

# ヤマセ研究会のこれから

岩崎俊樹 東北大学大学院理学研究科

## 気象・気候情報の高度利用

(防災 + 農業 + 再生可能エネルギー + 健康...)

(東北)地域の問題解決のために何ができるか？

## 数値モデルの性能向上と高度利用の仕組み

(力学的ダウンスケール & 4次元データ同化)

## 気象予測のアンサンブルダウンスケール

気候変動 (過去55年 + 近未来)

近未来 (初期値問題として + 境界値問題として)

# これまでとこれから プロジェクトの事情 と 我々の事情

## 外部資金による受託研究(科研費を除く)

### これまで

H21-23: 大気環境に関する次世代実況監視及び排出量推定システムの開発(環境研究総合推進費)

H22-26: 気候変動適応研究推進プログラム(RECCA, 文科省)

東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール

H24-27 超高精度メソスケール気象予測の実証(戦略メソ:京)

### これから

H26-30 「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)

(次世代農林水産業創造技術)

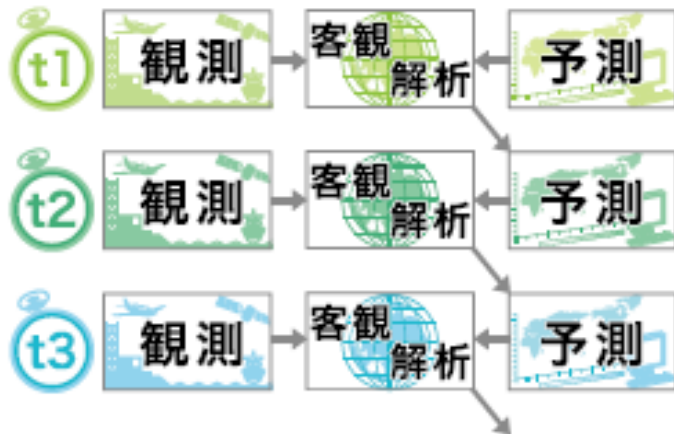
H27-31: 気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)

H28-31: 従来型観測のみを用いた日本域長期再解析(ポスト京)

# 大気環境に関する 次世代実況監視及び排出量推定システムの開発

PI: 岩崎俊樹

東北大学、気象研究所、国立環境研、海洋研究開発機構



4次元データ同化

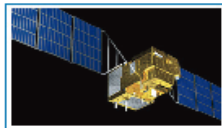
観測と数値シミュレーションモデル

気象予測の初期値推定手法を応用し、  
人為的放出ガスの排出量と  
大気微量成分の全球分布推定する

大気微量成分(CO<sub>2</sub>、エアロゾル、O<sub>3</sub>)の濃度と地表面フラックスの全球分布を推定するために、

全球大気化学輸送モデルとアンサンブルカルマンフィルタを利用した、衛星観測データの同化システムを開発

- 各種観測データによる大気微量成分データ同化結果の検証
- GOSAT の観測システムシミュレーション実験
- 大気客観解析の輸送循環場の検証
- 全体の統括



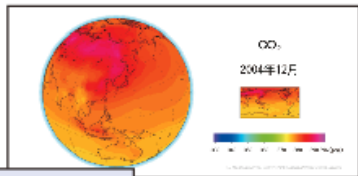
サブテーマ 1

**連携①**

[ CO2・エアロゾル  
同化システムの構築 ]

地表フラックス推定への応用

- EnKF の最適化
- 衛星データの整理
- 予報システムへの応用
- 歴史的データの作成と検証

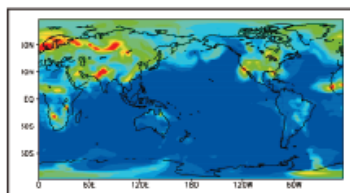


サブテーマ 2

[ オゾン同化システムの構築 ]

