

プロダクト説明書

最終更新： 2024 年 7 月 2 日

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.

改訂履歴

改訂日	主な改訂項目	担当
2018-03-31	NC	K. Hibino K. Yamamoto
2018-11-27	- システム名の YEE(Yesterday's Earth at EORC) から TE(Today's Earth)への変更 - 統計量の修正 - メンバーリスト更新 等	K. Yamamoto
2019-03-29	- 1 章, 表1, メンバーリストの更新 等	K. Yamamoto
2019-08-19	- 表 2(変数リスト)の更新 等	K. Yamamoto
2020-03-09	- 表 2(変数リスト)の更新 等	K. Yamamoto
2020-12-16	- ポータルページ刷新に伴う更新 - 日本語版ドキュメントの公開 等	K. Yamamoto
2023-08-02	- TE-Global NEXRA 公開に伴う説明の追記 - 改訂履歴の追加 等	K. Yamamoto W. Ma
2024-07-01	- TE-Japan ドキュメントとの統合 - TE-Japan メジャーバージョンアップ(v2)に関する内容の追記	K. Yamamoto

目次

1.	はじめに.....	1
1.1.	Today's Earth (TE)の概要.....	1
1.2.	プロダクト種別.....	2
1.2.1.	TE-Global (全球決定論的シミュレーションプロダクト).....	4
1.2.2.	TE-Global NEXRA (全球アンサンブルシミュレーションプロダクト).....	4
1.2.3.	TE-Japan (日本域決定論的シミュレーションプロダクト).....	4
2.	データの構成.....	6
2.1.	ファイル命名規則.....	6
2.2.	ファイルフォーマットと構成.....	6
3.	データ内容.....	7
4.	検証結果まとめ.....	9
5.	利用規約.....	10
5.1.	サイトポリシー.....	10
5.2.	ユーザ登録.....	10
5.3.	ユーザ登録の取り消し.....	10
5.4.	個人情報保護および個人情報の取り扱い.....	10
5.5.	アカウントおよびパスワードの管理.....	10
5.6.	データ等に関する権利の帰属.....	11
5.7.	本サービスの変更.....	11
5.8.	本サービスの終了.....	11
5.9.	成果の報告.....	11
5.10.	免責事項.....	11
5.11.	お問い合わせ.....	11
	参考文献.....	12
	付録1:Today's Earth 研究開発グループ メンバーリスト	
	付録2:Today's Earth システム開発履歴	
	付録3:検証結果詳細	

1. はじめに

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。こうした取り組みを通じ、長期にわたる統一的な陸面水循環データセットの構築・評価、また洪水・濁水などの水災害に資する危険情報の提供を目指す。

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 1 参照)。

1.1. Today's Earth (TE)の概要

TE は大きく分けて陸面過程モデル MATSIRO (Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and Runoff, Takata et al., 2003) version5 (Nitta et al., 2014)と河川氾濫モデル CaMa-Flood (attachment-based Macro-scale Floodplain, Yamazaki et al., 2011)の2つのシミュレーションモデルから構成される。

図 1 に TE の概念図を示す。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(Beven et al., 1984)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(Bates et al., 2010)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)や規格化偏差(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。

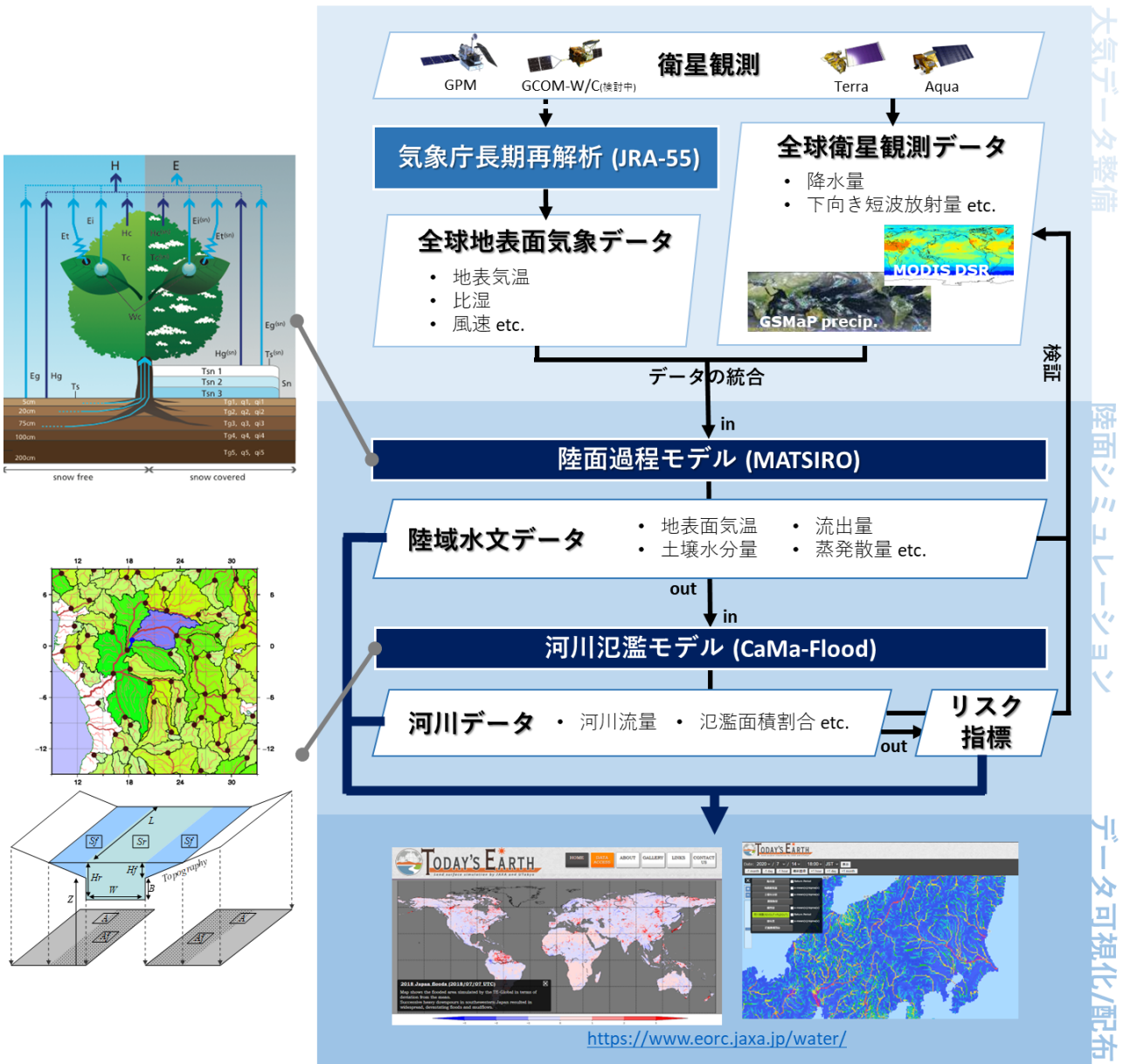


図 1.1-1 Today's Earth システムの概念図

1.2. プロダクト種別

現在提供中の TE プロダクトは、陸域水循環に関する様々な物理量を全球規模で推定・データ提供する全球システムと、日本全域の陸面状態をより詳細にモニタすることができる日本域システムの二つに大別される。全球システムはさらに、決定論的シミュレーションによるプロダクト、アンサンブルシミュレーションによるプロダクトをそれぞれ提供中である。それらの特徴を簡潔にまとめたものを、表 1.2-1 に示す。また、それぞれについて次項以降に詳述する。なお、詳細な開発履歴については付録2を参照されたい。

