

津波監視体制・システム と情報伝達

今村文彦

東北大学災害科学国際研究所

津波監視体制

- 全国レベル
 - 気象庁では24時間体制で、全国に設置した地震計や津波観測施設などの観測データから、地震や津波を監視しています。地震や津波が発生すれば直ちに、警報や情報の発表を行います。監視には、気象庁以外の関係機関の観測データも収集し活用
 - 津波観測計（沿岸）
 - GPS波浪計（沖合）
 - ケーブル式海底津波計（沖合）
- 自治体・地域レベル
 - 津波計（水圧式，超音波式）
 - 津波監視カメラ

震度観測点
 気象庁： 約 700 点
 関係機関： 約 3,700 点

地震観測点
 気象庁： 約 300 点
 関係機関： 約 1,500 点

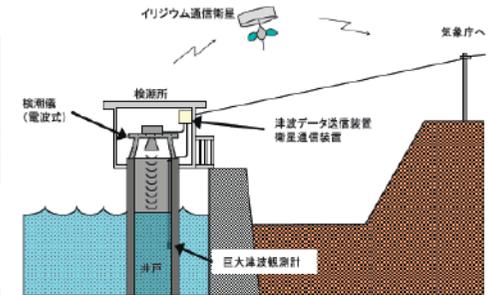
津波観測点
 気象庁： 約 80 点
 関係機関： 約 330 点

ひずみ観測点
 (南海トラフ沿い)
 気象庁： 25 点
 関係機関： 14 点



津波観測技術

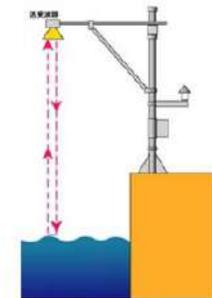
- 沿岸・陸上での津波観測監視
 - 潮位計・水位計（フロート式，水圧力式，超音波式）
 - 巨大津波計（水圧式）
 - 音響（超低周波ハイドロホン）
 - 津波監視カメラ
- 沖合での津波観測監視
 - GPS波浪計（海上ブイ）＋水圧計；NOWPHAS,
 - 海底津波計（ケーブル，水圧計）
 - 海洋レーダー
 - 衛星画像（人工衛星）海面高度計測



第3図 巨大津波観測計を併設する検潮所の模式図



図2 沖合で津波を観測監視する機器と仕組み



音波式観潮機（気象庁ホームページ）

超音波を海面に向け発射し、海面で反射し戻ってくるまでの時間から潮位を求めます。



遠地津波観測計（気象庁ホームページ）

津波が日本本土に到達する前に検知するために設置された。日本の最南東端にあたる南鳥島付近の海底に設置しています。圧力センサーで水圧を測定し、その上にある海水の高さを求めます。

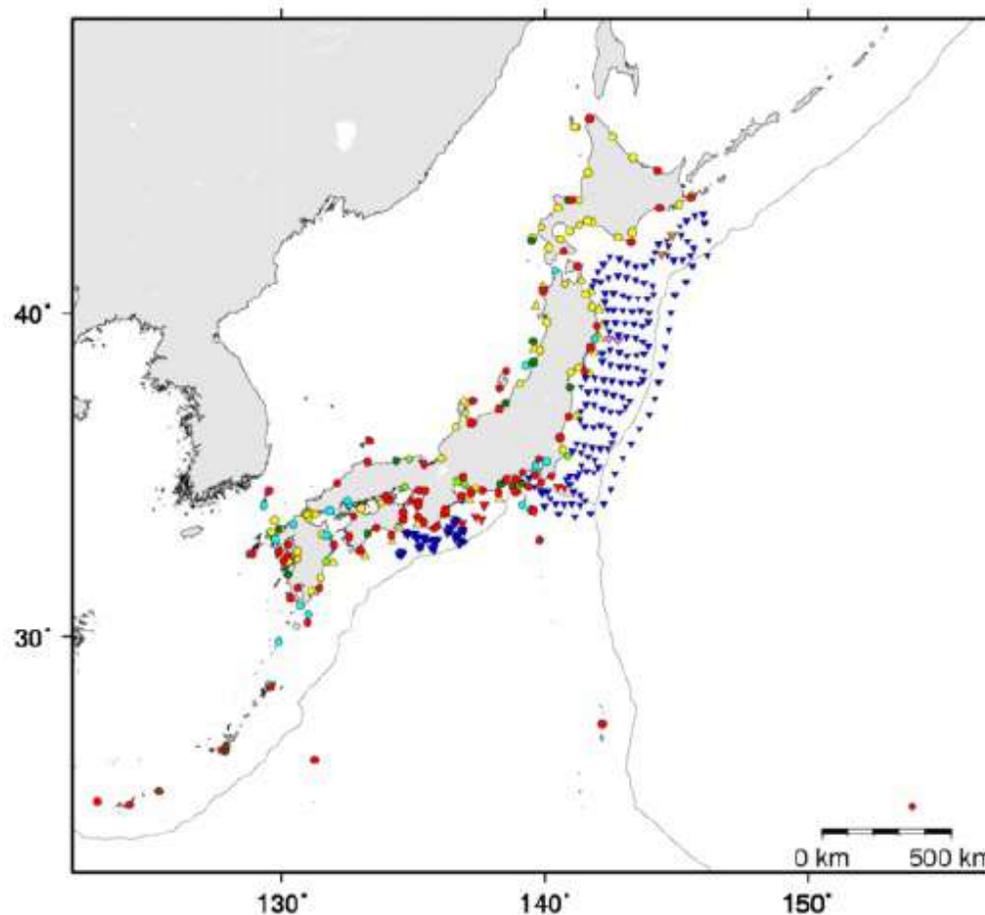
津波観測点 (全国)

<観測機器>

● 津波観測計 ▲ GPS波浪計 ▼ ケーブル式海底津波計

<所属機関>

赤色 気象庁 黄色 国土交通省港湾局 濃緑 国土地理院 水色 海上保安庁
青色 防災科学技術研究所 橙色 海洋研究開発機構 桃色 東京大学地震研究所 黄緑 地方公共団体
茶色 その他の機関



津波観測点
気象庁; 約80箇所
関係機関; 約330箇所

<https://www.data.jma.go.jp/e/eqv/data/tsunamimap/index.html>

海域で地震・津波を観測する機器として、以下の4つがある。

海底地震計

①自己浮上式海底地震計

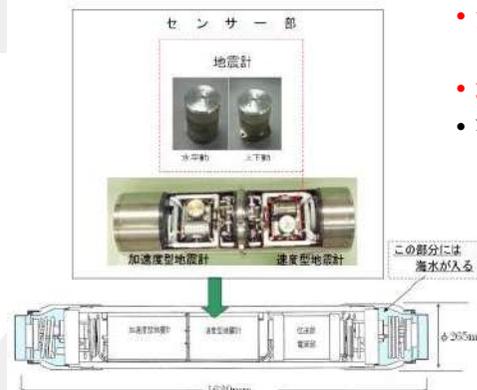


海底地震計
(自己浮上式海底地震計)

