

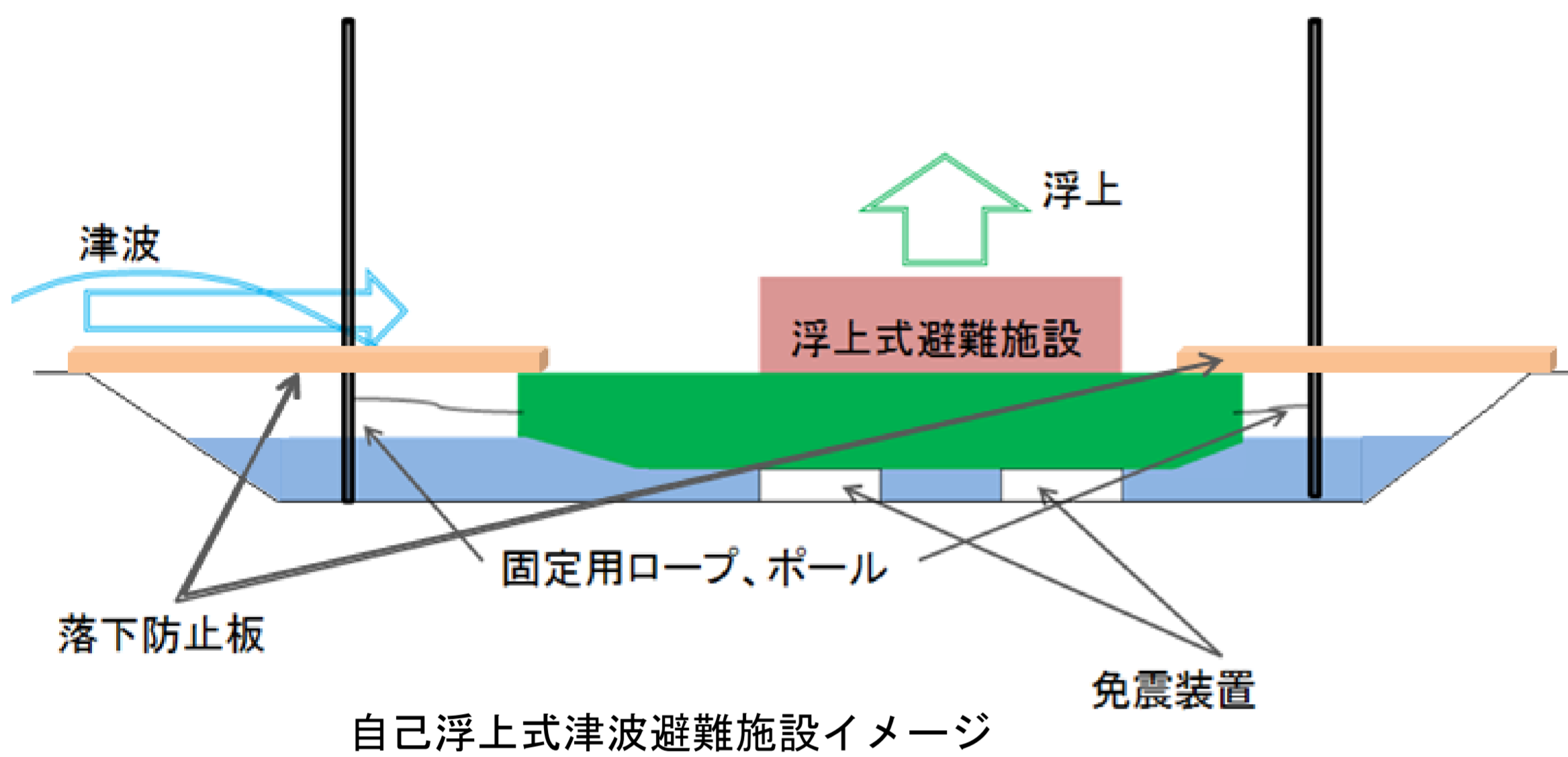
本研究の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、巨大な津波を主な原因として、死者15,894人、行方不明者2,562人（2016年2月10日現在）が発生した。発生が危惧される南海トラフの巨大地震に伴って発生する津波では、最悪の場合約240万棟が全壊し、約32.3万人の死者が発生すると予測されている。

