

## 同 時 発 表

水産庁記者クラブ  
国土交通省記者クラブ  
気象庁記者クラブ  
新潟県政記者クラブ  
新県政記者クラブ（新潟）  
富山県政記者クラブ

平成20年3月14日

## 高波発生メカニズム共有に関するWGの設立及び 第1回WGの開催について

高波に関するそれぞれの技術情報を持ち寄り共有するとともに、専門的見地からの意見交換を行うため、関係部局が連携して「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」を設置します。

### 1. 第1回ワーキンググループ

日 時：平成20年3月21日（金）14時～17時

場 所：国土交通省河川局A会議室

議事内容：（1）データの共有について

（2）関係省庁における第1回委員会の結果報告

（3）意見交換

（4）その他

### 2. ワーキンググループの構成

別紙の通り

### 3. その他

本WGは公開です。なお、カメラ撮影については冒頭のみに限ります。

### 問い合わせ先

|       |                |                |         |
|-------|----------------|----------------|---------|
| 水産庁   | 漁港漁場整備部整備課     | 代表03-3502-8111 | 内線84891 |
|       | 課長補佐 佐藤 昭人     | 直通03-6744-2390 |         |
| 国土交通省 | 河川局海岸室         | 代表03-5253-8111 | 内線36332 |
|       | 課長補佐 高橋 裕輔     | 直通03-5253-8471 |         |
|       | 港湾局海岸・防災課災害対策室 | 代表03-5253-8111 | 内線46752 |
|       | 課長補佐 稲田 亮      | 直通03-5253-8689 |         |
|       | 気象庁総務部企画課      | 代表03-3212-8341 | 内線2248  |
|       | 調査官 高橋 政則      | 直通03-3214-7902 |         |

## 高波発生メカニズム共有に関するWGの設立について

### 1. WGの目的

高波に関するそれぞれの技術情報を持ち寄り共有するとともに、専門的見地からの意見交換を行うため、関係部局が連携して「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」を設置する。

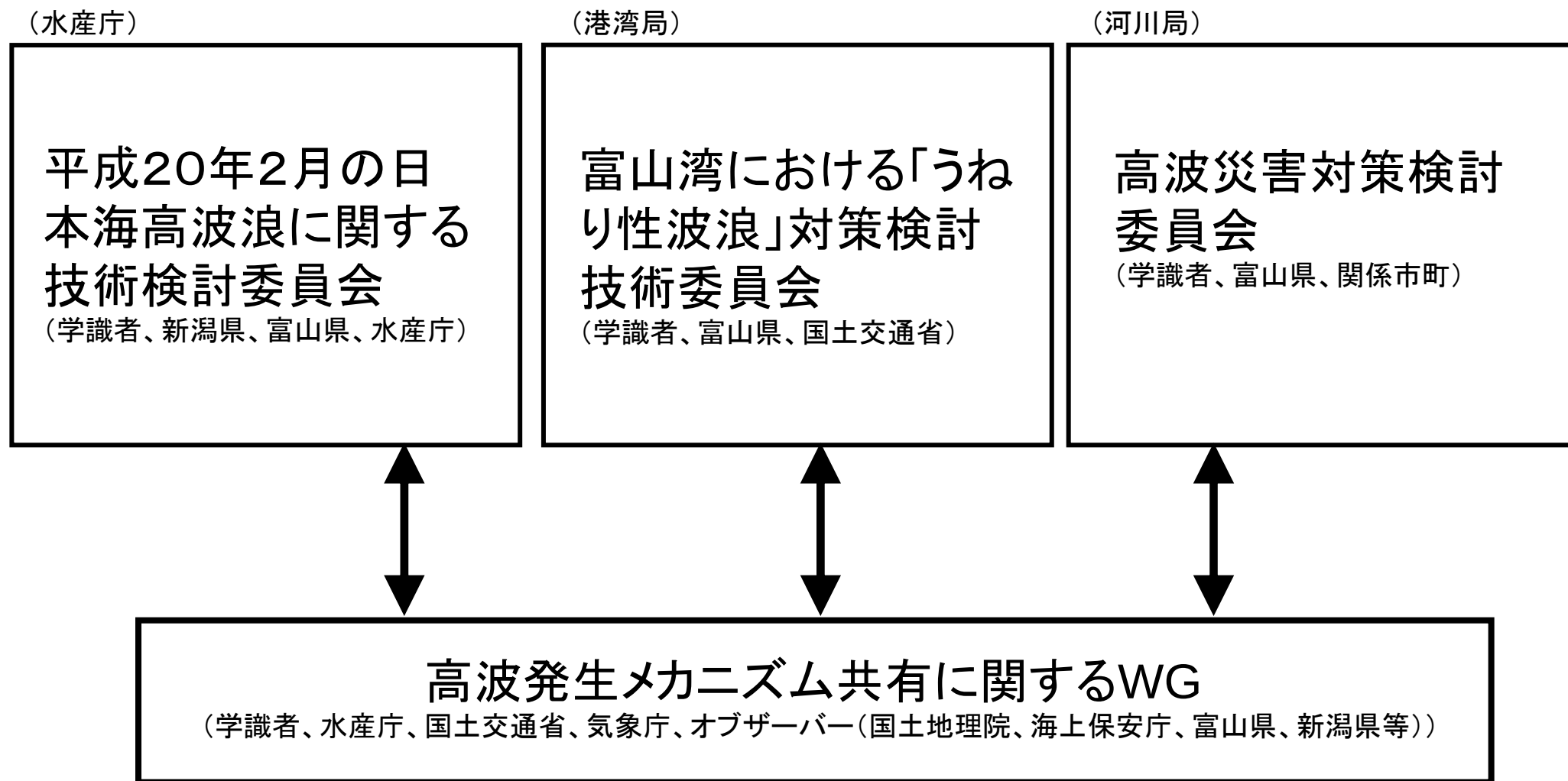
### 2. WGの構成

座長 佐藤 慎司（東京大学大学院工学系研究科教授）  
高野 洋雄（気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官（気象研究所併任））  
中山 哲厳（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所水理研究室長）  
平石 哲也（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部波浪研究室長）  
福濱 方哉（国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長）  
水産庁 整備課  
水産庁 防災漁村課  
河川局 海岸室  
港湾局 海岸・防災課  
港湾局 技術監理室  
気象庁 企画課  
北陸地方整備局 河川部  
北陸地方整備局 港湾空港部

※敬称略、順不同

（オブザーバー） 国土地理院  
海上保安庁  
富山県  
新潟県等

# 低気圧による高波に係る関係省庁等の連携について



# 第1回 高波発生メカニズム 共有に関するWG

## 配付資料

平成20年3月21日

気象庁



# 2008年2月24日に発生した富山県内の高波のまとめ

## 【高波の状況とメカニズム】

- ◆富山湾沿岸に打ち寄せた高波は、観測によれば有義波高で9m超、最大波高で14m超（全国港湾海洋波浪観測情報網の富山観測点）
- ◆高波の原因は主に次の2つ
  - ・北海道西方海上の低気圧によって作られた高波が「うねり」として伝わった
  - ・この「うねり」は波高を維持しながら富山湾に到達したが、その維持には伝播途中の海上の強風で作られた「風浪」の作用があったと考えられる
- ◆周期が長い波のため、次の2つの効果により、沿岸での波高がより高まった可能性がある
  - ・水深が浅くなることによる、波高の高まり
  - ・海底地形の影響を受けて波のエネルギーが一部の領域に集中することによる高まり

## 【当日の情報提供の状況】

- ◆現用の沿岸モデルは、富山湾を指向するうねり性の高波（富山東部で6m）を予測
- ◆警報級の高波となることは認識されており、波浪警報は当日4時10分に発表された

## 【今後の方策】

- ◆高波のメカニズム解明等に取り組み、今後の予測技術の向上に活用していく
- ◆富山湾の波浪に関する過去の知見も活用し、予測精度の向上につなげる
- ◆速やかな情報提供を行うべく、今後も関係機関と協力して取り組んでいく

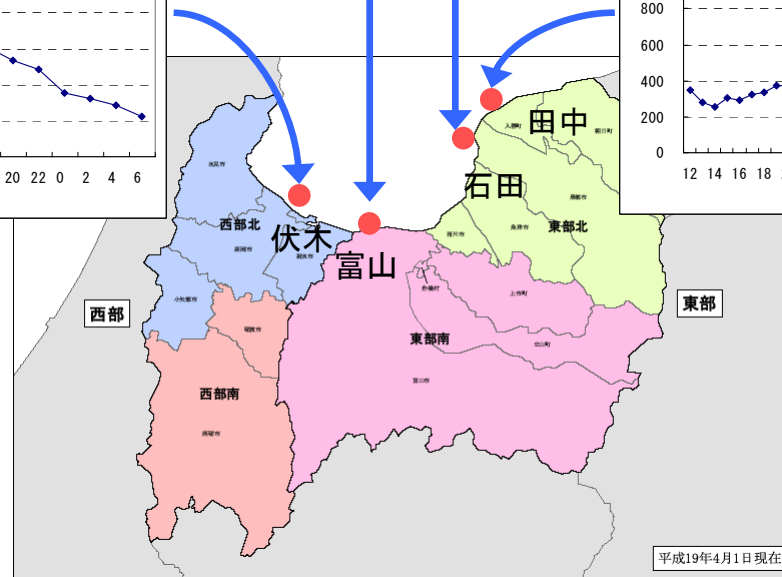
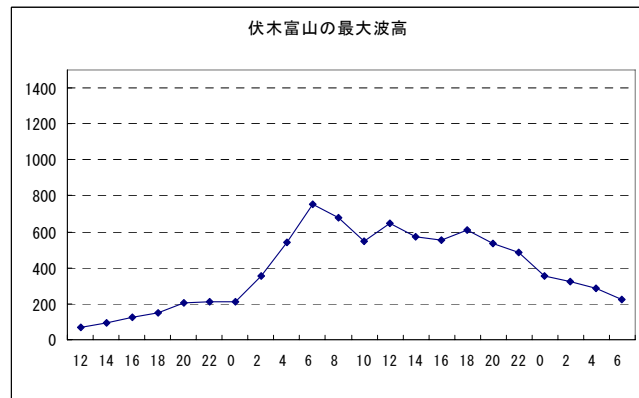
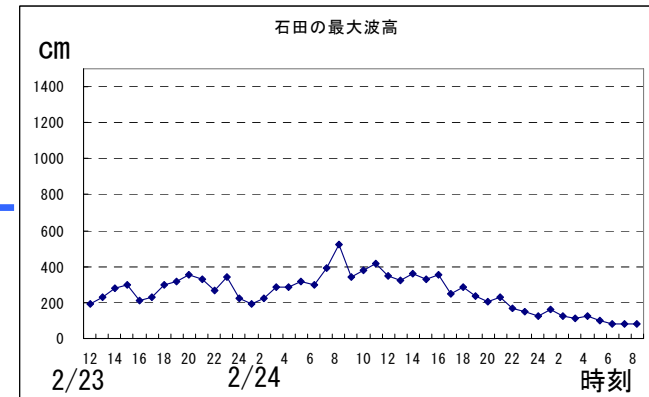
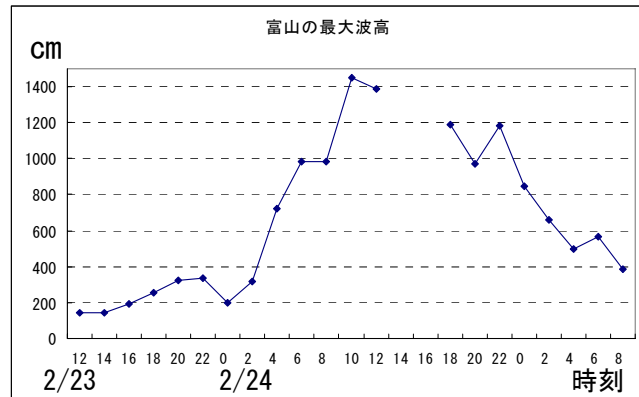
## ■ 高波の状況

- ・ 富山湾沿岸での最大波高の経過
- ・ 富山湾沿岸での波浪周期の経過
- ・ 日本沿岸の高波の状況（沿岸波浪実況図より）

# 富山湾沿岸での最大波高の経過

富山湾沿岸に打ち寄せた高波は、観測によれば最大波高で14m超であった。

波高のピークは、24日朝から昼ごろと推定される。



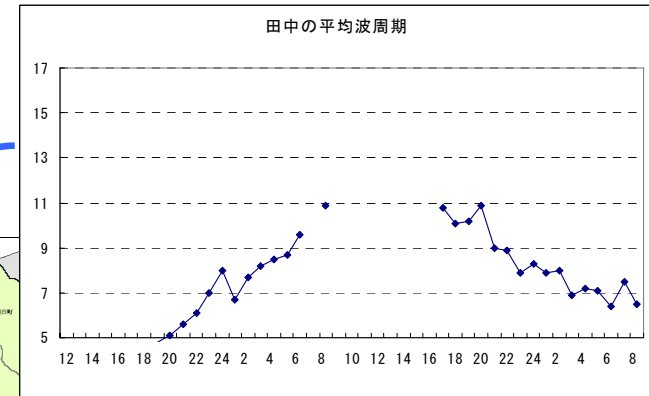
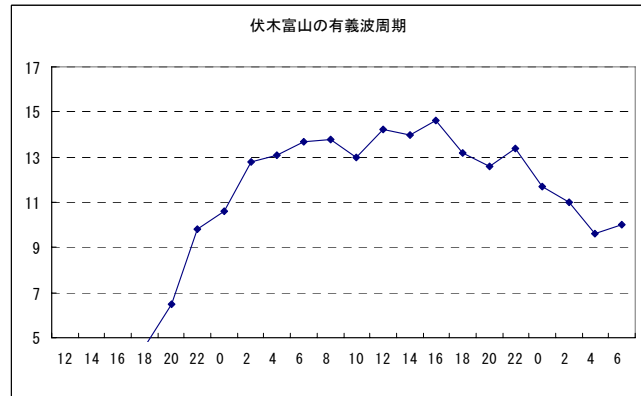
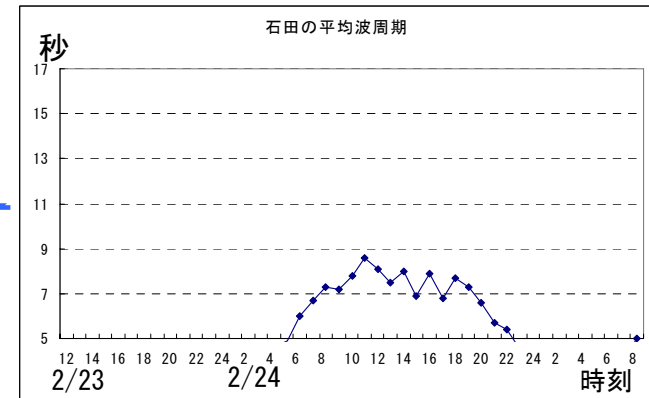
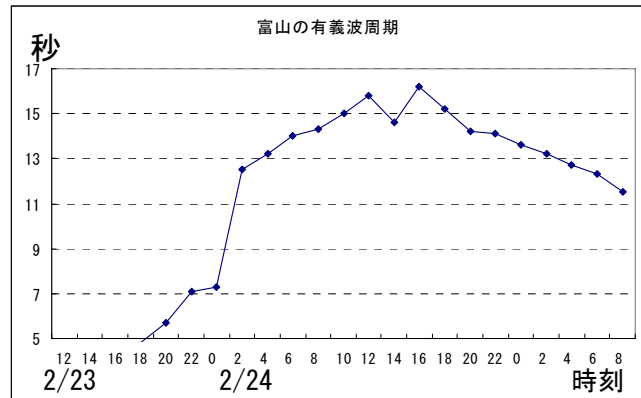
波浪計（●印）の水深

富山：20.0m（港湾局）

伏木富山：46.4m（港湾局）

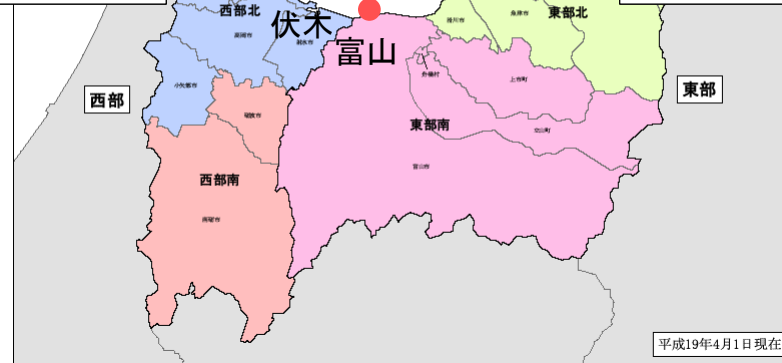
# 富山湾沿岸での波浪周期の経過

高波の周期は、最大で15秒前後と長い状態であった（下図の富山、伏木富山）。

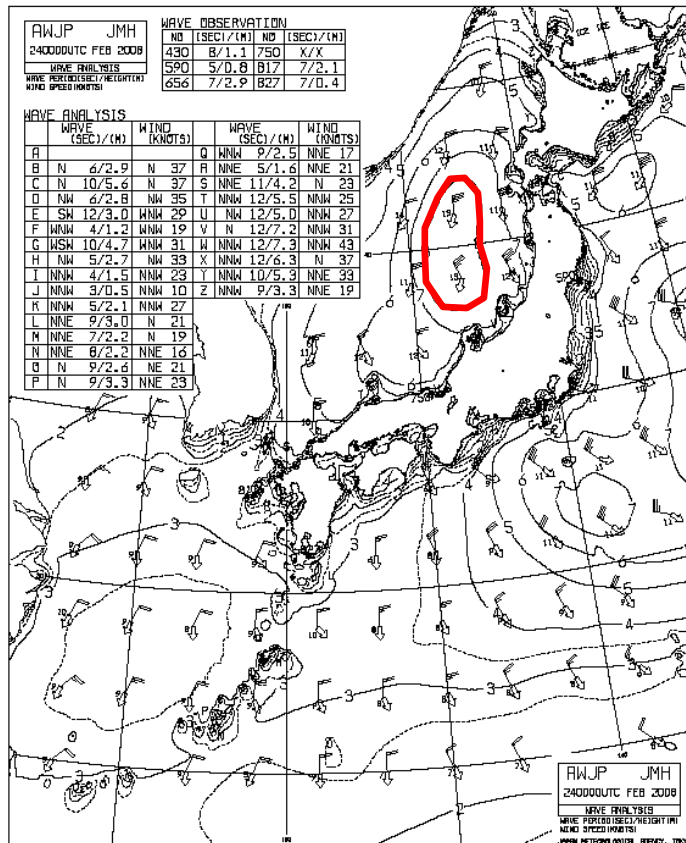


## 周期の定義

- 田 中 : 平均波高の周期 (河川局)
- 石 田 : 平均波高の周期 (河川局)
- 富 山 : 有義波高の周期 (港湾局)
- 伏木富山 : 有義波高の周期 (港湾局)



# 日本沿岸の高波の状況 (沿岸波浪実況図より)



- ・ 日本海中部に8m超の高波高域  
(赤枠部分) が解析されている
- ・ 高波高域での波浪の周期は約13秒
- ・ 波の進行方向は北から南へ向かう方向  
(⇒ が波の進む向き)

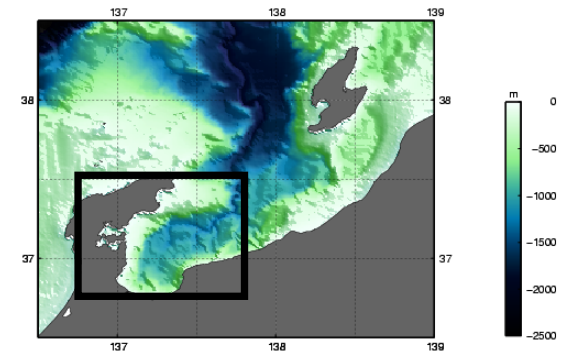
2008年2月24日09時 (日本時間)

# ■ 高波のメカニズム

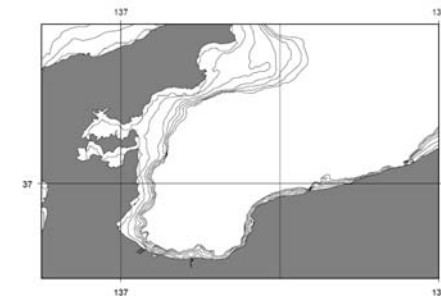
- 富山湾の地形と波浪の特徴
- 寄り回り波
- 寄り回り波の過去事例
- 富山湾の波浪状況の時系列  
(風と地形による波浪分布の推移)
- 東経 $137.3^{\circ}$  における1次元スペクトルの推移
- 地点と時刻による波浪スペクトルの違い

# 富山湾の地形と波浪の特徴

- ・ 富山湾は水深が沿岸ぎりぎりまで非常に深い
- ・ 特に被災した海岸の辺りは、海岸すぐ近くまで水深が深く、急に浅くなっている。  
(→浅水変形は起こりにくい)
- ・ 能登半島の遮蔽のため、北西の季節風では、一般的に波は高くない。
- ・ 従来、北西の季節風が止んでから、突然高波が来るという、いわゆる「寄り回り波」がしばしば発生してきた。



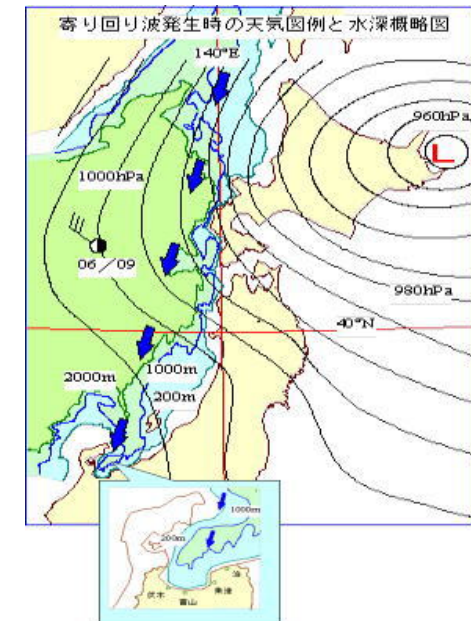
(MIRC 500m dataより作成)  
等値線は水深100m毎



等値線は水深50m毎

# 寄り回り波

- ◆寄り回り波は、北海道の西方海上で低気圧によって作られた高波が1～2日して伝播してきたうねりによる、と説明されている。（北出，1952；磯崎，1972等）
- ◆富山湾の水深が深いので、波（うねり）は減衰されずに沿岸まで到達する。
- ◆到達する波の周期が長いため、浅海部では地形の影響を受けやすい。（磯崎，1971）
- ◆季節風の吹き出しが止んで落ち着いたときに突然高波が富山湾に押し寄せてくることがある。  
安心した頃に不意打ちで来るので災害につながりやすい。
- ◆風の影響により、風浪が合成され高い波となることもある。



## 寄り回り波のイメージ

（富山地方気象台）



# 寄り回り波の過去事例

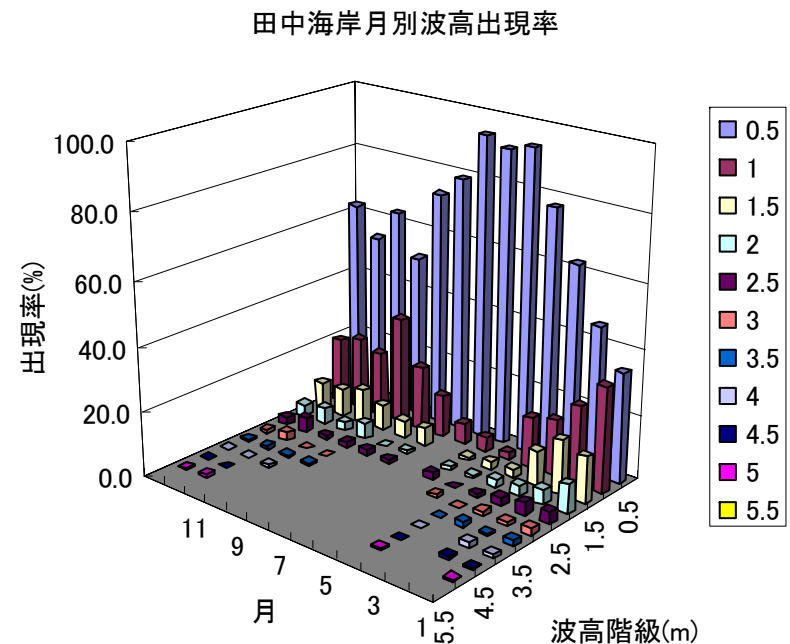
## 吉田（1987）による1926～1983年の統計

- ・ 寄り回り波と呼ばれる高波は、大小あわせて年平均で2～3回発生

（年に1回くらい高波）

- ・ 12、1月に被災回数が多く、5～7月には被災記録は無い
- ・ 被害は氷見、伏木・新湊、水橋・滑川・魚津、入善・朝日の4地域に集中

（災害発生地点は限定的）



富山地方気象台(1971)

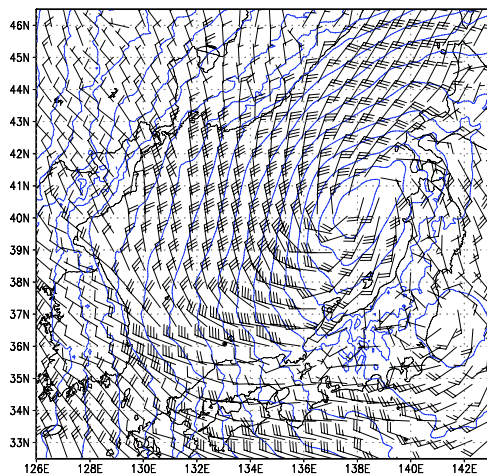
統計期間: 1959～1968年

前回の人的災害の出た寄り回り波は平成3年2月に発生

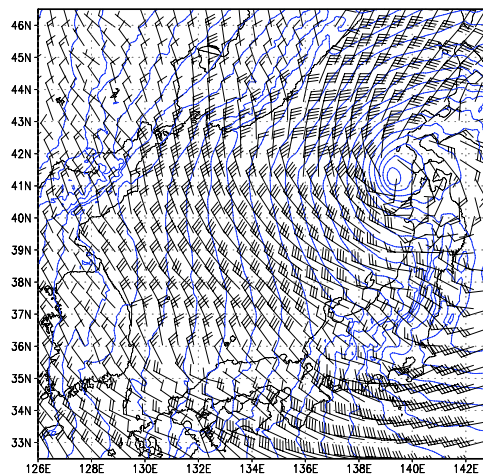
# 低気圧の概況

## Weather condition

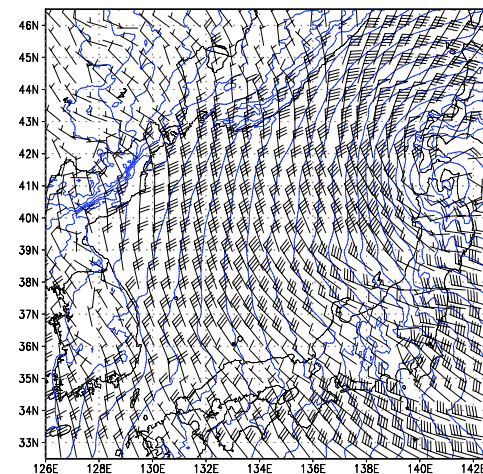
time :2008/02/23/09(JST)



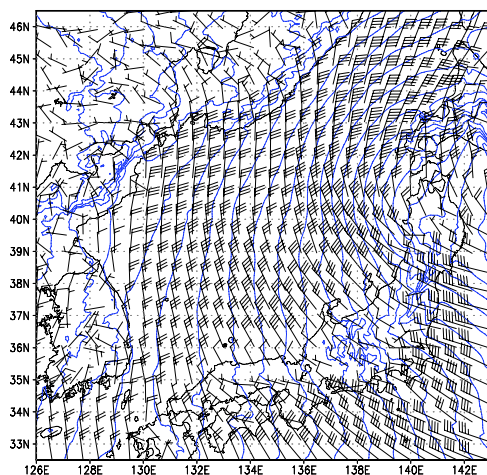
time :2008/02/23/15(JST)



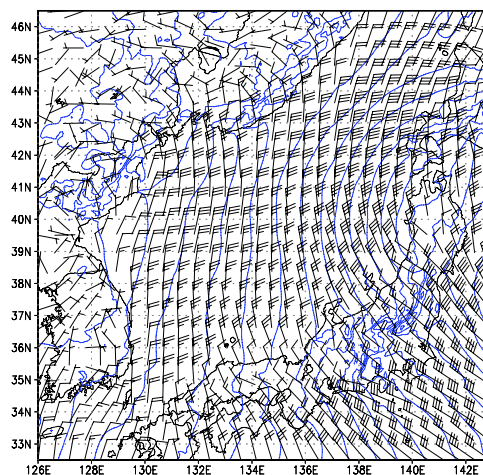
time :2008/02/23/21(JST)



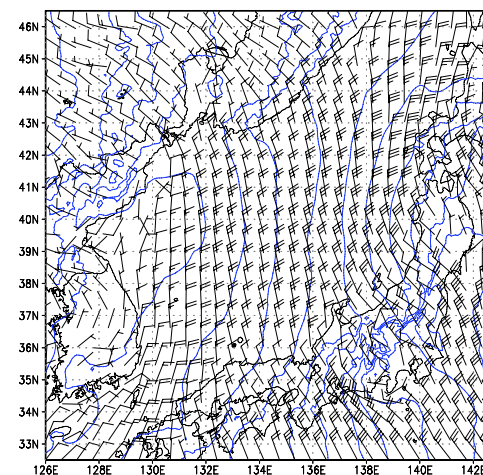
time :2008/02/24/03(JST)



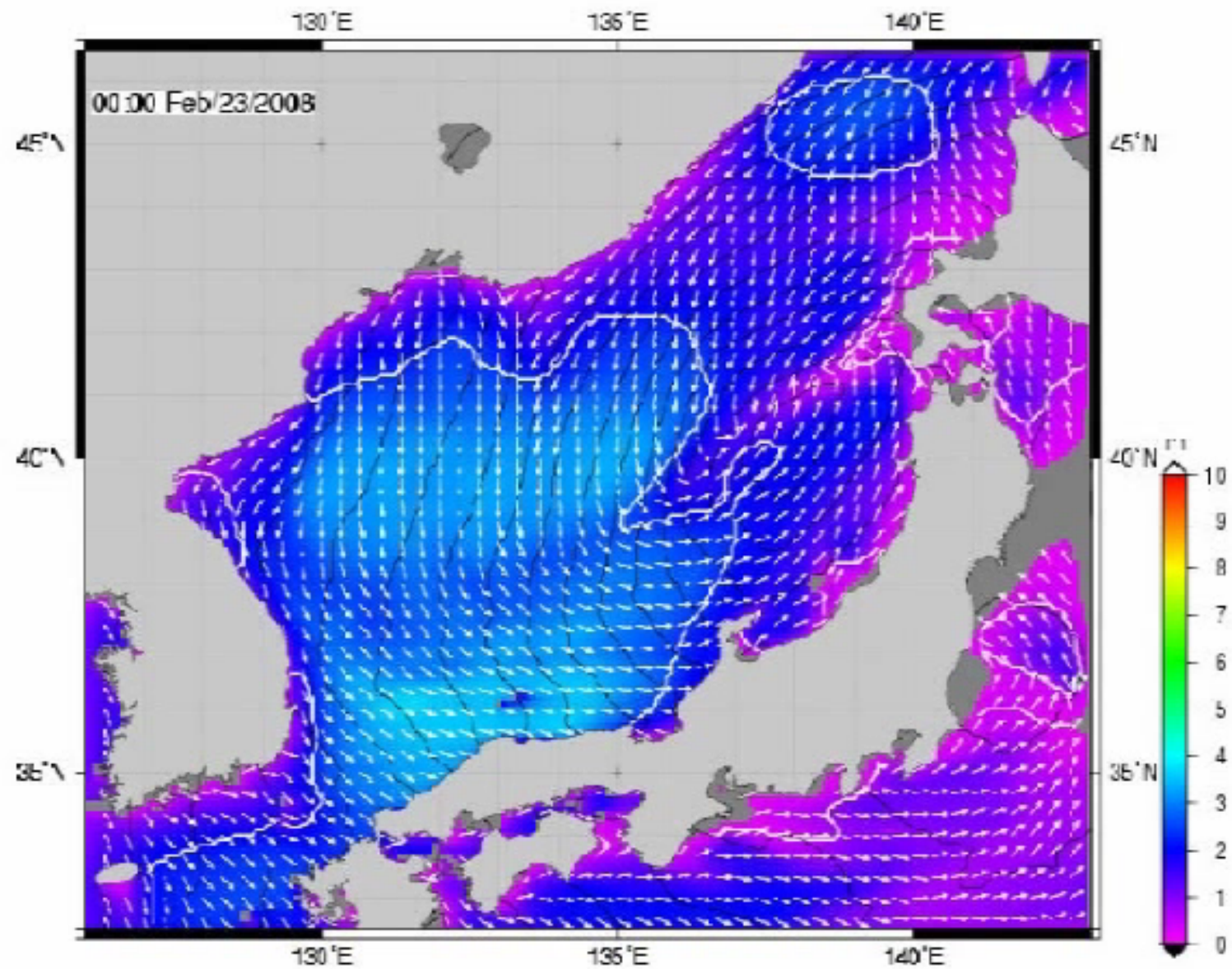
time :2008/02/24/09(JST)



time :2008/02/24/15(JST)

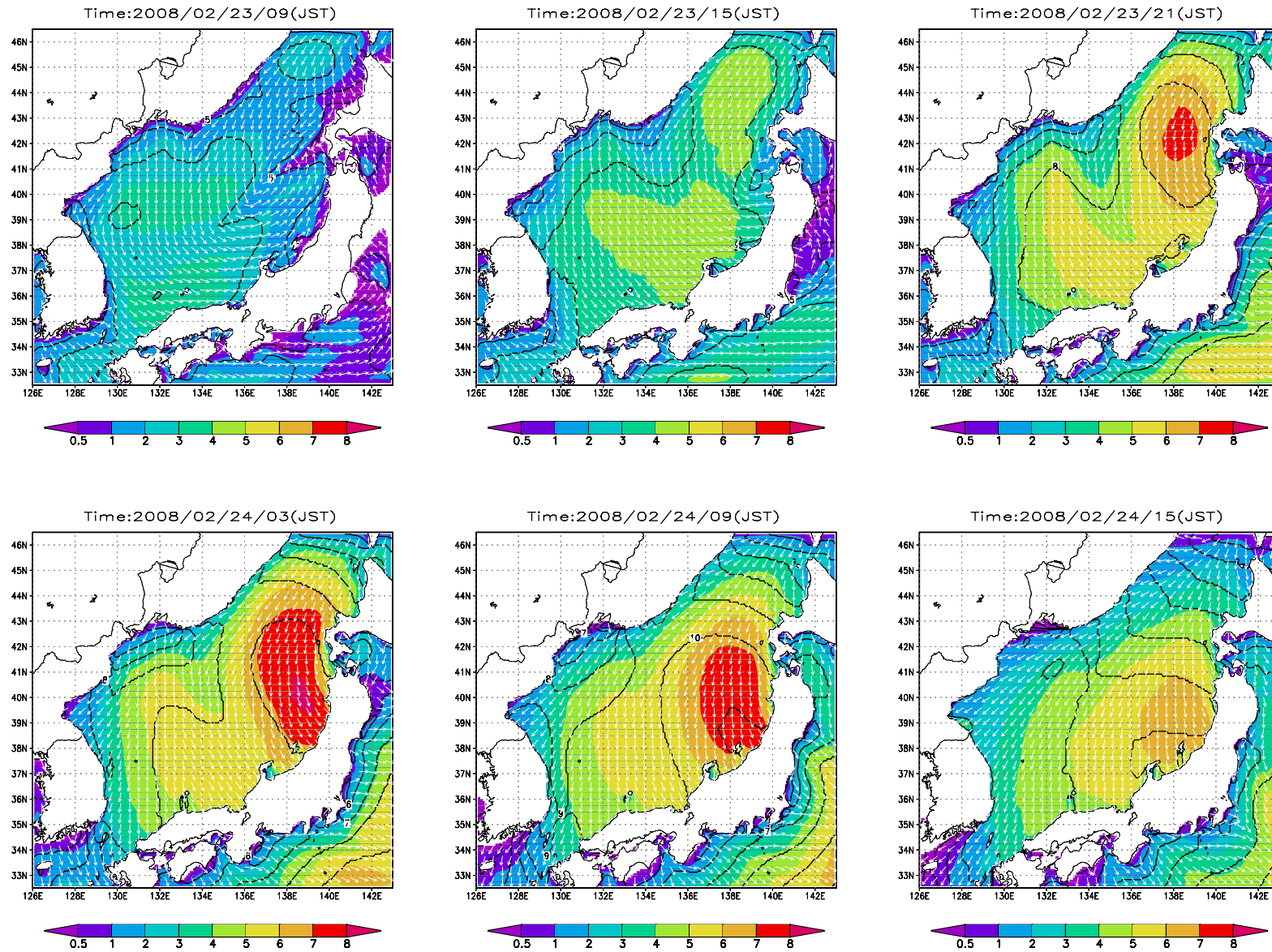


## 波浪分布の動画





# 波浪状況の時系列(日本海)

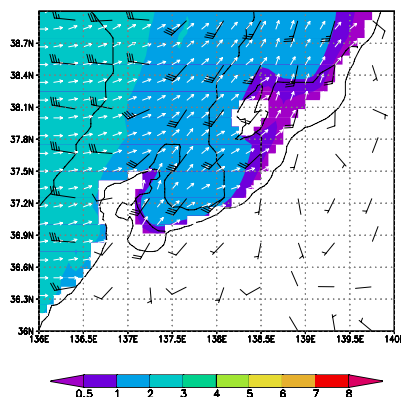


色塗:波高 黒線:周期 矢印:波向

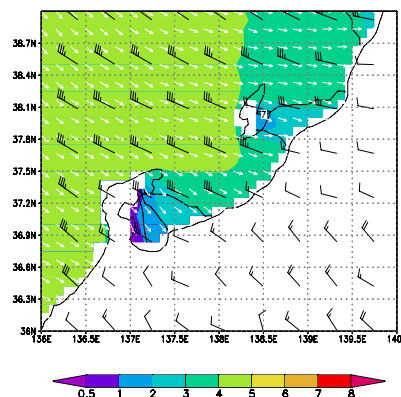
# 富山湾の波浪状況の時系列

(風と地形による波浪分布の推移)

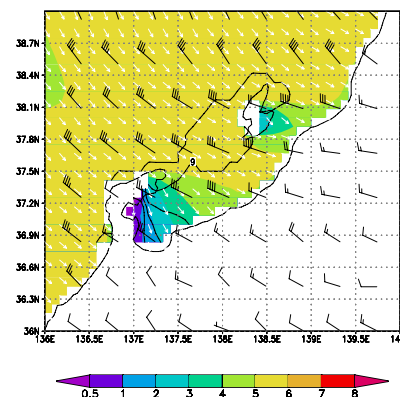
2008年2月23日09時



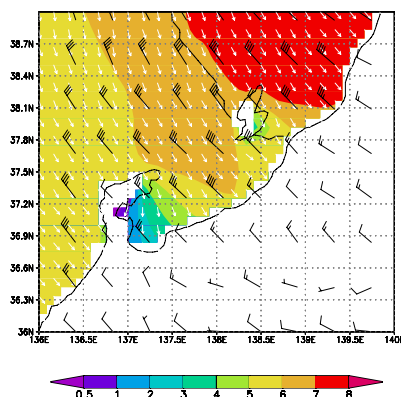
2008年2月23日15時



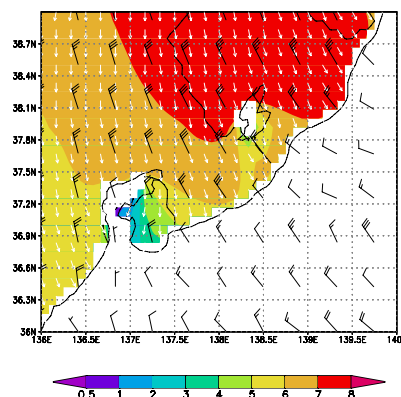
2008年2月23日21時



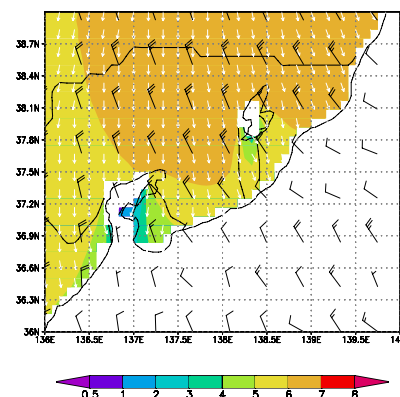
2008年2月24日03時



2008年2月24日09時



2008年2月24日15時

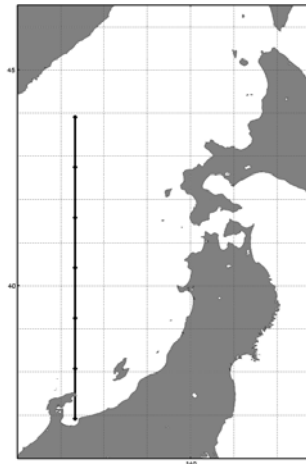
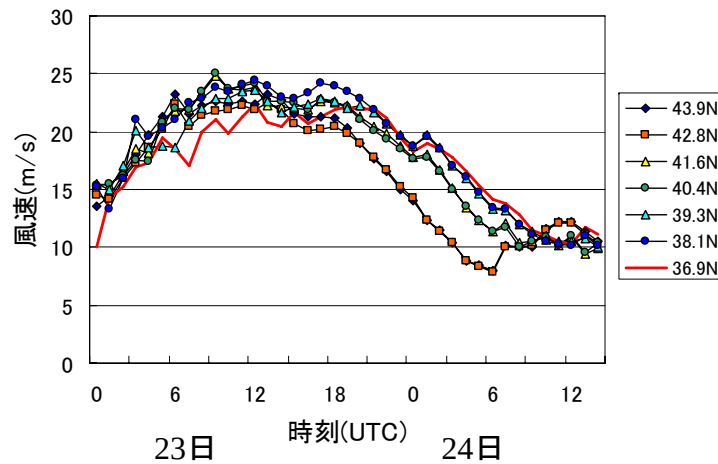
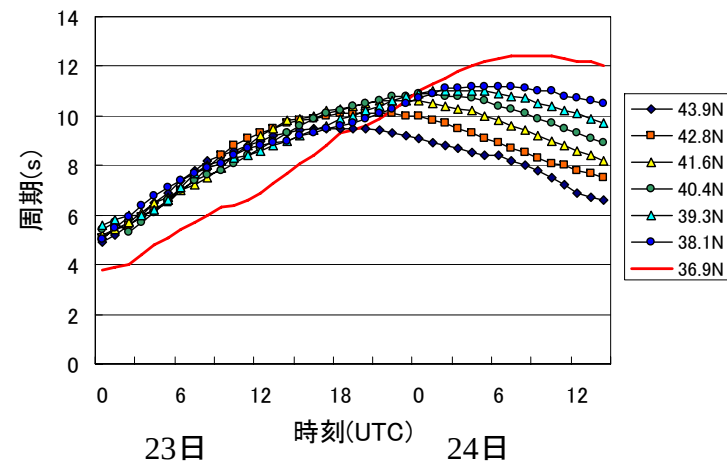
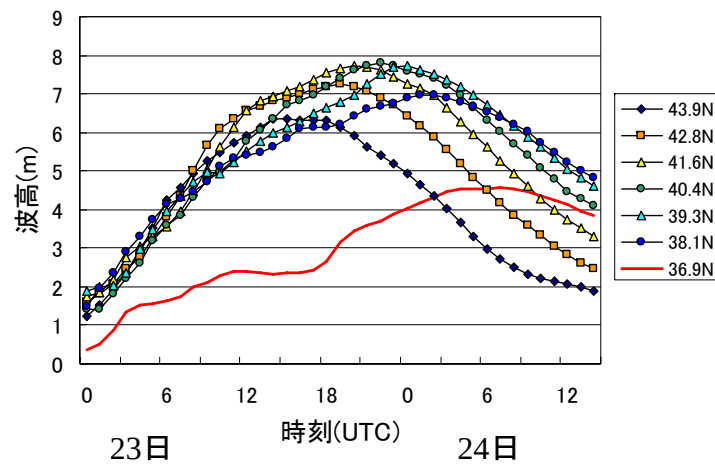


## ■ 計算結果の概況

- ・ 北西の季節風が卓越した23日夜は能登半島の遮蔽により富山湾の波は低い。
- ・ 23日朝には強風は収まるが、沖合いでは依然として20kt程度の風が吹いており、波も高い。
- ・ 24日朝頃より、波向が南向きとなり、富山湾に高波が到達するようになった。

色調:波高(m) 黒線:周期(秒) 矢印:波向 矢羽:風速(長10kt、短5kt)

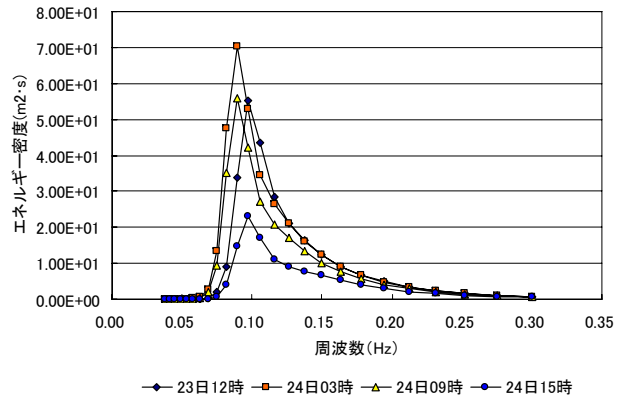
# 137.3Eにおける波浪時系列 (2008年2月23日09～24日15JST)



- 風速は23日よりをピークに弱まる。傾向はほぼ全体で一致
- 波高については沖合いで24日朝がピークとなる。
- 富山湾では北からの波が入ってきた23日18UTC頃より急に波高が高まる。24日にかけて周期が長いことも特徴

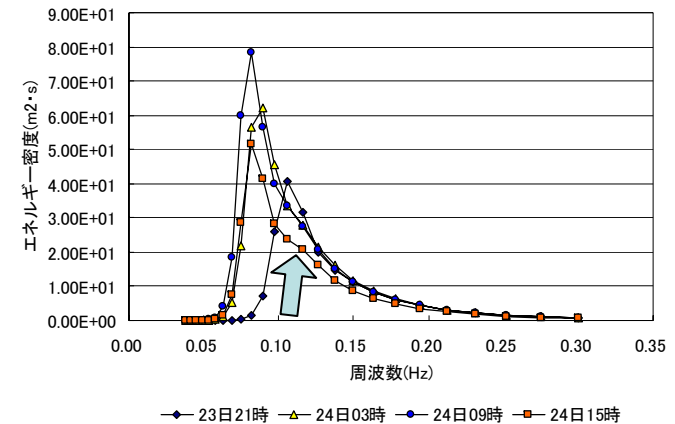
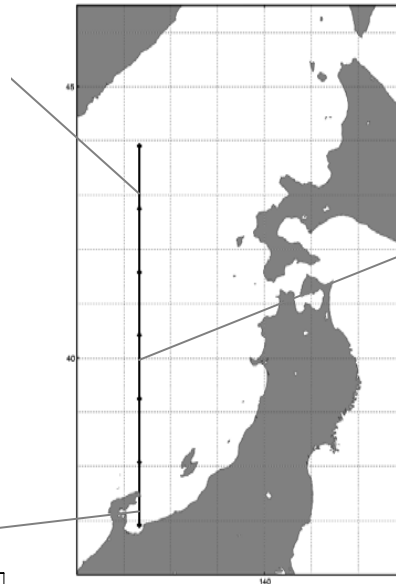
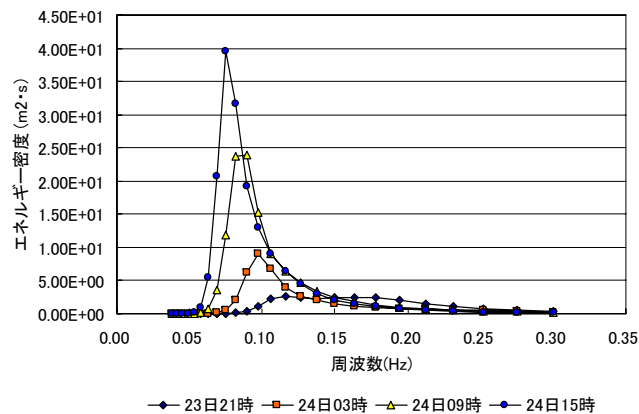
# 東経137.3° における1次元スペクトルの推移

ピーク周波数とスペクトル形状で見る発達の違い)



## 風浪のみの発達と減衰

(周波数ピーク・エネルギーが連続的に変化しながら発達・減衰)



## うねりと風浪のエネルギーによる発達

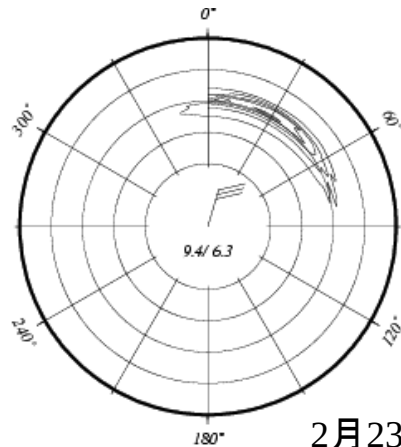
(不連続な周波数・エネルギーピークが存在し、これを取り込んで発達・減衰)

## 富山湾に到達した波

低周波数(長周期)のエネルギーのみが卓越(うねり性の波)

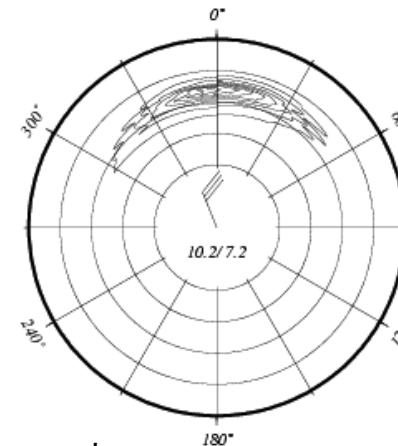
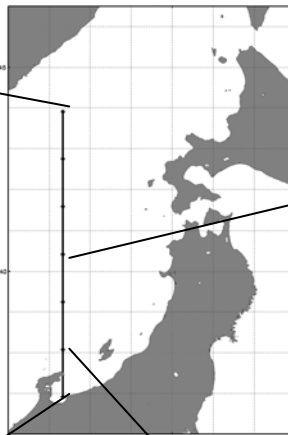
# 地点と時刻による波浪スペクトルの違い

(スペクトルの方向分布で見る波浪の特色)



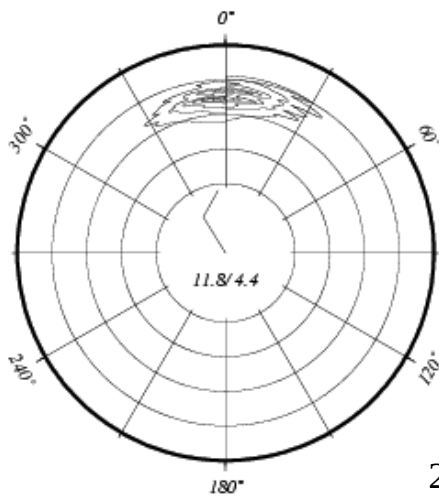
2月23日24時

風浪のみでスペクトルの方向幅が狭い(10度付近に集中)



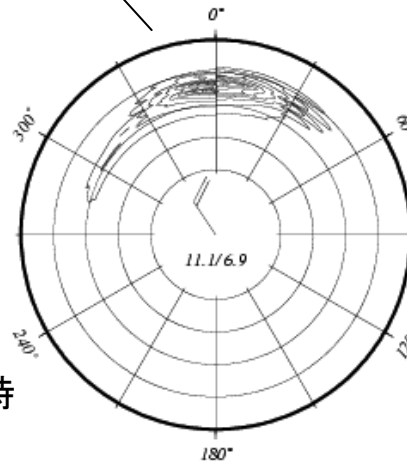
2月24日03時

風浪(北北西)とうねり(北北東)が混在し、スペクトル方向幅が広い



2月24日12時

富山湾へは周期の長い北成分のみ伝播



(富山湾直前までうねりと風浪が合わさっている)

※スペクトル:

エネルギー密度( $\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ):コンターは10 ( $\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) 毎

角度:波の来る方向で定義

周期:最内側0秒 外側20秒

風速:kt単位

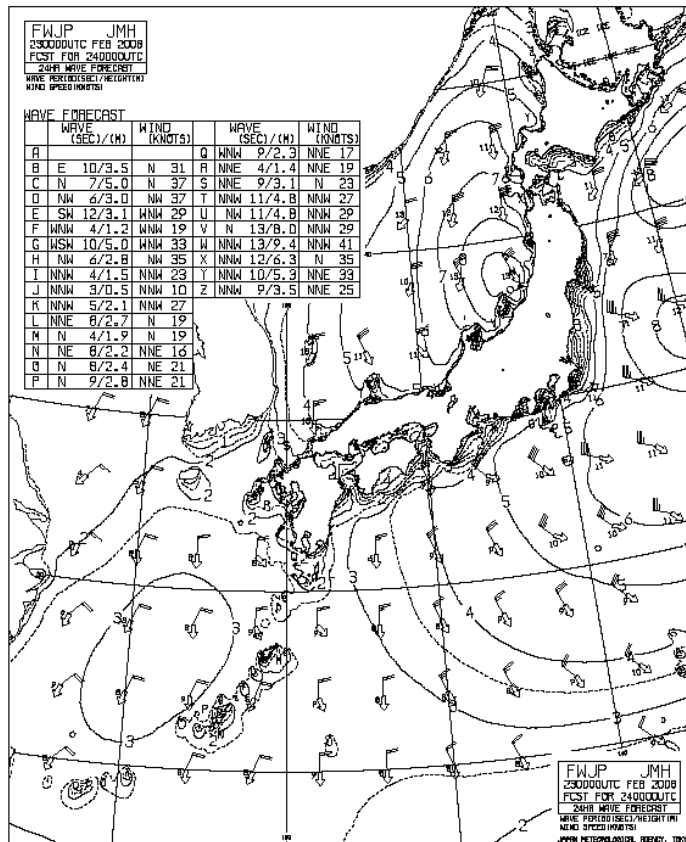
数値:周期(s)/波高(m)



## ■ 当日の情報提供の状況

- ・ 現用沿岸波浪モデルによる波浪予測
- ・ 富山地方気象台発表の注・警報から波浪関連部分を抜粋

# 現用沿岸波浪モデルによる波浪予測 (沿岸波浪24時間予想図より)



- ・ 佐渡沖の海上に有義波高で9mを超える高波高域を予測
- ・ 富山湾沖では7mの波高を予測
- ・ 周期は12秒前後と長い
- ・ 波の向きは概ね南向き

2月23日09時初期値の  
2月24日09時の予想図  
(24時間予測)

# 富山地方気象台発表の注・警報から波浪関連部分を抜粋

入善町、黒部市は「東部北」に属する

| 月日    | 時分     | 西部北                                                                                                                                                                               | 東部南                                          | 東部北                                                                                          |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2月23日 | 04時20分 |  : 注意報<br> : 警報 |                                              | 24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある<br>23日昼前から24日明け方にかけて<br>以後も続く<br>波高 5メートル                          |
| 2月23日 | 12時09分 |                                                                                                                                                                                   | 24日昼過ぎにかけて 以後も続く<br>ピークは24日明け方<br>波高 4メートル   | 24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある<br>24日昼過ぎにかけて 以後も続く<br>ピークは24日明け方<br>波高 5メートル                      |
| 2月23日 | 16時25分 |                                                                                                                                                                                   | 24日夕方にかけて 以後も続く<br>ピークは24日昼前<br>波高 3メートル     | 24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある<br>24日夕方にかけて 以後も続く<br>ピークは24日昼前<br>波高 5メートル                        |
| 2月23日 | 18時45分 |                                                                                                                                                                                   | 24日夜のはじめ頃にかけて 以後も続く<br>ピークは24日昼前<br>波高 3メートル | 24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある<br>24日夜のはじめ頃にかけて 以後も続く<br>ピークは24日昼前<br>波高 5メートル                    |
| 2月24日 | 04時10分 | 25日明け方まで<br>ピークは24日昼前<br>波高 3メートル                                                                                                                                                 | 25日明け方まで<br>ピークは24日昼前<br>波高 3メートル            | ( (東部北の海では24日夜のはじめ頃にかけて、うねりを伴ってしける見込みです。高波に警戒して下さい。))<br>24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日朝<br>波高 5メートル |
| 2月24日 | 05時20分 | ( (富山県の海では24日夜のはじめ頃にかけて、うねりを伴ってしける見込みです。高波に警戒して下さい。))                                                                                                                             |                                              |                                                                                              |
|       |        | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日朝<br>波高 5メートル                                                                                                                                               | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日朝<br>波高 5メートル          | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日朝<br>波高 5メートル                                                          |
| 2月24日 | 09時10分 | ( (富山県の海では24日夜のはじめ頃にかけて、うねりを伴ってしける見込みです。高波に警戒して下さい。))                                                                                                                             |                                              |                                                                                              |
|       |        | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日昼前<br>波高 5メートル                                                                                                                                              | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日昼前<br>波高 6メートル         | 24日夜のはじめ頃まで<br>ピークは24日昼前<br>波高 6メートル                                                         |
| 2月24日 | 15時38分 | ( (富山県の海では、25日明け方までうねりを伴いしける見込みです。船舶などは高波に厳重に警戒して下さい。))                                                                                                                           |                                              |                                                                                              |
|       |        | 25日明け方まで<br>ピークは24日夕方<br>波高 5メートル                                                                                                                                                 | 25日明け方まで<br>ピークは24日夕方<br>波高 6メートル            | 25日明け方まで<br>ピークは24日夕方<br>波高 6メートル                                                            |
| 2月25日 | 07時10分 | 26日明け方まで<br>ピークは25日朝<br>波高 4メートル                                                                                                                                                  | 26日明け方まで<br>ピークは25日朝<br>波高 4メートル             | 26日明け方まで<br>ピークは25日朝<br>波高 4メートル                                                             |

第1回高波発生メカニズム共有に関するWG

(議事録)

2008年3月21日(金)

(出席者) 敬称略

座 長 佐藤 慎司 (東京大学大学院工学系研究科教授)  
高野 洋雄 (気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官(気象研究所併任))  
中山 哲厳 (独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所水理研究室長)  
平石 哲也 (独立行政法人港湾空港技術研究所波浪研究室長)  
福濱 方哉 (国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長)  
水産庁 整備課  
水産庁 防災漁村課  
河川局 海岸室  
港湾局 海岸・防災課  
港湾局 技術監理室  
気象庁 企画課  
北陸地方整備局 河川部  
北陸地方整備局 港湾空港部

1. 開会

【河川局海岸室】 それでは、定刻になりましたので、ただいまより第1回高波発生メカニズム共有に関するWGを開催いたします。

第1回につきましては、カメラ撮影を終了し座長に議事の進行をお願いするまでの間、私のほうで進行させていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

私は、国土交通省河川局海岸室海洋開発官を拝命しております〇〇と申します。よろしくお願いいたします。

最初に、出席者の紹介ということでございますけれども、WGということでもございますので、自己紹介という形でさせていただければと思います。私の隣、港湾局の〇〇から時計回りでマイクを回しますので、自己紹介の形でよろしくお願いいたします。

【港湾局海岸・防災課】 港湾局海岸・防災課で災害対策室長をしております〇〇でござ

ざいます。どうぞよろしくお願いいたします。

【港湾局技術監理室】 港湾局技術企画課技術監理室技術基準審査官をやっております  
〇〇でございます。よろしくお願いいたします。

【北陸地方整備局港湾空港部】 北陸地方整備局港湾空港部港湾空港企画官の〇〇ござ  
います。どうぞよろしくお願いいたします。

【〇〇調査官】 気象庁地球環境・海洋部の海洋気象情報室で調査官をしております〇  
〇と申します。よろしくお願いいたします。

【〇〇室長】 独立行政法人港湾空港技術研究所で波浪研究室長をしております〇〇と  
申します。よろしくお願いいたします。

【〇〇座長】 東京大学大学院工学系研究科の〇〇でございます。座長を仰せつかって  
おります。よろしくお願いいたします。

【〇〇室長】 国総研海岸研究室の〇〇でございます。よろしくお願いいたします。

【〇〇室長】 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所の水理研究室長をし  
ております〇〇と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

