

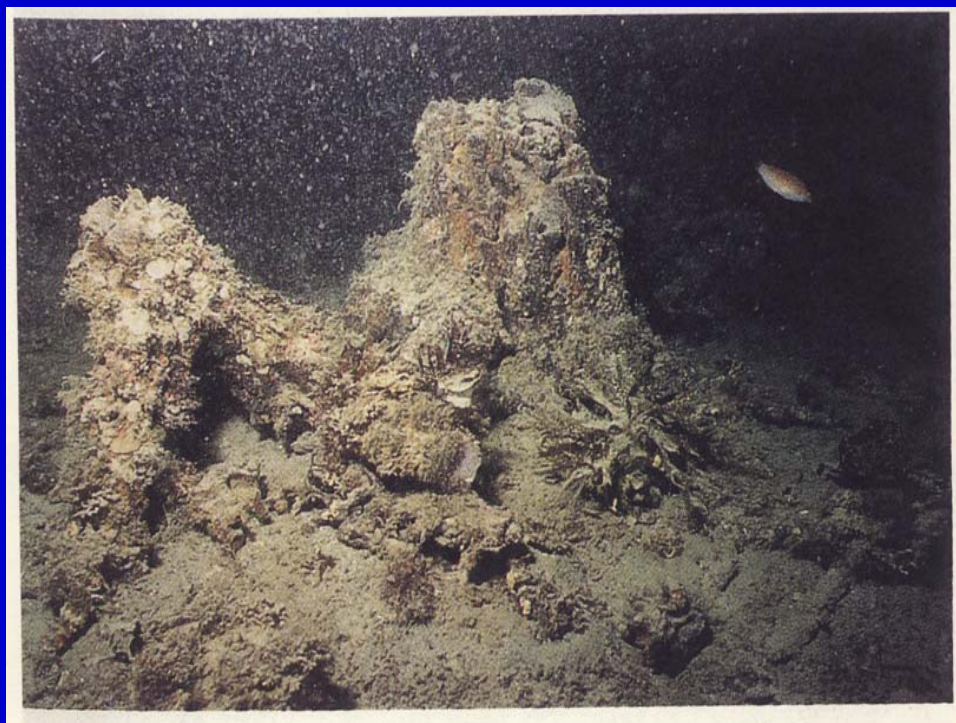
# 寄り回り波による高潮災害

## —地球環境問題への対応—

富山県入善沖、水深40mの海底  
で発見された 1万年前の 世界  
最古の海底埋没林

(土木学会スライドより引用)

(松任沖の海底埋没林DVD有)



平成21年3月7日

サテライトプラザミニ講演

金沢大学大学院教授 石田 啓

# 2008年2月24日の富山湾の寄り回り波による高波災害

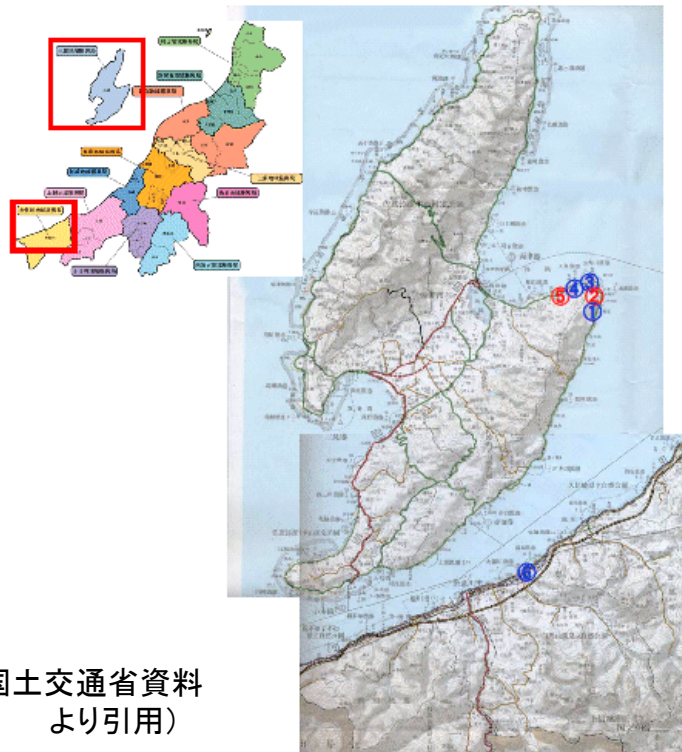
うねり性の長周期波浪  
(38年ぶりの大被害)  
富山湾の既往最大波高を更新  
(波高9.9m, 周期16.2秒)

富山県入善地区  
死者1名, 負傷者15名  
被害総額 33.6億円

# 佐渡における高波災害

新潟県 災害復旧調査予定箇所 (H20.3.6~3.7)

No.	工種	路線・海岸名	位置
①	海岸	両津海岸 水津地区海岸	佐渡市水津地先
②	道路	佐渡一周線	佐渡市水津地先
③	海岸	両津海岸 大川地区海岸	佐渡市大川地先
④	海岸	両津海岸 羽二生地区海岸	佐渡市羽二生地先
⑤	道路	佐渡一周線	佐渡市羽二生地先
⑥	海岸	糸魚川海岸 中宿地区海岸	糸魚川市中宿地先



(国土交通省資料  
より引用)





(写真提供:日本港湾コンサルタント 柏原氏)



# 「寄り回り波」

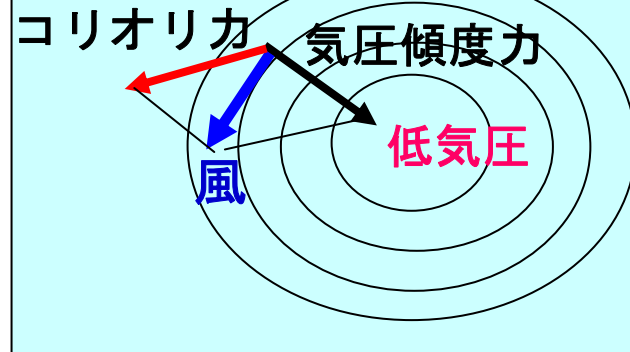
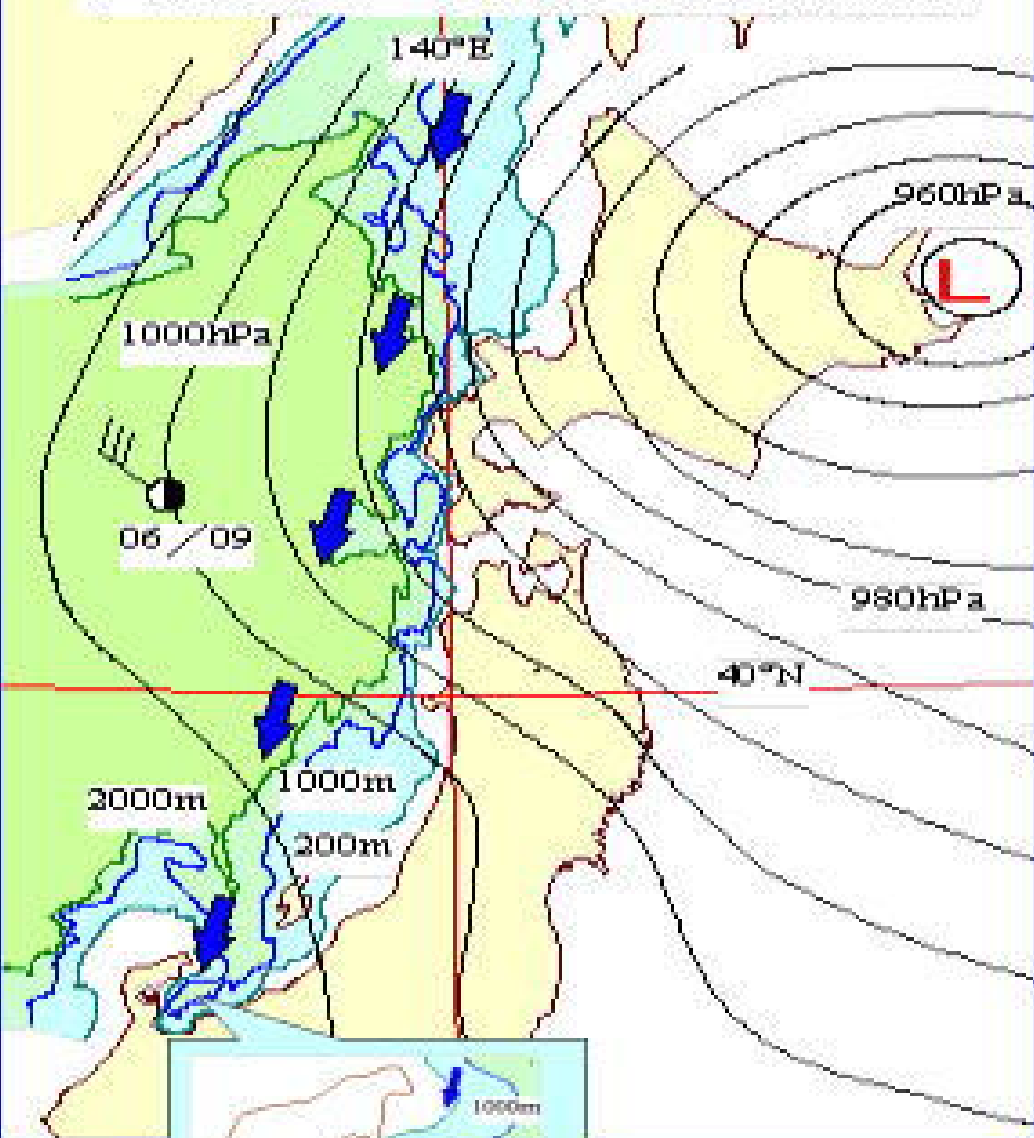
(気象庁ホームページ  
資料引用)



富山湾では、冬の風のない穏やかな日に突然、高い波が襲ってくる  
ことがある。秋から春先の**西高東低**の強い冬型気圧配置の時、**北海道**  
**の西海上**で発生した大きな波が**1日以上かけて富山湾**に来る。

富山湾は沿岸近くまで深い地形になっているため、波のエネルギーは  
衰えることなく、沿岸までやってきて、浅くなったところで急に高い波と  
なって襲いかかって来る。沿岸各地で波が到着する時間にいくらか差  
が生じ、寄って回るように押し寄せることから、**寄り回り波**と呼ばれる。

# 寄り回り波発生時の天気図例と水深概略図



- ・地球温暖化
- ・海面水の蒸発が促進
- ・低気圧・台風の大型化・多発化
- ・寄り回り波の発生頻度増加の懸念
- ・予測システムの確立が必要

(気象庁ホームページ  
資料より引用)



# 風波の発生機構

水面上を風が吹くと、

水面を押さえる圧力が不均一

になるため、**波が発生**。

風速が大きい程、**(980hpの低気圧)**

吹送時間が長い程、**(22時間)**

吹送距離が長い程、**(日本海縦断)**

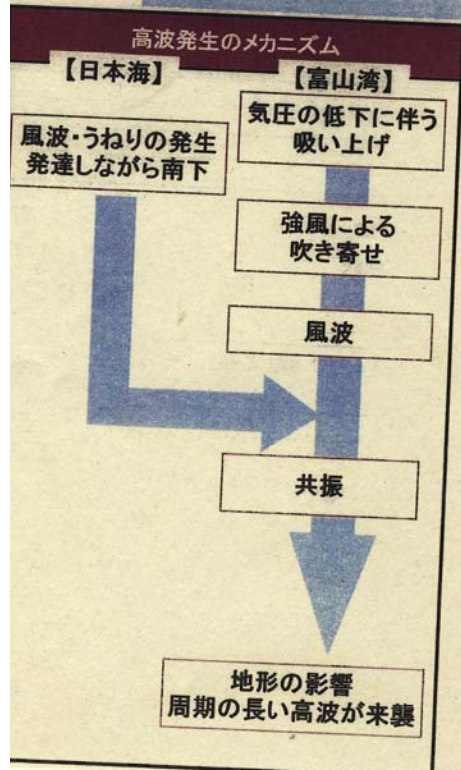
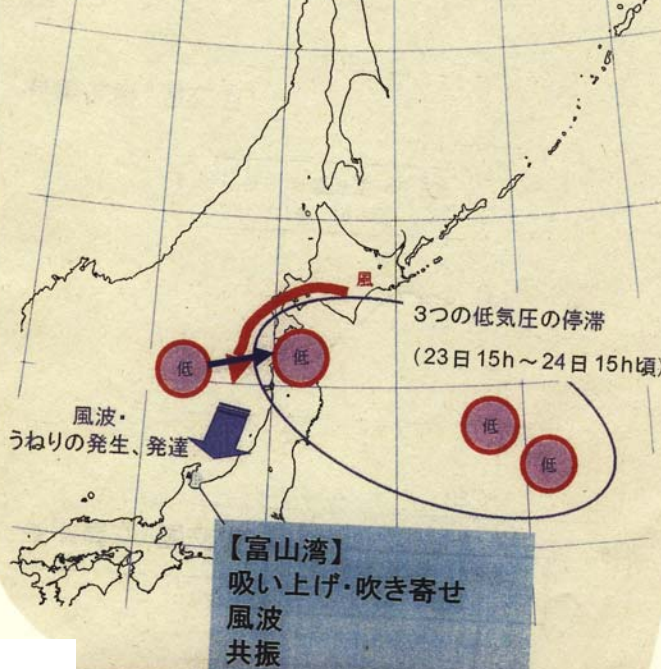
**波高が増大**。

波長の長い波ほど(周期も長く)

波高が大きくなりえる。

波浪推算法 **SMB法** の原理

有義波高: 大きい方から1/3の平均波高

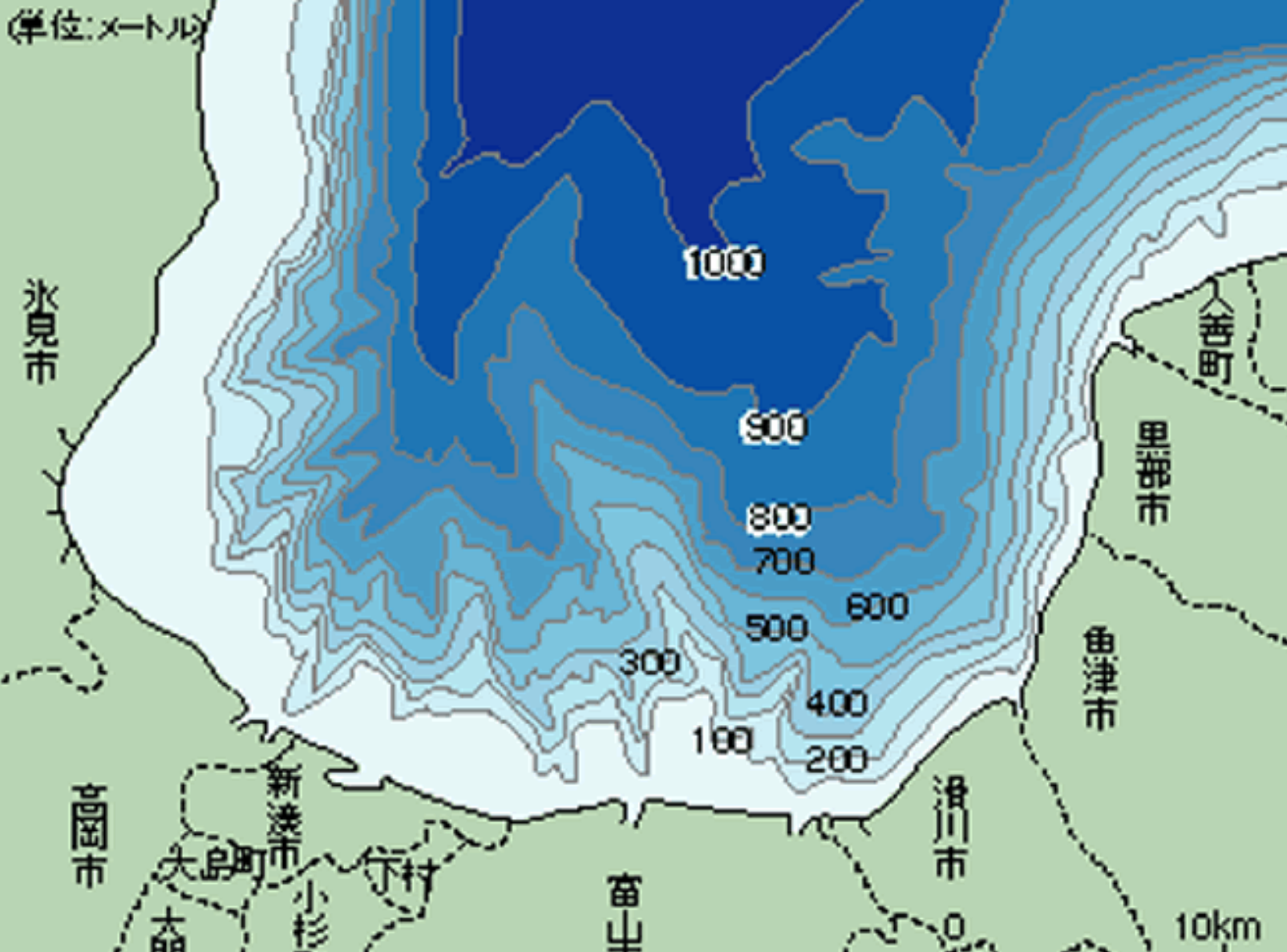


## 富山湾の波

- ・吸い上げ
- ・吹き寄せ
- ・風波
- ・共振

を考えると

(単位:メートル)



## 海底谷

入善海底谷

吉原海底谷

五十里海底谷

平曾海底谷

生地海底谷

片貝海底谷

(国土交通省  
資料より引用)

