



facebook
“TEEDDA”



最新の気象学を用いた 再生可能エネルギーの把握と予測

東海大学 中島 孝
Tokai University

&

中島最強チーム
地球科学 サブグループ
データインタフェース サブグループ

CREST/EMS研究領域公開シンポジウム 2018年9月18日

地球科学データの活用

準リアルタイム
衛星観測

高速・高精度
環境モデリング

地球環境
問題への
貢献

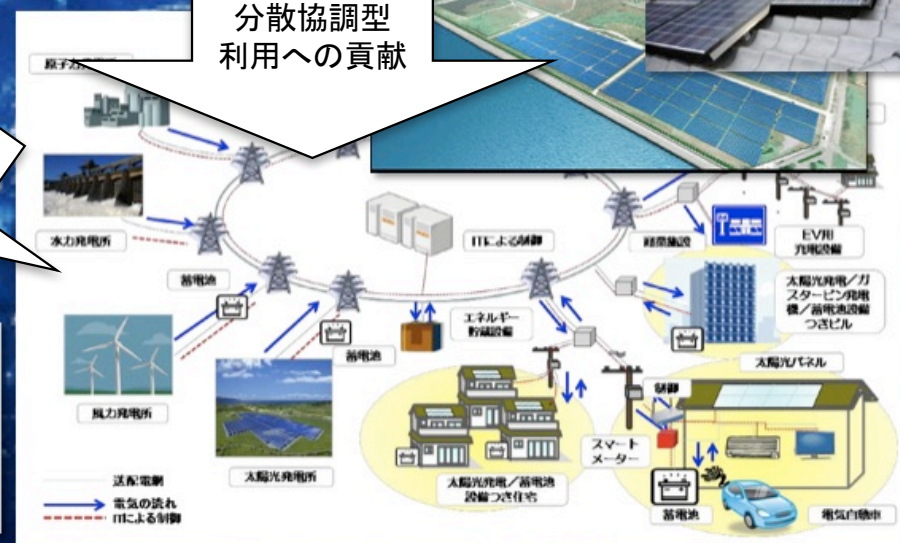
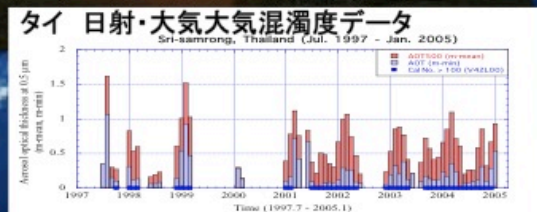
地上モニタリング
・検証

再生可能エネルギーの
最適利用に関する実況・
短時間予報情報の提供

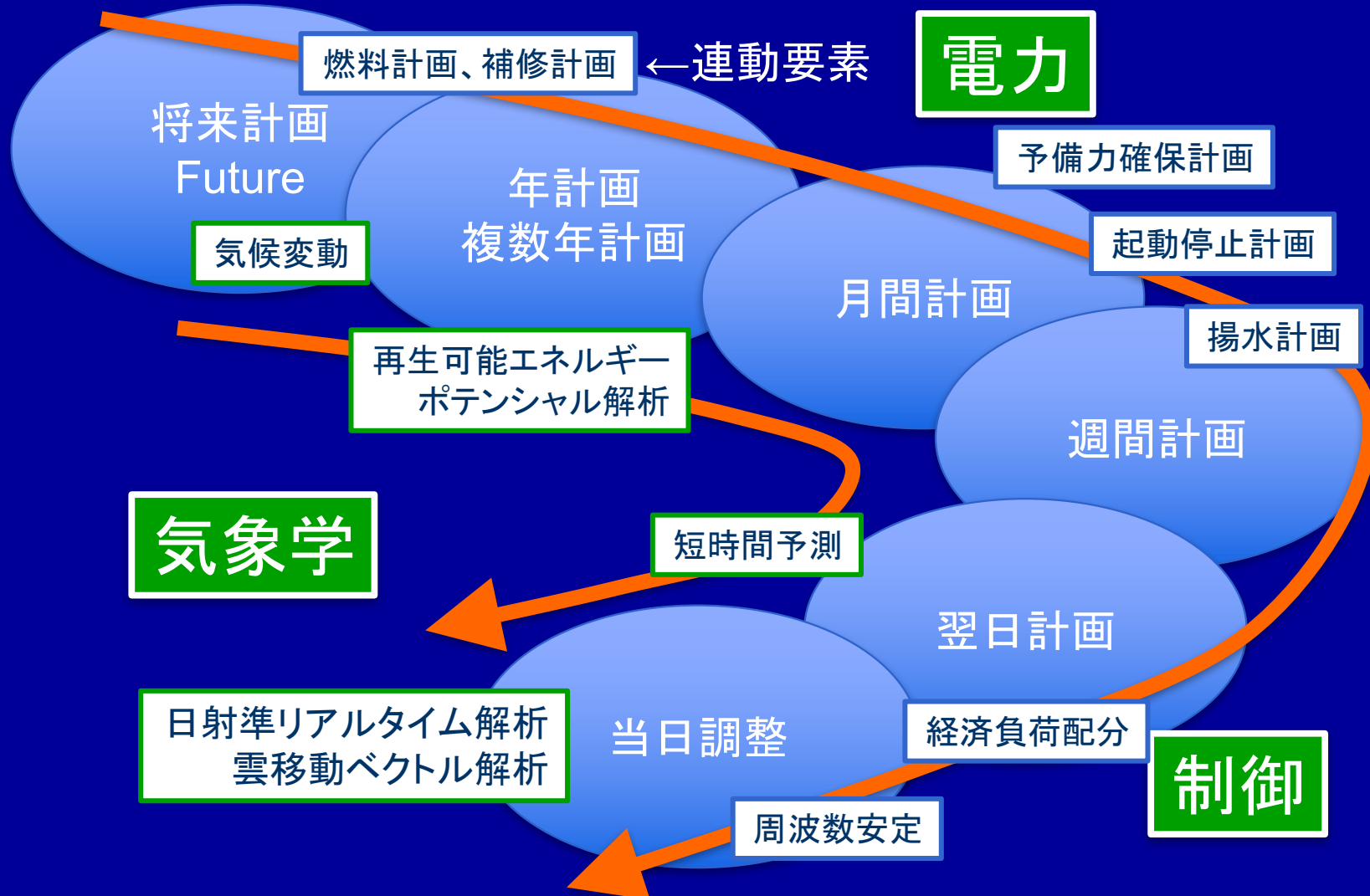
温暖化・ヒートアイラン
ド等、環境問題評価

世界展開

分散協調型
利用への貢献

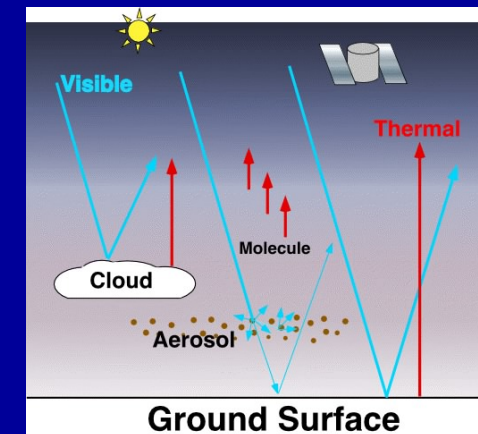


電力システム管理と気象学の関係



”地上到達”日射量の現況把握と予測

- 太陽光は、大気物質（大気分子、エアロゾル、雲）による吸収・散乱を受けた後に地上に到達する
- **気象学**を駆使することにより、大気の状態を把握したり、エネルギーの収支を計算することができる
- 特に重要な大気物質は**”雲”**



