

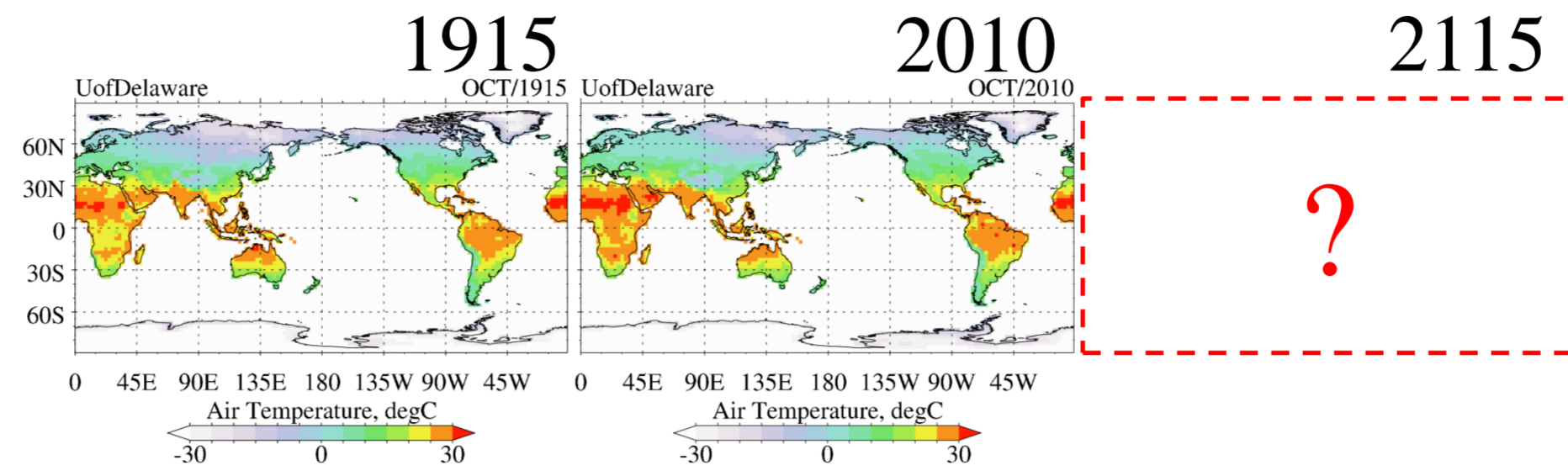
アンサンブル予報と確率分布推定

上野 玄太 モデリング研究系 准教授

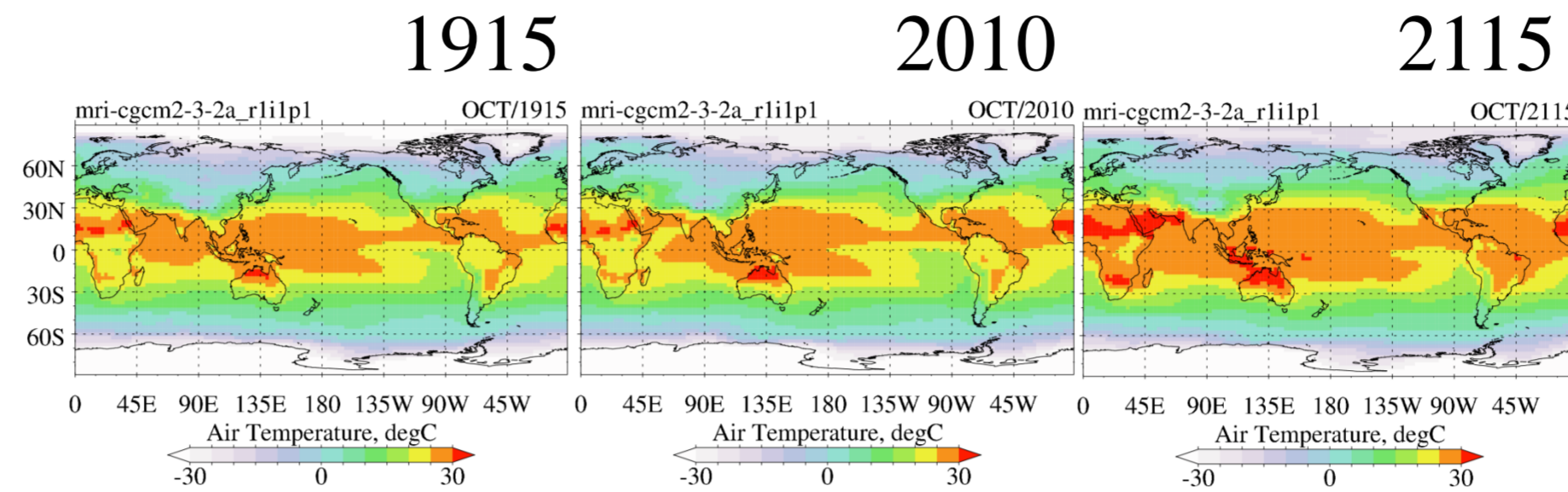
【将来気候】

1915/2010/2115年10月の気温

観測



モデル



【アンサンブル予報】

初期値や境界値、パラメータ、部分モデルなどを多数用意し、多数のモデルの実行結果(これをアンサンブルと呼ぶ)に基づいて統計的に予報を行うこと。

【確率分布の推定】

アンサンブル予報の結果は多数の実現値の集合である。それらをもとに、母集団分布を推定したい。ここでは、アンサンブル予報値を説明変数、観測値を被説明変数とした回帰モデルを用いて、母集団分布を推定する。

