

# 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

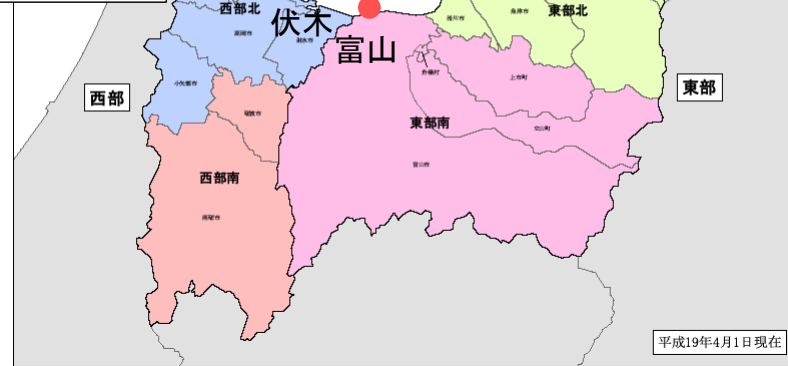
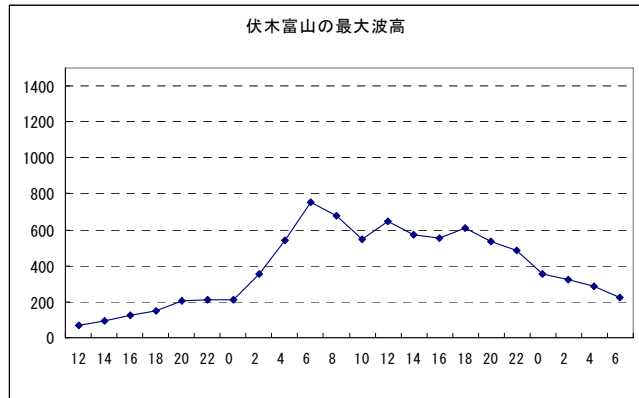
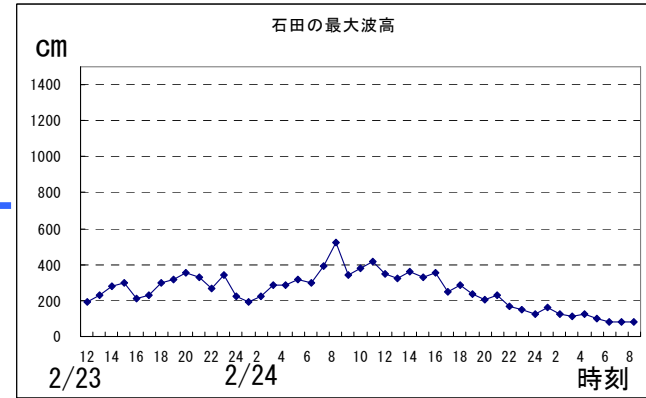
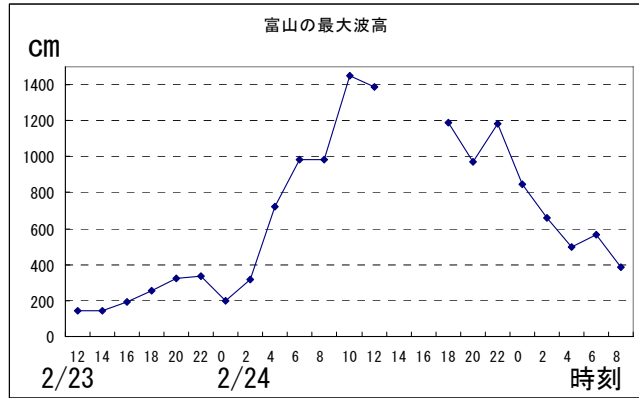
## ■ 高波の状況

