

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

第2回ヤマセ研究会、2011.3. 9-10
東北農業研究センター、盛岡

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
気象庁気象研究所
東北農業研究センター
岩手県立大学
(気象庁気候情報課)
(仙台管区气象台)

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

局地気候の研究

地球温暖化ダウンスケール、
モデルの改良、下層雲、大気
陸面・大気海洋相互作用

ヤマセの気候形成研究
(ダウンスケール温暖化予測
の信頼性を高める研究)
海上下層雲のデータ解析
過去データ解析(北冷西暑)
マルチ気候モデル解析

局地気象予測手法の研究

データ同化手法(LETKF)
アンサンブル予測手法
地上気温、下層風、下層雲

農業気象情報の高度化
(成育や病害虫発生の数値
モデルと気象情報の利用)
利用者インターフェイス開発
表示法、自動発信、双方向
利用者との連携

温暖化によって東北の夏は将来どうなる？

SSTは上昇するのに東北の夏は温暖化していない。
これは本当か？ 本当ならばどう説明するのか？

ヤマセの頻度は増えるか？

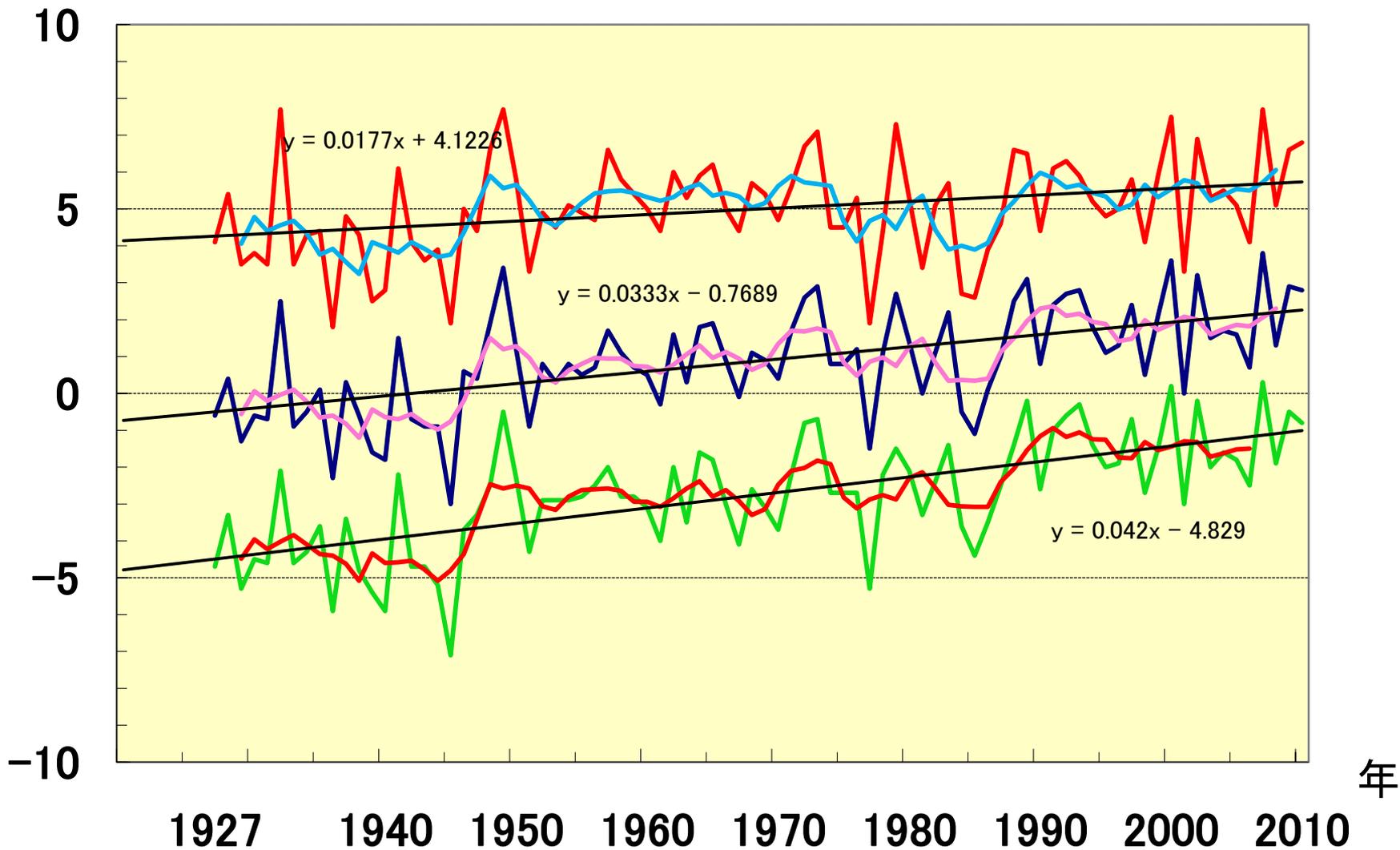
ヤマセの強度は強くなるのか？

ヤマセにならない夏はどうなるか？

海面水温が上昇するのだから暑くなるか？

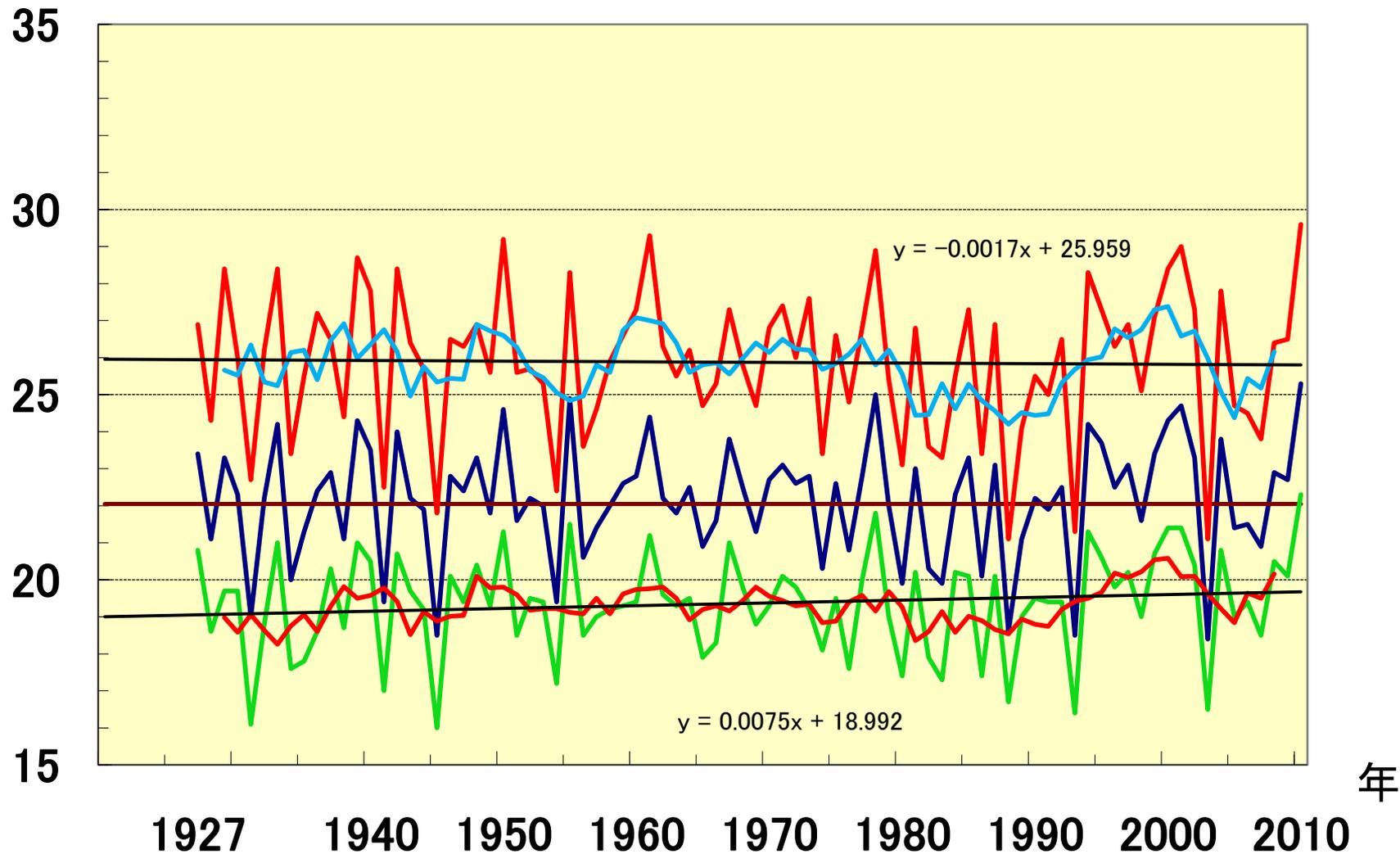
総観状況に変化があるか？

°C 仙台の1月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



池田(仙台管区气象台)による

°C 仙台の7月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



池田(仙台管区気象台)による

北冷西暑は本当か？

都 市	気温変化率 (°C/100 年)								
	平均気温			日最高気温			日最低気温		
	年	1月	8月	年	1月	8月	年	1月	8月
札 幌	2.6	3.8	<i>1.0</i>	0.8	1.6	<i>-0.6</i>	4.5	6.4	2.6
仙 台	2.3	3.2	<i>0.3</i>	0.9	1.6	<i>-0.6</i>	3.1	4.2	<i>0.9</i>
東 京	3.3	4.8	1.5	1.4	1.6	<i>0.5</i>	4.6	6.9	2.3
新 潟 ※	2.1	2.8	1.2	1.9	3.1	<i>0.4</i>	2.3	2.9	1.8
名 古 屋	2.9	3.4	2.2	1.0	1.6	<i>0.8</i>	4.1	4.3	3.2
大 阪 ※	2.9	2.7	2.4	2.3	2.0	2.2	3.9	3.4	3.6
広 島 ※	2.1	2.2	1.4	1.0	<i>1.1</i>	<i>0.8</i>	3.2	3.2	2.4
福 岡	3.2	3.3	2.3	1.6	1.9	<i>1.1</i>	5.2	4.9	3.7
鹿 児 島 ※	3.0	3.4	2.6	1.4	1.6	1.3	4.3	4.7	3.7
17地点平均 ※	1.5	1.9	<i>0.7</i>	0.9	1.3	<i>0.1</i>	1.8	2.3	1.1

主要都市および都市化の影響が少ないと考えられる17地点平均の気温の上昇率年、1月、8月の平均気温、日最高気温、日最低気温の100年あたりの上昇率を示す。統計期間は1931年から2009年まで。斜体字は統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。※を付した地点(17地点平均は飯田、宮崎)は、統計期間内に庁舎の移転があったため、移転に伴う影響を補正してから算出した。補正の方法は、気象観測統計指針(気象庁,2005a) (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/kaisetu/index.html>)の「主成分分析による方法」による。補正值はデータの見直しにより変更する場合がある。ヒートアイランド監視報告(平成21年)気象庁