【水産庁整備課】 水産庁整備課長の〇〇です。よろしくお願いいたします。

【水産庁整備課】 同じく水産庁の〇〇と申します。よろしくお願いいたします。

【北陸地方整備局河川部】 北陸地方整備局河川部河川計画課長をしております〇〇と  
申します。よろしくお願いいたします。

【河川局海岸室】 ありがとうございます。

続きまして、資料の確認をさせていただきたいと思います。お手元には、まずワーキン  
グの議事次第と座席表が1枚ずつございます。その後に、「高波発生メカニズム共有に関す  
るWGの設立について」という二枚紙がございます。その次に、〇〇先生にいただきまし  
た「高波発生メカニズム共有WGメモ」という二枚紙がございます。その後に各部局から  
提供いただいている資料がございまして、クリップでとめた国土交通省港湾局の資料、封  
筒に入った水産庁の資料、クリップでとめた国土交通省河川局の資料、その後に、ホチキ  
スどめになっております気象庁の資料がご用意されているかと思います。よろしゅうござ  
いますでしょうか。

次に、議事録についてのご確認をさせていただければと思います。本日の議事録は、速  
記したものを発言者の皆様にご確認いただいた上で、発言者の氏名を除いてプレスリリー  
スするという事で公開という扱いにさせていただきたいと思いますが、よろしゅうござ

いますでしょうか。

では、よろしくお願いいたします。

それでは、今、気象庁から1名到着されましたので、自己紹介をよろしくお願いいたします。

【気象庁企画課】 第1回目からおくれまして大変申しわけございません。気象庁企画課防災企画調整官の〇〇と申します。よろしくお願いいたします。

【河川局海岸室】 ありがとうございます。

それでは、今回、座長を東京大学の〇〇先生をお願いしてございます。開会に先立ちまして、〇〇座長より一言ごあいさつをいただければと思います。よろしくお願いいたします。

【座長】 東大の〇〇でございます。海岸の災害といいますと、スマトラ津波から始まって、カトリナ災害があって、最近ではバングラデシュの高潮という世界的な災害が頻発している状況の中で、国内でも、菜生の災害ですとか、今年度の台風9号による西湘バイパスの災害、そして、今回の災害というふうに非常に大きな災害が続いている状況にあるという背景があると思います。

そんな中で、国内の災害についてちょっと気になっておりますのが、非常に長周期の波が発達する事例が増えております。今回の災害もその例外ではなくて、非常に広範囲にわたって大きな激甚な災害をもたらしたという特徴があると思います。

そんな中で、各部局で鋭意分析もされ、委員会等で検討されているというふうに聞いてはおりますけれども、災害の範囲が非常に広範囲にわたるものですから、ぜひ情報を共有して俯瞰的に眺めるということが非常に重要になると認識しております。そういう意味では、今回のワーキングというのは非常に大きな意味があると思っております。

こういう悪条件が非常に重なって今回の高波が発生したのは間違いないので、こういう悪条件がそんなに頻発しないことを願ってはおりますけれども、次にこういう事態が起きることも考えられますし、そのときに、今回と全く同じことが起きるとも限らない。今回、A海岸で起きたことがB海岸で起きるかもしれないし、B海岸で起きたことがC海岸で起きるかもしれないという意味では、情報の共有、それから、今後の対策に俯瞰的な視点というのは非常に重要になると思いますので、そういう場にできればなと思っております。

もう1つは、それぞれの部局で重複していろいろなことをおやりになっている。これは、私は大いにやっていただいていると思うんです。研究も含めて重複しながらやっていくというのは、お互い刺激し合う面がありますので、それはいいと思うんですけれども、お互

いお見合いして、本来検討すべきことが検討されないというようなことになると非常にまずいので、この場では、ぜひそういう観点からも、網羅的な本来やるべき対応がとられているかどうか、とられていないんだったら、それをどこの部署が中心になってやるべきかということまで含めて議論をさせていただければと思いますので、ぜひ、いろいろな立場からのご意見をお聞かせいただければと思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

【河川局海岸室】      ありがとうございます。

では、報道機関の皆様をお願いでございます。カメラによる頭撮りは冒頭のごあいさつまでとさせていただいておりますので、テレビカメラにつきましてはここでご退席をいただき、この後は傍聴のみということで、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

では、ここからの議事につきましては座長の〇〇先生にお願いしたいと思っております、〇〇先生、よろしくお願いいたします。

## 2. 議事

【座長】      どうもありがとうございました。

それでは、議事に従ってと言いたいのですが、議事は2つしか書いてありませんで、資料説明と意見交換ということになっておりますので、基本的には、各部局等で検討されていると思っておりますので、そのご説明をいただいて、場合によってはちょっと質問の時間をとって、最後に総合的な意見交換をやるというスタイルで進めさせていただきたいと思っております。

最初に、このワーキングの設立についてというところで、各部局の委員会について記述されておりますが、どなたかからご説明いただけますか。

【河川局海岸室】      では、冒頭に私のほうからご説明しますが、よろしゅうございますか。

では、行政側を代表して私のほうでご説明いたします。

ペーパーとして、「高波発生メカニズム共有に関するWGの設立について」という二枚紙が配付されております。まず1番で、WGの目的ということでございます。このWGは、高波に関するそれぞれの技術情報を持ち寄って共有することと、専門的見地からの意見交換を行うということで、関係部局が連携して当ワーキングを設置しようという目的となっております。WGの構成は、先ほど自己紹介していただきましたとおり、2番に書



いてある各委員、機関で構成しているというものでございます。

2枚目をごらんいただきますと、それぞれのところで各種委員会が立ち上がっております。水産庁関係におきましては、平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会、港湾局関係におきましては、富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会、また河川局関係では、高波災害対策検討委員会が設けられておりまして、場所あるいは対象とする内容等がそれぞれの事情、目的によって違いますけれども、こういったそれぞれ設けられている委員会での各種の情報等を共有するということで、その下にございますけれども、高波発生メカニズム共有に関するWGを設置して、先ほど目的のところでも申し上げましたとおり、技術情報の共有や意見交換を行うという趣旨でございます。

以上でございます。

【座長】        ありがとうございます。

このスキームについて、ご質問等はございますでしょうか。よろしゅうございますでしょうか。

それでは、資料が重ねてある順番でいくと次は私のメモになりますが、これは各部局のほうでご説明いただいた後で議論を整理する意味でと思って出したものなので、ちょっと後回しにします。

資料の順番でよろしいですか。私の手元にある資料だと、港湾局、水産庁、河川局、気象庁になっていますので、その順番で、まずはご説明をいただきたいと思います。時間が限られていますので、まことに申しわけないのですが一部局15分ということで、私の時計でピーピーと鳴りますので、そこでやめろという意味ではありませんが、参考にしていただいてご説明をお願いいたします。

それでは、港湾局、よろしくお願いします。

【港湾局技術監理室】        それでは、港湾局からご説明させていただきます。

お手元の資料のクリップどめをまずとっていただいて、1枚めくっていただいたところに、ホチキスどめの二枚紙があります。まずそれを私のほうから簡単にご説明させていただきます。「観測データの共有について」という二枚紙でございます。

この紙にまとめておりますのは、今回、高波発生メカニズム共有に関するWGということで、そもそもデータを共有しましょうということがありましたので、これまで事務的に提供させていただいて共有を進めております観測データの概要をお示しするとともに、これまでわかっている簡単な概要を取りまとめたものでございます。

簡単にご説明いたしますと、1.で全国海洋波浪観測情報網（ナウファス）の観測データの提供ということで書いてございます。

提供したデータの概要ですけれども、1枚めくっていただきまして、2ページでございます。別紙1がございまして、ナウファスの観測データの提供の概要ということでございます。

(1)にナウファスの概要と書いてございますが、次のページにカラーでございますけれども、要は全国で約60地点においてリアルタイムで波の高さとか波の向きとか周期とかといった波浪観測を実施しているということを書いてございます。

それで、今回、提供させていただいているデータが(2)でございます。観測地点でございますように、留萌から玄界灘までの21地点について皆様にデータを提供させていただいているところでございます。観測期間としては、波については2月20日の1時から26日までということで、波の高さとか周期とか波向を提供しているということです。

(3)でございますが、同時に潮位のデータも提供してございまして、全部で19地点の潮位のデータを情報共有しているということです。これは2月の一月間のデータを提供しているというものでございます。

こういうデータ提供をさせていただいているということで、このデータを水産庁、河川局、気象庁に提供しているというものでございます。

それから、こういったデータで一体何がわかっているのかということについては、まさに今検討しているところなんですけれども、ざっとこんなところがわかっているというのをご紹介したいと思います。

4点ございまして、まず1点目が、今回の2月22日から25日までの期間中で、富山の観測点で日本海の沿岸全域の中で最大の波浪を観測しております。富山で観測したということです。先ほど座長からのご指摘がございましたけれども、周期が非常に長い、16秒を超えるような波が起きていたということでございます。これは、同じ観測地点の既往最大のものを更新しておりまして、そのほか輪島とか兵庫県の柴山といったところでも既往最大を更新しているということでございます。

それから、広い観測網でございましたので全体の傾向を見てみますと、北海道から富山までの日本海沿岸では南下するほど大きな波になっている、波高も周期も大きくなっているということで、まさに北海道の西の海域から日本海の沿岸を南向きに吹く強風にあおら

れて波が発達したということを裏づけているのかなと思います。

あと富山の観測点ですけれども、留萌の観測点から10時間以上おくらせて最大有義波を観測していると。下の表にもございますけれども、留萌から輪島まで徐々に最大が発生する時刻がおくらせてきているということもありまして、従来の寄り回り波の知見と同じようなものが得られているということでございます。

観測については、以上でございます。

【北陸地方整備局港湾空港部】 それでは、私から、富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会、第1回委員会の結果を報告させていただきます。

お手元に資料を配付してございますが、パワーポイントでまとめておりますので、パワーポイントを併用して説明させていただきます。

まず委員会の日時でございますけれども、平成20年3月6日、13時15分から富山市内において開催しております。委員会の設置目的でございますが、お手元の資料の参考－1に記してございます。またメンバーでございますが、参考－2に付してございますので後ほどご確認をよろしくお願いいたします。

それでは、参考－3の被災状況から簡単にご説明いたします。特定重要港湾伏木富山港でございますが、位置的にはちょうど富山湾の一番奥、高岡市、射水市、富山市にかかる部分でございます。被災の状況は伏木地区並びに新湊地区のほうに固まっております、富山地区の被害はございませんでした。この点につきましては、後ほどまたご説明いたします。

参考－3の中身をご説明いたします。

被災の状況の幾つか大きなものをここに並べております。これは新湊地区のちょうど中央部で、10カ所ほど被災がございました。まず港の入り口の波除堤ですけれども、東側につきまして一部決壊いたしました。また港の東側にございます海浜公園につきましては、突堤が被災を受けております。また、今回の波は非常に周期が長く、越波と申しますよりは越流状態であり、海王丸パークに港外から波が越流した状況が写真で撮られております。この結果、海王丸パークの駐車場は冠水しました。また、同じ波除堤の西側につきましても、大きな越波・越流を受けまして被災をしております。

次に、伏木地区の防波堤でございますが、ケーソンのスライド等、一部被災をしております。また、その背後にございます緑地では、かなり大きな越流がございまして、縁石、緑地がかなり大きな被害を受けております。ここにトイレがございまして、トイレ

の中に越流の状況の痕跡がございまして、大体腰の近くまで水が上がったということが確認されました。また、浸水ですとかフェンスの倒壊等もございました。

防波堤の被災について、この防波堤は全長1,500メートルございます。ケーソンの重さは、1函当たり約1,300トン、大きさは、延長が15メートル、幅が11.5メートル、高さが9.5メートルですが、このように最大で12メートル港内側へ移動している箇所もございました。

以上が、被災状況の簡単なご説明でございます。

続きまして、当委員会には富山商船高専から〇〇准教授にもご参加いただいております。寄り回り波に関する情報をいただいております。

まずこの写真でございますけれども、当日、〇〇先生が富山商船高専の屋上から撮影された寄り回り波で、時間は13時ごろと伺っております。富山商船高専の場所は、下に地図がございしますが、先ほどの新湊地区のちょうど真東、ここから正面の写真を撮ったのがこの写真でございます。先生がおっしゃるには、右手のほうは、ほとんど波が立っていません。それから、左手のほうにかけては同じような波が立っていたということでございました。

〇〇先生でございますけれども、富山商船高専で寄り回り波の第一人者として知られております、〇〇先生、〇〇先生と一緒に研究をされた方と伺っております。〇〇先生によりますと、寄り回り波と申しますのは、大体12月から4月を中心に発生する富山湾沿岸に災害を及ぼすおそれのあるうねり性の大波でありまして、周期的には10秒から12秒、有義波高的には3メートルから5メートル程度で、年に数回程度発生しているということでございます。

また、3つの不思議があるとおっしゃっております。まず1つとしましては、突如来襲する。天候が回復し風もおさまったところに大波が来る。次に、地域性です。大波が発生する地域と発生しない地域がある。それから、時間差攻撃という点で、大波が来襲する時間が場所によって異なると報告されております。

さらに寄り回り波の特徴についてですが、かつて、〇〇先生が寄り回り波を上空から航空機によって調査されたときのお話ですが、富山湾には中央あたりで2方向から来ている波がクロスして入るように見えた、一方は北西方向で、一方は北北西方向ということでございます。また、その後、宇宙から合成開口レーダー（SAR）を使いまして寄り回り波を確認したところ、2方向から湾にうねりが入ってきているのが確認できたということで

ございます。

北東と北北東でございますけれども、北北東につきましては能登半島の遮蔽がございますので、北東のほうが真っすぐ入ってくる、北北東につきましては遮蔽の影響で来ない場所もあるという話がありました。

このように2方向から波が来ておりますので、うねりのできる場所が違う、北東から来るうねりのほうが周期は長い、以上から場所によって大きな波が起こる時間がずれているということでございました。この時間のずれが富山湾をあちこちら寄って回っているように見えることから、寄り回り波という名称になったということでございました。

今のお話を参考に、再度、富山湾沿岸の被害を振り返ってみますと、おっしゃるとおり、この伏木、新湊地区並びに滑川から東の地区に被害が集中しています。富山につきましては波が立っていないというお話がございましたとおり、被害も報告されておられません。本件に関しては、実は昭和62年に〇〇先生が取りまとめられた報告書にも、寄り回り波は、伏木、新湊地区並びに滑川地区に多く被害が発生しているということが記載されておりました。

続きまして、参考－5でございます。今回のナウファスの観測の結果から、少し何点か分析・整理をさせていただいております。

今回は、北陸管内の直江津港と伏木富山港の2点での観測データを比較しました。この結果、ピーク点が24日の早い時期と遅い時期、つまり半日ほどおくれであらわれており、うねり成分が半日ほどおくれで伝播されたことが伺えます。

直江津港と伏木富山港でございますが、大体120キロ弱離れております。また、24日と申しますのは、低気圧につきましては既に日本海側から太平洋側に抜けておりまして、低気圧が抜けた後にうねり成分が到達していると推察されます。

また、私どもは富山湾に富山沖、伏木沖の2カ所の波浪観測地点を設けておりますが、いずれの観測データにつきましても、24日のお昼過ぎぐらいをピークに迎えております。

2つの地点で観測データが大きく異なりました原因でございます。富山湾は水深が非常に極端に変化しておりますが、富山沖は水深20メートルの比較的平坦なところに観測地点がございます。一方、伏木沖は水深46メートルの地点にあり、かつ設置の場所が「あいがめ」と言われます海谷に近接しており、浅水変形等の影響を受けていると考えております。

続きまして、富山地区の過去最高波とデータを比較した結果でございます。過去最高波

は、平成16年に台風23号によってもたらされた波でございます。このときは海王丸が座礁するなど大きな被害を発生させた波でした。このときの波を青、今回の波を赤で示し、2つの波を有義波高と周期で比較しました。この結果、当時の台風の波浪と比較して波高は低いが非常に長い周期が長い時間継続していたということがよくわかります。

波の性質の違いを波長であらわしたのがこのイメージ図でございます。台風波は青い波です。波高は非常に高いのですが、周期が短いために波長としても短い。その一方で、今回の波は、波高は低いですが周期が長く、波長として非常に大きいために、強いうねり性、小さな津波のような現象も起こっていたかと推察されます。また波圧合力でございますけれども、合田式での簡単な比較でございますが、今回の観測した波のほうが大きな波力を持っていました。

以上が報告でございます。

委員会における主な意見として、被害がなかった場所のデータも整理が必要であるといった意見、それから、近隣圏も含めて全国的な視点でのデータ整理をお願いしたいという点、それから、今般の気象擾乱の特徴の整理が必要である、また、2方向から入射という話がありましたけれども、その現象を今回のデータから整理できるかといったご意見もございました。

今後でございますけれども、今のようなアドバイスをいただきまして、今後3月末を目途に、ただいま上記2点で委員会の開催に向けて準備を進めているところでございます。

以上でございます。

【座長】      ありがとうございます。

大変手短かにわかりやすくご説明いただき、また、ご説明いただけなかった部分についても資料を提供いただきまして、ありがとうございます。

後で戻るとまたややこしくなるので、今のご説明に対して、ご質問、ご意見をお受けして、次の水産庁のご説明に移りたいと思います。

どなたでも構いませんというか、ちょっと私から確認したいことが幾つかあるのですが、最初のページで、留萌から10時間おくらてという話がありました。15秒ぐらいの波だと、多分、波速は20メートル毎秒ぐらいでしょうか。時速にすると80キロぐらいなので、留萌との距離を考えると800キロなのかどうか、ちょっと心もとないのですが、そのオーダーだと思うので、オーダー的には合っていると思うのですが、一方で、直江津、伏木というのはかなり近いのに半日おくらているという話がある。これは、何となく1つ

の同じ波を見ているのかなというのが気にはなるんですけども、そのあたりは何かご議論はあったのでしょうか。これは〇〇さんでも、あるいは……。

【〇〇室長】      ちょっとそのとき欠席だったもので。

【座長】      そうですか。

【北陸地方整備局港湾空港部】      ただいま先生がおっしゃいましたとおり、観測地点の波が北のほうから順に来ている時点では一致しておりますけれども、ピーク点等に若干ばらつきがございます。先生のご指摘のとおり、1つの波の現象ではなくて、やはり複数、幾つかのものが交錯し、入っていると思われますので、第2回以降の委員会に向けて、今、整理を行っている最中でございます。

【座長】      ありがとうございます。

それと、もう1個、私からついでに。伏木と富山で2倍以上違うというのは私は非常に驚いたのですが、一方で、ご説明の中で、富山はあまり寄り回り波が来なくて、伏木と滑川に来ると。ちょっと波高データとは逆の現象ですよね。いわゆる寄り回り波は富山を避けてというか、西と東に行くのに対して、波高という意味では富山が高いというのは、地形の影響というのはあると思うんですけども、地形だけでこれだけ倍になるかなという気もして、ミステリーだと言っちゃえばそれまでですが、それは今度検討されるということではよろしいですか。

【港湾局技術監理室】      1点あるとすると、観測地点の水深が大分違っておまして、波が高い富山のほうは水深が20メートルなんですけれども、一方で伏木富山のほうが46メートルということで、その水深の差は大きいかなと思っています。ただ、いずれも14秒から16秒の非常に長い周期が出ていますから、うねり性の波は出ているんですけども、波の高さに関しては観測地点の水深が若干影響しているのかなと思っております。

【座長】      水深だけだと、多分、倍以上にはならないと思うんです。だから、屈折みたいな、ちょっと沖合の地形がきいているのかなという直感はあるんですけども、そのあたりは、2回以降、多分検討されるんでしょうね。

【〇〇室長】      そうですね。局所的な地形がわかりますとかなり細かい計算ができますので、2回以降、検討はできると思います。〇〇先生がおっしゃるように、基本的に富山の沖合は浅いのと、あと「あいがめ」のちょうど入ってきている、横に少しテラス状に突き出たところに波高計がありまして、局所的な地形の影響が生じやすい場所になっています。細かい水深データは、今、作成を依頼中ですので、もう少し説明はできるのかなと考

えております。

【座長】       ありがとうございます。

ほかに何かお気づきの点があれば、どうぞ。

とりあえず先に行ってよろしいですか。もちろん、また後で比較しながらご意見をいただくことはいただくとします。

それでは、次に水産庁のほうから、また申しわけありませんが15分でご説明をお願いいたします。

【水産庁整備課】       水産庁からは、被害の状況と委員会の概要という順番で報告したいと思います。

まず、お手持ちの封筒の一番上に二枚紙のレジメがあると思います。こちらの2枚目をごらんください。ブルーで囲っております富山の入善、佐渡の鷺崎、北小浦、水津漁港が特に被害がひどかったのですが、地元のほうからビデオをいただいておりますので、こちらのほうを今から上映したいと思います。また、写真等も資料2の26ページ以降に載せておりますので、ご一緒にごらんいただければと思います。

これは富山の入善漁港の海岸でございます。撮影時間は午前中の10時ごろと聞いております。この時点で、後ろに見えますように離岸堤の消波ブロックが既に飛散しております。波が背後のパラペットの上を既に越波・越流しているという状況でございます。この後に越波・越流している波の状況が見られますので、もうしばらくお待ちいただければと思います。

今、パラペットを越えて、水叩き兼道路なのですが、既にこういう形で滞留しているという状況です。もう1回、波が来ます。こういった状況です。入善は背後が低地なので、水がどんどん入り込むような地形と聞いております。

これは佐渡の鷺崎でございます。上から眺めていますが、今、防波堤の上を波が越波しているという状況です。撮影時間は24日の10時ごろです。地元の話では、既に朝の6時ごろには防波堤が決壊していたということで、かなり波が港内に入り込んで悪さをしていると。ちょっと見にくいんですけども、漁船が物揚場のほうに打ち上げられて、背後の建屋のほうにどんどん漂流物という形で動いているという状況でございます。この後、動きます。漁船が動いて後ろの建屋のほうまで漂流し、かなり危なかったという話も聞いております。

これは同じ鷺崎の防波堤を側面から見た映像なんですけれども、予想外の波が越波して



いるという画像をとらえております。この後、ちょっとだけ越波しているような映像が出てきます。これもそうですけれども、もう1回、出てきます。

これは同じく佐渡の北小浦なのですが、漁港は画面奥なんですけれども、手前の離岸堤から映しております。こういった形で、波が離岸堤を越えて背後のパラペットをまたさらに越えてから越波しているという状況です。これが一番大きな波ですが、こういう形でパラペットを越えて越波・越流しているという状況です。この後、港内から映した映像に切りかわります。

これが港内から見た映像ですが、こういう形でどーんと越波しています。撮影時刻は朝の8時ごろです。地元の話では、朝の4時ごろにはもう防波堤が決壊していたということで、こんな形で、ものすごい状況で、漁具の保管庫とかがどんどん流されて、カメラマンも逃げていますけれども、こういう形でどんどん漂流物が中まで来ているという状況でございます。もうすごい状況です。

こちらと同じ佐渡の水津漁港なのですが、同じように撮影時刻は24日の6時ごろということです。でも、午前4時ごろにはもう防波堤が決壊していたということで、湾内まで波が押し寄せて、埠頭用地のところまで波が入ってきているという状況でございます。引き波で漁具とか網とかがどんどん湾内に落ちて、船も全然出せないような状況になっているというところではございます。漁民の方が自分の船が心配で近くにたたずんで見ているんですけれども、この後、漁民の方の足元まで波が押し寄せてくるというような状況になっております。かなり足元まで波が来て、車とかも流されているような状況です。

続きまして、レジメの1ページに戻っていただきまして、委員会の概要でございます。議題は3つございまして、1点目が漁業地域における被害状況について、2点目が今回の気象及び高波浪の特性について、3点目が被災時波浪の推定と今後の高波浪特性検討方針についてという形で議論を進めております。

委員からの主な意見でございますが、議題1につきましては、今後の対策を考える上で被害の時間履歴を整理すること。議題2につきましては、今回の高波浪は波だけではなく潮位上昇や長周期波があわさって来襲しているのではないかということ。2点目が、北東のうねり成分と北西風からの波が両方来ているのではないかということ。3点目が、佐渡のほうでは北西から北東に移る波向の変化が早かったということ。4点目が、富山湾内で強い流れが発生しておりまして、これが潮位に影響しているのではないかというような意見をいただいております。

議題3につきましては、波が増幅したメカニズムを整理すること。2点目が、浅海の局所性を考慮すること。3点目が、構造物の設置推進やマウンドの構造を整理することという形で意見をいただいております。

以上につきまして、各課と整理をした上で、第2回の委員会で、沖波の特性とか浅海波の特性などを整理して、議論をまた進めていきたいと思っております。

簡単ですが、以上でございます。

【座長】 大変ありがとうございました。10分以内にご説明いただきました。生々しいビデオもを見せていただいて、非常にイメージがつかみやすかったです。ありがとうございました。

これについても、まずご質問、確認いただきたい点がありましたらお受けして、ご意見もお伺いしたいと思います。いかがでしょうか。

【〇〇室長】 すみません、1点確認ですが、どこのビデオでもいいのですが、漁船が流されているのがありましたが、岸壁の通常の天端高は静水面から幾らぐらいで設定されておられるのですか。

【水産庁整備課】 漁港の場合、通常、利用形態に配慮していますので、大体50センチから、要は低めに設定しております。通常の港湾が考えている岸壁の高さより数十センチは下がっております。

【〇〇室長】 そうすると、波が30センチぐらいを超えると、少し荒れてもあれぐらいになるということですか。

【水産庁整備課】 いつもというわけではないんですけれども、想定以上の波が来るとああいう形になります。今回の場合は、第一線の防波堤が決壊したものですから、あそこまで波が入ってきて、埠頭用地まで波が来ているというような状況でございます。

【〇〇室長】 どうもありがとうございました。

【座長】 ちょっと補足すると、ビデオを見せていただいたのは佐渡ですね。

【水産庁整備課】 そうです。

【座長】 弾崎を回り込んだ裏側というか、ふだん北西からのいわゆる季節風による波だと遮蔽される側なんですね。だから、ふだんは、ほとんどそういう波は入ってこないようなところであるのに対して、今回はどちらかというと北東というかちょっと東寄り側から入ってきたので、しかも、長周期波、周期が長かったので、屈折してそういうところに回り込んできたということだと思います。そのビデオを撮影した地点がわかる図面があれ

ば、この資料の中でどれかというのがどこかにありますか。佐渡のここだよというのがわかれば。

【傍聴席（水産庁防災漁村課）】 お手元に資料2がございます。資料2の32ページを  
ごらんいただけますでしょうか。

【座長】 ビデオは鷺崎と水津でした。

【水産庁整備課】 鷺崎と水津と北小浦です。

【座長】 いずれも裏側と言うと怒られるんでしょうけれども、波の遮蔽側ですね。北  
西の季節風に対しては遮蔽側ということになります。

ほかにいかがですか。よろしいですか。

それでは、次に河川局からご説明いただけますでしょうか。また、申しわけありません  
が15分をお願いいたします。

【河川局海岸室】 国土交通省河川局でございます。クリップでとめた資料は、一昨日  
開催しました委員会の配付資料のうち、主要なものとして資料2と資料3というA3版の  
資料をお手元にお配りしているかと思います。資料の説明は後ほどいたしますけれども、  
その前に、私のほうから口頭で、どういう目的でどんなことをやっているかということ  
をご説明いたします。

私どもの場合は、高波災害対策検討委員会を発足いたしました。2つありますけれども、  
1つは今回の富山等における高波、越波の発生メカニズム等々を検証して、1つは直轄の  
下新川海岸というのがございまして、私どもが担当しているんですけれども、そこでの対  
策を検討していこうということが1つです。もう1つは、全国的な見地からのハード、ソ  
フトの対策についても議論していこうということで発足をいたしております。そういう意  
味で、いろいろ幅広い分野の方々にご参加いただいて、ご議論をしようとしているところ  
です。

一昨日、第1回を開催いたしまして、主な話としては、1つはどんな被災状況等であっ  
たかということと、あと今後どういうことを当検討会で議論していこうかというところを  
中心にお話をしました。

まず配付した資料のうちの被災状況等につきましては、当日も北陸地方整備局のほうか  
らご説明いたしましたので、ただいまから北陸地方整備局のほうから資料2のご説明をさ  
せていただきます。

【北陸地方整備局河川部】 資料2を1ページめくっていただきますと、最初の①のペ

ージが出てまいります。左側に気象庁のホームページからとらせていただいております天気図がございしますが、右側は、国土地理院、気象庁で観測された潮位の値を示してございます。この夏は、日本海の広い範囲で潮位が高まったということでございます。

ここで1点、今回の直轄で河川局が管理しておりますのは、右側の地図に富山という小さな字がございしますが、そのすぐ右側にちょうどぶ状に丸く出ておりますが、このあたりが下新川海岸でございます。以降のページにつきましては、この地域に関する被害状況等を整理したものでございます。

1枚めくっていただきますと、これは京都大学防災研の〇〇先生の波の計算の結果を紹介しているものでございます。やはり24日かけて波高がだんだん高くなってきた、それから、波向きも変わってきているという状況でご紹介をさせていただいております。

1枚めくっていただきますと、寄り回り波に関する過去の研究でございます。これにつきましては、今まで港湾局等でご紹介がございましたので、ご説明は割愛させていただきます。

4ページから、下新川海岸付近の観測波をご紹介してございます。直轄の河川局のほうでは、この下新川海岸、黒部川の河口部のところでございますが、石田観測所と田中観測所の2カ所で観測をしております。石田観測所は富山湾のほうに位置するわけでございますが、この地点では計画している波高が2.6メートルでございますが、その近くまで波高が上がり、もともと計画している周期が5.6秒でございますが、それに対しては、大きくそれを上回る14秒ぐらいの周期の波が来ているというものでございます。

先ほど来ご紹介がありますが、一番下段にございますけれども、風は23日に一番強かったという状況でございますが、長周期の波が来たのは24日の午前中から昼にかけてという状況でございます。

田中観測所でも同じような状況でございまして、一部分ポツがついておりますのは、超音波観測計が観測し切れず水圧計のデータを補正しているというものでございます。

1枚めくっていただきますと、まずは当たりをつけるという意味で、概算で平面的な波の収斂について試しに計算をやってございます。今回、寄り回り波は海底谷等の影響ということが言われているところでございますが、「田中観測所」とちょうど真ん中に赤丸でございしますが、それよりも東側の部分については特に目立った収斂はございませんが、それより西側の部分の海底谷が入っているところにつきましては、波がかなり部分的に収斂しているという状況でございます。後でご紹介させていただきますが、今回、大きな被害が

出た神子沢地域においても、やはり凸地形になっているところで波が収斂していたというふうな状況でございます。

6ページにつきましては、その詳細でございますので、説明は省略させていただきます。

7ページにつきましては、これも全くの概算でございますが、その結果としてうちあげ高がどうなったかということを概算してございます。計画の堤防高に対して、有義波、最大波で一部分超えるようなものがあり得たというものでございますが、これはまだちょっと入射角の影響を考慮できておりませんので、今後詳細に詰めてまいりたいと考えております。

次に被害の状況でございます。8ページは、河川局関係の主な直轄、補助をあわせた海岸被害の状況をお示ししてございます。水産庁等からご報告があったところでございますが、佐渡、上越地方、富山で大きな被害が発生しております。

1枚めくっていただきますと、直轄の下新川海岸での被害の状況でございます。海岸保全施設として一番被害が大きかったところは、⑮にございますけれども、上の写真2枚でご紹介しておりますが、直立堤が陥没しているという状況でございます。その他の部分で丸がたくさんついてございますが、消波ブロックが流出したり、緩傾斜堤をつくっておりますブロックが散乱したりという状況が見られているところでございます。

それから、ちょっと目立ってはおりませんが、吹き出しが2種類、水産庁で管理されている入善町芦崎地先、もう1つ、黒部市の生地地先、これは直轄河川のほうで管理しておりますが、ここの部分の青く塗った部分で浸水が発生しているという状況でございます。

1枚めくっていただきますと、その応急復旧を3月1日までに終わりましたという資料でございます。

駆け足で恐縮ですが、11ページは一般被害についてご紹介しております。左側の写真にございますとおり、堤防を越波いたしまして、背後の住宅・農地等が生地地先で浸水しているという状況でございます。

それから、1枚めくっていただきますと、浸水範囲について町が調査をされた結果、それから、私どもの黒部河川事務所が調査した結果についてお示ししております。この結果、全体で343戸の浸水被害が発生したというものでございます。

1枚めくっていただきますと、そのときの避難の状況といたしまして、黒部市や入善町の町でどのような対応をされたか、それから、私ども国土交通省の黒部河川事務所がどのような対応をしたかというものを、田中観測所の波高を上にならべて整理してござい

す。主に町では、ちょうど浸水被害が出始めた5時ごろから自主的に水防活動が行われまして、パトロール、対策本部の設置等々が行われまして、10時、11時、午前中から午後にかけて応急の水防対応が行われてございます。国土交通省といたしましても、波の高さに応じまして体制をとっておりまして、生地地区にブロックを設置したり、町の水防活動への支援ということで、土のうやブロックの貸与、照明車等の機材を派遣したりといった対応をしております。

1枚めくっていただきますと、そのときの町の避難されている写真でございます。

もう1枚めくっていただきますと、水防活動の状況でございます。特に今回、消防団の出動に関する明確な基準がございまして、自主的に各消防本部のほうで判断されて水防活動が行われたという状況でございました。

1枚めくっていただきますと、私ども黒部河川事務所が行った水防活動の支援ということで、資機材の設置や照明車等のことが書いてございます。

最後のページには、平常時からインターネットで情報提供をしているというものを紹介しております。

【河川局海岸室】 資料2の説明は、一たん以上とさせていただきます。

あと、資料3というものがございまして、一昨日の会議では、私どもと委員会のほうで今後どういうことを検討していこうかということで、現時点で考えられる主な項目について少しお話をいたしております。

大きく分けると2つあって、海岸の保全に関する課題と、もう1つは、水防といいますか、避難行動とか情報提供等みたいな問題とあらうかと思いますが、きょうの場合は、主として前者のほうを中心にご紹介させていただきたいと思います。

資料3をめくっていただきますと、1ページ目に、まず海岸堤防の倒壊の状況とかその原因をどう考えていくかということが①としてございます。1ページ目の下のところに四角が2つほどありますけれども、今回、海岸堤防に空洞化が大量に発生していた、海岸堤防が倒壊しているような箇所が見られたということで、考えられる原因や課題として、繰り返しの波が発生して波のエネルギーが大きかったということ、それから、海岸の侵食が進行して砂浜が欠けた状況下で今回のような波が来て、吸い出しが異常に発生したのではないかと考えられるのではないかとということがございます。

次に2ページに参りまして、沖合施設の状況とその効果ということです。今回の状況や問題点としては、離岸堤のブロックが流出、あるいは異形ブロックの散乱が一部で生じて

いると。また、有脚式の突堤や離岸堤があるのですが、その背後では被害が軽減されているということが見られていることから、繰り返しの波が発生して波のエネルギーが大きかった、一方、有脚式の突堤や離岸堤などの沖合施設が、ある程度、効果を発揮したのではなかろうかということがございます。

次、3ページが越波の排水と堤内地の浸水の状況というものを見ていこうということでございますけれども、今回の高波におきましては、越波によって堤内地側に浸水が生じて、市民生活等に支障が生じてきておるわけです。それで、大型の水路とか副堤があるような箇所では、越波はある程度排水できているんですけども、小型の水路しかないところでは、浸水の被害が生じているということが見受けられるということでございます。

続きまして、4ページ目ですけれども、今回の高波の規模、あるいは海象観測データの欠測補填ですけれども、今回、被災が極めて大きい箇所があったのではないかと。高波が最大値周辺で欠測となっているということが起きておりまして、非常に外力が大きかった。あるいは、泡やしぶき等で観測ができなかったのではないかとということが課題として挙げてございまして、こういった課題を中心として、今後検討を進めていくこととしております。

資料の説明は以上なんですけれども、当日につきましては、いろいろな分野の先生方にご参加いただいております。まず海岸工学関係の先生方から、今回の高波のメカニズムについていろいろご紹介がございました。もう既にお話が出ているとおり、うねりが伴っている、非常に周期や波長が長いという特徴があるとか、ある程度予測できることもあるし、ただ、細部の地形等の影響もいろいろあるというところのご説明がありました。詳細は先ほど来出ているお話とかなり重複しますので、省略させていただきます。

それから、あとは出席者、特に自治体関係の方からは、メカニズムをよく検討してもらって、今後施設の改善等の工夫をよく検討してほしいということと、避難等を考えたときに、どういうふうに情報を共有して予測していくかということ等についてもいろいろ検討してほしいといったご意見をいただいております。

お時間になりました。以上でございます。

【座長】      ぴったりです。どうもありがとうございました。

これについても、ご質問等あればお受けしたいと思います。

【〇〇室長】      今回のテーマとは少し違うかもしれないのですが、資料3の3ページ、先ほどご説明いただいたように、入善の古黒部の地先のほうはかなり被害が抑えられてい

るのは、かなり構造が違うからというご説明だったんですけれども、これは同じ設計波で、どうして、もともと構造がこれだけ異なるものができているのでしょうか。申し訳ございませんが、理由がわかれば教えていただけると大変参考になります。

【北陸地方整備局河川部】 北陸地整でございます。この右側のほうに副堤というところが構造で小さくあろうかと思えます。これは実は旧堤でございまして、これを生かして現在の堤防をつくっているということで、このような構造になっております。

それから、生地の地先のほうにつきましては、それに加えて、ちょっと地形的な制約から、背後に人家等も迫っておるという状況でございまして、同じような構造にするのがちょっと現実としては難しいという状況でございます。

【〇〇室長】 この黒部の副堤の前面は、人家は全く何もないのですか。

【北陸地方整備局河川部】 そうです。古黒部のほうは、特にすぐ背後には人家はございません。ただ、同じような周辺地域ではすぐ近くに人家が迫っているようなところもございまして、そういったところでは、施設を重点的に設置しておるという状況でございまして、特に今回の資料ではつけてございませんが、吉原という地区につきましては、大分人家が堤防近くにあるということで、通常の離岸堤の開口部にさらに沖合に離岸堤を設ける……、私どもでは副離岸堤と呼んでおりますが、二重の構造をして、重点的に守っているというような効果もあってか、そういったところでは被害が出ておらないというのが現時点での分析でございます。

【〇〇室長】 どうもありがとうございました。

【座長】 ありがとうございます。ほかはいかがですか。

私、お聞きしたいことが2つほどありまして、1つは資料2の1ページで、能登の潮位が1メートルぐらい上がっているのは非常に気になったわけです。そのわりには、富山の潮位は素知らぬ顔でというか、あまり上がってなくて、柏崎を見ると、天文潮が書いていないのでちょっとわかりませんが、それなりに上がっているように見えて、そういう意味では、ちょっとせっかく田中観測データがあるので、平均水位をお調べいただきたいなと思いました。あるいは、港湾局さんのほうでもデータをお持ちだと思うので、そういう観点で調べていただきたいなと思いました。

あと、5ページの波の推定ですが、これを見る限りは、芦崎にそんなに集中しているようにも見えないんです。それから、例えば神子沢というところは、沖合は1回集中していますけれども、その後、また緑になっているということは、これは波が碎破しているんで



すか。

【北陸地方整備局河川部】 はい。

【座長】 吉原のほうは、しぶとく沖合で集中したのがずっと続いて海岸に押し寄せているように見えるんです。この辺は、波向とか周期とかによって非常に敏感に変わってくるんですか。今、そんなことをお聞きしてもお答えになれないかもしれませんが。

【北陸地方整備局河川部】 先生ご指摘のとおり、ここはちょっと感度分析を細かくやらなければならないなというふうに北陸地方整備局では考えてございます。特に波向につきましては、全くこれといったデータはございませんで、ご紹介させていただきました京都大学の波浪推算結果より、まず今回はNだけということで、かつ有義波の単一波ということだけでまず概算しておりますので、波向の話でありますとか、それから不規則波の影響ということも考慮してまいりたいというふうに考えております。

【座長】 ありがとうございます。ほか、いかがでしょうか。

よろしければ、最後に気象庁さんのほうから、やはりまた15分でご説明をお願いいたします。

【気象庁企画課】 気象庁から、委員も務めております〇〇のほうから、この高波のメカニズムについての気象庁なりの分析結果について、ご説明いたします。

【〇〇調査官】 それでは、気象庁のほうで高波発生メカニズムに関して調べました結果をご紹介させていただきます。

まず初めに、1枚紙で大まかな概要についてまとめたものが、1枚めくりましたところにある紙です。我々のほうで大体まとめたところでは、今回富山湾の沿岸で打ち寄せた高波は、非常に高かったといえます。

次はこの高波の原因は何だったのかということになりますが、それについては、まず2つありまして、たびたび言われているように、北海道西方海上の低気圧によってつくられた高波がうねりとして伝わったこと。もう1つは、本来ならば、うねりは一般にエネルギーはそれほど大きくはならないのですが、今回の事例では、冬型気圧配置が続いていたため、実は風も強く、その風による風浪が発生したために、それとの相互作用により、うねりのエネルギーも減衰しなかった、ということが、言えるのではないかと考えております。

基本的には、うねりが原因であるために、周期は長い波であったといえます。周期が長くてエネルギーの大きい波が富山湾に入ってきたために、富山湾の地形の影響を受けて、沿岸部で波がより高くなったのではないかと考えております。

6 ページは当日の日本時間で午前9時の波浪の実況図です。外洋に赤線で囲ったのが、有義波高8メートルを超える範囲です。若干北から北北東よりの波が、日本海の北から入ってきているということがわかります。風につきましては、矢羽根はノット単位で描いてますが、この段階でもまだ25ノットから30ノットを超えているところもあり、風も強かったといえます。

高波のメカニズムについては、更なる調査が必要ですが、現在、我々のほうで主に外洋の成因について調べていますので、紹介させていただきます。

寄り回り波とは、北海道の西方海上でつくられた波がうねりとして伝播してくるものという定性的な機構については、広く理解されています。

過去事例については、先ほどもありましたが、吉田(1987)の統計がありまして、それによりますと、大小合わせて年二、三回発生しております。年に1回くらいはかなりの高波が発生しているそうです。被害地点は地形の影響により、局所的に集中しています。若干古いものですが、富山地方気象台が、1959年から68年の高波出現率を調べたものを示します。冬のときに時々高波が発生しますが、出現頻度としては、決してそんなに多くないという結果がまとめられています。

当時の気象状況として気象庁のメソスケールモデルの気象状態の状況を示します。これを見ていただくと低気圧に伴って、北海道の西方海上で強風となります。低気圧は、日本の東海上のほうに抜けますが、その後、しばらく冬型気圧配置が続いております。そして、高気圧の張り出しに伴って、北北東からやがて北寄りの風になるという形で推移します。低気圧そのものというよりも、低気圧が抜けてから、いわゆる冬型の気圧配置によって、日本海の海上は風が強くなったといえます。一般的に冬型の気圧配置では、北西などの西寄りの風が主体となりますが、今事例においては、いささか北寄りの成分が強かったところが特徴になります。

波の状況を数値計算で再現したものをお見せします。まず、日本の北海道の西方海上でできた波がそのまま南に伝播していきます。白いコンターは波の周期を表しますが、基本的に高波高域で周期が長く、それが日本本海を南下して富山湾のほうに到達するのが見えます。ということで、発達した波が富山湾の海に入ってきているという状況が再現されます。

富山湾付近のところをクローズアップしたのが、お手持ちの資料の11ページですが、今の計算結果を拡大したものです。若干解像度が粗いので地形はごつごつしております。

有義波高を色塗り、それから周期をコンターで示してありますが、23日には、波向きは北西、あるいは北であったのが、24日の3時ごろから北向きになって、富山湾のほうにも高波が入ってきています。風は、24日の9時ころでもまだ西寄りですが、波は、卓越波向が北、もしくは北北東になっています。

ここからは若干専門的になりますが、数値計算の結果を、もう少しうねりと風浪という観点から、波のスペクトルについて紹介させていただきます。日本海北部の波浪スペクトルを見ますと、比較的きれいな風浪型をとって発達しており、後の時刻では、波が低くなってスペクトルも小さくなっています。

それに対して、日本海中部では、北からのうねりのスペクトルに加えて、やや高周波側、つまり周期の短い成分のエネルギーもあり、それらが混在しながら一緒になって発達していることが示唆されます。一番南の富山湾に到達した波では、周期の長い成分のみが入ってきています。このスペクトルを日本海北部の風浪型スペクトルと比べると、ピークが低周波域にあり、やや高周波域のエネルギーは欠けており、長周期のうねり成分のみが入ってきたということが分かります。

もうちょっとわかりやすくみるために、方向スペクトルをとりました。日本海北部では、風向きと波浪スペクトルがほぼ一致しており、風浪を意味します。それが日本海中部では、スペクトルの幅が広がって、北が主となってますが、風は北北西で西にもエネルギーが存在しています。さらに東側30度付近のところまでエネルギーがあるということは、北東成分もあるということになります。富山湾直前の沖合いでは、だんだんスペクトルのピークが外側、つまり長周期側のほうに寄ってきていると同時に、西北西から北東側30度までエネルギーが広く分布しており、かなり幅広な成分を持って富山湾に到達してきたといえます。富山湾へは、能登半島による地形的な遮蔽もありますので、西寄りの波浪成分は到達せず、北からの長周期のうねり成分のみが伝播するという状況が再現されています。

資料の最後は、気象庁の当日の対応状況を記したものです。当時は非常に風も強く、高い風浪が予測されていたので、波浪警報を発表して警戒をしていました。

以上です。

【座長】      ありがとうございました。

これについても、ご質問がございましたら、お願いいたします。

【〇〇室長】      すいません。12ページの波浪推算のモデルはWAMですか。

【〇〇調査官】      今、気象庁で運用しております気象庁の第3世代波浪モデルMRI-IIIで

す。

【〇〇室長】 非線形相互干渉で、エネルギーがどんどん周波数を超えて長周期波側へ移るという作用が入っているわけですか。

【〇〇調査官】 そうです。

【〇〇室長】 ありがとうございます。

【座長】 10ページの過去のデータの出現率ですけども、これは波高階級ですけども、周期階級というのもありますか。

【〇〇調査官】 周期についてはまとめられてなく、当時のデータがないものですから、すみませんが、すぐには出せません。

【座長】 そうですね。わかりました。ほか、いかがでしょう。

よろしゅうございますか。それでは、大変ありがとうございました。おなかいっぱいになった感じですが、非常に時間を限って申しわけございました。時間は予定よりも大分早く推移することができたと思います。

では、総合的なといいますか、全部を見渡して、質問、意見、あるいは今後検討すべきことについての議論に入っていきたいと思いますが、これは共有ワーキングですので、必ずしも議論を集約する必要はないんですが、論点ぐらいいは整理しておいたほうがいいかと思って、私なりにメモをつくりましたので、ちょっとその説明だけさせていただいて、議論に入りたいと思います。「高波発生メカニズム共有WGメモ」と書いて、私の名前が入っているやつをごらんください。

基本的に何を議論すべきかということを考えたときに、一番最初にまず「なぜ起きたか」ということになると思います。2番目に、今度頻度はどうなんだということが問題になりますので、このような高波が発生する頻度はどうなんだろうかと。3番目に対応策を議論しなきゃいけないというふうに考えました。

この共有ワーキングでは、主として1、2になるのかなとは思いますが。3については、それぞれの部局でおそらく検討されるので、必ずしもここで議論する必要はないかとは思いますが、でも、3を念頭に置かないと、1、2が議論できないということもありますので、ここでは基本的に全部俯瞰して議論するというにすることがいいだろうというふうに考えています。

それで、1番目の「なぜ起きたか」ですが、これについては、幾つの要素を考えなきゃいけないかということになるかと思いますが、当然ですが、波は発達したんだと。それ

で、うねり性であったということになります。それで、海岸工学で予測モデルというのは幾つもございます、基本的に周期が発達するには吹送距離が効くんです。吹送距離が長かったというのは間違いないので、要するに吹送時間と吹送距離の関係で、非常に吹送距離が長かったんだろうということは想定できますが、それだけかどうか。先ほどの気象庁さんのご説明では、うねりとしても発達したという、何か発達性のうねりみたいな話もあるんじゃないかというようなこともあったかというふうに思います。

それが多分基本ですけれども、それとあわせて、異常潮位という言葉はいろいろ定義があるので難しいですが、基本的には天文潮よりもかなり潮位が上がっていたんじゃないかという観測結果もちろほらあります。これをどの程度セットで考えなきゃいけないのかというのはきちんと把握しておく必要があると。この異常潮位というのが、気象擾乱と関係なく起きているんだったら、ある意味確率の問題なんですけど、こういう気象擾乱になると異常潮位が起きるんだとすると、やはりセットで考えないといけないということになるので、このメカニズムも、いわゆる吹き寄せなのか、もうちょっと違う海流とセットで考えなきゃいけないような海洋の問題なのかというのは、議論する必要があるかと思います。

3番目ですが、長周期変動の発達と書いてあります。これは非常にわかりにくいので、この手の議論をすると、必ず海岸工学の中でも混乱するので、2枚目に私はこう考えているという絵を載せてみました。これでわかりやすいかどうかはちょっと自信がないんですが、これでどういうものかというのをご説明したいと思います。一番上が潮位です。一番上のグラフは、1日のうちの半日ぐらいの潮位変化を書いていると思ってください。実線が天文潮で、それに比べて破線になっているのは潮位が上がっていますけれども、この差が異常潮位と言われるやつで、さっき能登は大きかったですねと私が言った部分です。

実際の水位データ、波高計のデータというのは、10分とか20分、ある時刻についてとられるもので、それを拡大したのが下の4つの絵ということになります。その10分、20分の間では、潮位というのはほとんど変化しませんので、平均水位だと思っていいというのが破線になります。この平均水位の回りを水位が変動するわけですが、実はこの水位には幾つかの成分があって、数分ぐらいのスケールで変動する成分、これが長周期変動と言われるものです。それから、10秒から20秒ぐらいで変動するような丸っこい波の成分がうねり成分で、日本海だと数秒で変動するようなぎざぎざした波の成分が風波成分ということになって、実際にはこれを全部足し合わせたのが観測される水位ということになるということです。今回は、この真ん中より上のうねりとか、あるいは異常潮位という

のが大きかったんじゃないかというふうに言われているということです。

これをちょっと頭に置いていただいて、長周期変動というのがどういう役割を果たしたかということについて、言われていますのは、こういう変動というのは、海岸近くでものすごく大きくなるということが言われているので、湾内と湾外でどういう役割を果たしたとか、あるいは波が砕けると水位を上昇させるとか、あるいは港については、これが副振動を起こすなんていうこともありますので、そういった観点で、役割を考える必要があるだろうと。

4番目は、これは急深湾である富山湾の特徴的な現象というものがあってもよからうというか、あるのかもしれないということで、一番簡単に思いつくのは、富山湾内で金魚鉢の中で水面がじゃぶじゃぶするような感じで共振するというようなことが起きた可能性もあるし、あるいは急深ですので、波が斜めから入ってくると、反射したり、捕捉されたり、エネルギーがトラップされたりというようなことが起こり得る可能性もあるので、そういうことも考える必要があるのか、ないのか。

最後は、あいがめなんていう地形もありますし、佐渡のあたりは北側にかなり浅海域が広がっていますので、そういう局所的な沿岸地形による沿岸波浪の集中というのを考える必要があるかなというふうに思っています。

今日はこれを全部考えなければいけないのか、それともさらに考えなければいけないことがあるのかということをご議論していただければと思います。

2番目の頻度ですけれども、私の理解では、波高も高かったんですけれども、何といっても周期が上がらなかったというのが今回の特徴で、幾つかの地点で観測データを見せていただいた限りでは、既往最大周期というのがかなりあります。そうしますと、日本海という限られた水域でこんな長い波がほんとうに発達するのかという議論から始まって、じゃあ、どこまで発達するんだ、これが限界かという議論とか、あるいはこの程度の周期の波が発達するのは何年に一度なのかというような議論が重要になってくるし、今、気候変動が議論されている中で、日本海の中でも海水温がどうなっているんだというような議論があるので、それと今回の気象擾乱の関係というのは、必ずしも統計的な手法にほんとうに乗っていいぐらいの定常性があるのかという議論もしないといけないのかもしれないなと思っています。

それから、一方で、寄り回り波が非常にミステリーがあるということで、さっきの富山と伏木の例もそうでしたけれども、必ずしも湾全体で同じようなことが起きるわけではな

いし、前回のものと今回のもので集中度合いも違う可能性もあるしということで、じゃあ、何でこうなるんだと。これは1と絡んできますけれども、理解する必要があるだろうと。過去の被災事例を見てみますと、入善とか滑川、氷見、朝日なんていう言葉が10年に1回ずつぐらい出てきていまして、私もこれは入射波浪で何が違うんだろうということを感じた次第です。

それで、今後の対応策としては、それぞれの部局でおそらく検討されると思いますが、周期の長い波浪への対応というのは、必ず必要になってきますし、さっきビデオを見せていただいても、確かに佐渡の例でも離岸堤は効いているように見えました。あれがないとんでもないことになっているんだろうなというのは体感いたしましたけれども、そういった既存の施設の効果とか、そもそも耐波設計はどうあるべきか。それから、周期の長い波というだけじゃなくて、うねりだと、実は高波が必ず数波連続するというのが起きます。波の連といいますけれども、風波と違って、連続が長いということが特徴的になりますので、そうすると、波力特性なんかも変わってくる、あるいは越波の状況も変わってくるというようなことも考えなきゃいけないのかなと。

(2)は、異常潮位、長周期変動というのは、今の設計では必ずしも取り入れられていないので、どういうふうに考えればいいんだろうかと。

(3)については、予警報は出されていたようですが、実際にはビデオを撮っている方がいらしたことからわかるように、なかなか避難はされなかったという事実もあって、減災策として、ハード、ソフトというのをどう考えていかなきゃいけないのかというようなことがあるというふうに感じております。

もう一度繰り返しますが、共有ワーキングでは、主として1、2についてできるだけ各部局で網羅的な議論ができるように、ここで情報を共有するということですが、でも3についても議論をするというスタンスで、あと1時間ばかり、ご議論いただければと思います。どこからでも構いません。どうぞよろしくお願いします。

【〇〇室長】 水産庁のほうでやっている委員会の中で非常に重要になったのは、いつ被災したのかとか、いつ越波が激しくなったのかという時間的な正確性といいますか、どういうイベントがどういうときに起こったのかというのは非常に重要だろうという指摘がされたわけですが、確かにそうではないかと。というのは、今回の北東方向からのうねりがそれぞれおそらく時間差を持って来るはずなので、多分そういう観点からすると、それぞれの現象がまたちょっと違った意味を持ってくる可能性があるのではないかという

ふうに思います。

そのときに大切なのは、できれば連続観測データがあるところで、例えば委員長が言われたように、長周期の問題、方向スペクトルの問題というのを時間ごとにある程度見きわめていかなきゃいけないのかなというふうに思います。検潮所はいいんですけれども、検潮所は浅いというか、港の中に入っていたりすることが多いものですから、参考にはなると思うんですけれども、必ずしも港湾の副振動の成分とか、そういうので、フィルターがかかっている場合があるので、沖側でも同じようなものが入っていることは当然だと思うんですが、港の中よりも外側の生のデータといったものの解析が、結構重要性を帯びてくるのかなというふうに考えます。

再現をするときも、やはりそういう長周期成分、それから潮位の偏差とか、そういったものがある程度わかっていると、再現性が高まるのではないかというふうに考えますので、そのところが非常に重要なのかなというふうに感じました。

【座長】      ありがとうございます。データについては、この共有ワーキングにもご提供いただけるというふうに伺っておりまして、さっき私が申し上げたように、例えば平均水位の分析もしてくださいとか、そういうことを共有していけば、各部署でシームレスな分析ができて、比較もやりやすいのかなというふうに思っております。

【〇〇室長】      〇〇さんの意見に賛成です。それと、〇〇先生がおっしゃった長周期変動ですけれども、現在、富山湾のデータはすべて河川局さんも港湾局もそうなんですが、水圧補正をしてしまっていますので、長周期変動のほうは係数をかけていないので、よくわからないというのが現状だと思います。しかも、水圧変動値ですから、スペクトルも分析できないということで、できましたら、もう少し富山湾の外の金沢とか新潟で、生きている波高計がたくさんありましたので、そのあたりで長周期波の成分を抽出していただくと、日本海全体としてどのような長周期成分が起きていたかというのは明らかになると思います。

あと、〇〇先生がおっしゃる検潮器のほうも、長周期波を拾ってしまって、検潮器のデータだけ高くなっているかもしれません。また、副振動の影響は当然ありますから、富山だけではなくて、能登もちょっと高過ぎるような気もするんですけれども、日本海のほかの地点、たとえば福井等も含めて検潮器データもなるべく広範囲に解析していただければなというのが、私の願いです。

それから、〇〇先生は、この高波の頻度というのを2番目に挙げておられたんですけれ



ども、実は〇〇先生と私と〇〇さんが顔を合わせるのは、学会以外ではこういう災害のときしかないんですが、最近、今年で委員会3つ目ですね。それから、一昨年も高知県のほうでお会いしましたし、やはり頻度はかなり高くなっていると思います。特に寄り回り波が特異ではなくて、毎年ほぼこれぐらいの周期の波は起きておりますので、やはり〇〇先生おっしゃるように、今後の対応策のところ、今回は特異な波だったのですが、やはりこれからこういう波の現象は多くなるということで、3番目の対策やこの被害事例の整理についても考えていきたいなというふうに私も思います。

以上です。

【座長】      ありがとうございます。どうぞ。

【〇〇室長】      災害の大きさという話を見ると、例えば〇〇先生が書いている1の(3)の砕破によるセットアップというのは結構効いていて、例えば河川局が出している資料2の1ページを見ていただいても、能登のほうでは1メートル近い偏差が出ていると。それが、湾内の富山ではほとんどないんだけど、柏崎では結構あると。河川局のほうでも、今回芦崎というところが結構被害を受けているんですけども、その前面、田中観測所ですとか、また富山湾側の石田観測所、そういったところでどれぐらいにセットアップが平均潮位で上がっているんだろうかというところがわかれば、こういった潮位の上昇に対する感度もわかっていくんじゃないかと思いました。

【座長】      ありがとうございます。今、セットアップが大事だというお話で、セットアップは確かに大事なんですけど、見せていただいた輪島のデータでも上がっているんです。たしか能登ぐらい上がっていたと思うので、必ずしもセットアップだけじゃないような、輪島は多分深いところでおとりだと思いますので、必ずしもセットアップだけでなく、全体的に潮位が上がっているという現象はあったのかなと。そこはちゃんと確認しなきゃいけないとは思っています。

それから、先ほど水圧補正であるというところが、ちょっとやっぱり私も気になっているんですが、河川局さんの説明では、超音波の波形の一部を水圧で補正するようなイメージでどこかに書いてあったと思うんですが、必ずしもそうする必要はなくて、水圧は連続データがとれているわけですから、水圧は水圧で長周期を抜き出したり、平均水位を計算したりということはできるんじゃないのかなと。つまり、波形を合成するというんじゃなくてというふうに私は理解しているので、そういうふうにしていただければ、海岸近くの平均水位の情報もとれると思います。どうせ長周期なので、水圧の補正係数は1に近いは

ずだと思えますので。

ほか、いかがでしょうか。

【傍聴者】 先生、傍聴者もいいんですか。

【座長】 皆さんの意見が出たところでそういう時間も持ちたいと思いますけれども、まずは皆さんの意見をお伺いしてからと思っております。

はい、どうぞ。

【〇〇室長】 〇〇先生いいですか。また〇〇先生の意見に補足するのですが、浅海域のセットアップも含めて、波の変形については、あまり自分の宣伝をするのは嫌なんですけれども、我々の非線形波動方程式を含んだ波浪変形モデルを使うと、1メートルメッシュでデータさえつくっていただければ、かなり詳細に計算ができます。

