

「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業」 成果報告会

／デジタルライフラインの先行実装に資する基盤に関する研究開発
／ドローン航路：ドローンサービス等に係る開発・実証（委託及び助成）

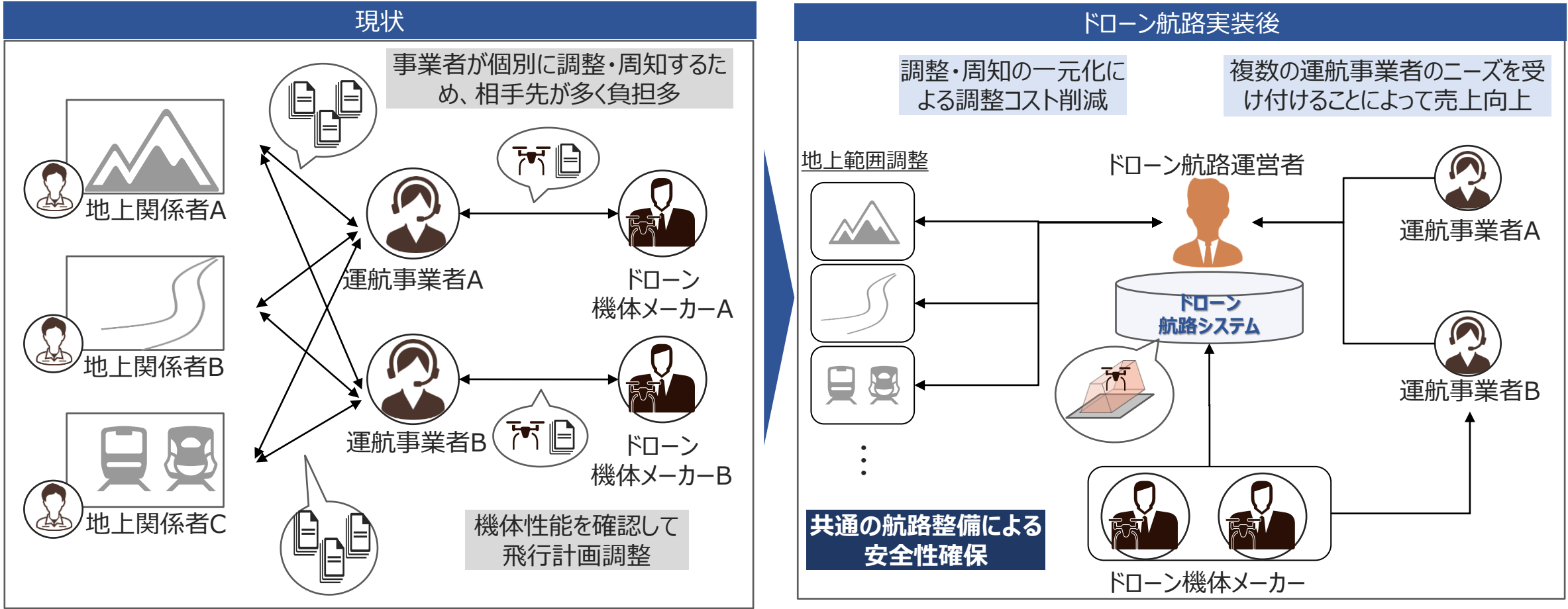
2025年4月23日

日本電気株式会社、KDDIスマートドローン株式会社、
Intent Exchange株式会社、宇宙サービスイノベーションラボ事業協同組合

本テーマの背景・目的

ドローン航路の背景・目的

- ドローン航路は、ドローン運航のための社会的理解の醸成が進んだ範囲において、地上及び上空制約要因に基づいて立体的に最外縁が画定された運航環境であり、その整備によりドローンの安全かつ高密度な運航が簡便に可能になる。



本テーマの概要

事業概要

- 地上及び上空リスク等の制約要因に基づいて立体的に空域の航路を画定し、航路内部の安全かつ簡便な運航に必要な情報配信及び安全管理の支援等を統合的に行うドローン航路システム等を開発する
- ドローン関連データを流通するためのシステム等を構築する
- ドローン航路内の安全・効率的な運航のため、ドローン航路に係る管理手法やルール等について、調査・研究を行う
- 先行実装地域（秩父、浜松）において、送電網の管理、河川上空のマルチユース実証を行い、ドローン航路の有効性を確認する

