

# リアルタイム津波予測システムとLアラートの連携による「津波Lアラート」の構築と災害対応の高度化実証事業

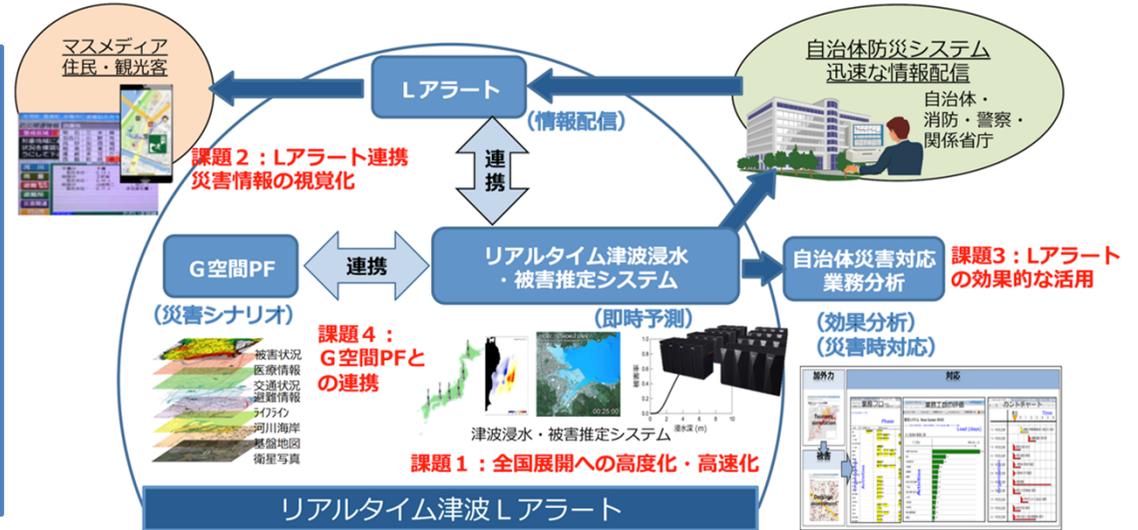
越村俊一・東北大学災害科学国際研究所（高知県・高知市・石巻市）

コンソーシアム構成員：東北大学（災害科学国際研究所，理学研究科，サイバーサイエンスセンター），東京大学生産技術研究所，大阪大学サイバーメディアセンター，国際航業株式会社，日本電気株式会社(NEC)，日立造船株式会社，株式会社エイツー

## ■実証概要

地震発生から20分以内で得られるきめ細かな予測情報配信を実証した世界最先端のリアルタイム津波浸水・被害推定システムを高度化，Lアラートの情報配信機能と連携したリアルタイム「津波Lアラート」を構築し，自治体の津波災害時対応を効果的に支援する防災業務支援システムを実証する．具体的には，以下の課題に取り組んだ．

- リアルタイム津波浸水・被害推定システムの高度化・高速化
- Lアラートの情報配信機能と連携したリアルタイム「津波Lアラート」の構築
- 災害対応業務における津波Lアラートの効果的な活用
- G空間プラットフォームとの連携



## ■実証成果・課題

### 成果

- 断層モデル推定の高度化・最短推定時間の短縮およびロバスト性の向上とシミュレーションプログラムの高度化・高速化，スーパーコンピュータシステムの連携により，耐災害性と予測地域拡大を実現
- リアルタイム津波浸水・被害推定システムとLアラートの連携→津波Lアラートの構築．津波・浸水，被害予測の迅速な情報配信を達成
- 被害推定結果に基づく避難所状況把握の大幅な工数削減，システムの有効性を確認．Lアラート配信ではPULL型よりPUSH型が優位であることを検証
- リアルタイムシステムとG空間PFとの連携に向けた，必要データおよび配信可能データ仕様と連携実現に向けた課題の整理

