

財団法人 新技術振興渡辺記念会
平成22年度上期 科学技術調査研究助成

「衛星リモセンデータの利用促進に向けた利用実態図の作成」

報告書

平成23年6月
財団法人 日本宇宙フォーラム

1. 調査研究のバックグラウンドと目的

(1) バックグラウンド

宇宙開発の歴史は長いものの、衛星で取得された膨大なデータは、かなりの部分が利用されずに死蔵されているのが現状である。国民の税金を用いて地球観測衛星を開発し、国が率先して取得したこれら衛星リモートセンシング（以下リモセンという。）のデータを国の隅々まで広め、利用してもらうことが喫緊の課題であり、今後の我が国の宇宙活動に対して国民から支持を得る重要な活動でもあるのだが、現状思うような速さで普及が進んでいない。また、我が国において、海外のリモセンデータを提供する様々なプロバイダが登場したが、それらのリモセンデータが急速に普及しているとは言い難く、リモセン業界全体の活性化及び貴重なリモセンデータの有効活用の観点からも迅速に利用が拡大することが望まれる。

世界各国ではこれまで大量のリモセンデータを収集、アーカイブ化してきた。しかしながら、それらの衛星リモセンデータは官需を中心として、一部の専門家、研究機関、企業等で利用されてきているものの、NTT 系列事業者のリモセン事業からの撤退に象徴されるように、衛星リモセンデータを扱う民間業者の受注が伸び悩んでいる。このため、一般への普及が期待されたほど進んでおらず、国民からの認知度も低い。我が国の例でいうと、平成 20 年末までの独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）発表による我が国の陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）の統計では、3 つのセンサで合計 563 万シーン撮像しているが、データ販売を委託された財団法人リモート・センシング技術センター（RESTEC）経由で商業配布されたのは約 3 万シーンのみに留まっている。

これらのデータの利用が進んでいない理由としては、このような衛星データ（シーズ）の存在を知らない潜在的利用者がまだまだ多いことが推測され（知っている人、機関が極僅かではないかという危惧がある。）、まずは利用実態の公表、周知が必要と考えられる。また、プロバイダ側もそれぞれの活動範囲で利用者ニーズの把握を行ってきているものの、自分たちが扱ってこなかった分野のリモセンデータの利用者ニーズについては充分把握しきれていないと推測される。

これまでの衛星開発においては、一部の利用者ニーズに基づいて開発が行われ、幅広い利用者からのニーズを反映した衛星開発が行われてこなかったため、多くの利用者にとって利用しにくいリモセンデータとなっている。そのため、将来的には、できるだけ多くの利用者が本当に必要な情報をタイムリーに得られるように、利用者のニーズを今後のリモセン衛星開発にフィードバックするための仕組みが必要である。また、JAXA が国予算で衛星開発計画を策定し、地球観測衛星を含めた政府衛星を打ち上げ・運用している一方で、文部科学省は今年度補正予算の目玉として、小型衛星の開発公募を実施した。それぞれが進めている施策についても最終的な目標は利用者のニーズを満たすことであり、そのために大型衛星と小型衛星が連携して体系的な計画を策定すべきだが、現状はそうようになって

いない。今後のリモセンデータビジネスを可能とするような小型衛星群開発に向けた指導的役割を国が担う等、リモセン事業の川上から川下まで産学官一体となった協力体制の構築が必要である。

(2) 目的

我が国における衛星リモセン業界においては、省庁、大学・研究機関、自治体・試験場、農協・漁協、企業などの利用者に対し、一次プロバイダや二次プロバイダがリモセンの加工前データ（衛星から受信した画像化処理する前のデータ）、画像データ（画像化処理した後の画像データ）及び高付加価値情報（画像データに付加価値が組み込まれ利用者の利用しやすい情報の形になったもの）を提供している。また、サービス・ソリューション提供者が一次プロバイダや二次プロバイダから加工前データなどを購入し、高付加価値情報を利用者に提供するケースもある。

様々なプロバイダが国内外の各種リモセンデータを取り扱っており、衛星リモセンデータの利用は官需を中心として省庁や大学／研究機関において進んできているものの、自治体、協同組合（農林水産業）、企業等においてはまだまだ十分に活用されていない。

本調査においては、将来的にリモセンの普及を更に促進させ、これまで利用してこなかった潜在的利用者に利用してもらうことを目指し、リモセン事業の利用実態や普及のための課題を正確に把握し、新しい利用アイデアを発掘するため、サービス・ソリューション提供者を中心にヒアリング形式の調査を行い、それらを整理した。整理したデータはこれを基に、利用実態図を作成（マッピング）することにより、リモセンデータの新たな利用者の発掘及び利用促進のための基礎資料となる。将来的には調査を一次プロバイダや今回調査できなかった他の利用者にまで広げたいことを検討したい。

本調査により、リモセンデータの潜在的利用者や分野を明確にし、我が国全体の衛星リモセンの普及・発展を目指す。

2. 調査手法

リモセンに関連した事業を行っているサービス・ソリューション提供者を 30 程度洗い出し、それらを対象に、リモセンデータのシーズ及びデータの強みの洗い出し、データ利用の可能性、データ普及の現状、利用がなぜ期待された速さで進まないかの課題洗い出し、プロバイダと利用ニーズの間のギャップについての聞き取り調査を行った。聞き取りにあたっては事前に添付 1 のヒアリングシートを送付し、それをもとに実際に面会しての聞き取りを行った。ヒアリングを行った企業・機関を添付 2 に示す。合計 35 社・機関にコンタクトし、内 27 社については、直接面会してのヒアリングを行った。

