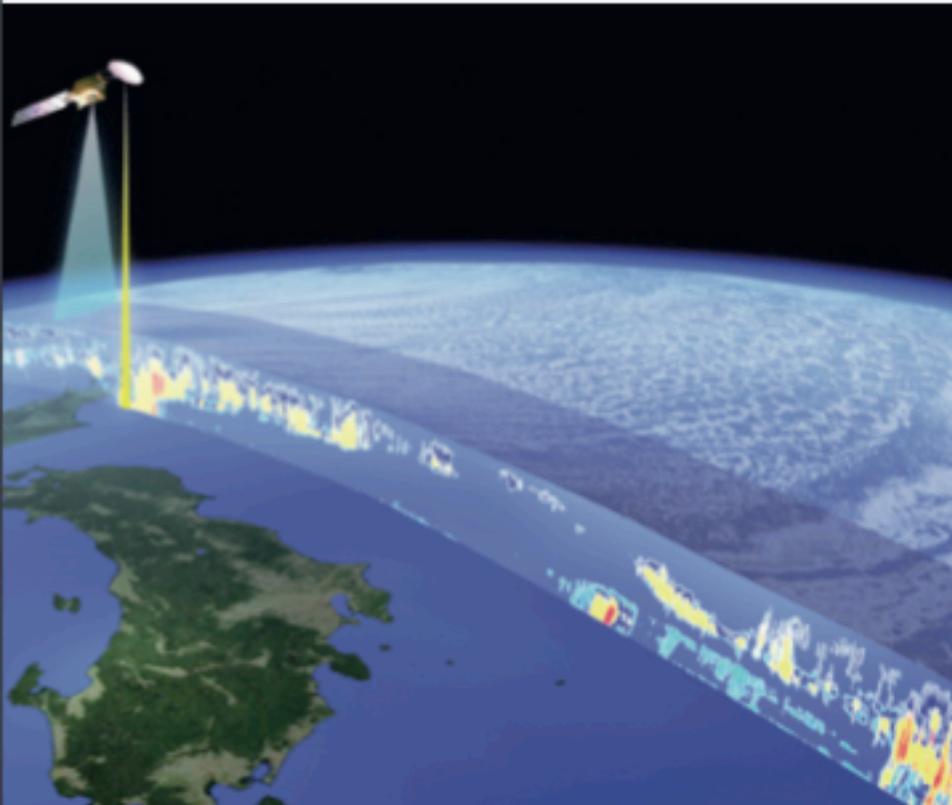
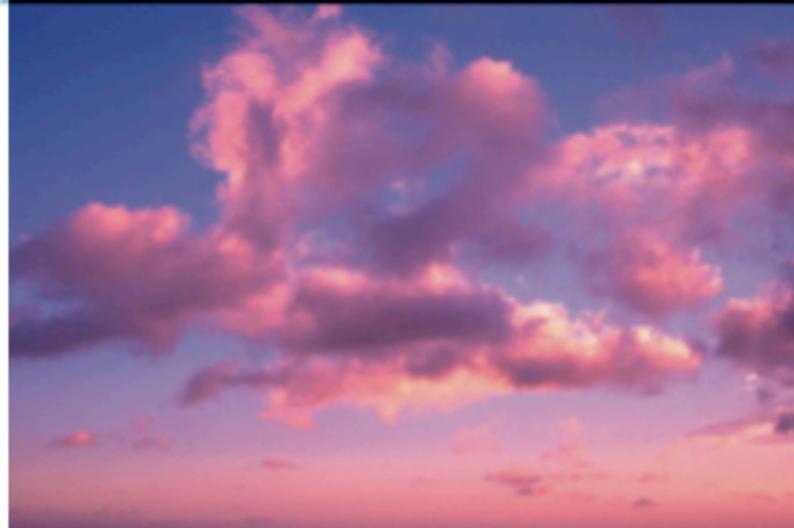