成層圏対流圏歴史的データの  
作成と検証

- EnKF の最適化
- 衛星データの整理
- 予報システムへの応用



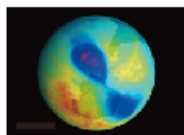
サブテーマ 3

**連携②**

**連携③**

化学輸送モデルの改良

- 同化統計情報の蓄積・解析
- モデル誤差相互比較
- バイアス補正手法の開発



サブテーマ 4

**連携①**

同化システム構想  
観測データによる検証

**連携②**

データ同化スキーム・  
フラックス推定技術の  
開発共有

**連携③**

モデル欠点の指摘/  
モデル改良による  
同化性能向上

# 気候変動適応研究推進プログラム(RECCA, 文部科学省)

東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究(PI:岩崎俊樹)

## 1. 気候研究 地球温暖化時代の東北の気候

マルチ気候モデル解析による温暖化予測の不確実性を評価  
再解析のダウンスケールを通じてダウンスケールモデルを改良  
気候モデルの予測結果をダウンスケールし詳細な温暖化予測情報を作成  
温暖化予測に基づき 水稻の推奨栽培品種や病害リスクの将来変化を推定  
**東北地域の気候予測に基づき農業の適応策を検討**

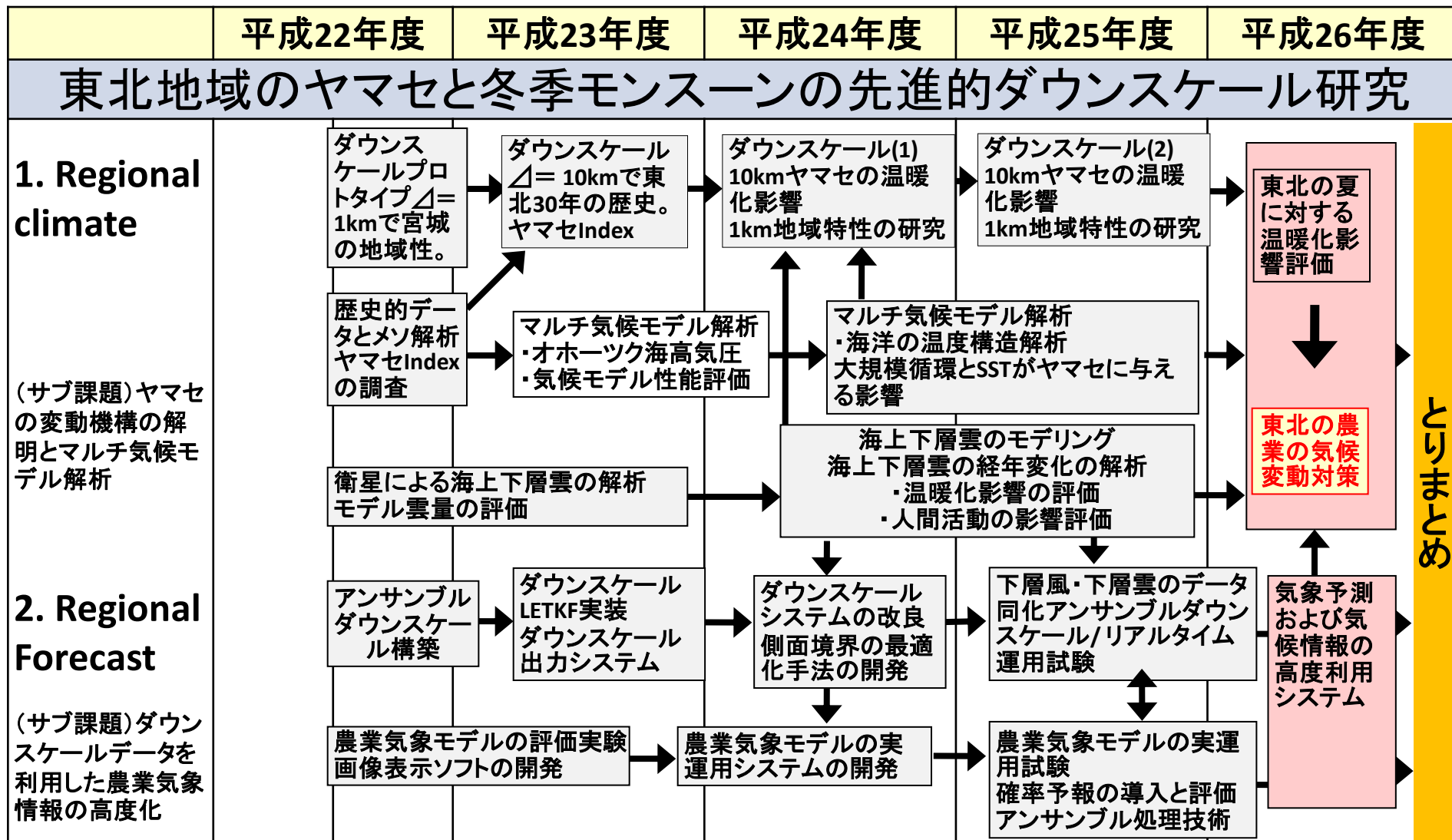
## 2. 予測研究 短中期予測の農業気象情報への活用

力学的アンサンブルダウンスケールを用いた短中期予報の改善  
