

# 「IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業」

## 事業原簿

### 【公開版】

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 IoT 推進部
-----	--

—目次—

概 要 .....	1
プロジェクト用語集 .....	11
1. 事業の位置付け・必要性について .....	18
1-1 事業の背景・目的・位置づけ .....	18
1-2 NEDO の関与の必要性・制度への適合性 .....	19
1-2-1 NEDO が関与することの意義 .....	19
1-2-2 実施の効果(費用対効果) .....	19
2. 研究開発マネジメントについて .....	20
2-1 事業の目標 .....	20
2-2 事業の計画内容 .....	21
2-2-1 研究開発の内容 .....	21
2-2-2 研究開発の実施体制 .....	21
2-2-3 研究開発の運営管理 .....	21
2-2-4 研究開発成果の実用化・事業化に向けた マネジメントの妥当性 .....	22
2-3 情勢変化への対応 .....	23
2-4 中間評価結果への対応 .....	23
2-5 評価に関する事項 .....	23
3. 研究開発成果について .....	24
3-1 事業全体の評価 .....	24
3-2 各研究開発項目の成果 .....	(別添)
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて .....	24
4-1 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて .....	24

(別添)

- ・各研究開発項目の詳細
- ・プロジェクト基本計画



	研究開発項目③ IoT技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発	←→		
	研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発	←→		
	研究開発項目⑤ IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発		←→	
	研究開発項目⑥ IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発		←→	
事業費推移 (単位:百万円)	会計・勘定	2017FY	2018FY	総額
	一般会計	406	838	1,244
	特別会計(需給)	1,402	1,244	2,646
	うち、開発成果促進財源	49	112	161
	総 NEDO 負担額	1,808	2,082	3,890
	(委託)	1,808	1,969	3,777
	(助成) :助成率1/2		113	113
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報産業課		
	プロジェクトリーダー	無し		
	プロジェクトマネージャー	工藤 祥裕		
	委託先 助成先	研究開発項目① 委託先:株式会社日立製作所 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ 株式会社三菱総合研究所 一般財団法人発電設備技術検査協会 株式会社気象工学研究所 日本工営株式会社 助成先:関西電力株式会社 東京電力フュエル&パワー株式会社		

			<p>研究開発項目②        委託先:日揮プラントイノベーション株式会社        旭化成株式会社        アクセンチュア株式会社        国立大学法人鳥取大学        日本電気株式会社        国立大学法人筑波大学        一般財団法人日本情報経済社会推進協会        千代田化工建設株式会社        一般社団法人日本高圧力技術協会        株式会社三菱総合研究所</p> <p>研究開発項目③        委託先:富士通株式会社        駿河精機株式会社        航空機部品生産協同組合        一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ        株式会社日立製作所        みずほ情報総研株式会社        PwCコンサルティング合同会社</p> <p>研究開発項目④        委託先:三菱重工業株式会社        株式会社SUBARU</p> <p>研究開発項目⑤        委託先:大日本印刷株式会社        株式会社エヌ・ティ・ティ・データ        株式会社野村総合研究所</p> <p>研究開発項目⑥        委託先:パナソニック株式会社        シャープ株式会社        KDDI株式会社        株式会社三菱総合研究所        助成先:株式会社メディカルシステムネットワーク        パナソニック株式会社        関西電力株式会社        コニカミノルタ株式会社        シャープ株式会社        セコム株式会社</p>
<p>情勢変化への対応</p>		<p>有識者等による分野別委員会やアドバイザー委員会、海外調査等を踏まえ、動向・情勢の把握を行うと共に、以下の対応を行った。</p> <p>研究開発項目①        &lt;情勢&gt;</p> <p>実証事業に参画している水道事業者やメーカ等とのヒアリング等において、ベンダーロックインを防ぎ、水道 CPS/IoT システムの社会実装を進めていくためには、</p>	

	<p>作成されるプラットフォームのソースコードや仕様書は公開されるべきではないか、また、どれだけコスト削減に繋がるのか導入時のメリットを示してほしい、導入時の負担を軽減するために、導入手順やシステムが変わるイメージをわかりやすく示してほしいという意見があった。</p> <p>&lt;対応&gt;</p> <p>ベンダーロックインを防ぎ、社会実装を進めるため、システム構成やプラットフォームの機能要件を明らかにするとともに、リファレンスモデル、要件定義書、設計書、ソースコードを公開することとした。また、水道事業者におけるシステム導入が円滑に進むよう、導入手引書の検討においては、コストメリットや導入/調達/運用プロセスが明らかになるように取り組むこととした。</p> <p>研究開発項目②</p> <p>&lt;情勢&gt;</p> <p>業界団体、事業者へのアンケート・ヒアリングにより、産業保安分野へのIoT技術の導入促進に向けた契約ガイド、セキュリティマニュアル(初版)の実効性を高めるためには、具体的ユースケースを想定してユーザー企業の評価を反映するべきとの要望が寄せられた。プラントデータ活用促進会議においても、同要望の反映をすべしとの意見を受けた。</p> <p>&lt;対応&gt;</p> <p>ガイドライン等の実効性を高めて、しっかりと業界へ普及させることを目的として、具体的に活用シーンを想定してユーザー事業者とのワークショップ等を行うことにより、効果的な意見収集を行い、反映することで、産業保安分野に適したガイドライン等の策定を行うと同時にユーザー事業者に対する利用機会の普及を図った。</p> <p>研究開発項目⑥</p> <p>&lt;情勢&gt;</p> <p>スマートライフ分科会の委員より、ライフデータを活用したサービスの社会実装、海外展開を促進するため、海外におけるスマートライフ市場の実態を把握すべしとの意見があった。</p> <p>&lt;対応&gt;</p> <p>海外におけるスマートライフ市場の実態を把握するため、動向調査を行い、データ活用に係わる具体的な事業の実例を特定すると共に、本事業における先行モデルの展開可能性について分析した。</p>	
中間評価結果への対応	中間評価対象外のため、実施していない	
評価に関する事項	事前評価	事前評価対象外のため、実施していない
	中間評価	中間評価対象外のため、実施していない
	事後評価	
3. 研究開発成果について	<p>●事業全体</p> <p>各研究開発項目において、IoTを活用することによる有効性の検証、業界横断的な標準仕様の整備、経済産業省や必要に応じて規制当局とも連携した関連規制・制度のあるべき姿について検討および提言について研究開発を実施し、成果を得た。</p> <p>●研究開発項目①: 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発</p> <p>(1)水道事業</p> <p>【目標】</p>	

- 1) システム毎に異なるデータを相互に活用するための共通インターフェース・API 等の標準仕様を作成する。
- 2) データを活用したアセットマネジメント及びオペレーション効率化のためのアプリケーション(劣化予兆診断、LCC を考慮した効率的な資産運用、遠隔監視・遠隔制御、最適な水運用、水質の自動管理等)の開発及び効果の検証を行う。
- 3) データ活用アプリケーションの開発及び実装による、浄水場単位での事業効率化を実現する。

**【成果】**

- 1) 水道情報活用システムの全体構成、データ流通のためのルールを定めた標準仕様を作成した。(標準仕様は、「調達仕様書案」、「リファレンスアーキテクチャ仕様書案」及び「システム標準仕様書」から構成)
- 2) 標準仕様に基づき、「施設統廃合アプリケーション」、「水道 CPS モニタリングアプリケーション」及び「需要予測アプリケーション」を製作。
- 3) 岩手中部水道企業団並びに大阪広域水道企業団で効果の検証を行ったところ、設備の更新や広域化検討、安定供給、コストの抑制に寄与するとの評価を得た。

(2) 電力事業

**【目標】**

- 1) データの共有・管理・活用等により効率的な事業運営を促進するガイドライン案の作成を行い、経済産業省に対して提言を行う。
- 2) IoT 技術の活用によりデータの収集及び解析を行うシステムの構築を行い、当該システムの効果の検証を行うことで、発電所の事業運営の効率化に資することを確認する。

**【成果】**

- 1) 火力発電所のデータ活用の調査によりデータ活用の体系整理を行い、手引き(案)を作成した。

2)

<火力発電>

プラントの効率最大化モデルの効果として、ベース運転時との比較で最大0.83%減、削減率平均からの試算で年間約2億円程度のコスト削減を見込めることが判明した。

<水力発電>

黒部川水系を対象として、「ダム流入量予測・発電運用最適化システム」を構築。

シミュレーションを実施したところ、既存の手法と比較して年間発生電力量を1.5%(5,700万kWh)増加させることが出来ることが確認できた。

●研究開発項目②:

IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

**【目標】**

- 1) 内面腐食予測モデル、外面腐食予測モデル、異常検知予測システム、事故予測システム等の構築及びこれらのシステムの精度等を向上させるためのプラットフォームを構築する。
- 2) 関連規制・制度のあるべき姿について検討する場を設け、将来の規制・制度の見直しにつなげる提言を実施する。

**【成果】**

- 1)
  - ・以下の5つのシステムを構築して効果を確認

- 配管内面腐食モデルの構築
- 保温材下外面腐食モデルの構築
- 画像データを用いた腐食解析システム
- 音響データを用いた異常検知モデル
- 運転データとヒアリハット情報分析による事故予兆システム
- ・製油所向け共通プラットフォームを構築
- 製油所向けデータ協調を実現できる技術的要件「プラットフォーム要求仕様」、「データプロファイル」を策定
- 試験プラットフォームでデータ共有化の効果を検証
- ・3D 保安高度化プラットフォームの構築
- 設備・保全情報を直感的に理解し易い3D プラントモデルを通じたプラットフォームの構築と効果検証
- ・破損頻度情報を共有するプラットフォーム構築

2)

- ・プラントデータの共有・活用を促進するため、ガイドラインの初版と改訂版を策定し、公開。  
「データ利用契約ガイドライン」、  
「IoT セキュリティ対応マニュアル」
- ・人材教育エコシステム、リスクベース保安の促進に向けた制度的課題、事故情報の分析・活用の仕組みの提言

### ●研究開発項目③:

#### IoT技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

##### 【目標】

- 1) 欧米の標準化団体等が推奨する既存規格を分析し、不足を付け加え、日本版標準仕様案を作成し、実際の工場で効果検証を行う
- 2) 標準仕様の内容をベースとした技術仕様書を策定する

##### 【成果】

1)

- ・経済産業省の事業で提案されたデータプロファイルやセキュリティガイドラインの有効性を検証  
以下の3つのユースケースにて効果を確認
- 生産ラインの稼働進捗管理
- 品質管理
- 予防、予知保全
- ・企業間のデータ共有を促進するデータ汎用化技術開発と通信方式の確立
- NC 工作機械のプログラムを標準化、3社のマシニングセンタでテスト加工を実施
- 標準回線の利用を前提とした最適な通信方式を確立、日本・静岡⇔中国・上海、日本・静岡⇔ベトナム・ホーチミンで有効性を検証
- ・最適加工条件自動生成技術とデータセキュリティ方式の確立
- 量産ライン用特殊形状加工品を対象とした、工程設計を行う最適加工条件生成 AI を開発、正答率 81%と人間同等の性能を確認した。
- 160 ビットレベルの秘密キー方式の暗号化通信、改ざん／欠落などデータ整合性チェックによる異常検知、不正アクセスや操作ミスの履歴管理による特定、防止を達成。
- ・航空機部品一貫生産の品質管理
- 「検査」、「機械加工」、「板金加工」レベルでの加工機入出品質データのトレーサビリティを2つのケースで確認。

- IoT 設計手法の開発
    - 22 チームが”業務シナリオ”手法を用いるとともに、”IVI モデラー”を用いて効率化。また、“プロフィール基本構造”と比較しながら、さらなる改善を行った。
  - 品質管理における実証
    - 溶接現場での業務シナリオおよび TO-BE モデルについて、IVI モデラーを使用しデータプロフィールまで生成したのちに、システムを構成するコンポーネントの具体的な設計・試作を実施した。最終成果として、画像、AE(Acoustic Emission)、振動、電流と 4 種のセンサを溶接設備に実装して IoT システムを構築することにより、溶接対象のリアルタイム不良検査、および溶接トーチの寿命予測による最適交換を可能とした。
  - 共同受発注における実証
 

少量多品種、個別受注型の小規模な板金加工工場における工程進捗管理を業務シナリオ手法を用いてデータプロフィールを定義。IC カードリーダーによる着手・完了情報の取得システムを試作・実証した。IVI モデラーが、中小企業のデジタル化推進に有意義であることを確認した。
  - 在庫・物流管理における実証
 

EDIFACT を出荷指示のデータプロフィールとし実装。加えて実務システム(ロジの見える化)の出荷指示の項目を EDIFACT に定義。開発したシステムは出荷指示データをブロックチェーンで共有する。実証では、複数の企業間でのブロックチェーンの共有と情報連携が可能であることを確認。
- 2)
- スマート工場実証事業者より収集した意見等を反映し、データプロフィール基本構造の技術仕様書を作成した。
  - 製造業における IoT ユースケースを整理した
    - ロボット革命イニシアティブ協議会 IoT ユースケースマップ (211 件)
    - (日本)公開情報より 23 件
    - (ドイツ)インダストリー4.0 プラットフォームより 16 件
    - (フランス)Alliance INDUSTRIE DU FUTUR より 16 件
  - 現在の製造分野の業種特性から、今後の CPS/IoT 活用において必要となるセキュリティ要件と 5 つの観点を導きだした。
  - データの利用権限に関する契約ガイドラインを調査
    - 4 名の有識者ヒアリングの実施
    - 企業アンケートの実施(158 件実施、46 件回収)
    - 企業ヒアリングの実施(22 社)
    - 米国(6 社)、ドイツ(10 社)を含むヒアリング調査(企業等)(18 社)

データ利用権限に関する契約ガイドラインの改定・改良に向け、製造業におけるデータ利活用に向けたポイントの取りまとめを実施。

●研究開発項目④：  
次世代航空機運航支援システムの開発

【目標】

- 1) 航空機が取得するリアルタイムデータ(画像データや気象データ等)を活用してパイロットの判断・操縦を支援するシステムを開発し、有効性の検証をする
- 2) 本事業で得られた検証データをもとに、データを保有するエアライン、AI 企業、機体メーカー、経済産業省、国土交通省などの関係省庁と連携し

て、高度で安全な次世代の航空機運航システムの実現に向け、制度的論点の整理及び規制・制度の見直しに向けた提言を行う。

**【成果】**

1)

・乱気流等の突発異常気象予測の機械学習モデルを構築、TRL4(実験室レベルの実用化目途)を達成。

・LiDAS電界データを用いた雷被雷リスク空域予測モデルを構築。予測精度70%を達成。

・管制・パイロットによる外部評価を実施。良好な評価と継続した開発への期待を得る。

2)

従来集まることがなかった航空会社、航空機メーカー、研究者、関係省庁の関係者が一堂に会し、データの利活用を進めて行く上で解決が必要な課題を議論。

特に三菱重工が ANA との個別のワークショップを通じて、データ活用促進のために必要な課題を具体的に明らかにし、今後の航空運航におけるデータ活用ためのステップを示した。

**●研究開発項目⑤:**

**IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発**

(1)国内消費財サプライチェーンの効率化

**【目標】**

1) メーカー、物流、卸売、小売、消費者等が個品単位の商品情報をサプライチェーン全体で共有する情報共有システムの構築及びその有用性の確認を行う。

2) 国内消費財サプライチェーンに適合した RFID の標準データフォーマット案や情報共有にあたってのルール案の策定を行う。

**【成果】**

1)

・サプライチェーン間でデータ共有を行う際の仕様(EPCIS)に基づいたサプライチェーン情報共有システムの構築を行い、メーカーや小売りなど多数の企業と連携した実証実験を実施。

・データ連携による①メーカーや小売りなどのメリット、②消費者にとってのメリットについて効果を確認(予定、ただいま検証中)。

2)

・EPCIS について、ベンダーや標準化団体等の有識者と検討を行い、実装モデルを整備。

・物流分野での利活用を見据えた集積物への電子タグ貼り付けに関するガイドラインの策定。

(2)グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化の研究開発

**【目標】**

1) 貿易手続にかかる“貿易情報共有プラットフォーム”の構築および有効性の検証を行う

2) 貿易手続において業者間で共有される標準データフォーマット案及び情報共有にあたってのルール案の策定を行う。

**【成果】**

1)

・貿易手続データ連携システム構築した。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ブロックチェーン技術活用により、閲覧・変更履歴を管理、真正性を確保し必要なタイミングでデータ共有可能。</li> <li>➤ 既存の貿易関連システムと効率的にデジタルデータで連携できる API 仕様。</li> <li>➤ Web インターフェースの環境。</li> <li>・上記のデータ連携システムを用いた、実貨物のコンテナ輸出における実証事業を実施により輸出手続きの情報入力作業を 46%(67 億円/年)削減できることを確認した。</li> </ul> <p>2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・貿易手続について<u>国内の事業者間及び海外ともデータ連携する為に、輸出手続に必要なデータフォーマット等の標準化やデータ共有ルールなどのガイドライン策定に向けた取りまとめ</u>を行った。</li> <li>・現在までの貿易手続 IT 化に関する検討内容・結果の取りまとめ。</li> <li>・海外のIT化先進港湾の事例調査を実施。</li> </ul> <p>●研究開発項目⑥: IoT 技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発</p> <p>【目標】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 異業種間のデータ連携によるサービス創出が可能な標準仕様(データカタログ、サイバーセキュリティ標準仕様、プライバシーデータ取扱いの同意取得方法等)の作成を行う。また、標準仕様の実検証を実施する。</li> <li>2) 標準仕様を活用した上で、スマートライフ市場の創出につながる具体的なケースについて効果の検証を行う。</li> </ol> <p>【成果】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートホームデータカタログ項目定義、運用・管理の在り方を整理</li> <li>・セキュリティ標準として、事業者に求められる適合基準(規格)、スマートライフ分野のリスク評価指針、自動運転に関する製品安全の在り方の要件を整理</li> <li>・プライバシーデータを本人同意のもと一括して信託する仕組みの論点を整理、スマートライフ分野における同意書雛形を検討した。</li> <li>・上記の<u>実検証を実施、有効性を確認。</u></li> </ul> </li> <li>2) <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>6 ケースの効果検証を実施</u></li> <li>➤ 健康相談サービス</li> <li>➤ 生活支援サービス</li> <li>➤ 介護支援サービス</li> <li>➤ 地域包括支援センター連携</li> <li>➤ 在宅介護/緊急駆け付け</li> <li>➤ 薬局による高齢者生活支援</li> </ul> </li> </ol>	
	投稿論文	5件
	特 許	「出願済」3件
	その他の外部発表 (プレス発表等)	145件 (研究発表・講演:56、新聞・雑誌への掲載:71、展示会への出展:18)

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>各研究開発項目において、個別のシステムまたはデータ連携基盤について、機能的かつ経済的に現場で運用可能なプロトタイプが完成し、実現場における利用性と有用性が確認できたことから、実用化の観点では、いずれも見通しがたっている。</p> <p>また、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等が販売・利用されることにより、各研究開発項目で想定していたユーザーの事業活動に貢献する計画についても、ほとんどの研究開発項目において、具体的に計画されている状況。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2017年1月 制定
	変更履歴	2017年12月 改訂 研究開発項目①の実施内容の追加、研究開発項目⑤～⑥の追加

## プロジェクト用語集

用語	説明
ACARS	automatic communications addressing and reporting system 航空機と管制など地上側との間でのデータデータ通信を行うシステム
ADL	activities of daily living 移動・排泄・食事・更衣・洗面・入浴などの日常生活動作
AE	Acoustic Emission 材料が変形したりき裂が発生したりする際に、材料が内部に蓄えていたひずみエネルギーを弾性波として放出する現象
AMS	Automated Manifest System 米国税関自動通関システム。米国では物流セキュリティ対策として、輸出港の本船出港 24 時間前までに、マニフェスト(積荷目録)情報を、AMS を通じて米国税関に申告することが義務付けられている。
API	アプリケーションプログラミングインターフェース(Application Programming Interface)の略称。あるコンピュータプログラム(ソフトウェア)の機能や管理するデータ等を、外部の他のプログラムから呼び出して利用するための手順やデータ形式等を定めた規約のこと。
B2B2C	Business-to-Business-to-Consumer B2C を行う企業向けに行う事業
B2C	Business to consumer 企業が個人向けに行う事業
B/L	Bill of Lading 船荷証券。船会社が船積み地点で貨物を受け取ったことと、指定の目的地までの運送及びその荷揚げ港で貨物受取人に貨物を引き渡すことを約した有価証券のこと。貨物の所有権を表す証券で、手形と同じく裏書によって譲渡可能。
CNC	Computer Numerical Control 生産工程における加工工程にコンピュータを利用して数値制御する方法
CPPS	Cyber Physical Production System 生産工場の CPS
CPS	”Cyber Physical Systems”の略。実世界(フィジカル空間)にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析/知識化を行い、そこで創出した情報/価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図っていくものである。
CY カットタイム	CY は Container Yard (コンテナヤード) で、海上輸送コンテナの蔵置保管、受け渡しをするコンテナヤード施設のこと。CY カットタイムは、フルコンテナ単位で輸出する場合のコンテナヤードへの搬入最終日のこと。日本では、本船出航日3日前。混載輸送ではこの用語は使われない。

用語	説明
EDIFACT	EDI 取引の国際標準
Electronic Flight Bag(EFB)	パイロットが航空機の操縦に必要な航路や気象の情報を閲覧するために携帯するフライトバッグをタブレット端末などで電子化したもの。
EPCIS	Electronic Product Code Information Services の略。サプライチェーンの可視化を行うため、商品の移動情報などをコンピュータ・サーバー上に蓄え、共有するための仕様。
IoT	”Internet of Things”の略。ITU(国際電気通信連合)の勧告(ITU-T Y.2060(Y.4000))では、「情報社会のために、既存もしくは開発中の相互運用可能な情報通信技術により、物理的もしくは仮想的なモノを接続し、高度なサービスを実現するグローバルインフラ」とされ、次のようなことが期待されている。 ①「モノ(Things)」がネットワークにつながるにより迅速かつ正確な情報収集が可能となるとともに、リアルタイムに機器やシステムを制御することが可能となる。 ②カーナビや家電、ヘルスケアなど異なる分野の機器やシステムが相互に連携し、新しいサービスの提供が可能となる。
I/V	Invoice インボイス(送り状)。貿易取引において荷主が作成する書類で、一般的に「誰が」、「誰に」、「どんな条件で」、「どこから」、「どこに」、「いくら」、「何(商品)を」、「いくつ」、輸出しているかという情報が記載される。
L/C	Letter of Credit (エルシー)信用のこと。貿易決済手段の一種で、銀行が支払保証をした確約書のこと。銀行を介在させることで、輸出者が代金回収するのに確実となる利点がある。銀行は、船積書類提示と荷為替手形提示を条件に商品代金の支払いを保証する。
NACCS	NACCS(Nippon Automated Cargo and Port Consolidated System) 輸出入・港湾関連情報処理センター株式会社が運営する官民共同利用型のオンラインシステム。国際物流に関連する民間業者間や税関をオンラインで結び、民間業者の貨物関連業務を通じて国際物流のスピードアップや効率化につなげられる。
NC プログラム	数値制御(NC)による機械加工のプログラム
NoSQL	リレーショナルデータベース以外のデータベース管理システム SQL 言語を使わず管理する
NTP	National Trade Platform シンガポールの貿易プラットフォーム。EDI(電子データ交換)システムが導入されており、輸出入や貨物の積み替えにかかわる申告から許可通知、関税・諸税や手数料等の支払いに至るまでの手続きが自動的に一括処理されている。

用語	説明
OPC UA	Open Platform Communication–Unified Architecture 安全で信頼性あるデータ交換を目的とした相互運用を行うための標準規格
PLC	programmable logic controller プログラムに従って逐次制御を行うコントローラー
RFID	Radio Frequency Identification の略。電波を利用して非接触で電子タグのデータを読み書きする自動認識技術。
PPM/UI アプリ	プライバシーポリシーマネージャー パーソナルデータ提供のためのポリシー管理を行い、 利用者自らがデータの提供をコントロールできる機能を提供するアプリ
SCM	Supply Chain Management 仕入れから販売までを一つのチェーンとして、最適化を図るマネジメント手法
Sier	System Integration
SMDG	Shipping Message Design Guideline Group 国連の専門機関である UN/CEFACT が認めた海運・港湾の国際標準メッセージを開発する世界的な ユーザーグループです。
Society 5.0	サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会。
Tier 1	一次サプライヤー
TO-BE モデル	理想モデル、あるべき姿を描いたモデル
UN/EDIFACT	国連 CEFACT(貿易円滑化と電子ビジネスのための国連センター)は、国連地域経済委員会の一つである国連欧州経済委員会(UNECE)の下部機関として位置しています。国連欧州経済委員会は、貿易含む経済問題と社会問題等を担当する、上部機関である国連経済社会理事会(ECOSOC)の下にあり、各国の政府と専門家レベルで緊密な連携を有しています。1987年には行政、商業、輸送のための電子データ交換のための国連規則 UN/EDIFACT(Electronic data interchange for administration, commerce and transport)が承認されました。現在、さらに複数の異なるデータ交換基準や共通のデータ交換言語の開発作業が進められています。
アーキテクチャ (Architecture)	ハードウェア、OS、ネットワーク、アプリケーションソフトなどの基本設計や設計思想のこと。
アイデアソン	複数チームで競い合いながら新しいアイデアを生み出すために行うイベントのこと。アイデアとマラソンを組み合わせた混成語。

用語	説明
オンプレミス	従来型の構築手法で、アプリケーションごとに個別の動作環境(データセンター、ハードウェア、サーバー等)を準備し、利用者が自らコントロールするもの。
クラウドサービス	アプリケーションごとに個別の動作環境を利用者自ら準備しコントロールする従来型の方式(オンプレミス方式)と異なり、アプリケーションやデータをネットワーク経由でサービスとして利用者に提供するもの。利用者は最低限の環境(パーソナルコンピュータやスマートフォンなどのクライアント、その上で動く Web ブラウザ、インターネット接続環境など)を用意することで、サービスを利用することができる。
機械学習データ選定	機械学習における学習データの選定のこと。評価に用いられる学習データは、出力結果の正しさ、出力までの計算時間に大きく関わる。学習データが小さすぎれば十分な正確さを持たず、大きすぎれば無用な計算時間が大量に増え、偏れば偏った結果しか出ない。一般に学習データ数が増えるにつれて出力の正確さは増す。正確さの増え方は対数に近くデータ増大に対して飽和が生じる。飽和している状態でさらに学習を行うのは無駄であり、正確さの増加量、飽和点は変数の数などのモデルの柔軟性によって大きく変わる。ディープラーニング等の柔軟性が高いモデルを用いる場合、特に大量の学習データを用意する必要がある。
広域連携	水道法の一部を改正する法律(平成 30 年法律第 92 号)による改正後の水道法(昭和 32 年法律第 177 号)(以下「改正水道法」という。)第 2 条の 2 第 2 項の市町村の区域を超えた広域的な水道事業者等間の連携等に当たるものである。具体的な方策としては、事業統合や経営の一体化のほか、浄水場等一部の施設の共同設置や事務の広域的処理等、多様な方策が考えられる。
国際コンテナ戦略港湾	阪神港、京浜港の 2 港。平成 21 年 10 月に設置された国土交通省成長戦略会議において「海洋国家日本の復権」の一環として、大型化が進むコンテナ船に対応し、アジア主要国と遜色のないコスト・サービスの実現を目指すため「選択」と「集中」に基づいた「国際コンテナ戦略港湾」を選定する方針が決定。平成 22 年 8 月、「民」の視点の港湾運営、コスト低減策、国内貨物の集荷策などの具体性、計画性、実現性など今後の伸びしろを重視する基準により選定された。
コンビニ電子タグ 1000 億枚宣言	経済産業省とコンビニ 5 社の(株)セブン-イレブン・ジャパン、(株)ファミリーマート、(株)ローソン、ミニストップ(株)、(株)JR 東日本リテールネットが、2025 年までに全ての取扱商品(推計 1000 億個/年)に電子タグを利用することについて、一定の条件の下で合意したもの。
再生可能エネルギー	太陽光・風力・地熱・中小水力・バイオマスなどの温室効果ガスを排出しないエネルギーのこと。国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な低炭素の国産エネルギー源である。
サプライチェーン	原料や部品の段階から製品やサービスが消費者の手に届くまでの全プロセスを連続した流れ。

用語	説明
サーモカメラ測定	赤外線放射を温度換算して表示するカメラで、非接触で対象物の温度を測定すること。
常圧蒸留装置	原油に含まれる様々な物質を分離させるための装置のこと。原油を大気圧より少し高い圧力で蒸留することで、それぞれが異なる沸点を持つ留分(蒸留することにより、沸点別に蒸発分離して得られる各成分のこと)に分離させる。
新電力	新電力とは、大手電力会社 10 社以外の新しい電力会社のこと。今まで地域独占で電力供給を行ってきた電力会社 10 社と区別するために「新電力」と頭に「新」をつけて呼ばれる。業態としては「発電」だけ、「発電」と「小売り」の両方、「小売り」だけ行うなど、いくつかタイプが存在する。
水素化脱硫装置	硫黄などの不純物を含む石油留分を、触媒の存在下で水素と反応させる水素化脱硫方式を使って精製する装置のこと。
水道標準プラットフォーム	水道事業者等の有する設備・機器、事務系システムが扱うデータを横断的に活用できる仕組みを構成する要素の一つである。このプラットフォームを通じて必要なデータを参照、加工・分析することができる。
石炭火力発電	火力発電の黎明期から使用されている。かつて国内炭使用であったが、近年は海外炭であるほか、細かな粉末(微粉炭)にして燃焼している。日本では、オイルショック以降、石油火力から転換した発電所も多い。燃料の安定供給や経済性に優れており、近年は石油火力に代わって建設された 60～100 万 kW 級の大型火力が主力であり、ベース電源として運用されている。発電効率向上のため、近年では超々臨界圧(蒸気温度 593℃以上、蒸気圧力 24.1MPa 以上)のボイラーおよび蒸気タービンを採用している。石炭を燃焼させた後の灰(フライアッシュ)はセメントの原料として外部に売却されるほか、埋立用としても使用される。
全銀 EDI システム	ZEDI とは、支払企業から受取企業に総合振込を行うときに、支払通知番号・請求書番号など、さまざまな EDI 情報の添付を可能とするシステム。ZEDI の導入により、入金消込業務の効率化など、企業における資金決済事務の合理化が可能となる。
ダイナミックプライシング	需給に応じて価格を変動させること。今回の事業では、棚に設置した RFID リーダーで電子タグを自動的に読み取り、消費・賞味期限が迫っている商品を特定。棚札の価格表示を変えたり、当該商品を購入すると現金値引きまたはポイント還元を行う旨、一般の実験参加者のスマートフォンなどに通知を行った。
ターミナルオペレーター	荷役、ヤード内の作業、受け渡し計画を主に実施するコンテナ・ターミナルの運営主体。
中性子水分計	中性子線源から放射される高速中性子が水分(水素原子)に当たった際に生じる熱中性子を検知することによって水分を測定する装置のこと。

用語	説明
通関業者	輸出または輸入の申告、わが国と外国との間を往来する船舶(航空機)への船用品(機用品)の積み込みの申告、保税倉庫(保税工場)に外国貨物を搬入することの承認の申請、保税展示場へ搬入することの仮通関の申告から、それぞれの許可(承認)を得るまでの通関手続、およびそれらに伴う諸種の通関書類の作成などを依頼されて代理(代行)する業者をいう。
データクレンジング	データベースに保存されているデータの中から、重複や誤記などを探し出し、削除や修正などを行い、正規化などを行い、データの品質を高めること。
データプロファイル	ユーザー同士がデータをやりとりする際のデータ流通ルール
電力自由化	旧一般電気事業者により地域ごとに独占されていた家庭などに向けた電力小売が2016年4月に行われた法律の改正により全面自由化され、さまざまな業種の企業が電力の販売に参入可能となり、地域の枠を超えてサービスの提供ができる為、競争が促される状況となったことをいう。
ドラッグストアスマート化宣言	経済産業省と日本チェーンドラッグストア協会が、スマートストアの実現に向けて、2025年までに取扱商品に電子タグを利用することについて、一定の条件の下で合意したもの。
ニューラルネットワーク	人間の脳内にある神経細胞とそのつながりである神経回路網を数式的なモデルで表現したもの。
ハッカソン	複数チームで競い合いながらアイデアからプロトタイプを生み出すために行うイベントのこと。ハック(hack)とマラソン(marathon)を組み合わせた混成語。
フォワーダー	貨物利用運送事業者のこと。自分では輸送手段を持たず、航空会社または船会社から借り受けたスペースに貨物を搭載、国際輸送を行う事業者。複数荷主の貨物を集荷し、仕向け地ごとに仕分け、大口貨物に仕立てる混載業務を行うものを混載業者(コンソリデーター)という。国際輸送業務だけでなく、一般的には、通関業務・倉庫保管業務・配送手配なども平行的に行っている。
ブロックチェーン	ネットワークで用いられる分散型取引台帳システムで、トランザクション(取引履歴)毎のデータを複数まとめたものをブロックと呼び、このブロックがチェーンの様に連なるデータを持つ。このデータは台帳のユーザーのコンピューターに分散して保存、管理される特徴を持つ。また、台帳の情報が更新されるとそのトランザクションの「具体的な取引内容」はハッシュ関数によってハッシュ値と呼ばれる文字列に暗号化され、直前のデータのハッシュ値とともにブロックデータに書き加えられる。ハッシュ値は元データが異なると全く異なる文字列になる為、情報の改ざんは困難である。
ベースロード電源	季節、天候、昼夜を問わず、一定量の電力を安定的に低コストで供給できる電源。ベース電源ともいうが、国際的にはベースロード電源という用語が定着している。原子力発電、石炭火力発電、川の流れをそのまま使う一般水力発電、地熱発電などが該当する。

用語	説明
ベンダロックイン	特定のベンダの製品、サービス又はシステムに囲い込まれ、他社の参入が困難である状況のこと。
松阪クラスター	複数の中小企業で組織する組合「航空機部品生産協同組合」が、三重県松阪市と工場立地協定を結んで航空機部品の共同生産を行う松阪市の共同工場
リスクベースメンテナンス(RBM)	リスクを基準に検査およびメンテナンス（検査、補修、改造、更新など）の重要度、緊急度を評価し、優先順位を付けてメンテナンスを行う方法のこと。ここでリスクは、事故の起きる発生確率と、その事故が起きた場合の影響度の積として定義される。
レシプロコンプレッサー	内側だけにしか開かない弁（吸込み弁）と外側にしか開かない弁（吐出弁）をもった筒（シリンダー）の中をピストンが往復運動することで空気を圧縮する装置のこと。
ロボティクス	ロボットの設計・製作および運転に関する研究を行う。ロボット工学。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### 1-1 事業の背景・目的・位置づけ

#### ①政策的な重要性

現在、センサーやビッグデータ解析等の技術の進化により、現実社会を情報(データ)という形でサイバー空間に写し取り、モデル化されたノウハウや経験・知識を活用し、自由に情報(データ)を組み合わせることで新たな気付きや発見を得ることにより、現実社会で新たな価値を生み出すIoT(インターネットオブシングス)によるイノベーションが加速している。急速に進化しているIoTの活用は、社会インフラの効率化や高付加価値化にも有効である。

2016年4月27日に発表された経済産業省産業構造審議会新産業構造部会における「新産業構造ビジョン」での議論においても、「第4次産業革命」とも呼ぶべきIoT、ビッグデータ、ロボット、AI(人工知能)等による技術革新は、従来にないスピードとインパクトで進行しており、この技術革新を的確に捉え、これをリードするべく大胆に経済社会システムを変革することが、我が国が新たな成長フェーズへ移行するための鍵としている。

そのため、現在「IoT推進のための横断技術開発プロジェクト」で実施している“次の世代の技術力強化を目的とした研究開発の取組”に加えて、“現在起こりつつある技術革新を早急に現実社会に取り込むための環境整備”を目的とした取組を本事業にて実施する。

具体的な戦略としては、日本が強みを活かせる分野について、競争領域・協調領域を明確化した上で、グローバルにデータプラットフォームの構築を推進することが重要であり、官民連携の下、データが集約され、企業間でデータがシェアされて利活用されるよう、実証環境を整え、制度・規制の検討、国際標準化等を推進することが必要であるとされている。

#### ②我が国の状況

「新産業構造ビジョン」の議論等において、IoTの利活用による革新的なサービス・製品の創出や、我が国が抱える様々な社会的課題の解決が期待されている一方で、迅速かつ効率的なIoT利活用を進めるため、業界横断的なルール形成や規制・制度の見直し等が求められている。こうした背景の中、官民を挙げてIoTを活用した未来への投資を促す適切な環境を整備する目的で、2015年に「IoT推進コンソーシアム」が設立された。

IoTの利活用が期待されている分野としては、人口減少や少子高齢化の進展の中で効率のかつ持続可能な事業運営が困難となりつつ社会インフラ分野、設備の高経年化や熟練作業員の減少等が進み重大事故のリスクが増大する恐れがある産業保安分野、現場データの活用により生産性の向上やビジネスモデルの革新が期待されている製造分野、世界的な航空需要の増大に対し熟練パイロットが不足し安全運航に対する懸念が課題となっている航空分野が挙げられる。

#### ③世界の取組状況

諸外国においても、IoTを活用した新産業モデルの創出に注力しており、例えば製造業においては、IoT等の新たな技術を活用し、製品だけでなく、サービスやソリューションを提供するという方向への転換を進めている。

例えば、ドイツの業界団体が連携して設立したIndustrie 4.0プラットフォームでは、Bosch社やSiemens社等多数の企業が参加し、実証試験やデバイス・データ通信規格等の標準化、研究開発、ロードマップ策定等の取組が進められており、欧州諸国、中国、日本等各国政府・団体とのグローバルな連携も開始している。

また、GE 社は 2014 年に AT&T 社、Cisco 社、IBM 社、Intel 社と共にオープンな団体「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」を設立し、日本やドイツ等の米国外企業も参加している。インダストリアル・インターネット・コンソーシアムでは様々な横断的取組を行っている。具体的には、現実社会でのインダストリアル・インターネットの応用・活用とテスト環境の創出、ベストプラクティス、参照アーキテクチャ等の提供、世界標準策定プロセスへの働きかけ等がある。

#### ④本事業のねらい

データ利活用がもたらす具体的な効果検証を行うとともに、IoT の活用を促進するために必要な環境整備として、共通インターフェース、共通 API、セキュリティ評価基準、用語の定義等の業界横断的な共通仕様の整備や、経済産業省等との規制改革に関する議論を踏まえた制度的な課題の特定や改善に向けた提言を通じて、IoT を活用した社会システムへの変革を促す。

## 1-2 NEDO の関与の必要性・制度への適合性

### 1-2-1 NEDO が関与することの意義

センサーやビッグデータ解析等の技術の進化により、現実社会で新たな価値を生み出す IoT (インターネットオブシングス) が進展し、それは、社会システムやあらゆる産業のビジネスモデルやを革新させる可能性がある。

例えば、社会インフラやプラントなどの多くは、四半世紀以上前に作られたものであり、情勢の変化や災害等に対する脆弱性が増してきているが、ハード面を抜本的に見直すのではなく、追加的なハードの投入を最小限とし、その運用・制御というソフト面からのアプローチでより効率的な社会システムを構築する動きが各国で盛んになってきている。また、製造業や物流、介護といった分野でも、IoT の活用により競争力の強化や人手不足といった社会課題の解決に繋げようとしており、そういった環境整備を図ることは、国民や社会ニーズが高い。

「第 4 次産業革命」とも呼ぶべき IoT、ビッグデータ、ロボット、AI (人工知能) 等による技術革新を推し進めることは、ビッグデータやコンピューティング能力を活用することにより、異種産業が融合したいわゆる IT 融合による新産業の創出を目指すこととしている、NEDO の中期計画にも沿ったものである。

また、IoT の活用を促進するためには、どのようにデータを利活用していくかが、重要である。データを業界横断的に利活用していくには、多くのステークホルダーが存在し、協調していかなければならない。共通インターフェース、共通 API、セキュリティ評価基準、用語の定義等の業界横断的な共通仕様の整備を進めるためには、NEDO のような公的機関が関与することが重要である。

政府における規制改革に関する議論も踏まえ、IoT を活用した社会システムへの変革を進める中で、法律や規制など制度的な課題の特定を特定し、改善に向けた提言を行うことも、NEDO に期待されている役割である。

さらに、業界横断的なデータ利活用のための成果 (共通仕様等) は、他の業界、分野にも展開が可能である。

上記のようなことから、本プロジェクトは NEDO が関与すべきものと考えられる。

### 1-2-2 実施の効果 (費用対効果)

本事業は、事業期間 2 年間、事業規模約 40 億円の計画で進められ、我が国の IoT ビジネスの創出・拡大を実現するために必要な業界横断的な環境整備として、共通インターフェースや API、

セキュリティ評価基準等を含む標準仕様の整備、国際標準化、規制・制度の見直しに向けた働きかけを行うものであり、成果が国民全体に裨益する公共性の高い事業であることから、委託事業として実施した。

また、ビジネス化に近いシステム構築等の開発については、助成事業(助成率 1/2 以下)で実施した。

#### (1) 社会的な効果

人口減少や少子高齢化が進展した社会においても持続的なサービスが可能な社会インフラ、設備の高経年化や熟練作業員の減少が進む産業保安分野での安全性確保等、様々な社会課題の解決に期待できる。

#### (2) 経済効果

①市場獲得 : 3, 980億円(2025年)

社会インフラ(海外 IPP 市場)、産業保安(データ活用サービスの海外展開)、スマートライフ(ライフデータ活用市場創出)、それぞれの計画に基づいて算出。

②事業コスト削減 : 1兆円(2030年)

社会インフラ(国内水道事業のコスト削減)、産業保安(故障予測精度向上によるプラントの稼働ストップ減)、製造(データ標準化による保守コストの削減)、航空(運行支援システム導入によるパイロット訓練費用の削減)、物流(データ活用による人件費削減、返品削減、リードタイム短縮)

#### (3) 省エネルギー効果

省エネルギー効果 : 164. 4万kl/年(2030年時点)

社会インフラ(IoT 活用によるアセット設備量削減)、産業保安(定期修繕回数の削減)、製造(工場の製造機器のデータ連携による効率化)から算出。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### 2-1 事業の目標

#### (1) アウトプット目標

- ・ IoT を活用したテストベッドを構築し、IoT を活用することによる有効性を検証した上で、効率的なオペレーションや異常の早期検知による予防保全、より高度な安全性を実現するための業界横断的な標準仕様の整備を行う。
- ・ 経済産業省や必要に応じて規制当局とも連携して関連規制・制度のあるべき姿について検討する場を運営し、将来の規制・制度の見直しにつなげる提言を行う。

#### (2) アウトカム目標

- ・ IoT による社会システム全体の効率化を通じた省エネルギーやコスト低減を実現することにより、2030年時点で原油換算 164.4 万 kl/年の省エネを実現する。また、2030年時点で約 1兆円の事業コスト削減、本事業により新たに創出される市場で、2025年までに約 3,980 億円の市場獲得を実現する。
- ・ 投資対効果の低下に直面している社会インフラの分野へ IoT 技術を導入することにより、一連の業務プロセス(設備管理、業務運営)が効率化され、人口減少や少子高齢化が進展した社会においても持続的にサービスの提供が可能な社会を実現する。

- ・プラント設備の高経年化や熟練従業員の減少に伴い重大事故のリスク増大が懸念されている産業保安分野にIoT技術を導入することで、事故予兆精度の向上やリスクに応じた適切なメンテナンスを可能とし、より安全が確保された社会を実現する。
- ・2020年までに、センサーで集めた現場のデータを工場や企業の枠を超えて共有・活用することにより、無駄ゼロ・リードタイムゼロを可能とする先進システムを全国50箇所以上で生み出し、中小企業を含む我が国製造業のサプライチェーン全体の生産性向上を実現する。

## 2-2 事業の計画内容

### 2-2-1 研究開発の内容

- 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発
- 研究開発項目② IoT技術を活用した新たな産業保安システムの開発
- 研究開発項目③ IoT技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発
- 研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発
- 研究開発項目⑤ IoT技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発
- 研究開発項目⑥ IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### 2-2-2 研究開発の実施体制

本研究開発は、高い技術力を有し、かつ将来の事業化を企画する、単独ないし複数の企業・大学・公的研究機関が、研究開発責任者(プロジェクトリーダー:PL)以下からなる研究開発組織及び研究開発計画の提案をもって応募する、公募によって研究開発実施者を選定して実施される。

NEDOは、プロジェクトマネージャー(PM)にNEDO IoT推進部 工藤 祥裕を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

### 2-2-3 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を有し、PMは、経済産業省及び運営委員会と密接な関係を維持しつつ、本プロジェクトの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施した。

NEDOは、成果の事業化について見識を有する企業の事業担当者、関連技術の外部有識者からなるアドバイザリーボードを設置し、研究開発の俯瞰的な全体戦略を策定、PDCAサイクルを回しながら柔軟な運営を行った。具体的には、各分野における定期的な委員会やWGの開催により、研究成果に対するレビューや、業界横断的な議論の実施に役立てた。また、NEDO自身の全体のマネジメントに対して外部の目を入れる機会として、アドバイザリ委員会を開催した(アドバイザリ委員会の委員からのコメント・指摘事項は、別紙のとおり)。

IoT化された産業制御システムのセキュリティ確保の観点から、システムを構成する機器・システムに対するセキュリティ要件の体系的な整理や評価基準の検討等を行う。

IoT推進コンソーシアムと連携し、IoT等を活用した先進的なプロジェクトの選定・支援や、企業・研究機関等のマッチングイベント等の活動を通じて、IoTを活用した革新的なビジネスモデルの創出を行うとともに、ビジネスモデルを推進するためのルール整備や規制の見直しの議論を行う。先進的なプロジェクト案件の選定にあたっては、アワード形式の手法を取り入れることも検討する。

必要に応じて、IoT の社会実装を促進する上で解決が必要な課題の調査や先導研究等を実施する。

#### 2-2-4 研究開発成果の実用化・事業化に向けた マネジメントの妥当性

事業実施にあたっては、分野ごとの検証結果や標準仕様等の成果物を作成するだけでなく、以下に留意しながら事業を実施した。

- 1) 当事者(事業実施者)およびその周辺(経営層、業界、ユーザー等)のデータ活用に対する意識の変容を進展させること
- 2) 複数分野をまとめてNEDO事業として実施することの強みを発揮できるよう、各分野の進捗の凸凹に目を配り、成果の横展開を図ることで、全体の効率的な底上げに繋げること

上記を実現するため、以下のような目標達成に向けたマネジメントを実行し、効果が得られた。

- 意識の変容を起こすために、トップダウンとボトムアップ双方からのアプローチを行った。
  - ▶ トップダウンでは、Connected Industries 大臣懇談会の機会を活用し、経営層や業界団体トップにデータ活用の意義や効果を打ち込むことについて、大臣懇談会を取りまとめている経済産業省と合意形成を図り、訴求できる資料をとりまとめ、トップダウンで情報をインプットすることができた。[第1回(H29年5月)、第2回(H29年7月)、第3回(①H30年5月、②H30年6月)の計3回]
  - ▶ ボトムアップでは、分野別の委員会やWGにおいて、実施体制外の企業やユーザー等を巻き込みながら、協調領域の議論を実施し、成果物に反映することができた。
- プロジェクト全体の進捗の底上げを狙い、他分野での優れた成果や取り組みの横展開を行った。NEDO が全体を俯瞰し、適切にフォローすることにより、一部の分野においては、単独で事業を実施する場合よりも効率的に事業を進捗させることができた。具体的には以下のとおり。
  - ▶ 製造分野で作成したデータプロファイルの初版を、水道、産業保安、航空へ横展開
  - ▶ 製造分野で作成したサイバーセキュリティマニュアルを、水道、産業保安へ横展開
  - ▶ 経済産業省事業で作成したデータ契約ガイドラインを、産業保安、火力発電、スマートライフに横展開。また、データ契約ガイドラインの発展版の位置づけである、AI・データ契約ガイドラインへの改訂の際は、本事業での検討結果を共有。
- 事業化を見据えた様々な活動を実施した。
  - ▶ 成果活用先の確保を事業期間中から実施した。具体的には、水道の事例では、将来的なデータ連携プラットフォーム運営のあるべき姿について検討を行い、業界統一型のプラットフォームが求められたことから、この議論の結果が経産省の新規事業(水道施設情報整備促進事業)に繋がった。産業保安の事例では、業界団体を通じて、事業終了後の解析モデルの共同運用(化学系企業8社)の計画を構築。物流(貿易)の事例では、社内での検討が進んだ結果、事業成果が社内の事業化検討チームに移管され、本格的な事業化につながった。
  - ▶ 他にも、各分野の取り組み・進捗の共有を目的とした情報共有会の開催、IoT 推進コンソーシアムと連携した成果普及・広報の取り組み、CEATEC 出展での成果マッチングに向けた取り組み、成果報告会の開催などを実施した。

- 他にも、有識者による NEDO の事業運営に対するレビュー、開発促進財源の投入による成果の社会実装の加速、海外調査等を行った。

### 2-3 情勢変化への対応

有識者等による分野別委員会やアドバイザー委員会、海外調査等を踏まえ、動向・情勢の把握を行うと共に、以下の対応を行った。

#### 研究開発項目①

##### <情勢>

実証事業に参画している水道事業者やメーカ等とのヒアリング等において、ベンダーロックインを防ぎ、水道 CPS/IoT システムの社会実装を進めていくためには、作成されるプラットフォームのソースコードや仕様書は公開されるべきではないか、また、どれだけコスト削減に繋がるのか導入時のメリットを示してほしい、導入時の負担を軽減するために、導入手順やシステムが変わるイメージをわかりやすく示してほしいという意見があった。

##### <対応>

ベンダーロックインを防ぎ、社会実装を進めるため、システム構成やプラットフォームの機能要件を明らかにするとともに、リファレンスモデル、要件定義書、設計書、ソースコードを公開することとした。また、水道事業者におけるシステム導入が円滑に進むよう、導入手引書の検討においては、コストメリットや導入/調達/運用プロセスが明らかになるように取り組むこととした。

#### 研究開発項目②

##### <情勢>

業界団体、事業者へのアンケート・ヒアリングにより、産業保安分野への IoT 技術の導入促進に向けた契約ガイド、セキュリティマニュアル(初版)の実効性を高めるためには、具体的ユースケースを想定してユーザー企業の評価を反映するべきとの要望が寄せられた。プラントデータ活用促進会議においても、同要望の反映をすべしとの意見を受けた。

##### <対応>

ガイドライン等の実効性を高めて、しっかりと業界へ普及させることを目的として、具体的に活用シーンを想定してユーザー事業者とのワークショップ等を行うことによって、効果的な意見収集を行い、反映することで、産業保安分野に適したガイドライン等の策定を行うと同時にユーザー事業者に対する利用機会の普及を図った。

#### 研究開発項目⑥

##### <情勢>

スマートライフ分科会の委員より、ライフデータを活用したサービスの社会実装、海外展開を促進するため、海外におけるスマートライフ市場の実態を把握すべしとの意見があった。

##### <対応>

海外におけるスマートライフ市場の実態を把握するため、動向調査を行い、データ活用に係わる具体的な事業の実例を特定すると共に、本事業における先行モデルの展開可能性について分析した。

### 2-4 中間評価結果への対応

中間評価対象外のため、実施していない。

### 2-5 評価に関する事項

事前評価、中間評価ともに対象外のため、実施していない。

### 3. 研究開発成果について

#### 3-1 事業全体の評価

各研究開発項目において、IoT を活用することによる有効性の検証、業界横断的な標準仕様の整備、経済産業省や必要に応じて規制当局とも連携した関連規制・制度のあるべき姿について検討および提言について研究開発を実施し、成果を得た。

#### 3-2 各研究開発項目の成果

各研究開発項目の研究開発成果については、別添資料のとおり。

### 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

#### 4-1 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

各研究開発項目において、個別のシステムまたはデータ連携基盤について、機能的かつ経済的に現場で運用可能なプロトタイプが完成し、実現場における利用性と有用性が確認できたことから、実用化の観点では、いずれも見通しがたっている。

また、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等が販売・利用されることにより、各研究開発項目で想定していたユーザーの事業活動に貢献する計画についても、ほとんどの研究開発項目において、具体的に計画されている状況。

各研究開発項目の成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しの具体的な説明については、別添資料のとおり。

「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業」アドバイザリ委員会

●開催概要

日時:2018年8月3日(金) 9:00~15:15

場所:NEDO 霞ヶ関分室

議事次第:

- ・事業概要およびアドバイザリ委員会開催趣旨説明(NEDO)
- ・各実施者からのプレゼンテーション
- ・全体討議①:事業全体に対する評価、今後の進め方への助言
- ・全体討議②:個別事業への助言
- ・全体討議③成果最大化提案の評価、順位づけ、条件付け
- ・委員講評

※なお、全体討議と委員講評はアドバイザリ委員会の委員とNEDOのみで実施

●出席者名簿

【委員】(敬称略、五十音順)

名古屋商科大学 ビジネススクール マネジメント研究科 教授 澤谷 由里子

国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授 丹 康雄

SOMPOホールディングス株式会社 デジタル戦略部 チーフ・データサイエンティス 中林 紀彦

株式会社ウフル CIO 兼 IoTイノベーションセンター所長 八子 知礼

【事務局】

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

IoT 推進部	部長	安田 篤
	主幹	山川 弘二
	主査(PM)	工藤 祥裕
	主査	服部 伸一
	主査	山本 武史
	主査	藤田 浩
	主査	大宮 俊孝

●委員からの指摘・助言事項

1. IoT 実証事業全体の取組に対する評価

- プラットフォームの構築等、協調領域の整備は非常に難しい領域。まだまだ足りない部分があり、更に加速を期待するが、長いマイルストーンの1歩は踏み出している。
- NEDO が各種の業界を横断的にみている点は極めて特異で、我が国にとっても重要な施策である。現時点では目標は達成しつつあるように見える。

2. IoT 実証事業のアウトプットをより良くするための助言

- 本事業により得られた学びや、やってみてわかったことを記録として残し、公開することに意義がある。成功事例だけでなく、失敗事例も記録すること。当初の仮説がどうで、どのようなことをして、結果何故うまくいかなかったのかを整理する。
- 成果物は動的で使いやすいものにするべき。例えばひな形のようなものは PDF ではなく、Web 等で必要な情報を入力したらすぐアウトプットされるような仕組みまで構築する、データフォーマットの取組も単にフォーマットを考えるだけでなく XML スキーマ形式で公開し、サンプルプログラムで動く形にしてみよう 等。
- データ共有プラットフォームは、IT のことだけ考えず、想定ユーザーの取り込み等も含めた全体のエコシステムまで考える必要がある。これが最も難しい点だが、データホルダが喜んでデータを出す仕組みまで考えないと、社会実装されない。

### 3. 今後、公的資金で事業設計を行うにあたっての助言

- 狭い領域の課題解決に留まるものは、排除するべき。公的資金を投じるのであれば、個社支援的な取組や協調領域の成果にならないものは、実施するべきでなく、単独では実施できない取組にするべき。成果のオープン性、有用性の向上をもっと追求するべき。
- IoT 実証事業の設計が、全体提案を受け入れにくい形になっているのではないか。業界横断・省庁横断の提案を受け入れることができる設計を検討するべきではないか。
- 協調領域を明確にした上で、監督省庁がプラットフォーム等を整備して、一定の基盤を作ることに意義がある。
- 類似の取組が見られるが、これらを共通化することを NEDO として実施するべき。
- 新産業創出は、データドリブンのアプローチではなく、アイデアドリブンでなければ難しい。IoT 事業開始時は難しかったかもしれないが、現在は徐々にデータプラットフォームが出来つつあるので、今後はアイデアドリブンのアプローチも有効ではないか。新産業を立ち上げる方にとって、アイデアこそが存在価値であり、自己のビジネス環境が整備できてからでないといふことでもできないという事情がある。単にデータプラットフォームが整備され、蓄積されているだけにみえる期間にも裏側ではこうした活動が続いている可能性もあり、長い目で捉えていただきたい。
- 事業に参加した人の思考変容も立派な事業成果。こうした観点も盛り込んでどうか。
- 事業の実施体制だけでなく、その外側のエコシステムまで設計した上で事業を実施するべき。特にエコシステムの中でユーザーが想定されていないケースは実施するべきではない。  
(様々な業界のプラットフォーム構築のコンサルを行う際、まずはコアパートナーを決めてもらう。共同出資できる、心中できる人という意味。次にその周りでソリューションを作ってくれるパートナーを決め、更に先行顧客を決める。全部で3つレイヤーに分かれる。真ん中のコアパートナーの情熱が非常に重要。オープンにしたいところをオープンにしていく、自らを壊す、業界に奉仕する。ここの役割をどのような人が担うかで、成否の大部分が決まる。)
- 事業を実施する場合は、ソリューションカットで取り組むのではなく、業界・場所など具体的な対象でどんな課題があるかというところからスタートすると、困りごとを明確化できる。これに対し、場所等が遷移するような事例（サプライチェーン全体とか）は、プレイヤーが複雑で、課題を明確化させるのが難しい。
- 活用しやすいアウトプットにするべき。アウトプットを GitHub にのせるのも一案。

- 動作モデルとしてつくられた成果物を活用してもらってコンテストを行っても良いのではないかな。

#### 4. 事業の効果的な運営方法の助言

- Procurement のやり方を改善して、スタートアップ等が入りやすくすべき。
- 最初から完璧なものを作ろうとせず、仮説検証の中で正しくなっていくプロセスを認めるべき。昔と違い、今は外部環境もターゲットも半年で動く。最初の設計に拘らない、動的な事業運営を行うべき。
- 公的資金の意義は、事業の実施によって問題を発見することにあるのではないかな。発見した問題をスタートアップ等に解いてもらう仕組みも有効では。
- 実装の部分は、これが得意な若い人の力を有効活用すべき。実装力があるだけでなく、低コストだし、スピードもある。そのためには、成果のオープン化やマッチングの場の設定が必要。
- うまくいかないことの解決策の検討、事業計画の点検（必要に応じて見直し）、成功事例や失敗事例の共有等を行う上で、実施者を交えて議論する合宿は効果が高い。
- スタートアップ等に情報が届いていないのではないかな。公募のやり方を工夫すべき。

以上



# 各研究開発項目の詳細

## 研究開発項目①高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-1 水道事業

- (1) 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発  
.....詳細- 1
- (2) 水道 IoT の社会実装推進に向けた検討  
.....詳細- 15

### ①-2-1 電力事業(火力発電)

- (1) 機械学習を用いた石炭火力発電プラントの運転最適化による高効率運転実証事業  
.....詳細- 27
- (2) AI/IoT を活用した石炭火力発電所最適制御システムの開発  
.....詳細- 29
- (3) データの活用等による火力発電所の事業運営の効率化に関する調査  
.....詳細- 31

### ①-2-2 電力事業(水力発電)

- (1) 発生電力量最大化を目的としたIoT技術の活用による流入量予測精度向上  
および発電運用効率化技術の開発研究  
.....詳細- 34
- (2) 多目的ダム貯水池への流入量予測精度向上に関する調査  
.....詳細- 39

## 研究開発項目②IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-1 各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の 活用により保安を高度化するシステムの構築

- (1) 「高精度損傷予測モデルの研究開発」  
.....詳細- 43
- (2) 「実機検査データ解析に基づいた保温材下腐食発生予測モデルの開発」  
.....詳細- 50
- (3) 「各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)  
の活用により保安を高度化するシステムの構築」
  - a) 「画像データの解析による腐食評価システムの構築」
  - b) 「装置音データの解析による設備異常検知システムの構築」
  - c) 「モバイル巡回点検システムの構築」  
.....詳細- 58
- (4) 「運転データ等による異常検知・事故予測システム」  
.....詳細- 73

<b>②-2 保安の高度化を実現するプラットフォームの開発</b>	
(1) 「製油所向けに企業横断的に使用可能となるプラットフォームの開発」	詳細- 81
(2) 「製油所 3D モデルを中心とした設備・保全情報の活用検討」	詳細- 88
(3) 「破損データ等を活用した定量的なリスク評価を可能とするプラットフォームの開発」	詳細- 94
<b>②-3 産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿の検討</b>	
(1) 「産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿の検討」	詳細- 99

### 研究開発項目③IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

<b>③-1 IoT 技術の活用による業界横断的な生産システムの開発</b>	
(1) 「予知保全を例とする工作機械の実装の違いに依らない共通インターフェース及び情報モデルの研究開発」	詳細-103
(2) 「IoT 技術の活用による業界横断的な生産システムの開発」	
a) 企業間のデータ共有を促進するデータ汎用化技術開発と通信方式の確立」	
b) データの付加価値向上に向けた最適加工条件自動生成技術とデータセキュリティ方式の確立」	詳細-111
(3) 「航空機部品一貫生産の品質管理(トレーサビリティ)・稼働管理に対応した設備データ管理の中小企業用共通プラットフォーム」	詳細-116
(4) 「IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発」	詳細-125
<b>③-2 製造分野における IoT の社会実装推進に向けた検討</b>	
(1) 「スマート工場実証事業の成果最大化」	詳細-132
(2) 「製造業 IoT ユースケース調査」	詳細-138
(3) 「セキュリティガイドライン調査」	詳細-142
(4) 「データの利用権限に関する契約ガイドライン調査」	詳細-147

### 研究開発項目④次世代航空機運航支援システムの開発

<b>④-1 次世代航空機運航支援システムの開発</b>	
(1) ビッグデータ活用による学習モデル開発・システム構築の研究	詳細-157
(2) 理論を活用した予測・判断技術開発・システム構築の研究	詳細-163

## 研究開発項目⑤IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発

### ⑤-1 国内消費財サプライチェーンの効率化

#### (1) 国内消費財サプライチェーンの効率化

..... 詳細-169

### ⑤-2 グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化

#### (1) グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化の研究開発

..... 詳細-177

#### (2) 貿易手続効率化に向けたデータ標準化調査

..... 詳細-186

## 研究開発項目⑥IoT 技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT 技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (1) IoT 家電・センサーからのライフデータによる高齢者の生活サポートサービス基盤の研究開発

..... 詳細-189

#### (2) 薬局による在宅高齢者等の生活サポートサービスの研究開発

..... 詳細-196

#### (3) 高齢者の生活モニタリングによる地域包括ケアシステムの研究開発

..... 詳細-204

#### (4) 在宅高齢者向け高度見守りサービスに関する研究開発

..... 詳細-210

#### (5) 高齢者の健康増進・介護負担軽減のためのライフデータ利活用プラットフォームの研究開発と実証検証

..... 詳細-216

#### (6) 高齢者行動特性把握サービスに係る研究開発

..... 詳細-223

#### (7) ライフデータを活用した会話ロボットによる生活支援の研究開発

..... 詳細-233

#### (8) ライフデータを活用した健康相談サービスの研究開発

..... 詳細-237

### ⑥-2 ライフデータの高度利用システムに資するプラットフォームのあるべき姿の検討

#### (1) ライフデータの高度利用システムに資するプラットフォームのあるべき姿の検討

..... 詳細-247

# 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

## ①-1 水道事業

### (1) 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ  
株式会社日立製作所

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

本研究開発では、水道事業の広域化・統合化・効率化を目的として、以下の内容の事業を実施する。

- 1) 異なる浄水場・配水施設間のデータの利活用を可能とするための共通インターフェース、API、データ様式等の標準仕様を策定する。
- 2) 上記標準仕様にに基づき、水道事業者間で広域的にデータ活用・連携することを前提とした施設台帳・施設統廃合など、効率的なオペレーション等に資するアプリケーションの開発を行うとともに、効果評価用ツールの構築を実施する。さらに、開発したアプリケーション・評価用ツールを活用して、実証サイト単位での事業実施効果の検証を行う。
- 3) 経済産業省が策定しているセキュリティ対応マニュアルを本事業実施サイトに適用し、有効性の検証や完成度の向上に向けた提言を行う。

実施計画は以下の通り。

項目	平成29年度	平成30年度
①<シナリオ> 実サイトを想定した 実証シナリオの具体化	[シナリオの具体化対象] ・施設統廃合アプリケーション（継続） ・需要予測アプリケーション（継続） ・運転監視・制御アプリケーション	
②セキュリティ対応マニュアル の作成	■CPS/IoTセキュリティ対応マニュアルの検証・評価	
③<ルール> 標準仕様の作成	■標準データ項目の抽出（平成28年度からの継続） ■CPS導入のモデル化・マニュアル化	
④<効果> 効果の検証方法の検討	対象とした広域向けアプリケーションの検証ポイントを整理	
⑤実証による検証	■実証システムの実証検証	
⑥ 実装リファレンスの作成	■実装リファレンス	
⑦ 成果物普及に向けた 取組み	■成果物普及に向けた取組み	
⑧ 会議体への協力・参画	■会議体運営	

図：実施計画

## 1-2 研究開発の内容と目標

本事業では、CPS /IoT実装における標準仕様作成、CPS/IoT活用シナリオの効果評価、CPS/IoT実装におけるセキュリティ対応マニュアルの作成を行う。それぞれのテーマで具体的に実施する項目を以下に示す。

<b>CPS/IoT実装における標準仕様</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● CPS/IoTによるデータ流通・活用を実現するための標準仕様を作成する。</li><li>● この標準仕様に基づいた実証システムでCPS/IoT活用シナリオの実証を行う。</li></ul>
<b>CPS/IoT活用シナリオの効果評価</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 「水道事業の広域化」をスコープとし、各CPS/IoT活用シナリオの実証を行い、効果进行评估する。</li><li>● 社会インフラとしての、エネルギー削減効果、エネルギー効率のさらなる向上等を評価する。</li><li>● AI等による価値創造、オペレーションの完全自律・自動化等の高度化の可能性を評価する。</li></ul>
<b>CPS/IoT実装におけるセキュリティ対応マニュアル</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● CPS/IoTで起こりうるセキュリティ問題のシナリオを設定し、「セキュリティ対応マニュアル」を作成する。</li><li>● 実証の中で、セキュリティ対応マニュアルに基づいて実際に運用が可能かどうかを評価する。</li></ul>

図:研究開発項目

検証サイトは、株式会社日立製作所(以下「日立」という。)は岩手中部水道企業団と大阪広域水道企業団、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ(以下「NTT データ」という。)は香川県広域水道企業団の計3サイトで実施する。

なお、事業実施においては、平成 28 年度の経済産業省における実証事業の成果を活かすこととする。

## 1-3 研究開発の成果

研究開発内容の各項目について成果のサマリーを以下に示す。

表:研究開発内容

研究開発課題	目標	成果	達成度
① CPS/IoT 実装における標準仕様	A. データ流通・活用を実現するための標準仕様を作成	業界ベンダの意見を十分反映した上で、標準仕様を策定し、公開済	達成
	B. 標準仕様に基づいた実証システムで活用シナリオの実証を実施	標準仕様に基づいて、複数ベンダの複数浄水場にて実証確認完了	達成

研究開発課題	目標	成果	達成度
② CPS/IoT 活用シナリオの効果評価	A. 「水道事業の広域化」をスコープとし、活用シナリオの実証を行い効果を評価	施設統廃合等の複数のシナリオにて効果評価完了	達成
	B. 社会インフラとしての、エネルギー削減効果、エネルギー効率の向上を評価	施設統廃合によるエネルギー削減効果の定量的な検証完了	達成
	C. AI 等による価値創造、オペレーション自動化等の高度化の可能性を評価	上記シナリオによる人的作業量の削減効果を定量的に把握完了	達成
③ CPS/IoT 実装におけるセキュリティ対応マニュアル	A. セキュリティ問題のシナリオを設定し、「セキュリティ対応マニュアル」を作成	事業体のヒアリングに基づき、実情に即したマニュアルを作成完了	達成
	B. 実証の中で、マニュアルに基づいて実際に運用が可能かどうかを評価	実際の事業体の組織構成に基づいて対策の整理を完了	達成

以下、研究開発内容の各項目について成果を説明する。

① CPS/IoT 実装における標準仕様

A. データ流通・活用を実現するための標準仕様を作成

水道 CPS 委員のメーカーを中心として標準仕様ワーキンググループを計9回実施し、業界メーカーの合意形成を図った。

表:標準仕様ワーキング実施状況

回次	出席 メーカー	議論テーマ
第3回 (10/05)	5社	議論テーマの整理
第4回 (10/10)	5社	<b>A. 処理方式</b> ①アプリケーションとの通信 ②データ蓄積 ③ゲートウェイ間との通信 ④制御 ⑤認証／認可 ⑥データ暗号化 ⑦システムゲートウェイ ⑧性能／拡張性
第5回 (10/18)	5社	
第6回 (10/24)	5社	
第7回 (11/05)	6社	
第8回 (11/20)	6社	
第9回 (11/27)	6社	<b>B. 運用・異常系</b> ①責任範囲、対応フロー ②クラウド基盤の提供 ③信号項目表の登録 ④クラウド冗長化
第10回 (12/14)	6社	
第11回 (12/27)	5社	

議論内容を踏まえ、下図の標準仕様を策定し、最終的な成果は NEDO ホームページに公開した。 ([https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101111.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101111.html))

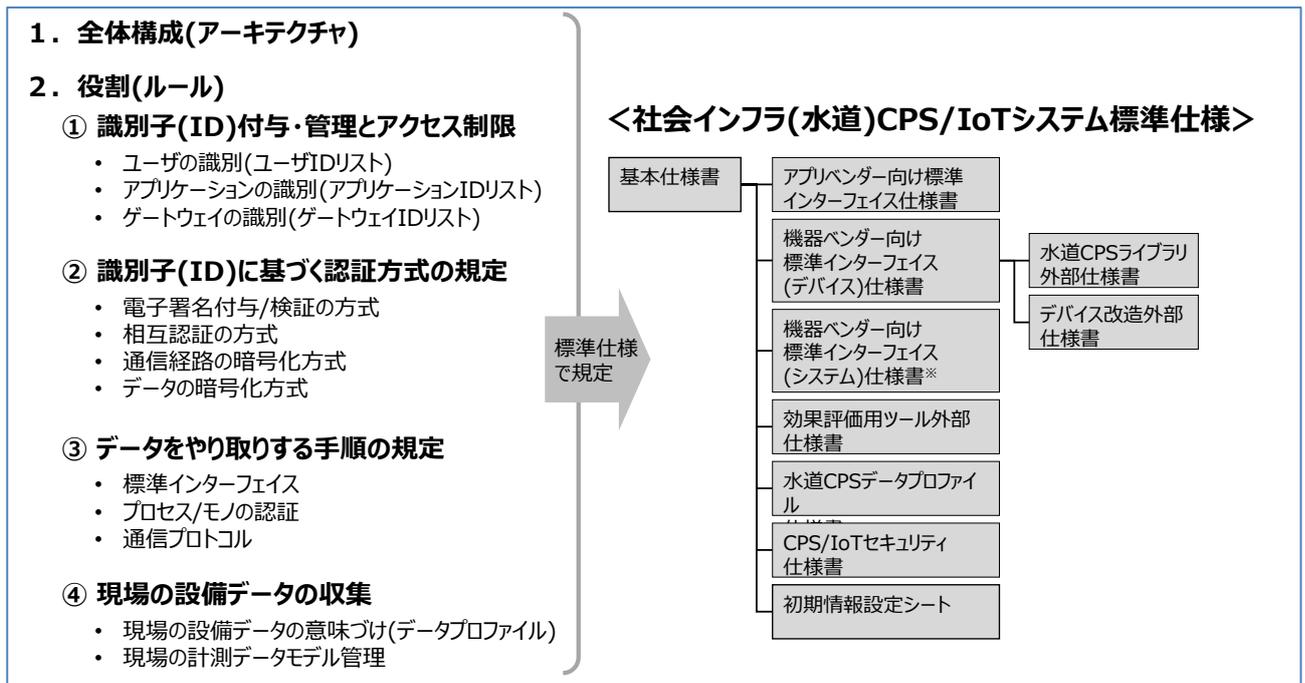


図:標準仕様全体像

## B. 標準仕様に基づいた実証システムで活用シナリオの実証を実施

### ■ 岩手中部、大阪広域

実証サイトである岩手中部水道企業団及び大阪広域水道企業団にヒアリングし、3つのシナリオを具体化した。

#### 【実証シナリオ A. 施設老朽化や水需要減少に伴う施設統廃合】

CPS/IoT の仕組みを活用して、状況や条件の変化に応じて随時見直さなければならぬ施設統廃合計画の策定に必要なデータを一元的に把握することで、繰り返し実施される施設統廃合計画の策定に掛かる期間を短縮でき、施設の統廃合ができるか。

これにより、将来の更新投資の抑制に資するかを評価する。

#### 【実証シナリオ B. 施設・設備の状態の変化に伴う日々・中長期の水運用】

CPS/IoT の仕組みを活用して、需要量や水源、施設・設備等の日々変化する状態をモニタリングすることで、日々、中長期の水運用を持続でき効率化できるか。

これにより、安全、安心の水道水を安価に安定供給することに資するかを評価する。

#### 【実証シナリオ C. ベテラン職員の大量退職に対する技術継承】

CPS/IoT の仕組みを活用して、ベテラン職員の技術をデータとして蓄積することで、知見の共有や現場の支援に活用できるか。

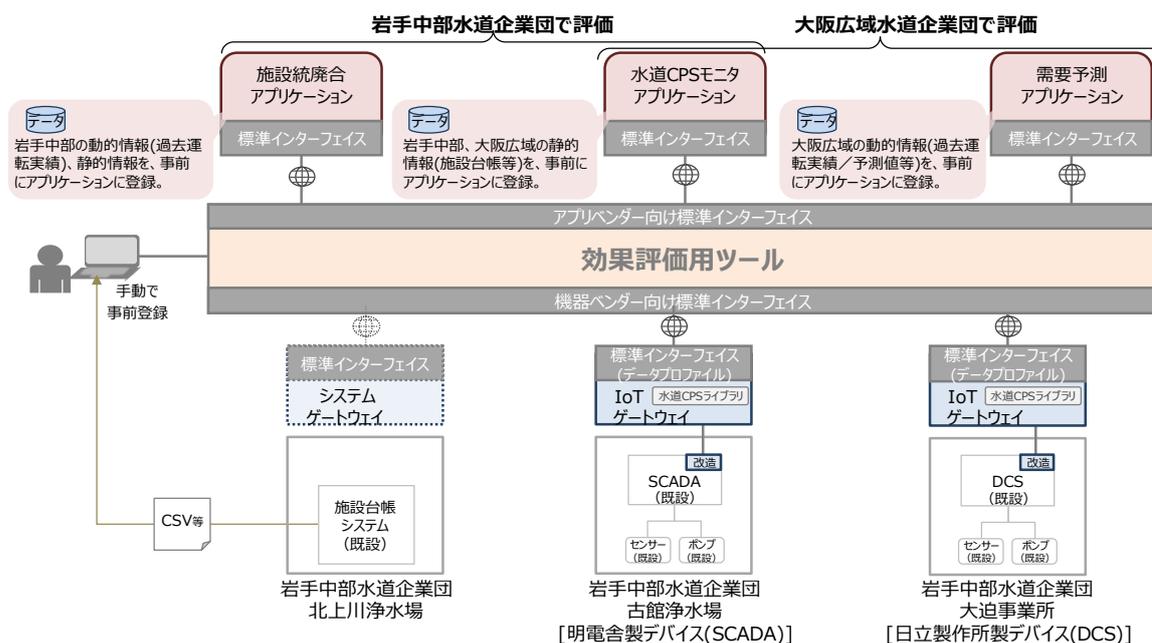
これにより、少子高齢化に伴う人手不足への対応、ベテラン職員の知見の共有に資するかを評価する。

標準仕様に基づいた実証システムを活用し、持続可能な事業運営に資するかを、上記の実証シナリオに沿って検証した。

検証では、実証シナリオに沿った広域向けサンプルアプリケーションを製作した。

「シナリオ A. 施設老朽化や水需要に伴う施設統廃合」の効果を評価するため、施設統廃合アプリケーションを、「シナリオ B. 施設、設備の状態の変化に伴う日々・中長期の水運用」の効果を評価するため、水道 CPS モニタアプリケーションを、さらに「シナリオ C. ベテラン職員の大量退職に対する技術継承」の効果を評価するため、需要予測アプリケーションをそれぞれ製作し、実証を行った。

実証システム構成を以下に示す。



図：実証のシステム構成

## ■香川県広域

標準仕様の通信仕様で複数パターンの異なる2つの電機メーカー様との接続検証を実施し、2つの浄水場にて接続。安定性、機能性を確認した。

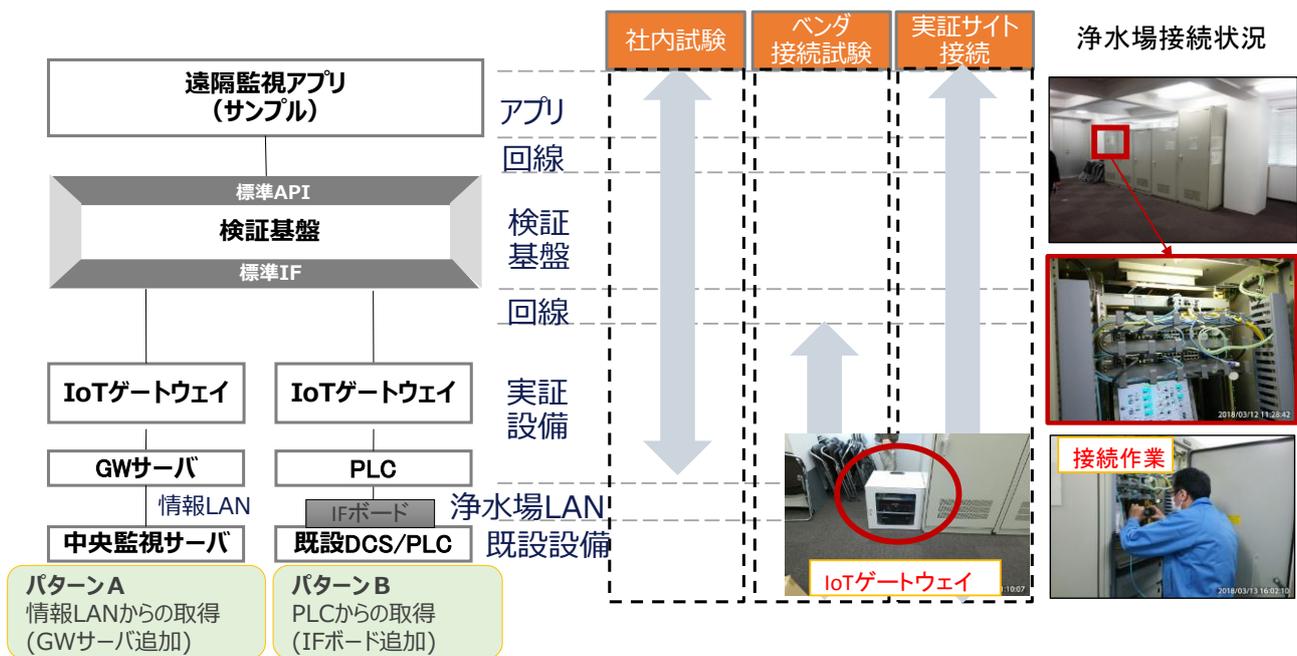


図:接続実証内容

2018年4月から10月までの7ヶ月間の運転監視アプリケーションを稼働した際のシステムの安定性について評価を実施した。結果以下の通り、安定した稼働を実現し、運転監視業務で利用性について検証ができた。

表:運転監視アプリケーション検証結果

評価項目	評価基準	総合評価	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
ディスク1 使用率	80%以下	○	○	○	○	○	○	○	○
ディスク2 使用率	80%以下	○	○	○	○	○	○	○	○
ネットワーク1 使用率	60%以内	○	○	○	○	○	○	○	○
ネットワーク2 使用率	60%以内	○	○	○	○	○	○	○	○
ネットワーク3 使用率	60%以内	○	○	○	○	○	○	○	○
ネットワーク4 使用率	60%以内	○	○	○	○	○	○	○	○
CPU使用率	80%以下	○	○	○	○	○	○	○	○
メモリ空き率	80%以上	○	○	○	○	○	○	○	○

## ② CPS/IoT 活用シナリオの効果評価

A. 「水道事業の広域化」をスコープとし、活用シナリオの実証を行い効果进行评估

B. 社会インフラとしての、エネルギー削減効果、エネルギー効率の向上进行评估

C. AI 等による価値創造、オペレーション自動化等の高度化の可能性进行评估

### ■ 岩手中部、大阪広域

CPS/IoT 活用シナリオの効果の検証では、CPS/IoT の仕組みを活用し、持続可能な事業運営に資するかを実証シナリオに沿って検証した。検証では、製作した広域向けサンプルアプリケーションを用いて、実証サイトの事業体に CPS/IoT の仕組みを活用した業務を疑似体験してもらい、意見を収集して定性的評価、定量的評価を行った。

「CPS/IoT 活用シナリオの効果の検証」の評価結果を以下にまとめる。

表. CPS/IoT 活用シナリオの効果評価の結果

No.	実証シナリオ	評価まとめ
1	A. 施設老朽化や水需要減少に伴う施設統廃合(施設統廃合アプリケーション)	統廃合計画を立案する方法(業務のやり方)が大きく変わる。把握できていなかった問題点の発見、気付きを得ることができ、より良いアイデアが生まれ易くなる。安定供給及びコスト観点から、最適な統廃合計画を選択することができるようになる。 また、これから広域化を検討する事業体は、広域化検討に掛かる期間の短縮化、工数及び費用の抑制が期待できる。 ⇒ <b>将来の更新投資の抑制、広域化検討の加速化に寄与することが確認できた。</b>
2	B. 施設・設備の状態の変化に伴う日々・中長期の水運用(水道CPSモータアプリケーション)	既設システムが異なるベンダーでも一元的にデータをリアルタイムに確認できる。技術管理者はどこにおいても状況を把握し、的確な指示が出せるようになる。現場の担当者は自分自身で作業結果を確認することができる。災害時には状況を迅速に把握し、共有することができるようになる。 また、需要量に合わせて浄水場からの送水量を最適化することで、コストも低減できる。 ⇒ <b>水道の安定供給及びコスト抑制による水道水の低価格化に寄与することが確認できた。</b>
3	C. ベテラン職員の大量退職に対する技術継承(需要予測アプリケーション)	業務に必要な情報を探し出す手間を軽減し、業務を効率的に行うことができる。 ベテラン職員のノウハウをデータ化して残し、そのデータを活用できるようになるのは、ノウハウ継承の有効な手段となる。AIとの対話等によってベテラン職員のノウハウを学ぶことができれば、職員の育成に寄与する。 ⇒ <b>業務効率化、ベテラン職員のノウハウ継承及び職員の育成に寄与することが確認できた。</b>

### ■ 香川県広域

現在の水質管理業務は、現在の天気や過去の情報を加味して計画を立案する。その一方で、急な水源の周辺状況、環境状況の変化や、給水までの到達時間などを考慮する必要があり、ベテラン職員の技術に依るところが大きい。ベテラン職員が大量退職する中、次世代への技術継承と優れた人材の確保が必要となっているのが実態である。

上記の課題に対し、CPS/IoT の仕組みを活用した場合、事業体別や担当部門別に個々に導入した運転監視システムのデータを集約し、一元的に監視できるようになった。これにより、1浄水場で管理するシステムが水源や浄水場、配水区域と別れている場合など、それら運転監視システムによる監視機能を集約することができ、生産ラインにおける一気通貫での運転監視ができることになる。

運転監視業務を行う担当者は、浄水業務に関する担当部門と配水業務に関する担当部門で個々に保有するシステムを統合管理でき、運転監視業務に関わる人

員配置の最適化ができることが確認できた。

また、一気通貫しての監視により、浄水場や配水側の監視データを大量に蓄積できることで、これまでベテラン職員による経験測などのノウハウでカバーしてきた水質管理業務などの高度な業務においても、将来的に AI 活用ができるようになり、業務の属人化を防止し、人員の最適化ができることが期待できる。

さらに現状、水道事業においては、「広域化」の検討が進められており、システム共同利用や施設統合が必要となってくる。その際に、CPS/IoT が有効に活用できることが、本実証で評価できたため広域化の促進に寄与することが期待できる。

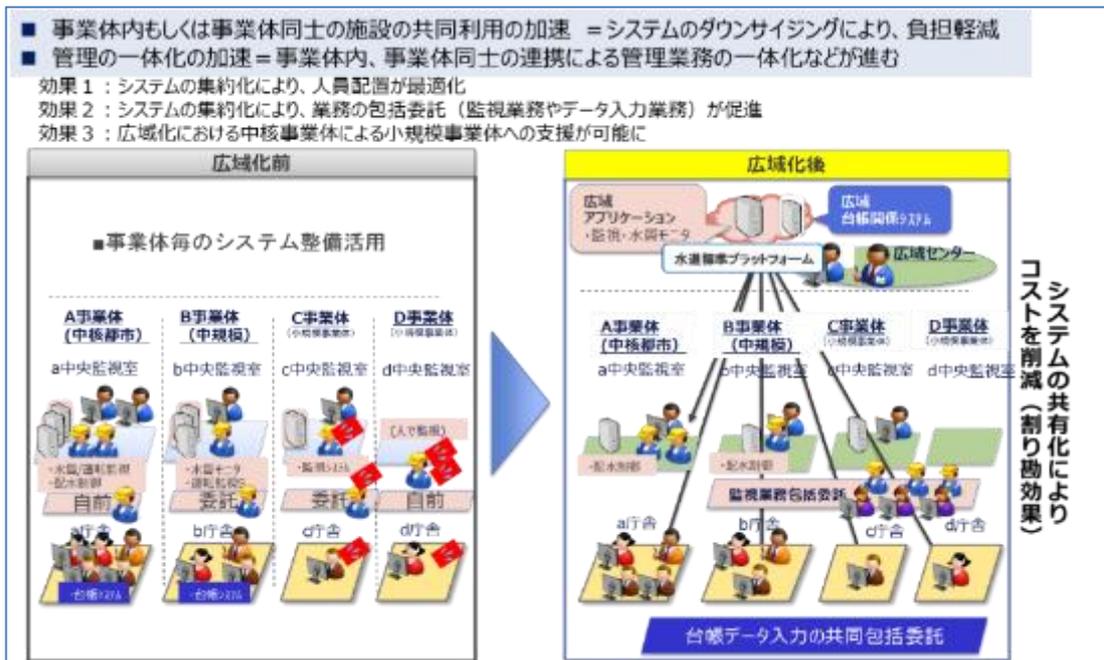


図:監視機能集約イメージ図

### ③ CPS/IoT 実装におけるセキュリティ対応マニュアル

- A. セキュリティ問題のシナリオを設定し、「セキュリティ対応マニュアル」を作成  
 B. 実証の中で、マニュアルに基づいて実際に運用が可能かどうかを評価

社会インフラ(水道)における汎用的な CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)を元に、岩手中部水道企業団でのヒアリング結果に基づいて、岩手中部水道企業団版 CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)を作成した。各対策について、岩手中部水道企業団において実施する部署・役職を整理した。CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対応フロー)は、調査事業「IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業／水道 IoT の社会実装に向けた検討」において、委託先である三菱総合研究所が検証結果をまとめた。

＜ライフサイクル：全体計画－水道事業管理者＞					
ライフサイクル					
全体計画		システム導入	IoT機器導入	運用・保守	廃棄
水道事業管理者					
No.	対策内容	対策ポイント	区分	管理番号	部署・役職
1	体制・人材の確保 ・セキュリティ管理責任者の任命	水道事業者におけるセキュリティ管理責任者を任命し、組織内でセキュリティ対策を取る体制を整える。これにより、セキュリティインシデント発生時の対応の遅れによるセキュリティ被害の拡大を防ぐ。本対策には、セキュリティマネジメントシステムの構築・運用が有効である。 ・情報セキュリティマネジメントシステム(ISMS) ・サイバーセキュリティマネジメントシステム(CSMS)	任意	③-レ[2]a	企業長

図：岩手中部水道企業団版 CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)一部抜粋

また、社会インフラ(水道)分野における汎用的な CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)の登場人物に該当する岩手中部水道企業団の部署・役職を整理した。

表：岩手中部水道企業団の対策を実施する部署・役職

No.	社会インフラ(水道)分野における汎用的な CPS/IoTセキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)		岩手中部水道企業団	
	登場人物	役割	部署・役職	役割
1	水道事業 管理者	水道事業の経営の管理者。事業体全体でCPS/IoTセキュリティ対策を行う体制整備のため、セキュリティ管理責任者を任命する。	企業長	水道事業の経営の管理者。事業体全体でCPS/IoTセキュリティ対策を行う体制整備のため、セキュリティ管理責任者を任命する。
2	セキュリティ 管理責任 者	事業体全体におけるセキュリティの管理責任者。事業体全体のセキュリティ対策の方針を決定する。また、CPS/IoTセキュリティ対策の観点で、IoT機器の選定基準や、運用ルール等を決定する。	局長	事業体全体におけるセキュリティの管理責任者。事業体全体のセキュリティ対策の方針決定や体制を整える。
			総務業務 に係る部門	事業体全体におけるセキュリティ対策の事務局。CPS/IoTセキュリティ対策の観点で、プラットフォーム、アプリケーション、IoT機器の選定基準や運用ルール等を決定する。
3	システム管 理責任者	事業体全体におけるシステムの管理責任者。CPS/IoTセキュリティ対策の運用ルール等に基づき、システムの導入(仕様の決定や製品の選択)や運用管理、セキュリティ対策を行う。	総務業務 に係る部門	事業体全体におけるITシステムの管理責任者。CPS/IoTセキュリティ対策の運用ルール等に基づき、プラットフォームを導入する。プラットフォーム利用におけるセキュリティ対策運用を行う。
4	設備保全 管理者	設備の導入・運用管理を行う。CPS/IoTセキュリティ対策の運用ルール等に基づき、利用するIoT機器の導入・運用管理や、アプリケーションの利用・監視等を行う。	原価部門※	設備の管理責任者。CPS/IoTセキュリティ対策の運用ルール等に基づき、利用するIoT機器を選定・導入する。IoT機器に対するセキュリティ対策運用を行う。
				アプリケーションの利用責任者。CPS/IoTセキュリティ対策の運用ルール等に基づき、利用するアプリケーションを選定する。アプリケーション利用におけるセキュリティ対策運用を行う。

※「原価部門」とは、特定の案件を担当している課(総務業務に係る部門、経営・企画業務に係る部門、給配水業務に係る部門、工事業務に係る部門、浄水業務に係る部門)

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 2-1 実用化・事業化の進め方

本研究の実用化・事業化については経済産業省の令和元年度「水道施設情報整備促進事業」に採択された JECC 社と連携し、水道事業体が共通で利用可能なプラットフォームを構築し、2020 年度からのサービス提供を目論む。

具体的には以下のステップにて実施する。

- ①実証成果である標準仕様の実装を行い、性能検証、運用設計を実施
- ②水道事業体の費用感をもとに、ビジネスモデルに関する再調査・再検討を実施
- ③事業体やメーカーを巻き込んだ利用検証を実施、サービスを開始

実施に向けた工程は以下の3つのポイントで進める。

- ポイント(1) 機能リリースは順次行うことで、ベンダーと確認しながら構築する。
- ポイント(2) 実用試験する期間を設けることで、安心して使っていただく。
- ポイント(3) 事業者とベンダーに実環境の利用期間を十分設けることで、サービス提供を安定開始する。

具体的なスケジュールは以下を予定している。

#	実施内容	2019/6-7	2019/8	2019/9	2019/10	2019/11	2019/12	2020/1	2020/2	2020/3
A	プラットフォームの構築(開発)									
B	プラットフォームの実用試験									
C	プラットフォームの実環境の提供									

図：事業化スケジュール

## 2-2 既存ソリューションに対する優位性

実証事業では既存ソリューションに対するコスト比較を行っており、試算では、プラットフォームを利用した共同利用方式によって、事業者に、システム投資コストのメリットを訴求できる見込みである。

	従来方式					共同利用方式				
	システム構成	初期導入費	運用・保守費 15年	小計 (比率)		システム構成	初期導入費	運用・保守費 15年	小計 (比率)	
<b>従来方式</b> 各水道事業者等が、個別にオンプレミス型システムを構築・利用	監視装置		24.5	6.1	30.5 (29%)	監視装置		2.5	0	2.5 (4%)
	監視制御親局		13.9	9.8	23.7 (23%)	PF		5.5	10.8	16.3 (24%)
	監視制御子局		23.1	6.1	29.1 (28%)	監視制御子局		23.3	8.5	31.8 (46%)
	設備		-	-	-	設備		-	-	-
	その他		16.3	5.2	21.5 (21%)	その他		13.3	5.2	18.5 (27%)
合計				104.8億円	合計				69.0億円(▲35.8億円)	

PF充当所

図：コストメリット

具体的には以下の2点がコスト削減のポイントとなる。

### ■コスト削減のポイント①

プラットフォームの整備により、クラウドのIaaS環境が利用可能となるため、事業者における、サーバや付帯設備の管理が不要になり、人件費、場所代、空調費用、電気代、保守費用、などが削減可能となる。

