

航空機による大気科学・気候システム研究 の推進



(提案者)新野 宏
(公社)日本気象学会理事長

2013年4月5日

航空機観測の位置づけ

地球温暖化を含む地球環境の変動が急速に進行し、経済社会活動や水・食糧供給など生活の基盤に大きな影響を与え始めている。
→地球環境変動の現状を把握し将来を予測し、対策を講じることが重要である。

文部科学省の科学技術・学術審議会(地球観測推進部会)の平成25年度の「我が国における地球観測の実施方針」では、**課題解決型の地球観測の推進**が求められている。

また、全球地球観測システム(**GEOSS**)等の国際的な枠組みとの連携も重視されており、緊急に取り組むべき課題として「気候変動に伴う影響の把握と気候変動メカニズムの解明のための地球観測」が挙げられている。

更に、このために、人工衛星・地上・船舶・**航空機**を統合した観測の重要性が述べられている。

航空機観測の必要性

「気候変動メカニズムの解明」で特に取り組むべき課題(科学技術・学術審議会地球観測推進部会):

温室効果気体に関わる物質循環、雲物理・降水過程、対流圏大気の変化、極域の気候変化、海洋変動と大気・海洋相互作用

• 航空機と人工衛星の相補性

衛星観測: 同一の測器で全球を長期にリモートセンシング

航空機観測: 多くの物理・化学要素の測定を高精度かつ高空間・時間解像度で直接観測→プロセスの理解と数値モデリングの構築に不可欠

→両者を合わせることにより地球環境変動の理解が飛躍的に進展

• 恒常的な観測を行える航空機の整備

- ・地球環境問題に重要な東アジア域の継続的観測データの蓄積
- ・予測の不確定性の逡減に必要なプロセス研究の推進
- ・継続的な測器開発
- ・先端的な研究を通じた次世代の研究者の育成

航空機観測で解明の進む課題

- 温室効果気体(CO₂, CH₄など)のアジア域の収支の把握
気候変動と炭素循環のフィードバック
- エアロゾル・雲・降水システムの理解と気候影響の解明
エアロゾルの雲生成過程や放射収支への影響
熱帯における降水過程の理解
- アジアにおける越境大気汚染の実態解明(化学・輸送過程)
エアロゾル(PM2.5)・オゾンなどの健康・植生への悪影響の評価
- 台風・集中豪雨など、気象災害のメカニズムの解明
気象要素・水蒸気の観測より、台風・豪雨の予測精度の向上
- 陸域、沿岸及び海洋生態系の変化の実態解明
観測が困難な高山や沿岸域での生態系の広域観測

温室効果気体の研究

地球表層における温室効果気体の循環を解明は、濃度の**将来予測**と濃度増加の**抑制対策**に不可欠

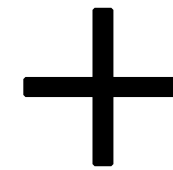
航空機観測（濃度と同位体比の3次元変動の観測）によるトップダウンアプローチが必須

地表観測データのみを使った場合、**放出量・吸収量が正しく評価できない可能性**

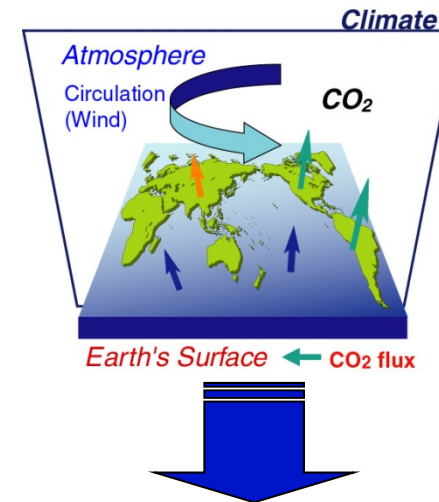
1992-1996年の領域別CO ₂ 収支	熱帯域	北半球中高緯度
地上観測データのみを使った全モデルの平均収支	+1.8 GtC/yr	-2.4 GtC/yr
航空機観測データが再現されるモデルのみの平均収支	+0.1 GtC/yr	-1.5 GtC/yr

赤道域の森林はCO₂をほとんど放出していない
(Stephens et al., *Science*, 2007)

