

粒子フィルタ適用後の洪水予測挙動に着目した分布型流出モデルのパラメータ最適化に関する考察

山下大輔¹・渡邊晋也²・鷺尾信哉²

¹日本工営株式会社 大阪支店 流域水管理部 ²日本工営株式会社 河川計画部

1.背景・課題

【背景】RMSEを最小にするパラメータはPF計算で過小評価傾向！？

- 流出モデルの最適化においてSCE-UA法を用いて、目的関数としてRMSEを最小化する事例が多い。
- 水害リスクラインにおいてデータ同化モデルとして粒子フィルタ（以降、PF）が用いられるが、RMSEを目的関数として最適化されたモデルはPF適用後は立上りやピークが過小となる事例が発生した。

【課題】PF計算と相性の良い最適化手法の選定

- PF計算は計算コストが高く、PF計算結果を用いた通じたパラメータ最適化は非現実的。
- これまでの最適化方法で活用できる、PF計算と相性の良い目的関数や評価指標を示したい。

2.方法

①PFなし計算：ランダムに生成したパラメータ群を用いてPFを適用しない計算を実施

②精度評価A：PF無計算の結果を、RMSE・ピーク誤差率・**立上り勾配誤差率**等で総合評価

③PF計算：②の総合評価から多様な20ケースを選定しPF計算を実施

④精度評価B：RMSE・ピーク誤差率・**過小評価回避率**を評価