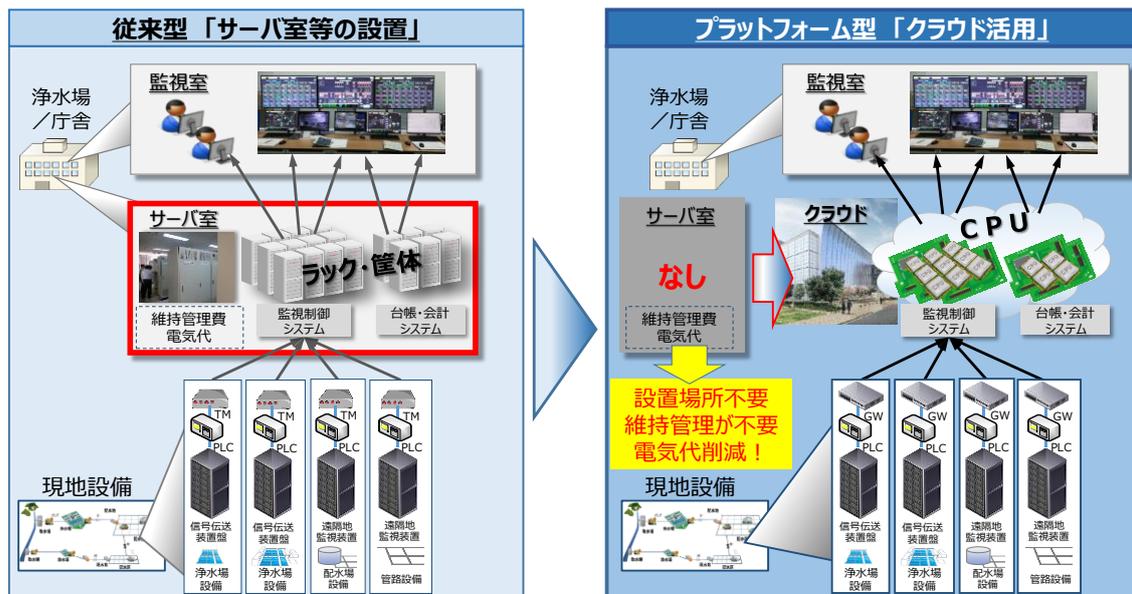
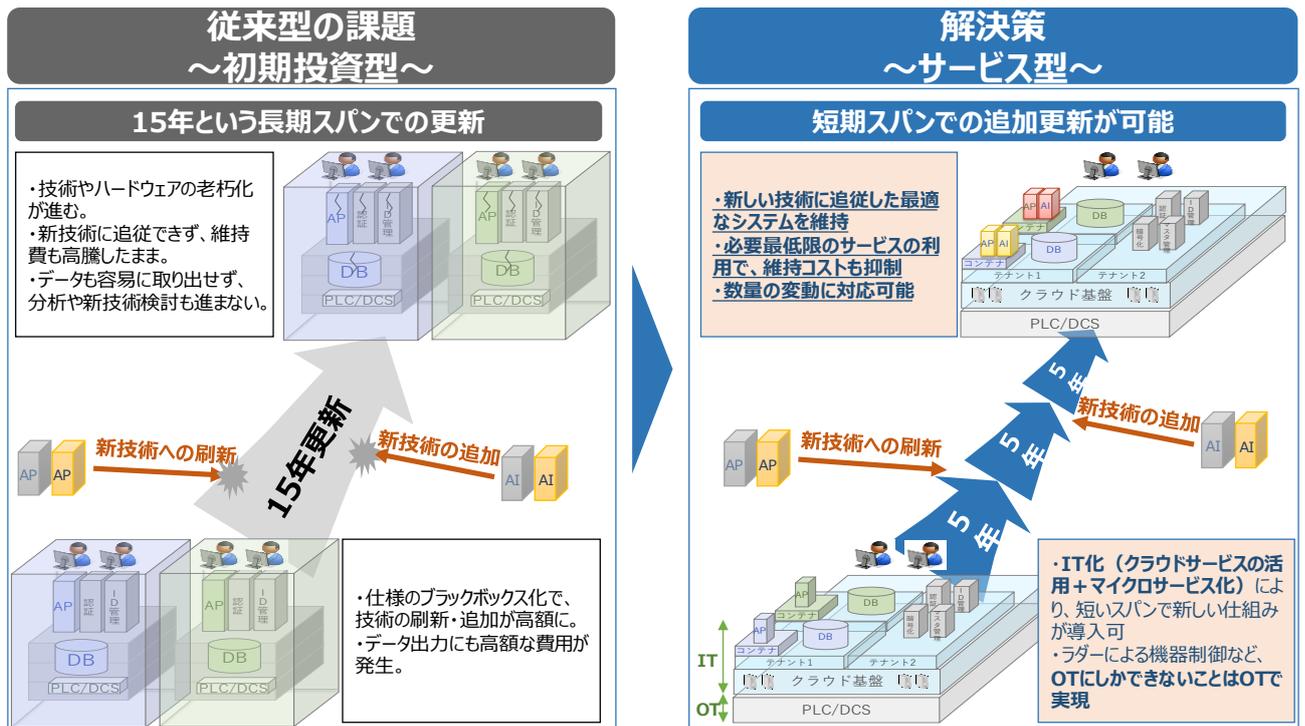


図:コスト削減ポイント①

■コスト削減のポイント②

クラウドサービスの活用とマイクロサービス化によって、長期スパンでの大きなシステム投資が不要になる。具体的には、プラットフォームにより、各施設に個別に作りこまれた情報システムは、一つのシステムに統合され、かつ、水道情報活用システムのサービスとしてシステムの各種機能を選択して利用できるようになることが望ましい。つまり「サービス型への転換」であり、従来型システムという「モノ」の購入・所有・管理から脱却し、利用したい機能だけを利用したいときにだけ利用できるようになる。

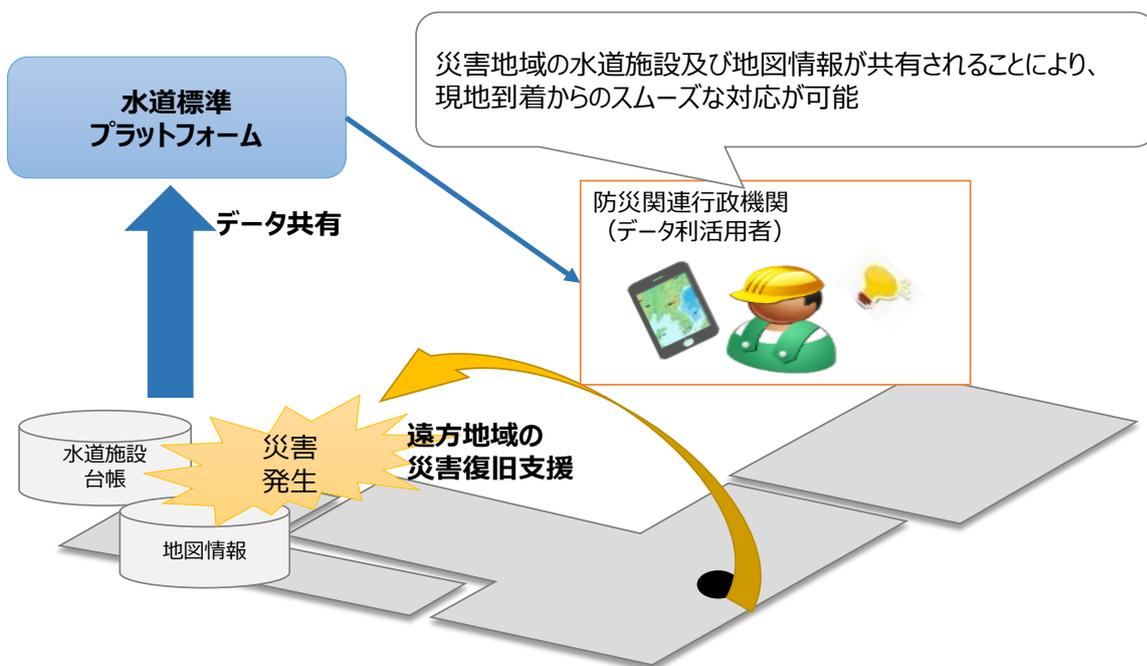
これを実現するためには、システムの各機能をモジュール化して租結合とし、個別に分離して利用可能とすることが必要である(マイクロサービス化)。また、計算機ハードウェアの仮想化技術を利用し、計算処理リソースの追加・削除を容易にすることが必要となる。



図：コスト削減ポイント②

### 2-3 期待される波及効果

プラットフォームにより、台帳データの整備および共有が促進され、災害時における事業体支援が容易になり、BCP対策強化につながることを期待される。



図：期待される波及効果

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-1 水道事業

#### (2) 水道 IoT の社会実装推進に向けた検討

株式会社三菱総合研究所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

本事業では、「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業」研究開発項目①「高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発」(以下「社会インフラ実証事業」という。)の実施者と密に連携しつつ、以下の①～④による取り組みを実施することで、社会インフラ実証事業の成果最大化や成果の社会実装促進を図る。水道事業の広域化・効率化のための業務標準や実施体制の最適化を見据え、社会インフラ実証事業において整備する、共通インタフェース、共通 API、セキュリティ評価基準、用語の定義等の業界横断的な標準仕様が、異なる浄水場・配水施設間のデータの利活用ができるようにするためのありべき姿について検討し、標準仕様の周知・普及のための広報活動の提案及び資料の作成を行った。

### 1-2 調査事業の内容と目標

#### ① 水道 IoT の社会実装推進に向けた標準化等の検討

標準仕様 ver.2.0 までの策定に際して、IoT プラットフォームに関する先行的な取組や技術動向などの知見に基づき、専門的・中立的な立場から、標準仕様の妥当性について評価検討を行い、標準仕様の位置づけ、利用者の理解向上につながる構成、説明方法について改訂コメントを整理した。また、水道ベンダから標準仕様に関する改訂意見を収集し、専門的、中立的な立場から、それらの改善意見に対する妥当性を検証し、改善提案に対する対応案の検討・取り纏めを行った。

#### ② セキュリティ検証シナリオの作成、実証とりまとめ

セキュリティ対応マニュアルについて、重要インフラ分野におけるサイバーセキュリティに関する広範な知見に基づき専門的・中立的な立場からレビューを行い、検証に適した実証サイト(水道事業者等)を選定した。水道事業者等の現場におけるフィージビリティの検証、課題の整理を行うために、検証シナリオ及び対応フローの具体例を用いて、水道事業者等からの意見に基づく検証結果、並びにセキュリティ対応マニュアルに係る、水道事業者等の現場におけるフィージビリティ、問題点、改善案について取り纏めた。

#### ③ 水道 IoT の社会実装推進による効果及び実証成果の普及、広報等の検討

水道 IoT が社会実装された場合にどのような効果が期待できるのかについて、社会インフラ実証事業の実施者による取組をレビューしながら、また全国二十カ所以上の水道事業者等へのヒアリング調査を通じて、効果項目を抽出し、体系的に整理を行った。抽出した効果項目について評価を行い、合わせて定量的評価が可能な項目については試算した。実証成果の普及、広報等の検討では、社会インフラ実証事業の成果が社会に実装され確

実に効果等が発現されるよう、また水道法の一部を改正する法律をはじめとする水道行政関連施策の状況把握と考慮のうえ、効果等発現のための普及活動案の検討を行った。普及活動案のうち、今後水道事業者等が CPS/IoT をよく理解でき本事業による成果の有効活用が図れるよう、CPS/IoT の活用の意義や、水道標準プラットフォームの利用による事業変革イメージ、上述の検討から導かれた効果、導入手順等について解説する手引きを作成した。また、標準仕様等の本事業による成果の今後の取り扱い、維持管理方法等についても検討を行った。

#### ④ 他の社会インフラへの展開可能性調査の実施

水道(簡易水道を含む)事業以外の他の社会インフラ、具体的には工業用水道事業への、本事業での成果物(標準仕様、効果評価、セキュリティ対応マニュアル等)の展開可能性について検討を行った。基本的には、外部環境、内部環境、事業構造に大きな相違はなく、両事業で、組織(人)や調達状況が共通であることから、連携した CPS/IoT 化が可能であることが確認された。

### 1-3 調査事業の成果

#### ① 水道 IoT の社会実装推進に向けた標準化等の検討

水道事業の効率化・広域化のために、水道分野の水道情報活用システムの相互接続性の確保、ベンダロックインの解消を目的としたオープンな標準仕様(共通仕様)を作成した。また成果物における独自の用語と制御システム分野、IT 分野の一般の用語との関係性を示すことで分かり易いオープンな仕様書とするための検討を行った。

標準仕様については、以下のような基本方針に基づき検討を行った。

- 標準仕様の公平性、中立性を確保するため、水道ベンダ、IT ベンダ、水道事業者等の意見を反映した標準仕様を作成する。
- 実証事業者が、標準仕様(案)を作成し、ベンダ、水道事業者等から具体的な改善提案を受け付け、実証事業者を含む事務局が、それらを反映した標準仕様(改訂案)を作成し、推進委員会での審議結果に基づき決定する。

改善提案に関する全てのやり取りは、文書ベース(改善提案管理票(図 2 参照))で記録に残し、透明性を確保する。収集された意見について、検討会での意見を踏まえ、ステアリンググループ(事務局)にて整理・反映を行う。これらを実現するために、図 1 のプロセスで検討を行った。

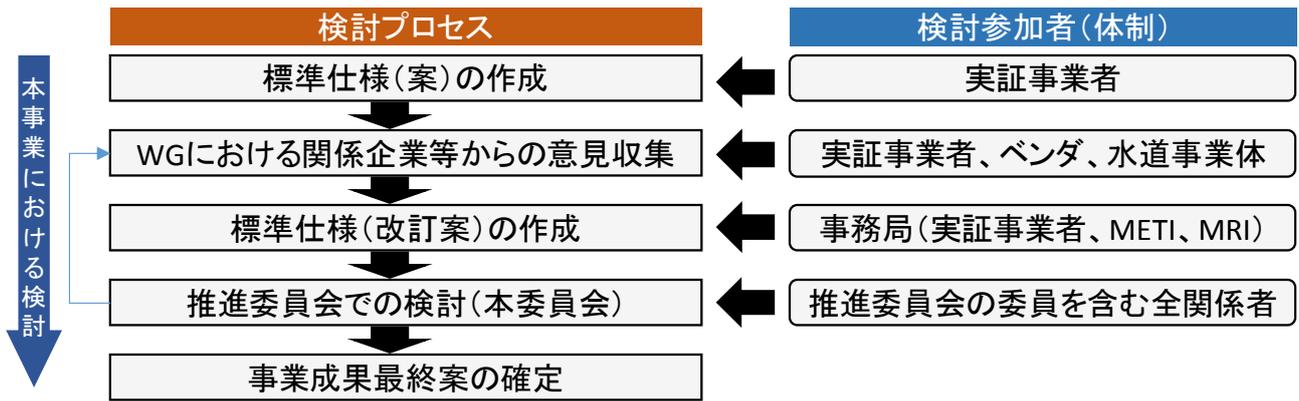


図1 標準仕様の検討プロセス

社会インフラ(水道)CPS/IoT標準仕様 改善提案管理票

標準仕様WG関連活動での標準仕様やベンダ開示の標準仕様書に関する改善提案項目と、その対応を以下表にまとめます。本管理票の内容については、本実証関係者に公開します。

株式会社XXXXX  
作成日：2017/8/20  
更新日：2018/10/22

管理番号	提案日	会社名	分類 標準仕様 /その他	改善提案			対応			
				標準仕様書名 と改善提案箇所 ※提案箇所が明確な場合	改善提案/修正案	重要度	枝番	対応状況 受付/対応中/対応結果 返信/再提案/再対応/完了	対応日	対応結果
例	8/22	日立製作所	標準仕様	基本仕様書 2.1章(1)	-----8/1 提案(初回)----- ○○○○○○○○○○○○○○○○○○ -----8/3 提案(再提案)----- ○○○○○○○○○○○○○○○○○○	中	1	再対応	8/4	-----8/2 対応(初回)----- ○○○○○○○○○○○○○○○○○○ -----8/4 対応(再対応)----- ○○○○○○○○○○○○○○○○○○
1										
2										
3										

改訂プロセスの透明性確保：いつ、誰が、仕様書のどの部分に対して、どのような改善提案を行い、対応結果がどうか記録する。

図2 改善提案管理表

② セキュリティ検証シナリオの作成、実証とりまとめ

社会インフラへの CPS/IoT の導入は、効率化とイノベーションをもたらすことが期待される一方で、外部接続により生じるセキュリティ脅威に対して十分な対策が施されていないければ、多大な損害を被るリスクがあり、これからの CPS/IoT 普及の阻害要因として懸念されている。

セキュリティ対応マニュアルは、このようなセキュリティ脅威に対して予防的な対策と緊急時の事業継続性の確保を実現するための要件を示すもので、セキュリティ対策シナリオとセキュリティ対応フローの二つから構成される。前者(図3参照)は、水道事業のライフサイクルプロセス全体に渡り、誰が、いつ、どのような対策を実施すべきかという基準を示すもので、後者(図4参照)は、セキュリティ対策シナリオに基づく対策にも関わらず、セキュリティ事故が発生した場合に、初動対応により被害の拡大を抑え、事業継続性を確保するための手順例を示したものである。

セキュリティ対応マニュアルについて、水道事業者等の現場におけるフィージビリティの検証、課題の整理を行うために、検証シナリオ及び対応フローの具体例を用いて、水道事業者等のからの意見に基づき課題(表 1 参照)を取り纏めた。

### セキュリティ対策シナリオ

水道事業者等のライフサイクルプロセスにおいて、いつ、誰が、どのような対策を実施すべきかまとめたもの。

ライフサイクル

全体計画    システム導入    IoT機器導入    運用・保守    廃棄

システム管理責任者：総務課長

No.	対策内容	対策ポイント	区分	管理番号	部署・役職
38	電子証明書の管理 ・IoT機器等の適切な資産運用	現場(浄水場、配水地等)に設置されたIoT機器(監視カメラ、IoTゲートウェイ等)や、ユーザーに関するID(識別子)や重要情報(秘密鍵、電子証明書等)に対し、管理方法を明確にしたうえで管理する。認証で使用する電子証明書に対して有効期限を適切に設定する。これにより、IoT機器に対する不正ログインを防止し、IoT機器の不正な設定変更や、IoT機器が収集した情報(データ)の漏えい等の被害を防ぐ。 本対策には、セキュリティマネジメントシステムの構築・運用が有効である。 ・情報セキュリティマネジメントシステム(ISMS) ・サイバーセキュリティマネジメントシステム(CSMS)	任意	①-ザ[15]a	- ※本項目は事業者が実施すべき対策ではない。見直し表
39	外部ネットワークからの不正侵入対策 ・ネットワーク監視によるサイバー攻撃検知	水道事業のプラットフォームにおいて、広域ネットワークとの通信を監視する。これにより、外部ネットワークからの不正アクセス、利用を許可していないアプリケーションによる通信を検知、集中監視制御アプリケーション等へのマルウェア感染や、サイバー攻撃等による被害を防ぐ。	任意	②-リ[1]a	総務課 ※プラットフォームの導入にあたり、当該対策が施されているかをチェックするのは総務課
40	外部ネットワークからの不正侵入対策 ・ファイアウォール、IDS(不正侵入検知システム)、IPS(不正侵入防止システム)の導入	水道事業のプラットフォームに対し、ファイアウォールや、IDS(不正侵入検知システム)/IPS(不正侵入防止システム)等を導入し、外部ネットワークからの不正アクセス、利用を許可していないアプリケーションによる通信を検知・防御する。これにより、集中監視制御アプリケーション等へのマルウェア感染や、サイバー攻撃等による被害を防ぐ。	任意	②-リ[1]a	総務課 ※プラットフォームの導入にあたり、当該対策が施されているかをチェックするのは総務課

図 3 セキュリティ対策シナリオの作成(概要イメージ)

# セキュリティ対応フロー

特定の対策が実施されない場合に想定される問題と具体的な対策フローを示す。

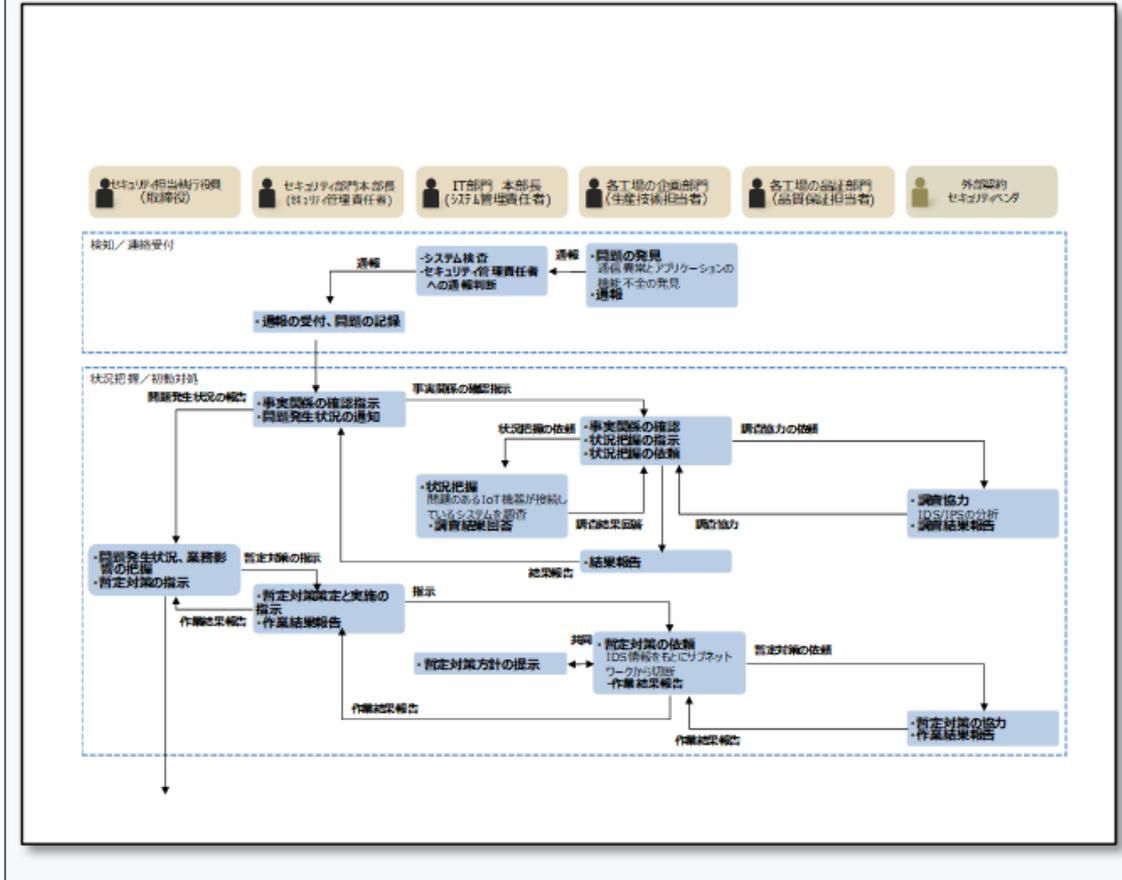


図 4 セキュリティ対応フロー(概要イメージ)

本事業におけるセキュリティ検証として、セキュリティ対策シナリオ及びセキュリティ対応フローの両方について、水道事業者等に対してヒアリングを行い、運用者の視点から、セキュリティ対応マニュアルの実施可能性、困難とその理由、有効性、修正案について意見を聴取し、それらを総合し課題(表 1 参照)の整理を行った。

表 1 セキュリティ対応マニュアルに係る課題の整理

対象	課題の整理：主な課題	
対策シナリオ	全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多くの水道事業者等において、現状では、セキュリティ対策の人員体制は極めて限定的であるため、システムベンダ、セキュリティコンサル等の<b>外部リソースの活用</b>を想定して、<b>事業体と外部組織の分担による対策の考え方</b>が示されると良いのではないか。</li> <li>● リスクアセスメント、システムリソース強化など、<b>対策内容の具体的な基準</b>が分かるような<b>ガイダンス、チェックリスト</b>などの補足ドキュメントがあると良い。</li> </ul>
	リスクアセスメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>● リスクアセスメントの情報源として、インシデントや脆弱性情報などを提供する<b>J-CSIP、JPCERT/CC</b>などを例示が有効。</li> <li>● <b>制御系と事務系</b>のホストによりリスクが異なるため、リスク評価の留意点として記述すべき。</li> </ul>
	DoS攻撃に対するリソース確保	<b>リソースの具体的な目安</b> の例示に加え、F/W等によるパケットフィルタリングなどの <b>他の対策</b> も明示すべき。
	保管データの暗号化	水道事業者等と <b>水道標準プラットフォーム提供者</b> の役割を区別した対策の記述が期待される。
	通信の改ざん対策	水道事業者等だけでなく、システムベンダなどの外部のリソースにより実施することが前提となる。
対応フロー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 対応フローを参考に、水道事業者等として、現在のセキュリティ体制から、<b>水道標準プラットフォームを導入した場合の体制と通報の流れについて見直し</b>を図ることが必要となる場合もある。</li> <li>● 業務アプリケーションごとの担当に加え、<b>横串でシステムを見る</b>ことが出来る<b>責任者</b>が必要となる。</li> <li>● インシデントが発生した際の<b>対応復旧にそれぞれの担当にどのぐらいの人数が必要か把握</b>し、体制を整える必要がある。</li> <li>● 水道標準プラットフォームによりビッグデータを共有するためには、<b>議会の承認、個人情報保護法など法制度</b>の対応が必要になる。</li> </ul>	

③ 水道 IoT の社会実装推進による効果及び実証成果の普及、広報等の検討

水道 IoT の社会実装推進によって、水道事業者等におけるシステム導入の事前検討から運用、契約変更・解約に至るまでのプロセスの各段階において、どのような効果・メリットがあるのかを業務ごとに整理・体系化を行った(図 5 参照)。

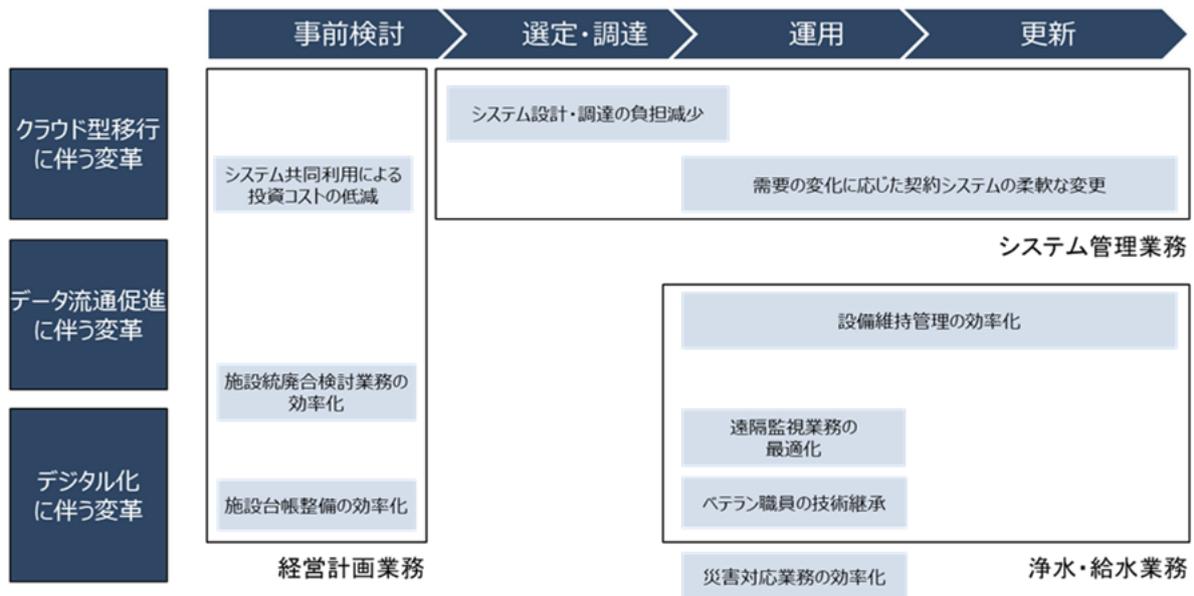


図 5 水道情報活用システム導入により期待される効果の概要

業務変革イメージの一例として、システム管理業務(図6参照)では、クラウド型への移行は、システム業務に係る負担を軽減するだけでなく、コスト削減という観点からも有効である。現状では、機器の導入においては導入時点でそのスペックを確定させ、イニシャルコストを支払い、償却期間以上利用することが前提の運用がなされている。このため、「短期間だけ利用したい」、「設備統廃合に合わせてシステムをダウンサイジングしたい」、「過去に決めた方式を変更したい」といったニーズに対応しにくいという課題があった。一方で、毎年クラウド利用料を支払う形態に移行すれば、需要の変化やそれに伴うダウンサイジングの進展等に応じて、柔軟にその契約システムを変更することが可能となり、システム経費の削減が可能となる。

**水道標準プラットフォーム未利用**



**水道標準プラットフォーム利用**

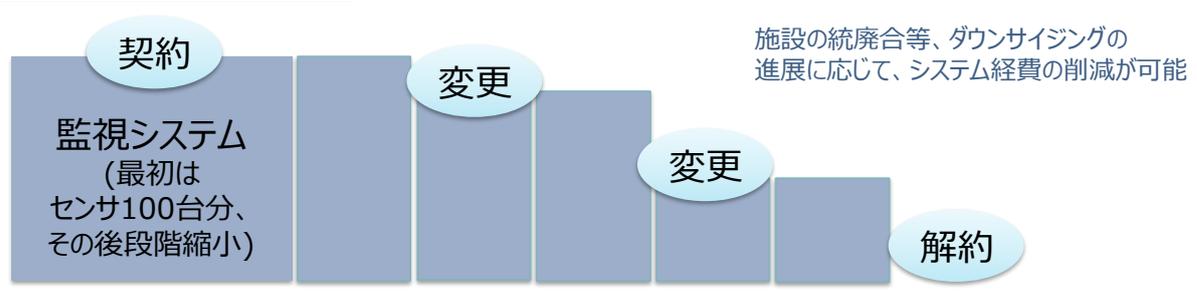


図6 契約・利用形態の現状ケースと水道情報活用システム導入ケースの違い

また、経営計画業務における例(図7参照)では、水道情報活用システムを導入することによって、異なる水道事業者等の間でのシステムの共同利用がより容易になる。水道事業者等のデータが同じプラットフォームのクラウドに同一のデータ形式で蓄積されているため、コストが最小限に抑えられる。広域化が行われた場合、従来、個別に整備活用されていたシステムを標準化されたシステムの共同利用とすることによって、システム構築・運用コストの低減が期待できる。広域化を伴わない場合においても、複数の水道事業者等がシステムを共同利用することで、同様に、システム構築・運用コストの低減が期待できる。

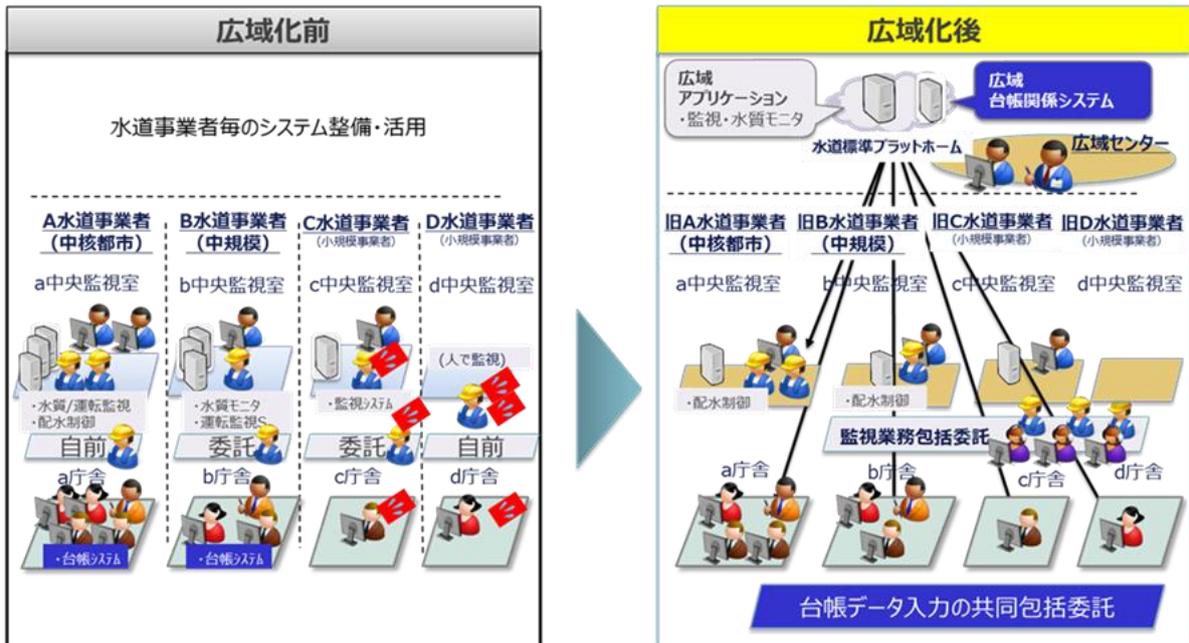


図7 システム共同利用のイメージ

水道情報活用システムの導入によるコスト削減効果の試算として、モデルケースに、浄水施設能力の異なる三つの水道事業者等が、水道情報活用システムを共同利用した場合(共同利用方式)と各水道事業者等が個別にオンプレミス型システムを構築し利用する場合(従来方式)を想定し、それぞれ投資コスト(初期導入費)とランニングコスト(運用・保守費)の見積を行い、コスト削減効果を試算した。

モデルケース設定、及び積算の基本的な考え方は以下のとおりである。

- 浄水施設能力規模の異なる三つの水道事業者等が水道情報活用システムの共同利用を行うものとする。
- 各水道事業者等は、いずれも「浄水場内施設の監視制御」「浄水場外の施設・設備(ポンプ場や配水池など)の監視制御」のそれぞれを実施していることを前提とする。
- 上記を前提に、浄水場外の施設・設備の監視制御、及びプラットフォームについて初期導入費、運用・保守費を積算する。
- プラットフォームの利用形態は、三つの水道事業者等が共同でプラットフォームを構築し、運営する形態とする。

表2は、投資コスト及びランニングコストの削減効果を試算するに際しての上記の前提条件を整理したものである。

表 2 投資コスト及びランニングコストの削減効果の試算に際しての前提条件

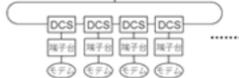
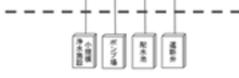
	従来方式 各水道事業者等が、個別にオンプレミス型システム構築・利用	共同利用方式 複数の水道事業者等で、「水道標準プラットフォーム」を共同運用
<b>初期導入</b>		
事業者数 (浄水施設能力(m3/日))	3 事業者 (30 万相当、15 万相当、6 万相当)	同 左
監視項目数	16000 点 (10000 点、5000 点、1000 点)	同 左
監視装置 (アプリ) 数	3 つ (事業者ごとに初期から構築)	1 つ (アプリの共同利用)
監視制御親局数	340 個	1 個 (プラットフォーム)
監視制御子局数	340 個	同 左
データ移行の対象範囲	最大過去 10 年分まで	同 左
設置工事	実施	同 左
<b>運用・保守</b>		
ハードウェア/ソフトウェア保守※	15 年間	同 左
システム点検※	4-12 回/年	同 左
不具合問い合わせ対応	平日 9 : 00-17 : 30	24 時間 365 日 (10 回/月)
システム復旧対応	15 年間に 1 回を想定	同 左

表 3 に、従来方式と共同利用方式について、主要費目別に初期導入費、運用・保守費 (15 年間) を試算した結果を示す。共同利用方式の場合、従来方式に比べ、システムの初期導入費用、運営・保守費用いずれも削減が見込まれ、本試算では、15 年間に 3 事業者合計で約 35.8 億円のコスト削減効果が期待できることが示された。

なお、上記試算は、モデルケースとして水道情報活用システムの共同利用を 3 事業者に限定して試算したものである。水道情報活用システムを共同利用する水道事業者等がさらに増えれば、プラットフォームに係る費用について、さらなるコスト削減効果が見込まれる。

また、専門の IT 技術職員が不足しがちな職員数の少ない小規模事業者においては、システム調達に係る仕様作成や日常のシステムの運用・保守業務の負担が軽減のメリットは大きく、大規模事業者に比べ相対的に大きな効果が期待される。

表 3 従来方式と共同利用方式に係るコスト試算結果

	従来方式			
	システム構成	初期導入費	運用・保守費 15年	小計 (比率)
監視装置		24.5	6.1	30.5 (29%)
監視制御親局		13.9	9.8	23.7 (23%)
監視制御子局		23.1	6.1	29.1 (28%)
設備		-	-	-
その他		16.3	5.2	21.5 (21%)
合計		104.8億円		
	共同利用方式			
	システム構成	初期導入費	運用・保守費 15年	小計 (比率)
監視装置		2.5	0	2.5 (4%)
PF		5.5	10.8	16.3 (24%)
監視制御子局		23.3	8.5	31.8 (46%)
設備		-	-	-
その他		13.3	5.2	18.5 (27%)
合計		69.0億円(▲35.8億円)		

### 従来方式

各水道事業者等が、個別にオンプレミス型システムを構築・利用

### 共同利用方式

複数の水道事業者等で、「水道標準プラットフォーム」を共同運用

本調査・実証事業による成果の普及、広報等の検討については、今後の普及活動のあり方について、水道事業者等を対象としたヒアリング調査結果を踏まえて検討を行い、具体的な普及活動案を策定した(表 4 参照)。

表 4 調査・実証成果の普及、広報等の普及活動案

活動・ツール等	対象	趣旨	構成内容(例)
「水道情報活用システム導入手引き」 (冊子、発注ひな型類含む) の作成・改訂	水道事業体、 水道コンサル、 ITベンダ等	CPS/IoTの活用の意義や、水道標準PFの利用による事業変革イメージ、期待される効果、導入手順について解説 システム調達のための発注仕様書、契約書類などのひな型を提示 →上記に関する水道事業体、ベンダ等関係者の意見を踏まえ適宜改訂する	・「水道標準プラットフォーム」利用の意義 ・共通PF利用による事業変革イメージ、期待される効果 ・導入の手順 ・Q&A集
水道事業体におけるシステム導入計画・ニーズの把握 (調査)	水道事業体	水道事業におけるシステム投資のニーズ、課題、今後の投資計画等を把握し、今後の普及活動の検討に活用	・システム投資のニーズ、課題 ・システム投資の計画
水道IoTに関する広報パンフレットの作成 (冊子)	水道事業体、 水道コンサル、 ITベンダ等	水道IoTのコンセプト、期待される効果、利用法についてわかりやすく説明するもの	・データ利活用モデルとは？ ・従来システムとの違い(イメージ)は？ ・水道法改正を受け、水道事業は今後どうなる？ ・期待される効果は？ ・利活用事例
水道IoT利活用に関する説明会の開催 (イベント)	水道事業体 ITベンダ	水道事業体を対象とした、普及や導入に向けた説明会	・関係府省からの上水道共通PF利活用への期待 ・参照ドキュメントの紹介・解説 (標準仕様書、セキュリティマニュアル等) ・デモ実演 ・具体的な利活用手順 ・質疑応答(Q&A)
水道IoTの事業体における普及状況の計測 (調査)	水道事業体	IoT導入や利活用等の普及状況をアンケート等により観測(1回/年)	・水道IoTの現場への普及状況(普及率) ・システム投資の計画 ・IoT導入における課題、要望事項

**本事業で実施**

④ 他の社会インフラへの展開可能性調査の実施

本事業による成果物の工業用水道分野への横展開可能性の検討を目的に調査を行った。公開資料等の文献調査、並びに経済産業省、日本工業用水協会、工業用水道事業者との意見交換等を基に、工業用水道の現状を整理し、また、工業用水道と水道の類似点や相違点を予備的に整理した他、工業用水道の施策と水道IoTの関係や、工業用水道におけるIoT導入の可能性を検討(表5参照)した。

基本的には、水道と工業用水道とで、外部環境、内部環境、事業構造に大きな違いは見られず、両方で、組織(人)や調達状況が共通であることから、水道事業でのIoT化が進めば、工業用水道においても普及が進むと考えられる。

表 5 横展開可能性の検討結果

成果物	成果物概要	展開可能性
CPS/IoT実装における標準仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CPS/IoTによるデータ流通・活用を実現するための標準仕様を作成する。</li> <li>✓ この標準仕様に基づいた実証システムでCPS/IoT活用シナリオの実証を行う。</li> </ul>	<p>【一部横展開が可能】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 調達(ベンダロックイン)状況については同様であると考えられる。</li> <li>✓ 一部標準データ項目が異なる可能性があるため、精査が必要。</li> </ul>
CPS/IoT活用シナリオの効果評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 「水道事業の広域化」をスコープとし、各CPS/IoT活用シナリオの実証を行い、効果を評価する。</li> <li>✓ 社会インフラとしての、エネルギー削減効果、エネルギー効率のさらなる向上等を評価する。</li> <li>✓ AI等による価値創造、オペレーションの完全自律・自動化等の高度化の可能性を評価する。</li> </ul>	<p>【一部横展開が可能】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工業用水では供給エリアが点在しており、広域化アプリケーションのメリットが生じにくい領域が存在する。</li> <li>✓ 一方で、遠隔監視が可能となることで管理コストの削減に繋がる可能性がある。</li> </ul>
CPS/IoT実装におけるセキュリティ対応マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CPS/IoTで起こりうるセキュリティ問題のシナリオを設定し、「セキュリティ対応マニュアル」を作成する。</li> <li>✓ 実証の中で、セキュリティ対応マニュアルに基づいて実際に運用が可能かどうかを評価する。</li> </ul>	<p>【横展開が可能】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ インフラとして、セキュリティ対応は必須である。</li> <li>✓ セキュリティの対応について、上水道との差異は少ない。</li> </ul>

⑤ 調査事業全体に対する成果と意義

経済産業省では、これまでの調査・実証事業の成果を踏まえ、2019年度に補助事業として 水道情報活用システムを実装するための水道標準プラットフォームを整備する予定である。このことにより2020年度以降、プラットフォーム整備・運営事業者から水道事業者等に対し、水道標準プラットフォームの利用に係るサービス提供が開始されることを目指している。

併せて、水道事業者等にとって、導入費用について、厚生労働省の交付金の活用が可能である(図8参照)。

上記の今後の計画の中で、本調査事業で作成した「水道情報活用システム導入の手引き」が、経済産業省及び厚生労働省から採用、両省のHPで公開され、また全国の水道事業者等に配布される等、成果の社会実装促進への貢献に資するものとなった。

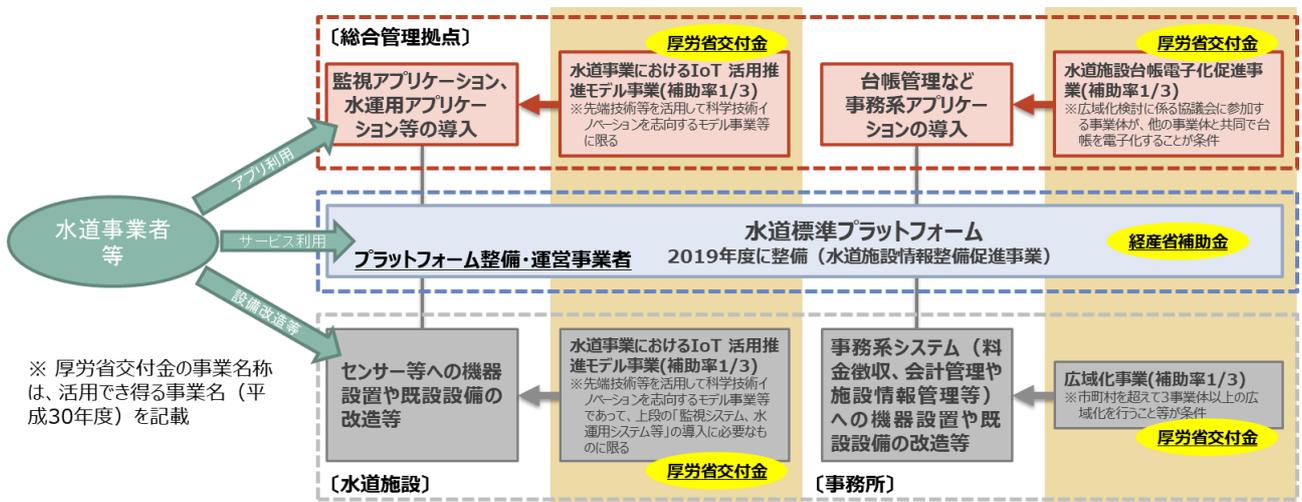


図 8 水道情報活用システムの利用イメージ

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-2-1 電力事業(火力発電)

#### (1)機械学習を用いた石炭火力発電プラントの運転最適化による高効率運転実証事業

東京電力フュエル&パワー株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

機械学習を用いた石炭火力発電プラントの運転最適化による高効率運転実証については、火力発電用ボイラの燃焼調整の最適化による最適運転点の拡大および補機動力低減や運転性能の最大化による発電プラント全体での最適化の取り組みを行う。平成30年度はボイラの燃焼調整の体系化により、石炭燃料の種別の拡大等に取り組み、ボイラ効率の最適化による運転コスト低減とボイラ出口の排ガス特性の最適化によるNO<sub>x</sub>やCO<sub>2</sub>等の排出量低減を行う。また、今後の再生可能エネルギー大量導入が見込まれる中で、ボイラ部分負荷運転に関する効率向上、起動時間短縮、最低運転電力の低減についての実現可能性の検討を行う。

### 1-2 研究開発の内容と目標

機械学習を用いたボイラの燃焼調整の体系化により、石炭燃料(現状:高品位炭の一部銘柄のみ利用できる)の利用種別の拡大等に取り組み、ボイラ効率の最大化による運転コストの低減とボイラ出口排ガス特性の最適化による環境負荷低減の取り組みを行う。

[目標]

1. 石炭燃料の利用種別の拡大による資源制約の低減
2. ボイラ燃焼調整の最適化による化石燃料の使用量削減
3. 上記取り組みにおける排ガス特性の最適化による環境負荷低減(NO<sub>x</sub>, COの排出量削減)

### 1-3 研究開発の成果

機械学習を用いたボイラの燃焼調整の体系化により、以下の成果を確認した。

1. 燃焼調整最適化による運転コスト低減および排ガス特性の最適化による環境負荷低減。
2. これまで属人化されていた燃焼調整というスキルを標準化・見える化。

[継続による取り組み]

3. 日々の運用において様々な性状の石炭を燃焼しており、引き続きデータを蓄積し予測モデルの再学習を継続的に実施していくことで、炭種拡大における効果の確認。
4. 最適化操作を発電所の通常運用に取り入れ、常に効率的な運転が行えるようプラント最適運転管理システムの構築。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化にあたっては、まず、自社設備への導入および展開を進め、さらなる経験と知見の蓄積が必要と考える。サービスの展開を考慮すると、設備事業者が機械学習を活用した最適化モデルを導入することで、その価値(コスト削減や効率向上、環境負荷低減)を得られるのかしっかりと分析する必要がある。

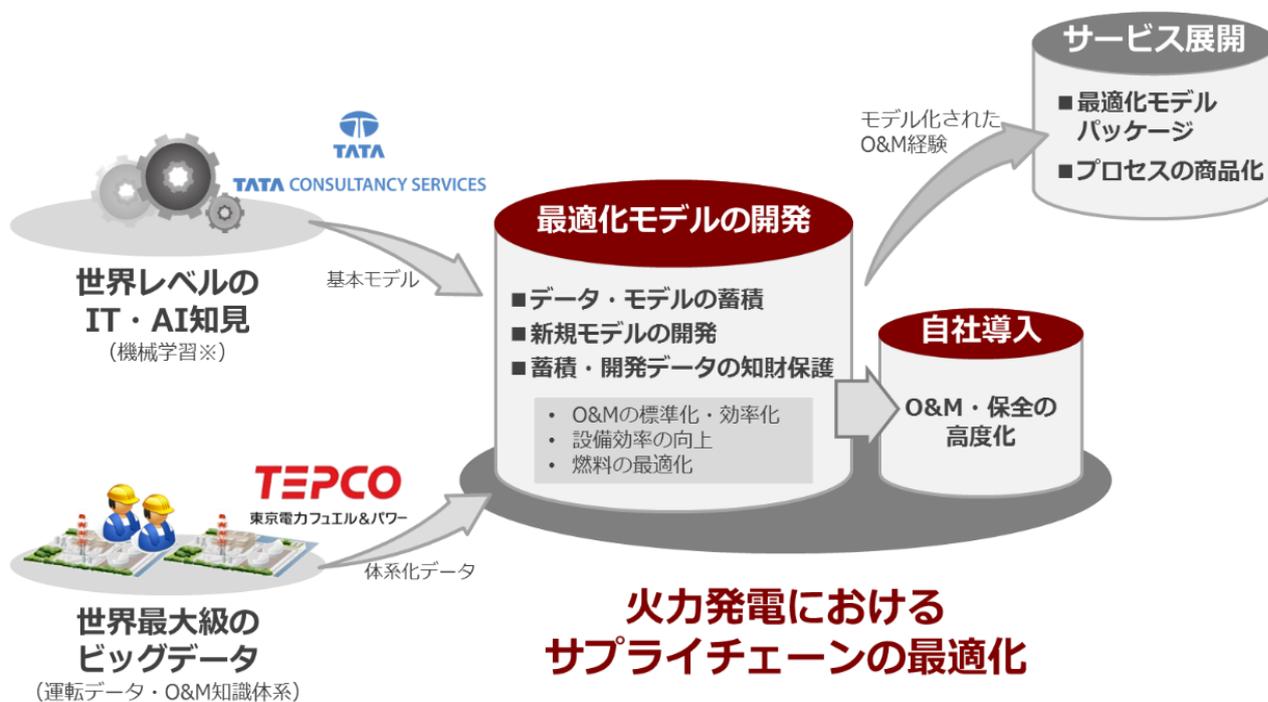
また、多岐にわたる設備データの相関を機械学習を用いて分析する最適化モデルは、開発・導入のためのコストが高額となるため、サービス展開の障壁になることが考えられるため、最適化モデルのパッケージ化(汎用化)に取り組むたいと考える。

※ガイドラインで定義したモデル構築手法の標準化

[https://www.nedo.go.jp/library/ZZIT\\_00008.html](https://www.nedo.go.jp/library/ZZIT_00008.html)

最適化モデルのパッケージ化(汎用化)による低コスト化を実現したモデルから国内外の顧客に展開したい。

### AIによる最適化モデル開発・導入



## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-2-1 電力事業(火力発電)

#### (2) AI/IoT を活用した石炭火力発電所最適制御システムの開発

関西電力株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

石炭火力発電は重要なベースロード電源として位置づけられ、更なる高効率化が求められている。当社では更なる高効率化を目指して、本研究開発に先立ち当社が保有する舞鶴発電所1号機(900MW)を対象にAI技術等を活用した取組みを行っている。本取組みでは、“ボイラ燃焼等を燃焼の安定性だけでなく、発電所全体のコスト面も考慮して最適化するシステム”のプロトタイプを構築し、効果確認のための実証試験を実施した。その結果、プロトタイプ機を高度化させて実用化することができれば、年間約1億円程度の運転費用削減といった効果が期待できることを確認した。

以上から、本研究開発では上記プロトタイプ機の実用化に向けた開発を進めることとした。

### 1-2 研究開発の内容と目標

本研究開発では、複数種類の石炭を用いた多炭種での運転データに対し、本システムの予測精度を確認し、多炭種での運転状態でも実証試験環境下と同等の効果を得られるよう改良を行う。また、現状では本システムにて提示された最適設定値を手動でプラント運転に反映しているが、自動でプラント運転制御に反映できるようシステム構築のための検討等を実施することとした。

### 1-3 研究開発の成果

プロトタイプモデルに対して、より多様な石炭にも適応できるモデルへと改良を行うために、多様な炭種を燃料とした際のプラント運転データを学習データとして用意し学習させることでモデルの改良を行った。モデルの改良により、多様な石炭を燃料とした場合にも予測精度を高めることができたため、ボイラ燃焼安定性と発電所全体コストのバランスを最適化するシステムの適用範囲拡大が可能となる。

また、本システムにより得られた最適設定値の自動反映について、安全安定運転を確保しながら最適に短時間で行えるシステム構成および制御ロジック等の検討を行い、工場内での通信確認試験にて機能確認を行った。本研究成果により、ボイラ燃焼安定性と発電所全体コストのバランスを最適化するシステムにて算出された最適設定値の全てを手動反映する必要がないことから、運用性を向上させることが可能となる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### (1) 成果の事業化計画

本研究の成果をプロトタイプ機に反映し実機検証にて運用面・設備面・システム面における不具合の洗い出しおよび改善を実施する。また、製品化後、当社が提供している運転

パフォーマンス向上支援等のエンジニアリングサービス“K-VaCS(ケイボックス)”のコンテンツの1つとしてサービスラインナップに反映し、他火力発電事業者、発電設備保有者に対して広く展開する予定である。



図4-1. 1 実機検証イメージ

## (2) 市場規模

2040年までに石炭火力発電の割合は現行の3割から2割に減少するものの、発電容量は約400GW増加の見通し(出典:IEA World Energy Outlook 2017)である。また、国内においても、石炭火力発電は現状において安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源として評価されており、高効率化を前提として、その有効利用等により長期を展望した環境負荷の低減を見据えつつ活用していくエネルギー源として位置付けられている(出典:第5次エネルギー基本計画)。

以上から、今後も石炭火力発電は重要な電源として位置付けられ、高効率化へのニーズもあることから、本研究開発で得られた成果の事業化の見通しはあるものと考えられる。

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-2-1 電力事業(火力発電)

#### (3) データの活用等による火力発電所の事業運営の効率化に関する調査

一般財団法人発電設備技術検査協会

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

これまで火力発電事業は、電力会社及び現場のオペレータが長年の経験を基に、きめ細かな運転管理・事業運営を行うことにより発展して来た。しかし、近年、電力自由化の中でコスト低減、新電力の参入、再生可能エネルギーの導入拡大等の競争的環境に置かれており、火力発電分野においても、より効率的・効果的な事業運営が求められている。この様な中で、IoT や AI 等の技術を利用し、センシングデータ取得、データ分析、高度な予測を行うデータ活用等により、従来をはるかに超える超高効率な火力発電の事業運営の達成が期待されるとともに、我が国の電力関連産業の国際競争力の向上にもつながると考えられる。

しかし、現状を見ると、運転管理や運転ノウハウは暗黙知となっており、個々の発電所で人に体化された形で伝承はされているものの、技術者の減少、ベテランのリタイヤ等でそれも困難な状況。また、設計を行うメーカー、日々の運転管理や事業運営を行う電力会社、そして、データを分析、予測する IT システムメーカー等でデータの活用等について連携を行うことが少なかった。その背景には、データの共有により、ノウハウが流出してしまう可能性がある、取得したデータや AI による生成物の帰属が不明確である等の懸念があると指摘されている。

そこで、データの共有、管理、活用に向けた連携を促進するための環境整備の一環として、必要なデータの選定、データクレンジング、解析、予測モデリング、精度確認と言う一連のデータ共有化手法の体系化やデータ共有化のガイドライン案の策定、そして、その利用が拡大するような方策について検討を行った。具体的には、データの活用等を通じた火力発電所の事業運営の効率化・高度化を進めるため、下記項目を実施した。

- ・火力発電所の事業運営効率化に向けたデータ活用の基本的考え方の調査・整理。
- ・国内外の火力発電所におけるデータ活用の具体的事例と経済的・社会的な効果の調査・整理、データ活用に関する活用促進に関する方策の調査。
- ・データの活用等による火力発電所の事業運営効率化に向けた手引き(案)の提案

### 1-2 調査事業の内容と目標

#### 1) 火力発電所の事業運営効率化に向けたデータ活用の基本的考え方の調査・整理

データ活用に関する発電所共通のニーズ、IoT 導入により期待される効果、国内外における導入事例、国際的に事業展開する欧米メーカーを巡る状況などについて、電力事業者の取り組み状況や成果等についてヒヤリングや公開情報を基に調査を行い、情報整理を行う。

#### 2) 国内外の火力発電所におけるデータ活用の具体的事例と経済的・社会的な効果の調査・整理、およびデータ活用に関する活用促進に関する方策の調査。

上記 1)と同様に、火力発電所における取り組み状況や成果等についての調査から、経済的・社会的効果を明らかにする。また、国内外のデータ活用に関する国際標準化の動向などの調査を行い、データ活用促進方策の調査を行う。

### 3) データの活用等による火力発電所の事業運営効率化に向けた手引き(案)の提案

火力発電分野におけるデータ活用に向けた手法の体系的整理や、データ活用等の進め方を検討し、共同検証契約利用の際の留意点を整理し、手引き書(案)の提案を行う。

## 1-3 調査事業の成果

本調査では、文献調査や電力会社、プラントメーカー等へのヒヤリングにより、現状の導入事例、課題の抽出を行うとともに、火力発電分野におけるデータ活用に向けた手法の体系的整理を行い、データ活用等の進め方について、手引書(案)のとりまとめを行った。

「1) 火力発電所の事業運営効率化に向けたデータ活用の基本的考え方の調査・整理」および「2) 国内外の火力発電所におけるデータ活用の具体的事例と経済的・社会的な効果の調査・整理、およびデータ活用に関する活用促進に関する方策の調査」について

データ活用により、燃料費の削減・事業運営の効率化が図られ、大型石炭火力発電所で年間数千万～1億円の事業運営の効率化が達成されたり、保守管理の高度化によって不具合に伴う停止が 10-20%低減されたという事例や、また、プラントの運転条件を適切に管理することで NOx 排出量が約 10%低減されたなどの調査結果より、火力発電所における IoT や AI の活用をはじめとするデータ活用等によって、経済的および社会的なメリットが期待されることが明らかになった。

1)、2)については、主に日本国内と北米および東南アジアの火力プラントにおけるデータ活用についての現状の調査を行い、各地域の現状および今後国内でデータ活用を行う場合の課題等を抽出することができた。しかしながら、欧州などの地域における現状の調査は未着手であり、今後調査の必要がある。

「3) データの活用等による火力発電所の事業運営効率化に向けた手引き(案)の提案」について

IoT、AI 等の利用に関する一般的な進め方をベースとし、火力発電所において試行的な取組を進めている先行事例を踏まえ、以下のような、推奨取組手順の検討を行い、経済産業省 AI・データの利用に関するガイドライン(AI 編)をベースとした火力発電所へのデータ活用等に際し、参考となる契約のひな形を取り纏めた。

- ・ データ活用等を成功に導く一番大きな要素は、「まずは、解決すべき課題・目標を明確にし、それを関係者間で共有すること」であり、“関係する専門家が等しい立場から知恵を出し合う仕組みの構築”が不可欠なため、一つの方策として、関係する各関係者から構成される“エキスパートパネルの設置”の推奨。
- ・ 従来型の設備・製品の開発手順ではなく、アセスメント段階、概念実証段階(PoC; Proof of Concept)、開発段階からなる探索的段階型開発アプローチを採用することを提唱。
- ・ 概念実証段階では、課題解決のターゲット(目的関数)に合わせ、適切にパラメータ(説明変数)を発電所のセンサー等のデータから抽出し、デジタル・プラント・モデル

を構築する。

今回取りまとめた手引き(案)により、今後火力発電プラントにおいてデータ活用を行うにあたり、円滑に導入することができると思う。また今回は、火力発電事業運営のデータに関する取引の1パターンのみを念頭に置いて検討を行ったが、将来的にはいろいろなケースが生じてくると予想される。今後いろいろなパターンを想定し、円滑なデータ活用が行われるためのガイドラインの構築する必要があると思う。また、本手引き(案)を国内における火力発電プラントにおいて活用してもらうために、経済産業省や電力事業との調整が必要であると思う。

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-2-2 電力事業(水力発電)

#### (2) 発生電力量最大化を目的とした IoT 技術の活用による流入量予測精度向上および発電運用効率化技術の開発研究

株式会社気象工学研究所

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### (1) 事業目的

これまでの日本国内の水力発電設備の運用においては、水力発電の適地として選定されたフィールドで開発された水力発電設備を安全に安定して運転することに主眼が置かれてきた。すなわち、水力発電用の貯水池を対象とした流入量予測は洪水時の流入量予測技術が主として開発・活用されてきた。一方、水力発電の効率を向上するためには、平常時を含めた年間流況の把握・予測が重要となる。近年のIoT技術、気象観測・予測技術の発展により、長期の流入量予測に基づく、より効率的に水力発電を行うことが可能な状況となっている。そこで、本研究では、IoT技術、高度化した気象観測・予測技術を活用することにより、流入量予測精度向上および発電運用効率化技術を開発し、年間発生電力量の最大化を目的として本開発研究を実施する。発電運用効率化においては、貯水池運用の高度化が核となるため、この点に重点を置いた開発研究を実施する。また、貯水池運用の高度化技術は国内外の多くの水力発電用貯水池に適用可能となるものである。100年以上の歴史を有す水力発電事業において、高度なデータの活用により水力発電運用の新たな扉を開くことを目的として本開発を実施した。

#### (2) 事業概要

関西電力㈱は黒部川水系において水系一貫開発を推進してきた。最上流部に黒部ダムを有する黒部川水系をパイロットフィールドとし、年間発生電力量を最大化する技術の開発研究を行った。すなわち、水力発電の原資となるダムへの流入量を高精度に予測するシステムの開発およびこのシステムに基づく発電運用の最適化をIoT技術および高度化した気象観測・予測技術の活用により図った。発電運用の最適化においては、黒部ダムの貯水池運用の最適化を核とした開発を実施した。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### (1) 事業内容

##### ① データの収集、整理

##### ①-1. 運用データの収集

黒部川水系の、a)ダム諸量 b)気象観測データを約50年間分収集し、デジタルデータ化した。

##### ①-2. データクレンジング

①-1の収集データに加え、衛星積雪深データ、気象庁GPV(Grid Point Value: 気象庁の数値予報モデルで計算された格子点上の地上および上空の気象予測データ)、長期予報等のデータを収集し、データを処理しやすい形に整理した。

## ② IoT 技術を駆使したダム流入量予測手法の高度化

### ②-1. IoT 技術を活用したリアルタイムデータ取得システムの構築

水系のダム諸量データ、観測情報、各種気象情報(実績・予測)をリアルタイムで集約するシステムの構築を行った。

### ②-2. 観測データの活用による積雪・融雪モデルの構築

①-2 で整理したデータのうち、積雪深データ、気温データ、降水量データの実績値を用いて積雪・融雪モデルを構築した。

### ②-3. 積雪・融雪モデルの導入による既存のダム流入量予測モデルの高度化

黒部川水系を対象として開発された既存の洪水用のダム流入量予測モデルを、平常時も含めた年間流況の再現性向上に着目して改良した。

### ②-4. 高精度気象予測情報を活用したダム流入量予測シミュレーションの実施

②-2 で構築した積雪・融雪モデル、②-3 で高度化した改良版ダム流入量予測モデルを組み合わせたシミュレーションを行い、実績値と計算値を比較し、モデルの検証・評価を行った。シミュレーションは、実績データのみを用いた計算、実績データと予測データを用いた計算を行った。既存モデルによる計算との比較も実施した。

## 【目標設定】

実績データのみを入力とした改良版流入量モデルによる黒部ダム流入量の誤差(評価指標:時間毎のダム流入量データから算出した RMSE を想定)が、既存モデルによる精度に対して 10%以上低減することを数値目標として設定した。

## ③ 発電運用効率化の検討

### ③-1. ビッグデータ分析による発電運用最適化の基礎検討

水系水文量(ダム流入量、溪流取水量等)、気象データ(積雪深、降水量、気温、気圧配置等)の実績データ等のビッグデータを用い、気象予測情報の誤差特性分析を行い、実績データを用いた気象予測誤差推定手法の検討を行った。

### ③-2. ダム諸量データを活用した発電運用最適化の検討

確率動的計画法(確率 DP)による発電運用最適化の計算プログラムを作成し、水系における年間の最適運用を求めるシミュレーションを行った。シミュレーションのインプットデータとなるダム諸量データは予測データを用いず、過去 30 年の実績データに基づき年間の最適な運用を決定する、黒部川で従来行われている方式に準じた計算を行った。

### ③-3. 予測流入量を活用した発電運用最適化手法の適用

②-2 および②-3 で開発したダム流入量予測技術による予測流入量データを用いた場合の年間最適運用を求めるシミュレーションを行った。シミュレーションでは、予測誤差幅を想定した複数の予測流入量データを作成し、それを入力とする最適化計算を行うため、③-2. で開発した発電運用最適化の計算プログラムに基づき、サンプリング確率 DP による最適化プログラムを作成し、計算を行った。

#### ④ システムの構築・検証

##### ④-1. IoT 技術を活用したダム流入量予測・発電運用最適化システムの構築

②～③での開発技術を組み合わせ、リアルタイムでダム流入量予測、発電運用最適化を行うシステムの構築を行った。

##### ④-2. 流入量予測結果をベースとした発電運用シミュレーションの実施

オフサイト環境にて構築したシステムによる発電運用シミュレーションを行い、従来の最適運用計算による発生電力量と開発技術を用いたシミュレーションによる発生電力量の比較を行った。

##### ④-3. 発電運用効率化効果の評価

④-2 の結果を踏まえ、今回構築したシステムの評価を行った。年間総発電量による評価に加え、一般社団法人 日本卸電力取引所 (JEPX: Japan Electric Power Exchange) への年間総売電価格による評価も実施した。

#### 【目標設定】

黒部川水系における概算効果見込みを最大約 3,000 万 kWh (約 1% 増) 程度と目標設定した。

#### ⑤ 総合評価

##### 1) 事業内容詳細

開発研究の全体成果を取り纏め、ダム貯水池運用の高度化・効率化を図るためのダムの柔軟な運用等について検討を行い、報告書、開発システムのドキュメント(要件定義書、設計書)を作成した。

#### 【成果目標設定】

項目	成果目標
IoT 技術を駆使したダム流入量予測手法の高度化	実績データのみを入力とした改良版流入量モデルによる黒部ダム流入量の誤差(評価指標: 時間毎のダム流入量データから算出した RMSE を想定)が、既存モデルによる精度に対して <b>10% 以上低減</b> することを数値目標として設定する。
システムの構築・検証	黒部川水系における概算効果見込みを最大約 <b>3,000 万 kWh (約 1% 増)</b> 程度と設定する。

### 1-3 研究開発の成果

下表に設定目標の達成状況の一覧を示す。表からいずれの目標も達成されていることが分かる。ダム流入量予測手法の高度化により、流入量の誤差が大幅に低減することにより、水力発電による発生電力量の精緻なシミュレーションが可能になり、発生電力量の増大に結び付いたみのであり、既存の発電設備をより有効に利用するための技術開発を達成したことには大きな意義があると考えられる。

## 設定目標と目標達成状況

項 目	目 標	結 果	達成状況	
IoT 技術を駆使したダム流入量予測手法の高度化	流入量想定誤差	現行モデルに対し誤差10%低減 誤差 67%低減 ※1~5h 先の RMSE 低減率の単純平均(個別では6%~64%)	目標達成	
システムの構築・検証	発生電力量増加(率)	+1%	+1.3%~2.0%	目標達成
	〃 (絶対値)	+ 3 千万 kWh	+41 百万~74 百万 kWh	目標達成

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

今回開発したシステムは日本国内の水力発電設備を有する水系に適用可能であり、その適用により各水系において年間発生電力量の増大が期待される。  
以下に適用に際しての留意点を記載する。

- 今回の検討では、水力発電設備における保全工事等は考慮しなかった。今後、システムを実際の発電運用計画に導入する際には、水系運用に関する実務面での詳細な条件を考慮する必要がある。
- 今回開発した手法を他の貯水池に適用するに際しては、対象となる貯水池流域の以下の項目の特性により開発技術の効果が異なる点に留意が必要である。

### ▶ 積雪量

今回は積雪量が非常に多い黒部川水系を対象として検討を実施したため、積雪・融雪モデルの構築が非常に有効であったが、積雪量がそれほど多くない水系においては、積雪・融雪モデルの構築効果は黒部川水系と比較して大きくないと想定される。

### ▶ 流域の流出特性

黒部川水系は流域の幅が狭く、上流の測水所からダム地点までの流下時間が短いため、上流の測水所のデータを取り込むことによる流出予測計算への効果は大きくなかった。上流の測水所からダム地点までの流下時間が長い流域においては、測水所のデータを逐次取り込むことによる流出予測精度の向上が黒部川水系のケース以上に期待される。

### ▶ 貯水池運用水位差の有効落差に対する割合

黒部ダムはダム水路式であり、黒四発電所の有効落差:約 500m に対する貯水池運用水位差:60m の割合が 10%強と小さいため高水位運転による発生電力量の増大効果はそれほど大きくはない。一方、ダム式の発電所で、貯水池運用水位差の有効落差に対する割合が大きな貯水池では高水位運転

による発生電力量の増大効果が黒部ダムの場合以上に大きくなることが期待される。

▶ 気象庁解析雨量、MSM 気温の精度

気象庁の解析雨量、MSM の気温予測の精度も地域により異なると想定されるため、対象地域を対象とした気象データの誤差分析に基づく補正手法の検討を行うことが重要となる。

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### ①-2-2 電力事業(水力発電)

#### (2)多目的ダム貯水池への流入量予測精度向上に関する調査

日本工営株式会社

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

本調査は多目的ダムの利水運用を効率化することとして、ダム流域の降水量と流域積雪水当量を高精度で把握し、それを発電使用水量の増大に繋げることを検討したものである。

本調査の目標を達成するためには、多目的ダム運用の現状を熟知する技術者、高度な気象水文解析とそのダム運用への応用に多くの実績を有する学識者、そして、いわゆるAI技術に代表される最新の情報処理科学に造詣の深い研究者が必要である。そこで、日本工営と長岡技術科学大学と長岡工業高等専門学校の学識者、更にIT企業であるディー・エヌ・エーでコンソーシアムを立ち上げ、取り組むこととした。

履行期間は平成30年11月1日から平成31年3月15日である。

### 1-2 調査事業の内容と目標

実施項目毎の内容と目標を示すと表 1 のとおりである。

表 1 本調査の項目毎の内容と目標

実施項目	内容と目標
1 多目的ダムの利水運用向上のために求められる流入量予測精度	流入量予測精度に何が求められるのか、運用場面のそれぞれで変化する技術的要求を整理する。 我が国の代表的財団へのヒアリングを通して、現場で求められる要求性能をとりまとめる。また、我が国を代表する水文学者へのヒアリングを通して、技術的アプローチを確認する。 結果は、報告書にとりまとめるとともに、本調査の取組に反映する。
2 多目的ダム運用において求められる雨量データ精度向上策の検討	最も重要である雨量データの精度向上技術を検討する。 レーダ雨量計の精度向上策を新しいアプローチで試みる。機械学習などの新しい AI 関連技術を適用する。
3 降水量把握精度の向上による利水運用面の効果	流出解析とダム運用シミュレーションを行って、新しい補正後のレーダ雨量データを用いた場合の、多目的ダムの利水面での便益向上をとりまとめる。
4 流域積雪水当量の高度解析によ	中長期的なダム運用で大きなファクターである流域積雪水当量を把握する手法を、新たなアプローチで検討する。

る把握とその効果	
5 費用対効果のとりまとめ	レーダ雨量計の補正、流域積雪水当量の把握技術の導入コストを積算し、それにより得られる便益と比較して費用対効果をとりまとめる。サンプルのダムに加え、全国に水平展開した場合の費用対効果推定も実施する。

### 1-3 調査事業の成果

多目的ダムの流域を対象にして地上雨量計とレーダ雨量計を比較した結果、ダム流入量との関係から見て、地上雨量計では捉えられていない事象が解析雨量では捉えられている可能性が高いことが分かった。しかしながら、5分ピッチで配信されるCバンドレーダの情報は、解析雨量(レーダ雨量計情報をもと解析して30分遅れで配信される)に比べて精度面で劣ることが分かった。そこで、Cバンドレーダ雨量情報を深層学習により精度向上を図ったところ一定の効果を発揮した。その情報をダム流入量予測システム手法へ適用したところ、予測精度が向上できることが分かった。

一方、中長期的な貯水池運用に資するために流域積雪水当量を推定し、それを用いた貯水池運用をシミュレートしたところ、試験対象ダムにおいて年間6.25%の増電効果が得られることが分かった。そして、同手法を我が国の積雪地域に分布する発電目的ダムへ展開すると、年間968億円の増電収益が見込めるという推計結果となった。

実施項目毎の成果を示すと表2のようである。

本調査により、AI技術を用いることによりオンライン配信されているレーダ雨量情報の精度向上を図れることが示され、更にその情報をダム流入量予測システムに用いることで予測精度を向上させられることが分かった。洪水期間中などの数時間先までの予測情報が重要な場面では、大いに役立つ技術である。一方、流域積雪水当量情報を用いたダム運用を実施することにより年間968億円の増電収入が推計されたことは、事業展開への期待に値するものである。

表2 本調査の項目毎の成果

実施項目	内容
1 多目的ダムの利水運用向上のために求められる流入量予測精度	<p>流入量予測精度に何が求められるのか、運用場面のそれぞれで変化する技術的要求を整理した。</p> <p>我が国の代表的財団へのヒアリングを通して、現場で求められる要求事項をまとめた。また、我が国を代表する水文学者へのヒアリングを通して、技術的アプローチを確認した。</p> <p>レーダ雨量について、降雪期間中は技術的な課題が多いこと、利水面では短期的よりも長期的な運用がメインであることなどの指摘を受け、調査に反映した。</p>

<p>2 多目的ダム運用において求められる雨量データ精度向上策の検討</p>	<p>地上雨量・解析雨量(旧称レーダアメダス解析雨量)及び国交省 C バンドレーダ(オンライン)を3つのサンプル流域で比較した結果、地域毎に特徴があることが分かった。また、地上雨量がカバーしていない山岳地域の降水量はレーダ雨量計で観測されていることが示唆され、一概に地上雨量を真値とは出来ないことが示された。現時点で、オンライン情報として活用できる C バンドレーダの精度を向上させるため、深層学習による手法を検討した結果、精度向上が図れることを確認した。</p>
<p>3 降水量把握精度の向上による利水運用面の効果</p>	<p>補正した C バンドレーダを用いることで、分布型流出モデルの精度が向上できることを確認した。その上で、降水短時間予報を用いた6時間先までの流入量予測を実施して、それを踏まえた増電手法をシミュレートした。その結果、ある程度の増電が見込まれることを示すことが出来たが、予測雨量の信頼性が担保されていない現状では、同手法は未だ、開発段階と言える。</p>
<p>4 流域積雪水当量の高度解析による把握とその効果</p>	<p>流域積雪水当量を把握する手法を開発した。その情報をもとに、融雪を期待した長期のダム貯水池運用方法を検討した結果、その有効性を示す事ができた。</p>
<p>5 費用対効果のとりまとめ</p>	<p>利水運用を高度化するための概算費用を求め、それを増電による収益と比較した。その結果、サンプル流域では、3年程度で初期費用は賄えることが分かった。また、同施策を全国展開すると仮定して、積雪地域の発電ダムについて積算したところ、年間968億円の増電収益が見込まれた。</p>





## 1-2 研究開発の内容と目標

### ①設備・運転データの調査、収集

#### 1) 開発内容

- ・ データ提供会社(3社)より、軽質油水素化脱硫装置の配管肉厚測定データ並びに運転データの収集。
- ・ 解析精度向上のため、収集データの標準化やクレンジングの自動化機能の開発。
- ・ 解析用データベースの作成。

#### 2) 達成目標

- ・ 各社で異なる配管部位情報等のデータ標準化ルールの策定、データベース化。
- ・ 肉厚データのクレンジング作業における、自動補正機能の開発、実装。
- ・ クレンジング済みデータを用い、解析用データベースを完成させる。

### ②学術的な視点からの高精度損傷予測モデルの構築及び検証

#### 1) 開発内容

- ・ 高精度解析モデル構築のために、学術的な視点からの定性的な損傷予測ロジックを開発する。また、石油精製プラントにおける代表的な腐食損傷分類7種類に対し、定量的な腐食速度推定ロジックも開発する。
- ・ これまでに開発したニューラルネットワーク解析の活用手段として、上記の学術的な予測と組合せ、総合的な評価を行える解析モデルを開発する。

#### 2) 達成目標

- ・ 定性的損傷予測ロジックのスクリーニングフローを作成、SPSS 内で定性的解析ストリームとして構成する。
- ・ 定量的腐食速度推定ロジックのスクリーニングフローを7種類作成し、SPSS 内で定量的解析ストリームとして構成する。
- ・ ニューラルネットワークによる解析モデルと組み合わせ、総合的な評価を行える解析モデルを作成する。

### ③アドバイスロジックの構築、検証

#### 1) 開発内容

- ・ 熟練技術者の経験や知識を取込み、データ解析結果に対して最適な検査手法や対応策などを提供するアドバイスロジックを構築し、検証する。
- ・ 構築したアドバイスロジックを統合した高精度損傷予測モデルをデータ提供会社に実際に運用して頂き、評価及びコメントを得て、アドバイスロジックの調整を行う。

#### 2) 達成目標

- ・ アドバイスロジックを作成し、SPSS 内で解析ストリームとして構築する。
- ・ 構築したロジックに、本事業で収集した軽質油水素化脱硫装置のデータを流し、アドバイス結果を出力する。
- ・ データ提供会社と評価結果の検討を行い、アドバイスロジックの構築内容の見直し及び調整を行い、アドバイスロジックを完成させる。

#### ④仮共通利用環境の構築、公開

##### 1)開発内容

- ・ 本事業にて構築した高精度損傷予測モデル、及びアドバイスロジックを仮想環境上に公開し、石油会社各社が自由に利用できる環境を構築する。また石油会社各社に利用してもらい、フィードバックを得て機能向上を図る。

##### 2)達成目標

- ・ 石油会社各社が利用している設備管理システムから配管内面腐食検査データを取り込むための仕組みを構築する(インターフェースの開発構築)。
- ・ 事業内容②で構築した高精度損傷予測モデルが、仮共通利用環境上で動作することを検証する。
- ・ 高精度損傷予測モデルの解析結果として得られるアドバイス情報を、共通利用環境上にエクセルデータ化して吐き出し、出力する機能を構築する(インターフェースの開発構築)。
- ・ 上記で構築した仮共通利用環境をデータ提供会社に利用してもらい、フィードバックを得る。

### 1-3 研究開発の成果

「ビッグデータ解析手法を用いた配管内面腐食診断機能、検査計画支援機能の開発」というテーマで、平成29年度、30年度の2年間かけて技術開発を実施した。平成28年度まではニューラルネットワークを用いた腐食進展速度の予測などの要素技術開発であったが、今回の事業では、「損傷予測機能」などの解析精度向上のための機能追加に加え、操作性向上・社会実装を意識した「アドバイス機能」、「共通利用環境」の開発まで一貫した開発が行えた。研究開発事業としては全ての項目で目標を達成しているが、同時に、今後の実用化・事業化へ向けて、新たな課題も確認された。

今回の開発内容ごとの成果を以下に示す。

#### ①設備・運転データの調査、収集

データを中心とした保全を実施するに当たり、情報の標準化は非常に重要な作業である。信頼性の高い解析結果を得るためには、データの整備(不足データの追加、誤入力データの削除、データの標準化)が重要となる。ただし、配管の腐食データは人手で採取する情報も多く、データの誤差や記入間違いなどが含まれている可能性があり、そのまま解析に用いると解析自体の精度が低くなる。本事業では、データ収集の自動化のほか、クレンジング作業として「不足データの整備」作業に加え、「データの標準化(変換)」、「元肉厚などの補正」などの自動補正機能の開発を行い、解析に用いるデータの精度を向上させた。これにより、信頼性の高い解析が行えるようになった。

#### ②配管内面腐食予測モデル

##### 1)「学術的な視点からの高精度損傷予測モデルの構築」

配管に起こりうる損傷の予測は、膨大な文献の調査や蓄積されたデータの検証などが必要であり、従来熟練技術者の業務であった。しかし、熟練技術者の減少により、短

時間で正確な損傷予想を行うことが難しくなっている。本事業では、これら、従来熟練技術者が実施していた損傷予測作業を自動化した。これにより利用者は、簡単に且つ抜けのない損傷予測を実施することが可能となった。また、今回の推定腐食速度算出ロジックの有用性を評価するために、3社4製油所の軽質油水素化脱硫装置の解析・評価を実施した。その結果、推定腐食速度と実際の腐食速度の比較では、概ね推定腐食速度の方が若干大きくなる傾向が認められ、安全サイドに算出ロジックが有効に機能していることが確認できた。

## 2)「ニューラルネットワーク解析結果(予測値の算出)の活用方法」

平成28年度までの実証事業で、ニューラルネットワーク解析により推定出力した腐食速度は、実測の腐食速度との良い相関関係がみられることが確認された。本事業ではニューラルネットワークの解析精度向上のみを追求するのではなく、測定点単位ではなく、類似の環境の情報も考慮し腐食速度を予測するというニューラルネットワークの特性を生かし、実測腐食速度、推定腐食速度などの他の評価基準との組み合わせた総合評価を行うための一指標という位置づけで解析に活用した。これにより、実測値の信頼性、検査の有効性評価の指標としてニューラルネットワークの解析結果を有効に活用できることが分かった。今後も継続して、入力変数の見直しなどを行うことにより解析精度の向上を目指し、新しい活用方法を検討していきたい。

## ③アドバイスロジックの構築、検証

平成28年度の事業では、ニューラルネットワークなどの数値解析技法を用いた解析精度向上を目指した。しかし、熟練技術者は一つの情報からプラントを診断するのではなく、複数の情報の組み合わせから適切なリコmendを出している。今回開発したアドバイス機能は、システムに蓄積された実測値、予測値、推定値、検査回数など評価に必要な情報の組み合わせに対するアドバイスをデータベース化し、システムが自動でリコmendを出力することのできるシステムとした。このシステムを用いることにより、経験の少ない技術者の経験を補うことが出来、抜けの無いプラント診断、検査計画の立案ができるようになる。

「データ提供会社様からの評価」でも記載した通り、本機能は好評で、現場サイドからいろいろなアドバイスのアイデアが出て来ている。本機能に関しては、継続して開発を進め、プラント診断のサポートができる有用な機能に育てていきたい。

## ④仮共通利用環境の構築、公開

今回開発した予測モデルをデータ提供いただいた各社に利用いただけるよう、クラウド上で予測モデルを実行できる環境を整備した。また、「解析に必要なデータの抽出」「解析の実行」「レポートの出力」などの作業を手作業ではなく、簡単な操作で実行できるメニュープログラムの開発も併せて実施した。

これにより、予測モデル利用者は複雑な作業を行うことなく、クラウド上の解析モデルにアクセスすることが出来る。また、設備管理支援システムにデータ標準化機能、クラウドメニューへのデータ吐き出し機能を付加したことにより、「データ収集」→「データ解析」→「レ

ポート出力」までの一連の作業をシステム化でき、抜けなく品質の良いデータを利用した解析を効率よく実施できる環境が整った。

以上の通り、今回の事業では、「データの標準化」、「予測モデルの構築」、「クラウド環境の準備」まで一連の開発を実施し、それぞれの作業で成果を出すことができた。また、データ提供を頂いた各社からのアンケート結果でも、本機能への期待は大きく、今後の開発要望も多く挙げられていることより、継続して開発を進め、精度向上を図り、多くの人に利用いただける品質の高いシステムに成長させていきたいと考えている。

#### ⑤データ提供各社様からの評価

予測モデル開発の過程では、石油連盟殿に定期的に作業進捗状況報告を行い、感想をいただいた。予測モデル・アドバイス機能については、定修計画などの保全計画に活用出来、現場適用したいという回答も頂いた。その他様々な要望も頂いたので、今後も継続的に改善を行い、より広く活用していただけるようにしていきたいと考える。仮想利用環境については、各社が蓄積しているデータそのものをクラウド環境のような不特定多数の利用者の目に触れる環境上で取り扱うことに抵抗感を持っているようである。解析対象データ自体は、提供者情報が特定できないようにマスキングを施した上で、解析に必要なデータ項目のみをアップロードすることになっているので、利用者側にこの点をいかに認識させるかが将来のユーザー獲得に影響する点の一つと考えられる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化については、解析モデルが共通プラットフォーム上で稼働、各社が活用する様になれば、より多くのデータが集まり、クリティカルなポイントを的確に捉えた最適な検査計画を立案、実行することによって、1 製油所当たり年間数千万円～数億円規模での検査費用（足場、保温などの付帯工事費を含む）を削減することが出来、且つ検査漏れがなくなり漏洩事故のリスクも低減する事が出来ると思われ、設備管理費を削減しつつも設備の信頼性を向上させる事が出来ると思われる。データ提供各社様からの評価でも、すぐに現場適用したい、他装置へ展開したいと言った声が聞かれており、石油連盟などとも協力し、業界全体で活用できる道を探っていく。

弊社としては、引き続き共通プラットフォームの整備や解析モデル、AI アドバイス機能等の強化を進め、より魅力的で実践的なモデルとすることで訴求力を高め、石油化学プラントなど新たなユーザーを獲得し、事業化を促進していく予定である。また、他社解析モデルとも積極的に連携をとり、共用データプラットフォームとして質の高いデータを提供することで、モデル利用者や解析モデル各社にとって、ワンストップでのデータ提供サービスを目指してゆく。

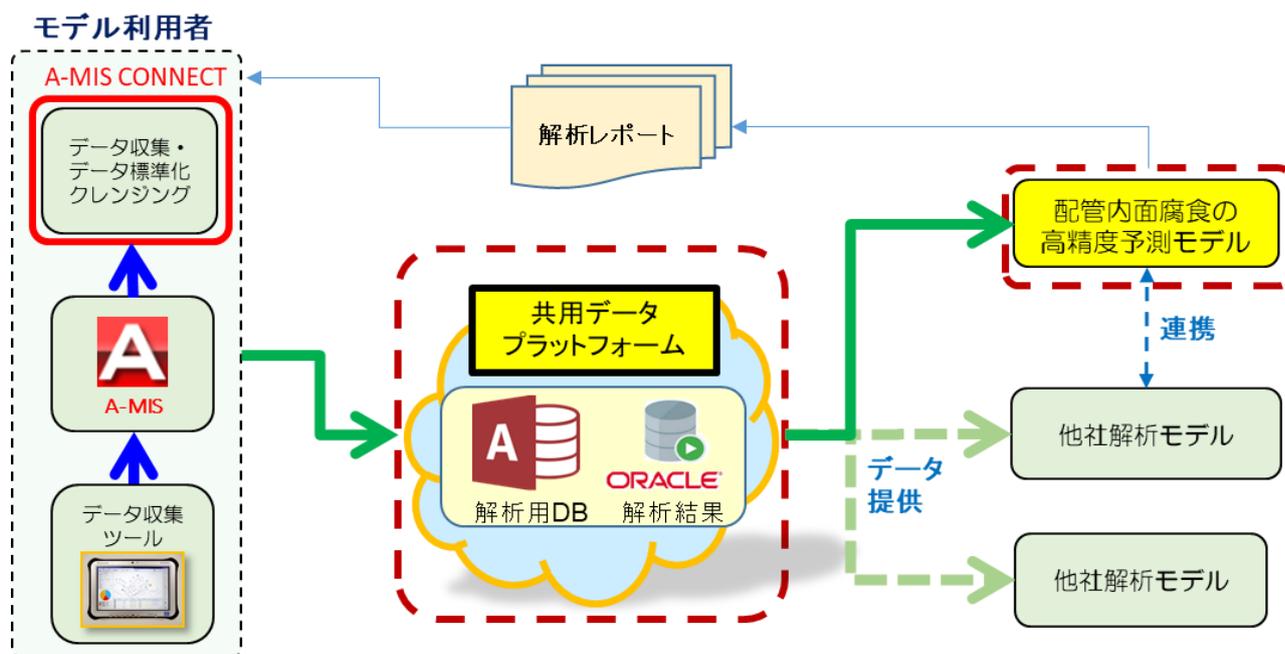


図 プラント保全データプラットフォームおよび解析モデル提供イメージ

## ●特許等論文リスト

### (1) 特許

本事業の成果として構築したシステムについて、下記の通り特許出願中である。

#### 【特許】

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	日揮プラントイノベーション（株）	特願 2019-96859	国内	2019/05/23	公開	設備保全管理システム	前田 他

#### 【国等の委託研究の成果に係る記載事項】

平成30年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業「研究開発項目[2]IoT技術を活用した新たな産業保安システムの開発、各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の活用により保安を高度化するシステムの構築、高精度損傷予測モデルの研究開発」に係る産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

#### 【発明の名称】設備保全管理システム

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、たとえば、プラント等に配置された配管などの設備の保全管理を行う設備保全管理システムに関する。

### (2) 外部発表

本事業の成果として構築したモデルについて、下記会議にて発表を行った。

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	原岳大	情報技術部	配管内面腐食予測モデルの研究開発	2019年度 JPEC フォーラム	2019/05/08

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-1 各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の活用により保安を高度化するシステムの構築

#### (2)「実機検査データ解析に基づいた保温材下腐食発生予測モデルの開発」

旭化成株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### i) 事業の目的

高経年化した化学プラントにおいて、共通性が高く、かつ漏えい等に至る危険性の高い材料損傷現象が保温材下腐食(Corrosion Under Insulation、以下 CUI と略す)である。この現象を適切に管理することが化学プラントの安全、安心な運転のために最重要な課題の 1 つである。

しかし現状で、その発生可能性を精度よく予測する方法や非破壊的に評価できる方法がなかったため、化学会社の多くでは保温材剥離させての検査が一般的に行われてきた。しかし、この検査のためには足場の設置を含め多大な費用を要することや、検査費用の制約もあり広範囲の検査が短期間に行えない課題があった。

一方、各社で保温材を剥離して検査データ(腐食深さ等)は、多量に蓄積されているが、腐食現象の解明や CUI 発生予測検討に十分に活用されていないのが現実であった。

このため、本事業では CUI の検査データとそれに関連する情報を石油化学工業協会に属する主要な化学会社、14 社(予定)から収集し解析し、CUI 発生要因を定量的に明確化するとともに、CUI 発生予測モデル開発とその適用効果の実証を目的とした検討を行うこととした。合わせて、CUI の非破壊的評価方法についても実機データを収集解析し、その CUI 評価法としての適用可能性の検討も行なうこととした。

#### ii) これまでの経緯と研究開発の概要

平成 28 年度は、経済産業省委託事業として、化学会社 13 社より約 13,600 点の CUI 検査データ(腐食深さ 1mm 以上)と関連情報(37 項目)の収集を行った。このデータを解析し、CUI の装置の種類、装置の部位および運転温度依存性を明らかにした。また、以上の検討結果を基に CUI 予測モデルの試作版を開発した。この CUI 予測モデルによる CUI 発生による残存肉厚を比較的高い精度で推定できることが明らかにできた。ただし、使用期間が CUI 予測モデルに組み入れられていないなど、幾つかの課題が残された。このため、より高精度な CUI 予測モデルの更なる開発を行う。

また、開発した CUI 予測モデルをデータ提供各社にサーバを通して公開し、CUI 予測モデルの推定精度および適用効果の検証を行なう。

CUI 予測を合理的に行なうためには、保温材の剥離を行わず、非破壊的に評価を行なうことが有用である。このため、平成 28 年度の検討では化学会社 7 社より約 4,500 点の中性子水分計測結果とその部位の CUI 腐食データを収集した。このデータを解析し、中性子水分計測は CUI のスクリーニング検査として適用可能性のあることが明らかになった。同様の CUI の非破壊的な評価方法として、保温材外面のサーモカメラ測定と付着塩分量測定の適用可能性の検討が有用と考えられる。

iii) 実施計画

以上の経緯より、平成 29 年度、30 年度は、以下の各項目の検討を行った。番号は、実施計画書の項目番号である。

- ①高精度 CUI 予測モデルの開発
  - ①開発した CUI 予測モデルを協力会に公開し、その推定精度と適用効果の検証
  - ②③サーモカメラ撮影および装置外表面の塩分付着量測定の CUI スクリーニング検査としての適用方法検討
  - ④統合した CUI 予測モデルの開発
  - ⑤「情報プラットフォーム(仮称)」化検討と試験運用

表1. 開発項目とスケジュール

事業項目(番号は実施計画の検討項目)	平成 29 年度			平成 30 年度			
	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
①高精度 CUI 予測モデルの開発							
a. CUI モデル開発(データ検証含む)	←→						
b. 委託先でのモデル開発	←→						
c. 旭化成モデルのソフト化			←→				
①CUI モデルの公開と検証							
a. 推定精度と適用効果の検証					←→		
②③サーモカメラ撮影と塩分付着測定の CUI スクリーニング検査としての適用方法検討							
a. 各社測定準備、測定、データ収集	←→						
b. 測定結果の解析			←→				
c. CUI 予測ソフトもしくは課題検討				←→			
④統合した CUI 予測モデルの開発							
a. 統合化検討(CUI モデルへの非破壊検査方法および CUI 速度モデル)					←→		
⑤「情報プラットフォーム(仮称)」化検討							
a. 連携するために仕様検討と決定	←→						
b. 協力会社へ公開するプラットフォーム構築			←→				
c. 協力会社への公開				←→			

1-2 研究開発の内容と目標

i) ①高精度 CUI 予測モデルの開発

収集された CUI データの精査や必要に応じて追加調査を行い CUI の時間依存性を含んだ高精度の CUI 予測モデル開発を行なう。なお、平行して酒井信介教授(元東京大学、現横浜国立大学)に委託し、CUI 速度に注目した CUI 予測モデルの検討も行う。

ii) ①開発した CUI モデルの協力会社へ公開し、モデルの推定精度と適用効果の検証

開発した CUI 予測モデルをソフト化してプラットフォームに掲載し、データ提供会社に公開する。これにより CUI 予測モデルの推定精度を従来の CUI 予測法と比較した検証を

行なう。合わせて CUI 検査事例について開発した CUI 予測モデルを適用し、適用した場合の検査合理化の効果検証も行なう。

iii) ②③サーモカメラ撮影および装置外表面の塩分付着量測定 of CUI スクリーニング検査としての適用方法や可能性検討

旭化成を含む協力会社各社で、保温材を剥離しての検査が予定されている機器・配管について、剥離検査の前にサーモカメラ測定を行い、保温材の異常部に関するデータを採取する。その後、温度異常部を中心に保温材を剥離しての CUI 検査を行い、サーモカメラ測定で温度異常と腐食程度の相関を検討する。これにより、サーモカメラ測定 of CUI のスクリーニング検査としての適用可能性を明確化する。

また、平成 28 年度に収集した中性子水分計測定結果と CUI 検査データについても、データ解析を再度行い、適用条件の明確化を行なう。

旭化成を含む協力会社各社で、同一の測定器で所定の条件で装置外面の塩分付着量を複数の箇所測定する。測定結果を所定のフォーマットに従い記録する。以上の塩分測定結果と該当するプラント of CUI データの相関を検討する。その結果を基に、表面塩分測定 of CUI スクリーニング検査方法としての適用可能性を検討する。

iv) ④統合した CUI 予測モデル of 検討

サーモカメラ撮影等の非破壊測定を組み入れた CUI 予測モデルを検討する。また、再委託先 of 酒井教授 of 検討結果を反映させた CUI 予測モデル of 考え方のモデルへの統合可能性を検討する。

v) ⑤「情報プラットフォーム(仮称)」化検討と試験運用

開発した CUI 予測モデルと別途検討されるプラットフォームと連携するために、どのような条件や仕様が必要かに関して検討し、プラットフォーム of 仕様を決定する。また、その考え方を適用し、CUI 予測モデルを協力会社に旭化成 of サーバを通して公開する。

vi) 委託事業後のコンソシアム of 構築(設定目標以外)

CUI の継続的なデータ蓄積やモデル of 適用と普及、CUI 以外 of 共通的損傷現象 of データ収集と予測モデル of 開発、これらのプラットフォーム上 of 運用を目的とし、運営検討費用 of 一部分担するコンソシアム of 構築を行なう。