- 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。



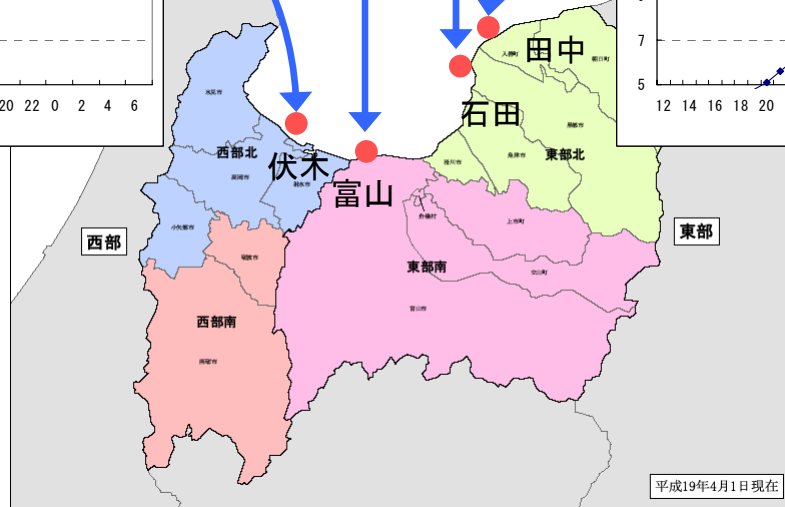
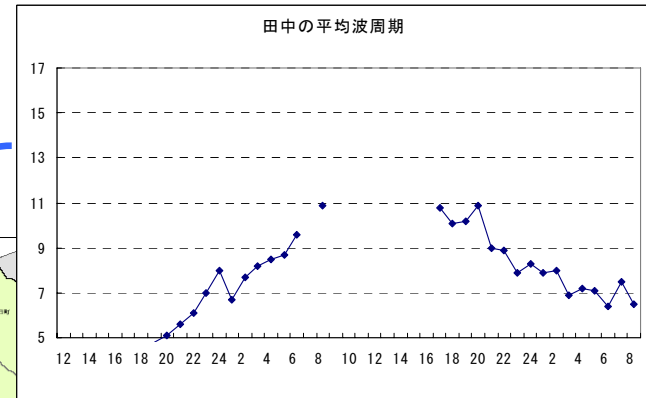
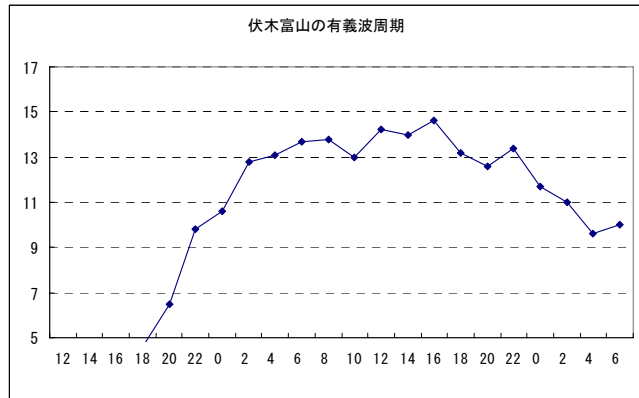
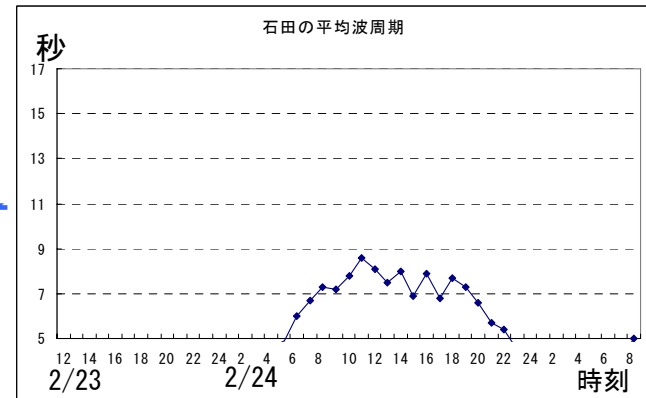
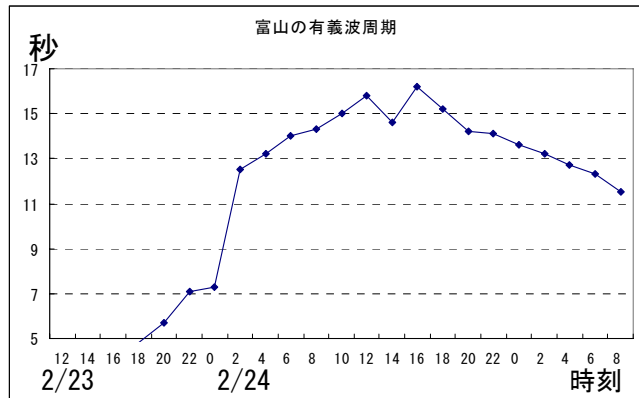
波浪計 (●印) の水深

