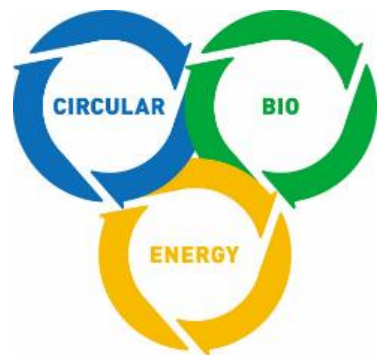


# イノベーションの先に目指すべき 「豊かな未来」

## 別冊

### — 現代社会が取り組むべきイノベーション例 —



2021年6月30日

新エネルギー・産業技術総合開発機構  
技術戦略研究センター

■ 現在の経済社会情勢・課題を踏まえ、下記に示す46編の政府白書、日本学術会議提言、国内外の官民による未来予測、NEDO技術戦略等を参考にし、本編で示した12の社会像の実現に向けて「現代社会が取り組むべきイノベーション例」を創案、抽出したので紹介する。

## 政府白書

発行機関	文章名
内閣府	防災白書
	高齢社会白書
	障害者白書
	交通安全白書
	統合イノベーション戦略2020
総務省	情報通信白書
	未来をつかむTECH戦略
文部科学省	科学技術白書
	文部科学白書
	科学技術予測調査
文科省・経済省	マテリアル革新力強化のための政府戦略に向けて
厚生労働省	厚生労働白書
厚労省・経済省	未来イノベーションワーキンググループ
農林水産省	食料・農業・農村白書
水産庁	水産白書
経済産業省	製造基盤白書(ものづくり白書)
資源エネルギー庁	エネルギー白書
中小企業庁	中小企業白書
国土交通省	国土交通省白書
	交通政策白書
観光庁	観光白書
環境省	環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書

## 日本学術会議提言、国内外の官民による未来予測

発行機関	文章名
日本学術会議	理学・工学分野における科学・夢ロードマップ2014(夢ロードマップ2014)
	日本における農業資源の潜在力を顕在化するために生産農学が果たすべき役割 超高齢社会における生活習慣病の研究と医療体制
JST CRDS	「システム科学技術を用いた予測医療による健康リスクの低減」に関する研究開発戦略
	AI×バイオ DX時代のライフサイエンス・バイオメディカル研究
	デジタルトランスフォーメーションに伴う科学技術・イノベーションの変容
	二酸化炭素資源化に関する調査報告
	米国「科学イノベーション政策のための科学」の動向と分析
	計測横断チーム調査報告書 計測の俯瞰と新潮流
	Beyond Disciplines –JST/CRDSが注目する12の異分野融合領域・横断テーマ(2018年)
	計測横断チーム調査報告書 計測の俯瞰と新潮流
	次世代ものづくり ～基盤技術とプラットフォームの統合化戦略～
JST	未来社会創造事業
みずほFG	「2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～」
三菱総研	未来社会構想2050
欧州委員会	研究・イノベーション総局「プロジェクト・ボヘミア」
ロイヤルダッチシェル	「スカイシナリオ」
日立製作所	「ビジョンデザイン」
OSTP(米国)	地球システム研究開発の戦略的枠組みとロードマップ(2020年)
	高齢化をサポートする新興技術(2019年)
Eurofound	ヨーロッパにおける社会的結束と幸福(2018年)
European Commission	Horizon Europe

■ 本編で導出した実現すべき社会像を基に、政府による白書や官民による未来予測、NEDO/TSC技術戦略などを分析し、現代社会が目指すべき目標と取り組むべきイノベーション例を創案、および抽出した。

## 実現すべき社会像

## 現代社会が目指すべき目標

## 取り組むべきイノベーション例

### 誰もが健康で食事に困らない社会

全ての人々を孤独や孤立、排除や摩擦から援護し長期的に健康で食事や住居の不安がなく、ゆとりを感じられる生活をおくることができるよう、社会の一員として包み支え合う社会



### 誰もが食べ物に困らない社会

**資源循環型食料生産の実現**  
 ● 生物機能をフルに活用した完全資源循環型食料生産  
 ⇒ 持続的な食料供給産業の創出

**食のサプライチェーンの強靱化**  
 ● スマート農業等による持続的な食料生産・消費システム構築  
 ● 食品ロスの削減  
 ⇒ 無駄のない食料供給体制の構築

**食の充実による満足度の向上**  
 ● 栄養・健康状態に応じたセルフケア食の提供  
 ⇒ いつまでも食を楽しむことができる社会



### イノベーション例 食のサプライチェーンの強靱化

- スマート農業により、労働力不足が深刻化する中、生産性を飛躍的に高めることが可能
- 作業の自動化、情報共有の簡易化、データの活用による省人化・環境保全

農業分野では、労働力不足が深刻な課題があるが、依然として人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、省力化、人手の確保、負担軽減に係る技術の開発・実用化が必要

【主要な学問・技術分野】

- ・ロボティクス
- ・自動制御
- ・知能機械システム
- ・学習制御
- ・空間知能化システム
- ・農業機械システム
- ・生物生産施設
- ・生産環境調節
- ・農業気象環境
- ・農業情報システム
- ・遠隔計測情報処理
- ・水産資源管理
- ・水産工学
- ・森林計画

## 政府による白書など

- ・内閣府 高齢社会白書
- ・総務省 未来をつかむTECH戦略
- ・経済産業省 ものづくり白書
- ・文部科学省 科学技術白書

## 官民による未来予測

- ・日本学術会議 夢ロードマップ2014
- ・三菱総合研究所 未来社会構想2050
- ・NEDO/TSC技術戦略



## 科研費小区分内容

小区分	内容の例
26010	〔金属材料物性関連〕 電気磁気物性、電子情報物性、準安定状態、孤族、相変態、状態固、結晶格子欠陥、力学物性、熱光物性、材料計算科学、など
26020	〔無機材料および物性関連〕 機能性セラミックス、機能性ガラス、構造用セラミックス、カーボン系材料、結晶構造解析、組織制御、電気物性、力学物性、物理的・化学的性質、粒界物性、など
26030	〔複合材料および界面関連〕 機能性複合材料、構造用複合材料、生体用複合材料、複合高分子、表面処理、分散制御、接合、接着、界面物性、積層機能、など
26040	〔構造材料および機能材料関連〕 社会基盤構造材料、靱性、医療福祉材料、機能性高分子材料、信頼性、光機能材料、センサー材料、エネルギー材料、電池機能材料、環境機能材料、など
26050	〔材料加工および組織制御関連〕 加工成形、加工熱処理、結晶組織制御、レーザー加工、精密加工、研磨、粉末冶金、コーティング、めっき、腐食防食、など
26060	〔金属生産および資源生産関連〕 分離精製、溶解凝固、結晶成長、精造、資源保障確保、希少資源代替、低環境負荷、リサイクル、エコマテリアル、省エネルギー、など

# 「豊かな未来」を実現するために取り組むべきイノベーション例

■ 創案、抽出した40のイノベーション例を目次としてリスト化すると、以下のとおり。

6つの価値軸		12の社会像	イノベーション例
Value of Life (多様な幸せ)	健康で安定な生活の実現	誰もが健康で食事に困らない社会	生活習慣病・難病の克服(P6)、誰もが望む医療・介護を享受(P8)、健康リスク制御の実現(P10)、感染症対策(P11)、資源循環型食料生産の実現(P12)、食のサプライチェーンの強靱化(P13)、食の充実による満足度の向上(P14)
		多様性を認め合える全員参加型社会	価値共創基盤の構築(知識のデジタル化)(P16)、開かれたコミュニティ×技術(P17)、インクルーシブ・イノベーション(P18)
	自分らしい生き方の実現	誰もが潜在能力を発揮し自己の理想を実現できる社会	人間理解の深化(P21)、人間の能力の限界への挑戦(P22)、未開領域への挑戦(P23)、五感の活用による究極のバーチャル空間の実現(P24)、バーチャル空間上でなりたい自分を実現(P25)
		誰もが無理なく働き続けられる社会	やりがいのある仕事への変革(P27)、柔軟な働き方の実現(P28)
Sustainability (持続可能性)	持続可能な経済成長の実現	基幹産業・技術の創成による持続可能な社会	多品種少量生産の実現(P31)、DX推進によるモノのサービス化(P32)、データ駆動型材料開発(P33)
		物質循環による持続可能な社会	循環性の高いビジネスモデルへの転換(P35)、環境にやさしいものづくりの追求(P36)
	持続可能な自然共生世界の実現	持続可能で自然にやさしい社会	炭素循環社会の実現(P39)、地域循環共生圏の構築(P40)、バイオマス産業都市の構築(P41)
		環境と調和した持続可能なエネルギー社会	エネルギーネットワークの脱炭素化・強靱化(P43)、エネルギー技術の転換(P44)、水素社会の実現(P45)
Resilience (強靱性)	強靱で快適な社会基盤の実現	快適で活力に満ちた社会	自然と共生する持続可能都市(P48)、自立・分散型社会の実現(P49)、デジタル対応都市の実現(P50)
		強くてしなやかな社会	社会インフラのレジリエンス機能向上(P52)、持続可能インフラの整備(P53)、デジタル・通信インフラの整備(P54)、交通・物流革命(P55)
	安全・安心な国の実現	誰もが自由で安全に活動ができる社会	モビリティ革命の実現(P58)、地域コミュニティの活性化(P59)、安全性確保と信頼性醸成(P60)
		透明性・信頼性の高い社会	データ駆動型社会の実現(P62)、行政の在り方変革(P63)

# 健康で安定な生活の実現

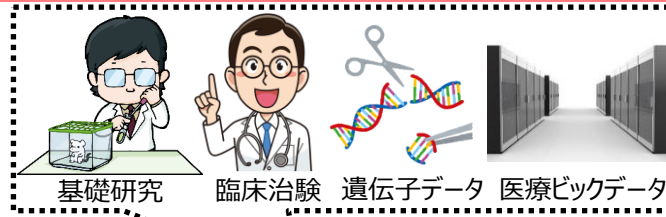
- 誰もが望む医療を受けられる医療システム構築により健康長寿を増進し、すべての人が、より長く元気に社会生活を送るための取り組みを推進
- 持続的な食料供給産業の創出により、完全資源循環型食料生産の実現を目指す

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 誰もが健康で活躍できる社会

#### 生活習慣病・難病の克服

- 個別化医療の実現
  - 再生医療
- ⇒ QOLの向上、医療費削減



#### 誰もが望む医療・介護を享受

- 在宅、認知症、終末期
  - 多様な医療・介護資源の確保
- ⇒ 誰もが潜在能力を発現する機会があり、多様性が尊重される医療・介護イノベーション



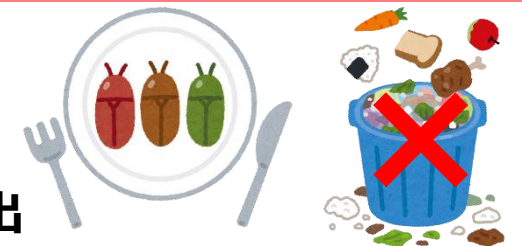
#### 健康リスク制御の実現、感染症対策

- 健康リスクの検知や対応・制御
  - データ駆動型医療 ● 封じ込め対策
- ⇒ 医療費抑制・削減、健康寿命の延伸、パンデミックの抑制

### 誰もが食べ物に困らない社会

#### 資源循環型食料生産の実現

- 生物機能をフルに活用した完全資源循環型食料生産
- ⇒ 持続的な食料供給産業の創出



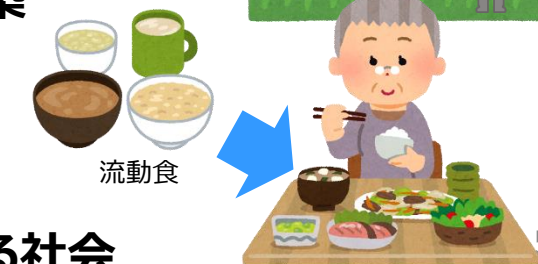
#### 食のサプライチェーンの強靱化

- スマート農業等による持続的な食料生産・消費システム構築
  - 食品ロスの削減
- ⇒ 無駄のない食料供給体制の構築



#### 食の充実による満足度の向上

- 栄養・健康状態に応じたセルフケア食の提供
- ⇒ いつまでも食を楽しむことができる社会

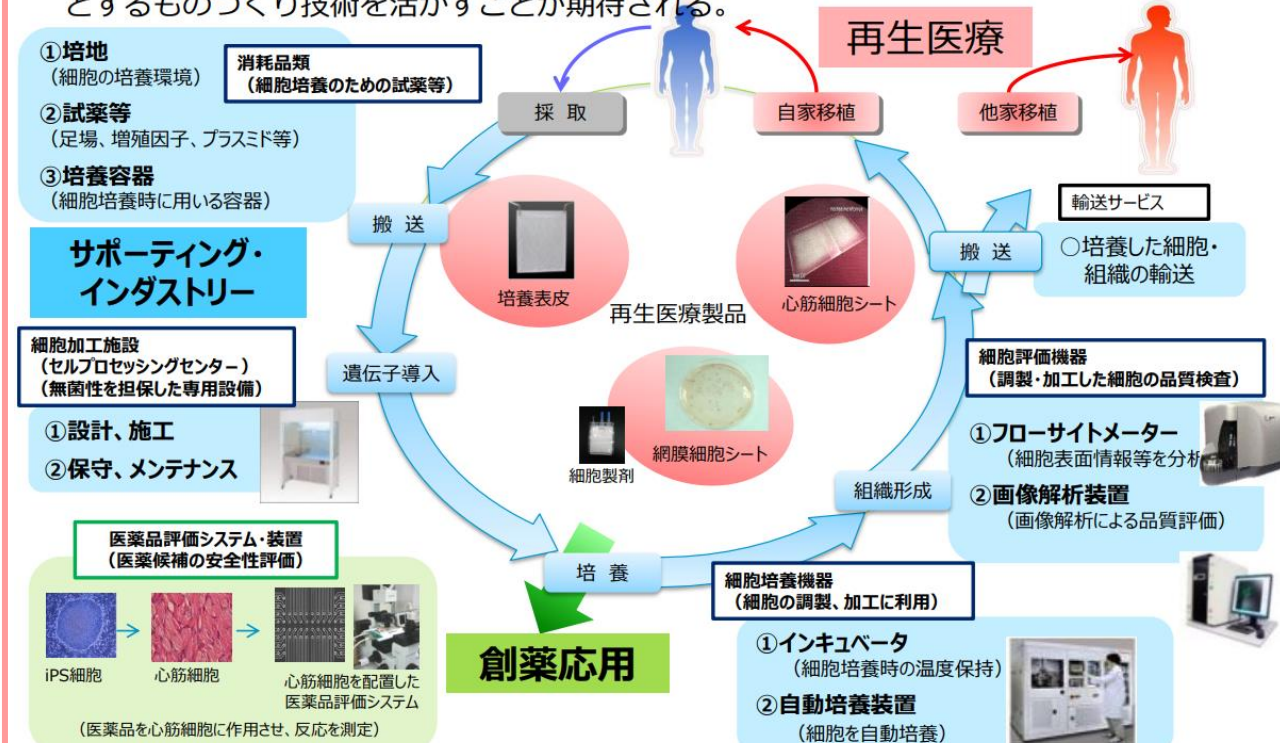


- 再生医療等製品の各プロセスを人間拡張技術により機械化・自動化
- プロセスの連携・連結により、安全かつ高品質の再生医療製品を低コストで提供

再生医療に関する科学的な成果と、我が国の産業界が有する機械化・自動化技術や品質管理・工程管理技術を融合した再生医療製品の製造システムを開発

## 再生医療のサプライチェーン

再生医療は、消耗品や関連サービスなどの様々な関連産業が支えており、我が国が強みとするものづくり技術を活かすことが期待される。



## 再生医療・遺伝子治療の産業化

- 標準化戦略とデファクト戦略による国際競争の強化
- 機器間の標準化や機器と消耗品等の標準化の推進

## 再生医療による難治性疾患の根本治療の実現

- iPS細胞を用いた細胞移植治療の実現化  
脊椎損傷やパーキンソン病、糖尿病や腎臓疾患、慢性疾患や高齢化に伴う疾患等の治療が可能

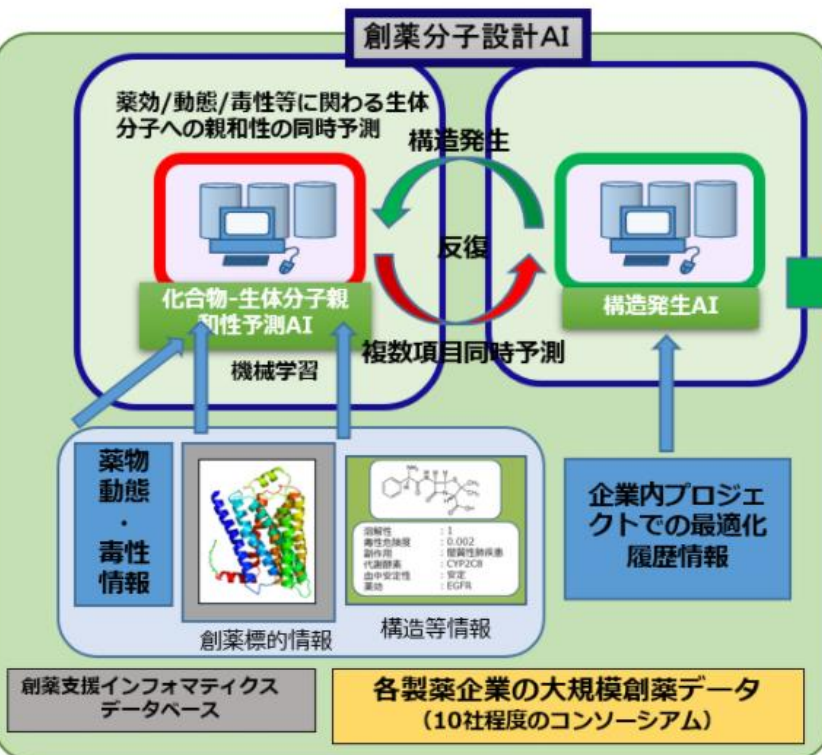
## 【主要な学問・技術分野】

- ・細胞機能
- ・生活習慣病
- ・発生工学
- ・遺伝子治療
- ・免疫療法
- ・標的療法
- ・バイオインフォマティクス
- ・生体内機能発現
- ・組織再生
- ・創薬科学
- ・医薬分子設計
- ・医薬品探索
- ・医療技術倫理
- ・再生医工学

- AI創薬の実現による開発から製品化までの低コスト化および迅速化
- 遺伝子情報および生体分子と創薬候補物質との相互作用解析によるデータベース構築が鍵

ドラッグ・リポジショニングや因子予測等のバイオマーカーや創薬候補物質の探索  
化合物・抗体等の設計・最適化、活性や毒性の予測・評価、合成経路探索、臨床予測

## 医薬品開発プロセスのための次世代AI開発



候補化合物  
AI創薬の本格実装へ

創薬プースターでの使用による検証、支援の効率化のほか、AMED事業での活用

企業等における活用により創薬の効率化

ビジネス化による幅広い普及を検討

## 具体的なAI利用事例

- <未病データ解析>
  - ・健康診断データ
  - ・微生物叢・生体内分子解析
  - ・センサ等のデジタルヘルスデータ
- <分子シミュレーション>
  - ・分子間相互作用解析・制御
  - ・タンパク質構造・機能予測
  - ・タンパク質・分子挙動解析
- <分子設計>
  - ・合成経路予測、・分子設計
  - ・生物学的活性予測
- <トランスレーショナルリサーチ>
  - ・非臨床データからのヒト吸収・分布・代謝・排泄・毒性解析
  - ・疾患メカニズム解明
  - ・バイオマーカー予測

## 【主要な学問・技術分野】

- ・ゲノム解析
- ・診断マーカー
- ・メタボローム解析
- ・分子間相互作用解析
- ・がん遺伝子
- ・バイオインフォマティクス
- ・データサイエンス
- ・創薬科学
- ・活性発現の分子機構
- ・医薬分子設計
- ・医薬品探索
- ・化合物ライブラリー
- ・医療技術倫理
- ・医療情報



# イノベーション例 誰もが望む医療・介護を享受

- 要医療・介護者の選択する権利(生活リズム、居住場所、終末期医療等)を保障
- 要医療・介護者が生活の様々な場面で生じる困りごとを解決するためのシーズが必要

要医療・介護者が日常生活で抱える課題は複雑、真のニーズの解決には、1社での対応は困難、医療・介護現場、地域社会、スタートアップ企業等とのオープンイノベーションが重要

要医療・介護者になってからも可能な限り自立した生活を送ることができるよう支援  
 家族等の介助者の負担を低減させる「生活支援・社会受容」に関連する新製品・サービス等を創出