アジア域に特化した航空機観測のデータ



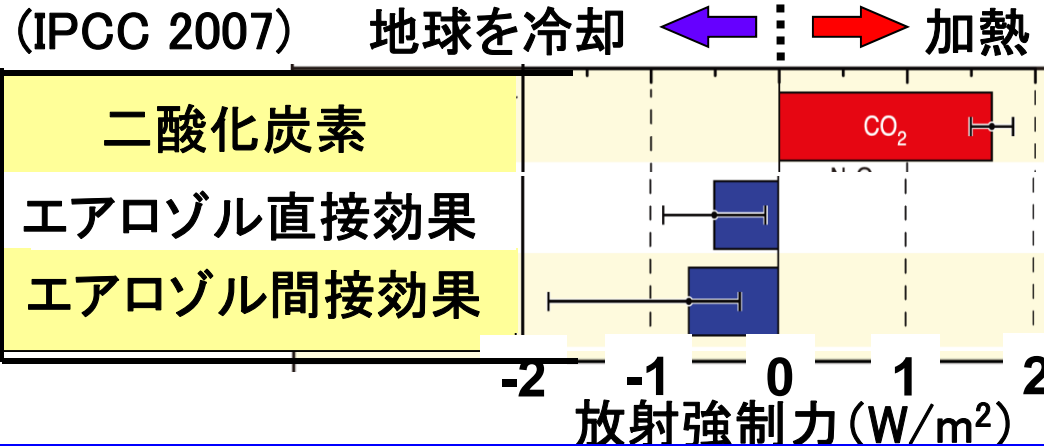
アジアに焦点を当てた大気輸送モデルの逆解析



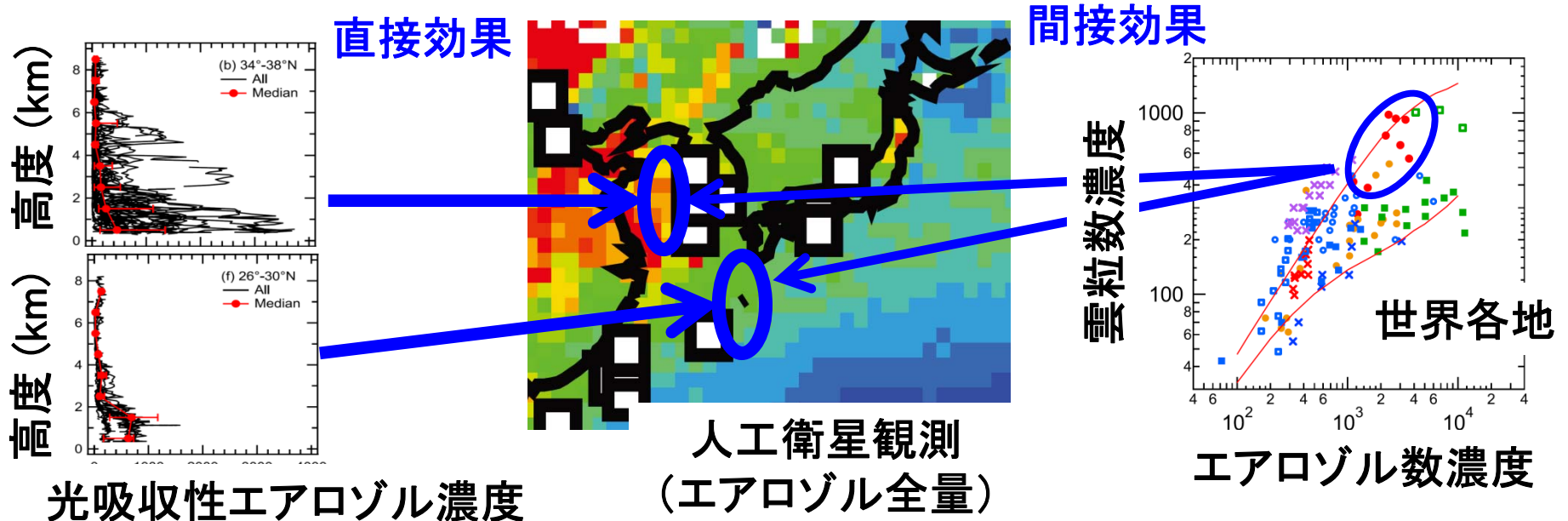
アジア域における放出量・吸収量の推定

エアロゾル・雲・降水過程の解明

気候変動を引き起こす放射
強制力の最大不確定要因
エアロゾル直接効果
(直接的加熱・冷却効果)
エアロゾル間接効果
(雲・降水過程影響)