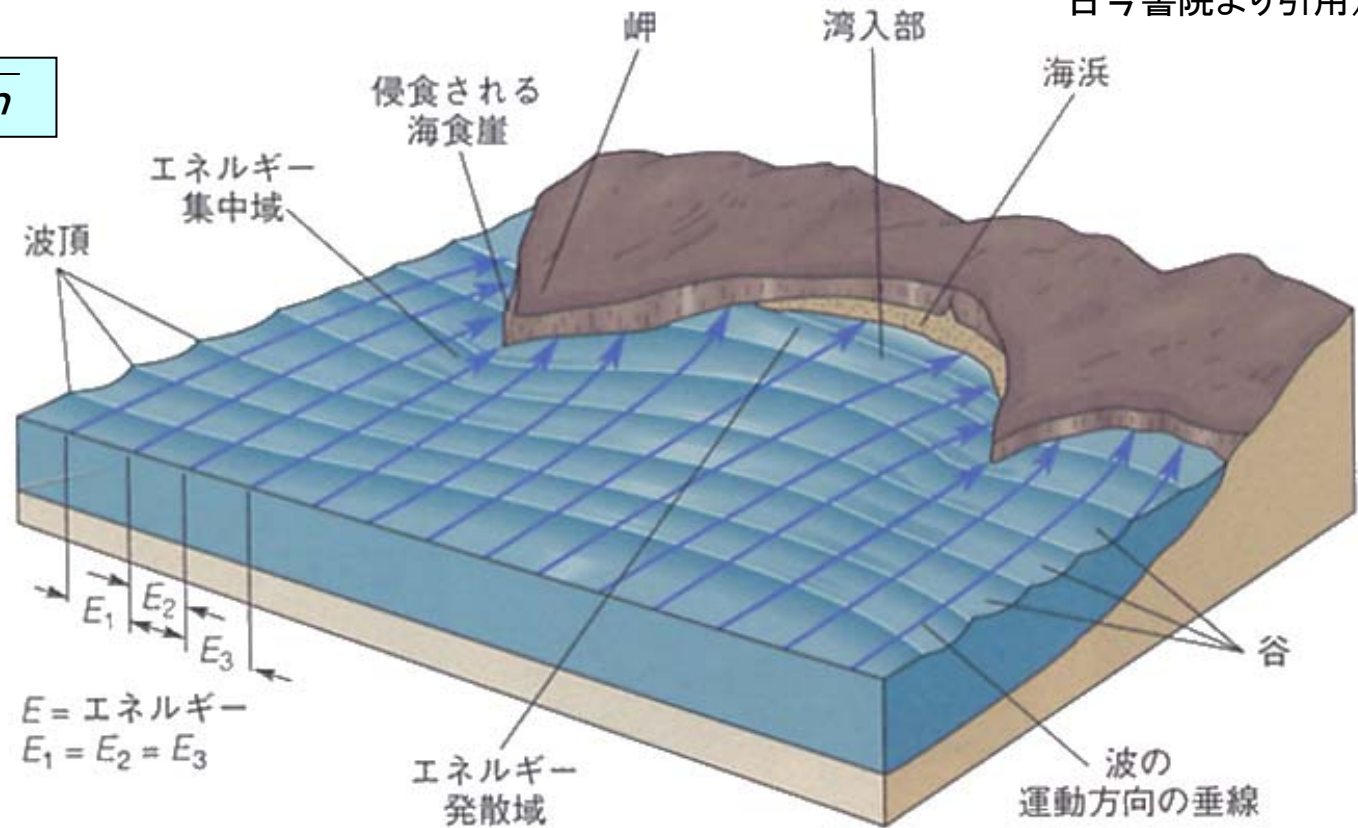
富山湾は、若狭湾(福井県)に次いで大きな湾で、太平洋側の駿河湾(静岡県)や相模湾(神奈川県)と並び日本で最も深い湾の一つです。深い海が海岸の近くまで迫っていることが大きな特徴で、ほかの湾に比べて入り込んだ複雑な形をしている。富山湾特有の海底斜面に刻まれた深い谷(海底谷)は、深い藍色をしており、その色から「あいがめ(藍瓶)」と呼ばれている。



# 不規則な海岸線における波の屈折

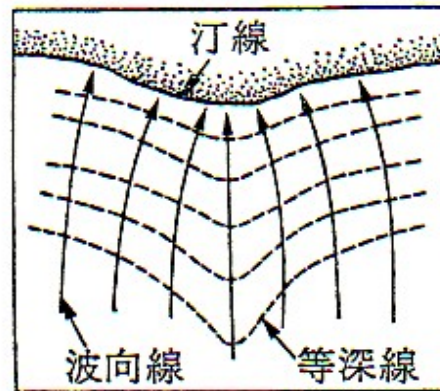
(「環境と地質」  
古今書院より引用)

長波の波速  $C = \sqrt{gh}$

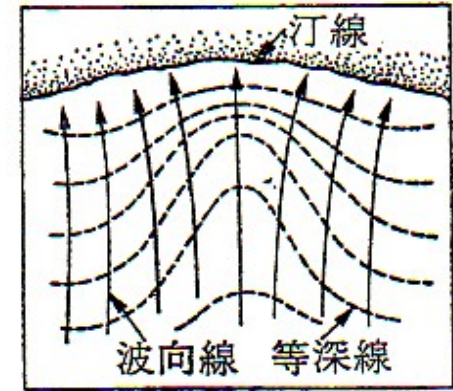


深い所で早く、  
浅い所で遅いため  
屈折する。

岬：波が収束、  
波高増大。  
湾：波が発散、  
波高低減。



波高の増加

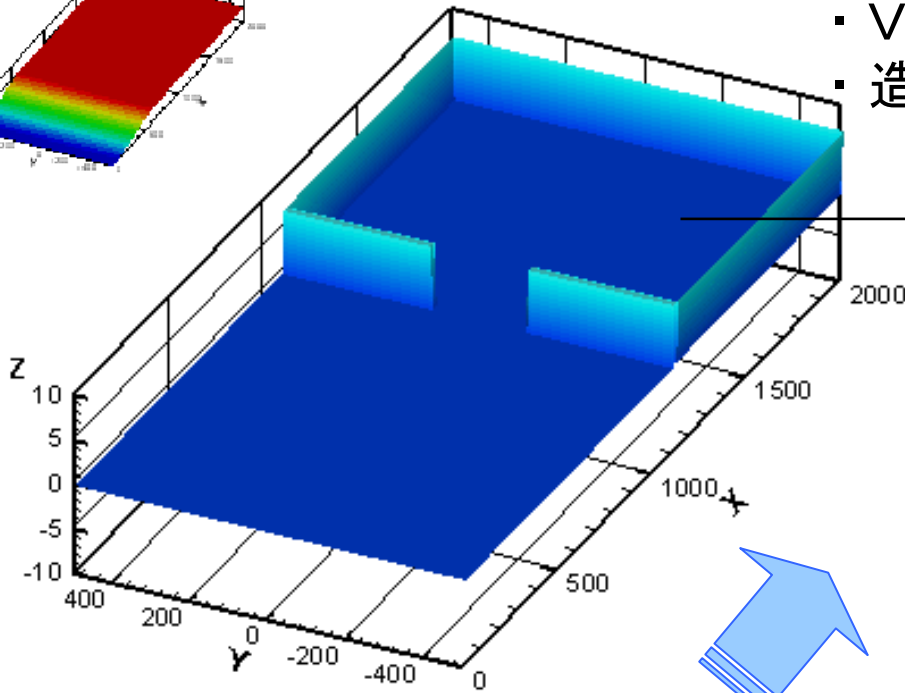
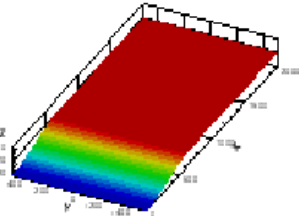


波高の減少

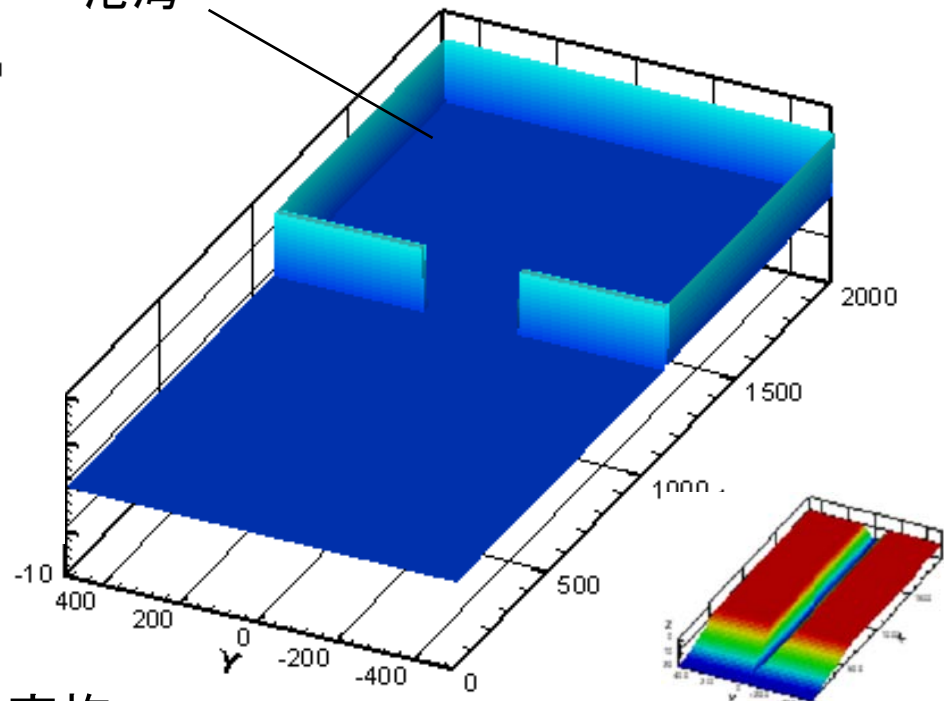
# 孤立波の屈折変形計算

Vチャンネル部の波は左右に屈折し、波高は海底谷部分で減少、防波堤部で増大する。(動画)

V字チャンネルなし



港湾



孤立波

港湾に入射する

孤立波の伝播特性を把握するため、  
ブジネスク方程式に基づいた数値計算を実施。

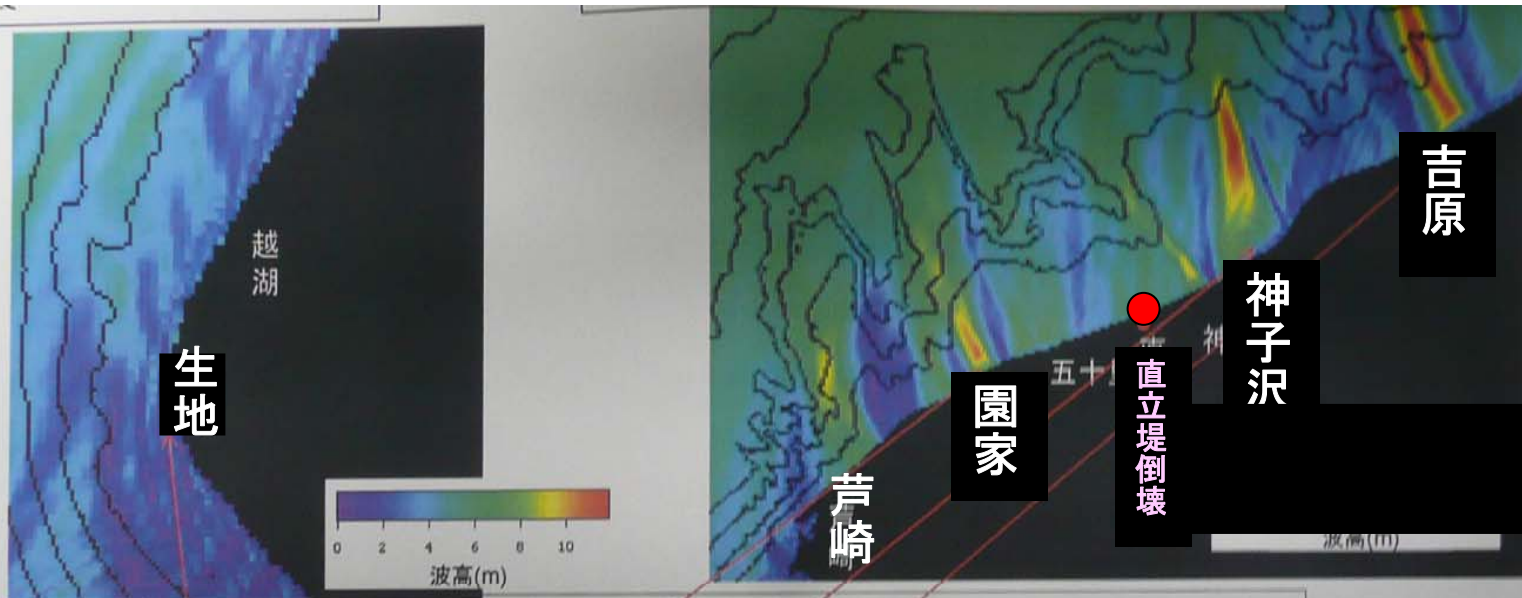
【計算条件】

- ・ 波高：2m
- ・ 斜面勾配：1/50
- ・ V字チャンネルの深さ：10m
- ・ 造波機から斜面先端までの距離：100m

V字チャンネルあり

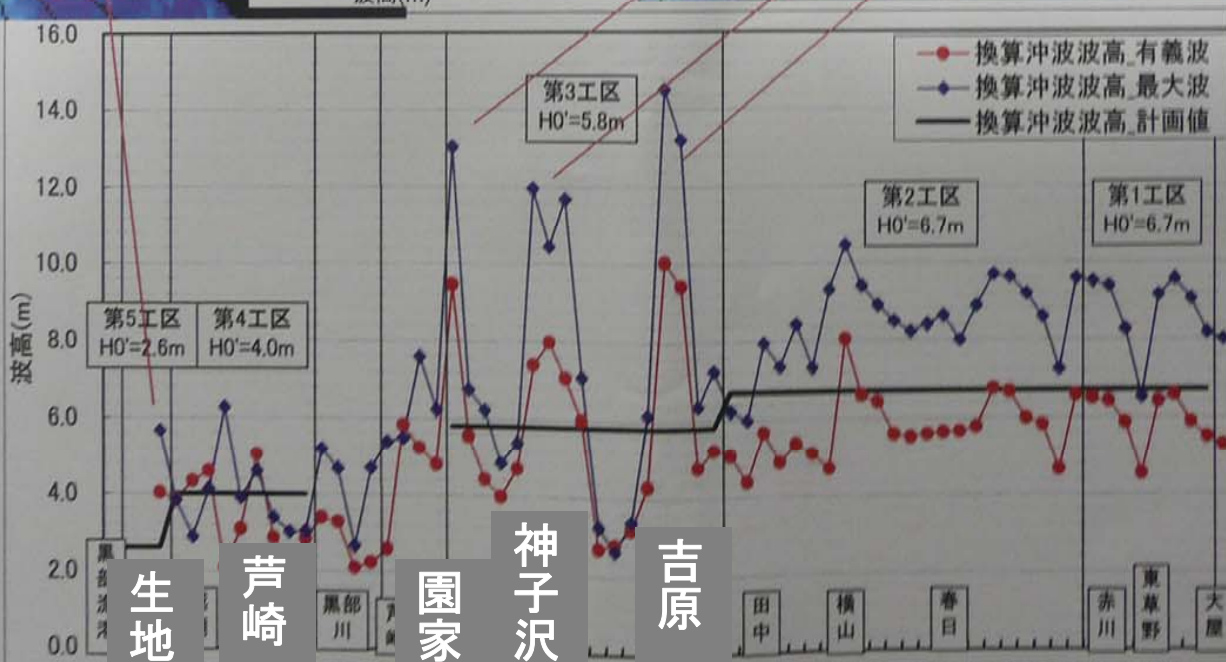


# 最大波と有義波の沿岸方向の波高分布



## 海底谷

- 入善海底谷
- 吉原海底谷
- 五十里海底谷
- 平曾海底谷
- 生地海底谷
- 片貝海底谷



計算入力波の条件

最大波高

計画波高

有義波高

(国土交通省資料より引用)

