令和2年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業費（オープン＆フリー衛星データ利活用促進に係る調査及び実証事務局業務）

成果報告書

（公表用）

令和３年３月

一般財団法人日本宇宙フォーラム

目次

1. 事業概要 1
1．1 件名 1
1．2 実施期間 1
1．3 事業の目的 1
1．4 事業内容 1
(1)衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業の実施 1
(2)オープン＆フリー衛星データを活用した事業の経済効果調査 3
(3)調査報告書の作成 4
2. 実施内容 5
2．1 実施結果 5
2．2 衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業者の募集 5
(1)公募期間 5
(2)公募受付、周知 6
2．3 有識者評価検討会の設置等 7
(1)検討会メンバーの選定 7
(2)検討会の開催 7
2．4 衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業の実施 9
2．5 オープン＆フリー衛星データを活用した事業の経済効果調査 10
3. まとめ 13

添付資料

添付資料 1	公募ウェブサイト
添付資料 2	公募要領、提出書類様式一式
添付資料 3	公募説明会質問回答表
添付資料 4	第 1 回評価検討会（プレゼン審査）議事次第
添付資料 5	採択事業一覧、概要
添付資料 6	第 2 回評価検討会（中間報告会）議事次第
添付資料 7	第 3 回評価検討会資料（最終成果報告会）議事次第
添付資料 8	成果報告書（ウミトロン）
添付資料 9	成果報告書（ANA ホールディングス）
添付資料 10	成果報告書（大塚製薬）
添付資料 11	成果報告書（星座）
添付資料 12	成果報告書（自律制御システム研究所）

1. 事業概要

1．1　件名

令和2年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業費（オープン＆フリー衛星データ利活用促進に係る調査及び実証事務局業務）

1．2　実施期間

令和 2 年 9 月 7 日（月）～令和 3 年 3 月 31 日（水）

1．3　事業の目的

昨今、技術革新や新規参入企業の増加等を背景に、宇宙由来の様々なデータの質・量が抜本的に向上しつつあり、これら宇宙由来のデータと他の地上データが組み合わさったビッグデータにAI 解析技術等を適用することで、多くの課題に対しソリューションを提供していくことが期待されている。こうした取り組みによる宇宙利用産業の拡大の重要性は令和元年度に策定された「成長戦略フォローアップ」や「宇宙産業ビジョン 2030」でも謳われており、様々な課題にソリューションや産業競争力強化につながるアプリケーションビジネスの創出が非常に重要。

諸海外でもすでに先行して様々なアプリケーションビジネスが進められており、これを加速するため、例えば欧州では、政府衛星ガリレオ又はセンチネルのサービスを活用したユースケース開発支援が行われているなど、世界全体で宇宙利用産業の強化に向けた競争が進められている。

特に近年では、衛星データやそれ以外のデータを一つのデータプラットフォーム上で様々な解析ツール等を用いながらアプリケーションを創出する動きが進んでおり、我が国としても政府衛星データプラットフォーム「Tellus」を平成 31 年 2 月にリリースし、そのプラットフォームを利用した新たなサービスの創出に取り組んでいるところである。

こうした状況を踏まえ、我が国の宇宙利用産業の拡大に向けて、民間企業等によるアプリケーションビジネス創出を加速する観点から、オープン＆フリーで提供されている衛星データとその他の地上データと組み合わせたアプリケーションの開発・実証を行う企業等の支援を行う事務局の運営、及び、将来的に実施可能なオープン＆フリーな衛星データを活用した実証事業のテーマ等に関する調査を実施する。

1．4　事業内容

（1）衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業の実施

本事業では、1.1.1 項の事業目的の実現に向けて、以下の事業を実施した。

- Tellus に搭載している衛星データ又はオープン＆フリーで提供されている衛星のデータ（準天頂衛星システムによる測位データを含む）と、他の地上データを統合し、ユーザ側とサービス事業者が一体となって、新たなアプリケーションを開発・実証した。

上記事業は、衛星データや地上データ等に関する専門的知見を必要とすることから、契約後可及的速やかに本実証事業を実施する事業者（以下、「再委託事業者」）を選定し、JSF と再委託事業者との間で委託契約を実施した。なお、上記事業の詳細の内容については、委託契約締結後にJSF と経済産業省殿（以下、「METI 殿」）と協議の上で決め、選定を行った。

①再委託事業の公募及び契約締結

- METI 殿との委託契約締結後、速やかに再委託事業の公募準備を行った。
- 再委託事業の選定においては、出来る限り競争性かつ透明性の高い仕組みとするよう努めた。
- 再委託事業の公募方法や選定方針等の公募に係る事項については、事前に METI 殿と協議の上で決定した。
- 公募に当たっては、ホームページ等を利用の上、広く知らしめるよう工夫した。
- 再委託事業実施者の選定後、可及的速やかに当該事業者との再委託契約締結を行った。

＜再委託事業について＞

- 再委託事業は、衛星データと地上データを活用することで、将来的なビジネスを見据えたアプリケーションの社会実装に資する開発・実証を前提とした。
- 「政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備事業」とも連動し、アプリケーションの作成におけるTellus 搭載データや開発環境の活用や、Tellus マーケットを活用したアプリケーション展開を促進するような事業の位置づけとした。
- 再委託事業者のメンバーには、原則として、衛星データの利用者（ユーザ側）、利用サービスの開発・提供者（サービス提供側）を含めることとし、ユーザ側・サービス提供側が一体となって実証できる体制とした。
- 再委託事業の事業額は、1500 万円程度を 5 件程度、総額 7500 万円（税込）を想定しているため、その旨積算に明記した。ただし、この事業額及び採択件数は、提案の内容に応じ加減算した。

②有識者評価検討会の設置等

- METI 殿との委託契約締結後、外部有識者から構成される評価検討会（以下、「検討会」）を設置し、本事業に関する重要事項の検討を行った。
- 検討会は、学界、IT 関連機関、宇宙関連機関、金融関連機関等に関する外部有識者より 4～5 名程度で構成した。外部有識者の選定にあたっては、JSF が候補者の推薦名簿を作成・提出し、METI 殿と協議の上で決定した。
- 本検討会で検討した主な重要事項は以下の通り。
  ①再委託事業者による提案内容の審査及び選定
  ②再委託事業の進捗状況の把握等の中間報告・評価

③再委託事業の最終報告・評価

- 検討会の開催回数については、再委託事業者の選定（上記①）、年度半ば（上記②等）、年度末（上記③）の計 3 回程度とした。
- 検討会メンバーとの連絡相談、関係者との日程調整、必要な資料の作成・印刷、議事録作成等の検討会の運営に必要な業務については、JSF が行った。
- 各委員への謝金を支払った。

＜事業スキーム＞

METI 殿
↓（委託）
JSF
↓（再委託）
民間団体等（再委託事業者）

③実証事業に対する指導、助言、進捗管理等

- JSF は実証事業の適切な実施のために、実証事業期間中にわたり、再委託事業者に対する指導や助言、進捗状況の管理等を行った。
- JSF は実証事業を管理する担当者（以下、「実証事業管理担当者」）を配置し、再委託事業者に対し随時適切な指導、助言を行った。進捗状況等の内容は、随時、METI 殿に報告した。また、必要に応じて検討会にも報告し、指導や助言、指導等を受け、実証事業の充実を図った。
- 実証事業の実施期間は、本事業の実施期間内とし、再委託事業者から実証事業に関する報告書を提出させた。
- 再委託契約期間終了後速やかに、JSF において配置した実証事業管理担当者、及び会計処理担当者の 2 名以上により、確定検査を行いった。
- 本事業の実施期間内に再委託事業者へ支払いを完了させた。

(2)オープン＆フリー衛星データを活用した事業の経済効果調査

我が国事業者等によるオープン＆フリー衛星データを利用した事業を調査し、その経済効果を試算した。調査に当たっては、我が国事業者等が公表している既存事業や政府や地方自治体による実証事業（内閣府宇宙開発戦略推進事務局が実施している「課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」、「みちびきを利用した実証事業」、経済産業省が実施した「平成 30 年度衛星データ統合活用実証事業」及び「Tellus 利用促進実証事業」等）を調査対象とし、100 件程度以上を調査した。事業化手前の実証段階の案件については、事業化した場合の経済効果をヒアリング等により試算することとした。

なお、この調査において対象とする「オープン＆フリー衛星データ」は、以下の通りとした。

- オープン＆フリーのデータポリシーを設定しているもの：ASTER、GCOM 系、準天頂衛星、ひまわり、Sentinel 系、Landsat 系 等
- Tellus 上で（一部でも）オープン＆フリー化しているもの：ASNARO 系、ALOS 系

（3）調査報告書の作成

- 調査報告書について、検討会で検討した内容の資料や議事録等をすべて盛り込む他、各再委託事業者が実施した実証事業の成果の詳細版を併せた形で作成した。一方、調査報告書は公開を前提としていることから、公開不可の情報がある場合には、公開できる情報で成果報告をまとめた公開版と非公開情報も含む完全版の 2 種類を提出することを提案した。
- 本事業により得られた知見については、ポータルサイト等を通じて広くユーザに周知し、広報活動を行うことが重要であり、こちらも公開できる情報を使って周知する必要があることから、あらかじめ公募要領にポータルサイトに掲載する成果概要については、再委託事業者に作成してもらう計画とした。

2. 実施内容

本項では１．４　事業内容の具体的実施内容について記す。

2.1 実施結果

本事業に関わる主な実施結果は以下の通り。

日付	内容
9 月 15 日(火)	ウェブサイト開設、提案募集開始
9 月～10 月	検討会メンバーの選定及び委嘱
9 月 24 日(木)	説明会開催＠Zoom
10 月 12 日(月)13 時	応募締切
10 月 13 日(火)	検討会委員へ審査用書類の送付
10 月 21 日(水)17 時	検討会委員による書類採点結果締切
10 月 22 日(木)	書類審査通過者への連絡、プレゼン発表出席調整
10 月 26 日(月)	第 1 回検討会(プレゼンテーション審査)
10 月 29 日(木)	採択事業者への通知
10 月 30 日(金)	全応募者への結果通知
11 月	再委託事業者との再委託契約締結、事業開始
12 月 8 日(火)	第 2 回評価検討会(中間報告会)
12 月 15 日(火)	中間報告を受けて再委託事業者へのフィードバック送付
3 月 5 日(金)	再委託事業者:実証事業終了、委託事業完了報告書提出
3 月 9 日(火))	再委託事業者:実績報告書提出
3 月上中旬	再委託事業者の確定検査、実証額確定
3 月 12 日(金)	再委託事業者からの成果報告書(草案)提出
3 月 12 日(金)	第 3 回評価検討会(成果報告会)
3 月 16 日(日)	再委託事業者からの成果報告書(最終版)提出
3 月 31 日(水)	ウェブサイトクローズ、報告書提出

このほか、毎月全再委託事業者から月例報告書を提出させ、METI・委員への展開を実施。

2.2 衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業者の募集

再委託事業者の公募にあたっては専用ウェブサイトの制作・運営、事前説明会の開催、関係機関等への周知活動等を行った。

(1)公募期間

令和 2 年 9 月 15 日(火)～10 月 12 日(月)13 時(必着)

(2)公募受付、周知

メールでの受付とし、公募要領・申請様式一式はウェブサイトからダウンロードできるようにした。

①ウェブサイト　添付資料1

本事業の情報公開、公募の周知を目的としたウェブサイトを制作し、設置した。
公募要領、申請書類一式をダウンロード出来るようにしたほか、採択結果や各実証事業の成果報告書の掲載を行った。

アドレス　　http://of-satdata2020.space/
開設期間　　令和 2 年 9 月 15 日(火)～令和 3 年 3 月 31 日(水)

②公募要領、申請書類の作成　添付資料 2

経済産業省と調整の上、公募要領及び申請書類様式を作成した。

③公募説明会の開催　添付資料 3

日時　　令和 2 年 9 月 24 日(火)10 時 00 分～10 時 30 分
場所　　Zoom ウェビナー
出席者　93 名(事前登録者数 112 名)

公募説明会はコロナ禍のため Zoom ウェビナーで実施した。112 名の事前登録があり、当日は 93 名が出席した。
説明会の場で質疑応答を行い、その場で回答できなかった事項については経済産業省に確認の上、後日ウェブサイトに回答を掲載、説明会参加者へメールで展開した。

⑤申請とりまとめ、問い合わせ対応

メールで提出される申請書の確認、とりまとめや申請者からの問い合わせに対して回答を行った。
申請は令和 2 年 9 月 15 日(火)～10 月 12 日(火)13 時まで受け付け、計 27 件(公募実証 22 件、課題設定型実証 5 件)の申請があった。

2．3　有識者評価検討会の設置等

(1)検討会メンバーの選定

経済産業省との調整の上、以下の通り検討会メンバー(以下、「評価委員」という。)を選定した。

委嘱状の発出、謝金の支払い、検討会開催に関わる調整等を行った。

なお、委員については専門ごとに担当区分を設定し、審査・評価をおこなっていただいた。

評価委員(敬称略)

担当区分	有識者名	所属・役職
公募実証	祖父江　真一	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門　ALOS2プロジェクトマネージャ
	田中　一広	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門　GCOM プロジェクトマネージャ
課題設定型実証	久保　信明	東京海洋大学大学院 海洋工学系 海事システム工学部門　教授
	屋代　眞	会津大学　復興支援センター 特任教授(統括プログラムマネージャー)
公募実証・ 課題設定型実証	坂下　哲也	一般財団法人　日本情報経済社会推進協会 (JIPDEC) 常務理事
	西村　竜彦	株式会社 INCJ ベンチャー・グロース投資グループ　ディレクター

(2)検討会の開催

以下の通り計 3 回検討会を開催した。

なお、第 1 回検討会に先立って、全再委託事業者とキックオフミーティングを実施した。

①第 1 回　10 月 26 日(月)13 時 30 分～17 時 00 分　Zoom ウェビナー　添付資料 4

第 1 回評価検討会では、採択案件決定のためのプレゼンテーション審査を実施した。

コロナ禍のため委員・応募者はリモート参加とし、経済産業省・JSF のみ感染防止対策を取ったうえで JSF 会議室に集まった。

公募実証は応募のあった 22 件のうち、特に優れた提案である 2 件はプレゼンテーション審査免除とした。残り 2 件程度の採択事業者決定のため、前述の 2 件を除く書面審査結果上位 6 件をプレゼンテーション審査対象とした。

課題設定型実証は応募のあった5件のうち、応募要件に当てはまらない1件及び書面審査結果最下位の 1 件を除く、3 件をプレゼンテーション審査対象とした。

評価委員による審査の結果、以下の 5 件(公募実証 4 件、課題設定型実証 1 件)を実証事業として採択した。

採択事業一覧

	実証事業名	代表企業
公募実証	衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証	ウミトロン株式会社
	AI 画像解析による乱気流検出システム	ANA ホールディングス株式会社
	ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化	大塚製薬株式会社
	SHIOTAN － 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート	株式会社星座
課題設定型実証	災害・インフラ点検・警備・農業分野における SLAS 測位ドローン有効性検証	株式会社　自律制御システム研究所

各事業の概要は添付資料 5 を参照。

③第 2 回　12 月 8 日（火）13 時 30 分～16 時 45 分　 Zoom ウェビナー（連合会館　205 会議室）
添付資料 6

第 2 回評価検討会では、採択後あまり時間がたっていないため事業進捗評価ではなく、キックオフ・再委託事業者へのアドバイスの場とした。
各再委託事業者の持ち時間は 30 分とし、各再委託事業者による事業説明 10 分と、評価委員による質疑応答・アドバイス 20 分程度で構成した。
なお、第 1 回同様に委員・再委託事業者はリモート参加とし、経済産業省・JSF のみ感染防止対策を取ったうえで会議室に集まり開催した。

④第 3 回　3 月 12 日(金)13 時 30 分～16 時 45 分　Zoom ウェビナー　添付資料 7

第 3 回検討会では、実証事業者による成果報告を実施した。
各再委託事業者から提出された成果報告書草案をもとに、再委託事業者による報告 15 分と、評価委員による質疑応答 15 分程度で構成した。
なお、緊急事態宣言発令中のため、METI を含む全員がリモートで参加した。

2．4　衛星データと地上データの統合活用によるアプリケーション開発・実証事業の実施
2．3の検討会で採択された再委託事業者と再委託契約を締結し、実証事業を実施した。
実証事業終了後には各再委託事業者に対し確定検査を行い、以下の通り金額を確定した。

採択事業一覧

	実証事業名	代表企業
公募実証	衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証	ウミトロン株式会社
	AI 画像解析による乱気流検出システム	ANA ホールディングス株式会社
	ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化	大塚製薬株式会社
	SHIOTAN － 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート	株式会社星座
課題設定型実証	災害・インフラ点検・警備・農業分野における SLAS 測位ドローン有効性検証	株式会社　自律制御システム研究所

各事業の成果報告書は添付資料 8～12 を参照。
なお、成果報告書についてはウェブサイトにも掲載した。

2．5 オープン＆フリー衛星データを活用した事業の経済効果調査

我が国事業者等が公表している既存事業や政府や地方自治体による実証事業（内閣府宇宙開発戦略推進事務局が実施している「課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」、「みちびきを利用した実証事業」、経済産業省が実施した「平成 30 年度衛星データ統合活用実証事業」及び「Tellus 利用促進実証事業」等）を調査対象とし、100 件の事業者に対し、以下のような、我が国事業者等によるオープン＆フリー衛星データを利用した事業のアンケート調査を行った（92 件から回答あり）。そのうち、事業化しているもしくは事業化に向けた実証などの取組みにおいて、オープン＆フリー衛星データを利用しているのは、約半数の 48 件であった。

＜アンケート内容＞

1. オープン＆フリーの衛星データ（対象は以下の*参照）を使い、ビジネス化に向けた取り組みを行っているか？事業化手前の実証段階のものも含む。
2. オープン＆フリーの衛星データを用いて、ビジネス化し、サービスを行っているか。サービスにおける衛星データの活用割合は問わない。
3. どの種類のオープン＆フリーの衛星データを使っているか。もしくは、使う計画か。
4. サービスにおける主要技術の中での衛星データの占める割合は（主観で構わない。ビジネス化前の場合はビジネス化した際の想定でお答えください。）。

*＜今回オープン＆フリー衛星データとなる対象＞

・オープン＆フリーのデータポリシーを設定しているもの：ASTER、GCOM 系、準天頂衛星、ひまわり、Sentinel 系、Landsat 系 等

・Tellus 上で（一部でも）オープン＆フリー化しているもの：ASNARO 系、ALOS 系

オープン＆フリー衛星データを利用している 48 件の事業者に対して、ヒアリングを行った結果、25 件の事業者が既にサービスとしてオープン＆フリーの衛星データを使っていると回答した。使っているオープン＆フリー衛星データ（複数回答）については以下の通り。

- Sentinel 系：12 事業者
- みちびき：7 事業者
- ひまわり、Landsat、MODIS：各 5 事業者
- GCOM 系：3 事業者
- ALOS、NOAA：2 事業者
- ASNARO、GPM、GOSAT、ASTER：1 事業者

利用されている衛星データの割合としては、欧州の Sentinel 系の割合が多かった。今回、測位衛

星データの利用状況の調査というよりは、衛星リモートセンシングデータの利活用調査に焦点を当てるという主旨から、みちびきデータの活用を除くと、ひまわり、Landsat、MODIS のデータ利用が比較的多い結果となっている。なお、ひまわりについては、商業データとして利用するためには、有償利用することとなっており、厳密にはフリーの衛星とは呼べない点に留意したい。

実際にサービスとして利用されているオープン＆フリー衛星データの経済効果については、オープン＆フリー衛星データのみでサービスが成り立っているケースはほぼない（サービスに補完的に使われているケースがほとんどである）こと、事業の収益ボリュームを公開したくない事業者が多いことなどから、正確な経済効果を定量的に把握することは困難だが、おおよその割合としてどの程度事業に貢献しているのかについて、協力いただいた事業者さんから情報を整理した。オープン＆フリー衛星データの事業への貢献度としては、数％程度（10％未満）という回答が最も多く、金額にすると数十万から数百万円程度の収益に貢献としている事業者が多かった。RESTEC のように、ほぼ 100％近くが衛星データを取り扱う事業者で、そのうち感覚的に 3 割程度でオープン＆フリー衛星データを入れているという特殊な事業者もいるが、純粋な民間会社では、オープン＆フリー衛星データは収益ボリュームにはほとんど寄与していないと思われる。その中でも、オープン＆フリー衛星データを比較的収益にしているケースとしては、「エネルギー関係の事業者による利用」と「国際協力事業関係の事業者による利用」に特徴があった。エネルギー関連では、太陽光発電の事業者が日射量の年間を通じての数字を把握し、太陽光発電の適地を探すのにひまわりのデータを使っており、全体収益の 5％程度に同データが貢献したと仮定すると数十億円の収益に貢献したことになる事業者があった。また、JICA の国際協力事業で森林監視や防災などでオープン＆フリー衛星データが活用されるケースもいくつかあり、規模としては数千万から数億円くらいの貢献度というものが見られた。
全体を通じて、オープン＆フリー衛星データの商業サービスでの利用はまだ小さいと言わざるを得ないが、ヒアリングを通じて、以下のような知見が得られた。

① オープン＆フリー衛星データの営業・プロモーションとしての利用
オープン＆フリー衛星データは直接に商業サービスに組み込まれることは少ないものの、無償というのを活かして、顧客に対してオープン＆フリー衛星データを使うと、どのような情報やコンテンツが提供できるのかのデモ製品の作成に使うという声が多く聞かれた。顧客へのデモ製品で契約成立前に有償のデータを使うのはリスクが大きく、まずは無償のデータを使って情報の有益性の可視化を行い、有償の衛星データを使うと、さらにどこまでできるのかというのを顧客に分かってもらう呼び水として活用されている。これは、直接的には収益に数字としては貢献しないものの、数字に表れない収益への影響が大きいという声が多くあった。

② 観測頻度と確実なアーカイブ
オープン＆フリー衛星データとしては Sentinel の利活用が割合として一番多かったが、その理由と

して、1 週間に一度は地上の特定の地点が観測される、かつ、運用中はアーカイブとしてデータがたまり続けているというものが多かった。農業利用など、季節ものは最低でも 1 週間に一度くらい観測されないと商業として使えないという分野もあり、また、それ以外の分野でも Before と After の比較を定期的にするために、アーカイブとしてデータがたまり続けるような運用が必須という声が多かった。オープン＆フリー衛星データの場合、特定の顧客のために特定の地点を多く観測する、または研究目的や行政利用で優先的に観測を行うなどの観測計画は平坦にグローバルなデータがたまりにくく、オープン＆フリー衛星データの活用という面では不利な側面がある。

3. まとめ

本年度の実証事業では 5 チームが採択され、実証事業を実施した（課題設定型のみちびき SLAS を活用した実証 1 件を含む）。いずれの実証事業も精度的に達成できていない実証項目や、部分的に達成したものが含まれるが、当初の目標に対し、おおかた実証を実施することができた。

他方、実証で当初の目標を達成したものは多いものの、実際にサービスインや実利用での活用となると、コスト面での課題、精度面での課題、マーケットの小ささ、技術面での課題など、多くの課題がみられる。特に、誰にコスト負担をしてもらい、サービスによる付加価値とのバランスで、どの程度のマーケットが獲得できそうかという、ビジネスモデルの更なる検討が必要と思われる。今回、オープン＆フリーの衛星データを活用した実証が多かったため、衛星コストは問題になっていないが、ユーザリクワイアメントをさらに詳細に把握し、事業者が購入可能なコストでビジネスが成り立つのかの設計が必要。

また、オープン＆フリー化の取り組みである「Tellus」との連携も課題で、Tellus のデータを活用して実証やサービス化を考えている実証はほぼなく、Tellus のデータをいかに事業者に活用しやすい形で提供できるのかが課題の一つ。また、まだキラーアプリにはなっていないが、ある程度の精度や品質でサービスが可能になった際には、積極的に Tellus マーケットで利用促進をしてもらうなどの働きかけが必要と考える。引き続き、「Tellus」の普及活動の拡大、使えるデータの増加、使いやすい形でのデータ提供などに取り組んでいく必要がある。

令和２年度　政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業（オープン＆フリー衛星データ実証事業）

「令和２年度　政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業（オープン＆フリー衛星データ実証事業）」を実施する事業者を公募し、実証を行いました。

本事業の成果は各実証事業からご覧いただけます。

本事業の目的

昨今、技術革新や新規参入企業の増加等を背景に、宇宙由来の様々なデータの質・量が抜本的に向上しつつあり、これら宇宙由来のデータと他の地上データが組み合わさったビッグデータにAI解析技術等を適用することで、多くの課題に対しソリューションを提供していくことが期待されています。こうした取り組みによる宇宙利用産業の拡大の重要性は令和元年度に策定された「成長戦略フォローアップ」や「宇宙産業ビジョン2030」でも謳われており、様々な課題にソリューションや産業競争力強化につながるアプリケーションビジネスの創出が非常に重要です。

諸外国でもすでに先行して様々なアプリケーションビジネスが進められており、これを加速するため、例えば欧州では、政府衛星ガリレオ又はセンチネルのサービスを活用したユースケース開発支援が行われているなど、世界全体で宇宙利用産業の強化に向けた競争が進められています。

特に近年では、衛星データやそれ以外のデータを一つのデータプラットフォーム上で様々な解析ツール等を用いながらアプリケーションを創出する動きが進んでおり、我が国としても政府衛星データプラットフォーム「Tellus」を平成31年2月にリリースし、そのプラットフォームを利用した新たなサービスの創出に取り組んでいるところです。

こうした状況を踏まえ、我が国の宇宙利用産業の拡大に向けて、民間企業等によるアプリケーションビジネス創出を加速する観点から、オープン＆フリーで提供されている衛星データとその他の地上データと組み合わせたアプリケーションの開発・実証を行います。

また、①準天頂衛星システムみちびきのサブメータ級測位補強サービス（SLAS）の利用促進、及び、②政府が「安心と成長の未来を拓く総合経済対策（2019年12月5日閣議決定）」において掲げる「災害対応等の用途拡大に向けたドローンの基盤技術開発」に対し、災害対応、インフラ点検、監視・捜索等の政府調達をはじめとする分野でのドローンの利用拡大に資する目的で、SLASを利用したドローンの有用性検証を行う事業者を公募します。

実証事業

・会社名は五十音順で掲載。

（1）公募実証

※実証事業名をクリックすると事業概要が表示されます

実証事業名
代表企業名
衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証
ウミトロン株式会社
事業概要説明文

本提案では水産物の生産を担う一次産業である養殖業に必要な海洋環境情報を、ユーザーである地方自治体や養殖生産者に実利用に耐えうるアクセスの容易さとデータの更新頻度をもって提供することを目指す。本目的の為、Tellusにて公開されているGCOM-Cの海洋観測データを活用し、実証事業にて設置する地上のマルチスペクトルカメラからの海洋観測データを統合することで、更新頻度に優れ、実利用に適した海洋環境情報サービスを開発実証する。

成果報告

成果報告書（概要版）　成果報告書（詳細版）

実証事業名

代表企業名

AI画像解析による乱気流検出システム

ANAホールディングス株式会社

事業概要説明文

本邦大型旅客機の事故の半数以上は、乱気流によるものとされており、航空機安全運航のためには予測精度の高い乱気流予測が必要とされている。本実証事業では、エアライン事業者に対し、予測精度の高い乱気流予測を提供するサービス開発を目的とし、オープン＆フリー衛星データと弊社保有のデータを活用したAI画像解析による乱気流検出システムを構築し、実業務ユースケースに即した予測タイミングと精度を検証すべく、当社社内での実証を行う。

成果報告

成果報告書（概要版）　成果報告書（詳細版）

実証事業名

代表企業名

ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化

大塚製薬株式会社

事業概要説明文

Xylella 菌を原因とするピアス病は、虫媒介によってブドウやオリーブ等の植物に感染、枯死させる疾患であるが 2019年までに病原菌に有効な治療法や薬剤はなかった。米国カリフォルニアでは1998 年から本疾患が拡散、対策費＄50M／年を講じているが、感染範囲も十分掌握されておらず、栽培者負担は＄56M／年に及んでいる。大塚製薬はピアス病の病原菌に有効な予防・治療薬(XylPhi-PD™)を開発し、2019 年に米で承認取得。本実証事業において衛星データによる感染エリアの特定可能性を見出し、薬剤投与による感染範囲抑制と感染予防、そして将来的に、ブドウ生産の質と収穫量の向上を目的とする。

成果報告

成果報告書（概要版）　成果報告書（詳細版）

実証事業名

代表企業名

SHIOTAN - 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート

株式会社星座

事業概要説明文

イサダは岩手県沿岸域では冬季から春季にかけて南下する親潮の前線域（潮目）に多く密集することで漁場が形成される。その為、漁業者は既にNOAAやTerra/Aquaの水温分布を参考にして漁場探索を行っている。衛星データの顕在化したニーズの強い層に対して、地上データを組み合わせた付加価値の高いアプリケーションを提供することで、2.16億円規模の売上げ、110億円以上の経済波及効果を目指し、宇宙利用産業と水産業の発展に貢献する。

成果報告

成果報告書（概要版）　成果報告書（詳細版）

（2）課題設定型実証

※実証事業名をクリックすると事業概要が表示されます

実証事業名
代表企業名
災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証
株式会社　自律制御システム研究所
事業概要説明文
SLAS測位ドローンを使うことで、災害・インフラ点検・警備・農業分野でどれだけ高度な輸送が可能になるかを検証する。それぞれの分野においてケースを想定し、想定される地形 (平野部、山間部、河川など) でGPSとSLASの測位精度を測定、ケースごとにどのようなミッションを実現できるようになるかを比較することで、ドローン活用におけるSLASの有効性を検証する。
成果報告
成果報告書（概要版）　成果報告書（詳細版）

募集期間

応募は締め切りました。

募集期間：令和2年9月15日（火）～ 10月12日（月）13時（日本時間）

公募説明会

公募説明会は終了しました。

質問回答表はこちら

開催日時：令和2年9月24日（木）10:00～10:30

応募方法

公募要領を参照の上、必要書類をご提出ください。

- 公募要領（PDF）
- 提出書類1-1：公募申請書（公募実証）（Word）
- 提出書類1-2：公募申請書（課題設定型実証）（Word）
- 提出書類2-1：事業概要書（公募実証）（PPT）
- 提出書類2-2：事業概要書（課題設定型実証）（PPT）
- 提出書類3-１：公募提案書（公募実証）（Word）
- 提出書類3-2：公募提案書（課題設定型実証）（Word）
- 提出書類4：予算計画書（Excel）
- 提出書類5：応募条件同意書（Word）
- 提出書類6-1：成果報告書概要版（公募実証）（Word）
- 提出書類6-2：成果報告書（課題設定型実証）（Word）
- 提出書類8：委託業務完了報告書（Word）
- 提出書類9：実績報告書（Word）
- 一括ダウンロード（ZIP）

FAQ

よくある質問と回答はこちらをご覧ください。

9月24日開催公募説明会　質問回答表

お問い合わせ

お問い合わせは、ご所属・お名前・問い合わせ事項を明記の上事務局までメールでのご連絡をお願いします。

一般財団法人日本宇宙フォーラム
「オープン＆フリー衛星データ実証事業」事務局
担当：榎、高田
of-satdata2020(at)jsforum.or.jp（メールを送信する際に（at）を@に置き換えてください。）
Tel：03-6206-4902
※テレワーク推奨中のため、お問い合わせは原則メールにてお願いします。

© Japan Space Forum, All rights reserved.

「令和2年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業（オープン＆フリー衛星データ実証事業）」

公募要領

令和２年９月

一般財団法人日本宇宙フォーラム

目次

１．事業の目的（概要） 1
２．事業内容 1
（１）公募実証 1
（２）課題設定型実証 2
３．事業スキーム 2
４．事業実施期間 2
５．応募資格 2
（１）応募要件 2
（２）応募主体 3
６．契約の要件 4
（１）契約形態 4
（２）予算規模及び採択件数 4
（３）成果物について 4
（４）委託金の支払時期 5
（５）支払額の確定方法 5
（６）財産管理 5
（７）委託費の返還、取消、罰則等 6
（８）知的財産権について 6
（９）実証チームの代表者の責務 6
（１０）事業終了後の報告 7
７．応募手続き 7
（１）募集期間 7
（２）説明会の開催 7
（３）応募書類 7
（４）応募書類の提出先 8
（５）提出締切日 9
８．審査・採択等について 9
（１）審査方法 9
（２）審査基準 9
（３）採択結果の決定及び通知・公表について 11
（４）事業の開始から事業完了のプロセスについて 11
（５）全体スケジュール 13
９．経費の計上 14
（１）経費の区分 14
（２）直接経費として計上できない経費 15
１０．問い合わせ先について 15

一般財団法人日本宇宙フォーラム（以下、「JSF」という）では、経済産業省の委託を受け、「令和２年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業（オープン＆フリー衛星データ実証事業）」（以下、「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」という）を実施する事業者を、以下の要領で広く募集します。

１．事業の目的（概要）

昨今、技術革新や新規参入企業の増加等を背景に、宇宙由来の様々なデータの質・量が抜本的に向上しつつあり、これら宇宙由来のデータと他の地上データが組み合わさったビッグデータに AI 解析技術等を適用することで、多くの課題に対しソリューションを提供していくことが期待されています。こうした取り組みによる宇宙利用産業の拡大の重要性は令和元年度に策定された「成長戦略フォローアップ」や「宇宙産業ビジョン 2030」でも謳われており、様々な課題にソリューションや産業競争力強化につながるアプリケーションビジネスの創出が非常に重要です。

諸外国でもすでに先行して様々なアプリケーションビジネスが進められており、これを加速するため、例えば欧州では、政府衛星ガリレオ又はセンチネルのサービスを活用したユースケース開発支援が行われているなど、世界全体で宇宙利用産業の強化に向けた競争が進められています。

特に近年では、衛星データやそれ以外のデータを一つのデータプラットフォーム上で様々な解析ツール等を用いながらアプリケーションを創出する動きが進んでおり、我が国としても政府衛星データプラットフォーム「Tellus」を平成 31 年 2 月にリリースし、そのプラットフォームを利用した新たなサービスの創出に取り組んでいるところです。

こうした状況を踏まえ、我が国の宇宙利用産業の拡大に向けて、民間企業等によるアプリケーションビジネス創出を加速する観点から、オープン＆フリーで提供されている衛星データとその他の地上データと組み合わせたアプリケーションの開発・実証を行います。

また、①準天頂衛星システムみちびきのサブメータ級測位補強サービス（SLAS）の利用促進、及び、②政府が「安心と成長の未来を拓く総合経済対策（2019 年 12 月 5 日閣議決定）」において掲げる「災害対応等の用途拡大に向けたドローンの基盤技術開発」に対し、災害対応、インフラ点検、監視・捜索等の政府調達をはじめとする分野でのドローンの利用拡大に資する目的で、SLAS を利用したドローンの有用性検証を行う事業者を公募します。

２．事業内容

本実証は２つの区分で行います。

（１）公募実証

Tellus に搭載している衛星データ又はオープン＆フリー（注）で提供されている衛星のデータ（準天頂衛星システムによる測位データを含む）と、他の地上データを統合し、ユーザとサービス提供者が一体となって、新たなアプリケーションを開発・実証すること。なお、使用する衛星データは「Tellus に搭載している衛星データ又はオープン＆フリー（注）で提供されている衛星のデータのみで構成する必要はなく、それら衛星データを主として利用するものである必要があります。

（注）本事業におけるオープン＆フリーとは以下を指します。

・オープン＆フリーのデータポリシーを設定しているもの：ASTER、GCOM 系、準天頂衛星、ひまわり、Sentinel 系、Landsat 系 等

・Tellus 上で（一部でも）オープン＆フリー化しているもの：ASNARO 系、ALOS 系

（２）課題設定型実証

準天頂衛星システムみちびきのサブメータ級測位補強サービス（SLAS）の利用促進、及び、災害対応、インフラ点検、監視・捜索等の政府調達をはじめとする分野でのドローンの利用拡大に資する目的で、SLAS を利用したドローンの有用性検証を行います。

既存の GPS による飛行制御に、SLAS の位置測位情報を組込み、GPS による飛行制御と比較して、位置精度・飛行安定性などを実際に製品化することを前提とした試験項目に則り、有用性を検証します。

有用性の検証は、平野部・山間部・海上など、SLAS の測位精度に影響を与えそうなエリア、並びに実際に事業化した際に使用を想定するエリアを勘案し、複数のエリアにて行い、GPS による飛行制御と、SLAS を取り入れた飛行制御の位置精度・安定性などを比較します。

３．事業スキーム

本募集は、公募により広く企画の提案を求める「企画競争」として実証事業の提案を募集するものです。

所定の選定手続き（有識者による評価）を経て、対象となる実証事業が選定された後、当該実証事業の実施者（以下、「実証チーム」という）の代表者には、JSF と委託契約を締結し、国によるプロジェクトとして、実証事業を実施いただき、その結果を JSF に提出していただきます。

その後、JSF において、全ての実証プロジェクトの結果を総合的に分析・検証し、本事業の結果として、経済産業省に報告します。

４．事業実施期間

契約締結次第（令和 2 年 10 月下旬予定）～令和 3 年 3 月 5 日

※プロジェクト実施期間は、実証事業の契約で定める日から令和 3 年 3 月 5 日までとします。なお、契約に際し、事業内容や精算手続きの関係で実施期間について調整することがあります。

５．応募資格

（１）応募要件

応募にあたっては、以下の条件を満たすようにしてください。

① 公募実証については、将来のビジネスを見据えたアプリケーションの社会実装に向けた事業計画を示すこと。課題設定型実証については、実証事業の成果をビジネス化する具体的な計画を示すこと。
② ①の実現に必要となる開発要素（例えば技術やシステム等）を示すこと。
③ ①を実現する上での課題（本実証事業を必要とする理由）を示すこと。
④ 実証事業終了後に見込まれる我が国経済に裨益する効果について示すこと。また、日本をはじめ海外でのビジネス展開を前提とする提案を示すこと。
⑤ 別途指定する審査会・検討会等に出席可能であること。
⑥ 事業実施期間中、毎月事業進捗報告レポートの提出が可能であること。

※審査会・検討会等については新型コロナウィルス感染拡大防止の観点から、オンラインでの開催となる場合があります。

（２）応募主体

ア．公募実証

Tellus に搭載しているデータ又はオープン＆フリーで提供されている衛星データと、その他の地上データを統合し、ユーザ側とサービス事業者が一体となって、将来的なビジネスを見据えたアプリケーションの社会実装に資する開発・実証を実施できる体制とします。

イ．課題設定型実証

すでに GPS による飛行制御技術を開発し、自ら開発したフライトコントローラ及び機体が「空の産業革命に向けたロードマップ２０１９」で定めるレベル３飛行を実現した経験があるドローン開発事業者であること、もしくはそのような事業者が体制に入っていること。加えて、将来的なビジネスを見据えた検証作業を実施できる体制とします。

ウ．共通

ア・イいずれも次の条件を満たす法人とします。なお、コンソーシアム形式による申請も認めますが、その場合は幹事法人を決めていただくとともに、幹事法人が事業提案書を提出してください。（ただし、幹事法人が業務の全てを他の法人に再委託することはできません。）

① 日本国内で法人格を有していること。
② 本事業を的確に遂行する組織、人員等を有していること。
③ 本事業を円滑に遂行するために必要な経営基盤を有し、かつ、資金等について十分な管理能力を有していること。
④ 複数の法人によるコンソーシアムでの申請の場合、構成企業等間の責任と役割が明確化されていること。
⑤ 予算決算及び会計令第７０条及び第７１条の規定に該当しないものであること。
⑥ 経済産業省所管補助金交付等の停止及び契約に係る指名停止等措置要領（平成１５・０１・２９会課第１号）別表第一及び第二の各号第一欄に掲げる措置要件のいずれにも該当しないこと。

６．契約の要件

（１）契約形態

委託契約

（２）予算規模及び採択件数

1,500 万円程度を合計 5 件程度

※事業額及び採択件数は、提案の内容に応じて加減算となる可能性があります。

＜留意事項＞

・ 実施チームは実証事業終了後に JSF に対して、実証事業の実施経費に係る帳簿及び全ての証拠書類を備え、他の経費とは明確に区分した形で実績報告書にとりまとめて会計報告を行う必要があります。また、成果等をとりまとめた成果報告書を提出いただきます。
・ 同一申請者から複数の実証事業に申請することを排除するものではありません。
・ 応募は実証チームの代表者が行ってください。

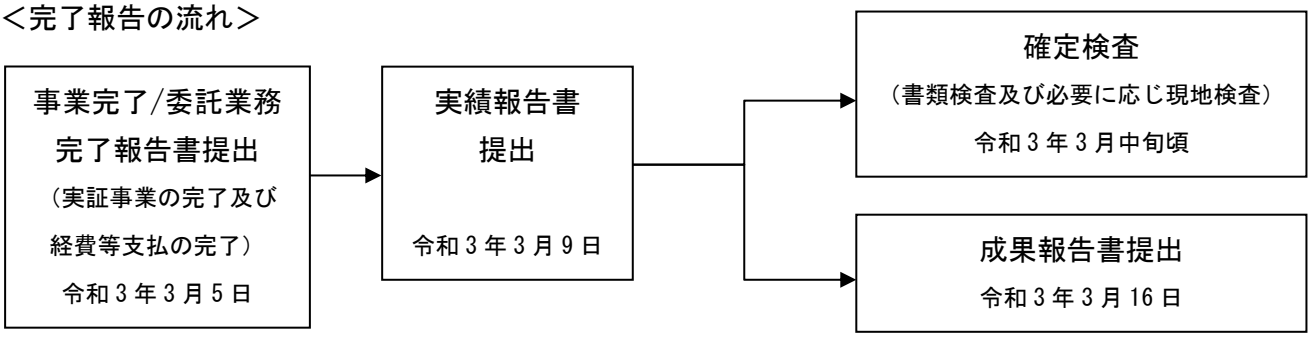
（３）成果物について

実証チームは、当該年度の委託事業を令和 3 年 3 月 5 日（金）までに完了して委託業務完了報告書（指定様式）を提出し、令和 3 年 3 月 9 日（火）までに実績報告書（指定様式）を提出してください。また、令和 3 年 3 月 16 日（火）までに成果報告書（*）を提出してください。

*成果報告書は、概要版（指定書式）と詳細版（自由書式）を提出願います。詳細版には、「実証事業の実施結果」として、実証事業の具体的な取組内容、効果検証の手法、得られた成果がもたらす社会的な効果、今後の展開予定、データ利用上の課題、新たな衛星データニーズ　等々得られた成果について **A4 サイズ（縦）5 枚以上 20 枚以内**に記載してください。課題設定型実証については、GPS による飛行制御と、SLAS を取り入れた飛行制御の位置精度・安定性などの比較をまとめた内容を報告に含んでください。

なお、成果報告書は概要版・詳細版ともに公開可能なものとしてください。公開不可の情報を含む場合は、公開版と非公開版の 2 種類を提出してください。なお、非公開版については経済産業省及び経済産業省が認めた府省等に対して開示を行うことがあります。

＜完了報告の流れ＞



＜提出書類一覧＞

No.	書式	書類名称	提出期限
6-1	指定	成果報告書（概要版）（公募実証）	令和 3 年 3 月 16 日
6-2		成果報告書（概要版）（課題設定型実証）	
7	自由	成果報告書（詳細版）	
8	指定	委託業務完了報告書	令和 3 年 3 月 5 日（委託事業完了日）
9	指定	実績報告書	令和 3 年 3 月 9 日

※No.6 は応募区分により該当する方を提出してください。

（４）委託金の支払時期

実証チームは、JSF の支払額の確定通知を受けた後に精算払請求書を提出し、その後、委託費の支払いを受けることになります。

（５）支払額の確定方法

JSF は、実証チームからの実績報告書の提出を受けた後、書類検査及び必要に応じて行う現地検査（以下、「確定検査」という）を行い、事業の成果が採択決定の内容に適合すると認めたときは支払うべき委託費の額を確定し、実証チームに通知します。

なお、確定検査を行うにあたっては、経済産業省「委託事業事務処理マニュアル」（令和 2 年 6 月版）に則り書類の準備をお願いします。

自社調達によってなされた設計、製作、物品購入等については、原価計算により利益相当分を排除した額を委託対象経費の実績額とします。また、関係会社からの調達分についても、原則、原価計算等により、利益相当分を排除した額を委託対象経費の実績額とします。