現在、試算で伏木、富山の防波堤周辺はやり始めてはいるのですが、実は肝心の富山とか入善の前面は実施していません。河川局の資料では、波浪変形計算が少し出されておられましたけれども、かなり粗いメッシュだというふうに見えますので、かなり詳細メッシュをいただければ、プログラムはお出ししたいというふうに考えております。港湾局さんの許可が要りますが、基本的には研究所の現在使っているバージョンはお渡しと思います。そうしますと、セットアップも含めまして、ある程度結果が出てくると思います。

あと、先生がおっしゃったかなり広範囲の副振動は、ちょっと災害に直接結びつくわけではないと思うんですが、昔、私が副振動の計算をやっていたときに、日本海はかなり強い気圧の変動があると、日本海全体が1時間弱の振動を持ってしまいますので、そのあたりも異常潮位に関連していたのかなという気もします。ただ、はっきりしませんので、これにつきましても、やはりもう少し離れた点、今回関係ないと思われますが、山口県さんの日本海側とか、島根県さんのデータ等、そちらも長周期のモードを見ていただくと、日本海全体の振動が出ていたのかどうかもわかるのではないかなというふうに考えております。

補足でございます。

【座長】 詳細なデータがあればとおっしゃったんですが、何があればいいですか。

【〇〇室長】 5メートルメッシュの水深データをいただければ計算可能です。

【〇〇室長】 標高。

【〇〇室長】 標高です。

【座長】 それはあるんですか。そんなものはあるのかな。私が知っているのは、50

0メートルメッシュなんていうのはJODCなんかでありますけれども。

【北陸地方整備局河川部】 事務所としては、ありません。

【座長】 そうですね。

【〇〇室長】 深淺測量をよく現場でやりますから、やらないと出てこない……。

【座長】 いや、それぞれの局所局所はあるんですが、富山湾全体となると、間違いなくないですね。

【〇〇室長】 全体はなかなかできないので、測量データとしては、50メートル格子程度で結構ですが、局所的には、遡上の必要なところはやはり5メートルぐらいで水深データが要るのではないかと思います。

【座長】 それはそうですが、50メートルでもちょっと怪しいんじゃないかと私は思っているんですが。

【北陸地方整備局河川部】 今、手元に持っていないんですが、深淺測量は本数としてはそんなに密にはやっておりませんでして、6ページとか7ページにそれぞれそのグラフの下に数字が書いてあるかと思いますが、このぐらいの間隔でしかちょっとやっておりませんので、これが何十メートルピッチだったかはちょっととっさには出てこないんですけれども、何となくごらんいただければ、このぐらいの密度と。

【座長】 ただ、一方である地域への波の集中とか発散というのを見るのであれば、そんなに細かいデータは必ずしも必要なくて、今、最後に数メートルが必要だというのは、最後のこの施設のところで越波というか、どこまで波が来るとか、そういう議論をするときにはそこまで必要でしょうけれども、ちょっと広域の波の集中を見たいというときは、もうちょっと粗いメッシュでも十分使えるということでよろしいですね。

【北陸地方整備局河川部】 はい。

【座長】 ありがとうございます。

【〇〇室長】 多分おそらく委員長おっしゃられるように、非常に細かいデータは多分ないので、それを補完するような形で地形をつくっていかざるを得ないと思うんですけれども、基本データは一緒にしておいたほうがいいのかというふうに思うので、その辺はどういうふうにしたらいいのかというのはちょっとあるかなと。要するに、水深の使うデータがある程度ばらばらだとかいうか、水産庁の場合には、多分おそらく入善の周辺になるんですが、それを含んだもう少し広い範囲のデータが必要になるわけですが、そのデータを共通の地形のデータというのはなかなか難しいのかよくわからないんですけど

も、そういうのがあるとやりやすいのかなというふうに思ったんですけども。

【座長】 それはさっき私が申し上げたJODCのデータぐらいしか知らないんですけども、それは部局で検討されるときに、もしそういう共通のものがあれば、お互いに情報交換していただくということは当然やっていただくべきことだと思いますので、そういうことでよろしいですね。最後の地先になると、それぞれ見ているところがおそらく違うので、また違ったことになるかとは思いますが。

ほか、いかがでしょうか。ちょっと私のほうでメモにも書かせていただきましたが、過去の事例の整理というのが、寄り回り波、20年に1回とか、前、非常に大きかったのは1970年ですか。さっき、毎年1回とかというのもありましたけれども、そういうのじゃなくて、被害が出るようなやつというのは、20年に1回なんていうこともあるので、なかなかデータを収集するのすら難しいかもしれないんですけども、過去の被害事例の整理というのはちょっと広域に統一的にやっていただくのがいいかと思います。それぞれの管轄のところが過去どうだったかというのは、おそらくそれぞれで整理されると思うんですけども、むしろ大事なのは、広域に見たときに、どこでどういうことがどういう順番で起きたかということになると思いますので、これこそデータをマージしていただいて、俯瞰するのが大事なかなというふうに思いますので、そういう観点でも、これは次回やるとすれば、そのときにでももう1回議論してもいいかと思いますが、そういう観点もよろしくお願ひしたいと思います。

ほか、いかがでしょう。私、メモを出していますが、これ以外にも何かこういうこともあるというのが大事なわけで、私、冒頭で申し上げたように、重複は一向に構わないんですけども、抜け落ちがあってはいかないので、これ以外にもこんな観点もあるんじゃないかというお気づきの点があれば、ぜひご発言いただきたいと思います。それに限らず、どこからでも構いません。

【〇〇室長】 よろしいですか。これは先生の今後の対応策にも関係するかもしれないんですが、緩傾斜堤というのは、打上高で設計されていると思いますが、周期が長くなると、かなり対応できないというのが今回も明らかになったかなと思います。これは、ほかの海岸でもいろいろありまして、あまり詳しく言うとまたいろいろ支障も出るかとは思いますが、古黒部地先のように、副堤と主堤の間に幅広排水口を設けて、そこで波を吸収してしまうというのが非常にいいというのが私もわかりました。今後こういう検討をしていくについては、打上高の式をもう少し我々も精査しなければいけないのかなと思います。

このあたりは海岸工学でも遅れている分野ですので、そこを精査しなければいけないのかなというところと、やはり今後を考えていくについては、こういうなるべく幅広で、先ほど先生もおっしゃった離岸堤というものもありますけれども、幅広で波を吸収するような施設を中心に考えていくべきかなというふうに私は個人的に思います。このあたりも、今後私も注意していきたいというふうに考えております。

【座長】 ご指摘ありがとうございます。緩傾斜堤というのは私もやっぱり気になっていて、その意味で、最後、周期の長い波への対応と書いたわけですがけれども、周期の長い波になりますと、波というより流れになっちゃうので、流れに対してはむしろ緩傾斜よりも鉛直壁のほうが効くわけです。

緩傾斜だと、むしろだらだらと引き寄せるような感じになっちゃっていますので、もちろん設計波に対してはきちんと設計されているわけですがけれども、波高が超えるというよりは、周期が超えたときに越波量、あるいは打上高、今、〇〇さんからご指摘のあったような点でどういう挙動を示すかというのは、きちんと精査しておかなきゃいけないというのが今回わかったんじゃないかなというふうに思っています。でも、一方で、離岸堤がかなり効果があったように見えるというのは、今、ビデオ等を見せていただいた上での直感です。

【座長】 それでは、先ほどフロアからもというご意見もあったようですので、非常に多くの方がいらっしゃっていますので、もしご意見がございましたら、手短にお願いしたいと思います。それでは、どうぞ。

【傍聴者】 〇〇と申します。先生方とはまるっきり専門が違うのでございまして、見当外れの意見があるかもしれませんが、このこともつい最近のインターネットで知りまして、それで、関係の国土交通省、水産庁にも素人なりの意見をメールで申し上げたんですが、非常に大胆な意見で、今回、こういう大きな災害が起こったのは、波のメカニズムとか、それから海底の地形とかいろいろそういうものは関係あると思うけれども、それよりも一番最大の原因は、それに対する湾岸の施設のやり方に問題があるのではないかなというのが私の意見だということで、それで、発生のメカニズムを研究する研究会もいいけれども、もっと砂防の方法を根本的に検討し直す必要があるのではないかなということを申し上げた。

具体的に言いますと、先ほど先生の意見にも出ましたが、きょう見た資料の中でも、離岸堤が非常に有効だということはちょっとですけれども出ておりましたけれども、

離岸堤というのは、考えてみますと、上から落ちてくる砂防の堰堤の役目もしますし、同時に海から押し寄せてくる防波堤の役目もするものですから、離岸堤を1列ではなしに2列、3列というふうに設けるといのは一番効果的な方法ではないかと。

ただ、今回もありますけれども、斜面ですから、そのまま置いておくとみんな崩れてしまいますので、私の案は、陸上にアンカーを設けて、長いワイヤーを海に垂らして、それで直列に2列、3列の離岸堤をつくれば非常に効果的な砂防の方法になるというようなことを結論的に申し上げまして、ですから、今後対策としては、我々が地形をどうする、波の高さをどうするというようなことは手がつけられないんですけれども、離岸堤とか、そういうものをどういうふうにつくるかということは人間の知恵でできるわけですから、そういう点にぜひ留意をしていただきたいというふうに考えておるわけです。

【座長】      ありがとうございます。どちらかという、この3番の今後の対応策のところのご意見だったというふうに思っております。冒頭で申し上げましたように、どっちかという、ここの論点は1、2にしたいというふうに思っておりますが、3についても視野に置いた上で、1、2のメカニズムと頻度等について考えていくということなので、参考にさせていただきたいと思っております。

ほかにももしご質問、ご意見があればと思いますが、よろしゅうございますでしょうか。

それでは、もう一度委員の方々に戻って、何か今後に向けて確認しておきたい点等がありましたら、お受けしたいと思えます。あるいは、そもそもこのワーキングの進め方みたいなものでも構いません。

【〇〇室長】      気象庁の方にもしわかれば教えていただきたいと思うんですけれども、〇〇先生が書かれた3の(3)、例えば予報とかをするときに、海の波を予測しようかと思ったら、風を予測しなきゃいけないと。今、風はどれぐらいの精度で予測できるようになっているか、もしも差し支えなければ教えていただければ幸いです。

【気象庁企画課】      今、ちょっと即答が……。

【〇〇調査官】      風の精度はいろいろあります。

【〇〇室長】      例えば、こういったときに予報とかをされる時って、実際はどういうふうにされていてらっしゃるか。

【〇〇調査官】      基本的に面的な風の予想のことだと思いますので、一般的な数値予報のレベルで言わせていただきますが、幾つか条件によって違います。小さい低気圧とかですとちょっとずれたりしますが、今回の冬型気圧配置みたいに水兵スケールの大きい場合

ですと、ほぼ大体数m/s程度の誤差で予測でき、20メートル、30メートルという強風も予測できます。

現在、基本的に面的な風の予想だと思しますので、一般的な数値予報の現在使っておりますレベルで言わせていただきますが、幾つか条件によって違います。要は小さい低気圧とかですとちょっとずれたりしますが、例えばこういう冬型みたいに大きい場合ですと、ほぼ大体数メートル程度の誤差で、20メートル、30メートルの風は出せます。

【座長】      ありがとうございます。ほか、よろしゅうございますでしょうか。

それでは、大変貴重な資料を提供いただきまして、また時間内にわかりやすく説明いただきまして、ありがとうございました。まだ全容が解明したような気は私はしていませんけれども、でも、ここで共有した知見をもとに、それぞれ分析を進めていただけることになるんだというふうに思っていて、次回、もしこういうことができれば、そのときにはまたさらに突っ込んだ議論ができるようになればいいなというふうに思っております。

私事ですが、私、今、土木学会の海岸工学委員会の幹事長をしていまして、海岸工学講演会というのを毎年開いておりますが、それは実はこれとは関係なく、今年度は富山で開催予定であります。実は、論文の締め切りがきょうの5時でして、こっちに座っている人たちはそれが気になっているということもあると思いますので、まだちょうど1時間ありますので、早目に閉会とさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

### 3. 閉会

【河川局海岸室】      ありがとうございました。次回ですけれども、一応めどとしては4月中下旬ごろで、場所は特段なければ東京を想定してということで、また改めて日程等の調整をさせていただくことになろうかと思しますので、よろしくお願いいたします。

皆さん特にならなければ、これをもちまして、第1回高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループを閉会とさせていただきます。どうもありがとうございました。

―― 了 ――

**同 時 発 表**

水産庁記者クラブ  
国土交通省記者クラブ  
気象庁記者クラブ  
新潟県政記者クラブ  
新潟県政記者クラブ（新潟）  
富山県政記者クラブ

平成20年4月10日

## 高波発生メカニズム共有に関するWG（第2回） の開催について

「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」（第2回）を下記のとおり開催いたしますのでお知らせします。

**1. 第2回ワーキンググループ**

日 時：平成20年4月17日（木）10時～12時

場 所：経済産業省別館10階 1014号会議室

議事内容：（1）関係省庁における検討状況の報告

（2）意見交換

（3）その他

**2. ワーキンググループの構成**

別紙の通り

**3. その他**

- ・本WGは公開です。なお、カメラ撮影については冒頭のみに限ります。
- ・経済産業省庁舎への入庁の際は、身分証明書、免許証等、身分を証明できるものを入口の警備員にご提示ください。

**問い合わせ先**

|       |                |                |         |
|-------|----------------|----------------|---------|
| 水産庁   | 漁港漁場整備部整備課     | 代表03-3502-8111 | 内線84891 |
|       | 課長補佐 佐藤 昭人     | 直通03-6744-2390 |         |
| 国土交通省 | 河川局海岸室         | 代表03-5253-8111 | 内線36332 |
|       | 課長補佐 高橋 裕輔     | 直通03-5253-8471 |         |
|       | 港湾局海岸・防災課災害対策室 | 代表03-5253-8111 | 内線46752 |
|       | 課長補佐 稲田 亮      | 直通03-5253-8689 |         |
|       | 気象庁総務部企画課      | 代表03-3212-8341 | 内線2248  |
|       | 調査官 高橋 政則      | 直通03-3214-7902 |         |



## 高波発生メカニズム共有に関するWGの設立について

### 1. WGの目的

高波に関するそれぞれの技術情報を持ち寄り共有するとともに、専門的見地からの意見交換を行うため、関係部局が連携して「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」を設置する。

### 2. WGの構成

座長 佐藤 慎司（東京大学大学院工学系研究科教授）  
高野 洋雄（気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官（気象研究所併任））  
中山 哲厳（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所水理研究室長）  
平石 哲也（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部長兼海洋研究領域長）  
諏訪 義雄（国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長）  
水産庁 整備課  
水産庁 防災漁村課  
河川局 海岸室  
港湾局 海岸・防災課  
港湾局 技術監理室  
気象庁 企画課  
北陸地方整備局 河川部  
北陸地方整備局 港湾空港部

※敬称略、順不同

（オブザーバー） 国土地理院  
海上保安庁  
富山県  
新潟県等

# 第2回 高波発生メカニズム 共有に関するWG

## 配付資料

平成20年4月17日

気象庁

# 配布資料の内容(まとめ)

- 高波のメカニズム

- 高波のソースは北海道西方海上で発生した風浪で、これがうねりとして日本海を南方に伝播した
- 日本海中部では北西の風が卓越し、この風浪が重なって、波浪スペクトル成分は北東から北西まで広がる
- 非線形エネルギー輸送により波のエネルギーが低周波側、北より成分に集中し、長周期・高波高の波浪(うねり)が卓越した
- 1分メッシュ(2km弱)の解像度による詳細計算では、詳細な波の分布が計算されるが、浅海変形はこの解像度では十分に表現されない

- 気象状況

- 低気圧が抜けてからも、冬型気圧配置となり強風が継続
- 風向は北よりが卓越。低気圧通過後も日本海北部でやや東よりの成分を持つ

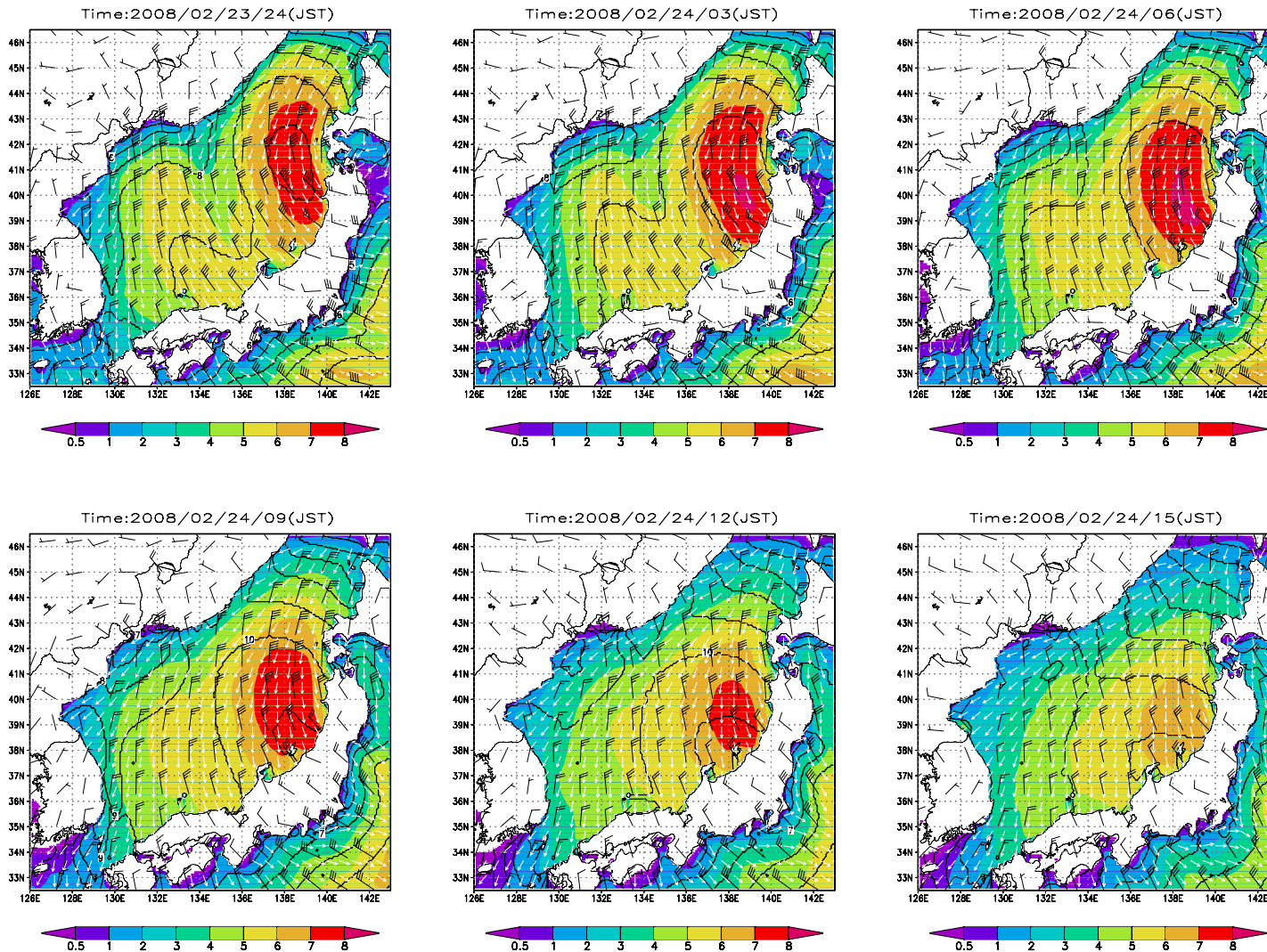
- 潮位・海流の状況(背景的要素)

- 季節風の吹き出しによる吹き寄せにより、秋田沖などでは3・40cm、富山湾では20cm程度の高潮が発生していた。
- 高波が押し寄せる地点(柏崎、能登・輪島など)では、wave setupによる海面上昇も発生しており、能登(珠洲)では約1m、輪島や福井で50cm程度の偏差が観測された

# 目次

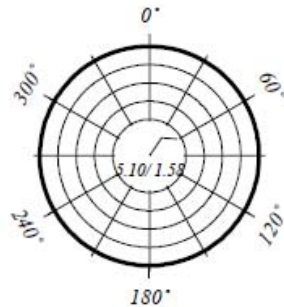
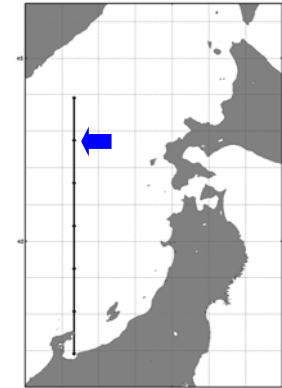
- 高波のメカニズム
- 気象状況
- 潮位・海流の状況(背景的要素)

# 波浪状況の時系列 (2008年2月23日24JST～24日15JST)

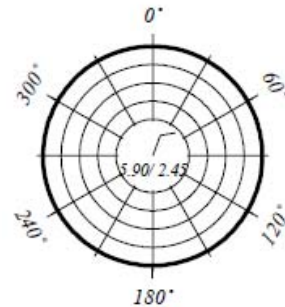


色塗:波高 黒線:周期 矢印:波向 矢羽の風速は長10kt;短5kt

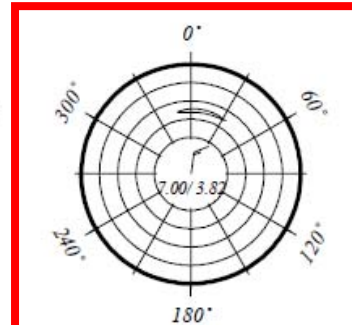
# 波浪スペクトルの時系列



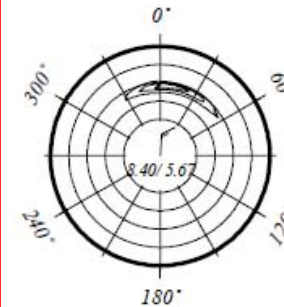
2月23日09時



2月23日12時



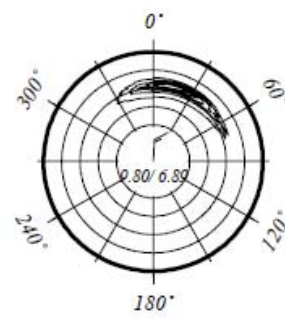
2月23日15時



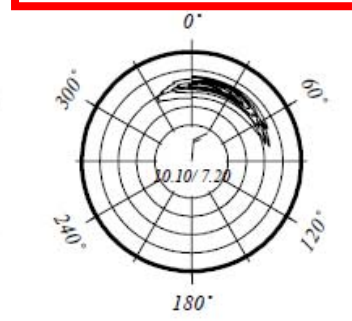
2月23日18時



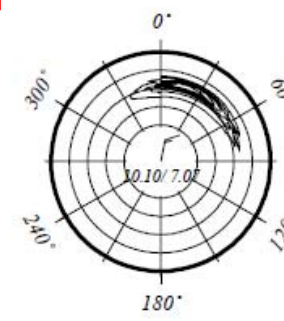
2月23日21時



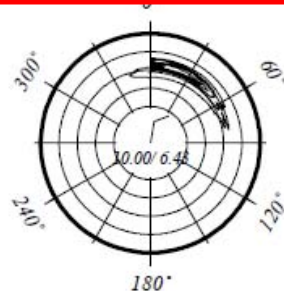
2月24日00時



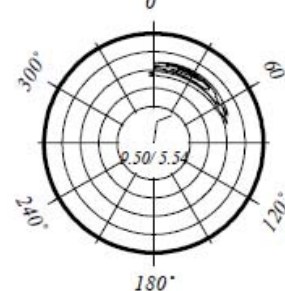
2月24日03時



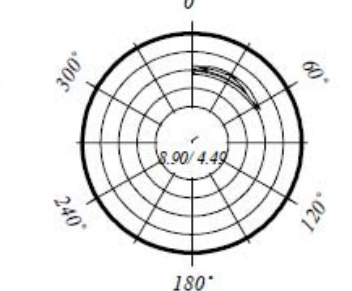
2月24日06時



2月24日09時



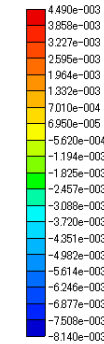
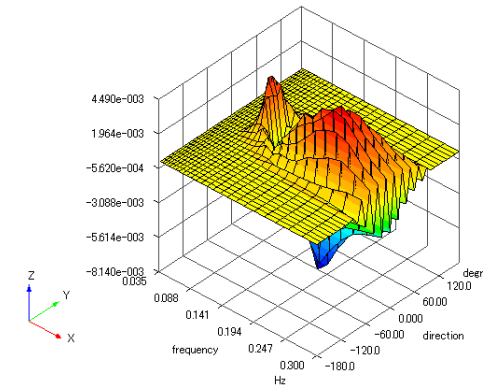
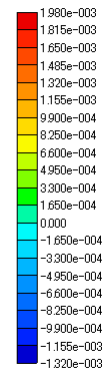
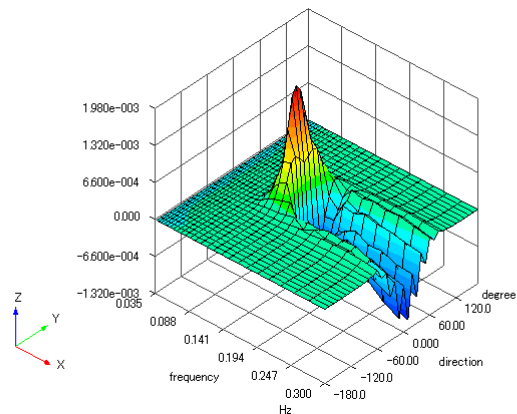
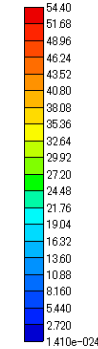
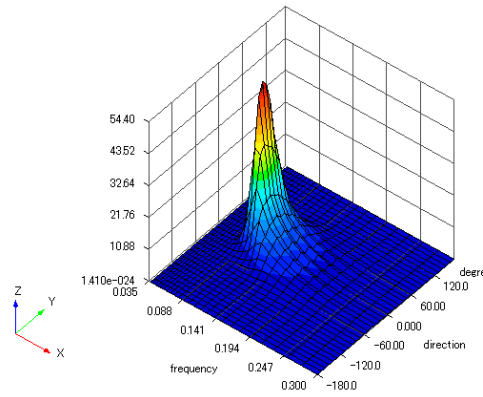
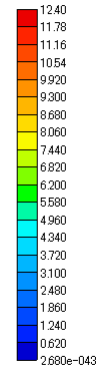
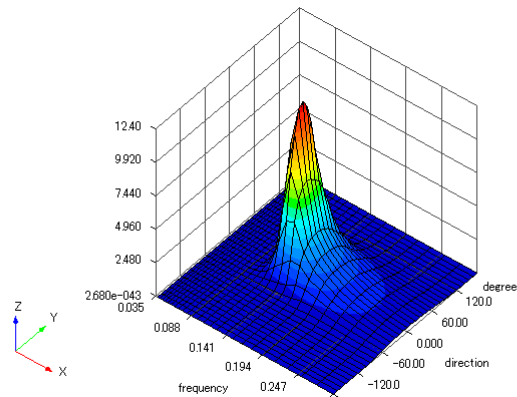
2月24日12時



2月24日15時

エネルギー:  $10.0(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  毎  
 周期: 0~20秒 2.5秒毎  
 波向: 波の来る向き

# 波浪スペクトルと非線形エネルギー輸送



2月23日15時

典型的な風浪の発達

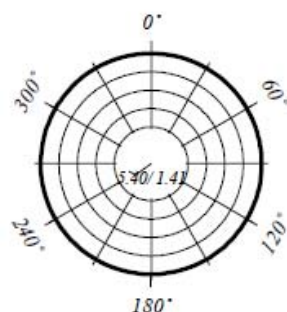
2月23日21時

風浪とうねりの複合スペクトル

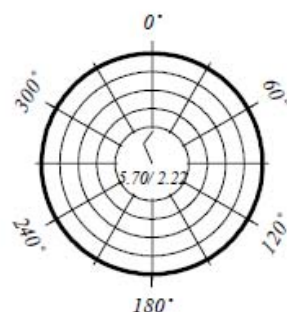
高周波側では複雑なエネルギー輸送だが、低周波側へは南向成分に輸送。



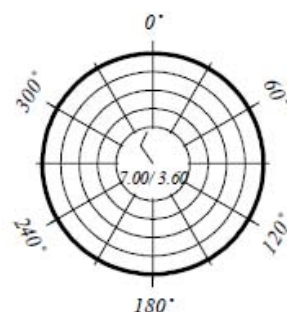
# 波浪スペクトルの時系列



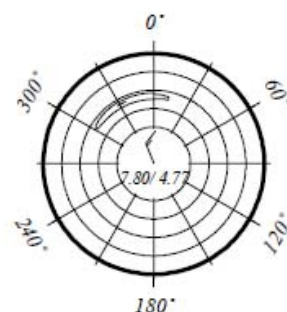
2月23日09時



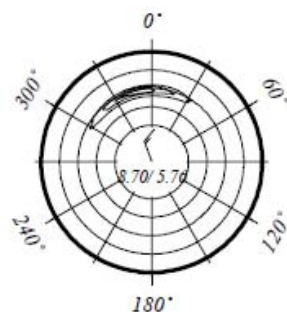
2月23日12時



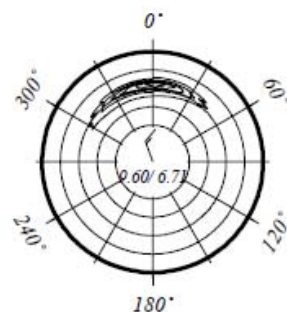
2月23日15時



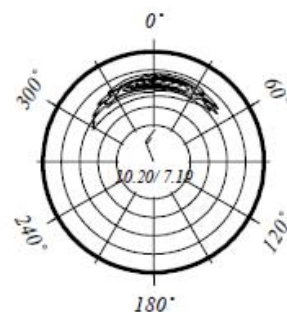
2月23日18時



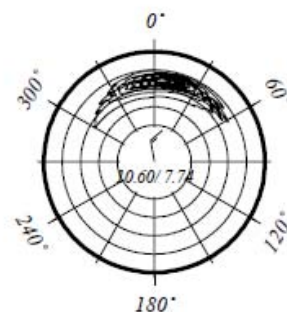
2月23日21時



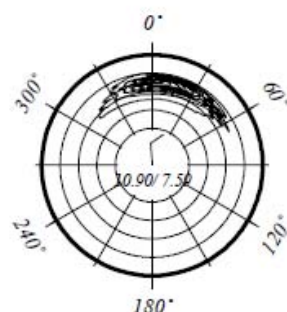
2月24日00時



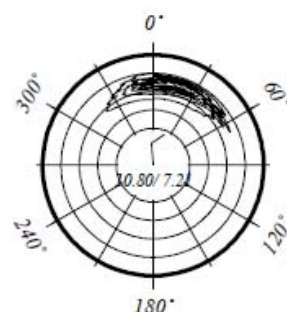
2月24日03時



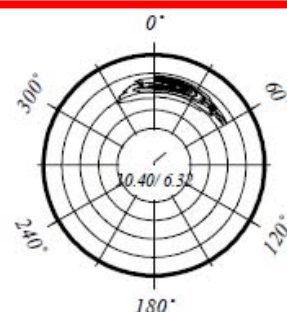
2月24日06時



2月24日09時



2月24日12時



2月24日15時

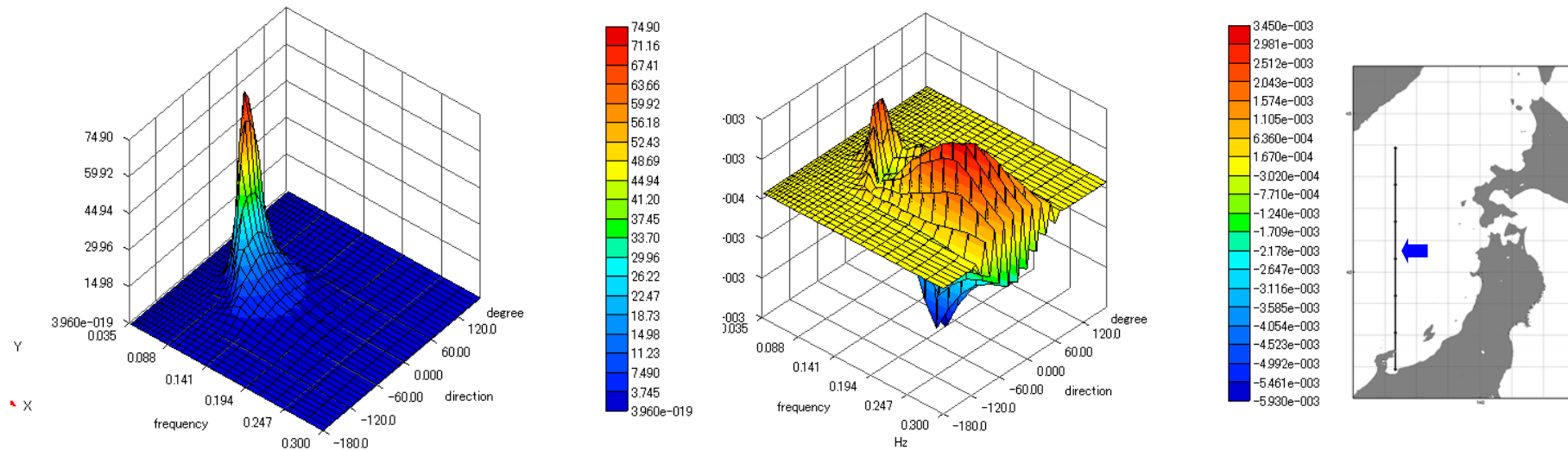
エネルギー:  $10.0(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  毎

周期: 0~20秒 2.5秒毎

波向: 波の来る向き



# 波浪スペクトルと非線形エネルギー輸送



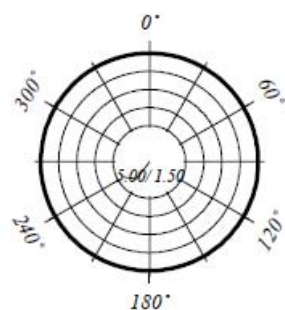
2月24日03時

風浪とうねりの複合のスペクトル。

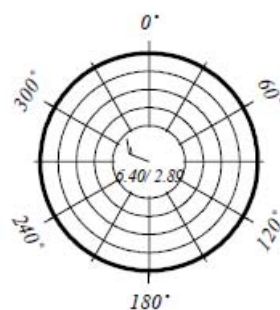
高周波側では複雑なエネルギー輸送。

低周波では南向方向低周波成分にエネルギーを輸送。

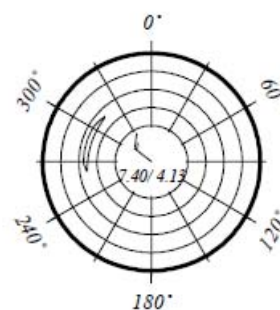
# 波浪スペクトルの時系列



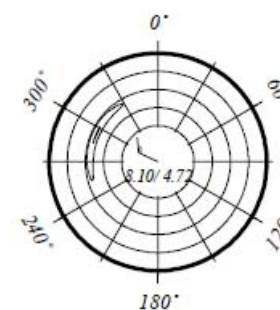
2月23日09時



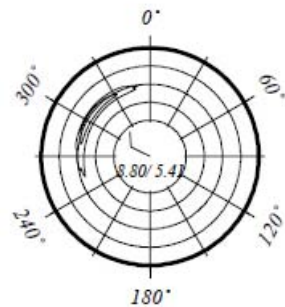
2月23日12時



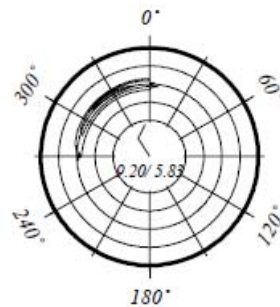
2月23日15時



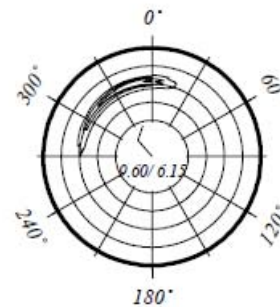
2月23日18時



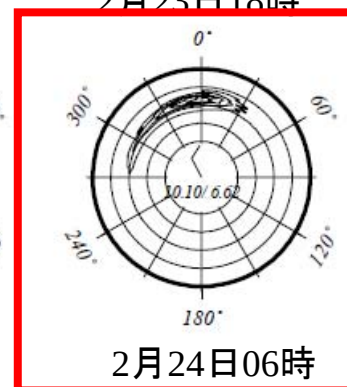
2月23日21時



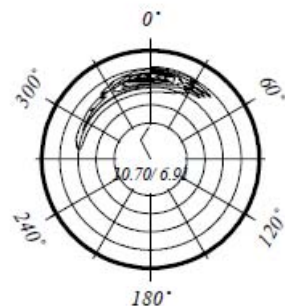
2月24日00時



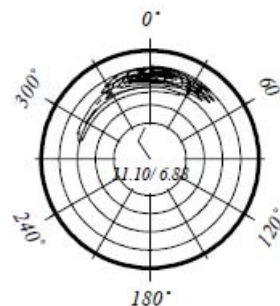
2月24日03時



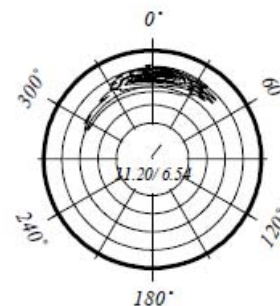
2月24日06時



2月24日09時



2月24日12時



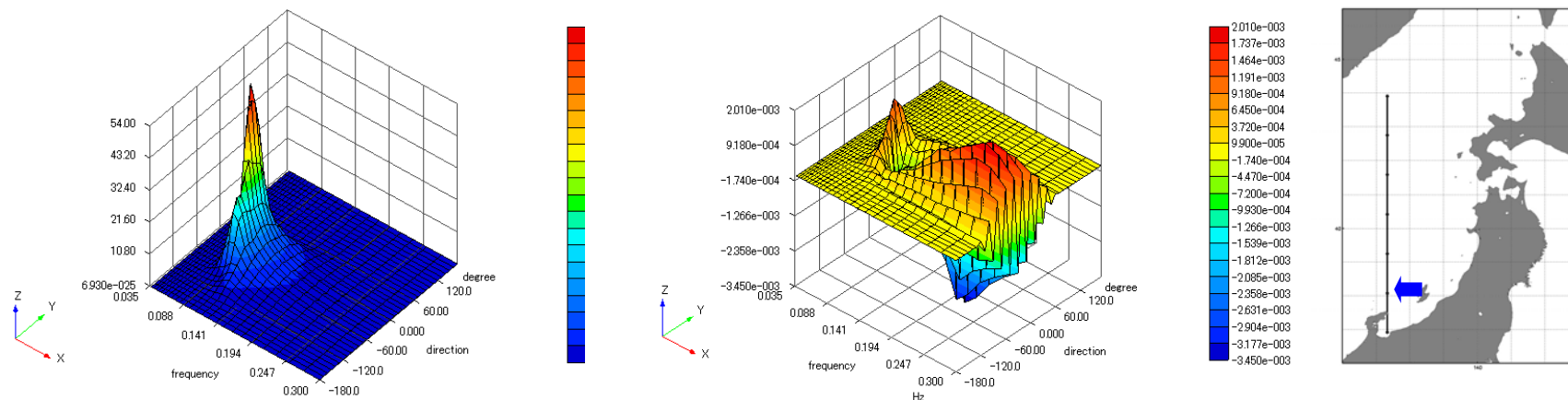
2月24日15時

エネルギー:  $10.0(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  毎

周期: 0~20秒 2.5秒毎

波向: 波の来る向き

# 波浪スペクトルと非線形エネルギー輸送



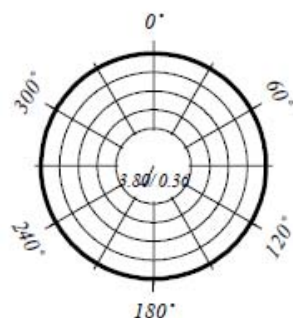
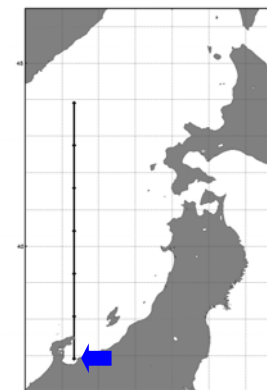
2月24日06時

風浪とうねりの複合のスペクトル。

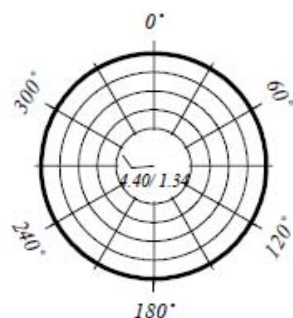
高周波側では複雑なエネルギー輸送。

低周波では南向方向低周波成分にエネルギーを輸送。

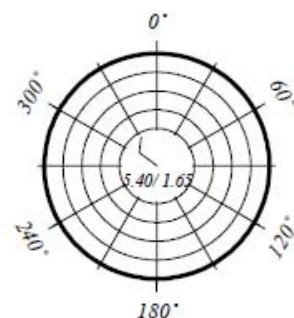
# 波浪スペクトルの時系列



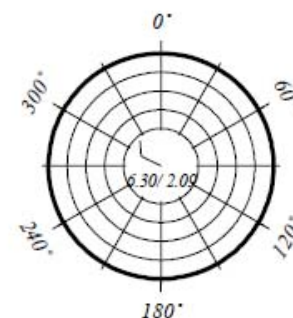
2月23日09時



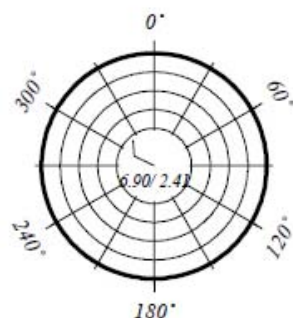
2月23日12時



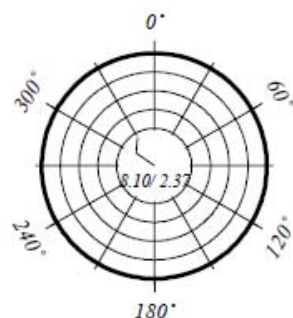
2月23日15時



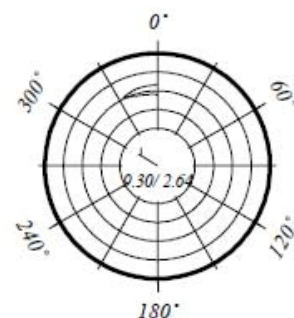
2月23日18時



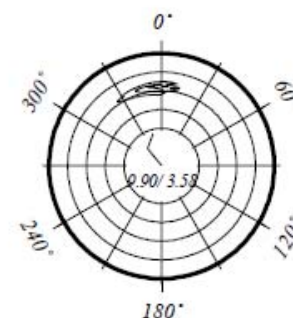
2月23日21時



2月24日00時



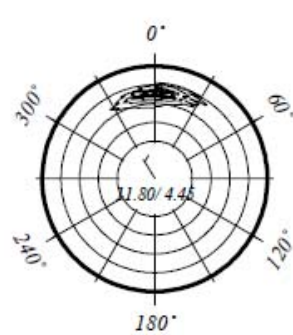
2月24日03時



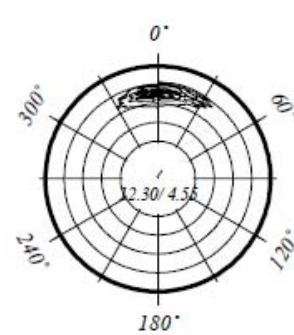
2月24日06時



2月24日09時



2月24日12時



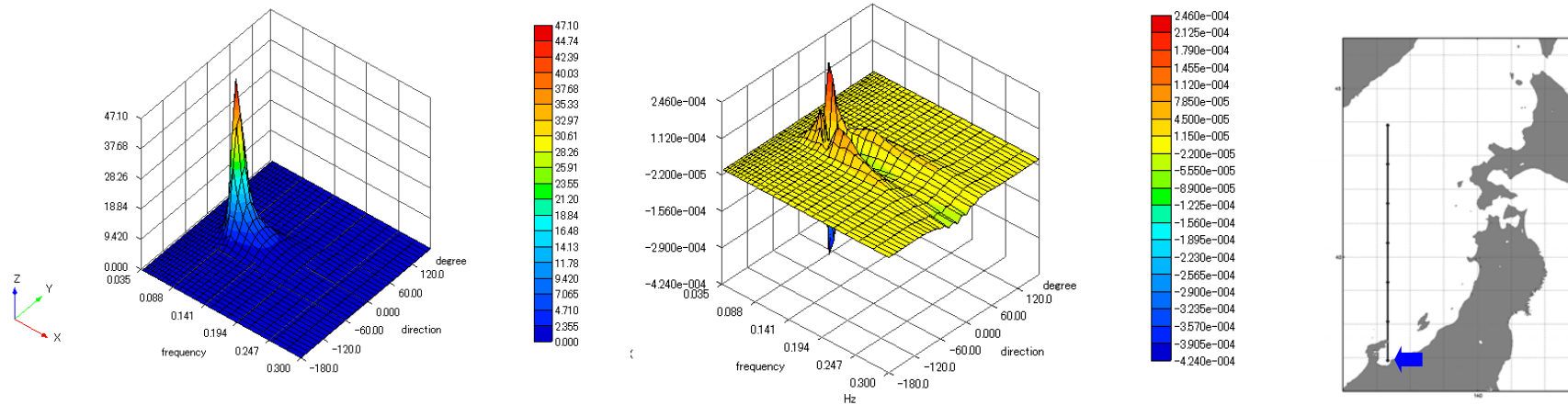
2月24日15時

エネルギー:  $10.0(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  毎

周期: 0~20秒 2.5秒毎

波向: 波の来る向き

# 波浪スペクトルと非線形エネルギー輸送



うねり性の集中度の高いスペクトルのため、低周波側への輸送が顕著。

# スペクトル混在時の非線形エネルギー輸送

## ・うねり性スペクトル

JONSWAP型スペクトル( $\gamma=5.0$ )

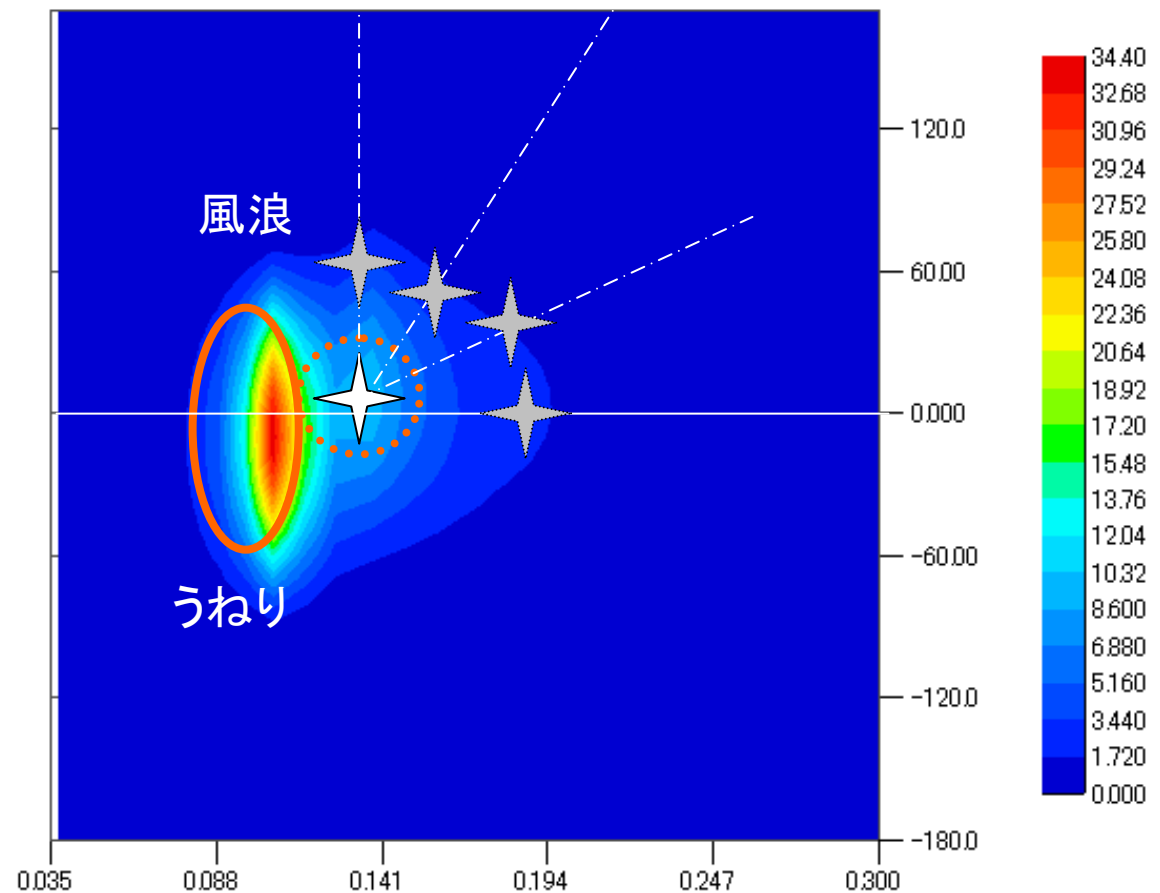
ピーク周波数: 0.097Hz (周期10.3秒)

## ・風浪スペクトル

JONSWAPスペクトル( $\gamma=3.3$ )

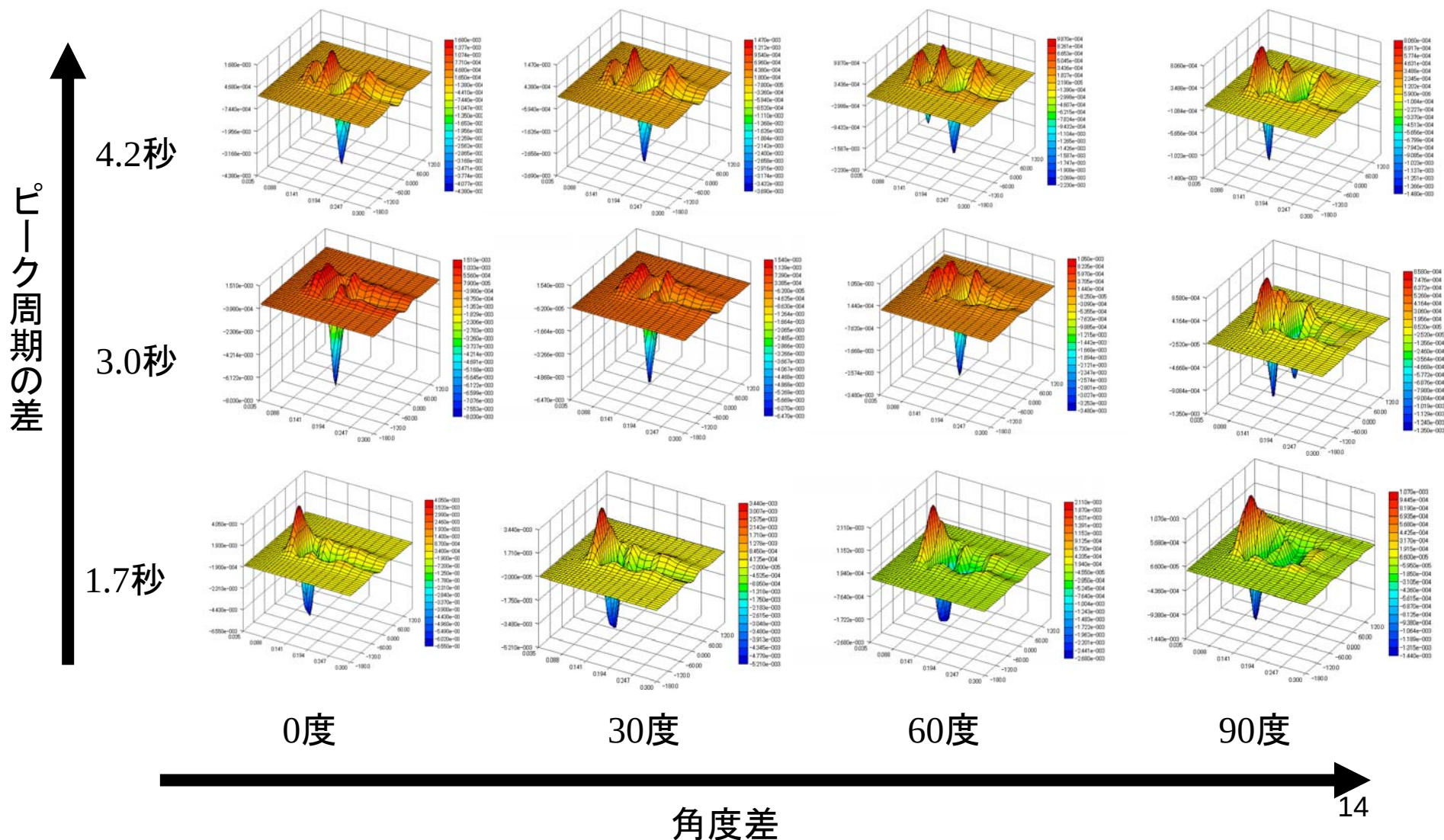
周期(秒): 8.6, 7.3, 6.1, 5.1

うねりとの角度(度): 0, 30, 60, 90

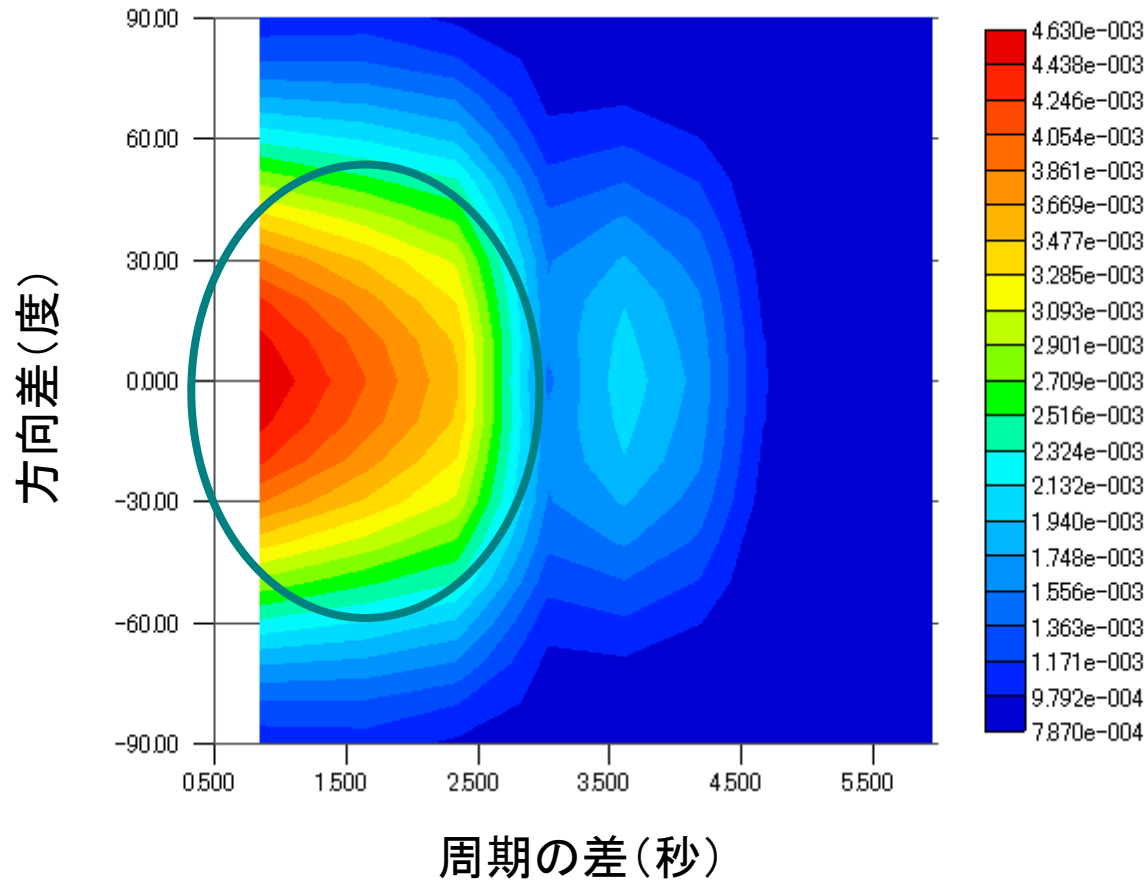




# スペクトル混在時の非線形エネルギー輸送



# 非線形エネルギー輸送の最大値



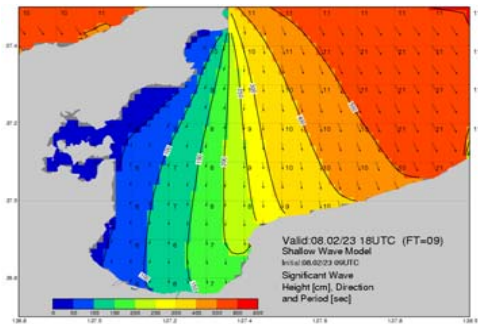
非線形エネルギー輸送は波向きと周期の差が小さいときに大きくなる。

(今回の日本海の波浪スペクトルも該当)

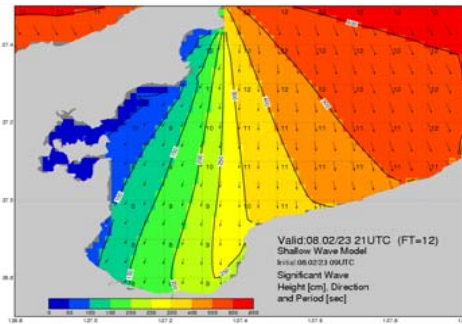


# 浅海波浪モデル(1分メッシュ)による推算波浪

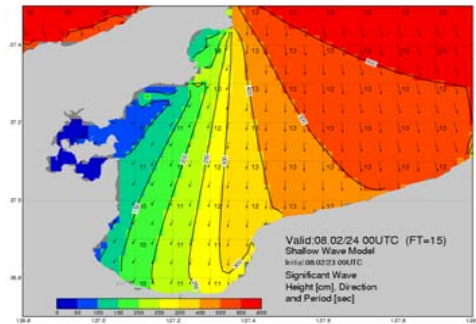
初期値: 23日09UTC 図中、波高を色塗りで、波向きを矢印で、周期を数字で示す