# 気象データGFSから-局地気象予測モデルWRF

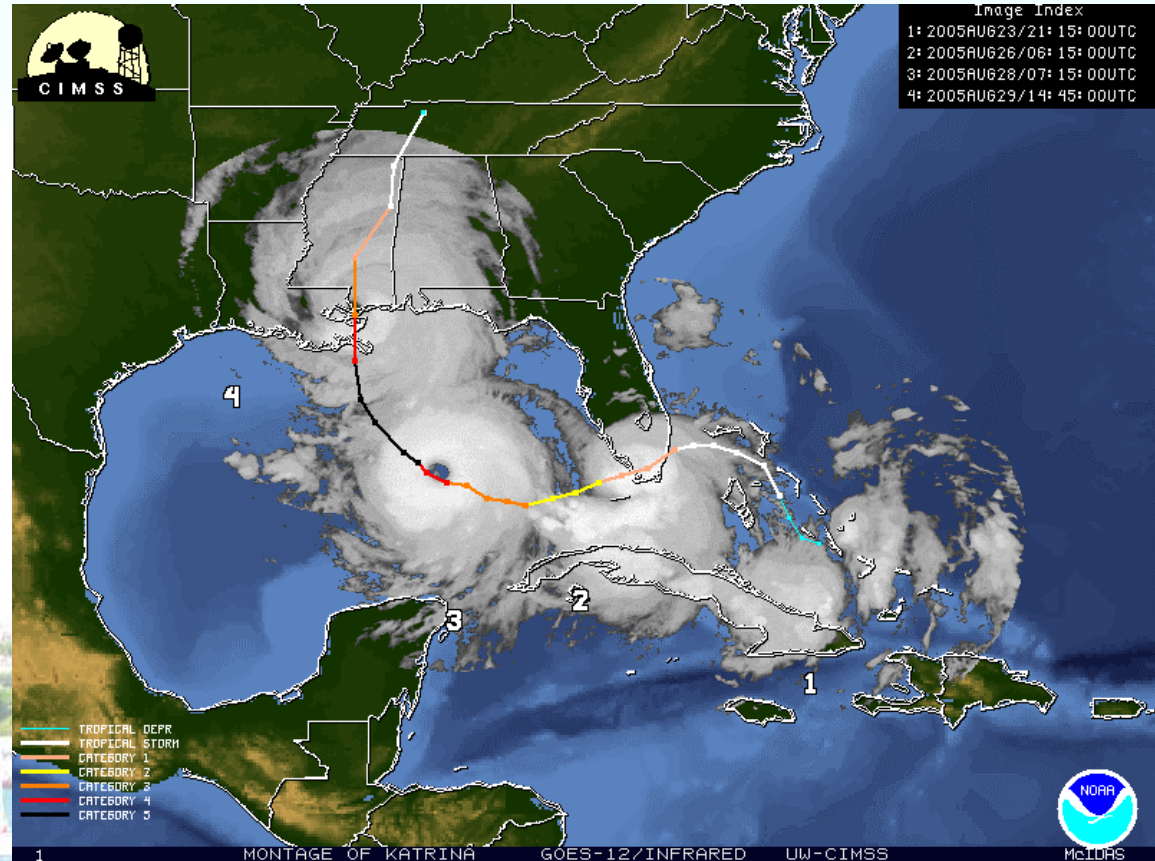
## -沿岸波浪推算モデルSWANで波浪計算

### ハリケーン カトリーナ

#### Hurricane Katrina

- Timeline

- August 23<sup>rd</sup>, 2005
  - Tropical Depression
  - South-Eastern Bahamas
- August 25<sup>th</sup>
  - landfall in Florida
  - 6 hours over land
- August 26<sup>th</sup>
  - Entered Gulf of Mexico
  - Rapid intensification
- August 28<sup>th</sup>
  - Storm Peak Cat. 5
  - 150 kt winds, 200 n mi
- August 29<sup>th</sup>
  - Landfall in Louisiana
  - 110 kt wind

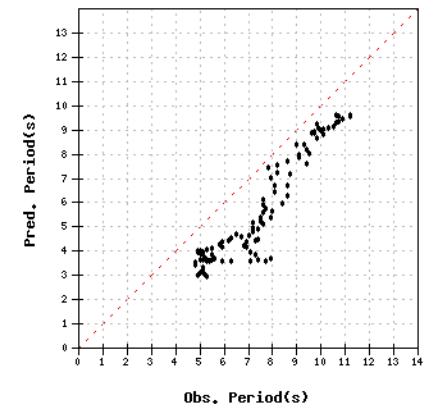
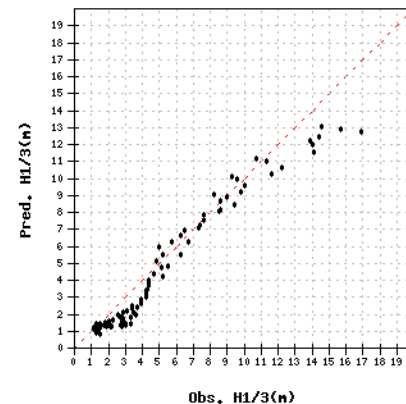
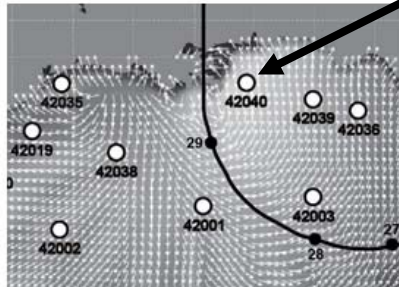
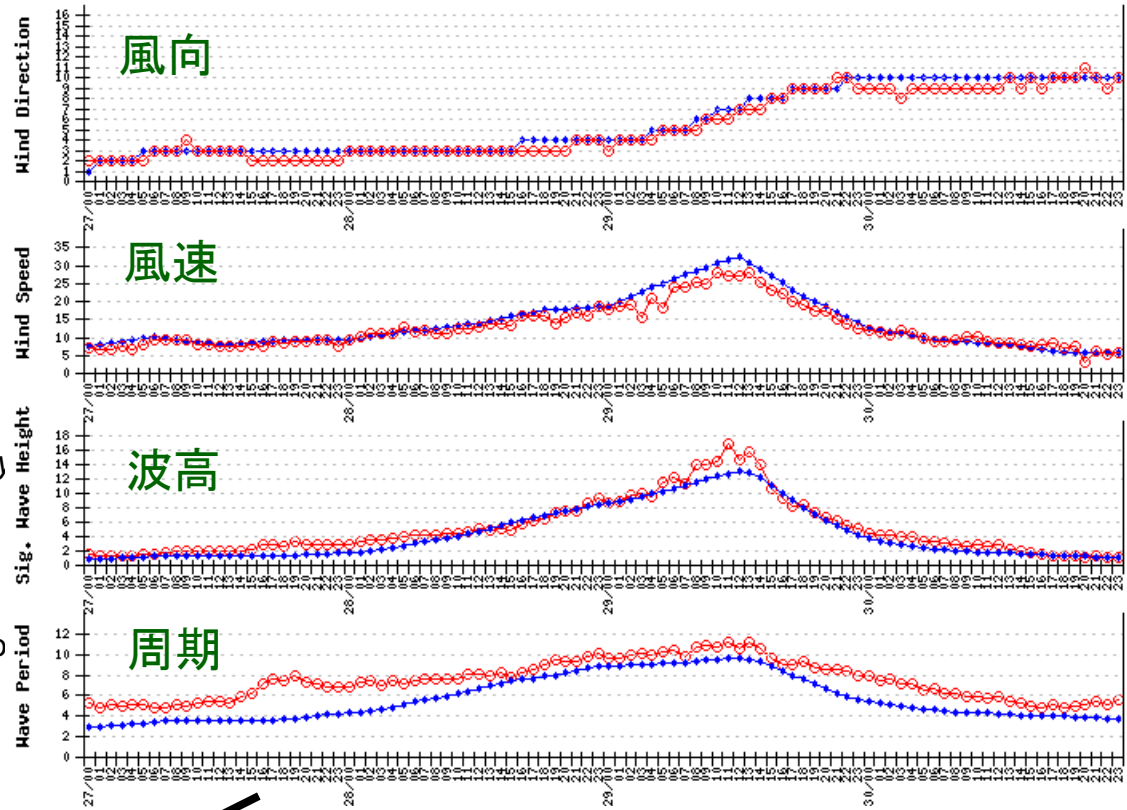


(京大防災研 間瀬教授講演資料より)

# Evaluation & Comparison 実測値と計算値の比較

## Energy transfer model

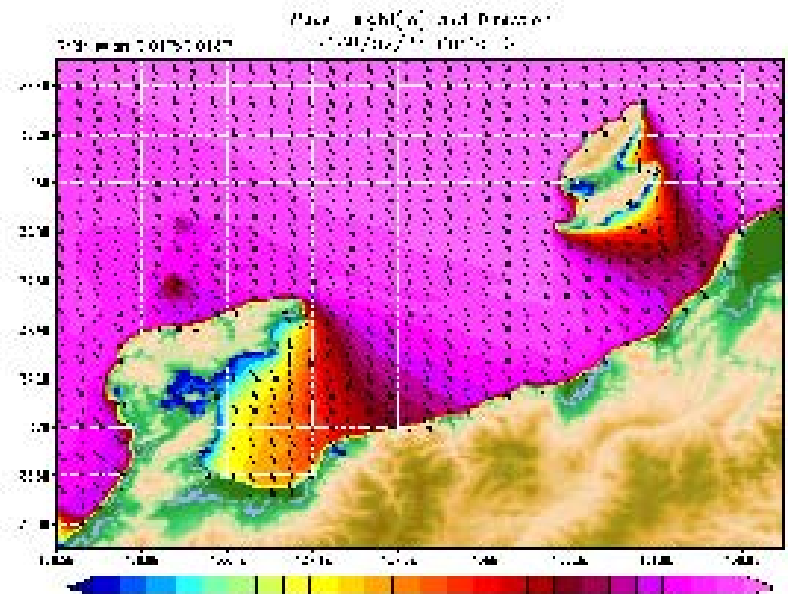
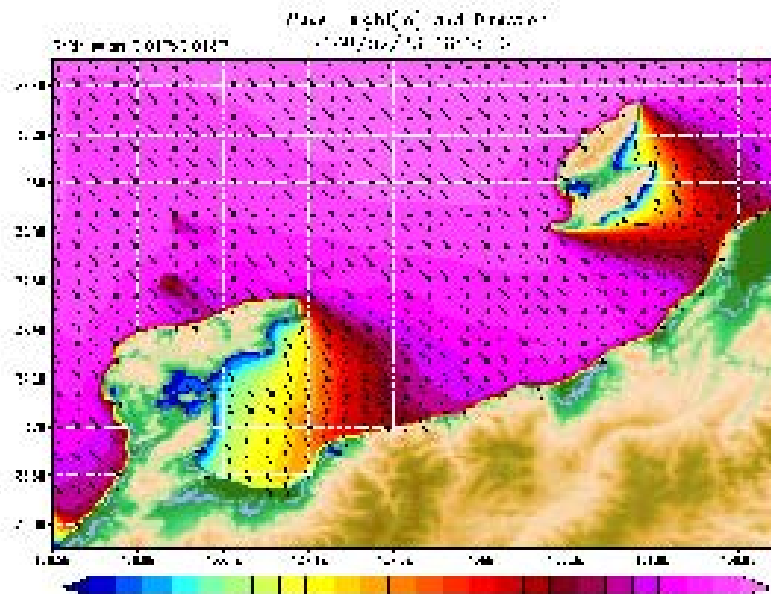
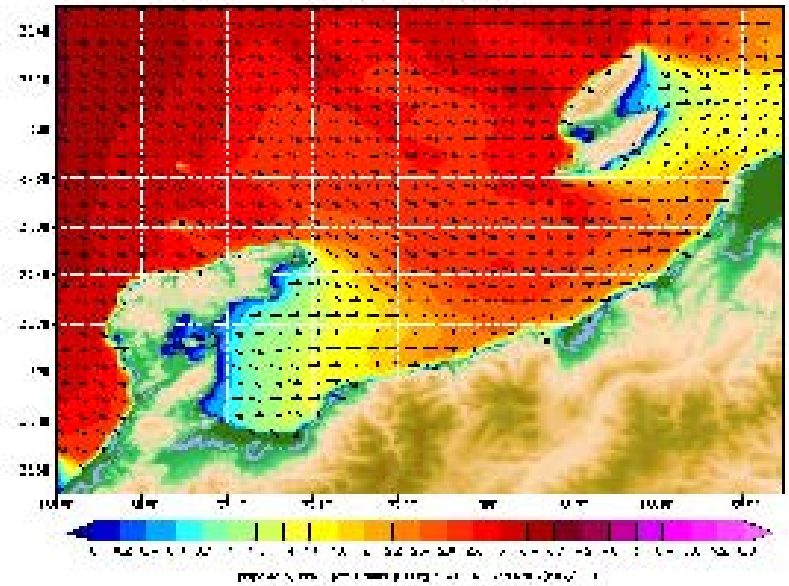
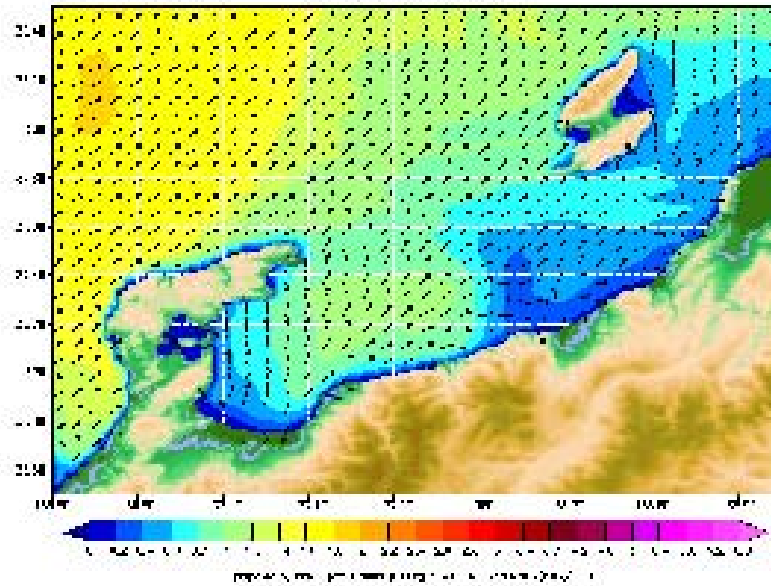
- Komen et al. (1984)
  - Generally good results with wind models and both frequencies
  - Wave Height
    - Good correlation coefficient
    - Slightly under reported (*especially during peak wind of hurricane*)
  - Period
    - Under reported
    - Using 0.04 to 0.5 Hz, with 25 frequencies slightly reduced period bias



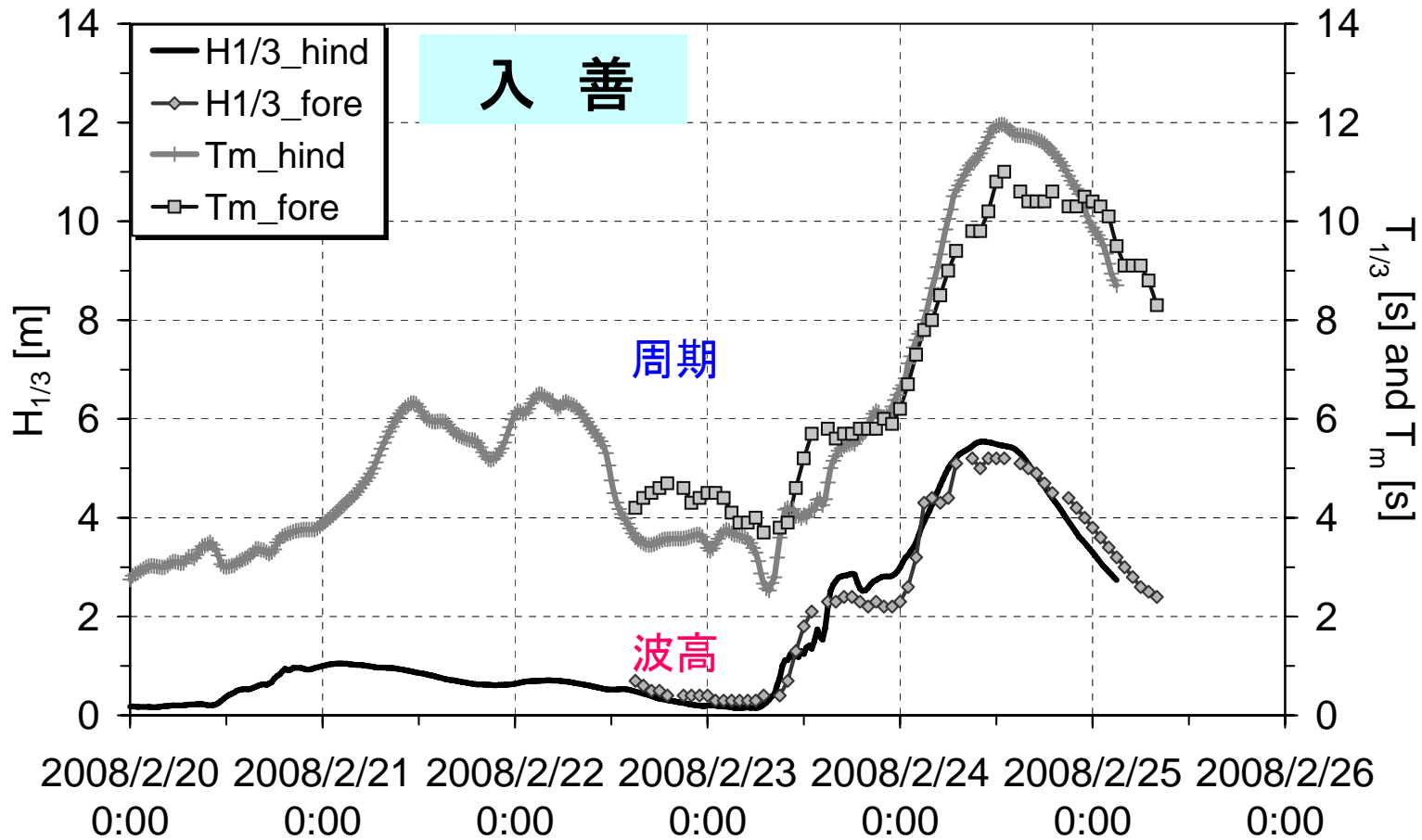


# 2008年2月24日の高波追算(有義波高と波向)

(京都大学防災研究所 間瀬教授らの計算結果)

