

2015年9月17日チリ中部沿岸の地震における 津波注意報の検証

1. 地震発生から津波注意報発表、解除までの対応

- ・ 情報発表等のタイムライン
- ・ 津波予測作業の経過
- ・ 海外の潮位観測点と観測 / 予測波形
- ・ 発表した津波注意報と津波観測値
- ・ 津波注意報解除のタイミング

2. 事後の検証

- ・ 津波シミュレーション結果の評価
- ・ 第一波観測時刻と到達予想時刻の比較(海外)
- ・ 第一波観測時刻と到達予想時刻の比較(国内)
- ・ 第一波観測時刻と到達予想時刻の比較

3. まとめ

1. 地震発生から津波注意報発表、解除までの対応

情報発表等のタイムライン

震源要素(USGS、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)

発震時:2015年09月17日07時54分

31° 34.3 S 71° 40.4 W 深さ22km Mw8.3

9月17日

07:54 **地震発生**

08:31 遠地地震に関する情報(地震発生、マグニチュード8.3、日本への津波の影響については調査中)

09:54 遠地地震に関する情報(海外での津波の観測状況)

11:00 記者会見(1回目:日本への津波の影響については調査中、海外での津波の観測状況)

16:30 **記者会見(2回目:注意報レベルの津波の予想、ハワイでの観測状況(17日24時頃)を基に判断の予定)**

9月18日

01:00 **記者会見(3回目:津波注意報発表を18日03時頃に予定)**

03:00 **津波注意報発表**

03:00 津波情報(津波到達予想時刻と予想される津波の高さに関する情報)発表

03:01 津波情報(各地の満潮時刻と津波到達予想時刻に関する情報)発表

03:30 記者会見(4回目:津波注意報を発表したことと注意の呼びかけ)

06:51 津波情報(津波観測に関する情報)発表

岩手県宮古、久慈港で0.1m、父島二見で微弱な津波を観測

以下、各地で津波を観測し、津波情報(津波観測に関する情報)を順次発表

10:00 記者会見(5回目:日本での津波の観測状況)

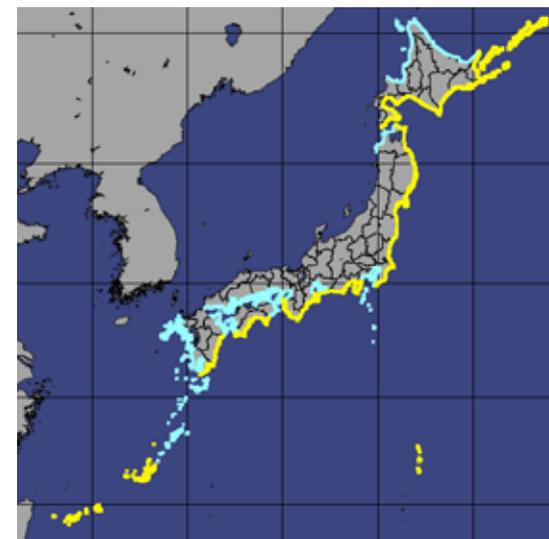
14:00 **記者会見(6回目:津波注意報の解除は16時頃までのデータを見て判断の予定)**

16:40 **津波注意報解除**

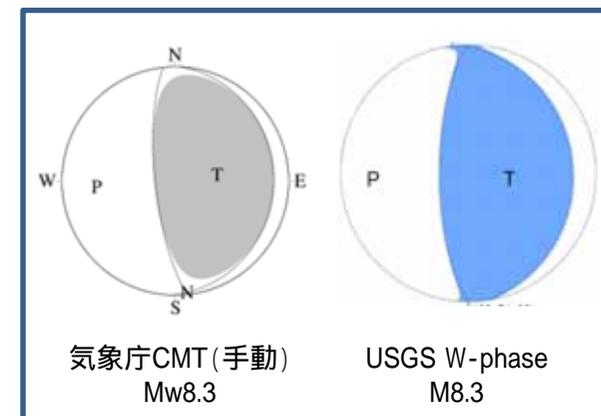


津波予測作業の経過

日時	作業及び判断
9月17日	
07:54 ~	地震発生。震源要素から遠地津波データベースを検索
08:30 ~ 11:00頃	津波シミュレーション実施(気象庁自動解 Mw8.1) ・シミュレーション1回目(低角、高角) ・シミュレーション結果と周辺の観測値を比較すると、低角の解が観測値をよく説明している
10:00 ~ 12:30頃	津波シミュレーション実施(USGS解 Mw8.3) ・シミュレーション2回目(低角) ・北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等において、概ね津波注意報レベルの予測値
11:00 ~ 13:30頃	津波シミュレーション実施(気象庁手動解 Mw8.3) ・シミュレーション3回目(低角) ・シミュレーション結果とハワイなどの実況を比較して最終判断を行う
24時頃	上記観測点で実況値と予測値の確認 ・全体的にシミュレーション結果より観測値の方がやや高い傾向 ・各シミュレーションの結果による津波予測値の分布傾向に大きな差はないことから、気象庁手動(Mw8.3)による予測値の1.2倍とする ・北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等に津波注意報の発表を決定する
9月18日	
1:00	記者会見(津波注意報発表の予告)
3:00	津波注意報を発表