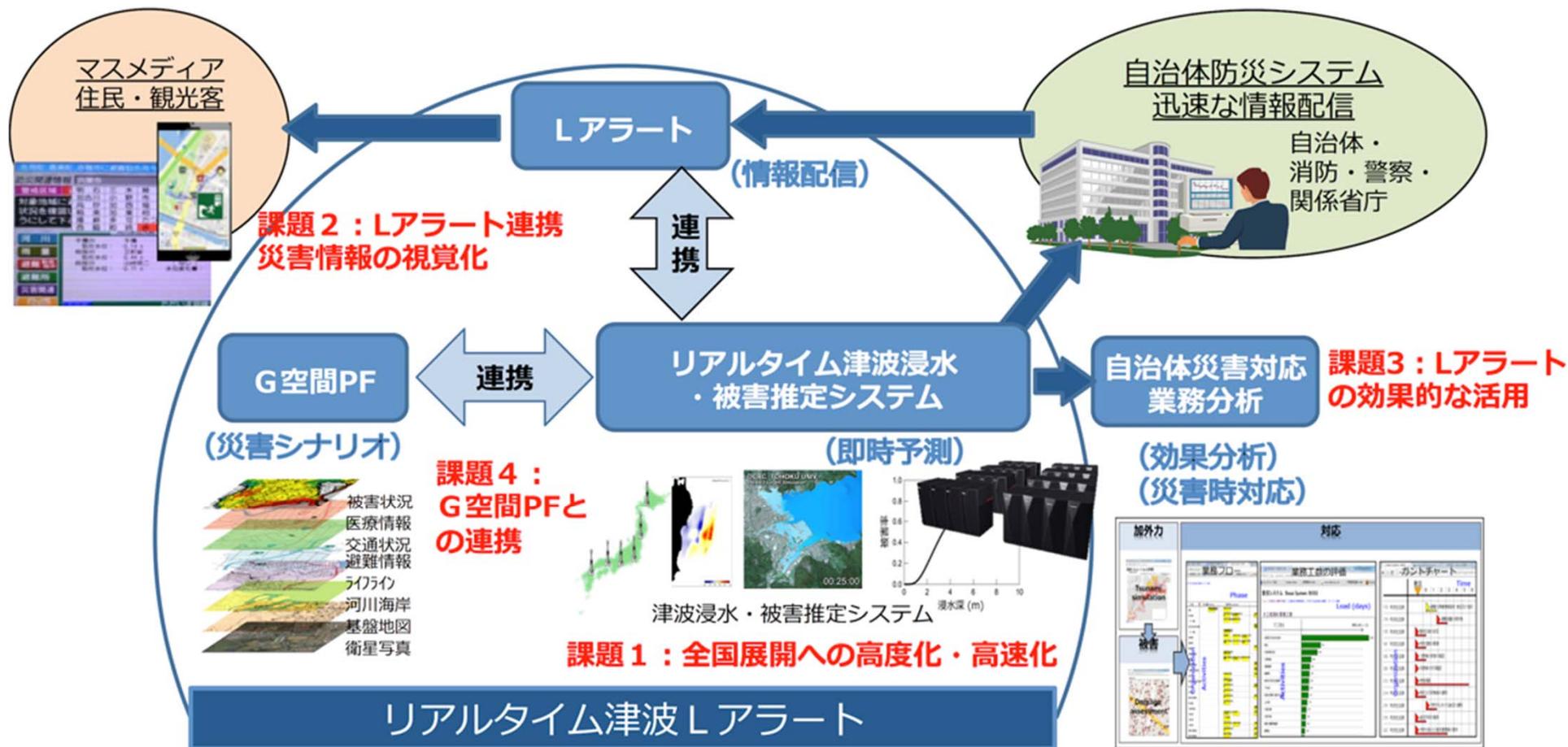
### 課題 (全国版運用に向けて)

ユーザーズに対応した予測分解能・精度・予測時間の設定（コンピューティングリソースとのトレードオフ），全国版構築に向けたスパコン連携構築，津波数値解析結果の住民への表示方法，ビジネスモデル策定

## ■実証終了以降の取組内容

- 実証地域におけるリアルタイム予測システムの継続的な運用
- 全国対応を行うため，断層モデル推定の強化，予測手法のさらなる高度化と高速化，連携するスーパーコンピュータサイトの拡大を予定
- 予測事業の業務化を目指し，課題や手法の仕様確定．現業体制の構築．
- 「津波Lアラート」と自治体防災システムとの連携．予測結果の表示方法の改善（多様なユーザーズへの対応）
- G空間プラットフォームと連携した被害推定の高度化，多様な災害・被害シナリオの創出，情報共有・活用方策の検討

