

第2回 静止気象衛星に関する懇談会

令和2年7月21日

1. 懇談会の概要

日時：令和2年7月21日（火）15：00～17：00

場所：気象庁 2階 講堂

出席者：中須賀座長、中島副座長※、足立、沖、佐藤（正）、佐藤（将）、藤原※、村田、堀内（根本委員代理）※ 各委員、本多嘉明千葉大学准教授、倉内観測部長、千葉計画課長、横田気象衛星課長、多田参事官、野村企画課長、松田 企画課国際室課長補佐（新保 企画課国際室長代理）

（※はオンライン参加）

2. 懇談の概要

（1）議事次第

- 1) 前回のフォローアップ及び静止気象衛星に関する最近の動向等
- 2) 将来を見据えた科学技術の動向
 - ① 最新の技術動向と防災への活用可能性
 - ② データ利用研究推進グループの活動報告
 - ③ 将来の静止衛星観測に関する検討会（MInT）の活動報告
- 3) その他

上記の懇談項目に沿って、事務局等から資料の説明後、以下のような懇談が行われた。

（2）懇談の主な結果

- ・将来の静止軌道からの観測センサとして可能性が高く利用が期待できるのは、イメージャ、赤外サウンダ、雷センサの3つである。
- ・特に赤外サウンダについては、線状降水帯の予測精度向上に寄与しうる結果が示されている。日本では、狭い国土のさらに非常に狭い地域に線状降水帯による災害が現れている。これらを観測・予測し、激甚化する気象現象から人命や国民の財産あるいはインフラを守るためにも赤外サウンダ等の新しい技術の導入について検討するべき。
- ・衛星センサの寿命が10年に伸びるのであれば、1機ずつ順番に整備することで最新技術を導入可能にする方法もあるのではないか。後継衛星では衛星の機数やライフサイクルに

についても検討するべき。

- 新技術の導入にはコストがかかる一方で、それによってもたらされるデータは、民間目線で見ると活用範囲が大変幅広い。自然災害の防止も含めた社会課題の解決と民間ビジネスチャンスの拡大が紐づくといよい。気象衛星は国のインフラなので、PFIに収益事業がなくても確実に国の予算で維持するべき。気象衛星観測を継続することによって起こる民間の事業を応援していく姿勢がよいのではないかと。
- 令和元年度の宇宙開発利用大賞において「ひまわりリアルタイム可視化アプリ」が国土交通大臣賞を受賞した。「ひまわり」のデータは気象を超えて利用されており、国としてインフラを維持し続けている結果、民間の中にいろんなビジネスが起こって、その一部が、政府にも良い形で戻ってくるような世界を作ることがとても大事。
- 赤外サウンダは、極軌道衛星で試験的に取られたデータの有効性が示されることで静止軌道のセンサとして活用されるようになりつつある。このように、極軌道衛星や小型衛星には、静止軌道衛星の技術革新に対する遅れを補完するような側面があり、将来必要になるセンサの試験や試験的なデータ取得といった戦略的な観点からの活用方法が期待される。
- 民間での衛星データ利用や衛星データを他の観測と組み合わせて何ができるのか次回の会合で紹介してもらい、後継衛星へのニーズを拾い出すこともできるのではないかと。

(3) 主な意見・質疑応答

① 最新の技術動向について

気象庁：世界気象機関（WMO）では、2040年頃に静止気象衛星に搭載すべきセンサとして、高機能イメージャ、赤外サウンダ、雷センサ、紫外・可視・近赤外センサの4つを推奨している。このうち、現在のひまわり8号・9号では高機能イメージャを搭載している。一方、他国では、赤外サウンダや雷センサなどを運用・試験・計画している。こうした背景のもと、昨年度に最新の技術動向調査を行った。その結果、センサの長寿命化や、1つの衛星に複数のセンサを搭載可能であることを確認した。赤外サウンダは、現行のイメージャが2次元方向で平面的な画像を取得するのに対して、サウンダはいろんな周波数の電波を使い、立体的な観測が可能なセンサである。大ざっぱに言えば、静止衛星に載せることで、極軌道衛星に比べれば50倍以上のデータが取得できると見込んでいる。

