

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

1. 気候研究 地球温暖化時代の東北の気候
2. 予測研究 短中期予測の農業気象情報への活用

研究代表者: 岩崎 俊樹

東北大学大学院理学研究科
弘前大学大学院理工学研究科
(独)農研機構東北農業研究センター
岩手県立大学ソフトウェア情報学部
気象庁気候情報課(協力機関)
気象庁気象研究所(協力機関)
仙台管区气象台(協力機関)
岩手大学農学部(協力機関)

1. 気候研究 地球温暖化時代の東北の気候

1. マルチモデル解析(CMIP5)を実施

気候モデル間で共通の特徴が明らかに
オホーツク海高気圧の将来変化を検討

2. 現在・将来気候のダウンスケーリング(JRA25, MRI 20kmAGCM, MIROC5)を完了

温暖化後も現在気候と同じヤマセの気候偏差場が出現
将来気候とヤマセの顕著事例のさらなる理解。
将来気候データを農業気象の影響評価研究に適用開始。

3. 海上下層雲の検証とスキームの改良

雲再現の解像度依存性を把握(1-20km)
衛星の雲観測の解析
気候モデルにおける下層雲再現性の評価



4. 東北地方の農業の温暖化適応策

温暖化予測の不確実性に配慮しつつ、間欠的に発生するヤマセや異常高温
に対処するために、気象予測(短-中・長期予測)の高度利用を推進

(赤字:成果、黒字:今後の課題)

現在・将来気候の力学的ダウンスケーリング

北日本の局地気候を解析できる長期間の均質かつ同じ仕様の初めてのデータセットを作成
(10km, 1h) (20~33年) (同じモデル、スキーム、計算領域)

再解析(JRA25)

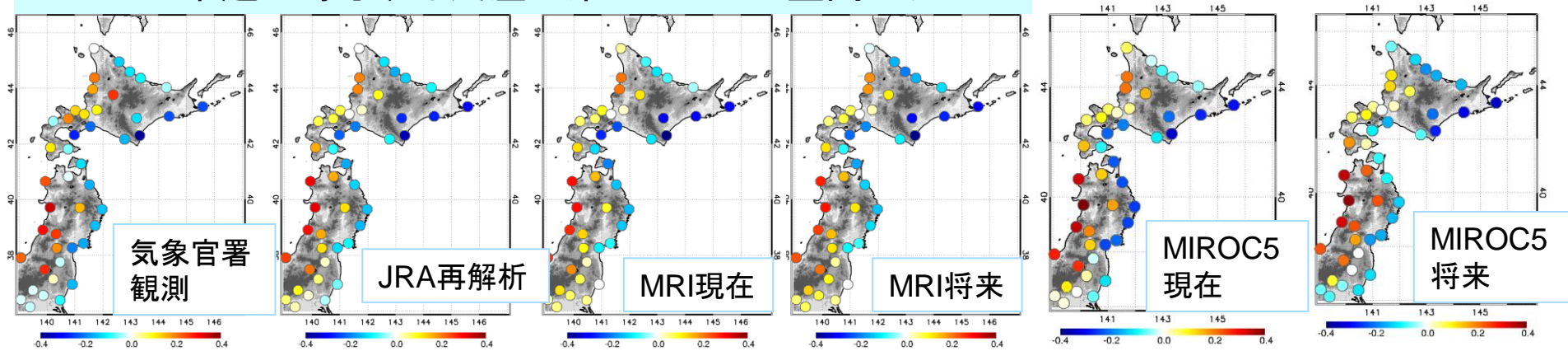
気候モデル(MRI 20km AGCM、MIROC5)