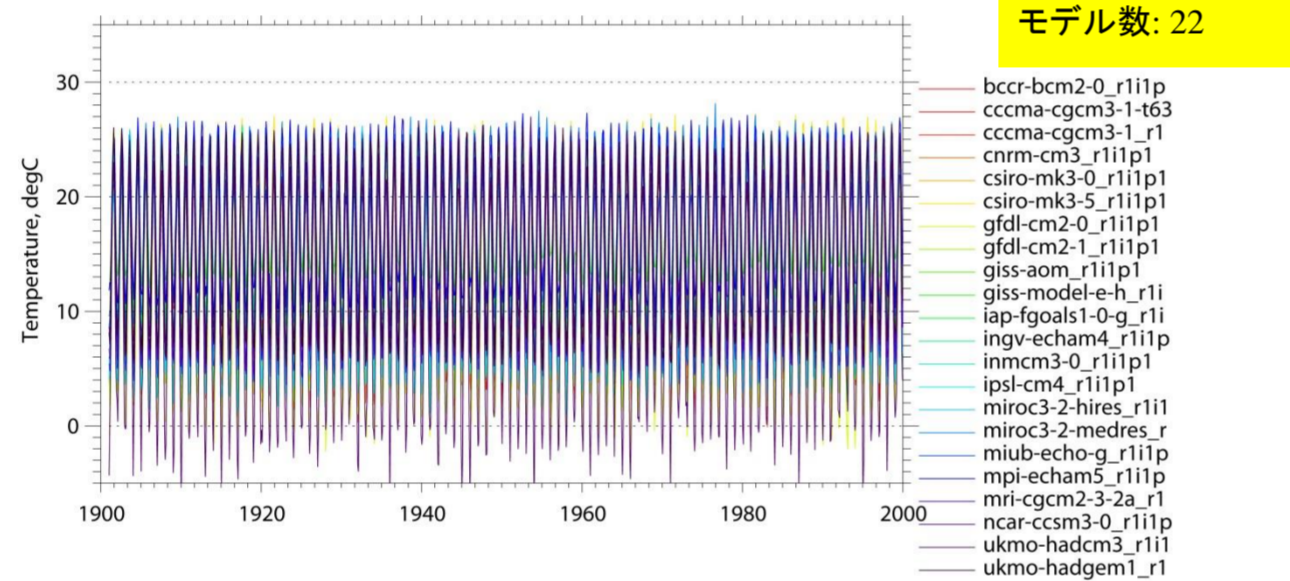
東京の気温のアンサンブル予報

$$x_t^{(n)} \quad n=1, \dots, 22$$

気候モデルのデータセット: CMIP3 (第3次結合モデル相互比較プログラム)の25種より22種を選択

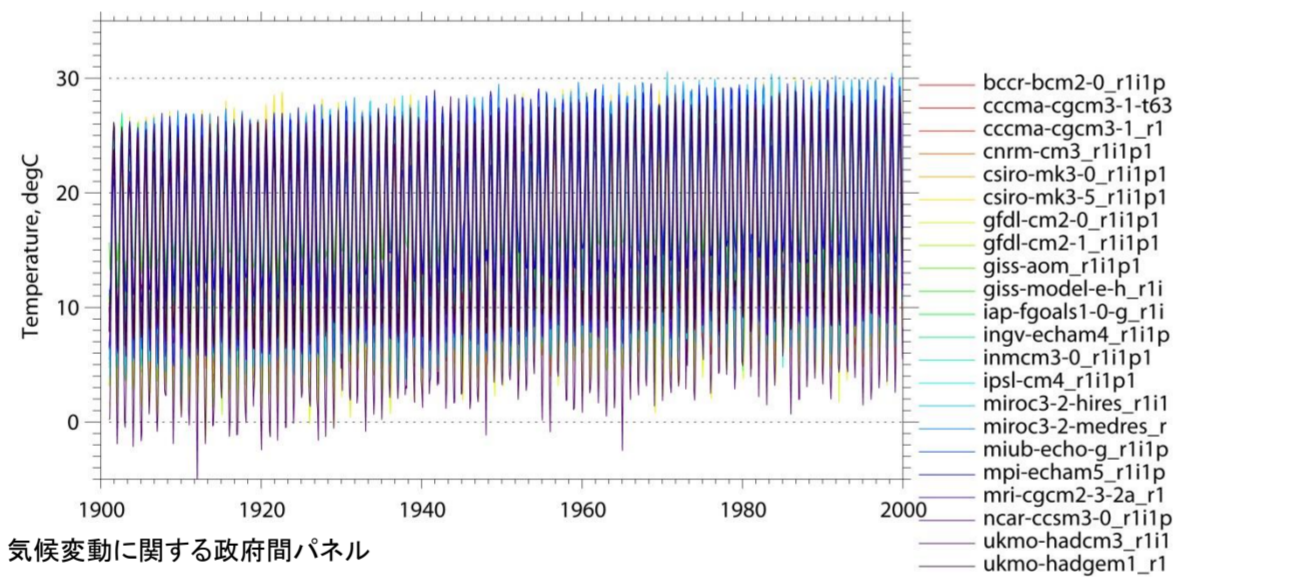
モデル数: 22

1901-1999



2001-2099

二酸化炭素排出シナリオ (SRES) A1B による「高成長社会シナリオ」



Special Report on Emission Scenarios, IPCC報告書, 気候変動に関する政府間パネル

回帰モデル $y_t = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_t^{(n)} + w_t, \quad w_t \sim N(0, \sigma^2)$
分散は時刻 t に依存しないとする

