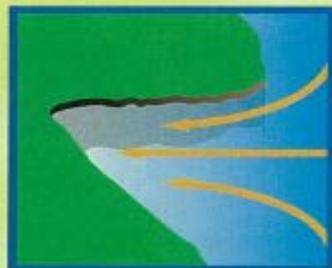


# 津波が大きくなるどころって どんな場所？

海底や海岸は、場所によってさまざまな地形をしています。  
発生した津波は、どのようなところで高くなるのでしょうか。



## わん おく 湾の奥

海水が陸地に大きく入り込んでいる湾では、その両岸で津波が沖側に跳ね返され、跳ね返された津波は、岸に沿いながら湾の奥に進んでいきます。湾の奥では津波のエネルギーが集まるため、津波が大きくなります。



## みさき せんたん 岬の先端

岬のような地形の周りでは、その海底地形によって津波の進む向きが岬の先端に集まるように変えられて、津波のエネルギーが岬の先端の周辺に集まるので、津波が高くなります。島に対しても、エネルギーの集中が起こることがあります。



## 岬や島などを回り込んだ裏側

津波は、普通の波と異なり、岬や島などの障害物の後ろにも簡単に回り込むことができます。島の後ろ側などでは片側から回り込んだ津波ともう片側から回り込んだ津波がぶつかって、大きくなることがあります。

# 津波の破壊力

特に砕ける津波の先端部の破壊力

侮れない流れの力

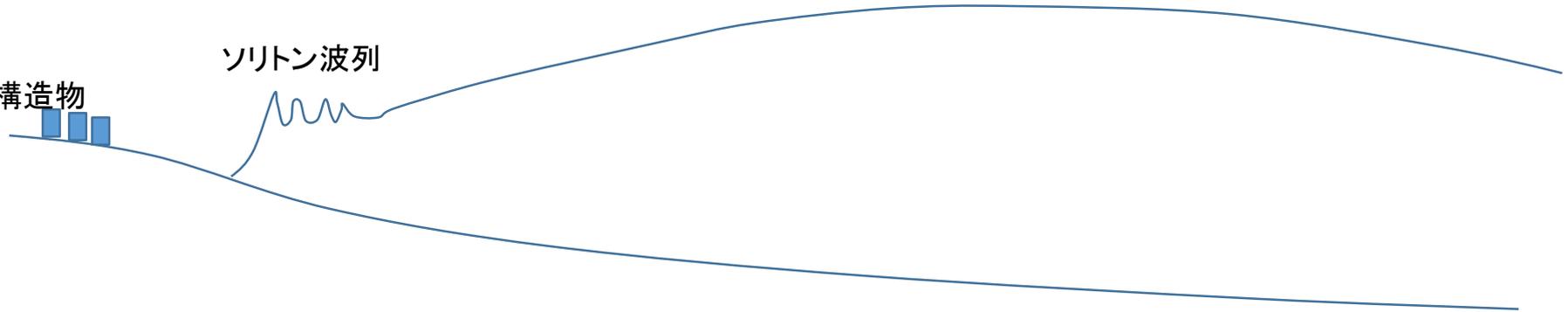
構造物



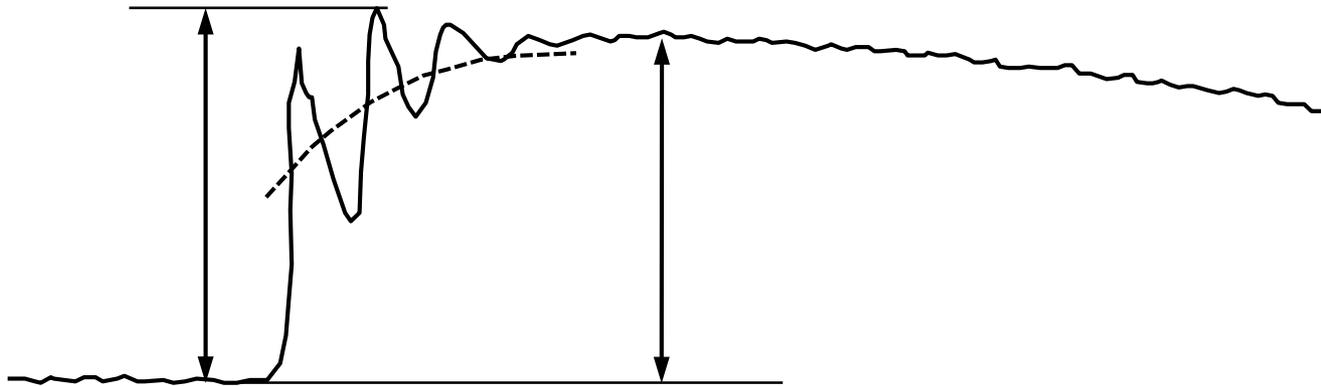
ソリトン波列



津波中央部(第1波)



# ソリトン分裂と津波の碎波



# 水深30m地点でのソリトン分裂波



NHK Special "The Great Eastern Japan Earthquake"  
by NHK (Japan Broadcasting Corporation) on May 7, 2011.

# 久慈港でのソリトン分裂波の碎波

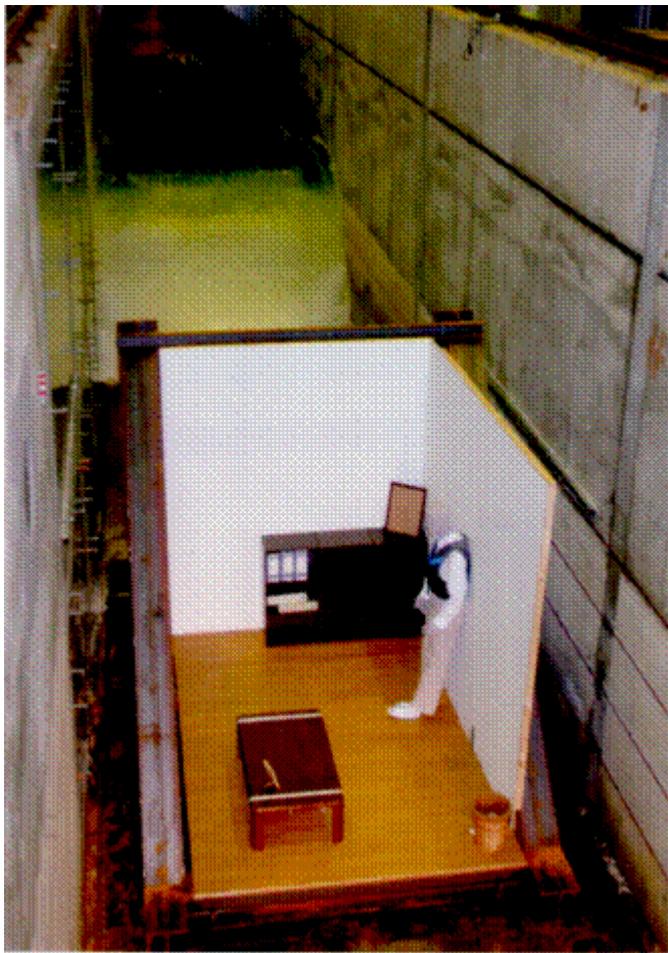


# 久慈港 ソリトン分裂波の砕波



NHK Special “The Great Eastern Japan Earthquake”  
by NHK (Japan Broadcasting Corporation) on May 7, 2011.