予定の2つの気候モデルの
ダウンスケーリングを完了

JMA-NHM

北日本のダウンスケーリングデータ

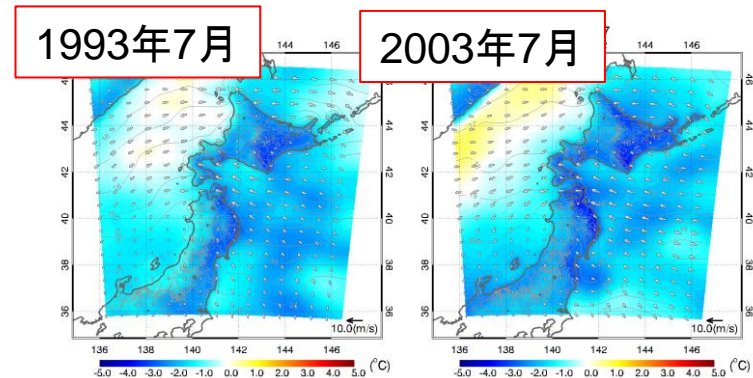
ヤマセの卓越に寄与する気温の東西モードの空間パターン



気温の上位変動モードが各データセットで一致。
ヤマセ特有の気温変動が将来気候データに出現。
DSデータを農業気象の影響評価モデルに適用開始。

ヤマセ卓越場の平年偏差

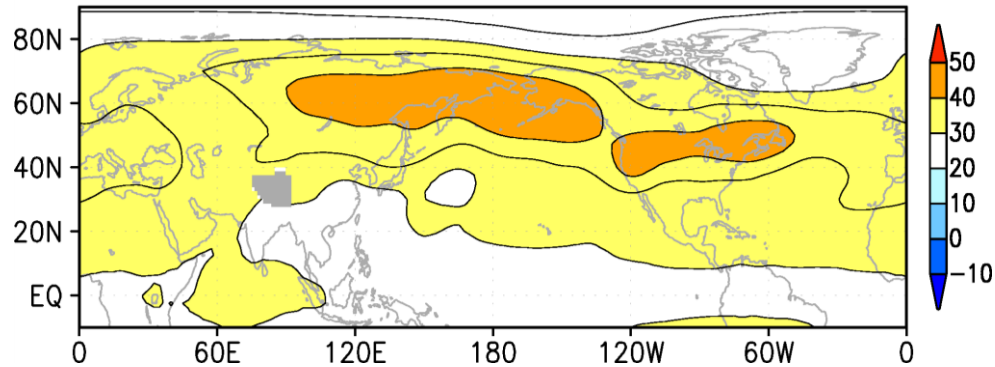
過去の顕著事例について、局地気候への影響を
DSデータから明らかにする。



マルチ気候モデル解析 (CMIP5)

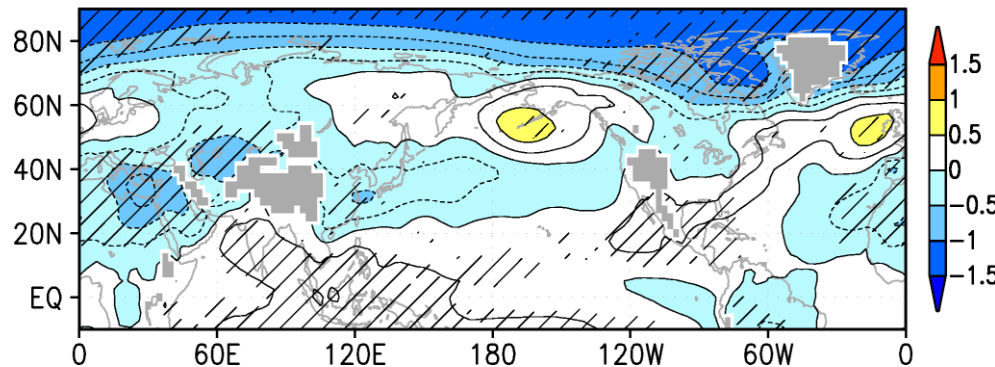
34モデル平均の21世紀前半のトレンド (7~8月平均、RCP4.5シナリオ)

500hPa
高度



[m/50年]