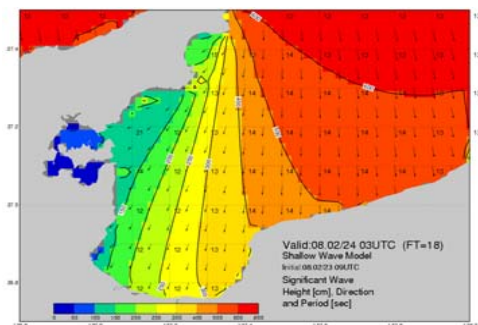
24日03時



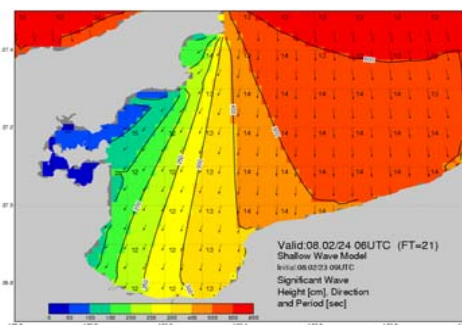
24日06時



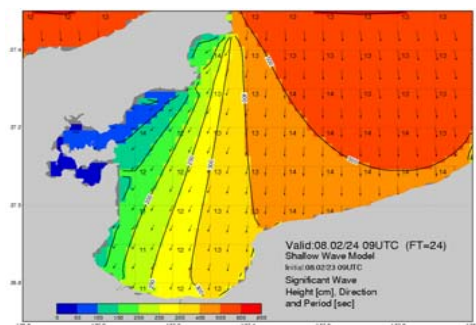
24日09時



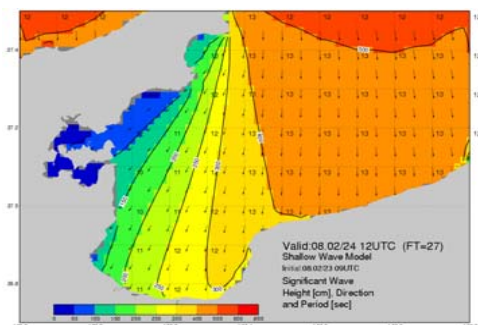
24日12時



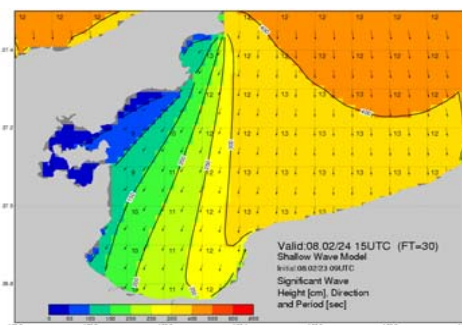
24日15時



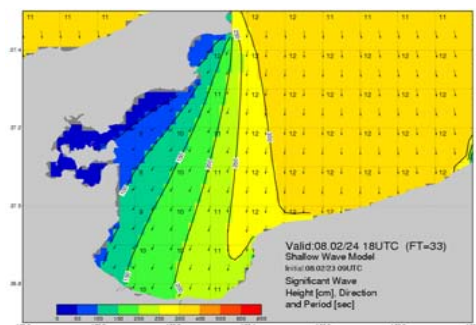
24日18時



24日21時



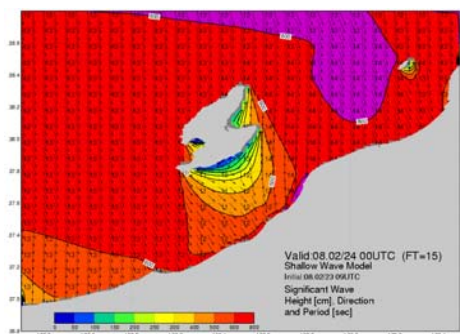
24日24時



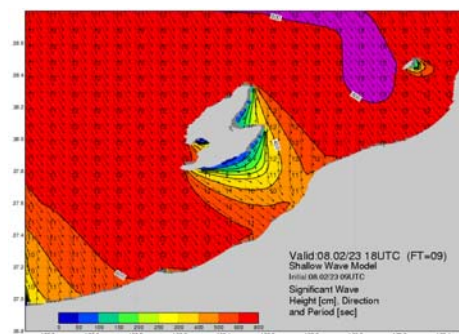
25日03時

# 浅海波浪モデル(1分メッシュ)による推算波浪

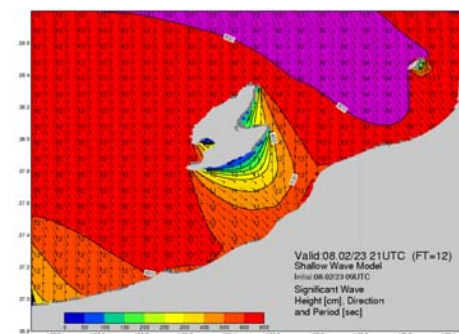
初期値: 23日09UTC 図中、波高を色塗りで、波向きを矢印で、周期を数字で示す



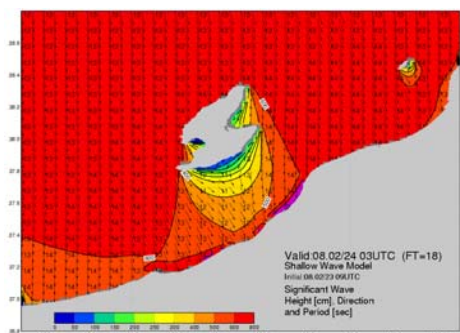
24日03時



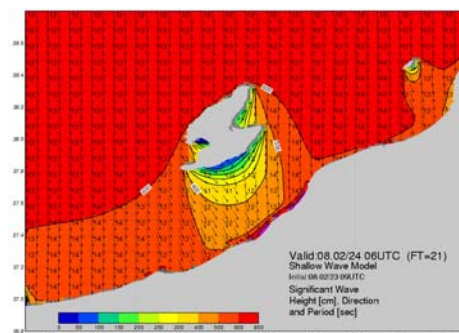
24日06時



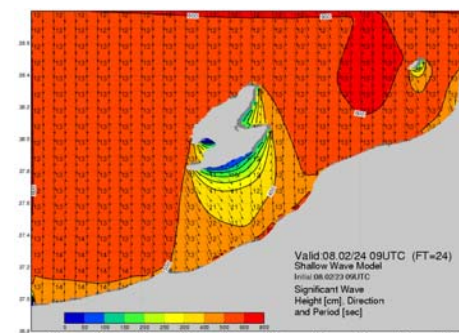
24日09時



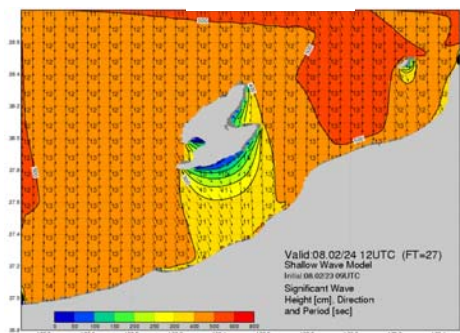
24日12時



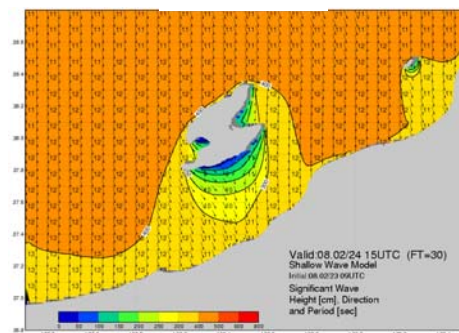
24日15時



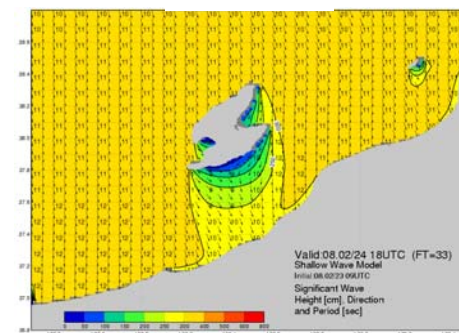
24日18時



24日21時



24日24時



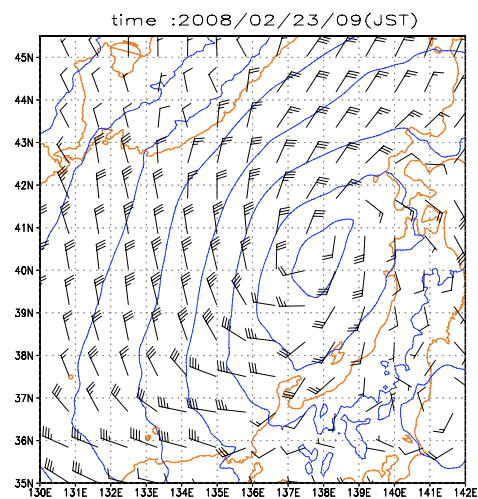
25日03時

# 高波メカニズム

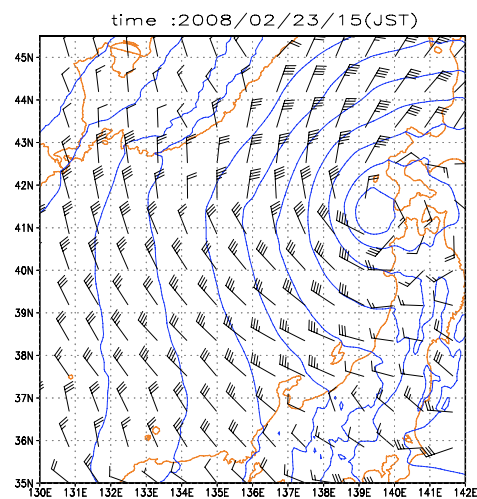
- 高波のソースは北海道西方海上で発生した風浪で、これがうねりとして日本海を南方に伝播した
- 日本海中部では北西の風が卓越し、この風浪が重なって波浪スペクトルの方向成分は北東から北西にかけて広がった
- 非線形エネルギー輸送により波のエネルギーが低周波側、北より成分に集中し、長周期・高波高の波浪(うねり)が卓越した
- 1分メッシュ(2km弱)の解像度による詳細計算では、詳細な波の分布が計算されるが、浅海変形はこの解像度では十分に表現されない



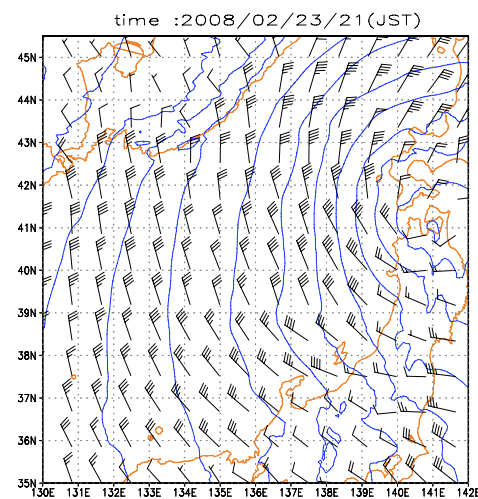
# 低気圧の概況(MSM)



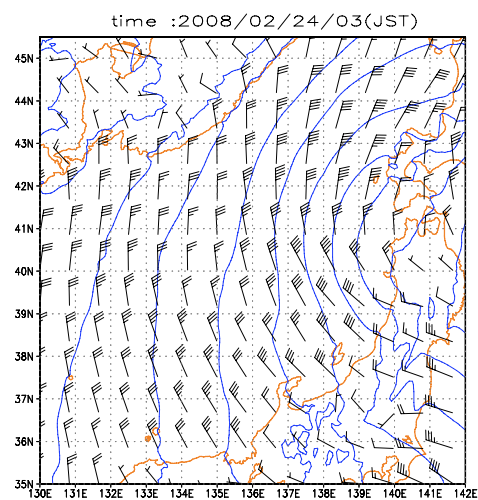
23日09時



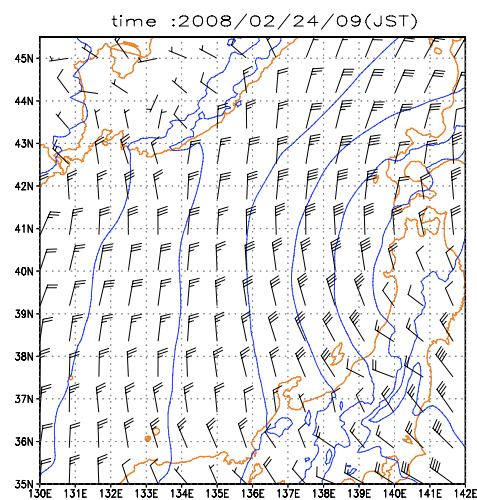
23日15時



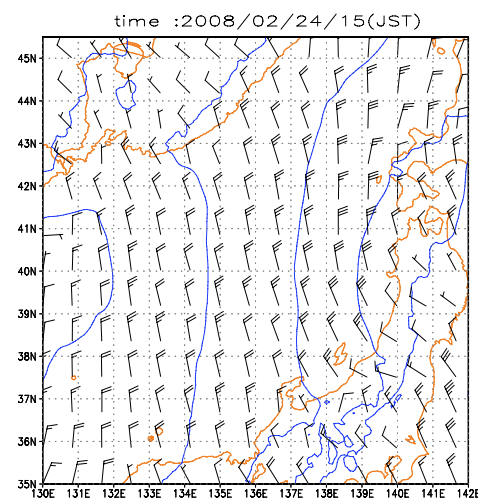
23日21時



24日03時

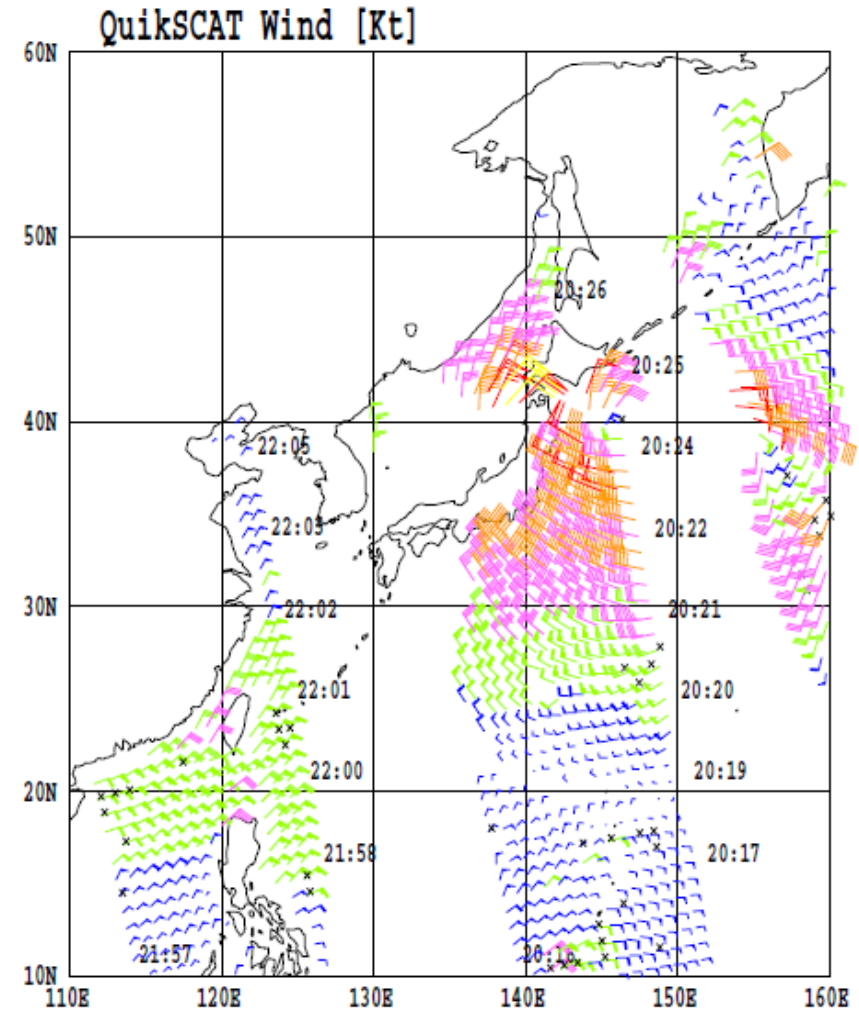
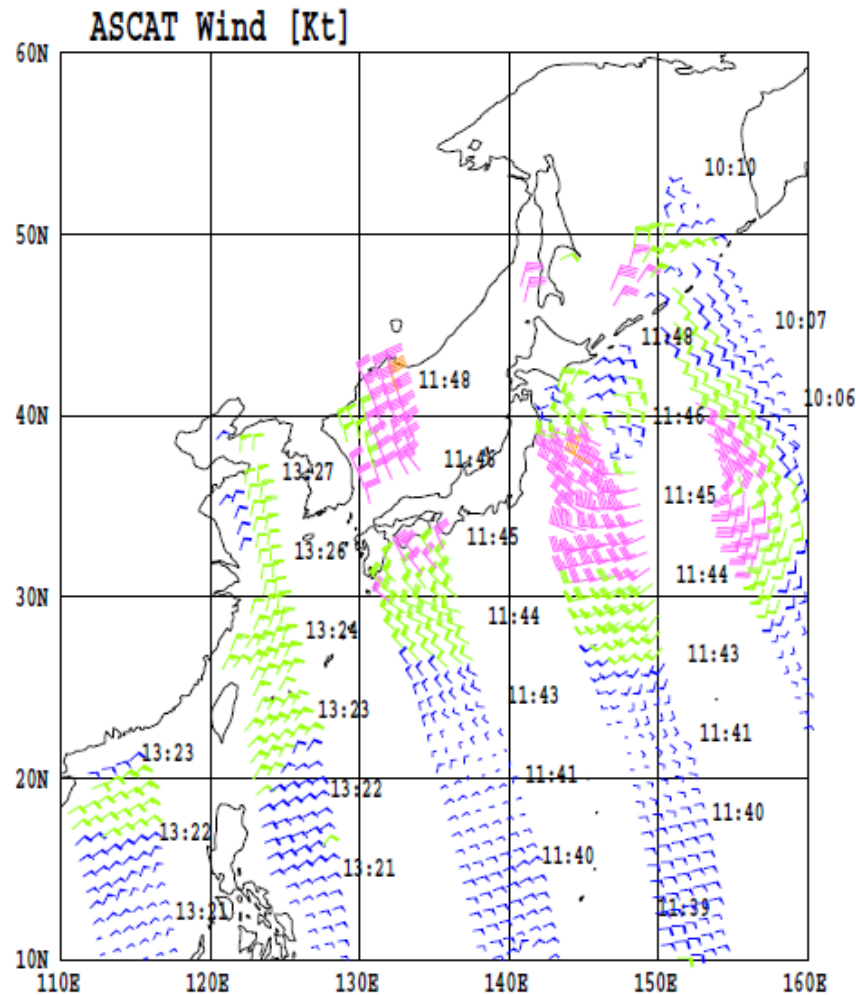


24日09時



24日15時

# 海上風観測値(2月23日)



右側の数字は観測時刻(UTC)

風速の単位はkt

# 気象状況

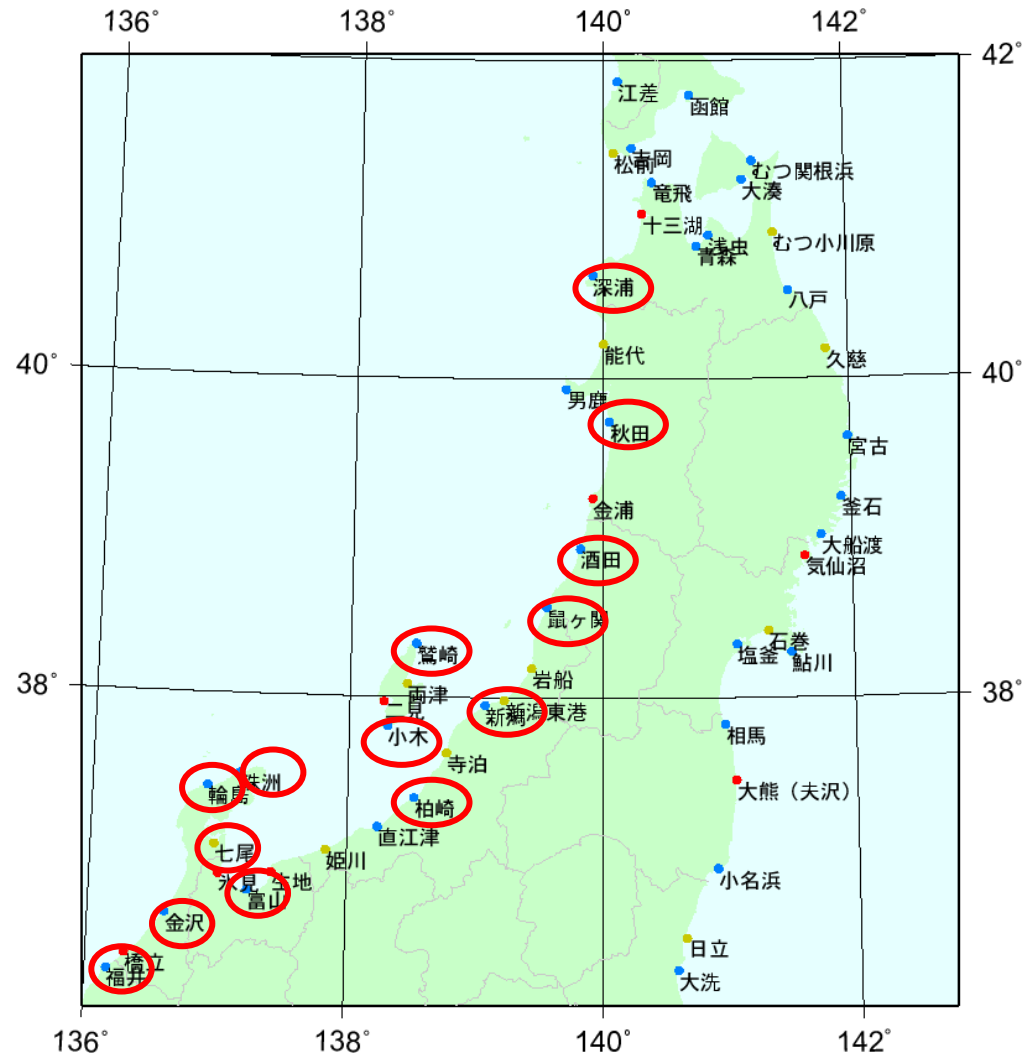
- 低気圧が抜けてからも、冬型気圧配置となり強風が継続
- 風向は北よりが卓越。低気圧通過後も日本海北部でやや東よりの成分を持つ
- 日本海中部では北西の強風が吹いていた

# 潮位の状況

## 日本海沿岸の検潮所

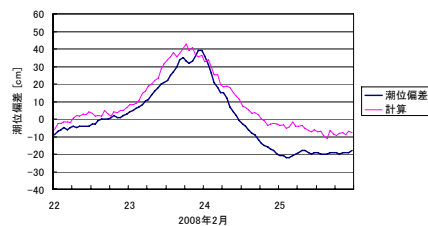
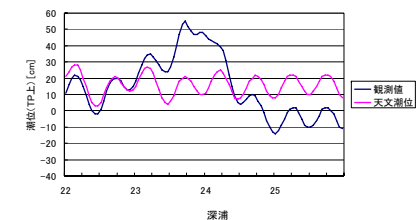
- 観測潮位
- 天文潮位
- 潮位偏差
- 高潮モデル計算値

について地点ごとに比較

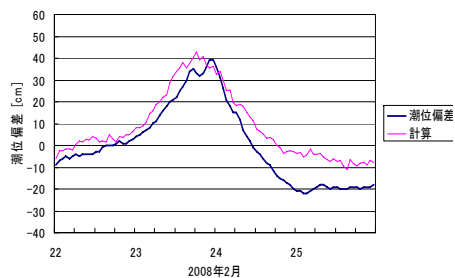
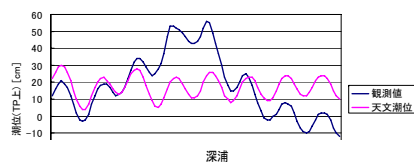


# 潮位観測値

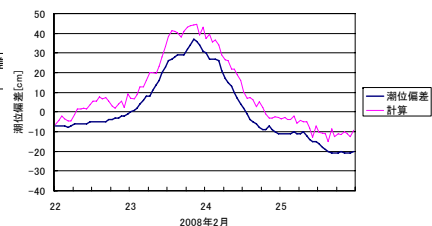
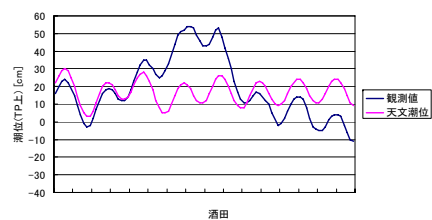
深浦(気象庁)



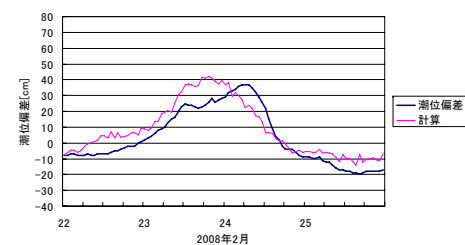
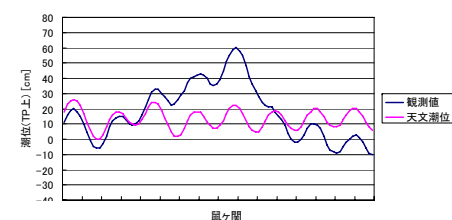
秋田(港湾局)



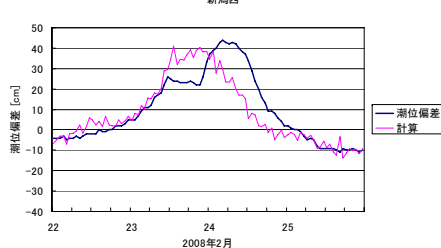
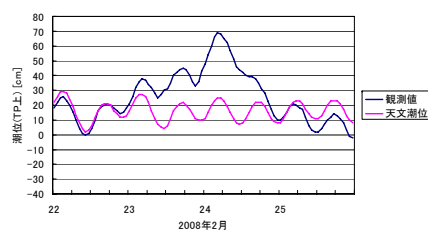
酒田(港湾局)



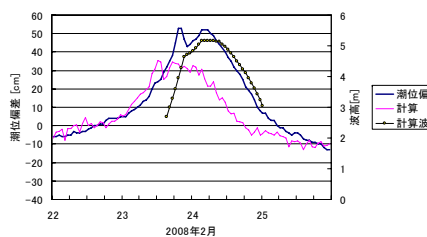
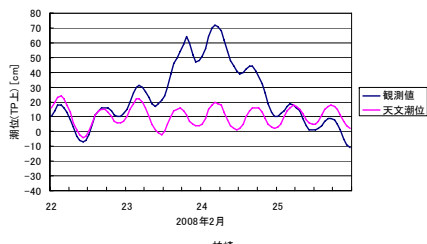
鼠ヶ関(国土地理院)



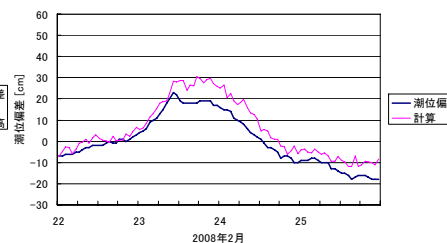
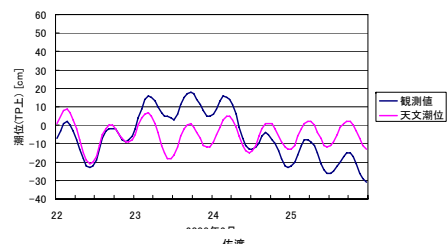
新潟西(港湾局)



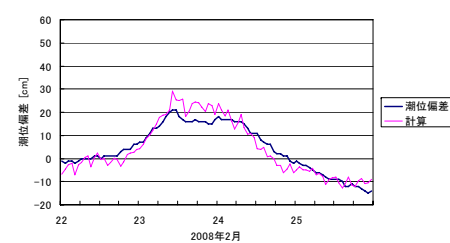
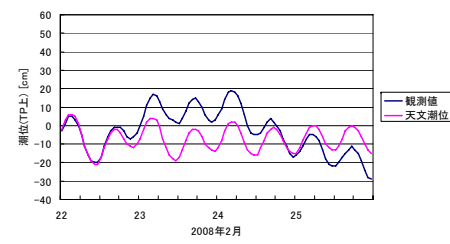
柏崎(国土地理院)



鷺崎(気象庁)



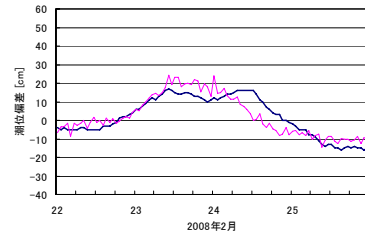
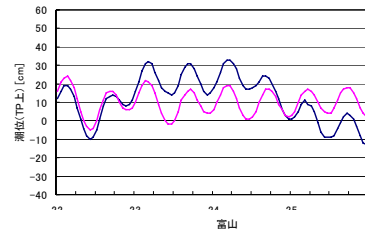
小木(国土地理院)



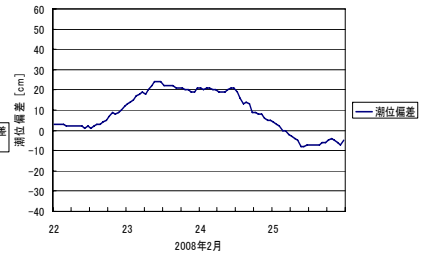
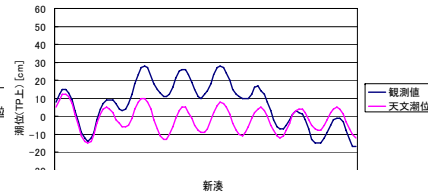


# 潮位観測値

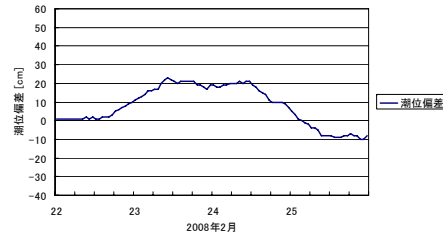
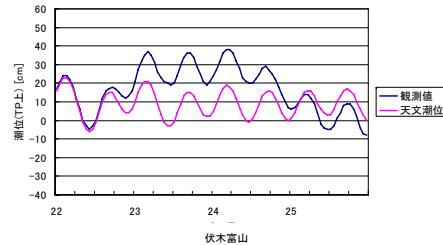
富山(気象庁)



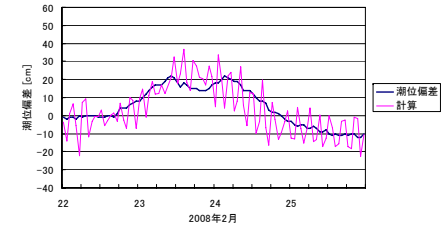
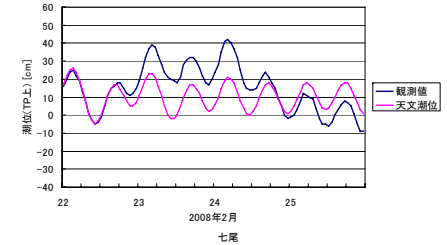
新湊(港湾局)



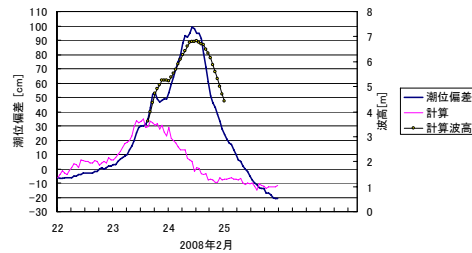
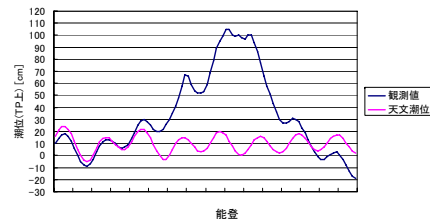
伏木富山(港湾局)



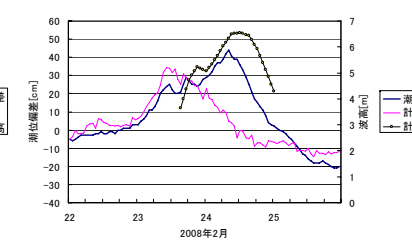
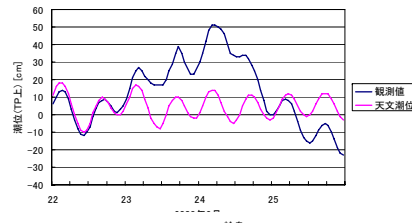
七尾(港湾局)



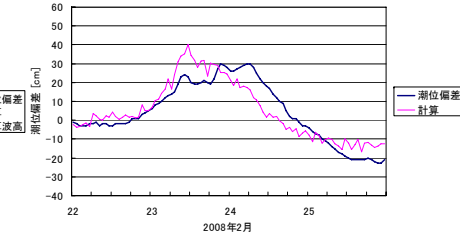
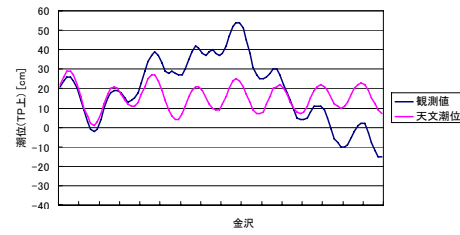
珠洲(気象庁)



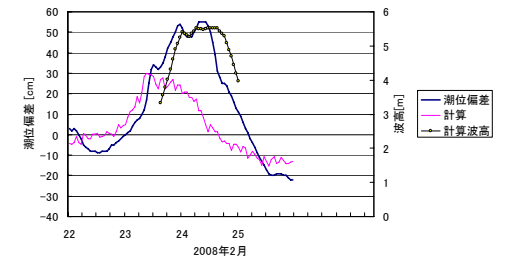
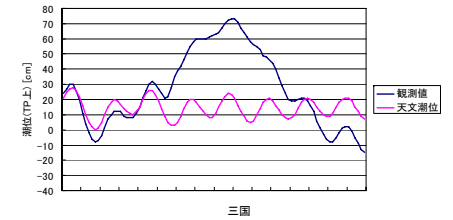
輪島(国土地理院)



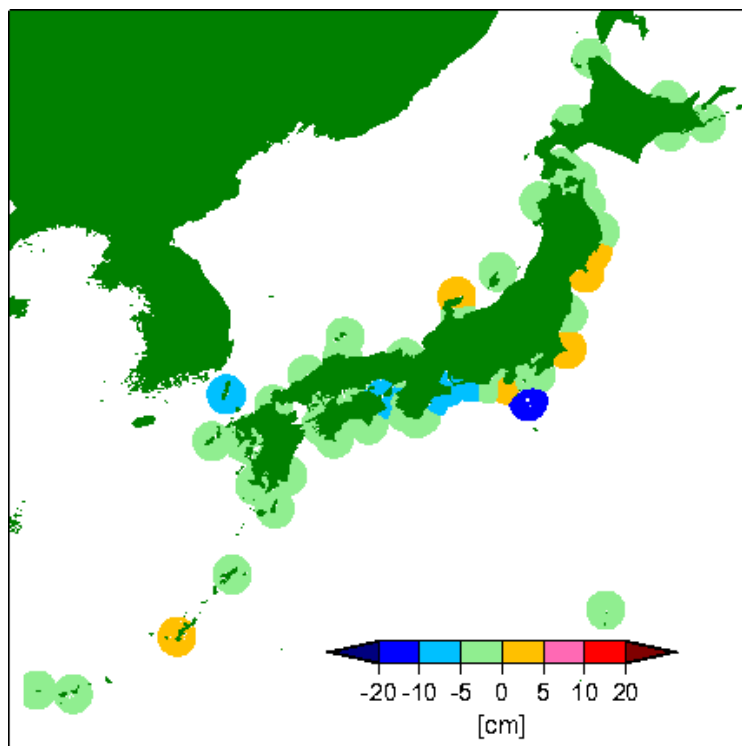
金沢(港湾局)



福井(国土地理院)

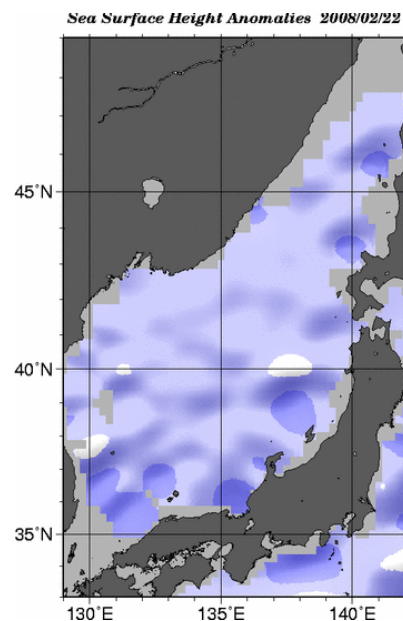


# 日本海の平均潮位

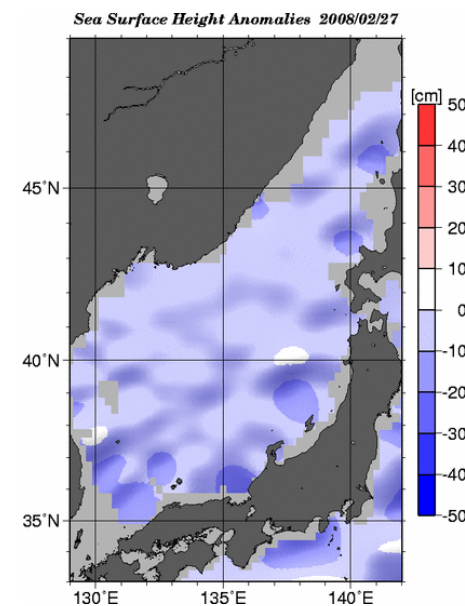


2008年2月 月平均潮位偏差分布

月平均潮位偏差とは、最近5年間の月平均値からの差で、正(負)の値は最近5年間の月平均値より高い(低い)ことを示す。



2月22日



2月27日

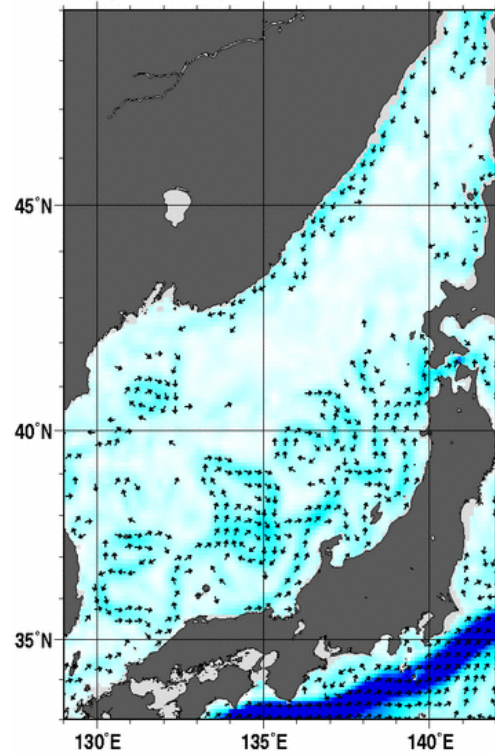
北西太平洋 半旬別海面高度偏差

5日毎の海面高度と、1993年～1998年の全期間を平均した海面高度からの差を示したもの。海面高度は、米国と仏国の共同運用の海面高度衛星Jason-1による海面高度観測データから算出。

日本海の平均潮位は特に高い時期ということはない

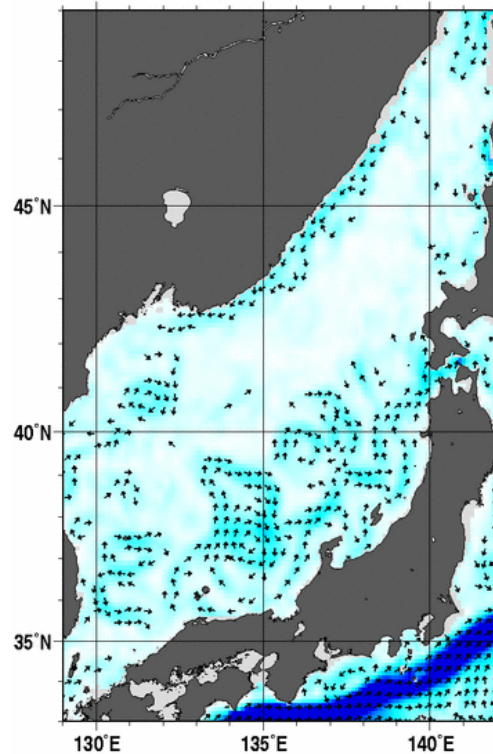
# 日本海の海流

Daily Sea Surface Current 2008/02/23



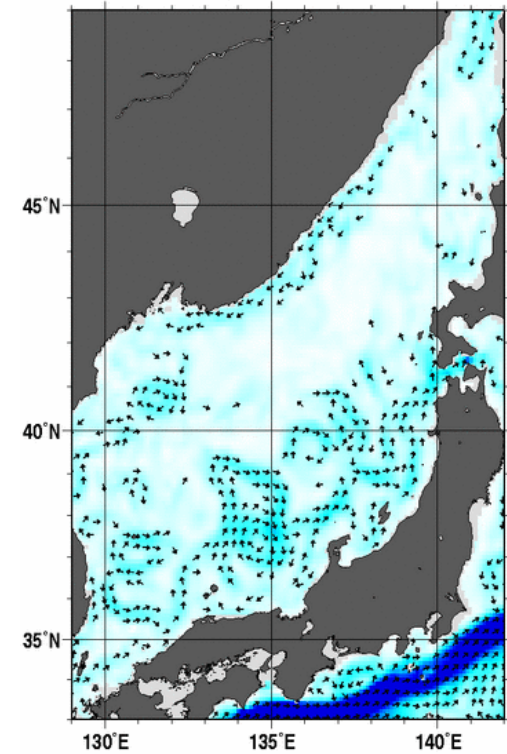
2月23日

Daily Sea Surface Current 2008/02/24



2月24日

Daily Sea Surface Current 2008/02/25



2月25日

色は流れの速さ(単位: 1kt=0.5m/秒)を表す。  
矢印は0.3kt以上の海流が流れていく向きを示す。

# 潮位・海流の状況

- 季節風の吹き出しによる吹き寄せ効果で、秋田沖などでは3・40cm、富山湾では20cm程度の高潮が発生していた。
- 高波が押し寄せる地点（柏崎、能登・輪島など）では、wave setupによる海面上昇も発生しており、能登（珠洲）では約1m、輪島や福井で50cm程度の偏差が観測された
- 日本海の流れについては2月中旬以降、ほぼ平年並みの強さであった。

第2回高波発生メカニズム共有に関するWG 議事録

2008年4月17日(木)

(出席者) 敬称略

座 長 佐藤 慎司 (東京大学大学院工学系研究科教授)

高野 洋雄 (気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官(気象研究所併任))

中山 哲厳 (独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所水理研究室長)

平石 哲也 (独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部長兼海洋研究領域長)

諏訪 義雄 (国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長)

水産庁 整備課

水産庁 防災漁村課

河川局 海岸室

港湾局 海岸・防災課

港湾局 技術監理室

気象庁 企画課

北陸地方整備局 河川部

北陸地方整備局 港湾空港部

(オブザーバー) 国土地理院

海上保安庁

富山県

新潟県等

(議事録)

【港湾局海岸・防災課】 おはようございます。定刻になりましたので、ただいまから、第2回高波発生メカニズム共有に関するWGを開催いたします。

それでは、まず初めに、出席者のご紹介をさせていただきますが、年度が変わりまして、人事異動等でメンバーが一部変更になっております。専門家の立場でご参加をいただいておりますメンバーで異動された方のみご紹介をさせていただき、その他の方につきましては、出席表と配席表をもってご紹介にかえさせていただきますと思います。

次に、資料の確認をさせていただきます。お手元の資料をごらんいただきたいと思います。まず、頭に記事次第があります。3枚組のペーパーでございます。国土交通省港湾局とあります配付資料が一式でございます。続きまして、河川局の配付資料の一式、続きまして、水産庁さんの配付資料

一式。最後に、気象庁さんの配付資料一式でございます。ございますでしょうか。ご確認をお願いいたします。

次に、議事録の取り扱いについて確認をさせていただきます。本日の議事録は、速記したものを発言者の皆様にご確認いただきまして、発言者の氏名を除いてプレスリリースにより公開という扱いにさせていただきたいと思いますが、よろしいでしょうか。

（「異議なし」の声あり）

【港湾局海岸・防災課】      ありがとうございます。

では、そのようにさせていただきます。

では、開会に先立ちまして、座長より一言ごあいさつをいただければと思います。よろしくお願いいたします。

【座長】

前回、活発な議論をいただきまして、かなり今回の広域的な波浪災害の特徴がわかってきて、長周期波、うねり性の巨大波浪といえますか、そういったものが浮かび上がってきているわけであります。

前回以降、私、現場に行く機会がありまして、入善と佐渡には行かせていただきました。当日、風の強い日で佐渡に渡るのが大変だったんですけども、ちょうどうねりを見ることができました。感じましたのは、岬を回るとがらっと波が変わるというのが、富山でもあったし、佐渡でもありました。長周期の波というのは、長周期であると同時に規則的になるという特徴があって、そういう規則的な波というのは、集まるところには集まるけれども、集まらないところには全然来ないという特徴を示すわけです。

これが例えば防波堤の波力ということを考えると、あるケーソンには、いつも衝撃砕波力は当たるけれども、あるケーソンには全然と言うか、要するに砕破しないとか、侵食でも同じようなことが起きて、非常にコントラストのついた越波でも同じですけども、コントラストのついた現象というのが、長周期であると同時に規則的であるということから起きるということがもう1つの特徴だったんじゃないかということも感じました。

そういった観点からも、ぜひ、前回の議論を受けて、このワーキングはあまり局所にとらわれずに、隣を見るということも1つの目的ですので、そういった観点から議論していただければと思います。よろしくお願いいたします。

【港湾局海岸・防災課】      ありがとうございました。

では、ここからの議事につきましては、座長にお願いしたいと思いますので、座長、よろしくお願いいたします。

【座長】      ありがとうございます。

それでは、資料も非常に多くございますので、基本的には前回と同じで、各機関から資料説明をいただいて、資料に関するご質問等はその場で受けてというのを一通りやりまして、その後で全体を通して討議をやるというスタンスで進めたいと思います。

各機関で非常に密に調べていただいておりますので、とても詳細をご説明いただく時間はありません。むしろ、冒頭でも申し上げましたように、このワーキングは情報を共有して俯瞰するということが目的ですので、必ずしも詳細までは十分把握できなくても、エッセンスをみんなで共有していただくということのほうが大事だと思いますので、大変恐縮ですが、前回と同じで、各機関、15分というのを目安にさせていただいてご説明いただきたいと思います。また前回と同じ、私、同じ時計、15分になっていますので、一応ピピピと鳴らさせていただきますので、目安にいただければと思います。

【座長】 順番は、私の手元にある資料の順番でよろしいでしょうか。港湾局、水産庁、河川局、気象庁ですか。この順番でお願いいたします。では、まず港湾局からお願いいたします。

【北陸地方整備局港湾空港部】 北陸地方整備局の〇〇でございます。よろしくお願いいたします。

お手元の資料、港湾局のクリップどめのものがございます。本日は最初に、当時のビデオ、波浪来襲のビデオがございますので、それをごらんいただくとともに、再現計算をしましたものを可視化したものもございます。それをあわせてごらんいただきたいと思います。資料の一番最後に、どこからビデオ撮影をしたかという図がございます。伏木地区の中で、その図、右の図の右下のところにございます。そこから防波堤方向を撮影したものと、赤線で囲っておりますけれども、緑地、護岸を撮影したものがございます。これをごらんいただきたいと思います。

これは、緑地の護岸を遡上する波の様子になっております。

これが護岸になっておりまして、この上が緑地になっているわけですが……。

【座長】 高さ、何メートルかわかりますか？

【北陸地方整備局港湾空港部】 護岸のですか。

【座長】 はい。

【北陸地方整備局港湾空港部】 済みません、ちょっと今……。後ほど。

【座長】 大体でいいですけども。もしわかれれば、では、後で。

【北陸地方整備局港湾空港部】 こちらが伏木の防波堤を越波する状況になっております。

先ほどと同じですね。

こちらが、緑地の護岸沿いを波が遡上する様子を再現計算いたしまして、可視化したものになっています。

それでは、お手元の資料で説明をさせていただきたいと思います。

資料、クリップを外していただきますと、委員会のメンバー表がございますが、さらにめくっていただきますと、右肩に資料1から資料5までございます。委員会に出しましたのは資料2以降でございます、その概要を資料1にまとめております。資料を引用しながら説明をさせていただきたいと思います。

当日、大きくは2つの議事につきまして説明と議論をいたしております。1つ目は、「寄り回り波」による過去の港湾施設被災・検討事例の整理ということで、資料としましては、主に資料2を

使って説明をしております。

その報告の内容、概要をかいつまんでご説明をしますと、過去の被災事例につきましては、主に3つぐらいの特徴があると整理をしてございます。資料の中でごらんいただきますと、4ページ目から過去の被災事例の一覧がございます。

1154年から147件ほどの事例がございしますが、これを統計処理いたしますと、7ページにございますように、出現月の頻度というのがあります。主に被災がどの時期に発生しているかということにつきましては、大体10月から3月、冬期間ということになりますが、この期間に多く発生しておることがわかります。

また、施設につきましては、資料の9ページにありますけれども、被災施設、延べ83施設の約半分が護岸、堤防、離岸堤といったものが占めてございます。

また、3つ目の特徴といたしましては、資料の8ページにありますように、被災箇所がどの地域に集中しているかということですので、全体210カ所のうち下新川郡、滑川市、射水市、これで全体の約7割の被災を受けているという過去の事例の整理ができます。

また、資料の15ページ以降につきましては、文献の整理をしております。過去、かなりの文献がございまして、こういったところを改めてひもときますと、資料1、概要にございますように、④、⑤のような特徴がございます。

寄り回り波につきましては、発生時に、波の発生海域が北海道西方になりますけれども、北寄りの風速が20メートル以上、10時間以上吹き続けるという現象の後に、この波が富山湾に伝搬する。そうしますと、波高が3メートルから5メートル、周期としましては10から12秒のうねりが観測されるといったことが過去の文献でも述べられているということがわかりました。

これに対しまして、課題とか意見等につきましては、3つほど主に書いておりますけれども、寄り回り波が来るときには、潮位に一、二分程度の周期変動が生じるということと、潮位変動は、構造物の安定性や被災のメカニズムに影響するので、今後検討が必要との意見が交わされております。また、長周期の成分については、波高や周期がどうなっており、どういう場所で発生しているかについて検討する必要があるということが意見として出されております。

資料1の裏に2つ目の議事がございます。これにつきましては、「うねり性波浪」の特性解明についてということで、資料3と4を使って説明をしております。

まず、資料3の2ページ目をごらんいただきますと、うねりにつきましては、大きく2方向からの進入があると。約10度と約40度といった2方向からの進入があるということが特徴としてございます。

また、富山湾の振動の固有周期につきましては、3ページ目にその潮位の観測データがございしますが、これを見ますと、寄り回り波が来襲したところを見ますと、ちょっと見にくうございますけれども、横軸、1時間ごとに線が入っておりますけれども、そこをごらんいただきますと、固有周期については大体30分程度といったものが見られております。

また、資料4でいいますと、7ページ目に波高の観測データを載せてございますが、2月24日



16時には、富山で観測された有義波高9.92メートルといったものが過去最大の波高として記録されております。

また、④といたしまして、8ページ目をごらんいただきますと、長周期波高の影響と考えられます周期300秒程度の潮位変動が、8ページ目の下の図でごらんいただけるかと思います。これに伴いまして、水位上昇の推定値が34センチということでございます。

また、⑤といたしましては、資料は12ページからになりますけれども、ブシネスクモデルを使いまして解析を実施しておりますけれども、12ページ以降、解析の結果を載せておりますが、20ページ目をごらんいただきますと、今回の来襲波と設計波で堤前波、防波堤の前面でどのような波が発生しているかというのを解析、計算しております。

これを見ていただきますと、ブシネスクモデルによる解析では、長周期波浪により、非線形性が卓越しますので、設計波より大きい波浪が北防波堤に來襲しております。20ページの図で言いますと、B区間、青い線につきましては従来の設計波の計算値になります。赤い線が今回の來襲波で、被災波で計算したもので、特に被害が大きいB区間につきましては、既往の設計波よりもかなり大きな堤前波が発生しているということでございます。

こういった報告をいたしまして、意見としましては、3つほど書いております。滑川や魚津につきましては、10から15度の方向のうねりが入ってくる。また、伏木、氷見、新湊につきましては、40度の方向からのうねりが入ってくる。富山は2つのうねりが入るのですが、沖合まで浅くなっておりますので、減衰するということが意見として出ております。

また、波長300メートルのうねりが来ておりまして、水深150メートルぐらいから海底地形の影響を受けるということです。そういった部分での詳しい計算が必要との意見が交わされております。

また、複雑な海底地形やうねりのスペクトル形状も考慮した検討が必要ではないかという意見も受けております。

こういった意見、議論を踏まえまして、今後の検討事項といたしまして3つほど書いております。1つは、うねり性波浪の特性解明をさらに進めるということでございまして、具体的には、防波堤沖合の複雑な海底地形、これをできるだけ考慮することと、うねりのスペクトルについても考慮した計算を改めて実施することとでございます。

また、こういった成果につきましては、今後の設計へどのように活用するかということも課題と考えております。

もう1つ、寄り回り波の予測といったこともやはり今後の大きな課題ととらえておりまして、こういったことを次、3回目の委員会に向けまして検討していきたいと考えております。

資料につきましては以上でございますが、先ほど、冒頭、ビデオをごらんいただきまして、緑地の護岸の天端につきましてですけれども、その緑地ということで何段階かあるんですが、天端が大体1メートルから4メートルといったことで区間ごとに変化はさせております。

以上でございます。

【港湾局海岸・防災課】 港湾局災害対策室の〇〇でございますが、若干補足させていただきます。

前回、第1回のワーキングで座長からご指摘をいただきまして、こういった今回の資料にありますような過去の被災事例のようないろいろな関係資料については、データベース化して利用しやすくしてはどうかというご指摘をいただきました。新たに共通のシステムを構築していきますのは、時間も、結構お金もかかるのかなということもございます一方、迅速な情報公開を進めるという観点から、今回、各委員会の資料だとか、このワーキングに提出いたしました資料についてPDF化いたしまして、各省庁のホームページ上で公開するという方向で対応させていただければと考えております。

公開するホームページアドレスについては、議事録等のプレス発表の際にもお知らせさせていただきますし、また各ホームページの間は相互リンクで結ぶような方向で調整をさせていただきたいと考えておりますので、こういったことでご勘弁いただけないかと考えておりますので、よろしく願いいたします。

【座長】 ありがとうございます。ぴったり15分でした。

では、ご質問等があれば、まずお受けしたいと思います。いかがでしょうか。

私から、事の概要をまとめていただいたやつが非常によくわかりやすいんですが、2の富山の扱いなんですが、報告には、富山は9.92で過去最大と。多分、伏木の倍以上あったと思うんですが、課題では、富山は減衰すると書いてあって、ここの考え方がちょっとよくわからないんですが、富山は波が、上から見ると集中すると読めるし、下では減衰する、波高が小さくなると読める。ここはどういうふうな考え方で今整理されているんでしょうか。

【北陸地方整備局港湾空港部】 富山の観測点につきましては、水深20メートル程度のところで波浪観測をしてございます。そこでの観測値ということで数字を出させていただいておりますが、それ以降、海岸線までかなり浅い領域が広がっておりますので、この波が直接進入するわけではなくて、やはり浅水変形をしてかなり減衰するということが考えられますので、実際に被災というところには結びついていないと考えております。

【座長】 わかりました。沖のほうでは高くなるけれども、そこから、今の場合は港湾施設でしょうか、ここへ来るまでの間で碎けるから、富山は大きな被害はなかったんじゃないかという、そういう整理ですね。

【北陸地方整備局港湾空港部】 はい。

【座長】 〇〇さん、そういうことでよろしいですか。

【委員A】 ここに書いてあります課題の富山湾に2つの方向からうねりが入るというのは、これは全般的に見て、進入方向から見ると、滑川や魚津についてはかなり頻繁に寄り回り波が入っているんですが、富山については、従来はそんなに大きくはならない、遮へい域になっていたということでございます。

それで、今回、富山の観測点で9.92mを記録しておりますのが、実は細かい地形についてはま

だ水深データがありません。寄り回り波全体の傾向としては、富山の前面は小さいとは思われるんですが、ただ、局所的にはかなり大きくなる点があると思います。それにつきましては、今後、詳細な地形データをつくって詳細な計算をすると、実はちょっと波高計が置いてある地点がテラス状の特殊なところにありますので、そのあたりで局所的に大きな波になったのではないかと思います。

あと、先ほど〇〇がおっしゃったように、富山の施設というのは意外とまだこれから沖に伸びなきゃいけないくて、少し浅いところに集中していますので、被災そのものはなかったと聞いております。

【座長】     ありがとうございます。

ほか、ご質問はございますでしょうか。

なければ、今データベースの話が出ましたので、資料のPDF、私も見せていただきましたが、ぜひ各委員会で公開いただけると助かると思います。ただ、役所の公開というのは、期間が決まっています、すぐなくなっちゃうんですね。すぐと言うとあれですけども、あまり長くは続かない、当然だと思いますけれども。一方で、どこかできちんとバックアップをとるといえるのか、それは多分学会かなと思っておりませんが、そういうことも考えたいと思うので、公開いただくのと同時に、ご提供もいただければありがたいと思います。その辺は各省庁、よろしゅうございますか、PDFファイルについて。

【港湾局海岸・防災課】     事前にそういったお話もお伺いしておりましたので、各省庁さんにもその旨ご連絡をさせていただいて、特に、映像とかを撮った方のご了解がいただければ大丈夫じゃないかなと思っておりますので。

【座長】     わかりました。

今、ご提供と申し上げたのは、資料、PDFファイルでして、それとは別に写真等について、写真とか映像というのが、今も見せていただきましたが、非常に貴重なものがあって、これは災害の分析だけでなく研究ですね。まだ今後研究が進んでいくわけですけども、その上で非常に役立つことがあって、これについても多分学会が中心になってということになると思う。今、海岸工学委員会で災害のライブラリーをつくらうという動きが動き出したところでして、まだ全然形になっていませんが、そういう場は提供できると思いますので、コンテンツをご提供いただければと思います。あわせてお願い申し上げます。

ほか、お気づきの点はございますか。

よろしければ、次の15分でして、水産庁さんからご説明をお願いします。

【水産庁整備課】     よろしくお願いいたします。

お手元に配付した水産庁の資料で、クリップを外していただきますと、資料が分冊になっているかと思います。見やすいかと思いますのでお願いいたします。

まず、第2回の委員会でございますが、先週の10日に行われました。議事としましては、第1回委員会での指摘事項とともに、災害状況について、より詳細ないろいろなデータを追加情報として提供させていただきました。

それから、高波浪、異常潮位等のメカニズムについて、資料2、資料3で、追加資料を説明させていただきました。

それと、今回、沖波から堤前に向けての地形等のいろいろ影響を踏まえた被災要因について、資料4という形でそれぞれ後ろにつけておりますが、議事次第に沿って説明させていただきました。

出席者、座席表等がございます。それから、第1回の議事録概要。その次の資料として、第1回委員会での主な指摘事項がございまして、議事に入った次第でございます。

簡単にポイントだけを資料に基づいて説明させていただきます。

まず、資料1にございます漁業地域における被害状況は、前回の第1回委員会からの追加資料になっております。

めくっていただきまして1ページ目に、水産関係の被害については、最新の情報に変えております。富山県、新潟県の情報も同様でございます。

ちょっと飛びますが、8ページ目を見ていただければと思います。今回、第2回目では、入善漁港海岸の被災箇所の測量実施した結果についても載せてございます。9ページは標準的な断面図になっていますが、10ページから11、12ページと港から右側と申しますか、どんどん上に1号、2号となっています。13、14ページと海岸線に沿ってより右側の被災の状況で、18、19、20ページまで被災状況を載せております。概要としましては、特に港のほうが非常に大きな被害が見られますが、今回の測量結果もそのような結果になっています。

21、22ページが被災の状況の写真となっております。

簡潔に引き続き説明させていただきますが、23ページからは新潟県の佐渡の鷺崎漁港の被災の状況についての追加資料を載せております。

24ページが平面図で、25ページめくっていただきますと、そのときの標準断面図がございします。26ページから30ページまで測量の結果を載せてございます。31ページから具体的にケーソンの被災の状況について、特に港外側を中心に載せております。

32ページのケーソンのNo.3の中に、被災した穴が見受けられます。ブロック等も破損している状況が見られます。

続きまして、33ページには、委員の先生からも、なぜこういう穴があいているのかというご指摘がございまして、異常な波圧がケーソンに作用したという状況が見られます。

33ページから43ページまで同じような状況の写真が続いております。

44ページを見ていただきますと、新潟県の佐渡のもう1つ、水津漁港の被災状況についても同様に追加資料を載せております。45、46ページは、平面図、断面図になっております。

47ページから48、49、50ページまで測量の結果を載せております。

50ページを見ていただきますと、ケーソンが港外側に移動しているという状況も見られます。

51ページから54まで、水津ではケーソンが大きく破損しているという状況が見られます。

55、56ページは、第1回委員会の中で、時系列で被災の状況について詳しく聞き取り調査を行ってほしいという意見があり、入善町、新潟県のご協力で、どのような時間帯にどのような状況

が起きたのか簡単にまとめております。

以上は被災状況の追加状況ということで出させていただきました。

資料2は、今回の潮位の特性の追加資料です。

1ページ、めくっていただきまして、前回、富山、新潟の近傍の潮位のデータだけ提示させていただいたんですが、日本海全域でどのような状況かという意見があり、追加で小樽から浜田までのデータを載せております。潮位と偏差のデータです。特に輪島が非常に大きな1メートルとありますが、ほかは20センチから30センチ程度ということでありますが、特に北側は少し高い傾向があるという状況がわかります。

