

空と宙



2007 | JAN./FEB.
隔月刊発行
EVERY OTHER MONTH
ISSN 1349-5577 No. 16



実験用航空機MuPAL-ε (P.5)

研究紹介

「地球環境を観測する衛星」
に載せる
「宇宙環境を計測する装置」

首都圏の風と気温を
へりで捉える！

設備紹介

実験用航空機MuPAL-ε

横路散歩

地球温暖化

空宙情報

「匠の技術表彰」受賞

「空を愛する女性たちを励ます賞」
受賞

「そら」の技術を身近に感じて

そらとそら

総合技術研究本部

Institute of Aerospace Technology

<http://www.iat.jaxa.jp/>

16

「地球環境を観測する衛星」に載せる「宇宙環境を計測する装置」

GOSAT搭載技術データ取得装置の開発

宇宙では放射線環境の把握が欠かせない

地上と異なり、宇宙には高エネルギーの放射線粒子が飛び交っています。放射線粒子は、衛星の電子機器に実装されている半導体素子の誤作動、太陽電池パドル系の発生電力低下、帯放電現象によるノイズなど、様々な有害な現象を引き起こすことが知られています。したがって、万が一、軌道上において衛星の不具合が生じた場合には、軌道上の放射線環境を計測しておくことが不具合の原因究明、および

不具合後の運用方法の検討に役立ちます。

また、取得した放射線計測データを使用して放射線環境のモデルを作成することにより、将来の衛星の設計に活用できます。

2008年度に打ち上げを計画している温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)^{※1}にも上記の観点から「宇宙放射線観測装置」の搭載を予定しており、現在、開発を進めています。

放射線環境を詳細に計測するための装置を開発

GOSATに搭載される宇宙放射線観測装置は、電子、陽子、ヘリウムなど、質量の軽い粒子を計測する「軽粒子観測装置(図1)」、およびヘリウムより重い質量の粒子を計測する「重イオン観測装置(図2)」で構成されています。これらの観測装置の粒子を検出する部分は、半導体検出器やシンチレータと呼ばれる検出素子で構成されており、粒子が検出素子を通過する際に発生する微少の電荷や光を電気信号に変換、増幅することにより粒子のエネルギーと種類を計測する仕組みになっています。

放射線の影響は、放射線粒子の種類やエネルギーによって異なります(表1)。開発中の観測装置は、従来の観測装置に比べて計測エネルギー範囲を拡大することにより、広範囲な影響を把握できます。

放射線粒子には、銀河から飛んでくる粒子、地球磁場に捕捉された粒子、さらには太陽フレア^{※2}に伴う粒子などがあり、このうち地球磁場に捕捉され

図1 3種類の軽粒子観測装置(熱構造モデル)

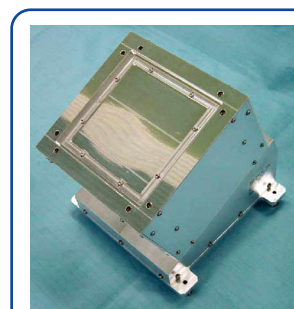
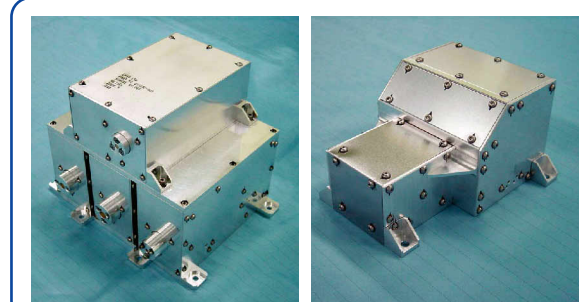
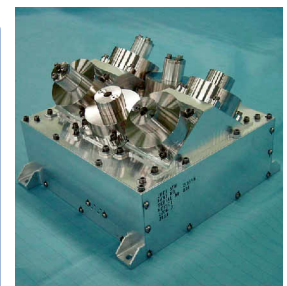


