

第39期第1回評議員会議事概要

日 時：2017年4月21日（金） 15時～19時

会 場：TKP 神田ビジネスセンター ANNEX
ホール8E

出席者（敬称略）：

（評議員）大島慶一郎（北海道大学低温科学研究所教授），

大野木和敏（気象庁企画課技術開発調整官），

三枝信子（国立環境研究所地球環境研究センター副センター長），

鈴木 修（気象研究所気象衛星・観測システム研究部長），

高橋暢宏（名古屋大学宇宙地球環境研究所教授），

本多嘉明（千葉大学環境リモートセンシング研究センター准教授），

三好建正（理化学研究所計算科学研究機構チームリーダー），

村山泰啓（情報通信研究機構ソーシャルイノベーションユニット戦略的プログラムオフィス研究統括），

六川修一（東京大学工学部教授），

以上9名。

（名誉会員）近藤純正，立平良三，新田 尚，
二宮洸三，廣田 勇，松野太郎，
以上6名。

（理 事）岩崎，瀬上，近藤（豊），佐藤（薫），
佐藤（正），塩谷，高藪，坪木，仲江川，
中村，平松，廣岡，藤部，堀之内，山田，
渡部，以上16名。

（監 事）鈴木，以上1名。

（支 部）長谷部文雄（北海道），大林正典（東北），
長谷川洋平（中部），土井恵治（関西），
廣岡俊彦（九州・代理，理事），
益子直文（沖縄・代理），以上6名。

（事務局）下道，横手，志村，以上3名，合計41名。

配布資料：

H39-1-0 第39期第1回評議員会議事次第

H39-1-1 最近の評議員会の課題

H39-1-2 第39期評議員会開催趣旨

参考資料：

H39-1-参1 日本の気象学の現状と課題

H39-1-参2 わが国の今後の衛星観測計画について

H39-1-参3 「平成25年度宇宙開発利用に関する戦略的予算配分方針のフォローアップ（案）」に関する見解

H39-1-参4 「宇宙基本計画（案）」に関する見解

1. 理事長挨拶

○岩崎理事長 日本気象学会では、各会期ごとに学会の活動に重要と思われるテーマを選び、そのテーマに関する専門家の皆様に評議員をお願いして貴重なご意見、ご提言をいただいております。1年1回程度、会期が2年ですので、都合2回開催します。初回は問題提起、2回目はその課題への対応を中心に議論をしています。

第39期の評議員会のテーマは、「地球観測の強化に向けて日本気象学会は何をなすべきか」でございます。本日は、この課題を議論するために、気象学会内外の有識者にお集まりいただきました。まず最初に、快くお引き受けいただきました評議員の皆様にご心よりお礼を申し上げます。

言うまでもなく、新しい観測システムの導入は気象学と気象業務の発展の大きな原動力です。これは、これまででも、そしてこれからも変わらない事実だろうと思います。しかしもちろん新しい観測システムの実現には技術、経費、人材、それから利活用技術など幾多の課題があるわけです。その課題にはしっかりした戦略と計画性を持って対処する必要があります。本日は、地球観測の今後の課題とその解決に向けて、学会の果たすべき役割について考えていきたいと思えます。

2. 最近の評議員会の審議事項

○瀬上副理事長 第34期から38期までの過去5期の評議員会の審議事項を簡単に説明します。第34期は若手研究者の活躍する場をどのように設けるかということ、気象予報士会と気象学会の連携という2つの課題についてご議論いただいております。第35期から37期は日本気象学会が公益社団法人を目指す時期であったことから、公益社団法人の社会的貢献はどうあるべき

か、気象学会はどのような役割を果たすべきかといった観点からご議論していただいていたところですが、そして第38期は、これに関連して、理科教育に日本気象学会としてどう取り組んでいくべきかについてご議論いただき、さまざまなご助言等をいただいております。

いささか硬いテーマが続いたということで、今回は気象学会のそもそもの目的である学術の振興という観点から、地球観測をテーマにして、評議員会を開催させていただくこととしました。

3. 趣旨説明

○岩崎 まず、第39期の評議員会の趣旨説明から始めます。今回は、気象学における観測データの重要性を考慮して、「地球観測の強化に向けて日本気象学会は何をなすべきか」というテーマで開催することにしました。

言うまでもなく、気象観測は気象学の源であります。また、気象観測は、学問のみならず防災、農業、交通など社会のさまざまな分野に幅広く使われております。特に今日、科学技術の進展と社会の変化によって、地球観測をめぐる状況は大きく変わりつつあると考えております。

第1点目として、観測技術そのものが大きく進歩しております。レーダーなどリモートセンシングや衛星観測は、長足の進歩を遂げております。また、さまざまな観測データがリアルタイムで収集されるようになり、気象情報いわゆるビッグデータの時代を迎えております。

2点目として、観測データの統合的な利用技術が進歩しています。特に4次元データ同化技術の発展により、たくさんの観測データと数値予報モデルを利用し、気象要素や大気微量成分の2次元、3次元の格子点値などが高精度で推定されるようになりました。

3点目として、社会的なニーズの変化も重要な因子です。2011年の東日本大震災以降、社会の防災意識が急速に高まっており、防災のための観測システムの高度化に対するニーズが高まっております。また、気候変動や地球温暖化、環境問題への関心も高く、関連する情報提供を可能とする観測システムの整備が求められています。

大型の観測システムの整備には多大な時間と経費が必要です。効果的なシステムの整備のためには、国際協力も重要な課題ですし、事前の準備がますます重要

なっています。学会は、地球観測結果を利用するだけではなくて、よりよい観測システムを構築することにもこれまで以上に貢献する必要があると考えております。

評議員の皆様には、ご専門の立場から話題提供をしていただくとともに、将来の地球観測システムのあり方について議論していただくようお願いいたします。

もちろん学会自身が予算を持って観測システムを整備するわけではありません。しかし、学会自身が地球観測システムの将来像を示し、研究の振興や情報の交流、人材の育成などに貢献するとともに、学会の内外への知識の普及や提言などを通じて、地球観測システムの重要性を社会にアピールしていきたいと考えております。学会活動についても忌憚のないご意見をいただければと考えております。

最近の総務省宇宙戦略室による宇宙基本計画においては、ひまわりとGOSAT以外はあまり顧みられないということがあったり、学術会議の大型マスタープランで気象学会が提案した航空機観測がなかなか認められないというような事情もあり、気象学会にとっては必ずしも順風満帆であるというわけではありません。そこで、観測システムの将来像を明確にして、その見解を社会に主張して、よりよい地球観測を目指すことができると考えております。

まず評議員の皆様それぞれ1人5分ぐらいずつ話題提供をしていただきます。このとき、お1人の話題提供が終わった段階で簡単な質疑応答をさせていただきたいと思っております。

評議員の先生方皆様の話題提供が終わった段階で、総合討論に入ります。総合討論では、まず地球観測システムの将来像について、皆様のご意見を整理していきたいと考えております。それに基づいて、最後に気象学会の果たすべき役割について考えたいと思っております。

4. 評議員からの話題提供

○鈴木評議員 現状の天気予報及び集中豪雨等の監視予測のための観測がどのように行われているかについてお話しします。

気象庁の気象観測網としては、現在、地上気象観測、アメダス、レーダー気象観測、ラジオゾンデ、高層観測、プロファイラ、空港気象ドップラーレーダー、ライダー、気象衛星観測などがあります。さら

に気象庁以外にも、国土交通省のレーダ雨量計や降水量データ、自治体からも降水量データを提供していたが、それらを総合的に処理して実況監視・予測などに利用しています。

地上気象観測は、もとより天気予報など監視予測に使われていますが、特に長期にわたり継続して観測されている41観測点については、気候監視の基礎データとしても使われています。アメダス観測網では、日本全国に約1300カ所のデータを自動処理しています。

高層観測としては、気球に計測器をぶら下げて上空の大気を観測するラジオゾンデ観測があります。日本では気象庁は16カ所、防衛省は2カ所で、1日2回地上から上空30 km ぐらいまで連続観測して、数値予報の基礎データとなっています。

2001年にはウィンドプロファイラが導入されています。これはフェーズドアレイアンテナから上空に向けて電波を出し、風の鉛直プロファイルを測定する装置です。現在の仕様では大体地上から最大12 km ぐらいまで、約300 m ごとに晴雨にかかわらず連続してデータをとることができます。

気象を直接観測する装置ではないのですが、GPSを利用して、鉛直の可降水量データを求める技術が実用化され、日々活用されています。もともになる観測は国土地理院のGEONETで、全国で約1200カ所、アメダスが1300ですから、それとほぼ同じスケールで可降水量が算出されています。この技術は2009年に導入され数値予報モデル(MSM)に使われています。開発自体は20世紀最後の10年ぐらいで一気に行われています。

気象庁は現在、全国20カ所にドップラーレーダーを設置し、全国をカバーする降水の監視を行っています。また、ドップラー速度については、竜巻等突風の監視などにも用いられています。

国土交通省は、気象庁とはやや目的や仕様も異なりますが、Cバンドのレーダ雨量計と、XバンドのXRRAINというレーダーを運用しています。XRRAINや一部のレーダ雨量計には二重偏波レーダーが導入されています。

気象庁でも、二重偏波レーダーの研究が進められ、一部で実用化されています。垂直と水平偏波を使うことで、降水強度を高精度に推定でき、降水粒子の性質も解析可能です。また、竜巻があった場合には、巻き上げられた飛散物の判別ができるなど、いろいろな利用が期待されているところです。

まだ研究段階ですが、フェーズドアレイ気象レーダーとよばれる新型のXバンドのレーダーが、日本に5台、その一つが気象研究所に設置されています。パラボラアンテナのかわりに、スロットアンテナを128組み合わせた四角い平板のアンテナから電波を同時に出すことで、30秒に1回でボリュームスキャンできるという極めて有用なレーダーです。

次は、雷監視システムです。30カ所の検知局で、雷監視を全国カバーしています。航空気象用として導入されていますが、雷ナウキャストなど防災にも活用されています。

ひまわり8号は2015年に運用開始し、9号は本年3月に待機運用を開始して、現在2機体制になっています。東アジアから西太平洋沖をカバーしています。分解能は前に比べて大体2倍になり、バンド数も大幅に増加しています。観測頻度も大きく向上し、フルディスクが1時間間隔から10分間隔に短縮され、領域を限定した観測は2.5分、さらに特別なモードでは30秒で観測できるようになりました。通常のレーダー観測よりも高頻度となっています。

次に、研究段階の観測ですが、水蒸気ライダーというものがあります。100 m 程度の鉛直分解能で水蒸気量を測ることができます。ただ、高度については、昼間は数 km、夜ですと5 km 程度で、鉛直の高度範囲はまだあまり高くはありません。

次に将来の観測システムへの期待ということで、いくつか述べます。まず高精度の降水量観測への期待ということですが、ご存知のとおり、日本は雨による災害が数多く発生しています。このため、高精度の降水量データが非常に重要です。解析雨量に使われるのはもとより、土壌雨量指数や浸水雨量指数など、2次的な利用が多くなっています。それをもとに警報などの発表に使われますので、もともになる降水量の精度が高くなるというのは非常に大事です。最近、数百 m とか数 km の分解能を持つメッシュ情報が活用されてきていますが、さらに高い分解能で、かつ高精度なデータが求められていると考えています。

最後是水蒸気観測への期待ということで、集中豪雨などの予測に、極めて局所的な下層の水蒸気の流れを把握することが必要と言われております。広島豪雨でもそういう指摘がありました。そういったものに対応するために、先に述べた水蒸気ライダーであるとか、レーダーの電波、地デジの電波などからGPS可降水量と同じように水蒸気遅延を利用した技術により、下

層の水蒸気のデータを提供できないかという期待があります。

GNSS観測の高度化ということでは、高密度展開や、海上での観測、国外も含めた観測データが充実することも期待できます。航空機搭載型の湿度計や地上マイクロ波放射計、衛星リモートセンシングなどの拡充も期待したいところです。

○**岩崎** 先端的な観測システムは、利用者とコミュニケーションをとりながら開発するのが重要であると思いますが、何かコメントございますか。

○**鈴木** 利用者といいますか、どういうシチュエーションでこういうデータが必要か、例えば災害に対して、どのような情報を提供しなければ防げないか、といった観点から突き詰めて検討しなければいけないと思っています。また、衛星に関しては、ユーザーのリクアイメントをいろいろ聞きながら丁寧に進めているというのを聞いています。

○**瀬上** 水蒸気ライダーやフェーズドアレイレーダーは、大体、いつ頃の実用化を目指しておられるのでしょうか。

○**鈴木** 水蒸気ライダーについては、既に例えば下層1, 2 km までだったら常時観測できるものできています。財政的な目途がつけられれば、それほど遠くない時期にも使える可能性があるかなと思っています。

フェーズドアレイレーダーについて言いますと、先ほど、日本に5基ありますという話をしましたが、Xバンドでよければ、もう稼働中ですから、そんなに時間はかからないと思います。