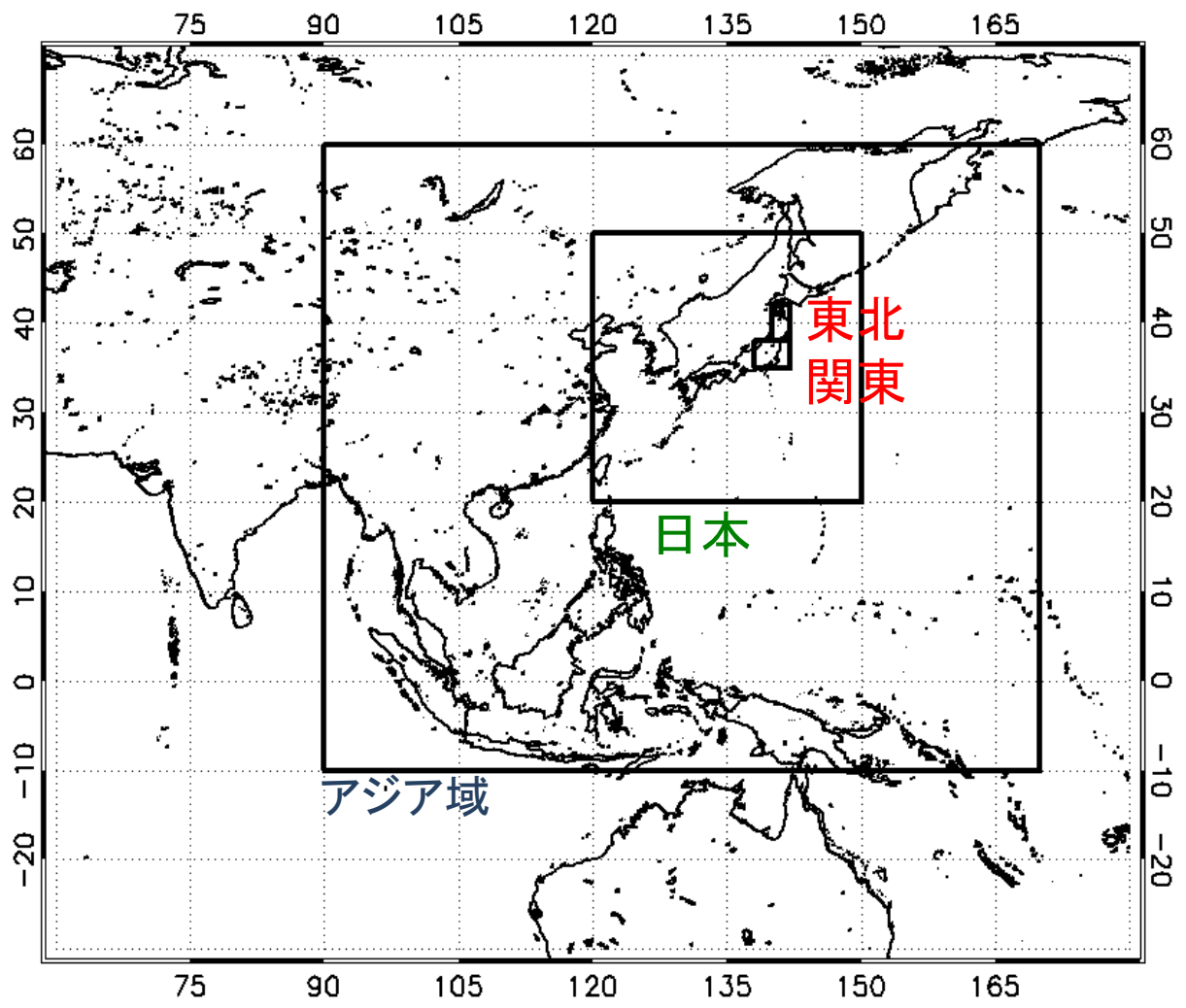
海面気圧



[hPa/50年]

斜線： 将来変化の符号が2/3以上のモデルで一致

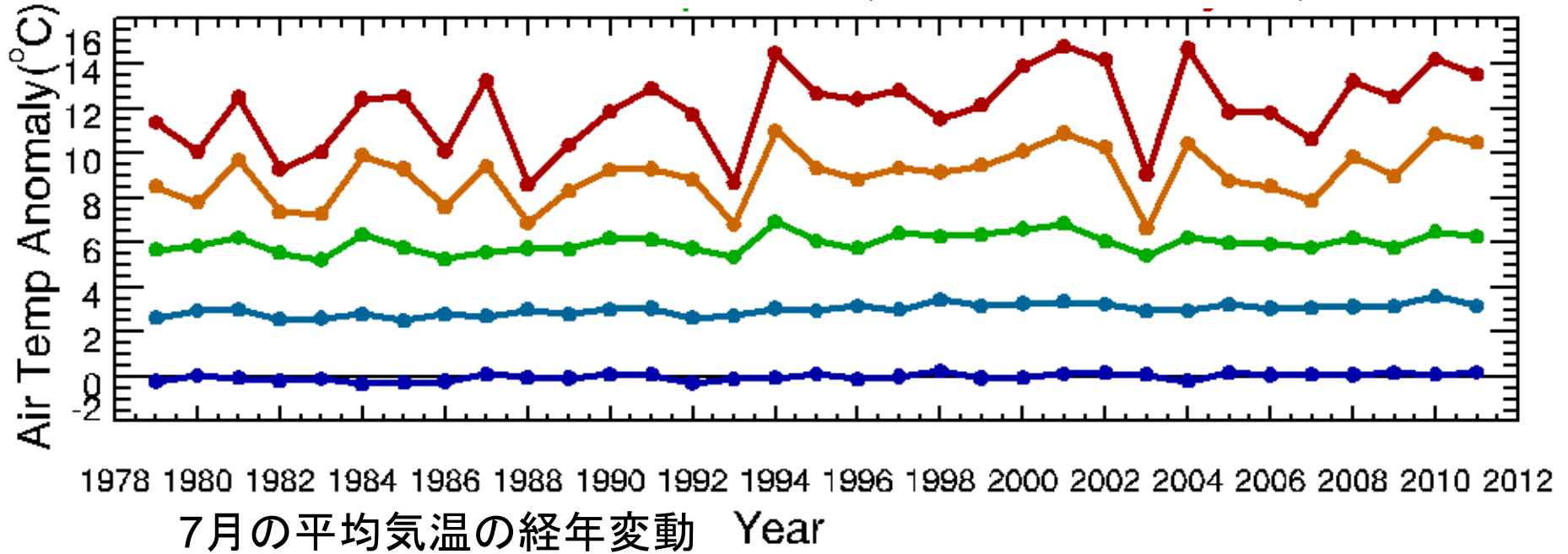
オホーツク海~ベーリング海で気圧上昇、日本付近で低下
= ヤマセが強まる気圧配置(ただしモデル一致率は低い)



スケールによる気温の変動(東京)

全球 アジア域 日本 関東 東京

(3℃ずつずらしてプロットしている)



