

世界の雲分布を計測し 地球温暖化の鍵を探る

—EarthCARE (アースケア) 衛星搭載の雲プロファイリングレーダの開発—

「NICT がこれまで培ってきた雲や雨を計測するレーダ技術は地球全体の雲や降水を監視する衛星へと発展してきました。EarthCARE 搭載の雲プロファイリングレーダはそのうちのひとつです。この衛星は地球温暖化予測の研究等に役立てられます。」

高橋 暢宏 (たかはし のぶひろ)

経営企画部

企画戦略室 総括プランニングマネージャー

大学では気象学を専攻し、レーダを使った降水システムの解析等を行ってきた縁で、熱帯降雨観測衛星(TRMM)が打ち上がる3年ほど前に、郵政省通信総合研究所(現NICT)に入所した。以来、衛星搭載降雨レーダや雲レーダとかかわりを持ってきている。クラリネット演奏が趣味で、長年オーケストラで活動している。最近は、もっぴら息子と遊ぶことが最大の楽しみになっている。

地球温暖化問題の解決を目指して

地球温暖化に代表される気候変動の問題は、私たちに身近な問題となってきています。特に将来への不安を少しでも減らすという観点から、低炭素社会の実現、省エネ、エコというキーワードが頻繁に使われています。この問題に対する科学の役割としては将来の姿を正確に予測することが考えられます。例えば、将来どんな気候になるのか？四季はどうなるのか？年ごとの天候の変化は大きくなるのか？といった疑問に答えることです。その鍵となるプレイヤーは数値気候モデルです。いま話題の「京(けい)」や「地球シミュレータ」といったスーパーコンピュータがそれに該当します。地球温暖化問題では、二酸化炭素の増加による温暖化のシミュレーションが数多くなされて



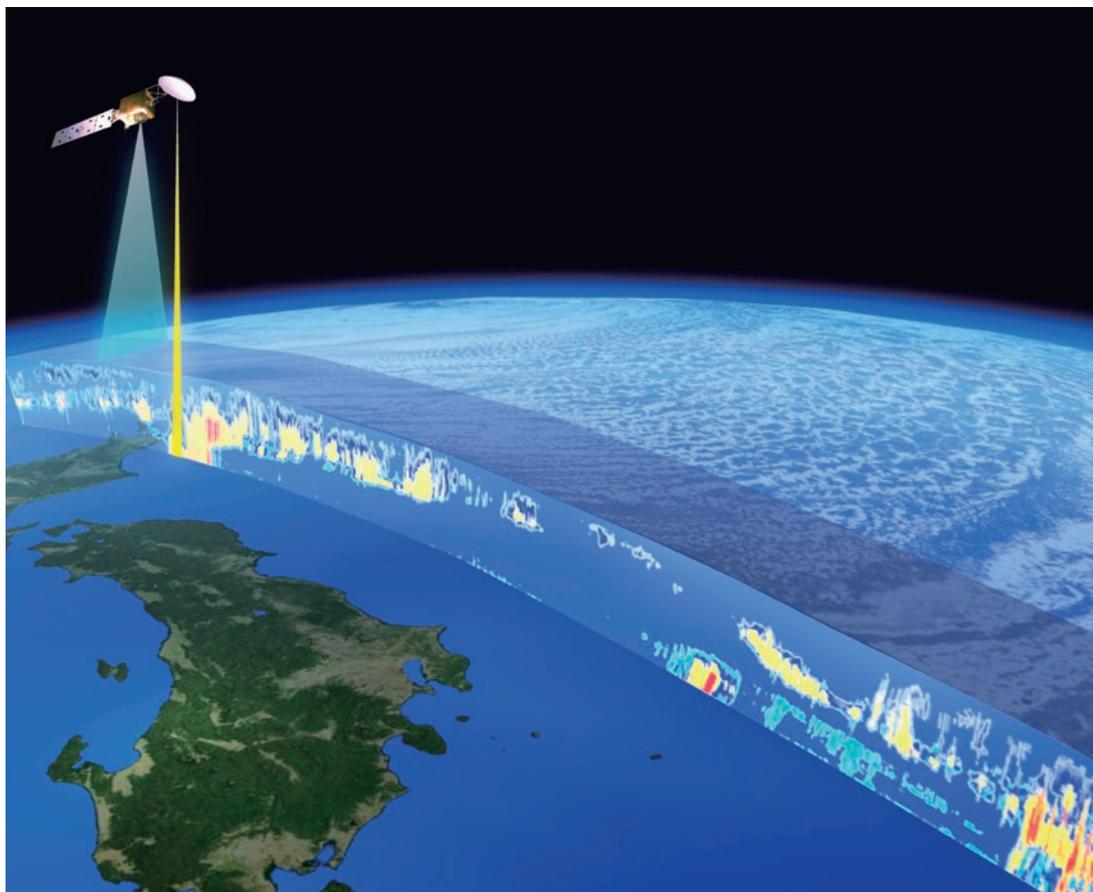


図1 EarthCARE観測イメージ CPRは雲の鉛直構造の情報を取得するのに用いられます。

いますが予測精度向上の鍵を握っているのは雲やエアロゾルといわれる大気塵です。といたしますのも、高い高度にある雲(絹雲など)は氷粒子からなっており、太陽光は透過しますが地球表面から放射される赤外線は吸収しますので、温暖化に寄与する効果を持っています(毛布の役割などといわれています)。一方、低い高度にある雲(層積雲など)は真っ白く見えることからわかるように、太陽光をよく反射して、地表面の気温を下げる効果を持っています。そして、エアロゾルは雲ができるときに核として働きます。そのため、雲の現れる高さが違ってくると温暖化の度合いが変わってくるのです。さらに細かく言えば、雲による効果は雲粒の大きさや雲の層の厚さ、また相状態(雨か雪か)などで決まるため、スーパーコン

