

<https://www.eorc.jaxa.jp/water/>

洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会
2021/5/17

Today's Earth – Japanの解説

芳村圭（東京大学 生産技術研究所 / JAXA EORC）



EORC



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

陸面水文量シミュレーションシステム Today's Earth (TE)



陸上の水循環に関わる物理量（土壌中の水分量や河川流量等）について、衛星観測とモデルシミュレーションを融合し、リアルタイムにて推計・予測している。

Today's Earth - Global (全球システム)

全球0.5度格子・河川については0.25度格子でデータ公開中。
全球10km化やNEXRAを用いた予測に向けた開発を実施中。

Today's Earth - Japan (日本域システム)

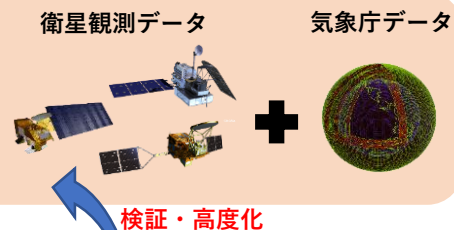
約1km格子で運用中。

2020年3月末にJustNow化が完了。

	全球システム (TE-Global)	日本域システム (TE-Japan)
空間解像度	陸域：約50km 河川：約25km	約1km
時間解像度	3時間毎	1時間毎
レーテンシ	最短3日程度	リアルタイム ※予測も可（法規制の為限定公開）
使用衛星データ (検討中)	GSMaP, Terra/Aqua MODIS, SRTM30, NOAA AVHRR, (AW3D, GCOM-C)	SRTM30, NOAA AVHRR, (GSMaP, Himawari-8, ALOS HRLC)

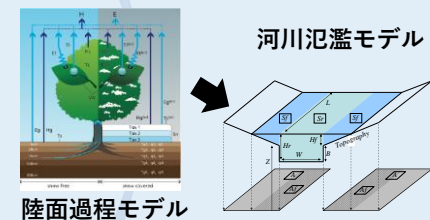
入力データ作成部：

衛星観測データと気象庁再解析/予報データを融合し、モデル入力用の統合大気データセットを作成



モデル計算部：

陸面過程モデル（陸・大気間の熱・水収支計算）と河川氾濫モデル（河川における流水計算）の組み合わせによる高度なシミュレーション



精度向上

データ提供部：

水循環に関連する各種物理量に加え、危険度情報も計算・画像表示し、ウェブサイトを通じて一般公開

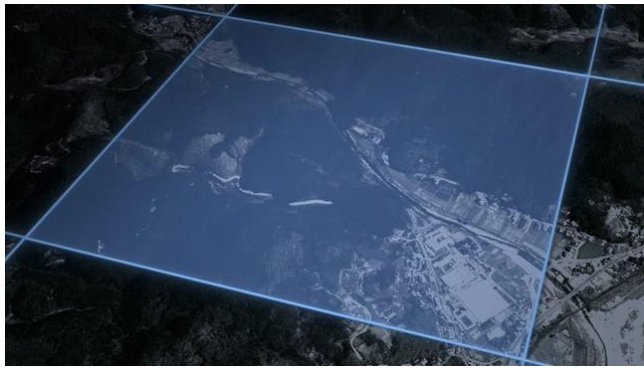
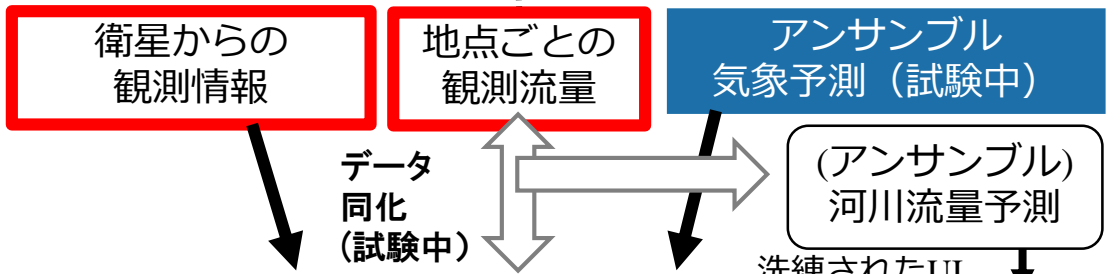


主な成果

- WMO HydroSOSに、GloFAS (EU) WorldWideHype (瑞) などとともにデータ提供が進められている。
- 内閣府SIP IIに参加し、TE-Japanの予測データを**災害発生前の観測計画最適化に活用中**。
→ 令和2年7月豪雨では**筑後川氾濫時に実際の災害チャーター撮像範囲決定**に寄与。
- ALOS浸水域推定の事前情報としても**精度向上・計算効率改善に貢献**。

日本全国洪水概況予測 (TE-Japan) の概略

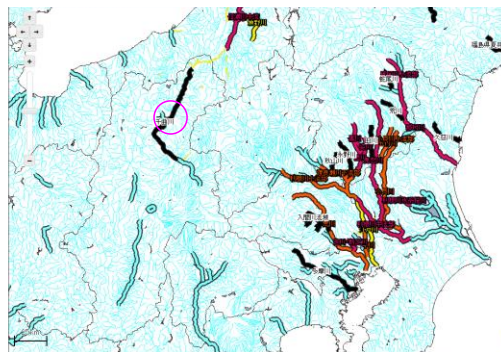
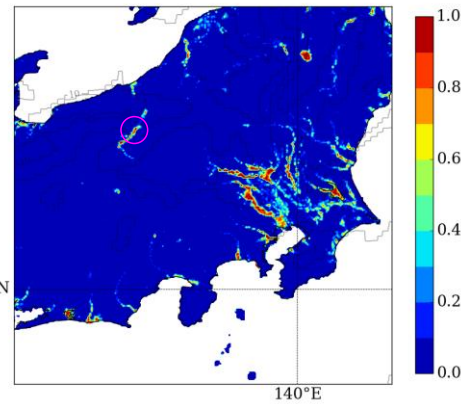
過去 ← 現在 → 未来



©NHK

洪水危険度の確率表示

2019年台風19号を対象とした10/11(金)9時時点の予測



統合陸域シミュレータ (ILS)

基本理念
 ・最新のスタンダードモデルを、最小限のコード改変で移植。
 ・それぞれのモデルを任意の解像度・時間ステップで動かしながら、必要に応じてカプラがデータを送受信・リグリッドする。

1次元化した陸面過程モデルMATSIRO
 Takata et al. (2003), Nitta et al. (2014)

その他、
 ・土砂輸送モデル
 ・水温・水質モデル
 ・地下水モデル
 ・斜面流出モデル
 ・治水ダム操作モデル
 などが鋭意開発中

汎用カプラ (Icup; Arakawa et al., 2011)

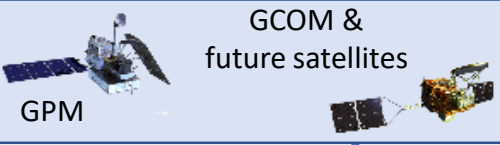
人間活動水資源モデル H08 (Hanasaki et al., 2008)

次世代河川モデル CaMa-Flood
 Yamazaki et al. (2011)

日本全国を対象としつつ、ある程度高解像度 (1km) で正確かつ信頼性の高い洪水予測情報を十分事前 (1~2 日前) に提供するシステム

< 予測 >
 39時間後の氾濫面積割合 (10/12 23時)

< 実測 >
 洪水警報の危険度分布 (10/13 12時) (気象庁)



GCOM & future satellites

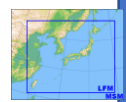
衛星データ



Terra

Aqua

Himawari-8



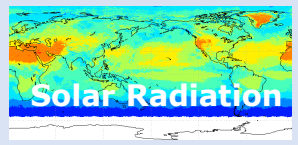
JMA 55-year Reanalysis (global)
JMA Numerical Weather Prediction (Japan)

地表面大気情報

- Temperature
- Humidity
- Precipitation
- Wind Speed
- Solar Radiation etc.

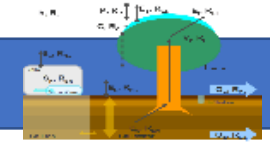
衛星による地球観測

- Precipitation
- Solar Radiation etc.



Validation

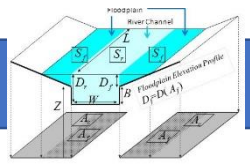
陸面モデル



地表面水文情報

- Surface Temperature
- Soil Moisture
- Total Runoff
- Evapotranspiration etc.

河川モデル



河川流量・ 氾濫面積

- River Discharge
- Inundated Area etc.