**加齢** →

健康 ↔ プレフレイル ↔ フレイル ↔ 要介護

歩き方の計測  
ウェアラブルセンサ  
重心・加重測定

転倒防止  
スマート(デザイン、機能)  
人の意識で操作  
軽量  
段差乗り越え機能

ロボットを使った  
リハビリ・付加運動  
**運動補助ユニット**

次世代モビリティ  
アシストスーツ

介助者補助

プレフレイル、フレイル状態からのトレーニング → 健康寿命増進

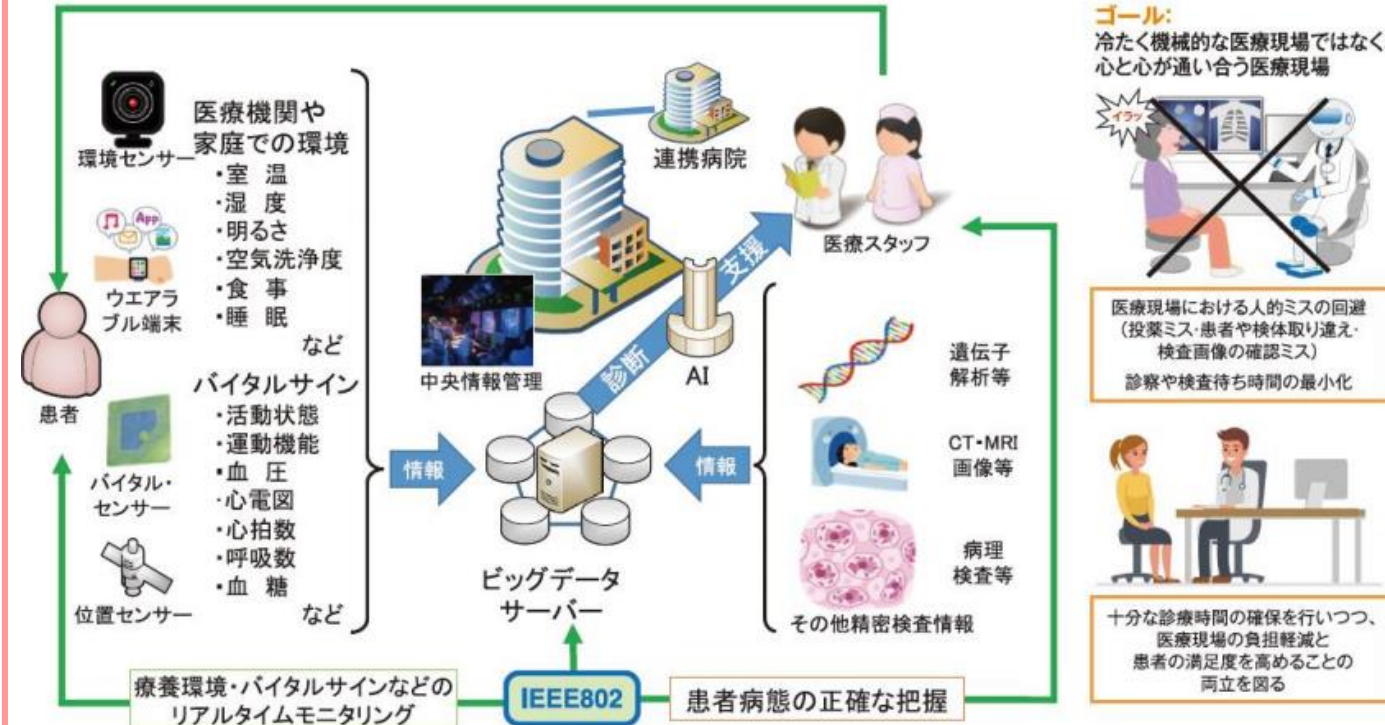
【主要な学問・技術分野】

- ・健康福祉工学
- ・生活支援技術
- ・介護支援技術
- ・バリアフリー
- ・ユニバーサルデザイン
- ・福祉・介護用ロボット
- ・生体機能代行
- ・福祉用具
- ・ウェアラブル機器
- ・老化
- ・リハビリテーション医療
- ・社会行動・コミュニケーション
- ・レギュラトリーサイエンス
- ・医療技術倫理

- 地域・経済・世帯構成などに関係なく、必要な医療・介護へ確実にアクセス・利用が可能
- 一人ひとりの状況に応じて適時・適切に多様な医療・介護資源を利活用できるシステムの構築

オンライン診療・手術の高度化、医療・介護を支える技術(情報インフラ、AI・IoT、ロボット、アバター)と人的資源、モビリティの効率化

## 医療・介護資源を利活用できるシステム(近未来のAIホスピタル)



### 【主要な学問・技術分野】

- ・ゲノム解析
- ・診断マーカー
- ・メタボローム解析
- ・バイオインフォマティクス
- ・データサイエンス
- ・創薬科学
- ・医療技術倫理
- ・医療情報
- ・健康情報
- ・医用画像
- ・ロボティクス
- ・ヒューマンインタフェース
- ・拡張現実感
- ・機械学習

# イノベーション例 健康リスク制御の実現

- 健康リスクの初期検知や初期対応・制御の実現
- 個人個人のモニタリングによるデータ駆動型医療の実現

疾患発症や重症化の初期対応・制御、健康リスクの予測やシミュレーションの精度向上  
健康リスク因子の発見・同定、発症、重症化予測・異常発見技術の開発、個別化リスク評価

## モニタリング

センシング技術  
ビッグデータ収集  
コンパニオン診断

## モデリング・予測

バイオマーカー探索・同定技術  
AIによるビッグデータ解析  
画像・計測 + シミュレーション

## 制御・誘導

病気を未然に防ぐ  
健康維持・増進法の開発  
遠隔診断・スマートドクター



## 【主要な学問・技術分野】

- ・バイオセンサー
- ・光機能、センサー材料
- ・計測機器、分子計測
- ・MEMS
- ・センシングデバイス
- ・ヒューマンインタフェース
- ・知能機械システム
- ・マイクロマシン
- ・医療・健康情報
- ・半導体
- ・薄膜、複合材料
- ・電子デバイス
- ・生体機能化学、分子認識
- ・ナノバイオインターフェース

# イノベーション例 感染症対策

- 診断法の開発、治療法、ワクチンの開発等、新興・再興感染症への対応能力の強化
- 感染症に関する医薬品や医療機器の開発、国際的な情報共有

感染症に対応するための多様な人材の育成と確保、体制整備と国際的な連携の向上が重要  
 ウイルスの可視化やワクチン・治療薬の早期開発には異分野融合研究が有効

## 今後、出現が予想される強毒性ウイルスへの対策が課題

### 感染症に強い社会の構築

- 感染経路解明・将来予測データの蓄積が鍵(診断、薬剤、治療法、ワクチン、パンデミックが社会に与えた影響等)

### 発生前の対策

予防法の確立  
 万能ワクチン、マスク、抗ウイルス剤の備蓄  
 発生対策の強化  
 発生訓練

### 発生前後の対策

#### 迅速な検出方法の開発

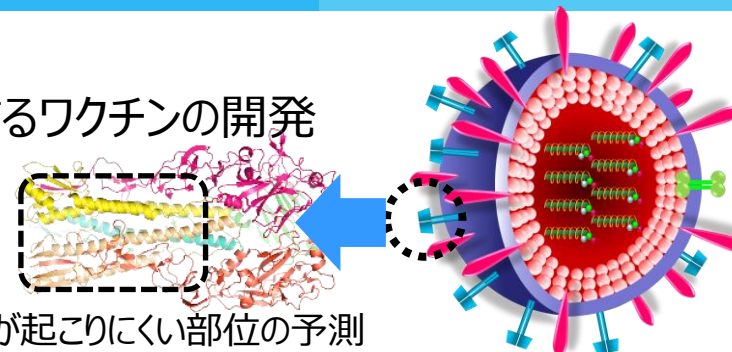
空港等での検疫、接触者予防投薬(プレパンデミックワクチン)  
 封じ込め対策(移動制限)  
 ウイルス可視化、ワクチン開発

### 発生後の対策

抗ウイルス剤の開発  
 ドラックリポジショニング  
 タミフル、アビガン  
 病院用器具、テント  
 食料、ライフライン、交通

### AIを利用した感染症対策

- ウイルス間で共通性が高く変異が起こりにくい部位に応答するワクチンの開発
- AIを用いた抗ウイルス薬品の開発
- 迅速なウイルス検出方法の開発
- ウイルスの変異予測をもとにした未知ウイルス予測



変異が起こりにくい部位の予測

### 【主要な学問・技術分野】

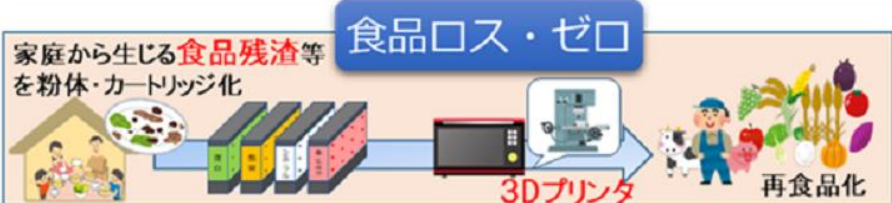
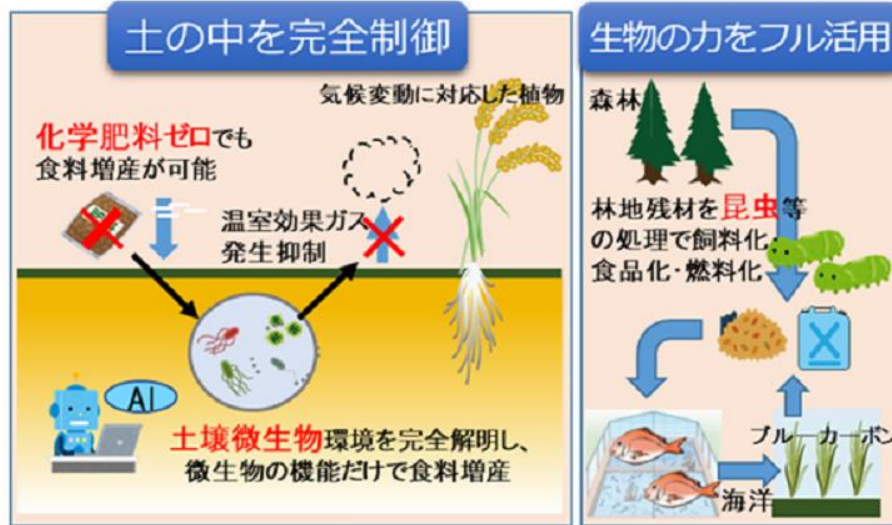
- ・分子認識
- ・バイオインフォマティクス
- ・ゲノム解析技術
- ・バイオデータベース
- ・創薬科学
- ・活性発現の分子機構
- ・医薬分子設計
- ・医薬品探索
- ・ウイルス疫学
- ・ウイルス感染制御
- ・感染症診断・治療学
- ・国際感染症学
- ・機械学習
- ・臨床研究

## 感染拡大を防ぐための様々なイノベーションや異分野融合研究が必要

社会の協力を得て衛生・健康情報やヒト試料をビッグデータとして蓄積し、将来予測に利用

- 微生物や昆虫、植物の持つ生物機能を活用した、環境負荷の小さい農業・漁業や、新たな食料資源の開発
- 食品ロスの削減に貢献する、未利用食材等を活用した食品開発

食料増産と地球環境保全の両立には、現行方式の食料生産システムの抜本的な見直しが必要



ムーンショット目標5  
「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」

- 気候変動等の環境変化に対する適応能の高い農作物の開発
- 微生物を活用した土壌環境の制御により、化学肥料・農薬の使用を削減した作物生産
- 高品質な食用・飼料用昆虫の大量生産体制の構築
- 未利用食材を原料とするパーソナライズド食品の製造

【主要な学問・技術分野】

- ・ 遺伝育種
- ・ 遺伝子工学
- ・ 植物微生物相互作用
- ・ 植物分子機能
- ・ 蚕糸昆虫利用学
- ・ 種苗生産
- ・ 食料消費経済
- ・ フードシステム
- ・ 機能性食品
- ・ 食生活
- ・ 食品工学、食品分析
- ・ 食品機能、食品化学
- ・ 微生物利用
- ・ 微生物遺伝育種

出典：「ムーンショット型農林水産研究開発事業」(農林水産省)

⇒ 食料生産と地球環境保全を両立

- 労働力不足が深刻化する中、スマート農業により、生産性を飛躍的に高めることが可能
- 作業の自動化、情報共有の簡易化、データの活用による省人化・環境保全

農業分野では、労働力不足が深刻な課題であるが、依然として人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、省力化、人手の確保、負担軽減に係る技術の開発・実用化が必要

**農業**

無人草刈ロボット

ドローンによるピンポイント農薬散布  
AIで病変部位等を検出し、その部分のみ散布

ロボットトラクタ

**林業**

レーザ計測による森林資源情報の把握 (情報のデジタル化)

自動伐倒作業車

自動集材機

**水産業**

自動給餌機 (スマホで確認しながら遠隔給餌)

自動かつお釣り機 (かつお一本釣り漁船)

自動網掃除ロボット

- ロボットトラクタ、スマホで操作する水田の水管理システム  
→ 作業の自動化・省人化
- 位置情報と連動した経営管理アプリの活用により、作業の記録をデジタル化・自動化し、熟練者でなくても生産活動の主体になれる
- ドローン・衛星によるセンシングデータや気象データのAI解析により、農作物の生育や病虫害を予測し、高度な農業経営が可能

【主要な学問・技術分野】

- ・ロボティクス
- ・自動制御
- ・知能機械システム
- ・学習制御
- ・空間知能化システム
- ・農業機械システム
- ・生物生産施設
- ・生産環境調節
- ・農業気象環境
- ・農業情報システム
- ・遠隔計測情報処理
- ・水産資源管理
- ・水産工学
- ・森林計画

出典: 「みどりの食料システム戦略」(農林水産省)

- 食を通じて高齢者の高いQOLを実現する介護食・嚥下食の開発
- 環境保全や動物福祉と、おいしいものを食べたいという欲求を両立する細胞培養肉の開発

資源循環型食料の普及には、栄養・健康状態に応じた「おいしくて健康に良い食」の開発および実用化によるQOLの向上につながる技術の開発・実用化が必要

## ● 個人の好みや医療情報に応じた介護食・嚥下食の開発

出典：「形状、食感を制御したソフト食の製作技術の開発」JST未来社会創造事業



## ● おいさと低コストを実現するためのウシ筋細胞を用いた培養ステーキ肉の生産技術の確立



## 【主要な学問・技術分野】

- ・微生物遺伝育種
- ・微生物機能
- ・微生物利用
- ・微生物制御
- ・細胞生物学
- ・細胞組織工学材料
- ・分子細胞生物学
- ・食品工学、食品分析
- ・食品機能、食品化学
- ・フードシステム
- ・機能性食品
- ・アディティブマニュファクチャリング
- ・遺伝育種
- ・畜産物利用

- 誰もが相互に人格と個性を尊重し支え合い、社会参加の充実感を享受できる社会を目指す
- 短時間で高度な技術を習得し、産業に貢献できる = 学習・訓練の効率化
- 様々な環境の異なる人たちがイノベーションの創出に参加できる = 開かれたコミュニティ×技術
- デジタル技術の活用で年齢関係なく学習し、成長することができる = 情報技術人材の育成

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 価値共創基盤の構築

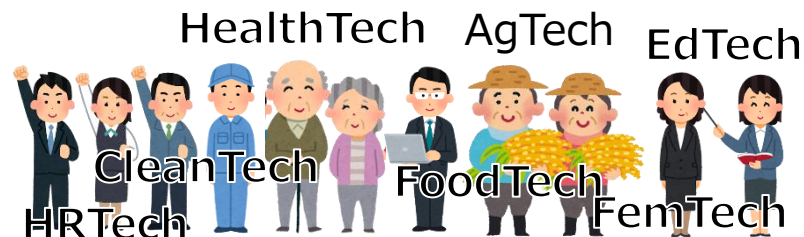
オンライン授業やAIを活用したインクルーシブ教育(個別授業、学習進度選択)  
→習熟度別授業、アフタースクールの充実  
インクルーシブデザインの考え方を取り入れたデジタル教科書・教材

AIを活用して訓練者と熟達者の違いの定量的な比較、学習者の理解力をトレーニング環境にフィードバックし技能取得を効率化  
文化財保存 伝統工芸への展開  
IoT技術によるモニタリング技術の高度化

⇒知のデジタル化と価値共創基盤の構築

### 開かれたコミュニティ×技術

個人、企業、大学、地方自治体、社会起業家など異業種、異分野が知恵やアイデア、技術を組み合わせて共働し、革新的なビジネスモデル、イノベーションにつながる新たな価値を創造する場を提供



⇒開かれたコミュニティによるイノベーション

### インクルーシブ・イノベーション

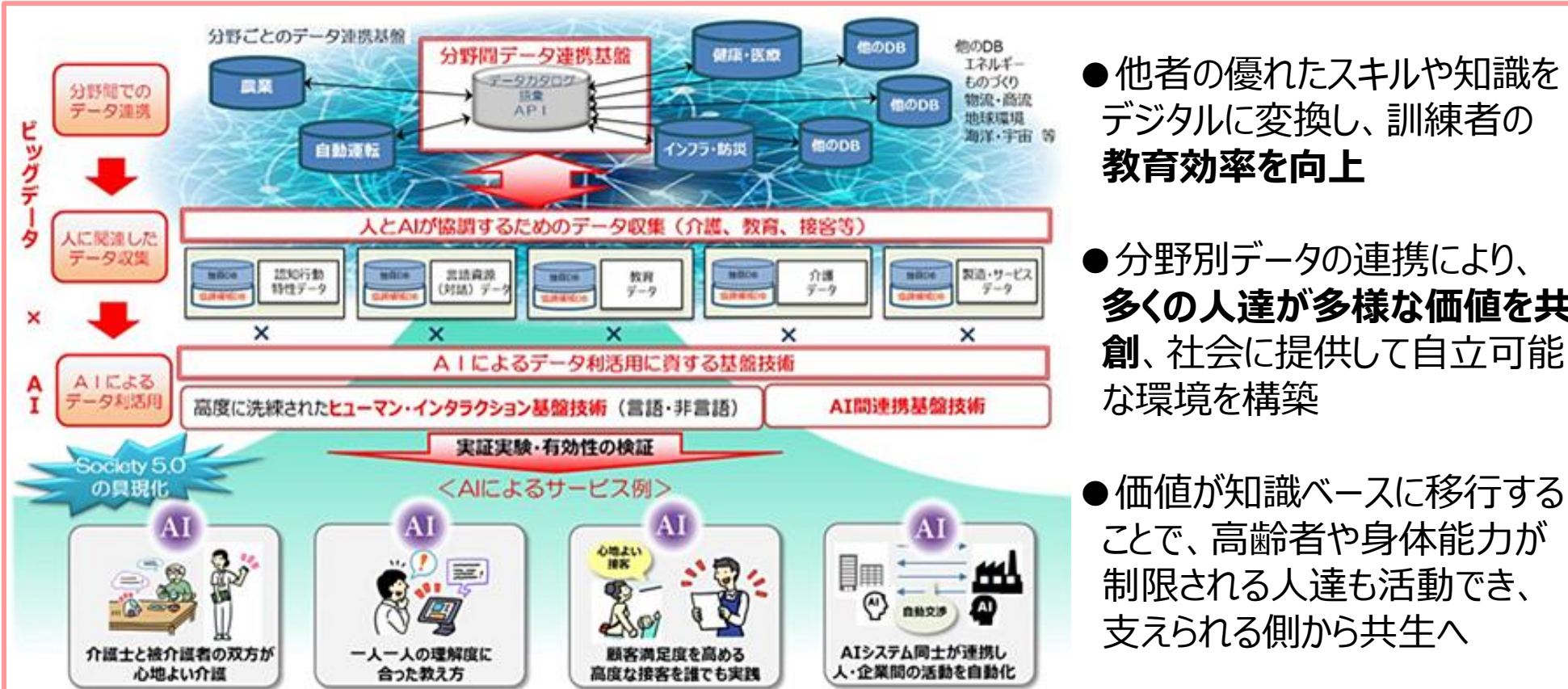
一人一人が先生であり生徒である社会  
利用者がイノベーションの担い手  
= ユーザ同士が体験に基づき、意見や技術を共有することで新価値創造につなげる  
見返りを求めず広くイノベーションを共有  
究極的には、市民社会が担い手となる  
意識改革から社会課題の解決を図る  
相互補完的なエコシステムの形成  
双方向的なコミュニケーションの実現が鍵

⇒参加型イノベーションによる課題解決<sup>5</sup>



- 暗黙知をデジタル化技術を活用して形式知化し、学習・訓練の効率化を図る
- データ連携基盤の構築により、多様な異業種、異分野が価値を共創することが可能
- 人とデジタルの融合により、多様な知識を共有し、自立・共生する社会の実現に貢献

定型業務や習熟が必要となる作業はAIが代替し、時間や空間に縛られない働き方が実現する



● 他者の優れたスキルや知識をデジタルに変換し、訓練者の教育効率を向上

● 分野別データの連携により、多くの人達が多様な価値を共創、社会に提供して自立可能な環境を構築

● 価値が知識ベースに移行することで、高齢者や身体能力が制限される人達も活動でき、支えられる側から共生へ

【主要な学問・技術分野】

- ・計測機器
- ・センシングデバイス
- ・知能機械システム
- ・半導体
- ・薄膜、複合材料
- ・電子デバイス
- ・IoT、センサーネットワーク
- ・モバイルネットワーク
- ・ロボティクス
- ・遠隔計測情報処理
- ・ヒューマンインタフェース
- ・バーチャルリアリティ
- ・学習メディア、コンテンツ
- ・遠隔学習、学習支援

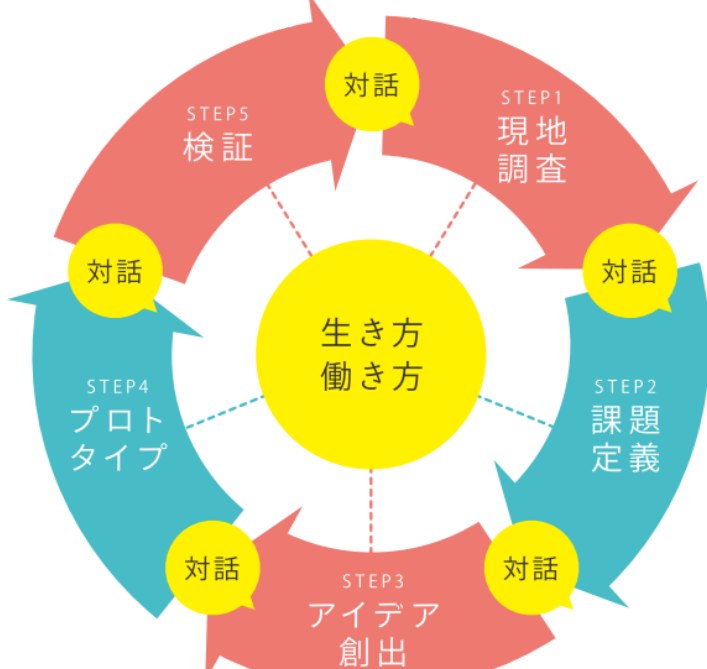
# イノベーション例 開かれたコミュニティ×技術

- 様々な環境の異なる人たちがイノベーションの創出に参加できる = 開かれたコミュニティ×技術
- 今、どこにどんな不便なことがあるか、どんな生き方をしたいかなど、様々な課題を解決

個人、企業、大学、地方自治体、社会起業家など異業種、異分野が知恵やアイデア、技術を出し合いながら共働り、革新的なビジネスモデル、イノベーションにつながる新たな価値を創造する

## リビングラボ(共創サイクル) × デジタルイノベーションコミュニティ創出

開かれたコミュニティ × 技術



出典:リビングラボ導入ガイドブック(経済産業省)



【主要な学問・技術分野】

- ・ヒューマンインタフェース
- ・マルチモーダルインタフェース
- ・モバイルネットワーク
- ・協同作業環境
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ウェアラブル機器
- ・ユーザビリティ
- ・人間工学
- ・アディティブマニュファクチャリング
- ・技術経営論、経営工学
- ・地域経済、地域連携貢献
- ・インクルージョンと共生社会