＜利益排除について＞

自社調達を行う場合には、調達価格に含まれる利益を排除しなければなりません。

【委託事業における自社調達を行う場合における利益等排除の考え方】

委託事業において、委託対象経費の中に受託者の自社製品の調達等に係る経費がある場合、委託事業の実績額の中に受託者自身の利益等相当分が含まれることは、委託業務の実施に要した経費に相当する額を精算して支払という経理処理の性質上ふさわしくないと考えられます。このため、受託者自身から調達を行う場合には、原価（当該調達品の製造原価など※）をもって委託費の対象経費に計上します。

※ 受託者の業種等により製造原価を算出することが困難である場合は、他の合理的な説明をもって原価として認める場合があります。

（６）財産管理

実証チームは、委託事業の実施により取得した財産等（取得財産等）について、委託事業の

完了後においても善良な管理者の注意をもって管理し、特に保守についてはその実施内容、体制等を充分整備し、故障等による設備利用率の低下を最小限にするなど、委託費の支払いの目的に従って、その効率的、効果的運用を図る必要があります。

また、取得財産等の管理にあたっては、取得財産等管理台帳を整備し、その管理状況を明らかにしておくとともに、JSF が別に定める期間中に取得財産等を処分(委託費の支払いの目的(委託費支払い申請書に記載された委託事業の目的及び内容）に反して使用し（自主事業等当該委託事業以外の目的に使用する等)、売却し、譲渡し、交換し、貸し付け、又は担保に供することをいう）しようとする時は、予め JSF の承認を受ける必要があります。

従って、実証チームにおいて上記の処分あるいは処分に該当する可能性のある手続を行う必要が生じた場合は、一切の手続（例：財産を担保に供する場合の金銭消費貸借契約手続）を開始する前に「財産処分承認申請書」を提出してください。

（７）委託費の返還、取消、罰則等

検査等により経費の虚偽申告や過大請求等による委託費の受給等の不正行為が判明した場合には、契約の解除、委託費の全部又は一部の返還命令、利息の納付、不正内容の公表、契約等停止措置、刑事告訴等の処分が科される場合がありますので適正な経理処理を常に心がけてください。

（８）知的財産権について

本事業の実施によって、知的財産権を得た場合は、その旨を遅滞なく JSF に報告すること等を要件として、産業技術力強化法第 19 条に基づき、JSF は当該知的財産権を譲り受けないこととします。

また、当該知的財産権の取り扱いについては、経済産業省の「委託研究開発における知的財産マネジメントに関する運用ガイドライン（平成 27 年 5 月/最終改訂令和 2 年 1 月)」並びに「委託研究開発におけるデータマネジメントに関する運用ガイドライン（平成 29 年 12 月)」を踏まえることとし、詳細については JSF と協議するものとします。

・委託研究開発における知的財産マネジメントに関する運用ガイドライン（平成 27 年 5 月/最終改訂令和 2 年 1 月）
https://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/innovation_policy/IpManagementGuidline.html
・委託研究開発におけるデータマネジメントに関する運用ガイドライン（平成 29 年 12 月）
http://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171227001/20171227001.html

（９）実証チームの代表者の責務

①実証チームの代表者は、提案した実証事業が採択された場合は、今回の委託費が国民の貴重な税金で賄われていることを十分に認識し、公正かつ効率的に執行する連帯責務があります。

②実証事業の推進上必要なマネジメントや成果等について、全体の責任を負っていただきます。実証チーム内の役割分担や責任体制を明確にした上で、実証事業の着実な推進や統一的な成果のとりまとめに向けて、主導的役割を果たしてください。また計画書の作成や定期的な報

告書等の提出、評価等への対応を行ってください。

③委託契約に基づき、実証事業の全体の資金の適切な管理（資金計画と進捗管理等）をしてください。

④国費による実証事業であることから、国内外での成果の発表を積極的に行ってください。プロジェクトの実施に伴い、得られた成果を新聞・雑誌、論文等で発表する場合は、「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」の成果である旨の記述を行ってください。

⑤事業期間中において、経済産業省等への成果報告やシンポジウム等での成果報告をお願いすること（合計年１～２回程度）もありますのでご対応をお願いいたします。

⑥「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」の評価、JSF による経理の調査、国の会計検査、その他監査等の対応をお願いします。

⑦プロジェクトの終了後一定期間を経過した後に行われる追跡評価に際して、情報提供やインタビュー等への対応をお願いします。

（１０）事業終了後の報告

本事業終了後 5 年間、実証データの収集・分析、導入効果等についての報告及び当該内容や各種データ等の公表を JSF 又は経済産業省から求められる場合があります。

７．応募手続き

（１）募集期間

募集開始日：令和 2 年 9 月 15 日（火）

締切日：令和 2 年 10 月 12 日（月）13:00 必着

（２）説明会の開催

開催日時：令和 2 年 9 月 24 日（木）10:00～10:30（必要に応じて延長）

開催場所：Zoom ウェビナーを使用したオンライン開催

説明会への参加を希望する方は、下記 URL より 9 月 23 日（水）17 時までにご登録ください。

https://zoom.us/webinar/register/WN_D234-O82TvSdJMg-y36POw

（３）応募書類

応募書類は郵送または電子メールにてご提出ください。

なお、電子データについては、文字情報がコピー可能な状態のファイル（Word、Excel、PowerPoint、PDF のいずれか）を提出してください。（No.1 と 5 を除く）

ア　郵送による提出の場合

指定様式 No.1～5 に必要事項を記入の上、印刷版及び電子データ（CD-R 等に格納）をまとめて一つの封筒に入れて郵送ください。封筒の宛名面には、「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業　応募書類在中」の旨を朱書きしてください。なお、持参での提出は受け付けません。また、書留等必ず配達記録が残る方法で送付してください。

なお、提出書類 No.1 と 5 については押印/署名したものをスキャン・PDF 化して CD-R 等に格

納してください。

イ　電子メールによる提出の場合

指定様式 No.1～5 に必要事項を記入の上、メールに添付してお送りください。メールタイトルは「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業　応募書類（会社名）」としてください。

なお、提出書類 No.1 と 5 については押印/署名したものをスキャン・PDF 化して添付してください。

＜提出書類一覧＞

No	書式	書類名称	備考
1-1	指定	公募申請書（公募実証）	1 部
1-2		公募申請書（課題設定型実証）	1 部
2-1	指定	事業概要書（公募実証）	1 部
2-2		事業概要書（課題設定型実証）	1 部
3-1	指定	公募提案書（公募実証）	1 部
3-2		公募提案書（課題設定型実証）	1 部
4	指定	予算計画書	1 部
5	指定	同意書	1 部

※指定様式は本事業ウェブサイトからダウンロード可能です。

http://of-satdata2020.space

※No.1～No.3 は応募区分により該当する方を提出してください。

※郵送で提出する場合、No.1～5 の印刷版原本と、全ての書類を収録した CD-ROM を提出してください。

※必要に応じて、補足資料（形式問わず）を添付することは可能です。但し審査は提出書類にて行いますのでご了承ください。

提出された応募書類は、実証チームの選定のみに使用します。評価検討委員には守秘義務がありますが、提出された応募書類は全て評価検討委員に開示されます。また、事業概要書もしくは採択された事業における実施計画の内容（公開することを明示している部分）に関しては、事前告知を行わず、国又は JSF から公表される場合があります。取得した個人情報については、提案プロジェクトの実施体制の審査のために利用します。また、特定の個人を識別しない状態に加工した統計資料等に利用することがあります。ご提供いただいた個人情報は、上記の利用目的以外で利用することはありません（ただし、法令等により提供を求められた場合を除きます）。

（４）応募書類の提出先

一般財団法人日本宇宙フォーラム

令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業事務局

担当：榎、高田宛

（郵送先）
〒101-0062　東京都千代田区神田駿河台 3-2-1　新御茶ノ水アーバントリニティビル
一般財団法人日本宇宙フォーラム
（メールアドレス）
of-satdata2020@jsforum.or.jp

（５）提出締切日
令和 2 年 10 月 12 日（月）13 時必着

８．審査・採択等について
（１）審査方法
採択にあたっては、経済産業省及び第三者の有識者で構成される評価検討委員会で審査を行い決定します。なお、応募期間締切後に、提案内容に関するプレゼンテーションを行っていただきます。この際、追加資料の提出を求める場合があります。審査・選定プロセスは以下の通りです。

プレゼンテーションの日時・場所は、9 月下旬～10 月上旬に事務局よりウェブサイト掲載及び公募説明参加者・応募者へのメール等で通知します。
プレゼンテーションに係る旅費等は実証チームでご負担ください。
なお、プレゼンテーションは新型コロナウィルス感染拡大防止の観点からオンラインのみでの実施となる場合がございます。

（２）審査基準
評価検討委員会によって、下記の審査基準の視点をもとに、審査及び選定が行われる予定です。
①公募実証

	審査項目	審査基準
１．	事業目的との整合性	・提案内容が「１．事業の目的」「２．事業の内容」と合致しているか。

		・「Tellus に搭載している衛星データ又はオープン＆フリーで提供されている衛星のデータを主として利用しているか。
２.	実証事業実施計画と実施体制	・実施方法や実施スケジュールは効果的かつ現実的か。 ・予算計画は合理的であるか。 ・当該実施計画は提案事業者の社内でも決裁が得られているか。 ・ユーザ側とサービス事業者が一体となっている提案か。 ・社会実装やビジネス化を見据えた自走できる座組や利用者側のビジネスに向けたコミットメントがあるか。
３.	開発・実証の要素	・Tellus に搭載している衛星データ又はオープン＆フリーで提供されている衛星のデータ（準天頂衛星システムによる測位データを含む）と他の地上データを統合した新たなアプリケーションとなっているか。 ・将来的なビジネスを見据えたアプリケーションの社会実装に資する開発・実証となっているか。 ・事業計画の実現に必要となる技術やシステム等の開発・実証要素について技術的な実現可能性があるものであるか。 ・新規性や先進性の高い内容か。
４.	実証後のビジネス化と経済・波及効果	・実証事業終了後、我が国経済に裨益する効果（産業競争力強化や社会・地域課題解決等）が期待される提案か。 ・実証事業終了後、社会実装・ビジネス化した際の実用性があるか。 ・実証事業終了後、実証の成果を利用しつつ、事業を推進する計画が具体的かつ合理的か。また実装に向けて、組織内代表者からのコミットを得ているか。 ・実証終了後のビジネス化に対して、必要な資金調達の目途が立っているか。 ・本実証事業の結果、宇宙産業の裾野拡大が図られる提案か。
５.	プレーヤーの多様性	・宇宙関係事業者だけでなく、異業種事業者・自治体等、非宇宙分野の事業者が含まれているか。 ・すでに潜在的なアプリケーションユーザの関与があるか。また、将来的なユーザ利用拡大が見込まれているか。 ・IoT や人工知能（AI）等の活用など、第四次産業革命下における政府の政策と合致しているかどうか。
６.	加点要素	・Tellus と連動し、アプリケーションの作成における Tellus 搭載データや開発環境の活用や、Tellus マーケットを活用したアプリケーション展開を促進する事業

		となっているか。 ・地方自治体等の行政利用を目的としている事業か。 ・海外事業者も実施体制やユーザとして関与しているか、海外展開を目指した事業か。

②課題設定型実証

	審査項目	審査基準
１.	事業目的との整合性	・提案内容が「１．事業の目的」「２．事業の内容」と合致しているか。
２.	実証事業実施計画	・実施方法や実施スケジュールは効果的かつ現実的か。 ・予算計画は合理的であるか。 ・当該実施計画は提案事業者の社内でも決裁が得られているか。
３.	実施内容	・事業目的達成のための企画内容（効果的かつ網羅的な試験項目の設定等）として優れているか。 ・事業の実施方法等について、本事業の成果を高めるための効果的な工夫が見られるか。
４.	事業関連分野の知見、実施体制	・本事業の関連分野に関する知見を有しているか。 ・すでに GPS による飛行制御技術を開発し、自ら開発したフライトコントローラ及び機体が「空の産業革命に向けたロードマップ２０１９」で定めるレベル３飛行を実現した経験があるドローン開発事業者であるか。もしくはそのような事業者が体制に入っているか。
５.	実証・検証後のビジネス化、経済・波及効果	・実証事業終了後、我が国経済に裨益する効果（産業競争力強化や社会・地域課題解決等）が期待される提案か。 ・実証事業終了後、社会実装・ビジネス化した際の実用性があるか。 ・実証事業終了後、実証の成果を利用しつつ、事業を推進する計画が具体的かつ合理的か。また実装に向けて、組織内代表者からのコミットを得ているか。

（３）採択結果の決定及び通知・公表について

10 月下旬以降、すべての応募者に対し、評価検討委員会による審査・選定の結果を書面で通知いたします。

また、JSF は、委託先となる実証チームが採択された後に、申請件数及び採択件数、採択された実証チーム・事業名・事業概要書等を本事業ウェブサイト等で公表します。また、成果報告書に基づき、実証結果についても本事業ウェブサイト等で公表します。なお、個々の情報の公表・非公表の取扱いについては、情報公開法に基づく情報開示に準ずることとします。

（４）事業の開始から事業完了のプロセスについて

①事業の開始

実証チームは、JSF から委託先決定通知の後、経済産業省の「委託事業事務処理マニュアル」（令和 2 年 6 月版）に則り委託事業を開始（設計・設備などの発注、契約等）してください。

https://www.meti.go.jp/information_2/downloadfiles/2020_itaku_manual.pdf

②計画変更等

実証チームは、提案申請時の事業の内容を変更、委託事業経費の区分ごとに配分された額の変更、委託事業の中止・廃止等をしようとするときは、事前に JSF の承認を受ける必要があります。詳しくは委託契約書に従って申請してください。

なお、何らかの理由により委託対象経費が増額となる場合であっても、委託金額の増額は原則認められません。

③申請の取下げ

採択後、実証チームの都合で辞退する場合は、次回以降の応募の評価の際に減点を行うことがあります。

④事業実施

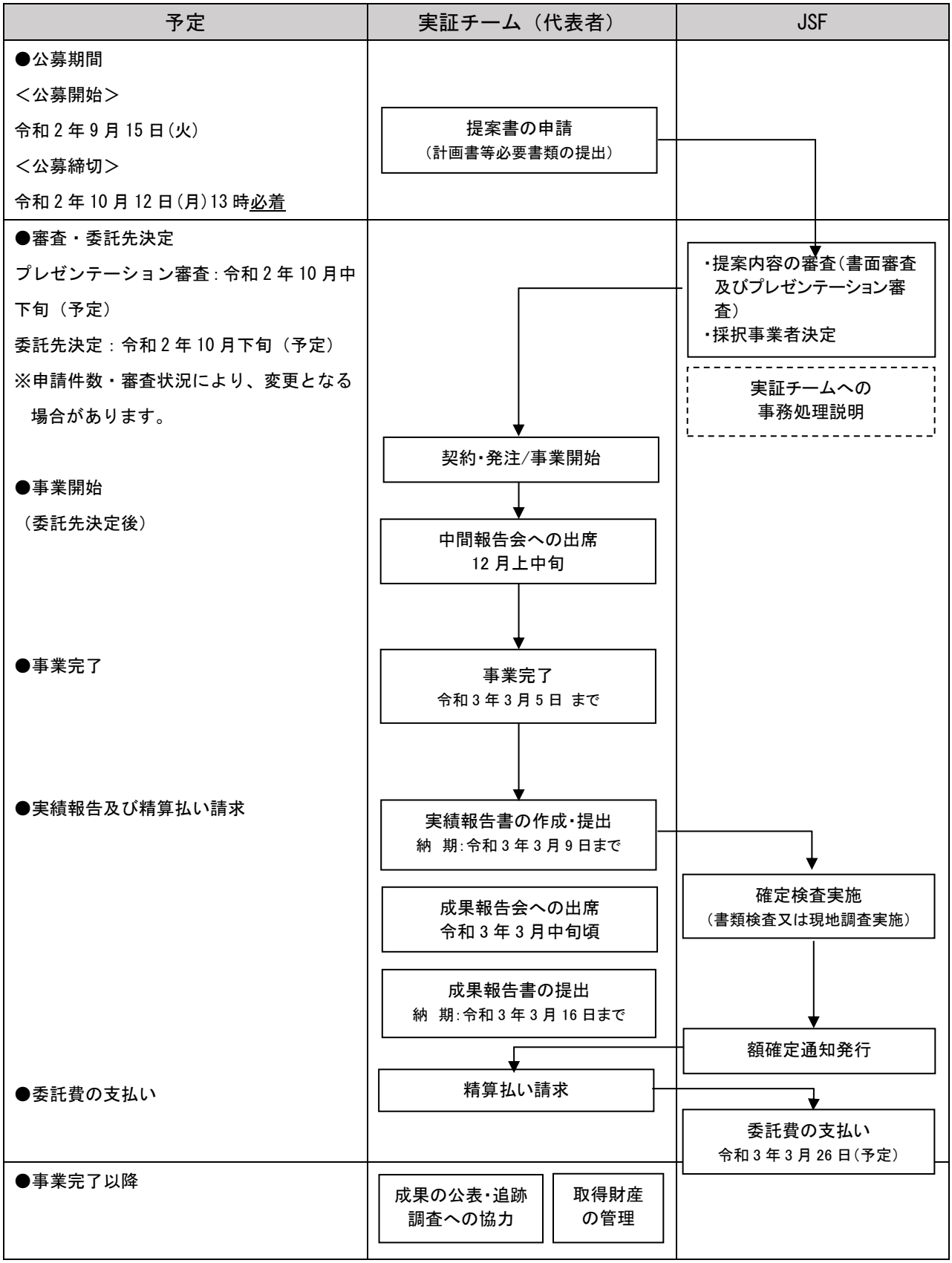
事業実施期間中に JSF 又は経済産業省から進捗の確認やコンサルティングを行うことがあります。

⑤事業の完了

当該年度の委託事業は、実証事業の実施及び実証チームにおける支出義務額（委託対象経費全額）の支出完了（精算を含む。）を持って事業の完了とします。

また、実証チームから外注先等への代金支払方法は、原則金融機関の振込で行ってください。クレジット契約、割賦契約等による支払いも可能ですが、実績報告前に支払いが完了している必要があります。支払いの事実を証明できる証憑を準備してください。

（５）全体スケジュール



※プレゼンテーション、検討会、報告等はすべて都内・オンラインのいずれか、もしくは両方で開催します。

９．経費の計上

（１）経費の区分

本事業の対象とする経費は、事業の遂行に直接必要な経費及び事業成果の取りまとめに必要な経費であり、具体的には以下のとおりです。

採択決定後の委託契約を速やかに行うため、予算は提案段階で可能な限り精査をお願いします。特に、人件費・一般管理費については「委託事業事務処理マニュアル」を参照の上、算出根拠を提示できるように準備してください。

本事業経費内で人件費を支出しない場合も、予算計画全体の合理性を判断するため想定人件費・工数を記載してください。なお、予算額合計には計上しないでください。

経費項目	内容
Ⅰ．人件費	事業に従事する者の作業時間に対する人件費
Ⅱ．事業費	
旅費	事業を行うために必要な国内出張及び海外出張に係る経費
会場費	事業を行うために必要な会議、講演会、シンポジウム当に要する経費（会場借料、機材借料及び茶菓料（お茶代）等）
謝金	事業を行うために必要な謝金（会議・講演会・シンポジウム等に出席した外部専門家等に対する謝金、講演・原稿の執筆・研究協力当に対する謝金等）
備品費	事業を行うために必要な物品（ただし、１年以上継続して使用できるもの）の購入、製造に必要な経費
（借料及び損料）	事業を行うために必要な機械器具等のリース・レンタルに要する経費
消耗品費	事業を行うために必要な物品であって備品費に属さないもの（ただし、当該事業のみで使用されることが確認できるもの）の購入に要する経費
外注費	受託者が直接実施することができないもの又は適当でないものについて、他の事業者に外注するために必要な経費（請負契約）
印刷製本費	事業で使用するパンフレット・リーフレット、事業成果報告書等の印刷製本に関する経費
補助員人件費	事業を実施するために必要な補助員（アルバイト等）に係る経費
その他諸経費	事業を行うために必要な経費のうち、当該事業のために使用されることが特定・確認できるものであって、他のいずれの区分にも属さないもの 例） －　通信運搬費（郵便料、運送代、通信・電話料等） －　光熱水料（電気、水道、ガス。例えば、大規模な研究施設等について、専用のメータの検針により当該事業に使用した料金が算出できる場合） －　設備の修繕・保守費

	－　翻訳通訳、速記費用 －　文献購入費、法定検査、検定料、特許出願関連費用等
Ⅲ．再委託費	発注者（国）との取決めにおいて、受注者が当該事業の一部を他者に行わせる（委任又は準委任する）ために必要な経費。
Ⅳ．一般管理費	委託事業を行うために必要な経費であって、当該事業に要した経費としての抽出、特定が困難なものについて、委託契約締結時の条件に基づいて一定割合の支払を認められた間接経費

※ 実証事業に計上できる経費は、実証事業の契約締結日以降に発生（発注）したもので、事業期間中に終了（支払）したものが対象となります。

※ 事業目的に合致した経費であって、当該事業に使用されたことが確認できる資料を「委託事業事務処理マニュアル」に則り整理する必要があります。

※ 再委託費の割合が全体予算の 50%を超える場合、理由書の提出が必要となります。また、再委託理由が適当でないと判断された場合、予算計上を認められない場合があります。

（２）直接経費として計上できない経費

・建物等施設に関する経費
・事業内容に照らして当然備えているべき機器・備品等（机、椅子、書棚等の什器類、事務機器等）
・事業実施中に発生した事故・災害の処理のための経費
・その他事業に関係ない経費

その他諸注意事項等、詳しくは経済産業省の「委託事業事務処理マニュアル」（令和 2 年 6 月版）をご覧ください。
https://www.meti.go.jp/information_2/downloadfiles/2020_itaku_manual.pdf

１０．問い合わせ先について

本公募要領に関するお問合せは、お名前・ご所属・質問事項を明記の上、事務局まで電子メールでお問い合わせください。

＜問合せ先＞
一般財団法人日本宇宙フォーラム
令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業事務局
担当　榎・高田　　TEL：03-6206-4902、e-mail: of-satdata2020@jsforum.or.jp
※テレワーク実施につき、お電話の問合せはご対応できない場合があります。メールでのお問い合わせをお願いいたします。

提出書類 1-1(公募実証)

受付番号 ※事務局記入	0F-	

一般財団法人　日本宇宙フォーラム　御中

「令和 2 年度 オープン＆フリー衛星データ実証事業」公募申請書

実証事業名			
実証チーム代表者	企業・団体名		
	代表者役職・氏名		印または署名
実証チーム　連絡担当窓口※1	氏名（ふりがな）		
	所属（部署名）		
	役職		
	所在地	〒	
	電話番号		
	E-mail		
実証チームの構成企業※2※3 衛星データ利用者	企業・団体名		
	代表者役職・氏名		印または署名
	所在地	〒	
	URL		
	設立年月	西暦　　年　　月	
	従業員数	名	

提出書類 1-1(公募実証)

	サービス提供者	企業・団体名		
		代表者役職・氏名		印または署名
		所在地	〒	
		URL		
		設立年月	西暦　　年　　月	
		従業員数	名	

※１　実証チームの代表組織のうち、事務局からの問い合わせ等にご対応いただく連絡窓口となる方をご記入ください。

※２　適宜記載枠を追加し、実証チームを構成するすべての企業・団体をご記入ください。

※３　法人格を有する団体の場合は過去 3 年間分の財務諸表（賃借対照表、損益計算書等)、任意団体の場合は過去 3 年間分の収支決算書、及び会社案内・パンフレット等企業・団体の概要が分かる資料を併せてご提出ください。

提出書類 1-2(課題設定型実証)

受付番号 ※事務局記入	DR-	

一般財団法人　日本宇宙フォーラム　御中

「令和 2 年度 オープン＆フリー衛星データ実証事業」公募申請書

実証事業名			
実証チーム代表者	企業・団体名		
	代表者役職・氏名		印または署名
実証チーム　連絡担当窓口※1	氏名（ふりがな）		
	所属（部署名）		
	役職		
	所在地	〒	
	電話番号		
	E-mail		
実証チームの構成企業※2※3	企業・団体名		
	代表者役職・氏名		印または署名
	所在地	〒	
	URL		
	設立年月	西暦　　年　　月	
	従業員数	名	

提出書類 1-2(課題設定型実証)

※１　実証チームの代表組織のうち、事務局からの問い合わせ等にご対応いただく連絡窓口となる方をご記入ください。

※２　複数企業・団体で実証を行う場合、適宜記載枠を追加し、実証チームを構成するすべての企業・団体をご記入ください。

※３　法人格を有する団体の場合は過去 3 年間分の財務諸表（賃借対照表、損益計算書等)、任意団体の場合は過去 3 年間分の収支決算書、及び会社案内・パンフレット等企業・団体の概要が分かる資料を併せてご提出ください。

提出書類2-1
（公募実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：（事業名）

実証プロジェクト分野（あてはまるものに〇）
農林水産業・自動運転・環境・火災・インフラ維持管理・交通
物流・金融・保険・スポーツ・その他（　　）

衛星データ利用者

サービス提供者

実証事業概要（200文字程度）

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類2-2
（課題設定型
実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：（事業名）

チームメンバー（代表者に下線）

実証事業概要（200文字程度）

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類 3-1(公募実証)

受付番号 ※事務局記入	0F-	

「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」
公募提案書

１．実証事業名および提案概要

（１） 実証事業名（30 字程度）
（２）提案の概要（200 字程度）

２．実証事業の提案

（１）実証事業実施計画と実施体制（1200 字以内）

（２）開発・実証の要素（1200 字以内）
（３）実証後のビジネス化と経済・波及効果（1200 字以内）

提出書類 3-1(公募実証)

（４）プレーヤーの多様性（1200 字以内）

提出書類 3-1（公募実証）

３．実施体制・アピールポイント

（１）実証事業の実施体制及び役割

※　図等を用いて実施体制を分かりやすく記入すること。また、それぞれの役割ごとに想定している人員についても記入すること。

※　提案者のみならず、委託事業の実施に関わる者については本様式に役割、責任を明記すること。

（例）

〇〇市

委託事業全般の管理・統括、〇〇計画の策定及び〇〇をするための〇〇システムの構築

△△大学

実証結果の検証方法の検討及び実証結果を踏まえた効果の分析

××株式会社

〇〇に関するデータの提供及び実証事業に係る住民説明会の主催

（２）選考に対するアピールポイント

（「審査基準」（公募要領　8.（2））に対するアピールポイントを各項目 200 字程度で御説明ください。必ずしも全てのアピールポイントが記載されている必要はありません。）

事業実施計画と実施体制

開発・実証の要素

実証後のビジネス化と経済・波及効果

プレイヤーの多様性

加点要素

提出書類 3-1（公募実証）

４．特記事項

（本実証事業の実施にあたり特筆すべき事項があれば記入してください。また、本事業に関連して、これまで国・地方自治体等から補助金や委託費等の獲得実績があれば、それも記入してください。）

提出書類 3-2(課題設定型実証)

受付番号 ※事務局記入	DR-	

「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」
公募提案書

１．実証事業名および提案概要

（１） 実証事業名（30 字程度）
（２）提案の概要（200 字程度）

２．実証事業の提案

（１）実証事業実施計画（1200 字以内）

提出書類 3-2(課題設定型実証)

（２）実施内容（1200 字以内）
（３）事業関連分野の知見、実施体制（1200 字以内）

提出書類 3-2(課題設定型実証)

（４）実証・検証後のビジネス化、経済・波及効果（1200 字以内）

提出書類 3-2(課題設定型実証)

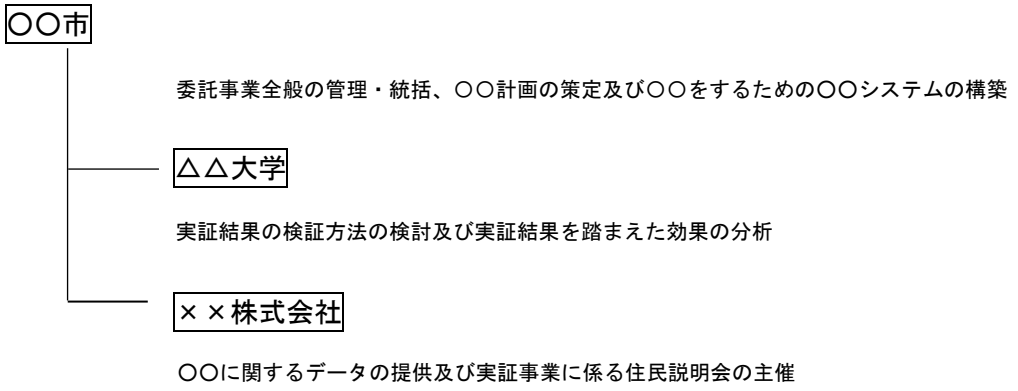
３．実施体制・アピールポイント

（１）実証事業の実施体制及び役割

※　図等を用いて実施体制を分かりやすく記入すること。また、それぞれの役割ごとに想定している人員についても記入すること。

※　提案者のみならず、委託事業の実施に関わる者については本様式に役割、責任を明記すること。

（例）



（２）選考に対するアピールポイント

(「審査基準」(公募要領　8.（2）)に対するアピールポイントを各項目 200 字程度で御説明ください。必ずしも全てのアピールポイントが記載されている必要はありません。)

事業実施計画と実施体制

実施内容

事業関連分野の知見、実施体制

実証後のビジネス化と経済・波及効果

４．特記事項

（本実証事業の実施にあたり特筆すべき事項があれば記入してください。また、本事業に関連して、これまで国・地方自治体等から補助金や委託費等の獲得実績があれば、それも記入してください。）

提出書類4

「令和2年度 オープン＆フリー衛星データ実証事業」
予算計画書

代表企業名：

（単位：円）

区分	科目	金額	積算内訳（※1）
１．人件費 本事業費内で人件費を支出しない場合も、想定人件費・工数を記載してください。			
	人件費・合計		
２．事業費 旅費 会議費 謝金 備品費 （借料及び損料） 消耗品費 外注費 印刷製本費 補助員人件費 その他諸経費			
	事業費合計		
３．再委託費			
４．一般管理費			（１．人件費＋２．事業費）の10%以内もしくは所定の計算式によって算出された率
５．小計			１～４の合計
６．消費税及び地方消費税			小計（※2）×１０％
７．合計			

※1 積算に際しては、人件費も含め、単価がある場合は記載すること。
※2 消費税及び地方消費税にかかる免税事業者にあっては、課税売上に係る消費税及び地方消費税については、計上することはできない。
※3 事務処理は経済産業省大臣官房会計課が定める「委託事業事務処理マニュアル」（令和2年6月版）に則り実施すること。
https://www.meti.go.jp/information_2/downloadfiles/2020_itaku_manual.pdf

提出書類 5

「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」
同意書

【応募条件】

1．実証事業への申請に際して、以下の条件全てを満たしていることを必須とします。

・実証事業に関わる専任者または担当者が指名されており、（一財）日本宇宙フォーラム（JSF）からの問合せ等に迅速に対応できる実施体制が整っていること。

・公募開始日から公募締切までの期間、契約に関し、国（独立行政法人等含む）及び地方自治体から指名停止措置を受けていないこと。

・国内外の法令に反する業務、公序良俗に反する業務を行っていないこと。

・対象事業に関して係争中のものでないこと。

・模倣品の取り扱いや著作権の侵害を犯しているものでないこと。

・名義貸しにより設立された法人、あるいは実態のない法人でないこと。

・反社会勢力、またはこれに類似する企業・団体・個人でないこと。

・実証事業の成果についての報告書作成が可能であり、成果普及のために成果報告書を公表することに同意できること。

【実証事業に選定された場合の留意点】

1．審査結果の通知後、実証事業に選定された実施主体は、速やかに実証事業の内容の精査を行い、仕様書を確定させた上で、JSF と委託契約を締結します。

2．実証事業に選定された場合の留意点については、実証事業実施主体に対して、別途説明を行いますが、あらかじめ以下の点に留意下さい。

・各実証事業の実施主体は、JSF の求めに応じて、実証事業の進捗状況や成果等について報告を行います。

・各実証事業の実施主体は実証事業終了後に、実証事業の経費についての帳簿及び全ての証拠書類を整え、他の経費と明確に区分した形で実績報告書にとりまとめて会計報告を行うとともに、実証事業の成果をとりまとめた成果報告書を提出する必要があります。（実績報告書の著作権は経済産業省に帰属します。）ただし、会計報告及び実績報告書の提出は令和 3 年 3 月 16 日までに完了させる必要があります。

なお、報告にあたっては経済産業省大臣官房会計課制定「委託事業事務処理マニュアル」（令和 2 年 6 月）に従ってください。

【委託契約の締結・委託費の支払】

1．実証事業として選定された実施主体と JSF は速やかに委託契約を締結することとします。

2．実証事業実施主体は契約に必要な書類を速やかに JSF に提出していただくことになります。書類に不備がある場合や、契約条件が合致しない場合には、委託契約が締結できない場合もありますので留意ください。また、委託契約締結に向けた調整の結果、提案金額と委託金額が異なる場合もあります。

3．委託費は、委託契約に係る契約書及び実施計画書に定められた使途以外には使用できま

せん。

4．委託費の支払いは、原則、実証事業完了後の精算払いとなります。したがって、予算計画書記載の項目で単価や数量に変更が生じた場合でも原則として予算計画書記載の単価や数量で精算するものとします。なお、予算計画書に記載のない項目については、事前に JSF に書面で申し出、JSF が承認する限りにおいて精算が可能です。

【実証事業実施主体の義務】

1．実証事業の実施経費に係る帳簿及び全ての証拠書類については、実証事業終了後から 5 年間保管し、JSF から要求があった場合、いつでも閲覧に供せるよう保存しなければなりません。

2．実証事業の実施状況の調査等のために必要と認めるときは、JSF は実証事業実施主体に報告を求め、または JSF の職員が実証事業に関する帳簿等の調査を行います。実証事業実施主体はこの調査に協力しなければなりません。

3．JSF は、実証事業実施主体が委託契約の条項に違反したと認められる場合には、契約を解除することができます。解除した場合において、既に委託金の支払が生じている場合には、その全部又は一部を、期限を定めて返還させることができます。

【免責事項】

1．実証事業実施主体が、実証事業においてその目的を達成し得なかった場合、または実証事業の遂行により実証事業実施主体が損失等の不利益を被った場合、その他いかなる場合においても、JSF は一切責任を負いません。

【秘密保持・個人情報保護について】

1．JSF 及び実証事業実施主体は、当事者のいずれかから開示された業務上の情報を秘密として扱うものとし、事前に開示した当事者または情報の保持者の承諾を得ることなく、これらの情報を本委託事業の実施目的以外に使用し、または第三者に開示してはならないものとします。ただし、次の各号のいずれかに該当する情報は秘密情報に含まれないものとします。

（1）開示の時点ですでに公知の情報、または開示後開示を受けた当事者の責によらずして公知となった情報

（2）開示を受けた当事者が、第三者から秘密保持義務を負うことなく正当に入手した情報

（3）開示の時点ですでに開示を受けた当事者が保有している情報

（4）開示を受けた当事者が、開示された情報によらずして独自に開発した情報

（5）開示した当事者が、第三者に対し秘密保持義務を課すことなく開示した情報

（6）法律の強制力を伴い裁判所または管轄官公庁により開示を要請された情報

2．JSF 及び実証事業実施主体は、本委託事業の遂行上必要な場合のほか、秘密情報について、複製、複写等の行為をしないものとします。

3．本委託事業に関わる個人情報は、本委託事業の実施及び関連サービスの案内及びフォローアップ調査などに利用します。またその取扱いについては、JSF が定める個人情報保護方針（http://www.jsforum.or.jp/outline/pd.html）に基づき適切に取扱います。

提出書類 5

「令和 2 年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」に応募するにあたり、公募要領の内容及び上記を確認の上、同意致します。

令和　　年　　月　　日

実証チームの代表組織名

所在地

代表者氏名※　　印

※本人署名の場合、押印は省略可

提出書類6-1（公募実証）

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名		
実証チーム メンバー	衛星データ利用者	
	サービス提供者	
実証事業概要（200字程度）		

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

アプリケーション概要（使用データを含む）	実証方法・規模等

ビジネス化に向けた課題と今後の展望	まとめ

※フォントサイズは10pt以上推奨。 ※A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類6-2（課題設定型実証）

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	
実証チーム メンバー （代表者は下線）	
実証事業概要 （200字程度）	

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

実施内容	実証方法・規模等

ビジネス化に向けた課題と今後の展望	まとめ

※フォントサイズは10pt以上推奨。 ※A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類8

（様式第５）

令和　　年　　月　　日

一般財団法人日本宇宙フォーラム　御中

住　　所
名　　称
代 表 者 氏 名　　印

委託業務完了報告書

契約書第１１条の規定に基づき、下記のとおり報告します。

記

１．契約件名等

契約締結日	
契約件名	

２．委託金額

委託金額	

３．委託業務完了期限

委託業務完了期限	

４．委託業務完了年月日

委託業務完了年月日	

（　この報告書の提出時期：委託業務が完了した後、直ちに。）

提出書類9

（様式第６）

令和　　年　　月　　日

一般財団法人日本宇宙フォーラム　御中

住　　所
名　　称
代 表 者 氏 名　　印

実績報告書

契約書第１３条の規定に基づき、下記のとおり報告します。

記

１．契約件名等

契約締結日	
契約件名	

２．委託金額

委託金額	

３．実施した委託業務の概要

委託業務の概要	

４．委託業務に要した経費

（１）支出総額

総括表（注１）　　（単位：円）

区分	委託金額	流用額	消費税等 組入額	流用等後額	支出実績額	受けるべき 委託金の額
合計						

（２）支出内訳（実施計画書中、支出計画の例により作成すること。）（注２）

※　必要に応じ、別葉で作成すること。

（この報告書の提出時期：約定期限まで。）

提出書類9

＜記載要領＞

（注１）：　総括表は、以下のとおり記載する。

・区分　支出計画中の区分経費の名称を記載する。

・委託金額　区分経費ごとに、委託金額（計画変更の承認を行った場合は当該変更後の額）を記載する。

・流用額　支出計画の区分経費の１０パーセント以内の流用を行う場合は、区分経費ごとにその額を記載する。

・消費税等組入額　区分経費ごとに、消費税及び地方消費税相当額を記載する。

・流用等後額　委託金額、流用額及び消費税等組入額の合計を区分経費ごとに記載する。

・支出実績額　委託業務に要した経費を区分経費ごとに記載する。

ただし、契約締結時に消費税及び地方消費税相当額を１０パーセントとした場合は、消費税及び地方消費税率８パーセントで支出した経費については、支出した経費に１０８分の１１０を乗じて得た額を計上する。

なお、一般管理費の額は、支出計画において一般管理費の算出基礎とした経費に対応する支出実績額の合計額に、支出計画における一般管理費の実質率（計画変更の承認を行った場合は当該変更後の実質率）を乗じて得た額を超えてはならない。

・受けるべき委託金の額　区分経費ごとに、流用等後額と支出実績額のいずれか少ない額を記載する。

総括表（記入例）　（単位：円）

区分	委託金額	流用額	消費税等組入額	流用等後額	支出実績額	受けるべき委託金の額
１．人件費	5,000,000	－	500,000	5,500,000	4,070,000	4,070,000
２．事業費	3,010,000	－	301,000	3,311,000	3,278,980	3,278,980
３．再委託費	500,000	－	50,000	550,000	605,555	550,000
４．一般管理費	801,000	－	80,100	881,100	734,898	734,898
小計	9,311,000	－	－	－	－	－
消費税及び地方消費税相当額	931,100	－	－	－	－	－
合計	10,242,100	－	931,100	10,242,100	8,689,433	8,633,878

（注２）：支出内訳は、以下のとおり記載する。なお、詳細については以下URLを参照のこと。

＜URL＞https://www.meti.go.jp/information_2/downloadfiles/2019_itaku_jisseki.xlsx

契約締結時に消費税及び地方消費税相当額を１０パーセントとした場合は、消費税及び地方消費税率８パーセントで支出した経費については、支出した経費に１０８分の１１０を乗じて得た額を計上する。具体的には次のとおり。

・支出実績額　税込みで計算する場合は、非課税経費①×1.1＋課税経費②×1.1÷1.08＋③課税経費（①と②は1円未満切り捨て）により算出した額を記載する。

提出書類9

・非課税経費①　委託事業に要した経費（非課税経費①）を記載する。
・課税経費②　委託事業に要した経費（課税経費②（消費税率８％で支出した税込み経費））を記載する。
・課税経費③　委託事業に要した経費（課税経費③（消費税１０％で支出した税込み経費））を記載する。

（２）支出内訳（記入例）　　（単位：円）

区分	委託金額	区分	支出実績額	非課税経費 ①	課税経費 （消費税率８％） ②	課税経費 （消費税率１０％） ③
１．人件費	5,000,000		**4,070,000**	3,700,000	0	0
職員Ａ		@10,000 × 100 時間		1,000,000		
職員Ｂ		@5,000 × 300 時間		1,500,000		
職員Ｃ		@3,000 × 400 時間		1,200,000		
２．事業費	3,010,000		**3,278,980**			
（１）謝金	500,000		605,000	550,000	0	0
委員長謝金		@20,000 × 10 人回		200,000		
委員謝金		@10,000 × 35 人回		350,000		
（２）旅費	500,000		353,703	0	200,000	150,000
交通費（4月：東京－大阪）		@20,000 × 10 人回			200,000	
交通費（12月：東京－名古屋）		@15,000 × 10 人回				150,000
（３）会議費	10,000		22,500	0	0	22,500
茶菓代		@500 × 45 人回				22,500
（４）外注費	2,000,000		2,297,777	700,000	1,500,000	0
調査Ａ（6月完了：○○株式会社）		@1,500,000 × 1 式			1,500,000	
調査Ｂ（3月完了：外国法人）		@700,000 × 1 式		700,000		
３．再委託費	500,000		**605,555**	0	300,000	300,000
調査Ｃ（6月完了：■■株式会社）		@300,000 × 1 式			300,000	
調査Ｄ（3月完了：☆☆株式会社）		@300,000 × 1 式				300,000
４．一般管理費	801,000		**734,898**			
小計	9,311,000		**8,689,433**			
消費税及び地方消費税相当額	931,100		**－**			
合計	10,242,100		**8,689,433**			

令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業
公募説明会　質問回答表

本書は、2020年9月24日（木）に開催した、「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」 公募説明会での質疑応答をまとめたものである。
なお、（回答）と記載があるものは後日回答となっていた質問に対する回答である。

■応募について

Q1　メールで応募書類を提出する場合、添付可能容量はどのぐらいか。

A1　上限は 10MB となる。

Q1-2　10MBを超える場合は分割送信もしくはダウンロードサービスのURL送付などでも良いか。

A1-2　問題ない。

Q2　ウェブサイトに提出書類 7 がないが、欠番か。

A2　提出書類 7 は自由書式となる成果報告書（詳細版）のため、ウェブサイトに掲載していない。

■予算、調達関係

Q3　海外からでないと入手困難な部品を調達する場合には輸入関税がかかるが、関税の扱いはどのようにすれば良いか。

A3　（回答）輸入関税も経費として事業費に計上することは可能。

Q4　予算 1500 万円規模ということだが、最終的な額というのは実際かかった額で精算となるので 3 月に確定ということになるのか。

A4　3 月に事業を終了し、そこで額の確定検査を行い最終的な支払い額を確定させていただく。当初計画からの費目間変更等は可能だが、契約額が上限となるため契約額より超過した分については各社負担となる。

Q4-2　人件費の単価はどのようになるのか？

A4-2　人件費の単価については経済産業省「委託事業事務処理マニュアル」に記載されている方法に則り算出いただきたい。

Q5　最終的な支払い額について、契約額が上限ということではあるが下限はあるのか。例えば、契約時は最大価格で積算しておくが、実際はその 50%しか請求しないことになるなどのケースも考えられないか。

A5　下限について特に制限はない。実証を進めるにあたり当初計画からの変更が出てくる

というケースもあるとは思うが、原則は最初にきちんと予算計画を立てていただきたい。

Q6　公募要領 P.15「９．経費の計上」に「再委託費の割合が全体予算の 50%を超える場合、理由書の提出が必要」とあるが、代表者が全体を取りまとめて事業は外注先が実施する場合、外注費の割合は全体の 50%を超えてはいけないという制限はないという認識で良いか。

