



～みんなで語ろう！人類と宇宙～

JAXAタウンミーティング

in 山梨県立博物館

「地球の危機に人工衛星は何が出来るのか？」

2017年7月30日

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

第一宇宙技術部門

GOSAT-2プロジェクトチーム

中島 正勝





地球環境問題

オゾン層破壊

地球温暖化

大気汚染

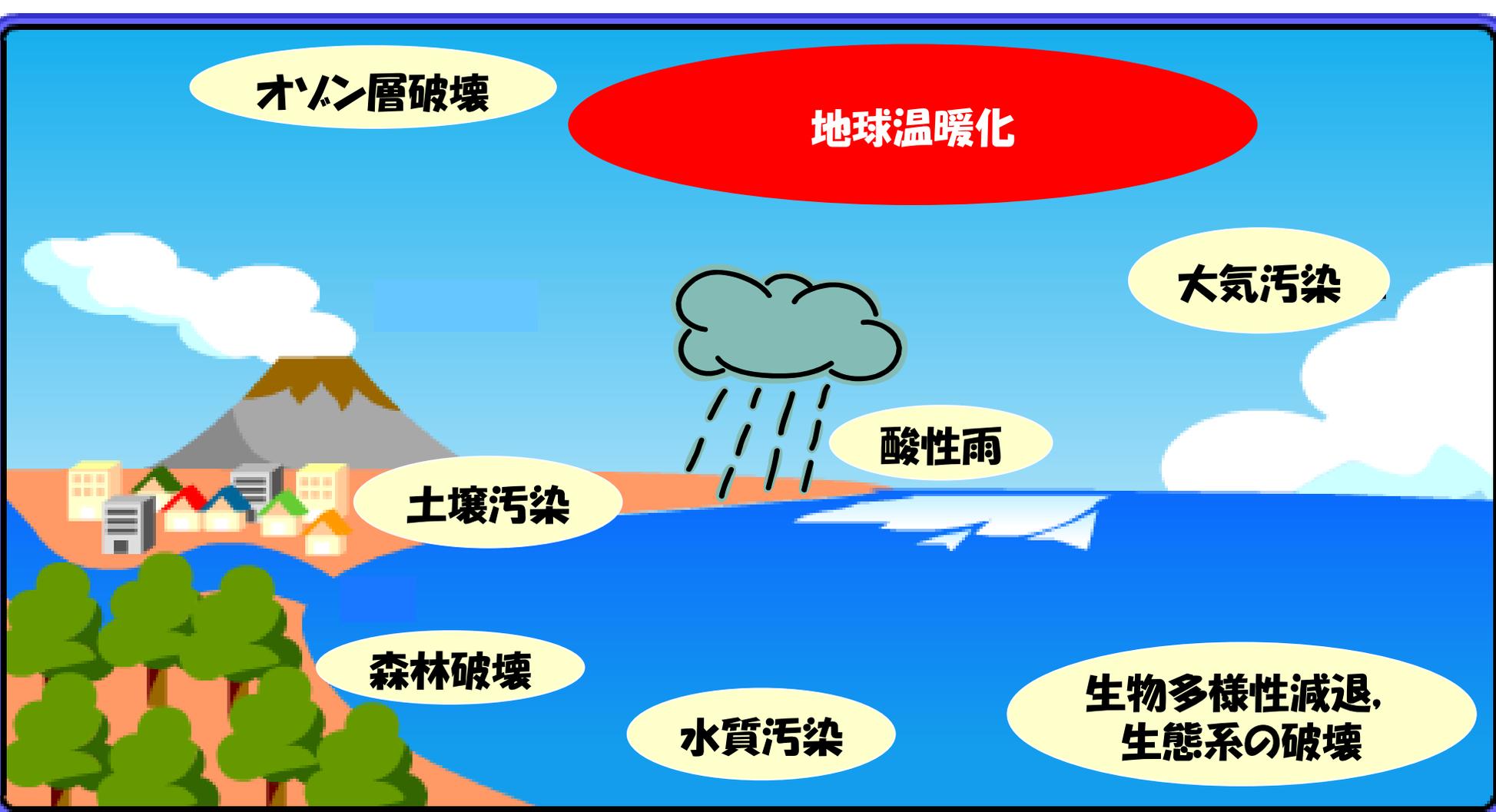
酸性雨

土壌汚染

森林破壊

水質汚染

生物多様性減退,
生態系の破壊





酸性雨

- 植物枯れ死
- 土や湖，沼の酸性化→森の消滅，生物の死滅
- 建物の被害



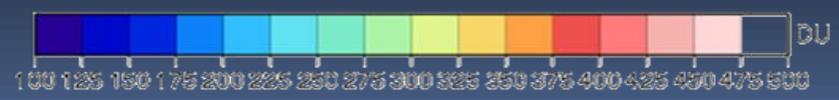
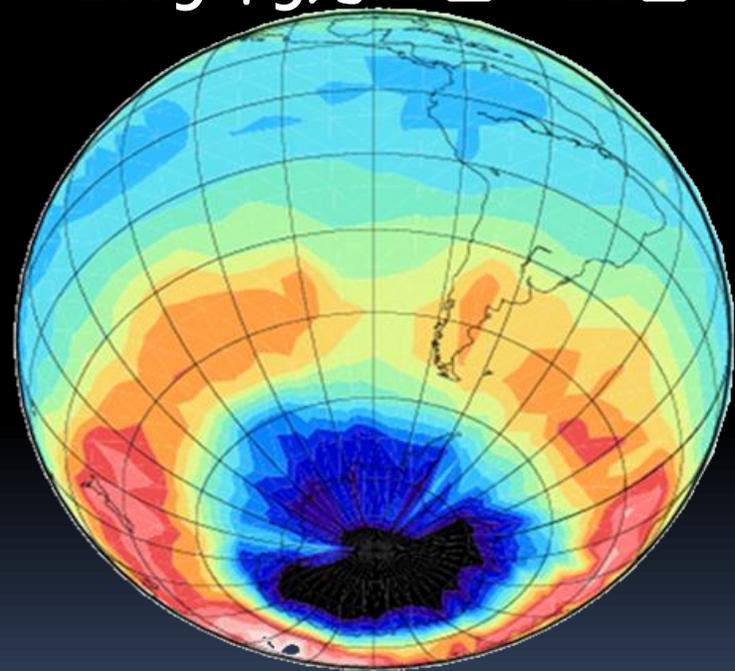
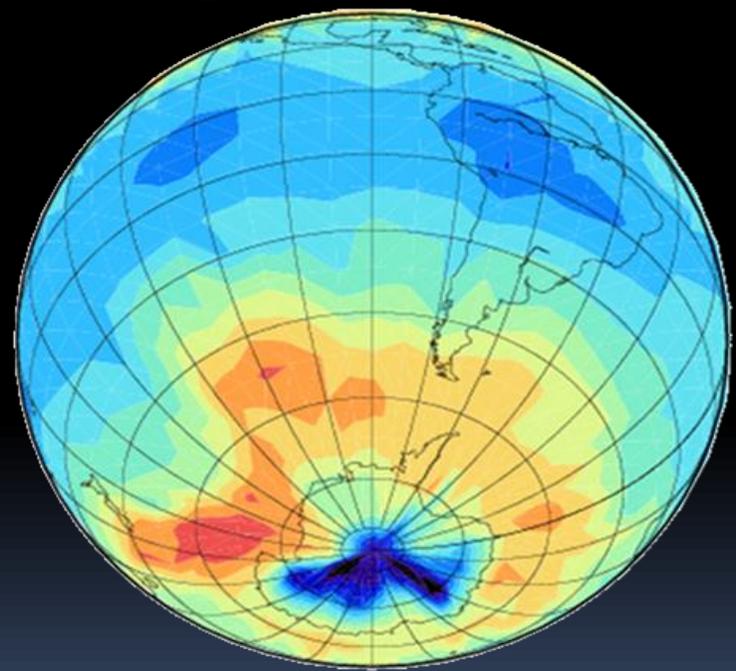


オゾン層破壊(オゾンホール)

