



地球気候・環境問題に関する 地球観測衛星の貢献

Contribution of the earth observation satellites to problems of the Earth's climate and environmental problems

中島映至

Terry Nakajima

JAXA 地球観測研究センター(EORC)

日本学術会議 夢ロードマップ(大気水圏科学) 基礎過程の理解と気候予測および気候監視

国際科学会議(ICSU)
Future Earth: 持続可能社会
構築へ課題解決型手法

地球惑星科学連合・学術会議(2010年度版)

高精度・高解像化
多次元化・多様化
結合領域拡大
観測空白域縮小

階層モデル・結合モデル
観測網の拡充・空白域へ観測
拠点整備
長期気候データの蓄積

観測・モデルの多元化・総合化
機動的観測システム整備

宇宙・大気全層・海洋の
精密監視と予測
アジア域での
観測研究の主導

結合モデル
メソ気象解像度実用・雲解像度開発/エアロゾル・化学・乱流/雲/重力波パラメタリゼーション
全大気モデル/海洋階層構造モデル/生態系・水循環結合モデル

人・地球システムモデル
雲システム解像度実用・雲解像度開発
雲微物理/放射/境界層乱流/波動階層構造/物質輸送・拡散/海洋プロセス間相互作用/生態系・水循環相互作用組込/情報提供
観測と監視
多元的総合的観測網(航空機・レーダー・多機能ライダー・各種ゾンデ・地上ステーション) / 大気集中観測(シビアウェザー・越境汚染)

国際研究
計画との
連携

Zetta scale
コンピュータ

大気階層構造のシームレス
予測・機動的ジオエンジニア
リング

サイエンスレベル

観測と監視
地上観測網(地上気象、大型大気レーダー、海洋レーダー・フロート、水文・生態系)/航空機・観測船(含:放射線物質)/衛星観測(雲、風・気温・水蒸気・降水、GHG)/再解析長期気候データ/小規模集中観測(雲ライダー・各種ゾンデ等)/アジア生物多様性観測/南極・北極氷床コア解析・次世代コア技術
太陽活動の気候影響研究

Exascale
コンピュータ

水・GHG・汚染物質の把握と
予測・エネルギー管理・防
災・交通管理への応用

人・地球・宇宙システムモデル
雲解像度実用・乱流解像度開発
水文・海洋フラックス・太陽活動組込
観測と監視
ジオスペース・大気・人間活動相互作用の理解/気象・水文・生態系の観測網による監視と機動的多元的観測体制の確立と運用/衛星による水循環・気候変動・全大気層の観測定常化/海洋突発・異常現象の監視・海洋生態系の時空間変動・資源の計画的管理/南極グリッド掘削・惑星氷床掘削

地球シミュレータ
K-コンピュータ

観測網の充実

社会
貢献
/全球及び沿岸海洋観測(観測船・レーダー・プロファイリングフロート・環境試料分析装置)/衛星全球観測・静止衛星の高度化(雲・エアロゾル・GHG・水循環・海洋生物・植生)/全球アイスコア採集(消えゆく気候記録保存)/オゾン層・夜光雲等中層大気の監視/生態系・全水循環過程監視/ジオスペース観測システム/太陽-大気相関計測システム

シビアウェザー
(竜巻・台風・短時間豪雨)
および温暖化予測

社会
貢献

観測データ4次元同化・アンサンブル予測・ネスティング・ダウンスケール

領域メソ気象モデル・物質輸送拡散モデル・古気候再現モデル・水文モデル等による基礎研究

新たな観測プラットフォームの導入と利用(航空機・観測船・新南極内陸基地等)