# 木造の家の破壊（港空研の大規模水路の実験）



# 木造の家の破壊



# 津波によるコンクリート壁の破壊試験



# 津波によってコンテナの流失とその衝突実験



# 津波のメカニズム

## ・津波の力

### 津波高と被害程度(首藤, 1992)

津波強度		0	1	2	3	4	5
津波高 (m)		1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に砕波を 伴うものが増える。	第一波でも巻波砕波を起こす。		
	急斜面	速い流速	速い流速				
音 響	前面砕波による連続音 (海鳴り、暴風雨)						
				浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴。遠方では認識されない)			
				崖に衝突する大音響 (遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)			
木造家屋	部分的破壊	全面破壊					
石造家屋	持ちこたえる			(資料なし)	全面破壊		
鉄・コン・ビル	持ちこたえる				(資料なし)	全面破壊	
漁 船	被害発生		被害率 50%	被害率 100%			
防潮林被害	被害軽微			部分的被害	全面的被害		
防潮林効果	津波軽減	漂流物阻止		漂流物阻止	無効果		
養 殖 筏	被害発生						
沿岸集落	被害発生		被害率 50%	被害率 100%			
打上高 (m)	1	2	4	8	16	32	

注：表中、津波高(m)は船舶・養殖筏など海上にあるものに対しては汀線における津波の高さ、家屋や防潮林など陸上にあるものに関しては地面から測った浸水深となっている。最下段は一集落全体を対象とした表現となっており、その集落の浸水域内で発生した最高遡上高(最高打上げ高)(m)とその浸水域内全体としての家屋被害率の被害程度との関係となっている。

# 被災施設事例写真



釜石港(津波防波堤)



両石海岸(防潮堤)



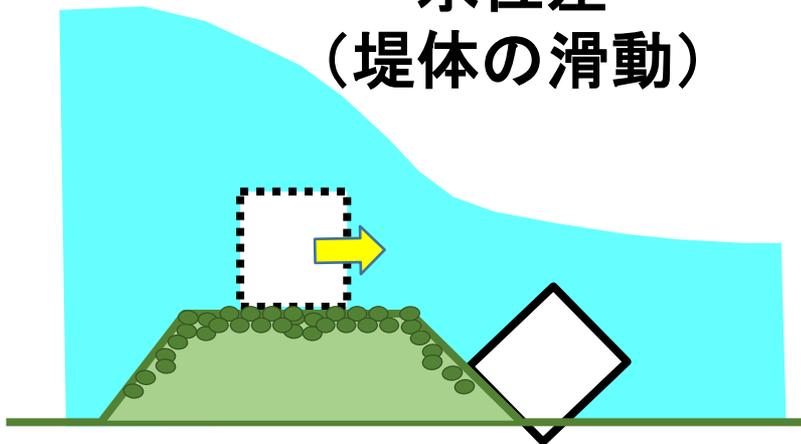
綾里白浜海岸(緩傾斜護岸)



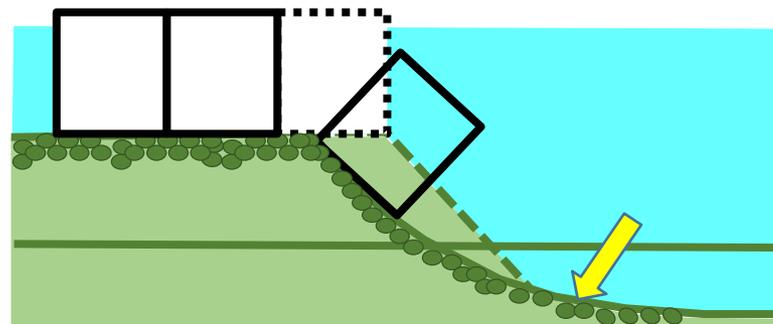
大船渡港海岸(胸壁)

# 津波防災施設の被災のパターン

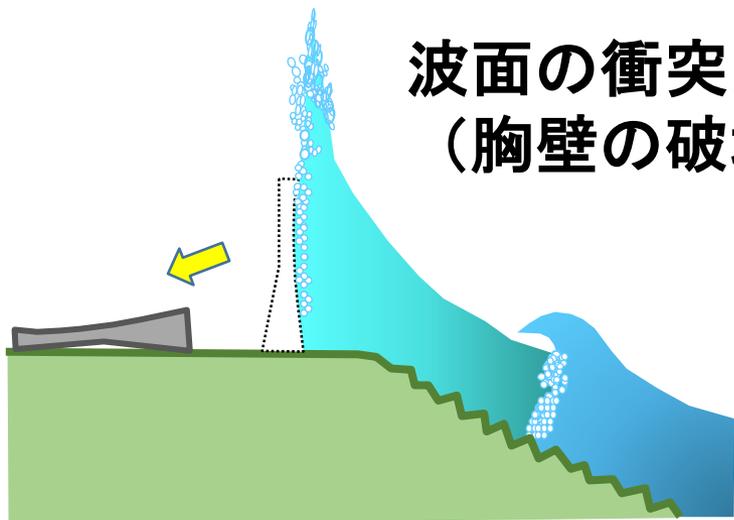
水位差  
(堤体の滑動)



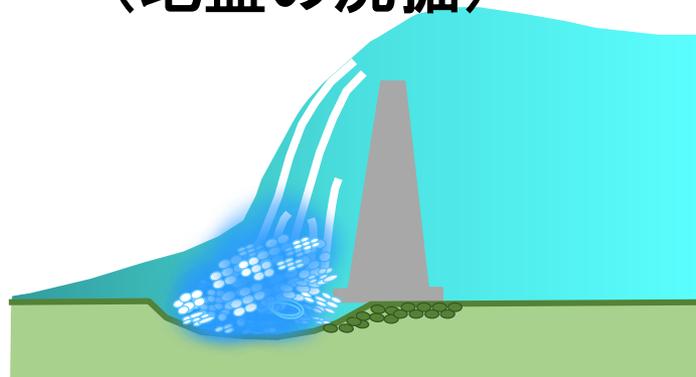
速い流れの力  
(捨石の散乱・地盤の洗掘)



波面の衝突力  
(胸壁の破壊)



速い流れの力  
(地盤の洗掘)



# 津波力と津波防災施設の被災

## 津波力

1. 構造物前面と後面の水位差
2. 砕けた波面の衝突力
3. 速い流れの力      (抗力や洗掘力)

入射する津波の状況を数値計算などで評価できればこれまでの技術で津波力は算定できる

対策は可能であり設計は可能

人への危険性

海岸は特に危険  
(砕波・流れ)

