

2019年台風19号出水における ダム操作の分析

RESERVOIR OPERATION IN FLOODS DUE TO TYPHOON HAGIBIS

2019年度第3回水資源セミナー
2019年11月18日

京都大学防災研究所
水資源環境研究センター
社会・生態環境研究領域
野原 大督



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



発表の内容

- ダム洪水調節操作の概況
- 相模川水系のダム洪水調節操作の状況
- 降雨予測の状況と事前放流操作の可能性



ダム洪水調節操作の概況



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



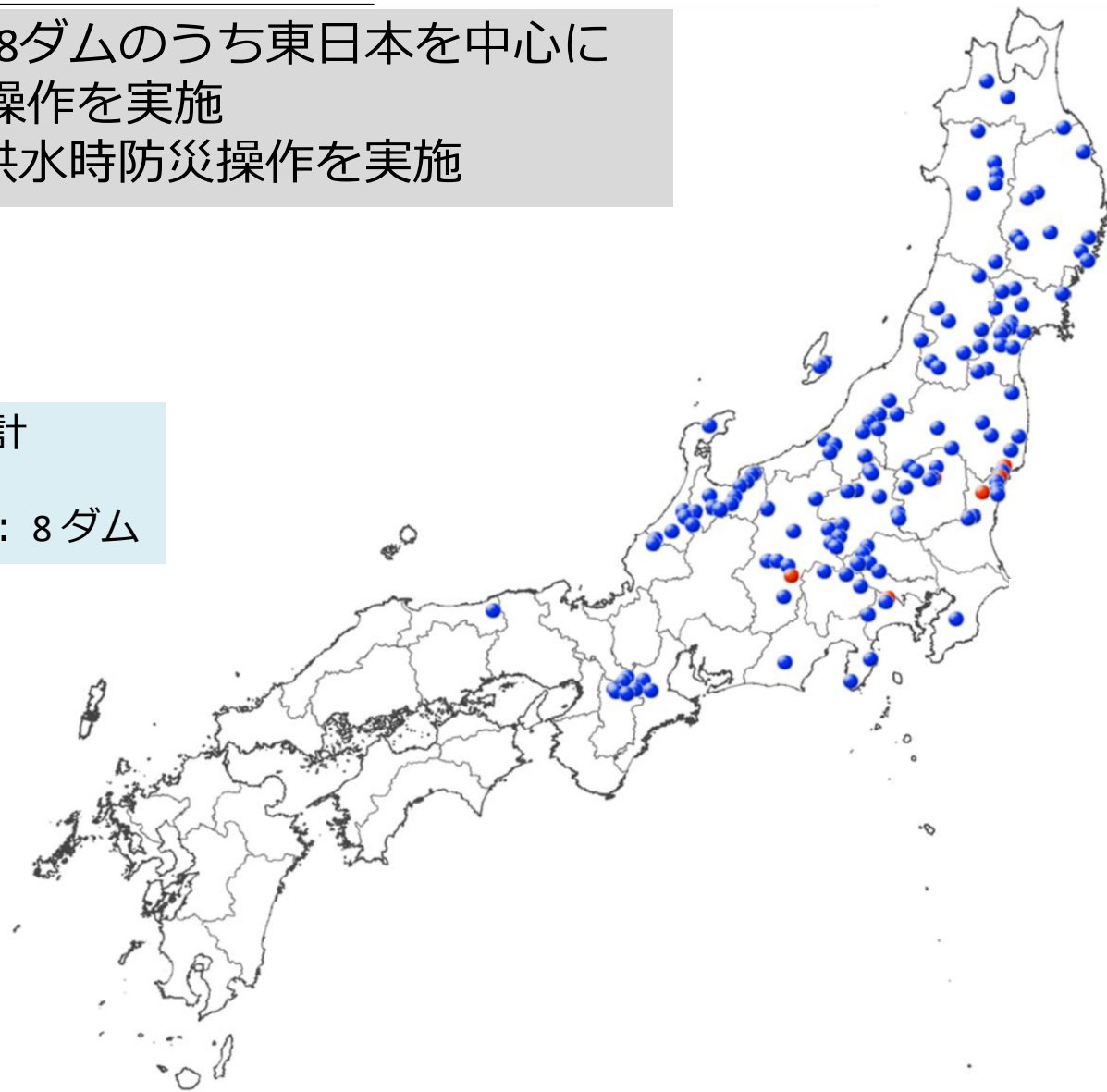
ダムによる防災操作の実施状況

- 国土交通省所管558ダムのうち東日本を中心に139のダムで防災操作を実施
- うち6ダムで異常洪水時防災操作を実施

参考

平成30年7月豪雨での統計

- 防災操作： 213 ダム
- 異常洪水時防災操作： 8 ダム



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



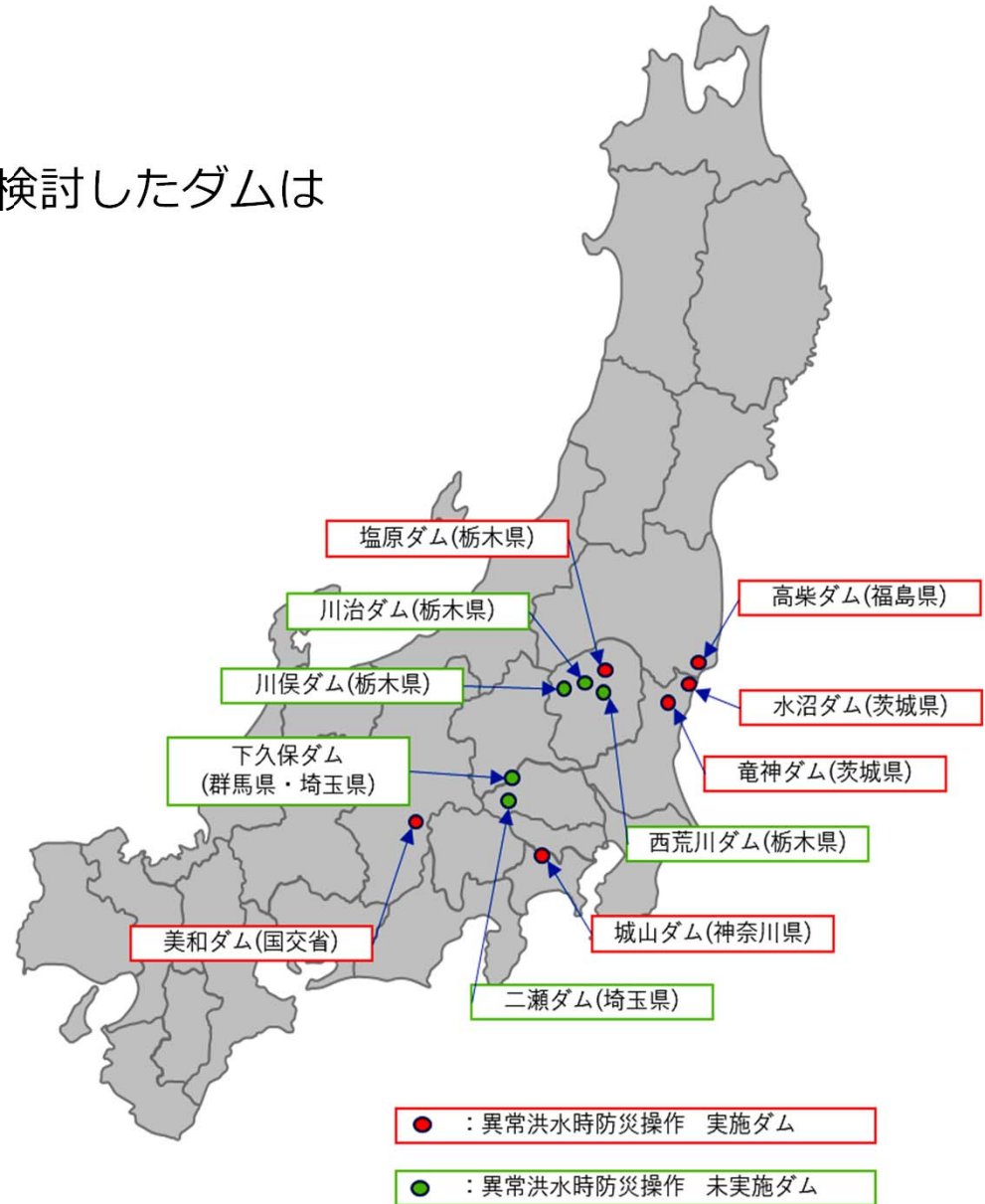
(出典：国土交通省)

異常洪水時防災操作の実施状況

- 6ダムで実施
- 5ダムで実施を計画したものの回避
- 相模川水系宮ヶ瀬ダムなど、実施を検討したダムはさらに存在



相模川水系城山ダム



異常洪水時操作を実施したダムの状況

- 天竜川水系美和ダムでは異常洪水時防災操作を行ったものの、放流増はわずか
- 相模川水系城山ダムと鮫川水系高柴ダムでは流入ピーク直前に異常洪水時防災操作を開始、流入ピーク直後にすり付け（放流ピーク）
- 那珂川水系塩原ダムでは2度目のピーク直後にすり付け（※要データ検証）



放流率の分析

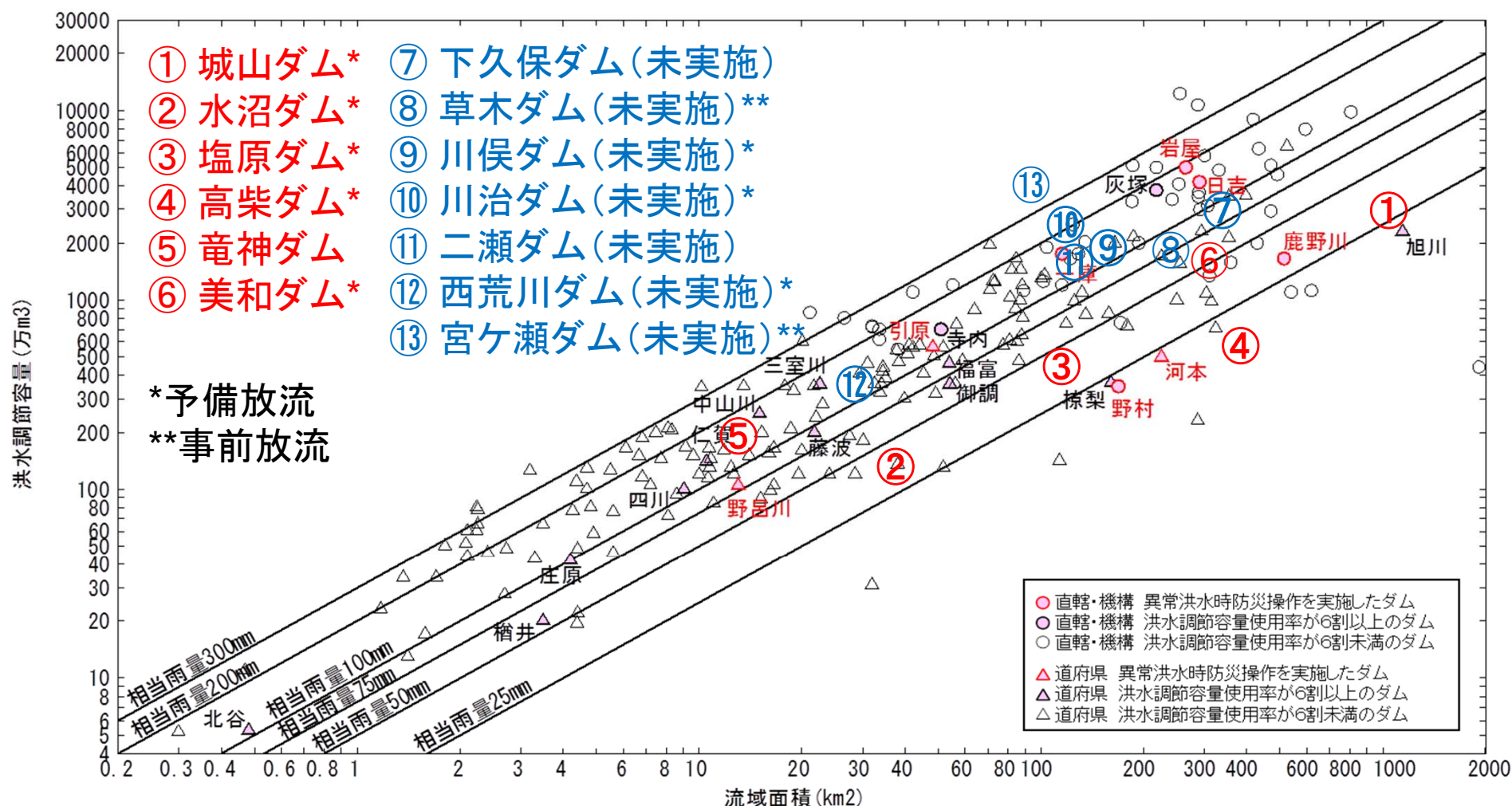
- 全ての流入ピーク後に異常洪水時防災操作実施でピーク放流率が軽減
 - 最大ピーク前の同操作実施によりピーク放流率が上昇
- 角・野原（2019）に加筆

ダム	水系	流入波形タイプ	最大流入量 $Q_{\max}$ [m ³ /s]	最大放流量 $R_{\max}$ [m ³ /s]	ピーク放流率 $R_{\max}/Q_{\max}$	異常洪水時防災 操作開始の時期	洪水調節 容量使用率
野村	肱川	一山後期集中	1942	1797	0.93	ピーク前	10割以上
鹿野川	肱川	一山後期集中	3800	3742	0.98	ピーク前	10割以上
岩屋	木曽川	複数ピーク	1340	945	0.71	最終ピーク時	9割以上
一庫	淀川	複数ピーク	626	332	0.53	最終ピーク後	9割以上
日吉	淀川	複数ピーク	1258	907	0.72	最大ピーク後	10割以上
引原	揖保川	複数ピーク	285	135	0.47	最終ピーク後	8割以上
河本	高梁川	複数ピーク	877	747	0.85	最大ピーク後	10割以上
野呂川	野呂川	複数ピーク	187	178	0.95	最大ピーク前	10割以上
美和	天竜川	一山～二山	881	479	0.54	ピーク後	8割以上
城山	相模川	一山	4718	4327	0.92	ピーク直前	10割以上
塩原	那珂川	一山～二山	717	650	0.91	ピーク付近	9割以上
高柴	鮫川	一山	1681	1595	0.95	ピーク付近	-

異常洪水時防災操作対象ダムの 洪水調節容量評価(相当雨量(mm))

角 哲也 教授 提供

○ダムの相当雨量(ダムの洪水調節容量／流域面積)

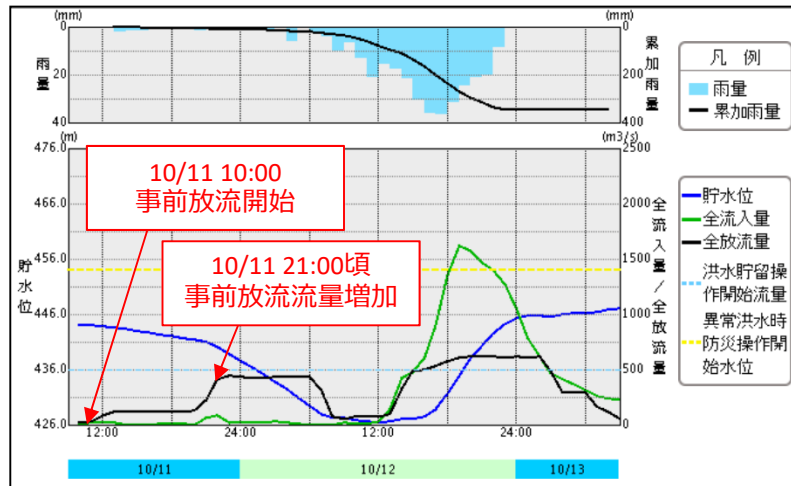


※1 洪水調節容量: 各ダムの洪水調節容量(平成30年7月豪雨の時期)
※2 流域面積: ダム地点上流の流域面積

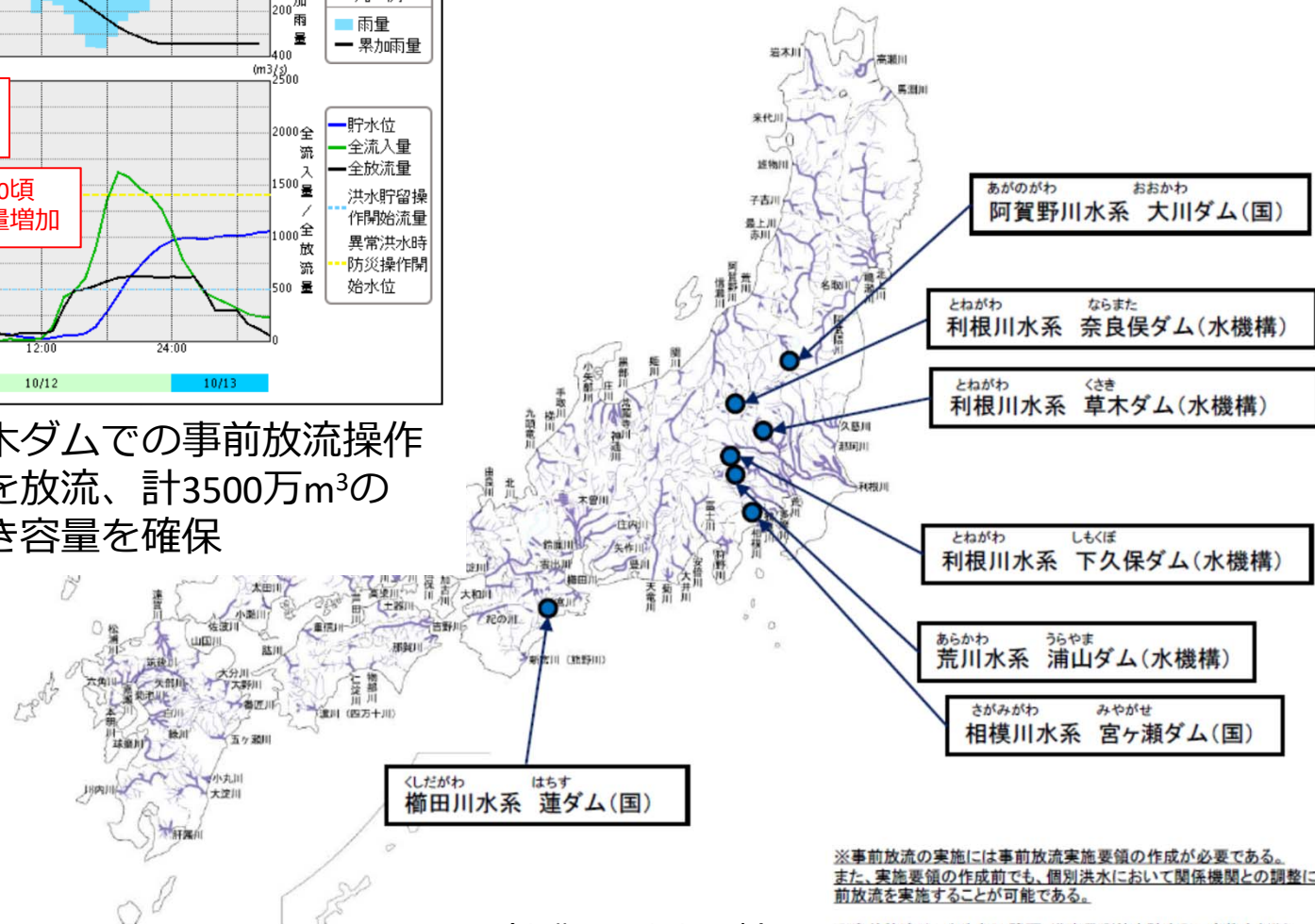
国土交通省資料に加筆

事前放流操作の実施状況

国・水資源機構管理ダムのうち7ダムで事前放流を実施



利根川水系草木ダムでの事前放流操作
約2000万m³を放流、計3500万m³の
空き容量を確保



※事前放流の実施には事前放流実施要領の作成が必要である。
また、実施要領の作成前でも、個別洪水において関係機関との調整により事前放流を実施することが可能である。

※事前放流は、出水毎に降雨・洪水予測等を踏まえて実施を判断しており、出水毎の実施ダム数の多寡を単純に比較できない。

(出典：国土交通省)

特別防災操作の事例

- 名取川水系釜房ダムでは特別防災操作を実施したものとみられる
 - 一定率で増加後400m³/sで放流据え置き
 - 流入ピーク後に無害流量300m³/sまで放流量を低下
- 阿武隈川水系三春ダムでは計画最大放流量の3割程度の放流（特別防災操作要領策定済み）
- 阿武隈川水系の摺上川ダムではほぼ全量カット
- 同水系七ヶ宿ダムでも流入量のほとんどをカット
- その他、特別防災操作ではないものの、試験湛水中の八ッ場ダムでは、流入水をほぼ全貯留。約7500万m³を貯留。（利根川上流ダム群の貯留量の5割超）