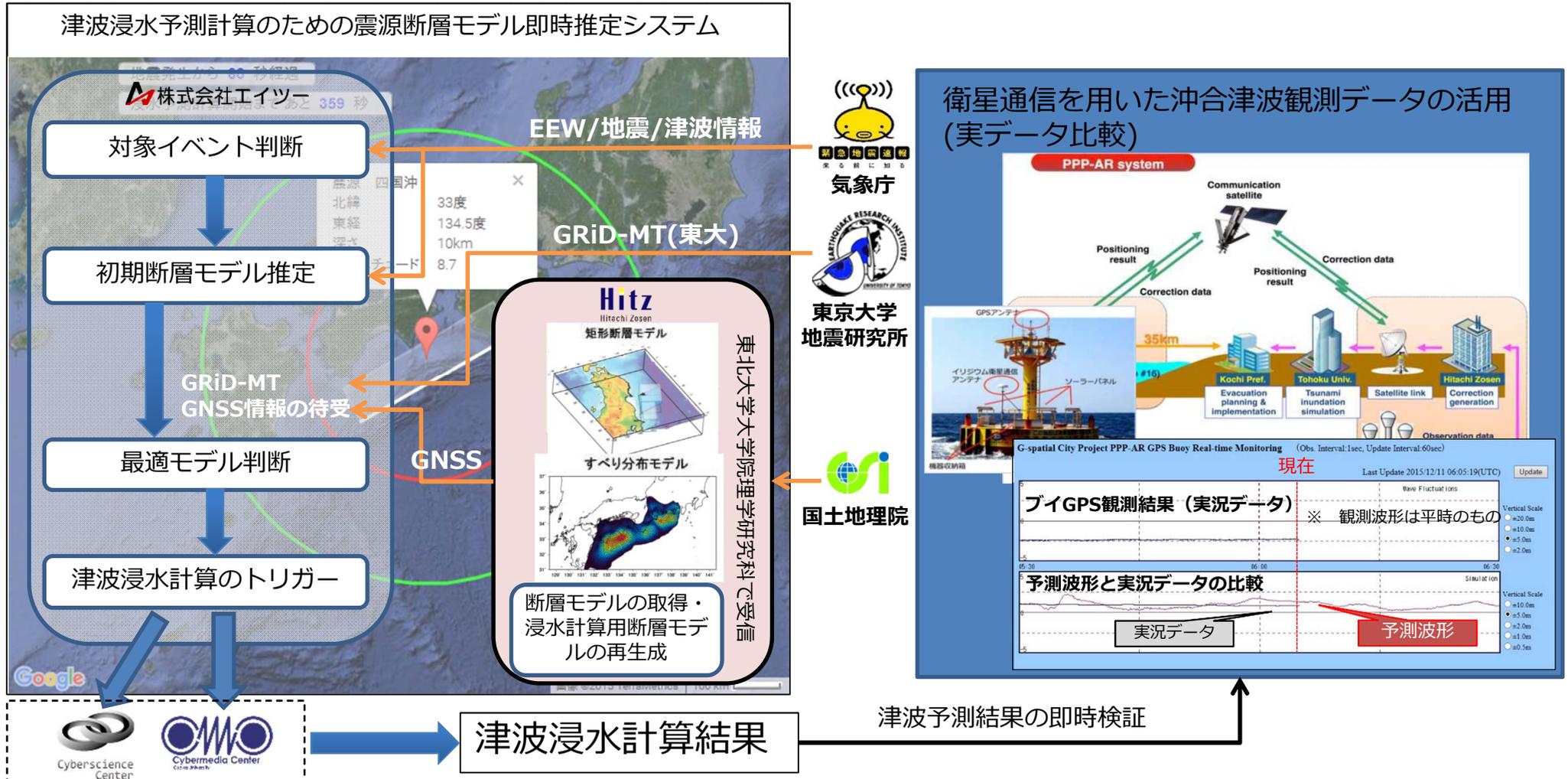
# 1. 実証概要



- 平成25年度補正予算「G空間シティ構築事業」において、世界初のリアルタイム津波浸水・被害推定システムを構築し、地震発生から「20分以内」での災害情報配信を実証した。
- 本事業は、この成果を踏まえて、システムの高度化・高速化を実施し、Lアラートを連携させた独自の「津波Lアラート」を構築し、地方公共団体の津波災害対応を効果的に支援する防災業務支援システムを実証した。
- 東日本大震災の被災自治体である石巻市、南海トラフ巨大地震による甚大な被害が想定される高知県・高知市にて実証を行った。