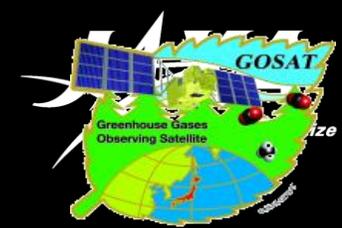
- 健康被害

2009年4月6日~8日

2009年9月16日~18日

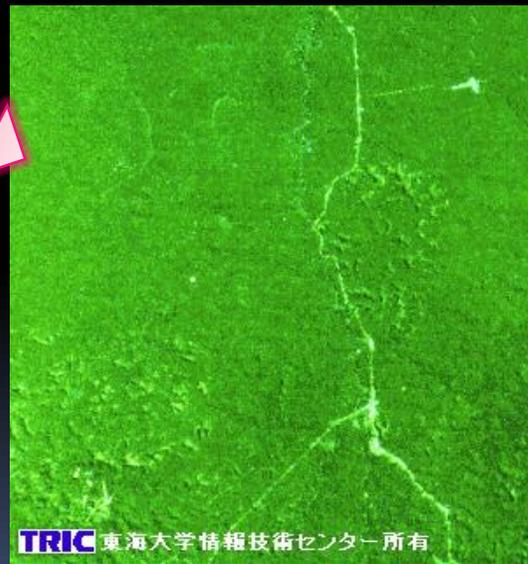


- 2050年辺りか以降にオゾンホールは消滅するとの予測もある



森林破壊

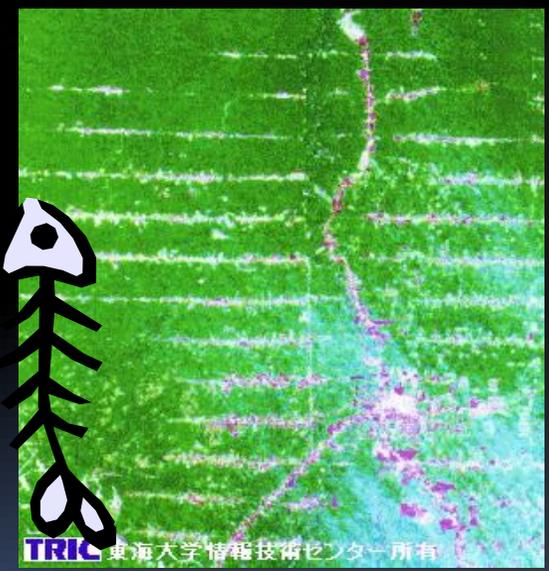
- 人工衛星でとらえたアマゾンの森林伐採の様子



1973年



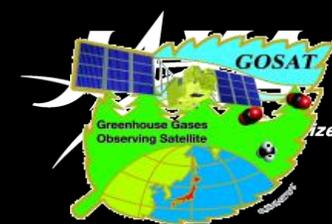
13年後



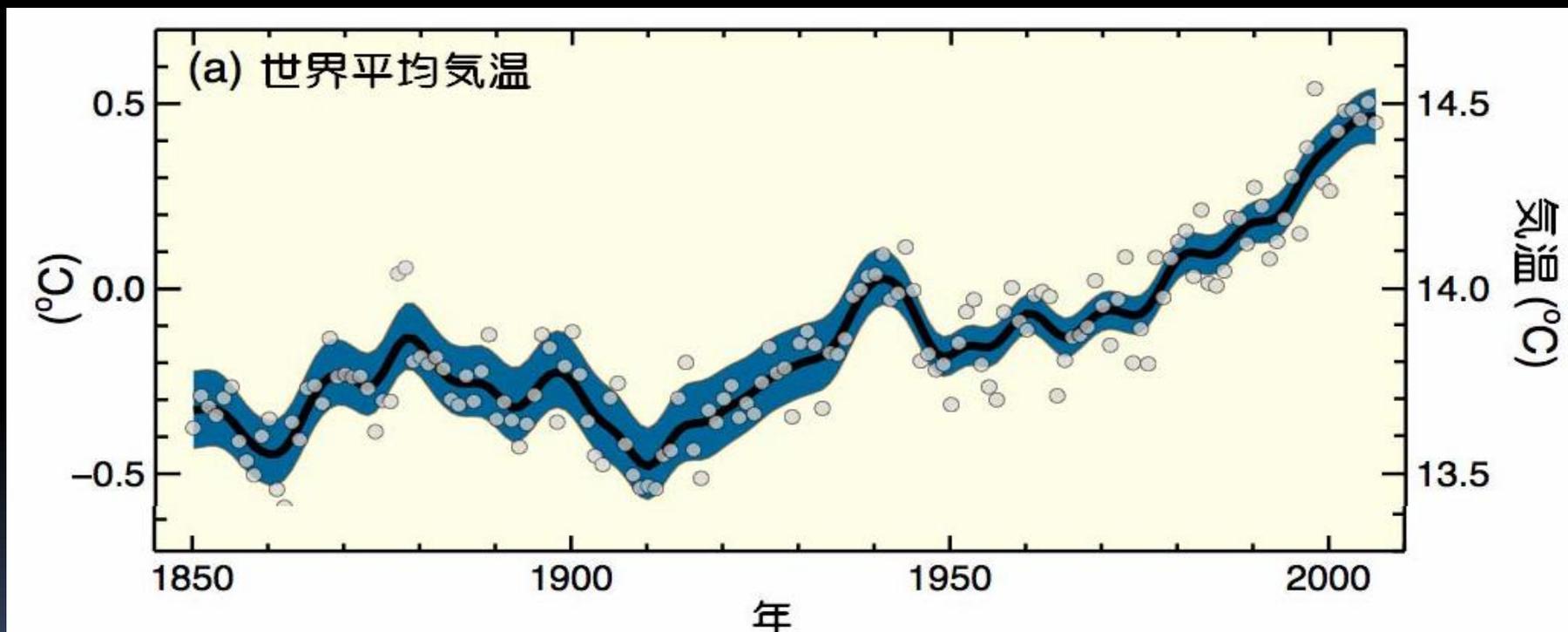
1986年



地球温暖化



20世紀の間に、地球の地上の平均気温は約 0.74°C 上昇



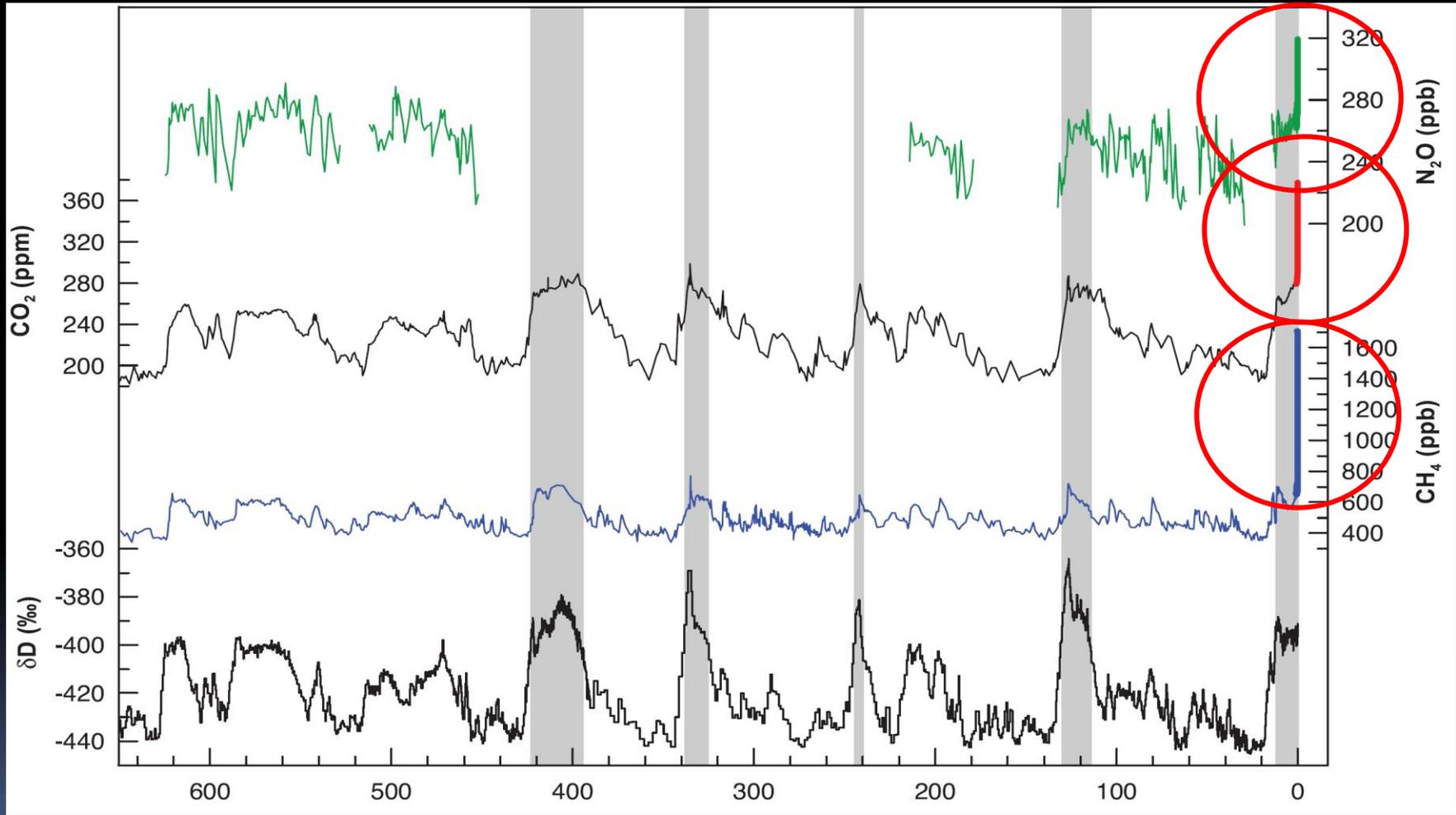
IPCC第4次評価報告書から



地球温暖化



氷期/間氷期の氷床コアデータ



65万年前

時間(千年前)

南極の氷の中の重水素変動(δD)(局地的気温の代替)と、氷床コア内に閉じ込められた空気中及び最近の大気測定による、CO₂、CH₄、N₂Oの大気中濃度。灰色の帯は間氷期を示す。

IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書技術要約(気象庁翻訳)より



地球温暖化



強い台風が増えたり...



長い間、雨が降らなかったり...

大雨が増えたり...