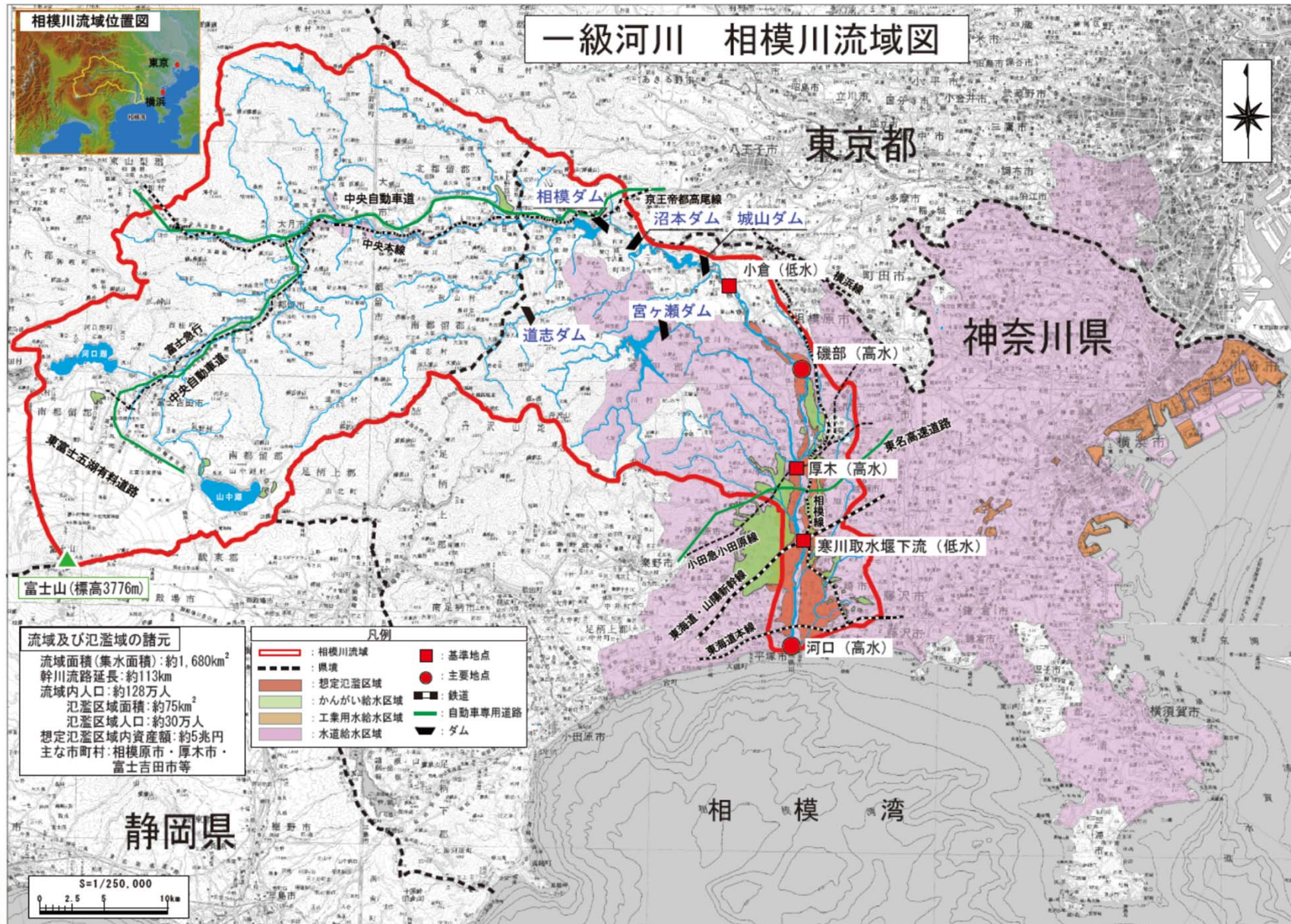


相模川水系のダム洪水調節操作の状況



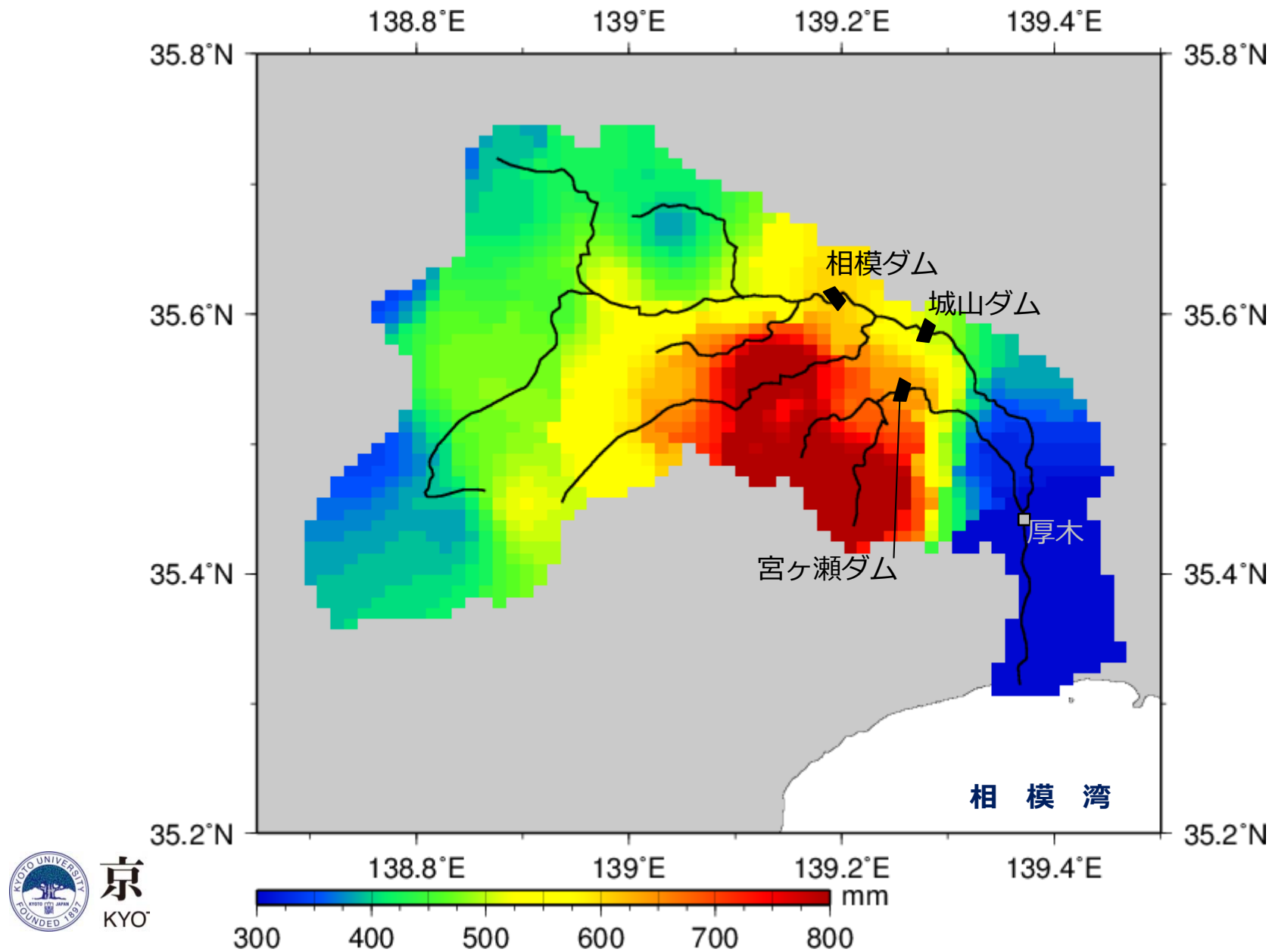
流域の概要

流域面積1680km²の一級河川



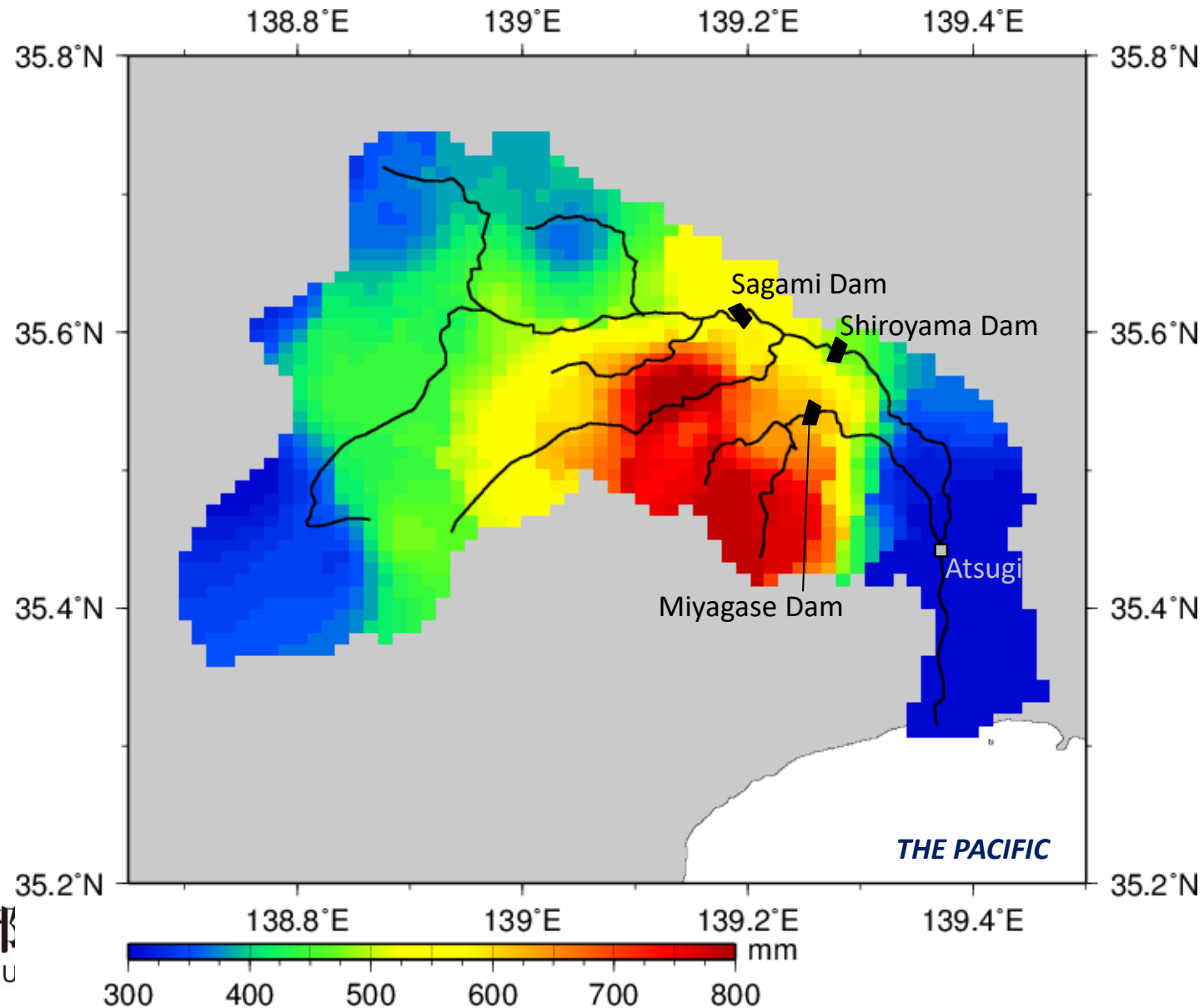
(出典: 国土交通省)

総降雨量の分布（10月10日20時～10月12日21時）



24時間雨量の分布（10月11日22時～10月12日21時）

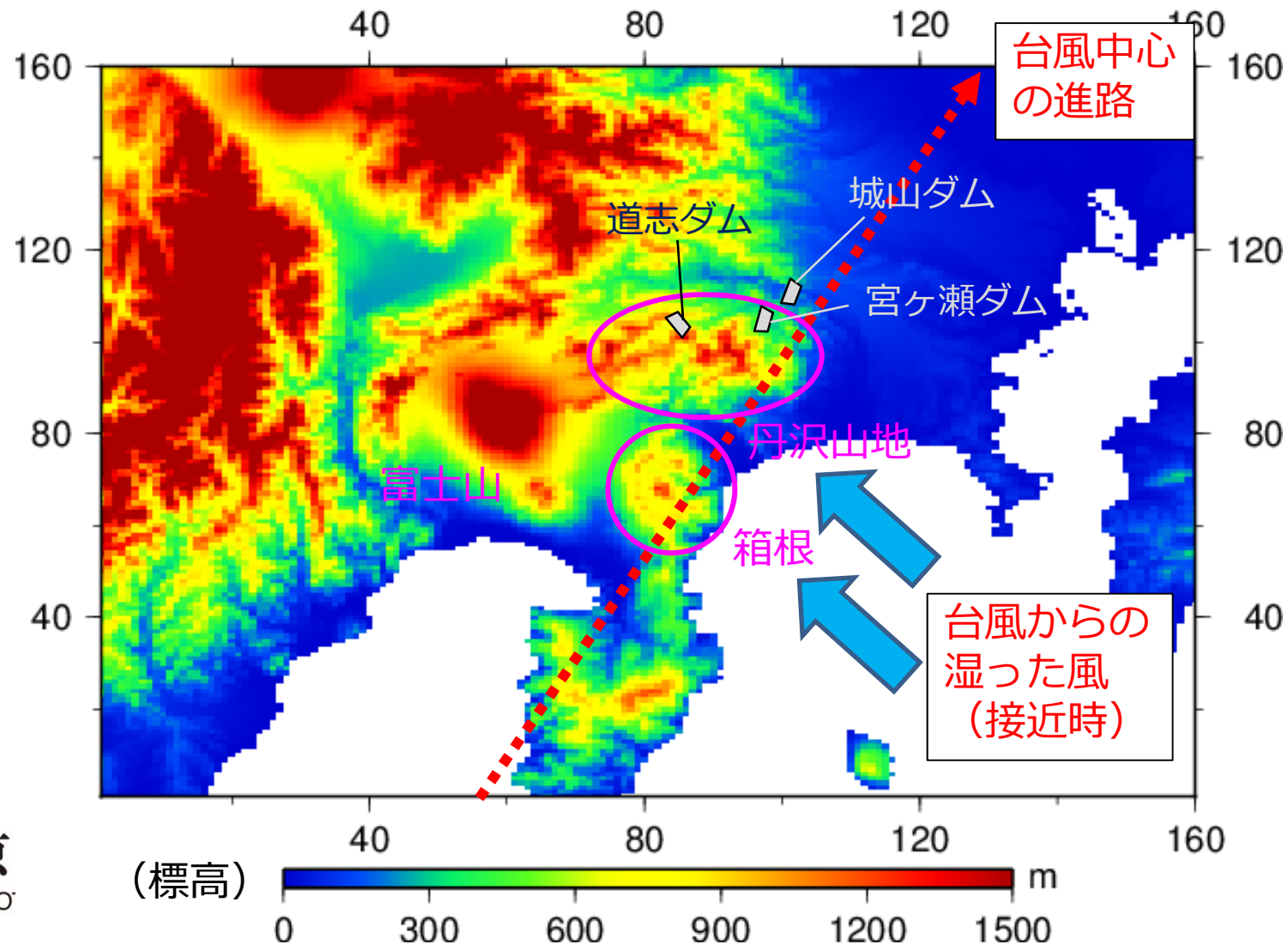
総雨量の大部分が最後の24時間に観測



京都
KYOTO U

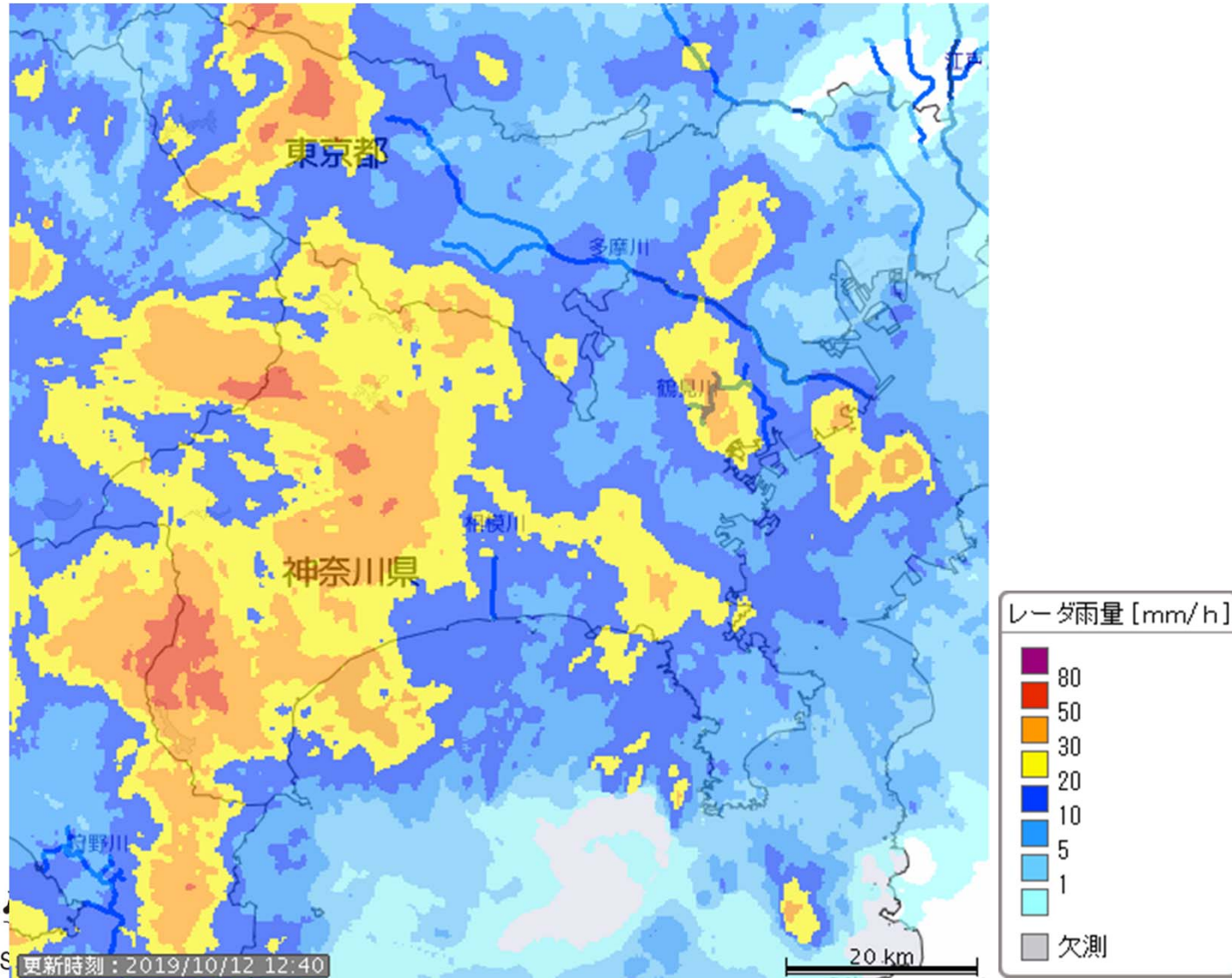
大雨の要因

雨量が多かった宮ヶ瀬ダム上流付近には、標高1500mほどの丹沢山地が存在。台風接近時に南東からの湿った風が山地にぶつかり降雨が発生しやすかったこと、台風中心が通過したことで台風本体の雨雲によるまとまった降雨が最後にあったことなどが大雨の要因として考えられる。



降雨状況 (XRAIN, 10月11日22時～12日22時)

