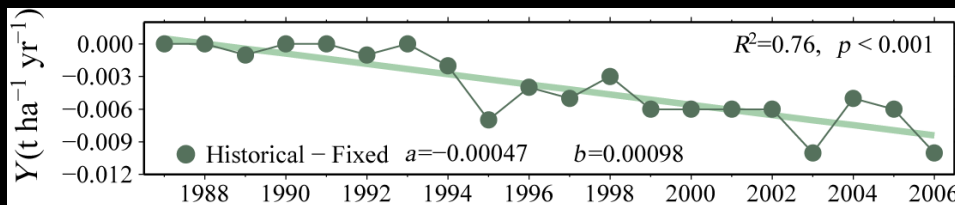
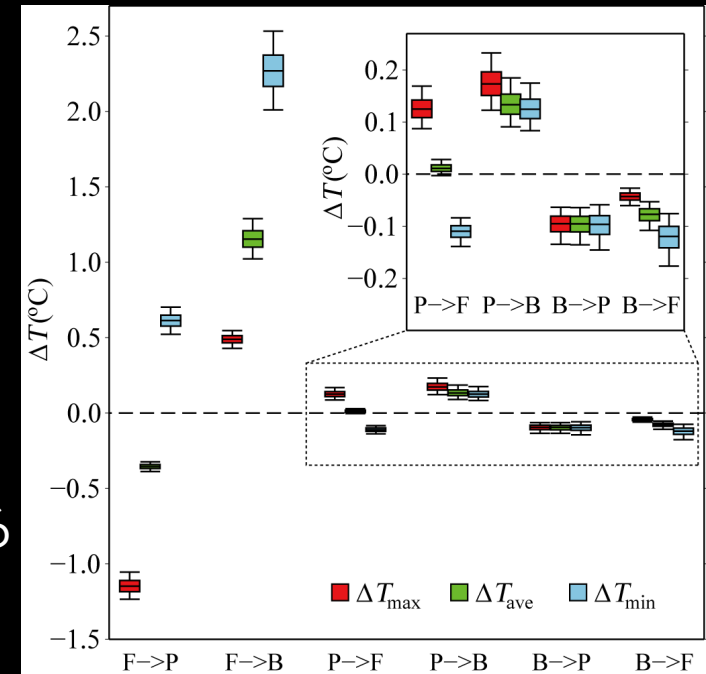


土地利用変化を考慮した 気候変動予測に向けた統計手法の開発



成果1: 土地利用変化(LUC)由来によるコメ減収量を推定 (Yoshida et al. 2012 GRL)

成果2: 任意のLUCに対する気温変化量を算出する「影響評価関数」を開発 (Yoshida et al. 2013 submitted)



吉田 龍平 東北大院・理
(RECCA-Kochi@農環研より移籍しました)

2013年3月7日(木)

2013/03/07 土地利用変化を考慮した気候変動予測に向けた統計手法の開発

四国でも水田が都市に→気温上昇、コメ減収？ 2/15

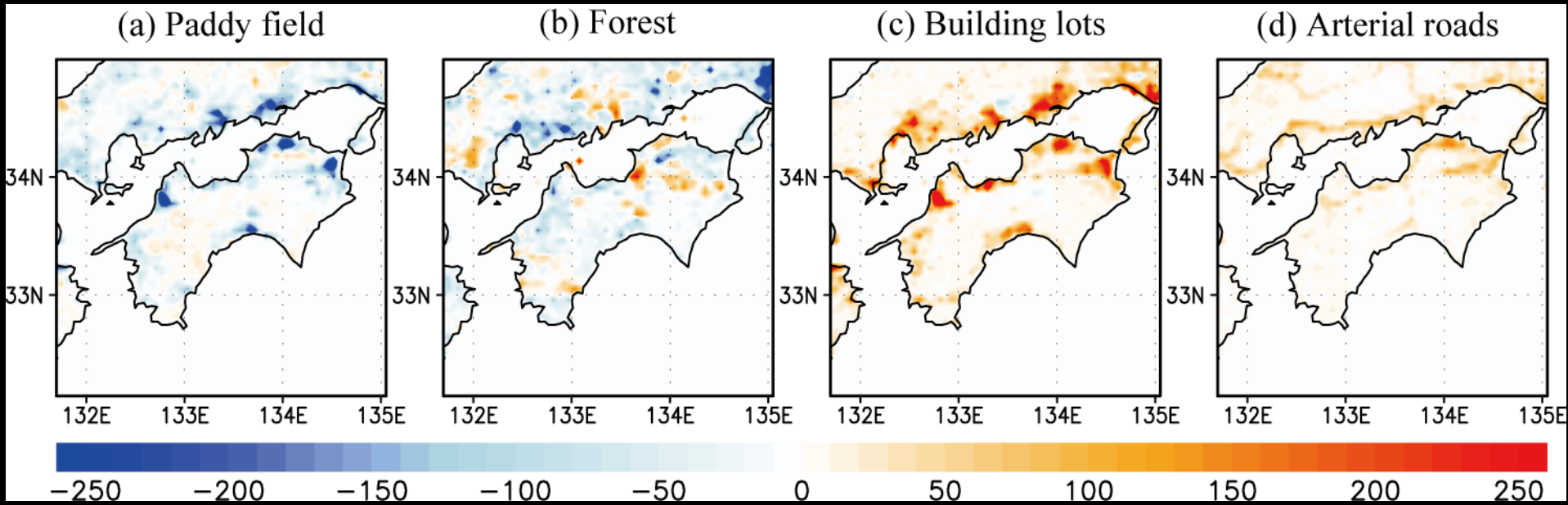


図: 2006-1987の5km-mesh内土地利用変化(LUC) [grid]