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

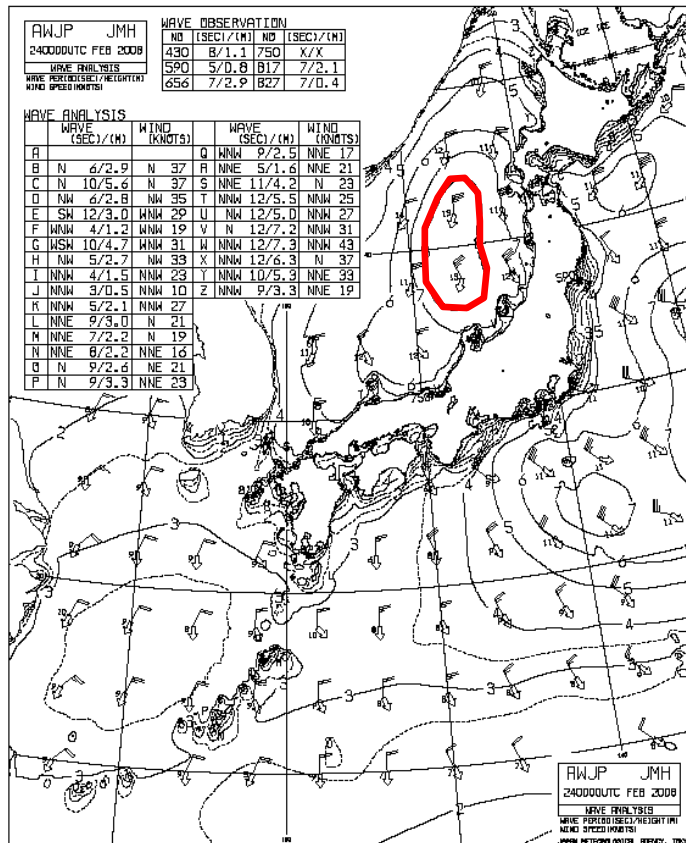
高波の周期は、最大で15秒前後と長い状態であった（下図の富山、伏木富山）。



## 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）

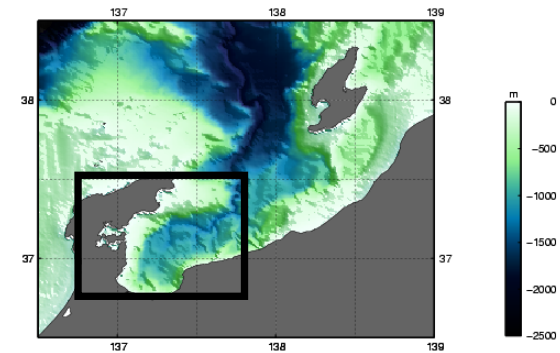
2008年2月24日09時（日本時間）

# ■ 高波のメカニズム

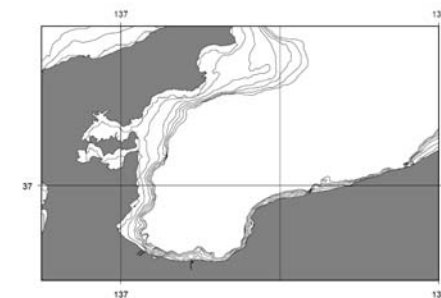
- 富山湾の地形と波浪の特徴
- 寄り回り波
- 寄り回り波の過去事例
- 富山湾の波浪状況の時系列  
(風と地形による波浪分布の推移)
- 東経 $137.3^{\circ}$  における1次元スペクトルの推移
- 地点と時刻による波浪スペクトルの違い

# 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ふ、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

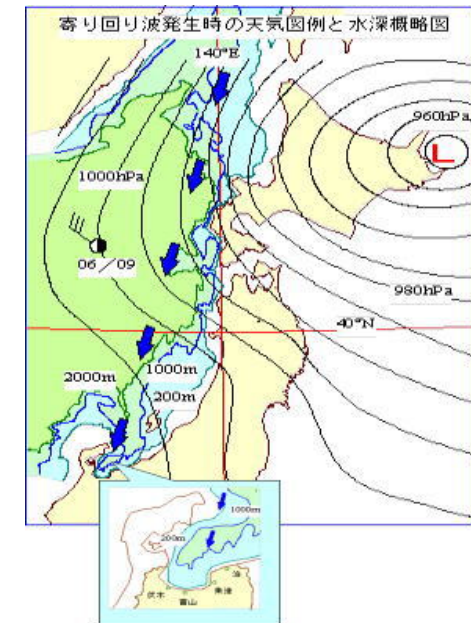


等値線は水深50m毎



# 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

（富山地方气象台）

# 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

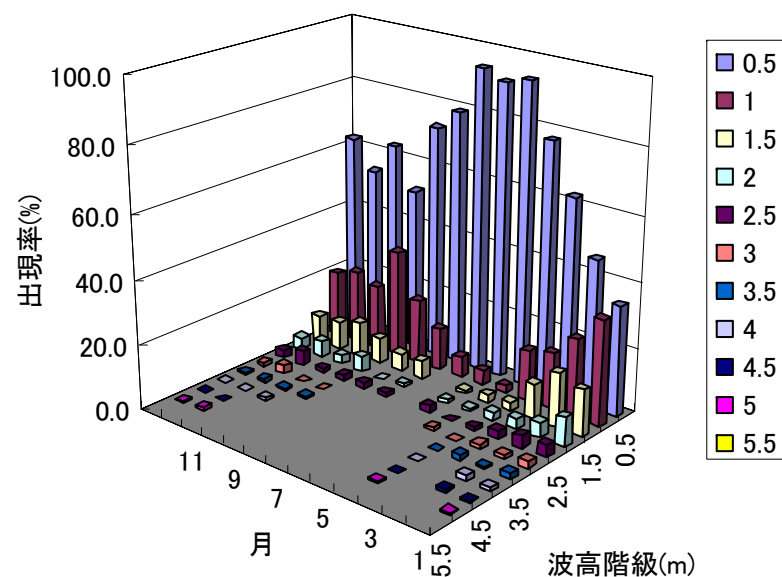
（年に1回くらい高波）

・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）

田中海岸月別波高出現率



富山地方気象台(1971)

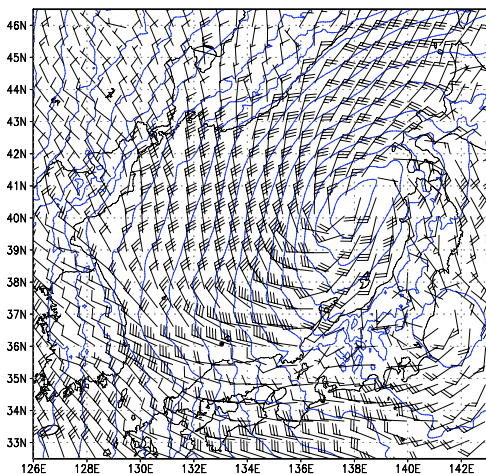
統計期間: 1959～1968年

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

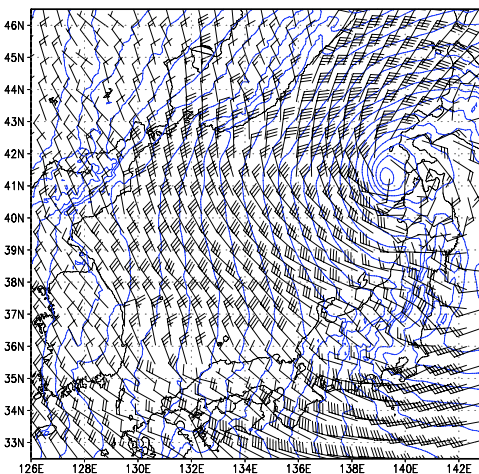
# 低気圧の概況

## Weather condition

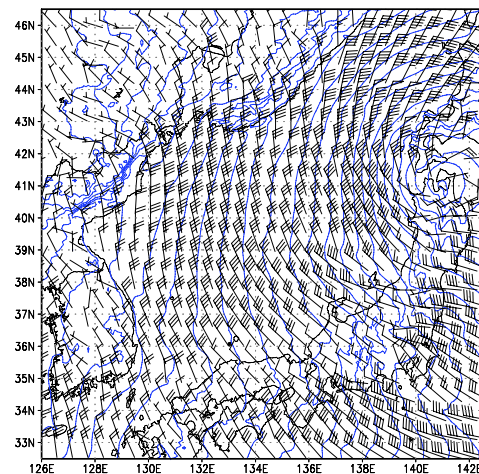
time :2008/02/23/09(JST)



