

マルチエージェントシステムを用いた 避難場所適性評価および改善策の提案 ～ 静岡県熱海地区周辺を対象に ～

史 中超 研究室

1131033 江草 有真

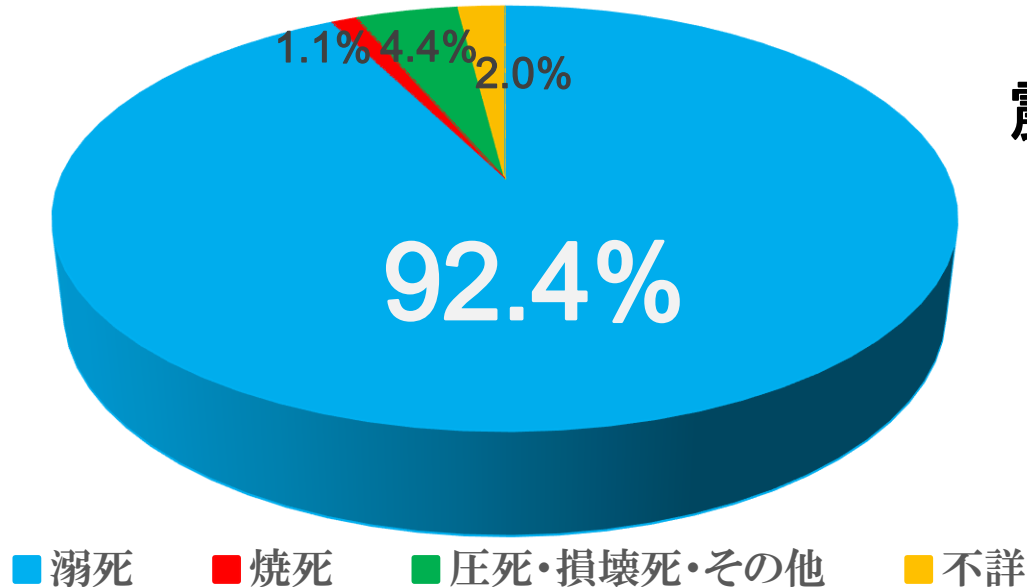
1131093 紫竹 晃良

目次

- 研究背景
- 研究目的
- 研究方法
- マルチエージェント・シミュレーションとは
- 対象地区について
- シミュレーションの構築
- シミュレーション結果
- 改善案の提案
- 検証
- まとめ
- 参考文献

研究背景

2011年3月11日 東日本大震災が発生し、3年が過ぎた。



震災による死者・行方不明者
1万8千524人



避難行動の遅れから
被害が多く発生

平成23年度版防災白書

図1.東日本大震災における死因(岩手県・宮城県・福島県)

