

平成31年2月20日
津波予測技術に関する勉強会 (第16回)

資料1-1

津波予報業務において今後10年で取り組む予測技術 ～ 交通政策審議会気象分科会の津波分野における提言～

気象庁 地震火山部 地震津波監視課

2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方（提言概要）

～ 災害が激甚化する国土、変革する社会において国民とともに前進する気象業務 ～

【審議の目的】

自然環境や社会環境の変化、先端技術の展望を踏まえ、気象庁のみならず様々な主体により営まれる気象業務が、今後さらなる発展を遂げ様々な社会的課題の解決に一層貢献していくため、今後10年程度を展望した気象業務のあり方について審議。

【2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性】

● 2030年の気象業務が担うべき役割

- ・ **一人一人の生命・財産が守られ、しなやかで、誰もが生き活きと活力のある暮らしを享受できるような社会（安全、強靱で活力ある社会）の実現**のため、気象業務の果たす役割が現在以上に高まる。
- ・ **観測・予測技術について、常に最新の科学技術を取り入れ技術革新を行い不断の改善を進めるとともに、気象情報・データが、社会の様々な場面で必要不可欠なソフトインフラ、国民共有の財産として活用**されていくことを目指す。

● 気象業務が寄与する社会の姿（安全、強靱で活力ある社会）

顕著現象に対する的確な防災対応・行動

より精度の高い気象情報・データが、様々な各主体に提供・「理解・活用」され、的確な防災対応・行動へ。

自治体・防災関係機関 外国人旅行者等



一人一人の活力ある生活

日常生活の様々なシーンに応じた情報の入手により、個々人の生活の質・快適性が向上。



経済活動等におけるイノベーション

気象情報・データが、様々なビッグデータや先端技術と組み合わせ活用され、多様なサービス提供・生産性向上。



● 気象業務の方向性

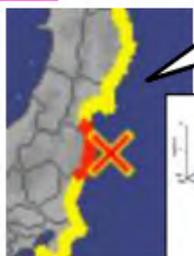
観測・予測精度向上のための技術開発、気象情報・データの利活用促進、これらを「車の両輪」とする防災対応・支援の推進について、利用者目線に立ち、社会的ニーズを踏まえた**目指すべき水準に向けて、取組を進める。**

目標と取組の具体的内容【津波】

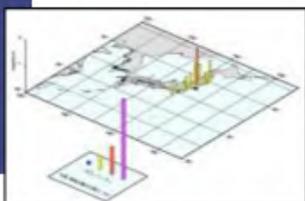
目標② 防災行動・防災対応を支援するため、津波の時間的推移や解除の見通しについて提供

◎最大波の高さや第1波の到達予想時刻だけでなく、第1波・最大波から減衰するまで津波の全体像について情報を提供することで、避難の見通しを立てることが可能となるとともに、第1波の到達予想時刻を過ぎても津波への警戒心を継続することが可能。

現在



地震発生直後は、迅速性を確保するため、地震と位置と規模からデータベースを用いて、津波警報を発表。



【順次発表される津波に関する警報・情報】

- 大津波警報・津波警報・津波注意報
- 津波の到達予想時刻
- 津波の高さに関する情報
- 津波観測に関する情報
- 沖合の津波観測に関する情報

<津波警報>
○○県
予想される津波の高さ 3m
第1波の到達予想時刻 ○時○分

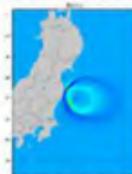
最大波の高さや第1波の到達予想時刻は記載されているが、減衰までの時間推移がわからない。

2030年

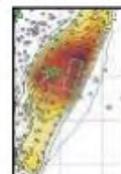
- 津波警報を発表した後で、津波の第1波・最大波から減衰まで、津波の時間的推移を提供するとともに、警報・注意報解除の見通しをお知らせ。
- 天文潮位も考慮した津波の高さの予測を実施。

	11時台	12時台	13時台	14時台
○○県	警戒	海面変動	海面変動	海面変動
○○県	警戒	海面変動	海面変動	海面変動
○○県	注意	海面変動	海面変動	海面変動