表 1.2-1 Today's Earth 各プロダクトの概要

	TE-Global ²			TE-Global NEXRA	TE-Japan ²		
	JRA-55 ver.	GSMaP ver.	MODIS ver.		MSM/GPV ver.	Satellite ver.	
フォーマット	NetCDF						
緯度範囲	-90° to 90°			24° to 46°			
経度範囲	0° to 360°			123° to 148°			
空間解像度	MATSIRO 出力: 0.5° CaMa-Flood 出力: 0.25°			MATSIRO 出力: 1/60° CaMa-Flood 出力: 1/60°			
時間解像度	3 時間毎, 1 日毎, 月毎			1 時間毎, 1 日毎, 月毎			
提供期間	1958-2023	2001-2023	2003-2023	2019-現在	2007-現在	2015-2023	
配列	MATSIRO 出力: 720 (lon) x 360 (lat) CaMa-Flood 出力: 1440 (lon) x 720 (lat)			MATSIRO/CaMa-Flood 出力: 1500 (lon) x 132 (lat)			
始点(最初の格子中央)	MATSIRO 出力: (lat, lon)=(0.25°, -89.75°) CaMa-Flood 出力: (lat, lon)= (0.125°, -89.875°)			MATSIRO/CaMa-Flood 出力: (lat, lon)=(123.00833333, 24.00833333)			
アンサンブルメンバ数	1			128	1	1	
入りに用いる 気象強制 力データ ¹	降雨量	JRA-55	GSMaP ³	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV (AI 補正) ⁴	MSM/GPV
	降雪量	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	東西風速	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	南北風速	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	気温(地表)	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	比湿	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	地表面下向き 短波放射	JRA-55	JRA-55	MODIS	NEXRA	Himawari	Himawari
	地表面下向き 長波放射	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
	地表面気圧	JRA-55	JRA-55	JRA-55	NEXRA	MSM/GPV	MSM/GPV
データ提供までの時間遅れ ⁵	約 3.5 日	約 5 日	約 20 日	約 1~5 日	リアルタイム ⁶	9~33 時間	

- JRA-55: 気象庁長期再解析(JRA-55) (Kobayashi et al., 2015)
GSMaP: 衛星全球降水マップ(GSMaP_MVK v6)
MODIS: Terra/Aqua MODIS 全球日射量プロダクト(JASMES システムから取得)
NEXRA: NICAM-LETKF JAXA Research Analysis, NEXRA. (Kotsuki et al., 2017a)
MSM/GPV: メソ数値予報モデル GPV(MSM)
Himawari: 静止気象衛星ひまわり観測による日射量(Frouin and H. Murakami, 2007)
- TE-Global は気象庁 JRA-55 の停止に伴い 2024 年 1 月 31 日に停止、現在次バージョンを開発中である。Satellite ver.は 2024 年 1 月 10 日に運用を停止し、MSM/GPV ver.に統合済(2024 年 6 月 28 日~)。
- GSMaP は南緯 60 度~北緯 60 度までの領域のみをカバーしているため、それより高緯度域は JRA-55 の降雨量を用いている。GSMaP 領域との空間的連続性保持の為、0.01mm/h 以下の JRA-55 降雨量はマスクされている。
- 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 1.2.3 を参照)。
- 時間遅れは主にそれぞれの入りに用いている大気データの取得タイミングに依存し、特に TE-Global NEXRA は不安定である。
- MSM/GPV 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への公開を行っていない(共同研究機関等に限り共有)。

1.2.1. TE-Global (全球決定論的シミュレーションプロダクト)

JRA-55 ver.は、気象庁 JRA-55(気象庁による 55 年の長期再解析)から得られた大気データのみを TE-Global シミュレーションの入力とするプロダクトであり、長期的な陸域水循環の評価に有効である。JRA-55 の入力変数のうち、降水量に GSMaP(Global Satellite Mapping of Precipitation)を用いたものを GSMaP ver., 下降短波放射量に MODIS(Terra/Aqua MODIS Global Solar Radiation Product)を用いたものを MODIS ver.と呼ぶ。衛星観測データが利用可能となった時期からデータ提供を開始しているため、データ提供期間は短い。衛星による観測情報を利用することで、より精度の高い陸域水循環のシミュレーションを目指している。

1.2.2. TE-Global NEXRA (全球アンサンブルシミュレーションプロダクト)

アンサンブルシミュレーションとは、観測と数値モデルの双方に含まれる誤差をうまく組み合わせてアンサンブルメンバ(存在する可能性のある複数の地球の状態)を作成し、そのそれぞれの状態から複数のシミュレーションを行うことである。各アンサンブルメンバのシミュレーション結果の平均を求め、1つのメンバで行うシミュレーションに比べ誤差が低減される効果や、メンバ間のばらつきからシミュレーションの信頼度を推定できるようになることが期待できる。

アンサンブルシミュレーションシステムの構築には、JAXA が開発・運用する NEXRA(NICAM-LETKF JAXA Research Analysis)を用いた。NEXRA は、が開発・運用する、GSMaP の全球降水量を観測データとして同化するユニークな気象データ同化システムである。降水データの同化は、解析された降水量の精度を向上させるが、一般に他の大気変数の精度を劣化させることが知られている。しかし、NEXRA は「降水」そのものではなく、「過去の降水頻度分布に基づく降水の可能性」を同化することができ、その結果、大気変数の精度を向上させることが可能となっている(Kotsuki et al. 2017a)。現在、TE-Global のシミュレーションには NEXRA の 128 の大気アンサンブルメンバの解析値が用いられており、その平均値、標準偏差、25%tile 値、75%tile 値、最小値、最大値、およびそれらの再帰期間のデータを公開している。

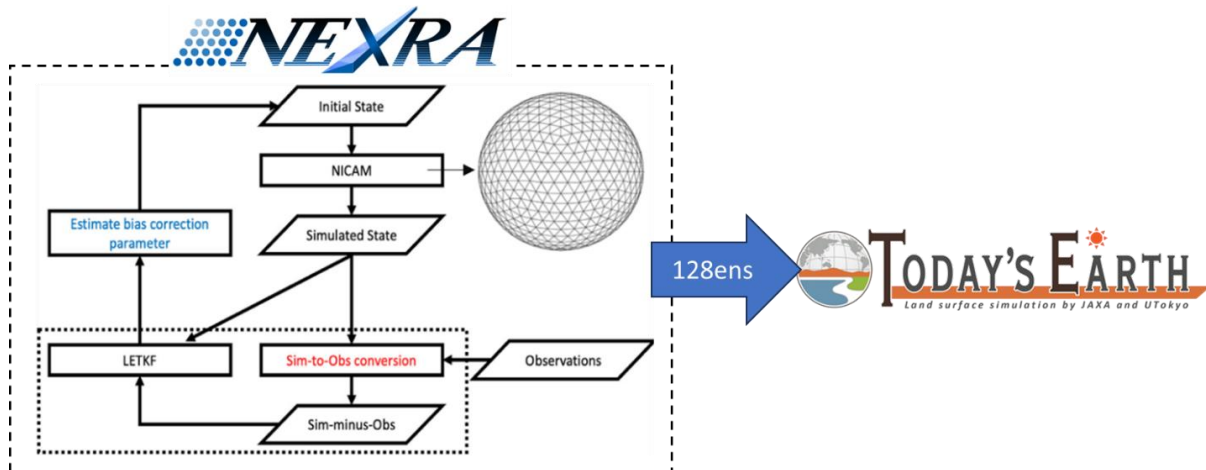


図 1.2.2-1 TE-Global NEXRA の概念図

1.2.3. TE-Japan (日本域決定論的シミュレーションプロダクト)

MSM/GPV ver.は、気象庁メソ数値予報モデル GPV(MSM)から得られた大気データを用いた日本域での Today's Earth シミュレーションである。Satellite ver.は、入力変数のうち日射量を静止気象衛星ひまわりによる観測に置き換えたプロダクトである。

MSM/GPV ver.では、大気の 39 時間予報値を入力に用いることで、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。TE-Japan ではこれを単に利用するだけでなく、2つのアプローチで提供するデータの高精度化を図っており、順次運用に実装されている。

一つ目は、TEに予報値を入力する際、予報初期時刻と現在時刻までの間で手に入る限りの観測値を利用する、ということだ。具体的には、降水に関しては気象庁解析雨量を、日射量に関してはSatellite ver.を統合しひまわり衛星観測を、それぞれMSMと置き換えて入力することで精度向上を図っている。また最新のアップデートでは、陸面の土地被覆や土壌分類データも衛星観測に基づくものに更新しており、可能な限り実観測に基づいた情報をもとに陸面のシミュレーションを行うようになっている。

二つ目は、機械学習による予報降水量のバイアス補正だ。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。そこでMSM/GPV ver.では、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ている。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-現在)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、バイアス補正を実施している。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を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 1.2.3-1)。

