

その他

<(1)安全対策全般(自主対策)>

(No.52関連)

平成27年 7月29日

東北電力株式会社



目 次

1. はじめに
2. 津波の予兆把握に関する当社の対応
3. 津波の発生・伝播および来襲
4. GPS波浪計の概要
5. 津波予測手法の開発
6. GPS津波監視システムの概要
7. GPS津波監視システムの運用



1. はじめに

<ご質問頂いた内容>

「地震・津波発生後のリアルタイムの観測データは重要であり、このような機能を整備している(する予定)か。またオペレーションに活かしているかについて確認したい。」

<当社回答>

国土交通省GPS波浪計データ※と、当社がこれまで蓄積してきた津波評価に関する膨大な知見を組合せ、**発電所地点に襲来する津波の即時予測システム**を当社独自に開発し、自主対策として、H26. 3より運用を開始しています。

※沖合波浪観測データの有効活用及び沿岸における電力施設の安全確保を図るための協定を、国土交通省港湾局と電気事業連合会で締結し受領

以下、その概要をご説明いたします。

2. 津波の予兆把握に関する当社の対応

<関連する背景>

「津波対策の推進に関する法律」(平成23年6月)

→津波被害の発生防止・軽減のための観測体制の充実, 調査研究の推進が重要。

「青森県原子力安全対策検証委員会報告書」(平成23年11月)

→地震・津波への対応強化として **GPS波浪計などの安全対策への活用検討**が求められる。

「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について」

(平成24年3月:原子力安全・保安院)安全対策30項目のうち「対策12 事故時の判断能力の向上」

→前兆現象を速やかに確認できる**システム(津波予測システムなど)の研究開発**が望まれる。

「耐津波設計に係る工認審査ガイド」(平成25年7月:原子力規制委員会)