台風接近時の南東からの湿った風が丹沢山地にぶつかりまとまった降雨、最後に台風本体の通過に伴う強雨により、宮ヶ瀬ダム上流域、道志ダム付近で降雨量が増加



京都大
KYOTO UNIVERSITY

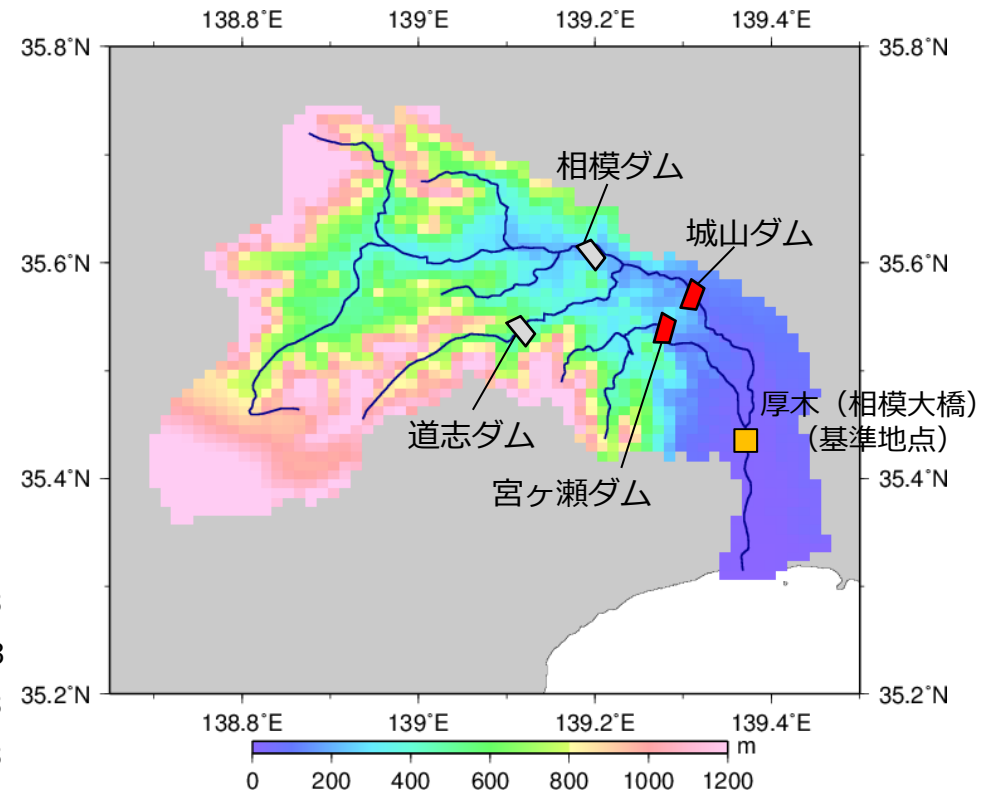
流域の洪水調節施設

城山ダム

有効貯水量 : 54,700千 m³
洪水調節容量 : 27,500千 m³
利水容量 (洪水期) : 41,600千 m³
利水容量 (非洪水期) : 51,200千 m³
予備放流容量 (洪水期) : 14,400千 m³
集水面積 : 1,201 km²
洪水期 : 6月1日～10月15日

宮ヶ瀬ダム

有効貯水量 : 183,000千 m³
洪水調節容量 : 45,000千 m³
利水容量 (洪水期) : 138,000千 m³
利水容量 (非洪水期) : 183,000千 m³
集水面積 (直接) : 101 km²
集水面積 (間接) : 113 km²
洪水期 : 6月16日～10月15日



※相模ダム (48,200千m³)、道志ダム (616千m³) は利水専用ダムで
洪水調節容量を持たない

城山ダムの洪水調節方式

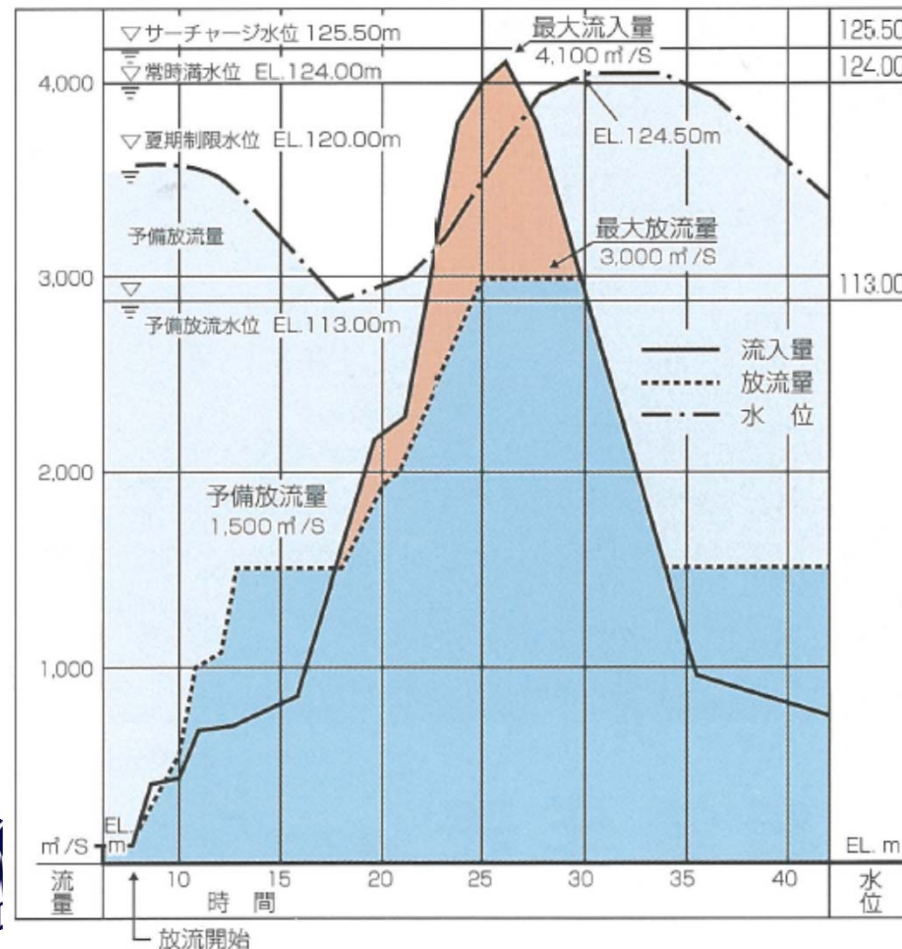
洪水調節方式： 予備放流→定率・定量放流

洪水調節開始流量： 1,500 m³/s

計画最大流入量： 4,100 m³/s

計画最大放流量： 3,000 m³/s

※予備放流によりEL113.0m以下に水位を下げる（洪水期制限水位から14,400千m³を放流）



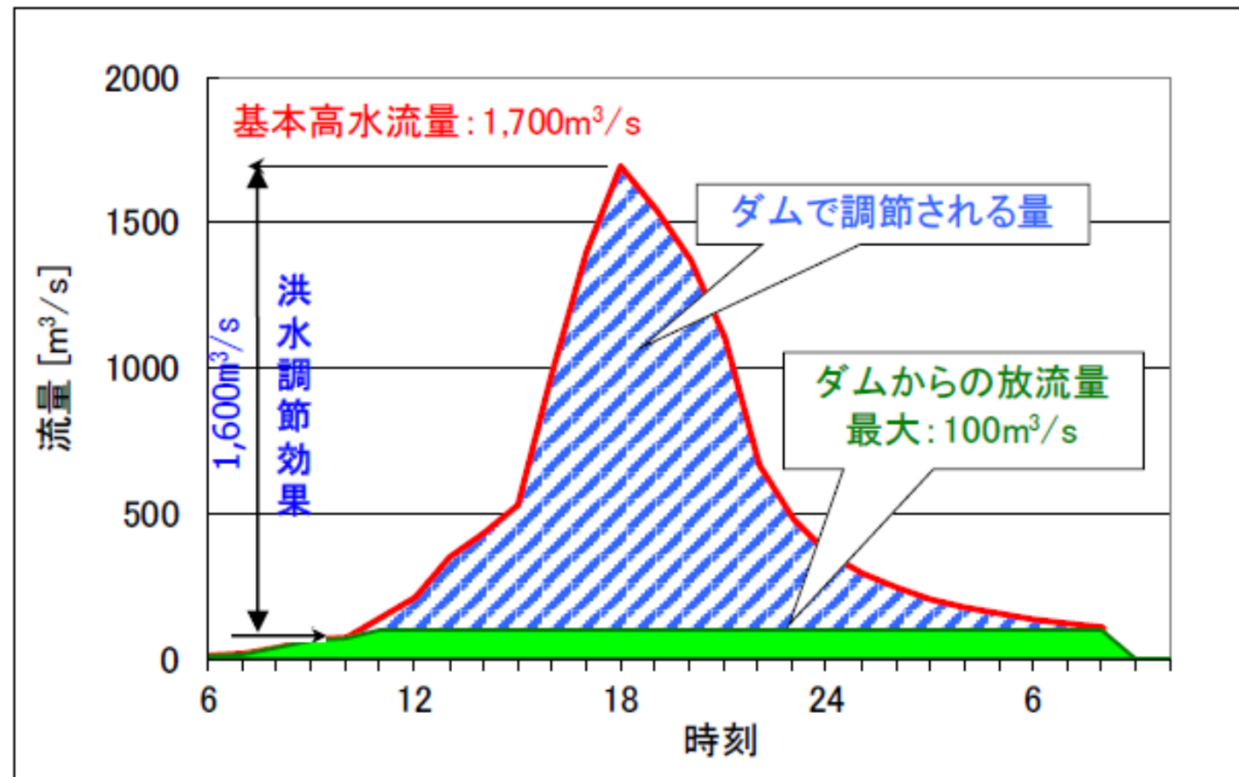
京都大学
KYOTO UNIVERSITY



(出典：神奈川県)

宮ヶ瀬ダム洪水調節方式

洪水調節方式： 一定量放流方式
洪水調節開始流量： $100 \text{ m}^3/\text{s}$
計画最大流入量： $1,700 \text{ m}^3/\text{s}$
計画最大放流量： $100 \text{ m}^3/\text{s}$



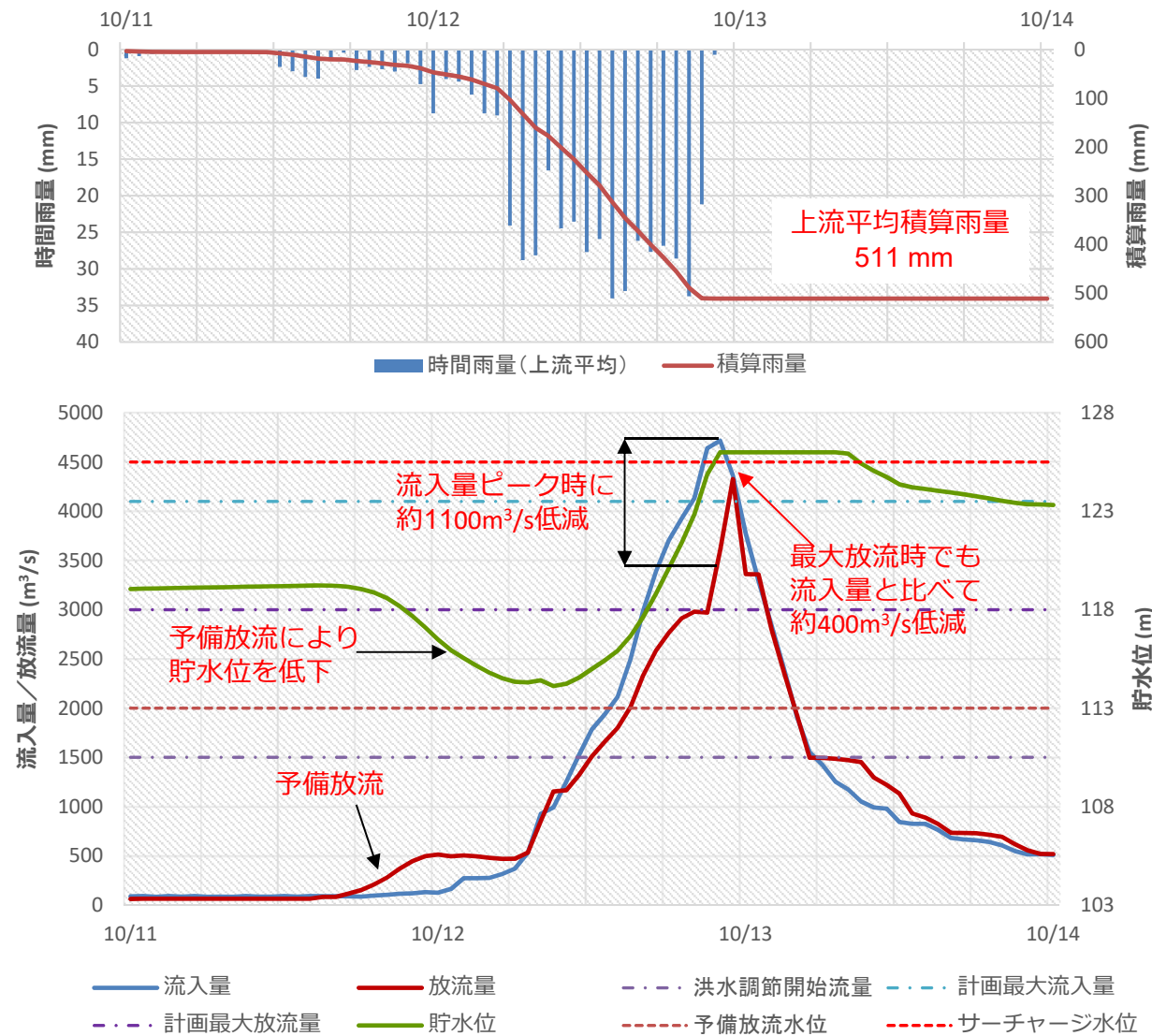
(出典：国土交通省)



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



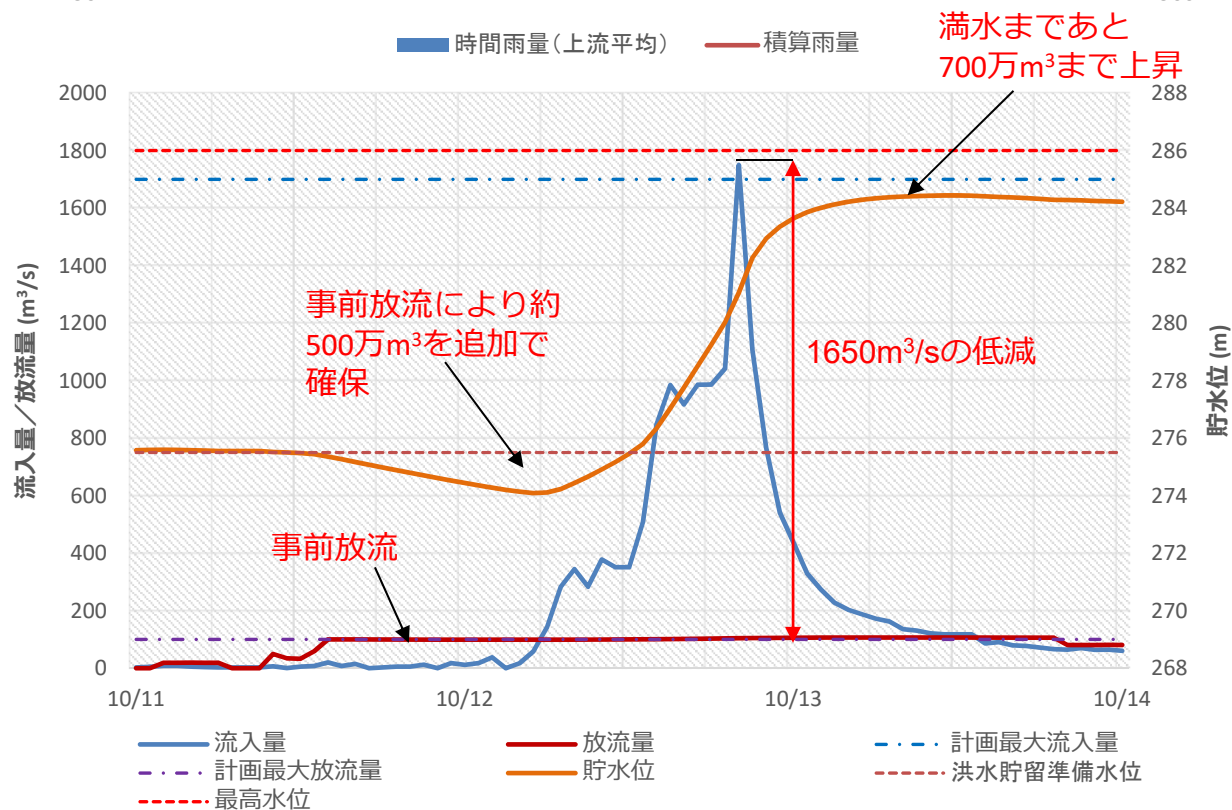
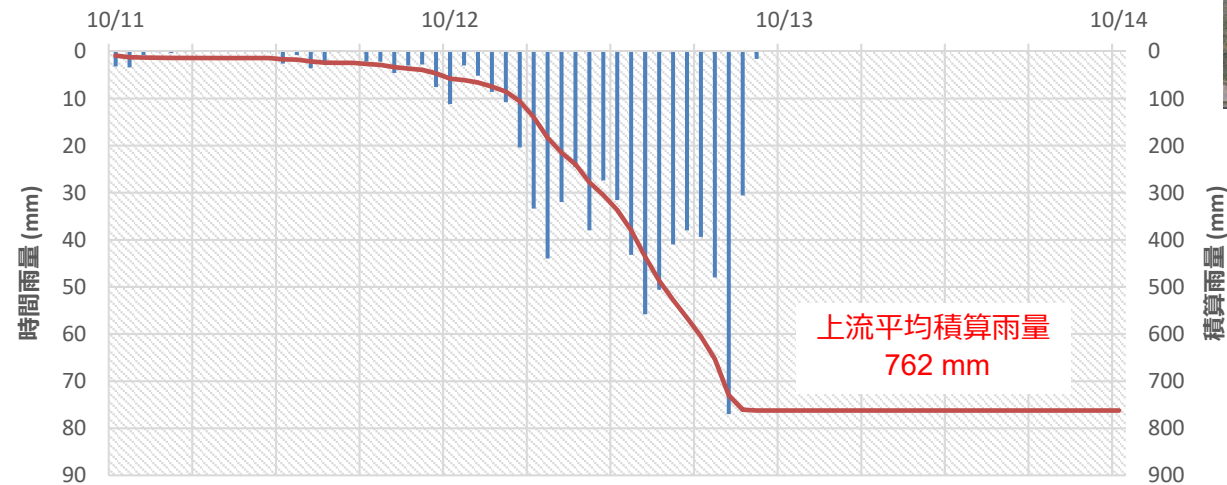
城山ダム操作状況



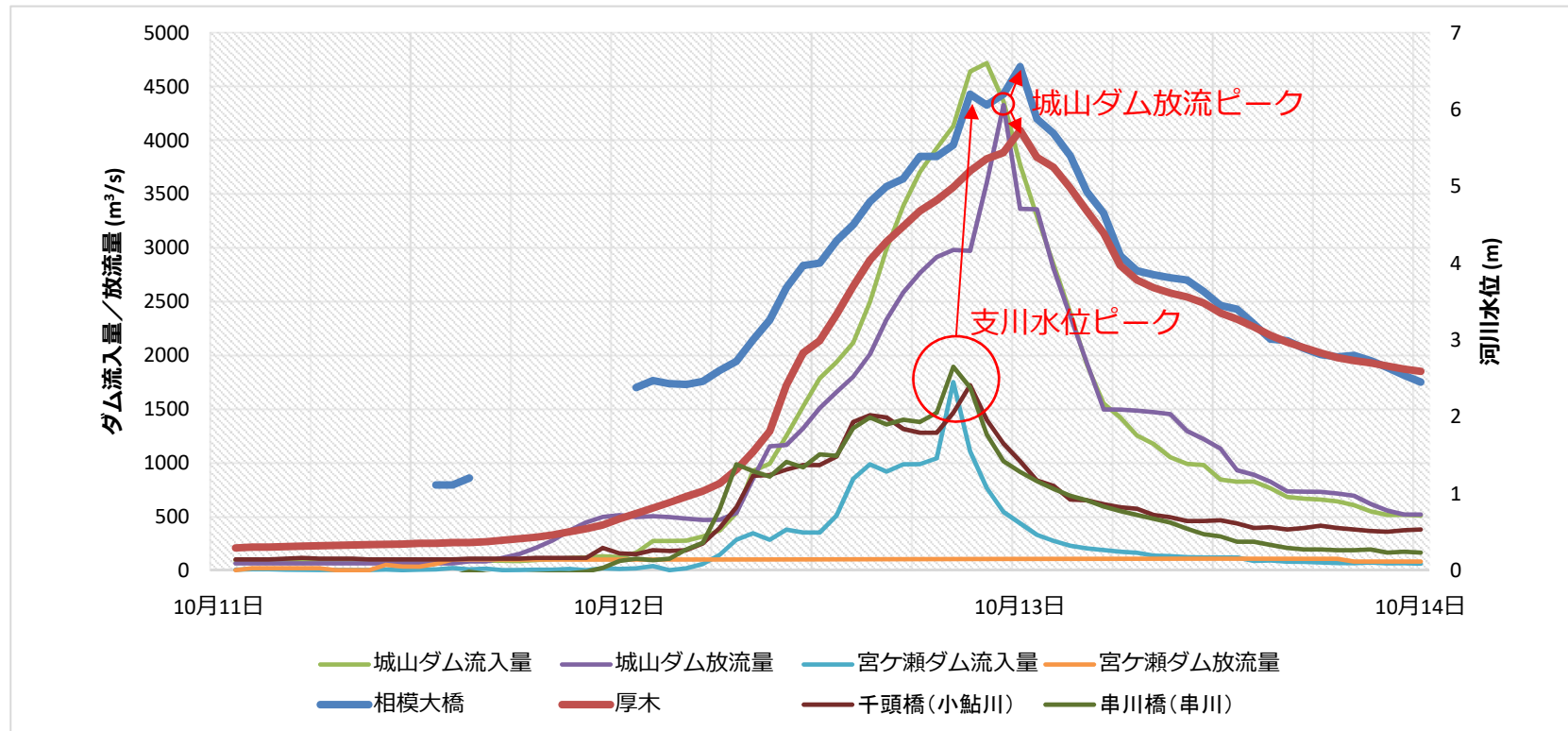
京都大学
KYOTO UNIVERSITY

※ 川の防災情報の特別データを使って作図しているが、城山ダムの貯水位データは1-2mほど過大（本沢ダムの貯水量を加味して換算）であり、実際には予備放流でEL112mにまで低下

