

## これからの衛星地球観測に期待すること 利用研究の立場から

東大気候システム研究センター 高藪 縁

専門分野 : 熱帯気象と全球気候の研究

利用衛星データ: 熱帯降雨観測計画 (TRMM) 衛星データ・静止気象衛星データ・DMSP マイクロ波放射計データ・NOAA OLR データ(物理量)

- **はじめに:**最近、NASA が 25 年間の衛星観測データを使って北極海の氷の 10 年間 9% の減少を示したことがニュースになった。気候変動研究においては、衛星観測による全球的かつ長期的に均質なモニタリングが必須であると同時に、その未知のメカニズムを明らかにするために常に新規の観測手法を開発しなければならない。一方、現在の気象予報の精度向上にとっては、衛星観測データの同化(注1)によるより正確な気象データの作成が大変効果的である。なお、気候変動と気象予報とは時間スケールの異なる応用であるが、地球衛星観測の多くのデータを共通に利用するため、必ずしも別々のミッションによる訳ではない。地球衛星観測は、国際的な貢献度は大きいがそれによって直接金が稼げるようなものではないため、国主導で行っていく必要がある。この分野の日本の投資額は、米国より常にひと桁小さく、その差は広がりつつある(付録1)。比較的多額の投資が必要であるからと言って地球衛星観測への日本の貢献をこれ以上縮小してはいけないと考える。
- **自国の衛星観測:**公開されている地球観測衛星データは、どこの国のものでも研究に利用できる。しかし研究目的に沿ったオリジナルデータを得るためには、開発以前の初期段階において利用研究からのアイデアを出し易い自国衛星の開発運用が重要である。いつまでも他国の衛星のみに頼っているようでは、国際的に評価されるような研究成果は出せない。また一方、研究に必要な global coverage や時空間分解能は、多くの国の衛星観測の同時利用によって達成されるため、国際的な give and take に対するバランス感覚は大切である。
- **ユーザーフレンドリーなデータ配信体制の整備:**地球衛星観測から国際的に評価される研究成果を多く生み出すためには、衛星データの利用者の拡大を図る必要がある。そのためには、それぞれの衛星観測データの利用形態に適したユーザーフレンドリーなデータ配信体制を整備しなければならない。(気象研究者などのエンドユーザーにとっては、物理量に変換されているか、データファイルの大きさやフォーマットが統計的に扱い易く作られているか等のハンドリング条件の満足度によっても利用者の人数が格段に変わる。)具体的には研究者が同居(もしくは隣接)したデータセンターの配置、および、物理量への変換アルゴリズムの開発等の基礎研究に対する予算の確保が必要である。

- 気象予報などデータ入手の即時性が必要なものに対しては、今後の利用データの大量化に対応するデータ配信設備および、必要なデータを衛星から直接ダウンロードする体制などのインフラ整備が出遅れないことが望まれる。
- **フェーズアップシステム構築**：日本の地球観測衛星計画の決定方法がしばしば不透明であるという指摘が利用研究の内外から多い。豊富な科学研究成果に結びつけるためには、国内研究者はもちろん国際的にも有効利用されるデータを取得できる計画でなければならない。そのためには、ユーザー主導型の計画を広く公募し（付録2：NASAの公募） feasibility study の段階を踏みながら絞りこんでいくことのできる衛星計画の決定過程（フェーズアップシステム）の確立が望まれる。
- **エンドユーザーからの科学的要求の反映**：科学研究成果を数多く挙げるためには、エンドユーザーとアルゴリズム開発研究者との議論を通じて科学的要求と技術的可能性とを摺り合わせるために、十分な検討期間を持つことが必要である（付録2：TRMM降雨レーダーでは、気象学者からの要請の技術的な可能性の検討に3年を使った）。その際、エンドユーザーのアイデアを広く国際的に集約する仕組みが望まれる。
- ユーザー開拓のためには、衛星計画は単発ではなく発展的にシリーズ化されていることも重要である。また、ミッションが終わったら研究も終わりというのではなく、ミッション以降の科学研究についての予算にも配慮が必要である。これまで日本の宇宙開発では、当初定められた衛星の定常運用期間を超えた予算の手当てが薄い傾向にあるという短所がある。成功している衛星観測が可能な限りデータ取得を継続できるような運用予算、また運用が終了したとしても研究が継続できるような研究予算への配慮が望まれる。
- **基礎技術検討期間の確保**：現在の衛星計画予算は5年 - 7年スパンなので、利用面、技術面からの十分な検討を行う時間が足りない。航空機による実証実験がセンサーの設計と並行しているようでは良質な設計はできない。開発から始動まで長期的な視点に立つことが質の高い衛星観測につながる（付録2）。
- **発展的な現業衛星**：新しい物理量の観測と長期的に均質な観測とをバランスよく維持するためには、実証観測のみでなく観測衛星の現業化（定常化）が望まれると共に、現業衛星にも常に科学的な技術更新を検討する柔軟性が必要である（米国 NPOESS の計画のように）。
- **静止衛星の有効利用**：雲や雨、化学物質等の時間変動の大きい物理量のモニタリングには静止衛星観測が適している。地球観測プラットフォームとしての静止衛星の有効利用を検討する必要がある。利益を共有するアジアオセアニア地域での国際的連携も有効と考えられる。

