

パラグアイ共和国
パラグアイ宇宙機構

パラグアイ国
社会経済基盤開発に向けた
宇宙計画管理プロジェクト
事業完了報告書
(和文要約)

2025 年 10 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
株式会社パスコ
一般財団法人日本宇宙フォーラム

ガ平
JR
25-027

目次

目次.....	2
要旨.....	3
1. 案件の概要	4
1.1. 協力の背景.....	4
1.2. 協力の概要.....	5
2. プロジェクトの結果概要	5
2.1. 日本側の投入.....	5
2.2. パラグアイ側の投入	7
2.3. プロジェクト成果の概要.....	7
2.3.1. 成果 1: AEP の衛星開発及び衛星データ利活用にかかる人材及び基盤が強化される。	7
2.3.2. 成果 2: AEP 及び関連機関において、災害リスクの分析や自然災害の予防・対応能力強化のためのパイロットプロジェクトが実施される。	8
2.3.3. 成果 3: AEP 及び関係機関において、農牧業の生産性や品質に関連する情報管理の能力強化のためにパイロットプロジェクトが実施される。	9
3. プロジェクト終了後の上位目標達成に向けて.....	10
3.1. 上位目標達成の見通し.....	10
3.2. パラグアイ側への提言.....	11
3.2.1. 防災分野への衛星データ利活用に関する提言	13
3.2.2. 農牧分野への衛星データ利活用に関する提言	14
3.3. アクションプラン	15

要旨

本プロジェクトは、「パラグアイ宇宙機構（Space Agency of Paraguay：AEP）」（以下、AEP）の技術系職員の宇宙関連技術の活用能力が強化され、地理空間情報に基づく意思決定が推進されることをプロジェクト目標とした。さらに、パラグアイの宇宙分野全体における能力向上、及び社会・経済・科学・技術力が強化されることを上位目標として設定した。

本プロジェクト目標は、パラグアイ政府が 2014 年 12 月に策定したパラグアイ国家開発計画 2030（Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030）による社会経済発展の促進及びそれに準拠して設置された AEP の中長期戦略（航空宇宙開発を通じた官民発展への貢献、喫緊の課題へ対応できる人材育成、宇宙インフラの整備・構築、持続可能なシステム構築）とも合致し、手段や実施のタイミングにおいて適切であることから、本プロジェクトの妥当性は高い。本プロジェクト前には開発中であった、GuaraniSat-2 のエンジニアリングモデル（EM）の開発が進み、九州工業大学（九工大）での課題別研修をとおして EM 試験が滞りなく完了しフライトモデル開発に取りかかれたことは、パラグアイにおける重要なマイルストーンとなった。さらに、これまで整備されていなかった現地調査手法を含む災害管理に資する衛星データ活用マニュアル及び農作物のモニタリング管理に資する衛星データ活用マニュアルがパイロットプロジェクトをとおして作成された。パイロットプロジェクトでは、社会経済課題を抱える関係省庁機関との連携を図るため協議体（WG）を結成し、パイロットプロジェクトの目標や衛星データ解析手法、結果の活用について議論を深めることができた。WG 結成により構築された連携を活用して、AEP が独自に衛星データ活用プロジェクトを開始できたことは特筆に値する。この他、小型衛星開発及び衛星データ利活用にかかる課題別研修、パイロットプロジェクトをとおして実施したオンライントレーニングにより、小型衛星開発の基礎的能力及び衛星データアプリケーション開発とその運用能力が向上したほか、本プロジェクトをとおして関係省庁機関職員の衛星データ利活用による課題解決手法の構築に対する認識も広げることができた。