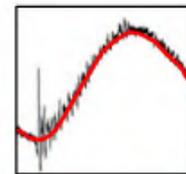
シミュレーションにあたって考慮するデータ



津波の伝播分布



すべりの分布



天文潮位

- 津波警報の第1報はこれまでと同様、迅速性を確保する観点から、引き続き、津波データベースを用いて発表。津波データベースの改良による予測精度向上を目指す。

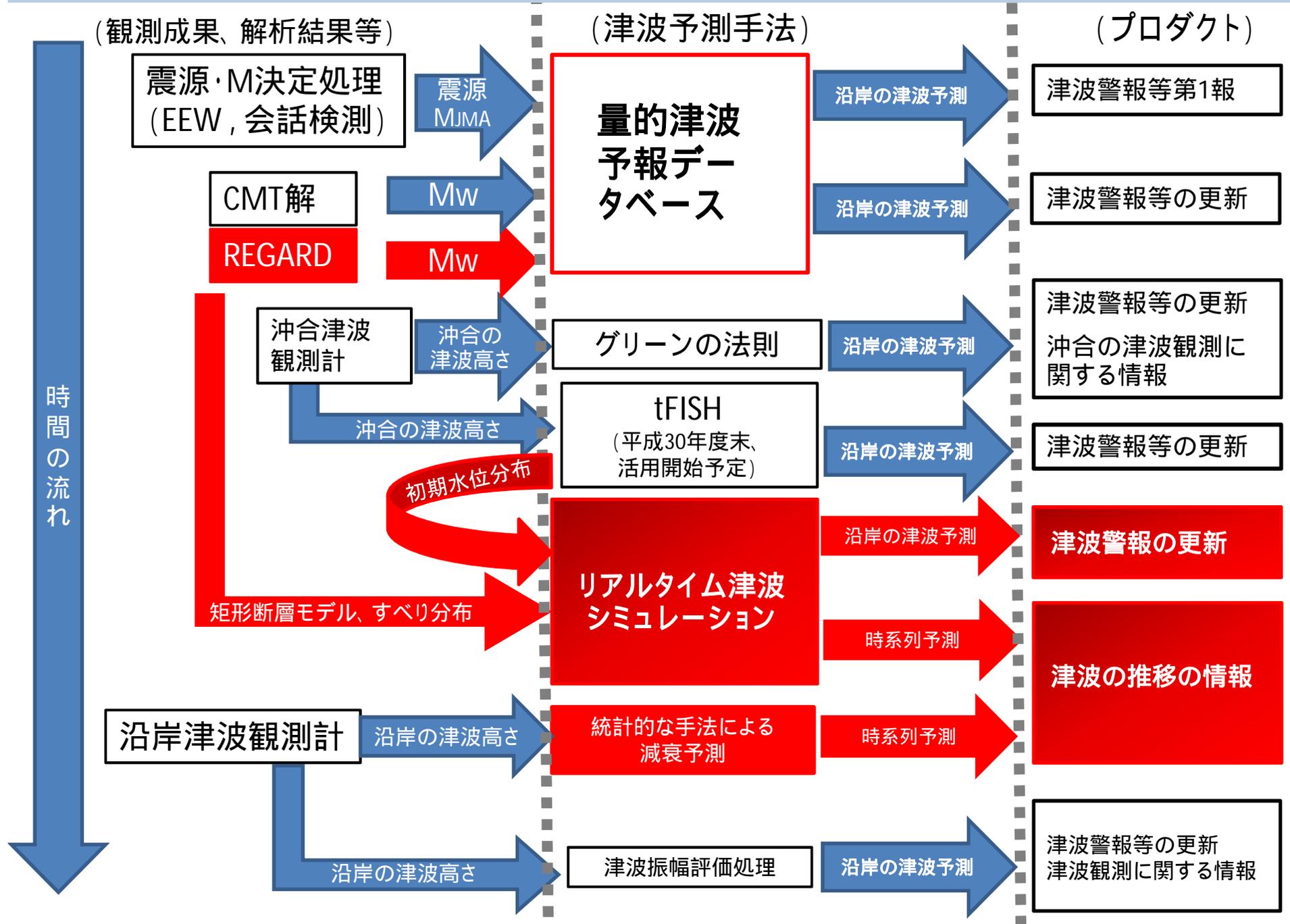


実現に向け②：様々な主体による観測データの有効活用

- 引き続き、気象庁の潮位観測データだけでなく、大学、研究機関等、様々な主体が実施する潮位観測データや海底津波計等を有効活用



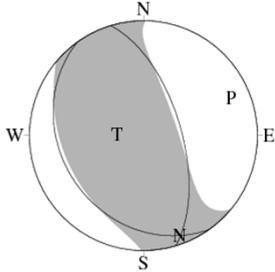
津波警報、津波情報(赤色の部分が今後導入や開発を考えている部分)



リアルタイムシミュレーションの活用(案)