### 1-3 研究開発 of 成果

a. 事業全体 of 成果

石油化学工業協会内 of 16 社 of 協力を得て、CUI 関連データ of 追加収集や開発した CUI 予測モデル of 判定精度および適用効果 of 検証を行なうことができた。その結果、開発した CUI 予測モデルは、一般的に用いられている従来法に比較して CUI 判定精度 of 高いこと、および従来法 of 検査に比べて検査範囲 of 限定や費用削減 of 可能であることが明らかにできた。

また、各社 of 協力で保温材外面 of サーモカメラ測定は、CUI 発生判定 of スクリーニング試験方法として適用可能であることも明らかにできた。

これらの結果を受けて、NEDO of 委託事業終了後、3 年間を目処に石油化学工業協会内に化学会社 9 社からなるコンソシアムを結成し「設備情報活用プラットフォーム」を活用して、CUI 予測モデル of 活用や改善、およびその他 of 共通現象 of データ収集、モデル開発、活用を継続することとなった。

## b. 研究開発項目毎の成果

### i) ①高精度 CUI 予測モデルの開発

収集した CUI 検査データの分布に着目し、所定肉厚以上の CUI の発生可能性を定量的に判定するモデルを開発した。このモデルには、設備の種類、部位、使用温度、運転期間等の使用条件により CUI 発生可能性を判定することが可能である。

このモデルをソフト化し、下記の v 項と関係するが、旭化成のサーバを通してセキュリティを確保しつつデータ提供各社に公開することができた。これにより各社で、次項に示す CUI 予測精度の検証や、検査に適用した場合の適用効果の検証を行なった。

### ii) ①開発した CUI モデルの協力会社への公開と推定精度と適用効果の検証

開発した CUI 予測モデルを用いて、約 600 点の使用条件と CUI 検査結果を含むデータを評価した結果を図 1a に示す。横軸が CUI 発生可能性の 4 ランクへの判定結果で、縦軸が実際の CUI 検査結果からの余裕肉厚(0 以下は必要肉厚以下を示す)。同じデータを用いて従来法での CUI 予測結果を評価した結果を図 1b に示す。これらの図より、従来法では b 図に示した様に発生可能性の高いと評価された D ランクのデータで平均値以上のデータが多く存在するが、開発したモデルでは a 図に示した様に D ランクで平均値以上のデータはない。すなわち、D ランクを検査する場合に、従来法では、開発されたモデルに比較して無駄な検査点が多く含まれている。また、発生可能性が小さいと評価される A ランクについて、両者を比較すると、b 図の従来法では平均値以下のデータが多く含まれているが、a 図の開発モデルの判定では平均値以下のデータはない。A ランクは CUI 発生可能性が低いので CUI 検査を行わなくても良い、と判定されるが、従来法では実際の余裕肉厚で 0 に近いデータも検査対象から除かれる危険性が高いが、開発モデルではその危険性は著しく小さい。これらより、

従来法に比較して、開発した CUI 予測モデルは、適切に CUI 発生可能性を判定できることが検証された。

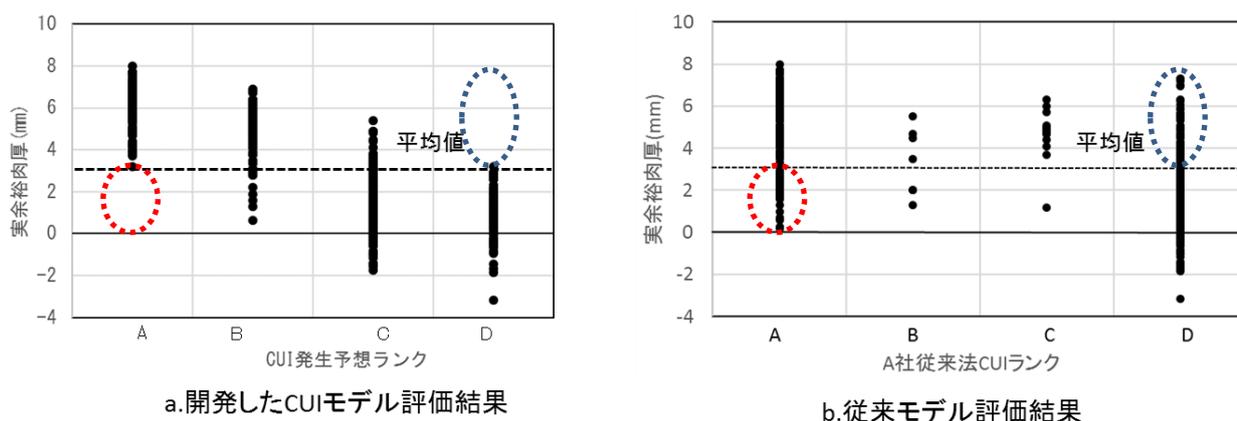


図1. 開発した CUI 予測モデルと従来モデルの約 600 点の同一データ  
についての判定結果の比較

3 社で開発してモデルを適用した場合の従来法に比較して検査範囲や検査費用の削減効果を検討した結果を表 2 に示す。この表より 3 社とも開発モデルを適用することによ

り、検査範囲や検査点数が最大 29%削減されること、および 1 社の検討では検査費用が 13%削減可能であることが検証された。

iii) ②③サーモカメラ撮影および装置外表面の塩分付着量測定のカUIスクリーニング検査としての適用方法検討

保温材系外面のサーモカメラ測定とCUI検査結果のデータは、8社より約1,000のデータが提供され解析に供した。その結果、CUI判定に最適なサーモカメラ適用条件と、その条件では図2に示すようにサーモカメラ撮影による温度異常の程度とCUI発生程度に良い相関のあることが明らかになった。これより、適用条件を選択すればサーモカメラ撮影がCUIスクリーニング試験として適用可能であることが明らかになった。

表 2. CUI 検査への開発モデルを適用した場合の従来法との比較

会社	事業所	配管数	開発モデルと従来法のカUI検査への適用比較				
			検査範囲、点数削減%		検査費用k¥		検査費用削減%
			直管	その他部位	実績費用	適用後費用	
A		9	29	14	157,573	136,818	13
B	a	21	20	2	16,485	未算定	—
	b	47	3	4	—	未算定	—
C		81	5	18	34,273	未算定	—

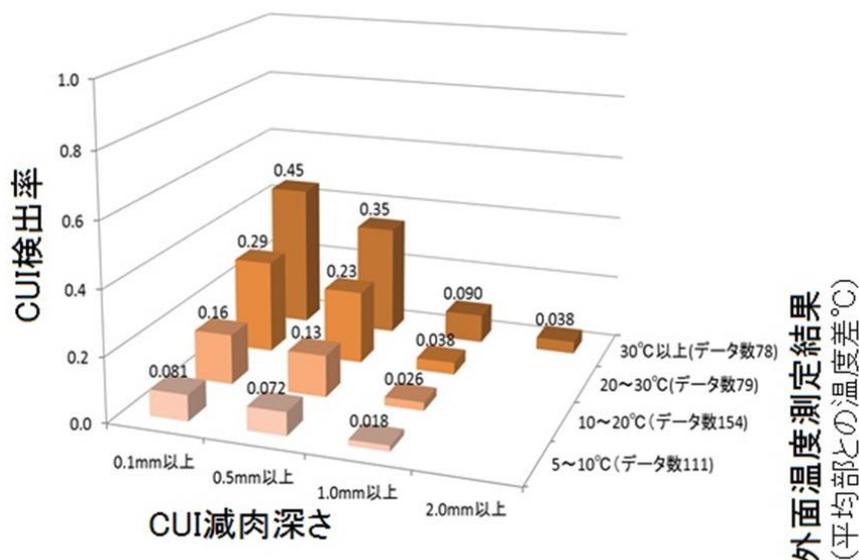


図2. サーモカメラによる外面温度測定結果とCUI発生程度の関係

外面の付着塩分量測定については、8社より約700点のデータが測定し提供された。このデータとCUI検査データの相関を検討したが、現時点で両者に相関は見出せなかった。このため、現状では塩分付着量測定をCUIのスクリーニング検査方法として適用する

ことは不可能と考えられる。しかし、雨の当たる面と当たらない面での塩分付着量に大きな差のあることや、地区により雨の当たらない部位での塩分付着量に大きな差のあることなどが明らかになった。これらの情報を基に測定方法の標準化等を行い、検討の継続を行なうことが考えられる。

iv) ④統合した CUI 予測モデルの検討

以上の検討結果を受け、開発した CUI 予測モデルと中性子水分計およびサーモカメラ測定の結果を組み合わせた CUI 予測の考え方を明らかにした。これにより、使用条件の未から CUI 発生可能性を予測するより、位置を絞り込んだ CUI 予測の可能となることが期待される。

v) ⑤「情報プラットフォーム(仮称)」化検討と試験運用

プラットフォームのセキュリティを確保するためのシステムの設計を行なった。また、この検討結果を受けて、クライアント証明書やパスワードを活用してセキュリティを確保したシステムを構築し、データ提供各社に開発した CUI 予測モデルを約 1 年間公開した。これにより、各社がサーバを通して CUI 予測モデルを活用できることが実証された。

vi) 委託事業後のコンソシアムの構築(設定目標以外)

弊社を含め 9 社の賛同を得て、2019 年度から 2021 年度の 3 年間を目処に石油化学工業協会内に「設備情報活用プラットフォーム」コンソシアムを発足することに合意できた。このコンソシアムを構築できたことは、データ共有やプラットフォーム上での活用を継続的に行なえる場に繋がり、意義は大きいと考えられる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

i) 実用化・事業化に向けた戦略

本研究の実用化・事業化については、前項 vi) で述べた化学会社 9 社で構築したコンソシアム内でのデータ収集を予測モデルの検証をベースに、コンソシアム以外の化学企業へのサービス提供の事業を想定している。

ii) 実用化・事業化に向けた具体的取組

コンソシアムでの検討の中で、CUI 予測モデルの改良・検証、CUI 以外の共通現象のデータ収集・解析とモデル化、事業用プラットフォームの構築・試用および事業化検討を行う予定である。

iii) 成果の実用化・事業化の見通し

プラットフォームを通しての CUI 予測等発生可能性判定のサービス提供を行なう。合わせて、検査結果データの継続的収集を行なえるシステムの構築を検討する。

iv) 実用化に対する課題と今後の方針

実用化には、幾つかの課題がある。①実用に耐える有用な予測モデルを開発、②設備関連データを継続的に収集・モデルの改良

これらについては、対応策の検討や検証を行い解決していくことを考えている。

v) 波及効果

「設備情報プラットフォーム」を事業化することにより、リスク評価に基づく設備管理の普及、および協調領域の設備データ共有と活用の推進の図れることが期待される。

●特許論文等リスト

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	旭化成（株）	2018-106475	国内	2018/06/01	出願	保全支援装置及び保全支援用プログラム	中原正大
2	旭化成（株）	2019-101849	国内	2019/05/30	出願	保温材下腐食発生予測モデルおよびプラント検査支援装置	中原正大 滝沢秀季
3	旭化成（株）	2019-101847	国内	2019/05/30	出願	保温材下腐食発生予測モデルおよびプラント検査支援装置	中原正大 村上健二
4	旭化成（株）	2019-101846	国内	2019/05/30	出願	保温材下腐食発生予測モデルおよびプラント検査支援装置	中原正大 村上健二
5	旭化成（株）	PCT/JP2019/021869	PCT	2019/05/31	出願	保全支援装置、保全支援用プログラム及び保全支援方法	中原正大

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	中原正大	旭化成（株）	保温材下腐食の発生可能性予測および検査技術の研究と開発	高圧ガス、Vol.56、No.2、p.5(2019)	無	2019/02/01

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	中原正大	旭化成（株）	検査データを基にした保温材下腐食（CUI）予測モデルとCUIスクリーニング検査方法について	平成30年度 JPEC フォーラム	2018/05/09
2	中原正大	旭化成（株）	化学プラントにおける保温材下腐食発生予測モデルの開発と適用実証に関する研究	2019年度 JPEC フォーラム	2019/05/08

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	旭化成（株）	配管の外面腐食予測－旭化成、保全費を削減	化学工業日報, 1 面	2018/07/19
2	旭化成（株）	保温材下腐食の発生可能性予測技術の開発	計測技術、Vol.46、No.9、p.12(2018)	2018/08/01

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

②-1 各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の活用により保安を高度化するシステムの構築

(3)「各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の活用により保安を高度化するシステムの構築」

a)「画像データの解析による腐食評価システムの構築」

b)「装置音データの解析による設備異常検知システムの構築」

c)「モバイル巡回点検システムの構築」

アクセンチュア株式会社

### 1 研究開発成果

a)「画像データの解析による腐食評価システムの構築」

#### 1-1 研究開発の概要と実施計画

##### 1. 概要

配管外面の画像をディープラーニング等の新規技術を用いて解析し、腐食の進行度合いを評価することで、適正な精度で評価し、腐食進行の発見遅延リスクを低減するシステムを構築し、当該システムの効果の検証を行なった。

##### 2. 実施計画

###### ①平成 29 年度

###### 【進め方】

教師データとなる画像データの収集、収集した画像データに対する図面との対応付け、腐食の進行度合い等の対応付けを行なう。

これらの画像データをもとに画像データ解析モデルを構築する。評価用画像データを用いて画像解析モデルの妥当性、実用性の検証を行なう。

###### 【効果の検証方法】

教師用の腐食画像データを用いて学習した画像解析モデルによる腐食の進行度合いの評価結果と、人による腐食の進行度合いの評価結果を比較することで、開発した画像データ解析モデルの精度を検証した。なお、人による評価結果は、今回熟練運転員より腐食基準の指導を受けた弊社社員により実施し、評価後に熟練運転員に評価結果の確認を実施頂いた画像を活用した。

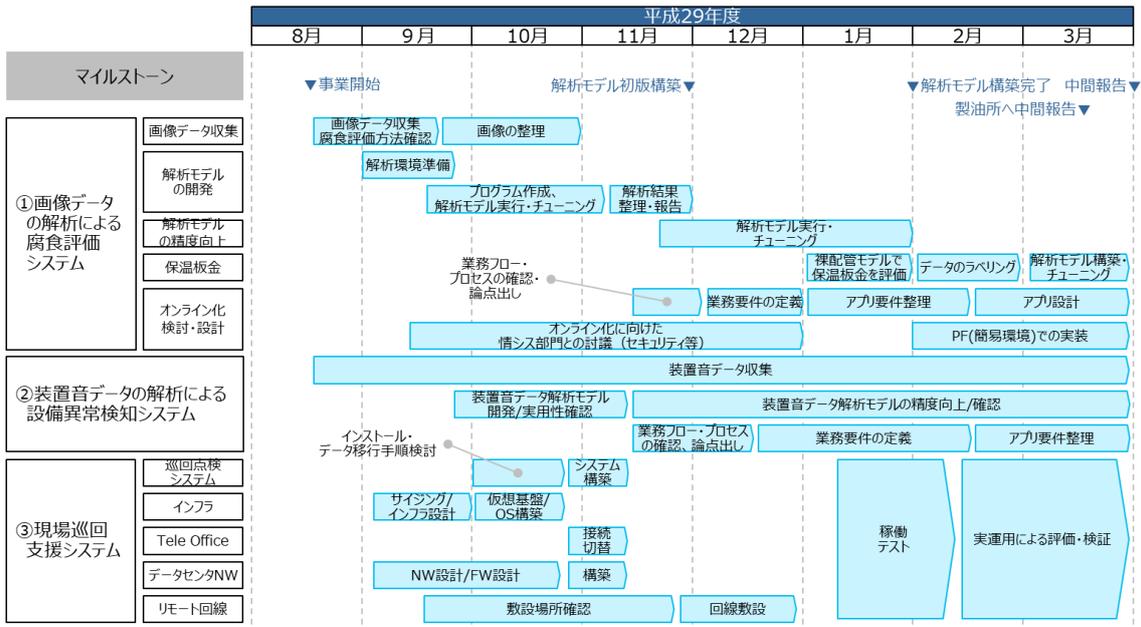


図1 平成29年度スケジュール

②平成30年度

【進め方】

平成29年度のアプリケーション設計内容に基づき、腐食評価システムを構築し、実用性の検証を行った。

【効果の検証方法】

腐食評価モデル、腐食評価システムが業務に組込まれることを検証した。

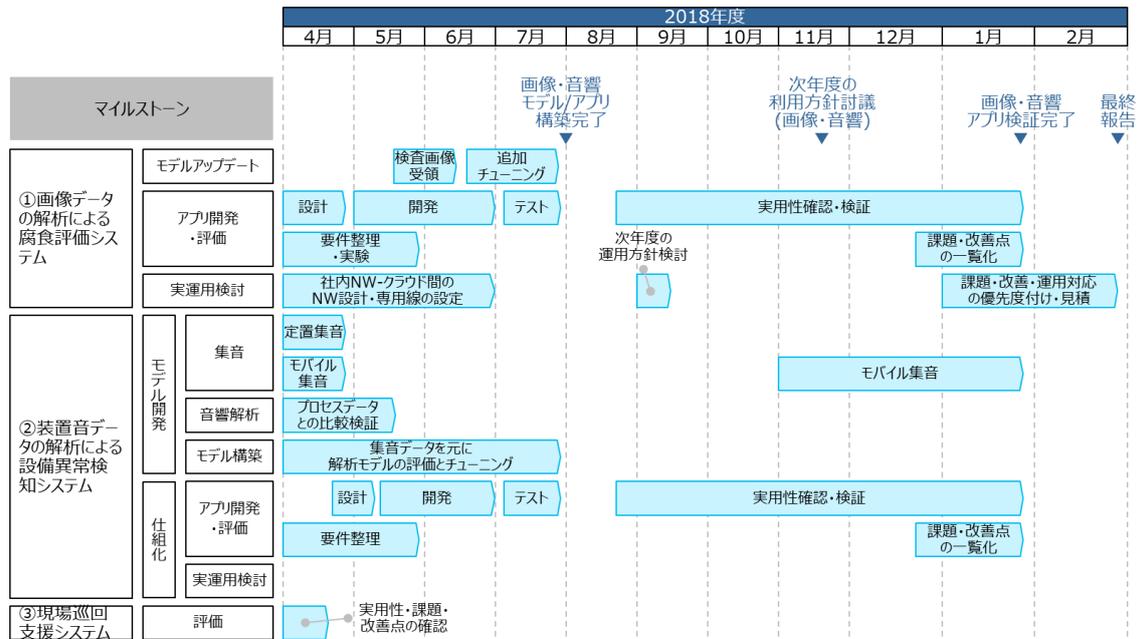


図2 平成30年度スケジュール

## 1-2 研究開発の内容と目標

### 1. 解決すべき技術的問題とその解決する手法

画像に映り込む対象は、必ずしも腐食配管に限らず、配管周囲の背景も含まれてしまう。そのため、対象となる配管の領域をその画像から適切に識別・切り出し、さらにはその対象となった配管を一定のレベルで分類し、そのレベルが熟練従業員の識別したレベルと整合するかを確認した。画像解析には、ディープラーニングによる多層のニューラルネットワークを用いて対象域の識別及び腐食レベルの分類を行なうこととした。

### 2. 達成目標

#### ①平成 29 年度

##### 【目標】

画像解析モデルの腐食の進行度合いの評価精度として 80%を目標とした。(一般的な配管外面を対象とする)

さらに、従来、点検員が目視で行なっていた腐食の進行度合いを機械による判断に切り替えることでその判断レベル自体を統一していくこと、及び上記機器によって自動判断することで従来目視・判断・報告・共有にかかっていた業務時間を短縮していくことも併せて目標とした。

#### ②平成 30 年度

##### 【目標】

腐食評価システムについて、実業務での利用に向けて、現場作業員が巡回点検で用いる防爆モバイル端末を利用した腐食評価の検証として、以下が実現できているかの検証を行なった。

- 防爆モバイル端末による対象装置の画像取得、アップロード
- 平成 29 年度に開発した画像解析モデルによる腐食度の評価
- 本社や計器室、現場での腐食評価結果の閲覧

検証結果については、検証を行なうプラントの現場作業員へのヒアリングや、腐食評価システム内に評価結果に誤りがある場合は誤評価フラグを付与できる機能を実装することでチューニングが必要な点を明確化し、事業終了後の社会実装に向けた改善要望や課題の整理を行なった。

## 1-3 研究開発の成果

### 1. 検証結果

#### ①平成 29 年度

再現率を用いて精度評価を行い、目標である精度 80%は達成することができた。なお、精度算出については、現場有識者と討議し、6 段階の腐食ランク個別毎に精度を算出するのではなく、「問題無し」「要経過観察」「要対応」の観点から、裸配管・保温材配管それぞれ、表 1 に示した区分での精度算出とした。

表1 精度算出区分

	問題無し	要経過観察	要対応
裸配管	A・B	C・D	E・F
保温材配管	A・B・C	—	D・E・F

また、石油元売 A 社基準である A～F の 6 段階評価の内、問題ないとされる A・B ランクを除く、C～F の 4 段階評価として評価対象を絞ったところ、表 2、表 3 の通り更なる精度向上を確認することができた。

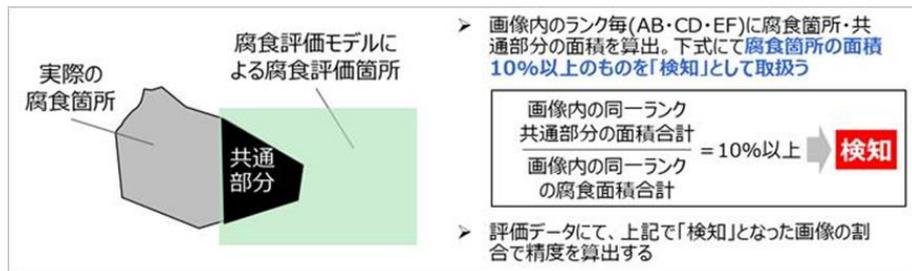


図3 精度算出方法（再現率）

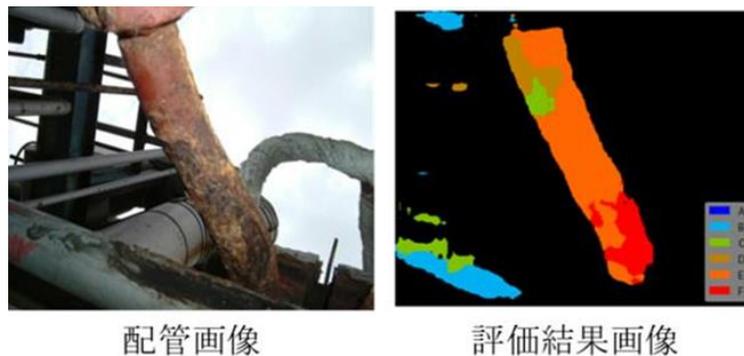


図4 腐食評価結果（裸配管）

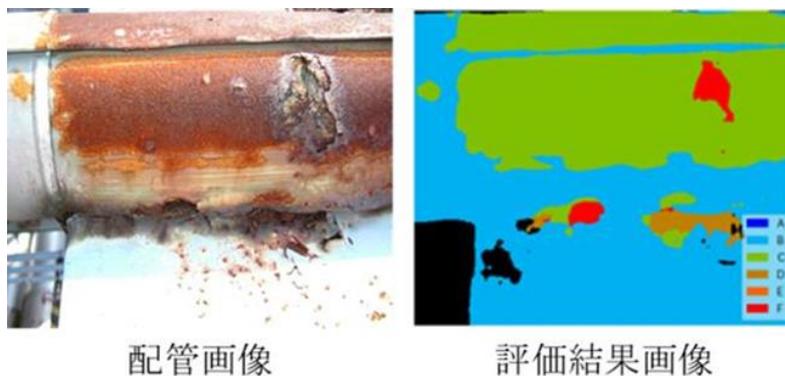


図5 腐食評価結果（保温材配管）

表2 精度結果（裸配管）

	評価パターン	A・B	C・D	E・F	背景	平均再現率
裸配管	6段階評価時	91.9%	81.1%	77.9%	100.0%	87.7%
	4段階評価時	—	91.6%	87.8%	100.0%	93.1%

表3 精度結果（保温材配管）

	評価パターン	A・B	C	D・E・F	背景	平均再現率
保温材配管	6段階評価時	100.0%		47.8%	99.1%	82.3%
	4段階評価時	—	85.2%	81.0%	100.0%	88.7%

## ①平成30年度

平成29年度に実施したテーマ2のプラットフォームの設計に基づき、クラウド上へ腐食評価システムを実装した。本システムは新規利用時のパソコンへの専用ソフトインストールといった作業負担を削減するため、ブラウザでシステムへアクセスすることで、利用可能な仕組みを実装した。このため、本システムはネットワークに接続され、ブラウザが利用できる端末であれば、パソコンやモバイル等、マルチデバイスでの利用が可能となった。



図6 腐食評価システムの画面イメージ

実地検証を通して現場有識者より頂いた業務への効果、及び課題・改善要望のフィードバックは以下の通り。

### 【業務への効果】

現場有識者より、実地検証を通して以下ご意見を受けた。

- 外面腐食点検に於いては経験や担当業務により判断に差が出るため、機械化することで判断についてばらつきは無くなると思われる
- 配管画像解析結果は、二次検査要否の判断材料としても十分に活用できる。
- 経験の浅いオペレーター等の教材(教師)になり得る
- 防爆モバイル1台で撮影・アップロードが完結するため、現場巡回前の携行品準備時間が削減できる(ガス検・デジカメ・スプール図印刷等)
- 防爆モバイルが社内ネットワークと接続されていることで、画像移動時間が削減できる点も魅力である

### 【課題・改善要望】

現場有識者より、実地検証を通して以下ご意見を受けた。

- 配管図検索に時間を要するため、配管図管理システムとの連携等、効率化が必要
- 運転員が夜間に点検作業を実施する場合もあるため、夜間でも利用可能となると良い
- 音声による画面展開、テキスト入力等が必要

- 撮影画像を一括アップロードできると良い
- 将来的にドローンによる高所点検や、配管以外(タンク等)の点検にも期待

## 2. 達成できた点

- 精度 80%以上の精度を満たす裸配管用、保温材配管用腐食評価モデルの構築
- 腐食評価モデルを実装した実業務で利用可能な腐食評価システムをクラウド上で実装

## b)「装置音データの解析による設備異常検知システムの構築」

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### 1. 概要

可聴域外を含む設備からの音を解析可能なデータとして取得・蓄積し、これらのデータをディープラーニング等の新規技術を用いて解析することで、設備の異常を検知するシステムを構築し、当該システムの効果の検証を行なった。

動機械が連続運転を行なうにあたって、その時間的長さを起因として発生する、金属疲労、回転軸のズレや、潤滑油等が要因となる汚れ等の付着が長期的に故障に至るといふ仮説を、音を用いて解析可能であるということを実証することとした。

#### 2. 実施計画

##### ①平成 29 年度

##### 【進め方】

教師データとなる音データの収集、正常・異常等の対応付けを行なった。これらの音データをもとに音データ解析モデルを構築する。評価用の音データを用いて音解析モデルの妥当性の検証を行なった。

##### 【効果の検証方法】

教師用の音データにより学習した音データ解析モデルに対し、評価用の音データを用いて、正しく異常の検知が可能となっているかを検証した。

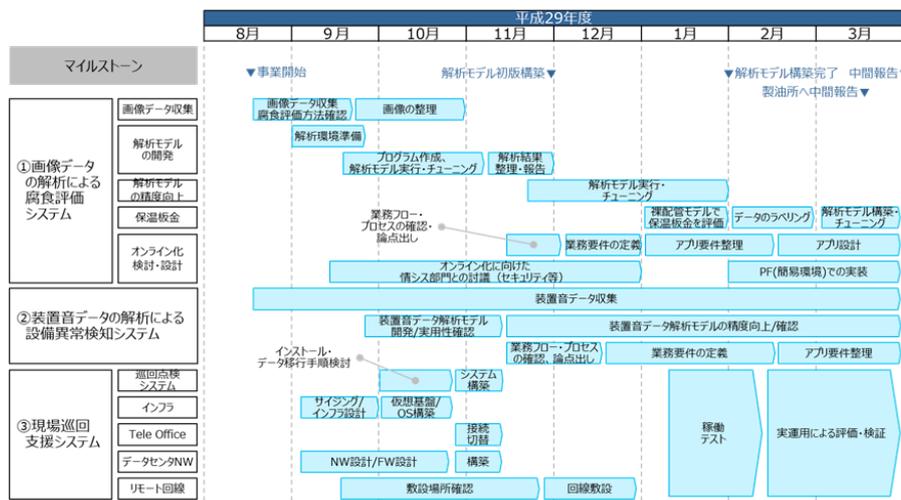


図 7 平成 29 年度スケジュール

## ②平成 30 年度

### 【進め方】

防爆モバイル端末上で稼働する設備異常検知システムを構築した。

### 【効果の検証方法】

平成 29 年度に構築した音データ解析モデルが業務に組込まれることを検証した。

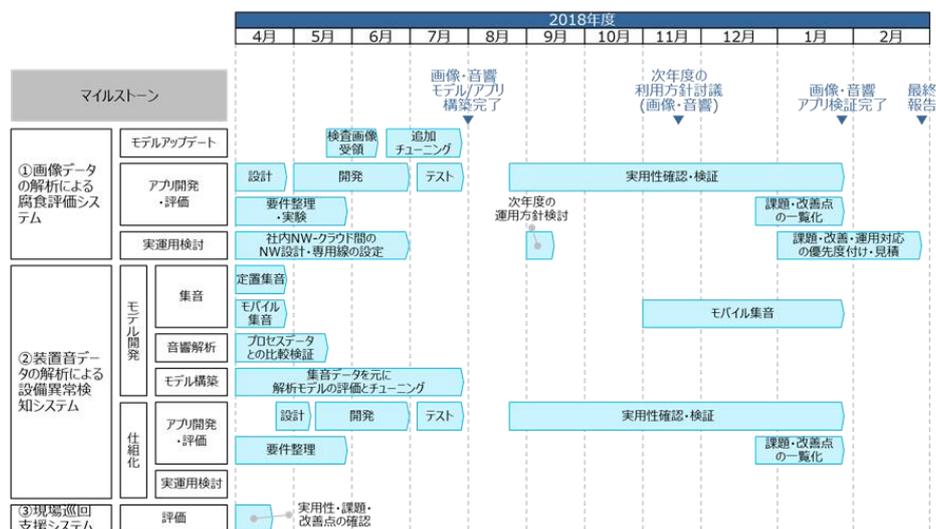


図 8 平成 30 年度スケジュール

## 1-2 研究開発の内容と目標

### 1. 解決すべき技術的問題とその解決する手法

製油所現場に設置する機器は防爆仕様であることが既定されていることから、装置音を取得するマイクは防爆仕様であることが必須である。このため、以下 2 種類の方法で装置音を取得した。

#### ①防爆対応を行なった定置マイクによる集音

通常販売されているマイクは防爆仕様ではないため、マイク自体を箱で覆い、箱の内部に空気を送風し、箱内部の気圧を高くすることで防爆化を実現した。なお、この定置マイク(以下、集音 BOX)は、実証サイトの製油所内に構築した。

#### ②防爆仕様のモバイル端末による集音

巡回点検に利用している防爆モバイル端末に録音用のアプリケーションをインストールし、定期的に装置周辺の音を録音した。

なお、機械の運転音には、ノイズや複数の異なる周波数の音が混在しており、故障及び、その予兆となる音を抽出するにあたっては、必要となる情報のみを膨大な情報の中から抽出、識別する必要がある。これらの疎な情報の中から、いかに識別するかを AI・ディープラーニングを用いて、解析することが今回の技術的課題となる。これらの技術的課題を解決にあたっては、アクセントゥア及びパナソニックソリューションズジャパンそれぞれのデータ解析ソフトウェアで解析することで、より良い解析モデル構築を目指すこととした。

## 2. 達成目標

### ①平成 29 年度

#### 【目標】

レシプロコンプレッサを対象に、10 分以上前に故障に繋がる状態の検知を行えることを目標として設定した。現状、運転員によって機器に問題が発生して事後に検知している状態から、少なくとも運転の調整に必要な間合い確保という観点で 10 分以上前と目標を設定した。

### ②平成 30 年度

#### 【目標】

開発した音データ解析モデルを防爆モバイル端末上で利用可能なアプリケーション構築し、現場作業員が巡回点検業務で用いる防爆モバイル端末にインストールの上、巡回点検業務の中で、対象装置の稼働音に基づく設備異常検知が可能となることを目標とした。

## 1-3 研究開発の成果

### 1. 検証結果

#### ①平成 29 年度

教師データ取得のための集音期間の中で発生した、レシプロコンプレッサのバルブ・ロッドパッキン不具合時の音を日次で 20 分程度、約半年間集音し、設備異常検知モデルを構築した。

従来用いられていた設備データを用いた検知方法に比べ、10 日程度早く検知できる可能性を確認した。

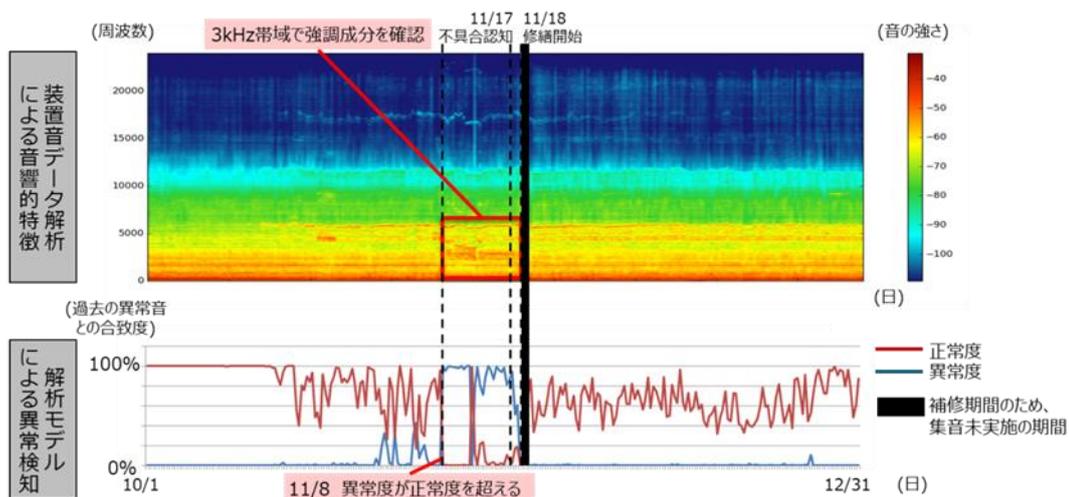


図 9 設備異常検知モデルによる装置音データ解析結果

#### ②平成 30 年度

防爆モバイル上にモバイルアプリとして設備異常検知モデルを実装した。今回、クラウド等の外部サーバへデータを送信し、解析するのではなく、オフラインのアプリとして

開発を行ったことで、ネットワークが不安定なプラント現場からのデータ送付に掛かる時間を削減した。

本アプリでは集音から解析まで約 1 分程度で診断することが可能。



図 10 設備異常検知システムの画面イメージ

### 【業務への効果】

現場有識者より、実地検証を通して以下ご意見を受けた。

- 集音、解析の時間が短く、現場での負荷が小さい。
- 過去履歴が閲覧し易く、且つ長期間閲覧できるため、傾向管理として十分に利用できる。
- 人の感覚(音、触手による振動等)よりも先に兆候をとらえられている

### 2. 達成できた点

- 既存の検知方法に比べ 10 日程度早く設備異常を検知できる可能性のある設備異常検知モデルの構築
- 設備異常検知モデルを実装した実業務で利用可能な設備異常検知システムをモバイルアプリとして実装

## c)「モバイル巡回点検システムの構築」

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### 1. 概要

経済産業省委託事業「平成 28 年度 IoT 推進のための社会システム推進事業(自主保安高度化事業)」において導入したモバイル巡回点検システムを、石油元売 A 社のデータセンタに構築し、製油所ネットワークに接続することとした。これにより、巡回点検業務で記録する各種設備の情報を石油元売 A 社のセキュリティガイドラインが準拠された機密性の高いシステム環境で管理することを可能とする。また、製油所ネットワークを経由した動画を用いたリアルタイムコミュニケーションの機能を構築することとした。

本取組みにおいては、これまではそれぞれにデバイス等が必要であった装置音データ、画像データ、点検データを 1 つのデバイス(防爆モバイル端末)で取得・蓄積できるシステム及びネットワーク環境を構築することを取組みにおける新規性と設定した。

## 2. 実施計画

### ①平成 29 年度

#### 【進め方】

実証サイト内にモバイル巡回点検システムを構築し、実証実験、効果の検証を行なう。

実証サイト内に、動画を用いたリアルタイムコミュニケーションの仕組みを構築する。

#### 【効果の検証方法】

平成 29 年度中に当該システムを構築する。効果の検証は平成 30 年度に実施する。

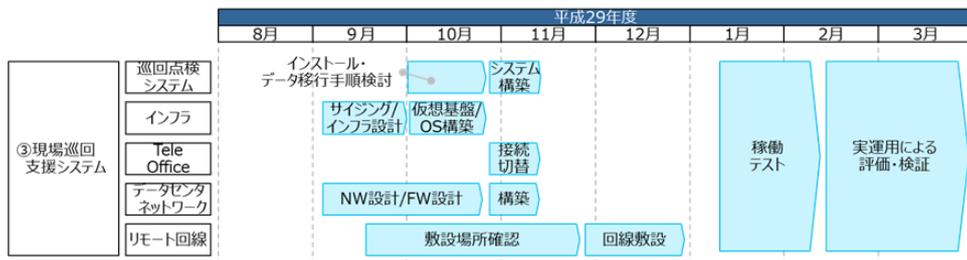


図 11 平成 29 年度スケジュール

### ②平成 30 年度

#### 【進め方】

平成 29 年度に構築したシステムの実運用による評価検証を行なうことで、取り組みの効果、システムの課題・改善箇所を明らかにする。

#### 【効果の検証方法】

- システム評価: 下記の観点に基づき、エンドユーザへヒアリングを実施する。

評価の観点		
HW	防爆モバイル端末	安全性
		操作性
		経済性
		導入容易性
SW	巡回点検アプリケーション	安全性
		操作性
		経済性
		導入容易性
NW	閉域網	安全性
		操作性
		経済性
		導入容易性

図 12 評価の観点

- 業務への効果: 下記観点でエンドユーザへヒアリングを実施する。
  - データの活用による保安の高度化
  - 巡回点検における作業ミス
  - 巡回点検業務における作業効率性
- 課題・改善要望: エンドユーザからのアンケート結果から抽出する。

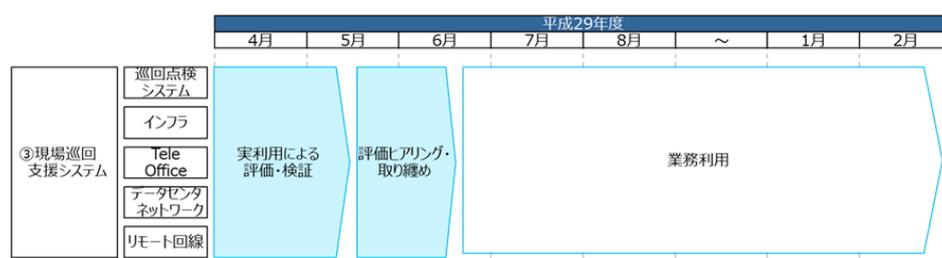


図 13 平成 30 年度スケジュール

## 1-2 研究開発の内容と目標

### 1. 解決すべき技術的問題とその解決する手法

製油所現場に携帯する機器は防爆仕様であることが既定されていることから、巡回点検時に使用するモバイル端末は防爆仕様であることが必要である。通常販売されているモバイル端末(スマートフォン・タブレット等)は防爆仕様ではないため、製油所で利用可能な防爆仕様のモバイル端末を準備した。

また、製油所現場ではモバイル端末が通信可能なりモートネットワークは敷設されていない。Wi-Fi を新規に敷設することも考えられるが、無線ルータの防爆化や広大な製油所内に LAN ケーブルを敷設することは、期間的にも費用的にも難しいため、通信キャリアの SIM を防爆モバイル端末に挿入し、4G/3G でリモート通信を実現した。

### 2. 達成目標

#### ①平成 29 年度

##### 【目標】

本番環境にてモバイル巡回点検システムを構築し、平成 28 年度に構築したプロトタイプ環境と同じ機能(巡回点検データの取得・蓄積)に加え、対象装置の画像・音の取得を実業務で利用可能とすることを目標とした。また、動画によるコミュニケーションを現場と計器室等で利用可能にし、巡回点検業務で実証実験が可能となっていることを目標とした。

#### ②平成 30 年度

##### 【目標】

構築したモバイル巡回点検システムの他の課や製油所への展開に向け、現場作業員へのヒアリング等により課題、及び対策やシステムの改善箇所が明らかになっていることを目標とした。

### 1-3 研究開発の成果

#### 1. 検証結果

##### ①平成 30 年度

##### 【システム評価】

結果は下記の通り。防爆モバイル端末の操作性について、画面サイズが現場での利用においては画面サイズが小さく視認性が悪いという意見があった。その他については、継続利用可能であり今後の展開のベースになりうる。

評価の観点		評価結果 (○:継続利用可能、△:継続利用時は要改善、×:継続利用不可)	
HW	防爆 モバイル 端末	安全性	○ 防爆仕様(2種)で耐久性に優れ、利用端末10台は2016/12以降、故障無し
		操作性	△ 5インチのためデータ採取は問題無いが、技術図書閲覧は困難
		経済性	○ 約70万円/台と高価。一方、国内の防爆認定を受けているiPadも同額程度
		導入容易性	○ 防爆モバイルの調達に見積・発注・納品で3か月程度のリードタイムが発生
SW	巡回 点検 システム	安全性	○ ユーザ認証、権限管理、PW暗号化を実施
		操作性	○ 操作は理解し易く、ベテラン・若手で理解度に差は無い。システム化に伴う業務負荷増も無し
		経済性	- 未評価 (実運用、新規展開時(業務分析含む)の見積、他製品比較は本事業では未実施)
		導入容易性	○ 標準的なシステム構成 (特殊なシステム・サーバは不要)
NW	閉域網	安全性	○ クローズドな環境であり、UNO間での通信のみ許可され、外部との接続不可
		操作性	-
		経済性	○ 他閉域網サービスと同額程度
		導入容易性	○ SIMは発注・納品で1か月程度、専用線の敷設は3か月程度のリードタイムが必要

図 14 システム評価結果

##### 【業務への効果】

システム導入・オンライン化により、保安高度化等の効果・可能性を確認。現場からも紙運用へ戻すことは考えられず、当該システムを継続利用したい、他所・他部への展開も有効とご意見頂く。

<p><b>&lt;データの活用による保安の高度化&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 以下の可能性を確認           <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 点検値の過去トレンド表示により、設備状態変化への気づき</li> <li>✓ 点検計画、点検結果を電子化・蓄積する仕組み構築による、より効果的・効率的な点検計画見直し</li> <li>✓ 点検値(数値データ)に対し閾値を設定しアラート表示することで、装置の健全性確認や、運転異常の見落とし抑制に活用できる</li> <li>✓ 電子化・蓄積された巡回点検データのデータ解析への活用が期待される               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 現場計器設置及び巡回点検データ収集により、センサーによるデータ収集を補完</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<p><b>&lt;作業ミス防止&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日付毎の点検項目の事前システム設定により、点検シートの選択ミスや点検漏れが抑制された</li> </ul>
<p><b>&lt;作業効率向上&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 点検漏れによる差戻し回数が1/5程度に減少した</li> <li>➢ オフライン時は巡回点検システム用PCと業務PCが分かれており、設置場所も離れていて作業に時間を要していたが、業務PCで操作可能になったことで作業効率化された</li> <li>➢ モバイルで撮影した画像を業務PCへ取込む負荷が削減された</li> <li>➢ 点検結果の一覧化による直長チェック・承認時間の短縮の可能性が確認された</li> <li>➢ 計器室-現場間で、音声・動画・静止画共有でのリアルタイムコミュニケーションが実施できる可能性を確認した</li> </ul>

図 15 業務効果のヒアリング結果

##### 【課題・改善要望】

エンドユーザへアンケートを実施し、当該システムの課題・改善要望を抽出した。即時対応可能なものは対応済み。

表4 現場有識者より頂いた課題・改善要望一覧

項	要望	対応検討
1	スポット的なデータ収集を点検項目に追加したい。	標準機能（点検タイプを分ける）対応する。
2	タブレット画面で直員コメントを記入したい。	カスタマイズで対応。
3	巡回点検指示に漏れがないことを確認したい。	標準機能（セクションの要領添付機能）で対応する。
4	巡回点検レポートの改行を改良して欲しい。	組み入れている製品ソフトの仕様上、対応不可。
5	巡回点検レポートで、同一機器名が続く場合、機器名を1回だけの出力にして欲しい。	カスタマイズで対応。
6	巡回点検レポートはブラウザに表示して欲しい。	ブラウザ設定で対応可能。石油元売A社で対応済み。
7	SD/SU⇔NOR切替えを使用管理者で変更可能にして欲しい。	標準機能（巡回点検計画の有効⇔無効化）で対応する。
8	タブレット画面で、点検項目の無効と入力完了でアイコン色を分けて欲しい。	カスタマイズで対応。
9	タグエクスペローラ画面にて、タスクグループの検索フィルタに条件を直接入力したい。	カスタマイズで対応。

## 2. 達成できた点

- モバイル巡回点検システム及び、その過程で構築するインフラ、ネットワーク基盤の構築
- 巡回点検業務の効率化、データの取得・蓄積

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### ①精度向上・検知対象拡大

- ✓ PoC 拠点を拡大し、モデルに対する要望を抽出し、更なる精度向上に向け、モデルのチューニングを実施
- ✓ 他機器・設備を対象にした解析モデル構築し、更なる点検業務負荷削減を目指す

### ②利便性向上

- ✓ モバイル端末やネットワーク等のインフラ基盤の改善、及びシステム機能を拡充し、簡易な点検結果記録や後続部門連携を実現

### ③ ロボティクスとの組合せ

- ✓ ドローンや自律走行車等のロボティクスを活用し、現場での1次点検作業負荷を削減しつつ、自動点検を活用した点検頻度増加により保安の高度化を実現

## ●特許論文等リスト

以下のフォーマット(例)を参考に、プロジェクト開始以降の特許論文等の情報を記入する。なお、評価の際は情報が最新である旨事前に確認しておくこと。

### 【特許】

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	—	—	—	—	—	—	—

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

### 【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	—	—	—	—	—	—

### 【外部発表】

#### (a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	秦 央彦	素材・エネルギー本部	モバイル端末とデータ解析技術を活用した運転員の業務高度化の取組み	第40回 2018 産業安全対策シンポジウム	2018年2月
2	今村 彰太郎	素材・エネルギー本部	配管腐食評価システム	j5 Japan Workshop 2018	2018年9月
3	今村 彰太郎	素材・エネルギー本部	配管腐食評価システム	CEATEC JAPAN 2018	2018年10月

#### (b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	アクセンチュア 素材・エネルギー本部	IoT 技術を活用した保安高度化の取組み	日本工業出版 配管技術 2019年2月号	2019年1月

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-1 各種データ(設備、運転、点検、テキスト、環境、熟練従業員のノウハウ等)の活用により保安を高度化するシステムの構築

#### (4)「運転データ等による異常検知・事故予測システム」

国立大学法人鳥取大学  
日本電気株式会社  
国立大学法人筑波大学

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### 概要

石油精製プロセスなどのコンビナート設備では、弛まぬ自主保安力の向上を図るものの、事故の撲滅には至っていない。各事業所では、ヒヤリハット報告や各種プロセスデータは、日々、蓄積されているが、事故の分析や対策に十分には活用されていない。そこで、本事業では、新たな手法によって事業所に蓄積された情報を分析・活用し、今までに成しえなかった事故予兆システムを開発し、事故の芽を摘む活動を支援する。また、発生頻度の少ない事故の分析を可能とし、重大事故の発生を未然に防ぐ活動に繋げることで、自主保安力の向上に寄与する。

本事業では、モデル事業所のプロセスデータを用いて設備や操業の異常を発報 TAG 群 (TAG:センサーの識別名称)として、時々刻々、予測し、確率推論によって過去のヒヤリハット報告内の事故や不具合に関わる発生頻度の高いキーワードを「気付き」として運転員に提示し、過去の知見から事故の未然防止を実現するリアルタイム・リスクアセスメントシステムを開発する。また、運転員がエージェントとして参加する参加型ゲーミングとシミュレーションモデルを用いた、発生頻度の低い事故の予兆技術を開発する。さらに、モデル事業所のデータの問題事象の抽象化を特徴とする、事業所で未発生 of 重大事故に関わるリスク評価技術を開発する。

また、プラットフォーム事業者との連携し、コンセプトを共有することで、プラットフォームに搭載可能なシステムとして再構築し、その仕様を検討・決定する(H29年12月～H30年3月)。H30年度には、当該仕様に沿ったプラットフォーム上のシステムの試作を検討する。

なお、実施方法としては、月1回程度の「研究 C&R 会議」を実施し、参画メンバーによって研究内容の議論と進捗状況を確認する。また、適宜、モデル事業所で実験と報告を行い、評価を得る。(C&R:Check & Review)

#### 実施計画

##### ① 確率推論に基づくリアルタイム事故予兆システム(担当:国立大学法人 鳥取大学)

①	確率推論に基づくリアルタイム事故予兆システム(鳥取大学)	H29年 8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2・3月	4・5月	6・7月	8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2月
[1]	予測発報TAG群に基づく確率推論(オフライン)完成	キックオフ	DB紐付け精度向上	推論プログラム更新	評価(19件)						
[2]	予測発報TAG群に基づく確率推論(オンライン)実用化				実時間推論プログラム開発	インバリエント分析との連携実験	シナリオ作成実験	実用化検証	評価(20件)		
[3]	プラットフォームとの連携検討				HH+PEC-SAFER データベース構築	HH+SAFERによる事故予兆能力の検討	HHサンプル+外部型プラットフォーム検討				
目標	【平成29年度】	予測発報TAG群に基づく確率推論の精度向上(20件程度の事例についてモデル事業所より有効性評価を受ける)									
	【平成30年度】	リアルタイム確率推論による事故予兆と有用性検証(20件程度の分析によってモデル事業所より有効性評価を受ける)									

② インバリエント分析技術によるオンライン異常予兆検知(担当:日本電気株式会社)

	H29年 8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2・3月	4・5月	6・7月	8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2月
② インバリエント分析技術によるオンライン異常予兆検知(日本電気)	キックオフ	システム検証	オペレータ検証	モデル事業所評価			モデル事業所による運用	モデル事業所評価		
[1] オンライン異常予兆検知										
[2] リアルタイム・リスクアセスメントシステム連携			確率推論エンジンとの連携部分開発		確率推論エンジンとの連携					
[3] 業務適用検証		適用設計	モデル事業所評価							
目	【平成29年度】 モデル事業所における、脱硫装置のオンライン分析と有用性検証									
標	【平成30年度】 モデル事業所における、インバリエント分析と確率推論エンジンのリアルタイムシステムの評価									

③ 発生頻度の低い事故の予兆(担当:国立大学法人 筑波大学)

	H29年 8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2・3月	4・5月	6・7月	8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2月
③ 発生頻度の低い事故の予兆(筑波大学)										
[1] プロセスシミュレーションモデルの開発・実験・評価	キックオフ	モデル設計	モデル開発		評価(2件)	評価(3件)				
[2] 参加型ヒヤリハット発見ゲームの構築・実験・評価							モデル設計	ゲーム開発	評価(8件)	
目	【平成29年度】 統計処理では見出しにくい発生頻度の低い事故予兆(代表的事故発生シナリオ1件の発見・モデル事業所の評価)									
標	【平成30年度】 参加型ゲーミング&シミュレーションモデルの構築(10件以上の希少な事故予兆シナリオを抽出・モデル事業所の評価)									

④ 未発生事故リスクの評価技術の開発(担当:国立研究開発法人 産業技術総合研究所)

	H29年 8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2・3月	4・5月	6・7月	8・9月	10・11月	12月 H30年1月	2月
④ 未発生事故リスクの評価技術の開発(産業技術総合研究所)										
[1] ヒヤリハットの起承転結パターンの抽出システムの開発	キックオフ	データ整形、辞書作成	事象推論モデル作成	内容解釈パターン編纂						
[2] リスクのある自社未発生事故シナリオ指摘システムの開発と検証				キックオフ	マッチングソフト開発	事故シナリオ生成ソフト開発				有用性評価
目	【平成29年度】 ヒヤリハット報告データから事態の進展シーンと典型的起承転結の典型的パターンを抽出する。									
標	【平成30年度】 ヒヤリハット報告に基づき、リスクのある自社未発生事故シナリオを指摘する技術を開発し、有効性を検証する。									

1-2 研究開発の内容と目標

① 確率推論に基づくリアルタイム事故予兆システム(担当:国立大学法人 鳥取大学)

【平成29年度】

内容:

理論オントロジー(石油精製に係る理論や事故情報を木構造で体系化した知識集合)とヒヤリハット報告の紐付け、同報告と関連TAGとの紐付け、および不具合の類別精度の向上を図るとともに、推論プログラムの更新を行い、予測発報TAG群に基づくオフライン確率推論(アップストリーム分析:TAG群を入力としてそれらに関する事故や不具合に係る「気づき」情報を確率推論によって抽出する分析)の精度向上を目指す。具体的には、モデル事業所から提供済みのデータ(H26までの9年分)にH27年以降のデータを新たに加え、人手と機械学習によりデータベースの紐付けを見直す。アップストリーム分析から得られる「気づき」(20件程度)の事例分析を行い、モデル事業所により、経験知との整合性を検証する。また、インバリエント分析(日本電気株)のオンライン化と連動したリアルタイム確率推論プログラムの開発をおこなう。具体的には、確率推論エンジンとデータベースを、日本電気株がモデル事業所内で新たに構築するシステムに搭載する。

目標:

予測発報TAG群に基づく確率推論の精度向上を図る(20件程度の事例についてモデル事業所より有効性評価を受ける)。具体的には、理論オントロジーとヒヤリハット情報の紐付け精度の向上を図ることで、推論結果として抽出される、過去のヒヤリハットに内在する重要事象

(気づき)の信憑性が増す。これにより、モデル事業所では、「気づき」に基づくシナリオが発想しやすくなる。具体的には、想像されるシナリオの数量の増加とその納得性が上がることによって有用性が評価される。

#### 【平成 30 年度】

内容:

リアルタイム確率推論よって予測発報 TAG 群に基づくリアルタイム確率推論(アップストリーム分析)を行い、運転員への「気づき」提示実験を行う。具体的には、運転員の経験知によって「気づき」から想像される事故や不具合対策に関わるシナリオを作成いただき、それらを収集して分析する。これらを繰り返し行い、分析や対策の正当性を検証することで、リアルタイム・リスクアセスメントとする。本シナリオを分析して、実際に事故や不具合の発生とその対策として有効であった事例(20 件程度)を蓄積し、モデル事業所より本システムの有用性を確認する事を目標とする。

目標:

リアルタイム確率推論による事故予兆と有用性検証(20 件程度の分析によってモデル事業所より有効性評価を受ける)する。具体的には、発報予想 TAG 群による確率推論のリアルタイム化を図ることにより、プロセスの変化(異常となる傾向)にともない、時々刻々、推論される過去のヒヤリハット情報から抽出される重要事象(気づき)にも変化が現れ、そこから想像されるシナリオも変化してゆく。これにより、モデル事業所では、事故に繋がる危険レベルの推移を感じ取ることができ、現実に TAG が発報する以前に、取るべき対策を立案できる。これらの事例を積み重ねることによって、事故の芽を摘み取れることを検証し、事故予兆に基づくリアルタイム・リスクアセスメントの実証によって、その有用性が評価される。

#### ② インバリエント分析技術によるオンライン異常予兆検知(担当:日本電気株式会社)

##### 【平成 29 年度】

内容:

平成 28 年度 経済産業省「IoT 推進のための新産業モデル創出基盤整備事業」において、脱硫装置でのインバリエント分析技術による TAG の発報・異常予測の有効性を検証した。今年度は、実運用環境に接続したオンライン検証を行う。そのため、分析装置をモデル事業所に構築する。オンライン検証ではシステムレベルの検証とともに現場作業員の協力によるオペレーションレベルの検証を行い、現場実運用における有用性を確認する。予兆検知目標数:2 件以上

目標:

モデル事業所における脱硫装置のオンライン分析と有用性検証を行う。具体的には、モデル事業所において、インバリエント分析技術が運転オペレーションに組み込めることを検証する。また、運転オペレーションにおいて、異常検知アラームの発生頻度の妥当性を検証する。

##### 【平成 30 年度】

内容:

リアルタイム確率推論プログラム(鳥取大学)と連携して、予測発報 TAG 群を確率推論エンジンで利用可能とする。モデル事業所での運用により、インバリエント分析による検知対象装置を増やし、重要度の高い装置における有用性を確認する。そのため、分析装置を拡張し、より規模の大きい分析を可能とする。予兆検知目標数:1装置あたり2件以上

目標:

モデル事業所において、インバリエント分析と確率推論エンジンのリアルタイムシステムを評価する。具体的には、モデル事業所において、インバリエント分析の構築に向けて、追加装置のモデル化・監視の一連作業が可能であることを検証する。なお、実施方法としては、月1回程度の「モデル事象所ヒアリング会議」により、研究内容の議論とインバリエント分析への要求を確認していくことで、モデル事業所の意見を組み込み、評価を得る。

③ 発生頻度の低い事故の予兆(担当:国立大学法人 筑波大学)

【平成 29 年度】

内容:

統計処理では見出しにくい発生頻度の低い事故予兆に関わる知識を獲得し、事故予兆の予測性を向上させるため、対象プラントのプロセス応答モデルの作成と、それに基づくプロセスシミュレーションモデルを構築する。これをベースに、代表的な事故発生シナリオを再現することを目標とする。

目標:

プロセス応答モデルと確率推論モデルによるプロセスシミュレーションモデルの構築により、代表的な事故発生シナリオ1件の評価を実施する。具体的には、統計処理では見出しにくい発生頻度の低い事故予兆に関わる知識を獲得し、事故予兆の予測性を向上させるため、対象プラントのプロセス応答モデルの作成と、それに基づくプロセスシミュレーションモデルを構築する。これをベースに、代表的な事故発生シナリオを再現することを目標とする。

【平成 30 年度】

内容:

前年度で作成したプロセスモデルに、ヒヤリハット分析と理論オントロジーに基づいて生成された確率推論モデルを接続し、参加型ゲーミング&シミュレーションモデルを構築する。これを用いて、実際にプラント運転を担う運転員にその対応策を検討・実施していただき、その判断がプロセスにどのような影響を与えるかを分析する。これにより、10件以上の希少な事故予兆シナリオを抽出することを目指す。

目標:

参加型ゲーミング&シミュレーションモデルの構築と評価実験により、10件以上の事故予兆シナリオを抽出する。具体的には、前年度で作成したプロセスモデルに、ヒヤリハット分析と理論オントロジーに基づいて生成された確率推論モデルを接続し、参加型ゲーミング&シミュレーションモデルを構築する。これを用いて、実際にプラント運転を担うオペレータや作業員にその対応策を検討し実施していただき、オペレータの判断がプロセスにどのような影響を与えるかを分析する。これにより、10件以上の希少な事故予兆シナリオを抽出することを目指す。

④ 未発生事故リスクの評価技術の開発(担当:[再委託先] 国立研究開発法人 産業技術総合研究所)

【平成 29 年度】

内容:

事故原因・過程・結果の類型体系を作成する。ヒヤリハット報告等の不具合情報および操業データを基に未発生の重大事故の可能性を評価する技術の基盤として、これらデータの中に問題事象の起承転結がどのように存在しているか、その類型を統計分析によって抽出する。具体的には、まず、事故の進展過程での1シーンを、ヒヤリハット報告中の用語や、操業データ等の数値データとの組み合わせによって把握するという、「シーン分散表現化」を行う。次に、分散表現されたシーンの間の類似性を元にクラスタリングを行い、典型的頻出シーンを抽出し、そのシーンの連鎖についても頻出するものを典型的起承転結として抽出する。抽出された典型的起承転結に対して、化学工学・安全工学的な解釈を付加して内容を適正化し抽象度を整え、事故進展パターンの分類体系として作成する。

目標:

事故のヒヤリハットを記録したテキストデータや数値データを収集し、それらに対してシーン分散表現化と典型的起承転結の抽出を行い、それに化学工学・安全工学の検知からの解釈を与える。こうして、個別のヒヤリハットの間での共通性を明らかにし、その事故原因・過程・結果の典型的なパターンを体系として編成することで、分散表現の有効性を示す。

【平成 30 年度】

内容:

未発生ながらも将来起こりえる重大事故のシナリオを生成できるようにする。特定のヒヤリハット情報を、前年度開発した事故進展パターンの体系に照らし合わせて、装置の違いなど表面的な差違があれども本質的に類似する事故事例を検索し、そのシナリオを原型として一步間違えば容易に到達しえる重大事故シナリオを生成するシステムを開発する。具体的には、まず前年度開発した事故の進展パターンの遷移を確率モデル化する。すると、未発生ではあるが発生しえる事故進展パターンが指摘できる。それは単純化して言えば、ある事故の前半と別の事故の後半のシーン進展をつなぎ合わせて大きな事故のシナリオを作るといった操作であるが、一般には膨大なシナリオ候補が浮上することになる。よってそれら候補を絞り込む処理も備える。例えば、特定の不具合事例が典型的起承転結のどれに最も類似するかマッチングをとる機能を開発し、その不具合から到達しえる重大な結末に終わるシナリオを生成する。あるいは、重大な結末を指定し、それに到達する確率が最も高いシナリオ候補を「最尤シナリオ」として選抜をする。以上の処理によって生成され選抜された事故シナリオのうち、未だ事前の想定や防護策が手薄なものを、重大事故シナリオとして生成し、モデル事業所に報告する。

目標:

事故進展シーンの分散表現と典型的起承転結のデータセットを元に、シーン進展の確率モデルを作成し、未発生シナリオを生成し、それぞれのリスクを推定して選別し、未発生重大事故のシナリオとして報告するシステムを開発する。そして、生成されたシナリオを専門家や運転員に示し、人間の事前想定が手薄だったリスクに対する「気付き」を提供するかを評価し、本システムの有効性を検証する。

### 1-3 研究開発の成果

#### ① 確率推論に基づくリアルタイム事故予兆システム(担当:国立大学法人 鳥取大学)

(1) 理論オントロジーとヒヤリハットの紐付けと同報告と関連TAG との紐付け精度を約40%改善することで、予測発報TAG群に基づくオフライン確率推論(アップストリーム分析)の推論結果の情報量と質が向上した。[H29]

(2) 19件のオフライン検証 I により、推論結果の情報量と質が向上によって、シナリオの作成が容易になるとの評価を得た。[H29]

(3) モデル事業所において、リスクアセスメントシステムを用いてオフライン検証 II を行った。リスクアセスメントが運用され、インバリエント分析が「異常」が起こる一定時間前(対策を講じることができる時間を確保)に、発報TAG群を異常検知結果として出力する場合、15件の事例のうち、「設備損傷回避」(1/15件)、「製品品質低下回避」(5/15件)、「生産性低下回避」(6/15件)、および「期待される経済効果あり」(7/15件)が見出された。また、これにより、重大インシデントの10~20%低減に寄与することが期待される。従来は、ヒヤリハットは検索などによるオフライン分析に用いられてきた。本事業では、大量のヒヤリハットによる事故要因推論とオンライン異常検知技術を組み合わせた事故予知技術を開発した。技術の優位性は明らかであり、有用性を見出したことは業界初である。[H30]

(4) 理論オントロジーを背景として、ヒヤリハットとSAFER事例とを紐付けたデータベースを用いた確率推論を行った。発報TAG情報を起点とし、全ヒヤリハットを用いて推論されたインシデントから、理論的に整合するSAFER事例を見出すことができた。普遍性の高い理論を背景として、異種のデータベースを紐付けることの有用性を検証した。ヒヤリハットと外部データベースとの連携分析手法は、目標以外の成果である。[H30]

(5) プラットフォームについては、ユーザー間で解析結果を共有することを特徴とするタイプ1と(4)の結果に基づき、複数データベース(ヒヤリハットとJPEC-SAFER など)による分析を特徴とするタイプ2を提案した。プラットフォーム事業者との連携については未達である。引き続き魅力ある解析メニューの開発と開発の効率化(開発コスト低減)を進める。[H30]

#### ② インバリエント分析技術によるオンライン異常予兆検知(担当:日本電気株式会社)

(1) 目標としていた「1 装置あたり 2 件以上の予兆検知」、「ベイジアンネットとの連携」、「運用オペレーション組み込み検討」の全てを検証することができた。

(2) 特に予兆検知では、DCS の閾値監視では気づき難い異常に対し、センサ間の関連性に着目したインバリエント分析技術にて 91 時間前に検知する事ができた。このことから DCS だけでなく、インバリエント分析技術を組み合わせることにより、事前に対策可能であり、プラントのさらなる安全・安心に寄与することが可能であると考えられる。

#### ③ 発生頻度の低い事故の予兆(担当:国立大学法人 筑波大学)

(1) 合計 13 件の新たなヒヤリハットが発見され、これらを既存のヒヤリハット全記録と照合したところ、関連する重要タグのヒヤリハットは複数あったものの、同等のヒヤリハットは発見できなかった。これらから、発見されたヒヤリハットは、発生頻度が低い事故の予兆を示すものと推定される。

- (2)プラント制御監視システムを模擬したプロセスシミュレータの開発と実験によって、新たなヒヤリハットを5件発見することができた。
- (3)ヒヤリハット発見ゲームの開発と実験によって8件の新たなヒヤリハットを効率的に発見することに成功した。
- ⑤ 未発生事故リスクの評価技術の開発(担当:[再委託先] 国立研究開発法人 産業技術総合研究所)
- (1)分散表現による報告書のシーン・ストーリー抽出技術を開発した。
- (2)化学プラントでのヒヤリハット報告文テキストデータ群に対し、上記手法を適用し、ヒヤリハットの過程で生じる典型的なシーンと起承転結を抽出することで、その有効性を明らかにした。
- (3)ヒヤリハット報告文のストーリーを未発生重大事故のストーリーに延長するため、世界の重大事故事例テキストデータを利用し、両者の起承転結を接続する手法を開発した。
- (4)世界の重大事故事例テキストデータとしてJPEC SAFER収録の425件の報告書を採用し、その分散表現処理を行った。これにより、重大事故の傾向を文書分類樹形図に可視化することで明らかにした。
- (5)上記で開発した分散表現技術を使い、ヒヤリハットと世界の重大事故との類似性マッチングを行い、その結果をモデル事業所の専門家に評価していただいた。これにより、稀な悪天候や微小な化学成分といった、通常はトラブルのもとになる回数は少ないが、社や設備の違いを超えて共通性の高いリスクを3件指摘することができ、有効性を評価できた。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

「確率推論に基づくリアルタイム事故予兆システム(鳥取大学)」の成果の実用化・事業化

A: 成果(ヒヤリハット情報の確率推論による事故予知技術)をモデル事業所で発展・展開して自主保案力の向上に貢献する。

(1) 発展・展開の概要を以下に示す。

- ① 開発技術の定着化と他工程への展開
- ② AIによる事故シナリオの自動生成
- ③ ヒヤリハットと外部の安全関連情報との連携分析
- ④ 人材育成／技術伝承システムの構築

(2) モデル事業との共同研究として取り組むことからユーザーニーズに合致している。複数工程における活用により、事業所全体の安全レベルの向上と人材育成や技術伝承などの教育効果を見込んでいる。従来はヒヤリハットを検索して情報を抽出していた。本事業では多量のヒヤリハットをAI技術である確率推論により統計的に重要事象を抽出しており、優位性は明らかである。

(3) 鳥取大学がモデル事業との共同研究として取り組み、上記①～④の課題を3年間で達成する。

B: 開発した技術を汎用化してプラットフォーム等で社会利用を開始する。

(1) 開発技術をパッケージ化することでプラットフォーム向けに分析メニューを整備する。

(2) プラットフォーマーとの連携が課題

●特許論文等リスト

【特許】 なし

【論文】 なし

【外部発表】

(a)学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	松井亮太	鳥取大学	確率推論を用いたヒヤリ・ハット分析による石油プラントの危険度推定	第47回石油学会・石油化学討論会	2017/11
2	山下貴史	鳥取大学	ヒヤリハットと事故事例データベースを用いた確率推論によるリスクアセスメント	第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2018/11

(b)新聞・雑誌等への掲載 なし

(c)その他

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	北村章	鳥取大学	製造ビッグデータの確率推論によるリアルタイム・リスクアセスメント	イノベーションジャパン2017	2017/11
2	北村章	鳥取大学	製造業×データサイエンス～製造現場における BayoLink のリアルタイム活用～	㈱NTT 数理システム主催セミナー	2018/11

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-2 保安の高度化を実現するプラットフォームの開発

#### (1)「製油所向けに企業横断的に使用可能となるプラットフォームの開発」

一般財団法人石油エネルギー技術センター  
アクセンチュア株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### 【研究開発の概要】

業界横断で利用可能な、ノウハウを蓄積・維持・再活用できるプラットフォームを構築する。

また、プラットフォームについて、AI・機械学習等を利用した高度な解析機能等を保持し、各種解析システムの必要な部分が業界横断的に利用可能となるための検討、開発、検証を行う。

#### 【実施計画】

[平成 29 年度]

- 一般財団法人石油エネルギー技術センター
  - ・ ワーキンググループ、ニーズ/課題整理・要件定義
  - ・ 要件の妥当性、有用性等の検証
- アクセンチュア株式会社：
  - ・ プラットフォーム設計及び開発

[平成 30 年度]

- 一般財団法人石油エネルギー技術センター
  - ・ 実証実験でのプラットフォームによる保安力の向上、要件の妥当性等の評価・検証
  - ・ プラットフォーム及び②-1(3)各システムの使い方シナリオ検討。費用対効果検討
  - ・ ビジネスモデル及びデータプロファイル構想検討
- アクセンチュア株式会社：
  - ・ 画像データ共有による腐食評価システムの解析モデルの精度向上の検証
  - ・ 教師データ追加による腐食評価システムの解析モデルの精度向上の検証
  - ・ 実証実験によるプラットフォームの機能・非機能に対する評価・検証
  - ・ プラットフォームの実務適用にあたる課題検討
  - ・ 未搭載モデルのプラットフォーム搭載に向けた前提条件及び共通要素検討

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### 【研究開発の内容】

- 1) プラットフォーム上で実現するユースケース(業務要件・機能要件)の整理
- 2) 非機能要件の整理
- 3) プラットフォームの設計
- 4) プラットフォームの構築
- 5) プラットフォームおよびテーマ1のシステムの費用対効果の検討
- 6) プラットフォームの将来構想検討

## 【達成目標】

### [平成29年度]

- ▶ 一般財団法人石油エネルギー技術センター：
  - ・データプロファイルを含む「プラットフォーム要求仕様」の確定。
- ▶ アクセンチュア株式会社：
  - ・データプロファイルを含む「プラットフォーム要件定義」の確定。
  - ・プラットフォームを構築した上で、1企業の1製油所と接続され、②-1(3)での画像データの解析による腐食評価システムにおける解析モデルが実装され、利用可能であること。

### [平成30年度]

- ▶ 一般財団法人石油エネルギー技術センター：
  - ・②-1(3)のシステムのうちの一部を実装したプラットフォームについて、1製油所において評価が完了。また、ユーザー視点から見たプラットフォーム高度化への課題抽出が完了
  - ・プラットフォームに②-1(3)の各システムが実装された場合、それぞれについてのユーザー視点での使い方シナリオ策定完了。費用対効果の検討完了。
  - ・②-1(3)の各システム及びそれ以外の多数の解析システムのプラットフォームへの実装を見据えたデータプロファイルのあり方に対する提言の取りまとめ完了。
  - ・プラットフォームのビジネスモデル、貴機構及び経済産業省に対する規制改革に関する制度的な改善に繋がる提言の完了。
- ▶ アクセンチュア株式会社：
  - ・一部②-1(3)システムを実装済みのプラットフォームに対し、選定した複数企業の複数プラントにおける実証実験を通じた技術視点からの課題抽出の完了。
  - ・ユーザー視点及び技術視点それぞれの課題の解決に向けた対応策(プラットフォームへの追加要件等)の提言の取りまとめ完了。
  - ・官民連携して業界横断的にプラットフォームを活用していくため、一般財団法人石油エネルギー技術センターの提言や実証実験を通じて得られた課題・対策を踏まえ、事業終了後のプラットフォームの機能拡張や事業終了後の展開ロードマップ策定の完了。
  - ・未搭載解析モデルのプラットフォーム実装に関し、アプリ開発ベンダー各社と以下の協議が完了
    - a)アプリ開発ベンダーがプラットフォームに参画する前提条件の整理
    - b)各社システムの共通要素の整理
  - ・平成29年度に開発した腐食評価システムの解析モデルでの誤判定パターン(遠写・影・逆光等)を補完する教師データを重点的に追加することによる精度向上余地の検証を行なう。

## 1-3 研究開発の成果

### 1)PF 要求仕様の策定

「PF 仕様策定ワーキンググループ」における議論の結果をベースにして、PF 要求仕様を策定した。

PFはクラウド上に構築され、石油各社が使用する「各社セグメント」と特定管理者が使用する「管理者セグメント」の2つから構成される。石油各社、および特定管理者はそれぞれが使用するセグメントにのみアクセスでき、他のセグメントに対してはアクセスできないようになっている。(図1)

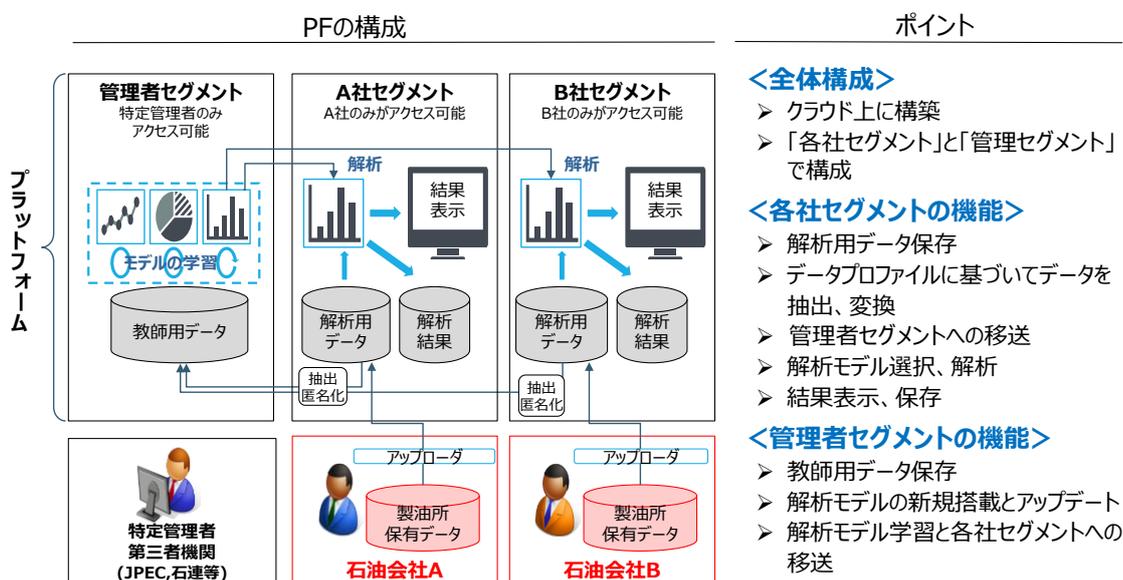


図1 PFの全体構成、およびセグメントの機能

## 2) データプロファイルの策定

解析に用いるデータ項目が比較的類似している配管内面腐食モデルとCUI発生予測モデルを検討対象として選定し、2つの解析モデル共通に使えるデータプロファイルを策定した。(表1)

表1 検討対象候補の解析モデル

解析モデル名	開発者	使用するデータ項目		本事業での検討
		解析用データ	教師用データ	
腐食画像解析	アクセンチュア	・画像データ・腐食判定 ・配管カテゴリ・撮影年月日 ・ロケーション・配管/装置名	・画像データ ・腐食判定 ・配管カテゴリ	データプロファイル策定 およびPFへの実装
配管内面腐食予測	日揮PI	・腐食系統・使用年数 ・寿命評価基準肉厚 ・配管形状・材質分類 ・運転温度・配管サイズ ・建設/取替年月日	同左	データプロファイル策定 まで
CUI発生予測	旭化成	・設備ID・環境条件 ・設計条件・温度条件 ・保温材/塗装情報 ・使用期間・検査情報	同左	データプロファイル策定 まで

重なるデータ項目を統合、表現・単位の統一、等を行いデータプロファイルを策定

## 3) 要件定義書の策定

①で策定した「PF 要求仕様」に基づき、業界横断で利用するPFの全体の構成、セグレーション、環境、各種アーキテクチャ等の実現方針を記載した「PF 要件定義書」を作成した。さらに、PFに搭載する業務アプリケーション・解析モデルにあわせた、具体的なシステムの設計は、別途設計書を作成した。

- 4) PF の設計・構築、および実装する解析モデルの検討  
PF 要件定義書にもとづき、PF の設計・構築を行なった。  
事業期間内に PF に実装する解析モデルとして、「PF 仕様策定ワーキンググループ」における委員の皆様や NEDO とも相談した結果、アクセンチュアの腐食評価システムを搭載することにした。理由としては、配管の外面画像データは他の解析モデルで取扱うデータ比べて秘匿性が低く、石油元売各社様のご協力が得られやすいこと、腐食評価システムおよび PF はアクセンチュアが開発しているため、スピーディで費用を抑えて開発が可能だった点から総合的に判断した。ただし、今後広くアプリケーションを搭載できる PF 仕様とするため、旭化成様の CUI 予測モデル、JPI 様の内面腐食予測モデルを実装することも想定した。
- 5) PF の機能検証  
④で構築した PF の機能検証として、「PF 仕様策定ワーキンググループ」にて要求仕様を満たしていることを確認した。
- 6) データ共有による解析精度向上効果の検証  
腐食評価システムに、データ量の少ない撮影パターン約 2,500 枚の教師データを追加することで、解析精度が向上することが実証された。
- 7) 各製油所でのヒアリングによる実務適用可能性検討  
腐食腐食評価システムを実装した試作 PF について、石油元売4社4プラントの設備保全、保安業務部門の管理者・担当者に対して実施し、これらの設備保全、保安業務への適用可能性をヒアリングした。  
製油所向け PF において、データ標準化作業を「誰が」「どの時点で」行うかは検討課題の一つであるが、少なくともそれを製油所側に求めることは非常に難しいことが示唆される。
- 8) 社会実装に向けた整備と課題点  
**【石油元売会社に対するヒアリング】**  
主な要求事項は以下の通り。  
・試験導入期間の石油会社費用が極力少ないこと  
・石油会社の労力が小さいこと(特に現場)  
**【解析モデル開発会社に対するヒアリング】**  
主な要求事項は以下の通り。  
・石油会社を業界として束ねて、データ提供等の調整をしてもらいたい。  
・解析モデル間で連携し高度化していきたい。  
・解析サービスを行うときにデータクレンジングに手間がかかるので効率化したい。  
・解析会社個社では国等との調整が難しいのでコンソーシアムとして束ねてほしい。  
・インフラ作りを期待したい。
- 9) PF の将来構想検討  
①初期段階でのビジネスモデル  
**【基本的な考え方】(図 2)**  
・解析モデル会社に統合データを提供して新規参入を促し、石油会社への解析サービスを充実。  
・クレンジングデータを提供することで解析モデル会社の手間を削減。  
・データ使用料などを設定し、データ流通ビジネスを構築。

- 石油会社の解析モデルに対するニーズを取りまとめる。また、新規解析モデルの開発を促し、また解析モデル間連携を進め、高度化を図る。
- 石油会社のデータを統合・収集したビッグデータを用いて、解析モデル精度向上を促進。

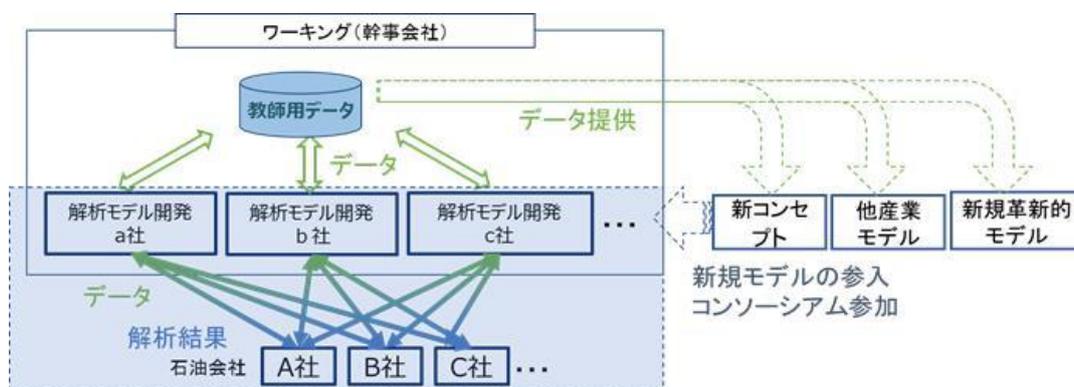


図2 データ共有事業の概要

【収益の仕組み】(図3)

- データクレンジングに多くの労力がかかっており、アルゴリズムができれば解析に時間はかかっていない。そこで、標準化されたクレンジングされたデータを準備することで、各解析モデル会社がデータクレンジングする無駄をなくす。
- クレンジングされたデータを活用することで、解析モデルの開発力さえあれば新規に参入しやすい。
- 現状、解析モデルの会社が少なく事業規模としても小さい。ユーザー会社や解析モデル会社を増やし市場を大きくする必要がある。

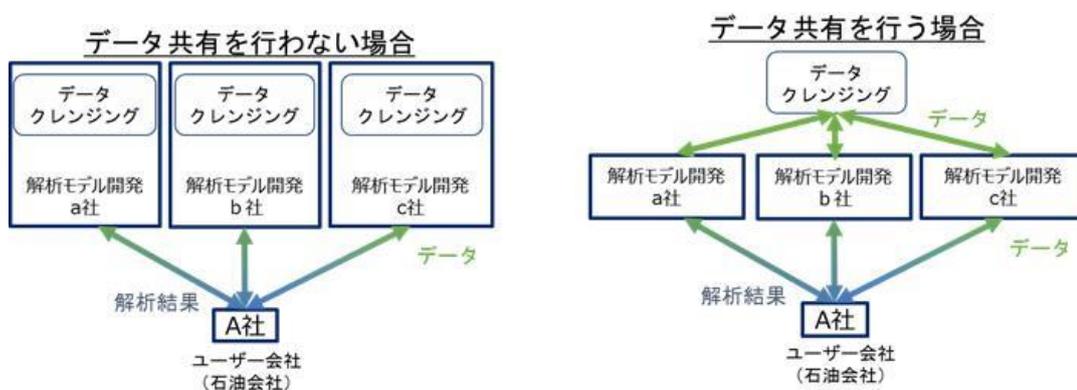


図3 データクレンジング済みデータの共有

② 将来のビジネスモデル

海外では、様々な産業分野においてPF事業がビジネスとしてすでに展開されている。これらの取組みを参考にし、PF事業の将来像として石油元売各社が主体となってPFを運営する、いわゆる「共同事業型」のモデルを想定した(図4)。

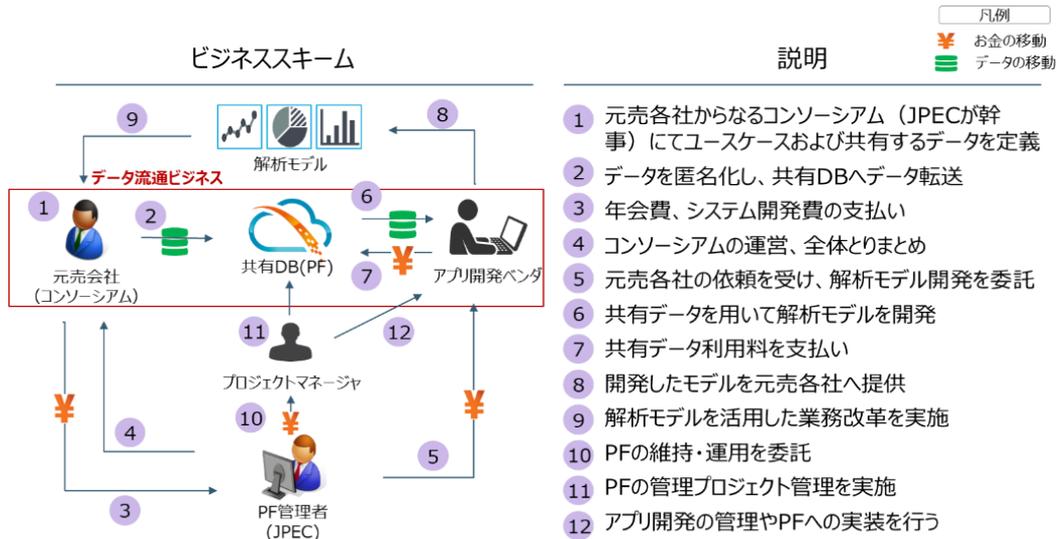


図4 PF事業の将来構想

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化については、PFの将来構想検討での「初期段階でのビジネスモデル」を参考に、PF上で解析モデル会社間へクレンジング済みデータを供用する仕組みを構築し事業化への取り組みを行う。

図5に実用化・事業化を目指すPFのイメージを示す。PF(プラント保全データプラットフォーム)では、検査データ管理システムを使って製油所データを収集、クレンジング済みデータをクラウド上で管理、解析モデル会社にデータを配信する。解析モデル会社は、PFを利用することにより、データクレンジングや標準化作業の必要がなくなり、更にクラウドも供用して利用できる。またデータ提供会社(石油会社等)もPFを通して複数の解析モデルを利用することが可能となる。

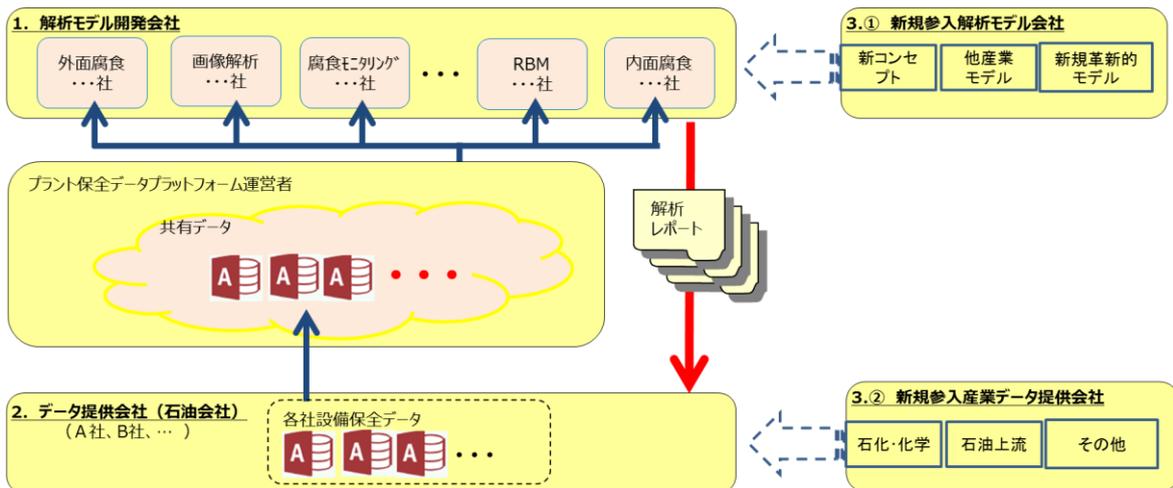


図5 PFイメージ

●特許論文等リスト

【特許】無し

【論文】無し

【外部発表】リスト例

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	今村 彰太郎	アケンチュア	画像データの解析による配管腐食評価システム	2019年度 JPEC フォーラム	2019/5/9
2	秋本 淳	JPEC	保安の高度化を実現する製油所向けプラットフォームの開発	2019年度 JPEC フォーラム	2019/5/9
3	秦 央彦	アケンチュア	モバイル端末とデータ解析技術を活用した運転員の業務高度化の取組み	第 40 回 2018 産業安全対策シンポジウム	2018/2/21
4	稲村 和浩	JPEC	IoT 活用による自主保安の高度化	プラントオペレーション分科会 第 148 回研究会	2018/7/23
5	中塚 康夫	JPEC	製油所向けプラットフォームの開発	平成 30 年度 JPEC フォーラム	2018/5/9
6	今村 彰太郎	アケンチュア	デモ展示（テーマ）：Deep Learning による画像解析で配管の腐食を可視化し、点検業務を高度化・効率化！	CEATEC JAPAN 2018	2018-10/16-10/19
7	稲村 和浩	JPEC	製油所向けプラットフォームの開発/集中型プラットフォームの社会実装に向けた検討事業	CEATEC JAPAN 2018	2018/10/16
8	秋本 淳	JPEC	製油所向けプラットフォームの開発	計装展 2018OSAKA	2018/11/17

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	アケンチュア	画像データの解析による腐食評価システム	日本工業出版 配管技術 2019 年 2 月号	2019/2
2	JPEC	製油所向けプラットフォームの開発	JPEC NEWS 2018 年 11 月号	2018/11
3	JPEC	製油所向けプラットフォームの開発	日本工業出版 配管技術 2018 年 12 月号	2018/12
4	JPEC	製油所解析 業界で共有	化学工業日報 記事掲載	2018/8/23

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-2 保安の高度化を実現するプラットフォームの開発

#### (2)「製油所 3D モデルを中心とした設備・保安情報の活用検討」

千代田化工建設株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### (1-1) 研究開発の概要

老朽化の進行や熟練の運転員・保全員の定年退職が進む日本の石油・化学プラントが共通して抱える課題の解決を目指し、設備・保安管理の高度化を図り、操業の安全・安心の実現に寄与する3Dプラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォームの構築(図1)を目的として以下の研究・開発を行った。

#### 【平成 29 年度】

- 1) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用の定義
- 2) 3D プラントモデルの構築と技術課題抽出
- 3) 3D プラントモデル運転・保全データ可視化システムの構築

#### 【平成 30 年度】

- 4) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用検討-1(腐食予知管理)
- 5) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用検討-2(運転・保全活用の効果測定)

図 1 に 3D プラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォーム(バーチャルプラントとしての 3D プラントモデル上で、各種設備・運転・保安情報を関連付けて閲覧・検索・記録等が出来るシステム)の概要を示す。

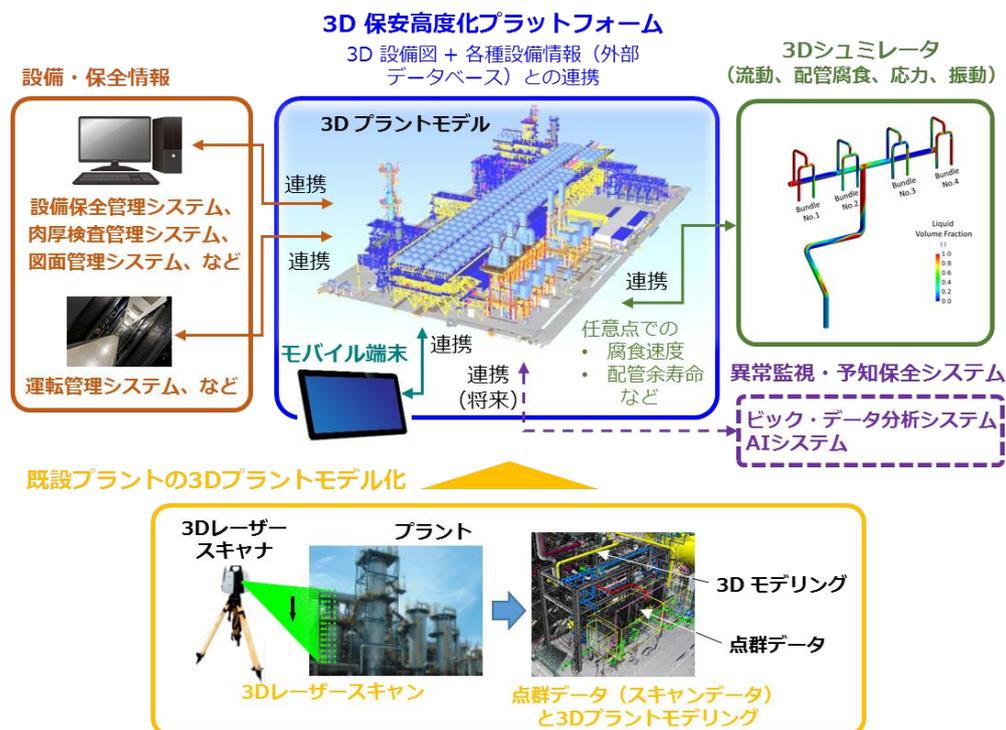


図 1 3D プラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォーム概要

(1-2) 実施計画

表 1 実施工程と実施結果

作業 番号	作業項目	2017年				2018年								2019年			備考							
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	1	2	3		
	プロジェクト準備																							NEDO殿契約：2017年8月14日 プロジェクトキックオフ：2017年9月5日
1.	3Dプラントモデルの運転・保 全に係る活用の定義																							東亜石油殿との3D活用ワークショップ実施： 2017年9月21日～22日
2.	3Dプラントモデル作成及び技術 評価																							製造所設備レーザーキャン作業完了： 2017年11月29日～12月22日  3Dプラントモデルドラフト完了： 2018年1月26日（特定検査エリア） 2018年3月16日（その他エリア）
3.	3Dプラントモデル運転・保全デ ータ可視化デモシステムの構築																							3Dプラントモデルのインテリジェント化につ き、タグ、ライン番号登録完了：2018年4月26日  製造所外部データベースと3Dプラットフォーム のデータ連携作業完了：2018年10月31日
	中間報告書作成																							2018年3月31日提出
4.	3Dプラントモデルの運転・保 全に係る活用検討・ 1（廣食予知管理）																							廣食シミュレーション完了：2018年8月31日完 了  廣食予知管理3D活用効果検討ワークショッ 実施：2018年11月26日～12月14日
5.	3Dプラントモデルの運転・保 全に係る活用検討・ 2（運転・保全活用の効果測定）																							3D活用効果検討ワークショップ実施：2018年1 1月27日～2019年1月24日
	最終報告書作成																							2019年2月28日提出

1-2 研究開発の内容と目標

(2-1) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用の定義

3D プラントモデルを中心とした設備・保安情報プラットフォームのあり方の調査・検討を行い、3D プラントモデルとこれに連携する運転・保安情報の活用に係るあるべき(望ましい)姿を図に描き、3D プラントモデルを中心とした設備・保安情報プラットフォームの適切な仕様を策定する。