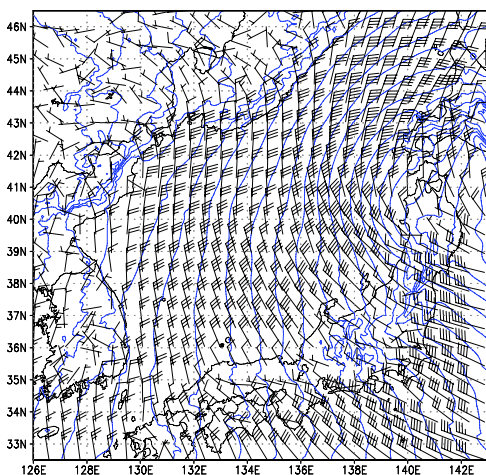
time :2008/02/23/15(JST)



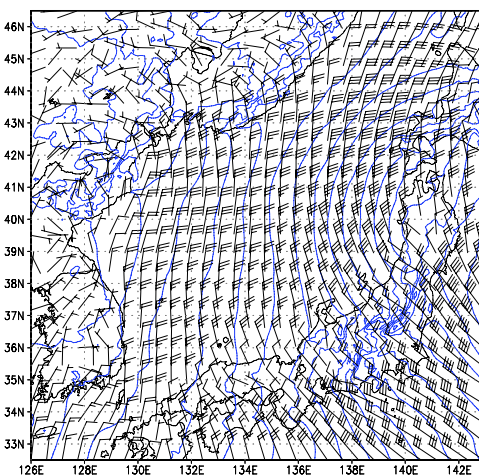
time :2008/02/23/21(JST)



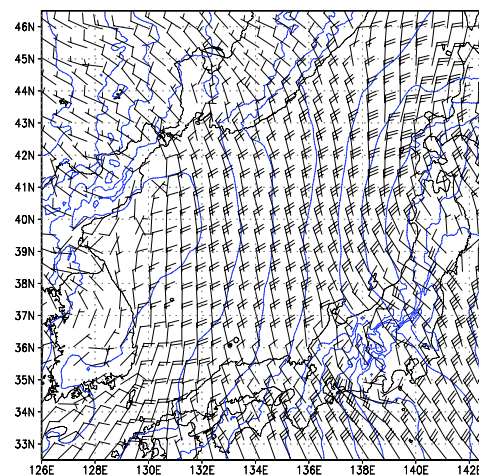
time :2008/02/24/03(JST)



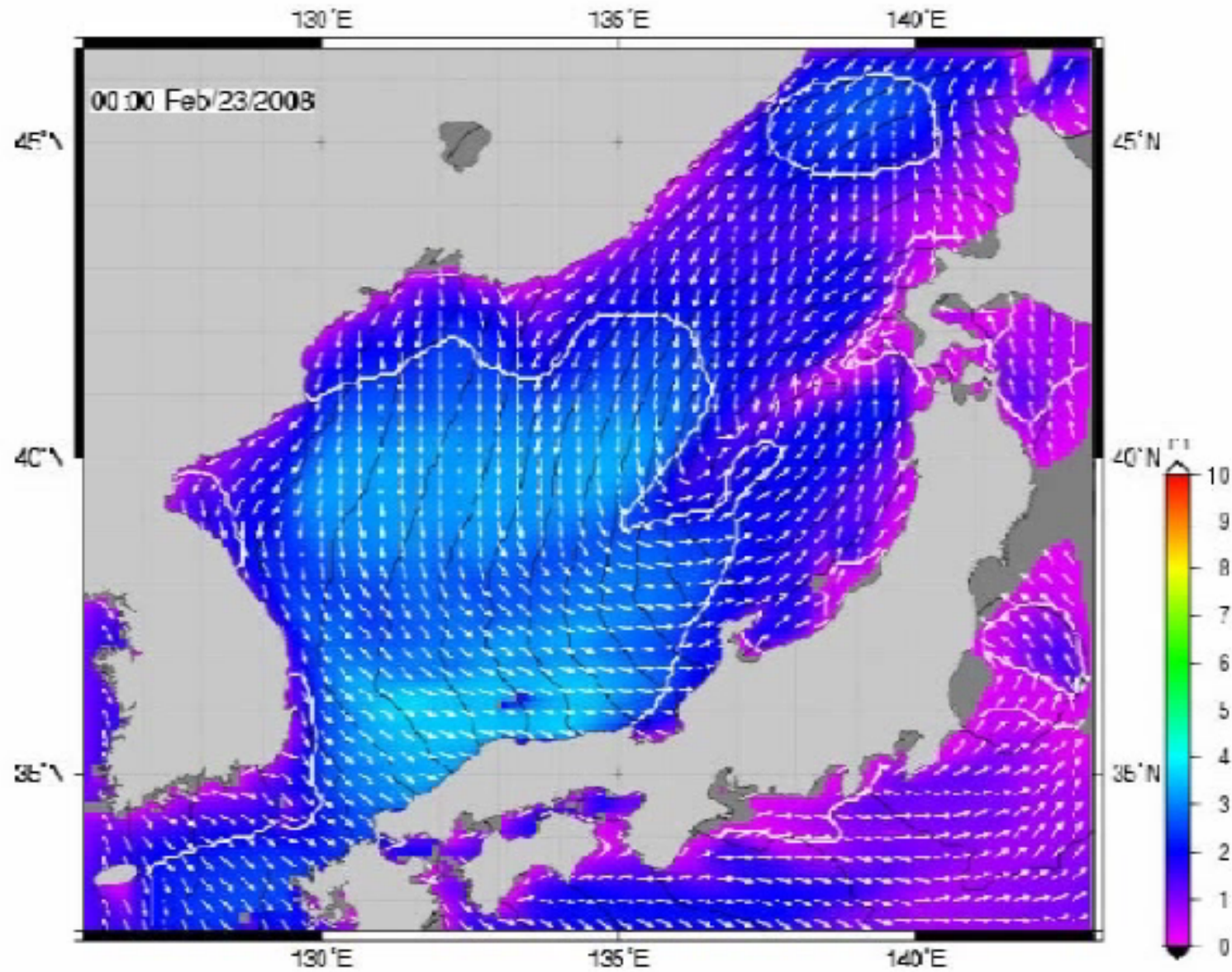
time :2008/02/24/09(JST)