事業イメージ

秩父・浜松エリアでのユースケース

送電網の点検（秩父）

送配電事業者に対してドローン航路サービスの商用利用を150kmの範囲で開始

送電網の点検

河川上空の航路のマルチユース（浜松）

河川上空のドローン航路を、河川巡視と物流事業のマルチユースとして実現

河川巡視

物流事業

ドローン航路の仕様、運用方法の策定

- ドローン航路開発・サービス実装の成果として仕様・運用方法の設計を実施

モビリティ・ハブの仕様、運用方法の策定

- 航路と連動した離着陸場の予約などの管理体系、運用方法を設計

データ連携に係る仕様の策定

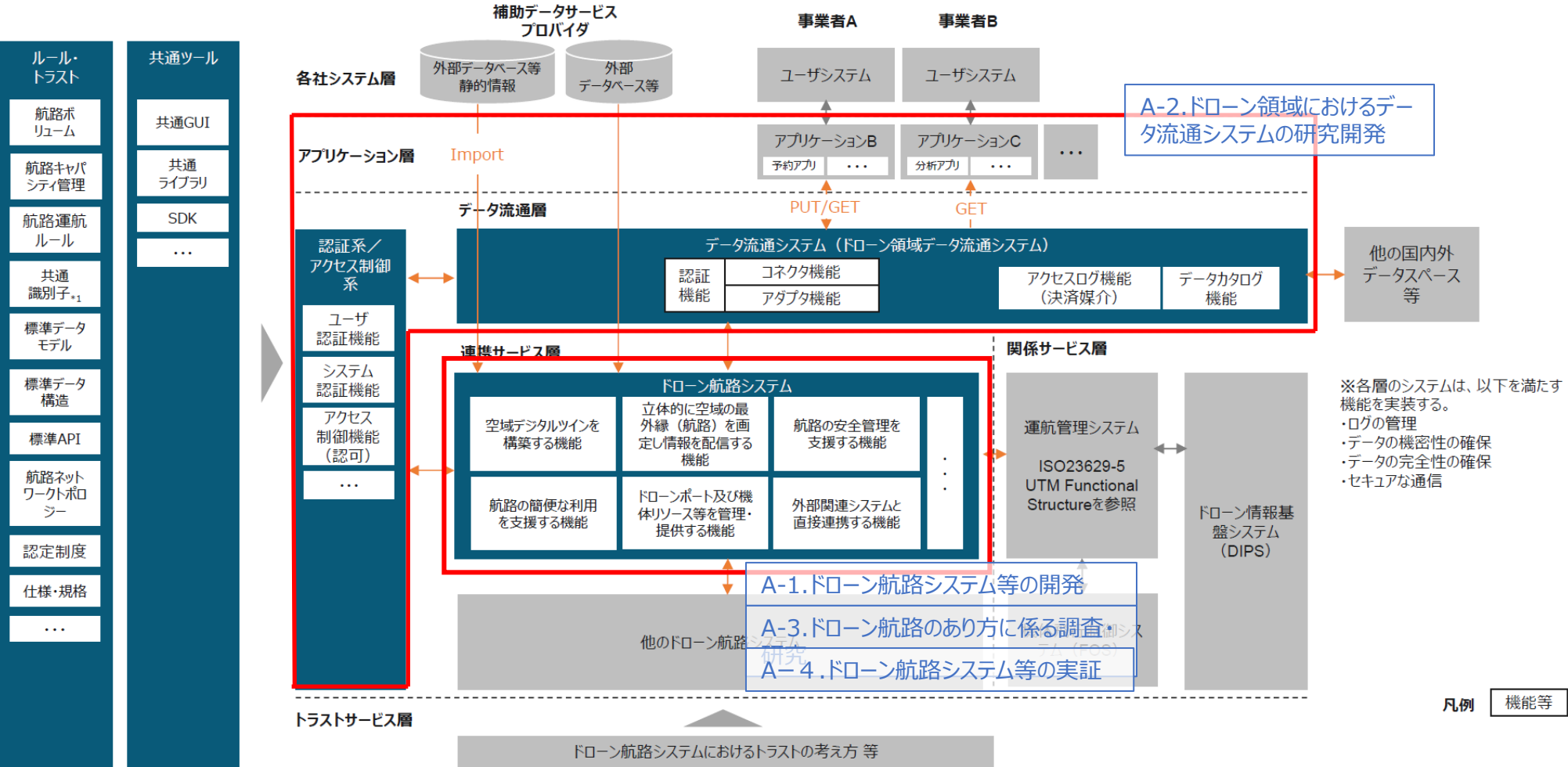
- 空間IDを共通識別子とし、ドローン航路に係るデータを連携する仕様を設計

全国展開に向けたガイドライン策定

- ドローン航路運営者や運航者のための構築・利活用に関するガイドライン素案の作成

本テーマの概要

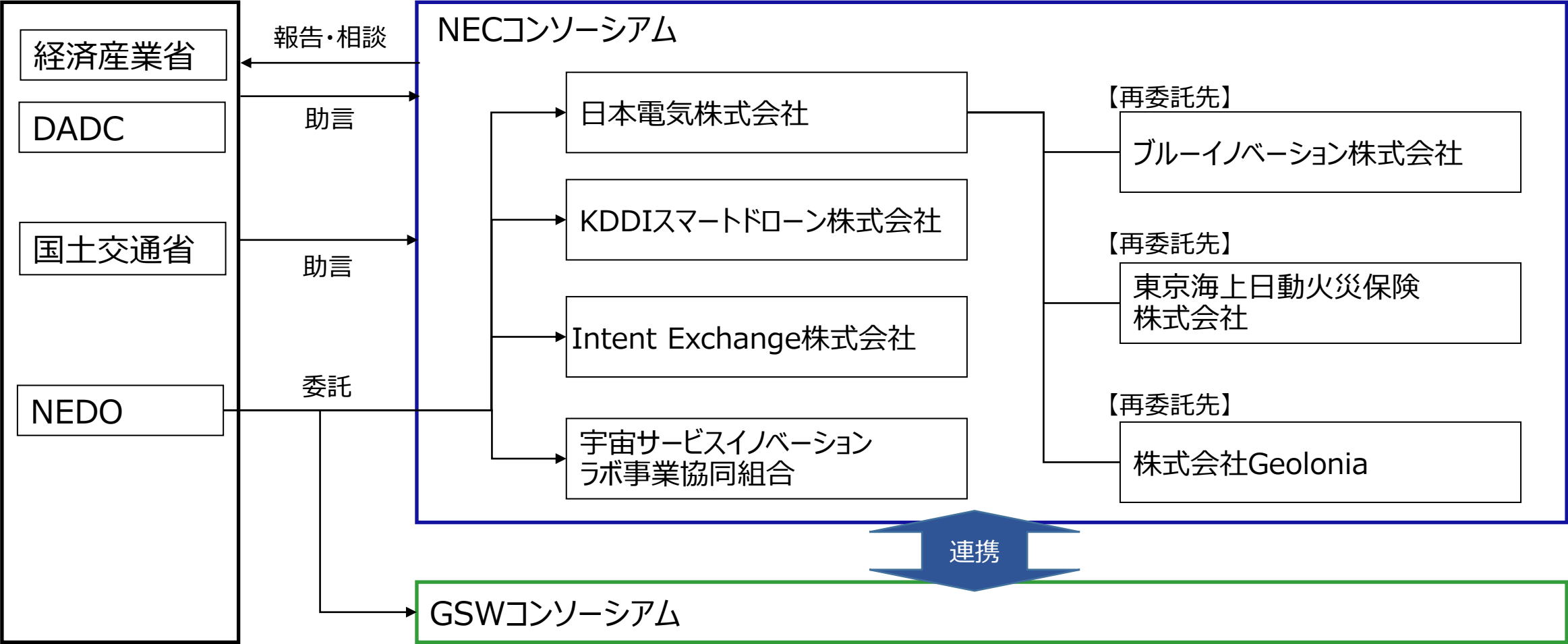
□ ドローン航路システムのアーキテクチャと本事業の実施項目の関係



*1 空間情報については共通識別子として空間IDの利用を想定。ドローン航路に係るシステムアーキテクチャ

実施体制

- ドローン航路については、NECコンソーシアムとGSWコンソーシアムが重複排除・役割分担の上で一体的に推進した。
- 定期的に経済産業省、DADCおよびNEDOと協議を重ねつつ、事業を着実に進行させた。



実施体制（役割分担）

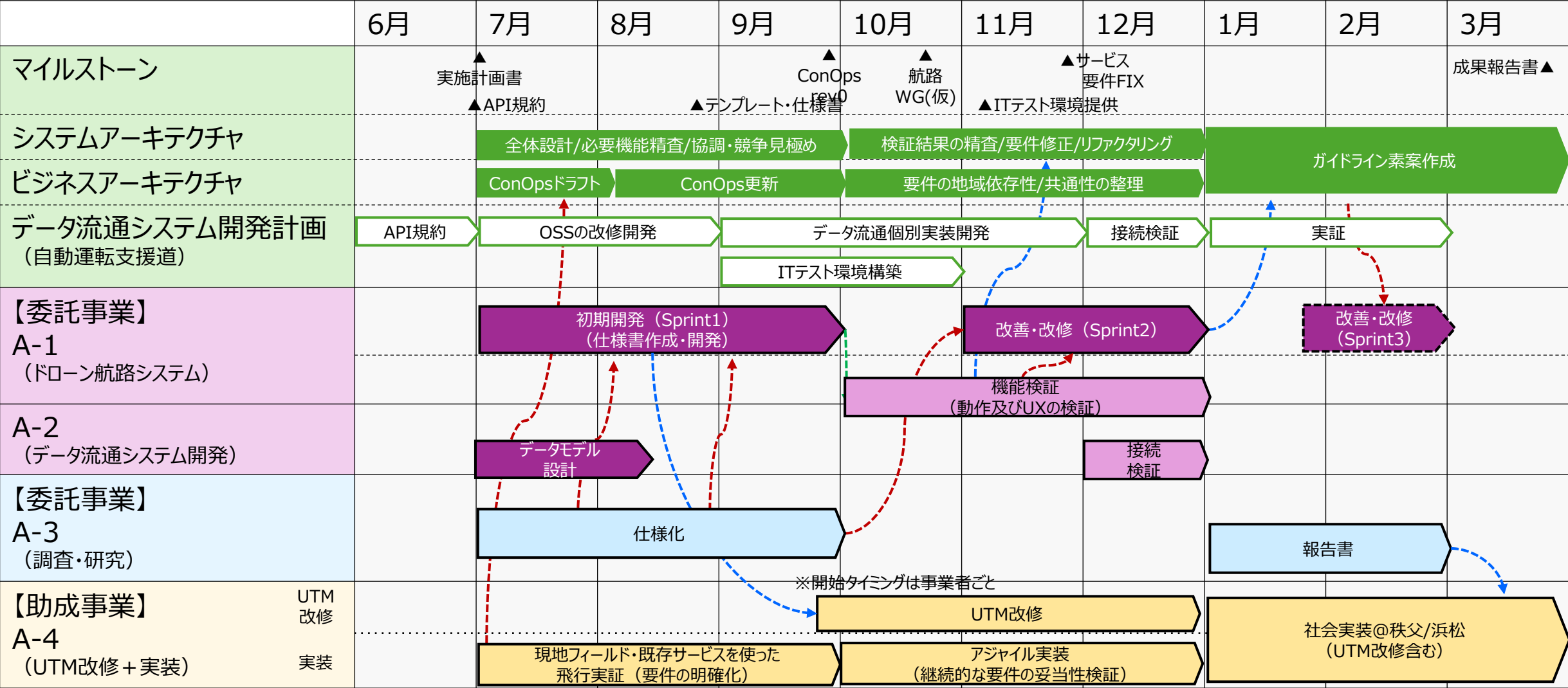
企業名称	契約	役割
日本電気株式会社	委託／助成	A-1.ドローン航路システムのユーザーインターフェース/ユーザーエクスペリエンス設計 A-3.スマートたこ足に係る調査研究 A-3.地方自治体における緊急物資ドローン配送の導入に向けた調査研究 A-4.ドローン航路における物流実証、空撮検証、GNSS評価、LTEの代替検証を実施（秩父）
KDDIスマートドローン株式会社	委託／助成	A-1.ドローン航路ビジネスアーキテクト A-1.ドローン航路システム（航路予約機能）の設計開発 A-3.災害時のドローン航路運用に係る調査研究（官民設備エリア） A-4.ドローン航路における河川上空でのマルチユース（物資輸送・河川巡視）実証（浜松）
Intent Exchange株式会社	委託／助成	A-1.ドローン航路システムアーキテクト A-1.ドローン航路システム（航路画定機能、安全管理支援機能）の設計開発 A-2.ドローン航路の面的展開を見据えたトポロジー設計法の調査研究 A-3.モビリティ・ハブに係る調査研究 A-4.ドローン航路におけるユースケース（調査・測量・点検）に応じた実証（秩父）
宇宙サービスイノベーション事業協同組合	委託	A-1.空間識別子（ID）の利活用支援 A-1.ドローン航路の幾何情報を空間IDに基づいて配信する空域デジタルツインの構築 A-1.空域デジタルツインへの属性情報（風速・天候情報や飛行禁止エリア情報等）の蓄積・配信機能の実装
ブルーイノベーション株式会社	再委託（日本電気株式会社）	A-1.ドローンポート及び機体リソースを管理・提供する機能の開発
東京海上日動火災保険株式会社	再委託（日本電気株式会社）	A-1.ドローン航路構築に向けて、多様なステークホルダーの安心感、社会受容性の醸成を図る観点でプライバシー情報取扱いのあるべき姿を検討
株式会社Geolonia	再委託（日本電気株式会社）	A-2.データ流通システムと連携する四次元時空間情報基盤の構築