○大気or陸面モデルと作物生育モデルの結合は発展途上

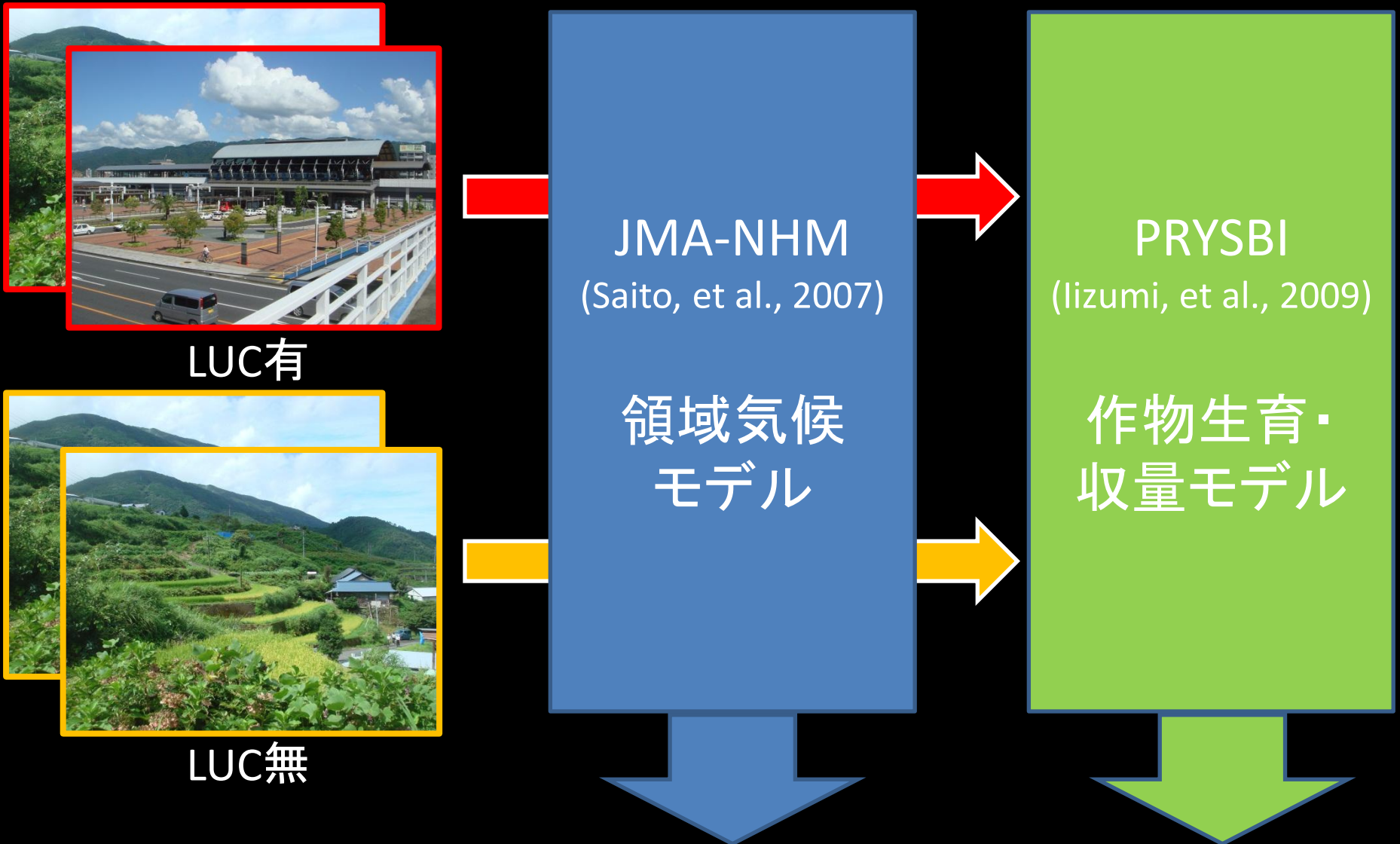
Tsvetsinskaya, et al., (2001, JC), Lokupitiya, et al., (2009, BG),
Hoff et al., (2011, AFM)

○LUC->作物影響を評価した研究は稀 Bagley, et al., (2012, ERL)

