



今後の地球環境計測の方向性と NICTの役割

情報通信研究機構
加藤 邦紘

平成17年3月16日

社会から地球観測システムへの要求

- 自然災害及び人間活動の影響による**災害**からの生命や財産の損失の軽減
- 人類の**健康**と福祉に影響を与える環境要素の理解
- **エネルギー**資源の管理向上
- **気候**変化と変動に対する理解、評価、予測、緩和と適応
- **水循環**のより良い理解を通じた、水資源管理の向上
- **気象**情報、予報及び警報の改善
- 陸域、沿岸及び海洋**生態系**の管理及び保護の向上
- 持続可能な農業支援と、**砂漠化**に対する戦い
- **生物多様性**の理解、監視、保全
- 共通的な観測と**データ**利用

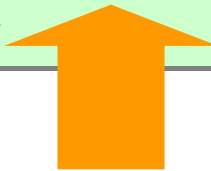
地球観測サミット10年実施計画第4章
(平成17年2月16日採択)

国として行うべき地球環境計測

喫緊に対応すべき5つのニーズ

第42回総合科学技術会議
「地球観測の推進戦略」
(平成16年12月27日意見具申)より

- 1 地球温暖化に関わる現象解明・影響予測・抑制適応
- 2 水循環の把握と水管理
- 3 対流圏大気変化の把握
- 4 風水害被害の軽減
- 5 地震・津波被害の軽減



これらに対してNICTは

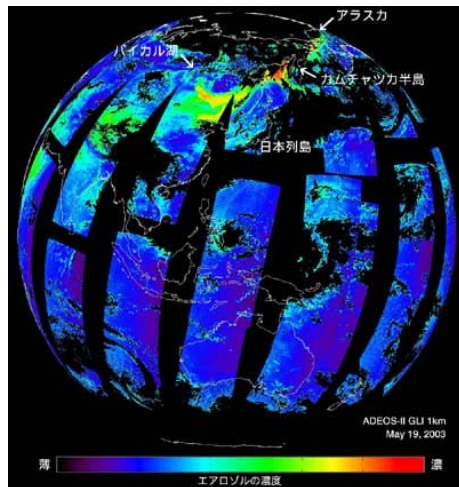
- 電磁波リモートセンシングを用いた計測技術
 - ユビキタスセンサーネットワークを用いた環境計測
 - ネットワークを用いたデータ配信技術
- によるソリューションを提供

我が国の地球変動観測プロジェクト

地球変動の総合的観測
(衛星観測)



みどり2衛星(2002年打上げ)



みどり2で取得された地球上
のエアロゾル*分布

*大気中の塵

CO₂観測サイト
(地上、船上)