以上より、本プロジェクトの評価は「満足できる」と判断される。

1. 案件の概要

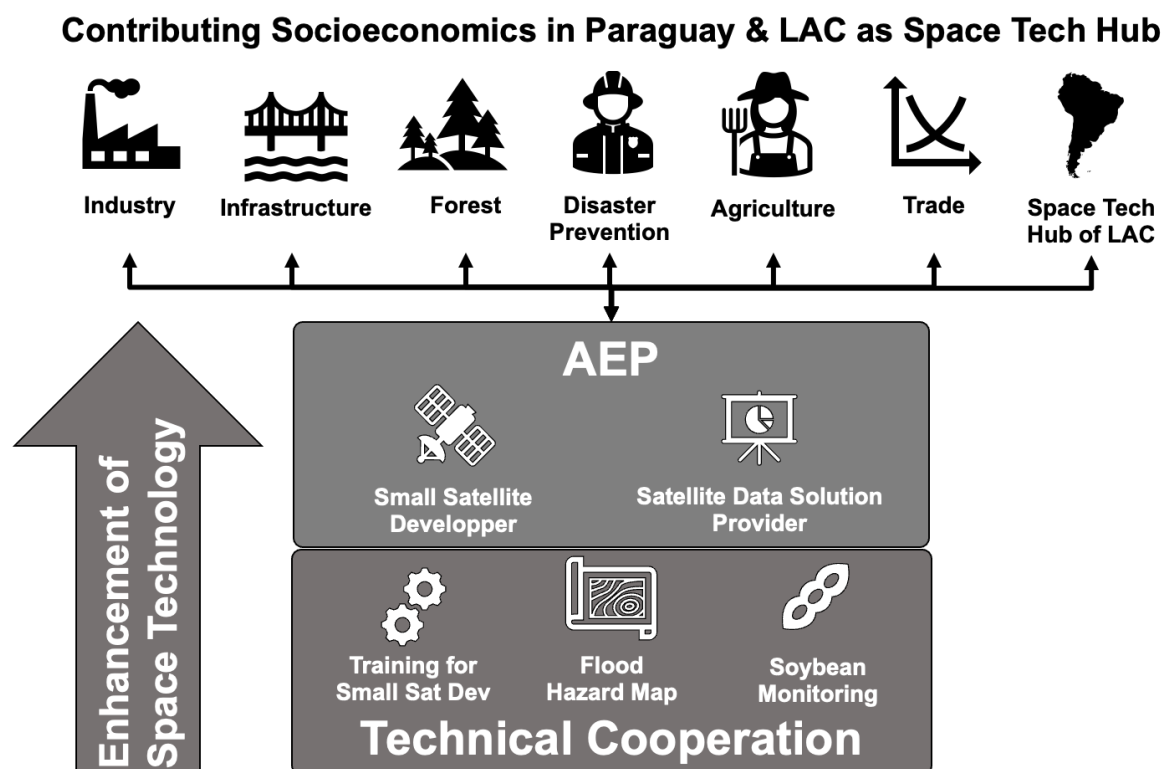


図 1-1. AEP と日本との産学官連携宇宙協力強化をととして宇宙技術のハブ化による宇宙技術の利用展開

1.1. 協力の背景

パラグアイは、農業を主幹産業とし世界有数の大豆生産量・輸出量を誇る国である一方、経済は農作物の生産状況と国際価格に大きく左右されるため脆弱で、中南米の中でも経済発展が遅れている国の一つである。そのような中、パラグアイ政府は 2014 年 12 月に、パラグアイ国家開発計画 2030（Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030）を策定し、社会経済発展の促進を行っている。パラグアイにおける宇宙開発は、航空宇宙分野の研究開発、技術イノベーション、政策等の全般を担う「パラグアイ宇宙機構（Space Agency of Paraguay : AEP）」（以下、AEP）が 2014 年に設立され、国家の宇宙活動の発展を 2018 年より推進している。AEP は活動計画を設け、宇宙開発に必要な最先端技術の開発、官民に対して宇宙技術を用いた様々な分野（農牧、地図、鉱物探査、気象、地質、環境等）への社会実装に向けた促進、海外機関や民間企業との連携強化等を定めている。さらに、大学、政府機関、国内外の研究機関等と連携し宇宙技術開発の研究者や技術者の人材育成の強化が示されている。AEP は若い機関であり、宇宙技術の開発に必

要な人的資源や資金等も限られている。また、衛星データを活用するための解析能力や利用省庁等が災害、農業、環境等の分野へ意思決定として使う仕組みや枠組みも不足している状況である。かかる状況下、パラグアイの社会開発や経済成長を見据えて、宇宙開発及び衛星データ利活用の技術的能力強化の支援要請がなされた。

1.2. 協力の概要

協力相手国		パラグアイ共和国
プロジェクト名		パラグアイ国社会経済開発に向けた宇宙計画管理プロジェクト
上位目標		パラグアイの宇宙分野全体における能力向上、及び社会・経済・科学・技術力が強化される。
プロジェクト目標		宇宙関連技術の活用能力が強化され、地理空間情報に基づく意思決定が推進される。
成果	成果 1	AEP の衛星開発及び衛星データ利活用にかかる人材及び基盤が強化される。
	成果 2	AEP 及び関連機関において、災害リスクの分析や自然災害の予防・対応能力強化のためのパイロットプロジェクトが実施される。
	成果 3	AEP 及び関係機関において、農牧業の生産性や品質に関連する情報管理の能力強化のためにパイロットプロジェクトが実施される。
投入実績		【日本側】 1. 専門家派遣：5 名 2. 研修受け入れ：10 名（本邦研修 2 回） 【パラグアイ側】 1. 人員の配置 2. 関係省庁との調整（AEP 以外計 12 機関） 3. 他の協力機関との調整 4. 必要データの提供 5. 専門家への執務室提供 6. その他プロジェクト運営に必要な経費
協力期間		2023 年 10 月 10 日－2025 年 10 月 9 日
相手国関係機関		● AEP ● 国家緊急事態庁（SEN） ● 公共事業通信省（MOPC） ● 国家統計局（INE） ● 環境持続開発省（MADES） ● 国立気象水文総局（DMH） ● 土地開発局（INDERT） ● 農牧省（MAG） ● 国家植物種子品質研究所（SENAVE） ● アスンシオン国立大学（UNA） ● カトリカ大学（UCA） ● イタイプ水力発電所（ITAIPU） ● パラグアイ農業技術研所（IPTA）
我が国協力機関		国土交通省、農林水産省、JAXA、農研機構、土木研究所、防災科学研究所、河川情報センター、日本気象協会、国連宇宙部、首都圏外郭放水路地底探検ミュージアム、静岡県、北海道大学、岐阜大学、衛星地球観測コンソーシアム、民間企業（8 社）
関連案件		パラグアイ国衛星技術関連施設整備計画準備調査