LUC→大気モデル→作物モデル、でLUC→コメ収量影響評価

成果1: 土地利用変化on/offで2つのデータセット 3/15

→ コメ収量への影響を評価



1987に水田だった場所(のちに都市化) → バックグラウンドの5倍昇温傾向が強い

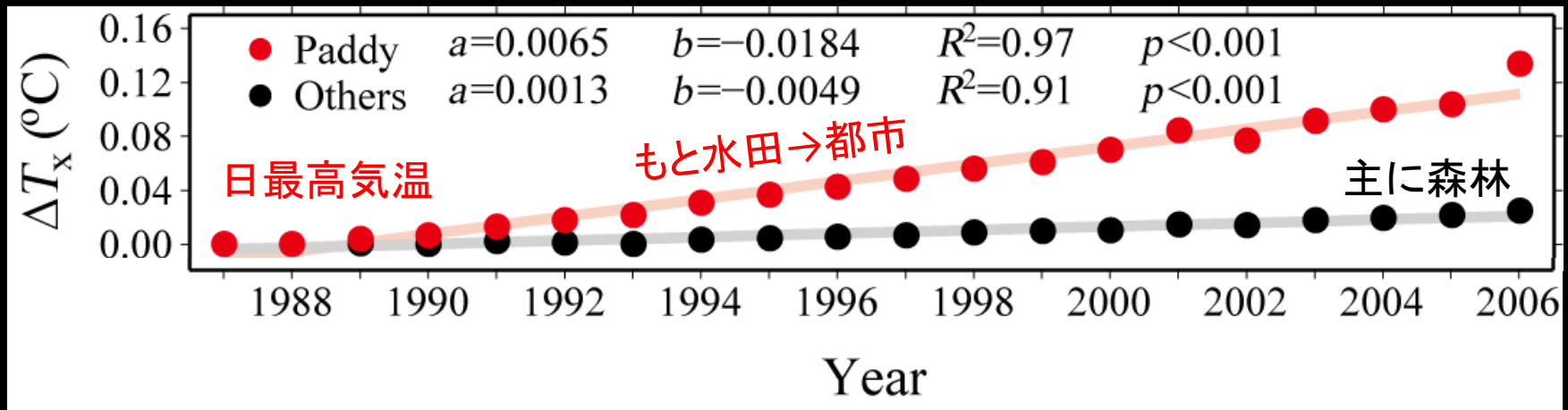


図: LUC 有 – 無の地上気温(6/15-8/15平均)

Table 3. Contributions of LUCs to Warming Rate

	In and around paddy field (%)	Whole of Shikoku (%)
T_x	28.3	4.6
T_m	18.9	3.2
T_n	13.8	2.4

日最高
平均
最低

四国全体では数%がLUCによる温暖化
(東京では約50% Aoyagi, et al., 2012, JMSJ)

LUCによる昇温(=環境悪化)で、
 コメ収量は0.2 % = 10 kg/ha 減収

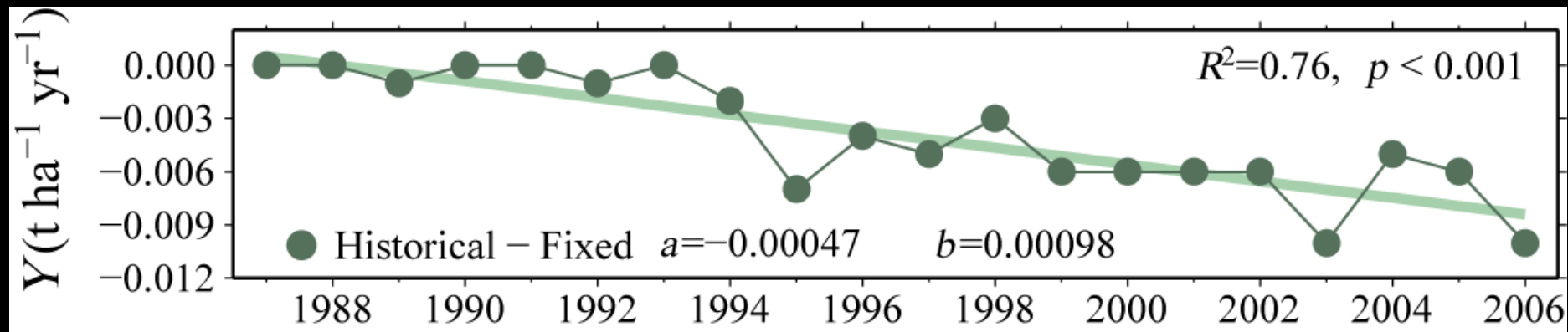


図: LUC有 - 無のNHM結果をコメ収量予測モデルに入れた結果



図: 水田

LUC有 = 昇温増

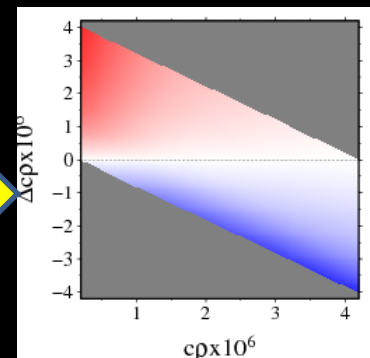
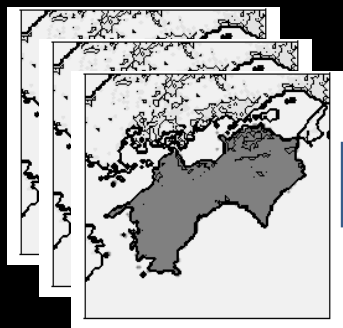
- 積算温度が早くたまる = 生長期短縮化
- 吸収日射量を稼げず、生長不良
- 収量減