落石岬(北海道)環境省
ステーション

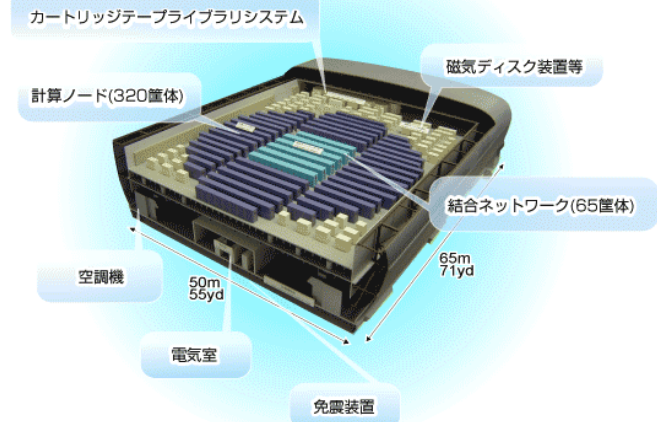


コンテナ船に搭載して太平洋上の分布測定

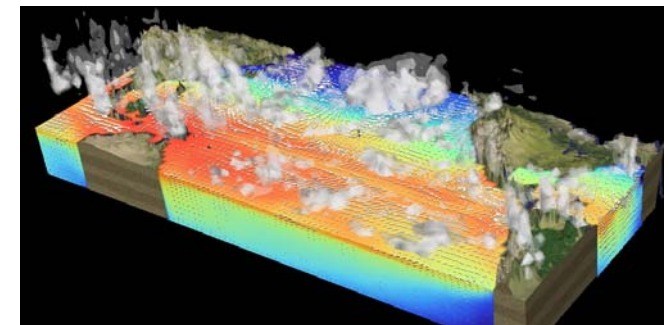


大気自動サン
プリング装置

地球シミュレータ: 大気、海洋の
高精度モデル化



地球シミュレータ



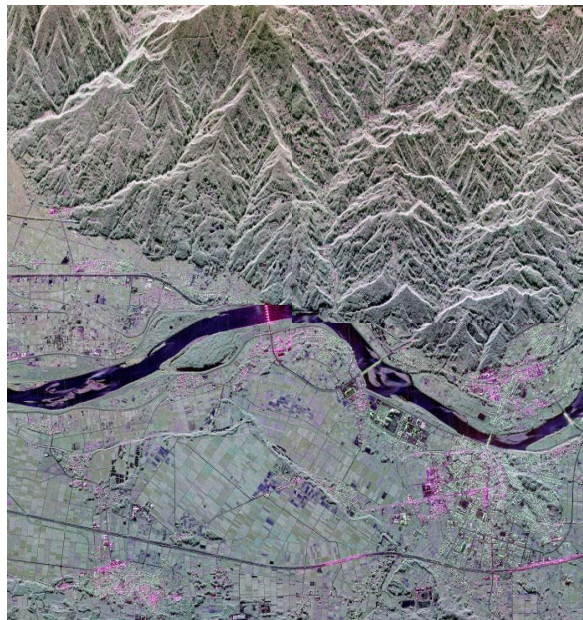
大気・海洋結合モデル
シミュレーション結果例

NICTの取り組み① 電波リモートセンシング技術

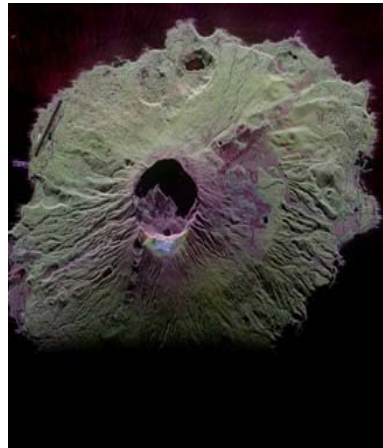
災害監視(合成開口レーダ) / 水循環(衛星搭載降雨レーダ)



航空機搭載映像レーダシステム



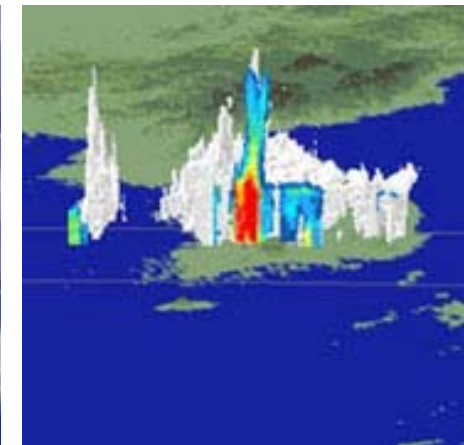
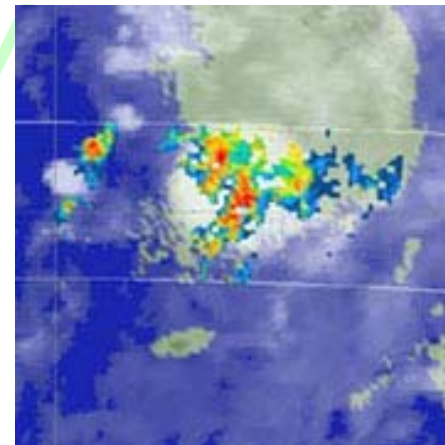
新潟県中越地震被災地の航空機SAR*映像



三宅島噴火時の火口
付近のSAR*映像



世界初の衛星搭載降雨レーダ
が搭載された熱帯降雨観測衛星
(TRMM)



TRMM降雨レーダで観測した韓国に災害をもたらした豪雨;
降雨の水平分布(左)、降雨の高さ構造(右)