環境省HPより



地球観測衛星



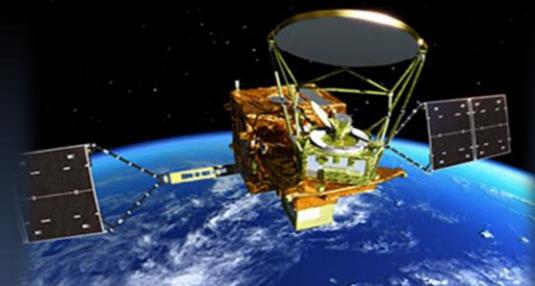
環境観測技術衛星「みどりⅡ」
(2002-2003)



温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」
(2009-)



陸域観測技術衛星「だいち」
(2006-2011)



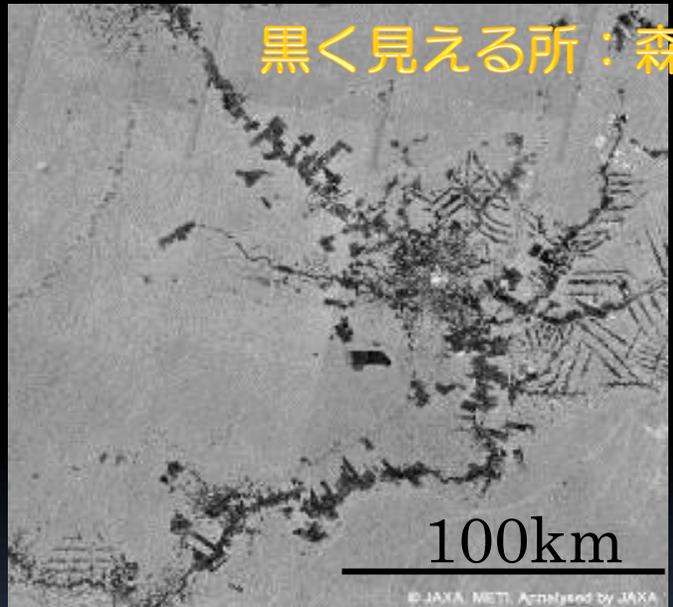
水循環変動観測衛星「しずく」
(2012-)



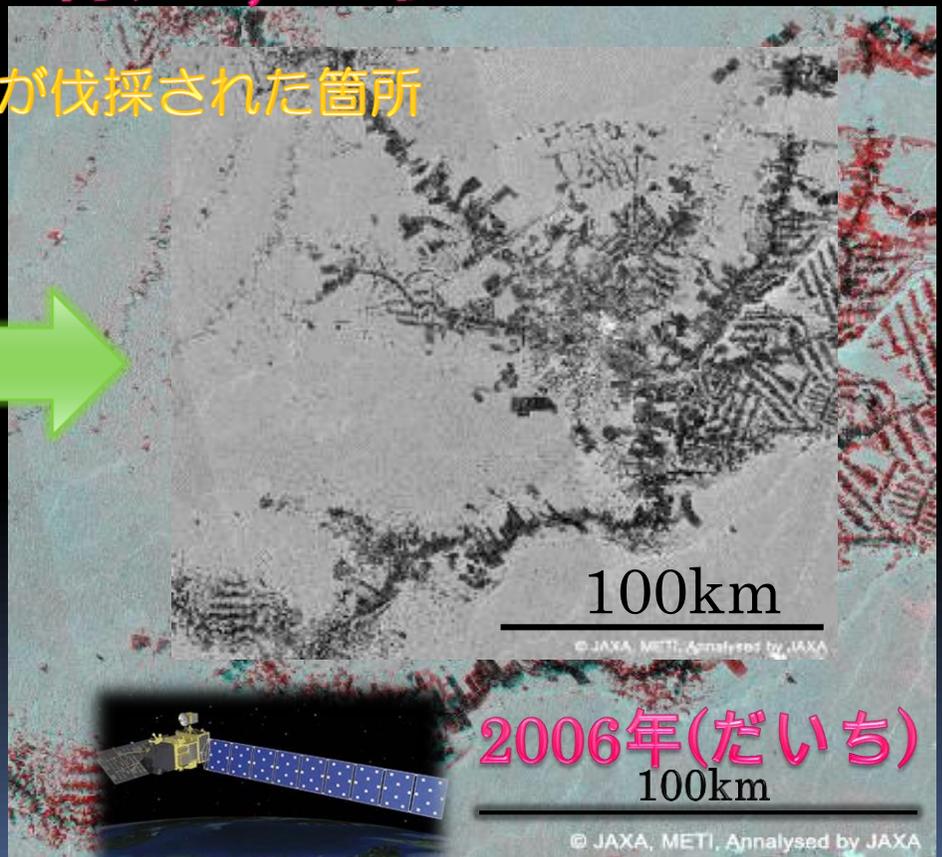
人工衛星から見る地球

アマゾンの森林伐採の様子

森林伐採領域の特定，監視



黒く見える所：森林が伐採された箇所



1995年(ふよう)



2006年(だいち)

