

航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進

① 計画の概要

本研究の目的は、わが国初となる地球観測専用の航空機を導入し、大気、海洋、植生、雪氷、固体地球などの全て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ことである。

地球温暖化・地球環境変化が急速に進行し、人間社会にも大きな影響を与えつつある。地球環境変化の理解と予測の鍵となる、温室効果気体の濃度やエアロゾル・雲粒の粒径・化学組成などのマイクロ量を、広域かつ高度分布まで含めて測定することは、航空機観測でのみ可能である。本研究では人工衛星では観測できない100m以下のスケールのマイクロ量の観測を体系的に実施することにより、マイクロ量・素過程の理解に基づく気候・地球システムの理解という地球科学のパラダイムシフトを目指す。特に急激な環境変化が顕在化しつつも、航空機観測の空白域となっているアジアと北極に重点をおいた観測研究を展開する。

日本の観測技術は世界のトップレベルにある。本研究はこの日本の強みを活かし、長期的（10年間）かつ計画的な観測研究・機器開発・人材育成により、革新的な成果を実現する。そのために、地球観測専用の航空機を幅広い分野の研究者が共同利用できる運用体制を確立する。観測機は民間企業が保有するジェット機（最高高度 14km、航続距離 6500km のガルフストリーム IV など）を専有利用（レンタル）する。また近年、急速に技術進歩している無人機の地球観測利用も、理工の融合研究により強力に推し進める。予算は10年間で155億円。防災・減災・SDGs・フューチャーアースへも貢献する。

実施体制としては、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が共同利用・運用の中核となる。学術的に優れた研究を公平な立場から推進するために、地球科学諸分野の全国の研究者からなる研究推進委員会を設置する。JAXAの航空技術部門が地球観測に資する飛行技術開発のために参画する。観測機の保有と運用は長年の実績のある民間企業に委託する。

② 学術的な意義

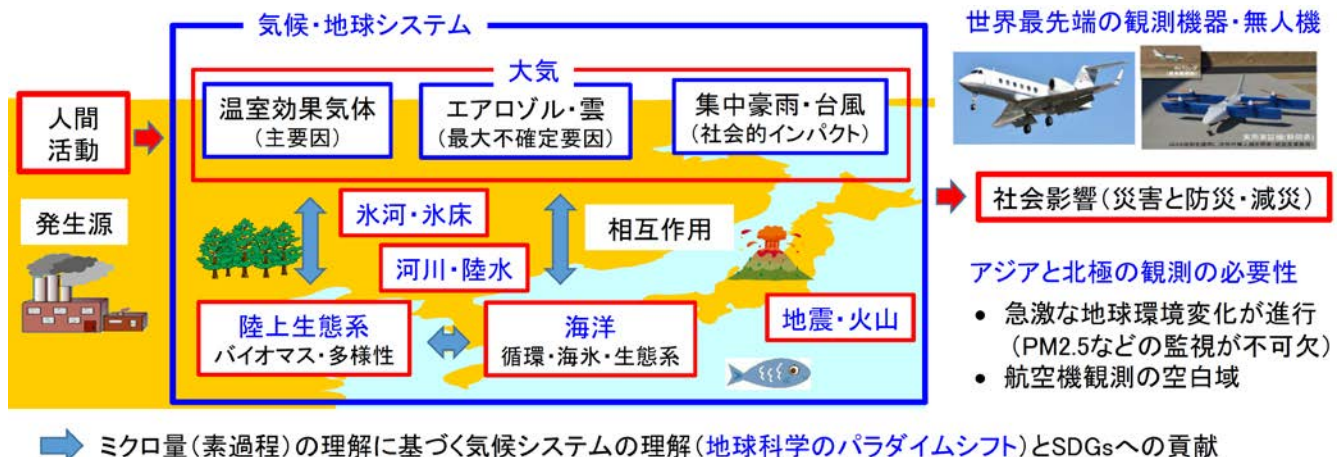
本研究で特に大きな成果が期待されるのは、大気科学分野である。航空機観測は、従来の観測の精度を上げるのではなく、全く新しい観測量を得る手段である。即ち地上や人工衛星観測では得られない、大気のような物理量・化学量（マイクロ量）の高度分布を、機動的かつ高頻度で取得可能である。日本は大気中の個別のエアロゾル粒子の測定や観測機周囲の雲・降水を捉えるレーダ・ライダー観測など、世界最先端の観測技術を有している。このような観測により初めて、航空機観測の空白域であるアジアの大気環境変化の実態や、アジアから太平洋に流れ出す物質の化学組成や流出過程の解明が可能となり、気候変化の最大の不確定要因であるエアロゾル・雲などの研究にブレークスルーをもたらすと期待される。本研究ではさらに北極域での体系的な航空機観測も実施することにより、急激な温暖化の実態把握とそのメカニズム解明に画期的な成果が期待できる。

本研究では大気科学以外の地球科学分野においても、100m以下のスケールのマイクロ量の広域観測を10年間継続することにより、気候に関わる重要プロセスや生態系サービスの研究分野に飛躍的な成果をもたらす。また航空機を地球科学諸分野の共通のプラットフォームとして活用することで、分野を横断する新しい研究領域の創生など、地球科学の新展開の原動力となる。

本研究は理工の融合領域研究により、地球観測のための航空技術開発を推進する。特に近年の進歩が目覚ましい無人機の開発と地球観測利用を進めるとともに、航空機の安全運用にも貢献できる航空機搭載専用の測定器の開発、衛星搭載用センサーの航空機搭載試験などを実施し、理工両分野の相乗的な技術開発・科学研究を推進する。これを実現するために、本研究は、日本気象学会、日本大気化学会、日本航空宇宙学会が共同提案学会となっている。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