津波初期波源の推定技術

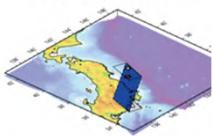
CMT解 + 地震の相似則



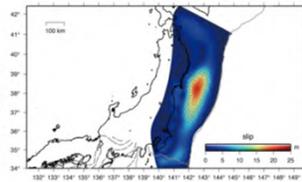
津波シミュレーション結果

REGARD

矩形断層モデル

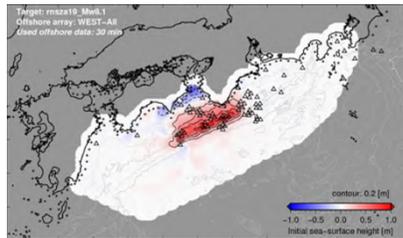


すべり分布モデル



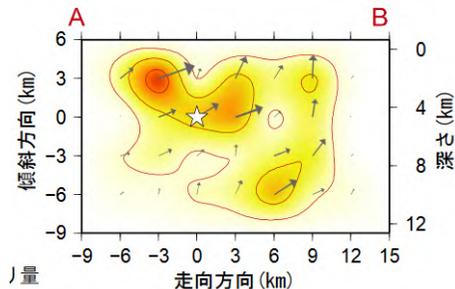
津波シミュレーション結果

tFISH



津波シミュレーション結果

遠地実体波による震源過程解析



津波シミュレーション結果

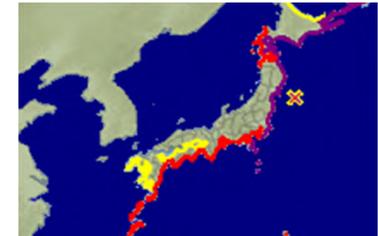
課題

津波警報に資するための地形分解能等の検討

種々の初期波源によるシミュレーション結果を津波予測へ適切に反映する手法
各手法毎の初期水位分布の不確実性を津波予測に反映する手法

種々のシミュレーション結果を適切に津波予測に反映

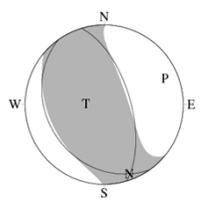
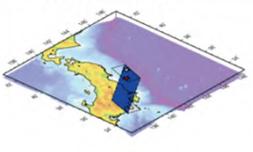
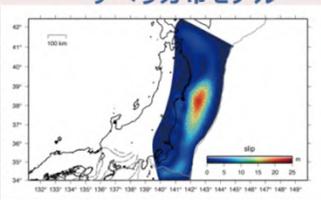
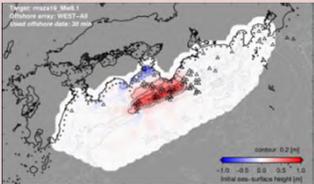
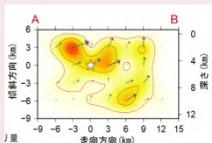
津波警報



	11時台	12時台	13時台	14時台
〇〇県	警戒	海面変動		
〇〇県	警戒	海面変動		
〇〇県	注意		海面変動	

データベースによる第1報が過小な場合に津波警報の引き上げに活用
実際に津波が観測される前に過大な津波警報の引き下げに活用。
津波の推移予測に活用

各種の初期波源推定技術の長所・短所

津波初期波源の推定技術	長所	短所
<p>CMT解 + 地震の相似則</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・迅速に解析結果が得られる 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震の規模が大きくなると、一様なすべりの1枚の断層では、空間的に不均質な初期水位分布を適切に表現できない
<p>REGARD(国土地理院)</p> <p>矩形断層モデル  すべり分布モデル </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・すべり分布モデルでは、断層面上のすべりの不均質を推定できるので、沿岸での津波高さの予測精度の向上が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上のGNSS観測点から断層モデルを推定するので、陸地から離れると解析結果の精度が低下する ・観測ノイズを考慮すると、M>8の地震でないの良い解を得るのが困難 ・解析対象がプレート境界に限られる(すべり分布モデル)
<p>tFISH + 沖合津波観測(S-net, DONET, GPS波浪計)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期水位分布を沖合の津波観測から直接推定できるので、高い予測精度が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・海底津波計のノイズの影響を受けた偽波源を推定することがある。 ・沖合津波計が設置されている海域に限られる
<p>遠地実体波による震源過程解析</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・断層面上のすべりの不均質を推定できるので、沿岸での津波高さの予測精度の向上が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・解析結果が得られるまでに時間がかかる ・すべりの時空間分布を推定するため、解析における未知数が多く、安定した解を得るための工夫が必要