ただ、気象庁で使うとなると、多分Cバンドの、降水減衰に強いものが必要になります。Cバンドのフェーズドアレイレーダーはまだ実物が日本にはありません。そういう意味では、これから開発を一気に進めていかなければいけないと思っています。

これまでの開発の例を振り返りますと、例えばドップラーレーダーでは、研究用から空港への導入まで15年ぐらいでした。最近は加速しているの、研究用の施設ができて概ね10年をめぐりに実用的に使えるようになるのかなと思います。問題はコストですが、費用対効果が説明できれば、現実的だと思います。

○**佐藤(薫) 理事** 現在の気象庁の観測について、いろいろ情報をありがとうございます。水蒸気と並んで、大気微量成分として重要なのはオゾンですが、オゾンゾンデの観測も、縮小の傾向にあることをうわ

さでは聞いておりますが、気象庁のオゾン観測に関する将来ビジョンについて教えていただけますか？

○**高藪理事** 私が現在所属している研究部の所掌ですので、簡単にご説明します。日本を大きく、北日本、鹿児島まで含めて中部日本、そして沖縄地方の3地域に分け、それぞれオゾンゾンデを1カ所ずつ上げています。それから現在設置しているドブソン分光光度計をブリューワーに更新する計画であるとのこと。また、マーカスには別にオゾン全量をはかるためにブリューワーを設置したと聞いております。

○**岩崎** それでは、次に進みたいと思います。三枝先生には、地球環境及び陸面過程の監視のための観測ということで、お願いいたします。

○**三枝評議員** 資料としまして、「地球環境変化の早期検出に向けた温暖化等関連物質の統合型観測・評価システムの構築」というのをごらんになっていただければと思います。これは今年2月に、日本学術会議から公表されましたマスタープラン2017の重点大型研究計画に掲載されたものです。先ほど理事長からご説明いただきました趣旨説明の中に、「観測データの統合的な利用技術が最近進歩し、特に4次元データ同化技術の発展により、たくさんの観測データと数値予報モデルを利用し、気象要素や大気微量成分の2次元、3次元の格子点値が高精度で推定されるようになった」との発言がありましたが、こうした技術が、温室効果ガス及び大気汚染の物質に関してもここ数年、あるいは7, 8年で大きく進みました。それを利用して、私どもの分野で気候変動、特に地球温暖化や大気汚染の問題にどのように貢献する地球観測並びにモデル開発が必要であるかということをご報告させていただきます。

先ほど佐藤先生より予算のお話が少し出ましたが、温室効果ガスに関する観測についても、最近の予算の削減のプレッシャーというのは非常に大きいものがあります。例えば日本においても、1990年代から地球環境問題への観測の高まりに応じまして、環境省から温室効果ガスの地球規模の観測に支援をいただいていたところではありますが、ここへ来まして、政府の予算の効率的な執行、あるいは気候変動の影響及び適応のための新しい研究が必要になってきたということを受けまして、長期モニタリングはより効率化せよということが、ここ数年でほんとうに強まっております。

特に研究的なモニタリングとしてやっております温

室効果ガス及びそのフラックスの観測は、黙っているとほんとうに先細ってしまう、そういう大きな危機感がありまして、国立環境研究所としまして、東京大学、JAMSTEC、気象庁、気象研究所をはじめとしましたさまざまな研究機関の専門家にご助言をいただきまして、こうした提案を学術会議に出すに至ったという状況にあります。

なお、この研究は、国立環境研究所が取りまとめ機関として、環境学分野に提出したものですから、気象学会に事前にお伺いをすとか報告すとか、ご説明に伺うということをしておりませんでした。ですので、遅ればせながらとはなりますが、ここでご説明させていただければと思っております。

では、ごく簡単ですが、趣旨を説明させていただきます。これは今、提案している課題ですので、既に実現しているものではありません。これから鋭意、研究資金の獲得に最大限の努力を払い、1つずつ実施していきたいと思っておりますが、およそここに書かれているものの10分の1ぐらいの規模で、競争的資金で始めているところというのが現状です。

まず、この研究の大きな背景としまして、特にアジアは世界有数の温室効果ガスと大気汚染物質の発生源であるということが挙げられます。ところが、どれだけの量の温室効果ガスや大気汚染物質がどこで発生しているのか、また、二酸化炭素などは自然吸収もありますので、森林や海などのどこでどれだけ吸収されているのか、それが将来50年後、100年後にはどうなっているのか、それらをほんとうに理解できていません。それらが大きな問題になっております。

もし私どもがそれを手にとるように把握することができるならば、温室効果ガスの削減策、大気汚染物質の削減策に対して有効な評価というものができるようになり、さらに各国に削減策を促していくことができる、そういうふうを考えまして、まずは手にとるように把握するためのシステムをつくりたい、そういうものがベースになっております。

ただ、それには非常に大きなシステムが必要です。アジア・太平洋地域は非常に深刻な観測空白域でありますので、地上観測、衛星観測、航空機観測、船舶観測、そういったものを充実させ、観測データの充実を図らなければなりません。

温室効果ガスや大気汚染物質に対して、各国のインベントリ情報を公開しております。インベントリ情報は、例えば温室効果ガスでしたら、各国のエネルギー

消費量ですとか大規模発電所からのCO₂排出とか、そういった統計量から出すのですけれども、必ずしもそういう統計量から出す排出量というもの、大気側の観測から把握され予想される排出量とが地球上のどこでも一致するわけではありません。そのことを認識して、その不一致する部分を発見し、原因を追究して、その精度を高めていきたい、そういったことを学術的な目的としております。

さらに、温室効果ガスも大気汚染物質もそうですけれども、人間が発生させる量ではなく、例えばエルニーニョの年に大規模に発生するインドネシア等での大規模森林火災、特に泥炭火災というものは、その発生量が非常に大きいものですから、例えば2015年秋に発生した大規模火災では、先進国1国が1年に排出するに等しい量の、二酸化炭素換算した温室効果ガスを大気中に排出してしまったという見積りもあります。ただ、私たちはどこでどれだけ発生したかというのをほんとうに正確には理解することがまだできておりません。こうした大規模発生源を監視することも、大きな必要理由であるとしてこうした計画を考えております。

次に、観測システムの構築についてですが、衛星観測、航空機観測、船舶観測、地上観測を、特にアジア・太平洋で強化しまして、この観測の情報を統合的に集め、データも収集・公開できるようなシステムを必要とします。

それから、温室効果ガスインベントリ、大気汚染物質のインベントリについては、例えば温室効果ガスのナショナルインベントリは、各国が1年にいくらか排出しましたという量を出しているものであり、その発生源の時間・空間分解能が非常に粗いのが問題です。それらをデータ同化システムなどに入力できるような時間・空間分解能の高いものに再整備していくことが必要です。

また、アジア・太平洋においては、観測精度についても各国でばらつきがありますので、日本の高度な観測技術、品質管理技術をアジアに普及していかなければなりません。そうしたことによって初めて、オペレーショナルに温室効果ガスや大気汚染物質のデータを利用できる、品質管理された観測データを利用できるシステムができると考えております。

観測をするだけではなく、これに合わせて大規模なモデル開発も必要と考えております。マルチモデルに基づく評価システム確立がその部分です。研究レベル

では、ある程度開発されているものがありますが、インバージョンモデル・データ同化システムというものを、大気微量成分のさまざまな物質に適用できるように開発強化しなければなりません。特に大気中で化学的に反応する短寿命の物質については、この取り扱いが非常に難しいですから、そのモデル開発には5年、10年といった時間スケールで研究が必要であろうと考えております。

そして、地球の気候変化予測もそうですけれども、1つのモデルだけに頼るわけにはいきません。日本をはじめ世界各国の複数の研究機関が、大変よいモデルの開発を行っています。世界の研究機関と協力して、こうしたモデルを常時、比較検討しながら、どこに不確実性がありその原因は何かを研究し、精度を上げていかなければなりません。

そういうことをするには、一人の研究者、あるいは一研究機関ではとてもできません。ですからまずは日本の研究機関がそういうところで深く協力して、マルチモデルアンサンブルといった手法を、温室効果ガス、大気汚染物質の分野でも開発し、長期的に運用できるような仕組みが必要であると考えています。

こうした観測システムと、モデルをオペレーショナルに利用できるシステムが整って初めて、定量的に地球規模で、ほんとうに手にとるように、温暖化の正のフィードバックがどこでかかりそうか、凍土が融解することによって温室効果ガスが大量に発生し始めたところがないかどうか、政府の統計量からあらわれてこないような土地利用変化が起こっているのがどこであるか、そういったことを発見することができるようになってくると思っています。

そうしたことによりまして、大規模森林火災ですとか、大都市の高濃度大気汚染ですとか、そしてそれらの健康影響評価というものの精度が今までに比べてまた一段階上げられると考えています。

こうした方法はさまざまなデータを必要とします。例えば森林や海洋については、いろいろなプロセス観測のデータが必要で、これらを気象データや衛星データと組み合わせて広域評価を行うということが必要です。また、それとは独立に、いわゆるインバージョンモデルやデータ同化システムによって、大気中の濃度からさまざまな物質の吸収・放出源を、今より格段に高い時間・空間分解能で推定する必要があります。それができると、排出インベントリの検証という、次の目標に取り組むことができると考えています。

これまで、いわゆる現場観測による、ボトムアップによる海や陸の自然吸排出量の見積りは、精度は上がってきましたが未だ不確実性が大きく、人為的な排出量の方が精度が高く信頼できるだろうと考え、インバージョン解析の結果から人為排出量のデータを差し引いて、自然吸排出量が正しいかどうかを確認していたのが今までの研究レベルでした。ここで、いわゆるボトムアップによる自然吸排出量の精度をもう一段階上げ、また、トップダウン的なインバージョン・データ同化システムの高時間・空間分解能を図ることで、大気中の観測に基づく地表吸排出量の推定が各国のインベントリデータと矛盾しないかどうか、そういったものを世界各国で検証していくことができるようになるだろうと考えます。ただ、まだ精度上の、また時間・空間分解能上の問題がありますので、やはり5年、10年かかる技術開発が必要であると考えています。

最後に、社会的価値についてもふれておりますが、学術的にはそうしたところを次に発展させるべきと考えております。

○岩崎 ありがとうございます。時間が押しておりますので質疑応答は総合討論のほうでやらせていただきたいと思います。次は、大島先生に、海洋・海水観測に関してお願いいたします。

○大島評議員 最初に海水観測のことからお話しします。当然、海水域というのは、実際に人が行くことがなかなか難しいので、衛星の観測というのが非常に重要になってきます。海水の研究、海水がどうなっているかということも、衛星観測の進化に伴っていろいろわかってきました。

実際に海水分布が南極域や北極域でわかってきたというのは、1970年代にマイクロ波放射計を搭載した衛星が上がってからです。連続的に海水分布のデータがあるのが78年からですので、40年のデータがあることになります。その中で、日本の衛星観測は90年代ぐらいまでは技術開発という部分が多かったのですが、2000年以降は実質的にかなり大きな役割を果たしています。特にマイクロ波放射計 AMSR が2002年に上がって、これはそれまでアメリカが上げていたマイクロ波放射計に比べて、ピクセル密度にすると5倍いいので、基本的には今、海水のモニターというのは、日本の AMSR データを用いているわけです。例えば、2012年に北極海の夏の海水が最少になったのも日本の AMSR2 の正確なデータから出ています。

AMSR はそれだけではなく、海上の水蒸気量や水温、海水の漂流速度、うまく加工すると海水の生産量などさまざまなデータを海水域あるいは海洋域に引き出すことができるもので、海水研究の生命線とも言えるものです。

今日のテーマは、地球観測の強化ということですが、この衛星観測に関して言うと、今のままでは、強化というより弱体化してしまうのではと、非常に難しい状況になっているというお話をしたいと思います。

マイクロ波放射計の今まで上がったものの時系列を見ますと、SSMI/SSMIS というアメリカの衛星センサーが主力を担っていたのですが、今は SSMIS と日本の AMSR2 の 2 つが海水のモニターをしています。アメリカの SSMIS は、10 年以上前に一挙に複数台つくって、それを 3 年おきぐらいに上げているのですが、2 年前に上げたものがもう経年劣化して働かなくなってしまったということで、この SSMIS のプロジェクト自体が厳しいというか、ほぼなくなるだろうということです。今上がっている SSMIS はノミナル・ミッション・ライフタイムをもう終えていますので、いつだめになってもおかしくない状況で、日本の AMSR2 も間もなくすると（注：2017 年 5 月）ノミナル・ミッション・ライフタイムが終わりますからもしかすると、数年後には海水を今のようにモニターできないということも十分あり得る状況です。だから今かなり危機的な状況で、関係者は何とかしなければと思っています。