地域性を考慮した確率的な農業気象情報の作成手法の開発  
情報提供システムの構築と一般登録者に対するデータ提供試験  
**日々の気象情報の高度利用システムを構築**

気象予測・気候予測の改善と詳細化 (東北大学、弘前大学、気象研究所)  
農業気象情報の作成手法の開発と評価 (岩手大学、東北農業研究センター、  
気象庁 気候情報課、仙台管区气象台)

気象情報提供システムの開発と実利用試験(岩手県立大学)  
東北地方各県の農業試験場と年2回の情報交換を実施し、研究を推進  
実利用をめざし、一般登録者に対するデータ提供試験とアンケート調査を実施

# 年度計画と進行状況

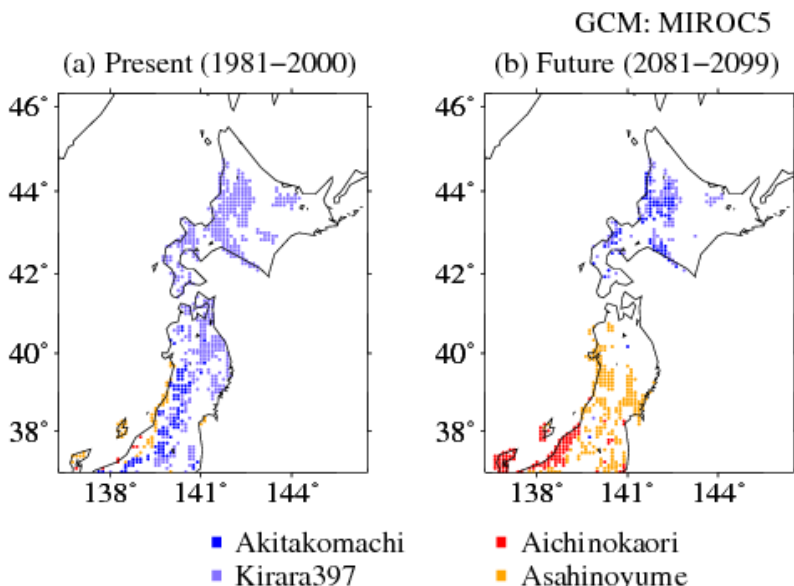


とりまとめ

**東北の農業の気候変動対策とダウンスケール予測を利用した農業気象情報の発信**

# Adaptation

## 推奨栽培品種の検討



**北海道・東北品種**

**中京品種**

図: 最大収量を達成する品種の分布

(a) 現在気候(1981-2000平均)

(b) 将来気候(2081-2099平均)

成果の実用化の姿

## 葉面保水量の将来見通し

MIROC5 w/ RCP4.5	p: 1981- 2000	f: 2081- 2099	f/ p
降水強度(mm day <sup>-1</sup> )	10.9	12.5	1.1
降水頻度	0.37	0.34	0.9
平均濡れ時間 (hr)	18.2	17.1	0.9

葉面保水量:

いもち病感染リスクの低下を示唆

収量・品種:

東北・北海道品種: 北部で最大収量

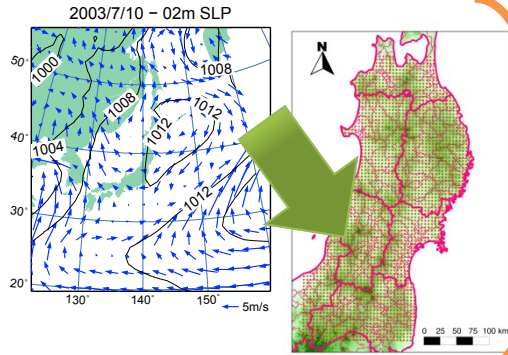
耐高温品種: 東日本で主となりうる

適応策: 推奨栽培品種の選定・水資源管理等に貢献

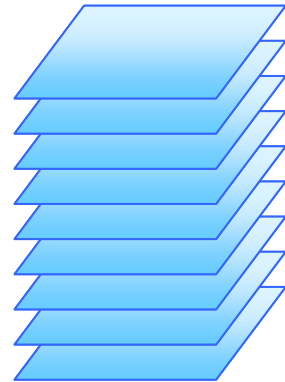
気象予測の高度利用による農業災害リスク低減技術の開発

# アンサンブルダウンスケール予測の農業モデルへの展開

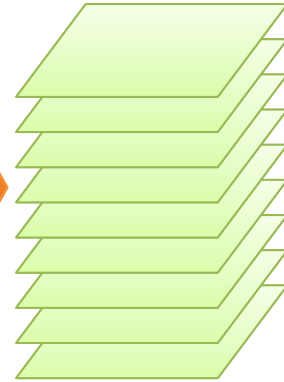
アンサンブル予測



アンサンブルダウン  
ンスケール予測



各メンバーで  
葉いもち予察モデル  
(BLASTAM)を計算



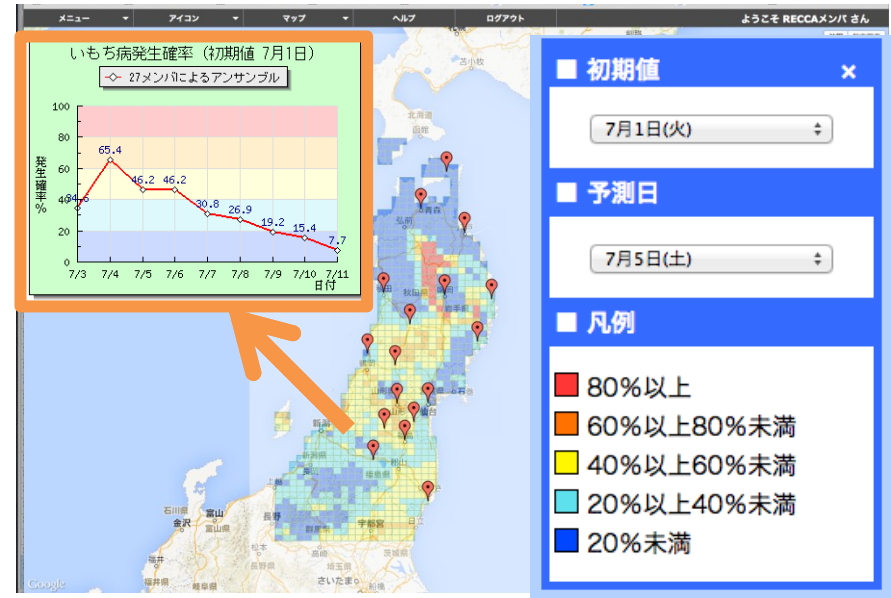
確率予報として  
編集

葉いもち  
感染確率  
○%



## 葉いもち感染危険度のリアルタイム予測実験を実施

- 2014年7月1日-15日で**毎日実施**  
(3時開始、14時終了)
- 27メンバーをDS、BLASTAM入力
- 感染危険度を確率で表現  
(3.8%/mem)
- **web上で公開**、登録メンバー  
のみアクセス可





これから

# 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

## Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program

### (次世代農林水産業創造技術)

#### 1. 高品質・省力化の同時達成システム

#### ② 気象データに基づく高温障害等の予測技術の開発

アンサンブルダウンスケール短・中期予測に基づく  
確率的な農業気象情報(いもち病感染リスク)の作成



1ヵ月予報に基づく決定論的な  
1kmメッシュ農業気象情報の作成・提供

気象実況OR予測に基づく濡れの推定

# 気候変動適応技術社会実装プログラム

SI-CAT: Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology



## 文部科学省の事業

### • 技術開発機関

- ① 信頼度の高い近未来予測技術の開発
- ② 超高解像度ダウンスケーリング技術の開発
- ③ 気候変動の影響評価等技術の開発 → 環境研

主管  
JAMSTEC

### • 社会実装機関 → JST

### • モデル自治体等 → 7団体

実施期間： H27～31年度 全体の予算規模(H27)： 5.7億円

東北大理は共同参画技術開発機関の1つ 課題②分担  
(担当責任者：山崎剛)

