

我が国の地球観測の将来計画に関する提言

-実利用的側面-

平成 27 年 9 月

タスクフォース会合・リモートセンシング分科会 (TF)

実利用連絡会

1. はじめに

本書は、我が国の地球観測の将来計画についての実利用の観点からの提言書である。一般に、衛星観測データ利用の区分は、①科学技術利用、②実利用、③商用利用の3種類に分類されるが、本書は、我が国の地球観測を「②実利用」へ展開するための、将来計画への提言書である。ここでは「②実利用」を次のように定義している。すなわち、地球観測の科学技術利用と商用利用の中間に位置するものであり、科学技術研究の段階を超え、社会へ実装された状態にはあるが、商業利用には至っていないもの。つまり、「社会実装」の段階にある技術やデータの利用形態を意味している。

我が国の地球観測は、これまでに「科学技術利用」を中心として、地球環境のモニタリングとモデリングにおいて大きな役割を果たしてきた。それらの成果は、気象・海洋・氷雪圏・生物圏から人間社会に至るまで、様々な地球環境に関わる事象を正しく捉え、将来の変化予測を描くものとして、重要なアイテムとなっている。一方で、グローバル化の急速な進展、持続可能な社会へ向けた大きな課題への対応に伴い、地球環境に関わる事象はより身近な事象となっている。地球観測に関しても、従来科学技術への寄与や地球科学のモデリングの実証を超えた「社会実装」が強く求められている。すなわち、実社会において衛星観測が利用され、社会課題そのものの解決への貢献が求められており、更には、社会への新たな付加価値の提供が期待されている。

タスクフォース会合・リモートセンシング分科会（TF）の実利用連絡会では、「実利用」展開の方策の検討を重ねるとともに、「科学技術利用」と「商用利用」の双方向連携による「実利用」の促進に関して検討を進めてきた。代表的な活動としては、下記の北極海航路での実利用検討、及び、海洋と宇宙の連携の検討が挙げられる。

- ①北極海航路でのリモートセンシング利用に関する連絡会を設置し、関係機関との連絡・情報交換等を実施すると同時に、北極圏監視システムに関するシンポジウムを開催
- ②海洋と宇宙の連携に関し、TF 所属の日本海洋学会と日本リモートセンシング学会が中心となってシンポジウムを開催

上記シンポジウム等の成果を踏まえると、地球観測の「実利用」に向けては、まず①我が国の地球観測の利用を支える「次世代人材の育成」が必要である。次世代人材とはソフト面で「地球観測の社会実装を行う人材」であり、付加価値を産み出せるデータ解析力とともに、実利用モデルの構築力を有する人材である。人材の持続的な育成及び長期の雇用確保には、産業界を巻き込んだビジネスモデルの構築が重要となる。また、②社会実装に向けては、地球観測の将来計画の段階から、最終ゴールとなる「利用のアウトカム」を視点とすることが必要である。そのためには、学术界と産業界の壁を超えて、

利用モデルの全体像を構築することが必要である。そして、その具体化のためには、③「科学技術と実社会をつなぐための社会実装事業」に関するソフト面からの施策の強化が求められる。従来は、衛星やセンサのハード面、あるいは科学技術利用の推進に重きが置かれてきたが、今後は、社会が求めるアウトカムにつながる「利用モデルやサービス技術の促進」へ併せて力を入れることによって、利用の出口が開かれ、地球観測の自律的かつ持続的な発展へつながることが期待される。

2. 社会が求めるアウトカムの実現

近年、地球環境に関わる事象を正しく捉え、社会経済での営みに役立つデータを供給し続けることが極めて重要となってきた。モデリングの発展と計算機能力の向上は極めて高度化し、様々な現象の理解と将来計画に寄与している。実社会においても新興国を例に挙げるまでもなく、高度な経済活動により、時々刻々と地域や国レベルでの課題が指摘されており、気候変動や様々な気象災害など人間の営みに害を及ぼす事象の他、森林や農業などの地域・経済活動に至るまで多くの影響を与えている。地球観測データはその中であって、地球環境のモデルと実社会の間を繋ぐもの、あるいはモデルの検証を実データで実証することで将来の変化予測や国家の将来像を描くもの、として重要な事項である。