# イノベーション例 インクルーシブ・イノベーション

- 一人一人が先生であり生徒である社会、利用者がイノベーションの担い手
- ユーザ同士が体験に基づき、意見や技術を共有することで新価値創造につなげる

取り残された人々を取り込みインパクトを生むインクルーシブ・イノベーションの実現  
 市民社会が担い手となる意識改革から社会課題の解決を図る相互補完的なエコシステムの形成

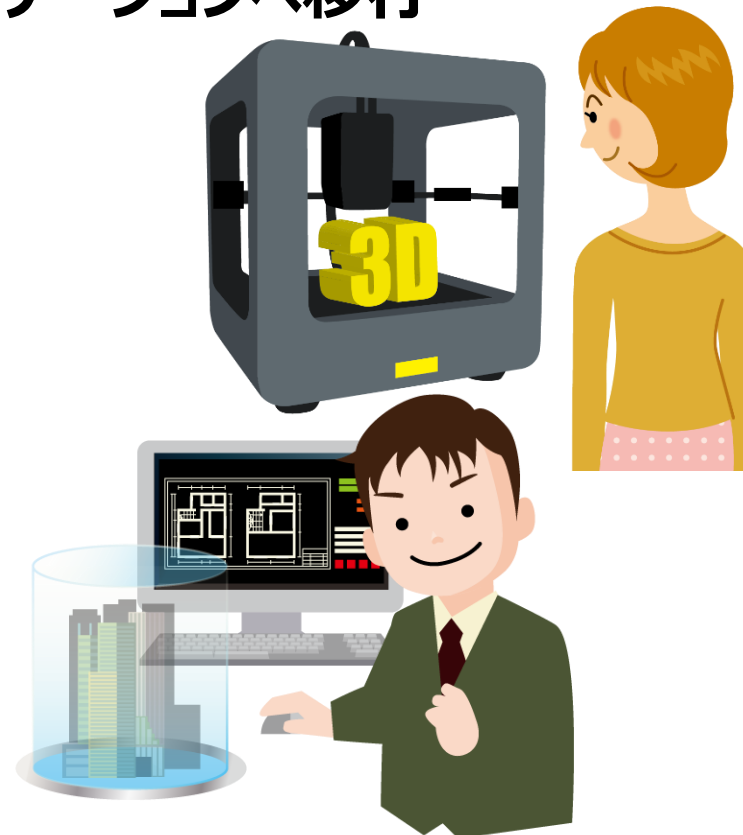
## 一方向的な配信スタイルから双方向コミュニケーションへ移行

### ファブラボ

- 3Dプリンタやレーザーカッターなどのデジタル制御された工作機械を備えた一般市民のための工房
- 同業者の課題解決の場、市民参加型課題解決の場

個人レベルのものづくりによって構築される  
 新たな社会の可能性を追求  
 バーチャル空間の利用により、時間・空間の制約がなく  
 世界中の人々と協業が可能  
 大学、公的研究所、公設試験研究機関、民間企業等の  
 様々な物理的・人的資源を有効活用

見返りを求めず広くイノベーションを共有することで  
 より広範囲にインパクトを生むイノベーションとなる



### 【主要な学問・技術分野】

- ・モバイルネットワーク
- ・協同作業環境
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ユーザビリティ
- ・人間工学
- ・アディティブマニュファクチャリング
- ・製品設計
- ・信頼性設計
- ・機械要素
- ・アクチュエータ
- ・インダストリアルマネジメント
- ・サービス構築基盤技術

# 自分らしい生き方の実現

- 誰もがその能力を最大限に発揮し、何も制約されことなく自分のやりたいことができる社会
- 究極のバーチャル空間の実現により、人生の選択肢が自由で自分らしさを発揮しあうことで持続的に成長できる社会

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 誰もが自己の理想を実現できる社会

#### 人間理解の深化

- 脳、感覚などの解明を進め、人間の理解を深める
- ⇒ 人間理解の深化によるQOL向上

#### 人間の能力の限界への挑戦

- 非連続なイノベーションによる人間拡張
- ⇒ ハンディキャップの克服、人類の新たな領域に進出

#### 未開領域への進出

- 宇宙、深海等の未知領域への挑戦
  - 未解明の事象の研究推進
- ⇒ 知識の深化と新しい産業の創出



### 誰もが潜在能力を発揮できる社会

#### 五感の活用による究極のバーチャル空間の実現

- バーチャル空間をよりリアルに
  - 没入感の演出
  - 最終的にはフルダイブ技術
- ⇒ 究極のバーチャル空間の実現により、実世界では体験できないことも体験



#### バーチャル空間上でなりたい自己を実現

- 仮想世界でのコミュニティの実現
  - 言語や空間の制限を超えたコミュニケーション
  - 実体験と仮想体験の融合
- ⇒ 現実世界のストレス、憂慮、孤立からの解放



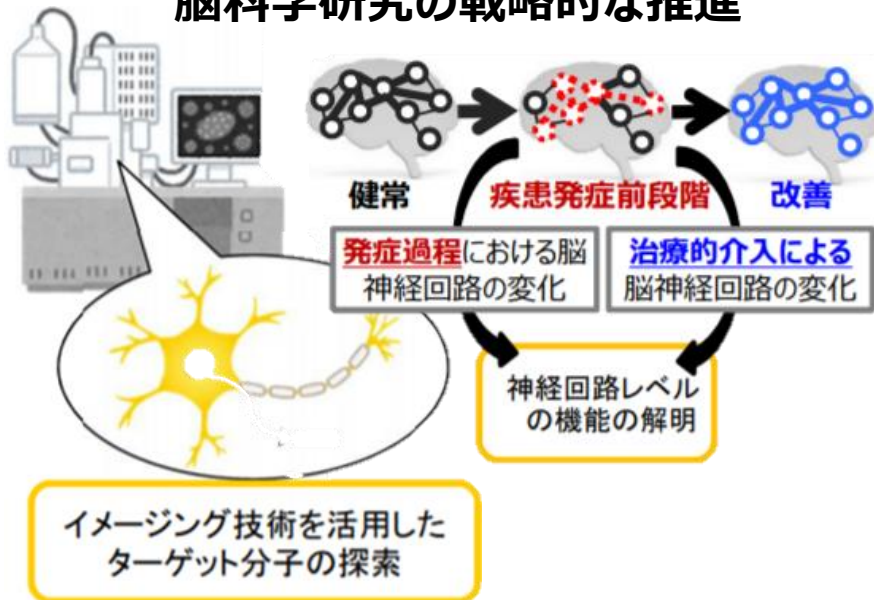
# イノベーション例 人間理解の深化

## ■ 人間の肉体、精神の解明を進め、生活の質の向上へ利用

人間の脳や感覚、心の研究を進め、人間への理解を深化。また脳機能の解明を人工知能の開発に応用するなど、人間の機能を技術に応用する開発により技術の高度化を目指す。

### 脳の動作原理解明や感覚機能の解明

#### 脳科学研究の戦略的な推進



精神・神経疾患の克服に向けて、治療・診断の標的マーカー探索、神経活動データおよびMRIによる脳画像の取得等を通じた脳の動作原理の解明

出典：科学技術・学術審議会 脳科学委員会(第49回)資料1-2(文部科学省)

#### 人体・感覚情報の活用例

共感のある快適な労働環境：  
行動解析やお互いの状態把握

- ・体動を検知する加速度センサ (MEMS、圧電材料)
- ・心拍・発汗・ストレス等の生体センサ (パッチ型素材、テキスタイル機能素材)

孤独からの解放や思いやり実感のある生活：  
リアルな感触・拳動のペットロボットなど

- ・生き物らしい体表 (ソフトマテリアル、熱伝導材料)
- ・人との接触を検知するセンサ (柔軟伸縮電子材料、プリンタブル電子材料)
- ・人や空間を認識する各種センサやカメラ (センサ用発光受光素子、高屈折透明レンズ)

安全・安心への貢献：  
運転中や業務中の疲れや体調異常検知

- ・細かい動作の記録や触覚伝送できるグローブ (柔軟伸縮電子材料、ナノスケール導電材料、無機・有機圧電材料)

リアルな感動体験によるいきいきとした生活：  
高解像度な画像や振動、嗅覚などの活用

- ・よりリアルさを感じられるVRデバイス (高精細液晶・EL、網膜投影レーザー、香り発生デバイス)
- ・小型振動デバイス (強磁性材料、圧電セラミックス、有機圧電材料)

個人技能伝承や遠隔作業による業務実感：  
モーションキャプションや触覚の活用

出典：TSC Foresight 短信「ウェルビーイング社会の実現に貢献するマテリアル技術」(NEDO)

## 結果を活用して疾患の克服やバーチャルリアリティへ活用

#### 【主要な学問・技術分野】

- ・神経化学
- ・脳構造、情報処理
- ・ブレインマシンインターフェース
- ・脳神経外科学
- ・脳画像、計測科学
- ・認知脳科学
- ・社会行動
- ・コミュニケーション
- ・意思決定
- ・疼痛学
- ・感覚異常
- ・運動異常
- ・ヒューマンインタフェース
- ・ヒューマンコンピュータインタラクション
- ・ウェアラブル機器

# イノベーション例 人間の能力の限界への挑戦

## ■ 非連続なイノベーションによる人間拡張技術で人間の活動も未知の領域へ

技術の力により人間の肉体的・精神的な能力を拡張。人間だけでは難しい作業をAI・ロボットと協調して実現、人類の新たな領域に進出。

### ロボット、アバター、AI等の技術を利用することで限界・制約から解放



複数の人が遠隔操作する多数のアバターとロボットを組み合わせることによって、大規模で複雑なタスクを実行するための技術を開発し、その運用等に必要な基盤を構築する

### 身体能力の拡張例(言語の限界を超越)



### 【主要な学問・技術分野】

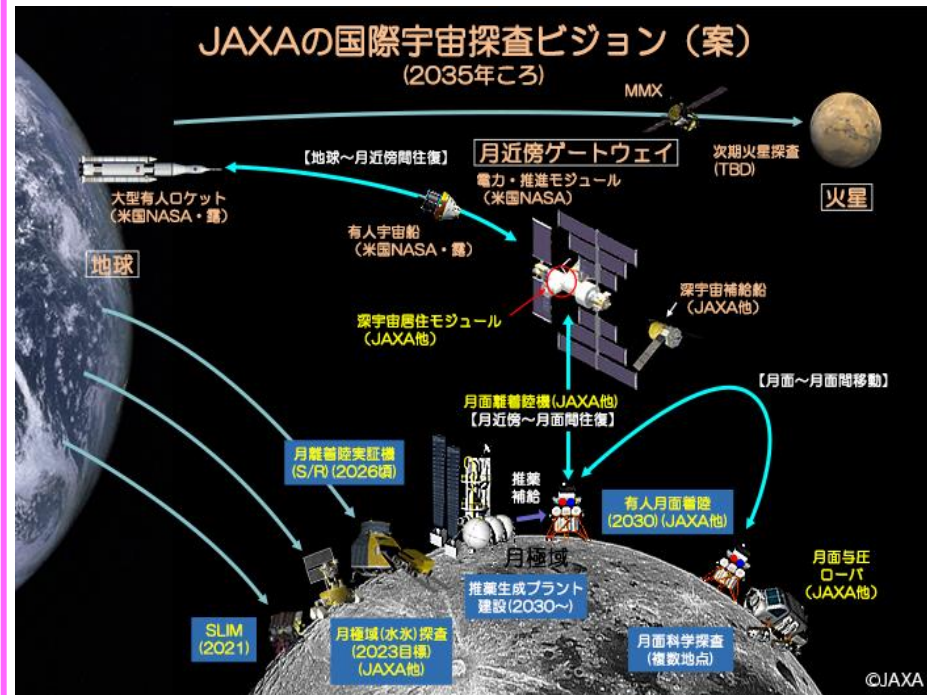
- ・神経化学
- ・脳構造、情報処理
- ・ブレインマシンインターフェース
- ・ヒューマンインターフェース
- ・ヒューマンコンピュータインタラクション
- ・ウェアラブル機器
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ウェアラブル機器
- ・知能ロボット
- ・行動環境認識
- ・感覚行動システム
- ・感性ロボティクス
- ・感性計測評価

## ■ はてなき好奇心、まだ理解の進まないフロンティアへの挑戦

宇宙や深海といった未開の地へ活動領域を拡大。生命の起源など未解明の事象への研究の深化。AIの利用など研究の手法の進展。

### 知識の深化と新しい産業の創出 宇宙探査技術開発の推進(JAXA)

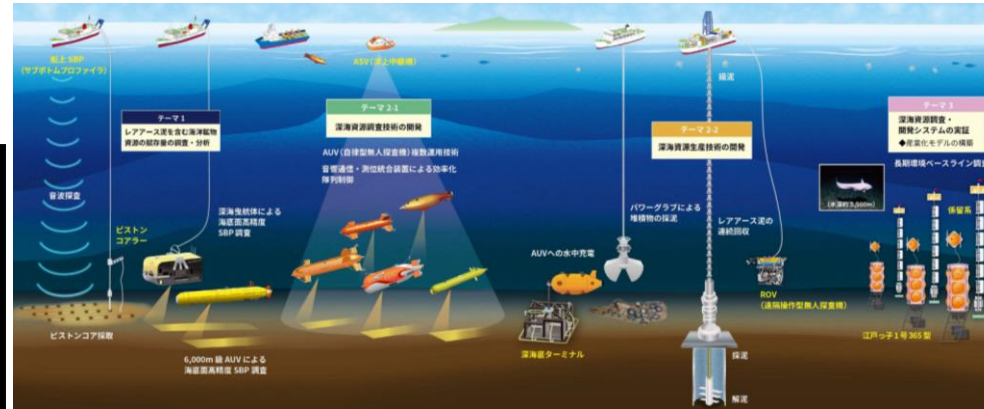
- ①重力天体着陸技術、②重力天体表面探査技術、③有人宇宙滞在技術、④深宇宙補給技術



出典：宇宙航空研究開発機構(JAXA)

### 深海資源調査

### 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 革新的深海資源調査技術



出典：海洋研究開発機構(JAMSTEC)



ムーンショット目標3「2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓

出典：ムーンショット目標1&目標3 キックオフシンポジウム(内閣府)

### 【主要な学問・技術分野】

- ・宇宙惑星科学
- ・天文学
- ・宇宙物理
- ・宇宙機システム
- ・航空宇宙機設計
- ・航空機システム
- ・海洋科学
- ・海洋開発工学
- ・海中工学
- ・極地工学
- ・海洋環境技術
- ・資源探査
- ・知能ロボット
- ・デジタルヒューマン
- ・感性ロボティクス



- 革新的なバーチャル技術によりスポーツ・アート鑑賞、文化体験
- 本来見えないミクロの世界などリアルを超えた体験を実現

革新的なバーチャル技術により、単なる視聴覚を超えた没入感のあるバーチャルリアリティを実現

## 感覚の再現・提示技術の高度化とコンテンツ開発

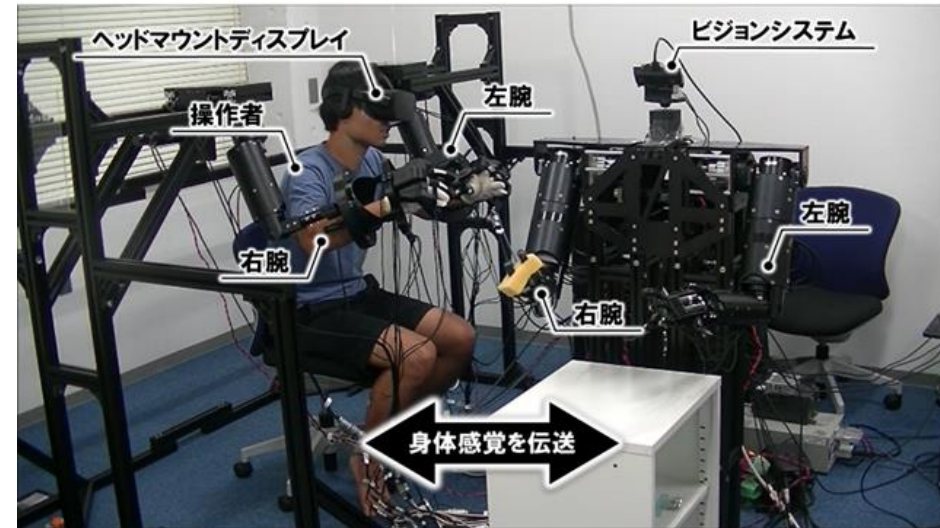
触力覚技術

立体ディスプレイ



【主要な学問・技術分野】

- ・ウェアラブル機器
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ウェアラブル機器
- ・コンピューターグラフィックス
- ・大規模計算・超並列計算
- ・感性計測評価
- ・感性インターフェース
- ・パターン認識、画像処理
- ・コンピュータービジョン
- ・通信工学
- ・センサ融合
- ・光エレクトロニクス
- ・光デバイス



バーチャルリアリティ技術



ナノスケール構造体を手で操作できるネットワーク型VR環境を開発

出典：身体感覚を伝送する双腕型ロボットの開発に成功(NEDO)

操作者は遠く離れた場所からであっても高い臨場感を持ってロボットを操作することが可能

出典：次世代人工知能・ロボット中核技術開(NEDO)

## ■ 誰もが自由になりたい自分に、バーチャル空間で自由な人生を満喫

AIなどによるコミュニケーション技術の活用で誰もが安全で楽しめる世界を実現。実世界とも融合。

### 五感の再現と安全なバーチャル空間の実現

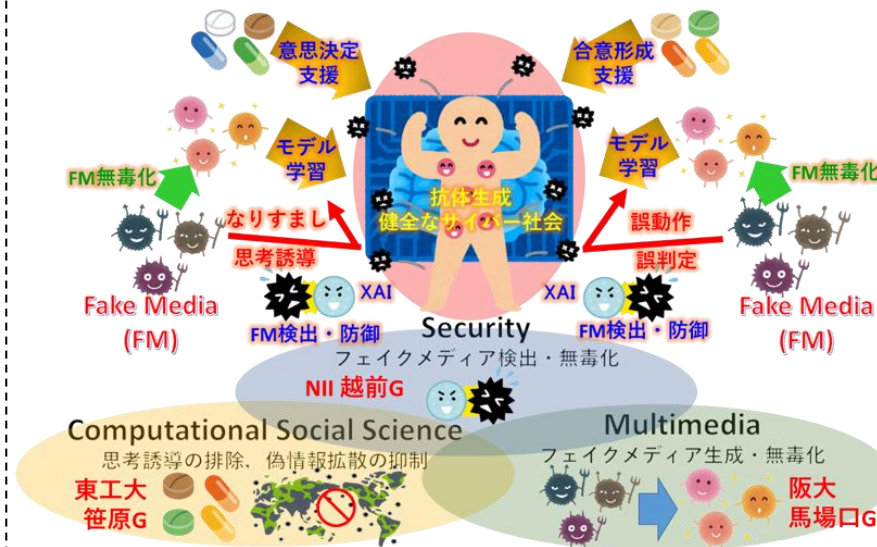
CG表示や雰囲気・共感の伝達などの技術の高度化により仮想社会のコミュニケーションを円滑化



出典：VR等のコンテンツ制作技術活用ガイドライン2018(映像産業振興機構)  
 現実空間の任意の場所に現実の物理法則を反映したCG重畳が可能  
 遠隔地の人(CG)を交えながら、現実空間で机の上のオブジェクト(CG)について話し合うことも実現する

なりすまし、誤判定、思考誘導などを防止する技術により安全なバーチャル社会を実現

インフォデミックを克服するソーシャル情報基盤技術



出典：CREST研究領域名：信頼されるAIシステムを支える基盤技術 (科学技術振興機構)

【主要な学問・技術分野】

- ・ヒューマンインタフェース
- ・マルチモーダルインタフェース
- ・モバイルネットワーク
- ・協同作業環境
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ウェアラブル機器
- ・ユーザビリティ
- ・人間工学
- ・ハプティクス技術
- ・3Dコンテンツ
- ・ネットワークエンターテインメント
- ・メディアアート
- ・体験デザイン
- ・情報デザイン
- ・情報セキュリティ

- 自己を成長させる機会が認められ、社会の持続的な発展に貢献できるやりがいのある社会
- 働くことを希望するすべての人が安心して働き続けることができる「働きやすさ」の実現
- 病気によって働くことをあきらめることなく、働き続けることができる社会

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### やりがいのある仕事への変革

やりがいのある仕事により、社会の持続的な発展に貢献  
自己を成長させる機会

「仕事の成果」⇒働きがい  
働き方が変わる中で、社員のコミュニケーション活性化、公正かつ納得感が得られる評価



働きがいのある企業  
仕事企業が持続的な成長につながり、結果として、社会の持続的な発展に貢献



⇒やりがいや働きがいのある社会の実現

### 柔軟な働き方の実現

柔軟で枠にとらわれない働き方、仕事と家庭生活の両立  
障害者、高齢者、育児・介護・病気を抱える人々など働くことを望むすべての人々が無理なく働けるシステム  
柔軟な雇用形態、有給取得率向上、  
労働時間短縮、職場の人間関係の円滑化



⇒働くことを希望するすべての人が無理なく働ける社会の実現 26

# イノベーション例 やりがいのある仕事への変革

- AI・ロボット活用により単純労働、苦役からの解放
- 人は、人間にしかできない業務に特化

自律化技術など技術開発により、ワーク・ライフ・バランスとやりがいを得られる仕事へのシフトを実現。AIを助手として活用、協調してより創造性の高い結果へ。

## AI・ロボットを活用した単純業務の自動化によるやりがいのある仕事の創出

### ロボットによる自律化

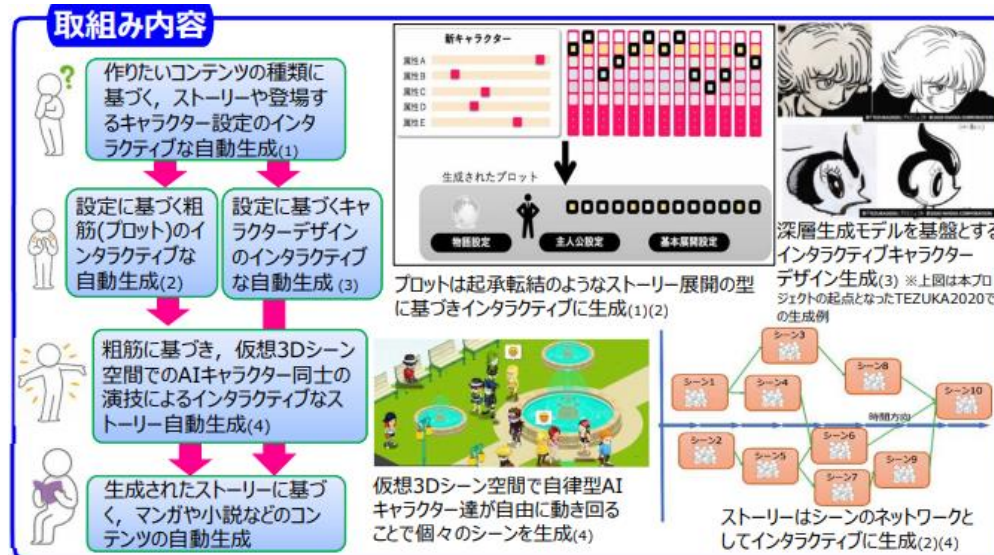
ロボット、AIが労働を代行、社会順応型ロボットシステムの開発により、代行できる範囲を拡大