# 人への津波の作用

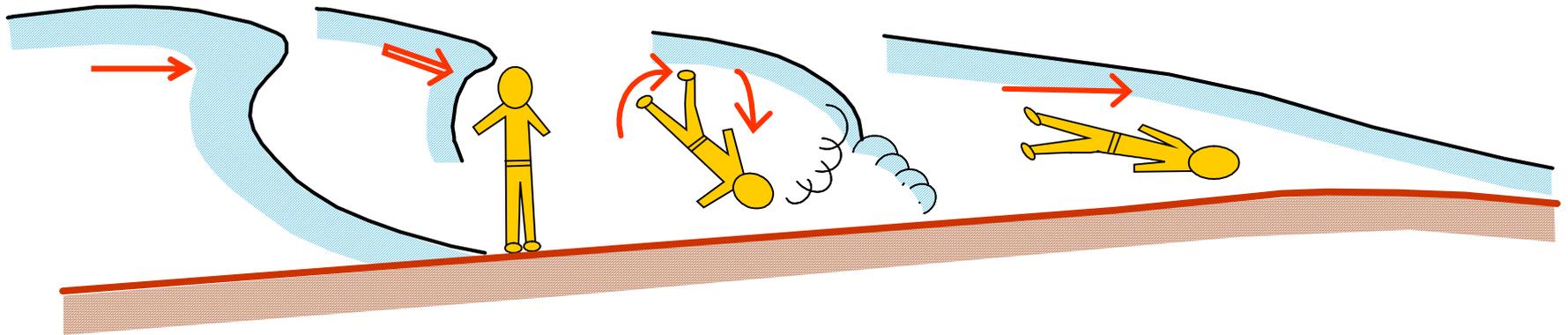


# 海岸で砕ける津波の先端部

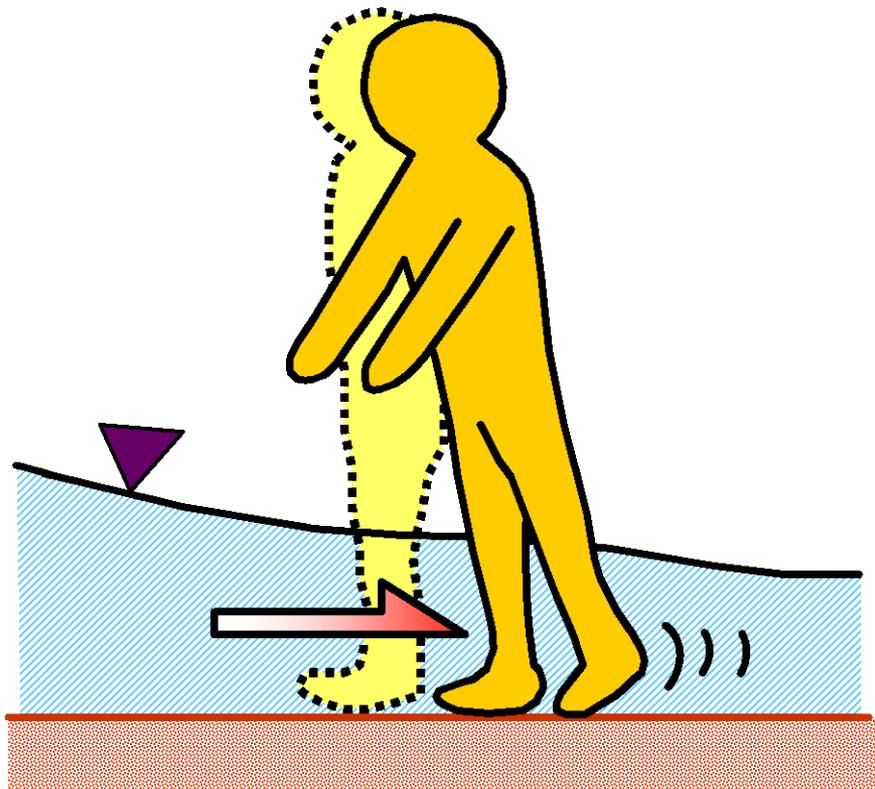


# CASE A – 砕波面の衝突による倒れ込み

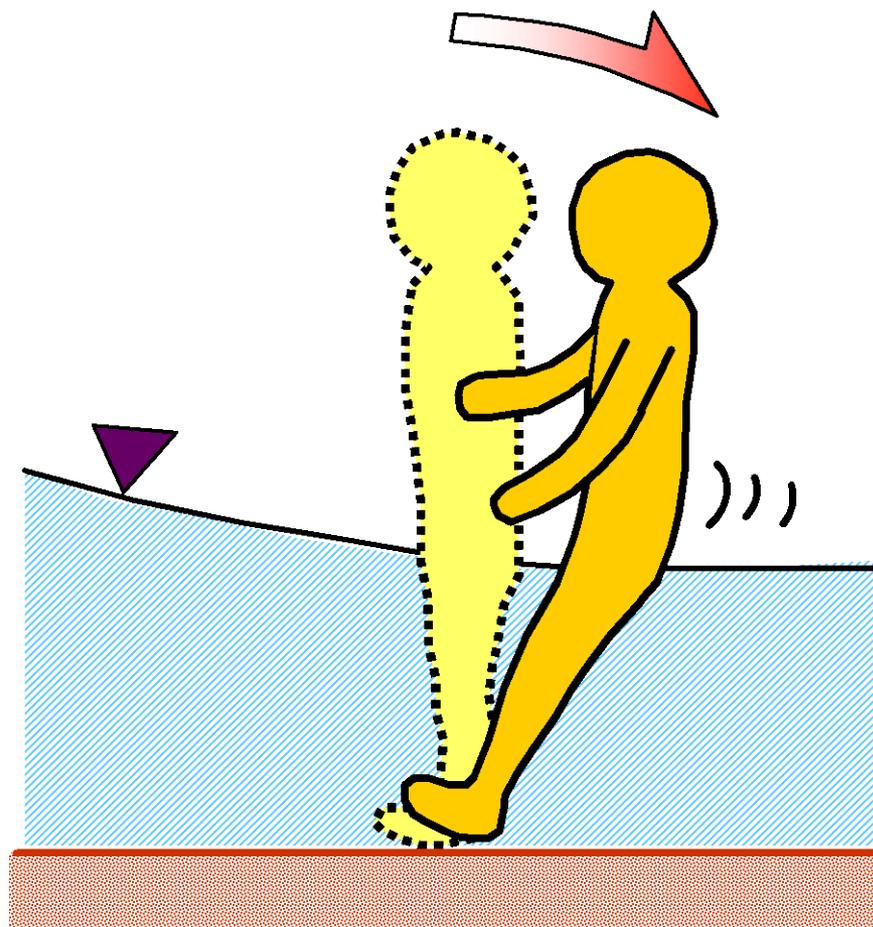
特に海岸付近では危険



# CASE B – 速い流れによる転倒

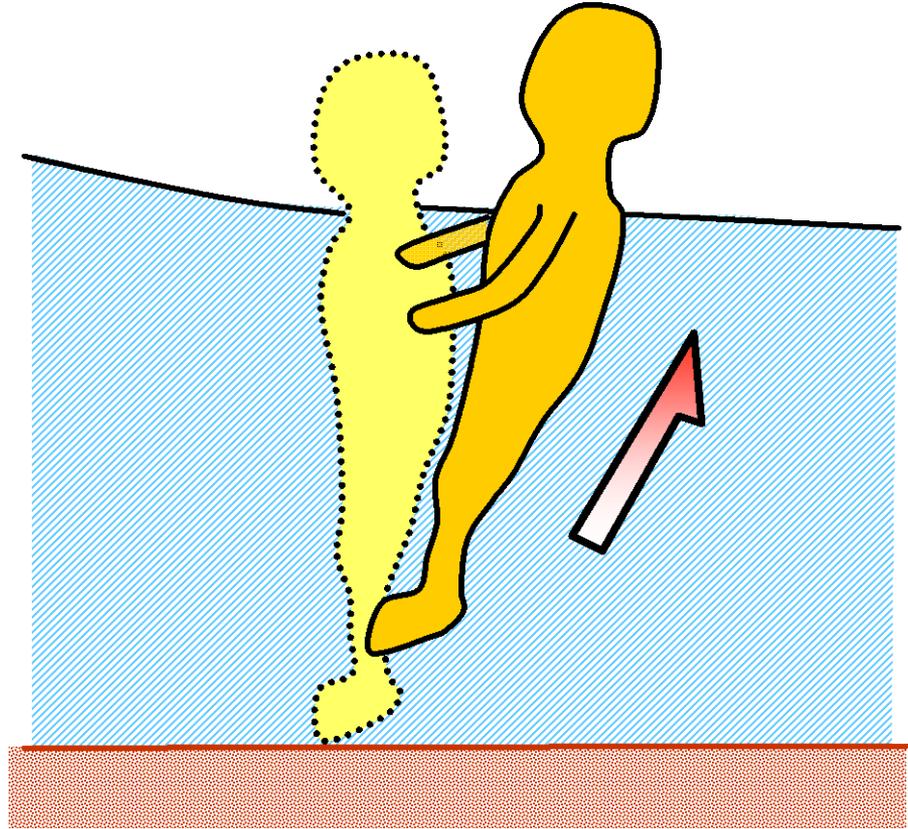


滑動



回転

# CASE C – 水深が大きい場合 の浮き上がりと転倒



## 人体の津波に対する応答



@地震を感じたら避難

@警報が出たら避難

@津波を見たら避難

海岸ではるか沖合に津波を見てから  
4分程度で来襲

海岸で津波に遭遇するのが最も危険

津波は一波？

津波は引き波から始まる？

3mの波はたいしたことない？

地震が大きいと津波も大きい？

地震がなくても津波はある？

## 3章 津波災害の実態

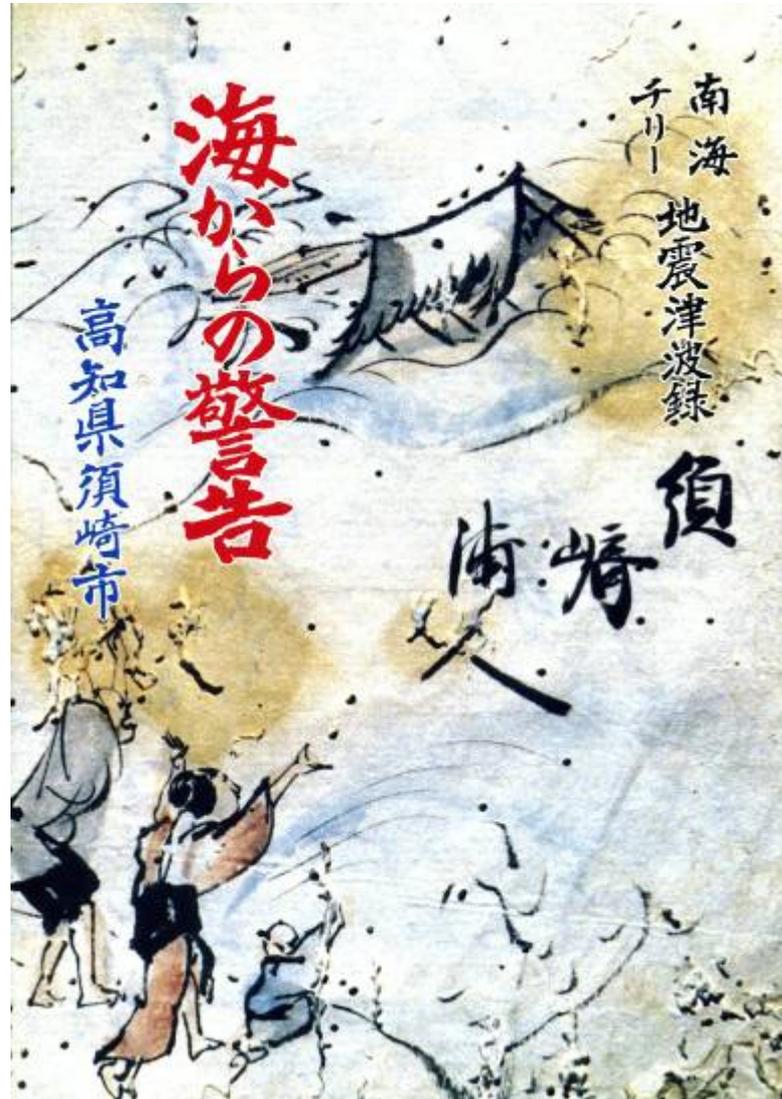
防災は市民が具体的に災害を知ることから始まる

津波被害は厳しい  
繰り返し発生している

# 1703 元禄地震津波 M7.9-8.2 千葉 誕生寺



犠牲者を祭る曼陀羅



須崎市における津波体験者の証言や津波の特性等を取り纏めた資料  
村上先生と須崎市役所が編集を行っている

# 日本における津波災害

津波災害は日本の古文書に記録がある

最初の記録は 684年の津波(白鳳地震,  
天武天皇,日本書紀, 南海トラフ地震)

比較的大きな被害のある津波 (10年に1度)

甚大な被害のある津波(100年に一度)

# 我が国における過去の地震・津波の発生

【明治以降、我が国で100人以上の死者・行方不明者を出した地震・津波】

(津波が発生した場合のみ掲載。丸数字は発生順)

## ⑩北海道南西沖地震 (M7.8)

【平成5(1993)年7月12日】

○死者・行方不明者数 230人

○最大遡上高さ 30m

## ⑨日本海中部地震 (M7.7)

【昭和58(1983)年5月26日】

○死者数 104人

○最大津波高さ 14m

## ①明治三陸地震 (M8.5)

【明治29(1896)年6月15日】

○死者数 約22,000人

○最大遡上高さ 38.2m

## ④昭和三陸地震 (M8.1)

【昭和8(1933)年3月3日】

○死者・行方不明者数 3,064人

○最大遡上高さ 29m

## ②関東地震(関東大震災) (M7.9)

【大正12(1923)年9月1日】

○死者・行方不明者数 142,807人