これまでの津波避難対策としては、高台移転や津波避難ビル、津波避難タワー、津波避難シェルターの建設などが行われてきた。これらの対策は有効ではあるものの、いくつかの課題を抱えている。例えば、高台移転は経済的な問題や職業等の観点から、沿岸部に住む理由を持つ人々にとって災害が起きる前に実施することは難しい。津波避難タワーは、老人や子供、地震による怪我人などの要援護者にとって、上方への移動に困難を伴う。さらに、日常の利用性が低いので、費用対効果が低い。これらの課題を解決するために新しいコンセプトの津波避難対策が必要である。

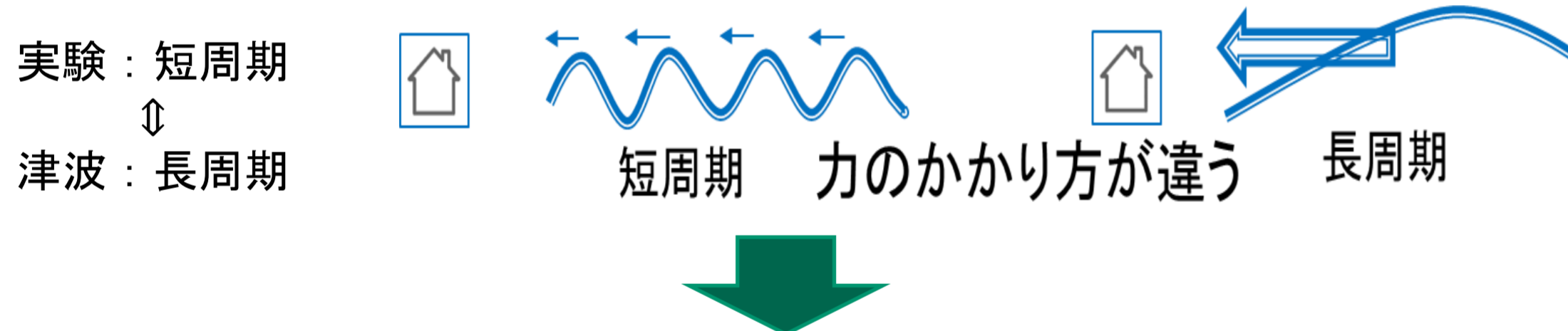
自己浮上式津波避難施設のコンセプト(目黒,2011)

- 津波がきたら、浮力により浮上。要援護者でも避難しやすい。津波の高さに制限が無い。
- 平時利用が可能な施設にする。
- 避難タワーなどに比べ、避難空間の環境が良い。
- 浮き輪、救命胴衣などを準備しておくことで、逃げ遅れた人のための救助基地として使うことができる。



既往研究

- 長島 (2013)
高知市内において自己浮上式津波避難施設を設置すべき場所を提案。
- 村上 (2015)
1/50模型を用いた実験を行い、施設が浮上しやすい条件や津波来襲時の施設の挙動を分析。



本研究の目的

津波数値解析により、自己浮上式津波避難施設に作用する流体力を解析する。

研究の流れ



(1) 各種データ

- 断層パラメータ→安中ら (2003)
南海トラフ巨大地震を想定
(すべり量は、高知市の浸水深予測と合うように変更)
- 地形データ→中央防災会議
- マニングの粗度係数→一律0.025

(2) 初期水位分布

- Okadaの式 (1985) により計算
(海底地盤鉛直変位=初期水位分布)

(3) 津波伝播計算

- Tsunami code
→浸水深、流速の空間分布

(4) 流体力計算

- 最大流体力の空間分布

数値解析

- 大領域～小領域で接続計算

- 運動方程式(x方向)

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial y}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

