

# 津波・土砂氾濫災害シミュレーションの VR映像化

- 野島 和也 日本工営株式会社  
桜庭 雅明 日本工営株式会社

- 建物周囲・内部における津波挙動を数値シミュレーションし、VR装置にて立体映像化
  - 建物周囲の3次元流体計算を実施
  - AVS/Expressによる可視化
  - VTKファイル変換・GFAファイルへの記録
  - Oculus, HoloStageを用いたVR可視化
- VRによる山間部・河川上流地区での土砂氾濫の疑似体験システム次元データを作成
  - 河川流の3次元氾濫計算により水面
  - GISを利用して、地形、建物の3次元形状を作成
  - AVS/Expressによる可視化、GFAファイルへの記録
  - Oculusを用いたVR可視化

# VR装置について

## ●大型VR装置 (没入型)



Since 2007 September  
中央大学理工学部 計算力学研究室



Technology CAVE System (HoloStage)

▶広いVR空間の中でリアリティの高い体験が可能。装置が大きいため持ち運び不可。

## ●高性能小型VR装置 (ハイエンドヘッドマウントモデル)



▶動作に伴った動きをとるため (モーショントラッキング)、高い情報でVR体験ができる。持ち運び可。

## ●簡易型 (モバイル ハイエンド・ローエンドモデル)



GearVR

Cardboard

VR Glasses

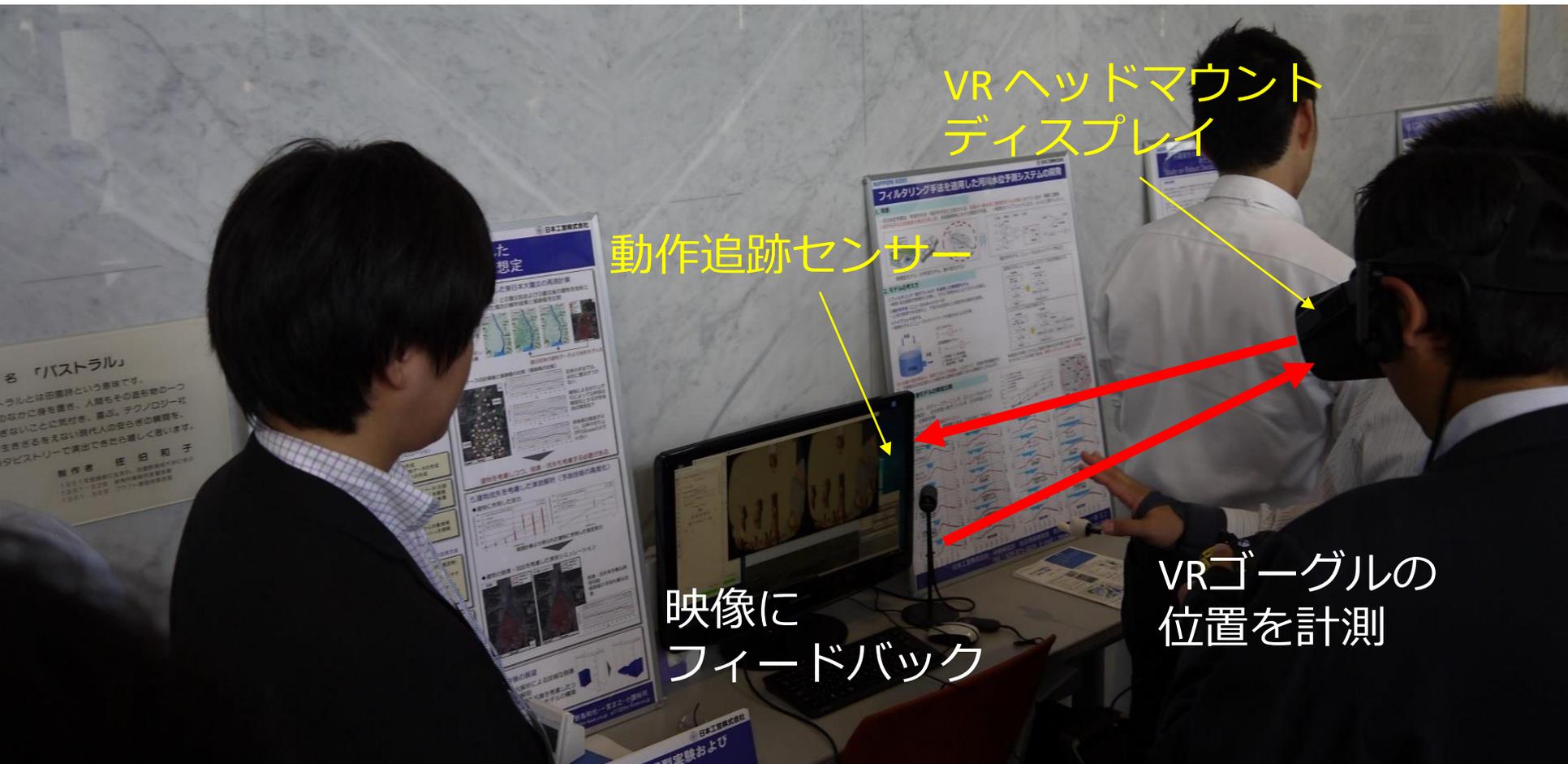
- ▶スマートフォンがあれば360°視野の3DのVRが体験できる。
- ▶視点が固定されており、モーショントラッキングができない。
- ▶安価 (数千円規模~)

# VR装置構成

## ●高性能小型VR装置 (HMD : ハイエンドヘッドマウントモデル)



# VR装置について



VR ヘッドマウント  
ディスプレイ

動作追跡センサー

映像に  
フィードバック

VRゴーグルの  
位置を計測

# VR装置について

装置・ソフトウェア	仕様
VRヘッドマウントディスプレイ	Oculus Rift CV1 解像度：1080×1200 視野角：110°
可視化演算・制御PC	CPU:intel Core i7-6700 メモリ：16GB ビデオカード：NVIDIA GTX 1070 OS: Windows10 64bit 解像度：1920×1200
可視化用ソフト	Visual Management Sciences Inc. <b>AVS Express</b>
VR変換ソフト	AVS Expressの拡張ソフトウェアにより3次元可視化結果を視差のある動画に変換