A6　外注費も再委託費と同様の考えになるので、それらの合計が全体予算の 50%を超える場合には理由書が必要、と考えていただきたい。

■審査について

Q7　プレゼン審査用の資料は必要か。必要な場合、書式の指定はあるか。

A7　応募時の提案資料か、提案の要点をまとめた PPT を使うことが可能。書式の指定はなし。

Q7-2　オンラインで実施するということになった場合は PPT を画面共有する、と言う形になるか。会場で実施するということになった場合は事前のメディア送付や PC 持ち込み、ということで良いか。

A7-2　認識通り。

Q7-3　プレゼン審査について、例年どのぐらいの時間設定か。

A7-3　プレゼン審査参加件数により変わる可能性があるが、過去の実証では説明 5 分、質疑応答 10 分程度で実施した。

■公募実証について

Q8　ユーザ側とサービス事業者が一体となっている提案である必要があるとのことだが、実証後にサービス化していく際にそのサービスを利用するであろう想定ユーザが座組の一員として含まれている必要があるということか。

A8　認識の通り。

Q9　具体的な計画を提出する必要があるということだが、これは収支計画を指すのか。

A9　実証期間後も事業を継続してビジネスにつなげていただきたいという趣旨なので、そういった観点で具体的な計画を示していただきたい。

Q10　加点要素に「海外展開」というところがあるが、加点要素なので必須ではないという理解で良いか。

A10　認識の通り。公募要領 P.2 応募資格には海外でのビジネス展開を前提とすると記載してはいるが、海外展開については「あるとより良い」という要素。

Q10-2　海外展開を計画に入れた場合も、実証の結果次第では「期待した効果が見込めないから海外展開は難しい」という判断になる可能性もある。その場合にはペナルティなどはあるのか。

A10-2　そのようなことは考えていない。

Q11　ユーザを実施体制に加えるということになっているが、例えばユーザが自治体や公的機関である場合には同意書の取得などは必要か。

A11　不要。

Q11-2　例えば有償サービスを想定している場合、今回の公募に参加したユーザは購入が必須などの担保は必要であるか。

A11-2　不要。

Q12　応募要件に海外でのビジネス展開を前提とあるが、日本法人が持つ海外でのビジネスとのコラボレーションを本案件に含むことは可能か。

A12　可能。

Q13　落石や斜面崩壊等のインフラ防災への実証・詳細調査から将来的に膨大な個所のインフラ防災に対する衛星の活用を検証しようと考えている。実証期間中に現場に変化が現れない場合でも可能性という観点での成果報告は可能か。

A13　基本的には実証期間内に確認できることを大前提としてお考えいただきたい。実際にどのように実証しようとしているかを含めて提案していただきたい。

Q14　事業終了後の公開について、公開するデータの種類は事業者側で選ぶことは可能か。

A14　公開/非公開は各社で判断していただける。公開できないデータを含む場合は事前に申し出ていただき、公開できる範囲での対応をお願いしたい。

■課題設定型実証について

Q15　応募主体に「自ら開発したフライトコントローラ及び機体」という記載があるが、例えば機体や機材についてレンタルする場合、今回の対象になるのか。

A15　将来的に事業化を進めるにあたり、実施体制に開発能力を備えている事業者がいることが重要であると考えているため、今回は自社開発経験があるところを対象とさせていただく。

Q15-2　フライトコントローラと機体の開発経験は and なのか or なのか。例えば、フライトコントローラは他社製品を使用するが、それを組み込んで自社で機体を開発している場合など。

A15-2　（回答）and になる。

配布資料 0

「令和2年度 オープン＆フリー衛星実証事業」
第1回評価検討会（プレゼンテーション審査） 議事次第

日時 令和 2 年 10 月 26 日（月）13 時 00 分～16 時 30 分

13:00～14:10 課題設定型実証

14:10～16:30 公募実証

※各チームの持ち時間は 15 分（プレゼン 5 分、質疑応答等 10 分程度/入れ替え含む）

場所 Zoom ミーティング（経済産業省、事務局は日本宇宙フォーラム会議室より参加）

出席者（敬称略）

有識者評価検討会

＜公募実証・課題設定型実証＞

坂下 哲也　一般財団法人 日本情報経済社会推進協会（JIPDEC） 常務理事

西村 竜彦　株式会社 INCJ ベンチャー・グロース投資グループ ディレクター

＜公募実証＞

祖父江 真一　JAXA 第一宇宙技術部門 ALOS2プロジェクトマネージャ

田中 一広　JAXA 第一宇宙技術部門 GCOM プロジェクトマネージャ

＜課題設定型実証＞

久保 信明　東京海洋大学大学院 海洋工学系 海事システム工学部門 教授

屋代 眞　会津大学復興支援センター 特任教授（統括プログラムマネージャー）

経済産業省

是永 基樹　経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 室長

伊奈 康二　経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 室長補佐（総括）

柁原 ちひろ　経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 室長補佐（国際）

田村 幸平　経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 宇宙企画一係長（衛星担当）

佐藤 朱莉　経済産業省 製造産業局 宇宙産業室

内閣府（オブザーバー）

佐藤 宗樹　内閣府宇宙開発戦略推進事務局

梅谷 実聖　内閣府宇宙開発戦略推進事務局

事務局

（一財）日本宇宙フォーラム 若松宏昌、小林功典、榎知子、高田日生、中浦陽子

タイムテーブル（詳細は配布資料 1 を参照）

13:00　開始

＜課題設定型実証＞

13:00～13:10　委員説明

13:10～13:55　課題設定型実証プレゼンテーション（15 分×3 件）

13:55～14:10　採択案件議論

＜公募実証＞

14:10～14:20　委員入れ替え、委員説明

14:20～16:00　公募実証プレゼンテーション（15 分×6 件、途中休憩含む）

16:00～16:30　採択案件議論

16:30　終了

配布資料

＜公募実証＞

1　　タイムテーブル

2-OF　公募実証　審査基準

3-OF1　公募実証　書面審査結果一覧

3-OF2　公募実証　書面審査コメント抜粋

4-OF　公募実証　プレゼン審査表

＜課題設定型実証＞

1　　タイムテーブル

2-DR　課題設定型実証　審査基準

3-DR1　課題設定型実証　書面審査結果一覧

3-DR2　課題設定型実証　書面審査コメント抜粋

4-DR　課題設定型実証　プレゼン審査表

Q16　応募主体について、どういうフライトコントローラであれば自社で開発したという定義になるのか。例えばオープンソースを使ってコードをアレンジして使用した、という事例は結構あると思うがそれも対象になるか。
公募要領の事業スキームに「公募により広く企画を求める企画競争として実証事業の提案を募集する」というのがあるが、例えば自ら開発したと言ってもその検証や安全性、これなら OK／これはだめ、というところはフライトコントローラの開発は敷居が高いのが現状。例えばこの事業者が使っているこのフライトコントローラなら OK、ということがあると参入が難しいと考える。

A16　（回答）「自ら開発したフライトコントローラ」については、SLAS を自らフライトコントローラの制御に取り込んで GPS と比較検証し、製品化まで対応可能な範囲でフライトコントローラの自社開発ができること、とする。その範囲においては、オープンソースのドローンコードの使用も可能。

以上

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」採択事業一覧

公募実証

1	衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証　【農林水産業】	
	代表企業	ウミトロン株式会社
	構成企業	大分県農林水産研究指導センター
2	AI 画像解析による乱気流検出システム　【環境・交通】	
	代表企業	ANA ホールディングス株式会社
	構成企業	ANA システムズ株式会社 慶應義塾大学
3	ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化　【農林水産業】	
	代表企業	大塚製薬株式会社
	構成企業	一般財団法人リモート・センシング技術センター 株式会社東京地図研究社 株式会社イーグリッド
4	SHIOTAN - 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート　【農林水産業】	
	代表企業	株式会社星座
	構成企業	岩手県水産技術センター 一般財団法人リモート・センシング技術センター

課題設定型実証

5	災害・インフラ点検・警備・農業分野における SLAS 測位ドローン有効性検証	
	代表企業	株式会社　自律制御システム研究所

提出書類2-1
（公募実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証

実証プロジェクト分野（あてはまるものに〇）
農林水産業・自動運転・環境・火災・インフラ維持管理・交通
物流・金融・保険・スポーツ・その他（　　）

衛星データ利用者

大分県農林水産研究指導センター水産研究部

サービス提供者

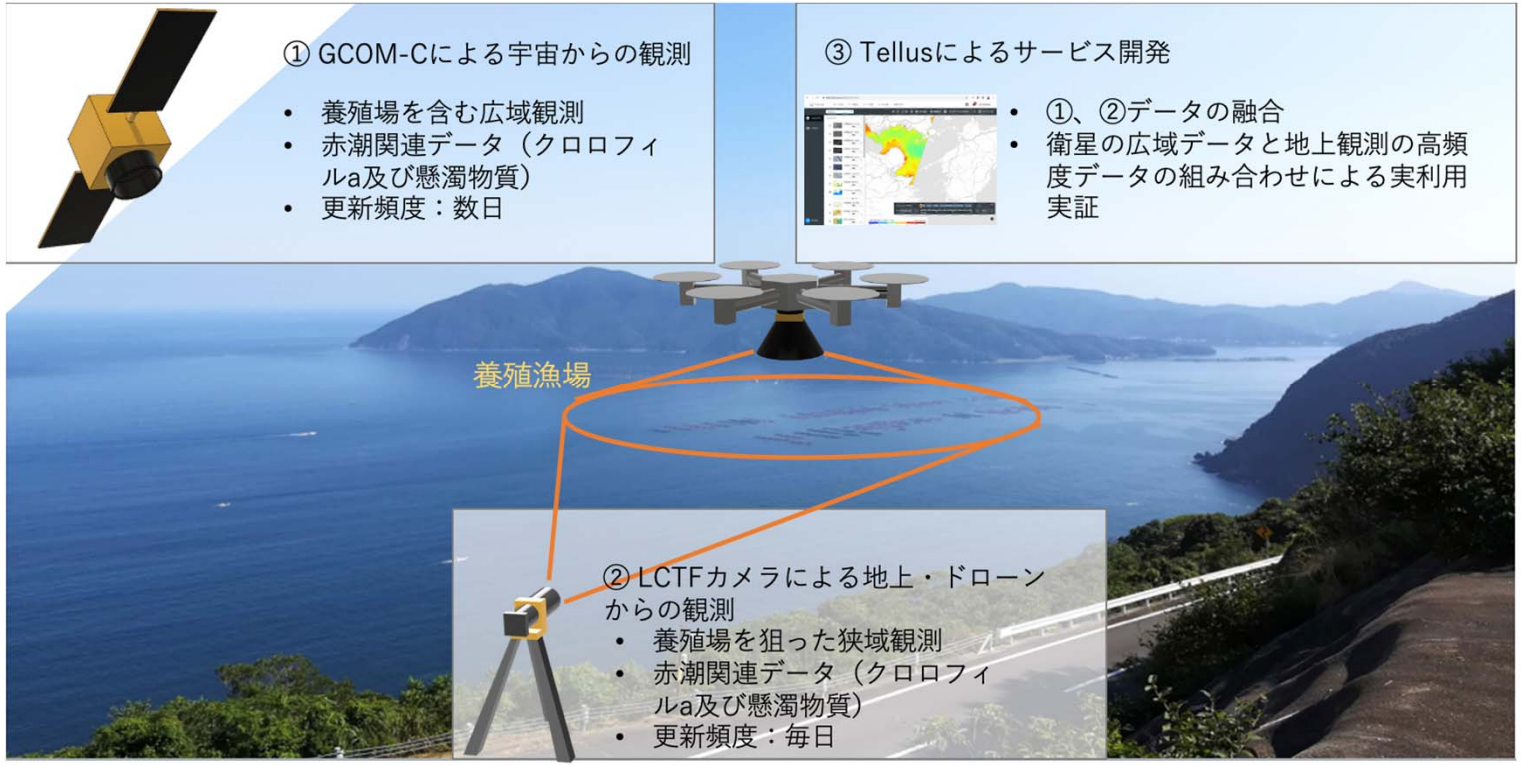
ウミトロン株式会社

実証事業概要（200文字程度）

本提案では水産物の生産を担う一次産業である養殖業に必要な海洋環境情報を、ユーザーである地方自治体や養殖生産者に実利用に耐えうるアクセスの容易さとデータの更新頻度をもって提供することを目指す。本目的の為、Tellusにて公開されているGCOM-Cの海洋観測データを活用し、実証事業にて設置する地上のマルチスペクトルカメラからの海洋観測データを統合することで、更新頻度に優れ、実利用に適した海洋環境情報サービスを開発実証する。

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

水産養殖業では赤潮や濁りと行った海面の水質把握が魚の生育管理上重要であるが、既存の水質センサーによるでは観測範囲が限定的であり、また海上への移動やメンテナンスなど多大な労力を必要とする課題がある。衛星による海洋観測はこれらの課題を解決できるが、衛星機数や雲などの影響により観測頻度が十分ではなく実利用に耐えられない。本事業では、衛星データと地上に設置したマルチスペクトルカメラ及びドローンによる空撮による観測をTellus上で組み合わせることにより、衛星の広域性と地上観測の更新頻度という利点かし、Tellusによりユーザーからのアクセス性と容易にすることで、実利用に適した海洋環境情報サービスを開発実証する。具体的には下図に示す①GCOM-Cデータの活用、②マルチスペクトルカメラによる地上観測、③それらを組み合わせたTellusでのサービス開発と、データ利用者からのフィードバックを得る実証試験を行う。各要素技術のサポートには、リモートセンシング技術を有する名古屋大学とマルチスペクトルカメラ技術を有するジェネシア株式会社の支援を得る。



※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類2-1
（公募実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：AI画像解析による乱気流検出システム

実証プロジェクト分野（あてはまるものに○）
農林水産業・自動運転・(環境)・火災・インフラ維持管理・(交通)
物流・金融・保険・スポーツ・その他（　　）

衛星データ利用者
ANAホールディングス株式会社

サービス提供者
ANAシステムズ株式会社/慶應義塾大学

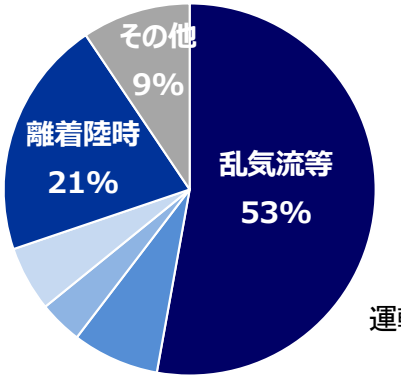
実証事業概要（200文字程度）

本邦大型旅客機の事故の半数以上は、乱気流によるものとされており、航空機安全運航のためには予測精度の高い乱気流予測が必要とされている。本実証事業では、エアライン事業者に対し、予測精度の高い乱気流予測を提供するサービス開発を目的とし、オープン&フリーの衛星データと弊社保有のデータを活用したAI画像解析による乱気流検出システムを構築し、実業務ユースケースに即した予測タイミングと精度を検証すべく、当社社内での実証を行う 。

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

■ 航空機運航における乱気流の現状

- 大型航空機事故の半数以上は乱気流が要因
- 晴天乱気流は検知も予測も難しい
- 地球温暖化の影響により乱気流発生エリアが変化すると予測



運輸安全委員会事故報告書
(2000～2018年)より

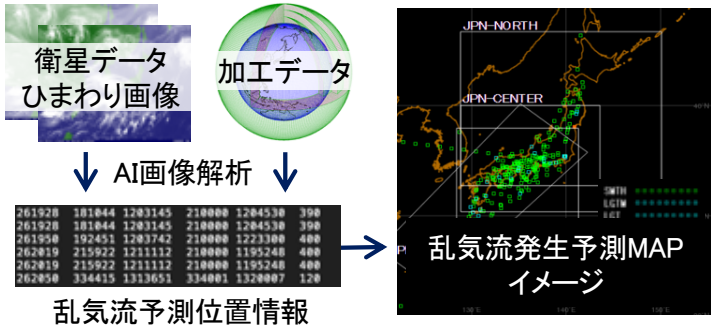
■ サービス導入による定量効果

精度高い乱気流予測により、乱気流を避けた飛行計画が可能となった場合、ある条件下で計算した結果、当社運航便では年間約250万kg、IATA加盟全航空会社では約3億kgの燃料を削減できる可能性があり、CO_2排出量削減も見込まれる。

■ 宇宙産業への波及効果

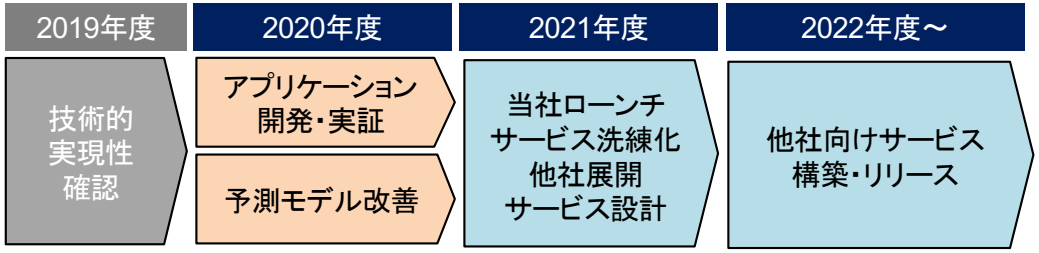
- 気象衛星「ひまわり」画像データの新たな活用事例の提案
- その他新規衛星データ活用の提案
- データ活用観点からの新たな衛星開発の提案

■ データ入力から出力への変換（イメージ）

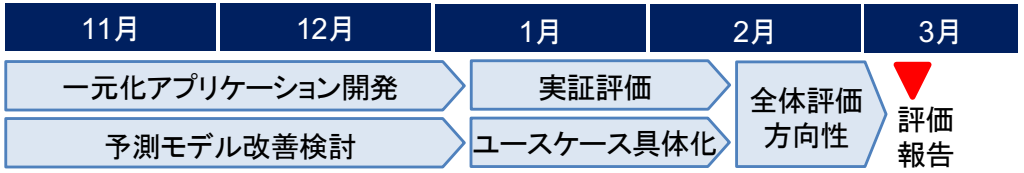


オープン＆フリーの衛星データ（ひまわり画像）を含む複数データを組み合わせ、AI画像解析を通じて乱気流発生予測位置情報を抽出し、地図上にアウトプット

■ ビジネス化のロードマップ



■ 実施計画



※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類2-1
（公募実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化

実証プロジェクト分野（あてはまるものに〇）
農林水産業・自動運転・環境・火災・インフラ維持管理・交通
物流・金融・保険・スポーツ・その他（　　）

衛星データ利用者　大塚製薬株式会社（含むA&P Inphatec , RIDGE VINEYARDS）

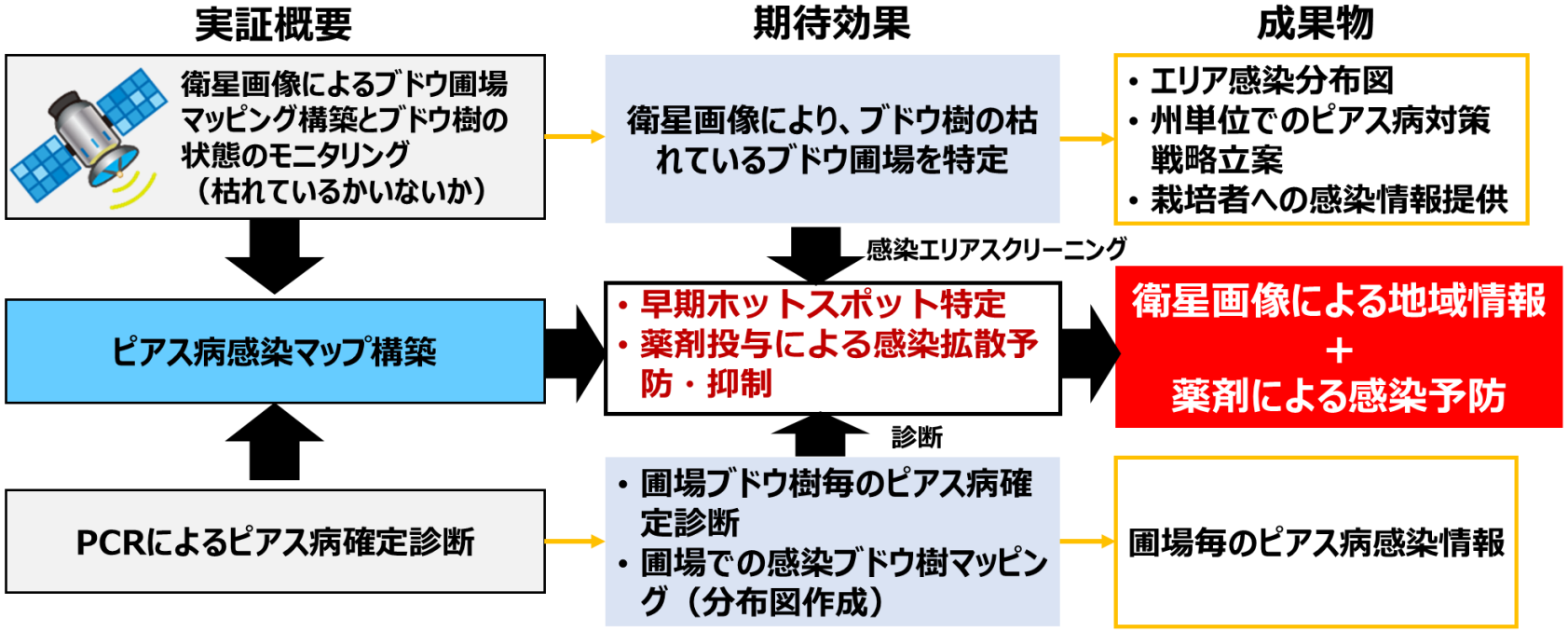
サービス提供者　大塚製薬株式会社（含むA&P Inphatec）、一般財団リモート・センシング技術センター、株式会社東京地図研究社

実証事業概要（200文字程度）

Xylella菌を原因とするピアス病は、虫媒介によってブドウやオリーブ等の植物に感染、枯死させる疾患であるが2019年までに病原菌に有効な治療法や薬剤はなかった。米国カリフォルニアでは1998年から本疾患が拡散、対策費＄50M／年を講じているが、感染範囲も十分掌握されておらず、栽培者負担は＄56M／年に及んでいる。大塚製薬はピアス病の病原菌に有効な予防・治療薬（XylPhi-PD™）を開発し、2019年に米で承認取得。本実証事業において衛星データによる感染エリアの特定可能性を見出し、薬剤投与による感染範囲抑制と感染予防、そして将来的に、ブドウ生産の質と収穫量の向上を目的とする。

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

衛星画像データを活用したピアス病予防戦略



※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類2-1
（公募実証
）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：SHIOTAN － 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート

実証プロジェクト分野（あてはまるものに〇）
（農林水産業） 自動運転・環境・火災・インフラ維持管理・交通
物流・金融・保険・スポーツ・その他（　　）

衛星データ利用者
岩手県水産技術センター

サービス提供者
株式会社星座
一般財団法人リモート・センシング技術センター

実証事業概要（200文字程度）
ひまわり・Terra/Aqua・GCOM-C（Tellus上で公開）などの衛星データから潮目（海水温から）を検出し、航行時間・燃油消費量・水揚げ量などの地上データを組み合わせて、イサダ漁の効率化をサポートするアプリケーションを開発する。実証地域は岩手県の釜石・大船渡・宮古の周辺とし、株式会社星座、一般財団法人リモート・センシング技術センター、岩手県水産技術センターを中心に実証する。

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

※1　フォントサイズは10pt以上とすること。　※2　A4サイズ1枚以内に収めること。

提出書類2-2
（課題設定型
実証）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業

実証事業名：災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証

チームメンバー（代表者に下線）

株式会社　自律制御システム研究所

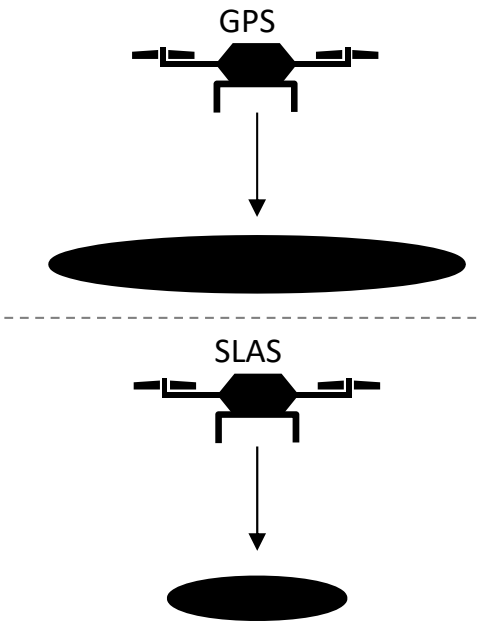
実証事業概要（200文字程度）

SLAS測位ドローンを使うことで、災害・インフラ点検・警備・農業分野でどれだけ高度な輸送が可能になるかを検証する。それぞれの分野においてケースを想定し、想定される地形（平野部、山間部、河川など）でGPSとSLASの測位精度を測定、ケースごとにどのようなミッションを実現できるようになるかを比較することで、ドローン活用におけるSLASの有効性を検証する。

実証事業詳細（図表等を用いて説明）

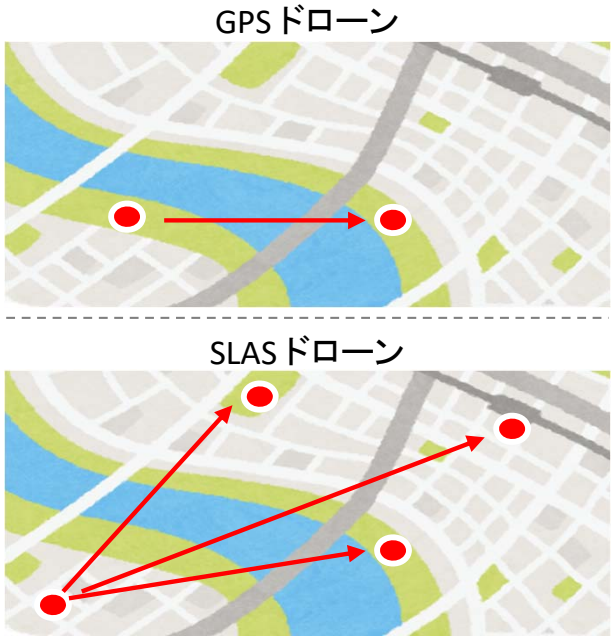
SLASドローン試作・評価

SLAS測位が可能なドローンを試作し、離着陸での測位精度検証を行なう



有効性検証

GPSとSLASの着陸精度の違いから、各分野で達成可能なミッションがどう変わるかを検討/比較する



令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業
第2回評価検討委員会（中間報告会）　次第

1. 日　時　　令和2年12月8日（火）13:30～16:45

2. 場　所　　連合会館　205会議室（経済産業省、内閣府、JSF）、Zoom（委員、実証チーム）

3. チームヒアリングスケジュール　（司会進行　JSF）

	プロジェクト名
13:30-13:35	冒頭挨拶、説明等
13:35-14:05 （30分）	**公募実証「AI画像解析による乱気流検出システム」** ANAホールディングス株式会社
14:05-14:35 （30分）	**公募実証「衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証」** ウミトロン株式会社
14:35-15:05 （30分）	**公募実証「ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化」** 大塚製薬株式会社
15:05-15:35 （30分）	**公募実証「SHIOTAN － 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート」** 株式会社星座
15:35-15:55 （20分）	公募実証　議論等
15:55-16:00 （5分）	休憩、入れ替え
16:00-16:30 （30分）	**課題設定型実証「災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証」** 株式会社　自律制御システム研究所
16:30-16:45 （15分）	課題設定型実証　議論等

4. 出席者（敬称略）

有識者評価検討会

＜公募実証・課題設定型実証＞

坂下　哲也　　一般財団法人　日本情報経済社会推進協会（JIPDEC）　常務理事

西村　竜彦　　株式会社 INCJ　ベンチャー・グロース投資グループ　ディレクター

＜公募実証＞

祖父江　真一　JAXA　第一宇宙技術部門　ALOS2プロジェクトマネージャ

田中　一広　　JAXA　第一宇宙技術部門　GCOM プロジェクトマネージャ

＜課題設定型実証＞

久保 信明　　東京海洋大学大学院　海洋工学系 海事システム工学部門　教授

屋代　眞　　会津大学復興支援センター　特任教授（統括プログラムマネージャー）

経済産業省

是永　基樹　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長

伊奈　康二　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長補佐（総括）

柁原　ちひろ 経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長補佐（国際）

田村　幸平　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　宇宙企画一係長（衛星担当）

佐藤　朱莉　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室

オブザーバー

内閣府宇宙開発戦略推進事務局　準天頂衛星システム戦略室

事務局

（一財）日本宇宙フォーラム　若松宏昌、小林功典、榎知子、高田日生

各実証チーム

5. ヒアリングの進め方

各チームの持ち時間は接続時間含めて30分とします。

最初の10分程度で事業実施計画と現在の進捗を報告いただきます。その後20分程度、各委員からの質問時間・実証チームからの相談時間を設けます。

6. 配布資料

資料1　各実証チームとのキックオフミーティング　メモ

資料2　AI画像解析による乱気流検出システム
（ANAホールディングス株式会社　提出資料）

資料3　衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証
（ウミトロン株式会社　提出資料）

資料4　SHIOTAN - 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート
（株式会社星座　提出資料）

7. 今後の予定

・令和3年3月12日（金）13:30～17:00（予定）　第3回評価検討会（最終成果報告会）

令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業
第3回評価検討委員会（成果報告会）　次第

1. 日　時　　令和3年3月12日（金）13:30～16:45

2. 場　所　　Zoom

3. タイムテーブル　（司会進行　JSF）

	プロジェクト名
13:30-13:35	冒頭挨拶、説明等
13:35-14:05 （30分）	**公募実証「衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証」** ウミトロン株式会社
14:05-14:35 （30分）	**公募実証「AI画像解析による乱気流検出システム」** ANAホールディングス株式会社
14:35-15:05 （30分）	**公募実証「ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化」** 大塚製薬株式会社
15:05-15:35 （30分）	**公募実証「SHIOTAN － 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート」** 株式会社星座
15:35-15:55 （20分）	公募実証　議論等
15:55-16:00 （5分）	休憩、入れ替え
16:00-16:30 （30分）	**課題設定型実証「災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証」** 株式会社　自律制御システム研究所
16:30-16:45 （15分）	課題設定型実証　議論等

4. 出席者（敬称略）

有識者評価検討会

＜公募実証・課題設定型実証＞

坂下　哲也　　一般財団法人　日本情報経済社会推進協会（JIPDEC）　常務理事

西村　竜彦　　株式会社 INCJ　ベンチャー・グロース投資グループ　ディレクター

＜公募実証＞

祖父江　真一　JAXA　第一宇宙技術部門　ALOS2プロジェクトマネージャ

田中　一広　　JAXA　第一宇宙技術部門　GCOM プロジェクトマネージャ

＜課題設定型実証＞

久保 信明　　東京海洋大学大学院　海洋工学系 海事システム工学部門　教授

屋代　眞　　会津大学復興支援センター　特任教授（統括プログラムマネージャー）

経済産業省

是永　基樹　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長

伊奈　康二　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長補佐（総括）

柁原　ちひろ 経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　室長補佐（国際）

田村　幸平　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室　宇宙企画一係長（衛星担当）

佐藤　朱莉　経済産業省　製造産業局　宇宙産業室

オブザーバー

経済産業省製造産業局産業機械課

内閣府宇宙開発戦略推進事務局

事務局

（一財）日本宇宙フォーラム　若松宏昌、小林功典、榎知子、高田日生

各実証チーム

5. ヒアリングの進め方

各チームの持ち時間は接続時間含めて30分とします。

成果報告書（草稿）をベースに、適宜スライド等も活用し15分程度で成果を報告いただきます。その後、15分程度委員からのコメント・助言を行います。

実証チームは委員からのコメント・助言等を踏まえ、成果報告書のアップデート・最終版の作成を行い、3/16（火）に提出します。

6. 配布資料（予定）

資料01-1　ウミトロン株式会社　成果報告書（概要版）

資料01-2　ウミトロン株式会社　成果報告書（詳細版）

資料02-1　ANAホールディングス株式会社　成果報告書（概要版）

資料02-2　ANAホールディングス株式会社　成果報告書（詳細版）

資料02-3　ANAホールディングス株式会社　補足資料

資料03-1　大塚製薬株式会社　成果報告書（概要版）

資料03-2　大塚製薬株式会社　成果報告書（詳細版）

資料03-2　大塚製薬株式会社　報告用資料

資料04-1　株式会社星座　成果報告書（概要版）

資料04-2　株式会社星座　成果報告書（詳細版）

資料04-2　株式会社星座　補足資料

資料05-1　株式会社自律制御システム研究所　成果報告書（概要版）

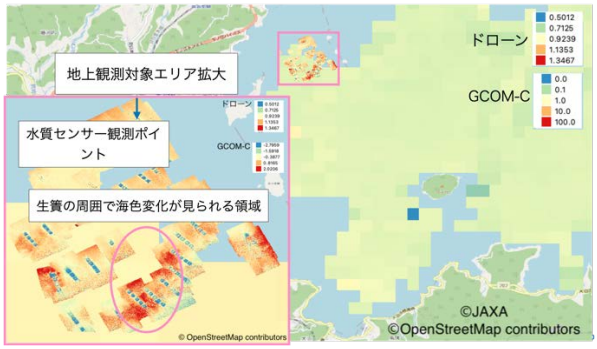
資料05-2　株式会社自律制御システム研究所　成果報告書(詳細版)
資料05-3　株式会社自律制御システム研究所　補足資料

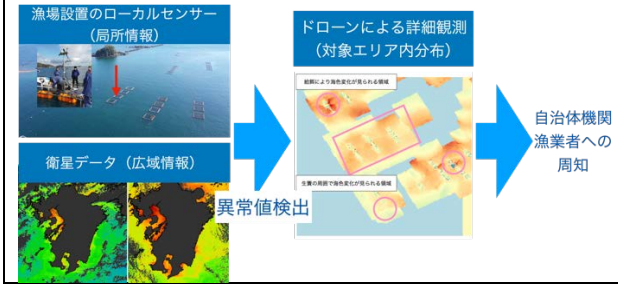
提出書類6-1（公募実証）

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	衛星と地上マルチスペクトル観測の融合による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証	
実証チームメンバー	衛星データ利用者	大分県農林水産研究指導センター水産研究部
	サービス提供者	ウミトロン株式会社
実証事業概要（200字程度）	本事業では水産物の生産を担う一次産業である養殖業に必要な海洋環境情報を、ユーザーである地方自治体や養殖生産者に実利用に耐えうるアクセスの容易さとデータの更新頻度をもって提供することを目指す。本目的の為、Tellusにて公開されているGCOM-Cの海洋観測データを活用し、実証事業にて設置する地上のマルチスペクトルカメラからの海洋観測データを統合することで、更新頻度に優れ、実利用に適した海洋環境情報サービスを開発実証する。	

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

アプリケーション概要（使用データを含む）	実証方法・規模等
GCOM-C のクロロフィル a データを用いて地上のセンサー、ドローン等のマルチスペクトル観測と融合することで、養殖漁場内の海洋情報の見える化を行った。本プロトタイプを元にユーザーフィードバックを受け、事業モデルを検討した。 	GCOM-Cデータはオープン＆フリーで提供されているが、養殖業向けのデータ提供を行うには、雲天時の雲欠損や、湾内を観測するデータの地上分解能が課題となる。本実証ではこれらの課題を解決するために、海上に設置した水質センサー、分光放射計、ドローン、ヘリコプター、高台からのマルチスペクトルカメラ観測という地上観測との融合を行った。実証期間中、1-2月に洋上に設置したセンサーで連続データを取得したほか、1月のGCOM-Cの通過パスに併せて、同タイミングでのドローンとヘリコプターからのマルチスペクトル観測を行った。これらを組み合わせることで、天候起因のデータ欠損や、地上分解能の課題を解決し、地上データと衛星データを組合せた養殖向け海洋環境情報サービスのプロトタイプを作成した。

ビジネス化に向けた課題と今後の展望	まとめ
今回の実証にて行った地上観測の中でも、ドローンによる対象エリア観測との融合にはビジネス化が期待できる。サービスイメージとしては、水質センサによる局所間的な観測と、衛星データによる広域の観測を定期的に行い、異常値が検出された場合にドローンによるエリア観測によって養殖漁場内の赤潮リスクを把握するサービスとなる。 	衛星データと地上観測の融合により、衛星観測の課題である雲によるデータ欠損や、湾内のデータ地上分解能等を解決する方策に見通しが立った。特にドローンは有効活用が可能であり、衛星や水質センサーの異常値検出を元に、ドローンによるエリア観測を行うビジネスモデルを検討し、利用者からも一定の評価を受けた。同サービスを事業化するにあたっては、衛星データとドローンデータの融合、分析サービスを提供する事業者が必要となるが、ウミトロン社のような養殖向けデータサービス企業がその役割を担えると考えられる。この様な海洋環境情報サービスは即時性も重要であり、インターネットを通じてユーザーがデータアップロード分析を出来るような環境の開発が必要となる。Tellus上でもその様な展開を行うことは十分可能であり、今後の検討方針としたい。

※フォントサイズは10pt以上推奨。　※A4サイズ1枚以内に収めること。

令和２年度オープン＆フリー衛星データ実証事業「衛星と地上マルチスペクトル観測による養殖業向け海洋環境情報サービスの実証」詳細レポート

本実証の背景

養殖業は世界的な天然漁獲高の停滞と人口増や健康を意識した食生活への変化から、海産物の供給を担う産業として急成長を続けている。天然の水産物がより資源管理に重きが置かれつつある世界の潮流の中で、この養殖業の成長は今後も続くと見込まれる。日本は世界第6位の広さをもつ排他的経済水域に囲まれ、南北から海流が流れ込む特異な海洋環境にも恵まれ、魚食文化も世界有数であることから、日本の養殖業が発展することで世界の海産物の供給源になる将来像も十分に描ける。

一方で、この様に養殖業が産業として大きく伸びる為には現状解決しなければならない課題がある。１つは生産コストの課題であり、生産コストの5-7割を占める魚の餌を効率的にあげることで、原価を下げていく取り組みが必要である。また、生産コストには労務費も含まれ、地方の労働者人口が減る中で省人化・自動化の技術開発が必要となる。更には種苗の品種改良等もコスト改善の観点では継続的に続ける必要がある。２つ目は生産リスクの課題であり、海洋環境の急激な変化、赤潮等により突発的に魚や貝、海藻などの生産物が斃死したり損害を受けるリスクに対する対処が必要である。３つ目は販売・流通の課題であり、持続可能な認証制度等の取得や消費者に対するトレーサビリティの開示等を通じて、養殖魚の販売流通量を増やしていく取り組みが必要となる。

本実証では、これら養殖業の課題の内、生産リスクについて赤潮や海洋環境の変化に対するリスク低減に資するため、オープン＆フリー衛星データと地上観測データを組み合わせることで、養殖生産者や支援機関である自治体関連機関（水産研究指導センター等）がより精緻かつ簡便に海洋環境を把握できる海洋情報サービス開発とその実証を行うことを目的とした。人工衛星による赤潮観測はこれまでも研究や実用化トライアルとして行われており、衛星データ活用の有効性が示されている一方で、必ずしも生産現場での利活用が進んでいない背景として、曇天時にデータが取得できない等のデータ欠損（対象エリアデータの更新頻度）の問題や、沿岸域で行われる養殖業を対象とした場合の解像度（例えば特定の湾内といった狭い領域）の問題等が挙げられる。これらの観測課題を衛星の機能や機数で解決するアプローチも重要ではあるものの、現時点では衛星データと地上観測を組み合わせることにより、データ欠損や更新頻度等の不足情報を補うアプローチが現時点では有効と考えられる。また、データ提供という観点では、データ分析や可視化を行うための解析・データプラットフォームも重要な技術要素の一つであり、その目的のためには衛星データプラットフォームTellusが活用できる。

そこで、今回は現状活用可能な水質センサー、水質センサーと同じポイントに置いた分光放射計、ドローン及びヘリコプター並びに高台からのマルチスペクトルカメラ観測といった地上観測データと、GCOM-Cによる衛星データとを組み合わせることで、実利用に向けて更新頻度や分解能の課題を解消し、養殖向けの海洋情報サービスの開発実証を行った。

実施事項

図１に今回の実証において実施した作業項目及びスケジュールを示す。

①GCOM-C衛星データの取得については、今回の実証フィールドとして大分県臼杵市のブリ養殖事業者の漁場（図２）を選定し、漁場確認（水深確認や生簀の配置、普段の生産オペレーションに関するヒアリング等、図３）を実施した後、1月以降の同漁場上空の通過パスを調査し、当該期間のオープン＆フリーとして提供されているGCOM-Cデータを取得した。

②地上観測においては、各センサーやカメラの調達とドローンやヘリコプター運航会社との事前調整契約等を11-12月にかけて実施し、実際のデータ取得は衛星観測パスに併せて1月に実施した。1月前半に水質センサーと分光放射計を生産現場に設置し、1ヶ月間の連続データ取得を行った。ドローン、ヘリコプター観測は期間中に天候等と調整しながらGCOM-Cの通過時に3日間実施した。その期間で高台からの観測も1日実施した。

③サービス開発においては①、②で取得したデータを分析統合することで、養殖漁場内の水質情報（クロロフィルa及びその疑似データ）を見える化し、大分県の水産研究試験センターからユーザーフィードバックを受けることで、その有用性や事業展開の可能性について評価した。

尚、提案書記載の実施項目との比較では、LCTFカメラ（液晶フィルタ方式のマルチスペクトルカメラ）の使用を検討していたが、ヘリコプターやドローンとの適合性の観点で、同等の観測が可能な他カメラを使用した。また観測時期については、生産者が出荷の最盛期を迎える年末年始を避け、1月前半からの開始とした。これらの変更は実証遂行にあたり大きな影響は無く、当初計画したデータ取得及び解析スケジュールは100%達成できた。

	令和2年			令和3年	
	11月	12月	1月	2月	3月
① GCOM-Cによる宇宙からの観測					
対象漁場エリアの現地確認・観測パス確認	■	■			
対象漁場を含むデータの取得			■	■	
② 地上からの観測					
各センサーカメラの調達・事前調整	■	■			
ドローンマルチスペクトル観測			■		
ヘリコプターマルチスペクトル観測			■		
高台マルチスペクトル観測			■		
水質センサー観測			■	■	
現場分光放射計観測			■	■	
③Tellusによるサービス開発					
①、②データの統合				■	
ユーザー表示方法の検証				■	
ユーザーフィードバック及び評価				■	■
④結果報告					
報告書作成					■

図1: 実施項目・実施スケジュール

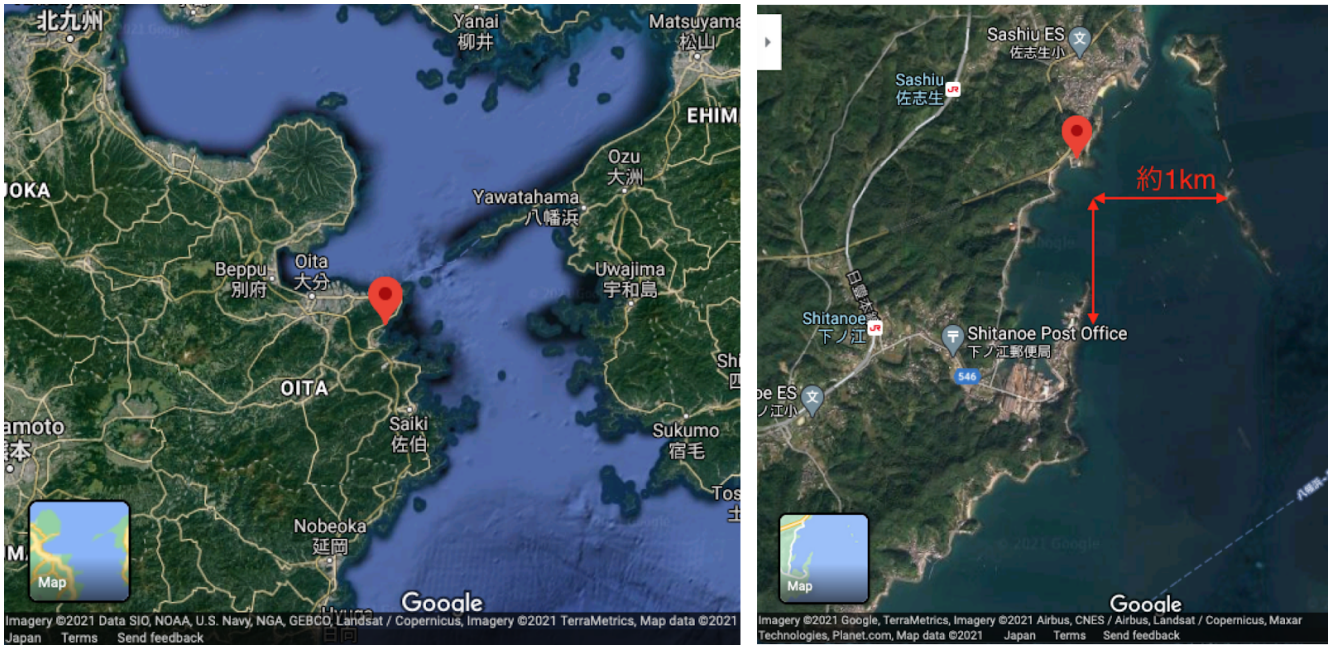


図２：実証フィールド（大分県臼杵市のブリ養殖事業者漁場）

図３：現場確認・ヒアリングの様子

事業実証成果

図４に今回取得した地上データと衛星データを組み合わせて作成した、養殖向け海洋情報サービスのイメージ図を示す。この見える化したサービスのプロトタイプを使い、大分県水産研究指導センターにユーザーとして評価頂いた。