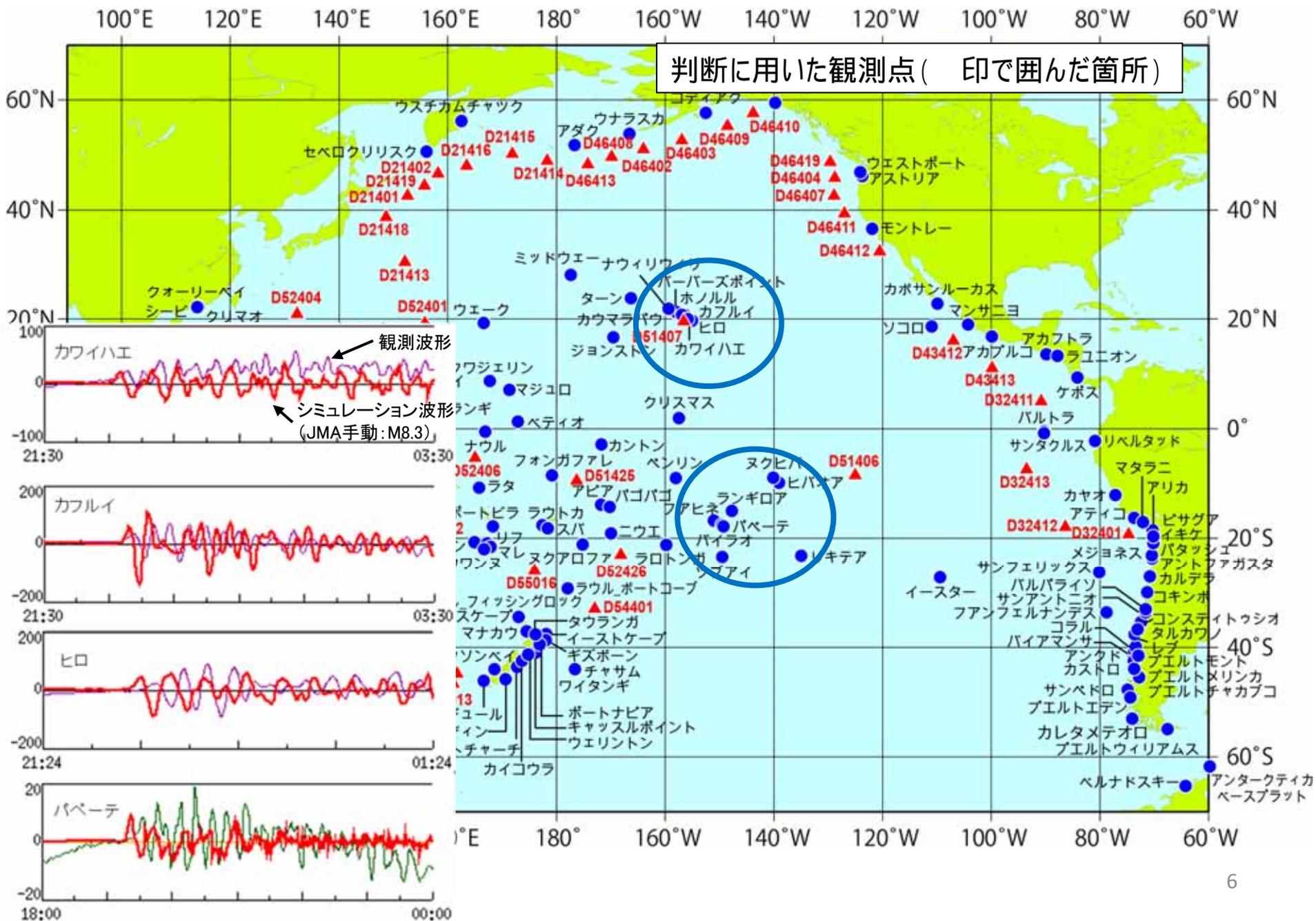


データベース検索結果



メカニズム解の傾向は概ね一致

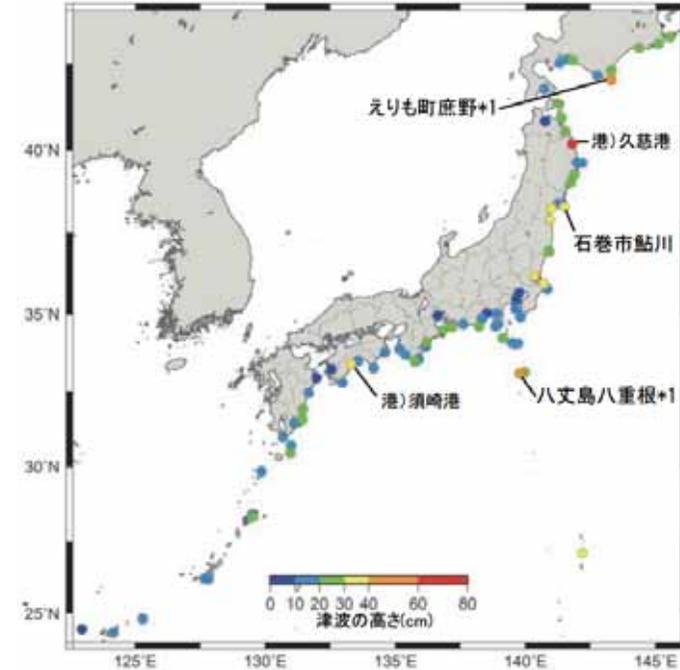
海外の潮位観測点と観測／予測波形



発表した津波注意報と津波観測値



津波注意報発表状況



津波観測値

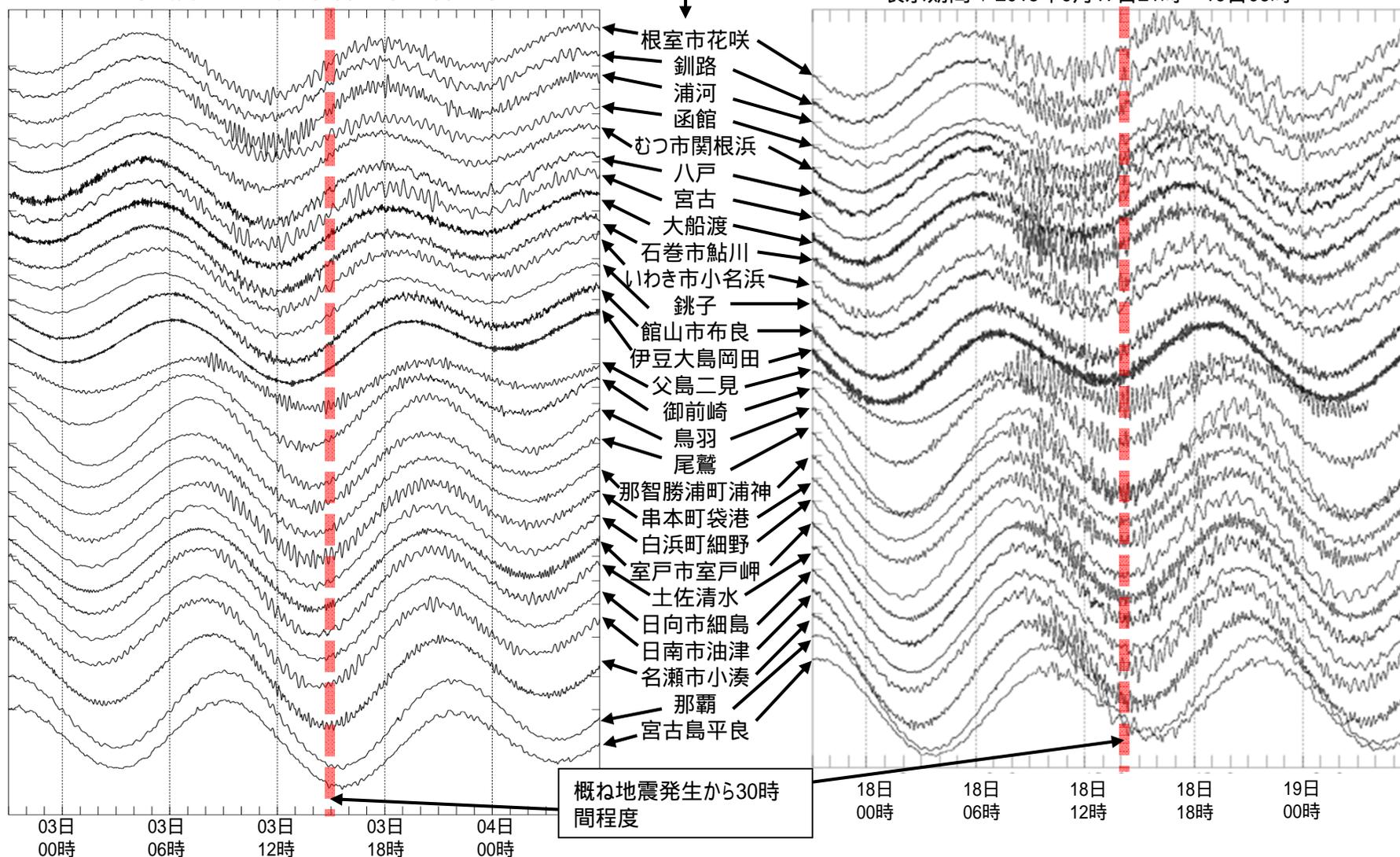
名称	津波予報区	津波の高さ	最大の高さ発現時刻
えりも町庶野	北海道太平洋沿岸中部	0.5m	10時08分
久慈港	岩手県	78cm	9時38分
石巻市鮎川	宮城県	36cm	10時44分
仙台港	宮城県	33cm	11時55分
相馬	福島県	33cm	10時31分
大洗	茨城県	34cm	11時00分
神栖市鹿島港	茨城県	35cm	14時44分
八丈島八重根	伊豆諸島	0.5m	12時14分
父島二見	小笠原諸島	35cm	8時57分
須崎港	高知県	31cm	18時21分