(2-2) 3D プラントモデルの構築と技術課題抽出

- 1) 製油所の 1 装置(コストによっては 1 装置の一部)につき 3D プラントモデルの作成を行う。
- 2) 既設プラントの点群データ(スキャンデータ)から、3D プラントモデルを現状利用できる最新の自動化ソフトを用いて実際に作成し、従来の手作業による作成と当該自動化ソフトを使用した場合の時間比較から、コスト低減度合いを評価し、現状の技術課題があれば抽出を行う。

(2-3) 3D プラントモデル運転・保全データ可視化デモシステムの構築

- 1) 3D プラントモデル運転・保全データ可視化デモシステムと、上記 (2-1) で作成の仕様書に規定された運転・保全データのデータベースとの連携を行い、正しく 3D プラントモデル上にデータが閲覧・記録できることを確認する。もし、データ連携が技術的に困難と判断した項目については、その技術的課題内容を整理し、必要な仕様を提案する。
- 2) タブレットから 3D プラントモデル運転・保全データ可視化デモシステムを通じ、連携しているデータベースのデータの閲覧や記録が可能なシステムを構築する。

#### (2-4) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用検討-1(腐食予知管理)

3D プラントモデル、運転データ、シミュレータのデータ連携による、網羅的な腐食管理に係る技術的実証とその活用効果の実証・費用対効果の把握を行う。具体的には、シミュレータにより流体解析・腐食解析の結果としての腐食速度、残存肉厚、配管余寿命情報を 3D プラントモデルの配管上に表示するとともに、従来の配管肉厚検査点とその肉厚計測値(履歴)を 3D プラントモデルに表示・比較し、配管漏洩に対する予知保全(検査点の最適化)の可能性を考察し、技術課題の抽出を行う。

#### (2-5) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用検討-2 (運転・保全活用の効果測定)

- 1) 3D プラントモデルとこれに連携する運転・保全情報の活用に係り、効果が期待される作業を選定し、従来の作業方法と、3D プラントモデルを使用した作業方法で、MH の削減、時間の削減、理解の容易さ(間違いの低減)等につき計測・比較を行い、その効果をコストで把握する。当該研究で開発する 3D モデルを中心とした設備・保安管理を高度化するプラットフォームの作成並びに運用コストについて、3 年程度でその投資が回収できることを目標にその費用対効果の検証を行い、本事業の成果の有効性を総合的に評価するとともに、目標とする投資回収期間を達成できなかった場合は、その主な課題を整理し、目標を達成するための方策の提言を行う。
- 2) 経済産業省殿策定のデータプロファイルを使用し設計されたインターフェースについては、上記 1) の効果測定・有効性の評価を通じて、さらなる完成度向上に資するデータプロファイルの仕様に係る提言を行う。

### 1-3 研究開発の成果

#### (3-1) 研究開発目標の達成度

##### (3-1-1) 3D プラントモデルの運転・保全に係る活用の定義

3D プラントモデル活用ワークショップを製油所と実施し、その活用が期待される製油所の作業項目の抽出・整理を行い、これに基づく 3D プラントモデルの作成仕様書を策定し、当初の目標を達成した。

##### (3-1-2) 3D プラントモデルの構築と技術課題抽出

- 1) 製油所の常圧蒸留装置(80m x 80m エリア)につき、3D レーザースキャンを行い、3D プラントモデルを作成し、当初の目標を達成した。国内製油所で、広域設備全体を 3D レーザースキャンにより 3D プラントモデルを作成した事例は見当たらない。
- 2) 3D プラントモデルは、3D レーザースキャンデータから半自動作成ソフト(自動化率 60 程度)を使い作成した。従来の手作業によるモデリング作業時間及びコストを約 30% 程度短縮できることを確認し、当初の目標を達成した。現状、完全自動で 3D プラントモデルを作成できるソフトはなく、さらなるモデリングコストの低減のためには、ソフトによるモデリングの自動化率の向上が技術課題である。

##### (3-1-3) 3D プラントモデル運転・保全データ可視化デモシステムの構築

- 1) 上記(3-1-2)で作成した 3D プラントモデルに、他のシステムで管理されている、設計図書、検査履歴データ、アイソレーション手順、パージ手順、保全・保守データ、運転履歴データ等を連携・表示できることを確認し、当初の目標を達成した。3D プラントモ

デルと製油所の広範囲の操業データと連携・利用するシステムを構築した例は、国内では初めてである。

- 2) タブレットから3Dプラントモデル運転・保全データ可視化デモシステムを通じ、連携しているデータベースのデータの閲覧や記録が可能であることを確認し、当初の目標を達成した。

#### (3-1-4) 3Dプラントモデルの運転・保全に係る活用検討-1(腐食予知管理)

- ・ 3Dプラントモデル上への腐食速度分布シミュレーション結果の表示に成功した。これにより、各種シミュレーション結果を3Dプラントモデルへ表示できることを確認し、当初の目標を達成した。
- ・ 3Dプラントモデル上へ配管肉厚計測履歴データ、及び、腐食速度分布シミュレーション結果を連携・表示することにより、配管肉厚検査の拡大検査計画(検査すべき箇所の特定)に適用可能であり、従来の作業に比べ81%(従来作業に3Dを活用した際、差異の出る作業項目の作業時間を100%とした数字)作業時間が短縮できることを確認し、当初の目標を達成した。製油所の配管腐食管理で、肉厚を実測していない大部分の配管部位の腐食に対し、腐食シミュレーションによる腐食速度予測を実施、有効性を実証した例は世界でも例がない。
- ・ 今回は、単一の腐食モードについて検討を行ったが、今後は、腐食シミュレーションの精度を向上させるため他の複数の腐食モードに対する物理モデルを考慮・追加する展開が必要である。

#### (3-1-5) 3Dプラントモデルの運転・保全に係る活用検討-2(運転・保全活用の効果測定)

- 1) 3Dプラントモデルの活用効果が期待される作業項目について、従来の作業方法と、3Dプラントモデルを使用した作業方法で、MHの削減効果の計測・評価を行った。腐食検査計画、外面腐食管理等で削減効果が大きいことを定量的に確認した。また、3Dモデルを中心としたプラットフォームの活用は、MH削減効果以外に、作業の誤りの低減、体の楽さ、安全・安心への寄与等、お金の換算し難いところにも大きな効果が期待できそうであることが分かり、当初の目標を達成した。

3Dモデルを中心としたプラットフォームへの初期投資は、3年以内の回収、IRRは19%が見込め、投資は有益であると判断され、当初の目標を達成した。

- 2) 経済産業省殿策定のデータプロファイルを使用し設計されたインターフェースについては、具体的な動きがなく未実施となった。

#### (3-2) 研究開発成果の意義

設備の老朽化や熟練の運転員・保全員の定年退職の進行に対し、如何に設備保安を確保してゆくかといった、日本の石油・化学プラントが抱える共通の課題の解決を目指し、3Dプラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォームを構築し、その活用有効度を確認することを目的とした研究開発を行った。

当該研究開発の成果の意義を以下に示す。

- 1) 近年増加傾向にある配管の漏洩事故の低減を目指し、3D プラントモデルと腐食シミュレーションのデータ連携を行い、従来の代表定点による配管肉厚検査(実測値)での配管腐食管理を、腐食シミュレーションによる配管表面全体にわたる腐食速度分布(計算値)の情報(3D プラントモデルの配管上にコンターで表示)で補完する技術構築を行ったことは、世界の製油所で他に例がない。これにより、これまで実測により確認出来ていなかった大部分の配管の腐食状態を、網羅的に確認できるようになり、検査の最適化、並びに、近年増加傾向にある漏洩事故による重大事故(火災・爆発)の発生防止に大きく貢献できることが確認できた。当該技術は、現状、国内外に競合はなく、国内外で技術導入が期待される。
- 2) 既設製油所の広範囲の装置に対して 3D レーザースキャンを行い、3D プラントモデルを作成すると共に、3D プラントモデルと製油所の各種管理データの連携・表示を行う3Dプラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォームを実際に構築したことは日本では初めての試みである。これにより、従来、労力がかかっていた、各種管理データを設備・部位情報(3次元情報)と関連付けて理解・分析を行うことが容易となり、熟練従業員の定年退職に伴い高くなる傾向にある若手の作業負荷を大きく軽減できることが確認できた。当該技術は、現状、国内にユーズケースを持つ競合はなく、国内からの技術導入が期待される。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 2.1 研究開発成果の産業界における具体的利用の形態・様式

図2に3Dプラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォームのシステム階層構造と製品像を示す。図3に社会実装イメージを示す。

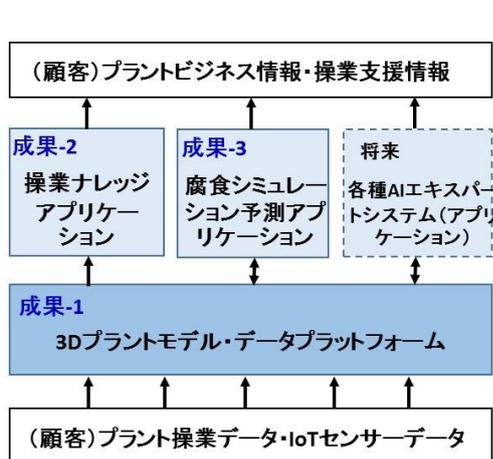


図2 3D 保安高度化プラットフォームのシステム階層構造と製品

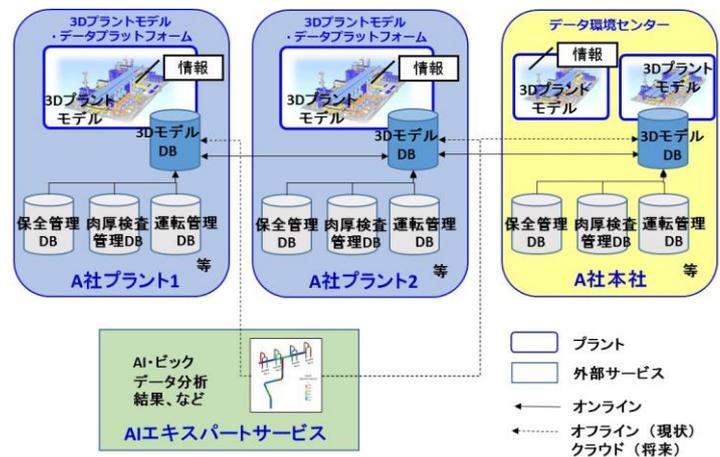


図3 社会実装イメージ(グループ会社データ統合とデータ環境センター)

### 2.2 市場と事業規模分析

現状、プラントデータを積極的に見える化・活用して操業効率や保安を高めて行こうとするプラント業界の動きの中で、国内外とも 3D プラントモデルを中心とした保安高度化プラットフォームの導入検討が開始された段階あり、導入実績は海外でいくつか散見される程度である。従って、当該技術の市場は新しく有望であり、いち早く市場に参入するこ

とでシェアを伸ばすことが出来ると考えている。国内製油所や海外 LNG プラントの一部に向けたサービスの事業規模は、導入・構築サービスで 140 億、ライセンスで 16 億/年を見込んでおり、2019 年度 2Q に事業化評価、2019 年度 3Q に事業化を行い、事業を推進する。

### 1.3 競合技術に対する優位性(性能面、コスト面)

当該技術サービスの競合としては、3D CAD 系ベンダー、IT システム会社、制御システム会社、機器メーカーなどがある。当方技術サービスの優位性は、プラントデータ統合・活用のユースケース(アプリケーション)の開発と 3D プラントモデルの作成にあるが、3D プラントモデル・データプラットフォームシステムの開発やデータ統合作業は 3D CAD 系ベンダーや IT システム会社に強みがある。また、現状、販売されている 3D プラントモデル・データプラットフォームシステムに大きな価格差はない。従い、当方技術サービスは、アプリケーションの付加価値で他と差別化を図り、システム開発では協業を行う。

### 1.4 事業化に向けての戦略・方針

- ▶ エンジニアリング会社の弱み(プラットフォーム開発・保守、データ統合能力)を補完するために IT システム会社または 3D CAD 系ベンダーとの協業を検討する。
- ▶ 価格競争力を高める(コスト低減 30%⇒50%目標)ため、3D プラントモデル作成の合理化(用途により 3D プラントモデルの精度・対象を変えて合理化) や自動化(ソフト開発)で更なる推進を図る。
- ▶ 未開拓市場(石油・ガスプラントの導入は、現状、海外で 3 社のみ把握)であり、一日も早く有償での実装を行い実績を作る。
- ▶ 腐食シミュレーションアプリケーションなどの排他的に付加価値を提供可能なアプリケーションの実用化・事業化を推進する。

### 1.5 波及効果

- (1) IoT・AIとの連携による保安高度化・操業最適化を目指し、製油所の処理原油の切替による腐食環境の変化を考慮した腐食予測 AI エキスパートシステム(アプリケーション)を開発、データプラットフォームに連携し、さらなる保安高度化を図る予定である。
- (2) 3D プラントモデルの VR(バーチャルリアリティ)化と、これを活用した保全、運転、安全の体験型教育・訓練コンテンツの開発を 2019 年から開始(製油所向け等)した。

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-2 保安の高度化を実現するプラットフォームの開発

#### (3)「破損データ等を活用した定量的なリスク評価を可能とするプラットフォームの開発」

一般社団法人日本高圧力技術協会

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

平成29年度から2年間で、以下を実施する。

#### 1) GFF<sup>1</sup>関連情報共有プラットフォームの構築(web サイト)

定量保全データ共有化プラットフォーム(略称:GFFプラットフォーム)を構築し、基礎となるGFF関連データを収集、公開するwebサイトとする。このプラットフォームが永続的に有効活用されるための専門家による支援体制を確立し、試験運用を実施する。

#### 2) GFF 関連データ調査

GFF関連データについて、国内外の調査を行い、暫定GFFデータを設定し、信頼性の高いGFFデータ収集後、推奨GFFデータとして更新する。これをプラットフォームに掲載する。世界における類似プラットフォームの運用状況について調査を行い、GFFプラットフォームの運用に反映させる。

#### 3) 定量RBM(Risk Based Maintenance)実施モデル事業

GFFデータを用いた定量RBM(リスクベースメンテナンス)を製油所でモデル事業として実施し、そこで使用するGFF関連データを定量保全データ共有化プラットフォームに取り込む。定量RBMソフトウェア(HPI<sup>2</sup> Z107TR準拠)のデモ版をプラットフォームに提供し、保全知識をソフト化して、定量RBMソフトウェアの普及を図る。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### 1) GFF 関連情報共有プラットフォームの構築(web サイト)

図1にGFFプラットフォームのイメージを示す。研究開発課題2), 3)の結果を掲載し、データ共有に役立つ自走できるプラットフォームを構築する。

#### 2) GFF関連データ調査

海外データを調査し、暫定GFFとして設定し、プラットフォームにおいて明確な累積破損件数および累積稼働年数データを収集した後、数値を更新して推奨GFFとすることとする。将来、推奨GFFは定期的に更新される。

#### 3) 定量RBM(Risk Based Maintenance)実施モデル事業

本モデル事業では、製油所および石油化学プラントの設備に適用し、その際に得られる

プラントデータを定量GFFデータのデータ源として使用する。

ここで使用する定量RBMソフトウェアのデモ版をGFFプラットフォームに掲載し、定量RBMの普及とプラントデータの共有化の流れを確立する。

<sup>1</sup> Generic Failure Frequency (一般破損頻度、機器ごとに集計した破損回数を総使用時間で除した値)

<sup>2</sup> HPI 規格

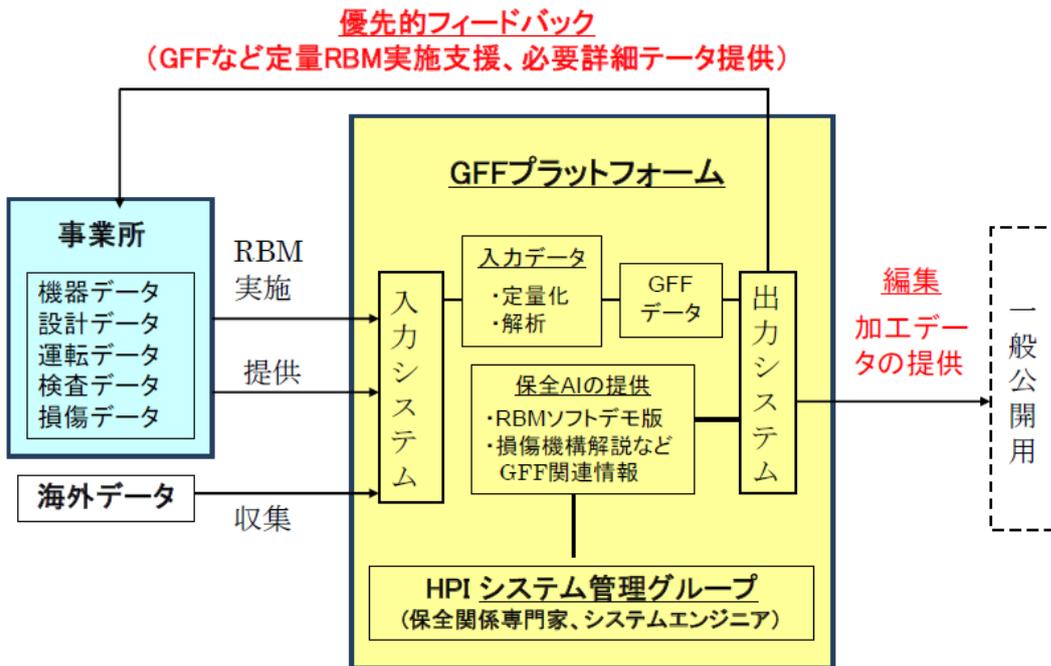


図1 GFF プラットフォームイメージ

### 1-3 研究開発の成果

#### 1) GFF 関連情報共有プラットフォームの構築(web サイト)

下記ページを含むプラットフォームを完成した。

- ・GFF(一般破損頻度)の公開と作成
- ・RBMの方法
- ・RBM結果
- ・お問い合わせ

本プロジェクトに参加した HPI のシニア人材の管理によってプラットフォームを自走できることを確認した。

#### 2) GFF関連データ調査

機器ごとに、公開されている国内外 GFF 関連データを基礎データとして、自社のデータを加えて、GFF-HPI 推奨値の算定方法を確定し、図 2 に示す計算フォームをプラットフォームに掲載した。

#### 3) 定量 RBM(Risk Based Maintenance) 実施モデル事業

ガソリン脱硫装置(FHDS)の 180 コンポーネントおよびエチレン分解プラントの 300 コンポーネントに対して、RBM ソフト(HPIS Z107TR 準拠)を用いて RBM を実施した。図3にガソリン脱硫装置(FHDS)の半定量リスク評価結果とプラントの信頼性向上とメンテナンスコスト削減効果の可能性を示す。図 4 には、定量リスク評価結果とその効果について示す。

また、これら2プラントでのリスク評価データは、GFF 共有データとして使用し、リスク評価結果はプラットフォームに掲載された。

項目		入出力欄
機器関連 情報	設備名	熱交換器
	事業所名	A社
	使用材料、環境 情報	炭素鋼、水、100°C など
	保全情報	検査回数、方法など
GFF計算 に必要な 自社情報	総運転時間	2,000,000
	破損回数	2
推奨GFF 計算結果	平均値	1.00E-06
	95%信頼限界値	1.78E-07
	5%信頼限界値	3.15E-06

基礎データに自社のデータを加えて数値を入力

推奨 GFF 値を得られる。

図2 GFF-HPI 推奨値の算定フォーム

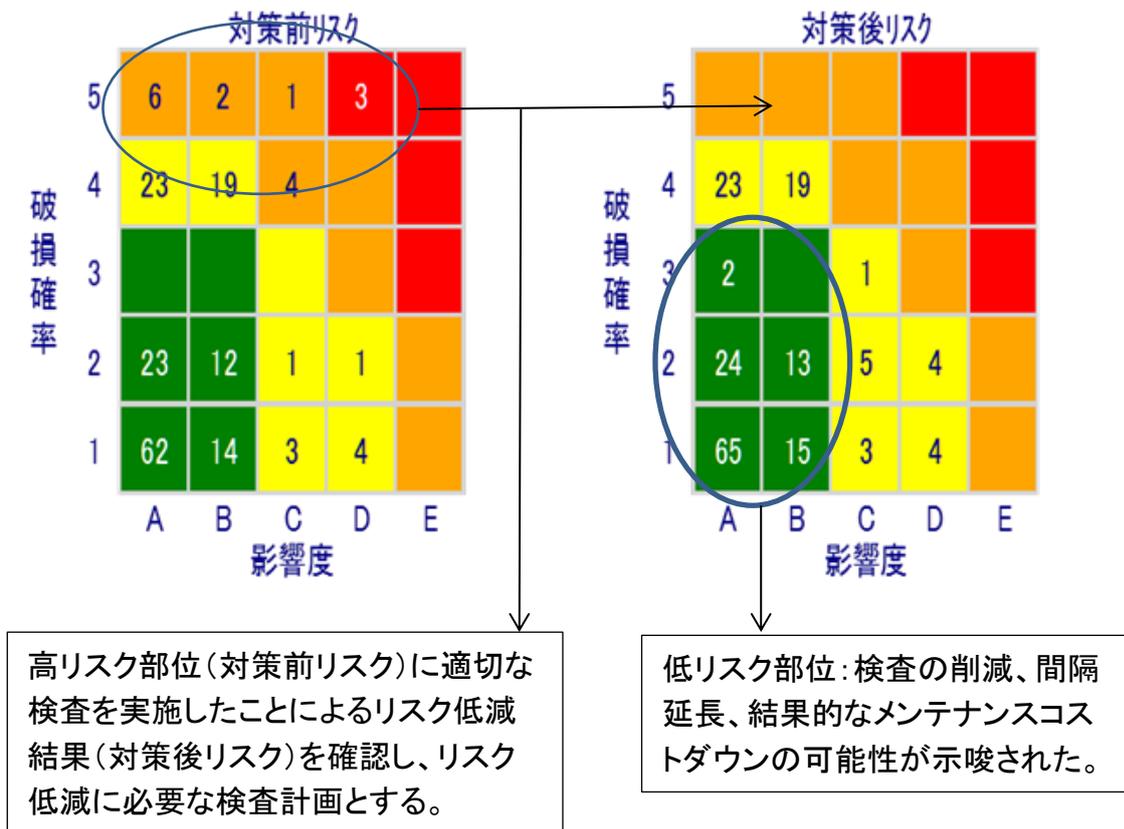


図3 ガソリン脱硫装置(FHDS)の半定量リスク評価結果

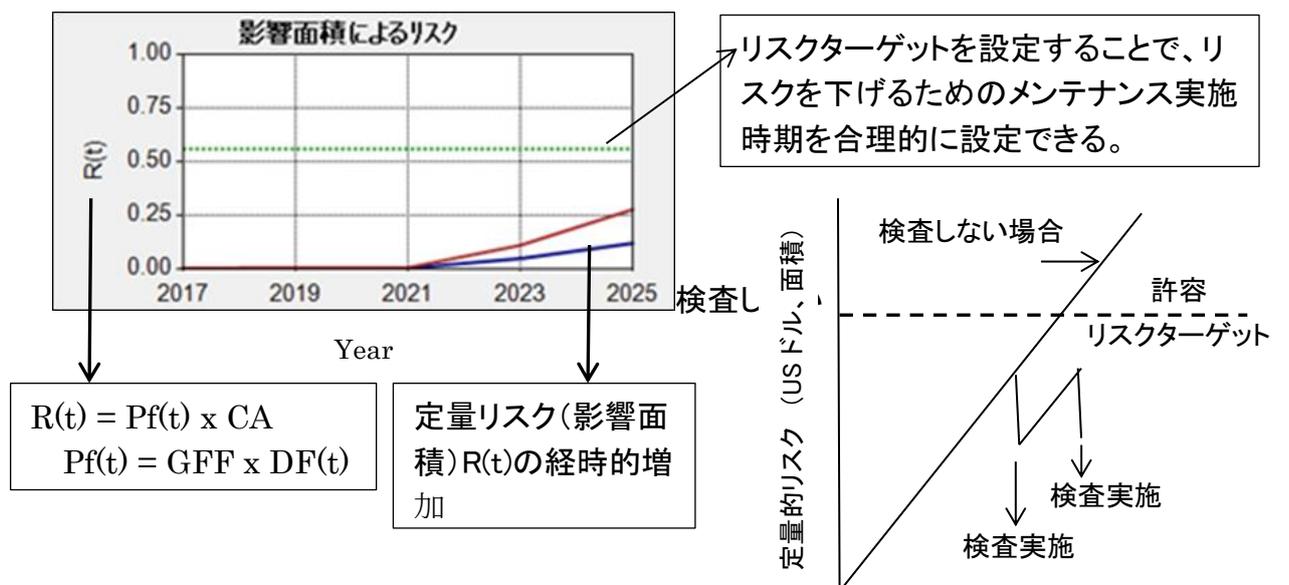


図4 定量リスク評価結果とその効果

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

図5の自走GFFプラットフォームの将来イメージに示すようにプラットフォームの付加価値を高め、使い勝手を向上させて、プラットフォームの利用者を増やし、プラント保全の向上をもたらすデータの共有化を促進する。

具体的には、

- 1) RBM実施に不可欠なRBMソフトを、クラウドを介して利用できるようにする。
- 2) 現在、RBM実施の際、専門家の判断を必要としている「破損機構の判定」作業のAIを開発し、RBMソフトと一緒にクラウドを介して利用できるようにする。AI開発には、膨大な破損事例データを機械学習に用いる。

HPIは、非営利組織であり利益は追及しないが、プラットフォームの永続的安定運営に必要な費用は、ソフトの販売手数料などで確保する。

一方、RBM関連産業(ソフト販売、コンサルティングなど)は、GFFプラットフォームの発展によって、RBMが普及する結果として事業を拡大できる。海外にはGFFプラットフォームと同様のものがなく、RBM関連産業の海外発展にも大いなる貢献をされると考えられる。

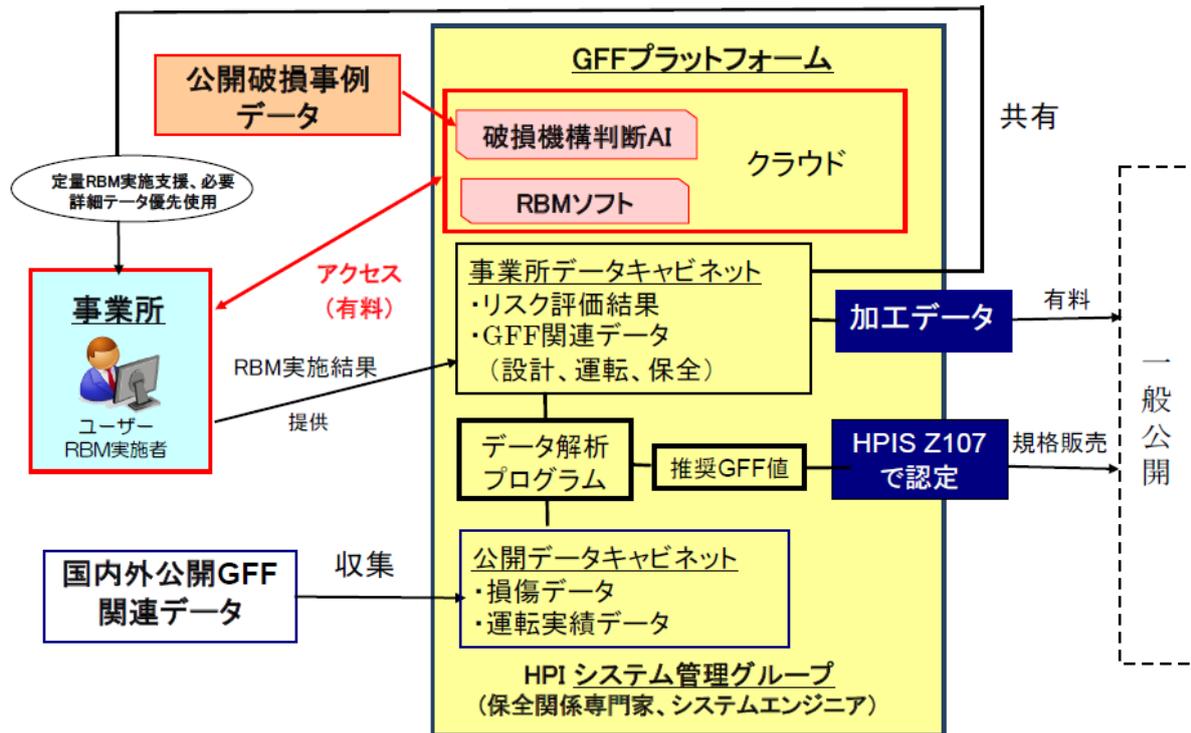


図5 自走 GFF プラットフォームの将来イメージ

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### ②-3 産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿の検討

#### (1)「産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿の検討」

株式会社三菱総合研究所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査の概要と実施計画

「産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿の検討」における「プラットフォーム」は、「産業保安バリューチェーン」「産業保安データ活用基盤」から構成されるものとし、データ活用基盤として「契約ガイドライン」及び「セキュリティガイドライン・マニュアル」を検討することとした。これに基づき、下記4テーマについて調査・検討を行い、報告書を取りまとめた。

- 1) 産業保安の高度化に資するプラットフォーム及び規制等のあるべき姿の検討
  - 2) 産業保安バリューチェーンのあり方の調査検討
  - 3) 産業保安データ活用基盤のあり方の調査検討
  - 4) 契約ガイドライン及びセキュリティマニュアルに係る説明会の開催
- 各テーマの実施計画を以下に示す。

事業項目	平成29年度			平成30年度			
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
1) 産業保安の高度化に資するプラットフォーム及び規制等のあるべき姿の検討		委員会 ▼	委員会 ▼	委員会 ▼		委員会 ▼	委員会 ▼
2) 産業保安バリューチェーンのあり方の調査検討							
2-① リスクベースメンテナンスのあり方検討	国内調査	国内調査 海外調査	バリューチェーン仮説 ▼	意見交換	意見交換	バリューチェーン提言 ▼	
2-② 事故情報活用のあり方検討	国内調査	国内調査 海外調査	バリューチェーン仮説 ▼	意見交換	意見交換	バリューチェーン提言 ▼	
2-③ 産業保安人材育成のあり方検討	国内調査	国内調査 海外調査	教育カリキュラム初版 ▼	意見交換	意見交換	バリューチェーン・教育カリキュラム提言 ▼	
3) 産業保安データ活用基盤のあり方の調査検討							
3-① 契約ガイドライン作成の検討	調査・検討	調査・検討	初版 ▼			改版 ▼	
3-② セキュリティガイドライン・マニュアル作成の検討	調査・検討	調査・検討	初版 ▼			改版 ▼	
4) 契約ガイドライン及びセキュリティマニュアルに係る説明会の開催						開催 ▼	
5) 報告書の作成						提言書 ▼	報告書 ▼

### 1-2 調査の内容と目標

#### 1) 産業保安の高度化に資するプラットフォーム及び規制等のあるべき姿の検討

「産業保安の高度化に資するプラットフォームや規制等のあるべき姿」について、全体を俯瞰しながら統合的に検討を進めるため、また同時に「実証事業の成果の取りまとめ、成果最大化、成果の社会実装促進を目的として、有識者・企業等が連携・議論を行う場」として、「プラントデータ活用促進会議」を設置し、有識者からの意見を反映しながら検討を進めた。

## 2) 産業保安バリューチェーンのあり方の調査検討

産業保安バリューチェーンのあり方について、主に「リスクベースメンテナンス」及び「事故情報活用」の観点からの検討整理を行い、それらのバリューチェーンに必要となる「産業保安の人材育成」も合わせて検討を行った。

## 3) 産業保安データ活用基盤のあり方の調査検討

産業保安分野の特性を踏まえつつ、事業者間のデータ流通を促進する「契約ガイドライン」、及び産業保安分野の様々な現場に適用することを想定した「セキュリティガイドライン・マニュアル」の作成を行った。

## 4) 契約ガイドライン及びセキュリティマニュアルに係る説明会の開催

産業保安分野におけるIoT活用の普及促進を目的とし、具体的なデータ活用シーンを想定したガイドライン・マニュアルの試用による成果普及と意見収集、ガイドライン・マニュアル改訂への反映を行った

### 1-3 調査の成果

#### 1) 産業保安の高度化に資するプラットフォーム及び規制等のあるべき姿の検討

プラントデータ活用促進会議を設置・運営し、今後の産業保安分野におけるIoT等活用のあるべき姿について、全体を俯瞰しながら統合的に検討を進めた。

#### 2) 産業保安バリューチェーンのあり方の調査検討

##### <人材育成のあり方の検討>

IoT技術導入による現場保安力低下を防止するため、今後のプラントにおける人材育成のあり方を検討した。2018年6月に「産業保安分野における人材育成カリキュラム」を取りまとめ、経済産業省の「未来の教室」実証事業における「プラント運転・保安IoT/AI人材育成講座」の開発につなげた。

また大学教育・トレーニングサービス・資格制度などの外部機能との関わりも考慮しながら、産業保安産業保安分野における新たな人材需要に応じて必要となる各事業者の取組みを踏まえ、それらの人材育成を促進するための社会的な仕組みとして以下3点を提言した。

- IoT活用導入フェーズにおける人材育成支援体制の整備
- コンビナート地域単位での人材育成の取組み促進
- ステークホルダー連携の活性化による人材育成

##### <リスクベースメンテナンスのあり方の検討>

狭義のRBM(Risk Based Maintenance)にとどまらず、産業保安におけるリスクマネジメントのあり方について議論を深め、リスクに基づく産業保安のあり方に関する提言を取りまとめた。事業者・業界の課題認識と規制・制度の現況を踏まえ、以下3点を提言した。

- 自主保安のあり方を官民で検討する場の形成

- 自主保安による保安水準向上の機運醸成に向けた保安管理システムの更なる浸透
- 設計・検査の法要求への適合を確認する権限・プロセスの棚卸し、機能分担の検討

#### <事故情報共有のあり方の検討>

事業者が効率的・効果的に事故情報を共有し、かつ共有された情報が有効に活用されるための仕組みを検討し、①「新しい事故情報分析共有の場の試行」の検討(試行は高压ガス保安協会(KHK)事業として実施)、②産業技術総合研究所による事業者個社への事故情報の分析・教訓活用の直接的な支援の試行、を実施した。

### 3) 産業保安データ活用基盤のあり方の調査検討

#### <契約ガイドライン作成の検討>

産業保安分野の特性を踏まえつつ、事業者間のデータ流通を促進するための「データの利用に関する契約ガイドライン産業保安版」を作成し、2018年4月26日に公表した。その後、業界団体にご紹介し、「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業／研究開発項目②IoT技術を活用した新たな産業保安システムの開発」の実証事業受託事業者にご活用をいただいたフィードバックを得て、「データの利用に関する契約ガイドライン産業保安版(第2版)」を作成した。

#### <セキュリティガイドライン・マニュアル作成の検討>

産業保安分野の現場に適用することを想定した「IoTセキュリティ対応マニュアル産業保安版」を作成し、2018年4月26日に公表した。その後、IoT実証事業者及び業界団体にご紹介し、ご活用をいただいたフィードバックを得て、「IoTセキュリティ対応マニュアル産業保安版(第2版)」を作成した。

### 4) 契約ガイドライン及びセキュリティマニュアルに係る説明会の開催

平成30年の9月～12月を目処に、契約ガイドラインに関しては実証事業者とのワークショップ、セキュリティマニュアルに関しては個別事業者とのワークショップを開催、ガイドライン・マニュアルの試用を通じた意見収集を行い、この結果をガイドライン・マニュアルの改訂に反映した。



## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-1 IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

#### (1)「予知保全を例とする工作機械の実装の違いに依らない共通インターフェース及び情報モデルの研究開発」

富士通株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

「予知保全を例とする工作機械の実装の違いに依らない共通インターフェース及び情報モデルの研究開発」については、様々な拠点で加工作業をしている多様なメーカー製の加工機械の情報を集約し、現場知識と工作機械の設計知識や稼働データを融合した判断に基づいて、工作機械の実装の違いに依らない情報モデルやそのインターフェースの技術開発および実証を行う。この過程で、平成 28 年度に経済産業省の「IoT 推進のための社会システム推進事業」で提案されたデータプロファイルやセキュリティガイドライン(以下経産省のデータプロファイルおよびセキュリティ対応マニュアル)の有効性を検証する。なお本提案は工場における予知保全等をユースケースとし、ワークの品質向上や予知保全サービスの設計に関係することから、公募要領における①設計・提案支援および②品質管理高度化に関して上記の有効性を検証する。また、本提案は工場単独、あるいは、メーカー単独では実施できないものであるため、ロボット革命イニシアティブ協議会(以下 RRI)の IoT による製造ビジネス変革 WG に設置された産業機械サブ幹事会のアドバイスを受けて実施する。

### 1-2 研究開発の内容と目標

研究開発内容については以下の五つのステップに分けて進めて行く。

- ステップ① 産業機械サブ幹事会での活動成果を踏まえた実証実験業務シナリオの策定
- ステップ② 複数のメーカーの工作機械の状態記述の共通化、およびその情報を収集・集約する仕組みの検討
- ステップ③ 業務シナリオの実証実験
- ステップ④ ビジネスモデルの提案とその実現可能性に関する検証
- ステップ⑤ 経産省のデータプロファイルおよびセキュリティ対応マニュアルの適用可能性検証

[ステップ①] 産業機械サブ幹事会での活動成果を踏まえた実証実験業務シナリオの策定

#### (1)内容詳細

本事業のアドバイザーとなる産業機械サブ幹事会では、平成 28 年度に幹事会での議論および工作機械メーカーやユーザーへのヒアリングを通じて、生産システムの生産性向上につながり互いに連携した三つのユースケース、(a)生産ラインの稼働進捗管理、(b)品質管理、(c)予防・予知保全を選定した。これらは幹事会のメンバー企業やヒアリング先が今後の事業として関心を持つものであり、それらをそれぞれ発展させたものを本事業で検討する。

産業機械サブ幹事会では上記三つのユースケースを統合し、情報の流れの観点から抽象化したモデルを構築した(図1)。

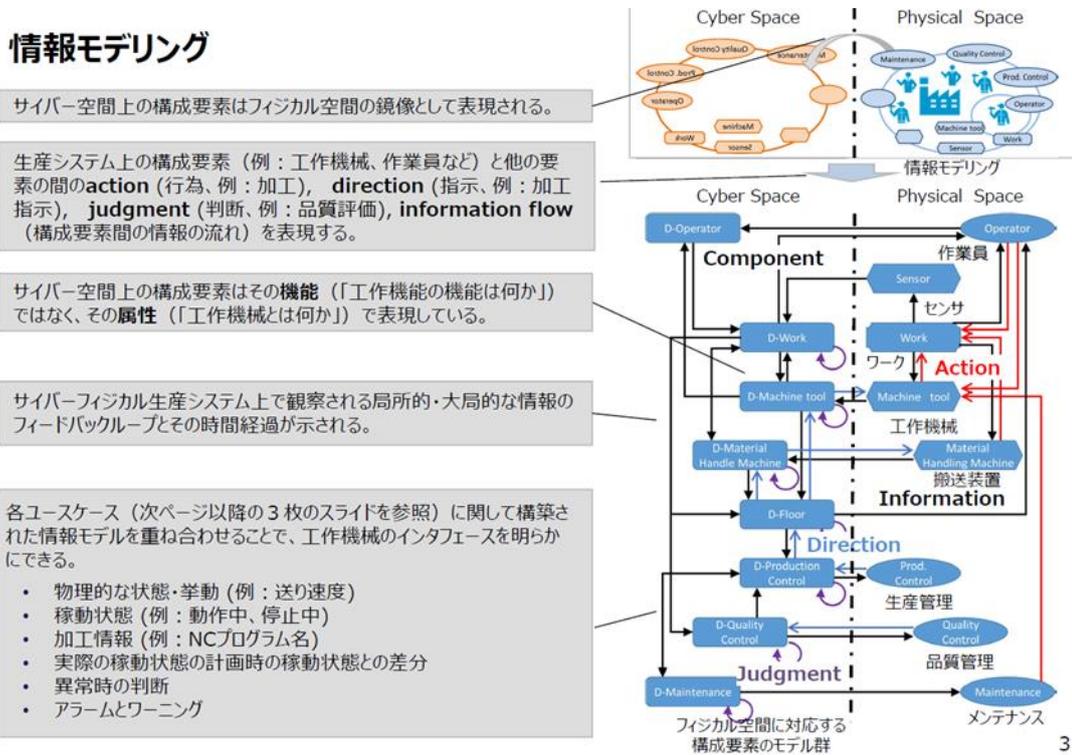


図 1: 情報モデリングの観点からの生産システムの抽象化

このモデルに対して、ビジネスとしての成立可能性を考慮し、三つのユースケースから①設計・提案支援、②品質管理の二つの分野に対する業務シナリオを作成する。

以下にユースケースと業務シナリオ案を示す。

表 1: ユースケースと業務シナリオ案

ユースケース	業務シナリオ案	対象分野
(a)生産ラインの稼働進捗管理	生産進捗情報から、工作機械のトラブルや利用者ミスが発生しやすい構造を知って、工作機械の設計データに活かす業務シナリオ	①設計・提案支援(顧客利用データに基づく製品設計変更)
(b)品質管理	加工失敗時の情報を元にユーザー共通ロジックから良品・不良品判定を行う業務シナリオ	②品質管理(良品・不良品判定の自動化、客観化)
(c)予防・予知保全	機能劣化時のデータを元に対処方法を提案する業務シナリオ	①設計・提案支援(顧客利用データに基づく製品設計変更)
	工作機の予防・予知保全をワークの加工結果を元に行う業務シナリオ	②品質管理(良品・不良品判定の自動化、客観化)

ここで、生産システムの各構成要素の内部状態と構成要素間でやりとりされる情報項目を明らかにする。この時、工作機械メーカーやユーザー(現場側)にヒアリングを行い、生産性向上などに関する意思決定のロジックなど利活用可能な工作機械メーカーの知識および現場知識を洗い出す。それらの知識に基づき工作機械および工作機械周辺機器等の状態記述について、工作機械ユーザーにとっての利便性を考慮し協調領域として(工作機械メーカーが協力して)共通化すべき項目を抽出する。

## (2)達成目標

業務シナリオの作成: 上記の三つのユースケースに対して、①設計・提案支援、②品質管理の2分野に対する実証実験可能な業務シナリオを作成

[ステップ②] 複数のメーカーの工作機械の状態記述の共通化、およびその情報を収集・集約する仕組みの検討

### (1)内容詳細

ステップ①で検討した共通化がふさわしい項目について、策定した業務シナリオに対応する共通化テーブルを構築する。ステップ③の実証実験の際に、共通化テーブルを介した上位・下位システム間を流れる情報の流れ(図 2-2)をデータプロファイルで実現し実装するための具体的方法を、実証実験環境を想定したうえで検討する(ステップ③で実証する)。

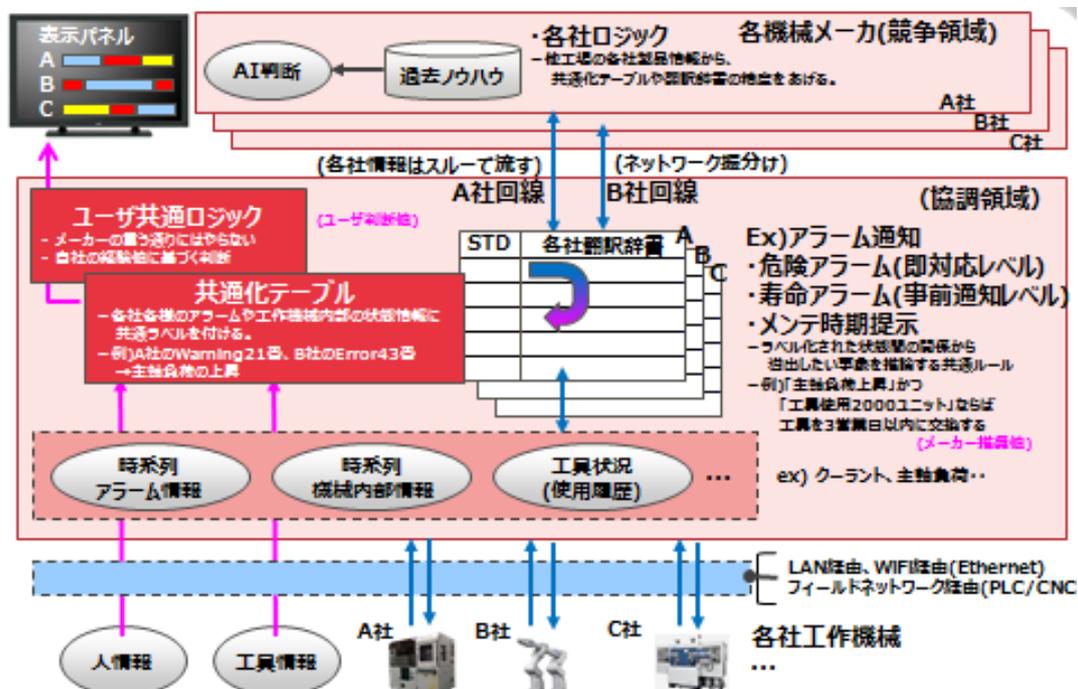


図 2: 共通化テーブルを介した各システム(機械や表示パネルなど)間の情報の流れ

## (2)達成目標

機械の稼働状態(稼働中、停止中、故障中など)や工具の使用履歴などの項目から共通化にふさわしい項目 3 個以上に関して共通化テーブル上に定義し、データプロファイルでの実装方法を決定する。

## [ステップ③] 業務シナリオの実証実験

### (1)内容詳細

ステップ①で検討した業務シナリオの実証実験を実施する。この時、ステップ②で構築した共通化テーブルをデータプロファイルで表現し実装する。共通化テーブルで明示化された工場の情報を可視化するために表示パネルを用いるものとする。上記シナリオで定義された意思決定のロジックを一部実用機械に実装し、同手法の有効性を検証する。なお、本ステップで用いるハードウェアとその目的は下記となる。

#### ●エッジコンピュータ:

- ・最新型 CNC 工作機械およびセンサーレス工作機械である旧型工作機械(以下、レガシー設備)からデータ採取パターンの異なる 9 機種 of 設備を対象に各々のデータ蓄積を図る。
- ・取得データ形式の異なる機種ごとにデータ加工、プロファイル変換などを機械ごとに処理するプログラムを実証実験のために作成する。

#### ●IoT センサー類:

- ・温度、湿度、電力、圧力、加速度などのセンシングデバイスをレガシー設備の不足部分として補足する。
- ・PLC/CNC から有線通信もしくは無線通信を介してエッジコンピュータへ接続する

#### ●サーバ:

- ・エッジコンピュータごとに処理された情報をサーバ側に集約し、仮想工場のリアルタイム見える化を処理する。

#### ●モニタ:

- ・仮想工場全体を常にリアルタイムに大型モニタ上で閲覧、確認、操作する事を可能とするために活用予定。

## (2)達成目標

富士通株式会社の現有設備の中から、設備データが取れないレガシー設備と、産業機械サブ幹事会メンバー企業 6 社から設備データの取得ができる設備をそれぞれ 1 台以上選定し、意思決定に必要なデータの網羅性を実証実験により確認する。

## [ステップ④] ビジネスモデルの提案とその実現可能性に関する検証

### (1)内容詳細

ステップ①,②に基づき、生産システムを持つユーザーのニーズに対応する工作機械メーカーが提供できるビジネスモデルを提案し、そのために必要とされる工作機械など機能要求を整理する。また、本検証でも国際標準化の観点で議論を行う。

### (2)達成目標

ビジネスモデル(価値提供の仕組み)の提案を行う。

ビジネスモデルとは、当該ビジネスに登場する実施者の活動、モノ・情報・金銭の流れ等を明示化することで、ビジネスがユーザーにとっての便益やビジネス提供者にとっての収益を生むメカニズムを説明するモデルである。本研究では、ステップ①で作成された業務シナリオを表現する CPPS モデルを拡張してビジネスモデルを表現する。CPPS モデル上に現れる様々な活動、すなわち、情報の取得、保持、収集、解釈、判断などに対して、それらがどの実施者によって行われ、各実施者がどのような責任範囲を持ち、どのような収益、リスクの発生が考えられるか記述することで当該ビジネスのメカニズムを表現する。

## [ステップ⑤] 経産省のデータプロファイルおよびセキュリティ対応マニュアルの適用可能性検証

(担当)富士通:経産省のデータプロファイルとセキュリティ対応マニュアルの適用可能性検証

### (1)内容詳細

実証実験の結果を踏まえて、今回のユースケースの観点から経産省のデータプロファイルおよびセキュリティ対応マニュアルの適用可能性を評価し、その観点でのデータプロファイルおよびセキュリティ対応マニュアルの要件を明確化する。

具体的には、実証実験に含まれるアクティビティ(例えば、工作機械の状態を共通化テーブルを介して変換する、サーバ側が変換後のデータ取得する、表示パネル上で可視化する、アラームとして通知するなど)の入出力情報を、本事業で評価対象とする経産省のデータプロファイルの基本構造に対応付けることで適用可能性を評価する。また、実証実験の過程で明らかになったセキュリティに関する

事象や懸念点(例えば、意図しない情報の流れの発生など)に対して本事業で評価対象とするセキュリティ対応マニュアルに従い、対応可能かどうかを分析することで、当マニュアルを評価する。

### (2)達成目標

- ・ 実証実験内の三つ以上のアクティビティに関して、経産省のデータプロファイルの適用可能性を検証する。
- ・ 実証実験内の三つ以上の事象に関して、セキュリティ対応マニュアルの適用可能性を評価し懸念点を抽出する。

### 1-3 研究開発の成果

本研究では、様々な拠点で加工作業をしている多様なメーカー製の工作機械の情報を集約し、現場知識と工作機械の設計知識や稼働データを融合した判断に基づいて、工作機械の実装の違いによらない情報モデルやそのインターフェースの開発および実証を行った。具体的には、産業技術総合研究所と共同して(a)生産ラインの稼働進捗管理、(b)品質管理、(c)予防・予知保全の3つのユースケースに基づき、2つの業務シナリオ(1.「生産計画と保全計画の統合判断」、2.「品質管理・トレーサビリティの確保」として整理し、各業務シナリオを実現するために必要となるデータ項目および情報モデルの設計を行った。

業務シナリオ1では、複数の工作機械とそれらの部品・消耗品の保全情報を、メーカーや機種の違いによらずに工作機械が出力するデータとして共通化を行い、工作機械の状態を一覧できるように可視化するまでを、保全項目の種別によらない「余寿命」に注目し、情報処理手順の設計を行った。業務シナリオを6つのアクティビティに分解して分析した結果、19項目のデータを共通化テーブルという形で定めることができた。

業務シナリオ2では、不良となるワークが類別できたとき、その原因と考えられる様々な変化点を抽出し、これらを検査結果とともに可視化するシステムを設計した。具体的には、メーカーや機種の違いによらず実現するための共通化データ項目を策定し、それらのデータを用いて加工時の変化点を抽出し、ワーク毎にデータを集約して一覧表示するための情報モデルの設計となる。特に工具交換、工具およびワークに関する設定不良、意図しない加工プログラム変更に起因する不良の判定を例題として、工作機械が出力するべき16項目のデータを共通化テーブルという形で定めた。

上記2つの業務シナリオを用いた実証実験では、3種類のレガシー機種およびデータ取得可能な6機種を用いて、データの収集とそれぞれ業務シナリオ1については保全項目の余寿命表示、業務シナリオ2については、加工時の変化点とワーク毎の品質結果の可視化を実現できた。

次に、生産システムを持つユーザーニーズに対応する工作機械メーカーが提供できるビジネスモデルを2つの業務シナリオを参考に検討を行った。検討の中で、それぞれエンドユーザ、工作機械メーカー、SIerの視点で、責任範疇、収益、リスクを整理し、今後の展開に向けた課題を提言した。

最後に本研究で設計した情報モデルに対して、平成28年度に経済産業省の「IoT推進のための社会システム推進事業」で提案されたデータプロファイルおよびセキュリティマニュアルの評価を実施した。本データプロファイルに対して、業務シナリオ1の4つのアクティビティに関して評価を行い、適用可能であることが確認できた。一方、業務シナリオ2のように業務に関係なく定期的にログデータを取得するような場合は、データプロファイルの基本構造に当てはめることができず、ログを変換するためのガイドラインが必要であると考察した。セキュリティマニュアルについては、セキュリティ問題の事例を3つ取り上げ、取り上げた事例が本実証事業内で発生したと仮定し、実証事業体制の中でマニュアルに沿った対応が可能かを机上で検討し

た。検討の結果を踏まえ、セキュリティマニュアルの適用性について評価を行い、適用可能であるという結果を得た。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化についてはものづくりにおける設備保全、品質管理の分野で検討を実施している。昨今、人手不足の問題により、ものづくり現場における自動化ニーズが高まっている。弊社においてもグループ工場のみならず、社外の製造業において自動化ニーズを満たすべくロボットやセンシング機器を活用した自動機を提供している。そのような中で、自動機の運用側においては、生産を止めない仕組み、品質の確保が求められ、設備提供側においては、設備保全の効率化が求められる。

このようなニーズを満たすために本事業の成果を活用して、運用側、設備提供側にとって必要なデータを整理し、設備保全、品質向上につながる可視化システムの構築を進めている。

具体的には、

- ・ 弊社が社外に提供している自動機をサンプルに必要なデータ、データの持ち方を検討、データ設計を実施
- ・ 弊社のセキュアなものづくりプラットフォーム「COLMINA」にデータ連携し、可視化を実現
- ・ 可視化情報をもとに、運用側は生産停止ロスの低減や品質向上による製造コストの削減、設備提供側は消耗品の交換や定期点検の計画的な実施により、設備保全コストを削減

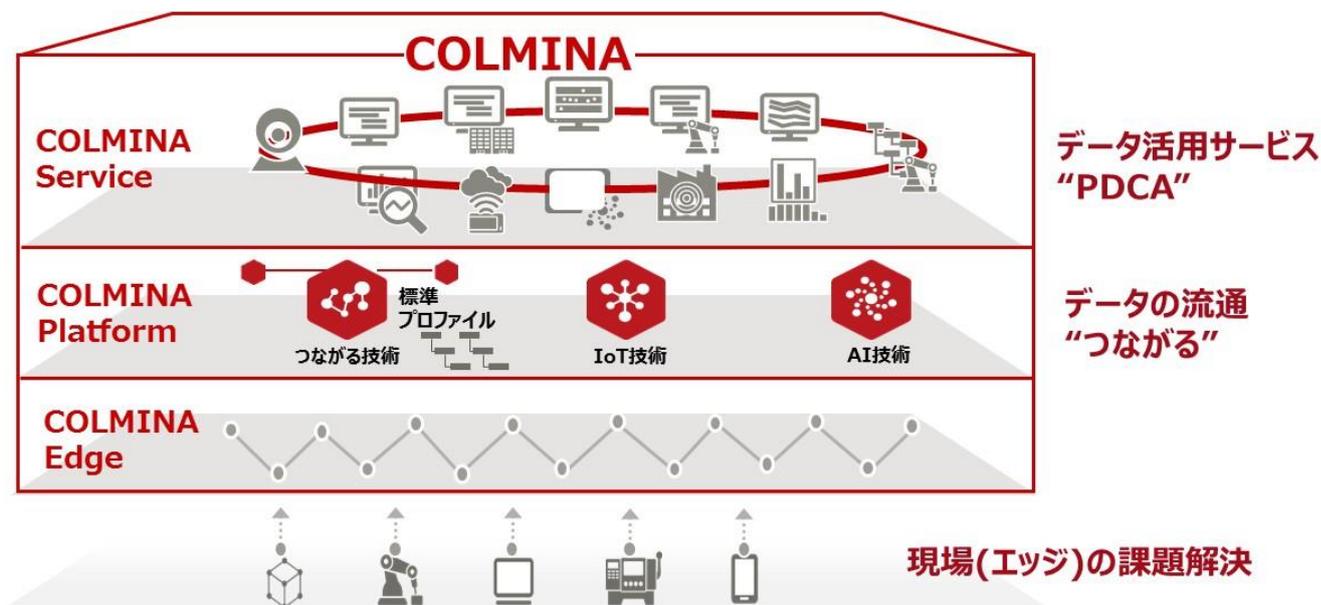


図 3:COLMINA による可視化システムのイメージ

上記で説明した可視化サービスをロボットやセンシング機器を活用した自動機と合わせて提供することで、導入後の運用プロセスでの付加価値の提供につながり、運用側、設備提供側双方にとってメリットのあるものになると考える。

売り上げ見込みについては、2021年に2000万円、2022年には1億円を見込んでいる。

## ●特許論文等リスト

### 【外部発表】

#### (a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Tomoaki Kubo	Secretary General, Robot Revolution Initiative	The connected industries: achievements, challenges, and next steps in Japan	Hannover Messe Forum Industrie 4.0 meets the Industrial Internet	2018/4/25
2	近藤 伸亮	国立研究開発法人産業技術総合研究所製造技術研究部門	工作機械の多様性を考慮した状態監視・可視化システムの協調設計と実証	IIC/RRI 共同ワークショップ	2019/1/31
3	Dr. Shinsuke Kondoh	Group leader, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	Toward realization of smart manufacturing system Design and implementation of monitoring/visualization system considering diversity of machine tools	Hannover Messe Industrie 4.0 Forum	2019/4/3

研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

③-1 IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

(2)IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

- a)「企業間のデータ共有を促進するデータ汎用化技術開発と通信方式の確立」
- b)「データの付加価値向上に向けた最適加工条件自動生成技術とデータセキュリティ方式の確立」

駿河精機株式会社

1 研究開発成果

a)「企業間のデータ共有を促進するデータ汎用化技術開発と通信方式の確立」

1-1 研究開発の概要と実施計画

“a:最大複合軸加工に対応できる加工プロファイル汎用化技術開発”について、プログラムを作成することで自動加工を行う NC 工作機械は、今や製造業において必要不可欠なものになっている。しかし、このプログラムは工作機械メーカーによってフォーマットが異なっており、複数メーカーの工作機械を併用、また他社と協業の際にハードルとなる。

本研究ではメーカーごとにフォーマットの異なる NC 工作機械のプログラムを標準化するソフトウェアを開発し、プログラムを自由にやりとりすることで生まれる、製造業の新たなビジネスモデルを模索する。

“b:標準回線の利用を前提とした最適な企業間の通信方式の確立”について、ビジネスがグローバル化し、拠点間でやりとりされるデータが爆発的に増加する中、ビッグデータ時代に対応した高速・大容量データ通信が必要とされている。

様々なソリューションが提供されているが、通信回線方式の選択と各企業のセキュリティ機能への対応によりネットワーク構築の難易度や通信品質が大きく異なる。

そのため、導入・運用コストを抑えつつ安定したネットワークをバランス良く構築する方式は明確ではない。この課題を解決する為に、標準回線の利用を前提とした最適な通信方式を確立していく。

【実施計画】

a:最大複合軸加工に対応できる加工プロファイル汎用化技術開発

事業項目 データ汎用化技術の開発	平成 29 年度			
	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
① データ汎用化技術の設計		→		
② データ汎用化技術の製作			→	
③ データ汎用化技術の評価				→

**b: 標準回線の利用を前提とした最適な企業間の通信方式の確立**

事業項目 データ通信方式の確立	平成 29 年度			
	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
① データ通信方式の検討		→		
② データ通信方式の開発			→	
③ データ通信方式の実証				→

**1-2 研究開発の内容と目標**

“a: 最大複合軸加工に対応できる加工プロファイル汎用化技術開発”については、工作機械メーカ各社の NC プログラムを一律にし、ユーザーが工作機械の仕様に左右されず、活用を可能とするデータ汎用化ソフトウェアを設計、製作する。

このソフトウェアにより、複雑な 5 軸マシニングセンタの加工プログラムであっても共有を容易にし、様々な利用方法を模索できる環境を構築することを目的とする。

製作したソフトウェアを用いて、メーカの異なる工作機械で同一の加工プログラムを使用し、部品を加工、加工精度、機械動作、操作性の評価を行う。また、ソフトウェアを弊社生産システムと連携し、工作機械向けの IoT 通信端末を用いての加工プログラムの送受信を行う。協力企業との連携において、通信設備を利用し、遠隔での作業指示も合わせて試験する。

“b: 標準回線の利用を前提とした最適な企業間の通信方式の確立”については、専用線は、高価なため一般回線を使用し海外との大容量データ送受信でも安定した高速な通信方式を有する企業(技術)を見つける。

日本・静岡⇄中国・上海、日本・静岡⇄ベトナム・ホーチミン の各自社工場間でデータ送受信テストを実施する

**1-3 研究開発の成果**

“a: 最大複合軸加工に対応できる加工プロファイル汎用化技術開発”については、CL (カッターロケーション) データの解析を使用することで 5 軸加工に対応したコンバージョンシステムを開発した。テスト用のプログラムを変換して、3 社のマシニングセンタでテスト加工を実施、各マシニングセンタによる加工品全てに要求品質を満たした。本システムを弊社生産システムに実装し、データの送受信と変換の実現を可能とした。さらに協力企業との連携において、工作機械向け IoT 端末とクラウド環境を構築し、加工プログラムの送受信、変換を行い、遠隔での作業指示と稼働を実現した。

“b: 標準回線の利用を前提とした最適な企業間の通信方式の確立”については、転送データの 1 ブロックごとの転送間隔を配信管理情報に指定でき、ネットワークを占有することなくファイル転送を行う間欠転送と転送データを固有の方法で圧縮し、効率のよいファイ

ル転送を行うデータ圧縮転送により、専用回線との比較で下りの速度が、約 10 倍の速度向上となった。(※ベトナム比)

テスト期間中、通信途中で切断されること無く接続率は 100%となった。通信途中で切断される事を考慮し、通信が切断された状況を作成し、中断テストを行ったところ、ネットワーク復旧後、自動的に再配信処理が実行され送達保証が行われる事を検証した。

## b)「データの付加価値向上に向けた最適加工条件自動生成技術とデータセキュリティ方式の確立」

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

“a: 未知の加工部品に対応できる最適加工条件生成 AI の開発”について、グローバル展開する各拠点、及び協業する企業間とのネットワークの接続が広がりを見せることで、IoT を活用したビジネスがより展開していくために、データの付加価値向上が望まれる。

その一環として、マシニングセンタにおける最適な加工条件を自動生成する汎用的な技術を確立するために、新規設計や工程に対応できる最適加工条件生成 AI を開発し、導入後の精度と適用範囲について検証を行う。

ここで、最適加工条件生成 AI とは、マシニングセンタを用いた金属加工に必要となる対象ワークの情報を入力することで、その加工を実施する NC プログラム作成のために必要な情報を出力する AI を指す。

“b: 技術データ価値の保護又は対価獲得のためのデータセキュリティ方式の確立”については、技術データの付加価値を保証できる技術・仕組が確立できれば企業間でのデータ活用が活性化すると共に、新たなオープンビジネスモデルの創出も期待できる。

この課題を解決する為には、データ価値の保護(流出させない、又は適切な対価を受領する)機能と、データの改ざんを含む二次利用、三次利用によりデータ作成者が知らないところで付加価値が毀損されることを防ぐ仕組みが必要となる。

### 【実施計画】

#### a: 新規設計、新規工程に対応できる最適加工条件生成 AI の開発

事業項目 最適加工条件自動生成技術	平成 29 年度			
	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
① 最適加工条件生成AIの開発				
② 最適加工条件生成AIの実証				

#### b: 技術データ価値の保護又は対価獲得のためのデータセキュリティ方式の確立

事業項目 データセキュリティ技術	平成 29 年度			
	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
① データセキュリティ技術の検討				
② データセキュリティ技術の開発				
③ データセキュリティ技術の実証				

## 1-2 研究開発の内容と目標

“a: 未知の加工部品に対応できる最適加工条件生成 AI の開発”については、材料と部品(完成品)の形状データから、スキルを必要とせず最適な加工順序を自動生成するシステムを開発する。事前検証で、最適な加工順序を推論する AI の学習用データセットのフォーマットを確立し、熟練者の加工順序を元にデータセットの製作を実施する。AI の開発では高品質な学習用データを大量に用意する必要があり、設計段階で作成される 3D の CAD データを入力とする AI の開発によって、解決を図る。

また、加工の対象を汎用的な金属切削加工の範囲について、立体的に複雑な形状や 5 軸マシニングセンタを用いた加工工程に対応できることと設定した。そのため、量産ライン用特殊形状加工品を対象として 5 軸マシニングセンタを用いた加工を実現する。量産ライン用特殊形状加工品は、量産ラインで、運搬・作業中などに製造部品を固定、保持する固定具を指す。これは固定する製造部品によって、形状がそれぞれ異なり、必要とされる加工工程も異なる。最適加工条件生成 AI の導入によって、その回数と工数の削減を目標とする。

“b: 技術データ価値の保護又は対価獲得のためのデータセキュリティ方式の確立”については、汎用性のあるシステムを開発し、外部の協力企業へも容易に導入できるシステムを開発。データ改ざん、コピーによる技術流出防止を目指す。海外工場、他社を交えたセキュリティテストにおいて、データ改ざん、コピーによる技術流出防止を行う。

## 1-3 研究開発の成果

“a: 未知の加工部品に対応できる最適加工条件生成 AI の開発”については、量産ライン用特殊形状加工品を対象とした、工程設計を行う最適加工条件生成 AI を開発した。

実際の加工工程を正解とするテストデータの部品について、最適加工条件生成 AI で正答率 81%を達成した。弊社の金属切削加工技術者の正答率は 81%であったことから、対象は限定的であるが、人間同等の精度での工程設計を達成した。

また、誤答について解析した結果、中間 3D データが似ている工程、体積変化量の少ない工程における間違いが多かった。学習データに対して中間 3D データの区別をすることでより精度が向上すると考えられる。

実際の金属切削加工においては、マシニングセンタによる工程の前処理・後処理との連携と最適化まで考慮することで、さらなる効果の拡大が見込める。

“b: 技術データ価値の保護又は対価獲得のためのデータセキュリティ方式の確立”については、通信セキュリティソフトの使用によって、160 ビットレベルの秘密キー方式の暗号化通信、改ざん／欠落などデータ整合性チェックによる異常検知、不正アクセスや操作ミス の履歴管理による特定、防止を達成。

ファイル暗号化ソフトの使用によって、ファイルコピー、不正利用の防止を達成。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化については、企業間のデータを共有・活用する一つの方法の検証と機能を確立することが出来た。5軸加工機まで対応した加工プロファイル汎用化の実現、セキュリティを加味した通信環境の構築により、企業間のデータ授受及びデータの共有が可能となり、急激な受注変動に対応する生産体制構築の方法として検討が可能となる。また、AIを用いた最適な加工条件を生成する技術では、未知の加工品の工程順序を導き出すことができ、初品から加工品質の向上に期待ができる。加工プログラムなどの生産情報は企業ノウハウが盛り込まれているため、企業間で共有されることは多くないが、本研究による技術により、付加価値を付与、汎用化し安全にデータが授受され、新たなビジネスモデルの創出に寄与するものである。

現状では、一部の加工部品に限定的に対応するシステムであり、今後事業化をするにあたって、その汎用化が課題となる。今回の検証結果と構築したシステムを活用していくことで、生産時のデータを蓄積でき、他の加工部品を対象とした開発をより効率的に進めることが可能となるため、本システムを展開していくことで、さらなる生産体制への強化を見込んでいる。

## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-1 IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

#### (3)「航空機部品一貫生産の品質管理(トレーサビリティ)・稼働管理に対応した設備データ管理の中小企業用共通プラットフォーム」

航空機部品生産協同組合

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### <事業概要>

本研究開発では、松阪クラスター内の複数の航空機部品製造中小企業に跨る製造工程における各特殊工程設備の稼働情報を収集し、部品製造の個別の作業指示書と紐付けるプラットフォームを構築することで、航空機部品製造のQMS(品質マネジメントシステム)における良品部品の品質管理で必須となるトレーサビリティ(製造履歴)を担保できる環境を整備する。

また、各加工設備の運転データを当該プラットフォームにより効率的に取得することで、本社側で遠隔現場の設備稼働状況や故障について稼働監視し、迅速な対応が可能となる。

経済産業省の平成 28 年度「IoT 推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」で構築されたデータプロファイルを活用して、共同工場内の加工・特殊工程の各設備から効率的かつタイムリーにデータを抽出する。抽出したデータの内、特殊工程設備データについては航空機部品生産協同組合が同「IoT 推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」で構築した共同工場内の共通生産管理システム内の作業指示書データと紐付けするため、本研究開発事業で整備するプラットフォームにより、作業指示書毎の特殊工程設備データをリアルタイムで抽出できる仕組みを整備する。

また、加工設備データは、当該プラットフォームによりデータ抽出後、共同工場—各社本社工場間のネットワークを通じて本社側で遠隔現場の設備稼働状況や故障について稼働監視できる仕組みを構築することで、本社側でも迅速な対応ができる仕組みの整備を目指す。稼働監視については、本事業では当該プラットフォームでのデータ抽出までを本年度の研究開発において行う。

また、データプロファイルとプラットフォームの有効性を検証するため、サンプルデータにより、当該部品の製造にかかわる複数のクラスター内中小企業により抽出された各種のデータが、航空機部品製造のQMS上問題ないか、共同工場内現場と本社工場を繋ぐネットワーク化において有効かどうか等の検証作業を実施する。

#### <実施計画>

##### <(1). 設備調査・要件定義>

本組合内の各社にてトレーサビリティ確保のために抽出・保管が必要とされている設備・計器データや、クラスター工場内の各社設備の稼働状況の本社側での監視ニーズについて調査し、設備からどういった情報を取得しなければならないのかを整理する。対象となるクラスター内の製造設備および関連システムを洗い出し、製造設備からのデータ抽出方法を検討した。調査結果をパターン分けし、詳細なデータ構造を定義する。

##### <(2). マッピングと開発システム仕様取り纏め>

前フェーズで整理したパターンと経済産業省の「平成 28 年度 IoT 推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」報告書において構築された汎用データプロファイルとの項目マッピングを行う。各設備データとデータプロファイル、データプロファイルとクラスター内共通生産管理システムのマッピングを行い、その結果を基に開発するシステムの仕様の取り纏め及び設計を行う。

また、データマッピングの他に航空機産業の部品製造上の特有事項である製造履歴(トレーサビリティ)を満たす課題として、作業指示書(Shop Order、S/O)と設備データを紐付かせる仕組みが必要となるため、作業開始前の着手入力と設備を紐づかせることで、作業指示データと設備からの取得データを結合するシステム仕様も設計する。

#### 〈(3)．システム開発〉

前項で取り纏めたシステム仕様定義書を基にシステム開発を行った。設備との連携機能及び生産管理システムとのインタフェース開発を単体機能毎に行い、テストデータにて各インタフェース機能とデータ結合機能の単体テストを行う。単体テストでの確認後、機能間結合のシステム間統合テストを行った。システム間統合テストを実施する際には、段階的にテストスコープを拡大し、品質向上及び後続フェーズでの後戻りリスクを回避する。

また、データプロファイルが大量データに耐えうるかのパフォーマンステストも実施する。

#### 〈(4)．有効性検証作業・評価〉

データプロファイルや前フェーズで開発したシステムを含めた全体について、パイロット部品を選定し、各設備からデータプロファイルで取り出した各種データを共通生産管理システム内の各部品の作業指示書(Shop Order、S/O)と紐付け、航空機部品製造上の良品に義務付けられているトレーサビリティ機能を満たしているかの有効性検証作業を行い、作業結果について、航空機部品製造の品質マネジメントシステム上問題ないかを検証・評価する。

実施スケジュール

事業項目		平成 29 年度								
		9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月		
I O T 技 術 の 活 用 に よ る 業 界 横 断 的 な 生 産 管 理 シ ス テ ム の 開 発	(1) . 設備調査・要件定義	→ 対象設備調査								
		→ パターン整理								
		→ システム要件定義								
	(2) . マッピングと開発システム仕様取り纏め	→ データプロファイル調査								
				→ マッピング						
				→ システム設計						
				→ 項目定義						
				→ インフラ設計						
	(3) . システム開発	→ システム開発								
				→ インフラ環境構築・設定						
						→ 試行・改修				
	(4) . 有効性検証作業・評価	→ 有効性検証作業								
						→ 報告書取り纏め				

1-2 研究開発の内容と目標

〈内容〉

航空機部品製造においては、QMS(品質マネジメントシステム)における部品の品質管理として部品製造過程におけるトレーサビリティ(製造履歴)の確立が必須とされており、現

状では国内部品製造中小企業各社は Tier1 (国内重工各社) の仕組・システムに基づいて部品を製造している。

部品製造中小企業が国内外の Tier1 から図面付購入品 (Tier1 の図面に基づいて完成部品を納品) として受注するためには、部品製造を取り纏める中小企業がトレーサビリティを担保出来るシステムを整備・運用しなければならない。

本委託事業において、本組合と組合員各社は、トレーサビリティを保証するために必要となる各種データを、経済産業省の平成 28 年度「IoT 推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」で構築されたデータプロファイルにより製造設備から抽出し、作業指示書(Shop Order、S/O) 単位で紐付けするシステムを制作し、データプロファイル及びインタフェースを使用して設備データ抽出及びセキュリティのプロセスを検証することにより、当該データプロファイルを航空機部品製造に導入する上での有効性及課題を抽出する。

#### <目標>

平成 29 年度委託事業として航空機部品生産協同組合が国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) から委託を受けて実施した「IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業／研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発」(以下「本委託事業」という) として実施する「航空機部品一貫生産の品質管理(トレーサビリティ)・稼働管理に対応した設備データ管理の中小企業用共通プラットフォーム」では、経済産業省の平成 28 年度「IoT 推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」において構築された汎用データプロファイル及び機器とアプリケーション間のデータ流通において考慮すべきセキュリティリスクと対応策について実証検証を行う。

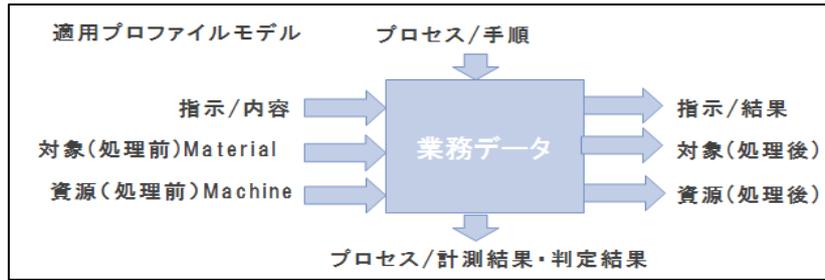
本組合と組合員各社が三重県松阪市において中小企業の航空機部品一貫生産体制の構築に取り組んでいる松阪クラスター工場において、国内外の Tier1 から受注するために必要とされる航空機部品製造の QMS(品質マネジメントシステム)を担保するために必要なトレーサビリティシステム及びインタフェースの構築を通じて有効性検証作業を実施し、当該データプロファイル及びセキュリティ規定の有効性を確認するとともに、航空機部品製造に適用するための課題の洗い出しを行うことを目的としている。

### 1-3 研究開発の成果

#### <設備調査・要件定義>

設備調査・要件定義については、設備調査を実施し、要件を以下のように定義した。各業務の粒度は、作業の操作単位ではなく、「検査」、「機械加工」、「板金加工」レベルとし、この単位での加工機入出力を対象とし、データプロファイル化し、結果を共通のフォーマットで出力する。

共通フォーマットで出力するため、データを下記「適用プロファイルモデル」の汎用的な項目に割り付ける。



有効性検証では、上記作業単位「検査」、「機械加工」、「板金加工」レベルでの品質データのトレーサビリティを確認するために、以下の方針で検証を実施する。

検証項目①: 設備、期間を指定しての品質データの検索ができること

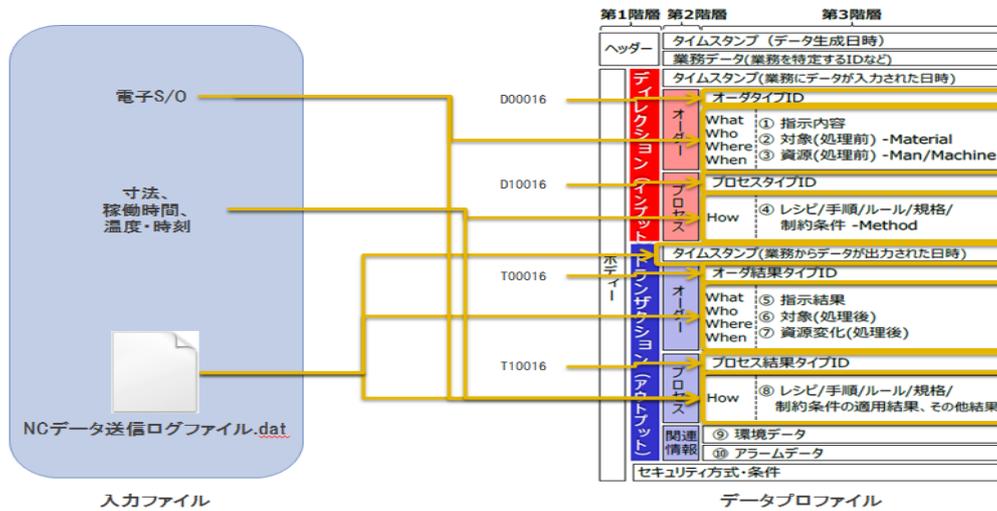
検証項目②: 部品番号、期間を指定して社横断的に品質データの検索ができること。日時のソート順により、トレースバック、トレースフォワードができること。

検証項目③: ツールにより過去データを模擬的に作成し、上記検査(1),(2)がユーザーの負担がない時間で実施できること

〈マッピングと開発システム仕様取り纏め〉

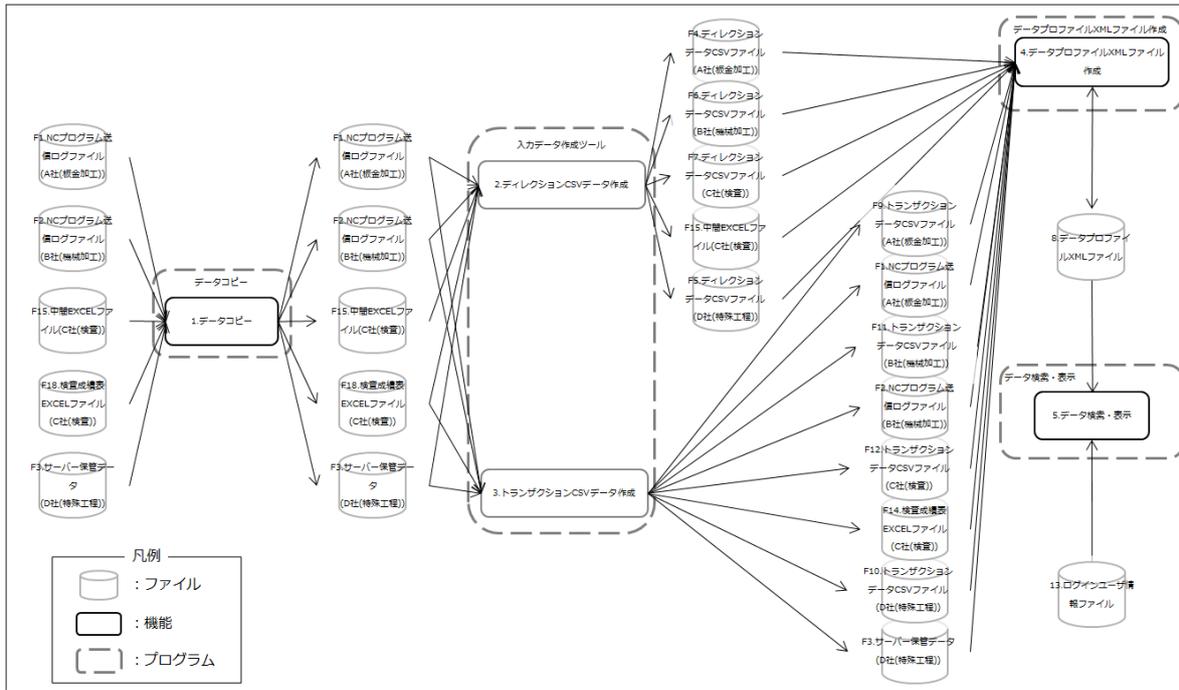
マッピングと開発システム仕様取り纏めについては、各社のマッピング方針を例のように決定し、システム仕様要件を機能要件、表示要件に分け仕様を取り纏めた。

例：板金加工会社



〈システム開発〉

システム開発については、以下のシステム全体関連図のシステムを開発した。



また、システムの機能は以下のようにした。

機能種別	機能一覧 画面・帳票・バッチ	入力情報	出力情報
1 データコピー	B7 A社(板金加工) データコピーバッチ	F1 NCプログラム送信ログファイル(A社(板金加工))	F1 NCプログラム送信ログファイル(A社(板金加工))
	B16 B社(機械加工) データコピーバッチ	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))
	B3 C社(検査) データコピーバッチ	F15 中間EXCELファイル(C社(検査))	F15 中間EXCELファイル(C社(検査))
	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))
	B12 D社(特殊工程) データコピーバッチ	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))
2 入力データ作成ツール - ディレクションCSVファイル作成	B6 A社(板金加工) ディレクションCSVファイル作成	-	F4 ディレクションデータCSVファイル(A社(板金加工))
	B15 B社(機械加工) ディレクションCSVファイル作成	-	F6 ディレクションデータCSVファイル(B社(機械加工))
	B2 C社(検査) ディレクションCSVファイル作成	F15 中間EXCELファイル(C社(検査))	F7 ディレクションデータCSVファイル(C社(検査))
	B10 D社(特殊工程) ディレクションCSVファイル作成	-	F5 ディレクションデータCSVファイル(D社(特殊工程))
	F1 NCプログラム送信ログファイル(A社(板金加工))	F9 トランザクションデータCSVファイル(A社(板金加工))	F9 トランザクションデータCSVファイル(A社(板金加工))
3 入力データ作成ツール - トランザクションCSVファイル作成	B17 B社(機械加工) トランザクションCSVファイル作成	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	F11 トランザクションデータCSVファイル(B社(機械加工))
	B4 C社(検査) トランザクションCSVファイル作成	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F12 トランザクションデータCSVファイル(C社(検査))
	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))
	B11 D社(特殊工程) トランザクションCSVファイル作成	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	F10 トランザクションデータCSVファイル(D社(特殊工程))
	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))
4 データプロフィールXMLファイル作成	B5 A社(板金加工) XMLデータ作成	F4 ディレクションデータCSVファイル(A社(板金加工))	F8 データプロフィールXMLファイル
	F9 トランザクションデータCSVファイル(A社(板金加工))	F9 トランザクションデータCSVファイル(A社(板金加工))	-
	F1 NCプログラム送信ログファイル(A社(板金加工))	F1 NCプログラム送信ログファイル(A社(板金加工))	-
	B13 B社(機械加工) XMLデータ作成 (パターン1)	F6 ディレクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	F8 データプロフィールXMLファイル
	F11 トランザクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	F11 トランザクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	-
	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	-
	B14 B社(機械加工) XMLデータ作成 (パターン2)	F8 ディレクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	F8 データプロフィールXMLファイル
	F11 トランザクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	F11 トランザクションデータCSVファイル(B社(機械加工))	-
	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	F2 NCプログラム送信ログファイル(B社(機械加工))	-
5 データ検索・表示	S1 ログイン	F7 ディレクションデータCSVファイル(C社(検査))	F8 データプロフィールXMLファイル
	S2 検索・結果表示	F15 中間EXCELファイル(C社(検査))	-
	F12 トランザクションデータCSVファイル(C社(検査))	F12 トランザクションデータCSVファイル(C社(検査))	-
	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	F14 検査成績表EXCELファイル(C社(検査))	-
	B9 D社(特殊工程) XMLデータ作成	F5 ディレクションデータCSVファイル(D社(特殊工程))	F8 データプロフィールXMLファイル
F10 トランザクションデータCSVファイル(D社(特殊工程))	F10 トランザクションデータCSVファイル(D社(特殊工程))	-	
F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	F3 サーバー保管データ(D社(特殊工程))	-	
F8 データプロフィールXMLファイル	F8 データプロフィールXMLファイル	-	

<有効性検証作業・評価>

有効性検証作業・評価については、開発した「データ検索・表示」システムにて、検証項目①及び②が出来ることを検証した。

The screenshot shows a web application interface for searching and displaying data. At the top, there are tabs for '検索・結果表示' (Search/Result Display) and 'ログアウト' (Logout). Below the tabs is a search condition form with fields for '会社名' (Company Name), '業務名' (Business Name), '工程名称' (Process Name), 'S/O No', '設備ID' (Equipment ID), '部品番号' (Part Number), and '作業者名' (Operator Name). There are also date pickers for '開始日' (Start Date) and '終了日' (End Date). A '検索' (Search) button is at the bottom of the form. Three callout boxes point to specific fields: '設備' (Equipment) points to '設備ID', '部品番号' (Part Number) points to '部品番号', and '期間' (Period) points to the date range. Below the form, there are two data tables. The first table is for '会社名: A社 業務名: 板金' and the second is for '会社名: C社 業務名: 検査'. Both tables have columns for '工程名称', 'S/O No', '設備ID', '部品番号', '開始日時', '終了日時', '作業者名', '稼働時間', '寸法', '硬度', and '伝導度'. The first table has 3 rows of data. The second table has 4 rows of data. An orange dashed oval labeled '中略' (Omission) is drawn around the middle row of the second table.