## ⑦昭和南海地震(南海道地震) (M8.0)

【昭和21(1946)年12月21日】

○死者・行方不明者数 1,443人

○最大津波高さ 6m

## ⑤東南海地震 (M7.9)

【昭和19(1944)年12月7日】

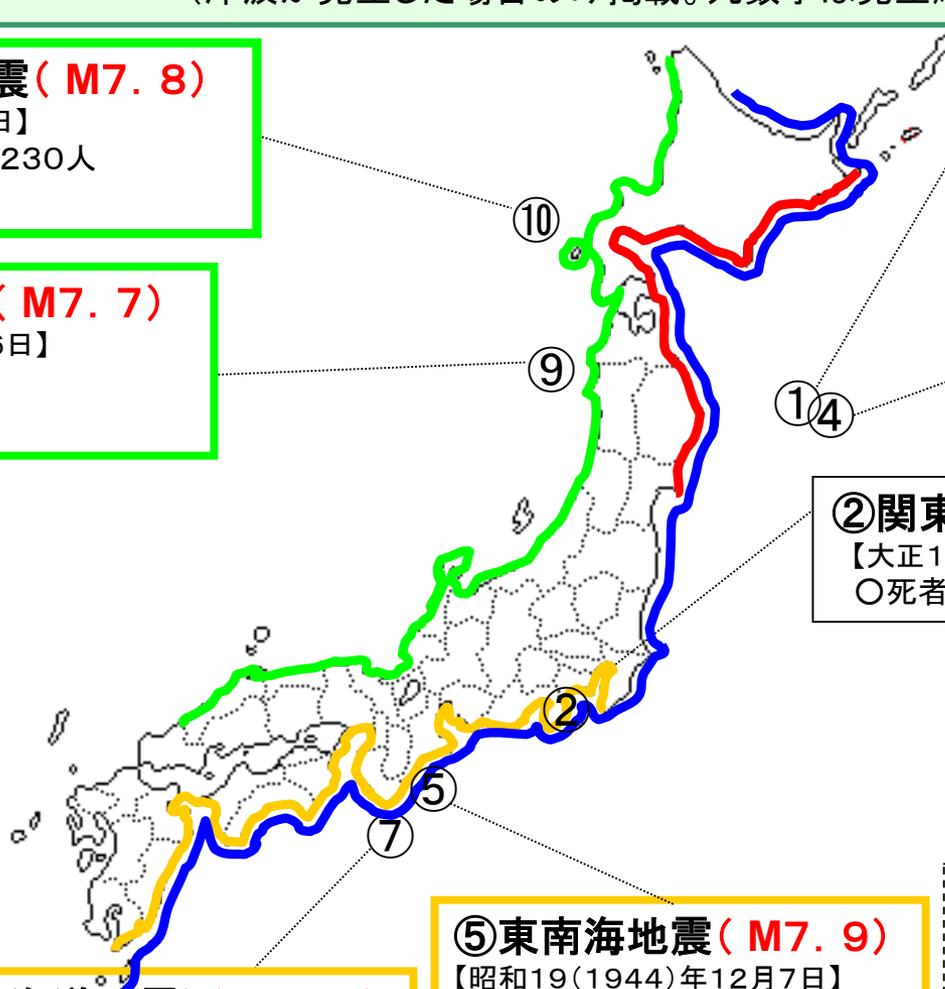
○死者数 998人

## ⑧チリ地震津波 (M9.5)

【昭和35(1960)年5月23日】

○死者・行方不明者数 142人

○最大津波高さ 6m





PARI, J  
PARI, JAPAN



1933 田老町（昭和三陸津波）津波前



1933 田老町（昭和三陸津波）津波後

# 日本海中部地震津波 1983年5月26日



# 日本海中部地震津波

## 引き波と転覆する漁船



# 松ヶ崎漁港





1993年 北海道-南西沖地震 (Aonane) : Before Tsunami



1993 Hokkaido-Nanseioki M7.7 (Aonae) : After Tsunami

# 2004年インド洋大津波 20万人以上の死者 スリランカ(ハンバントタの海岸の被災直後)



# インドネシア



屋根に乗ったボート

2006年ジャワ島地震津波  
(パンガンダラン)



2007年ソロモン諸島地震津波  
(シンボ島タプライ)



2007年スマトラ島地震津波  
(セランガイ)





津波前

2010. 2. 27

チリ地震津波

ロビンソンクルーソー島 La

津波後



# 4章これまでの津波対策

# 津波防災研究

- 1960 チリ地震津波 (M8.5 死者139)  
本格的な津波防災研究の開始  
津波防災施設の整備の開始 (大船渡港津波防波堤)
- 1983 日本海中部地震津波 (M7.7 死者100)
- 1993 北海道南西沖地震津波(奥尻津波) (M7.8 死者200)  
津波研究の大幅な前進  
ハード・ソフトの両面の対策の必要性の認識  
(ハザードマップ等)

# 津波研究調查報告



**津波災害の発生後津波対策は進展した。**

**特に、津波災害を経験している地区では津波の厳しさを理解して対策が進んでいた。**

## **ソフト対策**

**警報**

**避難対策 — 教育・訓練**

**ハザードマップ**

## **ハード対策**

**津波防波堤・護岸など**

# 津波警報システム

## 予報

警報=大津波 (3, 4, 6, 8, 10m above)

津波 (1, 2m)

注意=0.5m

### 近地津波(1954年から)

□ 気象庁による新しいシステム (1999) JMA

津波データベース

(100,000 計算津波)