主な観測値(30cm以上を観測した地点)

津波注意報解除のタイミング

2014年4月2日 チリ北部沿岸の地震の津波波形
表示期間：2014年4月2日21時～4日06時

2015年9月17日 チリ中部沿岸の地震の津波波形
表示期間：2015年9月17日21時～19日06時



- ・今回のチリ中部沿岸の地震 (Mw8.3) と2014年のチリ北部沿岸の地震 (Mw8.1) について、検潮波形を比較したところ、概ね地震発生から30時間程度までに最大波が到達していた。これを参考にして、今回についても同様の経緯をたどると予想した。
- ・16時40分に津波注意報の解除を行ったが、その後に顕著な最大波が観測されることはなかった。

2. 事後の検証

津波の高さの比較

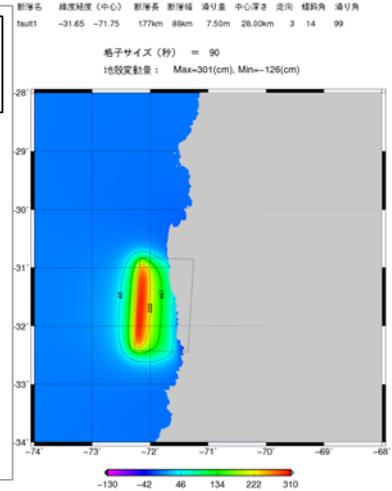
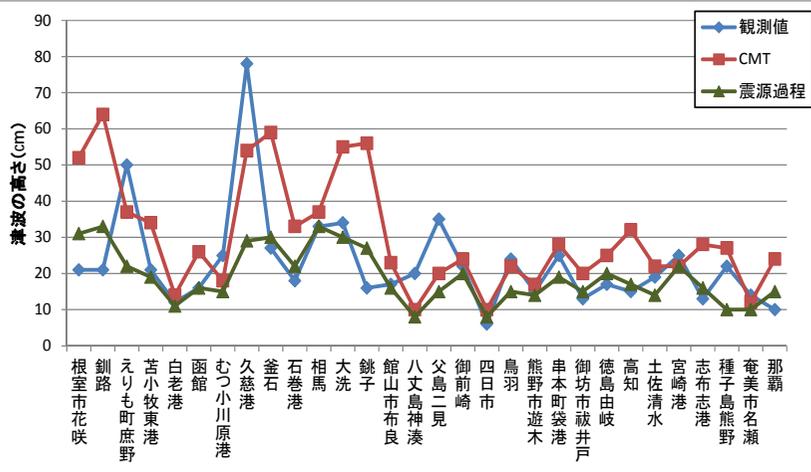
シミュレーション結果による予測値を事後評価するため、観測値との幾何平均、幾何標準偏差を求めた。

津波観測地点	予報区	観測値	CMT	震源過程
久慈港	岩手県	78	54	29
えりも町庶野*1	北海道太平洋沿岸中部	50	37	22
八丈島八重根*1	伊豆諸島	50	21	26
石巻市鮎川	宮城県	36	31	14
神栖市鹿島港	茨城県	35	40	23
父島二見	小笠原諸島	35	20	15
大洗	茨城県	34	55	30
仙台港	宮城県	33	37	29
相馬	福島県	33	37	33
須崎港	高知県	31	30	19
浜中町霧多布港	北海道太平洋沿岸東部	27	64	39
八戸港	青森県太平洋沿岸	27	46	53
釜石	岩手県	27	59	30
田原市赤羽根	愛知県外海	26	35	23
むつ小川原港	青森県太平洋沿岸	25	18	15
尾鷲	三重県南部	25	30	34
串本町袋港	和歌山県	25	28	19
宮崎港	宮崎県	25	22	22
奄美市小湊	奄美群島・トカラ列島	25	17	15

