

2018/10/3

プロアクティブ・リサーチ commons 演習 「人流を考慮した浸水被害予測シミュレーション」

人間環境学専攻 奥田研究室

博士課程1年

矢敷達朗

背景

2011年3月:東北地方太平洋沖地震

⇒津波による浸水被害

2018年7月:西日本豪雨、2018年9月:台風21号

⇒大雨、高潮による浸水被害



シミュレーションにより浸水被害を予測し、浸水被害を抑えるための防災対策検討に活用*1, *2

⇒浸水シミュレーション(流体解析)は非定常計算であるが、人の分布は定常状態として
浸水被害を予測

*1野中 哲也, 他6名:京コンピュータによる橋梁を含む広域3次元津波シミュレーション,第16回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2013

*2吉村 耕平, 他5名:低平地都市河川におけるリアルタイム洪水シミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 70, No. 4, I_403-I_408, 2014

浸水被害予測シミュレーションの課題

表1 シミュレーション課題

現象	時間 スケール	用途	課題
津波	数十分 ～1時間	防災対策 - ハザードマップ作成 - 防潮堤・避難用高台設置計画立案	<ul style="list-style-type: none"> ・季節、時間帯による人口分布の変化を考慮したハザードマップの作成 ・浸水状態の時間変化と人の動きを考慮した避難用高台設置計画、治水整備計画の立案
大雨 高潮	数時間 ～1日	防災対策 - ハザードマップ作成 - 治水整備計画立案	
		避難情報発令 - 避難情報発令タイミング検討	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションを短時間(～1時間)で実施し、避難情報発令タイミング検討に活用