- 連続式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

- Staggered leap-frog差分法

- 流体力

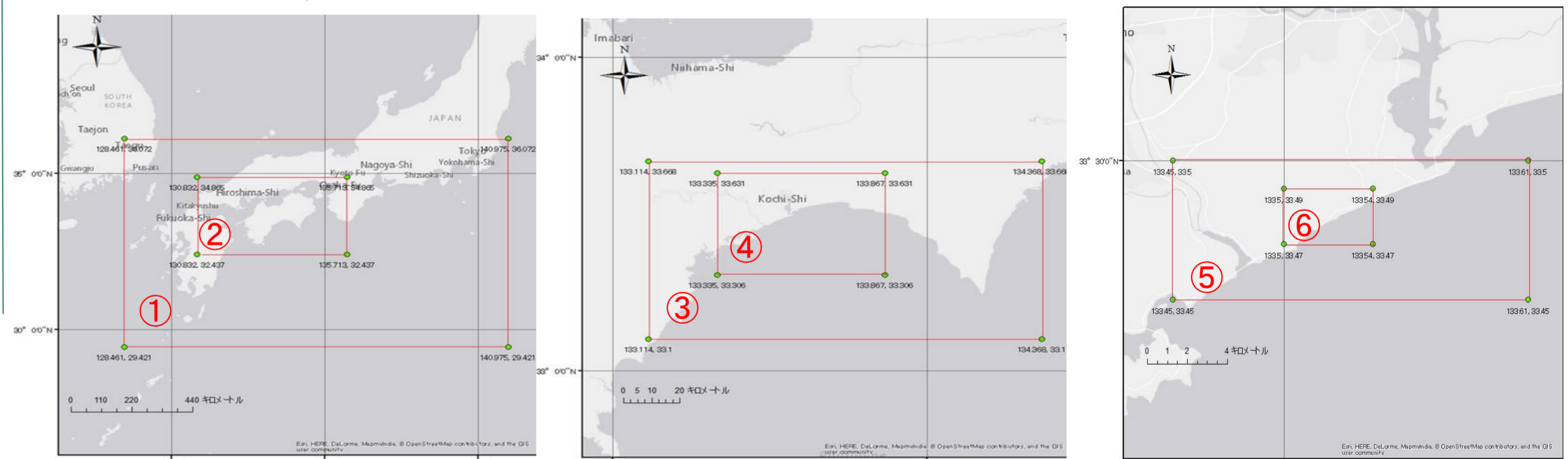
$$F = \frac{1}{2} C_D \rho u^2 d$$

- 平面二次元での計算