ピュータによる予測であっても非常に難しい問題となっています。このようなことから、雲の、それも地球全体での、高さや厚さを正確に観測することが重要なのです。そこで、人工衛星の出番です。人工衛星なら広い太平洋の真ん中でも、人が住んでいないような砂漠でも、同じように観測することができるからです。

● EarthCARE ミッション

このような背景のもとに、EarthCARE ミッションはスタートしました。EarthCARE は英語の Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer を略したもので、日本語では雲・エアロゾル放射ミッションと訳されますが、地球上の

雲とエアロゾルを立体的に観測し、地球上の放射バランスのメカニズムを明らかにすることを目的とした人工衛星です。この衛星計画は欧州宇宙機関(ESA)と日本(宇宙航空研究開発機構: JAXAとNICT)の共同開発計画であり、2015年の打ち上げを目指しています。図1に観測のイメージを示します。このEarthCARE衛星の大きな特徴は94GHz(波長約3mm)の雲プロファイリングレーダ(以下CPRといいます)とライダー(レーザー光を用いたリモートセンサー)を同時に搭載していることで、これによって雲やエアロゾルの出現高度などの鉛直の分布情報を測定します。CPRはJAXAとNICTが協力して開発し、ライダーなどその他の機器の開発および衛星打ち上げはESAが担当しています。

私たちが開発するCPRのチャレンジは雲の立体的な構造の計測にドップラー速度計測機能から得られる雲内の上下運動の情報を加えることによって、雲の実態を明らかにすることです。このドップラー速度計測機能は、雲や降水を測る衛星搭載のレーダとしてはEarthCAREが初めて挑戦するもので、世界から注目されています。

● NICT だからこそ

NICTではこれまでリモートセンシング機器の研究開発を長年にわたって行ってきており、その成果が1997年に打ち上げられた熱帯降雨観測衛星(TRMM)搭載の降雨レーダや2014年打ち上げ予定の全球降水観測計画(GPM)主衛星搭載の二周波降水レーダ(DPR)(いずれもJAXAと共同開

発)によって実を結んでいます。そして、さらに技術的に難しい高周波レーダ(雲レーダ)へと挑んできました。1996年には航空機搭載の雲レーダの開発を行い、この実績をもとに2007年からJAXAと共同でCPRの本格的な設計・開発を開始しました。NICTはこれまでの雲レーダの開発経験を活かして、送受信部と1次放射器の機能をもつ準光学給電部の開発を担当し、直径2.5mの大型アンテナと信号処理部、そしてレーダの全体システムをJAXAが受け持っています(図2にCPRの概念図を示します)。送受信部は94GHzの電波をパルス状に送信し、雲から返ってきた電波を受信する機能を持つ、CPRの心臓部と言え

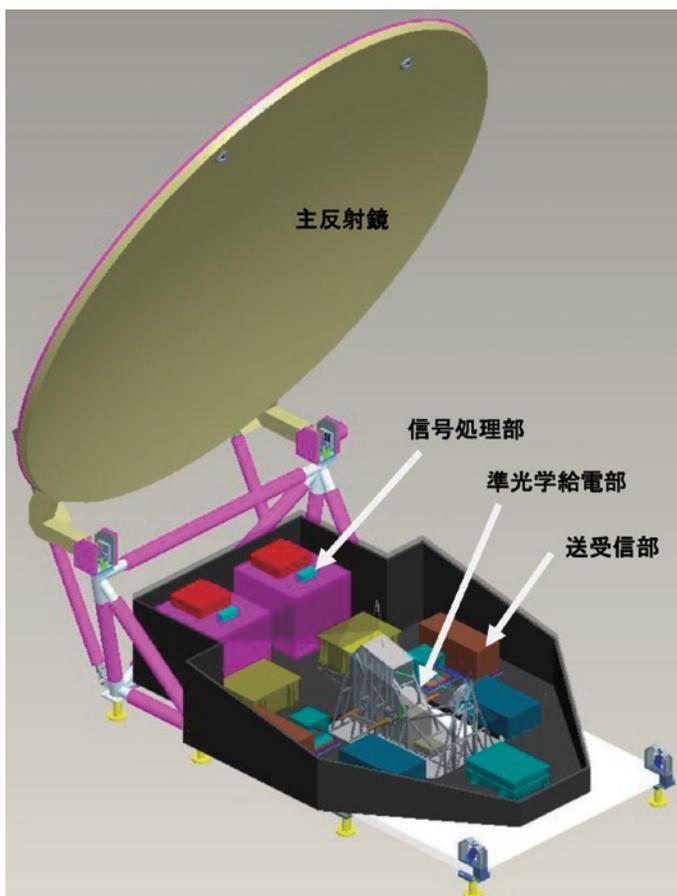


図2 EarthCARE衛星搭載雲プロファイリングレーダ(CPR)の概観図
CPRは直径2.5mの主反射鏡(アンテナ)、送受信部、準光学給電部、信号処理部から構成されています。