→**津波の監視機器として, GPS機能を用いた波浪計**が例示される。

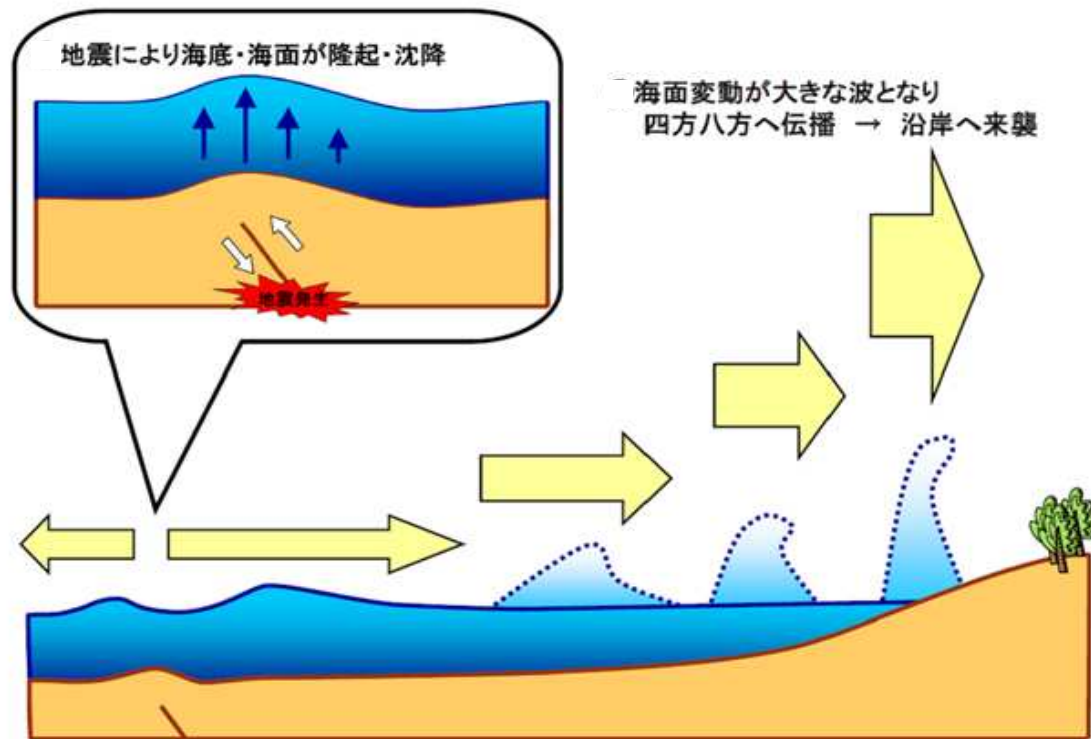
<当社の対応>

原子力発電所のより一層の安全性の向上を図ることを目的に, 平成24年度から
GPS波浪計を活用した津波監視・予測手法の検討に着手。

3. 津波の発生、伝播および来襲

< 予測手法開発の着目点 >

沖合で発生した津波が海洋を伝播し沿岸に来襲する、その途中に位置するGPS波浪計の観測データに基づき、津波の挙動を把握し、これまで当社が蓄積してきた膨大な津波評