出典：地震研究所ニュースレター／東京大学地震研究所

- 船上からの音響信号により、海面に浮上する海底設置型の地震計
- 地震動（波形）を観測
- 船上（あるいはヘリコプター）などから自由落下させ、海底に設置
- 1年間の連続観測が可能
- ケーブル式海底地震計に比べ安価なため多点での観測が可能
- 一定期間観測した後に浮上させ、観測データを回収する。観測データはリアルタイムで入手することはできない

②ケーブル式海底地震計※



- 光海底ケーブルにより陸上までつないだ海底敷設型の地震計
- 地震動（波形）を観測
- 津波計を併設する場合もある

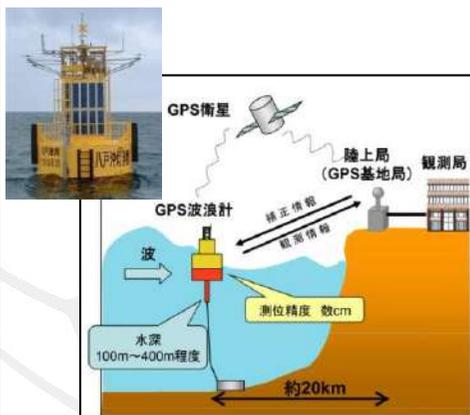


海底地震計（ケーブル式海底地震計）

※海底地震計には、高感度の速度型地震計と緊急地震速報に用いる加速度計が搭載されている。

出典：気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)、地震がわかる！（平成20年12月）／文部科学省、海底津波計/JAMSTEC

GPS波浪計



- GPS衛星を用いて、沖に浮かべたブイ（GPS波浪計）の上下変動を計測する機器
- 波浪、潮位を観測
- 現在、稼働中のGPS波浪計は全15基
- 平成20年7月1日より気象庁が発表する津波観測情報で活用中

海底津波計



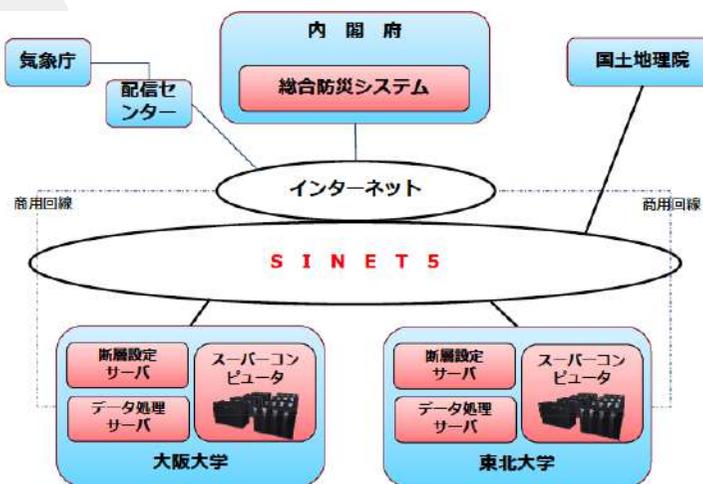
- 光海底ケーブルにより陸上までつないだ海底敷設型の津波計
- 圧力、温度を観測
- 地震計を併設する場合もある

海底津波計

出典：海底津波計/JAMSTEC

災害時の避難に関する専門調査会（平成24年2月29日）
津波防災に関するワーキンググループ第3回会合 資料
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/3/pdf/4-2.pdf>

SINETの防災利用 リアルタイム津波浸水被害推計システムでの利用



本システムを太平洋沿岸へ展開したい

コンピュータ資源の確保
高速化

IETを直接接続で



太平洋沿岸で津波を起こした地震





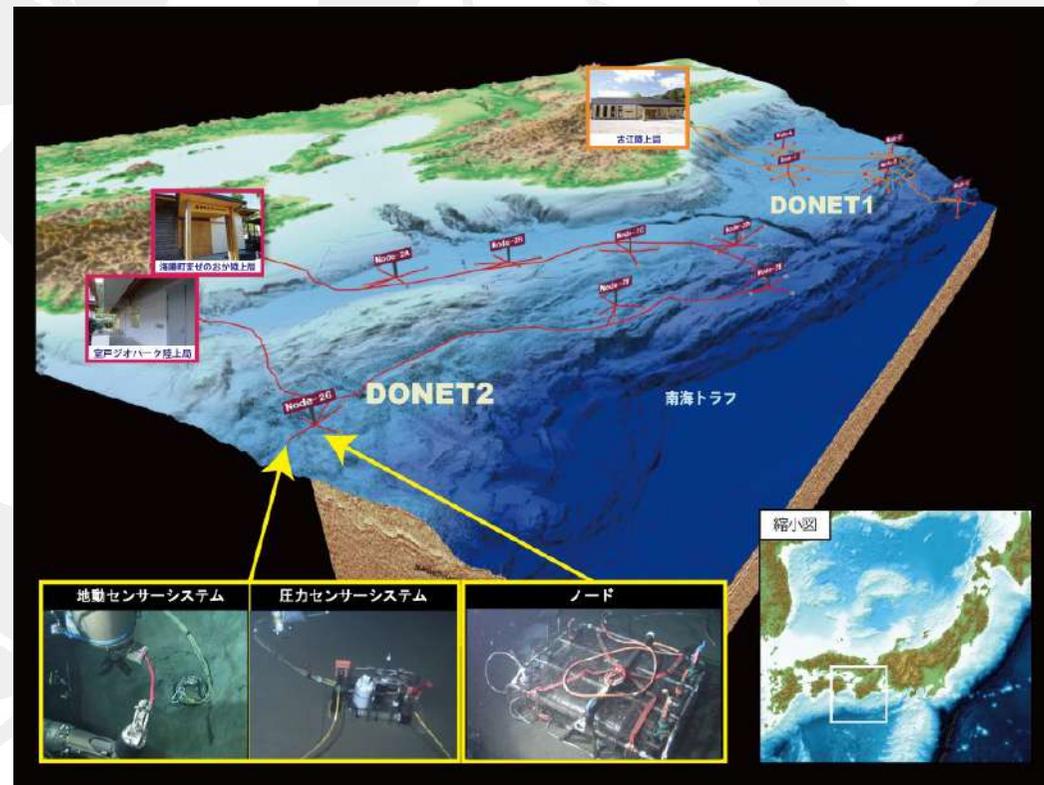
<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/10303>