人流を考慮した浸水被害予測シミュレーション技術を提案

提案技術の概要

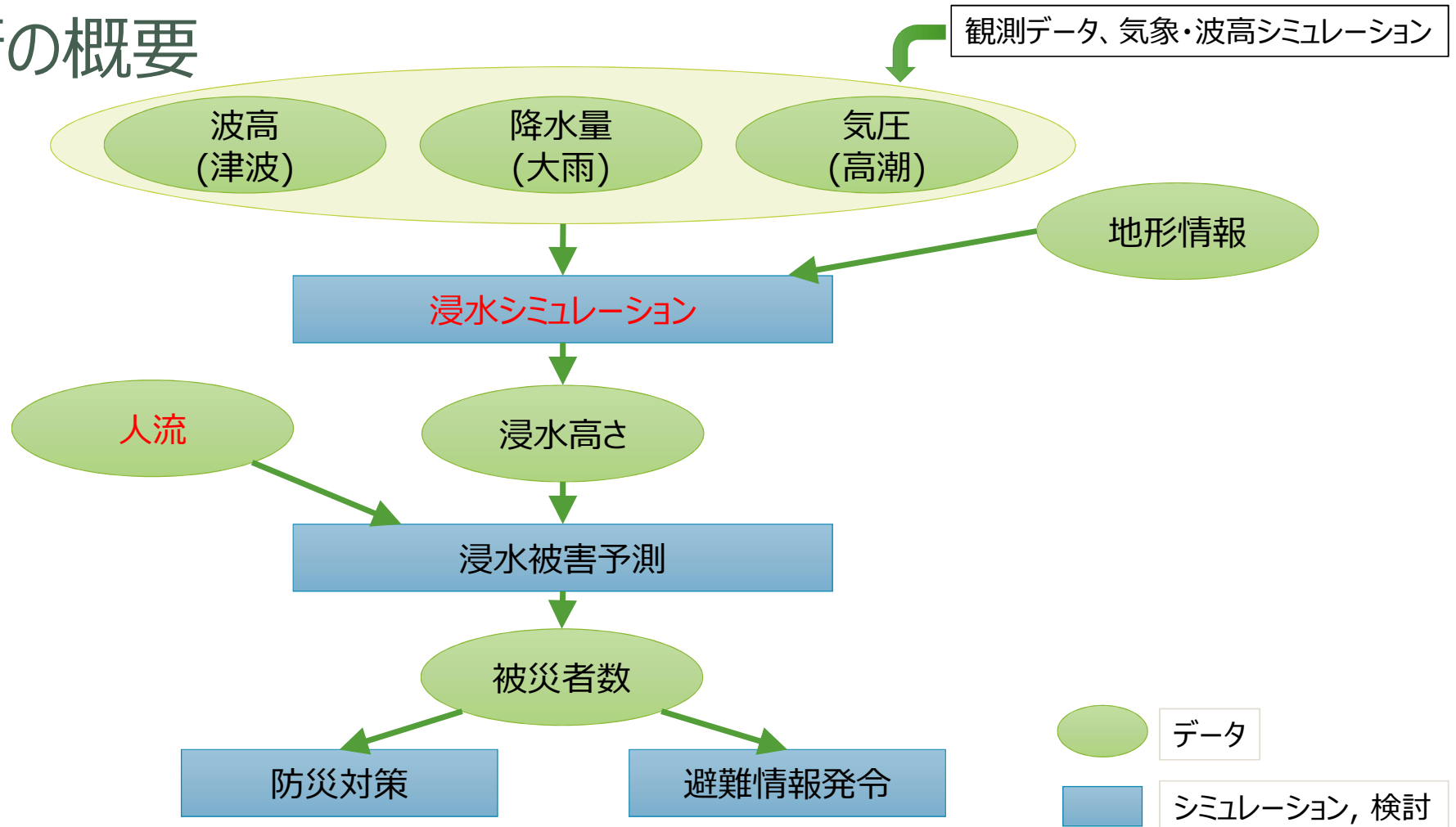


図1 人流を考慮した浸水被害予測シミュレーション概要

人流データの概要

携帯電話移動履歴(GPSデータ)を用いて人流データを作成*3

表2 墨田区を対象とした人流データ(1分間隔, 24時間分)*4

個人ID	日時	緯度	経度	性別	年齢 コード	職業	移動 目的	拡大 係数	交通 手段
A	D	E	F	G	H	J	K	L	N
2	2008/10/1 0:00	139.7902	35.68609	2	5	13	99	71	97
3	2008/10/1 0:00	139.7904	35.68691	2	8	14	99	54	97
4	2008/10/1 0:00	139.7906	35.68354	1	11	9	99	55	97
5	2008/10/1 0:00	139.7906	35.68345	2	9	4	99	47	97
3	2008/10/1 0:01	139.7904	35.68691	2	8	14	99	54	97
4	2008/10/1 0:01	139.7906	35.68354	1	11	9	99	55	97
5	2008/10/1 0:01	139.7906	35.68345	2	9	4	99	47	97

拡大係数

・GPSデータサンプリング数から
実際の人口に一致するように
重みづけする係数

*3小川 芳樹, 他3名:ジオビッグデータを用いた多様なシナリオに基づく南海トラフ地震津波の人的被害推定, E-journal GEO, Vol. 13, No. 1, 140-155, 2018

*4【空間配分版】2008年東京都市圏 人の流れデータセット(秋山先生より入手)