気候モデルによる予測のダウンスケール

低解像度気候モデルではヤマセの検出は困難。
ヤマセの特徴を捉えるのに10kmメッシュ程度が必要。
深刻なヤマセは10年に一度
→ 長期アンサンブル予測(1000年分?)が必要

ダウンスケールは親モデルに依存する。
親モデルをいろいろ変えてみる必要がる。
そんなに沢山はやれない。
MRI AORI を使用する。

親モデルの特徴をマルチモデル解析で確認する。

再解析のダウンスケール

過去の年々変動を再現できるか？

JRA25の精度は？ SSTの精度は？

ダウンスケールモデルの精度は？

10km程度のモデルで地形効果の大きい地上気温・
地上風と比較可能できるか？

地形効果について高解像度モデルとの比較

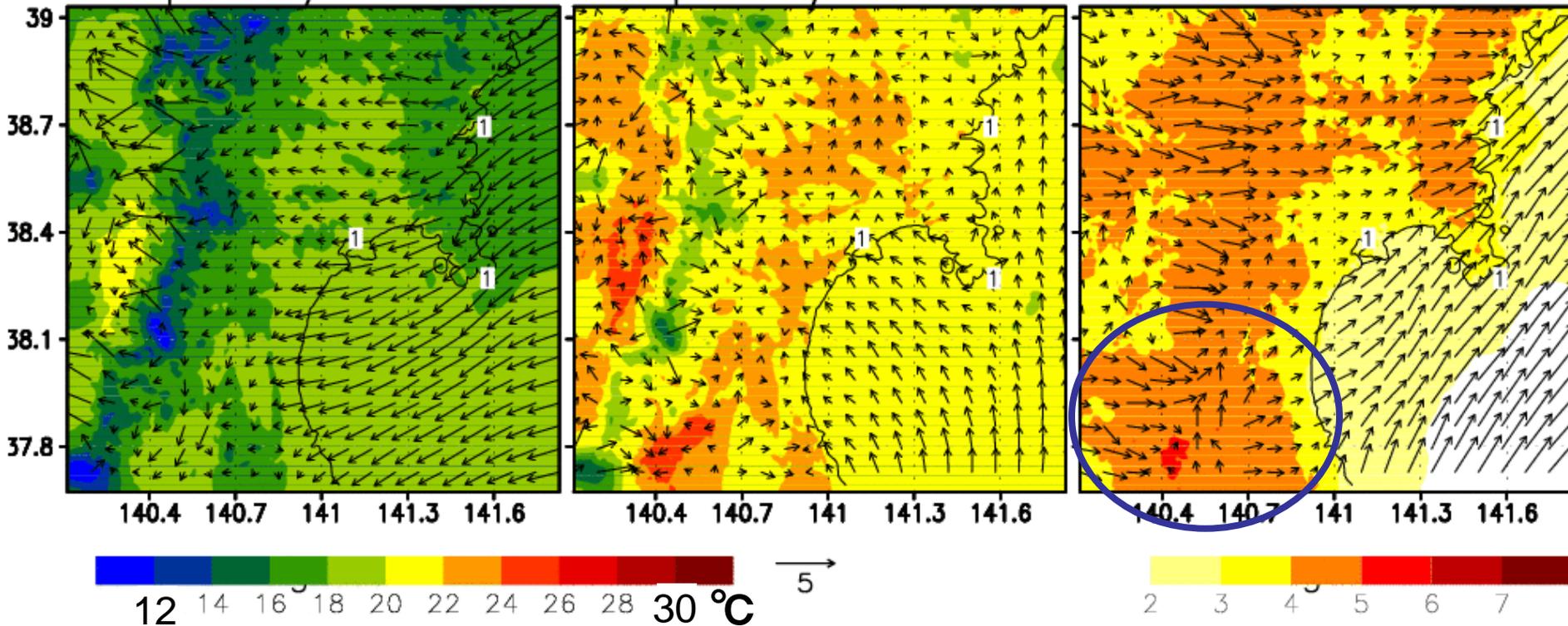
例えば10kmメッシュモデルを1kmメッシュモデルで
担保する必要がある。

気温 & 風の水平分布@1.5m

Temp. 2003/07 01JST

Temp. 2004/07 01JST

Diff. 2004-2003 01JST



2003年、宮城県南部内陸で日中に気温が特に低い(13JST: ~7度)
陸上での気温差: 放射(+混合+移流)

その1: 局地気候研究

温暖化研究 10km メッシュ 総積分時間1000年

気候モデルのダウンスケール

→ 地球温暖化時ヤマセ発生頻度・強度の予測

地域特性研究 1kmメッシュ 総積分時間100か月

ヤマセと冬季モンスーンの地域特性の理解

2003年7月 v.s.2004年7月の比較ほか

→ モデルの検証と改良

物理過程研究 100mメッシュ 総積分時間100日

下層雲解像モデルによる雲の形成過程研究

→ モデルの検証とパラメタリゼーション改良

その2: 局地気象予測手法研究

1. 局所アンサンブルカルマンフィルター(LETKF)を利用した、
ダウンスケールのためのデータ同化手法の開発

側面境界値の最適化

地上風および下層雲の初期値化

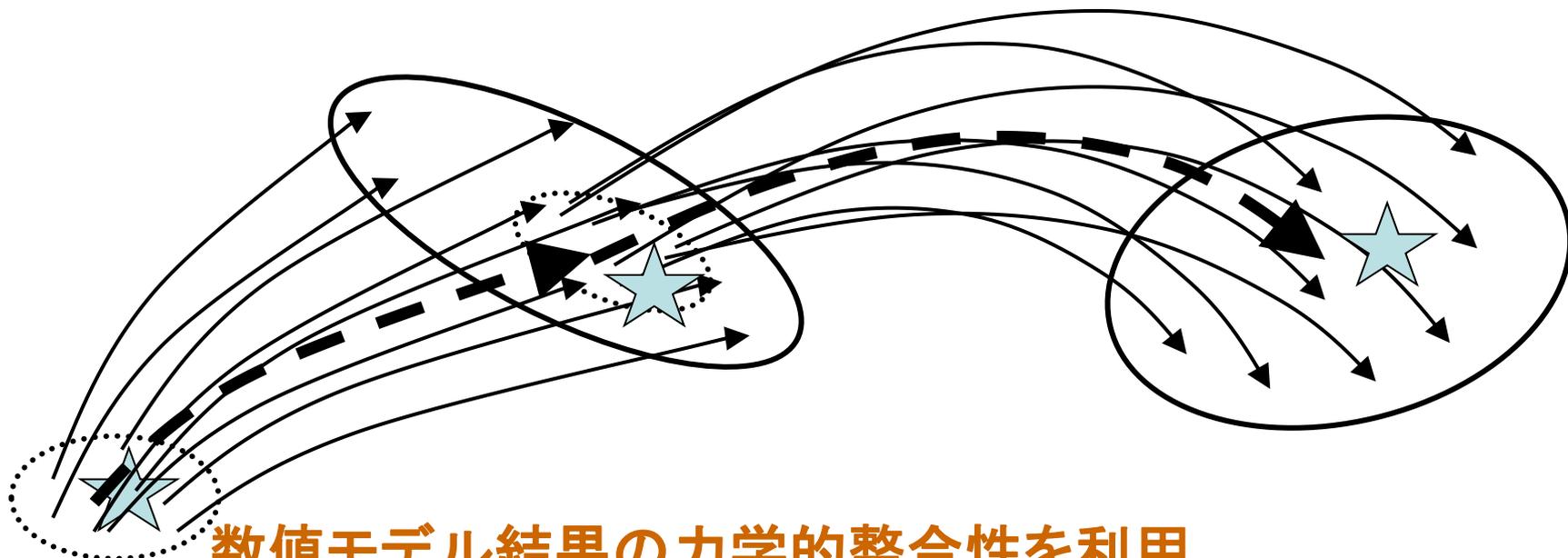
2. アンサンブルダウンスケール予測手法の予測可能性研究

サブ課題: 農業気象情報の高度化

3. 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
ダウンスケール予測データを入力とする高解像度農業気象情報作成
アンサンブルダウンスケール予測を利用した確率的農業気象情報作成
農業気象情報の自動作成・発信システムの開発

東北農業研究センター 菅野洋光・佐々木華織・大久保さゆり

アンサンブルカルマンフィルター(EnKF)



