



TODAY'S EARTH *Japan*

Land surface simulation by JAXA and UTokyo

プロダクト説明書 / 検証結果報告書

2022年5月23日 (ver. 3.2)

Today's Earth 研究・開発グループ



EORC



東京大学
生産技術研究所
Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

Copyright 2018, All rights reserved.

目次

1.	Today's Earth – Japan (TE-Japan)とは	1
2.	システムの構成と計算フロー	2
2.1.	機械学習を用いた入力降水量データの高度化	5
3.	提供データとファイル命名規則	7
4.	検証結果.....	8
4.1.	積雪水量 (GLSNW).....	8
4.2.	土壌水分量 (GLW)	11
4.3.	河川流量 (OUTFLW).....	14
4.4.	河道水深 (RIVDPH)	19
4.5.	検証結果まとめ	21
5.	利用規約.....	22
5.1.	サイトポリシー	22
5.2.	ユーザ登録	22
5.3.	ユーザ登録の取り消し	22
5.4.	個人情報保護および個人情報の取り扱い	22
5.5.	アカウントおよびパスワードの管理	22
5.6.	データ等に関する権利の帰属	23
5.7.	本サービスの変更	23
5.8.	本サービスの終了	23
5.9.	成果の報告	23
5.10.	免責事項.....	23
5.11.	お問い合わせ	23
	参考文献	24
	付録1:Today's Earth 提供データ一覧表	25
	付録2:Today's Earth 研究・開発グループ メンバーリスト.....	27

1. Today's Earth – Japan (TE-Japan)とは

Today's Earth (TE)は、宇宙航空開発研究機構(JAXA)が運用する陸域水循環シミュレーションシステムである。本システムでは、時々刻々と変化する気象状況に応じて、地表面や河川の状態を数値計算から導き出し、その結果をデータや画像として提供している。

“Today's Earth - Japan”(TE-Japan)は TE の日本域高解像度版であり、日本の陸域状態を詳細にモニタすることが可能である(図 1.1 に TE-Global との比較を示す)。システムを駆動させる入力データには、気象庁のメロ数値予報モデル GPV(MSM)をベースとして利用しているが、さらなる精度向上を目指し、入力データの衛星データ利用を目指している。具体的には、2021 年 11 月より静止衛星ひまわりによる日射量等を用いた試験が公開されている。その他の衛星データセットについても利用検討中である。

TE 研究開発グループは JAXA 地球観測研究センター(EORC)、東京大学生産技術研究所、(一財)リモート・センシング技術センターのメンバーで構成されている(付録 2 参照)。

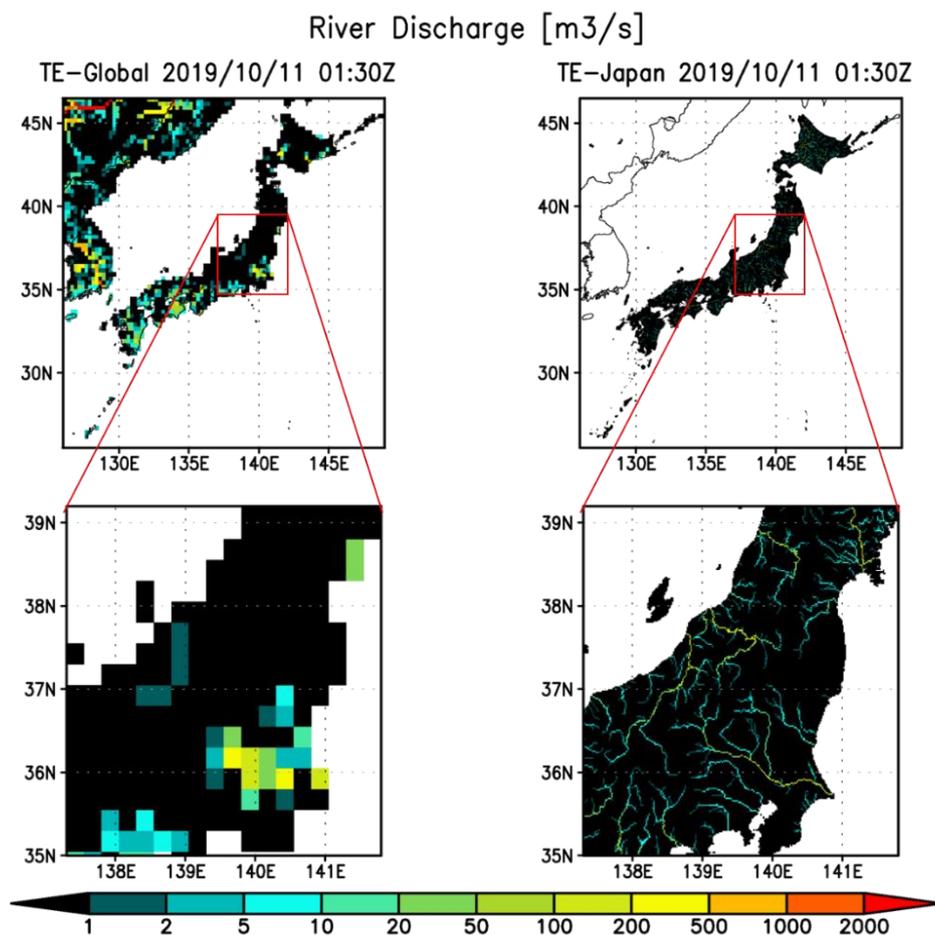


図 1-1 TE-Global(左, 緯度経度 1/4 度格子)と TE-Japan(右, 緯度経度 1/60 度格子)による河川流量推定結果の比較

2. システムの構成と計算フロー

TE は大きく分けて陸面過程モデル MATSIRO^[1] (Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and Runoff) version5^[2]と河川氾濫モデル CaMa-Flood^[3] (Catchment-based Macro-scale Floodplain)の2つのシミュレーションモデルから構成される。

表 2-1, 2-2 に定常運用中の TE-Japan の基本情報を, 図 2-1 に計算フローをそれぞれ示す。まず, システムに気圧や降水量などの気象データを入力することで, 陸面過程モデル MATSIRO 内で大気・陸面間での水やエネルギーのやり取りが計算される。この時, 陸面では側方への流出量(表面からの流出は Horton 流出の, 基底部からの流出は TOPMODEL^[4]の考え方に基づく)も計算され, 河川氾濫モデル CaMa-Flood に受け渡される。CaMa-Flood では, 矩形の河道と台形の氾濫原を仮定して局所慣性方程式^[5]を解くことで河川流量や氾濫原の貯留量を計算し, 高解像度の地形データに基づいて氾濫面積割合や浸水深を診断している。

TE は, これらの物理量を可視化・データ提供するのみならず, 再帰期間(何年に一度規模の事象か)やマハラノビス距離(平年値からどれほどかけ離れた事象か)などのユーザに分かりやすい危険度指標にも変換して提供している。

表 2-1 TE-Japan を構成するモデルとその基本情報

陸面過程モデル MATSIRO^{[1][2]} (Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and Runoff)	水平分解能	1/60° 南西端緯度 = 24° 南西端経度 = 123° [Nx, Ny]=[1500, 1320]
	時間分解能	1 時間毎, 1 日毎, 1 月毎
河川氾濫モデル CaMa-Flood^[3] (Catchment-based Macro-scale Floodplain)	水平分解能	1/60° 南西端緯度 = 24° 南西端経度 = 123° [Nx, Ny]=[1500, 1320]
	時間分解能	1 時間毎, 1 日毎, 1 月毎

表 2-2 TE-Japan 試験の概要

試験名		MSM/GPV ver.	Satellite ver.
データ期間		2007-現在	2015-現在
入力に 用いる 気象強 制力 データ ^{*1}	降雨量	M ^{*2}	M
	降雪量	M	M
	東西風速	M	M
	南北風速	M	M
	気温(地表)	M	M
	比湿	M	M
	地表面下向き短波放射	H	H
	地表面下向き長波放射	M	M
	地表面気圧	M	M
データ提供までの時間遅れ		リアルタイム ^{*3}	9~33 時間

1. M: メソ数値予報モデル GPV(MSM)^[6], H: ひまわり8号による日射量^[7]
2. MSM/GPV ver.の降水量については、現在時刻までは気象庁解析雨量(Radar-AMeDAS)を、予報については気象庁メソ数値予報モデル GPV(MSM)の 39 時間予報値を機械学習により補正したものを利用している(詳細は 2.1 項参照)。なお、両者を識別するには netCDF ファイルの global_attributes に記載されている "rain_forcing"を確認すること("rain_forcing = amedas"であれば解析雨量を入力した結果、"rain_forcing = msm"であれば補正済 39 時間予報値を入力した結果)。“rain_forcing”の項目は 2022 年 5 月 11 日以降のプロダクトに含まれる。
3. 39 時間予報値を利用することで、気象強制力データ取得や TE-Japan 処理により発生する実時間からの遅れをカバーし、リアルタイムのデータ配信が実現している(2020 年 3 月 1 日以降)。なお、予報値については気象業務法により一般公開を行っていない(共同研究機関等に限り共有)。



図 2-1 TE-Japan の計算フロー概念図

2.1. 機械学習を用いた入力降水量データの高度化

山岳などの地形は降水の形成に強く影響(地形性降水)し、山岳周辺の降水特性を著しく変化させる。水災害リスクや水資源量を精度良く推定するためには、このような地域詳細の気象予測が必要になる。MSM/GPVのような数値気象予報では、寒冷前線や温暖前線など比較的大きなスケールの気象現象に伴った降水特性が再現可能であるため、広域での領域平均降水量の時間変化はよく一致する(図 2.1-1 (c))が、地形の解像度や物理過程の不完全さにより観測との誤差が生じる(図 2.1-1 (b))。

そこで、観測された降水と数値気象予報で再現された広域での降水分布との間に何らかの関係性があると仮定し、機械学習を用いて降水量のバイアス補正を行った。具体的には、目的変数を観測降水量(気象庁解析雨量(Radar-AMeDAS))、説明変数を数値気象予報の降水量(気象庁メソ数値予報モデルGPV(MSM)39時間予報値)として、その関係性を過去期間(2007-2020)を通じて学習させ、学習に使われていない降水分布から、その中心にある降水量を推定することにより、バイアス補正を試みた。本手法では、機械学習(サポートベクタマシン)を用いて空間分布を補正した後で、機械学習では認識しにくい個々の対流雲やスコールラインによる降水の効果是分位マッピングと呼ばれる統計的手法により、量的に補正している(図 2.1-2)。

図 2.1-3 は、冬季季節風が強まる時の降水分布を示している。本手法により、数値気象予報で顕著であったバイアスが補正されて観測に対応した降水分布特性が推定されている。機械学習が数値気象予報の降水分布から天気状況に応じた降水システムパターンを認識し、それに対応した局地降水を的確に推定したことを示している。また、定量的にもよく推定されていることから、分位マッピングにより機械学習では認識できない個々の対流やスコールラインの効果を反映して推定したと考えられる。