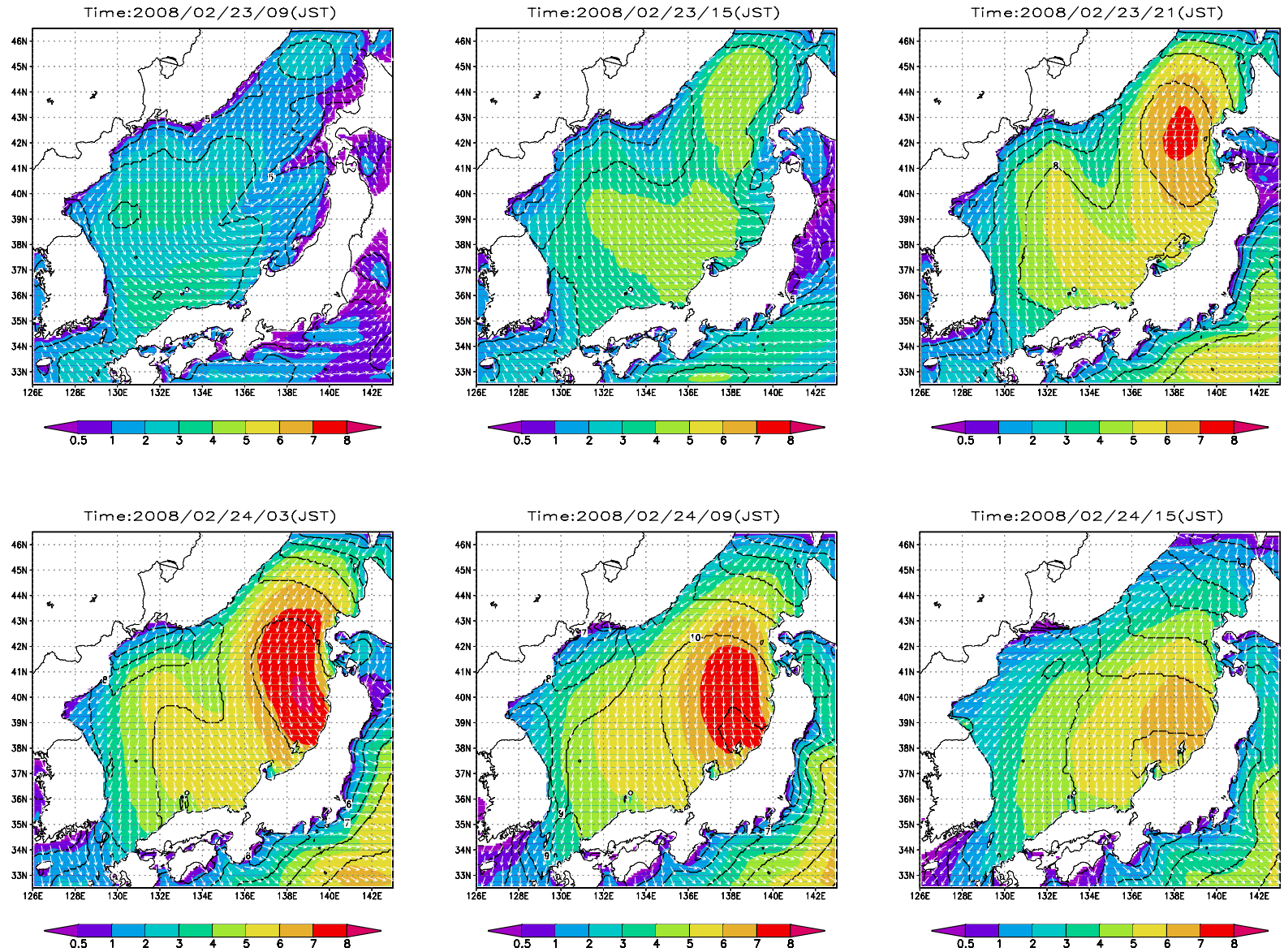
time :2008/02/24/15(JST)