SAR: 合成開口レーダ

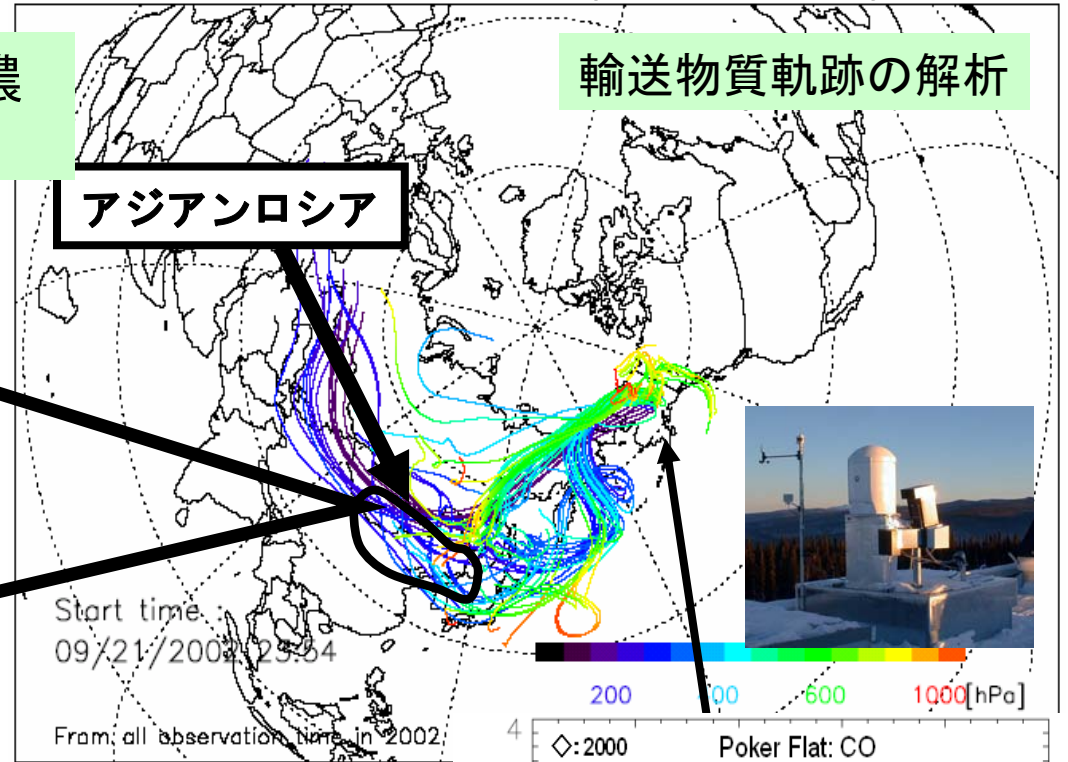
NICTの取り組み②

極域大気環境の総合計測技術に関するアラスカ大学との国際共同研究

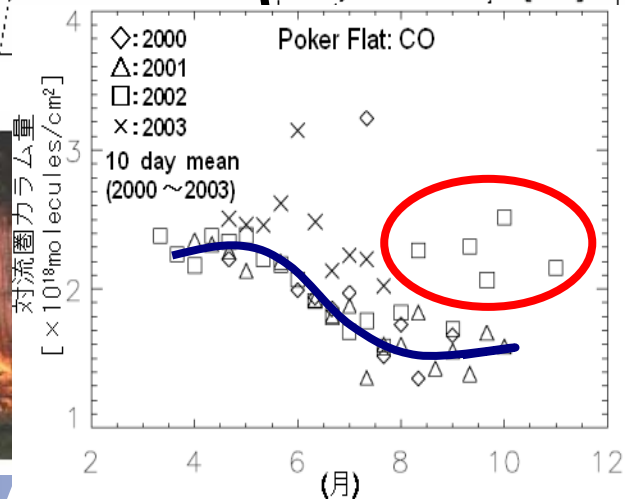
アラスカにおける対流圏一酸化炭素濃度の増加はシベリアの森林火災が源

輸送物質軌跡の解析

ECMWF + NIPR Backward Traj. from PF for 7 day



Start time
09/21/2002 12:54
From: all observation time in 2002



Experiment, Central Siberia, July 1993 (K).

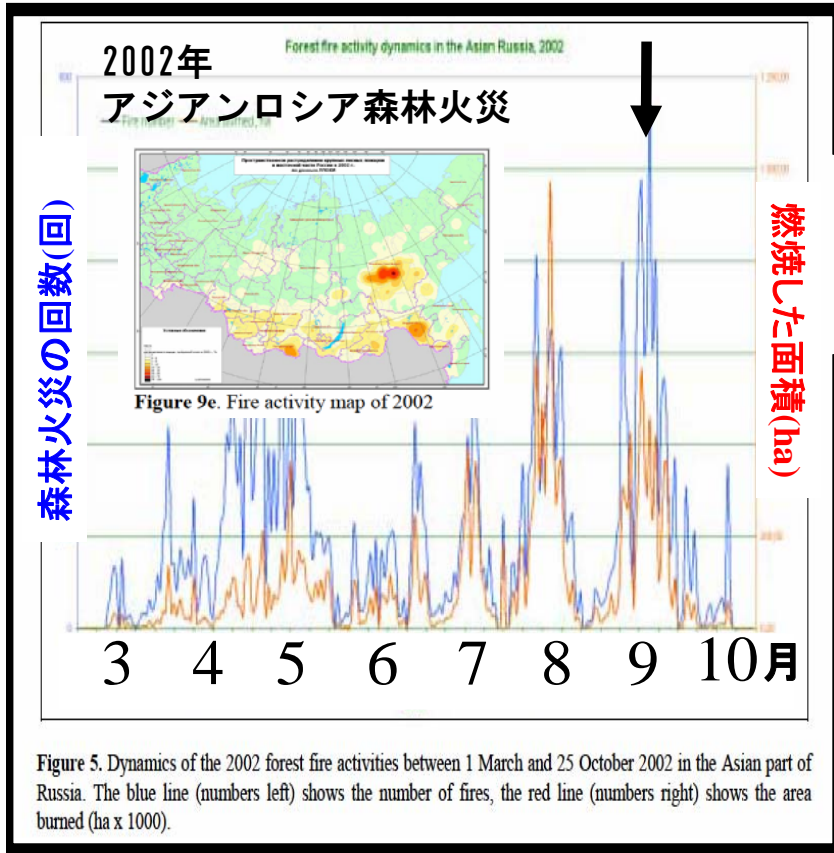
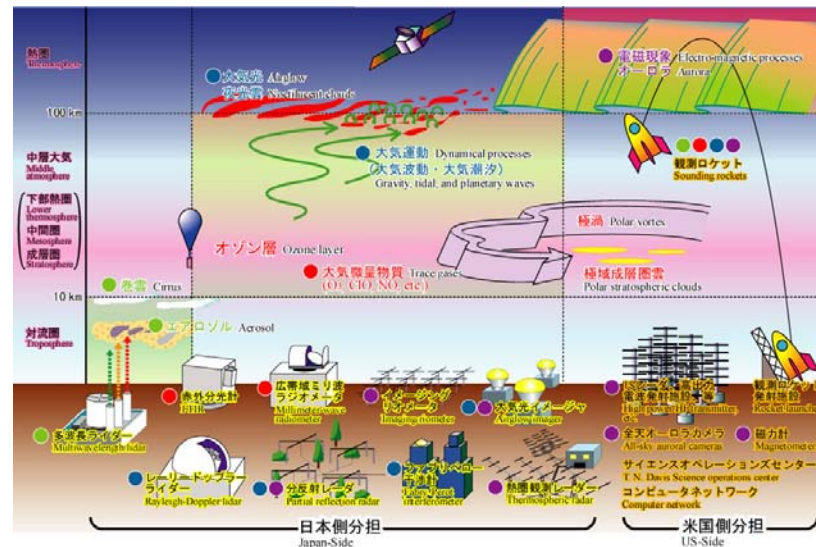


Figure 5. Dynamics of the 2002 forest fire activities between 1 March and 25 October 2002 in the Asian part of Russia. The blue line (numbers left) shows the number of fires, the red line (numbers right) shows the area burned (ha x 1000).