実施項目ごとの目標と根拠

実施項目	概要	目標	根拠
A-1 ドローン航路システム等の開発	ドローンの安全かつ効率的な運航の実現を目指し、運航管理システムと連携したドローン航路システムを構築する。	データ流通システムのデータモデル設計に連動した初期開発（仕様書作成・開発）を行い、 <u>A-1の各開発の機能検証</u> 及びA-3の調査・研究成果（仕様及びガイドライン）、A-4の妥当性検証成果を基に、 <u>改善・改修したドローン航路システムを開発</u> する。	本研究開発の目的である、ドローン航路システムの開発を達成するために、 <u>本事業の公募要求の実施項目を網羅的に細分化し目標設定を行った。</u>
A-2 ドローン領域におけるデータ流通システムの研究開発	「C.自動運転道支援」が開発するデータ流通システムを使用して、ドローン領域におけるデータ流通システムを開発する。	A-1の <u>ドローン航路システムと連携</u> して、ドローン航路に係るシステムアーキテクチャの各社システム層、アプリケーション層、データ流通層、連携サービス層、関係サービス層と連携した <u>検証を実施する</u> 。空間IDを用いてドローン航路の画定に必要なデータの連携を行うとともに、 <u>データを流通するための仕組みを構築</u> する。	採択条件である、「C.自動運転道支援」が開発するデータ流通システム利用する <u>前提で研究項目を設定し目標設定を行った。</u>
A-3 ドローン航路のあり方に係る調査・研究	ドローン航路のあり方について、ドローン航路の形状や運用などに関する技術的な設計や、物流効率を意識したドローン航路網の設計、そして、ドローン航路に関する運用等に関するガイドライン素案の作成を行う。	全国津々浦々への導入及び国際展開を見据えた際に必要となるドローン航路やモビリティ・ハブ等に係る <u>仕様・規格設計</u> 及び <u>ガイドライン素案を作成する</u> 。	各ステークホルダーで共通認識を持つための規範文書・手引書が求められており、 <u>A-1の開発項目と連携した目標設定を行った。</u>
A-4 ドローン航路システム等の実証	委託事業の成果物等を活用し、秩父および浜松の複数の運航事業者が介在するドローン航路において河川の巡視や送電設備等のインフラ点検サービス及びドローン配送サービス等を行うための航路のデータ整備やサーバーサイドの改修等を行い、成果物の妥当性を実証する。	委託事業の成果物及びデータ流通システムと連携した <u>ユースケース検証の実施</u> およびその <u>成果の対外訴求</u> を行う。 次年度以降のドローン航路のネットワークの全国展開に向けた方策の検討。	開発したドローン航路システムの <u>妥当性検証</u> を行うため。

研究開発スケジュール

□ GSWコンソーシアム、経済産業省、DADCおよびNEDOと協議したマスタースケジュールを基に、事業を進行した。



実施項目ごとの目標達成状況

実施項目	目標	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
A-1 ドローン航路システム等の開発	ドローン航路を支える連携サービスシステムおよびデータ流通システムを開発する。 データ流通システムのデータモデル設計に連動した初期開発（仕様書作成・開発）を行い、A-1の各開発の機能検証及びA-3のドローン航路の在り方に係る調査・研究成果（仕様及びガイドライン策定）、A-4のドローン航路システム等の妥当性検証成果を基に、改善・改修したドローン航路システムを開発する。	ドローンの安全かつ効率的な運航を実現するための運航管理システムとの連携を見据えたドローン航路システムを開発した。本システムの開発にあたり、デジタルライフライン全国総合整備計画で示されたドローン航路の社会実装指針を基に ConOps策定 を行い、利用ユーザー目線での システム開発 を推進した。	○	目標通りの成果 成果根拠： P9,10,11,12,13,15,16
A-2 ドローン領域におけるデータ流通システムの研究開発	A-1のドローン航路システムと連携して、ドローン航路に係るシステムアーキテクチャの各社システム層、アプリケーション層、データ流通層、連携サービス層、関係サービス層と連携した検証を実施する。空間IDを用いてドローン航路の画定に必要なデータの連携を行うとともに、データを流通するための仕組みを構築する。	C. 自動運転支援道の構築した データ流通システム を利用して、ドローン航路システムとの 接続検証を実施 した。また、空間IDをキーとして、航路予約・安全管理、ポート・機体管理と、各種空間データ（地形、気象、建築物等）を統合する設計を実施し評価を行った。	○	目標通りの成果 成果根拠：P16
A-3 ドローン航路のあり方に係る調査・研究	全国津々浦々への導入及び国際展開を見据えた際に必要となるドローン航路やモビリティ・ハブ等に係る仕様・規格設計及びガイドラインを作成する。	ガイドライン素案、調査報告書 を作成した。	○	目標通りの成果 成果根拠：P12,13,16
A-4 ドローン航路システム等の実証	委託事業の成果物及びデータ流通システムと連携したユースケース検証の実施およびその成果を对外訴求する。 次年度以降のドローン航路のネットワークの全国展開に向けた方策を検討する。	開発したシステムを用いて、先行実装地域におけるドローン航路システムの社会実装を行い、 各ユースケースにおいてドローン航路システムが有効に機能することを確認した 。	○	目標通りの成果 成果根拠：P17