3分以内の警報

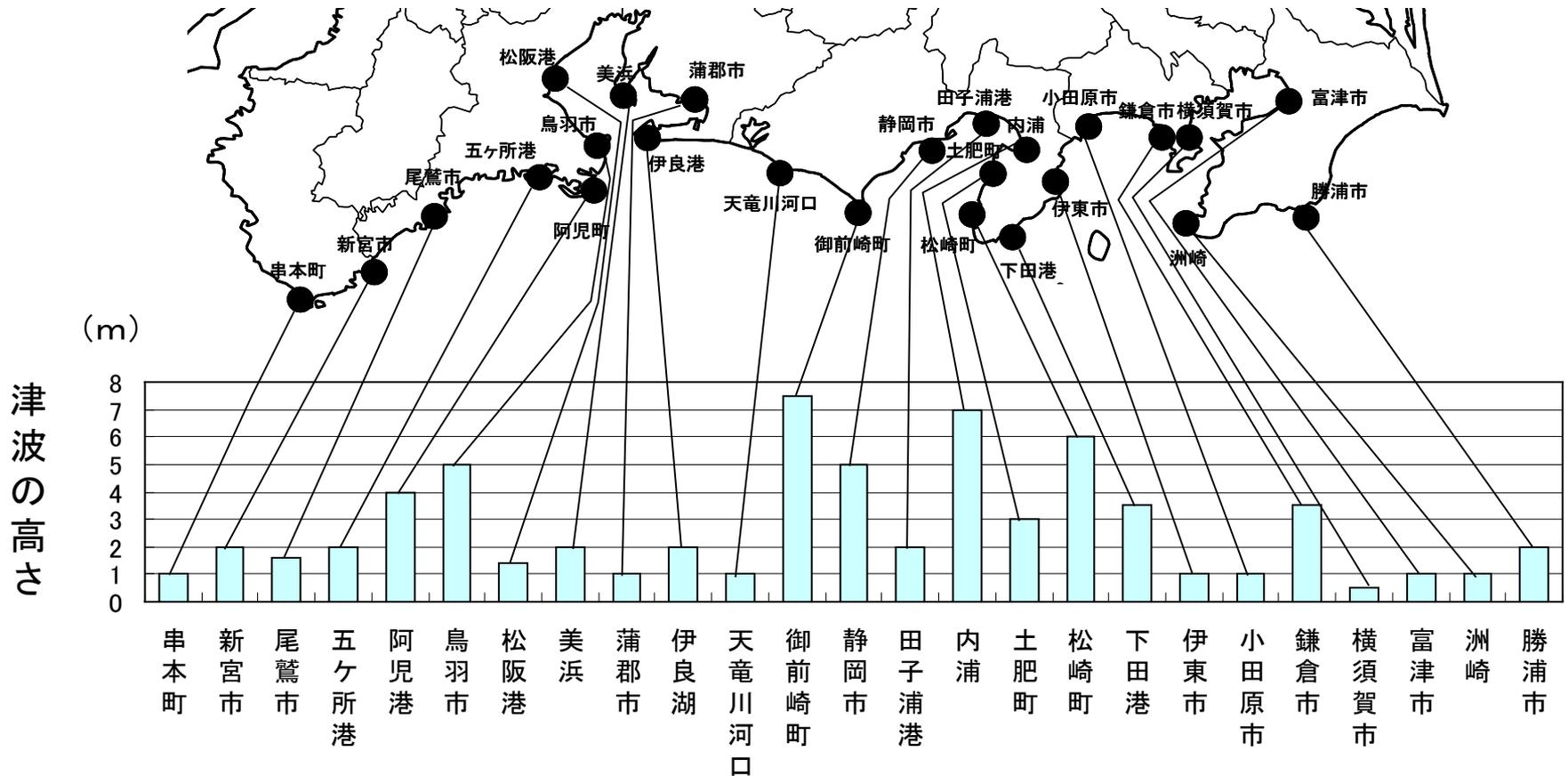
### 遠地津波(1960年から)