価に関する知見を活用して、**即時に発電所地点への到達時刻、到達高**を予測したい。



- ・沖合の水深5,000m地点では
津波の速度は 毎時約800km
- ・沿岸の水深50m地点では毎時約80km
- ・水深10m地点では毎時36km

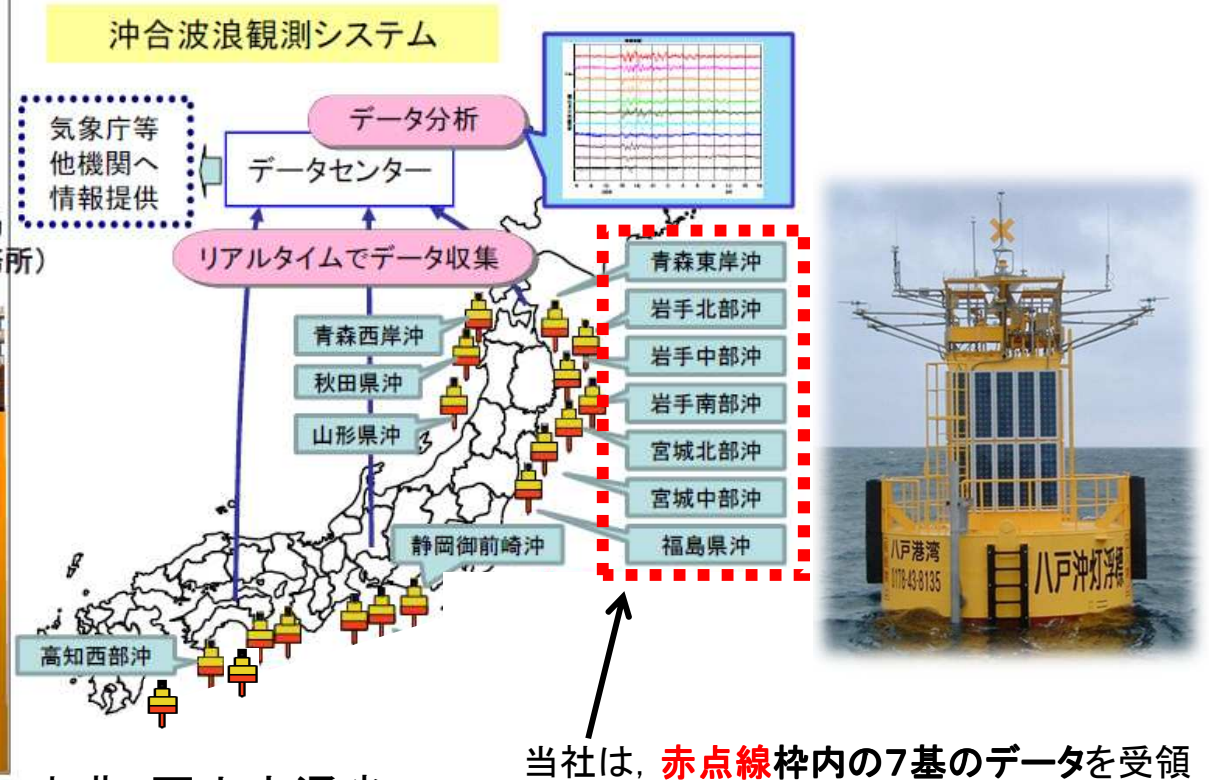
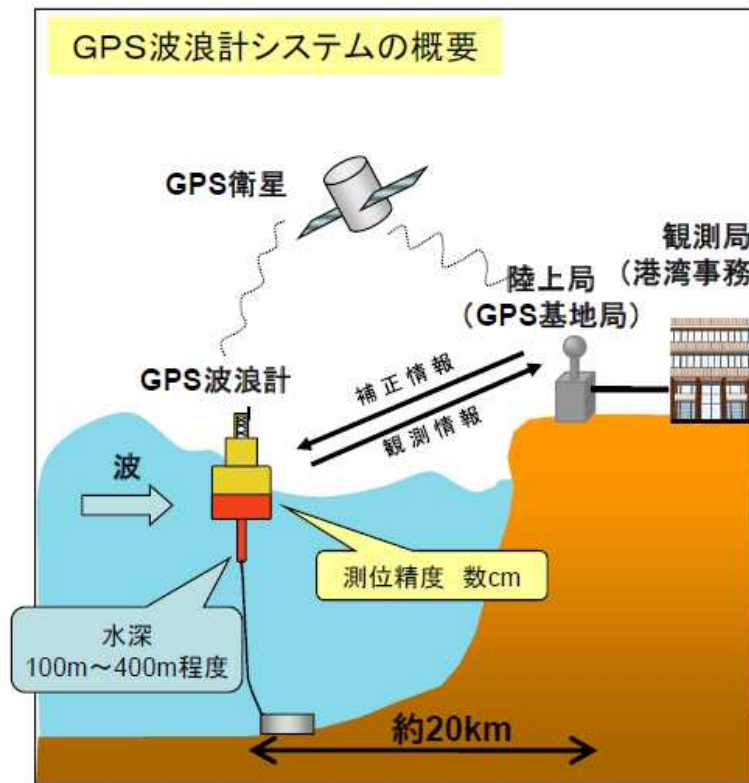
水深が浅くなるほど津波の速度は遅くなるため、津波が陸地に近付くにつれて、後からくる波が前の波に追いつき、波高が高くなる。