赤い箇所が11年間で森林伐採が進んだ領域

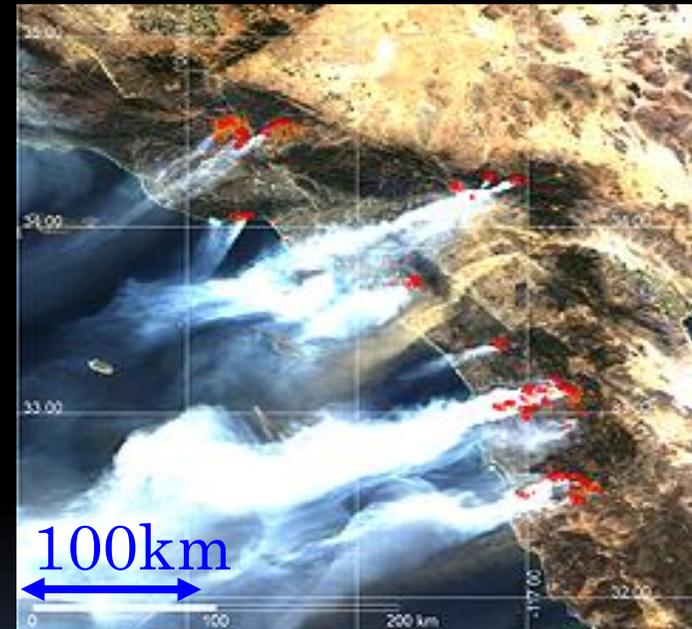


人工衛星から見る地球

カリフォルニアの森林火災



2007年10月21日



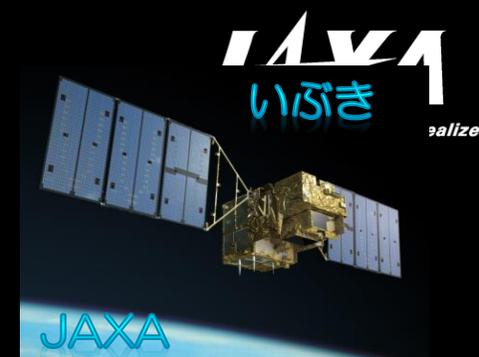
2007年10月22日



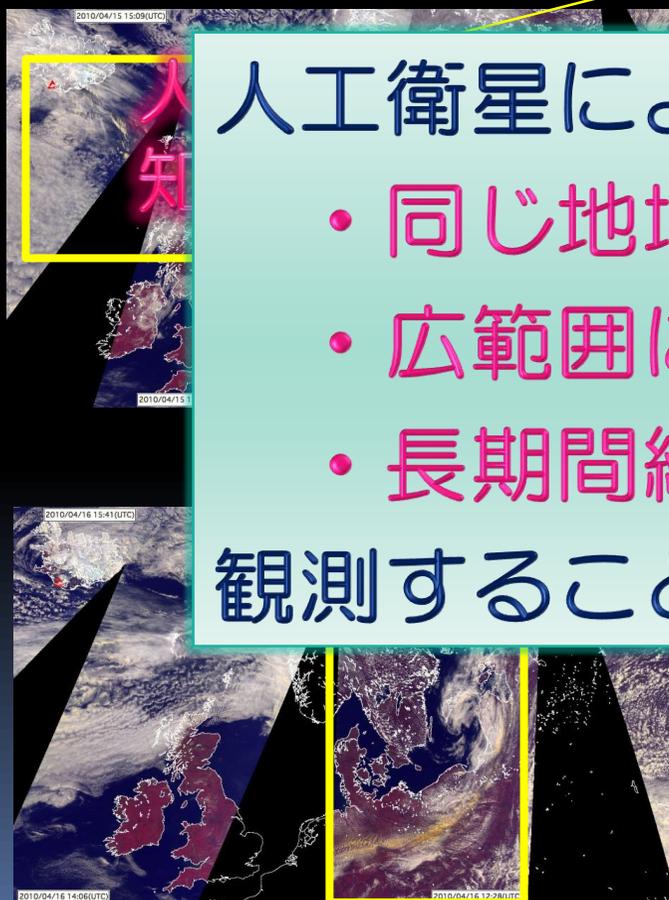


人工衛星から見る地球

災害監視



アイスランドの火山噴火

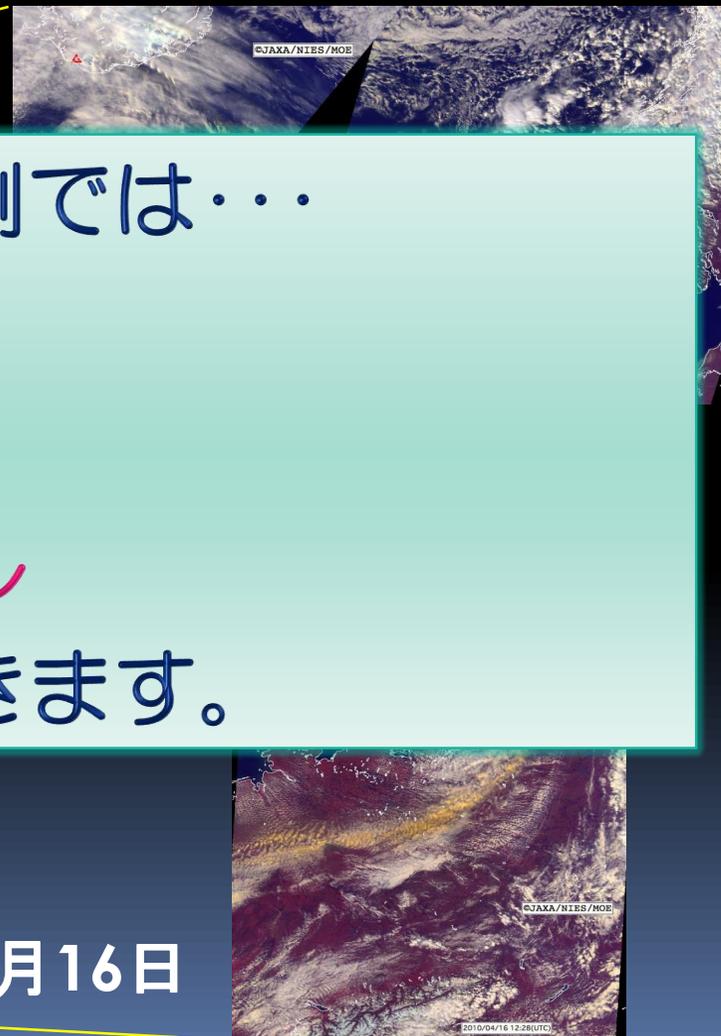


人工衛星による観測では…

- 同じ地域を
- 広範囲に
- 長期間繰り返し

観測することができます。

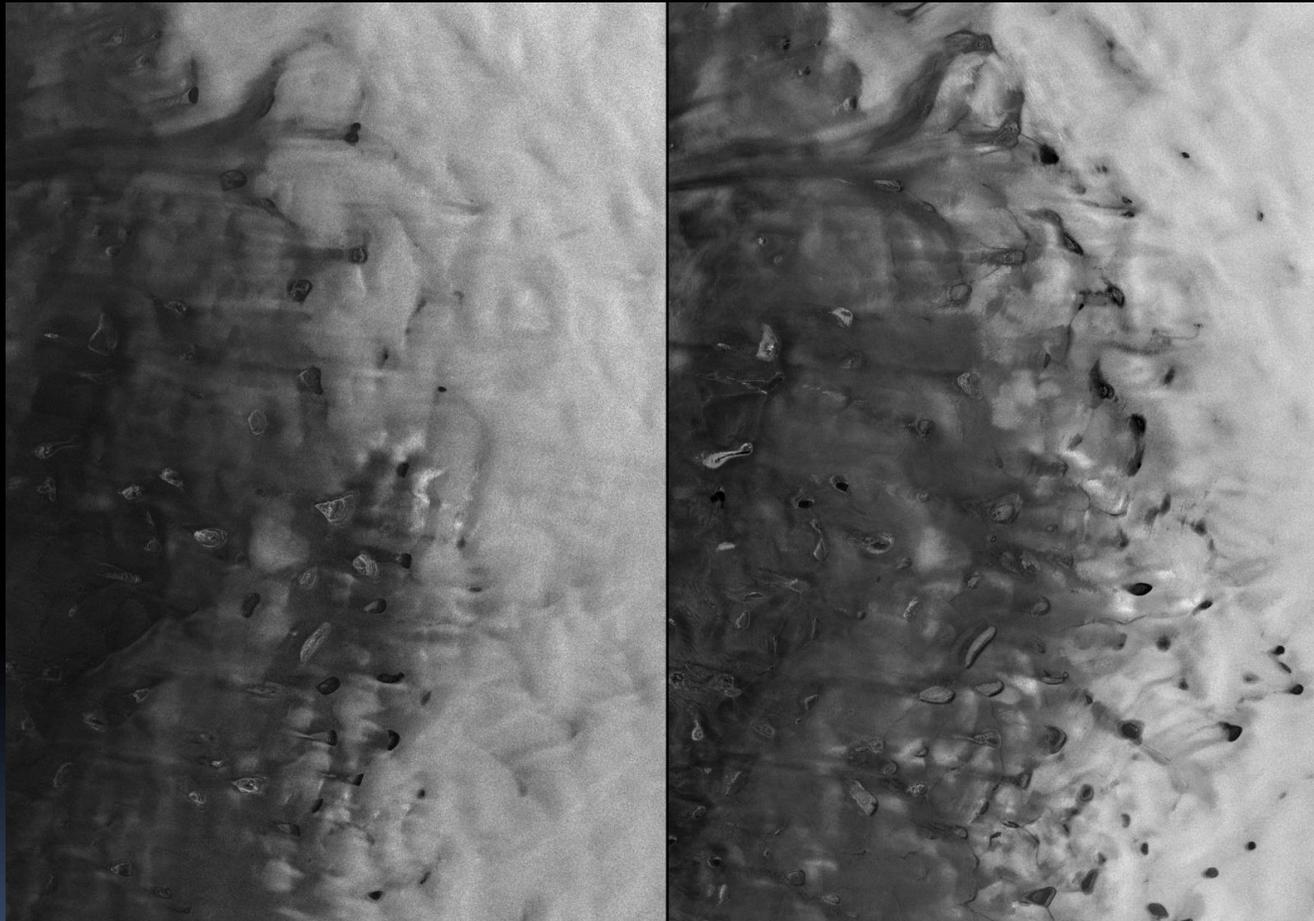
2010年4月16日





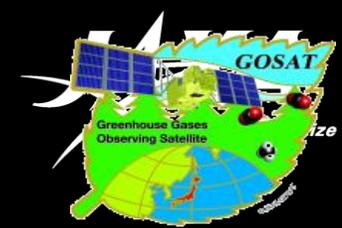
人工衛星から見る地球

溶けるグリーンランドの氷



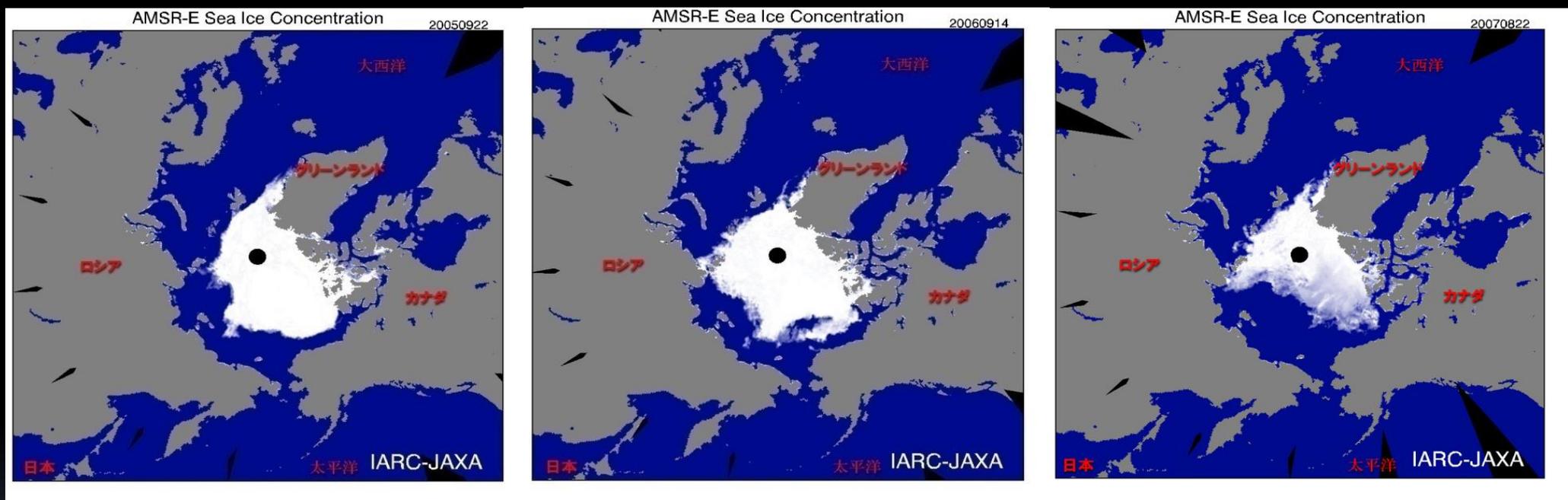
©JAXA, METI 1992. 10 0 Km 25 2008. 8-10 ©JAXA, METI