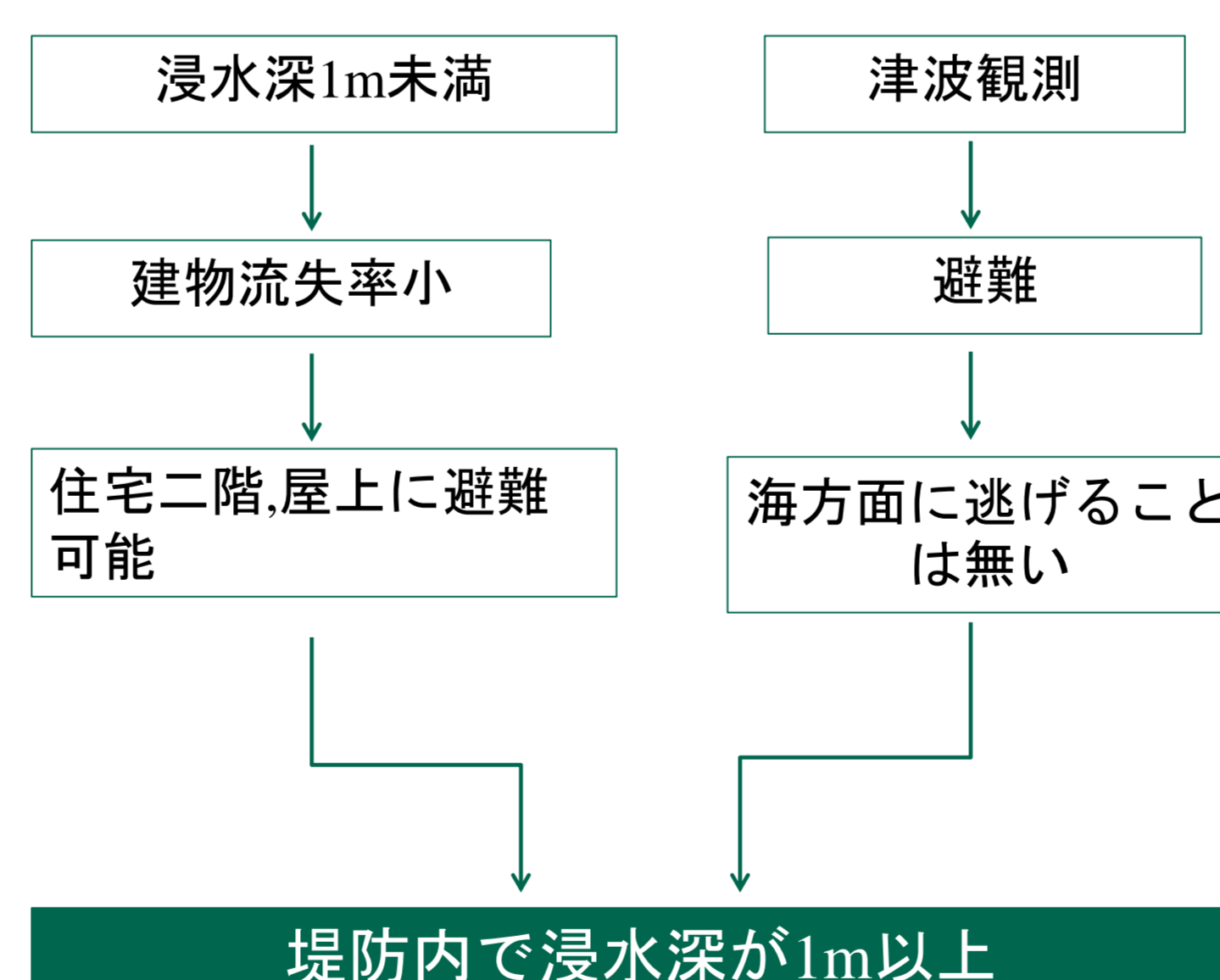
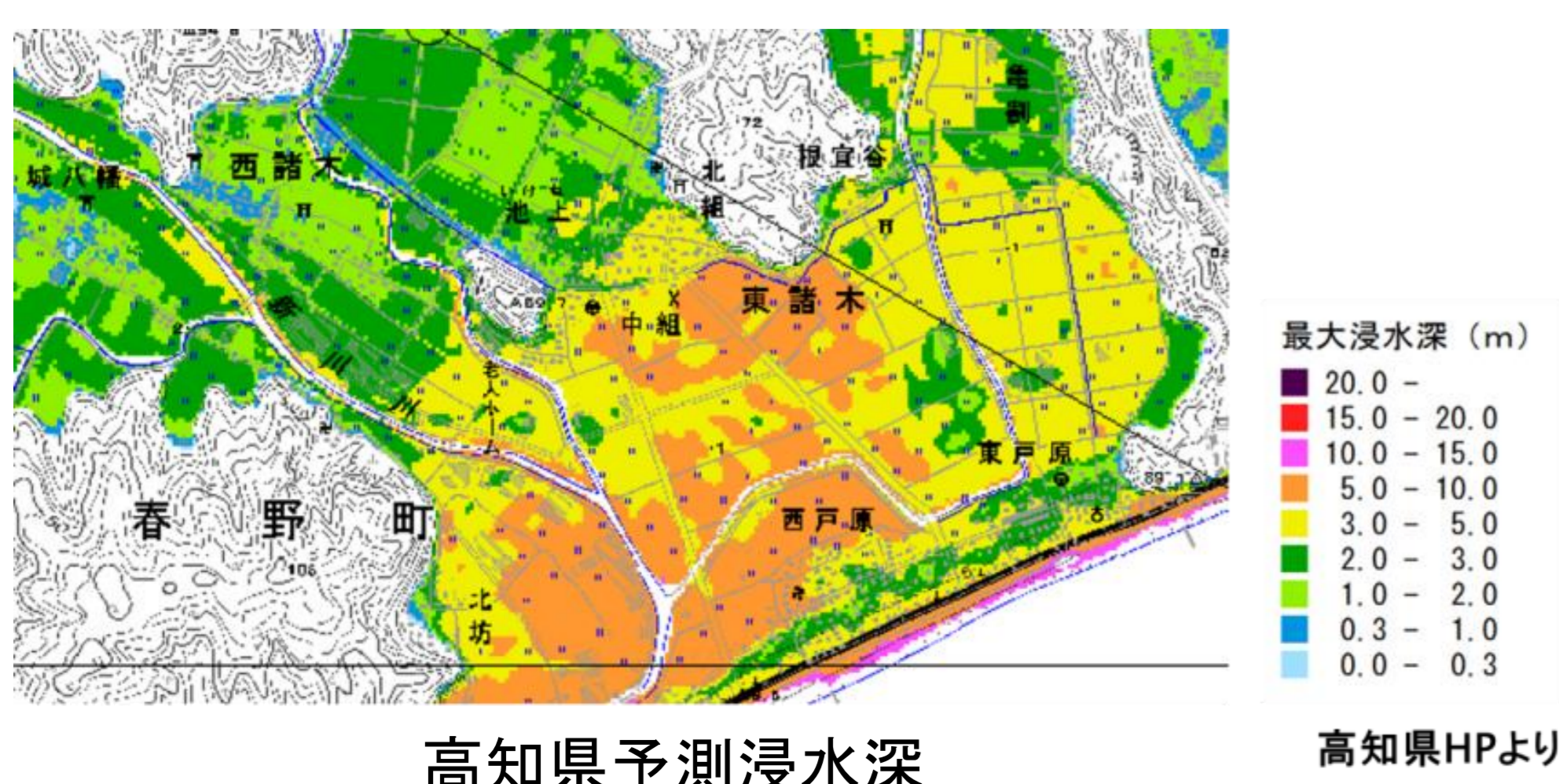