検証項目③については、開発した「データ検索・表示」システムを用い、以下の2つのケースを検証した。

ケース1: データプロファイル XML ファイルの全件検索を検証。  
(検索条件は未指定で検索を行う。)

ケース2: データプロファイル XML ファイル全件中、開始日時、終了日時が最も古いデータプロファイル 1 件を検索する処理速度を検証。  
(検索条件として開始日時、終了日時を全データ中最も古い日時を指定し検索を行う。)

会社	データプロファイルのXMLファイル数	ケース1：全件検索処理時間（秒）	ケース2：検索処理時間（秒）	備考
A社(板金加工)	100	0.8	0.2	
			～中略～	
	1,100	4.6	2.9	
	1,200	5.1	3.3	
			～中略～	
	1,700	7.2	4.8	
	1,800	7.6	5.2	
B社(機械加工) (パターン1)			～中略～	
	3,000	13.0	8.8	
	100	0.4	0.2	
			～中略～	
	1,200	4.9	3.0	
	1,300	5.5	3.4	
			～中略～	
B社(機械加工) (パターン2)	1,900	7.9	4.9	
	2,000	8.3	5.2	
			～中略～	
	3,000	12.9	8.3	
C社(検査)		10分超応答なし	10分超応答なし	
	100	12.5	0.6	
	200	24.9	0.9	
	300	34.6	1.3	
	400	10分超応答なし	1.9	
			～中略～	
		1100	10分超応答なし	5.0
		～中略～		
	3000	10分超応答なし	13.4	

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化については、データプロファイルの航空機製品製造に適用する為には、5W1Hを満たす業務記録を行えるよう業務改善、及びシステム化を行った上で、データプロファイル化のモデリングを実施する必要があり、ライブラリに関しては、新規作成したものを会社を超えて共有する必要がある。

各社の既存システムとの連携は各社毎に開発を行う必要があるが中小企業が自社システムを開発することは費用的に困難であると考え、以下のような対策を実施する必要がある。

- 1)導入しやすいパッケージ／サービス化の検討及び構築
- 2)NoSQL を利用した際のデータプロファイルの有効性検証
- 3)データプロファイルの入出力APIの構築
- 4)バッチ加工工程におけるデータプロファイルの有効性検証

### 1) 導入しやすいパッケージ／サービス化の検討及び構築

トレーサビリティを取るには製品メーカーでデータをとる必要がある。航空機部品は多くの中小企業が製造しており、そこに導入する必要がある。しかしながら大規模なシステム構築に投資することが難しいことから、パッケージ／サービス化を行う必要がある。

### 2) NoSQL を利用した際のデータプロファイルの有効性検証

処理速度、データ量の検証をSQL では検証したが、運用面を考慮した際、Volume(膨大な量)、Velocity(速さ)、Variety(多種多様)に対応するため、NoSQL での検証が必要である。

### 3) データプロファイルの入出力APIの構築

他システムとの連携をしやすい入出力 API を構築、提供する必要がある。

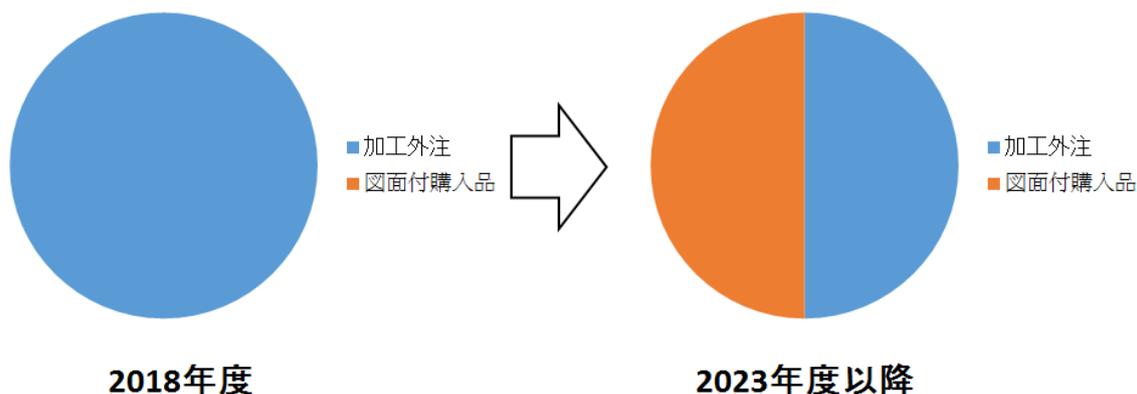
### 4) バッチ加工工程におけるデータプロファイルの有効性検証

航空機製品製造には大きく分けて部品1個流しとバッチ処理の2種類のモノの流れがあり、今回の検証では、部品1個(板金・検査等)に関しては、有効であることを確認したが、バッチ処理(表面処理等)に関しての有効性検証を実施していないため、検証が必要である。

### 5) 成果の実用化・事業化に向けた見通し

データを残すプロセスの改善、トレーサビリティを担保出来るシステムの整備及びその他の仕組み・システム(受発注・在庫管理等)の改善が進むと、Tier1 から「図面付購入品」での受注が可能になり、世界との競争力強化、市場拡大に繋がる。

## 契約形態比率



## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-1 IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

#### (4)「IoT 技術の活用による業界横断的な生産システムの開発」

一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ  
CKD 株式会社  
株式会社今野製作所  
東芝ロジスティクス株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

本研究開発では、製造現場のさまざまな業務課題に対し、一定のシステム構築手法に沿って IoT 技術を活用した生産管理システムを構築することにより、現場 IoT システム設計手法およびモデル/データプロファイルなどの確立と有効性を検証することを目的とする。

このために、インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ (IVI) が提案する“業務シナリオ構築手順”にしたがい、“IVI モデラー”などの支援ツールを用いながら、① 品質管理、② 共同受発注、③ 在庫・物流管理、の3つの実際の課題について、ユースケースを定義し、それに対応する IoT プラットフォームを活用して実証実験を行う。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### ① IoT 技術活用による製造現場のシステム構築手法の確立

(実施先: 一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ)

製造現場から抽出した3つの業務課題に対して IVI の業務シナリオ構築手法適用を支援しながら、手法およびツールの有効性実証と改善検討を行う。また導出されたモデルやデータプロファイルについて標準化を視野に入れ比較・検証を行う。

(目標)

- ①-1 業務シナリオ・モデル作成/データプロファイルの導出を共同で実施。各社の業務シナリオ及びデータプロファイル解析結果報告書を成果物とする。
- ①-2 IVI 設計手法および「IVI モデラー」の有効性検証と完成度向上
- ①-3 モデルおよびデータプロファイルの蓄積・標準化、比較と評価等、「データプロファイル及びセキュリティ対応マニュアル」の有効性検証結果報告書の作成(問題点のまとめ、改良のための提案等を含む)

#### ② IoT 技術の活用による品質管理の研究開発

(実施先: CKD 株式会社)

生産現場の様々な現象とセンサー信号との相関をとりつつ、IoT コンポーネントの構成を決め、シナリオ/モデル/データプロファイルの作成を進めることにより、製造の状況、モノの出来栄をリアルタイムに把握して、これを装置にフィードバックすることで生産性向上を図る。また、レガシーな設備にも簡単に後付けできるシステムの開発を目指すものとする。

(目標)

- ②-1 現状の業務シナリオ図及び TO-BE モデルの作成
- ②-2 TO-BE モデルに基づくデータプロファイルの実装

②-3 リアルタイム検査システムのシステム構成案、システムを構成する各コンポーネントの設計図・試作システムの作成

②-4 予知保全システム提案書の作成

### ③ IoT 技術の活用による共同受発注の研究開発

(実施先:株式会社 今野製作所)

小規模中小企業が受注案件について工程の水平連携を行う際に、お互いの工程進捗情報を現場レベルで共有、見える化することによって、各社の設備・人的リソースの有効活用、過剰な余裕日程の削減、突発的な日程変更への対応力向上等を図り、もって受注リードタイムを短縮するとともに顧客サービス力の向上につなげることを目指す。

(目標)

③-1 IVI の業務シナリオ構築手順に従って業務シナリオ・モデルの作成、及びデータプロファイルのユースケース定義を行う。

③-2 現場の着手・完了情報入力に IC カードリーダーを活用して自動取得することにより、工程進捗情報をリアルタイムに伝達するシステムを構築する。

③-3 工程を水平分業した連携受注案件について参加企業各社の工程進捗情報を相互に共有するシステムを構築する。

### ④ IoT 技術の活用による在庫・物流管理の研究開発

(実施先:東芝ロジスティクス株式会社)

本研究開発ではロジスティクスの業務プロセス標準である EDIFACT を考慮し、一方で個別の標準モデルに依存しないゆるやかな標準として、情報モデル・データモデルを生産側が扱える生産/物流共通のインタフェースを定義する。この EDIFACT では、SCM を通して横断的に使える共通の識別子を活用することを考慮し、IoT 基盤によるサイバー・フィジカル連携を行う。

(目標)

④-1 出荷指示業務についての業務シナリオ図及び TO-BE モデルの作成

④-2 出荷指示業務についてのデータプロファイルの実装

④-3 物流現場におけるデータプロファイルの有効性検証結果報告書の作成

④-4 出荷指示情報を物流プロセス間のブロックチェーンにて共有するシステムの試作。

その際、複数の企業に見立てたノードを用意し、ノード間でブロックチェーンを共有し情報連携が可能なシステムを検討する。

## 1-3 研究開発の成果

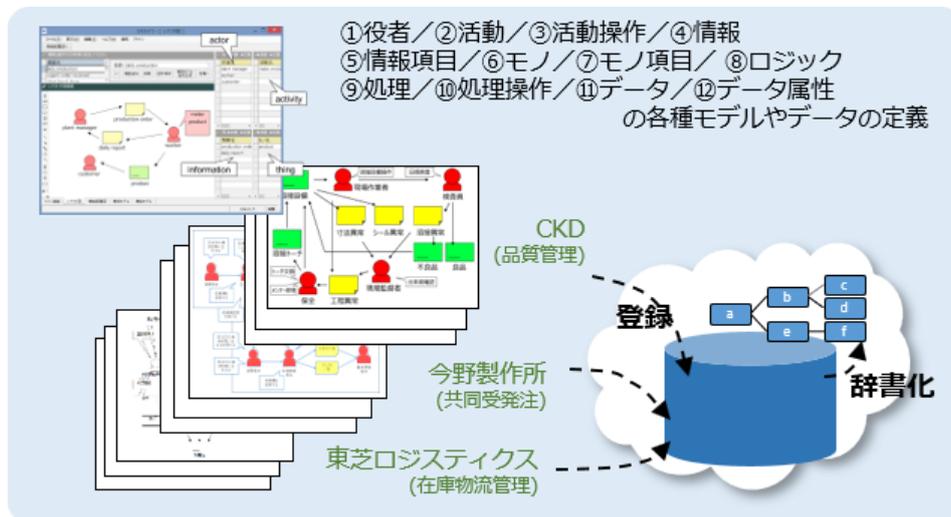
以下、研究開発全体の成果を一覧でまとめた後、各課題毎の成果、達成状況と意義、及び今後の課題について記述する。

研究開発課題	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
IoT設計手法の開発	①業務シナリオモデル作成とデータプロファイルの導出 ②IVI設計手法およびIVIモデラーの有効性検証と完成度向上 ③モデルおよびデータプロファイルの蓄積・標準化、比較と評価等。「データプロファイル及びセキュリティ対応マニュアル」の有効性検証	各社支援 IVIモデラー改訂 成果報告書	○ ○ ○	支援機能拡大
品質管理における実証	①現状の業務シナリオ図及びTO-BEモデルの作成 ②TO-BEモデルに基づくデータプロファイルの実装 ③リアルタイム検査システムの設計と試作 ④予知保全システム提案書の作成	成果報告書 (生産技術者による情報設計を実現) 実システム試作 実システム試作 成果報告書	◎ ○ ○ ○	継続的な改善
共同受発注における実証	①業務シナリオモデル作成とデータプロファイルの導出 ②現場にICカードリーダーを活用した工程進捗情報リアルタイム伝達システムの構築 ③工程を水平分業した連携受注案件について参加企業各社の工程進捗情報を相互に共有するシステムの構築	成果報告書 (生産技術者による情報設計を実現) 実システム試作  実システム試作	◎ ○ ○	継続的な改善  継続的な改善
在庫・物流管理における実証	①出荷指示業務の業務シナリオ図及びTO-BEモデルの作成 ②出荷指示業務についてのデータプロファイルの実装 ③物流現場におけるデータプロファイルの有効性検証 ④出荷指示情報を物流プロセス間のブロックチェーンにて共有するシステムの試作	成果報告書 (生産技術者による情報設計を実現) 実システム試作 成果報告書 実システム試作	◎ ○ ○ ○	継続的な改善

### ① IoT 技術活用による製造現場のシステム構築手法の確立

(実施先:一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ)

IVI の 2017 年度活動において、22 チームがそれぞれの課題に対し IoT システム設計に”業務シナリオ”手法を用いるとともに、”IVI モデラー”を用いて効率化をはかり、加えて辞書データの蓄積を実施できた。また、データプロファイル作成手法としてIVI モデラーによる方法と昨年度成果“プロファイル基本構造”とを比較しながら、さらなる改善を行った。

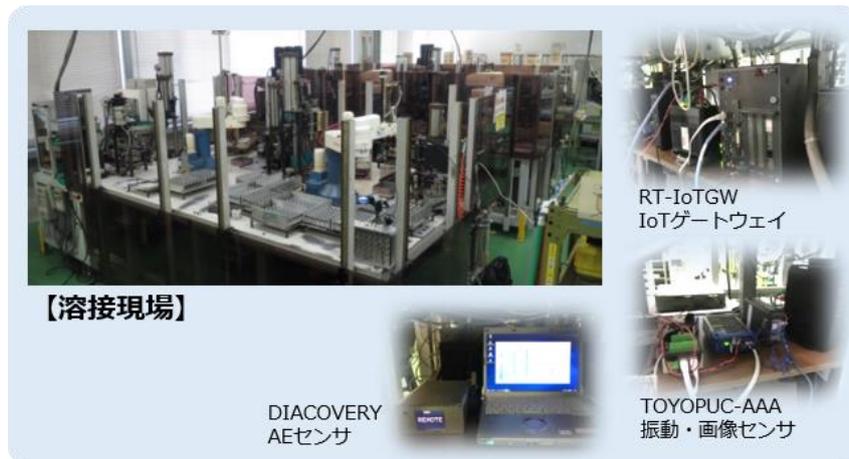


### ② IoT 技術の活用による品質管理の研究開発

(実施先:CKD 株式会社)

溶接現場での業務シナリオおよび TO-BE モデルについて、IVI モデラーを使用しデータプロファイルまで生成したのちに、システムを構成するコンポーネントの具体的な設計・試作を実施した。最終成果として、画像、AE (Acoustic Emission)、振動、電流と 4 種のセ

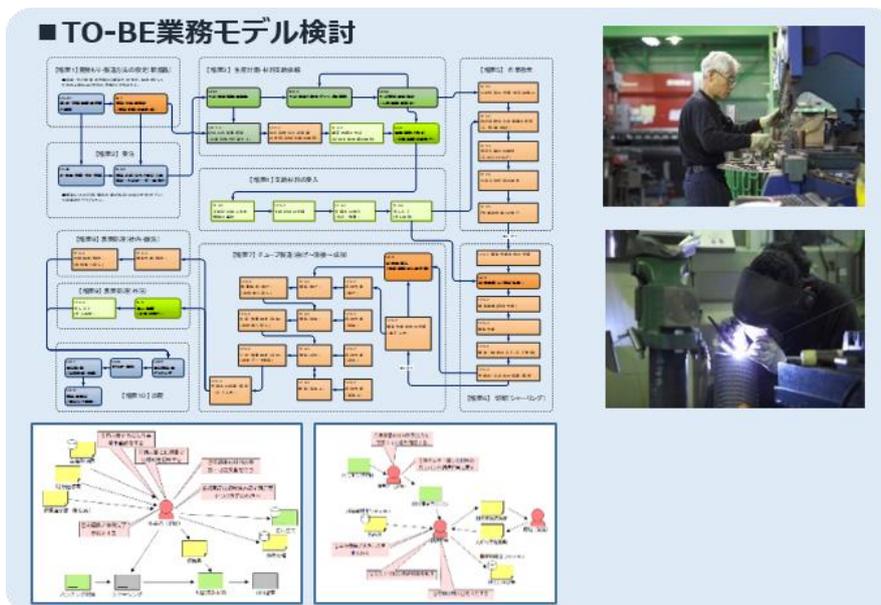
ンサを溶接設備に実装してIoTシステムを構築することにより、溶接対象のリアルタイム不良検査、および溶接トーチの寿命予測による最適交換を可能とした。



### ③ IoT 技術の活用による共同受発注の研究開発

(実施先:株式会社 今野製作所)

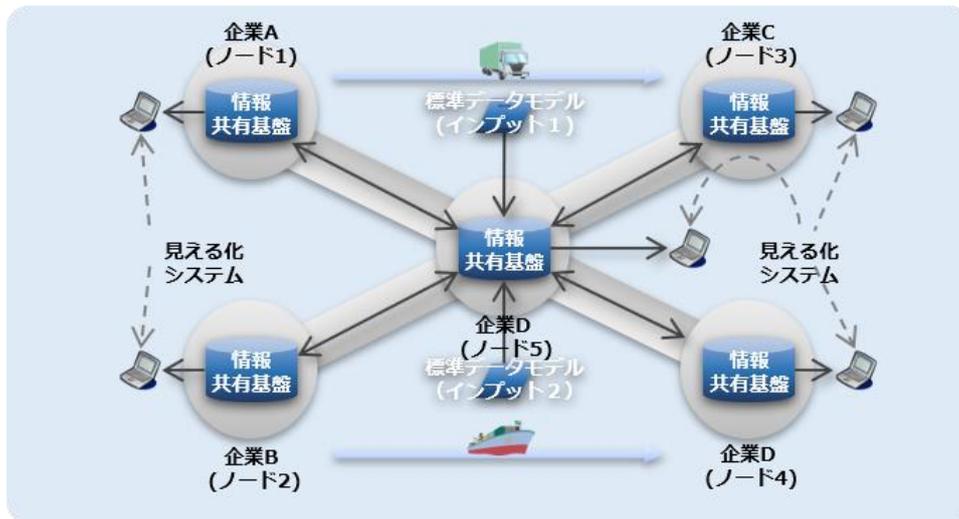
少量多品種、個別受注型の小規模な板金加工工場における工程進捗管理の困りごとを起点として、課題解決策から TO-BE 像を業務シナリオ手法を用いて描き、小規模企業での実践的な現場運用や企業間連携におけるオープン・クローズ戦略も加味したデータプロファイルを定義した。生産指示書の動向から進捗を把握すべく、IVI が提供する IoT キットを用いて IC カードリーダーによる着手・完了情報の取得システムを試作・実証した。活動を通じて業務シナリオ手法および IVI モデラーが、情報技術者と現場システム利用者とのコミュニケーションを円滑化し、中小企業のデジタル化推進に有意義であることを確かめた。



#### ④ IoT 技術の活用による在庫・物流管理の研究開発

(実施先: 東芝ロジスティクス株式会社)

出荷指示業務について業務シナリオ図及び TO-BE モデルを作成した後、EDIFACT を出荷指示のデータプロファイルとし実装した。加えて実務システム(ロジの見える化)の出荷指示の項目を EDIFACT に定義した。開発したシステムは EDIFACT で定義した出荷指示データをブロックチェーンで共有する。本実証では、各ノードを複数の企業に見立てており、ノード間でのブロックチェーンの共有と情報連携が可能とした。



#### 1-4 達成状況と意義

##### ①IoT 設計手法の開発

- ・3 件の実証において、“IVI モデラー”によるモデルおよびデータプロファイルの作成は、システム構成の決定や実装時の基本データとして、有効に使われることが確認された
- ・辞書に蓄積されたデータ/各種モデルの定義は、製造現場の情報システム設計及び実運用において有効に共用/展開できることが確認され、辞書構造や変換方式について検証することができた。

##### ②品質管理における実証/③共同受発注における実証/④在庫・物流管理における実証

- ・3 件ともに実証システムが稼働実用化されており、実施事業者社内での有効性は確認された
- ・品質管理と共同受発注については、コスト削減/納期短縮など社内での付加価値向上を実現、
- 物流管理では社外向けの付加価値の高いサービスとして展開できる可能性が見出せた

#### 1-5 今後の課題

##### ①IoT 設計手法の開発

- ・本研究ではシステム構築時の設計手法を対象としたが、“運用時”に使える、製造業情報交換や辞書変換のための適切なプラットフォームが無い、という課題が挙げられた

##### ②品質管理における実証/③共同受発注における実証/④在庫・物流管理における実証

・一定の効率化は実現したが、現場の改善サイクル(PDCA)同様の、システム改善を継続して行う取り組みが必要である

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 2-1 事業化に向けた基本戦略

本研究の実用化・事業化については、本研究における実証時の課題として挙げた、製造業の情報システムにおいて定常的に必要となる「運用時」に使える、製造業情報取引や辞書変換のための適切なプラットフォームの実現と提供を事業化目標とする。

#### 会社の目的、ビジョン・ミッション

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ（IVI）は、製造業がデジタル技術を活用し相互につながることで、これまでになかった新しい価値を生み出すしくみを、企業や地域の枠をこえて提供することをミッションとしています。

#### 製品・サービス概要、重要成功要因

1. 第四次産業革命に対応した企業内のシステム構築支援
2. 組織間、企業間をつなぐ共通辞書の登録運用サービス
3. 取引契約プロフィール管理およびデータ取引認証サービス

CSF-1: データの提供者または利用者となるコンポーネントが十分な数だけ登録されていること

CSF-2: 共通辞書が十分な数だけ登録され、変換時のロスが少なくデータ流通ができること

CSF-3: 製造業側のデータ主権が守られ、データ送信後のトレースが確実にできること

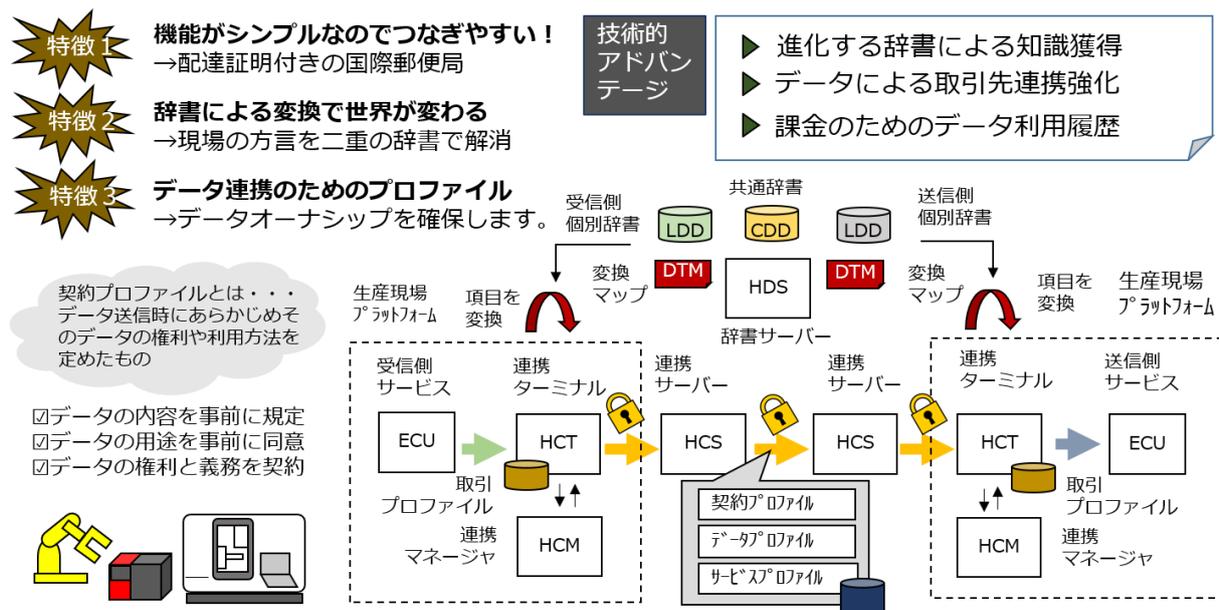
CSF-4: オープンな仕様として他のグローバルな取り組みとも連携して進めること

#### 財務数値予測、事業に際して資金条件

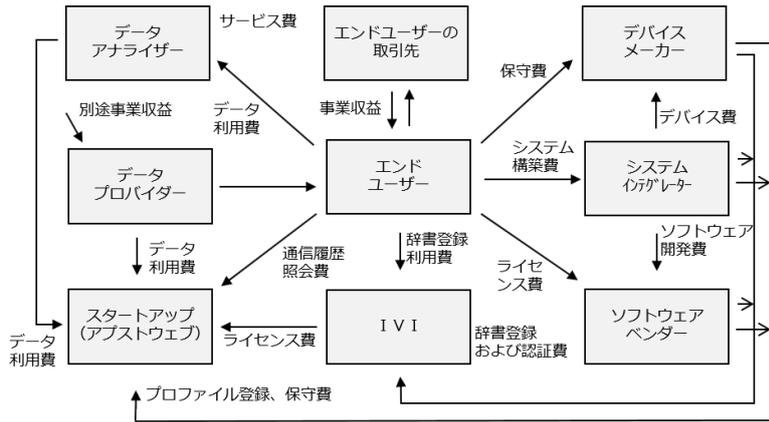
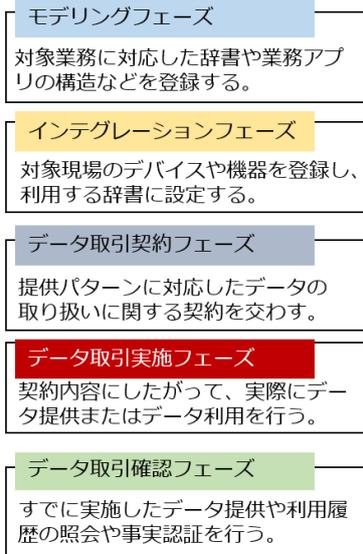
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
IVI会員数	156	217	264	275	300	350	400	500	800
CP参加数					10	20	80	150	250
PF参加数					5	10	15	20	30
会費収入	10,667	16,853	19,707	23,930	26,000	30,000	34,000	43,000	69,000
CIOf収入					14,000	28,000	62,000	100,000	160,000



### 2-2 製造業情報取引/辞書変換のためのプラットフォームの提供



## 2-3 ビジネスモデル



エンドユーザー・・・自社の経営課題を解決するためにデータを活用する事業者  
 デバイスメーカー・・・装置やデバイスなどデータで外部と接続する製品を提供する事業者  
 ソフトウェアベンダー・・・外部データを活用するソフトウェアを顧客に提供する事業者  
 システムインテグレーター・・・デバイスやソフトウェアを用いて業務システムを構築する事業者  
 データアナライザー・・・業務データを用いてその企業に対してサービスを提供する事業者  
 データプロバイダー・・・自社または他社から得られたデータを有料で提供する事業者

## 2-4 ビジネス展開シナリオ



## 2-5 背景と波及効果(社会的課題の解決)

- 1. 製造ノウハウの海外流出問題** ⇨ **知財としてのデータのオープン&クローズビジネスモデル開発**  
 加工に関するノウハウやNCプログラムなど、営業秘密として価値が高い情報をデータとして外部の取引先と共有する場合に、技術漏洩のリスクがある。知財としてのデータの送信先において、データの保存、修正、削除を、CIOFが取引契約にもとづき監視し、かつ利用の実績を必要に応じて照会することで、取引先との高い信頼関係に裏付けられた生産プロセスの共有を可能とする。
- 2. 品質データの偽装、捏造問題** ⇨ **検査データ管理による品質保証の強化と製造業の高付加価値化**  
 高度な品質管理では、工程内のさまざまな箇所適切な検査が要求される。こうした検査結果をデータ化し、CIOFにより関連する複数拠点で共有し、問題発見に活用することで、適正な品質管理を現場サイドと経営サイドが一体となって管理できるしくみとする。また、ブロックチェーン技術を利用して、品質データの正当性を保証し、高品質を強みとして製造業を高付加価値化する。
- 3. 中小製造業の競争力強化問題** ⇨ **現場データと取引先の業務プロセスとの統合による中小企業強化**  
 生産プロセスの一部を担う中小製造業は、比較的規模が小さく、現場のオペレーションと経営とが一体である場合が多い。注文の内示や、出荷品の検収などを、CIOFによって中小企業が不利な立場とならないように企業を超えて共有することで、デジタル化による中小企業の管理レベルの向上と経営力向上につなげ、同時に発注側であるメーカーの生産性向上にもつなげる。
- 4. A Iを用いたイノベーションの発掘** ⇨ **A Iを用いた生産現場のビックデータ解析による設備保全の知能化**  
 設備から得られる膨大なデータを、価値データとするには、生産現場の事実データと関連づけて管理する必要があるが、こうしたビックデータの保管場所や保管方法は経営戦略上とても重要であり、社外に置くことには抵抗がある。CIOFにより、一次データはエッジサイドで分散管理し、A Iによる学習モデルが確定した時点で、必要なデータを必要な形で提供するしくみを構築する。

## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-2 製造分野におけるIoTの社会実装推進に向けた検討

#### (1)「スマート工場実証事業の成果最大化」

株式会社日立製作所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要

経済産業省「平成28年度IoT推進のための社会システム推進事業(スマート工場実証事業)」(以下、平成28年度実証事業)の実施内容及び成果物に基づき、引き続き検討を進める。「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業」研究開発項目③「IoT技術の活用による業界横断的な生産システムの開発」(以下、「スマート工場実証事業」という。)の実施者と密に連携の上で、今後の生産システムにおけるIoT活用のあるべき姿について調査・検討を実施する。

### 1-2 事業内容と実施計画

本調査事業の進め方の全体フローを以下に示す(図1)。

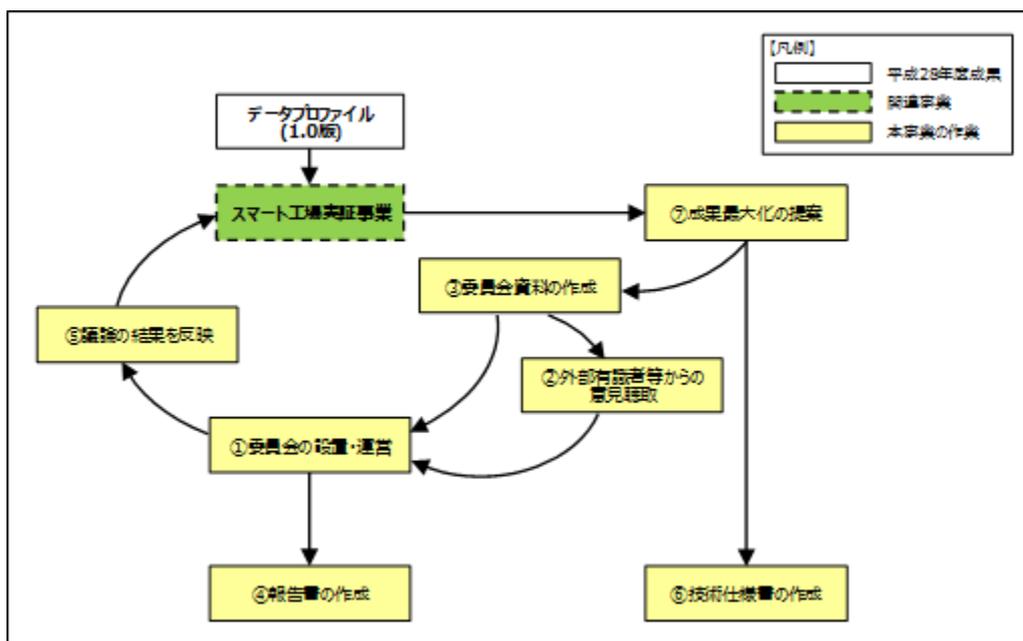


図 1. 進め方の全体フロー

本調査事業では、スマート工場実証事業の成果最大化を目指し、以下の内容の事業を実施する。

- ① 有識者・企業等からなる委員会の設置・運営等を行う。
- ② 製造分野の業界関係者・関係団体や外部有識者へヒアリングを実施し、前述の委員会・実証事業者にフィードバックする。
- ③ 委員会において議論する情報を整理し、委員会資料を作成する。

- ④ 本調査事業で実施した各作業の結果・結論の他、本調査研究で整備されたデータプロファイルの社会実装や普及のための方策等の具体的な提言や、今後の課題、実証事業の効果検証を報告書としてまとめる。
- ⑤ 委員会において議論された内容やその結果を実証事業者にフィードバックする。
- ⑥ データプロファイルを国際標準化提案に繋げるための技術仕様書を作成する。
- ⑦ 実証事業者の情報共有等を行い、各検証結果を整理しデータプロファイルの改良等の提案を行う。

本調査事業の実施計画を以下に示す(図 2)。

No.	実施項目	～9月	10月～12月	2018/1月～3月
①	委員会の設置・運営		委員会の設置・運営	
②	外部有識者等からの意見聴取		有識者レビュー	
③	委員会資料の作成	委員会資料作成(事前打合せ含む)		
④	報告書の作成		検証項目の整理	今後の課題整理、報告書作成
⑤	議論の結果を反映		スマート工場実証事業への反映	
⑥	技術仕様書の作成			技術仕様書作成
⑦	成果最大化の提案		データプロファイルの改良等	スマート工場実証事業の各実施者の進捗管理・情報共有

※ スマート工場実証実施者による検証の実施

図 2. 実施計画

### 1-3 調査事業の成果

本調査事業では、データプロファイルを様々なユースケースに当てはめ、有効なものにしていくために、以下の実施項目に従い調査した。それぞれの調査内容の要約を以下に示す。

- 1) 「製造分野におけるIoT 社会実装推進委員会」での標準化のあるべき姿について議論  
有識者・企業等からなる委員会「製造分野におけるIoT 社会実装推進委員会」を設置し、製造業の更なる生産性向上やビジネスモデルの革新を見据え、各工程におけるデータやアプリケーション・インターフェースの標準化のあるべき姿について議論した。

表1. 「製造分野におけるIoT 社会実装推進委員会」名簿

委員区分	氏名(敬称略)	団体・企業名	組織・役職
委員	西岡 靖之	法政大学	デザイン工学部 システムデザイン学科 教授
		インダストリアル・バリュー チェーン・イニシアティブ	理事長
	水野 博之	CKD株式会社	ネットワーク技術部 部長
	今野 浩好	株式会社今野製作所	代表取締役
	荒俣 晋作	東芝ロジスティクス株式会社	物流改革推進部 主任
	野村 進直	富士通株式会社	ものづくり技術センター センター長
	深沢 直仁	駿河精機株式会社	OST事業部 技術部 部長
	露木 高志	航空機部品生産協同組合	アドバイザー
	近藤 伸亮	産業技術総合研究所	製造技術研究部門 主任研究員
	高本 仁志	産業技術総合研究所	製造技術研究部門 主任研究員
オブザーバー	長谷川 洋	経済産業省	製造産業局 産業機械課 総括補佐
	坂本 弘美	経済産業省	製造産業局 総務課 課長補佐
	渡辺 貞幸	経済産業省	産業技術環境局 国際電気標準課 課長補佐
	工藤 祥裕	新エネルギー・産業技術総 合開発機構	IoT推進部 主査
	小泉 信之	新エネルギー・産業技術総 合開発機構	IoT推進部 専門調査員
	山川 弘二	新エネルギー・産業技術総 合開発機構	IoT推進部 主幹

表2. 「製造分野におけるIoT 社会実装推進委員会」開催一覧

No.	開催年	開催日・時期	委員会・打合せ等
1	2017年	10月13日(金)	第1回委員会
2		11月2日(木) 11月9日(木)	実証事業者向け説明会
3		11月下旬～12月上旬	第1回実証事業者個別打合せ
4	2018年	1月16日(火)	第2回委員会
5		1月下旬～2月上旬	第2回実証事業者個別打合せ
6		2月下旬～3月上旬	第3回実証事業者個別打合せ

## 2) 実証における有効性評価

NEDO「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業／研究開発項目〔3〕IoT技術の活用による業界横断的な生産システムの開発」の受託事業者(以下、実証事業者)と連携し、データプロファイルを実際のユースケースに適用し、IoTを活用した環境を構築した上で、データプロファイルの有効性の向上や社会実装の促進への協力及びデータプロファイルの有効性検証を評価した。

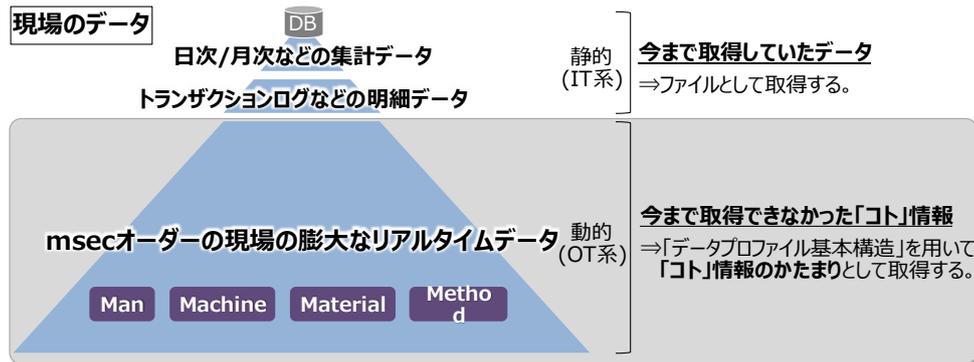
表 3. 実証の受託事業者一覧

No.	事業者	テーマ
1	富士通株式会社	工作機械の実装の違いによらない共通インターフェイス及び情報モデルの開発
2	駿河精機株式会社	企業間の製造技術データ共有システムの開発
3	航空機部品生産協同組合	国内航空機部品産業のスマート・クラスター化を実現する中小企業用共通プラットフォームの開発
4	IVI※ CKD株式会社 株式会社今野製作所 東芝ロジスティクス株式会社	カイゼン活動を活かしたIoT時代のスマートなものづくり手法の開発

※：一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ(以降IVIと略す)

### 現場の設備データの意味づけ(データプロファイル)

- 現実社会をサイバー空間に写し取るには、**今まで取得していたデータに加えて、現場で起こっている「コト」情報を取得**する必要がある。
- 現場データは膨大なデータ群であり、**全てのデータをサイバー空間に取得した後に「コト」情報を抽出することは困難**である。
- そのため、**現場に近いところで発生したイベントや、正常/異常の状態などを「コト」情報のかたまりとしてサイバー空間に取得**することで、現実社会で何が起きているのか、写し取ることが可能となる。
- 「コト」情報のかたまりとしてデータを収集するために、データプロファイル基本構造を用いる。



「コト」情報：電流センサーの波形や、機器・デバイスの動作ログといったそれ単体の情報ではなく、現場で起こっている事象を表すために、取り巻く情報が付加された意味のあるデータのこと。

図 3. 現場の設備データの意味づけ(データプロファイル)

## データプロファイルの基本構造

データプロファイルは、現場の業務アクティビティに対し、「インプット」と「アウトプット」及び「セキュリティ」の3つの情報項目を示す。

各情報項目は可能な限り国際標準に従うことを規定している。

これにより、第三者でもデータの意味理解が可能になり、データの二次利用を促進することができる。

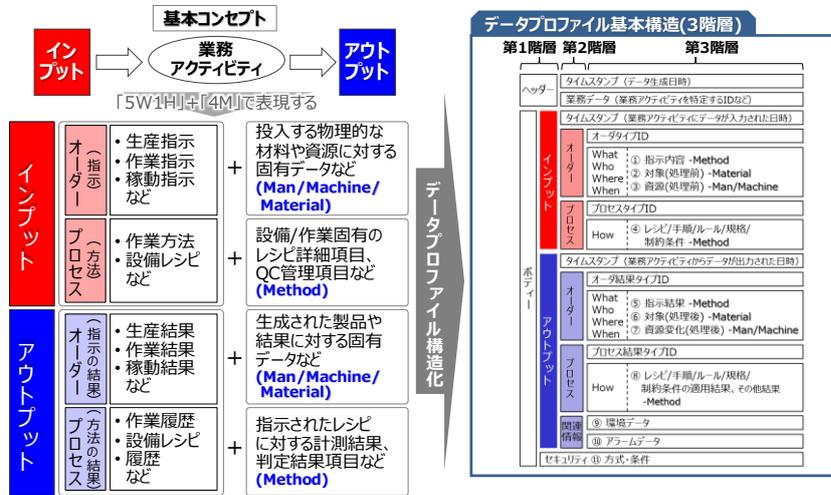


図 4. データプロファイルの基本構造

### 3) 有識者からの意見聴取

IoT やセキュリティに関する国際標準の知見を持つ大学教授、社団法人、企業有識者から、データプロファイルの有効性の向上や社会実装の促進に向けた意見を整理した。

表 4. 実証の受託事業者一覧

No.	有識者	意見交換のポイント	日時	場所
1	東京大学 木村 先生	• 標準化の観点での アドバイス	3月6日(火) 11時～12時	経済産業省 本館 第10会議室
2	横河電機株式会社 小田 様	• 課題や懸案事項の議論、 今後の進め方	3月8日(木) 11時～12時	経済産業省 本館 第13会議室
3	アズビル株式会社 石隈 様		3月5日(月) 15時～16時	経済産業省 本館 第13会議室
4	サプライチェーン情報 基盤研究会 菅又 様		3月1日(木) 11時～12時	経済産業省 本館 第9会議室
5	電気通信大学 新 先生	• セキュリティの観点での アドバイス	3月1日(木) 16時～17時	電気通信大学 西5号館 3階 314会議室

### 4) 技術仕様書の作成

データプロファイルを国際標準化提案につなげるための技術仕様書を作成した。

技術仕様書には、データプロファイルの基本構造の仕様と、基本構造の実装方法を記載している。さらにデータプロファイルの実装例として、実証事業者の事例をまとめた。



## <目次>

1. はじめに
2. データプロファイル
  - 2.1 データプロファイルの狙い
  - 2.2 データプロファイルのコンセプト
  - 2.3 データプロファイルの基本要件及び構造
  - 2.4 データプロファイル基本構造を実装するには
  - 2.5 データプロファイル適用事例
3. 付録
  - 3.1 ライブラリ集

図 5. データプロファイル技術仕様書

## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-2 製造分野におけるIoTの社会実装推進に向けた検討

#### (2)「製造業IoTユースケース調査」

みずほ情報総研株式会社

## 1 調査事業成果

### 1-1 目的と調査概要

#### (目的)

我が国では、製造現場の機器から得られるデータを経営層の基幹システム(ERP 等の生産管理や経理等を行うシステム)に直接活用できていないのが現状であり、この課題を克服することにより、工場稼働率のさらなる向上、受発注や市場に応じた生産の実現、販売後の製品の故障予知や部品交換時期の提案等、製造業の生産性の向上やビジネスモデルの革新が期待できる。これを実現するには、工場の生産設備の稼働状況や製品の設計・品質情報等のデータを工場間、企業間で共有・活用するための業界横断的な標準仕様を確立することが必要である。

製造業における IoT ユースケースを整理することで、活用のパターン、実現できるメリット・利益、課題等を整理し、我が国の製造業の IoT 活用の実態を明らかにし、そのパターン化・フレーム化に基づき、諸外国の状況との比較等も行うことで、IoT 活用を通じた製造業の高度化に向けた施策案を具体的に示す。

#### (調査概要)

以下の調査項目1～4の情報収集及び整理・分析を実施する。

- (調査項目1) 整理・体系化のための整理方法の検討
- (調査項目2) ユースケース事例の整理・体系化
- (調査項目3) 日本の製造業が置かれている現状の分析
- (調査項目4) IoT 活用促進のための施策案の検討

### 1-2 調査内容

(調査項目1)～(調査項目4)の項目ごとに調査内容を示す。

#### (調査項目1) 整理・体系化のための整理方法の検討

ユースケース事例を整理・体系化するための整理軸を選定する。整理軸には製造業の高度化のレベルを示すものを含める。

#### (調査項目2) ユースケース事例の整理・体系化

ロボット革命イニシアティブ協議会(以下「RRI」という。)の「IoT ユースケースマップ」にて公開されているユースケース事例を、(調査項目1)で定めた整理方法に従って整理・体系化

する。整理軸への分類以外にも対象企業の規模、対象プロセスなどの事例企業の属性やユースケースの特徴などの情報を付加する。

### (調査項目3) 日本の製造業が置かれている現状の分析

整理・体系化されたユースケース事例をもとに以下の4つの視点で日本の製造業が置かれている現状の分析を行う。

#### 1. ユースケース事例の整理結果の傾向

整理結果から読み取れる傾向から、日本の製造業が置かれている現状を分析する。

#### 2. 国内の他のユースケース事例の追加分析

RRI以外のユースケース事例についてもRRIの事例と同様の整理・分析を行うことで、より多くの事例より現状分析を行う。

#### 3. 海外のユースケース事例との比較

海外においてもRRIと同様のユースケース事例がドイツ、フランス等で公開されている。事例の中で重要かつ有用と思われる事例を抽出し、国内の事例と比較を行うことで、国内事例の特徴、海外と比べて取り組みが欠けている点等を分析し、グローバルな視点で見た時の日本の現状を分析する。

#### 4. 分析結果に対するユースケース企業・外部有識者等からのヒアリング

企業・外部有識者等からヒアリングを行い、現状の分析にフィードバックする。

### (調査項目4) IoT活用促進のための施策案の検討

現状の分析結果をもとに、我が国の製造業のIoT活用を適切に促進するための施策案の検討を行う。

## 1-3 調査結果

ユースケース事例を整理・体系化するための整理軸として以下の軸を設定した。

種類	項目	説明
分類軸	(1) スマート化の目的	創出される競争力の要素・付加価値によって大目的に分類 ① 品質の向上 ② コストの削減 ③ 生産性の向上 ④ 製品化・量産化の期間短縮 ⑤ 人材不足・育成への対応 ⑥ 新たな付加価値の提供 ⑦ その他
	(2) スマート化のレベル (データ活用のレベル)	レベル1 データの収集・蓄積 レベル2 データによる分析・予測 レベル3 データによる制御・最適化
項目	(1) 実現方法 (利用技術)	目的を実現するための技術、特徴的な技術を事例ごとに抽出

(2) 対象プロセス	エンジニアリング、サプライチェーンで IoT が対象としているプロセス
(3) 導入形態	IoT ツールの導入形態としてツールベンダー提供か自社開発かなど
(4) 企業規模	企業の従業員数
(5) 業種	業種の分類

上記整理軸に従いユースケース事例を整理・体系化し、以下の日本の製造業が置かれている現状を明らかにした。

#### 現状分析① データ活用レベル

- ・ 大企業・中堅企業では見える化の次の段階が 4 割弱と比較的高いが、中小企業では 1 割強に留まる。
- ・ 日本とならぶ製造大国ドイツと比べるとドイツの方が活用レベルの平均値が高い(活用が進んでいる)。

#### 現状分析② データ連携

- ・ 全体の 7 割がチェーン内の単独プロセスに留まっている。
- ・ 「生産性の向上」に関連する工場を中心としたチェーン上流プロセスとのデータ連携が中心で、「新たな価値の創出」に関連する顧客に近いチェーン下流プロセスとの連携が少なく、連携が充分価値化につながっていない。

#### 分析③ デジタルツールの活用

- ・ データの活用方法としてシミュレーションが注目されている。
- ・ 従来の利用プロセス「製品設計」以外のプロセス(「生産管理」「生産」など)でもシミュレーションの活用が進んでいる。

#### 分析④ 日本の強み

- ・ 日本の強みは「強い現場」の存在であり、IoT を人材不足への対応や熟練技能の継承に役立てているケースがある。
- ・ 中小企業でそのニーズが高い。
- ・ 「人のノウハウ、知見、経験のデジタル化」に関連するユースケースを抽出し、分類した。

#### 分析 ⑤ テーマごとの活用進展度合いの検証

- ・ テーマごとの活用進展の度合いを、関連ユースケースの件数を用いて比較した。

現状の分析結果をもとに、我が国の製造業の IoT 活用を適切に促進するための施策案として以下をまとめた。

## IoT 活用を適切に促進案

	課題	活用促進案
① 中小企業導入支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IoT は依然よく分からない、何ができるか、どのような効果があるのか、といった意見が多い。</li> <li>・企業内に IT に長けた人材が不足している。</li> <li>・現状、データ活用レベルが低い（見える化に留まっている）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IoT ツールベンダー内の IoT コンサルタントの育成。</li> </ul>
② 新たな価値創造推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活用が新たな価値の創出に十分至っていない。</li> <li>・既存フローの置き換えや効率化が中心である。</li> <li>・新しい仕組みで価値を提供するビジネスモデルの変革が必要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造現場とは異なる部門や異業種他社の巻き込み。</li> <li>・新たな価値創造の事例提供。</li> <li>・製造現場にどのようなデータがあるか示す。</li> </ul>
③ 現実とサイバー空間が融合した製造システムへの移行促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後現実とサイバー空間が融合した製造システムに移行すると想定される。</li> <li>・サイバー空間の活用が重要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シミュレーション利用場面の拡大（設計以外における利用）</li> <li>・シミュレータに関する技術の開発および活用人材育成</li> </ul>

# 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

## ③-2 製造分野におけるIoTの社会実装推進に向けた検討

### (3)「セキュリティガイドライン調査」

株式会社日立製作所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要

本調査事業は、平成 28 年度までに実施してきた調査事業及び実証事業の成果を踏まえ、製造業の現場でのセキュリティ対策として活用するために以下の調査研究を行う。

- 上記報告書の内容を製造業の様々な現場に適用することを想定し、報告書でのリスク調査・対策の過不足を検討し、内容の向上を図る。
- 上記報告書の内容につき、業界や外部有識者からの意見聴取を実施し、セキュリティ対応マニュアルに反映する。
- スマート工場実証事業の実施者が、セキュリティ対応マニュアルの有効性検証を実施するための検証シナリオを作成する。

### 1-2 事業内容と実施計画

本調査事業の進め方の全体フローを以下に示す(図 1)。

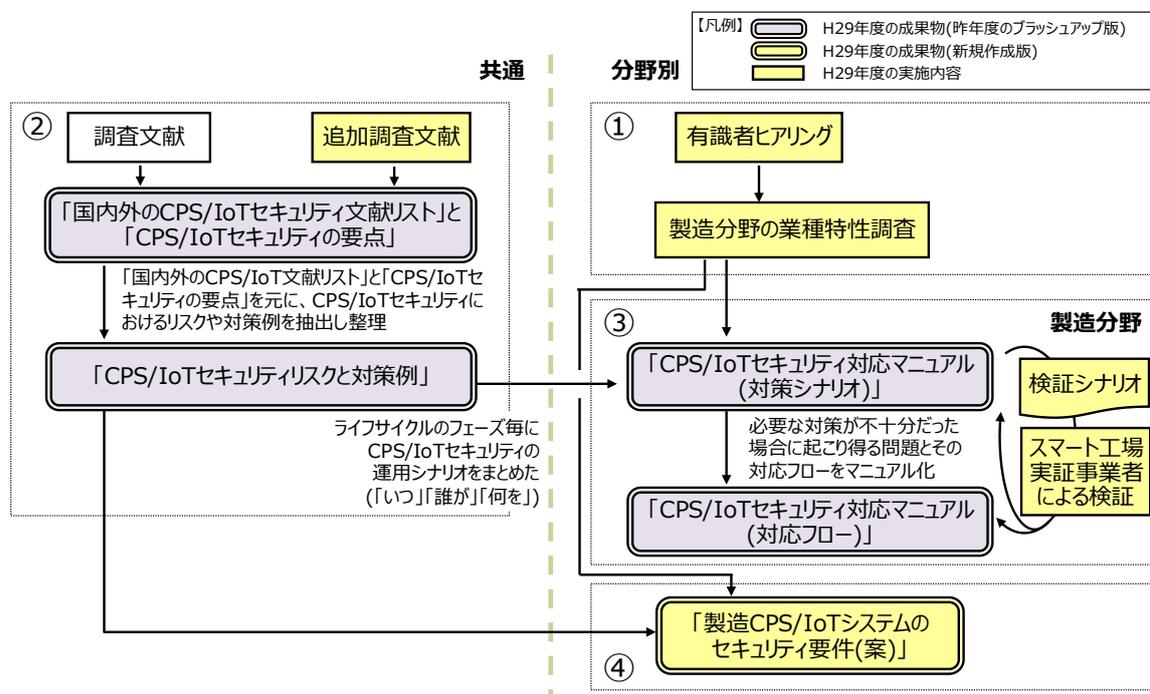


図 1. 進め方の全体フロー

全体フローに示した各作業を①～④の4つの実施項目に分け、実施項目毎に手法や手段、調査報告の概要について、以下に示す。

- ① 製造分野の業種特性調査
- ② 文献の追加調査
- ③ 検証シナリオの作成
- ④ 製造 CPS/IoT システムのセキュリティ要件(案)作成

本調査事業の実施計画を以下に示す(図 2)。

実施項目	～9月	10月～12月	平成30年1月～3月
① 製造分野の業種特性調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>有識者ヒアリング</li> <li>製造分野の業界特性調査</li> </ul>		
② 文献の追加調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献の追加調査</li> <li>「国内外のCPS/IoTセキュリティ文献リスト」と「CPS/IoTセキュリティの要点」の更新</li> <li>「CPS/IoTセキュリティリスクと対策例」への反映</li> </ul>		
③ 検証シナリオの作成		<ul style="list-style-type: none"> <li>スマート工場実証実施者との打ち合わせ</li> <li>マニュアル等の更新※2</li> <li>検証シナリオ作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検証結果反映</li> </ul>
CPS/IoTシステムのセキュリティ要件(案)	<ul style="list-style-type: none"> <li>要件抽出と整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有識者レビュー(WG)</li> <li>「CPS/IoTシステムのセキュリティ要件(案)」作成</li> </ul>	
製造CPS/IoTシステムのセキュリティ要件(案)			<ul style="list-style-type: none"> <li>「製造CPS/IoTシステムのセキュリティ要件(案)」作成</li> </ul>
— 報告書作成			<ul style="list-style-type: none"> <li>報告書作成</li> </ul>

※1: スマート工場実証実施者による検証の実施

※2: 「CPS/IoTセキュリティ対応シナリオ」と「CPS/IoTセキュリティ対応マニュアル」の更新

図 2. 実施計画

### 1-3 調査事業の成果

本調査事業では、CPS/IoT セキュリティ対応マニュアルを様々なユースケースに当てはめ、有効なものにしていくために、以下の実施項目に従い調査した。それぞれの調査内容の要約を以下に示す。

#### 1) 製造分野の業務特性調査

製造分野において CPS/IoT を導入した場合に、現場の業務がどのように変わるのか、その場合に現場の機器・デバイスに求められるセキュリティ要件はどのように変わるのか等について、業界や外部有識者からの意見聴取を実施した。

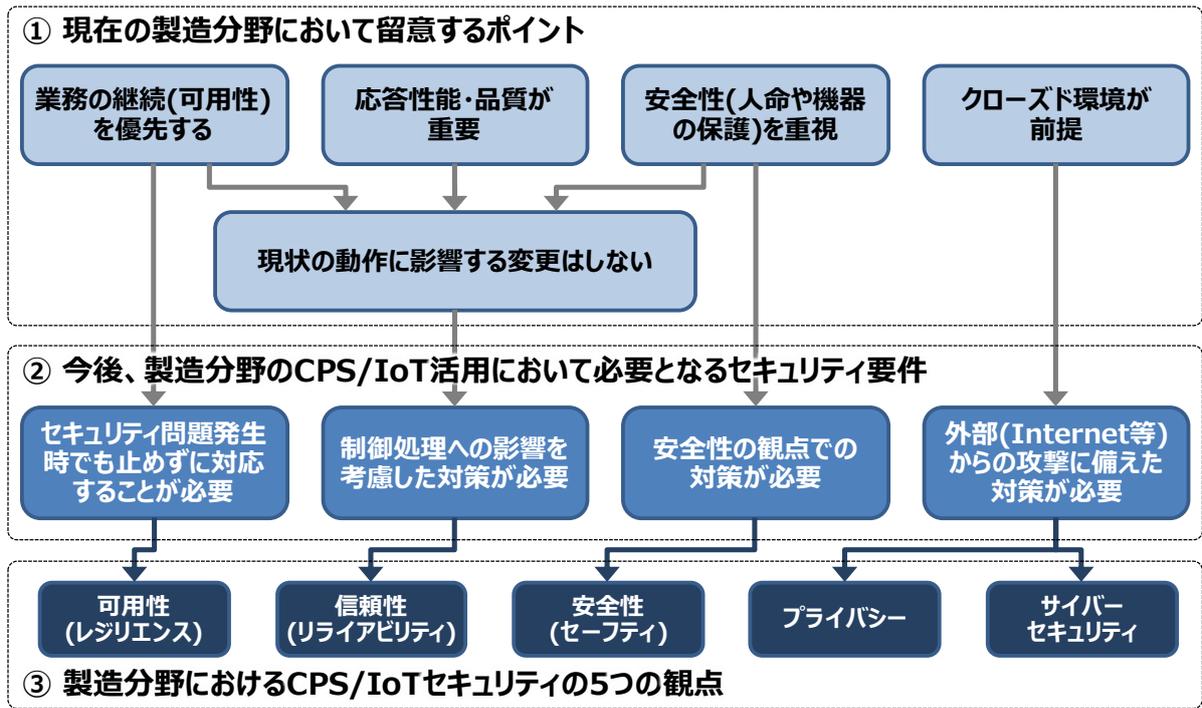


図 1. 製造分野の業種特性調査

2) 文献調査及び CPS/IoT セキュリティにおけるリスクと対策の整理

CPS/IoT において考慮すべきセキュリティリスクと対策を検討するにあたり、本調査事業と同様の取組みを進めている国内外の主要な団体における IoT セキュリティ関連の検討状況を把握するために、関連する国内外の文献等を調査した。文献等の調査結果から、CPS/IoT において発生しうるセキュリティリスクを抽出し、CPS/IoT セキュリティ対策例を整理した。]

※管理番号：CPS/IoTセキュリティにおけるリスクと対策例を管理する番号であり、「[CPS/IoTを構成するステップ]-[観点の先頭1文字][固有の英数字]」で採番している(例：①-リ[1]a)。

項番	観点	CPS/IoTセキュリティリスク(要因)	CPS/IoTセキュリティリスク(影響)	CPS/IoTセキュリティ対策	管理番号
1	リライアビリティ	不正なIoT機器が混入する	・模倣品など品質や信頼性が低いIoT機器を利用することで、不正確な情報(データ)の混入、故障頻度の上昇を引き起こす	・正規品であるIoT機器の導入 ・IoT機器の提供者により、正規であることが認証されたIoT機器の導入	①-リ[1]a
2	信頼性	不正なIoT機器が混入する	・模倣品など品質や信頼性が低いIoTソフトウェアを利用することで、不正確な情報(データ)の混入、故障頻度の上昇を引き起こす	・正規品であるIoTソフトウェアの導入 ・ソフトウェアが正規であることを検証したソフトウェアの導入	①-リ[1]b
3	可用性	不正なIoT機器が混入する	・模倣品など品質や信頼性が低いIoT機器を利用することで、不正確な情報(データ)の混入、故障頻度の上昇を引き起こす	・正規であることを検証できる仕組みを実装したIoT機器の導入 ・IoT機器でのID(識別子)や電子証明書などの実装	①-リ[2]a
4	セキュリティ	不正なIoT機器が混入する	・模倣品など品質や信頼性が低いIoTソフトウェアを利用することで、不正確な情報(データ)の混入、故障頻度の上昇を引き起こす	・正規であることを検証できる仕組みを実装したソフトウェアの導入 ・ソフトウェアでのID(識別子)や電子証明書などの実装	①-リ[2]b

図 2. CPS/IoT セキュリティリスクと対策の整理

### 3) CPS/IoT セキュリティ対応マニュアルの検証・評価

CPS/IoT セキュリティリスクと対策例をもとに、NEDO「IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業／研究開発項目[3]IoT 技術の活用による業界横断的な生産システムの開発(以下、スマート工場実証事業)」の受託事業者(以下、実証事業者)のユースケースに照らし、検証シナリオを作成し、CPS/IoT セキュリティ対応マニュアルの検証及び評価を実施した。

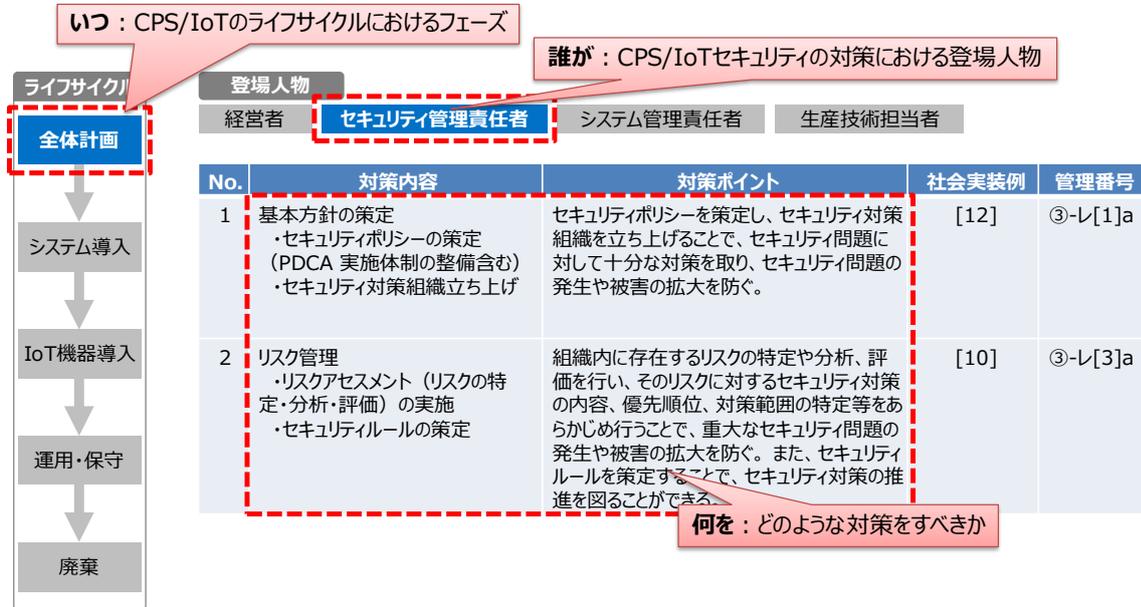


図 3 CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対策シナリオ)の例

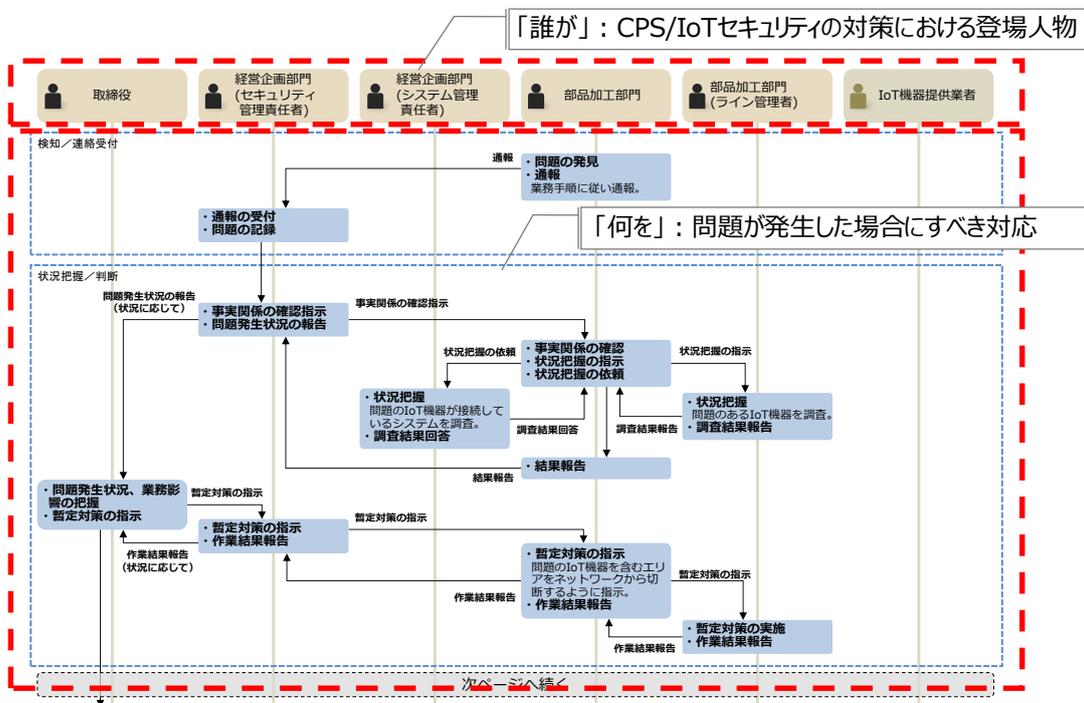


図 4 CPS/IoT セキュリティ対応マニュアル(対応フロー)の例

4) 「製造 CPS/IoT システムのセキュリティ要件(案)」の作成

文献調査や製造分野の業務特性調査の結果を踏まえ、製造分野におけるセキュリティガイドラインの素案となる「製造 CPS/IoT システムセキュリティ要件(案)」を作成した。

## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### ③-2 製造分野におけるIoTの社会実装推進に向けた検討

#### (4)「データの利用権限に関する契約ガイドライン調査」

PwCコンサルティング合同会社

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

#### <調査の背景と目的>

産業界におけるデータ流通を阻む制約要因として、①事業者がプライバシーとの関係で炎上を懸念して萎縮する傾向にあること、②事業者間でのデータ共有が定着しておらず一社で囲い込む傾向にあること、等が挙げられている。このため経済産業省では、総務省と共同で、データを保有する事業者からデータの提供について、有識者を交えて、プライバシー保護との関係、契約の締結の在り方、安全管理などの解決策を議論してきており、その検討をもとに、産業界でのデータ流通の促進を図るためのデータ利用権限に関する契約ガイドラインが策定されたところである。

本事業では、上記のガイドラインを今後製造業の様々な現場に適用することを想定した内容の過不足の検討や、製造業に向けた改良の提案の検討を行った。併せて、データ流通や利活用の促進を図る上での有用な取組や、取組を実施する上での障壁等を調査し、障壁を取り除く上で必要とされる仕組みやその内容に対して業界等外部有識者からの意見聴取を実施した。それらの検討を通じ、データ利用権限に関する契約ガイドラインの改良に向けたポイントや留意点を整理し、製造業におけるデータ流通を促進することを目的に本事業を実施した。

### 1-2 調査事業の内容と目標

本調査では以下の内容の調査を実施した。

なお、タスク3のIoT推進コンソーシアムとの連携については、方向性や実施可能性や必要性をNEDO および経済産業省と協議の上、実施しないこととした。

調査実施項目		実施内容(概要)
【タスク1】 国内動向調査	1.文献調査(国内)	・国内での製造業IoTに関するデータ流通・利活用に向けた取り組みや規制、標準化などの動向を把握する。また、アンケート、ヒアリング調査の実施に当たり、調査対象として有望な組織・人物を把握する。
	2.国内有識者ヒアリング調査	・国内の有識者(政府・業界団体・学識者 など10名程度)にヒアリングを実施し、データ流通や利活用のポイントについて文献調査にて把握した国内外動向の詳細化、裏付けを行う。 ・また、アンケート・ヒアリング調査の対象として有望な企業を把握する。
	3.国内企業アンケート調査	・国内のデータ流通・利活用に関係する個別企業(データ生成側、データ活用側双方を含む100社程度)にアンケート調査を実施する。 ・データ流通・利活用ビジネス実施の有無 ・データを活用したビジネスモデル ・データ流通・利活用における自社の役割 ・データ流通・利活用に当たり利用権限の取り決め、契約等形態 など
	4.国内企業ヒアリング調査	・国内アンケート調査の結果を踏まえて個別企業(20社程度)にヒアリングを実施し、アンケート調査では回答に現れづらい取り組みの実態や現状の問題点、課題などを把握する。
【タスク2】 海外動向調査	1.文献調査(海外)	・海外での製造業IoTに関するデータ流通・利活用に向けた取り組みや規制、標準化などの動向を把握する。 ・ヒアリング調査の実施に当たり、調査対象として有望な組織・人物を把握する。 ・米国、ドイツを含む5ヶ国程度を調査対象として想定する。
	2.海外ヒアリング調査	・海外の有識者等(政府・業界団体・学識者 など)にヒアリングを実施し、文献調査にて把握した海外動向の詳細化、裏付けを行う。 ・海外のデータ流通・利活用に関係する個別企業にヒアリングを実施し、各企業がデータ活用ビジネスを行う際のビジネスモデルや契約形態について詳細に把握する。 ・データ利活用之際して先進的な取組を行う国、地域(計2ヶ所程度)の往訪を想定する。
【タスク3】IoT推進コンソーシアムとの連携		調査の方針や調査結果の分析について、コンソーシアム内のデータ流通促進WGやデータ連携SWGと連携して、必要に応じた意見交換等を実施する。
【タスク4】 調査結果の取りまとめ	1.ガイドラインの改良・加筆に向けたポイントの整理	・調査結果を受けて、データの利用権限に関する契約ガイドラインの改良に向けたポイントや留意点を洗い出し、整理を行う。
	2.調査報告書の作成	・調査全体の結果をとりまとめ、製造業IoTのデータ活用に関する提言を行う。

タスク1では、国内動向の把握を主な目的として文献調査・アンケート調査・ヒアリング調査を行った。文献調査では、我が国の製造業におけるIoT関連の取組状況とともに、取組に伴うデータの流通や利活用の状況を、公開情報や実施主体の資料等から把握し、製造業におけるデータ流通や利活用の実態を整理した。

アンケート調査では、我が国において、IoTを活用したものづくりや製造業におけるデータ流通・利活用に携わっている企業(データ生成側、データ活用側併せて100社程度)を対象としたアンケート調査を実施した。

以上の結果を踏まえて、製造業において積極的にデータの流通や利活用を進める企業や取組を検討している企業(計22社)を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査では、製造業の業務プロセスにおいて生成されるデータの種類・内容、データ流通や利活用の現状、データ流通や利活用を図る上での問題点・課題を把握するとともに、課題解決に向けて期待されるルール化や取り決め等の方向性に対する意見や意向を把握した。

タスク2として、国内動向調査により把握された日本の製造データ流通に関する課題を踏まえて、海外動向調査を実施した。文献調査は、主に海外製造業における「データ利活用の実態や拡大に向けた動向把握」と「ヒアリング調査の対象者候補の探索」の2点を目的として実施した。文献調査対象国は5ヶ所(国・地域)とし、各国・地域の主たる官公庁や公的資料等を中心とした情報収集を実施した。文献調査の結果を踏まえてヒアリング対象の検討を行い、米国・ドイツの2ヶ国について有望な企業・組織にコンタクトを行ったうえで現地ヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査では、製造業におけるデータ利活用を推進する上での具体的取組、データ利活用を図る上での実施上の問題点や課題等について把握した。

また、タスク4として現行のガイドラインの改訂作業を進めるデータ契約ガイドライン検討会との連携を行ったとともに、現行既存の契約ガイドラインでの論点を踏まえて、データ利用権限に関する契約ガイドラインの改定・改良に向け、製造業におけるデータ利活用に向けたポイントの取りまとめを実施した。

### 1-3 調査事業の成果

本調査研究の成果は以下の通りである。

#### ● 本調査研究の成果概要

##### 本事業の目的に対する達成状況

###### 【国内動向調査】

- ・ 先進的な製造プロセスの開発に関する国内外の事例を幅広く収集、モデルケースを検討
- ・ 国内事業者に対してアンケート調査を実施し、各企業におけるデータ流通の実態を把握
- ・ データ流通に関して特に有力な取り組みを行っている国内企業22社に対してヒアリング調査を実施、これら企業の取り組みの具体的内容や、今後解決すべき課題などについて詳細を把握

###### 達成

国内製造業のデータ活用状況や課題を網羅的に把握したことで、将来的な検討要素を抽出

###### 【国外動向調査】

- ・ 国内動向の調査結果を踏まえ、ドイツ・米国を中心とした海外の企業および関連組織18件に対してのヒアリング調査を実施
- ・ その他文献調査による成果を通じて、製造データの利活用を取り巻く国ごとの状況の違いや、各国の取り組みの詳細について把握

###### 大きく目標を上回って達成

国内外製造業のデータ活用状況や課題を網羅的に把握し、比較対象としての取組を把握

###### 【調査結果の取りまとめ】

- ・ 事例収集と合わせて実施した意見聴取の結果の取りまとめ
- ・ 取りまとめ成果を踏まえて、今後作成するガイドラインをどのような方針で作成すべきか、論点の整理と提案を実施

###### 大きく目標を上回って達成

個別具体事例をベースとしたモデルケースの検討、ガイドラインの策定に向けた資料提供

以下では各タスクの実施内容と成果の概要を示す。

#### <タスク1 国内動向調査>

##### ● 組織動向調査の成果

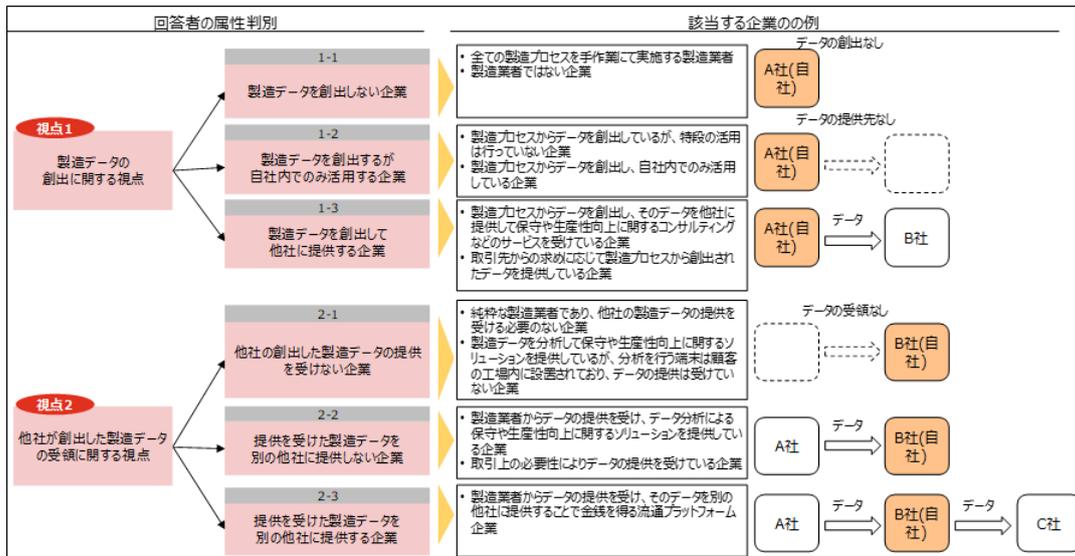
日本では、政府による Society 5.0、Connected Industries の2本のイニシアチブがデータの利活用を通じた製造業の高度化に向けて中心的な役割を果たしている。

一方で、産業界においても、データ流通を促進するためのユースケースの構築や合意形成を目指した取り組みが進められている。公開情報からは、日本の主たる関連機関の傾向として、製造データの利活用が積極的に行われていないという課題が政府・産業に共通して認識されており、その解決に向けた動きが進められていることが明らかとなった。

##### ● アンケート調査の実施と成果

アンケート調査の対象者は、既存調査の調査結果等を参考にして、製造分野におけるIoT活用等の先進的な取り組みを行う企業の事例収集を行った。その後、これら文献から抽出された企業について、アンケート調査対象としての適格性を「製造業である」または「製造業にデータを活用したサービスを提供する企業である」という2点から判断し、アンケート調査対象を選定した。

アンケート調査の設問は、アンケート回答者が回答すべき設問に適切に誘導するため、自社の状況に応じて分岐を発生させる設問をアンケートの最初に行うように設計した。

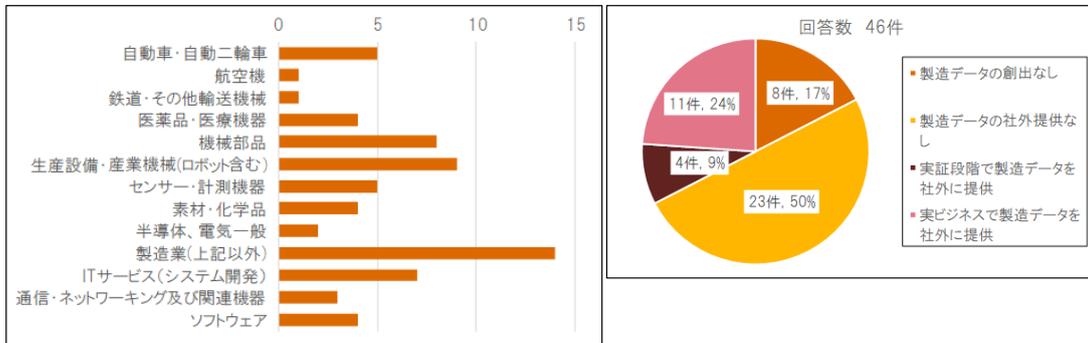


アンケート調査票は、アンケート調査対象として選定された企業にメール等の手段を通じて送付した。連絡先の把握可能な企業 158 社にアンケートを送付し、46 件の回答を得た。

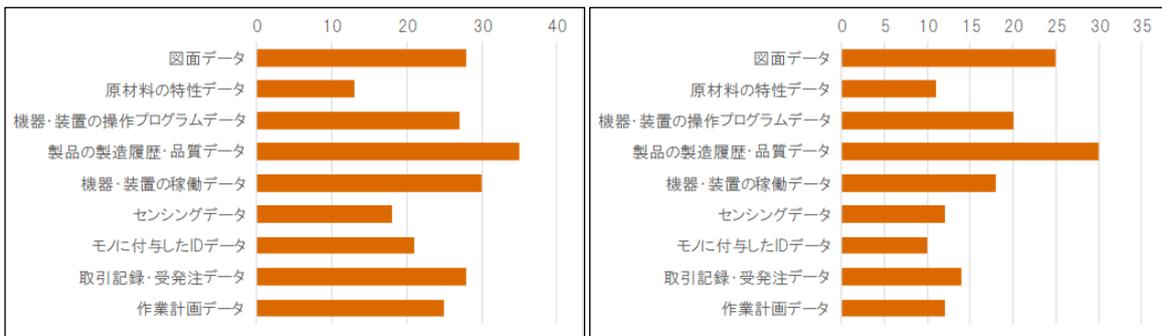
回答属性の多くは製造業であり、多くの事業者は「製造データの創出をしていない」、「製造データはあるが社外提供はない」という状況であり、製造データの利活用やビジネス化に取り組む事業者は 3 割程度であった。

特に重要なデータは製品の製造履歴や品質データという認識が強いことが明らかとなった。

参考 回答者属性とデータ利活用状況



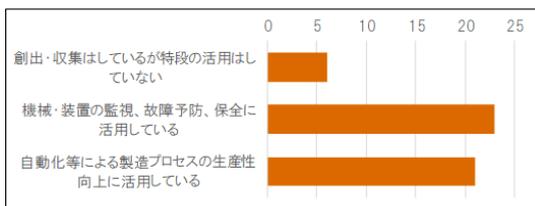
参考 自社内の製造プロセスから創出されるデータの内容と特に重要なデータ



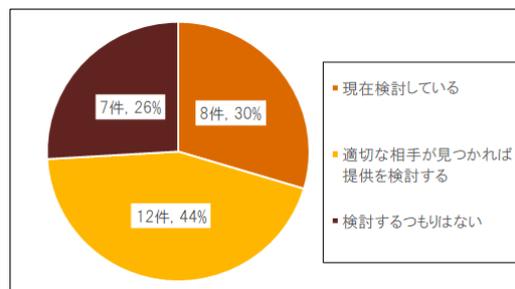
自社内部で製造データを生んでいる場合、いわゆるメンテナンスや保守保全のための活用や生産性向上に向けた活用が大半を占めた。データ流通に関する問題点・課題としては、大きくは「メリットが不明」、「ノウハウの流出によるデメリット」といった意見とともに、「提供する必要がな

い」という回答も一定数存在。将来的なデータの利活用については消極的な意見も多い現状であった。

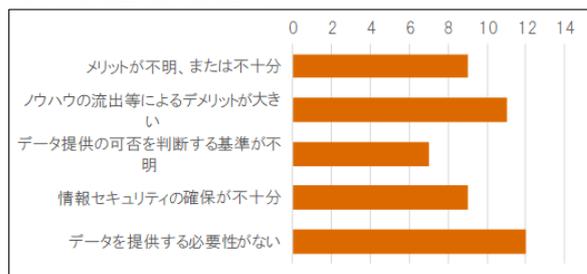
参考 自社内での製造データの活用の有無、目的



参考 今後のデータ提供の可能性



参考 データ流通に関する問題点



### ● ヒアリング調査の実施と成果

アンケート調査対象の中で、製造データの流通に関する取り組みを示唆する回答が得られた企業を中心にヒアリング調査対象を選定し、個社にコンタクトの上でヒアリング調査を実施し、各企業が実施する製造データの流通に関するモデルの実態を把握した。

概して日本企業では、製造業者が自社のデータを社外に流通させることに対して難色を示す傾向にあった一方で、データを提供することのメリットが十分に理解されれば、製造業者がデータを提供することに納得するというケースも確認された。調査結果の概要は以下の通りである。

ヒアリング対象	ヒアリング結果概要
中小製造業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現在は、データを出す仕組みが非常に不透明だと感じる。工作機械をネットワークに繋いで、機器ごとにデータを出すという発想だと、例えば、工作機械メーカーが「データを出して使用状況をモニターさせないと、機器を使用させない」といった横暴にできることが可能。</li> <li>➢ そうではなく、データを創出する側がデータを出すことに対してコントロールできないといけない。データ創出者側のエッジシステムにデータを全て集約させて、そこにデータがほしい企業がアクセスしにくる（アクセス権を付与する）といった形が実現できれば良いのではないかと。</li> </ul>
中小自動車部品製造業者(独自のIoTシステムを外販中)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当社のIoTソリューションの特徴は、ラインの稼働状況を把握するための最低限のデータしか取っていないことである。加工プロセスのデータなどは取り扱わないため、ノウハウ情報は含まれない。そのため、データ提供が特段問題化したことはない。</li> <li>➢ 日本の製造業者はIoTシステムを作るところまでは自社でもできるが、それを使って有効なアクションを取ることができていない。</li> </ul>
中小加工業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 近隣にある、工程を分業している中小企業と連携可能な生産管理システムを構築している。その中では、開発・設計段階における要求仕様や図面、検討議事録などの技術情報、工程進捗等を共有し、製造プロセスの効率化、品質の向上を行っている。ただし、自社の競争優位性に関わるノウハウが含まれるデータはお互いに出さない。</li> </ul>
中小加工業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 昔から中小企業同士がメールや電話などで当たり前に情報共有を行ってきた延長として、それを文書化して記録を残せるようなシステムを構築している。正式な契約にはしていないが、システムを構築するうえで検討したことを共通認識として文書化しており、その中にはノウハウに当たらないデータのみ共有することなどが記載されている。ただし、どのデータがノウハウなのか、といった具体的な書き方はしていない。</li> </ul>
中小金型製造業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 金型の納品時に自社の顧客である完成品メーカーから図面のデータを求められる。完成品メーカーは図面をもとに別の金型メーカーに修理や同等品の製造を依頼する場合があります、自社の営業機会を損なっていると認識している。</li> </ul>

企業向けアプリケーションメーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日本の特に大手の製造業者は、製造データを社外に出すということに対して思考停止的に拒絶反応を示すことが多い。</li> <li>➢ また、日本で Industry 4.0 と言うと、もともと生産性の高い工場をさらに生産性向上させるといった、絞り切った雑巾をさらに絞るような方向に向かいがちだが、当社では工場と前後の工程を繋げることがより重要だと考えており、それにより単なる生産性向上とは比べ物にならない価値の創出をもちろんでいる。</li> </ul>
加工機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 保守サービスや、テクニカルサポートとして顧客の了承を得てデータを取得することはすでに行っている。それに加えて、機械の稼働データを自動で必要な分だけ社内システムと共有する製品を開発し、運用している。基本的に生産現場の機器はセキュリティが弱いので、工場内ネットワークと社内システムの境界線に、ネットワークインフラ企業と共同で開発した端末を設置し、セキュリティを確保している。稼働データの使い道として、メンテナンス高度化や稼働時間管理を想定しているが、データをすべて使っているわけではない。</li> </ul>
石油化学工業メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 自社で利用する装置や触媒のメーカーに、機能向上や稼働保証を受けるために運転データを提供している。データには自社のノウハウが含まれるが、データを提供するだけのメリットを見出している。逆に、装置や触媒のメーカーから他社の運転データを見せてもらうこともある。</li> </ul>
機能性化学品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 自社の顧客である半導体メーカーなどから、品質保証として製造プロセスデータを求められる。データには自社のノウハウが含まれるが、取引関係上、提出せざるを得ない。ただし、データからノウハウを抽出できたとしても、それを製造プロセスとしてコピーすることのハードルは高いと考える。かなり詳細なデータまで提出しているが、顧客は化学プロセスの専門家ではないので、明らかに顧客が理解できないと思われるような内容も含まれている。ある意味では、そのレベルまでトレーサビリティを確保できることが、顧客にとっての価値になる。</li> </ul>
人工知能専門ベンチャー企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当社のプラットフォームに顧客企業がアップロードした段階ではデータは顧客のものだが、1回でも機械学習プロセスを通したら、当社に学習したモデルやそのモデルに通したデータの権利が発生する。このことはプラットフォームの利用規約に明記されている。</li> <li>➢ 顧客から提供されるデータは、他社のプラットフォームから API を通じて取得している。</li> </ul>
人工知能専門ベンチャー企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ パートナー関係にある製造業者と緊密な連携を行っており、その中では双方のデータを隠すことなく共有している。データの取り扱いについては必ずしも厳密に契約で定めているわけではないが、もし議論になったら双方が利用できる形としている。</li> </ul>
自動車メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 機械メーカーからデータの提供を求められているが、当社の工場内に複数のメーカーから購入した機械が存在するため、企業ごとにデータを切り分けることが困難である。</li> <li>➢ データを分析する企業に当社がデータを提供したとして、その分析結果は全て相手企業のものになるということにはしたくない。ある程度の金額を払ったとしても、共同所有やこちらがアルゴリズムを買うという形が望ましい。</li> </ul>
IoT ベンダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 製造業者は特許を守るような感覚でデータを守ろうとしているが、仮にそのデータが漏洩したとして自社の営業上の不利益につながる可能性は低い。むしろ、どのようにデータを活用するかをまず考えるべきである。現場レベルではそのことに気づいている担当者もいる。</li> </ul>
IoT プラットフォーム企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 自分たちは IoT プラットフォームを金庫貸しビジネスのようなものと考えている。当社のクラウドに顧客のデータを保管するが、その中身には触らない。ある装置メーカーと共同で IoT のサービスを開発した際には、そのメーカーが顧客となる装置ユーザーの工場からデータを収集し、当社のクラウドに保管するという形を取った。取得したデータやその分析結果は装置メーカーの権限で装置ユーザーに開示される。</li> </ul>
ネットワーク機器・システムメーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ データはエンドユーザーのもの、データを加工するためのノウハウは加工者のものという考え方が一般的。過去に関与したある事例では、利用目的を事前に明確化しきれない部分は、あえて権限をあいまいにするということもあった。</li> </ul>
電機・FA 機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 装置のメンテナンス・保守契約をしたときに必要に応じてデータをもっている。その際はデータを契約で守っているため、現状、二次利用は考えていない。</li> <li>➢ そもそも、日本の企業は保守契約をしたがらない。故障して壊れたときに契約をすればよいという考え方のため、データを活用した保守サービスが成り立ちにくいのではないかと。</li> </ul>
電機・FA 機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当社の IoT プラットフォームでは、工場側にデータを留めてエッジで処理する場合と、クラウドにデータを流して処理する場合の両方がある。提供できるサービスに大きな違いはないが、現状、工場側にデータを留めるケースの方が多い。</li> <li>➢ データの取り扱いについて、物理的な場所の問題に加えて、使用权、加工権、そこから出てきた知見の取り扱いをどうするかといった点については個社間で現在議論を進めている。</li> </ul>
工場向けシステムベンダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 複数のプラントから得られたデータを 1 か所で統合的に取り扱うといったことは、海外では比較的すでに行われている。海外と比べて日本では、工場の業務プロセスがあまりきちんと定義されていないことが大きな課題である。そのため、日本の工場ではシステムを入れる前に、業務をスリム化・標準化しなければならない。</li> </ul>

## <タスク2 海外動向調査>

### ● 文献調査の実施

海外動向調査の対象国について、製造分野での GDP、および製造分野の行動化に関する国家的イニシアチブの動向を踏まえた選定を行った。GDP 規模を考慮した際の影響力の大きさ、および国家的イニシアチブの先進性を考慮し、米国、ドイツを現地ヒアリング調査の対象国として選定した。

中国については、製造業の高度化に関して独自路線でのアプローチを進めていることから、米国、ドイツの動向に比べて日本のデータ流通について参考とすることは難しいと考えられるため、文献調査の対象とし、同様に EU、イギリス、フランスについても、すでに成熟した製造業を持つことから、他の国と比べて日本との比較において参考となる点が多いと考え文献調査対象とした。

### ● 現地ヒアリング調査の実施と成果

文献調査の結果を踏まえて、ドイツ(10社)、米国(6社)を含む計18社へのヒアリング調査(企業等)を実施した。ヒアリング調査結果の概要は以下の通り。

#### <ドイツの企業・業界団体等へのヒアリング調査結果>

ドイツは、製造業の高度化を目指す Industrie 4.0 に国全体で注力しており、製造業の IoT 活用に関する取り組みでは世界をリードする立場にある。Industrie 4.0 の主な推進機関である Platform Industrie 4.0 にはドイツ国内の主要な企業が参画しており、その影響力は大きい。

ヒアリング対象	ヒアリング結果概要
セキュリティ機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ データ流通の考え方は、confidentiality から integrity に変化している。Confidentiality は、あるデータについて外に出す、出さないと判断するような考え方だった。それに対して integrity は、データを取得する機械、流通させる相手、流通させるデータの範囲、といった各アクターを正しく定めて、データをセキュアに流通するための場を作ることだ。</li> <li>➢ 当社ではデータを流通させる前にデータの classification を行い、「誰がそのデータにアクセスすることが出来るか」「いつアクセスできるか」は前もって決めるようにしている。特に Strictly Confidential なデータについては、会社単位でアクセス権を決めるのではなく、個人単位で決めている。</li> </ul>
セキュリティ技術プロバイダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 今後、データ流通を促進していくためには、簡単で高速な Automatic online licensing system が必須である。データ流通の取り決めを行う際に弁護士が毎回必要なのであれば、コストが上昇してしまうからである。セキュリティに関する技術のレベルが向上し、不正なデータの利活用を技術的に防ぐことができれば、データ流通に関する契約条項を詳細に記載する必要はなくなるため、契約書をシンプルにすることができる。契約にかかるコストも減少し、データ流通が進む。</li> <li>➢ 当社では、OPC UA 規格においてセキュリティ確保に必要な authentication のハードルを下げるような取り組みを行っている。これが実現すれば、高度なセキュリティレベルをより容易に確保することができるようになる。</li> </ul>
電機・FA 機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当社が製品を顧客に提供したら、それは機械から出てくるデータを含めて顧客の資産になる。しかし、顧客企業自らがデータを当社に提供し、分析等を依頼することもある。それは、顧客がそうすることの意味や価値を感じているからである。当社では様々なビジネスポートフォリオに基づいて、顧客にどのような価値を提供できるかを常に検討している。また、自社製品のデータは収集し活用するが、それ以上のデータを収集しているわけではない。</li> <li>➢ 当社の IoT プラットフォームは、単にデバイスを繋ぐということを意図しているのではなく、どちらかといえばコラボレーションプラットフォームやマーケットプレイスという位置づけである。プラットフォームはいかにたくさんのデバイスに接続できるかが成功の鍵となるが、OPC UA はすでに確立されている規格のため、多様なデバイスとの接続性を確保するうえで有用である。</li> </ul>
産業用機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当社のプラットフォームのユーザーはデータを好んで出しているわけではないが、データを出すことで、生産効率向上を図ることが出来るというメリットがあるため、データの提供に抵抗はない。当社が分析に使うデータは、どの企業のどの製品なのかなどがわからないように匿名化されている。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の契約のほかに、Data Processing Agreement というものを作っている。その中には、より良い機械を作るために、データを匿名化して使って良いという合意が書かれている。また、ある客から得た training data を他の客にも training data として使っても良いということが書いてある。</li> </ul>
産業用機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>当社が立ち上げを主導したオープンデータ流通プラットフォームでは、原則として、データは顧客のものであるという認識を持つ。そのため、顧客は、誰にどこまでの情報を与えていいかをプラットフォーム上で管理できるようになっている。</li> <li>顧客がデータを提供して service provider からサービスの提供を受ける場合、①顧客と service provider 間のサービス提供契約、②顧客とプラットフォーム間のデータ流通契約、③プラットフォームと service provider 間のデータ流通契約の3つを締結することになる。特に②の別紙として、どのデータをどの企業に渡すかということの詳細に決めている。</li> </ul>
中小製造業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industry 4.0 の趣旨がデータの共有による産業全体の競争力向上であることは理解しているが、その一方で中小企業側は自社のデータを共有することに強い懸念を感じている。例えば、センサーを設置してデータを取得することには興味があるが、その解析は自社で行うことを望む。もし社外に出すのであれば、クラウドやブロックチェーンなどの技術を使うことが望ましい。</li> </ul>

### <アメリカの企業・業界団体等へのヒアリング調査結果>

アメリカではデータが次世代の石油だと言われており、データの利活用に関する議論が活発に実施されている。

ヒアリング対象	ヒアリング結果概要
医療系メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>企業内に十分なリソースを保有しており、製造プロセスに関する知見も蓄積されているため、基本的な方針として社外にデータを流通させることはなるべく行わない。社内でデータを活用したほうがコスト・納期・品質の面で有利である。</li> <li>また、社内にデータ分析のノウハウを蓄積したいという意味合いもある。今後、社外との連携を考慮する領域としては、AI・VR・AR などの新しい技術領域である。</li> </ul>
産業用ネットワーク機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>機械ユーザー(工場)は知的財産を気にするため、データ流通に対して最も厳しいが、データを活用して製造プロセスをもっと効率化したいし、ダウンタイムも減らしたい。次に厳しいのは機械メーカーで、製品自体に関するデータについて一番心配をしている。System Integrator はあまりデータ流通に対して厳しくない。現在手作業で行われているプロセスを自動化したい顧客が多いため、当社の System Integrator サービスの需要は非常に高い。</li> </ul>

### <タスク3 調査結果の取りまとめ>

本調査結果を踏まえて、多様な製造データの流通モデルが想定される中では、9個の基礎的なモデルそれぞれにおいてデータを流通させる際に留意すべき点が異なると考えられる。

それぞれのモデルの特性に応じたモデルケースの想定や留意点の検討が必要である。

流通モデルごとの整理イメージ

#	流通モデルの分類	モデルケース	留意すべき点
1	工場の生産性向上に資するコンサルティング	生産計画の予実データを分析し、製造プロセス上の改善点をアドバイスする	ある工場のデータから生み出された生産性向上に関する知見が他の工場にも適用可能である場合、そのサービスにより生み出された利益の帰属について注意が必要
2	工場単体における製造プロセスの高度化	機器・装置のメンテナンスサービス	工場側が気づかずにメンテナンスに必ずしも必要でないデータまで提供していないか注意が必要
3		機器・装置の従量課金	機器・装置の所有権と、創出されるデータの帰属の関連性に注意が必要
4	製品の受発注に伴うデータの提供	発注する側と発注を受けて製造する側の間で、製品の受け渡しの際などに図面データや製造条件に関するデータ等を合わせて提供する	発注者が製品の図面データを取得する場合などが多いが、その際に取引上の立場に基づき十分な対価を払わず過剰なデータ取得を行っていないか注意が必要
5	サプライチェーン上の企業間でのデータ流通	サプライチェーン上の川下、川上の製造プロセス連携	川下、川上の製造業者と工場の生産状況に関するデータを共有し、サプライチェーン全体で最適な生産計画を構築する
6		共同受注ネットワークの構築	複数企業間で工場の稼働状況に関する情報を流通し、繁忙度合いを均等化する
7	複数社が利用可能なプラットフォーム	データ収集・分析プラットフォーム	工場の製造ラインから創出されたデータを社外のクラウドサービスに移行し、クラウド上で分析のためのツールを構築する
8		第三者によるデータ流通プラットフォーム	多数の製造業者から製造データを収集し、それを活用する多数の企業に対して提供する
9	データを流通しない分析システム	データを収集・分析するエッジサーバーを工場内に設置し、企業間でのデータ流通を行わずに分析が可能なシステムを構築する	エッジサーバーに蓄積されるデータの帰属と利用権限の切り分けに注意が必要

文献調査・ヒアリング調査の結果を総合して、今後作成するガイドラインをどのような方針で作成すべきか整理を行った。主要な論点を以下に示す。

● ガイドライン全体の方針に関する論点

論点	概要
製造業に特化した記載の充実	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 製造業と非製造業、生産者と消費者ではデータ利活用の前提が異なる中で、ガイドラインが全産業にまたがって記載されているため、製造業の現状とは必ずしも整合しない部分が見られる。さらに製造業の中でも、業種やビジネスモデル、取り扱うデータの中身により利用権限の捉え方やデータ流通に当たって留意すべき点は異なる。</li> <li>➤ これらの点を踏まえ、製造業に特化して情報量を充実させ、さらに製造業者が直面する多様な状況を詳細に記述することで、ガイドラインが活かされる状況の幅を広げることが必要。その際には、議論の前提となるデータやビジネスモデルを明確化したうえで、それぞれの特性を踏まえた取り決め上の留意点を記載することが求められる。ただし、業界・ビジネスモデル・企業規模・立場(データを出す側、受け取る側)など、様々な切り口が考えられる中、どの切り口から情報を整理することが適切かは十分な検討が必要。</li> <li>➤ 本調査におけるインタビュー対象企業の具体的なデータ流通の実態は、以降のガイドライン改定に向けて非常に有用な情報源である。情報の抽象化や、データ流通上の留意点に関して重要でない背景情報を改変した形での整理により、これら企業がどのようにデータ流通を行っている/行っていないのかを例示することが期待される。</li> </ul>
ガイドラインをデータの利活用・流通を促進する啓蒙書として位置づける	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現状のガイドラインは、データを社外に流通させることを決定した製造業者や、製造業者からデータを流通させるビジネスモデルをすでに行っている事業者が読者層になるが、そのような企業は多くない。むしろ、データを流通させることに直観的な忌避感を示す製造業者や、データ流通ビジネスにまだ取り組んでいない事業者の方が今の日本には圧倒的に多い。</li> <li>➤ そこで、ガイドラインをデータ流通ビジネスを行おうとする事業者が参考にする資料としての位置づけにとどめるのではなく、データ流通のメリット・デメリット等を示すことでデータ流通に対する理解度を高め、自社の取り組みを積極化するための啓蒙書としての位置づけが期待される。</li> <li>➤ 製造業者が自らデータの活用方法を考えるきっかけを作るとともに、それを行うための考え方を示すことが必要である。その際、製造業者側が自社で創出可能なデータを認識し、それを活用して自社にメリットを生むビジネスモデルを自ら生み出すことが重要であり、データの活用に関する事業者は、あくまで製造業者をサポートする存在程度の位置づけになるのではないかと期待される。</li> </ul>
データ活用によるイノベーション創出と、データ創出者の権利保護のバランスを取ることが必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現状のガイドラインは、どのようにしてデータを流通させ、イノベーション創出につなげるかという観点で全面的に出ているように見える。</li> <li>➤ 一方で、製造業者は、自社にデータを提供するメリットが見出されない場合に、提供することに難色を示す。むしろ、盲目的な拒否感を示すケースが多い。データ創出者側からすると、ガイドラインの中でデータ創出者の権利を保護するという立場を表明し、データ創出者がデータを提供することにより生まれるデメリットを最小化するための方策が示されることを期待している。</li> </ul>
特に中小製造事業者はデータ流通に関して弱い立場にいる	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 上の論点とも関連し、中小規模の製造業者には法務部がないことが多いため、取り決めの内容を精査することができていない。また、売り上げの多くを少数の大手企業で占める場合には、取引関係上、強い立場に出られない。これらの状況を踏まえて、中小製造業者からは、製造プロセスのノウハウ等が過剰に流出したり、取り決めに関する情報格差により不利益を被ったりしないよう、大企業のやりすぎを抑制するようなガイドラインの作成が期待されている。</li> </ul>
データが価値を持つという前提は必ずしも当てはまらない	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ データそのものが価値を持つケースは稀。単体では使い道のないデータを活用し、どのような価値を創造できるかがデータ流通の鍵となる。</li> </ul>
国際的な動向との整合性確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 日本国内でしか通用しないルールを作るべきではない。国際的な議論の動向を踏まえて、日本の産業競争力の維持・向上に資する観点からガイドラインを作成すべき。純粋な情報提供として、ガイドラインの中で海外の動向を知りたいという声もある。</li> </ul>
製造業以外でデータの流通が進んでいる事例との比較	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Google や amazon のスマートスピーカー、医療データの地域内での活用など製造業以外でデータ流通が進んでいる事例は多数存在する。これらの事例において、どのような契約を行っているのかを把握し、製造業との前提条件の違いを明らかにしたうえでガイドラインを作成すべき。</li> </ul>
契約で決めることのできる範囲の限界を示す	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 下請法や不正競争防止法などの法制度の問題として、個社間での契約を超えるルールが存在するのであれば、それを超えない範囲が企業の自己責任による契約の対象となる。どこまでが社会的ルールで、どこからが個社間での契約の問題なのかを理解したうえで、契約をめぐる議論をスタートできるような情報提供を行う。</li> </ul>

状況変化に応じて継続的にアップデートを行う	➤ 現時点で存在するビジネスモデルと、今後生まれてくるビジネスモデルで利用権限に関する捉え方がどの程度変わってくるのかは不明。国際的な標準化やデータの帰属の取り扱い、データを活用した新たなビジネスモデルのあり方など、現時点で方向性が不透明な部分については、今後状況が明らかとなった際に順次アップデートを行うことが必要。
-----------------------	---

● 今後の政策立案に向けた示唆

本調査において実施した分析や、有識者からの意見、企業から要望を受けた事項などを踏まえて、今後の製造分野におけるデータ活用に向けて、国レベルで期待される制度面での改良や、情報提供、環境整備に関する工夫などについて以下の通り整理を行った。

論点	概要
広範なデータ流通促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ データを保有する製造業がデータの活用を支援する事業者と有機的に協力する土壌が形成されていない。ガイドラインの中でもこの点については考慮するが、さらに広範な取り組みが必要。</li> <li>➤ 特に、適正なデータ流通を保証する第三者機関の組成や、公開されたガイドラインを活用し、ガイドラインに基づいたアドバイスを行うための組織を認証するなどの手法が考えられる。</li> </ul>
(国際的な)標準策定に関する議論の推進	➤ データの流通は企業個社で方策を定める性質のものではなく、また、国際的な議論が進行中の領域でもあるため、日本の製造業者が今後データの利活用を行いやすくなるように、日本の現状を踏まえた標準策定に関する議論の推進が期待される。
取引上の関係に基づくデータ流通の問題を解決するには外圧が必要	➤ 取引上の関係に基づき、品質保証等の名目で発注者からデータ提供を求められている場合には、発注者・受注者の2者間での交渉により受注者に不利なデータ流通を是正することは困難。海外でデータへの対価を払うことが一般化している流れを利用したり、下請法のような強制力のある理由付けが必要。
中小企業やデータ創出者の権利を保護するための仕組みづくり	➤ 上記の観点とも関係し、特に中小企業は自助努力によりデータに関する権利保護を十分に実施できない可能性があるため、その点については政策的な支援を要する。
製造業者(特に中小企業)が使いやすいプラットフォームの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 企業各社が自社でシステム開発を行うのではなく、データ流通にかかる負荷を減らし、流通を促進するようなシステムが広く利用可能なものとして開発されることが期待される。その際に求められる要件は、①自社の製造プロセスに合わせてカスタマイズできること、②他社にデータを流通できること、③その際にアクセス権を自社が任意に設定できること、などである。</li> <li>➤ プラットフォームの公共性を考慮して、政府の支援を期待する声が見られる。</li> </ul>