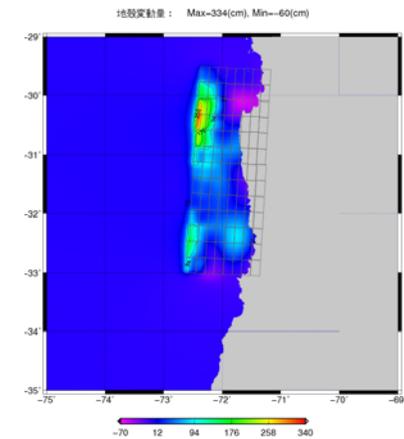
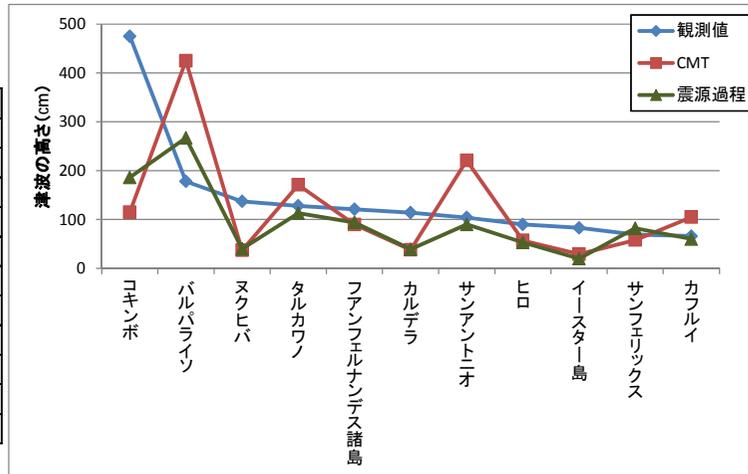
(国内) 幾何平均: 1.25 0.88
幾何標準偏差: 1.73 1.67

津波観測地点	国名	観測値	CMT	震源過程
コキンポ	チリ	475	115	186
バルパライソ	チリ	178	425	267
ヌクヒバ	仏領ポリネシア	137	37	40
タルカワノ	チリ	128	171	113
ファンフェルナンデス諸島	チリ	121	90	94
カルデラ	チリ	114	38	39
サンアントニオ	チリ	104	221	90
ヒロ	米国ハワイ州	90	57	53
イースター島	チリ	83	29	20
サンフェリックス	チリ	69	58	82
カフルイ	米国ハワイ州	66	105	60