注1：同化 数値モデルによる予報値と観測データとを組み合わせることで誤差の期待値がなるべく小さい解析データを作成すること：数値予報の初期値作成に用いられる

[付録 1] 地球観測に係る国別予算について (JAXA 提供)

日本 (JAXA) と NASA の地球観測予算

年度	日本(JAXA 旧 NASDA 分)(億円)		米国(NASA) (百万ドル)	
年度	地球観測予算	予算全体	地球観測予算	予算全体
1999	324.6	1,919	1,413.8	13,654
2000	395.0	1,763	1,443.4	13,601
2001	292.3	1,592	1,484.6	14,285
2002	205.9	1,493	1,573.4	---
2003	216.8	1,430	1,719.1	15,414

【2003 年度 宇宙機関毎の地球観測プログラム関連予算】

- JAXA : 216.8 億円 (15 年度内示) (予算全体 : 1851 億円 \*<sup>1</sup>)  
 NASA : 1719.1 百万ドル (予算全体 : 15414.2 百万ドル)  
 ESA : 359.5 百万ユーロ (予算全体 : 2677.1 百万ユーロ)  
 CSA \*<sup>2</sup> : 35.2 百万カナダドル@FY97 (予算全体 : 230.8 百万カナダドル)  
 中国 : 予算については基本的に非公開。  
 ロシア \*<sup>3</sup> : 分野別は不明 (予算全体 : 84 億 2900 万ルーブル)

\*1 文部科学省の JAXA 予算として計上されているもの

\*2 CSA に関しては、1998 年から予算構造が変わり、地球観測という分類では予算がわからない。

\*3 ロシアに関しては、84 億 2900 万ルーブルは非軍事宇宙活動の予算案で、報道から得られた情報。

## [付録 2] TRMM (熱帯降雨観測計画) 降雨レーダーの開発の経緯

(参考資料：倉野氏・岡本氏による武田賞記念講演記録)

1970 年代半ば	通信総研にて衛星搭載レーダー開発を予算ベースに載せる
1980 年頃	航空機搭載実験開始, 米国で全球降雨観測プロジェクト開始
1981	航空機搭載実験結果発表, NASA 科学者から共同研究のコンタクト
1983	NASA より再度コンタクト
1985	NASA との共同実験開始, TRMM workshop にて TRMM のコンセプトが出る
1986	SSLG スタンディング・シニア・リエゾン・グループミーティングにおいて日米双方から TRMM 衛星の提案、承認を得る。
1987	NASA からの user requirements に対する feasibility study User requirements の実現可能性の検討に 3 年を要す (この間、エンドユーザーの気象学者との議論を重ねる)
1990	パリサミットにて地球環境についての重要性指摘
1991	NASA によるサイエンスチーム公募：岡本 (通信総研) が TRMM 降雨レーダーアルゴリズム開発のチームリーダーに採択される。
1992	リオデジャネイロ環境サミット
1997/11	衛星打ち上げ 97/98 の最大規模エルニーニョの終息期間を捉える。
2001/08	寿命延長のための高度修正
2003/11	観測継続中