<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4363f.html> 参照

研究背景

東日本大震災の死者のうち、60歳以上の高齢者は全体の64.4%

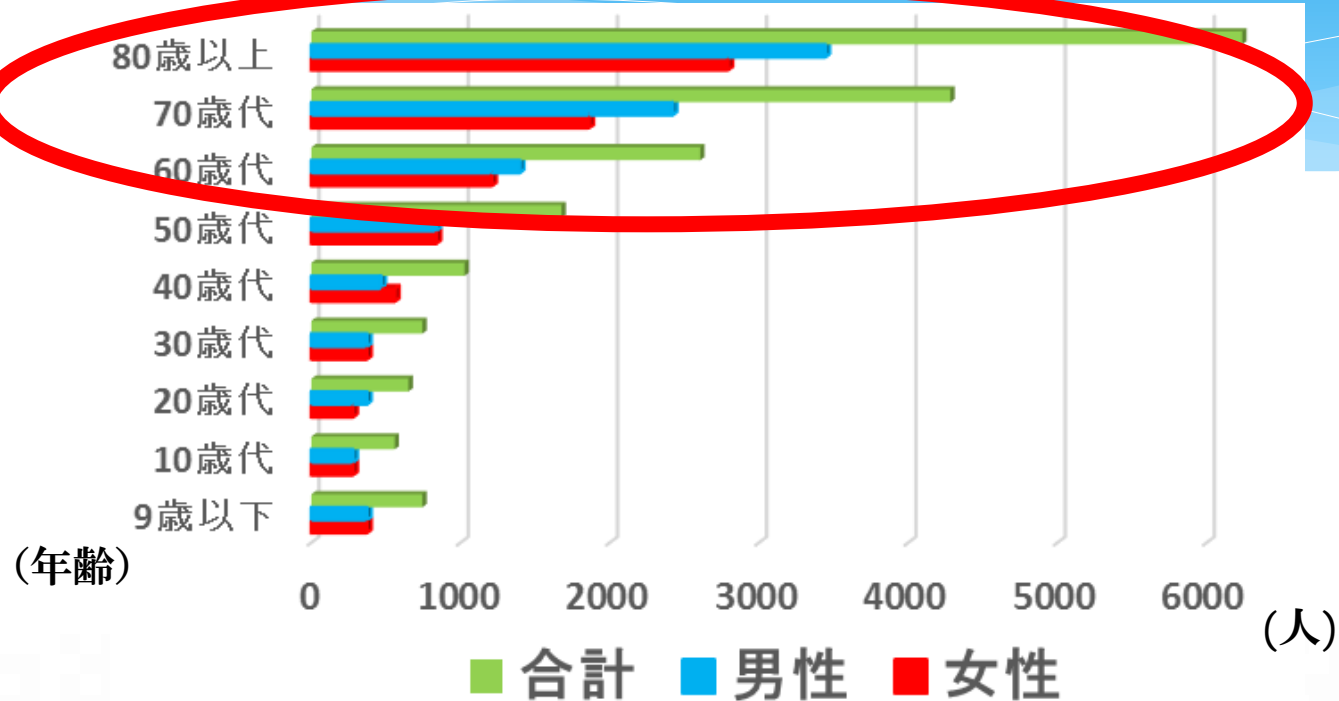


図2. 東日本大震災の年齢別・男女比の死者数について

<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4363f.html> 参照

⇒ 加齢により津波被害から逃げる困難性が高まり
死亡率が高い傾向

研究背景

政府の地震調査員会の調査報告によると
今後30年以内に、M7以上の「相模トラフ」大地震が70%の確率
で発生すると予測される。
関東では、最大10m以上の津波が発生する。

「相模トラフ」は、海岸に面している まちが多い。
標高が10m以下の地域が多く存在し、避難所の数が少ない。
⇒ 政府は、築堤や高台移転の津波対策を行うべき

しかし、建設に掛かるコストが数千億円と
膨大なため、迅速な対策が進められていない。

研究目的

本研究では

「東日本大震災」と同様な津波被害が生じる可能性がある「静岡県 熱海地区」を対象地区とし、

マルチエージェント・シミュレーション手法を用いて
津波シミュレーションを行う。

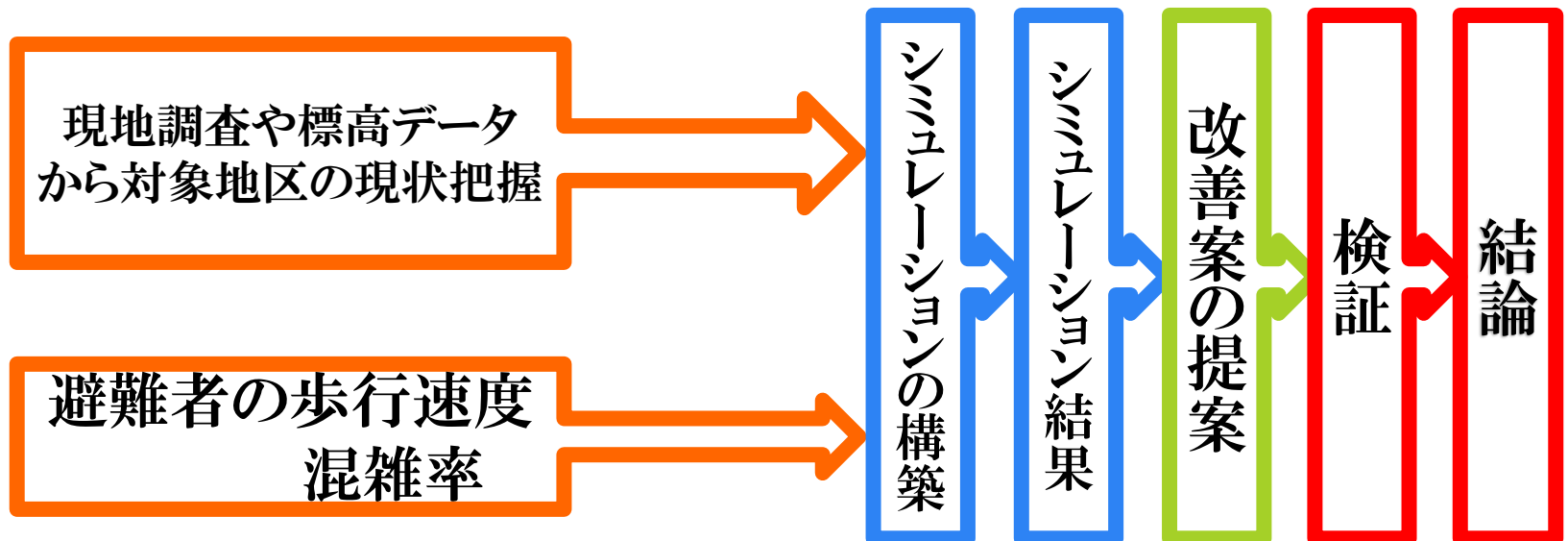
避難場所とその安全性を再評価し、迅速かつ安全な
避難のためのハード面での改善策の提案を行う。