2010年

2020年

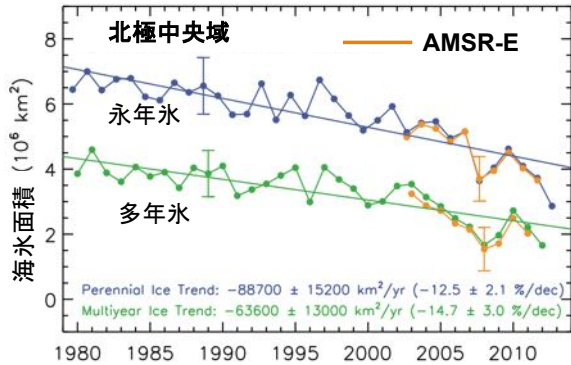
2030年

2040年

地球温暖化問題：雪氷圏の変化

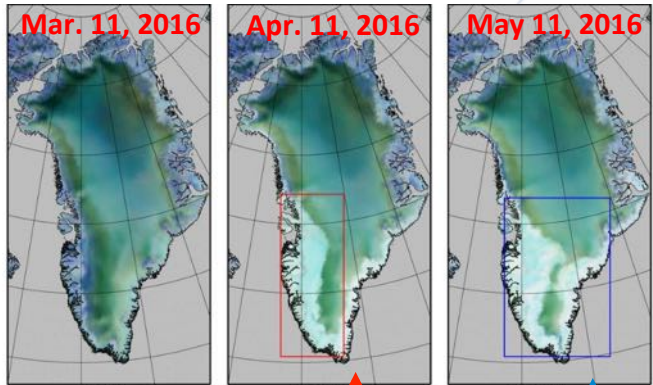
AMSR-2 TB (18V/36V/36H)データによって得られたグリーンランド氷床の状態：融解(白)、非融解(黒-青)

北極中央域の海水面積の長期変化



IPCC-AR5 (2011)

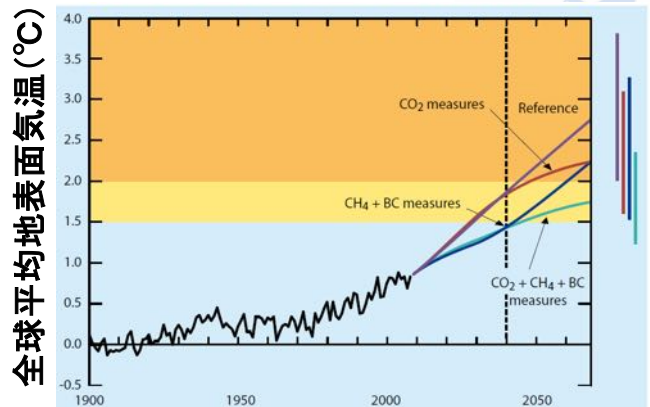
通常は5月末-6月初めに融解開始



Data provided by Greenland Analogue Project (GAP)

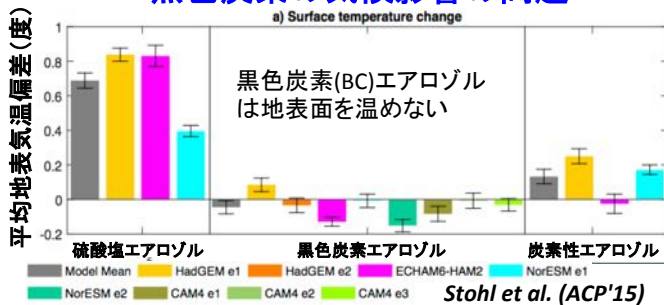
地球温暖化問題：軽減対策

- COP21パリ合意 (2015): 2度目標、1.5度努力目標
- IPCC: 1.5度特別評価報告書
- UNEP 気候と清澄大気の国際枠組み (CGAC, 2012): 短寿命気候汚染物質 (SLCP) (黒色炭素、メタン、対流圏オゾン等)の削減



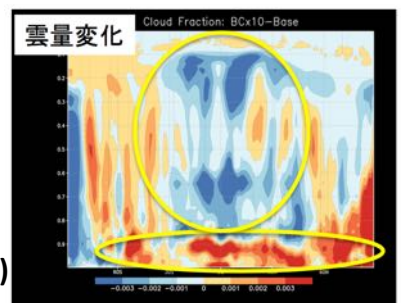
黒色炭素と対流圏オゾンの統合評価報告書 (UNEP 2011)

黒色炭素の気候影響の問題



大気安定度の増加

BC10倍増による雲変化 (環境省S-12)



地球観測衛星：科学と社会問題の両面に大きな寄与

TERRA/MODIS ('99-)
エアロゾル光学的厚さ
水雲粒子半径

JPSS-SUOMI ('11)
GCOM-C/SGLI ('17)