成果1終わり

成果2. 大気モデルは重い→「影響評価関数」開発

水文学(Hanasaki, et al., 2007)や農業気象(Ramankutty, et al., 2012, CR)で使用
温暖化影響評価に使用した例(Good, et al., 2012, CD)も

1. つくりかた (地表面パラ-気温の統計関係を作る)



さまざまな地表面パラ値

TaをNHMで計算

「パラが○変化すると気温が□℃変わる」、IF作成

地表面パラ-気温の関係をNHMで導出

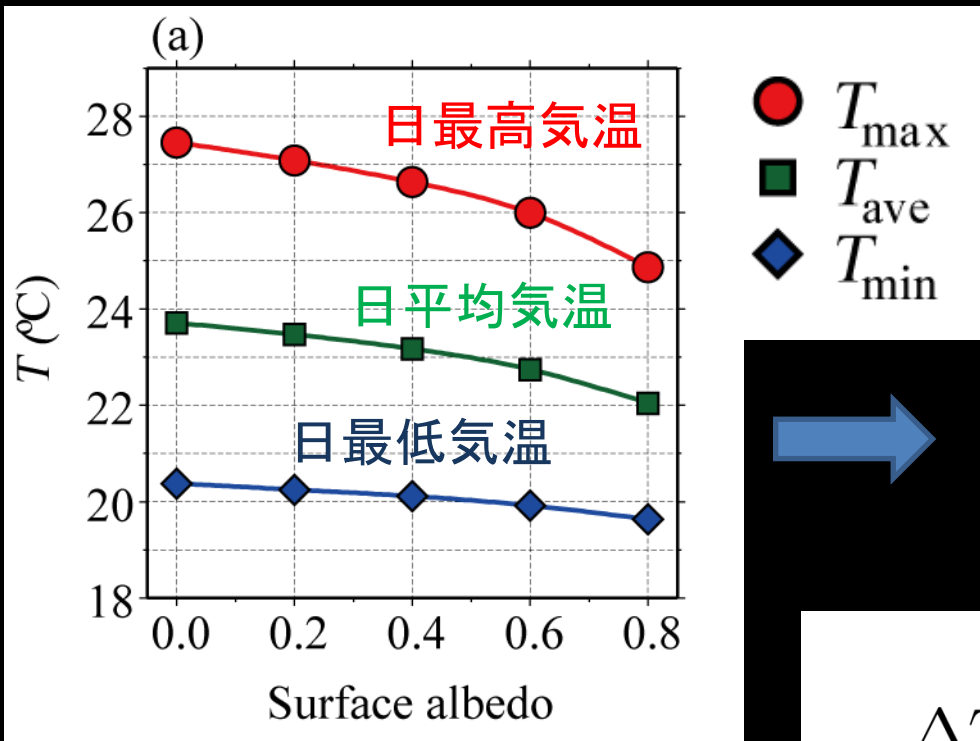


図: 各アルベド設定に対する四国
平均した気温の応答(1985-
2005/06/15-08/15,
5年おき平均)

「気温変化/アルベド変化」算出
→ 影響評価関数(IF)

$$\Delta T_a(L) = \sum_{i=1}^5 \left\{ \frac{\partial T_a}{\partial p_i} \Delta p_i(L) \right\}$$

LUC有-無の土地パラ差

大気モデルは重い→「影響評価関数」の開発

水文学(Hanasaki, et al., 2007)や農業気象(Ramankutty, et al., 2012, CR)で使用
温暖化影響評価に使用した例(Good, et al., 2012, CD)も

1. つくりかた (地表面パラ-気温の統計関係を作る)