研究方法

住民の避難行動や土地状況の把握し、マルチエージェントシステムで津波シミュレーションをモデル化し、対象地区を被害評価



犠牲者を「ゼロ」にするために、新規避難場所の設置案を提案

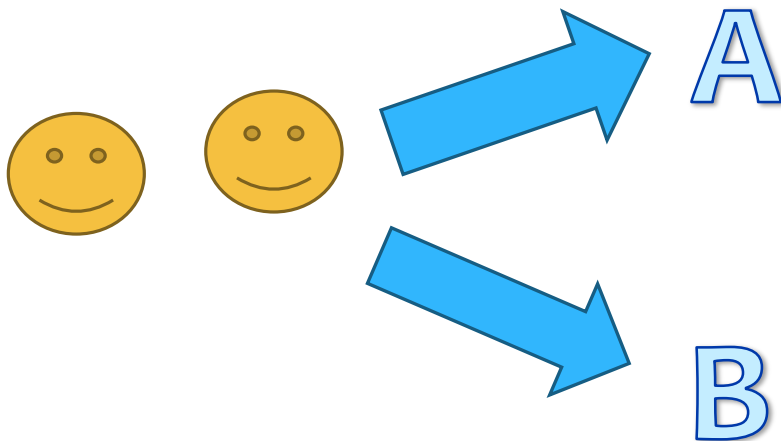


マルチエージェント・シミュレーションとは

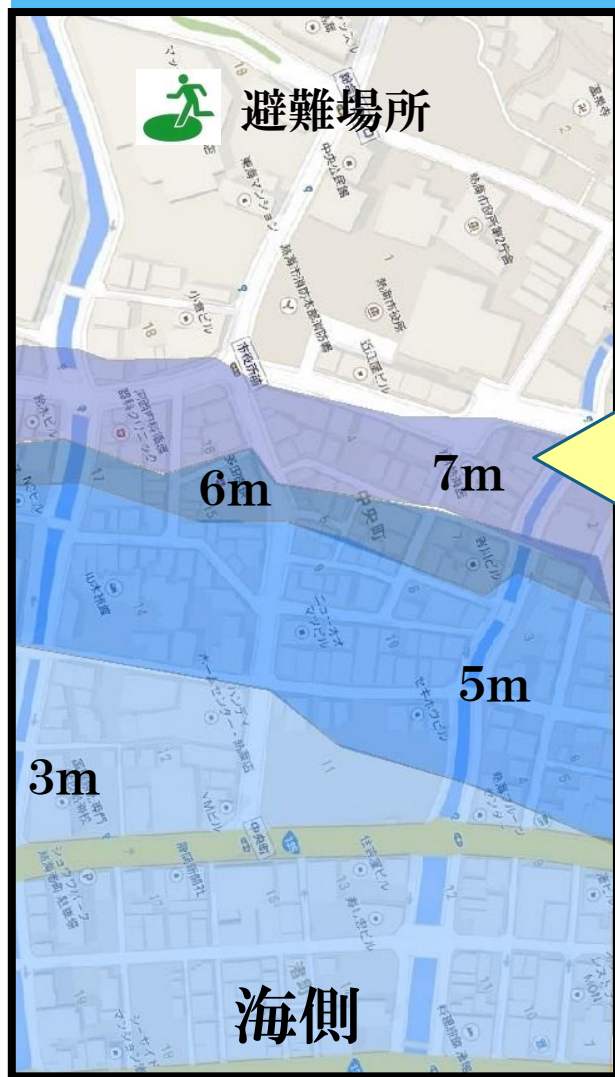
空間上に各自のルールに従い、自律的に行動するエージェントを配置し、その相互作用を観察するものである。