防災科研； 地震・津波観測監視システム：DONET

地動センシングシステム（6成分強震計、ハイゲインとローゲインの3成分広帯域地震計）と圧力センシングシステム（水圧計、ハイドロフォン、微差圧計、温度計）

<https://www.seafloor.bosai.go.jp/DONET/>

DONET1は2011年7月から20点で本格運用を開始、DONET2は2016年3月から本格運用を開始しました。現在、DONET1は2点増強されて、合計51観測点での運用を継続



防災科研； 地震・津波観測監視システム：S-net
<https://www.seafloor.bosai.go.jp/S-net/>

観測装置は150カ所に設置し、ケーブル全長は約5,500km.海溝型地震や直後の津波を直接的に検知し、迅速かつ確実な情報伝達により被害の軽減や避難行動などの防災対策に貢献することが期待されます。



直接津波を監視するための「津波監視カメラ」を設置している自治体もあった。

津波監視カメラ(岩手県)

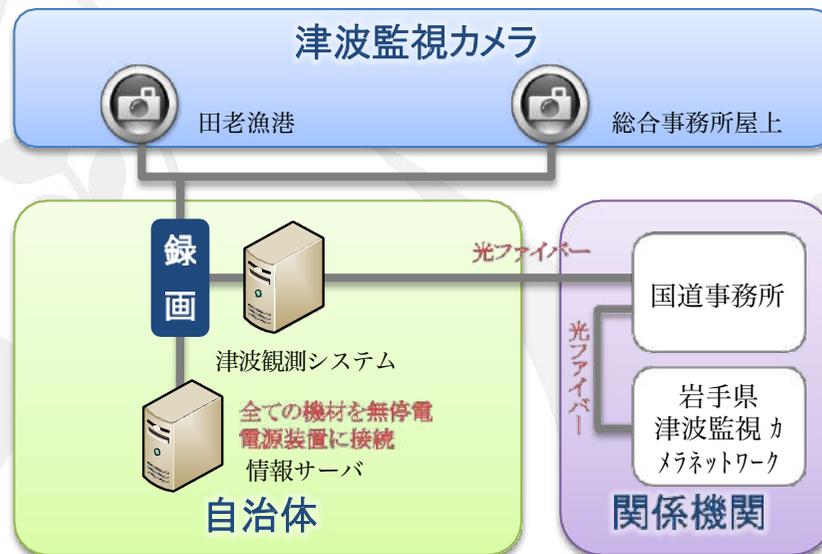
岩手県では、国(国土交通省東北地方整備局釜石港湾事務所)、県(久慈地方振興局、宮古地方振興局、大船渡地方振興局)、市町村(宮古市、釜石市、大槌町、田野畑村)で監視カメラによる観測を行っている。

市町村に設置された津波監視カメラの映像は、国土交通省国道事務所が使用する光ファイバーを利用し、岩手県へ伝達され、岩手県はこの画像を衛星通信ネットワークで全市町村に送るほか、各地方振興局などにも配信することが可能である。

宮古市では、宮古消防署等の関係機関に対し、津波監視カメラの映像をインターネットや携帯電話で情報を提供している。

岩手県において津波観測システムを整備していた市町村
(平成14年4月1日現在)

市町村	設置年度	概要
宮古市	平成4~5年	田老漁港付近と田老総合事務所屋上に津波監視カメラを設置し、モニターテレビで監視する。
釜石市	平成8年度	甲子川河口の白河ビル屋上に監視カメラを設置し市庁舎及び消防本部のモニターテレビで監視する。
大槌町	平成10年度	大槌湾に面する大槌町漁協組合屋上に監視カメラを設置し、海面状況等について役場庁舎のモニターテレビで監視する。
田野畑村	平成8年度	島越漁港の高台に赤外線監視カメラを設置し、役場及び消防分署のモニターテレビで監視する。



津波監視カメラの観測の流れ(宮古市の場合)

出典:「三陸大津波の体験に基づく防災情報システムの導入運営(平成20年7月11日)」/宮古市資料

平成23年3月11日の動き

大船渡消防組合では、防災ステーションで水門監視カメラの映像を監視していた。15時23分に津波が陸に上がった映像を確認し、消防から市へ報告している。

また、市役所や消防の位置から海の状況が見えないため、震災後、大船渡市役所では、大船渡碁石インターのカメラを湾口に向けて設置するなどの対策を講じている。

出典:平成23年東日本大震災における避難行動等に関する調査(避難支援者等)/内閣府

災害時の避難に関する専門調査会(平成24年2月29日)
津波防災に関するワーキンググループ第3回会合 資料
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/3/pdf/4-2.pdf>

東松島市沿岸津波監視システム

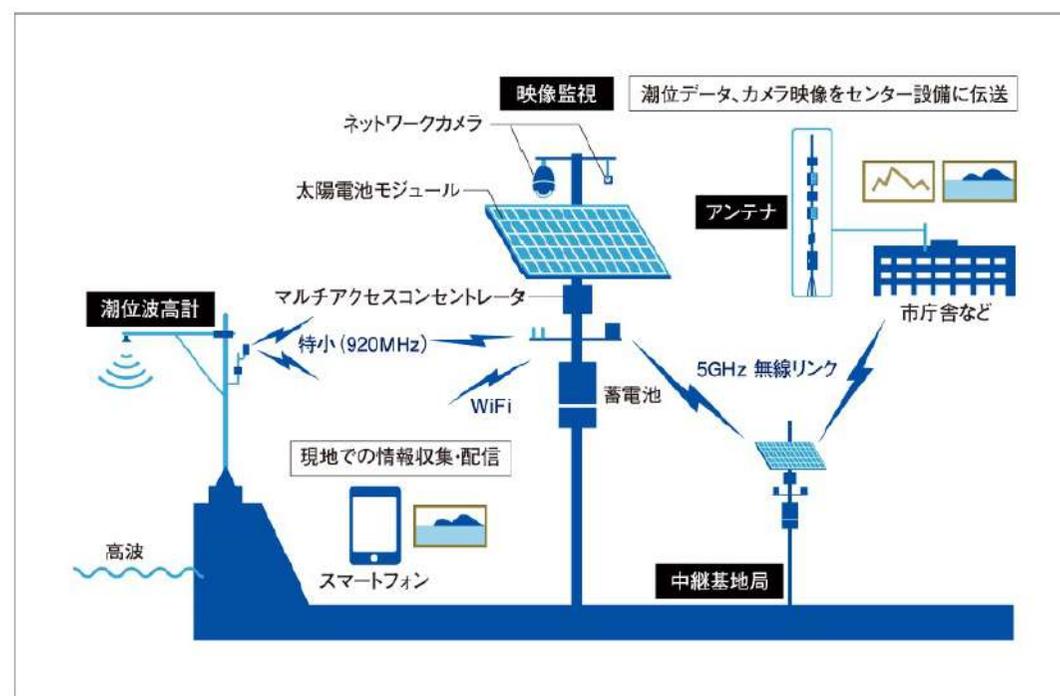
<https://www2.panasonic.biz/jp/solution/town/works/tsunami-monitoringSystem.html>

