

芳村研究室

[気候システムと水循環]

生産技術研究所 人間・社会系部門 (大気海洋研究所兼務)

Department of Human and Social Systems

<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~kei/lab/>

工/社会基盤学専攻

新/自然環境学専攻

同位体気象水循環学

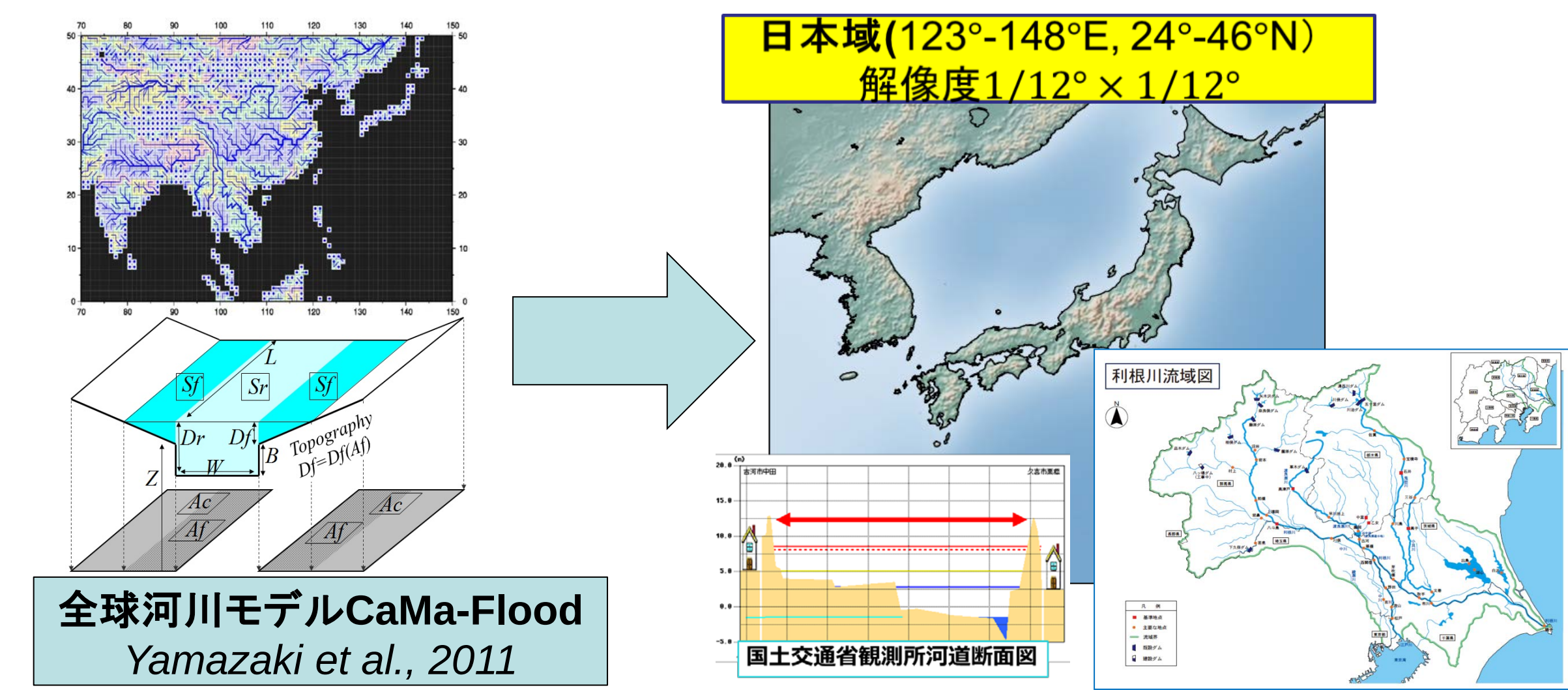
気候が変わると水循環も変わる。では、どのように？