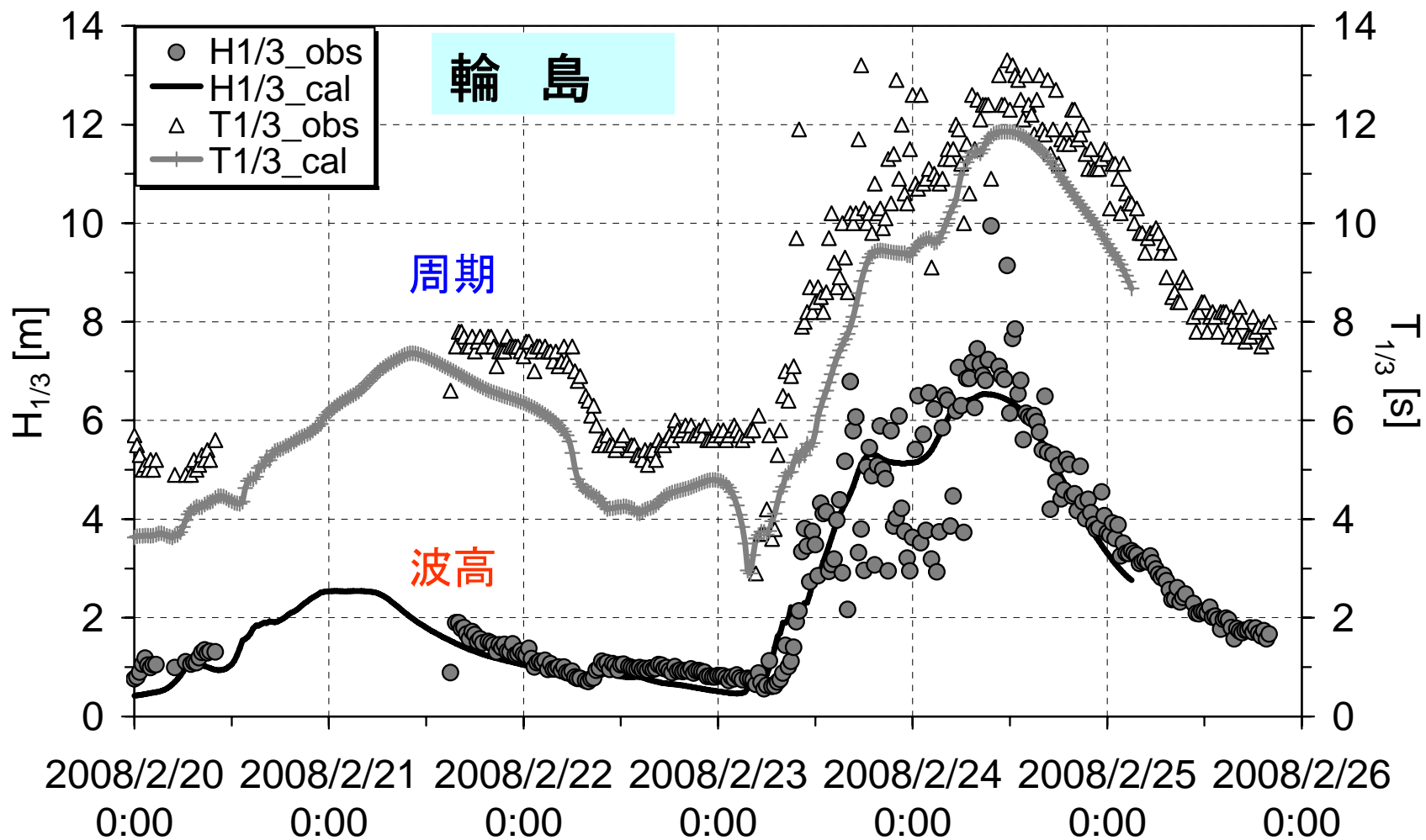


# 入善町の波の追算値と予測値



(京都大学防災研究所 間瀬教授らの計算結果)

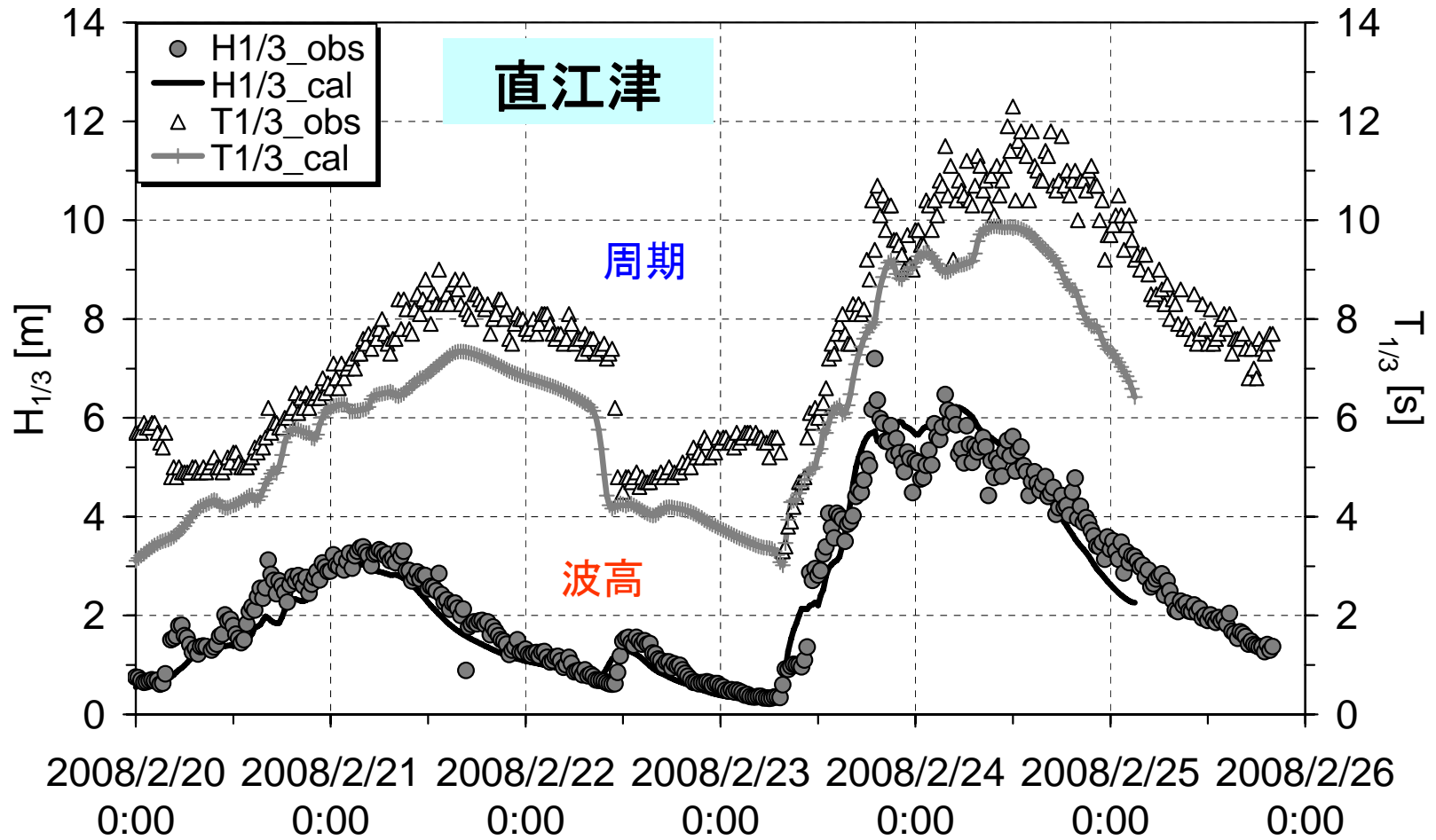
# 輪島の観測値と追算値の波の比較



(京都大学防災研究所 間瀬教授らの計算結果)



# 直江津の観測値と計算値の比較



(京都大学防災研究所 間瀬教授らの計算結果)

# 湾内共振: 湾内共振によりT=16秒の風波に, 長周期波T=8.5分, 39分が重なる

## 富山湾の固有周期

【計算結果】③ 水深一節の数の組み合わせによる固有周期の算定結果

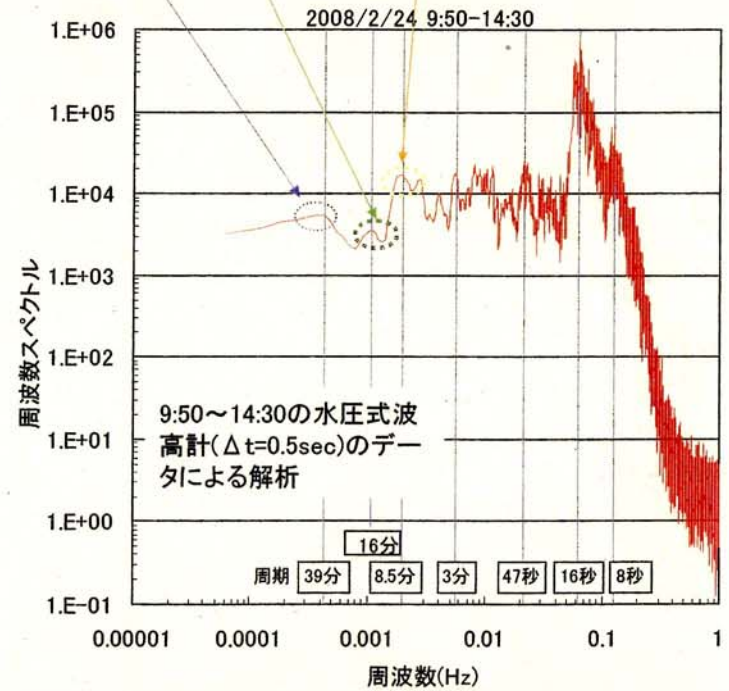
【湾の固有周期の算定】

算定式 周期 (sec) =  $4 \times \frac{\text{湾長(m)}}{(\text{節の数}) \times \sqrt{9.8 \times \text{水深(m)}}}$

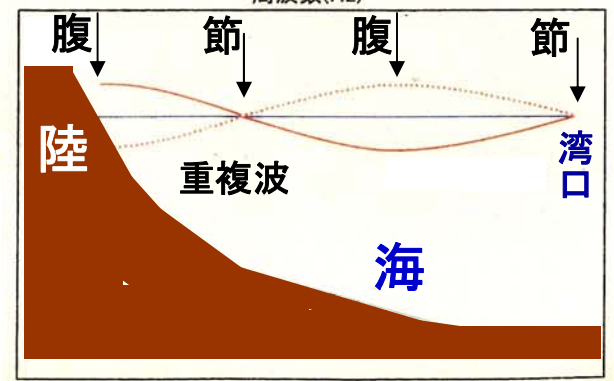
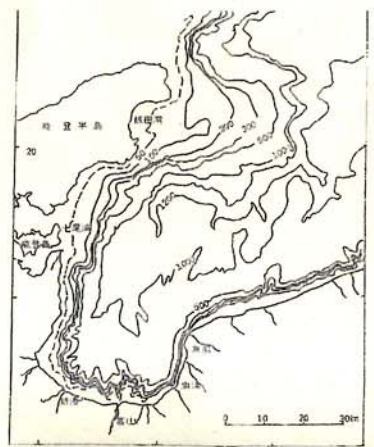
①湾長の設定 . . . 70km (参考 海の百科事典 永田 豊ら編集 丸善株式会社)

水深500m以上の水深条件で固有周期を算定した結果、周波数スペクトル解析より得られた8.5分、39分程度の周期が得れた。

水深(m)	節の数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
500	66.7分	33.3分	22.2分	16.7分	13.3分	11.1分	9.5分	8.3分	7.4分	6.7分
1,000	47.1分	23.6分	15.7分	11.8分	9.4分	7.9分	6.7分	5.9分	5.2分	4.7分



②富山湾の海底地形と水深  
出典：日本全国沿岸海洋誌 日本海洋学会沿岸海洋研究会編 東海大学出版



(国土交通省講演資料より引用)



# 生地鼻の有脚式離岸堤 (VHS)







(写真提供:土木学会調査団)

# 護岸被災と 離岸堤沈下

国土交通省資料より引用

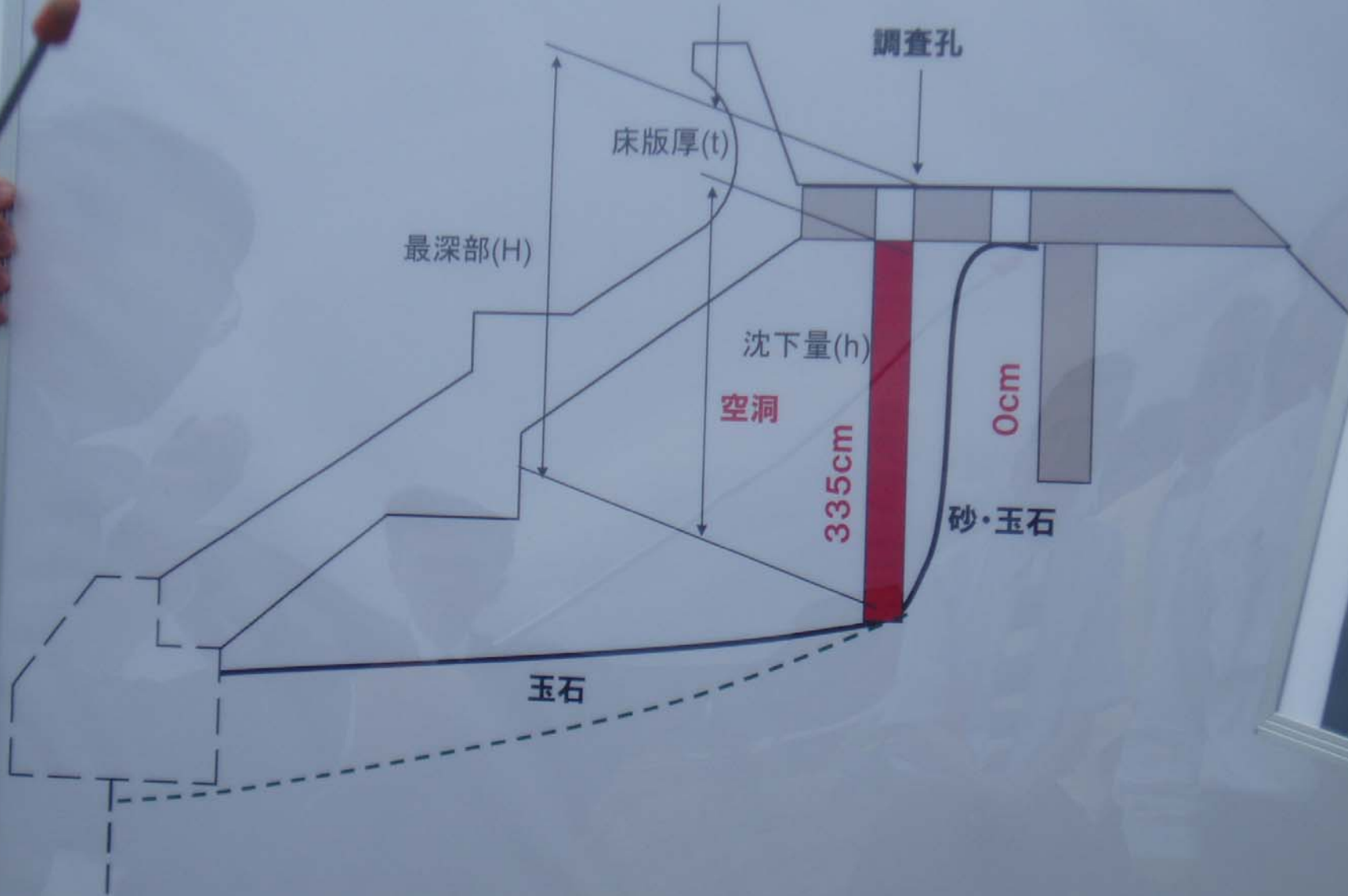




# 水門破壊







護岸背後の土砂の吸出し

吸出しによる空洞



# 後浜の砂浜が波浪侵食により消失した下新川海岸

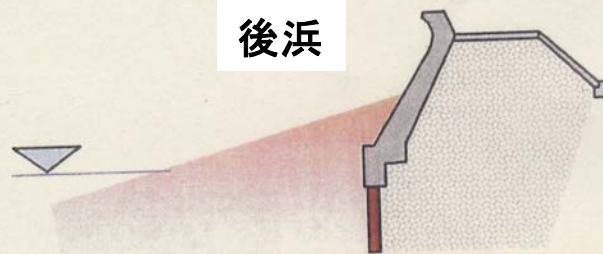
下新川海岸(八幡～横山地先)

昭和36年(1961)



後浜

イメージ図



後浜

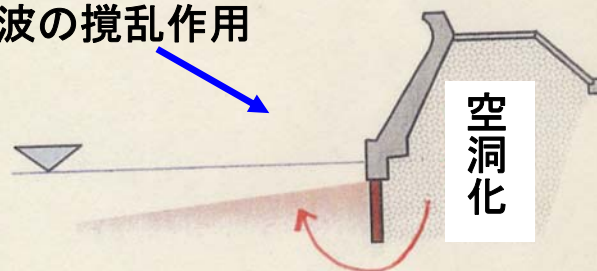


平成20年(2008)5月



護岸ブロック

波の攪乱作用



空洞化

砂の吸出し



# 有脚式離岸堤

CALMOS

(入善沖)



VHS

(生地  
沖)



(国土交通省パンフより引  
用)

# 入善の CALMOS 離岸堤





# 伏木富山港 の被災状況

## 富山湾の被害状況

(平成20年3月4日現在)

市町村名	人的被害(人)					住家被害(棟)					非住家(棟)				
	死者	行方不明	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部損壊	浸上浸水	浸下浸水	全壊	半壊	一部損壊	浸上浸水	浸下浸水	
高岡市									42	5	5			30	
黒部市															
射水市	1														
入善町	1		1	14	5	6	14	40	69	11	4	9		38	
朝日町															
計	2	0	1	15	5	6	14	42	112	20	9	20		68	