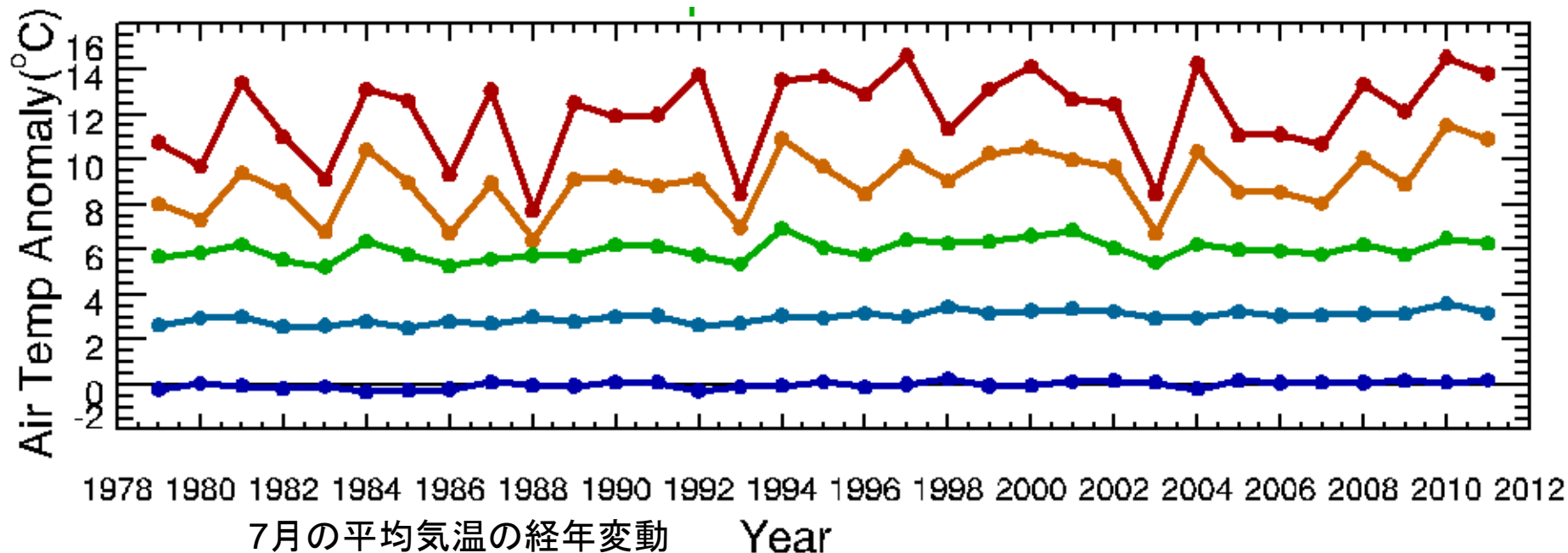
7月の平均気温とその標準偏差(経年変動)の領域と時間スケールによる比較

	全球	アジア域	日本	関東	東京
平均気温(°C)	16.4	24.2	24.3	23.2	25.8
標準偏差(°C) (日平均)	0.18	0.37	0.82	2.12	3.07
標準偏差(°C) (週平均)	0.17	0.36	0.75	1.79	2.53
標準偏差(°C) (月平均)	0.16	0.26	0.42	1.21	1.75

スケールによる気温の変動(八戸)

全球 アジア域 日本 東北 八戸

(3℃ずつずらしてプロットしている)



7月の平均気温とその標準偏差(経年変動)の領域と時間スケールによる比較

	全球	アジア域	日本	東北	八戸
平均気温(°C)	16.4	24.2	24.3	20.6	20.1
標準偏差(°C) (日平均)	0.18	0.37	0.82	2.35	3.65
標準偏差(°C) (週平均)	0.17	0.36	0.75	1.95	2.88
標準偏差(°C) (月平均)	0.16	0.26	0.42	1.33	1.89

気温の自然変動度 (Natural variability)

時間・空間スケールが小さい現象ほど、自然変動度は大きい。

人間活動に伴う外部強制の効果のスケール依存性はあまり大きくないように見える。

時空間スケールの小さな現象ほど、自然変動度は外部強制力の効果に比べて相対的に大きくなる。

地域の温暖化適応策は、自然変動への対策と両立することが望ましい。

自然変動度 (Natural variability)

人間活動に依存しない自然(気象・気候)の変動の大きさ

人間活動に伴う強制力が変化しない場合の自然の変動の大きさ

強制力の変化にともない自然変動度も変化している？

年度計画と進行状況(旧)

完了(完了見通し)