商用電力や有線情報ネットワークが利用できない災害時でも、太陽光発電システムと蓄電池により無線ネットワークを稼働する設備です。

「東松島市は政府により『環境未来都市』の一つとして指定されました。



防災課に設置されたPCの監視画像



https://www.nikkei.com/article/DGXDasDG10038_Q4A210C1CR8000/

神栖市(KAMISU) 監視カメラ
<https://www.city.kamisu.ibaraki.jp/living/safety/1000888/1000889.htm>
|

市では、津波監視と災害時の被害状況の迅速かつ正確な情報把握を目的として、鹿島港消防署と広域波崎RDFセンターの屋上に津波監視カメラを設置しています。



■ 防災カメラ 設置箇所



豊橋市津波監視カメラ

<http://www.toyohashi-bousai.jp/>

豊橋市津波監視カメラ



TOP

[津波監視カメラ設置場所](#)

MAP

- ①前芝住宅（西浜町）
- ②カモメリア（神野ふ頭町）
- ③王寿園（小松原町）

[Internet Explorer以外のブラウザをお使いの方へ](#)

LINK

[豊橋市防災危機管理課ホームページ](#)

お問い合わせ先
 〒440-8501
 豊橋市今橋町1番地
 豊橋市役所 防災危機管理課
 TEL 0532-51-3126
 Since 2013/02/01



AIカメラが災害リスク検知しアラート発信...岩手・釜石の港で実験

<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/10303>

ちいきのなかに 防災ニッポン+

3.11津波被害の教訓踏まえ、地元ベンチャーが発案
東日本大震災で1100人以上が犠牲となった岩手県釜石市で、AI(人工知能)搭載の監視カメラが港の潮位の変化など災害リスクをいち早く検知し、防災につなげる実験が行われている。



中部電力： 多様な観測データ

(DONET, GPS波浪計, 海洋レーダー, 高感度カメラ)を活用
津波到達時間, 高さを即時に予測し, 継続監視で収束時間を予測

https://www.chuden.co.jp/resource/seicho_kaihatsu/kaihatsu/nuc_kenkyujo/jirei/jirei_04_2.pdf

国などの機関からデータを受信

<DONET>

海底の計器で地震や津波を観測



画像提供：国立研究開発法人 海洋研究開発機構
(設備運営：国立研究開発法人 防災科学技術研究所)

<GPS波浪計>

海面のブイで津波を観測



画像提供：国土交通省 中部地方整備局

浜岡原子力発電所で観測

<海洋レーダー>

電波で津波を観測



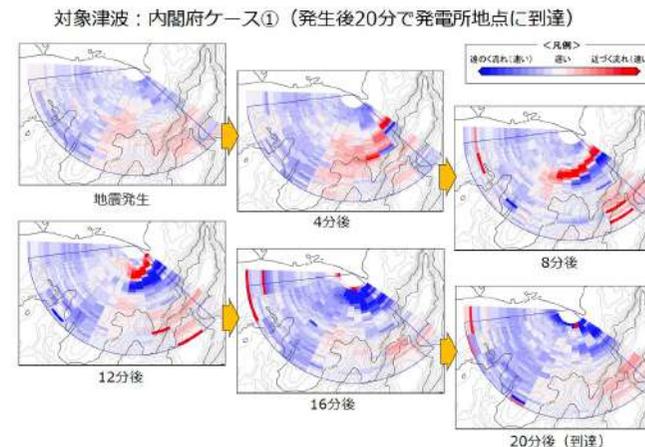
5号機屋上に設置

<高感度カメラ>

水平線を目印に津波を確認



昼間
夜間

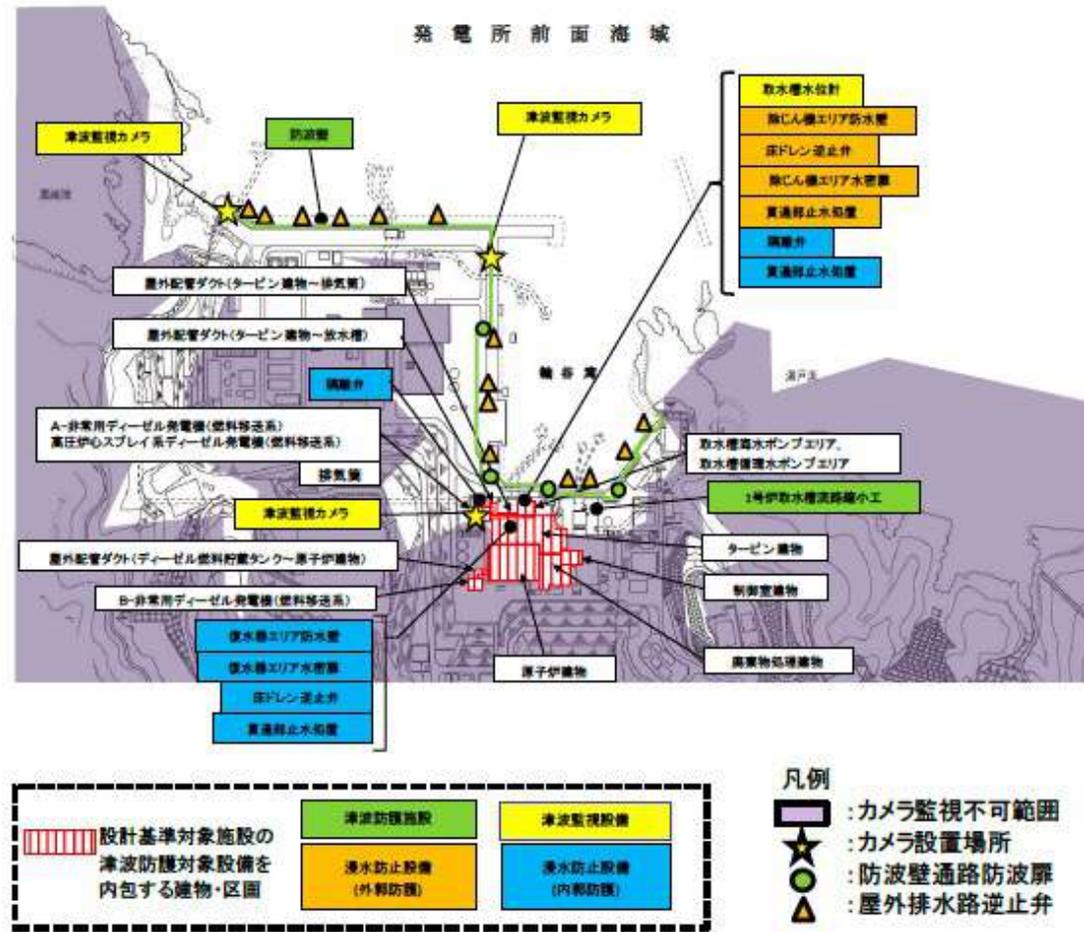


<メイン>画面凡例>

- ① 第一波到達予測 (時刻・残時間)
- ② 陸上最高到達予測 (高さ・時刻・残時間)
- ③ 収束予測 (時間)
- ④ 地震情報 (気象庁)
- ⑤ 津波情報 (気象庁)
- ⑥ 予測結果 (総括)
- ⑦ 収束予測 (グラフ)