図 津波の発生・伝播・来襲のイメージ

出典：気象庁HP

4. GPS波浪計の概要

国土交通省が、港湾整備に必要な沖合の波浪情報を把握するために、平成19年3月から順次設置を進めている、GPS衛星を用いて沖合に浮かべたブイの上下変動を把握する計測機器。



出典:国土交通省HP

5. 津波予測手法の開発(1/2)

① 評価対象地点と評価方法

- ・予測計算上, 考慮するGPS波浪計は**宮城北部沖および中部沖両GPS波浪計**。(下図参照)
- ・女川原子力発電所の専用港の中央を評価地点。
- ・**GPS波浪計データの挙動に基づき, 発電所に「何分後に何メートルの津波が襲来するか」を予測。**
- ・即時予測により初動体制の判断向上に資するよう, 予測値を予め蓄積する**データベース型**を採用

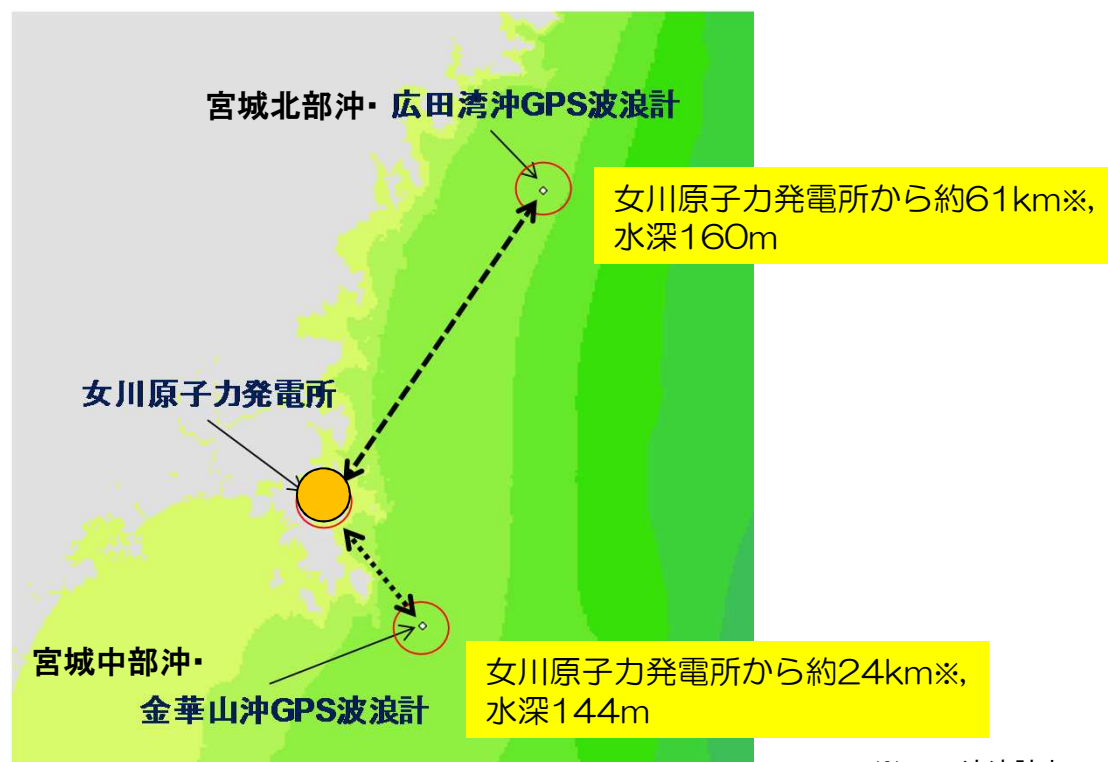


図 発電所とGPS波浪計との位置関係

※GPS波浪計までの距離は, ナウファス(国土交通省港湾局 全国港湾海洋波浪情報網)HPデータに基づき当社が算出

5. 津波予測手法の開発(2/2)

② 予測手法

- ・地震規模, 震源深さ, 断層の大きさ等を, 気象庁の予測パラメータを基に, **当社独自の知見を踏まえてより精緻に**過去の主要な波源を包含するように設定。(女川地点対象5,085ケース)
- ・ケース毎にシミュレーションを実施し, GPS波浪計と女川地点の津波高, 到達時間の関係を解析。
→「発生可能性のある地震規模他 全てのケースにおける値」を整理したデータベースから, GPS波浪計地点での津波検知情報に対応した, **女川地点に到達する予測津波高の最小・最大値, および到達時刻の最速・最遅値**を即時に抽出。

表 断層パラメータ設定

断層タイプ	パラメータ	本提案条件	理由	気象庁	
海溝型 逆断層	断層の原点	0.5度間隔で設定	気象庁の設定間隔と同じ	0.5度間隔で設定	
	マグニチュード	7.6, 7.8, 8.0, 8.2, 8.4, 8.7, 9.0	津波による被害の発生が想定される大きさ	マグニチュード4通り	
	マグニチュードと断層の大きさ	相似則 $\log_{10}L=0.5M-1.9$ $W/L=0.5$ $\log_{10}D=0.5M-3.2$	既往地震データから統計的に求めた経験則	相似則 $\log_{10}L=0.5M-1.9$ $W/L=0.5$ $\log_{10}D=0.5M-3.2$	
	震源深さ	1km, 10km	浅いケースを想定(断層深さ平均約10km)	0~100km間の6通り	
	傾斜角	20°, 45°	低角で大きくなる断層あり	45°	
	すべり角	90°	最大の滑り量	90°	
	断層の幅:長さ	1:2, 1:3, 1:4	既往地震の幅と長さとの関係を考慮	1:2	
	走向角		三陸タイプ 180°, 195°	180° 気象庁同条件 195° 海溝軸の方向を考慮	180°
			三陸北部タイプ155° 千島海溝タイプ230°	155° 断層の方向を考慮 230° 海溝軸の方向を考慮	230°
	対象地震津波		三陸沖(慶長, 明治, 昭和, 三陸(はるか)), 三陸北部, 十勝沖, 500年間		
海溝外側 正断層		日本海溝沖に5地点0.5° 間隔に南北に設定			