● 本調査研究の実施を通じて、以下の波及効果が期待される。

経済的な波及効果

【データ利活用ビジネスの新規開始・スケールアップ】

- ・ 本調査を通じて、データ利活用ビジネスの実施を検討／構想していた事業者に対して、ビジネスを開始する上での有益な情報提供やビジネスモデルの提示につながった。
- ・ また、具体的なユースケースの紹介や課題解決に向けた検討を行うことで、製造業におけるデータ利活用の環境を醸成

本調査を実施したことによって、先駆的な事例を把握した事業者による、データ利活用ビジネスの機会創出や規模拡大への貢献が考えられる

社会的な波及効果

【データ利活用ビジネスの実施に向けたガイドライン・インフラ整備】

- ・ 本調査を通じて、データ利活用ビジネスの実施に向けた契約ガイドラインの検討やブラッシュアップを加速
- ・ また、ガイドライン以外にも、データの利活用を促進、拡大するための検討の基盤・プラットフォームの構築に貢献

本調査を実施したことによって、将来的にデータ利活用ビジネスを検討する事業者のすそ野拡大や、ルール等の整備による参入障壁の低減が考えられる

## 研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発

### ④-1 次世代航空機運航支援システムの開発

#### (1)「ビッグデータ活用による学習モデル開発・システム構築の研究」

三菱重工業株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

航空機で取得可能な機上データ(センサデータ、機体運動データ、機器データ)や運航に必要な地上データ(整備データ、気象等の環境データ、管制データ)、更にヒヤリハットや事故報告等、熟練パイロットのノウハウデータ等を、IoT技術やビッグデータ解析等を用いて活用することで、安全で効率的な操縦が可能となる先進的なパイロット支援システムの開発と効果検証を行うと共に、各種データを活用したパイロット支援システムに対して継続的にデータを供給するためのデータ流通プラットフォームの検討を行う。

また、事業の実施に当たっては、パイロット支援システムやデータ流通プラットフォームを社会実装するために必要な技術面・制度面(標準化や規制の見直し等)の検討を行い、経済産業省・NEDO等と協力の上、提言を行う。

### 1-2 研究開発の内容と目標

- (1) 平成 28 年度 IoT 推進のための新産業モデル創出基盤整備事業(航空機運航に関する人工知能技術調査)における成果

平成 28 年度に本研究開発の先行事業として、経済産業省からの委託事業である「IoT 推進のための新産業モデル創出基盤整備事業(航空機運航に関する人工知能技術調査)」(以下、調査事業)が実施されている。調査事業にて得られた成果を踏まえ、本研究開発を進めた。調査事業における取り組み内容及びその成果を以下に示す。

- ① 世界の関連事業・技術動向調査

パイロット支援システムに関する世界での取り組み事例、航空業界における AI・IoT に関わる注目動向及び自動運転車の動向の最新状況を把握した。調査結果によれば、本研究開発は世界的にも類似例が見当たらない取り組みである。

- ② 機械学習によるパイロットタスク代替の実現可能性評価

人工知能を活用したパイロット支援システムにより代替できるパイロットタスクの実装形態、必要なデータ、課題等につき検討した。また、エアライン及び気象庁から提供を受けたデータにより実際に機械学習モデルを試作、航空機が遭遇する事象を予測する簡易的な検証を試みた。事象を明確に予測することはできなかったが、一部の予測対象や予測ケースにおいては、予測の可能性が期待される結果も得られた。なお、検証を試みた予測対象には航空機に発生する揺れの予測も含まれており、揺れに遭遇することは運航品質にも影響するため、揺れの予測の実現に対して高い期待が寄せられた。

- ③ 事業化戦略及び政策的論点整理

想定されるパイロット支援システムを設定し、それを実現するために必要となる事

項、我が国における事業化戦略、他産業への波及の観点で論点整理を行った。

④ ワーキンググループでの議論

パイロット支援システム実用化時のキープレイヤーや所管官庁を含む協議体を設置し、実用化に向けた協議を行う基盤づくりを行った。

(2) 本研究開発における実施内容

調査事業にて検討したパイロット支援システムのコンセプトイメージを基に、本研究開発において検討対象とする次世代航空機運航支援システム(以下、航空機運航支援システムと称す)の全体像を図1に示す。

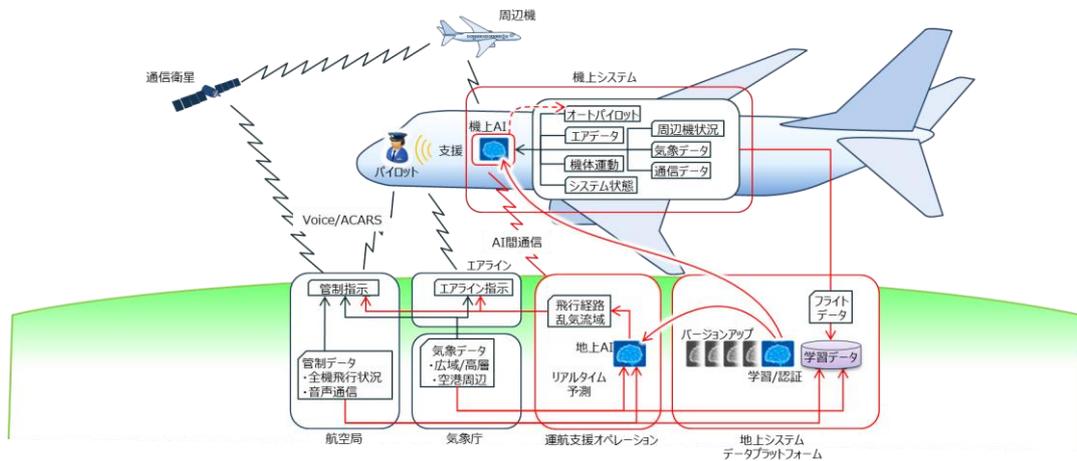


図1 次世代航空機運航支援システム全体像

機上にて取得できるデータは、機上センサにより取得されるエアデータ、機体運動やシステムの作動状態を示すデータ、通信により取得される周辺機の位置データ、気象データ等多岐に渡る。人工知能技術を活用した学習モデルで、これらのデータを分析することにより、パイロットに対して安全性・運航効率等の向上に寄与する情報(例えば高度な気象予測情報)の提供ができる。

また、機上で得られる気象データに比べ、地上で得られる気象データは広域かつ詳細であり、これらのデータを学習モデルで分析することにより得られる情報を、パイロットばかりでなく地上の運航管理者に提供することによっても、安全性・運航効率等の向上に寄与できる。

さらに、地上システムとしてデータプラットフォームを配置することもオプションとする。データプラットフォームは、フライトデータ、気象データや地上で得られるその他のデータを蓄積するばかりでなく、それらのデータによる学習モデルの開発及び配信を機能として有する。なお、データプラットフォームは航空機運航支援システムの成立には必ずしも必須ではないが、蓄積されているデータの種が多岐に渡れば、パイロットに提供できる情報の種類も多くなり、蓄積された情報が他産業でも活用されることにより新たな産業の創出も期待できる。

図1のシステム全体像を念頭に置き、調査事業で得られた成果を踏まえ、本研究開発では以下の事項に取り組むこととする。

- ① Proof of Concept のための事象とデータの相関検証  
航空機が運航中に遭遇する事象を予測する学習モデルの技術的実現性を検討する。調査事業において試作した学習モデルによる予測の可能性が示されたことを踏まえ、調査事業よりさらに多くの航空機の運航と気象に関わるデータを入手、それらデータに対し、ビッグデータ分析や機械学習技術を活用して、航空機が遭遇する事象とデータの間の相関の有無を検証し、事象を予測できるか検討を行う。対象とする事象については、航空会社から航空機運航における課題等を聴取し、航空会社や社会にとって便益の大きなものを見極めて選定する。
- ② 学習モデル開発  
航空機が運航中に遭遇する事象とデータとの間に相関関係を確認できた事象、あるいは、航空会社から航空機運航における課題を聴取し大きな便益が得られると判断された予測対象に対し、学習モデルを構築する。調査事業にて入手したデータ量を上回るデータを入手し、実用レベルを目標とした学習モデルの開発を目指す。
- ③ データプラットフォーム検討  
調査事業においては、航空機運航支援システムの実現にあたり、継続的にデータを収集・蓄積する仕組み作り及びデータを活用できる仕組み作りが今後の課題とされている。この結果を受けて、航空関連のデータの活用を進めるにあたっての課題、及び将来的な活用の方向性について検討する。なお、本検討における「データプラットフォーム」は、必ずしもデータを一箇所に集積する仕組みとして限定したのではなく、データの共有と活用を進める仕組みとの意味において使用している。
- ④ システム仕様・開発計画策定  
人工知能技術を採用した航空機運航支援システムを機上搭載するための検討を実施する。具体的には、運航支援システムの実装形態、及び、調査事業において人工知能を機上搭載する場合には課題があるとされたが、人工知能をソフトウェアとして搭載する場合に必要な航空当局からの認証取得に対する課題と解決の方向性について検討する。さらには、システム形態と認証取得上の課題を考慮した、システムの開発計画についても検討する。また、航空機運航支援システムをサポートするためのオプションとして、データプラットフォームを含む地上システムに求められる技術的要件についても検討する。
- ⑤ 産業政策への提言  
航空機運航支援システム及びデータプラットフォームを社会実装しビジネス化するために必要な技術面・制度面の提言を行う。

### 1-3 研究開発の成果

平成 28 年度 経済産業省委託事業(以下、調査事業と称す)で得られた成果を踏まえて実施した本研究開発において得られた成果の達成状況及は以下の通りである。また、

本研究開発全体としては、実施計画書に記載した所期の目標を概ね達成していると判断する。

本研究開発を通じ、航空機運航支援システムの開発に必要な規制当局やパートナーとの関係構築ができたことにより、後継となる研究開発に円滑に移行し、同システムの実現に向けた加速が期待できる。

(1) Proof of Concept のための事象とデータの相関検証: 達成

エアラインからのヒアリング他を通じて、航空機の運航他に関わる課題や航空機運航支援システムに対する期待を明らかにした。また、現状得られたデータに対する観察及び分析を実施した。その結果、航空機運航支援システムによる解決にエアラインのニーズが高く、現状得られるデータで予測できる可能性が確認できた航空機の揺れ予測を、学習モデルの開発対象として選定した。

(2) 学習モデル開発: 概ね達成

航空機が運航中に遭遇する揺れを予測する2種類の学習モデル(乱気流空域予測モデル及び機体動揺予測モデル)を構築。乱気流空域予測モデルは既存予測技術に比べ更新頻度等に優れており、機体動揺予測モデルは機体に搭載されるセンサーデータのみにより予測する世界的に類例が見られないものである。

両予測モデルとも、本事業にて入手したデータによる学習にて達成し得る精度を達成すると共に、適切なデータを増やすことによりさらに精度向上を達成し得る目途を得た。一方、現状達成し得る予測精度が実用レベルの精度を達成しているか否かについては、飛行環境での評価により判断する必要があるとのパイロット評価を得たため、本事業中には判断に至らなかった。一方、実用レベルの精度が達成できれば、エアライン業務に極めて有用であるとの評価も得た。

調査事業ではおよそ5000便分のフライトデータを用いることにより、揺れを予測する機体動揺予測モデル構築の可能性が示唆されたが、本研究開発においては調査事業の2倍のおよそ10000便分のフライトデータを用いて同モデルを構築、精度を定量化すると共に、精度向上の達成手段についても明確にした。また、機体動揺予測モデルに加えて、乱気流空域予測モデルを新たに構築した。

(3) システム仕様・開発計画策定: 概ね達成

(2)項の学習モデルのうち、機体動揺予測モデルを航空機に搭載する場合に想定される複数の搭載形態を検討し、既存の機内無線通信設備を活用したシステム構成が望ましいとの結果を得た。また、同システムを構成した場合、構成部品は既存の技術仕様にて搭載することが可能であり、開発中の学習モデルを除き新たに技術開発が求められる要素はないとの結果を得たが、確保すべき通信容量についてはさらに検討が必要である。航空機への実装に関しては、Portable EFBという形態を活用することで航空機への実装を加速し、かつ、実装により得られる成果を更に高度なシステムの実装へ活用できるとの開発計画を策定した。

調査事業では学習モデル構築について期待がされたが、本研究開発ではさらに進展させ、航空機運航支援システムの航空機への実装を想定したシステム構成、認証上の課題を踏まえた開発計画までを明確にした。

(4) データプラットフォーム検討:達成

現状の課題を踏まえ、データプラットフォームという特定の形態ではなく、広くデータ活用を進めるとの観点で構想を提案した。

調査事業においては、継続的にデータを収集・蓄積する仕組み作り及びデータを活用できる仕組み作りが課題であるとしたが、フライトデータに関しては、提供者やパイロット個人のプライバシー保護等の解決すべき課題があり、データの利活用を早急に進めて行くことは現状では困難であることを明らかにすると共に、当該状況下でのデータ活用の将来像も明らかにした。

(5) 産業政策への提言:達成

気象データの配信頻度の改善に関わる提言、運航支援システムの実用化に向けた協力に関わる提言、新たなデータを計測・記録することによる価値創出に関わる提言、継続して航空関連データの利活用を進めて行くとの立場において、今後の我が国の取り組みに関わる提言をまとめた。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

次世代航空機運航支援システムのエンドユーザは航空会社のパイロットや運航管理者を想定している。例えば、本研究にて開発を進めた乱気流予測情報を提供するソフトウェアを航空機に搭載されるアビオニクス等へ実装して、パイロットに乱気流予測情報を提供する。また、地上の運航管理者が使用するシステムへ実装することにより、運航管理者にも乱気流予測情報を提供することができ、空地両方から運航品質の向上に貢献することができる。

機上システムへの実装に関して、最初は厳密なソフトウェア認証が求められるアビオニクスへの実装は避け、近年パイロットがコックピット内に持ち込むようになった Electronic Flight Bag(EFB)へ実装することにより、ソフトウェア認証のハードルを下げることができ、早期の実装が可能である。

乱気流予測に限れば機上搭載型のライダー装置により揺れを検知する取り組みがなされているが、機上搭載型ライダーは重量や消費電力による機体へのインパクトが大きい。一方、EFBによる実装が実現できれば、既に機上にて収集されているデータ、及び機内無線通信設備を活用するため、重量や消費電力の機体へのインパクトは非常に少ない。

なお、提供する情報は乱気流予測に限ったものではなく、その他の悪天候予測や速度限界超過予測等の項目も想定され、今後の事業としてのラインナップの拡大が期待できる。これらの項目については、本研究を通じて開催したワーキンググループ等によりエアラインのニーズを既に聴取してきたものである。

本研究開発のワーキンググループでも示された通り、次世代航空機運航支援システムに対する期待は大きい。また、少人数運航や無人運航が将来的には必要になる可能性も予想される。次世代航空機運航支援システムはそのような運航を実現するために必要な手段の1つと考えられるため、同システム実用化のための取り組みを継続する。具体的には以下の事項に取り組むこととする。

(1) 学習モデルの予測精度が実用レベルの予測精度を達成しているかについては、飛行環

境での評価が必要であることが明らかになった。飛行環境での評価と学習モデルのさらなる精度向上に欠かせないフライトデータの提供については、エアラインからの支援が必須である。本事業で構築されたエアラインとメーカーとの緊密な関係を維持して、航空機運航支援システムの実用化のために、学習モデルの精度向上と飛行環境での評価実施に取り組み、エアラインの運航に貢献できる技術開発に取り組む。

- (2) 航空機運航支援システムの実用化に際しては、学習モデルの予測精度が実用に耐えられるレベルに達していることが必須要件である。次に重要なのが、同システムの機体搭載に対し航空当局の承認を得ることである。次世代航空機運航支援システムは機械学習技術の航空機への実装という新技術を伴うため、航空当局による審査は従来システムと比較し、多大な時間を要することが想像される。そのため、小さなシステムや極めて限定的な運用に留めることで、新技術を搭載した実用システムの搭載を早期に進めることにより、航空当局による安全性の審査方法の確立、及び、申請者による証明方法の確立を両輪で進め、実用システム搭載の実績を積み上げていく。この過程においては、海外における人工知能技術の採用に対する安全性審査方法及び証明方法の動向も把握し、進めて行く。

## 研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発

### ④-1 次世代航空機運航支援システムの開発

#### (2)「理論を活用した予測・判断技術開発・システム構築の研究」

株式会社SUBARU

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

次世代航空機運航支援システムの開発(理論を活用した予測・判断技術開発・システム構築の研究)については、航空機の運航に支障を来す雷について、その被雷危険域を高精度に予測する手法を開発することを目的とした。

雷を大きく分類すると夏季雷と冬季雷に分けられる。夏季雷雲は、上昇気流に起因する比較的局所的な現象であり、発雷域が比較的容易に判断できる。一方で、冬季雷は季節風と水面温度により発生する現象であり、雷雲が広く低く垂れ込めるため、気象レーダーでは雷雲の中心をとらえ難く、発雷域が分かり難い。本研究では予測の対象を主として冬季雷雲に設定した。図-1 に夏季雷・冬季雷のイメージを示す。



図-1 夏季雷・冬季雷のイメージ

### 1-2 研究開発の内容と目標

次世代航空機運航支援システムの開発(理論を活用した予測・判断技術開発・システム構築の研究)については、避雷危険域予測手法の目途付け及びその予測精度を関連海外規格を踏まえて70%以上とする目途を得ることを目標とした。研究作業項目及び担当会社・機関を以下に示す。

#### <研究作業項目>

- (1) データの相互関連分析
- (2) 気象影響予測・判断技術構築
- (3) IoT を実現するインフラ整備の検討
- (4) 予測・判断システムの検証

< 担当会社・機関及び分担内容 >

(1) 株式会社SUBARU:

雷データを収集し、収集したデータを基にAIを用いたデータの相互関連分析を行う。さらに、上記分析の結果から予測に有効なパラメータを指定する。IoTを実現するインフラ整備の検討において、予測・判断に必要なデータ項目やデータ量の具体化及び既存インフラとのインターフェイス等を検討する。データの相互関連分析、気象影響予測・判断技術構築及びIoTを実現するインフラ整備の検討で得られた成果を統合した評価用システムを製作し、運航に関する専門家による当該システムの評価試験を実施する。

(2) 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構:

気象データ及び飛行データを収集し、収集したデータを基にAIを用いたデータの相互関連分析を行う。さらに、上記分析の結果から予測に有効なパラメータを指定する。また、AIを用いたデータの相互関連分析結果を基に、危険領域の予測判断技術を構築する。

(3) 公立大学法人首都大学東京:

被雷危険領域に係る有効パラメータの指定にあたり、雷物理に基づいて指定方法の理論的裏付けを行う。

### 1-3 研究開発の成果

次世代航空機運航支援システムの開発(理論を活用した予測・判断技術開発・システム構築の研究)では、以下の成果を得た。

(1) データの相互関連分析

雷雲予測に効果があると考えられる58種類のデータを収集し、理論や経験則に基づいてデータ間の相互関連性を90フライト分のデータで分析した。特に、現在の観測では予測が難しい冬季雷の季節を中心に分析した。データ分析においては機械学習を用いた。機械学習の結果により、発雷と被雷時に相関があるパラメータを抽出し、雷物理に基づいて抽出パラメータを解析した。結果として発雷時の環境に特定の傾向があることが判明し、従来よりも高精度の雷予測が可能となる目途を得た。

(2) 気象影響予測・判断技術構築

雷雲挙動・影響に係る関連理論及びAI学習手法に関する知見及びデータの相互関連分析の結果を基に、雷雲挙動・影響に係る関連理論や経験則等を用いた危険領域の予測判断技術を構築した。本予測判断技術は、気象関連データ及び関連理論・経験則に基づいて発雷域を予測した上で、地上電界データ等の分析結果で補正する手法とした。図-2に開発した被雷危険域予測技術の概要を示す。特に判断が難しい冬

季雷に係るデータを入力として、特徴量が発雷時に上昇する確率をAI学習で解析したところ、発雷時に特徴量が上昇する(発雷しない場合は上昇しない)確率が70%以上となり、発雷及び被雷の予測精度向上に目途を得た。図-3に被雷危険域予測結果の一例を示す。

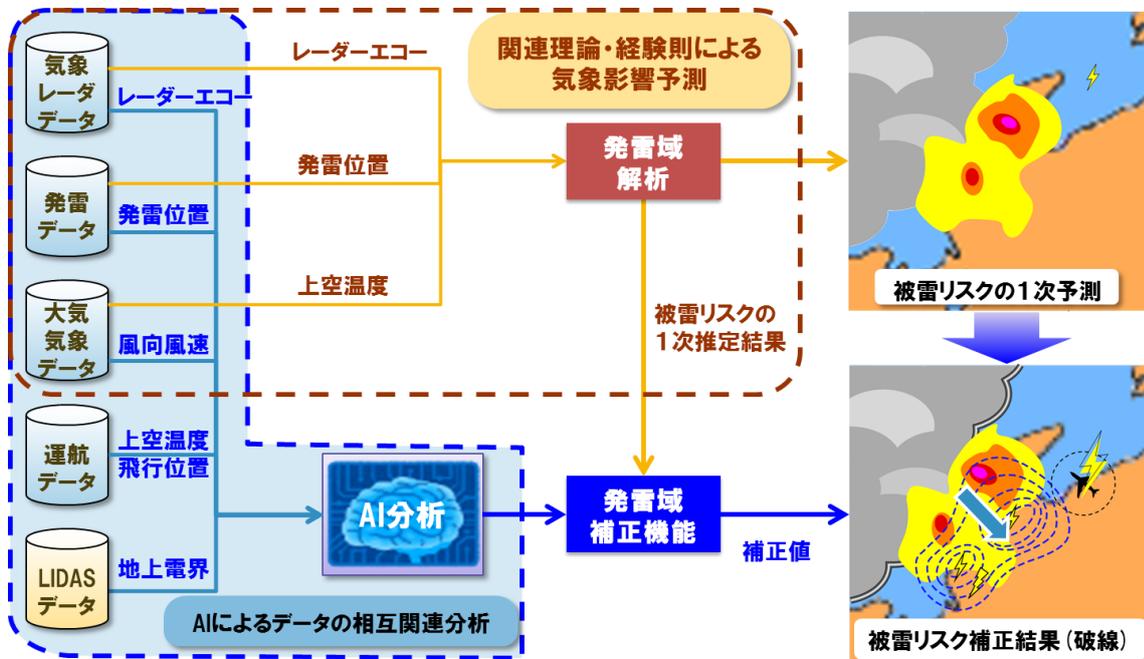


図-2 被雷危険域予測技術の概要

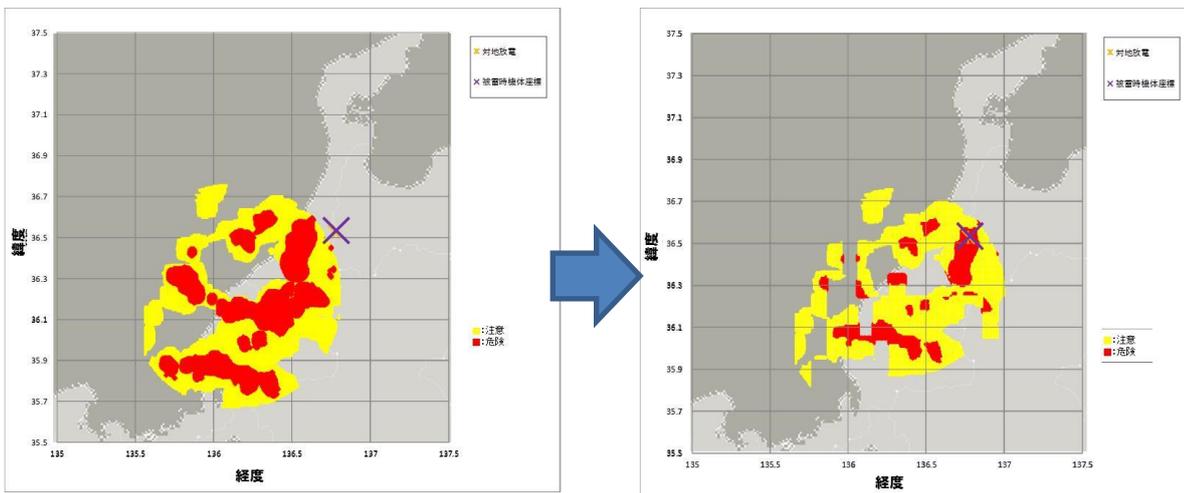


図-3 被雷危険域予測結果の一例  
(左：従来技術による予測結果、右：本技術による予測結果)

(3) IoTを実現するインフラ整備の検討

本予測システムを実現するためには、航空機及び気象施設のデータを連続的に収集する必要がある。また、AI 分析は個々の航空機で実施するのではなく、空域ごとの分析を地上で実施し、航空機へ配信する手法が効率的である。また、AI 分析に用いる計算機資産も、地上システムで整備する方が、設備規模および拡張性からも好都合である。図-4 に本技術と既存インフラとの関係を示す。現在、航空機と地上のデータを連続的に収集し配信するシステムとして、ACARS データリンク及びインターネットが航空機でも普及しつつあり、既存インフラでの実現性も期待できる。

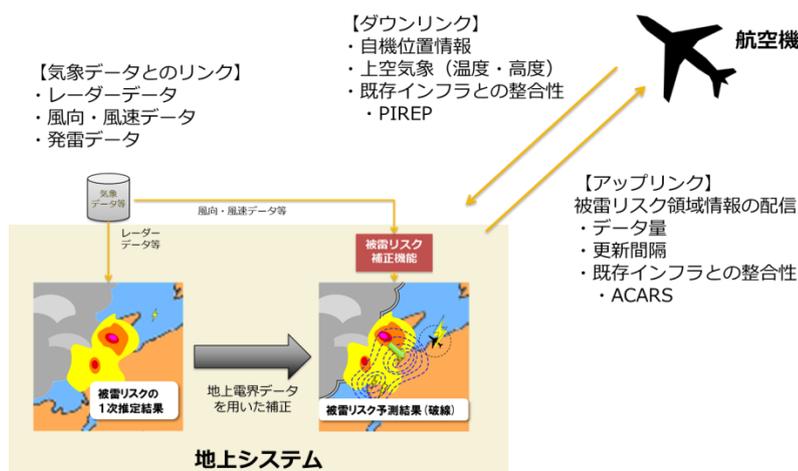


図-4 本技術と既存インフラとの関係

#### (4) 予測・判断システムの検証

本研究成果を統合した評価用システムを製作し、運航に関する専門家による評価試験を実施した。図-5 に評価用システムの画面を示す。評価試験では、管制官及び気象官が評価員となって本システムの評価を行った。評価員からは、レーダーエコー上に雷雲が無い空域で被雷した事象において、本システムがより高い精度で被雷危険域を予測・表示している点について高い評価を受け、本技術の有効性を確認することができた。

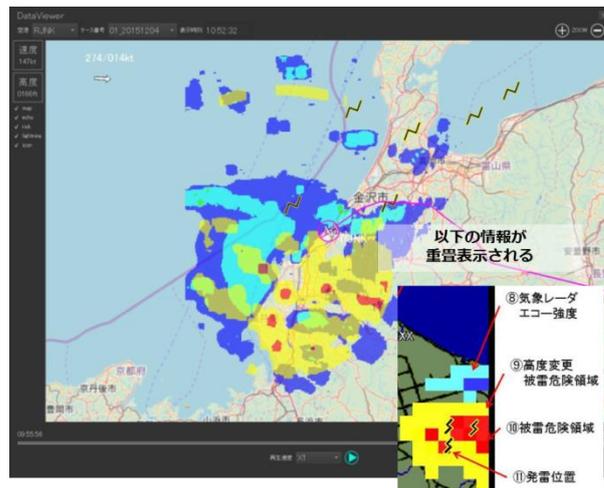


図-5 評価用システムの画面

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化について、予測精度向上や他地域での有効性など、本技術の社会実装をさらに進めていくために取り組んでいく事柄を以下に示す。

- 関連理論やデータに通じる気象庁殿との連携による風解析の精緻化
- 国土交通省殿や運航会社殿とのジョイントプログラムによる大量データでの AI 解析
- 学習パラメータの追加

本研究は、NEDO 技術戦略マップの「機体安全・運航安全性の向上」2020年中期課題である「パイロット操縦負荷低減技術の開発」や、国土交通省の将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)における EN-5「気象予測情報の高度化」及び EN-6「気象情報から運航情報、容量への変換」に関連している。今後もこれらのビジョンに沿う形で、理論を活用した予測・判断技術を航空機運航支援システムに適用して、確実に被雷危険領域を予測することで被雷回避に伴うパイロットおよび航空管制の負荷を減らし、飛行安全及び運航効率化を実現することを目指す。図-6に今後の取り組み方針を示す。

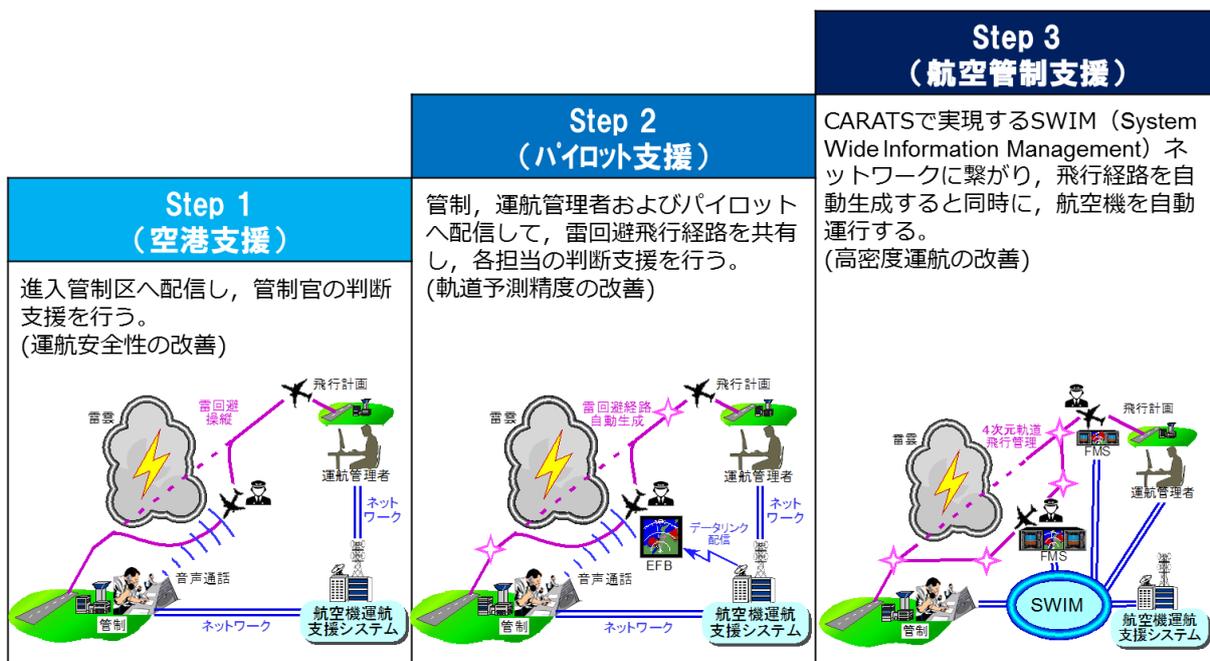


図-6 今後の取り組み方針

●特許論文等リスト

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	吉川 栄一	JAXA	特殊気象から航空機運航を守る技術	JAXA 航空シンポジウム 2018	2018/10/03
2	河野 充	SUBARU	被雷事故を防ぐための技術	WEATHER-EYE オープンフォーラム	2018/12/11
	吉川 栄一	JAXA	航空機被雷回避支援技術の研究開発	JAXA オープンラボ	2018/12/20
	吉川 栄一	JAXA	Results of Initial Feasibility Study on Tactical Support Information for Avoiding Aircraft Lightning Strikes	19th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology	2019/01/06~10
3	岡田 悟史	SUBARU	空の移動革命に向けた取り組みについて	空の移動革命・空飛ぶクルマ講演会	2019/02/20

## 研究開発項目⑤IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発

### ⑤-1 国内消費財サプライチェーンの効率化

#### (1) 国内消費財サプライチェーンの効率化

大日本印刷株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

本研究開発の目的は、サプライチェーン上のステークホルダーそれぞれが電子タグを用いたサプライチェーンの情報共有システムの有用性の確認する事及び、商品メーカーがソースタギングを行うインセンティブを得る仕組みの仮説検証を行う事にある。また得られたデータを異なる事業者間で共有する際の、課題や解決策を抽出し社会実装に向けたデータ利活用の環境整備も今後重要となる。そのための事業として標準仕様策定の為の検討の場の設置及び、各プレーヤーが享受できるメリットの顕在化を行う為、情報共有システムの試験開発を行い実証実験で検証を行う。本研究開発の目標は以下のとおり。

- サプライチェーン各層メンバー等から成る標準仕様案検討の場を通じて、情報共有システムの仕様(共有情報とその標準仕様(必要に応じた新たなボキャブラリ要素の追加を含む))に関する合意を得て標準仕様案の作成を行う。
- 平成 29 年度事業において検討が必要であると指摘された、実際にデータ利活用を行う際のセキュリティ対策、データ参照・利用権限の付与の考え方、およびその制御方法の検討、発生したデータに関する著作権(所有権)に関する考え方に関して検討整理を行う。
- 消費者による電子タグ利活用方法や商品メーカーのインセンティブとなりうるマーケティング領域での利用可能性に関して、電子タグと様々なデバイスやテクノロジーを組合せたサービスの検討と実証を行う。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### (ア) 情報共有システムの検討(EPCIS に関連する検討)

様々な層の様々なプレーヤーが複雑に関与するサプライチェーンにおける情報共有の仕組みとなるデータ共有モデルの策定を行う。また、EPCIS 仕様に基づく情報共有システム(以下、特に断りなく「EPCIS」と記した時は EPCIS 仕様に基づく情報共有システムを指す)に登録するイベント(入荷や出荷等の作業の情報や荷姿の情報等)の不足や、業界を跨いで標準的と考えられるイベントに対するボキャブラリ(イベントの呼称)を揃えたコア・ビジネス・ボキャブラリ(CBV:Core Business Vocabulary)では不適切または不足と考えられるボキャブラリの分析・整理を行う。これらの結果を EPCIS 整備の際に参照される標準仕様書案として取りまとめる。これらの検討は、専門家・有識者・実務者等で構成される検討部会(EPCIS 検討部会)の組成・運営により進める。

#### (イ) サプライチェーンプレーヤーメリットの検討①(メーカー→中間流通→小売)

プレーヤーメリットに寄与するデータ連携構造の検討・整理を行い、その結果に基づいてプレーヤーメリットの定量効果推計方法の策定と KPI の設定を行うと共に、プレーヤーメリットの表現方法についても検討を行う。さらに、個品や梱包等への適切な電子タグの取付方法についても検討を行う。その上で、定量効果推計方法と KPI の検証事項を適切に選定して実証実験を計画し、また、その評価方法の策定を行う。なお、これらの検討は、専門家・有識者・実務者等で構成される検討部会（導入効果検討部会）の組成・運営により進める。

#### (ウ) サプライチェーンプレーヤーメリットの検討②（小売→消費者、メーカー等→消費者）

国内消費財サプライチェーンの様々なプレーヤーによる RFID を用いた個品単位の商品情報の共有を実現・普及させるためには、サプライチェーンの様々なプレーヤーが他者のどのようなデータを用いて自身がどのようなメリットを享受するのか、また、逆に他者がどのようなメリットを享受するために自身がどのようなデータを与えるのかを明確にし、総合的に自身にメリットがあることを理解できるような環境を整備することが必要である。このプレーヤーには、メーカー、中間流通、小売のみならず、消費者も含まれると考えられる。RFID 利活用領域を消費者環境にまで拡張する方法（サービス及びマーケティング手法、電子レシート技術等の活用）について検討する。また、事業者・消費者の利便性向上の観点から RFID と連携させることが有効・有用な技術の活用可能性についても検討する。なお、これらの検討は、専門家・有識者・実務者等で構成される検討部会（データ利活用検討部会）の組成・運営により進める。

#### (エ) サプライチェーン全体での実証実験の実施

メーカーが商品に電子タグを取り付け（ソースタギング）、当該商品のサプライチェーンの流過程で各プレーヤー（メーカー、中間流通、小売、消費者）が電子タグの情報を読み取って取得した個品単位の情報 EPCIS で共有し、その情報を各プレーヤーが目的に応じて利用してメリットを享受できることを確認する実証実験を実施する。

また、O2O マーケティングやスマートセルフを活用し、(ウ) で検討した RFID 利活用領域の消費者環境までの拡張の検証を行う。

#### (オ) 一般モニター実証実験の実施

RFID を取り付けた商品が一般家庭に流通することを想定し、各家庭のポイント(ex, 冷蔵庫、洗面台、ゴミ箱)で取得した個品情報を EPCIS で情報共有することで、(ウ) で検討したメリットを生活者(消費者)またはメーカーが享受できることを確認する実証実験を一般モニターの協力のもと、実施する。

#### (カ) アイディアソン・ハッカソンの実施及び試作展示

「コンビニ電子タグ 1000 億枚宣言」のスコープである 2025 年を想定した電子タグの活用シーンのあり方を目に見える形で具体化するため、アイデアソン・ハッカソンを実施し、電子タグ活用方法のプロトタイプを試作を行う。また、試作したプロトタイプや協力企業から提供されるプロトタイプを展示し、来場者からのフィードバックを得る。

### 1-3 研究開発の成果

本研究開発は、企業の単独または少数では大きな効果が必ずしも見込めない、日本国内の業界、延いては国、国を跨いだサプライチェーンでの取り組みを推し進めるものであったと理解している。その一歩として今回、60 以上もの日本の企業・機関・大学が参加し、業界を横断してデータ連携を行うという世界初の取組みを行った。

本研究開発では、国内消費財サプライチェーンへの EPCIS の適用に必要な事項（データ共有モデルの策定、標準ボキャブラリやマスタ・データの整備等）の検討及びサプライチェーンプレーヤー（メーカー、中間流通、小売、及び消費者）のメリットの検討を行い、ソースタギングされた商品をサプライチェーンプレーヤー間に流通させる実証実験の実施を通じてその有用性の確認を行った。各詳細は下記に記す。なお 3-5-1-1 に記載した（オ）は「サプライチェーンプレーヤーメリットの検討②」に、（カ）は「サプライチェーン全体での実証実験の実施」に集約する。

#### ● 情報共有システムの検討（EPCIS に関連する検討）

国内消費財サプライチェーンの様々なプレーヤーによる情報共有を前提としたデータ共有モデルを EPCIS の仕様に則って策定した。

サプライチェーンの異なる拠点に存在する複数の EPCIS を正確かつ迅速に特定する機能としては、まず、モノの所有権が移転する場合等のイベントデータ登録時にソース/デスティネーションの記述を必須とすることを提案した上で、分散プッシュ型コレオグラフィに基づくデータ共有モデル（分散プッシュモデル）で適用するデータ連携ミドルウェアを活用して EPCIS の正確かつ迅速な特定と等価な構造を実現できることを提示した（実証実験で実証）。また、分散クエリ型コレオグラフィに基づくデータ共有モデル（分散クエリモデル）においても、適切なクエリ連携プログラムを適用すること、または、クエリに対する適切なフィルターを配置することによって分散プッシュ型コレオグラフィに基づくデータ共有モデルと同等の機能が実現できることを提示した（研究室実験で整理）。なお、この仕組みは、EPCIS の登録情報のアクセス制限に関する適切な運用方法にも関係が深く、分散プッシュモデルにおいては、適用するデータ連携ミドルウェアによってアクセス可能な情報が自身の EPCIS 内に登録され、自身の EPCIS のみのアクセスが即ちアクセス制限に相当する構造が実現されること、分散クエリモデルにおいては、モノの移動時に併せてのトークンの配信や、EPCIS の各サイトに配置するクエリ連携プログラムによる SGTIN ベースでの問い合わせの連鎖機能等によってアクセス制御を実現されることを提示した。

個品のケースへの梱包や個品/ケースのパレット等への積載及びその逆の処理については、コア・ビジネス・ボキャブラリ（CBV）に定められている Aggregation の ADD と DELETE で表現することを確認した。

標準ボキャブラリの整備としては、コア・ビジネス・ボキャブラリ（CBV）の不足はないものとし、新たなボキャブラリを追加するよりも、まずは CBV を国内消費財サプライチェーンにおける標準ボキャブラリとみなしてサプライチェーンのプレーヤーの作業をイベントとして関連付けていくことが適切であることを提示した。ただし、RFID 利活用領域を消費者環境にまで拡張する際にはボキャブラリの不足が確実となるため、その拡張のシーンに応じたもの

を随時追加していく必要があることを提示した(実証実験において必要となったボキャブラリ 10 件は実際に追加して実験を行った)。また、マスタ・データについては、商品の静的な情報は CBV(1.2.2)の商品マスタの構造で、ロット以下の動的な情報は ILMD で表現すること、マスタクエリ I/F の外部仕様を定め、実装方法は不定とすること、他者との共通項目として GS1 Cloud 項目、CBV1.2.2 の商品マスタ項目を置き、可能な限り価を設定することを提案した。

EPCIS の上位レイヤー(ミドルウェアやアプリケーション)で一般的な情報システムとしてのセキュリティ要件を満たす必要があること、EPCIS の個々の登録情報の著作権の放棄または業界全体の情報管理を司る機関等への譲渡等が必要になること等を提示した。

今後の課題としては、RFID 利活用領域を消費者環境までに拡張すればそれに応じて EPCIS の利用も拡大されるがそれを可能とするためのボキャブラリの追加を含む整備や、サプライチェーンプレーヤーの選択により事実上混在することになるデータ共有モデル(分散プッシュモデル/分散クエリモデル)が共存運用可能であることの検証、マスタ・データの整備の考え方を踏襲した上でのマスタの実装の具体化等が挙げられる。

#### ● サプライチェーンプレーヤーメリットの検討①

プレーヤー(メーカー、中間流通、小売)のメリットを、効率化効果、付加的効果、及び社会公益の観点で整理した。

メリット享受のためにサプライチェーン間データ連携が必要なものとしては、効率化効果・付加的効果では、生産計画の精度向上、仕入計画の精度向上、共同配送マッチングが、社会公益では、食品廃棄ロス削減、被災者支援のための備品流通最適化、トレーサビリティによる安全担保が抽出され、その実現に必要なデータ連携の構造をメリットを得る側(情報の受け手)、(結果的に)メリットを与える側(情報の与え手)の視点で整理した。効率化効果・付加的効果に関するものでは、商品出荷・在庫・販売数や配送ルートが、社会公益に関するものでは、それらに加えて、製造日、消費・賞味期限、生産地、栄養情報が必要になることを確認した。また、メリット享受のためにサプライチェーン間データ連携が必要でないものとしては、物品・棚卸・検品・会計作業の省力化や業務品質の向上、万引き防止の他、消費者の需要予測の高度化、消費者属性・行動に基づく販促、弾力的な価格変動による価格最適化、自動会計による店舗混雑解消のような、消費者メリットにつながるようなものが抽出された。

抽出されたメリットについて、受益者とメリットを作業レベルで具体化し、具体化した作業の効果を測定/推定可能な指標(KPI(案))を設定した。具体的には、省力化を図るようなものについては、主に装置による作業の速度(例えばリーダーライターの読取速度等)やその効果が直接的に現れる数量(例えば対象商品の一日当たりの売上点数や平均販売単価等)を、生産性の向上を図るようなものについては、主に一定期間による変動が表現される数量(平均積載率や廃棄率等)を設定した。

設定した KPI(案)のうち、実証実験の制約(実施可能な内容、実施期間、実施費用等)の下で可能な事項については、その設定の妥当性を検証した。具体的には、検品・棚卸・会計作業の省力化、消費者属性・行動に基づく販促(弾力的な価格変動による価格最適化の内容を一部含む)、食品廃棄ロス削減(弾力的な価格変動による価格最適化に伴う結果として出現)を検証した。

今後の課題としては、今回妥当性が確認されていない事項の妥当性の検証とその結果に基づく KPI(案)の追加・変更やより詳細な事項への細分化等が挙げられる。

#### ● サプライチェーンプレーヤーメリットの検討②

サプライチェーンプレーヤーとして消費者も含まれるものと考え、RFID 利活用領域を消費者環境までに拡張する方法を検討した。

サプライチェーンの「製」「配」「販」の直列的な構造を、「生活者」(消費者)の利益/付加価値創出とその結果の「製」等への還元を組み込んだ循環サイクルを考え、その成立のために、消費者にとって有益なサービス、小売にとって効果的な施策、メーカーにとって消費者とのつながりを見出せるマーケティング手法等を検討した。

RFID 利活用領域の消費者環境までの拡張の技術等としては、電子レシート技術を活用して、消費者の購買情報、しかも個品単位の情報を消費者環境に連携する仕組みを提示した。なお、実証実験においては、この具現化として、電子レシート技術を活用するシーンを創出するために、キャッシュレス決済サービスとして LINE Pay を適用し、RFID レジにおいて電子タグ貼付商品(個品)を LINE Pay によって購入した消費者に電子レシートを送付する仕組みを整備した。

コンビニ等で取り扱う全ての商品に電子タグが貼付された未来を想定した、主に消費者にメリットのある電子タグの活用方法を整理した。また、その成果も活用したアイデアソン・ハッカソンを実施し、制作した機器等をショールームで展示した。さらに、電子タグの活用シーンの理解を一般の消費者や必ずしも RFID に詳しくない事業者等にも広げることを目的とし、公開を前提とした映像制作を実施した。

今後の課題としては、消費者にとって有益なサービスや小売にとって効果的な施策のさらなる具体化やメーカーの消費者とのつながりの具体化が挙げられる。

#### ● サプライチェーン全体での実証実験の実施

メーカーが商品に電子タグを取り付け(ソースタギング)、当該商品のサプライチェーンの流通過程でメーカー、中間流通、小売、及び消費者の各プレーヤーが電子タグの情報を読み取って取得した個品単位の情報を EPCIS で共有し、その情報を各プレーヤーが目的に応じて利用するシーンを形成し、各プレーヤーがメリットを得られることを確認することを目的とした実証実験を実施した。

実証実験では、情報を共有する EPCIS は分散型プッシュ・コレオグラフィに基づくデータ共有モデルによるものとし、さらに、EPCIS データ連携ミドルウェアを適用して、サプライチェーンの各プレーヤーのイベント情報のうち必要なものが適切に自身の上流/下流に「プッシュ」され、参照時に自身の EPCIS 内を検索することで必要な情報を取得できる環境を整備した。

実証実験は、実際に商品を流通させる作業を担った事業者だけでなく、電子タグ貼付向け商品や情報利用の仕組みを提供する事業者を含めれば約 60 の企業・機関が参加した。

電子タグを貼付した商品を都内コンビニ2店舗、ドラッグストア3店舗で販売し、一般消費者参加型の実証実験を実施した。特に RFID 利活用領域の消費者環境までの拡張については、LINE に実験公式アカウントを開設し、O2O マーケティング及び告知物を用いて消費者に友達登録を促し、2種類のトーク(店舗の在庫状況に基づくダイナミックプライシ

ング及びお買い得キャンペーン)を配信。消費者の来店を促進した。このうち、特に翌日廃棄予定の食品の販売価格を調整したダイナミックプライシング(現在日時と消費期限日時との関係から判断できるダイナミックプライシング対象商品の在庫状況はスマートシェルフ上の商品数の電子タグの一斉読み取りにより実現)については、ダイナミックプライシング対象商品の「目的買い」の傾向が確認された。

「イエナカ」について、電子タグ貼付商品の一般家庭への流通を想定し、5世帯で商品を家庭に持ち込む時に電子タグを貼付し、その使用の都度及び廃棄の時に RFID ハンディリーダーで電子タグを読み取ってその情報をEPCISに登録して蓄積し、当該商品の家庭内での使用状況を明らかにする仕組みの効果等を検証した。この結果、これまでは把握が困難なイエナカでの商品の使用状況が見えるようになり、このような情報がメーカーや小売等と共有できるようになれば、消費者にとっては自身の状況に合ったサービスを受けられる元情報となったり、メーカーや小売等にとっては商品の真の使われ方を踏まえた諸対応(商品開発や販売戦略等)を策定していく元情報となったりすることが確認できた。

今後の課題としては、理想的な構成(やりたいこと)と実証実験参加者の都合等による実施可能事項の制約(やれること)とのギャップの解消による現実に即した実証実験の実施環境の整備が挙げられる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究開発は、企業の単独または少数では大きな効果が必ずしも見込めない、日本国内の業界、延いては国、国を跨いだサプライチェーンでの取り組みを推し進めるものであったと理解している(※本研究開発は大日本印刷が実施主体ではあったものの、その位置付けとしては、単に RFID に関与する一企業としてではなく、業界や国の観点で実施したと考えている)。その観点においては、今後の実用化・事業化に向けた戦略は、業界や国での取り組みに大きく依存する。

現在、国は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)に「スマート物流サービス」を設置し、業界毎、さらには業界を跨いでサプライチェーンの更なる効率化・高度化を目指す研究開発を推し進めることを決定し、2019年度から検討を開始している。SIP「スマート物流サービス」は(単なる研究開発ではなく)プログラム終了時(2022年度末)に社会実装がなされていることを目指していることがポイントである。ここで、(SIP「スマート物流サービス」と本研究開発の目的を比べてみると、本研究開発の目的は SIP「スマート物流サービス」にほぼ内含されている(次表を参照)。従って、本研究開発の実用化・事業化に向けた戦略は、SIP「スマート物流サービス」の実施に適切に関与し、また、支援していくことに相当する。特に本研究開発の「情報共有システムの検討(EPCISに関連する検討)」で検討したEPCISについては、SIP「スマート物流サービス」の「(A)物流・商流データを共有・活用する仕組みの構築」(以下「検討(A)」と記す)で構築される物流・商流データ基盤の物流データの管理・利用構造を形成する根幹となるべきであることから、検討(A)の実施主体に適切に働きかけると共に、適切な機関(下記の流通システム開発センターに設置されるEPCISに関する検討の「場」)等を通じた検討の支援を行っていく。

流通システム開発センターでは、本研究開発によるサプライチェーン情報共有システムの根幹を形成したEPCISの業界標準仕様の策定等の検討を継続する「場」を何らかの形で設置することを計画中である(2019年6月末現在)。この「場」におけるEPCIS関連の検討は、

本研究開発で示されたサプライチェーン情報共有システムの実装をより現実的なものとし、また、SIP「スマート物流サービス」の諸検討をより進めやすくする環境や機運を高めることに寄与することになる。

また、本研究開発によるサプライチェーン情報共有システムの開発とそれを適用したフィールドでの実証実験により、RFID のサプライチェーンでの利活用の効果はさらに世間に普及し、また、利活用への興味の高まりも顕在化してきていることを受け、大日本印刷では、電子タグのベンダー、RFID の SI 事業者、さらには RFID の貼付・組込対象となる商品のパッケージベンダーとしての立場から、RFID の利活用のニーズの発生を的確に捉え、その実現を支援することで RFID 関連の取り組みを事業化すると共に、その成果を世間に開示することで、SIP「スマート物流サービス」の諸検討をより進めやすくする環境や機運を高めることに寄与していく。

#### <今後の見通し>

- SIP「スマート物流サービス」の完遂(2022 年度末)により、EPCIS を根幹としたサプライチェーン情報共有システム(SIP では「物流・商流データ基盤」と呼んでいる)に基づくサプライチェーンでの物流・商流情報の共有をベースとしたサービスが複数の業界で実用化されていると考えられる。
- この時、サプライチェーン情報共有システムを供給するベンダーが複数社存在しており、当該業界のサプライチェーン・プレイヤーはその用途や当該システムの機能等を見て、各々が適切なものを選択可能な環境が整備されていると考えられる。
- SIP「スマート物流サービス」の検討(2019 年度～2022 年度末)に並行して、RFID の利活用のニーズは随時発生し、大日本印刷を含む多くのベンダー等が当該ニーズに関連する事業を遂行することにより、RFID に関連する「ビジネス」が成立していると考えられる。

## ●特許論文等リスト

### 【外部発表】リスト例

#### (a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	中野 茂	情報イノベーション事業部 C&I センター	サプライチェーン流通・消費情報の活用へ向けた取り組み ー電子タグ 1000 億枚宣言：データ活用と消費者の利便性向上ー	リテールテック JAPAN	2019/03/07
2	同上	同上	Ministry of Economy, Trade and Industry Convenience store Supply chain RFID Information sharing experiment	2019FLEX Japan / MEMS & SENSORS FORUM	2019/05/23
3	同上	同上	経済産業省・NEDO 2018 年度実証実験報告	EPC RFID FORUM 2019	2019/07/12
4	同上	同上	国内消費財サプライチェーンの効率化の研究開発 「コンビニ電子タグ 1000 億枚宣言」実現への道	自動認識総合展 2019	2019/09/02
5	同上	同上	(調整中)	JAPAN PACK 2019	2019/10/31 (予定)

#### (b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1		食品ロス削減へ ポイント上乘せ 経産省、ドラッグ店と実験	日経新聞	2019/01/03 頃
2		自動で商品管理、食品ロス減探る 電子タグ実証実験	朝日新聞, 8 面	2019/02/13 頃
3		見切り品情報 スマホに 食品ロス削減 電子タグ実験	読売新聞, 11 面	2019/02/13 頃
4		I C タグでスマホに値引き情報 コンビニで実験	毎日新聞, 7 面	2019/02/13 頃
5		日経ビジネス	日経ビジネス	2019/08/19

## 研究開発項目⑤IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発

### ⑤-2 グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化の研究開発

#### (1) グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化の研究開発

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### (1) 研究開発の概要

海外貿易に係る決済・積荷の照会等の手続(貿易手続)のすべての情報のうち、他の関係者と共有すべき情報の特定を行い、その情報がセキュリティの担保された状態で、関係者間で相互共有されることを可能とするブロックチェーン等の技術を活用した“貿易手続データ連携システム”の構築・実証を通じて、“貿易手続データ連携システム”の社会実装を目指す。

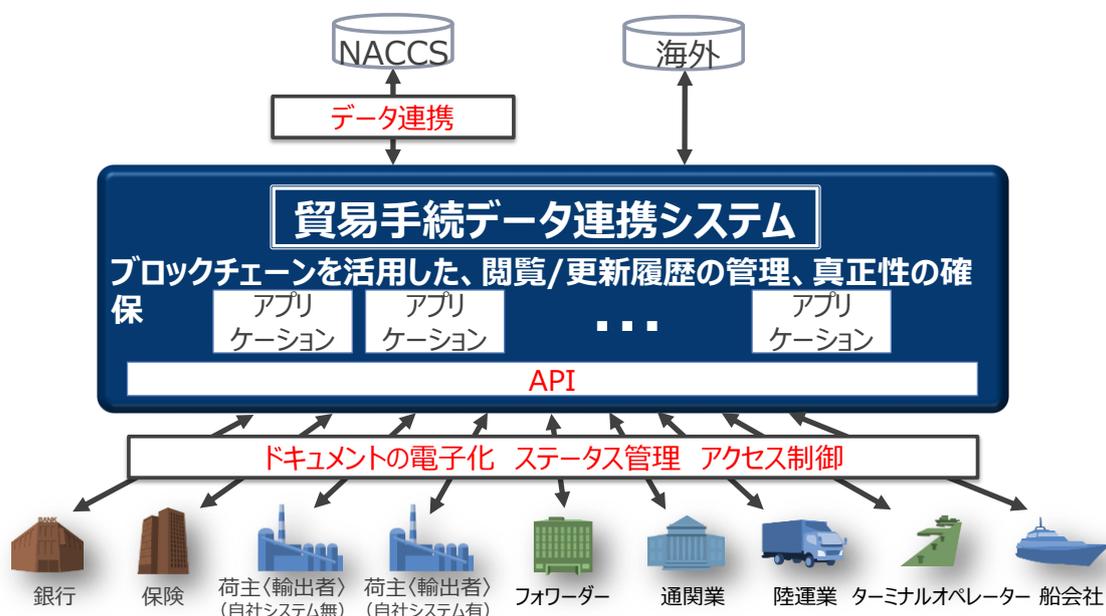


図: 貿易手続データ連携システム概要

#### (2) 実施計画

実証システムの構築: 2018年7月～2019年1月

実証実験・評価: 2018年2月～2019年3月

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### (1) 目標

- 貿易手続データ連携システムの要件や、関係事業者で連携するシステムを設計する上で共通化が必要なデータおよびシステム仕様、システムを通じて必要な情報共有ルールについて検討および整理を行う。
- 実証実験結果を踏まえ、貿易手続データ連携システムの拡張性や社会実装に向けた道筋についても検討を行う。

**目的:**

- ・IoTやAI等の技術の活用による、流通システム効率化の実現

**目標:**

- ・貿易手続データ連携システムの社会実装

**研究開発項目:**

- ・貿易手続データ連携システムの「システム要件」、「共通化すべきデータおよびシステム仕様」、「情報共有ルール」の検討・整理
- ・貿易手続データ連携システムの拡張性や社会実装に向けた道筋についての検討

**研究開発に資する実施事項:**

- ・貿易手続データ連携システムの構築(検証機器の設計、製作)
- ・実証実験の実施

図:事業の目的・目標・研究開発項目

### 1-3 研究開発の成果

研究開発課題、目標、成果は、以下のとおり。

表:研究開発課題

項番	研究開発課題
1.	貿易手続データ連携システムの要件や、関係事業者で連携するシステムを設計する上で共通化が必要なデータおよびシステム仕様、システムを通じて必要な情報共有ルールについて検討および整理を行う。
2.	実証実験結果を踏まえ、貿易手続データ連携システムの拡張性や社会実装に向けた道筋についても検討を行う。
3.	その他(当社追加提案事項)

表:目標、成果・達成度・今後の課題と解決方針

目標	成果・達成度・今後の課題と解決方針
1-1. 海上コンテナ輸出に係るすべての貿易手続の情報のうち、サプライチェーンに係る事業者、すなわち輸出者(荷主)、フォワーダー、陸運業者、通関業者、ターミナルオペレーター、税関、船会社(海運会社)(以下、「関係事業者」という)が、他の関係事業者と共有すべき情報の特定を行	<p>【達成度:◎スコープを拡大して実証を行った】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・関係事業者と共有すべき情報を特定し、情報のセキュリティが担保された状態で、関係事業者間で相互共有されることを可能とするブロックチェーン技術を活用したシステムを製作した。</li> </ul> <p>【追加部分】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対象とする貿易手続の範囲は、輸出者が船会社</li> </ul>

<p>い、その情報のセキュリティが担保された状態で、関係事業者間で相互共有されることを可能とするブロックチェーン等の技術を活用した“貿易手続データ連携システム”の構築を行う。対象とする貿易手続の範囲は、輸出者が船会社に対して船積予約を行うところから、ターミナルオペレーターが船会社へ船積を行うまでとする。</p>	<p>に対して船積予約を行うところから、ターミナルオペレーターが船会社へ船積を行うまでに加え、中堅中小の荷主のデータ投入におけるインセンティブを高めるため、商流情報を連携させた。具体的には、銀行によるL/C情報の登録や、損保による保険証券情報の登録を貿易手続データ連携システムの業務フローに含めて製作した。</p>
<p>1-2.</p> <p>本事業では、効率的に業務が行われ、正確にデータ連携ができるよう、実際の業務要件を踏まえて、業務遂行に必要な水準でデータ連携ができる仕組みを開発する。開発にあたっては、以下の機能を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・閲覧・変更履歴を管理し、真正性が確保されたデータ連携</li> <li>・NACCSとのデータ連携</li> <li>・中堅中小事業者等のデジタルデータで連携できていない関係事業者が利用促進に繋がる使いやすい入出力インターフェース</li> <li>・現在貿易手続で関係事業者が使用しているシステムとのデジタルデータでの連携</li> </ul>	<p>【達成度：○】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の業務要件を踏まえて、業務遂行に必要な水準でデータ連携ができる仕組みを開発した。</li> <li>・閲覧・変更履歴を管理し、真正性が確保されたデータ連携機能を製作した。</li> <li>・NACCSとのデータ連携機能を製作した。</li> <li>・中堅中小事業者等のデジタルデータで連携できていない関係事業者が利用促進に繋がる使いやすい入出力インターフェースとして Web インターフェース機能を製作した。</li> <li>・現在貿易手続で関係事業者が使用しているシステムとのデジタルデータでの連携ができる API 連携機能を製作した。</li> </ul> <p>今後の課題：</p> <p>NACCS とのデータ連携において、技術的な接続可能性を確認した。ただし、社会実装にあたっては、利用料の2重課金など、ビジネス面の課題整理が必要。</p>
<p>2-1.</p> <p>実証の参加事業者は全ての関係事業者で構成され、デジタルデータで連携できていない関係事業者を含むこととする。また、実証の対象とする日本の港は国際コンテナ戦略港湾とその他の港の両方で、実際のコンテナ輸出の情報をを用いて実証を行う。</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>以下の効果検証を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・業務改善：CY カットタイム方策の実現可能性の実証を念頭に、二重入力の解消やリードタイムの短縮などの検証を行った。</li> <li>・ユーザビリティ：コンピューター操作に習熟していない利用者を想定。デジタル化していない中堅中小事業者のデジタル化促進策を検討した。</li> <li>・ビジネス性の検証；構築及び運用コスト等の幅広い観点から実際のビジネスで利用可能か検討を行った。</li> <li>・非機能要件：社会実装に向けた非機能要件を確認した。</li> </ul>
<p>2-2.</p> <p>貿易手続データ連携システムの効果については、</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>以下の効果検証を実施した。</p>

<p>二重入力の解消やリードタイムの短縮などの業務改善、コンピューター操作に習熟していない利用者を想定したユーザビリティ、構築及び運用コスト等の幅広い観点から実際のビジネスで利用可能か検討を行う。また、セキュリティ&amp;プライバシー、パフォーマンス&amp;スケーラビリティ、障害耐性などの非機能要件についても検証を行う。これらの検証は、定量的な観点で実施するものとする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・業務改善：CY カットタイム方策の実現可能性の実証を念頭に、二重入力の解消やリードタイムの短縮などの検証を行った。</li> <li>・ユーザビリティ：コンピューター操作に習熟していない利用者を想定。デジタル化していない中堅中小事業者のデジタル化促進策を検討した。</li> <li>・ビジネス性の検証；構築及び運用コスト等の幅広い観点から実際のビジネスで利用可能か検討を行った。</li> <li>・非機能要件：社会実装に向けた非機能要件を確認した。</li> </ul>
<p>2-3. 実証の参加事業者は全ての関係事業者で構成され、デジタルデータで連携できていない関係事業者を含むこととする。また、実証の対象とする日本の港は国際コンテナ戦略港湾とその他の港の両方で、実際のコンテナ輸出の情報を用いて実証を行う。</p>	<p>【達成度：○】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証の参加事業者は全ての関係事業者で構成され、デジタルデータで連携できていない関係事業者を含んでいる。</li> <li>・実証の港として、国際コンテナ戦略港湾として大井港、その他の港として清水港および博多港で、実際のコンテナ輸出の情報を用いて実証を行った。</li> </ul>
<p>2-4. 貿易手続データ連携システムの効果については、二重入力の解消やリードタイムの短縮などの業務改善、コンピューター操作に習熟していない利用者を想定したユーザビリティ、構築及び運用コスト等の幅広い観点から実際のビジネスで利用可能か検討を行う。また、セキュリティ&amp;プライバシー、パフォーマンス&amp;スケーラビリティ、障害耐性などの非機能要件についても検証を行う。これらの検証は、定量的な観点で実施するものとする。</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>以下の効果検証を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・業務改善：CY カットタイム方策の実現可能性の実証を念頭に、二重入力の解消やリードタイムの短縮などの検証を行った。</li> <li>・ユーザビリティ：コンピューター操作に習熟していない利用者を想定。デジタル化していない中堅中小事業者のデジタル化促進策を検討した。</li> <li>・ビジネス性の検証；構築及び運用コスト等の幅広い観点から実際のビジネスで利用可能か検討を行った。</li> <li>・非機能要件：社会実装に向けた非機能要件を確認した。</li> </ul>
<p>2-5. <b>API 連携【追加調査】</b> 関係事業者の自社システムやサードパーティー(関係事業者向けに貿易手続情報を管理するシステムを提供する事業者)との API 連携実証を行い、構築したシステムの有効性の確認、課題の明確化する。</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>以下の検証を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・業務課題：エンドユーザーへのヒアリングを通じて、貿易手続データ連携システムの利用における業務上の課題を明確化し、その対策案を策定した。</li> <li>・技術課題：システム連携の技術上の課題を明確化し、その対策案を立案した。（一部機能を対象に実機検証を行った）</li> <li>・対策案の検証：エンドユーザーおよびサード</li> </ul>

	<p>パーティーへのインタビューを通じて、対策案の検証を行うことで、エンドユーザーおよび、サードパーティーの参画増に向けた対策を明確化した。</p>
<p>2-6. 成果報告会の開催【追加調査】</p> <p>当社は、2019年3月15日を期限とする当該事業終了後に、実証事業の結果を報告し、サードパーティーに対し貿易手続データ連携システムへの参画を募るため、成果報告会を開催する。</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>成果報告会を2019年7月23日に開催した。</p>
<p>2-7.</p> <p>実証結果を踏まえ、貿易手続データ連携システムの拡張性や社会実装に向けた道筋についても検討を行い、取りまとめた結果をNEDOに対して提言する。</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>実証実験結果を踏まえ、貿易手続データ連携システムの拡張性や社会実装に向けた道筋について検討を行った。</p> <p>今後の課題： 現在、貿易コンソーシアム活動で社会実装に向けて、運営体制、初期ユーザー獲得、費用対効果の検証等検討を進めている。</p>
<p>3-1.</p> <p>当社は、2017年度に国内初となる「ブロックチェーン技術を活用した貿易情報連携基盤実現に向けたコンソーシアム」（以下、貿易コンソーシアム）を発足し、広く各業態の貿易関係者の参加を仰ぎ、ブロックチェーン技術を活用した貿易情報連携基盤の実現に向けた検討と実証実験(以下、PoC)を実施している。当社は、この知見を最大限活用するとともに、貿易コンソーシアム活動と連携することで、2019年度中の社会実装（事業化）を目指す。</p>	<p>【達成度：○】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・システム仕様、標準データ仕様の検討では、貿易コンソーシアムの知見を最大限活用した。</li> <li>・貿易コンソーシアム活動と連携することで、2019年度中の社会実装（事業化）を計画している。</li> </ul>
<p>3-2.</p> <p>中堅中小の荷主のデータ投入におけるインセンティブを高めるため、商流情報を連携させる。具体的には、銀行によるL/C情報の登録や、損保による保険証券情報の登録を貿易手続データ連携システムの業務フローに含めたシステムを構築し実証する。</p>	<p>【達成度：○（再掲）】</p> <p>中堅中小の荷主のデータ投入におけるインセンティブを高めるため、商流情報を連携させた。具体的には、銀行によるL/C情報の登録や、損保による保険証券情報の登録を貿易手続データ連携システムの業務フローに含めて製作した。（再掲）</p>
<p>3-3.</p> <p>既存のNACCSユーザーが参画しやすい共有システ</p>	<p>【達成度：○】</p> <p>NACCSのシステム改修は実施しない条件下での連</p>

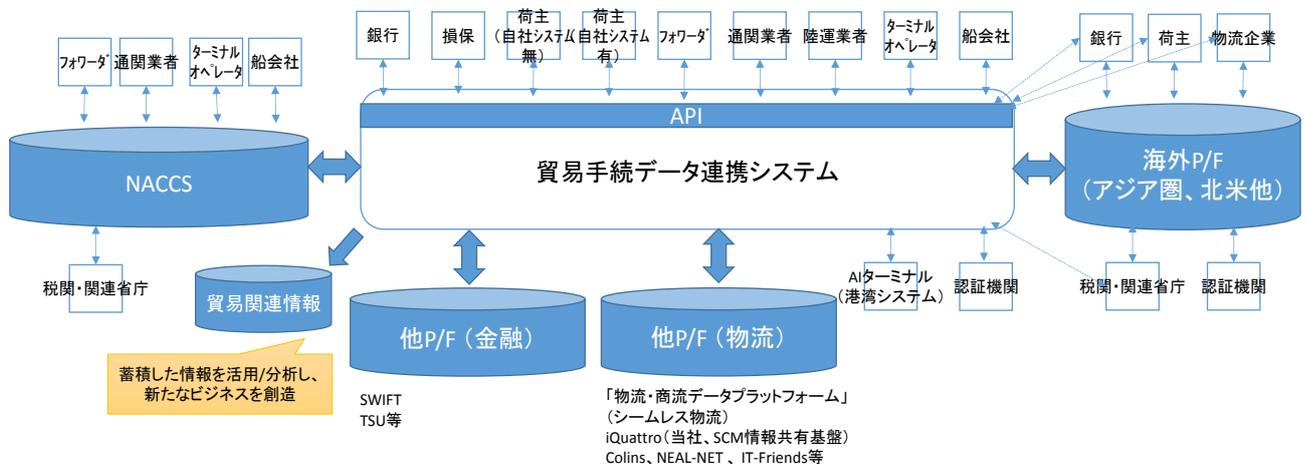
<p>ムを前提とし、NACCS のシステム改修は実施しない条件下での最適な連携を構築し実証する。</p>	<p>携を構築し実証した。</p>
<p>3-4. 海外税関・海外プラットフォームとの連携において、北米税関との連携に加え、アジア向け輸出について検討を実施することを予定している。AMS とのデータ連携にかかる検証を実施する。また、アジア向け輸出における連携方式の調査を実施する。</p>	<p>【達成度：○】 実証期間中に、実証協力企業にアジア向け輸出の事例がなかったため、実貨物を用いてのアジア向け輸出の実証ができなかったが、ミャンマーのヤンゴン港向け貨物の輸出に係る実証を、過去の取引情報を用いて実施している。</p> <p>今後の課題： 今後は、アジア向け輸出についての調査検討を、更に深める。貿易コンソーシアムとして、2019 年度に、タイとの接続連携実証を実施予定。</p>

## 2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### (1) サービス概要(社会実装の将来像)

本研究の実用化・事業化については、ブロックチェーン技術を活用した貿易手続データ連携システムを構築し、貿易手続情報の電子化と関係者間でのデータ利活用を推進し、日本国の貿易手続の効率化・高度化に寄与する。

- ・日本と貿易量の多いアジア地域を中心に、海外プラットフォームや海外税関と連携する。
- ・港湾関連システムと連携し、港湾を含む貿易手続等の全体最適化に寄与する。
- ・蓄積した貿易関連情報を活用/分析することで、新たなビジネス創造をめざす。



図：貿易手続データ連携システム

(2) 将来的な市場の拡大につながるか。

貿易手続データ連携システムを用いることで、貿易手続における作業が効率化されることを確認した。

<生産性の向上>

- ・入力作業や確認作業の時間を全体で 44%削減することが可能。
- ・システムに熟練していない作業員でも効果がある。その他 (CY カットタイム削減に寄与)
- ・CY カットルールにより、1日数十億円分の在庫が CY で発生している。

(3) 将技術的優位性①:ブロックチェーン技術を活用した分散台帳

ブロックチェーンは、従来の DB システムをと比較をすると国際間の貿易取引に適している。

また、B/L など有価証券の電子化に必要な、権原情報移転の履歴管理、唯一性の確保が可能。(なお、社会実装に向けては、政府機関により、海外との調整を含めた法的根拠の整理が必要。)

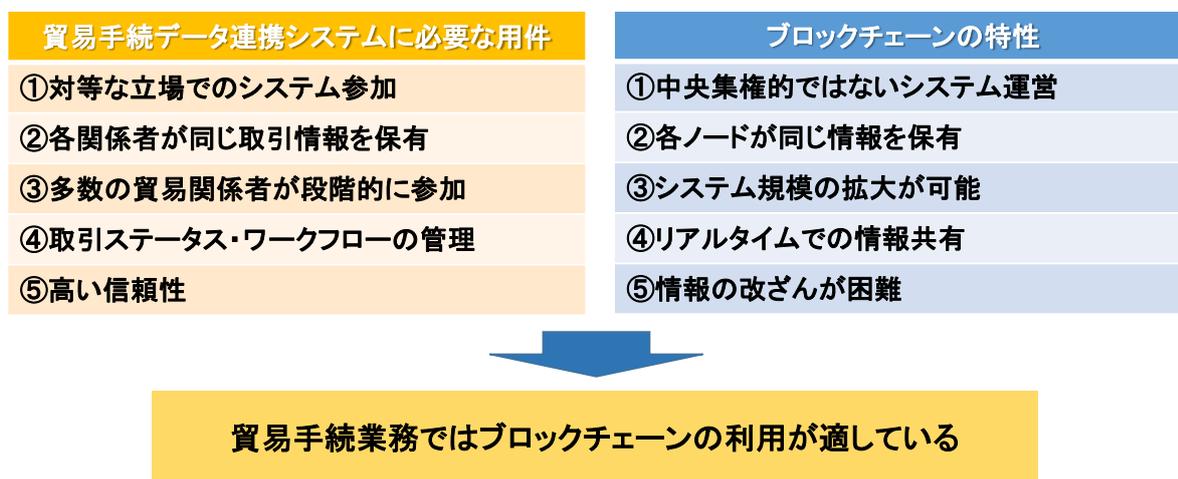


図: 将技術的優位性①

(4) 将技術的優位性②: API 連携機能

API (Web-API) は、従来の EDI 技術と比較すると、リアルタイム処理や、(WWW、JSON など) 広く普及した技術が使われている、といった特徴がある。API を開示することで、既存の民間企業システムなど他システムとの連携を容易とする。また、貿易関連システムを開発するサードパーティーとのエコシステムが構築可能。

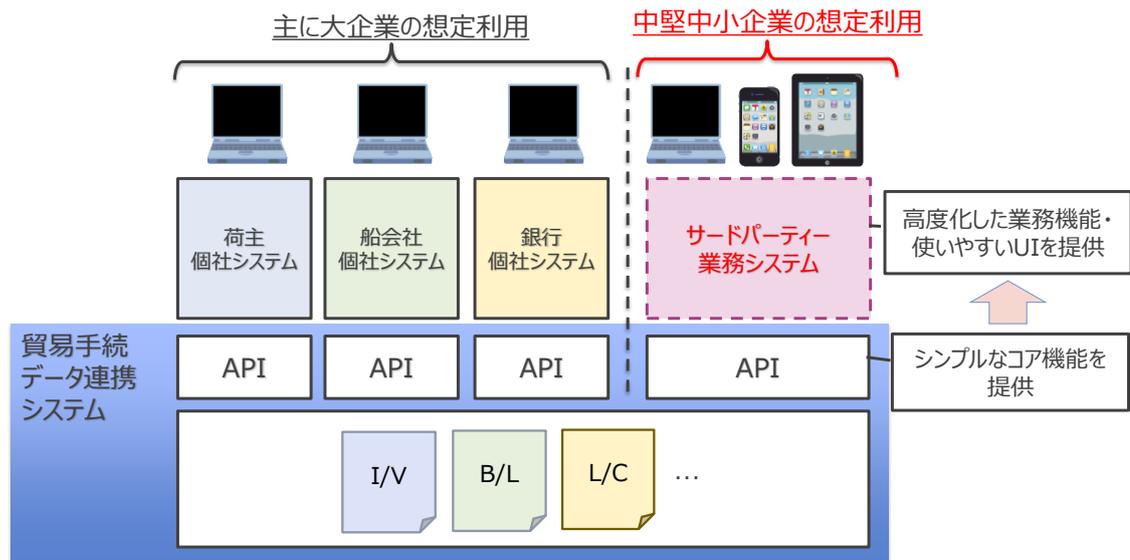


図: 将技術的優位性②

#### (5) 実用化・事業化に向けた戦略

事業成果を当社が運営する貿易コンソーシアムに取り組み、2019 年度中の社会実装を目指す。まずは貿易コンソーシアム参加企業を中心に利用を募る。コンソーシアム参加企業や当社顧客のチャネルを活かし、順次提供先を拡大する。その後、中堅中小企業向けには、貿易関連サービスを提供するサードパーティベンダと連携して拡販する。

#### (6) 実用化・事業化に向けた具体的取組

2019 年度中の事業化を目指し、事業化準備を実施中。

#### (7) 製品イメージ(市場やユーザーニーズとの合致)

「業務時間の短縮が図れること」、「CY カットタイム短縮に寄与できること」から、貿易手続業務の効率化、高度化に貢献が可能である。

##### ① 業務時間の短縮が図れることを確認

- ・必要なタイミングで必要な情報が共有されることで手続きが円滑に処理できる。
- ・関係者間の情報連携のうち、デジタル化されていない箇所を削減できる。
- ・登録データの変更履歴やドキュメント間の差分チェックが行える。
- ・入力・確認・情報共有のための作業時間を 44%削減できる。

##### ② CY カットタイム短縮に寄与できることを確認

- ・諸外国では 72 時間より短いカットタイムを適用しているが、日本では 3 日前ルール運用中。CY カットルールにより、1日数十億円分の在庫が CY で発生。
- ・荷主が正確な積荷データを送信することにより、船社側でデータの修正を行うことなく、相手側税関に積荷データを送信可能なら短縮が出来る。

#### (8) 競合技術に対する優位性

「貿易コンソーシアム参加企業との顧客関係」や、「NACCS 連携」、「アジア圏との連携」を、差別化要素として競争優位性を確保する。

① 貿易コンソーシアム参加企業との顧客関係

- ・2017 年度より、貿易主要5業界の大手企業とコンソーシアム活動を実施している。
- ・金融・保険企業と連携し、貿易金流・貿易商流から事業化を進める。

② NACCS 連携

- ・NACCS は、日本の貿易物流システムの中核を占めており、NACCS との連携が必須。
- ・当社は、NACCS の構築実績を有しており、効率的かつ現実的な連携実装が可能。

③ アジア圏との連携

- ・日本国の貿易手続効率化のため、日本企業と取引量の多いアジア圏をターゲットとした連携が急務。
- ・当社は、2017 年度より NTP(シンガポール)、タイとの接続実証を進めている。また、ベトナムやミャンマーへ NACCS をベースとした通関システムを導入した実績があり、アジア各国への海外展開に強みを有する。

(9) 事業化に関する課題と今後の方針

貿易手続の全体最適化のためには、すべての関係事業者の参画が必要となる。しかし、はじめから全員参画を前提としたビジネスモデルは現実的ではない。関係事業者の段階的な参画や、中堅中小企業が参画しやすい環境づくりが必要となる。

① 関係事業者の段階的な参画

- ・はじめに、荷主と銀行向けサービスを構築し、荷主・銀行の参画を促す。
- ・次に、荷主・銀行を起点としてその取引先企業へ利用を拡大する。

② 中堅中小企業が参画しやすい環境

金融・保険業界における貿易手続に関するデータの利活用方法

- ・蓄積データが様々な分野で利活用され、データベースの価値を高める。
- ・中堅中小荷主にメリットのあるサービスを創出する。(トレードファイナンス、動的な損害保険サービスなど)

③ 決済業務への展開可能性と必要要件

- ・全銀 EDI システム(ZEDI)の活用等により、関係事業者間の決済を、効率的に行えるようにする。

(10) 波及効果

貿易手続データ連携システムに蓄積される情報を、活用/分析できるようにする。

また、データ利用者に、協調領域における貿易関連データの利活用が可能な環境を提供することで、AI 等を活用した新規事業の創出に寄与する。(データ共有システム)

## 研究開発項目⑤IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発

### ⑤-2 グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化の研究開発

#### (1) 貿易手続効率化に向けたデータ標準化調査

株式会社野村総合研究所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

#### (1) 事業概要

2016年4月27日に発表された経済産業省産業構造審議会新産業構造部会における「新産業構造ビジョン」での議論においても、「第4次産業革命」とも呼ぶべきIoT、ビッグデータ、ロボット、AI(人工知能)等による技術革新は、従来にないスピードとインパクトで進行しており、この技術革新を的確に捉え、これをリードすべく大胆に経済社会システムを変革することが、我が国が新たな成長フェーズへ移行するための鍵とされています。日本が強みを活かせる分野について、競争領域・協調領域を明確化した上で、グローバルにデータプラットフォームの構築を推進することが重要であり、官民連携の下、データが集約され、企業間でデータがシェアされて利活用されるよう、実証環境を整え、制度・規制の検討、国際標準化等を推進することが必要です。こうした中、本事業ではデータプラットフォーム構築に向けた「①ガイドライン策定に向けた調査・検討」、「②ワーキンググループによる検討」、「③海外現地調査」を実施します。また、本調査対象はコンテナでの海上輸出とし、別途実施する実証事業と連携を図ることとします。

#### (2) 実施計画

本調査は、平成30年7月30日から平成31年3月15日までに、次の表の通りに実施します。なおワーキング開催は個別委員へのインタビューで実施します。

事業項目	平成30年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
ガイドライン作成に向けた 調査検討		→	→	→
ワーキング開催 (委員インタビュー)			→	
海外現地調査			→	→
報告書作成				→

### 1-2 調査事業の内容と目標

#### (1) 事業内容

##### ①ガイドライン策定に向けた調査・検討

海上輸出の輸出者(荷主)、フォワーダー、通関業者、陸運業者、ターミナルオペレーター、税関、船会社(海運会社)等のサプライチェーン関係者(以下、「関係事業者」という)間で貿易手続についてデータ連携できるようにするため、海上輸出の手続に必要なデータフォーマット(項目、単位等)などの標準化やデータ共有ルールなどのガイドライン策定に向けた調査・検討を行い、結果の取りまとめを行います。ガイドライン策定に向けた調査では、文献調査、関係事業者・学識者等へのヒアリングや港湾視察等により実施し、IT化へ向けた商習慣や制度面での課題についての洗い出し、その解決策を検討するものとします。また、海外の税関等との連携について、海外で運用中あるいは運用予定のシステムとのデータ連携も視野に入れ、国際標準などを含めた調査を行うものとします。

#### ②ワーキンググループによる検討

調査事業の実施にあたり、海上輸出の関係事業者、学識経験者、関係省庁等へのヒアリングを実施します。ヒアリングでは、現状の貿易手続の書類・データ共有方法や課題の整理を行うとともに、本事業の調査結果を踏まえた議論を行い、その検討結果をとりまとめ、ガイドライン策定に向けた基本方針やロードマップを作成するために必要となる基礎資料(参考意見)とします。

#### ③海外現地調査

また、本事業では、海外の国際貿易・国際物流システムとの連携等について海外現地調査を行うこととします。海外税関や関係事業者等へのヒアリングと現地港湾視察を実施します。場所については、並行して実施する実証事業の内容を踏まえ、NEDO及び経済産業省商務・サービスグループ物流企画室に相談の上、決定するものとします。

④本事業は、並行して実施する実証事業と連携して検討を行うものとします。

⑤本調査事業の結果を取りまとめた報告書を作成し、提出します。

### 1-3 調査事業の成果

- ① ガイドライン策定に向けた調査検討については、サプライチェーン関係者間の貿易に関するデータ連携が実現するために、「NACCS(輸出入・港湾関連情報処理システム)」と関係者のシステムが容易に接続できるような環境整備づくりのためのガイドライン策定に向けた指針を提案することを目的として、文献調査や有識者・エキスパートへのヒアリングにより、国際標準のUN/EDIFACTメッセージ(国連標準、SMDG標準)、WebサービスやAPI等が指針として示された。
- ② ワーキンググループによる検討については、輸出入手続き、貿易、国際物流の専門家(実務家、有識者)から、日本の国際標準としてあるべき姿やフォローすべき国際標準に関する助言をもらうことを目的として、15人に及ぶ荷主、海貨、フォワーダー、キャリア、システムベンダーなどの専門家から意見徴収し、データ連携について国際標準化

の重要性と必要性、特に国連標準に準拠することの有益性等示唆に富む意見をいただいた。

- ③ 海外現地調査については、先進事例として、欧州三大コンテナ港湾であるロッテルダム、アントワープ、ハンブルグ港の貿易、港湾情報システムの現状を把握することを目的として、それぞれの港湾の貿易、物流システムのエキスパート、ターミナルオペレーション担当者、貿易実務(シングルウィンドウ)者からの意見徴収を行い、その成功要因や日本にとって示唆となるべき点について取りまとめた。

日本の輸出入システム(NACCS等)のデータ標準は国内独自仕様。特にシステムスペックである実行ガイドラインレベルで、国際標準に合わせるか、他方で日本の仕様を国際標準として採用してもらう(他国のシステムの実行ガイドラインを変更してもらう)という選択もある。ただし、国際標準を確立している欧州を中心に、世界からは日本が合わせるべきとの意見が出ると考えられるため、後者は選択肢としてかなり困難である。したがって、いかに国際標準に合わせるかが重要である。

我が国の貿易手続きの現状とみると、中小企業(輸出者や海貨事業者等)を中心に電子メールやWEB入力等簡易な方法での電子的な情報共有手段の利用が進んでいるものの、情報の再利用や共有を円滑化する国際標準の導入に関しては遅れているのが現状である。この理由は国際標準EDI導入のための適切なマニュアルが存在しないことや既存のシステム以外の新たなシステム投資へのコスト増の懸念から、中小企業が、その導入に逡巡しているためである。したがって中小企業が利用しやすい低コストかつ現在普及しているインターネット技術の延長線上にあるXMLやAPIを中心に検討していくことが一つの選択肢である。

しかしながら、国際標準の開発には時間を要する。現実には国際標準としてのAPIの方向性が定まるには時間を要すると考えられ、他方では現にグローバルに複数のプラットフォーム型のシステムが登場してきていることから、国際標準(UN/CEFACT標準、SMDG標準、ITIGGルール等)を採用しているかどうかという観点でこれらプラットフォームを選別し、優良活用事例(ベストプラクティス)を集め、電子化やデータ連携のための新たな基盤づくりの参考としていくことが重要である。

冒頭に述べた通り、日本の既存のシステムを国際標準にあわせるためには、システムの刷新が検討されなければならないが、まずは、UN/CEFACTやSMDGといった国際標準化団体への専門家派遣とそこで議論され、決定した事項を正確かつ詳細に国内に還流するための仕組みをつくる必要がある。

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (1)IoT家電・センサーからのライフデータによる高齢者の生活サポートサービス基盤の研究開発

パナソニック株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

本研究では、IoT 家電／センサ情報を集約するとともに、高齢者の生活をサポートするための高次データ処理を行うためのデータプラットフォーム(以下、データ PF)を構築する。さらに、本データ PF から供給される高次データに基づき、地域包括支援センターや訪問介護事業者などによる高齢者の生活をサポートするための新たなサービス創出を行う。具体的には、①行政(地域包括ケアセンター)、②インフラ事業者、③薬局、④街の電気屋さん、による在宅高齢者サービスの実証を行い、生活サポートサービスとしての有効性を検証、事業化計画指針を策定する。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### ① データ PF の開発

1. パナソニック機器／センサ、服薬支援機器、血圧計、体組成計、B ルート HEMS からの活動量計、電力使用量および見守り機器からの一次データを集約するデータ PF を構築する。
2. データを提供する機器の追加・拡大を想定したデータ PF のインタフェース仕様のあり方について総括する。
3. セキュリティの観点において、機器あるいは機器情報を集約している機器メーカー毎のクラウドとのインタフェース毎にリスク評価の深掘り(①守るべき資産の特定、②脅威・脆弱性の洗い出し、③リスクの影響規模、④対策の検討)と責任分界点を検討し、取りまとめる。

#### ② 高次データ提供システムの開発(パナソニック株式会社)

1. サービス提供者への高次データ提供における API 仕様を策定し、データ PF に蓄積した機器データ群を分析・統合し、高齢者の生活をサポートするサービス提供者に対して有効な高次データを生成、サービス提供者が運営するサービスクラウドに提供できる高次データ提供システムを構築する。
2. サービスの拡大を見据え、高次データ提供システムからサービス提供者へ提供可能な情報をデータカタログや API 仕様の公開条件の検討と、高次データ提供システムを利用するサービス提供者毎の課金のあり方などのビジネスモデルの検討を行い、取りまとめる。
3. セキュリティの観点において、高次データ提供システムと各サービスクラウドのインタフェース毎にリスク評価の深掘り(①守るべき資産の特定、②脅威・脆弱性の洗い出し、③リスクの影響規模、④対策の検討)と責任分界点を検討し、取りまとめる。

### ③ 実証および事業計画指針の策定

1. ①行政(地域包括ケアセンター)、②インフラ事業者、③薬局、④街の電気屋さん、による在宅高齢者サービスの実証環境を構築する。
2. サービス実証を通じて、本研究開発で開発するライフデータによる高齢者の生活サポートサービス基盤の有用性を確認しデータカタログの有効性、データ連携ビジネスモデルについて検証、結果を取りまとめる。
3. データ PF に集約する一次データや高次データ提供システムから提供する分析後の高次データなどのプライバシーデータの取扱のあり方について検討し、取りまとめる。
4. 機器の追加やサービス追加時のデータカタログの更新、利用規約への同意のとり方、同意の更新方法やサービス解約時の取得データの取り扱い方法について、サービス事業を拡大させていくという観点から、そのあり方を検討し、取りまとめを行う。
5. 利用規約への同意に関連し、プライバシーデータの流通を本人同意のもとに一括して信託できる仕組み(情報銀行)に関しては、その活用要件の整理を行う。
6. 遠隔制御に対応する機器に関しては製品安全の観点から、遠隔制御の安全性が確認されている機器であっても、遠隔制御を行うサービス運用の視点からリスク評価の深掘り(①守るべき資産の特定、②脅威・脆弱性の洗い出し、③リスクの影響規模、④対策の検討)と責任分界点を検討し、取りまとめる。
7. 今回のコンソーシアム型データプラットフォームのオープンプラットフォーム型ビジネスに対する優位性を実証の中で検討し、取りまとめる。
8. データ PF や高次データ提供システムの「家事負担軽減・有償労働へのシフト」分野等、「高齢者の健康増進・介護負担軽減」分野以外の貢献の可能性について検討し、取りまとめる。

## 1-3 研究開発の成果

### ①データ PF の構築

本章では、本事業で構築したデータ PF の詳細を説明する。図 1 は、本事業で構築したデータ PF の概要である。

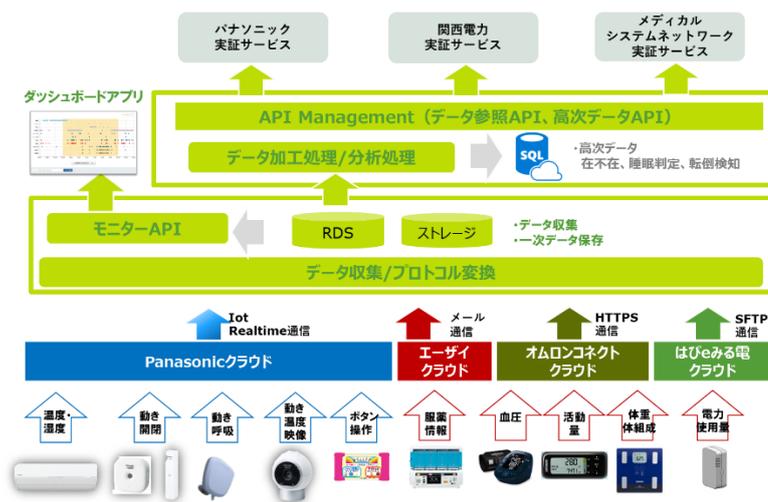


図 1 本事業で構築したデータ PF の概要

本データ PF は、各モニタ宅に設置した IoT 家電／センサー等からのデータを集約するとともに、次章で述べる高次データ分析を実施するプラットフォームであり、アマゾンが提供するクラウド AWS (Amazon Web Service) 上に構築した。

## ②高次データ提供システムの開発

本高次データ提供システムは、データ PF に収集される IoT センサーや家電から提供される基礎レベルのデータに基づき、サービス提供事業者に必要な分析データに加工し、サービス提供事業者のシステムに提供するシステムであり、その概念図 2 に示す。

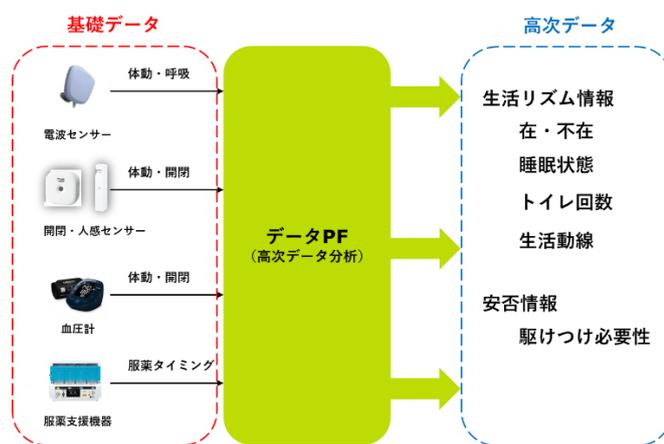


図 2 高次データ化の概念図

高次データ化としては、サービス内容などに応じて、プラットフォーム事業者として共通に提供する情報として作成している。本事業では、非接触バイタルセンサー（電波センサー）や開閉・人感センサーから高齢者の生活リズム情報や、電波センサーから安否情報を作成し、サービス提供事業者へ提供可能とした。

### ③実証および事業計画指針の策定

本研究開発における実証としては、下記の4つを実施した。

- ・高齢者の生活モニタリングによる地域包括ケアシステム  
愛知県豊田市の地域包括支援センターとの連携により、要支援／要介護の生活実態の把握から主にケアプランへの適用への有効性を実証した。
- ・在宅高齢者向け高度見守りサービス  
関西電力(株)と連携し、主に在宅モニタリングとその結果に基づく駆けつけサービスの実現に向けて実施した。
- ・薬局による在宅高齢者等の生活サポートサービス  
(株)メディカルシステムネットワークとともに、在宅モニタリングによる高齢者生活支援および服薬支援の有効性検討を実施した。
- ・小規模なサービス実証 街の電気屋さん  
神戸市東灘区の町の電気屋さん(ひより電器)とともに、在宅モニタリング結果のご家族向けレポートの有効性を実証した。

#### 実証のまとめ

[有効性が確認できたポイント]