図2 重イオン観測装置(熱構造モデル)





環境計測グループ
 (後列左より)寺沢和洋、中山正史、三宅弘晃
 (前列左より)佐々木康友、五家建夫
 松本晴久、込山立人

た粒子については放射線強度が方向依存性を持つことが知られており、衛星内部の搭載場所によって影響の度合いに差異がでます。そこで、従来よりも大幅に小型軽量化を図ることによって、衛星に複数台の装置を様々な方向に向けて搭載することを可能とし、放射線環境の詳細な方向

依存性および強度変化を計測できるようにしました。

表1 放射線環境(種類、エネルギー)とその影響

種類	エネルギー	影響
電子	10keV*1 ~ 100keV > 100keV > 1MeV	表面帯電 内部帯電、センサへのノイズ*2、太陽電池の損傷 内部帯電、トータルドーズ効果*3
陽子	100keV ~ 1MeV 1MeV ~ 10MeV 10MeV ~ 100MeV > 50MeV	表面帯電 表面材料と太陽電池の損傷 トータルドーズ効果、センサへのノイズ シングルイベント効果*4
重イオン	> 1MeV/(mg/cm ²)	シングルイベント効果

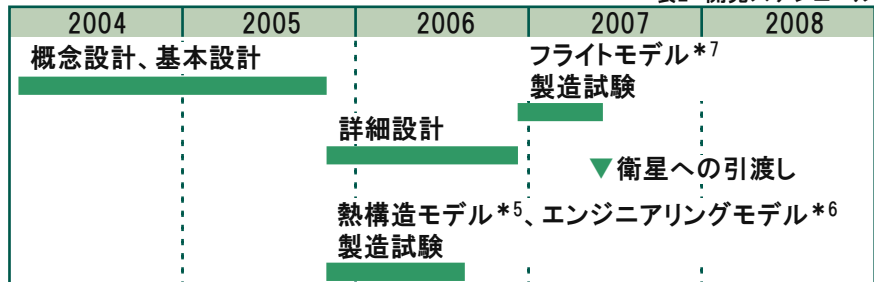
*1 eV:[読み]電子ボルト。放射線のエネルギーを表す単位。1keV=1000eV、1MeV=1000000eV。
 *2 ノイズ:電気信号の乱れ。
 *3 トータルドーズ効果:放射線の吸収量に比例して、トランジスタや集積回路に特性の劣化や誤作動が起こる現象。
 *4 シングルイベント効果:半導体素子に一時的な誤作動や損傷が起こる現象。

開発スケジュール

これまでに研究試作モデル、熱構造モデルおよびエンジニアリングモデルを製作して、目標とする計測性能の検証を完了しており、技術的な課題は解決しています。またフライトモデルの設計作業も完了しており、これから製造に着手する段階です。製造完了後は、放射線発生装置である加速器を使用して校正試験をすることにより精度の高い観測装置に仕上げ、環境試験を実施して打ち上げ時の振動環境、および軌道上での熱真空環境に耐えることを確認したうえで衛星に取り付けます。
 (環境計測グループ 佐々木康友)

- ※1 GOSAT(Greenhouse Gases Observing Satellite):人間の活動により大気中に排出されてきた二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスが「地球温暖化(P.6参照)」を招きつつあります。GOSATは宇宙から温室効果ガスの濃度分布を観測する人工衛星で、温暖化防止への国際的な取り組みに貢献することを目的としています。
- ※2 太陽フレア:太陽表面が爆発することによって起こる閃光現象です。その際、放射線粒子を放出します。

表2 開発スケジュール



*5 熱構造モデル:軌道上の熱真空環境や打ち上げ時の振動などに耐えることを確認するためのモデル。
 *6 エンジニアリングモデル:基本設計に基づいて製作された、機能や性能などを確認するためのモデル。
 *7 フライトモデル:実際に宇宙へ打ち上げるモデル。