4ページ目に、潮位の成分の分析を載せております。5ページ目を見ていただければと思うんですが、伏木、富山、新湊、新潟西、酒田、これは港湾局のナウファスのデータをいただきまして、それを潮位の偏差について分析したのですが、6ページにそのパワースペクトルの結果を出しています。ある特定の周波数でエネルギー密度が大きいという特徴があります。

4ページ目に戻っていただきまして、こういう長期の振動が、簡便的に有義波高換算すると数十センチに相当するだろうという試算のデータを載せております。

8ページ目は河川局から提供いただいた田中の観測の生のデータです。0.5秒ごとのデータをいただきまして、時間の関係で1時間のデータで分析して、どのようなスペクトルが強く出ているのかを整理したのが9ページにございます。これは田中と生地の3種類のデータ、それぞれ特徴が出ているかと思います。

10ページについて、今回、高潮がどのような状況であったのかということを調べるために、高潮の推算も行っています。10、11、12ページがそのモデルの概要の説明になっております。結果は13ページからになります。図は1時間置きの高潮の状況の結果を示しております。

16ページを見ていただきますと、ちょうど23日の深夜にかけて大きな高潮の影響が強くでている状況が見られるかと思います。輪島についても高い傾向がシミュレーションの中ではっきり再現されています。

以上が、潮位についての追加資料です。

引き続きまして、資料3の波浪の推算による沖波特性の把握は、これも第1回目の委員会からの追加資料です。委員会での指摘の中で、少しいろいろな推算結果の風のデータ、あるいは波のデータについて、もう少しデータを整理して出してほしいという意見がありました。1ページから5ページまでは、推算の手法についての記述ですので、省略させていただきます。

6ページ、7ページが今回の風の推算の結果になっています。北海道北西のサハリン沖で風が強く出ているという状況も見受けられるかと思います。

8ページを見ていただきますと、波浪の推算結果があります。左側は波高と波向き、右側は、周期のそれぞれ時系列のデータの一部を載せております。8ページから11ページまでは推算の結果で、追加資料として説明させていただきました。

12ページでございますが、今回の方向スペクトルの状況について整理しております。新潟鰯崎

周辺の地点と富山湾の中のPt 2地点とともに、参考までに輪島、伏木、富山各地点について今回のシミュレーションによる風向き装置の時間毎の風向きと方向スペクトルの状況を載せました。

13ページから15ページに鷺崎漁港沖の結果がございます。これは例えば9時から12時と書いてございますが、4つの図は、それぞれ9時、10時、11時、12時と1時間置きのデータになっています。真ん中の矢印が風向きになります。方向スペクトルの強さが赤とか黄色とか色で映されています。

16ページから20ページは、富山湾内の結果です。あるいは伏木、富山、輪島も同じような時間帯の結果を載せております。

22から23ページは、今回、鷺崎あるいは富山の入善について、どのような波高が来たのかということを分析したものです。Aは有義波高と周期の時系列分布です。Bは特にうねり性のものと風波のもので成分を分けた結果を示しています。赤が風波の影響、青がうねり性の成分ということで、鷺崎では、うねり性と波浪が同様な時間帯に強いエネルギーのピークがきているという状況が見てとれると思います。

23ページは、同じく入善の漁港海岸の結果ですが、上は波高と周期でございますが、下が風波の成分とうねりの成分の結果を示しております。これらの結果の概要に24ページでまとめております。

25ページから過去のうねり性波浪、あるいは通常の低気圧による波浪と今回の波浪の特徴の違いを示した推算結果です。

26ページ、27ページは、1991年2月のうねり性波浪という今回と同じような状況のときの風場を示しています。28、29ページがそのときの波高の推算結果を示しております。

30、31ページがほかの一般的な最近の低気圧による風場の例として、またそのときの波高が32、33ページと示しています。

34から36ページは今回のケースになりますが、過去の被災と今回の波浪の特徴については、38ページに簡単に概要をまとめております。

以上が、資料3で、波浪に関する追加資料になります。

それから、資料4は、入善漁港海岸・鷺崎の被災メカニズムの検討ということで今回新たに出しています。

1ページ目を見ていただきますと、入善がどういう計算領域なり手法で堤前波を出しているか簡単な条件の説明が書いてあります。2ページ、3ページも同様です。今回、ブシネスク方程式を用いて波浪等の計算をしております。

5ページ目に波高の分布を記載しています。特に港の近くで少し大きな傾向が出ています。

6ページが10秒間隔での水位スナップの出力の経過の例を示しております。

7ページを見ていただきますと、平均水位上昇量分布、ウェーブセットアップについての結果です。今回、特に被災が大きかった港のある手前側の部分が非常に赤く水位上昇が特になっているという状況がわかるかと思います。

8ページが長周期波振幅の結果になっております。

9ページは、試算ですが、今回のブシネスク方程式で計算した結果です。現行の設計波よりも高い波高が到達しているという状況がわかります。

10ページについては、入善漁港海岸の被災についての検討内容を示しております。

結果につきましては、1つは屈折の影響、もう1つは、地形特に、堤前の急勾配地形の影響が大きく出ているということがわかりました。

それらの概要の結果が20ページに飛びますが、入善漁港の被災のメカニズムという形で、簡単な概要をまとめております。

一方、鷺崎漁港につきましても、同様なブシネスクで堤前の試算結果を、それぞれ22ページが波高分布で、23、24ページが水位上昇等を載せております。設計と波力の違いということで、27、28ページに、今回被災した防波堤ですが東防波堤に大きな波力がかかっている結果を、特に一部衝撃砕波圧もかかっているという結果の概要をまとめております。

あとは参考資料になっております。以上が、委員会で説明したものです。今後、特にどのようなメカニズムで被災が起きたのか、もう少し追加的に検討し、まとめていきたいと考えています。

以上でございます。

【座長】     ありがとうございます。

これについても、ご質問があれば、まずはお受けしたいと思います。

【委員A】     細かい話で恐縮なんですけど、最後にご説明になった21ページの鷺崎漁港の長周期波の分布図なんですけど、これは境界ではどのレベルの長周期波を与えておられるのでしょうか。具体的には、21ページの詳細地形のところの右側から入れると思うんですけども、この時点では長周期波はゼロ、あるいは何かレベルを与えておられるんですか。

【水産庁整備課】     入力は規則波です。境界での振動分布によって、長周期が出ているという形です。

【委員A】     境界での入射長周期波高は幾らですか。

【水産庁整備課】     計算は、財団法人漁港漁場漁村技術研究所で行っています。担当者がおりますので説明してもらいます。

【傍聴者】     ブシネスクの計算領域では、特に長周期波を入れるという形はしていません。沖合からエネルギー平衡方程式で持ってきた波高自体を入れているだけでして、今出ているのは、セットアップの効果とか、そういうところから出てくる成分までの長周期波ということでお考えください。

【委員A】     では、この境界の中で、計算上で出てくるものなんですか。

【傍聴者】     そうです。

【委員A】     わかりました。ありがとうございます。

【座長】     ちょっと確認です。今のは図10の話？

【委員A】     図10ですね。

【座長】 図13はどうなんですか。13は入れていない。勝手に中でできちゃう長周期波ですか。

【委員B】 その場所の時系列的に移動平均をかけて統計的に処理したものです。

【座長】 わかりました。だから、入善のところの議論とはちょっと違うわけですね。入善のところで長周期波が屈折するというのがあったと思うんですけども、それとはちょっと違うと。

【水産庁整備課】 そうです。

【座長】 よろしいですか。

【委員A】 ありがとうございます。

【座長】 ほか、いかがでしょうか。

私から補足ですが、ナローマルチビームでとっていただいて、消波ブロック一個一個がどこへ行ったというのは非常によくわかって、手にとるようにわかるんですが、1つ特徴的なのが、資料1の49ページ、50ページあたりが特徴的でして、さっきご説明もありましたが、資料1の49と50ですが、水津の防波堤が1管だけ沖へ行っているんですね。左側の49ページの上を見ると、消波工が沖へ、前のページと見比べていただくとわかるんですけども、これは沖なんですよ。普通は進行波で碎波するんだったら、大抵は岸側に行くんですが、重複波になっていると、こういうことも起こり得るのかなと、今のところそう思っているんですが、それにしても消波工が吸い出されるというのはあまり聞いたことがなくて、ケーソンは重複波圧が働けば、沖側にというのがクリティカルになるというのはあり得ると思うんですけども、まだミステリー。長波工がもともとケーソンの回りに巻いてあったらしいんですが、沖に行っているというのがちょっとミステリーで残っているということです。

【水産庁整備課】 ご指摘の点については、3回目の委員会までには整理して出せればと思います。

【座長】 ちょっと確認ですが、伏木のほうは全部岸ですか。吸われたほうはなかった？

【委員A】 岸側というか、移動は港内側だけですか？

【北陸地方整備局港湾空港部】 ケーソンはみんな岸のほうに。

【委員A】 ケーソンはそうでしたね。

【座長】 ほか、よろしいでしょうか。

よろしければ、河川局のご説明をまた15分でお願いいたします。

【河川局海岸室】

まず最初に、私から状況を簡単にお話しした後、用意した資料等のご説明を後ほどさせていただくようにしたいと思います。

私どもでは、高波災害対策検討委員会というものを設置しまして、第1回を3月18日に開催したところでして、第2回につきましては5月を予定しておりますので、当ワーキング、前回以降、新たな委員会そのものは開催していないという状況でありまして、今は次回の私どもの検討委員会に向けて、いろいろな検討作業等を進めている途上というところであります。



その前に、先ほどお話がありました地形の模型を取り寄せましたので、置いておきます。

話が中断して失礼しました。

本日は、大きく2つございまして、1つは、この災害が発生したときのCCTV映像の画像を用意させていただきましたので、それをごらんいただくということと、先ほどお話をしたとおり、委員会そのものは開催していませんので、委員会にお諮りしたという資料ではないんですけれども、現在、いろいろ検討を進めているもののうち、特に高波の発生メカニズム関係について、今の検討状況を現時点で整理している、できているところまで取りまとめたものを後ほどご紹介したいと思います。

【北陸地方整備局河川部】 よろしくお願いたします。

私どもは、2月の高波につきまして、広域的時系列的な観点からメカニズムを取りまとめてまいりましたので、説明させていただきます。

まず、お手元の資料からご説明させていただければと思っています。

資料、2枚開いていただきますと、まず、1ページと下に書いてございますけれども、1.1低気圧の特徴でございまして、2月22日から24日までの低気圧の動きをまとめたものでございます。左から右に3つの絵がございまして、左から右に動くものでございまして、今回、1つの低気圧ではなくて、幾つかの低気圧が複合しているということを取りまとめております。

まず、2月22日21時の時点につきましては、北海道の北に1つの低気圧がございまして。また、日本海の中中部あたりにもう1つ、青い色の低気圧がございまして、この低気圧の状態から、さらに12時間後でございます、23日の9時になりますと、低気圧が東に進むと同時に、太平洋側にも1つ低気圧が発生する。さらに、2月23日の15時になりますと、北の低気圧は消えますものの、さらにまた④と書いた緑色の低気圧が発生するといった複合的な状況がございまして。

これらの低気圧の中心気圧の変化を示したものが左下の図でございまして、だんだんと総合的な気圧が下がっていくということがわかっております。

2ページ、その次の段階でございまして、2月23日21時の段階では、残った3つの低気圧が相まって、風がずっと吹き続きますもので、さらに低気圧が発達しながら進むものですから、発生しました風波、うねりがさらに増大していくといったメカニズムがわかってくるところであります。

3ページを開いていただきますと、そうしたようなものを、各地点ごとの海面低気圧の変化といった形でまとめさせていただいております。真ん中にございまして、北は稚内から南は敦賀までまとめさせていただいてございまして、右下に書いてございまして、基本的に低気圧が日本海の上空で発達して、23日の9時から15時に最低気圧を観測して、さらにこの低気圧というのは、南から北に向かって遅くなっておるところでございまして。ちなみに、江差では984.3ヘクトパスカルといった気圧を示しております。

4ページを見ていただきますと、今度は各地区の風速の変動を示したものでございまして、例えば左の絵の一番上を見ていただきますと、例えば田中の観測所でございまして、有義波で最

大なものを生じましたのが14時でございますけれども、それに向かって日本海にある低気圧の発達に伴いまして、23日の9時から16時の間で風速が急激に大きくなるといった傾向が見られました。それは、実際に富山の地区に大きな高波が来る24日よりも大分前に、風が強いといったことがわかっております。

5ページには、潮位の特徴でございますけれども、これも北海道から石川までまとめております。潮位の偏差を各地区でまとめておりますけれども、低気圧の発達に伴いまして、23日から24日にかけて潮位の上昇が見られるところであります。

6ページにつきましては、富山の生地ですとか、富山の潮位、富山の気圧、ちょうど波が今回起きたところでございますけれども、田中の風速、田中の風向をまとめております。基本的には、2月23日の0時から18時の間に通常の気圧よりも下がってくるといったことがございますので、当然、ここで通常の気圧より低下した分だけ吸い上げ般的に海面が上昇しているといったことがわかってくるかと思えます。また、風が吹いておりまして、海水の吹き寄せ、そういった形で20センチ程度の潮位差が2月24日に継続していた状況がわかってくるかと思えます。

7ページ、8ページで有義波の変化でございますけれども、7ページには、おおむね富山県よりも北側でございますが、23日の6時ごろから日本海上の低気圧が発達したので、日本海沿岸のほぼ全域について波高が上昇したことがわかります。その後、24日の15時までに津軽海峡から三陸にかけて、低気圧が勢力を保ったまま停滞しまして、いずれの地点でも、この間は高波浪が継続する傾向が見られたところでございます。

8ページにつきましては、波高の、富山よりも西でございますけれども、そこと同様な状況でございます。

8ページの右側の絵を見ていただきますと、今回測った田中の観測所でございますけれども、風速でございますとか風向でございますとか、有義波高、最大波高、田中、石田の有義波高、最大波高をまとめております。やはり北からの風が発達しまして、2月24日の4時以降は、風は減速傾向にあるだけけれども、波高というのは2月24日14時ですとか、最大波高は2月24日10時に観測するといったような、風のピークと時間差をもって波高の最大値をとっているということがわかります。

9ページをごらんいただきますと、今度は周期をまとめたものでございますけれども、例えば左上の周期は留萌でございますけれども、2月23日の6時とか9時の段階で、その前後で周期はずっと変わっているのがございます。これは、この時点でうねりが到達しているといったことがございますけれども、このうねりが到達する時間は、南に行けば行くほど到達時刻が遅くなってございます。これは、うねりが北からやってきているといったものを示すものであります。

10ページでございます。これは富山よりも西側でございますけれども、同様な傾向が見られるところでございます。

11ページをごらんいただきますと、これは有義波高の周期、時刻ごとの海岸の分布でございますけれども、天気図とともにまとめております。ごらんいただきますと、日本海北部からオホーツ

ク海に抜けた低気圧ですとか、その後の津軽海峡からの低気圧、これによってうねりが南に行くほど南下していくということがわかってまいります。うねりが伝搬するに吹送距離、その間に風による波の発達によって、南へ向かって波高ですとか周期が増大したと、そういったことが考えられるわけでございます。

12ページを開いていただきますと、これはちょっと図が見つろうございますので、説明のために次のページ、13ページを開いていただきますと、13ページ、例えば酒田の例を説明させていただきますと、各時刻ごとに波を整理して、例えば丸は22日の0時から22日の12時、ちょっと茶色い三角は次の12時間でございます。そういった段階で来た波の時刻と波高と周期がわかるような取りまとめ方をしてございますけれども、最初の2月22日の段階、左下のちょうど1秒、波高が1メートルで周期が5秒ぐらいのところから始まって、右上に上がって行って、右上でピークを持った後、ちょうど黄色い三角、24日の0時から24日の12時でございますけれども、こういったところからさらにやってくる波は、周期の長い波を伴いながらだんだん減衰していくといった流れがでございます。このときに、上側の図の上のライン、点々のラインと、下の点々のライン、グラフを見ていても大体1.5秒の周期の差がございまして、これは13ページの下絵を見させていただきますと、大体周期が、うねりの有無によりまして、4秒ほどのうねりの差を持っているといったことがわかってくるかと思えます。

12ページに返っていただきますと、そういったことをずっと地区別にまとめてございまして、南に行けば行くほど周期の差が大きくなりまして、うねりの影響が南より大きいといったことがわかってくるかと思えます。

14ページへ参りますけれども、今度はそういったものをスペクトルの分析、私ども田中の観測所でスペクトルの分析をしてみました。左上をごらんいただきますと、左上は、各毎正時から20分間、水圧式波高計ではかってございまして、毎正時から20分間のデータをもとにスペクトル解析したものでございます。8秒とか16秒とか47秒、110秒、そういったところに山が見られる。

14ページ、右下の図でございまして、これは9時50分から14時まで、水圧式波高計を用いましてスペクトル解析を行って、周波数でスペクトル解析を行ってございまして、やはり16秒とかいったところ、また3分とか47秒とかいったところよりもピークがございまして、また39分といった比較的長いところにつきましてもピークが見られるといったことがわかっております。

15ページに参りますと、私どもこうやってやってきた、先ほど16秒、17秒とかいった数字を申し上げましたけれども、実際にCCTVを設置しております赤いところ、神子沢と言いますが、ここはCCTVで画像を記録しておりますので、ここでごらんいただければと思っております。16ページとともにごらんいただければと思っております。では、パワーポイントをお願いいたします。

奥のほうが北東になりまして、手前側が南西になります。

やってくる波をごらんいただきますと、大体17秒程度の間隔で波がやってきているということがこの絵から見られるとともに、今現在、奥のほうで波ができていますけれども、波がここにあるものがずっと手前にやってきます。北東から波がやってくるというのを示しているところであります。

【座長】 これ、ちょっとスロー再生になっていますね。そう見えましたが。

【北陸地方整備局河川部】 ちょっとパソコンの調子がよろしくないようなので、16ページ、17ページにコマ送りの絵を入れさせていただきますけれども、おおむね17秒とかいう段階でやっているところでございます。

18ページをごらんいただきますと、今度、各周期別、先ほど周波数スペクトルのピークは8秒とか16秒にあると申し上げましたので、各周期によって波が集中する箇所が違ふんじゃないのかといったことを確認するために計算いたしましたのが18ページの上でございまして、その結果、右上側の結果でございますけれども、集中する箇所自体はそれほど変わっていないと。今度、やってくる波向きによって変わってくるんじゃないのかといった仮定のもとに、18ページの下側のように、波の角度、入射する波の角度を変えてやりますと、右側のように、やってくる波の角度によって、波が集中する場所が変わってくるといった計算結果も得ておるところでございます。

取りまとめでございますけれども、うねりの発生につきましては、2月22日にオホーツク海と日本海に低気圧がございまして、9時には、そういったものが停滞する、南の風が続いてうねりが発生した。

さらに、23日の15時には、日本海の低気圧が東進いたしまして、南向きの風が続く、さらにうねりと風波、低気圧による海面上昇が重合するというのが、23日から24日の午前にかけてましてそういった状況でございました。

また、地形の影響につきましても、富山湾の海底谷の存在によって、波の収れんでございまして、北東に向いた湾形による共振も認められるところでございます。

このように上昇いたしました海面上をうねりが南下いたしまして、富山湾の沿岸に到達して、さらに近海で発生した風波がさらに重なりまして、地形の影響もありまして、周期の長い高波が発生して、富山湾に来襲したと考えられるところでございます。

以上でございます。

【座長】 ありがとうございます。

これについても、ご質問からお受けしたいと思います。

【委員C】 1つお聞きしたいんですけども、低気圧は、4つということにサマライズされていましたが、一番最初のサハリン沖を通った低気圧については、どの程度寄与したとお考えでしょうか。

1つには、この低気圧はあまり強くないのと、ちょうどこの時期ですと、サハリンの西側は若干海水に覆われておりまして、要は波浪発生スタートラインとしてはあまり寄与しないと考えられるのですが、いかがでしょうか。

【北陸地方整備局河川部】 私どもが今考えておりますのは、基本的には幾つものものが重なって、まずは、発生が一番しょっぱなというのは、①のところからしょっぱなだと思っております。ただ、その程度は、おっしゃるように、それほど大きなレベルではないと思っていますけれども、幾分かの関係はあるということは思っているところでございます。

【座長】 今のご質問は、先ほどの水産庁の風の分布で言うと、水産庁の資料3の6ページが今回の風の場のシミュレーションで、今、〇〇さんのご質問は、6ページのサハリン沖とかサハリンとユーラシア大陸の間にある赤いひげのようなのが出てきますけれども、これは今回のうねりの発生にどれぐらい寄与したかと。この赤いのは、今の河川局さんの一番最初の茶色の①の低気圧によってできたものなのかどうかということとも関連するのでしょうか。

【委員C】 そうです。

【座長】 この辺は水産庁さんの計算をされた方、どういった印象をお持ちか教えていただければ。

【水産庁整備課】 風が起きたということは確かのようなんですが、それがサハリンなのか、もうちょっとほかの低気圧も一緒に、ウェートについては、整理はまだこれから。

【座長】 よろしいですか。

【委員C】 はい。

【座長】 あと、ここで起きたうねりの卵というか、波の卵が伝搬したときに、次の低気圧、②の低気圧にうまく受け渡すような時間になっているかと。波の伝搬は、速度はわかりますので、そういった検討をすれば、今のお答えに答えられるんじゃないでしょうか。ありがとうございました。

【委員C】 私のほうでもシミュレーションしていますので、そのときにご説明させていただきます。

【座長】 そうですね。それについては、多分、この後でご説明いただけると思います。

ほか、いかがでしょうか。

【委員A】 先ほどの水産庁さんのデータの資料の中の田中のスペクトルの解析のところ、9ページだと思うんですが、資料3ですか。そちらで8.2秒のところにピークが出ているんですけれども、今、〇〇さんのご説明だと、1.4ページ、田中観測所のエネルギースペクトルで、4.7秒と11.0秒ということになっておりまして、これは解析の手法や取り扱ったデータが違うということなんですか。

【水産庁整備課】 水産庁が行った田中のデータですが1時間のごく限られた中の分析でやっております。今回時間もなくまだ暫定版です。全体、長い2日間にわたって分析すれば、ある程度河川局同様に、長い周期も含んでくると思います。

【委員A】 河川局さんのデータは、20分間のデータですが、どのように解析されているのですか？

【北陸地方整備局河川部】 上側の絵は毎正時20分でございますけれども、下側のものは9時50分から14時30分、その間のデータでございます。

【座長】 多分、水産庁さんのほうはたしか05時ぐらいからですよ。5時から7時半の間の  
ある1時間。河川局さんのほうのやつも、04時というのと06時というのがありますので、線が  
とても判別できませんが、これをよく見ると比較はできるんだろーとは思いますが、長周期側のス  
ペクトルなので、スペクトルの推定方法によってもかなり変動しますので、ちょっとここは詳細な  
検討は確かに必要ですね。

【委員A】 わかりました。細かいことで申しわけありません。

【座長】 ほかはいかがでしょうか。

私、北からだんだん周期が長くなるピークがおくっていくというのは非常におもしろいと思っ  
て、今回の波浪の特徴をよくあらわしているなと思って見ておりました。9ページですか。これは、  
解釈としては2つ解釈できると思うんですが、北から南に周期が上がるということは、うねりが発  
達したと。うねり自体も発達したと。通常、波浪推算では、うねりの部分、うねりと風波成分と分  
けるとすれば、うねりは伝搬するだけで、風波成分が発達するという、荒っぽく分けちゃえばそん  
な取り扱いなんですけれども、これを見ると、1つのシナリオとしては、うねりも実は風の影響を  
受けて発達して周期が長くなったとも考えられるし、そうじゃなくて、北では風波とうねりが混在  
していたから、周期が短くなっていて、南に行くに従って、それが分散して、うねりはうねりだけ  
でピュアに残ってきたので、南に行けば、うねりだけが来襲した時間帯というのがあって、そこ  
では周期が長くなった。つまり、分かれた。2つのシナリオがあると思うんですけれども、そのあた  
りは、多分、これだけ見えてもわからないと思うんですが、波浪推算されている方でどんな印象  
をお持ちか。印象だけでも構わないんですが、教えていただければと思います。次のご発表になる  
んですか。

【委員C】 その件については次の所でご説明させていただきます。

【座長】 では、そのときにコメントいただければと思います。

ほか、いかがでしょうか。

よろしければ、ちょうどそういう話になったところで、気象庁さんのご報告をお願いしたいと思  
います。

【委員C】 それでは、気象庁の解析結果につきまして発表させていただきます。

我々のほうでは、第1回のときに配付させていただきました資料と、大きくデータの的には変わっ  
ておりませんが、若干、中身を少し深く調査しております。内容が若干マニアックといえますが、  
専門的な話になっていて申しわけありませんが、エッセンスだけを主体に説明したいと思います。

表紙、1ページ目のところに、内容としてまとめたものを掲示しております。高潮のメカニズム  
につきましては、我々の感覚としては、高波の元は、北海道の西北海上で発達した風浪である。こ  
れがうねりとして日本海南方に伝播してきます。この期間中は、日本海の中中部で北西の風が卓越し  
ておりました。いわゆる季節風の吹き出しという形です。この風浪が重なって、波浪のスペクトル  
を見ますと、北東から来ているうねり成分と、風によってつくられました北西成分により、北東か  
ら北西まで方向成分が広がった形のスペクトルになります。

ここで非線形のエネルギー、いわゆる波の発達の中でスペクトルの成分を再配置する機能ですけれども、それに着目してみますと、かなりエネルギーが低周波側、また北寄りの成分に集中しているということ、長周期、高波高の波浪が卓越してきたという経過が見えました。あと、追加的に、1分メッシュの、解像度が2キロ弱の細かい計算を富山湾と佐渡付近についてやりました。詳細な波の分布は再現されますが、このレベルですと、浅海変形というのはまだ十分にはあらわれていないということを補足しておきます。

気象状況に関しましては、今回の我々の解析では、先ほどの〇〇さんの話でいいますと、2番目の低気圧がやはりメインであった。これが抜けてから、低気圧そのものというよりも、冬型の気圧配置で非常に強風が卓越したこと。それから、吹送距離が長かったことが全体的に高波をつくるような条件だったと言えるのではないかと考えております。したがって、低気圧というよりは風系という形でまとめて、我々のほうでは解析しております。

それから、風向については、北寄りが卓越しておりますが、低気圧の通過後も、やや三陸沖付近のところに停滞ぎみでしたので、秋田沖あたりでは東寄りの風の成分も解析されているというところが、北東成分の波をつくり得たのではないかと考えております。

あと、背景的要素ということで、潮位・海流の状況というのを簡単にまとめてあります。もう既に水産庁さんのほうでも言われたことと基本的には変わっておりません。若干、強風によりまして、高潮のような現象ということで、北沖などでは3、40センチ、富山湾では20センチ程度のいわゆる高潮と呼べるようなものが発生していました。

そのほかに、高波がダイレクトに押し寄せるような柏崎、能登・輪島などでは、ウエーブセットアップによる海面上昇も発生していたということが考えられるということです。

具体的なメカニズムが2ページ以降になります。

3ページ目の紙は、波浪状況の時系列を簡単に並べたものです。計算は前回お見せしたものをそのまま載せておりますが、北から、基本的には風浪、やや北西寄りの波が新潟沖あたりに入ってきている。黒い線が、周期をあらわしますが、非常に長い周期が若狭湾あたりから、特に24日の12時ぐらいですと、山陰沖から秋田沖まで10秒以上のエリアが広がるという形で、長い波が全体的に日本海中部に当たってきたということがわかります。

これらの波高と周期だけではちょっとわかりにくいかなと思ひまして、スペクトルの各時系列を出したのが、その次、4ページ目から11ページまでになります。代表的なところ、例えば4ページ目のところに2つ枠をつくっております。23日15時と23日21時のものについて、それぞれのスペクトルと、その際に非線形のエネルギー輸送がどのようになっていたかを示したのが次のページのもの、5ページ目です。

細かい話は割愛させていただきますが、基本的に、初期の段階ですと、23日15時のように、典型的な風浪の発達として非線形輸送の傾向が出ておりますが、21時のような若干複雑な波が入ってきたような場合ですと、非線形の形として傾向が変わってきておりますが、やはり低周波、それから方向としては、北から来る成分が卓越しています。低周波のところにはやはりエネルギーの

ピークがありまして、低周波、北向きのところにエネルギーを集中させているという傾向が見られます。ほかの地点につきまして、その次のページ以降はだんだん富山湾の近くの地点になってきておりますが、いずれのところにおいても、高周波側につきましては若干分散性がありますが、低周波側につきましては、低周波、北成分のところにエネルギーを輸送しているという形が見られます。

その次の12ページのところは若干仮想的なものでありますが、うねり型スペクトルと風浪型のスペクトルを同時に配置した場合に、どの程度の非線形のエネルギー輸送が起きますかというものを計算したものです。

13ページは、うねりに対して方向が、何度の角度に風浪が来ているか、風浪の周期とうねりの周期との周期差がどれくらいあるかというものについてをざっと並べたものですが、14ページに、最終的にエネルギー輸送の最大値というのをまとめております。

これを見ますと、基本的に、やはり非線形のエネルギー輸送は、両者が一致している場合に最大になります。それから、方向的にはプラスマイナス60度、またピーク周期の差についても、2、3秒の間以内ですと、非常に大きなエネルギーの輸送が起きているということになります。

これは非常に仮想的な話ですけれども、計算された日本海のスペクトルを見ますと、今回の事例に関しましては、風浪とうねりのスペクトルの広がりを見ますと、ほぼこの範囲内のところに一致しますので、非線形によって非常に長周期、また北方向の成分が強調されたものであると考えられます。

次のところは全然話が違いまして、15ページ、16ページは、気象庁との連携事業の一環として、国土技術政策総合研究所で開発され、気象庁で本運用に向けて準備中の浅海波浪モデルにより波浪推算を行ったものです。それぞれにつきましては、湾内あるいは佐渡の遮へい側というところの波浪分布については、かなり詳細な分布が出ております。基本的に、浅水変形というよりは、若干、エネルギーの角分散のほうが強いのかなという感じはいたしますが、分布としては妥当に思えます。

また、このメッシュでは、局所的な、海岸における変形についてはまだとても表現できるレベルではありませんので、あくまでもこの地形の中での詳細な分布の把握というレベルでの条件であります。

17ページ目は、今まで述べました高波のメカニズムについてまとめたものですので、飛ばします。

18ページ目は、低気圧の概況という形で説明させておりますが、当時の気圧と風の状況を気象庁のメソスケールモデル、MSMにより解析された結果を時系列で並べたものです。

これを見ますと、実は先ほどの話にも絡みますが、この低気圧と気圧系により、サハリンから北海道までの強い風系は存在しております。したがって、先ほどありました個々の低気圧というよりも、全体的な風系として北よりの場であったということは間違いなく、むしろ日本海北部は全体的に北よりの風が吹いていて、長い吹送距離が形成されたものではないかと、我々のほうでは考えております。



風の場合につきましては、これはモデルの結果ですので、若干、観測値というものを19ページのところに載せさせていただきました。これは、極軌道衛星によります海上風の観測値です。左が23日の12UTC、右が24日00UTCです。なかなか日本海全体を網羅するということはありませんので、残念ですが、ちょうど21Z、日本で言いますと24日の朝の6時ぐらいのころの風の分布を見ますと、北のほう、北東からずっと吹いている。それから、北海道の松前の沖合あたりでは、東寄り成分の風も見受けられますので、北東成分の風によっても、波がつくられたと考えております。

次以降は、潮位の状況ということで、日本海沿岸の検潮所について、観測潮位、天文潮位、潮位偏差と、いわゆる高潮モデルによって、高潮のメカニズムにあります気圧の低下による吸い上げと、強風による吹き寄せ効果、この2つを計算した結果を参考までに載せています。この21ページの右に挙げました地点のそれぞれの時系列を示したのが次のページ、22ページと23ページになります。

それぞれの地点において、上の図が観測値と天文潮位、下の図が潮位偏差と計算値をあらわしております。これを見ますと、深浦、秋田、酒田、などにつきましては、基本的にはほぼ推算が一致しておりますので、吹き寄せと吸い上げによってほとんど偏差が生じているといえます。一方、柏崎とか、非常に顕著なのが、珠洲、能登半島、福井、輪島といったところですが、推算値と実際の観測された偏差というのが大きく外れております。その当時における波高の時系列を、推算がずれたところに一緒に付加しております。計算された波高を見ますと、常に偏差がずれているところは波高が非常に高くなっているということで、この偏差は、まさにウエーブセットアップによる寄与が大きいと考えられます。

以降は、高波と直接的には関係ありませんが、関係ないということも一応押さえておく必要があるかなと思ひまして、資料としてつけさせていただきました。

まず、日本海の平均水位です。近年は、温暖化によりまして、平均的な水位の上昇というのもトピックとしてよく話題に上りますが、少なくとも2月の平均的な水位の状態を見たところ、特別に高いということはありませんでした。2月の平均水位との差はほぼ10センチ前後です。また、日本海の海流を25ページに載せましたが、対馬暖流からの流れは、1月の下旬あたりは若干流量が多かったのですが、2月につきましては、ほぼ平年どおりということで、この時期が特に大きく特徴づけられるということはないということになっております。

以上です。

【座長】      ありがとうございます。

これについても、ご質問をお受けしたいと思います。いかがでしょうか。

【委員A】      ちょっとお聞きしていいですか。大変すばらしい計算だと思うんですが、例えば5ページの波浪スペクトルと非線形エネルギー輸送を見せていただきますと、結局、波浪スペクトルは一山なので、これは長周期うねりのスペクトルが計算されていて、それが例えば7ページ等でどんどん浅いところへ来ても、結局、風波のエネルギーが発達しそうになると、すべて非線形干渉で

長周期波側へ移行してしまうので、スペクトル形としては、常にうねりのスペクトルしかあらわれないと考えてよろしいのでしょうか。例えば9ページ目ですと、一山型になっておりますが、どのように解釈してよろしいのでしょうか。

【委員C】 波浪スペクトルの場合だとコントラストがありますので、これは線形で表示したために判別しにくくなっておりますが、実際的にはスペクトルに広がりがあります。それは、図は1つ前の円グラフで見ていただくとわかると思うんですけども、それぞれが単純な、例えばコサイン2乗とかで広がっている形ではなくて、それぞれについてピークがあって、また同時にスペクトルの広がりが東西に伸びています。例えば富山の沖合、8ページぐらいのほうを見ていただきますと、赤枠で囲った24日06時ですと、北にはメーンのうねりがありますが、北西によるうねり300度ぐらいのところから広がっているようなものがあります。よろしいでしょうか。

【委員A】 わかりました。ありがとうございます。

【座長】 私、まだよくわからなかったので、教えていただきたい。

この波浪スペクトルと非線形輸送、私の理解では、波浪スペクトルというのは、風でこうやって発達してできるものだと。それで、この中で輸送されるのが非線形エネルギー。だから、言ってみれば、下の絵は、全部足し算するとゼロになる、そういうことですね。

【委員C】 そうです。

【座長】 エネルギーの再配置みたいなものですね。再配置として高周波側に行くのと低周波側に行くのがありますと、そういうことですね。

【委員C】 はい。

【座長】 わかりました。だから、上と下を足し合わせたのが実際に観測というか、実際の波であらうということですね。

【委員C】 そうです。座長がおっしゃられたとおりで、非線形のエネルギー輸送は、あくまでもこのスペクトルの中でのエネルギーのやりとりですので、トータルな増減はありません。それによってスペクトルが低周波に流れれば、長周期の波が形成されます。あとは、このほかに、このスペクトルに応じて、風からの入力が入るとか、碎波によってエネルギーが失われるという機構があるということですが、今回はそこについては考察しておりません。

【座長】 さっきの河川局さんのときに私が申し上げた質問なんですけど、古いSMB法なんかで、周期14秒、波高10メートルの波がどこの辺で起きるかなと、風速20メートルでなんてやると、数千キロと出てくるんですね。多分4,000キロとか出てくると思うんですけども、日本海はどう見てもそんなになくて、せいぜい頑張っただのサハリンの沖を通れば2,000キロぐらいは稼げると。相当、風からのエネルギー供給がないと、そういう長い成分は……。波高はわりと簡単に、簡単にと言ったらあれですけども、大きくなるんですね。周期が長くなるでは非常に難しいんじゃないかなと。

そこで、さっきの話で、北海道から来たときに、やっぱり発達して、つまり、風からのエネルギーも受けていて、言ってみれば、富山とか佐渡のぎりぎりまで風からのエネルギーも受けていて

発達したというのがないと、モデルの結果というのは合わないのかどうかというのを教えていただきたいんです。

【委員C】 まだ仮想的なところについては、今後も検証しないといけないところがありますが、やはり長周期になるためには、非線形のエネルギー輸送が絶対必要であるということ、もう1つは、非線形のエネルギー輸送の振る舞いから言いまして、うねりのようなスペクトルの周波数幅が狭く切り立ったものに対しては、さらに低周波への輸送量というのが大きくなるという特性がありますので、そういう意味で言いますと、この効果がありますと、低周波への発達は大きく見積もることができると思います。

【座長】 わかりました。言いかえれば上の絵のほうですね。つまり、さっき2つあった波浪スペクトルのほうも、富山に近づくにつれて、だんだん低周波側に寄ってとがってきたというのがあったので、そういう形だから、非線形エネルギー輸送がさらに際立ったと、そういうことですか。

【委員C】 はい。そういう効果があったと考えております。

【座長】 ありがとうございます。クリアになりました。

ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、非常に時間を急かしまして申しわけありません。それでももう11時半なので、あと30分ぐらいしかなくなりましたが、全体的なディスカッションをしたいと思います。

前回、たしか〇〇さんから地形データが大事じゃないかというお話をいただいたと思うんですが、多分、水産庁さんと気象庁さんですか、今、主として計算をやっていただいているのは。もちろん、港湾局さんはやっていただいているんですが、伏木の周辺の話なので、全体的というとその2つになると思うので、現状を教えてくださいたいんですか。

私が知っている限りでは、海底の地形ですね。局所はちょっとおいておいて、全体、日本海とか、そういうスケールになるとなかなかなくて、スミス何とかと、名前はちょっと忘れましたが、ETOPO5と5分データですね。緯度経度で言って5分のメッシュのデータというのがまず最初にあって、それが2分になったんですね。ETOPO2になったと。だから、今グローバルにあるのは、ETOPO2という2分のデータというのが基本的には1つだけだと。

それとは別に、標高データ、陸地の標高データはもうちょっと細かく当然ありまして、USGSがGTOPO30ですから、これは30秒ですね、データ。だから、2分データに比べると4倍の解像度でGTOPO30というのがあって、それを2つ結合して、海のほうは基本的には2分しかないので、内挿するしかないんですけれども、無理やり内挿して結合したのが今アベラブルで、それがGTOPO30と言ったりすると。これはグローバルにあります。

それとは別に、津波のほうで、気象研の〇〇さんなんかは日本沿岸については1分メッシュのデータというのを整備されたことがあって、これは津波津計算で使われていると思いますけれども、それが日本沿岸についてはあると。そういう状況だと理解していまして、冒頭でも申し上げましたが、今回の富山にしても佐渡にしても、海底地形が非常に複雑で、その影響というのが最後は効く

だろうということになるので、ちょっとまだそこまで沿岸の議論というのはしていないと思います  
が、今後必要になってくると思いますので、今、どういうデータを使って計算されているかという  
ことをそれぞれご披露いただければと思います。

【水産庁整備課】 水産庁では、陸上の地形データについては、〇〇先生からご説明があったG  
TOPO30を用いて、1キロメッシュのデータを入れています。海域の地形データについては、  
海上保安庁の海洋情報部のデータですが、日本海洋データセンターの500メートル間隔のデータ  
を使って計算してもらっています。

【座長】 ちょっと確認ですが、JODCのデータ、500メートルメッシュが今インターネット  
でも公開されていますね。JODCのデータというのはずっとあるんですけど、日本海の上の  
ほうまで。

【水産庁整備課】 あります。

【座長】 それをお使いと。

【委員C】 気象庁で使っておりますデータは、基本的に陸地は我々、担当外といいますか、数  
値モデルのほうでもとから使っているものですので、把握しておりませんが、海洋は、日本海全体  
につきましては、今まであったGTOPO5、5分メッシュのものをそのまま海陸分布として使い  
ました。1分メッシュの浅海計算につきましては、先ほど座長も紹介されておりました、もともと  
気象研究所の地震火山研究部で津波推算用につくられました1分メッシュのデータを使っておら  
います。

【座長】 まだ気象庁さん、いずれにしてもかなり大きな計算をされているので、沿岸というこ  
とにはあまりなっていないので、ここで議論するのはちょっと尚早かもしれませんけれども、いず  
れ今後、湾内の議論をするときに必要になってくると思うので、現状について確認はしておきたか  
ったということです。

あわせて、実は、きのう計算をしたので、私のパワーポイントを出していただけますか。そうい  
う議論は必要だと、〇〇さんご指摘されていたので、今対象になっている海域、佐渡のほうはち  
よっとできなかったんですが、JODCの、今、水産庁さんで紹介されたのと同じですが、50  
0メートルメッシュのものは公開されているので、それをダウンロードしてきて、500ではち  
よっと厳しかったので、100メートルに無理やり内挿して波の計算をしてみました。

これがダウンロードしたやつを内挿した後の結果でして、公開されているのは海域だけなので、  
海域を内挿すると、陸側にも変な地形ができちゃうんですね。それは、今、クリッピングやろうと  
思ったら、私の技術ではできなかったもので、そのまま持ってきちゃっていますが、要は、実線にな  
っているのが海岸線で、海底の地形はこういうふうになっていると。このレベルでもかなり入り組  
んでいるというのはおわかりいただけたと思います。

上側の境界からNNEの波を入れて、屈折の計算。エネルギー平衡方程式というやつで屈折の計  
算だけをやりました。だから、行くだけです。波は帰ってこない。陸がどうであろうとあまり  
関係ないというレベルの計算です。

上がまた消えちゃっていますが、東大の〇〇先生にやってもらいまして、上側の境界から、波向きNNEで、14秒の波と、こっち側は倍にしてみようというので28秒の波をSマックス75というので、かなり集中したので入れた結果がこうなっています。

最初、当然14秒のほうをやってみると、さっき、この辺に浅瀬があった。ここに富山湾は浅瀬があるんですね。でも、まだ深いので、14秒ぐらいだとほとんど関係なくて通過して、最後だけで決まると。ただ、28秒にすると、これの効果とか、この辺はもちろんものすごくあります。

というのがこういう形で見てとれると。これは波高比で示していまして、沖合1の波が来たときに、沿岸でどうなるかということで、この辺は能登半島の遮へいがあるので波が小さくなるけれども、こういうところ、これが実は問題でして、こういうところで波が大きくなるところと小さくなるところが出てくるということになるわけです。

今の興味は沿岸ですので、ちょっと見にくくて恐縮ですが、この辺が多分伏木です。それで、これが富山かなんかと思っているんですが、ちょっとよくわからないです。海底地形の谷の影響とかでかなり、これは規則波にかなり近い計算なので、こういうことになるんですが、コントラストがつくということと、この辺は生地ですか。鷺崎も多分この辺です。生地、鷺崎については、このスケールでは、そう集中するようには見えない。ただ、こっちへ行くと、宮崎とか、今回あまり議論していない漁港がいっぱい出てくるところがあるんですけども、そういうところにまたコントラストがついて見えるということで、海底地形、これは、実はJODCのデータを無理やり100メートルに内挿しているので、十分解像度がないところもあるかもしれませんが、無理やりこういう計算をした。

ちょっとわかりにくいと思いますが、何でこういう計算をしたかというのと、伏木で4メートルなのに、富山で9メートルというのはどうやって説明するんだろうと思って計算してみたんですが、これを見る限り、もしも伏木の、海象計というのはこの辺にあって、富山の海象計というのは緑色のところにあれば、緑と青ならば倍ぐらい違ってもおかしくはないので、そういうこともあり得るかなと。それから、鷺崎とかこっちのほうは、もうちょっと拡大してみないといけません、そこまで時間がなくて、こちらに来たという状況です。

もうちょっと言うと、伏木とかそういう計算をするときに、入射波の条件というのも、このスケールで計算するんだったら変わるんですね。沿岸方向に変わるということにも注意しなきゃいけないかなと思います。だから、いずれにしても、かなり規則波に近い長周期波なので、沿岸の地形というのものにもものすごく敏感に反応してコントラストをつけるので、〇〇さんの指摘のとおり、沿岸の地形、今後詳細な検討をするとき、沿岸の地形ぐらいは共通のベースでやれるようにしなきゃいけない。これは必ずしも富山だけの問題ではなくて、駿河湾とか相模湾とか、こういうことが問題になりそうところというのは非常に多いので、ぜひ省庁挙げてというか、統一の対応をしていただければと思う次第です。

私からは以上です。今の点について、せっかく〇〇さんがいらしたので。

【委員B】 まさにおっしゃるとおりで。特に周期が長いというのは、波浪の成分じゃなくても

長い成分もあるので。ただ、その方向性がどうなのかという話があるとは思いますが、水産庁の資料で極端に、140秒とか非常に長い周期の屈折図を書いているんですが、屈折係数によりはっきりコントラストが出やすいという図面があるんですが、そういった意味で、長周期側になると、なおさらおっしゃられるように、地形性の影響がすごく強いということで、その辺はちゃんと押さえる必要があるのかなと思います。もしかしたら、寄り回り波というのは、そういったものも大きく絡んでくる。もう少し長周期側の波も考慮しながらやらないと、そういう寄り回りの特性というのが出てこない可能性もあるので、そういった意味で必要だと思うし、どうせ解析をされるというか、全体的な広域的な傾向を見るんだったら、やっぱりデータを共有化したほうがいいだろうと思いますので、ぜひそういうふうにしていいただければと思います。

【座長】 そのとおりです。ただ、ないものは共有化できないので、あるのかということなんですけれども、私が調べた範囲では、やはり海上保安庁になっちゃって、海上保安庁が1987年ごろに科学技術振興調整費でこの辺の海底地形の詳細調査をやって、それが海図になっているということのようです。だから、その海図が多分今は一番詳細なんだと思いますけれども、ただ、海図から、こうやってさっきみたいな計算をするというのは非常に手間がかかるので、そのあたり、特にさっき申し上げた3つの湾ですね。地形が複雑で急峻でという特徴なので、ちょっと優先して整備を進めていただければと思います。これはワーキングというよりは陳情になっちゃいました。

今、寄り回りというのが出ていましたが、これを見ていて、ちゃんと私は見ていないんですが、今、〇〇さんのご指摘は、14秒だけじゃなくて、もうちょっと長いものもありますよと。確かに有義波周期が14秒なので、もうちょっと長い波もあり得るので、ここまでいかなと思いますけれども、こういうふうな状況もあり得ると。

としても、滑川はこの辺ですよ。違います？ そうなんですよ。伏木とか新湊とか富山はそれなりに集中するけれども、滑川は何で。これを見る限り、どっちを見ても、滑川はこの辺じゃないんですか。よくわかりませんが、さっきの地図なんかを見ているとその辺だったような気がするんです。これはまだミステリーかなと思っています。

今の観点でも構いませんし、ほかの観点でも構いませんが、何かお気づきの点、議論、あるいは言いたいということでも構いませんけれども、ございますでしょうか。

【委員A】 これは私の意見ではないんですが、港湾局の委員会の資料で、説明が飛んでいたと思うんですが、17ページ、寄り回り波の特性のところ、富山商船の〇〇先生からこれだけは言ってほしいと言われております。すなわち、対馬暖流がありまうので、北側のうねりが対馬暖流を横切るときに、流れの影響でかなり屈折するだろうということです。富山商船では、寄り回り波は暖流によっていろいろ向きが変わって、先ほど〇〇先生がおっしゃったNNEとまた別に、もう少し北寄り、真っすぐ入ってくる成分も出てくるんだということを以前から研究されておられるということですから、波浪推算だと暖流の影響は出てきませんので、そういうものも今後検討は必要かなと思います。

【港湾局海岸・防災課】 資料3の2ページですね。

【座長】     ありがとうございます。

ただ、気象庁さんのご説明だと、海流については特に強かったというわけではないということですね。

【委員C】     はい。ただ、平年分にはあったということですので。

【座長】     もちろん、対馬暖流自体は非常に強い流れですので、何らかの影響はあるとは思いますが、すけれども。

同じ資料で、合成開口レーダーがとらえた寄り回りというのがあって、これはなかなかおもしろいなと思って見ていました。どこだったかな。

【港湾局海岸・防災課】     もう少し後の24ページ。

【座長】     24ページというやつですが、こんな1面真っ青のページですけれども、これではよくわからないんですけども、デジタル版があれば、私、デジタル版ももらってみたいんですけども、非常によくしわが見えまして、こういうのが今回とらえられていけば非常によかったんですけども、今のところ、こういうふうにとらえられている、うちの衛星はなかったと聞いています。これを見ると、細かく見ると、2つの方向から波が来ているのが重なっているというのがわかって、それがどこかに模式図でかいてあったと思います。残念ながら、今回はそういう衛星データはなかったということのようです。

【委員A】     これは港湾局の中でも課題になっているんですけども、先ほど水産庁さんの資料でもございました長周期波の与え方なんですけども、もともと沖合、富山の入り口あたりで既に長周期波の成分が、何らかのものがあると思います。それをどう評価するかというのが、今後、最終的に設計潮位を決めるときに非常に重要になってきまして、それで、水産庁さんの資料でお聞きした、外の境界で長周期波はどうされているかということにつながります。多分、鷲崎はないということで、入善は何らかの仮定をされておられるということですので、そのあたりの仮定値をどう確定するかというのは、今後、設計では問題になってくると思うんですね。50センチぐらい差が出て来るとは思いますが、そのあたりは港湾局のほうで、日本海各地のナウファスの長周期波成分の一覧表を今つくっていただいておりますので、そこが出てくると、ある程度、統一した、外でどれぐらいあって、さらに浅いところでサーフビートとしてどれだけ発達するかというのは計算できるんじゃないかなと思います。

【座長】     ありがとうございます。

平均水位上昇以外に長周期の変動というのがあって、平均水位上昇については、おおむね輪島とかを除けば20センチから30センチぐらいですか、というのが出てきたので、長周期変動性分についても、水産庁の委員会の資料には確かあったと思いますけれども、それぞれ値を出して比較するということが重要なかなと思います。ありがとうございます。

ほか、いかがでしょうか。

よろしければ、お越しいただいている方、どなたでも構いませんが、もしお気づきの点があればコメントをいただければありがたいと思いますが、よろしゅうございますか。

よろしければ、大体時間になりましたので、まとめというわけじゃないですけども、データベースの話が最初に出まして、ご協力いただける、あるいはパーマネントとして残せる形で学会も活用してやっていくというのは、1つ大きな成果かなと思いますし、あとは、いろいろな委員会の検討の資料を見せていただいて、例えば今ご指摘の長周期波もそうですし、平均水位についてもかなりわかってきて、輪島のあたり、異常だったのは、セットアップというのがかなり明確に出てきたので、そのあたりは片がついたのかなと思っています。

あとは、うねり自体が伝搬しながら発達したというのも、どうも確からしくて、そのあたりが日本海の広域で起こって、富山とか佐渡で大きな被害を出したというのもわかってきた。

それから、もうちょっと詳細な、局所というか地先の被害との関連ということになると、特に今回被害が起こったところは、ものすごく入り組んでいる。佐渡にしてもそうですし、富山にしてもそうですので、地形が入り組んでいるというのが特徴的なので、私が今お見せした100メートルの解像度でもちょっとまだ足りないぐらいで、ただ、データがあるのかないのかという問題があるので、そこについては、今後検討するときに注意して進めるということは間違いなく大事だということがわかったし、また今回の災害の経験を受けて、もしきちんと整備されていないのだったら、そういう特徴のある海岸というか沿岸では整備していくということも大事じゃないかということもわかったので、ぜひ、そういうところは、今後、3つの委員会を進める上で頭に置いておいていただければありがたいと思います。

ただ、全部が説明できているわけじゃなくて、滑川のような、ちょっと私自身、まだよくわからないところも残っているので、そのあたりについては、これ、まだやるんですよ。次のワーキングの楽しみということにさせていただければと思います。

では、議事については以上ということをお願いいたします。

【港湾局海岸・防災課】      どうもありがとうございました。

また、出席者の皆様方には、活発なご意見をいただきまして、まことにありがとうございました。今お話にも出ました次回、第3回でございすけれども、水産庁さんが幹事ということで、これまでと同じく東京で開催したいと考えております。時期等につきましては、関係省庁の委員会の開催時期等も勘案いたしまして調整を改めてさせていただきたいと考えております。

以上をもちまして、第2回高波発生メカニズム共有に関するWGを閉会させていただきます。皆様、ありがとうございました。

— 了 —



同 時 発 表  
水産庁記者クラブ  
国土交通省記者クラブ  
気象庁記者クラブ  
新潟県政記者クラブ  
新潟県政記者クラブ（新潟）  
富山県政記者クラブ

平成20年8月26日

## 高波発生メカニズム共有に関するWG（第3回） の開催について

「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」（第3回）を下記のとおり開催いたしますのでお知らせします。本WGは公開です。なお、カメラ撮影については冒頭のみ可能です。

### 1. 第3回ワーキンググループ

日 時：平成20年8月29日（金）15時～17時

場 所：農林水産省8階 中央会議室

議事内容：（1）関係省庁における検討状況の報告

（2）意見交換

（3）その他

### 2. ワーキンググループの構成

別紙の通り

### 3. その他

- ・農林水産省庁舎への入庁の際は、身分証明書、免許証等、身分を証明できるものを入口の警備員にご提示ください。

### 問い合わせ先

|       |                |                |         |
|-------|----------------|----------------|---------|
| 水産庁   | 漁港漁場整備部整備課     | 代表03-3502-8111 | 内線84891 |
|       | 課長補佐 佐藤 昭人     | 直通03-6744-2390 |         |
| 国土交通省 | 河川局海岸室         | 代表03-5253-8111 | 内線36332 |
|       | 課長補佐 高橋 裕輔     | 直通03-5253-8471 |         |
|       | 港湾局海岸・防災課災害対策室 | 代表03-5253-8111 | 内線46752 |
|       | 課長補佐 稲田 亮      | 直通03-5253-8689 |         |
|       | 気象庁総務部企画課      | 代表03-3212-8341 | 内線2248  |
|       | 調査官 高橋 政則      | 直通03-3214-7902 |         |

## 高波発生メカニズム共有に関するWGの設立について

### 1. WGの目的

高波に関するそれぞれの技術情報を持ち寄り共有するとともに、専門的見地からの意見交換を行うため、関係部局が連携して「高波発生メカニズム共有に関するワーキンググループ」を設置する。

### 2. WGの構成

座長 佐藤 慎司（東京大学大学院工学系研究科教授）  
高野 洋雄（気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官（気象研究所併任））  
中山 哲厳（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所開発システム研究室長）  
平石 哲也（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部長兼海洋研究領域長）  
諏訪 義雄（国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長）  
水産庁 整備課  
水産庁 防災漁村課  
河川局 海岸室  
港湾局 海岸・防災課  
港湾局 技術監理室  
気象庁 企画課  
北陸地方整備局 河川部  
北陸地方整備局 港湾空港部

※敬称略、順不同

（オブザーバー） 国土地理院  
海上保安庁  
富山県  
新潟県等

# 第3回 高波発生メカニズム 共有に関するWG

## 配付資料

平成20年8月29日

気象庁

# 配布資料の内容(まとめ)

- **日本海(特に富山湾)高波の統計**
  - 2007年10月から2008年3月までの寒候期中, 富山又は伏木富山で最大有義波高が2mを越えたのは8回あるが, 3m以上を観測したのは, 1月25日と2月24日の2回のみ. 最大は2月24日の事例
  - 3mを超えた2事例で富山・伏木富山の周期は顕著に長い.
  - 北から来る成分が主となり, 西成分を持つものの波高は低い.
- **数値モデルによる推算結果**
  - 観測された高波にほぼ対応するタイミングで高波を推算していた
  - 推算周期も富山湾に近づくにつれて向かって長くなる傾向を再現できた
  - 富山湾内部での浅水変形は表現できないが, 湾内に入り込む波のエネルギーは精度よく推算可能
  - 計算に用いた風の誤差等で高波推算が十分でない事例もあった. (特に日本海中部以南で発生した風浪)
- **日本海の波浪(特に寄り回り波)の予測に対する技術的背景**
  - 波浪スペクトルを考慮すると寄り回り波の発生をより明瞭に判断できる.  
(北海道西方海上で発生した風浪がうねりとして富山湾へ伝播してくる位相, 更には風浪との相互作用による変質過程も評価可能)
- **発表情報高度化へ向けた対応**
  - 波高だけでなく波浪スペクトル(周期・波向)も考慮した寄り回り波の判別
  - 寄り回り波に対する注意喚起情報の発表にむけた精度評価

# 目次

- 日本海の高波メカニズム  
(前回のまとめと補足)
- 日本海の高波事例(2007年10月～2008年3月)
- 波浪モデルによる長期推算とその結果
- 寄り回り波の判別の手法開発
- 今後の情報発表高度化の計画

# 高波メカニズム

## (第2回WGまでのまとめ)

- 高波のソースは北海道西方海上で発生した風浪で、これがうねりとして日本海を南方に伝播した
- 日本海中部では北西の風が卓越し、この風浪が重なり、北から伝播したうねりと重なって高波となった
- 非線形エネルギー輸送により風浪のエネルギーが、長周期・高波高のうねり成分を強化した

# 寄り回り波発生メカニズムの補足

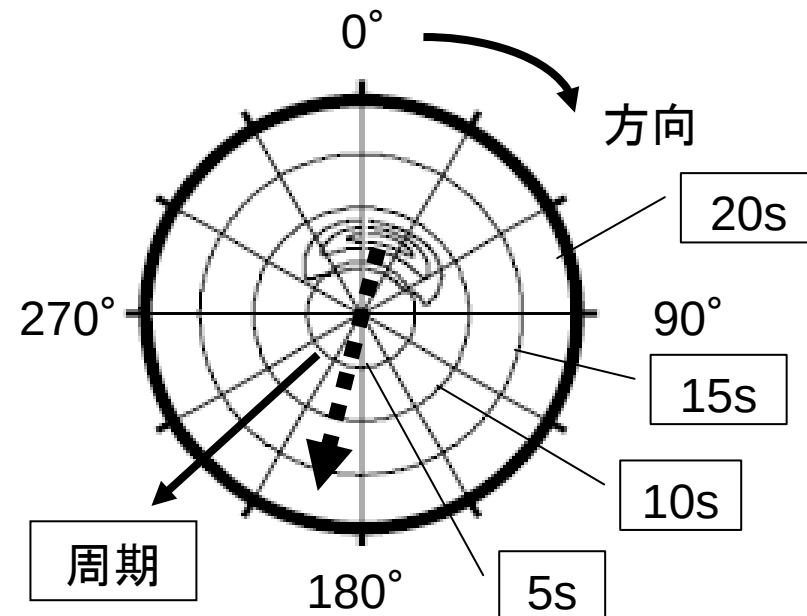
## (日本海のうねり・風浪相互作用)

### 日本海を伝播するうねりが風浪によって強化される効果:理想実験

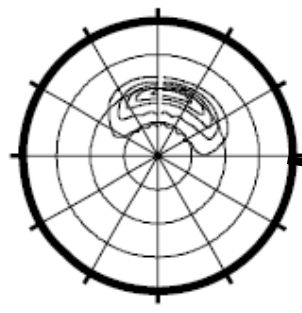
- 北緯42度以北に10度(NNE), 20m/sの風を12時間吹かせる.  
(北海道西方海上に風浪発生)
- その後36時間は日本海全体の風を以下のように設定する
  - 風なし
  - 5m/s, 10m/s, 15m/s, 20m/s
  - 風向は300, 330, 350度

#### ※ 2次元スペクトルの見方

- スペクトル方向は来る向き定義  
(図は南南西へ向かう成分:点線矢印)
- 周期は円環外側ほど長い  
(図のピーク周期は7.5秒)
- スペクトルは $\sqrt{E}$ で表示(波高の次元)