CALIPSO/CALIOP
CLOUDSAT/CPR('06-)
雲・エアロゾル3次元構造

EarthCARE/ CPR,Lidar ('18)

TRMM/PR,TMI ('97-'15)
引用回数: 27974 (H-index: 85) '15.5時点
降雨強度3次元構造
準リアルタイム降雨量マップ

GPM/DPR,GMI ('14)

AQUA/MODIS & AMSR-E ('02-'15)
NO₂気柱量

GCOM-W/ AMSR2 ('11)
グリーンランド氷床融解度

AURA/OMI ('04-)
CO₂気柱平均濃度 (ppm)

GOSAT ('09-)
高速スキャン

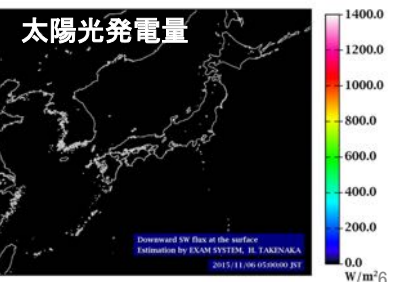
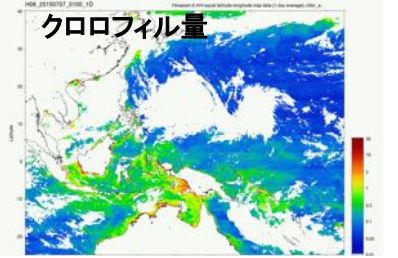
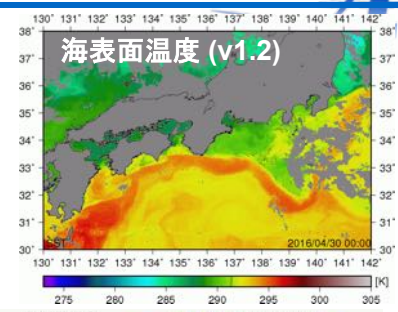
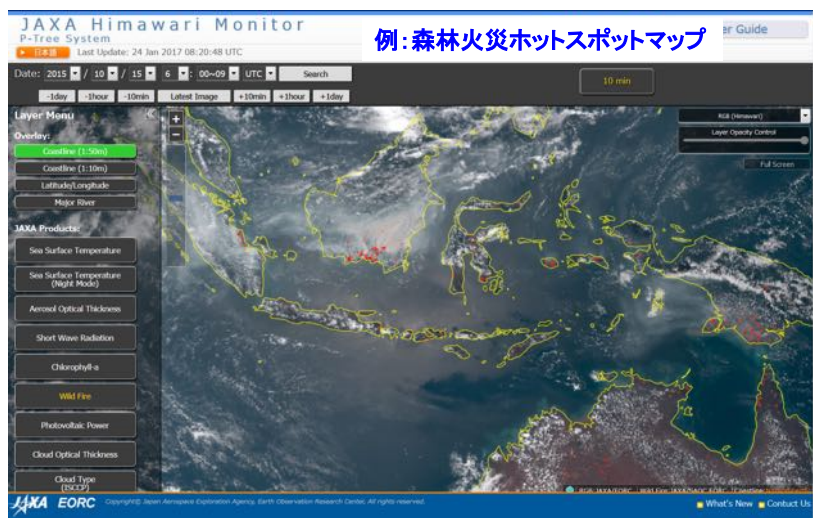
COMS-GOCI ('10)
静止衛星