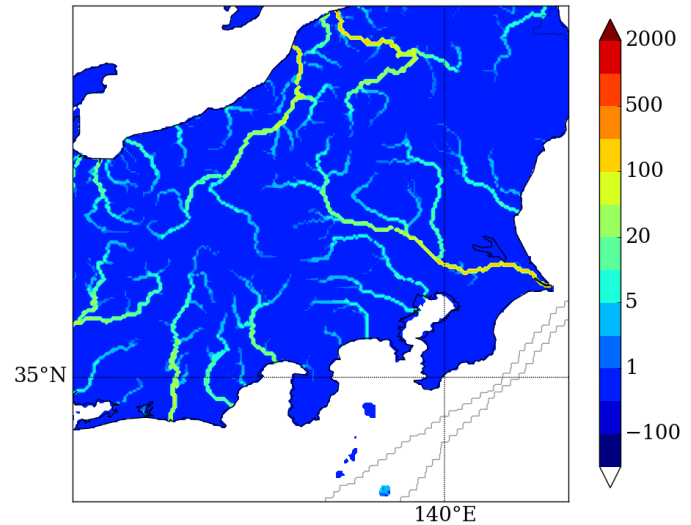
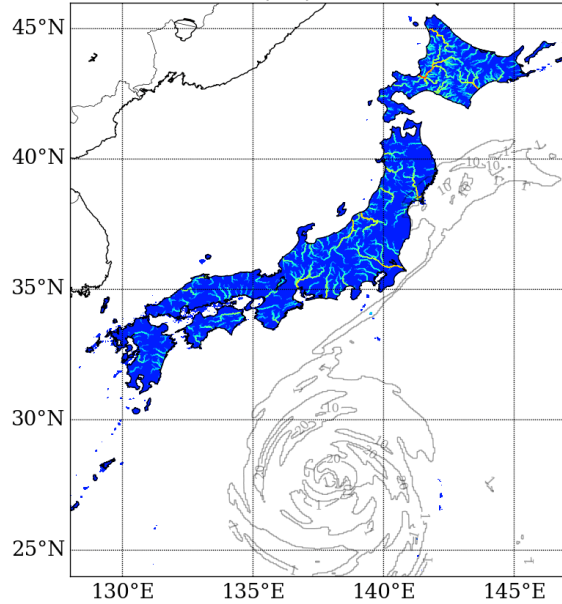
リスク 指標

2019年台風19号

TE-Japan(1km版)による10/11(金)9時からの予測

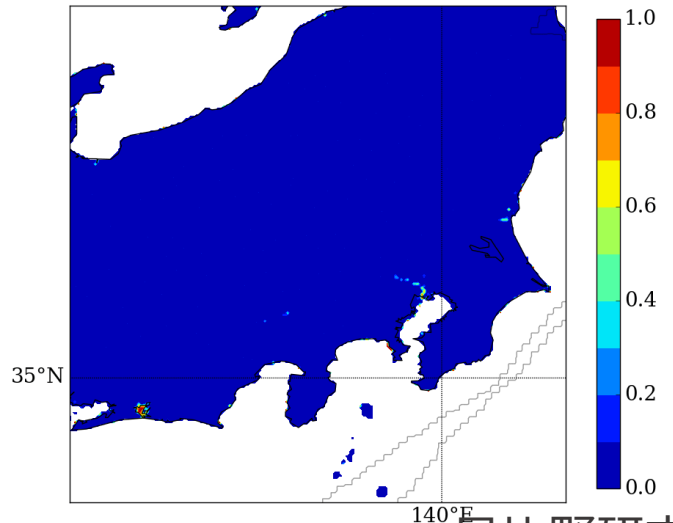
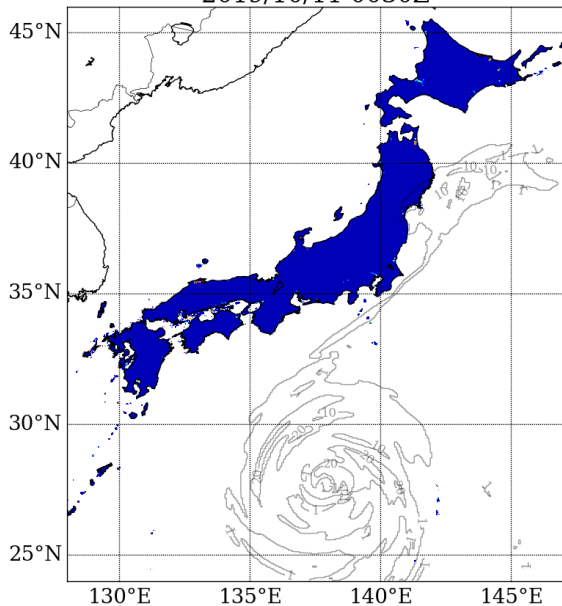
2019/10/11 0030Z

河川流量



2019/10/11 0030Z

氾濫リスク

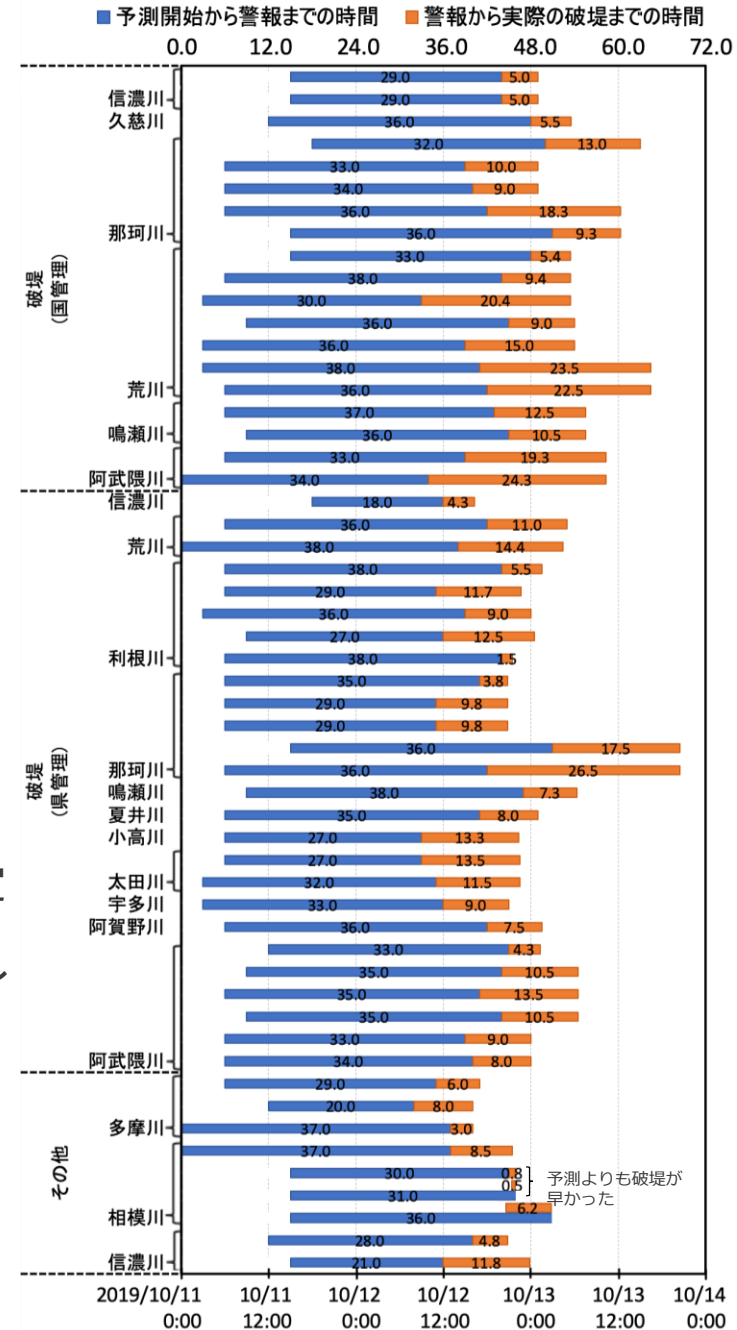


台風19号での予測可能性



©NHK

- 破堤が発生したと報告のあった142地点中129地点において、TE-Japanでは200年に一度の規模の洪水の発生(「警報」と定義する)を、平均32.3時間前から予測していた(右図青のバー)。また実際の破堤は予測した警報より8.5時間遅く発生した(橙のバー)。
- 空振り率は、10月11日3時の時点では90%程度だったが、同日9時以降は70%前後を推移し、12日21時には60%程度にまで下降した。
(参考:気象庁の洪水警報の空振り率は70-90%程度;田中ら, 2008)



予測よりも破堤が早かった

国内の実時間洪水予報とTE



システム名称	指定河川洪水予報	洪水警報の危険度分布(流域雨量指数)	水害リスクライン	TE-Japan Forecast
対象領域	日本全国(水系ごと)	日本全国(メッシュ)	日本54水系(2020年1月時点)	日本全国(メッシュ)
アンサンブル数	1	1	1	1(追加予定)
予測時間	3~6時間	6時間	6時間	約30時間 (限定公開)
空間解像度	河川による。	1km	流出モデル:250m、河道モデル:200~400m	1/60度(約1km)
予報頻度	1時間	1時間	10分	3時間
入力データ	観測雨量	解析雨量、降水短時間予報	レーダ雨量計、降水ナウキャスト、降水短時間予報	JMA MSM-GPV、解析雨量
流出モデル	流域の貯留関数	タンクモデル	PWRI model	MATSIRO
河川モデル	河道の貯留関数	マニング式	Dynamic Wave	CaMa-Flood
HP	https://www.jma.go.jp/jp/flood/	https://www.jma.go.jp/jp/suigaimesh/flood.html	https://frl.river.go.jp/	https://www.eorc.jaxa.jp/water/

台風10号時の洪水予測とその利用

2020 July Heavy rain

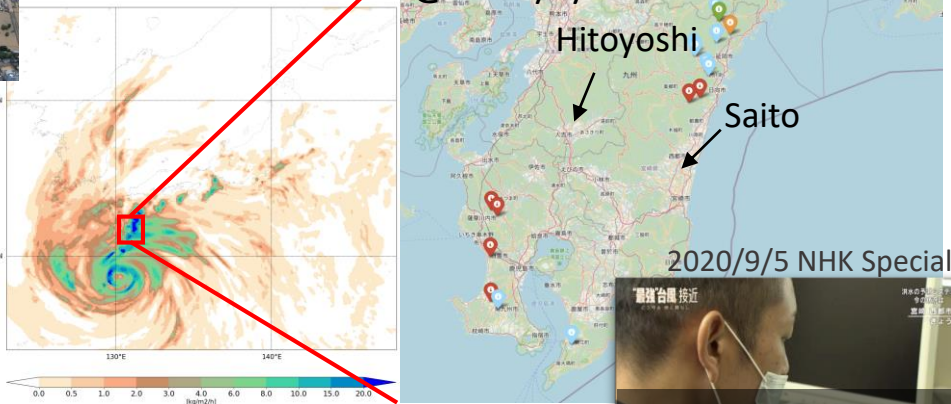
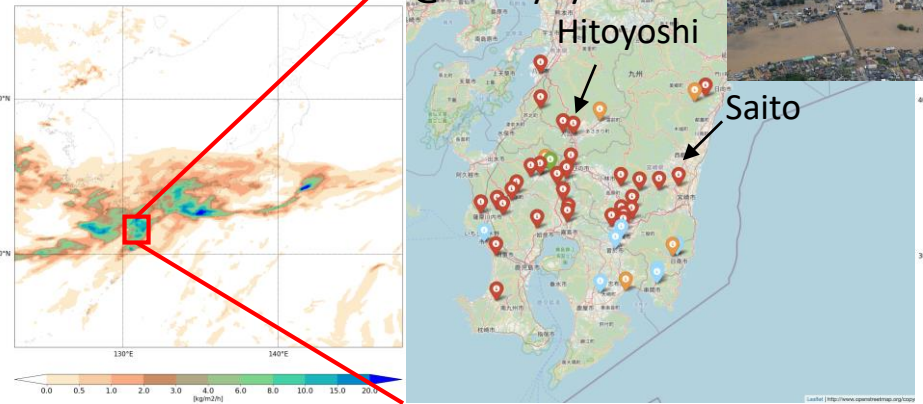
2020 Sept. Haishen (台風10号)

rainfall [kg/m2/h] (2020/07/03 06Z)

rainfall [kg/m2/h] (2020/09/06 03Z)

@2020/7/3 9am

@2020/9/5 9am

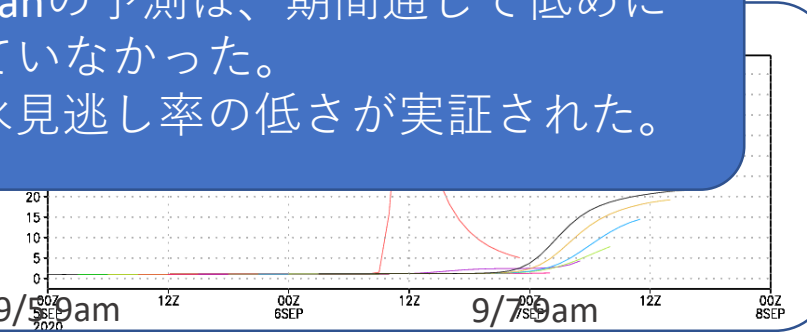
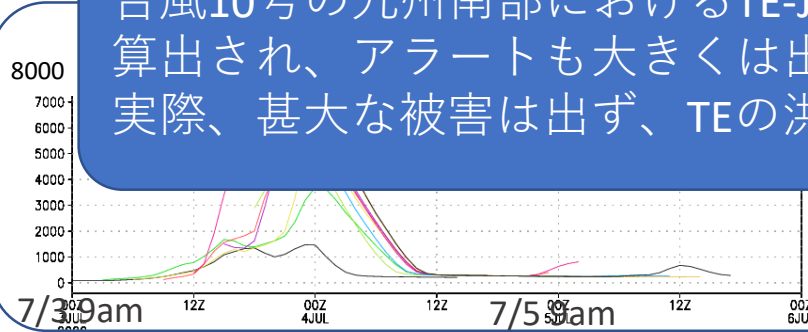
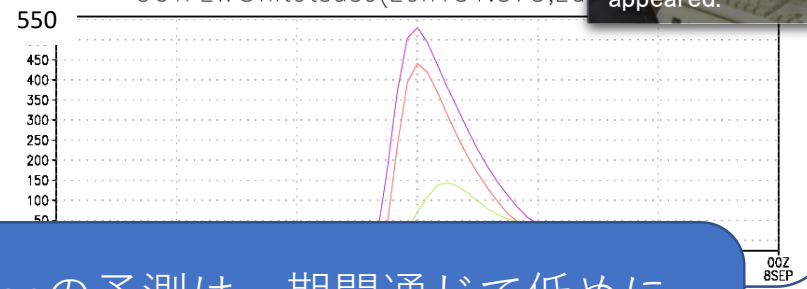
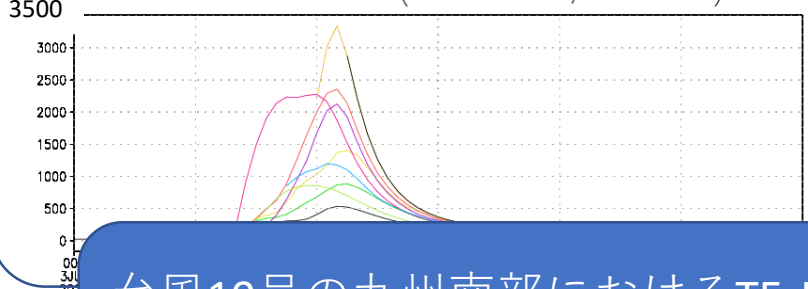


OUTFLW@hitotsuse(Lon131.375,Lat32.125)

OUTFLW@hitotsuse(Lon131.375,Lat32.125)

Saito

Hitoyoshi



台風10号の九州南部におけるTE-Japanの予測は、期間通じて低めに算出され、アラートも大きくは出ていなかった。実際、甚大な被害は出ず、TEの洪水見逃し率の低さが実証された。