一方、科学技術の寄与や高度なモデリングの実証データのみではなく、実社会においても、衛星観測データの政策やサービスでの利用が進みつつある。例を挙げれば、静止気象衛星ひまわりを始め、地上型レーダ網や観測装置のリアルタイム化・3次元・4次元化が進み、高度な気象予測や緊急警報システム(EWS)などの構築を担っている。また、気候変動枠組み条約(IPCC)では、地球温暖化を防止するために炭素蓄積量の減少を防ぐ手法として新たな枠組みを提案しており、中核となるのが地球観測衛星を多用した森林モニタリング手法である。多国間での枠組み条約となり罰則も盛り込まれることから、定着すれば衛星観測データを各国でシェアし多頻度で利用することとなろう。

また、地球環境課題に即した利活用以外にも、地球観測データを情報源の一つとして他のデータと組み合わせたビックデータの一部と捉えることで、社会経済活動の一部を担う動きも出てきている。高度なITS(高度道路交通システム)ナビゲーションやビックデータ解析から抽出される差分情報から保険商品の支払い算定基準のベースとするなどの、いくつかの事例も出始めている。その基盤には、位置情報をキーとして、地球上のあらゆる情報と連携可能な各種G空間情報や社会情報があり、衛星観測データはその一部として組み込まれていることが重要である。

更には、GoogleEarthや各種クラウドサービスの登場、その媒体としてスマートフォンの利用やアプリが急増している。その結果一般消費者やビジネスマン、教育現

場や家庭でも衛星画像やそれを活用した地図情報を見る機会が増大したことで、新たなサービスが始まっている。ここでは、衛星画像は1つのベースコンテンツとして存在しているが、リアルタイムな更新性に加えて、そこから導き出される情報の質が成功の鍵を握っている。近年の超小型衛星や100を越える衛星コンステレーションの登場など、衛星・地上処理からデータ解析さらにはコンテンツとしてのデータ流通までを、トータルなサービスに組み込む企業も出始めていることから、衛星画像を売り買いする時代から、付加価値サービスを提供して利用するモデルに変化する兆しが見えている。

このように、実社会は、地球観測に対して、モデリングや実証を超えての国際的あるいは地域的な課題を解決するための政策での利用、ビックデータとしてのG空間への付加価値化、また一般の生活を豊かにするサービス提供を求めており、その推進を加速する必要がある。