(海外) 幾何平均: 0.73 0.62
幾何標準偏差: 2.21 1.78



CMT解による地殻変動



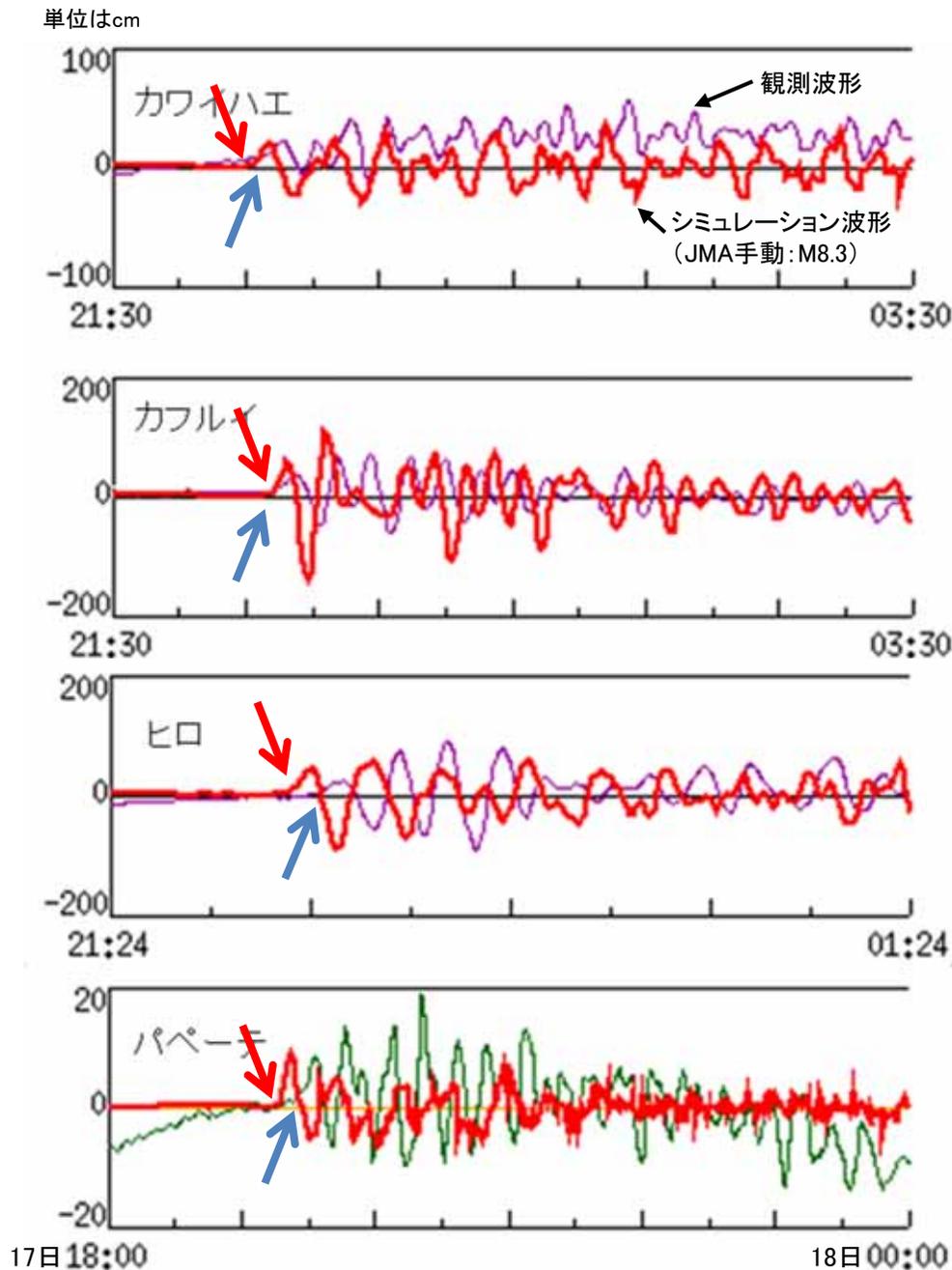
震源過程による地殻変動

予測値: CMT解から初期水位分布を求めたもの。

震源過程: 震源過程解析によるすべり量分布から初期水位分布を求めたもの。

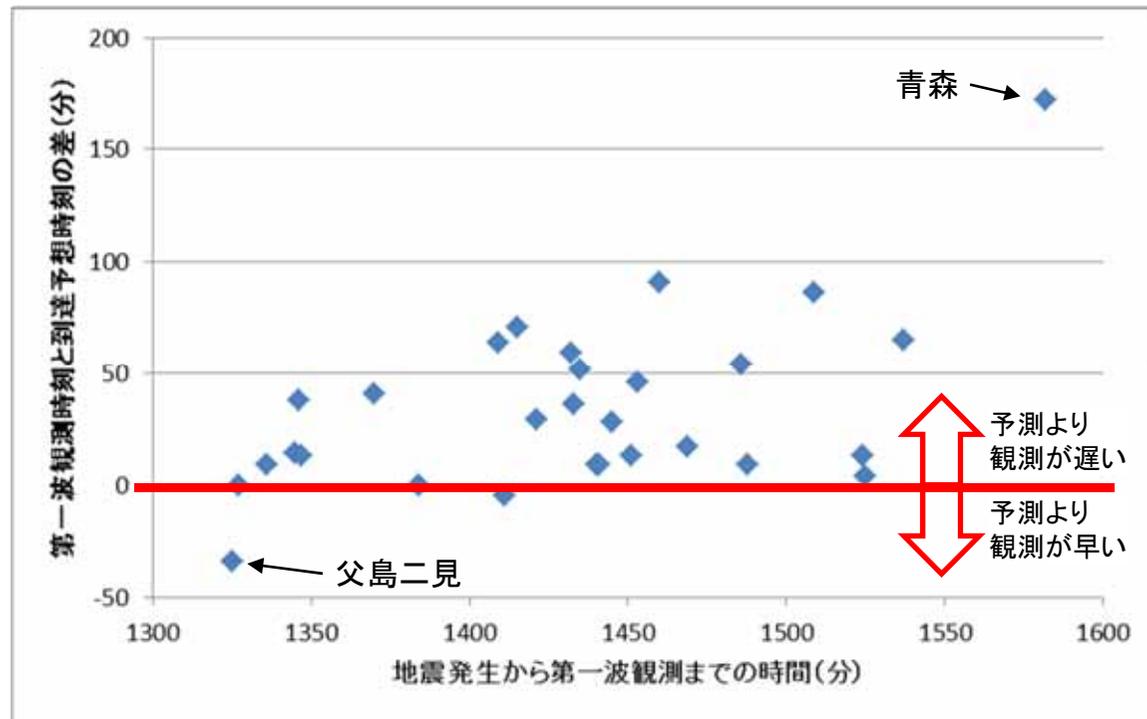
幾何平均、幾何標準偏差は、国内は津波を観測したすべての地点、海外は60cm以上の津波を観測した地点に対して求めたものである。

津波の到達予想時刻と観測時刻との比較(海外)



日本に至る途中経路の孤立した島嶼部の観測点について、津波シミュレーションによる第一波(赤色の⇒)と観測値の第一波(青色の⇒)は、ほぼ同じか10分程度の遅れが見られる。

津波の到達予想時刻と観測時刻との比較(国内)