委員：赤外サウンダを静止衛星に搭載した方が極軌道衛星よりも解像度が細くなるのはなぜか。

気象庁：極軌道衛星は地球に近いところを飛んでいるが、一瞬にして飛び去ってしまう。

一方、静止衛星は、距離は遠いがじっと見ているので観測できる光量が多くなり、情報量が多くなるということで、解像度としては細くなる。赤外サウンダが後継衛星に搭載された場合を仮定して、気象予報のシミュレーションを実施した。その結果、台風の進路予報が改善することが確認された。また、線状降水帯が発生・停滞するタイミングや雨量の予報精度が向上する結果が得られた。

委員：赤外サウンダは、線状降雨帯の監視・予測にはとても大事で、台風の通路とか集中豪雨等に関して予測精度が高まり、非常に効果があるということが分かってきた。

そういった最新技術をいかに導入するのが、一つの課題となる。

気象庁：交通政策審議会気象分科会において、2030年頃に達成すべき重点取組として、半日程度前からの線状降水帯の予測や、3日前の台風の進路予報を今の1日先と同等の精度にするという高い目標を掲げた提言をいただいている、気象庁はこれに向けて取り組んでいく。線状降水帯も台風も大気の下層の暖かく湿った水蒸気関わっていて、これらを観測できる技術を導入して数値予報に活用し、防災に資するというのが、気象庁の大目標である。

気象庁：資料4においても、本日欠席の委員から「狭い国土の更に狭い範囲に大量の雨を降らせる線状降水帯をとらえる、あるいは予測するには、水蒸気量を精密に観測することができる赤外サウンダは不可欠ではないか」という趣旨のコメントをいただいている。

委員：昨今の豪雨をはじめとして、気象災害が激甚化する中で、安全・安心を確保する観点では、最新の技術を用いた予測精度の一層の高度化が重要である。各種の技術を取り入れていく上で、予算制約もあり優先順位づけは難しいと思うが、できるだけ衛星の高度化を図っていただきたい。また、自然災害への対応という観点からは、気象もさることながら、インフラの整備が大事になっている中で、インフラの劣化等も問題になってきているので、インフラデータや国土データ等も併せて、より精緻なデータを利用して対応するためにもデータの精度の向上をお願いしたい。安全保障の観点もふまえて、「ひまわり」が各国に利用していただいていた実績・信頼ということを考え、地域における利用という観点から、こういったデータを我が国とし

て整備し対応するべきか検討いただきたい。

委員：安全保障の観点もあるが、自国でどの観測を行うのかをはっきりさせて、できないことは他国にお願いするなど、国際連携が大事だろう。

気象庁：国際的にも「ひまわり」はアジア太平洋諸国で利用されている。ひまわり 8 号・9 号では機動観測として1,000km×1,000kmの領域を2.5分毎に観測する機能がある。北半球に台風がない場合は、アジア太平洋諸国からの要請に基づいて観測を行っている。今年はオーストラリア政府からの要請に基づき、数か月間、集中的にオーストラリアの大規模な山火事を観測し、オーストラリア政府からも非常に感謝していただいた。

委員：WMOが推奨しているセンサの中で、紫外・可視・近赤外サウンダの目的として、大気汚染物質の観測が挙げられているが、各国の気象機関がこれらの観測を行うのか。また、米国の雷センサの実際の気象業務にどう活かされているか。

気象庁：紫外・可視・近赤外サウンダは各国とも気象機関のミッションではないようだ。欧州は欧州宇宙機関(ESA)のミッション、米国はNASAのミッションと聞いている。雷センサの観測データについては、研究調査や米国の気象機関の予報官の毎日の監視で利用されているが、観測データを使って具体的なプロダクトなり現業的な情報を出すことは現時点では行われておらず、将来行う計画であると聞いている。

委員：本懇談会の下に、主に若手研究者からなる「データ利用研究推進グループ」が設けられていて、後継衛星搭載のイメージャの仕様について議論した結果、主にバンドを加えたらどうかという議論があった。具体的には、1.38 μ mのバンドは上層雲・巻雲を見ることができ、他の衛星や極軌道衛星にはかなり含まれているが、ひまわりにはこれがないので新たに追加すべきではという議論があった。また、赤外サウンダ等の新たな観測機能により増大するデータの伝送方法を検討する必要があることや、地上での観測を用いた衛星観測データの品質の比較検証を国内もしくはオーストラリアの観測地点を使って行えないかという意見があった。今後とも、後継衛星の仕様検討の参考とすべく、学術的な視点から要望や情報を提供していきたい。特に若手・中堅の研究者の中には実際に衛星データに触れて、アルゴリズムを開発している人が多いので、このグループの皆さんの意見を適宜、本懇談会に提供したい。