人込みでも自立して動く  
警備ロボット

ヒトの代わりに深夜の警備業務を請け負い、予測に基づく運動制御、AIの活用によって、警備業務全般の効率化や高度化に役立つ

### 技術を活用して仕事の成果を高める

AIが仕事をサポート、有用で気が利く助手、インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤開発



【主要な学問・技術分野】

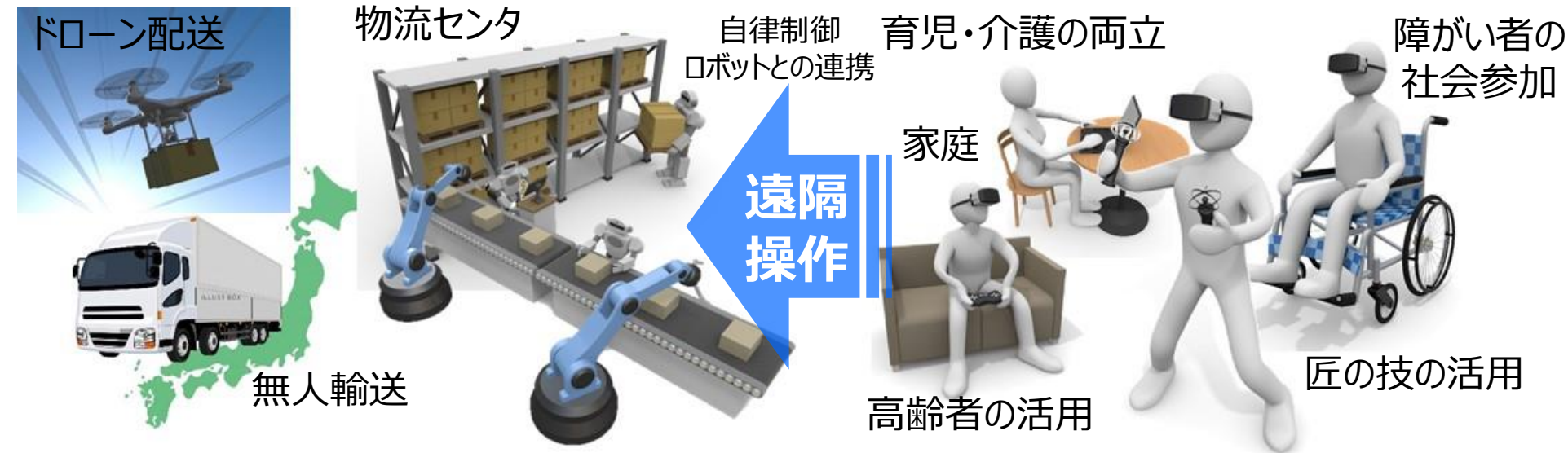
- ・制御技術
- ・AI技術
- ・ロボット制御技術
- ・IoT技術
- ・行動環境認識
- ・感覚行動システム
- ・自律システム
- ・デジタルヒューマン
- ・実世界情報処理
- ・サイバー空間
- ・アバター技術
- ・計測評価技術
- ・バーチャルリアリティ
- ・ヒューマンインタフェース

## ■雇用形態を柔軟にして、心身の状態、移動に係る制約等を受けない活動を可能に

人間を従来の時間・空間といった物理的な制約から開放し遠隔から活動領域を拡大する技術開発などにより柔軟な働き方を実現

### サイバー空間の利用による柔軟な働き方の実現

#### 自律制御と遠隔操作の両立(物流の例)



#### 【主要な学問・技術分野】

- ・アバター技術
- ・ロボット技術
- ・センシング技術
- ・ハプティクス技術
- ・IoT技術
- ・通信技術
- ・インターフェース技術
- ・人間拡張技術
- ・自律制御技術
- ・共通プラットフォーム
- ・行動環境認識
- ・感覚行動システム
- ・自律システム
- ・デジタルヒューマン
- ・実世界情報処理

アバターと自律ロボットの協業：人の判断が必要な作業、匠の技などはアバターで操作→責任の所在  
ロボットが得意な分野を自律ロボットで対応 = 人と間接的な協業  
一人の人間が様々な業種・業態に参加、人間拡張技術の発展により、一人当たりの生産効率を向上

# 持続可能な経済成長の実現

- 低コストの生産システムとサプライチェーンの強靱化を両立した多品種少量生産の実現
- モノのサービス化によりモノを使い続けてもらうビジネスへ変革
- 日本の強みであるマテリアル革新力を強化し、次世代産業基盤を構築

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 多品種少量生産の実現

#### 多品種少量生産の実現

シェア工場による低コストの生産システムと  
サプライチェーンの強靱化の両立



出典：TSC Foresight短信「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」(NEDO)

単一素材や単一部品で  
多機能・高機能を実現

部品のスマホ化  
資源有効利用

⇒持続的な産業基盤の創出



### DX推進によるモノのサービス化

#### DX推進によるモノのサービス化に伴う ソフト側の高付加価値化

モノがソフトウェアによって機能や性能を向上  
ハードとソフトの融合による新価値創造

「顧客体験の最大化」を目指すべきゴールとして意識することで、顧客の満足度(=提供価値)の最大化が可能となる。

サービス化 の分類	モノに付随する サービス提供	モノを納品した後のアフターサービス等、モノに関連したサービスをモノと併せて提供する
	モノそのもの のサービス化	モノの所有権を移さず、モノそのものをサービスとして提供する

課金モデル例:サブスクリプションモデル  
モノの利用を通じた顧客体験そのものを価値提供の対象とし課金

原価ベースから強気のサービスベースの価格設定も検討すべき

出典:ものづくり白書 第3節 調査報告書(経済産業省、2019)

⇒モノを使い続けてもらうことへシフト

### データ駆動型材料開発

革新的な機能を発現する材料の開発  
(量子電子制御、エネルギー変換、循環)

水素貯蔵・輸送材料、太陽電池材料  
次世代バイオ・高分子・ナノ材料の開発  
量子センサ、MEMS、超電導、パワエレ  
マルチマテリアル化技術

軽量・高強度・耐熱・低摩擦・摩耗材料

自己修復、形状記憶材料、  
接着接合技術、  
機能性(光・温度応答)材料

極限環境(宇宙・深海)構造材料

⇒日本の強みを活かした産業基盤構築 30

# イノベーション例 多品種少量生産の実現

- 生産設備の共有化による低コスト生産システムとサプライチェーン強靱化の両立
- 単一素材や単一部品で多機能・高機能を実現

製造業プラットフォームによる低コストの生産システムとサプライチェーンの強靱化の両立

## 製造業プラットフォーム(PF)概念図

機械の稼働監視や予知保全、データの分析等を通じて工場の生産性を向上  
 共通プラットフォームの利用により迅速な部品の代替供給やデータに基づくサービスの提供が可能



【主要な学問・技術分野】

- ・工作機械、機械加工、特殊加工、超精密加工
- ・アディティブマニュファクチャリング
- ・精密計測
- ・生産システム
- ・製品設計、工程設計
- ・ライフサイクルエンジニアリング
- ・リバースエンジニアリング
- ・ロボティクス
- ・AI、IoT、センシング技術
- ・制御システム
- ・半導体、電子デバイス
- ・回路設計
- ・クラウド技術
- ・サイバーセキュリティ技術



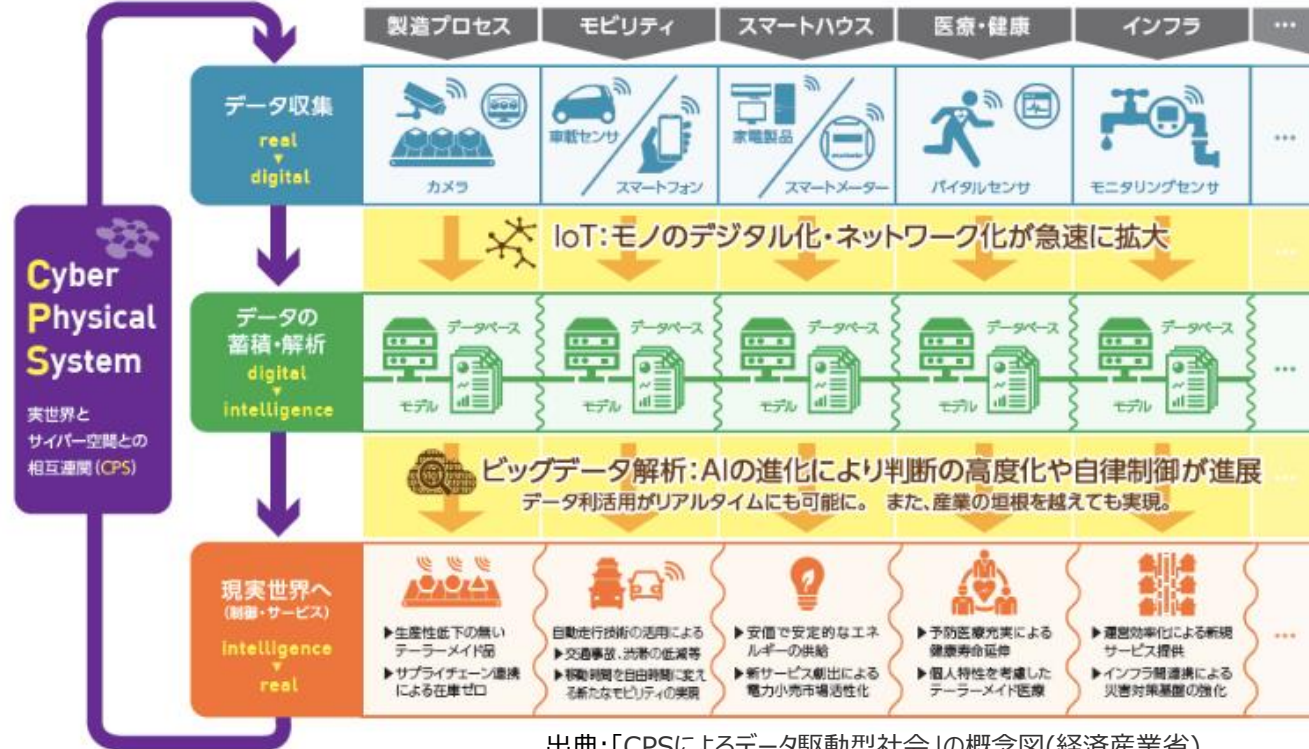
# イノベーション例 DX推進によるモノのサービス化

- 製造業プラットフォームやDXによるモノのサービス化に伴うソフト側の高付加価値化
- 製品の性能や機能の向上から、常に最適なモノを使い続けられる持続可能性の高い製品へ

モノがソフトウェアによって機能や性能を向上、ハードとソフトの融合による新価値創造

## CPSによるデータ駆動型社会

実世界とサイバー空間との相互連関が社会のあらゆる領域に実装され、大きな社会的価値を生み出していく社会



モノ作りは、「性能や機能の優れたモノを作ること」を目指すことから、「常に最適なモノを使い続けてもらうこと」へ変化

モノに組み込まれたセンサーが、モノの様々な状況をデータ化し、ネットワークを介してメーカーに送る。メーカーは、それを解析し、状況を把握して、モノに組み込まれたソフトウェアを改修し、再びモノに組み込まれたソフトウェアを更新することで、機能や性能、操作性を改善

【主要な学問・技術分野】

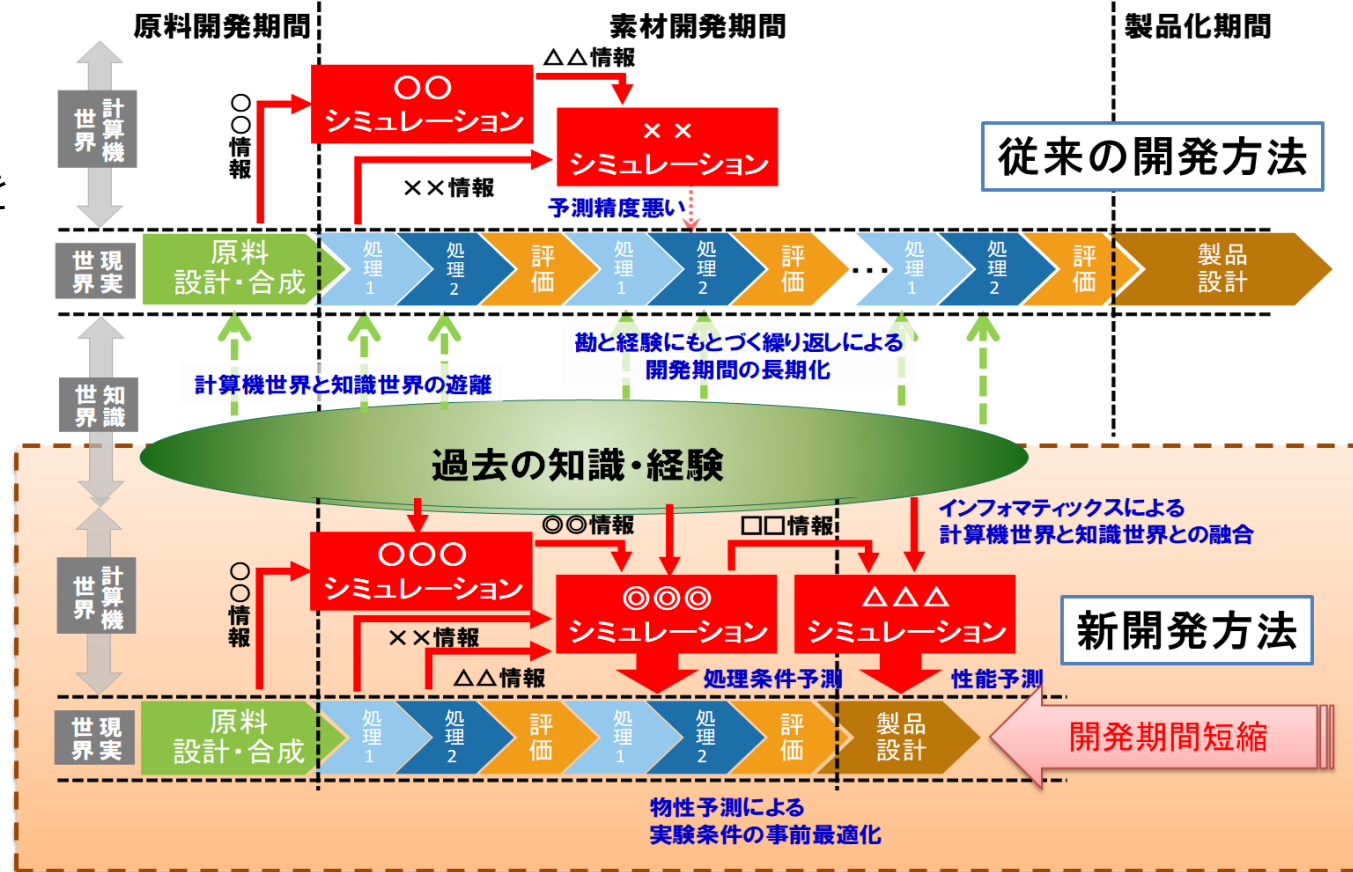
- ・工作機械、機械加工、特殊加工、超精密加工
- ・アディティブマニュファクチャリング
- ・精密計測
- ・生産システム
- ・製品設計、工程設計
- ・ライフサイクルエンジニアリング
- ・リバーエンジニアリング
- ・ロボティクス
- ・AI、IoT、センシング技術
- ・制御システム
- ・クラウド技術
- ・ビッグデータ解析
- ・フォーマット変換
- ・サイバーセキュリティ技術

■ AI等を適用したデータ駆動型材料開発基盤を機能性材料や構造材料分野に幅広く拡大し、高性能材料の開発速度を飛躍的に高めることにより我が国の優位性を維持向上させる。

新たな材料の開発に多大な時間と労力を費やす研究開発スタイルからの脱却・進化

## 勘と経験に基づく材料開発からデータ駆動型材料開発への転換

- 実験データの不足をシミュレーションで補う
- 実験データと計算データを一体化(データ同化)
- 過去の経験や暗黙知を数理モデルに反映
- 外挿予測を可能にするAI技術
- 匿名化等による企業、業界を超えたデータ共有
- 知財権の喪失前に実用化



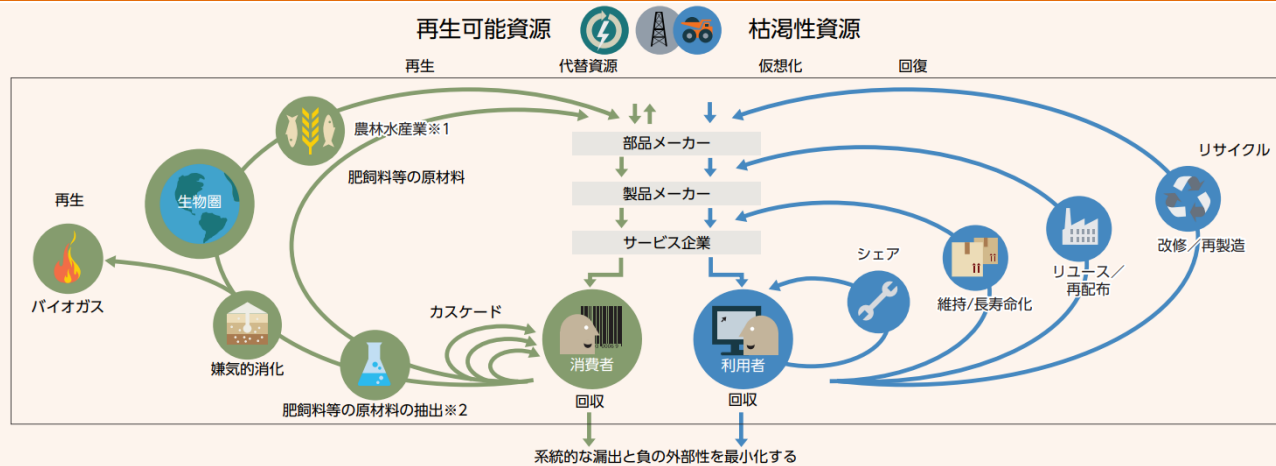
【主要な学問・技術分野】

- ・情報技術(マルチスケール対応計算科学)
- ・AI技術
- ・高次元の大量のデータから法則性をみいだす数理・情報科学
- ・データ活用技術
- ・情報セキュリティ
- ・データ駆動とシミュレーションの融合技術
- ・仮説⇔検証を効率的に行うための計測、試作、実験技術との連携

- グリーン製品・サービスや新規環境ビジネスの拡大によるグリーンエコノミーシステムの構築
- 大量生産大量消費から脱却し、循環性の高い生産と消費を軸としたビジネスモデルへの転換

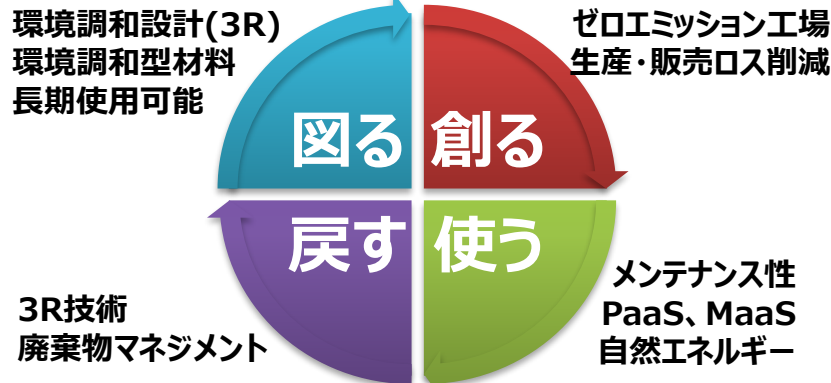
## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 循環性の高いビジネスモデルへの転換



出典：環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書(環境省、2016)

設計(図る)、製造(創る)、使用(使う)のそれぞれのステージで環境に配慮し、さらに、「戻す(リサイクル)」ことを前提にしたモノづくりの実現



### 環境にやさしいものづくりの追求

#### 利活用が可能な資源の確保

##### 【新・未活用資源開発】

##### 利活用可能な資源の確保



##### 【資源変換技術開発】

##### 多様な資源を効率よく変換



多様な環境対応型製品 (競争領域)



出典：TSC Foresight短信「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」(NEDO)

#### 環境にやさしい材料の実用化技術の推進

生分解性プラスチックの強度、耐熱性、耐衝撃性の改善、分解効率の向上

■ あらゆる経済活動において資源投入量・消費量を抑えつつ、ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じ付加価値の最大化を図る循環型ビジネスへの移行を目指す