2. プロジェクトの結果概要

2.1. 日本側の投入

本プロジェクトを実施するにあたり日本側より以下の投入を行った。

- 1) 専門家の派遣
- 2) AEP 及び関係省庁職員への技術移転
- 3) 機材調達
- 4) 衛星データ調達

専門家は、3 者による共同企業体を結成し本プロジェクトに従事した。表 2-1-1.に専門家を示す。

表 2.1-1. 専門家

1	氏名/所属	中村 晋作/一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
	担当	業務主任/調査・分析
	業務内容	・ 会議の実施 ・ AEP の既存の衛星データ解析手法及びツールの評価を実施する ・ AEP で利用可能な衛星開発施設に関する評価に基づき、強化のための方針を策定する ・ 衛星データほかの処理・応用に関するトレーニングを行う ・ ベースライン調査及びエンドライン調査 ・ 報告書等の取りまとめ
	派遣期間	第1次: 2023 年 11 月 19 日－2023 年 12 月 09 日 第2次: 2024 年 04 月 14 日－2024 年 04 月 29 日 第3次: 2025 年 02 月 19 日－2025 年 03 月 02 日 第4次: 2025 年 08 月 30 日－2025 年 09 月 15 日
2	氏名/所属	佐藤 圭/株式会社パスコ
	担当	副業務主任/災害リスク軽減分野のデータ利活用
	業務内容	・ 会議の実施 ・ 成果 2 にかかる活動 ・ 報告書等の取りまとめ
	派遣期間	第1次: 2023 年 11 月 19 日－2023 年 12 月 09 日 第2次: 2024 年 04 月 05 日－2024 年 04 月 29 日 第3次: 2025 年 01 月 31 日－2025 年 02 月 24 日 第4次: 2025 年 08 月 30 日－2025 年 09 月 16 日
3	氏名/所属	小林 功典/一般財団法人日本宇宙フォーラム
	担当	データ利活用計画
	業務内容	・ 衛星開発やオペレーションにかかるトレーニングを行う ・ 衛星データほかの処理・応用に関するトレーニングを行う ・ AEP と本邦政府系機関、大学、及び民間企業との連携を行う
	派遣期間	第1次: 2023 年 11 月 24 日－2023 年 12 月 09 日 第2次: 2024 年 04 月 12 日－2024 年 04 月 29 日 第3次: - 第4次: 2025 年 09 月 02 日－2025 年 09 月 16 日
4	氏名/所属	木村 篤史/株式会社パスコ
	担当	農牧業のデータ利活用 A
	業務内容	・ 成果 3 にかかる活動 ・ 農牧業パイロットの計画策定と全体管理・指揮を行う
	派遣期間	第1次: 2023 年 11 月 19 日－2023 年 12 月 09 日 第2次: - 第3次: - 第4次: 2025 年 09 月 06 日－2025 年 09 月 17 日
5	氏名/所属	古賀 秋絵/株式会社パスコ
	担当	農牧業のデータ利活用 B
	業務内容	・ 成果 3 にかかる活動 ・ 農牧業パイロットを円滑に進める支援を行う
	派遣期間	第1次: - 第2次: 2024 年 04 月 05 日－2024 年 04 月 19 日 第3次: 2025 年 02 月 05 日－2025 年 02 月 24 日 第4次: 2025 年 09 月 04 日－2025 年 09 月 17 日

表 2-1-2.に調達した機材の一覧を示す。

表 2.1-2. 調達した機材

#	機材名	詳細	目的	数量
1	GNSS Receiver	GARMIN ETREX 32X	現地調査用 GPS ロガー	1
2	GNSS Receiver	GlobalSat BU-353N5	データ解析用 GPS ロガー (PC 接続型)	1
3	HDD	ADATA HV300 (2TB)	衛星データ保存用 HDD	1
4	衛星データ	PlanetScope	パイロットプロジェクト対象圃場の観測	60
5	衛星データ	GRUS	パイロットプロジェクト対象圃場の観測	14

2.2. パラグアイ側の投入

本プロジェクトを実施するにあたりパラグアイ側より以下の投入を行った。

- 1) 人員の配置
- 2) 関係省庁との調整
- 3) 他の協力機関との調整
- 4) 必要データの提供
- 5) 専門家への執務室提供
- 6) その他プロジェクト運営に必要な経費