The wonder of the water cycle change caused by the climate change

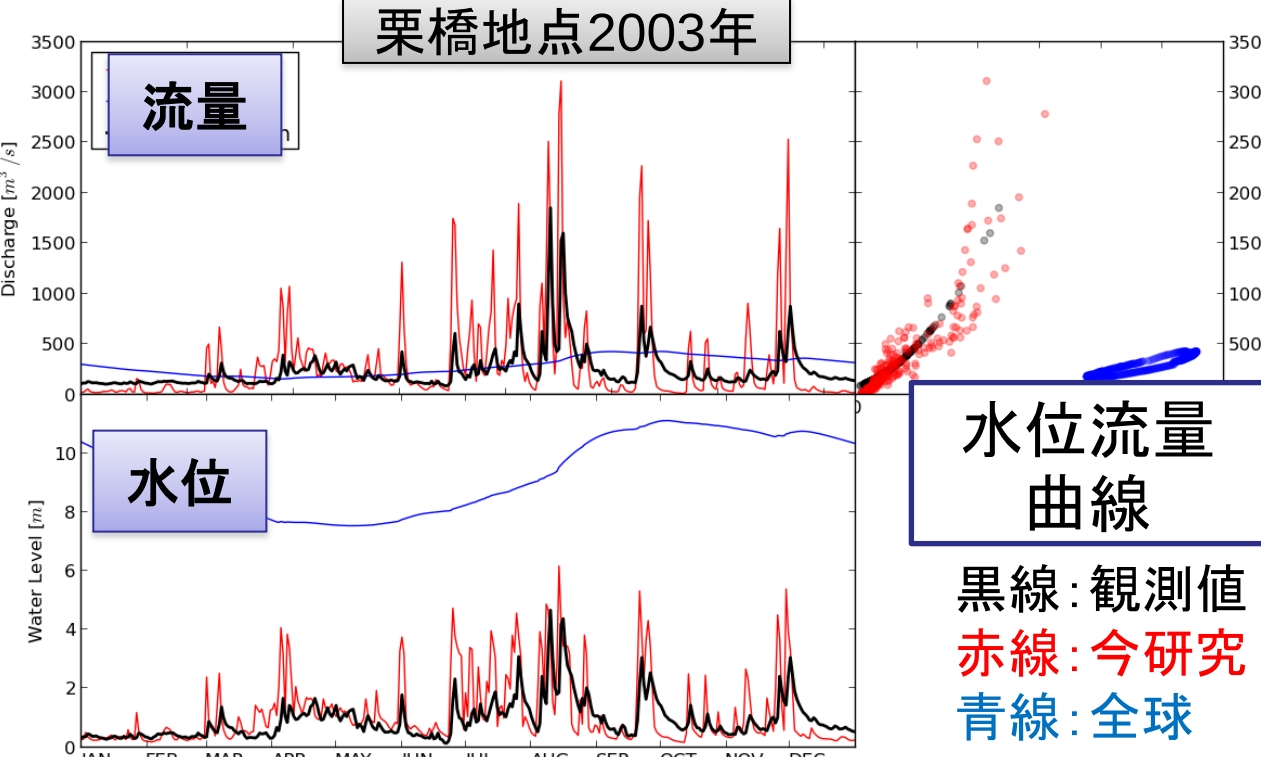
地球上の水循環は、気候変動によって大きな影響を受けると同時に、人類にとって最も大きな影響を及ぼします。大気海洋研究所気候システム研究系気候水循環研究分野では、地球上の水循環を幅広く捉え、様々な角度からのアプローチでそのメカニズムと気候システムとの関係性を解明し、社会への貢献を目指しています。特に、1. 地表面・水文モデルの開発及び地球システムモデルとの結合、2. 水の安定同位体比を用いた地球水循環過程の解明、に注力しています。