日本の AMSR、衛星観測、マイクロ波放射計は技術的には世界最高のものを持っているので、いかに早く後継機を打ち上げるかということは、あらゆる学会、地球観測の分野が一緒になって取り組むべきであると思います。もちろん AMSR だけでなく、ひまわり、GOSAT、いろいろ重要な衛星はありますが、特に地球観測という意味では、海水観測に対しては、強化というよりむしろ何とか現状を維持したいというレベルですが、それが今一番の鍵になっているところです。

続いて、海のほうですね。海のほうは地球観測的に今どういう状況かということ、もともと海の観測というのは、気象に比べると圧倒的にデータが少なかったのですが、ARGO フロートや海面高度計でリアルタイムにモニターできるようになり、気象ほどではないですが、海洋もそれを同化することで、海の天気予報みたいなことも現実的になってきている状況です。た

だ、極域は海水があるため、ARGO フロートや高度計のデータがとれない、そこが 1 つの大きなネックになっています。

海水域ではバイオリギングといって、アザラシの頭に水温・塩分をはかる測器をつけて最大 2000 m ぐらいまで観測する、それが今や南大洋のデータの 90% 以上を担っているということです。このように、いろいろなやり方で何とかデータ空白域を埋めようとしているのですが、一方で、そういった測器を取りつけたりする上でも、海水の中に入っていく砕氷船が重要になってきています。北極海は国益的な意味でも、非常に重要なところだと思いますが、そういう関係で、北極海砕氷船がいろんな形で議論されています。そういう中で、大気、海水、海洋、そしてそれらの相互作用の研究を、分野を越えてやっていく必要があるのではないかというのが今の状況です。

最後にもう一つ話題提供として、北極の夏の海水が 1980 年代に比べて半減していること、非常に少なくなっているということは、おそらく皆さんもご存じだと思いますが、全球にかかわる大きな変化が、南大洋にも起こっています。南極氷床はずっと変わらないものだと思っていたわけですが、この 10 年ぐらいの観測で、西南極の氷床の融解が加速しているとのこと。南極の氷床が全部解けると、6、70 m 水面が上がりますから、一割解けただけでも 6 m 上がるわけですね。

海面上昇で今まで評価されていたのは、海水が水温上昇で膨張したらどのぐらいになるかということで、せいぜい 1 m ぐらいしか上昇しませんが、氷床が解けるとそのレベルではないということで、日本にもかかわってきます。

氷床というのは結局、特に南極の場合は海で解けて大気のほうから涵養されるということなので、大気、氷床、海の 3 つの研究者が分野を越えて一緒に共同してアプローチする重要な対象ではないかと思えます。

その際、気象やほかの分野も同じだと思うのですが、現場観測ができる若い研究者がなかなかいない、育ちにくいというところが 1 つ共通する問題点なのかなと感じているところです。

○岩崎 ありがとうございます。海水は気候変動の鍵を握る対象かと思いますが、観測を維持するのはなかなか難しいというお話でした。それでは、時間押していますので、次に進ませていただきます。次は高橋先生、航空機観測についてお話をお願いいたします。

○高橋評議員 名古屋大学宇宙地球環境研究所の飛翔体観測推進センターの高橋と申します。この飛翔体観測推進センターは、その名のとおりに航空機を含む飛翔体での観測を推進していくために設立されたものです。

今日申し上げたいのは、航空機観測の役割の再認識と日本における課題についてです。再認識と言ったのは、最初に岩崎先生が観測技術の長足の進歩というようなことを申されましたが、もう一度、航空機観測の役割を認めようということ、そして今日一番お願いしたいのは、日本における課題ということで、皆さんに問題意識をシェアしていただければということです。諸外国の動向についても書いていますけれども、基本的にこの資料のベースとなったのは、気象学会の第38期学術委員会です。前回の航空機観測に関する検討部会の活動の中で一昨年の10月に出された、航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進研究計画書をベースにしており、それをもとに学術会議のマスタープランにも提案しているというところです。

日本における航空機観測の成果については釈迦に説法ですので申し上げませんが、世界をリードする研究が結構なされているということは、多分、皆さんご存じかと思います。数値モデルや衛星観測の発展に伴って、逆に遠隔地を直接的に観測できる航空機、近くまで行ってしっかり見ることでできる航空機観測の重要性が、最近、再認識されてきているのではないかと思います。

モデルに関して言えば、例えば微物理モデルがどんどん進歩してきていますので、それらの評価に使えます。また、人工衛星もかなり発展してきていますので、そういう観測値の評価もあります。シナジー効果によって、よりよい観測データを取り出そうというようなことを考えているわけです。

エアロゾルや雲、降水粒子、または温室効果ガスなどを航空機で観測し、高度分布を測ることができる、それを人工衛星と比較することで人工衛星の観測データの理解が進むとともに、全球にその知見を広げることができ、地球環境の変動予測モデルの高精度化につながると思います。

一方で課題としては、我が国だけと言っても過言ではないと思いますが、専用の航空機がないので1回のフライトのコストが高いということです。また、搭載する観測機械が少なくなり、観測の機動性も欠如するという問題もあり、どんどん観測がシュリンクしてい

くわけです。さらには人材育成の面でも若手が育ってきていないというのが現状であるかと思えます。

先ほど、三枝先生の話でもありましたけれども、アジアでの観測研究の重要性という点でも、組織立った観測網というのがなかなかないので、それらを強化すべきではないかと考えています。例えば米国のNASAやNCARというのは、非常に最先端の航空機センサーを用いているような観測をしています。欧州はThe European Facility for Airborne Researchという、EUFARというのを設けて、より組織立って航空機観測をしていこうという動きがあります。ロシアはYAK-42という中型の飛行機を整備して、総合的な観測ができるシステムを構築しています。アジアでも、中国・韓国・台湾は観測専用の航空機を保有しています。ただ、特にCO₂のフラックスが多いアジア域で組織的な観測がないので、このあたりは観測の空白域だといえます。

最後に、マスタープラン2017に航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進ということで、当時の理事長の新野先生に提案者になっていただきまして、気象学会として地球観測専用の航空機を持つことを提案しております。多くの人との議論も踏まえて、気象・気候分野のみならず、航空機を必要とする他分野との連携を含めて提案しています。飛行機を欲しているのは、気象だけでなくいろんな分野があるので、日本としてはそうしたいろんな分野と連携して、地球惑星科学全般だけでなく、例えば航空工学の分野等々とも連携してやるべきではないかと考えています。

我々の名古屋大学の宇宙地球環境研究所の飛翔体観測推進センターを運用母体として、我々のところで責任を持って皆さんとやっていきますということを宣言したのですが、その先には進めませんでした。また、MRJを利用することを提案しましたが、MRJの開発状況が思わしくなくて、困っているという状況です。

若手研究者の育成については、先ほども申し上げましたが、我々の提案の中でもうたっております。また、諸外国からもサポートセンターをいただきまして、日本で航空機観測をしっかりやるということに関しては大きな期待を寄せられているということをお願いしたいと思います。

このマスタープランで航空機観測推進委員会のようなものを立ち上げつつありますが、それをもう少し広げて、いろんな分野の人が参画できるようなコンソーシアムを立ち上げていきたいということも考えている

ところ です。

○岩崎 ありがとうございます。気象学会としても、日本に航空機観測をしっかり根づかせる必要があると考えて、マスタープランにも提案してきたところですけども、それが足踏みしているというような状態でございます。時間が押していますので、次に進ませていただきます。六川先生には、地球観測の今後の展開ということでお願いいたします。

○六川評議員 私はタスクフォース会議というところで、安岡会長から主査を引き継ぎ担当させていただくことになりました。そこでの活動をまずご紹介して、あとは宇宙戦略室の概要をお話しさせていただきます。

タスクフォース会議では、基本的には宇宙戦略室の赤塚先生のご要望も受けまして、今後の地球観測に関する提言を取りまとめてきております。目的としましては、いろんな社会課題の解決ですとか科学技術の高度化と、衛星を使ったソリューションをどう進めていくかというようなことで議論してきております。

タスクフォース会議は大きく分けて2つの部会で構成されています。1つは、地球科学の研究高度化ということで、当初、中島先生に担当いただいて、私は実利用のほうを担当していました。提言骨子の取りまとめに当たり、気象学会からはほんとうにサポートレターをいただきまして、非常に感謝しております。

提言をざっと言いますと、科学技術のほうですと、予算が限られていることも大きな問題ですけども、まず我が国のすぐれた技術を展開していこうということも挙げております。先ほどからもいろいろ先生からご紹介ありましたように、とりわけマイクロ波の放射計のミッションですとか、降水観測の件、それから中分解能の工学のミッションですとかそういったところ、それから高解像ですと、先進光学と先進SARというような形でありましたので、そういうすぐれたところを生かそうということです。

2番目の提言は、複数衛星の有機的な運用です。これは自国だけではないと理解しております。3番目は、効率化を進めるということです。特に日本の衛星ですと、ミッションライフが5年というのが基本になっておりますけれども、実態を見ますと10年近く使われていることも多いということで、やはりこれをまず延ばしましょうということです。

それから、やはり将来取り組むべき新しい技術の開

発というようなことも進めていかないと、じり貧になっていくということで、ライダーはじめいろんなものを提案させていただいています。これが観測の高度化の提言でございます。

一方、皆さんご承知のように、社会に役に立つといえますか、社会実装を目指したものを進めるという方向もございまして、実利用のほうではそれを進めていくということで、観測データ利用促進と、新産業創出、ある種、ビッグデータとしての意味もございまして、そういったものを進めるということです。

それから、予算計画については、適切な予算配分をどう考えていくかというスキームをきちっと進めていかないと、いつまでも進まないです。

それから、さっき話しましたように、社会が求めるアウトカムというのは何かということで、社会実装という観点で進めるということも社会の理解を得るために必要です。

あとは実利用に向けたマイルストーン、それから実利用は科学技術との両輪で進めないとすぐシャビーになってきてしまって魅力がなくなってくるということもありまして、科学技術と実利用が手を携えて連携しないと、各国に勝てないということを提言しております。それが実利用という地球観測の将来についての1つの提言になっております。

さきほど AMSR に対する懸念などが示されましたけれども、戦略本部や総務省などいろんなところでの議論は、大きく言いますと、当初は IGS と称する情報収集衛星が中心でした。それから2番目は、準天頂、いわゆる GPS など測位の話が進んできて、ようやく3番目に衛星の観測の話が今、前に比べるとかなり組上に上るようになってきました。ただ、どうしても受益者負担という考えもありまして、戦略本部は調整能力しかないのです、各省庁から上がってくると進むのですが、各省庁とも苦しい予算の中で、物を言う自分で金を出せと言われることもあって、皆さんすくんでいる状態というのが現状ではないかと思っております。

そういう意味では、今は日本の世界におけるステータスがどんどん落ちてきているように私は感じています。日本の戦略という意味では、少し大所高所に立って、やや古典的ではありますが、日、米、欧というような3極の軸をもう一度しっかり構築するとか、あるいはアジアを取り込んだ形で利用を促進するなどが必要です。それから、先ほどいろんなところで挙がっ

ていましたけど、日本はどんどん少子化になっていきますので、多分、科学技術がボトルネックになる前に人材が枯渇してしまうという危惧を持っております。

それで、大学のあり方も含めて、活用のモデルをつくるどころと、実際に社会問題の解決をする、例えば漁業ですとか農業、それから北極海の問題なんかいろいろありましたけれども、東京大学とか何とか大学という発想ではなくて、宇宙全体を利用するようなライアンス的な大学のあり方、そんなようなことを模索しなければいけないのではないかというようなことも含めて、いろんな提言活動をしているところでございます。

○岩崎 ありがとうございます。非常に重要なご指摘があったかと思えます。総合討論のところでもゆっくり議論したいと思えます。次は、本多先生に、同じく地球観測がもたらしたものとということでお話をお願いいたします。

○本多評議員 先ほどの六川先生のTF会議のもとで、今年、高橋さんが高度化ワーキンググループで取りまとめた報告書を、気象研究ノートに「地球観測の将来構想にかかわる世界動向の分析」ということで掲載する予定で順次進めております。内容は、世界の情勢と、その中で六川先生もおっしゃっていましたが、日本が得意とするところというのを選んでリストアップしている分析結果になっております。それを話し始めると、多分、皆さんに恨まれることになると思えますので、ちょっと私自身の経験をもとにして、5分ぐらいでお話をさせていただきます。

私は、今年(2017年)後半にやっと打ち上げ予定のGCOM-C1のミッションに、立ち上げからかかわってまいりました。さらにGCOM-C1のメインプロダクトになる地上バイオマス、植物の量をはかるというバイオマスのプロダクトをGCOM-C1がつくるんですけど、その精度向上をさせるために、衛星搭載植生ライダー、MOLIというミッションの立ち上げも協力しています。そういう経験をもとにお話しさせていただきます。多分、今日のテーマにある地球観測の強化に向けてというお話と関係するかと思います。

GCOM-Cという衛星は、1996年に打ち上げられたADEOSと、それに続くADEOS-IIの流れを受けて議論が始まりました。最初の会議は、忘れもしませんが、1995年の1月に京都で行いました。それで打ち上げが2017年ですから、実に23年の月日がたちました。当時、私はまだ若くて、30代でしたから、恐れを知ら