首都圏の風と気温をヘリで捉える！

実験用ヘリコプタによる首都圏ヒートアイランドの観測

都市部が暑くなってきている

近年、ニューヨーク(アメリカ)やカルガリー(カナダ)、日本でも東京や大阪などの市街化の著しい都心部で、郊外に比べて平均気温が高くなる現象(ヒートアイランド)が起こっています。ヒートアイランドは、空調設備から排出される熱、ビルや道路などの人工物による太陽光の蓄熱、緑地の減少による水分蒸発量の激減など、様々な要因が絡み合って起こります。

高層ビルの林立により風の流が遮られることも、ヒートアイランドを加速させています。

宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、首都圏の地上および上空の風や気温の分布を観測することで、首都圏ヒートアイランドの現状を三次元的に把握することを目指し、2006年度より首都大学東京と共同で研究を進めています。

地上と上空、様々な高度での観測

2006年8月7～11日にわたり、JAXA所有の実験用ヘリコプタ「MuPAL-ε(ミューパル・イプシロン:P.5参照)」を用いて、首都圏上空の風や気温を観測しました。今回の観測の目的は、「都心全体の風と気温の分布に対する海風の影響」と「ビルの林立と海風の関係」を確かめることです。

東京湾から内陸に流れ込む冷たい風(海風)は、ヒートアイランドを緩和する効果があると考えられています。これまで、海風の三次元的な構造、即ちどの程度内陸まで、またどの程度の高さまで海風が入り込むのかを明らかにする実測データは十分ではありませんでした。図1は東京23区上空の風と気温の様子を表したものです。海風が入り込む南東部は、陸からの風(陸風)が吹いている北西部に比べ気温が1、2℃ほど低く、海風による冷却効果が見てとれます。

海風は、湾岸部の高層ビル群によって都心への流入が妨げられていると考えられています。そこで、汐

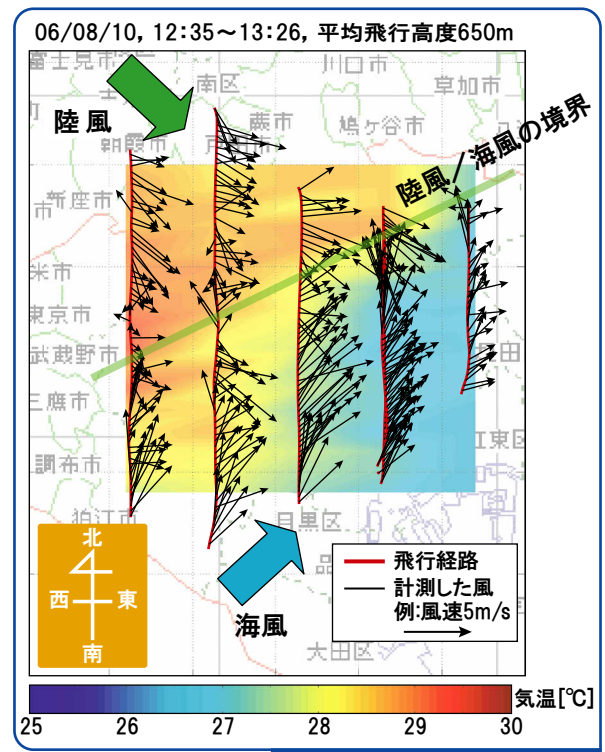


図1 都心上空の風と気温の分布



留(東京都港区)の高層ビル群による気流変化の様子を調べました。JAXAはMuPAL-εによる海上からビル周りの計測を、首都大学東京はパイロットバルーン(バルーンを放球し、測風経緯儀という装置で追跡して風を計測する方法)によるビル周りの計測を行いました。図2はMuPAL-εの飛行経路およびバルーンの軌跡です。バルーンは、ビルの風上と風下から放球しています。図3は風の計測結果のグラフです。ビル群により海風が遮られる状況を、風上側の海上の状態も含めて多角的に捉えることができました。