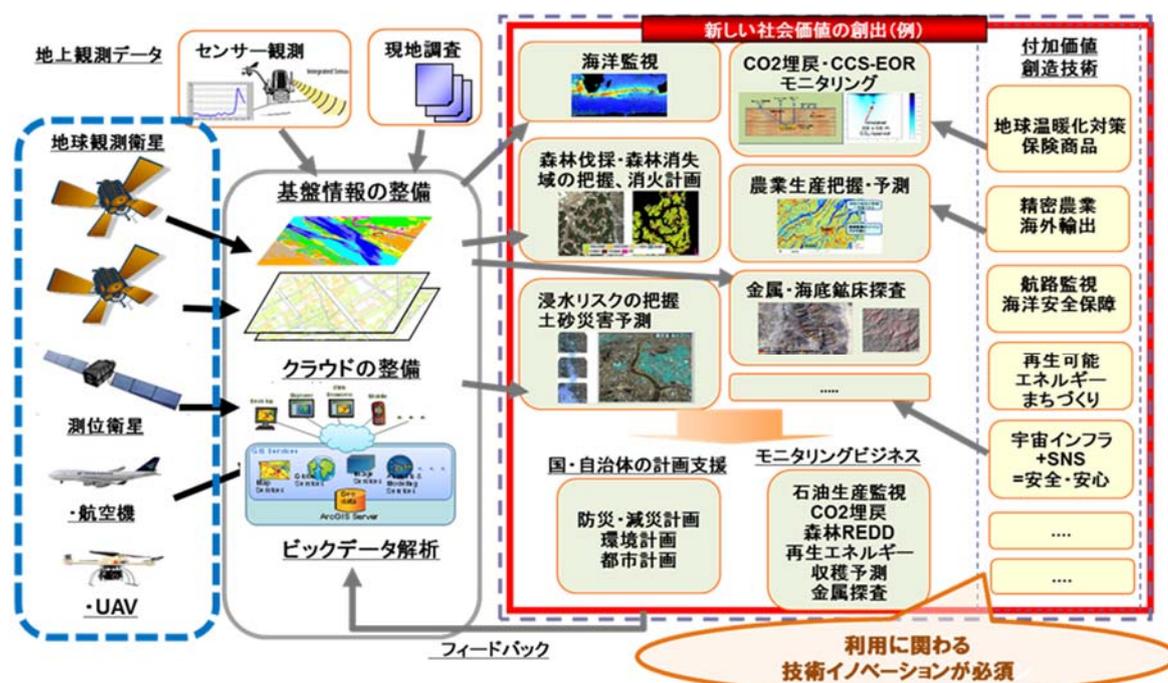


図1. 衛星観測データ利用促進と新産業創出イメージ (出典: BizEarth)

3. 実利用の近未来像の具体化

実利用展開の成功に向けては、利用のアウトカムとして、近未来を想定した上での計画立案が重要となる。その展開においては大きく分けて、以下の3つのモデルが考えられる。まず、第1は国際的な地球規模課題、農業や国土の管理、さらには地域の防災課題への対応等、国や機関が中心となって産業界や学識者を取り込み、また産業界側も高

度利用を目指す技術開発から産業創出を目指す分野である。たとえば、次のような分野が事例として考えられる。

- ・ 気候変動関連（森林・干ばつ）
- ・ 防災・EWS（Early Warning System）関連
- ・ 国土強靱化対応関連
- ・ 土地利用・環境計画関連
- ・ 農業関連等

第2は、地球観測データと社会基盤活動を連携させたビックデータ解析の分野である。これは、主としてリモートセンシングに携わる企業とIT企業さらにはコンテンツ企業が連携しての保険やITSなどの産業界での利用分野である。たとえば、次のような分野が事例として考えられる。

- ・ 新規航路監視（北極海航路監視等）
- ・ 農業天候インデックス保険
- ・ ITSやロードプライシング等

さらに第3は、スマートフォンのアプリなどでも利用できる一般の分野である。ここは今までの科学技術をベースにしつつも、表面上はまったく気がつかずに地球観測データを利用しているベースコンテンツもしくは、差分情報からのコンテンツ配信等の分野である。たとえば、次のような分野が事例として考えられる。

- ・ ゲームコンテンツ
- ・ VR(バーチャルリアリティ)・AR(拡張現実)を利用したエンターテインメント市場 等

一方、実利用促進に向けては実現への課題も多く存在する。どの産業レベルを新規創出させるかがキーとなるが、利用側の観点からは、衛星画像はなるべく安価もしくはある程度の画像まではフリー（無料）とし、一日1回の撮影を可能とする時間分解能に加え、永続的に利用が出来る仕組みを国際的に、産業界的に構築することが必須となる。そのビジネスのベースになるような衛星システムを作ることが重要である。これを我が国の産官学のみで行うのか？ 欧米諸国やアジアの企業と連携してお互いの事業創出や社会での利用を進めるのか？ ベンチャー企業の参入の余地もあるところと考えるのか？ など様々な場合が考えられる。

一方、もしこのような衛星観測データが無かったら、またリモートセンシングの技術が無かったら、私たちの社会はどうなるのであろう。現在は、地上のセンサーシステムや航空機やUAV等の代替手段等、多くの観測データが存在しており、人の動き（スマホから）すらビックデータになりうる社会の中で、莫大な衛星システムを作り続けるのは限界があるのか？ 地球規模課題の解決には必須であると本当に言えるのか？ などを

明確にしていくことも、科学者や扱っている産業界の責任として是非とも説明すべき事項であろう。

4. 日本の得意なリソースを活かした実利用展開

実利用展開に向けては、我が国が世界をリードしている得意なハード面のリソースを上手く活かした展開が極めて重要である。得意な技術には、気象衛星ひまわり、環境観測衛星の GOSAT、L-バンド SAR、可視・赤外及び立体視、降雨・雲レーダ、マイクロ波放射計などがあげられる。これらの衛星やセンサの将来計画の段階から、利用のアウトカムを視点としたソフト面からの利用モデルを強化することにより、利用の出口が開かれて、実利用へとつながる。