グリーンランド西部の氷床上の融解池の16年を経た変化



人工衛星から見る地球

北極海の氷の減少



2005年9月

2006年9月

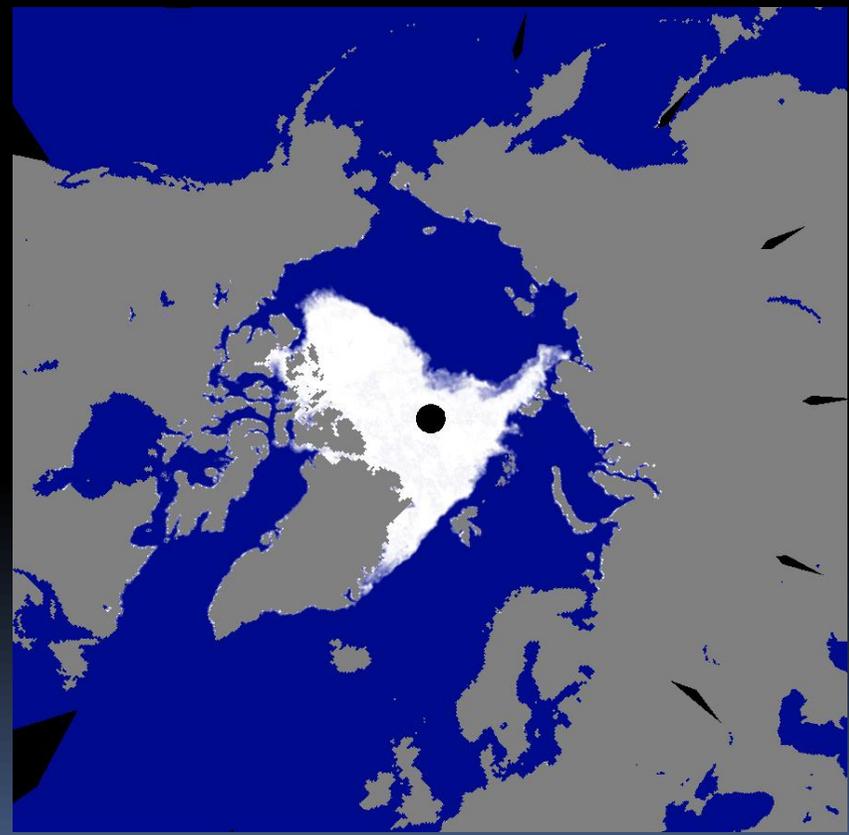
2007年9月



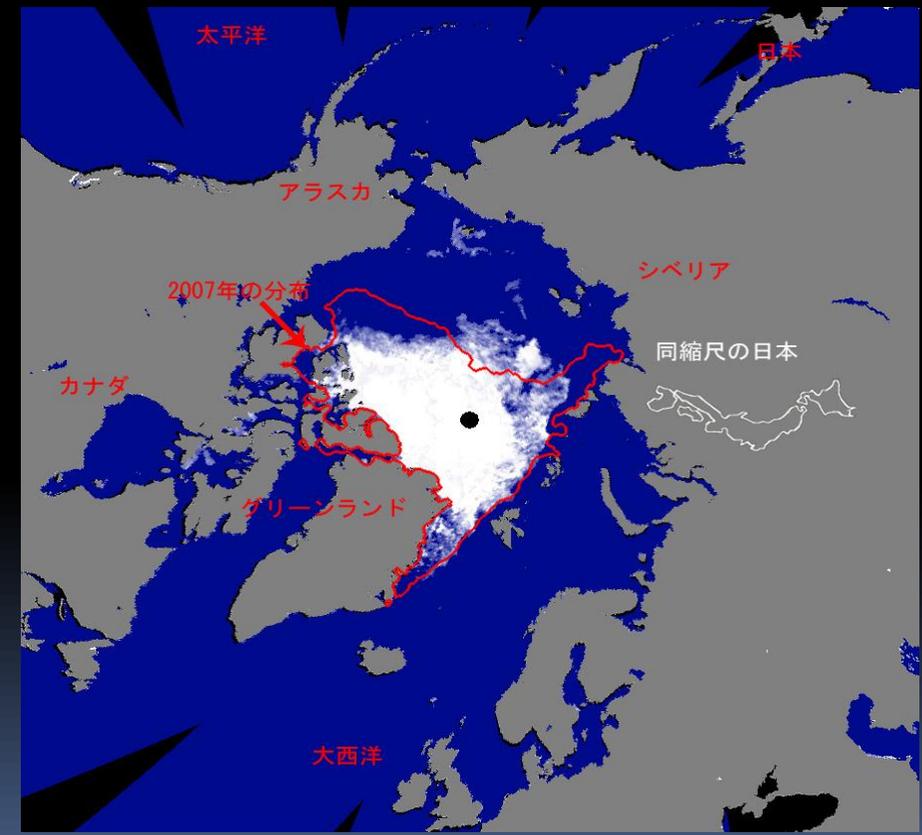
人工衛星から見る地球

地球温暖化監視

北極海の氷の減少



2007年9月24日



2012年8月24日



地球温暖化について知りたいこと



- 人類はどれだけ温室効果ガスを出しているのか？
 - 人間の活動により排出された温室効果ガスの量について、現在は統計データなどから算出

*日本（温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル/環境省，経済産業省）

活動量（生産量，使用量，焼却量等）×排出係数

(例えば)電気使用量×単位使用量当たりの排出量(555 gCO₂/kWh)

- どれだけ減らせば良いのか，どれだけ減らせたか？

- 対策の実施・成果の検証が必要

→排出量に関する客観的な算出基準

→科学的知見に基づく精度の良い予測

観測データ



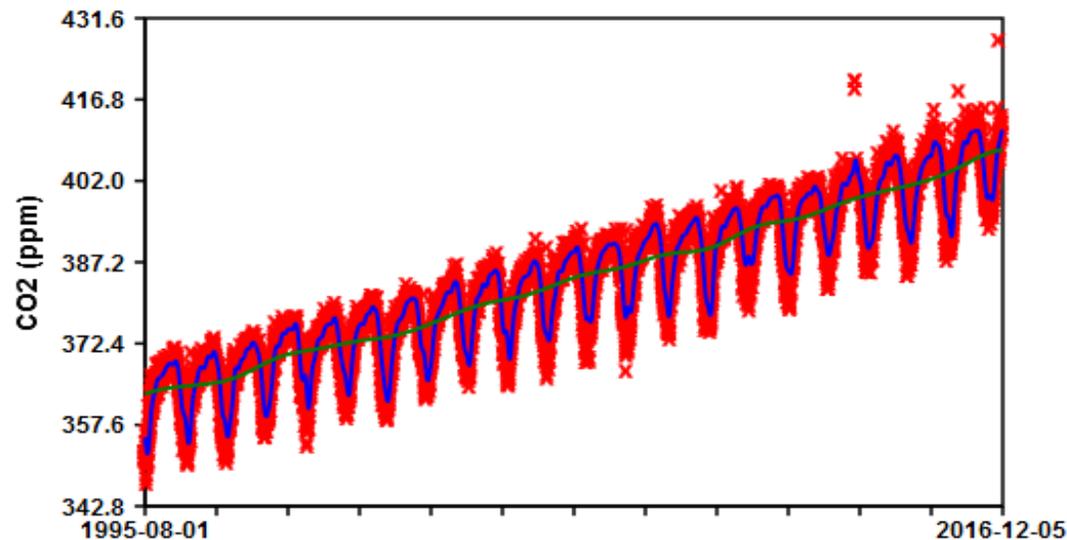
「地球の今」を誰もが納得できる客観的なデータで把握し、
将来を予測することが必要



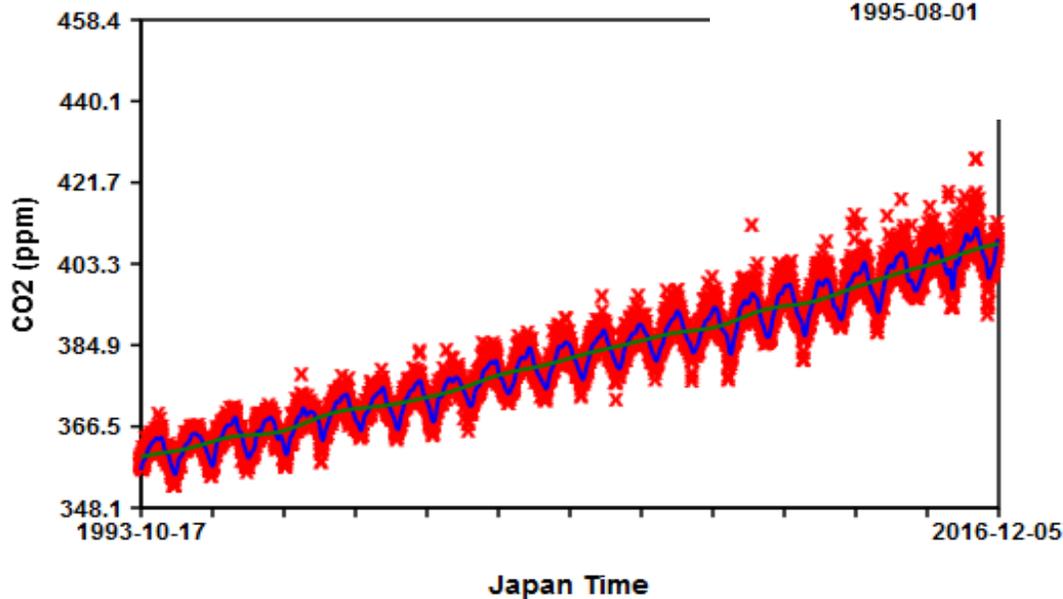
地上観測



Long-term trend of CO2 at Ochiishi



Long-term trend of CO2 at Hatohara



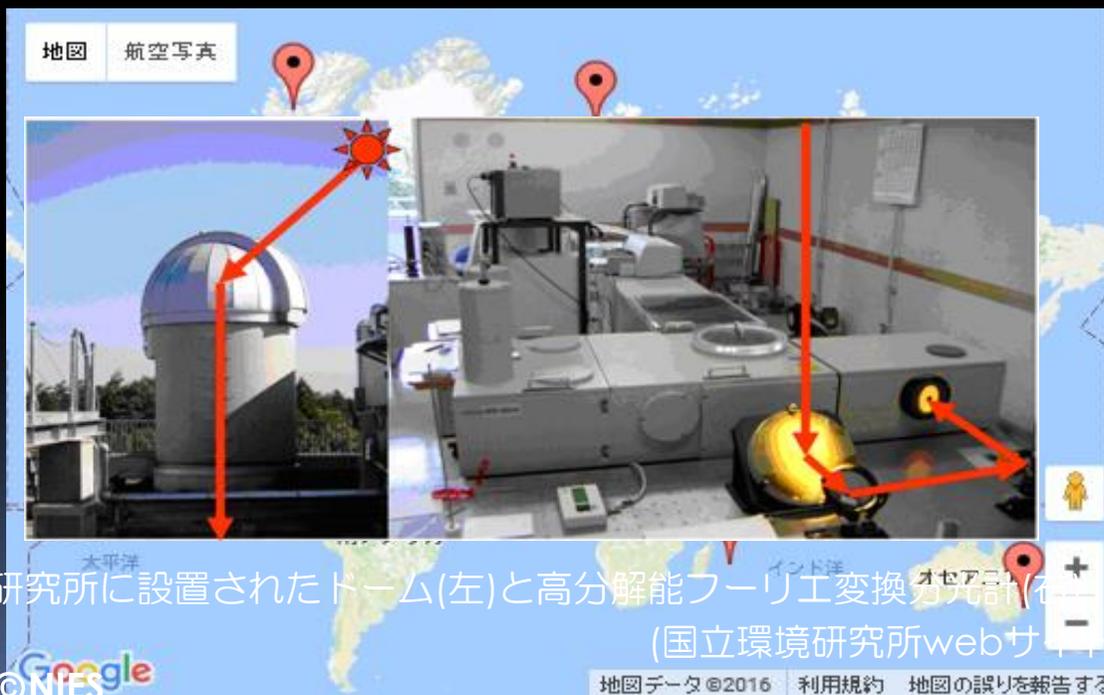
Japan Time



[国立環境研究所webサイトより](#)