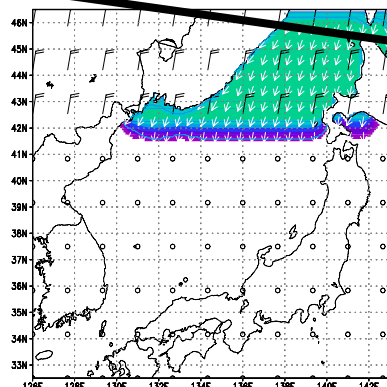


風なし

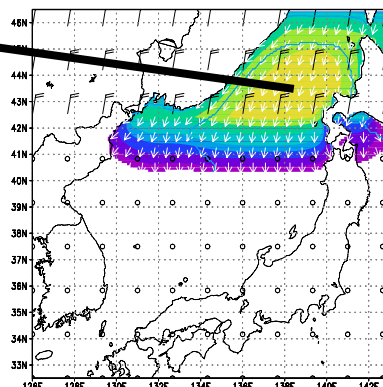


波高5.3m  
周期 8.5秒

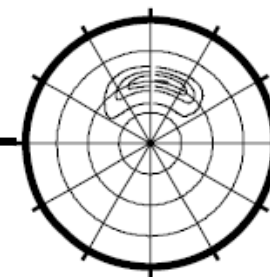
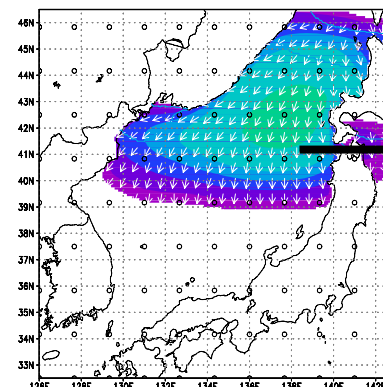
KT = 06(hours)



KT = 12(hours)

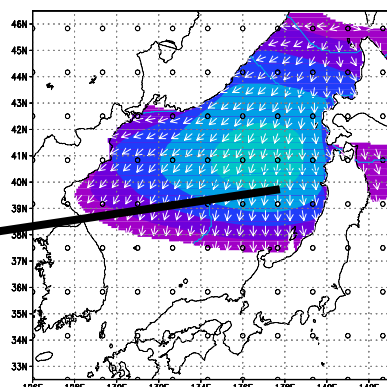


KT = 18(hours)

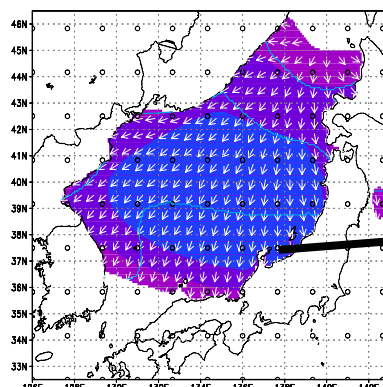


波高3.0m  
周期 9.9秒

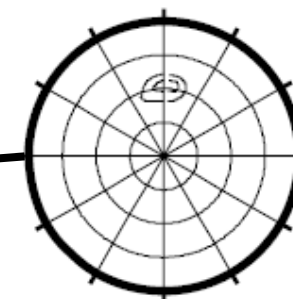
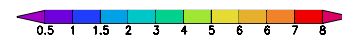
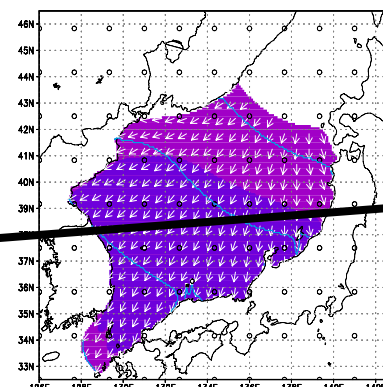
KT = 24(hours)



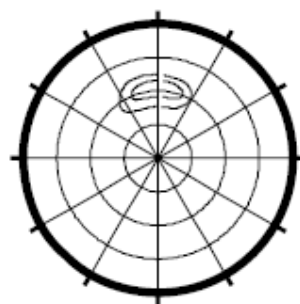
KT = 36(hours)



KT = 48(hours)



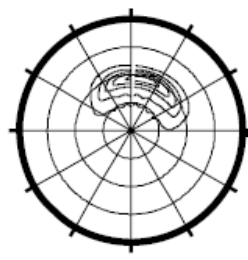
波高1.2m  
周期 10.6秒



波高 2.0m  
周期 10.3秒

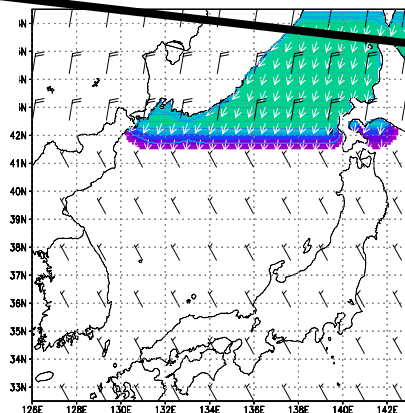


# 330度 10m/s

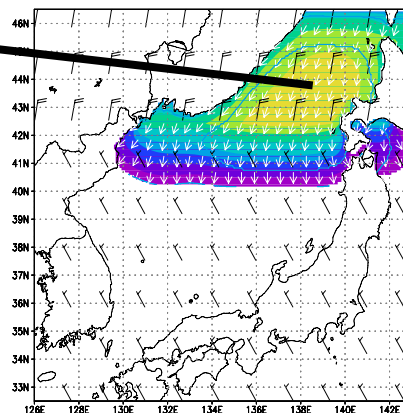


波高5.3m  
周期 8.5秒

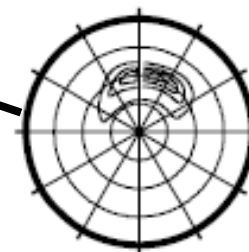
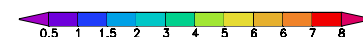
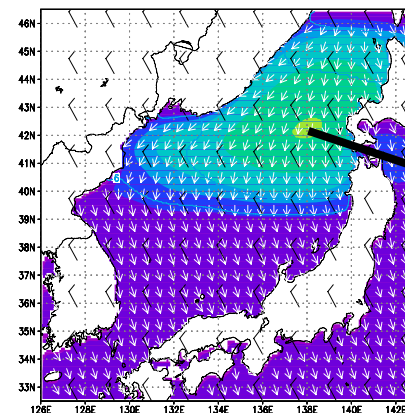
KT = 06(hours)



KT = 12(hours)

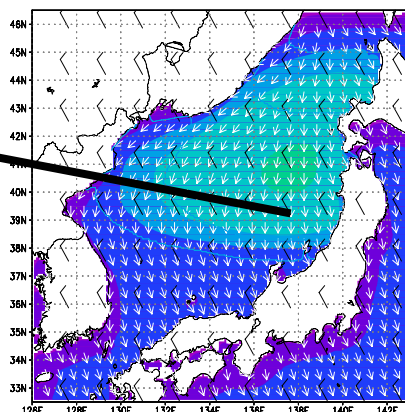


KT = 18(hours)

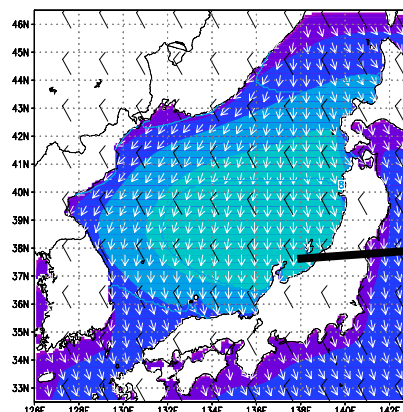


波高 2.2m  
周期 9.1秒

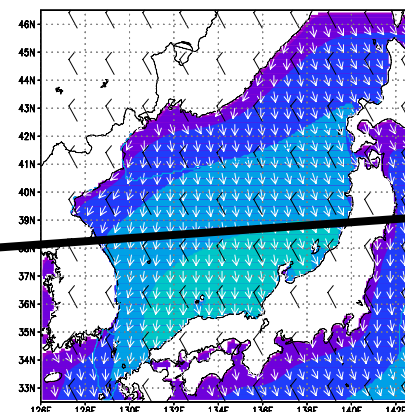
KT = 24(hours)



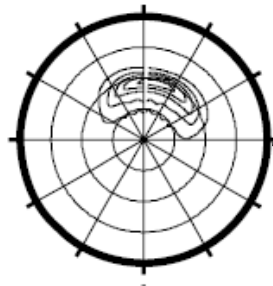
KT = 36(hours)



KT = 48(hours)

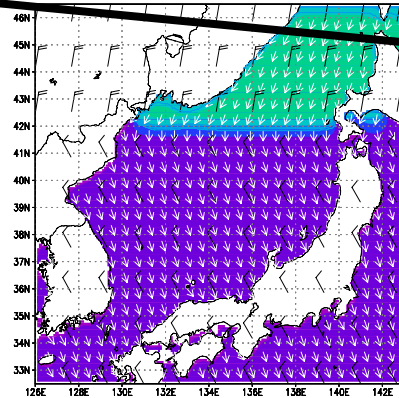


# 330度 15m/s

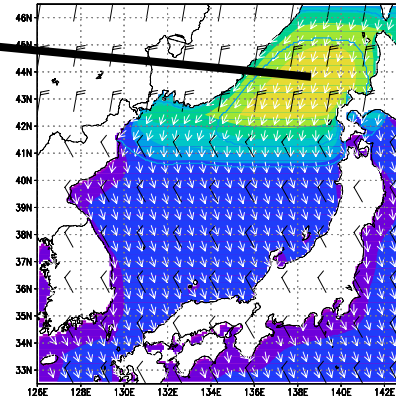


波高5.3m  
周期 8.5秒

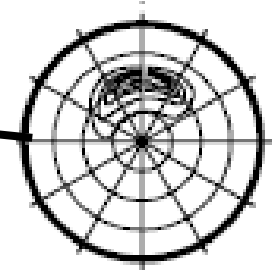
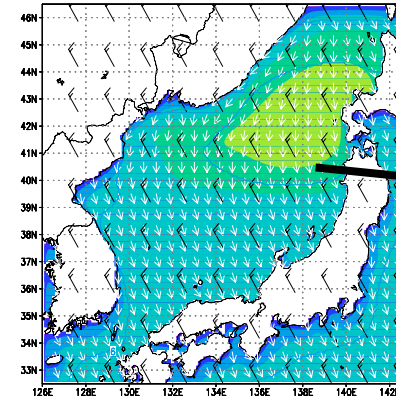
KT = 06(hours)



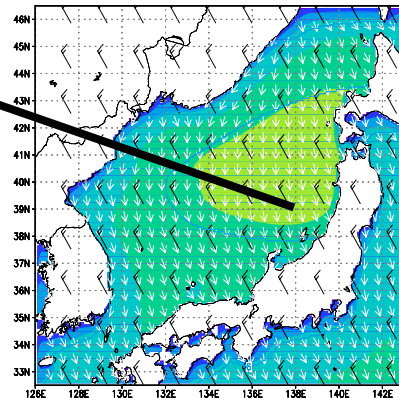
KT = 12(hours)



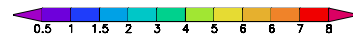
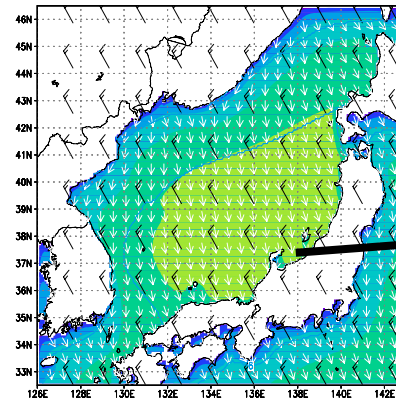
KT = 18(hours)



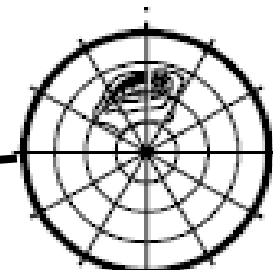
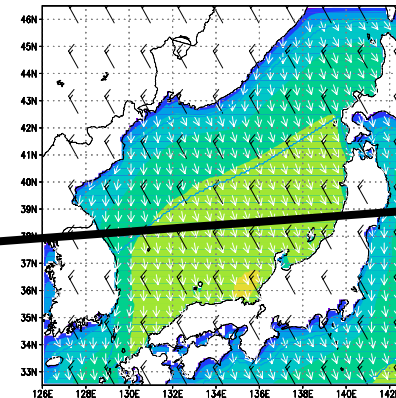
KT = 24(hours)



KT = 36(hours)

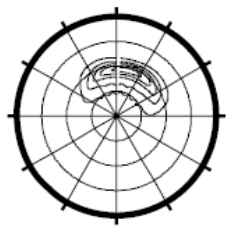


KT = 48(hours)



波高 3.8m  
周期 9.5秒

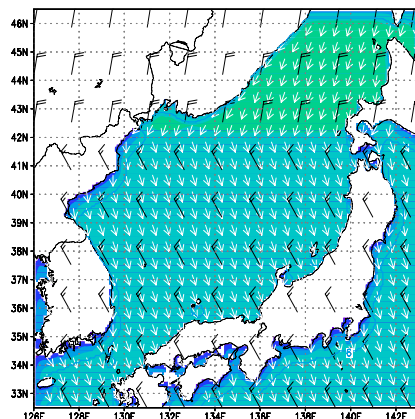
# 330度 20m/s



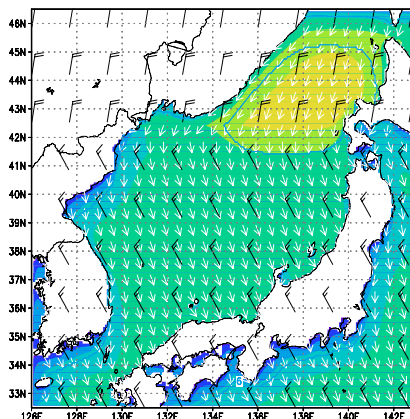
波高5.3m

周期 8.5秒

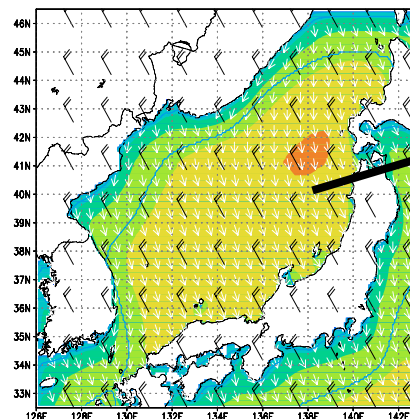
KT = 06(hours)



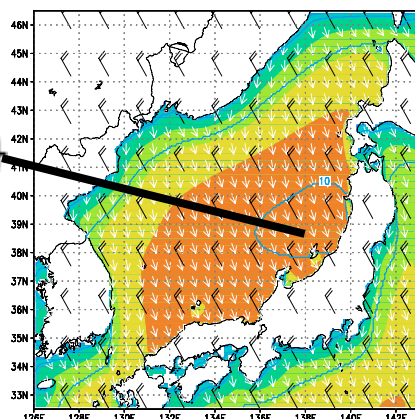
KT = 12(hours)



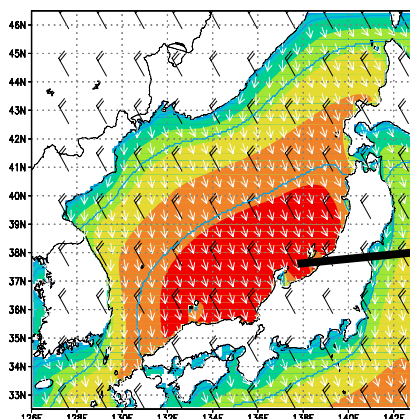
KT = 18(hours)



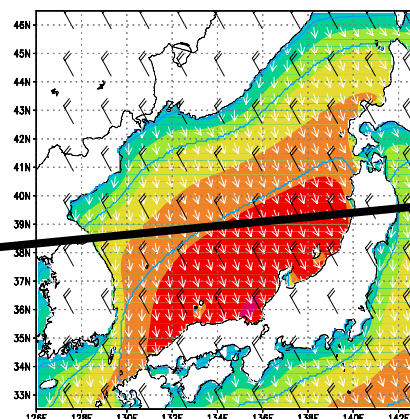
KT = 24(hours)



KT = 36(hours)



KT = 48(hours)

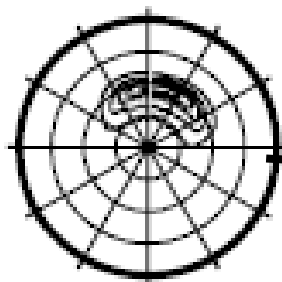


波高 5.9m

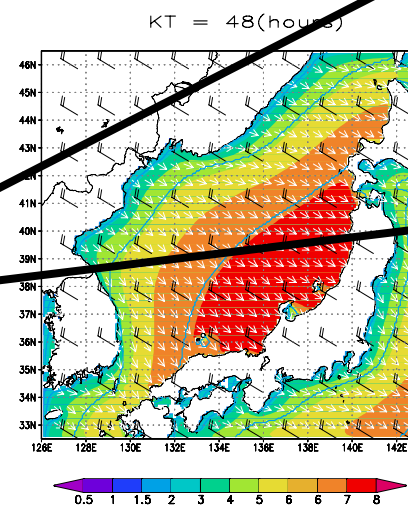
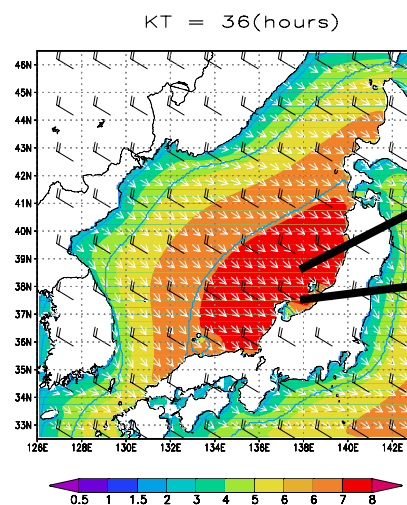
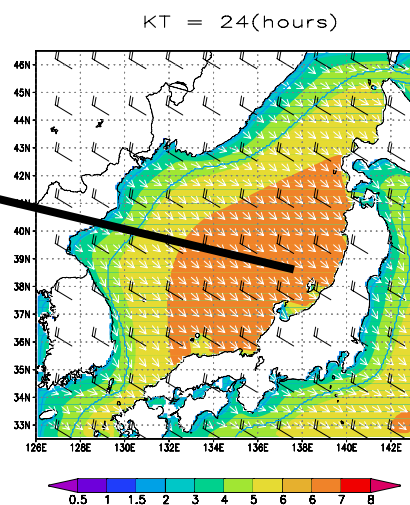
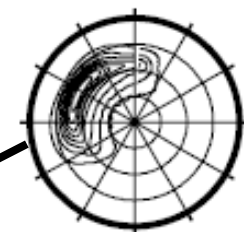
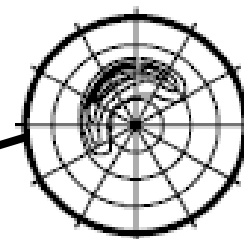
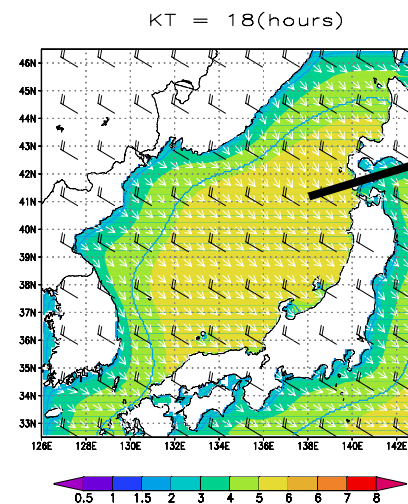
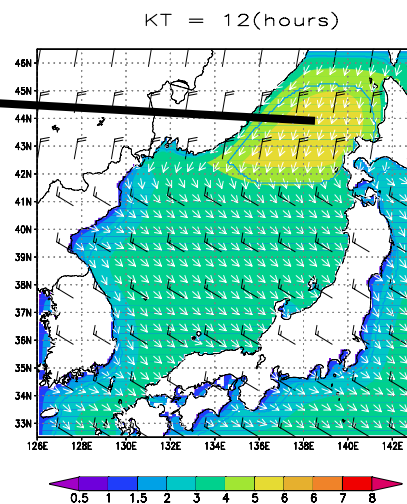
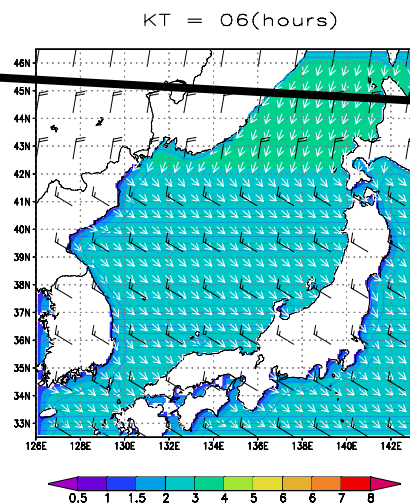
周期 10.6秒



# 300度 20m/s

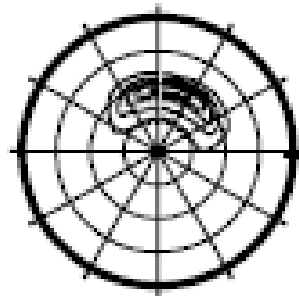


波高5.3m  
周期 8.5秒

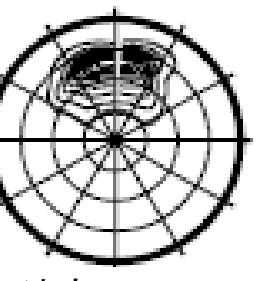
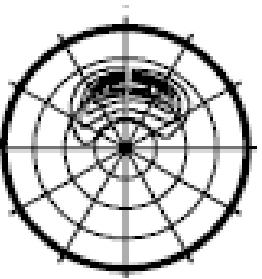
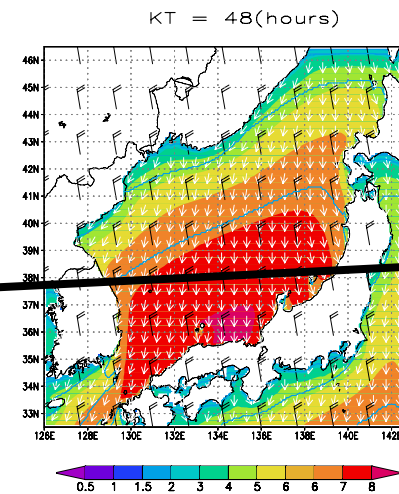
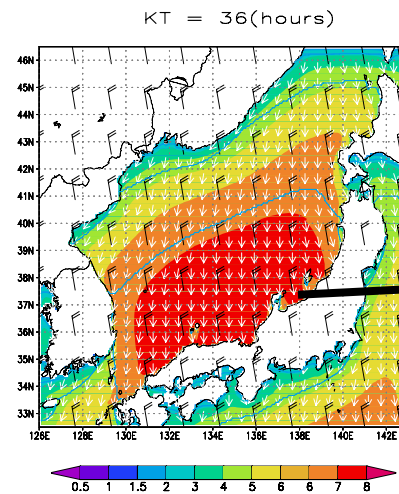
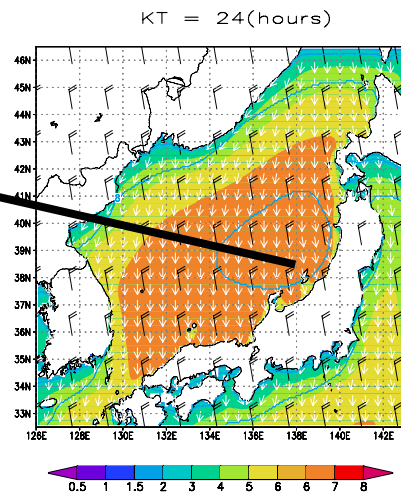
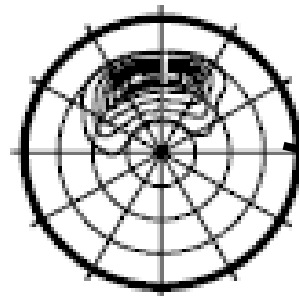
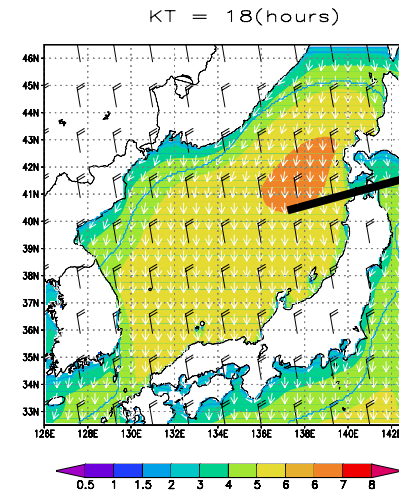
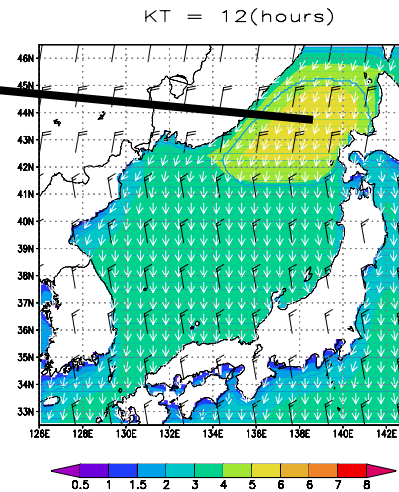
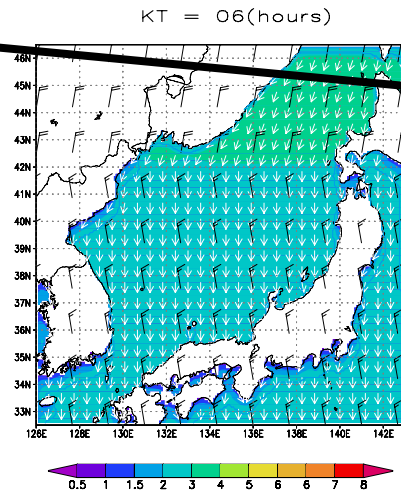


波高 4.5m  
周期 9.2秒

# 350度 20m/s



波高5.3m  
周期 8.5秒



波高 6.5m  
周期 11.1秒

# 日本海の高波事例の解析

- 高波事例のピックアップ
  - 寒候期(2007年10月～2008年3月)の港湾局波浪計観測値
  - 富山・伏木富山のどちらかで有義波高2m以上の高波が観測された事例
  - 富山・伏木富山のどちらかで有義波周期10秒以上の波が観測された事例
- 波浪の数値計算と場の解析
  - 日本海における波浪推算の結果
  - 特に富山湾へ入り込む波浪の状況
- 統計的なとりまとめ
  - 寄り回り波の判別(波高・周期・波向・波浪スペクトル)
  - 寄り回り波発生判別の条件

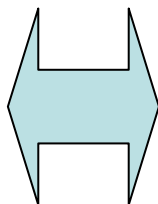
# 富山湾で高波が観測された事例

富山か伏木富山の有義波高>2m

## 高波事例

### (寄り回り波の可能性)

- **2007年10月27日**  
富山 6.6秒 / 2.23m(27日20時)  
伏木富山 5.9秒 / 1.82m(27日16時)
- **2007年11月13日**  
富山 9.5秒 / 2.05m(13日04時)  
伏木富山 8.3秒 / 1.11m(13日04時)
- **2007年12月3日**  
富山 8.2秒 / 2.40m(3日18時)  
伏木富山 7.2秒 / 1.65m(3日18時)
- **2008年1月12日**  
富山 6.6秒 / 2.17m(12日16時)  
伏木富山 6.6秒 / 2.52m(12日14時)
- **2008年1月25日**  
富山 12.2秒 / 3.59m(25日02時)  
伏木富山 11.4秒 / 1.65m(25日18時)
- **2008年2月24日**  
富山 16.2秒 / 9.92m(24日16時)  
伏木富山 14.2秒 / 4.22m(24日14時)



## 高波事例 (風浪)

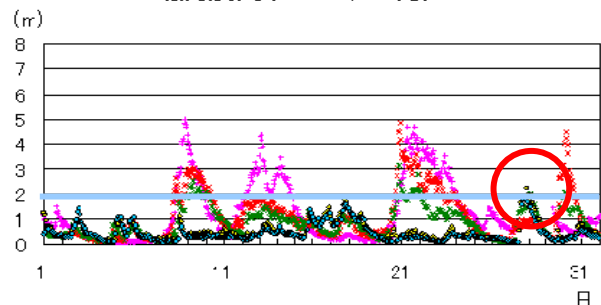
- **2008年1月16日**  
富山 6.2秒 / 2.36m(16日10時)  
伏木富山 5.8秒 / 1.83m(16日12時)
- **2008年3月20日**  
富山 6.6秒 / 2.56m(20日16時)  
伏木富山 6.2秒 / 2.58m(20日10時)

周期が10秒以上を観測しても有義波高が高くない

- **2007年11月23日**  
富山 10.7秒/1.41m(23日06時)  
伏木富山 8.6秒/0.71m(23日16時)
- **2007年12月31日**  
富山 10.5秒/1.46m(31日22時)  
伏木富山 11.5秒/0.69m(31日22時)
- **2008年1月2日**  
富山 10.6秒/1.55m(2日14時)  
伏木富山 10.3秒/1.10m(2日16時)
- **2008年2月15日**  
富山 11.3秒/1.79m(15日02時)  
伏木富山 9.4秒/1.29m(15日22時)

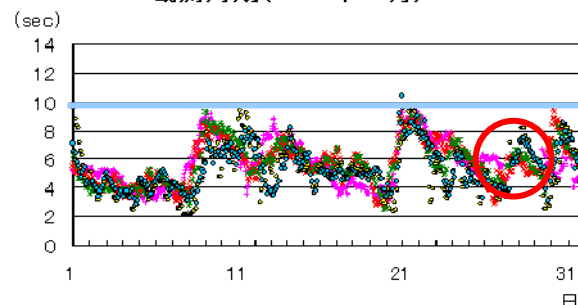
# 港湾局波浪観測網(NOWPHAS)の観測(2007年10~12月)

観測波高(2007年10月)



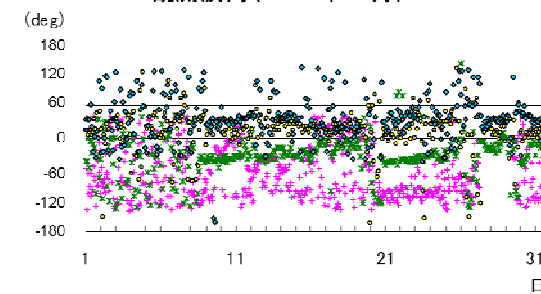
● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測周期(2007年10月)



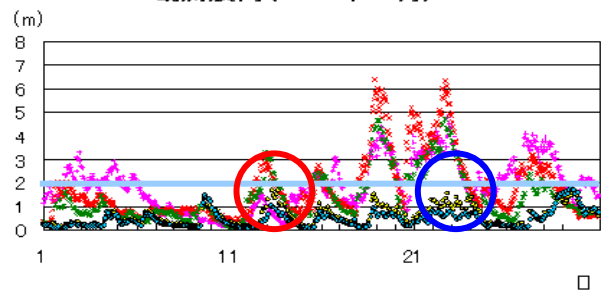
● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測波向(2007年10月)



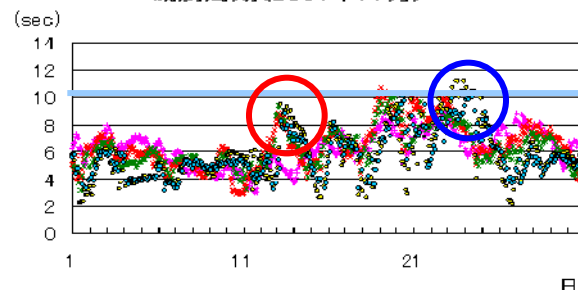
● 留萌 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測波高(2007年11月)



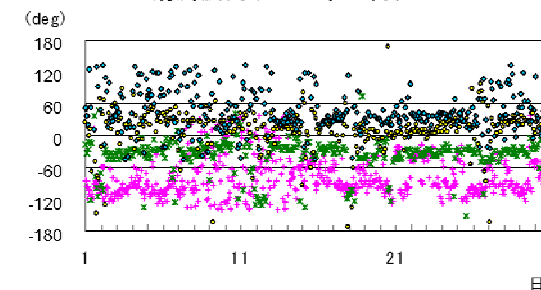
● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測周期(2007年11月)



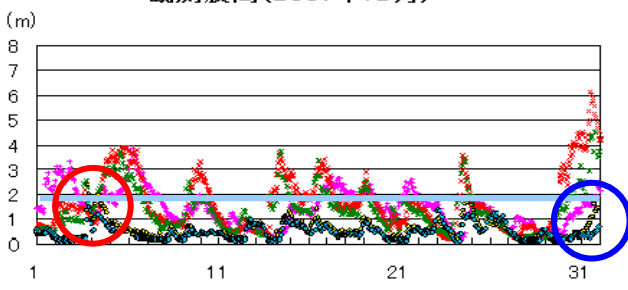
● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測波向(2007年11月)



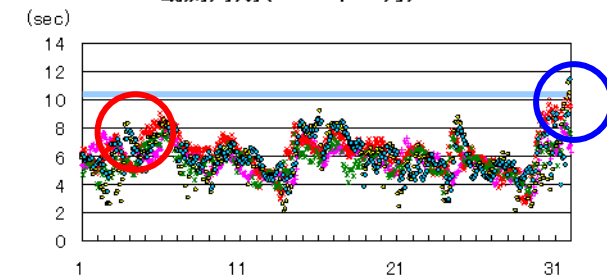
● 留萌 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測波高(2007年12月)



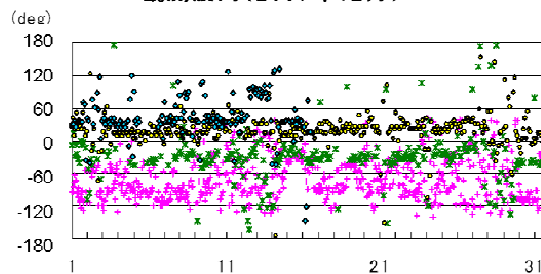
● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測周期(2007年12月)



● 留萌 ● 酒田 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

観測波向(2007年12月)

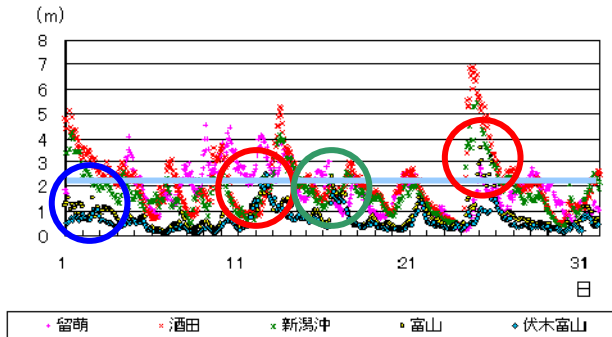


● 留萌 ● 新潟沖 ● 富山 ● 伏木富山

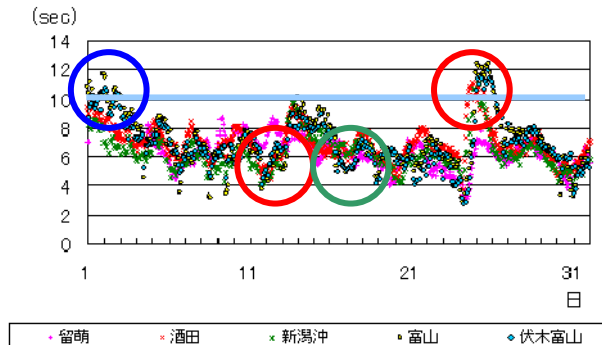


# 港湾局波浪観測網(NOWPHAS)の観測(2008年1~3月)

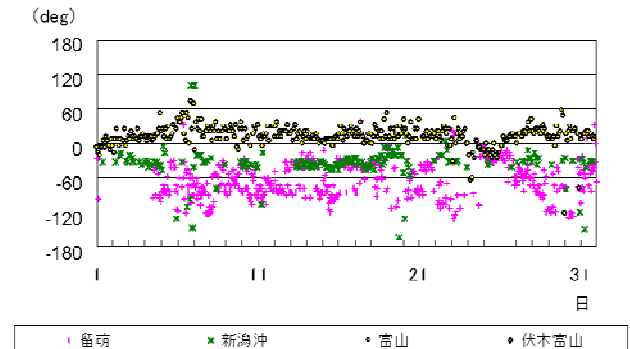
観測波高(2008年1月)



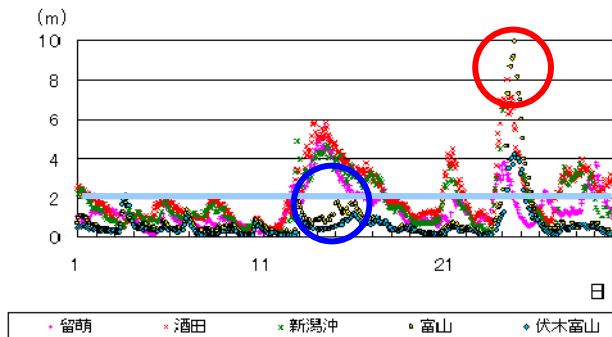
観測周期(2008年1月)



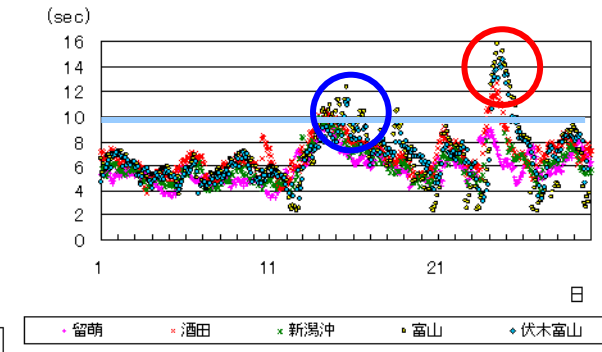
観測波向(2008年1月)



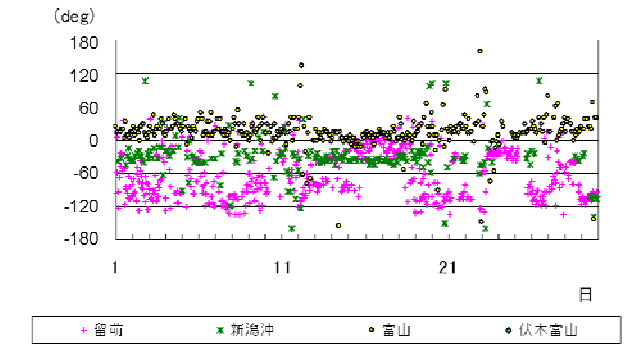
観測波高(2008年2月)



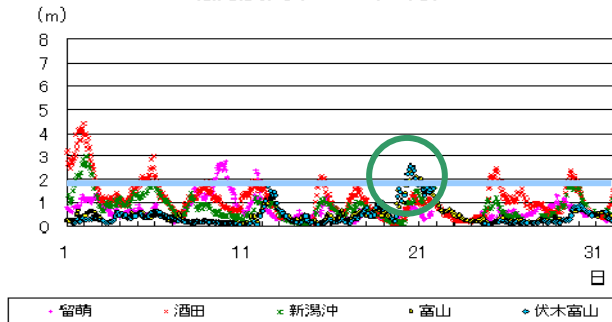
観測周期(2008年2月)



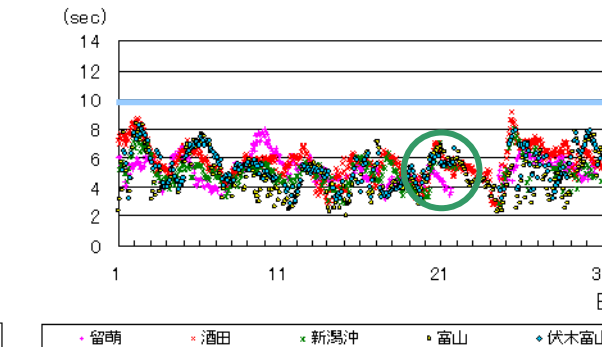
観測波向(2008年2月)



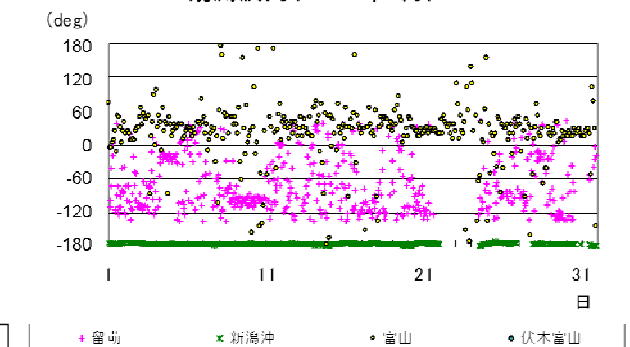
観測波高(2008年3月)



観測周期(2008年3月)



観測波向(2008年3月)

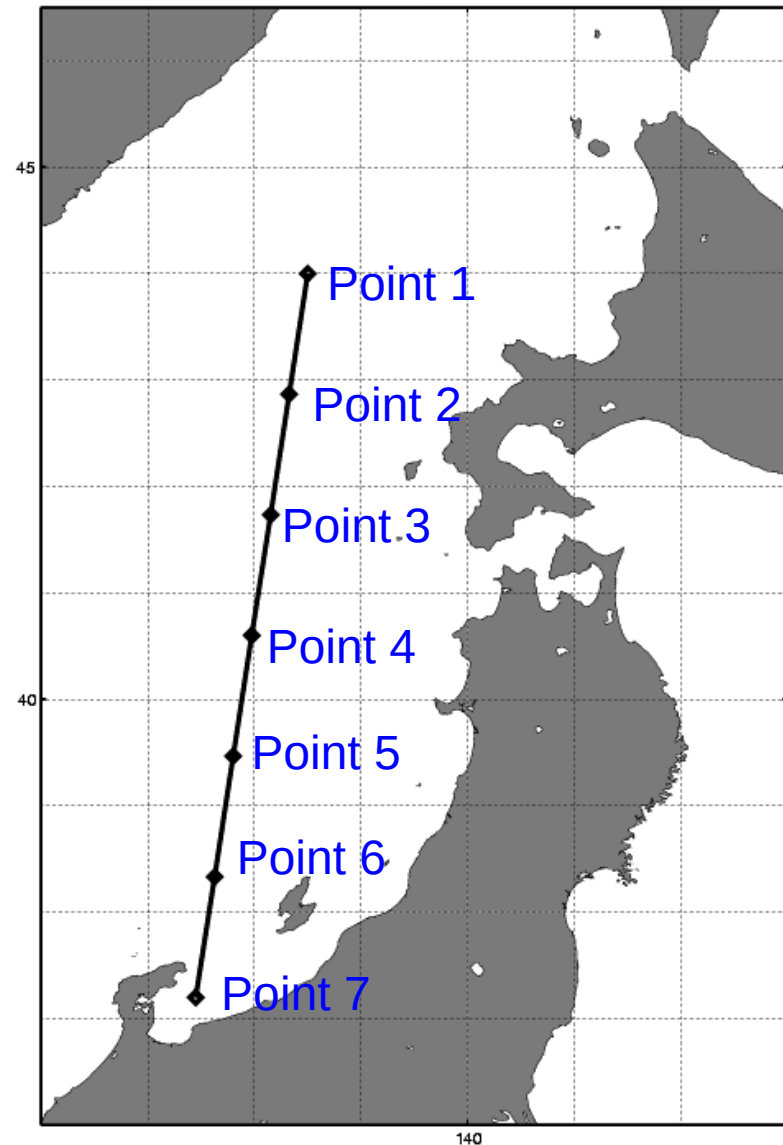


## NOWPHAS波浪観測の結果

- 2007年10月から2008年3月までに、寄り回り波と思われる高波(富山か伏木富山で、周期が他地点にくらべて顕著に長くなったもの)は10例。このうち波高2m以上を観測したものは6回発生していた。
- 寄り回りが発生する時は、基本的に低気圧か冬型気圧配置により日本海の波高が高くなる時とほぼ一致するが、すべてが寄り回り波につながるわけではない。
- 当該期間において、寄り回り波と思われる波は、月に1・2回程度発生した。大きなものは冬最盛期の1・2月に発生し、2007年10月と2008年3月は高波そのものが少ない。
- 富山湾で波高が高くなるのは、波向が北から北東の時である。ただし、富山・伏木富山の波向はあまり変化しない(観測は現地の波向きなので、これだけで外洋の波向を判断することは難しい。)

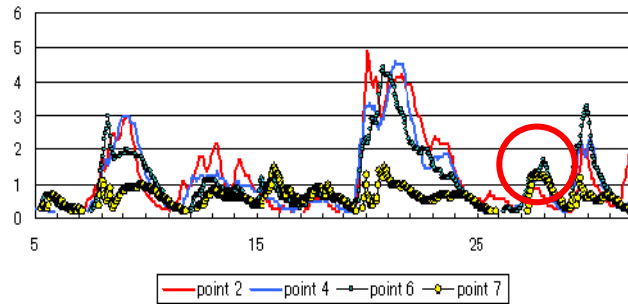
# 波浪モデルによる長期追算

- 2007年10月1日00UTC～  
2008年3月31日23UTC
- 格子解像度:5分メッシュ  
(沿岸波浪モデルとほぼ同等)
- 初期値: 静穏状態(波なし)
- 入力値: MSM海上風
- 北海道西方海上から富山湾  
湾口までの時系列を比較

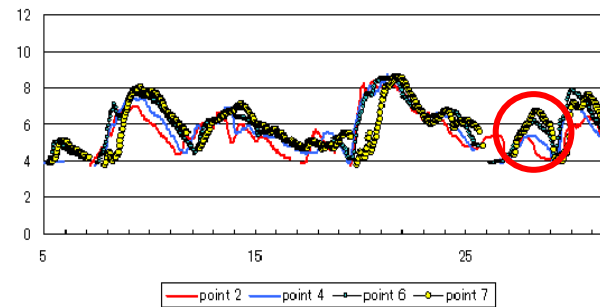


# 波浪モデルによる追算結果(2007年10～12月)

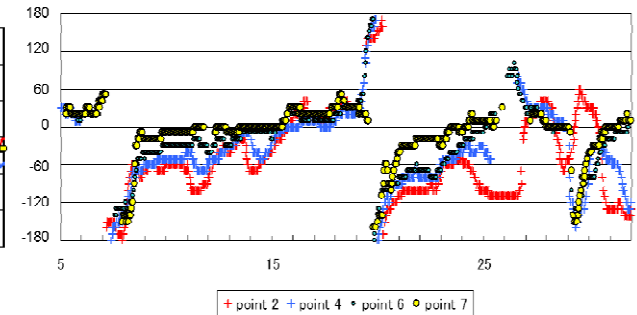
計算波高(2007年10月)



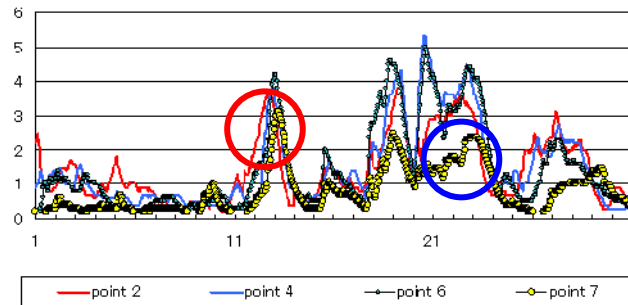
計算周期(2007年10月)



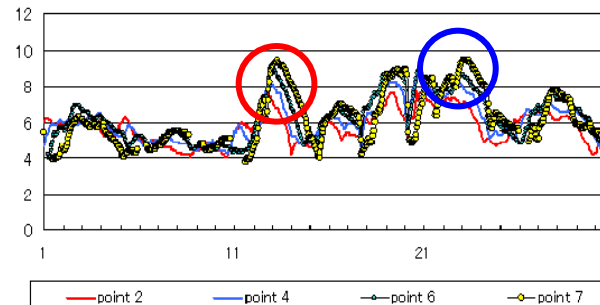
計算波向(2007年10月)



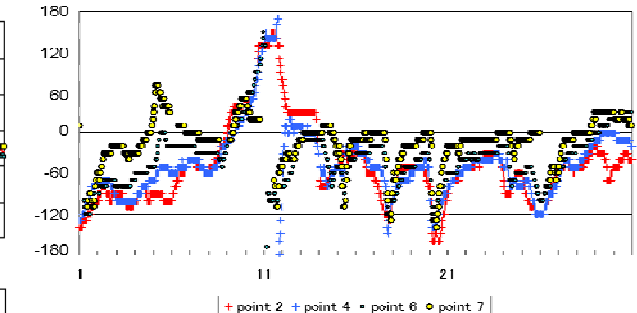
計算波高(2007年11月)



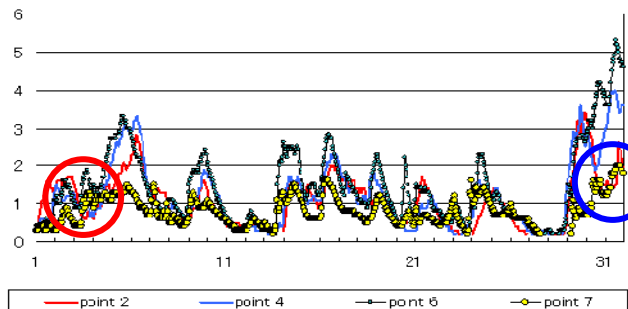
計算周期(2007年11月)



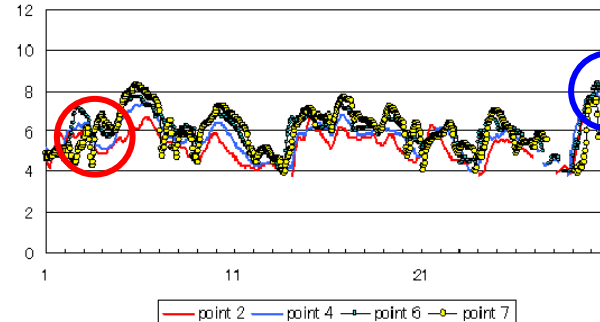
計算波向(2007年11月)



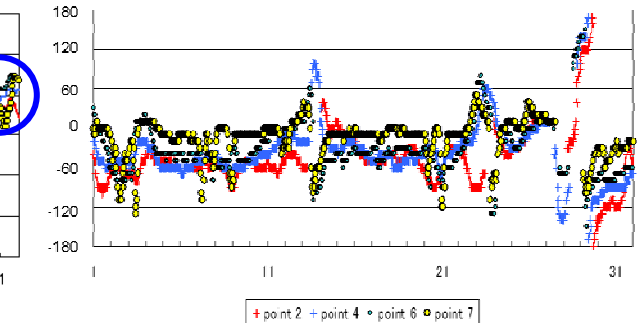
計算波高(2007年12月)



計算周期(2007年12月)

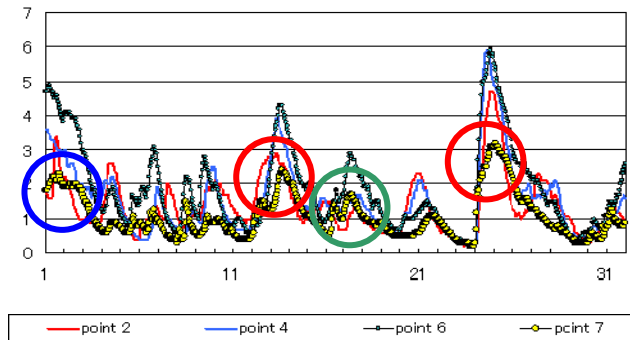


計算波向(2007年12月)

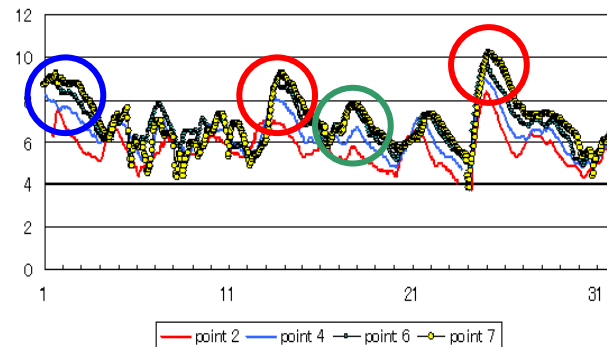


# 波浪モデルによる追算結果(2008年1～3月)

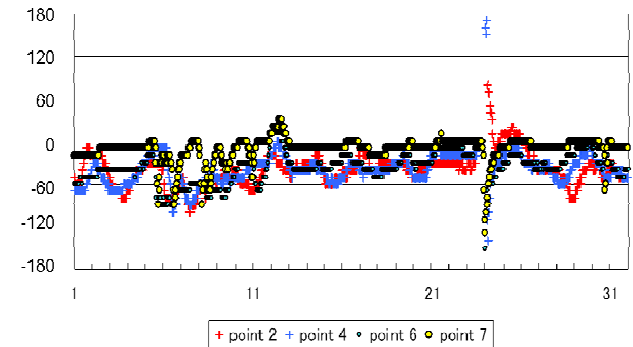
計算波高(2008年1月)



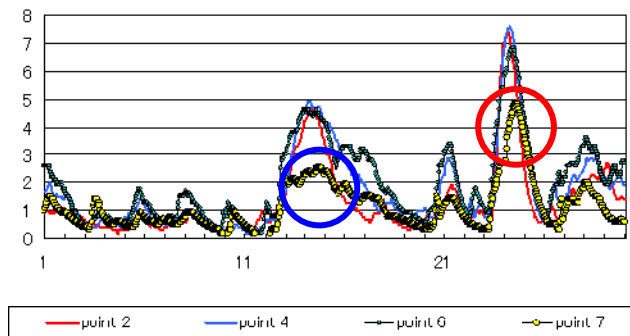
計算周期(2008年1月)



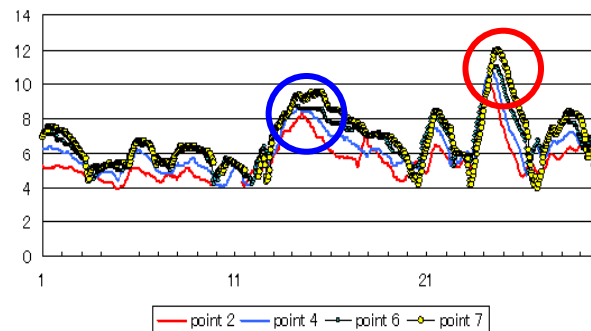
計算波向(2008年1月)



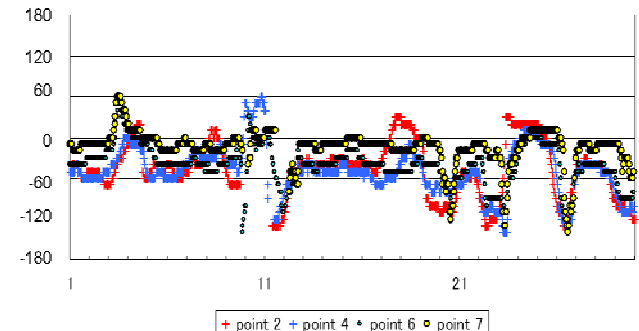
計算波高(2008年2月)



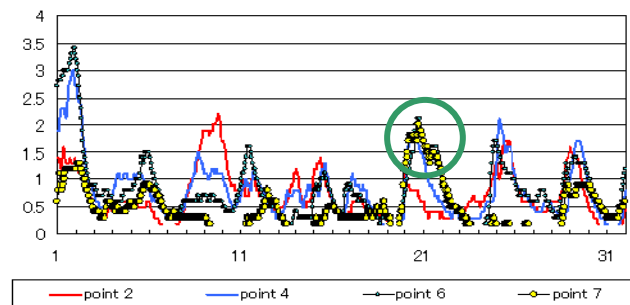
計算周期(2008年2月)



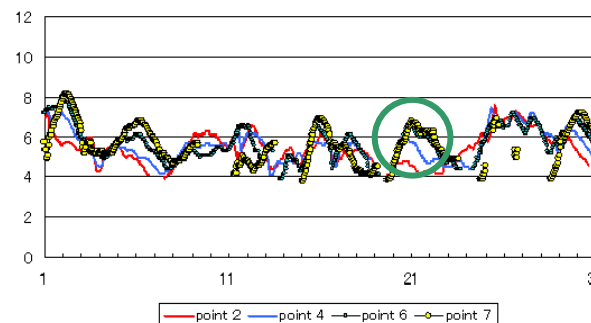
計算波向(2008年2月)



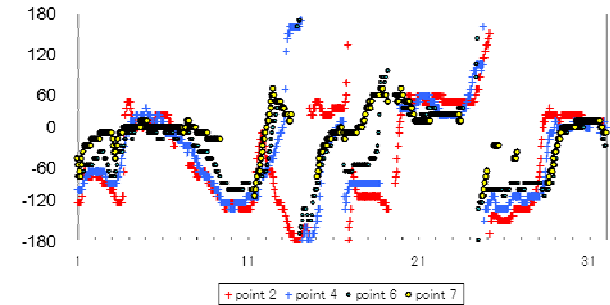
計算波高(2008年3月)



計算周期(2008年3月)

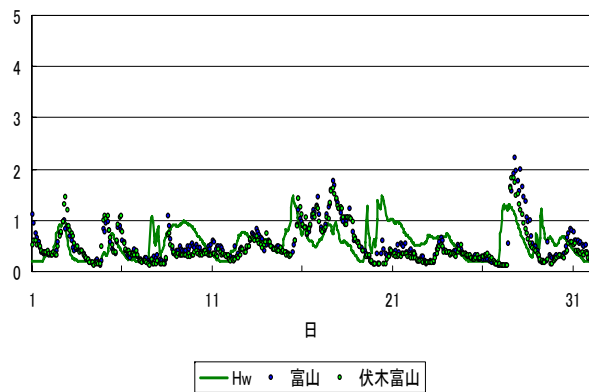


計算波向(2008年3月)