# 目 標

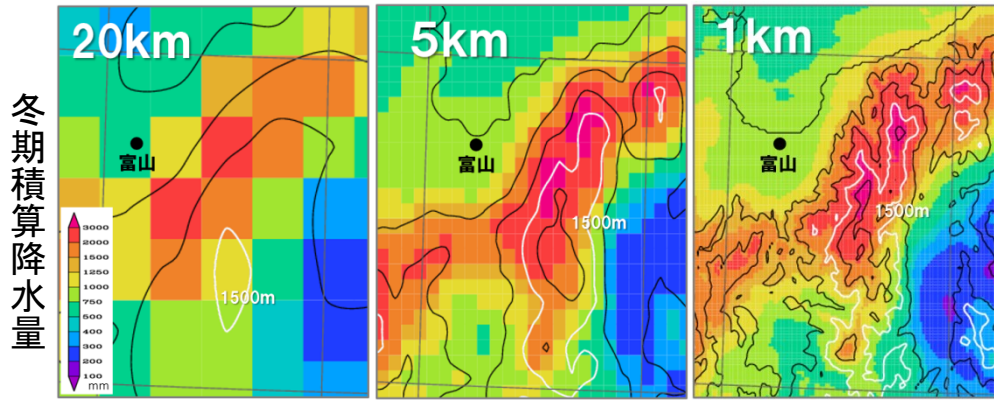
- 地方自治体等で利用可能な気候情報とは？
  - 時空間スケール: **近未来(2030~2050年) & 1kmメッシュ**  
(土地利用変化の影響評価など場合によってはより詳細なスケール)
  - 定量的評価のための**確率情報**と定性的な付加情報  
(平均の予測だけでなく極端現象の発生確率も必要)
- 本提案ではこの要件を満たした**気候情報シナリオ**を構築する。
  - 社会実装機関、影響評価課題と協力し、モデル自治体とのco-designによって、必要な情報を創出
  - DIASを活用し、求めるデータを容易に利用できる環境を整備
  - 自治体等のユーザーむけの利用ガイドブック、データ作成マニュアルを作成

# 【課題②】 超高解像度ダウンスケーリング技術の開発

## ②-a 汎用的ダウンスケーリング技術開発

モデル自治体等を対象に1km力学モデルによるDS手法を確立し、**地域気候予測データベースを創出**

### 力学モデルによる1kmDS



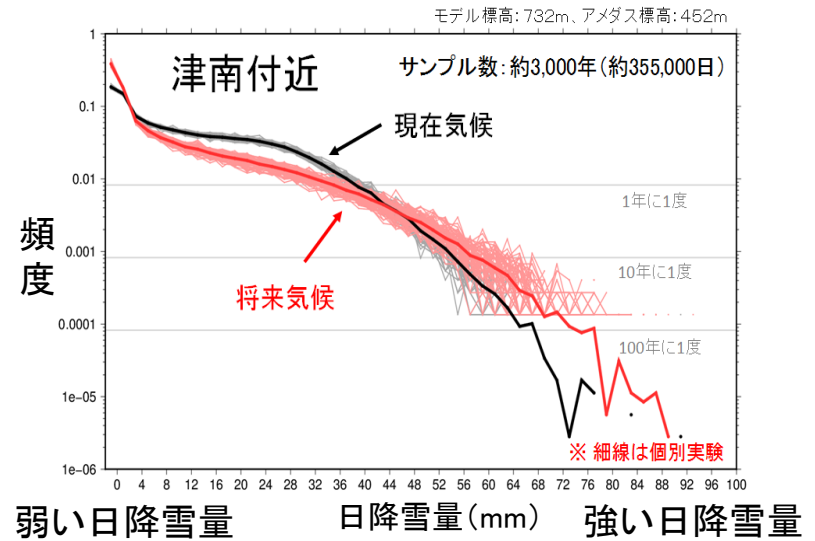
地域的な強制力※による局所性・非線形性の強い極端現象(豪雨・豪雪等)を表現



※課題①の高解像度SSTや地形、土地利用変化等

- ・**気候差分DS法**(疑似温暖化手法の発展型)により、少アンサンブル数で確率的情報の創出
- ・統計的DS手法と組み合わせた**ハイブリッド手法**に高度化