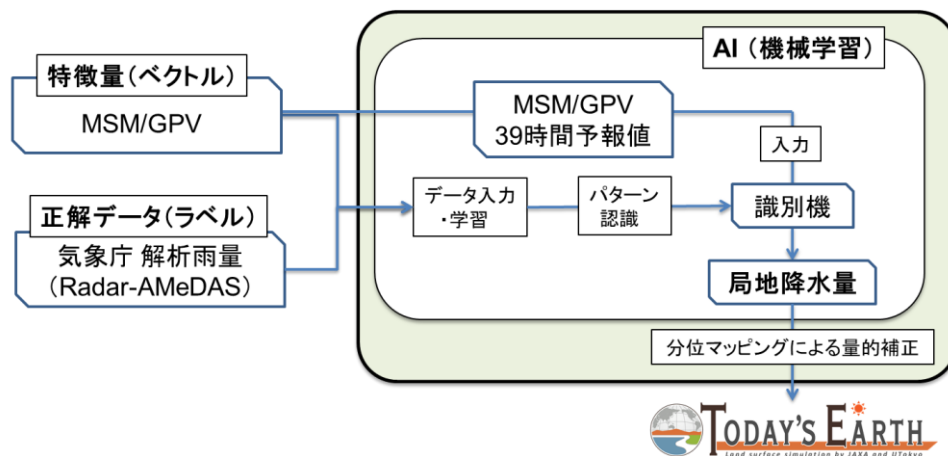


図 1.2.3-1 本手法の流れ図。太線枠内が本手法を示す。

これらの改良が運用に適用されたタイミングについては、付録2を参照されたい。なお、TE-Japanのリアルタイムに近い出力データを利用する場合、上述の通り処理タイミングに応じて入力降水量・日射量に用いているデータが異なる(過去分は常に解析雨量・ひまわり観測を使ったものの上書きされる)。これらを識別して利用したい場合、netCDF ファイルのヘッダ情報に記載されている以下の識別子を参照されたい。

■入力降水量

解析雨量の場合: :rain_forcing = "radar-amedas"
 機械学習補正 MSM の場合: :rain_forcing = "msm-ai"

■入力日射量(地表面下向き短波放射)

ひまわり衛星観測の場合 :radiation_forcing = "himawari"
 MSM の場合: :radiation_forcing = "msm"

2. データの構成

2.1. ファイル命名規則

➤ TE-Global (GSMaP, JRA55 and MODIS ver.):

YEE2_ AAAAAA itemname Hyyyymm GLBXXX.nc

① ② ③ ④

- ① 試験名(アルファベット or 数字 6 文字)
例) 「JRA-55」は JRA-55 ver.
「GMVK03」は GSMaP ver.
「MSWR08」は MODIS ver. (表 2 参照)
- ② 変数名(3 章「提供データ」参照)
- ③ 時刻(UTC)
例) 2020 年 1 月の monthly ファイルの場合 「M202001」
- ④ 空間解像度(数字 3 文字)
例) 「050」は緯度経度 0.5 度格子
「024」は緯度経度 0.25 度格子

➤ TE-Global NEXRA、TE-Japan (MSM/GPV, Satellite ver.):

TE-AAABBB CCC Hyyyymm itemname.nc

① ② ③ ④ ⑤

- ① 領域(アルファベット 3 文字)
例) 「JPN」は日本域、「GLB」は全球
- ② 空間解像度(数字 2 桁+アルファベット 1 文字)
例) 「30M」は緯度経度 30 分(0.5 度)格子
「15M」は緯度経度 15 分(0.25 度)格子
「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 or 数字 3 文字)
例) 「NEX」は TE-Global NEXRA
「MSM」は TE-Japan (MSM/GPV ver.)
「SAT」は TE-Japan (Satellite ver.)
- 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 月の hourly ファイルの場合 「H202001」
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(3 章「提供データ」参照)

2.2. ファイルフォーマットと構成

すべての TE データは NetCDF フォーマットで配布される。NetCDF は、バイナリファイルフォーマットのひとつであり、その拡張子は“.nc”である。NetCDF は、コンピュータの機種に依存しないバイナリ形式であり(機種非依存)、データを配列として読み書きすることができ(配列指向)、さらにデータに加えそのデータに関する説明を格納できる(自己記述的)という特徴がある。詳細は以下を参照のこと。

<https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/docs/>.

3. データ内容

Today's Earth がデータ提供するすべて物理量を表 2 にまとめる。「画像」列の「✓」は[画像モニタページ](#)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。なお、TE-Global NEXRA については画像モニタページの提供は行っていない。

表 3-1 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	tavg	GPRCT	kg/m ² /s	✓	✓	
	降雪量	tavg	GSNWL	kg/m ² /s	✓	-	
	東西風速(10m)	tavg	GDU	m/s	-	-	
	南北風速(10m)	tavg	GDV	m/s	-	-	
	地表気温(2m)	tavg	GDT	K	✓	✓	
	比湿(2m)	tavg	GDQ	kg/kg	✓	-	
	下向き短波放射	tavg	SSRD	tavg W/m ²	✓	-	
	下向き長波放射	tavg	SLRD	W/m ²	-	-	
	地表面気圧 ⁸	tavg	GDPS	hPa	-	-	
MATSIRO (陸面)	水収支 (状態量)	土壌水分量(各層)[Z1-Z6] ¹	tavg	GLW	m/m	✓[Z1]	✓[Z1]
		土壌水分量(総量)	tavg	GLWtot	kg/m ²	✓	-
		キャノピー水分量	tavg	GLWC	m	-	-
		積雪水量	tavg	GLSNW	kg/m ²	✓	✓
	水収支(フラックス)	融雪量	tavg	SNMLT	kg/m ² /s	-	-
		凍結量	tavg	SNFRZ	kg/m ² /s	-	-
		積雪昇華量	tavg	SNSUB	kg/m ² /s	-	-
		陸氷融解量	tavg	ICEMLT	kg/m ² /s	-	-
		陸氷昇華量	tavg	ICESUB	kg/m ² /s	-	-
		積雪量+陸氷昇華量	tavg	SSUB	kg/m ² /s	-	-
		蒸散量	tavg	ETFLX	kg/m ² /s	✓	-
		キャノピー蒸発量	tavg	EIFLX	kg/m ² /s	✓	-
		キャノピー昇華量	tavg	EISUB	kg/m ² /s	-	-
		裸地蒸発量	tavg	EBFLX	kg/m ² /s	✓	-
		裸地昇華量	tavg	EBSUB	kg/m ² /s	-	-
		総流出量[W1-W2] ²	tavg	RUNOFF	kg/m ² /s	✓	-
		基底流出量	tavg	RUNOFFB	kg/m ² /s	✓	-
		表面流出量	tavg	SRUNOF	kg/m ² /s	✓	-
	流出量(湖沼 & 陸水)[W1-W2] ²	tavg	RUNOFFA	kg/m ² /s	-	-	
	熱収支 (状態量)	土壌温度[Z1-Z6] ¹	tavg	GLG	K	✓	-
		積雪温度[L1-L3] ³	tavg	GLTSN	K	✓	-
		地表面温度[C1-C2] ⁴	tavg	GLTS	K	✓	-
		キャノピー温度[C1-C2] ⁴	tavg	GLTC	K	✓	-
	熱収支(フラックス)	地中熱フラックス	tavg	GFLUXS	W/m ²	✓	-
		積雪面熱フラックス	tavg	SNFLXS	W/m ²	✓	-
		地表面熱フラックス(総量)	tavg	GFLXTL	W/m ²	-	-
		上向き短波放射	tavg	SSRU	W/m ²	-	-
		上向き長波放射	tavg	SLRU	W/m ²	-	-
		顕熱フラックス	tavg	SENS	W/m ²	✓	-
		潜熱フラックス	tavg	LTNT	W/m ²	✓	-
		潜熱フラックス(蒸発)	tavg	EVAP	W/m ²	-	✓
	その他	積雪面積割合	tavg	SNRAT	-	✓	-
		地表面アルベド	tavg	ALB	-	-	-
積雪面アルベド[A1-A3] ⁵		tavg	GLASN	-	-	-	
土壌ポテンシャル[Z1-Z6] ¹		tavg	GPSI	Pa	-	-	