浸水シミュレーションの概要

VOF (Volume Of Fluid) 法により、大気中を水が進行する自由表面流れを計算*5

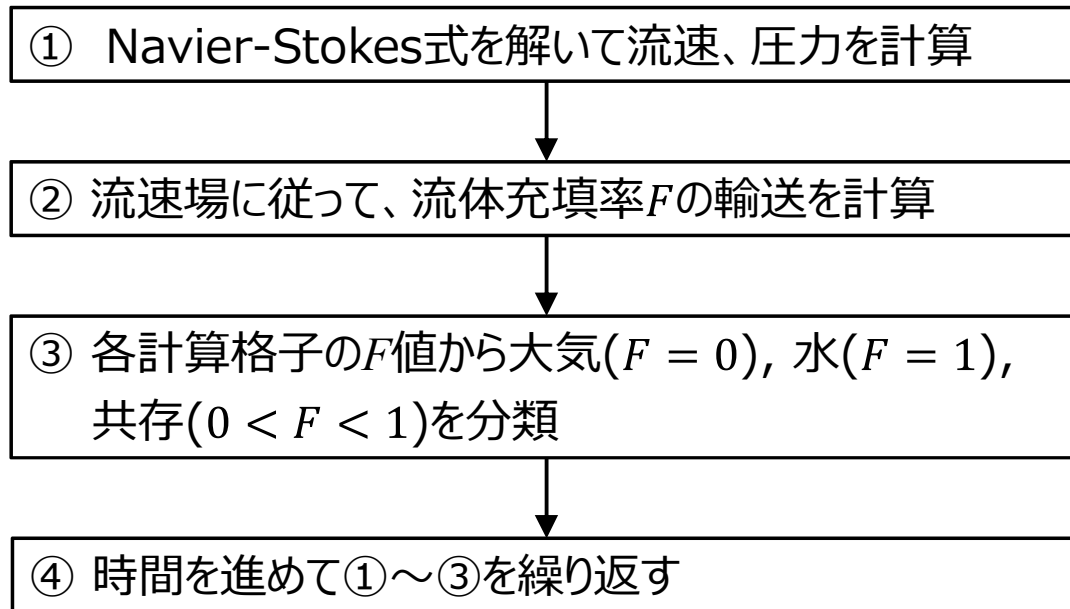


図2 VOF法計算フロー



図3 液体充填率 F の分布例

(図3引用元:<http://www.cradle.co.jp/tec/column02/003.html>)

*5 C.W. Hirt, B.D. Nichols: Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries, Journal of Computational Physics, Vol. 39, 201-225, 1981

浸水シミュレーション例(1)