EarthCARE Project

Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer



雲エアロゾル放射ミッション



気候変動予測の現状

2007年のIPCC最新報告書*によると、二酸化炭素の濃度は産業革命以前に比べて約100ppm増加しており、この増加した二酸化炭素によって地球の平均気温は過去100年間で0.74度上昇したと報告されています。そして、数値気候モデルを用いた実験では、このまま化石燃料に依存した経済成長を続けると21世紀末には2.4~6.4度の気温上昇が予測され、熱波や大雨などの自然災害が増加すると指摘されています。

このように、数値気候モデルによる気候変動予測は私たちにとって重要な情報を与えてくれますが、この予測には不確実性があるといわれており、気候変動予測の精度向上のための研究がつけられています。IPCCの報告書によれば、特にエアロゾルの雲調節に果たす効果に大きな不確実性があると考えられており、その解明のためにはこれまで以上に詳しい雲の観測が必要だと指摘されています。図1は、IPCCの最新報告書に述べられている気候変動予測の主な誤差要因と、それらが気候

に与える影響の大きさ（放射強制力）、およびその予測誤差が示されており、エアロゾルが雲の放射特性を変える雲アルベド効果に大きな予測誤差があることがわかります。

*人為起源の気候変化、影響、適応および緩和方策に関し、科学的、社会的な見地から評価を行うため、1988年に国連の組織として「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)が設立されました。世界中の多くの専門家の知見をとりまとめ、評価や政策者への提言を行っていることから、その評価報告書は各国の温暖化対策関係者をはじめ、国際的に注目されています。

はじめに

近年、人工的に排出された二酸化炭素増加による地球温暖化問題が注目され、地球上の全ての人類、生命に影響するこの問題に緊急に取り組む必要性が世界的に認識されつつあります。

JAXAは、地球温暖化の予測精度向上に貢献するため、情報通信研究機構(NICT)と欧州宇宙機関(ESA)と共同でEarthCAREミッションを推進しています。

図1 気候変動予測の主要誤差要因

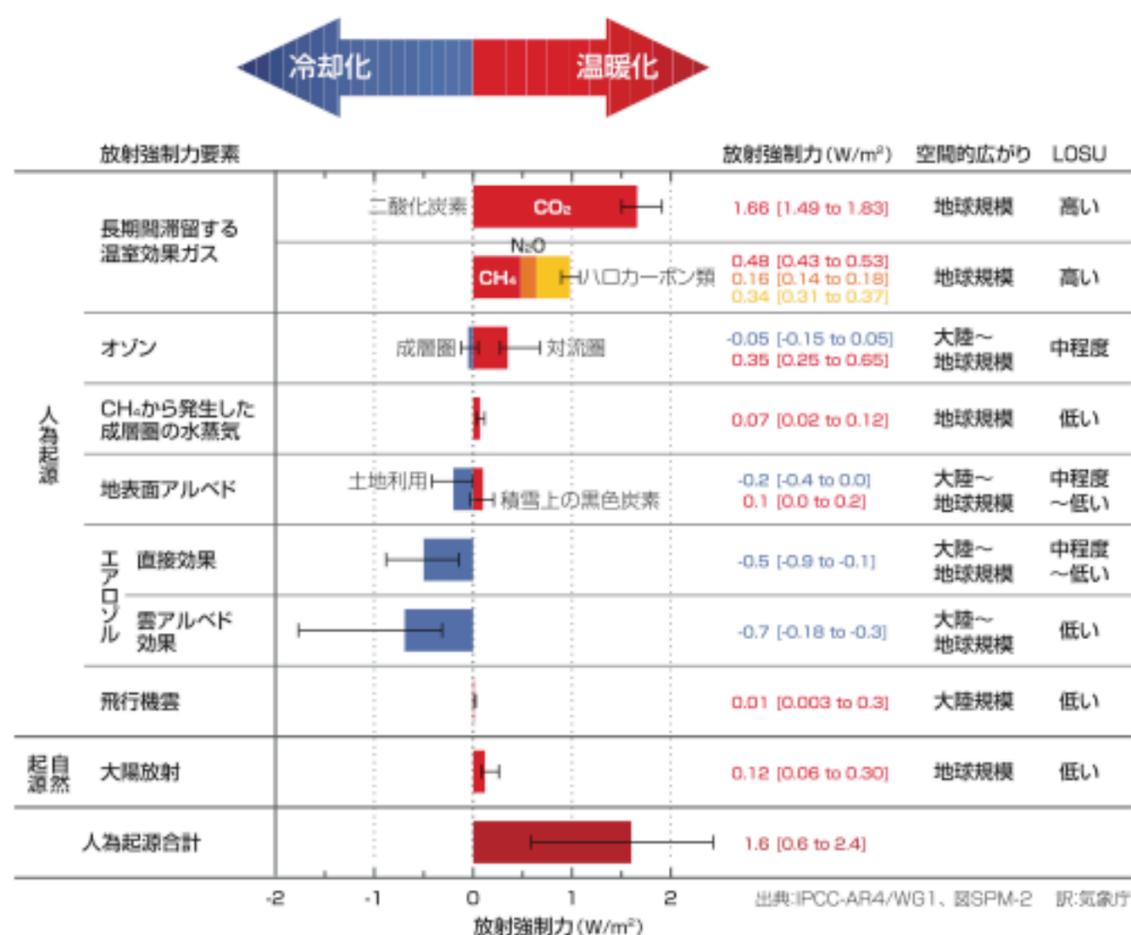
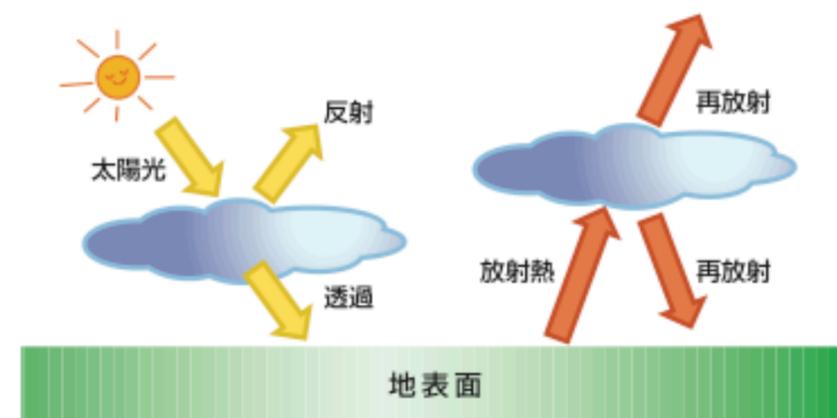