ないで、実は私が主査をさせていただいたので、GCOM-Cの流れはほとんど経験しております。

23年というのはかなり長い期間で、いろんなことを経験したのですが、このGCOM-C1を打ち上げまで持ってくるうえで、非常に重要だったことは、皆さんもお感じになっているように、継続性です。衛星を打ち上げるために、予算をもらうためにどれぐらいの人が使ってくれるのかというそのエビデンスが求められます。世界というか東南アジア各地をめぐって、使ってください、使ってくださいと言っても、日本の衛星は、ひまわりは別ですけれども、2、3年でとまってしまうから、一生懸命利用しようと思って使っても、後々データが使えませんか、使っても意味がありませんという回答をさんざん受けました。さらにADEOS、ADEOS-IIの開発をしていた技術者もほとんどやめていって、実は同じものをつくらうと思ってもつけれない。AMSRも同じことになっていたのを横目で見ていました。

さらに、我々がADEOS、ADEOS-IIの時代、ちょっと地球観測が花盛りでしたから、学生諸君を一生懸命育てたのですが、その間、日本の衛星がなくなったことで、学生が興味をなくして、研究者が途絶えています。それで陸上の植生で衛星を使っている研究者は、私が知る限り、40歳代の方が一番若く、その後はいないという状況になっています。衛星のデータ、あるいは観測のデータというのが非常に重要だということを、この23年で学ばせていただきました。

では、なぜ遅れたのかということ、ADEOSとADEOS-IIの失敗が非常に大きかったです。その後もうお金をつけてもらえなかった。実は当時、宇宙開発委員会の委員長が、ADEOS、ADEOS-IIの後、200億で上げませんかという話があったのですが、200億では当時つくれませんでした。そこでもう話が立ち消えになって、なかなか立ち上がらなかったという状況です。

さらにそういう状況の中で、衛星関連の予算を使う目的がその都度、世間の状況で変わっていったわけです。例えば、20年くらい前に、北の今もミサイルをどんどん上げている国が日本列島を飛び越してミサイルを上げたことにより、情報収集衛星というのが立ち上がりました。それはもともとはデュアルユースで使うことになっていたのですが、サイエンスの世界には一切データが流れてきていない状況になっています。今も10基体制とかと言っていますから、予算は順当に食

われている状態です。

さらに今のご時世ですから、短期的にお金になるような宇宙ビジネスはないのかということを探し回って、そこに予算が流れているという状況です。さらにもう一つは、宇宙産業の中で一番お金を使っているのは、輸送系、ロケットの開発です。ふんだんにあるはずの輸送系の予算が足りないから GCOM-C の予算をよこせなんて言って、お取り潰しになりそうな危機的な状況が少なくとも四度ぐらいありました。ミッション自体が潰されることもありました。

世間のニーズはほんとうに一過性のもので、宇宙政策というか地球観測は右往左往していた20数年だったと思います。それでも頑張って地球観測用の衛星が上がってきました。例えば GOSAT や EarthCARE などいろんなものがありますが、その都度、その予算化に合わせて、こういうものが必要ですよという理由書をつくらされたということがあります。

さらに研究者の方々に要望をお聞きすると、皆さん、普遍的に非常に高尚な目的で、こういうことが欲しい、こういう衛星、こういうセンサーが日本は強いなどと説明されるのですが、ストーリーはばらばらなんです。政策決定側からは、要望を受けても全部はできませんから、プライオリティを決めてくださいと言われるんですが、個々の人たちは、私の目的が一番だと主張されますから、なかなかプライオリティを決められない。

考えてみると、高速道路が本来の価値を發揮するのは、ネットワークが構築されたときです。地球観測も同じで、全体としての価値を強調できるような、それで全体をつなぐよう普遍的なストーリー、いわば地球観測のランドデザインが必要だと考えています。これまでは、予算化のときに、個々に説明をその都度つくっていました。AMSR もまさにそうだったわけです。今後は、政策決定者から予算化の説明を求められれば、地球観測のランドデザインを示して、その中から今回はこれをやりましょうという形で出していくのが重要だと思っています。普遍的なストーリーの中には、気象学会をはじめとする学術的な裏づけが必要になると思っています。

○岩崎 ありがとうございます。現状に対する厳しい見方が披露されたかと思いますが、何か短い質問はございますか。

○中村理事 本多先生からご紹介ありました気象研究ノートは、なるべく早い時期に刊行できるように編集

委員会としても鋭意努力しているところでございます。

○岩崎 それでは、今度はデータ同化、観測データの利用のほうに進みたいと思います。三好先生、データ同化手法の高度化について、お願いいたします。

○三好評議員 私はデータ同化の研究にずっと取り組んできておりますので、その立場から話題提供させていただいて、将来の地球観測システムのあり方について、気象学会に期待することを申し上げたいと思います。

今日も何度もデータ同化という言葉が出てきていますけれども、データ同化というのは、サイバースペースと現実世界を結ぶ橋のようなもので、サイバー・フィジカル融合をまさに実現するものです。わざわざサイバー空間とか、こういう言葉を持ち出しておりますのは、科学技術基本計画にこのようなコンセプトが大々的にうたわれているからです。今やいろんなセンサーのデータが ICT 技術の発展によって上がってくるようになり、これがサイバースペースにすぐ取り込まれるようになって、しかもリアルタイムにさまざまな情報が交換されるような時代になってきており、これを活用して何か新しいサイエンス、あるいはテクノロジー、エンジニアリングに結びつけて、皆さんの生活に役立つような技術開発をしていこうというような国の方向性だと理解しております。

気象学では、まさに大規模なシミュレーションと実際にとれるデータをリアルタイムに情報交換して結びつけるということで、天気予報をつくってきて、実際、天気予報の精度は着実に向上してきています。シミュレーションも、どんどん高解像度化しますから、今まで解像できなかったような現象が解像できるようになって、精度が上がるだけでなく、今までできなかった天気予報ができるようになってきたということがあります。

その裏には、スーパーコンピューターの性能がどんどん上がってきたということと同時に、観測システムが充実してきたということがあります。スーパーコンピューターの性能が向上すると、どんどん高解像度なシミュレーションができるようになって、小さいスケールの現象が表現できるようになるけれども、それが観測できないと、結局その現象はモデルの中で勝手に走っているだけで、十分に実際の現実世界に対応しないということになります。ですから、そういう現象が観測できているということも重要です。実際、観測

技術は向上してきました。新しい観測で、例えばフェーズドレイ気象レーダーを使うと、今までできなかったような100 m メッシュの数値予報というのが実現できるのではないかと、そういう研究に私は取り組んできております。

「将来の地球観測システムのあり方について」というお題をいただきましたので、その点で気象学会に期待することについて考えたのですが、個々の新しいセンサーですとか、あるいは極軌道衛星をはじめとする人工衛星やひまわりの衛星、こういったものは改めて強調する必要はないくらい非常に重要です。ただ、それと同時に私が重要と考え強調したい点は、観測システムの中に、データをシェアするインフラも含めて考えるべきではないかということです。データ同化の研究をしておりますと、モデルを動かすだけではなくて、観測データにアクセスできなければ研究はできません。日本にいますと、気象庁からデータが出てきませんので、NCEP・PREPBUFR データといって、アメリカの数値天気予報システムから出てくるプロダクトですが、日本で言うところのCDA4と呼ばれるデータですが、これを使って研究せざるを得ないわけです。

私はアメリカの大学に勤めていたこともありますので、そのときは当然それで構わなかったのですが、日本に、しかも国立の研究所にいるのに、なぜアメリカからわざわざダウンロードして研究をしなければならぬのだろうかと思いつつ、しかしそれしか手段がないわけです。

実際にセンサーを置いて観測するとか、衛星を打ち上げて観測するというのが観測システムなのですが、そのとれた情報をどうシェアするかというところまで含めて、観測システムなのだと思うのです。そこが弱いのではないかと。観測データは使われてこそ役に立つ。気象学会でも当然、観測データがベースとなった学問ですから、これが研究者からアクセスできる状態にあるということが大事なのではないかということを思っております。

○岩崎 ありがとうございます。村山さん、何かご意見ございますか。

○村山評議員 アメリカにおられるときは、NCEPのデータだけでなく、日本と比べて米国内のデータはアクセスしやすいというふうに感じられましたか。

○三好 NASA はオープンデータポリシーというのがあって、衛星打ち上げで得られたデータは全てオー

ブンでアクセスできる形になっています。NOAA もデータセンターがあって、基本的にはフリーで全部出している。NOAA が出しているデータはアメリカ国内だけのデータではなくて、GTS で交換されているデータの全てを含みます。本来GTSに乗っているものは世界人類の共通財産で、フリーで手に入るデータのはずですけれども、それが日本の場合は普通に手に入らない。気象庁だけが持っているという状況だと思います。

アメリカで大きく変わったのが、特に NOAA で、R2O, O2R という動きですね。Research to Operation, Operation to Research と言うんですけれども、大学などのいわゆるリサーチセンターやリサーチャーたちの研究成果が現業に生かされることが重要であるという考え方ですね。そこで NOAA では、R2O つまり Research to Operation をするためには、リサーチャーがオペレーショナルシステムを扱える環境が必要であるということで、O2R というのも同時に重要だと思ったんですね。それには、オペレーショナルシステムをリサーチコミュニティからアクセスできる環境を提供する必要があります。それを実現するために、NOAA では予算を充てても充てても、O2R をするための部署をつくった。そうしないとできないですね。

気象庁でも一緒だと思います。数値予報課があるのだから、数値予報課が1人増やしてやりなさいとかいってもなかなか難しいと思います。NOAA でそれが始まってからは、オペレーショナルシステムから出てくるデータはほぼリアルタイムでサーバーにあげられ、世界中どこからでもアクセスできます。アメリカが偉いと思うのは、ヨーロッパのように受益者負担、お金を負担しているユーザーしかアクセスできないようにすべきだということを考えていないですね。考えているのだと思うんですけれども、それをやるとおそらくユーザー登録をして、ある限られたユーザーだけがアクセスできるようなことをしなきゃいけないけれども、それって事務コストが非常に高くつきます。そういうことを避けて、誰でもアクセスできるようにしている。問題が起きたら、そのときに対処すればいいだろうという考え方だと思います。これまで問題は起こっていない。ただし、確実に伝達される保証はない。ですので、突然、データがない日があったりとか、そういうこともあります。そういうときは NCEP の担当者などに言うと、本来オープンに出て

いるべきデータですので、提供してくれます。そういうオペレーションにいる人とリサーチコミュニティとのやりとりがやりやすくなっている、ここが日本と比べると大分違うのかなという気はします。

○岩崎 それでは、次は大野木先生に、再解析の精度向上と気候変動の監視、過去の観測データについてもお話しいただきます。

○大野木評議員 「再解析の精度向上と気候変動の監視」ということでお話しします。気候変動の監視のために、どのように観測データを使うかを考えた場合に、過去の気候を調べるためのアプローチの1つの方法として、観測データのみを使って調べるという方法があります。これが例えば GCOS、全球気候観測システムで、私は11年間ほどこの GCOS の委員を務めていろいろかかわってきましたが、過去の蓄積データ、地上観測、高層観測から品質がよいものだけ選んで、それで気候変化を把握しようという活動を進めています。これは非常に品質のいいデータが集まるのですが、観測データの分布に偏りがあるため、どうしてもローカルな情報にしかならざるをえません。地域の気候を見るにはよいのですが、全球的な気候を見るには不十分ということです。

気候変動の把握に適した観測データとして挙げられるのは、長期間観測されてきた従来型の観測データ、地上とか高層ですが、観測値だけでなく、観測環境とか測器とかのメタデータと呼ばれる情報まできちんと保存しておかないといけない。それから衛星とかリモートセンシングデータは、これは最近、いろいろな種類がありますが、データ量が非常に多くて、そのままでは気候解析には使えないということもあって、気候変動監視のためには例えばそれに適した加工をして何かプロダクトをつくらなければ使いにくいという問題があります。

そういったことの解決策として、長期再解析という数値データ同化システムを使って過去の気候を再現することにずっと取り組んでまいりました。再解析の歴史は結構古くて、最初は1988年に気候研究者から提案されたのですが、当初は計算機資源がないなどの厳しい制約がありました。最近では計算機資源が結構使えるようになってきて、世界の主要な数値予報センターで再解析に取り組んでいます。

日本の JRA-55は1958年からの再解析を行っていますが、使っている観測データの変遷を見ますと、1つ区切りになる年が1979年で、ここから衛星データが

なり本格的に使えるようになります。再解析としても、この1979年から後の方が扱いやすいため、この年からを対象とした再解析が多くあります。

それから、観測データの全体の量を見ますと、高層とか地上のいわゆる従来型観測データは、1970年代くらいまでは年とともに増えていますが、その後はあまり変わらないという状況です。一方で、衛星のデータ量はものすごい勢いで増えていることがよくわかります。