自立した個々の主体が多数集まり、「エージェント」と「環境」から構成される互いに依存しあうシステムである。

マルチエージェントでは複数のエージェントが協調して解決しようとするシステムがマルチエージェントシステムである。



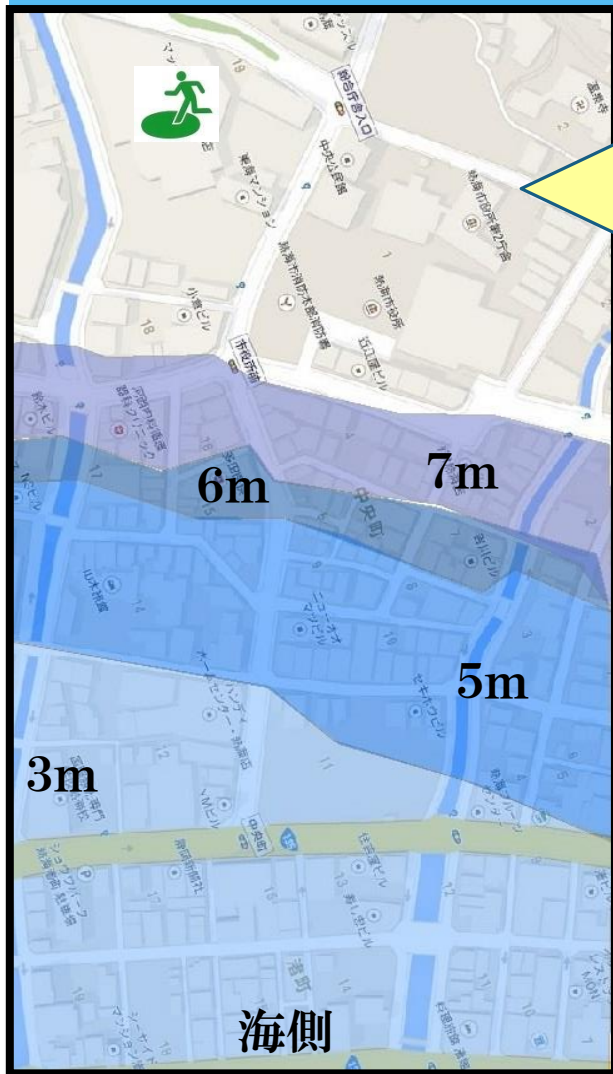
対象地区について



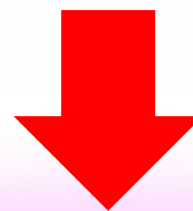
熱海地区は約2万人 その40%は高齢者

- 避難場所は住宅街から約1km離れた所に指定されているため、逃げ遅れる可能性がある
- 広範囲の住宅地が浸水する恐れがある
- 避難場所の標高が高いため、高齢者は避難しにくい立地となっている

対象地区について



- 避難場所は住宅街から約1km離れた所に指定されているため、逃げ遅れる可能性がある
- 広範囲の住宅地が浸水する恐れがある
- 避難場所の標高が高いため高齢者は避難しにくい立地となっている