- ・生活リズムからリスクを把握し生活指導・支援の有効性が認められた
- ・多職種(ケアマネ、看護師、医療機関など)の共有ツールとして有効性と在宅延伸の事例を確認できた
- ・行動分析が必要な人に時系列による生活実態の把握が有効であることを確認できた
- ・システムによる在宅における転倒などのアクシデントを検知して能動的に安否確認されるサービスについては大きなニーズが確認できた

[実証を通した課題分析]

- ・従来の業務では注目していない情報があり、データの読み取りには専門性が必要であることがわかった。情報から何が課題でどのように対応すると良いかまで意味付けが必要という結論に至った。
- ・転倒検知など、リアルタイムデータに基づいて提供されるサービスは、センサー精度そのものによってサービスが提供されることになり、誤報を抑制する、あるいはリモートから実体を把握することができなければ事業化リスクが高いと判断される。
- ・本サービスの必要性はご本人よりご家族が場合もあるため、サービスの売り方としてご家族への提案も含めたさらなる検討が必要である。

### ④実証を通した論点の検討

本事業を通して、プラットフォーム事業に必要な下記の論点について検討を実施し、取りまとめを行った(表 1)。

#### (1)データカタログ

データカタログの検討として、サービス提供事業者がサービスを創出する際に必要となるデータを取得するための有用なデータカタログについて検討した。

実証を通してサービス実証を通じて、データカタログに記載されるべき項目として、**データの意味**・**データ項目/単位**・**拡張属性**・**サービス実績(ユースケース)**が最低限必要であるという取りまとめを行っている。本検討結果は、JEITA スマートライフ分野のデータカタログにも取り込まれた。

## (2)製品安全・セキュリティ

本論点の目標としては、セキュリティ・製品安全のいずれも、各ネットワークノード(利用者、機器/機器クラウド、データ PF、サービス提供事業者/サービス提供クラウド)のインターフェースごとに責任分界点を設定すること、製品安全は遠隔制御機器を対象として、機器単体として安全性が保証されていても、遠隔制御を行うサービス提供事業者など、サービス運用面の観点でリスク分析を行った。さらに、リスクアセス結果に基づいて、API 利用実態のリアルタイム把握、トークン方式による API 利用権の設定を可能として、なりすまし等のリスク対応を行った。

## (3)プライバシーとデータ活用ルール

本検討内容としては、主に、プラットフォーム事業としての共通のプライバシーデータ利用規約を策定するとともに、機器/サービスの追加に対応できる動的な同意取得方法/退会時の取扱(オプトアウト含む)について検討して取りまとめを実施した。これにより事業化時に利用可能な同意書や契約形態の雛形化が完了した。

## (4)スマートライフ市場の要件整理

スマートライフ市場、すなわちデータを一括で管理したデータ PF を前提とした事業である。プラットフォーム事業者は、プラットフォーム価値の向上を意識し続けることが必要になる。プラットフォーム価値は、プラットフォーム上に質の高いサービスを乗せることができるか、その量が重要である。質の高いサービスには、通常、質の高いデータ、データ量が必要になる。サービス提供事業者もプラットフォームにデータを提供する機器メーカーもプラットフォーム参画者として拡大させていく必要がある。これによりユーザ数が拡大されれば、さらにネットワーク効果に基づいてプラットフォーム価値が拡大し、また、参画者もユーザも拡大する。このようなポジティブループの軌道に如何に当てはめていくことができるか、これがプラットフォーム事業の要件であると、実証を通して取りまとめた結論である。

表 1 実証を通した論点の整理

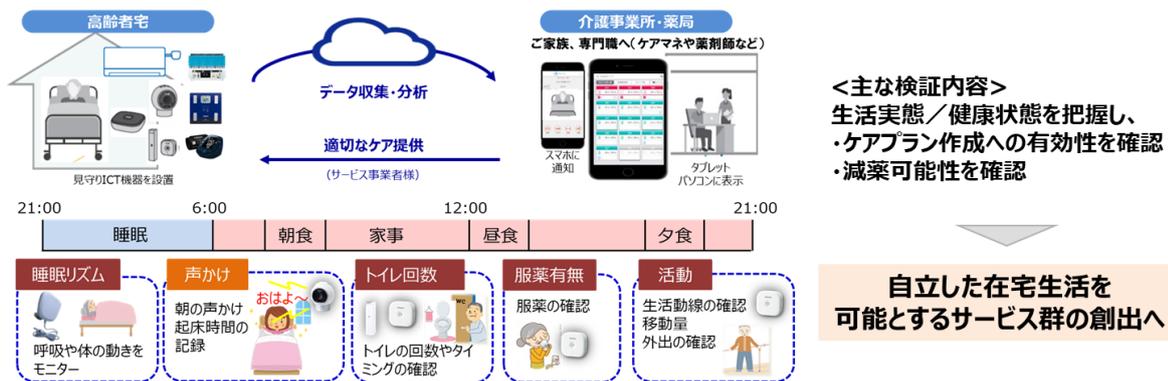
論点① データの質の 確保	データの「質」は、サービス事業化の観点から、サービス利用の有効性を実証の中で確認／取りまとめを行う。 データカタログは、サービス利用の観点で管理すべき項目を見極めて取りまとめる(内容、分解能、誤差範囲)。 PFとして、データカタログ(もしくはデータ)の品質保証のあり方や対策を検討する。
論点② セキュリティ・ 製品安全	いずれも、ネットワークノードのIFごとに責任分界点を設定する。 利用者 ⇄ 機器/機器クラウド ⇄ PF ⇄ サービサ/サービスクラウド 製品安全は遠隔制御機器を対象とし、機器単体として安全が保証されていても、遠隔制御を行うサービサなど、サービス運用面観点でのリスク分析を行う
論点③ プライバシーと データ活用ルール	PFとして、統一のプライバシーデータ利用規約を設定する。 機器/サービスの追加に対応できる動的な同意取得方法/退会時データの取扱の検討を行い、取りまとめる。
論点④ スマートライフ市場 の要件整理	PFが中心となり、PFへのデータ提供/PFからのデータ活用を行うユーザーホルダーのPF利用契約雛形を作成する 利用者 ⇄ 機器/機器クラウド ⇄ PF ⇄ サービサ/サービスクラウド ① プライバシーデータ提供同意/(サービス利用規約: サービス主体) ② 機器データ提供契約 ③ PFデータ活用契約/API利用権限設定

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本実証を通して、下記のような事業化に向けた検討を実施した。

実施した実証においては、特に独居の高齢者の在宅生活の把握がケアプラン作成に大きく寄与するとの結論に至った。本事業終了後も豊田市とは実証を継続し、在宅のモニタリングを通して介護/医療保険などの社会保障費の抑制に繋がるとのエビデンス取得を実施していくことを合意している。

当社として、高齢者を中心としたプラットフォーム事業として、在宅だけではなく施設事業者の観点も含めて事業化を検討していく。社会保障費の抑制へのエビデンス取得を踏まえて、2020年度を目標に事業化検討をしていく。



■ビジネス化に向けた今後の展開

2020年実証サービスの商用化を目指す。データPF活用サービスを拡大へ

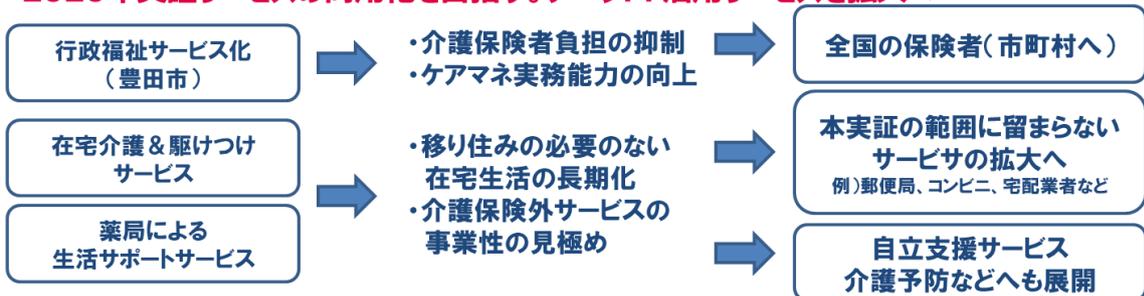


図 3 本研究開発による事業化戦略

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (2) 薬局による在宅高齢者等の生活サポートサービスの研究開発

メディカルシステムネットワーク株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

在宅薬剤師等が高齢者生活サポートサービスを提供する。データプラットフォームの情報に基づき、服薬と生活リズム・バイタルサイン変化から投薬の適正化(ポリファーマシーの是正)、さらには、薬局薬剤師等とも連携した高齢者生活のモニタリング・アドバイスを患者やご家族に提供する新たなサービスを実証する。

### 1-2 研究開発の内容と目標

#### 1. ライフデータの取得

データプラットフォーム(以下データPF)に蓄積される、高次データ化されたライフデータにアクセスし、患者の最新情報を取得するシステムを構築する。

#### 2. ライフデータの加工

取得したライフデータを薬局業務で活用しやすい仕様に加工し、レポート反映できるシステムの開発を行う。

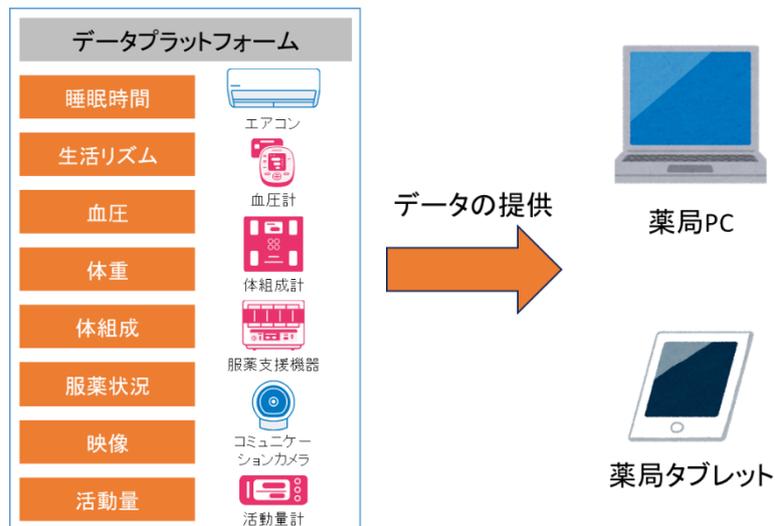
#### 3. ライフデータ活用による効果の検証

ライフデータを活用して患者状態を把握し、服薬指導・栄養指導におけるデータ活用の有効性及び課題を検証する。結果から薬局業務における効果的なライフデータの活用方法を検討する。

### 1-3 研究開発の成果

#### 1. ライフデータの取得

データプラットフォーム(以下データPF)に蓄積される、高次データ化されたライフデータを取得し、薬局内のPCやタブレット端末で閲覧できるシステム・アプリケーションを開発した。なお、データそのものを自社保管する形ではなく、データを取得しにいく形とした。



データ取得イメージ図

## 2. ライフデータの加工

データプラットフォームに蓄積される、血圧・脈拍・血糖値等のライフデータを、単なる数値として見るのではなく、グラフ化し、薬剤師が見やすく判断しやすい形式とした。またライフデータ以外にも、食事の写真を同じくアップロードし、管理栄養士のアドバイスがついたものを作成した。また、これらのデータは単に画面上のものではなく、印刷してレポート形式になるよう調整し、他の在宅訪問の書類とともに、医師やケアマネジャー等に見ていただけるよう加工を行っている。

### ●取得データ

- ・血圧
- ・脈拍
- ・血糖値
- ・活動量

等

数値データをグラフに加工  
見える化



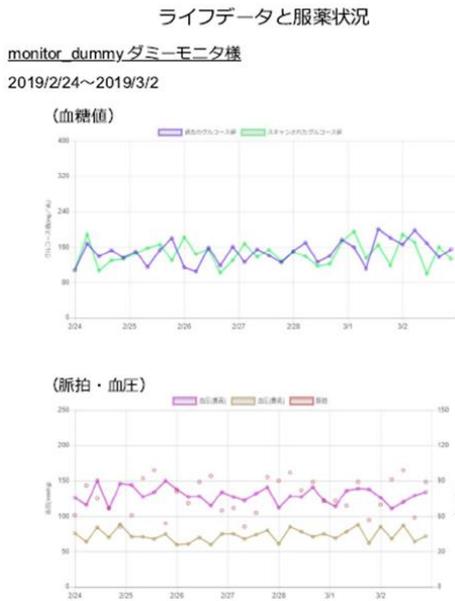
### ●その他データ

- ・食事情報  
(患者自身が撮影)

レポート形式に反映



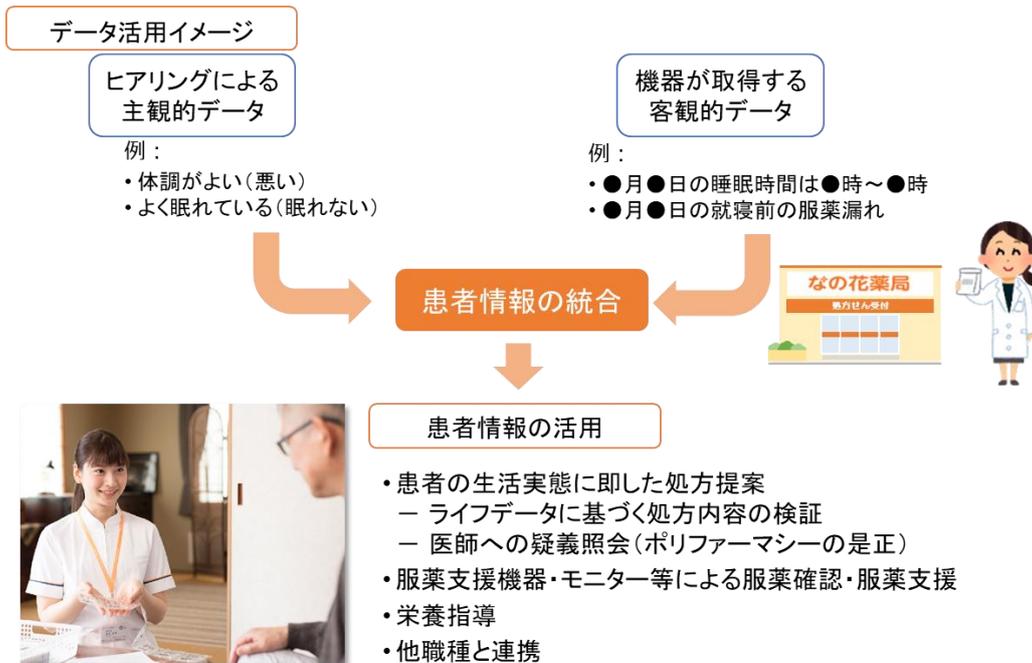
データ反映イメージ図



レポートイメージ図

### 3. ライフデータ活用による効果の検証

データの活用における効果の検証を行った。まず、データ活用のイメージを下記に示す。機器から取得されるライフデータは、今までのヒアリングによる主観的なデータと組み合わせる事により活用を行った。これにより、今まで把握できなかった、日々の生活リズムや、バイタルデータと服薬情報を組み合わせ、適切なアドバイス、指導、支援ができています。またこれらの情報は薬局の薬剤師、管理栄養士だけではなく、他職種(医師やケアマネジャー)等とも情報共有し、患者の把握に努めている。



データ活用イメージ図

今回の事業による、患者側の効果・課題と、薬局側の効果・課題を下記に羅列する。

#### ○患者側の効果

- ・各種操作が可能な方は、自分のデータを日々閲覧することで、運動量の調整や、生活リズムの位置づけ、服薬の重要性の認識に効果が上がっている
- ・患者のデータをご家族が閲覧し、安心が得られている。
- ・服薬支援機器により、著しく服薬状況が改善された。
- ・食事画像を基に管理栄養士による栄養相談を開始したところ、間食の取り方やメニュー選定に変化が出た。

#### ○患者側の課題

- ・患者自身での操作が困難であるため、リアルタイムでのデータの取得が難しい場合がある。
- ・服薬支援機器の画面やルーター類のランプが気になり、電源コードを抜いてしまい、一時的にデータが取得できないケースがあった。
- ・服薬支援機器の時間が気になりすぎてストレスとなってしまう、撤去したケースがあった。
- ・腕帯型の血圧計で、自分では上手に使用できない、痛みを感じるケースがあった。

#### ○薬局側の効果

- ・服薬状況、残薬の正確な把握が可能になり、医師への処方変更依頼や残薬調整が可能となった。
- ・生活リズムの把握により、服薬時間の見極めや、処方内容の妥当性の検証の手助けとなった。
- ・データから具体的な服薬指導が可能となり、患者とのコミュニケーションも向上した。
- ・医師・ケアマネへの報告内容も、具体的な数値や状況を盛り込むことが可能となった。

#### ○薬局側の課題

- ・各種データは画面上に一括で表示されるが、データの分析は薬剤師が行うため、一人で対応できるモニター数には限界がある。
- ・服薬支援機器への薬のセットのため、毎週訪問しなくてはならないケースもあり、患者数が増える場合には、業務の負担となる。

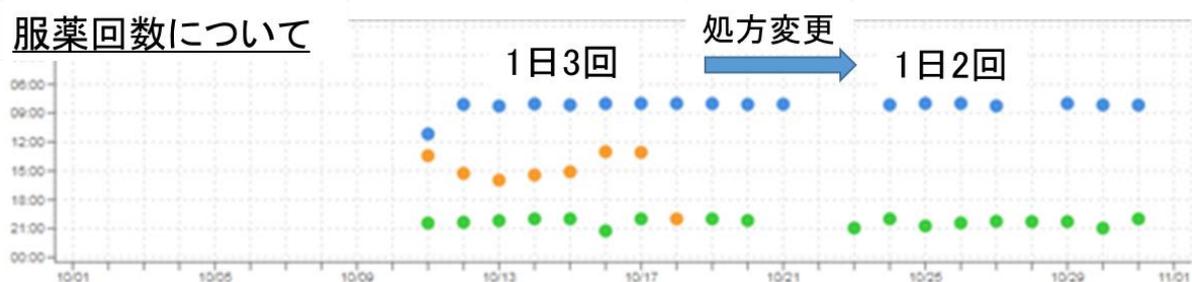
具体的な活用事例については、代表的なものを以下に示す

#### ○80代男性 介護認定なし かかりつけ患者 独居

モニター開始直後の自宅訪問で、大量の残薬を発見した。薬剤を整理し、処方変更を医師に提案した。1日3回毎食後に服用していた薬は、1日2回朝・夕食後へと変更になった。その後、e-お薬さんを活用した服薬管理で、アドヒアランスも安定。ほぼ飲み忘れなく経過し、体調は安定している。また、食事の写真を利用した栄養士による栄養指導も実施でき、治療の相乗効果が期待できた。



### 服薬回数について



○80代 男性 要介護2 かかりつけ 集合住宅

食事の写真を活用した栄養指導を開始。写真から、おおよその摂取量が把握でき、昼の野菜摂取量が少ないこと、甘いものが好きで量が過剰であることなどの情報把握が可能になった。管理栄養士の介入後、ご本人も食事内容に配慮するようになり、後半はやや改善傾向がみられた。

2018/12/16

08:34



(食事なし)

(食事なし)

(食事なし)

食事の添付、ありがとうございます。  
主食(ご飯)、主菜(ハム、卵)、副菜(野菜)が揃っており、バランスの良い食事です。

管理栄養士のコメント

#### 4. 事業目的に対する達成状況と研究開発成果の意義

事業目的に対する達成状況を以下に示す。

- データPFの情報に基づいた服薬と生活リズムの変化から投薬の適正化
  - ・モニター開始時に残薬の把握を行い、処方の変更した事例あり
  - ・血圧を把握できたことで、薬剤の減量に成功
  - ・服薬支援機器を用いることで、服薬忘れを予防
- 生活のモニタリングとアドバイスを患者ご家族に提供
  - ・ご自身で自分の体調や食事を管理する方が現れた
  - ・服薬状況や生活状況を把握することができ、ご家族が安心した

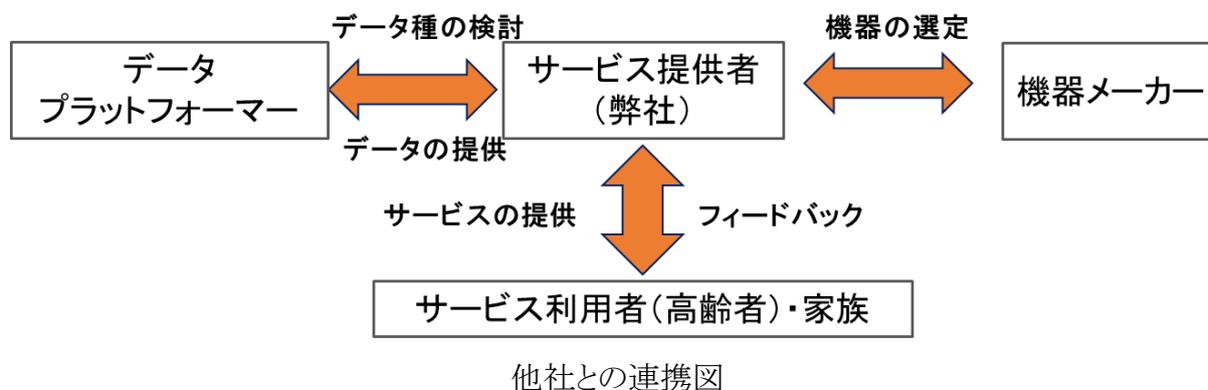
研究開発成果の意義としては、今回の実証サービスを受けて、生活状況や服薬状況を改善できた方が複数名いることから、事業として成り立つ可能性が高いと考えられる。そのため新たな事業を取り組んでいく意義が見いだせたのではないかと考えている。

現在、同業他社でこのような、高齢者のライフデータを得て生活のサポートサービスを行うという事業を行っている企業は無い。そのため、今回の事業は高齢者向けサービスの先駆者となることができ、高齢者数も増えると予想されることから需要は存在するものと考えられる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究の実用化・事業化について以下の通り検討していきたいと考えている。

まずサービスの開始の前段階として、弊社(サービス提供者)データプラットフォーム、機器メーカーとやり取りを行う必要があると考えている。データプラットフォームに対しては、サービスに用いるデータ種類の検討を行い、決定したデータの提供をしていただく。機器メーカーに関しては、弊社だけでは決められない部分もあるが、どのような機器を用いてどのようなデータを得るかということ検討していく。これらの検討から得られたものをデータとして整理を行い、最終的なサービス利用者である、高齢者やそのご家族に提供していく。またサービス利用者から得られるフィードバックを適宜行うことでサービスの質を向上させるよう務める。



事業へのスケジュールは以下の通りである。以下のように大きく分けて3段階となる見込みである。

1. 実用化検討
2. 事業化検討
3. 事業化実施

実用化の検討段階では、今回の実証で得られた成果と課題の整理・検討を行う。追加に行えるであろうサービスの検討も行き、サービスの範囲を広げられないかについても検討していく。また今回の取り組みで得られたモニターの要望や、薬局の患者の声等を拾い上げ、サービスの改善や新たな施策が行えないかを検討する。

次に事業化の検討段階では、上記の実用化検討を踏まえ、実際に事業を行うに当たり採算性の検討や、当社の既存事業とのシナジー等を検討する。弊社以外のところでは、実際にデータを提供する、データプラットフォームとデータの種類や提供方法について検討していく。

最後に事業化の実施段階では、実際に事業として運営していく中で、売上や利益への影響を考慮し、サービスの実施に伴い収益性を改善させ、事業として成り立たせるよう取り組んでいく。

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2023年度以降～
株式会社 メディカルシステム ネットワーク	実用化検討		事業化検討			事業化実施
	実証成果の整理・検討 実証課題の追加サービスの検討 顧客の要望		採算性の検証 既存事業とのシナジー データ提供者との検討			売上・利益への影響 収益性の改善

事業化スケジュール図

次に、対象者について検討する。2018年の段階で、一人暮らし且つ、要支援要介護者の高齢者の数は、100万人を超える<sup>(※)</sup>と推測されている。またこの人数は年々増加していくとされ、2022年には120万人を超えるであろうとされている。また2040年頃に高齢者の人口がピークに達することから、今後20年程度は需要の減少は考えにくい。また今回の実証の課題であった、高齢者の機器対応の部分であるが、今後高齢者になる層は現在スマートフォンやパソコン等に慣れ親しんだ層であり、機器への心理的・物理的対応も難なく行えると考えられる。そのため、これらのことから本事業の需要が減少することは考えにくく、サービスの普及に伴いより多くの高齢者に使用していただくと考えている。

高齢者推移表

		2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
一人暮らし高齢者	万人	638	653	668	675	681	688
要支援・要介護者	万人	577	595	613	629	644	660
高齢者人口	万人	3,525	3,569	3,612	3,621	3,630	3,640
一人暮らし高齢者率	%	18	18	18	19	19	19
要支援・要介護者率	%	16	17	17	17	18	18
一人暮らし且つ、 要支援・要介護者 の高齢者	万人	104	109	113	117	121	125

※国立社会保障・人口問題研究所、高齢社会白書(2017年)、経済産業省 将来の介護需要に即した介護サービス提供に関する研究会(2016年)

課題と今後の方針を整理する。まずサービスの内容と金額を考慮する必要がある。高齢者に対応したサービスを提供する必要があり、なおかつ高齢者が負担にならないような金額にしていく必要がある。月額5,000円程度であれば多くの方に使用していただけるのではないかと考えている。また、サービス提供を希望してから機器設置を含め提供開始まで2週間程度で行えるようにしていく。これについては、当社だけではなく、データプラットフォームや機器メーカーとの連携が必要である。また、薬剤師だけではなく、高齢者自身でもデータを閲覧することを考慮し、それを実現する仕組みやUIの整備を進める。最後に対象者としてある程度、自立しており、金額が負担にならない方を対象とすることを目指していく。

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (3) 高齢者の生活モニタリングによる地域包括ケアシステムの研究開発

パナソニック株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

在宅高齢者宅に IoT 家電/IoT センサーを設置しデータ収集・分析基盤を活用し、高齢者の生活リズムや健康状態を地域包括支援センターの専門職、またその関係者が把握するシステムを開発し、豊田市にて新たな高齢者の生活サポートサービスの創出を目的とした実証を実施した。

平成30年度 開発日程表						開発目標
開発項目	平成30年			平成31年		
	4~6月	7月~9月	10月~12月	1月~3月		
① 高次データ読込		要件定義 → 開発	試験			高次データプラットフォームからサービス基盤へのデータ取得
② -1 取得データの分析機能開発		要件定義 → 開発	試験	開発	試験	
② -2 分析結果の表示機能開発 ・レポート機能開発 ・異常通知		要件定義 → 開発	試験	開発	試験	現場実証による分析データの使いこなし、提供サービスの課題検証
③ 現場実証		要件定義 → 開発	試験	開発	試験	
		要望FB	要望FB	要望FB	要望FB	
	実証協力者選定、機器設置 分析データと実行動の比較、整合性確認 サービス画面要望収集、異常通知要件確認		追加実証協力者選定、機器	高次分析データ実運用検証		

図 1 実施計画

### 1-2 研究開発の内容と目標

実施計画に基づき、下記の開発・検証を完了した。

#### ① 介護従事者向け業務支援システム開発

データ PF から、地域包括支援センターの介護従事者が必要となるデータ項目と、介護従事者へのデータ提供頻度を規定し、データ PF からデータ取得とデータ管理を行うためのモニタリング DB を構築する。また、モニタリング DB のデータを介護従事者に提供するための UI 仕様とアラート仕様の設計を行い、実証のための業務支援アプリ開発を行う。

##### a) モニタリング DB の設計開発

- ・介護従事者のヒアリング/業務分析により、モニタリング DB で管理するデータ項目および取得/更新タイミングの仕様設計

- ・実証中での継続的な使用実態分析による有用性評価とカスタマイズ仕様設計
- b) 業務支援アプリの設計開発
- ・介護従事者のヒアリング／業務分析により、実証のための業務支援アプリ(スマホ／タブレットなどの端末動作)のUI仕様／アラート仕様設計
  - ・実証中での継続的な使用実態分析による有用性評価とカスタマイズ仕様設計
- c) モニタリング DB の構築と業務支援アプリ実装(外注)
- ・a)で設計開発したモニタリング DB の構築
  - ・b)で設計開発した業務支援アプリの実装
  - ・実証中のカスタマイズ仕様に基づく、モニタリング DB および業務支援アプリの改修



図 2 開発した業務支援アプリ 全体システム遷移画面

## ② 現場実証による事業化検証

開発した実証用の業務支援システムを用いて、地域包括支援センターで管理されている高齢者の生活支援サービスのうち、独居で被介護者を対象に選定と実証を行い、今後の事業化を進める上での指針を策定する。

- ・豊田市と連携し、市内6つの地域包括支援センターで6名の実証協力者(以下モニター)の選定する
- ・データ PF に連携されている IoT 機器群から、各モニター毎に地域包括支援センター職員や専門職と個別要件に基づき機器の選定を行い、設置・導入を行う。(表 1、2)
- ・今後の事業化に向けたアンケートと追跡評価を行い、実証総括と事業化への課題と取り組みを策定する。

表 1 実証用 IoT 機器群

	機器	説明		機器	説明
1	 ドア開閉センサー	◆ドア/窓の開閉を検知します。 ◆外出や帰宅のタイミングを把握できます。	5	 eお薬さん	◆服薬管理支援機器 ◆薬の取り出し有無と、その時間を把握することで、飲み忘れや、重複を防止します。
2	 赤外線人感センサー	◆人の動き(温度変化)を検知して人の有無を把握します。	6	 血圧計	◆血圧データ測定日時を把握します。
3	 ルームセンサー	◆寝室のベッドに向けて設置することで、呼吸や体の動きを検知し、睡眠の状態を把握できます。	7	 活動量計	◆活動量・歩数を把握します。
4	 コミュニケーションカメラ	◆映像モニターに加え、通話も可能です。 ◆他のセンサーで異常検知した場合に、映像での状況確認と声掛けが可能です。	8	 体組成計	◆体重データ測定日時を把握します。

表 2 モニターと機器導入状況

		A	B	C	E	F	G
状態	介護度	要支援1	要支援1	要支援1 ⇒要介護3	要介護1	要介護2	要介護1
	身体	歩行障害	歩行、糖尿	むくみ、糖尿	糖尿	耳、目	高血圧
	認知度	●軽度	物忘れ	●IIb	●IIa	●IIa	●IIa
機器	血圧計	○	×	×	○	○	×
	活動量計	×	○	×	○	×	×
	体重計	○	×	×	○	○	×
	e-お薬	×	○	×	×	×	×
	ルームセンサー	×	×	×	×	×	×
	人感	○	○	○	○	○	○
閉閉	○	○	○	○	○	○	
カメラ	○	×	○	○	○	○	

### 1-3 研究開発の成果

#### (1) 成果の概要と総括

実証を通して、システム活用により地域包括支援センターの業務におけるモニタリングの精度が全てのモニターにおいて高まったとの評価を得た。とくに有効であったのが、一日の生活リズムとモニター個別要件化した行動の把握であった。そして、中にはモニターに提供しているケアサービスへ反映させ、サービスの質向上に取り組み、在宅生活延長につながった事例も得た。

一方で、実証参加の地域包括支援センターに対して実施したアンケート結果では、本システムを適用したいと考える対象者数は、独居被介護者の中でも各事業所の介護サービス提供が現状困難な数件程度に留まり、事業化で幅広く便益の提供を目指す上で規模化の課題が分かった。本課題に対して、ケアプラン作成者に対して調査・分析を実施した結果、ケアプランを通して介護サービス提供にシステムを活用するには、プラン策定者個人の時間・スキルに現状のままでは難所があり、これが今後の事業化に向けた取り組みでの改善点として明確にできた。

#### (2) 成果の具体的内容

##### a) 地域包括支援センターの生活サービス実証結果

実証協力頂いた6件のモニター宅および利用サービス事業所にIoT機器を設置し、データ収集及びサービスにおけるデータ活用を行った。

##### 具体事例

##### ● 実証前事前想定

糖尿病を患い、体調を崩し入退院を繰り返すが、どのような生活をしているのか全く分からない。

##### ● モニタリングにより実情把握(図3)

①の外出が多い日の翌日は、②のようにほとんど寝室で過ごす。また③の日は寝室へは行かず居間で夜中も過ごすなど生活リズムが乱れていることを把握した。

##### ● 対応

訪問看護にも協力を包括支援センターより依頼。共同でデータに基づき、何をしてい

たかを聞き出しつつ、生活を正していくよう適宜声掛けを行った。ご本人も見守られている安心感もあり、徐々にリズム改善した。食事リズムを正常にし、血糖値が安定化している。

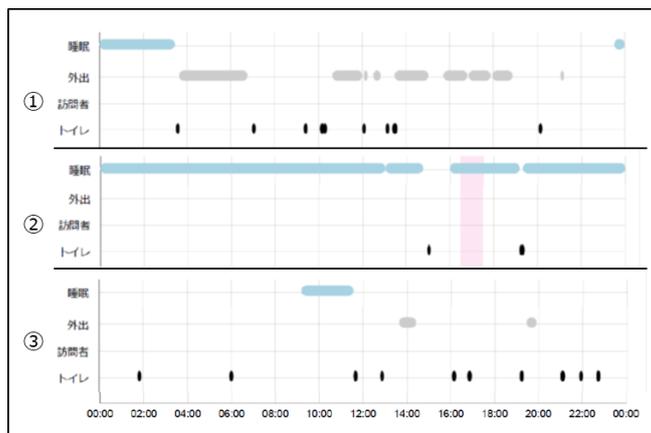


図 3 モニターB 生活リズム例

● 訪問看護師見解

生活リズムの把握は、これまで取れなかった客観データがあるのは非常に良い。貴重な情報である。血糖値が悪い時、生活リズムの状況からなぜ悪くなったのか、分析と具体的な情報収集につながる。⇒生活指導につなげられるため、訪問前に必ずみたい。

b) 今後の事業化に向けたアンケート調査と評価結果

今後の事業化検討のため、今回の実証に参加した地域包括支援センター、家族にヒアリング調査を行った。

各モニターとも、事前に想定した状態と実証システムによる状態把握ではギャップがあることが分かり、前項の事例のようにケアに活かして施設入所を見送る事例を確認できた。

一方でこのシステムをすぐにでも活用したいというケースは極めて限定的であった。現状のサービス内容から鑑みても、本システムによって生活実態を正しく把握したいという方は、糖尿病や認知症などの疾患をお持ちで、詳細な実体の把握が必要な方に限定されるという結果となった。

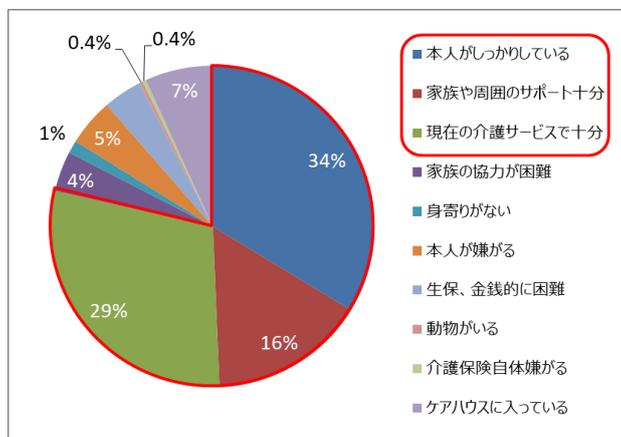


図 4 一次スクリーニング対象外の判断理由

今回実証参加した各地域包括支援センターの担当地域における独居被介護者数の合計は 252 名で、システム活用の対象者を初期スクリーニングとして選定してもらった。結果はシステム活用の対象者 24 名 (10%)、対象外 228 名 (90%) の結果であった。対象とした 24 名は、それぞれの地域包括支援センターが状況を把握できないなどの理由で問題視している人であった。一方、対象外とした判断理由を図 4 に示す。理由は様々であったが、赤枠の 8 割が現状の取り組みで問題が無いと考えられ対象外と判断されたことが分かった。

システム活用の有効性を示しながら、その想定される活用が限定的と判断された根本原因をデプスインタビューから分析を行った。

分析の結果、地域包括支援センターのシステムの捉えられ方は、業務の +  $\alpha$  で、現在業務の効率化や代替になりえないと捉えられているため、現在でも「見れている」・「現在の体制で十分」とされている人に使うメリットを感じていないことが分かった。

しかしながら、同市を含めて一般的に、ケアプランにおいて自立支援という目的に対してはさらなる改善が必要との考えを示している。自立支援を実現するためには、的確に高齢者の生活実態を把握することが肝心であり、これを IoT 機器によって代替えることが期待されている。当社として、高齢者の自立支援をターゲットに、生活実態のモニタリングやそこからの課題抽出が行えるシステムは、在宅生活の延伸、健康寿命の延伸、さらには社会保障費の適正化の観点で有用との結論であり、2020 年度の事業化を目標に、自立支援を実現するためのモニタリング情報の提供にフォーカスした実証を継続し、2020 年度からのサービス事業化を目指して取り組んでいく。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本実証を通じて、特に在宅高齢者の生活実態や健康状態を定量的に把握し、これらの情報を、高齢者生活支援を行う地域包括支援センターなどの専門職に提供することの有効性が確認できた。現状では、ヒアリングベースで生活実態を把握し、そこから予想される課題解決に向けてケアプランを作成している。本開発システムのように、生活実態そのものを捉えることによって、例えば在宅生活を延伸するための課題分析が、高齢者の通常的生活の中でなされ、実態に即したサービス提供を行える可能性がある。

一方で、現状のケアプラン作成業務について、このような詳細データを活用しているわけではなく、本システムの適用先が限定されてしまうという課題もある

上記の状況の中で、豊田市とは本実証を継続実施することを合意している。本研究成果に基づいて、高齢者の生活実態の把握とこれを活用したケアプラン作成の効果を突き詰めて、高齢者の自立支援、ケアマネの質向上、さらには社会保障費の適正化に向けた効果を 2019 年度に実証し、2020 年度から本確定な事業化検討を目論む。

図 5 事業化スケジュール

助成期間終了後 実用化開発項目	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
規模化事業モデル検証	実証検証 →				
自社機器によるシステム	開発 →	サービス化開始			
他社機器連携		開発 →	サービス導入 →		
他社介護システム連携		開発 →	サービス導入 →		
一般家電センサー連携			開発 →	サービス導入 →	

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (4)在宅高齢者向け高度見守りサービスに関する研究開発

関西電力株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

IoT家電やHEMS機器、センサー等から得られる生活リズム情報やバイタルサインデータをどのように活用していけば、高齢者が安心して暮らせる、新たな高度な見守りサービスの創出が可能か、本研究開発で実証を行うこととした。

### 1-2 研究開発の内容と目標

項目	最終目標(平成30年度末)
①在宅高齢者に対するケア品質の向上	<ul style="list-style-type: none"><li>・ケアマネジャーによる月次レポートを通じ、ご利用者の心身状態の見える化とケア品質の向上を行う。</li><li>・具体的には、モニター20名×6ヶ月程度の実証を通じて、ご利用者の行動特性や過去データの履歴といった、ケアマネジャーにとって有益な情報が得られるアプリケーションの実現を目指す。</li></ul>
②状況変化の通知と緊急時駆け付け対応	<ul style="list-style-type: none"><li>・電気使用量に基づく生活リズムの変化をお知らせすることに加え、室内温湿度やバイタルサインの異常値が見られた際の緊急通知および駆け付けを行う。</li><li>・具体的には、モニター20名×6ヶ月程度の実証を通じて、警備事業者がご利用者の安否情報を正確かつ効率良く把握できるアプリケーションの実現を目指す。</li></ul>
③サービス実用化に向けた課題整理、評価	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) インputデータおよびアラート発報値の仮説立案 上記①②に必要となるデータおよび発報すべき閾値に関する仮説立案</li><li>(2) 現場実証 モニター20名×6ヶ月程度の現場実証を通じて、(1)で立案した仮説の妥当性確認および設定データの適宜調整</li><li>(3) サービス内容に対する評価 上記①②を組合せたサービス内容に関するご利用者へのアンケート調査を通じ、事業性検討のための基礎的な諸元の把握と、サービス実用化に向けた課題の整理を行う。</li></ol>

### 1-3 研究開発の成果

#### 1. 在宅高齢者に対するケア品質の向上

<実績>

研究開発の実績は以下のとおり

(1) データ PF 上に集められたデータを吸い上げ分類ごとにデータ整理し、ケアマネジャーおよび家族が閲覧できるしくみを構築した。

- a. 生活リズム: HEMS を通じて取得した電気使用量や、各種センサーにより抽出したデータを基に、起床・就寝の時間帯や活動状況の変化を把握するしくみを構築した。
- b. バイタル等: 睡眠時間、歩数等の活動量、体重、血圧等を抽出するしくみを構築。ただし、当初計画していた、睡眠時の呼吸・脈拍の不全検知については、判定が難しいことから断念。バイタルデータについても、システム上取込み操作を要するため、リアルタイムでの把握はできないものとなった。
- c. 服薬支援: 服薬状況の把握については、服薬支援機器を通じて、定時に服薬を促し、薬を取り出した実績をご家族に通知するしくみを構築した。

(2) ご利用者の 1 ヶ月間のデータと訪問介護記録、現在のケアプランを突き合わせ、ご利用者毎の課題抽出、要改善点の検証等をケアマネジャーが行い、ご利用者(ご家族)にレポートできるしくみを構築した。

#### <成果>

以下のとおり有用性が確認できた。

##### (1) 生活実態のより正確な把握によるケアプランへの反映

- ・睡眠時間やトイレの回数、服薬状況などは、本人の記憶があいまいだったり、他人には言いにくかったりと、これまで正確に把握することが難しいケースがあったが、センサー等による客観的なデータとして把握することができた。
- ・生活動線などからADLの把握ができることから、センサー等による生活情報は、ケアプラン作成、見直し等に有用な情報となりうる。今回の実証試験では、ケアマネジャーの認識とほぼ一致している事例ばかりであったが、長期にわたりセンシングしていく中で、ヒヤリングによる認識と異なる生活実態が把握できた場合は、ケアプランの見直し等につなげることができる。(ケアマネジャーへのヒヤリングから)
- ・データをもとに生活実態を聞き出すコミュニケーションのきっかけにすることができ、より正確な生活実態の把握につながった。(ケアマネジャーへのヒヤリングから)

##### (2) 疾病管理への有効活用

- ・症状に変化があった場合、生活データを参照することで、要因が推定でき、より適切な疾病管理につながる可能性がある。
- ・データをもとにした生活指導につなげることができる。
- ・服薬管理により、症状が安定し、ケアプログラムを予定通り受けることができ、本人の満足度向上にもつながるといふ好循環が生まれる。

一方で、以下の課題も確認できた。

### (1) データ取得への抵抗感

- ・モニターによっては、センサー等で居場所がわかってしまうことを気にして行動するケースも見られた。情報の開示先範囲を限定することや機器のデザインの見直しなど抵抗感をなくす工夫が必要である。

### (2) バイタルデータの測定・データアップ

- ・今回使用した機器は、独居の高齢者には使いづらく、バイタルデータがうまく取得できていないケースが目立った。
- ・リアルタイムでデータがアップされないため、直近のデータが確認できないケースも考えられる。

### (3) 機微情報の取扱い

- ・実証試験後のヒヤリングから、睡眠の状態や夜間の過ごし方、トイレの回数など、家族に知られることに抵抗を覚える声も聞かれた。本人にとってあまり知られたくない情報を本人ないし家族に伝える際には、本人の性格や人間関係などを十分留意して行う必要がある。

## 2. 状況変化の通知と緊急時駆け付け対応

### <実績>

研究開発の実績は以下のとおり

- (1) データ PF 上に集められたデータを吸い上げ、ご家族に必要な情報を配信。さらには閾値を設けてアラートを発信するとともに、緊急時には警備員による駆け付け安否確認を行うしくみの構築を目的にシステム開発を行った。

当初計画していた項目ごとの開発実績は以下のとおり。

#### a. 体重・血圧の測定時のお知らせ

- ・バイタルデータの値だけ見ても良し悪しが判断できず、かえって不安であるとのモニターご家族の意見もあり、また、測定値がリアルタイム把握できないことなどから都度の通知はしないこととし、ご家族が見たいときにデータが閲覧できる環境を構築することとした。

#### b. バイタル等で一定の閾値を超えた場合のお知らせ

- ・生命にかかわる情報であり、モニター毎に医学的根拠を持って設定するのが望ましいところ、実証期間内で閾値の設定に根拠を持たせることが困難なため見送った。

#### c. バイタル等で異常値を検知した場合(お知らせ、安否声掛け、駆け付け)

- ・転倒を検知した際、緊急呼び出しボタンを操作せずとも、自動的に通報、警備員が駆けつけるサービスを構築した。

ただし、当初計画していた、バイタル等の異常値検知による駆け付け対応は、上記 b. 記載の理由により見送った。

#### d. 電気データから生活リズムの違いが見られた場合(お知らせ)

- ・電気の使用量がいつもと異なる場合にご家族にお知らせするしくみを構築した。

e. 緊急呼び出しコールが押された時(お知らせ、安否声掛け、駆け付け)

・健康相談、緊急呼び出し機能を持たせたシステムを構築した。

(2) 上記システム開発とともに、監視センターでの緊急通報受診、パトロール隊員出動の体制を整えることで、異常検知時の安否確認、駆けつけサービスのしつこみを構築した。

#### <成果>

以下のとおり有用性が確認できた。

##### ① 生活データの常時開示

・今回はご家族が近所にお住まいで、定期的にモニター宅を訪問しているケースが多かったこともあり、生活データ等は時折見る程度で、日常的に閲覧している例は見られなかったが、遠方にお住まいのご家族からはいつでも情報を見ることができると安心につながるという声があった。

##### ②生活データの家族への通知

###### (1)家族の安心

・毎日なんらかの通知がくることにより、安否がある程度確認できることについては、安心につながったとの声が聞かれた。

・特に、薬の飲み忘れを気にかけておられたご家族にとっては、服薬情報は大変役に立ったとの声が多かった。

###### (2)家族の負担軽減(心理的負担も)

・都度電話で確認していた服薬の確認が必要なくなるなど、家族の負担軽減につながったケースがあった。

一方で、以下の課題も確認できた。

###### (1)機微情報の取扱い

・モニターへのヒヤリングから、睡眠状態や夜間の過ごし方、トイレ回数など、家族に知られることに抵抗を覚える声も聞かれた。

・家族側の知りたいニーズと知られる側の心理的抵抗をどう調整するかは課題である。

###### (2)データの意味づけ

・データ生値を開示・通知するだけであれば、受け取ったほうがどう評価していいのかわからず、かえって不安をあおることも考えられる(モニターご家族から指摘あり)。データは評価できる形で開示ないし通知するのが望ましい。

#### ②緊急時駆け付け

##### <成果>

以下のとおり有用性が確認できた。

・実証期間中の緊急事態の発生がなく、実際に駆けつけた事例はなかったが、アンケートからも期待値は高い。

・特に、本人の能動的な操作なく駆けつけるサービスへの期待(ニーズ)は高い。

・バイタルデータの取得精度が確保できれば、転倒以外の例えば心不全、呼吸不全などに対応できる可能性がある。

一方で、以下の課題も確認できた。

#### (1) 制約

・場所により、車両で駆けつけた場合、駐車スペースの確保に時間を要してしまうケースがある。速やかな対応を要する場合はあらかじめ駐車場所などを確認しておく必要がある。

・消防への救急連絡には、原則として傷病者の現認が必要であり、鍵の預け、ないしは近隣にお住まいの家族、近隣の協力者の協力が必要である。

・ホームセキュリティ会社(株式会社関電セキュリティ・オブ・ソサイエティ)が介護事業の指定を受けていないため、例えばベッドまでの移乗などの身体介護ができないなど、できることに制限がある。

#### (2) 家族のニーズと本人意向のギャップ

・自ら緊急発信しない場合、本人の意識がない状態でも駆けつけることになるため、モニターの中には、見ず知らずの者が立ち入ることに抵抗を感じる方もおられる(モニター募集説明時の反応から)。実際にサービスを提供する場合、本人意向も踏まえる必要があると考える。

### 3. サービス実用化に向けた課題整理、評価

上述のとおり各サービスの有用性が確認できた一方で、以下の課題が確認できた。

#### ① 閾値の設定

・当初考えていた、バイタルデータ(血圧、呼吸の異常)や部屋の温湿度、在宅時間、トイレ在室時間等に閾値を設けて通知する検討を行ったが、睡眠時の呼吸不全については、医学的見地に基づくエビデンスの乏しい中、判断できかねること、在宅・在室時間等については、人によって異なるため一律に閾値を設けることが困難と判断し、今回は転倒検知時のみの通知とした。

・特に、緊急時の安否確認・駆け付けサービスでは、生命にかかわること、また、深夜帯でも駆けつけることになることから、データの精度(正確性)が求められる。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

前項で示したとおり、今回の実証試験では、様々な生活データを活用した①ケア品質の向上、②家族等の見守り、③緊急駆け付けサービスには、それぞれ一定の有用性が確認できた。

ただし、前述のとおり、実用化・事業化には以下のとおり解決すべき課題もあり、今後、検討していく。

#### (1) サービスの再構築

前項で記載したとおり、様々な課題が浮き彫りとなり、実際のサービス提供には、サービス内容を再構築する必要がある。

a. 機器の再検討

・今回実証試験で使用した機器の中には、高齢者では操作が難しいものもあるなど、機器選定を再検討する必要がある。

b. 生活データ通知、駆け付けサービスの閾値の設定

・データの閾値を設けた家族への通知や駆け付けサービスには、信頼できるエビデンス等が必要であり、閾値の設定等を再検討する必要がある。

c. 駆け付け時のサービス範囲の検討

・現行では、駆けつけた場合にも、ベッドへの移乗等の身体に触れる対応が実施できないという課題がある。サービス範囲を拡充する必要があるのかどうか、ニーズ調査、およびサービス拡充に当たっての法的、制度的整備に関する調査が必要である。

(2) 収益性の検討

・上記、サービス全体の再構築を行ったうえで、かかる費用と期待できる対価から収益性を検討する必要がある。

(3) 企業化の見込み

超高齢社会を向かえ、在宅での見守りニーズが一層高まることが予想される。

モニターに対するアンケート結果でも、実証試験で行った見守りサービスは安心につながったとの回答が多かった。

今回の研究成果を踏まえて、今後約1年程度かけてサービス全体の再構築を行い、そのうえでテストマーケティングを実施。ここでサービス実用化の確度を高め、サービスインを目指す。

# 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

## ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### (5) 高齢者の健康増進・介護負担軽減のためのライフデータ利活用プラットフォームの研究開発と実証検証

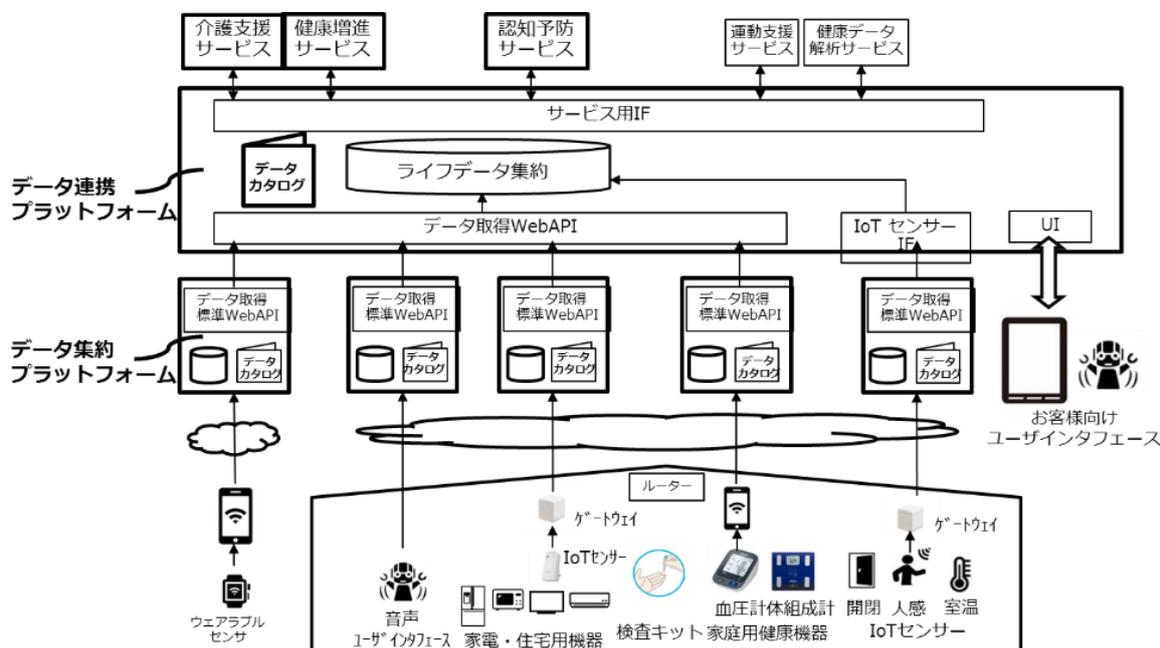
シャープ株式会社  
KDDI 株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

本ライフデータ利活用プラットフォームの研究開発と実証検証は、家庭内機器の利用情報や宅内のセンサにより取得した利用者の宅内の行動データ、家庭用の体組成計や血圧計の健康データ、ウェアラブルセンサによる活動量・歩数のデータなどを活用して、健康相談サービス、活動促進・健康支援のアドバイスサービス、認知機能トレーニング・見守りサービスといった健康増進サービスの実証を行うとともに、事業者間におけるライフデータの連携をより容易に実現するデータ連携集約プラットフォーム、データ連携プラットフォームからなるライフデータの利活用プラットフォームの研究開発を行うものである。

本事業のシステム概要を下図に示す。



図：システム概要図

次に、本事業の実施計画を以下に示す。

	2018年							2019年		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
実証全体		実証準備								
			被験者募集・機器設置							
				各社でデータ蓄積						
PF開発			データ連携 開発							
				データカタログ 開発						
サービス開発・実証		サービス開発								
				個別サービス検証						
						サービス間のデータ連携実証				

## 1-2 研究開発の内容と目標

以下に研究開発課題とそれぞれの目標について記載する。

研究開発課題	担当企業	目標
① データカタログの研究開発	シャープ	データカタログ要件の明確化
② データ集約 PF の標準 API の開発	シャープ	データ集約 PF の要件、API 仕様の明確化
③ データ収集環境構築	KDDI	サービス事業者が利用しやすいデータ保存形式の策定
④ データ分析環境構築	KDDI	データ分析環境要件の明確化
⑤ データ集約 PF・各社クラウド接続	KDDI	複数の企業クラウド接続時の課題・要件の明確化
⑥ 追加サービス接続	KDDI	追加サービスを考慮したデータ連携 PF 仕様
⑦ データ分析・利活用サポート	KDDI	複数事業者間のデータ連携時の課題及び対策の明確化
⑧ PPM/UI アプリ設計・開発	KDDI	データ利用許諾の課題の明確化と有効な UI 検討
⑨ 健康データ集約可視化／通知のユーザインタフェース開発	シャープ	利用者(高齢者)に適した UI 仕様と健康増進サービスの継続利用に有効な通知手法
⑩ 全体検証・評価・サポート	シャープ	実証環境の構築。責任分界点の検討。

### 1-3 研究開発の成果

#### [研究開発毎]

各研究開発項目を大きく4つ(I~IV)に分けて記載する。各項目で研究開発課題との対応についても記載する。

#### I. データカタログの策定

##### (研究開発課題①)

企業間のデータ連携を促進するデータカタログ項目について用途に合わせ2段階(企画者向け、開発者向け)のカタログを策定した。

表:企画者向けデータカタログ

カテゴリ	必須/任意項目	各カテゴリの詳細項目	詳細項目の記入欄	説明	
データの 基本情報	必須	データカタログID	XXXX-XXXX-XXXX-XXXX	入力不要(自動発行)	
	必須	データ名		例:睡眠 歩行、食事、在、不在、etc..	
	必須	データの種類の 必須	個人に関する情報	個人と関係しない情報	例)気象情報→個人と関係しない情報 室温、湿度
	必須	データの取得機 必須	個人に関する情報	個人と関係しない情報	例)シャープ製エアコンAY-JXシリーズ
	必須	データ形式 必須	個人に関する情報	個人と関係しない情報	例)シャープ製エアコンAY-JXシリーズ
	必須	データ取得機 必須	個人に関する情報	個人と関係しない情報	例)シャープ製エアコンAY-JXシリーズ
	任意	データ保存場所	クラウド上(サービス名: ) 自社サーバ その他( )	※自由記入(※AI等を検索しやすくなるような文章で記載をお願いします)	
	任意	データ内容の詳細説明	JSON CSV その他( )	例)家庭用ルームエアコンのセンサーデータ:室温、湿度、及び入感センサーのデータを含む。1時間に1回取得 ただしエアコンの電源OFF時間帯は取得不可	
	任意	データ取得期間	開始( 年 月 日)~ 終了( 年 月 日) / 継続中(その他 )	開始日は時系列データの場合は最初のレコードの時間を開始日とします。日にちが正確にわからない場合は「その他」欄に2017年秋~2018年夏 など分かる範囲で入力。カタログ作成時点でデータを取得し続けている場合は「継続中」に丸をつけてください。	
	任意	規模 サンプル数(台数、人数、レコード数、DAUなど)	( )	単位も記載(人・台・行 など) ユーザー数の増加など変動する場合入力時点での最大値や変動の状況などについても記載(2016年1月時点で1万2千人、2018年3月時点で7万人 など) スマホアプリの場合は、ダウンロード数だけではなく、アクセス数(DAUやMAUも記載)	
任意	データ取得タイミング	定期(期間 ) ・ 不定期( 起因)	例:60秒間隔、データ更新起因 など		
任意	データ利用可能タイミング	リアルタイム ・ それ以外( )			
任意	データ活用事例		紹介webページへのリンクでも可		
必須	データ導出で引用したデータの有無	登録データを引用(引用したデータカタログID [ ])・ 未登録のデータを引用(引用データについての説明)・ 無	高次データの場合、導出したデータについて記載 データカタログに登録予定でまだID未発行のものは 未登録のデータ に記載		
必須	連携可能な他データ	登録データに有(データカタログID [ ])・ 未登録のデータとして有( )・ 予定( )・ 無	IDなどで紐づけ可能な他データがある場合:有 データカタログに登録予定でまだID未発行のものは 未登録のデータ に記載		
個人情報・ 個人データ	任意	ロケーション情報の有無	データ内に含む(種類 )・ 連携可能な情報として別途保有(種類/保有形式 )・ 無	種類(例):精度経度、GPS、郵便番号、都道府県など 保有形式は、配送先情報として保有 など	
	任意	利用者等氏名の有無	データ内に含む・ 連携可能な情報として別途保有(保有形式 )・ 無		
	任意	他、所有者等の属性情報の有無	有(説明 )・ 無	例:性別、年代、家族構成、職種、年収、etc..	
	任意	所有者属性情報の開示の可否(開示できる属性)	IDと組み合わせて開示可能( )・ ID無しであれば開示可能( )・ 統計データのみ開示可能( )・ 開示不可	データ利用者に直接提供できる範囲を選択 (開示できないが利用は可能という場合も 開示不可 を選択し、次項目で可能な利用方法について記載)	
	任意	所有者情報・属性情報の利用可否	通知可( ) 1:ID単位で測定データ、属性等を反映した通知設定可能 2:属性別のみ通知設定可能 3:その他 [ ] 通知不可	データから得られた在宅時間など分析結果などをもとに個別に通知できる場合は1を選択、30代女性などの属性データ別に選択した通知のみできる場合は2を選択 通知手段例:アプリ通知、広告、メール、郵便、専用端末画面/発話 など	
その他	必須	利用規約		データ利用に関する制限事項等を記載 二次利用、加工の可否、公開の可否など 外部ページへのURLでも可	
	任意	データ利用に対する価格等	無償 ・ 一部無償( )・ 有償( )		
	任意	検索キーワード	( )	検索時のキーワードとして任意に追加したい単語を記載(複数可能)	

表:開発者向けデータカタログ

本研究開発で策定したデータカタログは、データの利用者であるサービス事業者も参加し、項目の検討・検証を行ったことから、その有効性が認められ(一社)電子情報産業協会が作成する JEITA スマートホームデータカタログ項目定義書に内容が反映された。

## II. ライフデータ利活用プラットフォーム要件の明確化 (研究開発課題②～⑦)

デバイスやセンサの情報を集約するデータ集約 PF、事業者間のデータ連携を実現するデータ連携 PF の研究開発においてはユーザ・機器 ID の紐づけ等の機能の提供やオープンな形式での API 定義といった必要な要件を明確化した。

また、データ連携 PF にデータを集約する際のデータ保存形式の策定と合わせ、機器やデータ集約 PF、データ連携 PF の仕様の差異によって発生するデータ時刻の差異といった複数のデータを分析・活用する際の課題と対策をまとめた。

さらに、オープンなセキュリティリスク分析シートを基に、データ連携 PF、データ連携 PF 間で相互に最低限確認すべきセキュリティ項目を策定した。

表:データ連携参加事業者におけるセキュリティ対策要件

脅威(攻撃手法)	説明	対策			
		防御		検知/被害把握	事業継続
		侵入/拡散段階	目的遂行段階		
不正アクセス	ネットワーク経由で機器に侵入し、攻撃を実行する。	ファイアウォール 通信相手の認証 脆弱性回避 パッチ適用		ログ収集・分析	
物理的侵入	入室が制限された区画・領域(機器が設置された場所等)に不正侵入する。あるいは、物理的アクセスが制限された機器(ラックや箱内に設置された機器等)の制限を解除する。	脆弱性回避 施設管理 設置場所隠蔽		監視カメラ 入退管理ログ保管	
不正操作	機器のコンソール等の直接操作で侵入し、攻撃を実行する。	脆弱性回避			
過失操作	内部関係者(社員や協力者の内、当該機器へのアクセス権を有する者)の過失操作を誘発し、攻撃を実行する。機器に対して、正規の媒体・機器を接続した結果、攻撃に相当する行為が実行される。	脆弱性回避			
不正媒体・機器接続	機器に対して、不正に持ち込んだ媒体・機器(CD/DVDやUSB機器等)を接続し、攻撃を実行する。	脆弱性回避			
プロセス不正実行	攻撃対象機器上に存在する正規のプログラムやコマンド、サービス等のプロセスを、不正に実行する。	権限管理 アクセス制御 重要操作の承認	権限管理 アクセス制御 重要操作の承認	機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	
マルウェア感染	攻撃対象機器にマルウェア(不正プログラム)を感染・動作させる。	脆弱性回避 パッチ適用		機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	
情報窃取	機器内に格納されている情報(ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報)を窃取する。	権限管理 アクセス制御	権限管理 アクセス制御	機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	
情報改ざん	機器内に格納されている情報(ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報)を改ざんする。	権限管理 アクセス制御	権限管理 アクセス制御	機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	データバックアップ
情報破壊	機器内に格納されている情報(ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報)を破壊する。	権限管理 アクセス制御	権限管理 アクセス制御	機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	データバックアップ
不正送信	他の機器に対して、不正な制御コマンド(設定値変更、電源断等)や不正なデータを送信する。	セグメント分割/ゾーニング 重要操作の承認	セグメント分割/ゾーニング 重要操作の承認	機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	
機能停止	機器の機能を停止する。			機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	冗長化 フェールセーフ設計
高負荷攻撃	DDoS攻撃等によって、機器の処理能力以上の処理を要求し、機器の正常動作を妨害する。	DDoS対策		機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析	冗長化
窃盗	機器を窃盗する。			監視カメラ 監視カメラログ保管	
盗難・廃棄時の分解による情報窃取	盗難にあった機器や廃棄した機器が分解され、機器内部に保存されていた情報(ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報)が窃取される。	脆弱性回避		監視カメラ 監視カメラログ保管	
経路遮断	通信ケーブルを切断し、通信を遮断する。あるいは、機器から通信ケーブルを引き抜き、通信を遮断する。	入退管理 施設管理 ケーブル施工		機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム 監視カメラ	冗長化
通信輻輳	容量以上の通信トラフィックを発生させ、輻輳状態とする。	ファイアウォール DDoS対策		機器異常検知 機器死活監視	冗長化
無線妨害	無線通信を妨害する。				
盗聴	ネットワーク上を流れる情報を盗聴する。	通信暗号化			
通信データ改ざん	ネットワーク上を流れる情報を改ざんする。	通信暗号化		ログ収集・分析	
不正機器接続	ネットワーク上に不正機器を接続する。	デバイス接続・利用制限		デバイス接続・利用制限 ログ収集・分析	

### Ⅲ. 利用者に対する情報提供手法

(研究開発課題⑧、⑨)

スマートフォンによるデータ管理手段が利用者(高齢者)の情報提供に関する理解度や利便性を向上させることを確認した。また利用者にあったサービス継続を促す UI(表示、お知らせ)がサービスの利用、ライフデータ提供の継続に効果があることが確認できた。



### Ⅳ. ライフデータ利活用を想定した企業間契約の在り方

(研究開発課題⑩)

企業間でデータ連携をする際の契約形態について4つのパターンに整理し、パターンごとに事業者が担う義務、責任範囲を整理した。

表:データ利活用における事業者間契約

	1. 第三者提供案 (D⇒P, P⇒S)	2. 共同利用案 (D/P/S)	3. 委託案 1 (S⇒P, P⇒D)	4. 委託案 2 (P⇒S, P⇒D)
データ利用対象者	個人情報取扱事業者	共同利用者	委託元／委託先	
データ提供記録義務	記録義務を負う	記録義務を負わない		
データ提供先監督義務	監督義務を負わない		委託先の監督義務を負う	
個人情報保護法における課題	記録義務の負担を許容できる事業者に限定される	データ利用者の追加時にUの同意が都度必要となる	PF利用規約のもとでPを監督するSの負担が大きい	Pの委託先であるSの立場をUに理解してもらうことが難しい

[事業全体]

本ライフデータ利活用プラットフォームの研究開発と実証検証により、高齢者の健康増進、介護負担軽減といった社会課題の解決にライフデータの利活用が寄与することの確認だけでなく、複数のライフデータを企業間で連携し活用する際の基本的な課題とその対策や連携するためのインタフェース、セキュリティ要件等のライフデータ利活用プラットフォームを構築する際の土台となる仕様・要件を明らかにすることができた。

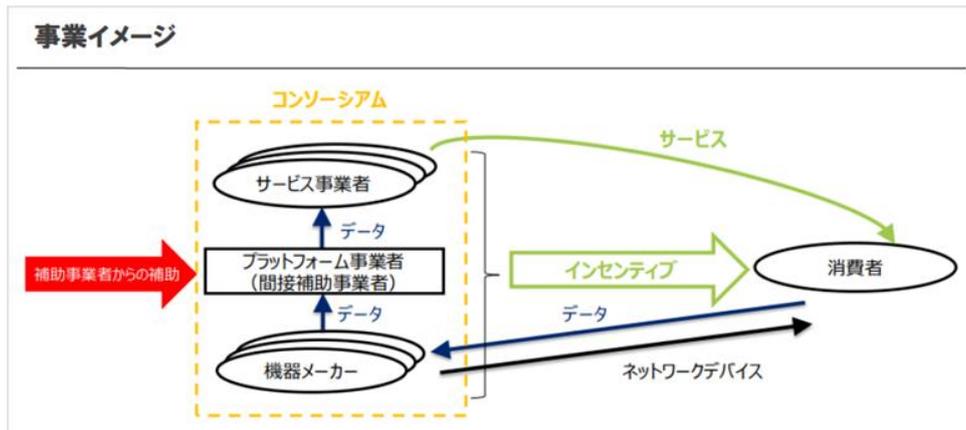
これにより高齢者の健康増進、介護負担軽減といった分野において、セキュリティ等の対応すべき事項や対利用者への情報提示といった企業が新規にデータ連携事業やプラットフォーム事業に参画する際に必要な検討内容が明瞭になり、より円滑な事業参加、ライフデータの活用を促すことができる。

2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本ライフデータ利活用プラットフォームの研究開発と実証検証への参画企業とともに、※「平成 30 年度補正予算 生活空間におけるサイバー／フィジカル融合促進事業費補助金」事業の助成を活用し、事業化を推進する。

※「平成 30 年度補正予算 生活空間におけるサイバー／フィジカル融合促進事業費補助金」

経済産業省が補助事業者(一般社団法人 環境共創イニシアティブ)を通じて実施する補助事業。複数の機器メーカーから得られる消費者の生活データを分析し、複数のサービス事業者に提供する機能を担うプラットフォームと連携したサービスの利用契約を行った消費者に対しインセンティブを付与することで、データの相互利用やネットワーク接続機器の活用を促し、社会課題の解決にも寄与するような高付加価値サービス等が生まれる環境を醸成するもの。2019 年 10 月から事業が開始される。



図：生活空間におけるサイバー／フィジカル融合促進事業  
 (環境共創イニシアティブ <https://sii.or.jp/cyberphysical30r/>)

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (6) 高齢者行動特性把握サービスに係る研究開発

コニカミノルタ株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

#### ① 概要

介護施設のスタッフは、業務の合間に入居高齢者が朝起きているかどうかの確認訪室やトイレの頃合いを見計らった訪室など高齢者の生活パターンを基礎とした介助を行う。そのため、「生活パターンを可視化することにより、そのような負荷を低減できるのではないか(生産性を上げられるのではないか)」という仮説を構築。同仮説の下、介護施設に入居する高齢者のライフデータをセンシング機器にて収集/分析することを通じて高齢者の生活パターンを可視化し、介護スタッフにフィードバックを行うことで、介護業務を効率化するサービスの実証を行い、その効果検証を行った。

#### ② 実施計画(構築するサービス像)

図1に構築を狙うサービスの全体像を示す。介護施設で暮らす高齢者の各居室に「ドア開閉センサー」「人感センサー」「睡眠センサー」の3種類の機器を設置し、同機器から高齢者の行動データを収集する。収集したデータは、機器提供者(KDDI社/EarlySense社)を通じて、KDDI社の集約プラットフォームに集積される。KDDI社は、集積データを、「連携プラットフォーム」に格納し、コニカミノルタが格納データを利用/分析して高齢者の生活パターンを可視化する。コニカミノルタは、可視化された生活パターンを、実証場所である介護付き有料老人ホーム「ソノラス・コート油壺」の介護スタッフにiPhoneを通じてフィードバックする。フィードバックを受けた介護スタッフは、同生活パターンを基に介護業務を行うといった一連の流れが実証サービスの全体像である。

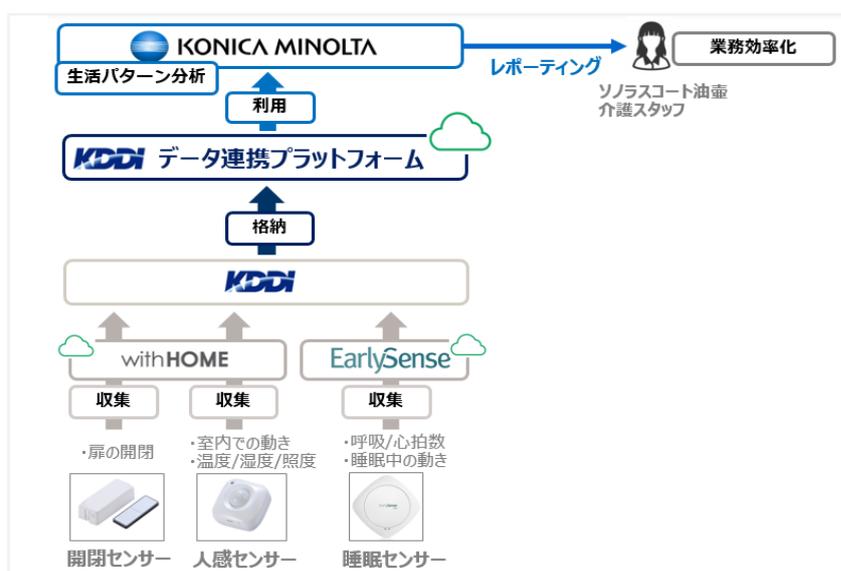


図1: 実証サービスの全体像

## 1-2 研究開発の内容と目標

### (1) 研究開発の内容

研究開発(サービス実証)を以下の3つの区分(ターム)として捉えて推進する。

- データ取得環境の整備:  
介護施設に実証機器を設置すること/入居高齢者からデータ取得に係る同意を取得することで実証開始の土壌を作る。
- データ分析  
実際に収集したデータを基に生活パターンを可視化/分析を行い、サービス内容を構築する。
- サービス検証  
構築したサービスを提供し、訪室回数を指標にすることで効果の定量測定を図る。

### (2) 各タームの目標

項目	最終目標(平成30年度末)
データ取得環境の整備	① 協力介護施設に人感センサー/ドアセンサー/睡眠センサーの配置を行うために、「機器の配置基準」を策定し、それを基に「機器配置計画」を策定する。 ② ①にて策定した「機器配置計画」を基にして機器の配置を外注する。外注先を用いて分析対象予定の高齢者の居室20部屋(予定)に機器を設置する。
データ分析	① 人感センサー、睡眠センサー、ドアセンサーから取得したデータを連携PFから取得する。これにあたりPF側から取得したデータを、DBに保存するシステムを構築する。 ② 入居者のトイレへ行く時間帯、ドアまでの移動時間、入居者ごとの差分などを可視化/分析する。可視化/分析結果から生活パターンが見える化し、訪室削減の意思決定が可能となるアプリ開発を行う。
サービス検証	① 協力介護施設において、入居者20名(予定)のデータをもとにした訪室削減サービスを一ヶ月間実施し、施設に設置しているビーコンなどを用いた訪室回数の定量評価を行う。 ② 同サービスの在宅展開に向けて、課題点を抽出する。

## 1-3 研究開発の成果

### (1) データ取得環境の整備

- ① 機器配置基準の作成

「施設の設備に負担をかけることを避ける」「高齢者に身体的/精神的負担をかけることを避ける」といったことを目的に表1が示すような「機器配置基準」を作成した。また、最適なセンサーの設置位置や留意点を表2のようにまとめた。

表1:機器配置基準(例)

基準	目的
機器の設置方法は、容易に撤去可能かつ施設への負担が最小限になる方法を選択すること	施設設備への負担低減のため
居室間単位でWi-Fiルーターを設置し、居室単位でセンサー等の接続を完結させること。	居室間のコンクリート壁による無線通信障害の可能性を排除するため
機器及びケーブル類を生活動線上に設置しない	入居者/スタッフの転倒防止
機器類を床に直置きしない。 寝面高以下のベッドサイドに設置しない。	水没トラブル（飲み物をこぼす等）を避けるため
杖/車いす/歩行器の使用の障害になる位置（車いすのタイヤがあたりやすい高さ等）に機器を設置しない。	機器の破損防止のため
機器類は入居者が触れにくい場所に設置する。それが難しい場合、可能な限り目につかない場所（物陰/入居者の視線より上）に設置する。	入居者に不快感を与えないため 機器に触れることによる機器破損を防ぐため
コンセントを利用する場合にはタップを使用し、入居者が使用可能な元のコンセント口数を維持する。	入居者の生活上の手間/不快感を避けるため。

表2:検出シーンと留意点(例)

検出シーン	洗面台利用	
使用センサ	人感センサー、ドアセンサー	
設置位置	洗面台下(赤点)PRドア/トイレドア(緑点)	
注意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>共用部の人の移動(洗面台周辺の移動/収納棚へのアクセス)による誤検知を回避するために、足元を狙う等センシング可能エリアをできる限り絞りこむこと。</li> <li>センサーが車いす利用者の足や車いすに接触しないようにする。</li> <li>水濡れに伴う機器故障を回避するため、給排水管周辺への設置は避けること。</li> </ul>	

## ② 機器配置計画の作成

①で作成した「機器配置基準」を基に、各機器を各箇所に設置するにあたっての具体的な仕様(天井からセンサーまで〇〇cmのスペースを空けて設置する等)を定めた「機器配置計画書」を作成した。同計画書内では、センサ種別と設置場所、取り付け方法、設置位置指定などを写真付きで示した。実際の作成例を図2として示す。



図 2 機器配置計画(例)

(2) データ分析

① アプリ開発

AWS Quicksight を用いて、アプリ開発を実施した。表示内容を表 3 に、開発した PC アプリ画面を図 3 に示す。尚、匿名化の観点から個人情報が見え隠れするよう処理を施している。

表 3: 表示する生活パターン情報

グラフ	表示内容
入眠/起床/トイレパターン	昨日の入眠/起床/トイレしたタイミングを時系列で表示する
起床	よく起床する時間を順番に表示する
睡眠/入眠までの時間傾向	入居者ごとに睡眠/入眠までの時間の傾向を表示する。
睡眠/入眠までの時間比較	入居者ごとに睡眠/入眠までの時間を比較する
トイレ傾向	入居者ごとにトイレの回数を日毎に表示する
温湿度一覧表	温湿度の最新データを表示する
温湿度グラフ	入居者ごとの温湿度をグラフで表示する

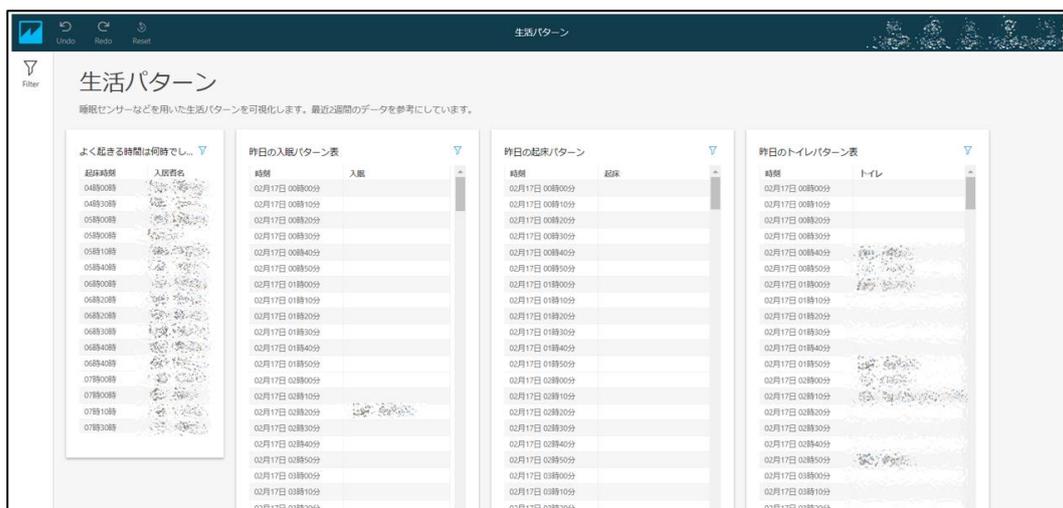


図 3: 表示画面(例)

(3) サービス検証

① 現場観察から得た仮説

現場課題に係る仮説構築を目的として、コニカミノルタの研究員が協力介護施設のワークフロー調査を実施。結果として、特に朝のモーニングケアの訪室回数削減(業務効率化)できるのではないかという仮説を構築した。協力介護施設では、朝のモーニングケアとして起床した入居者に対して、順番にお茶出し/タオル出しを実施している。そのため、一次的に入居者が起床しているか否かの確認のために訪室、起きていなければ戻って再度訪室というフローをとっている。よって、睡眠傾向を生活パターンの一つとして可視化し、訪室順位をつけることで、無駄な訪室が削減できると考えた。

② 検証条件

検証条件は以下の通り。

項目	内容
期間	2019年1月8日～2019年2月15日
利用スタッフ数	1名
対象入居者数	16名
対象業務	モーニングケア
生活パターン可視化方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>スタッフに iPhone 及びタブレットを貸与し、生活パターン可視化画面を表示。</li> <li>施設 PC に生活パターン可視化画面を表示。</li> </ul>
評価指標	訪室回数
測定方法	ビーコン及び訪室ボタン
マニュアル提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>iphone 起動マニュアル</li> <li>アプリ起動/操作マニュアル</li> <li>ビーコン操作マニュアル</li> <li>実証説明資料</li> </ul>

### ③ 検証結果

まず、定量的な評価について。図4に実証前後の訪室回数の測定結果を示す。同図が示す通り「事前測定」と「実証期間中の測定」には、訪室回数に差がみられなかった(事前測定で19回訪問、実証期間中に20回)。

次に、定性的な評価について。介護スタッフから「アプリを利用することで、訪室の優先順位をつけて効率的に朝のケアを実施することができた。余裕ができたので、いつもは手がまわらない次のシフトのスタッフの業務準備ができた」という旨のコメントを受けた。

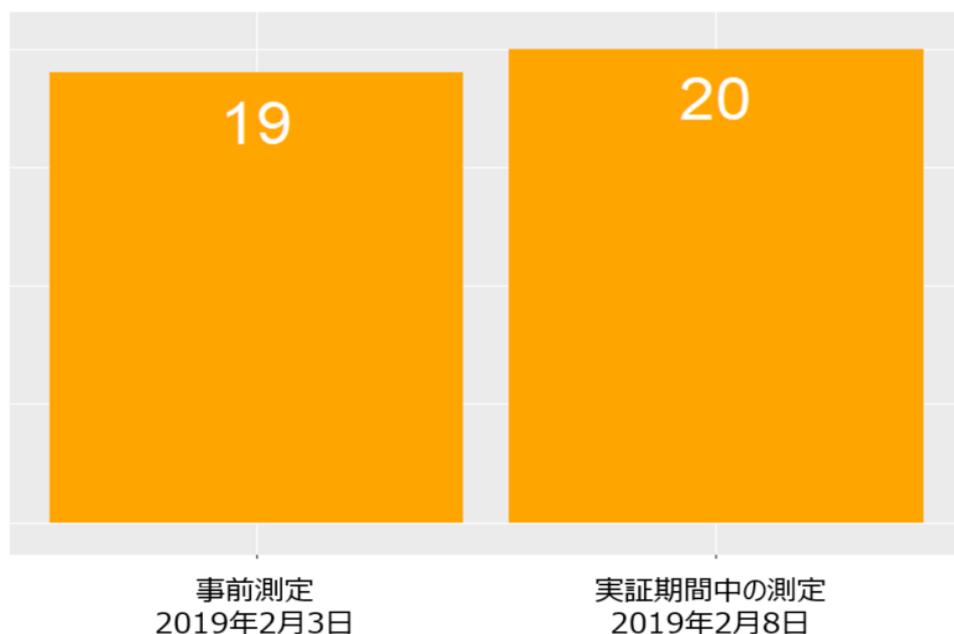


図4: 実証前後の訪室回数の測定結果

### ④ 考察

まず、定量面について。訪室回数に変化が生じなかった原因として根本的に「アプリ利用率の低さ」があったと考える。今回はアプリの利用率が著しく低かった。その理由としては、「ITハードルがある」「現場に利用のモチベーションがない」ことが挙げられる。前者に関しては、そもそもiPhoneの使い方がわからない等のハードルがある。「使い方がよくわからないので使いたくない」という問題が生じる。後者については、介護の方法を変えることについて当事者意識があまり醸成できなかった。「わざわざ働き方を変えたくない。だから使いたくない」という問題が生じる。

前者に関しては、介護に関するサービスを運用する上での共通課題であるといえる。今後は、介護職の専門学校等においてIT介護をカリキュラム化するなど、根本的な意識改革が必要になると考えられる。

後者に関しては、施設ルール等によってまず「使うこと」を強制し、使用に関する合意を形成の上、サービスの中で「働き方が変わる(業務が楽になった)」の成功体験を感じてもらい、「IT機器を使った介護の良さ」を作り上げることで、当事者意識を形成していくべきであったと考える。

次に定性面について。アプリ利用により、当該スタッフはデータに基づく訪室の意思決定ができ、心理的・時間的ゆとりが生じたと推測する。定性評価において業務効率化の効果を確認することができたと考えられる。

#### ⑤ 在宅展開に向けた課題

在宅展開に向けて、課題の整理を行った。その整理結果を図 5 に示す。

準備段階においては、機器準備の煩雑さ/複雑さ(機器の wi-fi 接続等)や ID 管理を誰が担うかという課題がある。この点については、高齢者本人や家族に担わせるのは現実的ではない。サービス提供側としては、可能な限り利用者負担の軽減に努めることが必要となる。

サービス開発段階においては、高齢者の情報を管理する共通土壌及びその更新が必要になり、更新主体の検討も進めなければならない。

サービス運用段階においては、主に IT 利用に関するハードル/モチベーションの壁を越えていく必要がある。上記課題を解決した上で、単なるデータの可視化ではなく、利用者の状況にあわせてデータの活用を提案するようなサービスを構築していく必要がある。

### 在宅展開に向けた課題整理

<b>準備</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 機器準備の煩雑さ/複雑さ</li><li>・ ID管理</li></ul>
<b>サービス開発</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 情報管理/更新</li></ul>
<b>サービス運用</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 高齢者による機器干渉</li><li>・ サービス利用率の低さ</li><li>・ 電源管理</li></ul>

図 5:在宅展開に向けた課題整理

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究においてデータ提示だけでなく、利用者状況に合わせたデータ活用提案が必要であることが判明。そのため、データ活用提案を具体化した上で、施設向けサービス/在宅

向けサービスを展開していく戦略をとる。各サービスそれぞれの取り組み計画とマイルストーンを下記のように設定。

助成期間終了後 実用化開発項目	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	予想される 重大な障害
① サービス企画	施設第1世代(居室内行動) 在宅第1世代(ケアマネ向け)	施設第2世代(施設内行動) 在宅第2世代(在宅医療向け)				・特になし
② 効果検証(PoC)						・顧客属性による受容性バラつき大⇒ケアサポートソリューション顧客から広い属性顧客を検証対象として選定
③ システム、アプリ開発 (データ環境構築)		クラウド環境構築				・データ種類の途中増加によるデータベース破壊⇒十分な拡張性に配慮して当初より仕様決定
④ サービス提供	施設第1世代		施設第2世代 施設海外展開(中国市場より)			・個人データ活用サービスに対する国ごとの制度への対応必要⇒日本の制度に近い地域から順次参入
投資金額(百万円)	150	150	100	100	50	
売上高(百万円)	108	342	810	1,206	1,620	
収益(百万円)	0	35	100	200	320	
直接新規雇用者数(累積人)	5	6	8	10	12	
間接雇用数を含む新規創出雇用者数(累積人)	10	25	60	80	120	

図 6 各サービスの取り組み計画とマイルストーン

利用者の状況にあわせたデータ活用提案サービスのため、在宅向けサービスにおいて、以下の課題を解決していく必要がある。

- ・ サービス準備段階  
機器準備の煩雑さ/複雑さ、ID 管理を誰が担うかという課題がある。この点については、高齢者本人や家族に担わせるのは現実的ではない。サービス提供側としては、可能な限り利用者負担の軽減に努めることが必要となる。
- ・ サービス開発段階  
高齢者の情報を管理する共通土壌及びその更新が必要になり、更新主体の検討も進めなければならない。
- ・ サービス運用段階  
高齢者による機器干渉と、機器の電源管理が課題となる。また、IT 利用に関するハードル/モチベーションの壁を越えなければサービス利用率の向上は見込めない。

弊社では 2016 年度より、介護施設向けに介護効率化ソリューションのシステムを展開中である。このシステムを基に、各サービスのシステムを構築していく。

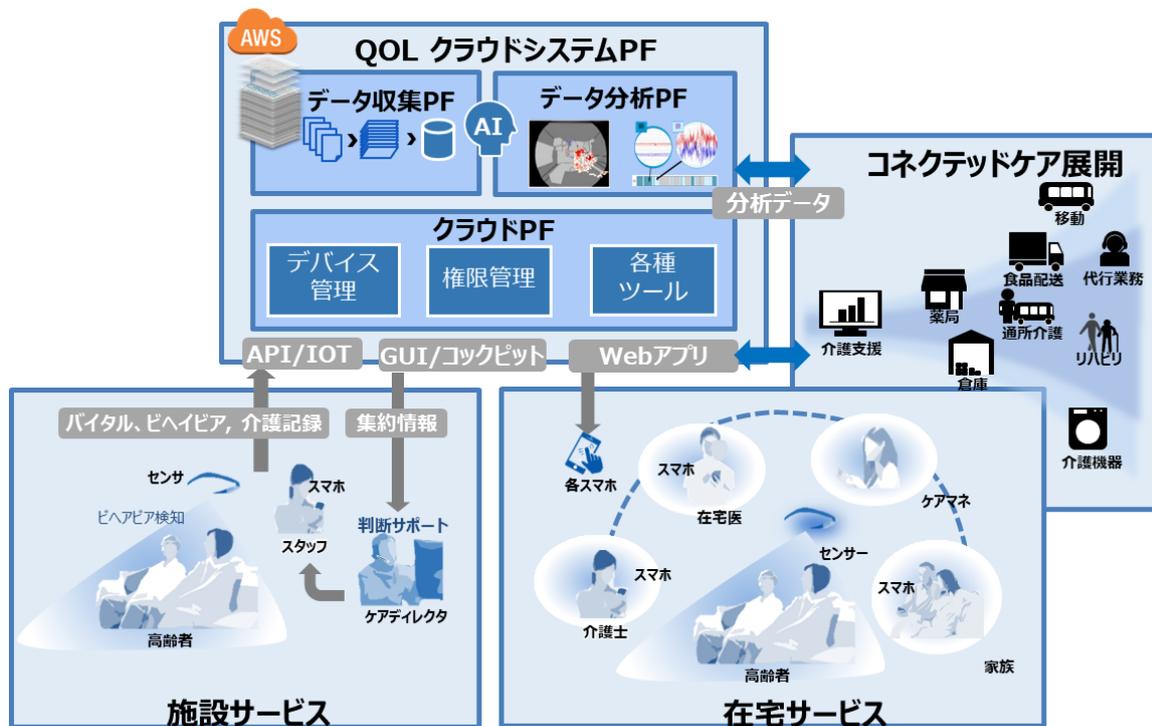


図 7 介護施設向け 介護効率化ソリューション システム

また、各サービスの展開は「介護人材不足」に対して、波及効果がある。

介護保険制度の利用を必要とする後期高齢者は急激に増加し、団塊の世代が後期高齢者となる 2025 年にはピークに達する(2025 年問題)。一方、「介護人材不足」により、高齢者の受け皿整備(人材/ハード)は需要が追いついていない。外国人技能実習生制度の拡充などの手当てを行っているが、同様に追いついていない現状である。これに対して、介護業務の効率化は、大きな社会的意義がある。単純計算で 15%の業務効率を実現できれば、2025 年の人材不足の穴埋めができる。

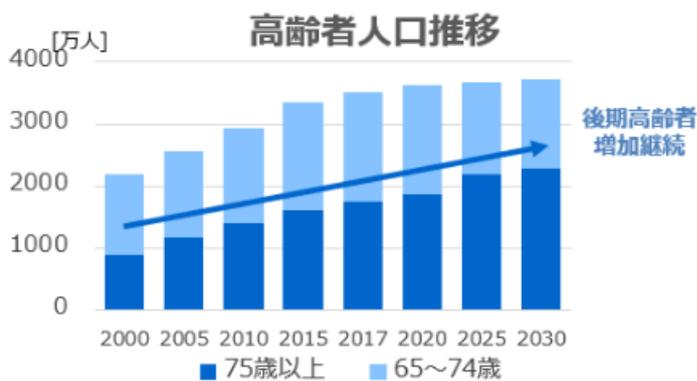
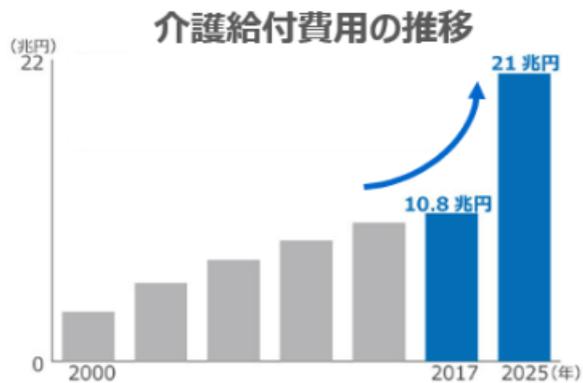


図 8 高齢者人口の推移



出典：内閣府

図 9 介護給付費用の推移

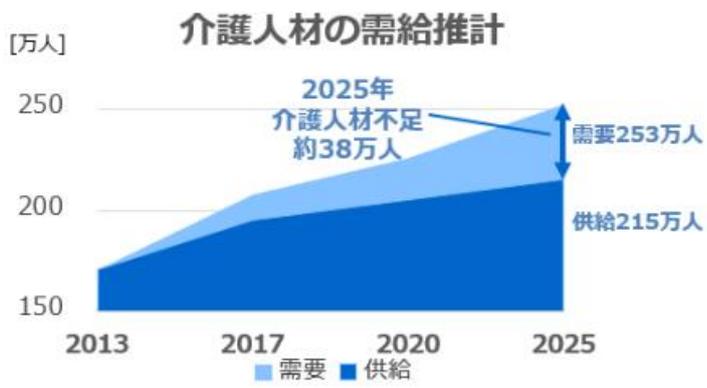


図 10 介護人材の需給推計

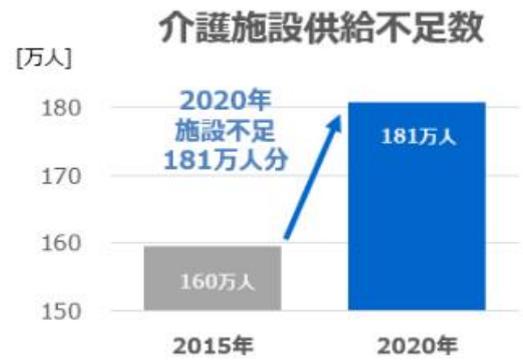


図 11 介護施設供給不足数

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (7)ライフデータを活用した会話ロボットによる生活支援の研究開発

シャープ株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

コミュニケーションロボットは、超高齢化社会において高齢者の暮らしを支える一つの手段として期待されている。特に当社の RoBoHoN(ロボホン)は、小型で、かつ人型であることにより、一般家庭への導入のしやすさと親しみやすさを兼ね備えており、高齢者だけではなく、幅広い世代のご家庭で既に利用されている。

高齢者世帯の生活上の問題として、会話の減少、生活行為(活動)の減少が認知症や生活不活発病及び生活習慣病の原因となると指摘されているため、コミュニケーションロボットからの会話促進や行動促進の働きかけを、音声を通して分かりやすく楽しみながら提供できるサービスの開発が必要である。

そこで、利用者に関わる様々な情報を元に、適切な情報や会話を利用者へ出力する、以下の3つのサービスの研究開発と実証検証を行う。

#### ① 健康増進アドバイスサービス

ロボットとの対話やデータ連携 PF から得られた食事履歴や体重や歩数等の健康データを活用し、コミュニケーションロボットが利用者に活動促進・健康増進・食事アドバイスを行うサービス。