数値モデル結果の力学的整合性を利用

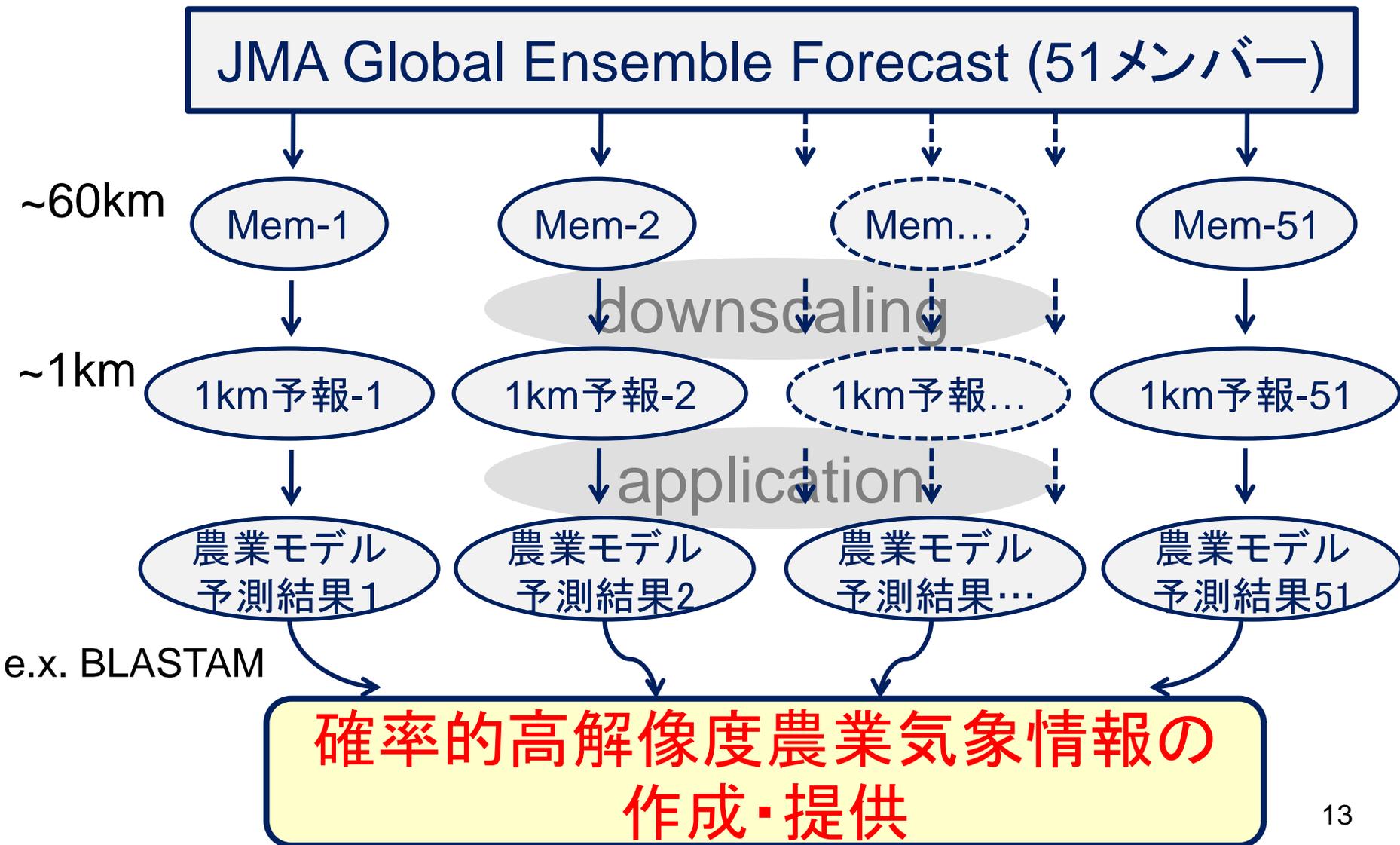
摂動を含むたくさんの初期条件から数値モデルにより予測する

予報結果の“最適”な線型結合により解析値を得る

最適: 多くの観測データと比較し誤差が最小になるように

* 解析精度は予報精度に大きく依存→モデルの改善が重要

農業気象情報の確率予報システム



1. イネいもち病発生予測モデルの整備

モデル名: BLASTAM

使用データ: 日平均気温、
時別気温、風速、降水量、
日照時間

実験方法: 気象庁GSMデータ
を1kmメッシュにダウンス
ケールし、5日先までの予測
値を観測値(アメダスによ
る)と比較する。

期間: 2009年7月1日～31
日

結果: 前日21時イニシャル
の当日予測は正答率が平均
9割と高いが、翌日以降
急激に低下する。

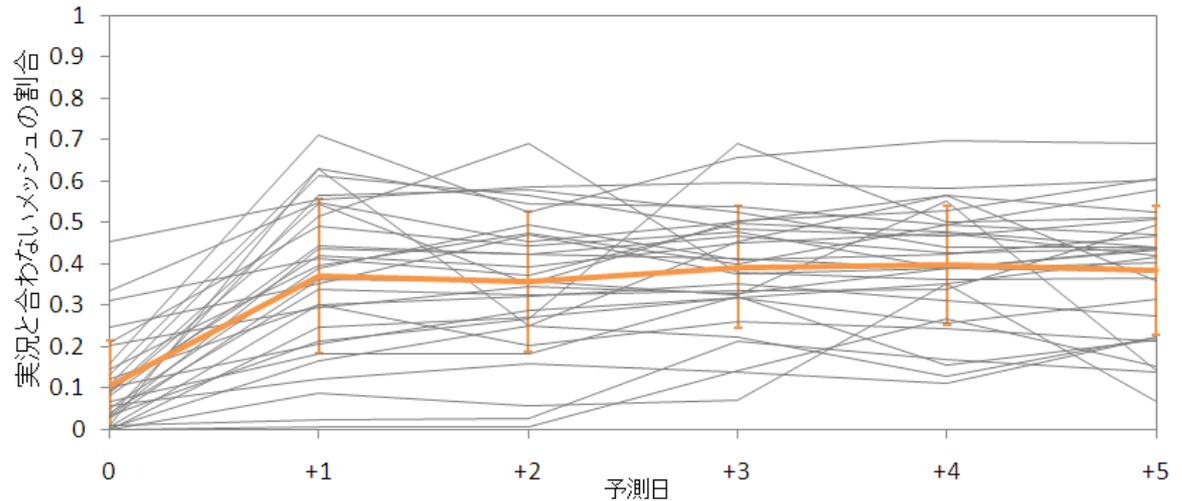


図1 2009年7月1日～31日のBLASTAM実験結果

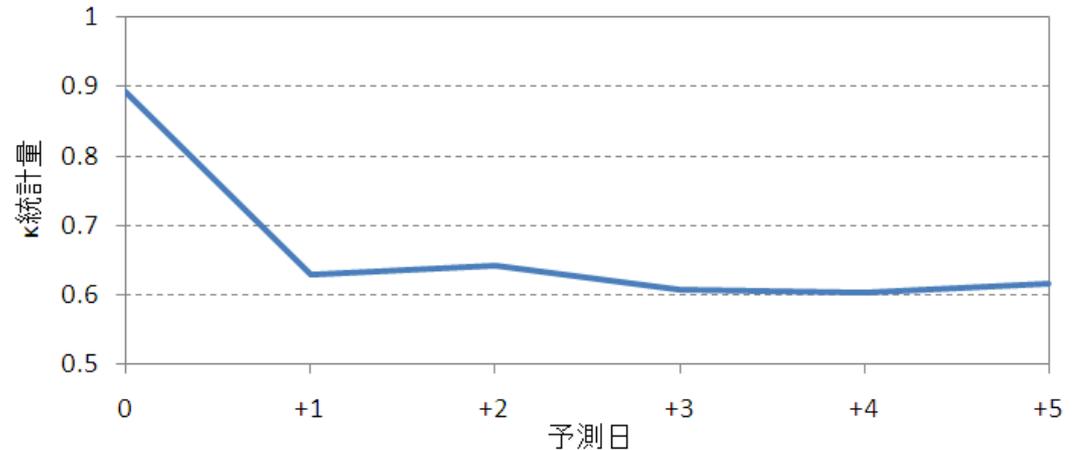


図2 2009年7月1日～31日のBLASTAM結果に関するκ統計量

2. イネ紋枯病発生予測モデルの整備

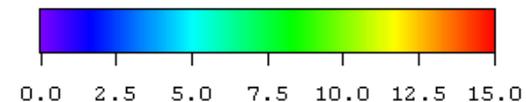
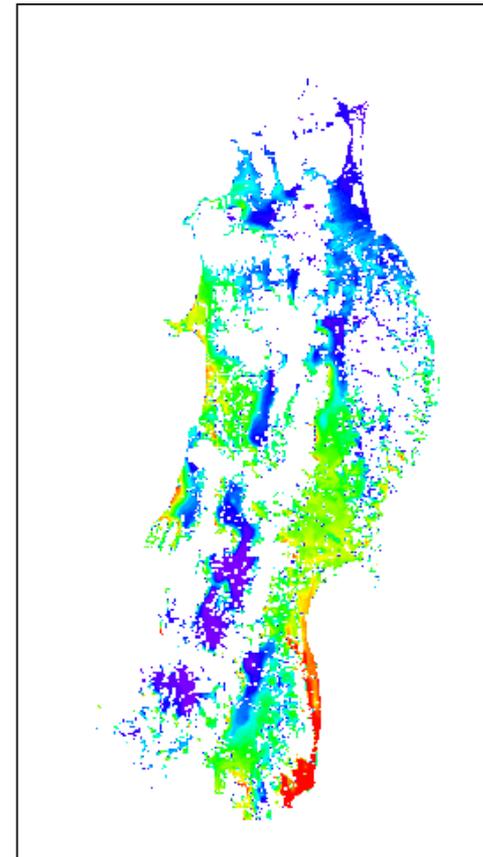
モデル名:BLIGHTAS

使用データ:日平均気温、相対湿度、時別気温、相対湿度

実験方法:気象庁GSMデータを1kmメッシュにダウンスケールし、当日予測データをもとに紋枯病の鉛直方向への伸展長を計算した.

期間:2009年7月~8月

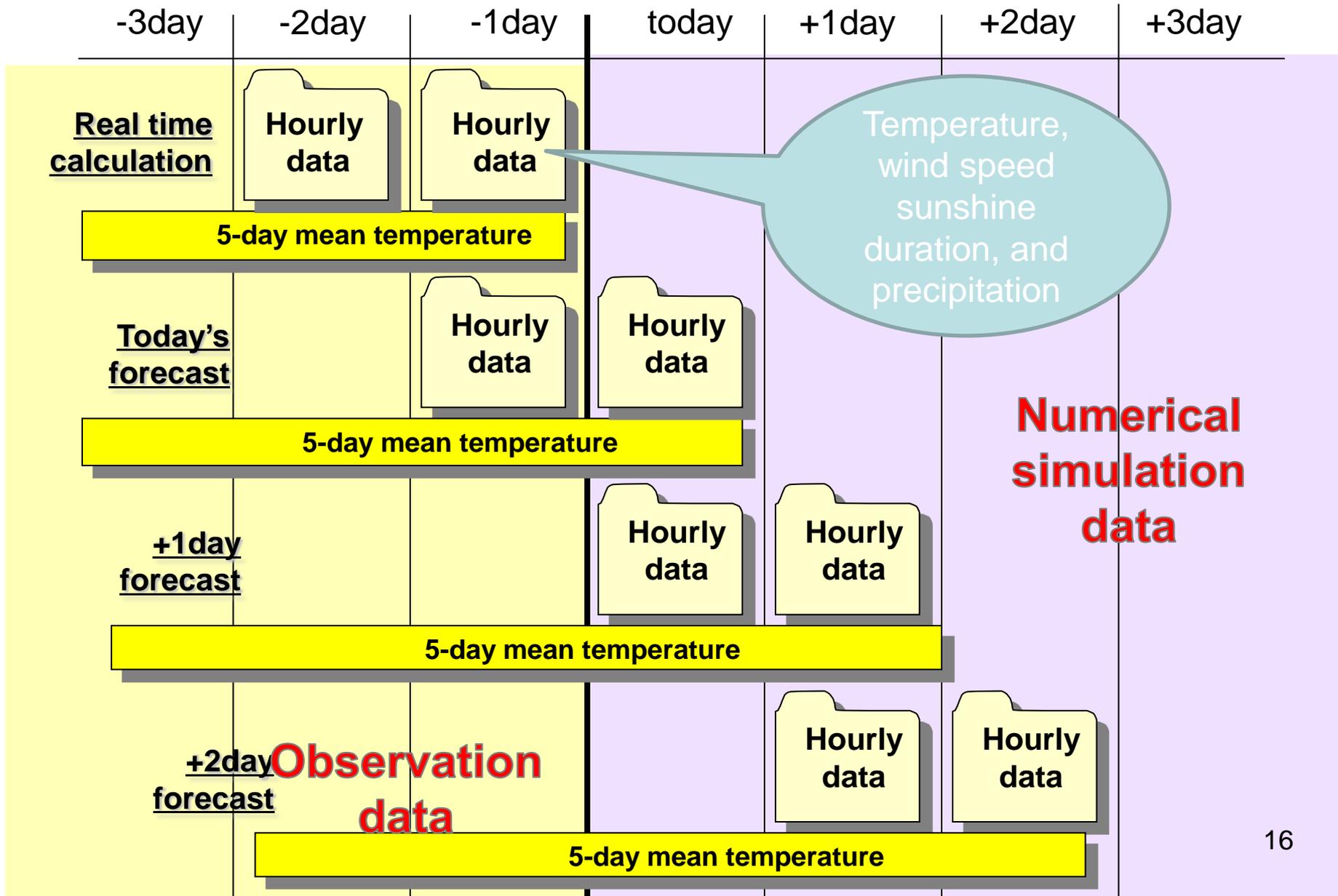
結果:気温が高めで相対湿度も高い福島県沿岸地域で高い値が確認できた.