**d4PDF**による大規模アンサンブルDSデータ(3000年分)による4度上昇時の日降雪強度の変化



無降雪日: 増加、弱い降雪: 減少  
強い降雪: 増加

# 東北大がやりたいこと

- 力学モデルによる超高解像度ダウンスケール
  - モデル自治体への情報提供（必要に応じて統計DSも）
    - 防災・水資源(降雨・降雪)
    - 農業への情報(気温, 日射, 湿度...)など
  - このデータを用いた気候解析とモデル検証
  - 力学モデルの物理過程(特に陸面)の改良
  - モデル検証に必要な雲, 日射量の衛星データ解析
- その他, ニーズに応じた各種情報
  - 再生可能エネルギー資源
    - 太陽光, 風力, 水力, 需要予測...
  - 沿岸・海上の風
  - 都市の気候・環境, 建物・土地利用のアセス

# モデル自治体

- 長野
  - 農業 栽培適地
  - 防災 水・土砂災害危険度マップ
  - 暑熱環境 熱中症危険度
  - 生態系 生態系サービス、生態系ネットワーク計画図
- 岐阜
  - 防災 水害、土砂災害
  - 人口減少 気候変動との同時進行への対応
- 東北地方についてもニーズ発掘
  - 学内連携の強化(災害、農業)

# 従来型観測のみを用いた 日本域長期再解析

## 地球温暖化は予測の時代から検証の時代へ

日本地域の長期にわたる大気を高解像度・高精度で再現  
再解析データセット(日本域約4000km×4000km、5kmメッシュ、1960ー)

### 目的

1. 地球温暖化・気候変動の地域スケールの影響を評価する。
2. 過去の顕著な気象現象を再現する。
3. 土地利用等の人為的な気象影響(ヒートアイランド等)を評価する。

(ポスト京プロジェクト)

観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化 H26-27: H28-31

サブ課題A: 革新的な数値天気予報と被害レベル推定に基づく高度な気象防災

分担課題: 従来型観測のみを用いた日本域長期再解析(分担者:岩崎)