進行中

予定

平成22年度

平成23年度

平成24年度

平成25年度

平成26年度

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

(1) 局地気候の研究

(サブ課題) ヤマセの変動機構の解明とマルチ気候モデル解析

(2) 局地気象予測の研究

(サブ課題) ダウンスケールデータを利用した農業気象情報の高度化

ダウンスケールプロトタイプ $\Delta = 1\text{km}$ で宮城の地域性。

歴史的データとメソ解析
ヤマセIndexの調査

衛星による海上下層雲の解析
モデル雲量の評価

アンサンブルダウンスケール構築

農業気象モデルの評価実験
画像表示ソフトの開発

ダウンスケール $\Delta = 10\text{km}$ で東北30年の歴史。
ヤマセIndex

マルチ気候モデル解析
・オホーツク海高気圧
・気候モデル性能評価

ダウンスケール(1)
10km ヤマセの温暖化影響
1km 地域特性の研究

海上下層雲のモデリング
海上下層雲の経年変化の解析
・温暖化影響の評価
・人間活動の影響評価

ダウンスケールシステムの改良
側面境界の最適化手法の開発

農業気象モデルの実運用システムの開発

ダウンスケール(2)
10km ヤマセの温暖化影響
1km 地域特性の研究
0.1km 雲形成プロセスの研究

大規模循環とSSTがヤマセに与える影響

下層風・下層雲のデータ同化アンサンブルダウンスケールリアルタイム運用試験

農業気象モデルの実運用試験
確率予報の導入と評価
アンサンブル処理技術

東北の夏に対する温暖化影響評価

東北の農業の温暖化対策

とりまとめ

東北の農業の温暖化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

年度計画と進行状況(新)

完了

進行中

予定

平成22年度

平成23年度

平成24年度

平成25年度

平成26年度

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

(1) 局地気候の研究

(サブ課題) ヤマセの変動機構の解明とマルチ気候モデル解析

(2) 局地気象予測の研究

(サブ課題) ダウンスケールデータを利用した農業気象情報の高度化

ダウンスケールプロトタイプ $\Delta=1\text{km}$ で宮城の地域性。

歴史的データとメソ解析 ヤマセIndexの調査

衛星による海上下層雲の解析
モデル雲量の評価

アンサンブルダウンスケール構築

農業気象モデルの評価実験
画像表示ソフトの開発

ダウンスケール $\Delta=10\text{km}$ で東北30年の歴史。ヤマセIndex

マルチ気候モデル解析
・オホーツク海高気圧
・気候モデル性能評価

ダウンスケール LETKF実装
ダウンスケール出力システム

ダウンスケールシステムの改良
側面境界の最適化手法の開発

農業気象モデルの実運用システムの開発

ダウンスケール(1) 10km ヤマセの温暖化影響
1km 地域特性の研究

マルチ気候モデル解析
・海洋の温度構造解析
大規模循環とSSTがヤマセに与える影響

海上下層雲のモデリング
海上下層雲の経年変化の解析
・温暖化影響の評価
・人間活動の影響評価

ダウンスケール(2) 10km ヤマセの温暖化影響
1km 地域特性の研究
0.1km 雲形成プロセスの研究

下層風・下層雲のデータ同化アンサンブルダウンスケール/リアルタイム運用試験

農業気象モデルの実運用試験
確率予報の導入と評価
アンサンブル処理技術

東北の夏に対する温暖化影響評価

東北の農業の気候変動対策

気象予測および気候情報の高度利用システム

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

2. 予測研究 短中期予測の農業気象情報への活用

1. データ同化手法の開発

ダウンスケーリングシステムに実装

風、下層雲のデータ同化 (直前予報の改善と多目的利用(防災、交通、生活))

2. アンサンブルダウンスケールシステムの構築

システムの構築完了、評価実施中

確率予報の実施(予測精度の信頼性)

地域特性を考慮した予測期間の延長

予報可能期間のEOFモード依存性を確認

3. 農業気象モデルの改善と農業気象情報の高度化

いもち病感染好条件の予測検証と実用化試験

生育モデル、登熟期予測モデルの利用

アンサンブル予測のいもち病予測モデルへの利用

4. 農業気象情報の発信

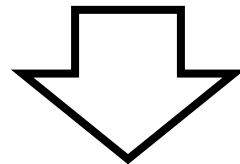
胴割れ注意報、収穫適期情報の追加

双方向の情報交換により、ニーズ把握と利用者インターフェースの改善

(赤字:成果、黒字:今後の課題)

アンサンブルダウンスケール予報

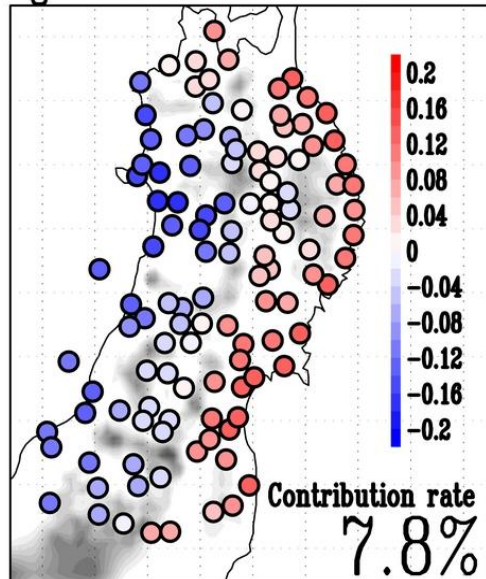
(2000-2009年 6/20、6/30、7/10、7/20初期値)