TE-Japan では、2022年2月28日よりMSM/GPV ver.で本手法を用いて補正を行った予報降水量を入力として用いている(現在時刻までの入力降水量には気象庁解析雨量(Radar-AMeDAS)をそのまま利用)。補正に係る機械学習はデータ駆動型的手法であり、様々なデータのパターンを認識することにより推定精度が向上する。本システムでは極端現象に対応するためデータを常にアップデートし局地降水の精度を改善することにより、TE-Jでの水災害予測精度の向上を目指している。

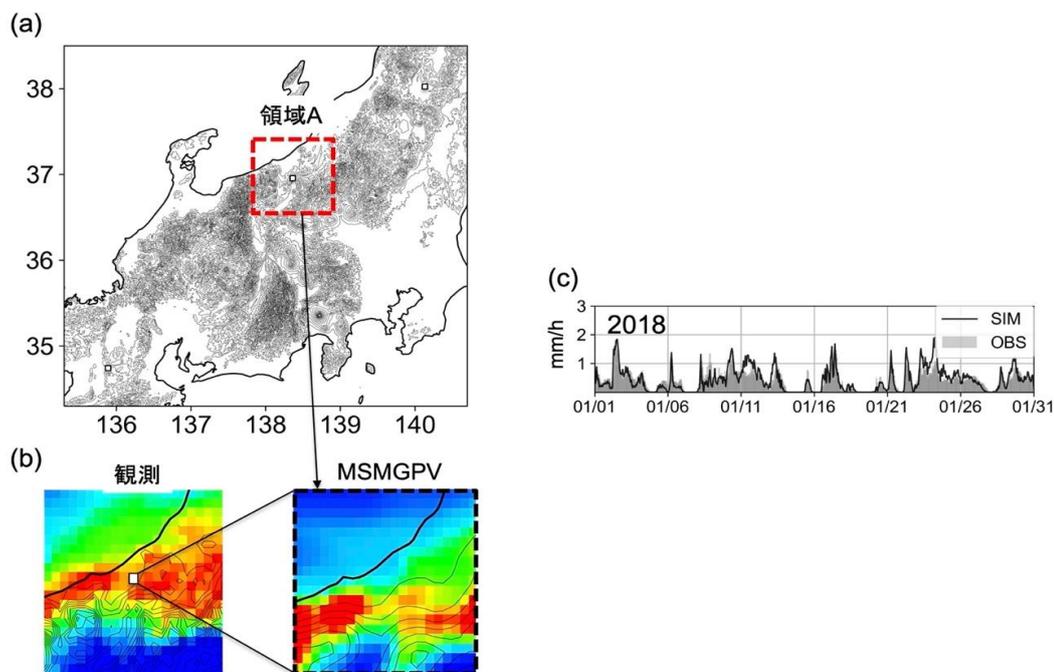


図 2.1-1 説明変数の領域(赤破線枠)および目的変数(四角マーカー)の関係。(b)冬季季節風時の観測と数値気象予報(MSM/GPV)の降水分布。暖色で降水量が多い。(c)領域 A での数値気象予報(SIM)と観測(OBS)の領域平均降水量の時間変化。

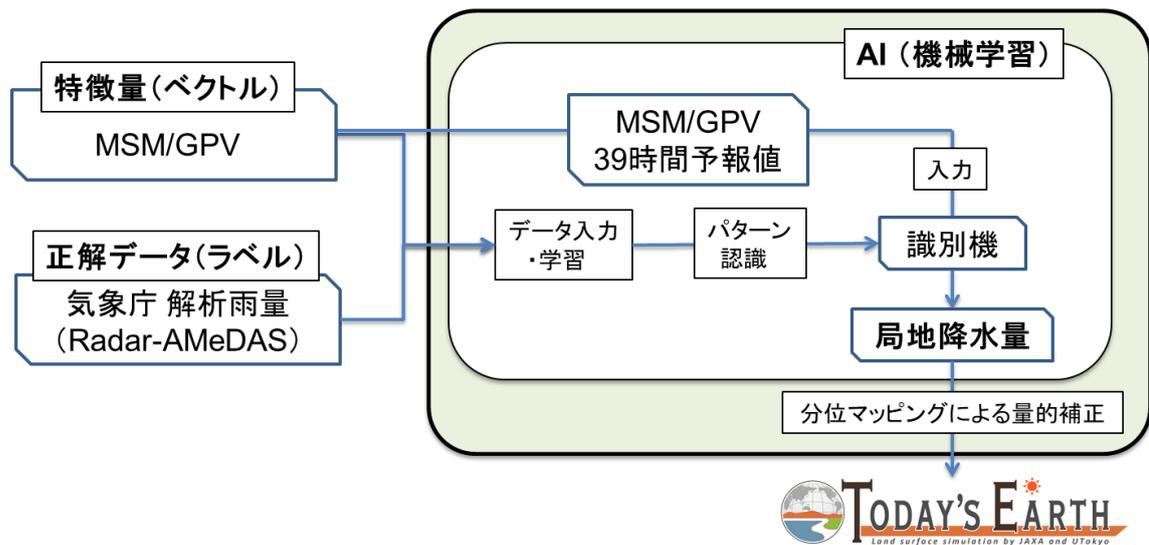


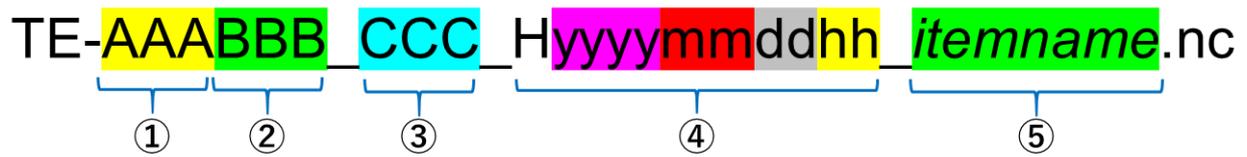
図 2.1-2 本手法の流れ図. 太線枠内が本手法を示す.



図 2.1-3 冬季季節風が強まる時の降水分布. 観測(左), 本手法(中央), 数値気象予報(右)を示す. 降水量が多い場所を暖色で示す.

3. 提供データとファイル命名規則

提供データファイルの命名規則を以下に示す。



- ① 領域(アルファベット 3 文字)
例) TE-Japan の場合「JPN」
- ② 空間解像度(数字 2 桁+アルファベット 1 文字)
例) 「01M」は緯度経度 1 分格子, 「15S」は緯度経度 15 秒格子
- ③ 試験名(アルファベット 3 文字)
例) 「MSM」は MSM/GPV ver.(表 2 参照)
- ④ 時刻(UTC)
例) 2020 年 1 月 1 日 0 時の hourly ファイルの場合 「H2020010100」
2020 年 1 月 1 日の daily ファイルの場合 「D20200101」
2020 年 1 月の monthly ファイルの場合 「M202001」
- ⑤ 変数名(付録 1 参照)

4. 検証結果

TE-Japan が提供する変数のうち、主要な物理量のいくつか(積雪水量、土壌水分量、河川流量、河道水深)について観測値を用いた精度検証を行った。本章ではその結果についてまとめる。

土壌水分量については、観測データ期間と重複する試験期間を持つ MSM ver.の結果のみ検証結果を示す。

4.1. 積雪水量 (GLSNW)

気象庁の AMeDAS^[8] (Automated Meteorological Data Acquisition System)による積雪深の観測データを用いて、TE-Japan の積雪水量プロダクトの検証を行った。積雪深と積雪水量の直接比較は推奨されないため、ここでは、Sturm et al. (2010)^[9]の手法を用いて、積雪密度を積雪深と経年変化時間の関数として計算し、AMeDAS 積雪深を積雪水量に変換して比較を行った。

まず、2015/1/1 から 2017/12/31 まで積雪深観測データがある、標高 100m 以下のアメダス観測地点を 120 箇所ピックアップした。検証結果の空間分布を図 4.1-1 に示す。大まかな傾向は、MSM ver.と SAT ver.よく似たものとなっている。緯度が高いほど相関が高くなるが、札幌市付近 ([lat, lon]=[43, 141]) では誤差が大きくなっている。これらの地域では MSM ver.が比較的良い統計指標を示しているが、東北や北海道北部など、SAT ver.(ひまわり日射量の利用)が効果的に改善につながっている地域も見られる。

図 4.1-2 は当該期間における散布図であり、TE-Japan の積雪水量推定値(y 軸)と、観測された積雪深から換算した積雪水量 SWE(x 軸)の関係を示している。図 4.1-2(a),(b)に示すように、全体的に TE-Japan の積雪水量推定値は観測積雪水量と良い相関を示している。しかし、検証地点ごとの結果を見ると、いくつかのサイトで過大評価・過小評価が見られた。図 4.1-2(g),(h)の青森地点の例は、過小評価の一例である。積雪水量と降雪量(モデル入力)の時系列がよく対応していることから、TE-Japan がある程度積雪の季節変動を推定できる能力を持っていることを鑑みると、この過小評価は入力データ自体の過小評価や位置ずれに起因するものと考えられる。SAT ver.(ひまわり日射量の利用)では、特に融雪期の過大評価が改善された。