現在は東北大学の計算機でプロトタイプを開発中 → ポスト京

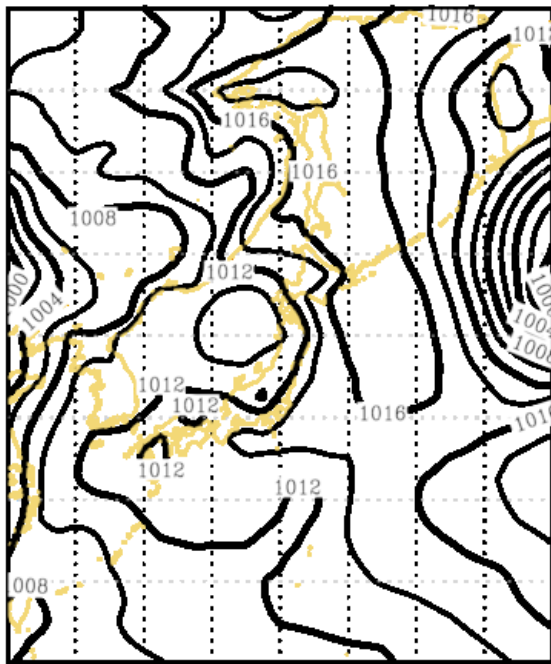


# 高解像度化

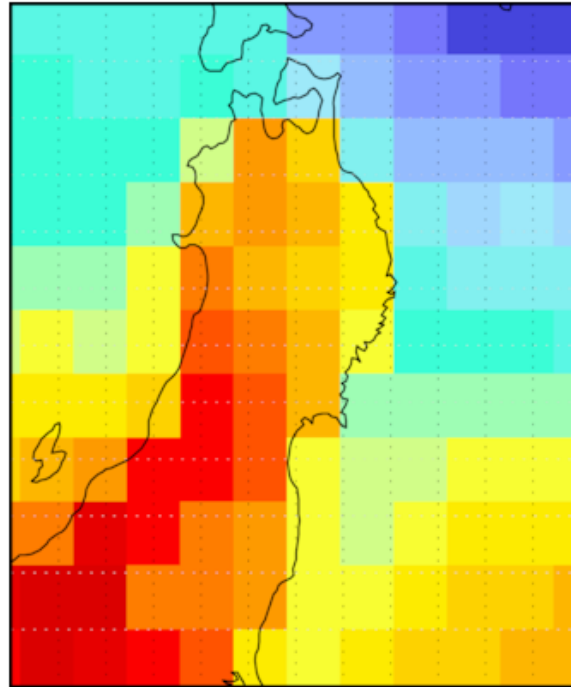
- 最新の全球再解析(JRA55)でも、水平解像度は50km程度

2013年5月13日15JST # この時の観測は、仙台で10.1°C、山形で28.7°C

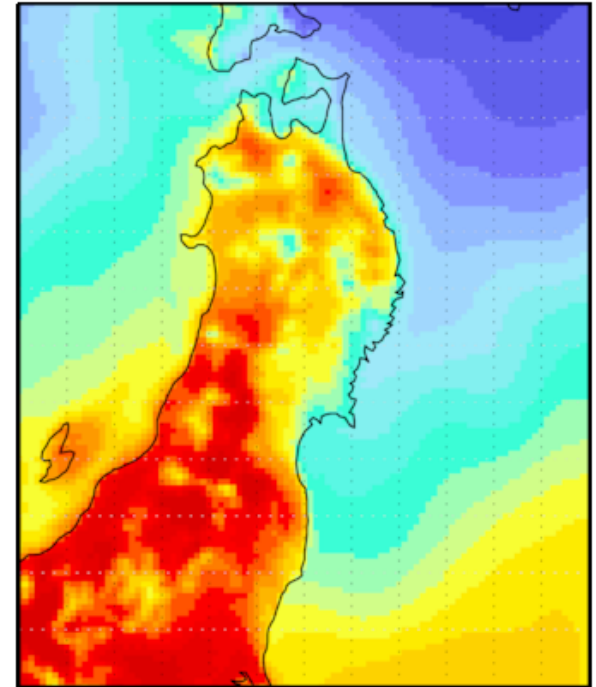
Psea JRA55



Ts JRA55 (dx~55km)



Ts メソ解析 (dx=5km) [°C]

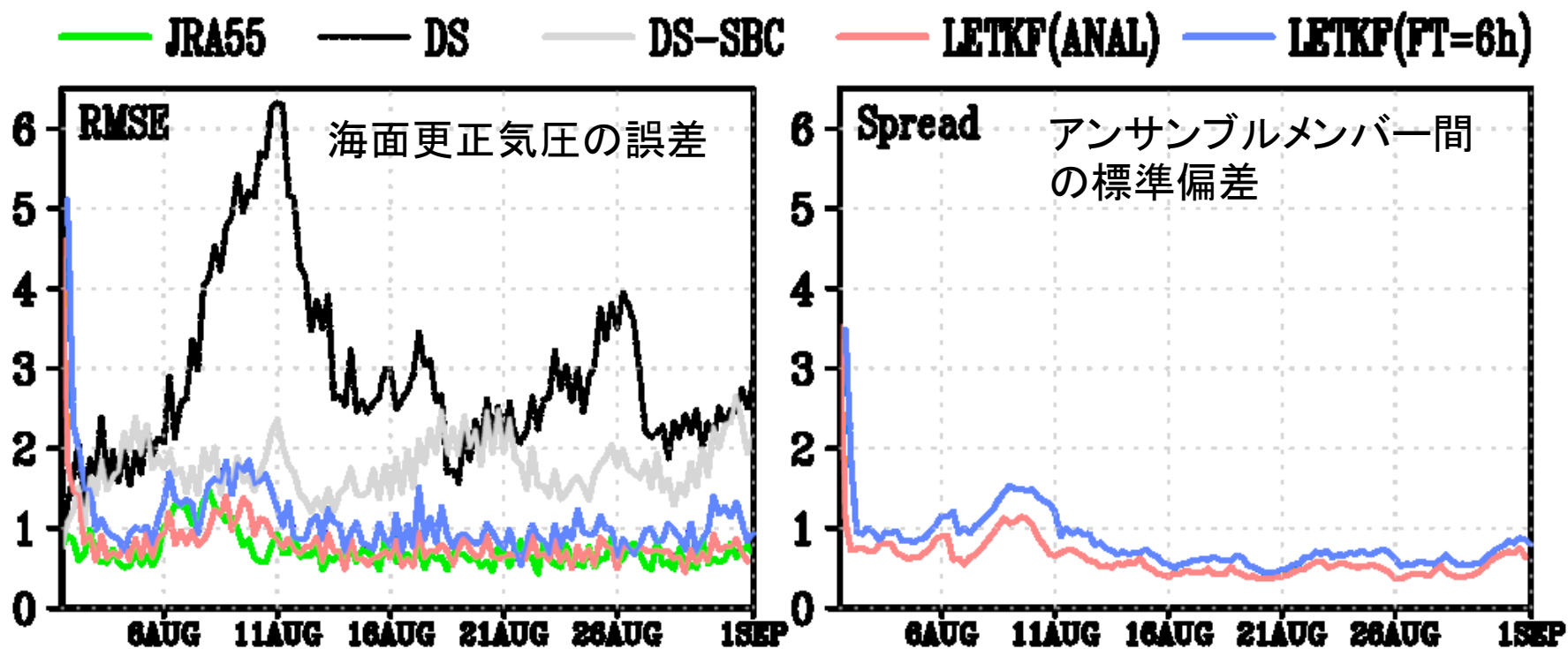


地域スケールの現象を現実的な時空間変動度で再現するためには、高解像度化が必要

# 力学的ダウンスケールとデータ同化

力学的ダウンスケール: 高解像度数値モデルに初期条件および側面境界条件を与え、数値積分により気象データを詳細化する。

データ同化: 気象庁全球再解析(JRA-55)を側面境界とし、従来型観測データのみを用いて、日本域のデータ同化(アンサンブルカルマンフィルター)を実行する。



右: 再解析(赤)の誤差は力学的ダウンスケール(黒、灰色)よりも小さい。

左: 不確実性の指標であるスプレッド(メンバー間の標準偏差)はRMSEと同程度。



# ヤマセ研究会

地域における気象・気候情報の高度利用

SIP : 予測可能性を考慮していない中長期予測の利用

SI-CAT : 初期値問題を考慮していない近未来予測

日本再解析 : 体制的に不十分

受託研究はトップダウンで行き届かないことがある  
単独ではヤマセ研究会の継承発展には不十分

ヤマセ研究会の目標を既存のプロジェクトを越えたところに設定し  
新たなサイエンスプランを策定する

コミュニティーを支える大型の科学研究費で補完することにより、  
科学的成果と社会貢献の両立を図るべき。

# ヤマセ研究会の運営方針

(東北)地域における気象・気候情報の高度利用  
(防災 + 農業 + 再生可能エネルギー + 健康...)  
地域の問題解決のために何ができるか？

当面 1回／年？ 東北持ち回り？

来年は 仙台、弘前、福島、会津若松、秋田、山形？

報告書を作成する ... 1頁でも可

タイトル

地域における気象・気候情報の高度利用

ニックネーム「...」

PPTはもちろん可能な限り公開する。

# ヤマセ研究会の運営方針

(東北)地域における気象・気候情報の  
精度向上と高度利用

(防災 + 農業 + 再生可能エネルギー + 健康 . . . )

科学的成果と社会貢献の両立

関連する研究プロジェクトを推進し  
新たな研究プロジェクトを構想する

来年は 会津若松？ 秋、春？

PPTは差支えないものはWebに公開する。

講演内容に関してWebに報告書を作成  
東北地域における気象・気候情報の高度利用  
ヤマセ研究会編