新日町			
公共土木施設	護海岸	縦横斜護岸被災	275m
	入善朝日線	車道陥没	L=9m W=2m
宮崎漁港	構内道路	道路損壊	200m

氷見市	
氷見漁港	護岸 消波ブロック沈下 20m

**氷見市 被災施設 1施設**

**高岡市 被災施設 7施設**

伏木地区(高岡市)	
公共土木施設	万葉地蔵碑地 波浪により被災(鐘錶、トイレなど) 15,000㎡
	伏木万葉1号線 波浪により土砂堆積 540m
	国分浜海浜公園 駐車場 波浪により土砂堆積
	万葉1号、2号岸壁 波浪により土砂堆積
	万葉3号岸壁 立ち入り禁止用フェンス流失 20m
	伏木外港北防波堤 北防波堤ケーソン移動 800m
	雨晴海岸 西突堤消波ブロック沈下、標識灯倒壊

その他	
水産施設	新日町 個人用船小屋全棟3件、一部損壊11件 船揚子機等壊滅3件
	入善町 個人用漁具倉庫全壊2件
	黒部市 民間水産会社漁具倉庫壁壊壊・海水土砂流入1件
	富山市 施設施設(鮎川岸止中シッター)壊滅1件
	射水市 養殖施設取水管取水障害1件
漁船等	漁船 破損4隻、転覆6隻 計10隻
	漁網 定置網 全壊5件、一部損壊8件 計13件 刺し等 流失 計40件

新湊地区(射水市)	
公共土木施設	新港泊地 波浪により貯木流出 約2,400本
	新港海王岸壁 波浪により上部タイル破損 150m
	新港防波堤(波除)西 波浪により上部タイル破損 100m 防護欄破損 100m
	新港防波堤(波除)東 波浪により波除堤決壊 50m
	新港海王丸パーク 駐車場一部土砂堆積
	海老江海浜公園突堤 被覆石飛散、消波ブロック飛散
	東埋立地元元の森公園 ネットフェンス倒れ 200m
漁港	東地区防波堤 堤防損壊 L=50m
	西地区防波堤 消波ブロック沈下 400m
	西地区沖防波堤 消波ブロック沈下 100m

**射水市 被災施設 10施設**

**魚津市 被災施設 1施設**

**滑川市 被災施設 4施設**

滑川市		
公共土木施設	滑川海岸	人工リーフ灯浮標(標識灯)の破損
漁港	離岸堤	消波ブロック沈下 500m
	縦横斜護岸	排水路社口壊壊 1箇所
	縦横斜護岸	陸側歩道舗装面隆起 20m

入善町	
公共土木施設	入善海岸 消波工被災
"	" 副離岸堤ブロック流出 40m
"	" 消波ブロック流出 70m
"	" 護立堤倒壊、管理用道路沈下36m
"	" 縦横斜護岸被災
入善漁港	縦横斜護岸 護岸損壊 660m
	離岸堤・着堤 消波ブロック沈下 770m
	防波堤 消波ブロック沈下 50m
	集排水施設 排水管損壊 70m
	配水管閉塞 2000m
	集排水処理施設 公園、防火水塔等破損
	構内道路 舗装はく離 20m
	泊地、軌路 土砂堆積

**黒部市 被災施設 2施設**

黒部市		
公共土木施設	黒部海岸	縦横斜護岸用ブロック散乱、護立堤消波ブロック流出 500m
	石田漁港	先ケーブル保護管被災 200m
	釣り機	釣り機木製デッキ破損 20㎡

魚津市	
経田漁港	泊地、軌路 土砂堆積 V=2,500m <sup>3</sup>

(国土交通省 資料より引用)



# 伏木富山港(伏木地区)冬期風浪(H20.2.24)被災箇所

(国土交通省  
資料より引用)

※被災前の航空写真使用

①防波堤(北)堤体滑動、消波工沈下

万葉埠頭

②万葉埠頭緑地損傷



# 伏木地区北防波堤 被災状況 (H20.2.24冬期風浪)

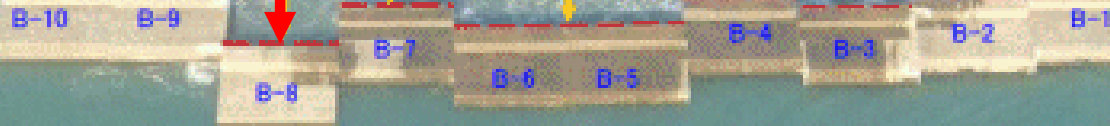
(国土交通省  
資料より引用)

①B区間

B区間 150m (15m@10函)

被災部分; 防波堤ケーソン移動

最大で約12m港内側へ移動



②D区間

最大で約2.5m港内側へ移動

D-6 D-5

③D、D'区間

最大で約4m港内側へ移動

D-33

D区間とD'区間は同一断面(土質条件のみ異なる)

・防波堤(北)D、D'区間 堤体滑動、消波工沈下

・防波堤(北)B区間 堤体滑動、消波工沈下

# 既往最高波と今回の波との経時比較

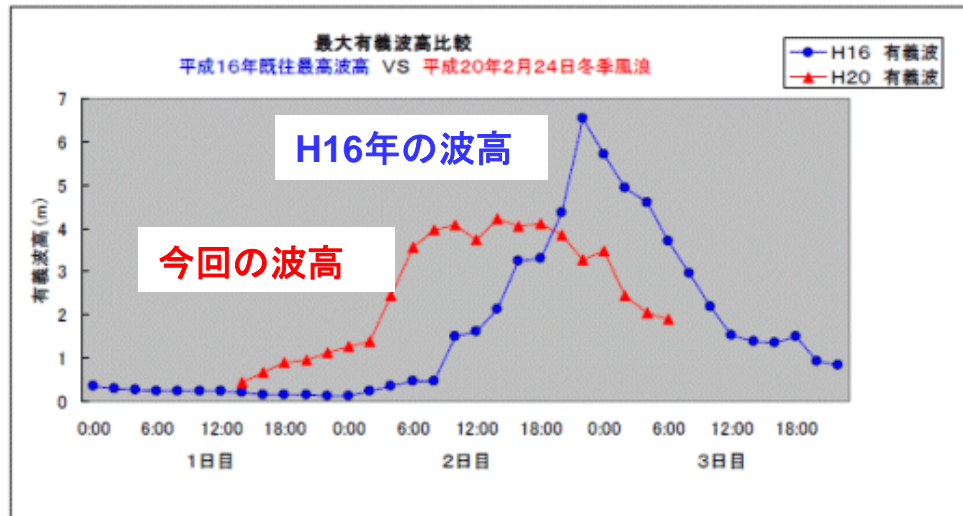


図-6 既往最高波浪と今回冬季風浪の比較 (1)

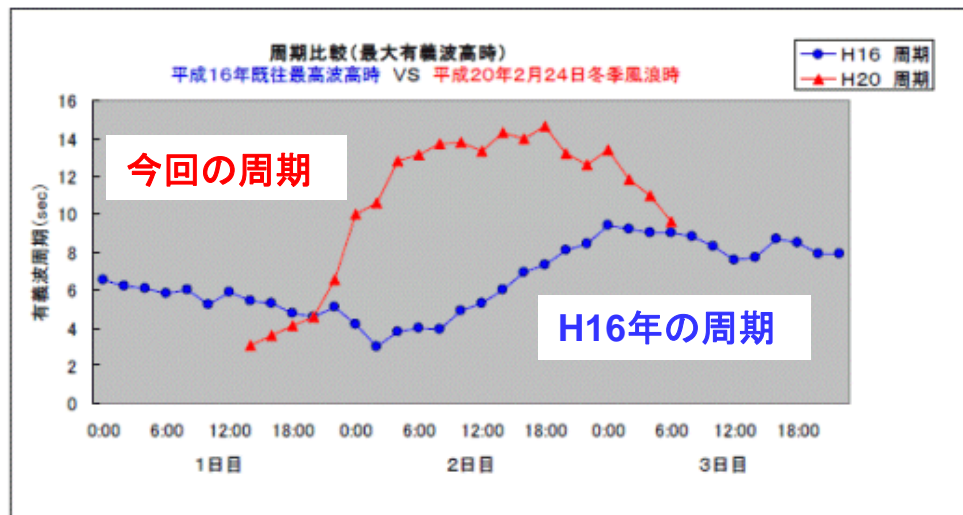


図-7 既往最高波浪と今回冬季風浪の比較 (2)

## 今回の来襲波

12秒以上の周期の  
長い波が、22時間も  
継続した。

(国土交通省  
資料より引用)



# 重要課題

- ・防災
- ・海岸侵食
- ・港湾保全
- ・環境保全
- ・エネルギー

## 海岸侵食と 港湾埋没への 対策工法の研究

金沢港 13m岸壁は  
港湾埋没対策が必要

侵食対策中の砂浜海岸



沖縄

講演者が  
最近15年間  
に参与した  
事業

# 沖縄の珊瑚礁 (飛行機より)





ダム堤頂からの  
越流水(沖縄)

転波が発生している



# 沖縄羽地ダム

## 放流水エネルギー利用

### 羽地ダム全景

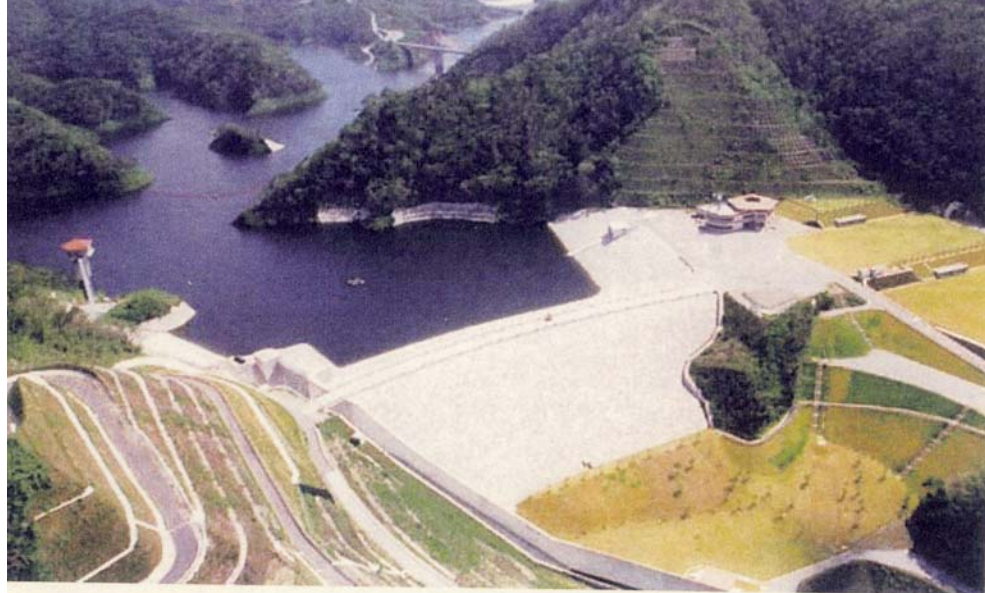
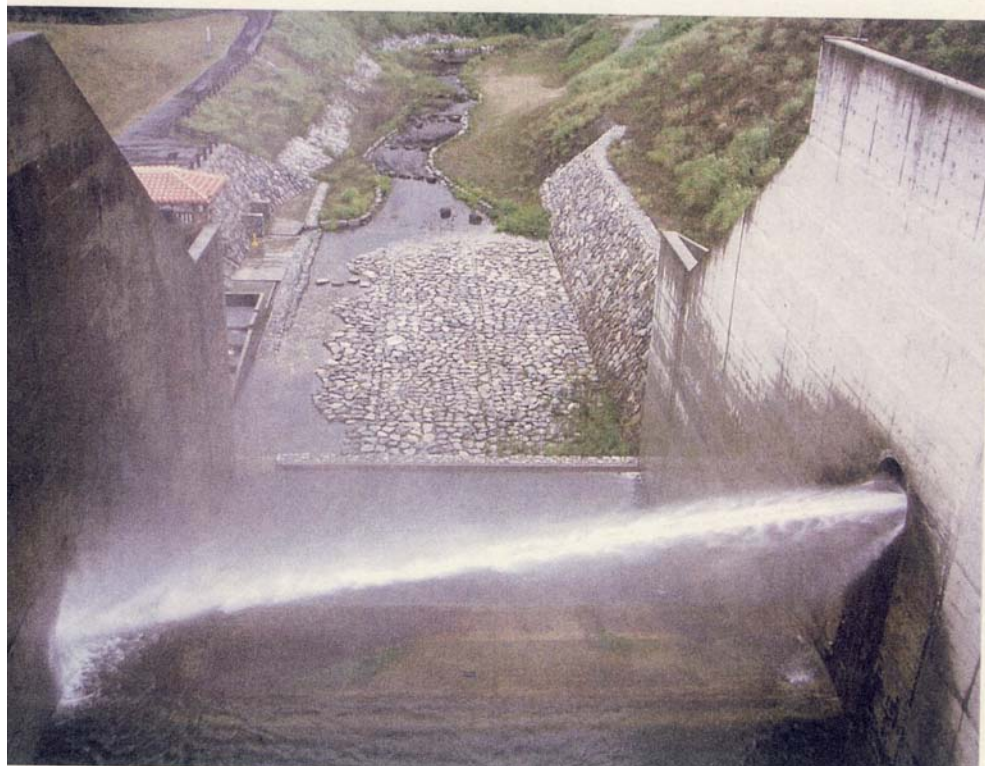


写真 4-1 羽地ダム全景

### 河川維持用水 の放流



(国土交通省提供)

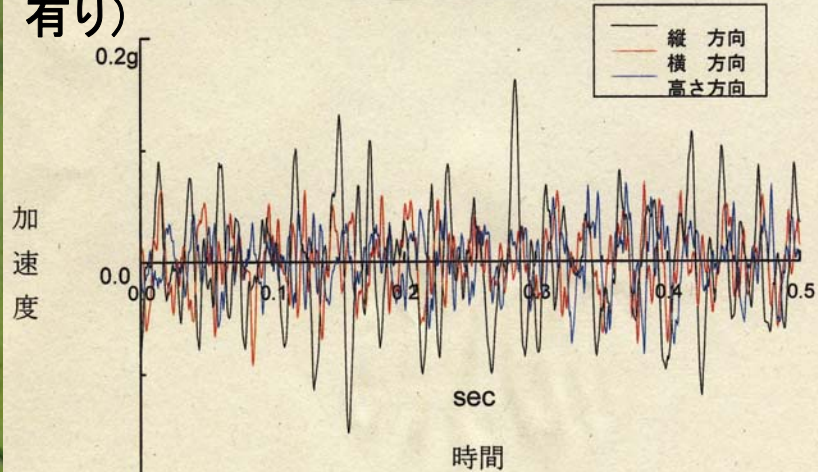


100kw コンプレッサー



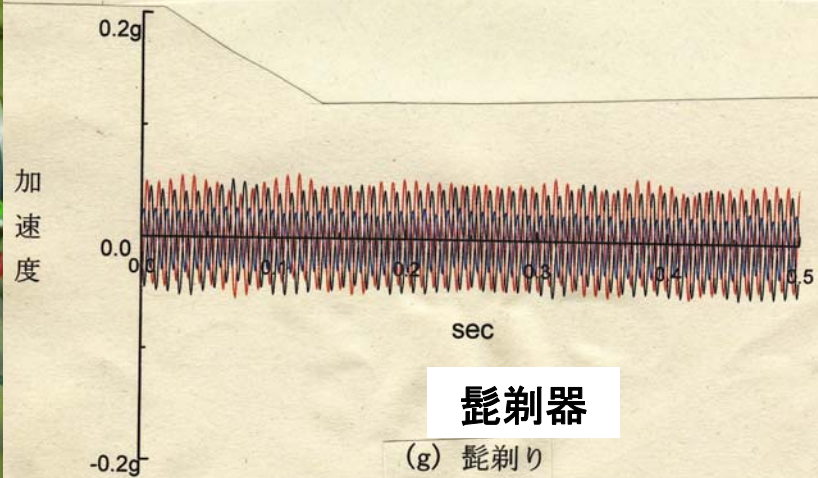
ポンプ逆転水車

リニアクランク式コンプレッサー 振動は「シェーバーの髭剃器」よりも小さい (DVD有り)