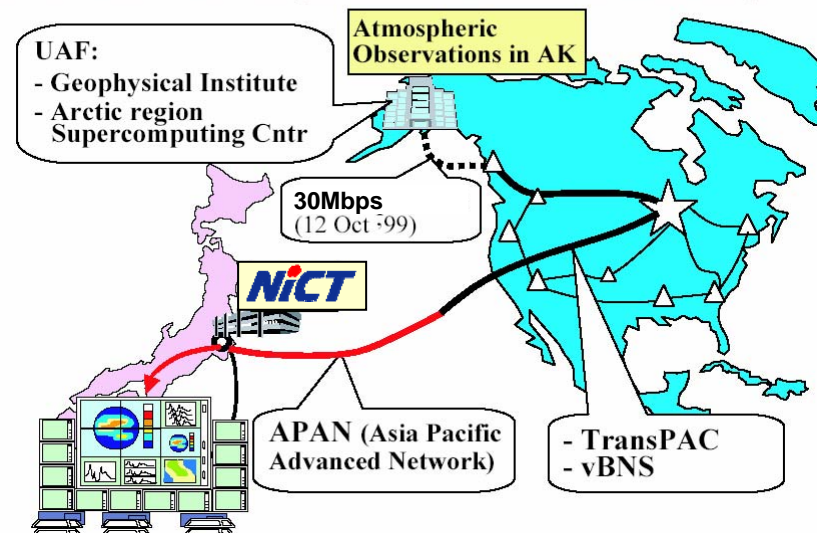
ネットワークによるデータの 収集・処理・公開

- 観測データを高速ネットワークを用いて準リアルタイムに伝送
- 環境情報の取得・データ配信・解析・公開までを実時間で結んだ初めての国際データネットワーク実験
- 研究者だけでなく、広く国民が注目

※公開したウェブサイトにも月間200万ヒット
(リクエスト)



International Network for SALMON (System for Alaska Middle Atmosphere Observation data Network)



京都議定書の発効(2005/2)

・議定書の効力発揮のためには、

①CO₂排出量の正確な測定が必要
 ⇒ CO₂観測は1958年(マウナロア)以来、地上の多地点で実施

②温暖化予測精度の向上を図るためには、以下の課題の解決が必要

- ・森林吸収量の評価
- ・海洋吸収量の評価
- ・雲モデル化

③海洋、森林吸収量やCO₂排出量の地域依存性を明らかにする必要

温室効果の予測精度向上へ カギ握る森、海、雲

京都議定書 ぎょう発効

二酸化炭素(CO₂)など温室効果ガスの排出削減を先進国に義務づけた「京都議定書」が16日、発効する。地球の平均気温は今世紀末、最大で6度近く上がるとされる。しかし、複雑な自然現象が絡み合う「気候」には、未解明の部分が多い。温暖化の行く末を左右する森や海、雲などの役割を把握しようとする試みが続いている。

温暖化を予測するには、地球上のCO₂の排出・吸収量を正確につかむことが、「気候モデル」として、「気候モデル」による、人類は80、90年代に入り、大気中のCO₂をほぼリアルタイムに連続測定する手法が確立、観測網の整備が進んだ。日本が中心の東アジア観測網(43カ所)のデータによると、森林

約3億トンのCO₂を大気中に排出した。一方、大気中のCO₂の増加は年に約33億トンの増加に達している。残りは陸(森林、海など)が吸収したとされる。だが、土台となる森林や海の吸収量が、はっきりしない。

森林は光合成の際に大気からCO₂を取り込む一方、呼吸や土壌中の有機物の分解などによってCO₂を放出する。90年代に入り、大気中のCO₂をほぼリアルタイムに連続測定する手法が確立、観測網の整備が進んだ。日本が中心の東アジア観測網(43カ所)のデータによると、森林

温暖化予測が抱えるもうひとつの課題は「気候モデル」自体の不確かさだ。東京大の中島映至・気候システム研究センター長は「最大の原因は雲の扱い」と言う。

「一言へへの投稿(約800字)には住所・電話番号を明記して下さい。科学版 大阪06・6201・0249/メール Kagaku@sahi.com 本社

同じモデルで9度の幅

温暖化予測が抱えるもうひとつの課題は「気候モデル」自体の不確かさだ。東京大の中島映至・気候システム研究センター長は「最大の原因は雲の扱い」と言う。

「一言へへの投稿(約800字)には住所・電話番号を明記して下さい。科学版 大阪06・6201・0249/メール Kagaku@sahi.com 本社

地球上の1年間の二酸化炭素の出入り

大気(7300) 毎年33億トずつ増えている

海からの放出 差し引き 23±5

海への吸収

化石燃料の燃焼 63±4

森林消費など 16±8

植物と土壌の呼吸

植物と土壌(2000)

海(380000)