OpenFOAM^{*6}を用いて、VOF法により津波発生時の浸水シミュレーションを実施

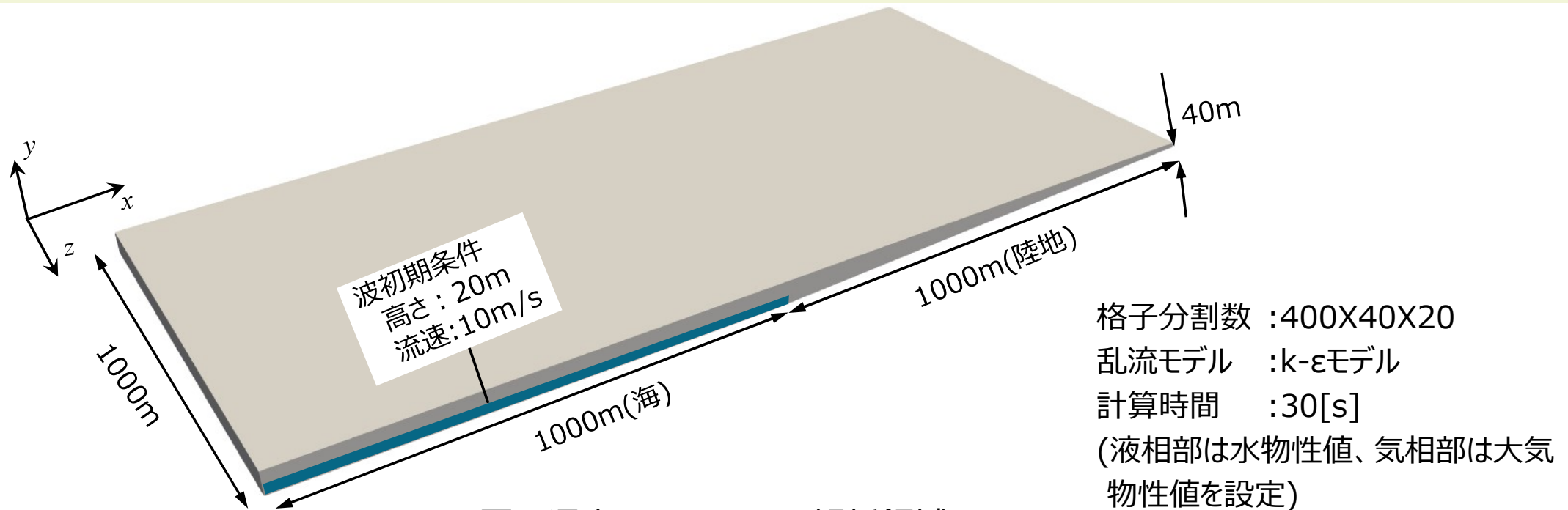
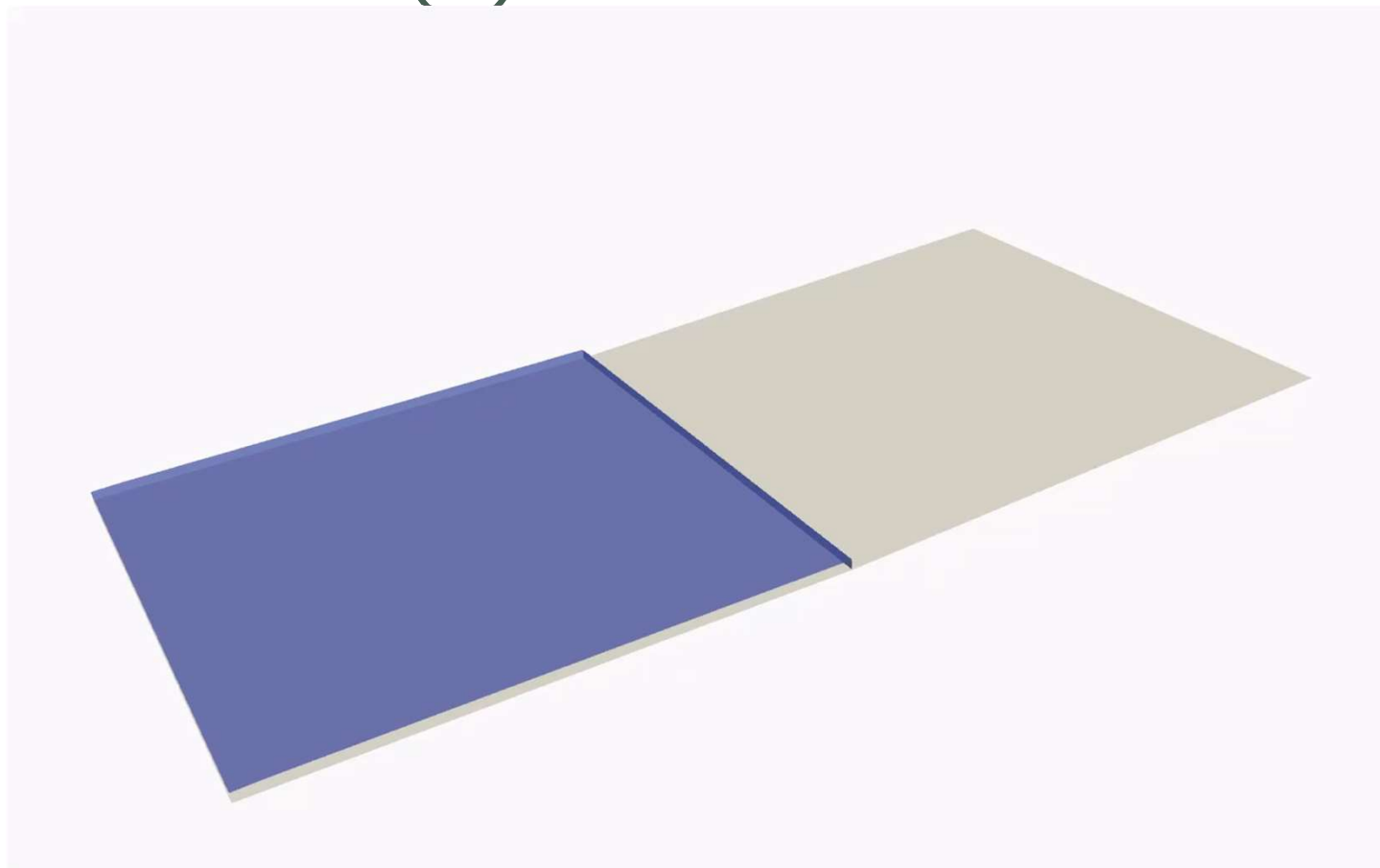