# 波浪分布の動画



# 波浪状況の時系列(日本海)

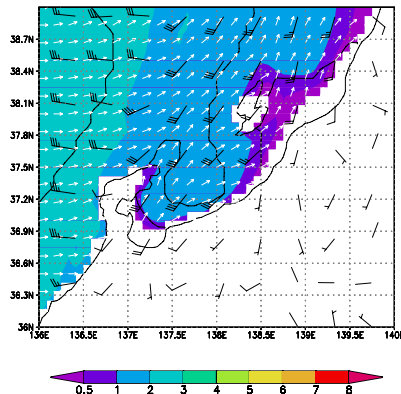


色塗:波高 黒線:周期 矢印:波向

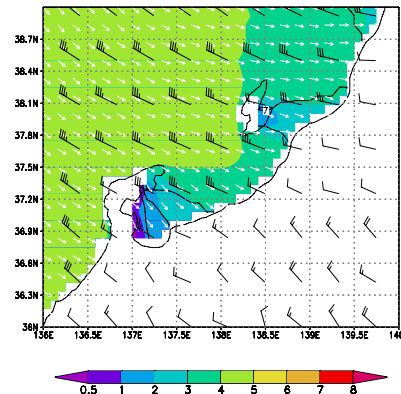
# 富山湾の波浪状況の時系列

(風と地形による波浪分布の推移)

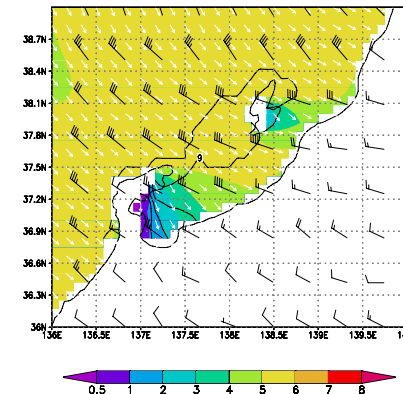
2008年2月23日09時



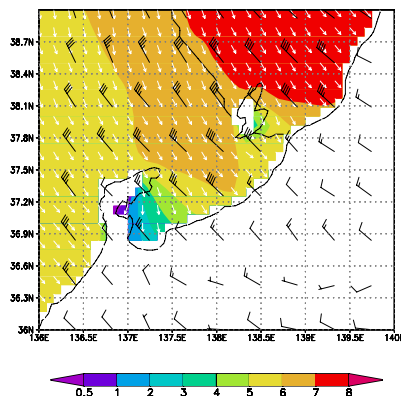
2008年2月23日15時



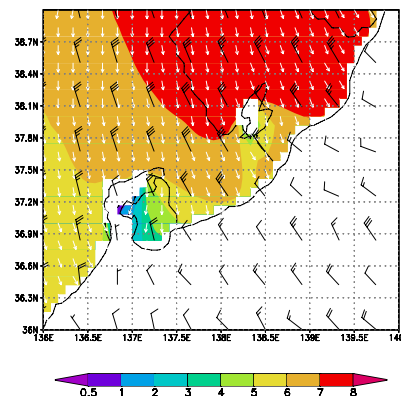
2008年2月23日21時



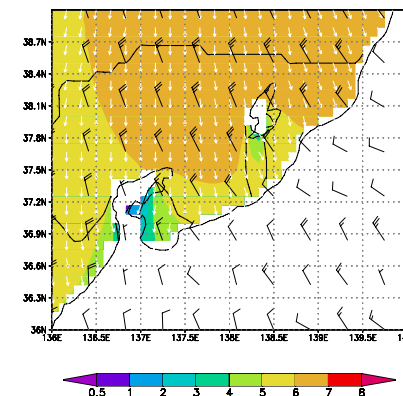
2008年2月24日03時



2008年2月24日09時



2008年2月24日15時

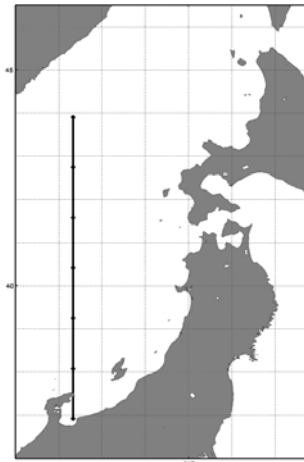
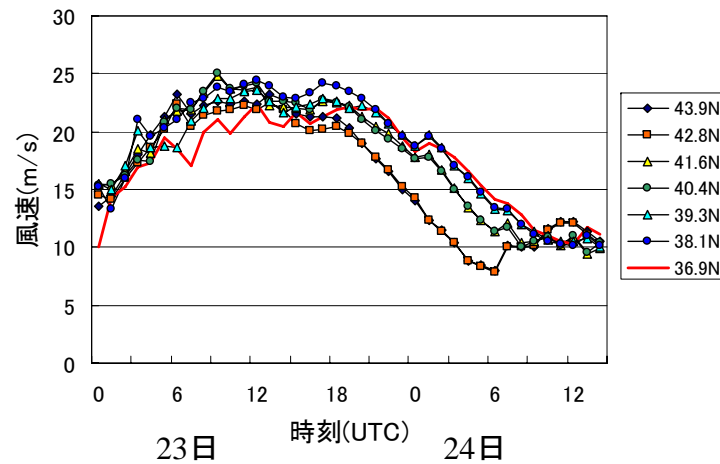
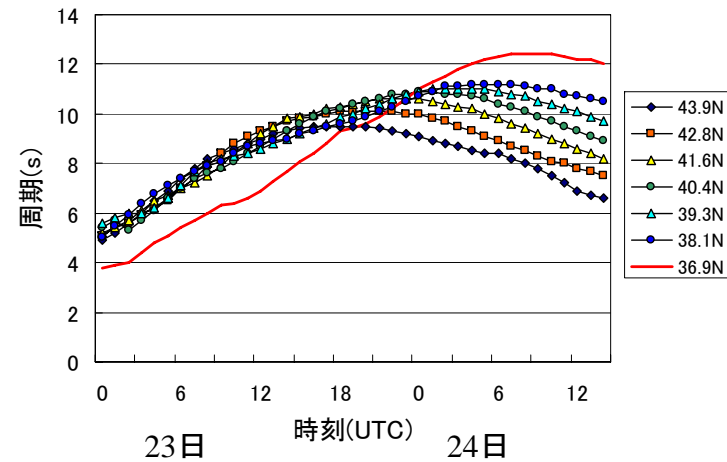
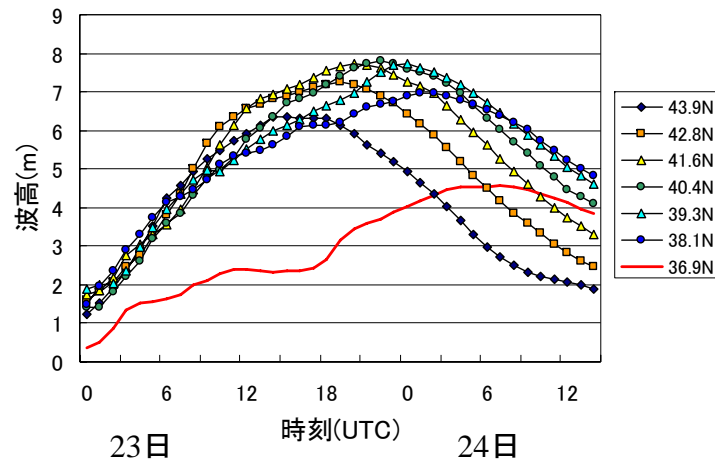