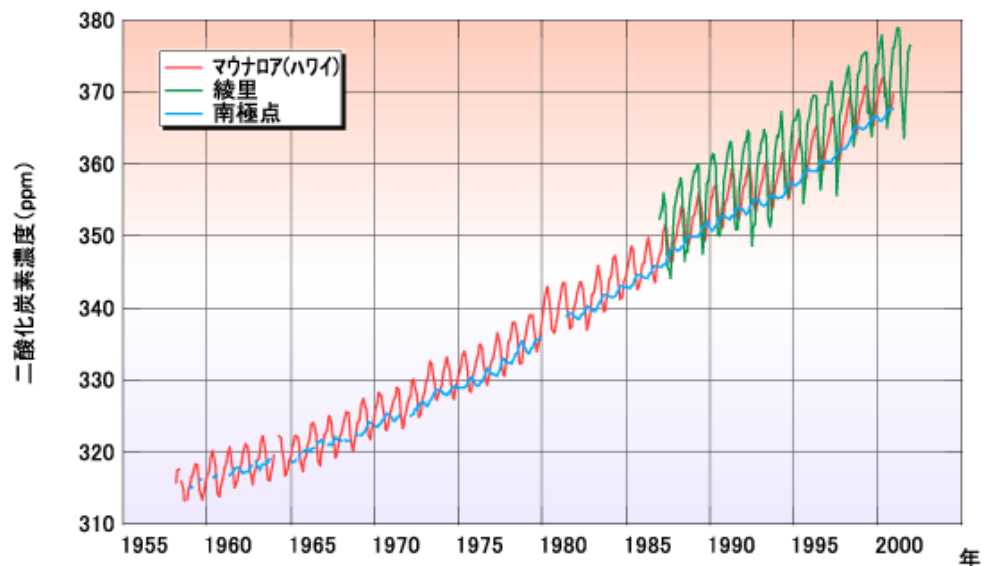
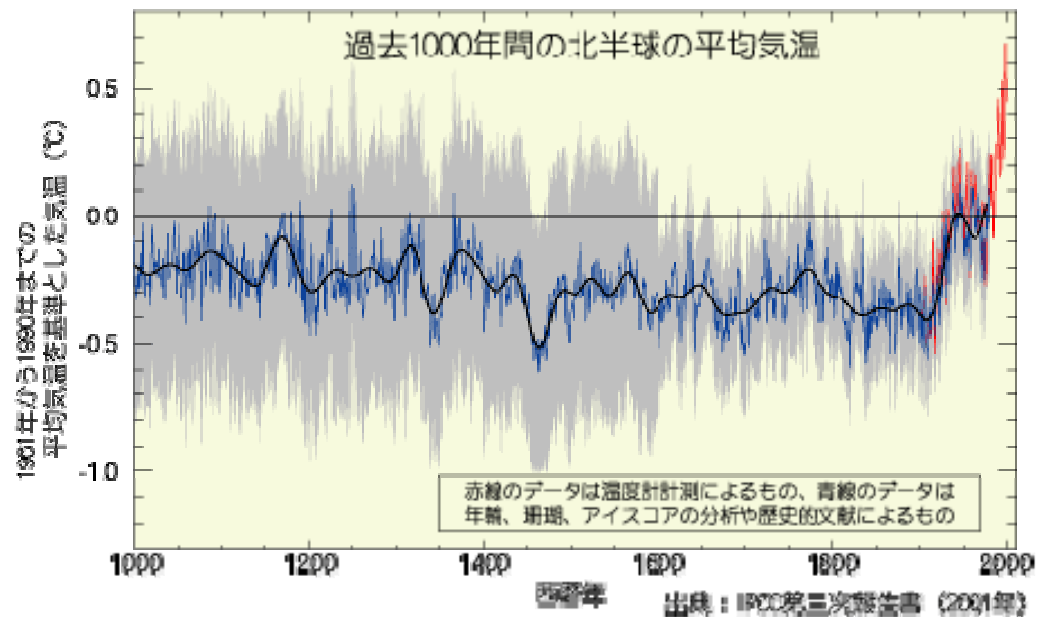
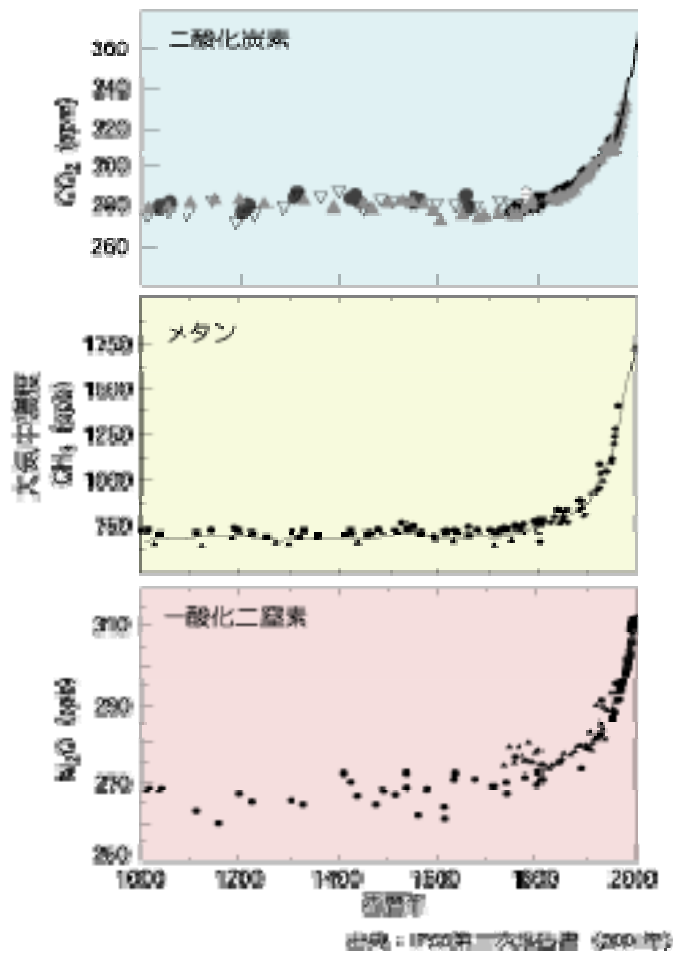
植物と土壌による吸収 差し引き 23±3