プロトタイプシステム表示画面 (数字は一例)

原子力規制委員会 4.3津波監視施設 発電所関係
<https://www2.nra.go.jp/data/000347696.pdf>



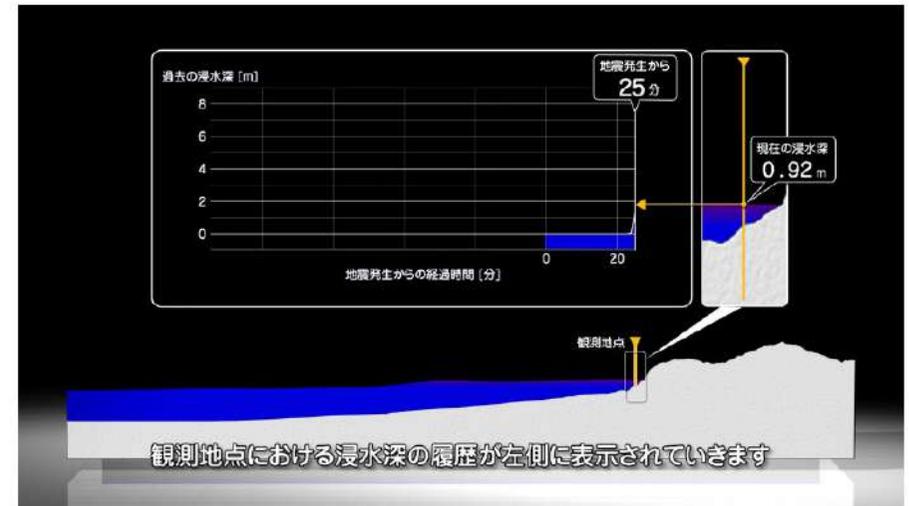
第4.3-4図 津波監視カメラの視野範囲

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

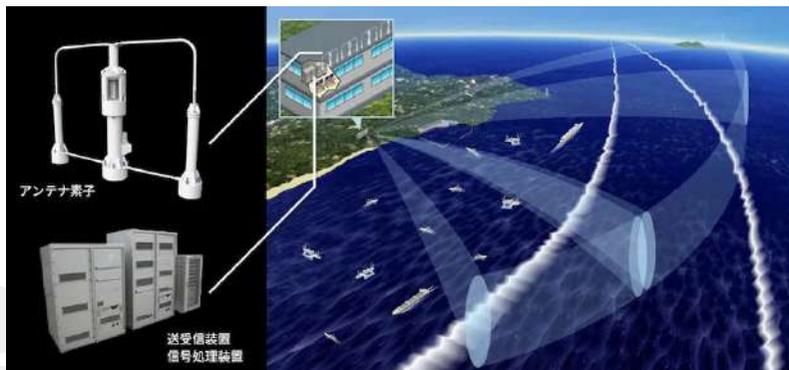
三菱電機； 海洋レーダー

1999年から海流観測のための海洋レーダーを開発してきました。津波により多大な被害が発生した2011年3月11日の東日本大震災をきっかけに津波を捉えるための検討を始め、レーダーで観測した海表面の流速から津波成分を抽出して見える化するとともに、水位を推定する津波監視支援技術を2015年に実現。

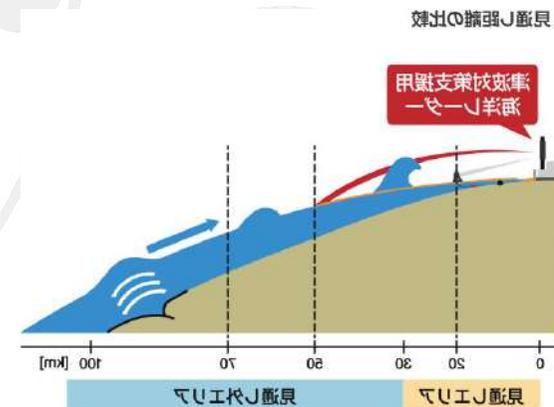
https://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/randd/list/info_tel/b196/index.html



三菱電機は、1999年から海流観測のための海洋レーダーを開発してきました。津波により多大な被害が発生した2011年3月11日の東日本大震災をきっかけに津波を捉えるための検討を始め、レーダーで観測した海表面の流速から津波成分を抽出して見える化するとともに、水位を推定する津波監視支援技術を2015年に実現しました。