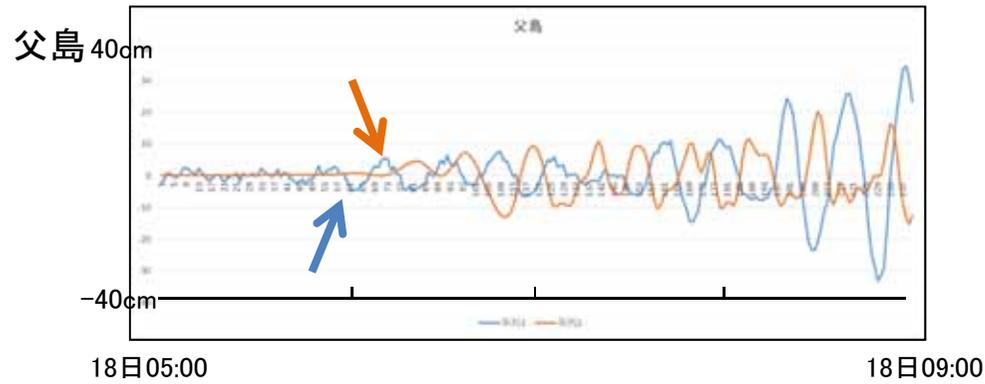


平成27年のチリ中部沿岸の地震では、平成26年4月のチリ北部沿岸の地震より振幅がやや大きく、第一波の読み取りが多数の観測点で行われた。

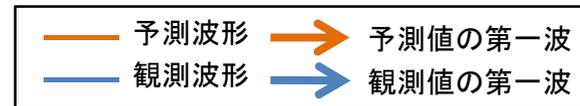
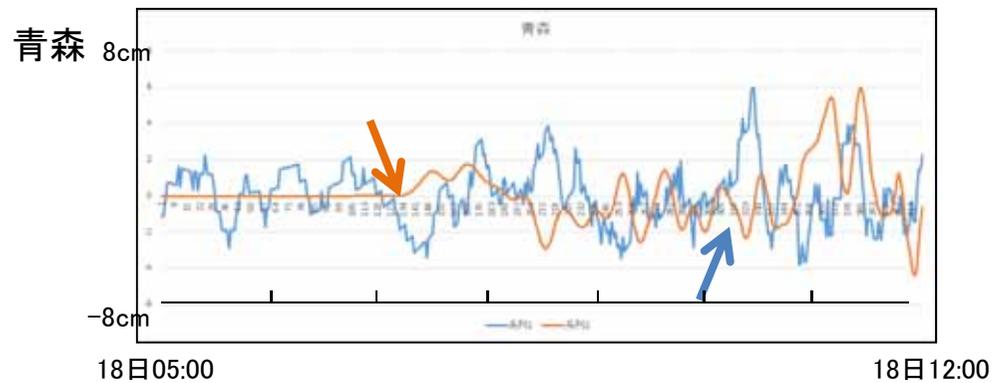
父島二見と青森の波形