TCCON: Total Carbon Column Observing Network



国立環境研究所に設置されたドーム(左)と高分解能フーリエ変換分光計(右)
 (国立環境研究所webサイトより)

© NIES Google

地図データ ©2016 利用規約 地図の誤りを報告する

TCCON web サイト(<https://tccon-wiki.caltech.edu/Sites>)より



航空機(定期旅客便)観測

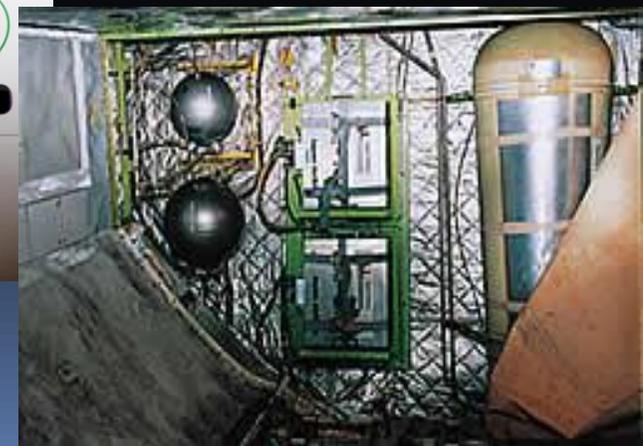


- 2005年からフラスコサンプリングに加え、飛行中に連続して二酸化炭素濃度を測る装置をJALのボーイング777型機に搭載し、成田-シドニー便のみでなく、他の国際線*にて観測を実施。(CONTRAILプロジェクト)
フラスコサンプリングした大気は国立環境研究所にて分析。(CO₂, CO, CH₄, その他)
(国立環境研究所, 気象研究所, (株)ジャコム, JAL財団, JAL)
⇒現在は10機の777型機に搭載可能

*ヨーロッパ, オーストラリア, アジア, ハワイ, 北米路線



CO₂濃度連続測定装置(CME)
出典: JAL財団ホームページ



出典: JAL Facebook

出典: 国立環境研究所ウェブサイト

(<http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201604/304009.html>)

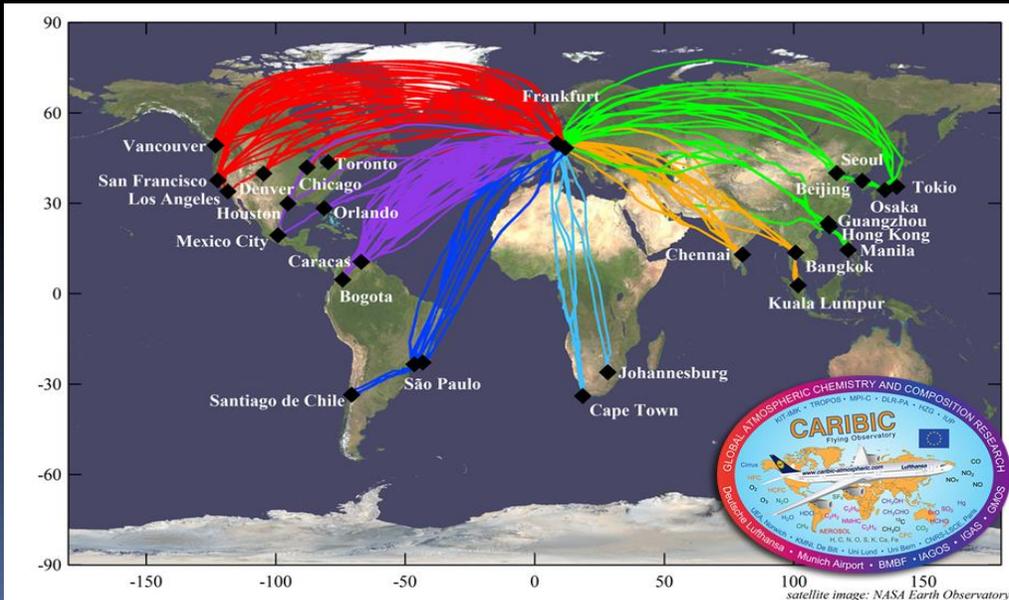


航空機(定期旅客便)観測



JALの機体による観測

<http://www.jal.com/ja/csr/environment/social/detail01.html>

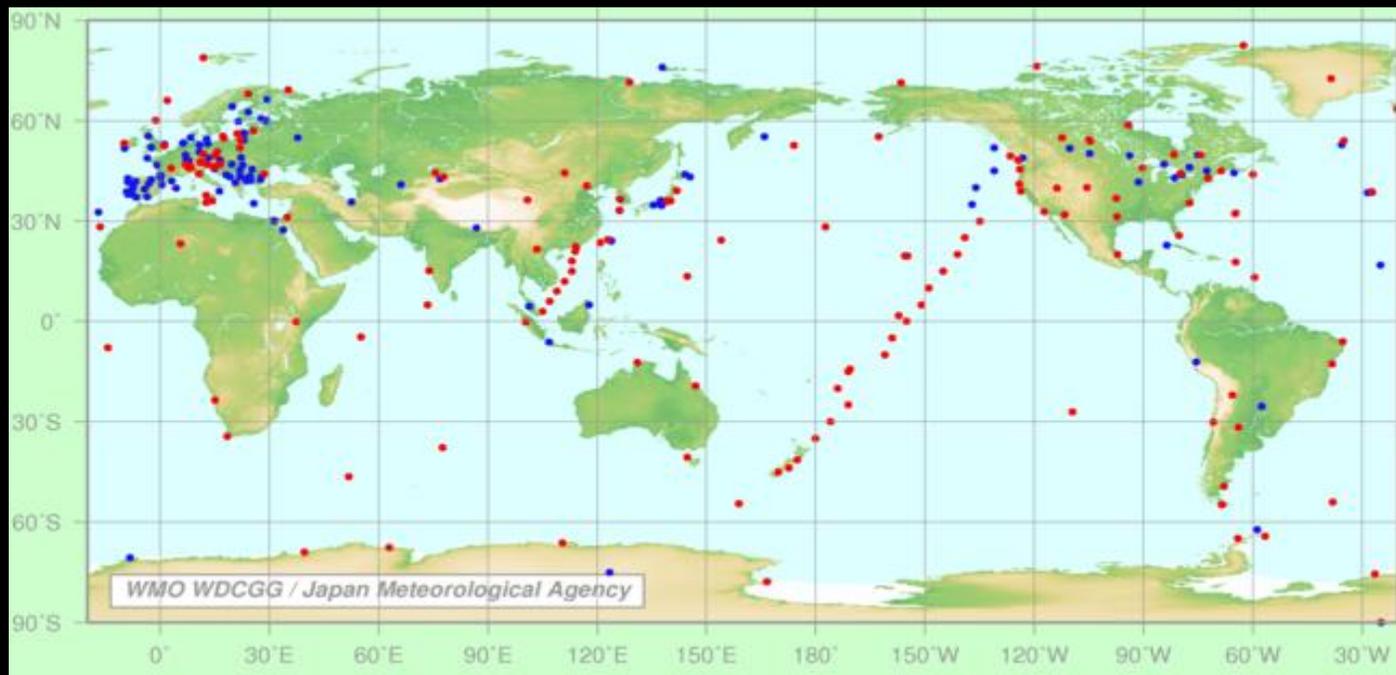


Lufthansaの機体による観測

http://www.caribic-atmospheric.com/index_2.htm



観測データの集約



WDCGGにデータを提供している観測地点
(モバイルは除く)
赤い点は1年以内にデータが更新された観測地点

- 地上観測点：378地点（うち1年以内にデータ更新：203地点）
 - CO₂データ提供：221地点（1年以内にデータ更新：157）
 - CH₄データ提供：208地点（1年以内にデータ更新：161）
- 観測点数が少ない。
- データの更新頻度が低い。
- アフリカ、シベリア、南米、海洋上に空白域がある。

温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)web サイトより (2016年12月7日現在)



