

## 有人・無人航空機による気候・地球システム科学研究の推進

### ① ビジョンの概要

急速に進行する気候変化の現状把握と予測高度化のためには、その不確定要因であるマイクロ量観測と素過程解明が喫緊の課題である。本構想では地球観測専用の航空機を導入し、わが国が有する高い観測技術を発展させると共に、地上・衛星観測とモデルとの統合的研究により、大気・海洋・陸域植生などの分野を横断した次世代の気候・地球システム研究を推進し、自然科学の深化と社会的使命を果たす。

### ② ビジョンの内容

地球温暖化を含む地球環境変動が急速に進行し、人類は豪雨災害の増加などのリスクに晒されている。地球環境変動の現状を把握しその変動メカニズムを解明し、将来の地球環境を信頼性の高い精度で予測し、対策を講じることは、喫緊の課題である。本研究構想の目的は、わが国初となる共同利用の地球観測専用の航空機を導入し、地球科学の諸分野を横断した気候・地球システム研究を飛躍的に推進することである。現在の地球科学はマクロ量で表されるシステムの振る舞いの理解のために、マイクロ量や素過程の理解が不可欠な段階に来ている。人工衛星では観測できないマイクロ量を高度分布まで含めて観測できるのは、航空機のみであり、航空機観測は既存観測の精度向上ではなく、全く新しい観測量を得る。有人・無人航空機観測と地上、人工衛星観測を連携させた次世代の地球観測体制を構築し、さらに数値モデルとの統合的研究により、マイクロ量・素過程の理解に基づく地球・気候システム全体の理解というパラダイムシフトを目指す。

先進諸国は地球観測専用の航空機を保有している。わが国には観測専用の航空機が無く、これまで限られた時間枠での航空機観測しか実施できておらず、急激な地球環境変化が進行しているアジア域は航空機観測の空白域のままとなっている。一方、日本の航空機観測の技術は世界のトップレベルにあり、本構想では地球観測に関わる測定技術を発展させ、航空機観測を軸とした統合的研究によりブレークスルーを目指す。

航空機観測は、観測が必要な場所・タイミングでの機動的観測が可能であり、台風や集中豪雨の発生予測・強度予測の高精度化、火山噴火や洪水などの災害発生後の迅速な状況把握などの実績を持つが、さらに新しい観測・測量技術の導入により、社会の安全・安心への貢献を目指す。

今後 10 年間に、幅広い分野の研究者による共同利用の専用航空機を整備し、東アジアや北極域を中心に、多様な地球科学分野の観測を実施し、今後 20-30 年間に先の 10 年間に行った技術開発、観測研究、人材育成、国際連携の実績をもとに、先端的かつ幅広い観測の実施、無人航空機による低コストかつ機動的な観測を実現し、世界最先端の観測システムを構築する。さらに人文社会科学分野等との連携へと展開する。

### ③ 学術研究構想の名称

有人・無人航空機による気候・地球システム科学研究の推進

### ④ 学術研究構想の概要

本学術研究構想では、わが国初となる地球観測専用の共同利用のための航空機を整備し、大気、海洋、植生、雪氷、固体地球等の地球科学分野を横断した、気候・地球システム科学研究を飛躍的に推進する。本構想では、航空機を地球科学共通の観測基盤と位置づけ、研究の長期継続により、気候・地球システムの理解を通じた地球科学のパラダイムシフトを目指す。また、航空機観測のもつ機動性を台風発生時の早期観測や災害発生時の状況把握等に活用し、防災減災に資する。世界トップレベルにある日本の航空機観測技術を活かし、継続的・計画的な観測研究・機器開発・人材育成が可能な共同利用運用体制の専用航空機により、革新的な成果を実現する。観測航空機は民間企業が保有するジェット機をレンタルすることにより効率化を図る。同時に、無人航空機の地球観測利用を推進し、新たな航空機観測システムの構築を目指す。

### ⑤ 学術的な意義

有人・無人航空機による気候・地球システム科学研究の推進



日本気象学会・日本大気化学会・  
日本航空宇宙学会共同提案  
国内13学会から連携表明 (MP2020)  
気象庁および国内外17機関/より期待表明

**社会的ニーズ・目標**

- 地球温暖化・気候変動の監視
- 正確な将来予測・評価につながる観測の高度化や素過程の理解
- カーボンニュートラルの実現
- CO2排出量削減
- CO2排出量評価・監視
- 防災・減災 (台風予測、災害状況把握等)

**航空機観測の利点・役割**

直接性 機動性 広域性

- 地上観測では取得できない場所でのサンプリング
- 人工衛星・地上観測の補充
- 人工衛星・地上観測の評価検証
- 機動観測による防災・減災への貢献

先進國中、観測航空機が無いのは日本のみ

**中長期ビジョン**

- 急速に進行する地球の気候変化の現状把握と予測の高度化のためには、大気中の物質濃度などのマイクロ量観測と素過程解明が必要な段階にきている。
- 地球観測専用の航空機を導入し、わが国の高い観測技術を発展させることにより、大気・海洋・陸域植生などの分野を横断した次世代の気候・地球システム研究を推進する。地上・衛星観測とモデル研究との統合的研究により、自然科学の深化と社会的使命を果たす。