このように観測データが大きく変わる条件の下で均質な気候データをつくるのは、かなり大変な作業になります。再解析値を初期値として48時間予報を実行したときの成績を、現業システムでの予測精度と比較しますと、現業システムの成績は、モデルの改良とか計算機資源の増強などの歴史的経緯が反映されていて、年とともに急激に成績が上昇しています。これに比べて、再解析値を初期値とする予測精度は、現業システムのそれに比べれば均質といえますが、年代を経るごとに精度が上がっていて、歴史的な観測データの種類の増加や量の増加の影響が反映されているという状況です。

それから、全球平均の気候値から、高度別の全球平均の気温からの偏差の変遷を、日本の再解析 JRA とヨーロッパ中期予報センターECMWF の再解析 ERA を比較すると、例えば JRA-25では、1998年に非常に大きな段差がありますが、これは衛星データの変化がそのまま反映されてしまったものです。ERA-40には、1980年代以前に結構いろいろと段差がありますが、これも観測データの変遷をうまく取り扱えなかったことを示していて、なかなか均質なデータを得るのは難しいです。

でもこのような中できちんとしたシグナルとして見えるのは、JRA-55の中で過去のアグン、エルチヨン、ピナツボといった大きな噴火の影響が出ていること、そして、1998年のエルニーニョの影響が出ているということがあります。それから、高度別の全球平均気温でみると、温暖化の影響ではないかと思われませんが、対流圏ではだんだん暖かくなって、成層圏ではだんだん低くなっているという状況も見えています。

再解析を実施するには、観測データをきちんと品質管理することが必要ですけども、やはりそれには限界があります。そのため、数値予報モデルの系統誤差を何とかして小さくしないとなかなか均質な気候データは作りがたいです。観測データの品質管理の方法のひ

とつとして、過去の観測データとそのモデルの第一推定値（解析時刻を対象とする予報値）を比べて、バイアスの評価をする方法がありますけれども、そういうときにモデルの系統誤差が小さければ、真値に近い値と考えてモデルの値に近づける補正をしても問題は小さいと考えられます。

このような苦労を重ねて再解析を作り、おかげさまで現在ではかなり広く使われています。一方で、先ほど三好さんから指摘がございましたけれども、確かに再解析に使った観測データが公開できていないというところがございます。CDA4というのは、観測データの品質情報とデータ同化の情報を含んだ観測データベースですけれども、提供の要望は前々から聞いており、何らかの形で出すようにできればとは思いますが、JRAで使っている過去の観測データは、ECMWFがERA用に自ら編集したり各機関から収集したデータをJRA用に提供してもらったものが多く、提供条件の制約の問題もございます。

研究者の方が再解析データを「観測」と呼ぶことがよくありますが、これについては、データ同化の過程を全く無視することにもなり、大きな問題だと感じています。モデルしか使っていない方とか、観測データを直接使っていない方々は、観測データの値が真値であるという前提に立って議論している場合があり、その真値を使っている再解析は真値を再現していると認識されているようです。再解析を使った論文には、気候的な変化ではないニセの変化を気候変化のシグナルと解釈して、査読者もそのことがわからなくて、結果として論文が通っているというような誤った事例もあります。観測システムの変遷や観測データの取扱についてきちんと情報発信することは、再解析データをつくり、観測データを扱っていく者としての責務だと思っており、JRAの総合報告論文ではそのように努めています。

○岩崎 ありがとうございます。データをよく知ることの重要性が指摘されました。我々学会もいろんな研究をやっていく上で必要なデータの扱い方を適切に指導していく必要があるのかなと思います。もちろん我々自身も学んでいかなければいけない重要なポイントでもあります。それでは、時間も押していますので、先に進ませていただきます。村山先生、オープンデータについてお話をお願いいたします。

○村山評議員 私自身は、情報通信研究機構(NICT)というところに勤めておりますけれども、

1993年にMUレーダーで学位をいただいてから、どちらかというと地上観測系の大気研究に関わってきました。成層圏から上なので、あまり気象学会で中心的ではなかったんですけども、ちょっと前に体を壊して、科学との縁もこれで切れるのかなと思ったのですが、何かひょんなことで今こういう科学データの議論にかかわらせていただいています。

オープンサイエンスという大きな問題の中でデータの問題というのは非常に重視されていて、国際的にも喫緊の課題の1つであり、非常に多岐にわたる問題と関わります。まず学問としてどうするか、学問が社会とどうあるべきかという問題点があります。また、論文PDFがインターネットでどンドン手に入るため、大学図書館は無意味じゃないかという一方で研究データという重要な学術資産の管理を担おうという、図書館という情報資産の管理母体の議論もあります。同時に、インターネットを使うことで、学術情報が世界全体に即時に流れるため、ITを使って新しい学術体制や経済社会をつくろうじゃないかという議論もあります。ほかにも出版業界の形態については、皆さんご存じのように、エルゼビア等、大型の学術出版社における費用の問題が国際政治の中でも議論されています。データ問題そのものも、政策だけでなく研究コミュニティに対して、今のままの取り扱いでいいのか、逆に問われていると思います。

こういう議論を国際会議で聞いてきて日本国内で始めたときに、3年前には話の通じる方がほぼいなかったのですが、今やこういう議論を抜きにはできない状況になってきました。

私が今この議論をしているきっかけには、内閣府の「国際動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会」というものの委員になりまして、日本のオープンサイエンスポリシーの基本方針策定にかかったということがあります。その前には、学術事業ICSU-World Data Systemという委員会が、日本学術会議が会員であるInternational Council for Science (ICSU)の直轄組織でつくれ、その国際事務局を日本がホストして、これを私の所属機関であるNICTが引き受けたことから、こういった問題、国際情勢にかかわってまいりました。なおこれは日本としては初めてのICSU事業の事務局でした。

現在、学術会議ではフューチャー・アースの推進に関する委員会や情報学委員会国際サイエンスデータ分科会における特任連携会員、またIUGGでUnion

Commission on Data and Information という委員会の委員が全員刷新されて、私も今年から委員をさせて頂き、学術データ問題についてコミュニティのお役に立てればと思っております。

このテーマについて国際政策動向が大きく動き始めたのは2013年のGS 科学技術大臣会合で、この場で研究データのオープン化合意がなされました。日本からは総合科学技術・イノベーション会議原山優子議員が参加され、他国の科学大臣から、日本もオープンリサーチデータについて考えてほしいという強い要望があったそうです。これについて私の方へご連絡を頂き、一緒に議論をすすめる中で、内閣府で前述の検討会が立ち上がりました。

それから3年たち昨年、2016年にはG7の科学技術大臣会合が日本のつくばで開かれまして、海洋、健康科学等と並んでオープンサイエンスが6議題の1つに取り上げられました。私は名誉なことに話題提供講演者として選ばれ今日のような話をさせていただきました。科学データというのは人類社会にとって欠かせない資産であり、その扱い、管理・保存・利用は社会全体とも関わりが深いというメッセージを発信しました。このG7でオープンサイエンス部会を大臣会合の下に設置することが決まり、部会メンバーをしています。

気をつけていただきたいのは、日本政府がこれまで進めてこられたオープンデータ政策は国際的にはオープンガバメントデータ活動の中に位置づけられ、行政データ、国民へのシビルサービスなどとして提供すべきデータが議論の対象です。今申し上げているのは、オープンサイエンス、学術がオープン化されたり、あるいは必要な情報を共有して科学をもっと推進するために必要な、データの整備やシェア（共有）が課題です。三好さんが言われたように、欧米等でそういった実践も進んでいますが、アジアでの動向も今、問われています。

例えば気象庁は国交省の下にあり、NICTは総務省の下ですが、行政の官署の下に位置づけられた研究機関では、オープンガバメントだと言ってしまうと、我々研究者は口を出す領域は何もありません。政府の決めた方針どおりにデータを出すなら出す、出さないなら出さない、売るなら売るということになってしまっていますが、これは国の科学技術力にとっても損失になりかねません。そうではなくて、科学技術の促進・発展のために、あるいは無用な国益の損失を防ぐため

に、データをどう扱うべきかを研究者が考えることが求められます。例えば物質科学の方から、物質科学ではむやみなデータの出し方をすると、一国の電池産業一つ潰れるくらいの損失が出るのは簡単だというような意味のことを聞いたことがあります。我々は科学研究を発展させるために、このデータは出したほうがコミュニティのためになる、あるいはこれは自分たちのために一定期間占有する、など、共有の仕方があるのではないかと思います。ライフサイエンスですと、個人情報の問題があるデータではデパーソナライズといった個人情報を無効化するような作業も非常に重要な課題になります。そうしたさまざまな課題も含めて、科学者が科学と社会とのあり方について考え直さなければいけないのではないかと、そういう国際潮流になっています。

日本国内は、内閣府、第5期科学技術基本計画、文科省、日本学術会議といったさまざまな場所でオープンサイエンスに関する検討を今、進めています。第5期科学技術基本計画には1セクション書き込まれています。これを実践できるかどうかは、今後の研究者側からの働きかけも非常に重要です。

文部科学省は、研究不正対応に関してデータの一定期間保存などを求めています。これをネガティブに捉えると研究者は息苦しいかもしれませんが、データを保存・共有することで、我々の研究がさらに強くなるようにやり方を考えることが重要だと、研究者側から考えをまとめて発信できるのではないかと考えています。そういう意味でも、今の段階から学協会で研究者・専門家が議論をすすめておいて、必要なときによりよいコンセプトや方法論や手法を提案できるようにしておくのが非常に重要ではないかと思います。

日本学術会議の課題別委員会「オープンサイエンスの検討に関する委員会」では、社会科学・人文から理工学・生命まで含めた全学術の視点ですので、まず意識の摺合せ、相互認識の共有から議論をすこしずつ進めたいと考えています。私は委員でなくオブザーバー参加でしたが、報告書執筆には参加させていただきました。今後の学術のあり方として、日本として踏み込む点・踏み込まない点、逆にうまく活用しようとする等、国際情勢を知った上で判断をされるのが非常に重要じゃないかと考えます。知らない間に海外ですべてルールが決まってから、あわてて日本もとにかく追いつくというのは望ましい状態ではありません。現在の海外でのルール作りは混とんとしたものが多く、泥く

さい作業の最中ですが、日本も先進国の1つとしてこの泥をかぶるべきではないかという意見もあるように思います。海外からの要請が来た際に慌てるということのないようにしていく必要があると思います。

欧州委員会では欧州研究データインフラストラクチャーのある委員会のメンバー、国立国会図書館では科学技術情報整備審議会というところの委員をさせていただいています。国会図書館の審議会は湯川博士が原子力問題に際してつくられた国の科学技術情報の整備に関する会議ですが、文献情報管理に加えて近年研究データ管理の議論が加わり、私もお役に立てるかと思っています。

内閣府の報告書の中に書かれた図版では、各府省や各研究機関だけではなく、学協会もこうしたデータのあり方の議論において日本の中で重要なステークホルダーだということを示しています。

国立情報学研究所 (NII) でも近年はオープンサイエンスの理念にご理解を頂きまして、たとえば文部科学省とNIIでは、日本の研究データ基盤となるべき管理基盤の開発計画を立て、予算・人材公募などが具体化しておられるようです。将来、これを我が国の研究者が具体的に使っていく段階で、うまくいくように考えることも重要と思います。今言われているインターネット・オブ・シングス、IoTとかそういったIT技術上のデータの重要性が叫ばれていますが、これに加えて、科学が科学のためにもデータをインターネット上でどう扱っていくのが科学と社会の双方にとって重要な時代になりつつあるようです。そこではデータと論説がセットになって社会を支える知を生み出していく。科学は、予算をかければ社会問題を解決してくれる魔法や打ち出の小づちではなく、大変面倒くさく予算も人手もかけてこつこつとデータをつくり、そこから現象を見出して1つずつ証拠固めしながら論理を構築して論文や報告となり理解や予測や発明等につながり、それから始めて社会のために役立つ。科学が社会の基盤として替えの効かない機構になっていること、それが人類全体社会にとってどれくらい重要かということを科学者、社会が再認識していく上でも、こうした議論は大切ではないかと考えています。

最後に、3月末にドイツで参加したEC主催のオープンサイエンスカンファレンスで、ドイツのフンボルト博物館館長がキーノート講演で「Deep change or slow death」と示されました。今、本質的に変わらな

ければゆっくり死ぬだけだという非常に強い危機感を持って、このオープンサイエンスの議論をされておられたのが印象的でした。

○岩崎 ありがとうございます。高い立場から、データのオープン化ということに関しての議論をご紹介いただきました。気象データの場合はどこに相当するのかが、多分、議論になると思いますが、それは多分、長いディスカッションになるので、総合討論のほうに回したいと思います。