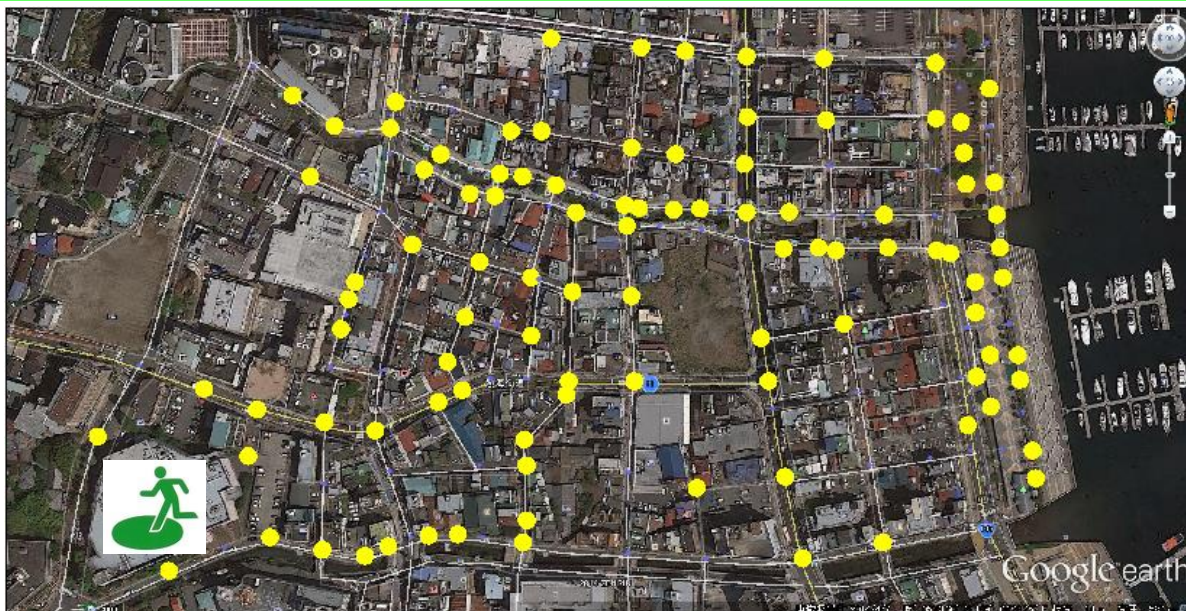


シミュレーションにより
住民が安全に避難出来るか、特に高齢者
への配慮が十分かどうかなどについて評価

シミュレーションの構築

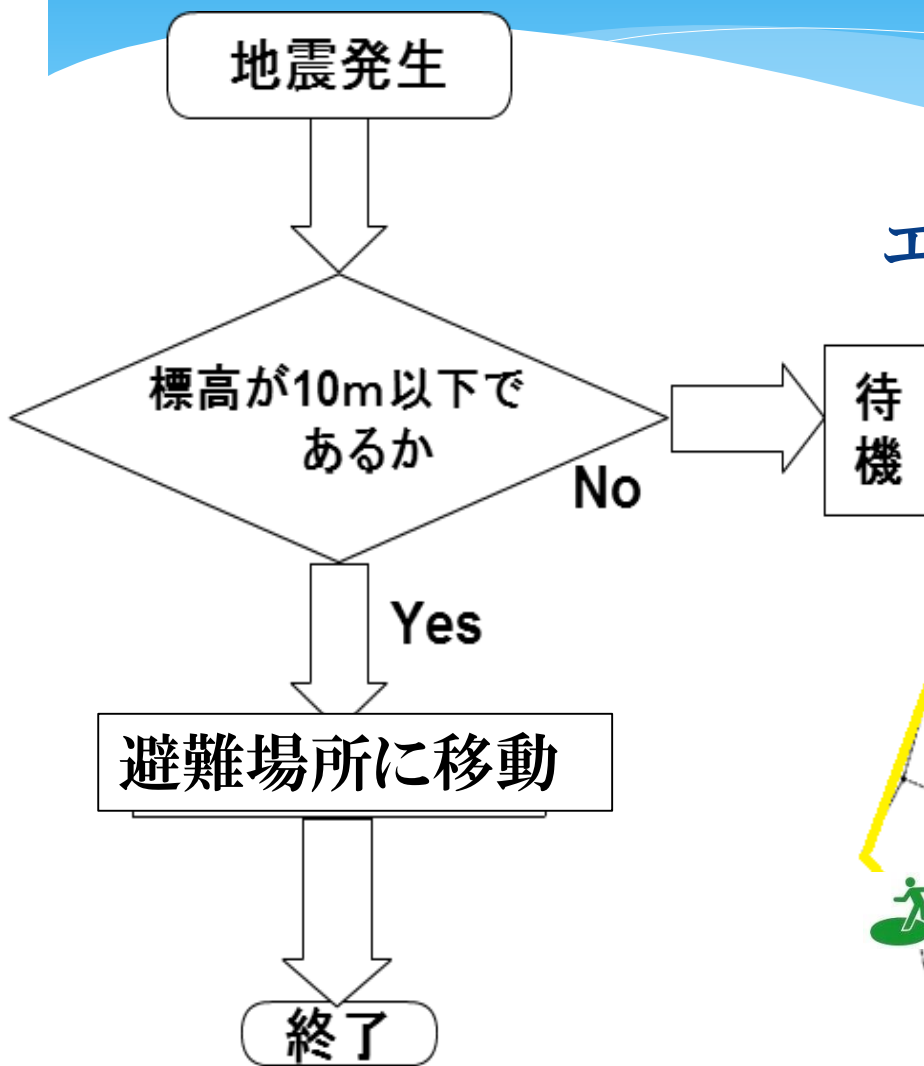
現状シミュレーションの概要

- 地震発生後、住民は避難場所へ避難開始、「10分間」計測
- 住民は100人と設定、ランダムで配置
- シミュレーションを5回実行
- 津波の犠牲者を算出、最も被害が発生する危険地帯を特定