気象学を駆使した第1原理に基づく研究

気象学

エネルギー収支を把握する

- ・ 光の散乱問題
- ・ 放射の伝達問題



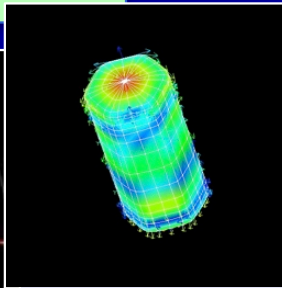
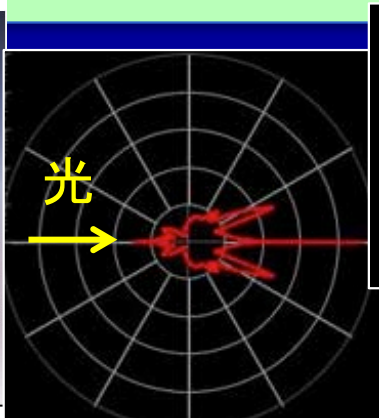
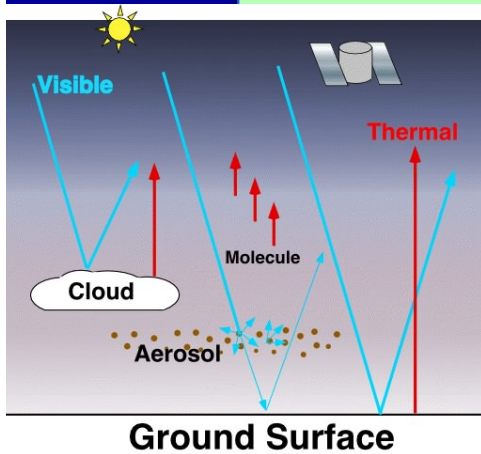
地球大気を理解する