上図は衛星データが見やすい広域情報を示したもので、GCOM-Cの250m解像度のクロロフィルa情報がマス目状に見て取れるのが分かる。一方で、地上観測対象エリアと囲った今回の漁場内の海洋情報確認のためには、衛星データの分解能は荒く、当初からの衛星データだけでは湾内を捉える分解能が不足するという課題が再確認された。下図は同観測対象エリアをヘリコプターからのマルチスペクトル観測とドローンからのマルチスペクトル観測で撮影解析したもので、図中の矢印部分は現場設置した水質センサー箇所を示す。これら地上観測を用いると、衛星データでは見えていなかった湾内での海色分布が確認でき、衛星の分化能が補完できている様子が見て取れる。また、期間中衛星データには雲による欠損が生じているタイミングもあり、地上観測によって衛星データのデータ更新頻度の課題も解決できることが確認できた。尚、校正済みの水質センサーに比べ、ドローンやヘリコプターのマルチスペクトル観測に基づくクロロフィルaの算出は物理量としての正確性は欠くものの、湾内の相対的な分布状態を確認するには十分に有用であることが確認できた。

ユーザーインタビューの評価として

- 現状の赤潮観測は経験的に発生箇所となりやすい場所でのサンプリングや水質センサーを用いたある地点の「点」の情報を元に生産者に周知しているが、その周辺の広がりを今回の様にドローン等を用いて可視化出来ると、赤潮警戒すべき対象生簀や生産者がより限定されるため有効ではないか。
- 発生ポイントは長年の経験に基づき絞り込まれているが、新規で漁場が選定される場合などにおいては、この様な広域の蓄積データなどの活用が発生ポイントの絞り込みに使える可能性あり。
- 漁場内での分布データが蓄積されると、養殖保険などの被害算定に活用されたり、そもそも被害が出やすい漁場を使わないようにするなどのリスク低減にも使える可能性あり。
- 衛星データは外洋から流れ込んでくる赤潮観測に有効であるが、この様に地上観測を組み合わせると、雲天時の赤潮移動状況や、より正確にどの漁場・生簀を通過する可能性があるかといった情報を得ることが出来、現場対応がやりやすくなるのではないか。

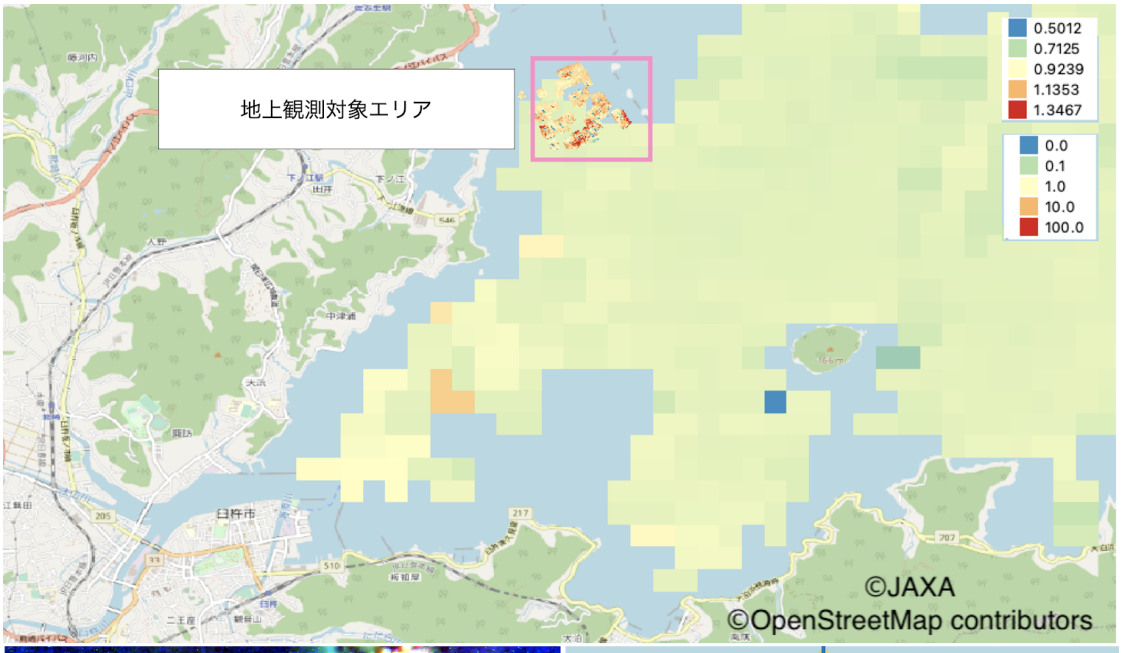
というフィードバックを頂いた。また、生産者からは、

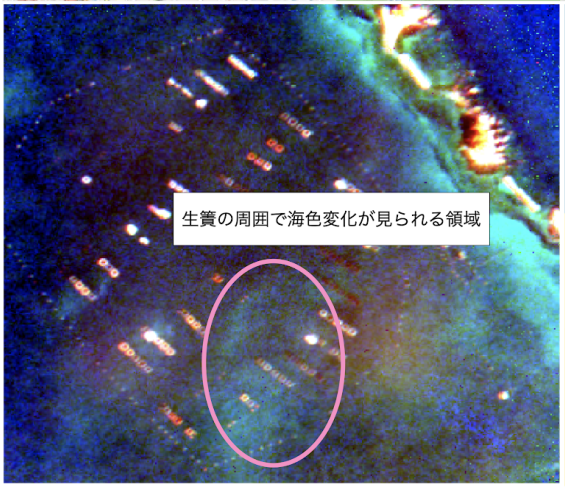
- 赤潮情報に加えて、将来的には漁場内での成長ムラの把握のためのデータとして使える可能性もあり。

との追加フィードバックを頂いた。上記ディスカッションにおいて、ドローンによる地上観測との組み合わせについて一定の評価を頂いた為、ドローンと衛星データの組合せによる養殖向け海洋情報サービスについて事業モデルの検討を行った。その前提となるフィードバックとして、

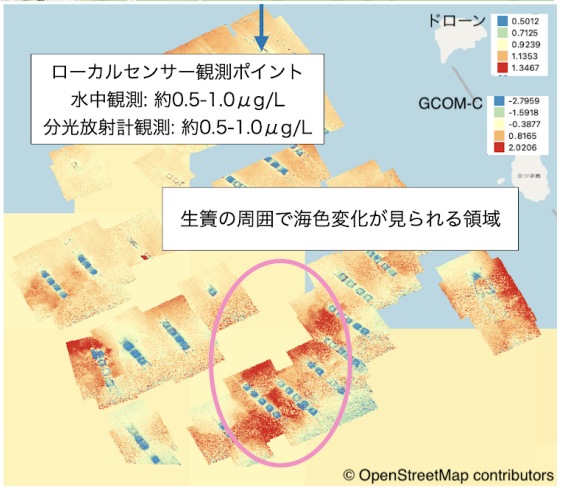
- コストや予算計上の制約
  例えば、毎年起きるかわからない赤潮タイミングに備えて、ドローンオペレータ費用（1日20万円程度）を準備しておくのは難しい。突発的な対応として契約や費用支出が自治体機関の予算計上と合致しない可能性がある。
- ドローン導入方法
  自治体機関側でドローンを購入して持っておくのはあり得る。藻場のモニタリング用途で購入したりはしている。但し、あまり活用が進んでおらず、理由としては、最初は操作の講習も受けたがしばらく経つと感覚が失われたり、データ取得後の解析ソフトが有償で購入できなかったり等の課題がある。
- データ整理の時間
  基本的には当日観測、当日報告が出来るのが望ましい。前日観測、前日の夕方までに報告ができれば、生産者は翌日の作業計画に反映できる。実際、水質サンプリングと結果報告はその日のうちにやっている。

というフィードバックを考慮した。





2021/01/15に撮影されたヘリコプターからのマルチスペクトル画像



2021/01/15に撮影されたドローン画像の標準化青色+標準化緑色-標準化赤色とGCOM-CのChl-aの対数表示。

図４作成した養殖向け海洋情報サービスのイメージ（上：衛星データの補間、下：拡大図）

事業モデル

ユーザーフィードバックを踏まえ、地上観測と衛星データの融合には２つの利用ケースが想定できる。１つ目は例年の発生ポイントにおける水質センサーやサンプリングによる赤潮検出がされた場合に、ドローンによりエリア観測を行うことで、その分布を把握し地域の生産者に警戒を促すケース。２つ目は外洋から流れ込んでくる赤潮が衛星で観測された場合にドローンで詳細把握を行い、その通過エリアや分布状況を精緻に把握し、特定の漁場・生産者に警戒情報として提供するケースである。この利用ケースを図５に示す。まず、自治体等で既に設置済みの水質センサーや定期的に実施されているサンプリングデータ等を活用し、漁場付近の現場データを継続モニタリングする。また、衛星からも広域情報としての定期観測を行う。これらの観測において、クロロフィルa値の異常上昇等が観測された場合に、ドローンを飛ばしてマルチスペクトル観測を行うことで、異常値周辺のエリア分布状態を確認する。この情報を自治体や漁業者と共有することで、生簀の移動や餌止め等の赤潮対策を行う。この際、ドローン観測と解析結果は当日中の情報共有を行うことで翌日の現場作業計画に反映できることが望ましい。

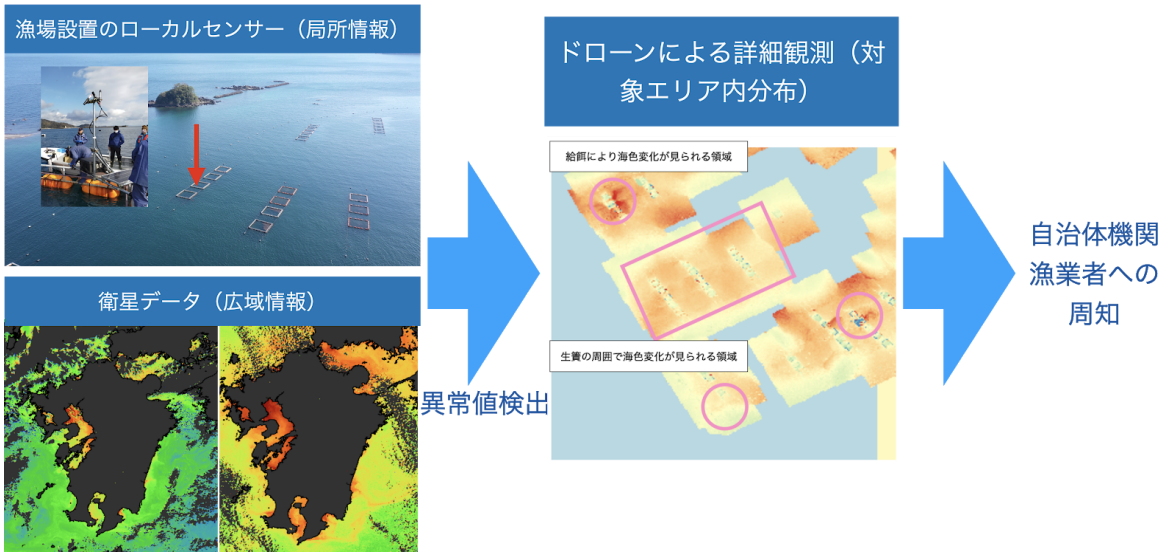


図５衛星データと地上観測を組み合わせたサービスモデル

これらのサービスを提供するための事業モデルを図６に示す。自治体にて海洋情報の異常値を確認した際に、UMITRON等のサービス提供会社にエリア観測依頼を伝える。サービス提供会社は地域のドローン運用会社と連携し、対象エリアの詳細撮影を行う。サービス提供会社は撮影データを受けて、Tellusにデータをアップロードし分析を行い、結果を自治体へレポートする。この際、Tellusを活用することで可視化・共有を容易に行うことが可能となる。

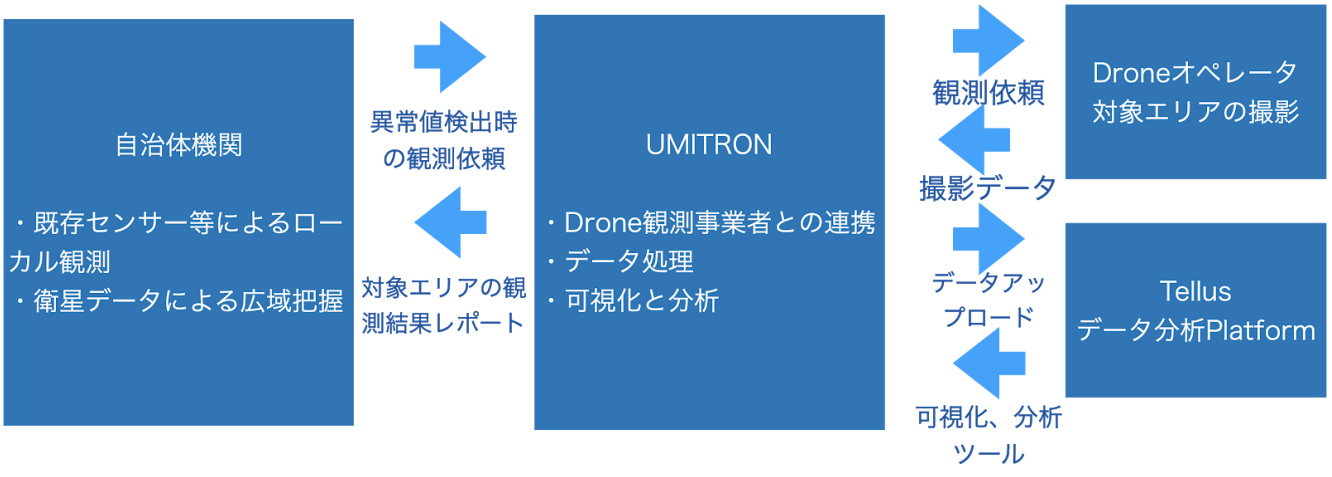


図６事業モデル（ドローンオペレータ利用）

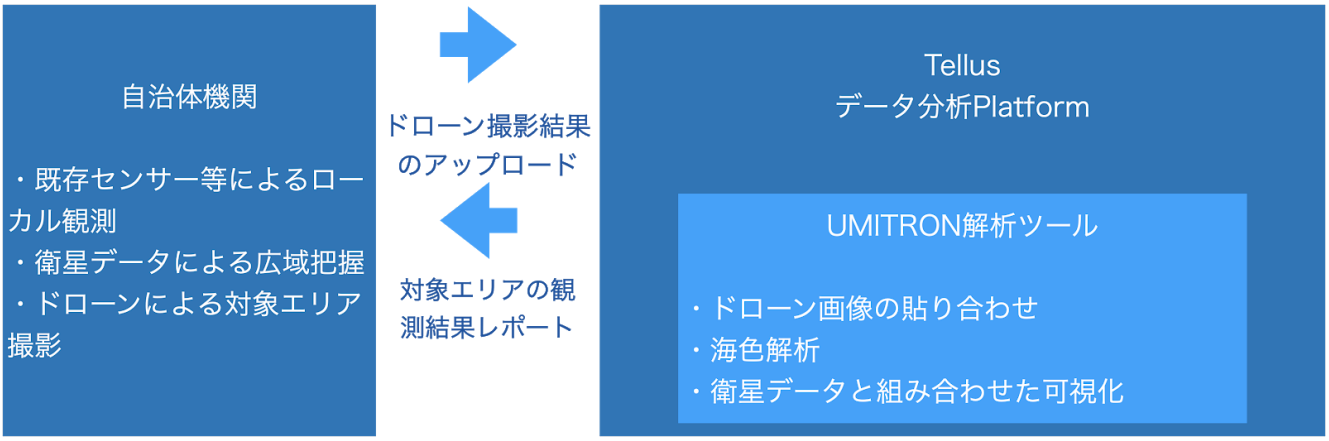


図６事業モデル（自治体によるドローン観測）

ドローン観測を自治体や漁業者側で行う場合はよりシンプルな事業モデルが構成でき、例えばTellus Platform上にドローン画像を使った海洋情報の解析ツールを置くことで、ユーザー側がデータをアップロード、解析結果の確認を行うことが出来る。このモデルであれば、ドローンオペレータ費用は発生しないので、突発的な対応について予算化が難しいという自治体の課題もクリアできる。価格は測量用ドローンの解析ソフト等が月額3-5万円であり、年間36-60万円程度で提供できるものと考えられる。また、この様なサービスに対して、水産庁養殖業成長産業化戦略の中での取り扱いや、助成金等の自治体生産者に対する支援があれば、より導入が進むものと考えられる。

データ取得及び解析手法の詳細

本実証では現地観測データとして分光放射計・ロガー・ドローン・ヘリコプターからの空撮を行った。また衛星画像はGCOM-Cのクロロフィルa濃度（以下Chl-a）を使用した。

分光放射計及び水質センサー

- 製品名：分光放射計（TriOS社RAMSES）クロロフィル濁度計（INFINITY-CLW）および水温塩分計（INFINITY-CTW)
- 設置場所：大分県臼杵市ブリ養殖漁場内
- 撮影期間：1/12から2/9まで15分間隔で測定した

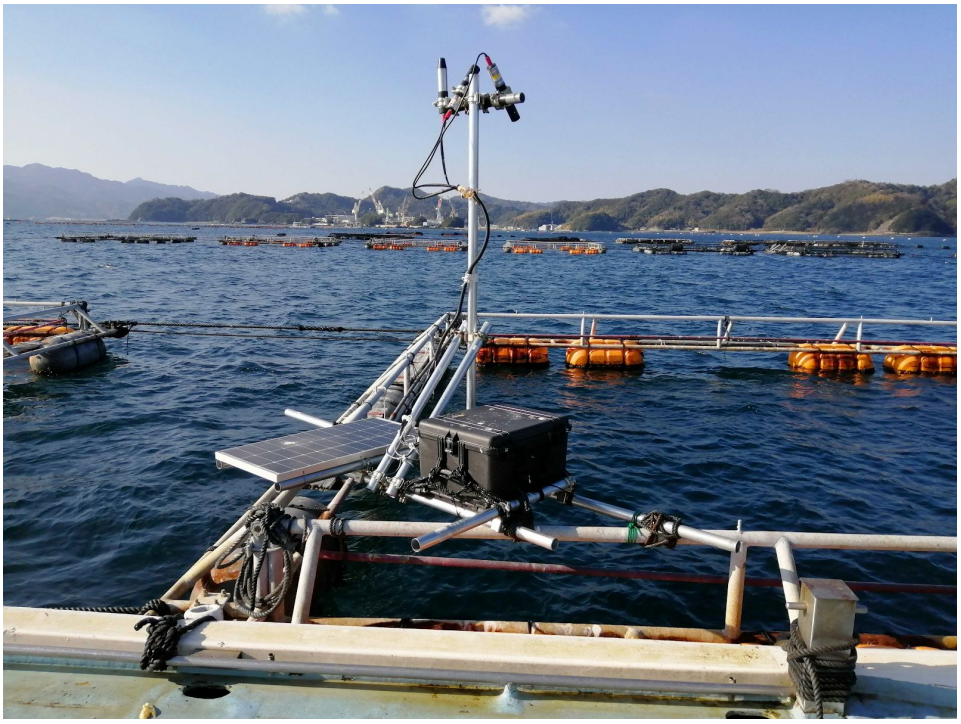


図7. 分光放射計及び水質センサーの設置の様子

ドローンからのマルチスペクトル観測

- 機材名：Matrice200+XT2, P4Multispectral, Mavic2Pro
- 2021/01/15, 16の午前中にフライトを行い、マルチスペクトルカメラ（青、緑、赤、赤エッジ、近赤外、アルファ）および赤外（15日のみ）で生簀周辺を撮影した
- 搭載用マルチスペクトルカメラとして、XIMEA社 MQ022HG-IM-SM4X4-RN2,MQ022HG-IM-SM4X4-VIS2の試験も実施

ヘリコプターからのマルチスペクトル観測

- 2021/01/15, 19, 20の午前中にフライトを行い、マルチスペクトルカメラを下方に向けて撮影した
- 高度は5500ft, 3000ftの二通りで撮影した
- 使用したカメラはCubert社ULTRIS20

高台からのマルチスペクトル観測

- 2021/01/15に現場を一望できる白石山展望台（標高391m）から撮影を行った
- 使用機材はSPECIM社IQを使用

GCOM-C

- 後述するがTellus上では2021年のChl-aのデータが利用できなかったため、代わりにG-portalからダウンロードした以下データを使用した（表1）。

表1. GCOM-Cのシーン名

日付	シーン名
2021/01/12	GC1SG1_202101120148U05810_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/13	GC1SG1_202101130122C04910_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/15	GC1SG1_202101150209M06510_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/16	GC1SG1_202101160142S05610_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/18	GC1SG1_202101180230E07210_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/19	GC1SG1_202101190203K06310_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/20	GC1SG1_202101200136P05410_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/22	GC1SG1_202101220224C07010_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/23	GC1SG1_202101230157H06110_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/24	GC1SG1_202101240130M05210_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/26	GC1SG1_202101260218A06810_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/27	GC1SG1_202101270151E05910_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/28	GC1SG1_202101280124K05010_L2SG_IWPRQ_2000
2021/01/31	GC1SG1_202101310145C05710_L2SG_IWPRQ_2000
2021/02/03	GC1SG1_202102030205R06410_L2SG_IWPRQ_2000
2021/02/04	GC1SG1_202102040139A05510_L2SG_IWPRQ_2000
2021/02/06	GC1SG1_202102060226K07110_L2SG_IWPRQ_2000
2021/02/07	GC1SG1_202102070159R06210_L2SG_IWPRQ_2000
2021/02/08	GC1SG1_202102080133A05310_L2SG_IWPRQ_2000

分光放射計解析手法

リモートセンシング反射率の計算

1. 取得したrawデータをMSDA_XE (version 8.9.002) を使用し、キャリブレーションを行った
2. 以下式にしたがってリモートセンシング反射率 Rrs(λ)を時間ごと・波長ごとに算出した (Mobley, 1999)
    a. Rrs(λ) = (Lt(λ) - ρ * Ls(λ)) / Ed(λ)
    b. ここでLtは上向き放射輝度、Lsは天空輝度、Edは海面に入射する下向き放射照度
    c. またρは天空輝度と水面によって反射される天空輝度を結びつける係数で、ρ=0.028を用いた
3. 求めたRrsのうち、ノイズの少ない時間帯として07:00から18:00までのデータをプロットした

Chl-aの推定

1. 上記で求めたRrsとOC4モデルを用い、Chl-aを求めた
    log10(chl-a) = c0+c1*x +c2*x^2+c3*x^3+c4*x^4
    ここでc0,..,c4はGCOM-Cアルゴリズムで用いられているものを用いた (Murakami, 2020)

水質センサー解析手法

Chl-a

1. 設置直前と直後の値は外れ値のため、除外した
2. 次に窓サイズ10の移動平均を求め、傾向をプロットした
3. そしてGCOM-Cの撮影された日時にもっとも近い日時の値を取り出し、比較した

水温・塩分・濁度中レンジ

1. 設置直前と直後の値は外れ値のため除外しプロットした

ドローン画像解析手法

1. Pixel4Dで処理した画像を用いて地図投影した
2. Chl-aに関係のある波長として青色（クロロフィルの光吸収帯）と緑色（クロロフィルの光散乱帯）を考慮し、青色波長のDN値 / 緑色波長のDN値を各ピクセルごとに算出した
3. (前田ら, 2016)を参考に、 青色波長の規格化したDN値 + 緑色波長の規格化したDN値 - 赤色波長の規格化したDN値を各ピクセルごとに算出した
    a. ここで各シーンに対し各波長ごとのDN値を平均値を求め、その値で除した値を規格化したDN値とした

ヘリコプターからの空撮画像解析手法

地図投影

1. 撮影した画像の緯度経度と視野角から四隅の緯度経度を求め、gdal_translateを用いて緯度経度を付与した
2. 付与した画像とドローンの画像を重ね合わせGCP (Grond Control Point)を6点取得し、薄板スプライン法で最投影した

システムノイズの除去

波長ごとにシステムノイズが見られたため、以下処理でノイズの除去を試みた

1. 撮影した全ての画像を足し合わせ平均化し、波長x縦x横の行列を作成した（これを行列Aとする）
2. 各波長に対し行列Aの最大値を求め、その値で行列Aの値を除した（これを行列Bとする）
3. 元の撮影画像に対し行列Bの値で除し、ノイズの除去された画像を作成した
4. ドローンと同様に(前田ら, 2016)を参考に、 青色波長の規格化したDN値 + 緑色波長の規格化したDN値 - 赤色波長の規格化したDN値を各ピクセルごとに算出した

NDSIの計算

1. (井上ら, 2008)を参考に、下記式でNDSIを求めた
   NDSI = (波長iのDN値 - 波長jのDN値) / (波長iのDN値 + 波長jのDN値)
   ここで(i, j) = {(1, 2), (1,3),..., (1, 106), …, (105, 106)}

解析結果

分光放射計から得られたRrsを図8に示す。

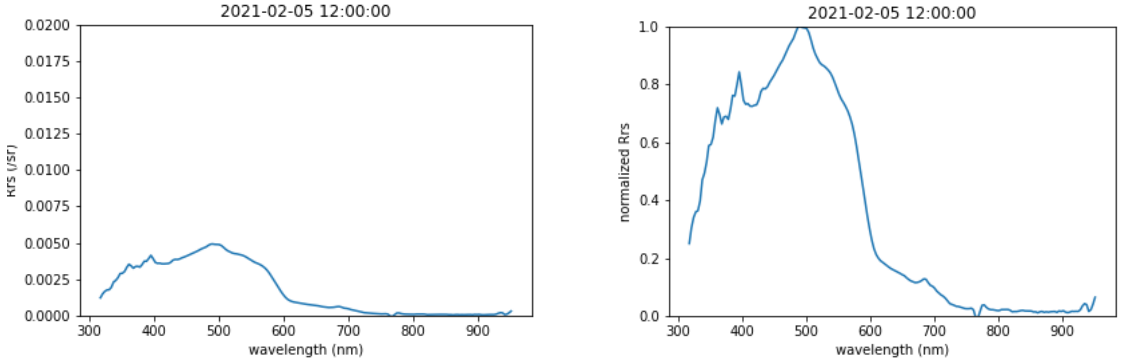


図8. 分光放射計から算出されたRrs。左図は絶対表示で、右図は正規化表示。

図8より観測地点では500 nm付近に反射率のピークがあることがわかった。また8時まで及び16:30以降は反射率の分布が安定せず、その時間帯はρによる補正が行えないことがわかった。
次にRrsから算出したChl-aを図9に示す。

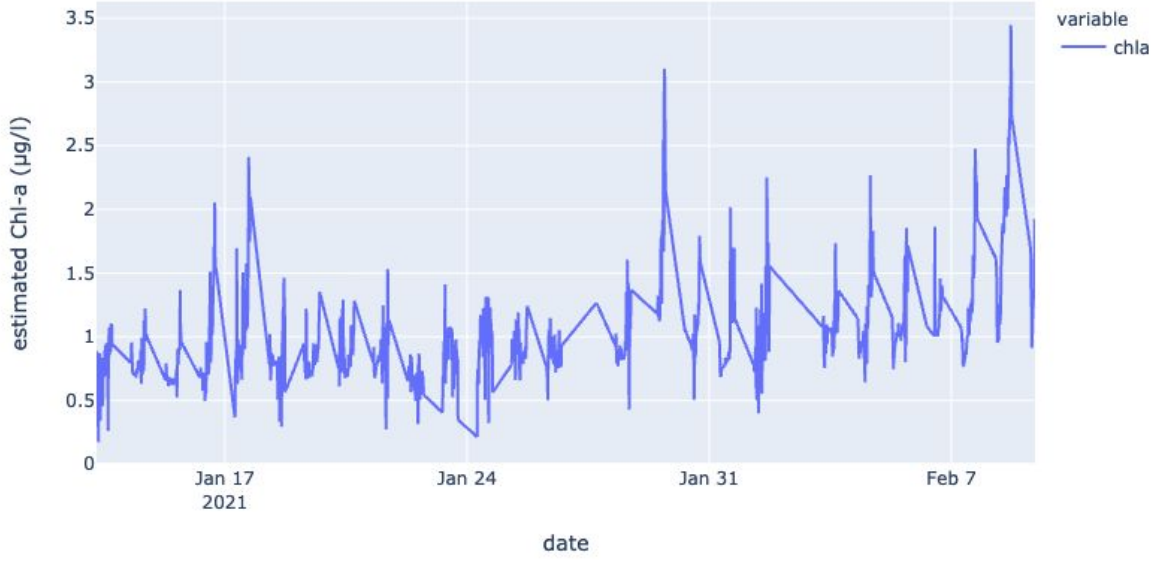


図9. Rrsから算出したChl-a

図9から当該期間のChl-aは0-0.35 μg/L の間で推移していると推定された。また1/17の16:30, 1/29の17:00, 2/8の17:15にピークが出ているが、先述したようにこの時間帯の値は信頼できない値のため、ノイズと考えらる。一方で2/7から2/8にかけて上昇傾向が見られる。これはロガーの結果で後述するが実際にロガーでも観測されており、その傾向を捉えていると考えられる。

またロガーの観測結果を図10, 11, 12, 13, 14に示す。

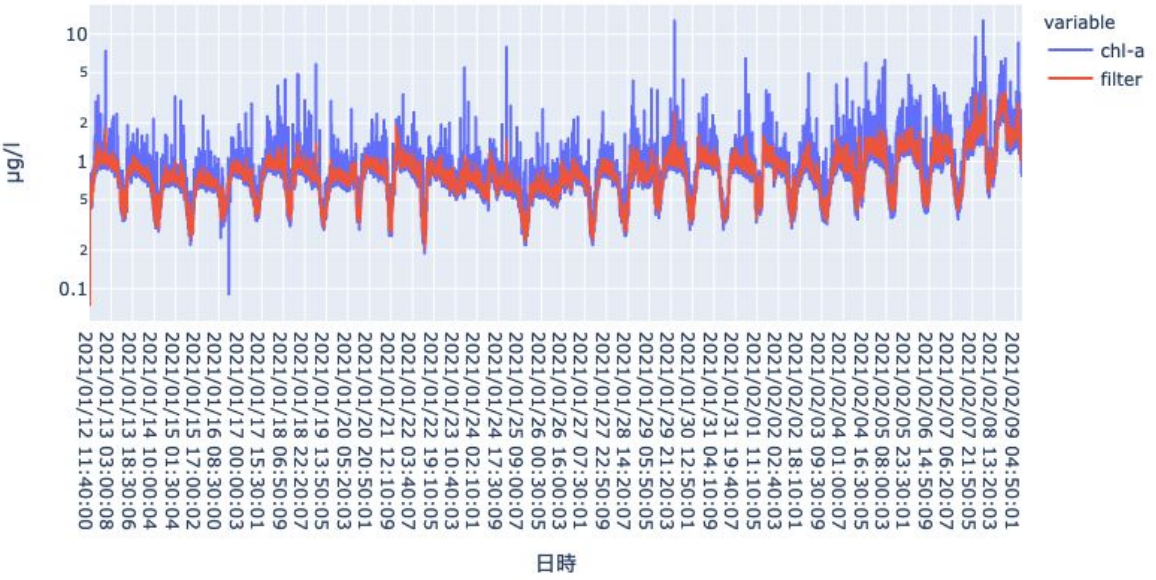


図10. Chl-aの時系列分布。filterは窓サイズ10の移動平均

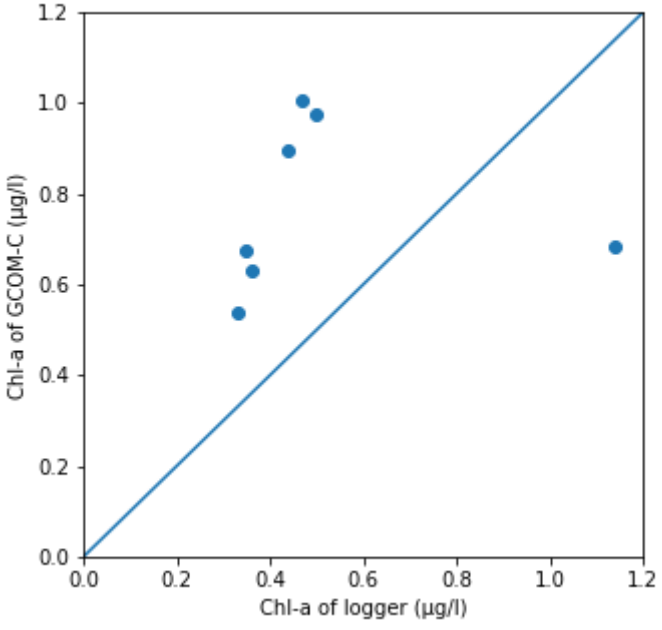


図11. ロガーのChl-aとGCOM-CのChl-a

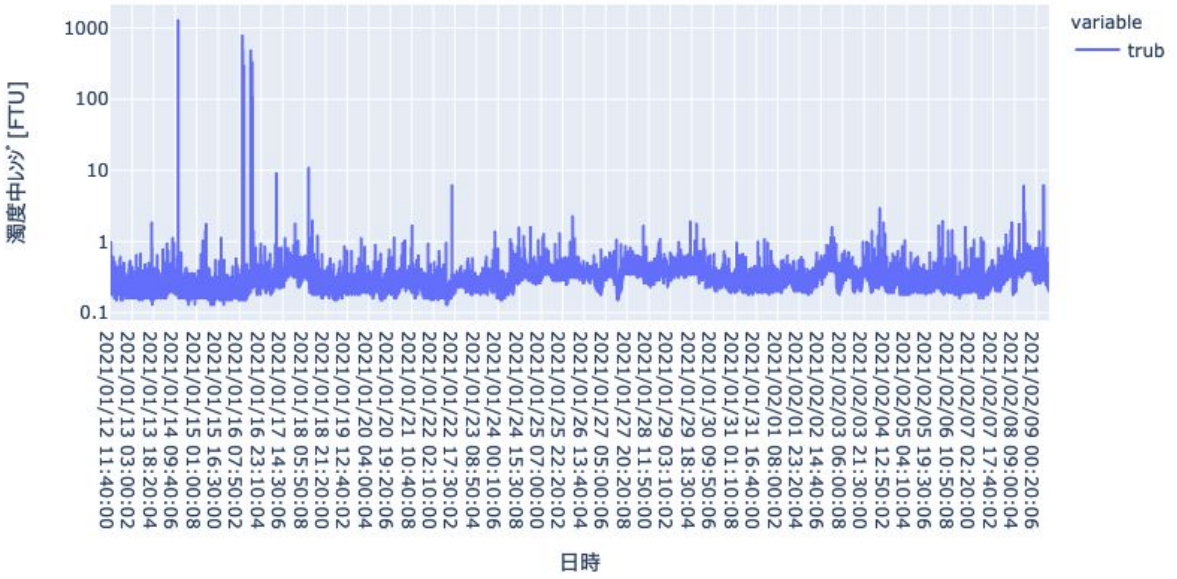


図12. 濁度中レンジの時系列分布

図13. 水温の時系列分布

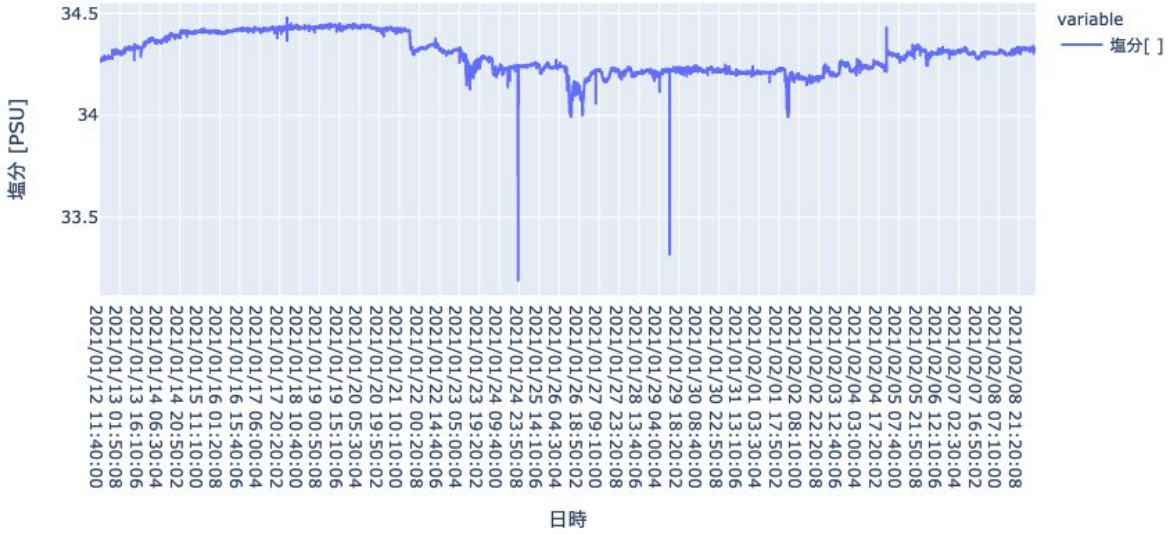


図14. 塩分の時系列分布

図10よりクロロフィル濃度は2/7から2/8にかけて上昇傾向にある。実際に2/8には重宝水産の方々によると赤潮の発生が見られたとのことであった。また図4に示したように、GCOM-Cとロガーのペアは欠損値を取り除いたところ、7ペアになった。図12から1/14から1/16に濁度のピークがいくつか見られた。それ以外は観測期間中は特に傾向が見られなかった。図13から水温は1/22から1/29まで約1.5℃の下降がみれらた。また2/5までは0.5℃前後で増減しながら推移し、2/6に再び15℃まで上昇した。図14から1/21から1/27にかけて塩分の低下がみられた。

次にドローンの観測結果を示す。図15, 16からドローンでは生簀の一つ一つを捉えることができている一方で、GCOM-Cではその解像度によって１ピクセルに複数生簀を含んでいることがわかった。また1/15は北東の生簀周辺をGCOM-Cは撮影できておらず、一方で1/16は中央から南西の生簀を撮影できていないことがわかった。よってドローンで撮影することにより、対象範囲をより細かく・GCOM-Cが撮影できていない場合も撮影できることがわかった。

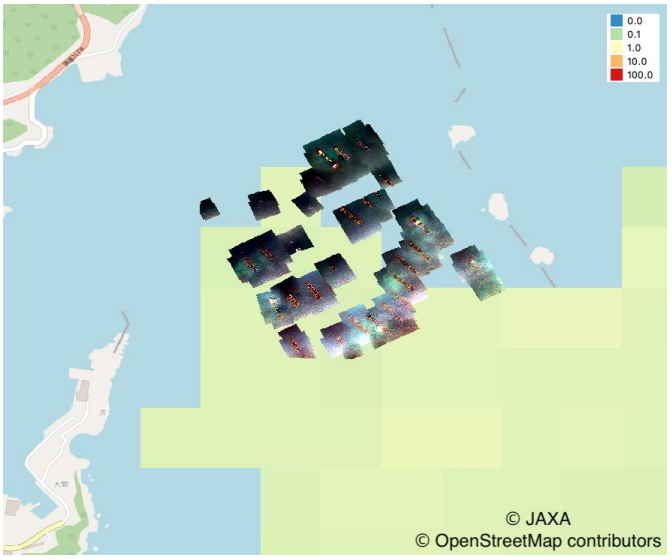


図15. 2021/01/15に撮影されたドローン画像とGCOM-Cで撮影されたChl-aの重ね合わせ。ドローン画像はRGB合成）。背景地図はOpenStreetMap

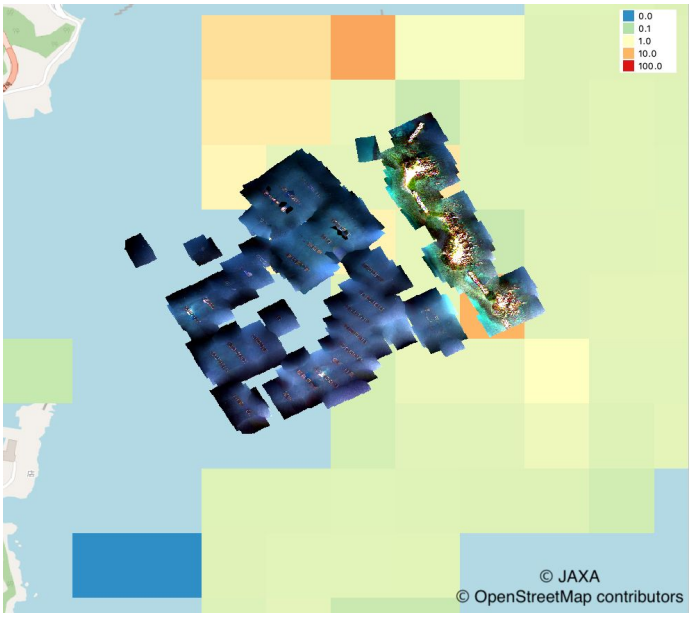


図16. 2021/01/16に撮影されたドローン画像とGCOM-Cで撮影されたChl-aの重ね合わせ。ドローン画像はRGB合成。背景地図はOpenStreetMap

次に青色と緑色の比を図17, 18に示す。1/15, 16ともに撮影画像の端の値が大きくなっているが、これは海面からの反射と思われる。また生簀で値が低くなっているところは船から給餌している場面であった（図19）。続いて作成した2画像の差分を取り、時系列変化を調べた（図20）。先ほどと同様に海面からの反射によって差が出ていることと、画像の位置合わせがうまくいっていない箇所に差分が出てしまうことがわかった（図21）。次に青色+緑色-赤色の結果を示す。図22,23より青色と緑色の比より差が明瞭であることがわかった。なお赤外での撮影は画像同士の張り合わせがうまくいかず小領域しか撮影できなかったため、解析には使用しなかった。