	積雪中ダスト濃度[L1-L3] ³	tavg	CDSTM	ppmw	-	-
	水フラックス(大気→陸)	tavg	WA2L	m/s	-	-
	水フラックス(陸→河川)	tavg	WL2R	m/s	-	-
	土壌氷量(各層)[Z1-Z6] ¹	tavg	GLFRS	m/m	✓	-
	土壌氷量(総量)	tavg	GLFRStot	kg/m ²	✓	-
	陸域貯水量	tavg	WLND	m	-	-
	内陸消失点河川水量	tavg	BUDIND	kg/m ² /s	-	-
	内陸消失点河川水の再分布量	tavg	RBUDIND	kg/m ² /s	-	-
	地下水涵養量	tavg	WINPT	kg/m ² /s	-	-
	湖水深	tavg	SHLK	cm	-	-
	湖面温度	tavg	TSIL	°C	-	-
CaMa-Flood (河川)	河道流量	tavg	RIVOUT	m ³ /s	-	-
	河道貯留量	inst	RIVSTO	m ³	-	-
	河道水深	inst	RIVDPH	m	✓ ⁶	-
	河道流速	tavg	RIVVEL	m/s	-	-
	氾濫原流量	tavg	FLDOUT	m ³ /s	-	-
	氾濫原貯留量	inst	FLDSTO	m ³	-	-
	氾濫原水深	inst	FLDDPH	m	✓ ⁶	✓
	高解像度化氾濫原水深 ⁷	inst	FLDDPH	m	-	✓
	氾濫面積	inst	FLDARE	m ²	-	-
	氾濫面積割合 ⁹	inst	FLDFRC	-	✓ ⁶	✓
	高解像度化氾濫面積割合 ^{7,9}	inst	FLDFRC	-	-	✓
	河川水位	inst	SFCELV	m	-	-
	総河川流量(RIVOUT + FLDOUT) ⁸	tavg	OUTFLW	m ³ /s	✓ ⁶	✓
	総河川貯留量 ⁸	tavg	STORGE	m ³	-	-
統計量	降雨量の再現期間 ⁷	-	RPGPRCT	year	✓	✓
	河道水深の再現期間 ⁷	-	RPRIVDPH	year	✓ ⁶	✓
	高解像度化河道水深の再現期間 ⁷	-	RPRIVDPH	year	-	✓
	総河川流量の再現期間 ⁷	-	RPOUTFLW	year	✓ ⁶	✓
	高解像度化総河川流量の再現期間 ⁷	-	RPOUTFLW	year	-	✓

*モデル出力である 1 時間毎・3 時間毎のデータについて、「tavg」はファイル日時に時間解像度を加えた時間の平均値、「inst」はファイル日時に時間解像度を加えた時点での瞬時値を示す。

- 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。
- W1, W2 はそれぞれ水、氷に関する量を表す。
- 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。
- 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。
- 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。
- 画像モニタページでは、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。
- TE-Japan のみからデータ提供される変数。
 ・RP から始まる変数は 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現期間。
 ・高解像度化変数は、CaMa-Flood 内で定義される単位流域に基づき 1/60 度格子から 1/240 度格子にダウンスケーリングしたものの。
- TE-Global のみからデータ提供される変数。風速については、TE-Japan では東西・南北それぞれを合成した風速の絶対値を GDU として提供中。
- TE-Japan は 2020/09/02 から、TE-Global は 2022/01/01 から恒常的水面を除去した氾濫面積割合に更新。

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 ヘッド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。

4. 検証結果まとめ

TE 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, 河道水深等)について地上観測値を用いた精度検証を行っている。以下表にまとめを示す。それぞれの統計指標算出の根拠や詳細については付録3、もしくは参考文献をご参照されたい。

表 4-1 TE-Global の検証結果まとめ

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)	WMO Global Summary of Day (2012/7/23 – 2016/10/31)	0.658 (JRA-55)	25.9 (JRA-55)	9.93 (JRA-55)	16.3 (JRA-55)
		0.658 (MODIS)	25.8 (MODIS)	10.0 (MODIS)	16.2 (MODIS)
		0.644 (GSMaP)	27.2 (GSMaP)	11.1 (GSMaP)	17.2 (GSMaP)
日平均土壌水分 量(%)	In-situ observation data collected by JAXA	0.471 (JRA-55)	14.9 (JRA-55)	12.9 (JRA-55)	13.0 (JRA-55)
		0.426 (MODIS)	15.9 (MODIS)	13.8 (MODIS)	14.0 (MODIS)
		0.494 (GSMaP)	13.7 (GSMaP)	12.1 (GSMaP)	12.2 (GSMaP)
日平均河川流量 (m ³ /s)	The Global Runoff Data Centre (2003-2016)	0.519 (JRA-55)	3780 (JRA-55)	-589 (JRA-55)	3060 (JRA-55)
		0.536 (MODIS)	3730 (MODIS)	-200 (MODIS)	3000 (MODIS)
		0.494 (GSMaP)	6330 (GSMaP)	1570 (GSMaP)	5160 (GSMaP)

表 4-2 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, 対象領域全域で平均したもの。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」)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

[Today's Earth]

Yoshimura, K., T. Sakimura, T. Oki, S. Kanae, and S. Seto, Toward flood risk prediction: a statistical approach using a 29-year river discharge simulation over Japan, *Hydrol. Res. Lett.*, 2, 22-26, 2008.

Ma, W., Y. Ishitsuka, A. Takeshima et al., Applicability of a nationwide flood forecasting system for Typhoon Hagibis 2019. *Sci Rep* 11, 10213 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89522-8>

Ma, W., K. Hibino, K. Yamamoto et al., A new generation of hydrological condition simulator using physical models and satellite-based meteorological data (submitted)

[MATSIRO]

Takata, K, S. Emori, T. Watanabe, Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff, *Global Planet. Change*, 38, 209-222, 2003.

Nitta, T, K. Yoshimura, K. Takata, R. O'ishi, T. Sueyoshi, S. Kanae, T. Oki, A. Abe-Ouchi, and G. E. Liston, Representing variability in subgrid snow cover and snow depth in a global land model: Offline validation, *J.Clim.*, 27, 3318-3330, doi: 10.1175/jcli-d-13-00310.1, 2014.

Nitta, T., K. Yoshimura, A. Abe-Ouchi, Impact of arctic wetlands on the climate system: Model sensitivity simulations with the MIROC5 AGCM and a snow-fed wetland scheme, *J. Hydrometeorol.*, doi:10.1175/JHM-D-16-0105.1, 2017.

[CaMa-Flood]

Yamazaki, D., S. Kanae, H. Kim, & T. Oki, A physically-based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, *Water Resources Research*, vol.54, W04501, 2011, DOI: 10.1029/2010WR009726

Yamazaki, D., G. A. M. de Almeida, & P. D. Bates, Improving computational efficiency in global river models by implementing the local inertial flow equation and a vector-based river network map, *Water Resources Research*, vol.49(11), pp.7221-7235, 2013, DOI:10.1002/wrcr.20552

Yamazaki, D., T. Sato, S. Kanae, Y. Hirabayashi, & P. D. Bates, Regional flood dynamics in a bifurcating mega delta simulated in a global river model, *Geophysical Research Letters*, vol.41, pp.3127-3135, 2014, DOI: 10.1002/2014GL059774

Yamazaki, D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'Loughlin, J. C. Neal, C. C. Sampson, S. Kanae, and P. D. Bates, A high-accuracy map of global terrain elevations, *Geophysical Research Letters*, vol.44, pp.5844-5853, 2017, DOI: 10.1002/2017GL072874

Yamazaki, D., D. Ikeshima, J. Sosa, P.D. Bates, G.H. Allen, T.M. Pavelsky, MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets, *Water Resources Research*, vol.55, pp.5053-5073, 2019, DOI: 10.1029/2019WR024873

山崎大, 富樫冨佳, 竹島彰, 佐山敬洋, 日本全域高解像度の表面流向データ整備, *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol.74(5), I_163-I_168, 2018

[大気強制力データ]

Kobayashi S, Ota Y, Harada Y, Ebita A, Moriya M, Onoda H, Onogi K, Kamahori H, Kobayashi C, Endo H, Miyaoka K, Takahashi K. 2015. The JRA-55 reanalysis: general specifications and basic characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan* 93: 5–48. DOI: 10.2151/jmsj.2015-001.

Kubota, T., S. Shige, H. Hashizume, K. Aonashi, N. Takahashi, S. Seto, M. Hirose, Y. N. Takayabu, K. Nakagawa, K. Iwanami, T. Ushio, M. Kachi, and K. Okamoto, 2007: Global Precipitation Map using Satelliteborne Microwave Radiometers by the GSMaP Project : Production and Validation, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, Vol. 45, No. 7, pp.2259-2275.

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.