宮ヶ瀬ダム操作状況



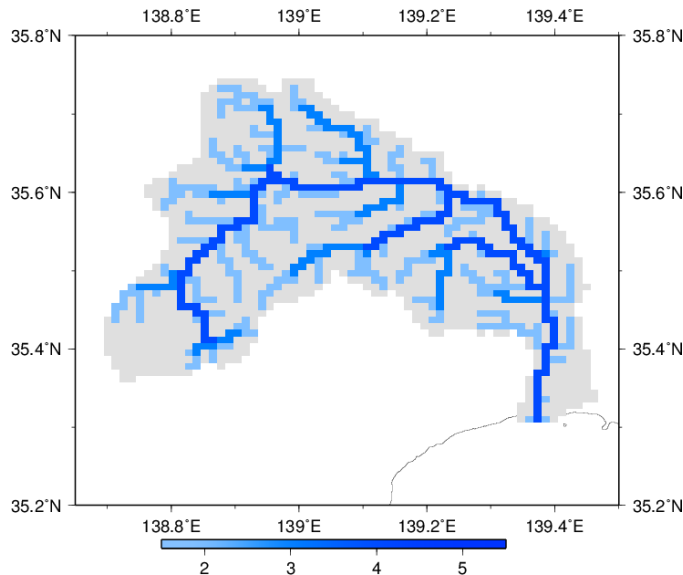
相模川下流水位と上流ダム操作の関係



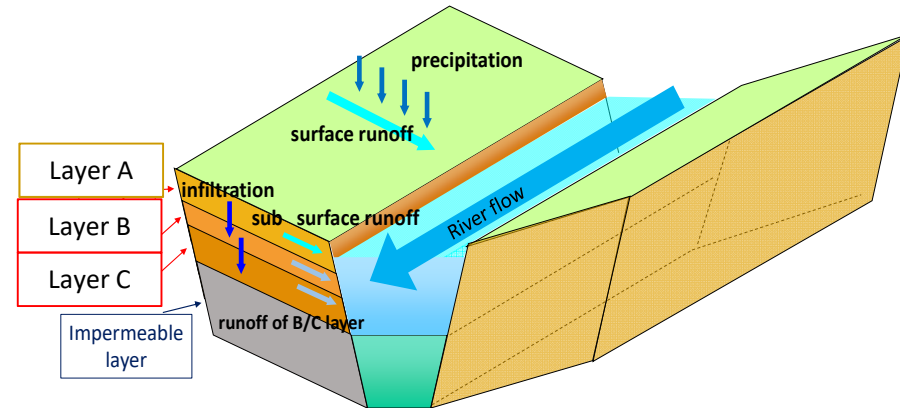
- 相模大橋・厚木の水位には、上流域の規模から城山ダムの放流が大きく影響。
- 右支川の水位ピーク到達が早く、城山ダムの異常洪水時防災操作はこれら支川からの流入が減り始めた段階で開始されており、ピークをややずらしている。
- 宮ヶ瀬ダムが流量を相当低減しているため、宮ヶ瀬ダムが無い場合は相模大橋での最初の水位ピーク（12日21時）がもっと大きくなっていた可能性有り。

流出解析によるダムの治水効果の検討

Hydro-BEAM (**H**ydrological River **B**asin **E**nvironment **A**ssessment **M**odel)



Run-off routing of river basin

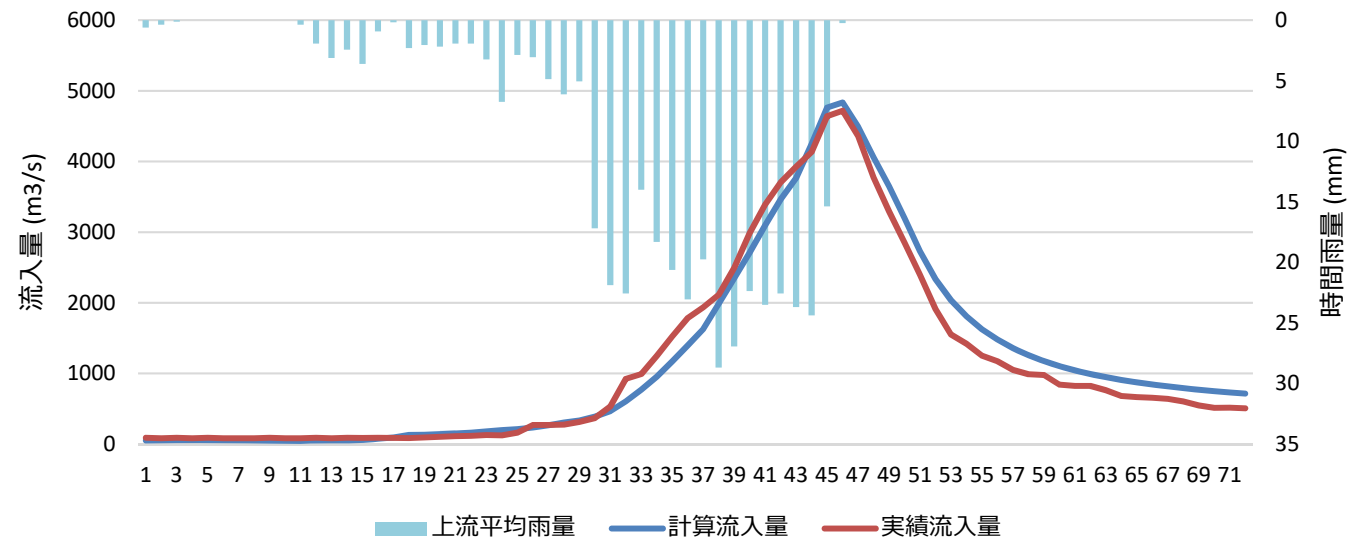


Structure of each mesh cell

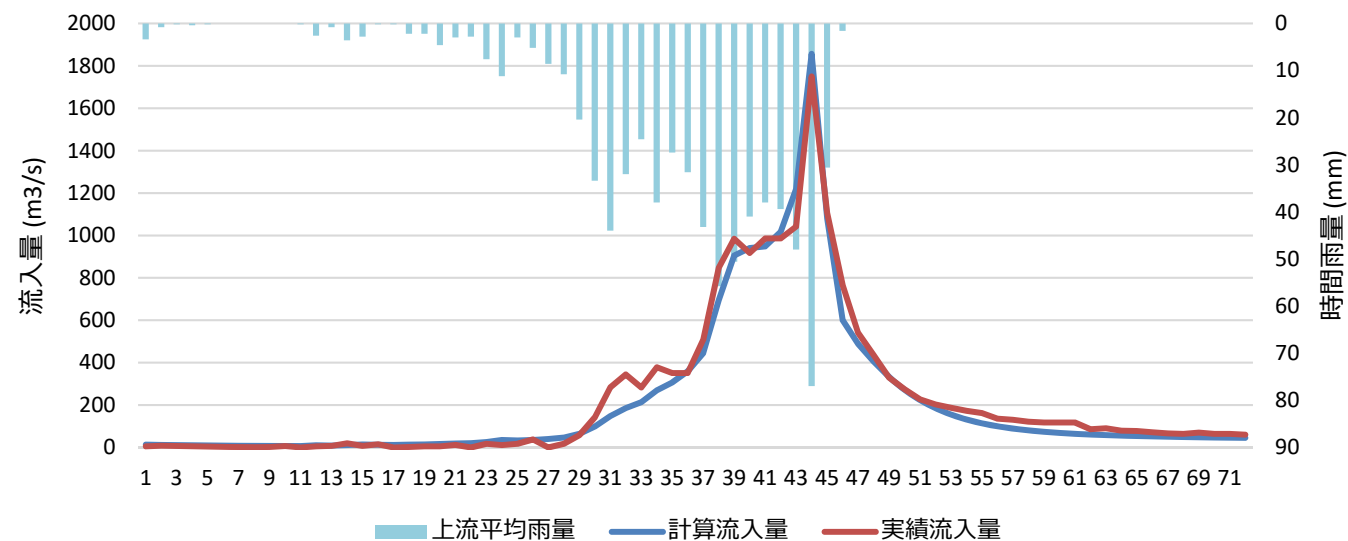
- ❑ A cell grid type rainfall-runoff model developed by *Kojiri et al.* (1998)
- ❑ Each mesh cell consists of **one river channel** and **two slopes** interposing the river
- ❑ Each slope has three vertical layers named Layers A, B and C from the top
- ❑ **Kinematic wave model** for Layer A and surface flow
- ❑ **Storage function model** for Layers B and C
- ❑ Squared mesh of **1km by 1km**, calculated with time resolution of 10 min
- ❑ Evapotranspiration process was not considered in this case study

流出計算によるダム流入量の再現性

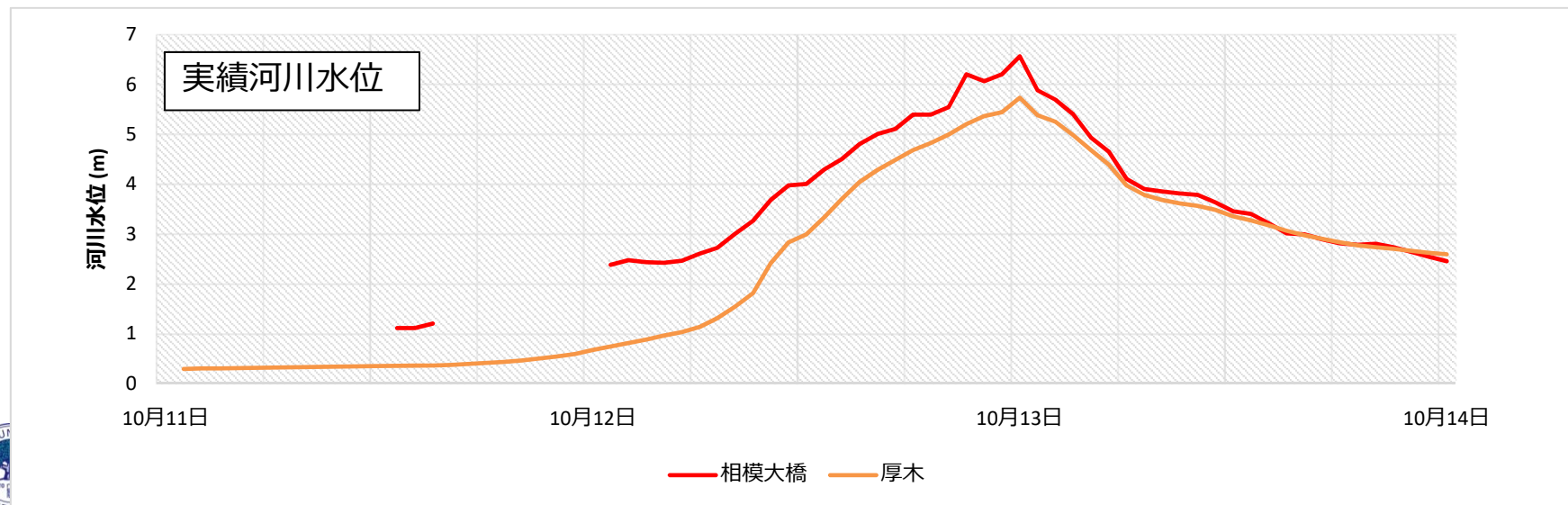
城山ダム



宮ヶ瀬ダム



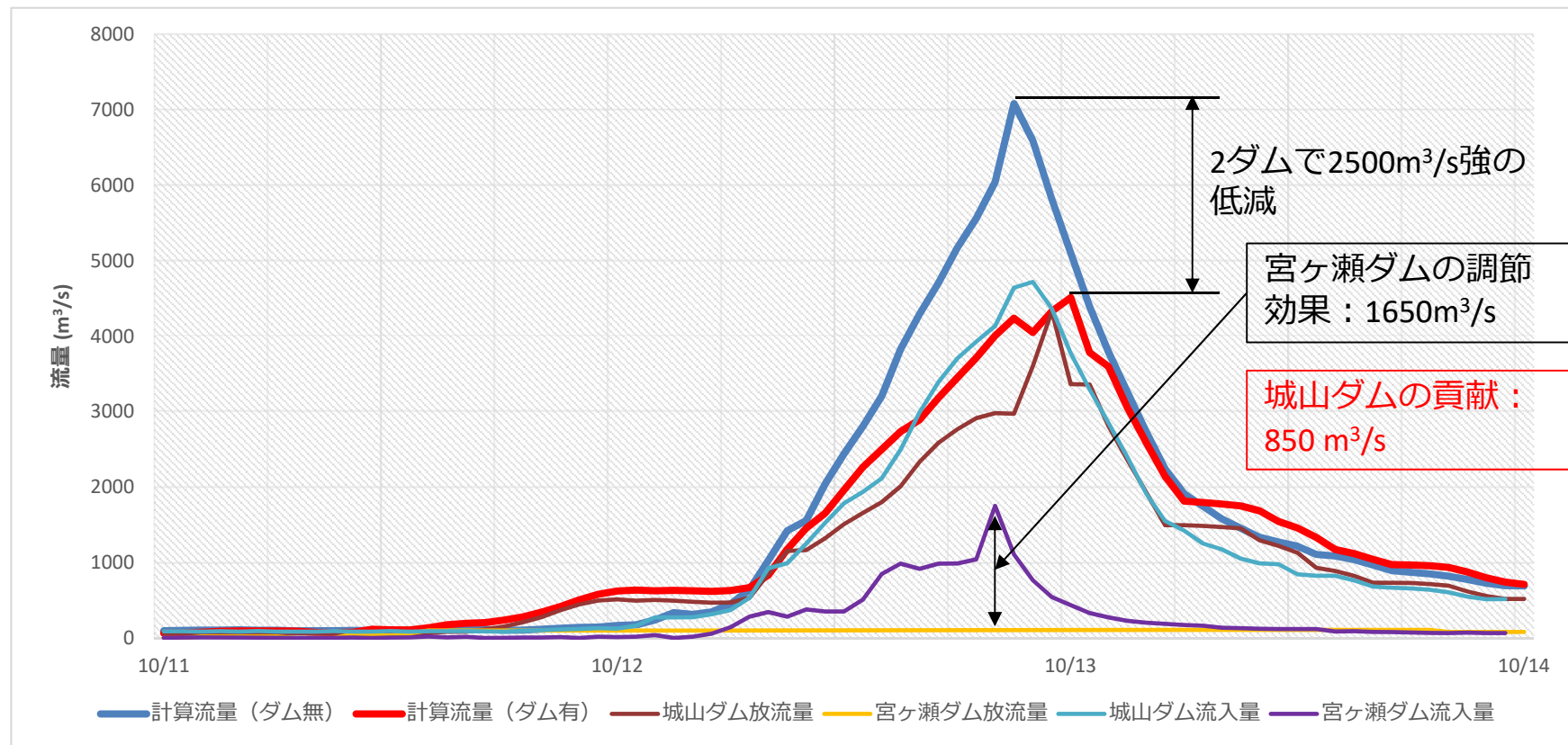
相模大橋（厚木）地点の計算流量と実績河川水位の比較



宮ヶ瀬ダム・城山ダムの洪水調節操作の効果

- 相模大橋地点の河川流量を2ダムで2500 m³/s強を低減
- 仮に宮ヶ瀬ダムの相模地点での流量低減効果をダム地点と同じ1650m³/sとすると、城山ダムの低減効果は約850m³/s(ダム流入量ピーク時は約1150m³/s)

相模川下流流量の比較（相模大橋地点、速報版）



気象庁週間アンサンブル予報による 予測状況



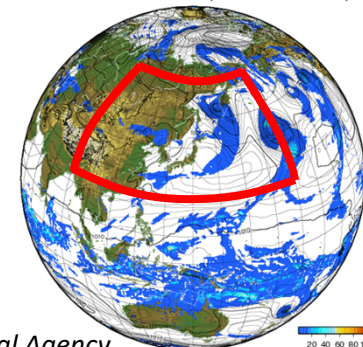
京都大学
KYOTO UNIVERSITY



気象庁週間アンサンブル予報GPV

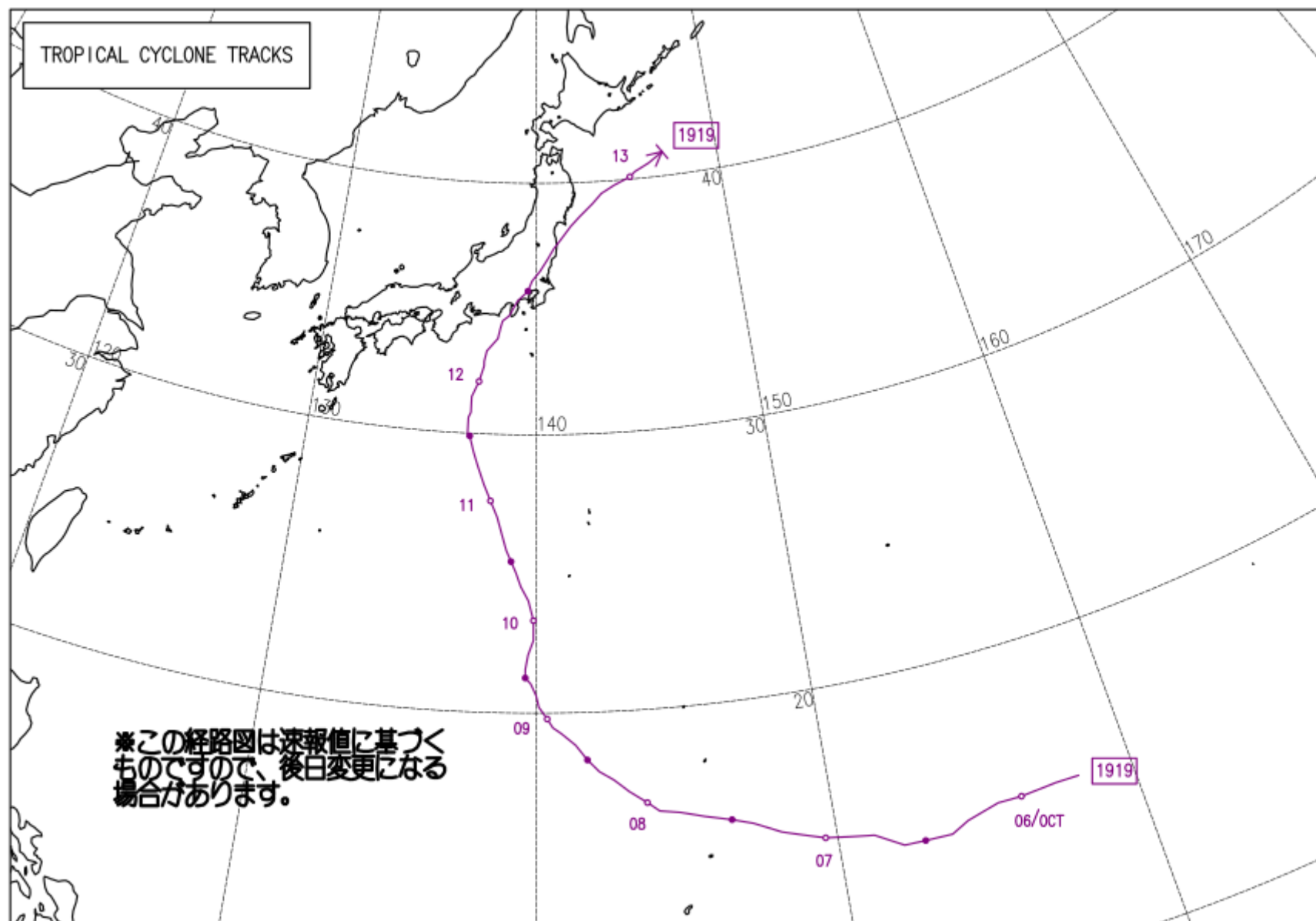
	One-week Ensemble Forecast (EPSW)
Lead time	264 hours (11 days)
Spatial Coverage	Japan Area
Spatial Resolution	1.25 degrees grid *Higher resolution available (0.5625 degrees grid)
Temporal Resolution	6 hours
Frequency of prediction	Twice a day
Number of ensemble members	27

GSM-TL959L60 2014.01.23.12UTC FT=144
(Valid Time: 01.29.12UTC)