BLIGHTAS_VMAPS0820_0804_dat

図3 2009年8月4日出穂と仮定した場合の8月20日の紋枯病上位進展長予測マップ. 単位はcm.

Calculation process of the rice blast forecast model :BLASTAM



農業現場で必要としている 気象情報について

- 短期的でも**精度の高い予測値**
 - 地形等をより評価したメッシュ気象データ
 - **日射量**や**相対湿度**など観測箇所が少ないデータ
- 
- 農業に利用しやすいように加工した気象データ(**気象の寄与が大きい現象を情報化**:洗濯指数のような情報)

● ▲ 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

岩崎俊樹（東北大学）

東北地方
のヤマセ



概要 東北地方のヤマセと冬季モンスーンについての地球温暖化影響評価と短中期予測の精度向上のため、物理過程の経験的計算手法の改良とダウンスケールのためのデータ同化手法の開発を行う。さらに、ダウンスケールシステムの気候予測、農業気象情報への高度利用技術の開発を行う。

対象地域

青森県、岩手県、宮城県の太平洋地域

実施体制

共同研究参画機関：弘前大学、岩手県立大学、農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター

協力連携機関：【北部太平洋3県（青森県、岩手県、宮城県）の自治体の農業・水産関係者、気象庁、海上保安庁・第二管区海上保安本部】

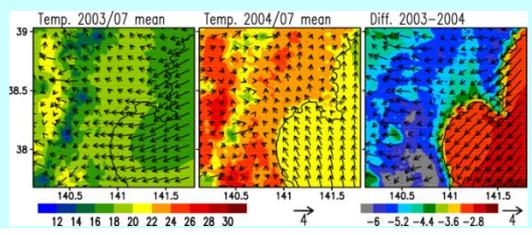
東北地方の気候はヤマセと冬季モンスーンに大きく影響されるため、東北地方の地球温暖化への適応策を検討するにはヤマセと冬季モンスーンのシミュレーションが欠かせない。特にヤマセは、農業に冷害をもたらし、経済的な被害も甚大である。そこで、ヤマセの影響が大きい東北地方の太平洋地域を対象に、ダウンスケール手法の改良とデータ同化手法および農業気象情報作成技術の開発を行う。

● 研究テーマ1: 局地気候の研究

(ダウンスケールのための物理過程スキームの改良と局地循環の研究)

1. 過去の衛星観測データや再解析データなどを用いて、ヤマセのシミュレーションの鍵となる雲物理、大気海洋相互作用、陸面水文過程の経験的計算手法の改良を行い、ダウンスケールシステムの精度向上を図る。
2. 改良されたモデルを利用し、気候モデル結果のダウンスケールを行いヤマセの将来シミュレーションを行う。
3. いくつかの異なる気候モデルのシミュレーション結果を総合的に解析し、気候モデルがダウンスケールモデルの気候シミュレーション精度に及ぼす影響を評価する。

1. ダウンスケールシステムの精度向上
2. ヤマセの将来シミュレーション
3. 気候モデルがダウンスケールモデルの気候シミュレーション精度に及ぼす影響の評価



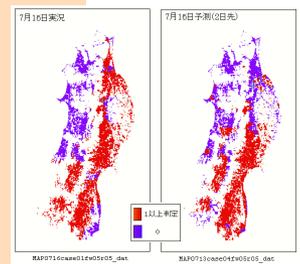
2003年(冷夏)と2004年(暑夏)における宮城県の7月の平均気温地上風およびその差の分布。ダウンスケーリングシステムによって、詳細な地域気候を表現。

▲ 研究テーマ2: 局地気象予測手法の研究

(ダウンスケールのためのデータ同化手法の開発)

1. 先端のデータ同化手法を利用しダウンスケールのためのデータ同化システムおよびアンサンブル予測手法を開発する。
2. 開発したシステムの精度評価と利用法の開発を実施する。
3. ダウンスケール予測情報を利用した農業気象情報の高度化に関する研究開発を実施する。作物の生育や病害虫の発生などを予測するために必要となる農作物生産地の気象予測情報等(高度農業気象情報)の作成・描画・提供システムを開発する。

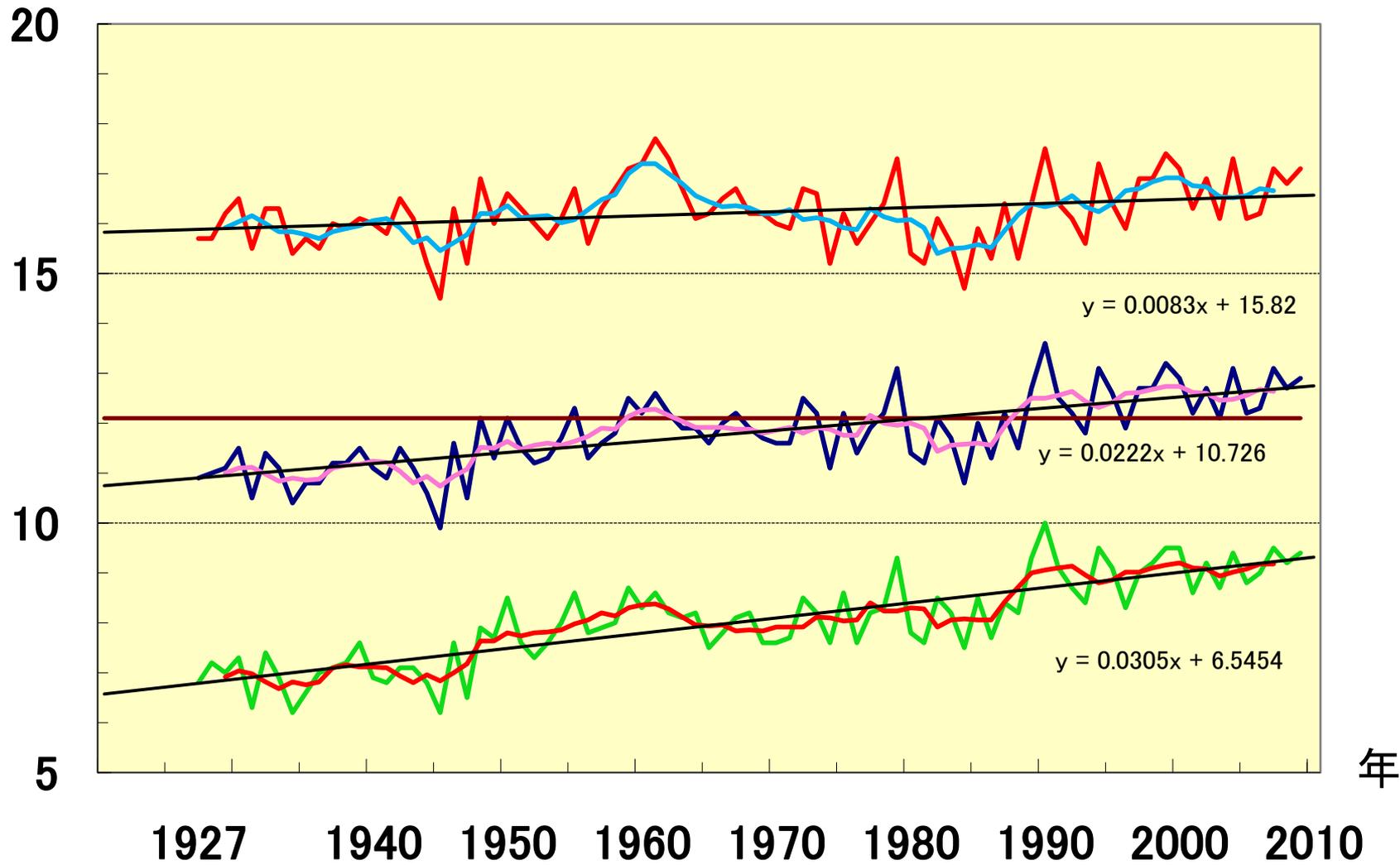
1. ダウンスケールのためのデータ同化システムとアンサンブル予測手法の開発
2. 開発したシステムの精度評価と利用法の開発
3. 農業気象情報の高度化



冷害(イネいもち病)の感染好適条件予測例実況(左)と数値モデルによる予測(右)

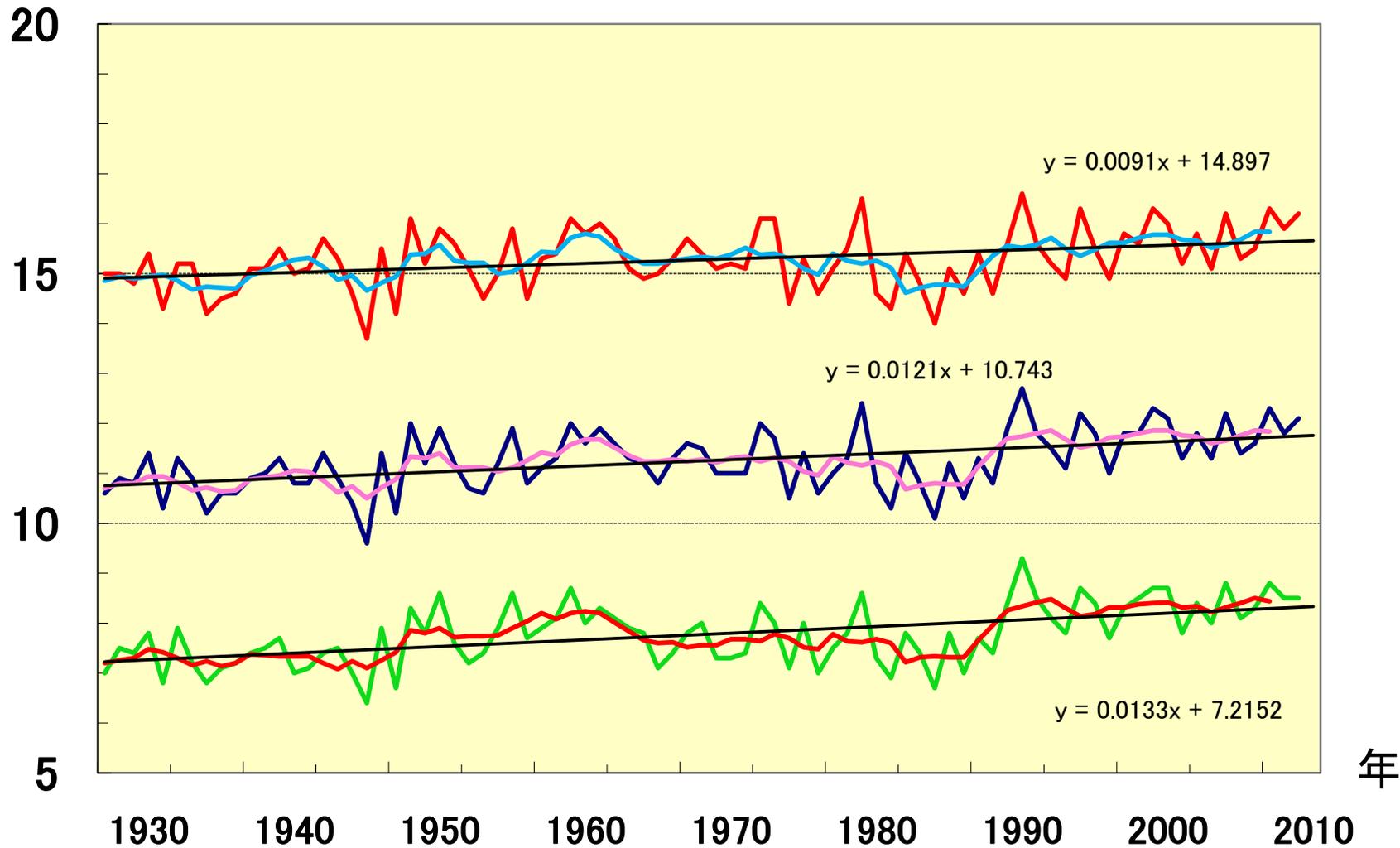
東北地方のヤマセと冬季モンスーンに対する地球温暖化影響評価と短中期シミュレーションの精度向上に貢献