光合成による

単位は億ト(炭素換算)。()内は蓄積量(同) IPCC報告書から、1989～98年の平均値

2005年2月16日 朝日新聞

参考: 大気中の温室効果気体濃度の上昇



地球温暖化問題への計測技術の寄与

1. 大気中二酸化炭素濃度の測定

- ・濃度の地域差(排出量)、海洋や森林による吸収量のより精密な測定が必要

⇒ 十分な地域分布、均一性のあるデータ取得のためには、地上観測と衛星観測の組み合わせが必要

※要求精度1~3%

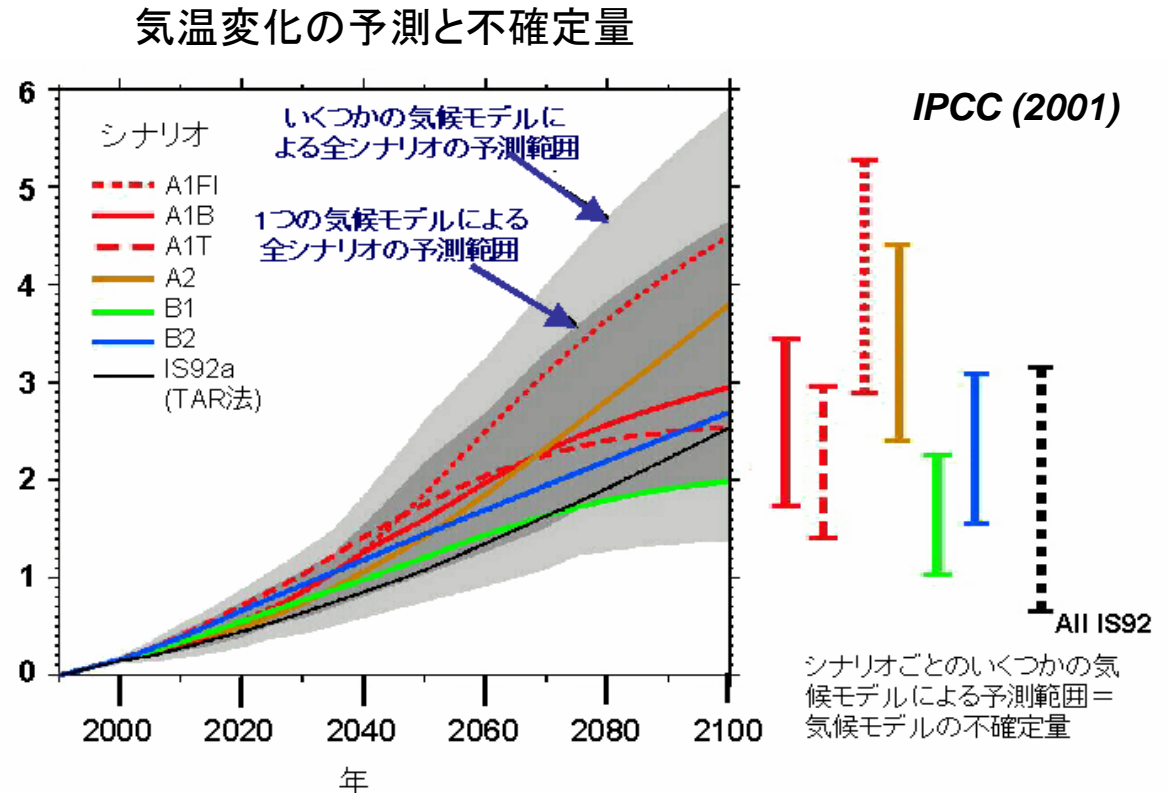
2. 温暖化予測精度の向上

- ・現在の推定精度:2100年において、1.4 - 5.8°Cの幅

- ・誤差の原因:

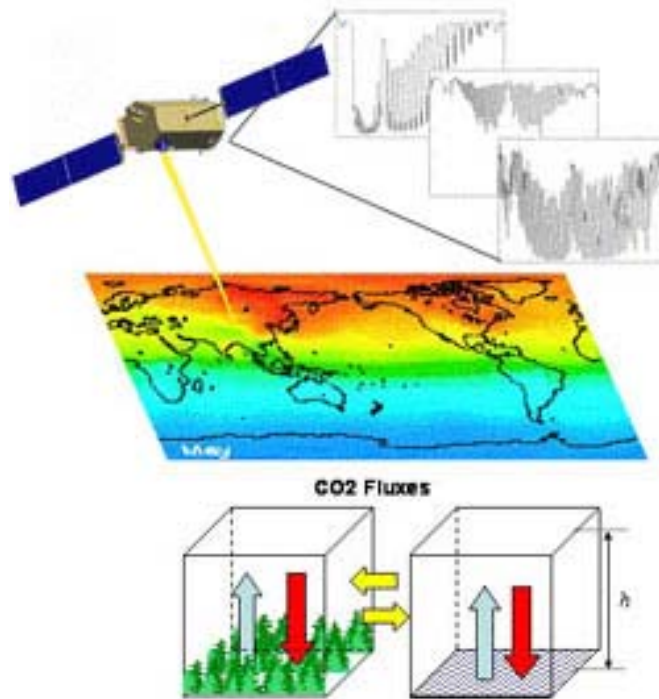
シナリオによる差異のほか、気候モデル内の雲・エアロゾルの評価によって大きな差

⇒ 特に影響の大きい、全球の雲の垂直分布の測定が重要



衛星からのCO₂の観測計画

OCO (NASA/JPL)
(2007)



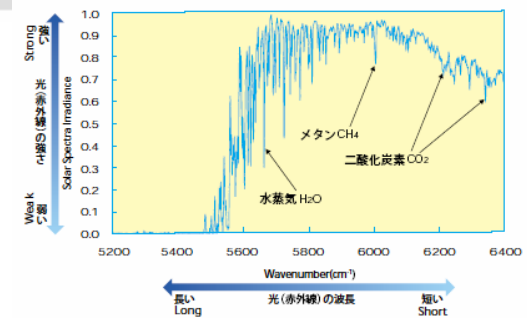
衛星による地球規模のCO₂観測の最初の試み; 両計画とも赤外光の分光観測によりCO₂濃度を求める計画

GOSAT(JAXA/M-ENV)
(2007)