Kotsuki S., K. Kurosawa, S. Otsuka, K. Terasaki and T. Miyoshi T. 2019b: Global Precipitation Forecasts by Merging Extrapolation-based Nowcast and Numerical Weather Prediction with Locally-optimized Weights. *Wea. and Forecasting*, 34, 701-714. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-18-0164.1>.

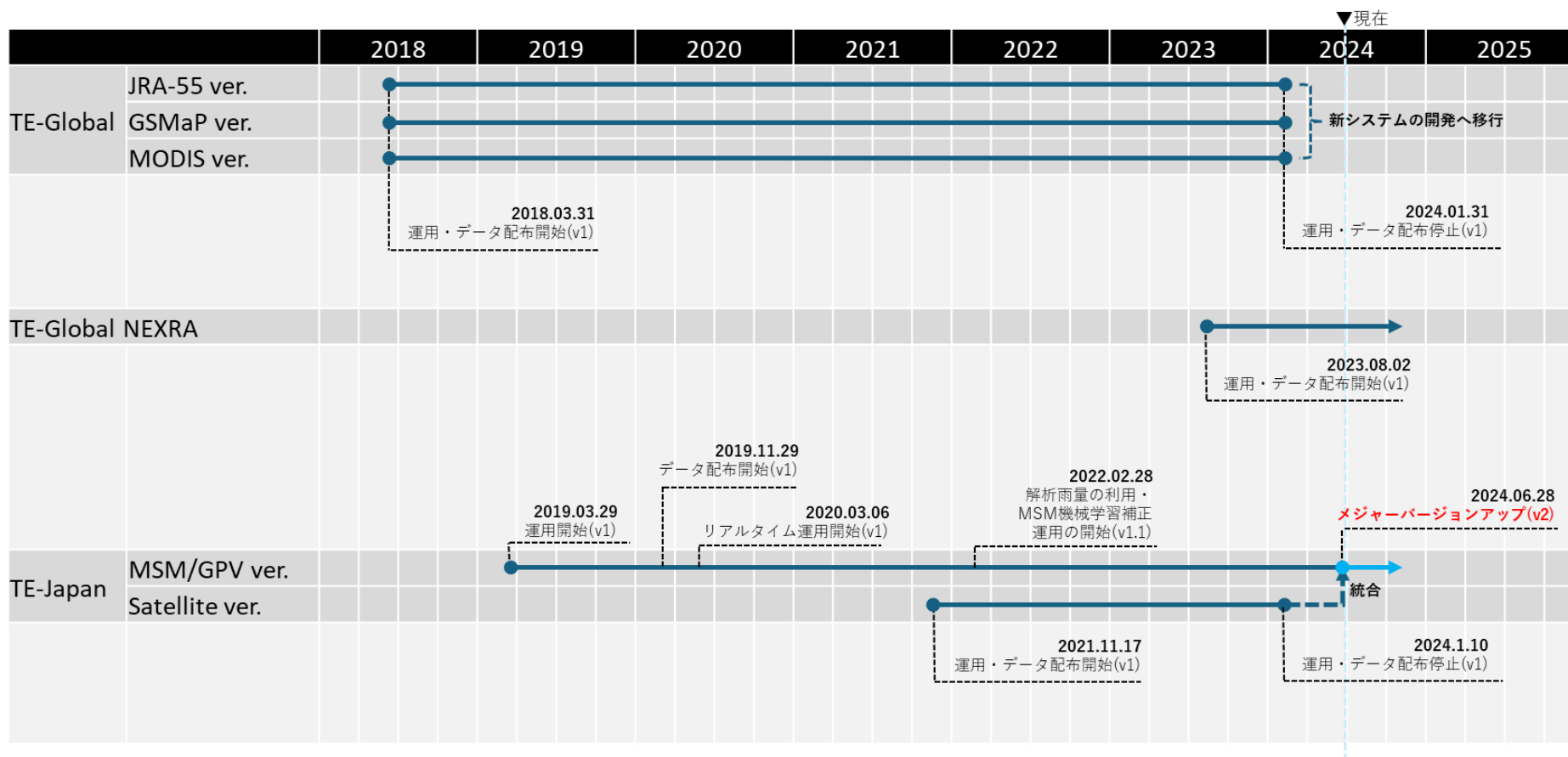
Yin. G., T. Yoshikane, K. Yamamoto, T. Kubota, K. Yoshimura, A support vector machine-based method for improving real-time hourly precipitation forecast in Japan, *Journal of Hydrology*, Volume 612, Part A, 2022, 128125, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128125>.

付録1: Today's Earth 研究開発グループ メンバーリスト

最新のメンバーリストはこちら:

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

付録2: Today's Earth システム開発履歴



2018.03.31 TE-Global (JRA-55, GSMaP, MODIS ver.)

- v1 公開

2019.03.29 TE-Japan (MSM/GPV ver.)

- v1 公開

2021.11.17 TE-Japan (Satellite ver.)

- v1 公開

2022.02.28 TE-Japan (MSM/GPV ver.)

- v1.1 公開

➤ 解析雨量利用、及び MSM 降水量機械学習補正の運用開始

2023.08.02 TE-Global NEXRA

- v1 公開

2024.06.28 TE-Japan (MSM/GPV ver.)

- v2 公開

➤ Satellite ver.の統合(ひまわり日射量の利用開始)

➤ 地表面データの更新

([ALOS 高解像度土地利用土地被覆図](#)(バージョン 23.12)、[SoilGrids](#) の利用)

➤ 再帰期間算出データベースの更新

付録3: 検証結果詳細

◆ TE-Global

➤ 積雪水量 (GLSNW)

WMO Global Summary of Day が提供する積雪深観測データを用いて検証を行った。検証期間は 2012/7/23 - 2016/10/31 とし、図 s3-1 にその結果の散布図を示す。