3. リモセン事業の実情

(1) リモセンデータ事業のマーケット

今回の調査ではリモセンデータの一次プロバイダではなく、同データを購入し、付加価値をつけてユーザに提供しているサービス・ソリューション提供者に対してヒアリングを行った。それらの事業者ではリモセン関連業務は全体の売上げの数%程度しかない会社がほとんどであり、リモセンデータを使ったサービス・ソリューション業務は売上金額的にはあまり寄与していないことが判明した。各会社の主力としている業務はそれぞれ異なるが、航空機から取得するデータや衛星以外の観測データなどを用いて環境や測量関係のコンサルティングなどを行っているケースが多い。一部、リモセンデータを主力としてサービスを提供している会社もあり、会社の売上げのほとんどがリモセン関連業務というケースもあるが、それらはニッチを狙った小さなベンチャー企業であり、売上自体が数億円と小さい。

(2) 官需により支えられるリモセン業界

顧客は官（大学、独法、官公庁、自治体）が多く、財団法人を官に含めるとほとんどが官により需要がまかなわれている。今回ヒアリングした会社・機関のリモセン関連事業の 8 割から 9 割が直接官公庁により研究開発目的などで発注された事業であった。建設コンサルティング企業などもリモセン情報を利用しており、一部民間からの需要もあるが、それら建設コンサルティング企業が行う事業の発注元はほぼ 100% JICA などの官公庁である。今回リモセン関連のすべての企業を訪問したわけではないが、今回のヒアリング結果から推定すると、民間によるリモセン情報の需要は現状では非常に小さいといえる。一般コンシューマ向けの事業にいたっては今のところほぼ皆無であり、全体としてリモセン業界は官需により支えられているといえる。具体的な官公庁の発注元は、国土交通省、環境省、農林水産省（林野庁も含む）、JICA、経済産業省系財団（ERSDAC など）である。JAXA は RESTEC に委託して解析を行うため、JAXA から一般企業への発注は少ない。また、数少ない民間企業のリモセンユーザとしては、農業法人、商社、保険会社、石油資源関連企業、教育機関（私学）が挙げられる。

(3) 多様な分野での利用

上述のように、リモセンデータを使ったサービス・ソリューション業務は売上金額的にはあまり寄与していない。ただし、リモセンデータはいろいろな分野に入り込んできており、リモセン主体というよりは多くのデータのうちの 1 つとして使われている。環境関係の調査では実際に現場に行ってデータを取得するほか、航空機による撮像、衛星データ、ラジコンヘリのデータなどを顧客のニーズに合わせて利用する。また、その他地上に設置されたセンサからの情報なども利用されている。つまり、リモセンデータのみで目的の情報が見られることは少なく、様々なセンサからのデータを統合した情報を提供するインテグレ

ーション事業としてサービスされている。利用するリモセンデータも用途・目的によって様々であり、特定の衛星データプロバイダと特別の関係がないサービス・ソリューション会社の場合、国内外の商業・政府衛星をこだわりなく利用している。また、高分解能衛星、中・低分解能衛星、合成開口レーダ（SAR）衛星をコストと目的に応じて使い分けている。

4. 現状のリモセン利用分野

（1）リモセンデータの利用実績

今回ヒアリングした会社・機関でのリモセンデータの利用実績を以下に示す。分野として多岐にわたり、研究・実証、行政利用、民間利用など顧客の種類自体は幅広い。

●農業

水面による光の反射を捉えた衛星データと事前に調査した水田位置を比較することで、水稲の作付面積を調査できる。また、植物の生育状況に合わせて光（可視光以外を含む）の反射率が変わるため、特定の色（波長）の分析を行うことで多様な作物の生長や収穫時期のデータを提供できる。特に、広範な農地を持つ北海道や、適切な収穫期間が短い作物に対しては、取得に時間を要する航空機と比較して有効なデータとなる。農地毎のデータで良い場合は数十 m オーダの分解能で十分であり、農地内の詳細情報が必要な場合は空撮データ等を利用するなどの棲み分けが可能。収穫時期など特定時期のデータが要求される場合が多く、天候等による撮影不具合を回避するための撮影頻度の確保が安定需要に繋がる。

【実績及び研究例】

水稲の作付面積調査、水稲の監視、収量や作付の予測、水稲品質解析、レタスの収穫時期、小麦の刈り取り順マップ、小麦刈取り計画、農業統計、開発適地選定、農作物の病気の調査研究

●海洋／水産

SAR 衛星によって海表面の形状を捉えることで、船舶の位置や海流・海風の速度等を調査できる。また、夜間の漁り火を捉え、特定魚種に対する漁業活動状況を知ることにも可能である。さらに、海表面の水温や植物プランクトンの持つ光の反射率の特性から、漁場の予測や赤潮の発生データなどを提供できる。漁業との密接な連携においては、漁船に GPS 受信機を含めた送受信機を搭載し、リアルタイムと統計の両情報の提供が有用となる。今後は、海洋データと漁獲量とをリンクさせる予測モデルの発展が課題。また、乱獲を防ぐための規制など、法整備と監視についても検討が必要となる。

【実績及び研究例】

漁場推定、漁業予測、マグロ等の漁場の予測、赤潮の発生分布の確認、赤潮監視、養殖い

けすの管理、流水監視、船舶の自動探知・探知船舶の自動照合パッケージソフト

●森林

SAR 衛星により森林地域の形状を把握できる他、木の種類や生育状況による光の反射率の違いと組み合わせることで、広域な森林に対する植生図や生育図の作成が可能となる。バイオマス量については、地球温暖化への対策が求められる中、広大な森林を保有する開発途上国にとっての排出権取引データとして需要が高く、日本の国際協力として研究調査が進められている。

【実績及び研究例】

森林管理、炭素固定量推計、森林植生図、バイオマス量推定および変化の抽出、海外で植林する際の補助データ、病気（マツクイ虫、ナラ枯れ）の被害分布

●環境

土壤に含まれる水分量によって特定の光の反射率が異なるため、水資源が重要な地域（アフリカや砂漠地域）の状況をリモセンによって提供することができる。また、湖水や河川の水量についても情報が得られるため、枯渇が進む地域の水資源の変動情報を提供することができる。