質量: 約1650kg (打上げ時)
Mass: Approx. 1650kg
電力: 3.3kw (寿命末期)
Power: 3.3kw(EOL)
設計寿命: 5年
Designed Life span: 5years
軌道: 高度666km
Orbit: Altitude 666km
太陽同期準回帰軌道
Sun-Synchronous Sub-Recurrent orbit
傾斜角 約98度
Inclination Approx. 98deg

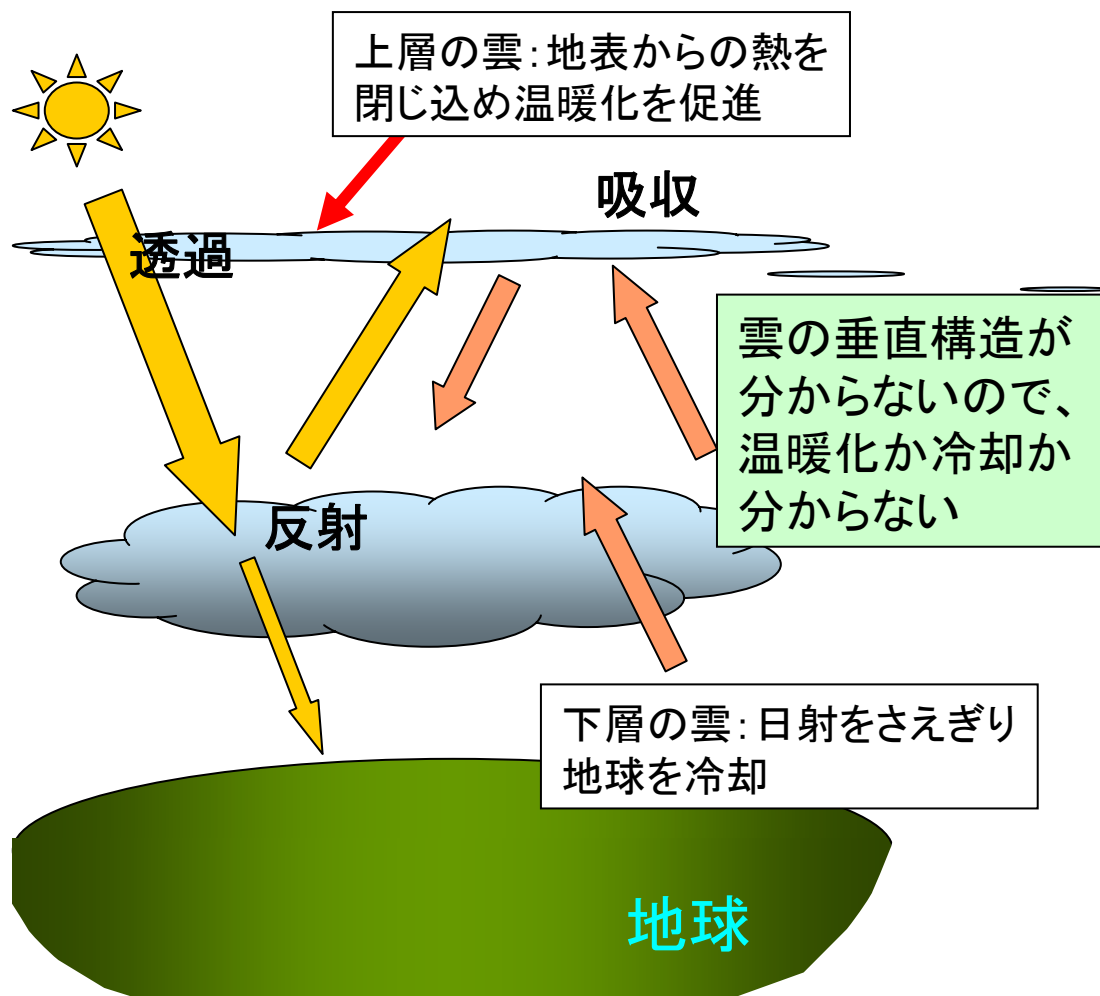
GOSAT搭載センサの地上モデルで観測した太陽光スペクトルと吸収線
Solar Spectrum Observed by Ground Model of the GOSAT Sensor



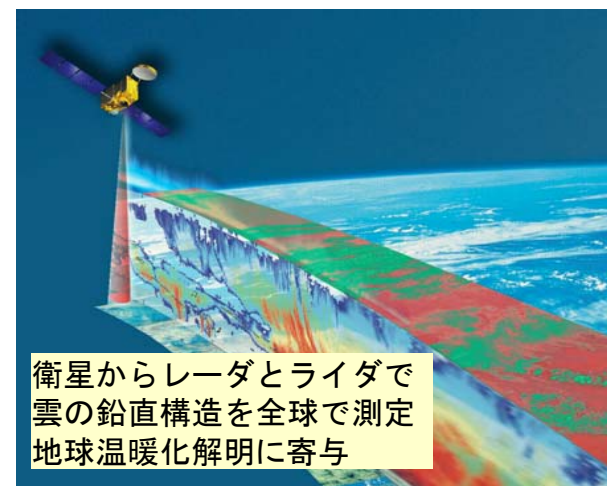
衛星からの雲観測技術の研究開発

95 GHz 衛星搭載レーダの開発(NICTで実施中)

目標: 気候モデル自体の誤差を現在の1/2に



アースケア衛星
2012年打ち上げ予定



衛星からレーダとライダーで
雲の鉛直構造を全球で測定
地球温暖化解明に寄与

センサーネットワーク(環境計測への適用)