°C 仙台の年平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2009



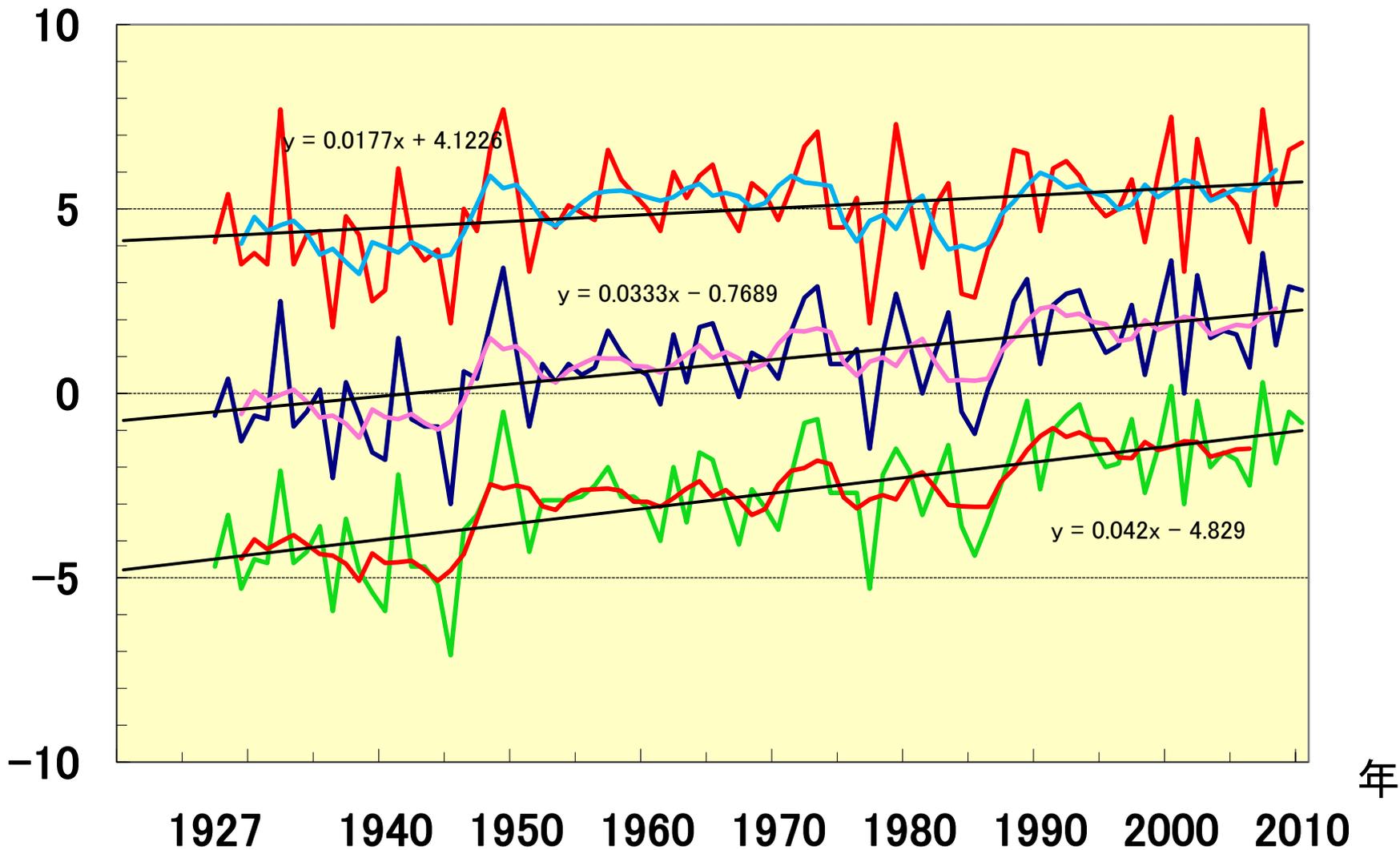
池田(仙台管区气象台)による

°C 石巻の年平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2009



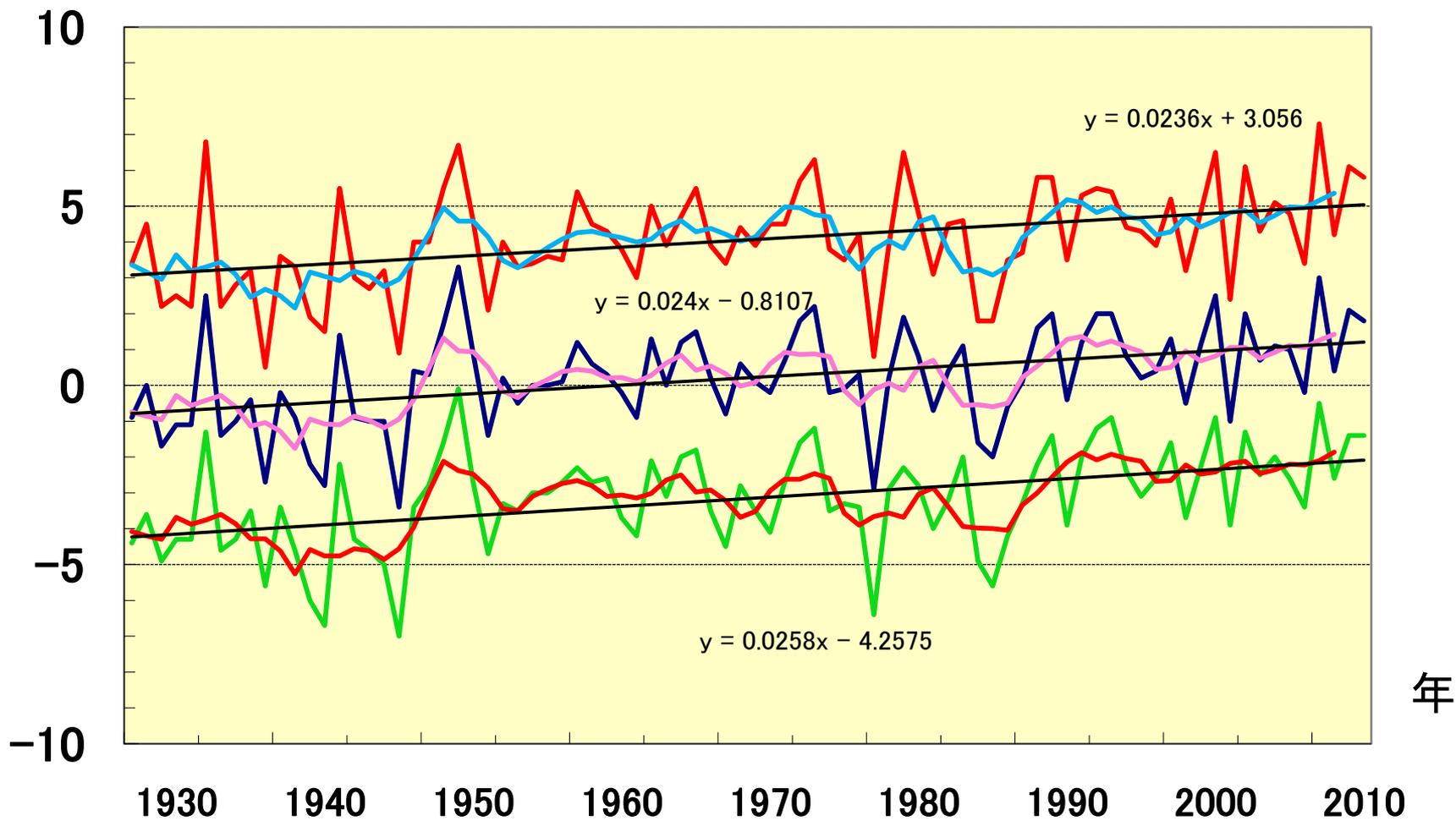
池田(仙台管区気象台)による

°C 仙台の1月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



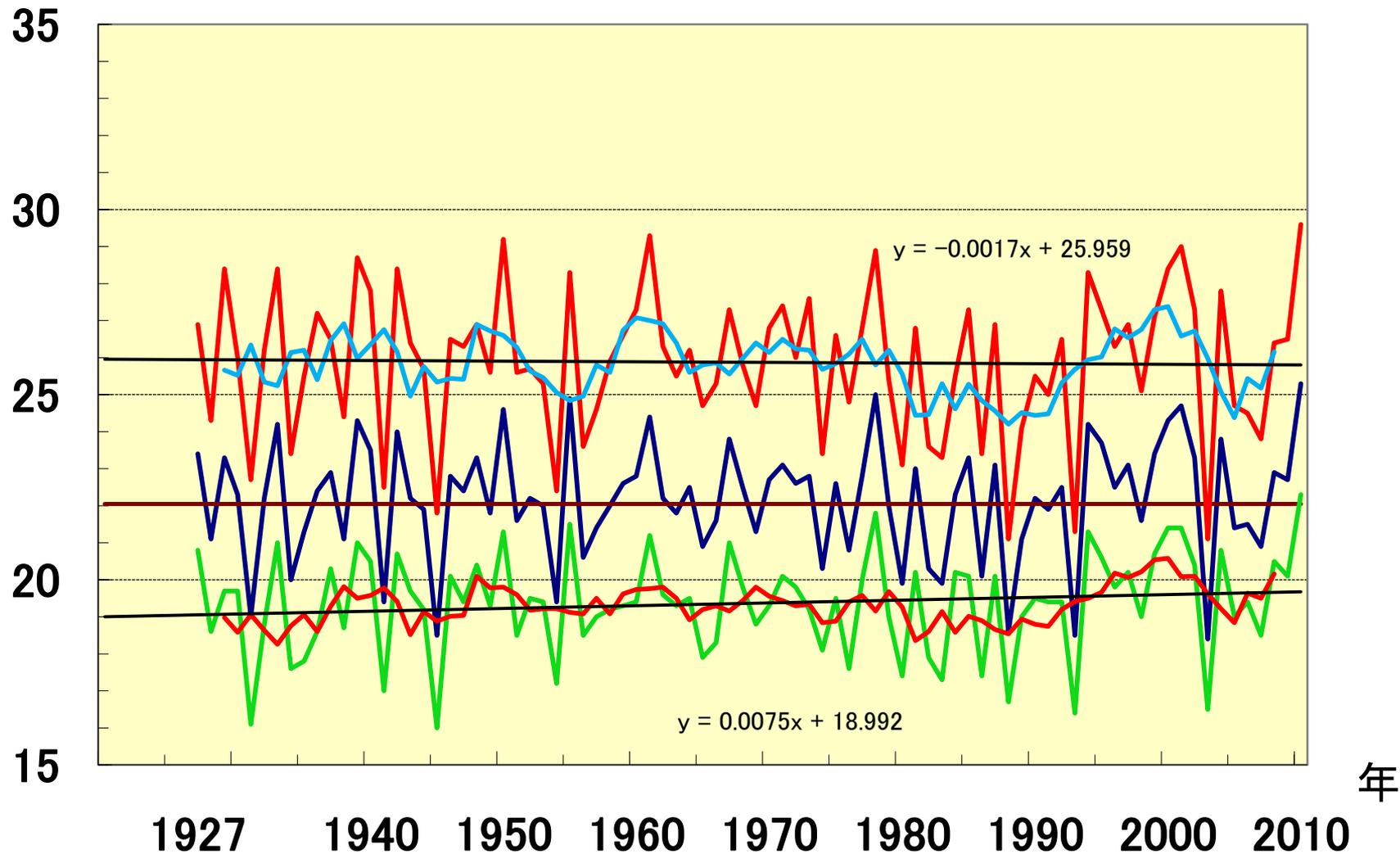
池田(仙台管区气象台)による

°C 石巻の1月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



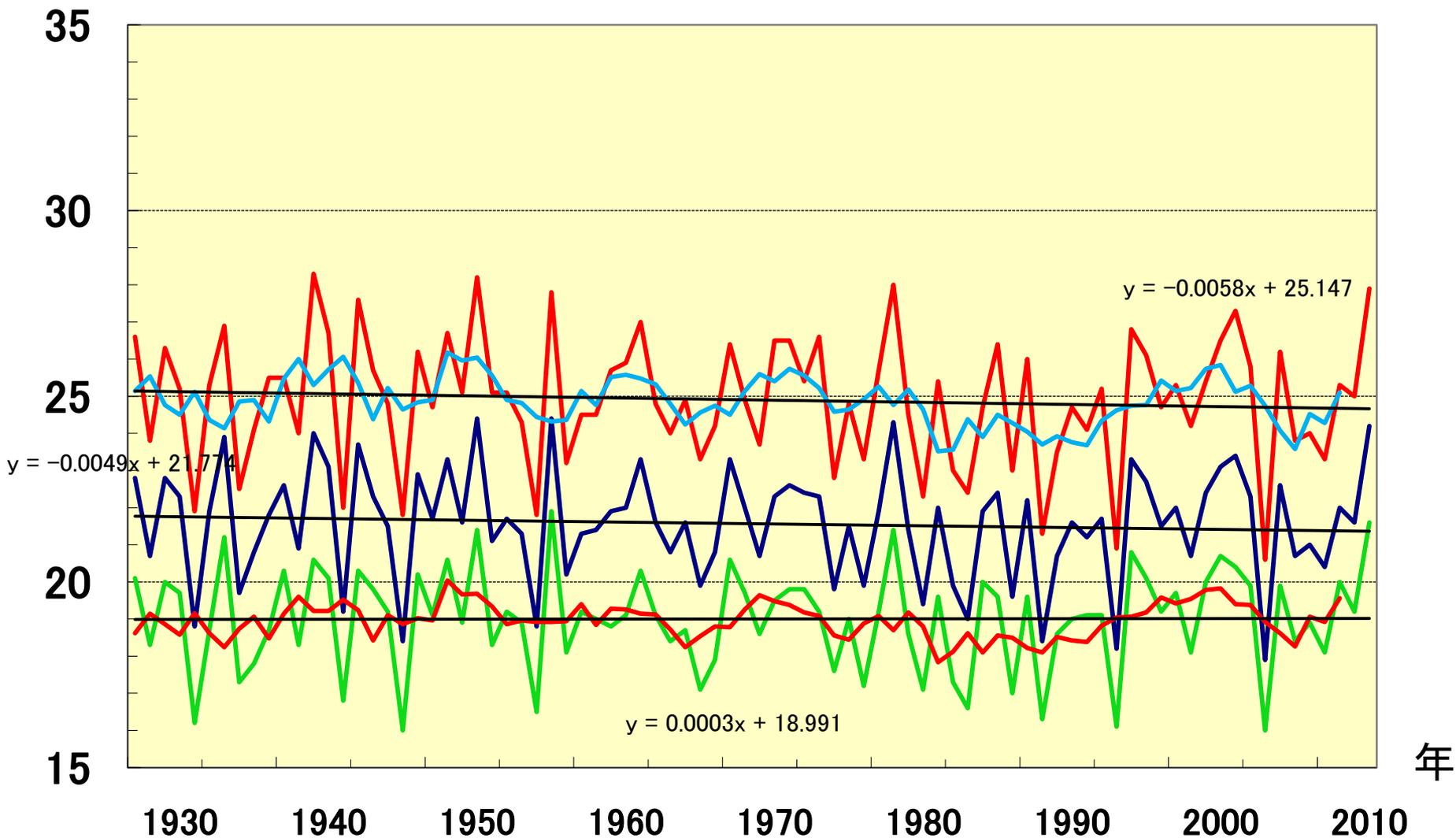