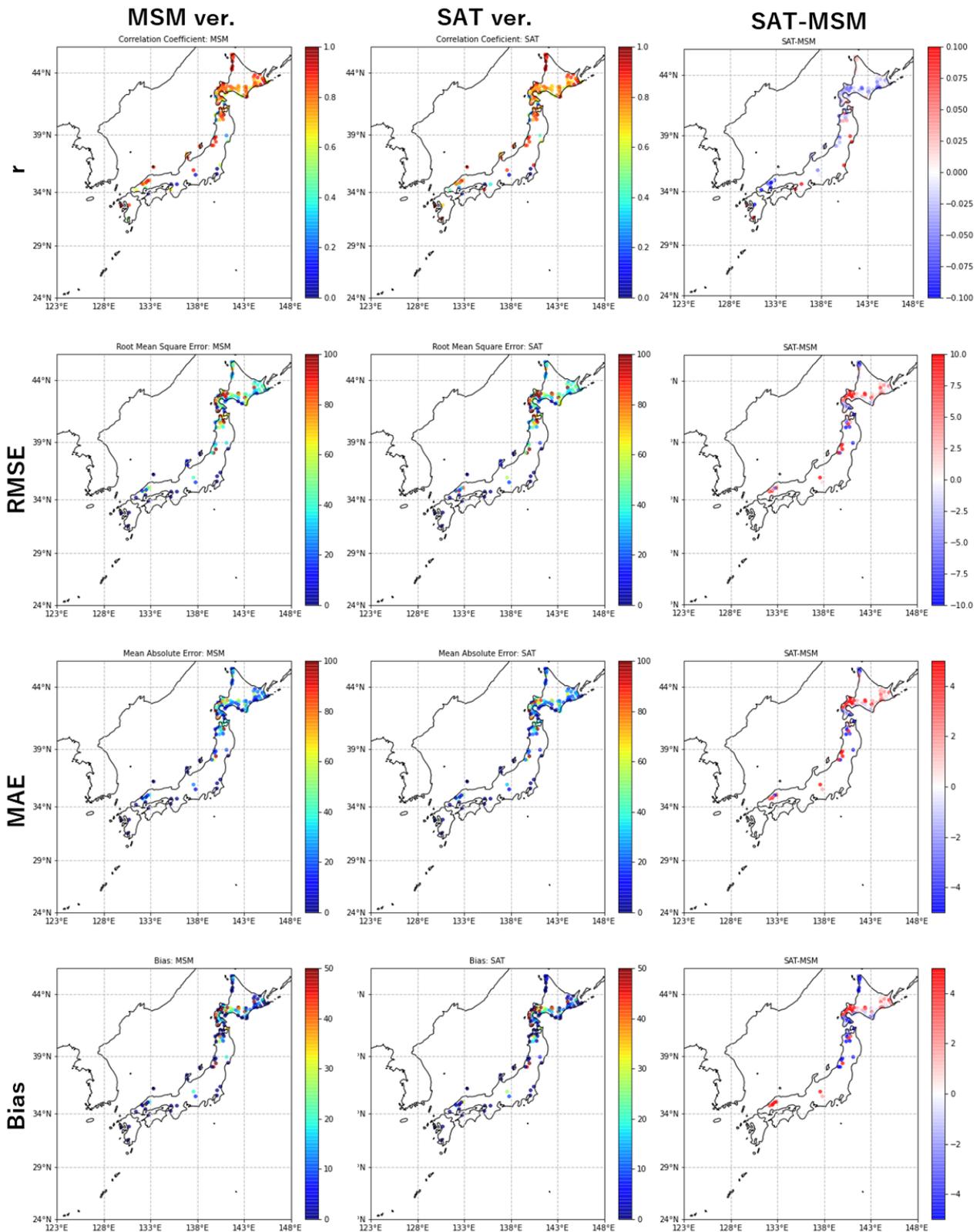


図 4.1-1 日平均積雪水深検証結果の空間分布. 2015 年から 2017 年までの AMeDAS の観測値と TE-Japan の積雪水深を比較し, 相関係数(r), 二乗平均平方根誤差 (RMSE), 平均絶対誤差 (MAE), バイアス (Bias) を算出した. 右列には, 各評価指標の SAT ver. と MSM ver. の差を示している.

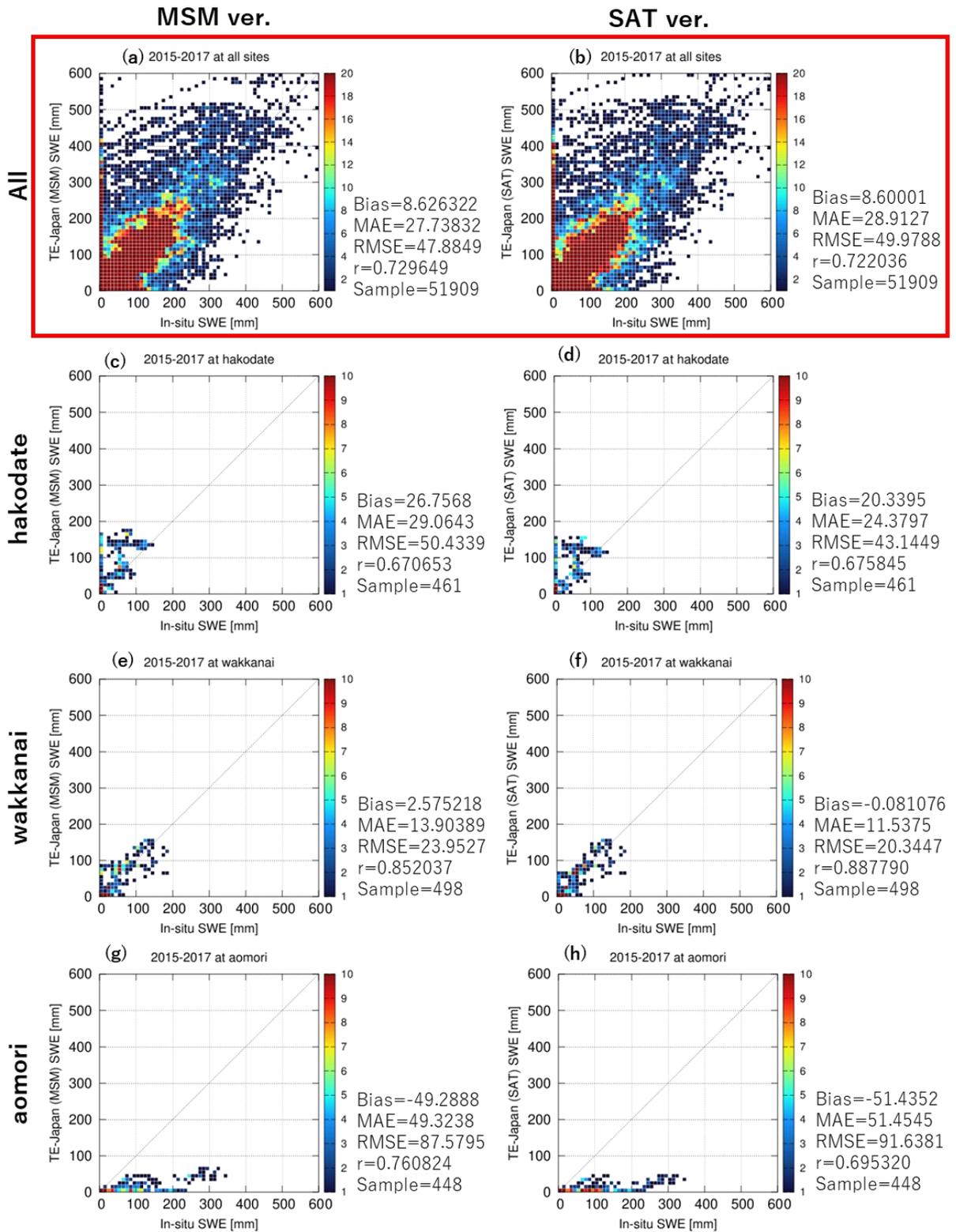


図 4.1-2 TE-Japan の日平均積雪水量と積雪深観測から換算した積雪水量の関係を示す散布図. 各点の色は含まれるサンプル数を示す. (a), (b)全 120 地点の結果, (c), (d)函館地点 ([lat,lon] = [45.4150, 141.6783]), (e), (f)稚内地点 ([lat,lon] = [41.8167, 140.7533]), (g), (h)青森地点 ([lat,lon] = [40.8217, 140.7683])の結果.

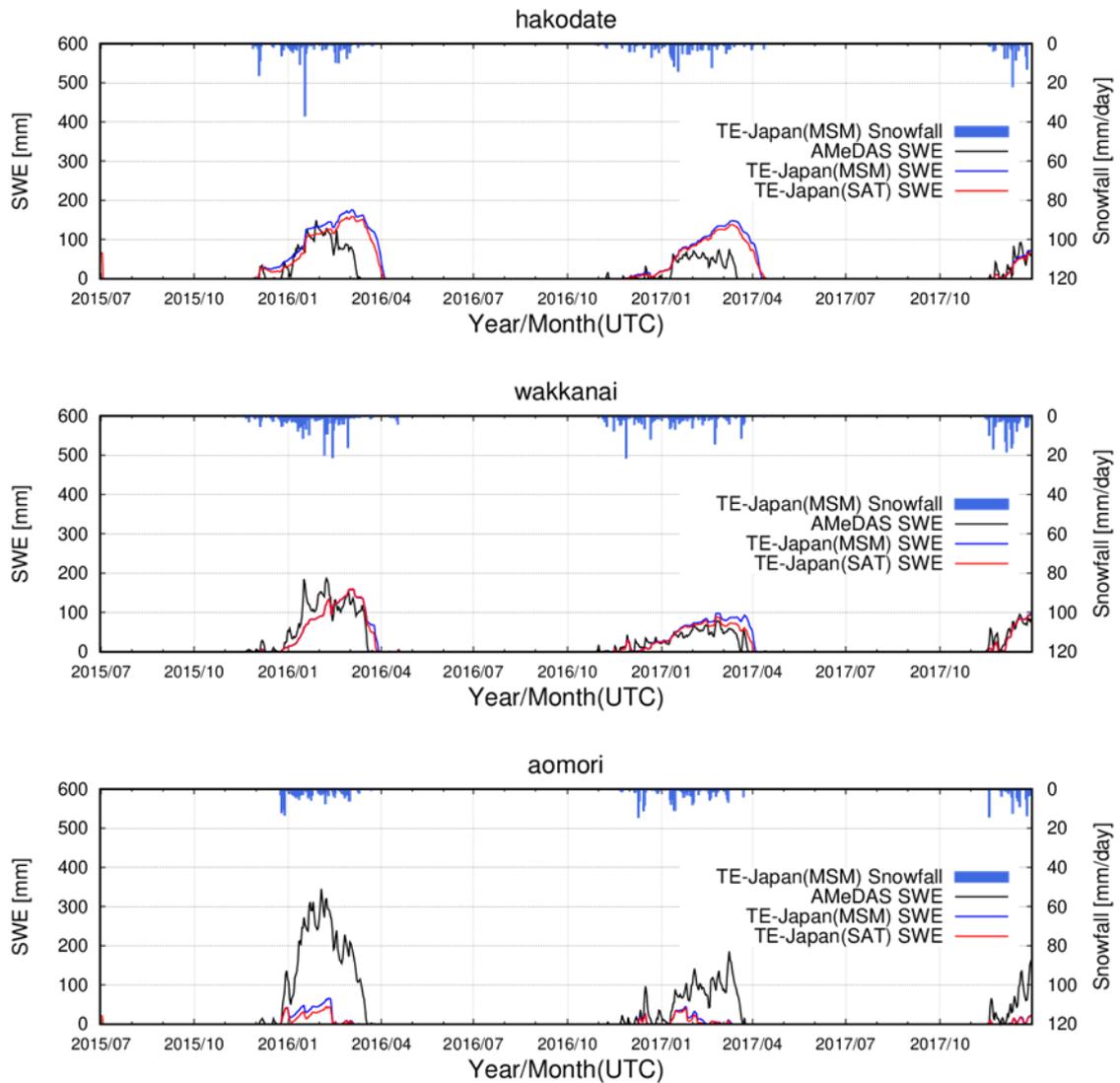


図 4.1-3 各地点における 2015/1/1～2017/12/31 の日平均積雪水量の時系列変化. 各地点の緯度・経度情報は図 4.1.2 を参照のこと. AMeDAS 観測から換算された積雪水量は黒線, TE-Japan MSM ver.の推定値は青線, SAT ver.の推定値は赤線でそれぞれ示している. 水色のヒストグラムはモデル入力の日平均降雪量である.