⑤特徴分析：PF計算で良好なパラメータは、PFなし計算でどの指標が良好だったのか特徴を分析

⑥評価関数の比較：RMSE・**重み付きRMSE**・**改良版順位合成法**を用いた最適化を実施

⑦精度評価C：各目的関数で得られたパラメータの精度指標を整理

⑧性能評価：どの目的関数がPF計算に良好な指標を得やすいか評価



図1. 検証対象流域

3.PF計算パラメータの特徴分析

PF計算結果：PFなし計算でRMSEが良好なパラメータはPF計算では過小評価となり、立上り勾配が良好なケースは過小評価回避

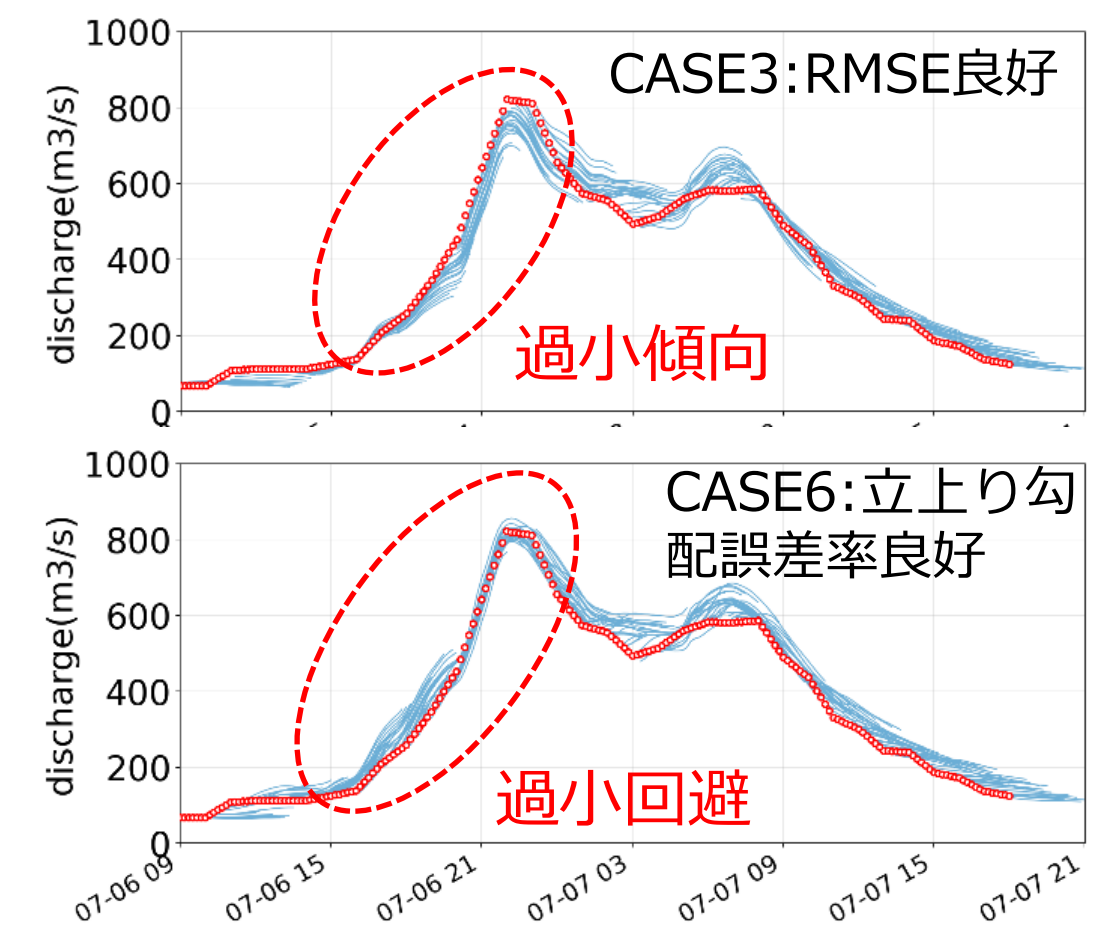


図2. PF計算結果ヒゲ図(H30.7洪水)

特徴分析：PF計算で良好な精度が得られたケースの特徴「**ピーク誤差率 > 0 & 立上り勾配誤差率 > 0**」

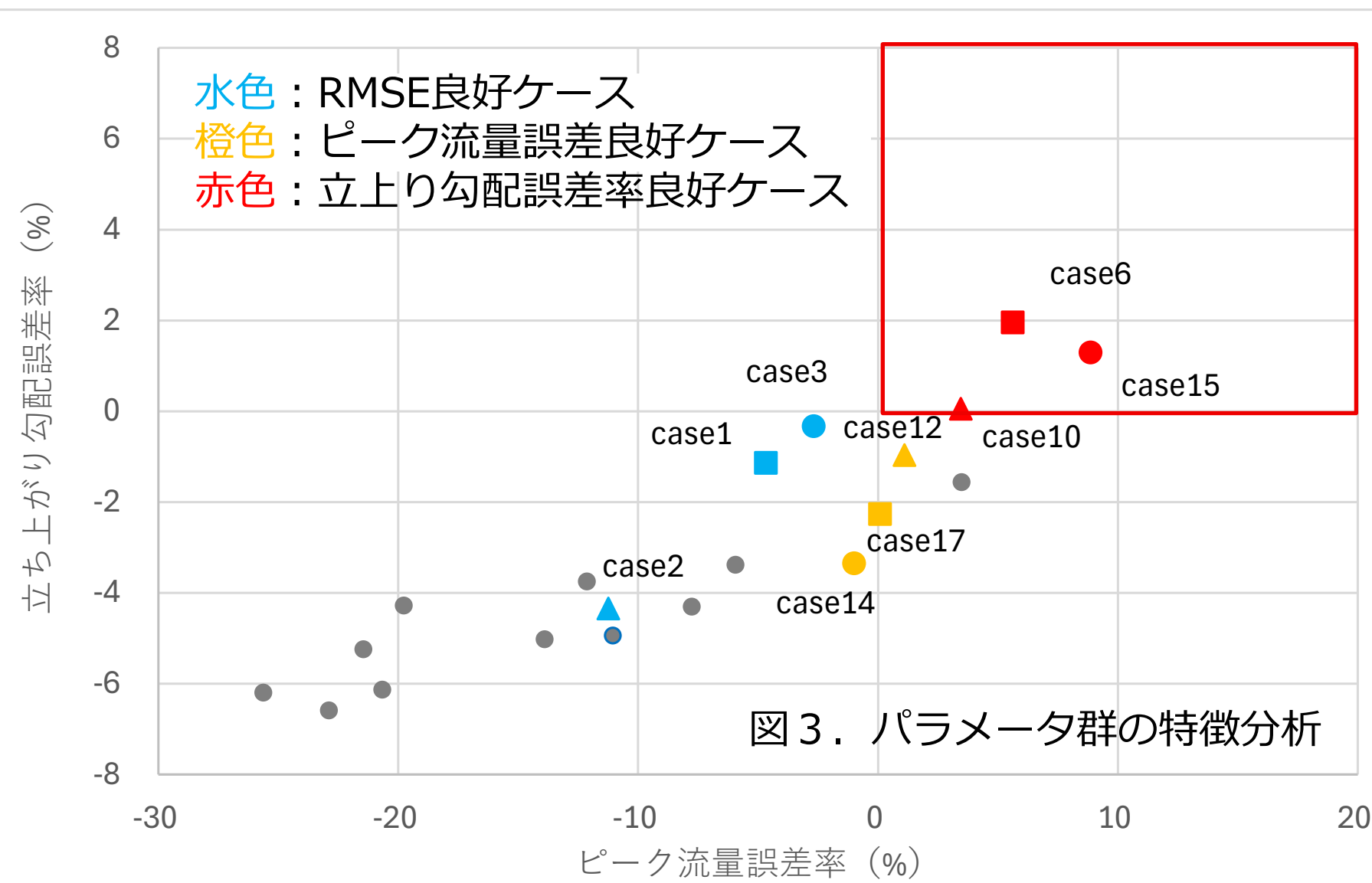


図3. パラメータ群の特徴分析

4.PF計算に適した最適時の目的関数の分析

パラメータの特徴分析：

- RMSE単独と重み付きRMSEはピーク誤差率・立上り勾配誤差率が
- 改良版順位合成法は、PF計算で良好な精度が得られる「**ピーク誤差率 > 0 & 立上り勾配誤差率 > 0**」を確保可能