- ・ 衛星観測技術
- ・ モデル シミュレーション
- ・ 処理の高速化…

衛星気象学

気象学

情報科学

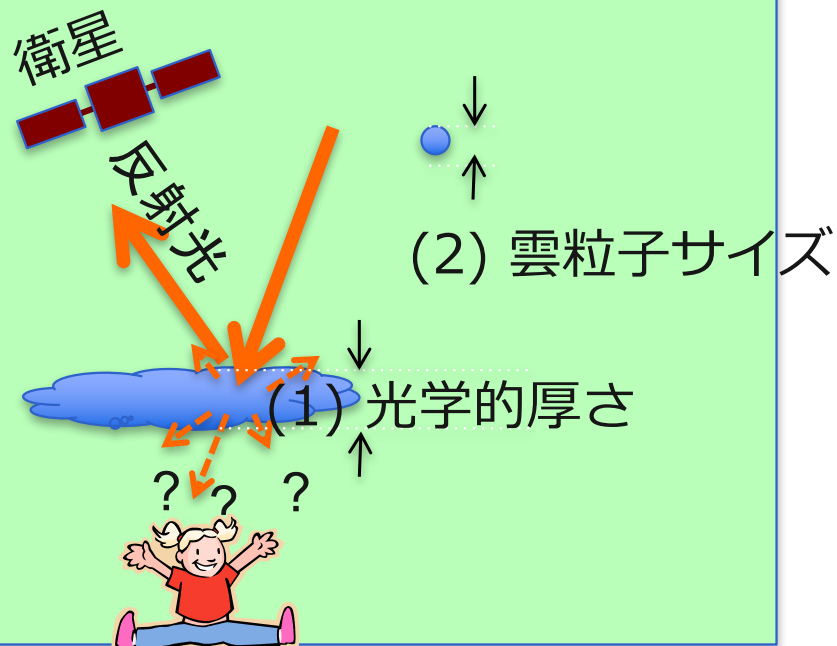


再生可能エネルギー問題、エネルギーの
調和的活用問題へ活用

最新の大気科学、放射散乱理論を活用した “地上到達”日射量の推定

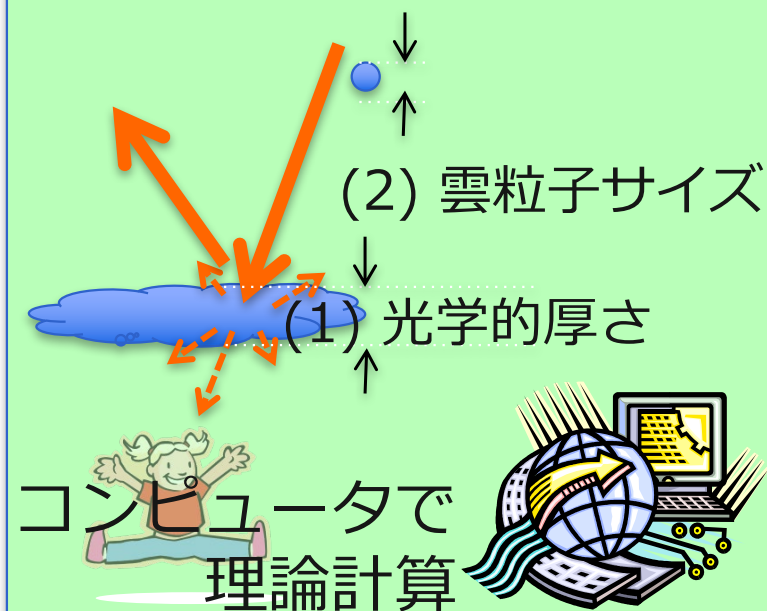
ステップ1

衛星で観測した反射光から、雲の特
徴量（光学的厚さ、雲粒子サイズ）
を推定する



ステップ2

雲の光学的厚さ、雲粒子サイズに
応じた日射量を、コンピュータで
理論計算する

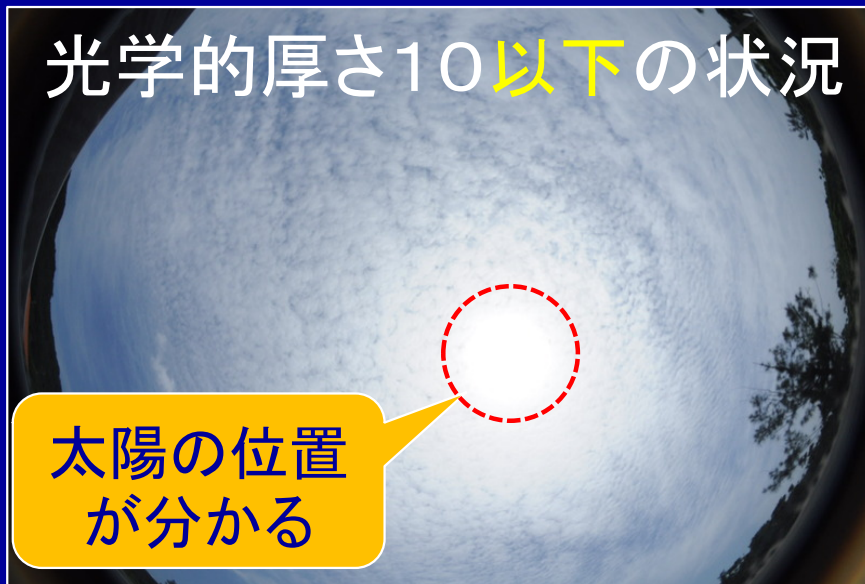




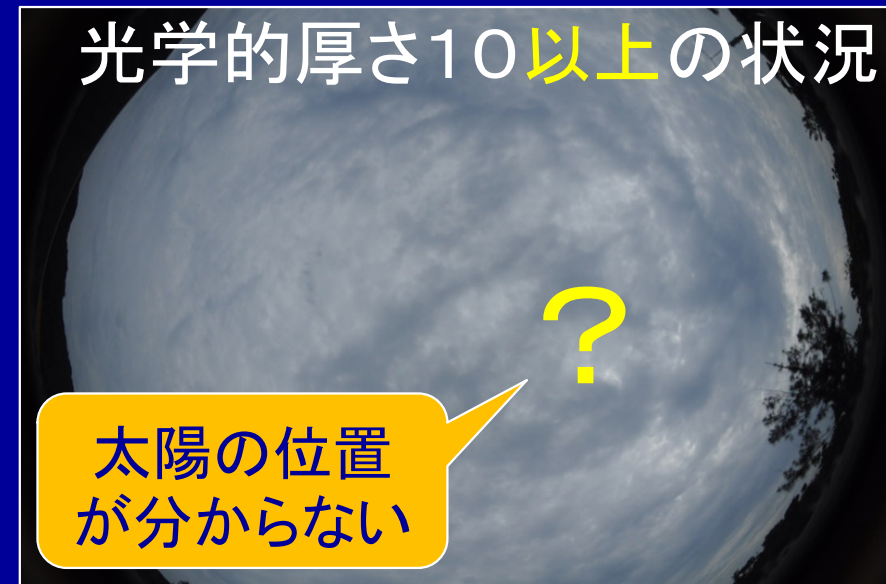
「雲の光学的厚さ」とは？

= 光に対する雲の厚さ (幾何学的な厚さとは異なる)
日射量に大きな影響をあたえる量

光学的厚さ10以下の状況



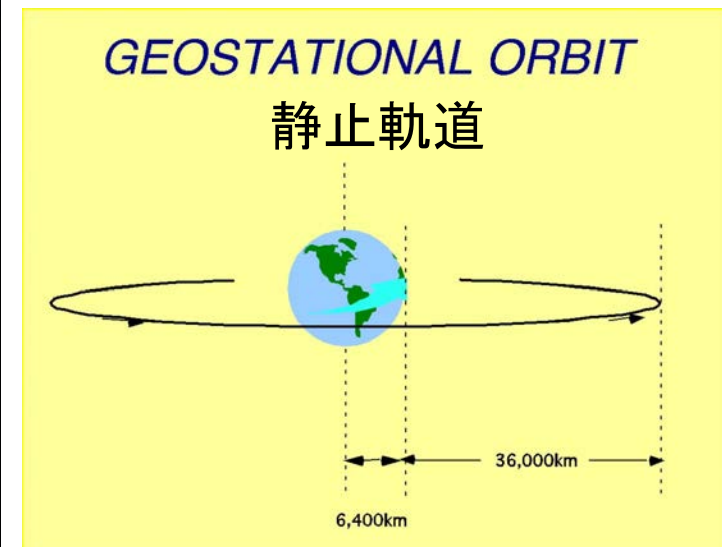
光学的厚さ10以上の状況



世界初の第3世代静止気象衛星「ひまわり8号」データを使用

©Japan Meteorological Agency
©CEReS, Chiba University

- World first 3rd generation.
Launch Oct, 7, 2014
First-light Dec, 12, 2014
Start Operation July 2015
- Observation Frequency
Every 10 min (2.5min)
- Spatial Resolution
Visible 1km (0.5km)
Infrared 2km

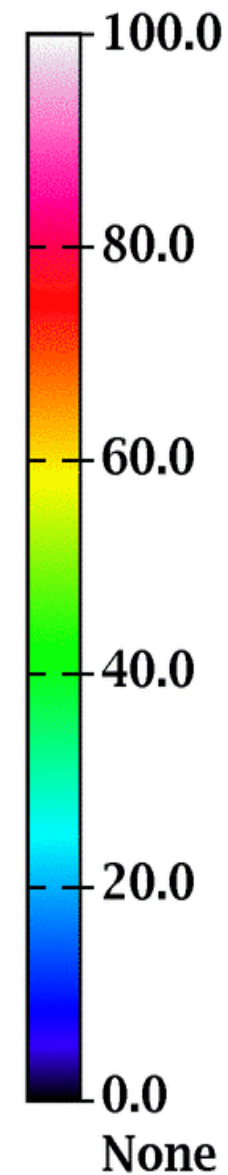
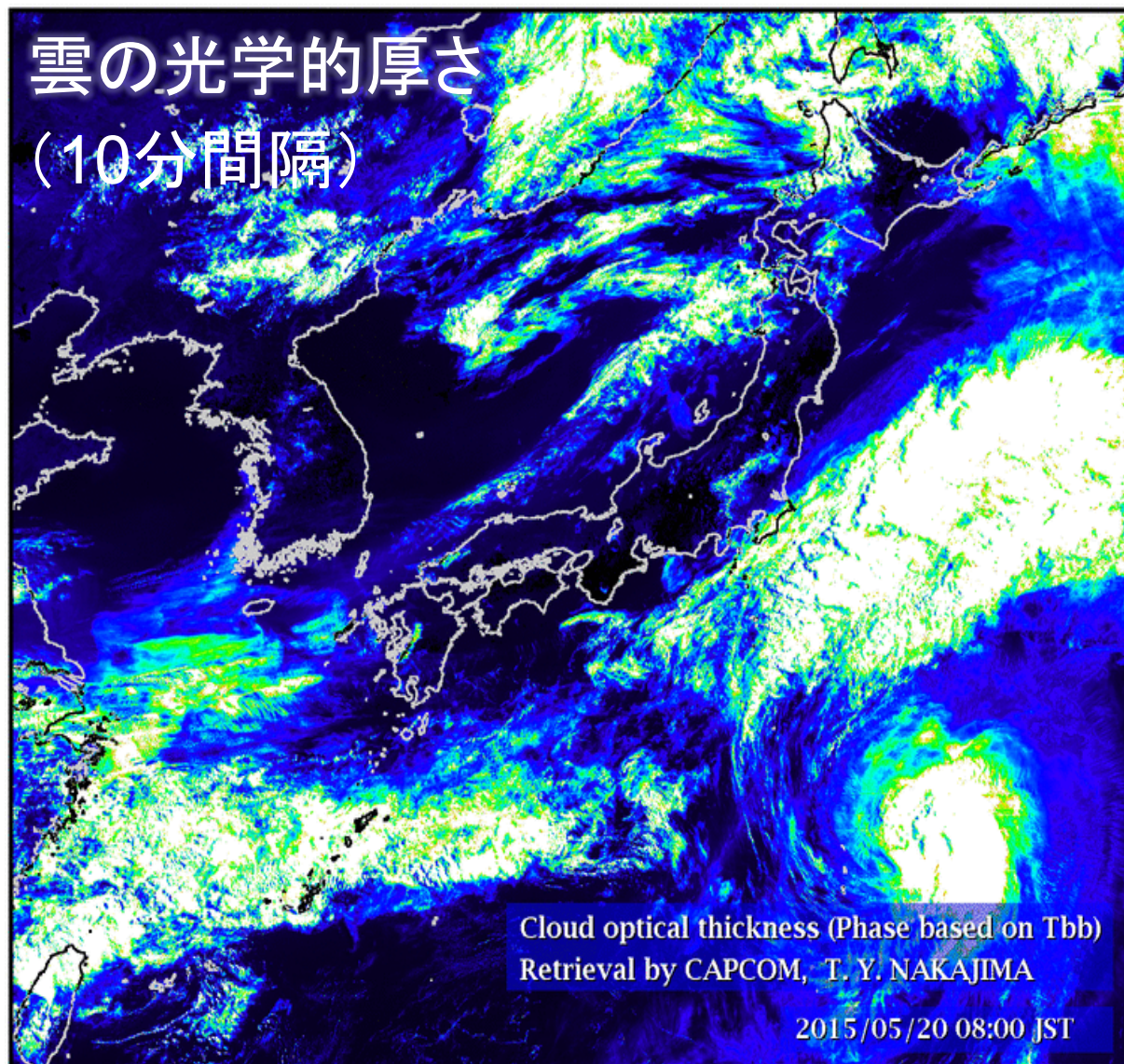