世界的には、航空機観測は気候・地球システム研究の不可欠な手段である。日本では従来、科研費を使った観測や欧米の観測計画に参加することにより、個別には大きな成果をあげてきた。しかしこれらは事例的な観測であり、体系的な観測は実施できていない。航空機観測は人工衛星と同様に、技術の蓄積と人材の継続的育成が不可欠である。現時点では日本の技術はエアロゾル観測などにおいて世界的な優位性があり、画期的な成果が期待できる。しかし今後は地球科学全体で計画的に技術開発・人材育成をしないと欧米やアジア諸国から遅れをとる。



④ 実施機関と実施体制

共同利用・共同研究拠点として認定された名古屋大学の宇宙地球環境研究所（ISEE）に、本研究計画のために飛翔体観測推進センター（以下、飛翔体センター）が設置された。下図に示したように、同センターが本研究実施の中心機関となる（研究所レベルで合意）。本研究では、学術的に優れた観測研究を公平に支援するために、大気、海洋、陸上生態系、地震・火山分野の全国の研究者からなる航空機観測推進委員会（以下、推進委員会）を ISEE に設置する。そして飛翔体センターと連携して、長期的な視点から航空機観測研究全体を統括・推進する。推進委員会の下には各分野の観測部会を設置し、オールジャパン体制で研究を実施する（研究者レベルで合意）。また観測部会を横断した形で、「防災ワーキンググループ（WG）」と「航空機技術WG」を設置し、気象研究所と JAXA 航空技術部門がそれぞれ取りまとめを行う（それぞれ研究所と部門レベルで合意）。

本研究では地球観測のための飛行技術開発のために、JAXA の航空技術部門が参画する（部門レベルで合意）。観測機の保有・整備・運用・ユーザー技術支援は、航空機観測実験に実績のある民間企業（ダイヤモンドエアサービス社など）に委託する（合意済み）。また一般ユーザーの航空機実験のサポート実績のある財団法人日本宇宙フォーラムなどを研究支援事務局とする（合意済み）。これらの飛翔体センター、推進委員会、観測部会、支援組織からなる 20 数名の体制で航空機の運用と共同利用・共同研究を推進する。

これらの実施体制は、共同利用の研究船を過去 50 年以上にわたって運用してきた、東京大学大気海洋研究所のものを参考にしており、このような体制で本研究を必ず実現できると確信する。

⑤ 所要経費

ガルフストリーム IV (G-IV) クラスのジェット機の専有利用・機体改造・運用	125 億円
他の観測機のリース・改造・運用	5 億円
無人機による地球観測のための技術開発・運用	10 億円
観測機器の整備	10 億円
人件費などの諸経費	5 億円
総額 (10 年間積算)	155 億円

G-IV クラスのジェット機は民間企業が保有・運用し、本研究ではその機体を占有利用（リース）する。観測時間としては年間 200 時間を確保し、集中観測（80 時間）を 2 回と、それ以外の観測（合計 40 時間）を実施する。人件費・諸経費としては、教員（特任教授・助教各 1 名）・事務員（4 名）人件費、データベース構築、雑費（会議、広報など）を計上している。

⑥ 年次計画

1-2 年度目（継続的な航空機観測のための準備と共同利用体制の構築）

観測機の専有利用などの業務委託契約を、民間企業や財団と取り交わす。これまでの検討に基づき、観測機を様々な観測に使用するための機体改造を実施する。観測機器を整備する。航空機観測推進委員会や各観測部会を設置し活動を開始する。

3-8 年度目（個別の地球科学分野の観測研究の推進）

航空機観測推進委員会で立案した計画に従い、共同利用に基づく航空機観測を実施する。温室効果気体などの重要課題については、計画を改良しながら長期的な視点から継続的な観測研究を実施する。また若手研究者による挑戦的な課題や、専有観測機以外の機体を使った観測、無人機を活用した観測も、共同利用に基づく公募・審査・支援・評価により実施していく。

9-10 年度目（統合的な気候・地球システム観測研究の実現）

地球惑星科学の分野横断的な観測研究を、アジアや北極において推進していく。また台風や災害観測などは、現業機関で運用できる体制を提案していく。期間終了後は ISEE を国際的な航空機観測拠点として整備し、地球科学における日本の強みとして発展させていく。また蓄積された技術を実用化して、無人航空機による地球環境の定常観測を実現していく。

⑦ 社会的価値

アジアは世界的に見ても大気汚染濃度が高いレベルにあり、その大気・地球環境の把握と変動メカニズムの解明は、わが国が国際的に果たすべき責務となっている。また急激な温暖化が進む北極環境変化の理解と課題解決のためにも、高い観測技術をもつ日本の貢献が求められている。本研究で開発する無人機を使った機動的な観測は防災・減災に貢献でき、このような観測技術を世界に輸出することにより、国際貢献となることが期待される。

本研究は日本のみならず他の国々の大気環境把握、防災・減災、水資源管理、生態系の管理・保護、食糧生産の監視に貢献する。これらは SDGs の「気候変動、海の豊かさ、陸の豊かさ」や、フューチャー・アースの「ダイナミックな地球の理解と持続可能な社会」に直結し、地球科学が果たすべき社会的使命を実現できる。

⑧ 本計画に関する連絡先

小池 真（東京大学・理学系研究科）