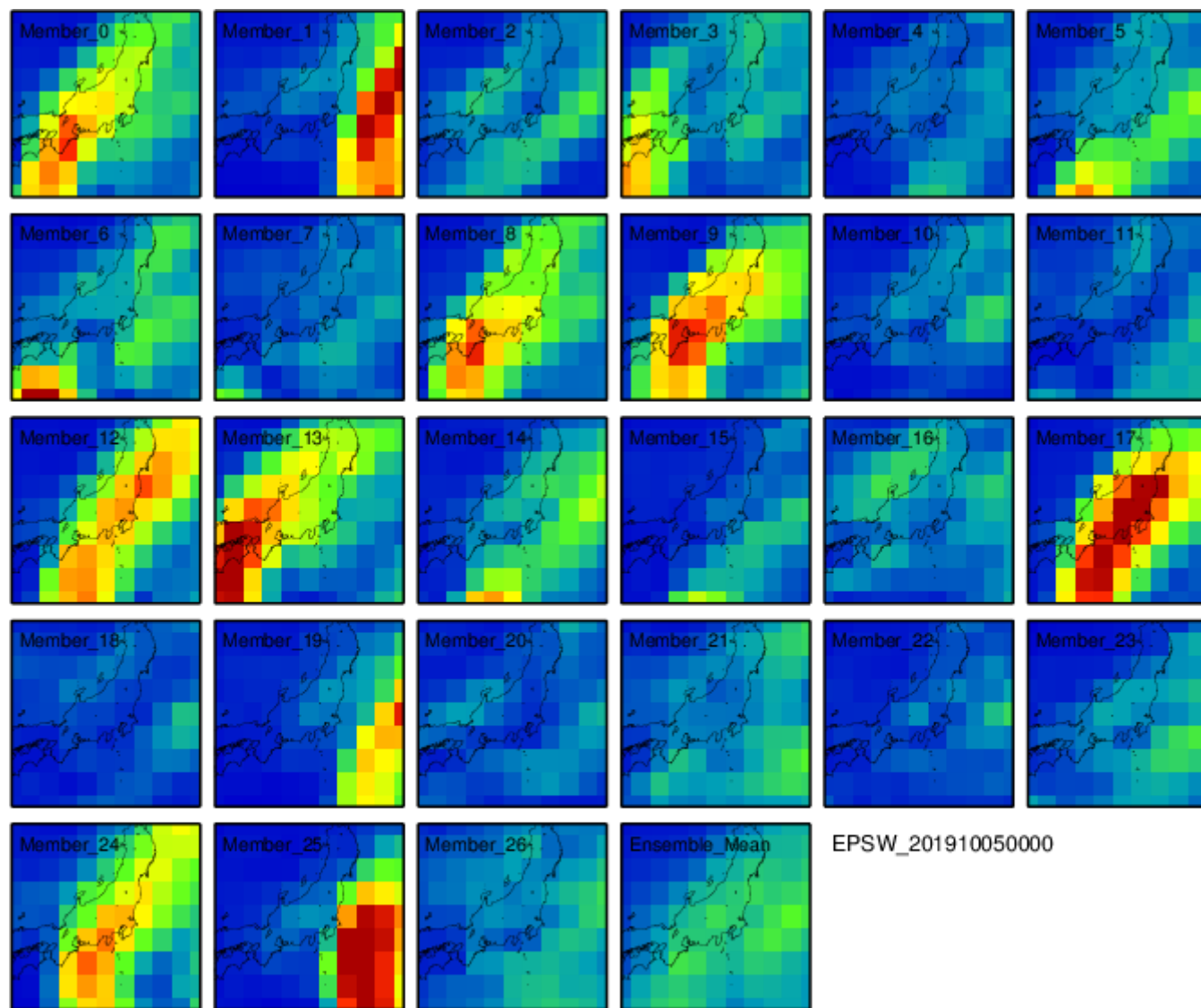


2019年台風19号経路図

(気象庁台風経路図)