アジアはエアロゾル濃度が世界最大かつ多様な気象(広いパラメータレンジ)
⇒航空機観測は地球の放射収支・温暖化予測・水循環・越境汚染の実態把握とメカニズム解明に貢献⇒モデル予測の改善に貢献

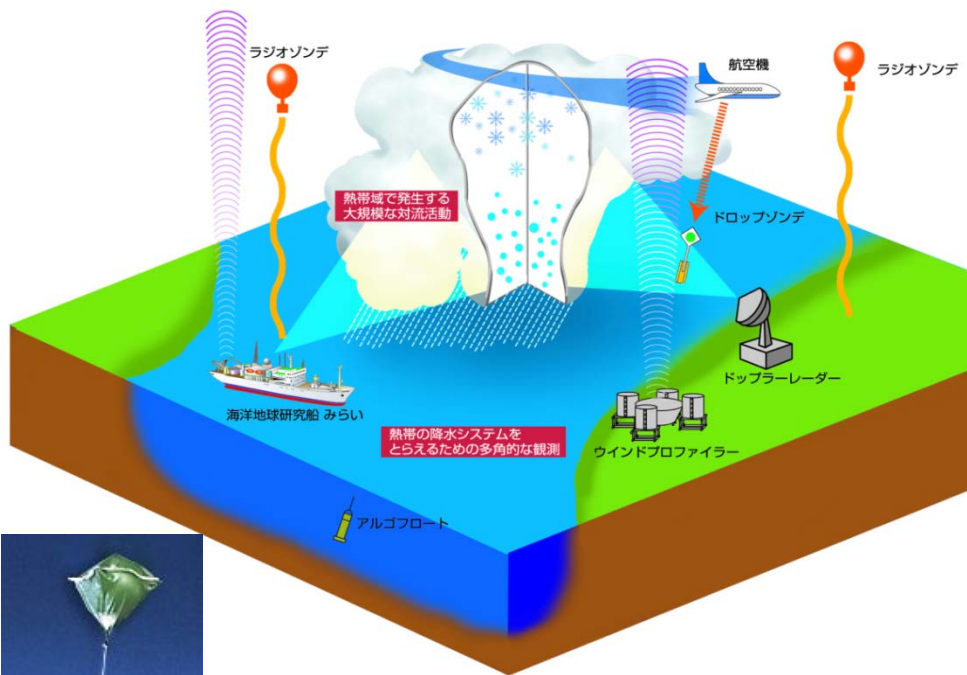


台風や集中豪雨をもたらすメソ対流系の研究

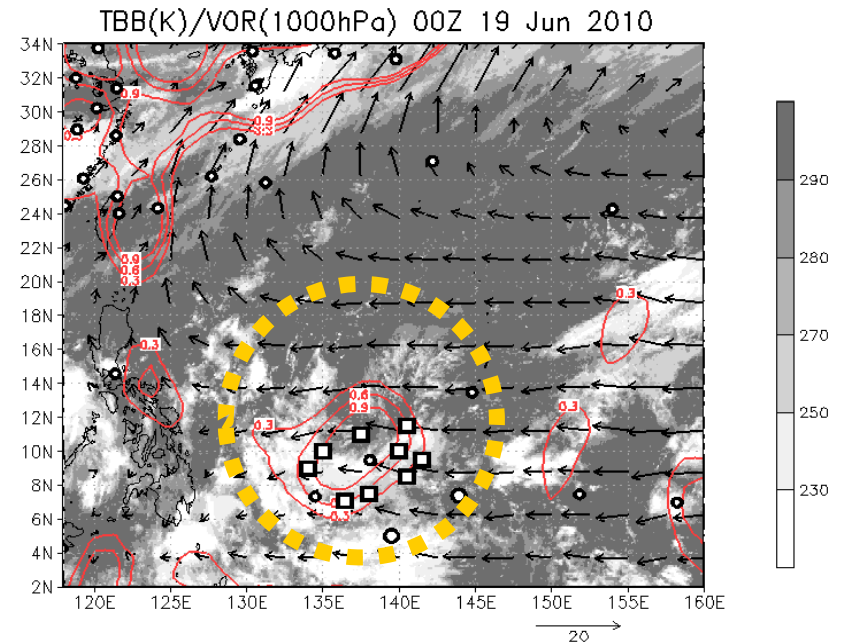
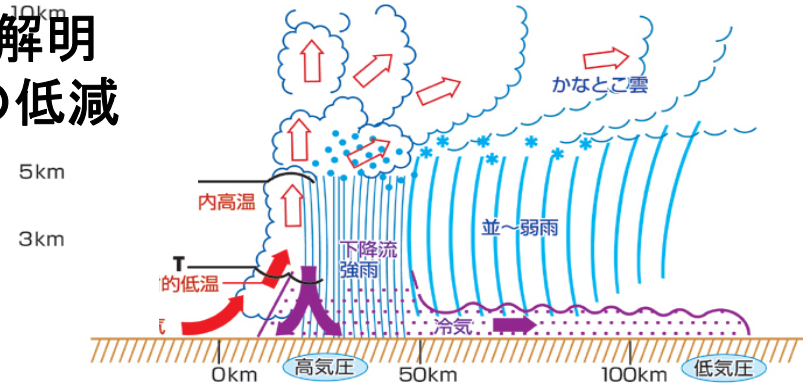
台風や集中豪雨をもたらすメソ対流系は海上で生ずることが多く時間変化が激しい
 台風の内部コア領域や積乱雲の詳細な立体構造の航空機観測

風系、温度場、水蒸気、海面水温、雲・降水粒子

→ 台風の発生・発達・構造変化のメカニズムを解明
 台風や集中豪雨の予測精度の改善、被害の低減

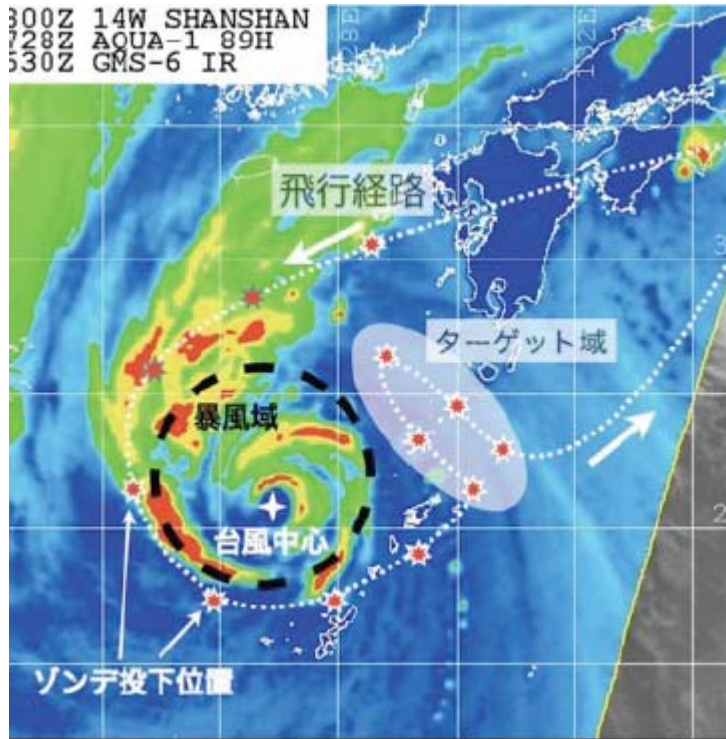


ドロップゾンデ観測で捉えた渦擾乱
 (台風の卵; PALAU2010)



予測精度に大きく影響する領域での航空機観測

- ターゲット域(台風進路予測に最適な観測エリア)を数値予報モデルで決定
 - ターゲット域での観測強化
 - 観測結果を用いて数値予報
- 繰り返す



2006年台風SHANSHAN

Interactive Forecast System

Targeting Observation for Typhoon

i) Global Ensemble Forecast

ii) Sensitivity Analysis
to identify
the targeting region

iii) Targeting
Observation
to get the key
information to improve
forecast

2008年台風SINLAKU

“観測のツボ”を機動的に航空機観測し、
データ同化により予報精度を向上

航空機を用いた国内の研究実績

自由対流圏の**温室効果気体**の観測（民間旅客機も利用） 1979-2013年

東アジアエアロゾル・**雲**観測 2009-2013年 (A-FORCE)