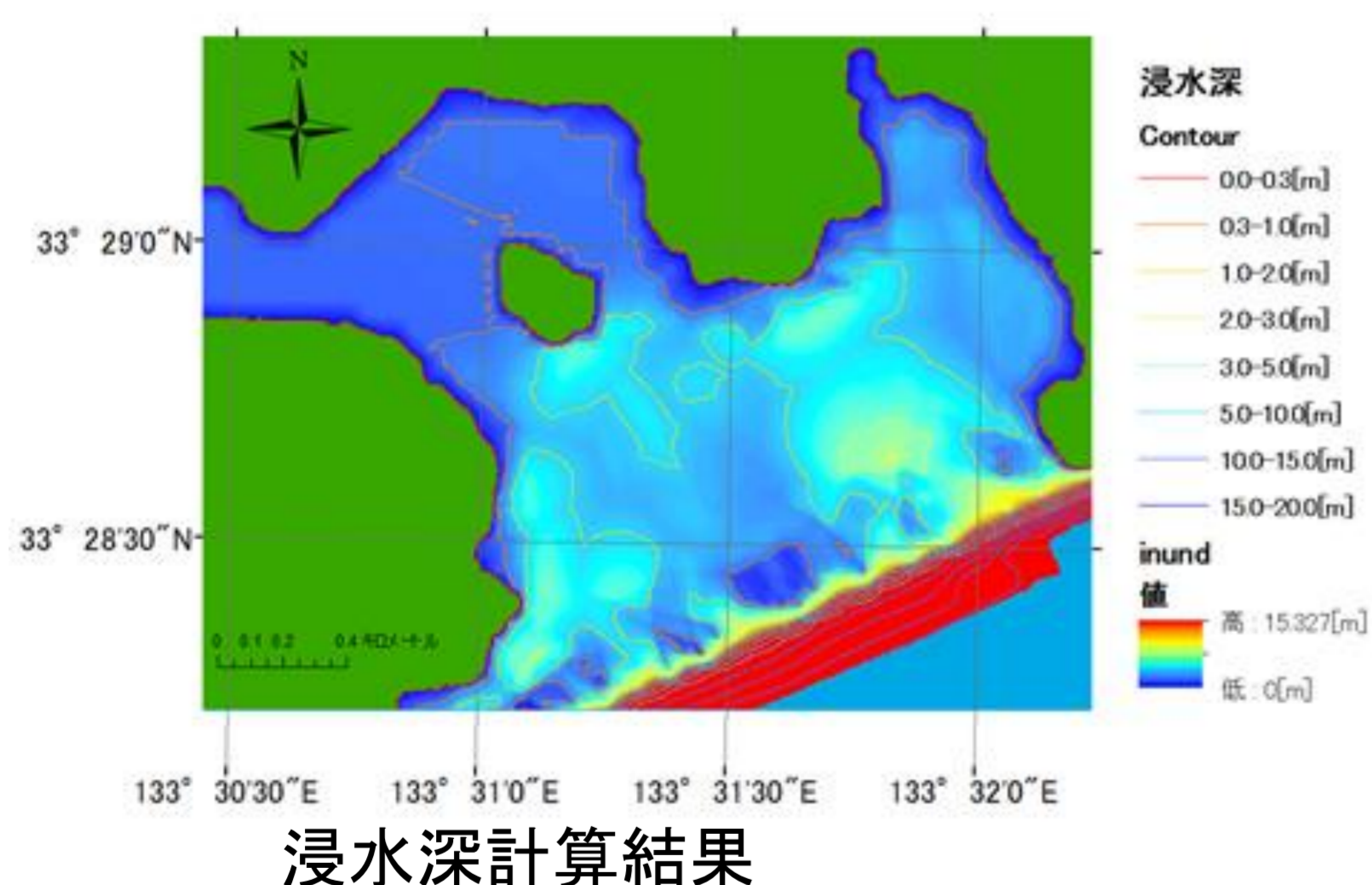
M: x方向流量 N: y方向流量 D: 全水深
g: 重力加速度 η: 静水面からの水位
n: マニングの粗度係数