本プロジェクトのカウンターパートは AEP の小型衛星開発及び運用を担当する SPACELab 及び衛星データ解析を担当する GEOLab であった。

2.3. プロジェクト成果の概要

2.3.1. 成果 1: AEP の衛星開発及び衛星データ利活用にかかる人材及び基盤が強化される。

成果 1 に対する結果を表 2.3-1.に示す。

表 2.3-1.成果 1 に対する結果

活動	活動内容	結果
活動 1-1	AEP の既存の衛星データ解析手法及びツールの評価を実施する	達成 ベースライン調査、AEP が導入すべき調達機材案及びその運用にかかる技術移転・人材育成計画案の策定、宇宙計画案の検討、エンドライン調査を実施した。これにより、AEP における小型衛星開発、衛星データ利活用にかかる能力を評価することができた。
活動 1-2	AEP の GEOLab における調査に基づく強化計画を策定する	達成 ヒアリング調査をととして衛星データ解析結果に対する知見及び考察を深めるためには現地調査が重要である旨を説いた上で、パイロットプロジェクト前の現地調査を行いその重要性を実証した。これにより、成果 2 及び成果 3 で実施したパイロットプロジェクトへスムーズに移行することができたほか、パイロットプロジェクト終了後において

		も組織力及び技術力強化のための計画をアクションプランとして取りまとめることができた。
活動 1-3	GuaraniSat-2 のエンジニアリングモデル (EM) の試験を含む 6 ヶ月のハンズオン研修を九工大で 2024 年 10 月から 2025 年 5 月の期間実施する	達成 KCCP (アップストリーム) 及び GuaraniSat-2 EM 試験を実施した。これにより、九工大が運用する BIRDS-RPM (ルワンダ パラグアイ、モルディブ間の連携による小型衛星開発プログラム) に参画し、小型衛星開発及びその運用にかかる基礎技術のほか国際連携による宇宙開発の重要性について知見を深めることができた。さらに、GuaraniSat-2 EM の試験を行い、試験環境の運用に関する技術を習得するだけでなく、AEP が独自で開発する GuaraniSat-2 の開発ステージをひとつ進めることができた。今後 AEP は GuaraniSat-2 FM の開発を行い、2026 年 10 月の打ち上げを目指す。
活動 1-4	衛星データほかの処理・応用に関するトレーニングを実施する	達成 KCCP (ダウンストリーム) を実施した。これにより、日本の省庁及び地方自治体での防災分野及び農牧分野にかかる衛星データ利活用の具体例に触れることで、国家機関としての宇宙システム及び衛星データ利活用について知見を深めることができた。岐阜大学及び北海道大学での講義をとおして、衛星データ解析技術能力の向上を図ることができた。特に岐阜大学で実施した洪水シミュレーション解析技術は、パラグアイでの洪水ハザードマップ作成に大きく活用され、パラグアイの省庁横断型による対策検討の基礎データとして扱われるようになった。
活動 1-5	AEP と本邦の政府系機関、大学、及び民間企業との連携を行う	達成 本邦政府機関、大学、民間企業との協議及びワークショップ (ビジネスネットワーキング) を実施した。産学官による日本とパラグアイの宇宙協力が促進され、新たな宇宙ビジネス創出が期待された。特に、2025 年 9 月に実施したビジネスネットワーキングにおいては、日本企業、パラグアイ企業および AEP の三者による GuaraniSat-3 開発の企画検討が開始された。

2.3.2. 成果 2: AEP 及び関連機関において、災害リスクの分析や自然災害の予防・対応能力強化のためのパイロットプロジェクトが実施される。

成果 2 に対する結果を表 2.3-2.に示す。

表 2.3-2.成果 2 に対する結果

NO.	活動内容	結果
活動 2-1	AEP 及び関連機関において、課題の特定やパイロットプロジェクトの実施にかかる WG を設定する	達成 2024 年 4 月に WG が結成された。合計 4 回の WG ミーティング (事前協議含む) が実施された。

NO.	活動内容	結果
活動 2-2	防災分野で宇宙関連技術の適用が有効な課題が特定される	達成 防災関係機関の現状、宇宙関連技術適用と役割、課題について整理を行い、洪水災害における災害管理の緊急対応フェーズ時の衛星データ活用手順書の不備、事前準備フェーズの洪水ハザードマップの不備が課題として特定できた。
活動 2-3	課題に対して宇宙関連技術を適用する範囲を決定し、実験的に取り組みを設計する	達成 宇宙技術関連を適用する範囲として、洪水災害の事前準備フェーズで活用される洪水ハザードマップの作成を行うこととし、洪水ハザードマップ作成に向けた実施フローとスケジュールを策定できた。
活動 2-4	衛星データ及びデータ処理・収集用の機器（ハードウェア及びソフトウェア）購入計画を策定する	達成 洪水ハザードマップ作成に必要なデータを特定し、WG メンバからデータ収集を行えた。
活動 2-5	災害リスクの防止と軽減に資する衛星データ解析及び使用方法に関する人材育成を行う	達成 洪水ハザードマップ作成に必要な基礎知識や洪水氾濫解析ソフトの活用の仕方について、本邦研修やオンライントレーニングを通じて習得した。あわせて、オンライントレーニングの実施状況を動画として記録し、講義資料とともに公開するとともに、マニュアルを整備し、今後の人材育成に活用可能な形とした。
活動 2-6	WG、学界やその他の政府及び非政府組織との既存の協定を活用し、パイロットプロジェクトを実施する	達成 洪水氾濫解析ソフトを用いて洪水氾濫シミュレーションを行い、浸水域を算出した。また算出した浸水域をもとに洪水ハザードマップ案を作成し、SEN との協議を通して、パラグアイで必要な情報をインプットし、パラグアイ国の洪水ハザードマップが作成できた。
活動 2-7	パイロットプロジェクトの結果を現地/国際的に公開する	達成 ワークショップを開催し現地にて洪水ハザードマップ及びマニュアルを公開した。