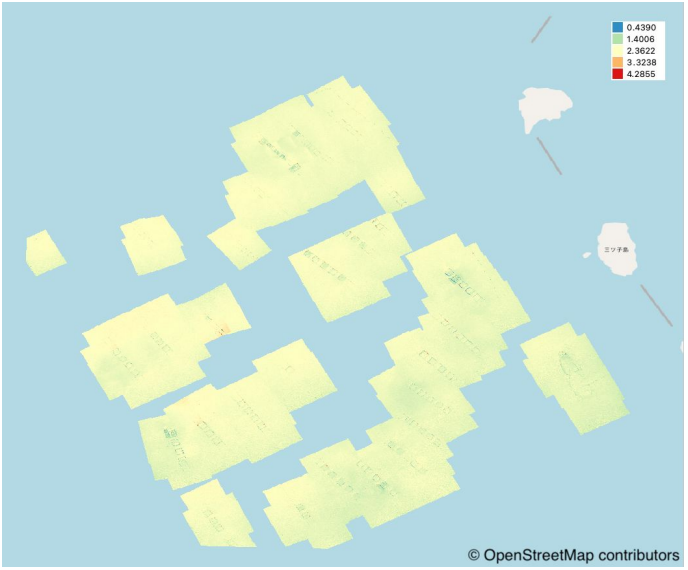


図17. 2021/01/15に撮影されたドローン画像の青色と緑色の比（判例）。背景地図はOpenStreetMap

図18. 2021/01/16に撮影されたドローン画像の青色と緑色の比（判例）。背景地図はOpenStreetMap

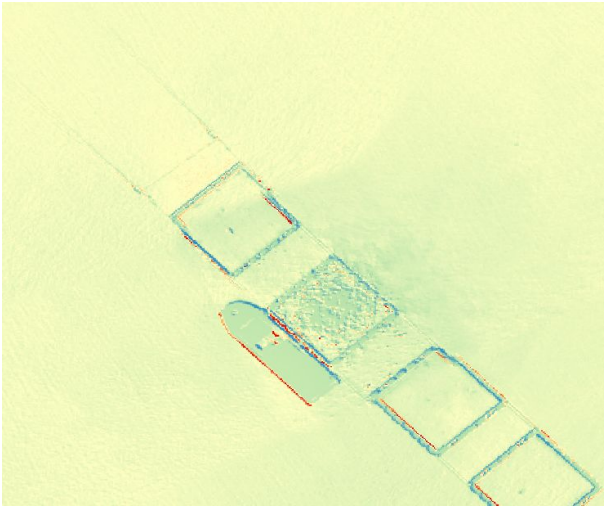


図19. 2021/01/15に撮影されたドローン画像の青色と緑色の比（給餌している箇所を拡大）

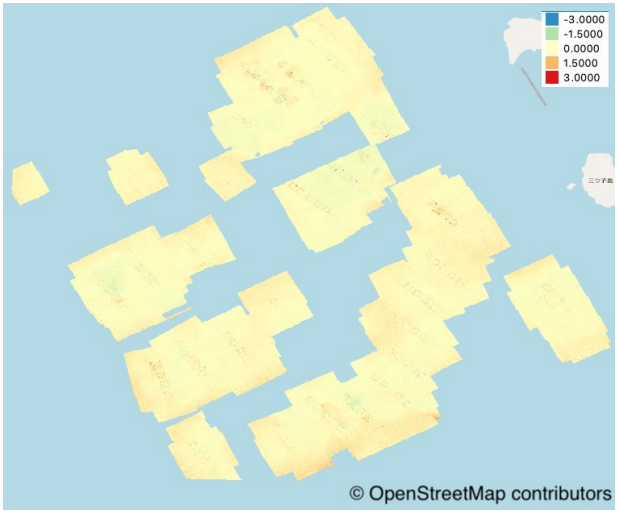


図20. 2021/01/16に撮影されたドローン画像の青色と緑色の比から1/15の青色と緑色の差（判例）。1/15, 1/16のスケールが異なっていたため、1/15のスケールに合わせてから差を取った。背景地図はOpenStreetMap

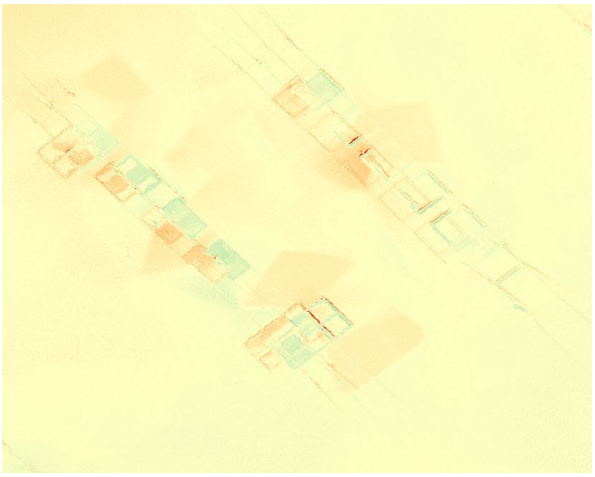


図21. 図20の拡大。生簀周辺で位置がズレており、また海面からの反射と思われるノイズが見られる

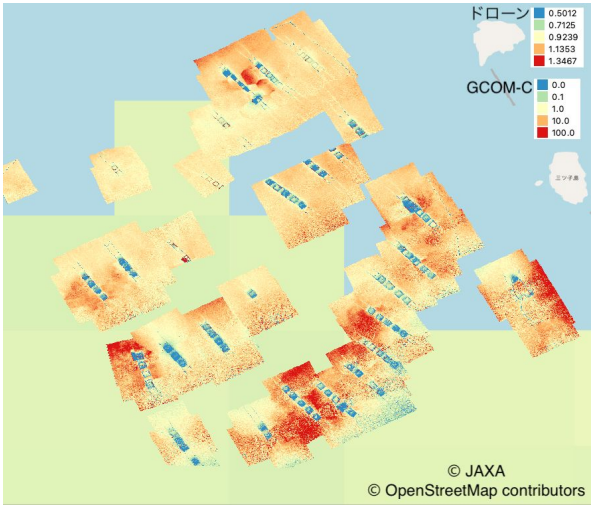


図22. 2021/01/15に撮影されたドローン画像の標準化青色+標準化緑色-標準化赤色とGCOM-Cの Chl-a。背景地図はOpenStreetMap

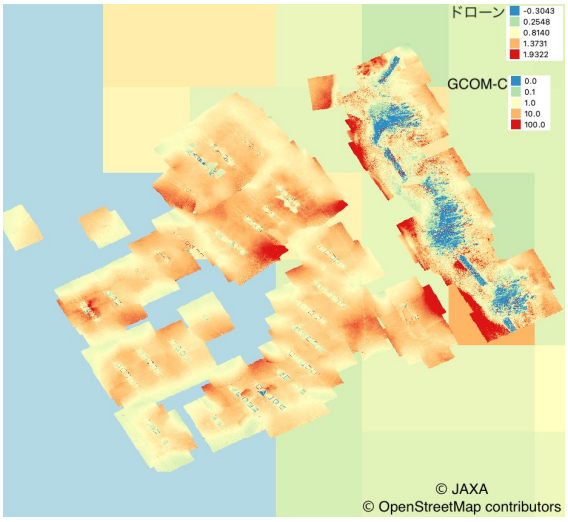


図23. 2021/01/16に撮影されたドローン画像の標準化青色+標準化緑色-標準化赤色とGCOM-Cの Chl-a。背景地図はOpenStreetMap

次にヘリコプター観測の結果を示す。図24にGCPによる補正結果を示す。図では表示していないが、ドローン画像と重ね合わせるとうまく位置ずれが補正されていることがわかった。次にシステムノイズについて図25に示す。図25は撮影した画像をバンドごとに示したもので、106バンドのうち15バンドまで示した（紙面の都合上により残りは省略した）。例えばband3には対角線上のノイズが含まれており、band13には中央に四角いノイズが含まれていることがわかる。そしてそのシステムノイズ除去の結果を図26に示す。平均化による多少のごま塩ノイズは見られるが、先程見られた対角線上のノイズや四角いノイズは除去されたことがわかる。

図27は1/15に撮影されたヘリ画像1枚のある地点 (x,y) = (90, 20)のNDSIである。図27よりband3(λ=462 nm)とband104 (λ=866nm)でNDSIが最大値0.62となった。そこでその2バンドの比を取った（図28）。図28より生簀周辺の様子は見て取れるが、面的な変化は見られなかった。図29はドローンと同様に標準化青色+標準化緑色-標準化赤色で求めた値である。ドローンでは欠損していた箇所がヘリでは計算できることが確認できた。最後に1/12から2/8までのGCOM-CのChl-aの時系列画像を図30に示した。雲による欠損や衛星パスによる欠損があるが、生簀周辺の広域を撮影できていることが確認できた。

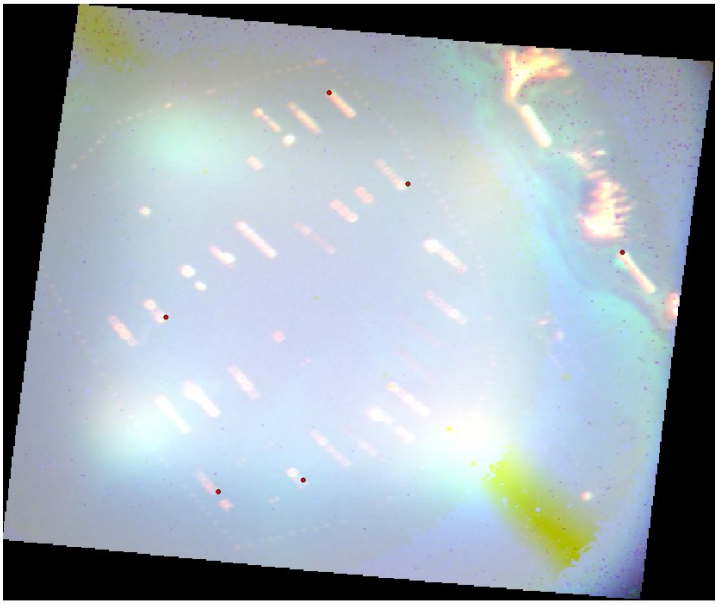


図24. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）をGCPにより補正したRGB画像。赤い点はGCP

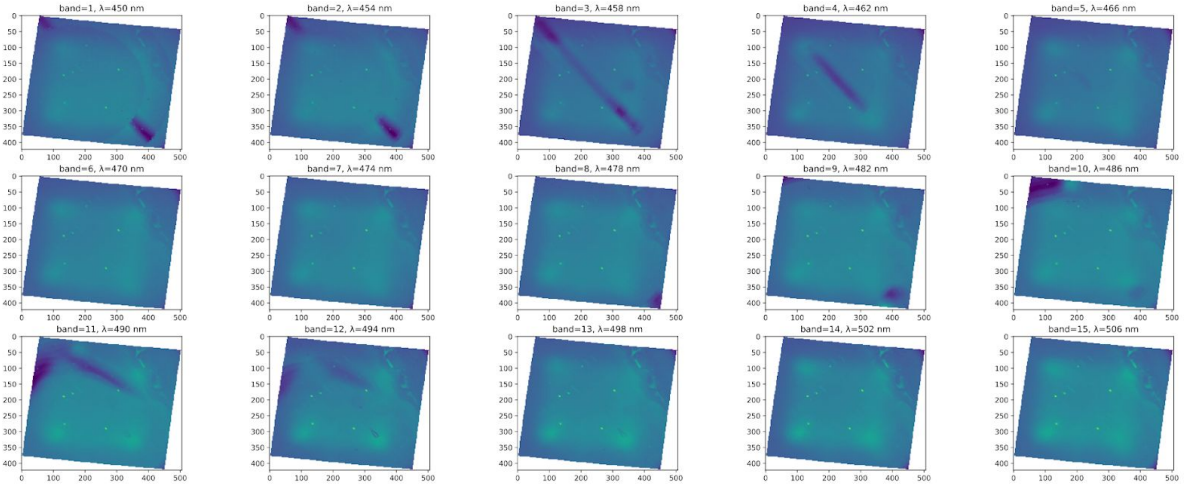


図25. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）をバンドごとにband15まで可視化

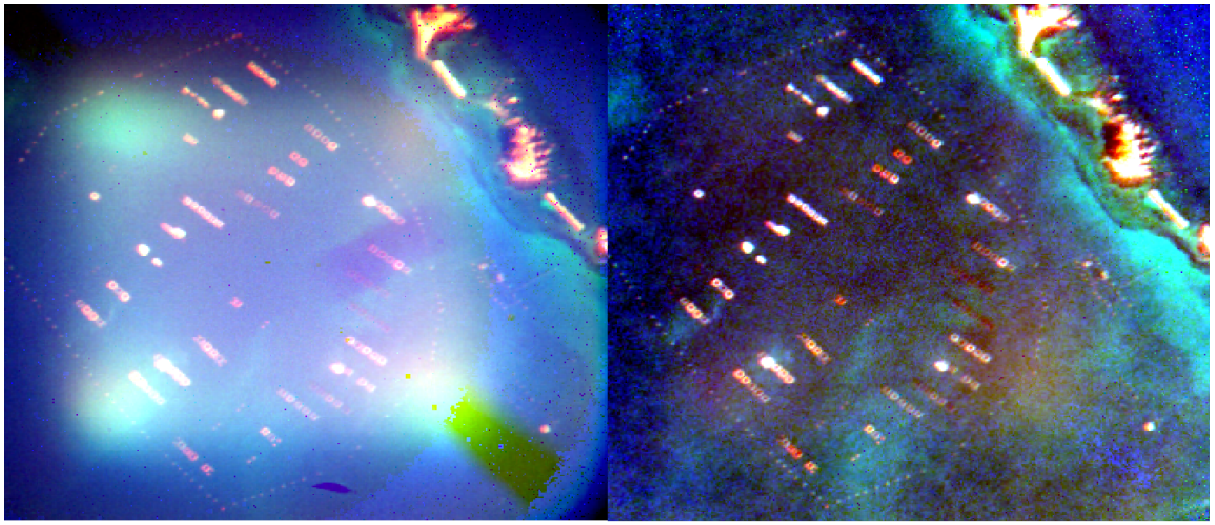


図26. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）のシステムノイズ除去画像。左が元画像で、右が除去後画像

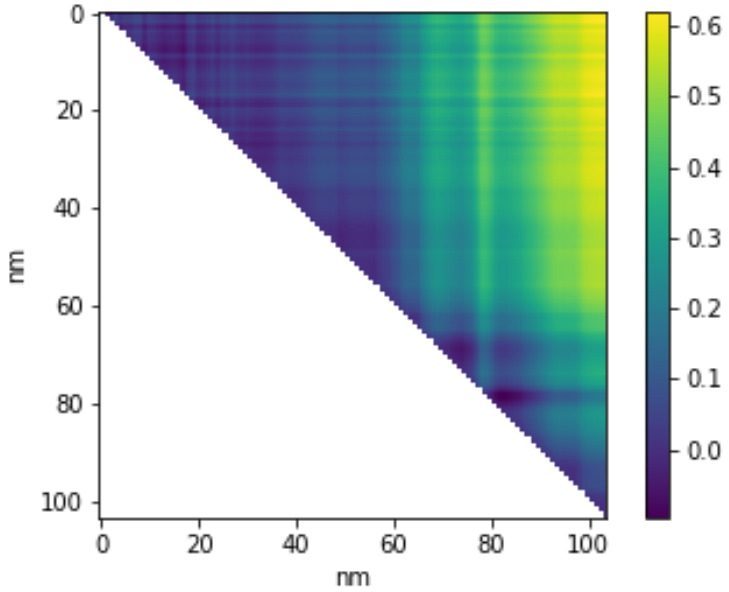


図27. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）のある地点のNDSI

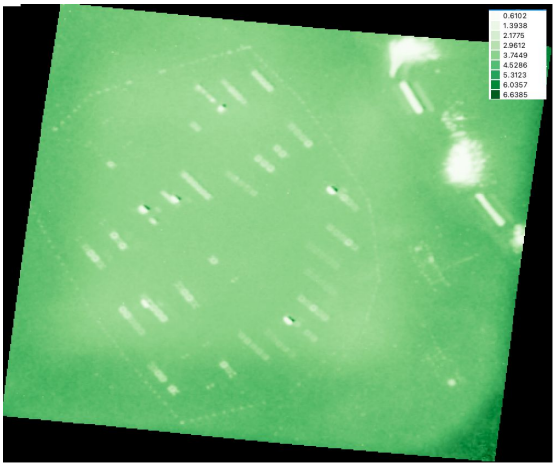


図28. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）のband3(λ=462 nm)とband104 (λ=866nm) の比

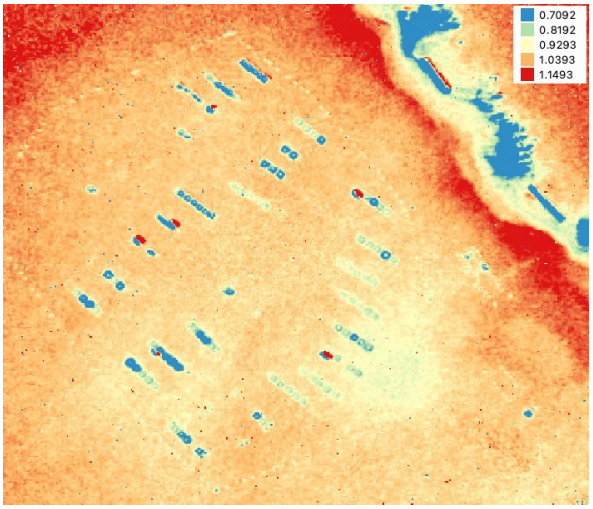


図29. 2021/01/15に撮影されたヘリ画像の1枚（session_000_136）の標準化青色+標準化緑色-標準化赤色

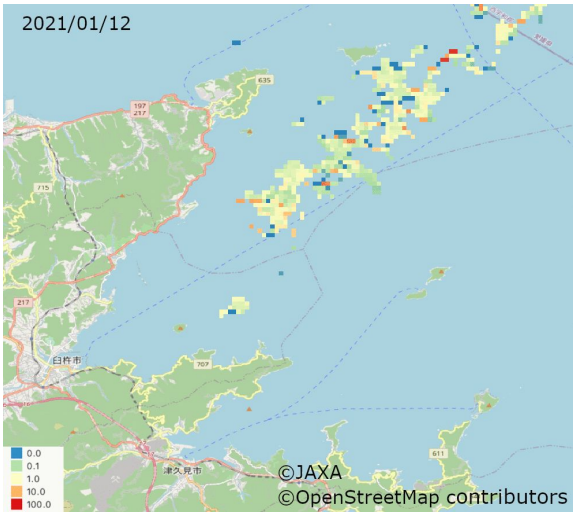


図30. GCOM-C Chl-aの時系列画像

高台からのマルチスペクトル観測

漁場を一望できる白石山山頂からのマルチスペクトル観測画像を図31に示す。当日黄砂が出ておりやや霞がかった状態で撮影が行われた。また撮影角度が小さいため、海中内の情報取得は困難であり、海色として青側の波長が高く見られるが、概ね空の色を反射している様子が捉えら得られていると考えられる。

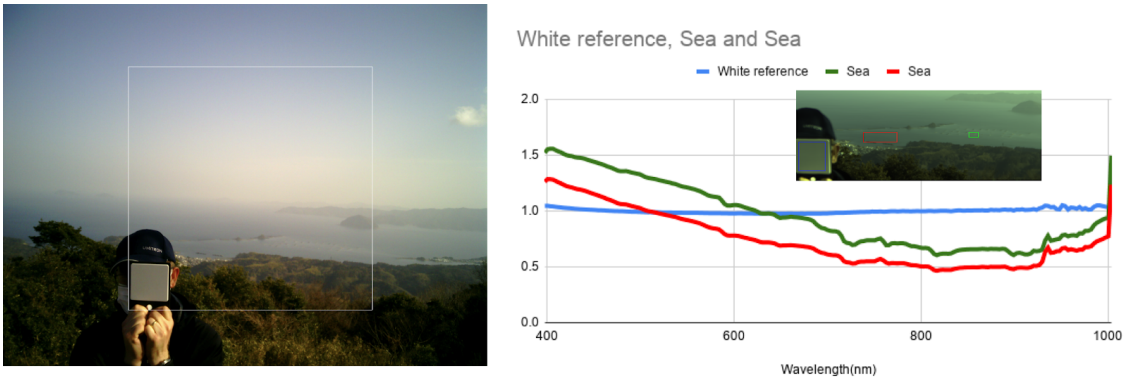


図 31. 高台からの観測結果

Tellus上での可視化

作成したドローン画像とGCOM-Cによって撮影されたChl-aのTellus OS上での重ね合わせを図32に示す。2021年2月現在、ユーザーはGeoJSON形式でしかデータをアップロードできず、またGeoJSONの着色もできないため、ドローン画像は青単色で示してある。またGCOM-CのChl-aは2019年12月末までしかデータが提供されていないため、2019年8月に撮影されたもので代用した。実際の提供時にはドローン画像は着色されて、GCOM-C画像も撮影当日（または撮影前数日）のデータをユーザーがGUIで自由に動かせることを想定している。

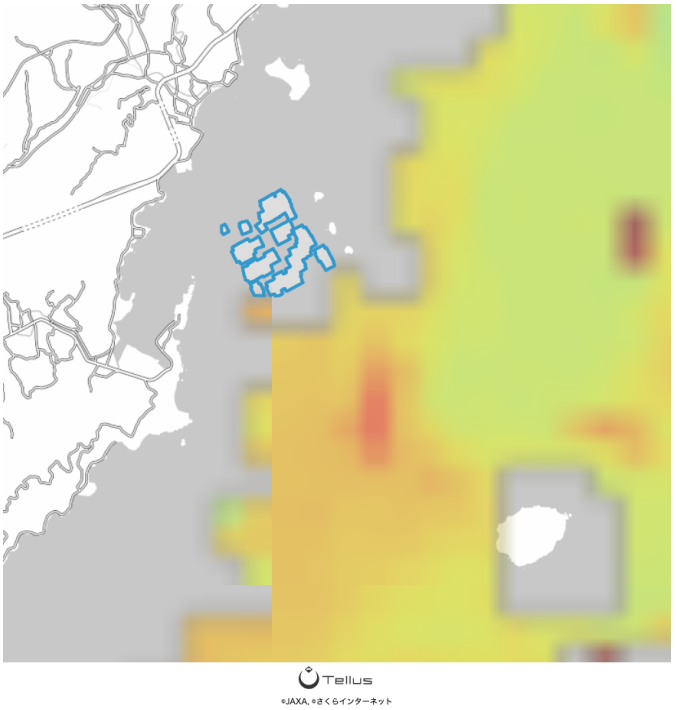


図32. ドローン画像とGCOM-CのChl-aの重ね合わせ表示のイメージ。GCOM-C画像は2019/08のもので代用

事業化に向けた技術的な課題

今回の計測によって当該地域のChl-aの時系列変化、異なる解像度・波長分解能の面的なデータを取得・可視化できた。また複数のデータソースを組み合わせることにより、観測欠損が生じた地点に対しても議論をすることができた。しかし点データと面データを比較するにあたって、投影した画像の位置合わせ（絶対誤差・相互誤差）が重要になるが、その補正は簡単には行えないことがわかった。実際にドローン画像のつなぎ合わせはPixel4Dで行ったが、海上では特徴となる点が少なくつなぎ合わせがうまくいっていないシーンが見られた。そのため、時系列を面的に捉えるためにはシーン同士の相互誤差を減少させなければならない。

また今回撮影した期間ではChl-aの大きな変化は見られなかったため、再度Chl-aが変化した時（赤潮が見られた時）にドローンやヘリを飛ばし、撮影した画像を解析し比較することが必要である。GCOM-Cと重ね合わせることによって面的には近い分布が得られたが、解像度の違いもあり、現地観測データも面的に取り検証することが必要である。今回ヘリは1/15, 16, 20と3回のフライトを行った。しかし時系列変化やマルチスペクトルの情報を全て活用はできていなかった。これは画像一枚一枚にGCPによる補正が必要であり、またセンサーのノイズも除去しなければならず、処理に時間がかかるためである。また今回観測したロガーのデータやドローンのデータはデータ同化の入力としての利用も期待できる。

最後にChl-aを画像から物理量として正確に算出できなくとも、面分布およびその時系列変化を捉えられれば生産者に役立つと考えられる。

成果物のユーザーフィードバックに基づく技術開発要件

今回の結果を水産試験センターに共有した。理想的なデータ提供の仕方としては、赤潮がみられた時には当日に観測・報告を行いたい。そのためドローンの画像をソフトウェアにアップロードすると自動で張り合わせが行われ、分析結果のレポートが作成され、そのままWeb上で生産者にも開示される仕組みが望ましいとのことであった。また外洋から流入してくる赤潮をドローンで観測する仕組みを整えることにより、生産者への被害を最小化できる可能性があるとのことであった。

Tellusを活用したサービス化への技術的課題

- Jupyter上で作成したラスターデータをそのままの形式でTellius OSで可視化できるような機能があると良い
- GeoJSON以外のデータをアップロードできるようにしてほしい
  - 観測データの可視化とTellus上の衛星画像の可視化をすぐに行え、解析の見通しを立てやすい
  - GeoJSONに変換してしまうとラスター値の情報が失われてしまうため
- GeoJSONも色付けして行えると重ねたときに見やすい
- GCOM-Cの該当期間のデータがなかったため、データは最新のものが常に使える状態だと良い
  - 今回の分析ではG-portalから当該期間のGCOM-C chl-aのデータをダウンロードし行った
- Tellusでは足りないところはQGISを補助的に使用したが、同様のことをTellus上で完結するとデータ解析→可視化→成果物の反映→ユーザーフィードバックのサイクルを早く回せる
  - gdalはTellusのJupyter Notebookでも行えるが、アップロード・gdal・可視化・カラーバーの調整などをQGISでは一気通貫に行える
  - 一方でQGISの操作には知識が必要であるのと、QGIS上で成果物として公開しユーザーフィードバックを受けることはできないため、そこをTellusに期待する
- 以上を踏まえ、今回行った処理を全てTellus上で行うことができれば、衛星画像の利用（解析・エンドユーザーの使用）がより素早く簡単に行えると考える

Acknowledgement

本実証にて使用したデータ（GCOM-C クロロフィルa濃度）は、宇宙航空研究開発機構より提供を受けました。本実証を採択頂いた令和２年度オープン＆フリー衛星データ実証事業及び関係者には多大な支援を頂き感謝申し上げる。

参考文献

- Mobley, C. D. (1999). Estimation of the remote-sensing reflectance from above-surface measurements. *Applied optics*, *38*(36), 7442-7455.
- 前田晃宏, 宮本康, 森明寛, 岡本将揮, 九鬼貴弘, & 作野裕司. (2016). UAV を利用した汽水湖沼の実用的な赤潮観測の事例. *日本リモートセンシング学会誌*, *36*(2), 126-130.
- 井上吉雄, ミアギァシュディン, 境谷栄治, 中野憲司, & 川村健介. (2008). ハイパースペクトル計測に基づく正規化分光反射指数 NDSI マップおよび波長選択型 PLS による植物・生態系変量の評価 - 米粒タンパク含有率・クロロフィル濃度・バイオマス評価を事例として - . *日本リモートセンシング学会誌*, *28*(4), 317-330.
- Murakami, H. (2020). ATBD of GCOM-C chlorophyll-a concentration algorithm. https://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/data/ATBD/ver2/V2ATBD_O3AB_Chla_Murakami.pdf (accessed at 2021/02/22)

提出書類6-1（公募実証）

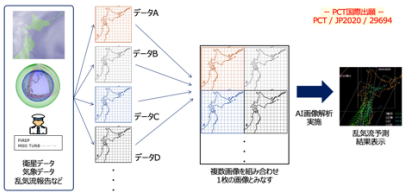
「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	AI画像解析による乱気流検出システム	
実証チーム メンバー	衛星データ利用者	ANAホールディングス株式会社
	サービス提供者	ANAシステムズ株式会社 慶應義塾大学
実証事業概要（200字程度）	本邦大型旅客機の事故の半数以上は、乱気流によるものとされており、航空機安全運航のためには予測精度の高い乱気流予測が必要とされている。本実証事業では、エアライン事業者に対し、予測精度の高い乱気流予測を提供するサービス開発を目的とし、オープン＆フリー衛星データと弊社保有のデータを活用したAI画像解析による乱気流検出システムを構築し、実業務ユースケースに即した予測タイミングと精度を検証すべく、当社社内での実証を行う。	

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

アプリケーション概要（使用データを含む）

【アプリケーション概要】
複数システムにより構築されている「乱気流AI予測システム」を一元化し、気象及び衛星データのオンライン自動連携を行うことで、以下①～③を全自動で動作するアプリケーションである。
①　気象・衛星データ受信→入力データに加工
②　乱気流AI予測システムに入力→予測出力
③　出力結果を平面図・断面図表示

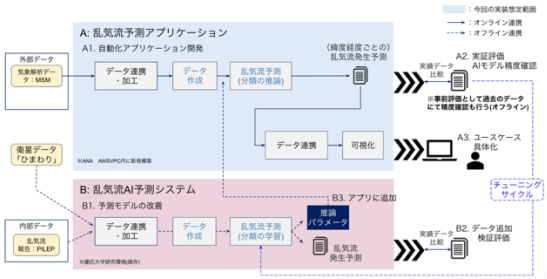


図：乱気流AI予測システムの概要図

【使用データ】
気象データ：気象解析情報GPV（MSMデータ）
衛星データ：気象衛星「ひまわり」画像データ
　　バンド　4, 8, 13, 16データ使用

実証方法・規模等

本実証では、オンラインデータ連携による効果検証及び予測精度向上を目指した予測モデル改善検証を実施した。



図：検証モデル

【精度検証】
各予測モデルによって出力された予測値と実際の乱気流報告を比較し、精度検証を実施。
気象モデル検証期間：2019年2月～12月
衛星モデル検証期間：2015年7月～2018年12月
【効果検証・業務活用ユースケース作成】
弊社所属PILOT及び運航管理者を対象とし、実業務利用におけるユーザー意見ヒアリング実施。
実運用検証期間：2021年2月8日～22日

ビジネス化に向けた課題と今後の展望

精度検証に関しては、季節変動はあるものの、9時間先予測においても70%以上の精度であったため、実運用を満足する精度であることが確認できた。

【課題】 ユーザービリティの高い可視化
【今後の展望】
- 他気象情報との重ね合わせ表示
- 予測エリアの拡大（国際線対応、FL300以下の予測データ表示）
- 乱気流強度別表示
- 将来ビジネス化を考慮した可視化（Webアプリによるデータ提供など）

まとめ

複数の衛星・気象データを組み合わせた擬似的に画像と見立てたデータと乱気流報告情報を用い、乱気流予測AIシステムを構築した。
当該システムでは、70～80%程度の予測精度を達成することができた。
予測精度については運用上満足するものであり、有効と判断されたものの、可視化や予測エリアにおいて課題が確認されたため、可視化に関してはよりユーザーヒアリングを十分に行なった上でより良いものに構築し直すと共に、データ収集を行い予測エリアの拡充また、新たなデータの追加などによる精度向上に向けた調整を行う予定である。

※フォントサイズは10pt以上推奨。 ※A4サイズ1枚以内に収めること。

公開版

令和2年度
政府衛星データのオープン＆フリー化及び
データ利用環境整備・データ利用促進事業
（オープン＆フリー衛星データ実証事業）

「AI 画像解析による乱気流検出システム」

成果報告書
公開版

令和3年3月

ANA ホールディングス株式会社
ANA システムズ株式会社
慶應義塾大学

公開版

目次

1．背景と目的 1

１．１　背景 1

１．２　目的 3

１．３　実施体制 3

2．実証内容 4

２．１　実証内容概要 4

(A)　乱気流予測アプリケーションの実装、精度検証、ユースケース作成 4

(B)　予測モデルの改善 4

２．２　実施方法及び実施内容 5

(A)　乱気流予測アプリケーションの実装、精度検証、ユースケース作成 5

(B)　予測モデルの改善 7

3．実証結果 12

３．１　精度検証結果 12

３．１．１　使用データの準備 12

３．１．２　検証モデル 12

３．１．３　MSM 再学習モデルにおける乱気流あり・なしラベルの作成 13

３．１．４　精度検証結果 14

３．２　効果検証 16

３．２．１　乱気流予測表示結果 16

３．２．２　ユーザーヒアリング 17

３．２．３　現行使用している他予測データとの比較 18

３．３　目標に対する達成度 19

4．まとめ 20

４．１　まとめ 20

４．２　課題及びその解決に向けた方策 20

４．３　今後の展望 20

１．背景と目的

１．１　背景

航空機を安全に運航するためは、乱気流の発生を事前に予測し、乗員乗客の怪我を未然に防ぐための適切な対応が求められる。運輸安全委員会報告書によると、日本における大型航空機の事故の半数以上が乱気流によるものとされている（図１）。

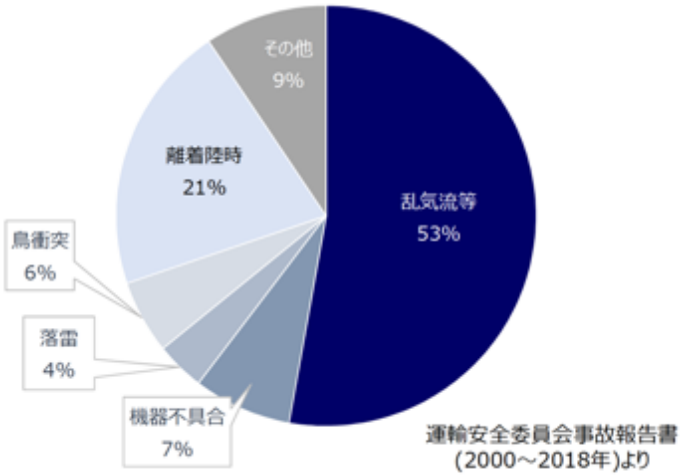


図１：日本における大型航空機事故要因割合（2000～2018 年）

さらに、旅客機の乱気流事故は増加傾向にあるという米国連邦航空局の報告もある（図２）。

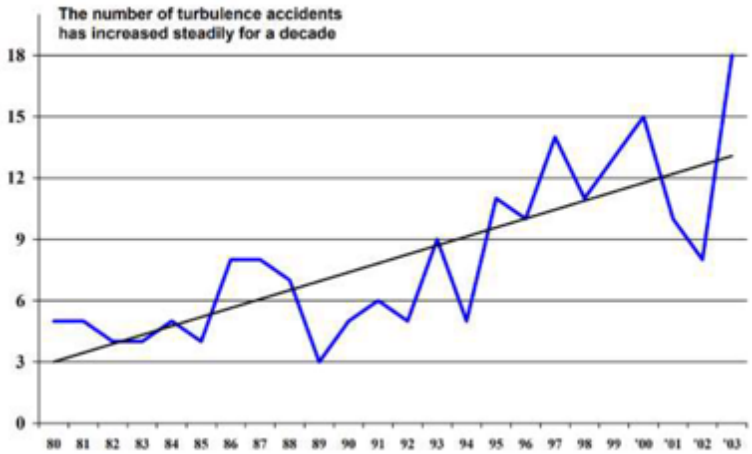


図２：米国連邦航空局　乱気流事故件数（1980～2003 年）

航空機は、時間や燃料などに余裕がある限り、機内の安全性を保つべく事前に乱気流を予測して高度変更や経路変更などの対応を行なっている。しかし、上述に示した通り、乱気流による事故も多数発生しており、その予測は非常に難しい。

航空機の巡航高度である対流圏上層（高度約 10～15 ㎞）では、基本的に大気の流れに乱れは少ないが、ジェット気流付近など、風向・風速が急変する時、その差を解消するために乱気流が生じる。航空機に影響を与える乱気流は、大きく三つに分類される。(a)雲に伴うもの、(b)地形の影響を受けた流れによるもの、そして(c)どちらでもないが晴天域に生じるもの、の三つである（図３）。まず(a)に関しては、人工衛星の雲・水蒸気画像やレーダー画像からある程度発生を予測することが可能である（少なくとも発生しやすい領域を特定することが可能）。(b)は発生領域があまり変動しないため、注意すべき場所を予め特定することが可能である。しかし、最も予測が難しく危険性も高いのが(c)で、

雲のない領域で生じる乱気流のことを晴天乱気流（Clear Air Turbulence: CAT）と呼ぶ。CAT は雲を伴わないため、衛星で捉えることも難しく、また、現象の時空間スケールが小さいことが多いので天気予報モデルで予測することが難しい。

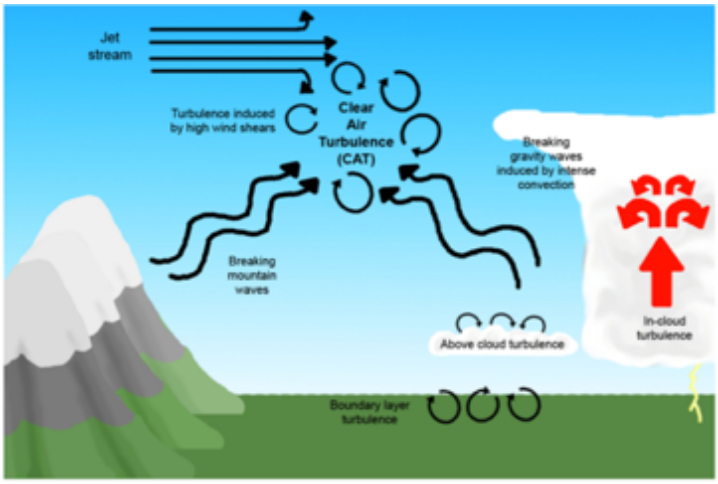


図３：三種類の乱気流の生成メカニズム（Marlton 2016）

CAT は風のシアー（風速・風向の勾配）が原因で生じる Kelvin-Helmholtz 不安定（K-H 不安定）の結果であると考えられている。K-H 不安定は古くから研究されており、理想的な環境に限れば、どのような条件で発生するかはある程度分かっている。しかし、航空機の巡航高度における気象予報モデルの鉛直解像度は粗いので、発生条件を定量的に表現することが極めて難しい（図４）。現在は、粗い予報モデルの結果から過去の経験を基に統計的に CAT の出やすさを予想しているが、その精度はあまり良くない。つまり、乱気流の発生メカニズムはある程度分かっているが、それを天気予報モデル内で正確に表現することが難しいのが現状である。

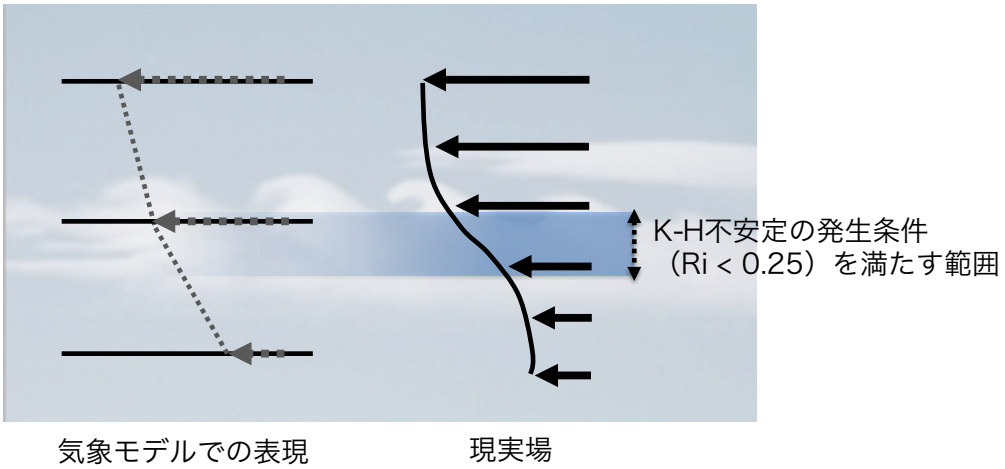


図４：天気予報モデル（離散系：左）・現実世界（連続系：右）における、乱気流を発生させる風の場の模式図。

現状の乱気流発生位置の把握方法として、運航乗務員（パイロット）を通じて報告される航空機によって観測された乱気流情報が活用されている。当該情報はパイロットの主観によるものだが、リアルタイムで共有されるため重要な役割を担っている。ただし、当該乱気流情報が直接乱気流の予測につながるようなシステムは現時点では構築されていない。

１．２　目的

本実証事業では、昨年度慶應義塾大学と ANA ホールディングス株式会社の共同実証プロジェクトとして「2019 年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」に採択され開発した「乱気流 AI 予測システム」を元に、オープン＆フリーで提供されている衛星データと解析データ並びに乱気流報告データなどを用いて実業務ユースケースに即したアプリケーションの開発・実証を目的とする。

また、昨年度開発した「乱気流 AI 予測システム」では、データの追加による精度向上を前提としたコンセプトで設計したものであり、コンセプトの有効性および一定度の精度を確認した。一方で、事業化に向けては更なる精度向上とユースケースに適した精度を特定し実現する必要があることから、本実証事業では、新たにオープン＆フリーで提供されている気象衛星「ひまわり」の画像データを学習させ、予測モデルの精度向上を目指すことを目的とする。

１．３　実施体制

以下の体制で実施した。

ANA ホールディングス株式会社：

定期航空輸送事業を中心とする企業グループの経営統括を目的とする会社であり、グループ会社には、定期航空運送事業を行う全日本空輸株式会社や情報処理システム・通信システム利用の設計・開発・保守運用事業を行う ANA システムズ株式会社も存在し、両社も本実証プロジェクトに参画し、社内本格導入並びに今後のビジネス展開に向けて検討を進めている。

ANA システムズ株式会社：

当社グループ内における全ての情報処理システム・通信システム利用の設計・開発・保守運用事業を行う会社である。

慶應義塾大学：

気象学並びに数値シミュレーションに精通する教員（宮本）が担当する。宮本は、これまでに気象データの統計解析などで多くの研究実績があり、本プロジェクトでの解析も滞りなく進めることができる。また、現在航空気象や衛星データ、機械学習の研究を行っており、こちらも本プロジェクトの内容に沿うもので、データ解析部分では適任であると考えられる。

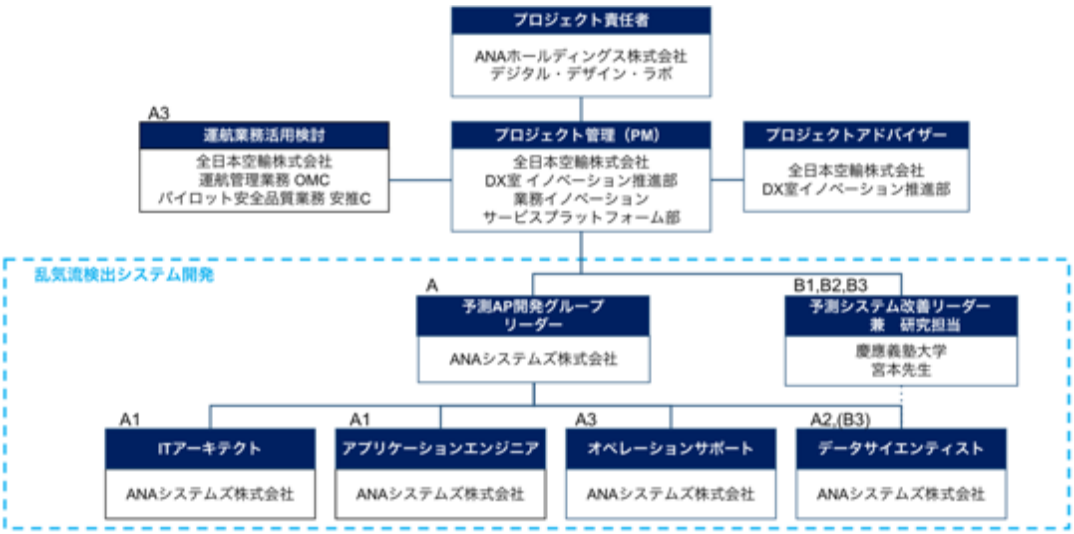


図５：実施体制図

２．実証内容

２．１　実証内容概要

気象庁よりオンライン連携される衛星気象データと昨年度開発した「乱気流 AI 予測システム」を使って、特定時間における乱気流の発生場所、強度を予測する「AI 画像解析による乱気流検出システム」を開発し、精度検証とユースケースの検討を行う。(A)

また、「乱気流 AI 予測システム」に新たな学習データを追加し精度改善の検討を行う。(B)

(A)　乱気流予測アプリケーションの実装、精度検証、ユースケース作成

慶應義塾大学と ANA ホールディングス株式会社の共同実証プロジェクトとして「2019 年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」に採択され開発した「乱気流 AI 予測システム」を元に、オープン&フリーで提供されている衛星データと解析データ並びに乱気流報告データなどを用いて実業務ユースケースに即した乱気流予測アプリケーションの開発・実証を実施する。

1) 乱気流予測アプリケーションの実装

複数システムにより構築されている「乱気流 AI 予測システム」を一元化し、気象庁の気象解析情報 GPV（以下、MSM データ）のオンライン自動連携を行うことで、データ入力から予測の出力まで自動化されたアプリケーションを開発する。

▶INPUT：MSM データ　＝　風の予測情報

▶OUTPUT：特定時間・特定高度における乱気流発生場所(緯度、経度、高度)＋強度

a. 飛行経路方向断面図の乱気流発生確率 MAP

b. 日本地図平面図の乱気流発生確率 MAP

2) 精度検証

乱気流予測アプリケーションに実装した予測システム、および、（B）で開発した予測システムについて、1 年分の過去データを用いた精度確認を行い、通年を通じて安定的に精度が出せるか、季節毎の精度変化はあるか、等、業務活用に向けた有用な情報収集を行う。