池田(仙台管区气象台)による

°C 仙台の7月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



池田(仙台管区気象台)による

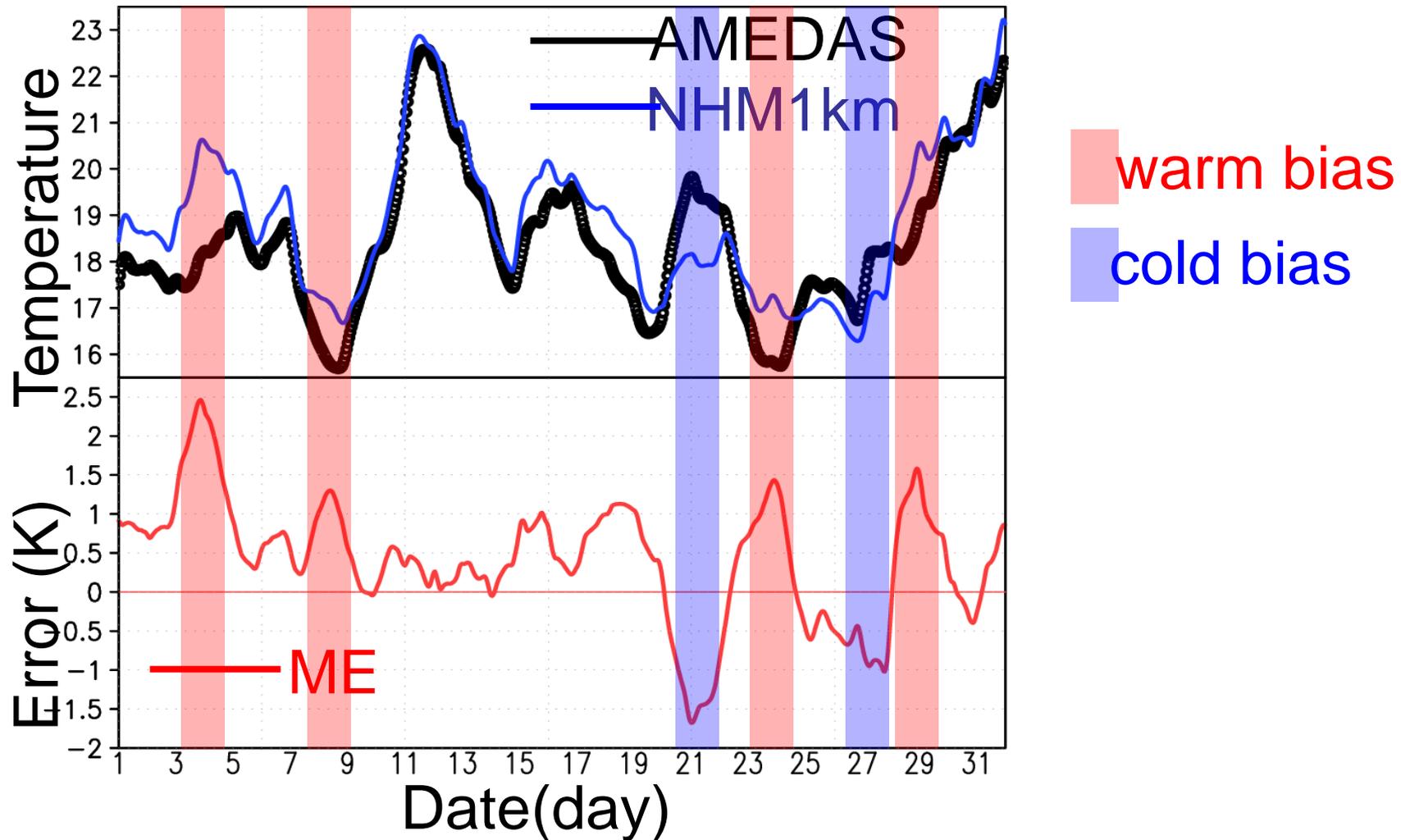
°C 石巻の7月平均気温(日平均・日最高・日最低)1927-2010



池田(仙台管区気象台)による

NHM1kmとアメダスの気温の時系列

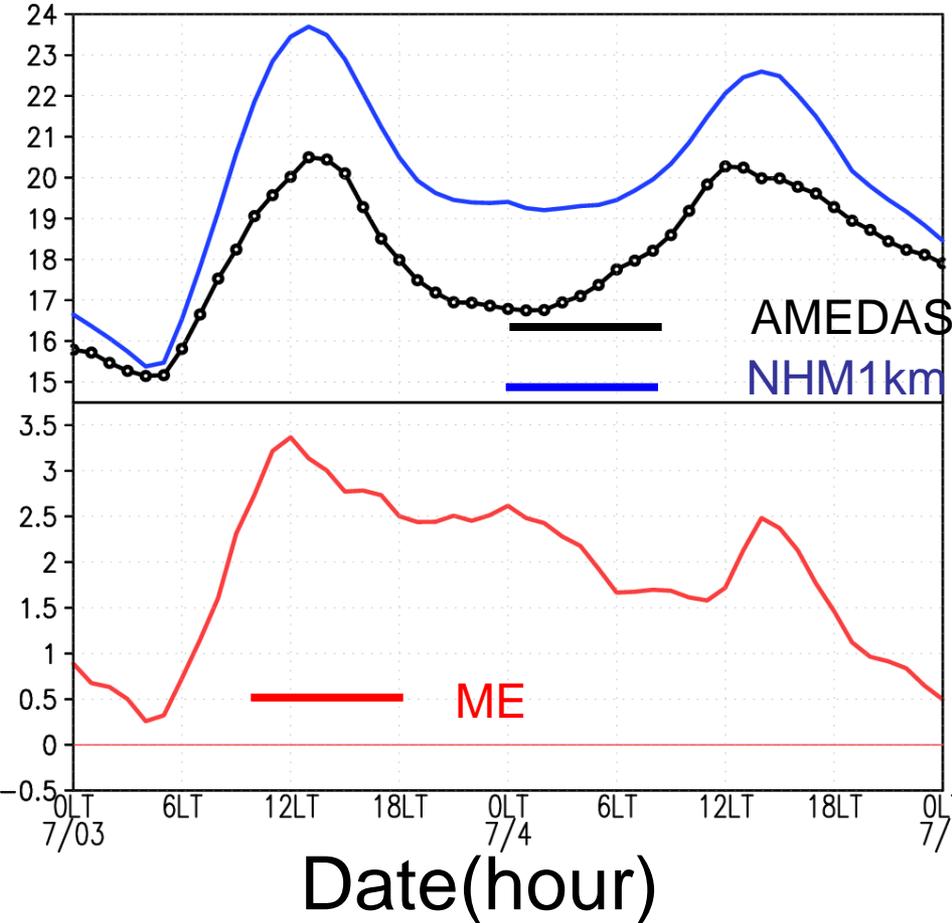
2003年7月 異常冷夏



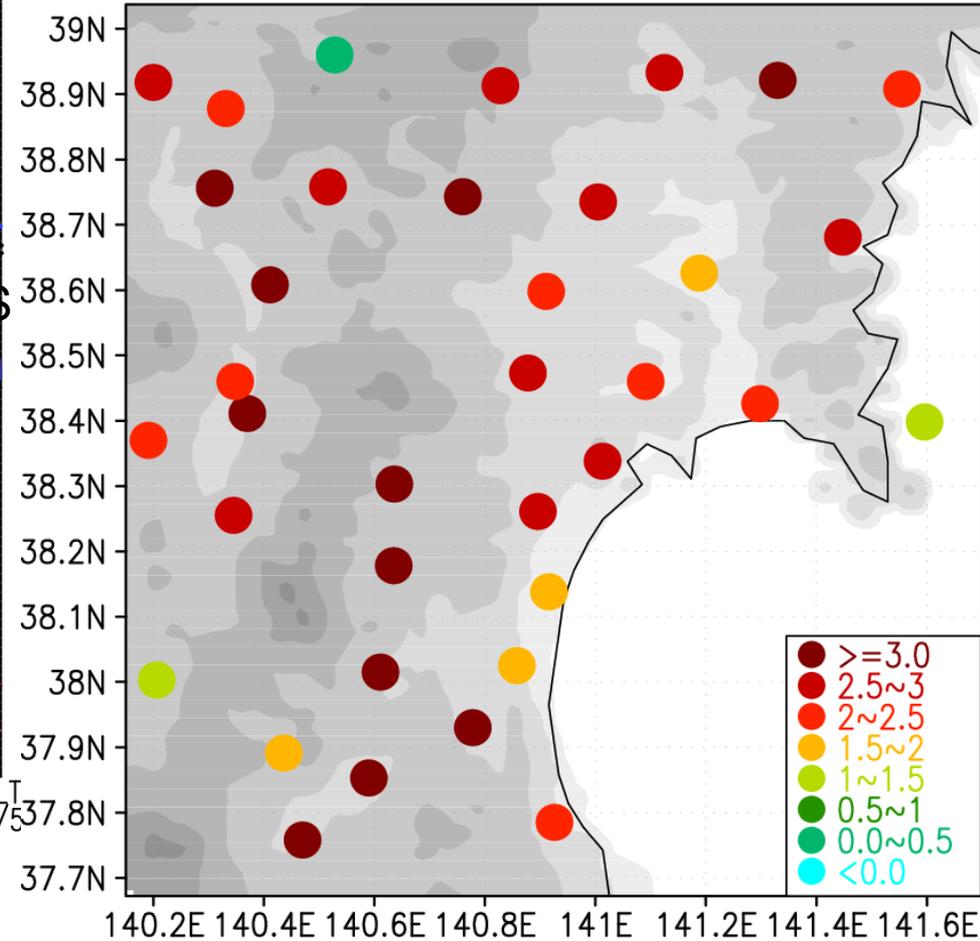
気温の誤差は下層雲の誤差に関係している事例が多い

NHM1kmの気温MEの時系列/分布

Date: 2003/07/03-05



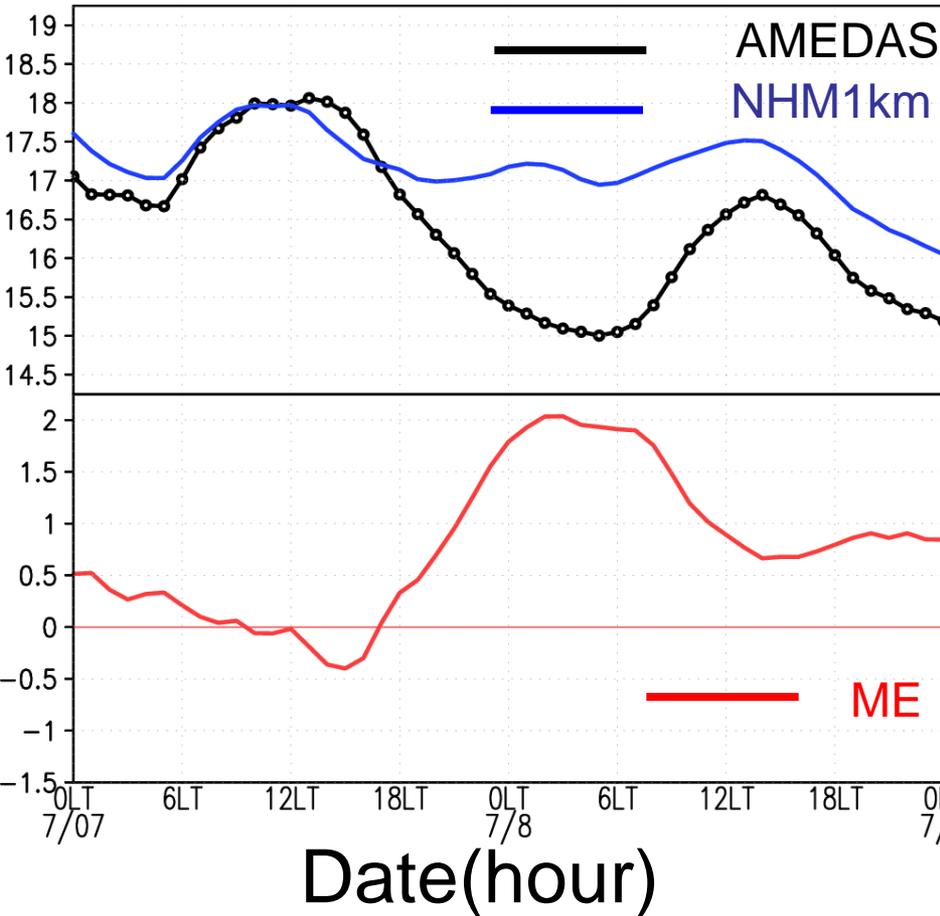
DIFF of TEMP 2003/07/03 07-19LT