【実績及び研究例】

環境アセスメント調査、湿原の乾燥化の調査研究、水域環境解析

●その他行政利用

リモセンデータは、広域な土地形状、植生などを捉えることができるため、（特に開発途上国での）地図作成に役立てることができる。また、同種の装置で観測を続けることで長期間の変動情報を抽出することが可能となり、地震や洪水等の災害による地形変動や家屋被害の把握から不動産登記情報の確認まで幅広く利用できる。また、取得した地形データを 3D 情報として再構築することで、衛星の軌道と関係なく自由な視点で地形を閲覧することが可能となり、工事等による住民説明時や展示等における 3D ムービーなどに使用されることも多い。また、水道やガスなどの都市インフラと衛星写真を組み合わせることで、地理情報システム（GIS）の一部に活用することができる。

【実績及び研究例】

国土利用状況調査、土地利用分類、土地利用の分類、土地利用等のデータベース、土地利用解析、土地被覆解析、写真測量、地図作成業務、ベースマップ（地図用途）、地図作製、背景図、緑の分布図、道路や河川拡大工事のための住民説明、防災、災害対応に関する用

途、災害（山火事）、実被害情報分析システム（防災）、DEM 作成（洪水氾濫解析の基礎データ）、3D ムービーの背景（国交省）、GIS、展示、標高コンター作成

●教育・学術

可視光での衛星写真や近赤外での植生分布などのデータは、学校の授業で児童・生徒の地図把握能力の向上や地域への関心喚起として役立てられることが多い。また、これらのデータは過去の土地形状や地下の埋没遺跡の探査に利用することができ、宇宙考古学や衛星考古学といった新たな研究分野として実績を上げている。

【実績及び研究例】

学校の授業、大学（考古学）

●民間利用

東日本大震災に際しては、異なる時期に撮影された衛星写真から災害前後の変動情報として頻繁に報道で利用されたが、分解能と撮影頻度が高い海外衛星データが専らであった。民間利用で最も知られるのは、Google マップや Google Earth で使用される広域での衛星写真と思われるが、スケールによって航空写真が用いられていることはあまり知られておらず、リモセン衛星の分解能に対する誤解を招いた部分もある。その他、SAR 衛星などによって得られた DEM データから 3D 空間情報を再構築し、マラソンでのコース解説に利用される他、ゲームやアプリでの背景情報として活用される例もある。データの種類は豊富であり、分解能と撮影頻度の環境が整えば、多くの潜在的利用が存在すると期待される領域である。

【実績及び研究例】

テレビ局での 3D 画像利用、報道、ゲームやアプリの開発、不動産関係の GIS データの背景、Google、空間情報仲介サービスシステム GeoMola.jp

●その他

人工衛星データの利用としては、通信及び気象に関する利用と認知度が圧倒的に高いが、気象情報に関しては一般的な気象衛星の情報以外に、リモセン衛星による風向や大気情報を付加することで、より高度な情報として提供することが可能となる。また、より広範な波長データを解析可能なハイパースペクトルカメラデータを利用し、地下資源の種類や量の推定に用いるなど、将来的に大きな商業価値を生み出さうとする研究調査も行われている。

【実績及び研究例】

安全保障、気象情報、地表面変動解析、地殻変動、差分干渉 SAR などによる変動解析、海外地質調査、地質調査（資源開発）、地形、地質解析、地形解析

(2) これまでのリモセンデータ利用の成功例と失敗例

リモセンデータ利用の成功例を聞いたところ、国の行政利用として根付いたプロジェクトを成功例と回答した会社が多かった。3.(2)で述べたとおり、リモセン関連事業は官需によって支えられているため、その官需で継続的に利用される事業については安定的にリモセン関連業者に利益をもたらす。また、水稻品質管理や小麦刈り取り順マップといった農業利用は、北海道を中心とした地域特性はあるものの、一定の需要を獲得したという意味では成功事例といえる。リモセンデータ単独ではなかなか事業になりにくいのが、各種観測データを用いる統合データのリソースの一つとしてのリモセンデータは多様な分野で使われるようになっており、売上高や利益といった定量的な数値で示すことは難しいが、ある意味でリモセンデータが浸透した成功例と回答する企業もあった。

一方、今回ヒアリングした会社・機関から失敗例として次の事業が挙げられている：漁業予測、農業利用、海外衛星データの販売事業、地方自治体向け事業、リモセン学習書籍販売。漁業予測については、リモセンデータを用いることにより一定の成果が得られるという会社が多いものの、実際に事業としてそれだけでは成り立っていないという現実がある。様々な要因が考えられるが、主に漁業従事者の情報に対する意識の問題（これについては5.(3)(e)で後述）や通信料の高さが挙げられる。農業利用では水稻品質管理や小麦刈り取り順マップなど成功事例として挙げられているが、あくまでも北海道などの作付面積が大きい地域限定での成功例であり、小規模農家の多い日本全体でみるとあまり広がっていないという意見もある。衛星は広域を一度に撮像できることがメリットの一つだが、作付面積の小さい日本では衛星のメリットが活かしきれない。また、いくつかの会社が海外の民間商用衛星のデータを日本で独占販売しているが、日本国内の市場規模に比べて衛星運用企業との契約額が見合わないという意見もあった。地方自治体向けも含めて、総じて日本でうまくリモセン事業が広がらない理由として大きいのは分解能の限界と観測頻度の少なさであり、国土の小さな日本では中・低分解能の需要が国土の大きな国に比べて小さく、航空機による撮像データのほうが有利との意見が聞かれた。リモセン学習書籍については、教員に新しいものを学習する時間がなく、あまり広がらなかったとのことであった。