短期的利益と物質的な豊かさの拡大を追求する成長モデルからの脱却

## 環境活動としての3Rから経済活動としての循環経済への転換

循環経済における消費者生活のイメージ



循環経済への転換により、異次元の便利さ・安さとともに、自身の価値に合ったモノや体験に取り囲まれた生活が期待

- 循環型の製品・ビジネスの展開
- レジリエントな循環システムの再構築

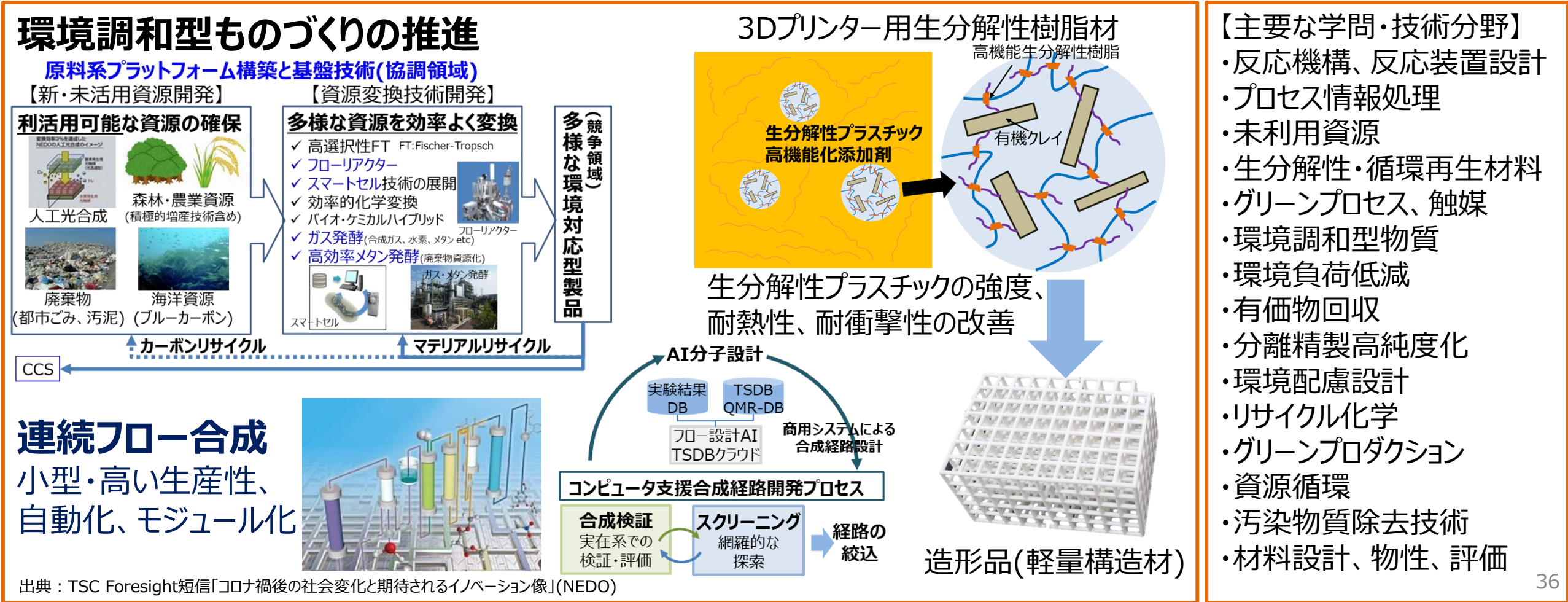
【主要な学問・技術分野】

- ・物質循環システム
- ・物質エネルギー収支解析
- ・低炭素社会
- ・未利用エネルギー
- ・産業共生
- ・ライフサイクル評価
- ・統合的環境管理
- ・3R社会システム
- ・循環再生材料
- ・有価物回収
- ・分離精製高純度化
- ・環境配慮設計
- ・リサイクル化学
- ・グリーンプロダクション
- ・資源循環

# イノベーション例 環境にやさしいものづくりの追求

- 環境に配慮した生産システムや材料の利用
- 大量生産大量消費から脱却し、循環性の高い生産と消費を軸としたビジネスモデルへの転換

多目的生産設備、柔軟な生産システム(設備の置き換え、急激な需要変化に迅速対応)

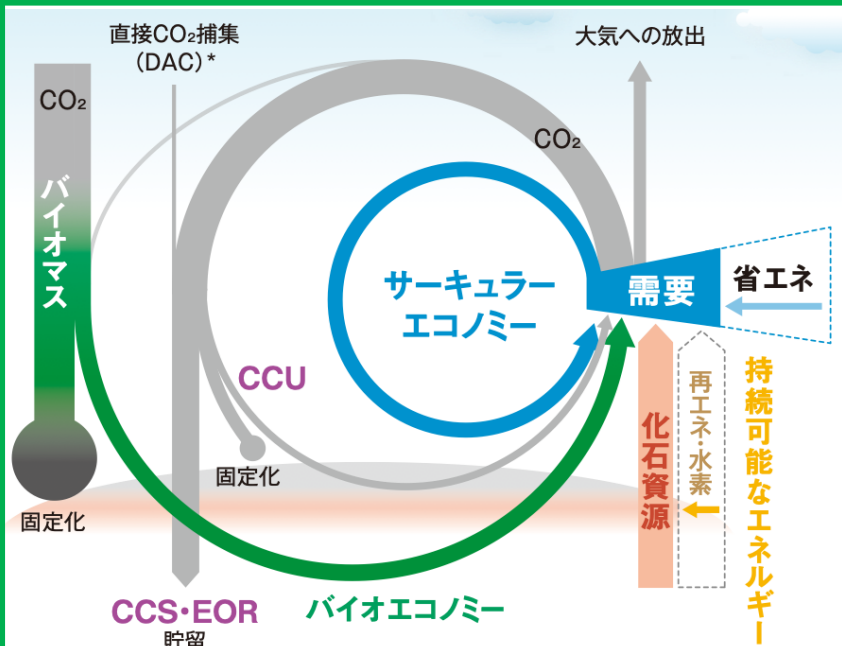


# 持続可能な自然共生世界の実現

■ 大気・海などの環境も含む物質の循環、地域の経済・社会活動とライフサイクルにわたる省資源化の両立を図り、自立・分散型で健やかな自然環境の保全・創造を実現した社会を目指す

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 炭素循環社会の実現



出典：持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020(NEDO)

大気等の環境も含む炭素循環を実現する  
CCUS/カーボンリサイクル分野  
⇒炭素循環システムの構築

### 地域循環共生圏の構築

農山漁村、都市双方の人々の暮らしを豊かにしながら、地域の活力を最大限に発揮



出典：環境・循環型社会・生物多様性白書(環境省、2020)

⇒自然と人間との「共生」や地域間の「共生」が図られた循環共生社会の構築

### バイオマス産業都市の構築

バイオマスの種類	用途	カーボンニュートラルとは？
<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物系バイオマス                             <ul style="list-style-type: none"> <li>家畜排せつ物</li> <li>下水汚泥</li> <li>黒液*</li> <li>紙</li> <li>食品廃棄物</li> <li>製材工場等残材</li> <li>建設発生木材</li> </ul> </li> <li>未利用系バイオマス                             <ul style="list-style-type: none"> <li>農作物非食用部</li> <li>林地残材</li> </ul> </li> <li>資源作物                             <ul style="list-style-type: none"> <li>微細藻類等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マテリアル利用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>素材として</li> <li>プラスチック・樹脂等</li> <li>化成原料として</li> <li>アミノ酸、有用化学物質等</li> </ul> </li> <li>エネルギー利用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>電気・熱に変換</li> <li>直接燃焼、ガス化</li> <li>燃料に変換</li> <li>エタノール、ディーゼル、固形燃料、ガス等</li> </ul> </li> </ul>	<p>生物由来のバイオマスは、燃焼等により二酸化炭素を放出しても生物の成長過程で光合成により吸収、大気中の二酸化炭素を増加させないという性質</p> <p>CO<sub>2</sub>吸収 (-)</p> <p>CO<sub>2</sub>放出 (+)</p> <p>バイオマス</p> <p>CO<sub>2</sub>吸収 (+)</p> <p>エネルギー利用</p> <p>製品利用</p> <p>再利用</p>

※ 木材パルプを生成した際に化学的に分解・分離した際、発生する副産物

バイオマス活用にあたっての課題

- 多くのバイオマスは、地域に「広く薄く」存在しているため、経済性の向上が重要
- 原料の効率的な収集・運搬システムの確立
- バイオマス製品等の販路の確保
- 幅広い用途への活用（高付加価値化）
- 製造・利用技術の低コスト化

経済性が確保された一貫システムの構築

### 多くのバイオマスは地域に広く薄く存在



出典：バイオマスの活用をめぐる状況(農林水産省)

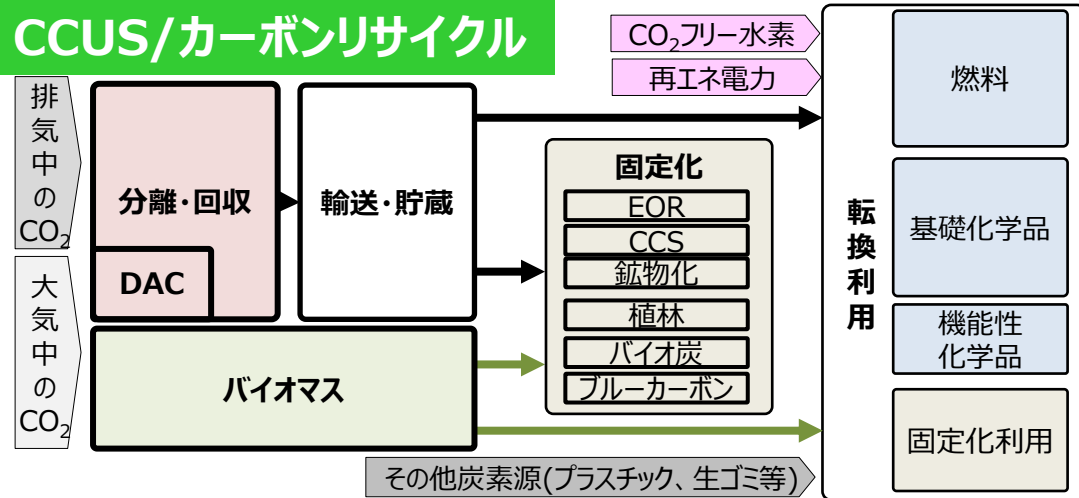
⇒経済性が確保された一貫システム構築

# イノベーション例 炭素循環社会の実現

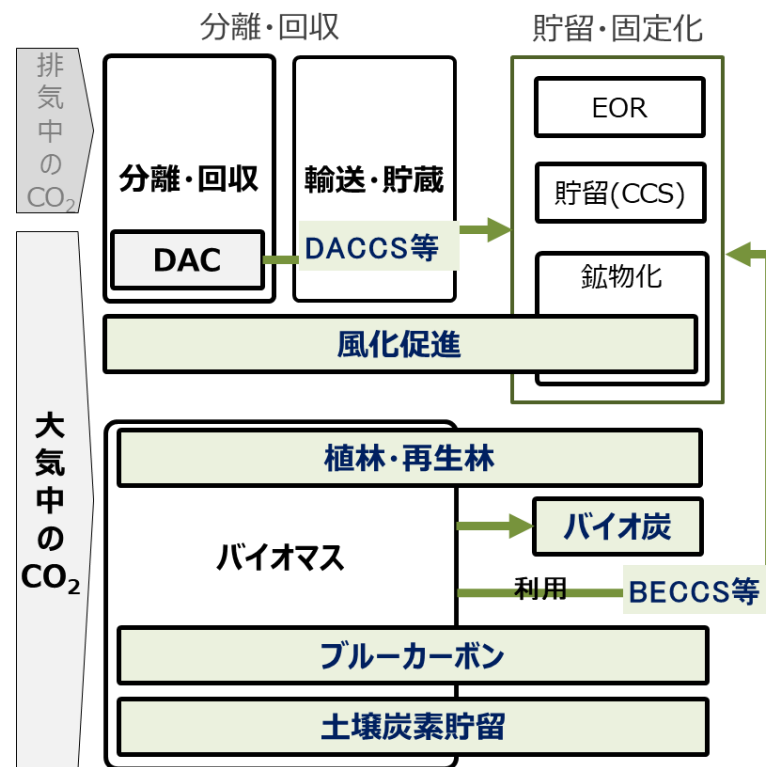
- 使用済みプラスチック、バイオマス等有用炭素源、さらにはCO<sub>2</sub>を原料とした製造
- 大気中のCO<sub>2</sub>の貯留・固定化するネガティブエミッション技術

化石燃料由来物質を、CO<sub>2</sub>を原料とした化学物質に代替することで、炭素循環社会の構築を目指す

## CCUS/カーボンリサイクル



## ネガティブエミッション技術



【主要な学問・技術分野】

- ・産業共生
- ・CO<sub>2</sub>分離・回収 / DAC
- ・ケミカルリサイクル
- ・CCU (炭酸塩、機能性化学品製造)
- ・水素によるCO<sub>2</sub>転換
- ・eFuel
- ・植物由来原料による化学品製造
- ・人工光合成
- ・スマートアグリ技術
- ・風化促進
- ・ブルーカーボン技術
- ・土壌炭素貯留
- ・BECCS / バイオ炭

大気中から直接CO<sub>2</sub>を回収(DAC)回収したCO<sub>2</sub>を有価物に転換する炭素循環技術の確立

出典：大気中からの高效率 CO<sub>2</sub>分離回収・炭素循環技術の開発(NEDO)



# イノベーション例 地域循環共生圏の構築

- 地域の特性に応じた資源活用を促進する技術の開発
- 自立・分散型の社会形成を可能とする資源循環型ビジネスの構築と創出

地域資源を最大限活用しながら自立・分散型の社会を形成し、地域循環共生圏の構築を目指す

## 広域化・統合管理

特定の拠点に循環資源を集中→多様な資源の性質に応じた処理方法の選択→効果的な転換

プラスチックリサイクルシステム(地元で選別・資源化・再資源化製品循環)など



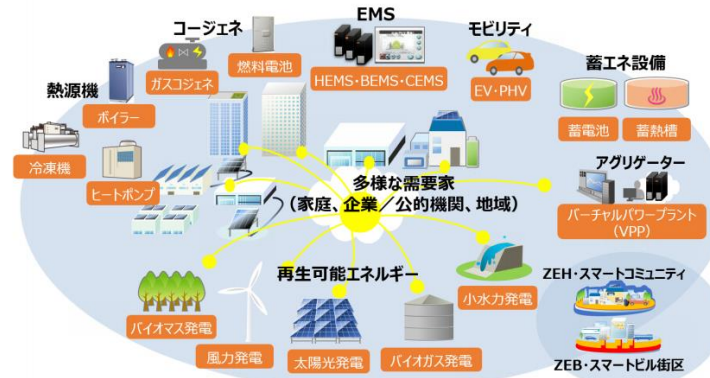
## 地域課題の解決

高齢化問題(使用済み紙おむつの再資源化)

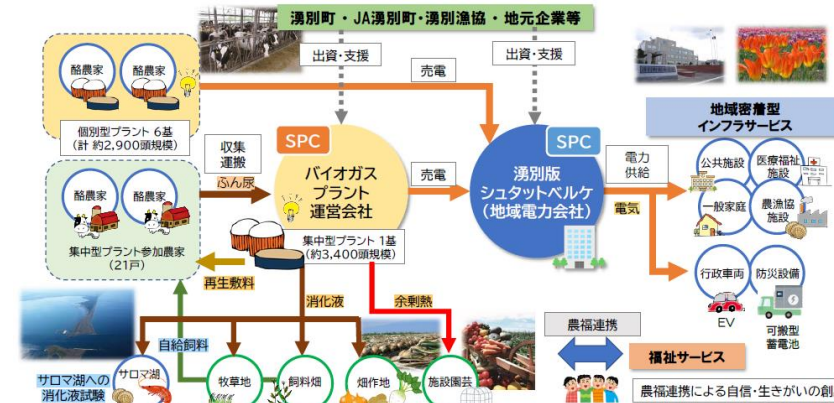


紙おむつのライフサイクル  
出典：地域循環共生圏形成に向けて-循環分野(環境省)

## 分散型エネルギーシステム



出典：分散型エネルギープラットフォーム(2021年2月,資源エネルギー庁、環境省)



出典：湧別町バイオマス産業都市構想(農林水産省)

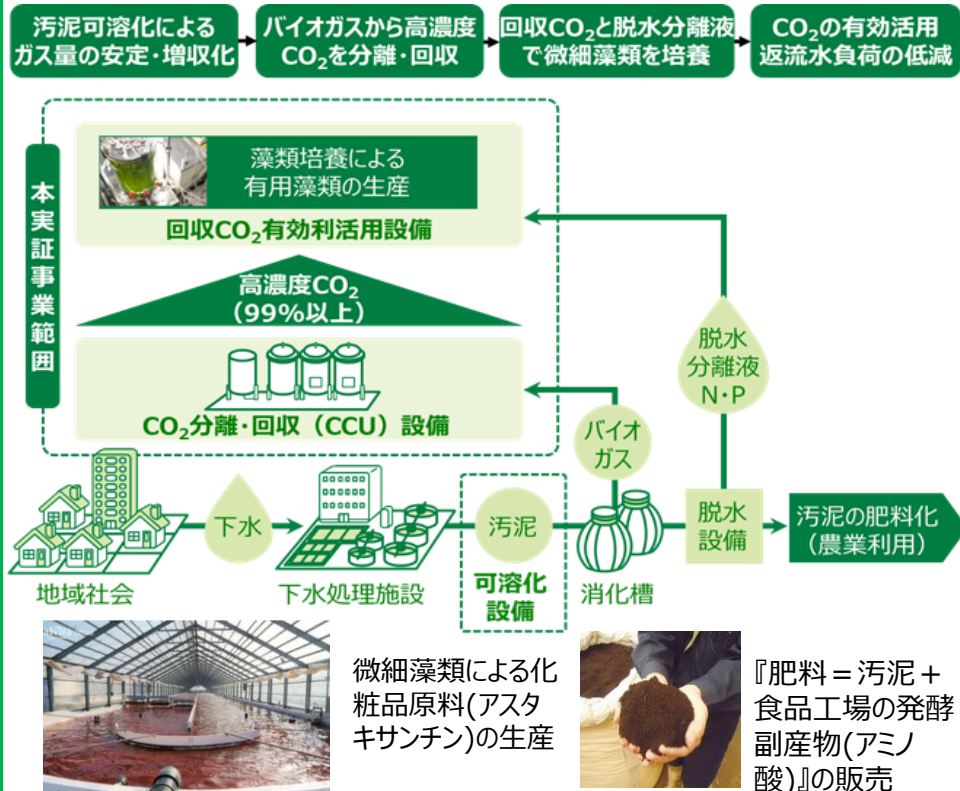
【主要な学問・技術分野】

- ・再生可能エネルギー
- ・物質循環システム
- ・物質エネルギー収支解析
- ・低炭素社会
- ・地域創生
- ・水システム
- ・産業共生
- ・資源エネルギー循環
- ・プラスチックリサイクル技術(マテリアル化、油化、RPF化)
- ・再資源化技術
- ・分散型エネルギーシステム(マイクログリッド、EMS、VPP、蓄電池、再生可能エネルギー)

# イノベーション例 バイオマス産業都市の構築

- 清掃工場や下水処理場から発生したCO<sub>2</sub>を分離・回収(CCU)し、微細藻類の培養や農作物の栽培(施設園芸農家や植物工場)に活用
- 廃水/廃棄物の統合や地域バイオマスの集約による有効活用

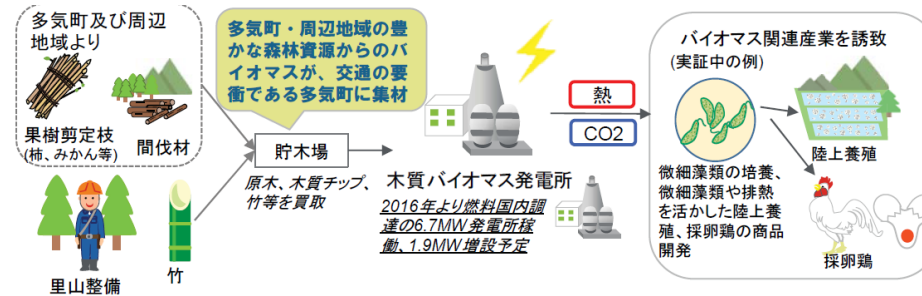
## 清掃工場排出CO<sub>2</sub>の活用(佐賀市)



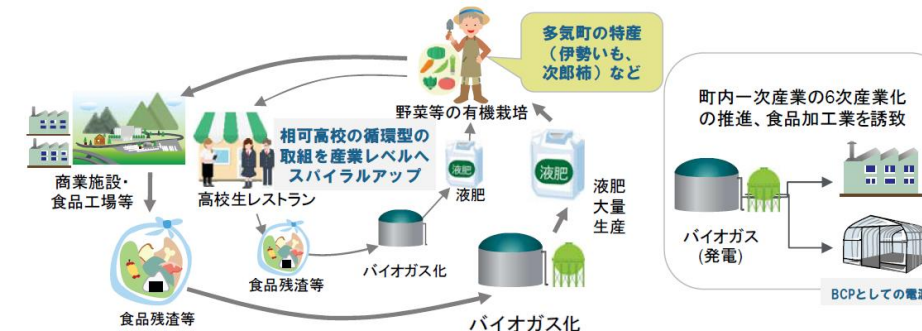
出典：B-DASH「バイオガス中のCO<sub>2</sub>分離・回収と微細藻類培養への利用技術実証研究」(国土交通省)

## バイオマス発電(三重県)

### <木質バイオマス発電バリューチェーン>



### <地域循環型バイオマス農業・食産業の構築> 廃棄物の有効活用による6次産業化の推進



出典：令和2年度 多気町バイオマス産業都市構想(農水省)

### 【主要な学問・技術分野】

- ・バイオマス利活用
- ・バイオマスリファイナリー
- ・環境調和型農業
- ・資源循環システム
- ・再生可能エネルギー
- ・廃棄物統合システム
- ・バイオマス発電
- ・廃棄物ガス化による化学品・燃料合成技術
- ・CO<sub>2</sub>分離回収技術
- ・CO<sub>2</sub>による植物工場
- ・微細藻類による有用物質生産技術
- ・廃水濃縮化
- ・活性汚泥の再利用
- ・メタン発酵

- 必要な時に必要なエネルギーを供給できる強靱で脱炭素なエネルギーネットワークの構築
- 電力分野の脱炭素化と産業、運輸分野の電化の促進

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### エネルギー網の脱炭素・強靱化

再エネ・蓄電・デジタル制御技術等を融合した脱炭素化エネルギーネットワークの構築  
安定的なエネルギーの確保、エネルギーセキュリティの強化  
地域資源も活用した分散型ネットワークシステム  
変動再エネの利用効率向上と再エネを用いた系統の調整力、慣性力の確保  
発電側、需要側を統合的に最適化する統合シミュレーション技術  
エネルギー資源の循環利用  
⇒次世代統合エネルギーネットワークの構築

### エネルギー技術の転換

**再生可能エネルギーの主力電源化**  
太陽光発電の高効率化、低コスト化  
洋上風力発電の導入拡大  
脱炭素燃料による発電技術  
**蓄エネ技術の高性能化**  
蓄電池の高密度化、低コスト化  
全固体リチウム電池の開発  
**徹底した省エネ**  
エネルギー利用技術の高度化  
未利用熱の有効利用技術の開発  
パワーエレクトロニクス の普及拡大  
超電導技術の利用分野拡大  
⇒エネルギー技術の高性能化、低コスト化、信頼性向上、脱炭素化