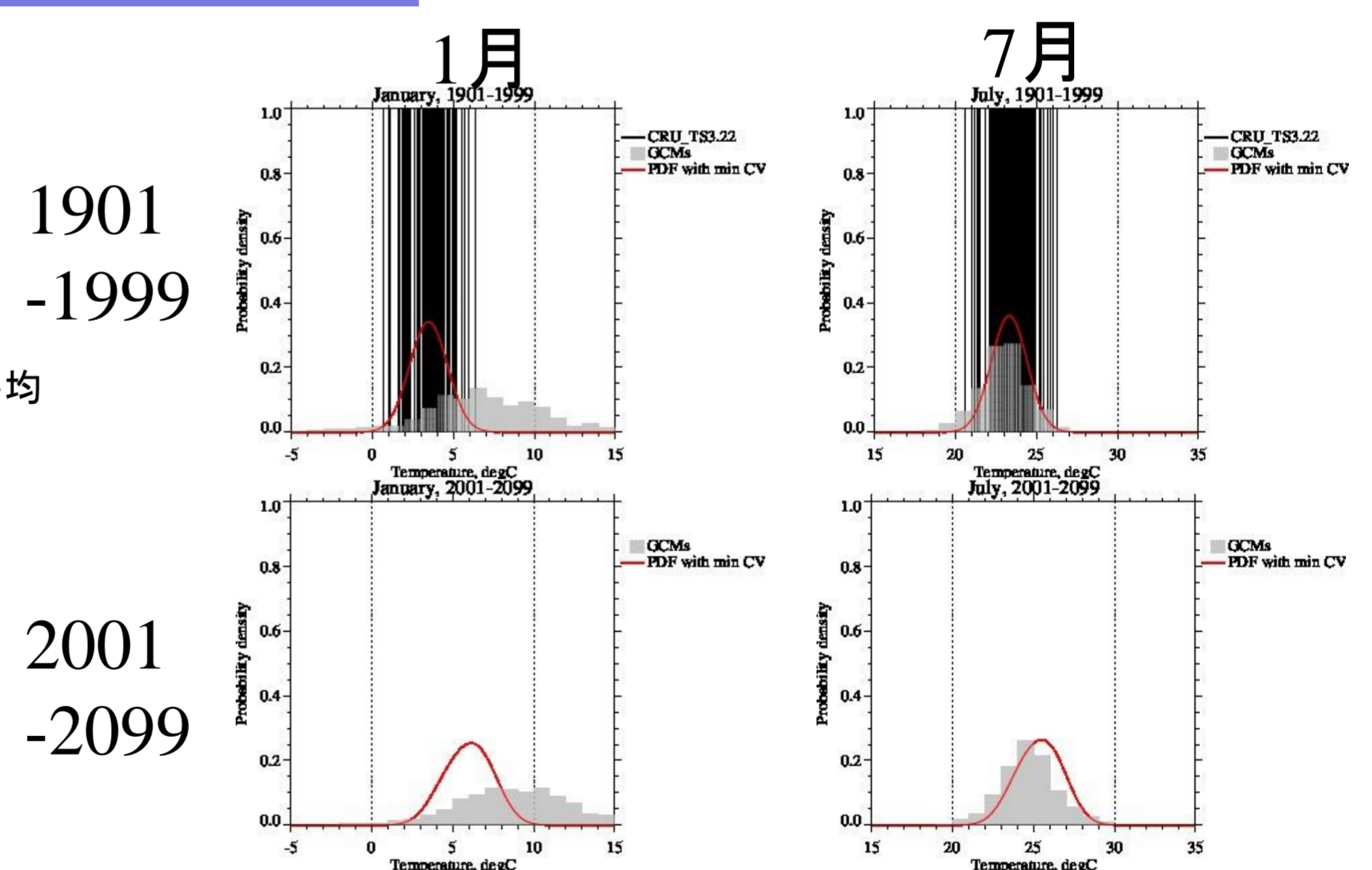
β の推定: Elastic net

$$J = \sum_{t=1}^T \left(y_t - \beta_0 - \sum_{n=1}^N \beta_n x_t^{(n)} \right)^2 + \gamma \left[(1-\alpha) \sum_{n=0}^N \beta_n^2 + \alpha \sum_{n=0}^N |\beta_n| \right]$$

γ, α の選択:

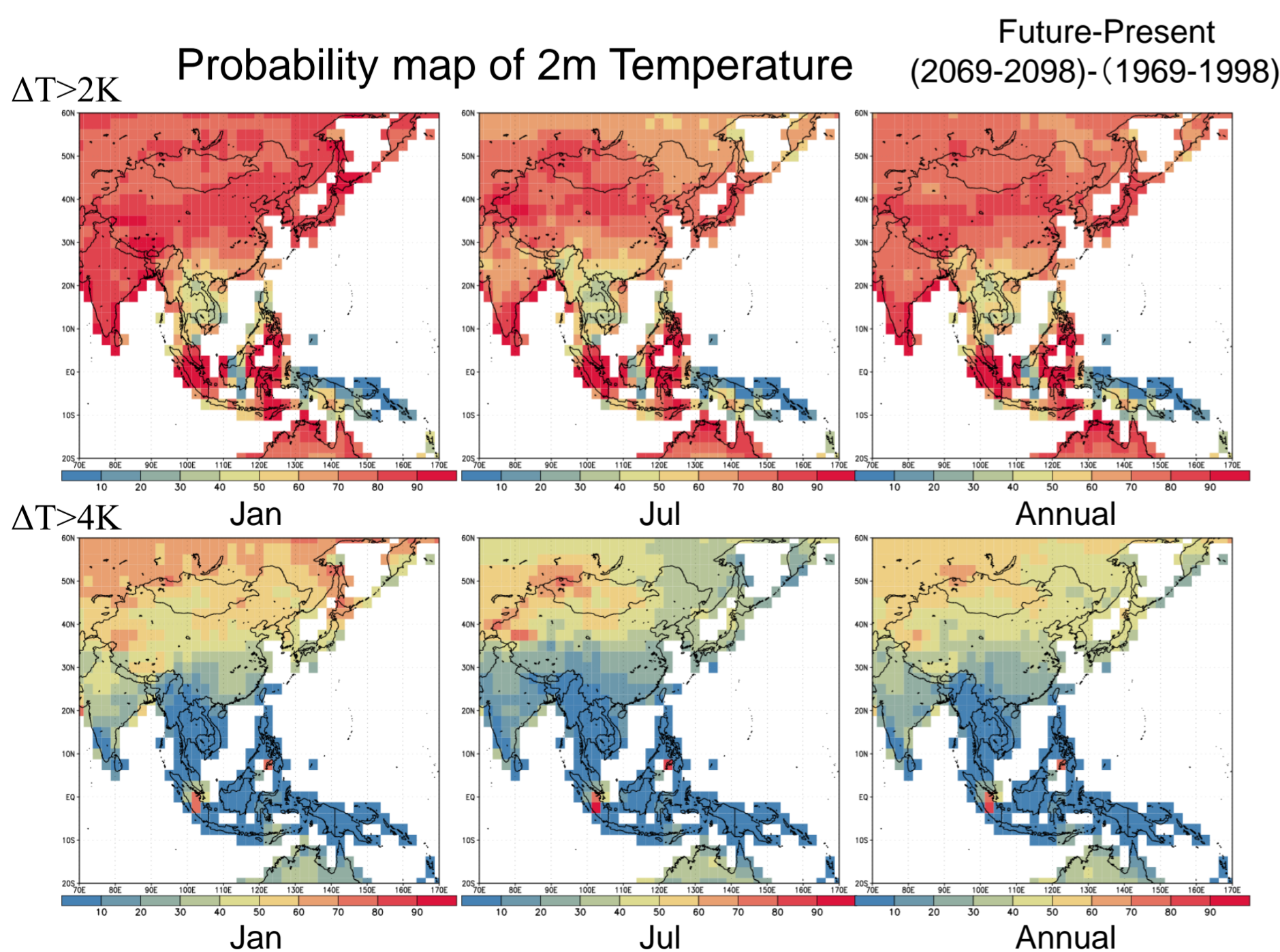
クロスバリデーション $CV = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(y_t - \hat{\beta}_0^{(-t)} - \sum_{n=1}^N \hat{\beta}_n^{(-t)} x_t^{(n)} \right)^2$
・ y_t を用いずに β を推定し、 y_t と比較

東京気温の確率分布



【東アジアにおける21世紀後半の気温上昇の確率地図】

(上図: 2°C以上昇温する確率(%), 下図: 4°C以上昇温する確率(%), 左図: 1月、中図: 7月、右図: 年平均)



低い人口増加のもとでの高度経済成長シナリオ (IPCC SRES A1b排出シナリオ)

【まとめ】

回帰モデルを用いた確率分布の推定法を開発した。

- ・ 予めのモデル誤差値の設定やエミュレータ作成が不要。
- ・ 参加モデルの多数決ではない、冗長性を排した上での確率分布の推定が可能。

東アジア及び日本における気温の将来変化の確率地図を初めて作成した。

- ・ 東アジア及び日本の多くの地域で2度以上月平均気温が上昇する確率が70~80%以上。特に冬期で高い確率。
- ・ 日本で、10年に1回起こりうる高い月平均気温が3~5度以上上昇。特に冬期で高い温度上昇