これまでの観測における課題



地上観測における問題点 → 衛星を使うことで・・・

観測点数が少ない。 → 観測点数の飛躍的増加

データの更新頻度が低い。 → 短期間かつ定期的なデータ取得と更新

アフリカ，シベリア，南米，海洋上に空白域がある。 → 地球全域の観測

衛星観測により，

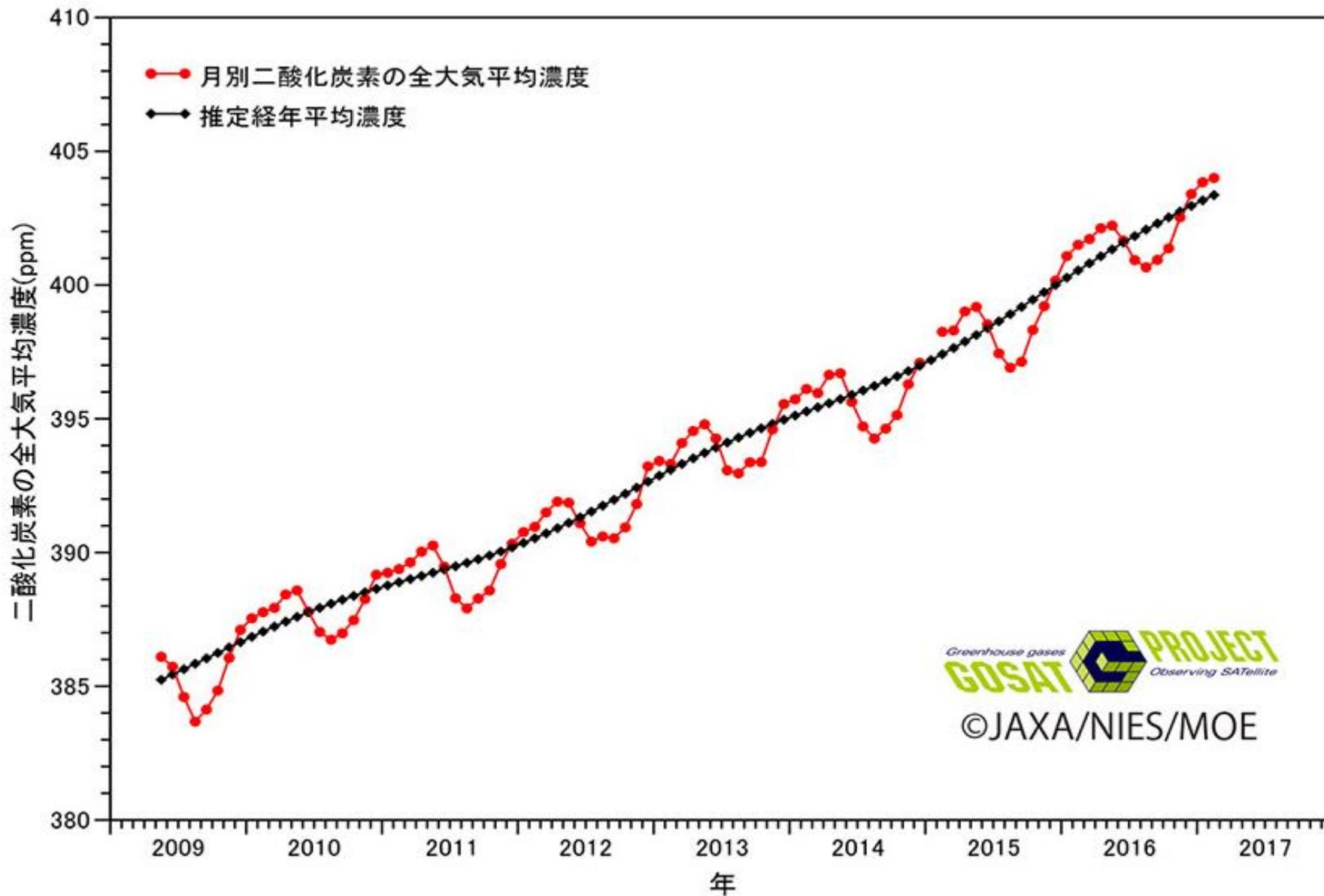
- ・蓄積できるデータ量の飛躍的向上
- ・高頻度での更新

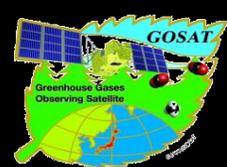
により常に最新データの入手が可能となる。

→ 地球の「今」を知るための有効なデータの一つ

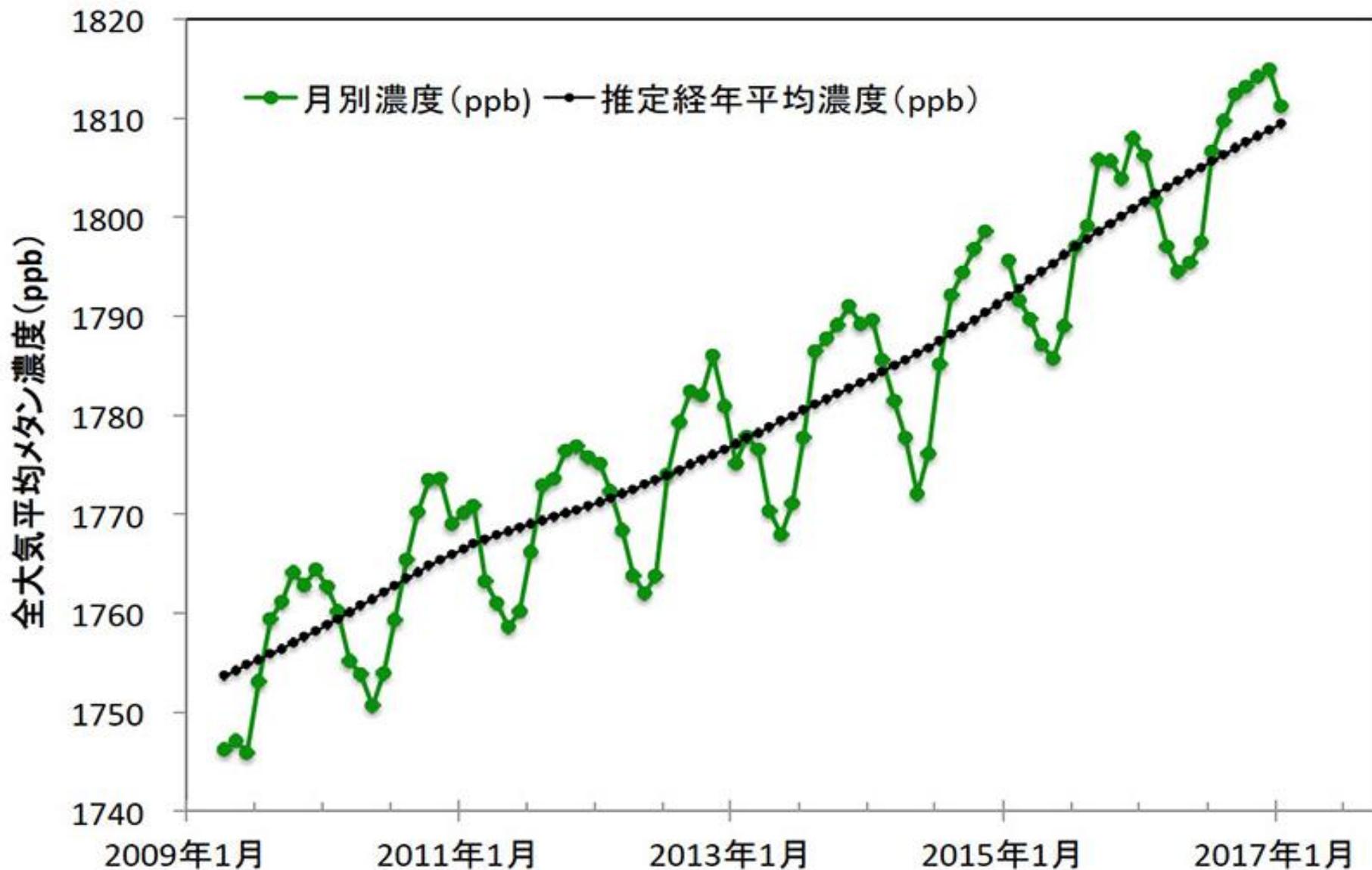


「いぶき」の観測データに基づく 全大気中の月別平均二酸化炭素濃度



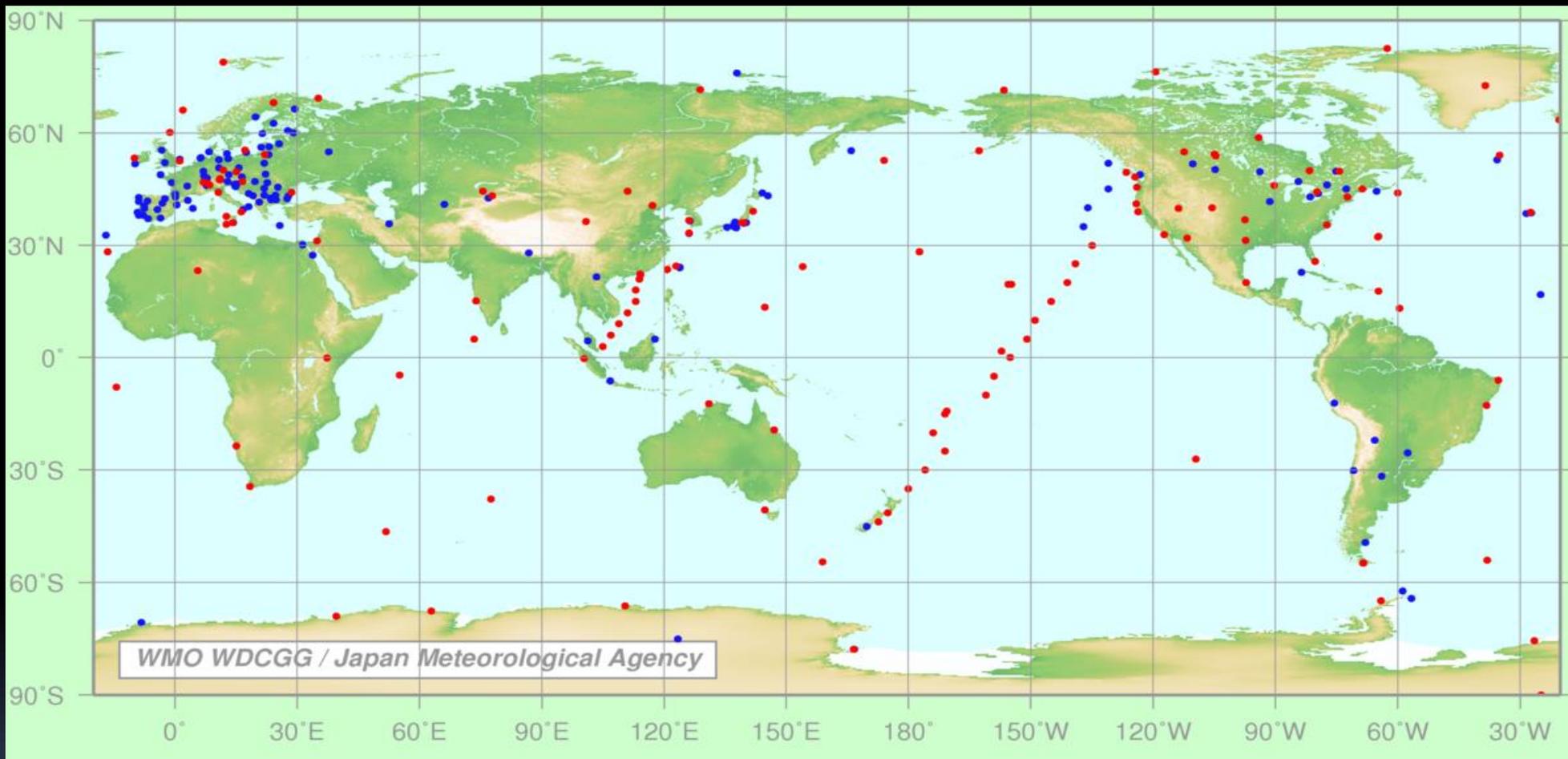


「いぶき」の観測データに基づく 全大気中の月別平均メタン濃度





温室効果ガス世界資料センターによる 観測データの収集・管理・提供

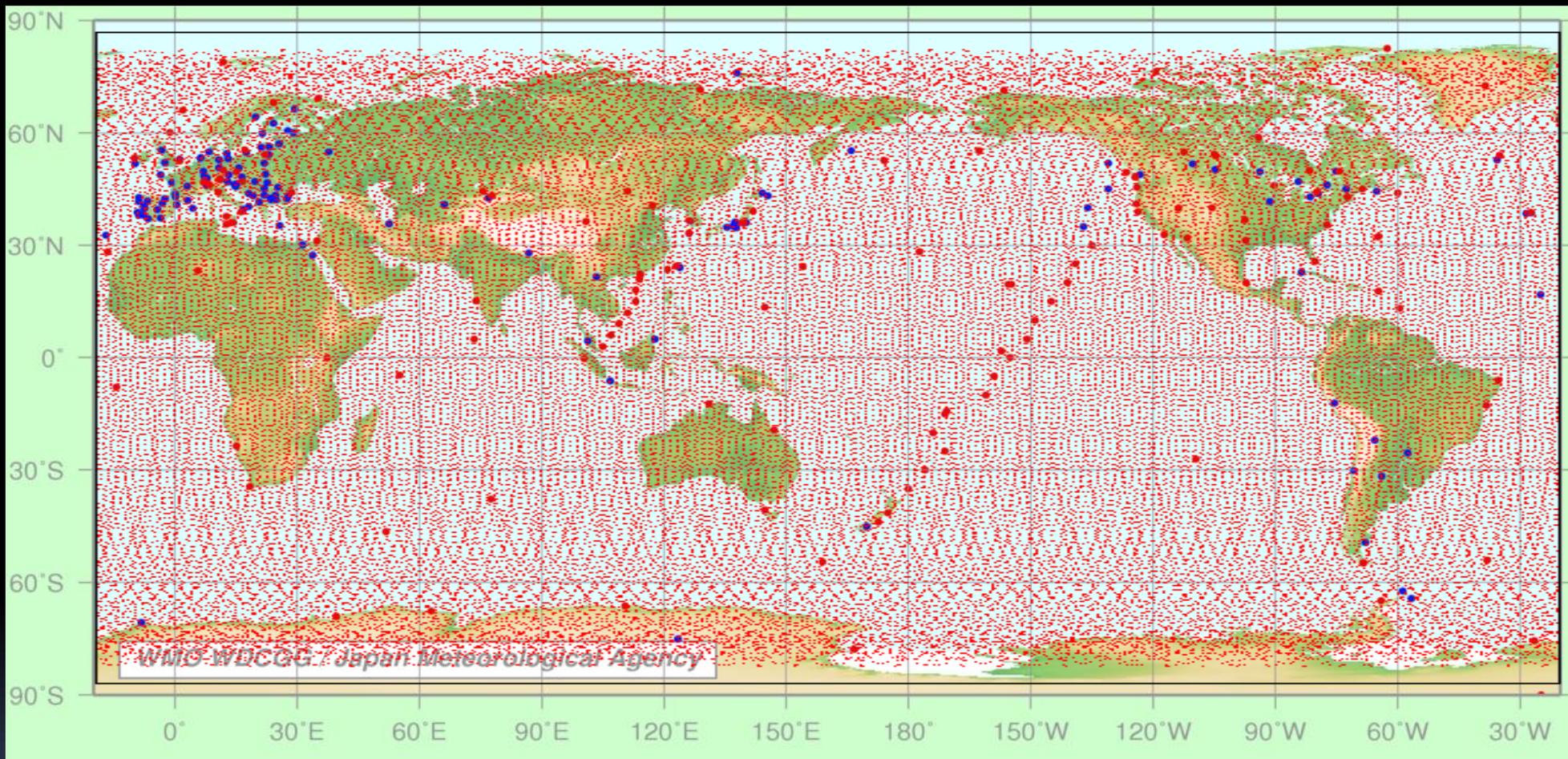


http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/jp/wdcgg_j.html

赤い点は1年以内にデータが更新された観測地点