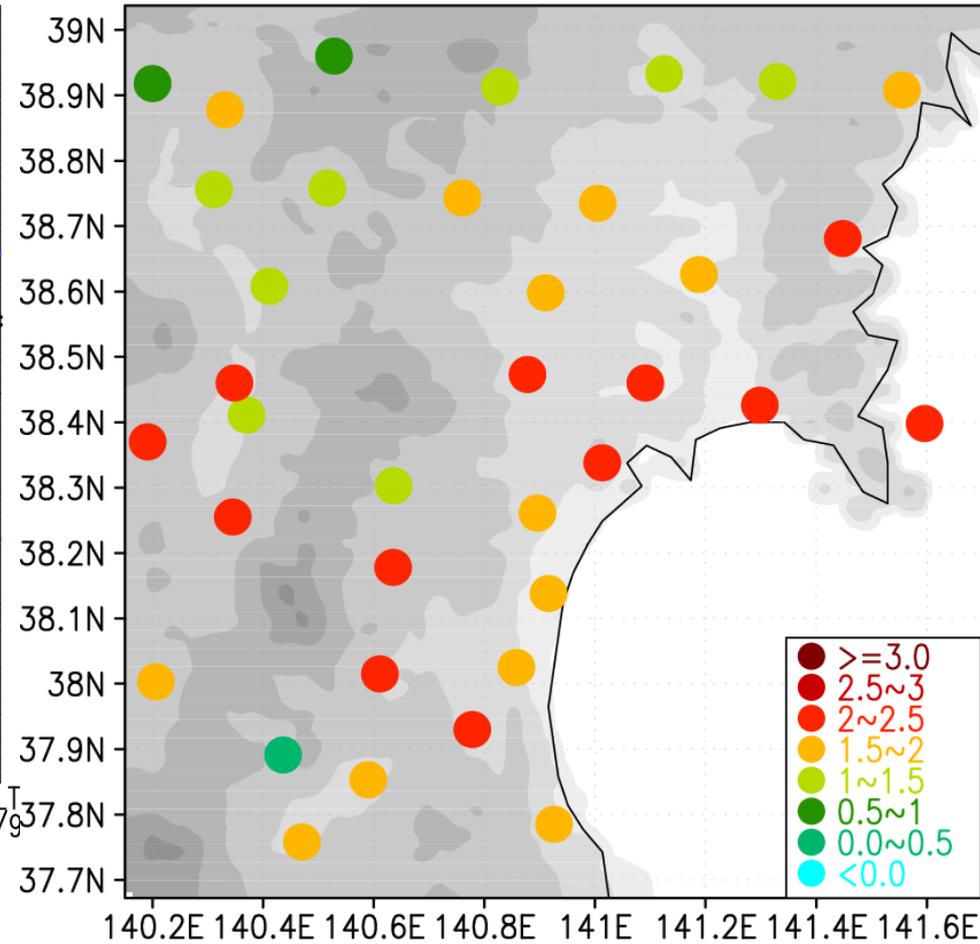
warm biasの事例 日中の日射による昇温が過大評価である

NHM1kmの気温MEの時系列/分布

Date: 2003/07/07-09



DIFF of TEMP 2003/07/07 21-09LT

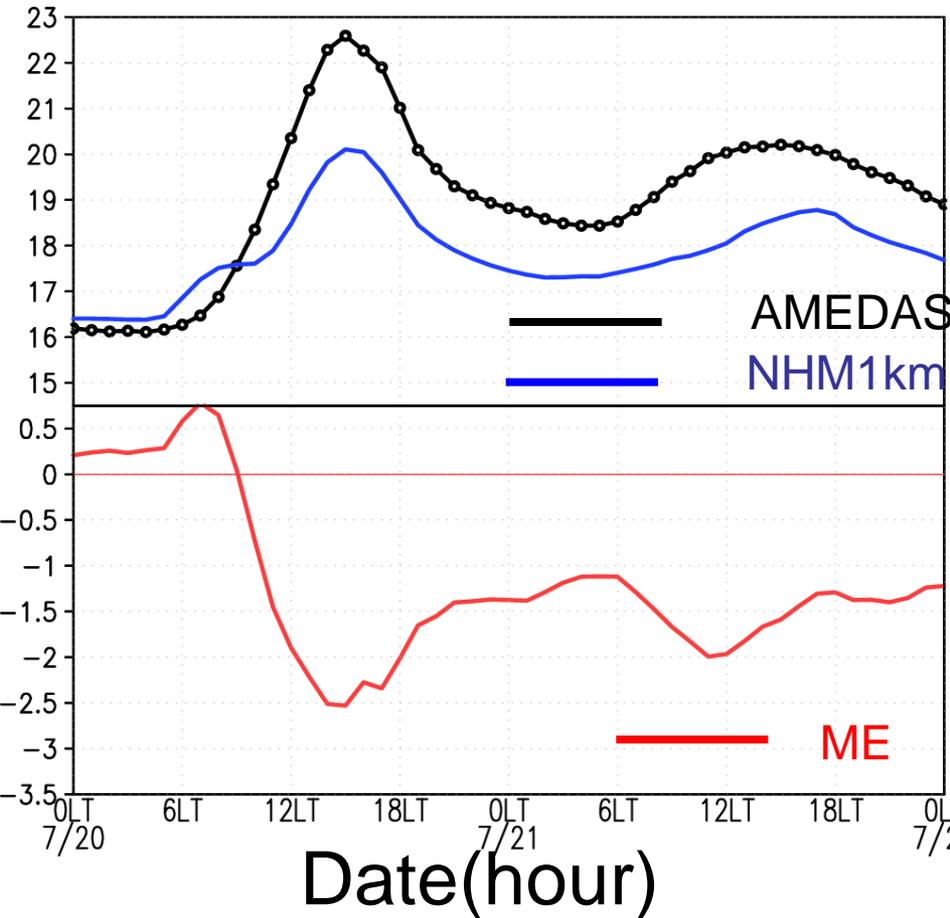


warm biasの事例

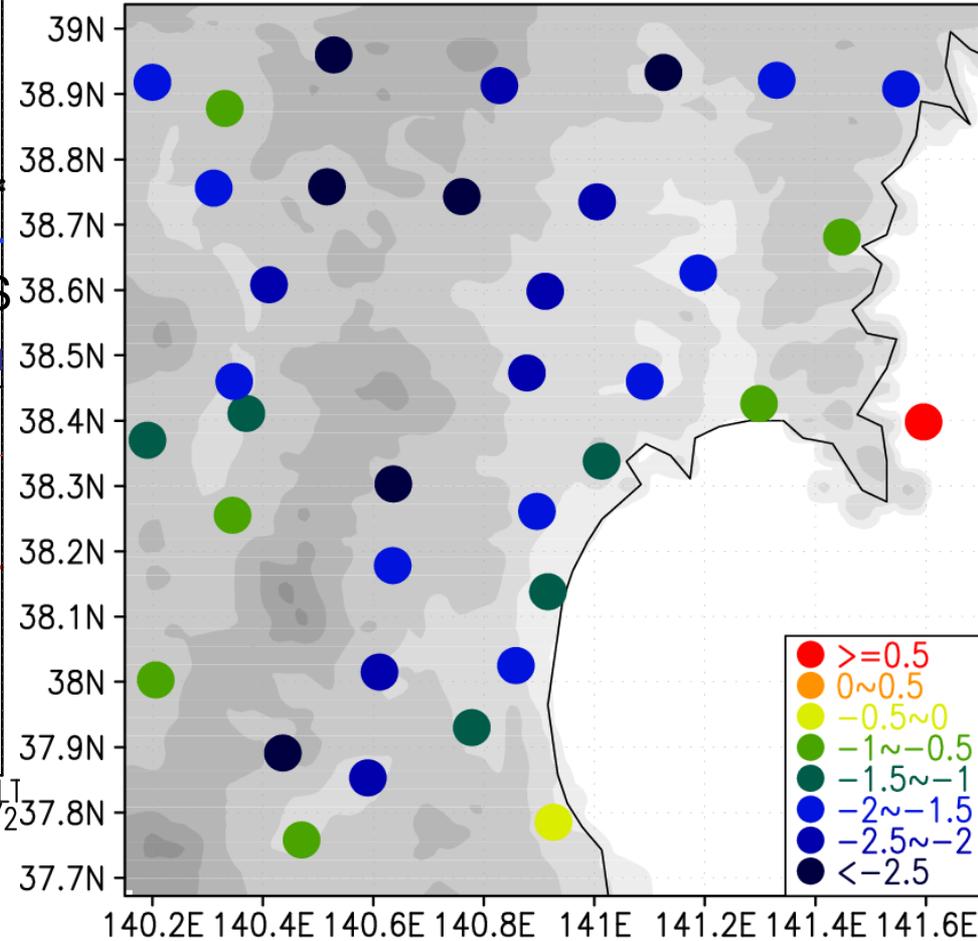
夜間の放射冷却が抑えられている

NHM1kmの気温MEの時系列/分布

Date: 2003/07/20-22



DIFF of TEMP 2003/07/20 09-21LT



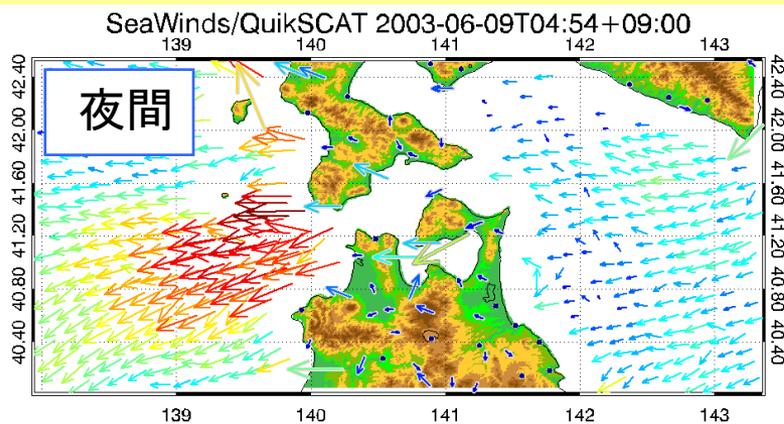
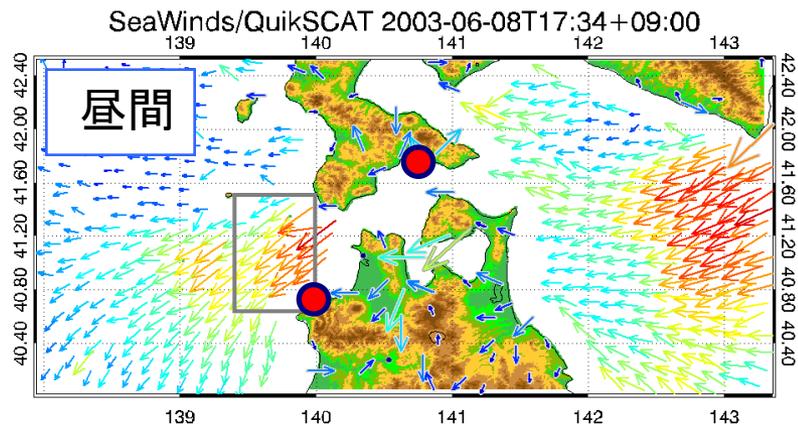
cold biasの事例

日中の日射による昇温が過小評価である