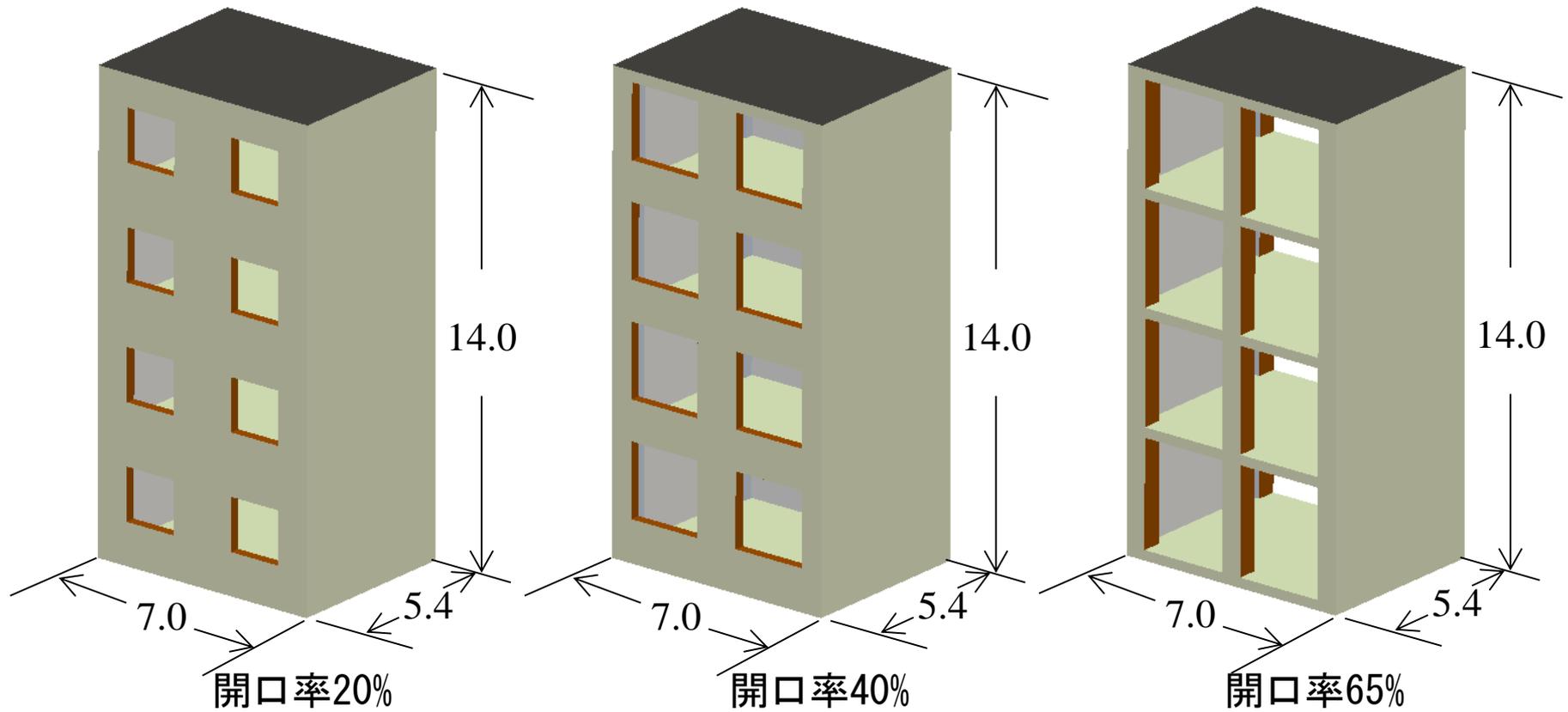
# 津波拳動シミュレーション可視化事例

- 来襲する津波が避難建物に対してどのように作用するか
- 建物の内部に対してどのような水位変化となるか
- 津波の来襲・侵入状況を擬似的に体験しながらその施設の安全性について議論



- 体験しながら把握する仕組み
  - 建物内部を再現した津波シミュレーションの実施
  - 二次元解析× → 三次元解析
  - 現実味のある可視化
- 3次元流体解析
- VR（仮想現実）の立体映像システムによる疑似体験

# 津波の数値解析1



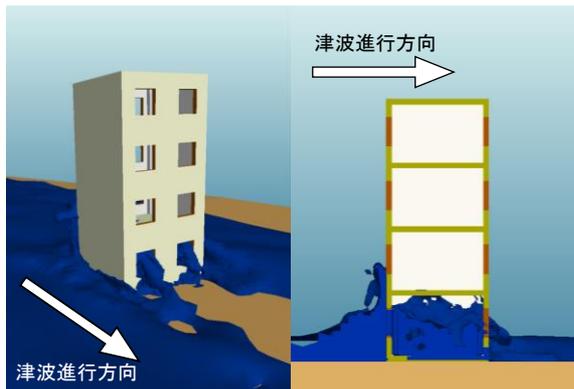
松富ら(2014)を参考に設定

# 津波の数値解析1

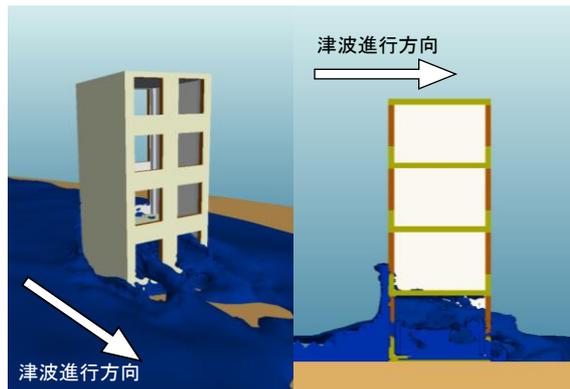
項目	計算条件
入射波高	波高12mおよび5mの孤立波として、Kawahara <sup>9)</sup> らの文献を参考に進行速度を設定
建物形状	4階建てのビルを想定し、開口率を20%、40%、65%の3ケースを設定
圧力評価	建物開口部の間に複数設定し、各階における圧力の違いを評価
水位評価	各地点の水位の計測は行わず、建物内に水塊の侵入状況を計算結果およびVRから評価

# 津波の数値解析1

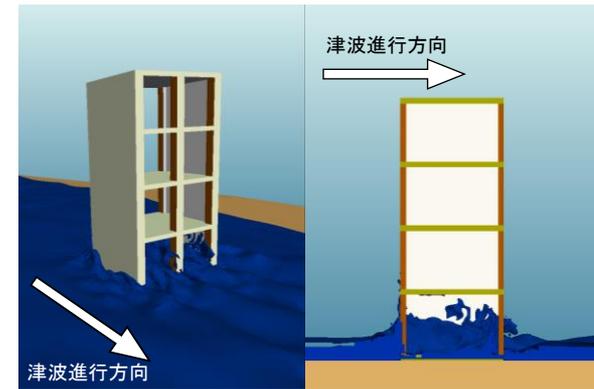
5m



(a) H=5m, 開口率20%

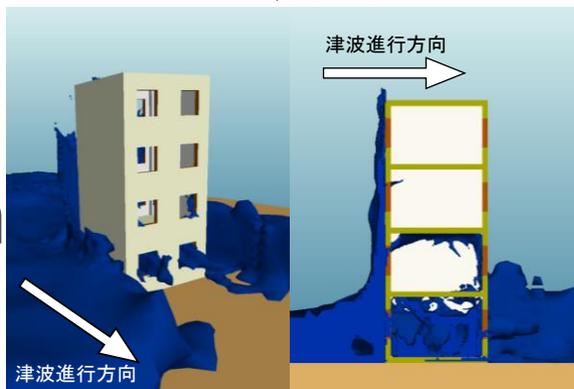


(b) H=5m, 開口率40%

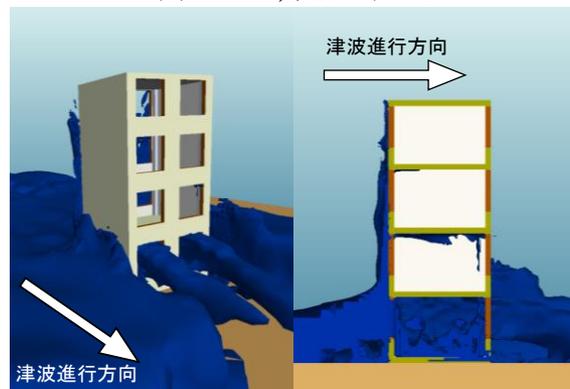


(c) H=5m, 開口率65%

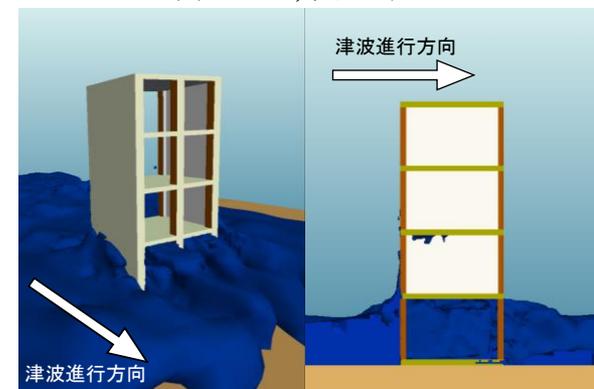
12m



(d) H=12m, 開口率20%



(e) H=12m, 開口率40%



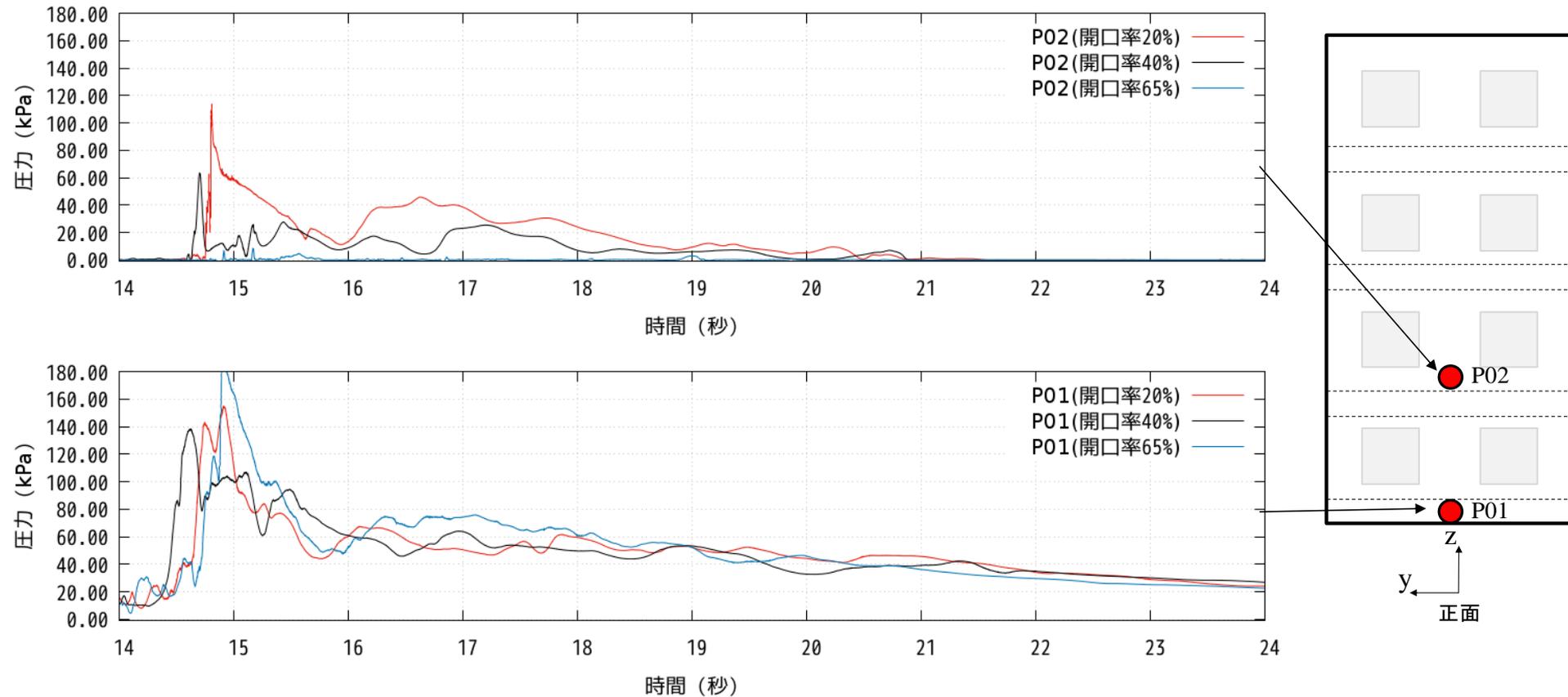
(f) H=12m, 開口率65%

20%

40%

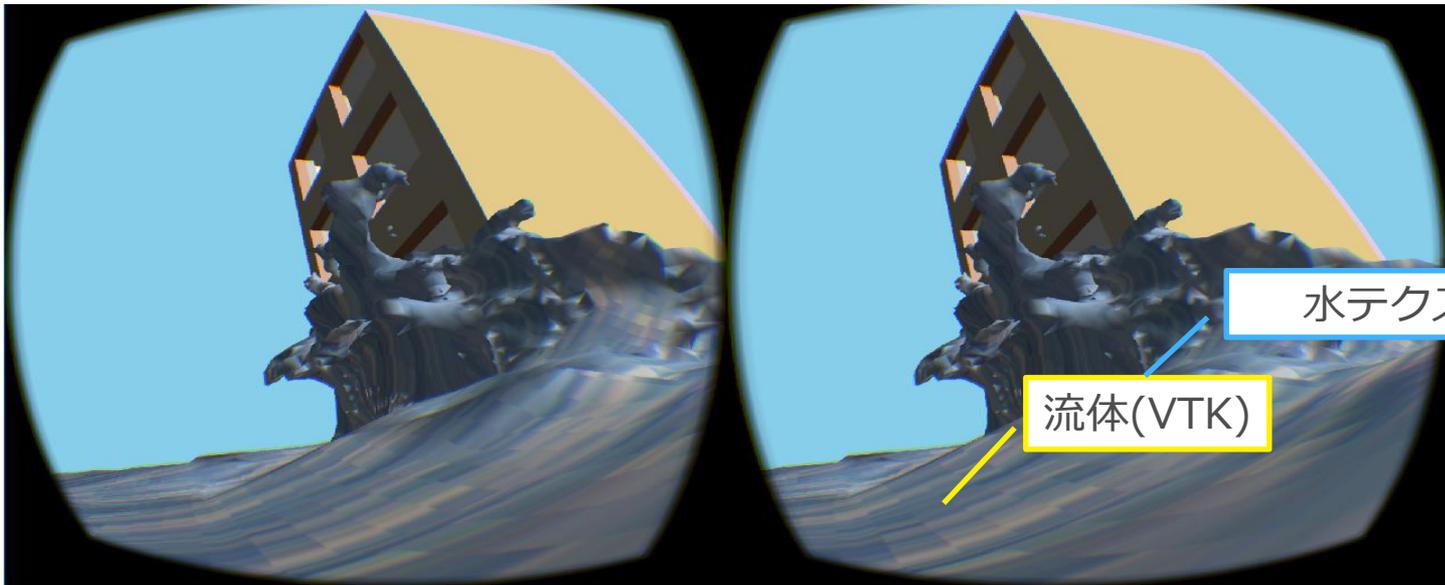
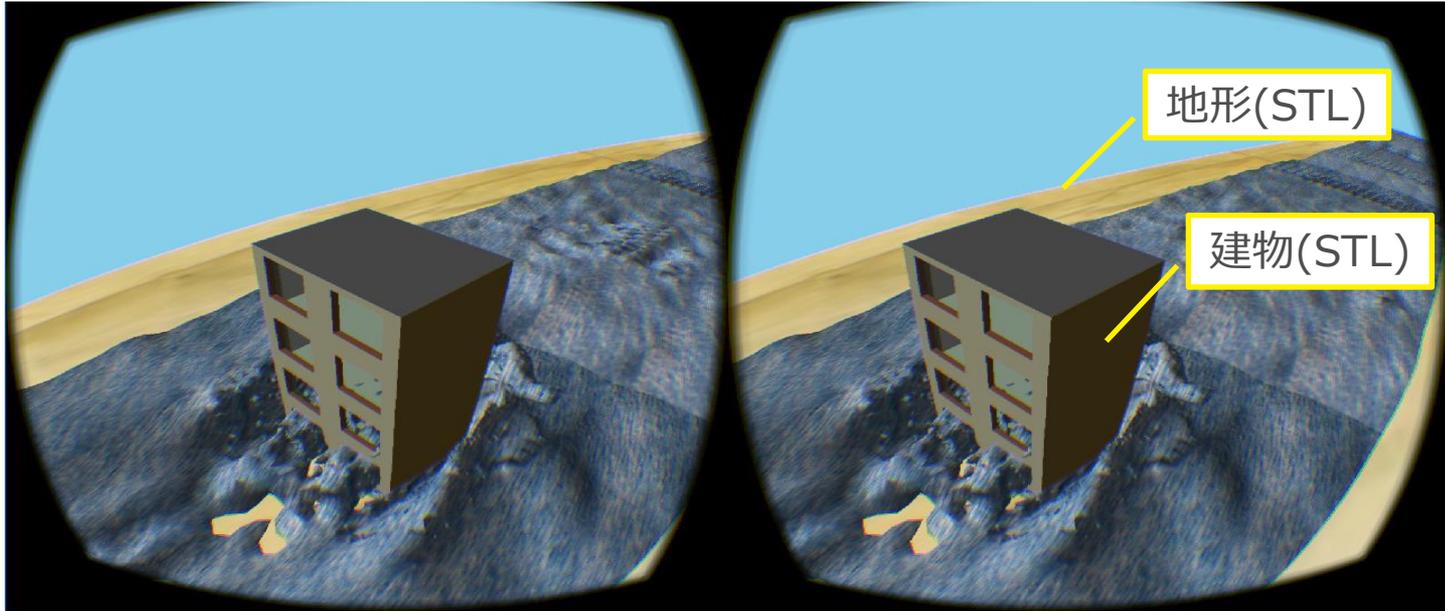
65%