## 2. 実証成果と課題（実証課題1a）

### 実証課題1a：リアルタイム津波浸水・被害推定システムの高度化・高速化の実証 （全国展開に向けた予測システムの高度化，発生モデル，沖合観測との融合）

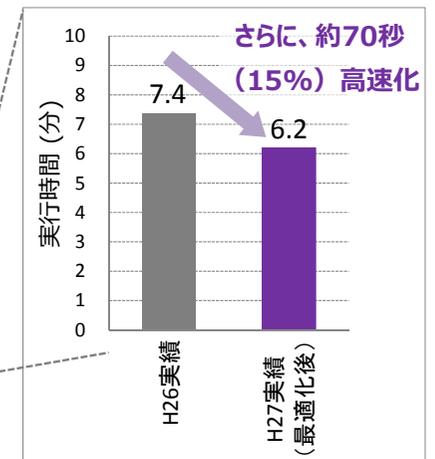
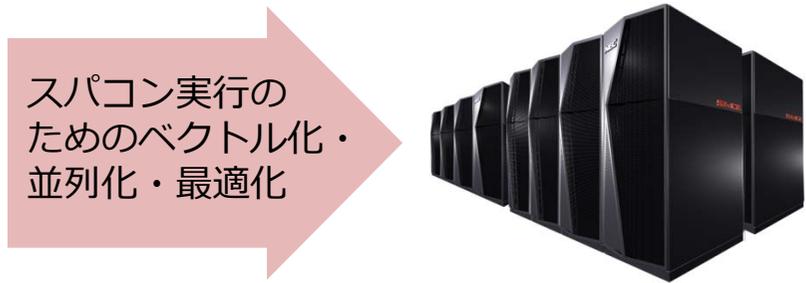


- 重層的な地震情報取得による断層モデル推定の高度化・最短推定時間の短縮およびロバスト性の向上
- 衛星通信を用いたPPP-AR測位による沖合GPSブイ（高知県沖）のリアルタイム沖合津波観測データによる断層モデル推定・津波予測シミュレーション結果の即時検証

## 2. 実証成果と課題（実証課題1b）

### 実証課題1b：リアルタイム津波浸水・被害推定システムの高度化・高速化の実証 （津波浸水シミュレーションプログラムの拡張・最適化）

拡張項目	拡張機能イメージ
<b>格子間隔選択</b> ユーザニーズに対応した計算精度の最適化	
<b>段階的結果出力</b> G空間PF連携を実現。動的な浸水予測情報の出力	1、 2、 3、 4、 5、 6時間後 
<b>構造物・堤防条件</b> 施設の重要度・耐力などを考慮した多様な解析条件設定	
<b>潮位条件</b> 地震発生時刻の動的情報に基づく、より現実的な解析条件設定	<p>大潮満潮：1.22m 小潮満潮：0.56m 大潮干潮：0.26m</p>



※64ノード、256MPI並列

- 津波浸水・被害予測に対しては様々なユーザーニーズがあり（必要な分解能，精度，時間，コスト），全国各地域でのシステム構築に向け，多様な予測メニューの構築が可能となった。
- All JAPANの10mリアルタイム津波予測システムを実現するのであれば，さらなる高速化・計算資源運用（スパコン連携）の高度化が必要。

## 2. 実証成果と課題（実証課題1c）

### 実証課題1c：リアルタイム津波浸水・被害推定システムの高度化・高速化の実証 （東北大・大阪大のスパコン連携）

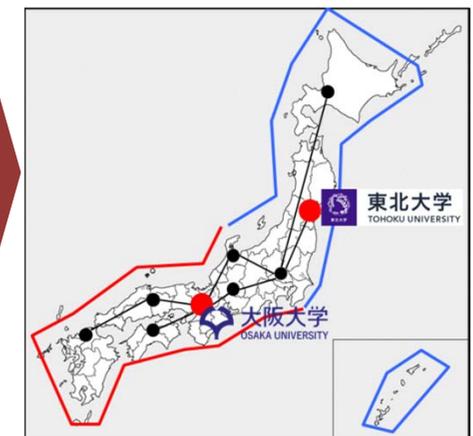
達成目標：  
スーパーコンピュータによる津波到達前の  
高精度浸水予測の高度化・高速化  
（スーパーコンピュータ連携環境構築）