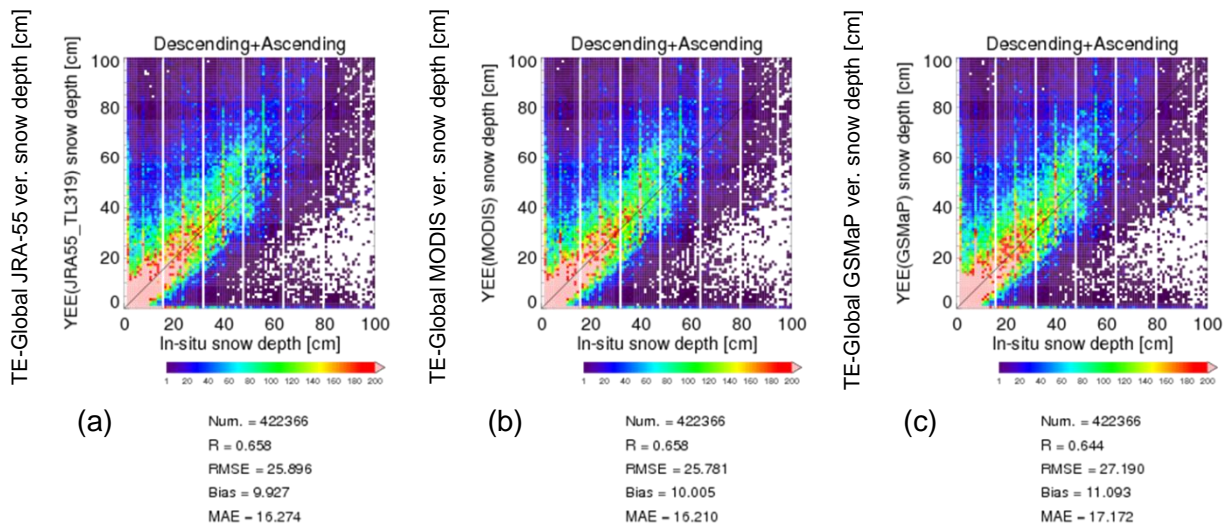


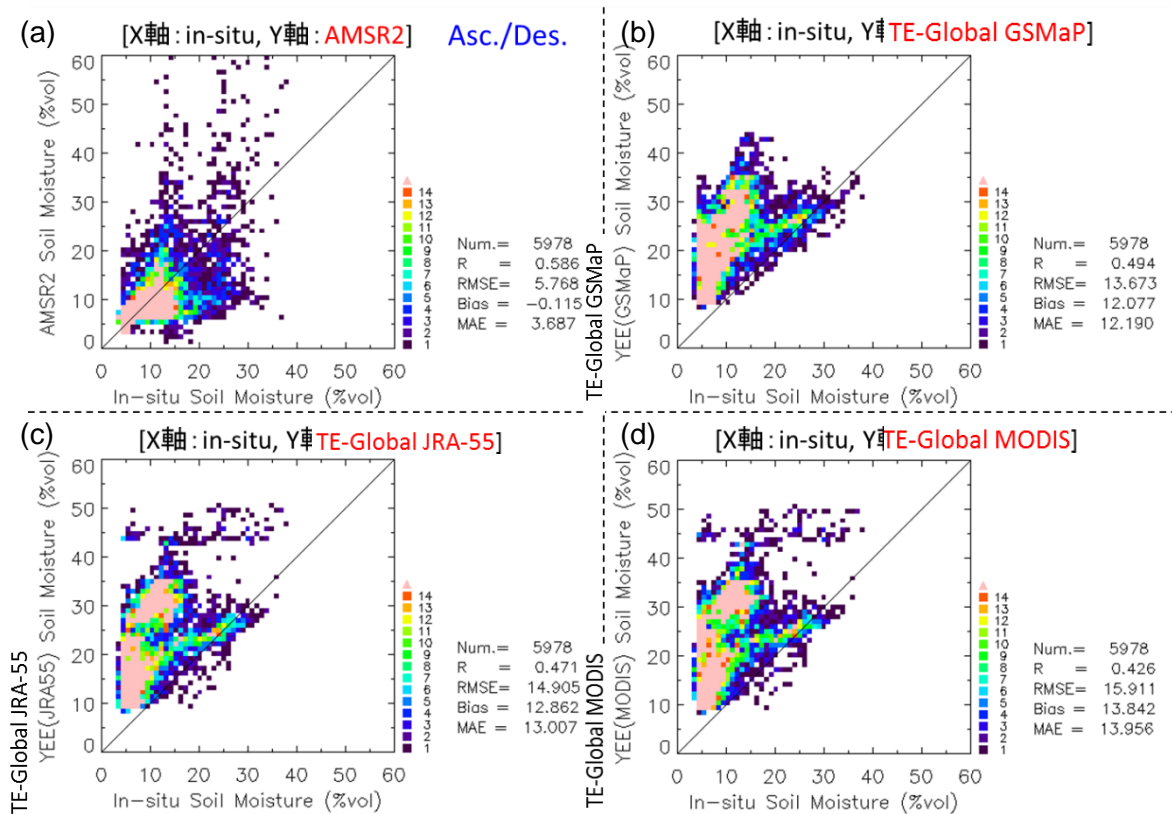
図 s3-1. TE-Global が推定した積雪水量(縦軸)と地上観測値(横軸)の散布図。それぞれ, (a) JRA-55 ver.(b) MODIS ver., (c) GSMaP ver. の結果を示す。図の下部には以下の数値・指標を示す: 総サンプル数(Num), 相関係数(R), 二乗平均平方根誤差(RMSE), 平均誤差(MAE)

➤ 土壌水分量 (GLW)

表層 (Z1) の土壌水分量について、[GCOM 現場データ検索 Web](#) で得られる以下の地上観測地点で検証を行った (図 s3-2)。

- ◇ タイ 2012/7/2 - 2012/10/31 3 地点 (KKS1 KKS2 KKS3)
- ◇ モンゴル 2012/7/2 - 2015/8/31 6 地点 (ASSH811 813 815 818 820 821)
- ◇ オーストラリア 2012/7/2 - 2016/1/31 2 地点 (T1 Y10)
- ◇ アメリカ 2012/7/2 - 2016/10/31 1 地点 (2027)

参考として、図 s3-2(a)には GCOM-W 衛星搭載マイクロ波放射計 AMSR-2 による観測値と地上観測値の散布図を示している。



5

図 s3-2. 地上観測値と(a) AMSR-2 観測値, (b) GSMaP ver., (c) JRA-55 ver., (d) MODIS ver.推定値の散布図. 図中の指標に関する記載は図 s3-1 と同じ.

➤ 総河川流量 (OUTFLW)

図 s3-3 は The Global Runoff Data Centre (GRDC)から入手した全球の河川流量と、TE-Globalが推定した河川流量との相関係数(2003年～2006年)を示した世界地図である。

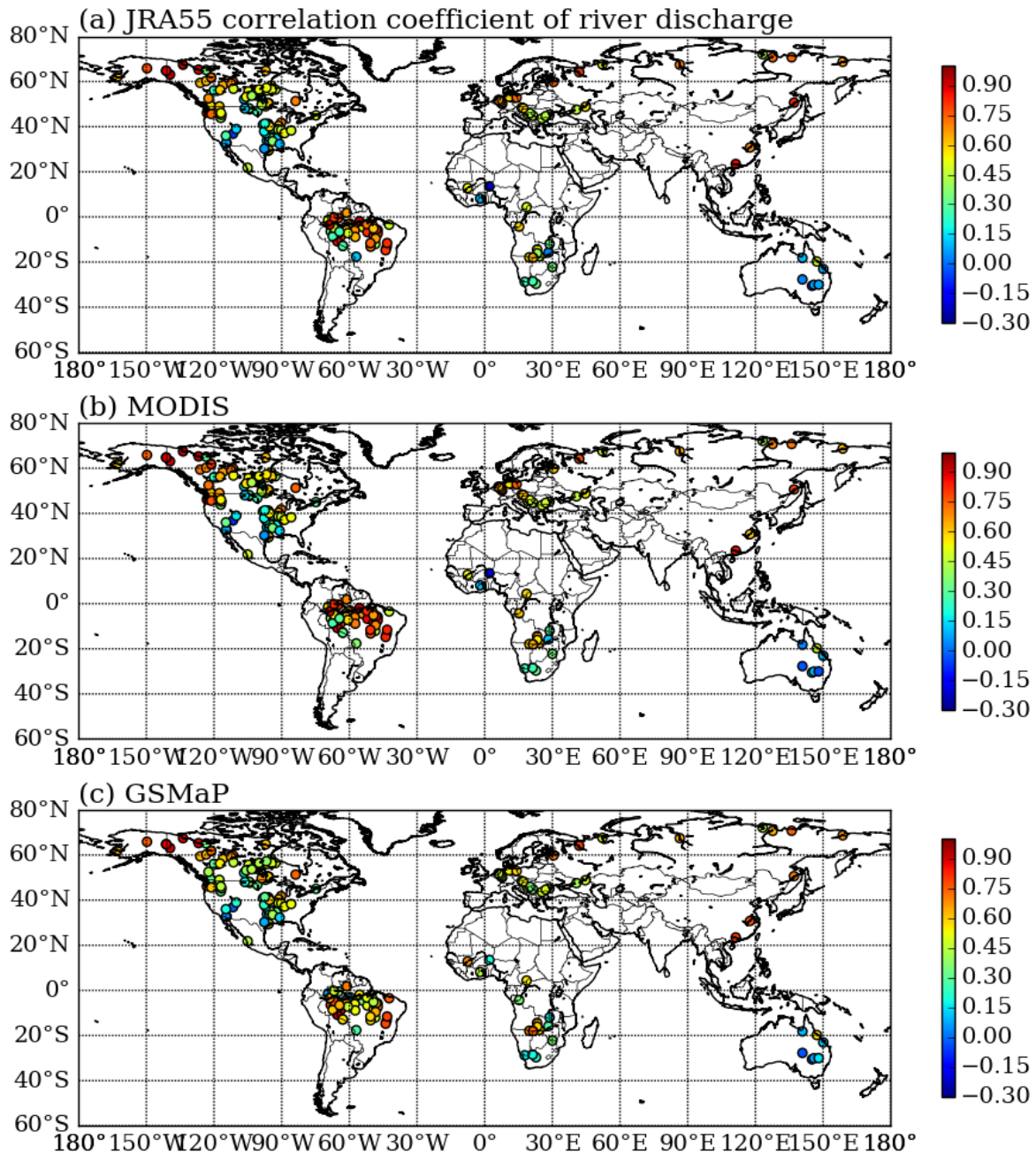


図 s3-3. TE-Global が推定した河川流量と Global Runoff Data Centre (GRDC)が提供する地上観測流量の相関係数. 各点は GRDC の観測点を示し, 色は相関係数の値を示している. (a) JRA-55 ver., (b) MODIS ver., (c) GSMaP ver.の結果であり, 検証期間は 2003 年～2016 年. 全地点の平均相関係数は JRA-55 ver.で 0.519, MODIS ver.で 0.536, GSMaP ver.で 0.494.