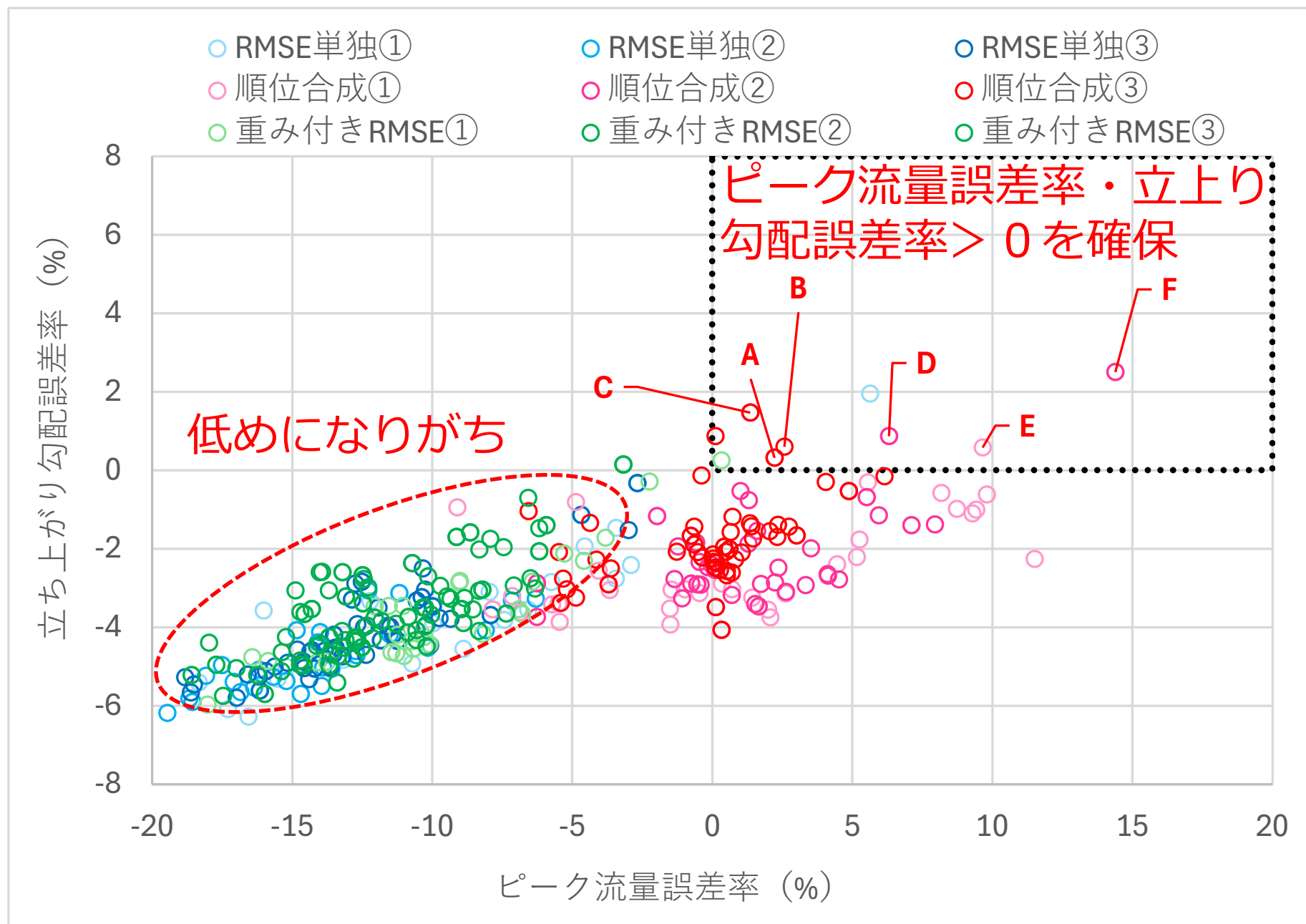


図6. 目的関数別パラメータ群の精度指標

再現性の確認：良好な特徴を備えたパラメータでPF計算を行った結果、過小評価を回避したヒゲ図が得られた。

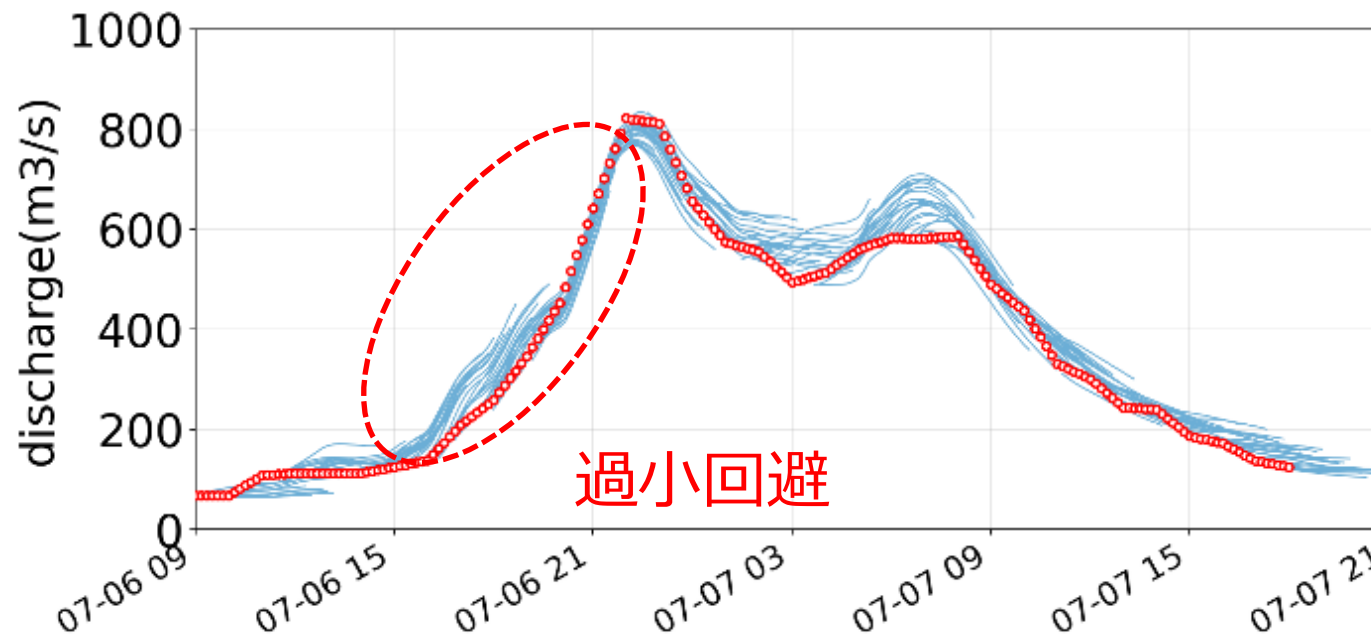


図7. caseC（順位合成法）によるPF計算

他洪水での検証：最適化対象洪水以外の洪水においても過小評価を回避できることを確認