○村山 ちなみに、1つつけ加えさせていただくと、米国NSFなどで研究公募するときに、データマネジメントプラン (DMP) という、研究で生成されるデータをどうするかというプランを書かせることが義務化されてきています。論文と同様に、科学に貢献するよいデータを生成して残した業績を研究者の成果として認められる世界にしようとしています。こうしたことを制度化できないか、というのが、今まさにG7等の国際的な科学技術政策で議論されています。例えば海外の有識者の議論の中には、大学等の研究者の人事評価で、論文リストと同様にデータリストも出させるというものもあります。インパクトファクターとか論文被引用度などとならんで、データ・サイテーション・インデックスなどの評価尺度をつくって新しい時代に適した学術評価を作ろうという機運も海外では生まれています。

5. 議論

○岩崎 それでは、これから議論するために、問題を整理したいと思います。地球観測は、継続が非常に大事です。それはもちろん地球の歴史を記述するという意味でも非常に大事ですけれども、それを維持しないと人材育成でも障害があるというようなご指摘がありました。地球観測を維持・発展させるためには、どういう方策が必要か。皆さん、一生懸命頑張っておられるわけですが、改めてここで議論したいと思います。

気象予測には開発者と利用者がある、その中での議論からストーリーができてくるのではないかと思います。これを2番目に議論したいと思います。

3番目の議論として、データのオープン化を取り上げたいと思います。科学の成果としてのデータという観点もあるでしょうし、また、省庁が持っているデータをどうやって活用していくかという視点もあります。また、データのオープン化は、ただでできるものではなくて、経費がかかる。データポリシーも必要で

あるということで、ここで議論するのは大変意義があることと思います。

まず、地球観測の維持発展、継続性は、気候の変化をきちんと捉える上でも非常に重要ですし、また、それを支える人材の育成という意味でも非常に重要だところの指摘がいろいろなところから挙がりましたので、この点に関してご意見をいただければと思います。

○佐藤（薫） ご参考ということで、少しご紹介させていただきます。先ほど自己紹介のときに、日本学術会議のほうから地球観測衛星に関する提言を準備中との話をさせていただきました。これは六川先生とか、それから本多先生にも大所高所からのご意見、コメント等をいただきまして、つくり上げているものです。その中で、本多先生からご紹介があったTFコミュニティのほうで、衛星観測に関する日本のグランドデザインをつくるというお話がございました。それは画期的なことであり、その決断をされたというのは、ほんとうにすばらしいことだと思っております。

それを生かすために、学術会議のほうで今まとめている提言はどのようなものを紹介いたします。まず、コミュニティから出されたグランドデザイン案を政府として審議し権威付けをする過程が必要となります。文科省に伺い相談させていただき、それを行う委員会を作っていただく方向で話が進んでおります。具体的には、日本の地球観測を議論する文科省下の地球観測推進部会と、宇宙開発利用を議論する同じく文科省下の宇宙開発利用部会がありますが、それをリエゾンする機能を持った小委員会です。これは宇宙開発利用部会の中で対応するよう話が進んでいます。そしてその小委員会の中で、このグランドデザインというのを第三者の立場から審議し固まったところで、今度は実現に向けて宇宙政策委員会に提言として出すという流れです。

これは、先ほど岩崎理事長からお話のあった継続性という意味でも非常に重要で、グランドデザインをしっかりさせることで、日本の地球衛星観測の継続性が担保されることにつながります。それから、六川先生と大島先生からもご意見がありました人材育成という意味でも、グランドデザインがあれば、それを見ながら計画的に行えることとなります。それは研究者育成というだけではなくて、企業の戦略にもつながるものです。こうして今より改善される方向に向かうのではないかということです。

○岩崎 ありがとうございます。グランドデザイン

という非常にいいキーワードが出てきました。六川先生や本多先生がかかわられたということですが、さらにご説明いただけるでしょうか。

○本多 実はグランドデザインのたたき台を今年度つくるというペースで、TN 高度化ワーキンググループで進めております。そのときに、広く意見を求めようという階層と、議論をまとめるという階層、2階層で議論を進めていこうという段階ですから、あまり詳しい説明は今の段階ではいたしかねます。申しわけありません。

○岩崎 これまでのお話の中で、ストーリーやプライオリティといったキーワードが幾つかありましたが、これは隣の研究者としっかり調整をするということで、非常に重要なことだと思います。

○本多 実はプライオリティをはっきりさせるという枠組みをつくる段階で、例えば佐藤先生がおっしゃったようなオーソライズという話とリンクするような気がいたします。TF会議というのは基本的に手弁当の会議でありまして、何ら制約条件のない状態で自由闊達にプライオリティの議論はできますけども、政府がオーソライズするという段階になったら、ほんとうに予算に直結するので、血で血を洗う場所になると思いますので、その辺の移行の仕方を十分考えないといけないと思います。さらにそうやって内輪で話をして、プライオリティを決めちゃったということになると、後々またまた問題が大きくなりますから、先ほど申しましたように2階層の議論の場をつくって、誰でも議論に参加できるという広い意見を求める場と、それからいろいろ物事がわかっている人たちの議論の場ということで分けていって、その中で作られたものをオーソライズしていただけるような仕組みをつくっていかうと考えております。

○近藤（豊）理事 グランドデザインの話が出てきましたのでお伺いしますが、観測の優先度というのは、科学的な重要性を科学者が議論して、こういう科学が将来的に重要だから、こういう観測を計画しようという、そういった議論の順番になると思いますが、その議論の中身は既にどこかにあると思ってよろしいのでしょうか。地球科学、気象学、あるいは気候科学として、こういう観測が世界的に重要と考えられている、こういう観測がこれまで行われている、日本の果たす役割は何か、世界の観測の分担はどうあるべきかなどといった議論があるはずなのですが、その点はどうなっていますでしょうか。

○本多 実はその材料として、先ほど申し上げました気象研究ノートに掲載される「地球観測の将来構想にかかわる世界動向の分析」というのは、日本における衛星を使った地球観測のプロと言われる人々に整理していただいたものです。

○近藤（豊） 気象学会には様々な考え方の科学者がいると思います。さっきおっしゃったいろんな人の議論の場があって、興味がある科学者はそこに加われば良いということになっているのでしょうか。その仕組みはそもそもあるのでしょうか。

○本多 私の理解では、TFとしてはこういう文章をつくっていますということを、メール等でそれぞれ担当の人からそれぞれの学会に流していただいていますので、気象学会の中でも流れていたと理解しております。

○岩崎 多分グランドデザインという言葉の中には、共通の目標やイメージがあって、それらがコミュニティの中ででき上がっていれば、比較的継続しやすいのではないかとのご意見かなと理解しています。ただそのグラウンドデザインをどうのプロセスでつくっていくのかということに関しては、なかなか大変かなと思います。

○瀬上 グランドデザインという場合、航空機や衛星、またレーダーといった個々の観測でそのようなものがあり、それぞれ目標やイメージがあるでしょう。ただ、それぞれが、レーダーが大事だとか、航空機が大事だとか言ってばらばらにやっているとなかなかできないので、できれば、地球温暖化とか環境問題にはこういうものが必要で、天気予報や防災ではこういうものが必要で、それらを合わせると全体でこういうものが必要だといった、トータルとしてのグランドデザインが必要だろうと思います。理事長の最初の趣旨説明では、観測システムのあり方とか将来像という言い方をしておられ、本多先生はそれをグランドデザインと言いかえられておられます。理想論かもしれないですが、学会として、気象界全体をリードするような格好で、こうした観測システムがあるべきだというグランドデザインが提案できればいいと思っています。

○村山 グランドデザインやマスタープランでは、学術研究としての重要性、プライオリティを判断してまとめられるかだと思います。その一方で、地球観測の継続性、予算の獲得・継続性という意味では、社会に対してこれだけの資源が必要だという要請をし、社会の理解を得る必要がでてきます。

今のお話の中で温暖化といった大事な問題にかかわるという話がありました。それは学術の重要性と社会の重要性の両方がある問題ですが、その両者の間を埋めるような議論というのがグランドデザインにはあるでしょうか。あるいはそこを埋める動きというのは他であるか、あるいは、あり得るのかといったことについてはいかがでしょうか。

○六川 アカデミアの人たちが、こういうのが必要ですと言うと、大体みんな横並びにしきれず、優先順位はなかなかつきにくいところがありまず。先ほどAMSRの話をしました。実利用という商業利用というように誤解されるところがあります。AMSRの例でいえば、北極海の航路のように社会的にすぐ銭になる話ではなくて、国際的に日本の素直な貢献、フィージビリティが見えるというようなことも我々は実利用と考えています。そのため、納税者の方々、もっとストレートに言えば政治家も含めた、予算を差配する方たちにもわかるような形で地道に説明していかないとなかなか振り向いていただけないと思います。

そのときに、日本としては国際的な地位、アジアの中でのナンバーワン、ツールのステータスをとるとするのは、日本の1つの目指すところですし、先ほども言いました日欧米の3極の一角を何としても死守するというのは、国民的コンセンサスだと私は思っています。難しいサイエンスのことはわからなくても、国民的目線で見て、このまま日本沈没したら自分の子供や孫のときには悲惨なことになっちゃいますよねというような、言い方は極端ですけど、そういうような解きほぐした説明が必要だと思っています。

気象の場合には、エアロゾルから始まって、非常に難しい話が多いですが、国民目線でいえば天気はどうかという話、コンビニでいえばどれだけ仕入れればいいのかとかいう、そういう卑近な面で貢献しているんですよというようなアウトリーチにも、科学者に限らず学会ももう少し力を入れたほうがいいと感じております。

優先順位、プライオリティという意味では、みんな大事です。だけれども、今の情勢を考えると、あるいは実際の実利用やわかりやすい説明を考えると、ちょっとだけ時間のタイミングをずらさしていただけませんかというくらいが、アカデミアの中でせいぜいできる優先順位かなと思っています。

○岩崎 取りまとめをなさっているということで、い

いろいろ苦勞の裏側を見たような気もいたしますが、そのほか何かご意見ございますか。

○近藤（豊） 地球科学における観測の継続性というのは非常によくわかります。確かに長期間の非常に正確なデータを集めることによって気候変化の様相がわかるとか、そういうことはあるのですが、科学研究であるからには、単に同じことを継続するのではなくて、やはり先の新しいものを目指して、新しい観測とか新しい項目とか新しい測定器の開発というのに向かっているか、ほんとうの意味でのチャレンジングな科学研究にならないと思います。衛星センサーの開発でも、日本から新規の先端的な測定器をつくっていくか、アメリカやヨーロッパに対抗できるような、世界水準の科学研究には多分ならないと思います。実利用はそれ自体の目的はあると思いますが、それは科学研究という視点で見ると主要な事柄ではないのではと考えます。

○岩崎 どうもありがとうございました。ブレイクスルーのあるようなサイエンスをちゃんと出せという叱咤激励かとも思いました。それから、継続性は非常に難しいので、それに対して1つのプロジェクトを組むという三枝さんのご意見というか環境研の行き方は、結局、定常なものをずっと維持するのは結果的に非常に困難なので、適切なビッグプロジェクトをぶつけていくというように私は理解したのですが、いかがですか。

○三枝 温室効果ガスやエアロゾル、ブラックカーボン、対流圏オゾンなど、さまざまな物質を同時に観測・解析して、そこから新しいサイエンスをつくっていきましょうと、そういうことだけ言っている、なかなか税金をたくさん使わせていただくというところに結びつかないので、一方では、地球温暖化や大気汚染の健康影響の問題解決に私たちは貢献したいんですと、わかりやすく説明して、多くの方の理解をいただくようにしています。それでも、やはり新しいサイエンスを含む研究プロジェクトを5年、10年の単位で二、三十人ぐらいのスケールで継続していくことが必要で、気象庁さんの業務はきちんとした法律で決まっていますが、そういう基盤がない研究機関で長期モニタリングをするには、現状としてそういう方向で試行錯誤しているところです。

○大島 サイエンスにしても衛星観測にしても、ずっと右肩上がりに来て、常に新しいものやっつけていかなきゃならないということで、右肩上がりには慣れてい

ると思います。でも今後は少子化の影響で、若い研究者は多分増えることはないでしょう。どんどん新しい開発をしたり、サイエンスをどんどん新しいものにしていくことは大事だとは思いますが、限られた予算、限られた人材ということも一方で考えていかなければなりません。地球観測においては、継続してモニターしなければならないものは最優先で行いながら、一方で新しいものやっつけていくということも大事かと思えます。

グランドデザインでは、日本が国際的にどのような役割を果たせるか、何が求められ何が得意なのか、そういうことも意識してデザインしていく必要があると思います。

○岩崎 それでは、少し視点を変えまして、ここには観測データをつくる方と利用する方、特にデータ同化で利用する方、両方の方がおられますが、多分そのコミュニケーションをしっかりとっていくということが、いろんな意味でこれから大事だろうと思います。