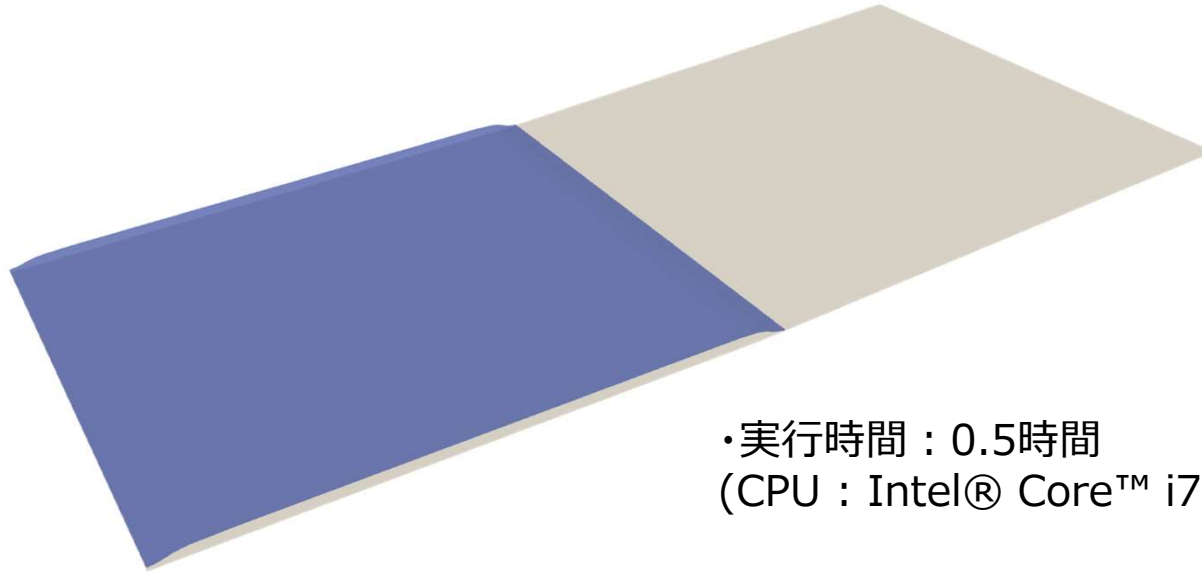
図4 浸水シミュレーション解析領域

*6 <https://cfd.direct/openfoam/>

浸水シミュレーション例(2)



浸水シミュレーション例(2)



・実行時間：0.5時間
(CPU：Intel® Core™ i7-8700K 3.70GHz, 4Core)

- ・墨田区全域で解析領域は2x2km(2倍)、東京都全域で20x10km(100倍)であり、計算精度を上げるためには、格子サイズも小さくする必要あり
 - ・避難情報発令タイミング検討に活用するためには、計算時間:数時間~1日(2500倍)を対象として、1時間程度でシミュレーションを完了する必要あり
- ⇒ 浸水シミュレーションの高速化が必要