委員：地上に伝送するデータ量の観点では、光通信を使うことはないのか。

気象庁：現状では、電波でできると考えている。一方では、光通信という技術があることも承知しているので、その可能性等についても検討したい。

委員：地球観測に関連する学会と団体で構成される「今後の地球観測体制のあり方に関するタスクフォース会合」に「リモートセンシング分科会」という会議があり、その中で「地球観測グランドデザイン」を公募している。静止軌道の観測に関連する公募をマージするために、グランドデザインの活動の中にMInT (Mission Investigation Team) という組織を立ち上げた。昨年度の会合の結果を報告書としてまとめた。この中で、将来の静止軌道からの観測センサとして可能性が高く利用が期待できるのは、イメージャ、赤外サウンダ、雷センサの3つであるとの結論に至った。そして、イメージャに関しては、ひまわり後継衛星の可視域のうち緑のバンドの波長帯をJAXAの極軌道衛星GCOM-Cに搭載されたセンサSGLIと同じく、550nmに合わせてはどうかという意見があった。また、赤外サウンダについては、静止軌道からの温室効果ガス観測とのセンサの共通化について検討した結果、観測時間・分解能・頻度の面で気象観測との同時観測は今の時点では難しいという結論となった。雷センサについては、地上の雷放電観測網ではカバーできない雲内及び対地放電を連続的に把握できることから、台風や竜巻、洋上の対流活動の指標として予報の改善が可能となる研究がある。さらに、利用用途として航空向けに洋上の雷の監視や送電網の監視といった利用が見込まれる。一方、マイクロ波センサは、雲の中の立体構造が把握できるものの、静止軌道でアンテナを展開する技術の開発が必要となるため、遠い将来の目標として掲げるべきではないかという結論になった。

② 整備計画について

委員：バックアップ衛星を含めて2機を近い時期に打ち上げるというのは、1機の寿命が15年という仕組みだと、2機目は使い始めたときに既に7年前の技術となる。技術進歩が15年に1回のサイクルでしか回らない現状を、もっと短い年数のサイクルで回るようにして、最新技術を搭載した衛星が作れるようにはできないか。2機作ることによって少し安くなるメリットもあると思うが、トレードオフでどちらを取るか考えてほしい。

気象庁：最新の技術動向調査の結果、センサの寿命は、現在は7年程度だが後継衛星では10年程度に延びそうだ。このため、ご指摘のように2機を同時に作るよりは、1機

ずつ順番に作った方が最新技術を導入できる可能性が高くなる。そういった点も含めて整備計画を総合的に考えたい。

③ 事業形態について

委員：PFIの仕組みを利用すると利子の分だけ事業費が増大する事になる。

気象庁：PFIのメリット・デメリットを検討し、後継衛星をPFIにするのか、あるいは違う形態にするのかということの本年度検討していきたい。先生方のご意見等も拝聴しながら、次回の懇談会で報告したい。

委員：PFIで収益事業を併設する例が示されているが、基本的には気象衛星は国のインフラなので、こういう収益事業がなくても確実に国の予算で維持すべきだろう。その上で気象衛星観測を継続することによって起こる民間の事業を応援していく姿勢がよいと思う。

委員：収益事業を経費の足しにするという考え方だと規模感が全然違うと思う。「ひまわり」を応援していただくとか国民の理解を得るといった事業の位置づけもあると思う。

委員：整備費も維持運用費も全体的に民間の既存の施設・資源をフル活用するコンセプトを考えたい方がいい。相乗りや、アンテナのシェアリングなどについては、既に設備を持っている運用事業者が名のりを上げるケースもあると思う。宇宙分野では国際宇宙ステーションのオペレーションを商社が行うなど、事業者がスキームの中に入りやすいよう整備をすると彼らの資産がもっと使えるようになる。また、整備・製造の部分でも小型化や既存バスの活用など民間の安い技術をどんどん導入できるようにコンセプトで設計していくことが重要。