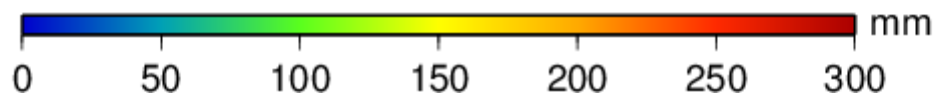
2019年10月5日9時初期値



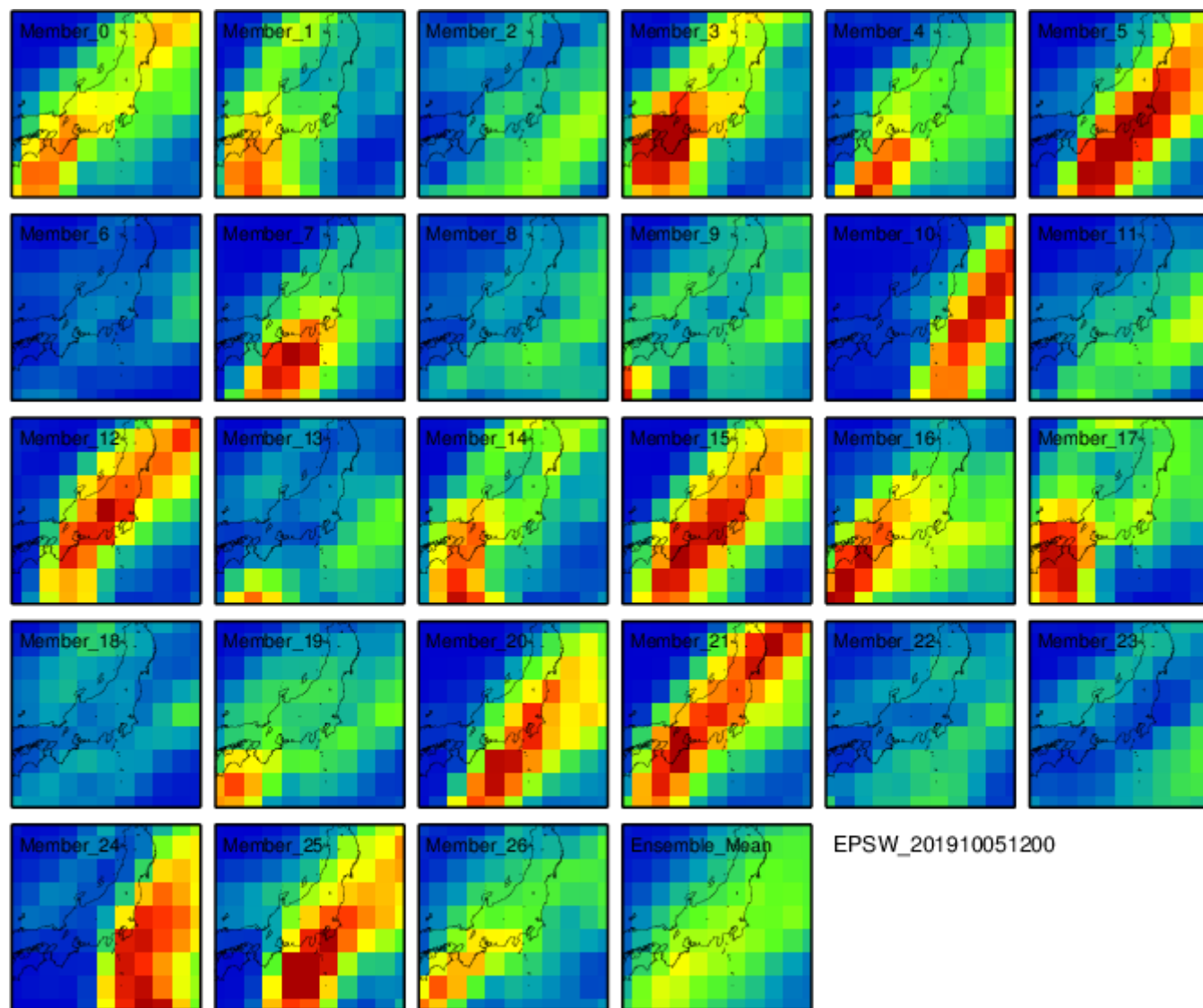
EPSW_201910050000



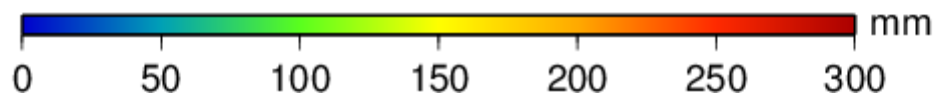
京都
KYOTO U



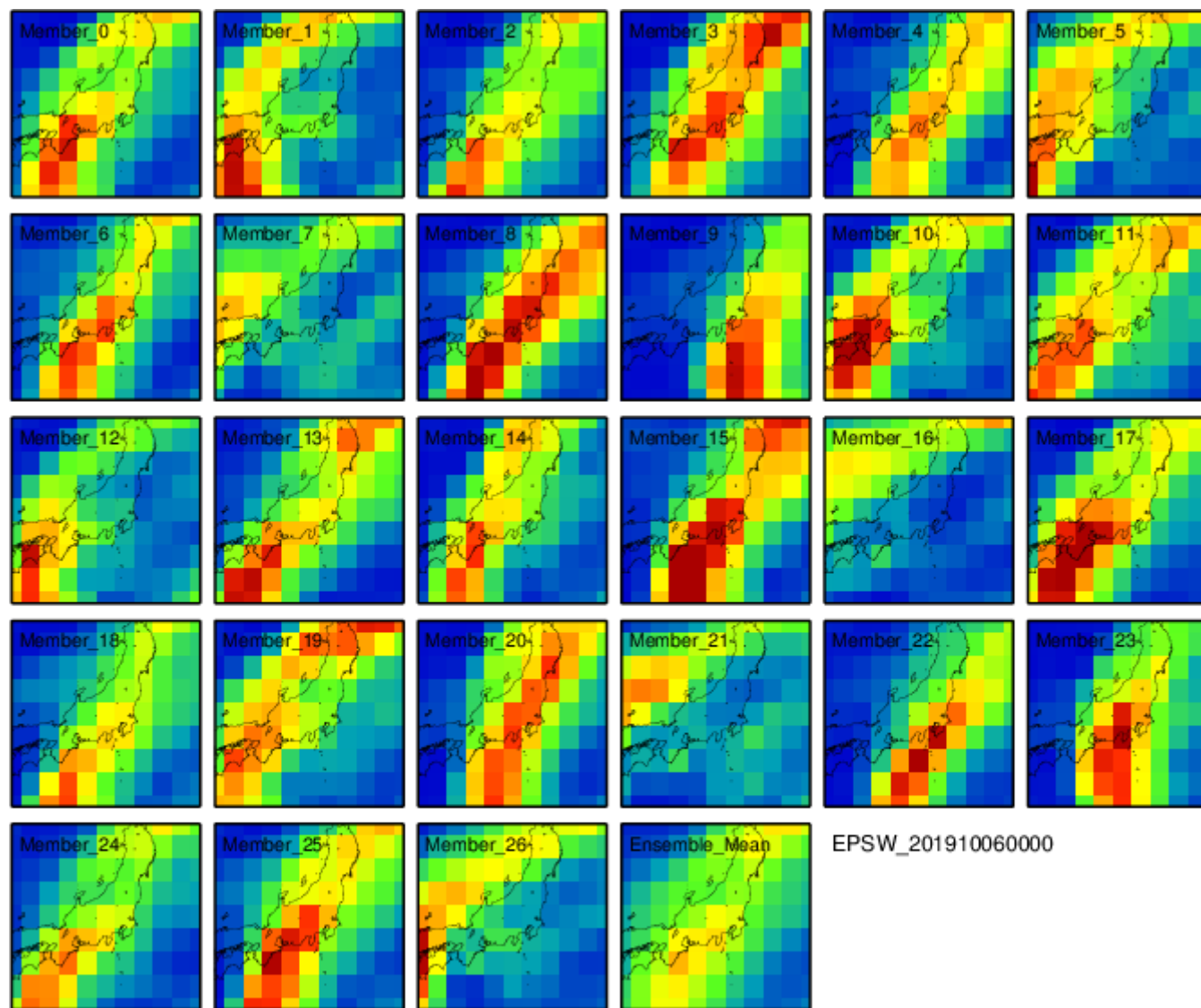
2019年10月5日21時初期値



京都
KYOTO U



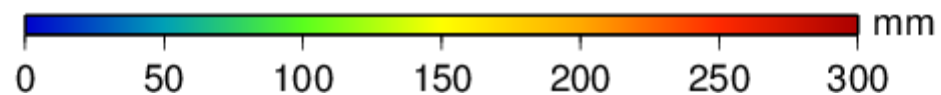
2019年10月6日9時初期値



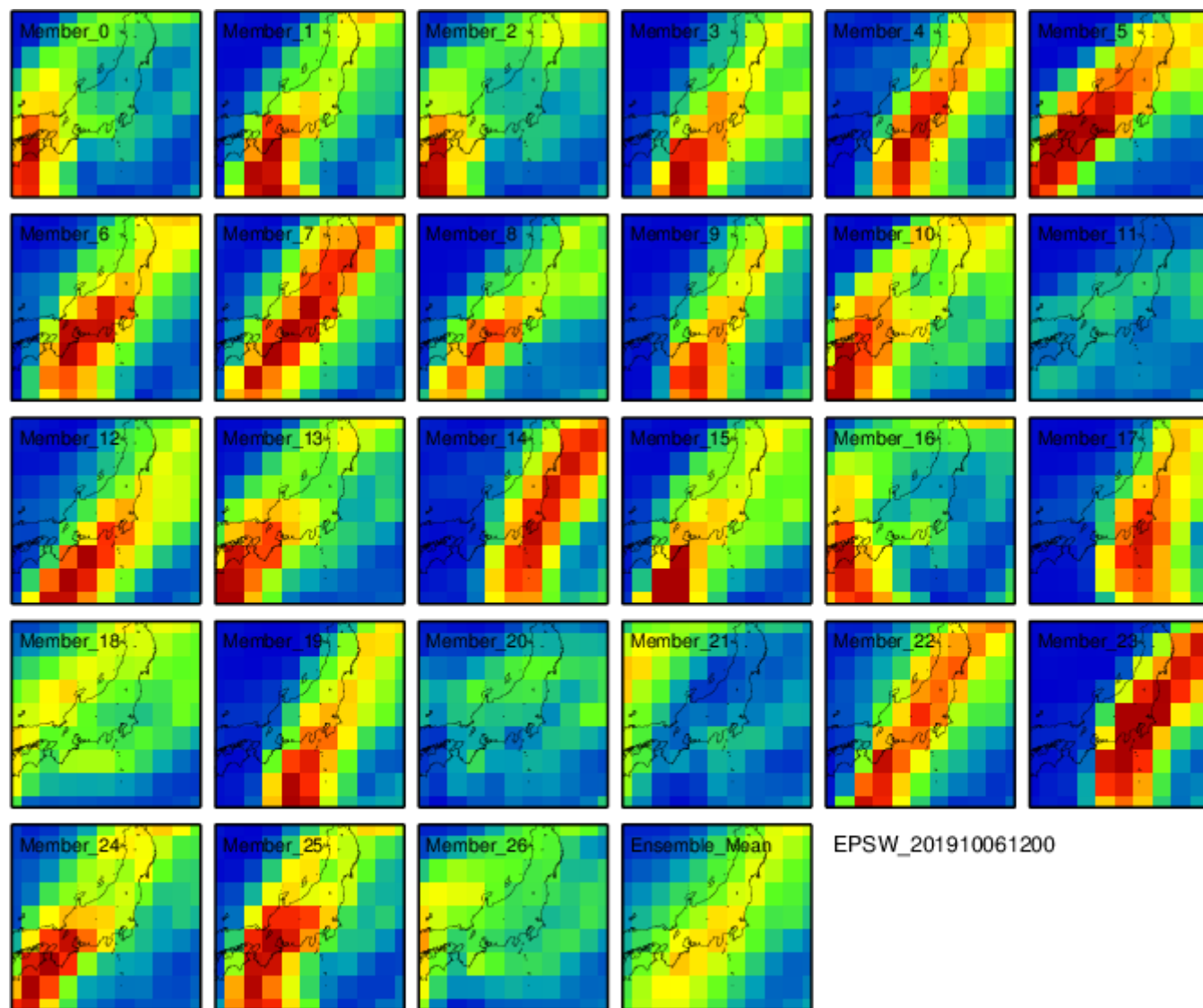
EPSW_201910060000



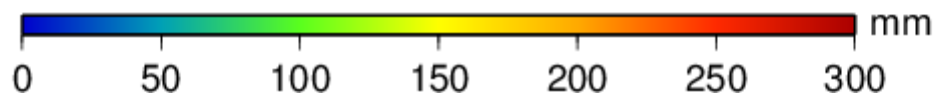
京都
KYOTO U



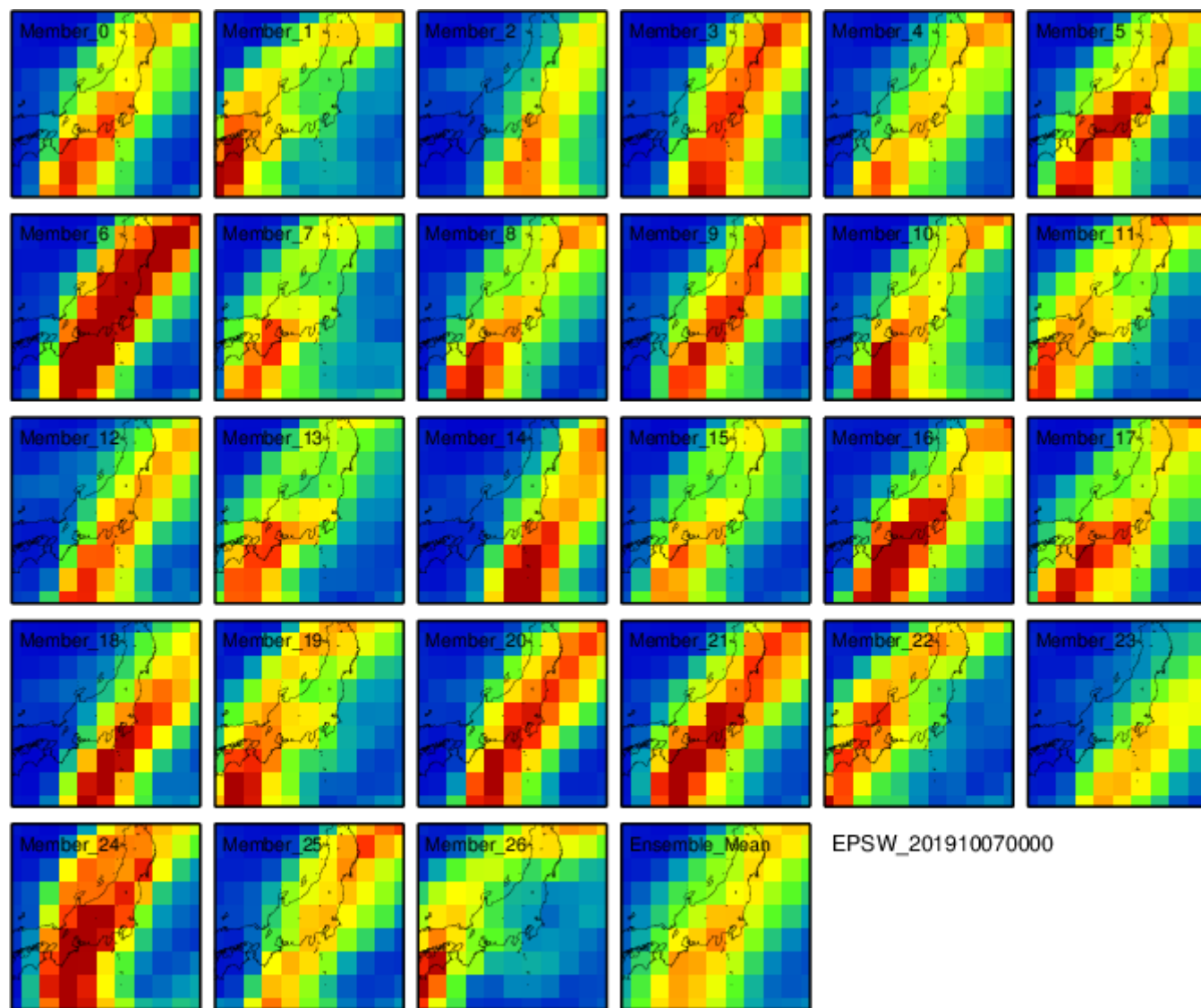
2019年10月6日21時初期値



京都
KYOTO U



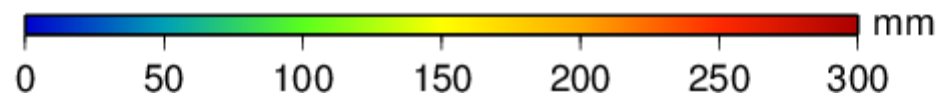
2019年10月7日9時初期値



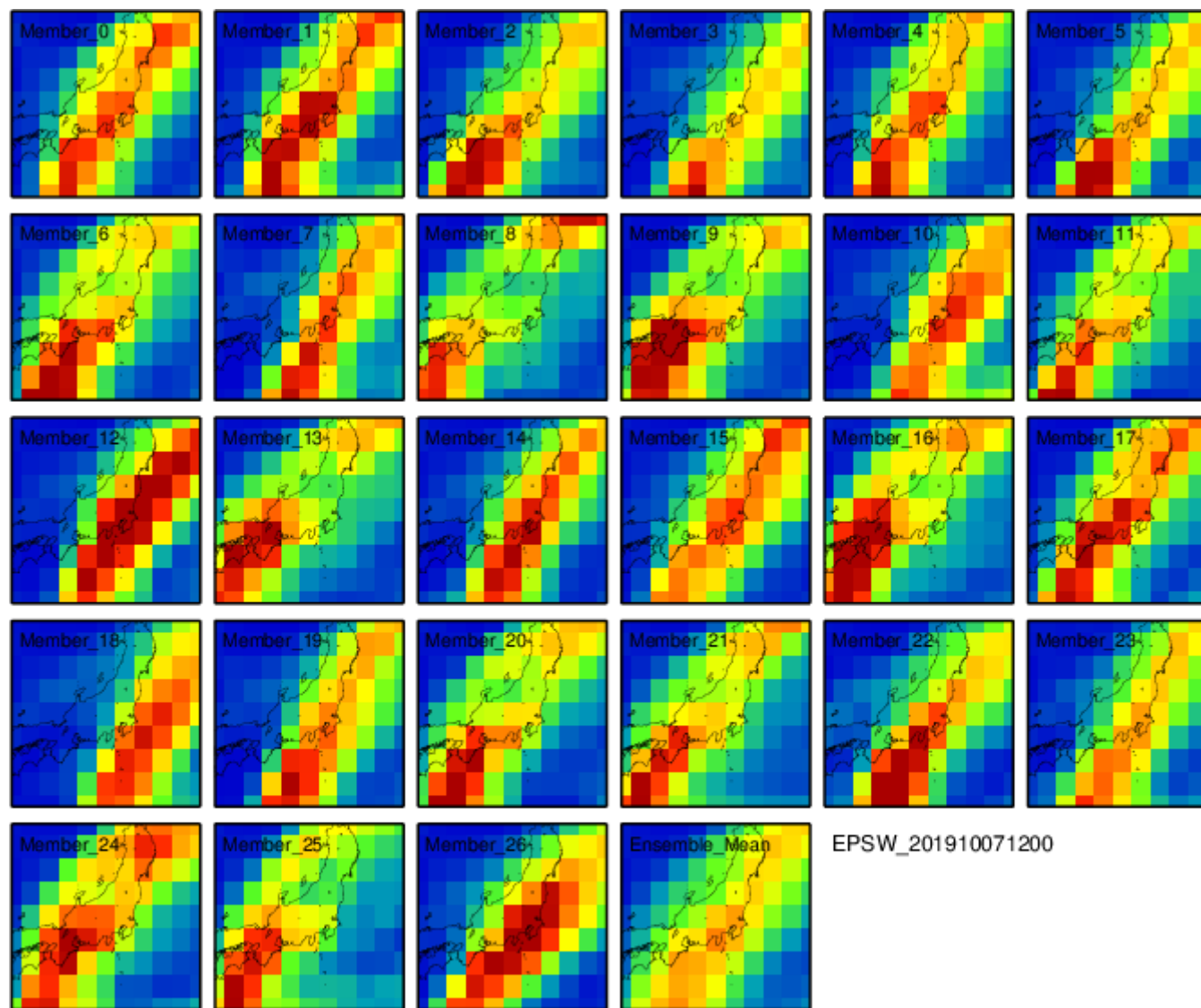
EPSW_201910070000



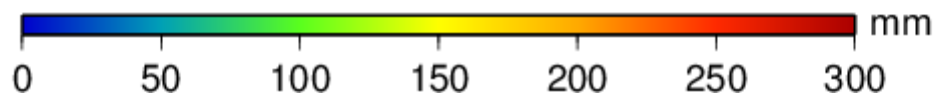
京都
KYOTO U



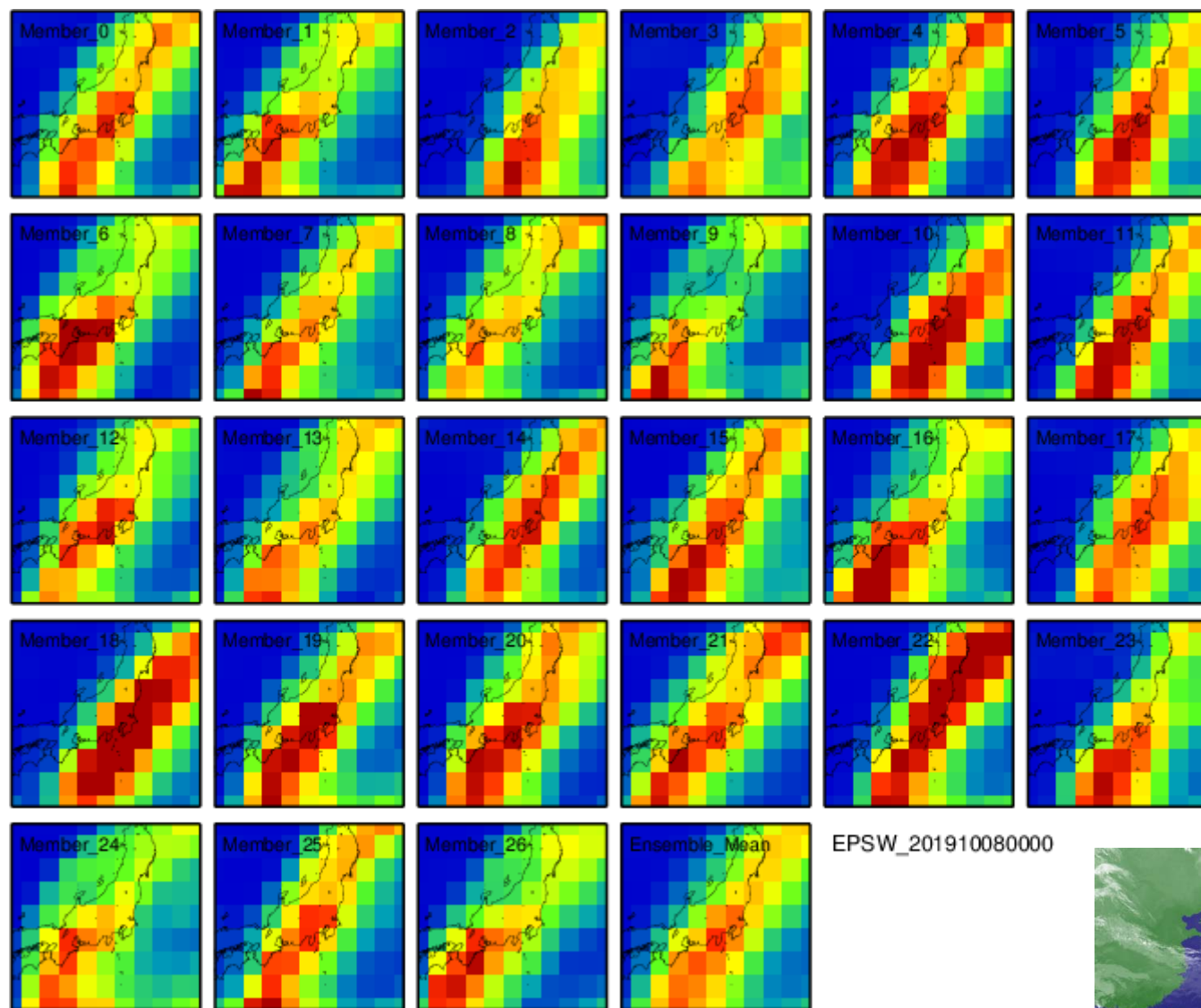
2019年10月7日21時初期値



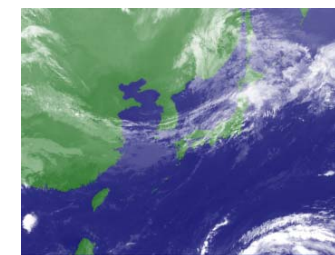
京都
KYOTO U



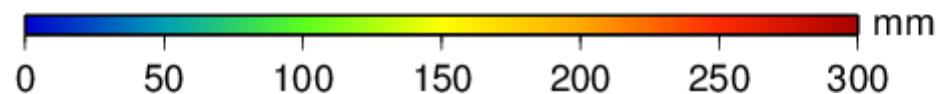
2019年10月8日9時初期値



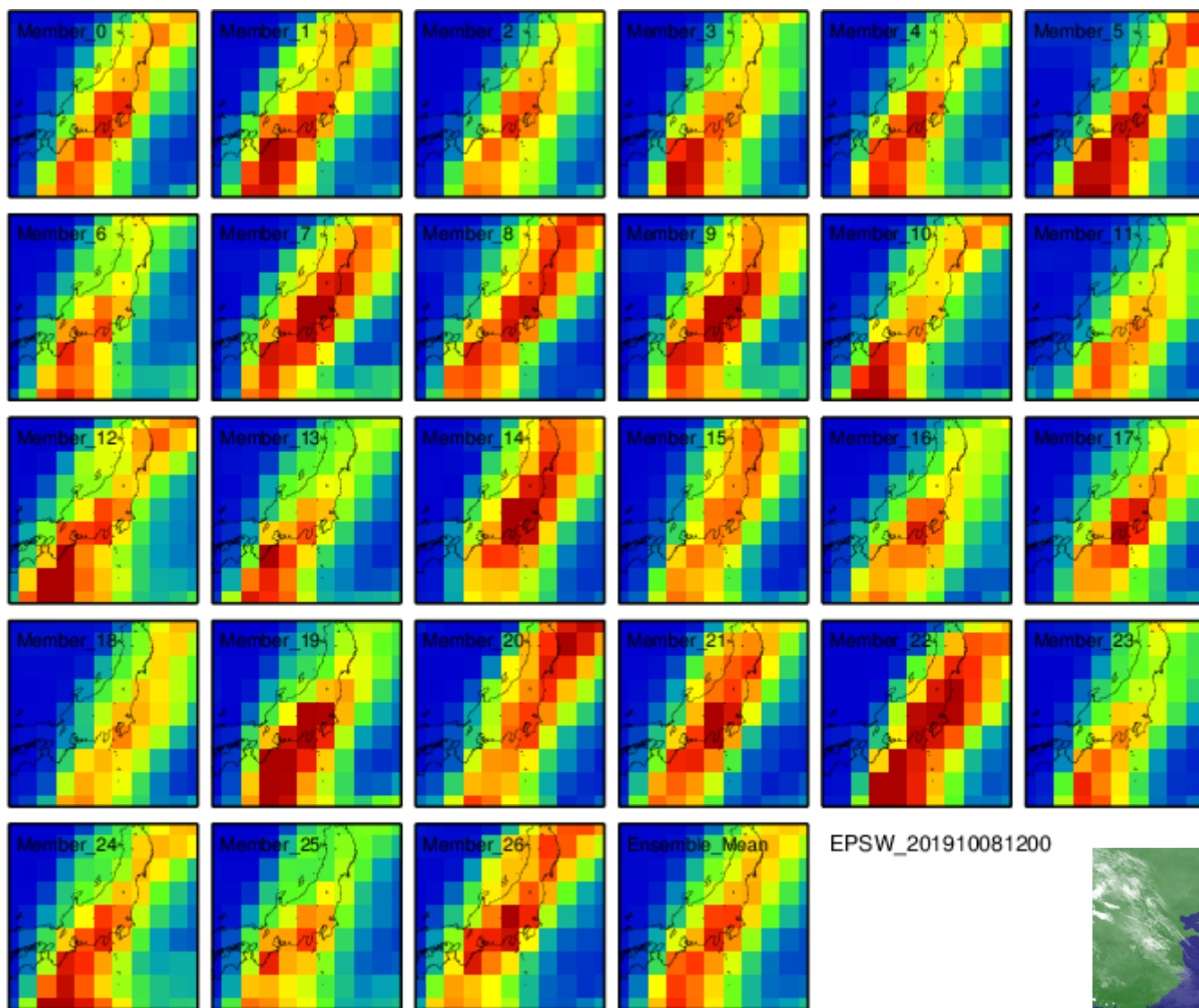
EPSW_201910080000



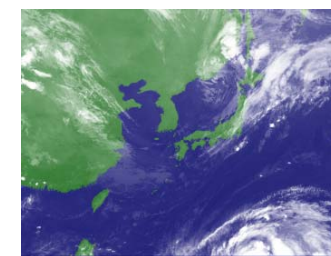
京都
KYOTO U



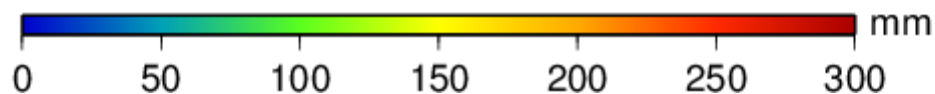
2019年10月8日21時初期値



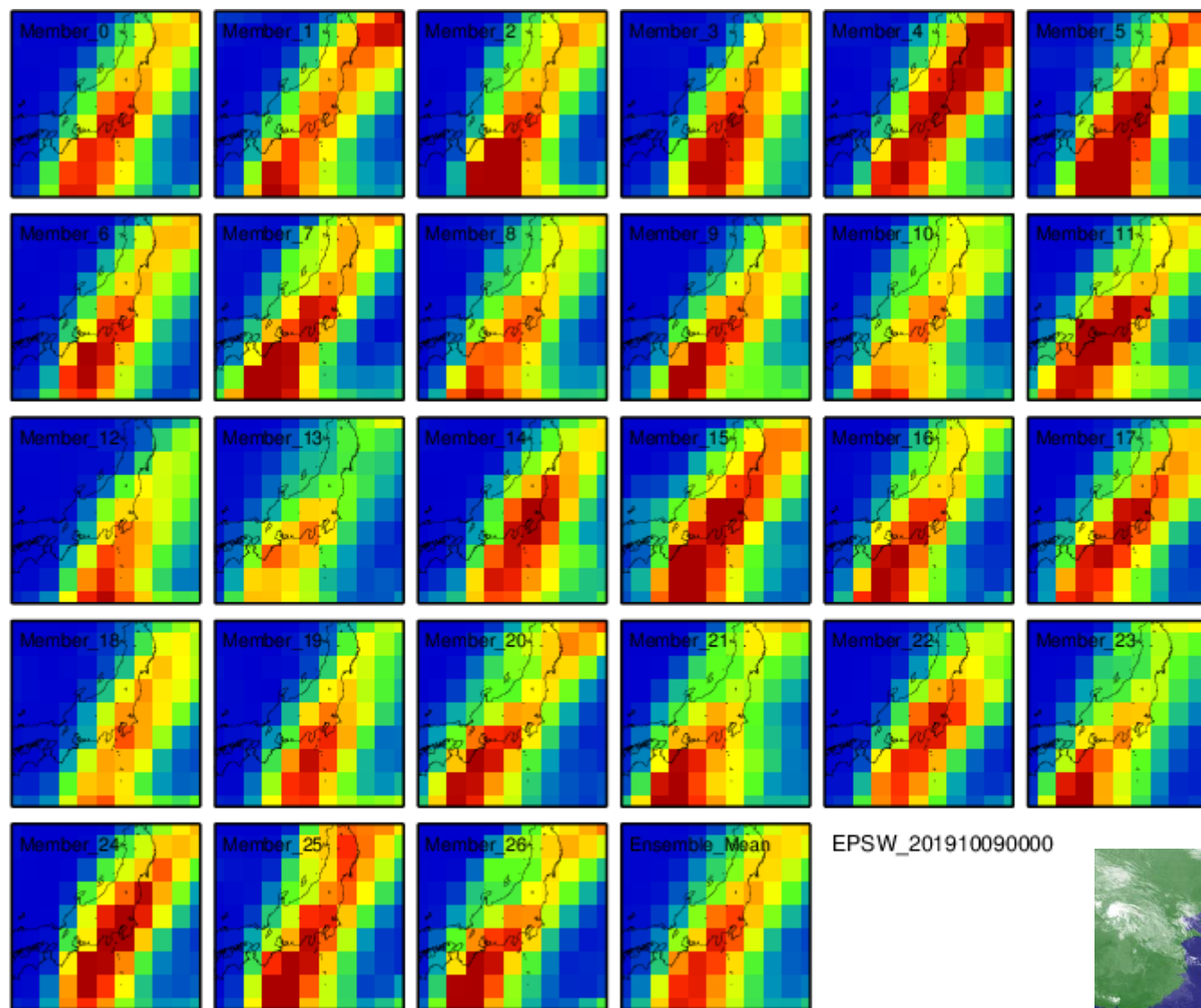
EPSW_201910081200