100Kwコンプレッサー

(a) 負荷気筒 10 回転数 1200 min<sup>-1</sup> 計測場所 コンプレッサー



髭剃器

(g) 髭剃り



# 沖縄羽地ダムなど

放流水エネルギー利用

新コンプレッサーによる

湖水曝気浄化



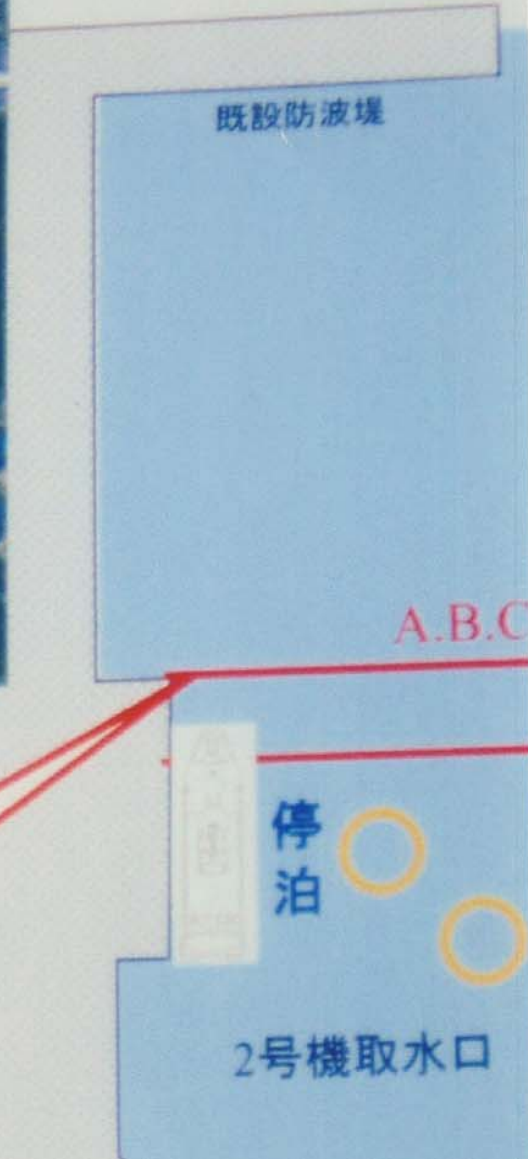
表層曝気

表層曝気状況



深層曝気





# 島根(松江)原発3号機 増設工事



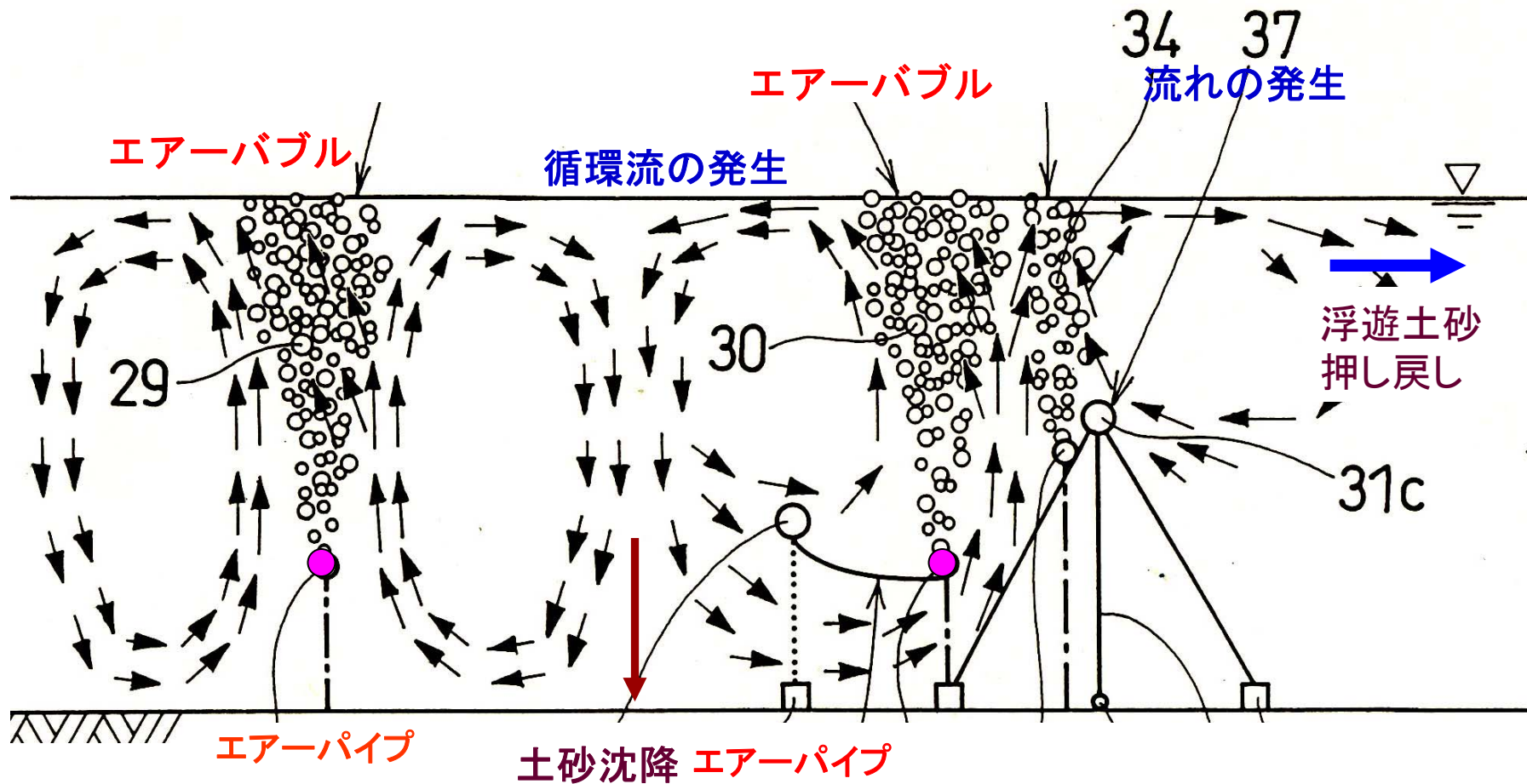
工事箇所を取り巻く  
シルトプロテクター

シルト流出





# エアバブルカーテンによる シルトプロテクト工法





見学順路

横浜 臨港線 鶴岡駅 駅舎内



圧縮空気貯蔵タンク



# 島根原発 エアーバブルカーテン

船舶航行を妨げない新シルトプロテクト工法

2列のエアーバブル





# 若狭 和田・高浜海岸の保全





葉積島

離岸堤

和田

トンボロ

高浜



# 和田・高浜海岸に 設置した 離岸堤







高浜海岸の砂浜侵食被災





堆積した和田浜の後浜



# 離岸堤と突堤設置による海岸砂移動対策を実施



和田

高浜

突堤

離岸堤

200m

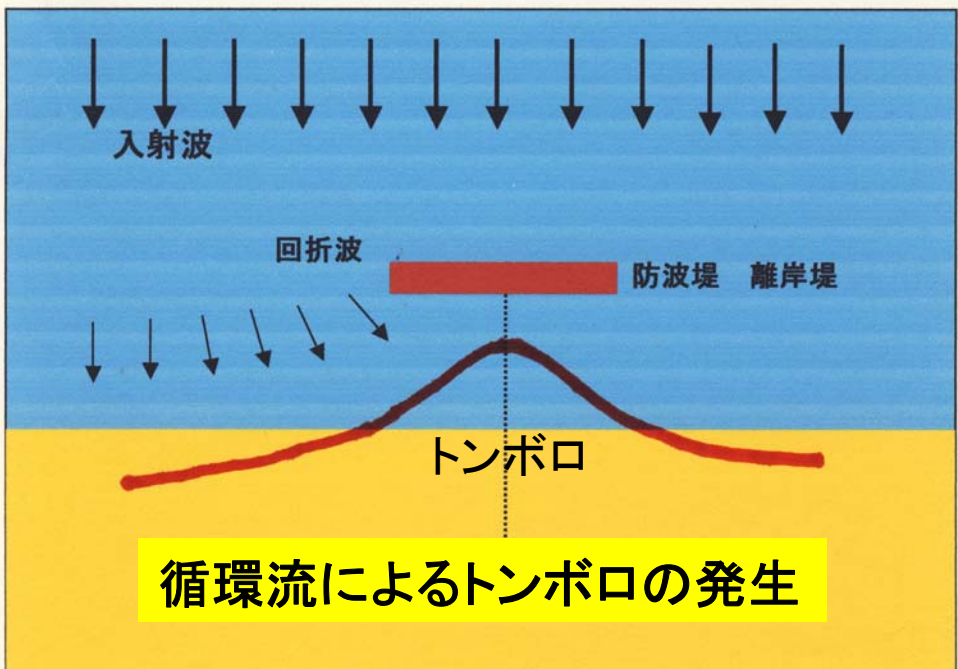
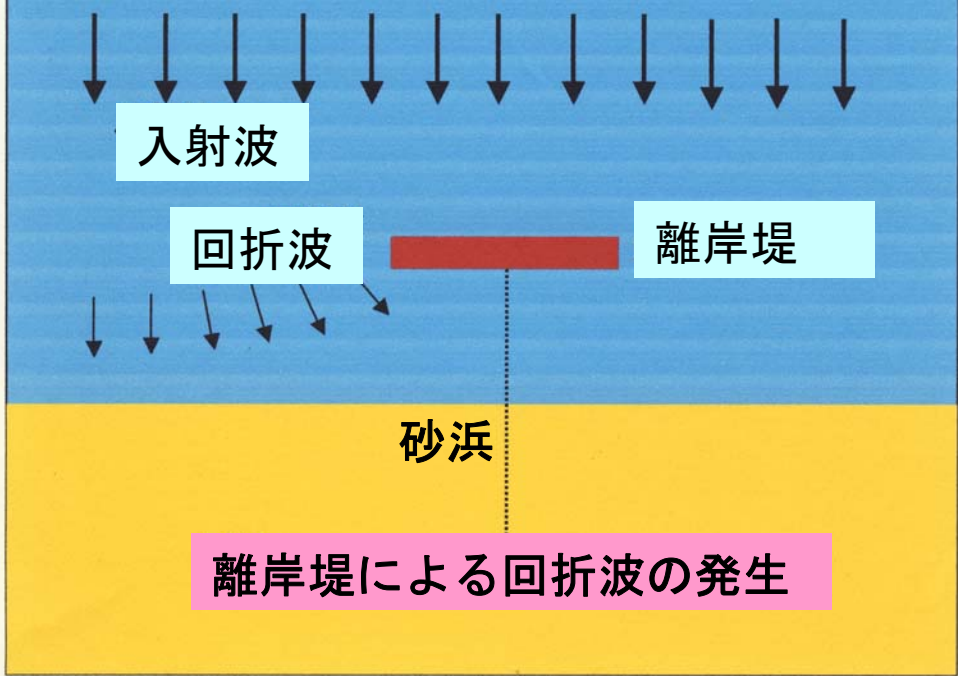
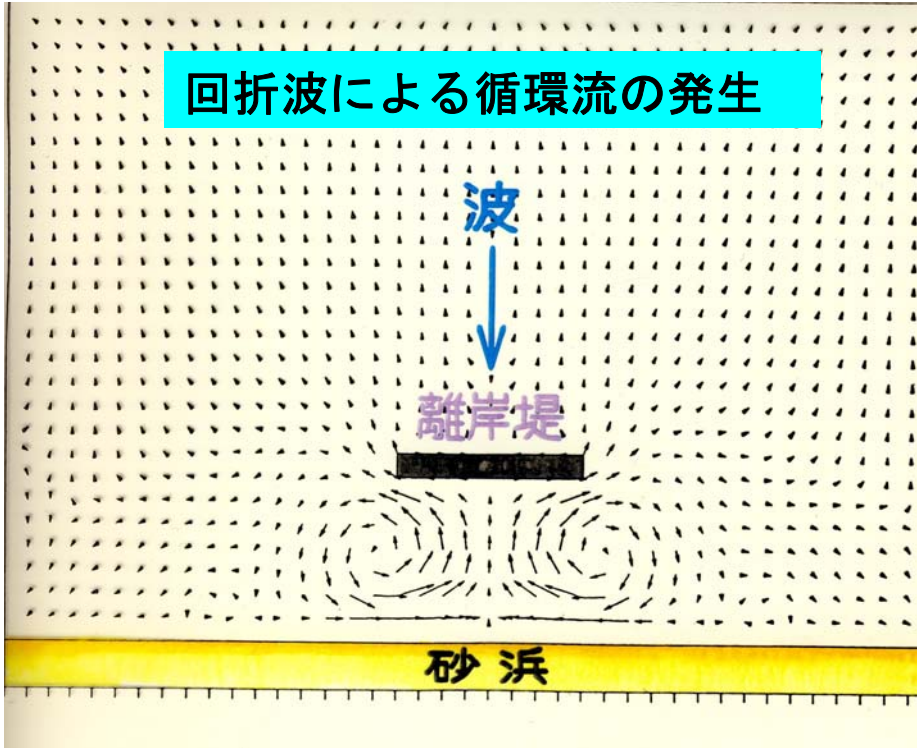
和田漁港

和田漁港

# 回折波による砂浜海岸の変化

離岸堤によるトンボロの形成.