委員：次期静止気象衛星導入に向けて、自然災害防止など期待が高まっている中で、赤外サウンダを含めたものを入れるとコストも高くなる。そのため、予算の制約のなかで負担の平準化といったことも含めて、PPPといったことも改めて検討しなければいけないし、平準化だけではなく周辺の微々たる収益事業もやらないよりはいいという議論になるのだろう。ただ、一般的な話になるが、新技術の導入にはコストがかかる一方で、それによってもたらされるデータは民間目線で見ると活用範囲が大変幅広いものであろう。自然災害の防止も含めた社会課題の解決と民間ビジネスチャンスの拡大といったようなものが紐づくような形の可能性があると思う。できれば、その辺の題材を少し分かりやすく「見える化」していただいて、より本質的

なPPPの可能性をもうちょっと、いろんな人の目に触れさせて議論するべきだろう。PPPでは、民間提案とか、サウンディング（官民対話）などいろんなやり方も出てきているので、新たなビジネスチャンスが生まれる可能性もある。社会課題の解決と民間ビジネスチャンスの拡大、民間手法の活用によるコスト低減の可能性などを総合的に勘案した上で、新技術をどこまで導入するのか検討するべきではないだろうか。

④ 衛星データの活用について

委員：現行の「ひまわり」では、全てのバンドを利用しているという説明があったが、気象庁以外での利用状況はどうなっているか。

気象庁：民間の企業でも、最近では「ひまわり」のデータを画像、いわゆる絵として使うのみではなく、数値データとして解析したり、そのための開発を進めたりしていると聞いている。

委員：気象衛星の各バンドのデータだけではなくて、そこから算出されるプロダクトこそ、公開していくべき。防災のためには地上のリアルタイムのナウキャスト等の観測と組み合わせたプロダクトが必須になる。

気象庁：現在のひまわり8号・9号では、JAXAと協力してプロダクトを開発し、気象庁の現業などに使っている。

委員：令和元年度の宇宙開発利用大賞において「ひまわりリアルタイム可視化アプリ」が国土交通大臣賞を受賞した。「ひまわり」のデータというのが気象を超えて利用されており、これからも活動が広がっていくことの象徴ではないか。

気象庁：サウダ等の新しい技術を日本全体でどのように使っていくのかについても、気象庁だけでなく、学术界あるいは民間の方々も含めて探っていきたい。その中で、気象庁としては、2030年に達成すべき目標として、気象の予測技術の高度化を目指すことが交通政策審議会気象分科会で掲げられているので、そこに向けたロードマップも併せて作っていきたい。

委員：衛星データにアクセスが可能になることで新しい技術や製品が生まれていくというのはビジネスかもしれないし、社会の安全につながる技術かもしれない。ビジネスで回っていくというのが理想だが、何百億円という気象衛星の経費に対してビジネスで得られるお金は少ないとしても、国としてインフラを維持し続けている結果、

民間の中にいろんなビジネスが起こって、その一部が、政府にも良い形で戻ってくるような世界を作ることがとても大事。例えば、衛星データを公開して、いろんな人たちがスマホのアプリのAPIを使っているようなことができるようになるとか、そういう発想もあっていいのではないか。

⑤ 静止気象衛星と低軌道衛星や小型衛星の組み合わせについて

委員：今般改定された宇宙基本計画の中にも盛り込まれたように、気象衛星は確実に国のインフラとして整備し続ければならない、非常に大事なもの。「ひまわり」は世の中で一番役に立っている衛星なのに、予算が取りにくいというのは、ある意味おかしな話である。一方で、効率的な整備も考える必要がある。一つの静止気象衛星というよりは、それも含めた観測システムの全体として気象業務に貢献していくには、どうあるべきかをぜひ議論していきたい。

委員：静止衛星と周回衛星、小型衛星との複合利用によるトータルシステムが世界の大きな流れになっている。いろんなセンサを適材適所でうまく使って、トータルとしてのコストパフォーマンスをいかに高めていくか、我々の先入観をなくして、非常にフレキシブルに議論をしていきたい。