5. 普及に向けての課題

(1) 技術的な問題／技術的限界

(a) 分解能不足

国土の小さな日本においては、利用分野によって分解能不足が利用を妨げる致命的な要因になる。GISで衛星画像を使う場合、基図として使えるだけの分解能としては1mオーダーが必要であり、民間企業ではカラーという点でALOSのAVNIR2では不足で、カラーで分解能1~2.5mが必要とされている。日本で実現できるかどうかは別として、現在航空測量で行っている事業については、衛星で分解能25cmを実現できれば、航空測量が必要なくなる

という意見もある。一方、それほど高分解能でなくともコストが安ければ利用は促進される分野もある。例えば、小麦の研究や洪水などでの利用は 10m の分解能で十分ということだが、撮像の時間的な制約が大きく、分解能というよりもむしろ時間分解能の向上が至上命題である。

(b) クラウド問題

光学による観測の場合、雲に妨げられ、撮影できないことが多々あることが普及を妨げる大きな要因の一つである。日本では雲がほとんどない日はそれほど多くなく、さらに軌道の都合もあり、衛星は観測機会が限定されるため、少ない撮像チャンスで確実にデータを取得することが必要とされる。特に農業利用などでは農作物の生育の関係から一定の期間（数日程度）に確実に撮像できることが求められる。雲がかかるかどうかは気象により左右され、自然条件のため人工的に排除することはできないが、複数の衛星を同じ軌道に時間をずらして配備することで雲の切れ間をぬって撮像する方法により解決する可能性を高めることができる。

(c) 撮像頻度

前述のクラウド問題にも関わるが、単独の衛星によるオペレーションの場合は軌道の都合もあり、衛星は観測機会が限定される。数十日に一度の観測機会ではユーザ側が希望する期間に撮像に成功する確率は低く、利用の普及を妨げる要因となっている。単独の衛星では解決できない問題であるため、同一機能を持った複数の衛星を同一軌道、もしくはいくつかの異なる軌道に配備し、ユーザのニーズにこたえられる頻度で撮像できるシステムを作る必要がある。

(d) リアルタイム性の向上

衛星を利用するメリットの一つとしてリアルタイム性がある。例えば航空機による撮像の場合、観測決定から実際に観測できるまでに準備期間も含めてある程度の時間が必要になる。人工衛星の場合、既に軌道に配備されているため、リードタイムなしにデータを入手できる可能性がある。特定の分野の利用ではリアルタイム性が非常に重視され、迅速な撮像が非常に価値を生むことがある。原理的にはリアルタイム撮像では衛星に有利な点が多々あるものの、実際には緊急観測オーダーからユーザに情報が届くまで時間がかかるケースが多い。時間がかかる要因としては間にいくつか人が介在しないとデータが取得できないシステムになっているケースが多く、今後の要改善事項である。

(e) 精度不足

衛星による撮像では他の撮像手法にはないメリットはあるものの、衛星でしか原理的にできないということはない。航空写真、ラジコン写真、現場観測など、目的に応じた代替手

段はあり、衛星データが利用されるには独自の付加価値をいかにつけるかが重要になる。目的にもよるが、衛星単独では推定精度や情報の信頼性に限界があり、局地的な情報の正確な取得という面では利用が進むとは考えにくい。

(f) 開発期間の長さ

衛星固有の問題として、開発期間の長さがある。開発期間が比較的短いといわれる小型衛星にしても、開発までには少なくとも1、2年必要で、企画から設計までの時間がかかりすぎるため、ニーズに対して迅速に対応できないという問題がある。既に軌道上にある衛星の新たなデータ利用が見つければよいが、ニーズを吸い上げて、そのニーズを満たすべく衛星を開発する場合、開発した衛星のデータが時代遅れになってしまうという問題は常に存在する。

(g) 宇宙へのアクセスの限界

もう一つ衛星固有の問題として、宇宙空間へのアクセスの悪さがある。一旦、衛星が軌道上に配備されてしまえば、その衛星に再度アクセスすることは難しく、修理することも難しくければ、改修することも難しい。ニーズは時代とともに変化しつつあり、いったん打ち上げられた衛星が5年から10年にわたり改修なしに地上のニーズに応え続けられるかという問題がある。

(2) ソフト的な問題

(a) 取り扱いソフト

リモセンデータは衛星により取得されたデジタルデータであるため、そのままの形で利用することはほとんどなく、ソフトウェアにより処理・加工した上で様々な用途に利用される。リモセンデータを取り扱うソフトはフリーのものから数百万円のものまで多種多様である。以前と比べ現在は、衛星データ、航空データ、GISを一つのソフトで扱え、使いやすさも向上したが、フリーのソフトではできることに限界があり、使いやすさなどを考慮するとある程度のコストをかけて専用のソフトウェアを購入する必要がある。いくつかの企業がソフトを販売しているが、日本製ではなく、基本的に外国で開発されたもので非常に高価という声が聞かれる。また、ソフトによって違いはあるものの、概してまだまだ扱いづらく、検索や加工の面からユーザにとって簡単に扱えるソフトが望まれている。高価な処理ソフトの廉価版も求められており、リモセンデータの普及のためにデータプロバイダ側が扱いやすいソフトを無償で配布したらどうかという意見もあった。

(b) 検索システム

リモセンデータのユーザは自分のニーズに合ったデータが存在するかどうか主にウェブベースの検索システムで探してオーダーするが、その検索システムの利便性をもっと向上

させて欲しいという意見が多く聞かれる。例えば、ブラウザ画面が小さすぎて欲しい撮像区域に雲があるか分からないといった意見や ALOS PRISM の前方・後方データがセットになって検索・オーダーできないので利便性が悪いという意見が出ている。また、リモセン画像のアーカイブを画像として目で見られる形での検索システムがないため、アーカイブの生データを処理して目で見られる検索システムが整備できれば、使いやすくなるのではないかという提言があった。