将来展開を見通しつつも、現時点において、国際的に望まれているが打ち上げの継続性が不透明なマイクロ波放射計（AMSR 後継）は、日本の得意なセンサであり、3. 実利用の近未来像における第 1 分類に属し、国際的な地球規模課題解決に多大な貢献をしてきた実利用例の一つである。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の温暖化予測においても、地球温暖化を判断する「世界標準のものさし」として利用されており、利用展開として力を入れるべきセンサとして位置づけられる。

現在までに、海氷観測のみならず、海洋の基礎情報である海面温度は、マイクロ波放射計で計測されており、水産分野の漁場予測や、海運業で必須の情報となり定常的に利用されている。また、大気中の水蒸気量の算出に基づいて、準リアルタイムに降雨量を推定することが可能であるため、地上洪水予測や農業管理の重要な情報源としての利用が進みつつある。

図 2 は、マイクロ波放射計に関する利用展開事例をまとめたものである。この図の意図は、マイクロ波放射計が如何に多面的に活用されているかを示すこともさることながら、むしろこのセンサによる継続観測が中断した場合の国際的影響が如何に大きいかを示す点にある。たとえば、AMSR による複数の観測量（GSMaP：全球降雨観測マップなど）はモデルやシミュレーションを通じた予測によって図示しただけでも約 10 の実業案件に直結しており、海外を含めれば 10 をはるかに超す省庁および国際機関の活動に支障を来すことになる。

このような我が国が世界をリードしている得意なセンサ技術を上手く活かして、更なる利用展開の高付加価値化を図るためには、センサデータの安定かつ継続的提供を図ると同時に、この得意な技術を核とした①ソフト面のサービス技術（解析ソフトウェア、データ利用に関する ICT）の強化と、②利用モデル（産業界も巻き込んだビジネスモデルを含む）の構築の促進が重要である。利用モデルが構築されることにより、人材雇用も含むリソース確保に繋がり、利用の持続的な発展に向けた好循環を起こすことが可能となる。

マイクロ波放射計(AMSR)に関する観測データと実業との相関図
 (AMSR:日本の衛星「しずく」(GCOM-W:Global Change Observation Mission - Water)に搭載されているセンサー)