これに関して、三好さん、何かご意見ございますか。

○三好 私はデータ同化をやっているのですが、使う側なのですが、データ同化をやっていると、観測のことを知らないといけませんし、同時にモデルのことを知らないといけません。モデルと観測は気象学を発展させてきた二大手法といいますか、もともと観測がベースで進んできた学問だとは思いますが、最近はモデルを使って物事を理解しようという研究も進んできて、データ同化はその後に研究コミュニティで盛り上がってきていると理解していますけれども、少なくとも両方を理解している必要があります。

両方見ていると、観測をしている人とモデルを扱っている人で、同じ観測データに対する見方が全く違っているということを感じる人が多いです。そして、違う言語をしゃべったりしています。気象学会の中でも、観測ベースの研究をされている方と、モデルを使った研究をしているところで違うセッションに大体分かれていて、確かにおっしゃるとおり、コミュニケーションをとるという機会が少ないのかもしれない。

データ同化はもともとスーパーコンピュータを使う、どちらかというとモデルのコミュニティに近いほうにいると思います。観測をされている方は、実際に困難なところに行って観測したり、予算の確保などに非常に苦勞されているということをひしひしと感ずることがあります。両者のコミュニケーションをとるこ

とで、何か新しい気象学が生まれ得るのではないかと、今はコミュニケーションが足りていないかなということをお願いしたいです。

○大野木 先ほど私の話題提供の最初に、観測データだけを使った気候の解析というアプローチの話をしました。GCOSの中で、GSN、GUANという地上観測網、それから高層観測網、それを世界の観測地点の中から良質な地点を選んでピックアップして、それをデータベースとしていますが、それを維持することも結構大変な仕事です。特に島嶼とか途上国の観測を維持するために、国際的にお金を出して援助するなどの活動をしているので、特に気候のための観測の維持というのは、かなりお金のかかる大変なことだということがよくわかります。

それから、GCOSの中で気候の基準になるGRUANという高層基準観測網を構築しています。日本でもつくばの高層気象台がそのGRUANの地点として登録され、比較観測やオゾン観測などさまざまな機能を持っていますが、特に高層の高いところまで湿度を観測することを要請されるなど、普通の観測より費用がかかることとなります。気候のための観測を従来型の観測で維持するのは、かなり経費のかかることなので、これを全球的な基準観測網として維持するのはなかなか大変だろうという印象を持っております。

○坪木 2点ご意見をお伺いいたします。1点目は、私は気象研究コンソーシアムというのを担当しておりますが、このコンソーシアムでは、登録をした人にデータを提供するという形態をとっていますが、今後こういう体制でそのまま行くのでよいのかどうか。例えばもっと自由にデータを提供するような形に発展していくべきではないかという考えもあると思います。一方で、それを維持することの大変さもあります。これに対してご意見をお伺いしたいです。

2点目は、それとは別に、私は大学におられますけれども、大学でも観測をするわけですが、そういった大学でやっているような観測に対するデータのポリシーはどうあるべきかということ。これは特に三好さんからご意見いただけるとありがたいのですが、そういった大学が独自で観測しているものに対して、どのようなオープンポリシーがよいかということについて、この2点についてご意見いただけるとありがたいと思います。

○大野木 1点目について述べますと、今、コンソー

シアムから提供しているデータ、最近は衛星データも入りましたが、主に数値予報データをリアルタイムに近い、準リアルタイム的な形で提供しているものです。再解析のデータは大容量データなのでコンソーシアムではないところから提供しています。しかも気象庁だけからではとても容量的に足りないため、国内では東京大学のDIAS、筑波大学の計算科学研究センター（CCS）、海外ではNCARとか、WCRPのデータベースになっているESGFに協力してもらって提供しています。それから、ECMWFからも提供されるよう準備をしています。全てをコンソーシアムだけからという話ではないかとは思いますが、予測データは解析データに比べると制約があるだろうと認識はしています。これからはデータをオープン化していくとか、研究と現業のコラボレーションを強くしていくところが話題になるだろうと予想しているところです。

○三好 その2つ目ですけれども、1つは、オープンであるべきデータというのがあると思うんですね。例えばGTSで流れている世界中の観測データです。これは観測データとしてオープンであるべきで、これは日本国民の財産として気象庁さんが代表して受け取っておられると理解していますので、これは活用されるべきですから、制限つきとかではなく、今はコンソーシアムで観測データがシェアされていないんだと思いますけれども、まずそれをシェアできるようにして、制限つきではなくアクセスできる形にできるのが理想ではないかと私は思います。

大学などの研究でとれる新しい観測データ、これは、村山さんが先ほどおっしゃっていましたが、データを公開することによって、研究者が評価されるシステムというのが必要です。その動きは、例えばネイチャーにデータをパブリッシュする仕組みが何かあると聞いたことがありますけれども、そういうところでサイテーション、要するにデータをオープンにしているだけでサイテーションされるという仕組みがあれば、そのデータをオープンにするというモチベーションが働きますし、それによって評価されるから、そういう研究費をとるときに、研究費の使用目的の中に、データを公開するというための予算がとれるはずなんです。ですので、そういう方向に動いていくべきではないかなと、それによって学術全体が進むことは間違いなくて、ですのでデータをとって公表している人が評価される、頑張って観測をしたことが評価される、

論文を書かなくても評価されるという世の中にしていくように働きかけてはいかかかと思えます。

○堀之内理事 今のお話の繰り返しというか、同じような話になると思いますが、少し整理しますと、データの公開の制限、あるいは制約というのは多分2種類あって、1つは、それを公開するのが大変であるということ。先ほど再解析に使ったデータの公開の話のところ、大野木さんから、出したいけれどもなかなかマンパワーもなくてという話ですね。それが公開するのが大変だという制約の1つ。

それからもう一つ、坪木さんから話があったコンソーシアムのデータを出す範囲を広げていいのかどうか。これはどちらかという、大変さの話もあると思えますが、もう一つ、データに対して一次的なプライオリティを持つ人が、ここまでは出したいとか、あるいは研究に関するデータであれば、これだけ成果を上げるまでは自分のところでデータをしゃぶりたいとかそういうところがあると思えますね。ただ、プライオリティを確保した後では、きっとみんな出したいと思うのではないのでしょうか。コンソーシアムで出しているデータに関して、出さないという制約は、基本的に少なくともある一定の必要期間を経た後は外していくべきだと思います。そういう2点で整理するといいかかと思えます。

大変であるという前者のほうに関しては、村山さん、それから三好さんの話にもありましたように、それを公開することで評価されるシステム、それで予算がつくシステムというのがついていくのがいいかかと思えます。データは出せばいいというものでもなくて、10年先、100年先に使えるためには、どんなデータか、どういう条件でとられたデータかというのをどんどん付加していかないと、特に観測なんかで1回こっきりのデータですと、ほんとうに条件がわからないことも多いですから、データを役に立つ形で出すのは、実はものすごい労力がかかります。そういう意味での大変さもあるので、そこをクリアする評価と、それからあとはロールモデルみたいなものが確立されていくような流れになればいいのかなと思っています。

○村山 私はさらに補足させていただくと、まずデータをパブリッシュするという考え方は、ネイチャーだけではありませんし、データジャーナルという媒体の発刊は先行した他社がありました。ネイチャーはサイエンティフィック・データというデータジャーナルを出版している。掲載される論文はデータペーパー等と

呼ばれますが、それはデータがどんな原理・理論で取得され、どういう制約や補正があって、どういう使い方が可能で、どんなフォーマットであってということを書き記した論文を出版するものです。出版されるための条件としては、そのデータセットはどこかで「信頼されるデータリポジトリ（データ保管・サービス機関；Trusted Data Repository）」に置かれる必要がある、あるいはデータにDOI (Digital Object Identifier) を付与するなどの一定の条件があります。国立極地研究所でも先日、Polar Data Journalという日本で研究機関が発刊する最初のデータジャーナルを国立情報学研究所と共同で開始していて、私も一緒に業務フローの議論をしています。

今は例えば素粒子物理のようにデータ生成・整備に尽力した科学者・技術者の名前が何百人も共著になるというような時代です。データを整備すること自体が高度な科学的理解・知見を要する専門性の高い仕事となっているので、研究業績として認めなければ研究分野の基礎支えが不安定になる危険があります。一方、どういうものを研究業績として認めていくか、学会や分野内の慣行、評価基準は徐々につくっていく必要があると思えます。

ちょっと話は変わりますが、プライオリティの話をします。以前からよく誤解されるのが、データの外部提供は、データを整備出来たらすぐ出すようもとめられる、と思われることです。観測地から帰ってきてデータ整理できたらすぐオープンにしる、というのは無理な話です。衛星データのように2年後とかでも、プロジェクト終了後でも、最悪、先生、退官するときに置いていってくださいというのでもいいという議論もあります。

何を出すかという議論も見逃されがちです。AMSR2とかそういうもののほんとうのローデータで、機器の補正情報とかがないと解析できないようなものも全部出すのかということ、それは普通の方にやれるものではないならば、そこを整理して、ほんとうに皆さんの役に立つものを選んで出すための検討も必要です。

実は天文・宇宙科学ではその辺の議論が進んでいまして、例えば宇宙科学研究所でもデータのオープン化ポリシーの議論が進められていて、「汎用かつ有用なデータは、公知の知識のみで利用できるように適切な処理を行った上で公開すべきである」といったような宇宙研のポリシーを固めようといった議論が進んでい

ます。そのためのデータ公開に必要なリソースは、宇宙科学研究所が担保すべきで、終了したプロジェクトのデータの利用状況については、コミュニティを立ち上げ、調査を行う。その他、公表される成果の根拠となるデータは公開すべきである。プロジェクト終了の際に、データ整備の状況を調査し、必要に応じてデータ処理プロジェクトの立ち上げを行う。あとは、汎用かつ有用なデータは公開して長期的に保管すべき。非公開データは、重要なものであれば担当者は期限を定めて確実に保管し、期限がきたら保管か廃棄かを再審査する。データの生成・整備・保管・利用または廃棄、という公共資源としての管理の流れをつくろうという議論が今進んでいます。

この議論には今後は私も参加することになっていますが、地球科学だとかうすべき、など分野や機関ごとに議論が必要と思われます。大学のような多岐にわたる研究機関で全学にいつせい適用できるポリシーが可能かどうか今のところわかりません。

もう一つ申し上げますと、こうした議論は実は欧米中心に進行中で先行例が増えていますが、まだ固まってはいません。まだ日本も欧米も産みの苦しみのなかにあります。ただ欧米がリーダーシップをとって国際ポリシーメーカーを進めている中で、国際体制が固まるまで日本は何もしないで、彼らの議論とルールが固まってから参入するのでは、日本にとってベストな選択ができない可能性がある。現時点で、そういう情報交換網に入って一緒に議論するという労を日本の科学者もとおいたほうがいいのではないかと、ということを他の学会でも私は申し上げています。

○中村 先ほどの過去の観測データを使っただけの気候の再現と、いろいろな現場観測の話に関連して、2つ話題提供し、考えを申し述べたいと思います。

今日の非常に幅広いご意見、ご助言をいただいて、私も大変勉強になったんですけど、これまで話題に出てこなかったものが、過去に収集された気候のデータ、実は文書でしか残っていない古いデータの復元、データレスキューと言われているものです。紙媒体はどんどん劣化していて、文字記録が薄れてくるので、それをいかに早く救い出し電子化して、オープンにできるかということが、最優先課題の一つではないかと私は思っております。それに基づいて、昔どうだったのかということを引きちんと把握することが、気象・気候学問の発展にとって非常に重要ではないかと個人的には考えております。

また、幸いに平成22年度から科研費の新学術領域を受けることができました。その際に、海洋物理のコミュニティの方々にはほんとうにお世話になり、観測船を多いときは3隻同時に使わせていただくことができました。房総沖と三陸沖での観測には気象関係の大学院生にも積極的に参加するように促しました。船によっても揺れ方とか全然違いますし、2時間置きにラジオゾンデを上げたという、非常に貴重な経験ができたと思います。ふだん我々が当たり前に使っているデータをとることがいかに大変かということ、大学院生たちも体験して、ほんとうに勉強になったはずで、現場観測についてはやはりコミュニティを越えて協力して、人材育成に生かしていく重要性を強く感じました。

○岩崎 ありがとうございます。実は大きな論点として、気象学会は何をなすべきかというところがまだ議論できていないのですが、おそらくこういう意見交換をしたということ自身が非常に大事なことだと思います。とはいえ、具体的に学会がこれからやるべきことは幾つかあると思います。一つは、グランドデザインをつくるためには、何が必要であるかです。特に、横の連絡、分野を越えた対話の機会が絶対必要で、今日、海洋学会のお話を大島先生のほうからいただきましたけども、また、中村理事のほうからも海の観測という話がありましたけども、大気だけでは決して閉じていないし、いろんな学会を越えて話をしていかなきゃいけないと思います。そういう機会をどんどんつくっていく必要があると思います。

それから、横の連絡に加えて、利用していく人と観測のシステムを開発する人との連携も大事です。システム開発でどうやってプライオリティをつけるかという議論がありましたけども、そういうところも非常に大事になってくるのかなと思います。