それ以外の検索システムに関する問題として各衛星のデータが別々の検索システムで公開されているため、ユーザの欲しいデータを探しづらいということがある。この問題については、既に宇宙開発戦略本部などでも今後の普及のための課題として議論されており、国側の働きかけによりインフラを整備する動きが出てきているものの、実現性はまだまだ不透明である。使用帯域、空間範囲、価格帯などで各衛星データを横断検索できるシステムがあるとユーザも利用しやすくなり、普及拡大につながると思われる。

(c) アプリケーションの作成

リモセンデータを研究や業務の中で処理加工して利用するユーザはともかく、一般のコンシューマを含む大多数のユーザは処理加工して利用するというよりも、既に高次処理され、欲しい情報の形になったものを利用することになる。前述のように、一般コンシューマのマーケットは今のところそれほど大きくないが、今後マーケットを拡大していくためには衛星のデータセットを作成し、アプリケーションの作成により、ユーザが利用しやすいインターフェースを構築することが必要になる。

(3) 制度的な問題

(a) 料金体系／コスト

衛星のリモセンデータが普及しない大きな要因の一つがコストである。米国の Landsat などでは実質的に無料に近い形で配布されているが、低分解能で用途には限界があり、ALOS も安い価格で提供されているものの、1 シーンあたり数万円と気楽に利用するにはまだまだ高価である。フランスの SPOT や高分解能商業衛星などは数十万円から数百万円と非常に高価であり、一般の人が利用するには敷居が高い。現在は全体のすみ分けを考えた緻密な料金体系になっておらず、改善が必要である。また、リモセンデータを購入する際に、シーン単価で課金する料金体系になっているものも少なくない。衛星によって 1 シーンの面積は異なるが、一部しか利用しないユーザはその利用面積に応じて課金するシステムや、最終的に利用した分だけ課金される従量制課金システムの導入などを求める声も多い（現在は雲がかかって地表面が撮像できなかったとしても撮像の料金を支払わざるを得ない）。

(b) 利用ライセンス

リモセンデータの利用ライセンスの厳しさも普及を妨げる要因になる。衛星データと航空

機データを比べると、衛星データの方が利用ライセンスの規約が厳しく、ビジネス利用しづらいという面がある。例えば同じ元データを利用していても最終的なプロダクトの数によってライセンス数を取られてしまうため、その点で航空写真を選ぶというユーザもいる。ALOS の場合、内部での利用と外部へ公開する利用でライセンス形態が異なっており、例えば商業利用でなくとも外部へデータを利用した情報を公開しようとするのとたんに高価になるという問題がある。一方で、航空写真では1組織ではなく、1端末毎のライセンスとなり、同じ組織内でも情報共有ができないが、逆に衛星データは1組織ライセンスになっており、組織内で複数の人間が利用できることが多いとの声も聞かれた。

(c) 航空測量データとの競合

衛星リモセンデータの販売は航空測量会社が行っているケースも多い。ある意味で衛星リモセンデータは航空写真と競合するため、航空測量データを圧迫しないような営業を行っているという声も聞かれる。航空測量会社は自社の航空機を持っており、衛星を地図作成の仕様から排除しようとするため、衛星リモセンの普及の観点から見た場合、衛星に乗り換えるモチベーションを持たせるような仕組みにしないと普及は難しいという意見もあった。

(d) 人材不足／資格制度

今後の課題の中にはデータを解析できる専門性を持った人材が不足しているという問題もある。ある程度どうやったらデータが使えるのかを訓練により理解した人材がいないと業界としてはなかなか拡がらない。例えば、自治体においてもある程度リモセンに明るい人がリモセンデータも含めた GIS 構築を進めていくケースが多いが、人事異動などによりその人がいなくなると途端に導入が進まなくなるなどの問題がある。リモセンの専門家でなくともリモセンを導入することのメリットや費用対効果を上司に説明できる人がいればスムーズに導入が進むが、そうでない場合は普及させることは困難になる。また、JICA プロジェクトなど衛星リモセンデータが ODA などで活用され始めているが、解析できる人材が不足していると感じるという意見もあった。

(e) ユーザの意識

これまで日本では様々な研究機関や試験場などで衛星リモセンの研究がおこなわれてきており、試験的にユーザに対してその成果を提供する試みがなされている。そのような仕組みがある中で、ユーザ側に情報はタダという意識が根付き、情報を利用する対価として料金が課金されるということに抵抗があるという意見も聞かれた。リモセンデータを活用して作られた情報がなくてはならない必要不可欠な情報であった場合はある程度のコストをかけてユーザが利用し、普及していくと思われるが、リモセンデータを活用した情報は補助的な情報であることも多く、特に一般の個人の単位ではコストをかけてまで利用しな

いということになる。衛星リモセンデータを使って、いかにユーザにとって不可欠な情報を作り出すかということが課題になる。

(4) 国による支援／国への要求

(a) 国産衛星の拡充と継続運用

国による支援の第一に挙げられるのが国産衛星の拡充と継続運用である。衛星の開発は数百億円規模の多額の初期費用がかかるため、民間で衛星開発を行い、衛星データの利用でそれを回収するのは現在の利用マーケットの規模から見て非常に困難である。衛星調達における国際約束など難しい問題もあるが、単純に考えると、国が衛星を開発し、その衛星を民間に移譲することで利用を促進させることが可能になる。商業的に多くのデータが利用される衛星としてはALOSがあるが、最近運用を終了しており、同様の衛星をできるだけ速やかに数多く打ち上げることが求められる。また、衛星リモセンデータの大きなメリットとしては同じ地点の長期データの比較があり、時系列の情報の変化抽出に大きな価値が生み出される。そのためには同じセンサ／規格の衛星の継続運用が必要であり、撮像できない期間のギャップがない形で、国が政策的に衛星を開発運用し続けることが要求される。