# 津波の数値解析1

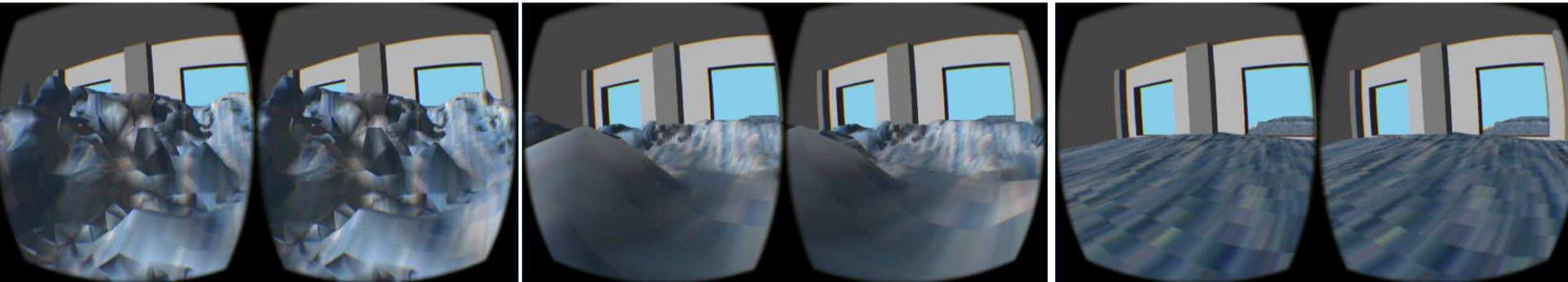


津波条件および開口率の違いによる波圧の時間変化

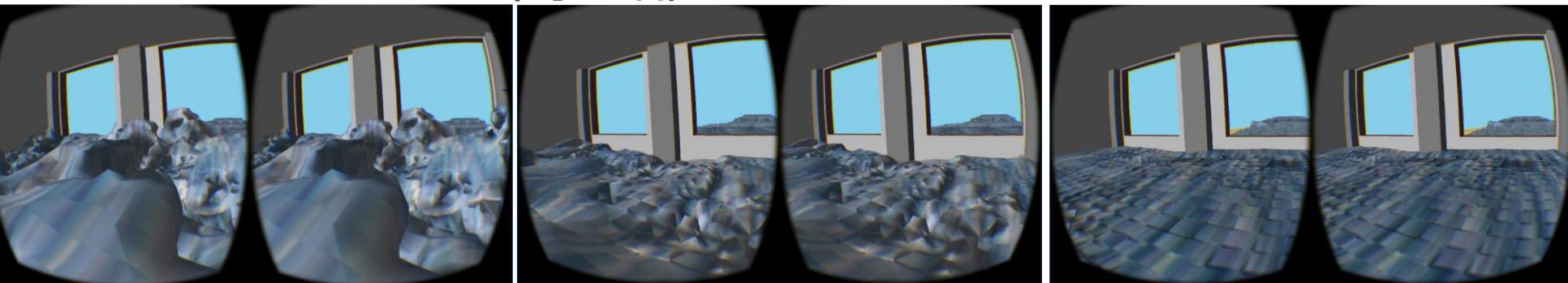
# 津波の数値解析1



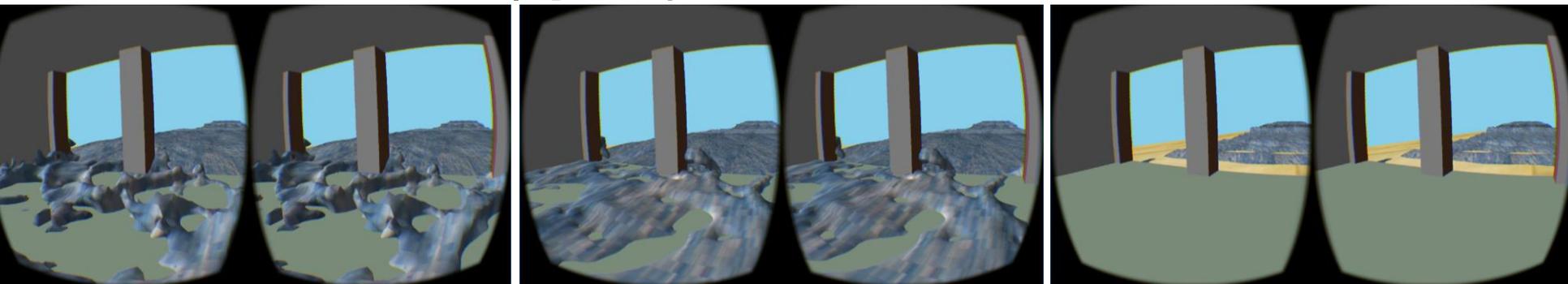
# VR適用例



開口部：20%



開口部：40%



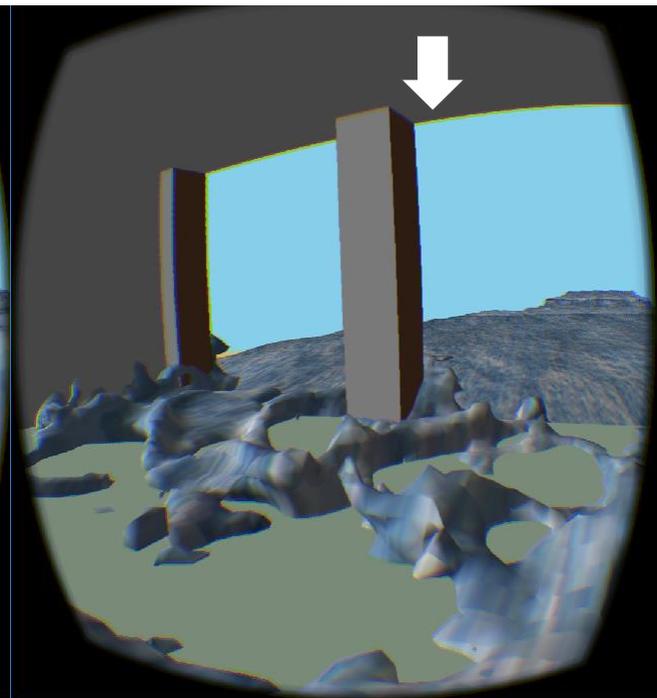