大気放射観測（1990-2005年）

雲・降水のレーダー観測（2001-2013年）

人工降雨実験（2009-2013年）

オゾンの化学・輸送過程の観測

NASDA: 1998-2004年

NASAとの共同研究: 1998-2008年

日本主導の国際地球観測が可能であることを実証

タイ洪水の観測と気象予測（2012年）

人工衛星観測の検証（GPM、GOSATなど多数）

東北地方太平洋沖地震による**地殻変動**の実態把握（2011年）

成果の多くは学術誌、IPCC、UNEP、WMOなどの論文・報告書に結実

日本主導の航空機観測の国際的意義

世界の航空機観測研究の現状:

- アメリカ(NCAR・NASA)・ドイツ・フランス・イギリスなど先進国は独自の地球観測専用機を保有・運航
 - ・地球・気候システム・メソ対流系の鍵となる過程・領域を集中的に観測
 - ・人工衛星観測と同期し、衛星データの検証・高次利用の方法を確立
 - ・データアーカイブを整備し、長期にモデル研究などに利用

日本主導の航空機観測の意義

- **アジアは環境変動のホットスポット**にもかかわらず航空機観測の空白域
航空機は**国際共同研究のプラットフォーム**
→アジア・欧米の研究者が参画する、国際共同研究を推進
- 地球変動研究で**国際的リーダーシップ**を持ち、環境対策の国際交渉で大きな貢献(IPCC、UNEP、越境汚染対策)
高度な観測・モデル研究に基づく知見は議論の前提、国策としても重要
- **若手研究者**による継続的に先端的機器開発
→日本の地球科学の継続的発展と国際的学術交流に大きな寄与

航空機の性能・予算規模・年次計画

想定される航空機: Mitsubishi Regional Jet (MRJ)

- ・2015年 初号機が完成予定
- ・90人乗り、対流圏全域(高度 12 kmまで)、航続距離 約2000 km
- ・機体の性能が優れ、国産のため機体の改修が容易

予算規模: 85億円(7年間)