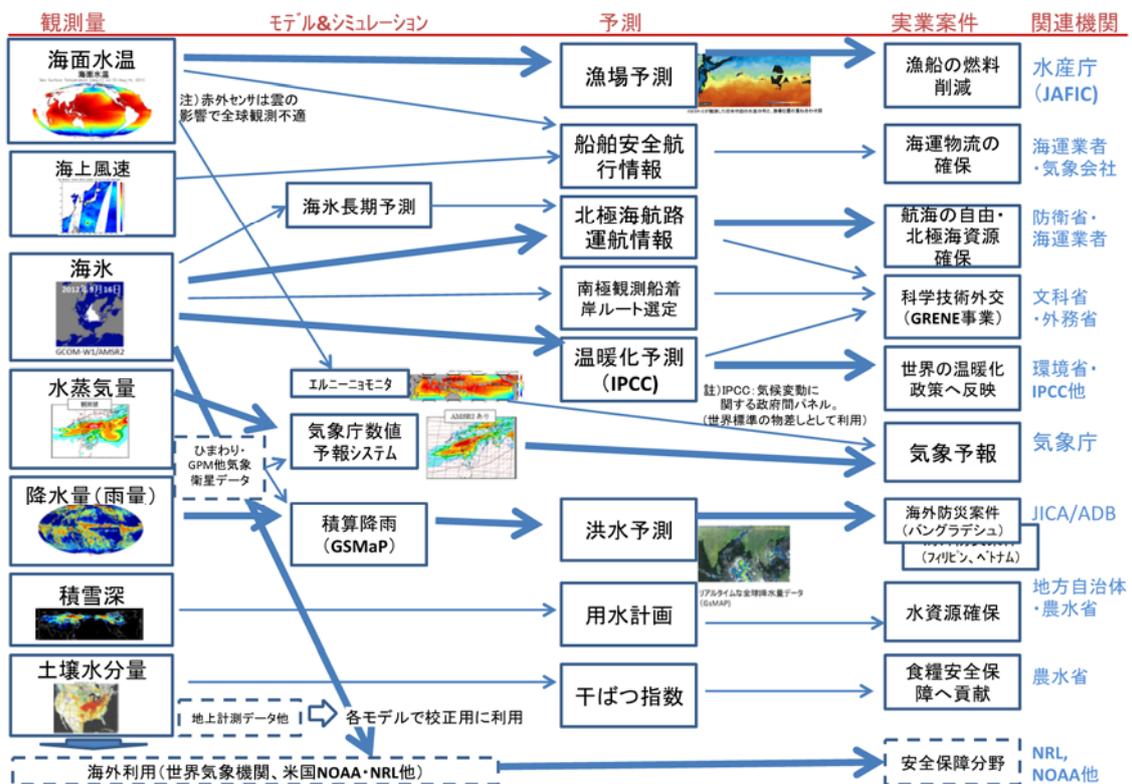


図2. 日本の得意なリソースを活かした実利用展開の例
 (マイクロ波放射計に関する事例)

5. 実利用に向けた方策

地球観測の実利用展開に向けた具体的な方策の観点からは、「新たな技術イノベーションを科学技術と実社会を結ぶ観点から導出」することが重要である。技術イノベーションには、「地球観測データの解析技術と利用モデル」の両方が含まれる必要がある。例えば、近年の地球環境の劇的な変化により起こりうる気象災害等に対して、生活や農業が対応していくための広義の安全保障は全世界で共通的な社会ニーズである。この解決のためには、衛星観測データをビックデータの一部として、他の情報源と併せて利用する解析技術と、それらのサービスを自立的かつ持続的に提供するための利用モデルを同時に強化して、速やかに実利用展開を進めることが望まれる。これにより、現在、衛星観測データと社会実装や政策の間に存在している様々な乖離を埋めることができる。それらの「科学技術と実社会をつなぐための社会実装」のための具体的な実施策としては、以下の方策が挙げられる。

- 1) 利用のアウトカムを視点とした「地球観測の将来計画」策定
 - 地球観測の将来計画は、利用のアウトカムに基づくバックキャスト思考で策定
 - 次世代人材（付加価値を産み出せるデータ解析力と、利用モデルの構築力を有する人材）の育成と雇用確保を前提
 - 産業界も含めた利用モデルの全体像構築
 - 2) 科学技術と実社会をつなぐ「社会実装事業」
 - 社会実装を前提とし、短期間（3年程度）で実証して実用化可能なもの
 - 技術イノベーションモデルとし、利用技術と利用モデル（ビジネスモデルを含む）の両方を含むもの
 - 3) 地球観測の「利用モデルの海外展開」
 - 社会実装を前提とした地球観測のインフラと利用モデルの海外展開あるいは、海外国との共同プログラム
 - 利用のアウトカムを視点として、海外の利用モデル（ビジネスモデル含む）を含むもの
 - 新興国向けのビジネススキーム、途上国向けの地球規模課題の ODA スキーム（無償・有償）、先進国との共同プログラム 等
 - 4) G 空間情報としての「ICT（情報通信技術）連携」
 - 衛星/地上局、国内外の G 空間情報、地上センサーネットワーク等の統合利用
 - 地球観測と G 空間情報の ICT 基盤との連携プログラム
 - ビックデータ利用促進へ向けたデータやシステムの標準化とオープン化
6. まとめ

衛星観測データの「実利用」は、科学技術の発展と社会を繋ぐものであり、その展開には産業展開の活用が必要不可欠である。日本の得意とする衛星やセンサ及びデータ利用を上手く活かして、地球観測データ利用モデルの全体像を考察し、将来計画を立案することが利用のイノベーションに向けて必要である。この際、すでに国際的インフラとして世界に認知されているセンサ等については、成熟した先進国としてその観測が中断した場合の国際社会への影響を考慮する責任がある。近未来の衛星データ利用においては、国際利用の視点に立ち、地球衛星観測のビックデータ解析力の強化、それらを支える高度付加価値人材の長期雇用、及び民間リソースを活用するためのビジネスモデルが揃ってはじめて実利用展開を行うことが可能となる。そのためには、「科学技術と実社会をつなぐための社会実装」に関するソフト面の施策の強化が特に求められる。従来は、

衛星やセンサのハード面，あるいは科学技術利用の推進に重きが置かれてきたが，今後は，社会が求めるアウトカムにつながる「利用モデルやサービス技術の促進」へ併せて力を入れることが必要であり，それにより利用の出口が開かれ，いわゆる衛星観測データと社会実装や政策の間に存在している乖離を埋めることができる。

以上