差異が大きかった父島二見と青森の観測波形と予測波形を表示

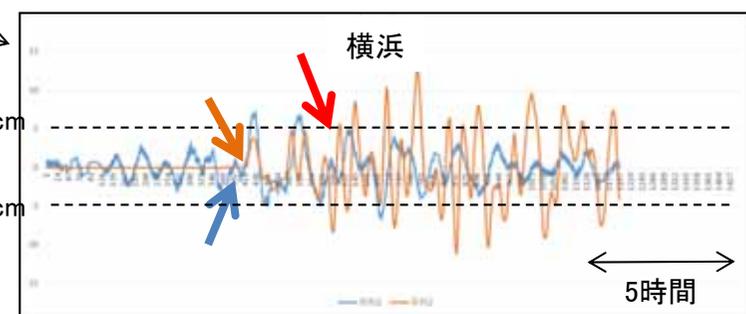
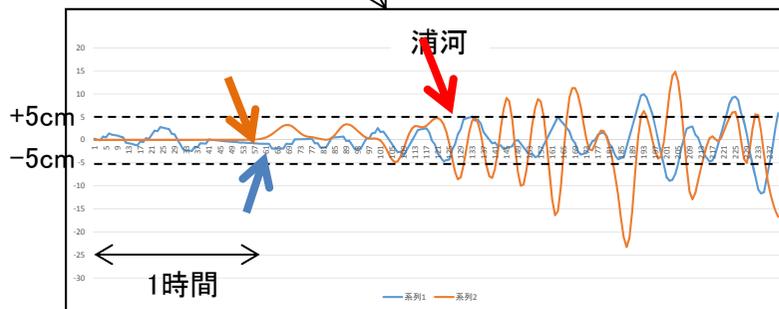
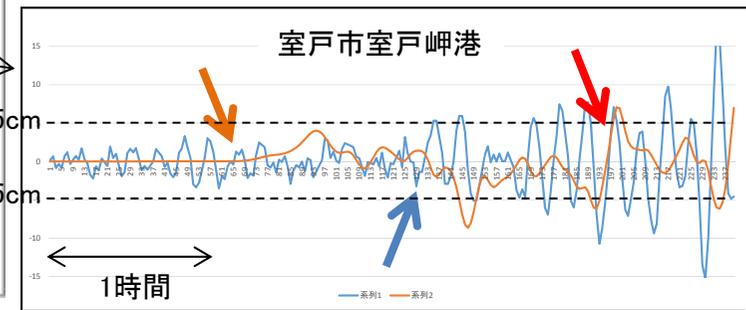
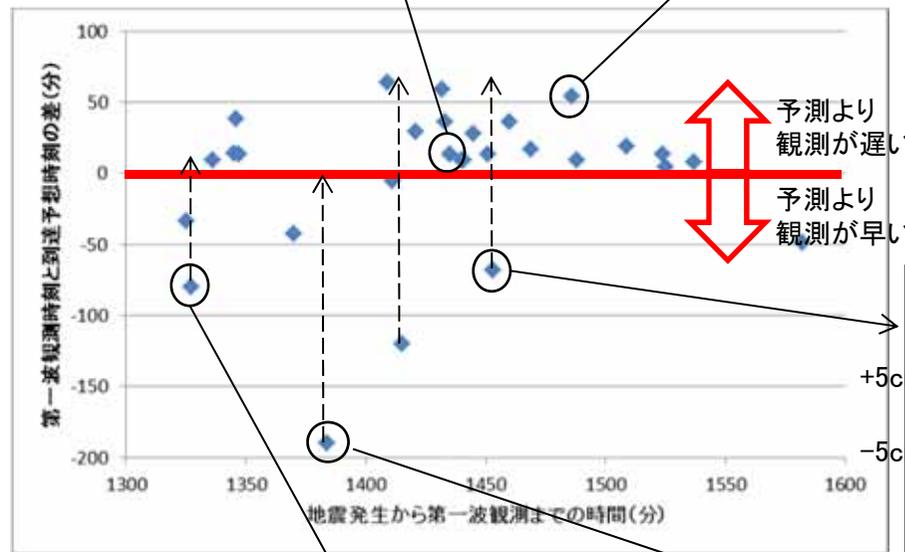
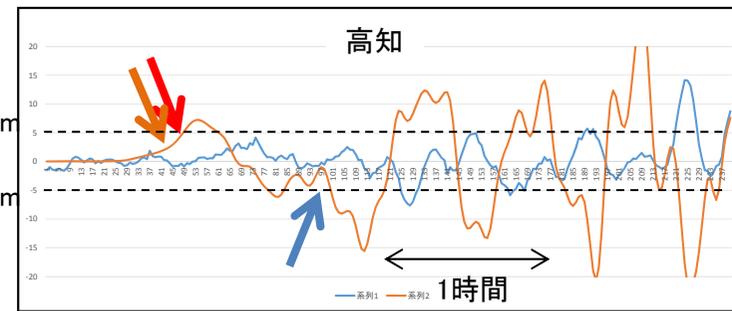
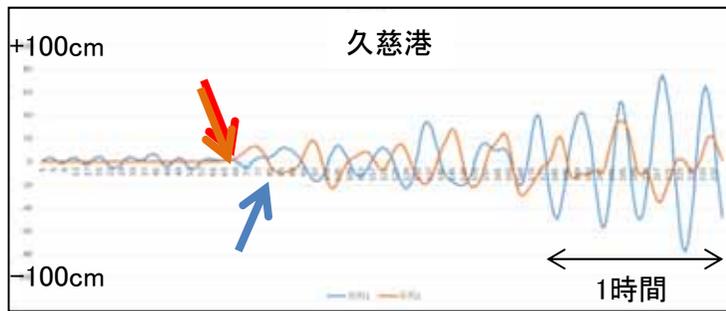
単位はcm 第一波の観測が予測より先行した例



第一波の観測が予測より大きく遅れた例



津波の到達予想時刻と観測時刻との比較(国内)



3. まとめ

- ✓ 2010年のチリ沿岸中部の地震による津波を受けて整備された津波評価解析装置を用いてリアルタイムシミュレーションを行い、その結果を元に津波に関する注意喚起や津波注意報発表を行った。
- ✓ 解析に用いた震源メカニズムはいずれも似通っていたため、データベース検索結果、津波シミュレーション結果いずれも似たような結果となり、特に大きな差異は見られなかった。
- ✓ 途中経路にあたるハワイ諸島や仏領ポリネシアなどの潮位データを元に津波予測値の調整を行った。
- ✓ 太平洋沿岸の各地で津波が観測されたが、概ね北海道～関東にかけての地域でやや高い傾向が見られた。これは上記のデータベースやシミュレーション結果と整合している。
- ✓ 2010年のチリ中部沿岸、2014年のチリ北部沿岸の地震による津波に続き、今回の津波においても、第一波が到達予想時刻より観測値が遅くなる傾向が見られた。
- ✓ 津波注意報解除について、定量的な評価が行えない中で過去の類似事例を参照して最大波の発現する時間を予測してその後注意報解除を行った。