1. 地表面・水文モデルの開発及び地球システムモデルとの結合

1-1. 全球スケールと領域スケールをシームレスにつなぐ河川流路網モデルの検証

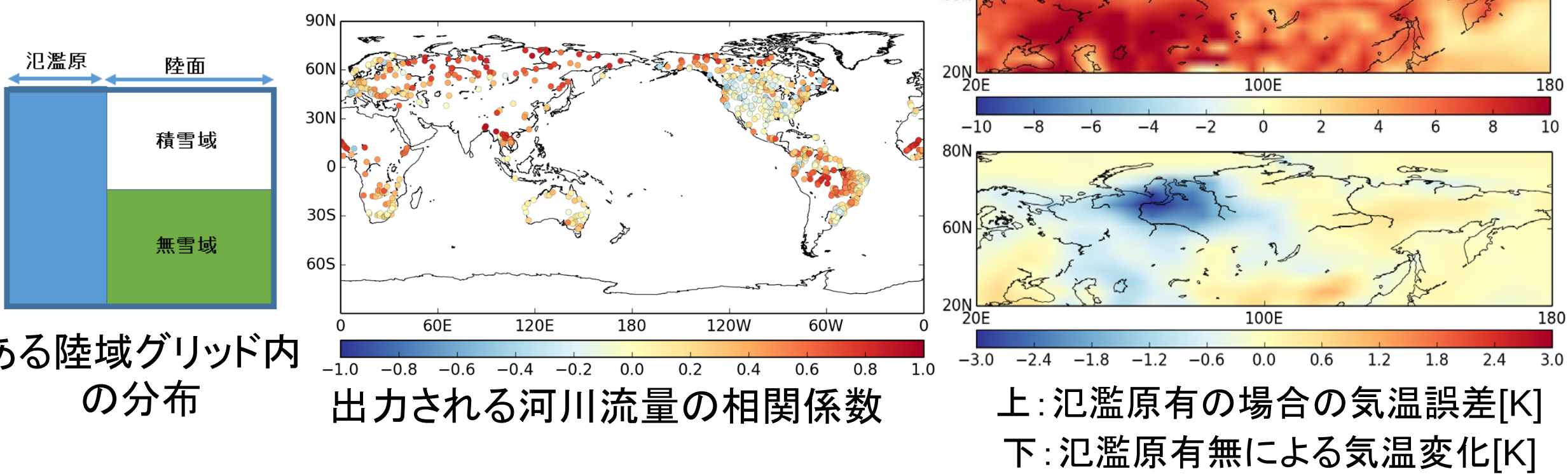


CaMa-Floodは全球での大河川における流量、水位、氾濫を表現できているモデルである。このモデルが日本域という小スケールの流量を表現できれば、解像度によらないシームレスモデルを作成できる。日本域において高解像度で適用する際に、ダウンスケーリングに伴って計算過程に二つのことを導入した。一つ目は河道断面形状が矩形断面で近似して考えていたものを複断面形状に近似して考慮すること、二つ目は河道幅と河道深を従来は流出量に応じた値であったものを実際に計測されている幅と深さを国土交通省のデータベースとGoogle Mapを用いることで導入することである。これによって実際の断面形状に近い形でシミュレーションを行った。



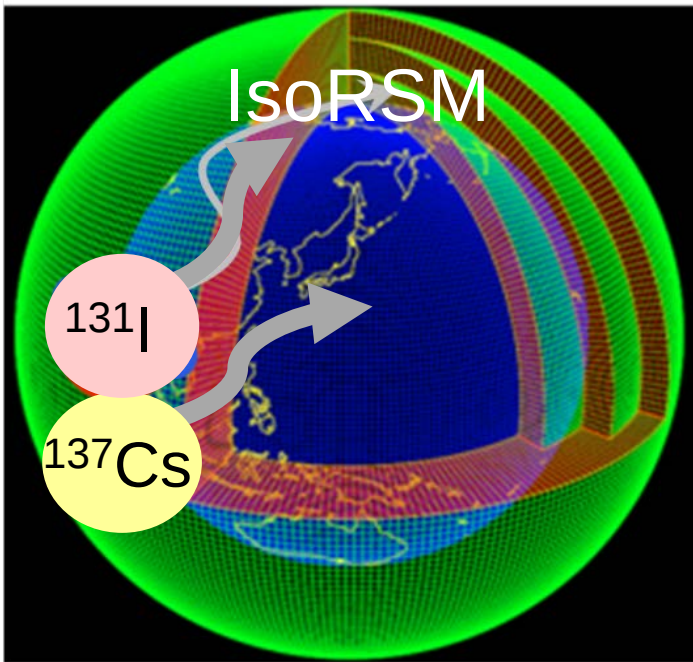
1-2. 地球システムモデルと水文モデルの結合

気候システムの中で、河川は大きな役割を担っている。例としては土壌から流出した窒素が河川によって海へと輸送されたり、河川から氾濫した水によって蒸発量が変わることが挙げられる。気候システムの諸現象の解明にはそれを構成する要素の相互作用に関する知識が必要である。本研究では高性能な河川氾濫モデルを大気海洋結合モデルと結合させることにより、気候システムの中での河川の役割を明確化するとともに、現実的な相互作用を考慮したうえで気候システムのメカニズムの解明を目指す。まずは感度実験も兼ねて、大気循環モデルAGCMと河川氾濫モデルCaMa-Floodの結合により、水・熱収支の諸変数に対する影響評価を行った。



2.水安定同位体トレーサーモデルの放射性物質輸送シミュレーションへの応用

福島原発事故に起因する環境中の放射性物質
2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により大気中に放出された放射性物質は陸域・海域に沈着後、環境中に残存している。だが、観測値の不足などから事故直後の放射性物質の分布状況を詳細に把握することは困難である。



領域版同位体大気大循環モデルの応用

そこで、気象モデルに水の安定同位体であるHDOとH₂¹⁸Oを導入し大気中の同位体比を計算していた領域版同位体大気大循環モデル(IsoRSM) (Yoshimura et al., 2010) を利用し、水の安定同位体にかわりセシウム137(¹³⁷Cs)とヨウ素(¹³¹I)を追跡し大気中の移流拡散過程・沈着過程を再現した。
数値計算上の不確実性はあるが輸送スキームや境界条件の計算方法の改良により、計算結果は観測値に対しファクター2-10以内に収まる精度まで向上している。

湿性・乾性沈着過程を考慮

$$\frac{dC}{dt} = -\alpha \frac{P}{q} C$$

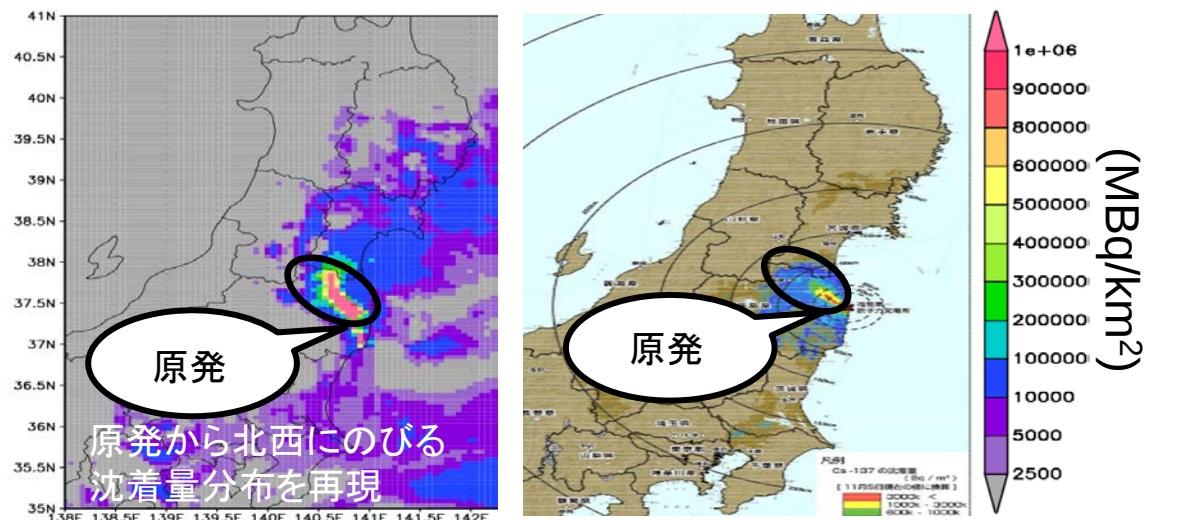
(Saya et al., 2015)

湿性沈着過程
q=大気中の水蒸気量
P=大気中の凝結量(水)
α=湿性係数
(降水への取り込まれやすさ)

$$F_{dry} = V_d C(z=1)$$

(Maryon et al., 1992)

乾性沈着過程
F_{dry}=沈着量(Bq/m²/s)
V_d=沈着速度(m/s)
C_(z=1)=最下層の濃度(Bq/m³)



左: IsoRSMによる2011年3月14日-28日における¹³⁷Csの積算沈着量分布
右: 文部科学省第4次航空機モニタリング結果による¹³⁷Csの積算沈着量分布

1-3. 水文シミュレーションフレームワークの超高解像度化

気候変動と、それに伴う異常気象、極端現象により引き起こされる被害に対して、これらを理解、予測するためには水文シミュレーションフレームワークの超高解像度化が必要不可欠である。現在、Fig.1に示すのは陸面過程モデルの高解像度化の例(10km格子→1km格子)であり、描写が詳細になっている様が見て取れる。
また、ここでいう水文シミュレーションフレームワークとは、Fig.2に示すように、気象データを入力として、陸面過程モデルMATSIRO、河川氾濫モデルCaMa-Floodにデータを通し、最終的に流量、水深、氾濫面積といったアウトプットを得る枠組みのことを言う。
今後は、リアルタイムでのデータ取得やWeb配信など、より実用に即した改良を実施していく予定である。