#### ② 認知機能トレーニングサービス

ロボットとの対話やデータ連携 PF からの行動データなどを活用し、コミュニケーションロボットと一緒に記憶の呼び起こしを促す認知トレーニングサービス。

#### ③ 見守りサービス

ロボットとの対話データやデータ連携 PF からのデータなどを活用し、また、コミュニケーションロボットと会話する声の状態から状況を把握し、遠隔地の家族へ状況を通知する見守りサービス。

### 1-2 研究開発の内容と目標

3つの研究開発の内容と目標は以下とする

#### ① 健康増進アドバイスサービス

音声対話から食事メニュー、データ連携 PF から体重・歩数等のデータを記録し、メニュー名から摂取カロリー、栄養素量を取得する API を組み込み、解析を行う。食事メニューや体重を登録した後は、ロボホンから活動促進・健康増進・食事アドバイスを行う。その結果として、ソフトウェア利用後に利用者の体重や食事メニューの記録頻度が上が

ること、また、利用者が食事から得たエネルギー・栄養素などが適正值により近づくことを目標とする。

### ② 認知機能トレーニングサービス

ロボホンとの対話及びデータ連携 PF からの行動データなどを活用し、それらに基づいた質問を生成し、音声によるクイズ形式で利用者へ問い合わせを行う。その結果として、本トレーニングを利用者が継続して実施することを目標とする。

### ③ 見守りサービス

利用者の感情状態を推定する音声解析を組み込み、その推定結果とデータ連携 PF からのデータ及びロボホンとの対話データを活用し、遠隔地の家族に高齢者の状態をお知らせする。その結果として、遠隔地の家族の安心度が上がることを目標とする。

## 1-3 研究開発の成果

本研究開発を通して、ロボットとの生活の中で音声によるコミュニケーションを取ることが、親しみや愛着を醸成していく上で重要な要素となり、サービスの継続的な利用率や評価にも大きく影響することが分かった。それぞれの研究開発課題に関する成果は、以下の通り記述する。

### ① 健康増進アドバイスサービス

本研究開発課題に関しては、一部達成という結果となった。

本実証実験に最後まで参加した 28 人中 18 人 (64%) が、食事登録に関して「よく登録した」「少し登録した」と回答し、残りの 10 人 (36%) が「まったく登録しなかった」と回答した。「まったく登録しなかった」10 人に着目すると、10 人中 6 人がもともと食事内容や体重・歩数の管理に、「関心はなかった」「どちらともいえない」と回答しており、本サービスは事前に興味がなかった利用者に対して利用を促すことができなかったと考えられる。一方で、「関心はあった」と回答した 55%(16 人)の利用者は、75%がサービスを利用した結果となった。

また、ロボホンとの会話頻度に関して、「毎日会話した」と答えた、ロボホンに対する愛着を持った利用者は比較的多く本サービスを利用して登録していたことから、ロボホンとのコミュニケーションを促進することで、登録頻度を高められる可能性が示唆された。

次に、本サービスを実際に「よく登録した」「少しは登録した」と回答した利用者 18 人を対象に、食事登録のフローを評価してもらったところ、特にメニュー名の登録に関して難しいと回答した割合が高くなった。今後の対応として、検索結果として提示するメニューを汎用的なものに絞り込み、利用者のメニュー表現も複数合致するよう改善することを検討する必要がある。

当該研究開発課題の内容に似たスマートフォン向けのヘルスケア系アプリは数多く存在する。しかしながら、往々にして、そういったサービスは開始することよりも継続することが課題となるため、利用者に対して能動的な話しかけ等のアプローチが可能となるコミュニケーションロボットが、利用者との間に愛着と信頼関係を構築することができれば、長期間の継続利用を見込むことができると考える。

## ② 認知機能トレーニングサービス

本研究開発課題に関しては、達成したと言える考える。

本実証実験に最後まで参加した 28 人中 17 人 (61%) が、ロボホンから出題されるクイズ・質問に「毎日答えた」「たまに答えた」と回答し、過半数がトレーニングを継続することができたと言える。

本サービスの感想として「頭の体操になってよかった」「ロボホンから能動的に出してくれるのがよかった」に対するポジティブな回答が多く得られた。

しかし、「頭の体操になってよかった」に対してはネガティブな意見も多く、クイズの難易度が低かった、もしくはパターン化されているために物足りなさを感じた可能性があり、問題の定期的な更新や利用者の正解率に応じた問題の調整等が必要と思われる。

当該研究開発課題も、前述の健康増進アドバイスサービスと同じく、継続することが課題となるため、会話を通して能動的なアプローチが可能となるコミュニケーションロボットを用いることで、継続利用が見込めると考える。

## ③ 見守りサービス

本研究開発課題に関しては、達成したと言える考える。

利用者に対して、自分の生活に関する情報が、ロボホン経由で家族に自動でメール送信されていることに対してどう思うかを集計したところ、「不快に感じる」と回答した利用者は 1 人にとどまり、概ね「特に気にならない」という回答が得られた。

利用者の近況報告メールを受け取った家族に対してのアンケートを見ると、「家族の状態を確認することができて安心した」という質問にポジティブな回答が多く、本サービスは利用者の家族にも好感を持って受け入れられる可能性が示唆された。

また、報告メールの内容に関しては、「お喋りの回数」に関する内容が、利用者の家族にとって良かったという評価が得られており、コミュニケーションロボット特有の情報であり、優位な点だと考えられる。

当該研究開発課題に関しては、特定の機器やセンサーの利用状況を遠隔地の家族に送信することにより安否を確認するような類似サービスは存在しているが、対話の内容や、声の調子などを共有できるサービスはあまりなく、監視カメラやその他の見守り端末と比べて優位性はあると考えられる。今後の課題としては、声の調子と実際の発話内容を合わせて解析することで、その時々々の体調や心の状態を推定することもできると考えられるので、コミュニケーションロボットだから取得できるデータの活用を検討する。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### ① 健康増進アドバイスサービス

本研究開発に関しては、2019 年 5 月末のロボホンのアップデートにより、「ヘルスケア」という名前で、当該サービスの機能を一部搭載したアプリケーションを既にリリースしている。アプリケーションのダウンロードは無料とし、食事内容の登録、及びその登録結果に基づくカロリーや栄養素情報の提供・アドバイス発話を行う機能は、月額 300 円 (税抜) の有料課金サービスとした。

実際に利用しているユーザーからは高評価の声はあがっているが、利用率が低いのが課題となっている。問題は、大きく「利用動機の不足」「登録が手間」の2つだと考えている。前者に関しては、一般コンシューマーということで、既に健康管理はスマホで行っていたり、必要性を感じていなかったりなど、利用しない要因を分析する必要がある。後者に関しては、効果を落とさず簡易な方法がないか検討する。また、月額300円を支払っても利用したいと思ってもらえるように、機能を細かく紹介していくなど、効果的なプロモーションも検討していく。

## ② 認知機能トレーニングサービス

本研究開発に関しては、2点の実用化・事業化の戦略を検討している。1つは、一般コンシューマーのロボホン向けに、記憶力トレーニングサービスとしてアプリケーションの配信を行うもので、もう1つは、法人向けとして、介護施設やデイサービスなどの施設向けにロボホンの導入を提案し、当該サービスの機能やレクリエーションなどが使えるようなサービスを提案するものである。

提案するにあたっては、かかる費用をどのように回収するか、利用者に負担頂くのか事業提供者に負担頂くのかなど、ビジネスモデルの策定が課題となる。コンテンツのアップデートや、利用者に合わせて出題内容を変える仕組みなども行う必要があり、継続してサービスとして提供していけるフレームワークづくりが必要であると考えている。

## ③ 見守りサービス

本研究開発に関しては、一般コンシューマー向けの既存のアプリケーション「あんしん」の進化として、声の調子を含めた、対話から得られる利用者の情報の取得と活用を検討する。

実用化にあたっては、認知機能トレーニングサービスと同様、費用の回収をどのように行うかなどの課題がある。

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

#### (8)ライフデータを活用した健康相談サービスの研究開発

セコム株式会社

## 1 研究開発成果

### 1-1 研究開発の概要と実施計画

わが国では、超高齢社会の進行に伴い要介護人口が増加し、医療・介護負担も増大している。要介護3以上の人口は2010年代には200万人を突破し、現状の増加ペースで進むと2020年代前半には300万人台に到達することが予想(※)されており、高齢者が少しでも長く元気に生活を続けられ、増え続ける社会的負担を軽減する環境を整えることは喫緊の課題の1つといえる。

セコム株式会社は、安全・安心・快適・便利な社会を支える様々なサービスを提供してきた。現在は、社会環境の変化に応じて、従来のサービスを通じて培ってきた社会とのつながりをベースに、さまざまなパートナーと手を組んで、暮らしや社会に安心を提供する社会インフラを構築していく「あんしんプラットフォーム」構想を打ち出し、時間や空間にとらわれず、一人ひとりの顧客に寄り添った最適なサービスを切れ目なく提供していくことを目指した取組みを開始している。また、超高齢社会に関しては、これら一連の取組みの中でも特に重視しているテーマの1つとしてきた。

当社では、健康に関するサービスの1つとして、従来からホームセキュリティサービス契約者向けのオプションとして、健康に関する相談、医療機関の受診・検査に関する質問に経験豊富な看護師が答える健康相談サービスを提供しているが、現状は対応者が電話(会話)により利用者の状況を把握している形態であり、さらなるサービスの向上に向けた検討課題も認識している。

本研究開発では、このような社会的課題及び当社が提供する健康相談サービスのさらなる向上にむけた課題の解決策の一つとして、IoT 技術を活用し、プラットフォーム上で他企業と連携しながら、アクティブシニアの健康を促進するサービスの可能性を検証する。

(※厚生労働省 第55回社会保障審議会介護保険部会資料より)

### 1-2 研究開発の内容と目標

セコム株式会社が従来から提供している健康相談サービスでは、下記2点の課題があった。

- ① 利用者を即時特定できないため、健康相談履歴データの活用が困難である。
- ② 利用者の申告に伴う健康相談のため、健康相談対応の際の客観性が低い。

上記2点の課題を解決するため、下記各項目の研究開発を目標とした。

表-1 研究開発目標

項目	最終目標(平成30年度末)
<p>ライフデータによる健康相談サービスシステムの開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者受付支援システムの構築                利用者が健康相談サービスへ電話をかけた際に、利用者を電話の発信者番号通知により自動特定し、看護師(以下、対応者)が利用者の過去の相談内容を確認できるようにするためのシステムを構築する。</li> <li>・健康情報確認システムの構築                対応者が、利用者の健康情報を確認するために、家庭内にある機器やIoTセンサーからプラットフォーム上に蓄積されたライフデータを取得し、表示するためのシステムを構築する。</li> </ul>
<p>ライフデータの健康相談への有効活用の実証</p>	<p>以下を目標とし、構築した健康相談サービスシステムにて実証を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・看護師のライフデータの確認方法の決定                利用者受付支援システムにおける利用者の過去の相談内容の妥当性、及び健康情報確認システムにおけるライフデータの表示内容の妥当性を検証し、利用者への回答時における、対応者のライフデータの確認方法を定める。</li> <li>・健康相談サービスの利用者満足度合いの向上                利用者の健康相談サービスの満足度合いを測定する。指標として、健康相談の利用頻度及び通院頻度を用い、測定は利用者へのアンケートにより行う。実証開始前及び終了時にアンケートを実施し、健康相談の利用頻度及び通院頻度の変化の原因をヒアリングする。満足度合いの向上を目指す。</li> <li>・健康相談サービス体制の決定                実証における健康相談サービスの相談内容から、相談に活用するライフデータにおいて、運動指導、栄養指導、介護指導など看護師資格だけでは対応できない内容の検証を行う。看護師資格だけでは対応できない相談の割合と、必要になる資格(栄養士、保健師など)を整理し、どの程度の規模(利用者数)に対して、どのような体制で相談を受け付けるのが効率的かを定める。</li> <li>・プラットフォーム事業者へ成果の共有                健康相談サービスに有効な、ライフデータの種類や取得頻度等の要件を整理し、プラットフォーム事業者へ共有する。</li> </ul>

### 1-3 研究開発の成果

表-2 研究開発項目に対する成果と達成状況

研究開発項目		成果と達成状況
ライフデータによる健康相談サービスシステムの開発	利用者受付支援システムの構築	・利用者が健康相談サービスへ電話をかけた際に、利用者を電話の発信者番号通知により自動特定し、対応者が利用者の過去の相談内容を確認できるようにするためのシステムを構築した。
	健康情報確認システムの構築	・対応者が、利用者の健康情報を確認するために、家庭内にある機器やIoTセンサーからプラットフォーム上に蓄積されたライフデータを取得し、表示するためのシステムを構築した。
ライフデータの健康相談への有効活用の実証	看護師のライフデータの確認方法の決定	<p>・構築した利用者受付支援システム及び健康情報確認システムの表示について、対応者から「有益である」との見解を得、サービス提供上での一定の効果を確認できた。</p> <p>・各ライフデータの中で、特に血圧において相談時の利用者からの主観的な申告との乖離が認められたケースが複数あり、適切な健康アドバイスに有効なデータであることが確認できた。</p> <p>・睡眠のように、従来は自己申告による情報であったものをデータ化して可視化することで、サービス提供時の判断材料になり得るとの理解に至った。</p>
	健康相談サービスの利用者満足度合いの向上	<p>・健康相談サービスの利用頻度が期待していたほどに伸びず、サービスを通じて通院回数が減ることも確認できなかった。そのため満足度向上を計測することができなかった。</p> <p>・一方、サービスを利用した利用者においては、再度の利用について積極的な見解の回答が見られた。</p>
	健康相談サービス体制の決定	<p>・健康相談サービスの内容において、1)利用者には何らかの症状があるケース、2)症状が無いケースがあるが、1)では看護師、2)では保健師による対応が効果的である。今回の研究開発での健康相談においては、1)に分類される相談が多かったことから、看護師が対応者となる体制が適切であるとの理解に至った。</p> <p>・複数の対応者による相談品質のばらつきを防ぐため、データ利用時の統一した対応方針の確立が必要であるとの理解に至った。</p>

	プラットフォーム事業者 へ成果の共有	・今回の研究開発を通して、サービス事業者として、仕様面、セキュリティ面、その他サービス検討時の基本原則の重要性について見解を示した。
--	-----------------------	--

●補足

(1) ライフデータによる健康相談サービスシステムの開発

図-1に示すシステムを開発し、利用者のライフデータを健康相談時に確認できる環境を構築した。

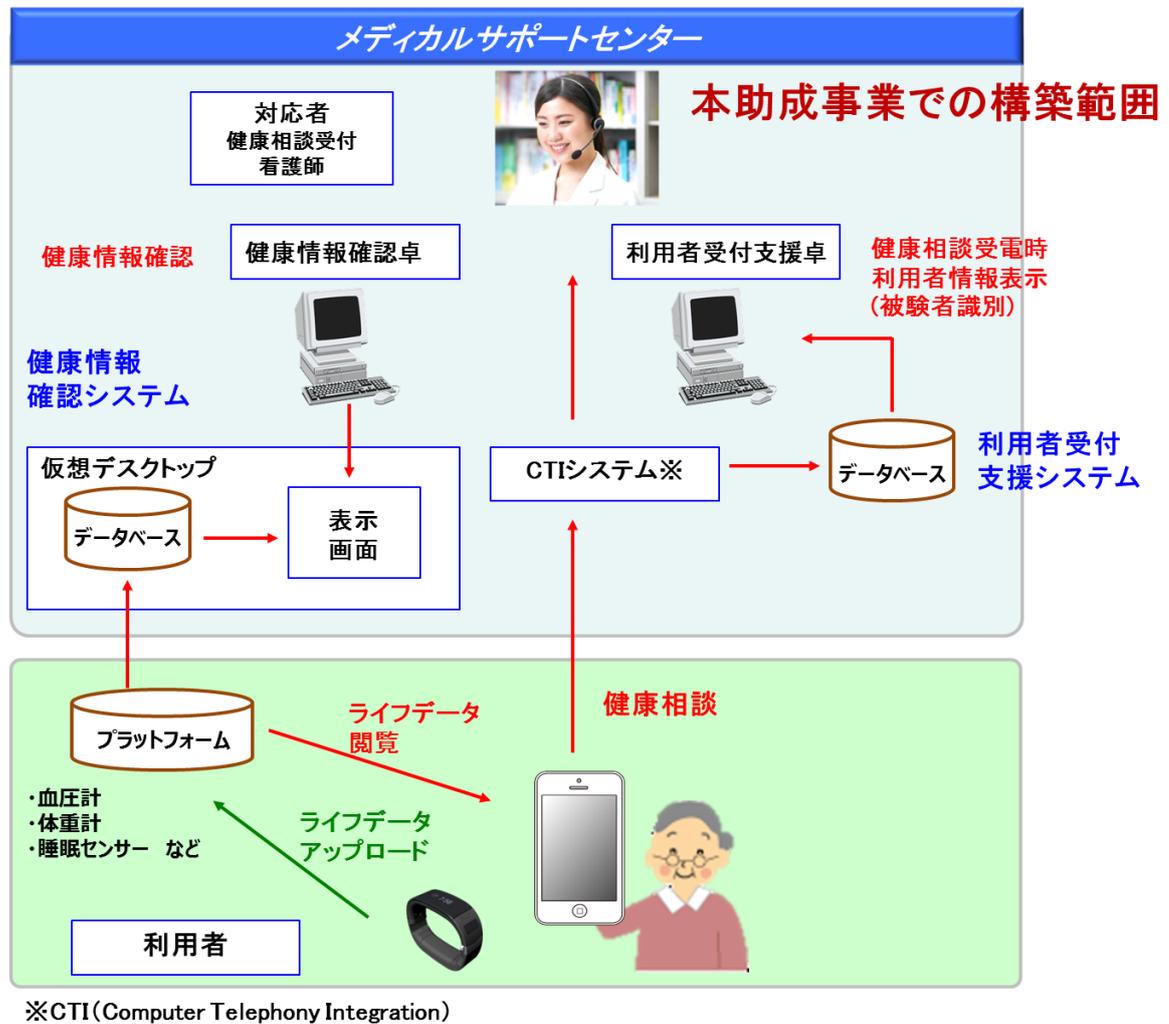


図-1 本研究開発で開発・構築したシステムの概要

(2) ライフデータの健康相談への有効活用の実証

① 看護師のライフデータの確認方法の決定

図-2に、対応者が複数のライフデータを容易に確認できることを主眼として構築した画面を示す。時間軸で値をグラフ化したものを並べて、複数のライフデータの時間による変化状況を比較、確認できるようにした。

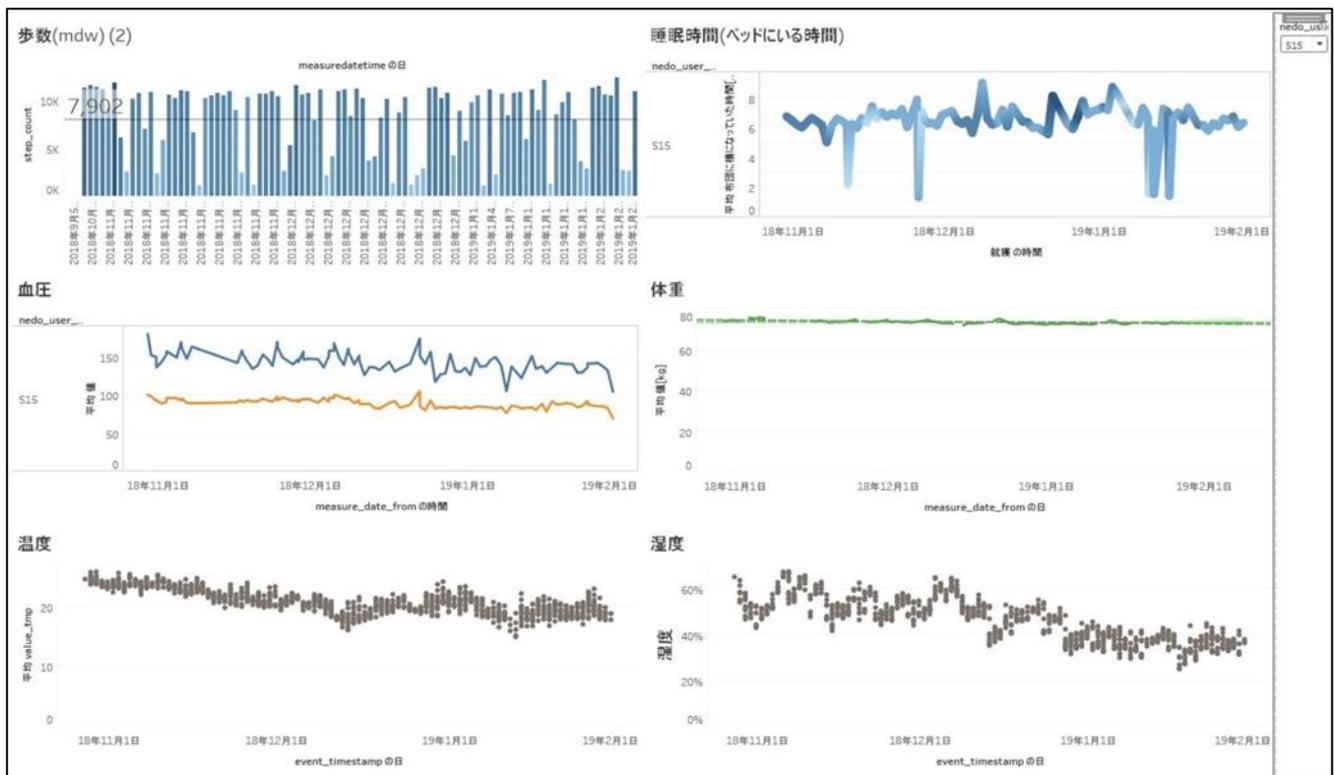


図-2 対応者へのライフデータ提示画面

## ② 健康相談サービスの利用者満足度合いの向上

健康相談サービスの利用頻度が期待していたほどに伸びず、サービスを通じて通院回数が減ることも確認できなかった。そのため満足度向上を計測することができなかった。(当初は、通院回数が減った場合、その理由をヒアリングすることで満足度を計測する予定だった)

サービスの利用頻度が伸びなかった理由の考察を通じて明らかになった課題及び解決方針については、「4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて」で取り上げる。

一方で、サービスを利用した利用者においては、再度の利用について積極的な見解の回答が見られた。仮に長期にわたる実証期間を設定して継続的なサービス利用に繋がれば、満足度合いの向上につなげられた可能性は十分にあると考える。

## ③ 健康相談サービス体制の決定

健康相談サービスの内容において、1)利用者には何らかの健康上のトラブルに関する症状があるケース(肩が痛い等)、2)症状が無いケース(禁煙したい等)がある。明確な制限は存在しないが、1)のケースでは看護師、2)のケースでは健康相談の内容により保健師による対応がより効果的な場合もある。本研究開発での健康相談においては、1)に分類される相談が多かったことから、セコムメディカルサポートセンターを窓口として看護師が対応者となる体制は適切であったものとする。

また、複数の対応者による相談品質のばらつきを防ぐため、ライフデータ利用時の統一した対応方針の確立が必要であるとの理解に至った。

#### ④ プラットフォーム事業者へ成果の共有

サービス事業者として、プラットフォーム上に蓄積したライフデータの活用法やシステム構築に関する検討を通じて、プラットフォームの API 仕様、運用等について認識した以下の検討課題について提言した。

仕様面では、データフォーマット、データ取得に関する API の整備、データのリアルタイム性確保に関与する基本的な処理スペック、データ削除・上書きに関するルール化、データの整合性確認に関して、今後の検討課題と考える点を提示した。

セキュリティ面では、実証実験から実用化に向けて検討を進めるには、さらに深い議論が必要との見解を示した。

高次データの利用に関して、詳細仕様の整備と開示、サービス事業者が十分な検証を行うための環境整備、高次データのメニュー化、非加工データの同時提供といった検討課題を提示した。

その他、プラットフォーム側の機能・性能を優先する部分と、逆にサービスシステム側からのリクエストが可能な機能・性能指標の明示など、検討時の基本原則の重要性についても見解を示した。

## 2 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 2-1 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本研究開発において実施した健康相談サービス実証実験において、一定数のサービス利用はあったものの、その利用頻度は期待していたほどには伸びなかった。この理由の考察を通じて、実用化・事業化に向けて以下の各課題が明らかになった。

実証サービスの実用化にあたり、これら課題の解決は必須であり、実証実験時の形態のまま事業化検討を進めるのは困難との判断に至った。

表-3 健康相談サービスに関する課題一覧

No.	分類	項目	内容
1	サービス関連 ※これらは、そのまま3-1-2-3で提示した「健康相談サービス	サービス対象設定の不適合	要介護予備軍として、アクティブシニアをサービス利用者と想定して募集したが、アクティブシニア層では日常から健康管理に気を配っている方も多く、健康相談の必要性を感じない方が多かったためと推測する。
2	を通じて通院回数が減るような形での満足度向上が見ら	機器利用の難しさ	コンソーシアム内の他サービスと合わせ、利用者宅には多数の機器が同時に設置された。これら機器の取り扱いに習熟するまで時間を要し、かつ機器を使えるようになった時点で一定の満足

	れなかった」ことに関する課題となる。		感を得てしまい、サービス利用の段階まで到達しなかった利用者が多くいたと推測する。
3		電話相談に対する抵抗感	利用者アンケートにおいて、サービスを利用しない理由として「電話相談に抵抗がある」との回答が複数あった。初回利用に向けた心理的ハードルが、想定以上に大きかった。
4	データ活用方法	ライフデータ情報の表示	対応者より、同一日付内でも取得時間がばらばらの複数データを日単位で表示する形では、データの相関性がわからないとの指摘があり、サービス提供に有効なデータ表示の整合性の確保という点で課題が残った。
5	プラットフォーム利用	データ転送のリアルタイム性	健康相談サービスでは、対応者と利用者のコミュニケーションがベースとなっており、双方が同じライフデータをもとに会話する必要がある。現状のシステムではデータ取得から表示までのタイムラグがあるため、相談時のコミュニケーション上の齟齬を生む原因となり得ることを認識した。
6		データの信頼性 (高次情報)	例えば睡眠データのように、単純な物理量ではなく、何らかの判断論理に従って導出されたデータは、その判断論理等の詳細仕様が明らかでないと、健康相談に活用できるかどうか判断することができない。
7		データの信頼性 (測定機器)	利用者の健康に関わるサービスであるため、ライフデータを収集する機器について、測定方法などの詳細仕様が明確でないと、利用可否の判断ができないとの指摘があった。
8		データの信頼性 (測定環境情報の必要性)	健康相談サービスでライフデータを使用するにあたり、データだけでなく取得時の状況の情報が必要になる場合がある。(例えば血圧の場合、朝、夕、食後等の状況も重要なファクターとなる) データ取得時の周囲環境情報の取得に関して、課題を残した。

## 2-2 健康相談サービス実用化に向けた取組み

### (1) 各課題の解決策について

冒頭で述べた通り、健康相談サービスは実証実験時の形態のままでは事業化検討を進めるのは困難と判断している。今後、改めて事業化検討を推進するためには、まず各課題に対して、以下の観点で対策の見通しを立てることが条件になると考えている。

表-4 健康相談サービス課題解決にむけた検討内容

No.	分類	課題	解決策
1	サービス関連 ※これらは、そのまま3-1-2-3で提示した「健康相談サービスを通じて通院回数が減る	サービス対象設定の不適合	<b>【企画関連】</b> 日常から運動習慣がある高齢者は、健康相談の必要性を感じておらず、また既に相談先があるケースが多かったことをふまえ、運動習慣の無いような高齢者層を対象としたサービス内容を設定する。
2	ような形での満足度向上が見られなかった」ことに関する解決策検討となる。	機器利用の難しさ	<b>【運用関連】</b> サービス利用にあたって、ライフデータ取得のために新たな機器を使用する場合には、利用者の機器への習熟期間も含め、健康相談サービス導入に向けた全体的な流れを想定した案内方法を検討する。  <b>【企画関連】</b> また、新たな機器を使用せず、日常的に使用している機器類のデータを健康相談に活用する方法について再検討する。
3		電話相談に対する抵抗感	<b>【運用関連】</b> いったん会話まで辿りつけばスムーズな利用が促進されると期待できることをふまえ、初回利用時の心理的な負担を軽減する方法を検討する。 <b>【企画関連・システム関連】</b> 電話相談だけでなく、スマホアプリやネット家電等からのネット経由の相談受付など、異なる形態の利用方法を検討する。
4	データ活用方法	ライフデータ情報の表示	<b>【企画関連・運用関連・システム関連】</b> 利用者側で、定期的にデータを取得できる環境や方法を検討する。 または、特定のデータ取得時に、連携して利用したい複数のライフデータを同時に取得する仕組みを検討する。 これらの対応が困難な場合でも、少なくともデータ取得時刻を明示する方法を検討する。

5	プラットフォーム 利用	データ転送の リアルタイム性	<b>【システム関連】</b> データ収集系～プラットフォーム～サービス事業者システム系トータルでのレスポンス向上策を検討する。 これらの対応が困難な場合でも、少なくともデータ取得時刻やシステム上のデータ更新時刻を明示する方法を検討する。
		データの信頼性	<b>【運用関連・システム関連】</b> データカタログを整備し、以下のような内容まで確認した上でデータ利用できる環境整備を検討する。 ・データ収集機器の仕様 ・単純な物理量ではないデータの 算出ロジック 上記によらず、データの重複や欠落が発生した場合の整合性のチェック機能、もしくはチェックツールの提供など、プラットフォームの利用性向上に向けた環境を整備する。 さらに、サービス事業者が一定の権限の下でデータの削除・上書きを実施可能とする等の ルールの明確化を検討する。

(参考)

実証実験後の対応者アンケートにおいて、健康相談サービスで活用が期待できるライフデータや情報として、以下の回答があった。「既往歴」はライフデータとして取得できるものではないが、サービスの実用化検討上の参考のために付記しておく。

- ・温度／湿度(おもに熱中症に関する相談時)
- ・既往歴

## (2) サービス全般の考察(サービス内容・販売先・マーケット規模)

上記の課題もふまえ、健康相談サービス全般に関しての考察を記す。

実証実験においては、アクティブシニア向けの健康相談単独サービスとして検討を進めたが、課題のところでも述べたように、ターゲット層ではもともと健康管理に気を配っている人や、既に特定の相談先(主治医など)を持っているケースが多かった。

このような状況下で、当初から健康相談サービスとして単独での提供は困難であり、サービス形態としてはホームセキュリティをはじめとした家庭向けサービスのオプションとしての提供が適切であると考ええる。

他のサービスのオプションであることから、マーケット規模や料金体系等についても、課題解決と並行して改めて検討が必要と考えている。

### 2-3 今後の予定

考察した各課題に優先順位を付け、市場環境や他サービスの状況もふまえて課題解決に向けた検討が可能かどうか模索する。

また、今年度の取組み事業におけるライフデータ利用・プラットフォーム活用に関する知見もフィードバックする。

## 研究開発項目⑥IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ⑥-1 ライフデータの高度利用システムに資するプラットフォームのあるべき姿の検討

#### (1) ライフデータの高度利用システムに資するプラットフォームのあるべき姿の検討

株式会社三菱総合研究所

## 1 調査事業成果

### 1-1 調査事業の概要と実施計画

本事業では、「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業」研究開発項目⑥「IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発」(以降、実証事業)の実施者と密に連携しつつ、以下の①～⑤による取り組みを実施することで、実証事業の成果最大化や成果の社会実装促進を図る。今後、ライフデータの有効活用により社会課題解決を図る新たなサービス創出を可能とするためのプラットフォームのあるべき姿について調査・検討を行った。

### 1-2 調査事業の内容と目標

#### ① データカタログの管理の在り方の検討

データ利用者にとって有益な「データに関する情報(データカタログ)」として、経済産業省「平成28年度補正 IoTを活用した社会システム整備事業(スマートホームに関するデータ活用環境整備推進事業)」(以降、スマートホーム実証)の検討結果や考え方を踏まえ、どのような情報が必要か、相互連携を促進するため、データカタログの共通構造はどうあるべきかについて整理した。データの質を確保するため、国際標準を参考に、スマートライフ分野において、ステークホルダ毎に有用な情報、課題等について整理した。

#### ② プライバシーデータ取扱いの在り方の検討

ユーザに対する説明や同意取得の方法について、スマートホーム実証による説明・同意書の雛形をベースに、複数のサービスや事業者が関わり、それらの相互関係が複雑な場合におけるプライバシーに関する説明の在り方について、及びオプトアウトの際に留意が必要な点について、実証事業での取組も参考に整理した。また、サービス提供事業者が拡大していった場合に、プライバシーデータを本人同意のもと一括して信託する仕組みの導入要件について、ユーザニーズを中心に整理した。

#### ③ セキュリティ・製品安全に関する検討

スマートホーム実証によるセキュリティ・製品安全の対策指針について、今年度の実証事業を通じたフィージビリティ評価を行った。リスクベース対策指針について、実証事業の実施者における実態に基づくフィージビリティ検証や適用能力の確認を行いつつ、リスクベース対策指針の妥当性確認と責任分界点の考え方等について整理した。

#### ④ 公平・公正な企業間連携の在り方の検討(スマートライフ市場の要件整理)

実証事業のユースケースにおいて想定している事業者間でのデータの授受の流れ、各種事業者間の契約の性質・形態を整理した上で、事業者間で流通する主なデータの性質・内容を踏まえて、事業者間でのデータ提供・受領にあたり法的に問題となる論点を整理し検討した。

⑤ スマートライフ市場の実態整理と海外展開可能性の分析

海外スマートライフ市場の実態を把握するため、データ活用に係わる事例調査、及び本事業における先行モデルの展開可能性について分析を行った。データ活用により直接的に収益を得ている事例、並びに既存の製品・サービスの一部として付加価値向上につながる事例を探索し、スマートライフ市場における実態のカテゴリ分けを行った。

1-3 調査事業の成果

① データカタログの管理の在り方の検討

スマートライフ分野のデータカタログに求められる共通項目を整理したものが下表である。今後、スマートライフ分野のデータカタログとしては、これを一次案として改訂を進め、業界において広く活用されることを推奨する。

表1 データカタログに求められる項目

カテゴリ	データカタログ項目	区分	説明
データ自体の属性	データ名	必須	データの名称 (例: 温度、湿度、在宅確率、etc)
	データの意味	必須	データの意味を利用者に分かり易く説明したもの(自由記述)
	データ項目	必須	データ項目本体 (例: <室温, 時刻>時系列ベクトル)
	データ単位	必須	例: kg, 回, 歩, °C, %, etc.
	観測対象	任意	人、モノ、空間等の観測対象
	位置情報	任意	センサ等の空間上の位置情報
	高次/基礎レベル区分	任意	[高次、基礎]
	利用データ (ソース)	任意	(1)基礎レベルの場合、データ取得機器名 (2)高次レベルの場合、利用したデータカタログIDの集合
	データジャンル	任意	個人に関する情報 ・ 個人と関係しない情報
	データ形式	任意	時系列データ ・ 非時系列データ
	連携可能な他データ	任意	無 ・ 有 (データカタログID)
	データ取得期間	任意	開始年月日~終了年月日/ 継続中
	規模・サンプル数	任意	例: 台数、人数、レコード数、DAUなど
	データ取得タイミング	任意	定期 (期間) ・ 不定期 (起因)
	データ利用可能タイミング	任意	リアルタイム・それ以外
出力値 (該当すべてを選択)	任意	計測値まま・加工済み (最小 / 最大 / 平均 / その他)	
正解値の有無	任意	有 (正解値の内容) ・ 無	
計算方式	任意	推定方式や変換方式など (公開する場合)	
ユースケース	任意	データの活用例、活用方法	
データの質確保 (本事業独自)	機器メーカ (データ提供者)	必須	データを提供した主体 (組織・人)
	(データの質確保に関する属性)	任意	(ISO/IEC 25012等に基づき提供できる情報を追加)
データ管理情報	データカタログID	任意	自動発行されるデータカタログを一意に特定するID
	データ保存場所	任意	クラウド上 (サービス名) ・ 自社サーバ・その他
	データの出カファイル形式	任意	JSON・CSV・その他
	出カファイル形式の文字コード	任意	utf-8 ・ CP932(Shift-JIS) ・ EUC・他
	タイムゾーン	任意	UTC・JST・その他
	認証※	任意	有 (認証方式) ・ 無
	SLA	任意	(契約内容による)
デバイス情報	測定デバイス	任意	例: 圧力センサー、加速度センサー、CCDカメラ 等
	通信規格、通信方法	任意	例: Wi-Fi、Bluetooth、BLE、etc..
	通信プロトコル	任意	ECHONET Lite ・ その他
個人情報有無等	デバイスの設置個所情報の有無	任意	有 ・ 無
	ロケーション情報の有無	任意	有 (種類) ・ 無
	利用者等氏名の有無	任意	有 ・ 無
	他、所有者等の属性情報の有無	任意	有 (内容) ・ 無
	識別情報 (固有ID) の有無	任意	機器ID・利用者ID・その他
利用者情報と識別情報 (固有ID) 紐づけ有無	任意	紐づけた状態で提供可・提供不可だが利用可・利用不可	

データカタログ構成の重要なポイントは以下のとおりである。

【①任意・必須の特定】

サービス提供事業者にとっての有用性・作成の負担等を考慮して必須と任意の項目を特定した。

【②高次/基礎レベル区分】

高次/基礎レベルを区分することにより、それぞれに応じて利用データ(ソース)の記述の使い分けが可能とした。

【③データの質確保】

本事業による独自性の高い項目であり、今後の検討の進展に応じて拡張が望ましい。

データの質を確保するため、データ品質に関する国際標準(ISO/IEC 25012 等)におけるデータ品質の観点を参考に、スマートライフ分野で有用な評価手法を特定し、それらの評価手法について、実証において、具体的な情報を整理した。

品質観点	評価手法	品質観点	評価手法	品質観点	評価手法		
機器メーカー (データ提供者) (第1者)	<b>完全性</b>	デジタル署名によりデータ提供者の真正性、データの非改ざん性を確保。 少なくとも、デバイス内からPFへ提供するデータを一定数管理し、比較により改ざんを検知。	<b>信憑性/正確性</b>	データ提供者の実績、提供機関、信用評価に関する情報の提供。	サービス提供者 (データ利用者) (第3者)	<b>信憑性</b>	データ提供者から独立した利用者からの評価(レコメンデーション)やレコメンデーションに基づく評価ランキングを提供。
	<b>精度</b>	データの精度・頻度に関する情報の提供	<b>可用性</b>	サービス提供者によるPF移管の場合のデータの継続提供。		<b>信憑性/正確性</b>	サービスレベルの判断の参考となるユースケース情報を提供。
	<b>正確性</b>	装置の状態、環境によって、正確性が保証しにくい場合、正確性に関する問題やリスクについて情報を提供。	<b>最新性</b>	データの最新性に対する要求に応じて、PUSH/PULL側を使い分け(例えば、転倒検知/服薬は、事象の頻度が低いため、PFからのPULLは非効率。PFからサービス提供者へのPUSHが必要)。		<b>効率性/標準適合性</b>	PFから提供されるデータを組み合わせたサービス応用例の情報を提供。
	<b>追跡可能性</b>	データの連続性の検証ができるように測定条件が変化した場合には変更履歴を提供。 設置位置によってデータ精度が異なるような場合は、設置位置の変更に関する情報も提供。	<b>追跡可能性</b>	提供する高次データから、時系列で取得したデータ範囲をトレースできる仕組みとそのためが必要となる情報の提供。		<b>最新性</b>	リアルタイム性を要求するサービスへのデータ活用には、サービス提供者⇔連携PF⇔集約PF間の送受間隔の考慮が必要。
	<b>最新性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザの操作に依存せず最新のデータが自動的に取得される仕組みが必要。</li> <li>機器からのデータ取得にユーザ操作が必要な場合はデータ取得操作自体がされないケースがあり、自動でデータ取得されることが有効。</li> <li>通信方式(Wifi, Bluetooth)に応じてデータクラウドに上げるタイミングの違いを考慮することが必要。</li> </ul>	<b>効率性</b>	サーバ間のリアルタイム性の確保は各集約PF、連携PFのサーバリソースに依存するため、連携PFとの接続パターンを複数確保し、要求に応じた運用が必要。		<b>理解性</b>	利用者の意図通りのデータとして解釈するために、データの詳細情報(計算方法等)を提供。
		プラットフォーム事業者 (第2者)	<b>回復性</b>	データ回復についてSLAで定義し、SLAに応じて、データ回復責任をPFが負うことも必要。			

図1 データの質の評価手法

上図は、データ品質に関する国際標準(ISO/IEC 25012 等)の品質の観点に基づき、スマートライフ分野において、ステークホルダ(第1者、第2者、第3者)ごとにデータの質を確保するための評価方法について整理を行ったものである。

データの質の評価手法として、データの取得や提供に係る仕組みと、データに関する情報(データカタログ)に分け、データカタログとして提供できる情報を示した。データカタログの項目として提供できる情報については、前述のデータカタログの共通項目に追加し、運用することに期待される。それには、通常、データカタログにより提供される第1者、第2者によるものに加え、第3者による情報提供も含まれる。

第3者によるデータの質の確保に関する項目については、評価内容に対する責任、悪意をもった虚偽の評価の防止などに関する議論を経て、任意項目として事業者が提供することを想定される。

また、本調査項目では、データカタログの運用・管理の基本方針(案)を検討し、実証を通じてその有効性について検証した。

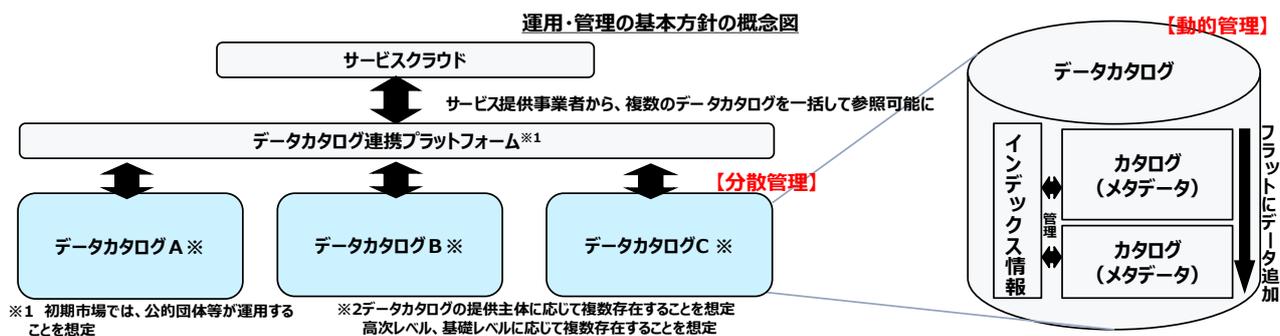


図2 データカタログ運用・管理の基本方針の概念図

複数のデータカタログを一括して連携アクセス可能にする「分散管理型データカタログ」および、フラットなデータ構造によりデータの更新を可能にする「動的管理型データカタログ」は有効であることが検証された。

データカタログ導入の初期段階においては、一括して参照できる環境が整っていないため、まずは公的団体等が運用の役割を担うことが望ましいと考えられる。

## ② プライバシーデータ取扱いの在り方の検討

実証事業に関する同意書の確認を通じて、雛形の整理(改訂)を行った。

雛形では、スマートライフ分野のサービスの提供形態を以下に分類した上で、それぞれの提供形態において記載すべき事項を整理した。

- 「プラットフォーム事業者・機器メーカー」(自らデータ取得・サービス提供を行うと同時に、他者へのデータ提供も行う)
- 「サービス提供事業者」(他者が取得したデータの提供を受けて、データ利用(サービス提供)を行う)

この雛形が、スマートライフサービスを提供するすべての事業者、とくに新規参入事業者や中小企業において活用されることで、適切な同意取得とデータ利活用が促進されることを期待する。

なお、プライバシーデータの取扱いに関して、同意書は個別サービスを対象とするものであるが、事業者として利用者の信頼を獲得することも重要であり、そのためにはプライバシーマーク(Pマーク)等の認証取得や第三者による監査も有効と考えられる。

主にサービス提供形態の整理、共同利用についての加筆等を行って雛形を整理した。スマートライフ分野では多くの個人情報を取扱うことが想定されるため、個人情報保護法を遵守する上で必要となる、利用者に対する説明項目・内容と説明例を同法および同法ガイドラインに準拠する形で「同意書雛形」として整理している。同法を遵守する上での必須事項(黒字部分)及び事実上必須と考えられる事項(赤字部分)を定めているほか、法令上必須とはされていないが利用者の理解を正確にするために有用と考えられる事項(青字部分)を推奨項目として示している。上記の各項目は基本的には文書で説明されるが、多種多様なデータ・機器・サービスが関係するスマートライフ分野では、図・イラストでの説明が効果的であり、利用者にはわかりやすく説明するために事実上必須な事項として整理している。

表2 説明・同意書の構成および説明形式(案)

説明項目	A. プラットフォーム事業者・機器メーカー	B. サービス提供事業者
1. 基本方針	コンプライアンスの宣言等、個人情報を取扱う上での基本方針を明示する。	
2. 適用範囲	本プライバシーポリシーの効力が及ぶ範囲を明示する。サービス毎にポリシーが異なる場合は、サービス毎に作成する必要がある。	
3. 個人情報の取得と利用目的 ※ 図・イラストでも説明	以下の3点を明記する必要がある。 ・ 収集する情報 ・ 収集方法（直接取得、間接取得を含む） ・ 利用目的（第三者提供することを利用目的に含めることも可能である）	以下の3点を明記する必要がある。 ・ 収集する情報 ・ 収集方法（直接取得、間接取得を含む） ・ 利用目的 なお、プラットフォーム事業者・機器メーカーからの第三者提供以外で、サービス提供事業者が個人情報を独自に収集している場合は、その旨を明記する必要がある。
4. 個人情報の管理 ※ 図・イラストでも説明	利用者から取得した情報について、どのような管理を行うかについて明記する。（個人情報管理体制、委託先管理、保存期間など） 個人情報の管理については、具体的に記載することで、より利用者からの信頼を得ることが可能である。そのため、個人情報管理体制、委託先管理、保存期間などについても記載することが望ましい。	
5. 第三者提供の有無（共同利用についてもこれに準ずる） ※ 図・イラストでも説明	第三者提供を行うことを明記し、同意が得られた場合のみ第三者提供を行うことを述べる。 なお、以下の項目が明記されていることが望ましい。 ・ 第三者提供する個人情報 ・ 提供先企業における利用目的	第三者提供の有無について明記する。 第三者提供がある場合は、以下の項目を明記することが望ましい。また、同意が得られた場合のみ第三者提供を行うことを明記する。 ・ 第三者提供する個人情報 ・ 提供先企業における利用目的
6. 個人情報の開示・訂正・利用停止等	利用者からの求めに応じ、保有個人データの開示・訂正・利用停止・それらの手続き等に関する事項を明記する。 とくに、オプトアウトの条件・方法についてはわかりやすく記載する。（可能であればWebやアプリによる説明と同意取得が望ましい。）	
7. 問合せ先	苦情や問合せに対応する窓口について、連絡先を明記する。問合せ可能な連絡先と連絡方法が明示されていることが望ましい。	
8. 改訂	プライバシーポリシー等の個人情報に係る取扱い方針の改訂状況（策定日、改訂日等）を明記する。	

また、オプトアウト手段を用意する際に留意すべき点として、事前の想定、オプトアウトに関する説明方法、の2点が挙げられる。

• オプトアウトの事前想定

どのデータ・機器についてオプトアウトが起こりうるか、主に想定される理由は何かなどを事前に想定しておくことが重要である。これにより、オプトアウトへの対応がスムーズになると同時に、オプトアウトを事前に想定したサービス設計とする（特定のデータが取得できなくても最低限のサービスが提供できる等）ことでサービス利用への影響を抑制するも期待できる。

• 説明方法

サービス提供とデータ取得の関係について、利用者・事業者の双方にとって負担でない説明方法であることが重要である。図・イラストやスマートフォン（アニメーション）での説明は、オプトアウトに際して利用者が適切に判断する上でも効果的であると考えられる。

③ セキュリティ・製品安全に関する検討

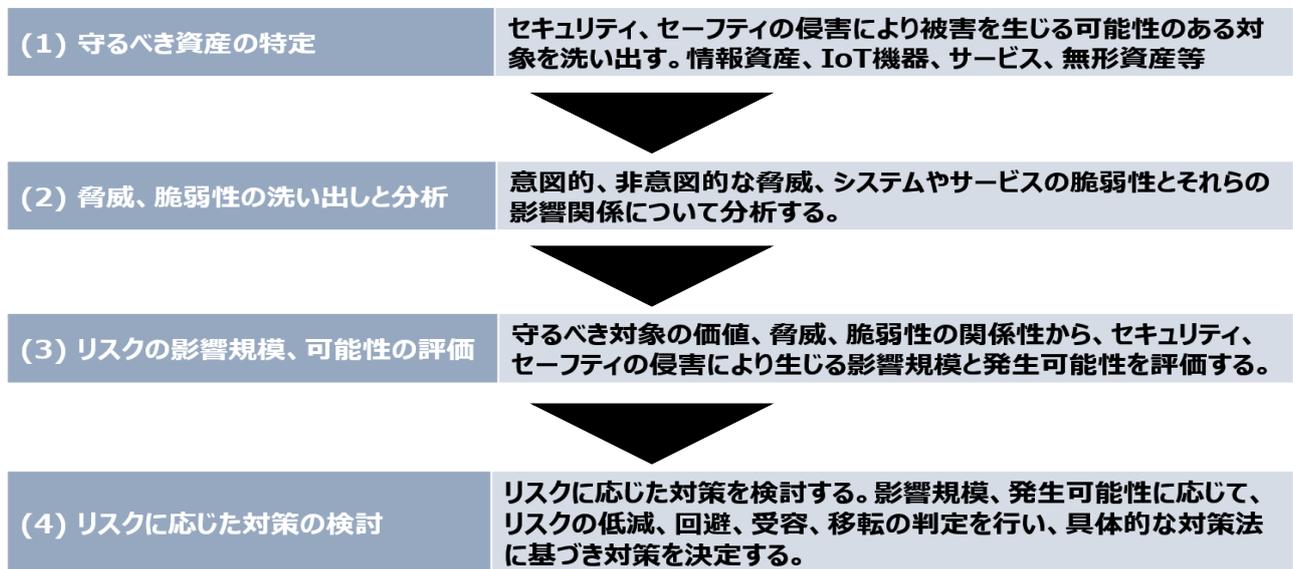
セキュリティの要件として、情報システムに関する組織管理全般の要件を定めた ISMS 国際標準や、サイバーとフィジカルの両方を含むセキュリティの枠組みを定めた経済産業省セキュリティフレームワークを考慮して、スマートライフ分野のセキュリティ要件を検討した。

リスク評価の標準的なステップ①守るべき資産の特定、②脅威・脆弱性の洗い出し、③リスクの影響評価、④対策の検討、についてスマートライフ分野において特に留意すべき指針をまとめた。スマートライフ分野のセキュリティ全体の対策指針（下図）のうち、「2. リスク評価」についてスマートライフ分野に関連する事業者の知見および実証を通じた検討に基づき具体化した。

エコシステムにおけるステークホルダ分類			
対策区分(第1階層)	対策指針・留意点(第2階層)		
	サービス提供事業者	プラットフォーム事業者	機器メーカー
1. 基本方針の策定	① 経営層によるコミット (必要なリソースの割当等) (任意/必須) ② PDCAサイクルによる改善の仕組みを導入する (必須/任意)	① 経営層によるコミット (必要なリソースの割当等) (任意) ② PDCAサイクルによる改善の仕組みを導入(必須)	① 経営層によるコミット (必要なリソースの割当等) (任意) ② PDCAサイクルによる改善の仕組みを導入(必須)
2. リスクの評価	① リスク評価に基づく対策レベルの特定(必須) ② 発注先の選定基準 (必須/任意) ③ ベンダの対策の確認方法の検討 (必須) ④ 発注先との事故の責任範囲の取り決め (必須)	① 守る対象の特定、リスクとその影響を考慮(内部不正やミスの発生を考慮) (必須) ② プライバシー情報漏洩のリスクと影響分析の実施(必須)	① 守る対象の特定、ネットワークつながることによるリスク、アーキテクチャ、物理的なリスクとその影響を考慮する(内部不正やミスの発生を考慮する))(必須) ② プライバシー情報漏洩のリスクと影響分析の実施(必須)
3. 設計時の対策	① 設計時の発注先の管理・対策状況の確認 (必須)	① セキュリティ、セーフティ、プライバシーの影響を考慮した設計(Security, Safety, Privacy by Design : SSPbD) (必須) ② 遠隔操作におけるセキュリティ・製品安全に係わる問題の考慮 (必須) ③ 安全安心を実現する設計の検証の実施(必須) ④ 多層防御 (多重のセキュリティ対策の考慮) (必須) ⑤ ログ・監視機能の導入(必須) ⑥ 主要IoTセキュリティガイドラインの考慮(CSA, OWASP等) (任意)	① ネットワーク接続相手のリスクを回避する設計 (必須) ② ネットワーク接続相手に損害を与えない設計 (任意) ③ セキュリティとセーフティの相互影響を考慮した設計(Security, Safety, Privacy by Design : SSPD) (必須) ④ 遠隔操作により安全性に係わる問題の考慮 (必須) ⑤ 安全安心を実現する設計の検証の実施 (必須) ⑥ 認証機能、暗号化の導入必要性の検討 (CRYPTREC等) (必須) ⑦ ログ・監視機能の導入 (任意)
4. 実装時の対策	① 実装時の発注先の管理・対策状況の確認 (必須)	① 設計を満たす実装であることのテストの実施(必須) ② 構築 (インテグレーション) 時の設定等の検証 (必須) ③ 機器の状態把握、記録機能の実現 (任意)	① 設計を満たす実装であることのテストの実施(必須) ② 機器の状態把握、記録機能の実現 (必須)
5. 保守・廃棄の対策	① 消費者へのリスクの周知 (必須) ② サービス追加・連携における検証と利用者同意の実施 (必須)	① モニタリングと異常検知の実施(必須) ② サービス追加・連携における検証(任意)	① 機器設置後の不具合 (脆弱性) の確認とアップデートの通知および実施(必須) ② モニタリングと異常検知の実施 (任意) ③ 消費者に機器の同意事項の周知(必須)

図3 スマートライフ分野のセキュリティ・製品安全対策指針(全体概要)

セキュリティ対策においては、対象環境を最もよく理解した事業者(当事者)自らが、リスク評価(影響と原因)を行い、必要な対策を示すことで説明責任を果たすという考え方が重要である。このようなリスクベースアプローチにより、意味のある対策を実施すると共に、過剰な対策を回避する。



出所) 参考:CSMS, ISMS リスクアセスメント、MRI

図4 リスクベースアプローチに基づくセキュリティ対策の流れ

このようなリスクベースアプローチに基づき、スマートライフ分野において特に留意すべきリスク評価指針として事業者が最低限行うべき事項として整理した結果は下図のとおりである。

エコシステムにおけるステークホルダ分類			
ステップ	サービス提供者	プラットフォーム事業者	機器メーカー
① 守るべき資産の特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザへの一次提供者として、利用するプラットフォーム、機器データなど、他のステークホルダの利用規約等に留意して資産を特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器メーカーとサービス提供者者を繋ぐ立場として、自組織および機器メーカーの資産を特定</li> </ul>	—
② 脅威・脆弱性の洗い出し	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス提供者事業者、データプラットフォーム事業者等のステークホルダごとに提供するクラウドやデータを情報資産として捉えることが必要</li> <li>スマートライフを構成する多様な構成要素からの資産の入出力プロセスに着目し、漏れなく洗い出しを行うことが必要</li> <li>大分類レベルの資産の最小構成まで分解するため、サービスやシステムの項目設計書との突合せ・整合確認が必要</li> <li>プラットフォームを介した外部との接続において、外部における脅威により事故が発生するという前提で、脅威・脆弱性を洗い出し</li> <li>(元データの問題により) 誤ったアドバイスによる健康への悪影響等、間接的なセキュリティ侵害について考慮</li> <li>スマートライフサービスに対して、誰が (Who)、いつ (When)、どこで (Where)、どのように (How)、脅威・脆弱性を顕在化させるか分析が必要</li> <li>安全性に影響を与えるセキュリティの脅威を洗い出すことで、セキュリティとセキュリティの統合的なリスク分析を行うことが不可欠</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス/機器など他のステークホルダーに係る脅威・脆弱性の影響も受ける可能性を考慮</li> <li>異常の検知や脆弱性のあるバージョン等を検知した際、アラート通知等、データ連携を円滑に継続するための対策を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器メーカーは関連法規(電安法等)の順守違反などの脅威を洗い出し</li> <li>脆弱性が発見された場合の利用者によるアップデートの可否を検討</li> </ul>
③ リスクの影響評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>データプラットフォームの停止がサービス提供に与える影響の考慮が必要</li> <li>サービス停止により、被介護者への影響を最優先に考えてリスクの影響度合いの評価が必要</li> <li>攻撃者のインセンティブを考慮して、脅威の発生可能性と影響の大きさの高いものを把握し、対策の優先度の参考とすることが重要</li> <li>依存する外部のサービス、機器の停止など、「動かないこと」のリスクによりどのような影響を受けるかについて考慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラットフォームが停止した場合に他のステークホルダに与える影響の範囲と大きさの評価が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器が停止した場合の他社への影響、復旧時の急激な通信増大の影響を評価</li> </ul>
④ 対策の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス提供者事業者はプラットフォーム事業者からデータが提供されない場合のサービス継続の対応が必要(別のプラットフォーム事業者からの情報取得や既存データからの推定処理の実装等)</li> <li>エコシステムに跨る事案の原因特定に時間がかかり対応が遅れるリスクを考慮</li> <li>マルチステークホルダによるシステムにおいて障害が発生した場合の責任範囲の明確化、エビデンスに基づく説明責任の確保</li> <li>事案に対し迅速な判断を行うための情報連携(エスカラーション)フローの計画を立案</li> <li>スマートライフ分野に特有となる資産ごとの特性を勘案し、機器や機能自体で対策するもの、資産を扱うプロセス面で対策するもの、等に区別することが重要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される脅威・脆弱性の発現時の免責について、サービス提供者事業者、機器メーカーに通知・対応合意が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器メーカーは保証する動作条件や警告・禁止表示等を必要に応じて掲示するなどの対策が必要</li> </ul>

図5 スマートライフ分野で留意すべきリスク評価指針

#### ④ 公平・公正な企業間連携の在り方の検討

経済産業省「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」(2018年6月)(以下「データ契約ガイドライン」という)等の内容を検討した結果、データ契約ガイドラインに記載されている法的論点は、スマートライフ分野におけるデータ取引事例においても、いずれも契約当事者間で検討することが必要な論点であるとの整理となった。

そのため、各実証事業者と連携して、特に契約当事者間で議論が生じやすい主な論点について検討し、データ取引実務の実態を検証した。

表3 データ契約ガイドラインに関する論点

検討項目	論点	検討項目	検討の視点
データ契約ガイドライン	データの利用範囲	①利用目的 ②利用方法 (注) 利用データの種類・範囲は「データカタログ」で議論	①どのような利用目的を設定するか ・機器メーカー(データ提供者)・プラットフォーム事業者・サービス提供者(データ利用者) いずれにも、何が許されるか禁止されるか見込みが担保されるか ・機器メーカー(データ提供者)・プラットフォーム事業者間の利用規約での利用目的と、サービス提供者(データ利用者)・プラットフォーム事業者間の利用規約での利用目的は、差異を設ける必要があるか ②利用態様として何を許諾するか (取得・閲覧・複製・保管・修正・加工・分析・開示・販売・削除等)
	成果物の取扱い	①派生データ等成果物の具体的内容 ②派生データ等成果物の知的財産権の帰属 ③派生データ等成果物の利益の分配	①派生データ等成果物として、いかなるデータ・サービスが創出される予定か ②派生データ等成果物の知的財産権の帰属はどう整理するか (プラットフォーム事業者のみに帰属/全機器メーカー(データ提供者)・プラットフォーム事業者に帰属/全機器メーカー(データ提供者)で共有) ③派生データ等成果物から得られる利益の分配について利用規約に定めるべきか
	提供データの保証・非保証	①データの正確性等についての保証・非保証 ②(データが継続的に創出される場合) 保証の在り方 ③(個人情報が含まれる場合) 保証の在り方	①提供するデータについてどのような保証が適切か (提供するデータに関する取得方法の適法性・適切性、提供するデータの正確性、第三者の権利非侵害の保証の要否) ②継続的なデータ提供の場合、データ創出とデータの量の確保について、どのような保証が適切か ③提供データに個人情報が含まれる場合、どのような保証が適切か (プラットフォームにおいて共用・活用することについて本人の同意を得たことを機器メーカー(データ提供者)に表明保証させるか、提供データが非個人情報であることを機器メーカー(データ提供者)に表明保証させるか)

各実証事業者との検討(アンケート等)結果の分析は以下のとおりである。

表4 実証事業者へのアンケート結果の分析(成果と課題)

契約上の立場	機器メーカー(データ提供者)(シャープの回答に基づく)	プラットフォーム事業者(パナソニックの回答に基づく)
実証事業上の成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(データの利用目的について)データ提供者という立場で、ユーザからの問い合わせの対応及び実証機材の設置、原状回復、故障対応等に収集したデータを利用することを想定している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(データの利用目的について)プラットフォーム事業者という立場で、収集したデータをケア品質の向上や安否確認、ユーザの家族、地域包括支援センターと連携した在宅生活支援に活用している。</li> </ul>
今後の検討課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どのようなデータの利用態様が許諾されるか、契約上具体的に特定をする必要がある。</li> <li>・派生データ等の成果物について、すでに契約締結段階で特定できるのであれば、契約当事者間で帰属や利用権限について定める必要がある。</li> <li>・派生データ等の成果物の利益の分配について、契約締結段階で定められる事項については契約上明確にする必要がある。</li> <li>・提供データの保証の定め(提供するデータに関する取得方法の適法性・適切性、提供するデータの正確性、第三者の権利非侵害の保証の要否)を検討し、定めを設ける必要がある。</li> <li>・提供データに個人情報が含まれる場合の保証の在り方を検討し、定めを設ける必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・派生データ等の成果物について、すでに契約締結段階で特定できるのであれば、契約当事者間で帰属や利用権限について定める必要がある。</li> <li>・派生データ等の成果物の利益の分配について、契約締結段階で定められる事項については契約上明確にする必要がある。</li> </ul>

今回、実証事業者の締結するデータの提供に関する契約では、データの利用目的については、データ契約ガイドラインにおいて指摘されている契約上の留意点と同様の配慮がなされていた。

一方で、それ以外に検討した契約上の主な法的論点(データの利用態様の特定、派生データ等成果物の帰属・利益の分配の在り方、データの保証の在り方)については、データ契約ガイドラインにおいて指摘されている契約上の留意点を必ずしも反映しているとはいえない。

上記の課題が生じた主な原因は、現時点で、商用化時の事業者間の関係・体制や、ビジネススキーム・ビジネスモデルが確定していないことから、今回の契約内容があくまでも実証事業における体制・関係に基づいて検討されたことによるものと考えられる。

スマートライフ分野における事業者間におけるデータ取引の契約にあたっては、データ契約ガイドラインに基づき、特に未然にトラブルを防止する観点で重要な前頁で示した検討の視点について、ビジネススキーム・モデルを明確にする過程の中で、事業者間で深く検討を行った上で、締結をすることが有効であると考ええる。

#### ⑤ スマートライフ市場の実態整理と海外展開可能性の分析

本事業で調査した市場規模動向、海外事例、ビジネスモデルの可能性等を踏まえて、スマートライフサービス(特にウェルネス・ヘルスケア・介護サービス)の海外展開可能性について、以下のように整理した。

取組みの方向性としては、日本の家電開発とセンサ技術の強みを活かし、ヘルスケア、ウェアラブル等のコンシューマセンサーデータの蓄積を強みとした新しいデータサービスで海外展開するための基盤を整備する必要がある。

ただし、以下のような取組み推進における戦略的課題が存在することと想定する。1つは、「介護・ヘルスケア等のコンシューマセンサーデータの蓄積」である。データカタログとデータ連携プラットフォームを整備し、それに準拠した介護・ヘルスケアデータを蓄積し、匿名加工情報として、介護・ヘルスケア産業で活用できるようにすることが重要である。2つ目は、「コンシューマ直接課金に拘らない収益モデル開発の支援」である。その具体策として、「B2C からB2B2C へのビジネスモデル転換」や「マルチサイドマーケットのプラットフォーム整備」が考え

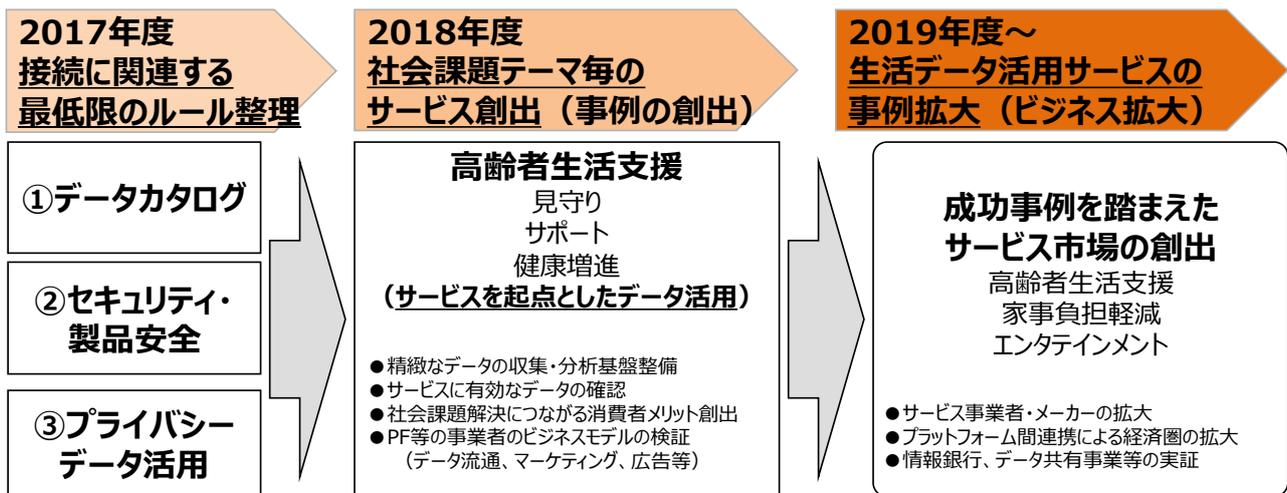
られる。コンシューマが新しいデータ分析サービスに対して直接課金することは敷居が高いため、ヘルスケアまたは介護関連産業に対して顧客の健康診断サービスを有料で提供し、それらにより付加価値を高めてヘルスケアまたは介護関連産業が顧客へのサービスを提供するための分析プラットフォームを開発する必要がある。

⑥ 調査事業全体に対する成果と意義

経済産業省におけるスマートライフ分野の現状を踏まえた計画に沿って、MRI は「接続に関連する最低限のルール整理」を行うべく、2017 年度のスマートホーム実証から引き続き、本調査事業を担った。

本調査事業を通じて、「事例の創出を」を目的とした実証事業と連携しつつ、「データカタログにおける推奨項目」、「スマートライフ分野の製品安全・セキュリティ対策指針チェックリスト」、「スマートライフ分野におけるリスク評価指針」、「個人情報の取扱方針(ひな形:スマートライフサービス用)」等の取り纏めを終え、本調査の目的は十分に達成されたと考えている。

これら成果は、2019 年度から開始された、経済産業省補助事業「生活空間におけるサイバー／フィジカル融合促進事業(補助事業者:一般社団法人環境共創イニシアチブ(SII))」において、補助金申請者に対する要件として活用され、また、一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)におかれてはデータカタログの実装が試みられている。



出所) 「スマートホーム政策について」2018 年 7 月 (経済産業省)

[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/smart\\_life/pdf/smart\\_life\\_180713.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/smart_life/pdf/smart_life_180713.pdf)

図6 スマートライフの現状を踏まえた計画



## 「IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業」基本計画

IoT 推進部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## ①政策的な重要性

現在、センサーやビッグデータ解析等の技術の進化により、現実社会を情報（データ）という形でサイバー空間に写し取り、モデル化されたノウハウや経験・知識を活用し、自由に情報（データ）を組み合わせることで新たな気付きや発見を得ることにより、現実社会で新たな価値を生み出す IoT（インターネットオブシングス）によるイノベーションが加速している。急速に進化している IoT の活用は、社会インフラの効率化や高付加価値化にも有効である。

2016年4月27日に発表された経済産業省産業構造審議会新産業構造部会における「新産業構造ビジョン」での議論においても、「第4次産業革命」とも呼ぶべき IoT、ビッグデータ、ロボット、AI（人工知能）等による技術革新は、従来にないスピードとインパクトで進行しており、この技術革新を的確に捉え、これをリードするべく大胆に経済社会システムを変革することが、我が国が新たな成長フェーズへ移行するための鍵としている。

そのため、現在「IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト」で実施している“次の世代の技術力強化を目的とした研究開発の取組”に加えて、“現在起こりつつある技術革新を早急に現実社会に取り込むための環境整備”を目的とした取組を本事業にて実施する。

具体的な戦略としては、日本が強みを活かせる分野について、競争領域・協調領域を明確化した上で、グローバルにデータプラットフォームの構築を推進することが重要であり、官民連携の下、データが集約され、企業間でデータがシェアされて利活用されるよう、実証環境を整え、制度・規制の検討、国際標準化等を推進することが必要であるとされている。

## ②我が国の状況

「新産業構造ビジョン」の議論等において、IoT の利活用による革新的なサービス・製品の創出や、我が国が抱える様々な社会的課題の解決が期待されている一方で、迅速かつ効率的な IoT 利活用を進めるため、業界横断的なルール形成や規制・制度の見直し等が求められている。こうした背景の中、官民を挙げて IoT を活用した未来への投資を促す適切な環境を整備する目的で、2015年に「IoT 推進コンソーシアム」が設立された。

IoT の利活用が期待されている分野としては、人口減少や少子高齢化の進展の中で効率的かつ持続可能な事業運営が困難となりつつ社会インフラ分野、設備の高経年化や熟練作業員の減少等が進み重大事故のリスクが増大する恐れがある産業保安分野、現場データの活用により生産性の向上やビジネスモデルの革新が期待されている製造分野、世界的な航空需要の増大に対し熟練パイロットが不足し安全運航に対する懸念が課題となっている航空分野が挙げられる。

## ③世界の取組状況

諸外国においても、IoT を活用した新産業モデルの創出に注力しており、例えば製造業におい

ては、IoT等の新たな技術を活用し、製品だけでなく、サービスやソリューションを提供するといった方向への転換を進めている。

例えば、ドイツの業界団体が連携して設立した Industrie 4.0 プラットフォームでは、Bosch 社や Siemens 社等多数の企業が参加し、実証試験やデバイス・データ通信規格等の標準化、研究開発、ロードマップ策定等の取組が進められており、欧州諸国、中国、日本等各国政府・団体とのグローバルな連携も開始している。

また、GE 社は 2014 年に AT&T 社、Cisco 社、IBM 社、Intel 社と共にオープンな団体「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」を設立し、日本やドイツ等の米国外企業も参加している。インダストリアル・インターネット・コンソーシアムでは様々な横断的取組を行っている。具体的には、現実社会でのインダストリアル・インターネットの応用・活用とテスト環境の創出、ベストプラクティス、参照アーキテクチャ等の提供、世界標準策定プロセスへの働きかけ等がある。

#### ④本事業のねらい

データ利活用がもたらす具体的な効果検証を行うとともに、IoTの活用を促進するために必要な環境整備として、共通インターフェース、共通 API、セキュリティ評価基準、用語の定義等の業界横断的な共通仕様（以下「標準仕様」という。）の整備や、経済産業省等との規制改革に関する議論を踏まえた制度的な課題の特定や改善に向けた提言を通じて、IoTを活用した社会システムへの変革を促す。

### (2) 研究開発の目標

#### ①アウトプット目標

- ・IoTを活用したテストベッドを構築し、IoTを活用することによる有効性を検証した上で、効率的なオペレーションや異常の早期検知による予防保全、より高度な安全性を実現するための業界横断的な標準仕様の整備を行う。
- ・経済産業省や必要に応じて規制当局とも連携して関連規制・制度のあるべき姿について検討する場を運営し、将来の規制・制度の見直しにつなげる提言を行う。

#### ②アウトカム目標

- ・IoTによる社会システム全体の効率化を通じた省エネルギーやコスト低減を実現することにより、2030年時点で原油換算 164.4 万 kl/年の省エネを実現する。また、2030年時点で約 1 兆円の事業コスト削減、本事業により新たに創出される市場で、2025年までに約 3,980 億円の市場獲得を実現する。
- ・投資対効果の低下に直面している社会インフラの分野へIoT技術を導入することにより、一連の業務プロセス（設備管理、業務運営）が効率化され、人口減少や少子高齢化が進展した社会においても持続的にサービスの提供が可能な社会を実現する。
- ・プラント設備の高経年化や熟練従業員の減少に伴い重大事故のリスク増大が懸念されている産業保安分野にIoT技術を導入することで、事故予兆精度の向上やリスクに応じた適切なメンテナンスを可能とし、より安全が確保された社会を実現する。

- ・2020年までに、センサーで集めた現場のデータを工場や企業の枠を超えて共有・活用することにより、無駄ゼロ・リードタイムゼロを可能とする先進システムを全国50箇所以上で生み出し、中小企業を含む我が国製造業のサプライチェーン全体の生産性向上を実現する。

### ③アウトカム目標達成に向けての取組

アウトカム目標の達成に向けて、本事業で構築されたシステム、アプリケーション、標準仕様の導入・活用促進を狙い、必要に応じ、以下の取組を実施する。

- 規制・制度改革に関する協議を経済産業省及び必要に応じ規制当局と実施し、必要な環境整備を行う。
- 経済産業省の政策、関連する政府予算に基づく事業、関連組織、業界団体等と連携し、効果的に事業を実施する。
- 導入・活用を促進するために、経済産業省、関係省庁、関連組織、及び業界団体等と連携し、成果報告会やワークショップ等を通じて本事業の成果等を周知する

## (3) 研究開発の内容

### ①研究開発項目名

上記目標を達成するために、以下の項目について、別紙の研究開発計画に基づき実施する。

- 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発
- 研究開発項目② IoT技術を活用した新たな産業保安システムの開発
- 研究開発項目③ IoT技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発
- 研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発
- 研究開発項目⑤ IoT技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発
- 研究開発項目⑥ IoT技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### ②実施形態

本事業は、我が国のIoTビジネスの創出・拡大を実現するために必要な業界横断的な環境整備として、共通インターフェースやAPI、セキュリティ評価基準等を含む標準仕様の整備、国際標準化、規制・制度の見直しに向けた働きかけを行うものである。成果が国民全体に裨益する公共性の高い事業であることから、委託事業として実施する。また、ビジネス化に近いシステム構築等の開発については、助成事業（助成率1/2以下）で実施する。

### ③研究開発計画

別紙1の研究開発計画、別紙2の研究開発スケジュールに従い、事業を実施する。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、高い技術力を有し、かつ将来の事業化を企画する、単独ないし複数の企業・大学・公的研究機関（いずれも原則として国内に研究開発拠点を有していること）が研究開発責任

者（プロジェクトリーダー：PL）以下からなる研究開発組織及び研究開発計画の提案をもって応募する、公募によって研究開発実施者を選定して実施される。必要に応じ、本事業の実施期間中に複数回公募を行う。

NEDO は、プロジェクトマネージャー（PM）に NEDO IoT 推進部 工藤 祥裕を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

PL は、プロジェクトをより効率的かつ効果的に遂行するために、プロジェクトの技術目標等の達成に向けた取組、研究開発の進捗状況の把握、プロジェクトの実施体制の構築・改変及び事業者間等の予算配分に係る助言、プロジェクトの成果の評価等に係る業務の全部又は一部について、PM と協議して実施する。

## （2）研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理・執行に責任を有し、PM は、経済産業省及び運営委員会と密接な関係を維持しつつ、本プロジェクトの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。

NEDO は、成果の事業化について見識を有する企業の事業担当者、関連技術の外部有識者からなるアドバイザリーボードを設置し、研究開発の俯瞰的な全体戦略を策定、PDCA サイクルを回しながら柔軟な運営を行う。

NEDO の承認の下、研究開発責任者の組織する運営委員会はプロジェクトの運営方針を決定し、アドバイザリーボードへ定期的に説明し、改善提案を仰ぐ。改善提案への対応の最終決定は NEDO が行う。

IoT 化された産業制御システムのセキュリティ確保の観点から、システムを構成する機器・システムに対するセキュリティ要件の体系的な整理や評価基準の検討等を行う。

IoT 推進コンソーシアムと連携し、IoT 等を活用した先進的なプロジェクトの選定・支援や、企業・研究機関等のマッチングイベント等の活動を通じて、IoT を活用した革新的なビジネスモデルの創出を行うとともに、ビジネスモデルを推進するためのルールの整備や規制の見直しの議論を行う。先進的なプロジェクト案件の選定にあたっては、アワード形式の手法を取り入れることも検討する。

必要に応じて、IoT の社会実装を促進する上で解決が必要な課題の調査や先導研究等を実施する。

## 3. 研究開発の実施期間

平成 29 年度から平成 30 年度までの 2 年間とする。なお、本プロジェクトは、平成 28 年度までは経済産業省により実施したが、平成 29 年度から NEDO が実施する。各研究開発項目の実施期間は、以下とする。

研究開発項目①、②及び④：平成 29 年度から平成 30 年度までの 2 年間

研究開発項目③：平成 29 年度の 1 年間

研究開発項目⑤及び⑥：平成 30 年度の 1 年間

#### 4. 評価に関する事項

NEDO は、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、事後評価を平成 31 年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

#### 5. その他重要事項

##### (1) 研究開発成果の取扱い

###### ①成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDO は、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

###### ②標準化等との連携

得られた研究開発成果については、必要に応じて関連する標準化施策等との連携を図ることとし、データの提供等を積極的に行う。

###### ③知的財産権の帰属、管理等取扱いについての方針

本研究開発の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、すべて契約実施先に帰属させることとする。また、開発段階から事業化を見据えた知財戦略を検討・構築し、適切な知財管理を実施する。

###### ④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、原則として NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針を適用する。

###### ⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、4 月以降に公募を実施するものに限り、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

##### (2) 基本計画の変更

NEDO は、制度の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、施策の変更、評価結果、事業費の確保状況、当該事業の進捗状況等を総合的に勘案し、制度内容、実施方式等、基本計画の見直しを弾力的に行う。

##### (3) 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法 第 15 条第 1 号ニ、第 2 号、第 3 号及び第 9 号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成 29 年 1 月 制定

(2) 平成 29 年 12 月 研究開発項目①の実施内容の追加、研究開発項目⑤～⑥の追加

## 研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

社会インフラ分野の効率的かつ持続可能な事業運営は大きな社会的課題であり、人口減少・少子高齢化の進展の中で、設備の老朽化、過剰化、団塊世代の退職による職員数の減少・技術断絶、需要の減少に伴う投資対効果の低下に直面している。こうした社会インフラ分野に対して、IoT 技術を一連の業務プロセス（設備管理、業務運営）に導入するための標準化をはかり、IoT 技術の活用による社会インフラ分野の運営効率化を図ることが期待されている。

水道事業は、事業運営の仕組みが比較的シンプルでありながら、効率改善等の社会的要請が強く持続的な運営が求められていることに加えて、自治体間の連携・広域化対応の課題もあり、IoT 導入による維持管理・運用の最適化が求められている。

電力事業では、現状は暗黙知になっている細かな運転ノウハウについて、ビッグデータ解析等の活用により最適運用の形式知化が実現できれば、電力の運転効率化だけでなく、世界の電力市場での大きな競争力獲得に繋がるため、IoT 技術の活用に対し、大きな期待が寄せられている。しかし、こうした取組を促進する上で、ユーティリティ企業、IT 企業、メーカーのそれぞれの強みを共有しながら共同で取り組む必要があるが、各社の連携を促す上で、それぞれが有するデータや知識等を共有する仕組みの構築や制度の設計（ガイドラインの作成等）が求められている。

### 2. 研究開発の具体的な内容

#### (1) 水道事業

IoT 技術を活用した事業の最適化・効率化を図るため、①システムの異なる様々な浄水場・配水施設の運転データ等について、最低限揃えるべきデータ様式等の内容を整理・特定し、②異なる浄水場・配水施設間のデータの利活用を可能とする共通インターフェース・API 等の標準仕様の整備を行い、③水道事業者間でのデータ活用・連携を前提とした遠隔監視・制御など、効率的なオペレーション等に関するアプリケーション開発及び効果検証を行う。

また、本事業で検討する標準仕様について、電気、ガス、工業用水等、水道以外の社会インフラへの横展開についても検討する。

#### (2) 電力事業

IoT 技術を活用した事業の最適化・効率化を図るため、火力発電所と水力発電所を対象に事業を実施する。

火力発電所では、データの共有・管理・活用等により効率的な事業運営を促進するガイドライン案の作成を実施する。併せて、具体的な課題解決のために効果検証を行う。

水力発電所では、IoT 技術の活用により、ダム運用を高度化することを目的として、積雪量や降雨量、流入量などダムの運用高度化に必要なデータを特定するとともに、IoT 技術を活用した計測機器によるデータ収集や分析を行い、これらデータを利用したダムへの水の流入量予測のためのシステムの構築及びその効果検証を行う。

### 3. 達成目標

#### (1) 水道事業

最終目標（平成 30 年度）

- ・ システム毎に異なるデータを相互に活用するための共通インターフェース・API 等の標準仕様を作成する。
- ・ データを活用したアセットマネジメント及びオペレーション効率化のためのアプリケーション（劣化予兆診断、LCC を考慮した効率的な資産運用、遠隔監視・遠隔制御、最適な水運用、水質の自動管理等）の開発及び効果の検証を行う。
- ・ データ活用アプリケーションの開発及び実装による、浄水場単位での事業効率化を実現する。

#### (2) 電力事業

最終目標（平成 30 年度）

- ・ データの共有・管理・活用等により効率的な事業運営を促進するガイドライン案の作成を行い、経済産業省に対して提言を行う。
- ・ IoT 技術の活用によりデータの収集及び解析を行うシステムの構築を行い、当該システムの効果の検証を行うことで、発電所の事業運営の効率化に資することを確認する。

## 研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

国内の多くのプラントで設備の高経年化や熟練作業員の減少等が進んでおり、重大事故のリスクが増大する恐れがある。一方、こうしたリスクに備えながら、海外事業所も含めたサプライチェーン全体の要望に応じるため、機動的な事業運営が求められている。このような背景の中、人の活動を補完する IoT 技術やビッグデータ解析等の新技术を活用することにより、プラント設備の信頼性を高めながら、効率的でより柔軟なメンテナンスの実現を両立することが課題となっている。

### 2. 研究開発の具体的な内容

#### (1) 製油所等の設備機器異常の早期検知

国内複数の製油所等について、過去の点検データ等を収集・解析することで、稼働信頼性の向上につながる効率的な点検管理業務が可能となるモデル、具体的には常圧蒸留装置周辺における配管内面腐食を予測するモデルの構築及び効果検証を行う。

また、定常的に実施している各種点検で得られるデータ、機器設備運転の際に管理している運転データ、設備データ等を IoT 技術やビッグデータ解析等の活用により収集・解析し、より安定的かつ効率的な操業が可能となるシステムの構築を行う。

#### (2) 化学プラントの設備機器異常の早期検知

国内複数の化学プラント等について、点検データや非破壊検査手法によるデータを収集・解析し、配管や塔槽等の外面腐食の発生状況を分析することによって、設備機器の異常を早期に発見する予測モデルの構築を行う。

#### (3) 運転データ等による異常検知・事故予測システム

温度、圧力、流量等の運転データについて、通常の状態をモデル化し、当該モデルとリアルタイムデータとの比較において運転異常の早期検知が可能となる異常検知予測システムを開発する。また、ヒヤリハット等のテキストデータや熟練従業員のノウハウを活用し、異常が進んだ場合にどのような事故に発展する可能性があるのかを具体的に予測する事故予測システムの開発を行う。

#### (4) その他事故予防に係るシステム

(1)～(3)までのシステム以外に事故予防に係る有効な技術がある場合は、そのシステムの調査や開発を行う。

#### (5) 共通プラットフォームの構築

(1)～(4)のモデルやシステムの高精度化、利便性向上、コストメリットの向上を目的として、各モデル・システムを束ねる共通プラットフォームのあるべき姿、競争領域と協調領域の整理等の検討を行う。

### 3. 達成目標

最終目標（平成 30 年度）

- ・ 内面腐食予測モデル、外面腐食予測モデル、異常検知予測システム、事故予測システム等の構築及びこれらのシステムの精度等を向上させるためのプラットフォームを構築する。
- ・ 関連規制・制度のあるべき姿について検討する場を設け、将来の規制・制度の見直しにつなげる提言を実施する。

## 研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

我が国では、製造現場の機器から得られるデータを経営層の基幹システム（ERP 等の生産管理や経理等を行うシステム）に直接活用できていないのが現状であるが、この課題を克服することにより、工場稼働率のさらなる向上、受発注や市場に応じた生産の実現、販売後の製品の故障予知や部品交換時期の提案等、製造業の生産性の向上やビジネスモデルの革新が期待できる。これを実現するには、工場の生産設備の稼働状況や製品の設計・品質情報等のデータを工場間、企業間で共有・活用するための業界横断的な標準仕様を確立することが必要である。

### 2. 研究開発の具体的な内容

国内外の既存規格の分析、引用可能なものの流用、不足の付け加え等により、日本版の標準仕様案を作成し、実際の工場への適用による有効性の検証を行う。具体的には、設計・提案支援（顧客利用データに基づく製品設計変更）、品質管理（良品・不良品判定の自動化・客観化）、共同受発注（生産進捗情報をクラウド上で共有し、業界横断的に余剰能力をマッチングする仕組みの構築）、在庫・物流管理（サプライヤ・物流を含む全体工程管理）の4事例に対して確認を行う。

また、本標準仕様を将来の国際標準化提案に繋げることを目的として、経済産業省や必要に応じて関連団体と協議の上で、技術仕様書の形式でドキュメントの作成を行う。

### 3. 達成目標

最終目標（平成 29 年度）

- ・ 欧米の標準化団体等が推奨する既存規格を分析し、不足を付け加え、日本版標準仕様案を作成し、実際の工場で効果検証を行う。
- ・ 標準仕様の内容をベースとした技術仕様書を策定する。

## 研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

世界の航空需要が今後年率 5%で拡大することが予想される中、パイロット需要は新興国を中心に 2030 年までに現状の 2 倍に増大し、約 1 万人近いパイロットの不足が予想され、熟練パイロットの不足等により安全運航が損なわれることも懸念されている。そのため、IoT を活用した課題の克服が期待されている。

### 2. 研究開発の具体的な内容

蓄積された運航データ等（フライトプラン、フライト実績、コックピット内情報、気象情報等）や AI・IoT 技術を活用し、現在、パイロットが手動で対応している悪天候時の飛行計画の変更等についてパイロットの判断を支援するシステムなど、高度で安全な航空システムの実現に向けた実証を行う。

### 3. 達成目標

最終目標（平成 30 年度）

- ・ 航空機が取得するリアルタイムデータ（画像データや気象データ等）を活用してパイロットの判断・操縦を支援するシステムを開発し、有効性の検証をする。
- ・ 本事業で得られた検証データをもとに、データを保有するエアライン、AI 企業、機体メーカー、経済産業省、国土交通省などの関係省庁と連携して、高度で安全な次世代の航空機運航システムの実現に向け、制度的論点の整理及び規制・制度の見直しに向けた提言を行う。

## 研究開発項目⑤ IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

我が国の流通システムは、古い商習慣的なルールが残っていること、IoT や AI 等といった技術の導入が遅れていることなどにより、返品・食品ロスの発生、リードタイムの長期化などのサプライチェーンの無駄が社会課題として存在している。このままでは、人手不足の中で社会基盤である流通システムを維持することが困難となり、国民生活や国内企業の産業競争力に悪影響を与える可能性がある。そのため、IoT や AI 等の技術の活用により、流通システムの効率化を実現する必要がある。

### 2. 研究開発の具体的な内容

#### (1) 国内消費財サプライチェーンの効率化

メーカーが商品に電子タグ (RFID) を貼付し、当該商品の流通過程で各プレイヤー (メーカー、物流、卸売、小売、消費者等) が RFID を用いて取得した個品単位の商品情報をサプライチェーン全体で共有するシステムを構築し、実証実験を通じてその有用性の確認を行う。情報共有システムは、情報共有フォーマットである EPCIS (Electronic Product Code Information Services) をベースとして、EPCIS へ登録するイベント (入荷・出荷情報、荷姿情報等) や CBV (Core Business Vocabulary) では不足する用語の分析・整理を行い、サプライチェーンの様々なプレイヤーが商品に関する情報を安全に参照できる環境の整備を目指す。

#### (2) グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化

海外貿易に係る決裁・積荷の照会等の手続き (貿易手続) のすべての情報のうち、他の関係者と共有すべき情報の特定を行い、その情報がセキュリティの担保された状態で、関係者間で相互共有されることを可能とするブロックチェーン等の技術を活用した “貿易情報共有プラットフォーム” の構築および検証を行う。加えて、貿易手続において業者間で共有されるデータの標準フォーマットの策定や情報共有のルール整備などの環境整備を行う。

### 3. 達成目標

#### (1) 国内消費財サプライチェーンの効率化

- ・ メーカー、物流、卸売、小売、消費者等が個品単位の商品情報をサプライチェーン全体で共有する情報共有システムの構築及びその有用性の確認を行う。
- ・ 国内消費財サプライチェーンに適合した RFID の標準データフォーマット案や情報共有にあたってのルール案の策定を行う。

#### (2) グローバルサプライチェーンにおける貿易手続の効率化

- ・ 貿易手続に係る “貿易情報共有プラットフォーム” の構築及び有効性の検証を行う。
- ・ 貿易手続において業者間で共有される標準データフォーマット案及び情報共有にあたってのルール案の策定を行う。

## 研究開発項目⑥ IoT 技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発

### 1. 研究開発の必要性

世界のスマートホーム市場は、現在の 150 億ドル規模から 2030 年までに 4000 億ドルまで拡大すると予測されており、既に海外では、Google、Amazon、Apple、SAMSUNG 等の大手も積極的に参入し、スマートホーム市場の獲得に向けた競争が激化している。これらに共通することとして、多様な機器メーカーやサービス事業者が連携してライフデータを集約・解析し、個人のニーズを先読み（Context Awareness）したサービスが指向されている。

他方、我が国では、これまでスマートホームの取組は、主に省エネルギーを軸にした電力の見える化などの取組中心であった。我が国は、少子高齢化や多様な働き方への対応など、多くの社会課題を抱えているため、スマートホーム市場として有望視されているものの、多くの家電メーカーは、現状国内マーケットにおいて一定数の顧客を囲い込めていること、また、グローバルなビジネス展開を積極的に行っていないこと等を背景に、機器のネットワーク化すら限定的であり、自社製品に限った機器連携や一部サービス事業者との連携など、極めて限定的な範囲でスマートホームビジネスの取組・検討が進められている状況である。

今後、海外企業による日本市場への参入が見込まれる中、こうした国内状況をいち早く改革し、データ連携による企業間アライアンスで生活上のあらゆる情報が繋がり、生活の不便を解消する等のサービスを提供するスマートライフ市場を創出することが重要となる。そのためには、海外企業を含めた共創、協業等を通じて我が国発のライフデータを有効活用した新たなサービス創出が可能な環境を整備することが必要である。

### 2. 研究開発の具体的な内容

スマートライフ市場には、様々な分野の事業者の参入が見込まれていることから、ライフデータを有効活用するためには業界横断的なルール整備を行う必要がある。このため、平成 29 年度に経済産業省が実施した「スマートホームに関するデータ活用環境整備推進事業」では、企業の枠を超えて機器の遠隔操作やデータ連携が可能な仕組みを検証し、データカタログ、セキュリティ・製品安全、プライバシーデータの同意取得の在り方等に関する要件を整理している。

平成 30 年度は整理された要件を踏まえ、家電のみならず、ハウスメーカーや電力・ガス事業者、小売・流通事業者等、様々な事業者との間でデータのやり取りを実施することを想定した、データカタログやサイバーセキュリティ評価基準、プライバシーデータ取扱いの同意取得方法等の標準仕様を作成する。また、本標準仕様を適用の上で、多様な働き方への対応や少子高齢化・安全安心の実現など、社会課題解決に資するテーマに限定したサービス実証を実施し、効果の測定を行うとともに、標準仕様の実検証を実施する。

### 3. 達成目標

最終目標（平成 30 年度）

- ・ 異業種間のデータ連携によるサービス創出が可能な標準仕様（データカタログ、サイバーセキュリティ標準仕様、プライバシーデータ取扱いの同意取得方法等）の作成を行う。また、標準仕様の実検証を実施する。

- ・ 標準仕様を活用した上で、スマートライフ市場の創出につながる具体的なケースについて効果の検証を行う。

(別紙2) 研究開発スケジュール

	平成 29 年度 (2017 年度)	平成 30 年度 (2018 年度)	平成 31 年度 (2019 年度)
研究開発項目① 高度なデータ活用を可能とする社会インフラ運営システムの開発 (委託)	<p>【水道】システム開発、運用、評価、データ取得</p>	<p>【水道】検証・評価</p> <p>【電力】機器設置及びデータ収集</p> <p>【電力】分析・効果検証</p> <p>【電力】共通仕様・ガイドライン検討</p>	
研究開発項目② IoT 技術を活用した新たな産業保安システムの開発 (委託)	<p>異常予測システムの高精度化</p> <p>共通プラットフォームの検討</p>	<p>共通プラットフォームの構築</p>	
研究開発項目③ IoT 技術の活用による業界横断的な生産管理システムの開発 (委託)	<p>データ流通ルール(プロファイル)作成</p> <p>プロファイルを用いた実証</p>		
研究開発項目④ 次世代航空機運航支援システムの開発 (委託)	<p>過去の運航データ・AI を用いた運航支援システム開発</p>	<p>リアルタイムデータを用いたシステム検証</p>	

<p>研究開発項目⑤ IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発</p>		<p>システム開発</p> <p>プラットフォームの効果検証</p> <p>情報共有ルールの整備等</p>	
<p>研究開発項目⑥ IoT 技術を活用したライフデータの高度利用システムの開発</p>		<p>ユーザーインターフェース・API 開発</p> <p>効果検証</p>	
<p>評価時期</p>			<p>事後評価</p>