3) 業務活用ユースケースの具体化

実証評価を元に業務課題を抽出し、業務モデルオプションを抽出する。

(B)　予測モデルの改善

「乱気流 AI 予測システム」では、データの追加による精度向上を前提としたコンセプトで設計したものであり、コンセプトの有効性および一定度の精度を確認した。一方で、事業化に向けては更なる精度向上とユースケースに適した精度を特定し実現する必要がある。よって、本実証事業では、新たにオープン&フリーで提供されている気象衛星「ひまわり」の画像データを学習させ、予測モデルの精度向上を目指す。

1) 新規データ追加による検証

気象衛星「ひまわり」の画像データを新たな学習データとして追加し、モデル精度向上を検証する。

2) 2019 年度開発モデルの改善

必要に応じて、2019 年度に開発した風情報に基づく予測モデルの精度改善を行う。

3) 推論パラメータをアプリケーションに追加

上述で精度向上が確認され次第、項目 1 にて開発したアプリケーションに推論パラメータを追加し、実証評価を行う。

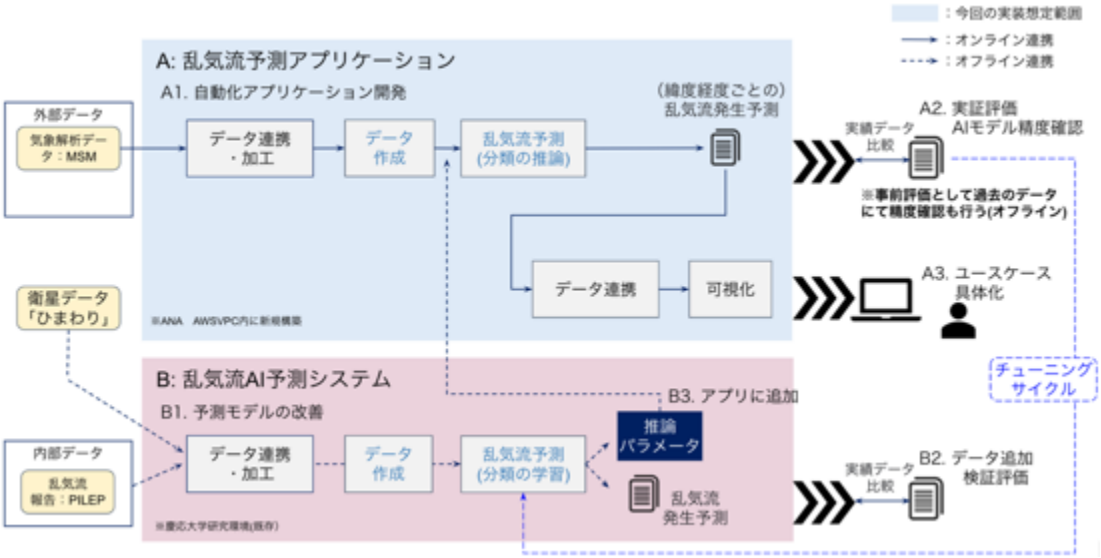


図６：検証モデル

２．２　実施方法及び実施内容

(A)　乱気流予測アプリケーションの実装、精度検証、ユースケース作成

1) 乱気流予測アプリケーションの実装

a. 乱気流予測アプリケーションの処理概要

① 気象業務支援センターより MSM データを受信する（8 回/Day）

② 受信した MSM データの属性情報（予測時間（03、06、09、12 時間後）、高度（150～300hPa）、緯度・経度情報、風向風速情報）を取り出す

③ ②で取り出したデータより、中心地点の乱気流予測を行い、中心地点の予測結果並びに属性情報を乱気流予測結果テーブルに出力する

④ 飛行経路情報の緯度経度に該当する乱気流予測結果を取得し、乱気流予測結果の高度方向の補完（カーネル推定を利用）した後、飛行面表示用テーブルに出力する

⑤ Tableau にて日本地図水平面 MAP と飛行面 MAP を表示する

処理①～④が「気象データ連携・自動化」であり、処理⑤が「予測情報の可視化」である。なお、上記処理は、MSM ファイル受信をトリガーとして全自動で動作する。乱気流予測アプリケーションシステム構成図を図７に示す。

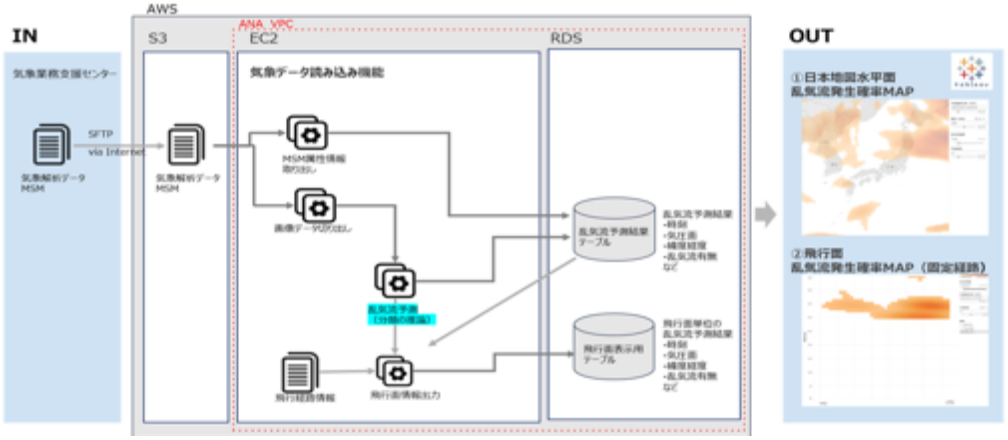


図７：乱気流予測アプリケーション　システム構成図

b. 乱気流予測アプリケーションの実行環境
AWS 上に実行環境を構築した。特に、自動化ツールとして AWS の Lambda サービス、可視化ツールとして Tableau を採用した。
尚、計画時は、可視化ツールとして Quicksight を活用する想定であったが、機能制約が多くユーザーの要望に柔軟に対応出来ない可能性があるため、設計時に Tableau への切り替えを行った。

c. 予測情報の可視化のプロトタイプについて
今回、乱気流予測情報の可視化機能について、ユーザーミーティングに併せプロトタイプを提示し、改善を図る方式を採用した。各プロトタイプにおける対応要素を以下に示す。尚、期間・コストおよびツール機能制約等の理由から対応を見送った要望については、実導入に向けた検討の中で、コスト、期間、ビジネス親和性等を考慮し、実現範囲と実現方式を決定する。

① 水平面 MAP
プロト１　Tableau にて日本地図上に透過色にて乱気流予測結果を表示
表示範囲：日本上空(緯度 22.4 度以上 47.6 度以下、経度 120 度以上 150 度以下)
表示空間解像度：20Km
表示高度：2000ft 間隔

② 飛行面 MAP
プロト１　特定経路断面の乱気流予測結果をヒートマップとして表示
表示範囲（経路方向）：特定経路面（HND一FUK、HND一CTS）
表示範囲（高度方向）：300hPa - 150hPa
表示空間解像度(経路方向）：20Km
表示高度：2000ft 間隔
矢羽根（風向・風速情報）の重ね合わせ表示

プロト２　高度メモリの変更（単位、メモリの方向)
矢羽根（風向・風速情報）の非表示化

プロト３　高度メモリを hPa から feet ベースに変更
高度メモリを０feet 始まりとする

プロト４　hPa をベースに高度方向乱気流情報のカーネル推定補完を行い表示

（未対応項目）
以下は期間・コスト、機能の制約から本 PoC での対応を見送った
・300hPa 以下の予測データの表示
・断面図横軸の地点ポイント名の記載
・矢羽根の風データとの重ね合わせ
・その他気象情報（前線や Jet、圏界面）との重ね合わせ

2) 精度検証 /
3) 業務活用ユースケースの具体化
a. 過去データにおける精度検証
自動化アプリケーションにおける精度検証と予測モデルの改善における精度検証について、以下の検証用データ期間、検証モデル、INPUT データ、検証内容に従

って実施する。

① 自動化アプリケーションにおける精度検証
検証用データ期間：2019 年 2 月～12 月
検証モデル：2019 年度開発モデル　及び　MSM 再学習モデル
INPUT データ：気象業務支援センターよりオンライン配信される MSM データ
検証内容：PILOT Report と比較、予測時間毎における精度検証、通年及び季節毎の精度検証

② 予測モデルの改善における精度検証
検証用データ期間：2015 年 7 月～2018 年 12 月
検証モデル：気象衛星「ひまわり」学習モデル
INPUT データ：気象衛星「ひまわり」データ
検証内容：PILOT Report と比較、予測時間毎における精度検証、通年及び季節毎の精度検証

b. オンラインデータによる運用検証、ユースケース作成
実証スケジュールを 2021 年 2 月 8 日～22 日の期間に設定し、実運航に導入した場合に想定される利用者として、弊社所属の運航乗務員、運航管理者に以下の実施プロセスにてヒアリングを実施した。

① FTP 連携により入手した気象業務支援センターの衛星気象データ（MSM データ）を INPUT
② OUTPUT された「緯度経度毎の乱気流発生予測データ」と同一時刻の PILOT REPORT(PIREP)を比較
③ 予測までに要する所用時間などの検証を行う
④ データ可視化によるユーザー意見ヒアリング実施

(B) 予測モデルの改善

1) 新規データ追加による検証

航空機に影響を与える乱気流は、山岳派に起因するもの、雲に伴うもの、晴天に突如現れるもの（晴天乱気流）の三つに分類される。衛星によって測定された雲画像を用いることで、特に雲に伴う乱気流を推定できるのではと考えた。そこで本プロジェクトでは、「ひまわり 8/9 号」によって測定されたデータを用いて学習を行い、これまでの研究で構築した風による予測システムと同様に、衛星画像から乱気流の有無を推定するモデルを構築した。
学習・検証用に用いたデータやモデルの概要は以下の通りである。
用いたデータ：

- 「ひまわり 8/9 号」衛星データ（水平２次元）
  - 期間: 2015 年 7 月 1 日 - 2018 年 12 月 31 日
  - 格子点数: 2401 x 2401
  - 格子間隔: 0.05 度（緯度・経度方向）~ 5 km
  - 時間間隔: 1 時間
- PIREP による乱気流データ
  - 期間: 2015 年 7 月 1 日 - 2018 年 12 月 31 日
  - 情報: 乱気流発生箇所（水平・鉛直）・強度など

これらのデータから、風の時と同様に、報告された乱気流の発生地点の衛星データを作成した。
サンプル数は各実験によるが、保有するサンプルのうち 80%を学習用に、残り 20%をテスト用に用いた。学習用に用意した 80%のうち、90％を学習に、10％を検証用とした。

図７に乱気流が生じた事例の、発生地点周りの衛星画像を示す。また、図８に発生しなかった事例の衛星画像を示す。ここで、乱気流が発生しなかった事例は、日本空域での航路付近で、範囲内に乱気流発生地点が含まれなく、かつ、範囲内に値の欠損が無い地点を選択した。乱気流が報告された事例の方が、特徴的な雲の構造が伴う場合が多いと見られる。

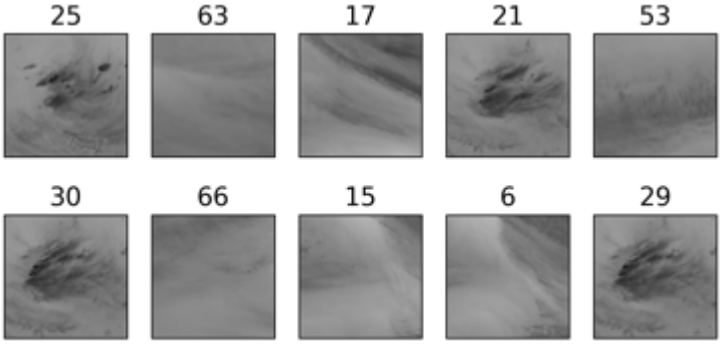


図７：乱気流が生じた事例の雲画像の例
図の中心が発生地点で、番号は事例番号を示す

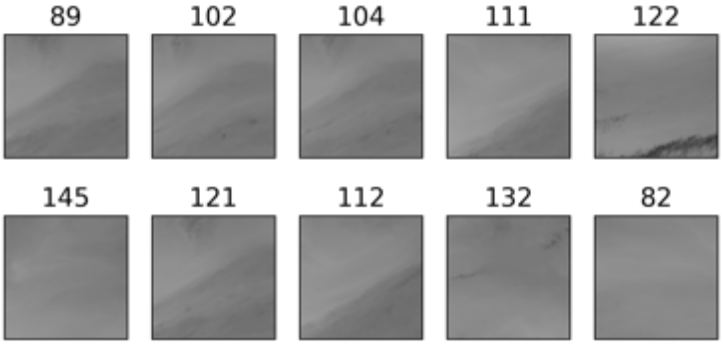


図８：上の図と同じだが、乱気流が生じていない事例の雲画像の例

これらの入力画像を用いて、上述したようなモデルで学習を行った。図９に、期間中全てのサンプルを用いた際の、学習中の accuracy 及び loss の変遷を示す。学習が進むと共に、accuracy が増加すると共に loss が減少しており、後半では accuracy は高い値、loss は低い値に近づいている。この結果から、今回用意した全てのデータを用いた際も、風のデータを用いた時と同様に、問題なく学習ができていることが示唆される。

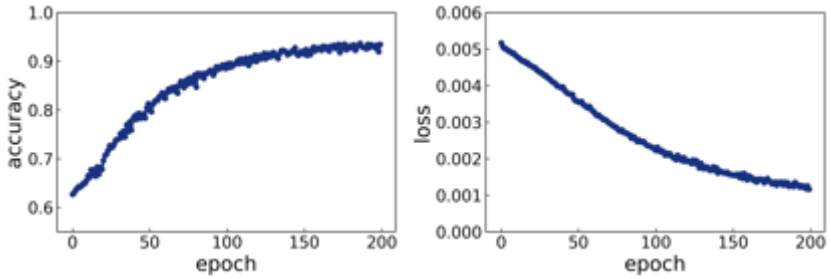


図９：学習中の accuracy および loss の変化

学習されたモデル（重み）を用いて、別に用意していたデータから検証テストを行った。テストの結果出力される値の頻度をプロットした図１０を示す。乱気流あり

のデータは出力値が大きく、乱気流なしのデータは出力値が小さい。中央値はそれぞれ 0.713、-1.338 で、正・負になっている。

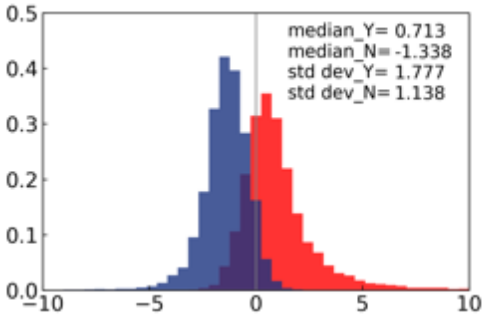


図１０：学習されたモデルでテストを行った結果得られたスコアの頻度分布。赤色は乱気流が生じると診断されたサンプル、一方で青色は乱気流が生じないと診断されたサンプルを示す。それぞれのグループの中央値（median）・標準偏差（std dev）を図の右上に示す。

乱気流ありと予測され、実際に生じた事例の４種類の画像を図１１に示す。画像の左上から右下にかけて伸びる雲域の北東側に乱気流発生点が位置しており、雲から影響を受けて生じた事例と推察することができる。他の事例でも同様に、雲域内もしくは付近で、乱気流が発生した事例が確認された。

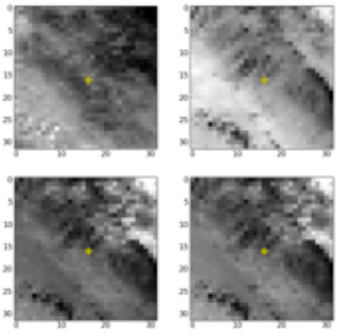


図１１：乱気流ありと予測され、実際に生じた事例の４種類の画像。

次に学習・検証用データを季節ごとに振り分け、同様の学習を行った。図１２は、その結果を示す。全てのデータを扱った時の結果と同様、基本的に全ての季節で、乱気流ありは値が大きく、乱気流なしは値が小さい結果となった。特に秋は両者が明確に分類されており、精度が高い予測が可能と期待できる。

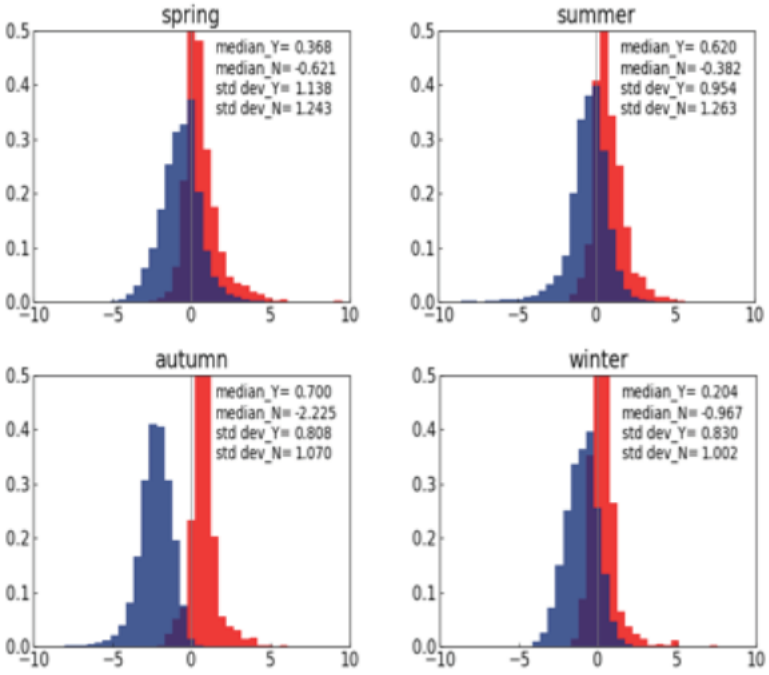


図１２：図と同じだが、(左上)春、(右上)夏、(左下)秋、(右下)冬の結果。

今回の検証では、衛星画像が得られた時刻に乱気流が生じるか否かを推測するモデル（重み）を構築したが、実際には数時間先に乱気流が生じるかを推察する必要があり、当然精度も減少してしまうことが想定される。しかしながら、今回の研究からポテンシャルの高い結果が得られたと言える。

2) 2019 年度開発モデルの改善

まず、最初のアプローチとして、2019 年度開発モデルの推論パラメーターを用いて MSM データによる精度検証を実施した。乱気流ありとなしの場合における 6 時間後予報によって予測された値のヒストグラム結果を図１３，１４に示す。

なお、横軸（予測 OUTPUT データ）のマイナス値が乱気流なしと予測、プラス値が乱気流ありと予測されたものである。

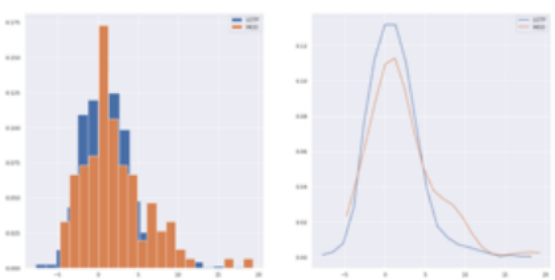


図１３：乱気流あり（強度別）

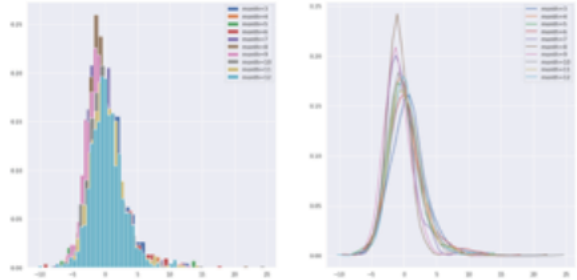


図１４：乱気流なし（月別）

図１３，１４より、ヒストグラム期待値が０付近に位置していることから、精度良く予測されていないことが確認された。

2019 年度開発モデルの学習用にて用いた再解析データと今回予測で用いた MSM データを比較したところ、上空の格子幅が再解析データは 5km メッシュであり、MSM データは 10km メッシュと違いが確認された。

用いる気象予報モデルの格子幅の違いによって求める精度を満たすことができていないことを確認したことから、MSM データの初期値を学習データとする再学習を実施した。

再学習させたモデルによる乱気流ありとなしの場合における 6 時間後予報によって予測された値のヒストグラム結果を図１５，１６に示す。

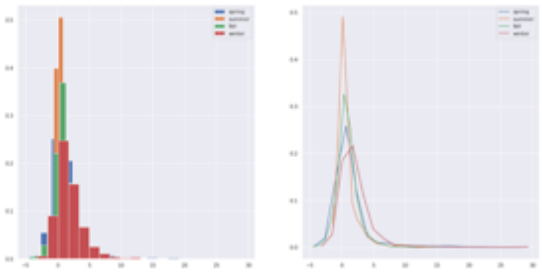


図１５：乱気流あり（季節別）

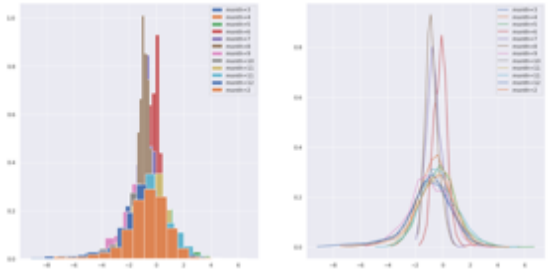


図１６：乱気流なし（月別）

図１５，１６より、季節や月による違いはあるものの、乱気流ありのヒストグラム期待値はプラス値に位置し、乱気流なしのヒストグラム期待値はマイナス値に位置していることから、精度良く予測されていることが確認された。

3) 推論パラメーターをアプリケーションに追加

・気象衛星「ひまわり」学習モデルについては、高い精度が得られたが、モデル改善対応に時間を要したため、本実証期間中にオンラインデータ連携の自動化アプリケーションに新たなモデルとして実装することができなかった。

・MSM 再学習モデルについては、自動化アプリケーションの内容をほぼ変更せずに、モデルパラメータの入れ替えのみで対応できる内容であったため、自動化アプリケーションに実装し、実証評価を行う。

３．実証結果

３．１　精度検証結果

３．１．１　使用データの準備

1) INPUT データ（MSM データ）
期間：2019 年 2 月～12 月
時間：00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21
高度：300hPa(=FL300), 250hPa(=FL340), 200hPa(=FL390), 150hPa(=FL450)
範囲：北緯 22.4 度～47.6 度、東経 120 度～150 度

2) INPUT データ（気象衛星「ひまわり」データ）
期間：2015 年 7 月～2018 年 12 月
時間：00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21
高度：300hPa(=FL300), 250hPa(=FL340), 200hPa(=FL390), 150hPa(=FL450)
範囲：北緯 22.4 度～47.6 度、東経 120 度～150 度

3) 乱気流報告データ（PIREP）
期間：2019 年 2 月～12 月
時間[00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21]：各時間の±30 分の範囲
高度[FL300, FL340, FL390, FL450]：各高度の±1000ft の範囲
範囲：北緯 22.4 度～47.6 度、東経 120 度～150 度
・地点のレポート：そのまま使用
・経路のレポート：10km～14km 間隔で補間。
ただし、使用時ランダムサンプリング実施

4) 飛行実績データ
期間：2020 年 9 月 4 日～10 日
時間[00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21]：各時間の±30 分の範囲
高度[FL300, FL340, FL390, FL450]：各高度の±1000ft の範囲
範囲：北緯 22.4 度～47.6 度、東経 120 度～150 度
・緯度経度を MSM グリッド（約 10km 間隔）上の最近傍点に置き換える
・重複を削除する
・使用時ランダムサンプリング実施

３．１．２　検証モデル

1) 2019 年度開発モデル
・2019 年度の乱気流 AI 予測システムにて作成した予測モデル
・再解析データの初期値に基づく予測モデル

2) MSM 再学習モデル（季節別）
・MSM データの初期値に基づく予測モデル
・季節別の 4 種類のモデル作成
・ラベルつきデータセット（3/4 の日付分をデータが教師データ、1/4 の日付分のデータをテストデータとして使用）
▶乱気流あり：2019 年 2 月～12 月の乱気流報告データの LGTP および MOD を、4 つのモデルの学習・検証に共通で使用
▶乱気流なし：季節ごとのデータセットを作成。飛行実績データから、乱気流発生領域（乱気流報告データの MOD, LGTP, LGT および LGTM 報告があった地点を中心とした範囲）に含まれないデータ。

3) 気象衛星「ひまわり」学習モデル
・気象衛星「ひまわり」データの初期値に基づく予測モデル
・季節別の 4 種類のモデル作成

３．１．３　MSM 再学習モデルにおける乱気流あり・なしラベルの作成

MSM 再学習モデルにおける 乱気流あり・なしラベルの作成方法について以下に説明する。ただし、ここで作成した乱気流あり・なしラベルは、精度検証における正解データとしても使用した。

1)　乱気流あり

乱気流ありラベルのデータとして乱気流報告データ（PIREP）を用いた。

PIREP には乱気流のあった地点の緯度経度、高度、日時そしてその乱気流の強さの情報が主に記載されている。乱気流の強さは強いものから順に、「SEV, MODP, MOD, LGTP, LGT, LGTM」、そして乱気流がなかったという「SMTH」という種類がある。本検証では、学習を行えるだけのデータ数が確保できることやある程度以上の乱気流の強さであることを考慮し「MOD, LGTP」のみの PIREP 報告を乱気流ありラベルのデータとして扱うこととする。

このようにして得られた乱気流が発生したと考えられる地点の緯度経度情報から、MSM 気象情報を切り出す。

MSM 気象情報を切り出す際は、乱気流発生地点の緯度経度を中心とした（前述と同様の格子の）格子を切り出す。この格子点上にはその地点での風情報等が含まれており、学習を行う際はそれらのデータから各格子点に対し 4 つの値（東西方向・南北方向の風速及び Wind Shear）を準備する。

このようにして準備した乱気流ありラベルデータの数は 1175 であった。このうち日付が４で割り切れる日のデータをテストデータに、それ以外の日のデータを訓練データとした。

最終的な訓練データ数は 935、テストデータ数は 240 であった。

2)　乱気流なし

乱気流なしラベルのデータの準備には、飛行実績データを使用した。

飛行実績データとは航空機が飛行中に定期的に現在どの地点を飛行中かを報告したデータであり、２０１９年９月の２週間分のデータを入手できた。飛行ルートは年間を通して大きく変更になることはない上、多少の誤差は２週間分のデータからでも推定できると判断した。そこでこの２週間分のデータを１日分のデータとして扱い、報告地点の重複を削除した後、この飛行ルートで毎日飛行したとして１年間の飛行実績データとした。その後、この飛行実績データで報告のあった地点が PIREP で乱気流報告があった点と重なる場合は乱気流あり、重ならない場合は乱気流なしと判断しその地点を乱気流なし地点のデータとして扱う。ここで PIREP の乱気流あり地点にも誤差が含まれていることを考慮し、PIREP で乱気流ありと判断した地点（なお、ここでは乱気流の強さ「SEV, MODP, MOD, LGTP, LGT, LGTM」の地点全てを乱気流ありの点として考えている）を中心とした範囲は乱気流が発生した可能性があるとし、飛行実績データでこの範囲に含まれない地点を乱気流なし地点と判断する。

なお、PIREP が存在するのが２月の初旬からなので乱気流なしラベルのデータもそれに合わせ２月初旬からしか存在しない。

以下、各月のデータ数である。

02 月 訓練: 233　テスト: 91
03 月 訓練: 327　テスト: 102
04 月 訓練: 279　テスト: 94
05 月 訓練: 327　テスト: 84
06 月 訓練: 305　テスト: 95
07 月 訓練: 310　テスト: 83
08 月 訓練: 308　テスト: 92

09 月 訓練: 306　テスト: 101
10 月 訓練: 326　テスト: 96
11 月 訓練: 301　テスト: 92
12 月 訓練: 341　テスト: 107

３．１．４　精度検証結果

1) 検証１（2019 年度開発モデルに MSM データを使用して予測）
まず、2019 年度開発モデルに MSM 初期値を入力値として予測を行った場合の通年における精度検証を実施した結果を表１に示す。

MSM 初期値		PIREP Label		All
		LGTP or greater	SMTH	
予測結果	Positive	606	7,297	7,903
	Negative	372	8,477	8,849
All		978	15,774	16,752

表１：2019 年度開発モデルに MSM 初期値を入力値として予測した場合の精度検証

各評価指標の結果は以下の通り。
Recall(乱気流あり報告の中で、ありを予測できた割合)：62.0%
Specificity(乱気流なし報告の中で、なしを予測できた割合)：53.7%
Precision(乱気流あり予測のうち、乱気流あり報告があった割合)：-(※)
Negative predictive value(乱気流なし予測のうち、乱気流なしだった割合)：-(※)
Accuracy(全てのデータのうち、正しく予測できた場合)：54.2%
(※ Positive と Negative のデータ数の差が大きいため省略)

2019 年度開発モデルで使用した再解析データと今回 INPUT データとして使用した MSM データの格子幅の違いによって求める精度を満足することができなかったため、精度向上のため MSM データの初期値を学習データとし、再学習を実施した。

2) 検証２（MSM 再学習モデルに MSM データを使用して予測）
MSM 再学習モデルに MSM 初期値を入力値として予測を行った場合の通年における精度検証を実施した結果を表２に示す。

MSM 初期値		PIREP Label		All
		LGTP or greater	SMTH	
予測結果	Positive	776	312	1,088
	Negative	184	817	1,001
All		960	1,129	2,089

表２：MSM 再学習モデルに MSM 初期値を入力値として予測した場合の精度検証

各評価指標の結果は以下の通り。
Recall：80.8%
Specificity：72.4%
Precision：71.3%
Negative predictive value：81.6%
Accuracy：76.3%

2019 年度開発モデルと比較し、初期値の予測精度が大幅に向上していることが確認された。予測時間 0, 3, 6, 9 時間先の精度検証及び季節による精度検証を実施した結果を表３に示す。

Forecast time	Season	Recall	Specificity	Precision	Negative predictive value	Accuracy
0hr	Winter	90.4%	76.6%	76.1%	90.6%	82.8%
	Spring	75.0%	66.1%	65.5%	75.5%	70.2%
	Summer	80.4%	74.4%	73.7%	81.0%	77.3%
	Fall	77.5%	72.3%	69.9%	79.5%	74.7%
3hr	Winter	87.1%	67.4%	55.9%	91.7%	73.8%
	Spring	72.3%	67.4%	52.6%	83.0%	69.1%
	Summer	74.0%	80.1%	65.5%	85.8%	78.0%
	Fall	75.2%	68.4%	53.9%	84.9%	70.6%
6hr	Winter	86.5%	68.2%	56.1%	91.5%	74.0%
	Spring	70.0%	68.2%	52.1%	82.1%	68.8%
	Summer	72.8%	81.1%	66.0%	85.5%	78.3%
	Fall	76.0%	68.7%	54.1%	85.5%	71.1%
9hr	Winter	85.5%	68.9%	57.0%	90.8%	74.3%
	Spring	70.0%	69.4%	53.8%	82.0%	69.6%
	Summer	71.3%	81.0%	66.0%	84.5%	77.7%
	Fall	75.1%	69.6%	55.1%	84.9%	71.4%

表３：MSM 再学習モデル　予測時間 0,3,6,9 時間先及び季節による精度検証
冬(11、12、2 月)、春(3、4、5 月)、夏(6、7、8 月)、秋(9、10、11 月)

評価指標 Accuracy を元に確認したところ、初期値の検証では冬季の精度が最も良く、予測時間 3, 6, 9 時間先の精度検証では夏季の精度が最も良い結果が確認された。また、予測時間 3, 6, 9 時間先の予測精度に大きな違いは無く、70～80%程度の精度であることが確認されたことから、本モデルを用いてオンラインデータ連携における運用検証を実施した。

3) 検証３（気象衛星「ひまわり」学習モデルにて予測）
気象衛星「ひまわり」学習モデルに気象衛星「ひまわり」データを入力値として予測を行った場合の通年における精度検証を実施した結果を表４に示す。

気象衛星「ひまわり」		PIREP Label		All
		LGTP or greater	SMTH	
予測結果	Positive	12,278	2,247	14,525
	Negative	4,089	29,483	33,572
All		16,367	31,730	48,097

表４：気象衛星「ひまわり」学習モデルにて予測した場合の精度検証

各評価指標の結果は以下の通り。
Recall：75.0%
Specificity：92.9%
Precision：84.5%
Negative predictive value：87.8%

Accuracy：86.8%

MSM 再学習モデルと比較し、初期値の予測精度が向上していることが確認された。季節による精度検証を実施した結果を表５に示す。

Forecast time	Season	Recall	Specificity	Accuracy
0hr	Winter	61.5%	85.1%	84.3%
	Spring	72.7%	71.9%	71.9%
	Summer	83.6%	66.4%	67.7%
	Fall	89.3%	99.7%	99.1%

表５：気象衛星「ひまわり」学習モデル 季節による精度検証
なお、Precision 及び Negative predictive value は Positive と Negative のデータ数の差が大きいため省略
冬(12、1、2 月)、春(3、4、5 月)、夏(6、7、8 月)、秋(9、10、11 月)

評価指標 Accuracy を元に確認したところ、秋季が最も良く 99%の精度であった。夏季の精度を除き MSM 再学習モデルより精度向上していることが確認できたが、夏季の精度では MSM 再学習モデルより 10%程度精度が低下することが確認され、各データが持つ特徴に応じた有意性があることが確認できた。

３．２　効果検証

３．２．１　乱気流予測表示結果

1)　表示設定

可視化の機能要件について以下の通り設定した。

・空間解像度：20km 間隔
・表示高度：2000ft 間隔
・予測時間：3 時間間隔
・データ更新頻度：3 時間間隔

2)　飛行経路方向断面図

実運航において、乱気流による高度変更検討の可能性を考慮し、飛行経路に沿った断面図表示の検証を行うべく、今回は羽田-福岡路線、羽田-千歳路線に限定して検証を行った。

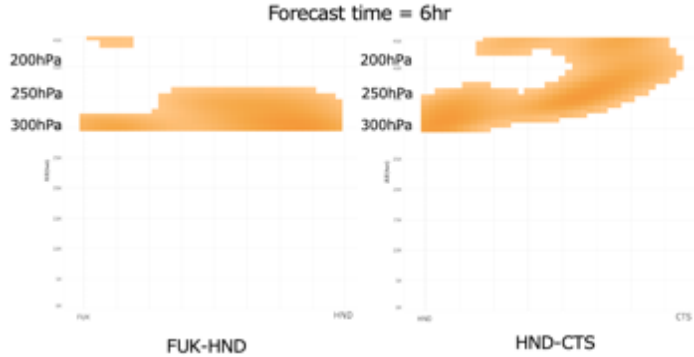


図１７：(例)2021/2/22 0000UTC 配信 MSM データを用いて予測した断面図

3)　日本地図平面図

実運航において、乱気流による飛行経路変更の可能性を考慮し、300hPa,

250hPa，200hPa における平面図表示の検証を行った。

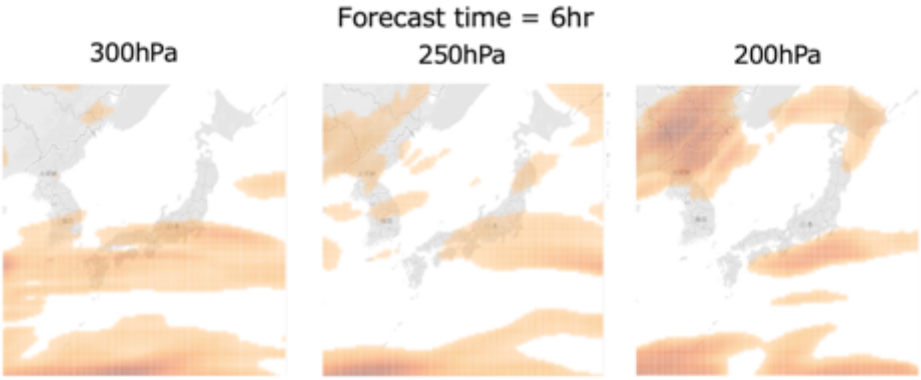


図１８：(例)2021/2/22 0000UTC 配信 MSM データを用いて予測した平面図

３．２．２　ユーザーヒアリング

1)　ヒアリング対象者

実運航に導入した場合に想定される利用者として、弊社所属の運航乗務員（以下、PILOT）及び運航管理者にヒアリングを実施した。

PILOT：全日本空輸株式会社 安全推進センター所属（安全品質業務担当）

運航管理者：全日本空輸株式会社 オペレーションマネジメントセンター所属

2)　ヒアリング結果

PILOT 及び運航管理者のコメント及び５段階評価の結果を以下表６，７に示す。

チェック項目	設定	PILOT	
		コメント	5段階評価
空間解像度	20km間隔	国内線において20kmは十分 国際線では40~80kmでも足りる	5 (非常に良い)
表示高度	2000ft間隔	2000ftでも使用可能 1000ft間隔の方がより良い	4 (良い)
予測時間	3時間間隔	3時間間隔で問題ない	4 (良い)
データ更新頻度	3時間間隔	もう少し更新頻度が高いとなお良い	3 (普通)
ツールの使用感	平面図/断面図	概ね使用しやすい	3 (普通)
実運用での運用方法	―	機内Wi-Fi環境でも閲覧可能であることから、Briefing時のみならず、運航中の確認としても利用可能	―
コメント	―	・ 高精度であることから非常に有効な手段である ・ 現在使用しているデータより揺れの予測が当たっていると感じた	―

表６：PILOT コメント及び５段階評価

チェック項目	設定	運航管理者	
		コメント	5段階評価
空間解像度	20km間隔	十分満足する	4 (良い)
表示高度	2000ft間隔	2000ftでも使用可能 1000ft間隔の方がより良い	3 (普通)
予測時間	3時間間隔	現行利用している予測と同様	3 (普通)
データ更新頻度	3時間間隔	現行利用している予測と同様	3 (普通)
ツールの使用感	平面図/断面図	可視化についてはいくつか課題あり	2 (悪い)
実運用での運用方法	―	・ 気象データ作成時 ・ 運航管理者飛行計画作成時 ・ 乗員のブリーフィング時	―
コメント	―	・ 300hPa以下(400,500hPa)の予測データ希望 ・ 風/気温/圏界面等の気象情報との重ね合わせ表示希望 ・ 予測精度80%程度は非常に高精度 ・ 揺れの強度に対応した凡例希望	―

表７：運航管理者コメント及び５段階評価

３．２．３　現行使用している他予測データとの比較

現行、当社にて使用している乱気流予測のデータは以下の 4 点である。

・毎時大気解析（Met-Air）
・Vertical Wind Shear
・国内航空路予想断面図（FXJP）
・悪天予想図（FBJP）

上述の予測データと今回本プロジェクトにて予測したデータを比較したところ、乱気流あり報告の地点において、現行の予測では乱気流発生の可能性を示唆できていない地点において、乱気流 AI 予測システムにて予測したデータには乱気流発生の可能性を示唆できていることが複数確認された。

この差が発生しているエリアを確認したところ、風の収束している部分であることが確認された。つまり、現行の予測システムでは点における予測であることから風の収束については予測対象とならないが、乱気流 AI 予測システムでは面で予測を行なっていることから、風の収束が予測対象となっており、乱気流 AI 予測の優位性が高い点と言える。

なお、具体例として、2021 年 2 月 19 日日本時間 12 時頃、関東エリア 200hPa(=FL390)付近にて強めの乱気流報告された際の予測結果を図１９に示す。

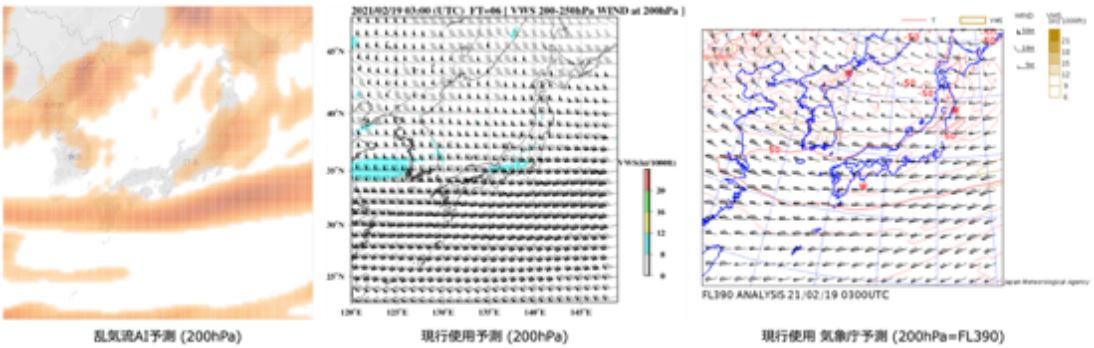


図１９：左から、MSM データ 2021/2/18 2100UTC Forecast time=6hr を用いた乱気流 AI 予測、Vertical Wind Shear、毎時大気解析(Met-Air)

また、70～80%程度の精度が確認されているものの、実際の確認を行うべく、乱気流 AI 予測システムによって予測された乱気流予測情報と実際の乱気流報告データを比較するために、予測データと PILOT レポートの重ね合わせ図を作成し、検証を実施した。

具体例として、2019 年 11 月 24 日の結果を図２０に示す。

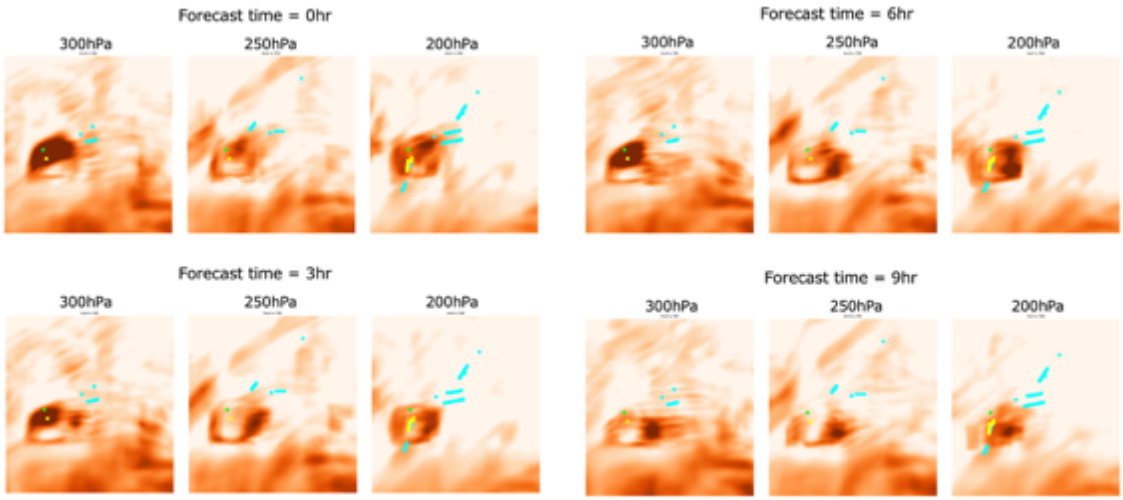


図２０：オレンジ色は乱気流ありと予測されたエリア、黄緑色点は MOD 乱気流報告地点、黄色点は LGTP 乱気流報告地点、水色は乱気流なし報告地点

３．３　目標に対する達成度

当初の目標として、乱気流有無の捕捉率 50%以上の識別が可能となる、乱気流予測 AI システムの開発を掲げており、結果として季節変動はあるものの、9 時間先予測においても 70%以上の精度が確認され、当初の目標を大幅に上回る結果となった。

ただし、可視化については、他気象情報との重ね合わせ表示や予測エリアの拡大、乱気流強度別表示などいくつか課題があったため、課題を満足したシステムに改修した後、当社の現業活用を開始する予定である。

また、精度については非常に良い精度ではあるものの、より精度向上が期待できる可能性があることから、引き続き精度向上及び予測エリア拡大を含めた開発実証を並行して実施したいと考えている。

４．まとめ

４．１　まとめ

複数の衛星データ及び加工データを組み合わせた擬似的に画像と見立てたデータと乱気流報告情報を用い、乱気流識別 AI システムを構築した。当該システムを用いた実証実験を行い、当初の目標値でもあった捕捉率 50%をはるかに上回る 70～80%程度の予測精度を達成できた。