2.3.3. 成果 3: AEP 及び関係機関において、農牧業の生産性や品質に関連する情報管理の能力強化のためにパイロットプロジェクトが実施される。

成果 3 に対する結果を表 2.3-2.に示す。

表 2.3-3. 成果 3 に対する結果

NO.	活動内容	結果
活動 3-1	AEP 及び関係機関において、課題の特定やパイロットプロジェクトの実施にかかる WG を設定する	達成 2024 年 4 月に WG が結成され、合計 4 回の WG ミーティング（事前協議含む）を通じて関係機関との連携体制を整備した。

NO.	活動内容	結果
活動 3-2	農牧分野で宇宙関連技術の適用が有効な課題が特定される	達成 農牧分野における宇宙技術の活用可能性について、関係機関の現状や課題を整理し、適用が有効と考えられる領域を明確化した。
活動 3-3	課題に対して宇宙関連技術を適用するスコープを決定し、実験的に取り組みを設計する	達成 モニタリングにかかる労働コストの削減や、気象変動リスク管理に資するダイズの生育状況の広域把握手法確立をスコープとしてパイロットプロジェクト設計を行った。
活動 3-4	衛星データ及びデータ処理・収集ようの機器（ハードウェア及びソフトウェア）購入計画を策定する	達成 WG メンバと情報共有を行いながら衛星画像の調達時期を特定し調達計画を策定した。
活動 3-5	農牧業の生産性や品質向上に資する衛星データ解析及び使用方法に関する人材育成を行う	達成 衛星データの解析に関する研修を通じて、生育の解析方法と合わせて現地調査や自動解析、作付け分類の基礎を習得し、AEP が自立的に生育マップの作成・応用を行えるようになった。
活動 3-6	WG、学界やその他の政府及び非政府組織との既存の協定を活用し、パイロットプロジェクトを実施する	達成 WG と協力のうえ、パイロットプロジェクトを実施し、現地調査結果と紐づけたダイズの生育マップを作成した。さらに、収集されたデータを応用し作付け分類マップのプロトタイプが作成された。
活動 3-7	パイロットプロジェクトの結果を現地/国際的に公開する	達成 ワークショップを開催し現地にて生育マップ及びマニュアルを公開し、本プロジェクト内で用いた手法を別の地域で利用可能な形で WG 内外に共有した。

3. プロジェクト終了後の上位目標達成に向けて

3.1. 上位目標達成の見通し

本プロジェクトでは、上位目標を「パラグアイの宇宙分野全体における能力向上、及び社会・経済・科学・技術力が強化される。」とした。上位目標の指標に対する評価を行い、上位目標の達成の見通しとする。上位目標の指標に対する評価を整理した結果を表 3.1-1.に示す。

表 3.1-1. 上位目標の指標に対する評価

#	指標	評価
1	官民における宇宙関連技術を活用したプロジェクト数	現状（2025 年 08 月現在）：4 件 将来（プロジェクト終了後 3 年）目標：6 件 本プロジェクトから派生して、官民における宇宙関連技術を活用したプロジェクトが稼働している。 1. GuaraniSat-2 開発における国際連携（九工大での試験、NASA/JPL からのミッション機器提供、メキシコ宇宙庁からのボード提供、伊民間企業からの太陽光パネルの提供）

		2. SENAVE とのトマト作付面積管理プロジェクト 3. INE 及びその他省庁とのデータインフラ開発 4. 日本の民間企業との衛星データアプリケーション開発 さらに、本プロジェクトでは防災分野及び農牧分野に資する宇宙関連技術の利活用を目指した WG が結成された。AEP は今後これら WG を活用したアプリケーション開発、宇宙技術開発を目指しアクションプランを設定している。 1. 農牧業プロジェクト 2 件 2. 防災プロジェクト 1 件 3. データインフラ開発 1 件 4. 官民連携プロジェクト 1 件
2	地理空間情報に基づく公開データ数	現状（2025 年 08 月現在）：48 件 将来（プロジェクト終了後 3 年）目標：100 件 AEP では衛星データ解析による森林火災モニタリング及びそのデータ配信を行っている。データはオンラインでの配付の他、関係省庁及び地方政府にレターとして配付されている。 この他、欧州が運営する無償の Sentinel-2 データを活用することで、概ね 5 日に 1 回程度、対象地域を観測することができる。これを活用し、年間 3 作物に対してモニタリングを行う場合、被雲率が高いデータを約 40%と仮定すると、年間約 100 件のデータを解析し、関係省庁等に配付することが可能となる（被雲率が高い衛星データは解析が困難であるため）。
3	提供されたデータの利用者数	現状（2025 年 08 月現在）：50 名 将来（プロジェクト終了後 3 年）目標：300 名