(b) アンカーテナンシー

前述の通り、リモセンデータの最大のユーザは今のところ官公庁であり、官による需要がマーケットを下支えしている面がある。そのため、ある程度のデータ購入を国が約束をするいわゆるアンカーテナンシーによるマーケットの維持も民需が拡大するまでは必要という意見も多い。米国でも高分解能衛星は民間が調達・運用しているが、官の軍事・情報収集部門が大口顧客となり、長期ライセンスを一括して購入することで民間のデータプロバイダを下支えしている。一方、今回ヒアリングした中では、逆に官がデータを買うことの弊害を指摘した企業もあった。官が下支えし、マーケットを維持することにより、民間のデータプロバイダは民間に対してデータを売るための努力をしなくなり、長い目で見ると民需によるマーケット拡大が難しくなるという考えである。

(c) 中央省庁による利用促進

最大のユーザである官公庁がさらにリモセンデータ利用のマーケットを拡大させるためには制度的な課題がある。リモセンデータは中央省庁により様々なプロジェクトで活用されているが、組織間の縦割りの弊害もあり、ある省庁でリモセンデータを利用し、ある程度結果が出た活用方法があってもそれが関係省庁などに水平的に広がっていかないという問題がある。また、中央省庁がプロジェクトで一貫して衛星リモセンデータを利用する他、発注仕様にリモセンデータを入れるなどの戦略的な利用拡大施策も必要となる。例えば、国土交通省など多額の予算を持っている省庁が発注の仕様で衛星データを利用するよう要求すれば、その業界の1万人程度が皆使い始めるという推察もある。その他、土地管

理で林野庁と農林水産省が衛星データ利用を活用するように旗を振れば利用が一気に増えると思われる。これらを可能にするためには、政府衛星を打ち上げる前に国としてその衛星をどのように戦略的に活用し、行政利用に効果的に活かしていくのかをあらかじめ省庁横断的に議論し、国家施策として衛星リモセンデータ利用を進めていく必要がある。他方、同時に政策決定者がリモセンデータ活用のメリットを正確に把握することが肝要であり、リモセンデータプロバイダ側もメリットを分かりやすく説明していく必要がある。

(d) 国による情報提供の整備

宇宙開発の分野では初期投資が非常に大きく、民間ではそれらも含めて全体としてビジネスプランを作ることが難しくなっている。リモセン業界においても生データから前処理をして利用できる形にするためには多くの人手もしくは自動化処理のシステム開発費用が必要になり、多額の初期投資がかかる。そのため、既に取得されているリモセンデータの大量のアーカイブを国の予算により前処理の自動化を行い、規格化されたデータを配布することや、データセットとして整備し、使いやすい形で情報を民間に提供するなどの支援が考えられる。

(e) 民業圧迫

これまで国による直接的な支援を述べてきたが、国が関与しないことで利用が促進されることもある。市場主義社会の原則に則り、基本的には民間がやるべきことまで国が手を出すべきでないという意見がある。具体的に言うと、大学や研究機関が研究や実証試験のリモセンデータ関連プロジェクトを実施することが多いが、本来は民間が行うべきプロジェクトにまで食い込んでくるケースがある。また、将来的に民間がプロジェクトを引き継ぎ、実用化させることが重要だが、民間を入れずに大学や研究機関のみが関与していることも多い。日本では研究目的で大学や研究機関には政府のリモセンデータを無償で配布することが多いが、それも民業を圧迫する要因の一つになっているという声もある。

(f) アジア・世界を見据えた仕組み作り

大きな目を見た場合、国土が狭い日本ではリモセンデータ利用のマーケット拡大には限界があり、全世界のマーケットを考えていく必要がある。そのためにも、国の役割は大きく、省庁横断的、オールジャパンでの利用、さらには、アジア・世界をも見据えた仕組みを考慮していく必要がある。

(5) 企業努力／広報／マーケティング／ニーズ把握

(a) 広報活動

リモセンデータが一般に普及していない理由として、リモセンデータの利便性が知られていないということが挙げられる。前項で述べたとおり、政策立案者や企業のユーザにもリ

モセン利用のメリットがまだ浸透していないことから考えると、一般に浸透していないのは当然と言える。リモセンデータの流通は一次的に特定の機関や企業が総代理店となり独占的に販売し、その他の企業などが二次代理店として有料配布する。そのため、各衛星によりそれぞれ一次代理店が異なり、各代理店は取り扱うデータのための営業を行うことになる。利用する企業や一般顧客から見ると、ニーズに合ったリモセンデータがどの衛星のデータかを簡単に知ることができず、複雑なシステムとなっている。そのため、日本で入手可能な衛星リモセンデータを網羅的に比較し、ユーザ側が特段の専門知識がなくとも適切なリモセンデータを選ぶことができる各衛星データの比較表など、情報源の整理・カタログ化が必要である。

(b) リードタイム

衛星リモセンデータの問題点として、撮像からデータ提供までの時間が長すぎるという問題がある。本来であれば撮像要求から観測のための調整などを行うと航空機による撮影のほうが準備に時間がかかるため、衛星にメリットがあるように思えるが、緊急観測では航空写真のほうが早いという声が聞かれる。衛星の緊急観測の場合、オーダーを受け付けてから衛星にコマンドを送り、データが送られてきた撮像データを処理・加工して顧客に届けるというプロセスが必要になるが、その間にいくつかの人的作業が発生する。現時点ではそれらのプロセスを実施するために数日を要する機会が多いことから、サービスを提供する企業側でその時間を短縮させる努力を行う必要がある。

(c) データの前処理

衛星リモセンデータの課題として、生データの処理が容易でないということがある。解決するためには、前述のような国による処理済アーカイブデータの整備が考えられるが、サービス提供企業側では企業側の投資で前処理を行い、更には付加価値をつけた情報の形に加工して利用ユーザにとって使いやすい形で提供することが求められる。ユーザにとってはトータルとしてのアウトプットが重要であり、ソリューション提供者側がユーザのリアルニーズを捉えた上で、ユーザが費用対効果の面で魅力的な情報を提供する必要がある。