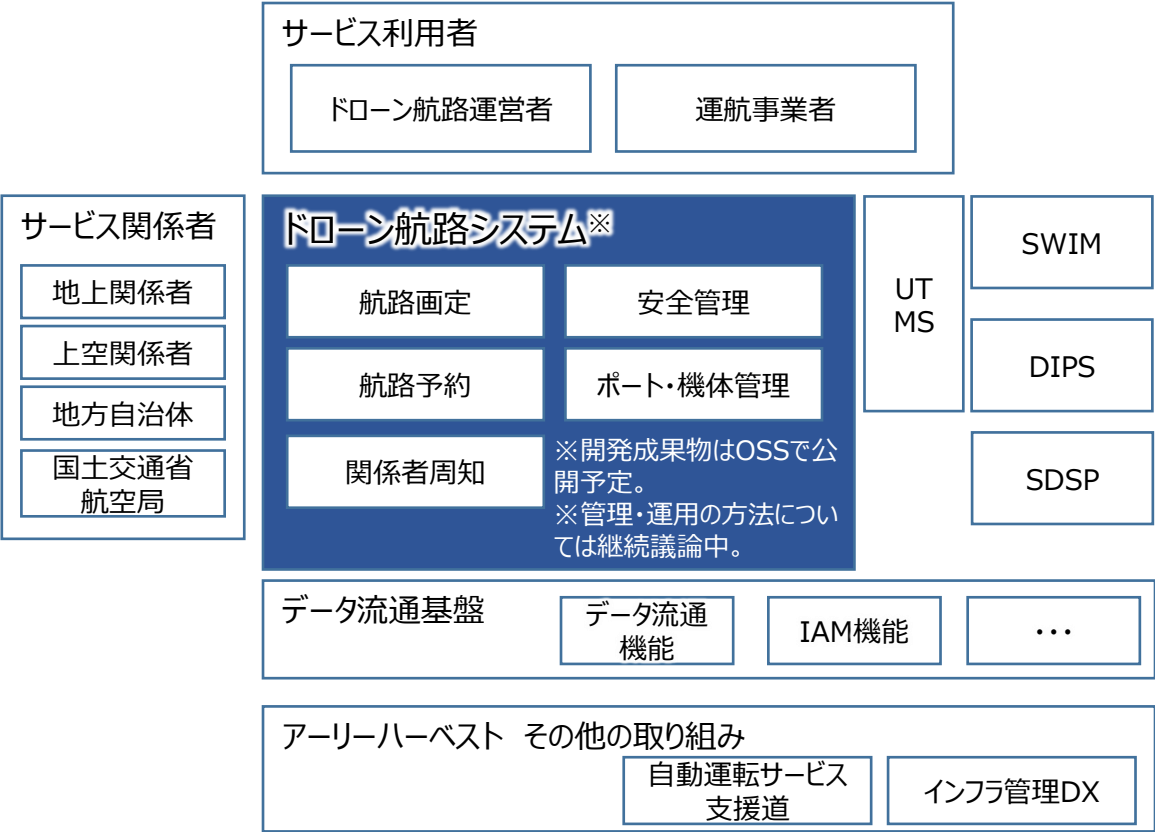
◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

実施項目の成果と意義（１）

ConOps（運用概念）案の策定

- ❑ ドローン航路の検討にあたり、「ドローン航路とはどのようなもので、誰が、どのような場面で、どのように使うのか」を明確にする必要がある。
- ❑ ドローン航路システムが複数のサービス利用者・関係者向けに、外部システムやその他の取り組みと連携しながらサービスを提供することを想定して、その提供アーキテクチャおよびサービス内容等のConOps（運用概念）案を策定した。

■ アーキテクチャ



■ 提供サービス

ドローン航路システムの提供サービス	機能	利用者
航路画定	ドローンが落下した際にも、航路運営者が予め指定した範囲にしか落ちないように、立体的な空間の最外縁（航路）を画定する	ドローン航路運営者
航路予約	運航事業者はドローンを飛行させたい航路内の範囲及び時間を指定することでドローン航路の予約を行う	運航事業者
安全管理	航路適合性評価、閉塞管理、航路逸脱モニタリング、飛行実績の蓄積・共有をすることにより、航路の安全管理を行う	ドローン航路運営者
離着陸場・機体管理	ドローン航路に紐づく離着陸場・機体リソースを管理し、提供する	ドローン航路運営者・運航事業者
関係者周知	外部システム（SWIM・DIPS等）と情報連携及び、関係者（地方自治体や災害関連事業者等）に航路画定/予約情報を連携する	関係者・ドローン航路運営者

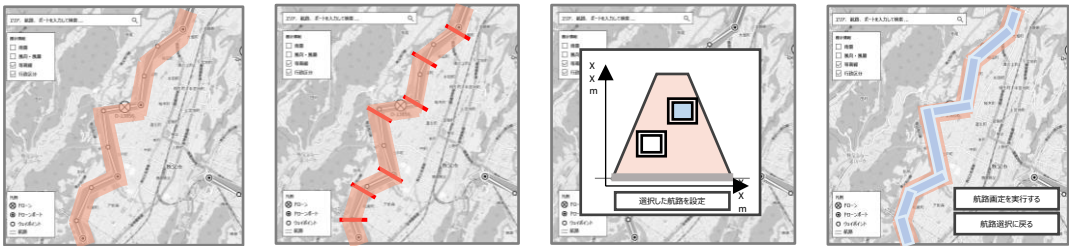
実施項目の成果と意義（2）

A-1

提供サービスの開発

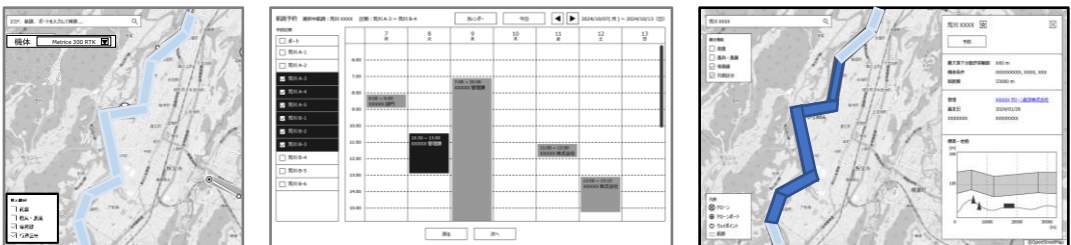
- ドローン航路システムにおける各提供サービスを開発・実装した。
- 提供サービスを通じて航路運営者、運航事業者等の安全かつ効率的な航路利用に貢献する。