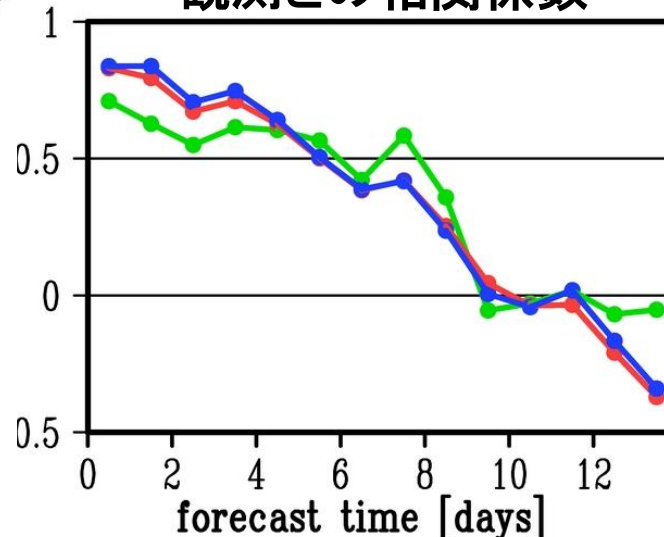
地上日平均気温を
EOFモードに展開

ヤマセモード (第2モード: 予測可能性5日)

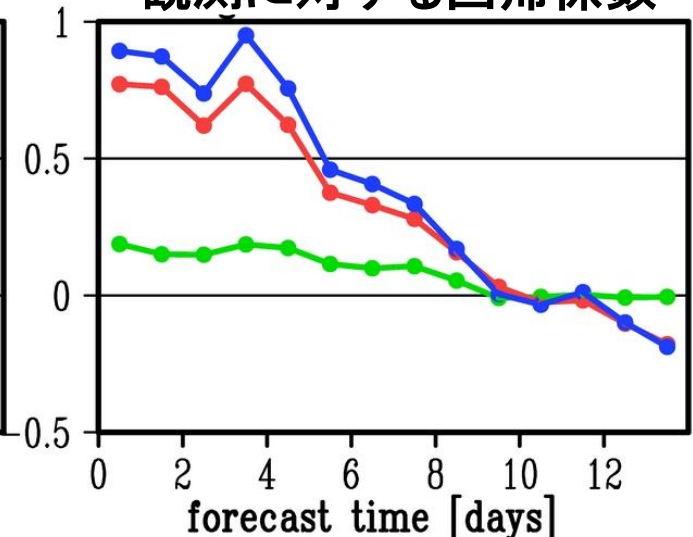
Eigenvector of 2nd EOF Mode



観測との相関係数



観測に対する回帰係数



$dx=1.25^\circ$

$dx=1.25^\circ$

$dx=25\text{km}$

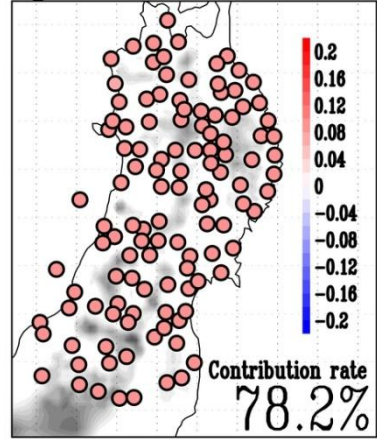
$dx=25\text{km}$

$dx=5\text{km}$

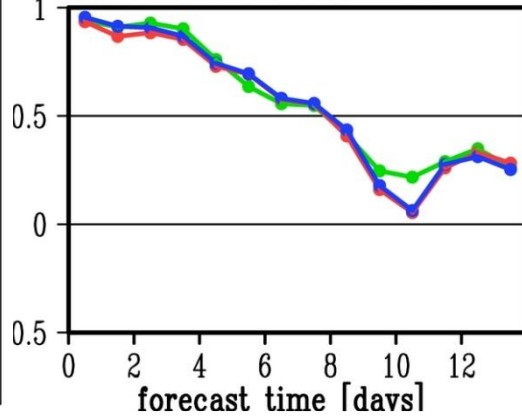
アンサンブルDSによるヤマセモードの予測可能性を検討

東北全域モード (第1モード: 予測可能性8日)

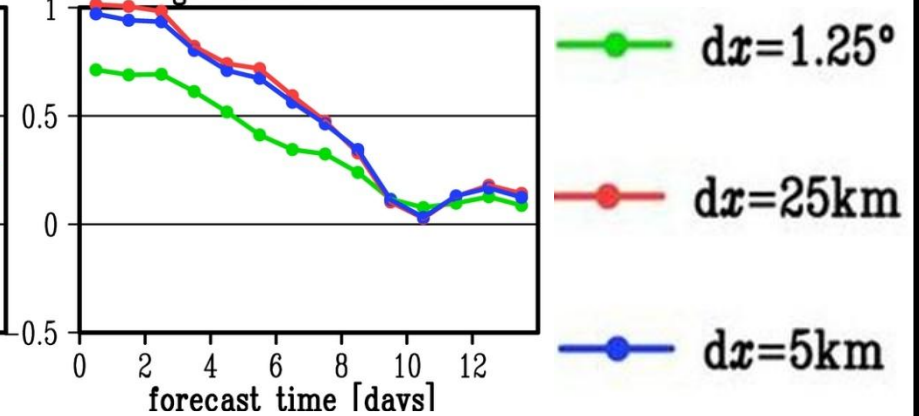
Eigenvector of 1st EOF Mode



観測との相関係数

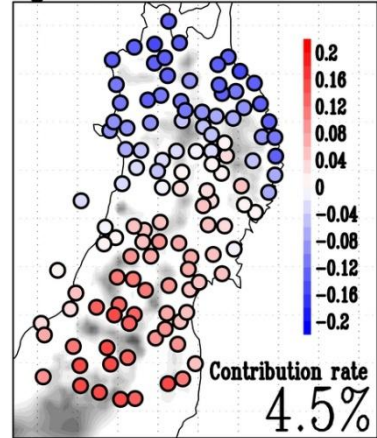


観測に対する回帰係数

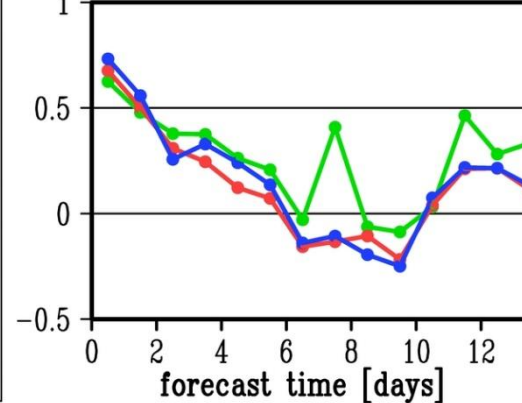


南北モード (第3モード: 予測可能性2日)

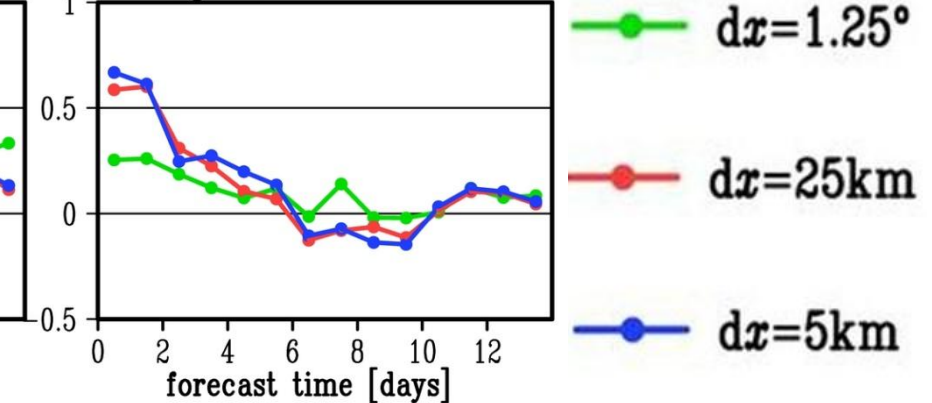
Eigenvector of 3rd EOF Mode



観測との相関係数



観測に対する回帰係数



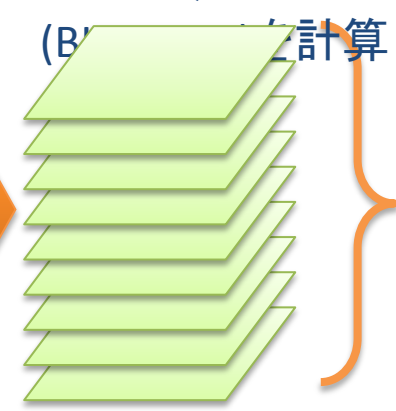
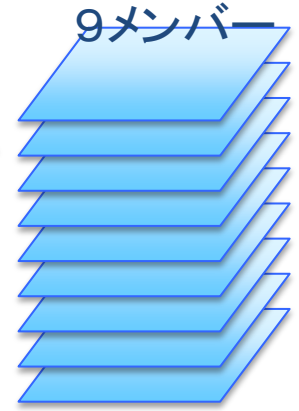
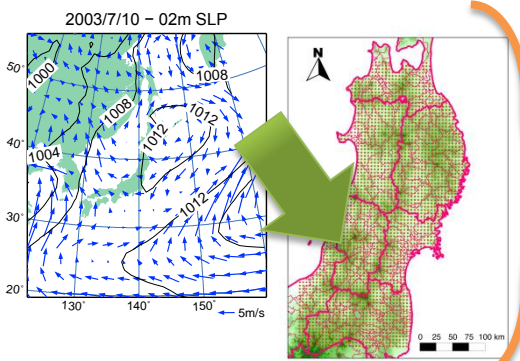
アンサンブル予測の農業モデルへの展開

アンサンブル予測計算

アンサンブル予測

各メンバーで
葉いもち予察モデル

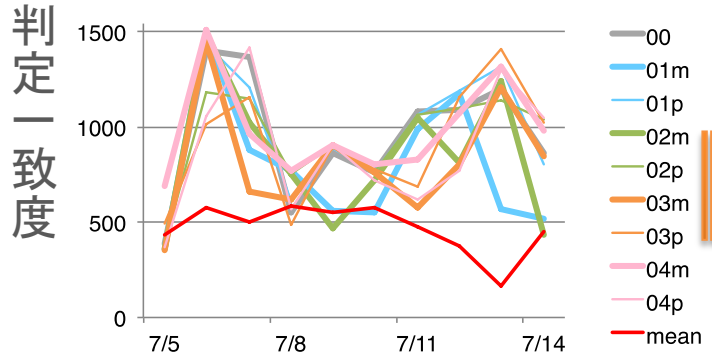
確率予報として
編集



アンサンブル予測: 複数回の数値予報結果から現象の出現確率で表現する手法 (ex. 降水確率)

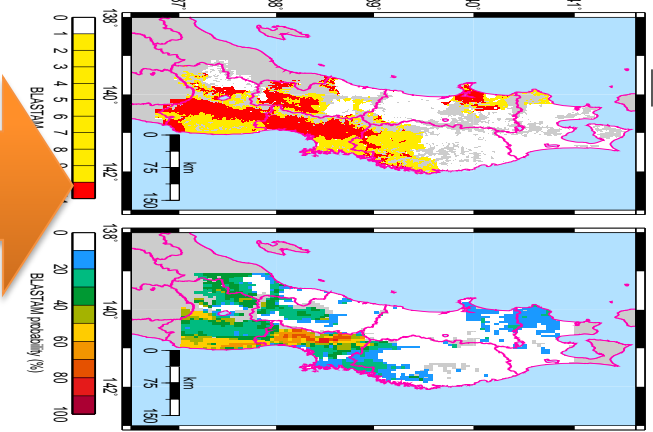
2週間予測 × 4期間
1.25° から5kmへ
力学的DSしたもの

AMeDAS入力と各メンバー入力による
感染判定の一致格子数



各メンバーの正解率は3-7割程度

観測値による結果 予測値による発生確率



「9メンバーでの確率」
で表すことで
分布型が一致する
(数うてば当たる)

2003年6月25日の例

農業気象情報の発信: 胴割れ注意報、収穫適期情報の追加

高温障害に関わる胴割れ注意報と収穫適期情報(割愛)を新規に追加、配信開始。

胴割れ注意報:

(予測出穂日-5日)~(予測出穂日)~(予測出穂日+5日)の間の各日(11日)をスタートとする10日間の最高気温の平均を計算して、以下の基準で注意喚起レベルを決定する

- レベル3: 予測出穂日±3日に、30℃以上が4回以上
- レベル2: 予測出穂日±3日に、30℃以上が1~3回以上
- レベル1: 30℃以上の日があり、レベル2, 3以外

出力例: レベル1(盛岡市, 2012.9.5)

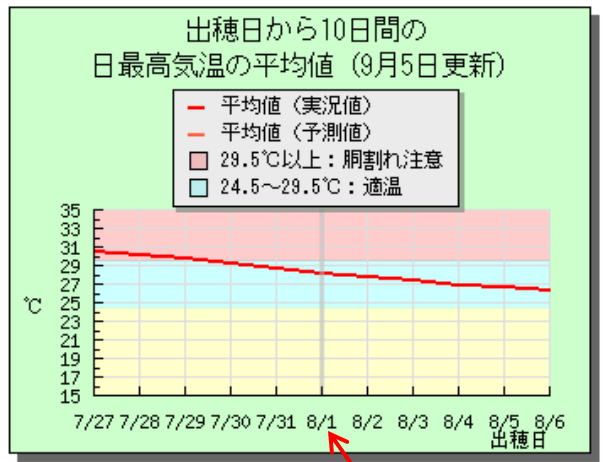
【胴割れ注意報】
 出穂後10日間の日最高気温の平均値が30℃を超えますと、高温による胴割れ増加が心配されます。
 下の表で出穂前後の日に日最高気温の平均値が30℃を超えていぬか確認しましょう。日最高気温の平均値が30℃を超えている時は、早期落水を避けるとともに、胴割れを助長する刈り遅れを避け、適期刈り取りに努めましょう。

出穂日	日最高気温
7/27	30.4℃
7/28	30.2℃
7/29	29.7℃
7/30	29.1℃
7/31	28.6℃
8/1	28.1℃
8/2	27.7℃
8/3	27.4℃
8/4	26.8℃
8/5	26.7℃
8/6	26.3℃

水色: 予測出穂日

生育モデルによる
予測出穂日

1kmメッシュ気温データによる
10日間の最高気温の平均値



生育モデルによる
予測出穂日

情報提供は2013年度から開始

最終成果への見通し

- ダウンスケーリングシステムの高度化
 - 気候診断、気象予測に貢献できるシステムに。
 - 下層雲のデータ同化、側面境界の最適化、アンサンブルダウンスケールシステムの構築、雲スキームの改良
- 東北の温暖化による気候の将来変化を提示し、東北の農業の将来と適応策を考える。
 - MRIとMIROC5のDSを利用
 - いもち病感染条件の将来変化
 - 生育モデルと最適品種
 - 短期・長期気温変動(低温、高温)に関する影響評価
- 短中期予測システム⇔農業気象情報⇔利用者との交流
利用実験を継続し改良を続ける。

上記目標に向けて、予定通り研究を進めている。