図2 短波放射(黄色)と長波放射(赤色)に対する雲の役割の模式図



雲は、図2に示すように太陽からの放射を遮ることや、地表面から熱が逃げるのを抑制するなど、地球の熱収支に大きな役割を果たしています。雲の水平分布に関しては気象衛星による観測など多くのデータが蓄積されてきましたが、熱収支への影響を見積もる際に大切だと考えられている雲の垂直構造はその観測の難しさからこれまで詳しく観測されていませんでした。気候変動を予測している数値気候モデルの予測精度を向上させるため、雲の高さ、厚さ、雲を構成している雲粒の大きさ、光学的な特性などの垂直構造を全地球的に収集し、その実態を明らかにすることが重要だと考えられています。



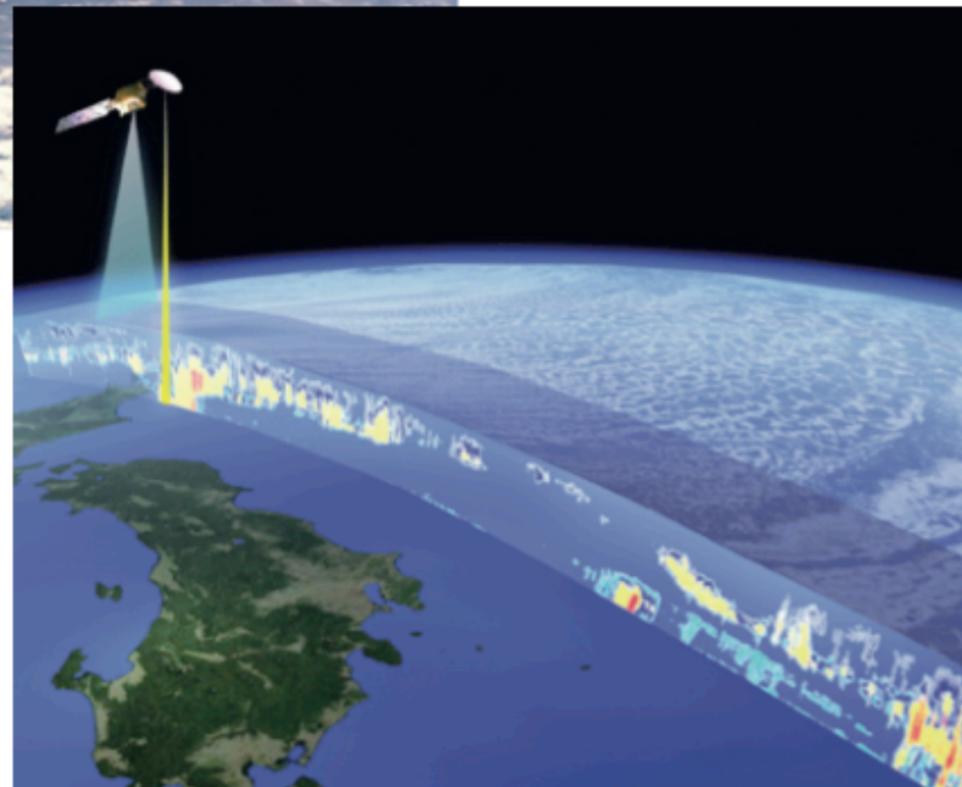
日欧共同ミッション

EarthCARE ミッション

Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer

雲エアロゾル放射ミッション EarthCARE

(Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer)は、高度約400kmの軌道から観測を行う地球観測衛星です。搭載する4つのセンサ(雲プロファイリングレーダ、大気ライダー、多波長イメージャーおよび広帯域放射収支計)により、これまで十分な観測が行われてこなかった垂直方向の雲粒やエアロゾルの分布、雲粒が上昇・下降する速度の計測などを行い、雲、エアロゾルとそれらの相互作用による放射収支メカニズムを解明して、気候変動予測の精度向上に貢献します。



開発体制

EarthCAREミッションは、欧州宇宙機関(ESA)と日本(JAXA, NICT)が共同で実施する日欧共同ミッションです。衛星開発、大気ライダー、多波長イメージャー、広帯域放射収支計の開発および衛星打ち上げ、運用はESAが担当し、JAXAは、情報通信研究機構と共同で、W-band(94GHz)において世界初の衛星搭載ドップラーレーダである雲プロファイリングレーダ(CPR:Cloud Profiling Radar)の開発を担当しています。3機関で密に連絡を取りながら、2013年の衛星打ち上げを目指して開発を進めています。



EarthCARE 衛星

Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer

総重量: 約1800kg

軌道: 低軌道太陽同期準回帰軌道

(高度400km,降交点地方通過時1:45)

搭載センサ

- 雲プロファイリングレーダ(世界初衛星搭載ミリ波帯ドップラーレーダ)
[94GHzドップラーレーダ]
(JAXA/NICT共同開発)
- 大気ライダー(ESA)
- 多波長イメージャー(ESA)
- 広帯域放射収支計(ESA)

平成25年度(2013年度)打上予定

Cloud Profiling Radar (CPR)

私たちが普段何気なく見ている雲は大きさ数ミクロンから数十ミクロンの雲粒がたくさん集まっているものです。いわゆる綿雲は水の粒の集合（水雲）ですが、絹雲などは小さな雪結晶から構成されていること（氷雲）はよく知られています。JAXAとNICTは、そのような雲を高感度に観測するために、共同で雲プロファイリングレーダ（Cloud Profiling Radar: CPR）を開発しています。

CPRは、宇宙空間から地球に向かって電波を放射し、雲から散乱されて戻って来る電波を測定することで雲の垂直構造を観測します。CPRは、約3mmという、一般的な降雨レーダと比較して10分の1程度の短い波長の電波を用います。また、厚い雲から薄い雲まで、様々な雲を高感度で観測するために、直径2.5mという、衛星搭載用の