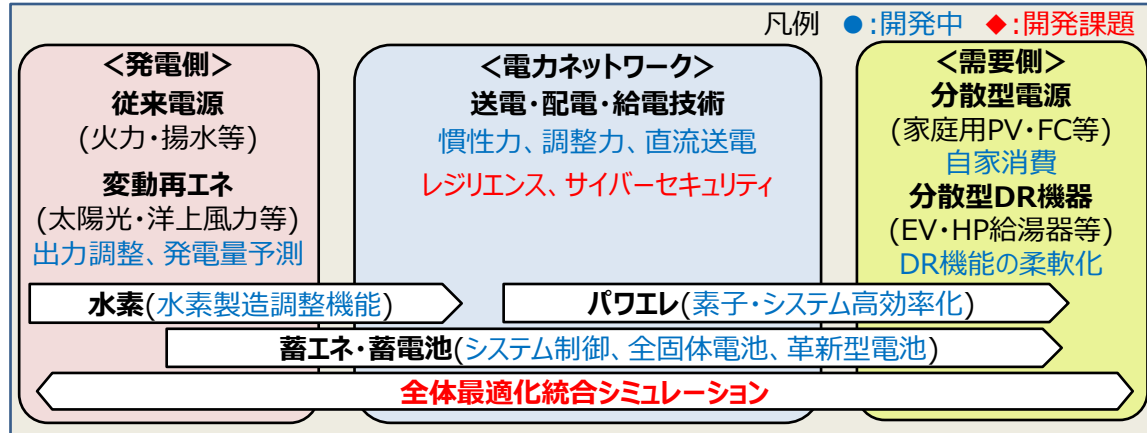
### 水素社会の実現

**安価な水素製造技術**  
脱炭素な水素製造技術の開発  
水電解装置の高性能化  
**輸送・供給技術**  
水素キャリアの製造・輸送・利用技術の開発  
海外からの水素長距離輸送技術  
新型の水素キャリア技術の開発  
**利用技術の拡大**  
FCV用の燃料電池の利用技術の拡大  
定置型燃料電池の導入普及  
産業、運輸、業務分野での水素利用技術の拡大  
⇒水素エネルギーの実用化加速

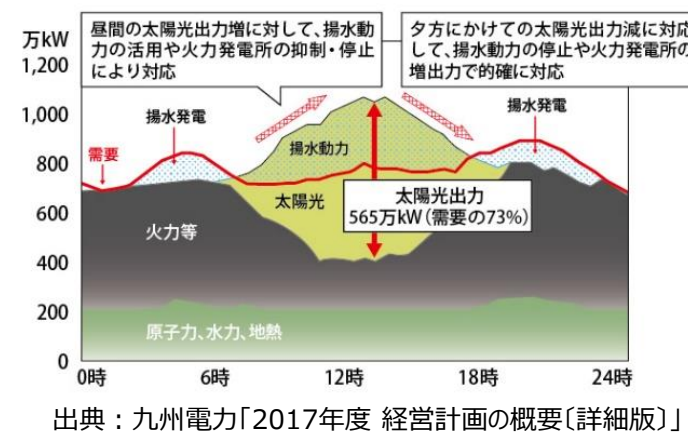
- 必要な時に必要なエネルギーを供給できるエネルギーネットワークの構築
- 安定的なエネルギーの確保、レジリエンス、エネルギーセキュリティの強化

再エネ、蓄電、デジタル制御技術等を融合して強靱で脱炭素なエネルギーネットワークの構築を目指す

## 脱炭素で強靱な電力ネットワークの構築に関する技術課題



## ダックカーブ問題

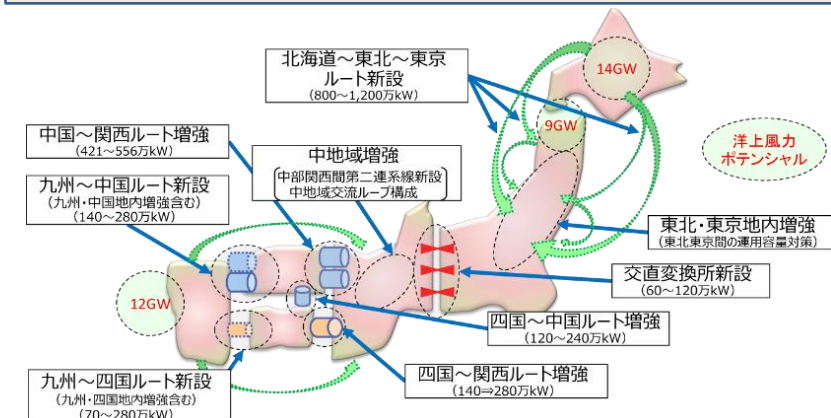
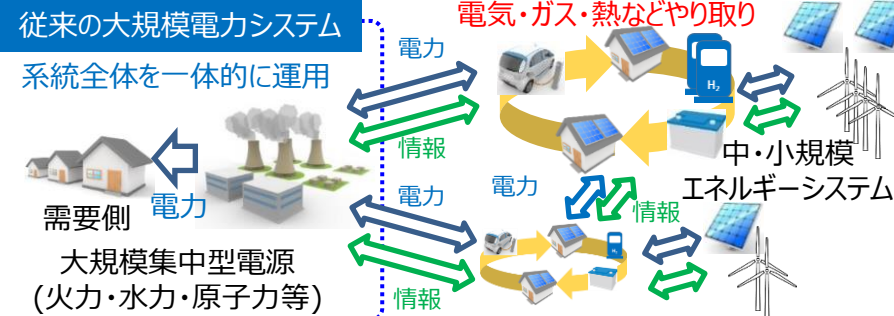


## 【主要な学問・技術分野】

- ・エネルギーシステム
- ・エネルギー技術政策
- ・再エネ、蓄電、デジタル制御技術等を融合した脱炭素化エネルギーネットワーク構築
- ・安定的なエネルギー確保、エネルギーセキュリティ強化
- ・分散型ネットワークシステム
- ・変動再エネに対するシステムの調整力、慣性力の確保
- ・電力需給を最適化する統合シミュレーション技術
- ・エネルギー資源の循環利用

## 超分散エネルギーシステム

- ・中小規模エネルギーシステムと従来の大規模電力システムが混在
- ・電力・ガス・熱等エネルギー・情報を双方向でやり取り



出典：第8回広域連系システムのマスタープラン及びシステム利用ルールの在り方等に関する検討委員会（電力広域的運営推進機関）

- 創・蓄・省エネルギー・エネルギー利用技術の脱炭素化、低コスト化、信頼性の向上
- 国際競争力のあるエネルギー技術と国内サプライチェーンの構築

非連続なイノベーションによって、高性能、低コストかつ信頼性の高いエネルギー技術の開発・社会実装を目指す

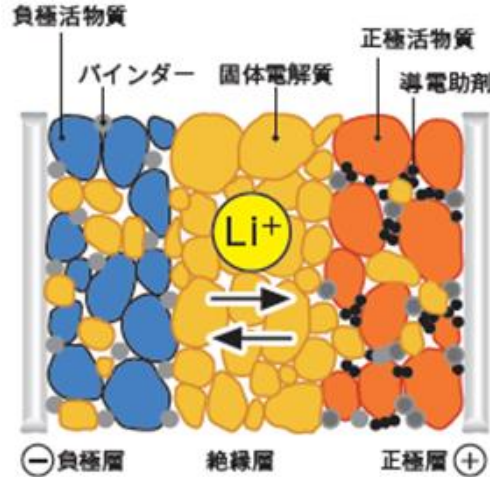
## 再エネの主力電源



太陽光発電のビル壁面への設置

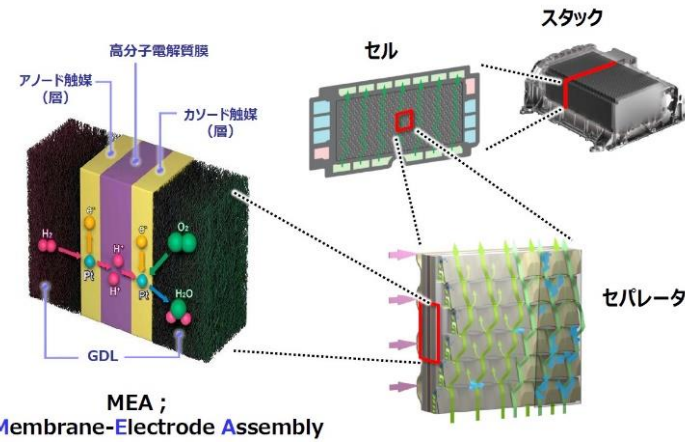
(写真：大成建設ウェブサイトより引用)

## 全固体LIBの模式図



出典：focus NEDO No69, 2018

## 燃料電池のセル・スタック



出典：NEDO水素・燃料電池プロジェクト評価・課題共有ウィーク「FCV用燃料電池の現状と課題」(トヨタ自動車、本田技術研究所)

## 【主要な学問・技術分野】

- ・エネルギー変換材料
- ・電池と電気化学材料
- ・物質変換と触媒

## 再エネの主力電源化

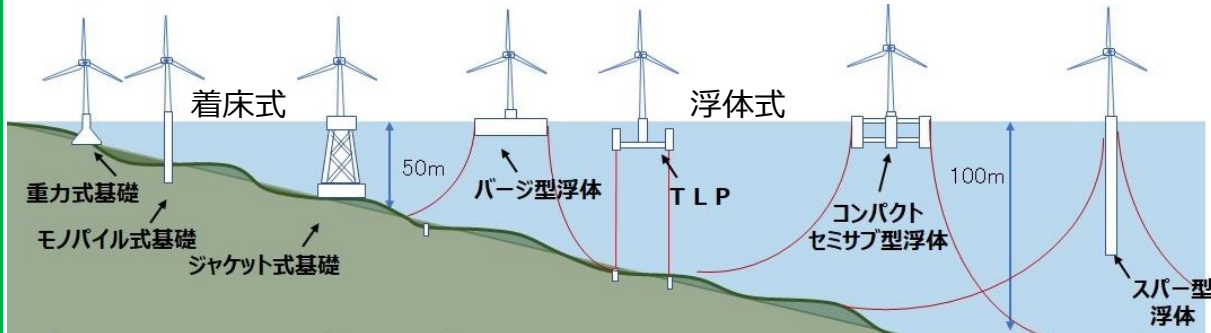
- ・PVの用途拡大
- ・洋上風力発電の導入拡大
- ・脱炭素燃料による発電技術

## 蓄エネ技術の高性能化

- ・蓄電池高密度低コスト化
- ・全固体リチウム電池技術

## 徹底した省エネ

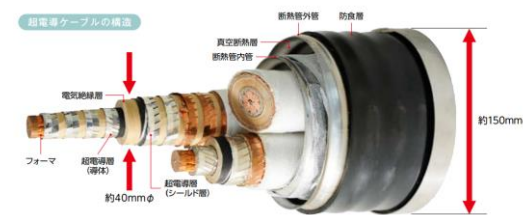
- ・エネルギー利用技術
- ・未利用熱の有効利用技術
- ・パワエレの普及拡大
- ・超電導技術



水深と洋上風力の基礎形式

出典：日本風力エネルギー学会，通巻132号を元にNEDO作成

## 超電導ケーブル

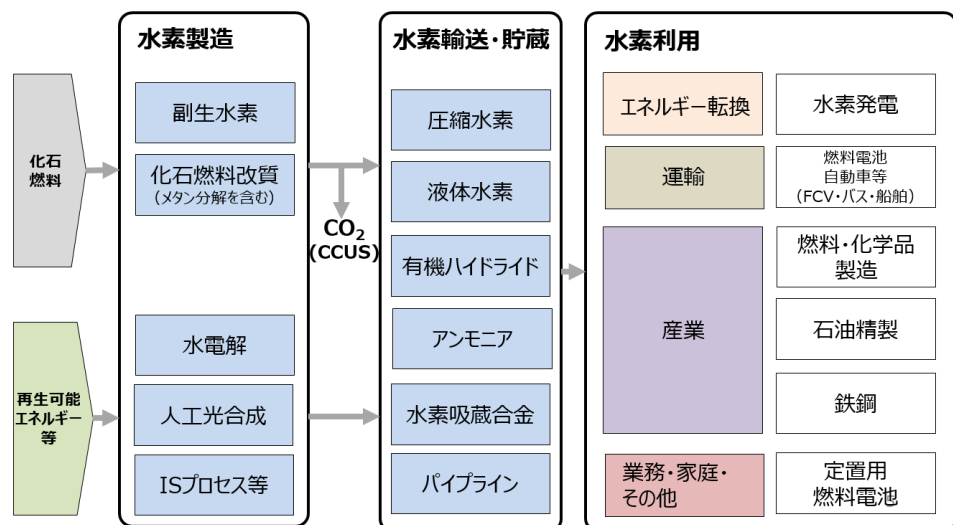


出典：focus NEDO No49, 2013

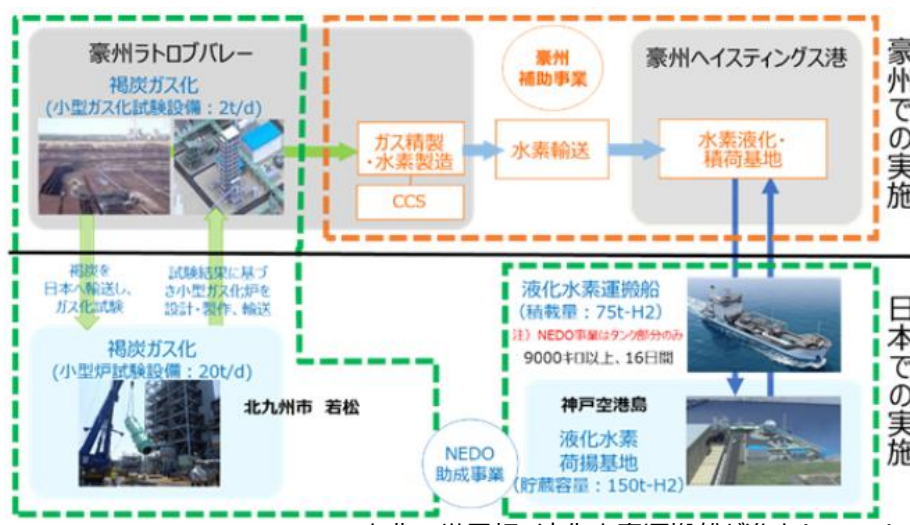
- 水素社会の実現によるカーボンニュートラルの達成
- 水素社会実現のための水素技術(製造、輸送・貯蔵、利用)の開発推進

水素製造、輸送・貯蔵、利用技術の開発推進により水素社会の構築を目指す

## 水素技術の全体俯瞰



## 水素輸送技術(液体水素輸送)

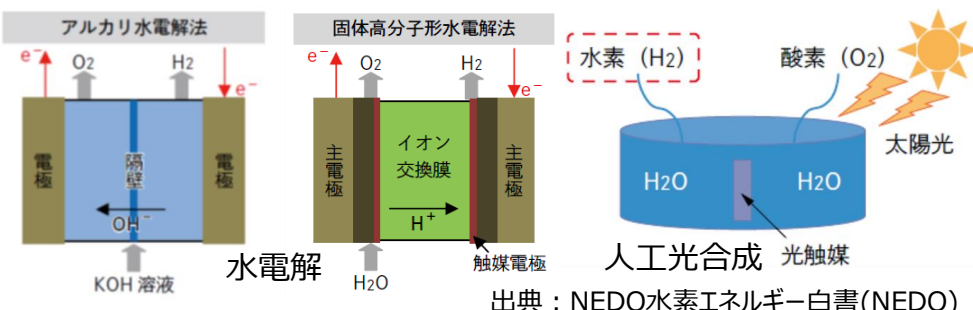


出典：世界初、液化水素運搬船が進水(NEDO)

【主要な学問・技術分野】

- ・エネルギー変換材料
- ・物質変換と触媒
- 水素製造技術**
- ・水電解装置低コスト化・高効率化技術
- ・革新的水素製造技術
- 水素輸送・貯蔵技術**
- ・高効率水素液化技術
- ・有機ハイドライド低コスト合成技術
- ・軽量・高容量貯蔵技術
- 水素利用技術**
- ・ガスタービン水素専焼技術
- ・FCV利用拡大
- ・水素還元製鉄技術
- ・定置用FC高効率化

## 水素製造技術



出典：NEDO水素エネルギー白書(NEDO)

## 水素利用技術



水素発電がスタービン (川崎重工)

FCV MIRAI (トヨタ自動車)

定置用FC (パナソニック)

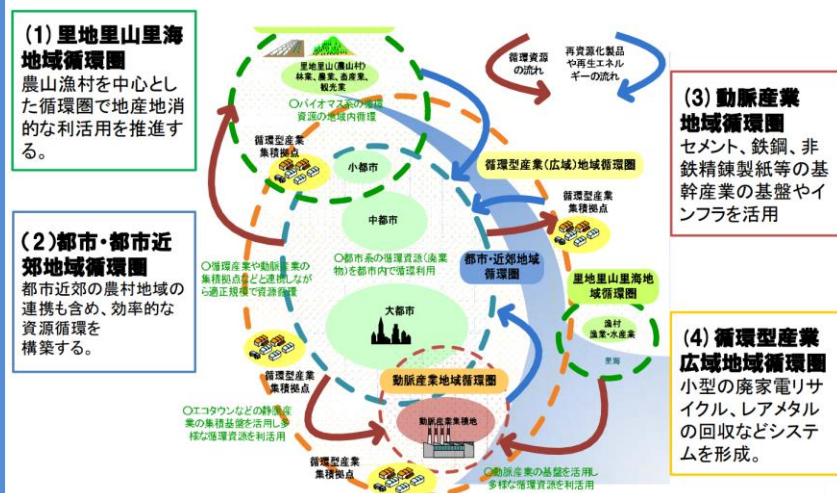
# 強靱で快適な社会基盤の実現

- 自然と人間との共生および地域間の共生の実現による循環共生型社会の構築
- リモート化、バーチャル技術の推進による自立・分散型社会の実現
- 都市の動きを丸ごと可視化・予測が可能であるデジタル対応都市の実現

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 自然と共生する持続可能都市

資源循環システムによる環境負荷低減  
地域循環圏構想・将来ビジョンガイドライン



出典：地域循環圏形成推進ガイドライン(環境省)

⇒自然と人間との「共生」や地域間の「共生」が図られた循環共生社会の構築

### 自立・分散型社会の実現

地方においても大都市圏と協働・連携  
オフィスや仕事場の地域配置が分散的



出典：TSC Foresight 短信「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」(NEDO)

リモートワークの実現により必ずしも移動が必要ない = 交通インフラの東京一極集中の影響が薄れる  
送電網短縮化、災害・疫病に強い国  
⇒分散型・ネットワーク型への転換

### デジタル対応都市の実現

災害・疫病への強靱性向上  
国土交通データプラットフォームによるデータ連携による新価値創造や災害予測、災害時の迅速な復旧活動、避難誘導



気象・防災・減災にかかる先端技術、自動運転、AI、ICT、ロボット技術に対応した都市の計画・建設  
⇒都市活動全体のデジタル化・最適化 47



- 自然の恵みを将来にわたって享受できる「自然共生社会」の構築
- 資源循環システムによる環境負荷低減、自然災害の軽減に資する森林資源の有効活用

自然と人間との「共生」や地域間の「共生」が実現した循環共生型の社会を目指す

## 資源循環システムによる環境負荷低減と共生循環型社会の実現

地域の特徴に応じた地域循環圏の類型

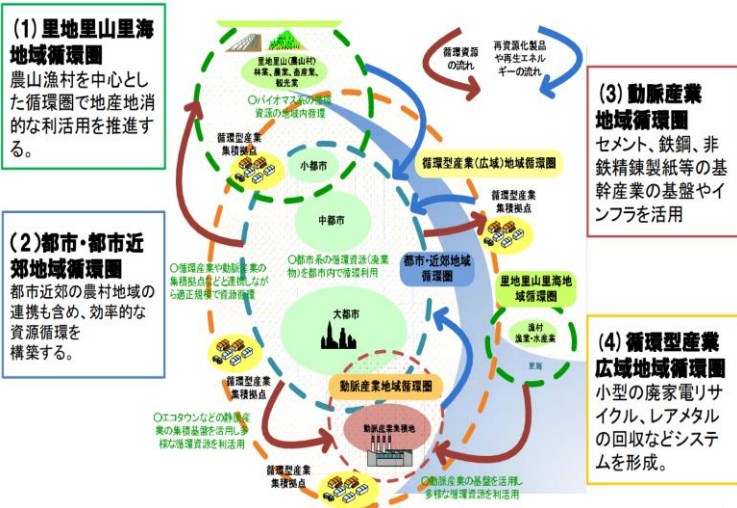
- (1) 里地里山里海地域循環圏
- (2) 都市・都市近郊地域循環圏
- (3) 動脈産業地域循環圏
- (4) 循環型産業広域地域循環圏

自然災害の軽減に資する「森林資源」との共存  
(森林・木材・木質バイオマスの有効活用)



【主要な学問・技術分野】

- ・エリートツリー・早生樹の育種技術
- ・AI、レーザー計測等の森林資源情報把握技術
- ・遠隔操作・自動化技術
- ・IoT活用による生産・流通のサプライチェーン効率化
- ・木材由来(改質リグニン、セルロースナノファイバー等)の新素材の高機能化技術
- ・木材のカスケード利用技術
- ・地産地消のバイオマス発電
- ・高層木造建築物等の木材利用拡大技術
- ・健康で豊かなライフスタイル実現のための森林サービス



出典：地域循環圏形成推進ガイドライン(環境省)

出典：みどりの食料システム戦略 中間取りまとめ(農林水産省)

# イノベーション例 自立・分散社会の実現

- 東京一極集中の影響を緩和できる高度なリモートワーク技術の実現
- 送電網の短縮化、災害・疫病に強い社会を実現

自立社会を分散させて都会への機能・人口の集中を緩和し、様々な災害等への耐性強化を目指す

## 自立・分散型社会の実現に必要な基盤技術

【コネクテッド・インダストリーズの実現】

クラウド×次世代コンピューティング エッジ×革新的AIコンピューティング



多様な人、組織、機械、技術がつながる社会の基盤技術

出典：高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業 (経済産業省)