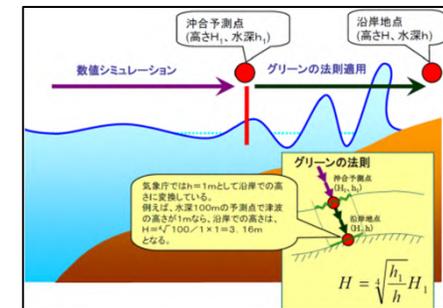
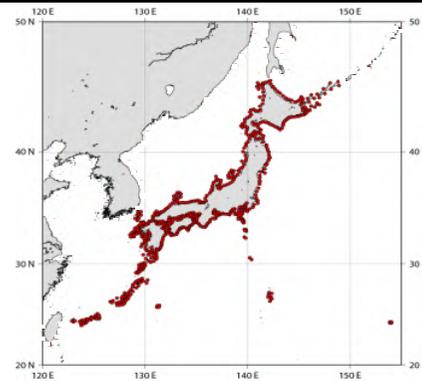
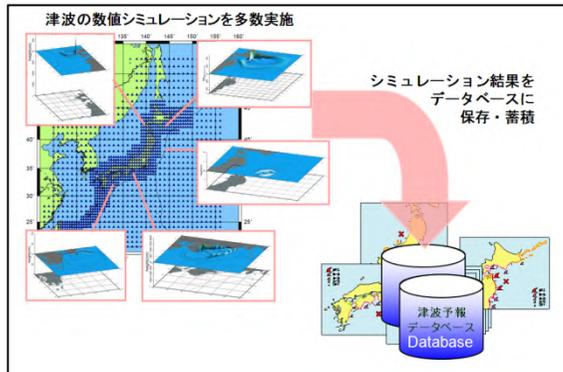
津波予報データベース改善(案)

現行の津波予報データベースの仕組み

震源断層モデル
(約10万)を設定

津波シミュレーション
沖合い予測地点(約600点)での
津波最大高さ、到達時刻を計算

沖合いの予測地点の
高さからグリーンの
法則により沿岸の高
さに換算



震源断層モデルの設定の見直し

- ・津波のシミュレーションの方程式は現行と同様に海底摩擦を考慮した非線形長波の式を用いる
- ・高分解能の海底地形データを使ったシミュレーションを実施

- ・沖合いの予測地点の津波の高さからのグリーンの法則による沿岸での津波の高さ換算は廃止
- ・津波シミュレーションから得られる沿岸での津波の高さを津波警報に活用

課題

沿岸のごく少数の格子で極端に高い津波計算値が得られた場合の取り扱い
多数の沿岸地点の津波高さから津波予報区の代表値を得る方法
天文潮位を考慮した絶対高を予測するためにデータベースに格納する要素

津波の減衰予測

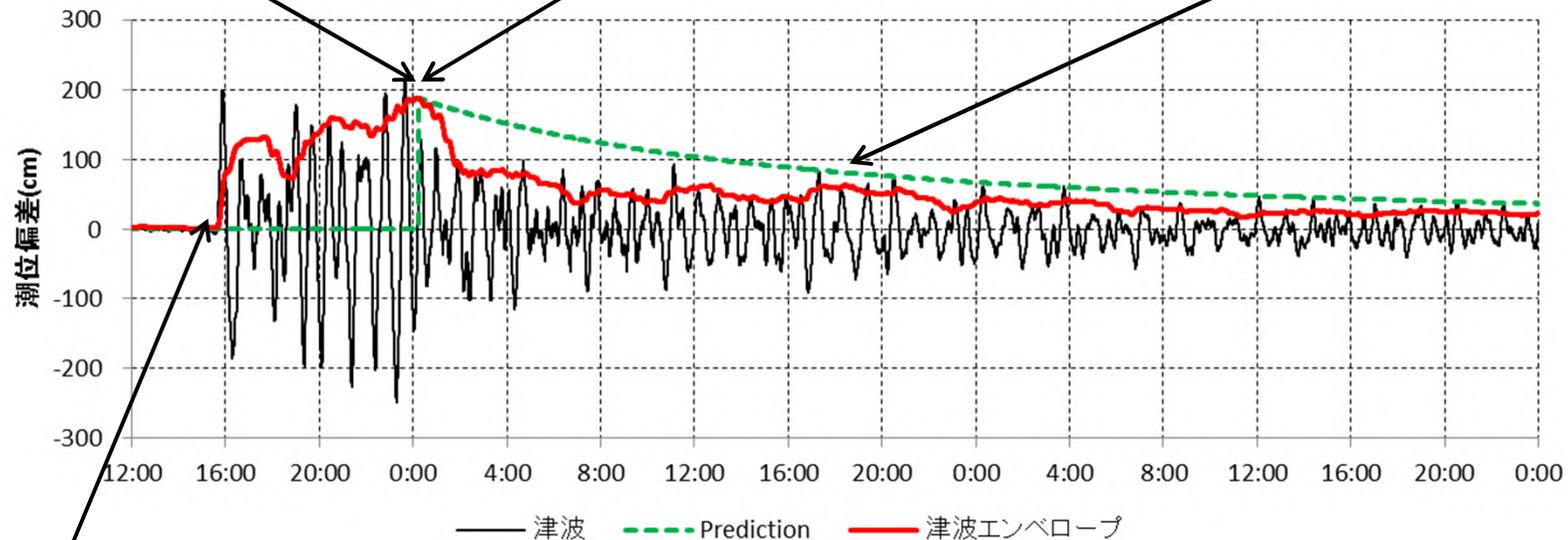
津波の推移や津波警報等の解除の見込みを提供し、さらに天文潮を考慮した津波の高さを予測するには、最大波の出現時刻や減衰特性を精度よく予測する必要がある。