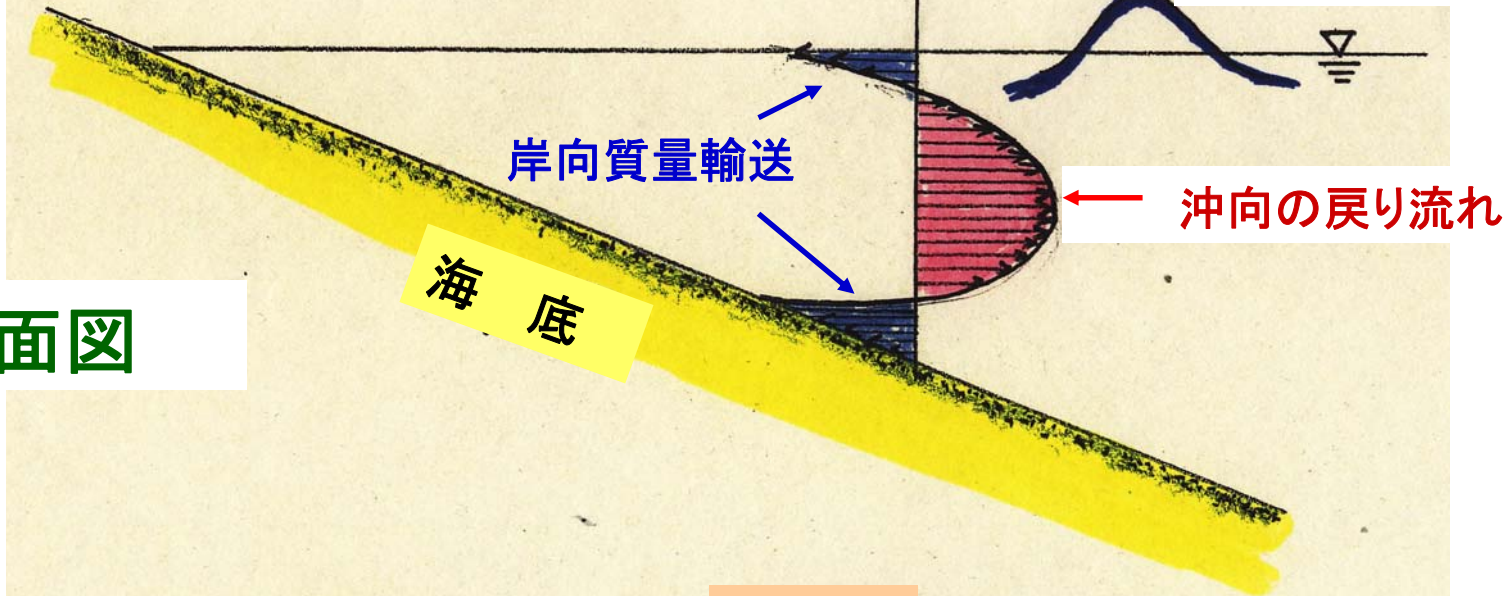
防波堤延長による片トンボロの形成



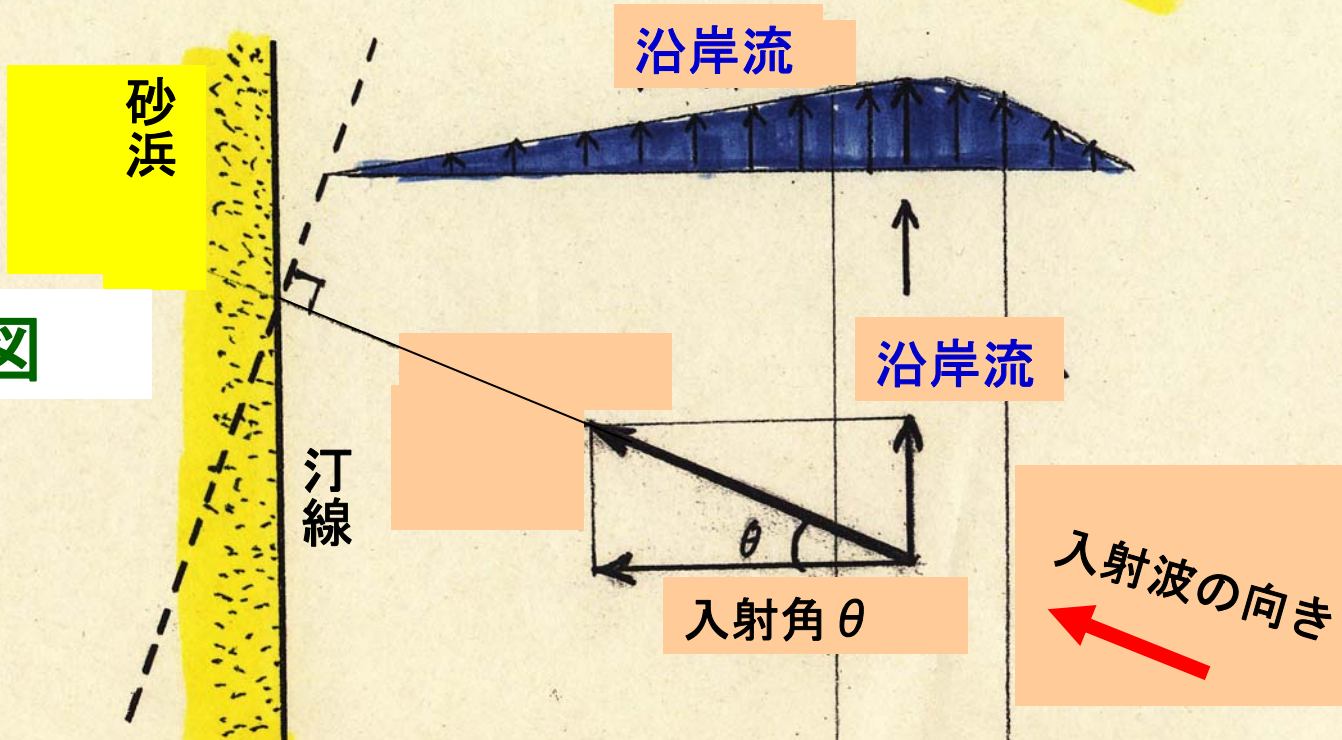


# 漂砂の発生機構

入射波



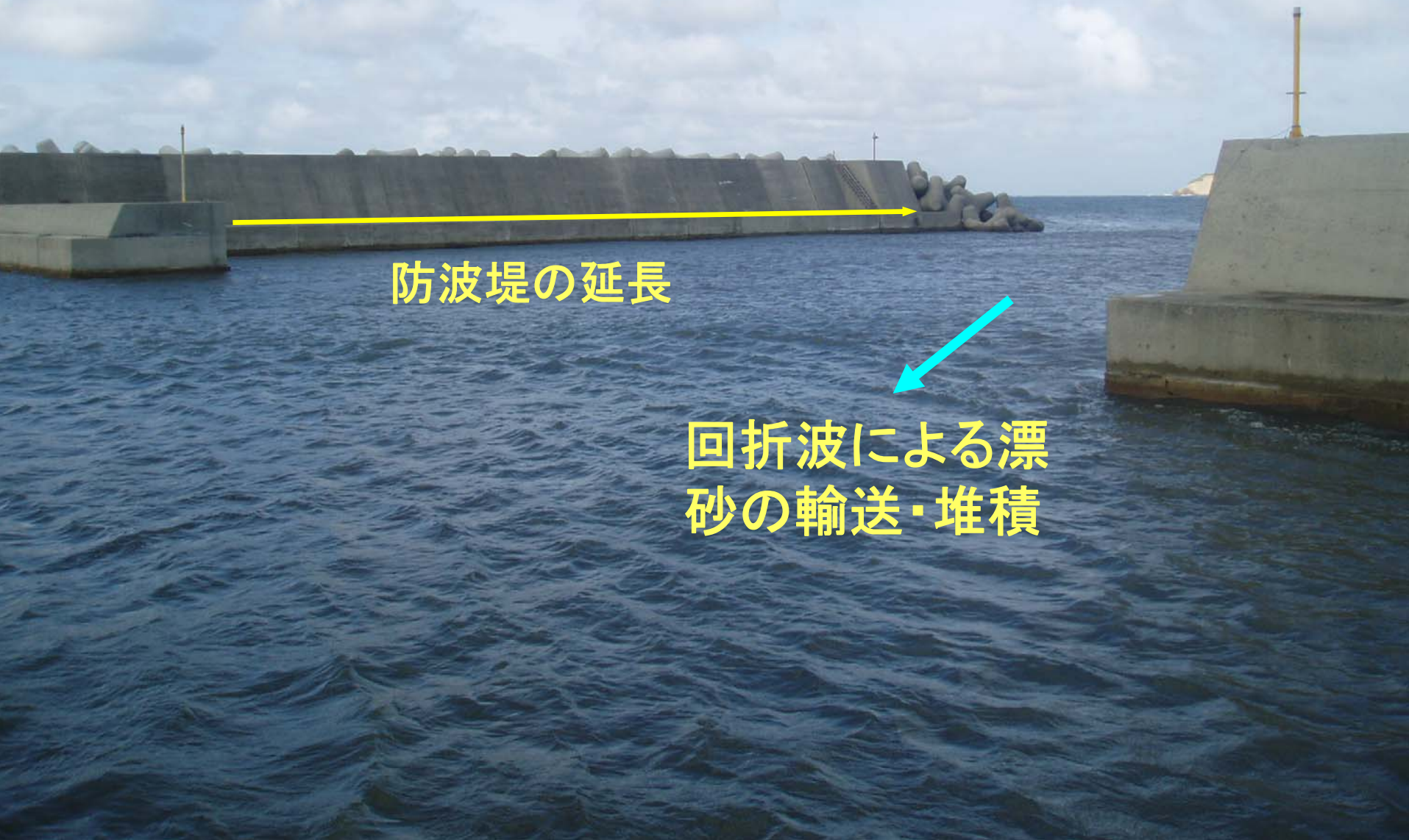
断面図



平面図

# 輪島の名舟漁港の防波堤延長による港口部堆砂

回折波のDVDをご覧ください



防波堤の延長

回折波による漂砂の輸送・堆積



# 石川県 増穂浦の10年間の変化

平成9年6月3日撮影



平成19年7月3日撮影



(北国新聞より)



# 気比松原海岸の保全

気比松原



回折波



敦賀港  
旧防波堤

回折波



延長中

敦賀港  
新防波堤







R C  
製品置場

R C  
製品置場

頭上注意

15

養浜砂の製造





篩い分けて製造された養浜砂)



# 気比の松原海岸の養浜

近くの山を砕いた砂による養浜





# 福井新港 石油備蓄基地 護岸侵食対策

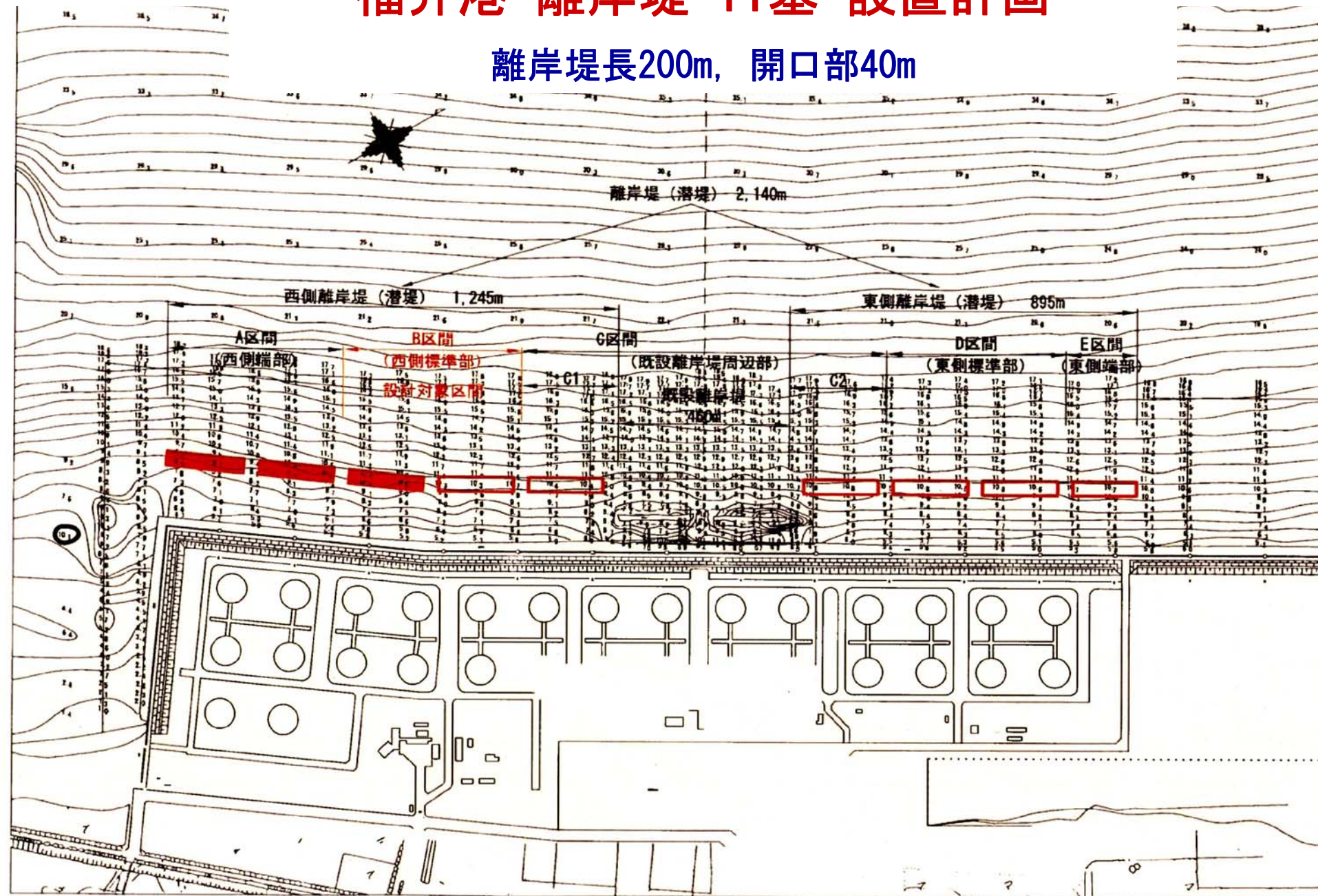
人工リーフ設置





# 福井港 離岸堤 11基 設置計画

離岸堤長200m, 開口部40m





# 松任・美川海岸へのトラップ型人工リーフ設置 (DVD有り)

オーストラリアの珊瑚礁  
グレートバリアーリーフ





手取川

美川の離岸堤群



松任(徳光)のヘッドランド





## 小松海岸の護岸の崩壊





# 連結ブロック

と

# 擬岩工法

## 連結擬岩ブロック



## 連結擬岩ブロック 9個連結



## 輪島の大蛇の瀬に繋がる防波堤に擬岩工法



受賞



小松海岸(新型連結ブロック)





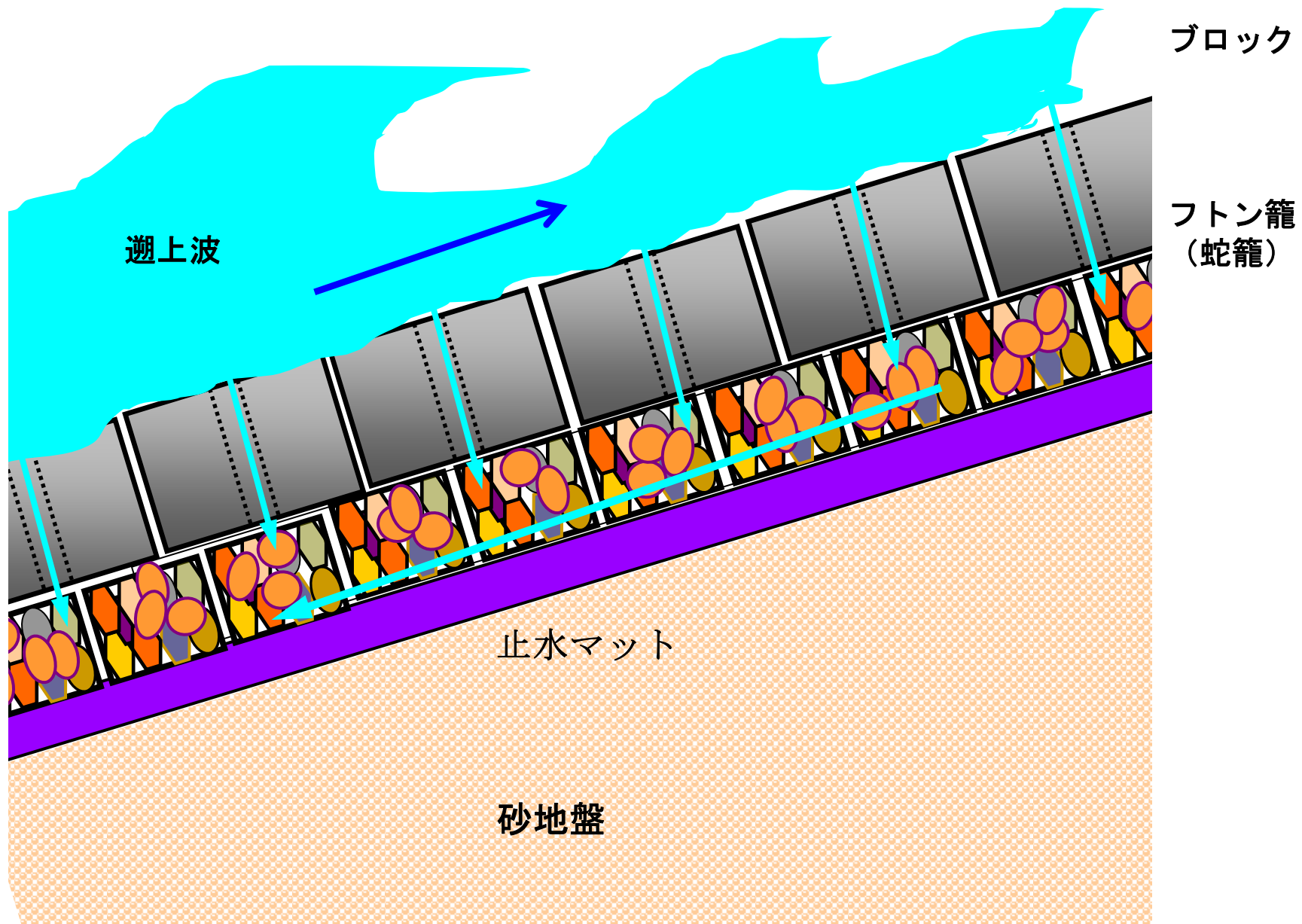




# 小松海岸(水平護岸)







遡上波

ブロック

フトン籠  
(蛇籠)

止水マット

砂地盤

# [金沢港]

金沢港がかわる 未来がひろがる

国土交通省  
北陸地方整備局  
パンフより





金沢港13m 岸壁



# 浚渫砂のパイプ輸送





小松製作所, 上屋, 13m岸壁

浚渫砂輸送による埋立







13m岸壁

金沢港

52万平方メートル

金沢港13m岸壁建造に伴う  
浚渫砂による金石・大野沖埋立

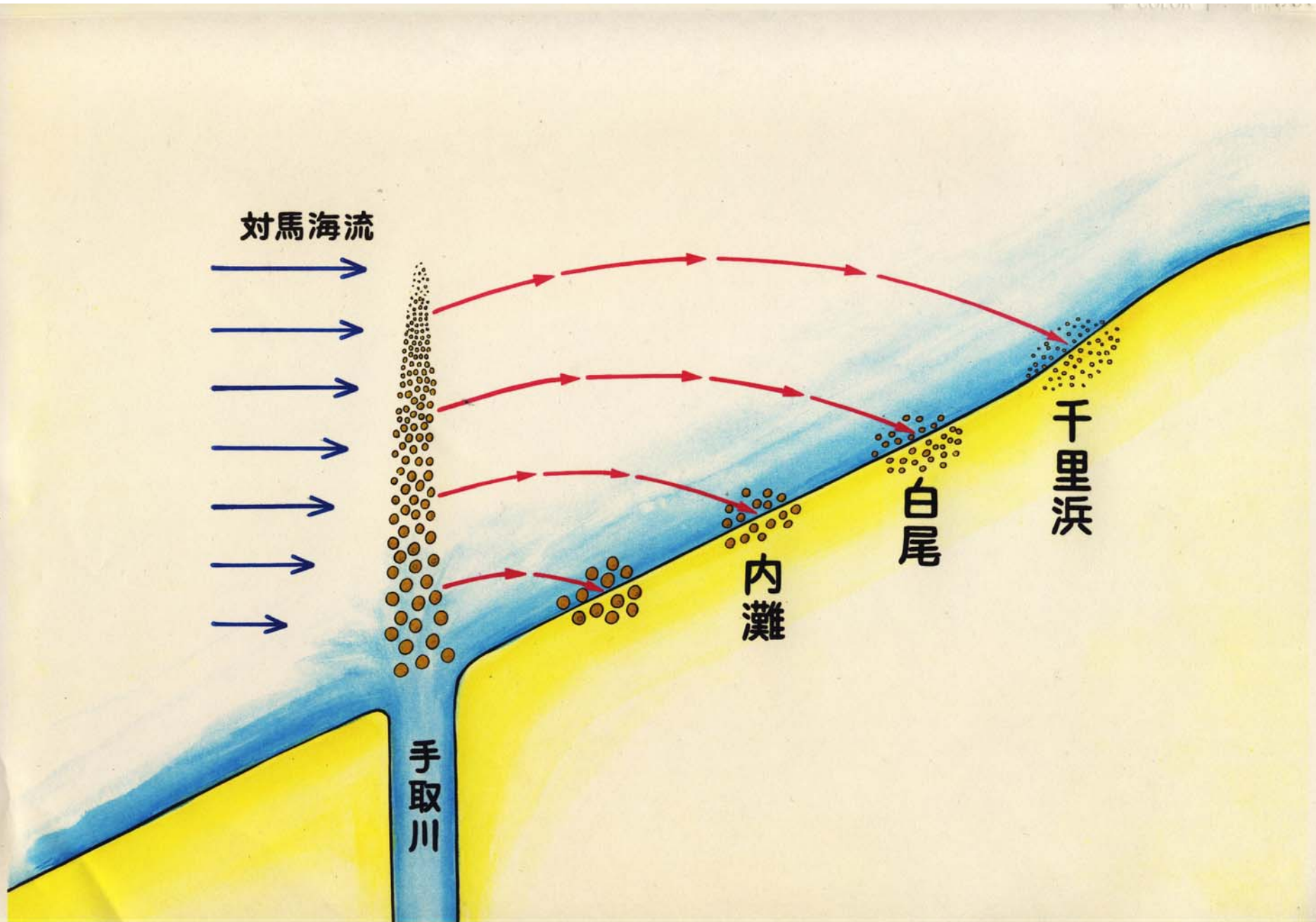
(北国新聞より)