● 航路画定



最大落下許容範囲登録 ジャンクションの指定 航路算出・選択 航路画定

● 航路予約



航路表示 区画選択 予約時間指定 予約確定

● 安全管理



立入管理 閉塞管理 航路からの逸脱モニタリング 飛行実績蓄積・共有

● 離着陸場・機体管理

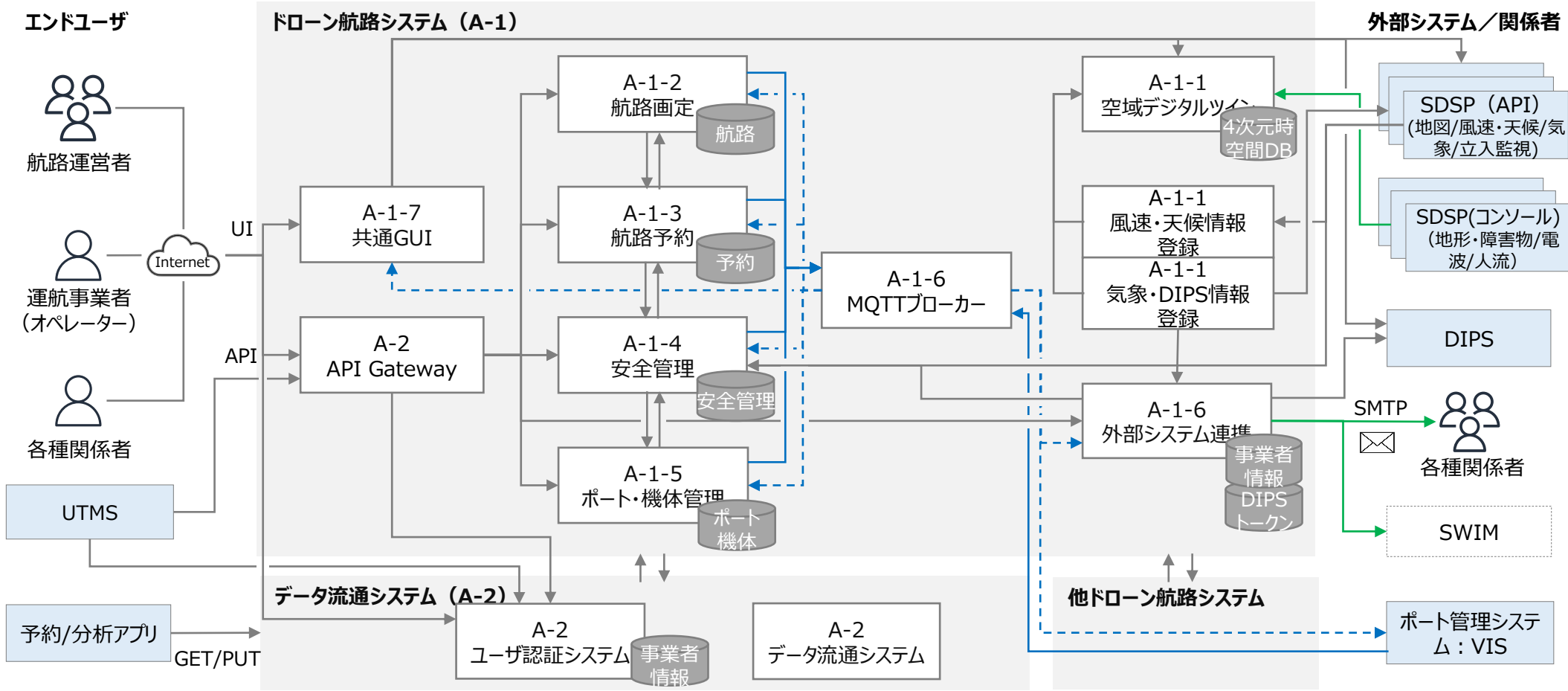
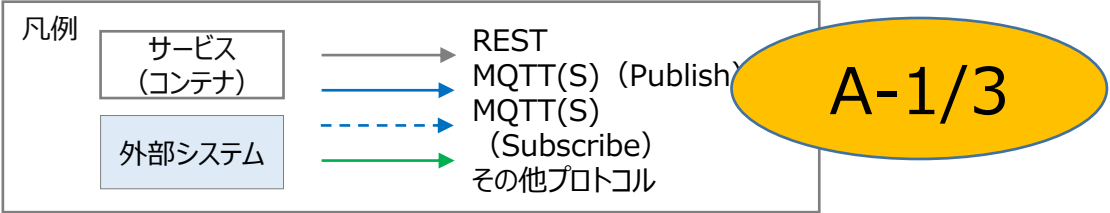


離着陸場登録 離着陸場表示 離着陸場予約 離陸通知/着陸通知

実施項目の成果と意義（3）

システム構成図

- ドローン航路システムはマイクロサービスアーキテクチャとして実装される。
- ドローンの安全かつ簡便な運航に必要な安全管理の支援等を統合的に行うために、データ流通システムやSDSP等の外部システムと接続する。



実施項目の成果と意義（４）

A-1/3

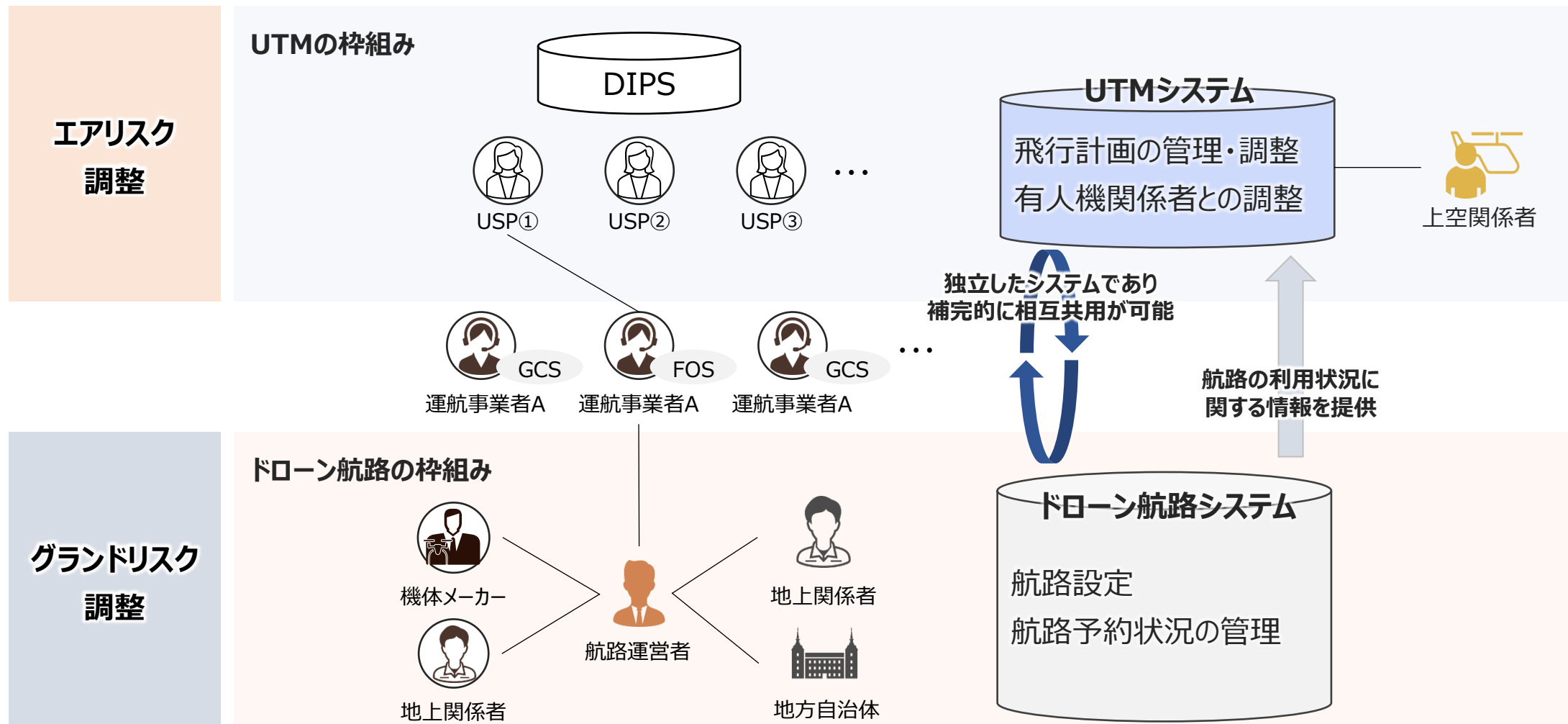
ステークホルダの役割

□ ドローン航路に関連するステークホルダおよびその役割、責任、ドローン航路が導入されることにより得られるメリットを整理した。ステークホルダの役割を明確化することで、円滑な連携体制の構築を促進する。