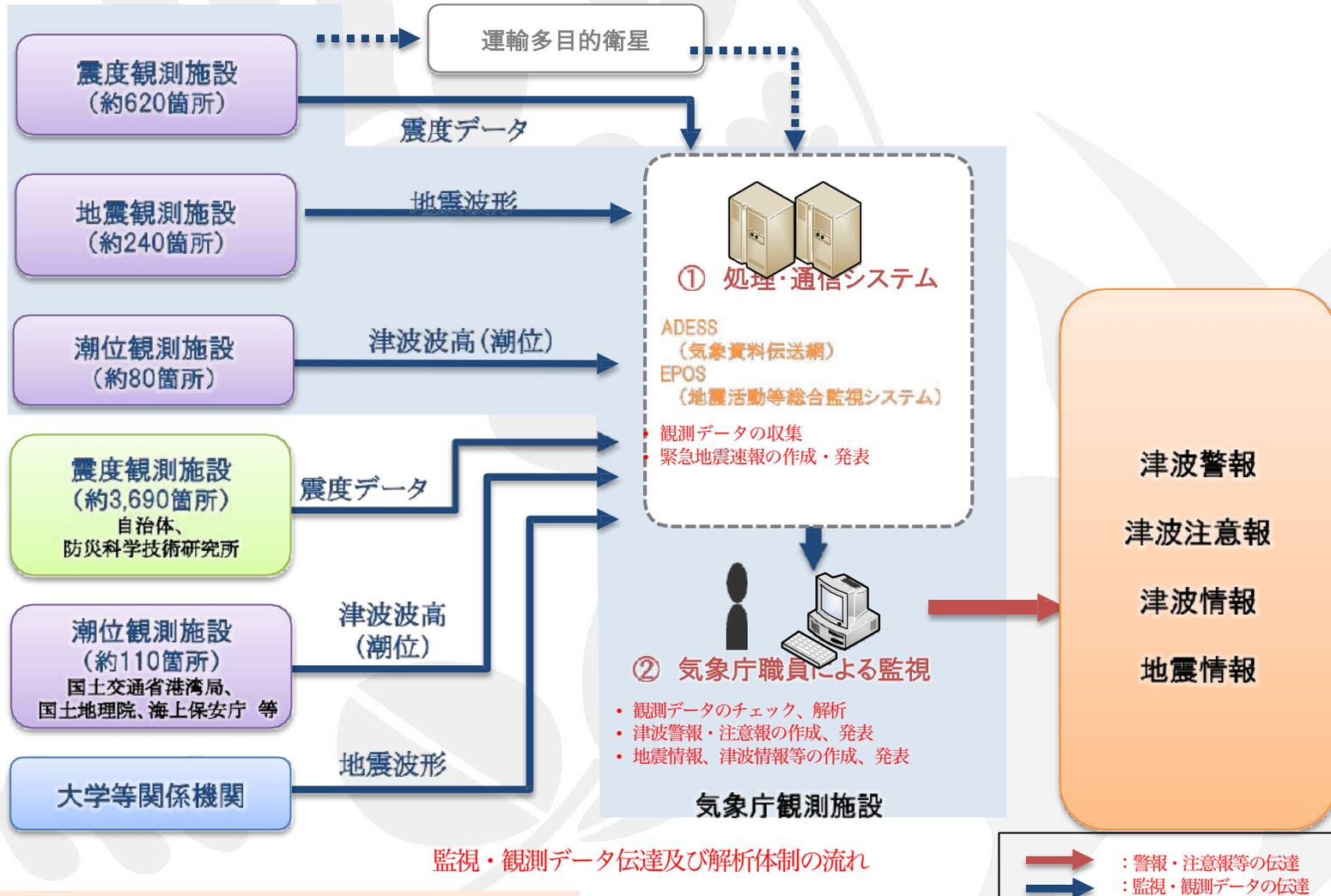
<https://www.g-mark.org/gallery/winners/9de6dd3d-803d-11ed-af7e-0242ac130002>



一連の情報伝達

監視・観測データの伝達および解析体制

気象庁では、地震と津波を24時間体制で監視し、その発生時には、予測や観測結果の情報を処理・通信システムで収集し、観測データのチェック・解析をした後に津波警報や地震情報を発表している。

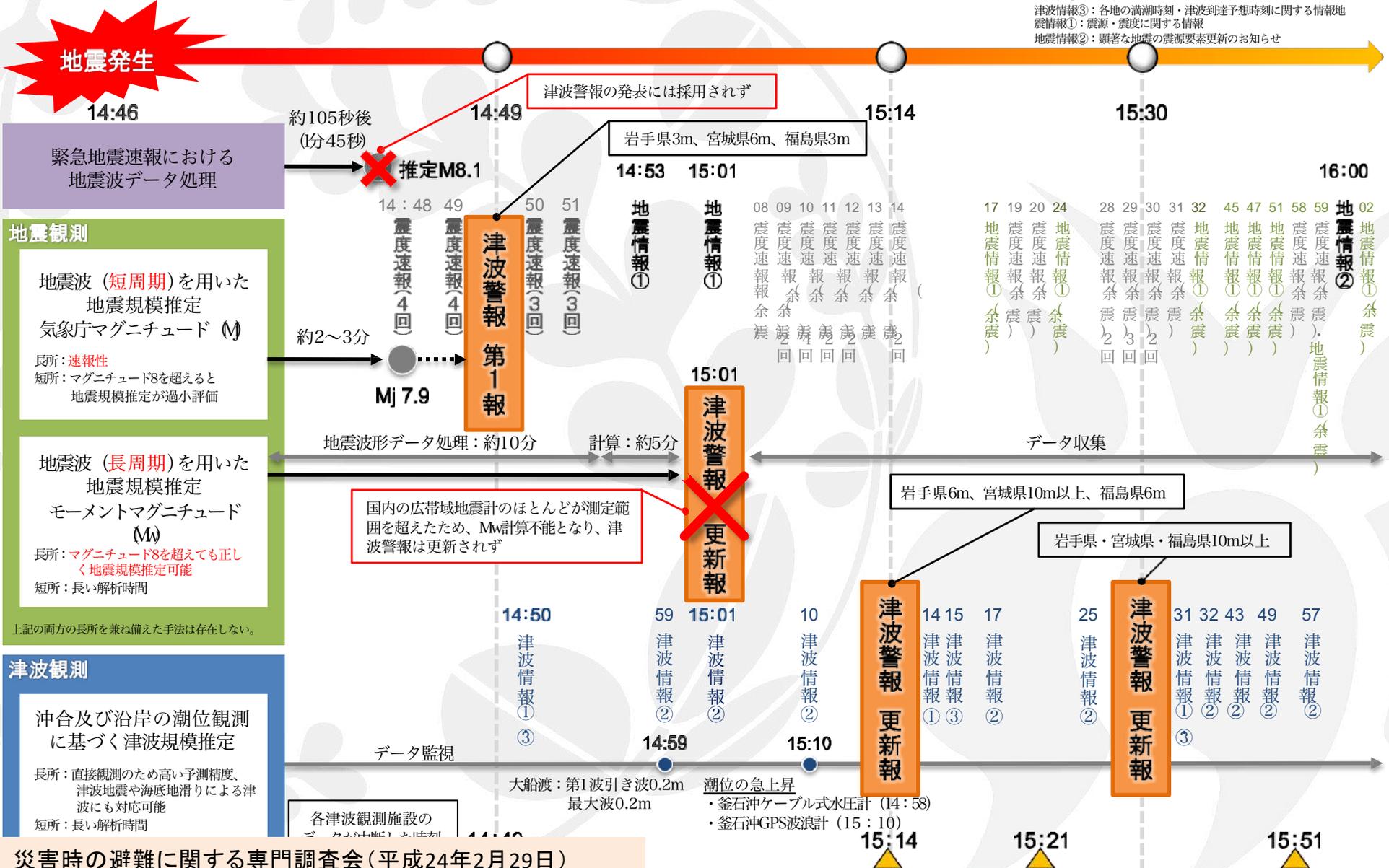


監視・観測データ伝達及び解析体制の流れ

災害時の避難に関する専門調査会(平成24年2月29日)
津波防災に関するワーキンググループ第3回会合 資料
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/3/pdf/4-2.pdf>