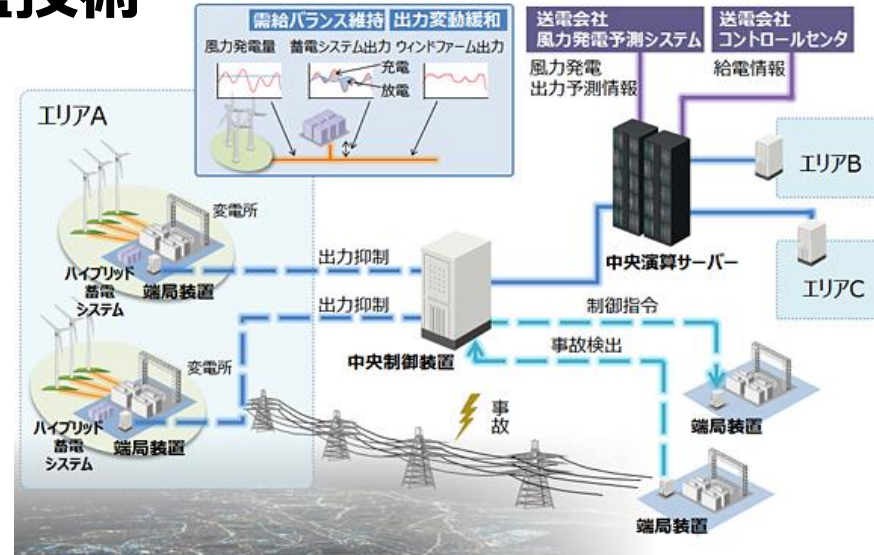
東京一極集中から  
地方分散へ



ネットワークでつながり  
リモートワークを実現



## スマートグリッド



出典：ポーランドでスマートグリッド実証事業の事前調査を開始(NEDO)

【主要な学問・技術分野】

- ・地域都市計画
- ・次世代コンピューティング技術
- ・AI技術
- ・フィジカル空間デジタルデータ処理技術
- ・超低消費電力IoTチップ・革新的センサ技術
- ・広域監視・制御技術
- ・配電自動化技術
- ・エネルギーマネジメント技術
- ・大容量、高速通信技術
- ・スマートグリッド技術
- ・通信技術
- ・ポスト5G通信の多接続技術

# イノベーション例 デジタル対応都市の実現

- 様々なデータの連携による新価値創造や災害予測等を可能にする技術の実現
- 防災・減災にかかる先端技術、自動運転、AI、ロボット技術に対応した都市の計画・建設

ビッグデータの利活用やデジタル技術を駆使した災害・疫病等への対策が可能な都市造りを目指す

## AIやIoT、衛星データ、ドローン等の新技術をデジタル対応都市に活用

### 5G等の活用による早期復旧

○5G等を活用した無人化施工技術の導入促進

高解像度化 遠隔地からの操作 同時に多数の建設機械投入

○地震と洪水の複合災害を防ぐ復旧支援システムの開発(避難先分散による過密対策にも)

震度分布  
→堤防沈下  
→水害リスク  
→復旧の優先順位・避難先分散の検討

### 河川監視、気象監視・予測体制強化

○新技術を活用した河川監視の高度化

千曲川河川監視カメラ  
水域を検知 堤防 越流  
長野市橋保 堤防

AIカメラを活用した越流検知 ドローン・画像解析を活用した河川巡視

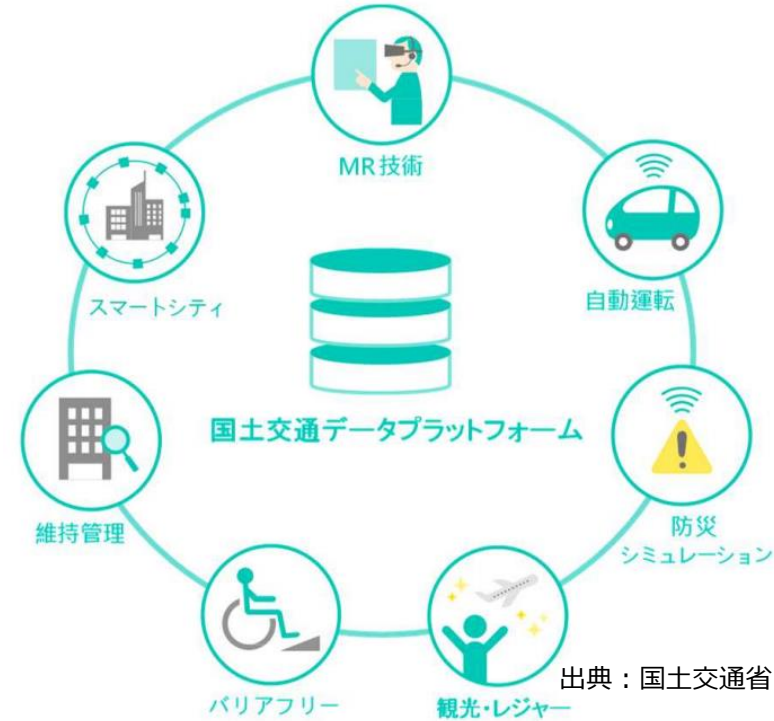
河川監視の高度化に向け、令和2年度に技術開発を実施。

○二重偏波レーダー等の整備による気象監視・予測体制の強化による精度向上

二重偏波レーダー 静止気象衛星 アメガス

○雨量予測精度向上  
○熱帯低気圧の5日先までの予報  
○危険度分布の1日先までの予報 等

予測の技術開発



必要なデータを取得し、同一地図上で様々な情報を表示・検索・ダウンロードすることで都市活動を最適化

【主要な学問・技術分野】

- ・地域都市計画
- ・国土計画
- ・防災計画
- ・リモートセンシング
- ・建築設備
- ・維持管理
- ・次世代コンピューティング
- ・AI技術
- ・メタデータ自動生成技術
- ・既設構造物の3次元化
- ・超低遅延、多接続、大容量通信技術
- ・通信技術
- ・IoT
- ・計測技術
- ・ドローン

出典：総力戦で挑む防災・減災プロジェクト(国土交通省)

ビッグデータの利活用に基づく適時適切な情報の提供による減災、災害対策の支援で安全・安心を確保

- インフラ監視技術や自己修復、3R技術を利用した持続可能インフラの整備
- 豊かな暮らしの基盤となるデジタル・通信インフラの整備
- 交通・物流革命による誰も取り残さない社会の実現

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### 持続可能インフラの整備

#### 老朽化を見据えた持続可能インフラ整備

自己修復材料(コンクリート)

軽量・高強度な材料・構造

インフラ診断技術の高度化

#### インフラ監視(デジタルツイン)

電気水道ガス

= エッセンシャルワーク

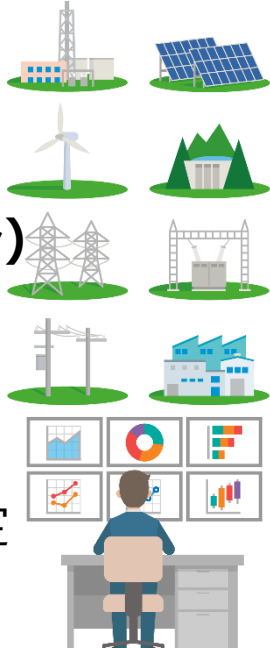
物理オブジェクトの

状態を可視化

設備の潜在的な所外を特定

リモートトラブルシューティング

⇒安全・強靱なインフラが低コストで実現



### デジタル・通信インフラの整備

#### 量子コンピューターの実現

組合せ最適化問題の解決

EC(電子商取引)・広告、防災、金融、医療・製薬・化学、街づくり・交通網管理など  
企業活動、社会インフラの運営・管理の  
様々な分野に適用

#### 次世代情報通信技術の実現

CPSの社会実装に向けた高速通信の実現  
スマートテレオートノミー実現  
超相互制御型ネットワーク技術  
超リアルタイム最適化技術  
超自律型セキュリティ技術

⇒強靱で活力ある社会の実現

### 交通・物流革命

#### DX推進による物流の効率化

輸送の高付加価値化、コールド技術  
効率的な倉庫システム、自動運転技術

#### CO<sub>2</sub>や大気汚染物質の排出削減

CO<sub>2</sub>排出の少ない輸送モード  
燃料電池トラックの実用化  
ドローンの活用

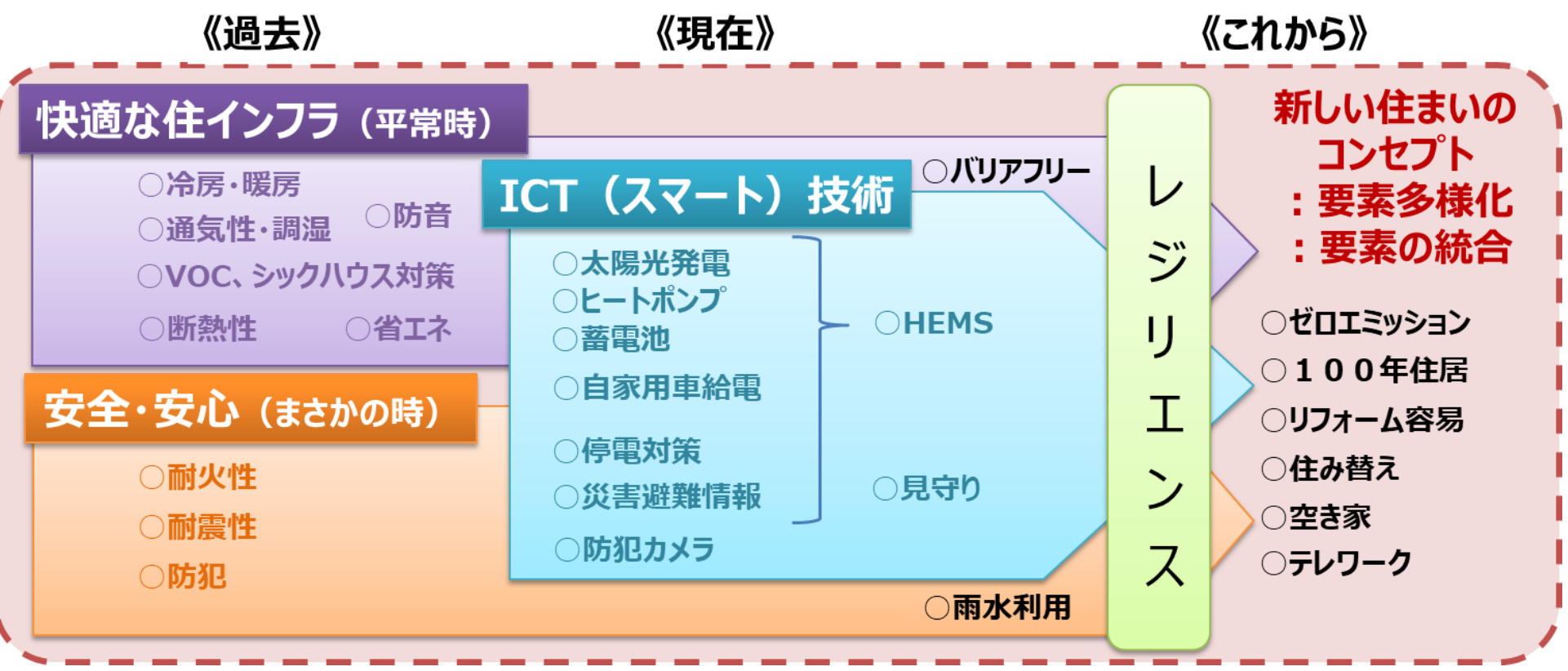


⇒誰も取り残さない社会の実現

■ 高性能・高耐久材料とスマートメンテナンス技術の相乗効果による、レジリエンス機能が向上した社会インフラを普及させ、次の世代に引き継ぐ。

自然災害の激甚化・社会インフラの老朽化に対応し、レジリエンス機能の向上した社会を目指す

## サイバー・フィジカル技術融合によるレジリエンス向上(住宅インフラの例)

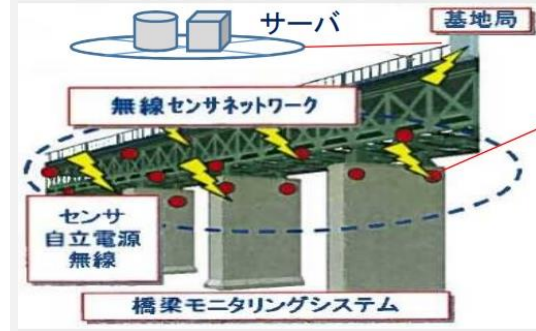


- 【主要な学問・技術分野】
- ・センシング技術
  - ・モニタリング技術
  - ・ICT技術の適用
  - ・高強度・高耐久材料
  - ・リサイクル性に優れる材料技術
  - ・SDG対応視点でのZero Emission House (ZEH) 機能技術
  - ・自己修復機能技術
  - ・材料複合化による高強度・軽量・高意匠化技術
  - ・デジタル化された設計技術や材料ライフサイクルマネジメント

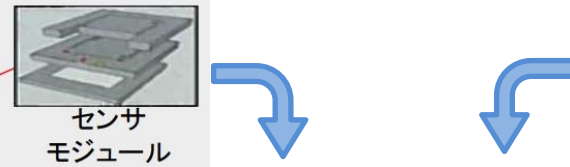
## ■ 安全・強靱なインフラ構築のための、インフラ監視技術、老朽化したインフラの維持・管理技術の実現

定期的な維持・管理が必要なインフラの老朽化を検査する技術により確実な維持を目指す

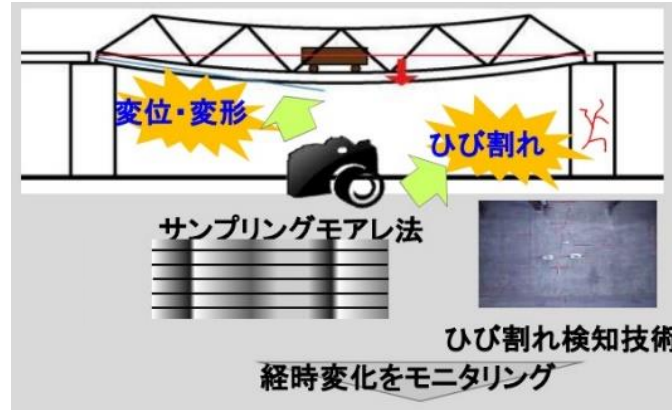
### ロボット、モニタリング、センシング技術等によるインフラの維持管理



老朽化状態のモニタリング技術



老朽化する  
インフラ



モニタリングのためのイメージング技術



ダム点検用 水上・水中ロボット  
非破壊検査用ロボット  
インフラ維持管理用のロボット技術(水中用等)



橋梁点検用 壁面吸着移動ロボット  
災害調査用 ドローン

インフラ維持管理用のロボット技術(高所用)

【主要な学問・技術分野】

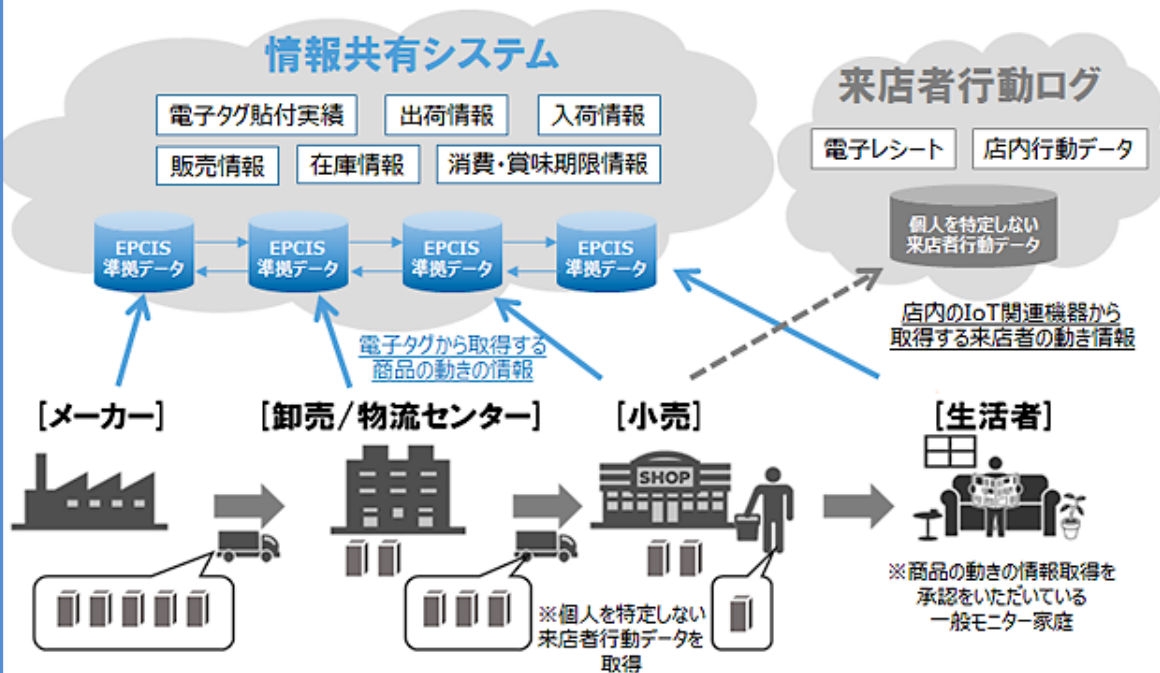
- ・地域都市計画
- ・国土計画
- ・防災計画
- ・自己修復材料
- ・コンクリート構造
- ・構造工学
- ・地震工学
- ・耐震構造
- ・地盤、河川、海洋工学
- ・鋼材・複合材料
- ・橋梁センシング技術
- ・法面変異センシング技術
- ・ライフラインコアモニタリング
- ・画像計測システム技術
- ・ひび割れモニタリング技術
- ・非破壊検査技術

- 量子コンピュータによる超大容量データ処理により、社会インフラの運営・管理の強化・安定化
- 次世代情報通信技術による高速通信、スマートテレオートノミーの実現などでのインフラ再構築

デジタル技術の秘匿性、安全性、安定性を図ることにより高度なインフラに再構築できる社会を実現

## 防災、金融、交通網管理等のためのデジタル・通信インフラ強化・安定化

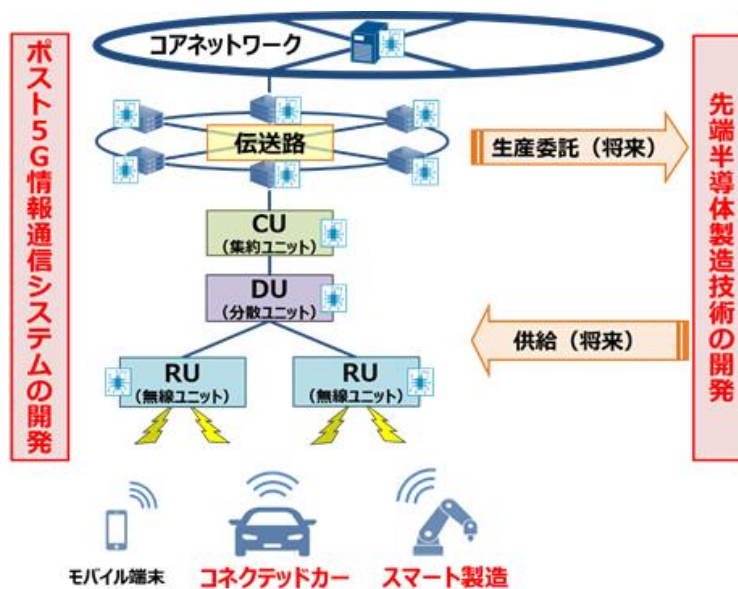
### デジタルインフラの整備



大量生産、多頻度配送を支える精緻なロジスティクスの維持・管理

出典：電子タグを用いた情報共有システムの実証実験を実施へ(NEDO)

### 次世代大容量・広域通信網 (超低遅延、多数同時接続)



工場や自動車といった多様な産業用途への活用

出典：ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業(NEDO)

### 【主要な学問・技術分野】

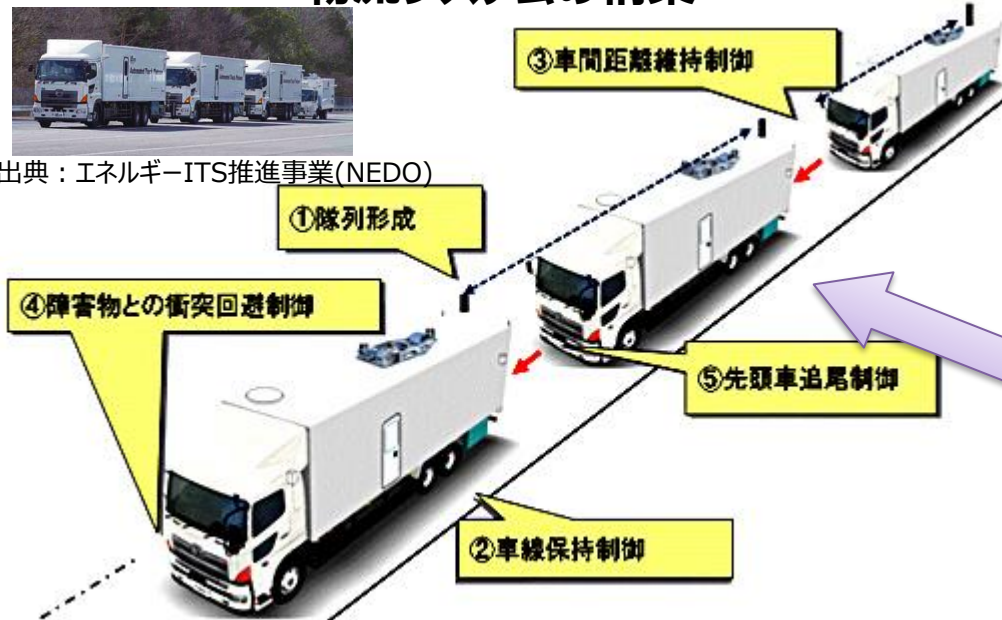
- ・無線通信ネットワーク共通プラットフォーム技術
- ・情報共有技術
- ・大容量・広域・高速通信技術
- ・先端半導体製造技術
- ・次世代コンピューティング
- ・AI技術
- ・メタデータ自動生成技術
- ・既設構造物の3次元化
- ・超低遅延、多接続、大容量通信技術
- ・通信技術
- ・IoT
- ・計測技術
- ・ドローン

■ 実質のゼロエミッション技術によるCO<sub>2</sub>や大気汚染物質の排出削減、DX推進による物流の効率化により新たな物流システムを構築し誰も取り残さない社会を実現

環境に配慮した上で、誰もが恩恵を受けられる交通・物流の社会基盤システム構築を目指す

## 燃料電池技術等の環境にやさしい大型輸送機器による交通・物流革命

### 物流システムの構築



出典：エネルギーITS推進事業(NEDO)

自動運転技術による輸送の効率・高付加価値化とコールド技術、効率的な倉庫システム等との組み合わせにより循環型社会の実現に貢献

出典：大型トラックの自動運転・隊列走行実験に成功(NEDO)