▶ 有人・無人航空機を組み合わせた世界最先端の観測システムを構築  
▶ SDGs、フューチャアース、パリ協定、仙台フレームワーク等の加速へ貢献

図1 ビジョンの全体像

近年の数値モデルの高解像度化や衛星が観測する物理量の増加により、これらを検証評価するためにも、地上観測が及ばない場所での直接観測や高分解能観測が可能な航空機観測の必要性が増している。日本を含むアジア域は航空機観測の空白域であるほか、北極域は気候変動において重要であるため、観測ターゲットはアジア域と北極域とする。

航空機観測からは、地球科学の様々な分野においてブレイクスルーとなる研究成果が期待できる。大気科学分野では、アジア域における温室効果気体の航空機観測により放出源・吸収源を定量化し人為起源の排出量の評価の高精度化を実現する。これは、カーボンニュートラルの評価にも大きく貢献できる。エアロゾルは地球温暖化に重要な放射強制力の中で最も不確定性が大きいものの1つであり、とりわけ化学特性の変質が問題を複雑にしている。台風や線状降水帯でのドロップゾンデ・レーダ観測からは、台風の力学的・熱力学構造の解明や線状降水帯形成メカニズムの解明が期待できる。観測情報の気象庁へのリアルタイム提供による予報改善が実現可能である。雪氷分野では、地上観測の困難さから、航空機観測は極めて有効な観測手段であり、リモートセンシング機器を用いて氷床表面及び内部構造を把握することにより、温暖化に対する応答のメカニズムの解明が期待できる。陸域生態系分野では、植生の形質や3次元構造データの取得及び個体レベルでの詳細な観測を可能にする。海洋分野では、台風やダストイベント時の直接観測およびリモートセンシングにより物理・化学・生物過程を含めた大気海洋相互作用の解明が期待できる。

これらの観測データや素過程の理解は、数値モデルの改良やデータ駆動型サイエンスのさらなる発展にも寄与できる。航空機自体は様々な分野を横断する共通の観測基盤となり得るため、航空機観測を通じた新しい分野の創生など、地球科学の新展開や他分野との融合などの波及効果も期待できる。

## ⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

米国ではNASAが多様な航空機を用いた観測を実施している。他にもNOAA、NCARの国立研究機関や大学が各々専用の観測機により、独自の地球観測プロジェクトを推進している。欧州では、EUのもとにEUFARを設立し、各国保有の航空機の共用利用による観測や若手研究者の育成や技術開発を実現している。これらの共通点は、統合的な観測システム構築の動きである。

国内では、航空機観測を主に科研費などの予算により実施している。無人航空機は、JAXA航空技術部門等が技術開発を実施してきており、地球観測への応用研究は今後発展が期待される分野である。本構想はこれらの研究を統合的・継続的に実施し、飛躍的な成果に結び付けることである。

## ⑦ 社会的価値

カーボンニュートラルの実現や気候変動に伴う豪雨の激化は国民生活に直結するため、その背景にある地球システムの理解を深める研究は国民の理解を得られる。アジアは世界的にも温室効果気体や大気汚染物質の排出量が極めて高い地域であり、また、急激な温暖化が進む北極の環境変化もわが国への影響が大きい。

台風や線状降水帯の航空機観測はそのメカニズム解明の研究のみならず観測データの現業機関への即時提供による予測精度改善が可能である。災害時に航空機による機動的な状況把握も計画している。これらは、安全安心な国民生活に直接貢献できる。大気環境把握、防災・減災、水資源管理、生態系の管理・保護、食糧生産の監視、SDGs、フューチャーアース、パリ協定、仙台フレームワークやIPCC、IPBES等に寄与できる。

## ⑧ 実施計画等について

最初の1.5年で継続的な航空機観測と共同利用の体制を構築し、続く4.5年間で個別分野の研究を推進し、最後の4年間で分野横断の統合的な研究を実現する。運用主体は名古屋大学宇宙地球環境研究所が務め、全国の地球科学諸分野の研究者からなる研究推進委員会を設置して、公募による研究計画の選考・採択による運航計画立案と運航支援等を実施する。予算は10年間で166億円と見積もっている。

## ⑨ 連絡先 高橋 暢宏（東海国立大学機構名古屋大学宇宙地球環境研究所）

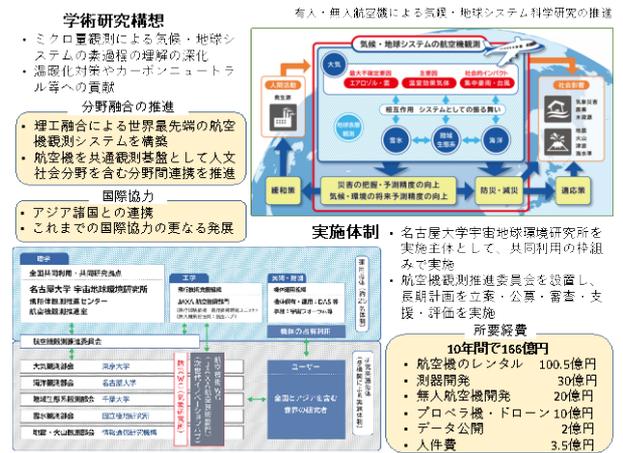


図2 学術研究構想