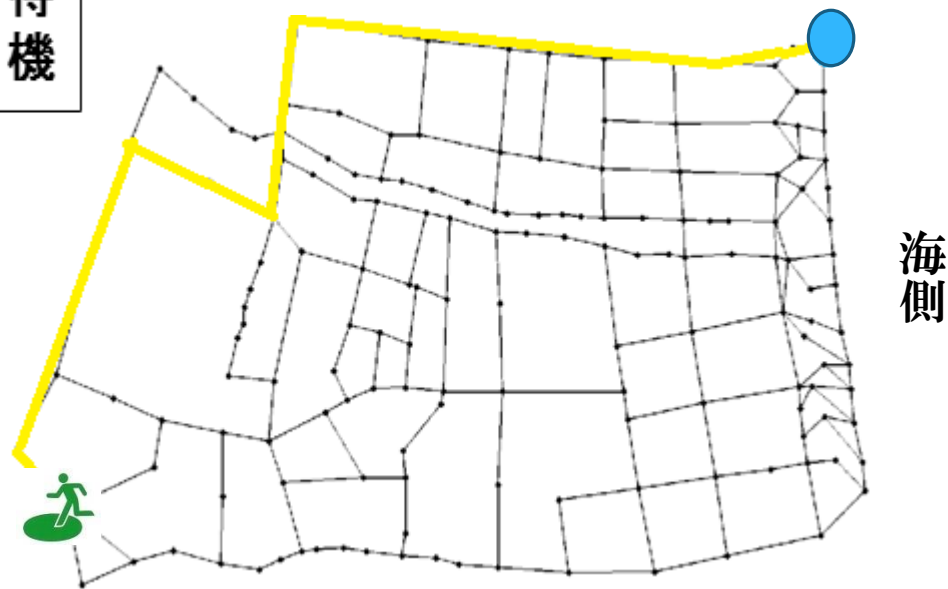


シミュレーションの構築

エージェントの定義①



エージェントはノード上に沿って
最短距離で移動



シミュレーションの構築

エージェントの定義②

津波浸水速度

■ 地震発生3分後に3mの津波が襲来し、10分後には7m浸水することが予測

⇒「3分後3m」「4分後5m」「8分後6m」「10分後7m」到来することを想定

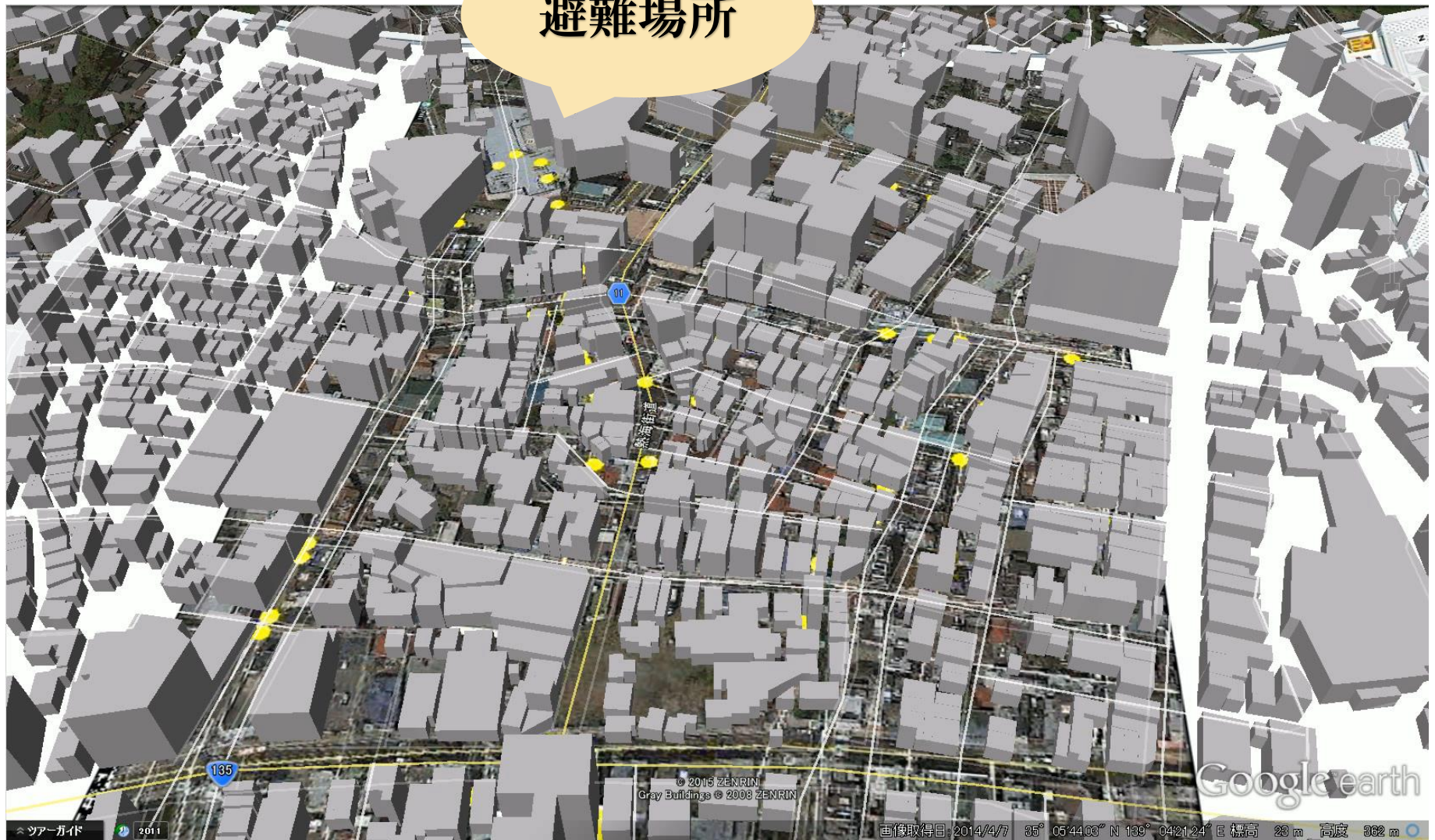
エージェントの歩行速度

■ 標高が「10m以上の者」と「10m以下の者」に分類

■ 10m以下の者に、平均歩行速度1.2m/秒と設定

■ 高齢者や若年者など個人差を発生するため、移動速度から±0.3m/秒を考慮し設定

避難場所



© 2015 ZENRIN
Gray Buildings © 2008 ZENRIN

Google earth