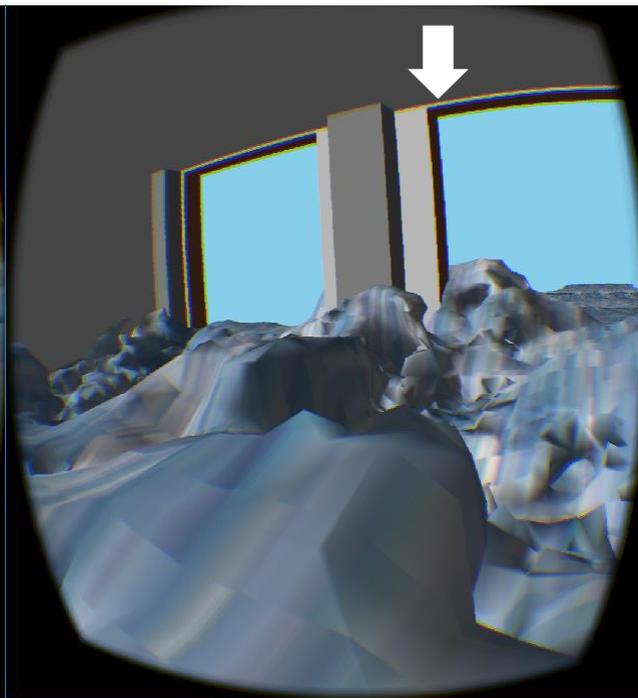
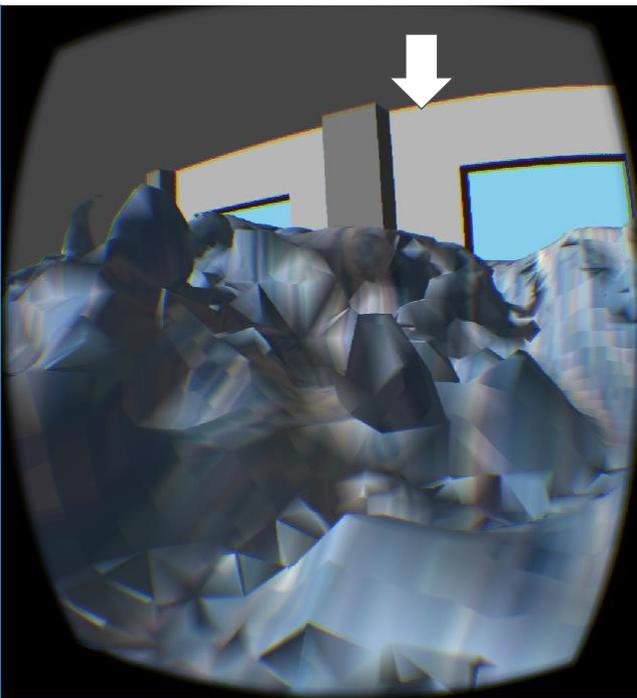
**NIPPON KOEI**

開口部：65%

# VR適用例

建物2階からの視点

最大水位時(建物前面)



開口率：20%

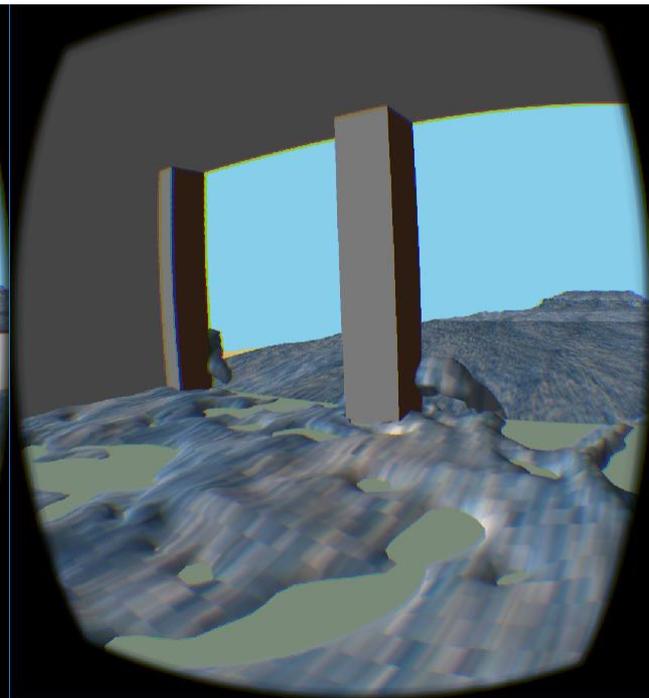
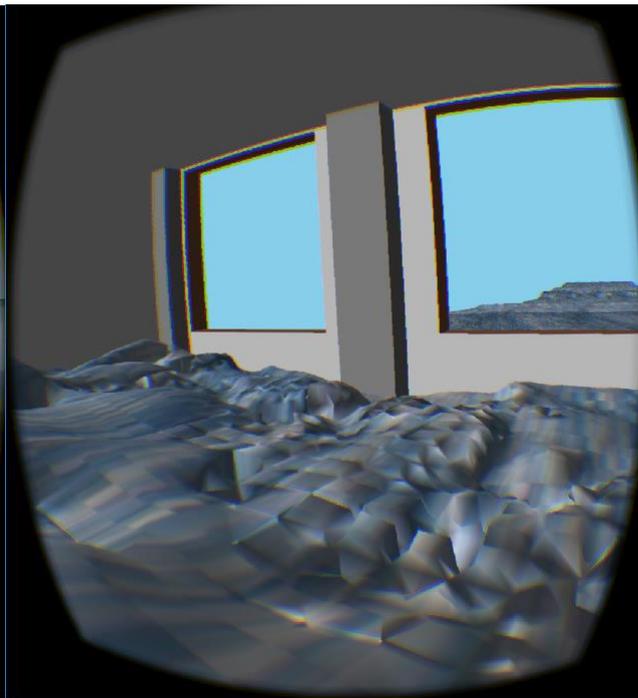
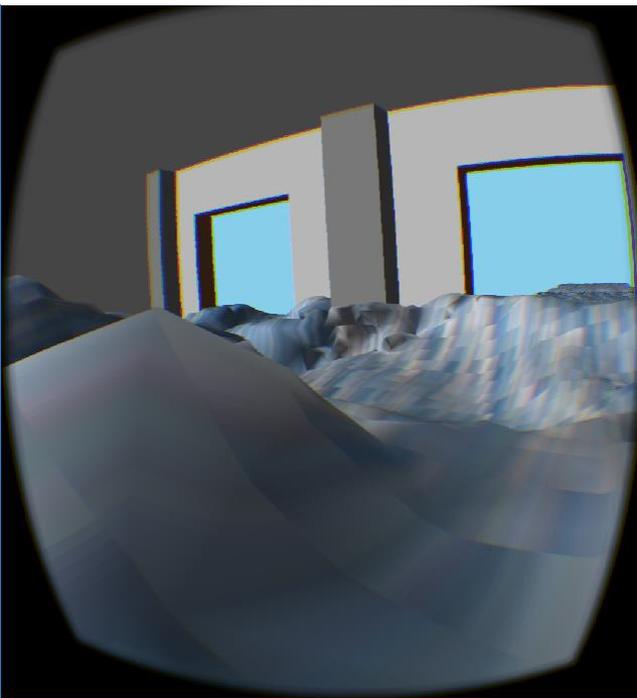
40%