GMS ('77)-GMS-5 **MTSAT-1R, 2 ('05, '06) (-6,7)** **Himawari-8, 9 ('14, '16)**

様々な手法
長寿命
高引用数

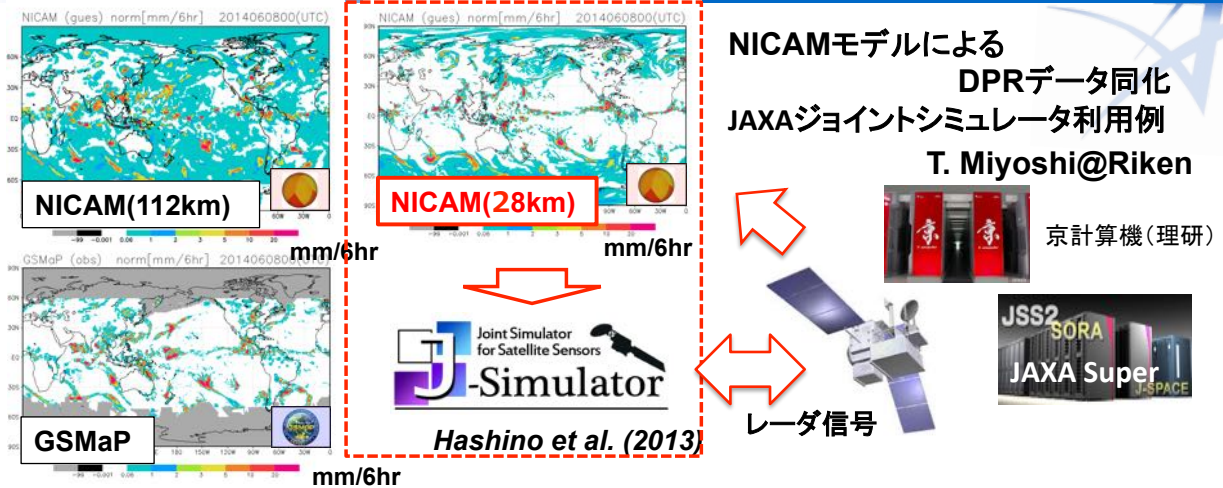
マルチセンサ解析によるシナジー創出：JAXAひまわりモニター

- JAXA 高次アルゴリズムのHimawari-8データ解析への応用
- 非気象学パラメータも導出
- 大学・研究機関との連携
- 543ユーザ (2017/1/18時点)



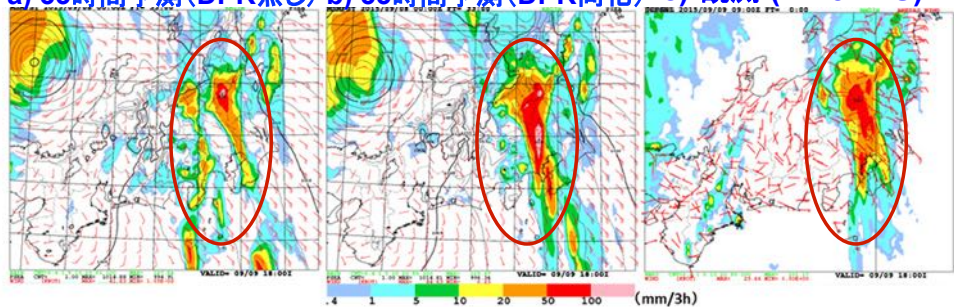
<http://www.eorc.jaxa.jp/ptree>

新しいサイエンスと応用: 降雨量のデータ同化



気象庁による GPD/DPRデータ同化 2015年関東・東北豪雨(鬼怒川氾濫)事例

a) 33時間予測(DPR無し) b) 33時間予測(DPR同化) c) 観測 (AMeDAS)



7

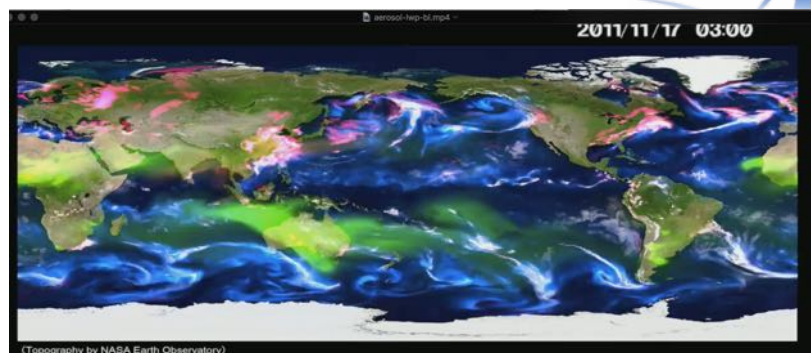
新しいサイエンスと応用: 温室効果ガス・大気汚染物質の排出量推定

NICAM-Chemによるエアロゾルシミュレーション (3.5km格子)