4.2. 土壌水分量 (GLW)

土壌水分の検証は, AsiaFlux データベース^[9]から取得した現地観測データを用いて行った. 全 37 地点のうち 11 地点が日本国内に位置しており, 5 地点は TE-Japan MSM ver.のシミュレーション期間と重なっている. SAT ver.については重複期間がないため, ここでは MSM ver.のみの結果を示す. 5地点のうち, TE-Japan が定義する地中第 2 層(根圏)の midpoint と同じ 15cm の深さで観測されている地点を 3 地点ピックアップした. これらの観測地点の情報を表 4.2-1 にまとめる. なお, FHK 地点と SMF 地点では 15cm の観測点がないため, 深度 10cm と 20cm の観測点の平均値を用いて検証を行った.

表 4.2-1 検証に用いた土壌水分観測データと地点情報

Site name	Lat/lon	Data & Period	Soil Moisture Obs. [depth]
Fuji Hokuroku Flux Observation Site (FHK)	35.433/138.750	FxMt 2006-2009	volumetric soil water content [0,10,20cm]
Seto Mixed Forest Site (SMF)	35.250/137.067	FxMt 2002-2011	soil water content [2,5,10,20,50cm]
Takayama deciduous broadleaf forest site (TKY)	36.146/137.426	FxMt 1998-2007	soil water content [15,40cm]

積雪水量の結果と同様に、表 4.2-1 の土壌水分観測点の情報を、図 4.2-1 に観測値と TE-Japan MSM ver.の推定結果との相関を示す散布図を示す。

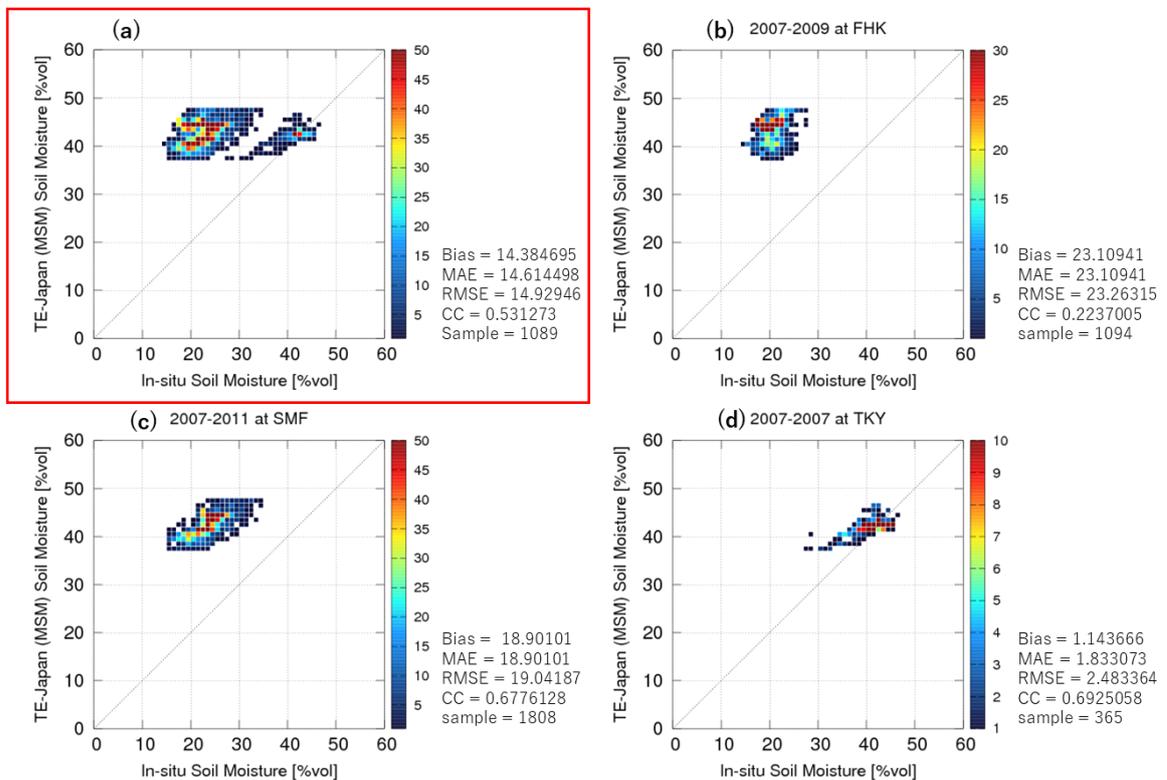


図 4.2-1 日平均土壌水分量の TE-Japan MSM ver.推定結果と観測値の関係を示す散布図. 各点の色は含まれているサンプル数を示す。(a)は 3 点の結果のまとめ、(b)、(c)、(d)はそれぞれ FHK、SMF、TKY サイトでの結果を示す。

TKY 地点では、TE-Japan は観測値とほぼ 1 対 1 の関係を示しているが、FHK 地点と SMF 地点では一定の正のバイアスがみられる。このバイアスは、境界条件データにおける土質分類の不確実性に起因するものと考えられる。例えば、AsiaFlux データベースの資料によると、FHK サイトは主に粗粒火山灰で覆われているが、TE-Japan の対応するグリッドは粘土質ロームと定義されている。今後の課題の一つとして、土質分類の精度向上が挙げられる。

図 4.2-2 は、土壌水分量アノマリの観測値と TE-Japan 推定値の時系列を示したものである。TE-Japan は、過大評価地点でも、降水量に対応した土壌水分の変動については適切に表現できていることがわかる。

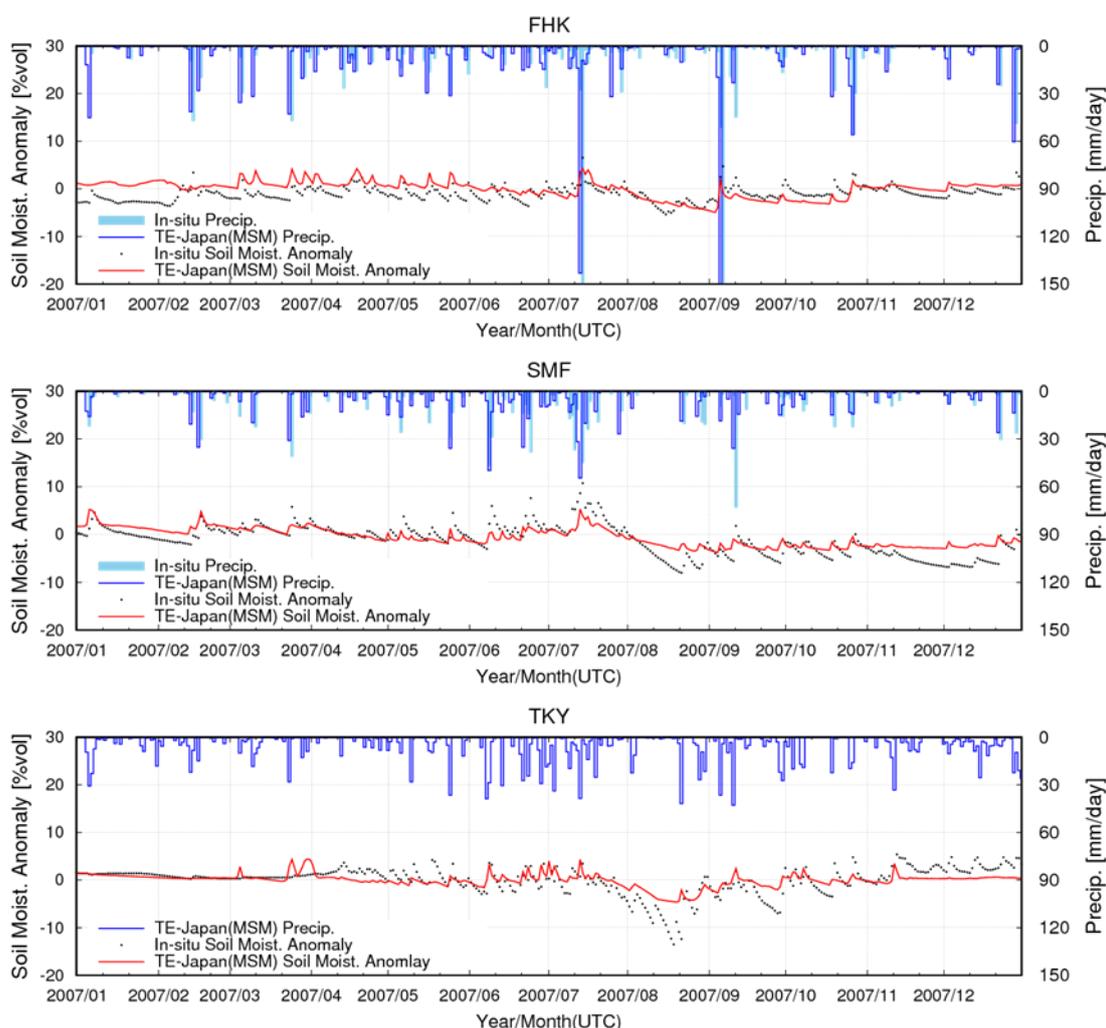


図 4.2-2 2007/1/1 から 2007/12/31 までの各サイトの日平均土壌水分量の時系列。各地点の緯度・経度情報は表 4.2-1 を参照のこと。観測値を黒点、TE-Japan MSM ver.の推定値を赤線で示す。水色と青色のヒストグラムはそれぞれモデル入力と AMeDAS 観測の日平均降水量である。なお、TKY サイトでは降水量観測は行われてない。

4.3. 河川流量 (OUTFLW)

ここでは、2010年から2015年までのTE-Japan河川流量推定値の検証結果を示す。図4.3-1は、各観測点における日平均河川流量の検証結果である。観測河川流量と、観測点に最も近い格子でのTE-Japan推定値間の相関係数(r)、二乗平均平方根誤差(RMSE)、平均絶対誤差(MAE)、バイアス(Bias)の値を算出している。観測データには国土交通省から入手したデータを使用している。TE-Japanの推定河川流量は、観測地点に近いグリッドの値を参照している。

SAT ver.とMSM ver.の結果を見ると、算出した統計指標は地点によってばらついている(図4.3-1)。しかし、各指標の空間分布はSAT ver.とMSM ver.で似たような傾向を示していることがわかる。全体的には相関が高く、RMSE、MAE、バイアスは許容範囲内である。相関係数を見ると、高緯度域が低緯度域よりも良い結果となっている。いずれのバージョンが優れているかは地点依存性が高い。相関係数については、中緯度地域ではSAT ver.の方が良い結果となった。ただし、RMSEとMAEについては中緯度地域と北海道でSAT ver.の値が高くなっている。また、SAT ver.のバイアスがMSM ver.よりもわずかに高い値を示す場所がいくつかある。しかし、全体的にはバイアス値が低く、SAT ver.、MSM ver.ともに観測値に近い結果が得られている。