65%

# VR適用例

2階からの視点

最大水位時(建物前面) + 1秒後



開口率：20%

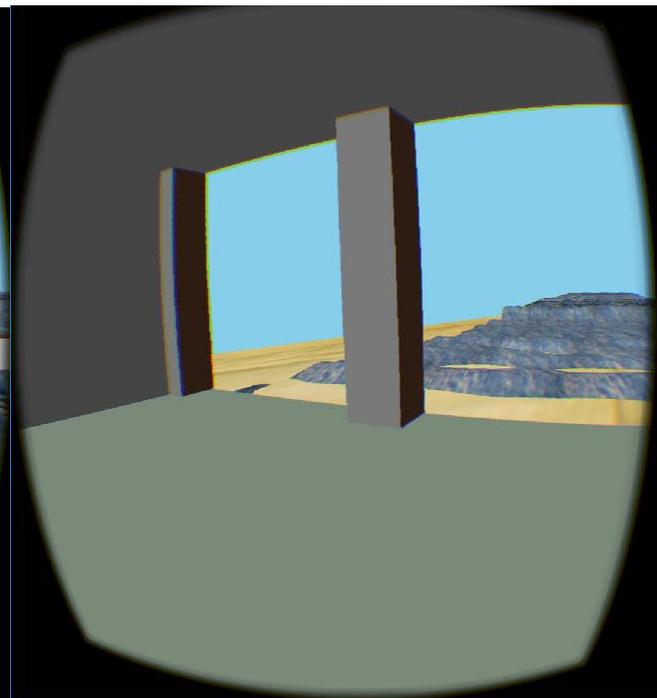
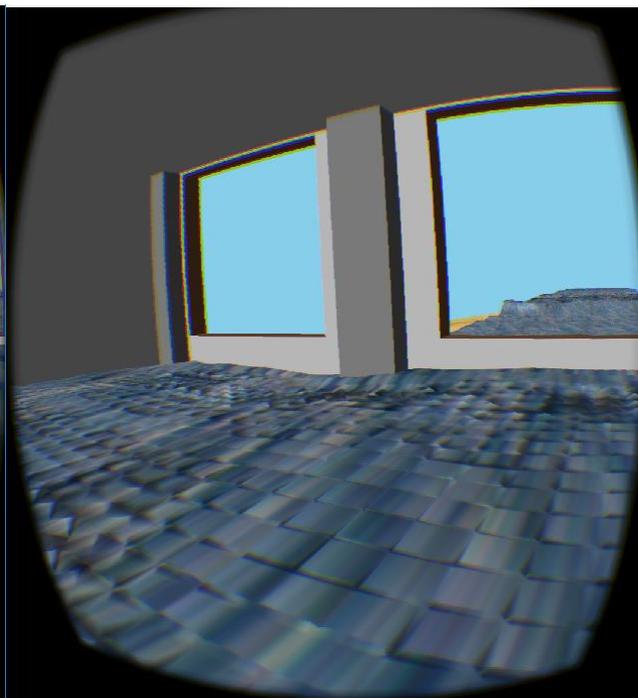
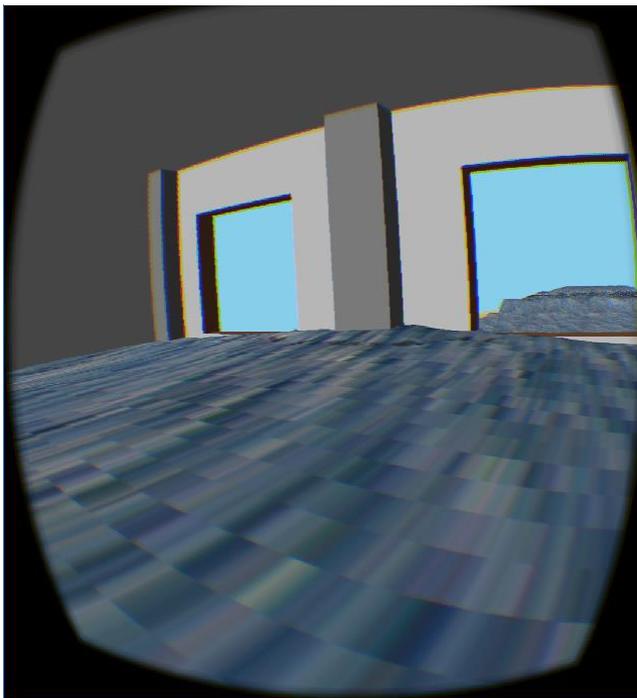
40%

65%

# VR適用例

2階からの視点

最大水位時(建物前面) +20秒後



開口率：20%

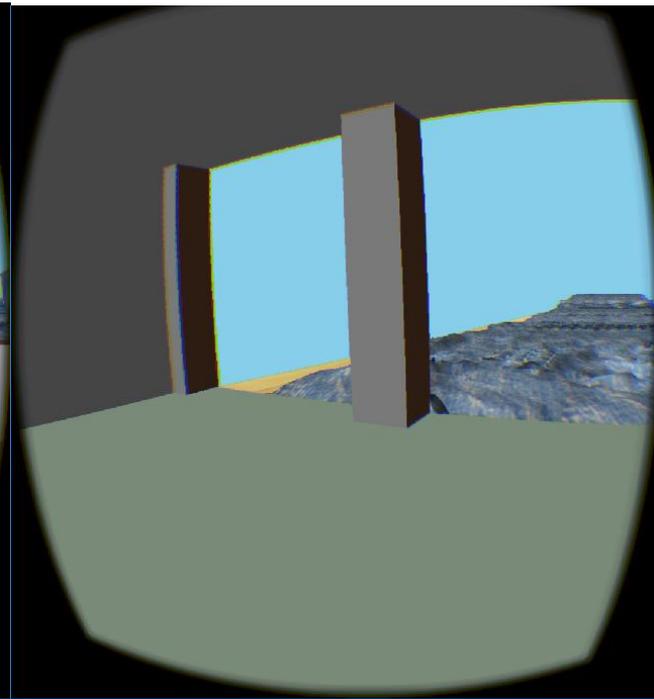
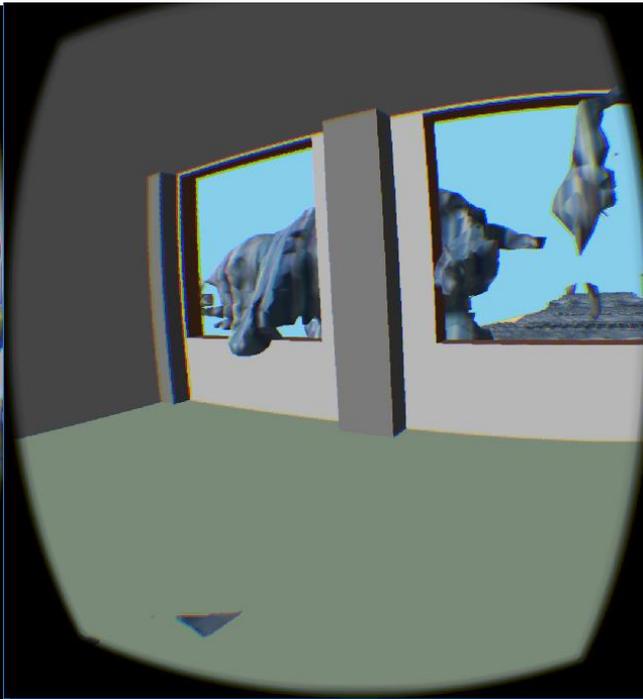
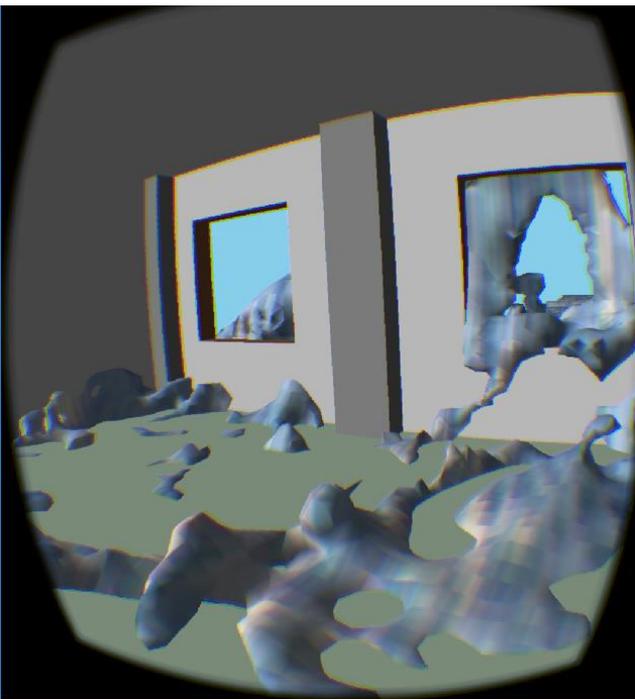
40%