成果：  
・ 東北大と大阪大のスーパーコンピュータを総務省次世代通信網  
テストベッド（JGN-X）を介して連携するための方式を策定・構築  
・ 津波浸水・被害推定を複数のスーパーコンピュータの運用状態に応  
じて並列に実行制御する技術を開発  
課題：  
・ （全国版構築に向け）連携するスーパーコンピュータサイトの拡大

#### リアルタイム津波浸水・被害推定システム基盤モデル



#### 全国版リアルタイム 津波浸水・被害予測システム





## 2. 実証成果と課題（実証課題3）

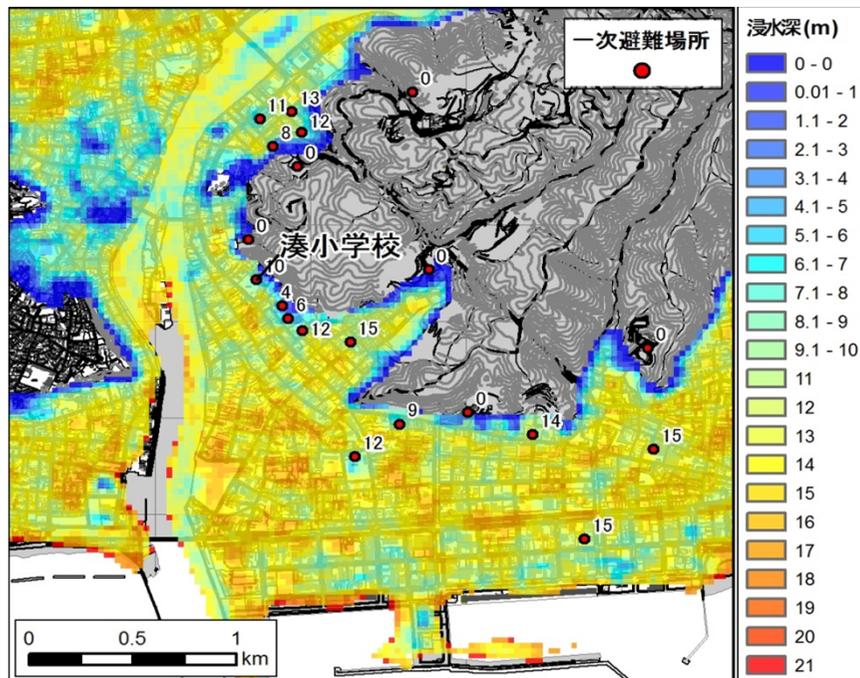
### 実証課題3：津波Lアラートの効果的な活用（実証実験：石巻市）

2015年11月15日石巻市の津波避難訓練にて津波Lアラートを想定した実証実験を実施。

- 津波Lアラートのwith/withoutを比較
- 2011年の東北太平洋沖地震津波の際、BOSSを活用した場合、災害対応に係る工数の削減効果を評価。



#### BOSS（石巻防災システム）から配信した画像



	A	B	C	D
1	ID	最大浸水深(m)	避難所名	避難所位置
2	14	15	市民の森第1駐車場前	38° 25'27.56"N,141° 19'18.13"E
3	16	15	大興水産ビル	38° 24'54.31"N,141° 20'4.44"E
4	20	15	ヨークベニマル鹿妻店	38° 25'9.33"N,141° 20'18.33"E
5	13	14	大門崎公園	38° 25'11.92"N,141° 19'54.28"E
6	5	13	2丁目復興公営住宅	38° 26'6.37"N,141° 19'6.76"E
7	4	12	石巻昇祥心会	38° 26'2.78"N,141° 19'8.78"E
8	12	12	石巻吉野住宅	38° 25'29.58"N,141° 19'8.66"E
9	15	12	湊中学校	38° 25'8.30"N,141° 19'18.88"E
10	6	11	昭和マンション	38° 26'5.13"N,141° 19'0.37"E
11	10	10	石巻市立湊小学校	38° 25'38.12"N,141° 18'59.53"E
12	19	9	ほたる葬祭会館	38° 25'13.74"N,141° 19'27.83"E
13	1	8	石巻市不動沢山付近	38° 26'0.51"N,141° 19'3.04"E
14	11	6	市営吉野町復興住宅	38° 25'31.51"N,141° 19'5.81"E
15	0	4	総合福祉会館みなと荘	38° 25'22.72"N,141° 19'4.71"E