F: 建物単位幅当たりにはたらく流体力 (N/m)
C_D: 抗力係数 (ここではC_D=1.0)
ρ: 水の密度 (ρ=1,000kg/m³)
u: 流速 (m/s)
d: 浸水深 (m)

津波計算対象領域



計算結果



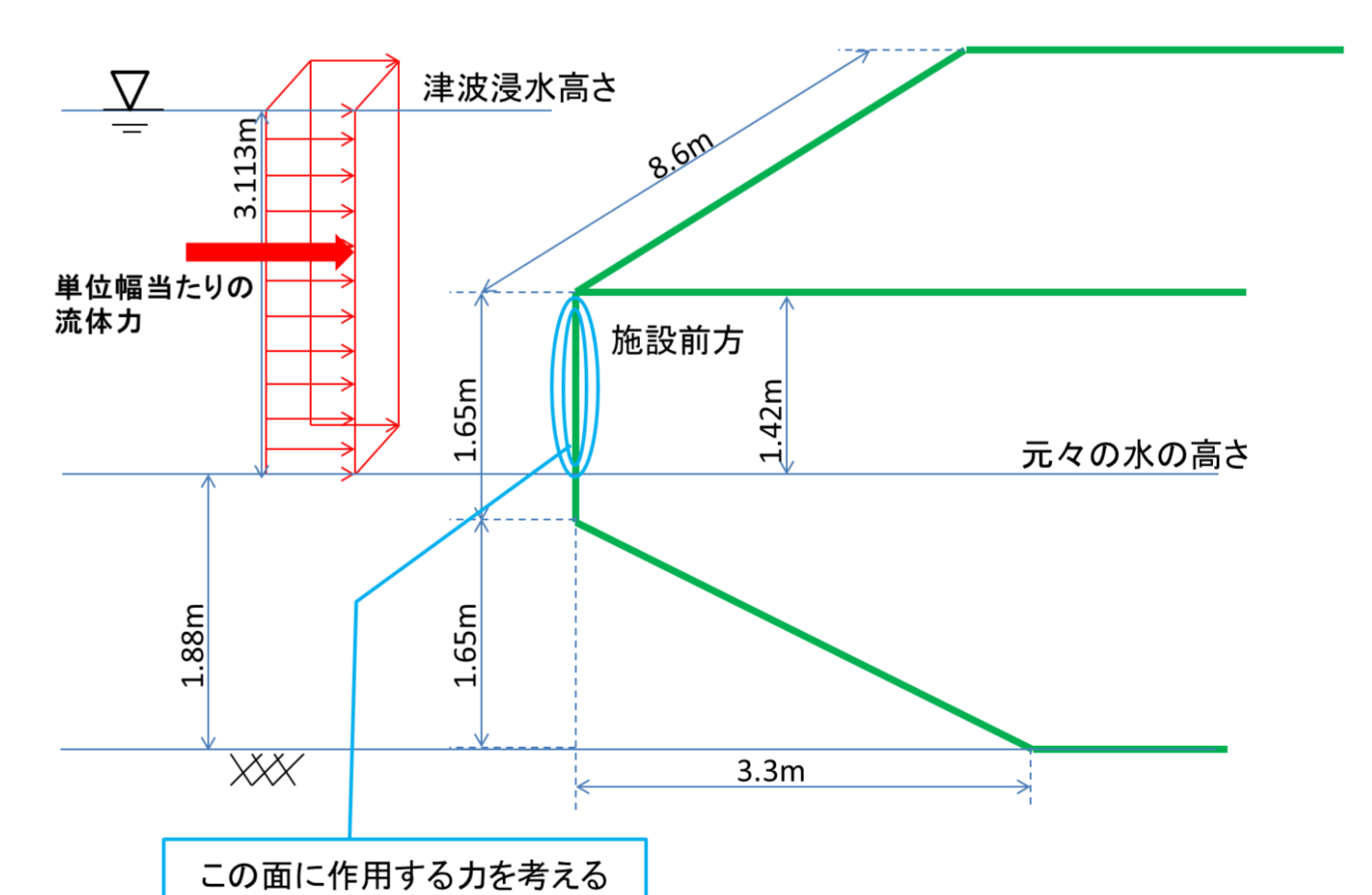
流体力解析条件

それぞれの条件での流体力F[kN/m]	浸水深d[m]
平均値	36.81
上位2.5%を除いた最大値	144.58
下位2.5%を除いた最小値	0.40

最悪のケースの場合を想定

結論と今後の課題

本研究では、実地形を考慮した津波再現計算を行い、自己浮上式津波避難施設に作用する外力の規模を推定した。本解析を通じて、既往研究では考慮できなかった、長波が施設に作用する際の流体力の検討ができた。ただし、本研究ではマニングの粗度係数を一律としたため、実際の土地利用条件や建物位置の影響を考慮できていない。今後、高精度に津波再現計算を行うためには、上記の課題は、上記の問題を解決し、実際の条件に近い形で自己浮上式津波避難施設に作用する流体力を解析する必要がある。



計算の仮定

- 津波による流体力は施設前方に直交してはたらく。
- 流速分布は鉛直方向に一律であるとし、流体力も鉛直方向に一律であるとする。
- 浮上を促す水は津波の影響を受けないとする。

$$P = (144.58 \text{ kN/m} / 3.113 \text{ m}) \times 1.42 \text{ m} \times 8.6 \text{ m} = 567.2 \text{ kN} \dots \text{施設が受ける水平方向外力}$$