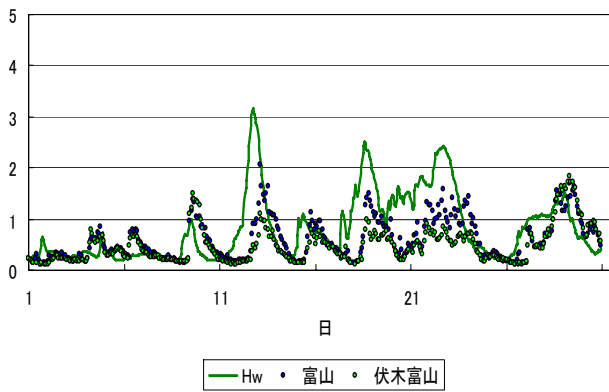


# 波高の比較

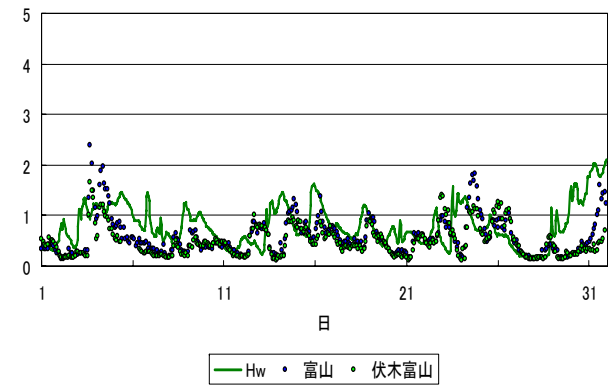
2007年10月



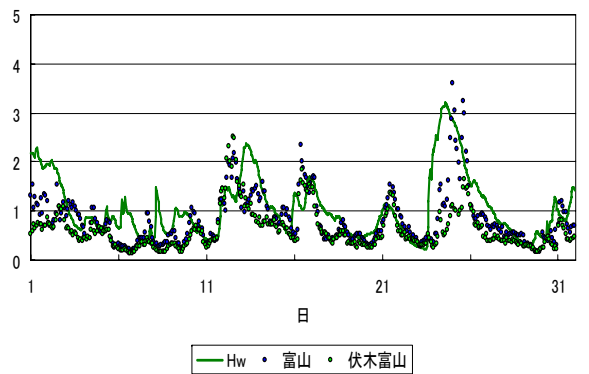
2007年11月



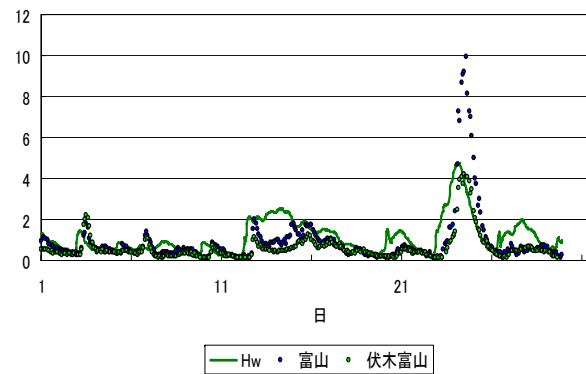
2007年12月



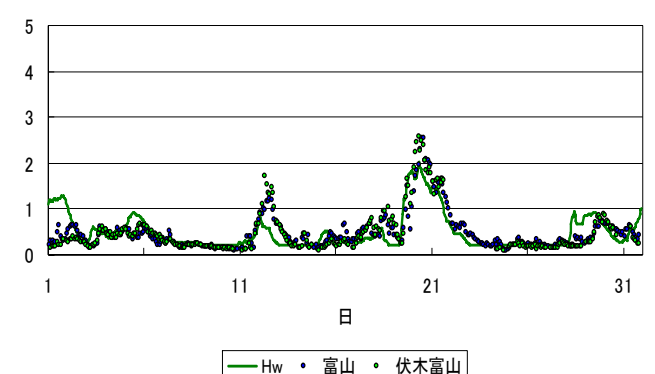
2008年1月



2008年2月



2008年3月

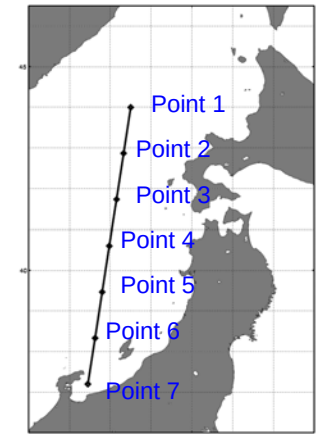
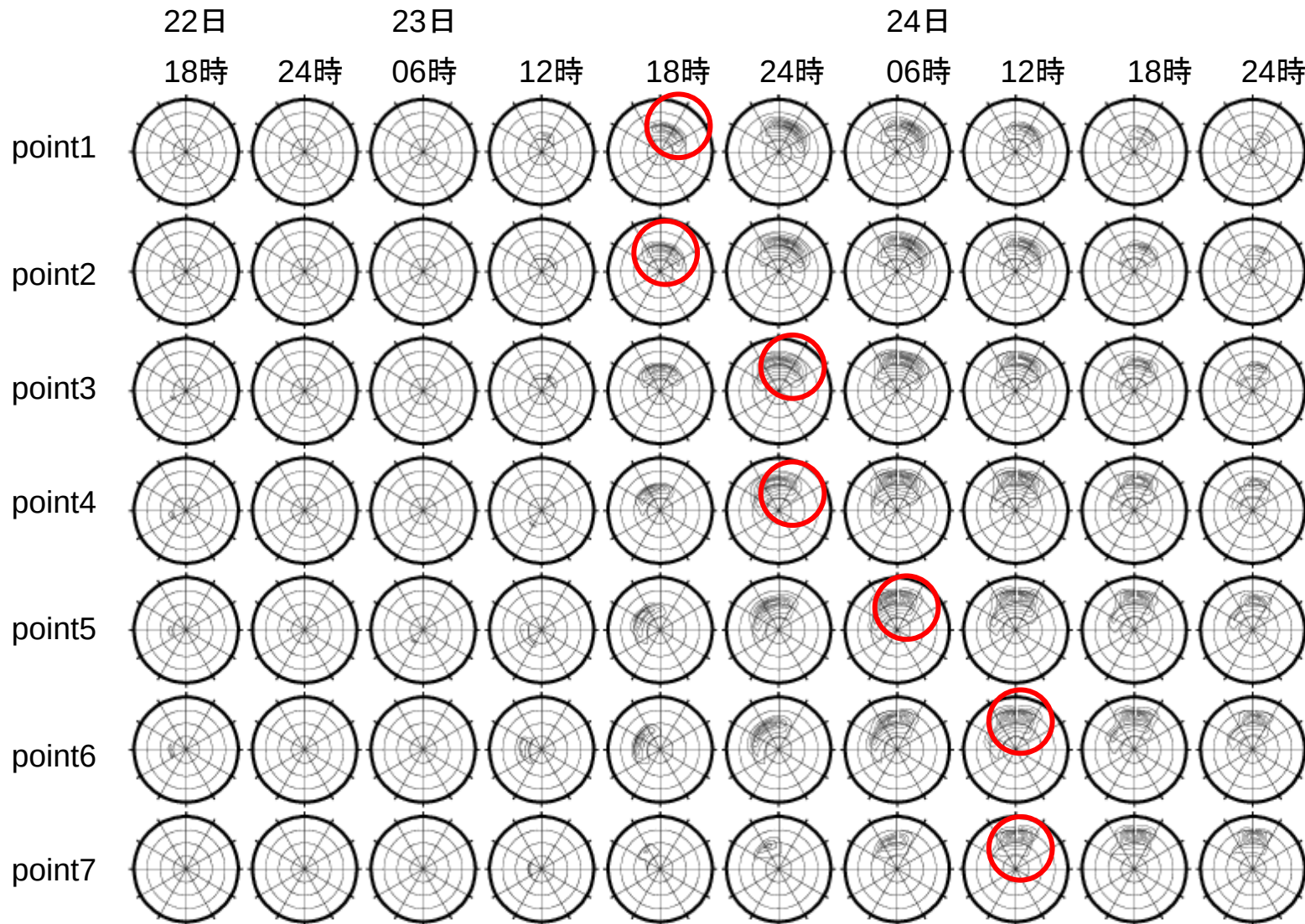


## 波浪モデル推算結果

- 波浪モデルは基本的に日本海の高波をほぼタイミングよく推算している。また、富山湾へ向かう波の周期は顕著に長くなり、うねり性の波の伝播を表現している
- 富山湾へ入り込む波は、周期が長く、波向きは北から北東成分が主流。沖合いの波に西成分が含まれると、能登半島の遮蔽により富山湾の波高は顕著に高くはならない。  
(昨年5月より波浪モデルの方向分解能は22.5度から10度に高解像度化され、波向の表現が詳細になった)
- 富山湾で警報基準(有義波波高3m)を超える高波が観測されたときは、いずれも南向きの高波を推算していた。
- 低気圧のタイミングなど風の場合の推算誤差により、高波が推算されなかった例がある。これらは、日本海中部以南で発生した波に対して多いが、これらの波は富山湾では周期も短めで波高もそれほど大きくはない。

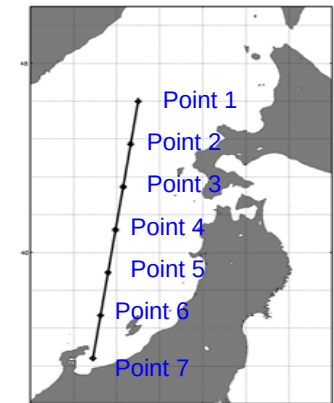
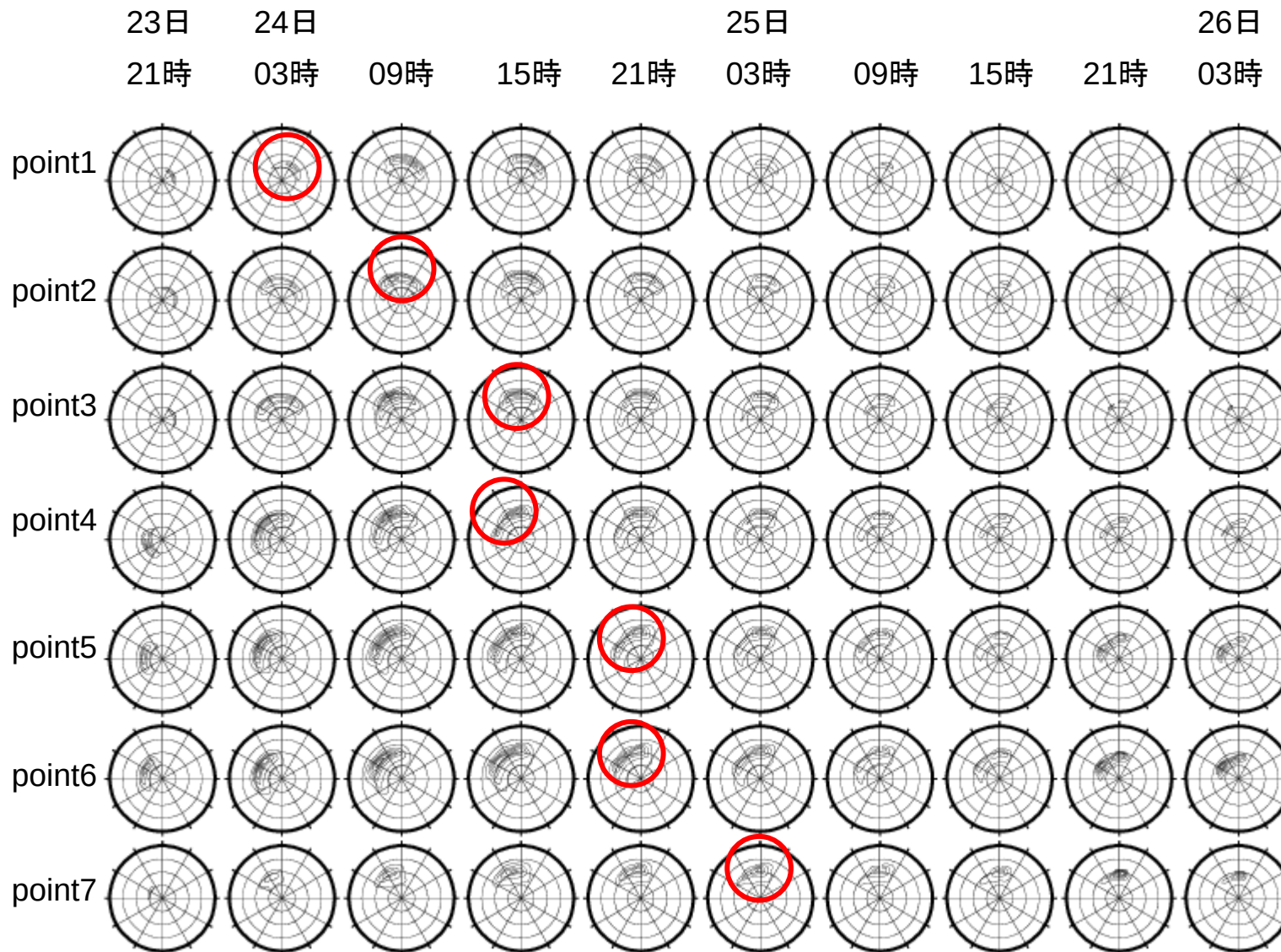


# (2008年2月24日の事例)



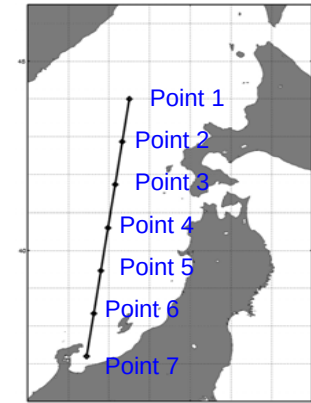
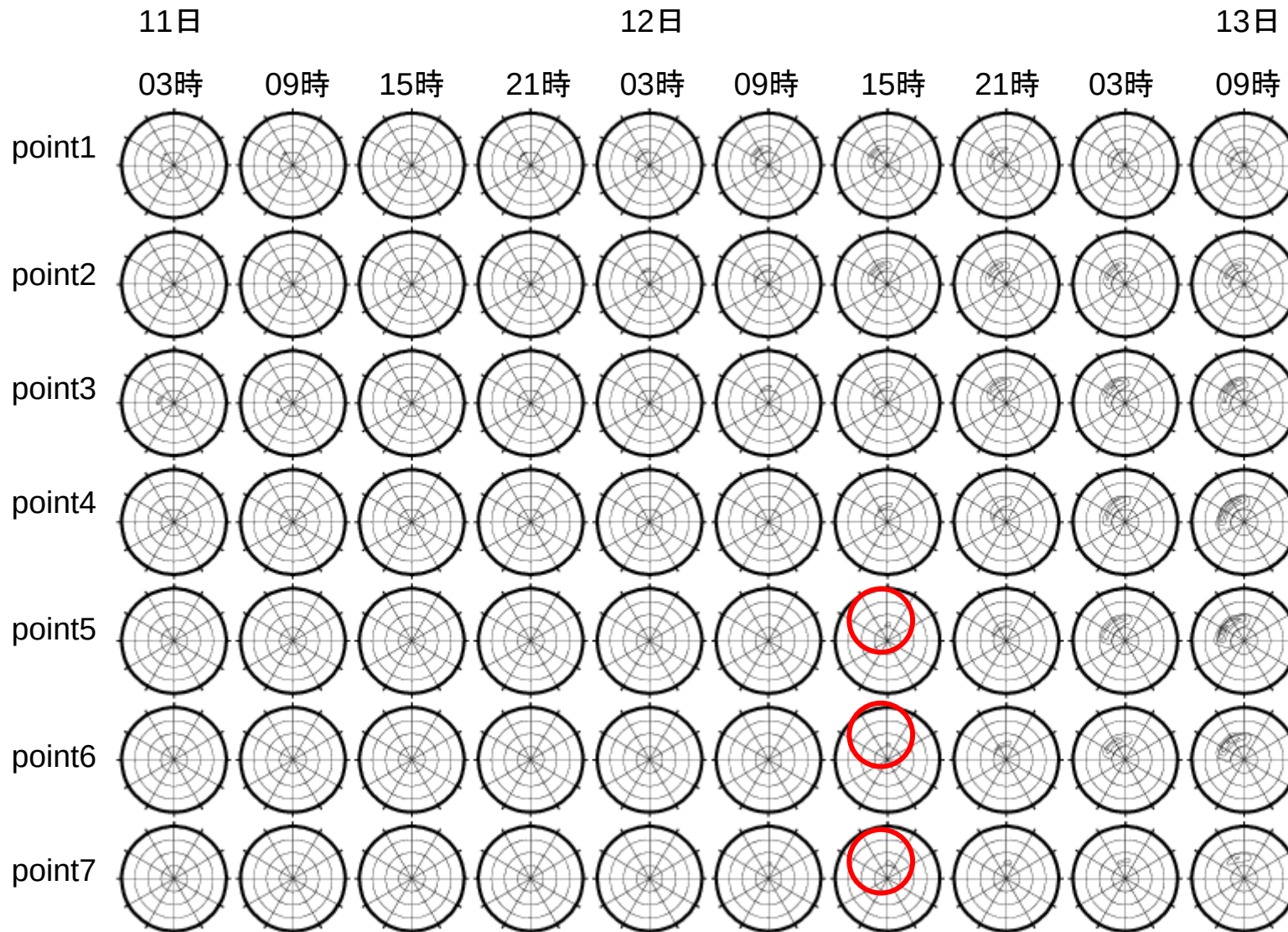


# (2008年1月25日の事例)



日本海中部では  
北西の風浪のほう  
が卓越. 北からの  
うねりの周期は長  
くなく, やや減衰

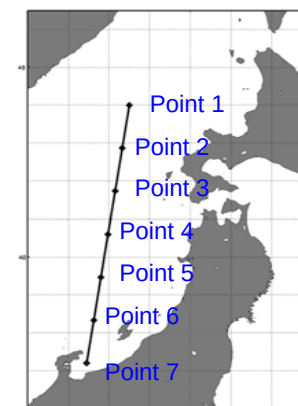
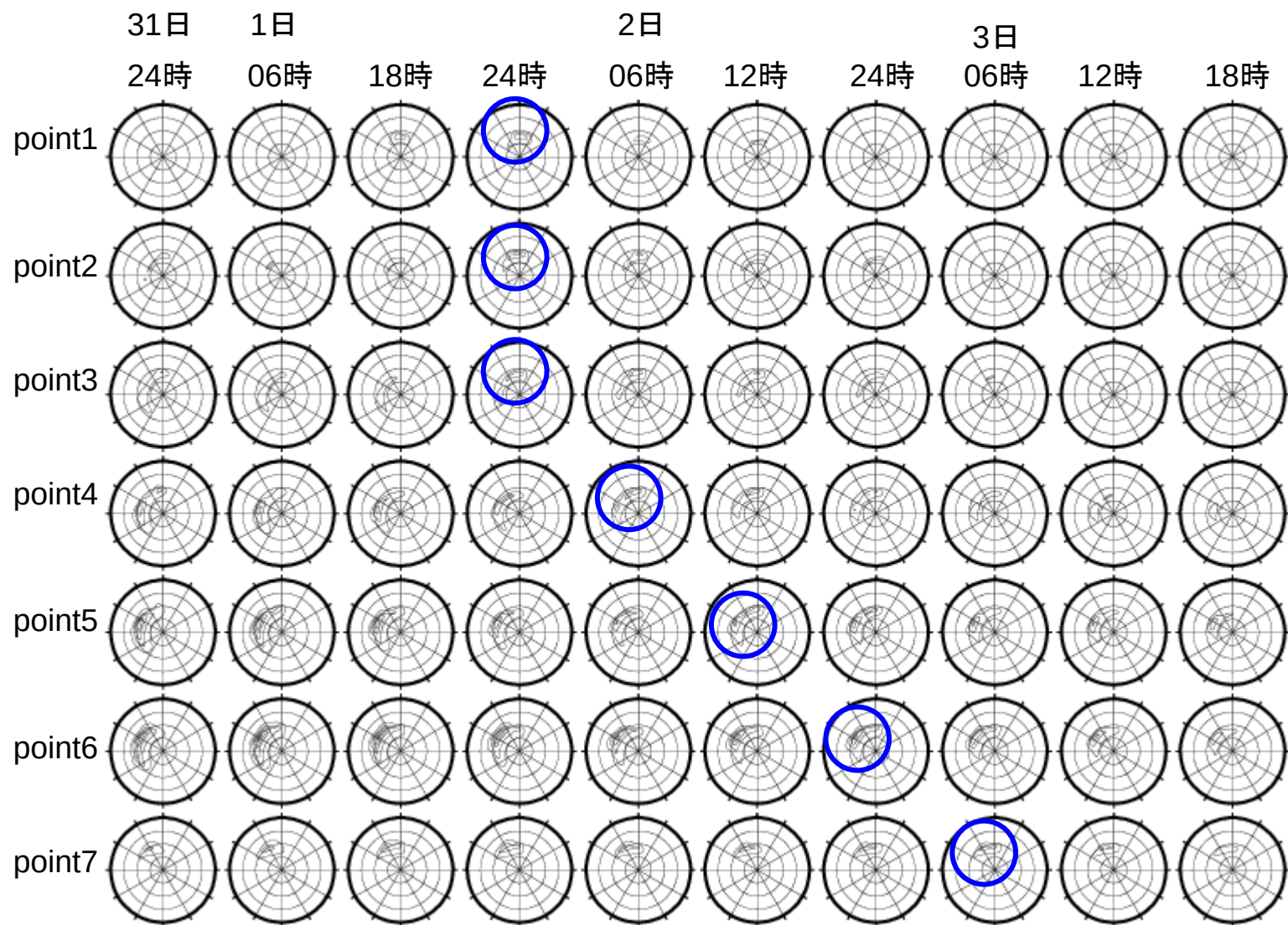
# (2008年1月12日の事例)



十分な波の発達  
は表現されなかつ  
た。(日本海中部  
起源の周期の短  
い波)



# (2008年1月2日の事例)

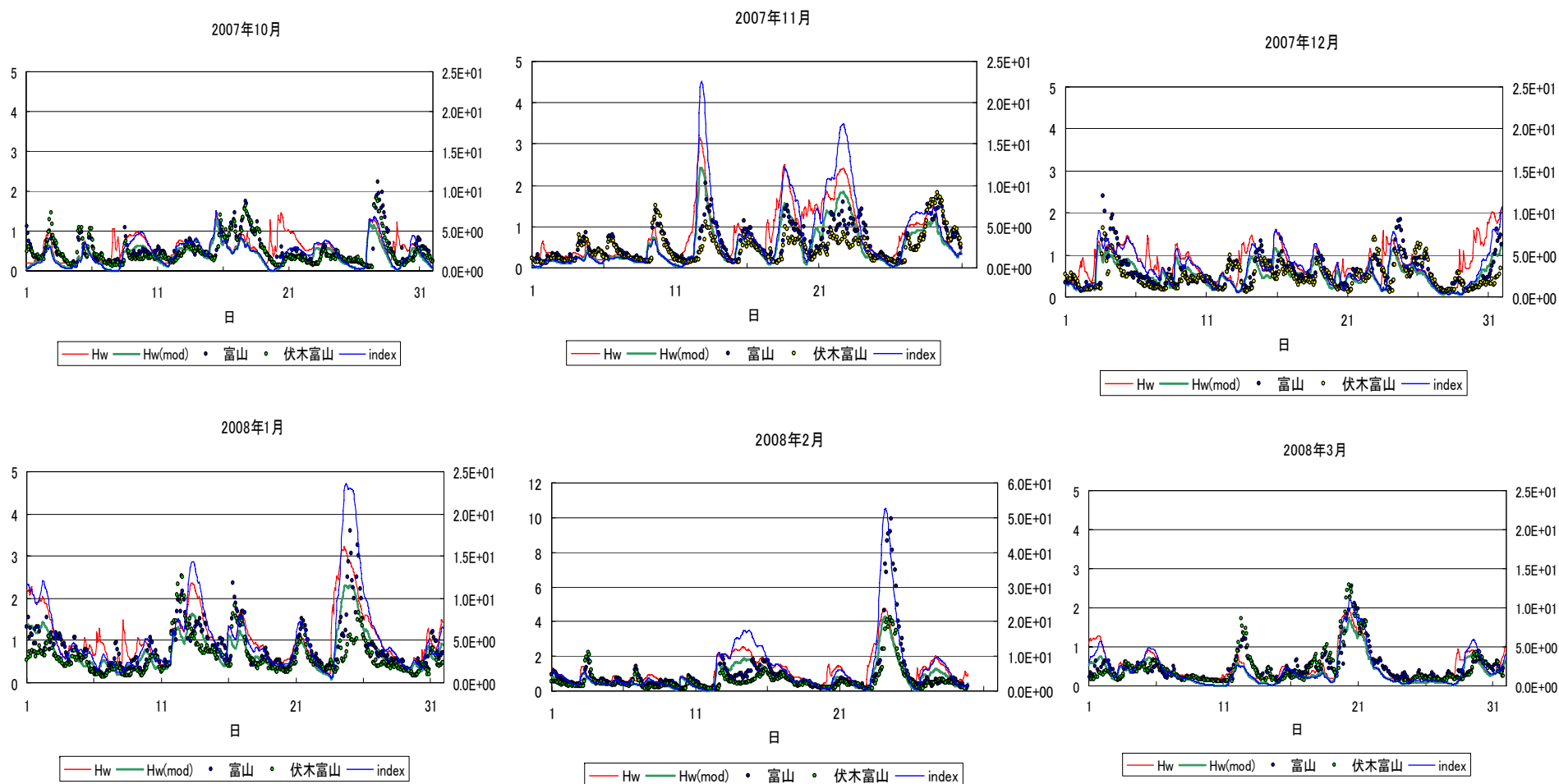


西成分が卓越.  
富山湾には高  
波は入らない

## 波浪スペクトル比較のまとめ

- 日本海北部で発生した風浪の持つ南向き成分が、うねりとして富山湾に伝播してくる状況を、**ほぼ妥当に推算**している。
- 波浪の西成分のエネルギーは、大きくても能登半島で遮蔽されるので、富山湾で高波になる可能性は低い。
- 2月24日の事例では、うねりと風浪の相乗効果で高波となり、波浪スペクトルは長周期成分のエネルギーが最大であった。
- 波浪モデルでは、風浪成分からうねりの成分へエネルギー供給があり、うねりが強化される過程を、ほぼ妥当に推算している。
- **時系列をみるとうねり成分の伝播を追うことが容易**であり、約12時間前に寄り回り波の可能性を把握できる。
- 日本海中部で発生した波は、吹送距離・吹続時間が短く波は十分に発達しない。モデルの推算結果では推算誤差等により検出できない場合もあった。  
(ただし、このような場合は、富山湾で波高は高くなり、周期も短めである。)

# 寄り回り波判定のための指標



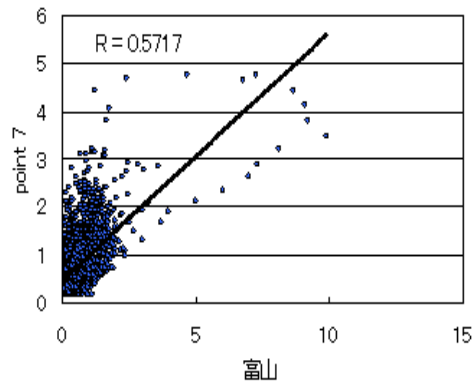
Hw(mod) : 波浪スペクトル(350-0-60)成分から求めた波高

Index : 波高 × 波長(周期 × 周期)

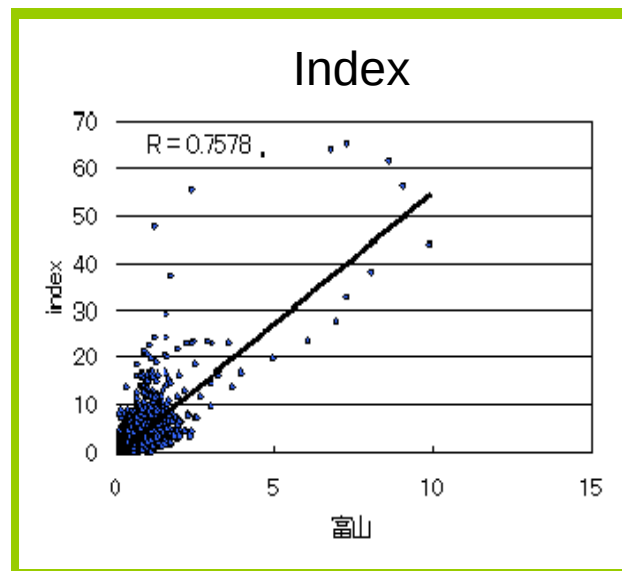
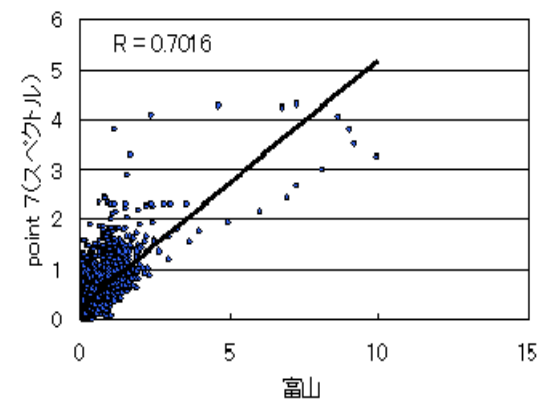
# 推定精度の統計結果

(富山波浪計観測値との比較)

富山湾湾口部の推算波高

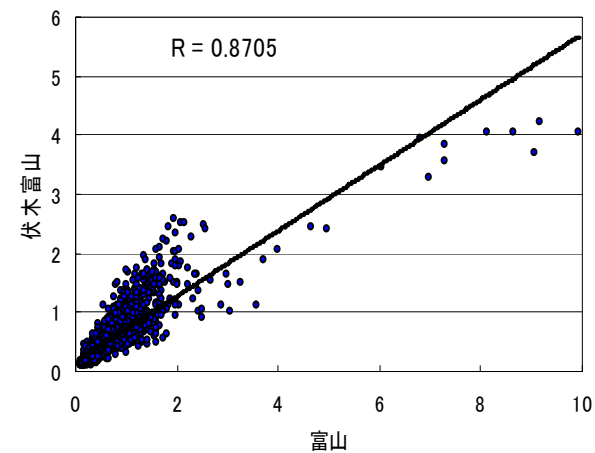


富山湾湾口部の推算補正波高

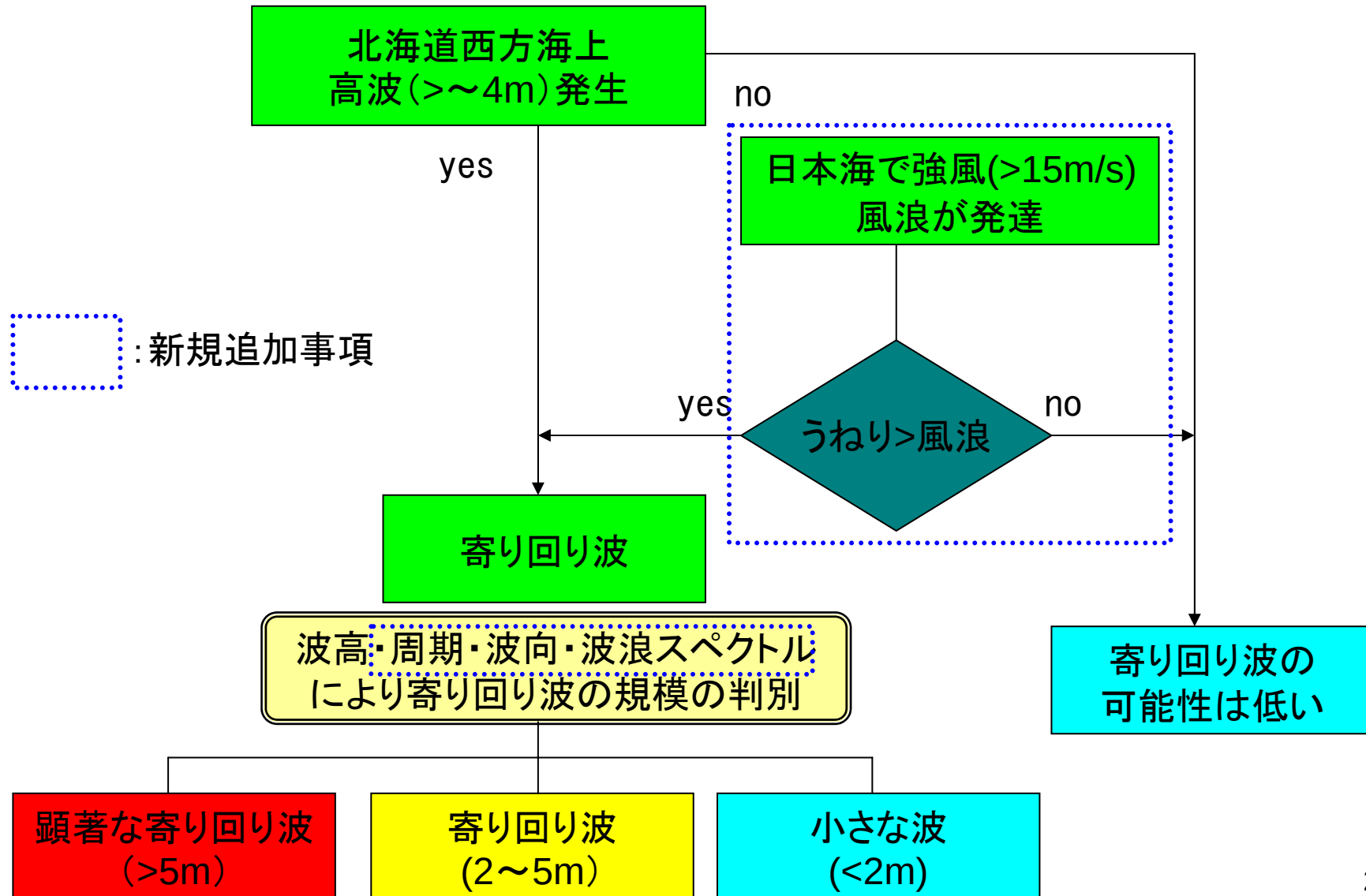


(参考)

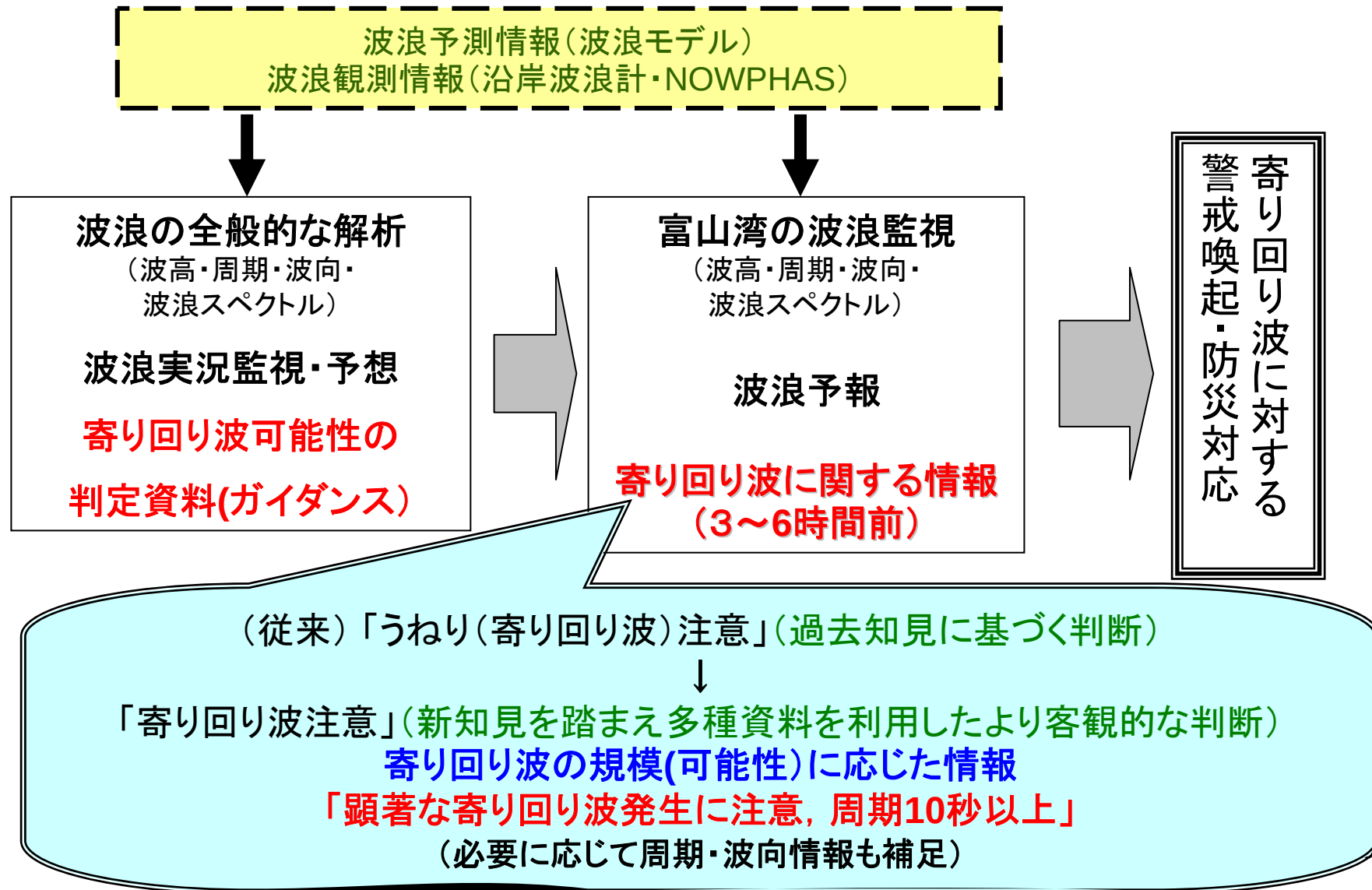
波高相関



# 寄り回り波識別のイメージ



# 気象庁の寄り回り波対応について(イメージ案)

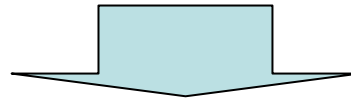




# 今後の計画

- 判別の閾値検証
- 数値予測誤差の考慮
- 情報有効性の評価

寒候期に評価実験  
(H20年度)



- 寄り回り波可能性のリアルタイムな判断
- 寄り回り波の注意喚起情報発表  
(寄り回り波の規模に応じた注意喚起)

業務化へ  
向けた準備

- 浅水変形の評価
- 情報内容の精度・信頼性向上に向けた検討

中長期的課題

### 第3回高波発生メカニズム共有に関するWG 議事録

日 時：2008年8月29日（金）午後3時～午後5時半

場 所：農林水産省8階中央会議室

出席者（敬称略）：

座長 佐藤 慎司（東京大学大学院工学系研究科教授）

高野 洋雄（気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官（気象研究所併任））

中山 哲厳（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所開発システム研究室長）

平石 哲也（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部長兼海洋研究領域長）

諏訪 義雄（国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長）

水産庁 整備課

水産庁 防災漁村課

河川局 海岸室

港湾局 海岸・防災課

港湾局 技術監理室

気象庁 企画課

北陸地方整備局 河川部

北陸地方整備局 港湾空港部

（オブザーバー） 国土地理院

海上保安庁

富山県

新潟県等

開 会

○水産庁防災漁村課 それでは、定刻になりましたので、ただいまより第3回高波発生メカニズム共有に関するWGを開催させていただきます。

私、全体の進行を務めさせていただきます水産庁防災漁村課災害対策室長をしております

す〇〇でございます。よろしくお願いします。

まず初めに、本日の資料の確認をさせていただきます。ちょっと分厚い資料がございますけれども、一番上には本日の議事次第の3枚つづりがございます。その下のほうに、きょう説明していただきます各省庁さんからの説明資料となっております。一番上が港湾局さんの資料です。その下が水産庁の資料となります。その下に河川局さんの資料でございます。最後に気象庁さんの資料となっております。もしお持ちでない方がいらっしゃいましたら、挙手して知らせていただければと思います。

よろしいでしょうか。

それでは、議事に入る前に少しばかり説明させていただきますが、まず議事録の取り扱いについて確認させていただきます。本日の議事録については、前回と同様に、速記したものを発言者の皆様に御確認いただきまして、発言者の氏名を除いた形で公開とさせていただきますのでよろしくお願いいたします。

それから、第1回目のWGのときも御指摘いただいたんですが、WGでの提出資料ですが、これについてはPDF化して、各省庁のホームページ上で公開させていただきたいと考えております。

#### 出席者紹介

〇水産庁防災漁村課 本日の出席者についてですが、前回と特段の変更はありませんので、大変申しわけございませんけれども、議事次第の後ろについている座席表をもって御紹介にかえさせていただきます。

#### 挨拶

〇水産庁防災漁村課 では、開会に先立ちまして、〇〇座長より一言御挨拶をいただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

〇座長 座長を仰せつかっております東大の〇〇でございます。

第3回目なのでもう手短にお話しさせていただきますが、今まで2回検討してまいりまして、それぞれの委員会のほうにも、ここでのディスカッションを反映させていただいたものと伺っております。それぞれの委員会のほうは、少しずつステージは違うみたいですが、最終の取りまとめに入る段階を迎えていて、きょうの議論はまたそこに反映させていただけるものと思っております。

それに加えて、このWGの趣旨は、メカニズムを共有してその後に生かすということで、きょうは時間がありましたら、知見が共有できたことが今後どういうふうに生かせるんだらうか、そのためには何をすればいいんだらうか、ということもあわせて議論させていただければと思っておりますので、いろいろな方面から、忌憚のない御意見を賜ればありがたく存じます。よろしくお願い申し上げます。

○水産庁防災漁村課 どうもありがとうございました。

それでは、ここからの議事につきましては〇〇座長にお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

## 議 事

### (1) 関係省庁における検討状況の報告（港湾局、水産庁、河川局）

○座長 それでは、今までのやり方と同じで、まずは3委員会お持ちのそれぞれ港湾局、水産庁、河川局の順番から、委員会の現状、議論の内容を御紹介いただいて、その後に気象庁さんのほうから、これは先ほど私が申し上げた将来的な、ちょっと長期的、中期的なものも含めた議論になると思いますので、その点を御紹介いただくということで進めていきたいと思います。そういう意味で最初に3つ、河川局さんまでの分を連続してやっていただいて少し質問、意見交換の場をとって、その後で気象庁さんのほうから御説明いただくという形で進めていきたいと思います。

まず港湾局さんのほうからですが、もう3回目なので、今までは私のベルで15分やっていましたけれども、皆さんものすごくお慣れだと思うので、きょうはなしで15分を目安に御説明をお願いいたします。よろしくお願いします。

○北陸地方整備局港湾空港部 北陸地方整備局港湾空港部の〇〇でございます。

それでは、座って説明させていただきますので、よろしくお願いします。

お手元に配付しております国土交通省港湾局の資料でございます。

表紙を1枚めくっていただきますと、報告概要ということで2枚ほどあると思います。説明はこれに沿った形でいたしますが、その後3枚目に、「委員会資料の公開」ということで横方向の色刷りのペーパーがあるかと思います。それをめくっていただきますと下に、第3回富山湾における云々ということで第3回の委員会の資料を一式そろえております。ホームページの御紹介に関しては、私ども北陸地方整備局のホームページ、トップページ

が横紙の左側にございます。そこの一番下、赤囲みのちょっと見えにくくなっていますが、「富山県 うねり性波浪に関する情報」というところをクリックしていただくか、もしくは上のほうに青で囲んでいます「港湾空港」というところをクリックすると、右側のページが出てまいります。その中に、下のほうに赤丸囲みのところがございますが、ここをクリックしていただきますと、既にこれまでの第1回から第3回の資料について公表しておることを御紹介させていただきます。

それでは、先ほど申しましたように報告概要2枚に沿った形で、時折、後段の資料を引用しながら説明させていただきます。

今回3回目の委員会ということで、2回までの指摘を踏まえた形で議論した主な部分を御紹介いたします。大きくは3つございまして、1つ目が「うねり性波浪」の特性解明ということが1枚目にあります。2枚目は、被災施設の復旧ということが2つ目です。3つ目としては寄り回り波のリアルタイム予測、この大きく3つの項目について資料の説明、また御議論をいただいたということでございます。

1つ目の「うねり性波浪」の特性解明ですが、1.1の第2回委員会で指摘を受けました、複雑な海底地形や波のうねりのスペクトル形状を考慮した検討が必要ではないかという御指摘を受けて、改めて計算方法について検討したということでございます。

対応結果のほうに書いておりますが、富山湾全体の波浪再現計算を、エネルギー平衡方程式を用いて実施しております。また、部分的になりますが、伏木地区の波浪変形計算を、非線形モデルでありますブシネスク方程式に基づいて計算したということです。

後段の資料のほうで資料-2を見ていただければと思います。資料-2の2ページ目にあります。1つは、計算に先立って長周期波による水位上昇量を推定しております。これについては前回のWGでも御紹介しましたが、全体の潮位だけではなくて、300秒以下の長周期波による最大水位上昇量を考慮して、計算上の潮位としては0.637mという数値を用いております。これを用いて、先ほど御紹介しました富山湾における波浪特性を7ページのほうに載せております。

7ページをご覧くださいますと、上に、今回の高波によって被害を受けた箇所を図示しております。下には、富山湾の有義波高・波向分布を計算した結果として載せております。

被災状況と波浪の増大箇所の関連性がおおむね得られたと考えております。例えば、入善という場所があります。これは外洋からの波浪を直接受けるということで、波浪が若干高くなっているところがございます。また、魚津とか黒部については、地形の影響により

遮蔽域になるということで、計算上波高が低いという結果になっています。また、富山、伏木については急峻な谷が存在する、いわゆる「あいがめ」という地形ですけれども、その複雑な地形により波高が高くなるという結果が出ております。

次に８ページをごらんいただきますと、拡大した図面がございます。伏木地区、新湊地区において、下のほうにあるのが海底地形になります。あいがめというかなり岸まで深い形状がありまして、その中にテラス状に浅瀬が出ているところにおいては、屈折等により波高の増大が発生しております。

９ページにありますのが富山地区で、こちらも同じように、あいがめの地形がありまして、浅瀬上には波高の増大が発生していることが計算の結果としても確認されております。

富山に関しては波高計がございまして、観測値が 9.92m という既往最大波を観測しておりましたが、この計算の結果としては 7.7m と若干低目に出ておりますが、これはエネルギー平衡方程式という線形のモデルを使ったことによるものだと考えております。この非線形モデルを使えば、さらに精度が高まると考えております。

また、ブシネスクモデル、非線形モデルによる結果としては 10 ページに載せております。この防波堤は、縦方向に A B C D E F と書いてあります。これが防波堤の位置になります。ここで、箇所によって増大している箇所とそうではない箇所があります。これが被災の箇所とおおむね一致しているという計算結果が得られています。

計算結果としては、北防波堤前面の波高というのは、波浪観測点、図の中では黒丸で示しておりますが、観測点よりもかなり大きくなるという結果になっています。

例えば B 区間については、波向 40 度の場合に、波高が設計波を上回るという結果が出ております。ここが被災が顕著であったという結果につながっていると考えております。

また、D 区間については、計算上、波向 22.5 度の場合に設計波を超えた区間になっておりまして、ここが被災した箇所と一致しているという計算結果になっております。

続きまして、２ページ目に被災施設の復旧対応について書いております。これについては今回こういった計算を踏まえ、また設計波をどう考えるかということも含めて、被災施設の復旧対応について検討しております。

まず設計波の考え方として、お手元資料の資料－４の１ページ目をご覧くださいと思います。そこに設計波の考え方がございます。このフローにありますように、従来は 50 年確率波というもので設計しております。ただ、今回の被災波についてもあわせて考慮するというので、再度災害防止も含めて対応をとっております。

考え方としては、港湾の基準の中でこういった被災波の扱いについては、偶発波浪という発生確率が極めて低い現象か、変動波浪という発生確率が高い現象かということで、その区別をしておりますが、今回、波高も低いということもありまして、変動波浪ということで、この被災波についても考慮するということで被災の復旧を考えました。

具体的には、例えば北防波堤という施設がございます。資料が行ったり来たりして申しわけございませんが、資料2の23ページをごらんいただきますと防波堤の被災断面がございます。これについて、まずケーソンが滑動している部分、あるいは前面の消波ブロックが沈下している部分が被災としてございます。例えばブロックについては、沈下箇所についてはブロック重量のランクアップという対応をしておりますし、ケーソンが港内側で滑動したもののについては、大きく滑動した部分については据え直しをするという対応をします。また、滑動に対する安全率が低くなりますので、港内側には捨石によってカウンターウエートで補強する対応をとるということで進めております。

また、図面はございませんけれども、万葉緑地についても越波による被災を受けています。これについては被災波でも越波量を抑えるために防護、護岸背後に嵩上げするという対応と、また許容越波量を超える分については、従来インターロッキングブロックの舗装でしたけれども、コンクリート舗装で補強するような対応をとることとしております。

続きまして、寄り回り波のリアルタイム予測についてですが、こちらは資料-6の中でリアルタイム予測について提案しております。

考え方としては、既存のシステム、ナウファスという観測システムがございますので、こういったシステムを有効活用することによりまして、精度の高い予測システムの構築を図るということで考えております。

主な課題として3つほどあります。1つ目が観測地点における波浪予測の精度向上。これについてはナウファスの観測値を活用して、データ同化(補正)することによりまして、精度の高い長周期波の予測値を算出することが可能と考えております。

また、あいがめ等の複雑な地形の効果を反映させることについては、複雑な海底地形を考慮するため、非線形モデルであるブシネスクモデルを使用することによりまして、浅海効果といったものが適切に算出できると考えております。

また、うねりの伝播経路における「うねり性波浪」の監視については、資料-6の3ページ目にありますが、このうねり性波浪、寄り回り波については、北海道沖から順次、南のほうに伝わってまいります。この経路上の観測値を監視することによって、事前に富山

湾に來襲する寄り回り波というものをキャッチできるのではないかと考えておりますので、その辺の相関性を検証し、その監視の仕組み、システムを考えていくことが可能ではないかと考えております。

次のページに、寄り回り波の予測のイメージを書いております。ナウファスの観測点がございまして、そこに来るまでの波を波浪推算という形で予測した上で、そこから例えば防波堤とか港内で浅瀬の影響を大きく受ける部分については、先ほど申しましたようなブシネスクモデルを活用して、浅海変形を考えていくというイメージでございまして。

委員会では、大体こういった大きな3つの項目で説明と議論をしております。おおむね内容については了承されております。

今後の対応ということで最後に書いておりますが、1つは報告書取りまとめについてです。これは資料－8、後ほどごらんいただければと思いますが、取りまとめの骨子案をつけてございまして、この骨子案に基づいてこれまでの成果の取りまとめをするということを委員会後の作業として適宜進めておるところでございまして。

また、先ほど御紹介しましたリアルタイム予測については、その予測の考え方に基づいて、今後、予測システムの構築、また高精度化のための検討を進めることを考えておるところでございまして。

駆け足でございまして、報告は以上でございまして。

○座長 ありがとうございます。

意見はまた後で3つ終わってからしますが、もし簡単な御質問があれば。

よろしいですか。

それでは、次に水産庁の御説明をお願いします。

○水産庁整備課 水産庁の〇〇と申します。

お手元に配付しております、第3回高波発生メカニズム共有に関するWG配付資料を水産庁のほうで説明させていただきます。

1枚めくっていただきますと第3回目の議事次第がございまして、第3回目は、主に2回目の委員会での指摘事項を踏まえまして、議事にございまして追加の検討資料、あるいは今後の復旧・整備に向けてということで、主に資料－1から4について委員会で議論していただきました。

資料－1については、特に日本海の水位変動、資料2については被災のメカニズムということで、御指摘等いただいて追加説明させていただいたものです。資料－3と4が3回



目で議論していただいたことで、今後の復旧・整備に向けて、あるいは委員会の取りまとめの方向について議論いただきました。

内容については資料－１から４までございますが、簡単にポイントだけパワーポイントを使って説明させていただきます。

これは資料－１の２ページに載っていますが、前回、富山湾内の一地点で潮位の変動成分について分析しました。委員会の御指摘を受けて、富山湾内だけではなく新潟のほうも含めて、幅広く潮位の変動分析をしてみたほうがいいのではないかという御指摘を受けまして、今回、潮位変動成分のスペクトル解析を酒田まで含めて行っています。

次お願いします。これが富山湾内と新潟沿岸部を含めた水位の副振動ということで、スペクトル解析をした結果でございます。資料－１の４ページに載っておりますが、細かくて見づらくて恐縮ですが、上のほうは富山湾になります。下２つが新潟沿岸と考えていただければと思います。

特に下の２つ、新潟沿岸は大陸棚がありまして、日本海の大陸棚の影響で酒田、新潟西については、主に 36 分程度の周期のエネルギー密度が高い。これは外洋に面したときに発現する長周期の成分になっております。

それから、上のほう、特に内湾、例えば伏木富山等では 60 分の周期のエネルギー密度が高くなっています。これは主に内湾の副振動も含めて、湾内に起因して発現する長周期ということで、このように何分か置きに水位が潮位より上がっていくことが今回特徴でわかりました。

次お願いします。これは資料－２の２ページになりますが、実際、沖での波浪等が、現地の漁港でどのように被災に至るかということで、広域にわたって浅水変形をしております。浅水変形に当たっては、屈折と浅水碎波変形のほかに、回折等も考慮できる放物線型方程式によって通常よりもかなり広域的な範囲で計算を行って、現地での波浪の特性を検討しております。

次お願いします。これが波高・波向の鷺崎漁港、佐渡の先端のほうですが、その結果の一部を示しています。今回、波向がNNEということで、23 日夜から 24 日の深夜にかけて、波向がNNWのほうからNNEのほうに変わってきました。ちょうど朝方までNNEの方向からまたNNWのほうに戻るということで、今回、波向が新潟では非常に大きな特徴でございました。そのため波向の影響を見るために、NNEと±11.5 と振って、どのような波向の影響があるかを検討しております。

次お願いします。鷺崎漁港の結果です。これは 11 ページにございますが、波向によって同じ鷺崎漁港の防波堤の先端部あるいは中央部で、その波向の影響の度合いが違ってくことを示しております。上のほうの堤頭部を見ていただきますと、その差が 0.2 とございます。中央のほうを見ると 0.1 ということです。0.2 というのは波高にすると 2m ぐらいの違いがあります。多少波向がずれることによって堤前で大きく違ってくる、影響が大きく出ているのがわかりました。

次お願いします。同じように、もう少し南側の水津漁港でも検討しております。こちらでも堤頭部の被害が特に大きく、第 2 沖防波堤、もう少し手前側を比較してみると、特に第 2 沖防波堤は波向の影響に大きく影響を受けることがわかります。

これらの検討をしまして、次お願いします。これは資料－2 の 17 ページにございますが、今回の被災メカニズムですが、1 つに高潮の影響がありまして、また長周期の水位変動もありまして、水位も非常に高かった中で、特に NNE が堤前では、鷺崎は ENE あるいは E の方向、あるいは水津でも NE の方向ということで、波向の影響を受けて、また地形の影響等を受けて、今回一部衝撃砕波の事態が起こったということがわかってきました。

次お願いします。これは入善漁港、富山のほうですが、今回の波高によってどのように越波が生じたのかということです。これはサビールの打ち上げ高さの算定に使いまして、天端高は 7.7 ですが、今回の被災波の打ち上げ高さは 10.5 ということで、天端高を超えるような波高が来たということで、これについて詳しく数値波動水槽（CADMAS-SURF）で検討してみました。資料－2 の 18 ページになります。

次お願いします。沖合 1.5km ぐらいの範囲で、また堤前のほうは細かく地形の影響を全部観測データを入れて、数値波動水槽によるシミュレーションを行っています。検討波浪は今回の入射の 6.2 と 13.8 ということでやっております。

次お願いします。これが 21 ページにございますが、越波の状況の結果になります。天端を超えて越流していく状況がわかります。

これを具体的に時系列で見たのが、次お願いします。資料－2 の 22 ページから 23 ページにございます。上のほうを見ていただくとわかりますが、時々、移動平均水位が非常に高くなっているときがあります。非常に水位が高くなったとき越波流量が非常に高く出ているということで、これが主に 10 分程度間隔で高いときが出ている。これがちょうどビデオの現象と非常に近いことがわかっています。このような水位変動によって越波流量が大きく出てくる状況が見られているということです。

次お願いします。これは資料－２の 26 ページになります。特に富山湾で今回被災が起きたところはどういう特徴があるのかということで、広域にわたってエネルギー方程式を使いまして、地形の影響等も含めてどういう特徴のところに集まりやすいかをシミュレーションしてみました。

次をお願いします。資料－２の 28 ページになりますが、富山湾のどういうところに波高が特に高く集中しやすいのかという計算結果の 1 例です。周期 15 秒です。これを見ますと、今回、入善あるいは富山、伏木富山と集中しているところが、特に波が集中しやすいというのがわかります。

しかしながら、漁港では滑川という漁港も被災しています。小さく写っているので、そこが集中しているのがわかりますが、精度の関係で十分できない部分もありましたので、次に地形を見ていただくとわかると思います。

入善漁港と滑川漁港海岸は非常に特徴がございます。周辺の地形に比べて、この地域だけは非常に急深地形になっております。そういう地形の影響で波高が維持され、増大されたという特徴が今回わかりました。このように富山湾内でも波高が非常に増大しやすい地形の特徴があることが、今回の中で少しわかってきたということです。

次に、資料－３の 2 ページ目を見ていただければと思います。これは港湾局さんのナウファスのデータをいただきまして、1999 年から 2008 年の 10 年のナウファスの生データから、特にうねり性のもの、あるいは風波のものということで、どのように波高と周期の関係がなっているかを示したものでございます。

ちょっと見づらいんですが、風波が○になっています。うねりが△になっています。この図を見ていただくと、うねり性の中で見ると、今回非常に大きな波高なり周期であったということがわかります。風波領域でももっと大きい波高等ありますが、うねり性で見ると今回は非常に大きかった。ただ、10 年のデータですが、こういう特徴を見ることができました。

次お願いします。これは 1955 年から 2008 年、非常に波高が高かった過去 50 年の 158 擾乱をもとに、特にうねり成分で見ますと、今回の波高がどのような特徴があるかを示したものでございます。

資料－３の 4 ページになりますが、今回は、うねり性で見ますと過去最も大きく、90 何年の再現確率に相当する大きなものであったということがわかります。

次お願いします。資料－３の 7 ページになりますが、鷺崎漁港について見ました。今回

NN Eという波向の成分が影響を及ぼしていましたので、過去の被災から見てどのような特徴があるかという、これについても 96 年程度の再現ということで、特に大きかったということがわかりました。

次お願いします。このような追加説明をしまして、今後の漁港施設等の設計上の課題、1 回目から 3 回目の委員会を含めて、どのような課題があるかということで委員会の中で議論していただきました。まず設計潮位についても、今まで H.W.L.、L.W.L.いろいろ調べておりますが、潮位偏差という言葉が今回非常に大きく大事だったということで、これについても今後課題として残して検討していくべきだろう。

それから、波浪推算についても、特に漁港は入り江、内湾、あるいは島陰という特殊な地形のところに数多くございます。このようなところを、より現状に合った形で推算していくかということも今後の課題だろうと思います。

それから、防波堤に作用する波圧ですが、これも特に周期の長いところが多かったということで、このような特徴について、どのように今後波圧を考えていくか。

あるいは衝撃砕波についても、これまで衝撃砕波が起きないようなところでも今回は起きているということで、非常に大きくなったときに衝撃砕波で大きな被災を被った。あるいはブロックについても、長周期の影響ということも課題としてありました。それらを含めてフェール・セーフの考え方も大事ではないか。ハードだけでは困難な面もありますので、ソフトの連携で。こういうようなことを議論していただきました。

これらについて、議論をまとめて結果については、次をお願いします。現在、委員会の取りまとめをつくっております。今は案の段階で、委員の先生方に議論していただいておりますが、9 月中には報告書の形で取りまとめる予定でございます。

以上、3 回目の議論の概要でございましたが、1～2 分、ビデオをよろしいでしょうか。

まず、CADMAS-SURF の越流の状況でございます。数値計算でこういう検討をしております。

次に高潮の状況についてです。今回、高潮が起こったんですけれども、わかりづらいかもしれませんが、その辺の状況です。

それから、水位変動、流れの状況についても検討してシミュレーションやっております。今回、特に大きな潮流ということではなかなかわからなかった面があります。

以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

それでは、これについても御質問があれば。

○委員A 先ほどのビデオでもあったんですけど、打ち上げ高のところの長周期の水位変動の直接の原因は何なんでしょうか。100 秒ぐらいですよ、越波が大きくなるので。のり先の平均水位が 100 秒で振動するから、ピークのところで越波が大きくなるということなんです、これは数値計算上、潜堤との共振で出てくる周期ですか。

○水産庁整備課 今回、そういう意味では湾内の水位変動等はこの CADMAS には入っておりませんので、本来はそういうような湾内の水位変動で潮位が高かったときとか入るんだと思いますが、今回は CADMAS の範囲内の変動だけでございますので、ある意味正確ではないかもしれません。

○座長 ちょっと確認したいんですが、100 秒のこういう変動が出ている理由としては何でしょうかという御質問で、多分これは CADMAS-SURF だから、二次元水路みたいなものを持ってきて、水路端から波を入射させて、その入射させる波には 100 秒の波の成分はないんですね。だから、二次元の水路の中で何らかのメカニズムでこの 100 秒が生まれたんでしょうと、それは何のメカニズムですか、という御質問なんです。

○水産庁整備課 恐らく地形や潜堤の影響とか。

○委員A そこに潜堤があるので、潜堤とこの地形との多重反射だと思うんですけど、そうするとこれは CADMAS の領域を広げると、また周期が違ってくるのかなと思ひまして、これで越波をどうだというのは難しいと思うんですが、いかがでしょうか。

○水産庁防災漁村課 この実験でやった水槽自体の問題なのか、それともハグによるものなのかどうかについては、どちらかだと思うんですが、その辺について現段階ではわかりません。ただ、長くすればその辺の原因が見えてくるかもしれません。

○委員A CADMAS の領域の問題なんで、領域を少し広げるとか、いろいろされたほうがいいと思います。

○水産庁防災漁村課 わかりました。

○座長 ほかにいかがですか。

よろしいでしょうか。

それでは、河川局さんの御説明をお願いします。

○河川局海岸室 河川局でございます。

「河川局」と書いたクリップどめの資料がございます。表紙を含めて上から 4 枚目の右上に「資料－2」と書いた資料がございますので、これでどういう経緯になっているか簡