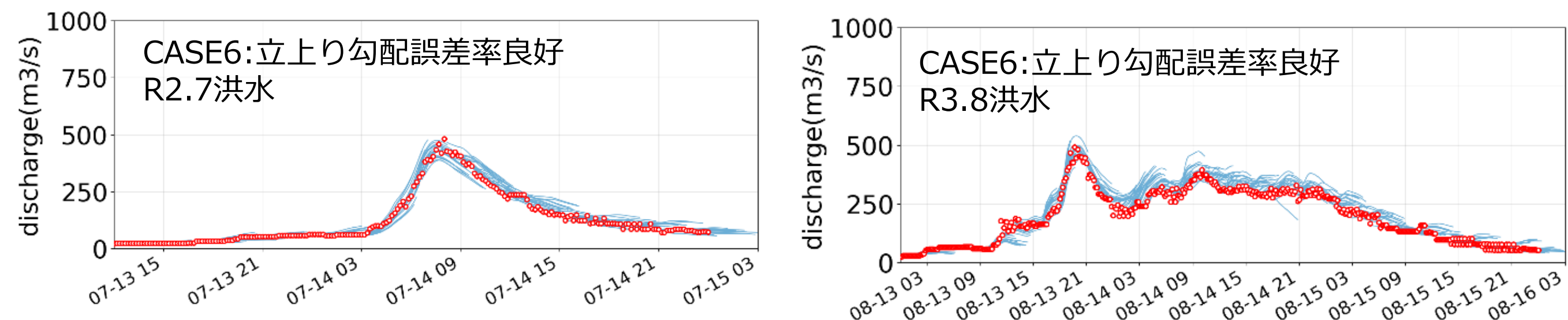


図4. 他洪水におけるPF計算ヒゲ図

5.得られた成果

＜結論＞

- 目的関数として**RMSEの最小化はPF適用後に最適とならない。**
- PF計算で良好な精度を確保するためには、**立上り勾配誤差率を約2%程度大きくすることが重要。**
- このようなパラメータを得るためには**改良版順位合成法が有効。**