よって、引き続きの取組を前提とすれば、上位目標の達成に向けた見通しは一定程度認められる。

3.2. パラグアイ側への提言

本プロジェクトを通じて、小型衛星開発・運用及び衛星データ利活用の観点からパラグアイ側への提言をまとめた。

小型衛星開発・運用

- 高度な知見を有するエンジニア数が限られているため、超小型衛星の開発・試験のサイクルを高頻度に回していく必要がある。そのため、拙速な大型化は避け、1～12U の超小型衛星の開発プロジェクトの開始時期をずらして平行・重複（オーバーラップ）させ、担当エンジニアが半年～1年に1度程度の頻度で開発経験を積めるように計画することが望ましい。これにより、技術の向上と技術移転が促進され、能力を有する人的リソースの確保に繋がる。加えて、自国予算のみでは制約があることから、他国の超小型衛星プロジェクトに積極的に参加し、コンポーネントや試験の一部をパラグアイが担うことで、高頻度の開発サイクルを実現させることが重要である。
- パラグアイ国内の超小型衛星の試験・運用設備が不足している点については、現在、日本政府による無償資金協力の枠組みで設備整備が検討されている。設備整備により、海外試験に伴う追加コストの削減が期待される他、中南米近隣諸国の試験需要を取り込むことで、国際協力（バーターを含む）を通じた他国衛星開発への参加や、試験受託等による資金獲得の可能性が広がり得る。他方、設備整備後も、設備を運用する能力の向上や、運用能力維持のための継続的な衛星試験の実施が必要である点に留意する必要がある。
- 現状、衛星データ利活用に最適な衛星搭載センサや衛星データの要件が十分に整理されてお

らず、自国の衛星データ利用を主目的とした衛星開発につながる具体的な衛星仕様が固まりきっていない。一方で、本プロジェクトを通じて、パラグアイでの衛星データ利活用の促進活動により、利用ニーズに基づく優先分野・アプリケーションの整理を進めるための土台が形成された。今後、これらの検討結果を踏まえ、優先アプリケーションに資するセンサを搭載した超小型衛星の開発を推進することが望ましい。その際、AEP の予算制約も踏まえ、他国のペイロードやサブシステムを搭載する国際協業での共同ミッションなども選択肢として検討することが重要であり、将来的には超小型衛星コンステレーションの他国とのシェアリング（複数の国の同種衛星によるバーチャルなコンステレーションの構築）も検討が期待される。

- ・ 衛星開発は6ヶ月で完了するものではなく、通常の九工大のプログラムでは最低2年を要す。今回はミッションデザインからBBMの設計・調達・開発まで実施したが、その後のプロセスとして、バスやコンポーネントの改良、フライトモデル（FM）の開発・試験がある。よって、すべてのプロセスを経験できれば、衛星開発の実践的なスキルを身に着けるための、さらに良い研修となる。
- ・ 他国で既に開発中の実機衛星の試験においては、相手国側の開発遅延リスクや、国際輸送に伴う輸入関税等の課題が想定される。類似分野の研修等を実施する際には、これらを事前に想定し、スケジュールの余裕確保や、相手国負担となるコストの想定・事前共有を行うことが円滑な実施に必要となる。

衛星データ利活用

- ・ 限られた AEP 予算の下で活動を継続するためには、財務当局への働きを通じた予算増加に向け、関連ステークホルダー、特にアカデミア／研究機関や民間セクターとの連携が必要である。AEP が主導し、国内外の民間セクターとの連携を強化し、民間との連携活動にパラグアイのアカデミア／研究機関が参画することにより、国内民間企業のスピンアウトやスタートアップ創出につながる好循環を作ることが重要である。
- ・ リソース制約上、あらゆる利用テーマを同時に拡大することは困難であるため、まずは本研修でも対象テーマとした農牧業や災害対応に焦点を当て、利活用促進活動を継続することが重要である。実装によるグッドプラクティスを示すことで財務当局への説明力を高め、予算増加につなげた上で、適応テーマを段階的に拡大していくことが望ましい。
- ・ 衛星データ利活用促進活動を継続するにあたり、各種衛星データの入手が課題となる。オープン&フリーのデータを継続活用しつつ、目的達成のためには、有償のデータとの組み合わせも必要となる。このため、宇宙機関間の国際協力を広げる中で、可能な限りコストを抑えつつ多様な衛星データを確保する取り組みが重要である。併せて、優先度の高いアプリケーションに必要な有償データは、当面は予算の範囲内で購入しながら進めると同時に、将来的には自国の超小型衛星の研究開発を進め、自国衛星からデータを入手することも検討する必要がある。
- ・ パラグアイにおける宇宙技術の社会経済への実利用に向けて、今回の研修の目標は達成され、今後の実装に向けた期待が寄せられた。併せて、パラグアイ国内においても、産官学の宇宙技術利活用における役割や連携についての道筋を構築し、実際に社会経済、社会課題の解決に役立つ実利用を推進することが重要である。また、片務的な協力ではなく、地球の裏側と