ミリ波帯アンテナとしては世界最大級となるアンテナを搭載するとともに、1.5kWを越える大出力送信管を用いています。

図3は、CPRによる観測の概要を表しています。CPRは、図に示すように直下方向のみを観測します。垂直方向の分解能（識別できる範囲）は500m毎ですが、データは100m間隔で取得を行います。また、観測ウィンドウは地域（緯度）に合わせて変えられるように設計されています（例えば、背の高い雲の多い熱帯地方では高度20kmまで観測しますが、背の高い雲の無い極域では高度12kmまで観測します）。地表面を観測する視野（フットプリント）は800m以下で、衛星の進行方向に500mごとにデータを取得します。

図3 CPR観測概要

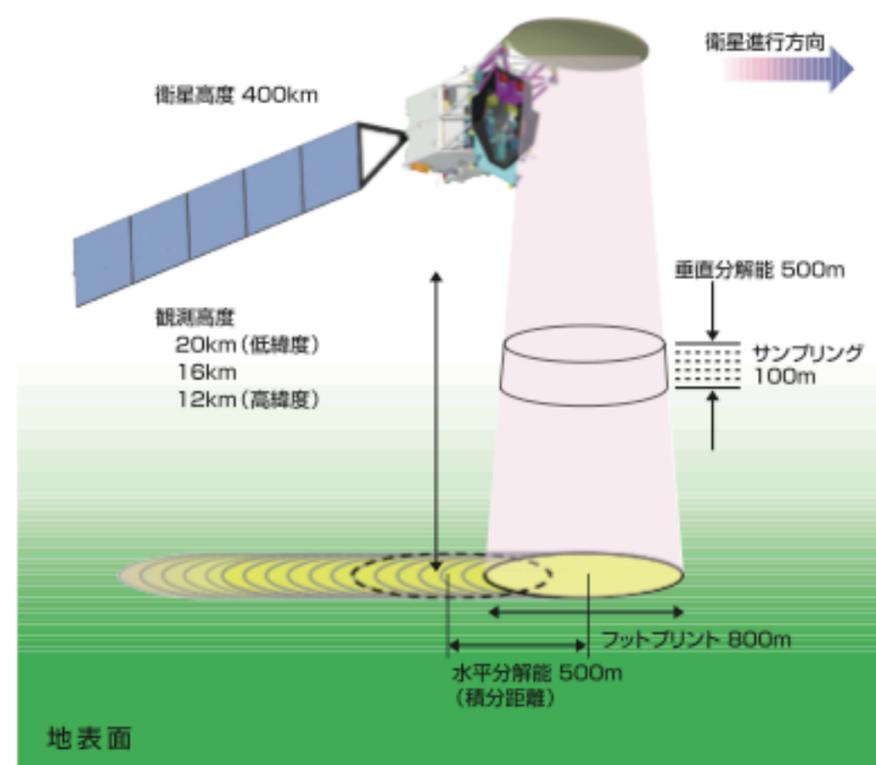
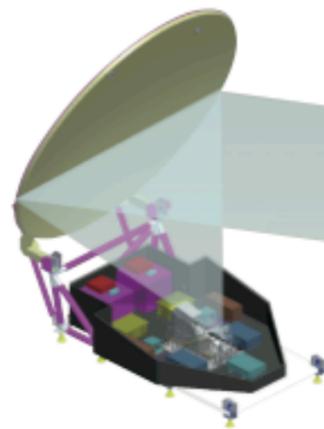