## ■ 計算結果の概況

- ・ 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)

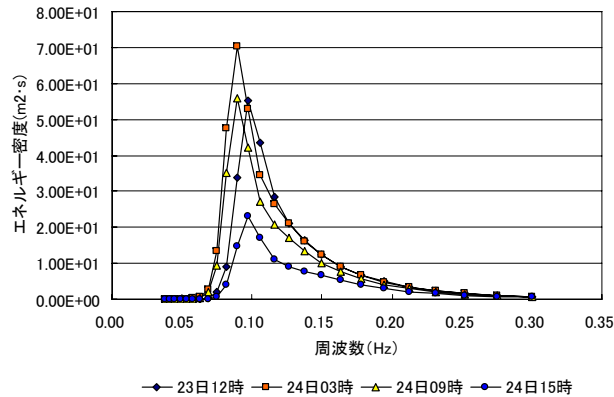
# 137.3Eにおける波浪時系列 (2008年2月23日09~24日15JST)



- 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

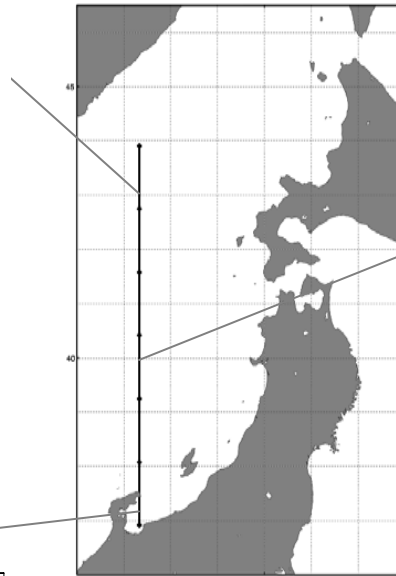
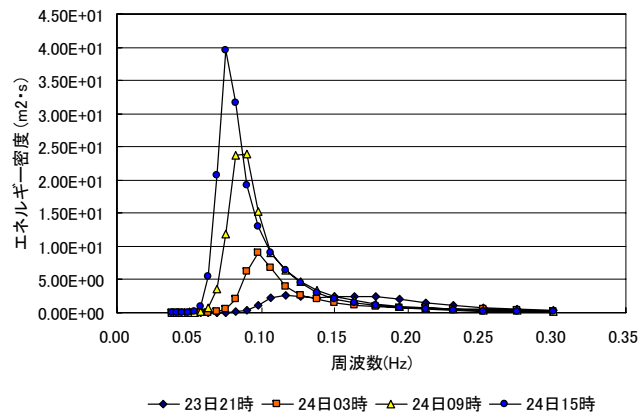
# 東経137.3° における1次元スペクトルの推移

ピーク周波数とスペクトル形状で見る発達の違い)



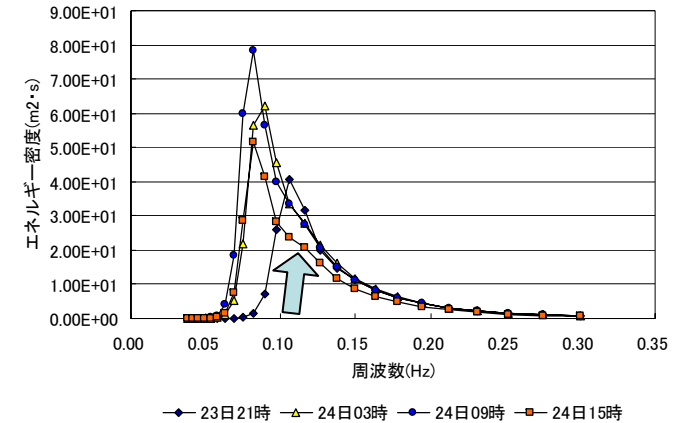
## 風浪のみの発達と減衰

(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)



## 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)



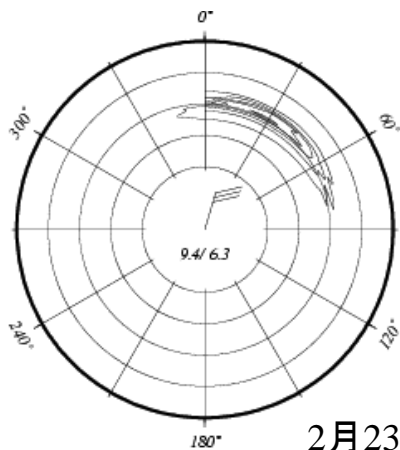
## うねりと風浪のエネルギーによる発達

(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)