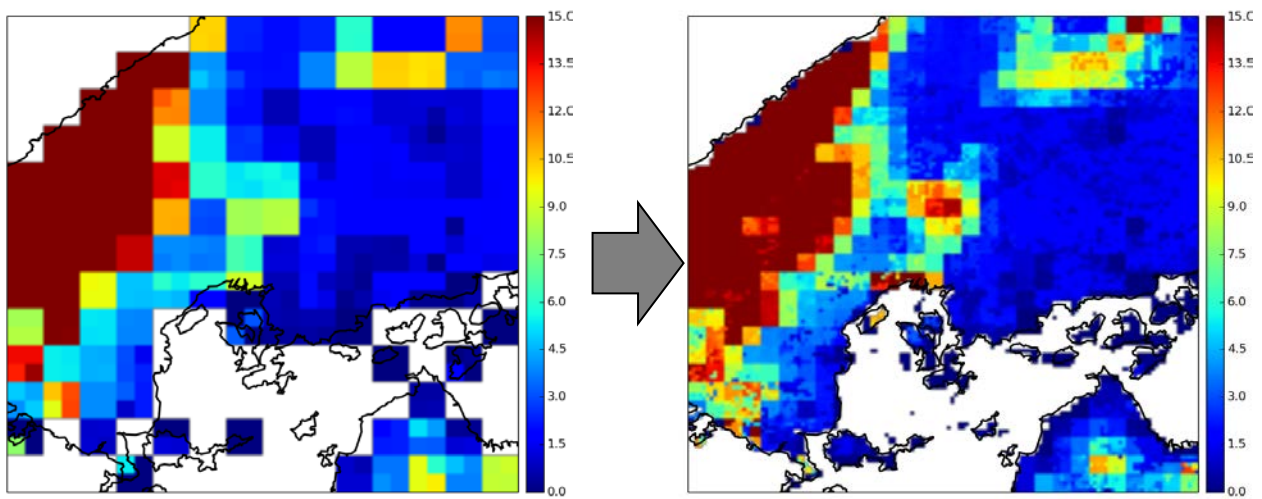


Fig.1 高解像度化の例
(流出量(mm/day) 2014年8月21日 広島県付近)

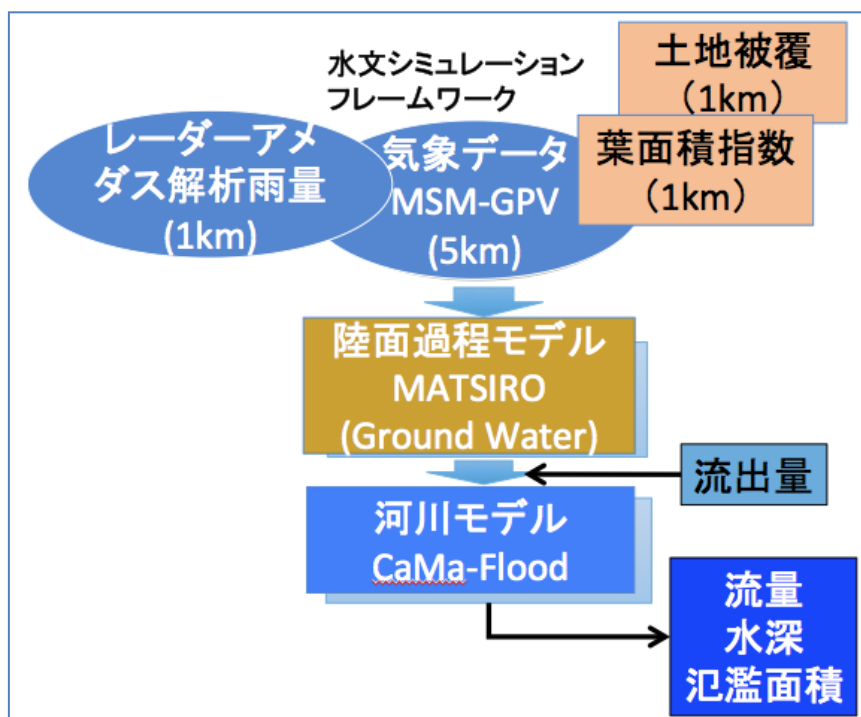


Fig.2 水文シミュレーションフレームワークの概要