	役割	責任	ドローン航路により得られるメリット
 国土交通省 航空局	- 申請された飛行が安全であることを確認し、飛行の許可・承認 - リスク評価されたドローン航路の有人機に対する周知	許可・承認に基づく運航事業者の監督	申請の管理が簡便化
 地方自治体	- 保有アセット・データセットの貸与 - ドローン航路運営者の地上範囲調整の補助及び住民に対する周知を実施	- 保有アセット・データセットの管理 - 住民に対する周知	あらかじめ飛行する場所が決まっているため、周辺住民への周知が容易
 地上関係者	地上の既存設備やアセット上空の飛行可能範囲（④最大落下範囲）の提示・許認可	地上の既存設備やアセットの管理	個別の飛行がドローン航路に集約され一定範囲に固定化されることで、都度の調整が不要
 上空関係者 （有人機関係者等）	有人航空機の運航	有人航空機の安全な運航	無人航空機の飛行しうるエリアの把握が容易
 ドローン航路運営者	- ドローンが飛行しうる範囲かつ航路運営者が管理すべき空間（③ドローン航路設定可能空間）の範囲設定 - ドローン航路を飛行機体の要件設定	- 最大落下範囲を含む範囲における運航の安全性の監視 - ドローン航路からの逸脱をモニタリング - ドローン航路の情報（データ）品質及び互換性等に関する管理	- 複数の運航事業者の運航を管理可能 - 航路内の非常事態を把握可能 - 運航事業者のシステムと連携する場合、アセットの有効活用が可能
	ドローン航路システムの整備・維持運営	ドローン航路システムの管理	複数事業者の利用により収益を確保
 システム提供者 （USP、ドローン航路システム事業者）	- UTMSの機能を提供（USP） - ドローン航路システムの構築	- ドローン航路運営者へのシステム提供 - ドローン航路システムの保守・運用	運航管理サービスの提供先の集約
 運航事業者	ドローン航路でのドローンの運航	機体を用いて安全に運航を行う責任	対地関係者等との個別の調整・周知が簡略化され、運航業務が効率化

参考：UTMとドローン航路の関係

- ドローン航路：ドローン運航時のグランドリスク対策としての関係者調整やデータの管理を効率化する。
- UTM：ドローン運航時のエアリスク対策として空域調整や有人機等との空域情報相互共有其々は独立したシステムであるが、補完的に相互共用可能である。

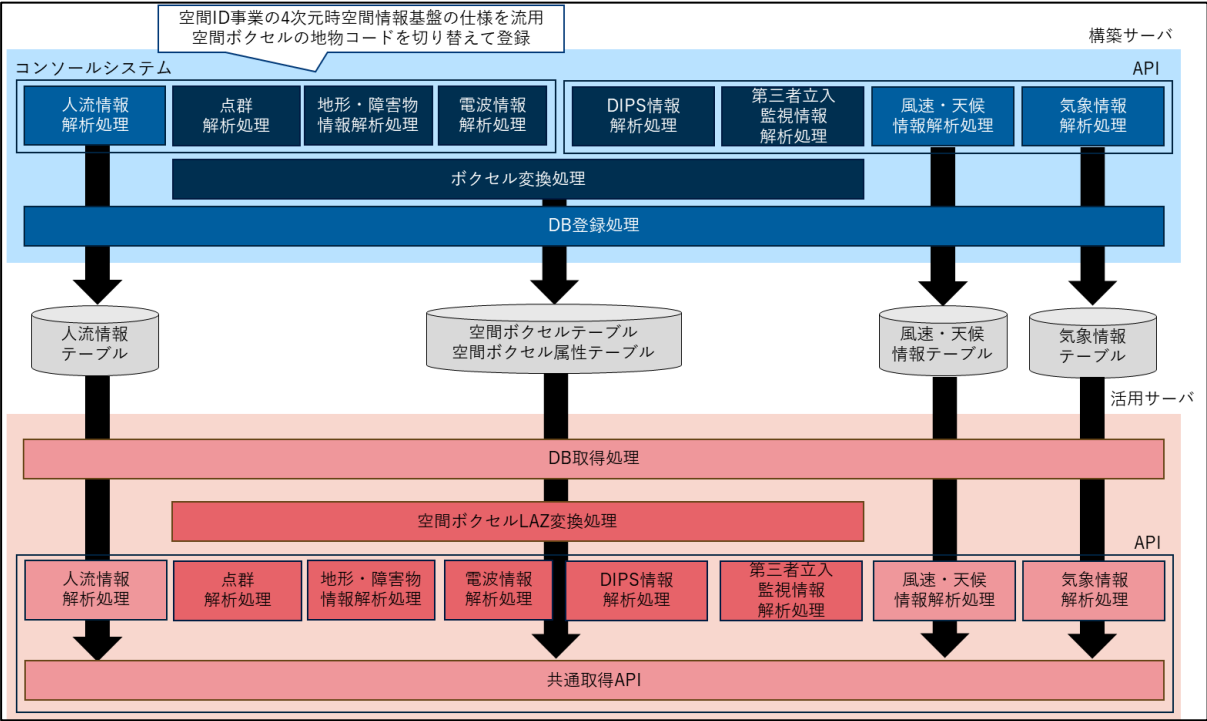


実施項目の成果と意義（5）

空間デジタルツイン

- ❑ ドローンの飛行に関連した風速・天候や障害物などの情報の蓄積・共有システムの開発に取り組み、4次元時空間情報基盤に空間デジタルツインを構築する機能として組み込むことを目指した。
- ❑ APIアーキテクチャに基づいてAPI仕様を設計・実装することで、ドローン領域におけるデータ流通基盤を活用した4次元時空間情報（地形・障害物、風速・天候、電波、人流、第三者立入監視情報、飛行禁止エリア等）の連携を達成した。

■ 空間デジタルツインのAPIアーキテクチャ



■ 空間デジタルツインのAPI一覧

API	
登録API	風速・天候情報登録
	気象実況情報登録
	気象予報情報登録
	第三者立入管理情報登録
	飛行禁止エリア情報登録
	ドローン航路登録
取得API	取得API
	地物・障害物情報取得
	風速・天候情報取得
	気象実況情報取得
	気象予報情報取得
	電波情報取得
	人流情報取得
	飛行禁止エリア情報取得
	第三者立入管理情報取得