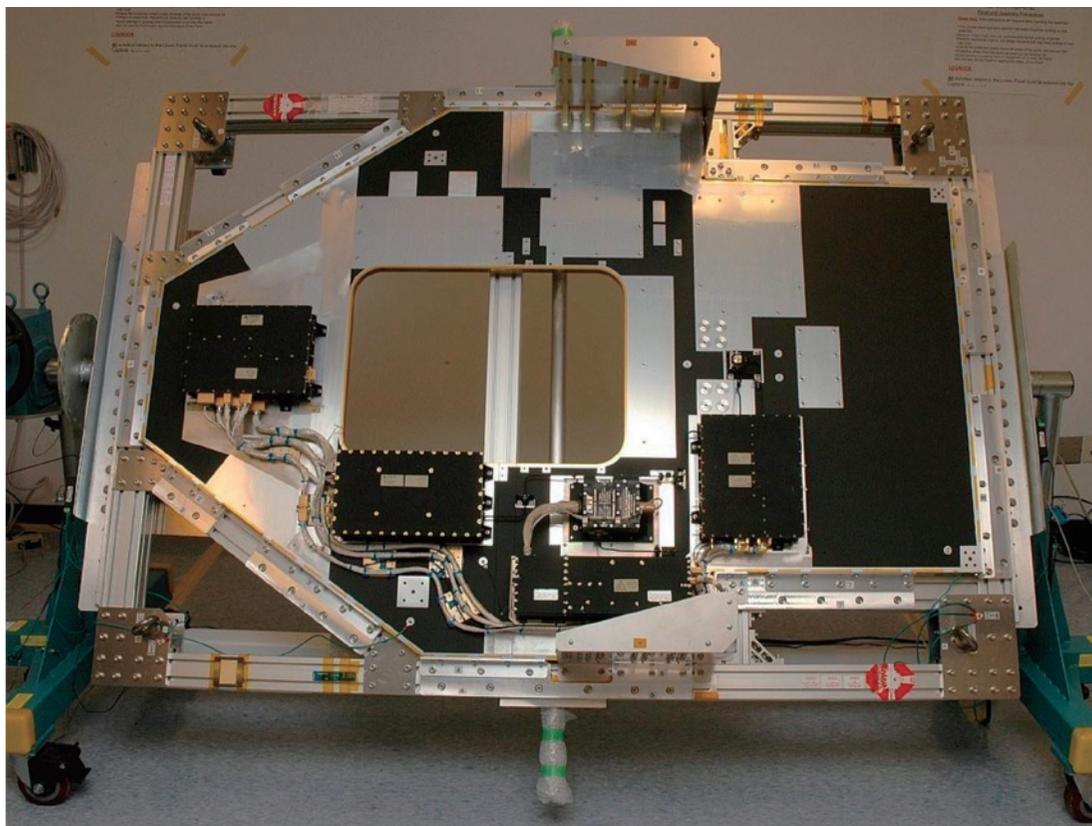


図3 EarthCARE/CPRの送受信部のエンジニアリングモデル

ます。準光学給電部は送信と受信を分離する機能を持ち、光学的なアプローチで少ない損失を実現するとともに、ドップラー計測機能を満たすための高い製造精度を実現しました。

現在、CPRはエンジニアリングモデルという実際に搭載する機器の性能を確認するためのモデルの開発を終え、打ち上げに耐え、宇宙環境において所望の性能が実現できることを試験・確認しています(図3、4にNICTが開発した送受信部と準光学給電部のエンジニアリングモデルの写真を示します)。今後、搭載機器の製造・試験、打ち上げがあり、そしてそのあとにCPRのデータを用いた研究が待っています。長い道のりですが、一步一步着実に進めることができれば、と考えています。

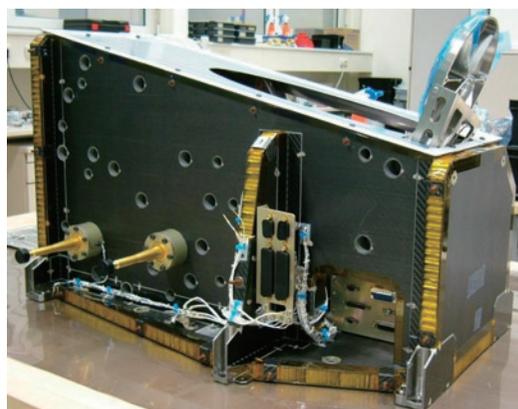


図4 EarthCARE/CPRの準光学給電部のエンジニアリングモデル