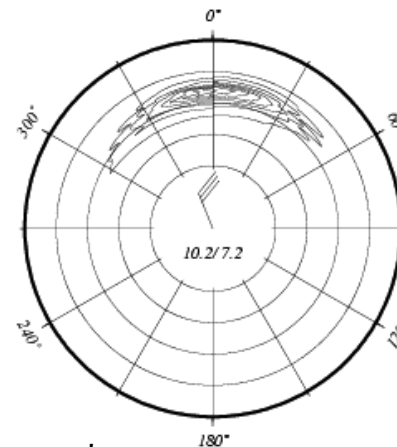
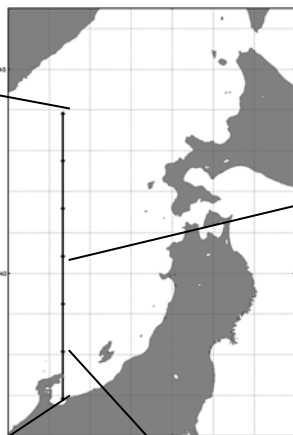
# 地点と時刻による波浪スペクトルの違い

(スペクトルの方向分布で見る波浪の特色)



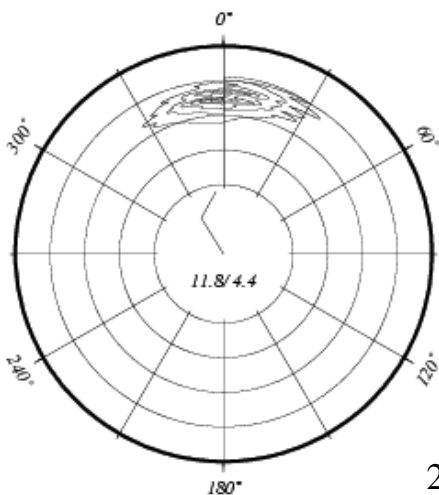
2月23日24時

風浪のみでスペクトルの方向幅が狭い(10度付近に集中)



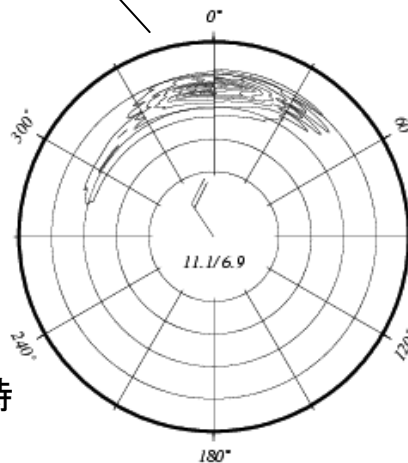
2月24日03時

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( $m^2 \cdot s$ ):コンターは10 ( $m^2 \cdot s$ ) 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

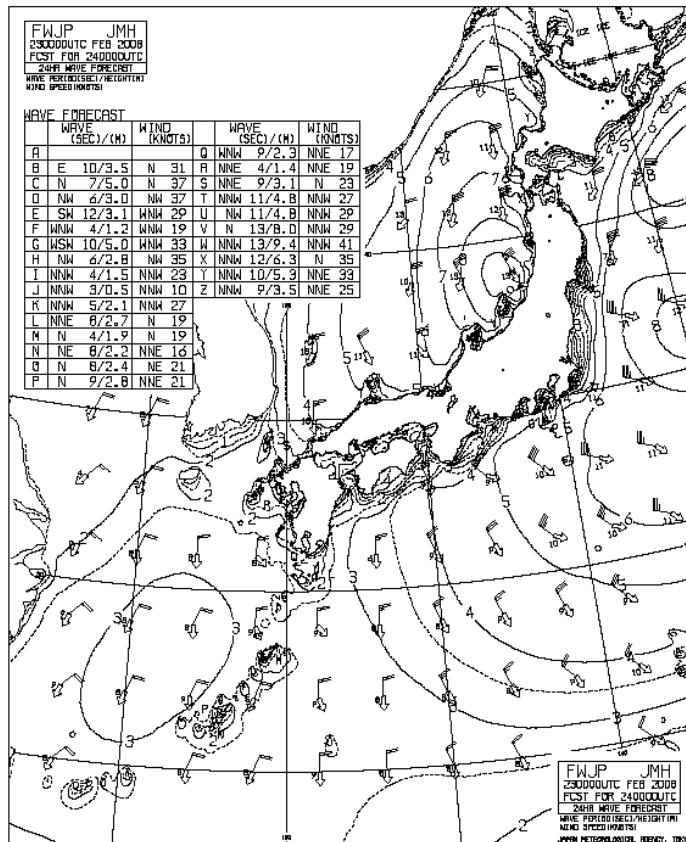
数値:周期(s)/波高(m)

## ■ 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  : 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 23日昼前から24日明け方にかけて 以後も続く 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 ピークは24日明け方 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 24日昼過ぎにかけて 以後も続く ピークは24日明け方 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 ピークは24日昼前 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 24日夕方にかけて 以後も続く ピークは24日昼前 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 ピークは24日昼前 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 24日夜のはじめ頃にかけて 以後も続く ピークは24日昼前 波高 5メートル	
2月24日	04時10分	25日明け方まで ピークは24日昼前 波高 3メートル	25日明け方まで ピークは24日昼前 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。)) 24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 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。))			
2月24日	09時10分	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル	
2月24日	09時10分	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 波高 6メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 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。))			
2月24日	15時38分	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 5メートル	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 6メートル	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 6メートル	
2月25日	07時10分	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル	