

スパコンを用いた浸水計算と 避難誘導への活用

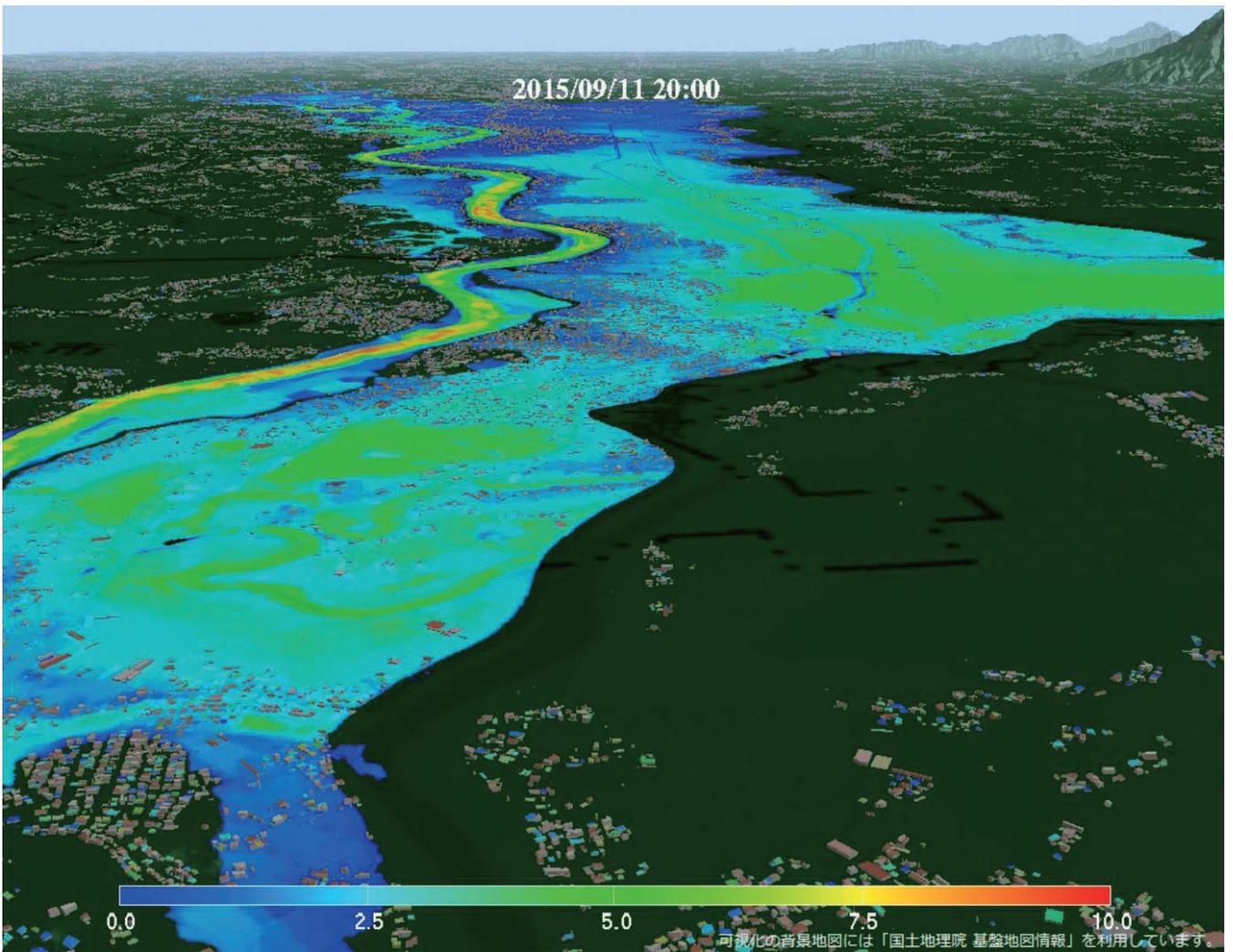
神戸大学 都市安全研究センター
准教授 小林健一郎
from 日本自然災害学会

要約

□京のようなスパコンを利用すると、水工学・水文学分野では計算回数を稼いだり、計算の空間解像度を高めることができる。例えば100m空間解像度の浸水計算を5m解像度で実施することができる。また、1日で1回しか計算できないような現象を例えば100回計算できる。

□医療は人間を対象とするので、浸水ハザードマップを提示するにしても、人間や病院のリスクを推定する上でも、避難を考える上でも、人間サイズに近い5mで浸水を再現することができれば、その結果から医療的に有利となる状況を考えることができるのではないか。

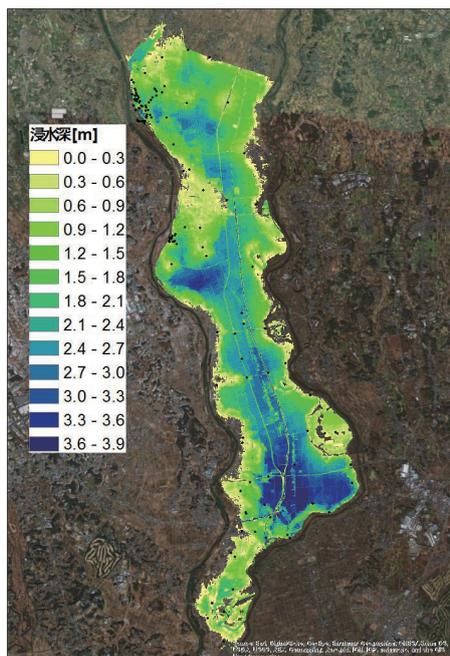
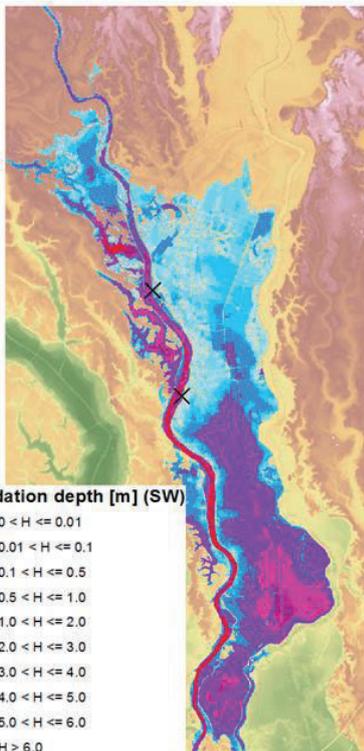
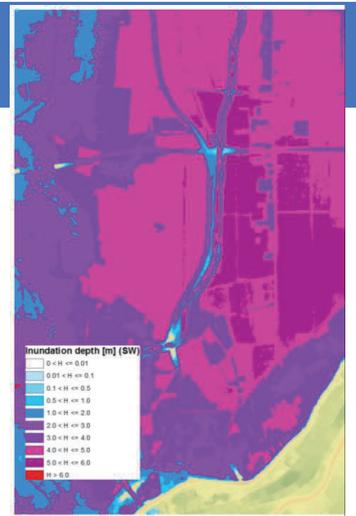
□計算回数を稼ぐことによって、ラフな情報ではあるが、たとえば半日前にダムに洪水調節容量相当の流入がある確率が40%と推定できれば、早期避難につながる可能性もあるのではないか。災害弱者を多く抱える医療や福祉施設の現場で、避難という面で優位になる状況があるのではないか。



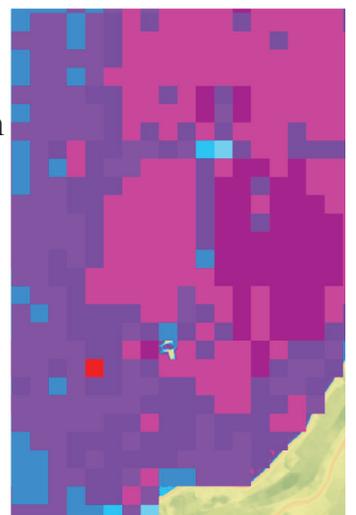
鬼怒川氾濫の試算

佐山ら(2015)による
痕跡水位分布

5m



100m



5m 解像度, 14664690 節点, およそ12.8km × 28.6km = 366km²

痕跡水位と比べると、キャリブレーションなしの計算が十分正確というわけではないが、第一次推定には使えるのではないかと？

計算速度(試算: 計算条件で多少変わる)

[Open MPのみ]

16 cores (Xeon CPU E5-2670 (2.6GHz), a WS at my laboratory)

48時間シミュレーションが**数日**

[領域分割 + Open MP]

96 CPUs (SPARC64VIIIx (2.0 GHz), 8 cores/CPU/node)

48時間シミュレーションが**6.36 時間**

576 CPUs (SPARC64VIIIx (2.0 GHz), 8 cores/CPU/node)

48時間シミュレーションが**1.40 時間**

960 CPUs (SPARC64VIIIx (2.0 GHz), 8 cores/CPU/node)

48時間シミュレーションが**0.96 時間**

参考文献

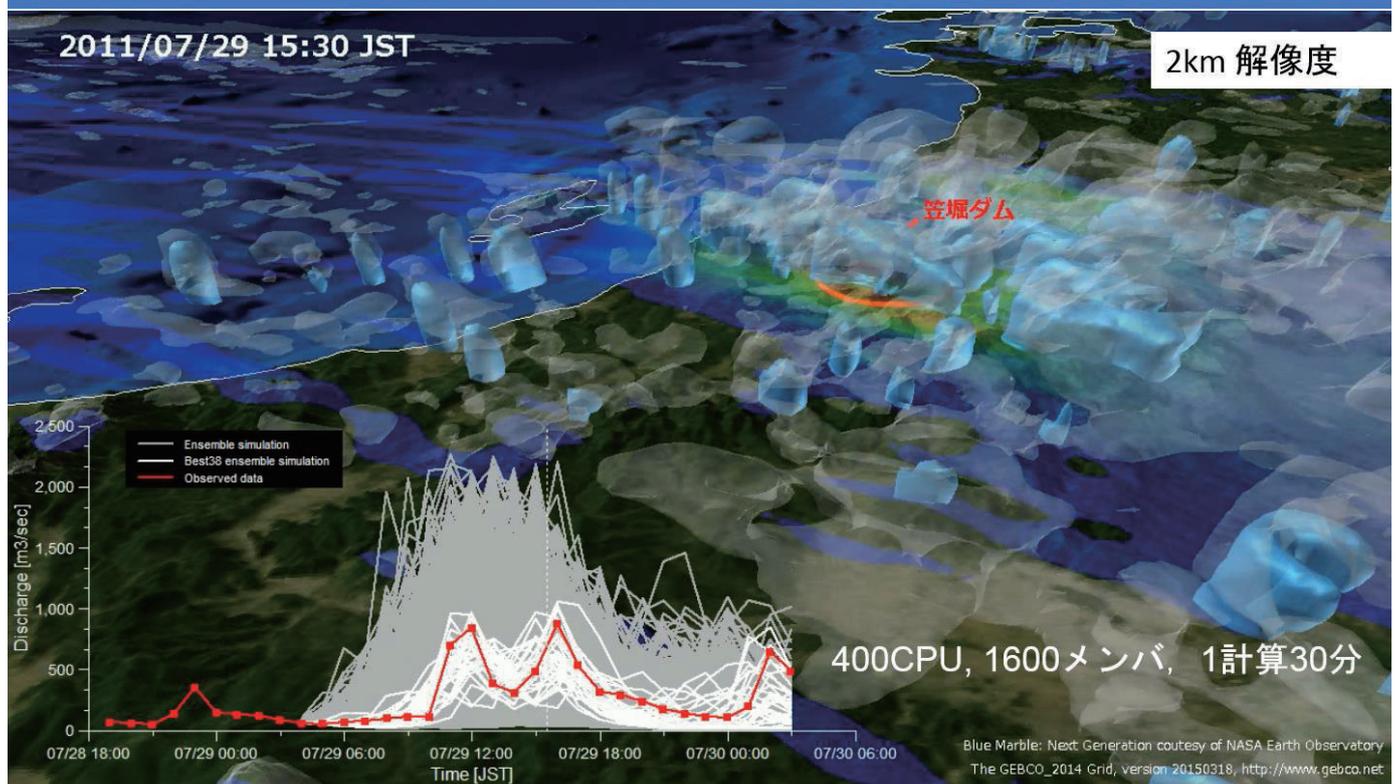
Parallel computing for high-resolution/large-scale flood simulation using the K supercomputer, Kenichiro Kobayashi, Dai Kitamura, Kazuto Ando and Noriyuki Ohi, Hydrological Research Letters 9(4), 61–68 (2015), Published online in J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/hrl). DOI: 10.3178/hrl.9.61

洪水氾濫シミュレーションにおいて風の影響を考慮する必要性に関する検討, 小林健一郎・中山恵介・田中翔・阪口詩乃・奥勇一郎・池内幸司, 土木学会論文集B1(水工学) Vol.74, No.5, I_1459-I_1464, 2018

浅水流方程式・局所慣性方程式の精度検証と最適空間解像度に関する検討, 小林健一郎・中山恵介・阪口詩乃, 土木学会論文集B1(水工学) Vol.74, No.5, I_1513-I_1518, 2018

平成27年9月関東・東北豪雨による災害の総合研究報告書, 平成27年度科学研究費補助金 特別研究推進費, 研究代表者 田中茂信

平成23年新潟・福島豪雨(2011年7月26~30日)

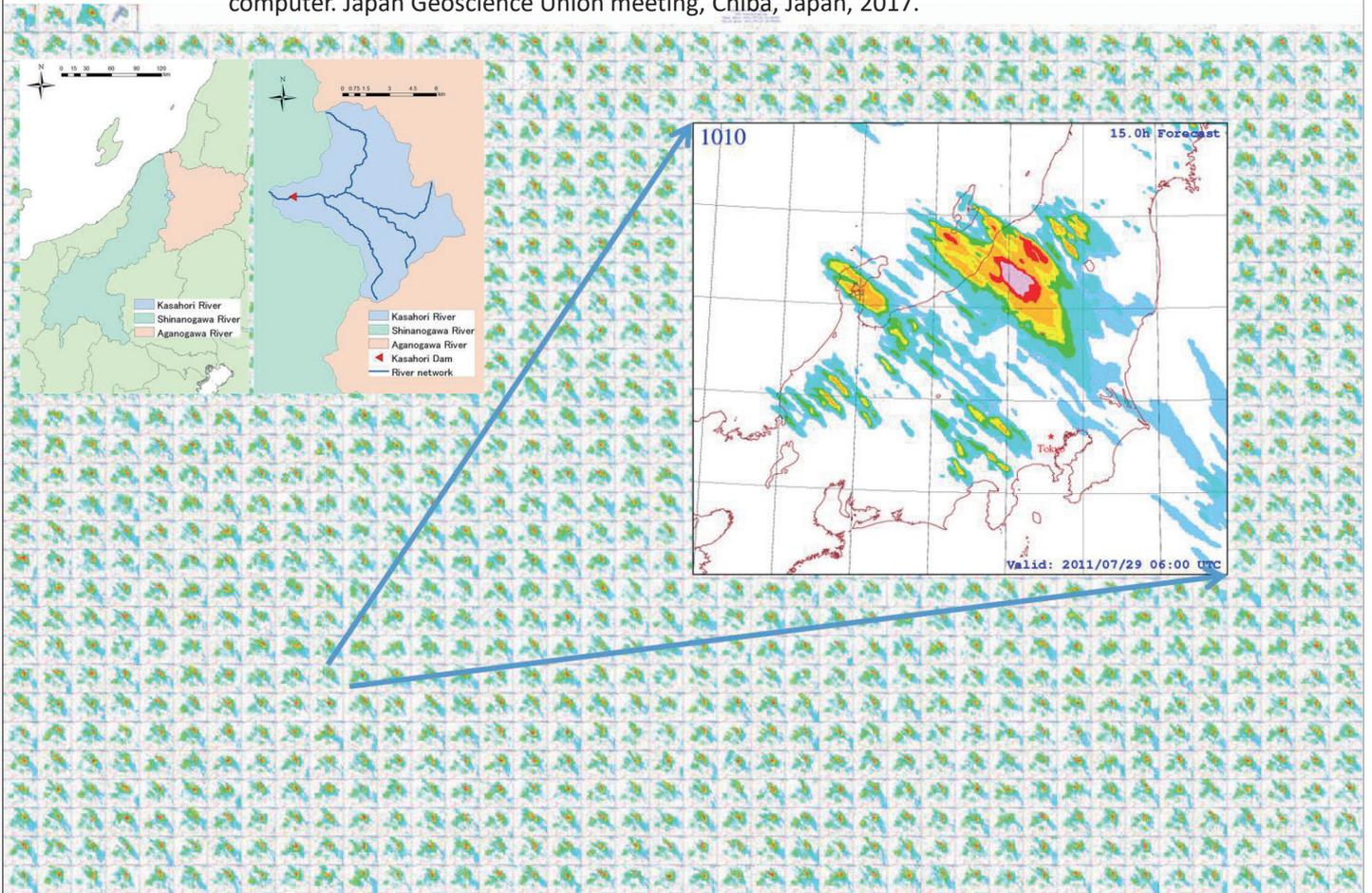


Duc, L. & Saito, K.: A 4D-EnVAR data assimilation system without vertical localization using the K computer. Japan Geoscience Union meeting, Chiba, Japan, 2017.

Kobayashi, K., Apip, Duc, L., Oizumi, T., and Saito, K.: Ensemble flood simulation for a small dam catchment in Japan using nonhydrostatic model rainfalls. Part 2: Flood forecasting using 1600 member 4D-EnVAR predicted rainfalls, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., <https://doi.org/10.5194/nhess-2018-343>, in review, 2019.

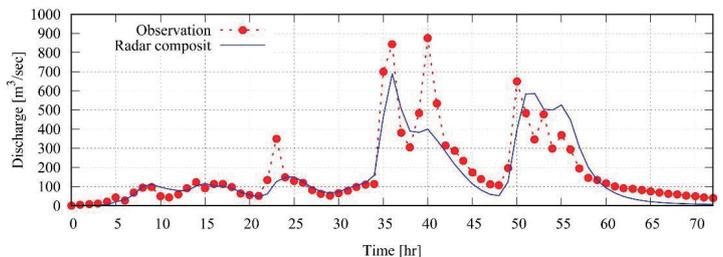
1600アンサンブル降雨計算

Duc, L. & Saito, K.: A 4D-EnVAR data assimilation system without vertical localization using the K computer. Japan Geoscience Union meeting, Chiba, Japan, 2017.

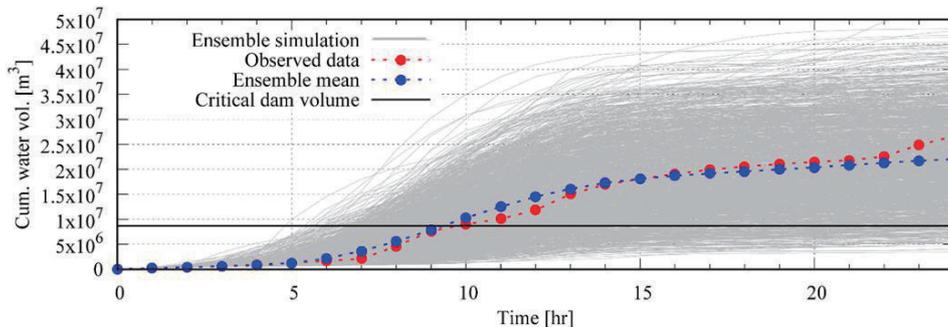


1600アンサンブル洪水計算

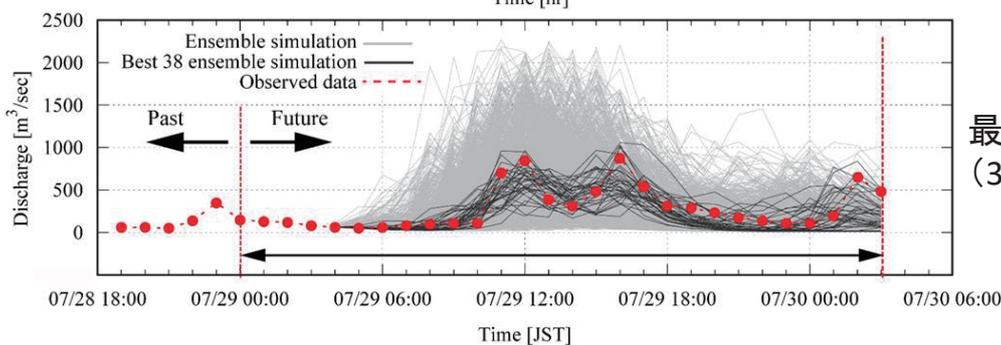
All figures are cited from:
 Kobayashi, K., Apip, Duc, L., Oizumi, T., and Saito, K.:
 Ensemble flood simulation for a small dam catchment
 in Japan using nonhydrostatic model rainfalls. Part 2:
 Flood forecasting using 1600 member 4D-EnVAR
 predicted rainfalls, Nat. Hazards Earth Syst. Sci.
 Discuss., <https://doi.org/10.5194/nhess-2018-343>, in
 review, 2019.



合成レーダによる流量計算と観測流量の比較



1600アンサンブル降雨による笠堀ダムへの累積水量

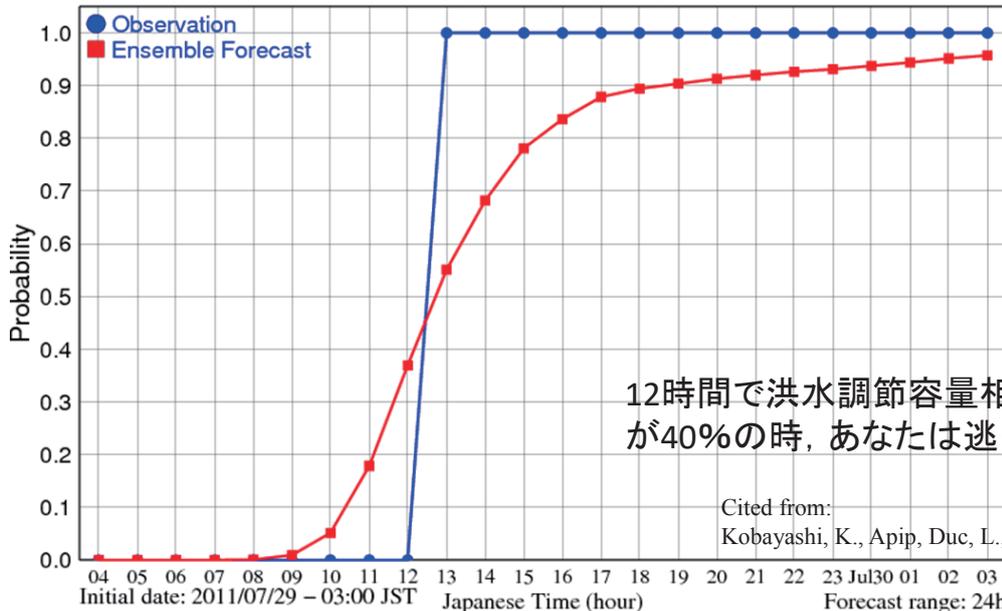


最適洪水ハイドログラフ
 (38洪水を抽出(任意))

1600アンサンブル洪水計算

Accumulated Volume Forecast Probability

Critical volume: 8700000 m³



12時間で洪水調節容量相当の雨が降る確率が40%の時、あなたは逃げますか？

Cited from: Kobayashi, K., Apip, Duc, L., Oizumi, T., and Saito, K. (2019).

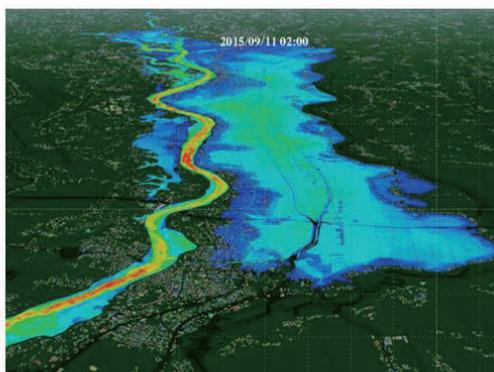
4D-EnVAR-NHMによる1600アンサンブル降雨を流出モデルに入力し、笠堀ダムへの流入量を1600ケース推定。1600の計算流量で洪水調節容量相当の流入がある確率を推定。これにより、たとえば今後12時間で40%程度の確率で洪水調節容量相当の流入がありえる。最終的には90%以上というのがわかる。この情報で異常洪水時防災操作の可能性が高いので、早期避難すべきという勧告・指示を出せるか？