図2 MuPAL-εの飛行経路およびパイロットバルーンの軌跡

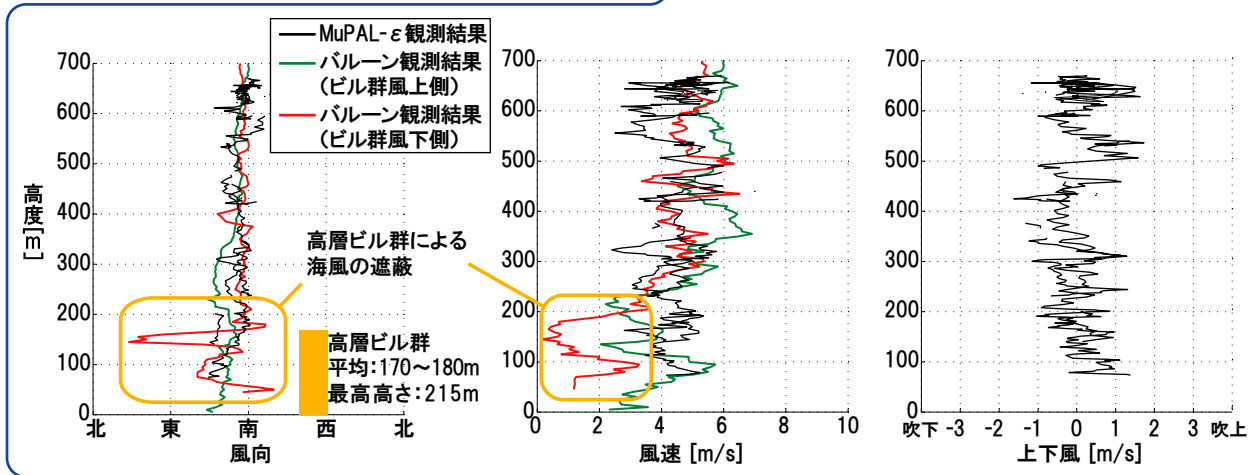
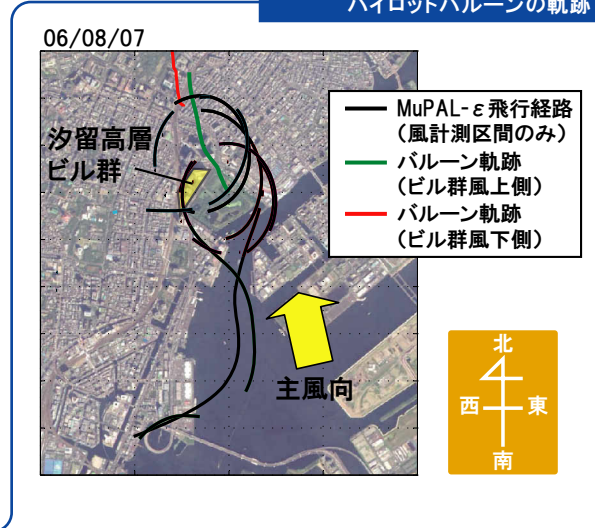


図3 高層ビル群と海風の関係

観測データの活用

今回観測したデータは「汐留海風プロジェクト」と呼ばれる研究会により、今後さらに詳細な解析が進められる予定です。この研究会にはJAXA、首都大学東京だけでなく、東京工業大学、独立行政法人建築研究所、株式会社パスコなどが参加しています。今回MuPAL-εで取得したデータは、他の観測手

段では得られない貴重なデータであり、ヒートアイランドの数値シミュレーションの精度向上などにも活用される予定です。これらの解析結果は、将来的にヒートアイランドを緩和する都市計画の基礎データとして使われることが期待されています。

(広報係)

実験用航空機 MuPAL-ε

JAXAでは2機の飛行機と1機のヘリコプタ、合わせて3機の実験用航空機を所有しています。このうちヘリコプタはMuPAL-ε(ミュール・イブシロン)と呼ばれています。純国産民間ヘリコプタを母機とし、実験に必要な様々