図4 CPR外観概要



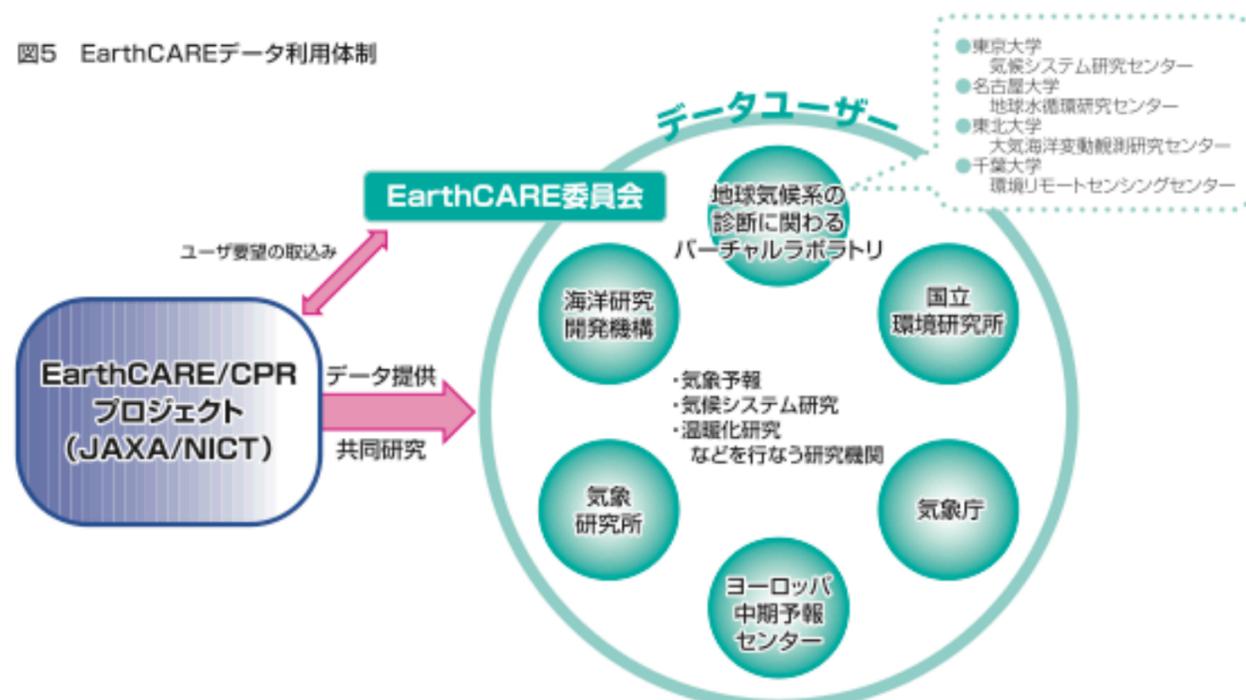
CPRには、雲の垂直構造を観測する以外にもう1つの大きな特徴があります。それは、衛星搭載のレーダとしては初めてドップラー速度計測を行えることです。ドップラーレーダとは、いわゆるドップラー効果を用いて雲内の雲粒子の運動を捉えるものです。雲の中の運動、特に上昇流および下降流は雲の生成消滅過程に大きく関わって

いますので、ドップラーレーダにより得られるこのような情報はEarthCAREの目的である雲の生成プロセスを理解する上で大きな役割をはたします。また、雲が雨になりますと落下速度自体も1m毎秒から数m毎秒となりますので、ドップラーレーダによる観測で雲と雨の区別も可能となります。

データ利用体制

EarthCAREミッションでは、JAXA、NICTと欧州宇宙機関（ESA）ですべての観測センサーのデータを共有し、そのデータを世界中の研究機関に利用してもらうための設備を整備し始めています。EarthCARE衛星により取得されるデータは多くの研究機関から期待されており、例えば気象庁やヨーロッパ中期予報センター（ECMWF）などは気象予報の精度向上の為に利用を考えています。また、気候システムを研究する機関などでは、CPRにより得られる雲内部の垂直運動の情報に大きな関心を持っています。図5に想定されるデータの利用体制を示します。また、JAXAでは、研究機関へのデータの提供を行うだけでなく、一般の方にも目で見てわかる図の形で、ウェブなどでの公開を計画しています。

図5 EarthCAREデータ利用体制





宇宙航空研究開発機構 宇宙利用ミッション本部
Japan Aerospace Exploration Agency
Space Applications Mission Directorate

EarthCARE/CPRプロジェクトチーム
EarthCARE/CPR Project Team

地球観測研究センター
Earth Observation Research Center

http://www.eorc.jaxa.jp/EARTH/CARE/ja/index_j.html



情報通信研究機構
National Institute of Information and Communications Technology



ESA
European Space Agency