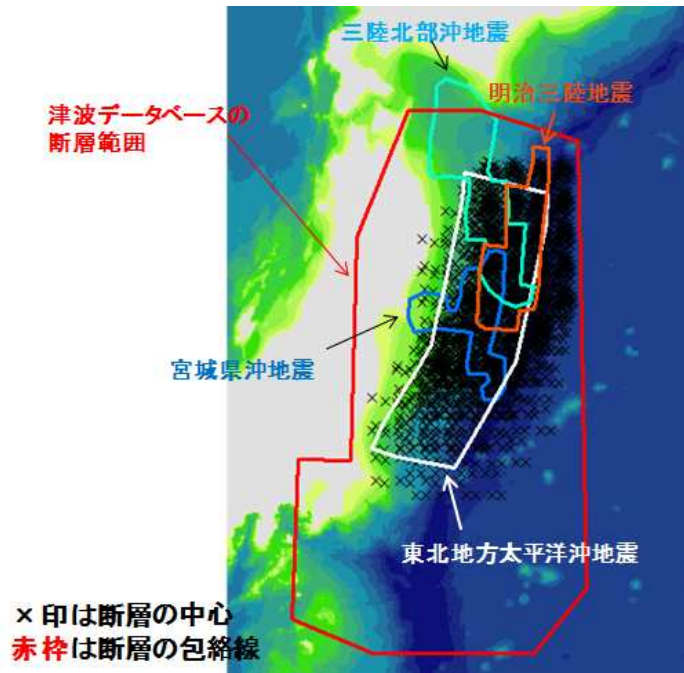
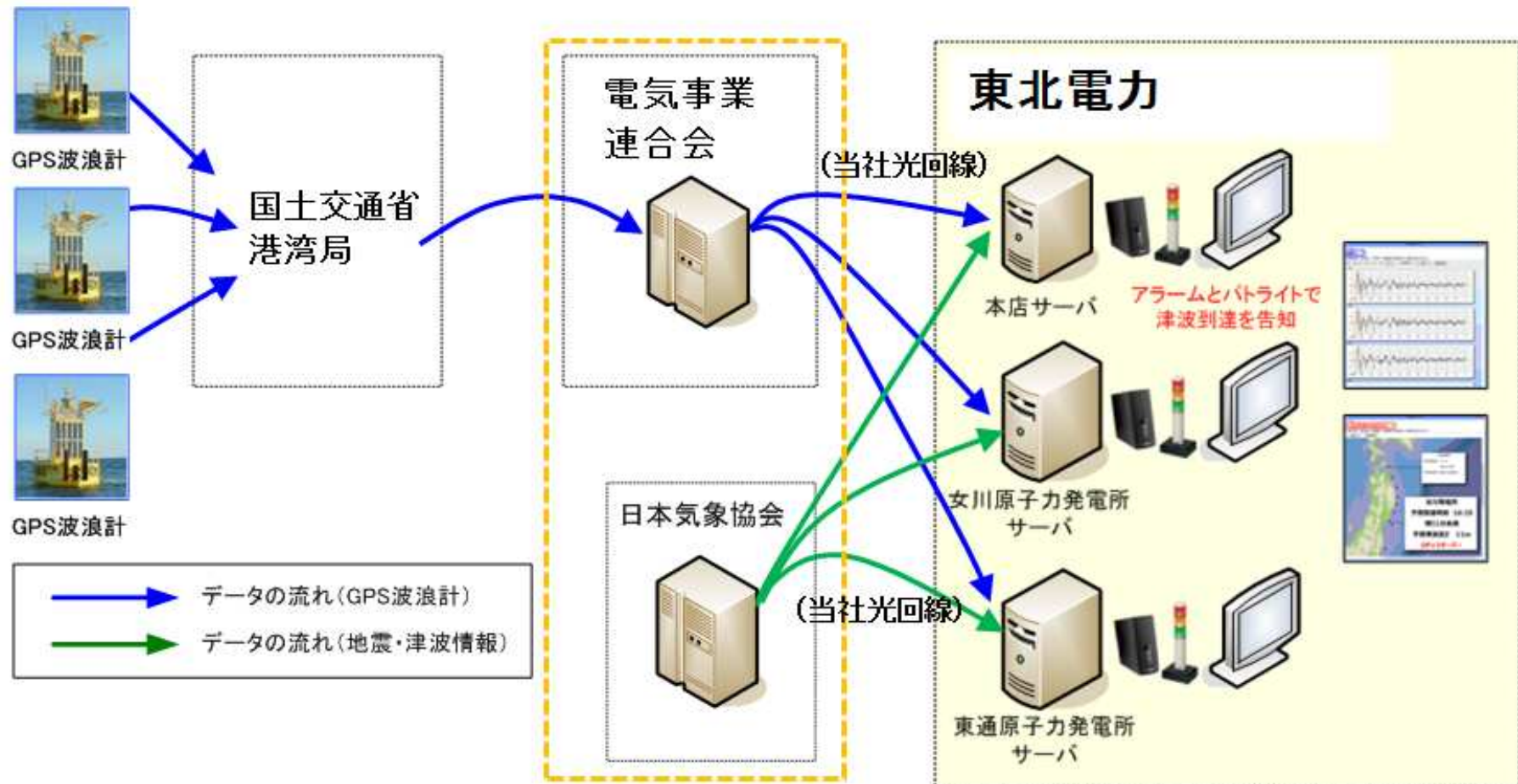