な機材を装備しています。「航空機の次世代運航システム」、「飛行方法による騒音低減」、「乱気流に対する安全性向上(対気速度センサの開発)」という三つの分野の研究を行うことを主目的に、1999年度に導入しました。

実験用ディスプレイ
飛行高度や進行方向など、飛行に必要な様々な情報をパイロットに表示する装置です。通常の計器とは異なり、表示内容を研究者が自由にプログラムすることができます。

JAXAが開発した様々な表示システム
ホバリングディスプレイ 低騒音飛行支援 乱気流表示
表示されたマークを合わせることで、目印の無い高い高度でも精度よくホバリングすることができます。
風や気温などの気象条件を考慮して地上の騒音被害を最小にするような経路を飛ぶことができます。
山岳地帯や高層ビルの屋上ヘリポートなどでも、気流の悪い場所を避けて離着陸を行うことができます。

超音波式対気速度センサ
周りの空気に対する機体の速度(対気速度)を計測する装置です。通常の装置では、ホバリングなどの低速飛行時には正確に計測することができません。JAXAが開発したこの装置を使えば、静止状態であっても高精度に計測できるため安全性向上に役立ちます。

高精度衛星航法システム
GPSや運輸多目的衛星(MTSAT)の信号を利用し、高精度な航法を行います。

計測システム
機体の飛行状態などを高精度に計測するため、各種センサを搭載しています。

データ通信システム
地上波(VHF帯)とイリジウム通信衛星を使った2種類の装置を装備しており、地上の管制システムや飛行中の他の機体とデータをやり取りします。

図1 ミュール-ε 装備機器

ヘリコプタの最大の特長は、空中での静止(ホバリング)や垂直方向への上昇・降下ができることです。この特長を活かし、MuPAL-εは宇宙機器の開発などにも使われています。例えば、開発中の衛星を模擬して信号を送信するために高い高度でホバリングを行ったり、探査機に搭載されるレーダ開発のために月面着陸を模擬した垂直降下を行ったこともあります。このような実験では、通常のヘリコプタとは異なった飛び方が要求されます。

研究に必要な飛行を行うためには、どんな要求にも応えるパイロットと、MuPAL-εの状態をいつも万全に保つ整備士が欠かせません。研究者、パイロット、整備

士がスクラムを組むことで、MuPAL-εは実験用航空機の役割を忠実に果たすことができるのです。



図2 JAXAのパイロットと整備士

地球温暖化

1997年、京都で開かれた「地球温暖化防止京都会議」において、「2008～2012年の間に、先進国の温室効果ガスの排出量を1990年のレベルより全体として5%以上削減する」という約束が交わされました。

地球の気温は、近年急速に上昇しています。20世紀中には約0.6℃、気温が上昇しました。21世紀中には約2℃上昇すると予測されています。

地球温暖化には、大気に含まれる二酸化炭素やメタンなどの「温室効果ガス」の増加が関係していると考えられています。温室効果ガスは、地球の気温を保つために無くてはならない物質です。地球は、太陽光が当たっている部分でその熱を表面に吸収します。太陽光が当たらなくなると、吸収した熱を「赤外線」に変換して大気中に放射します。赤外線の一部は、大気中の温室効果ガスに吸収および放射されて再び地球表面へ戻ってきます(図1)。このような熱の流れにより、地球の気温は平均して約15℃に保たれています。