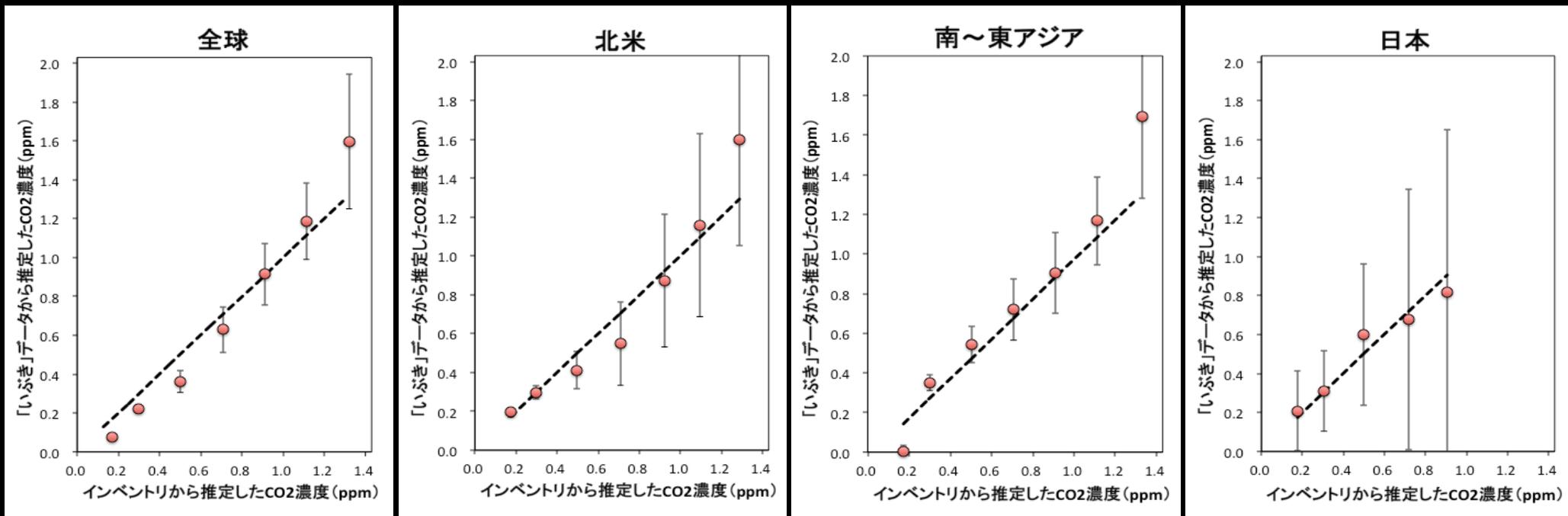
「いぶぎ」による観測点



http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/jp/wdcgg_j.html



インベントリ等による人為起源CO₂濃度と「いぶき」による人為起源CO₂濃度との関係。



日本における人為起源CO₂濃度について、

- 「いぶき」データからの推計結果
- 統計データ等から算出した排出量データ（インベントリ）からの推定結果



国レベルで概ね一致



今後世界各国が「パリ協定」に基づき作成・公表するCO₂排出量の**監視・検証**を衛星観測により**実現**できる可能性が示された。



パリ協定



- 気候変動の脅威への対応のため、産業革命前からの地球平均気温上昇を 2°C より十分下方に保持、 1.5°C に抑える努力を追及。
- **[緩和目標]**
目的達成のために、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成するよう、政界の排出のピークをできるだけ早い時期に迎え、最新の科学に従って急激に削減する。
 - ➡ 各国は、削減目標を作成・提出・維持する義務（最初の削減目標を協定締結等の前に提出）
削減目標は従来より前進を示す。5年毎に提出。（2020年までに削減目標を提出又は更新）
- **[適応目標]**
適応能力を拡充し、強靭性を強化し脆弱性を低減させる世界全体の目標を設定。