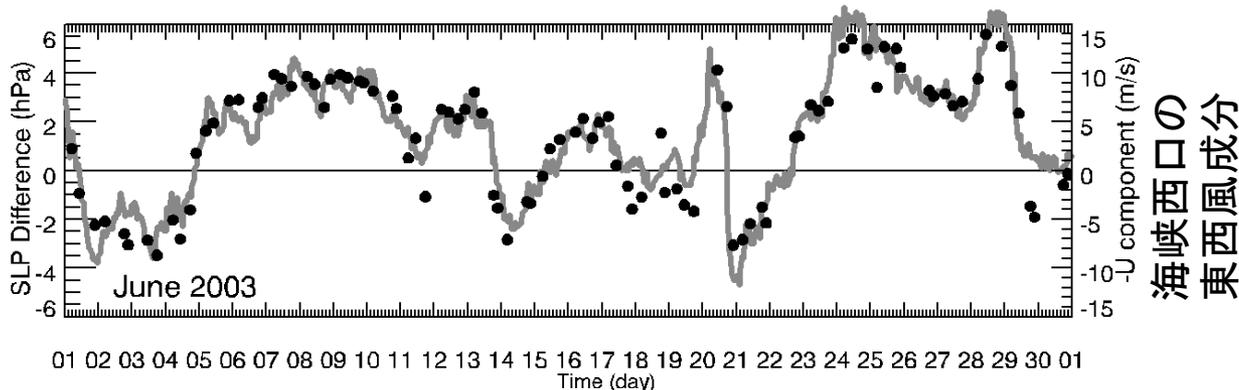
ヤマセによって津軽海峡で発生する局地的強風に関する研究

ヤマセ時特有の日変化する地峡風を初めて研究。

- 日本沿岸の、最大級の局地的強風の解明
- 高解像度データによる地域気候研究の発展
- ダウンスケールが特に求められる事例を提案



• ヤマセの冷氣による海峡東西の気圧差が地峡風発生主要因



- 気象官署間の気圧差で、強風モニタリングが可能に
- 海況予報の改善へ
- 新しいヤマセの指標を提案

Shimada, T., M. Sawada, W. Sha, and H. Kawamura, Low-level easterly winds blowing through the Tsugaru Strait, Japan. Part I: Case study and statistical characteristics based on observations, *Monthly Weather Review*, 138, 3806-3821, 2010.