Hydrographs predicted from 9am July 3

Hydrographs predicted from 9am Sept. 6 Unit: m³/s

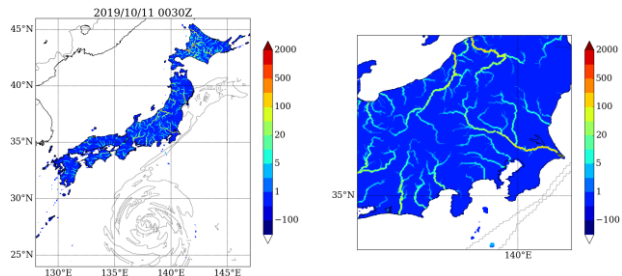
洪水時における数値モデルと衛星観測の融合

- 衛星観測とToday's Earthの融合で、高度化した浸水域情報の提供が可能になってきている。

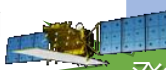


【発災/観測数日前～数時間前】

- TE-Japanによる定常的な予測情報の提供



衛星緊急観測

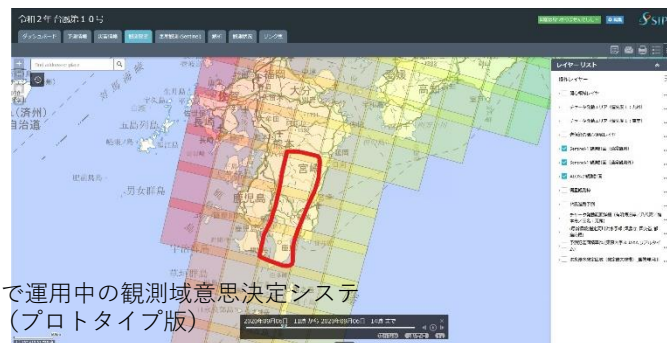


発災

時間の流れ

【発災/観測数日前～数時間前】

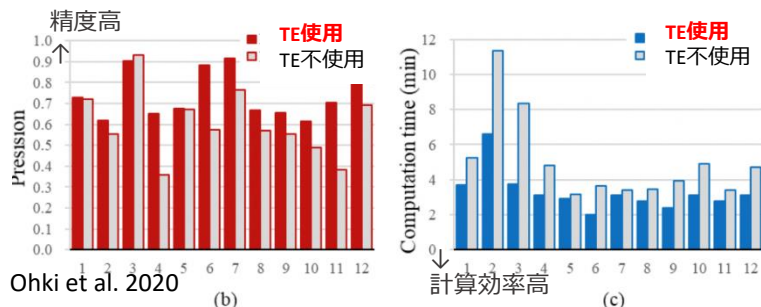
- TE-Japan予測に基づく衛星観測の撮像域決定 (画像は2020年9月台風10号の際の事例)



SIPで運用中の観測域意思決定システム (プロトタイプ版)

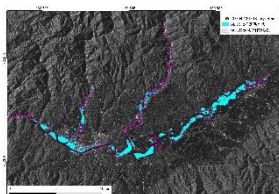
【発災/観測時～数時間後】

- TE-Japanの推定値を用いた水面域推計精度と計算効率の改善



Ohki et al. 2020

迅速かつ高精度な水面域推定

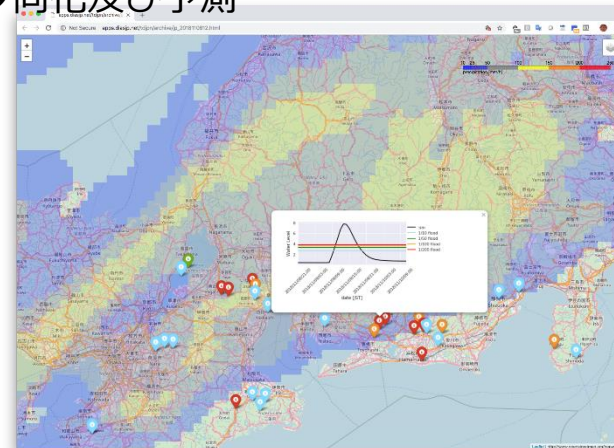


情報提供



【研究途上】

- 水面域観測と降水シミュレーションのデータ同化及び予測



より良い洪水予測情報発信に向けて

- シングルボイスにせよマルチボイスにせよ、専門家が、非専門家（国、地方自治体、一般市民）から信頼されることが前提。
 - リスク低減が目的なことを明示。過度な安心は禁物。
 - 洪水時の様々なニーズに活用可能な多様な情報の提供。
- 災害予測は日常的な批判にさらされることで成長する。（気象庁が今の姿になったのは、大量の批判に対する不断の努力の賜物）
 - 「土俵にたつ」ことが極めて重要。裾野が広がることにもなる。
 - 昨今の頻繁な洪水、海外からの予測情報もあり、受け手側の許容度も以前よりは上がっている（?）。
 - マルチボイスは、誤解やフェイクニュース被害を防ぐためにも有効。
- 目的は被害の最小化。国、地方自治体、情報メディア、一般市民、専門家が相互に信頼し、一丸となって取り組む必要。
 - 核となるもの（組織）は必要か。洪水予報課（?）
- 受け手側のリテラシー向上も重要。気象予報士制度は参考になるかも。