□ 国際協力

太平洋津波警報センター

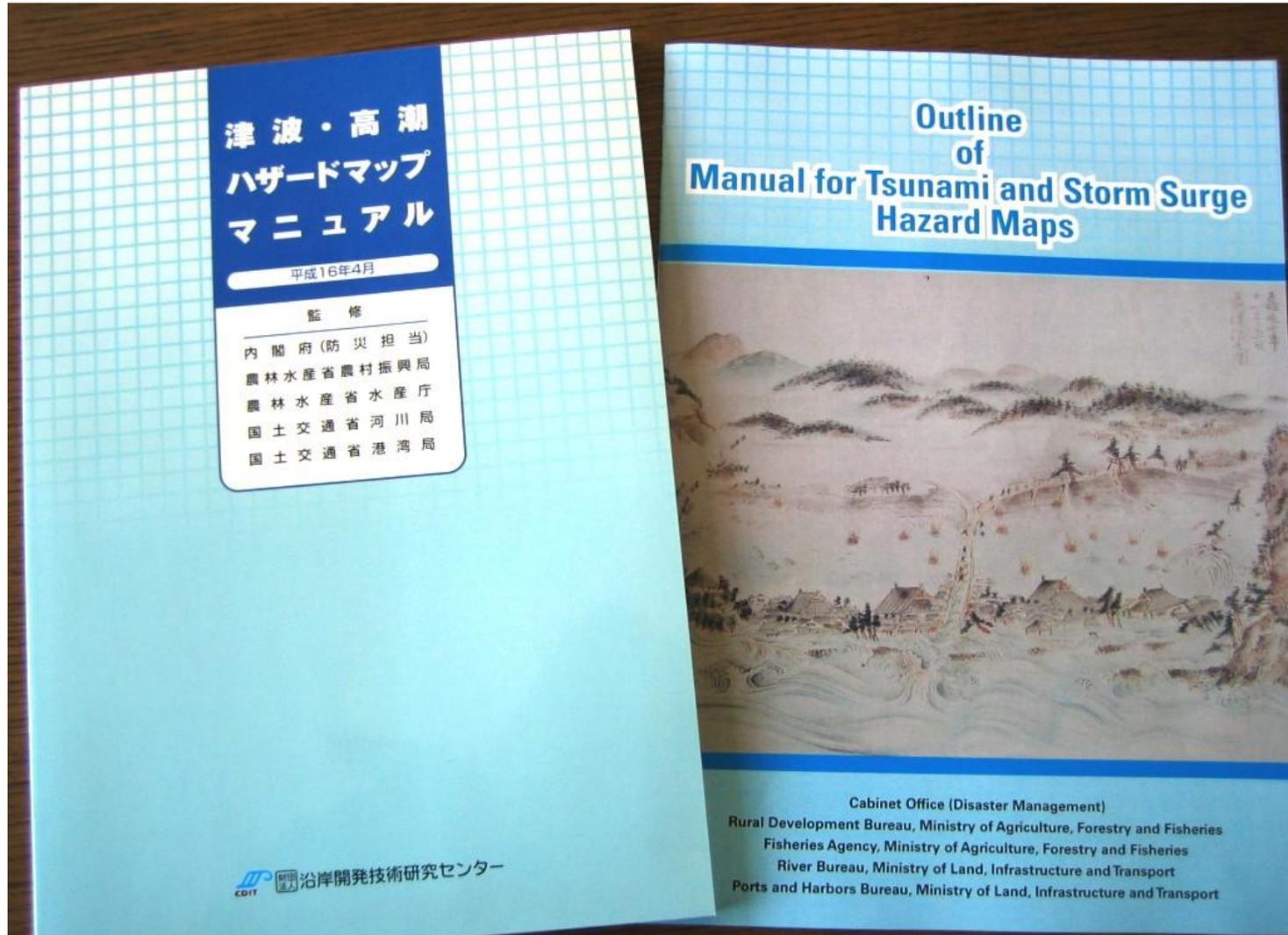
# 想定津波高さの例（東海地震）

広範囲に津波が来襲する

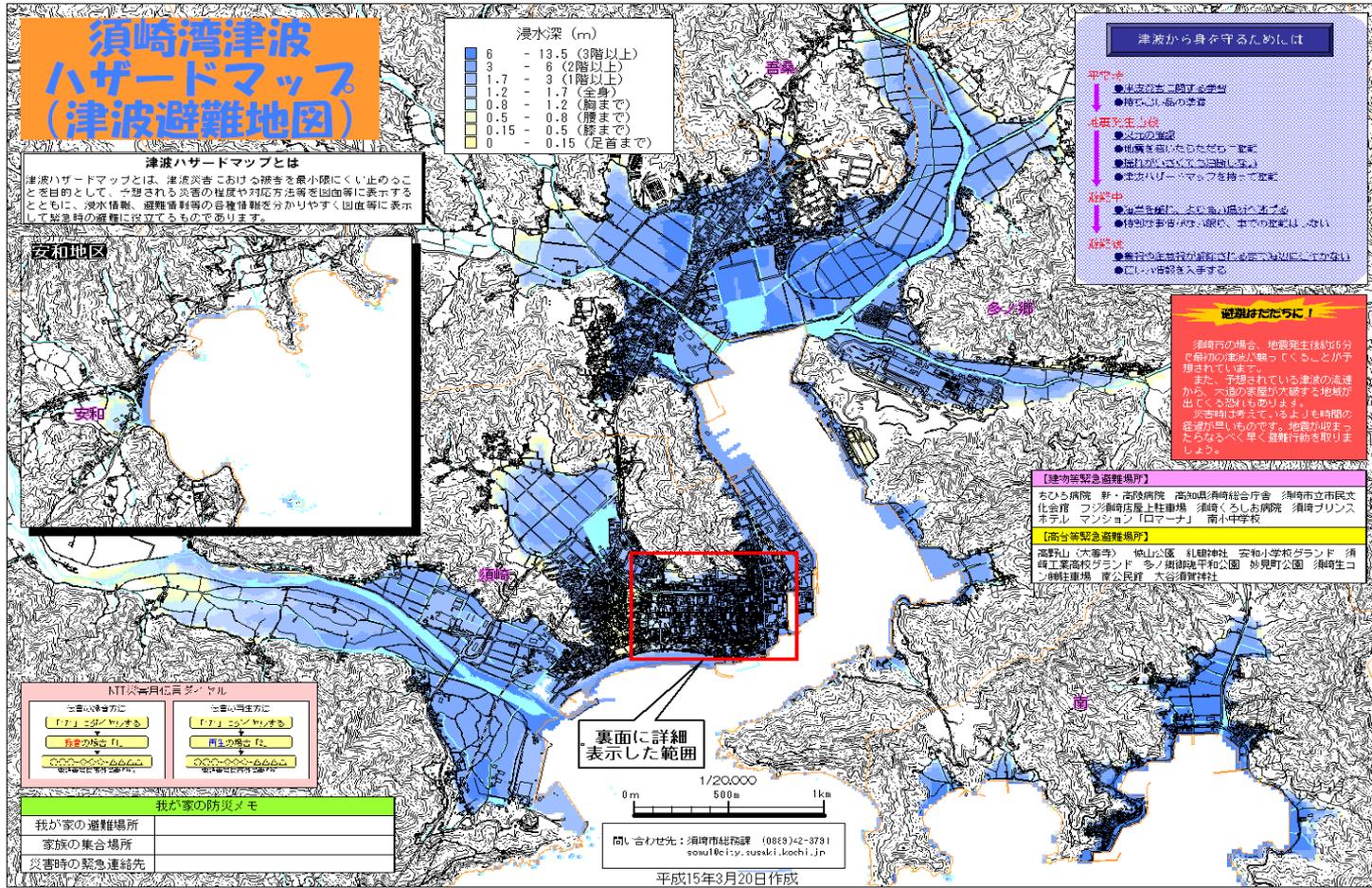


東海地震での想定津波波高分布図

# 津波・高潮ハザードマップマニュアル



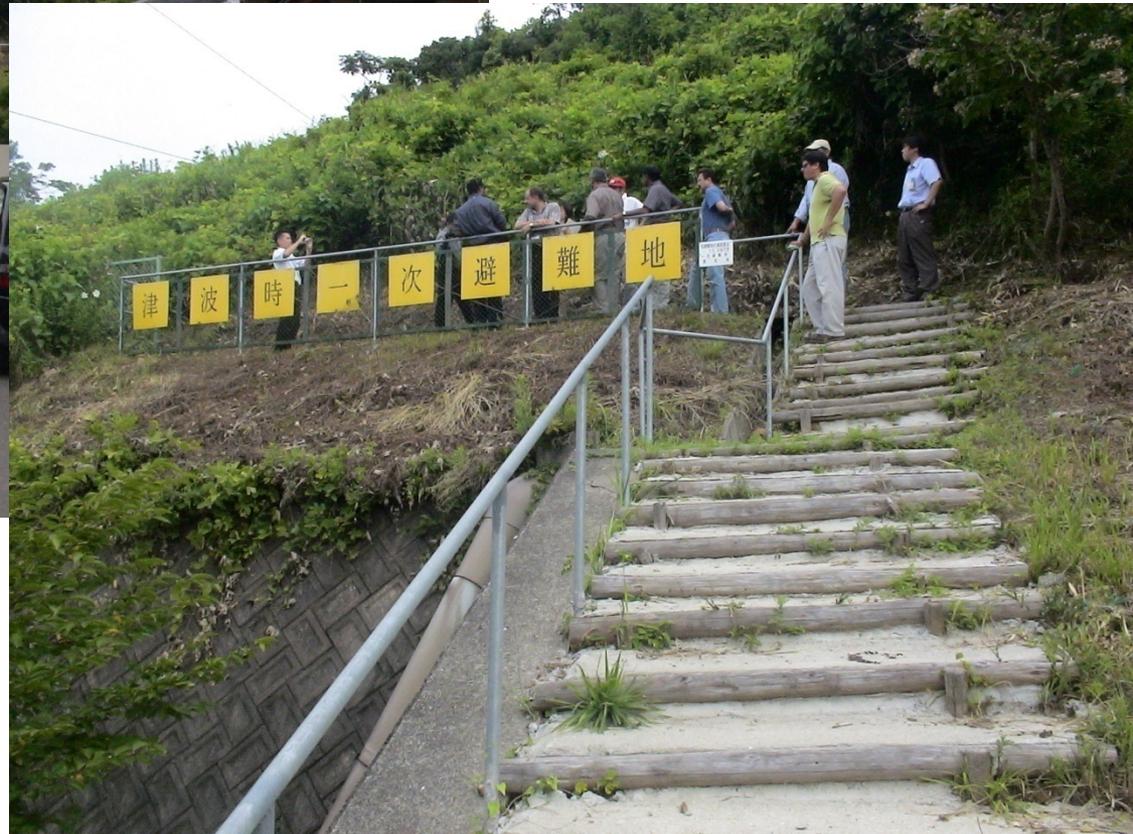
# ハザードマップ



# 避難タワー



# 緊急一次避難所



# ハザードマップワークショップ

## ワークショップ参加メンバー

須崎小学校

須崎郵便局

四国電力

須崎消防団

街づくり委員会

自主防災組織

民生委員

須崎幼稚園

須崎消防署

住友大阪セメント

須崎青年会議所

津波研究会

主任児童委員

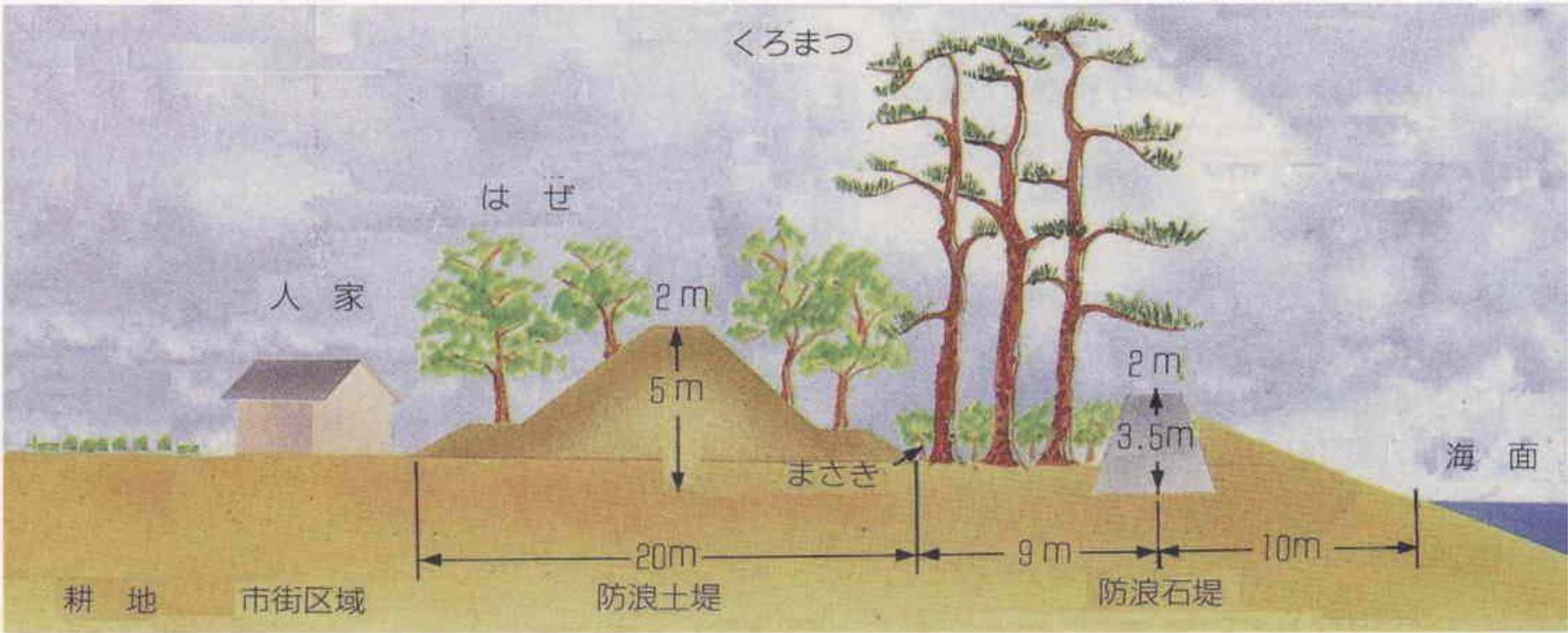
津波体験者



避難模擬体験

# その他の安全な避難のための手段





広村堤防横断図(北側から南向きに見た場合。海までの距離は埋め立て前)  
 海側から(右から左に向かって)、18世初頭に畠山氏が築いた波除石垣(防浪石堤)、浜口梧陵が植林・築造した松並木(防浪林、防潮林)と土盛の堤防(防浪土堤)がある。

# 浜口による津波堤防

宝永南海 1707

広村 1855-1857

安政南海 1854

広川町ホームページ

昭和南海 1946



田老町 (宮古市)

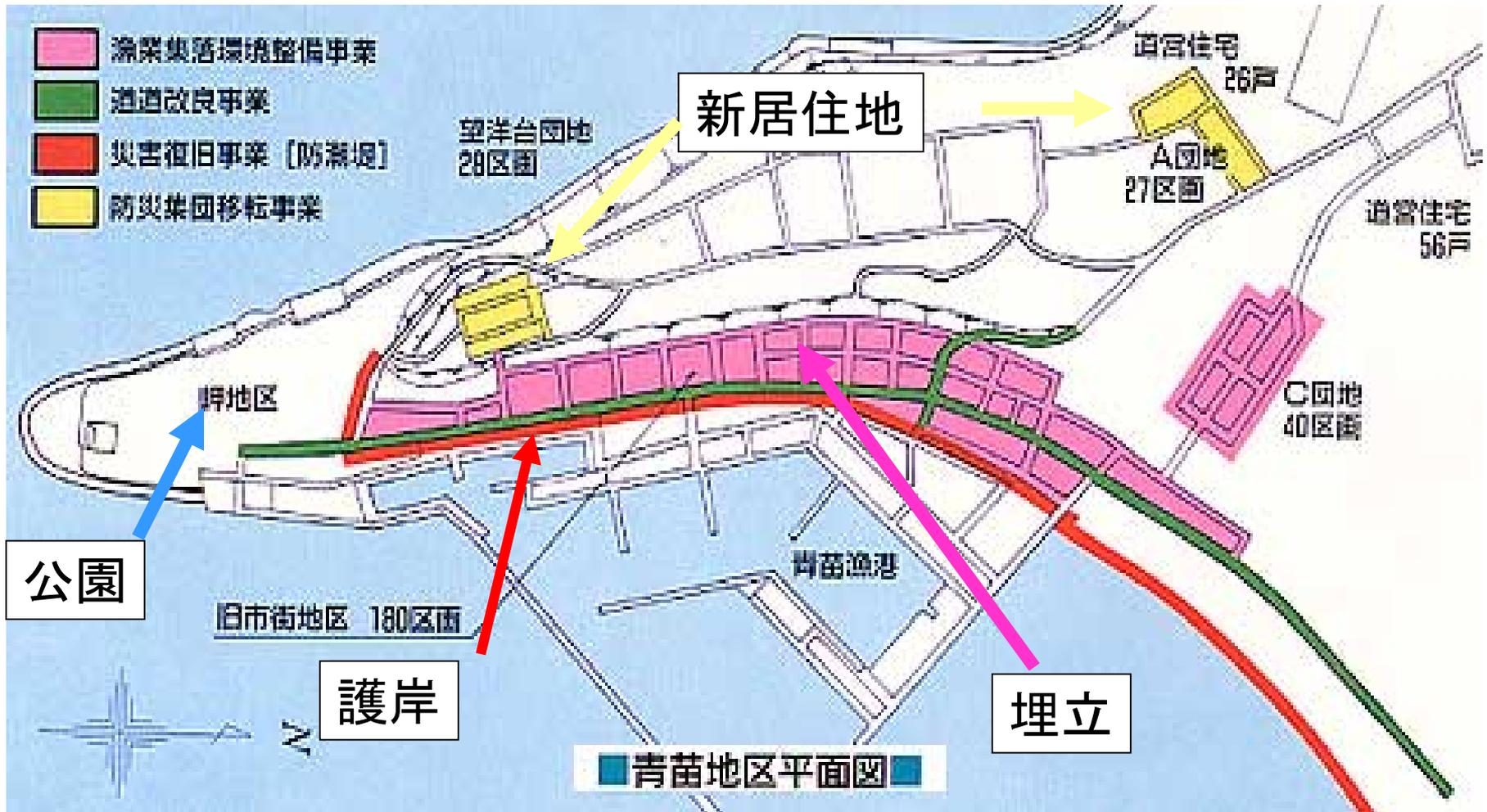
1611/1896/1933

津波堤防 TP10m

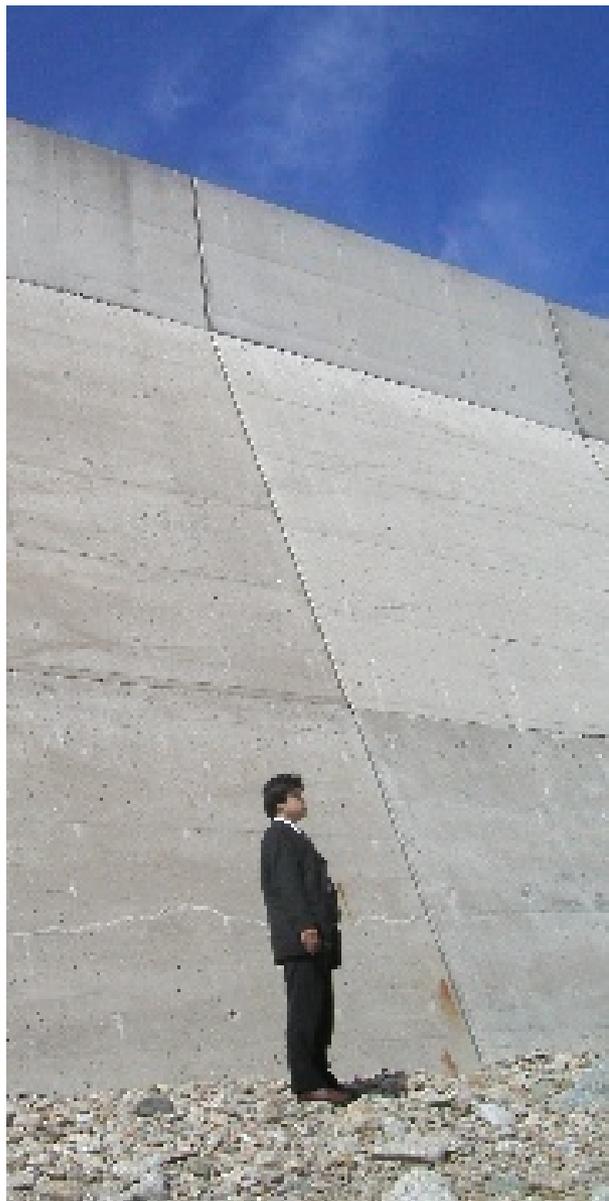
総延長Total 2433m(1934-1988)