65%

# VR適用例

建物3階からの視点

最大水位時(建物前面)



開口率：20%

40%

65%

## • VR装置による擬似体験（建築物内の津波）



陸前高田市集合住宅

- 10mを超える津波が来襲
- 4階以下が全て水没
- 5階部分も床上1mの浸水

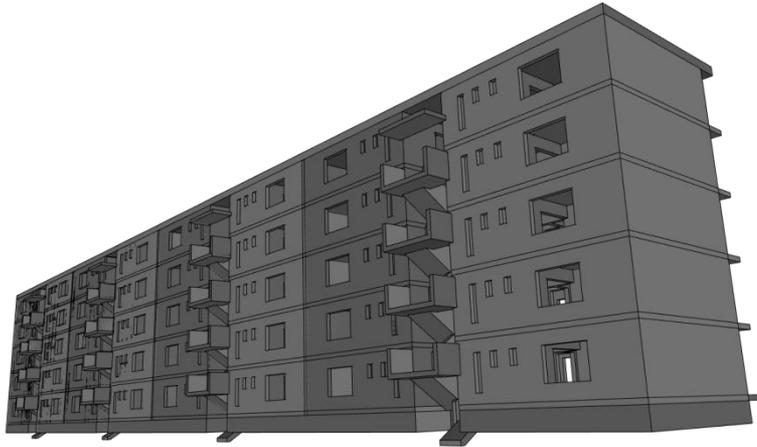


津波が建物に衝突した際のせり上がりや、  
建築物内部での流れの激しい挙動を把握する

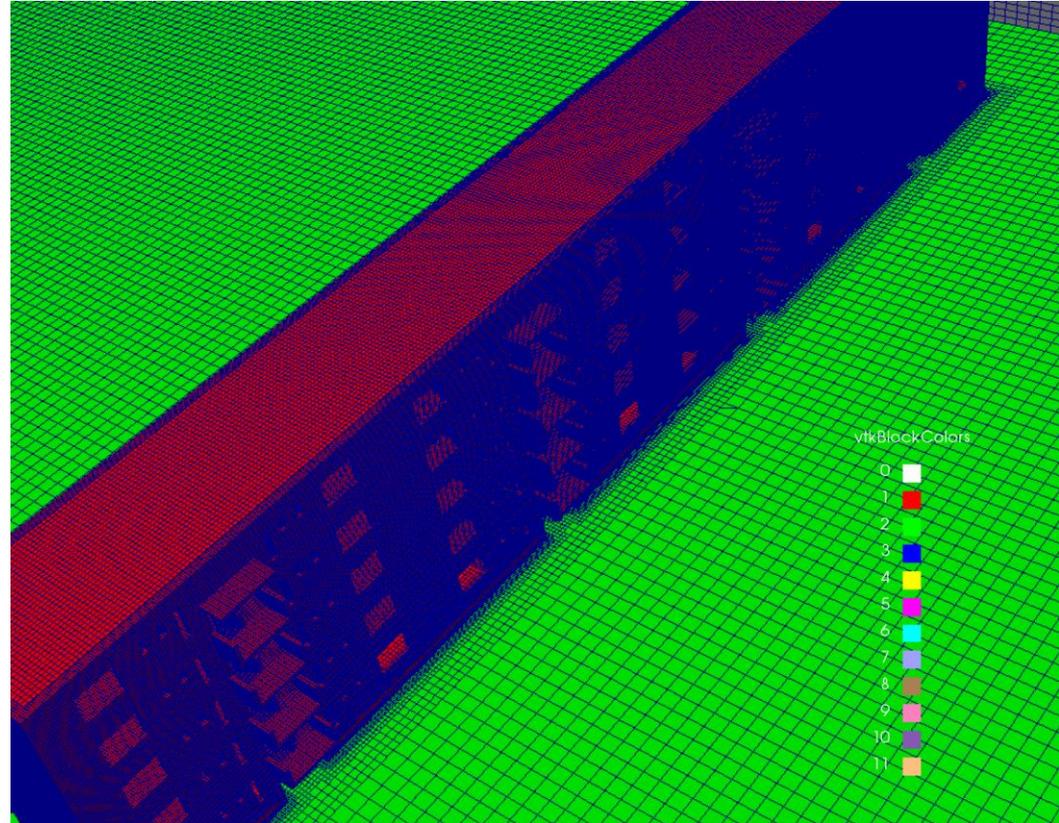
# 津波の数値解析2



現地写真

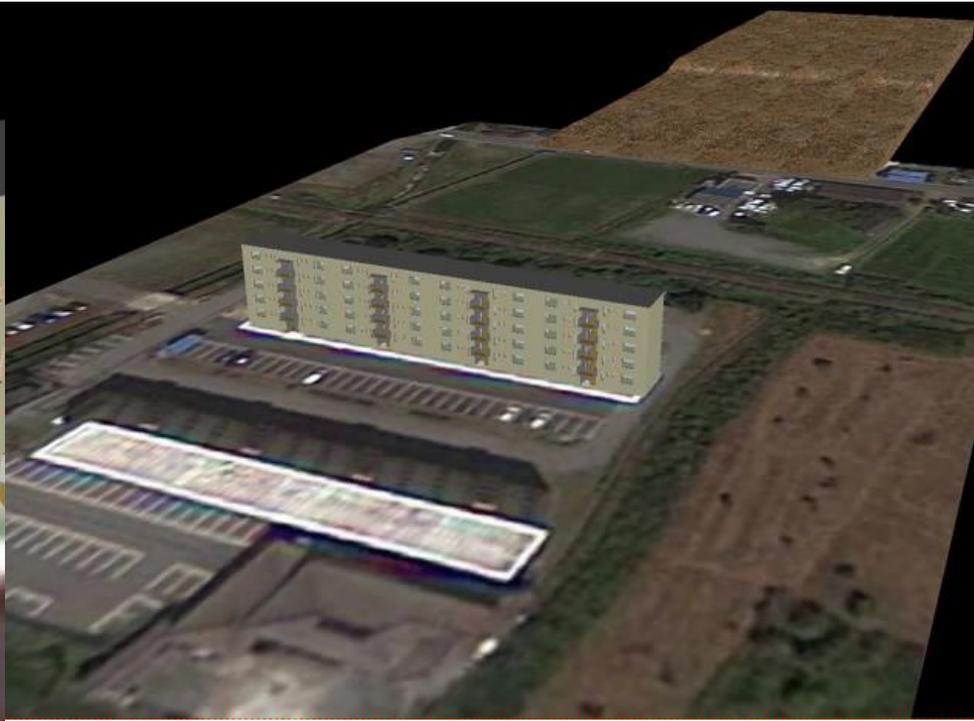
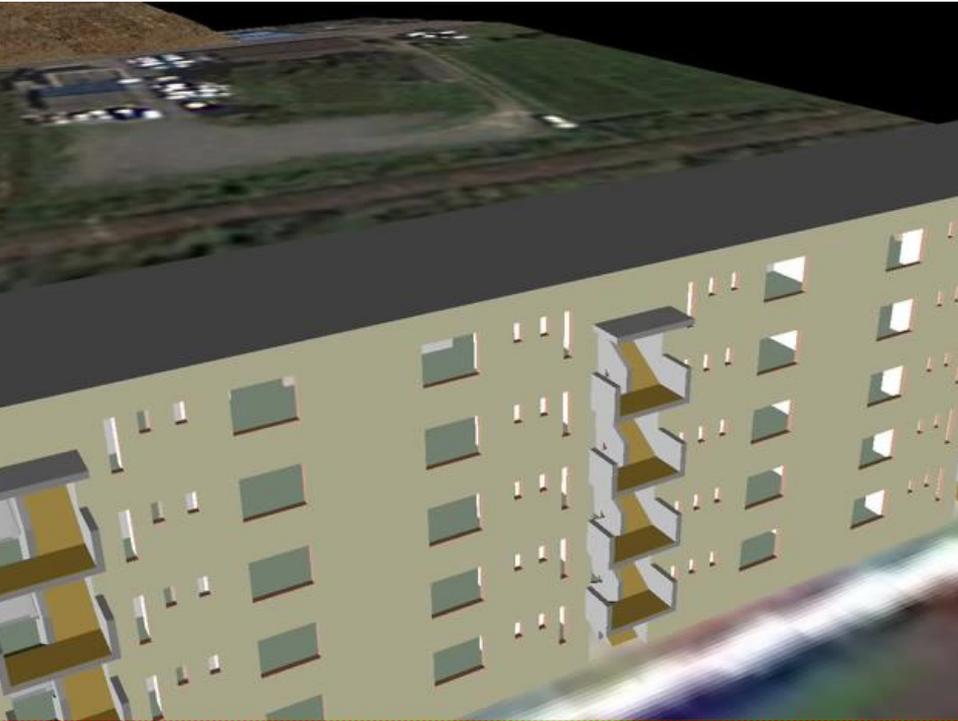