平成23年3月11日 東北地方太平洋沖地震における津波警報・情報発表の流れ

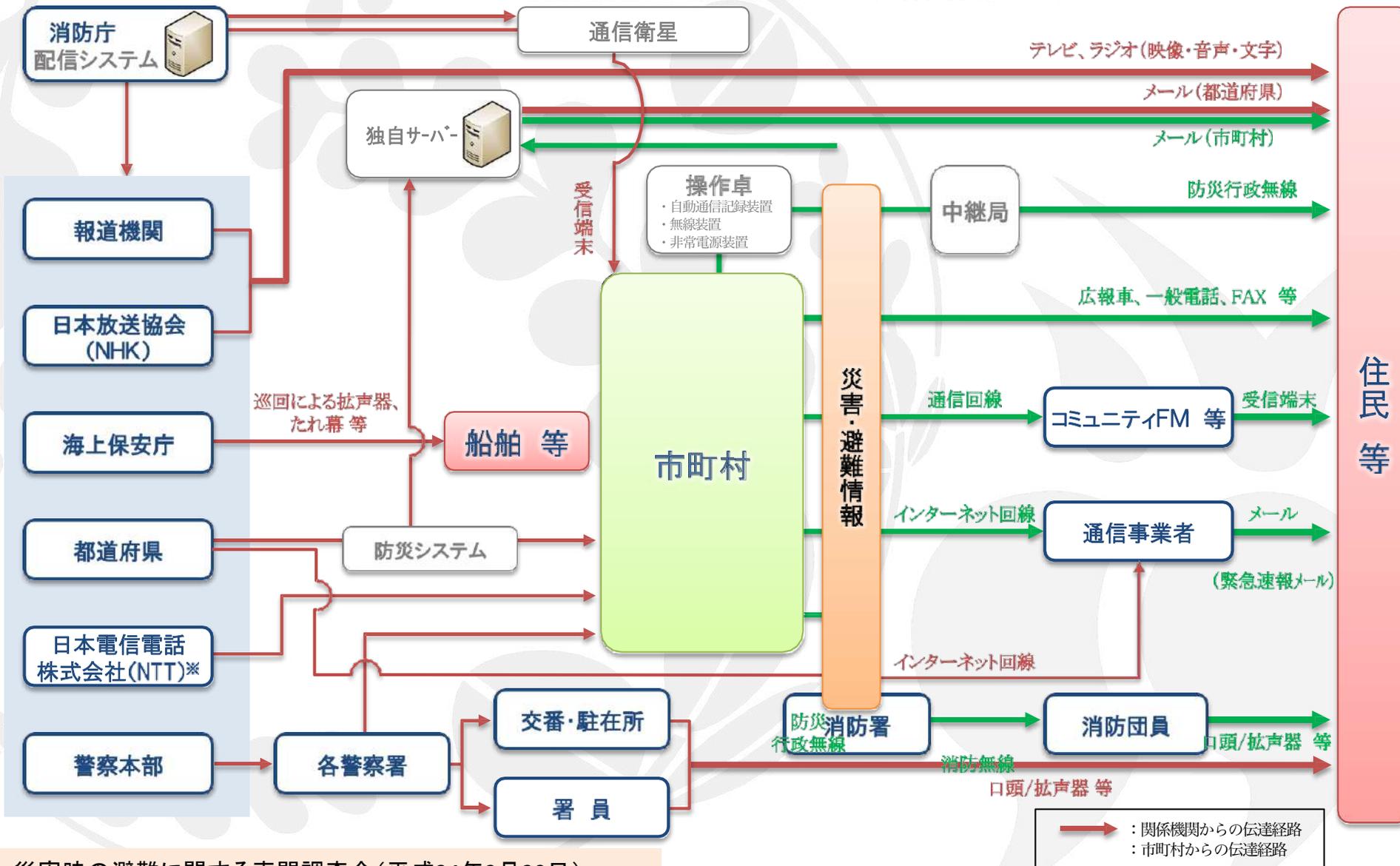
津波情報①②③および地震情報①②は以下を示す。
津波情報①：津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報
津波情報②：津波観測に関する情報
津波情報③：各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報
地震情報①：震源・震度に関する情報
地震情報②：顕著な地震の震源要素更新のお知らせ



災害時の避難に関する専門調査会 (平成24年2月29日)
津波防災に関するワーキンググループ第3回会合 資料
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/3/pdf/4-2.pdf>

一連の情報伝達

情報の受け手(住民等)への情報伝達の流れは下図のとおりである。



災害時の避難に関する専門調査会(平成24年2月29日)
 津波防災に関するワーキンググループ第3回会合 資料
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/3/pdf/4-2.pdf>

体系的な情報伝達の流れ
[tohoku.ac.jp/](http://www.tohoku.ac.jp/)

津波や災害発生時に、防災行政無線やサイレンが聞こえにくい海域海岸利用者に対し、視覚的避難合図として、旗や発煙筒を用いて情報の伝達を行っているところもある。



避難訓練の様子

赤旗・発煙筒

茨城県大洗町における取り組み

茨城県大洗町では、津波注意報発表時には「黄色発煙筒」、津波警報・大津波警報発表時には「赤色発煙筒」を用いて、多くの海水浴客に情報を知らせることとしている。

津波避難誘導時には発煙筒のほか、ライフセーバー等が大赤旗を用いて合図をしながら避難誘導にあたることとしており、避難誘導を行うための訓練も実施されている。

出典：大洗町観光情報 (<http://www.town.oarai.lg.jp/subtop.html?id=6>)

国際信号旗(U旗)

静岡県下田市のライフセーバーによる取り組み

平成16年スマトラ沖地震を契機に、翌年より静岡県下田市の海水浴場において、市より委託されているライフセーバーが国際信号機「U旗」を使った避難誘導等を実施している。なお、この取り組みは海水浴場開設期間に限られているため、東日本大震災では実施していない。

ライフセーバーは、海域海岸利用者に向けて放送文を流しながら、パトロールタワーより国際信号旗「U旗」を大きく振り、避難の呼びかけを行う。また、平成17年7月17日には地震津波対応計画を作成し、旗を掲出する条件として、「地震情報で震度4以上の表示が出されたとき」「津波注意報、津波警報が発表されたとき」「警戒宣言が発令されたとき」としている。参考：JLA津波シンポジウム（平成23年6月4日）／下田ライフセービングクラブおよび下田市の聞き取りをもとに作成。



国際信号旗(U旗)の看板

オレンジフラッグ

神奈川県・神奈川県沿岸市町村における取り組み

マリンスポーツ団体やNPO等の民間運動が契機となり、東日本大震災後、神奈川県および神奈川県沿岸市町村において、オレンジフラッグの検討をはじめている。

東日本大震災では、地震発生後に海岸利用者に対し、防災行政無線を使って津波警報等を広報したが、沖合にいる人は「地震に気付かない」「防災行政無線が届かない」等、情報伝達に問題があった。