しかし近年では、産業の発展などにより温室効果ガスの大気濃度が増加しているため、地球表面に多量に

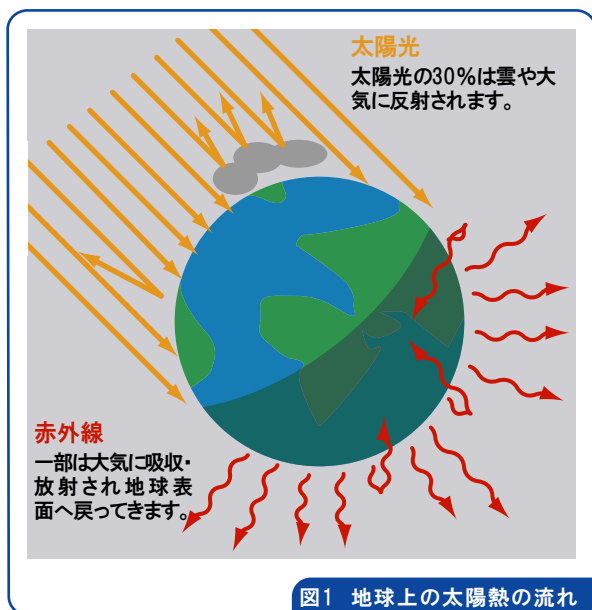
熱が戻され、地球温暖化の要因となっていると考えられています。

地球温暖化により引き起こされる現象としてまず考えられるのは、北極や南極の氷の融解や、海水そのものが膨張することにより起こる海面の上昇です。他にも、農作物への影響などが懸念されています。その関係はまだ十分には解明されていませんが、大雨や干ばつ、大型台風などの異常気象にも地球温暖化が影響していると考えられています。

先の京都会議もそうですが、現在、地球温暖化を防ぐために様々な取り組みが各国で進められています。その効果を確認するためには、大気中の温室効果ガス濃度の増減を詳細に知る必要があります。濃度分布の値は、地上観測や航空機観測により得ていますが、観測地点は十分ではなく、地域的にも偏りがみられます。

JAXAでは2008年度に「温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)」の打ち上げを計画しています。GOSATによって、地球表面のほぼ全域の温室効果ガスの濃度分布を精確に測定し、地球温暖化防止に貢献します。

地球温暖化は、地球規模で気温が高くなる現象です。これに対して、市街化の著しい都心部で気温が上昇する「ヒートアイランド」と呼ばれる現象も起こっています。このヒートアイランドに対しても、計測技術などで貢献しています(P.3参照)。



参考文献 「環境がわかる絵本」 佐伯平二 山と溪谷社
「気候変動 +2℃」 責任編集・山本良一
ダイヤモンド社

参考ホームページ
チーム・マイナス6℃ <http://www.team-6.jp/>
環境省 <http://www.env.go.jp/>
JAXA <http://www.jaxa.jp/>

ロケットエンジン技術センター 「匠の技術表彰」受賞

受賞報告

ロケットエンジン技術センターは、2006年10月28日に開催された日本機械学会流体工学部門講演会にて、「ロケットエンジン用ターボポンプにおける極低温流体の温度計測技術」に対して「匠の技術表彰」を受賞し、表彰状と楯を授与されました。

今回の受賞は、極低温実液温度校正装置を活用した、ロケットエンジン用ターボポンプの開発に係わる極低温下での秀でた温度計測技術に贈られたものです。センターの長年に亘るターボポンプの研究開発への貢献が認められた結果といえます。今後も更にこの計測技術を高め、極低温流体を推進剤とするロケットエンジンの研究開発に貢献して行きます。 (ロケットエンジン技術センター)



「空を愛する女性たちを励ます賞」受賞

受賞報告

社団法人日本女性航空協会が毎年表彰を行っている「空を愛する女性たちを励ます賞」をJAXA総合技術研究本部の徳川直子 主任研究員が受賞しました。

毎年様々なコンセプトで受賞者を選定しているこの賞の今年度のコンセプトは「航空工学研究者」です。徳川



主任研究員は、JAXAが進める「次世代超音速機技術の研究」に空力チーム班員として当初から携わってきました。オーストラリアのウーメラ実験場で2005年10月に実施した小型超音速実験機の飛行実験では、設計した翼の性能実証にも従事し、その成功に大きく貢献しました。これらの実績が高く評価され、今回の受賞へとつながりました。

2006年11月14日には表彰式が執り行われ、表彰状と副賞が授与されました。 (広報係)