(d) 利用コミュニティ

企業ユーザや一般コンシューマにまだ広がっていない理由として、サービス提供者側がユーザのニーズを把握しきれていないという問題がある。ニーズの掘り起こしは簡単に解決できる問題ではないが、まず利用者コミュニティを作り上げ、そこからニーズを吸い上げていく必要がある。そのためには産官学を連携させ、これまでリモセンデータを活用していない多種多様な業種のポテンシャルユーザを集めることが必要であり、その中で衛星リモセンの利便性やメリットを分かりやすい形で伝えていく必要がある。

(e) 衛星データ提供機関

衛星リモセンデータを提供する一次プロバイダは複数存在するが、日本の政府衛星のデータを提供する機関には中立性が求められる。二次代理店を含めたリモセンデータ利用サービスを提供する企業は適切な競争の下に市場を作っており、それが阻害される要因は作るべきではない。また、リモセン業界の全体の底上げのためにもデータ提供機関は商業化への普及活動に力を入れる必要があり、利用促進委員会などの枠組みも更に強化していく必要がある。

(6) その他

その他、今回のヒアリングでは現在抱える課題として次のような問題が聞かれた。

- ・ALOS は国の衛星だが、あくまでも研究開発衛星であり、企業や一般からの観測要求を受け付けないという問題がある。
- ・時間分解能を上げるために複数の衛星を運用する場合に地上局の運用コストが上がってしまう。
- ・地図作製についてユーザとなりうる海外事業展開予定の建設会社とのリンクが必要となる。
- ・海外でマーケットを拡大する場合、現地のニーズ把握と実施体制の構築や現地の人員の教育が必要になる。

6. 普及に向けての提言

(1) 時間分解能の向上と迅速なデータ提供システムの構築

前述したクラウド問題、撮像頻度、リアルタイム性を向上させるためには複数の同一衛星を同一軌道もしくはいくつかの異なる軌道に配備し、撮像頻度（時間分解能）を向上させることでユーザが欲しいデータを迅速に撮像できるようになる可能性がある。複数の衛星を製造するコストやそれらを全て打ち上げるためには初期投資が必要になるが、衛星を小型化することで製造・打ち上げコストをある程度抑えることができる。ただし、小型衛星にした場合、分解能や姿勢決定精度などに限界があることから、ユーザが必要とするデータの要件を満たすことが出来るかどうか、事前に綿密に調査してから開発を行う必要がある。また、データ取得の頻度を向上させることに加え、ユーザを満足させるためにはその撮像データを迅速に提供する必要がある。そのためにも出来るだけ人を介在させない形で緊急観測、取得データの前処理、情報化、ユーザへの送付を行う必要があり、効率的に行うための自動化が必要である。

(2) 利用環境の基盤整備とリモセンデータ処理ソフトの無償化

リモセンデータの検索システムや利用サイトなどが扱いつらいという声が多く聞かれる。

リモセン利用普及のためにはユーザが扱いやすい利用環境を整えることが必要であり、具体的には複数の異なる衛星の横断的な検索システムの整備や利用ポータルサイトの整備が必要となる。それらの整備のためには多額の初期投資が必要になるが、民間が全て負担するのは難しく、国として整備を支援することが適当である。既に取得されているリモセンデータの大量のアーカイブを国の予算により前処理の自動化を行い、併せて開発するポータルサイトに乗せて、使いやすい形で情報を民間に提供するなどの支援が考えられる。プラットフォームとして宇宙開発戦略本部で国の事業として整備する検討をしているが、まだ具体的な事業計画にまで話は進んでおらず、予算と人員をきちんと割いた上で、いずれかの省庁が引き取り、責任をもって推進していくことが望まれる。また、どのようにそのプラットフォームを利用できるのか、国としてユーザへの啓蒙・教育活動を行っていく必要もある。一方、民間が行えることとして、民間のデータプロバイダがデータ普及のため、ユーザが扱いやすいリモセンデータ処理ソフトを安価もしくは無償で配布するということが考えられる。

(3) データ提供ポリシーと課金体系の改善

これまで述べてきたとおり、リモセンデータ普及に向けて、コスト面が大きなハードルとなっている。これを解決するためには、商業衛星と政府衛星の棲み分けが重要になる。例えば一定期間が経過した古いアーカイブについては低価格もしくは無料に近い形で提供するなどの価格設定や、高分解能は民間がある程度の価格で提供するが、低・中分解能の衛星データについては官が無料もしくは低価格で提供するなどのすみ分け料金体系が考えられる。いずれにしても、日本の税金で開発したリモセン衛星については日本で利用する限りは無償化するなどの対応が求められる。硬直的な課金体系ではなく、ユーザが必要な範囲を範囲に応じた料金で提供するなどフレキシビリティを持たせることも必要であり、ユーザが求めるデータが撮像できた場合に料金を取るという成功報酬的な課金システムも有効である。また、ライセンスについても、政府衛星のデータであれば一つのデータを購入すれば、それを利用して複数のプロダクトを作成できるなど、商業利用しやすいポリシーに改訂する必要がある。更に、データを利用してみたいという民間のユーザが現れた場合、お試し段階から料金が課金されるのもハードルとなっている。利用拡大のためには利用してみたいというユーザに一定の期間もしくは商業利用しない限りにおいては、無償でデータを使わせるという仕組みが必要であり、商業化した段階でライセンスにより課金する仕組みの導入も必要である。

(4) リモセン関連人材育成制度の創設

普及のためにはリモセン関連の人材を育成していくことも重要である。人材不足を改善するためには、GIS 技術資格認定制度やリモセン資格制度といった国家資格を創設するなどし、国としてきちんと人材育成を行っていく仕組みを創設することが必要になる。将来的には、

それらの人材が行政や地方自治体でリモセンデータを効果的な行政利用に活かしていくことになる。また、国家プロジェクトを構想し、実現するプロジェクト・サイエンティストの育成や、将来的に国に戻ってくる留学生の活用なども重要になる。