	11時台	12時台	13時台	14時台
〇〇県	警戒	海面変動	海面変動	海面変動
〇〇県	警戒	海面変動	海面変動	海面変動
〇〇県	注意	海面変動	海面変動	海面変動

最大波の高さ

最大波の出現時刻

最大波出現以後の減衰特性



第1波の到達時刻

黒実線枠: 現在予測している要素

赤破線枠: 実現のために予測すべき要素

課題

最大波の出現以後の減衰を統計的に予測する手法の開発

減衰や後続波を予測するための長時間シミュレーションの活用可能性の検討

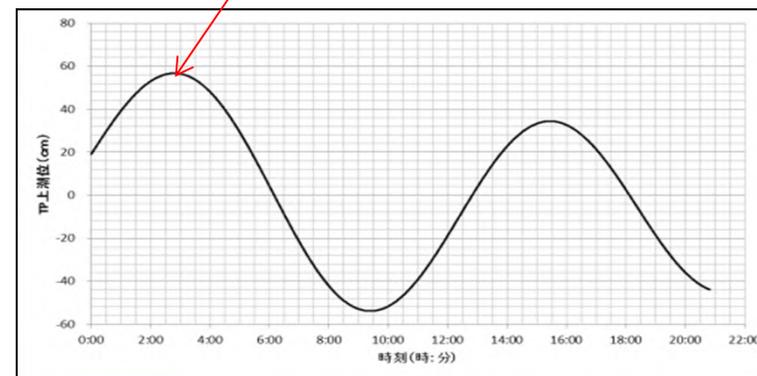
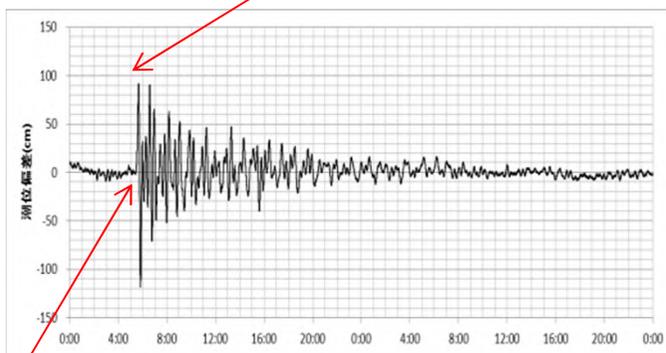
天文潮位等を考慮した津波の絶対高を予測

津波

天文潮位

予想される津波の最大の高さ

満潮時刻



第1波の到達予想時刻

赤実線枠: 現在予測している要素

天文潮位等を考慮した絶対高で津波の高さを予測

現在、津波の高さと満潮時刻を別々に情報発表していることを改善

地震時の地殻変動や防潮堤等の沿岸構造物を考慮することにより、浸水の判断にも活用できることが期待

課題

- 津波の第1波から最大波及び減衰までを予測する手法の開発
- 津波予報データベースへ格納する要素の検討
- 絶対高を提供する方法の検討

まとめ

- **提言内容**

津波の第1波・最大波から減衰までの津波の時間的推移や警報・注意報の解除の見通しの提供

津波の高さについては、天文潮位等も考慮した予測
地震発生後、約3分で発表する津波警報等の第1報には、引き続き津波予報データベースを活用



- **提言実現のため必要とされる津波予測技術**

- 最大波の出現時期、その後の減衰傾向までを精度よく予測する技術

- リアルタイムシミュレーションの活用
- 過去の観測に基づく統計的方法による推移予測手法の開発

- 第1報の津波警報等の精度向上

- 量的津波予報データベースの改善