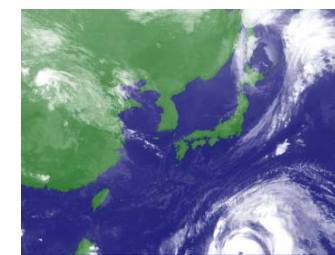
京都
KYOTO U



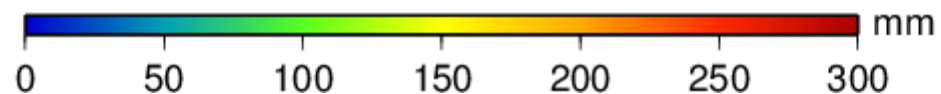
2019年10月9日9時初期値



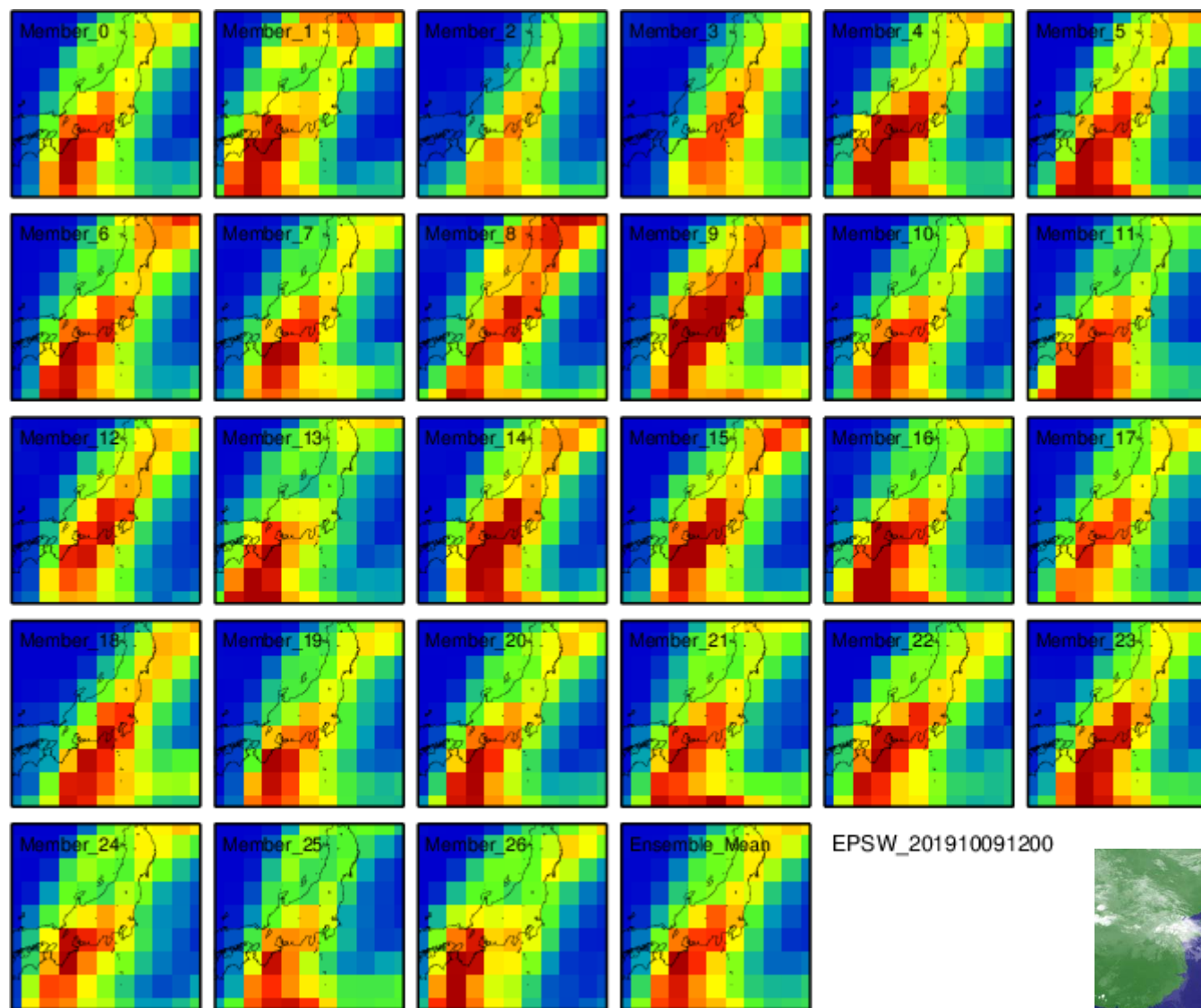
EPSW_201910090000



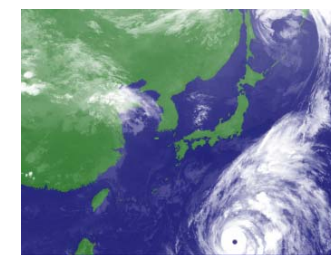
京都
KYOTO U



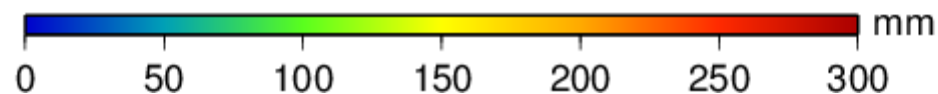
2019年10月9日21時初期値



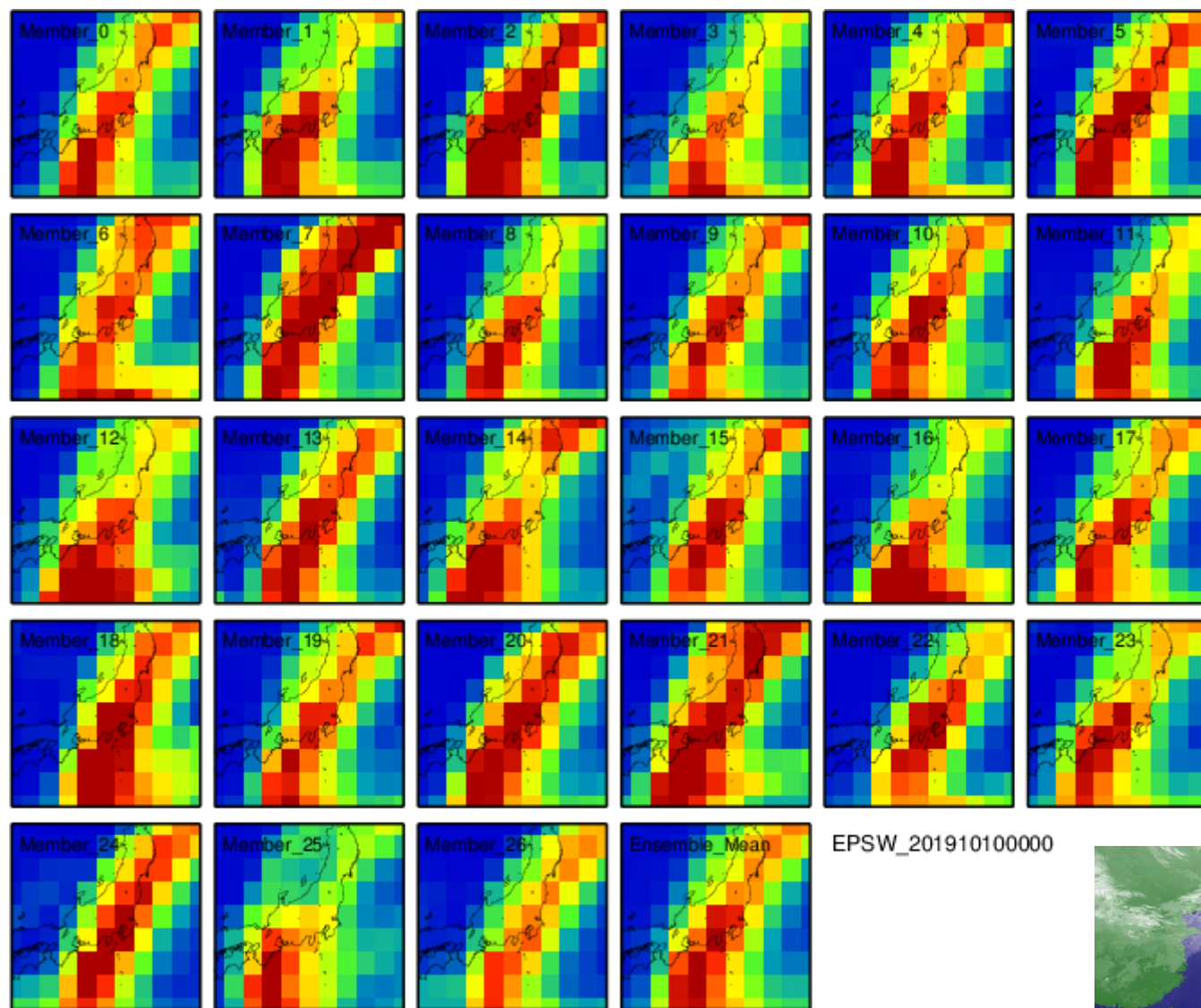
EPSW_201910091200



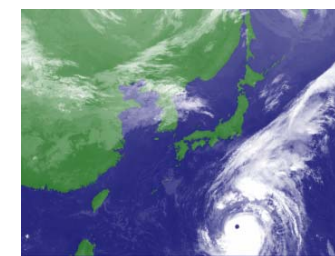
京都
KYOTO U



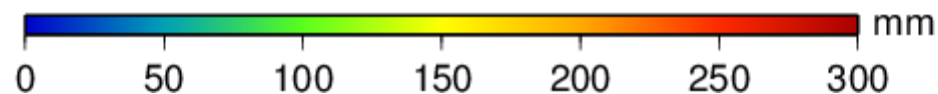
2019年10月10日9時初期値



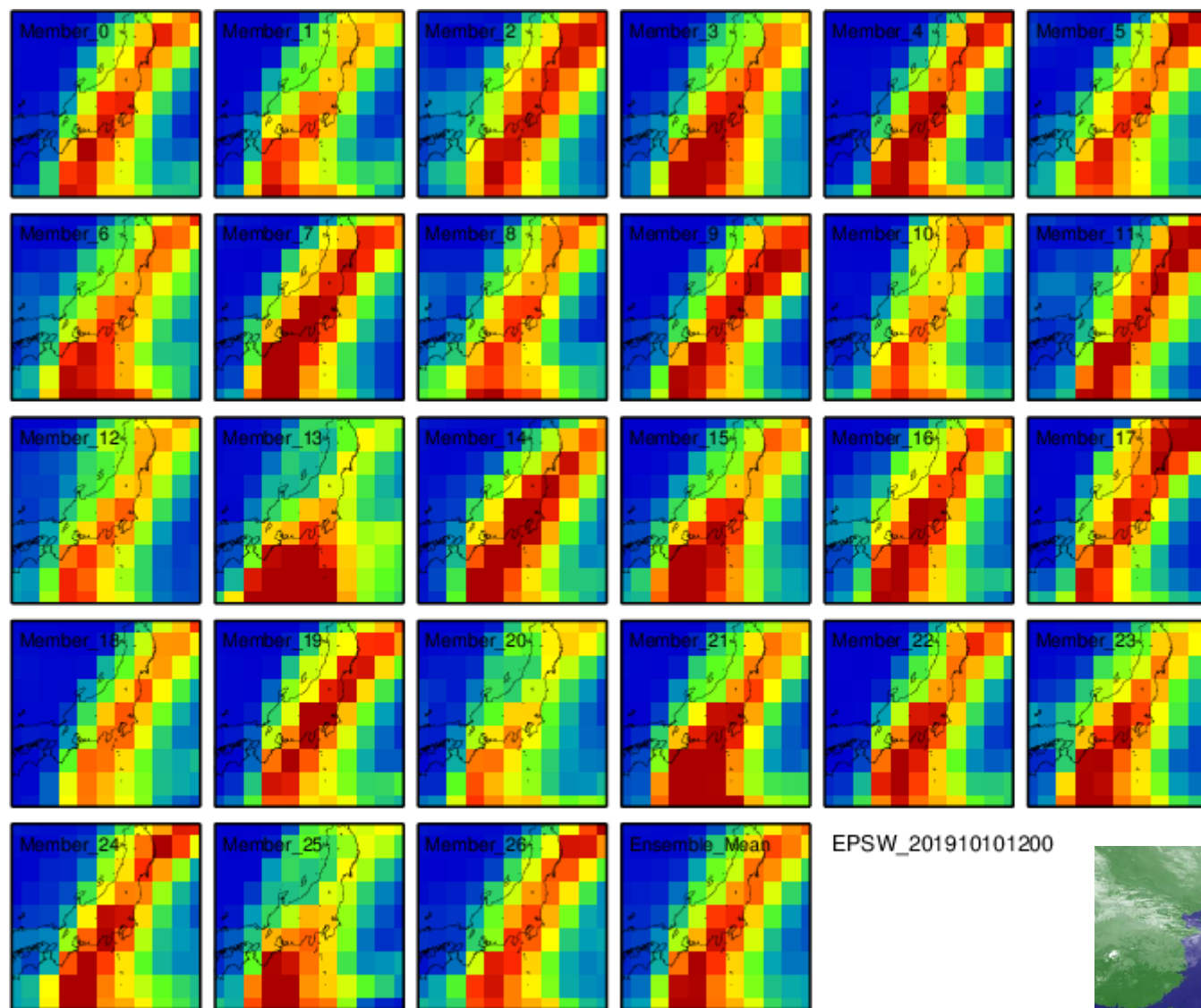
EPSW_201910100000



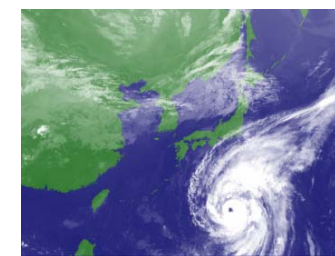
京都
KYOTO U



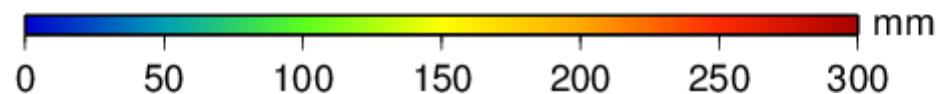
2019年10月10日21時初期値



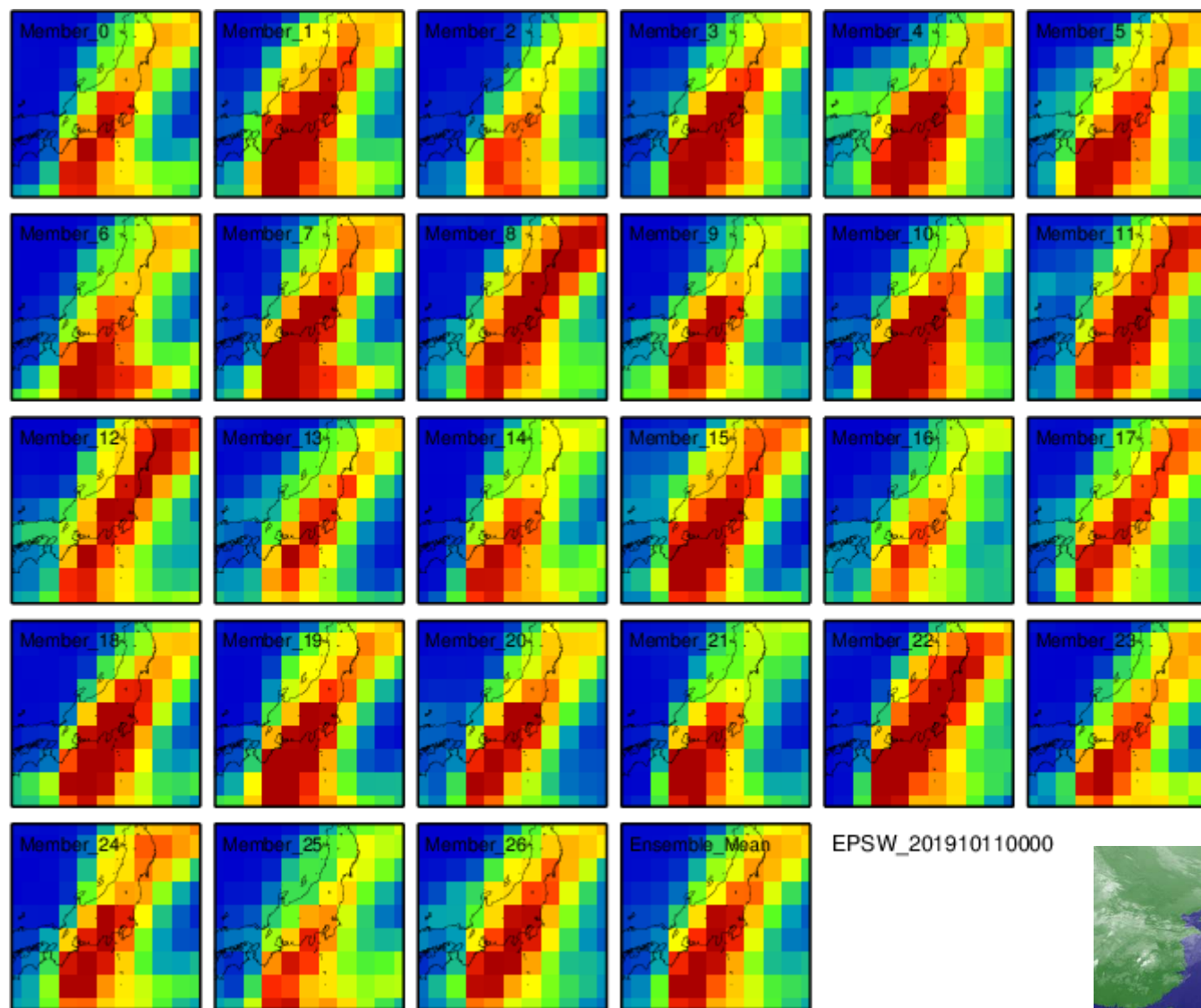
EPSW_201910101200



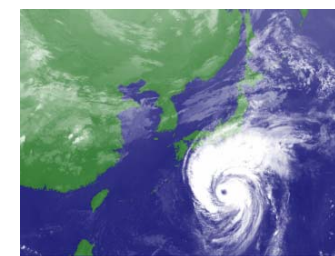
京都
KYOTO U



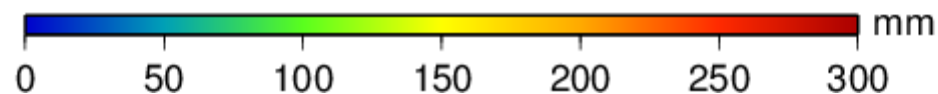
2019年10月11日9時初期値



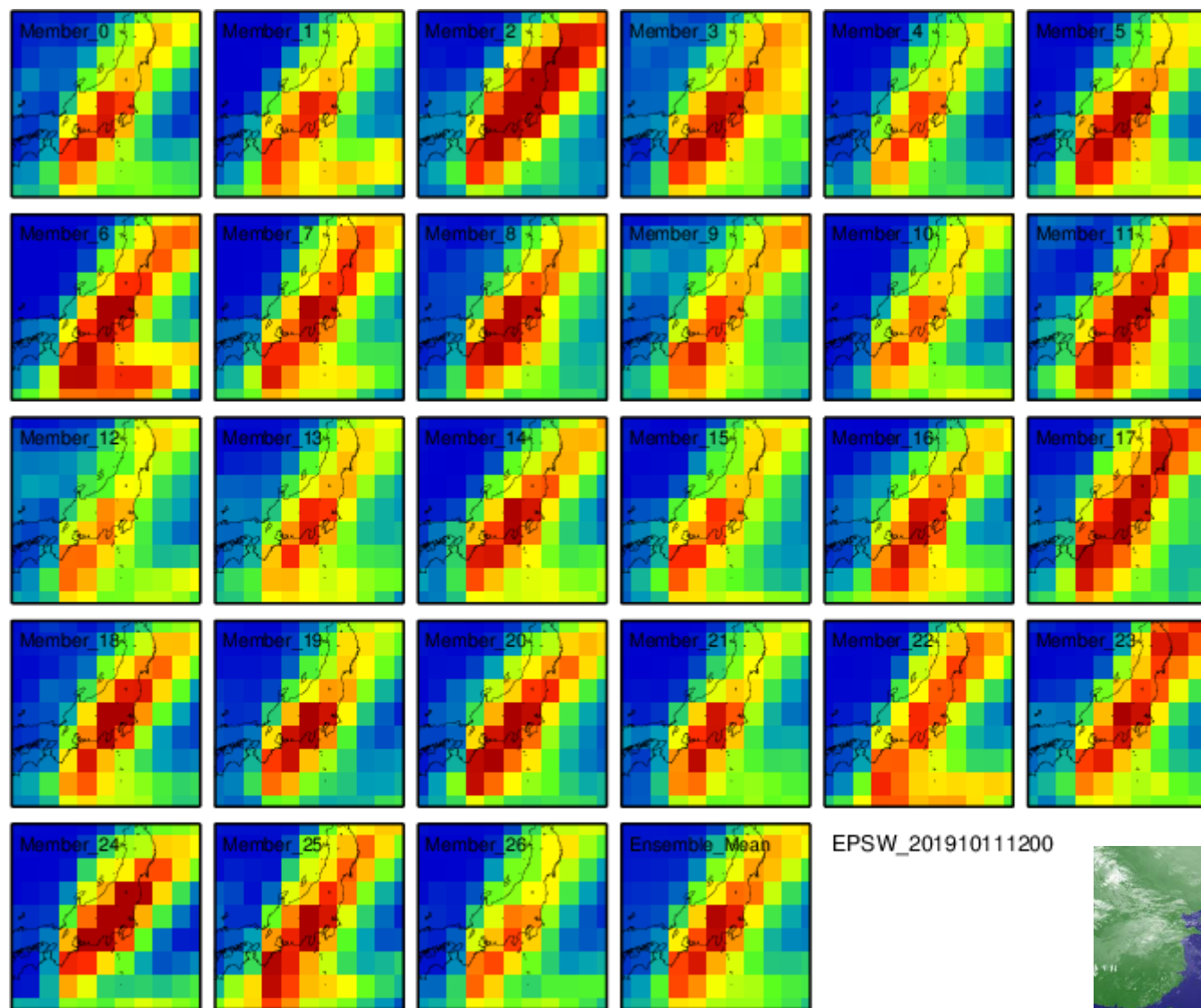
EPSW_201910110000



京都
KYOTO U



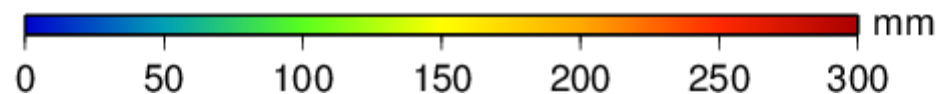
2019年10月11日21時初期値



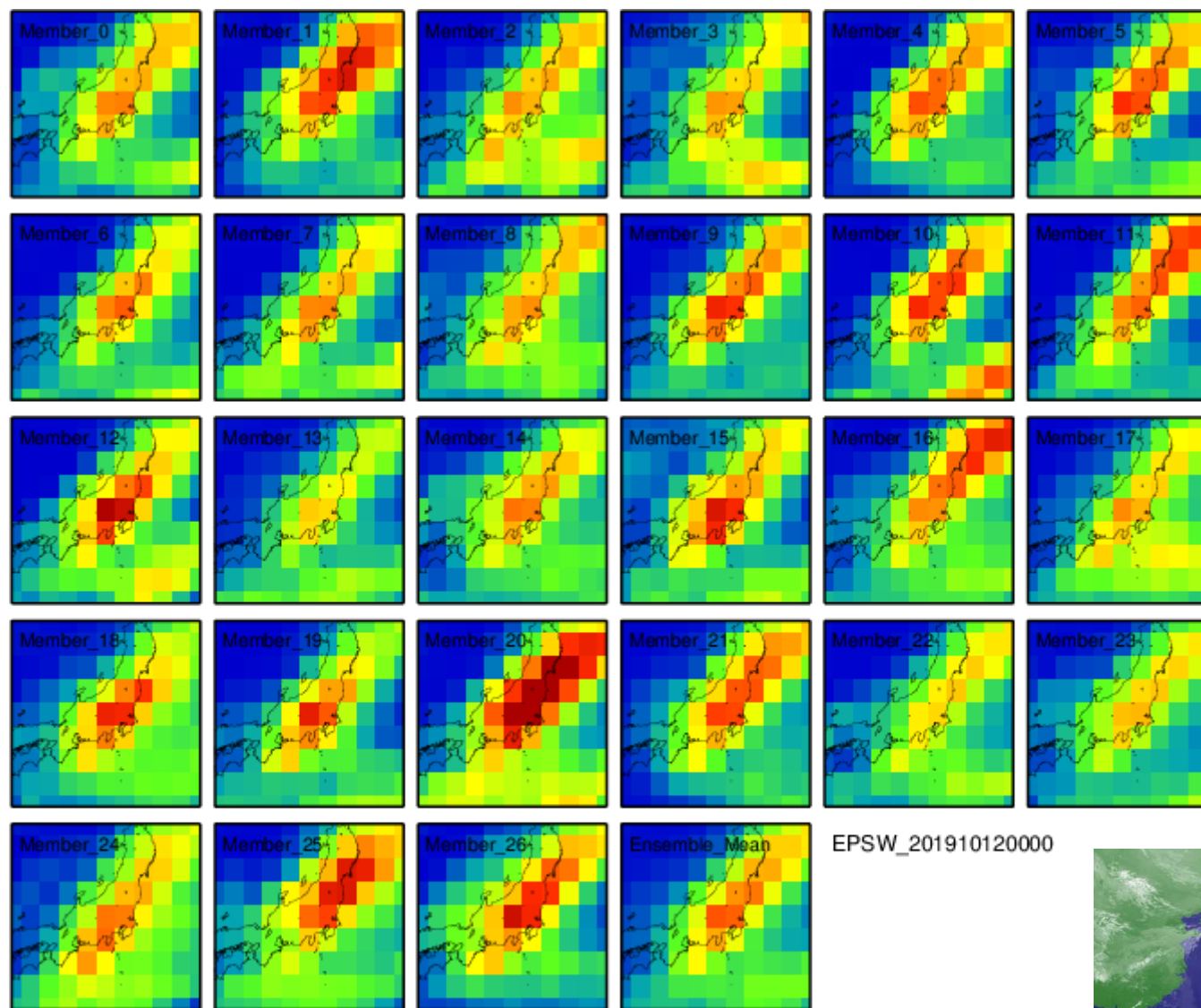
EPSW_201910111200



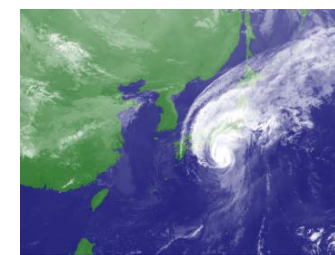
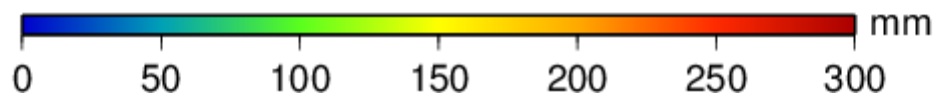
京都
KYOTO U