# 土地利用計画 奥尻



# 護岸





## 奥尻港の対策

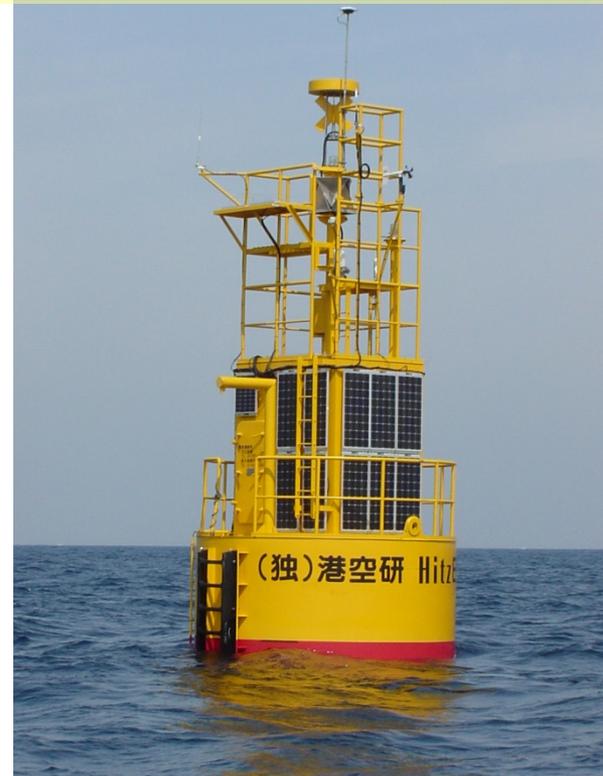
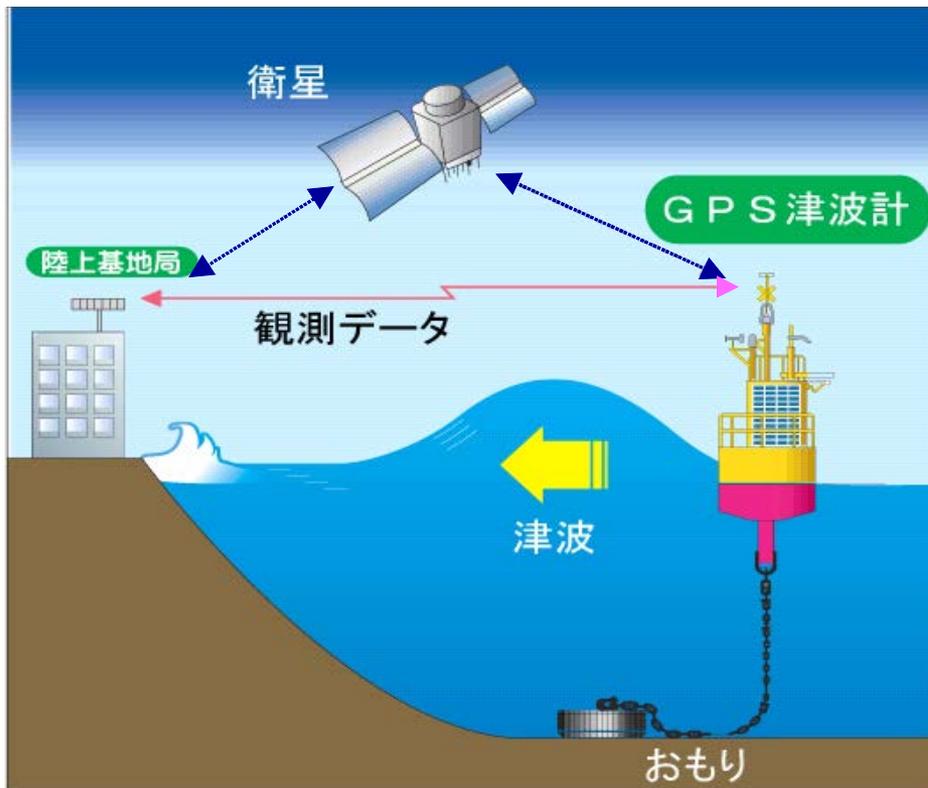
# 須崎港の津波防波堤



# グリーンベルト

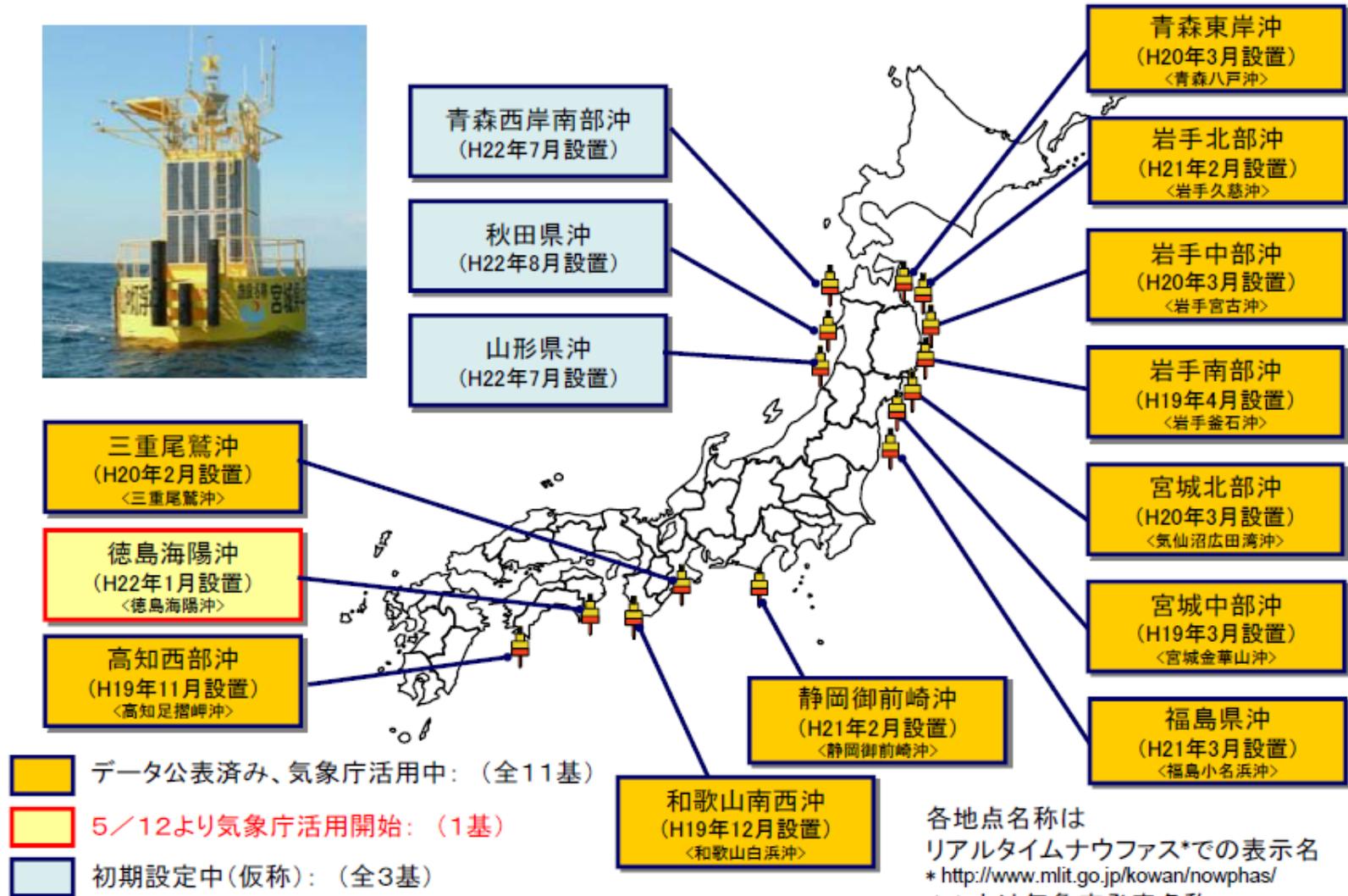


# GPS波浪・津波計による 来襲津波の観測



1 / 10 / 2011  
PARI, JAPAN

# GPS波浪計による津波観測



# 津波の港町への侵入—数値シミュレーション



00:17:30



Used imagery was captured during airborne laser survey by GSI Japan.

津波の危険を  
知ってもらうた  
めに