- 気温、光、土壌湿度等環境センサーと、データ変換器、通信のための伝達チップが一体化
- アドホック/マルチホップ通信による自律的ネットワークの構築
- リモートセンシングと補完的な観測(その場の詳細な情報を取得)が可能
- 人が立ち入れない危険な領域の一時的な観測に適している(JPLでは、惑星の「現地」探査に使用する目的で開発)

テスト中のセンサーウェブ(米国)



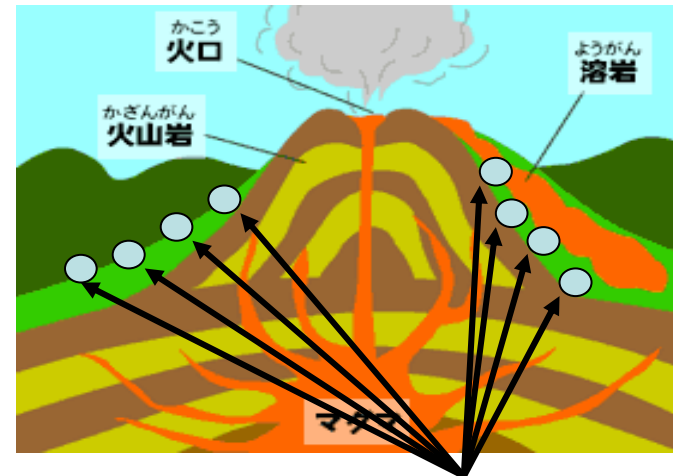
アプリケーション例

森林中の微気象の観測: 気温、湿度、光量



NIMS: Intel, UCLA

GPS・磁力計等を用いた火山噴火予測



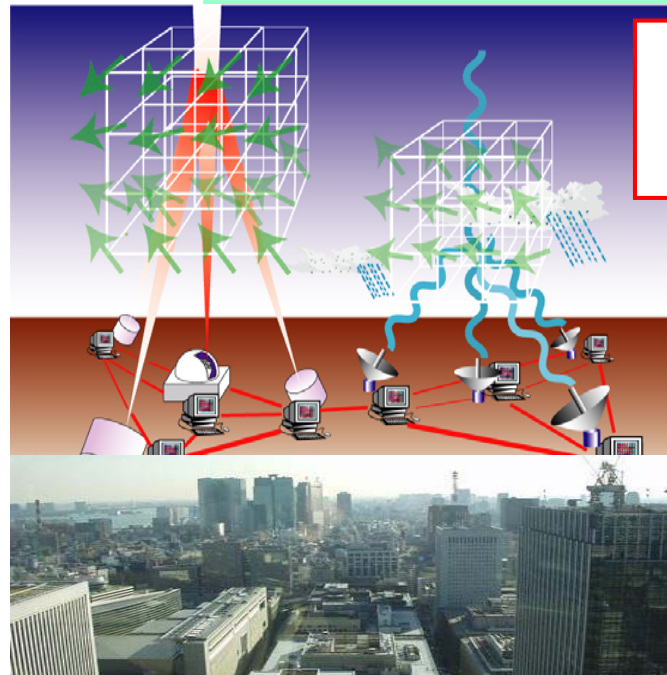
無線通信機能を持つ計測器

センサーネットワーク (都市スケールへの適用)

近年増加する都市災害・都市環境の影響

これらは、従来の気象予報システムでは捉えきれない

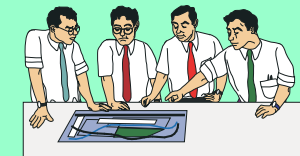
より細かく、すばやく情報を得る技術が必要



ICT技術と環境計測
技術の融合による
複合センサ

リアルタイムに
制御し、情報を
収集・解析・発信
するデータ・ネットワ
ーク・システム

精細な気象・環境情報を取得、
新時代の環境計測システムをめざす



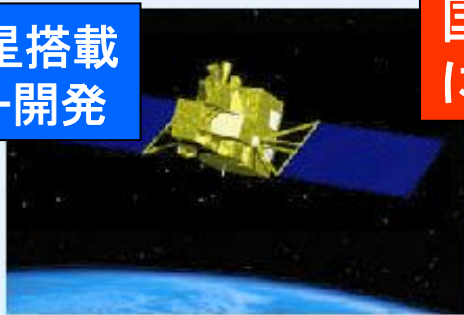
有効性の実証、現業機関への提供

- 複数センサの相互連携系
- 緻密な3次元計測

行政対応・政策決定に寄与、人命・財産の保護

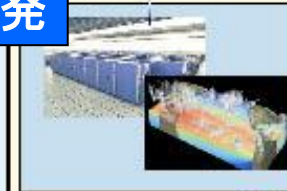
地球温暖化に対する総合監視システム

人工衛星搭載
センサー開発



国民の安心・安全
に寄与

計算機による
解析技術開発



インターネット

CO2の分布、排出源、
吸収源の状況



高機能環境モニタリング
センサー開発



センサーネットワーク
技術開発

地上・衛星・ネットワーク
を組み合わせ、それぞれの
特性を生かした観測技術
を開発



無線通信機能を持つ計測器

まとめ

- ICTを活用した環境計測の重要性
- 温暖化予測における重点計測対象
 - 森林吸収、海洋吸収、雲の役割、排出量測定
- グローバルな計測技術：衛星観測
 - 雲の立体分布観測：ミリ波レーダ衛星の研究開発
 - CO2衛星観測技術
 - 排出量、吸収量の測定 →究極的には国別の排出量測定
 - 日本、米国ともに赤外分光観測による衛星開発中
- センサーネットワーク技術：ローカル測定で衛星観測と相補性
 - ローカルな森林中の炭素循環にとって重要な環境測定（米国で実証実験）
 - 人間が近寄れない環境での測定：災害予測
 - 都市スケールの気象測定：都市気象、都市災害