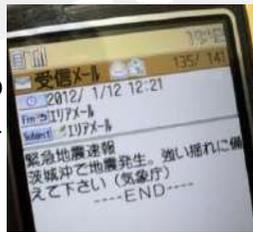
防災情報は、音声など視覚を中心とした情報であり、音が届かない場所へ伝達する手段がないことが課題であると考え、視覚的に警告する手段として考えられたものが「オレンジフラッグ」である。

現在は検討段階であるため、津波警報・注意報が発表された時の対応（いつ、誰が、どのように）は標準化を推進する動きがある。

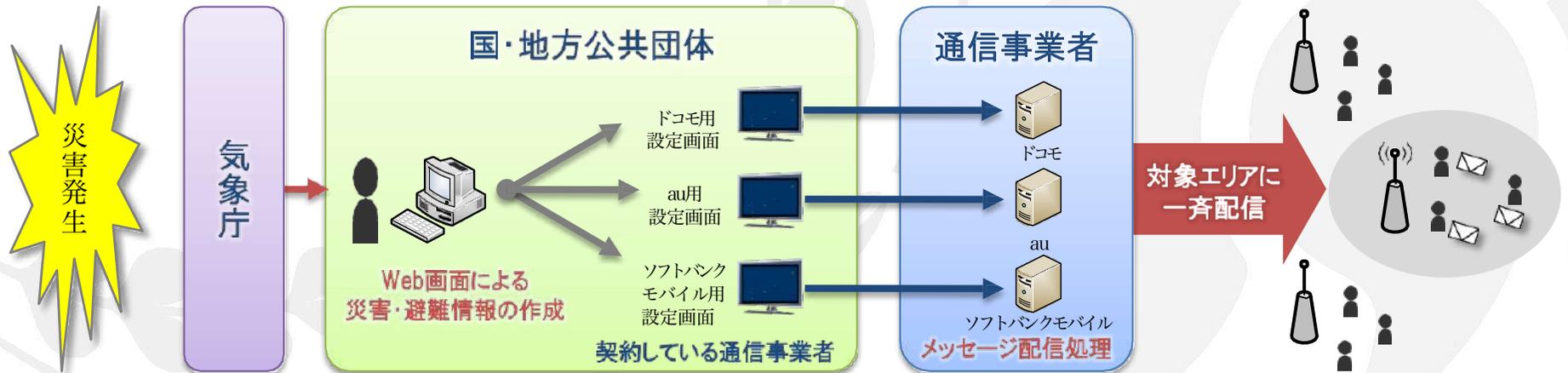
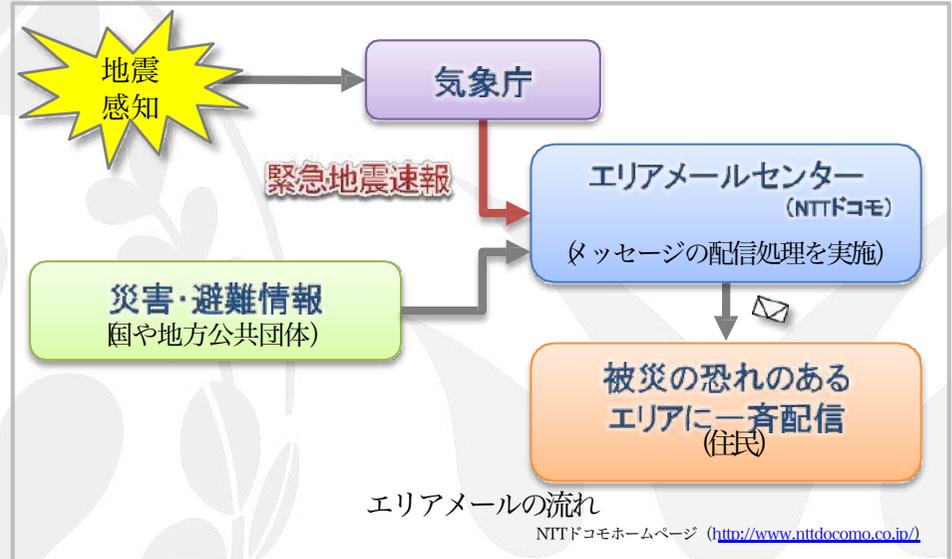
「緊急速報メール」は、屋内外を問わず、対象エリアにいる様々な人に情報伝達が可能である。情報配信は緊急速報メールに対応した端末に限られるほか、電話回線や中継局の被災により使用できないことも考えられる。

特徴

- 気象庁から配信された一般向け緊急地震速報を利用し、最大震度5弱以上と推定した地震の際に、強い揺れ（震度4以上）の地域の携帯電話に一齐配信する。
- 一般のメールと異なり回線混雑の影響を受けにくく、住民以外にも送信が可能である。
- 対象エリアにいる人は申込不要、月額使用料、通信料などは一切無料で情報を受信できる。
- 受信すると専用のアラーム音が鳴り、携帯電話の画面に情報が表示される。但し、利用するためにはエリアメール対応機種が必要であり、対応機種でも受信設定が必要な機種もある。
- 平成23年7月より、事業者に関係なく利用無料である。



出典：災害情報を携帯電話にエリアメールの活用（平成23年7月26日）／NHK生活情報部
NTTドコモホームページ（<http://www.nttdocomo.co.jp/>）



岩手県と沿岸市町村が津波対策報告書まとめる
車避難「例外として検討」...岩手県と沿岸市町村が津波対策報告書まとめる

<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/11556>

ちいきのなかに
防災ニッポン+

会議では、各市町村共通の課題として、〈1〉要支援者の避難〈2〉自動車避難のルール
〈3〉津波避難ビルの指定——の3項目に絞り込み、減災対策を深掘りした。



車避難のリアル、ボードゲームで体験！岩手県立大生が開発

<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/11556>

ちいきのなかに 防災ニッポン+

車避難のリアル、ボードゲームで体験！岩手県立大生が開発

2024/05/02

避難 津波 企業



写真説明：ゲームに参加する地元住民や岩手県立大生ら（2024年3月10日、宮古市で）

最大クラスの津波襲来時に起こり得ることを再現

津波到達時間を1分間隔で色分け！犠牲者ゼロを目指した避難訓練

「津波防災冊子」を見ながら高台へ...三重県紀宝町の試み

<https://www.bosai.yomiuri.co.jp/biz/article/11976>

ちいきのなかに
防災ニッポン+



ブルーネス 伊予原新

若き科学者たちの情熱がほとぼしるエンタメ長編

「津波監視システムの実現に手を貸して欲しい」――。

「この作品は、私たち『変動帯の民』が覚悟を持って試練に備えることの大切さを説いている」

「津波監視システム」を実現せよ！ 変動帯に生きる日本人必読の理系小説
講評：巽 好幸（神戸大学海洋底探査センター教授・センター長）

<https://books.bunshun.jp/ud/book/num/9784167914738>