◆ TE-Japan

➤ 積雪水量 (GLWNW)

気象庁の AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) による積雪深の観測データを用いて検証を行った。検証のため、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。積雪深と積雪水量の直接比較は難しい為、ここでは、Sturm et al. (2010) 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。

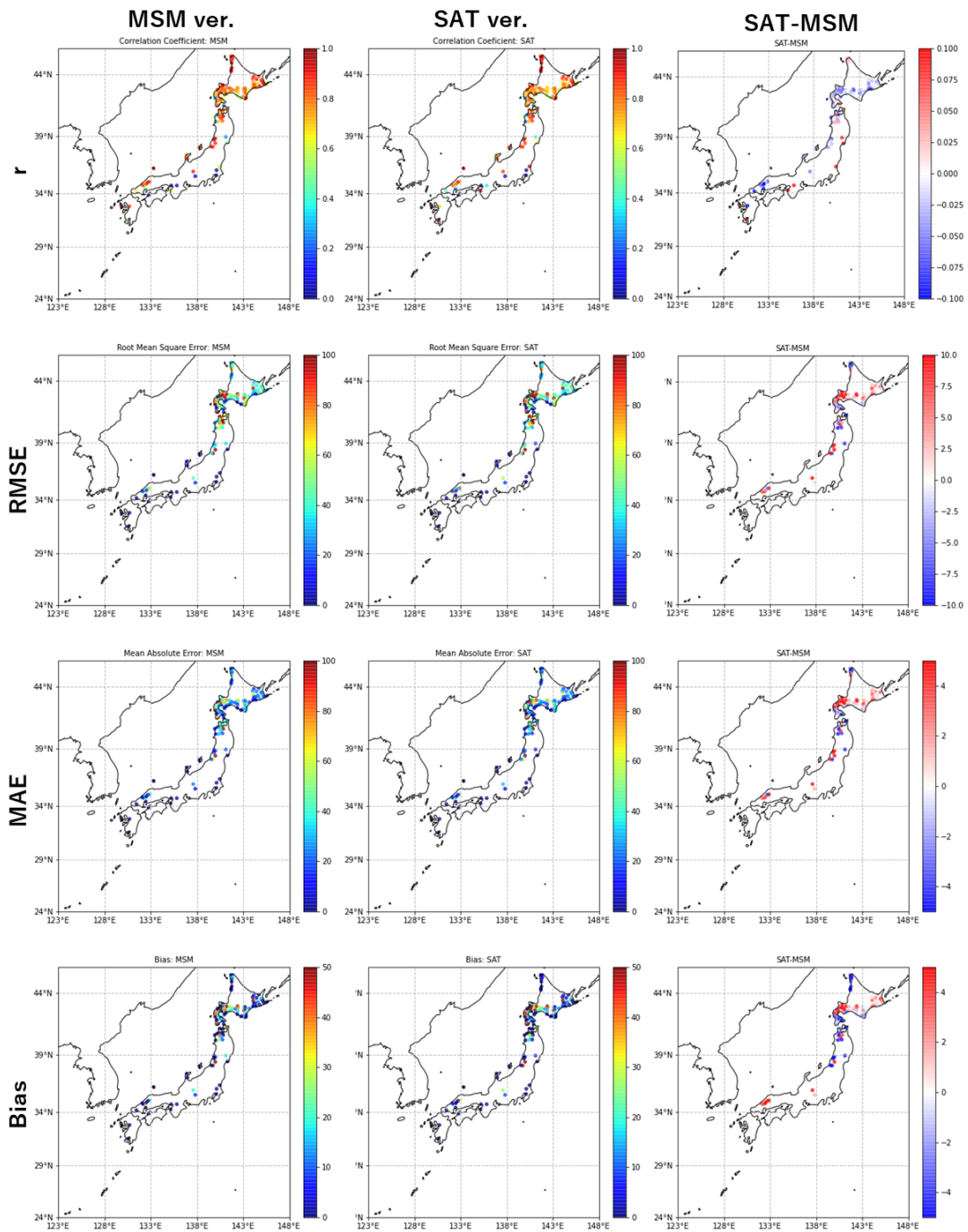


図 s3-4. 日平均積雪水深検証結果の空間分布. 2015 年から 2017 年までの AMeDAS の観測値と TE-Japan の積雪水深を比較し、相関係数 (r)、二乗平均平方根誤差 (RMSE)、平均絶対誤差 (MAE)、バイアス (Bias) を算出した。右列には、各評価指標の SAT ver. と MSM ver. の差を示している。

➤ 土壌水分量 (GLW)

土壌水分の検証は, [AsiaFlux](#) データベース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 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) の中点と同じ 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.

- ◇ Fuji Hokuroku Flux Observation Site (FHK) lat,lon=35.433/138.750
- ◇ Seto Mixed Forest Site (SMF) lat/lon=35.250/137.067
- ◇ Takayama deciduous broadleaf forest site (TKY) lat/lon=36.146/137.426

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.

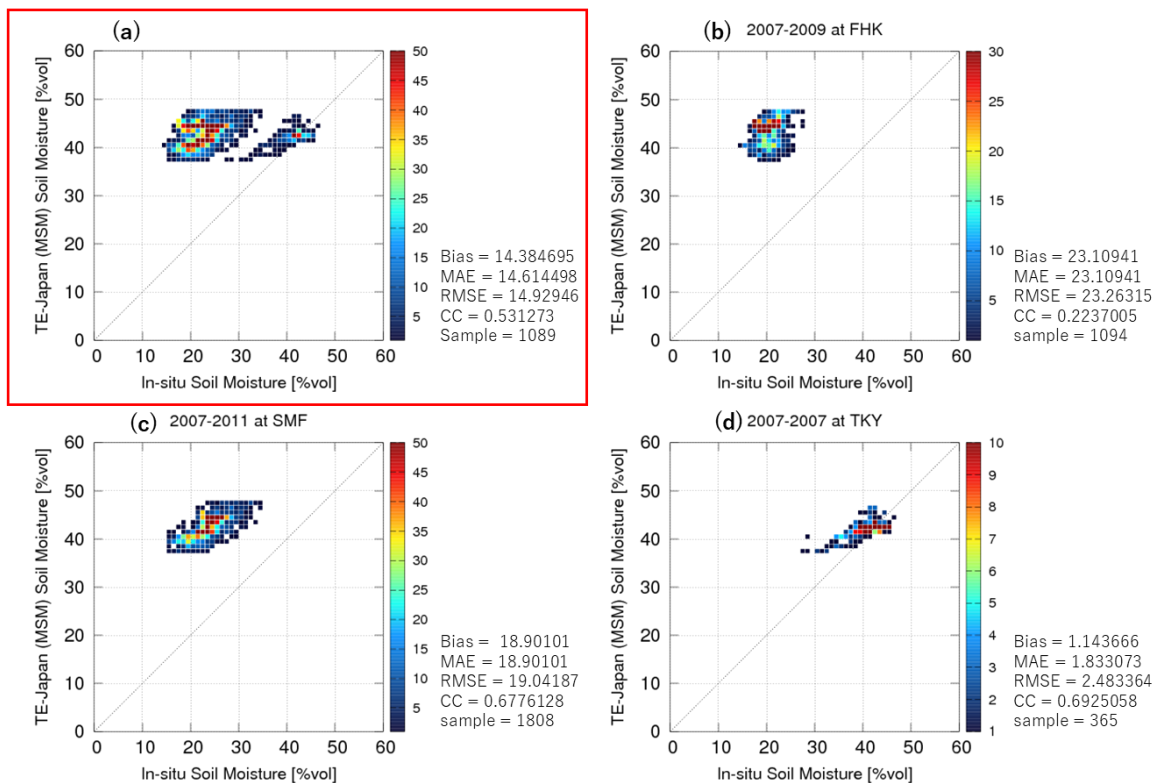


図 s3-5. 日平均土壌水分量の TE-Japan MSM ver. 推定結果と観測値の関係を示す散布図. 各点の色は含まれているサンプル数を示す. (a) は 3 点の結果のまとめ, (b), (c), (d) はそれぞれ FHK, SMF, TKY サイトでの結果を示す.