**被害推定結果に基づき  
避難所の状況把握の大幅な工数削減を確認**

## 2. 実証成果と課題（実証課題3）

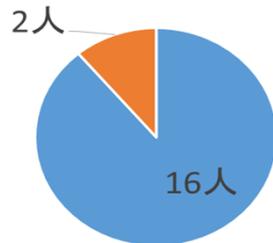
### 津波Lアラート実証実験（石巻市）：効果の検証

PULL型へのアクセス有無(N=18人)



■ 1. 画像変更後 ■ 2. 画像変更前 ■ 3. アクセスなし

PUSH型へのアクセス有無(N=18人)



■ 1. アクセス有 ■ 2. アクセス無

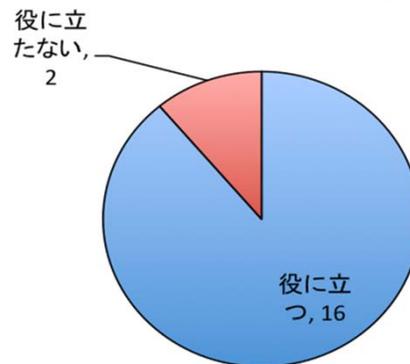
#### Push型とPull型の情報配信

- **PULL型**：本実証実験では、BOSSのURLを避難訓練の前に湊小学校の保護者の方々にへ通知し、地震発生後に確認していただくように依頼
- **PUSH型**：緊急速報メールを想定し、地震発生から20分後に湊小学校の保護者の方々へ、BOSSのURLの記載された一斉メールを送信

情報の配信方法としては、PULL型よりもPUSH型の方が、効果あり

#### 津波Lアラートの効果について

##### 津波Lアラートの効果



- 本システムが役に立つと感じた住民が89%
  - どこに避難すれば安全かがわかる
  - 防災無線などの耳からの情報より、目で得た情報の方がわかりやすい
  - 先が見える事で落ち着いて行動できる
- 本システムが役に立たない：11%
  - よくわからない
  - 逃げるのに必死で見る余裕が無い