浸水シミュレーション高速化のアプローチ

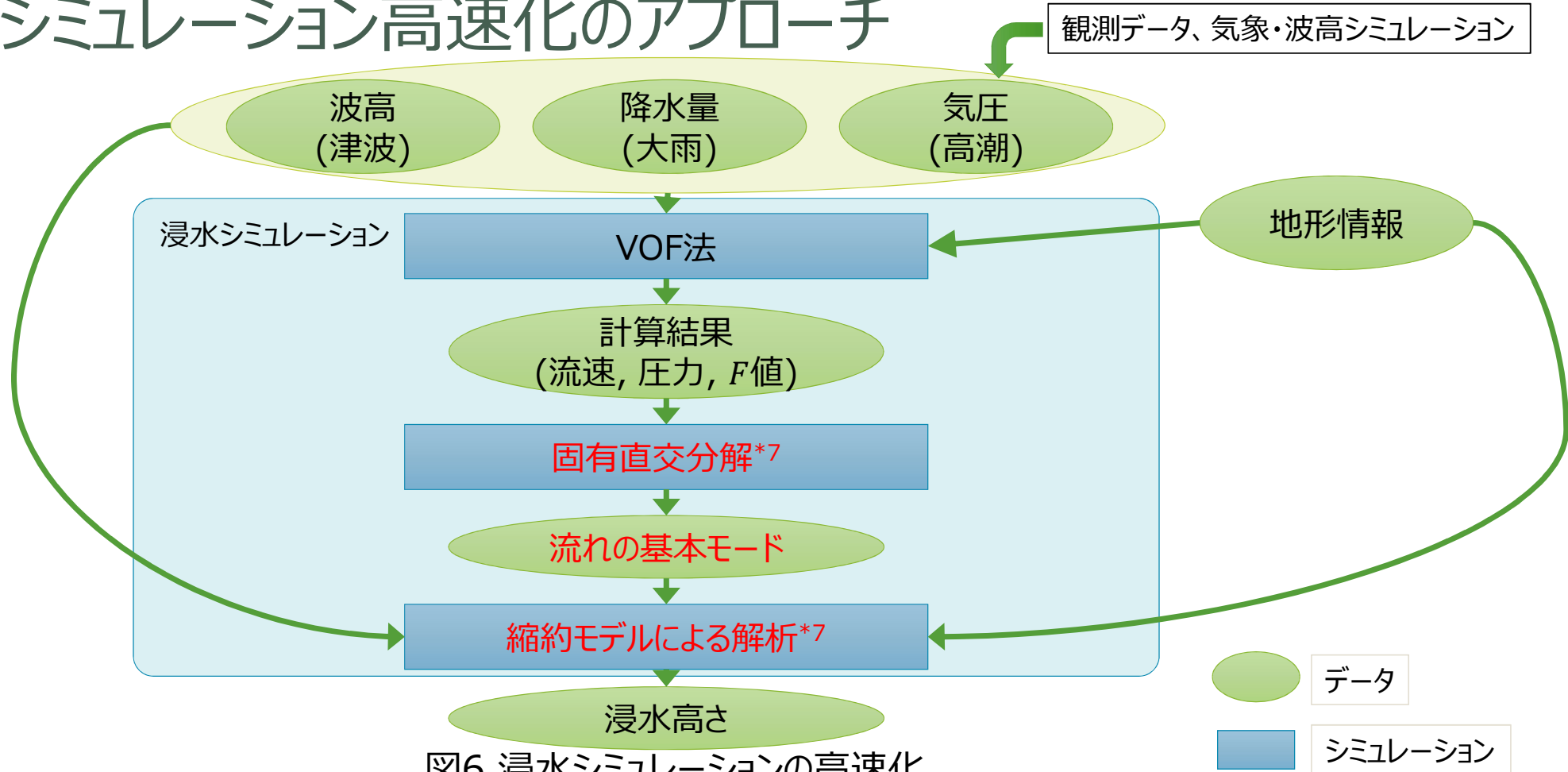


図6 浸水シミュレーションの高速化

^{*7} Stefano Lorenzi, et al.:POD-Galerkin Method for Finite Volume Approximation of Navier-Stokes and RANS Equations, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., Vol. 311, 151-179,

まとめ

- ・人流を考慮した浸水被害予測シミュレーション技術を提案
- ・VOF法による浸水シミュレーションを実施
- ・浸水シミュレーションを高速化するためのアプローチを検討

今後の予定

- ・浸水シミュレーション高速化を実現するための手法検討
⇒Navier Stokes式を対象として流速場を高速に計算するための手法を検討