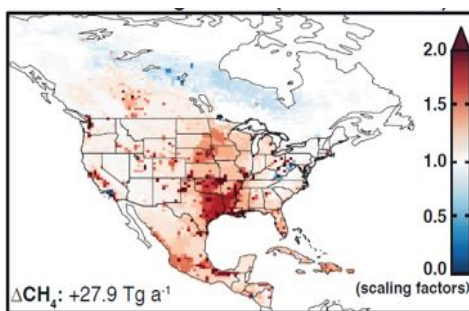
京計算機(理研)



- 硫酸塩
- 海塩
- 土壌
- 炭素性
- 雲



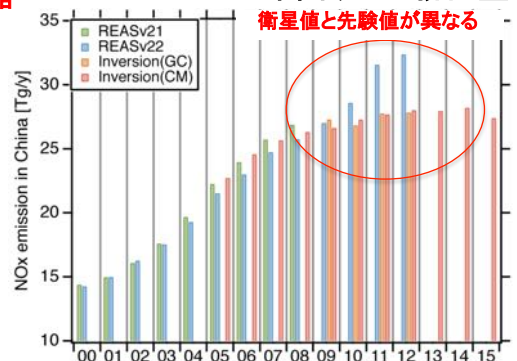
メタン排出量比(GOSAT値/先験値)



EDGARv4.2 (Model), the 2012 EPA inventory (EPA, 2014) and GOSAT (Turner et al., ACP 2015)

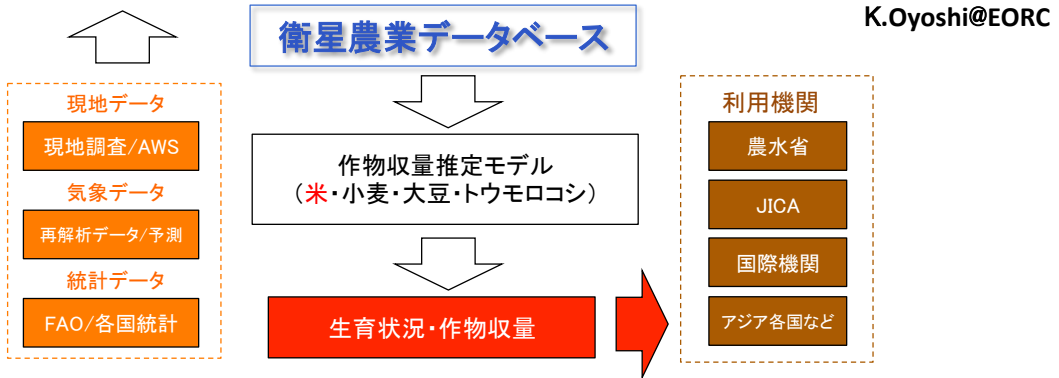
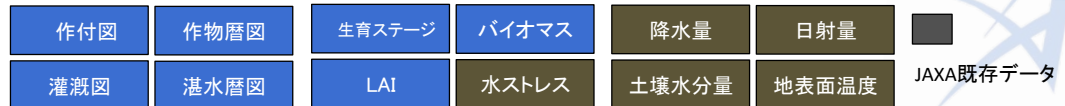
排出インベントリ作りの時間短縮

OMIセンサからの中国域NOx排出量

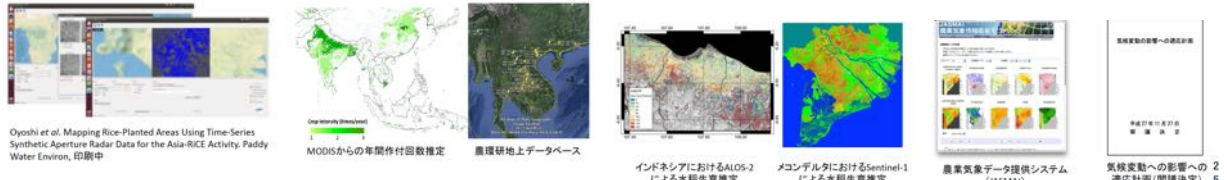


S-12プロジェクト, Yumimoto et al. (JSAE 2016)

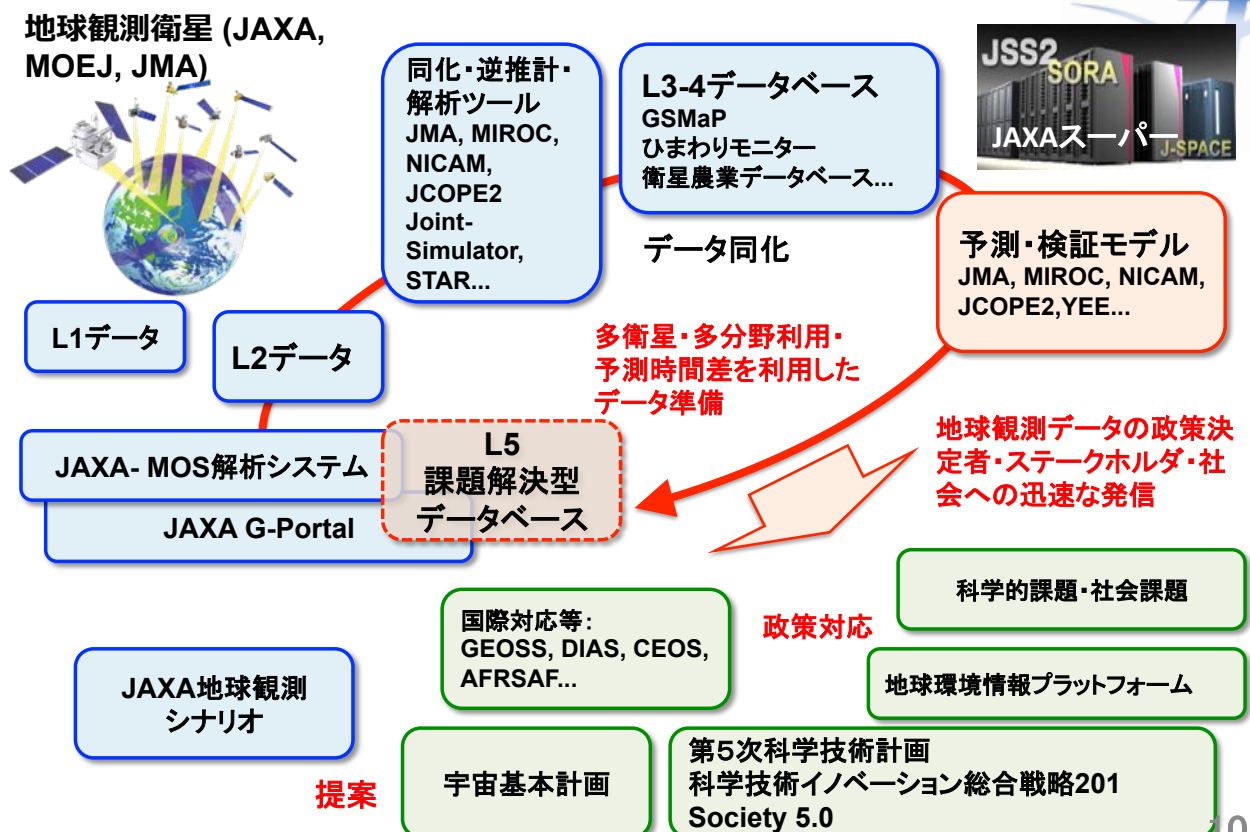
新しいサイエンスと応用：食糧生産への利用



水稲監視ソフトウェア (INAHOR) 農業ベースマップ (水稲作物暦作成) GEOGLAM/Asia-RICE推進 農水省への農業気象データ提供・活用



地球観測の利用システムの発展



まとめ

- 地球観測技術の大きな進歩：様々な手法と長寿命化
- 社会応用と先端科学の両面で大きな成果：利用拡大と高い論文引用回数
- 地球観測とモデリングの融合による利用拡大が見通せる
- L5課題解決型データベースの構築と多分野利用が間近かになっている