➤ 河川流量 (OUTFLOW)

図 s3-6 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。

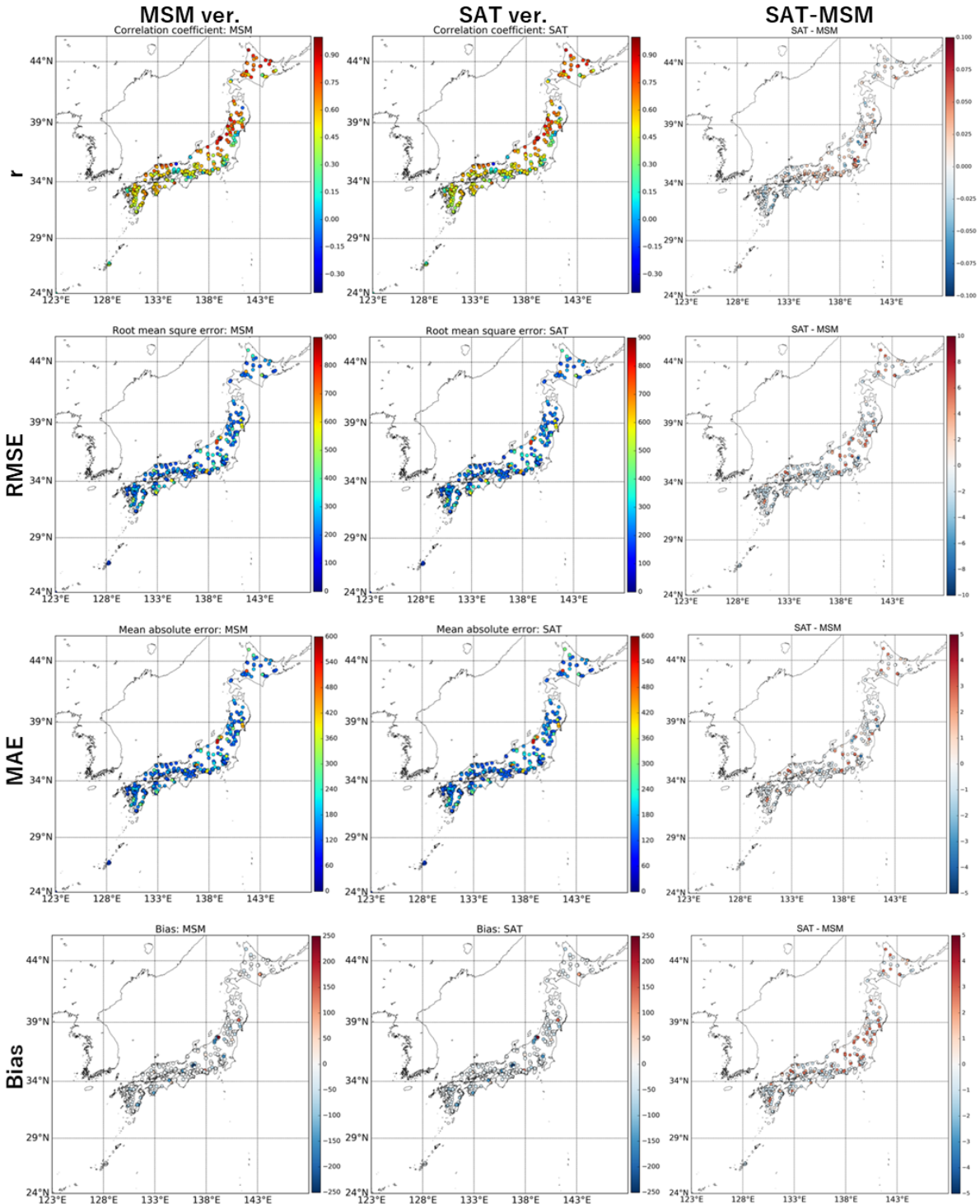


図 s3-6. 日平均河川流量の検証結果の空間分布. 2015 年から 2020 年までの国交省の観測値を、TE-Japan の SAT ver.と MSM ver.が推定した河川流量と比較し、相関係数(r), 二乗平均平方根誤差 (RMSE), 平均絶対誤差 (MAE), バイアスを算出した. 右列には各評価指標の SAT と MSM の差を示す.

➤ 河道水深 (RIVDPH)

河道水深の日平均値について検証を行った(図 s3-7)。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。

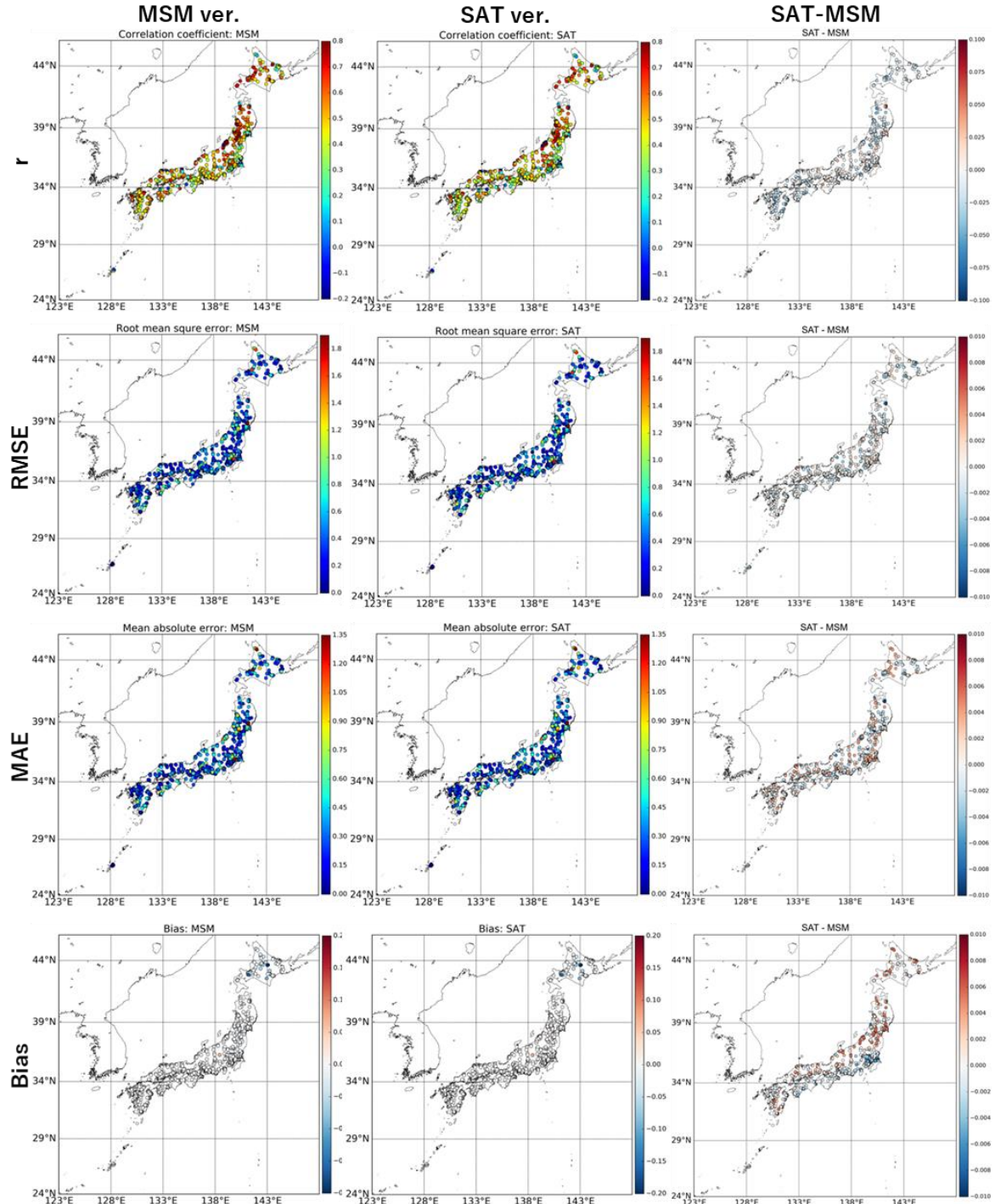


図 s3-7. 河道水深偏差の検証結果の空間分布。2015年から2020年までの国交省の観測結果を、TE-Japan SAT ver.とMSM ver.の推定値と比較し、相関係数(r)、二乗平均平方根誤差(RMSE)、平均絶対誤差(MAE)、バイアスを算出した。右列に各指標のSAT ver.とMSM ver.の差を示す。