本結果を基にユーザーへのヒアリングを行った結果、9 時間先までの乱気流予測情報については運用上満足するものであり有効と判断されたものの、可視化や予測エリアにおいて課題が確認されたため、可視化に関してはよりユーザーヒアリングを十分に行なった上でより良いものに構築し直すと共に、データ収集を行い予測エリアの拡充また、新たなデータの追加などによる精度向上に向けた調整を行う予定である。

４．２　課題及びその解決に向けた方策

本プロジェクトを通じて見えてきた課題は、ユーザービリティの高い可視化方法があげられる。

今後可視化の改善項目として具体的に以下のようなアプローチが考えられる。

- 風/気温/圏界面等の気象情報との重ね合わせ表示
- 予測エリアの拡大(国際線対応、FL300 以下の予測データ表示)
- 乱気流強度別表示
- 将来ビジネス化を考慮した可視化(Web アプリケーションによるデータ提供など)

一方、予測精度に関しては当初の目標を超える良い精度であることが確認されたものの、学習データ精度の向上による予測精度向上が期待され、また、今回使用したデータ以外のデータを追加することによりさらなる精度向上も期待されることから、引き続き精度向上に向けて学習を進めていく予定である。

今後精度向上の改善項目として具体的に以下のようなアプローチが考えられる。

- 新たなデータ追加による精度向上
  (Vertical Wind Shear (VWS)に限らない他のデータなど)
- 乱気流強度毎における閾値検証
- EDR の活用を含めた、客観的な乱気流報告データの活用
- より多くの精度高い乱気流報告データ量の収集
- 下層面(FL300 以下)における予測精度向上検証

４．３　今後の展望

今回正解データとして使用した PIREP は運航乗務員の主観的報告であるため、より精度向上を図るためには客観的かつ偏りのない情報に基づいた報告が重要であると考えている。現状の報告では件数ならびにデータのばらつきが見られることから、今後は EDR の活用含めて航空機から機械的に取得した乱気流データを活用することも併せて検討したい。

また、日本域内のみならず国際線への展開を行う場合、気象衛星画像がひまわりだけでは不十分の可能性があることから、GCOM などの極軌道衛星と組み合わせるなど他の衛星を使用することも今後検討していく必要がある。

さらに、今回気象観測データ数が少なかったことによるデータ解析の限界も見られたことから、今後は衛星搭載ドップラー風ライダーで風向・風速を３次元計測したデータや物理量を３次元計測したデータ（Hyperspectral sounders）等を加えることで、大気の状況を３次元的に把握することが可能となり、予測精度の向上が期待できる。

提出書類6-1（公募実証）

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化	
実証チームメンバー	衛星データ利用者	大塚製薬株式会社（含む A&P Inphatec, RIDGE VINEYARDS inc）
	サービス提供者	大塚製薬株式会社（含むA&P Inphatec）、一般財団法人リモート・センシング技術センター、株式会社東京地図研究社、株式会社イーグリッド
実証事業概要（200字程度）	Xylella菌を原因とするピアス病は、虫媒介によってブドウやオリーブ等の植物に感染、枯死させる疾患であるが2019年までに病原菌に有効な治療法や薬剤はなかった。米国カリフォルニアでは1998年から本疾患が拡散、対策費＄50M／年を講じているが、感染範囲も十分掌握されておらず、栽培者負担は＄56M／年に及んでいる。大塚製薬はピアス病の病原菌に有効な予防・治療薬(XylPhi-PD™)を開発し、2019年に米で承認取得。本実証事業において衛星データによる感染エリアの特定可能性を見出し、薬剤投与による感染範囲抑制と感染予防、そして将来的に、ブドウ生産の品質と収穫量の向上を目的とする。	

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

アプリケーション概要（使用データを含む）

実証方法・規模等

項目	N数	相関係数	データセットの単位	圃場の地区	評価*
ピアス病 40%以上　重症	20	0.41	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10%-40%以上　中程度	15	0.60	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10%以下　軽症	13	NA	ブドウ樹	Sonoma	D
収量	42	0.53	圃場	Sonoma	B
収量	48	0.62	圃場	Montebello	B
糖度	27	0.61	圃場	Sonoma	A
酸度	25	0.80	圃場	Sonoma	A
pH	32	0.57	圃場	Sonoma	A

ビジネス化に向けた課題と今後の展望

1. 課題
- ピアス病診断に関してはまだ開発が必要であり、すぐ販売できる精度ではない。
- その他、品質や収量予測に関してはワイナリー側の再評価が必要。

2. 今後の展望
- 衛星を用いたブドウ品質管理アプリケーション開発の継続を決定
- コラボレーションの継続（4社協定書の締結）
- Ridge vineyardによるアプリケーションの再レビュー
- 地元アカデミアへの情報の共有

まとめ

- 2つの衛星より取得した情報を用いた結果、2019年9月のPD葉40%以上（N=16）と40%未満（N=25）の推定モデルは、違いがあるため別々に分析し、推定モデルを構築することができた。
- 糖度、酸度、pH、収量の推定モデルを構築することができた。
- 圃場管理のために収集されたにもかかわらずモデルの構築が可能になった
- ビューアアプリの作成が完了した

※フォントサイズは10pt以上推奨。　※A4サイズ1枚以内に収めること。

成果報告書

大塚製薬株式会社　研究員　栗田　賀乃子

実証事業名	ブドウの広域病害把握と薬剤供給および品質管理の効率化	
実証チーム メンバー	衛星データ利用者	大塚製薬株式会社（含む A&P Inphatec , RIDGE VINEYARDS inc）
	サービス提供者	大塚製薬株式会社（含む A&P Inphatec）、一般財団法人リモート・センシング技術センター、株式会社東京地図研究社、株式会社イーグリッド
実証事業概要（200 字程度）	Xylella 菌を原因とするピアス病は、虫媒介によってブドウやオリーブ等の植物に感染、枯死させる疾患であるが 2019 年までに病原菌に有効な治療法や薬剤はなかった。米国カリフォルニアでは 1998 年から本疾患が拡散、対策費＄50M／年を講じているが、感染範囲も十分掌握されておらず、栽培者負担は＄56M／年に及んでいる。大塚製薬はピアス病の病原菌に有効な予防・治療薬(XylPhi-PD™)を開発し、2019 年に米で承認取得。本実証事業において衛星データによる感染エリアの特定可能性を見出し、薬剤投与による感染範囲抑制と感染予防、そして将来的に、ブドウの品質と収穫量の向上を目的とする。	

1．衛星データ

ワイン用ブドウにおける広域の病害把握および品質管理のために、衛星データを収集した。使用した衛星データは欧州 ESA が運用する Sentinel-2（オープンフリー）と Planet 社が運用する超小型衛星群 PlanetScope（有償）である。各センサの仕様を表 1.1 に示す。Sentinel-2 の観測幅は PlanetScope より大幅に広く（250 km）広域観測に適しているが、空間解像度は低く（10m もしくは 20m）ブドウ圃場の詳細な不均一性は把握できない。一方、PlanetScope の空間解像度は一桁高く（3.7 m）、なおかつ 150 機以上の編隊飛行により広域観測も可能である。時間分解能は PlanetScope の方が非常に高く、ほぼ毎日観測できる。波長分解能は Sentinel-2 の方が高く（計 12 バンド中 7 バンド使用）、ブドウのより詳細な分析が（低い空間分解能によって制約はあるものの）可能である。衛星画像の購入範囲は米国カルフォルニア州 Sonoma 地区と Montebello 地区である。購入範囲を図 1.1 に示す。購入期間は 2018 年と 2019 年の収穫前（6 月～9 月）である。

表 1.1　衛星センサの仕様

衛星名	Sentinel-2	PlanetScope
運用	欧州 ESA	Planet 社
機数	2（将来 4）	150 機以上
空間分解能(m)	20（解析使用バンドのみ）	3.7
波長分解能	計 12 バンド中 7 バンド使用 B02：490 青 B03：560 緑 B04：665 赤 B05：705 レッドエッジ B06：740 レッドエッジ B07：775 近赤外 1 B8A：865 近赤外 2	4 バンド バンド 1：455～515 青 バンド 2：500～590 緑 バンド 3：590～670 赤 バンド 4：780～860 近赤外
時間分解能(日)	10	ほぼ毎日
観測幅(km)	290	24.6×16.4
プロダクト	レベル 2A(地表面反射率)	SR(地表面反射率)
購入費	オープンフリー	有料

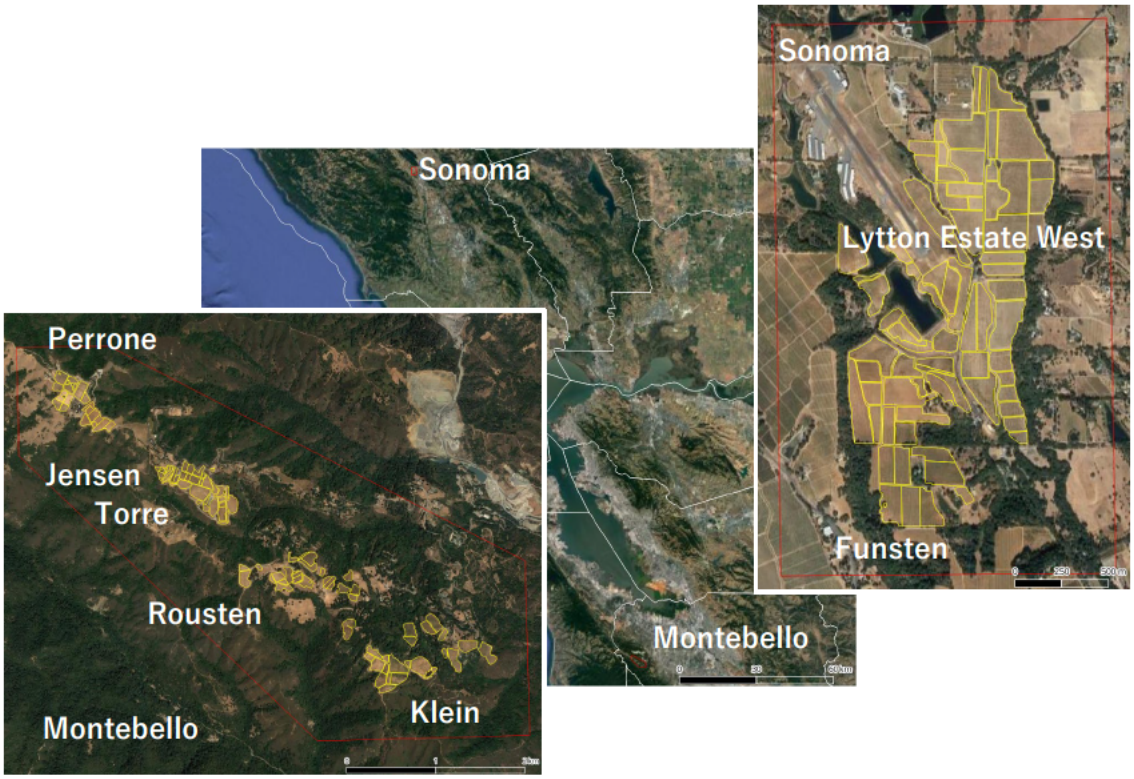


図 1.1　衛星画像購入範囲

２．病害把握のためのピアス病感染マップ

ピアス病は虫が媒介する病原菌により導管が詰まり、水ストレスが高まるためにブドウ樹が枯死する病気である。Sonoma 地区にある Lytton Estate West 農場にある 32 番圃場において、2017 年からピアス病に関する現地調査が実施されている。本プロジェクトでは 2019 年 9 月上旬の現地データと衛星データからピアス病葉率を推定する線形回帰モデルを構築した。現地調査では数 m 間隔で格子状に植わっているブドウ樹 952 本においてピアス病葉率が計測されている。このため画素単位での解析が可能となる。現地調査の結果、ピアス病葉率 40%以上の重症、10～40%の中軽症、0～10%の軽症に分けられることが分かった。多重共線性を評価したうえで様々なバンド組み合わせを検討した結果、Sentinel-2 のバンド 3（緑）と 8A（近赤外）および PlanetScope のバンド 2（緑）と 4（近赤外）を用いた線形回帰によって推定モデルを構築することができた。Sentinel-2 において軽症では相関係数 0.56、中軽症では 0.53、重症では 0.48 であり、PlanetScope において中軽症では相関係数 0.60、重症では相関係数 0.41 であった（軽症の推定モデルは構築できなかった）。推定モデルと画素ごとに適用した推定マップを図 2.2～2.3 に示す。空間解像度の低い Sentinel-2 でもモデルを構築できたが、ピアス病が樹冠に与える影響が水分ストレスであることを考慮し、ブドウ樹が受けている様々な気象・土壌条件と詳細に比較することによって、モデルの実用性を評価する予定である。

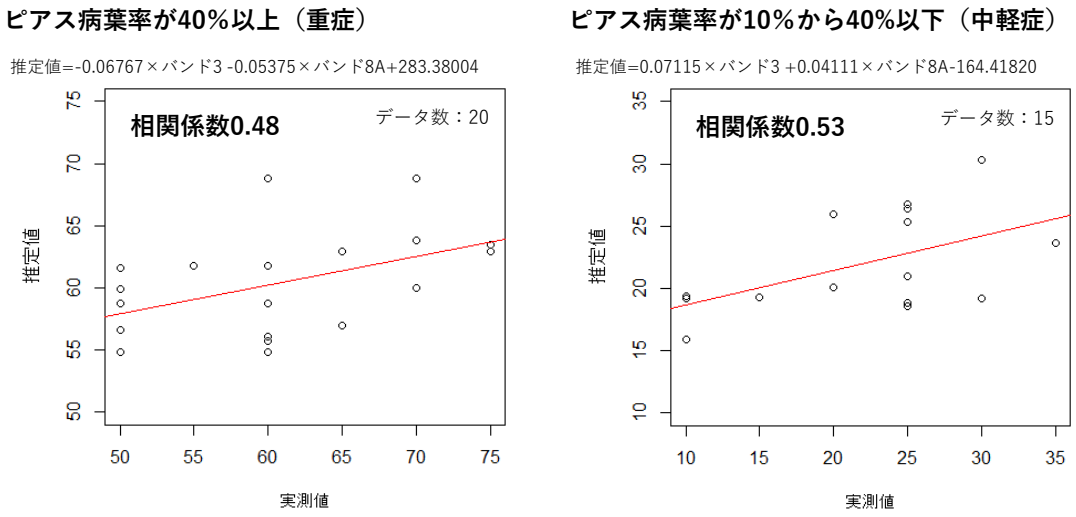


図 2.1(1)　ピアス病葉率推定モデル（Sentinel-2）

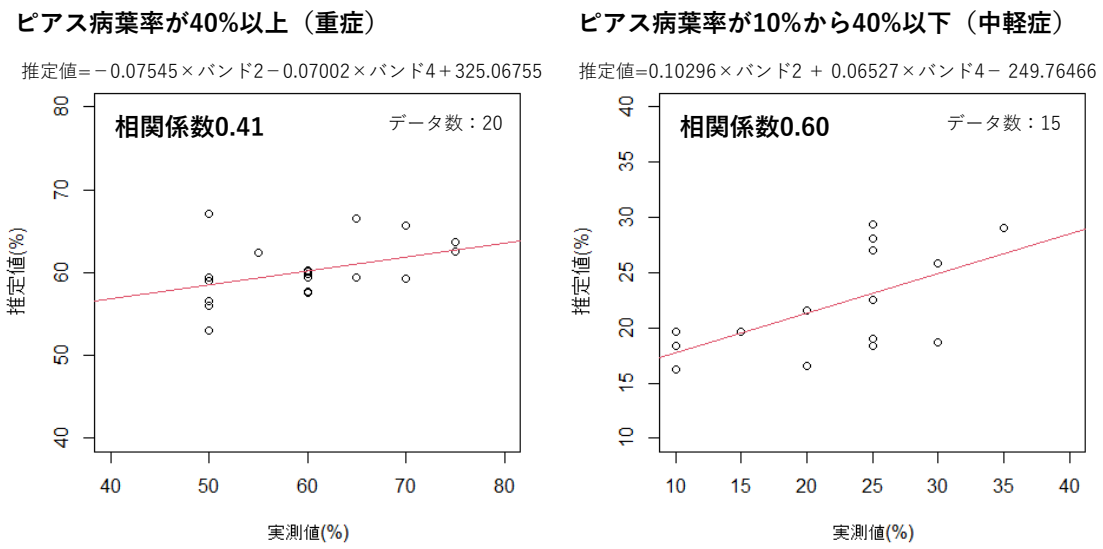


図 2.1(2)　ピアス病葉率推定モデル（PlanetScope）

図 2.2(1)　ピアス病葉率推定マップ：非公開（Sentinel-2、Sonoma 地区、2019 年）

図 2.2(2)　ピアス病葉率推定マップ：非公開（PlanetScope、Sonoma 地区、2019 年）

３．品質管理のための糖度・酸度・pH 推定マップ

高付加価値商品であるワイン用に収穫されるブドウにおいて、ワインの品質に多大な影響を与えるブドウの糖度・酸度・pH を衛星画像から推定する線形回帰モデルを構築した。ブドウの収穫（おおよそ 10 月）は、これらの項目が適正な濃度になったときであるため、収穫前において定期的に計測されている。なお、現地計測は Sonoma 地区の各圃場において任意の場所で旬ごとに測定しているため、現地検証データと推定マップは旬ごとに圃場単位とした。2018 年と 2019 年の 8 月下旬から 9 月下旬まで、旬ごとに推定モデルを構築した結果、PlanetScope において糖度では 2018 年 9 月中旬に相関係数 0.61、酸度では 2018 年 8 月下旬に相関係数 0.80、pH は 2019 年 9 月中旬に相関係数 0.57 の推定モデルを構築することができた。なお、Sentinel-2 では推定モデルを構築できなかった。推定モデルと推定図を図 3.1～3.3 に示す。

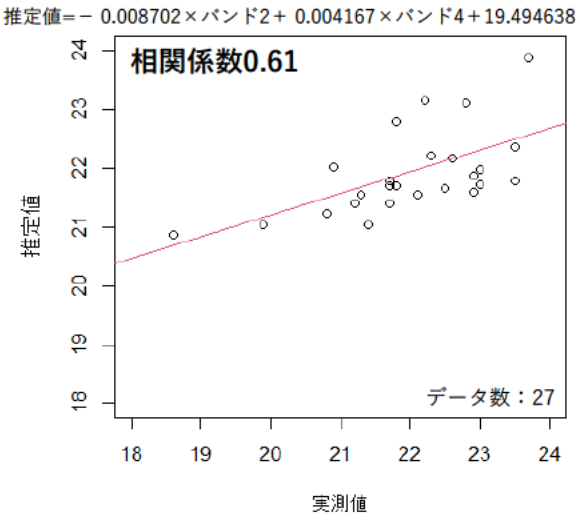


図 3.1　糖度推定モデル（Sonoma 地区、2018 年 9 月中旬）

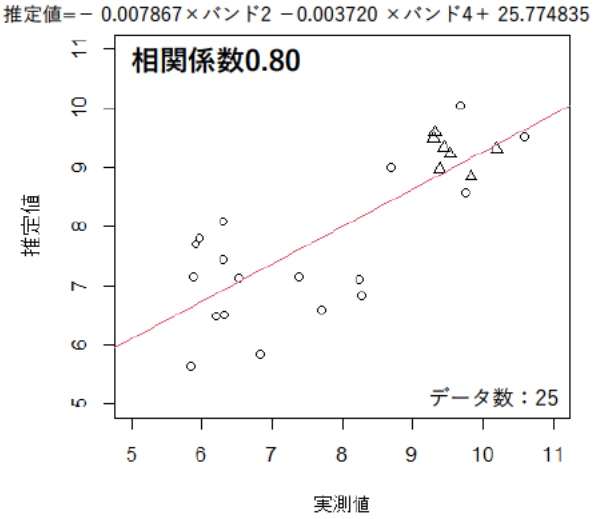


図 3.2　酸度推定モデル（Sonoma 地区 2018 年 8 月下旬）

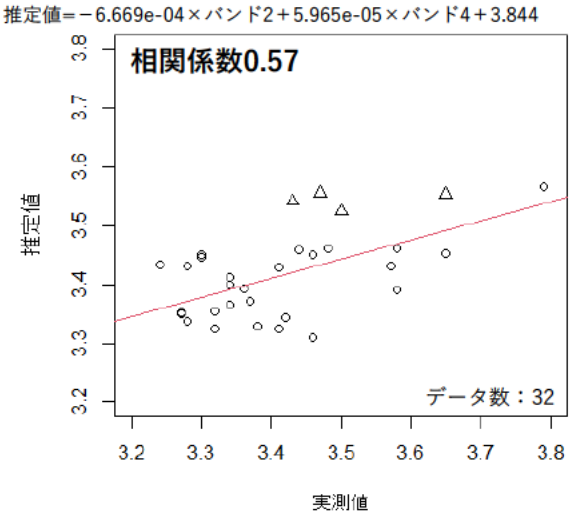


図 3.3　pH 推定モデル（Sonoma 地区、2018 年 9 月上旬）

４．営農管理のための収穫量推定マップ

ワインの品質管理において重要な要素となる収穫量を推定する線形回帰モデルを構築した。収穫量は、ワイン醸造所に圃場単位で搬入された総量であるため、総量を面積で除した収穫量と、圃場単位に集計した衛星データから圃場単位の収穫量を推定するモデルを構築した。その結果、2019 年において、Sentinel-2 では Sonoma 地区で相関係数 0.48、Montebello 地区で相関係数 0.58 の、PlanetScope では Sonoma 地区で相関係数 0.53、Montebello 地区で相関係数 0.62 の推定モデルを構築することができた。なお、Sentinel-2 では前述のバンドに加えバンド 5（レッドエッジ）も使用している。各地区の推定モデルと推定マップを図 4.1 に示す。

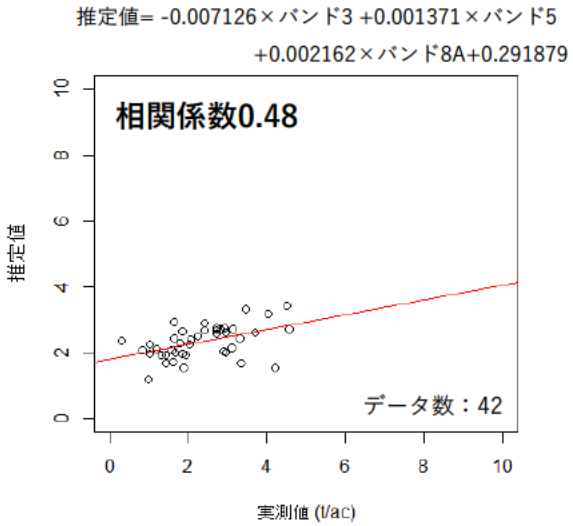


図 4.1(1)　収穫量推定モデルと推定（Sentinel-2、Sonoma 地区）

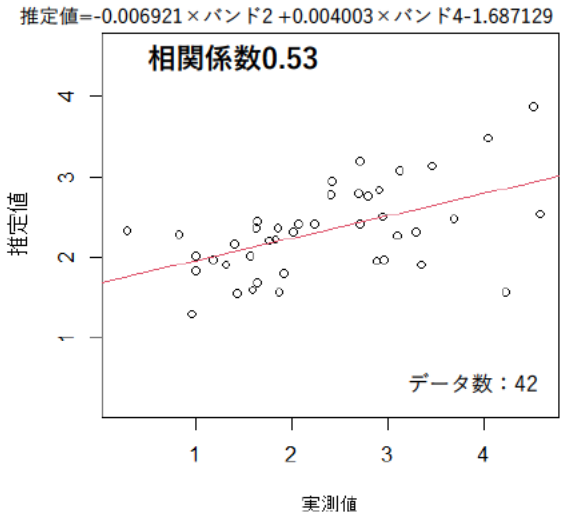


図 4.1(2)　収穫量推定モデル（PlanetScope、Sonoma 地区）

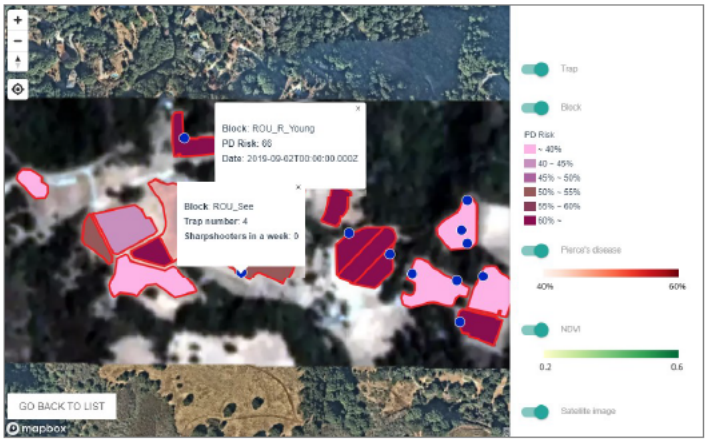
5．衛星情報を用いた解析のまとめ

衛星データと現地データから、ピアス病葉率、品質（糖度、酸度および pH)、収穫量の推定モデルを構築することができた。現地データは圃場管理のために最適化されたものであり、必ずしも衛星データの活用を想定したものではなかったにもかかわらず、そのようなデータにおいても推定モデルを構築することができた。今後、本プロジェクトで得られた知見をもとに、現地調査方法等を改善することにより、商品化を想定した実証が可能になると考えられる。

6.　アプリケーション開発

RESTEC にて解析したブドウ樹の病害状況と品質の分析結果を地図上で閲覧できる Web システムの開発を行った。 主題図は下記の通り、PD（ピアス病）リスク(図 6.1)、 品質（解析値）（図 6.2)、収穫量（図 6.3)、 成熟度（実測値）（図 6.4)、ログイン機能(図 6.5)、地図種別選択、地図一覧、言語（日本語、英語、スペイン語）切替(図 6.6)の機能を有する。

PD リスク（PD Risk）



表示内容

Trap：
シャープシューターのトラップを地図上に表示する。
地物をクリックすると、捕獲数が表示される

Block：
圃場枠。PDリスクの値で色分け表示。
地物をクリックすると、PDリスクの解析値が表示される。

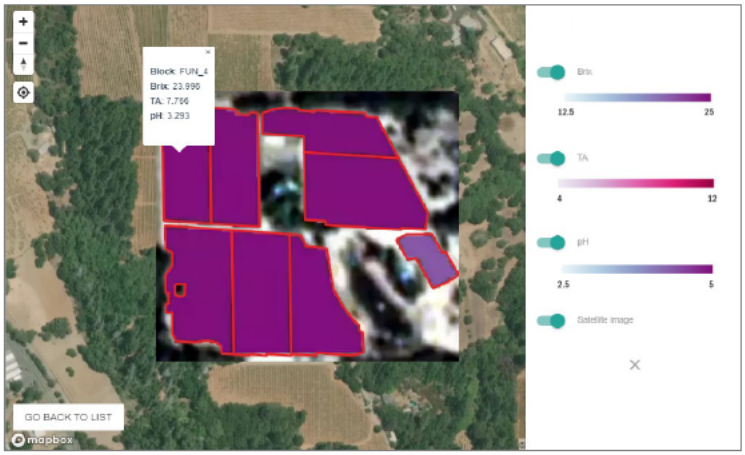
Pierce's Disease:
PDリスクの解析画像。

NDVI:
NDVI（正規化植生指標）の解析画像。

Satellite image:
解析の元となる衛星画像。

図 6.1 PD リスク

品質（Quality）



表示内容

Block（地図上枠のみ）：
圃場枠。枠のみ表示。
地物をクリックすると、Brix、TA、pHの解析値が表示される。

Brix:
Brix（糖度）の解析画像。

TA:
TA（酸度）の解析画像。

pH：
pH（水素イオン濃度）の解析画像。

Satellite image:
解析の元となる衛星画像。

図 6.2 品質

収穫量（Yield）

表示内容

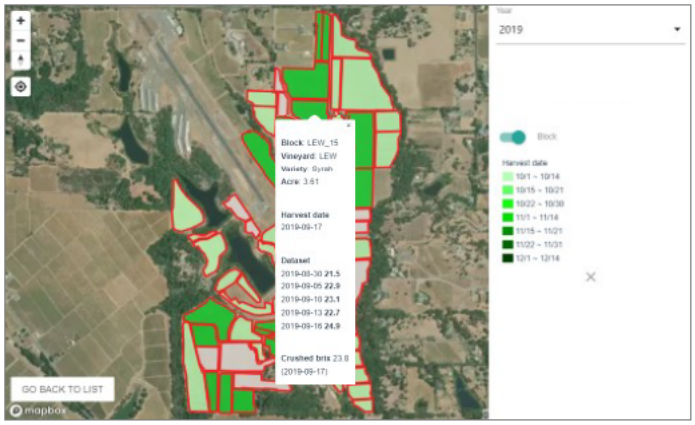
Block（地図上枠のみ）：
圃場枠。枠のみ表示。
地物をクリックすると、収穫量の解析値が表示される。

Total Tons Crashed:
収穫量の解析画像。

Satellite image:
解析の元となる衛星画像。

図 6.3 収穫量

成熟度（Maturity）



表示内容

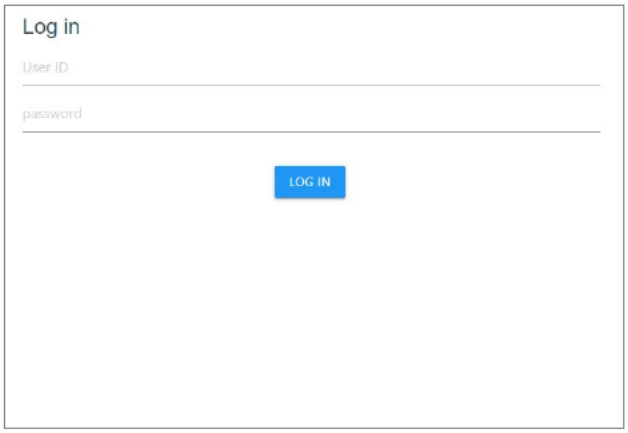
一覧で選択した成熟度（Brix、TA、pH、Veraison、Malate）の地図を表示する。

レイヤコントロール上部にて、年度を切り替えることができる。（データが存在する年度のみ選択可）

Block：
圃場枠。収穫日で色分け。
地物をクリックすると、表示中の年度の収穫日と成熟度の実績値が表示される。
（データが存在するもののみ）

図 6.4 成熟度(過去の実測値)

ログイン



user name

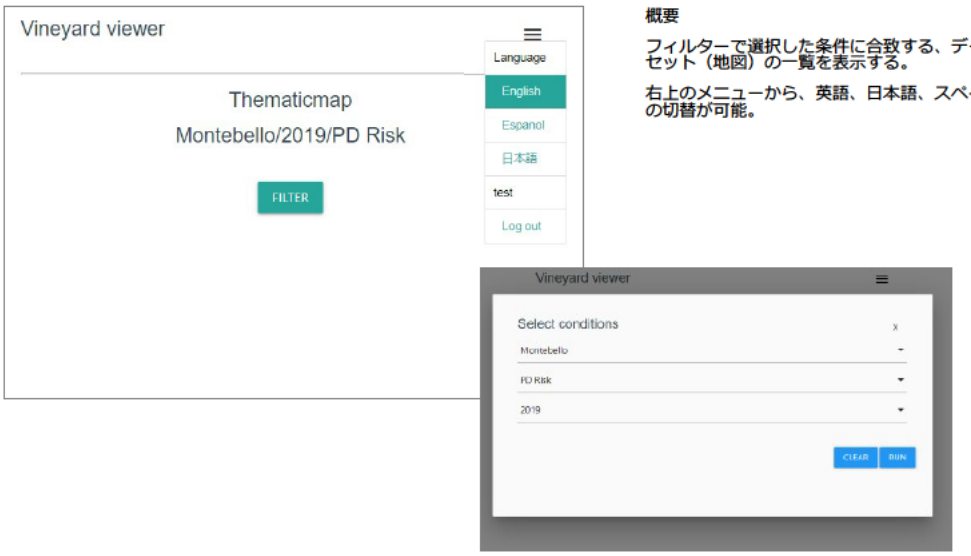
半角英数字、アンダースコア（）、マイナス記号（-）、ドット（）が使用可能。 12文字以内。

Password

半角英数字。5文字以上12文字以内。英字の大文字と小文字は区別される。

図 6.5 ログイン機能

データセット一覧



概要

フィルターで選択した条件に合致する、データセット（地図）の一覧を表示する。

右上のメニューから、英語、日本語、スペイン語の切替が可能。

図 6.6 地図種別選択、地図一覧、言語（日本語、英語、スペイン語）切替

7. ビジネス化に向けた課題と今後の展望

本プロジェクト期間中の成果を評価する目的で、各衛星に分けて解析データと相関について図 7.1 および図 7.2 にまとめた。収穫量に関してまだ実証が必要、B という評価を付けたのは、農家にとって収穫量は利益に直結する値であることから、彼らの収穫量に対する感覚は非常にシビアになりうるからである。ピアス病診断に関しても重症ピアス病を持つブドウは劇的に収量が落ちることから同様のことが言える(A&P で解析済)。また、

Sonoma の畑において、40%以上の葉病率を持つブドウ樹は表示のような分布と完全には一致していないことから追加のデータ収集が必要であり、すぐ販売できる精度ではないことから C および D と判断した。ただし、症状のレベルを分けないといけなかったが、相関がみられたことから、これらのモデルに情報を追加し、再解析する価値があると判断した。以上の結果および考察から、衛星を用いたブドウ品質管理アプリケーション開発の継続を決定し、本案件のコラボレーションを継続する予定である。また、収穫量および品質予測については、衛星データの活用を想定したものではなかったにもかかわらず、推定モデルを構築することができた。これらの点については Ridge vineyard によるアプリケーションの再レビューをし、収穫量および品質の予測システムによるコストの削減についても協議していきたいと考えている。これらのフィードバックに基づき他カリフォルニアのブドウ農家および地元アカデミアへの情報の共有を予定している。

解析データと相関のまとめ(PlanetScope)

項目	N数	相関係数	データセットの単位	圃場の地区	評価*
ピアス病 40%以上、重症	20	0.41	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10% - 40%以上、中軽症	15	0.60	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10% 以下、軽症	13	NA	ブドウ樹	Sonoma	D
収量	42	0.53	圃場	Sonoma	B
収量	48	0.62	圃場	Montebello	B
糖度	27	0.61	圃場	Sonoma	A
酸度	25	0.80	圃場	Sonoma	A
pH	32	0.57	圃場	Sonoma	A

＊現場でのニーズの違いを考慮

A：製品化に近い
B：まだ実証が必要
C：データ収集が必要
D：判断が難しい

図 7.1 解析データと相関のまとめ(PlanetScope)

解析データと相関のまとめ(Sentinel-2)

項目	N数	相関係数	データセットの単位	圃場の地区	評価*
ピアス病 40%以上、重症	20	0.48	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10% - 40%以上、中軽症	15	0.53	ブドウ樹	Sonoma	C
ピアス病 10% 以下、軽症	13	0.56	ブドウ樹	Sonoma	C
収量	42	0.48	圃場	Sonoma	B
収量	48	0.58	圃場	Montebello	B
糖度	27	NA	圃場	Sonoma	D
酸度	25	NA	圃場	Sonoma	D
pH	32	NA	圃場	Sonoma	D

＊現場でのニーズの違いを考慮

A：製品化に近い
B：まだ実証が必要
C：データ収集が必要
D：判断が難しい

図 7.2 解析データと相関のまとめ(Sentinel-2)

提出書類6-1(公募実証)

「令和２年度　オープン&フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	SHIOTAN　－ 衛星画像から潮目を特定し、イサダ漁の効率化をサポート	
実証チーム メンバー	衛星データ利用者	岩手県水産技術センター
	サービス提供者	株式会社星座 一般財団法人リモート・センシング技術センター
実証事業概要 （200字程度）	イサダは岩手県沿岸域では冬季から春季にかけて南下する親潮の前線域（潮目）に多く密集することで漁場が形成される。その為、漁業者は既にNOAAやTerra/Aquaの水温分布を参考にして漁場探索を行っている。衛星データの顕在化したニーズの強い層に対して、地上データを組み合わせた付加価値の高いアプリケーションを提供することで、2.16億円規模の売上げ、110億円以上の経済波及効果を目指し、宇宙利用産業と水産業の発展に貢献する。	

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

アプリケーション概要（使用データを含む）

SHIOTAN（https://shiotan.jp）を、Webアプリケーションとして構築した。運用データには静止気象衛星ひまわり、分析データにはGCOM-C・Terra・HYCOMを用いた。

実証方法・規模等

「SHIOTAN」アプリケーション開発を株式会社星座（代表）、衛星データの整備・分析を一般財団法人リモート・センシング技術センター、情報提供・実証協力を岩手県水産技術センターとし、岩手県の釜石・大船渡・宮古の周辺海域にてイサダ（ツノナシオキアミ）を対象に実証を行った。期間中においては、魚種や地域を絞ったが、衛星データの広域性を活かし、アプリケーションは全国規模の展開が可能になるように構築した。他地域・他魚種への取り組みも進めている。

ビジネス化に向けた課題と今後の展望

データ項目（潮流や海中水温）の面で、ユーザー要求を満たしていないことが課題である。一方でデータ項目数を追加していくのみで差別化を図ることの限界もあり、今後は潮目に着目する中でより明確化・本質化されたニーズを満たすことによる高付加価値化を目指す。2021年4月から正式版を（有償版）サービスインする。他地域や他魚種への展開を念頭に、初年度は1経営体あたり5,000円（税抜き）で150経営体への販売を試みつつ、さらなるビジネスモデルを検討している。販売を進めつつ情報を集め仮説検証を行う。

まとめ

実証を経てチームとして大きな学びを得ることができた。無償衛星においても、その活用余地が残されていることを十分実感し、開発（IT）と研究（リモート・センシング）を融合し有効化するための技術的な知見を獲得した。一方で地域や業界の変革の難しさを再認識し、コロナ禍で現地へ赴けない苦労やもどかしさがあった。本件では実証を念頭に短期的な目線で行動してしまうこともあったが、長期的な目標のために実証事業をどう活用していくかを今後はしっかりと考えていきたい。

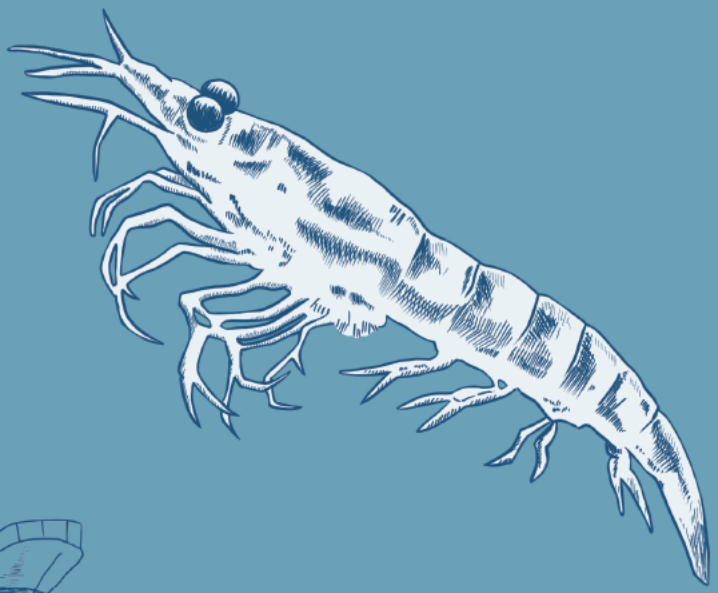
※フォントサイズは10pt以上推奨。 ※A4サイズ1枚以内に収めること。

令和２年度　政府衛星データのオープン＆
フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業

SHIOTAN

衛星画像から潮目を特定し、
イサダ漁の効率化をサポート

株式会社星座
一般財団法人リモート・センシング技術センター
岩手県水産技術センター



はじめに

本書は、
プロジェクトの成果を報告するのみならず、
宇宙産業・水産業に関わるすべての方へ、
チームが経験した困難や獲得した知見を、
共有できるように心がけた。

目　次

01 プロジェクトについて

プロジェクトの背景 …… 03
プロジェクトの概要 …… 03

02 プロジェクトの内容

Report:01 SHIOTAN アプリケーションの実装 …… 05
Report:02 潮目検出とイサダの漁場分析 …… 07

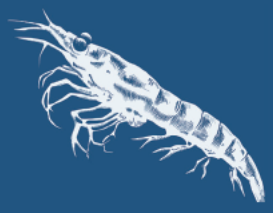
03 プロジェクトの成果

α版の公開後の反響 …… 11
ビジネス化への展望 …… 11

01

プロジェクトについて

2020年10月中旬、プロジェクト開始に先立ち、岩手県の釜石市・大船渡市に訪れた。現地の漁業者や岩手県水産技術センターと話をする中で、イサダ（ツノナシオキアミ）の存在を知ることとなった。



プロジェクトの背景

イサダ漁の重要性と課題

イサダ（ツノナシオキアミ）は、漁業者にとっての春のボーナスとも言われ、岩手県が全国の漁獲量の50%を占める重要な魚種である。過去の達成率（漁獲量 / 上限量）の推移は2001～2010年が大方100%だったのに対し、近年は不漁が続き、2012年以降は平均60%程度と低調である。これは海洋変動が及ぼす影響等で、過去に培ってきた漁の経験が通用しなくなりつつある為だと考えられる。加えて、イサダの製品開発を行う加工業者にとっても安定供給は重要であり、漁業者のみならず地域全体の課題である。

衛星データの利用状況と発展可能性

岩手水産技術センターが運用する「いわて大漁ナビ(https://www.suigi.pref.iwate.jp/)」は市況情報から海況情報までを幅広く提供し、多くの他都道府県の水産試験場と同様に人工衛星データを画像形式で配信する。利用されている衛星はNOAAやTerra/Aquaであり、海面水温の1日合成・1週間合成を含めた9項目がある。中でもNOAAが提供する衛星画像は、時間分解能（1日）と空間分解能（1km）のバランスに優れているが、現場の漁業者からはリアルタイム性や付加価値の向上を望む声がある。有償のアプリケーションの中には、リアルタイム性やデータ項目数に優れた物も存在するが、使いやすさ・利用方法・利用料金が導入の壁となっている。そこで、次項目の実現による新規性の提供を目指した。「付加価値の向上（潮目を検出）」「リアルタイム性の向上（ひまわり衛星を利用）」「利用のしやすさの向上（アプリケーション化）」である。

プロジェクトの概要

対象と地域

イサダはプランクトンの一種であり、冬季から春季にかけて南下する親潮の前線域（潮目）に多く密集することで漁場が形成される。また、適水温である7℃～8℃の水深帯に多く分布することが知られている。その特性から既に一部の漁業者はNOAAやTerra/Aqua等の衛星画像による水温分布・等水温線を参考にし漁場選定に活用している。ニーズが顕在化されていることから、初期対象としてイサダが適切であると考えた。実証海域は、岩手県の釜石市・大船渡市を中心とした沿岸域（10海里以内程度）とした。

体制と方法

アプリケーション開発を株式会社星座（代表）、衛星画像の整備・分析を一般財団法人リモート・センシング技術センター、情報提供・実証協力を岩手県水産技術センターとした。実施にあたり、開発フェーズと実証フェーズに区分し、2月1日にSHIOTANのα版公開を目指した。前半の開発フェーズは11月～1月にかけて、株式会社星座および一般財団法人リモート・センシング技術センターによりアプリケーションおよびアルゴリズムを開発した。開始時点では技術的実現性が不明確な項目が多く存在したことから、設計やテストにかける時間を最小化した上で、柔軟かつ迅速に実施が可能なアジャイル開発方式を採用した。具体的には、2週間毎の期間で開発要件を見直し実行することで、最大成果を目指した着地を求め続けた。後半の実証フェーズは2月～3月にかけて、岩手県水産技術センターから提供された情報を元に、データの検証とSHIOTANのα版公開で得られた各評価（岩手県水産技術センター・漁業者・加工業者など）を整理した。なお本期間中はコロナウィルス感染拡大の影響と、それに伴う緊急事態宣言発令で移動が制限されたが、現地で必要な実施事項は岩手県水産技術センターの協力により実現できた。

02

プロジェクトの内容

2021 年 2 月 1 日、SHIOTAN のα版を公開した。期間中にいくつものトラブルに見舞われながらも、チームの連携と創意工夫によって辛くも困難を乗り超えることができた。