- ・航空機の専有費 45億 ・運用費 5億/年
- ・機体の改修 7億
- ・その他: 組織運用、測定器の整備等



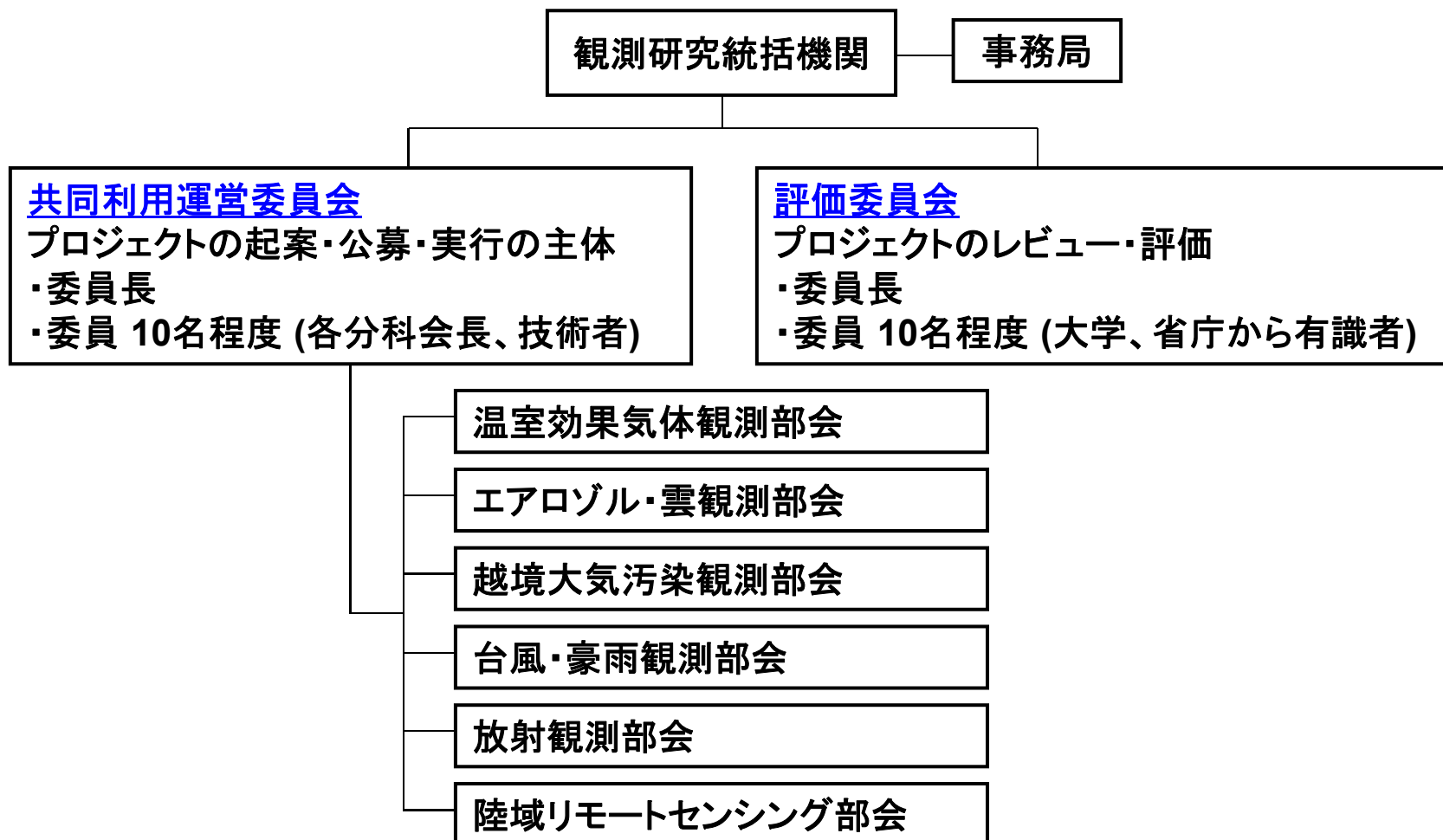
年次計画

- | | |
|-------|------------------------|
| 初年度 | 運用組織の整備、研究組織の編成、システム設計 |
| 2年度 | 機体の調達と初期改造 |
| 3年度 | 測定器の整備・試験運用 |
| 4-7年度 | 本格運用(共同利用開始) |

実施体制

東京大学、名古屋大学、東北大学を中心として、気象研究所、国立環境研究所、海洋研究開発機構などの研究者が参画

- ・観測計画の策定など科学者の独創性を展開できる**共同利用体制**
- ・研究者を中心とした研究者組織により運用計画を策定



航空機観測の社会的価値・他の学術分野への波及効果

社会的価値:

地球環境変動の実態把握とプロセスの理解が進むことにより、人的・社会的影響を軽減するための対策に長期的に貢献する

- 自然及び人為起源の災害による、人命及び財産の損失の軽減
気象情報・予報・警報の高精度化
- 人間の健康と福祉に影響を与える環境変動要因の解明と信頼できる予測
- 水循環のより良い理解を通じた水資源管理
- 陸域、沿岸及び海洋生態系の管理・保護の向上

他の学術分野への波及効果

- 水文学、生態学、固体地球科学、地表リモートセンシング研究分野でも、アジア域における新しい観測情報の取得のツールを提供し、新分野の開拓が期待される

立案の経緯・コミュニティの合意状況

気象学会における立案状況:

- ・平成7年より航空機観測システムの導入を気象学会で検討
- ・この間、研究者コミュニティが成熟、地球環境問題の重要性も増大
- ・学術委員会に「航空機観測に関する検討部会(部会長 近藤 豊)」を設置し、継続的に議論
- ・2012年9月に部会が報告書「地球環境変動の研究と自然災害現象の実態とメカニズムの解明のための航空機の利用に関する提案」をまとめて学術委員会に提出:
- ・大学や各種機関が中心となった研究者コミュニティが共同利用の観測専用機を保有し、地球観測研究を推進することを強く推奨
→学術委員会及び理事会が本計画の提案を承認

大気化学研究会: 運営委員会で本提案を承認