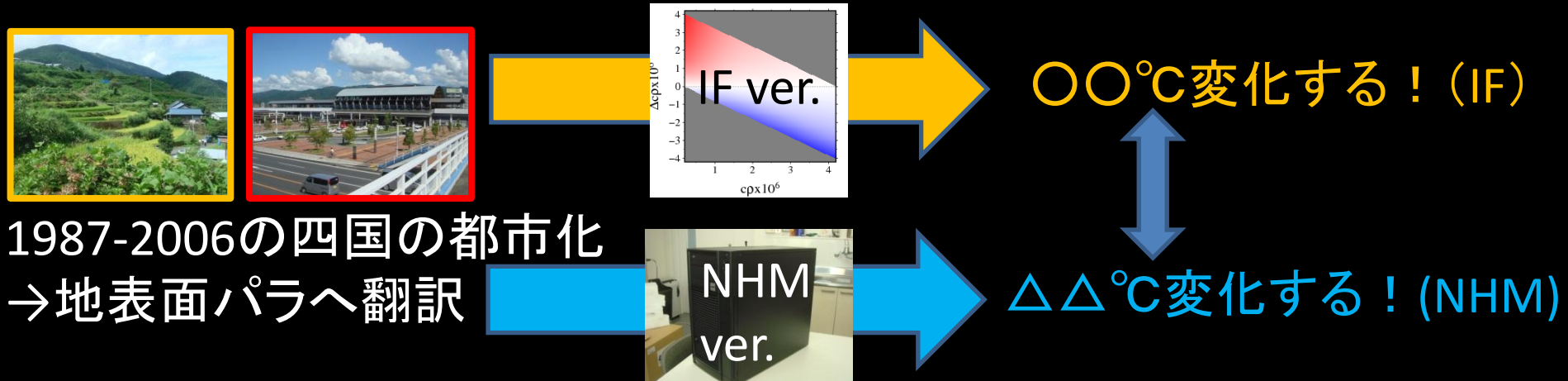


さまざまな地表面パラ値

TaをNHMで計算

「パラが○変化すると気温が□℃変わる」、IF作成

2. つかいかた (過去LUC or Virtual LUCで)



1987-2006の四国の都市化
→地表面パラへ翻訳

○○℃変化する！(IF)

△△℃変化する！(NHM)

影響評価関数の誤差は30% (日最高気温) また、解像度半分にすると10%に低減

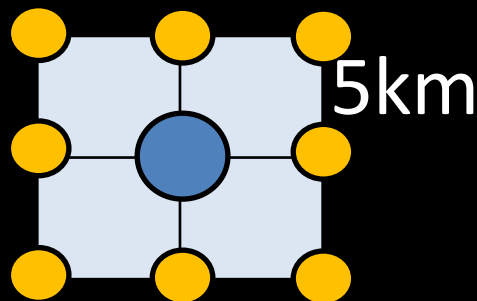
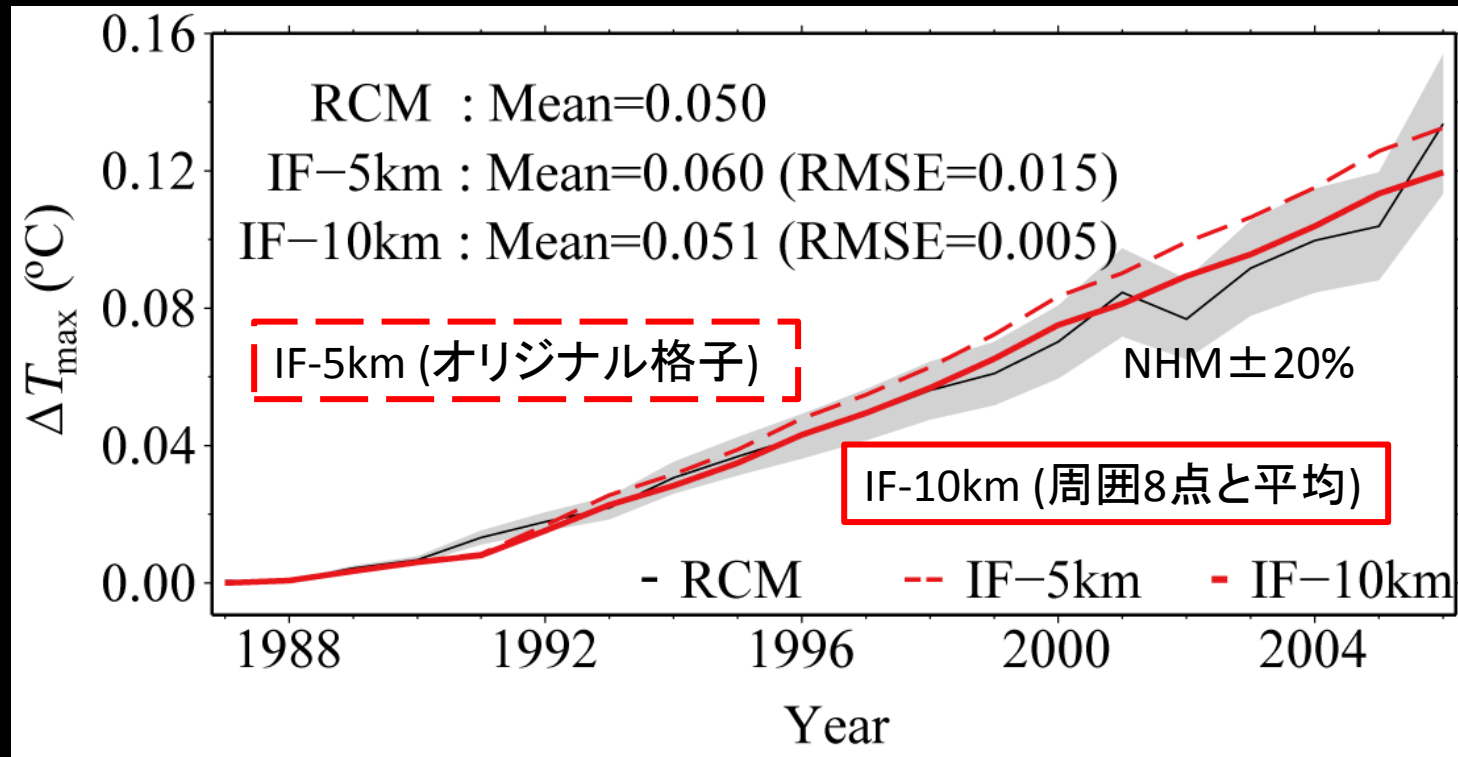
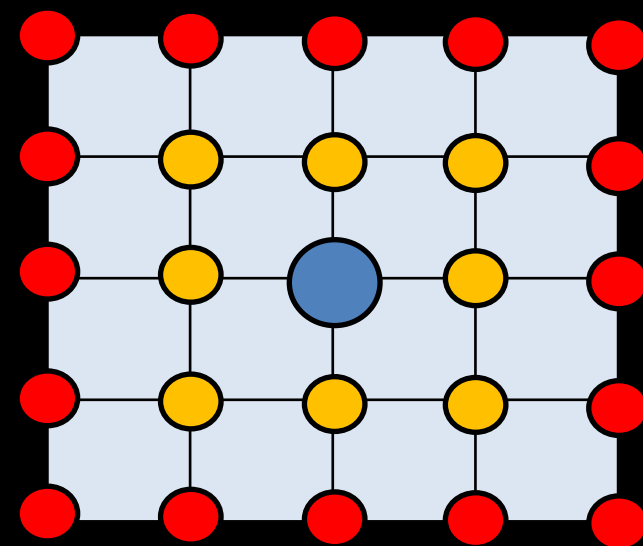
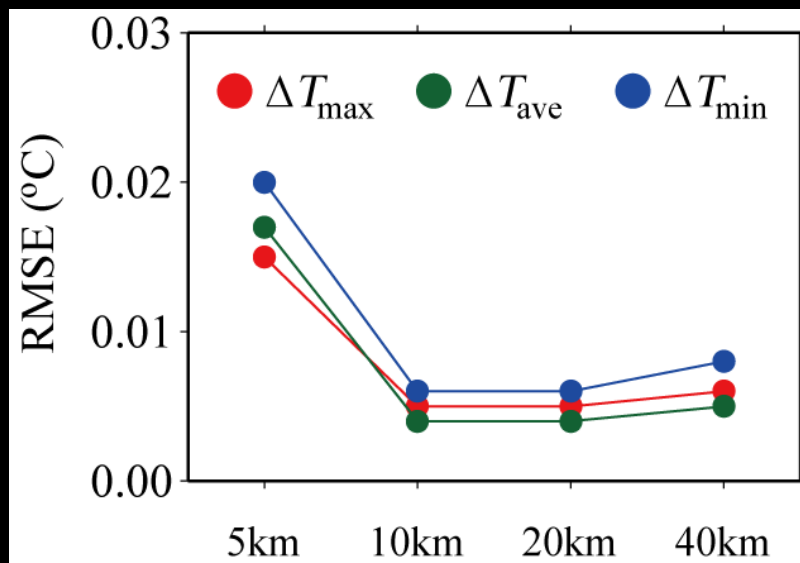


図: LUC起源による日最高気温の年々変化
黒線がNHM、灰色はNHM $\pm$ 20%

平均するグリッドをどんどん増やすとRMSEが
減少していくか？



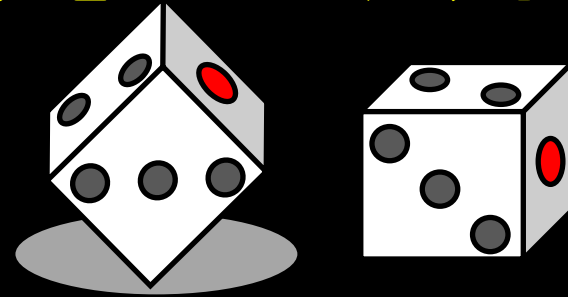
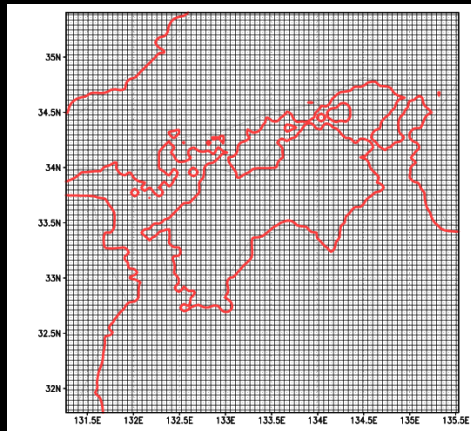
5km/10km/20km

図: IF作成時に平均する格子数(=解像度)の多寡に対するRMSE (IF vs NHM)

1. 四国一様に一様のパラを与えてIFを作成→平均化で緩和
2. 領域モデルの出力はgrid baseではなく、ある程度の領域で平均
↑数値モデルは表現したい現象の4倍の解像度で実行
(Pielke, et al., 1991)