○六川 衛星のデータですと、最近はオープンといえますかフリーのデータが増えており、それにどう対応するかということ。それからもう一つは、アマゾンをはじめとして、商用のシステムのところを、我々としてはどう考えていくのかというのは、いずれ大きな問題になるかなと思っています。

それからもう一つの要望といえますのは、私は工学部なので、いわゆる不浄な銭の話のところを全部背景に申し上げますと、アカデミアの今後大事だと思えますのは、いろんな成果がビジネスにどういう形で使っているのかということ、その条件をアカデミアではほとんど

ど明示されないということと、皆さんの成果というのは、多分1つのデータではなくていろんなデータがまぎって出てきますので、アカデミアの発表だと、それはノーティスしておけばいいということなんですけど、それをもう少し実用で使おうとすると、すぐ知財の問題が引っかかってきます。今後はデータの商用利用といえますか、幅広い利用をどう考えるのかというデータポリシーを学会としてお考えいただくと、ビジネスというか民間の方からすると安心して使えます。

○村山 大変重要なお話と思います。不浄というのは大変ご謙遜かと思うのですが、私は知財専門家ではありませんが、入っている委員会で弁護士の方もおられたりしますけれども、そのあたりの整理がまだまだ難しいと聞いています。

論文作成・執筆にあたって用いたりソースが明らかでない、後で何もしようがなくなる。これは私の提案ですが、例えば、今、アメリカ心理学会などいくつかの学協会・団体では、データサイテーション、データを使ったときに、そのデータ自体を論文中でリファレンスする、つまりそのデータのリファレンスを載せるルールになり、その手段をマニュアル等にしています。ジャーナルによってスタイルは違って、データリファレンスセクションを設ける、論文リファレンスと一緒に載せる、等いろいろあり得ると思いますが、少なくとも使ったデータが、誰がいつどんなタイトルで、どこに置いたものかを論文に載せる、そういう慣行を国際ジャーナルでとっている学会が徐々に増えています。

ちなみにライフサイエンスですと、著名なジャーナル掲載論文であっても、結論をもとに研究開発をしたのに原論文の論拠の確認ができないために製薬会社が損失をうける、などのようなことがネイチャー誌はじめいくつか報告されているようです。気象学はどこまでそういう問題になるかはわかりませんが、学術の信憑性や、トレーサビリティ、プロヴェナンス（典拠）を確保する上でも、使ったデータをリファレンスするという慣行を徐々に考えていくのは、さまざまな面でメリットがあるのではないかと思います。

○鈴木 観測する、データをつくる側から言いますと、プロジェクトなどで内部でそれぞれポリシーをつくったことがあるんですが、ばらばらでなかなか整理できないところがあります。さっきの退官するときには置いていけみたいな、そういうシンプルな、わかり

やすいルールは多分すぐつくれると思いますけど。

データというのは、ある段階までは保有しておいたほうがいいのか、ある段階からは公開したほうが次の研究につながるとか、幾つかの段階があると思うんです。どの段階でどこまでオープンにするか、クローズにするか、標準的なモデルを、多分そんなたくさんはあるとは思えませんので、ある程度作っておいて、データ提供側が、選択して丸をつけていくと、1つのポリシーができる、そんな仕組みができるといいと思います。

○岩崎 ありがとうございます。それでは、名誉会員の方に、所感でも結構ですし、助言でも結構ですし、ご批判でも結構ですので、ご発言をお願いいたします。

○近藤名誉会員 今日お話を伺っていて、ああ、そうだったのは、幾つかあります。そのうちの1つだけ述べますと、データを公表した人を評価することです。これが昔から言われていたことだけど、これは本気になってやるようにされたい。

水文・水資源学会ができて30年ぐらいになるんですけども、その発足当時にデータをちゃんと雑誌に出した人は、論文と同等にみなすということにしました。しかし論文としての投稿はなく、研究ノートとして投稿し、掲載されたのは数編あったようです。

○立平名誉会員 観測デザインを考える場合、気象情報の社会的な利用、防災とかそういった社会的な利用の面からの検討も十分取り入れていただきたいと思っています。また、その社会的利用の中には、先ほど六川先生がおっしゃったような企業活動への利用もむしろ積極的に取り入れて考えていただきたいと思っています。

○新田名誉会員 今回は問題提起で、次回が課題への対応ということですが、一般の学会員が地球観測ということについて理解を深める必要があると思います。ですから、1つだけお願いしたいのは、専門家だけではなくて、一般の学会員にわかりやすく、何か総合的にまとめるようなことが大事ではないかと思います。

○二宮名誉会員 今日のお話を伺った感想です。地球観測そのもの、あるいはそのデータの公開という意味で言えば、コマースベースで利用されるもの、社会的基盤情報として必要なもの、さらに、新しい科学の知見という3つの切り口があると思います。それが混然と議論されているような気がします。それぞれが大切ですので、新事業を予算化するとき、あるいは組

織をつくるときには具体的に考える必要があると思います。

科学の外周が広くなり、1つの研究室では対応が困難になってきていると思います。大学の教授の方々に伺いますが、新しい活動を展開するために、どのような体制を考えていらっしゃるのか、希望している予算がとれた場合に、それを実行・継続できるだけのスタッフ、特に若い研究者の養成が間に合っているのでしょうか。これらについてもお考え下さい。

○**廣田名誉会員** 大変活発な議論、興味深く聞かせていただきました。実は私自身、ちょうど60年前のIGYのときに気象学を始めた、その世代です。この60年間ずっと地球科学における観測の重要性というのを身にしみ感じてきたつもりです。

ただし気象学の宿命として、常に2つの色合いがあります。1つは、実学的な側面。気象庁の業務もそうですし、防災あるいは地震予知、そういう意味のことで、自然科学としての自然に対する探究心と、これがやはり我々がずっと背負っていかねばならない宿命だと思っておりますので、今回の、特にグランドデザインという言葉に関連して、六川先生がおっしゃった、社会に対して価値観をアピールしなさいと、全くそのとおりだと思います。

それで、いつも思いますのは、例えば同じ衛星観測にしても、気象学と天文学と全然違うわけですね。天文学は、役に立つなんてことを誰も期待しないけれども、とにかくあれだけの多額の投資を認めている。その違いというものをもう一回、我々は考え直して、どっちがいいということではなくて、我々は我々のスタンスというものがあるのだという認識をぜひ深めていただきたいと思います。

○**松野名誉会員** 今、廣田さんが言われましたけども、同じように僕も、気象学はほかと違って、とりわけグランドデザインとか新しい画期的なものをというときに、非常につらいところがあると思います。

実際、身近で見えていても、大抵、気象そのものよりは周りの分野の関係です。例えば TRMM、熱帯降雨観測衛星がありますが、あれは電波研、今の情報通信研究機構の畚野さんが20年ぐらい頑張って実現したという話です。もう一つ、今ここにいる佐藤 薫さんも盛んに使っている MST レーダー。これも加藤 進先生がやはりほとんど半生をかけて実現されて、世界の最先端のものができている。

そういうふうなところもあって、気象そのものずば

りでそういうことがあるかということ、やはり今はあまりないという。そこは何か考えないといけないと思いました。

この機会に1つだけ言っておきますと、気象全体として中心的な問題と誰もが思い、観測ということで大計画でやらなきゃいけないのがあるとすれば、僕は月に穴を掘って、温度勾配をはかって、太陽光の強さが過去、できれば1000年だけでも、数百年の間にどのぐらい変わってきたかということを実証することです。これをやらないとどうにも温暖化とか気候変動、過去の気候がどう変わったかという原因論に関して決着がつかない。実際にマウンダー・ミニマムで太陽の黒点が非常に少なくなって、それで太陽光の強さが弱かったので寒冷気候があったということは、ほとんどみんなが思っているけれどもその証拠はないし、最近それとは逆向きの話が出てきていますね。2000年から2012年にかけて、黒点は減るし、磁場は弱いけれど、太陽光はほとんど変わらなかった。そういうことを理論的に予言したと言えるジュディス・リーンの2005年の論文もあり、だから太陽の黒点の減少と寒冷気候が関係しているという考えはほんとうかどうかは当てにならなくなってきている。

そういうことに決着をつけるのは、皆さんご存じのように、土の中に穴を掘ると、1年周期とかありますよね。要するに熱伝導で伝わってくるので昔の温度変動が残っているから、それを調べればわかるわけで、それには月に穴を掘れば、地球と違って周りの影響を受けない太陽光の強さそのものの昔の変化がわかるわけです。これはみんなで技術開発などして一生懸命取り組むに値するものであると、僕は長年そう思っています。

○**岩崎** この際、さらに言っておきたいことはございますでしょうか。

○**佐藤(正)理事** 途中で申し上げるべきだったと思いますが、気象庁と学会との関係に関して言及させていただきます。気象庁の観測については気象庁が独自に考えていらっしゃいますが、学会が関与できることはないのか、これは現段階では意見交換、あるいは学会の方で情報をよく知ることだと思っております。気象庁の方は予報を向上させるための総合的な観測システムを考えておられますが、その中でゾンデ観測の中止という判断をされてきたりしてきています。このような気象庁の観測システムのデザインに関して、学会が関与できる余地はないのか。これは今後の課題とし

て、学会として考えていかなければいけないと思います。気象庁からすれば余計なお世話かもしれないですけど、学会の関心は非常にあるということです。

もう1点ですが、学術委員会の中に衛星部会が設立されたのは、TFコミュニティが設定されたからという背景があります。気象学会はトップダウンのシステムがなかったので、TFに対して、コンタクトポイントをつくるために衛星部会を設立する必要性がありました。衛星部会に続いて、航空機部会が設立されましたが、これら地球観測を全体的に束ねる議論というのをこれからする必要があり、今回の評議員会のテーマを設定させていただいたという点もあります。地球観測に対するグランドデザインというのを、これから学術委員会を主体に考えていかなければならないのですが、それがどこまで定常観測、気象庁を絡めて議論するか、将来のサイエンスタゲットを決めて議論するかということが背景にあると思います。

○高橋 今後の議論のポイントなのかもしれませんが、今日グランドデザインという話が多く出てきましたが、今の佐藤正樹先生のお話だと、観測システム全体を捉えてグランドデザインというようなことを考えておられたのですが、少し狭い観点で言うと、例えば大型プラットフォームをどういうふうに扱うかというような話のグランドデザインという観点で、多分、本多先生はどちらかというところのほうのことで言っておられたので、そうすると航空機のことはあまり話題になりませんでした。航空機というのはブレイクスルーを生み出す可能性もあるので、松野先生がおっしゃったのもそうですけど、航空機も含めて、こういう観測をすればブレイクスルーになるんだというところも、できれば議論の俎上に乗せていただければと今さらながら思いました。

○岩崎 それでは、長時間にわたり地球観測について熱心に討議していただきまして、大変ありがとうございました。気象学会としてどうするかという課題は、まだ十分論じられてはいないのですが、今後こういう議論を重ねて、そういう問題も整理したいと思います。

今日のお話で、キーワードとして、「地球観測のグランドデザインを持つべき」という言葉が出てきました。1つには、特に気候研究におけるデータの継続性

という意味もありますし、それから人材育成という意味もあります。グランドデザインをしっかり持てば、目標がはっきりし地球観測の維持というのは比較的容易になるというご意見がございました。

特に、グランドデザインって何だということに関しては、学術的な重要性と、社会的な要請、その2つを両立させる必要があると思いました。アウトリーチの問題と、サイエンティフィック・ブレイクスルーという2つの目標があること、多分それは気象学の永遠の課題なのかなという気もしております。あまり永遠の課題にしてはいけないですが、常に考えていかなければいけない問題だと思えます。

それから、現代は、観測とモデルの連携が非常に重要な時代に入ったということも、我々の認識として大事だと思います。データ同化を通じて、モデルをよくするためにも観測が必要であるし、観測を最大限活用するためにもデータ同化が重要です。そういった意味で、モデルと観測、かなり違う方向を向いてきたものを、これから統合していくという、ほんとうの科学的な進歩のために統合していくことが非常に重要になっていると思います。

データポリシーに関しても非常に活発な議論をいただきました。データをとるのは基本的に非常に大変なことですし、それを科学者の成果としていくことは非常に重要であることが理解されました。また、データはなんでも即時公開すればいいというものではなくて、適切な公開の仕方を考えていかなければいけないことも理解されました。データポリシーにはほんとうにいろんな側面があり、科学的な成果というだけではなくて、データの実利用の観点であるとか、省庁の持っているデータの扱いとか、具体的に気象学を進めていく上で、どういうポリシーが必要なのかという議論もこれから始めていく必要があると思います。

第2回はどのような方針で臨むかということは、もう少しこちらの整理が必要かと思えます。来年の春に、できれば年度内に開催したいと思えます。皆さまにおかれましても、来年もぜひご出席いただいて、今日のことをベースに、いろいろな新しい考えなどを披露していただきたいと思っております。

以上で、この会の締め言葉とさせていただきます。どうもありがとうございました。