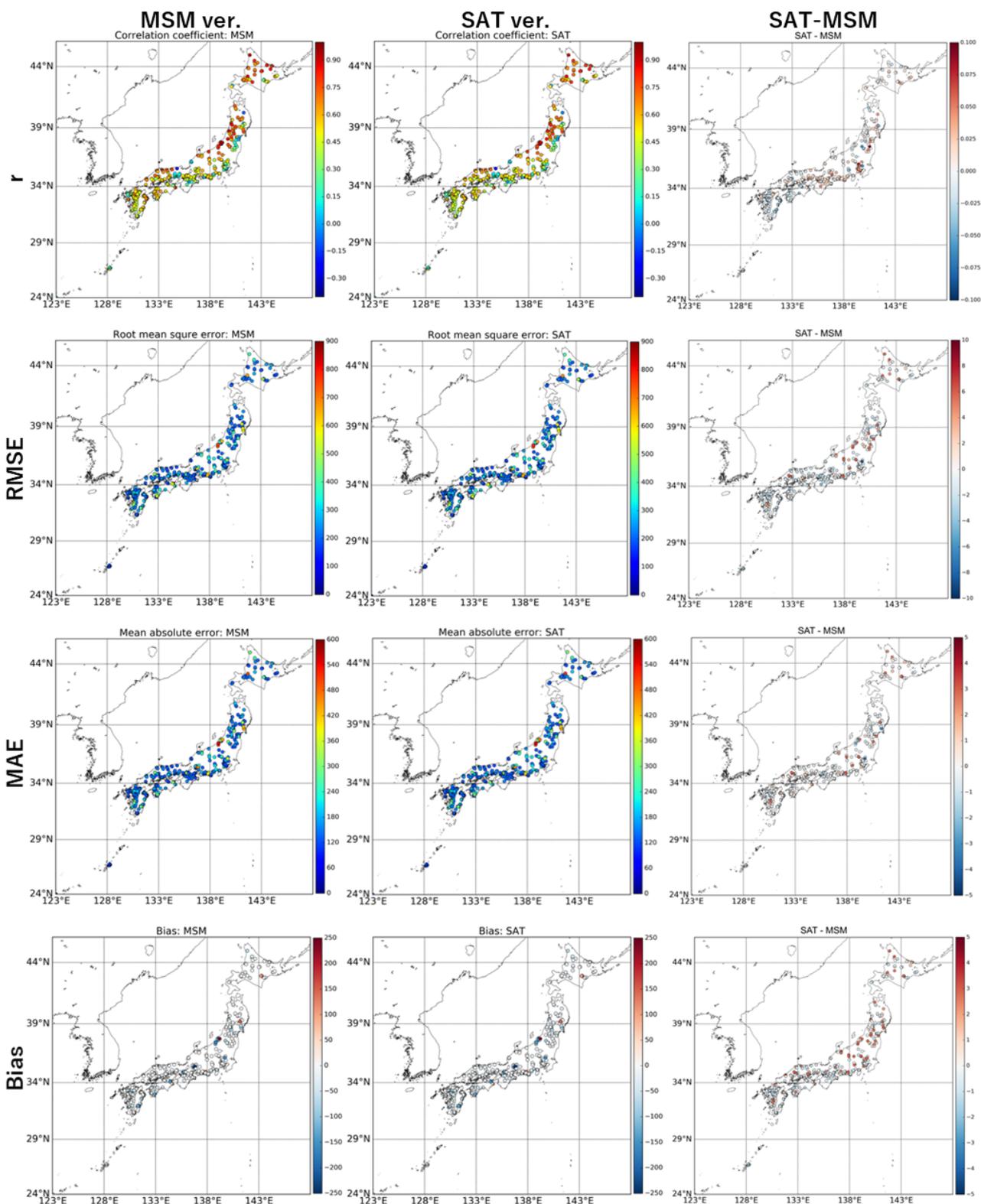


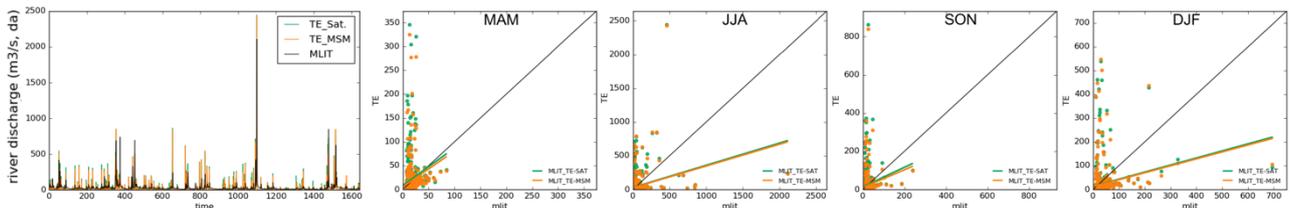
図 4.3-1 日平均河川流量の検証結果の空間分布. 2015 年から 2020 年までの国交省の観測値を, TE-Japan の SAT ver.と MSM ver.が推定した河川流量と比較し, 相関係数(r), 二乗平均平方根誤差(RMSE), 平均絶対誤差(MAE), バイアスを算出した. 右列には各評価指標の SAT と MSM の差を示す.

SAT ver. と MSM ver.の検証結果の差はごくわずかである(表 4.5-1, 図 4.3-1). より詳細に結果を確認するため, 各地点の季節ごとの散布図と時間変化を示す(表 4.3-1, 図 4.3-2). ここでは, 日本の様々な地域にある異なる河川の結果をいくつかピックアップして示している. これは, SAT の強制データがひまわりの観測データに由来することによるものである.

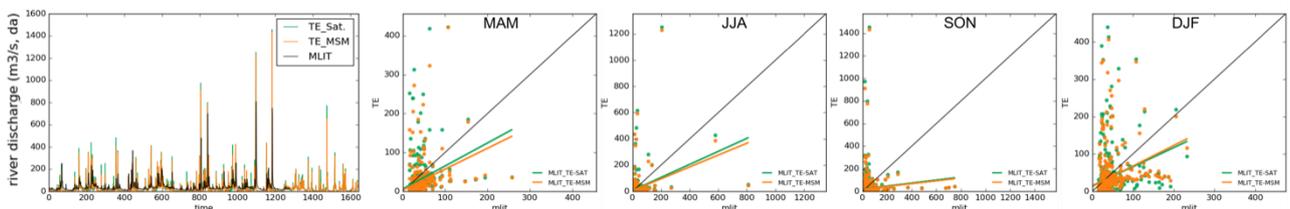
Table 4.3-1 検証に用いた河川流量観測データと地点情報(2015-2020).

河川名	Lat/lon	上流域面積	標高
遠賀川	33.750/130.732	695.00 km ²	2.00 m
斐伊川	35.341/132.832	894.80 km ²	17.09 m
横川	38.057/139.744	287.00 km ²	126.85 m
岩木川	40.810/140.437	1740.00 km ²	4.65 m
天塩川	44.926/141.879	4685.00 km ²	0.00 m

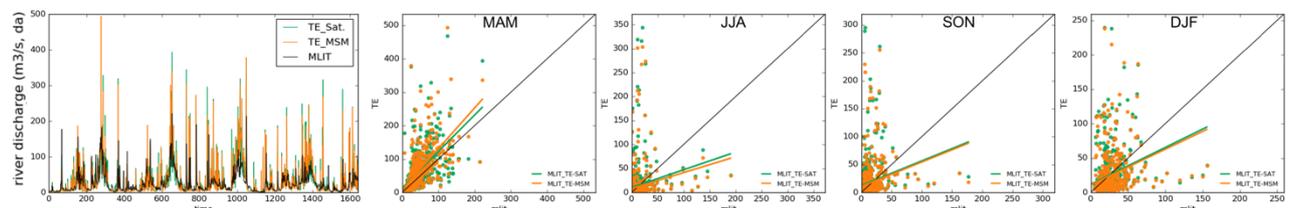
(1). 遠賀川



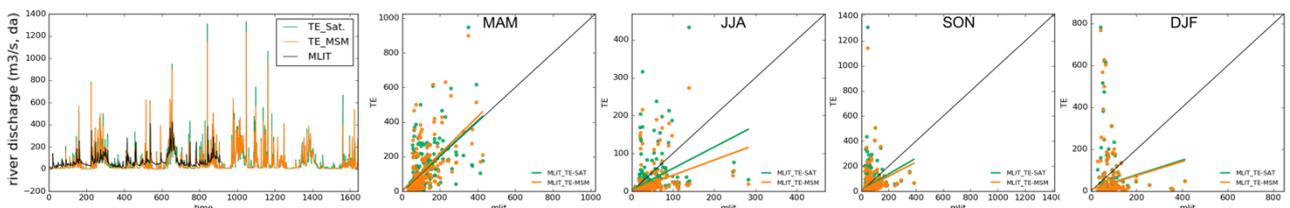
(2). 斐伊川



(3). 横川



(4). 岩木川



(5). 天塩川

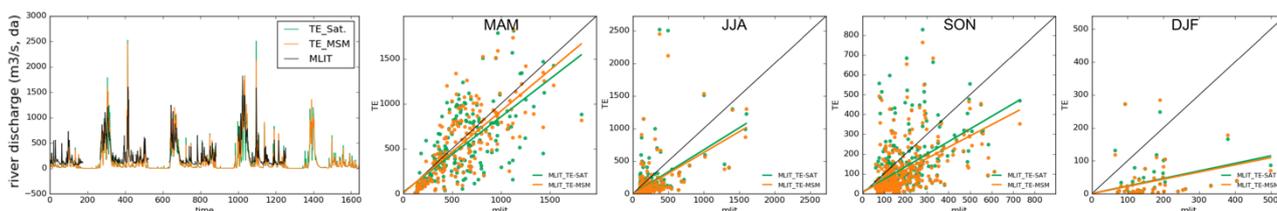


図 4.3-2 遠賀川, 斐伊川, 横川, 岩木川, 天塩川の河川流量の時間変化と季節ごとの散布図. 国交省の観測結果は黒線, TE-Japan SAT ver.は緑点/線, MSM ver.はオレンジ点/線で示している.

TE-Japan MSM ver.の出力については 2007 年から現在までのものが利用可能である. そこで, 2010 年から 2015 年までを対象に, TE-Japan MSM ver.の結果を国交省観測値と比較して検証を行った. その結果, 全地点の平均値は, 相関係数 0.548, 二乗平均平方根誤差 69.799, バイアス-12.859, 平均絶対誤差 37.746 となった. 図 4.3-2 に, 表 4.3-2 に示す 4 つの地点の年間および月平均の河川流量を示す((a)天塩川, (b)最上川, (c)半造川, (d)波瀬川). これらの 4 つの地点は, 日本の様々な地域から選択され, 様々な規模の集水域を持つものであるが, いずれも比較的良好な結果が得られている. 寒冷地のバイアスはあるものの, 季節変動の大部分は TE-Japan MSM ver.でよく表現できている.

表 4.3-2 検証に用いた河川流量観測データと地点情報(2010-2015)

河川名	Lat/lon	上流域面積	標高
天塩川	44.463/142.365	222.00 km ²	0.00 m
最上川	38.759/140.064	6270.90 km ²	0.00 m
半造川	32.835/130.065	87.00 km ²	-0.02 m
波瀬川	34.651/136.425	25.00 km ²	13.00 m

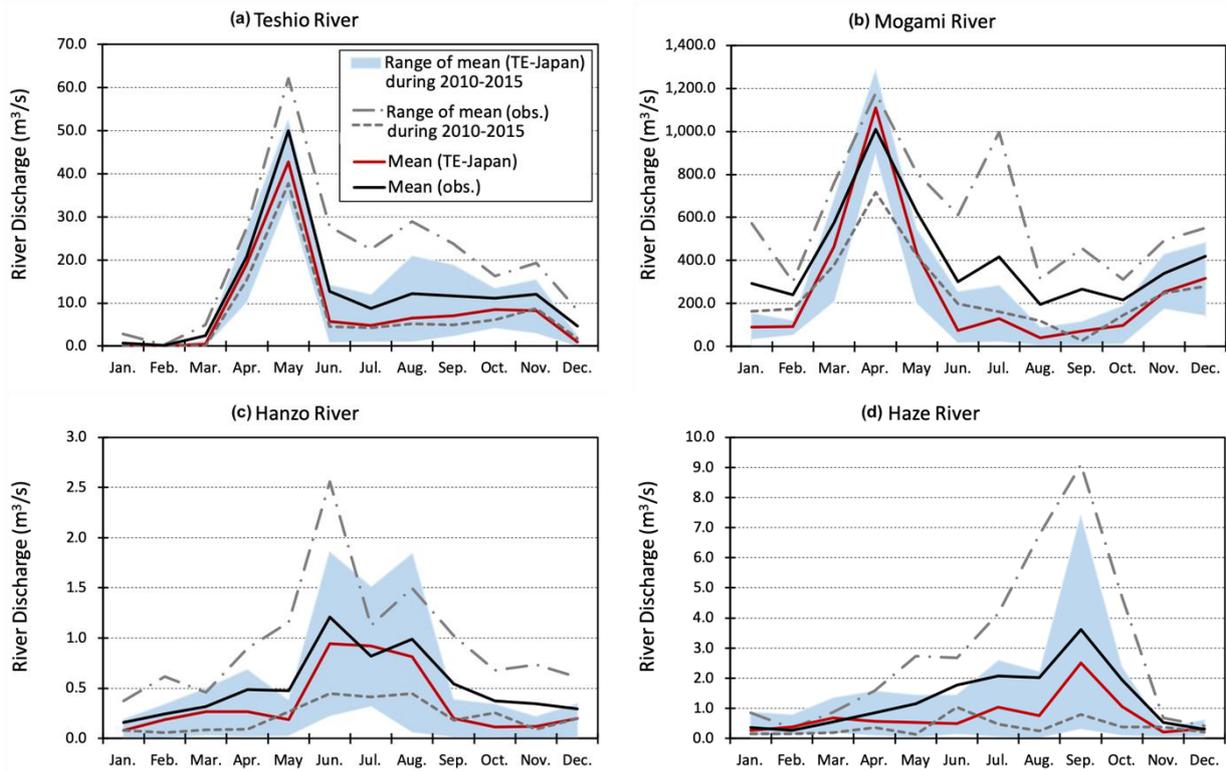
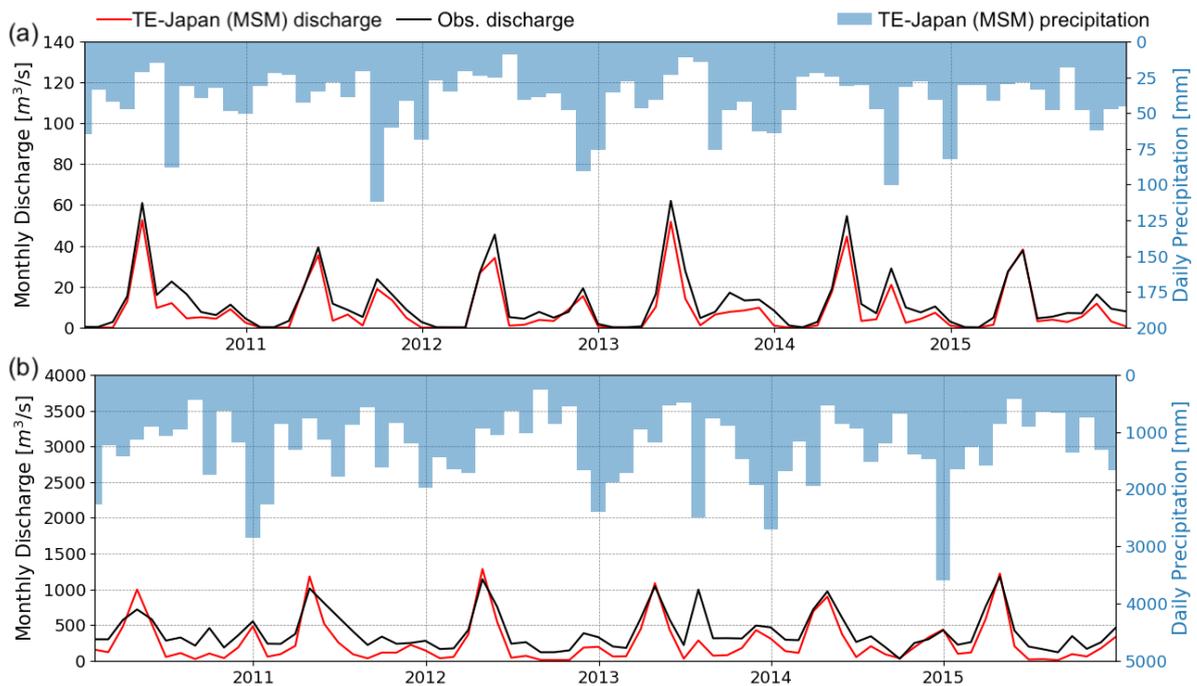


図 4.3-2 (a)天塩川, (b)最上川, (c)半造川, (d)波瀬川の4 観測地点における2010年~2015年平均の月平均河川流量の時系列. 黒線は国交省からの月平均河川流量の観測結果, 赤線はTE-Japan MSM ver. 推定値を示す.

さらに, 同じ4地点について, 年毎の変動の再現性を調べた. 図4.3-3は, 月平均河川流量の長期時系列である. 4地点の河川流量の時間的変動は, 観測された流量と比較してよく一致している.



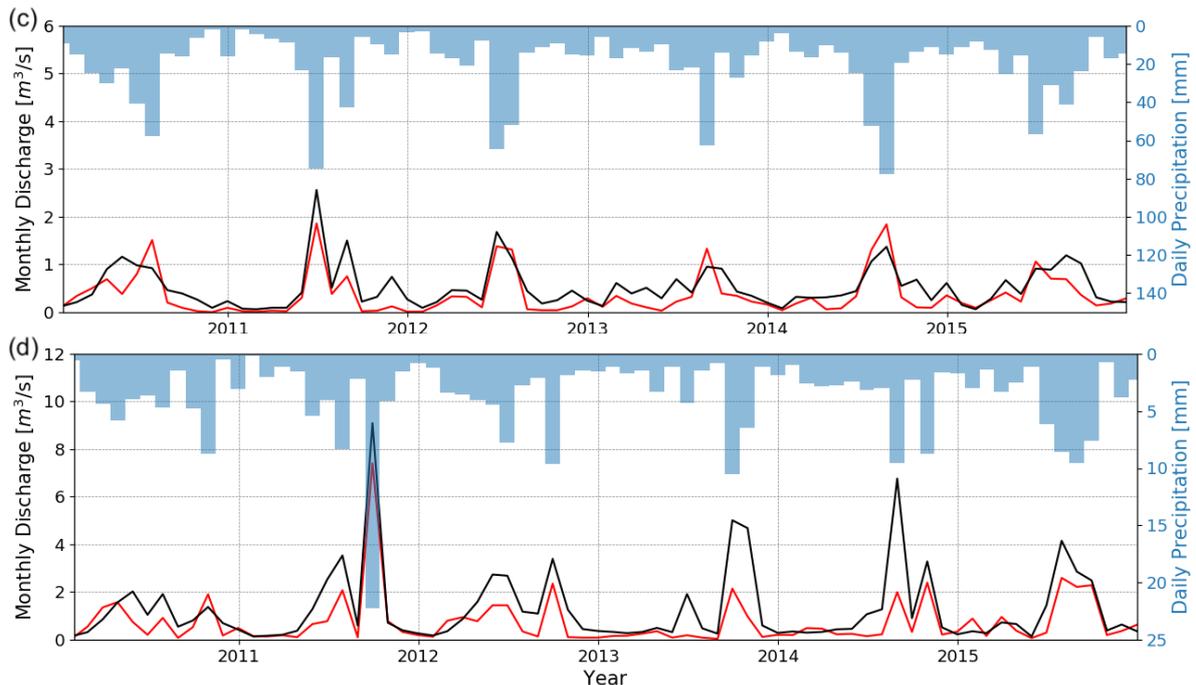


図 4.3-3 (a)天塩川, (b)最上川, (c)半造川, (d)波瀬川の月平均河川流量の時系列. 赤線は TE-Japan MSM ver.の推定値, 黒線は観測データを示す. 流域平均降水量を青いヒストグラムで示している.

4.4. 河道水深 (RIVDPH)

2015 年から 2020 年までの河道水深の日平均値について検証を行った(図 4.4-1). 観測データと TE-Japan SAT ver.および MSM ver.の結果との間で, 相関係数(r), 二乗平均平方根誤差(RMSE), 平均絶対誤差(MAE), バイアスの値を算出した. 観測データは国土交通省から入手したものである. 検証にあたっては, モデル境界条件設定が推定結果に与える影響を最小化するために, 河道水深の偏差を用いた. ここで, 偏差(ΔH)とは, 河道水深の長期平均値を差し引いた相対的な水深を示すもので, $\Delta H = H - \bar{H}$ という式で表される. 長期平均値は, 2015 年 7 月 4 日から 2020 年 12 月 31 日までのデータの平均である.

河川流量の結果と同様に, 各指標は地点ごとのばらつきが大きい. 相関係数を見ると, SAT ver., MSM ver.ともに高緯度域で高い値を示している. また, RMSE と MAE については, 全国的にばらついており, SAT ver.と MSM ver.のどちらのバージョンが優れているかを示す明確なパターンは見られない. バイアスについては, 関東地方の数地点で誤差が大きくなる傾向があり, 河川の流量結果の傾向と一致している(図 4.3-1).

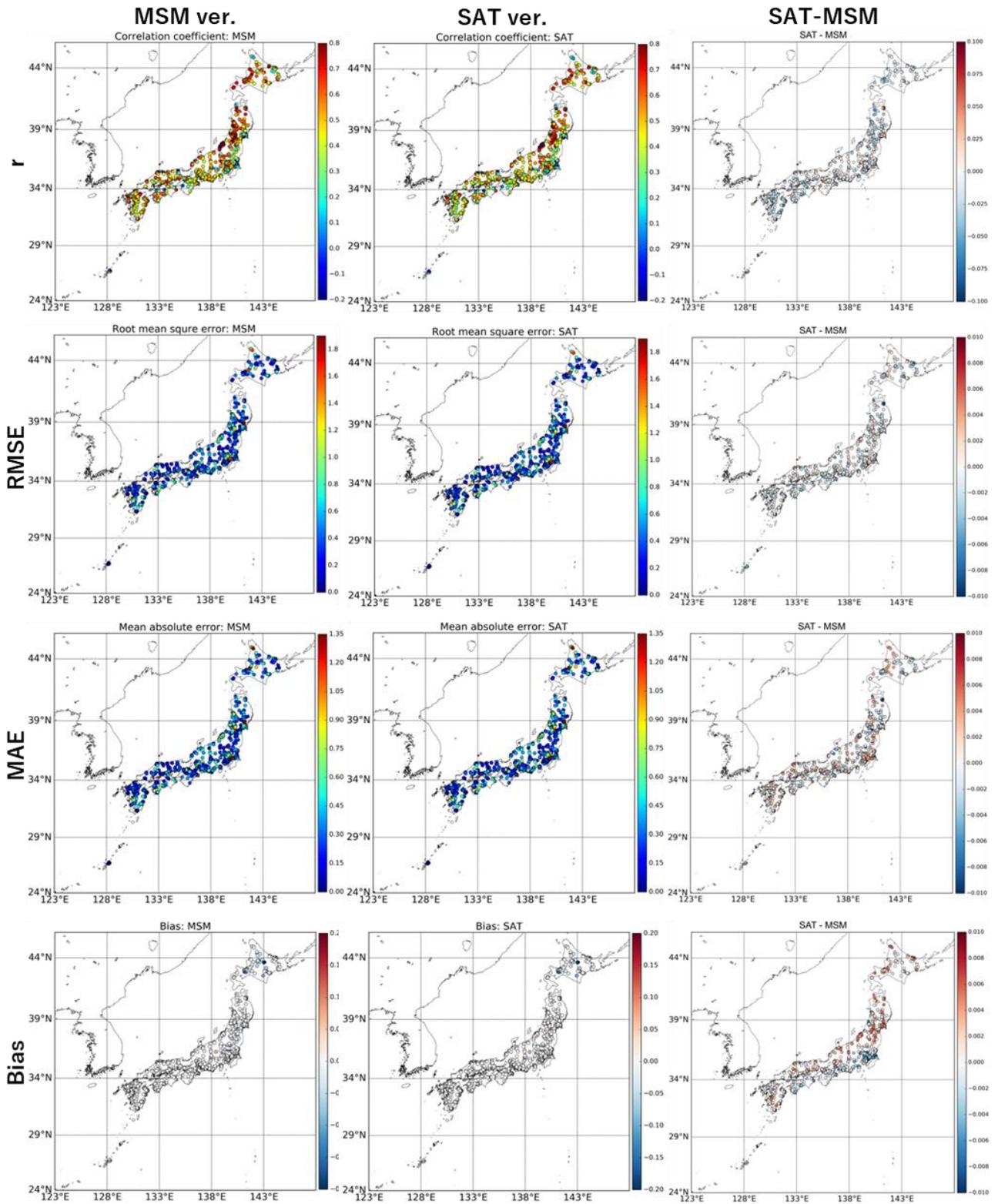


図 4.4-1 河道水深偏差の検証結果の空間分布. 2015 年から 2020 年までの国交省の観測結果を, TE-Japan SAT ver.と MSM ver.の推定値と比較し, 相関係数(r), 二乗平均平方根誤差(RMSE), 平均絶対誤差(MAE), バイアスを算出した. 右列に各指標の SAT ver.と MSM ver.の差を示す.

4.5. 検証結果まとめ

本節ではこれまで示してきた 3 変数(積雪水量, 土壌水分量, 河川流量, 河道水深)の検証結果をまとめる。表 4.5-1 に試験別の統計指標をそれぞれ示している。それぞれの特性を踏まえたいうでの利用が望まれる。TE-Japan システムは, 気象予測等と同様に完全ではないが, モデルそのものや境界条件の精緻化, 分解能の向上, 衛星観測データの有効活用などを通して改良を続けていく予定である。

表 4.5-1 TE-Japan 検証結果まとめ

変数	地上観測データ	相関係数	RMSE	バイアス	MAE
日平均積雪水量 (m)	AMeDAS 積雪深 データから変換され た積雪水量 (2015 – 2017)	0.730 (MSM)	47.885 (MSM)	8.626 (MSM)	27.738 (MSM)
		0.722 (SAT)	49.979 (SAT)	8.600 (SAT)	28.913 (SAT)
日平均土壌水分 量(%)	AsiaFlux 地上観 測データ	0.531 (MSM)	14.929 (MSM)	14.385 (MSM)	14.614 (MSM)
日平均河川流量 (m ³ /s)	国交省地上観測 データ(2015- 2020)	0.380 (MSM)	83.968 (MSM)	-13.195 (MSM)	40.085 (MSM)
		0.359 (SAT)	86.624 (SAT)	-10.758 (SAT)	41.102 (SAT)
日平均河道水深 (m)	国交省地上観測 データ(2015- 2020)	0.367 (MSM)	0.405 (MSM)	-0.005 (MSM)	0.261 (MSM)
		0.353 (SAT)	0.415 (SAT)	-0.002 (SAT)	0.269 (SAT)

注)相関係数, 二乗平均平方根誤差, バイアス, 平均絶対誤差は, 観測地点毎に算出し, 全地域で平均したものの。河道水深については, 観測結果とシミュレーション結果の両方の偏差を分析した。

5. 利用規約

本利用規約は、Today's Earth のウェブサイトに記載されているものと同じ内容です。

<https://www.eorc.jaxa.jp/water/term.html?1>

Today's Earth(以下「本サービス」といいます)は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)地球観測研究センター(EORC)および東京大学生産技術研究所による陸面水循環シミュレーションデータを無償で提供しています(研究・教育・公共目的に限ります)。

本サービスの利用規約とは、利用者が本サービスを利用する際に遵守していただきたい規約です。利用規約をよくお読みいただき、同意の上、本サービスをご利用ください。

5.1. サイトポリシー

本サービスを行うウェブサイトのサイトポリシーは、JAXA のサイトポリシー・利用規約(http://www.jaxa.jp/policy_j.html)に準拠します。

5.2. ユーザ登録

本サービスの利用にはユーザ登録が必要です。本サービスのログインには、ユーザアカウントとパスワードによる認証方式を採用しています。利用に必要なユーザ登録情報は、氏名、メールアドレス、所属機関、所属部署、国または地域名、利用目的です。

5.3. ユーザ登録の取り消し

ユーザは、「[Today's Earth 研究・開発グループ](#)」に対して、ユーザ登録の取消の旨をメールにて通知した上で、ユーザ登録を取り消すことができます。

5.4. 個人情報保護および個人情報の取り扱い

JAXA は、ご登録頂いた個人情報(氏名、メールアドレス、所属機関、所属部署、利用分類、利用目的)を、個人情報に関する法令、および EU 一般データ保護規則(General Data Protection Regulation : GDPR)を含むその他の規範、また機構にて別途定める「個人情報保護に関する規程」に乗っ取り、適切に取り扱います。詳細は [JAXA 個人情報保護](#)および [EU 一般データ保護規則](#)をご確認ください。

JAXA は、登録いただいた個人情報を以下の目的以外には使用いたしません。

- データ利用状況の把握
- 本サービスの向上を目的とする利用者意向調査・アンケートの実施
- ユーザからの問い合わせ対応

また、JAXA は業務の一部を他社に委託しています。委託業務には、システム管理、ユーザ管理、ヘルプデスク業務があります。代行業者は上記の業務を遂行するために必要な個人情報を利用しますが、それ以外の目的で利用することはありません。

5.5. アカウントおよびパスワードの管理

ユーザアカウント、およびパスワードの管理、使用はユーザが全ての責任を持つものとし、第三者の不正使用等から生じた損害等について JAXA は補償いたしませんのでご注意ください。

5.6. データ等に関する権利の帰属

本サービスにて提供するプロダクト、画像データ等のデータについては、JAXA が著作権・知的財産権を有します。ご利用になる場合には、JAXA の「[サイトポリシー・ご利用の範囲と利用条件](http://www.jaxa.jp/policy_j.html)」(http://www.jaxa.jp/policy_j.html) で定める条件に従ってください。

5.7. 本サービスの変更

JAXA は、適宜本サービスの運営の諸条件、サービス内容、規約の変更等を行うことができるものとします。本規約を変更した場合は、本サービス上に提示し、お知らせするものとします。本規約の変更を提示した後、ユーザ各位が初めて本サービスを利用する際には、変更後の規約を確認した上で利用してください。

5.8. 本サービスの終了

JAXA は、JAXA の判断において、本サービスを終了させることができるものとします。その場合、JAXA はあらかじめ適切な方法によってユーザに対して本サービス終了の予告をします。

5.9. 成果の報告

本サービスにて提供する JAXA 物理量データ、画像データ等を用いて論文、レポート等を出版する場合は、以下のような文章を明記してください。

日本語の場合：

「本論文にて使用した Today's Earth プロダクトは、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学より提供を受けました。」

英語の場合：

"Research product of Today's Earth that was used in this paper was supplied by Japan Aerospace Exploration Agency and Institute of Industrial Science, The University of Tokyo."