図 波源の設定

6. GPS津波監視システムの概要(1/4)

① システム全体構成

- ・国土交通省港湾局から電気事業連合会を介して GPS波浪計のリアルタイムデジタルデータを受領。
- ・本店, 女川, 東通のそれぞれで予測実施。回線多重化, 無停電電源装置装備。



6. GPS津波監視システムの概要(2/4)

② システム表示イメージ(津波警戒情報)

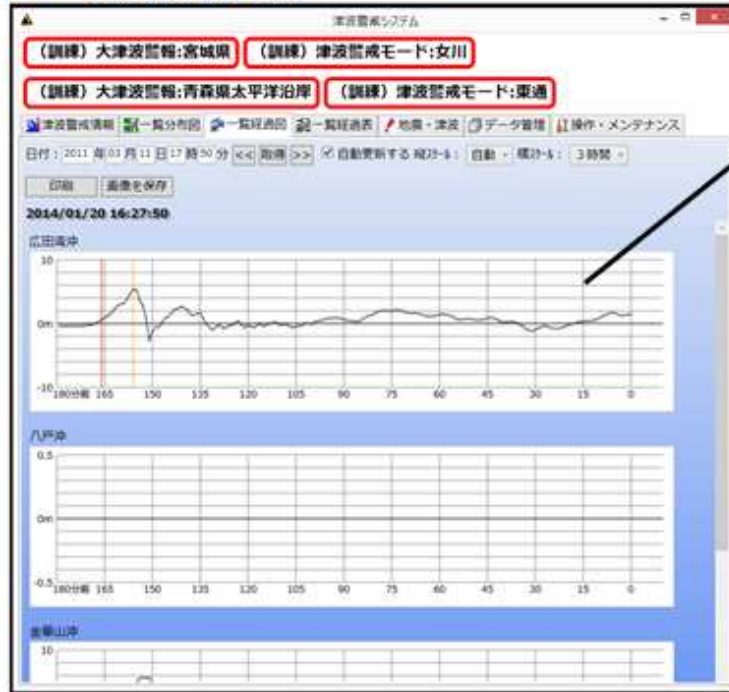


6. GPS津波監視システムの概要(3/4)

システム表示イメージ(一覧経過図表)