単に御紹介したいと思います。

委員会の目的、構成は既に御紹介しましたのできょうは省略します。最後の３．で検討経緯とございます。３月１８日に第１回を開催した後、５月３０日に第２回の委員会を開催して、ここで、今回の高波災害の特徴や課題がどういうものだったかということ、それから今後の対策の基本的な方向等について、現地も見ながら御討議いただきました。それを受けて７月２９日に第３回の委員会を開催して、そのときには、後ほどごらんいただきますが、中間取りまとめの案を御審議いただきました。そこで委員からいろいろな御意見をいただきまして、それを踏まえて８月１４日に中間取りまとめを公表したところであります。

本日用意している資料は、上からまいりますと、頭の表紙をとりますと、先ほど言いましたように８月１４日に取りまとめています。そのときプレスリリースした鏡があって、資料－１は写真です。その次、資料－２が今の経緯です。その次、右上に「資料－３」とありますのは、ポイントの裏表２枚で、中間取りまとめの概要をまとめた資料です。その次にあります資料－４が中間とりまとめの本文でして、全文１８ページになっております。その後にお付けしている資料が２種類ありますが、これは第２回のときに、写真やデータ、図表等見ながら御審議をいただいたときの資料となっております。

本日、私どものほうからの御報告は、まず前半のところで特にメカニズム、高波、波浪等の発生のメカニズムや被災のメカニズムのところを中心に図表等を用いて簡単に御紹介した後、この中間取りまとめの内容についてポイントを御紹介させていただきたいと思えます。

では、今回の災害のメカニズム等については、黒部河川事務所のほうから前半は御紹介させていただきます。

○北陸地方整備局河川部 黒部河川事務所の〇〇でございます。

資料２につきまして御説明させていただきます。

まず１ページ、２ページを見開きでござんいただきますと、このページは２月２２日から２月２４日までの天気図をもとに波の発達を追ったものでございます。

１ページですが、今回、関係する低気圧は１から４までございますが、一番左の２月２２日、２１時のところを見ていただきますと、この時期では、茶色い①の低気圧が北海道のほうにございました。また、②の青い低気圧が日本海の中部にございましたが、こういったものが時間の経過に伴って、真ん中の２月２３日の９時であります、①、②というもの

が進みます。その結果、日本海に大きな波、北からの波が立つことになります。2月23日の15時を見ていただきますと、そのときに太平洋側に赤い③、黄緑色の④の低気圧が同時に起こっております。

こういったものが2ページ目、24日の9時には、太平洋側の低気圧によって、日本海で発生した高波がさらに増幅されて、さらにうねりが発達するというメカニズムのもとで、高波が富山湾のほうにやってきたと我々は分析しているところでございます。

戻りまして、1ページの下側を見ていただきますと、低気圧の動き自体もそのような動きをしております。2月22日の21時の低気圧はもともと1000ミリバールが、2月24日の0時、25日の0時ということでだんだん気圧が低下していく。2ページ目に参りますが、そういった中心気圧がだんだん変化していることがわかります。

また、1ページの右下の絵ですが、留萌、酒田、田中の波高が順次上がっていきまして、さらに2ページ、波高が上がっていくことがわかってくるかと思えます。

3ページを開いていただきますと、今度は生地とか富山の潮位気圧計、田中の風速計をもとに解析したのですが、今回、特徴的なのは、3ページの右側をごらんいただきますと、先ほど北からの波が成長していたというお話をさせていただきましたが、田中の風速——田中というのは富山沖の風速計の観測所ですが、下から見ていただきますと、一番上が風速、真ん中が波高、一番下が周期の絵でございしますが、通常、高波が来るときには風速が大きい状況がございしますが、富山のほう、田中の観測所で風速が大きくなるときには、実は波がそれほど高くなかったということがわかってくるということが見られているところでございます。

4ページ目を見ていただきますと、そういったお話がございします。これは酒田、田中の最大有義波高、最大波高を並べたものですが、だんだん波が北から成長している。これは4ページの右側の絵を見ていただいても、周期の長い波が、例えば右側の留萌では23日の6時ぐらいにヒュッと、それまで6秒ぐらいあった周期のものが10秒ぐらいに周期が上がってくる。そういったことが見られておりますが、そういった周期の上がってくところが、酒田、田中と南に行けば行くほど周期が遅れて長くなるということがわかってくるのが認められるところでございます。

5ページであります。これは私どもの田中の観測所並びに港湾局の酒田の観測所の波高と周期の関係を並べたものでございます。左の絵で説明しますと、右下の凡例は日ごとに波高、周期を並べていったものですが、例えば22日0時については、波高が小さく周

期が小さかったものが、だんだん右上に上がっていったら、さらに波高、周期のピークをとっていくと、左下のほうにだんだん波高、周期が小さくなっていくという絵でございすが、そういった波高、周期が大きく変わっていくことが見られるところでもあります。長周期の波が出てきたという話であります。

それから、6ページをごらんいただきますと、そういった高波だけではなくて、富山湾の湾の形としては、これは共振の確認をしたものですが、今回富山湾で共振の解析をしたものでございします。6ページの絵を見ていただきますと、今回は13秒とか14秒といった周期を持つものでありますので、ここに周期のピークが合うのはわかりますが、例えば8.5分とか39分のところにも周期のピークがあります。これは地形の影響という解析結果からも出てくる周期でありました。

それから、7ページを開いていただきますと、波高が場所によって打ち上げ高が大きかったり小さかったりすることも見られました。7ページの右上の絵については、周期別の卓越来襲波ですが、右側、沖波波高と碎波地点でどれだけ波が大きくなるんだらうということをもとめたものであります。ただ、周期の観点から、その大小がありますが、場所からはそれほど大きな変化はない。場所が移動することは認められませんでした。

一方、7ページの下側の周期別の卓越来襲波の変化をごらんいただきますと、波向をN10度W、N10度E、N20度Eというところで、沖波の方向を若干振らせていった結果でございすが、それによって沖波の波高の大きくなる箇所が振れてくることがわかりました。波の方向によって、どこが弱くなる、大きな被害を受けることが変わってくることも今回わかったところでございします。

8ページでございすが、今まで申し上げたことをまとめましたのが左上の高波の発生メカニズムのまとめということでございします。

9ページでございすが、計画波高が6.4m、有義波の周期は12.2秒ということで、右側にありますように、今回来た高波は、有義波高で6.62m、周期は13.9mという計画を大きく上回る波でございしました。

そういった波が起きたために、10ページでございすが、ちょっと話は変わりますが、下新川海岸というのは、左上の絵を見ていただくとおり日本でも有数の侵食海岸でございします。1961年には、堤防の前に砂浜が多くありました。ただ、現在2008年段階では砂浜もなく、消波工が並んでいる状況であります。

その後どうなるかということですが、下側の砂浜消失のイメージ図をごらんいただきま



すと、砂浜が矢板より下まで侵食されることにより基礎矢板の損傷が起こります。基礎矢板が損傷するとどうなるかというと、10 ページの右側に風浪状況の絵がありますが、損傷した矢板の先から砂がどんどん抜け出していく。その結果、空洞化する。そこに波がかかってしまうと、真ん中にありますとおり直立堤が倒壊するようなことが今回起こっております。また、下にございます堤体目地部の損傷とか、緩傾斜ブロックの散乱が起こってくるということです。

11 ページですが、被災の話ということで、今度は沖合施設の被災でございます。幾つか絵を並べておりますが、私ども今回、離岸堤であるとか人工リーフが幾つもの倒壊しております。右上の絵は、ある離岸堤の沖ではかった絵ですが、離岸堤とか人工リーフの堤内側はそれなりに砂がありますが、沖側は今回の波を受けて1 mオーダーで洗掘されていることがわかります。1 m程度の洗掘が起こると、のり先が不安定になりまして石やブロックが転げるとか、沖合からやってくる波力が大きくなる。そういうことが起こって、今回の沖合の施設が被災したのであろうと我々は分析しているところであります。

12 ページですが、今回は、波高が高い上に波長が長い波でしたので、打ち上がりやすいという特徴がございます。生地、神子沢、赤川のCCTVで撮られた映像ですが、結構大きな波が起こってくる。こういうものに対しては、排水路があればそれを吐くことができますが、必ずしも排水路が十分なかったもので、下側にありますように浸水の被害が起こりました。

13 ページですが、海岸堤防の空洞化状況の内部調査をしてみたり、沖から基礎調査をしてみたりしております。

14 ページですが、先ほど風が弱くなってから大きな波がやってきたと申しました。そういうこともありましたので、例えば地元の町長さんは、風がやんだので、後片付けをしようかと思った途端に大きな波がきたという話がありますので、避難の指示とか勧告を出すことは全然気にもしていなかった。そういった明確な基準がなく、判断材料は不十分でありました。

また、ここは昭和 45 年にも同じような被害を受けているんですが、そういった経験が風化しております。寄り回り波に対して理解が不足しているという話がありました。一方、そういった悪状況の中でも水防団は結構な活動しております。浸水に対してポンプ車が出たり、土嚢を積んだり行っております。

16 ページは、そのときの水防活動の絵でございます。

17 ページですが、住民の避難に関する話ですが、ここは災害時の要援護者マップがございまして、そういったものを有効に使われたという話であります。また、下の絵ですが、ロールプレイング方式の図上シミュレーション訓練がございます。右下にありますように、災害時要援護者マップにより確認。高波に対する避難はできておらなかった。河川災害については、今までの訓練のときも、高波災害に対する訓練はしなかった。そういった課題が避難という面からも確認されたところでございます。

簡単でございますが、資料2でございました。

○河川局海岸室 今御説明したような資料を使いながら、第2回の委員会で、今回の災害の特徴や課題、あるいは今後どう対応していくかというのを検討したんですが、その後、最初に申し上げましたように、中間取りまとめをまとめております。残りの時間をもう少しだけいただきまして、そのポイントについて御説明します。

河川局の資料の上から5枚目の資料-3、今回の中間取りまとめのポイントを裏表合わせて2ページで書いてございます。この中間取りまとめは大きく2つから成り立っていて、1つは表側の3分の2ぐらいまでありますが、今回の高波災害の特徴と課題はどうだったかということ。もう1つは、今後の対策の基本的方向をどうするか。大きくこの2つの内容になっています。

まず1つ目のほう、今回の高波災害の特徴と課題ということで、高波の発生メカニズムや災害の発生メカニズムということです。先ほどデータ等の説明をさせていただいたものを字にするとどうなるかということで、これは少しこのWGにとって大事なところだと思いますので、本文のほうを見ていただきたいと思います。資料-4の中間取りまとめ本文の2ページからになります。先ほど図表等で御説明した内容をもう一度文章で整理したのが2ページからになっております。

まず、高波の発生メカニズム（風、波浪）のところですが、23日午前日本海中部にあった低気圧が発達しながら日本海を東進し、同日15時ごろには津軽海峡で停滞・発達した。同じ頃、太平洋では2つの低気圧が発生し、日本海ではこれらの低気圧による北からの強い風が継続した。この風により、日本海北部を中心に南向きの風波とうねりが発達し、日本海を南下したと考えられる。その後、津軽海峡でさらに発達した低気圧は、23日の夜半から24日の午前にかけてゆっくりと東進し、停滞した太平洋の2つの低気圧とともに、佐渡島から富山湾にかけて日本海で北風を発生させ、富山湾に向かう南向きのうねりをさらに発達させたと考えられる。

これが風、波浪のところです。

あと潮位ですけれども、これは天文潮位より 20cm 程度高い潮位が続いた。これは、低気圧が停滞したということで気圧低下により吸い上げられて、その後も強風による海水の吹き寄せがあったということであろうと考えられます。

その次、2 ページの下から 4 行目ですが、地形による影響で、富山湾特有の海底谷等起伏に富んだ海底地形によって、局所的に高波が集中した。また北東に開いている湾の形に起因して、波の共振による海面の変動の増幅が推察されたということです。

3 ページ、こういった現象が重なり合うことによって高波災害が発生したと考えられるというのが、今回の高波発生メカニズムのまとめとしております。

それから、3 ページの災害の発生メカニズムと課題の、①は省略しまして、②番の海岸堤防の倒壊、これは先ほど図を見ながらお話がありましたが、下新川海岸は大変激しい侵食を受けている海岸です。例えばということで、150m あったようなところが、今は全くないような場所もあるわけです。

②の上から 5 行目あたりからがメカニズムを数行であらわしておりますが、そういう砂浜が欠けた状況の下で、高波が来襲して、海岸堤防の消波・根固ブロックが洗掘によって沈下・流出・散乱したということが考えられる。その後も、高波が継続的に来襲して、のり先が洗掘、堤体内の土砂が吸い出されて、空洞化が進行した。空洞が生じた後も高波が継続してきたことによって、堤防が倒壊したことが考えられるということです。

③の沖合施設の被災ですが、4 ページに参ります。一方、侵食で海底地盤が低下してきたことに加えて、海底の影響等で集中したような場所では、沖合施設で碎波する際に発生した反射波等により、のり先が激しく洗掘され安定性を失ったところに波力が作用して、ブロックが沈下・散乱したようなところもありました。

というのがメカニズムに関するところです。

資料－3 の 1 枚紙に戻っていただきまして、本文で御紹介したのが、(1) の高波の発生メカニズム、(2) の災害発生メカニズムと課題等のところですが、さらに (3) のところでは水防活動や避難等の現状と課題です。水防警報海岸という制度があるんですが、指定されていなかったということ。それから、高波を想定した訓練等が行われてなかった。あるいはいろいろなノウハウが時間の経過とともに風化していたり、あるいは知識を持っている人が限られていたということが課題としてあるというのが課題です。

今後どうするかというところが、表の下 3 分の 1 から裏にかけてです。大きく 2 つあり

まして、1つは海岸保全、どっちかというとなハードな話ですが、①の下新川海岸においては、被災した施設の復旧、それから、今後堤防の改築や排水施設の改良、沖合施設の新設等々を進めていく。あるいは非常に侵食の厳しい海岸でありますので、関連する河川やダム等の行政部局とも相談しながら、総合的な土砂管理を推進していくということ。それから、空洞化の調査等を実施し、そういった結果を公表していきましようというところが下新川海岸における対策です。

1 ページ目の下から2行目ぐらいから、今度は全国的な対策ですけれども、裏面に参りまして、裏面の最初の2行、先ほど写真等で見ていただきました、前面の砂浜が非常に侵食されていると基礎から吸出しによって堤防が陥没したり倒壊することが見られるということで、こういうところは全国的にほかにもあるだろうということですので、前浜が著しく侵食されて倒壊のおそれのある堤防や護岸については、全国的に調査を行って重点的な対策をやっていこうということで、今関係の部局ともいろいろ御相談しながら、できれば21年度の予算から反映させていきたいと考えているところでございます。

それから、③は排水施設や二線堤について今後あり方を検討していくということです。

それから、(2)が水防活動や避難等に関する基本的方向ですが、ここもいろいろな情報提供等にかかわるところで、また、今後の議論にかかわるところだと思いますので、本文のほうをごらんいただきたいと思います。資料4の本文の9ページに参りまして、(2)のところ です。

まず、下新川海岸における水防活動の充実等で、先ほどもお話ししましたが、今回のような高波災害も水防法における高潮になるだろうということで、下から3行目ですが、下新川海岸を水防警報海岸に指定して、そのために必要な検討等を進めるということでございます。

次に10 ページですが、こういった水防活動等のためには、単に下新川海岸だけ見てい るのではなくて、2行目のところからありますが、日本海北部から佐渡島を経て富山湾に至る日本海側の広い範囲の波浪の状況等を把握することが大事だろうということが、本WGも含めていろいろな議論の中でわかってきているということです。

まず観測のシステムをきっちと点検・改良すること、それから国、県、市、町等が協力して、いろいろな情報を一元化し共有化するシステムを構築する。そういった場合には必要に応じて、広範囲の北海道や東北、北陸のいろいろな機関の協力を得ながらやっていくことが大事だろう。

さらに、これまで私どもは気象庁さん等とも連携しながら、波浪打ち上げの予測技術の開発をやっているんですけども、全国的な技術開発の進展を踏まえて、下新川海岸における予測技術の開発等に努めていくということで、今後こういった情報の共有化、あるいは予測技術の向上も非常に大事だろうということを触れております。

もう一度概要のほうの裏面に戻っていただきまして、②以降は、全国的な対応として水防警報海岸が少ないこともあり、こういったものの指定の拡大等であるとか、全国的なレベルでの技術開発、観測体制の強化の支援、データの広域的・一元的な提供といったものに取り組んでいく。

一番最後のところでは、災害が起きたときに支援する制度、TEC-FORCE と呼んでおりますが、こういったものを今年度から設けておるんですが、こういったものの拡充等の対策を今後していこうということをまとめていただいたものでございます。

非常に雑駁ですが、以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

それでは、河川局の資料の御説明に関して。

○委員B 2点ほどお聞かせ願いたいんですが、1つは些細なことですが、この潮位、高潮みたいな形になっていたということですが、最初に吸い上げがあって、その後吹き寄せということですが、富山湾はかなり水深が深いので、もしかすると吹き寄せは余り効いてないんじゃないかという気もするんですが、その辺、もし定量的にどのぐらいの規模があったかということがわかりましたら、教えていただきたいということです。

もう1つは、潮位が上がっていてそれらの偏差が出ていて、それと高波が重なったということですが、これは基本的にはそれぞれが独立で、特に相互作用はしていないと考えてよろしいでしょうか。それとも何らかの相互作用があって、その辺についても考えないといけないようなものが何か出たかどうか、もしありましたら教えてください。

○北陸地方整備局河川部 資料2の3ページをごらんください。左側の絵ですが、最低気圧は大体1000ミリバールぐらいまで下がっておりまして、通常は1020ミリバールですので、おっしゃるとおり気圧低下にかかわったことが一番大きな話ですが、吹き寄せにかかわるものは、当然風が吹いていますので、それも除かれるわけがないので、こういった表現になっております。

それから、複合という話でございしますが、私どもはそこまで今回複合的な解析をしておりませんが、各々を見ただけでも、これだけの高波が発生する要因があるということを申

し上げたところでございます。

○委員B ありがとうございます。

○座長 よろしいですか。

ほかはいかがでしょうか。

## (2) 意見交換

○座長 よろしければ、ここで一回、資料全部を見てディスカッションする時間を取りたいと思います。港湾局さん、水産庁さん、河川局さんのほうから。気象庁さんは後で御説明いただきますが、冒頭で申し上げたように気象庁さんの御検討は多分今後の話につながる部分なので、後で時間もたっぷりとして議論したいと思いますけれども、まずはここまですてお気づきの点、あるいは比較しながら、御質問等ございましたらお受けしたいと思います。いかがでしょうか。

○委員A 簡単などころから教えていただきたいんですが、富山湾の副振動のモードは水産庁さんと河川局さんは統一されていないので、多分縦モードではなくて、湾の横方向の振動モードだと思うんです。富山湾は私が昔若いころ計算したんですが、基本的には能登半島と富山側との両端、腹になるモードがメインだったと思います。ちょっと河川局さんの増幅モードが縦方向になっていますよね。これは横方向は考えなかったということですか。ですから、湾の能登半島と富山側等を腹にして、湾が横に揺れるというモードなんですけど。

○北陸地方整備局河川部 今回は検討しておりません。良識的に考えて、縦のモードが大きくなるであろうという推測のもと計算しております。実際は横モードも大きいんでしょうか。

○委員A 水産庁さんは両方計算されていて、どちらも出ているという結果ですので、多分横のほうが出やすいんじゃないかと思うんですか、いかがでしょうか。

○座長 河川局さんのほうは、もうちょっと長い周期の振動に興味があったということなので。横になるともうちょっと短くなりますね。ということだと思います。多分どっちもあるんだと思うので、現象解明という意味では、どちらも取り入れなければいけないということだと思います。

○委員A わかりました。

○委員C 今回の港湾局さんの配付資料の9ページですか、先ほど富山の沖で 9.9m の一番大きい波が出ています。それで実際に推算するとそれよりも小さかったんですけども。ちなみに、9ページに波高の測定点がありますが、それはどの辺になるのか教えていただけますか。

○座長 さっきパワーポイントで出ましたよ。

○委員C 済みません、見逃したので。

○北陸地方整備局港湾空港部 9ページの水深 20mぐらいのところにありまして、赤点線で囲んでいる左側の大体「波」という字のあたりにあります。

○委員C そうすると、その上で見るとちょうど赤くなっている上のほうの波高分布。

○北陸地方整備局港湾空港部 そうですね、赤の特に濃くなっているところの上のほうぐらいだと思います。

○委員C わかりました。

○座長 よろしいですか。

○委員C 7.7mと 9.9mはかなり違いがあるかなと。非線形だけじゃないのかもしれないかなとチラッと思ったんですが。その辺は難しいのかな。

○座長 関連して、伏木のほうも波向にもものすごくセンシティブですよ。ちょっと振るだけでB、Dと大分変わってきたりして。今回の波の特徴がものすごく指向性が強いというか長周期だから、かなり沖合からねらってくるような、しかも深いところの入り組んだ地形の影響も受けやすいようなことだと思うので。そのあたりは結果としては波向、新しい設計波のようなものを決められたんだと思いますが、その波向はどうやって対応されたんですか。

○北陸地方整備局港湾空港部 波向の設定については、最初に湾域全体の計算をしたときに。もともと観測値としては、欠測していたという事情があります。富山地区については、前後で 12 度という観測がありましたので、計算でその辺に合わせたときに、伏木の計算値で出てくる波向が大体 30 度ぐらいに振れるということになりました。その±15 度の範囲で考えたときに、大体 22.5 度という北北東と 40 度ぐらいの北東方向になります。あとは過去の被災の記録を見ると、大体北東と北北東の被害記録が多かったというのもあったので、その2つの波向の設定をしました。

○座長 そうすると波高だけではなくて、もちろん周期も大事で、しかも波向も大事ということで、かなり詳細な情報がないと最適設計というか、きめ細かな設計はできないとい

うことなので。伏木についてはデータもあったし、できますけれども、ほかのところでやろうとすると結構大変という理解でよろしいですか。

○北陸地方整備局港湾空港部 正確にはそれなりの地形情報がないと難しいと思います。

○座長 ほかにいかがでしょう。

こちらばかりではなくて、そちらにお座りの方でもお気づきの点があれば御発言いただいて構わないと思います。あるいは、こちらにお座りの方からももちろん御発言いただいていいと思います。

○委員A 1つお聞きしていいですか。今後の対策の下新川海岸における海岸保全の考え方で教えていただきたいんですが、この空洞化については以前から言われておりまして、結構穴をあけて調べていると思うんですが、なかなかわからないと思うんです。これは穴をあけないとわからないんですか。今後、例えば超音波で調べるとか。多分、前高知で被災を受けたときに一度、福濱さんのほうで全国に展開するとおっしゃっておられて、また今回こういうふうには調査されるということは、老朽施設の対策については、その後余り進んでいないということなんですか。

○北陸地方整備局河川部 電探等を行ったときに、どういったものが中に入っているかなかなか見分けられないことがございます。今回は被災も受けておりますので、抜本的に対策をしようという観点から、各堤防1スパンごとに穴をあけるということを行ったところでございます。

○委員A これは全国的に指示されるわけですか。

○河川局海岸室 全国のほうは私のほうから。下新川に関しては結構丁寧にするんですが、行政側の問題意識としては、下新川もそうですが、もともと前浜がある前提で堤防があったんですが、それがなくて、いきなり堤防に直に当たるようになってきているところで、こういう問題が見られるというのがあって。空洞みたいなものまで全部やっていくのはなかなか大変ですので、今考えておりますのは、例えばつくったときに比べて前浜がなくなっているようなところとか、場合によっては基礎が見えているようなところとか、そういったところはこういうメカニズムで起きる可能性が高いだろうなという問題意識を持っておりますので、そういった観点で、できるだけ調べる方向で考えているところであります。

○委員A どうもありがとうございました。

○座長 ほかにいかがでしょう。



よろしいでしょうか。

### (3) 関係省庁における検討状況の報告（気象庁）

○座長 それでは、冒頭で私が申し上げましたが、気象庁さんから御説明をお願いしたいんですけれども、メカニズム共有というのはかなりの部分で進んできて、分析も進み、対応もそれぞれとられてきて、またここでの議論がそれぞれの取りまとめにも生かされることになっておりますが、今後この共有化されたものを受けてどうするかというときには、一番最初に考えなければいけないのは予測であり、もうちょっと実務的に言うと予警報みたいな話で、そういった出された情報をどうやって活用するかという話になると思います。そういうことだけではないと思いますが、検討いただいた点について、気象庁さんのほうから御説明をお願いしたいと思います。

○委員B それでは、気象庁のほうで検討したことについて紹介させていただきます。

富山それから日本海の高波に関してのいくつかの委員会や、あと共有WGも2回開かれてきてまして、かなりメカニズムがわかってきました。今回我々のほうでは、さらにそれを発展させまして、日常の注意情報に向けて何とか対応できないかということを主眼に進めてきましたので、そちらのほうについて簡単に説明させていただきたいと思います。

配付資料については、日本海の高波の事例についてもうちょっと長期間的なものを統計したもの、それから、それをうちのほうで業務運用しているモデルでどの程度推算できるか、それを踏まえて、予測を何とかできないかという話を検討したものの一端を紹介するというものです。

スライドの2ページ目には「目次」と書いていますが、今回は3回目です。最後ということですので、高波メカニズム、といっても我々のほうは主に外洋のはなしですが、そちらのほうについてまとめまして、その後に高波事例、推算等に入りたいと思います。

次のページは今までのまとめということで、今まで説明してきたとおりで、今回も海岸での浅水変形は考えませんで、とりあえず富山にどれぐらい大きな波が入ってくるかという、そういう条件についてのものです。基本的に北海道の西方海上で発生した風浪がうねりとして入ってくるわけですが、その中で、途中の風の影響があったということを第2回のときに紹介させていただいたんですが、若干スペクトルの話と非線形の話を出し過ぎてわかりにくいところもありましたので、もうちょっと実用性のありそうな話としてまとめ

たのが、以下の補足です。

結局はまたスペクトルを使いますので、初めにスペクトルの見方を簡単に紹介しておきます。4ページの右下の図を見ていただくとわかるとおり、随所に出てくる図は波浪のスペクトルをあらわしております。円環は周期をあらわしておりまして、外側に向かって長くなります。一番外側が20秒で、5秒ごとに線を引いております。

それから、方向については、風と同じように来る方向でとっております。したがって、右下の図ですと北側のほうにありますので、南南西に向かってくるという形です。周期については、大体ピークが内側2番目ぐらいなので、7.5秒となります。

以下は、すべてそのような形で表示しております。

次以降は、ちょっと理想的な実験ですが、仮に北海道の西方海上で20mの風を吹かせて、風浪を立たせました。それを風のない場で伝播した場合、あるいは途中で風があった場合で、どのように最終的に富山のほうに波が到達するかというのを計算したものです。かなり仮想的なものですが、基本的な定性的な特性として、風がない場合は当然うねりとして伝播してきますが、やや減衰しながら富山湾に到達する。

5ページ以降、右下のところに書いております数字が、ちょうど富山湾に入り込むところの波の値です。この場合、周期はうねりとして長くなりますが、波高は1mです。これに途中で風を加えていった場合にどうなるかということが次以降です。風は日本海の季節風の吹き出しに典型的な330度でやったものですが、5m、10mぐらいですと、基本的にそれほど波は高くなりません。これが風が15m、20mとなってくると、非常に波高が高くなって、周期もかなり長い波として入ってくるのがわかります。

あとは風向については、特徴的なのは、その風向が例えば300度とかなり西よりになってしまうと、今度は西北西の波として発達するために、北からくる南向きのうねりはそれほど発達しなくて、波高も高くない。周期も、風浪成分のほうが主体になってくるので、富山に到達する成分としてはそんなに長くないということになります。

もし、これが350度ぐらいで北に近い場合ですと、実はこれは今回の2月24日に近いような風向ですが、これでやると周期も単純に伝播させたときよりも長く、波高も大きくなるという形になります。したがって、風による影響で、南に向かう成分の高まりをある程度把握することが可能です。

海岸の浅水変形は、ほかの皆さんが非常に詳細に評価されていますが、我々としては、例えば寄り回り波の危険性については、まず富山湾に入ってくる波を、どのぐらいのもの

が来るかをリアルタイムに特定することが大事であろうということから、これらの知見を踏まえて予測に向けた試みを進めております。

次以降は、実際どのようなことをやったかの紹介になります。

まず初めに、日本海の高波事例の解析をしました。今回、本来ならば2月24日が主体ですが、昨年の半年間、ちょうど寒候期に当たる2007年10月から2008年3月の波浪計の観測値を使っております。この観測値については、港湾局さんのほうから速報値を御提供いただきまして、改めてお礼を申し上げます。

この中から、富山と伏木富山の波浪計で有義波高が2m以上を記録したもの、あるいは有義波周期が10秒以上の波が観測されたものをピックアップしたものが、次の12ページになります。

これを見ますと、2m以上が観測されたのが8事例ほどあります。当然2月24日もありますし、その次に大きかったのは1月25日で、それ以外は大体2m前後ぐらいです。右上のほうにあります1月16日と3月20日のものについては、うねり性というよりは、近場の風でできたものということが判明しまして、周期も短いので、今回の検討対象からは外しております。むしろ気になりますのは、周期が10秒以上でも有義波高がそれほど高くなかった事例で、右下の4事例を挙げております。これは、それぞれみんな波高が1mぐらいいは出ているんですが、周期は顕著に長いものです。

実際に全期間にわたる時系列をとったのが次と次のページになります。これは一番左側が波高、真ん中が周期、右側が波向になります。水色の線を引いているのが波高2mと周期10秒です。

とりあえず港湾局波浪計、なおかつその代表的なものとして留萌、酒田、新潟沖、富山、伏木富山を出しております。ここに記した赤い丸が先ほどの2m以上観測した事例です。青い丸は、周期が長かったけれども波高は高くなかった事例です。緑は風浪によるものですが、それぞれを見比べますと、港湾局さんの言及もありましたし、河川局さんのほうでも言われていましたように、ほかのところと比べて、富山、伏木富山の周期が顕著に長くなっています。高波となる事例が、実は半年の間にも結構あったということがわかります。

その中で、裏側のほうを見ますと、1月と2月が顕著に目立っています。

じっくり見ていくとおもしろいんですが、細かいことは時間の関係もありまして、簡単に15ページにまとめてあります。高波2m以上として、寄り回り波相当のものと見られるものが6回ぐらい発生している。発生するのは基本的に低気圧とか冬の気圧配置によ

って日本海の波高が高くなる時です。ただし、能登半島の遮蔽がありますので、その中でも特殊なケースということで、ある程度ふり分けができます。

発生頻度については、昔からも言われておりましたが、最盛期の1－2月に目立ちます。10月－3月については、多分今回だけではないと思いますが、比較的高波そのものが少ないので、あまり目立ちません。

このように観測結果が出ていますので、2月24日に限らずほかの事例について、実際に気象庁の波浪モデルが、どの程度これらを再現できるかということについて調べましたのが、次の16ページ以降の話になります。

16ページに「波浪モデルによる長期追算」と書いてありますが、同じ期間やっております。とりあえず半年分です。格子の解像度は5分メッシュで、現在気象庁が業務的に運用している沿岸波浪モデルと同じです。風については、気象庁メソスケールモデルMSMの海上風をそのまま使っております。

北海道から富山湾への波の伝播がありますので、右に書いたような7点を代表させて、その波浪の時系列について並べたのが次と次です。並べ方は、先ほどのナウファスの観測値と同じです。丸の地点は波浪モデルではなくて、先ほどのナウファスの観測値のタイミングに合わせてつけましたが、基本的に波浪モデルでも、ほぼタイミングよく再現されております。

周期についても、最も富山湾寄りになるポイントの7、富山湾の湾口部に当たりますが、その周期がそれぞれ顕著に周りのほかのポイントに比べて長く飛び出るようなところが見られます。

これはあくまでも富山の湾口ですので、直接沿岸、ごく海岸部の波高と比較するのも無理なんです、簡単に比較して見たのが19ページです。これを見ますと若干外洋性ということで、計算波高( $H_w$ )が、やや大き目に出ています。残念ながら2月24日のケースに関しては、かなり過小評価になっていることがわかります。

波浪モデルの推算結果については以上のようなものですが、現実的にそれをさらにもうちょっと使って、このうねりの伝播を特定できないものかということで幾つか試みました。やはり波高だけではちょっと難しい。波向、周期を見ますと、うねり性の波は特定できますが、若干どの方面に入ってくるのがわからないことと、ややモデルが過大評価になってしまうことがあるので、スペクトルで時系列をとってみたのが以下のところのものです。

まず最初に2月24日の例をお見せします。ポイントごとに各時刻のスペクトルを並べ

たものです。縦の列は同じ時間、右に従って時間が経過していきます。ポイントの7が富山寄りになります。これを見ると例えば24日の12時にポイント7ぐらいに、ちょうど波が来ているところですが、その辺の北の波を遡ると、ポイント3ぐらいまで北へ波を追うことができる。それより北では、やや東寄りの成分、つまり北東の風による波であることがわかります。

また、スペクトルのピークの位置がだんだん外側に寄っているということで、うねりとして発達してきていることがわかります。これを見ますと、大体うねりのソース、種が1日ぐらい前にかけて出来ていることがわかります。

もう1つ、比較的顕著でありました1月25日の事例もお見せします。それが22ページで、こちらのほうは波もそれほど高くなかったんですが、ポイントの、特に3、4、5、6と赤丸で書いたところを見るとわかりますが、途中が初めの事例で言うと、かなり西寄りの風だったということで、スペクトルも西の成分が強くなっております。ということで、かなり西のほうに波のエネルギーが寄っておりますが、それでも北の成分もある程度発達してきまして、最終的にそれが25日の3時ぐらいにたどり着いています。このように日本海を伝わってくる波については、エネルギースペクトルを見てきますと、何とか位相の変化を追うことが可能であろうと考えております。

次の事例は、残念ながら余りよくなかった例です。23ページですが、これは実は日本海の北部から発達した波ではありませんで、日本海の中中部で発達しております。十分波が発達しなかったということもあり、もともと波高も大きくならなかったところもあります。あとは数値モデルでも強風のタイミングも予想がちょっとずれておりまして、十分な推算がなされておりません。実際に業務的にこれらを参考にして情報を出しますと、このような外れた事例も十分踏まえて判断しないといけなくなりますので、あえて出しておきました。

次の事例は、1つだけですが、周期が長くなったけれども波高が高くならなかった事例のものです。これを見ると、1月25日に似通っております。例えば3、4、5、6のポイントのスペクトルを見ますと、波は主に西のほうから来ている。北西から伝播してきております。また、周期もそれほど長くなっていません。

ただし、このように北のほうからずっと伝播を追ってこれるということで、ある程度周期が長くなるものについては、日本海全体で北海道のほうからスペクトルを追うことによって、発生のタイミング、可能性をある程度認識できるのではないかと考えられます。

これらの知見を踏まえまして、より使いやすい形を現在試みております。

26 ページに飛びますが、寄り回り波判定のための指標づくりに現在かかっております。1つの方法は、いろいろ計算した結果、富山に入り込むエネルギーは湾口のところの成分のうち、350 度からせいぜい 60 度までをとればほぼ十分であることがわかりました。先ほどの波高は湾口部の全方位のエネルギーを積分して出しておりますが、それを 350 度から 60 度までとったものを、仮にHwのモディファイということで、Hwmod というものにして一緒に並べております。

これを見ますと、例えば 10 月 21 日とか、あるいは 12 月 31 日のときとか、単純に湾口の波高をとりますと、赤線のように、実際の富山の波高に比べて過大評価になってくるところが、緑線のようになって、過大評価を防ぐことができる。ただし、波高だけですと、富山の 2 月 24 日みたいな事例ですと、規模までは評価できないので、もうちょっと周期も一緒に評価できないかと考えて、インデックスみたいなものを仮につくっております。これは波高と周期の積で、1つの波の体積なりフラックスみたいなものでしょうか、そういう次元のものを計算しますと、周期が長くて波高の長いものが顕著に際立ってきます。

2 月 24 日の図だけスケールが特別大きくなっているんですが、この例のように非常に大きい波の場合は、そういう可能性を検出することも可能になってくるということです。

推定精度の統計結果を、今回の半年間の事例について出しているのが 27 ページのものです。これだけではまだ完全にできるものではありませんが、単純に富山湾の湾口部の波高だけでなく、もうちょっと方向性を考えたり周期を考えることによって、そこそこの推算精度を期待できると考えております。この辺をもうちょっと改良しながら、実際に寄り回り波を判別するようにできないだろうかというように考えております。

寄り回り波の判別のイメージとして、簡単にまとめたのが 28 ページです。北海道西方海上で高波が発生して、従来はこれがうねりとして伝播してきますよ、という説明が多かったのですが、今回強風の影響もあり得るということで、この辺のところについても評価したい。現在、波浪警報等は、項目が波高だけですと、どうしても波高に頼った予警、注意警報になりましたが、今回のことも踏まえまして、周期、波向というか、より原点で波浪スペクトルなどを使いながら、寄り回り波の危険性、あるいは規模などについて判断できないかと考えております。

具体的にどういうふうに変えようかというところは 29 ページに書いております。実は現在も、明らかに寄り回り波が来るだろうというときには、うねり（寄り回り波）注意と

というような付加的な情報を出すようになっております。ところが、今までの知見に基づく判断では、今回のように風が強いときなど、風浪なのか寄り回り波なのか判断に苦しむ事例もあります。したがって、そういうときでも、これは非常に周期が長いとか危険ですよというところを判断できるように、いろいろな資料を使いまして、より客観的にそういう情報を出せるようにしたいと考えております。

特に規模に応じて、大きい場合は例えば周期、あるいは必要に応じて波向の補足情報も出させるようにしたいと考えております。今後の計画ですが、こういうふうに考えても、まだ実験レベルの段階ですので、平成 20 年、今度の冬にとりあえず現在の判別方法について、有効性、精度評価、また方法そのものについて検討を行いたいと考えております。その結果を踏まえて、いろいろ改良などを進めながら、これはすぐにできるかどうかわかりませんが、寄り回り波の情報の発表を考えていきたいと考えております。

以上です。

○座長 ありがとうございます。

#### (4) 意見交換

○座長 それでは、気象庁さんのほうから大変包括的な、ある意味で予測とか予警報という観点からは、このWGの知見を生かしたような今後に向けた方向性に関する御説明をいただきましたけれども、これについても御質問、御意見を伺いたいと思います。

○委員D 28 ページの新しく追加される、日本海で強風風浪が発達の下、うねりと波浪の比較というのは何を比較されるんですか。

○委員B 基本的に今回のメカニズムのところの話は、まずうねりのほうがある程度強ければ、そちらのほう为主体的に残って、風浪からエネルギーが入ってうねりが強化されるんですが、もし風が強くて風浪のほうが大きかった場合は、うねりのエネルギーが風浪に流れて、持って行かれてしまうということです。この大小を単純に頭では考えられないものですから、ある程度厳密に非線形のエネルギーのところを計算しないといけないんですが、それについては一応波浪モデルの中で計算しております。ですから、エネルギーの大小ということになります。

○委員A 1つ教えていただきたいんですが、これは追算結果はすごく合っていて素晴らしいと思うんですが、予測するとなると 12 時間後まで風自体を予測しなければいけないと思うんですが、そちらの風の推算精度についてはいかがでしょうか。

○委員B おっしゃるとおりで、今回は一応気象モデルの中で解析値と言われる風をつなげております。実際に業務でやりますと、何時間先という形で予測することになります。1つには風の予測精度ですけれども、もちろん予測時間が先になるに従って落ちてきますが、少なくとも24時間後とか36時間後でしたら、かなり信頼性があります。現実問題として、あしたの天気にはほとんど実用上問題のないという程度には使えております。

もう1つは、波の場合は風よりも慣性が大きいというか、状態を保持しやすいですから、このように時間が継続するものに関しては、風の推算精度の落ちよりも、割と精度を維持することができることになります。今のところ見ておりますと、もちろん3日とか4日先まではできませんが、目先の24時間とかその辺でしたら、ある程度の信頼性を持って業務的に予測を出せると考えております。

もちろん、それで外れているところ、実況とずれる場合もありますので、その辺はそれこそ港湾局さんの波浪計とか、実況をもって補正しながらタイミングを出すという形になると思います。実際に、今の波浪予報もそのような形でやっております。

○座長 今の波浪予報でよく気象情報が出てくるのは、波高分布、何m以上のところはどうなりますという形ですね。さっきの〇〇さんの御質問とも関連するんですが、それはあくまで量ですから比較しやすいんですけれども、今回の知見でわかったことは、それにベクトルが大事だと。北東から来るやつと北西から来るものでは、例えば富山を限ると全然応答が違う、結果が違うわけですね。この28ページの判別のところで、yes、no、うねり>風浪、これスカラーですよ。そうじゃなくてもうちちょっと何かこうスペクトルまでわかっているんだから、実務のほうでもベクトル的な要素を入れるのは難しいものなんではないか。

○委員B おっしゃるとおりで、これはあくまでも定性的なイメージのものです。実際に矢印、つまり不等号が出るということは当然定量的な評価ということになります。その際に単純にうねりと風浪の値だけではなくて、その成分ごと、例えばどちら向きの成分のほうが大きいとか言う比較をするということです。その辺に対しては、計算の上ではきっちりやることにはなりますが、それをイメージの中に表現することができませんでしたので、済みません。

○座長 ありがとうございます。

どうぞ。

○河川局海岸室 モデル上とか情報提供、行政間の話はあるかもしれませんが、それは置



いておいて、この 28 ページでお考えの判別をどういうイメージで考えておられるか、参考に教えていただければと思います。さっき質問があったのは右上、うねり>波浪のところですが、最後、下のところで、寄り回り波の規模の判別というところで、顕著な寄り回り波から小さな波まで、これはメートルということは波高ですよね。

○委員 B はい。

○河川局海岸室 その上に四角のところで、波高・周期・波向、波浪スペクトルによりというのは、恐らく判断する過程ではスペクトルみたいなものを使うんだけど、規模の判別は波高だけでやることを想定してこの図をつくっておられるのか、その関係が私はよくわからなかったもので、もう少し解説をしていただけるとありがたいんですが。

○委員 B 正直にいきますと、今具体的にこれをすぐにということではありませんので、当然もうちょっとリバイズしていくべきところもあります。基本的に波の大小を考えるときに一番手っ取り早い指標が波高であろうということで、まず大きい波のときは注意が必要ということで、とりあえず簡単に判別の目安としては波高を使おうかなと考えております。ただし、波高をよりどころにただけでは信頼性がないものですから、当然その前に周期とか波向も途中で判断資料として使うということです。

○座長 受けて側のほうの御意見も非常に大事なので。

○港湾局海岸・防災課 先ほどの私どもの発表にもありましたけれども、我々が使ったブシネスクというのが非常に細かく予測できますけれども、ちょっとした条件で計算値が違ふということで。そういう意味でこの波高だけでなく、周期とか波向とかをできるだけ精度高く、富山湾に入ってくる波の予測値としていただくことができれば、我々はそれから沿岸域でどういうふうに波形が変形していくかということに非常に有用な情報になるのではないかと実は思っていて聞いておりました。ぜひお願いしたいなと思っております。

1 つだけ非常に素人な質問で申しわけないんですが、これをポイント 1 から並べることによって、北から伝播していく状況がよくわかるということで、それはよくわかったんですけど、24 ページのやつなんかは西成分が卓越しているんですね。西からの風ですよね。そうすると北と南も同じ条件じゃないかと思うんですが、こういう条件のもとでも北から順番に伝播していくようなシミュレーションの結果が得られるというのは、どういう仕組みでこんな形になるのかがよくわからなかったもので教えていただければと思います。

○委員 B 最初のところについては、波の情報の提供等については、多分いろいろできる範囲でできるのではないかと思います。当然防災のために協力等は必要ですので、相談し

ていきたいと考えております。

この見方についてですけれども、その辺のところが一概に言えないところでして、今回のこの事例でいいますと、西のほうの成分も卓越しておりますが、同時に風が余り強くないんです。うねりと風浪はほとんど同じぐらいです。若干風のほうが強いんですが、もっと強いと、完全に北から南に向かうエネルギーは風浪のほうに流れてしまう。ところが、風はそれほど強くないのでエネルギーは比較的風浪のほうに流れますが、うねりとして完全に消えるほどではなかったということです。その辺の風速とか風向とかうねりと風浪のエネルギーの駆け引きというのは、一概に言えないところがやや厄介な話になります。

○座長 どうぞ。

○水産庁整備課 1点だけ教えていただきたいんですが、寄り回り波を今後検討していただけるということなんですが、もう少し広い範囲で波高のほかに、波向の予報みたいなこともあわせて検討していくことはあるんでしょうか。寄り回りというと富山湾中心のイメージかと思いますが、予報の中に、波高のみならず波向情報について何かお考えはあるんでしょうか。

○委員B 現在のところ気象庁としては、波高の情報を発表することになっています。日常の情報で波向等を出すかについては、すぐにできるかどうかというのはまだ難しいと思いますが、実際問題として波浪モデルではスペクトルで計算していますので、一応情報として波向と周期も出しています。気象庁では沿岸波浪図というファックス図を出しておりまして、ホームページのほうから皆さんもごらんになることはできますが、それには各格子ごとの波向と周期のほうも一応載せておりますので、そういうものを御活用いただければいいかなと思っております。よろしいでしょうか。

○座長 ありがとうございます。

非常に議論が盛り上がってきて、これから1時間ぐらiyorうと思っていたら、さっき時計を見たらもう5時でして、収束のほうに向かわなければいけないんですが、でもせっかく貴重な機会ですので、ぜひここは聞いておきたいという部分があれば御発言いただければと思います。

○北陸地方整備局河川部 29 ページで、気象庁で計算されたような結果は、例えば行政機関内部にはリアルタイムでデータをいただくことは将来可能なものなんではないでしょうか。現場を預かる事務所として、そういったところが気になりますので。

○気象庁企画課 まだ技術的な検証みたいな段階ですので、具体的にその後どういふ

に住民の方に情報を出していくか、あるいは行政内部で情報をお渡ししていくかというのは、具体的には今後、皆さんはどういう情報が欲しいのかということも含めて、調整させていただいてやらせていただければと思っております。今後また御相談ということで考えていただければと思います。

○委員A このモデルは多分現在の波浪モデルにプラスアルファしたものだと思うんですが、全国使えると思うんですが、将来的には今の波浪の計算のルーチン、波浪計算、推算モデルを新しいモデルに切り替えていただけるわけですか。

○委員B このモデルは、中身の物理過程は現在業務運用しているものです。解像度の粗いものは地球規模（全球）でやっております。日本付近については0.05度ということで、今回は日本海だけを抜きましたが、基本的には日本の海域全部を既に覆った形で業務運用しております。

○委員A 既に全国これでやられているんですか。

○委員B この解像度のものが動いております。

○委員A プログラムもですか。

○委員B そうです。

○気象庁企画課 モデルとか計算方法は今までと同じなんですけど、それに加えて、今まで例えば予報の担当者が見てなかったそういうスペクトルを分析するデータを今回新たに、どういうスペクトルだったらどうなのかということをこの半年かけて一生懸命分析して、それを今度は予報に使っていかうということが今回新たに加わったことです。今まではこの計算、シミュレーションの過程で、当然スペクトル計算をしていたんですが、それは実際には寄り回り波の峻別というか、判定のためには使っていなかった。それはスペクトルと寄り回り波はどういう関係があるのか、まだ十分わかってなかったということです。だから、新しいモデルをつくったということではないんですが、新たな情報を用いて、寄り回り波予報みたいなものができないかということを今回トライしているということです。

○座長 ありがとうございます。

どうぞ。

○委員C 1つだけお聞きしたいんですが、現在のモデルと、これからなのかよくわからないんですけど、波浪観測データ等のつながりは今の段階では独立していて、今後そういった現地観測のデータをうまく使いながらモデルに使われていくんですか。

○委員B 現時点では波浪モデルは、初期値づくりということに関しては風からつくる、

いわゆるハイドキャストを用いてます。一応現在うちのほうでもデータ同化の開発計画はありまして、そちらで実況も参照しながら精度を高めようという計画で進んでおります。

○委員C 現在は完全に同化したり、何かいろいろ観測値でもって修正を加えるとか、そういうことはされていないということですね。

○委員B 現在はしておりません。

○委員C わかりました。

○座長 まだあろうかと思いますが、今の話は多分気象庁さんのほうからいろいろな情報、一般的に出すかどうかは別にして、専門的な情報が欲しい立場に出せるものはきっとあるだろうし、また逆にデータをお持ちの各機関があるわけで、その情報を今出しましたけれども、モデルをさらに精度よくするために提供することもあり得る。そういう場としてきつとここのWGをやったという場が活用できるのではないかと思います。

実は私は千葉沖で漁船の事故があったときに、早速この場を活用させていただいて、○○さんから非常に詳細なデータを送っていただいて、瞬間的に理解するのに非常に役立てました。そういう場として活用できると思います。

きょうは私の不手際で十分議論する時間がとれませんでしたけれども、面々はわかっているんで、いろいろな場を通じて、この資料を使ってさらに議論を深めていただければと思います。最後に一言だけというか、今後に向けて方向についてコメントいただける方があればいただければと思います。

私の理解としては、今回の波浪というのは非常にレアな、まれなケースである。この前のケースをひも解くと、これだけの規模で起きたのは、少なくとも38年とか40年前ですね。地元の方に聞くと、またその40年前にもあったらしいというから、少なくとも数十年規模で起きた現象で。ただ、前と違うのは、データをとれる環境が今回は整っていたということです。各機関でとれたし、またそれを分析する技術もあったということで、そういう意味では非常にまれな現象をうまく捉えられた成功例だと私は思っております。

さらに、それをデータをとって特定のミッションだけで分析を終わりにするのではなくて、こういう場を使えばいろいろな面で絞り尽くせますし、恐らく解決できたことばかりではなくて、今後に残ったところは必ずあるわけで、それを研究にも生かせるようになったという面もあると思います。

実は学会のほうでも今回の事例については独自の調査もやっていますし、たまたまです。が今回11月に富山で海岸工学講演会をやりまして、その際には今後の研究動向、方向に

ついてシンポジウム等も企画しています。そういう意味ではこの場を通じて、いろいろなステージはあると思いますが、1つは予測、それから、それを実務というか一般的に出すという意味で言うと予報であり警報である。もうちょっと沿岸に来ると各施設の応答みたいな話ですね。そういうステージもあるし、もうちょっと人のほうに行くと、陸上に行くと、それを受けて防災にどういうふうに生かすか、あるいは減災と言ってもいいのかもしれませんが、各ステージがあって、恐らくそれぞれが培ってきた技術で対応できる部分と、それをもうちょっと横串を通して検討しなければいけない部分があって、恐らく横串を太くするのにこのWGは非常に役立ったのではないかと私は理解しております。

私はそういう意味では非常に整理した情報を聞かせていただくだけで、勝手なことを言わせていただいて、情報を出していただいて、ディスカッションの材料を提供していただいた方々に感謝申し上げたいと思っております。

どなたか今後の方向について、恐らくこちら側からと、ひょっとすると行政側からもコメントいただけるようでしたら、コメントをいただきたいと思います。

○水産庁防災漁村課 私どものほうから簡単にコメントさせていただきます。

まずはお礼申し上げたいことがございまして、今回こうしたWGができたということで、3回ほど今回を含めていろいろ議論させていただきましたけれども、今回のWGを通じまして、港湾局さん、河川局さん、そして気象庁さんからは非常に貴重な生のデータを提供していただきまして、私どもが実際にやっております技術検討委員会の中でも十分な分析等ができたのかなと思っております、今回この場をおかりしましてお礼を申し上げたいと思います。どうもありがとうございました。

それから、座長さんのほうから3つのフェーズがあるというお話がございましたけれども、予測、予報、警報ということですが、いろいろ体制等の問題もありまして、私ども水産のほうは事業自体が補助事業であり、また市町村とか県がやっているものですから、そういう面については最後の段階の各施設の応答の部分、また地域の防災の面、この辺に我々は皆様方と連携しながら力を入れていきたいと思っております。

特に予測の中では、先ほどお話しさせていただきましたけれども、今回の新潟では予想しない方向から波が来たというのがございました。漁業者というのは海のことを非常によく知っているんですけれども、今回初めてああいうのを経験したということがございます。ですから、数時間前でもいいですから、その波向も含めて何か情報があれば非常に高い確率で減災なり防災ができたのではないかと考えておりますので、今後の技術開発に期待し

ているところでございます。ありがとうございます。

○座長 ありがとうございます。

どなたか。

○港湾局海岸・防災課 港湾局でございます。

私どももまずこのWGの場で、先生方あるいは各省庁の皆様からいろいろなデータをいただき、また討論させていただきまして、非常に成果があったと思っております。ありがとうございました。

今回の私どもの委員会、あるいはWGを総括して述べさせていただきますけれども、まず私どもが今回設置しました対策検討技術委員会では、被災メカニズムの解明が主要なテーマであったわけございまして、それには浅海域、沿岸域まで深く複雑な海底地形が続いているという非常に特殊な状況を持つ富山湾での沿岸域における長周期の波の変形をどうやって再現していくか、その辺が成功するかというのがポイントだったわけですが、そういう意味で委員会のほうでは、ブシネスク式という非線形性を考慮して波の挙動をシミュレーション計算する手法を用いて、この伏木富山港の北防波堤で数十メートル間隔で大きく波が変化したわけでございます。そういった最大波高の違いを再現することができたというのがよかったのではないかと。この違いが実は複雑な海底地形などの影響を考慮した結果であったわけですが、これが再現できて、きめの細かい復旧断面の検討が可能になったということでもあります。

もちろん先ほども御指摘がありましたけれども、波の周期、波の向き、海底の地形データの詳細なものとか、また計算時間が長くなるという課題もありますが、これらの条件が整うと沿岸域での波の変形計算に一つこのブシネスクは有効ではないかということが確認できたことは、それは一つ我々検討を通じて得られた大きな成果だったのではないかと思っておりますし、今後の港湾工事とか設計に際して役立てていけるのではないかと考えております。

また、その委員会で高波予測の必要性、きょうも議論になりましたが、我々の委員会でも実はこれは指摘されたわけでございます。予測を行うということには、より精度の高い予測技術を開発するという段階と、その結果を用いていくという段階があると思いますが、この港湾局、私どもでは結果を用いるのは、港湾工事の実施のためという限界があるのが現状でございます。当面はブシネスク式をベースに、より精度の高い予測技術の開発に取り組んでいきたいと考えております。

また、このWGの成果として、先ほど御紹介いただいた気象庁さんの富山湾に入ってくる波の予報の精緻化という話がございました。先ほども申しましたけれども、こういったものがもしも出てまいりますれば、私どもとしてもこれを利用させていただいて。例えば1時間ごと、3時間ごと、6時間ごとの沖波の予測値から沿岸域での波の変形を予測するという形で、いわば港湾工事の安全確保にも活用していけるのではないかと考えております。また、それに対する協力という意味では、従来から気象庁さんに対してナウファスデータの提供などの協力をしておりますし、これからも協力させていただきたいと考えております。

いずれにしても、こういった委員会やWGで得られた知見については、できるだけいろいろな方面でお役に立てていただければ幸いであると考えている次第でございます。

以上です。

○河川局海岸室 まず最初に、今回このWGの中で皆さんのいろいろな情報を共有できたこと、あるいはメカニズムを通していろいろな知見を教えてくださいましたこと、お礼を申し上げたいと思います。

今後どうするかということでございますが、私どもの考えの大部分については先ほど資料で御説明した中間取りまとめの中になんか記載されていますので、それに沿ってこれから対応していくわけですが、とりわけハードなところは別として、我々としても問題意識が高いところとして、水防活動をどうしていくか、あるいは住民の方の避難等に対してどういう対応をしていくかというのは非常に大事な課題だと思っております。

そうなったときに非常に大事なことは、情報をどう共有化していくか。これは行政機関の中での情報の共有化もありますし、あるいは国民、住民の方にどういうふうに情報を共有していくかというのが非常に大事だろうということ。それから、予測技術をどう高めていくかということも非常に大事な課題であろうかと思います。

これまでも、私どもも気象庁さん初め各部局といろいろ連携を図りながらやってきているところではあるんですが、今回こういうWGが開かれたことを機に具体的にどういうやり方でどんなものを対象にやっていくかは、それぞれで御相談しながらということかと思えますけれども、こういったWGで得られた知見等、また皆さんと御協力しながらいろいろな施策を進めていければと思いますので、今後ともよろしくお願いいたします。

以上です。

○気象庁企画課 気象庁でございます。

私どものほうも、ナウファスを初めとしていろいろなデータを各部局の皆さんからいただいたり、いろいろなお知恵もいただいて、この半年検討して、ほとんどこちらでやったんですが、メカニズムが大分解明できたのではないかと考えております。具体的には高波のタイミングや海の伝播というところが、きょうお見せしたデータのように、かなりの精度で再現できるようになったのではないかとということでございます。

先ほども申しましたので繰り返しませんが、新たにスペクトルを見ていくことに着目するとによってうねりが強化していく過程がわかって、それを利用すれば寄り回り波というのがある程度、今までもやっているんですが、より精度を高めた予警報につなげることができるのではないかとということで、その可能性が見えてきたと考えております。

寄り回り波というのは、ある程度時間が稼げるものでございますので、精度の高い予報を出せば被害は抑えられるのではないかと思います。そういう特性を考えれば、これをしていけば非常に効果が出る情報、予警報になると思っていますので、気象庁としてもこれを重点的にやっていきたいと考えております。

そのためには、気象庁のつくる情報は皆さんの協力でいただく入り口の情報と、あと気象庁から出した情報を沿岸の浅海変形など被害が実際に生ずるところでどういうふうに使っていくかという、入り口と出口のところどこにお集まりの皆さんの協力を得ないと出しても余り意味のない情報になってしまいますので、これからも協力いただきながら、まだまだ十分な精度になっていないところもありますので、今後検証等この冬進めさせていただいてよりいいものにしていきたいということで、引き続き協力方、御指導方お願いしたいと思います。ありがとうございます。

○座長 どうぞ。

○委員A ちょっとお願いなんですけれども、先ほども出てきたナウファスの波浪観測データなんですが、もともとこれは港湾工事のお金でつけているものでございまして、本来の使用目的は港湾工事の安全監視でございます。私たちも残念なことなんです、既に留萌とか瀬棚というのは維持管理が大変難しくなっておりまして、せっかくこういうふういろいろな活用していただけるにもかかわらず、片や皆さん御承知のように予算削減の今日、特に北のほうの工事のないところでの波高計の維持管理は非常に難しい状況です。

私が言うべきことではないと思うんですが、寄り回り波といっても似たような波は全国これからどんどん発生しますので、今後もこういう観測とか、さらにデータ同化のためにも波浪観測は当然続けなければいけないし、重要性は高まっております。港湾局だけでは



なかなか維持できない状況ですので、ぜひ皆さんから御支援いただきまして、先ほどのモデル開発についてもなかなか費用も出ない状況でございますので、皆さんからさらに重要だということを御指摘いただければ、私たちも頑張っていきたいと思います。

寄り回り波は今回は特殊だと言われるんですが、似たような波はいろいろなところで起きていまして、毎年、〇〇先生とお会いするというのは、多分どこでも周期の長い波の被害が今後起きていると思います。富山で40年に1回でも、多分来年また別のところで恐らく、この10月以降起きると思いますので、今後とも皆さんのほうからぜひ御支援等いただきまして、私たちもできるだけプログラム等は公開といいますか、すべて出していきたいと思いますので、よろしく御指導のほどお願いいたします。

○座長 言いたかったことを言っていただきまして、大変ありがとうございます。

また、ほかの委員の方にも感想をお聞きしたいんですが、時間を大分超過しておりますので、本日の議事はここまでにさせていただきます、事務局のほうにお返しいたします。

○水産庁防災漁村課 ○〇座長、どうもありがとうございました。

長時間にわたりまして、本日、出席の方々から活発な御議論をいただきましてお礼を申し上げます。

実は本日は記者の方と、それから会場にも多くの方々が非常に関心を持って来られております。一たんこの会を閉会させていただきます、その後少しばかり時間を設けますので、資料について確認したいこととかいろいろあると思いますので、済みませんが、もうしばらくおつき合いいただければと思います。

それでは、これもちまして本日の第3回WGを終了させていただきます。どうもありがとうございました。

閉 会