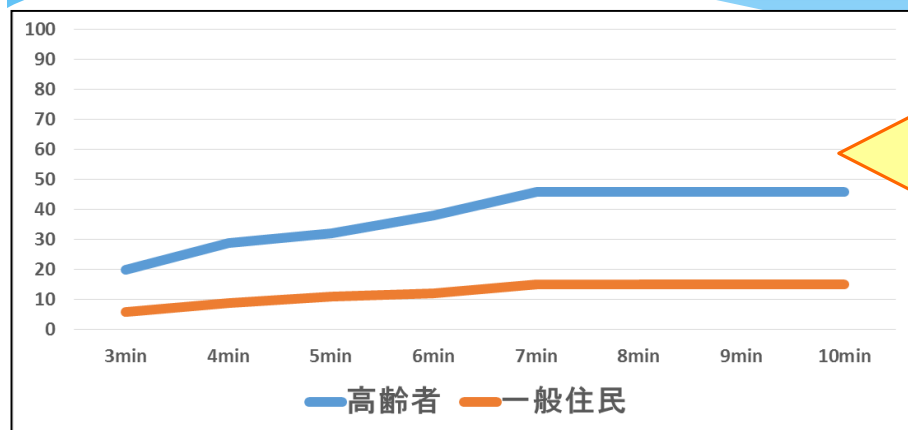
ツアーガイド 2011

画像取得日: 2014/4/7 35° 05'44.08" N 139° 04'21.24" E 標高 23 m 高度 332 m

シミュレーション実行中



シミュレーション結果



住民の60%が津波による犠牲となった。そのうちの6割は高齢者
⇒「高齢者」の方が、「一般住民」よりも逃げ遅れやすい

図3. 一般住民と高齢者の犠牲者比率



赤い部分は「浸水危険地帯」。
⇒地震発生から3分後に浸水する地帯は「全ての住民が避難不可能」である。

図4. 浸水危険地帯

改善案の提案

犠牲者を「ゼロ」にするために新規避難場所を提案

- A) 現状の避難場所と距離がある
- B) 避難場所設置可能な土地(空き地等)である
- C) 新規避難場所が浸水されても被害が発生しない土地である
- D) 安全に避難できる主要道路付近である