(5) 政府衛星の継続的開発・運用

衛星の開発には多額の費用がかかり、民間が開発するには難しい面がある。そのため、国として、光学、赤外、熱、レーダといったセンサのデータを継続提供するため、衛星を開発、打ち上げることが求められる。前述の通り、時系列情報の変化抽出が重要であることや、社会のインフラに一度利用された場合、同じ規格の情報を永続的に提供し続ける必要があることから、戦略的な衛星開発計画の策定が求められる。また、ALOS などこれまでの政府衛星では民間からの依頼による緊急観測オーダーを受け付けていないが、ユーザの要望に応じて、それらも受け付けるような仕組みを整える必要がある。政府衛星のデータ提供にあたっては中立性を担保するため、公益的な組織が配布することが望ましい。

(6) 国策としてのリモセンデータ利用

最大のユーザは今のところ官公庁であり、国としてしっかりとマーケットを作り、民需が拡大するまでの下支えをする必要がある。1つは、将来的な民需拡大を見据えたアンカーテナンシーによる一定期間のデータ購入である。ただし、民間のデータプロバイダが民需拡大の努力を継続するように監督していくことも一方で必要となる。官公庁からの発注仕様にきちんとリモセンデータを入れることも重要で、リモセンデータを行政利用に効果的に活かしていくための省庁横断的な意思決定が望まれる。また、民間によるマーケット拡大につなげる施策も必要である。国が行う調査研究の民間への開放、民間が参画できる事業ファンディングの創設、解析費用の補助、実証実験に対する補助事業、スタートアップ支援の継続的支援、国の公募の制度改善（現在の制度では、経費の用途範囲が狭すぎて民間が応募できない）など民間でできる部分は出来るだけ民間に任せることが求められている。

(7) 産官一体でのアジア地域への展開

マーケットの大きさを考えると国内での利用に加え、今後積極的な海外での利用拡大が望まれる。特にアジア地域の近隣諸国において、国と一体となって売り込むパッケージ輸出戦略が有効であり、リモセン技術指導やキャパシティビルディングなどと併せて海外でのリモセン利用を拡大させていく必要がある。これらを成功させるためにキーとなるのは海外との人材交流やビジネス交流を深める施策であり、アジア地域におけるワークショップの開催やトレーニングプログラムなどを積極的に実施すべきである。また、在外公館におけるリモセンの知識の向上を図り、在外公館職員による当該国での営業を強化する必要がある。

(8) ユーザコミュニティの醸成及びニーズの把握

リモセンデータを利用することの意義やメリットなどを多種多様な業種の人たちに伝えていく必要がある。リモセンデータ利用の価値はまだ完全に掘り起こされていないため、そのようなユーザコミュニティ間で対話する中でニーズを把握し、どのようにリモセンデータがそのニーズを満たすことができるのかを考え、利用可能性を拡大させていくことが望まれる。またその際には、ユーザ側が特段の専門知識がなくとも適切なリモセンデータを選ぶことができる各衛星データの比較表などのカタログが必要である。

7. リモセン利用の今後の拡がり

今回ヒアリングした中で、今後のリモセンデータ利用拡大という意味で期待が大きい分野として、農業、環境、海外途上国での利用（森林監視、地図、気候変動、農業）、バイオマス把握、損保による利用（損害評価、保証データ）が挙げられた。また、撮像による現状把握にとどまらず、様々な予測まで可能になるとリモセンデータ利用の幅が広がるという意見が多かった。既に普及しているリモセンデータを利用した予測情報としては気象予報がある。リモセンデータ単独の利用で精度の良い長期予測を行うのには限界があるが、リモセンデータを様々な現場観測データなどと組み合わせることで様々な分野における予測情報を提供できる可能性がある。

また、現在は官需を中心に若干の民需によりリモセンデータ利用が成り立っている状態であるが、官需の急激な拡大は想定できず、今後マーケット全体を拡げて行くためにも、サービス・ソリューション提供者は、より生活に密着した一般の方向けのサービスを広げたいという意向がある。具体的なビジネスプランまでは今回のヒアリングで把握できなかったが、一例として、防災、危機管理、環境データの民による利用（災害時に物流会社やビル管理会社が状況を把握するためのサービスや家族が海外の家族が住む地域を確認するなどのサービスなど）やスマートフォンのアプリでの利用などが挙げられる。

今後の拡がりを考える上で重要な動きとして、小型衛星コンステレーションによるリモセンデータ取得とハイパースペクトルセンサによる撮像がある。初期投資コストの低減や観測機会の向上／時間分解能向上という意味では小型衛星コンステレーションによるリモセンデータ取得は極めて有効な手段である。一方、ユーザのニーズに合ったリモセンデータを提供することが求められるが、10m程度の分解能では農林での利用に限られるとの意見もある。小型衛星リモセンデータの利用についてはその有効性を別途検討する必要がある。

また、ハイパースペクトルデータについては農作物の害虫の被害範囲の特定などこれまでマルチスペクトルセンサで何度も撮像が必要だったものが、1回もしくは数少ない撮像で可能になるというメリットがあることから今後の期待感を示した企業が多かった。一方、情報量が極端に多くなる、刈り幅が狭い、データレートが足りない、較正の難しさ、ノイズなど様々な問題がある。特にコンステレーションにした際に各衛星のデータ間でどう較正してきちんと精度・品質を担保するのは課題としては非常に大きい。単に観測画像から

被害状況を判読するような災害利用であれば、それほど問題にならないが、スペクトルで判読するような用途では全ての衛星で較正が統一的に取れていないと結局利用できず、解決すべき課題は多い。ハイパースペクトルデータをどのように効果的に活用できるかの洗い出しはまだまだこれからで、実証試験も含めて、その利用の可能性について今後検討していく必要がある。

(添付資料については企業情報などが含まれることから公表しない)