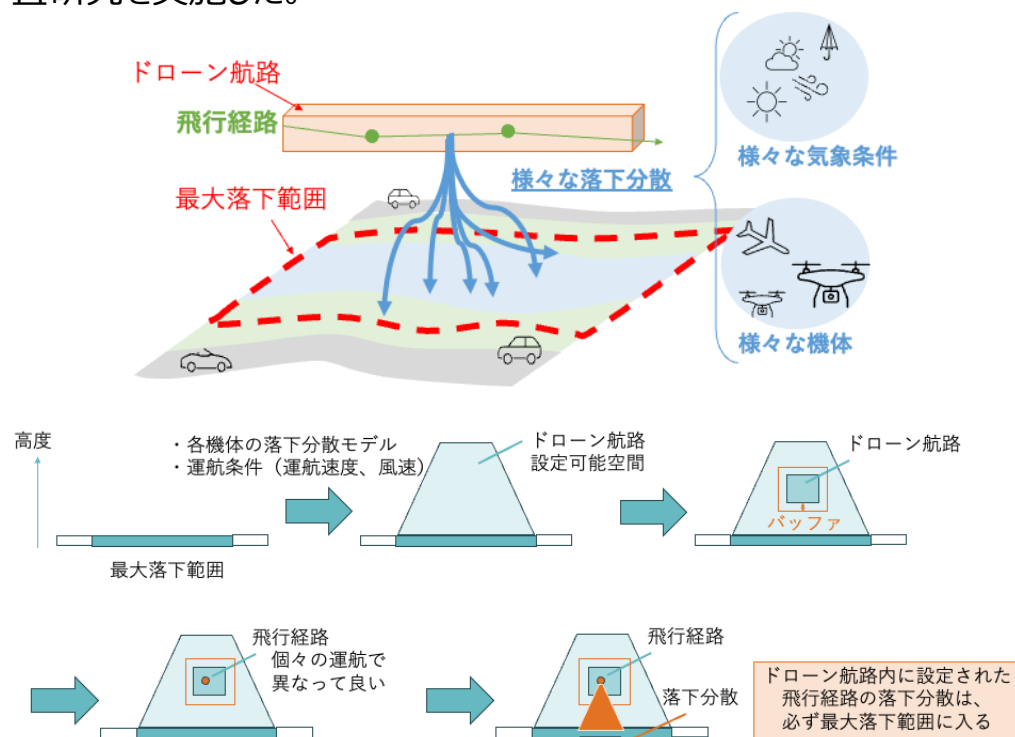
実施項目の成果と意義（6）

A-1/2

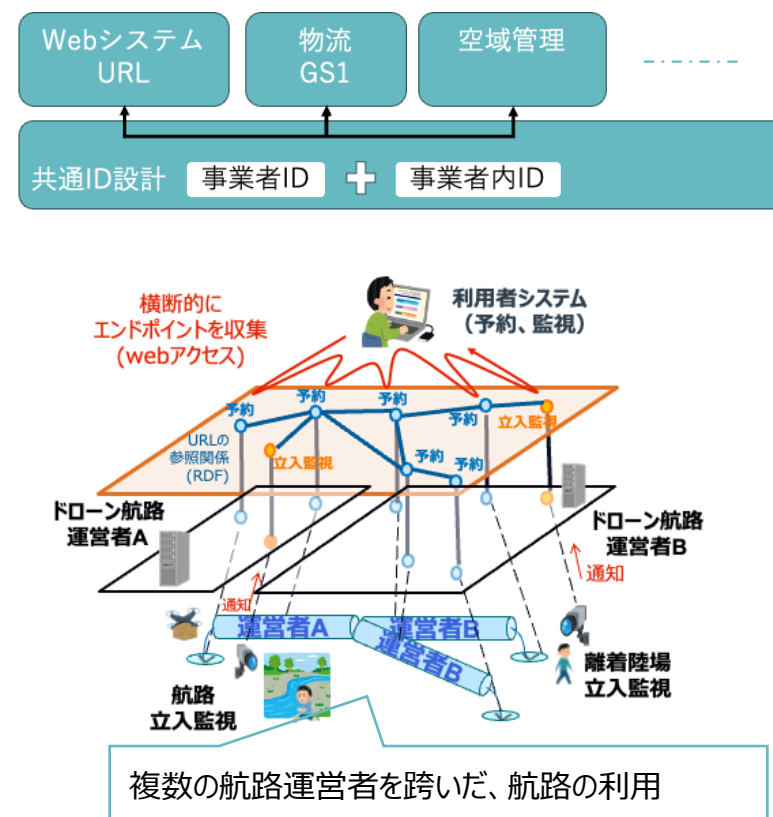
航路画定および識別子体系に関する調査研究

- 複数の機種・条件等の飛行を考慮したドローン航路を整備するための航路設計に関する調査研究を行い、ドローン航路システムに反映した。
- ネットワークポロジとしての接続形態をなす将来像を考慮した識別子体系案を検討し、報告書に取りまとめた。

- 航路画定において、事前に指定された複数の機体・気象条件に関して、落下分散を考慮し、最大落下範囲の外にドローンが落ちないように、ポリウムやキャパシティ、落下分散の設計を設定するための調査研究を実施した。



- 将来的なドローン航路が面的に展開され、ネットワークポロジとしての接続形態をなす将来像を考慮し、共通識別子設計として航路運営者の事業者IDと、事業者内のIDとを組み合わせたものが望ましいこととして共通識別子体系案を作成した。



実施項目の成果と意義（6）

A-3/4

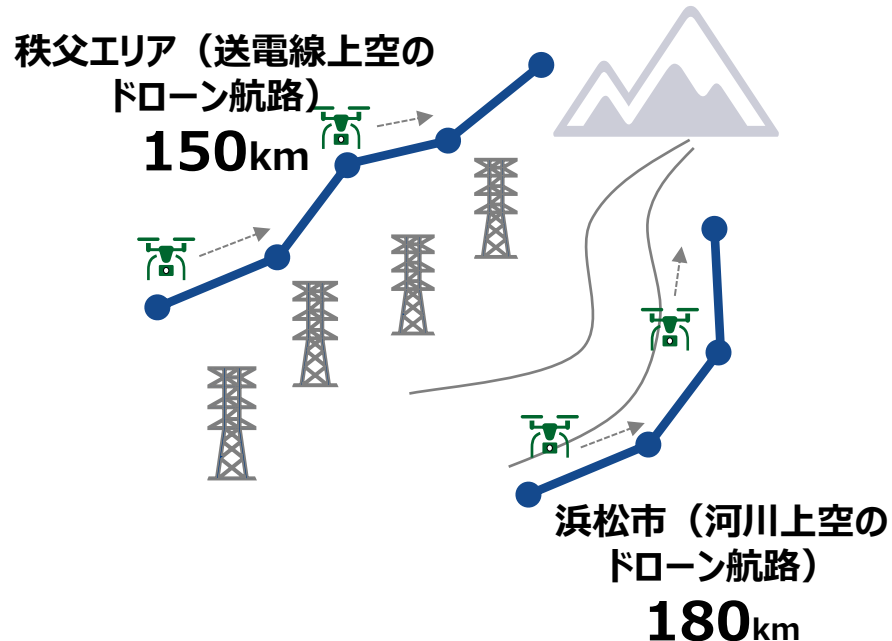
サービス実装、全国津々浦々への導入および国際展開への土台形成

- 開発したドローン航路システムの実証試験を秩父エリアおよび浜松市で実施した。また、同システムを活用し、アーリーハーベストプロジェクトのKPIである送電線上空のドローン航路および河川上空のドローン航路のサービス実装を達成した（※GSWコンソーシアムによる実装）。
- ドローン航路ConOps（運用概念）案をはじめ、ガイドライン素案、調査報告書等の成果物を作成した。これらの成果物により、ドローン航路の仕様・規格の統一による運用基準の明確化やドローン航路の理解促進による参入障壁の低減につながり、全国津々浦々への導入および国際展開への土台形成に貢献できる。

■ 実証試験（サービス実装）

アーリーハーベストPJ KPI

- 送電線上空のドローン航路150km・・・**達成(150km実装)**
- 河川上空のドローン航路30km・・・**達成(180km実装)**



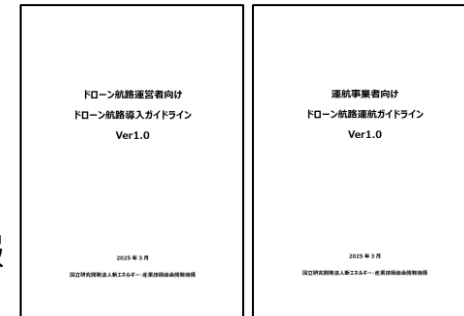
■ ガイドライン素案の作成および関連文書整備

・ ガイドライン素案

1. 運航事業者向けドローン航路運航ガイドライン
2. ドローン航路運営者向けドローン航路導入ガイドライン
3. ドローン航路、離着陸場及びドローン航路システムの仕様・規格