また、Today's Earth 研究・開発グループでは関連文献の収集を行っています。本サービスにて提供されたデータを利用した論文、レポート等については、別刷またはコピーをしていただき、本規約末尾に記述している「Today's Earth 研究・開発グループ」まで送付ください。ご協力をお願い致します。

5.10. 免責事項

本サービスについてあらゆる面から細心の注意を払っていますが、JAXA は安全性及び掲載情報の信頼性について一切保証するものではなく、また利用者各位が本サービスおよび本サービスの情報を利用することによって生じる、いかなる損害についても責任を負うものではありません。

JAXA は、本サービス上の情報を変更・削除、本サービスの運用そのものを中断・中止することがありますが、これによって生じる利用者各位のいかなる障害についても、責任を負うものではないこととします。あらかじめ、ご了承ください。

5.11. お問い合わせ

本サービス全般に関する質問等については、下記メールアドレスまでお問合せください。

Z-watercnt@ml.jaxa.jp

参考文献

1. Takata, K., S. Emori, and T. Watanabe, 2003: Development of the Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and RunOff (MATSIRO), *Global and Planetary Change*, 38, 209-222.
2. Nitta, T, K. Yoshimura, K. Takata, R. O'ishi, T. Sueyoshi, S. Kanae, T. Oki, A. Abe-Ouchi, and G. E. Liston, 2014: Representing variability in subgrid snow cover and snow depth in a global land model: Offline validation, *J.Clim.*, 27, 3318–3330.
3. Yamazaki, D., S. Kanae, H. Kim, and T. Oki (2011), A physically based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, *Water Resour. Res.*, 47, W04501, doi:10.1029/2010WR009726.
4. Beven, K.J., M.J. Kirkby, N. Schofield, A.F. Tagg, 1984: Testing a physically-based flood forecasting model (TOPMODEL) for three U.K. catchments, *J. Hydrol*, Volume 69, Issues 1–4, Pages 119-143, ISSN 0022-1694, [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(84\)90159-8](https://doi.org/10.1016/0022-1694(84)90159-8).
5. Bates, P.D., M.S. Horritt, and T.J. Fewtrell, 2010: A simple inertial formulation of the shallow water equations for efficient two-dimensional flood inundation modelling, *J. Hydrol.*, 387, 33–45, doi:10.1016/j.jhydrol.2010.03.027.
6. MSM-GPV, <http://www.jmbosc.or.jp/jp/online/file/f-online10200.html>, 2019.
7. R. Frouin and H. Murakami, 2007: Estimating photosynthetically available radiation at the ocean surface from ADEOS-II global imager data. *J. Oceanography*, 63, 493-503.
8. AMeDAS(The Automated Meteorological Data Acquisition System), <https://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/amedas/amedas.html>, 2019.
9. Strum, M., B. Taras, G. E. Liston, C. Derksen, T. Jonas, and J. Lea, 2010: Estimating Snow Water Equivalent Using Snow Depth Data and Climate Classes, *Journal of Hydro Meteorology*, 11, 1380-1394.
10. AsiaFlux Database, https://db.cger.nies.go.jp/asiafluxdb/?page_id=16, 2019

付録1: Today's Earth 提供データ一覧表

Today's Earth がデータ提供するすべて物理量を下表にまとめる。「画像」列の「✓」は画像モニターページで可視化を行っている変数を、「タイル」列の「✓」はタイルマップ形式で可視化を行っている変数をそれぞれ示す。

Today's Earth 提供変数一覧

モデル/カテゴリ	物理量	変数名	単位	画像	タイル	
入力データ	降雨量	GPRCT	kg/m ² /s	✓	✓	
	降雨量の再帰期間 ⁸	RPGPRCT	year	✓	✓	
	降雪量	GSNWL	kg/m ² /s	✓	-	
	東西風速(10m)	GDU	m/s	-	-	
	南北風速(10m)	GDV	m/s	-	-	
	地表気温(2m)	GDT	K	✓	✓	
	比湿(2m)	GDQ	kg/kg	✓	-	
	下向き短波放射	SSRD	W/m ²	✓	-	
	下向き長波放射	SLRD	W/m ²	-	-	
	地表面気圧	GDPS	hPa	-	-	
MATSIRO (陸面)	水収支 (状態量)	土壌水分量(各層)[Z1-Z6] ¹	GLW	m/m	✓[Z1]	✓[Z1]
		土壌水分量(総量)	GLWtot	kg/m ²	✓	-
		キャノピー水分量	GLWC	m	-	-
		積雪水量	GLSNW	kg/m ²	✓	✓
	水収支 (フラックス)	融雪量	SNMLT	kg/m ² /s	-	-
		凍結量	SNFRZ	kg/m ² /s	-	-
		積雪昇華量	SNSUB	kg/m ² /s	-	-
		陸氷融解量	ICEMLT	kg/m ² /s	-	-
		陸氷昇華量	ICESUB	kg/m ² /s	-	-
		積雪量+陸氷昇華量	SSUB	kg/m ² /s	-	-
		蒸散量	ETFLX	kg/m ² /s	✓	-
		キャノピー蒸発量	EIFLX	kg/m ² /s	✓	-
		キャノピー昇華量	EISUB	kg/m ² /s	-	-
		裸地蒸発量	EBFLX	kg/m ² /s	✓	-
		裸地昇華量	EBSUB	kg/m ² /s	-	-
		総流出量[W1-W2] ²	RUNOFF	kg/m ² /s	✓	-
		基底流出量	RUNOFFB	kg/m ² /s	✓	-
	表面流出量	SRUNOF	kg/m ² /s	✓	-	
	流出量(湖沼 & 陸水)[W1-W2] ²	RUNOFFFA	kg/m ² /s	-	-	
	熱収支 (状態量)	土壌温度[Z1-Z6] ¹	GLG	K	✓	-
		積雪温度[L1-L3] ³	GLTSN	K	✓	-
		地表面温度[C1-C2] ⁴	GLTS	K	✓	-
		キャノピー温度[C1-C2] ⁴	GLTC	K	✓	-
	熱収支 (フラックス)	地中熱フラックス	GFLUXS	W/m ²	✓	-
		積雪面熱フラックス	SNFLXS	W/m ²	✓	-
		地表面熱フラックス(総量)	GFLXTL	W/m ²	-	-
		上向き短波放射	SSRU	W/m ²	-	-
		上向き長波放射	SLRU	W/m ²	-	-
		顕熱フラックス	SENS	W/m ²	✓	-
		潜熱フラックス	LTNT	W/m ²	✓	-
潜熱フラックス(蒸発)		EVAP	W/m ²	-	✓	
その他	積雪面積割合	SNRAT	-	✓	-	
	地表面アルベド	ALB	-	-	-	

	積雪面アルベド[A1-A3] ⁵	GLASN	-	-	-
	土壌ポテンシャル[Z1-Z6] ¹	GPSI	Pa	-	-
	積雪中ダスト濃度[L1-L3] ³	CDSTM	ppmw	-	-
	水フラックス(大気→陸)	WA2L	m/s	-	-
	水フラックス(陸→河川)	WL2R	m/s	-	-
	土壌氷量(各層)[Z1-Z6] ¹	GLFRS	m/m	✓	-
	土壌氷量(総量)	GLFRStot	kg/m ²	✓	-
	陸域貯水量	WLND	m	-	-
	内陸消失点河川水量	BUDIND	kg/m ² /s	-	-
	内陸消失点河川水の再分布量	RBUDIND	kg/m ² /s	-	-
	地下水涵養量	WINPT	kg/m ² /s	-	-
	湖水深	SHLK	cm	-	-
	湖面温度	TSIL	°C	-	-
	CaMa-Flood (河川)	河道流量	RIVOUT	m ³ /s	-
河道貯留量		RIVSTO	m ³	-	-
河道水深		RIVDPH	m	✓ ^{*6}	✓
河道水深の再帰期間 ^{*8}		RPRIVDPH	year	✓	✓
河道流速		RIVVEL	m/s	-	-
氾濫原流量		FLDOUT	m ³ /s	-	-
氾濫原貯留量		FLDSTO	m ³	-	-
氾濫原水深		FLDDPH	m	✓ ^{*6}	✓
氾濫面積		FLDARE	m ²	-	-
氾濫面積割合		FLDFRC	-	✓ ^{*6}	✓
高解像度化氾濫面積割合 ^{*7}		FLDFRC	-	-	✓
河川水位		SFCELV	m	-	-
総河川流量		OUTFLW	m ³ /s	✓ ^{*6}	✓
総河川流量の再帰期間 ^{*8}		RPOUTFLW	year	✓ ^{*6}	✓
総河川貯留量		STORGE	m ³	-	-

1. Z1-Z6は土壌層を表す。深さはそれぞれ Z1: 0 - 0.05, Z2: 0.05 - 0.25, Z3: 0.25 - 1, Z4: 1 - 2, Z5: 2 - 4, Z6: 4 - 14[m] である。
2. W1, W2はそれぞれ水, 水に関する量を表す。
3. L1-L3は積雪層を表す。層数や深さは可変である。詳細は, Takata et al. (2003)を参照されたい。
4. C1, C2はそれぞれキャノピーの積雪部, 非積雪部の量を表す。
5. A1, A2, A3はそれぞれ可視, 近赤外, 赤外領域の積雪アルベドを表す。
6. 河道幅はその上流域面積に応じて拡張して示されている。
7. TE-Japanのみから提供される変数(CaMa-Flood内で定義される単位流域を塗りつぶす形でダウンスケーリングされたもの)。
8. TE-Japanの2007-2020年のシミュレーション結果の統計分布から算出された再帰期間。TE-Japanのみから提供される。

Note:

- ・ TE-Globalの基底流出量は過小評価の傾向が見られます。利用の際には十分ご注意ください。
- ・ 現在, GLWとGLWCのnetCDFヘッダと図中のキャプションの単位記述に誤りがあります。正しい情報は上の表を参照してください。
- ・ 東西風速(GDU)と南北風速(GDV)はTE-Globalのみの提供です。TE-Japanではそれぞれを合成した風速の絶対値をGDUとして提供しています。

付録2: Today's Earth 研究・開発グループ メンバーリスト

最新情報はこちら

https://www.eorc.jaxa.jp/water/contact_us.html

現在のメンバー:

- ◆ R. Oki^{*1}
- ◆ M. Kachi^{*1}
- ◆ K. Yamamoto^{*1}
- ◆ H. Fujii^{*1}
- ◆ T. Oki^{*2}
- ◆ K. Yoshimura^{*1, 2}
- ◆ H. Kim^{*2}
- ◆ D. Yamazaki^{*2}
- ◆ K. Hibino^{*2}
- ◆ W. Ma^{*2}
- ◆ Y. Ishitsuka^{*3}
- ◆ A. Takeshima^{*2}
- ◆ T. Higashiuwatoko^{*4}
- ◆ T. Andoh^{*4}
- ◆ R. Kakuda^{*4}

以前在籍したメンバー:

- ◆ R. Arai^{*2}
- ◆ T. Nomaki^{*4}
- ◆ N. Kawamoto^{*4}
- ◆ T. Itaya^{*2}
- ◆ S. Urita^{*4}
- ◆ M. Hatono^{*2}
- ◆ Y. Yabu^{*2}

1. 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター(JAXA/EORC)
2. 東京大学 生産技術研究所(UT/IIS)
3. University of Massachusetts (Amherst)
4. リモート・センシング術センター(RESTEC)