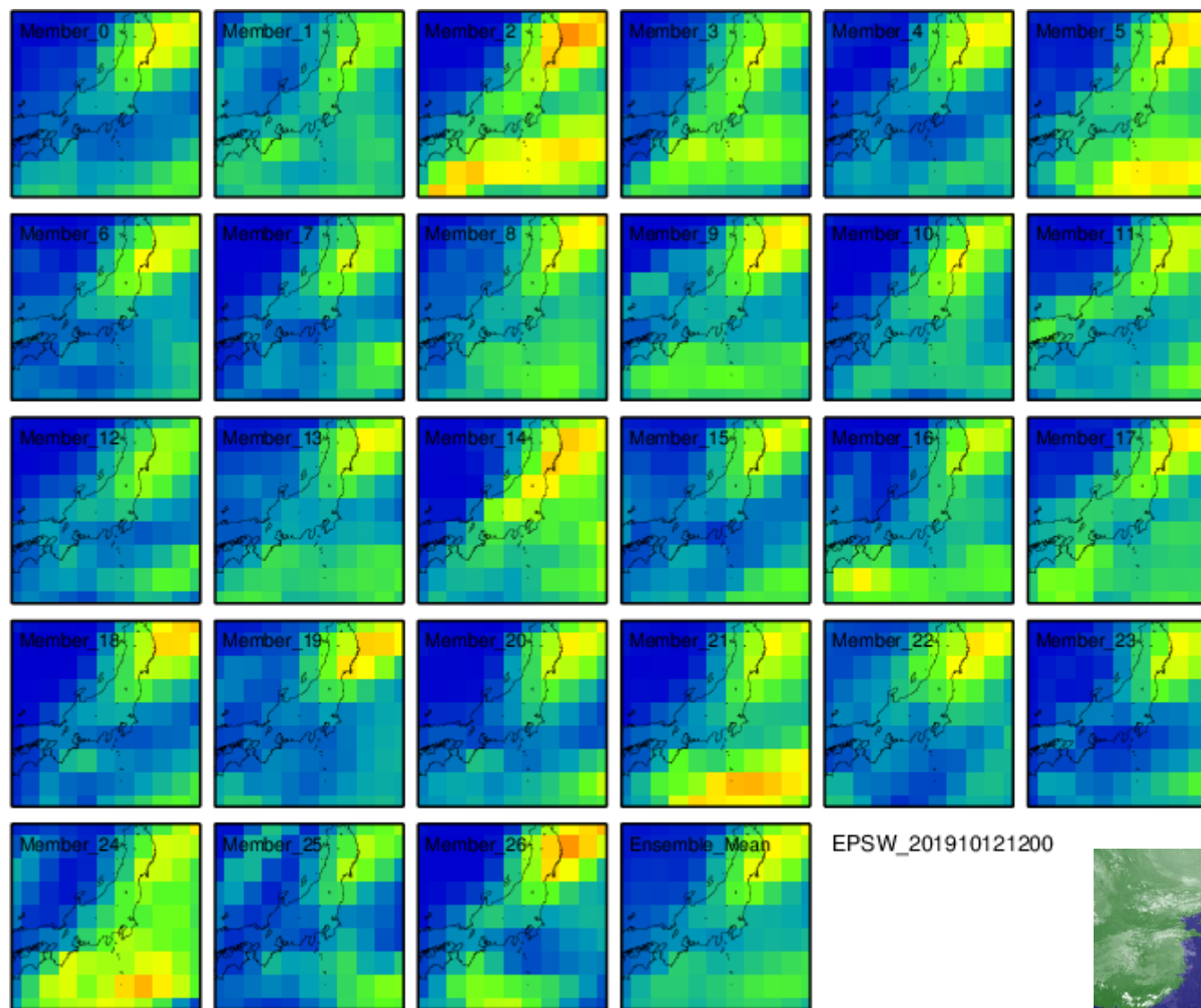
2019年10月12日9時初期値



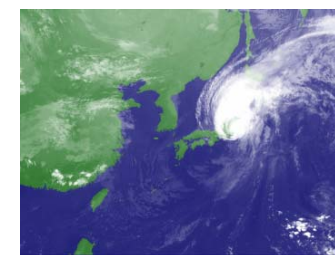
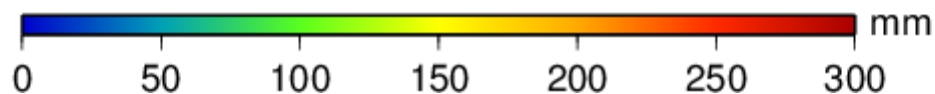
京都
KYOTO U



2019年10月12日21時初期値



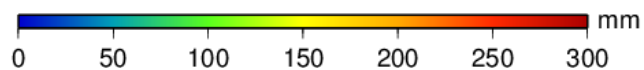
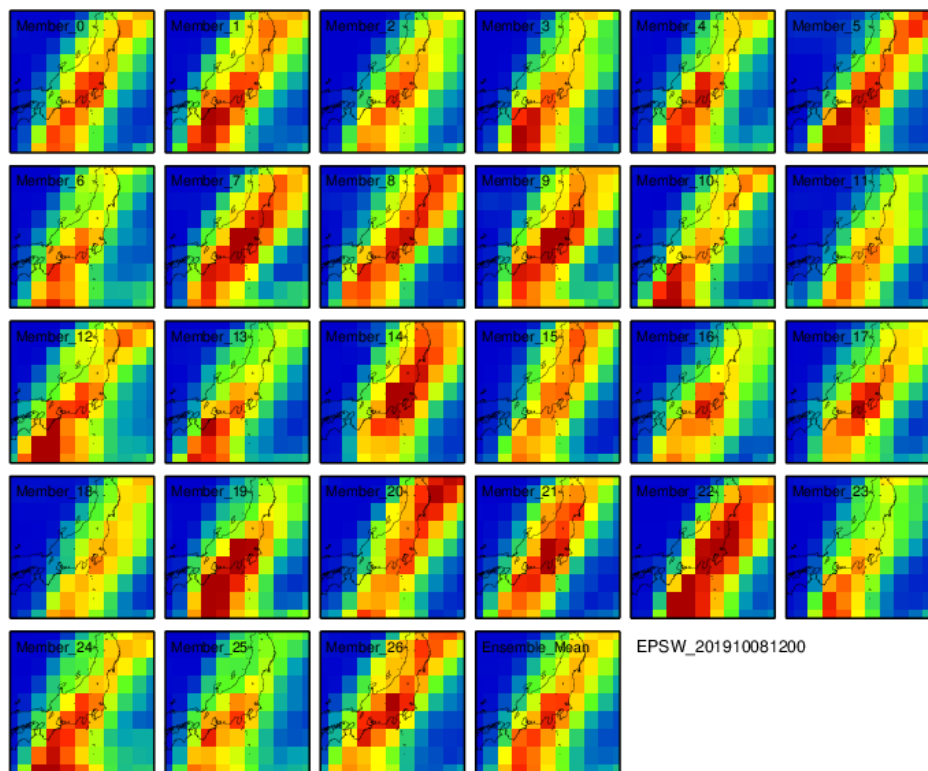
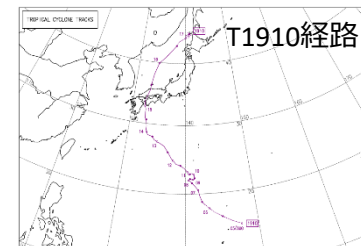
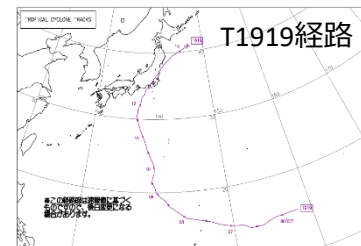
京都
KYOTO U



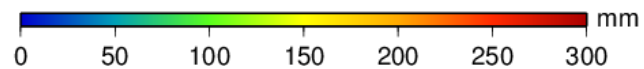
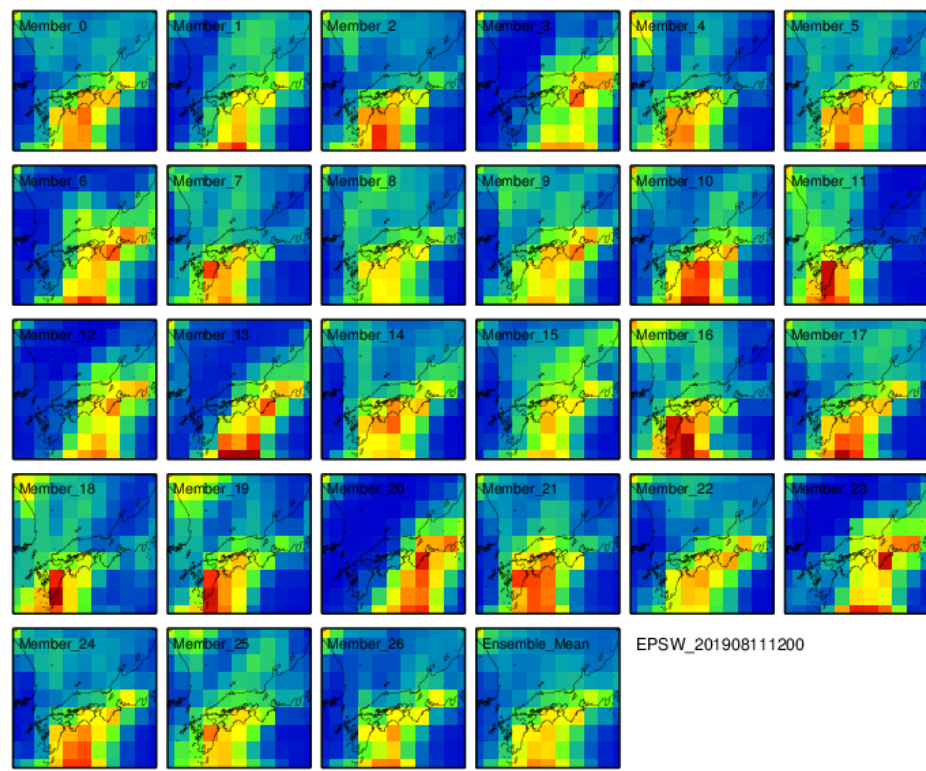
50

2019年台風10号との比較

台風10号と比較して台風19号では、大雨が予想される領域について、早期からメンバー間でばらつきが小さく、予報更新に伴う予測雨域の移動も小さい

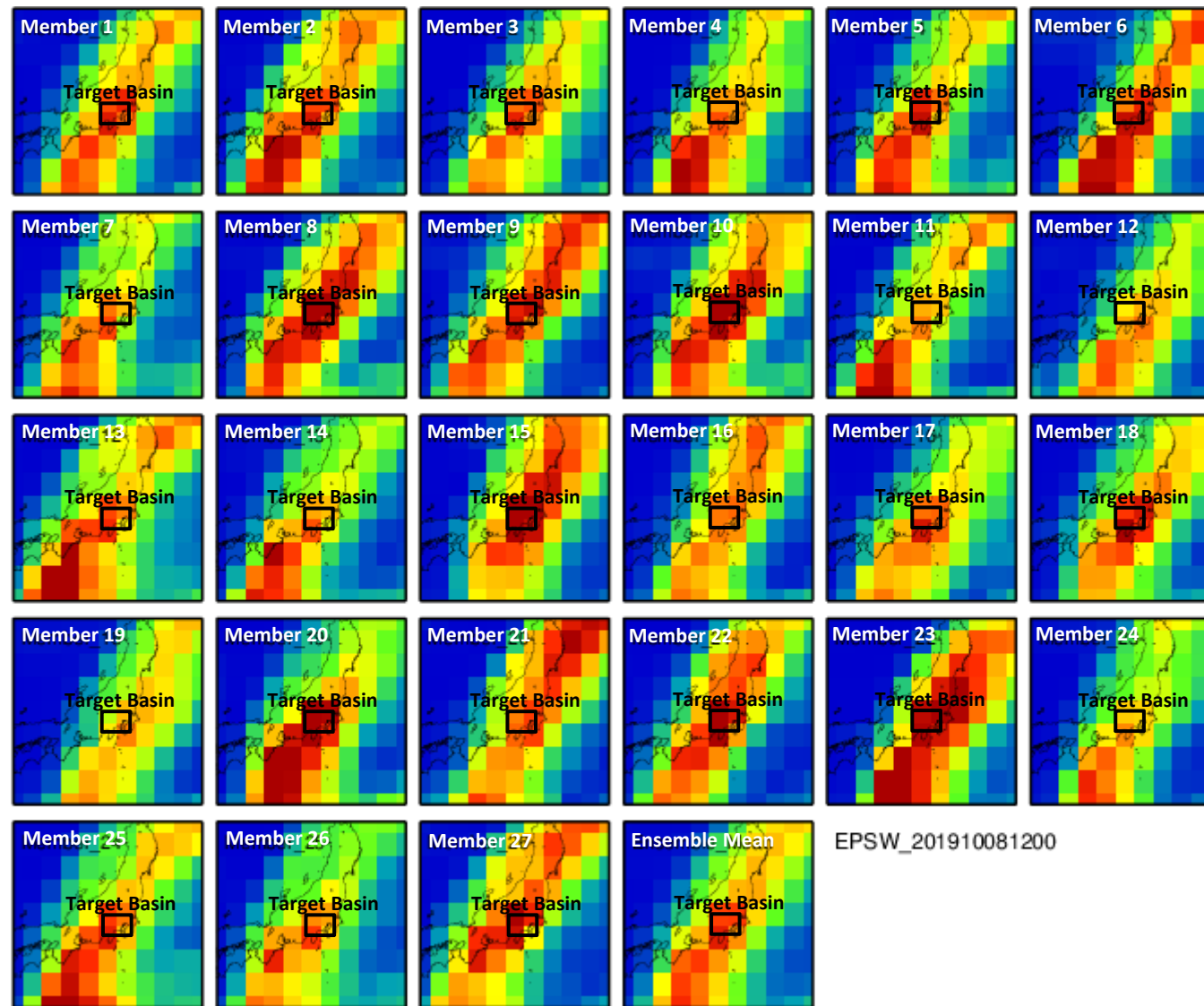


台風19号（4日前）
（伊豆半島上陸後の10月12日21時を起点）

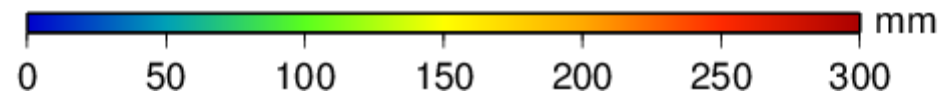


台風10号（4日前）
（高知県に接近する8月15日9時を起点）

相模川流域の雨量予測 (2019年10月8日21時初期値)

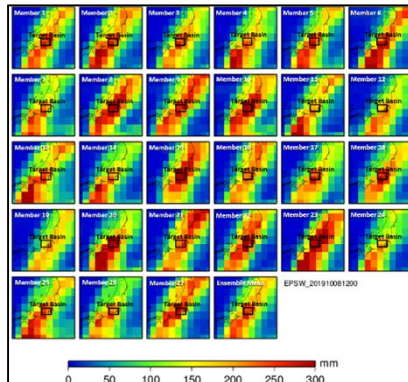
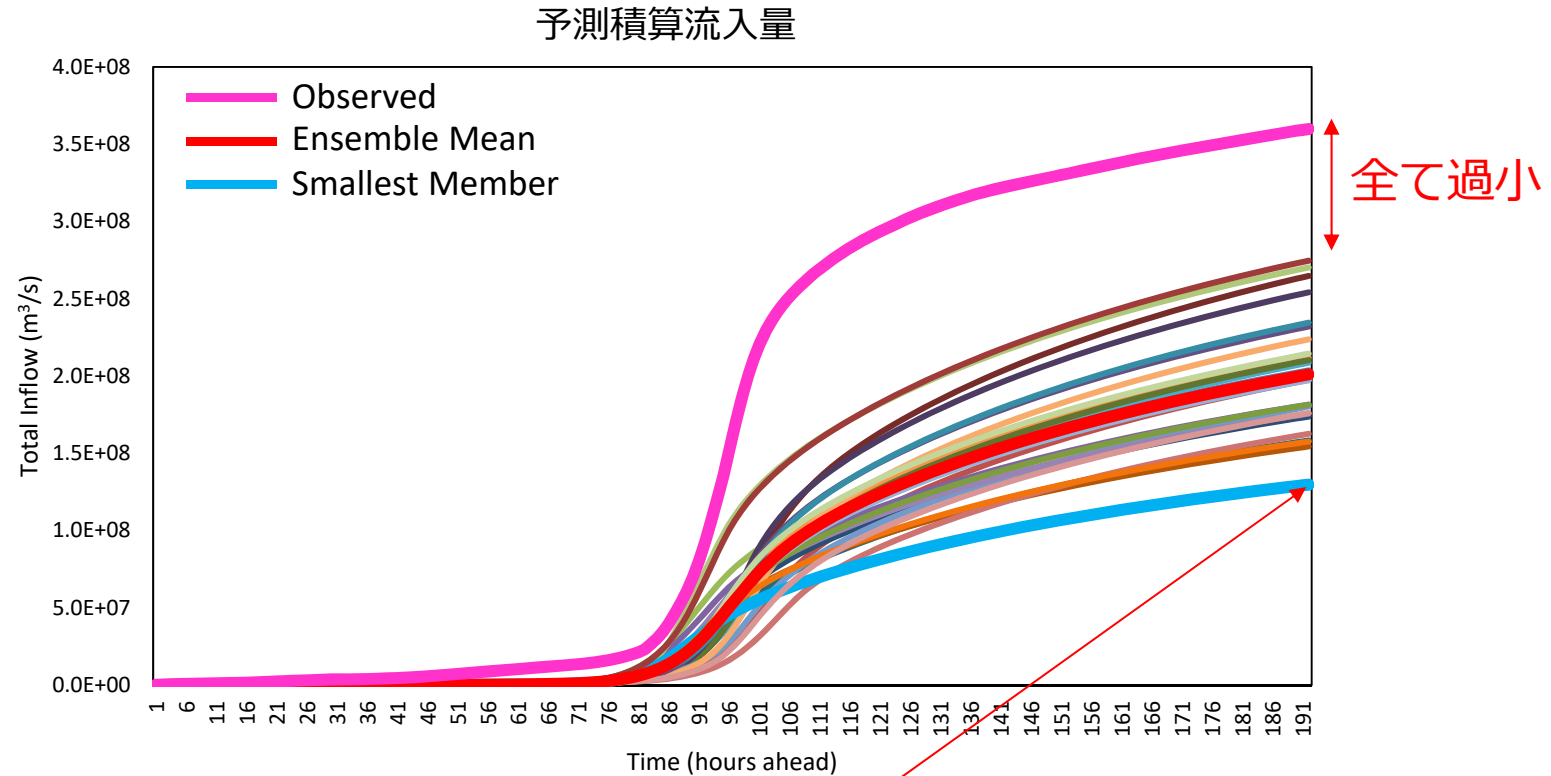


京都
KYOTO U



事前放流の可能性

10月8日21時初期値の予測による城山ダム流入量のアンサンブル予測結果



最小のメンバーでも1億3千万 m^3 の流出を予測
(城山ダムの有効貯水量：5470万 m^3)

→ 事前放流を行っても水位の回復は見込める
ただし、過小予測のため、事前放流の必要性
(異常洪水発生危険性の予測) は難しい

ご清聴ありがとうございました



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