いう地理的要因や南米というこれから超小型衛星の開発・データ利活用を行いたい国を周辺に抱える周辺環境を踏まえ、それぞれの受信局による準リアルタイムデータ取得や南米における地域拠点化（パラグアイを拠点にして日本の民間企業が南米でエコシステムによるビジネス推進）など、日本側にもメリットのある Win-Win の関係を築いていくことが期待される。

予算増強及び組織人員体制の強化

- ・ 限られた AEP 予算の下で活動を継続するには、財務当局への働きかけによる予算増加と、関連ステークホルダー、特にアカデミア／研究機関や民間セクターとの連携が必要である。まず、農牧業や災害対応を中心に利活用促進活動を継続し、実装によるグッドプラクティスを示すことで予算増加につなげ、適応テーマを段階的に拡大していくことが重要である。
- ・ AEP の発展的な活動を継続するためには、技術者の育成及び増強が必要である。そのため、本邦研修やパイロットプロジェクトで得られた知見を踏まえ、キャリアプランを含む人材育成計画を策定・実行することが、パラグアイ国内における宇宙人材の裾野拡大につながる。

日本の宇宙関連省庁、大学及び民間企業との交流

- ・ 本プロジェクトでは2回の KCCP（アップストリーム及びダウンストリーム）及び成果1にかかる活動で東京都内・アスンシオンでのワークショップを開催したほか、大学での講義により日本の宇宙技術、宇宙政策及び宇宙ビジネスに触れる期待を設けた。これらの活動を通じ、AEP は日本企業とのアプリケーション開発を進めることができた。これは宇宙開発及び利活用において大きな一歩であり成果である。今後は、パラグアイの民間企業も巻き込んだ宇宙政策及び宇宙ビジネスの展開が発展することが期待される。

3.2.1. 防災分野への衛星データ利活用に関する提言

成果2の活動を通して、防災分野への衛星データ活用にかかる関連省庁との連携促進や人材育成を行った。これらを踏まえ、関係省庁との連携強化やパイロットプロジェクトで実施した洪水ハザードマップ作成に関してパラグアイへの提言をまとめた。

関係省庁との連携強化について

本プロジェクトでは、防災分野に関連する省庁が参加するWGを設立し、衛星データの活用が適切であり、かつ関係省庁のニーズが高いテーマを対象にパイロットプロジェクトを実施した。パイロットプロジェクトを通して、洪水氾濫シミュレーションに必要なデータをWGメンバーの協力を得て収集でき、他省庁との連携が強化された。今後もWG活動を継続することで、更なる関係強化となり、洪水ハザードマップだけでなく、衛星データ活用に関する連携や活用が記載された手順書などが整備されていくことを期待する。特に災害時の衛星データ収集体制として国際チャーターに関する協力がSENとAEPで実施されていることから、災害発生時の連携・初動を含む衛星データ活用手順書の整備が望まれている。

洪水ハザードマップ

パイロットプロジェクトで実施した洪水ハザードマップ作成では、洪水氾濫シミュレーショ

ン後に得られる湛水域をもとに、SEN との協議を通じて、避難所情報や避難経路情報などの洪水ハザードマップに必要な情報を加味して作成した。一方で、洪水氾濫シミュレーションにおけるシナリオ設定については、SEN とのさらなる協議が必要である。洪水ハザードマップを必要としている地域毎に適切な洪水シナリオが異なるため、パイロットプロジェクトで実施した一連の流れを基に SEN との連携を深め、他地域の洪水ハザードマップを順次整備していくことが望ましい。また、同一地域においても、シナリオ別の洪水ハザードマップを整備し、住民避難訓練や災害対策計画などに活用できる形とすることが有効である。

さらに、パイロットプロジェクトで実施したオンライントレーニングの講義資料や動画をもとに幅広く人材教育を継続し、特定の職員に依存しない体制構築につなげることが望ましい。

3.2.2. 農牧分野への衛星データ利活用に関する提言

成果 3 の活動を通して、農牧分野への衛星データ活用にかかる関連省庁との連携促進や人材育成を行った。これらを踏まえ、農牧分野における衛星利活用に関してパラグアイへの提言をまとめた。

農牧分野における衛星利活用

農牧分野における衛星データの利活用は、現地の気象条件や地域特性に大きく左右されるため、短期間で明確な成果を得ることは困難である。特に、作物の成長や家畜の管理に関する情報は、季節や年ごとの変動が大きく、1 年程度の観測では十分な傾向把握ができない場合が多い。そのため、衛星データの活用にあたっては、現地での継続的なデータ蓄積と分析を前提とした中長期的な視点が不可欠である。

このような特性を踏まえ、関連省庁やカウンターパート（CP）に対しては、衛星データの利活用が即時的な成果を生むものではなく、時間をかけて信頼性の高い知見を構築していくプロセスであることを丁寧に説明し、理解を得ながら進める必要がある。政策担当者との合意形成においては、期待値の調整とともに、衛星データの有効性を示す事例や中長期的な活用モデルの提示が有効である。