テレビのニュース
番組でおなじみ

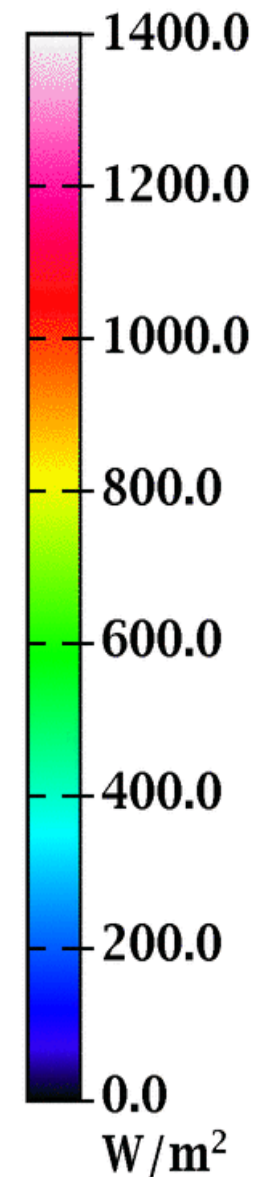
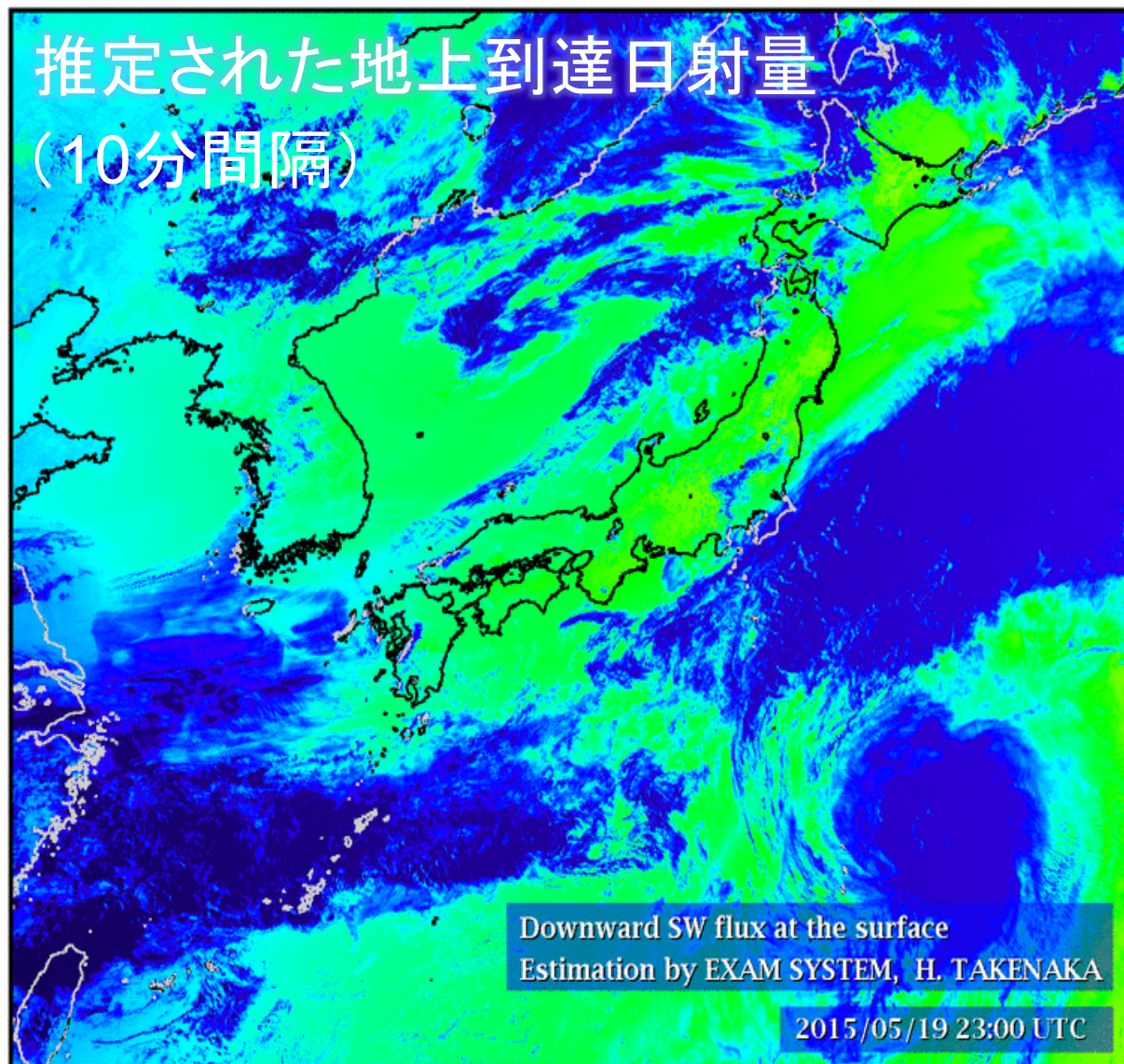
HIMAWARI-8

気象庁

雲の光学的厚さ (10分間隔)



推定された地上到達日射量
(10分間隔)



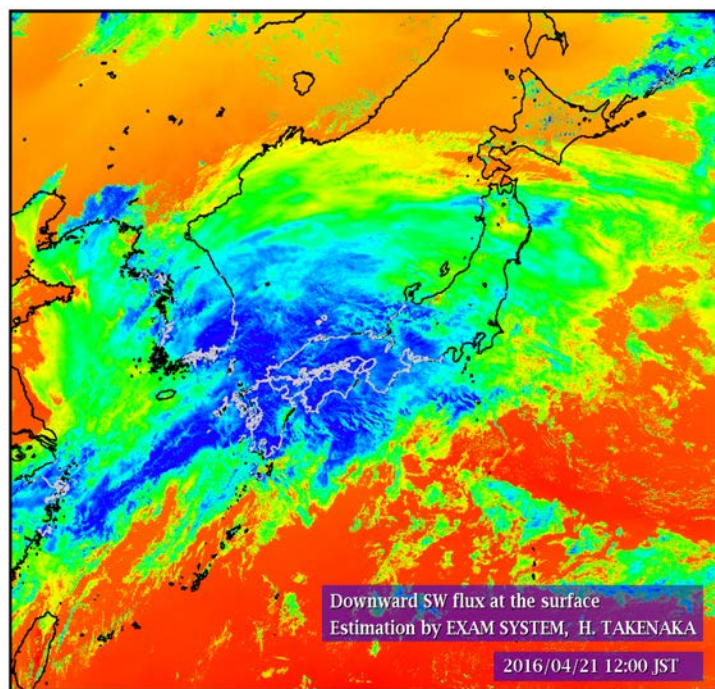
JAXA・G



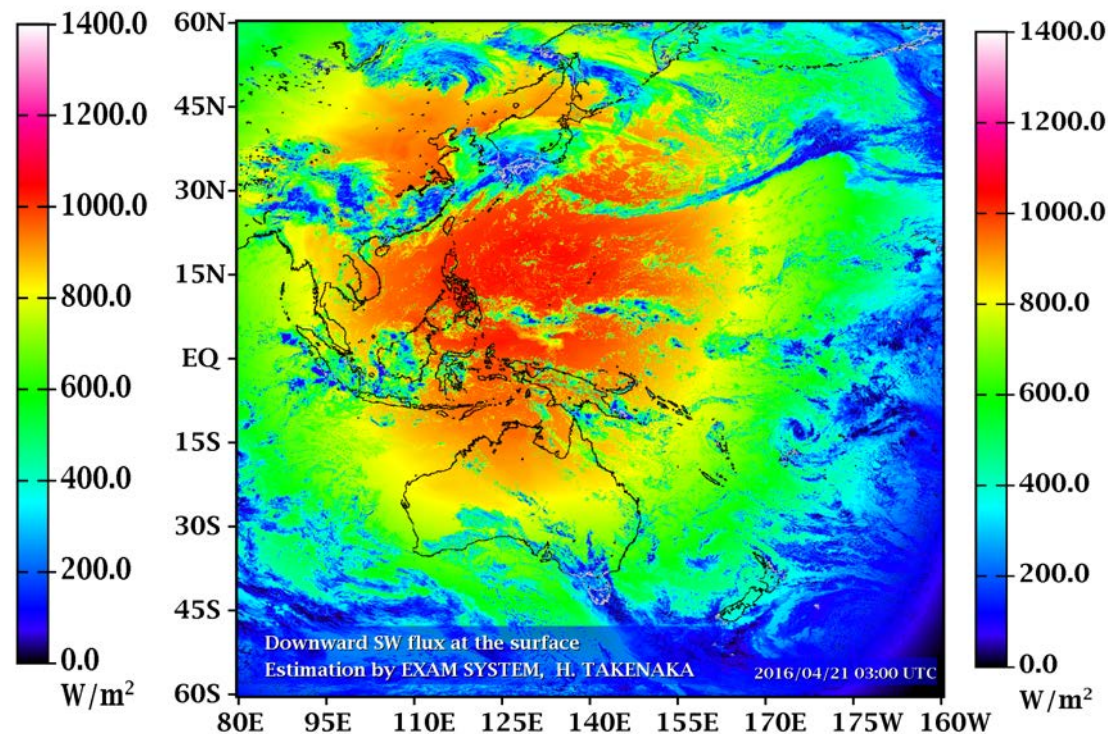
EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



ひまわり8号による準リアルタイム日射量



時間解像度2.5分における空間解像度
1x1kmの日本領域日射量プロダクト



時間解像度10分における空間解像度
4x4kmの広域日射量プロダクト

「アマテラス日射量」と呼ぶ

JAXA・G

Confidential

アマテラス日射量はどのくらい使われている？

ひまわり衛星推定太陽放射量の提供数

2018/8/22現在
4千万ダウンロード突破

1,275,003

FY 2013

3,442,201

FY 2014

4,531,059

FY 2015

9,656,738

FY 2016

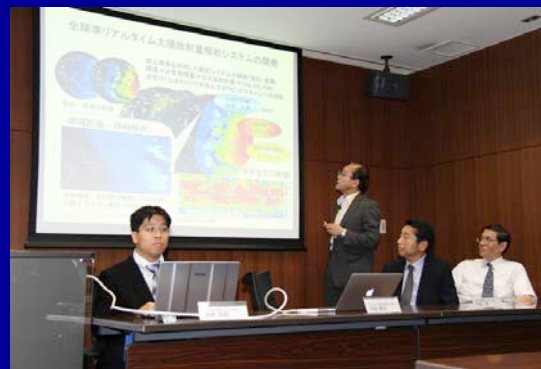
16,120,222

FY 2017

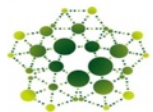
データはNPO法人「太陽放射コンソーシアム」で入手できます

- 地球規模におけるタイムリーな日射量の計算を可能にした技術を生かし、太陽光発電や太陽熱利用の技術開発と運用を促す
- 東大―東海大―千葉大
- 代表：中島映至（東大）
- 助言委員会：東大、東海大、千葉大、東工大、気象庁、産総研、の研究者

2013年7月2日の設立準備会：東京大学小柴ホールにて



予測についてはどうか？



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

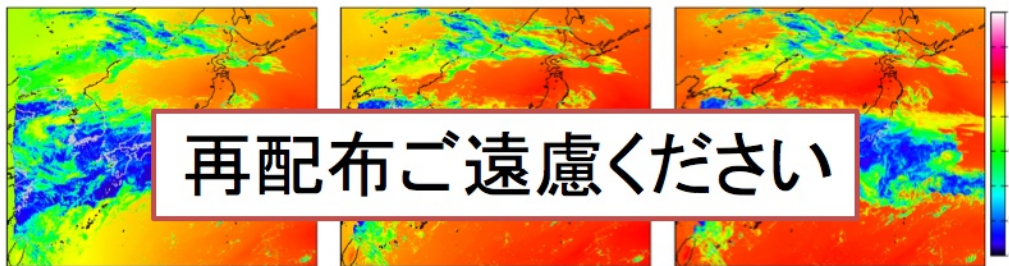


日射量の近未来予測（その1）

ひまわり衛星データを用いた予測

6時間予測

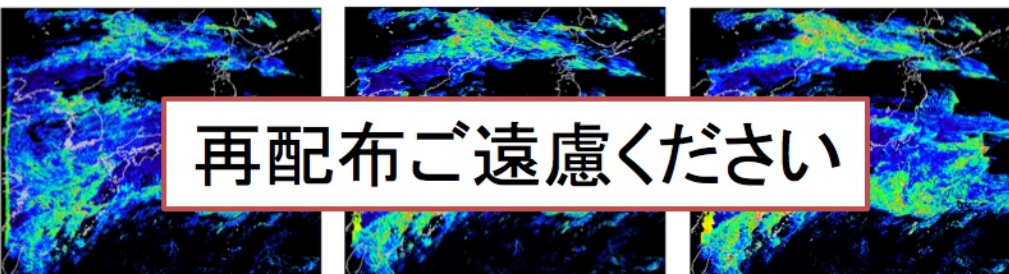
下向き太陽放射51アンサンブル平均（ナウキャスト）



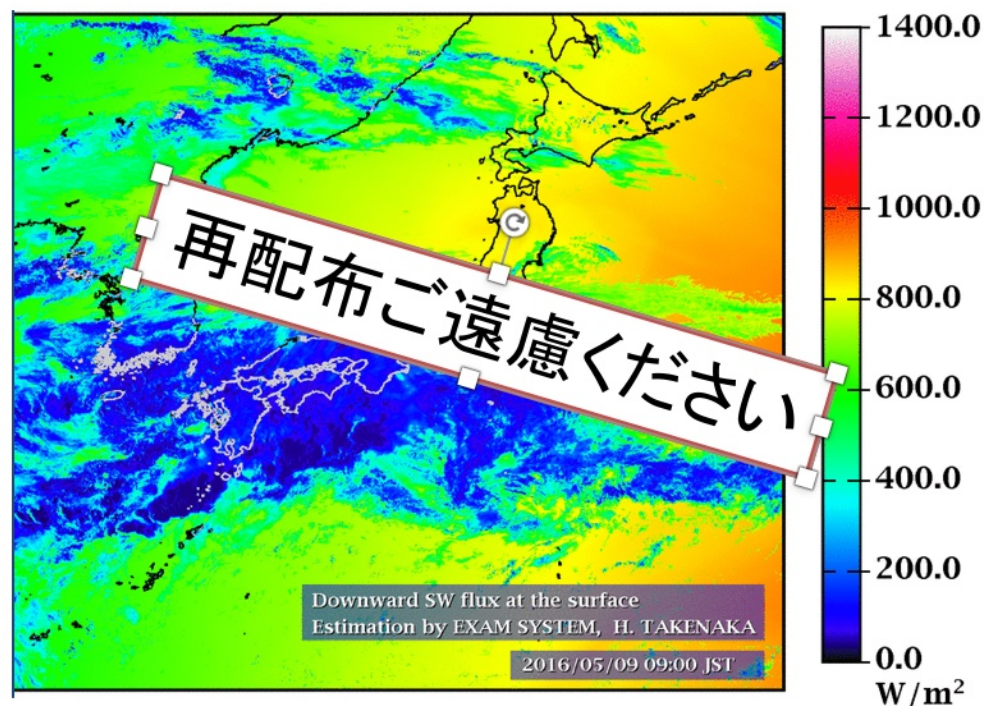
1時間先

2時間先

3時間先



51ナウキャストアンサンブル標準偏差



JAXA・G

Confidential



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

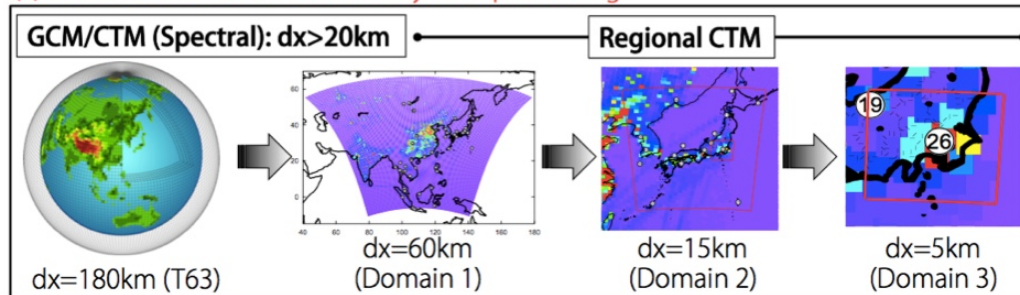


日射量の近未来予測（その2）

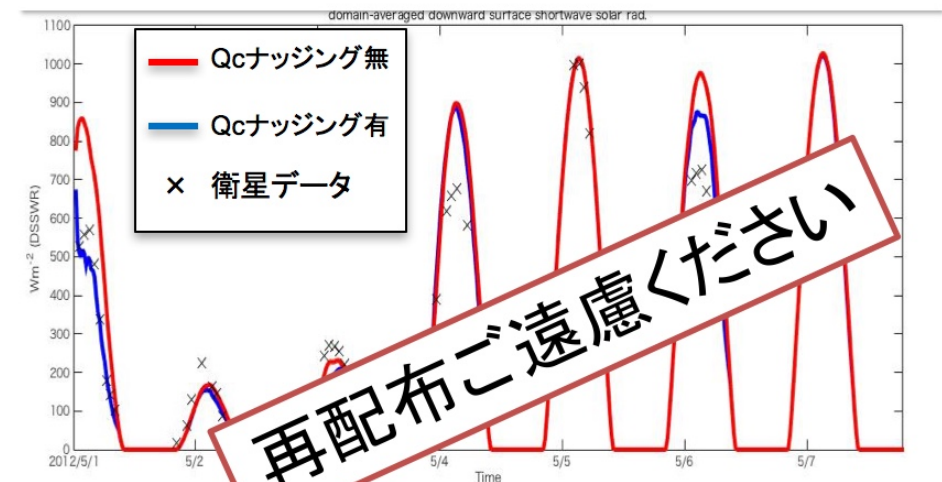
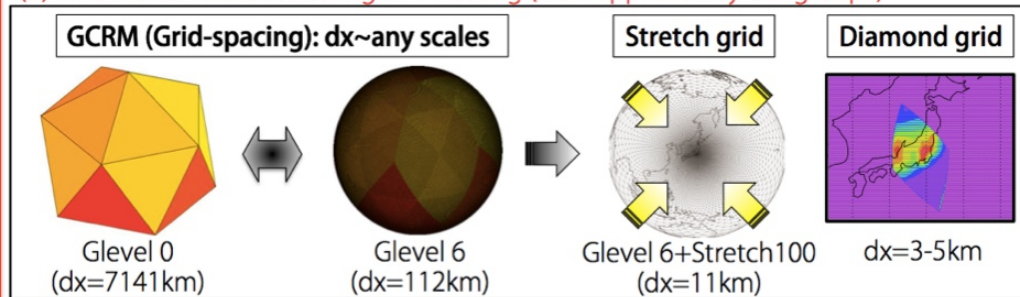
衛星と数値モデルによる新しい予測（2日程度短期予測）

雲解像モデル NICAM

(a) Combination of multi-models by multiple nesting



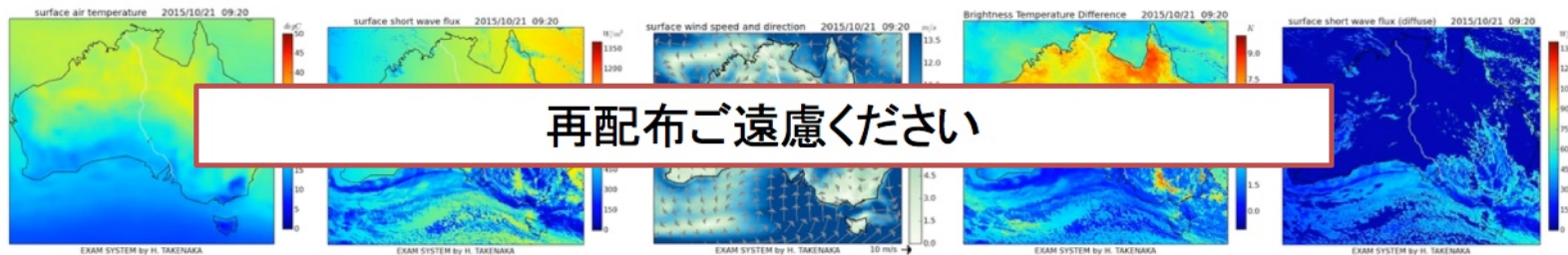
(b) One model without nesting or 1-nesting (New approach by our group!)



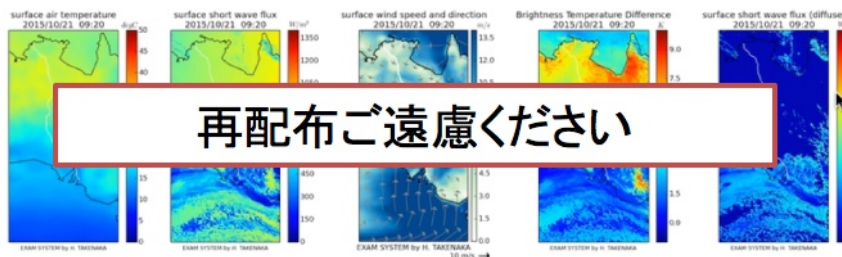
雲水量 (Qc) のナッジングを行ったこと(—)で、ナッジングをしていないもの(—)と比較して雲量が増え、日射減少が見える(5/3, 5/6).

豪州縦断ソーラーカーレースの 支援(2013, 2015, 2017)

ポスター発表
あり

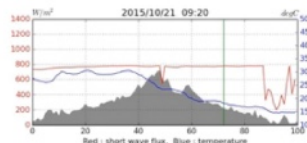


再配布ご遠慮ください



再配布ご遠慮ください

東海大学
ソーラーカー



東海大 G



今後の研究項目

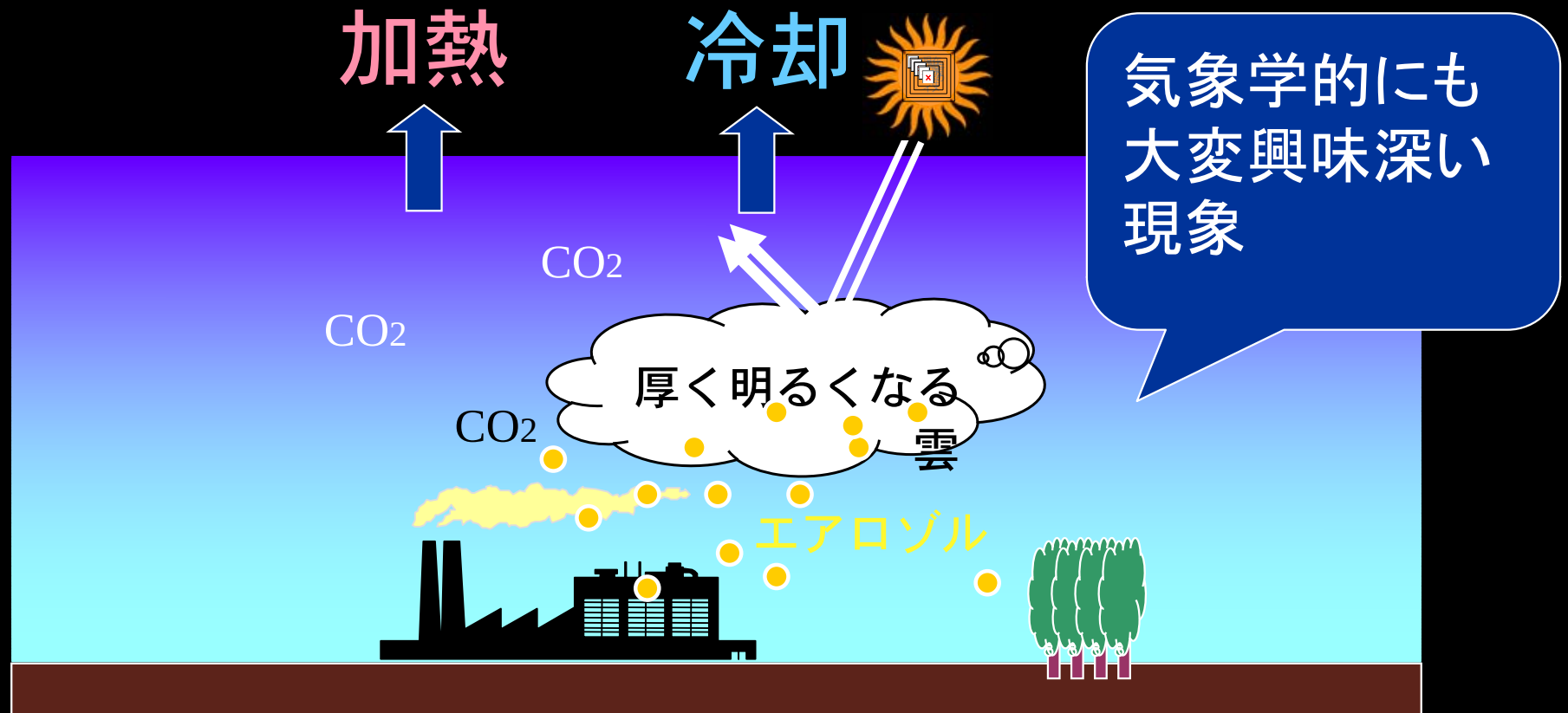
- 雲に加えてエアロゾルも日射量を変化させる大きな要因
 - ➔ 衛星推定エアロゾル量を考慮する
- 雲成長過程の衛星観測とモデル化
 - ➔ 雲がその後、成長するのか減衰するのか？
- 日射量予測手法の確立と予測精度の把握

大気中エアロゾルも日射を変化させる

撮影：入江(千葉大准教授)



エアロゾルが雲を変質させることがある

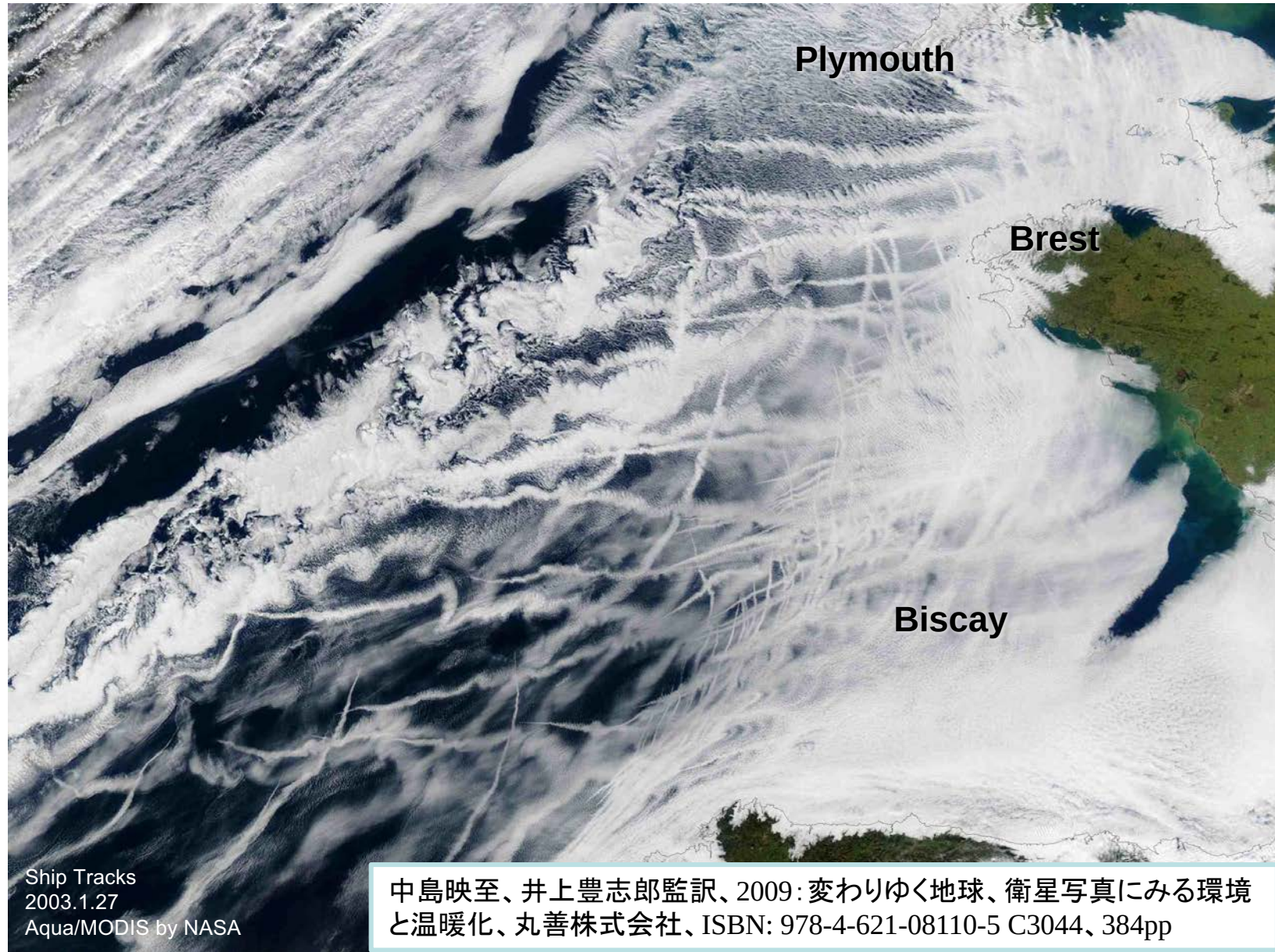


Google

住所 プリマス
イギリス



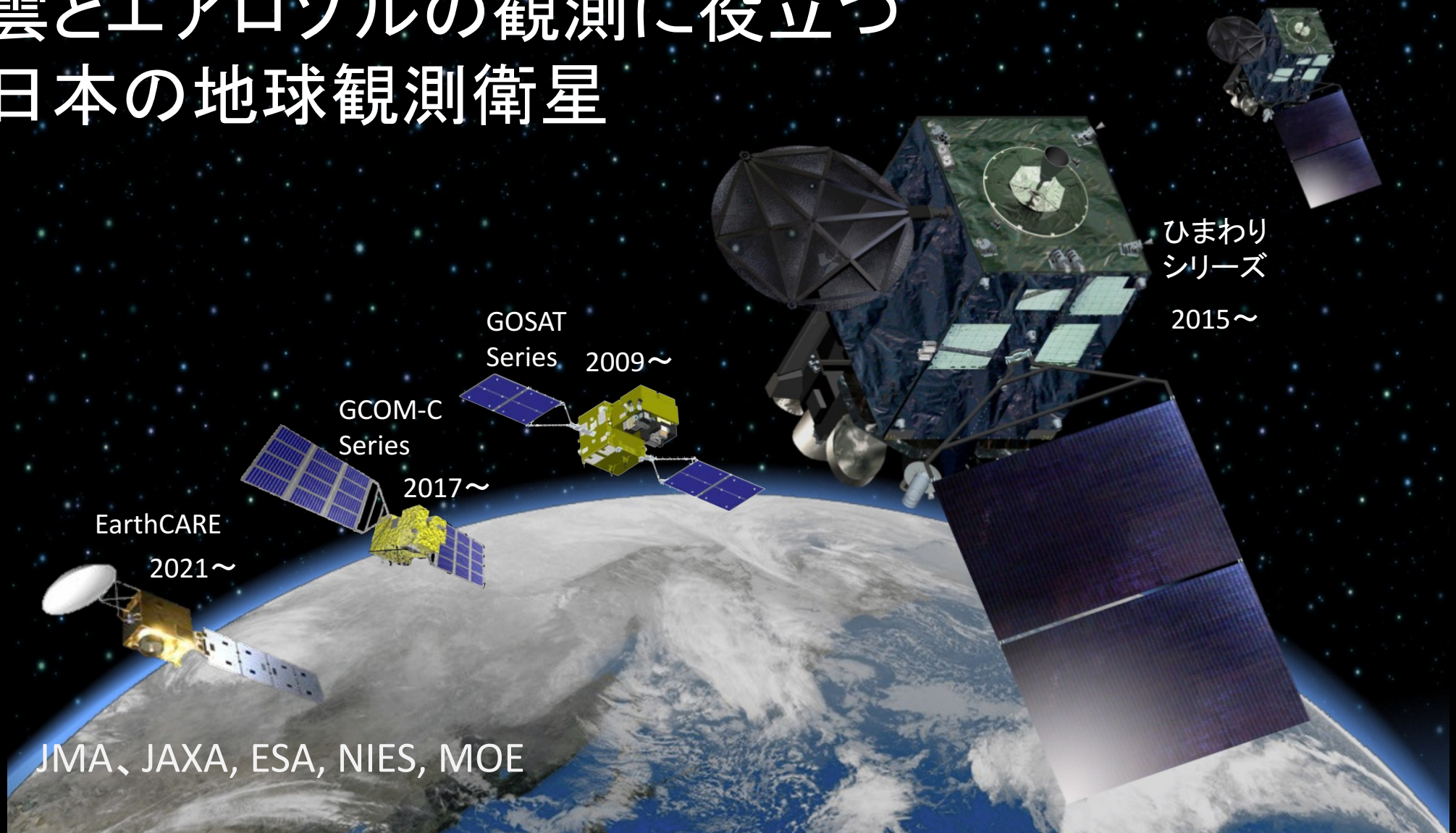
人間活動が
雲の状態を
変化させる
➔航跡雲



Ship Tracks
2003.1.27
Aqua/MODIS by NASA

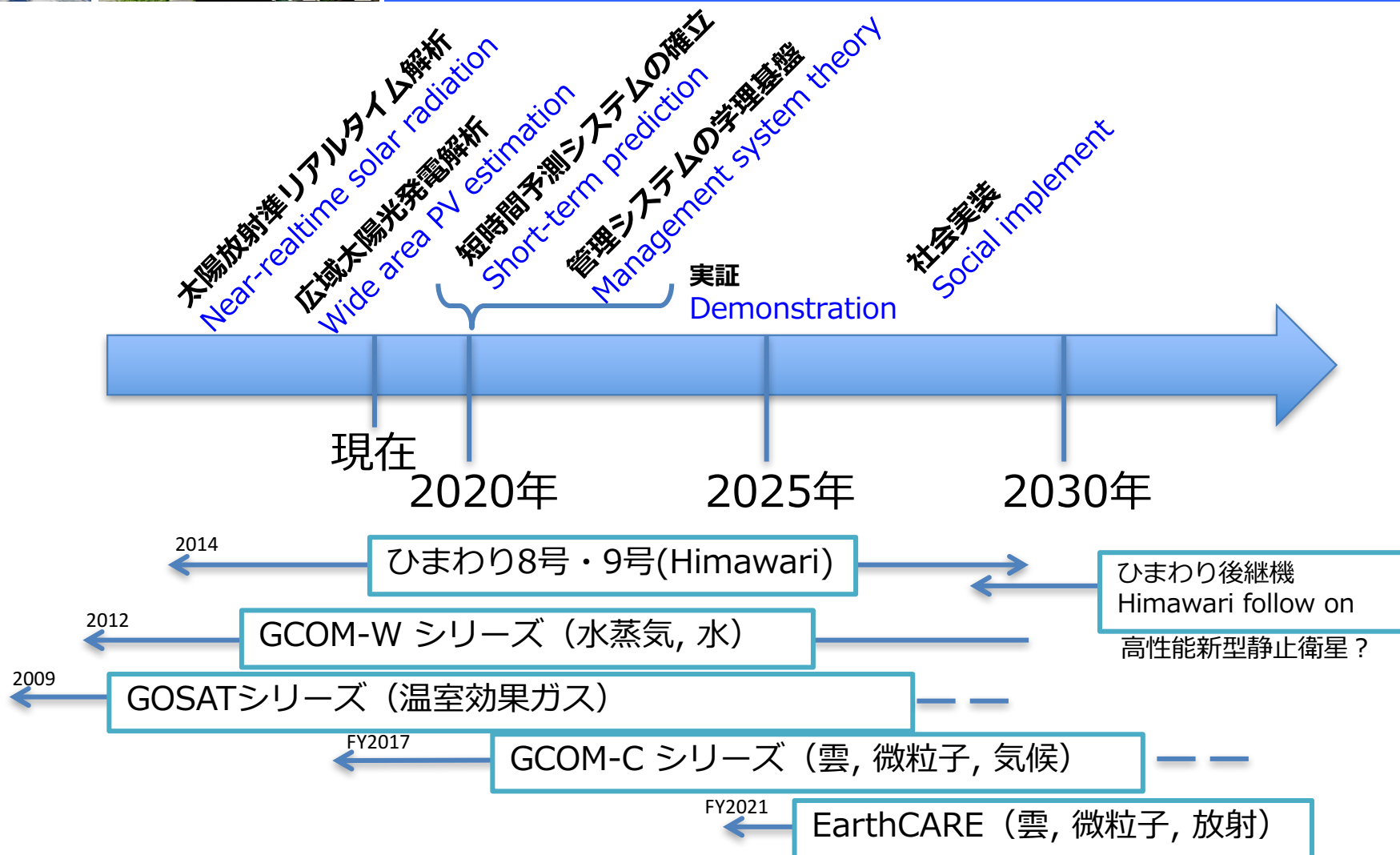
中島映至、井上豊志郎監訳、2009: 変わりゆく地球、衛星写真にみる環境
と温暖化、丸善株式会社、ISBN: 978-4-621-08110-5 C3044、384pp

雲とエアロゾルの観測に役立つ 日本の地球観測衛星





社会実装に至る見通し



まとめ

- 気象学の世界では大気の状態の推定/予測や、地球のエネルギー収支の計算を行っている
 - 再生可能エネルギーへの応用が可能
- 日射量の計算においては、まずは雲の状態を正しく知ることが重要
 - 衛星観測技術が応用できる
- 衛星観測後、約10分で、日本付近、アジアオセアニア領域における地上到達日射量を計算することが可能になった
 - RMSE 45–108 W/m²
- 数時間程度の近未来予測が可能になった。数日先の予測は現在モデルを開発中

ご静聴ありがとうございました

JST/CREST/EMS中島最強チーム