被害推定結果に基づき本システムの有効性を確認

## 2. 実証成果と課題（実証課題4）

目標：G空間プラットフォームとの連携により、迅速な初動対応・意思決定を支援するためのより多層的な被害推計情報の提供を可能にする。

### 検討1：浸水範囲の時刻歴データの活用

リアルタイム津波浸水・被害推定システムからの段階的な時系列の解析結果等のデータを活用した被害推定方法。

（成果）ヒアリングによりプローブデータ等との重ね合わせによる被災者の動態把握に有効

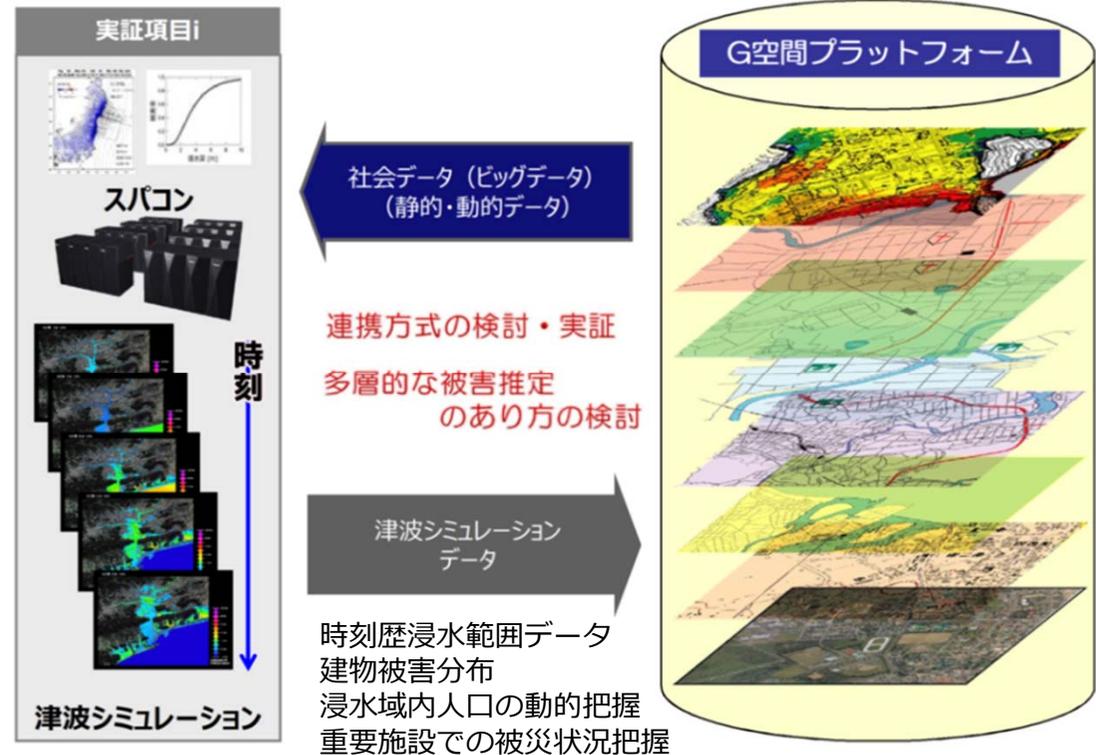
課題：出力データの増加と時間とのバランス

### 検討2：データ仕様の検討

リアルタイム津波浸水予測の実用化に必要なデータ（右表）の整理（自治体やG空間PFからの提供を想定）。

上記検討1のデータの提供を行う場合の津波予測シミュレーションシステム側のデータ仕様についても検討を実施。

※平成25年度補正予算のG空間シティの総務省事業の拡充



### リアルタイム津波浸水・被害推定の必要データ

データ種類	活用方法
電子地形図	背景利用
デジタルオルソ画像	地物の位置・整合確認および不足情報の判読
地形・水深データ (海域・陸域)	3次元地形モデルを作成し、リアルタイム津波シミュレーションの入力データとして活用
建物形状・高さデータ (LIDAR計測データ, DSMデータ)	
構造物データ (堤防等台帳データ)	
粗度データ (土地利用状況)	
人口データ (静的・動的) 建物データ	リアルタイム津波解析結果に基づく即時被害推計用データとして活用

### 3. 実証終了以降の取組内容

リアルタイム津波浸水・被害推定システムのサービス開始が見えてきた（自治体の災害時活用，ハザードマップ更新，教材，企業活動のBCP策定）

今後は以下の課題に取り組む

「システム運用に向けた課題整理(FS)」

「全国版システム構築」

「継続的な事業モデルの構築」

#### ◆ Lアラート連携，システム運用に向けた課題整理とFS

- Lアラートを含めた，災害時のリアルタイム予測情報の関係者への確実な情報共有・配信
- 災害対応における具体的活用計画の策定（石巻市での実証結果が有用であった）
- リアルタイムシステムと自治体の防災情報システムとの連携（特に現有の自治体防災システムとの連携は一筋縄ではいかないことが分かった）
- 避難訓練，ハザードマップ作成・更新，防災教育教材作成，BCP策定など平時での活用

#### ◆ 全国版リアルタイム津波浸水・被害推定システムの構築 → 新たな価値の創出

- G空間2.0に向けて（G空間情報センターとの連携，多様な位置情報，高度な測位技術，宇宙インフラを利用した，防災分野の新たな産業・サービスの創出）
- 全国版事業化に向けた基盤データ構築（G空間情報センターとの連携が絶対に必要）
- スーパーコンピュータリソースの拡張（ALL JAPANを考えると東北大・阪大では足りない）
- 推定結果の配信形態・データ形式の多様化
- 現業体制確保，予報センターの設置，認可取得

#### ◆ 継続的な事業モデルの構築

- 必要な初期投資の確保
- 利用者の負担（コスト，施設），サービス形態，サービスメニュー構築
- 自治体，民間事業者，コミュニティ向けの新サービス

津波Lアラートコンソーシアム

代表者 越村 俊一

所属・職 東北大学災害科学国際研究所・教授

電話番号 022-752-2084

電子メール [koshimura@irides.tohoku.ac.jp](mailto:koshimura@irides.tohoku.ac.jp)