また、農牧省等の関連機関がそれぞれ独自にデータを収集している場合、データの分散や重複により活用が非効率となる。このため、関係機関間の連携強化が重要である。今回設立された WG は、こうした省庁間の連携を促進するための枠組みとして機能しており、今後はこの WG を軸に、よりオープンで協調的なデータ共有と活用を進める必要がある。関係機関に対しては、衛星データの利活用が単なる技術導入ではなく、部門横断的な情報連携の促進につながるものであるという認識を共有することが重要である。

プロジェクトの円滑な進行

現地では文書による手続きが重視される傾向が強く、WG の開催や関係機関への依頼に際しては、インビテーションレターや Terms of Reference (ToR) などの公式文書の整備が求められる。これらの文書は、単なる形式的なものではなく、関係者間の役割や期待を明確にする重要なツールであるため、事前にテンプレートを準備し、依頼時に適切な説明ができる体制を整えておくことが望ましい。

さらに、衛星画像の調達に関しては、日本側で取得したデータを海外の CP に展開する際に、利用許諾や配布制限に関する確認作業が必要となる場合がある。これらの確認には時間を要することが多いため、プロジェクトの初期段階から衛星画像の調達・配布に関する手続きに着手し、関係機関との調整を進めておくことが重要である。

3.3. アクションプラン

上位目標達成に向けた提言を受けて、AEP はアクションプランについて JICA コンサルタントチームと協議を重ね作成した。アクションプライは、組織力の強化及び技術力の強化についてそれぞれまとめた。

組織力の強化

本プロジェクトで設置された協議体の枠組み、範囲及び活動を改善することにより、宇宙技術の開発と活用を通じて関係省庁との協力体制を発展させる。

中南米・カリブ海諸国における宇宙技術・小型衛星開発・運用や衛星データ利活用の拠点となる。

パラグアイ及び民間セクターとの協力を促進する。海外企業との連携を通じて、国内企業や機関、学際の宇宙技術力向上を図る。

技術力の強化

宇宙システムの開発・運用、衛星データ利活用の修士号・博士号取得のために留学生を日本や欧州に派遣する。

GuaraniSat シリーズの実践的な開発及び予算の獲得や国内外の宇宙開発の枠組みを含む活動を計画する。さらに、GuaraniSat シリーズ計画の実施のみならず、他国の小型衛星開発計画への参加を通じて、より高頻度に衛星開発機会を設ける。

衛星データを利用した国内外の共同研究プロジェクトに取り組み、特に防災分野及び農牧分野寄与する解析データやアプリケーションの提供を行う。

上記、アクションプランの達成度を測るための定量的評価の案についてまとめた。表 3.3-1.に定量的評価の案を示す。

表 3.3-1. アクションプランに対する定量的評価（案）

項目	活動	現状	目標値	評価時期 評価方法
組織力の強化	関係省庁との連携	共同研究数: 3 件 農牧分野: 1 件 データインフラ開発: 1 件 官民連携: 1 件	共同研究数: 6 件 農牧分野: 2 件 防災分野: 1 件 データインフラ開発: 1 件 官民連携: 2 件	本プロジェクト終了から 3 年後 報告書やアプリケーション、ログ等による確認
	中南米・カリブ海諸国における国際的な宇宙技術拠点	小型衛星開発に関するコンサルタント業務: 0 件	小型衛星開発に関するコンサルタント業務: 2 件	本プロジェクト終了から 3 年後 報告書による確認

項目	活動	現状	目標値	評価時期 評価方法
			他国の宇宙庁に対して: 1 件 大学に対して: 1 件	
		衛星データ利活用に関するデータ及び技術の共有: 0 件	衛星データ利活用に関するデータ及び技術の共有: 2 件 防災分野: 2 件	本プロジェクト終了から 3 年後 報告書による確認
	民間連携	民間との共同プロジェクトに関する MOU 締結数 MOU: 国内 2 件、 海外 1 件	民間との共同プロジェクトに関する MOU 締結数 MOU: 国内 2 件、 海外 2 件	本プロジェクト終了から 3 年後 報告書、MOU 等による確認
技術力の強化	学位の取得数	小型衛星開発・運用にかかる修士号及び博士号の取得者数: 5 名 博士号: 1 名 修士号: 4 名	小型衛星開発・運用にかかる修士号及び博士号の取得者数: 7 名 博士号: 1 名 修士号: 6 名	本プロジェクト終了から 3 年後 キャリア調査等による確認
		衛星データ利活用にかかる修士号及び博士号の取得者数: 1 名 博士号: 0 名 修士号: 1 名	衛星データ利活用にかかる修士号及び博士号の取得者数: 4 名 博士号: 1 名 修士号: 3 名	本プロジェクト終了から 3 年後 キャリア調査等による確認
	GuaraniSat シリーズ 開発・運用マスタープラン	開発完了・開発中の衛星数: 2 機	開発完了・開発中の衛星数: 3 機	本プロジェクト終了から 3 年後 開発及び運用の結果、マスタープラン等による確認
		運用した衛星数: 1 機	運用した衛星数: 2 機	
		他国との共同衛星開発プログラム数: 0 件	他国との共同衛星開発プログラム数: 3 件	
		予算獲得を含む衛星計画数: 0 件	予算獲得を含む衛星計画数: 1 件	