3 DCAD (STL) データ



計算メッシュ

# 津波の数値解析2



# 津波の数値解析2

AVS/Expressで可視化

床・壁・天井・階段・梁・窓枠別に色分け

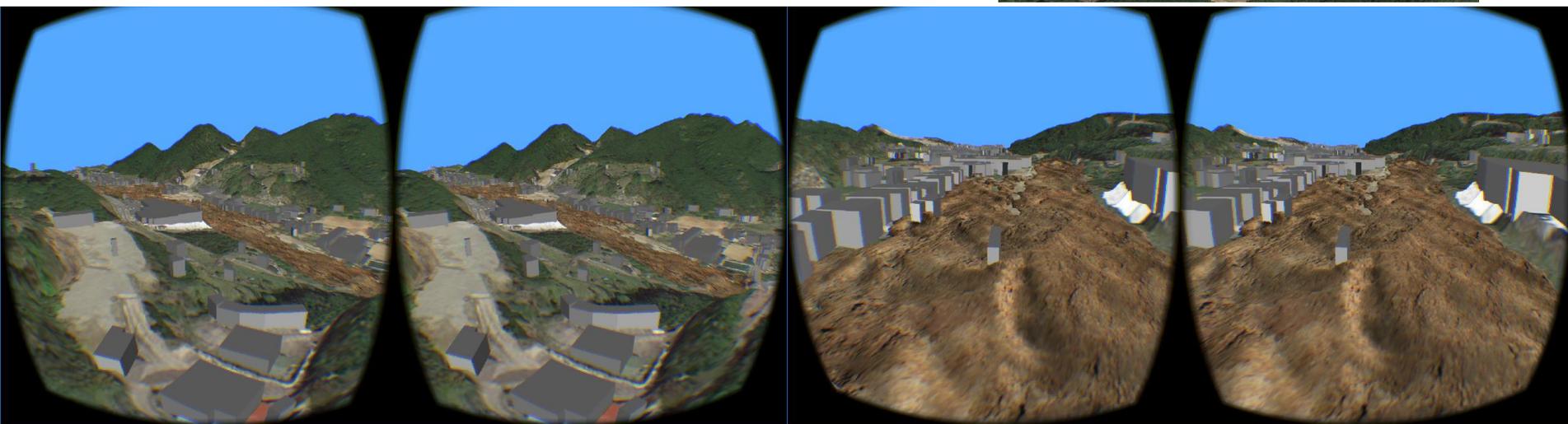
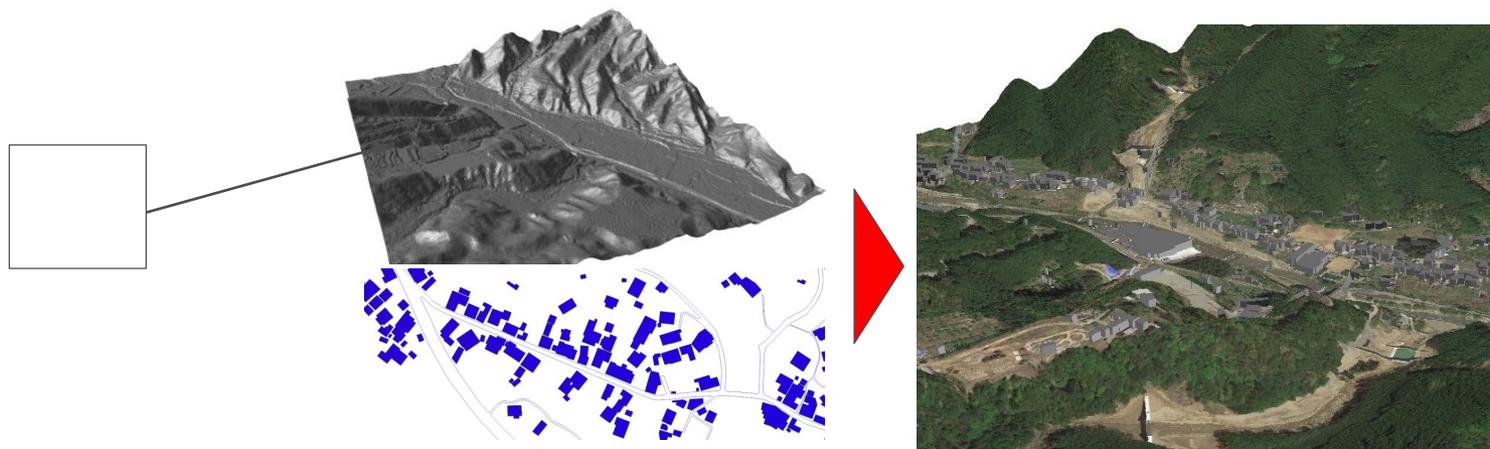


# 津波の数値解析2

## VR体験風景

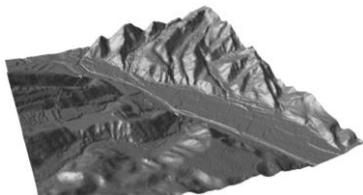


- VR装置による擬似体験（土砂氾濫災害）



# 土砂氾濫災害シミュレーション可視化事例

標高：航空測量



DEM形式データを三角形分割し、  
STL化



建物：国土地理院 基盤地図情報



GISを利用して、建物ポリゴンに標高と高さを付加した後、鉛直方向に立ち上げてSTL化



地形情報と建物形状を用いて  
計算メッシュを作成

# 土砂氾濫災害シミュレーション可視化事例

AVS/Expressで可視化



# 土砂氾濫災害シミュレーション可視化事例