⑥ 我が国の宇宙開発のあり方について

委員：ホステッドペイロードの可能性はあるのか。何か静止軌道からの観測というニーズがあったりすると、実証でもいいからここでやっていくというのは、一つの大きな道としてはあり得ると思う。

気象庁：いわゆる相乗りについては、様々な可能性を検討しているところ。

委員：アメリカなどでは気象系の衛星ベンチャーの技術をサービスとしてデータを購入するというパイロットもやっている。物作りから国が手がけると予算がかかるので、民間の技術をできるだけ使うことはできないのか。日本の場合では、小型衛星による気象観測を直接やっている会社は少ないが、海外の企業を使うことや日本の企業を育てるということも含めて、そういう産業に主導権を持たせる。そして、そこからサービスを買うというのも、まだ10年以上先の話なので、やっていってもよいのではないか。

気象庁：米国では、マイクロ波センサを搭載した小型衛星を複数機で運用する「TROPICS

計画」や、GNSSの電波を小型衛星で受信して大気の気温・湿度を観測する「GNSS遮蔽(えんぺい)観測」を民間企業が中心に行おうとしている。

委員：米国などは、超小型衛星に関してものすごい勢いで投資が進んでいて、大学とかベンチャー会社が大量に作って、政府が民間を活用して民間による商売をしようということが起こっている。試行錯誤的にどんどん作られては実験され、良いものが残る自然淘汰が起こっている。その中で非常にいいものはビジネスになったり、政府も使うようになってきたりする、このループが日本では全く回っていない。小さなセンサから大型の衛星にも使える技術ができるかもしれない。静止衛星にもフィードバックを与えるループをどうやって回していくのか日本でしっかりと考えなければならない。新しい宇宙基本計画でも、衛星開発を戦略的に推進する「衛星開発・実証プラットフォーム」という施策が設けられた。各省庁の技術開発をどんどんやってくれるように、ETS（エンジニアリングテストサテライト）が10年に1回じゃなくて、毎年、1年に2機ぐらいずつ上がる方向に舵を切った。センサの実証を進める観点としては、リモセンとか気象などの大学を中心とした研究者の皆さんにも、どんなセンサが作れるのかを考えていただきたい。その中で、良いセンサが衛星に搭載され実証が進むという環境を、これからを日本としても作るために施策が設けられた。

委員：マイクロ波センサは、静止軌道では二、三十メートルのアンテナが必要だが、小型の低軌道衛星だと小さくてよくなる。しかし、時間分解能の観点でたくさん衛星が必要になる。小型の低軌道衛星で多数の実績を積み重ねていけば、日本独自のセンサができるかもしれない。

委員：赤外サウンダは、極軌道衛星で試験的に取られたデータの有効性が示されることで静止軌道のセンサとして活用されるようになりつつある。このように、極軌道衛星や小型衛星には、静止軌道衛星の技術革新に対する遅れを補完するような側面があり、将来にわたって必要になるセンサの試験や試験的なデータ取得といった戦略的な観点からの活用方法が期待される。また、小型化や省電力化というのは、将来的にも静止衛星のコスト縮減や、打上げに対するロケットの要求スペックを下るとか、メリットがある。

気象庁：大型の極軌道衛星に赤外サウンダが搭載されることでその有用性が確認された。それを静止に持っていくことで高解像度な観測が可能となる。

⑦ 次回以降の会合について

委員：民間企業の直接の声を聞くため、この会合に何社かお呼びいただけないか。国と民間の住み分けを考えるうえで、これからの気象衛星のあり方を考えるうえで、民間のビジネスのサポートもすごく重要である。国民のニーズを一番よく知っているのは、ビジネスをリアルにやっている民間企業である。彼らから見た10年後の国民のニーズを聞いて、その上で民間ではできないこと、国に何をサポートしてほしいかを聞く。そのうえで次世代気象衛星のあり方が見えてくると思う。

気象庁：本懇談会は今後も年2回程度の開催を予定している。今回は、年度末頃を予定している。議題としては、PFIなど運用手法や民間の活力の活用あるいは経費の削減策、収益事業等についてお話をいただきたい。また、先ほど委員から提案があったとおり、民間企業からのヒアリングも検討したい。

以上