■一覧経過図画面



潮位グラフ
GPS波浪計の偏差をグラフで表示します。
なお、津波検知の時刻を赤線、極値検知の時刻を黄線で表示します。

気象庁情報
気象庁が発表する津波情報を表示します。

■一覧経過表画面

時刻	浪高	入射角	周期	イベント	アクション	津波注意報
2011/03/11 15:17	2.83	未入力	5.68	-0.17		
2011/03/11 15:16	3.66	未入力	5.56	-0.04		
2011/03/11 15:15	5.29	未入力	4.86	-0.06		
2011/03/11 15:14	*5.42	未入力	4.66	-0.14	(女川) 最大 超過検知	(女川) アラーム発動・パト ライト発動・パトライト点滅 (津)
2011/03/11 15:13	4.67	未入力	4.47	-0.14		大津波警報(宮城県)
2011/03/11 15:12	3.84	未入力	3.66	-0.07		大津波警報(青森県)
2011/03/11 15:11	3.18	未入力	2.97	-0.49		
2011/03/11 15:10	3.00	未入力	2.59	-0.46		
2011/03/11 15:09	2.80	未入力	2.14	-0.38		
2011/03/11 15:08	2.20	未入力	1.64	-0.32		
2011/03/11 15:07	1.59	未入力	1.29	-0.29		
2011/03/11 15:06	1.22	未入力	0.98	-0.24		
2011/03/11 15:05	0.94	未入力	0.70	-0.22		
2011/03/11 15:04	*0.60	未入力	0.55	-0.19	(女川) 準一 超過検知	(女川) アラーム発動・パト ライト発動・パトライト点滅

潮位表
GPS波浪計の偏差を数値で表示します。

イベント・アクション
イベント欄には、GPS波浪計観測情報、アクション欄には、システム挙動を表示します。



6. GPS津波監視システムの概要(4/4)

③ システムの特徴

津波情報の多様化

気象庁発表の津波情報に加えて、自社で沖合の波浪状況把握が可能となり、津波情報の多様化が図られる。

発電所地点を対象とした予測

県域単位での気象庁予測に対して、海底・海岸地形等を考慮したピンポイント予測を実現している。

到達時刻と到達高さを 数値幅により予測

県域単位での想定最大値発表を優先する気象庁予測に対して、「最大・最小値」等の幅で示している。

予測精度の検証

東北地方太平洋沖地震津波時の観測データに基づき、システムとしての予測精度検証を実施済みである。

波浪状況の継続的な把握

最大波・第一波を対象とする気象庁予測に対して、沖合波浪状況の継続的な把握・監視が可能である。

7. GPS津波監視システムの運用

- GPS津波監視システムは、平成26年3月より女川、東通各原子力発電所および本店にて運用を開始している。
- GPS津波監視システムは、電事連データサーバーと光回線により接続、無停電電源装置を有するとともに、本店と独立したシステム構成とし多重化を図るなど、非常時のシステムの運用に配慮している。
- 女川原子力発電所ではGPS津波監視システムの情報を、中央制御室や緊急対策室等で認識が可能である。
- 気象庁発表の津波注意報、警報を基本として初動に備え、GPS津波監視システムで得られた情報は、参考情報として津波の状況監視に活用している。
- なお、津波の情報は、気象庁の津波注意報等の発表時、津波検知時等において、パトライトが鳴動・点灯することにより認識できる。



パトライト
津波の情報は、鳴動・点灯することにより認識できます。