10-km IFを使ってMonte-Carlo simulation

⇒ 四国に対し10,000通りの仮想LUCシナリオ作成

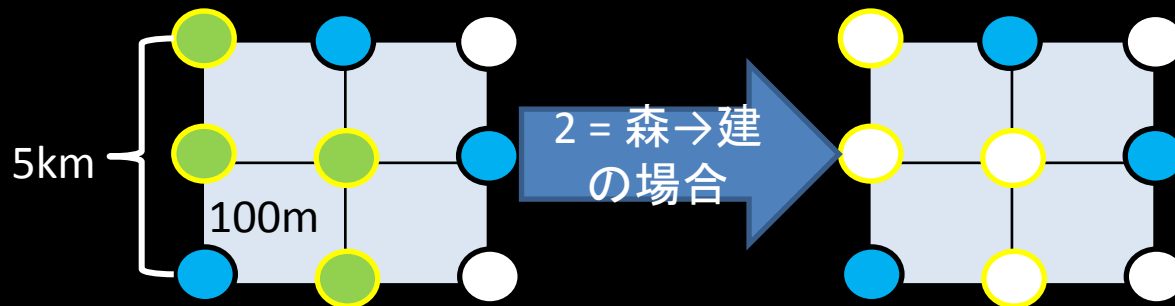


②四国内の各グリッドでサイコロを振り、LUCの有無、LUCの種類を決定

LUC → 1: 森林 → 水田 **2: 森林 → 建物**
 3: 水田 → 森林 4: 水田 → 建物
 5: 建物 → 森林 6: 建物 → 水田

図: 計算領域内、5km格子の位置(黒)
 標高10m(赤、参考として)

③LUC反映



グリッド内平均アルベド:
 $\alpha_1 = 0.3$

同: $\alpha_2 = 0.5$

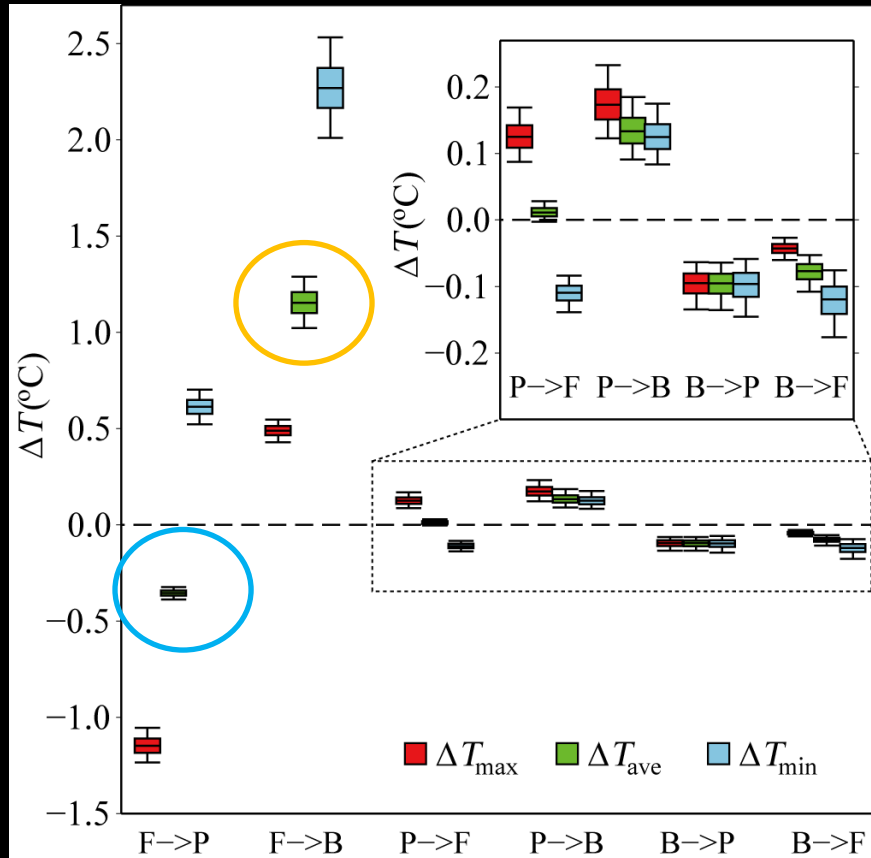
④パラ値計算、IF適用

$$\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$$

$$\Delta T_a(L) = \sum_{i=1}^5 \left\{ \frac{\partial T_a}{\partial p_i} \Delta p_i(L) \right\}$$

10-km IFを使ってMonte-Carlo simulation

⇒ 四国に対し10,000通りの仮想LUCシナリオ作成



日平均気温の応答に注目すると...