### 燃料電池の飛躍的な普及



発電時にCO<sub>2</sub>が発生しないため、温室効果ガス排出抑制や大気汚染物質の抑制が期待

出典：燃料電池の飛躍的な普及拡大に向けた研究開発事業を開始(NEDO)

【主要な学問・技術分野】

- ・AI技術
- ・ゼロエミッション
- ・社会公共システム
- ・資源有効利用技術
- ・資源代替技術
- ・低環境負荷
- ・車車間通信
- ・隊列形成技術
- ・車線保持技術
- ・車間距離維持制御
- ・前方障害物認識技術
- ・障害物回避制御技術
- ・先頭車追尾制御技術
- ・固体高分子形燃料電池
- ・固体酸化物形燃料電池
- ・水素貯蔵システム



# 安全・安心な国の実現

- モビリティ革命により、すべての人々が行きたい場所に効率的・安全に移動できる社会の構築
- DXや先端技術を利用した地域コミュニティの活性化により地域経済の発展を目指す
- サイバーセキュリティ技術の向上による安全性確保と信頼性醸成

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### モビリティ革命の実現

#### モビリティ革命(MaaS、CASE)

誰もが効率的かつ安全に移動可能

→共通プラットフォームを用いた  
データ連携

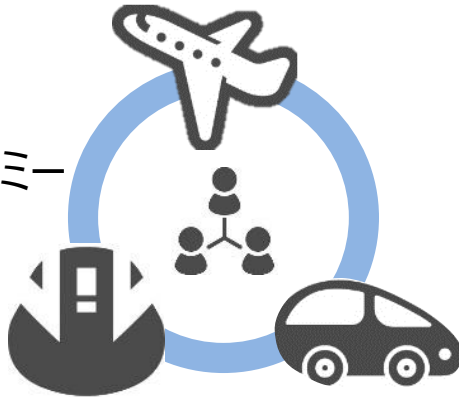
移動のシェア

→シェアリングエコノミー  
への展開

新たな移動手段

→無人モビリティ、  
次世代リニアモーターカー、空飛ぶクルマ等

⇒移動の利便性向上と地域課題の解決



### 地域コミュニティの活性化

自治体と住民がDXや先端技術を利用し、  
地域の強みと弱みを情報共有

地域固有のデータを活用した課題解決

自治体の総合計画や都市計画への展開

地域コミュニティの衰退に伴う課題を解決  
(家庭と行政の中間的役割の喪失、地域の特色・文化・観光資源の衰退、水資源、自然環境、食料生産能力の維持機能の弱体化)

魅力ある地域コミュニティを実現

充実感と自然・歴史・文化の双方を堪能

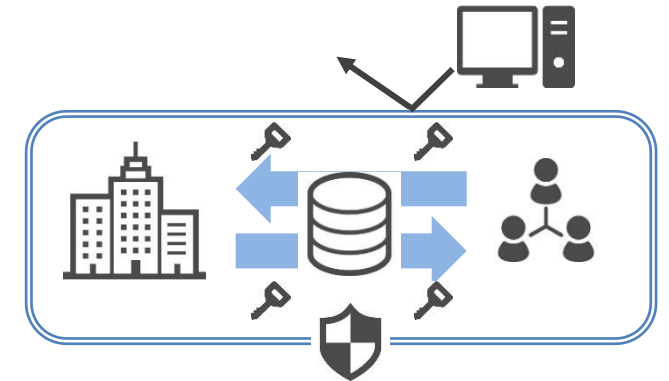
⇒地域コミュニティの活性化による  
地域経済の発展

### 安全性確保と信頼性醸成

増大する外部攻撃に備えたサイバーセキュリティの向上

大部分のセキュリティプロトコルを無効化が可能となる量子コンピュータの実現

⇒対抗する新しい暗号技術の開発が必要

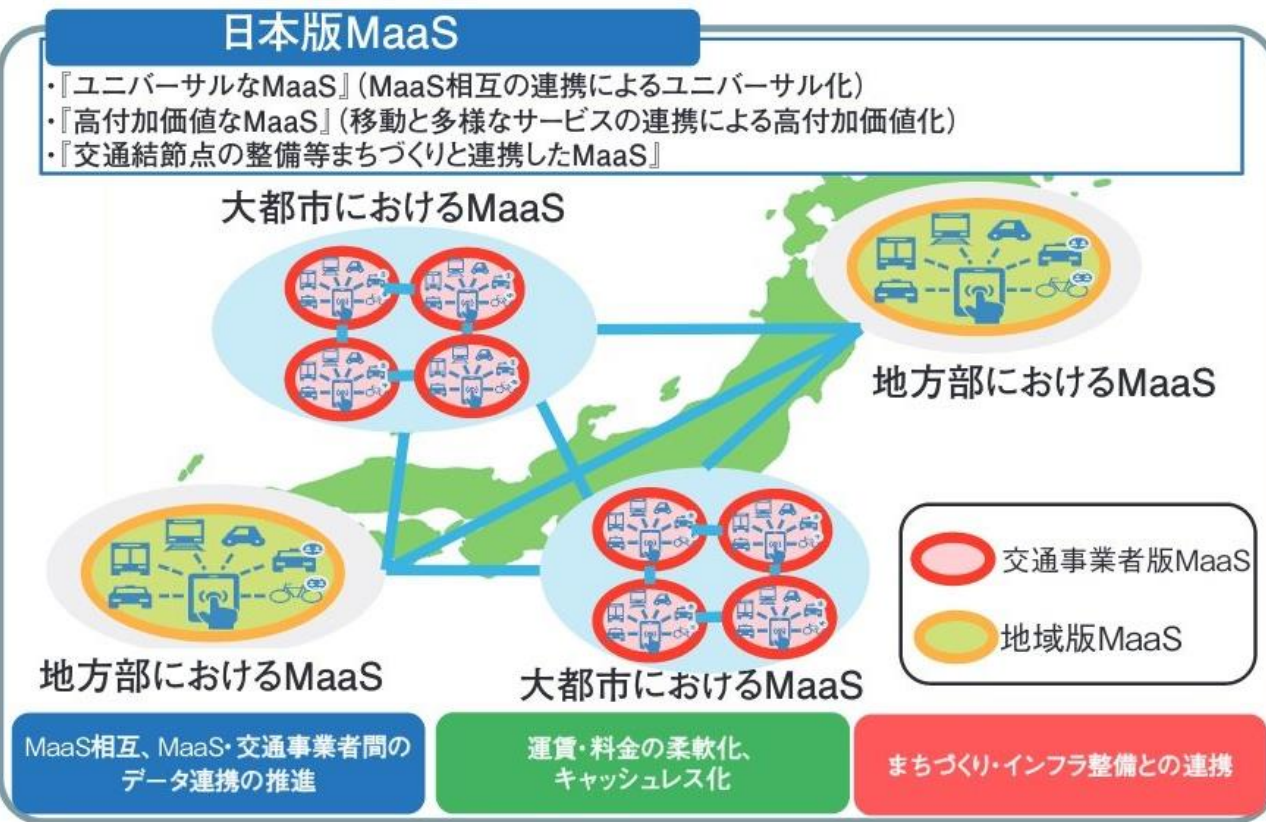


⇒都市の安全性確保と信頼性醸成

- 無人モビリティ、空飛ぶクルマといった新たな移動手段の登場、シェアリングエコノミーへの展開
- 地域が抱える地理的な課題を解決する、誰もが効率的かつ安全に移動可能なサービス

複数の交通手段を一つのサービスとすることで、移動の利便性向上と地域課題の解決を実現

## 様々なサービス等との連携により、移動の利便性向上や地域の課題解決



### モビリティ革命による未来

無人のモビリティ、空飛ぶクルマといった新たな交通手段の出現  
 ➡移動の選択肢が増える

多くの移動の選択肢を組み合わせ合わせた最適な移動をサービスとして提供

➡利用者の移動に付加価値

移動サービスが他の製造、物流、医療などのサービスと連携

➡シェアリングエコノミーが経済に新たな価値を提供

### 【主要な学問・技術分野】

- ・AI技術
- ・自動運転技術
- ・車載センシングシステム
- ・ステアリング制御技術
- ・次世代通信技術
- ・クラウドコンピューティング
- ・空飛ぶクルマ(高度操縦支援、地上からの遠隔操縦)
- ・リニアモーターカー
- ・次世代超音速旅客機
- ・スマートシティ
- ・地域振興
- ・観光資源・政策・産業
- ・交通計画・工学
- ・地域都市計画
- ・交通経済学

# イノベーション例 地域コミュニティの活性化

- 自治体と住民がDXや先端技術を利用し、地域の強みと弱みを情報共有
- 地域固有のデータを活用し、自治体の総合計画や都市計画に展開

充実感が得られて自然・歴史・文化をも堪能できる地域コミュニティの実現で課題解決に貢献

## 地域コミュニティの活性化による地域経済の発展

### 『スーパーシティ』構想 持続可能な都市サービスを提供



- 業務・プロセス・手続き等をDXで効率化
- 住民は物理的な距離を越え、リアルタイムに情報の収集と共有
- 健康・医療、観光分野等における個人特性に応じたサービスの高度化
- 防災等におけるリアルタイムデータに基づく即応性の向上

### 【主要な学問・技術分野】

- ・AI技術
- ・ビックデータ
- ・データ連携
- ・キャッシュレス技術
- ・オンライン診療
- ・オンライン教育
- ・共通プラットフォーム
- ・センサ、デバイス
- ・自動運転
- ・都市インフラ
- ・全体最適化
- ・データモデルの標準化
- ・システム化技術
- ・システム制御理論
- ・システム情報処理
- ・都市計画

- 増大するサイバー攻撃に対応するセキュリティプロトコルの確立
- 量子コンピュータの実現に備えたサイバーセキュリティ向上、耐量子コンピュータ暗号の開発

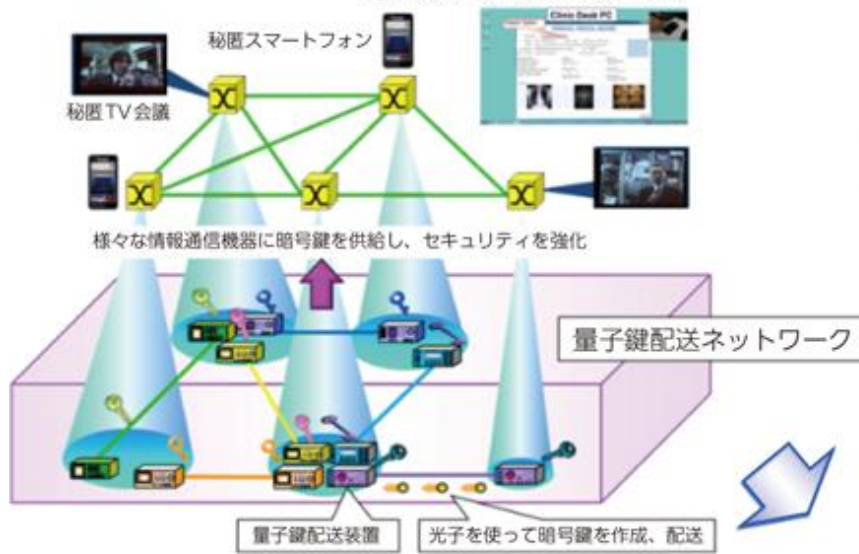
社会を支えるデジタル基盤のセキュリティ向上による都市の安全性確保と信頼性醸成

## 量子暗号技術の実用化による安全性確保と信頼性醸成

### 量子暗号技術

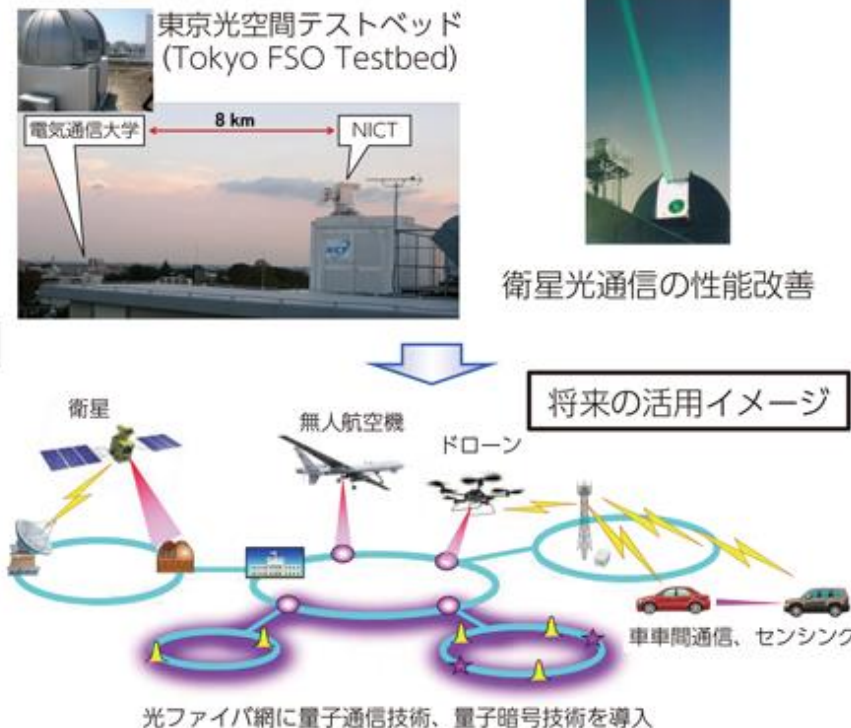
光子を使った原理的に盗聴できない暗号通信

電子カルテシステムのセキュリティ強化



### 量子通信技術

光子検出・量子信号処理技術による超長距離での大容量通信



【主要な学問・技術分野】

- ・サイバー攻撃検知・防御技術
- ・脆弱性監視
- ・ブロックチェーン
- ・認証技術
- ・バイオメトリクス
- ・セキュアOS
- ・量子暗号通信
- ・信号処理
- ・通信方式
- ・耐タンパー技術
- ・サービス妨害攻撃対策
- ・アクセス制御
- ・セキュリティ評価認証
- ・マルウェア対策
- ・プライバシー保護

# 社会像 透明性・信頼性の高い社会

- DX共通プラットフォームにより人、モビリティ、ロボット、センサ等が自律・共生
- データ駆動型社会の実現による産業の活性化と社会課題解決
- デジタルコミュニケーションやビッグデータ等DXの徹底活用による行政の在り方変革

## 社会像の実現に向け、現代社会が取り組むべき目標とイノベーション

### データ駆動型社会の実現

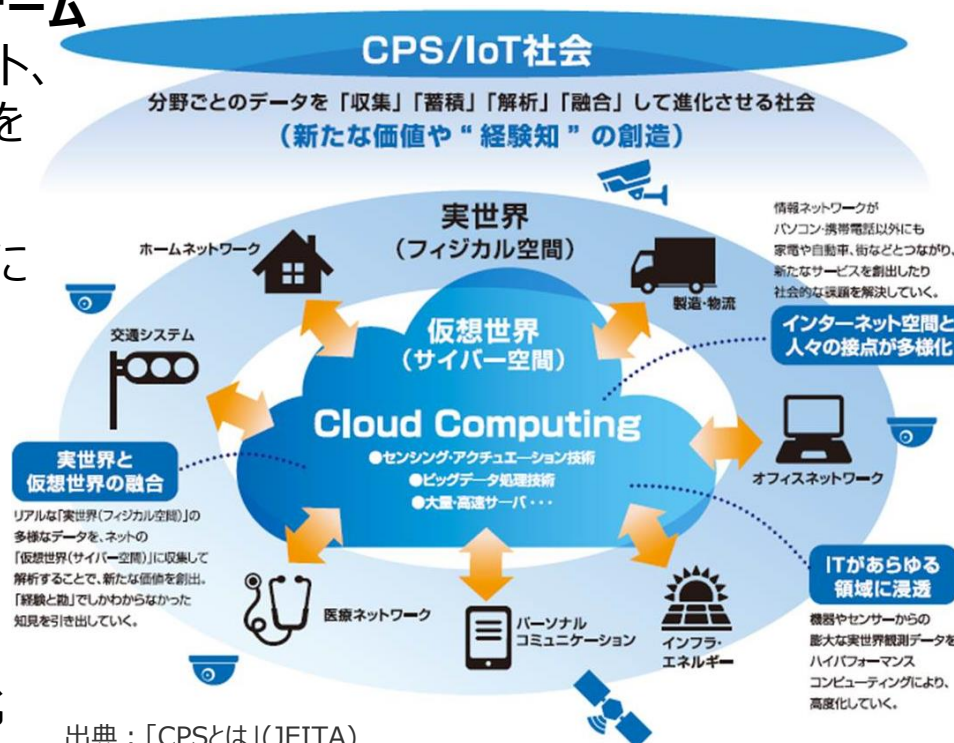
#### DX共通プラットフォーム

人とモビリティ、ロボット、IoT機器、センサ等を統合制御

共通プラットフォームにつなぐことで、自律制御が可能

生活を豊かにし社会的な課題の解決が期待

⇒社会全体DX化による全体最適化

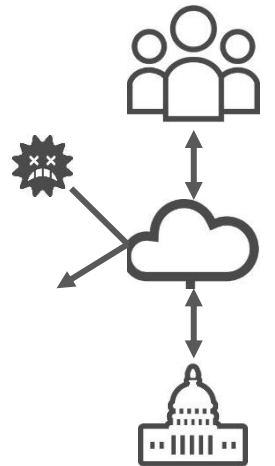


### 行政の在り方変革

#### デジタル技術による行政サービスの向上

- 国と地方、官と民といった枠を超えた行政サービスの見直しおよび行政の在り方そのものの変革
  - 市民ポータル通した行政側とデジタルコミュニケーション
  - 市民生活状況のデータ化により、効果的な施策が実現
  - 公的サービスを私的サービスに転換し、経済効率が上昇
  - 良質な公的データの共有
- 透明性、信頼性の醸成が重要

⇒DX推進による行政の在り方変革



- 人、ロボットの様々なデータや言語を共通化し、統合制御共通プラットフォームを構築
- サイバー空間にフィジカル空間を再現したデジタルツインで故障や変化を予測し、事前に対応

様々な産業をシームレスに連携可能な共通プラットフォームでデジタル社会の強固な基盤を形成

## 共通プラットフォームでのデータ連携による業務の効率化、信頼性向上



人、ロボット、環境を統合・デジタル化して制御する共通プラットフォームの構築により様々なシステム間での連携が期待

＜具体例＞  
 製造工程・装置稼働状況のネットワーク化  
 ➔業務の効率化、システムの可用性向上

サイバー空間でシミュレーションした結果をフィジカル空間に反映  
 ➔社会課題解決

【主要な学問・技術分野】

- ・ヒューマンインタフェース
- ・マルチモーダルインタフェース
- ・モバイルネットワーク
- ・バーチャルリアリティ
- ・拡張現実
- ・臨場感コミュニケーション
- ・ウェアラブル機器
- ・ユーザビリティ
- ・人間工学
- ・IoT技術
- ・ビッグデータ解析
- ・AIを用いた予測システム
- ・ロボットの自律制御
- ・データ連携
- ・ブロックチェーン
- ・トレーサビリティ技術

- 国と地方、官と民といった枠を超えた行政サービスの見直しおよび行政の在り方を再設計
- 市民生活状況のデータ化により、効果的な施策の実現、国際競争力強化が期待

イノベーションや新規ビジネスの創出のため、協調領域における官民データ利活用共有基盤を整備

## 世界最先端のデジタル国家の創造に向けた行政サービスのデジタル化

行政サービスの100%デジタル化

- 社会全体のデジタル化
  - ✓ 我が国の諸課題解決のためのデジタル化
  - ✓ 行政サービス改革を起点に、デジタル社会を実現
- 行政サービス改革：デジタル化の3原則を推進
  - ✓ デジタルファースト（個々の手続等がデジタルで完結）
  - ✓ ワンスオンリー（一度提出した情報は再提出不要）
  - ✓ コネクテッド・ワンストップ（複数手続等が1か所で実現）



行政で扱うデータをデジタル化し、オープン、公平、継続的な強靱性、迅速かつ柔軟な対応、多様性の包摂を確保した社会を実現

行政保有データの100%オープン化

- 各府省庁保有データの原則公開の徹底、二次利用の積極的な促進
- オープンデータ官民ラウンドテーブルの継続開催により、民間ニーズに即したデータ公開を推進



エビデンス・ベスト・ポリシー・メイキング(証拠に基づく政策立案)の推進により、政策の有効性を高め、国民の行政への信頼を確保

デジタル改革の基盤整備

- 行政データ標準の策定、文字情報基盤の円滑な利活用環境整備
- 行政機関におけるAPIの整備・公開（マイナポータルでのAPI連携活用による「法人設立ワンストップサービス」等）
- 法人が1つのIDで複数手続を行うことができる法人共通認証基盤を構築



民間企業にも転用可能なデータを整備し、社会全体の効率化を図る

【主要な学問・技術分野】

- ・統計データ分析
- ・AI・IoT技術
- ・ビックデータ
- ・データサイエンス
- ・サイバー攻撃検知・防御
- ・サービス構築基盤技術
- ・ブロックチェーン
- ・認証技術
- ・バイオメトリクス
- ・ネットワーク管理
- ・量子暗号通信
- ・耐タンパー技術
- ・アクセス制御
- ・セキュリティ評価認証
- ・マルウェア対策
- ・プライバシー保護





技術戦略研究センターレポート

# TSC Foresight 将来像

イノベーションの先に目指すべき「豊かな未来」  
 別冊 — 現代社会が取り組むべきイノベーション例 —  
 2021年6月30日 発行

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
 技術戦略研究センター(TSC)

- センター長            岸本 喜久雄
- センター次長        西村 秀隆
- デジタルイノベーションユニット
- ユニット長        伊藤 智
- 統括研究員        多田 達也
- 主任研究員        紋川 亮
- 研究員            有馬 宏和
- 研究員            吉野 順也

- ・本資料に掲載されている全てのドキュメント、画像等の著作権は、特に記載されているものを除き、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター(以下、NEDO TSCという。)に帰属します。
- ・本資料の内容の全部又は一部について、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことが出来ます。ただし、NEDO TSC以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。
- ・本資料に掲載されている著作物を商業目的で複製する場合は、予め下記お問い合わせ宛にご連絡下さい。商業目的で複製とは、直接収益を得ることを目的に著作物を複製して販売すること等を指します。
- ・本資料の全部又は一部について、NEDO TSCに無断で改変を行うことはできません。
- ・本資料に関する問い合わせ先:  
 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
 技術戦略研究センター  
 電話 044-520-5150 E-Mail: tsc-unit@ml.nedo.go.jp