・ 調査報告書

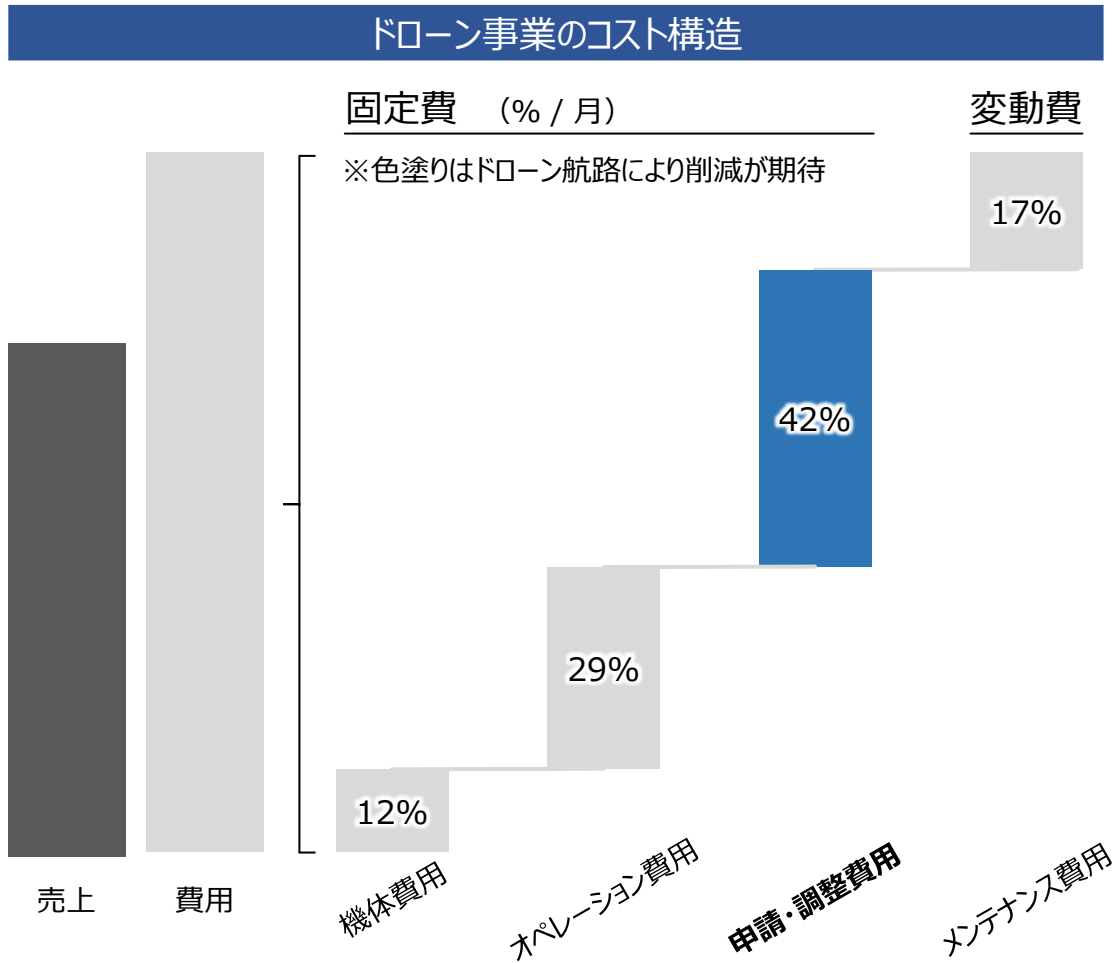
1. ドローン航路利用に係る法令調査報告書
2. ドローン航路利用運航者のドローンサービス品質JIS適用に向けた調査報告書
3. ドローン運航に係るプライバシー情報管理調査報告書
4. ドローン航路システムのセキュリティ調査報告書
5. 災害時のドローン航路活用調査報告書
6. 緊急物資ドローン配送導入に向けた調査報告書
7. 鉄道運行に関する調査報告書



事業化の戦略・具体的取組（１）

ドローン事業のコスト構造

- 現状のドローン事業は構造的に採算性の確保が難しく、売上向上とコスト削減両面から収益を改善する必要がある。
- ドローン航路の取り組みによって、コスト構造のうち飛行に関する調査や各種申請事務に係る費用の削減が期待できる。



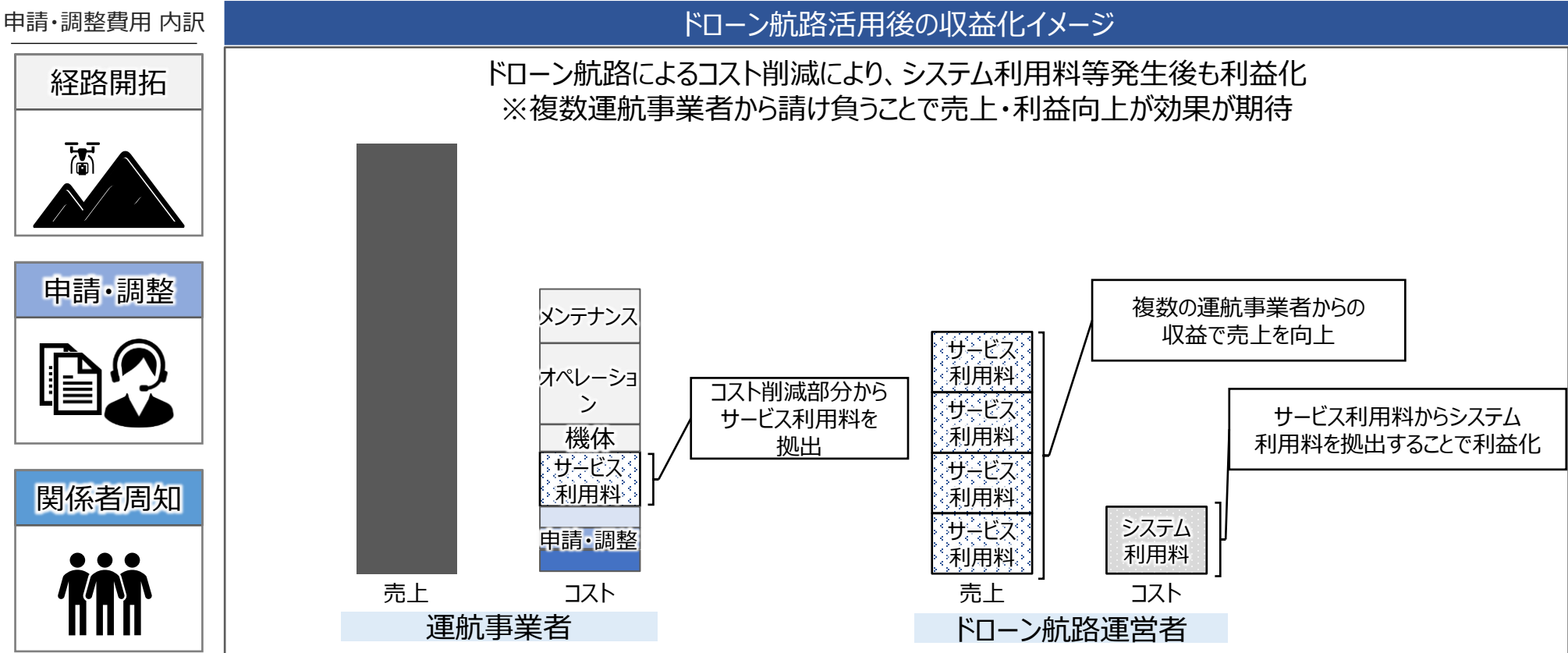
費用項目	コスト削減の取り組み
機体	機体開発による性能向上・低価格化
オペレーション	一対多運航でのオペレーション費用削減
申請・調整	ドローン航路による申請・調整費用削減
メンテナンス	製品開発によって電池交換等にかかるメンテナンス費用の削減
インフラ構築	電動ドローンポートや電波環境等を新規構築する場合、共用によって費用削減

※コストに関連する数値は事業者の実績を基に記載
※インフラ（離着陸場・上空電波環境）は既存の設備を活用する場合を想定

事業化の戦略・具体的取組（２）

事業の収益化イメージ

- 運航事業者はドローン航路によるコスト削減が可能になる。
- ドローン航路運営者は複数の運航事業者から航路利用を請け負うことで売上・利益向上が効果が期待できる。
- ドローン航路の社会実装により、運航事業者及びドローン航路運営者の両者が利益が得られることから、ドローンビジネスの発展を見込む。



※ドローン航路のみの効果で試算（UTM等の取り組み効果は除く）
※数値は複数事業者の遠隔監視事業の費用をもとに試算

アウトカム達成に向けた具体的取組

全国展開に向けたドローン航路の取組

- 今年度はドローン航路の運用概念を検討し、秩父エリアおよび浜松市において単線航路を実装した。
- 実装したソースコードは、参照実装のOSSとして公開予定
- 次年度以降はドローン航路の全国展開に向けて、単線間の相互乗り入れを含めた航路の高度化を図るとともに、①事業・技術開発、②全国・国際展開、③ガバナンスの三位一体で取り組みを推進する。