最大 1.3 °C 昇温: 森林→建物

A1Bシナリオでの2040年代昇温量に相当

最低 -0.4 °C 冷却: 森林→水田

A1B, A2, B2での2010年昇温量

(vs 1980-1999)をキャンセルできる量

⇒ LUCだけでは2010年以降の昇温をoffsetすることはできない

図: 四国のLUC起源による気温変化
箱ひげは下から5, 25, 50, 75, 95%-tile
F: 森林、P: 水田、B: 建物

成果2終わり

成果3: MIROC5境界の四国データ、完成しました 13/15

- ・モデル: 気象庁・気象研究所JMA-NHM
- ・初期値境界値 MIROC5 (20C/RCP4.5)
- ・領域: 下図参照 (MIROC5 → 171x161 w/20km(日本全体) → 81x81 w/ 5km(NIAESは20->5kmのDDSを実行))
- ・鉛直: 38層、40-1120mのストレッチング格子
- ・計算期間: 1991-2000, 2051-2060, 2091-2100
1/1-12/31 (ただし2060年は1/1-7/31)
- ・出力間隔: 2時間

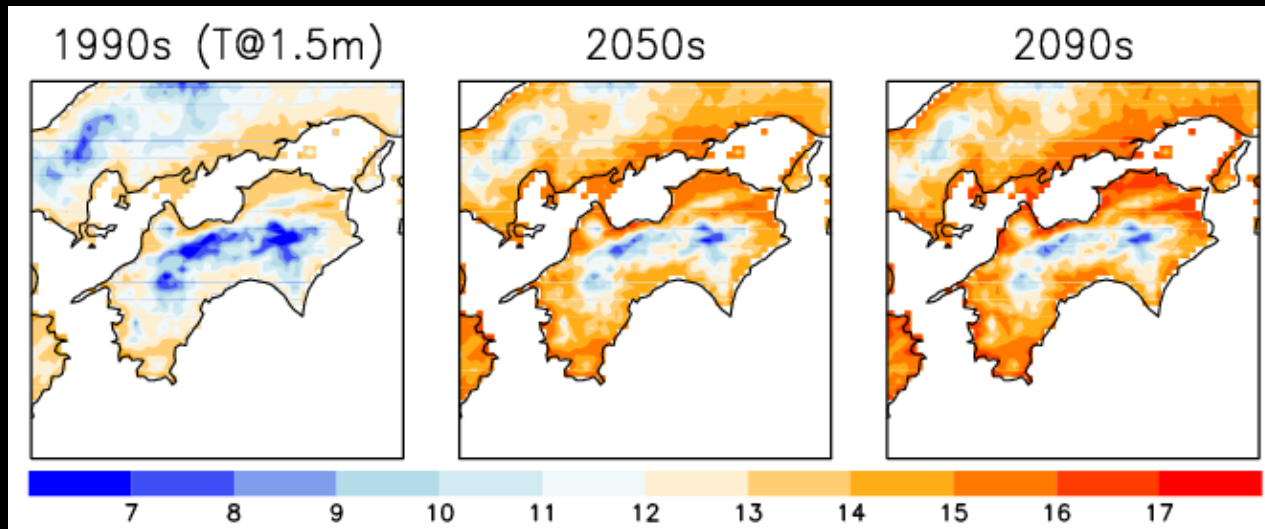


図:10年平均した1.5m気温(°C)

1. 過去20年のLUCによる環境悪化がコメ減収へ与えた影響を評価(Yoshida, et al., 2012, GRL)
2. LUC-Taを結ぶ「影響評価関数」を開発(Yoshida, et al., 2013, submitted)
 - 土地利用計画との組み合わせを！
3. MIROC5境界の四国5km将来データを作成
 - データ解析・温室ハウス環境モデルへの応用
 - 他GCMの同様のDS

FY25へ向けて

①MIROC 5の東北へのDSデータ作成

表: 排出シナリオ/GCMに対するRECCA-ヤマセ組の対応状況

	MRI-GCM	MIROC5
SRES A1B	済 (島田さん、AGCM)	×
RCP 4.5	検討中(CGCM)	計算中(吉田) →

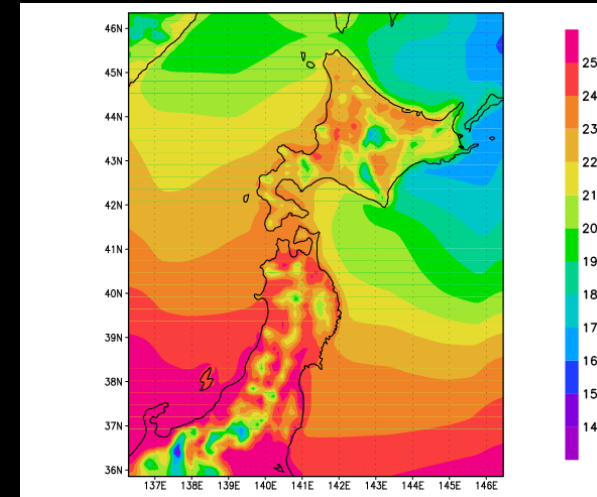


図: 2090年代8月の気温@1.5m

②EnKFの、ドップラーライダー + NHMへの適用 →まずはOSSEでシステム評価から...



図: 移動式ドップラーライダー

← データ同化 →



図: NHMを実行する計算機の例