新規避難場所を設置し、犠牲者が「ゼロ」になるまで
再度シミュレーション

改善案の提案 シミュレーション結果

犠牲者が「ゼロ」にするためには、**最低限 2か所**設置する必要



しかし、財政を考慮すると、2か所を設置することは困難

検証

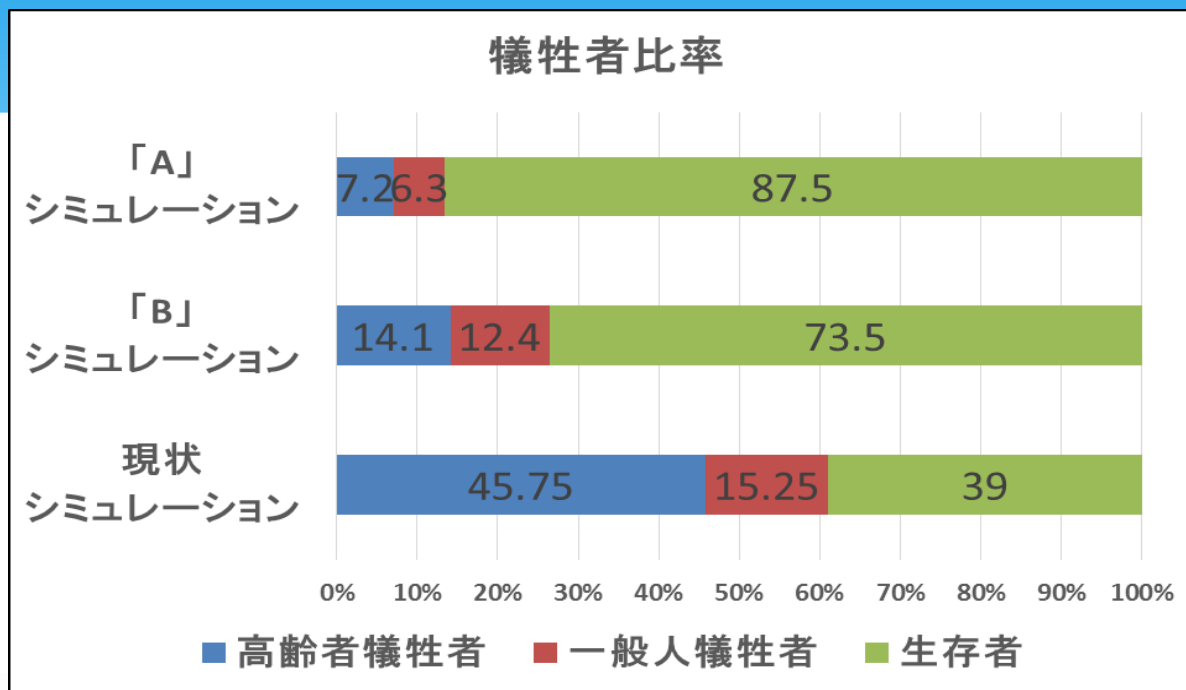


図5. シミュレーション毎の死亡率比較

「A」の場合は犠牲者が13.5%、「B」の場合は犠牲者が26.5%まで低減することが可能

⇒「B」より「A」の費用対効果が高いことがわかるため、避難場所を1カ所しか設置できない場合は、「A」を設置することを推奨

まとめ

結論

- 改善策として、「A」と「B」、「A」のみ、「B」のみの3つの「避難タワー」設置の提案した。
- どの案を選択するかは、「経済状況」や「土地利用」などに左右されるため、自治体へ判断を委ねる。

課題

- 「コスト面」や「土地利用の問題」を考慮し、避難場所の新規設置を行ったが、避難場所の収容人数など考慮をしなかった。
⇒ 今後、「観光者」や「避難場所の収容定員数」などの要素を取り入れたシミュレーションを行う必要がある。
- プログラミングの技術不足により、100人単位のためのシミュレーションを行うことしか出来なかった。
⇒ 今後、エージェント数を増やしたシミュレーションを行う必要がある。

参考文献

- 江草 有真 紫竹 晃良 事例研究

「みなとみらい周辺における首都圏大震災の津波シミュレーションについて」

- 図録東日本大震災の男女・年齢別死者数

<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4363f.html>

- 熱海地区 津波避難マップ - 熱海市

http://atami.securesites.net/userfiles/09_GAIKYOKU/34_BOUSAI/atami2.pdf

- 熱海港4.1メートル、29分で津波到達～南海トラフ巨大地震の津波高

<http://ameblo.jp/sumiyo1962/entry-11342960748.html>

ご静聴 ありがとうございました