Report:01

SHIOTANアプリケーションの実装

実装方針

「SHIOTAN（https://shiotan.jp）」は、パソコン・タブレット・スマートフォン、各端末からの閲覧を想定し、Webアプリケーションとして実装した。提供情報は２区分７項目で、海況データが「海面水温（1日/1時間）」「潮目（1日/1時間）」、漁場選定サポートが「イサダ（1日/1時間/AM3時）」である。データの閲覧と切替は、どの端末も容易であり、画面の任意の箇所をタッチすることで対象地点の海面水温（少数点第一位の精度）・潮目の評価（A～Dまで）・緯度経度（60進法）を確認できる。注目したい地点については、拡大機能を利用し、フォーカスした閲覧を可能とした。その逆に、縮小機能を利用し、広範囲を俯瞰した閲覧もできる。漁場選定サポートは、予測よりも絞り込みの性質が強く、イサダの好適生息域を整理し、任意の値で絞り込み表示する。引き続き対応魚種数を追加していく予定である。性能面は、海面水温の精度を少数点第一位まで高めつつ、日本全域をカバーする広域性を持たせた為、表示処理にかかる時間増大が課題となった。対策として、利用範囲を排他的経済水域（EEZ）でマスクし、データをバイナリ化することで高速化を図った。UI・UXを含むデザイン性については、若手漁業者や新規層に受け入れられる工夫を施した。具体的には、ロゴを先進性が想起される印象にし、サイトの一部にイラストを描き有機性を持たせた。現状ではページ遷移がなく、ITに慣れないユーザーでも直ぐに理解可能なつくりを意識した。

● 利用データの検討

ひまわり（空間分解能2km、時間分解能10分）は、全国の水産試験場等が一般的に利用するNOAA（空間分解能1km、時間分解能1日）よりも解像度で劣るが、観測頻度は大幅に優れる。ひまわりを利用することで、リアルタイム性の向上のみならず、観測頻度の高さ（＝合成枚数の多さ）により、雲の混入（測定不能領域）を最小限に抑えた。その結果、空間分解能は減少したが、総合的に見て海面水温の提供の質は向上したと考える。データ選定は、ひまわりの他にしきさいやHYCOMを検討した。しきさいは空間分解能が250mと高く優位性があったが、運用上は時間分解能を優先し選定せず漁場分析のみに用いた。HYCOMも、漁業者のヒアリング結果から、シュミレーションデータ以上に実測値の要望が強いと考え、しきさいと同様に漁場分析のみに用いた。ひまわりの合成データの提供自体は先行事例が既に存在し新規性になり得ないが、Webアプリケーションとし誰もが利用できる点および実測値の掲載に的を絞ることに価値があったと考える。今後の運用は、利用衛星数の拡大よりも、ひまわりのリアルタイム性と実測値に着目し、当衛星から取得可能なデータを検討し、項目数を増やしたい。

● 検証結果

UI・UXを含む広義のデザイン性への評価が高い。アクセスのみで利用できる気軽さや快適な操作が、日々の確認を後押しする体験設計となった。漁業者がアプリケーションを扱う様子を眺めていると、マップの操作性に斬新さを感じているようだった。拡大縮小して海況を確認する、任意の箇所をタッチして詳細情報を得る、最後に緯度経度を確認する、という一連の流れはスムーズにこなしていた。提供データに関しては、リアルタイム性の高さと実測値である点が支持され、ひまわりの利用可能性の余地を再認識した。一方で複数名から「現状では購入しない」との率直な意見を得ている。これは機能の充実した先行サービス（1-3万円程度）に対し、提供項目（潮流や海中水温）で劣る為である。対策として、項目の追加も検討したが、項目数で差別化する限界を感じ、今後は付加価値向上の施策に取り組んでいく。潮目の項目は、漁業者の潮目の認識と差があることで利用が進まず、海面水温の利用が大半であった。運用側において分析用にバックグラウンドで値を保持することで充足する可能性がある。

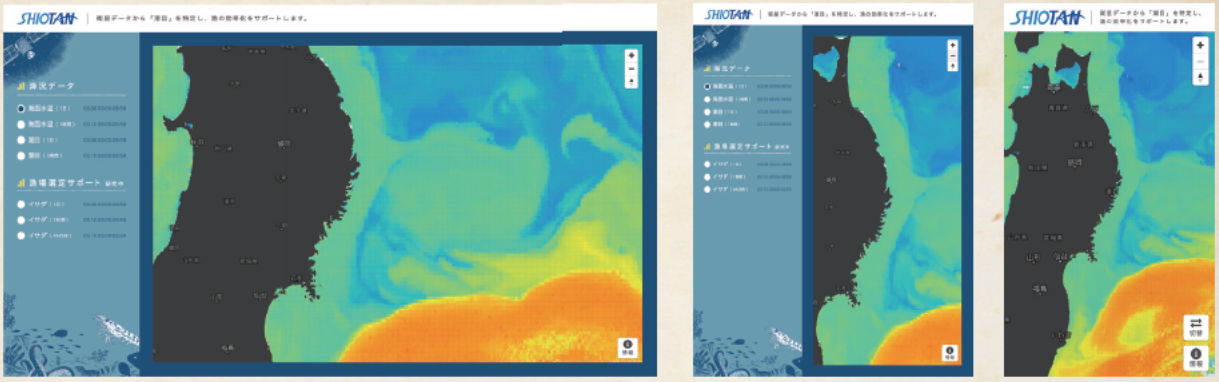


図2-1 デバイス毎の表示　左からパソコン、タブレット、スマートフォン

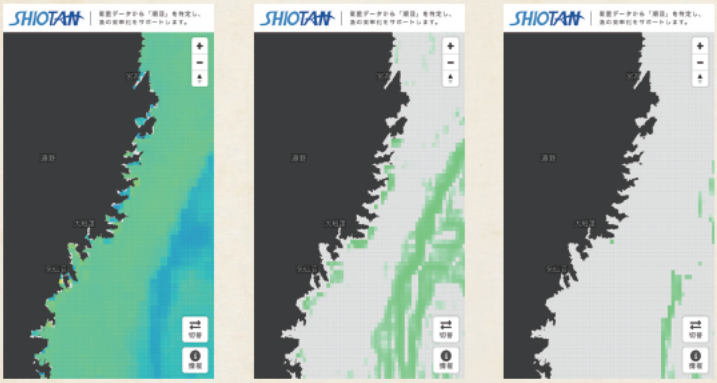


図2-2 提供データ 左から海面水温、潮目、イサダ生息域

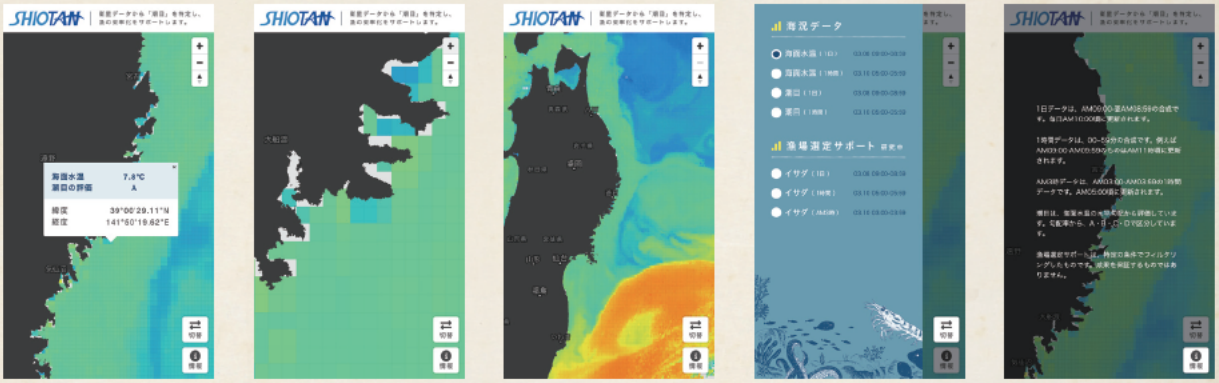


図2-3 機能一覧 左からクリック、拡大、縮小、切替、情報

Report : 02

潮目検出とイサダの漁場分析

分析方針

漁場推定に関連する魚類の好適生息域の海況要因（水温、水色、密度、海面高度、海流など）の調査研究は、専門機関が中心となり、多くの魚種・海域における成果が長く積み重ねられている。また、衛星データを用いた漁場推定では、広域観測が可能なことから外洋域における利用が先行しているものの、近年、衛星データの情報量に注目したAI研究では、教師データとなる漁獲情報不足が課題の一つとなっている。

本実証が対象とするユーザは、春季の岩手県沖イサダ漁関係機関・漁業者である。ユーザは地域特性や複数魚種の有識者・専門家で、海況情報提供サービスの利用経験を持ち、且つ、提供情報が収入に直結すると想定した。また、イサダ漁では資源管理を目的とした漁獲調整が行われており、漁獲データから漁場推定や資源変動を推測する際はその取り扱いに注意が必要である。

よって、本実証でのイサダの漁場推定では、推定スキームは海洋水産学の理論を基軸とし、ユーザのフィードバックを迅速・的確に反映できる方法でデータを分析することとした。具体的には、過去の豊富な研究成果を基に、衛星データを用いて好適生息域を再現し、運用システム内で簡単にチューニング結果が反映可能であることとした。

● 既往資料のレビュー

「イサダ漁が古くからあるのは、ツノナシオキアミが羽虫のように群れて、ときには岸近くまで寄ってくるからである。春先に親潮第1分枝が接岸するとき、その先端域でツノナシオキアミが表層に産卵集群するので、小型船でも容易に漁獲できる」[1]。東北沖のイサダの来遊・漁場形成に関する調査研究の歴史は古く、1953年以降の水揚統計を基にした研究報告[2]など、複数の論文が東北太平洋沿岸の親潮面積と正の相関を示し、親潮由来の冷水域が広い年には豊漁となるという知見が見出されている。岩手県水産技術センターによるイサダの漁況・海況情報（下図、岩手県水産技術センターWeb）でも、親潮系冷水の分布が見られない場合は操業には不適としている。短期的・局所的な視点によるイサダの集積と海水温に関連する報告では、宮城県沖の水深100m水温とイサダ漁獲量がおおむね5～7℃程度の低水温域で正の相関を持ち[2]、ツノナシオキアミは親潮系冷水の縁辺部に蝟集しているが、その適水温は7～8℃であるため、冷水の南下が強すぎると漁場が形成されない[3]という報告がある。また、漁場形成の条件は、漁獲できる水深帯にイサダが来遊する必要があり、親潮第一分枝の南下に加えてその他の様々な要因にも支配されている[4]。浮上集群する物理条件として、水温の鉛直混合[5]、風による沿岸湧昇[5]、生息に不適と考えられる5℃以下の冷水の下層への差込[6]がある。潮境では好漁場が形成され、衛星海面水温による潮境推定が漁場推定に有効であることが報告されている[7]。

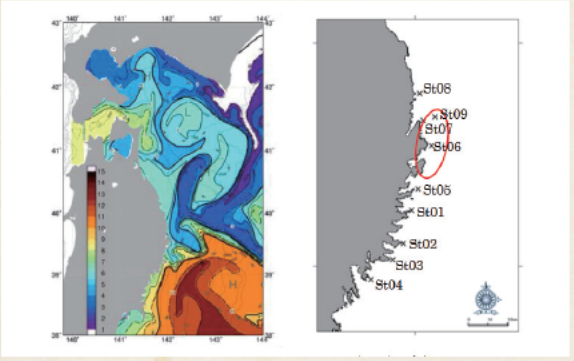


図2-4 2/27の表面水温分布（出典：JAFIC）

図2-5 観測点と魚探反応の位置

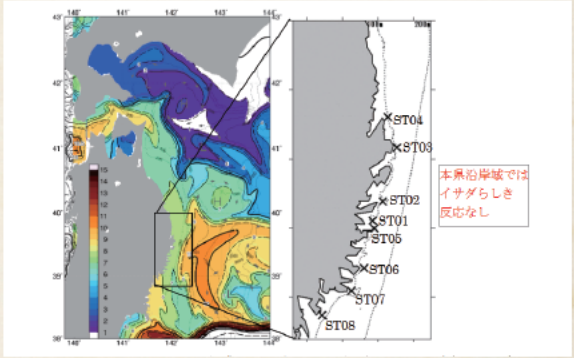


図2-6 2/9の表面水温分布（出典：JAFIC）

図2-7 海洋観測の位置と魚探調査の結果

1）株式会社三洋テクノマリン．生物生態研究所通信 https://www.stm.co.jp/work/seital/tu-sin/article/33
2）小達和子（1979）三陸・常磐沿岸水域におけるオキアミ漁業について．東北区水産研究所研究報告,40,15-25.
3）矢倉浅黄（2018）宮城県近海における水塊変動とツノナシオキアミ漁獲量について．宮城水産研報，第18号．
4）瀧憲司（2002）ツノナシオキアミ漁業の変遷及び漁況の特徴について．水研センター研報，第3号,7-26．
5）寺崎誠（1981）大槌周辺のオキアミ漁業について．東京大学大槌臨海研究センター報告,7,25-33.
6）児玉純一，和泉 祐司（1994）．ツノナシオキアミの沿岸漁場形成要因並びに底魚資源との関わり．月刊海洋,26,228-235.
7）為石日出夫（1991）衛星の登場と新しい漁場形成学．日本リモートセンシング学会誌,Vol.11,No.2,pp.126-136.

● 衛星から見た三陸沖の海況変動

NASA の地球観測衛星、Terra/MODIS による過去 6 年間各年 3 月の表面水温分布を下図に示す。岩手県水産技術センターの報告によると、2018 年と 2019 年にはイサダ漁船を含む漁船が沖合（東側）に多く見られた。白枠内の水温分布は東側で水温が低いことを示しており、黒潮の影響を受けた海域で操業していたと推測できる。また、2016 年と 2020 年はイサダ不良年であり、操業海域だけなく、三陸沖太平洋が高水温域で、親潮系冷水の分布が全く見られず、漁場が形成されなかったと推定できる。MODIS データは空間分解能 1 km で、親潮・黒潮の年変動を十分に捉えており、岩手県沖のイサダ漁場形成に関する海況変動を把握できることが確認できた。

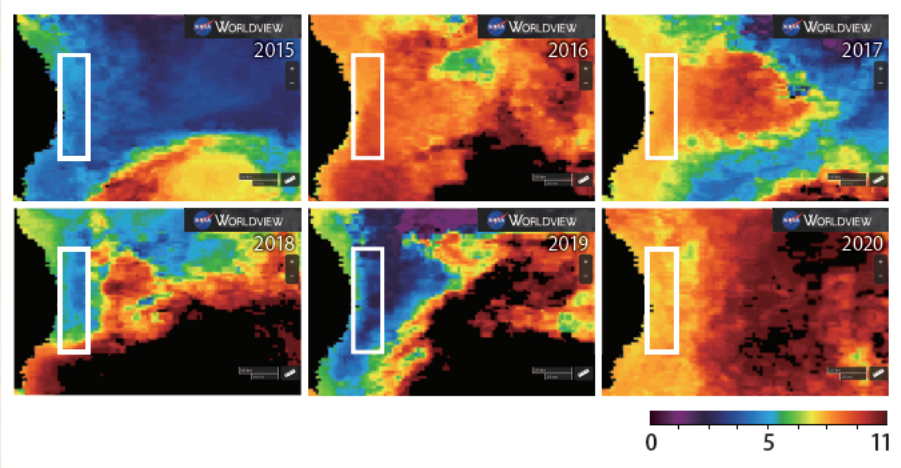


図2-8 表面水温分布（各年 3 月の平均値 Terra/MODIS ）白枠は主な操業海域。参照　https://worldview.earthdata.nasa.gov

● 利用データの検討

漁場をナビゲートする上で空間分解能の高さは有効である。また、海況は時間変動するため、リアルタイム性も重要視される。さらに、イサダ漁は水面下数 10m での魚群に対する漁であり、海況の鉛直構造が漁場推定の要素となる。本検証では、過去のイサダ漁の位置と海況から漁場を推定するフェーズにおいて、詳細な空間情報を得られるしきさい（空間分解能 250m）と鉛直構造のモデル値を含む HYCOM を用いた。一方、ユーザに多くの情報を届けられる観測頻度の多さに注目し、10 分毎に観測可能なひまわり衛星による海面水温を運用データとした。右図はしきさいの海面水温分布に過去のイサダ船の位置をプロットしたもので、親潮分岐域の冷水域が漁場となることがわかる。下図はひまわりによる同日 2 時間毎の海面水温分布で、海面水温の時間変動の様子が捉えられている。右下図は HYCOM による三陸沖の水温鉛直構造で、水深 100m 付近の 8℃の水温帯が陸付近で湧昇している様子がわかる。

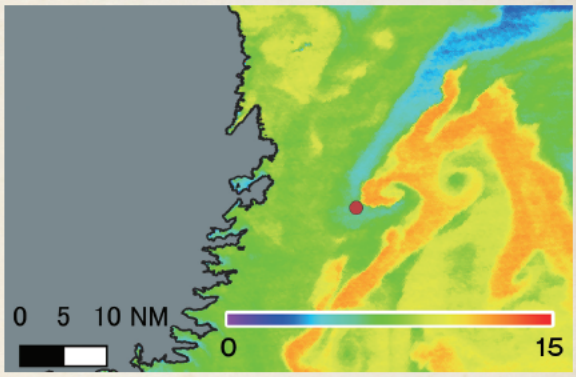


図2-9 しきさいの海面水温分布 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 提供)

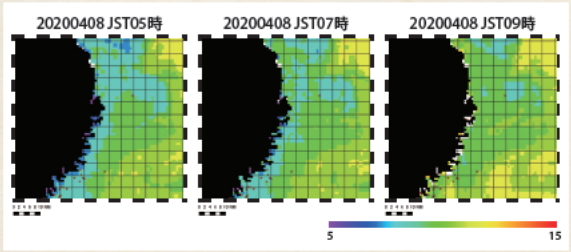


図2-10 ひまわりによる同日 2 時間毎の海面水温分布

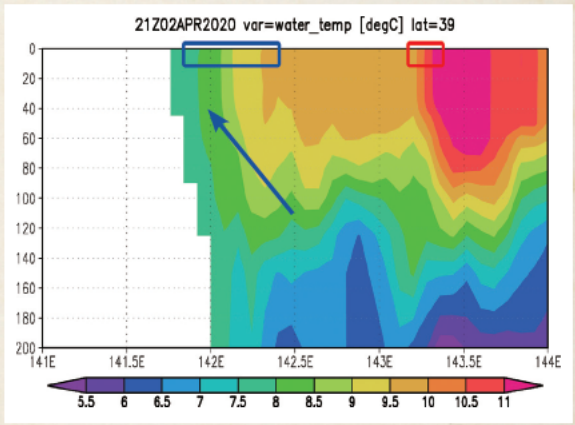


図 2-11 HYCOM による三陸沖の水温鉛直構造

● 潮目の検出とイサダ好適生息域の推定

本実証における潮目の検出では、約10℃以上/30海里の温度差を潮目として定義して検出を試みた。また、イサダの好適生息水温帯が水温7～8℃であることから、潮目として検出した水域で且つ衛星海面水温が水温7～8℃と推定した海域をイサダ生息域と定義した。さらに、衛星海面水温は表層しか捉えていないが、前項で示したように水深100m程度の低水温域にイサダが生息していることから、沿岸部で湧昇する低温域にも注目することとした。

なお、衛星による海面水温と岩手県水産技術センターの表層水温の調査報告を比較すると、明け方はほぼ等水温、日照後は、衛星の海面水温が約10%程度高い傾向が見られた。海域・時間帯によってばらつきがあるため、衛星の海面水温帯はイサダの水温帯より広めに設定した。

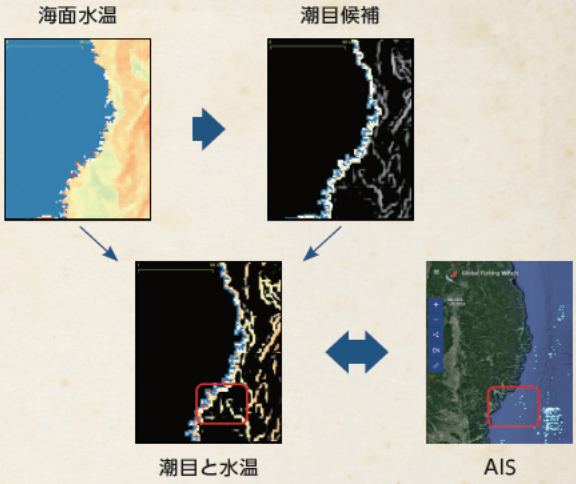


図2-12 推定方法

● 検証結果

イサダの水揚げ日に、岩手県水産技術センターからイサダの漁場と集船、海況の情報が共有された。水揚高が多い3月4日と5日の漁場は綾里埼沖および大船渡湾口付近であり、大船渡市場のイサダ水揚高は2日間合計250トン以上であった。右図に3月4日9:00～3月5日8:59の日データによる海面水温・潮目・イサダ生息域を示す。沿岸域と沖合20km以上の海域に8℃以下の海域と潮目が、綾里埼沖などにイサダ生息域の推定域が確認できる。綾里埼沖では水温7.5℃における操業があり、衛星による海面水温もほぼ等値を示した。ピンポイントではあるが、海況・漁場が衛星水温から再現できたと考えられる。

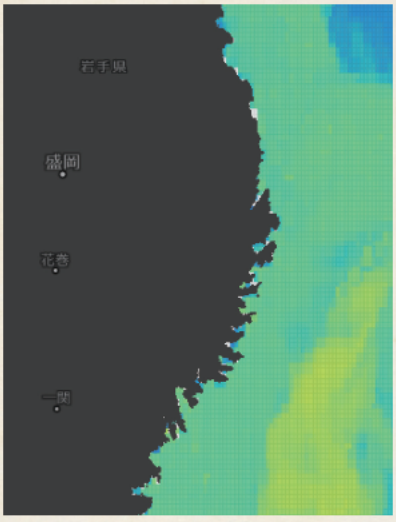


図2-13　海面水温

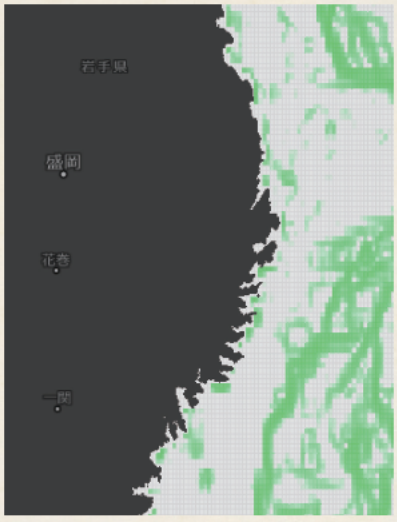


図2-14　潮目

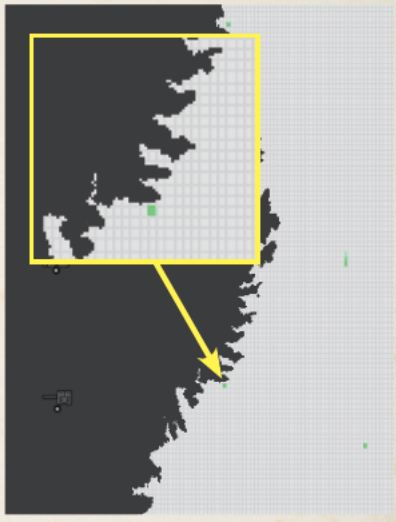
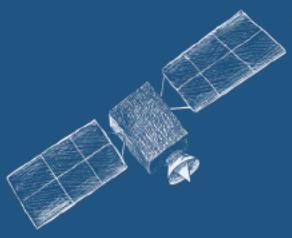


図2-15　イサダ生息域

03

プロジェクトの成果

2021 年 3 月初旬、漁業者から電話連絡があった。「SHIOTAN の利用方法と購入方法を教えて欲しい」という内容だった。アクセスや問い合わせは順調に増え、様々な反響を得ることができた。



α版の公開後の反響

アクセス解析・問い合わせ・販売

アクセス解析には、Google Analytics を用いた。2月1日のα版の公開から計測を開始し、3月15日までの1ヶ月半でユーザー数が150程度、ページビューが1000程度であった。一般的なWebサービスの場合、特筆すべき数値ではないが、実証地域や対象魚種の制限、実質的な漁の開始時期（3月から）を考えれば、当初想定の数百ページビュー程度を上回る結果となった。これは岩手日報や水産新聞への掲載および岩手県水産技術センターを通してアプリケーションがイサダ部会へ周知された結果である。今季に初めてイサダが纏まって水揚げされた3月4日の翌日にはページビューが500に急増し、特に注目されたことが分かる。その為、プロジェクト期間中に複数の問い合わせがあった。漁業者からは利用方法や購入方法を電話でやりとりし、イサダ製品を開発する加工業者とは協業可能性をビデオ会議で話した。さらに販売先の可能性を探っている中、想定ユーザーではないが、海釣りへの利用目的で1件の購入があった。これはアプリケーションに関心を持ち、応援の意味合いも込められていた。

ビジネス化への展望

ビジョン・価値・課題・推進計画

本プロジェクトは技術実証の側面が強かった。当初は実現性が不明確な項目が多く、期間中は技術調査に多くの時間を割いた。その結果、プロダクトに寄ったアプローチとなった為、次のフェーズは事業的な側面を深める時間としたい。衛星データ並びにリモートセンシング技術の未来の可能性に着目しつつも、その先の社会実装が目標であり、本件はスタートラインの位置付けであった。アプリケーションが形になり評価を得ることで「SHIOTAN」の価値や課題が明確化された。価値は当初の想定通り「付加価値の向上（潮目を検出）」「リアルタイム性の向上（ひまわり衛星を利用）」「利用のしやすさの向上（アプリケーション化）」である。一方の課題は、先行サービスに対し、データ項目数で劣ることである。漁業者へのヒアリングを進める中で潮流・海中水温へのニーズが明らかになった。単純なデータ項目数で差別化を図るのは難しく、高付加価値化が重要だと考える。潮目の検出と漁場予測においては、大手企業やスタートアップ企業が参入しており熾烈な競争が予想される。技術力での競争を避け、社会に技術を還元する出口の部分での差別化を考えている。具体的には「SHIOTAN」を利用した漁場選定で高品質な魚の漁獲をサポートすることで、データ提供のみならずプロモーション・販売まで一貫して取り組む。実証対象のイサダはもちろん、既に他地域・他魚種への展開を進めており、自治体や漁業者（の合同会社）と連携の話を進めている。現状のビジネスモデルには限界があり、データ提供費以外のオプション料金やレベニューシェアのモデルを検討しつつ、初年度は基本料金の5,500円をベースに150経営体への販売を進めつつ、さらなる事業の展開を求める。前述の課題の改善を速やかに行った上で4月からは有償版として正式にサービスインを行う。

SHIOTAN

提出書類6-2(課題設定型実証)

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（概要）

実証事業名	令和2年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業「災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証」
実証チーム メンバー （代表者は下線）	井上翔介、小椋慎祐、安田真大、藤本勝大、塚田大、幸田銀河、田中優哉、川口秀明、今村穂乃香
実証事業概要 （200字程度）	SLAS測位ドローンを使うことで、災害・インフラ点検・警備・農業分野でどれだけ高度な輸送が可能になるかを検証する。それぞれの分野においてケースを想定し、想定される地形（平野部、山間部、河川など）でGPSとSLASの測位精度を測定、ケースごとにどのようなミッションを実現できるようになるかを比較することで、ドローン活用におけるSLASの有効性を検証する。

実証事業成果　（図表等を用いて自由に記載してください）

実施内容	実証方法・規模等
・SLAS測位をもとに飛行制御を行うドローン（SLAS測位ドローン）を開発した ・SLAS測位ドローン、およびYAMAHA FAZER（農薬散布用シングルヘリ）で、飛行試験によりSLAS測位の精度・比較実験を行った ・ドローンの活用が見込まれる各種分野において、過去の実証・ヒアリング等を通してSLAS測位ドローンの有効性を検証した	SLASドローンを用いた測位精度試験: [概要] ① 平野部での測位試験 – 日時: 2/16-17 – 場所: とちぎUAVフィールド – 機体: ACSL-PF2、YAMAHA FAZER ② 山岳地帯での測位試験 – 日時: 2/18 – 場所: 奥多摩野球場横広場 – 機体: ACSL-PF2 [実施方法] SLAS、GPS（SBAS）、RTKでそれぞれ位置情報を取得し、測位精度を比較

ビジネス化に向けた課題と今後の展望	まとめ
SLAS測位は測位モジュール次第ではほぼコストなしで実装することが可能で、ドローン自身への大きな改造を必要としないため、親和性が高い。 今後のドローン製品の測位モジュールが世代交代する流れで、ドローン市場拡大とともにSLASの普及が進展していく可能性あり。 一方、ドローンでの活用においては以下の課題がみられた。 ・受信機によっては、SLAS補正情報が取得できる場所が限られている（基準局から200km以内など） ・SLASとSBASの両方をONにした場合は、どちらか一方が受信できていれば「FIX（受信できている）」という表示になるため、SLASとSBASのどちらが測位できているかの区別がつかない	・SLAS測位をもとに飛行制御を行うドローン（SLAS測位ドローン）を開発した ・SLAS測位ドローン、およびYAMAHA FAZER（農薬散布用シングルヘリ）で、飛行試験によりSLAS測位の精度・比較実験を行った ・ドローンの活用が見込まれる各種分野において、過去の実証・ヒアリング等を通してSLAS測位ドローンの有効性を検証した

※フォントサイズは10pt以上推奨。 ※A4サイズ1枚以内に収めること。

「令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業」　成果報告書（詳細）

2021 年 3 月 12 日

株式会社 自律制御システム研究所

I. プロジェクト概要

実証事業名	令和２年度　オープン＆フリー衛星データ実証事業「災害・インフラ点検・警備・農業分野におけるSLAS測位ドローン有効性検証」
実証チーム メンバー（代表者は下線）	井上翔介、小椋慎祐、安田真大、藤本勝大、塚田大、幸田銀河、田中優哉、川口秀明、今村穂乃香
実証事業概要	SLAS測位ドローンを使うことで、災害・インフラ点検・警備・農業分野でどれだけ高度な輸送が可能になるかを検証する。それぞれの分野においてケースを想定し、想定される地形（平野部、山間部、河川など）でGPSとSLASの測位精度を測定、ケースごとにどのようなミッションを実現できるようになるかを比較することで、ドローン活用におけるSLASの有効性を検証する。

II. 実証実験

本事業では、SLAS 測位をもとに飛行制御を行うドローン（SLAS 測位ドローン）を開発し、SLAS 測位ドローン、および YAMAHA FAZER (農薬散布用シングルヘリ）で、飛行試験により SLAS 測位の精度・比較実験を行った。以下、実証実験の内容について結果を記載する。

機体仕様:

・ACSL-PF2 で、SLAS をもとに飛行制御。別基板で GPS、RTK を受信

・YAMAHA フェザーで、RTK をもとに飛行制御。別基板で GPS、SLAS を受信（RTK 生値、ウェイポイント位置情報のログを出力）

ACSL　PF2

	基板	GPS	通信	memo
GPS受信(PF2相当)	Control Zero	F9P	UART	GPS　SBAS
SLAS受信	**FCM**	**F9P**	**UART**	**GPS：既存の設定をベースにsbas無効、SLAS有効にする**
RTK受信	Control Zero	F9P	UART	GPS　SECOMの設定でOK

YAMAHA　FAZER

	基板	GPS	通信	memo
GPS受信(PF2相当)	Control Zero	F9P	UART	GPS　SBAS
SLAS受信	Control Zero	F9P	UART	GPS　SECOMの設定をベースにsbas無効、SLAS有効にする
YAMAHA (RTK受信)	**YAMAHA**	**YAMAHA**	**UART**	-

★ 太字の基板は制御に使用、他はログ取得のみに使用

測位受信機構成

ACSL-PF2

YAMAHA FAZER

[試験結果]

1. とちぎ UAV フィールド YAMAHA FAZER (2/16)

a）試験環境

とちぎ UAV フィールド（〒327-0306 栃木県佐野市戸室町９８９）で飛行試験を実施。東西が木に囲まれた旧野球場で、障害物の最大の迎角は 30° 程度。

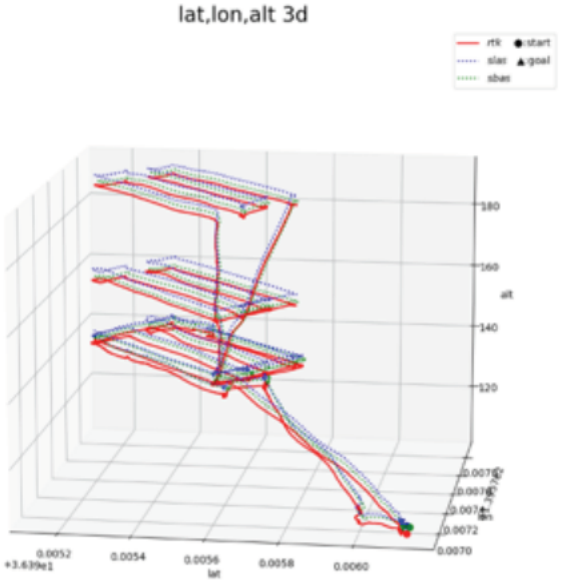
もともとは君津ドローンフィールドなどの開けた場所を予定していたが、YAMAHA FAZER（エンジン機）の使用許可が出るフィールドがこの場所しかなかったため、ここで試験を実施した。

とちぎ UAV フィールド航空写真

GNSS View による飛行場所

b）飛行経路

離陸後、高度 50m、70m、100m でジグザグ飛行を実施



c）試験結果

本ケースでの試験結果を下表に記す。測位データは RTK からの誤差をとり、その値の標準偏差（RMS)、平均（Avr)、最大値（Max)、最小値（Min)、最大値と最小値の差（Max-Min)をとった。

- 緯度経度は、標準偏差において SLAS が 0.21~0.24m に対し SBAS が 0.72~0.87 と、SLAS が SBAS よりも 0.5m 程度精度が高かった
- 高度は、SLAS の標準偏差が 3.0m なのに対して SBAS が 1.4m で、SBAS のようが高い精度となった。ただし、飛行中の誤差のブレ（Max-Min)は、SLAS が 1.6m なのに対し SBAS が 2.1m で、SLAS のほうが小さかった

	緯度[m]		経度[m]		高度[m]		衛星捕捉数[-]	
	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	SLAS	SBAS
RMS	0 2194	0.72282	0.23774	0.86853	2.99357	1.40161	-	-
Avr	0.04777	-0.65228	-0.1709	-0.81033	-2.97229	-1.35154	14.85475	15.84245
Max	0.61797	0.37389	0.3405	0.35842	-2.17553	-0 21387	16.0	17.0
Min	-0.51368	-1.62314	-0.73476	-1.64873	-3.80484	-2.30834	14.0	15.0
Max-Min	1.13165	1.99703	1.07526	2.00715	1.62931	2.09447	2.0	2.0

測位精度比較表

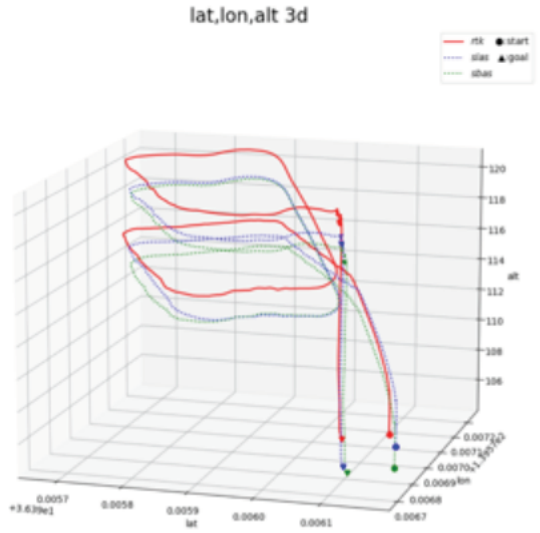
2. とちぎ UAV フィールド ACSL PF2 (2/17)

a）試験環境

とちぎ UAV フィールド（〒327-0306 栃木県佐野市戸室町９８９）で、1. YAMAHA FAZER のケースと同様。

b）飛行経路

離陸後、高度 10m、15m で、50m 程度の正方形上に飛行。



c）試験結果

本ケースでの試験結果を下表に記す。測位データは RTK からの誤差をとり、その値の標準偏差（RMS)、平均（Avr)、最大値（Max)、最小値（Min)、最大値と最小値の差（Max-Min）をとった。

- 緯度経度は、標準偏差において SLAS が 0.63~0.74m に対し SBAS が 0.51~0.76 と、SBAS が SLAS よりも 0.1m 程度精度が高かった
- 高度は、SLAS の標準偏差が 1.4m なのに対して SBAS が 2.1m で、SLAS のほうが高い精度となった

	緯度[m]		経度[m]		高度[m]		衛星捕捉数[-]		
	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK	SLAS	SBAS
RMS	0.63387	0.76438	0.74238	0.51736	1.39010	2.10207	-	-	-
Avr	-0.47495	-0.73965	-0.64966	-0.47333	1.33576	2.07755	28.83041	16.99674	17.89220
Max	0.68787	0.07766	0.71684	0.15233	1.97768	2.57969	29.0	17.0	18.0
Min	-1.85280	-1.23150	-2.20428	-1.07526	0.43392	1.48058	27.0	16.0	17.0
Max-Min	2.54067	1.30917	2.92112	1.22759	1.54376	1.09911	2.0	1.0	1.0

測位精度比較表

3. 奥多摩 ACSL PF2 (2/18)

a）試験環境

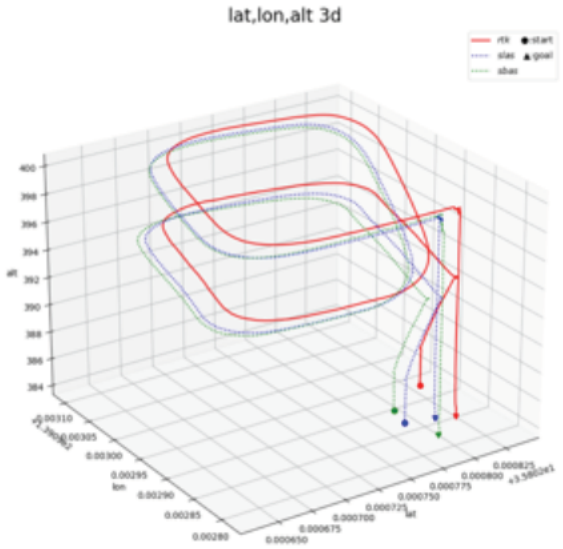
東京都奥多摩町 野球場奥の広場（〒198-0212 東京都西多摩郡奥多摩町氷川９４０）で飛行試験を実施。山に囲まれた山岳地帯で、広場側の山は最高 40° 程度の仰角となっている。

奥多摩野球場奥の広場 航空写真

GNSS View による飛行場所

b）飛行経路

離陸後、高度 10m、15m で、50m 程度の正方形上に飛行。



c）試験結果

本ケースでの試験結果を下表に記す。測位データは RTK からの誤差をとり、その値の標準偏差（RMS)、平均（Avr)、最大値（Max)、最小値（Min)、最大値と最小値の差（Max-Min）をとった。

- 緯度経度は、標準偏差において SLAS が 0.6~1.7m に対し SBAS が 0.4~1.6 と、SBAS が SLAS よりも 0.1m 程度精度が高かった
- 高度は、SLAS の標準偏差が 0.5m なのに対して SBAS が 0.9m で、SLAS のほうが高い精度となった

	緯度 [m]		経度 [m]		高度 [m]		衛星捕捉数 [-]		
	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK-SLAS	RTK-SBAS	RTK	SLAS	SBAS
RMS	1.71218	1.62858	0.600290	0.44452	0.52072	0.89269	-	-	-
Avr	1.70475	1.55320	0.39463	-0.31548	0.28812	0.80605	24.97019	15.98069	16.95139
Max	2.03032	2.48520	1.26398	0.63199	1.92523	1.55091	25.0	16.0	17.0
Min	1.19822	0.93194	-0.23474	-0.76741	-0.47803	0.09418	24.0	15.0	16.0
Max-Min	0.83210	1.55325	1.49871	1.39940	2.40326	1.45674	1.0	1.0	1.0

測位精度比較表

他のデータについては、別途補足資料参照。

[考察]
以上の 3 ケースのデータより、以下のような結果が得られた。

- 緯度経度は、標準偏差において SLAS が 0.21~1.7m に対し SBAS が 0.4~1.6 と、SLAS と SBAS の精度はほぼ変わらず、ベストケースにおいて SLAS が 0.2m 高い精度が出ていて、ワーストケースでは SBAS が 0.1m 高い精度が出ていた
- 高度は、SLAS の標準偏差が 0.5~3.0m なのに対して SBAS が 0.9~2.1m で、こちらも SLAS と SBAS の精度はほぼ変わらず、ベストケースにおいて SLAS が 0.4m 高い精度が出ていて、ワーストケースでは SBAS が 0.9m 高い精度が出ていた

総じて、SLAS は名前どおりサブメーター精度で測位ができていたものの、SBAS も同様の精度が出ており、SLAS が SBAS よりも少し良いがばらつきが多いという結果になった。これは、SLAS も SBAS もともに Differential GNSS として同じ原理で測位を行っていることにより精度がほぼ同じとなると考えられる。一方、ばらつきについては双方で設計要件が違っており、SBAS はもともと航空機用途の信号でインテグリティに重みをおいて 10^-7%、ほぼ 100%値で水平精度 556 メートルの精度要求である一方、SLAS は様々な分野で広く利用することを前提に 95%値で 1-2 メートルといった精度要求を規定していることから、SLAS のほうが SBAS よりもばらつきが大きくなる傾向にあると考えられる。また、今回の検証では取得したデータ点が数点しかないため、より精緻な検証には継続的なデータ取得が必要。

今回の検証では SLAS と SBAS の測位精度に大きな差分は見られなかったが、その特性上は以下のようなケースでは SLAS の精度が SBAS よりも大幅に良くなる可能性がある。

- 太陽フレアの活発期 - 2017/9/8 に太陽フレア活動が活発となり、GPS で 9 メーターくらいの誤差が出ていて、このときのの SLAS は 7 メータ程度の測位改善が見られた
- 低緯度地域 – 太陽フレアによる影響が高緯度地域よりも大きく、一般的な GPS では測位誤差が大きくなるが、SLAS ではその影響を小さくできると考えられる

一方で、ドローンでの活用においては以下の課題がみられた。

・受信機によっては、SLAS 補正情報が取得できる場所が限られている（基準局から 200km 以内など）

・SLAS と SBAS の両方を ON にした場合は、どちらか一方が受信できていれば「FIX (受信できている)」という表示になるため、SLAS と SBAS のどちらが測位できているかの区別がつかない

III. 有効性検証

[一般的なドローンへの普及見込み]

SLAS 測位は、サブメーター級の高い測位精度を実現できるにも関わらず、ドローンへの実装や運用にコストや工数を要しない（下表参照)。Ublox F9P などを用いれば SLAS による測位が可能となるので、ドローンへ実装するためのボトルネックがほとんどないため、機体の世代交代に合わせて、SLAS も実装されて普及していく可能性が考えられる。

	GPS	SLAS	CLAS	RTK
精度	3m	1m以下	10cm 以下	1cm 以下
コスト	○ 特殊な機器不要	○ 特殊な機器不要	× 受信機で数十万円	△ 地上局、サービス料
技術的難易度	○ 特殊な開発不要	○ 特殊な開発不要 (ublox F9P)	× FIX/FLOATの値飛びのフィルタリングが必要	△ 補正情報取得など
運用性	○ 特殊な運用不要	○ 特殊な運用不要	○ 特殊な運用不要	× 基本的に地上局の設置が必要

測位技術ごとの比較表

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：令和２年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業費（オープン＆フリー衛星データ利活用促進に係る調査及び実証事務局業務）　調査報告書（公表用）

委託事業名：令和２年度政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備・データ利用促進事業費（オープン＆フリー衛星データ利活用促進に係る調査及び実証事務局業務）

受注事業者名　一般財団法人日本宇宙フォーラム

頁	図表番号	タイトル
添付資料8		成果報告書（ウミトロン）
添付資料9		成果報告書（ANAホールディングス）
添付資料10		成果報告書（大塚製薬）
添付資料11		成果報告書（星座）
添付資料12		成果報告書（自律制御システム研究所）