最終的には避難に結びつけることができるか？

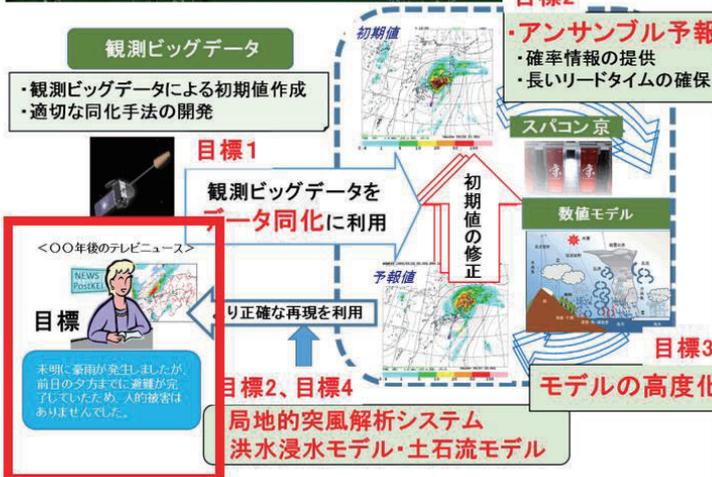
浸水が始まってから避難する状況は避けたい。十分なリードタイムを持った避難がアンサンブル降雨・洪水予測で可能になる？



真備町: 10m解像度



鬼怒川の浸水計算例: 京の960CPUを使うと48時間シミュレーション(5m解像度, 1500万節点)が1時間以内で可能となる。

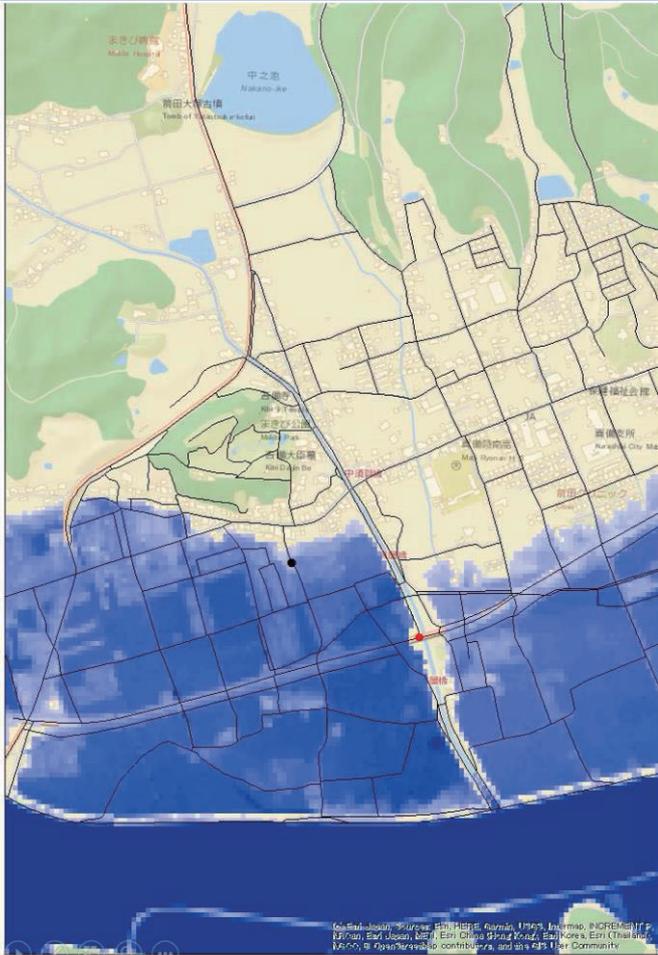


数値天気予測の模式図とサブ課題Aの4つの柱

ポスト「京」重点課題4

「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」

しかし、地図に重ねてみると...



- 拡大して見ると、堤防沿いの道を逃がっている。
- 堤防にはさまれている河川の洪水流は再現されていなさそうであるので、この道を逃げるのは危ない可能性がある。→現地を歩く重要性。
- 10m解像度でも十分ではない場合もある。

背景: ArcGIS マップ

現地の状況



要約

□京のようなスパコンを利用すると、水工学・水文学分野では計算回数を稼いだり、計算の空間解像度を高めることができる。例えば100m空間解像度の浸水計算を5m解像度で実施することができる。また、1日で1回しか計算できないような現象を例えば100回計算できる。

□医療は人間を対象とするので、浸水ハザードマップを提示するにしても、人間や病院のリスクを推定する上でも、避難を考える上でも、人間サイズに近い5mで浸水を再現することができれば、その結果から医療的に有利となる状況を考えることができるのではないか。

□計算回数を稼ぐことによって、ラフな情報ではあるが、たとえば半日前にダムに洪水調節容量相当の流入がある確率が40%と推定できれば、早期避難につながる可能性もあるのではないか。災害弱者を多く抱える医療や福祉施設の現場で、避難という面で優位になる状況があるのではないか。