# 千里浜 渚ドライブウェイ(羽咋海岸)

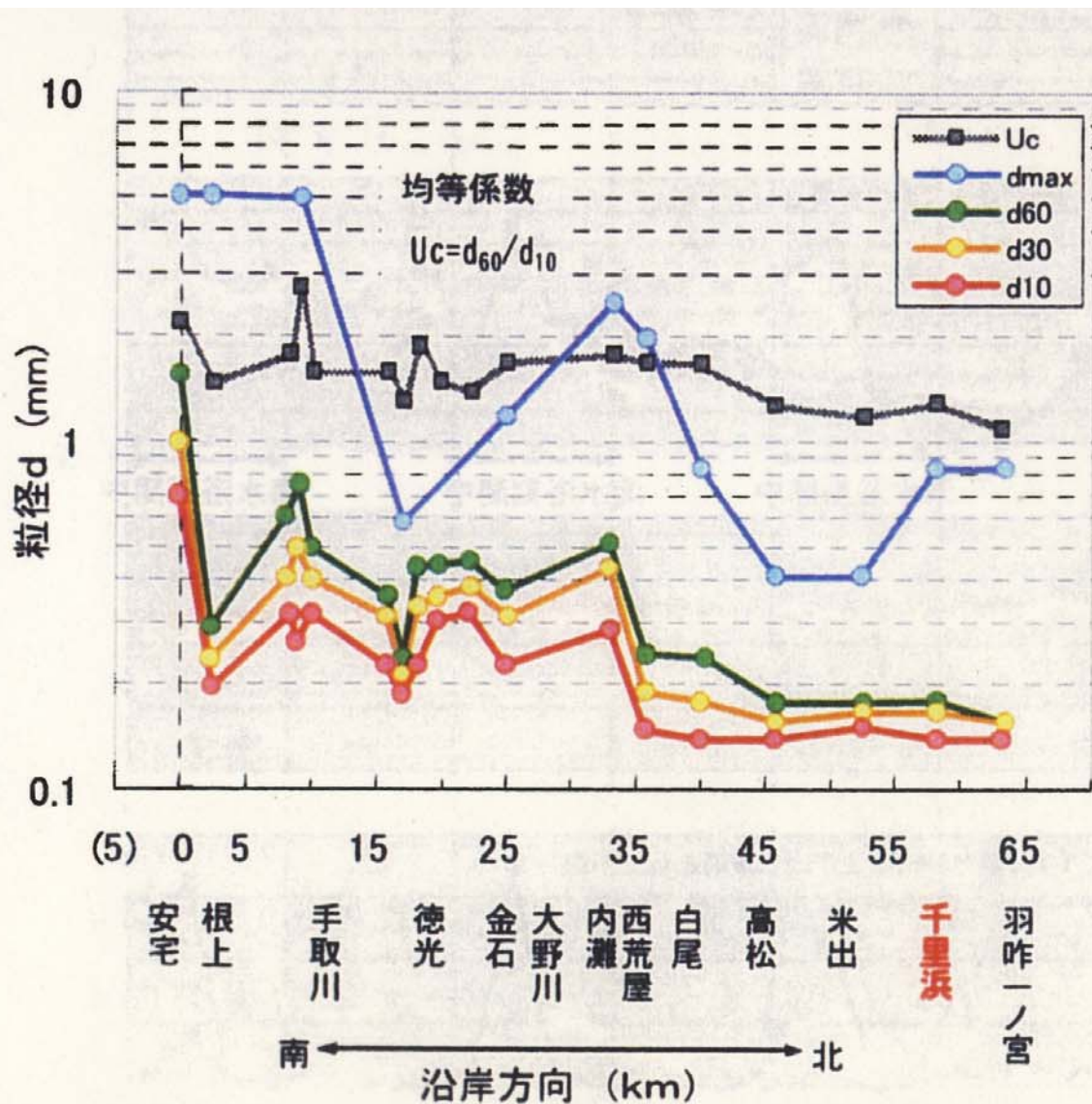


手取川から流出した砂が、対馬海流により自動的に篩い分けられて輸送される





# 加越沿岸の砂の粒径分布

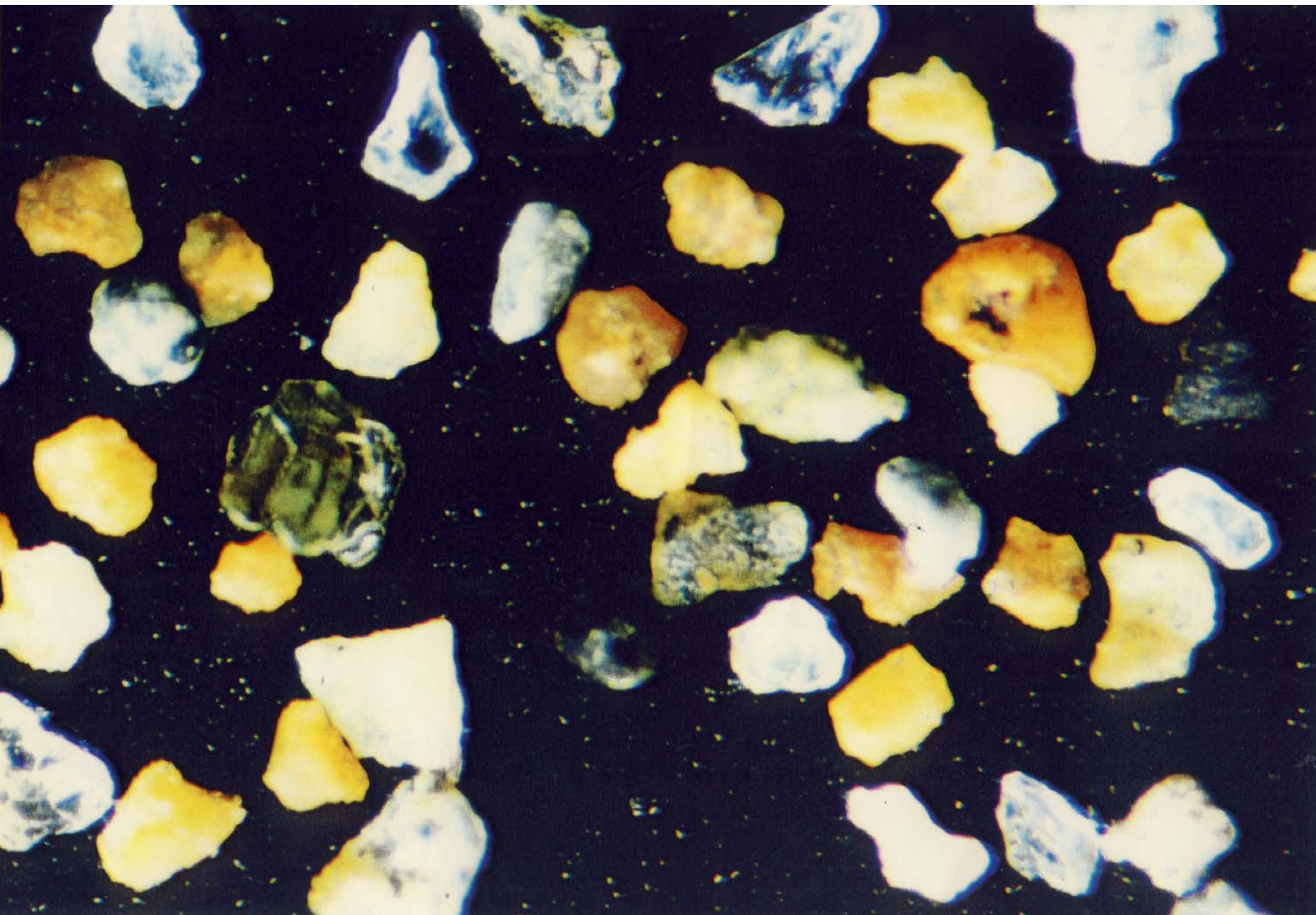


底質拡大写真





千里浜の砂 平均粒径 約0.2mm





渚ドライブウェイのある デイタナ ビーチ (アメリカ フロリダ)





# 環境保全用の船舶の製造

浚渫船兼油回収船 白山

新潟港に配置



重油回収装置  
製作





清龍丸



海翔丸



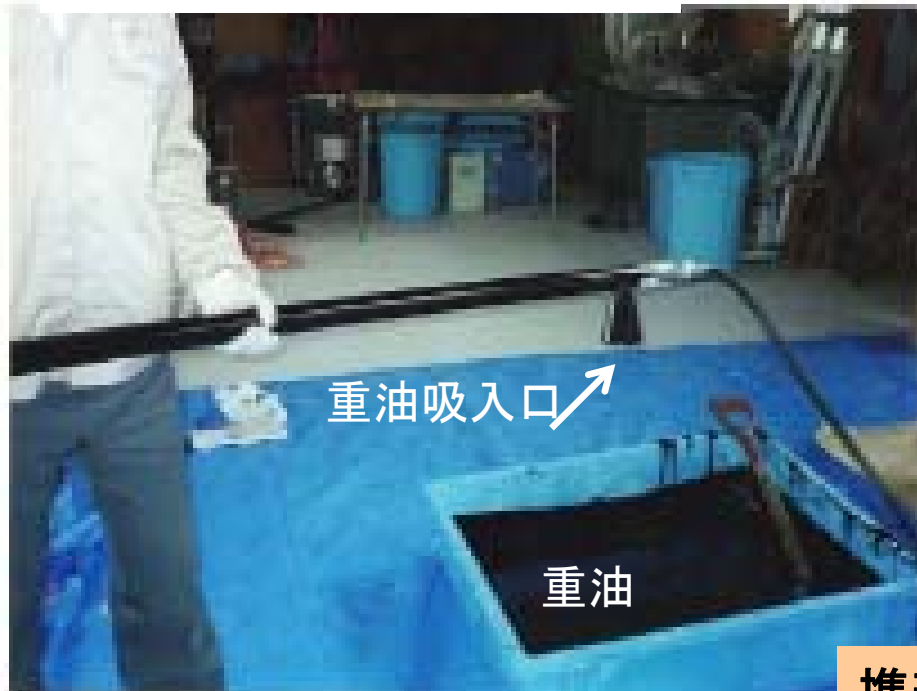
油回収機シクロネ



エマルジョン化した回収重油

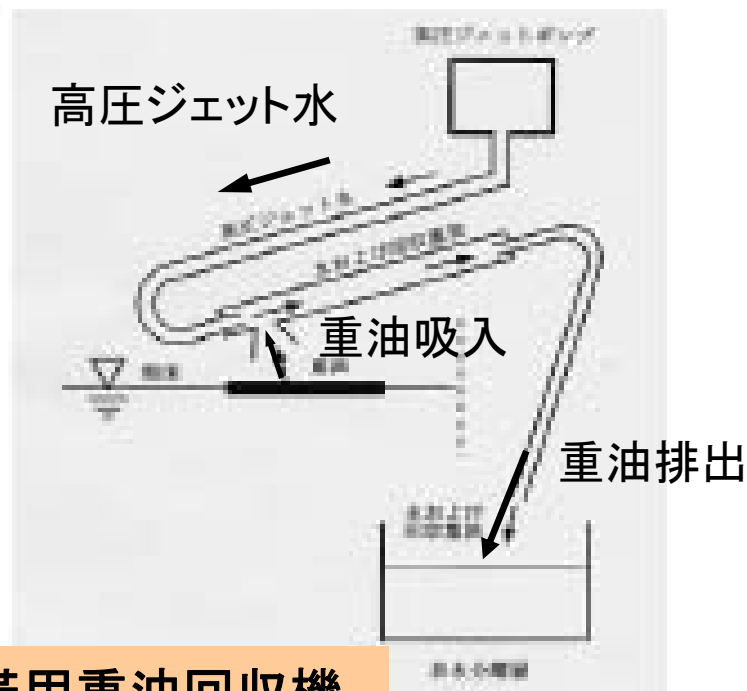


燃焼処理のための回収重油の運搬



重油吸入口

重油



携帯用重油回収機



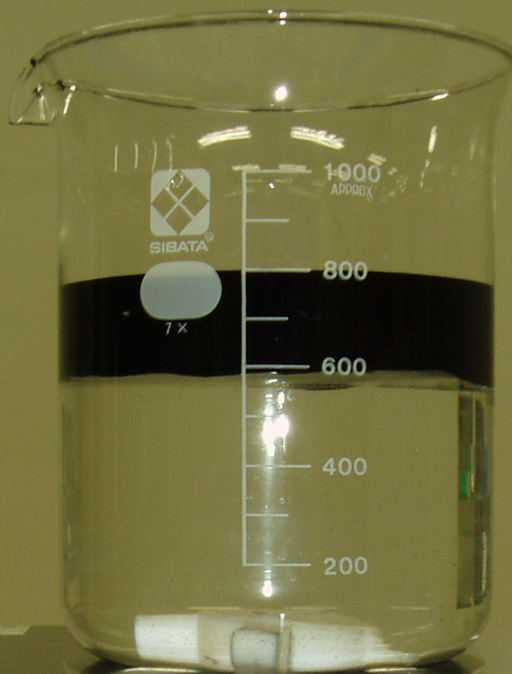
# 環境整備船兼油回収船（いしづち） [双胴船] 瀬戸内海に配置



浮遊物(重油)回収口



# エマルジョン解消剤の開発



重油 200cc

海水 600cc





エマルジョン化した重油



# エマルジョン解消剤の注入



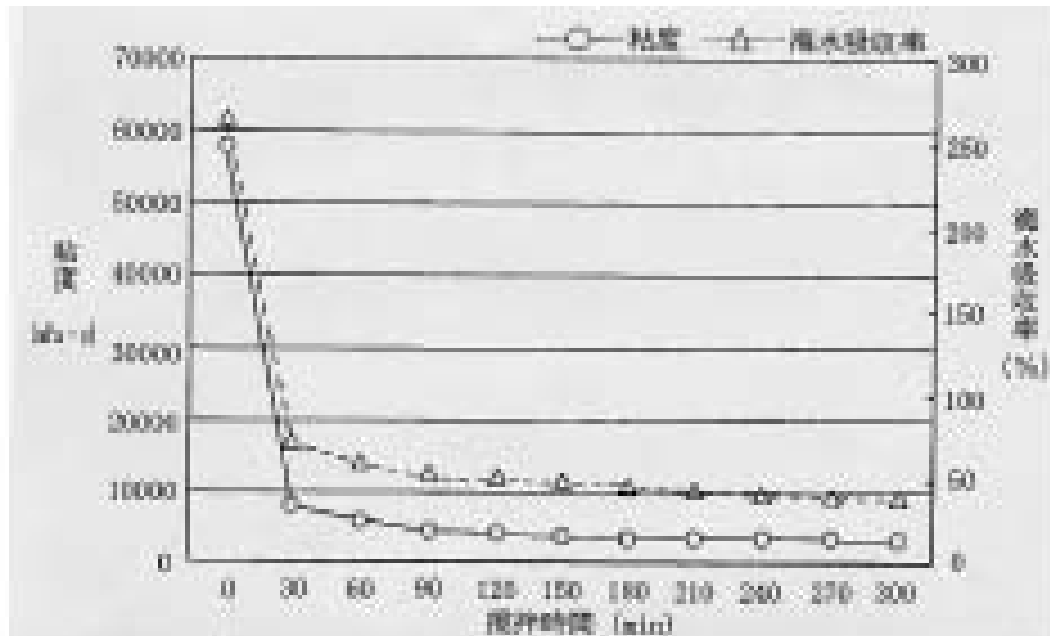
26日(土) 午後10時  
エマルジョンの解消剤の注入



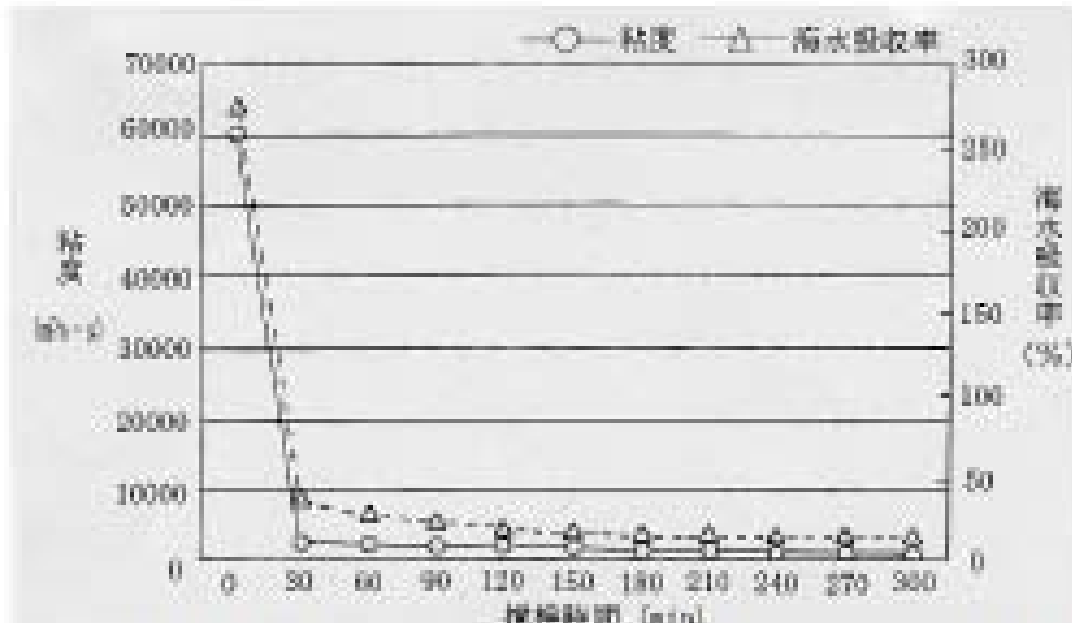
ほぼエマルジョンが解消された  
重油(上層部)と海水(下層部)



# エマルジョン解消剤 注入後の 重油の 粘度と含水量の 時間変化



ポリエチレン グリコール モノラウレート 5%添加



さらに ソルビタン モノラウレート 0.5%添加



人類存続のための課題

# 地球環境問題

と

# エネルギー問題

## 地球環境問題

- ・地球温暖化（二酸化炭素の増加→海面上昇）
- ・酸性雨（SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> による大気汚染→生物の死）
- ・オゾン層破壊（フロンガスの上昇→紫外線の増加）
- ・森林の破壊
- ・資源の枯渇
- ・生物種の減少
- ・土地の砂漠化
- ・廃棄物の増加

## エネルギー問題

- ・化石燃料（石油, 石炭, 天然ガス）
- ・原子力（核分裂, 核融合）
- ・自然エネルギー（水力, 風力, 地熱, バイオマス）

太陽エネルギーは1.35kw/m<sup>2</sup>（太陽定数）

## 地球環境改善

画期的な発明が必要 → 科学技術の進歩

精神の向上が必要 → 優れた哲学の構築が不可欠

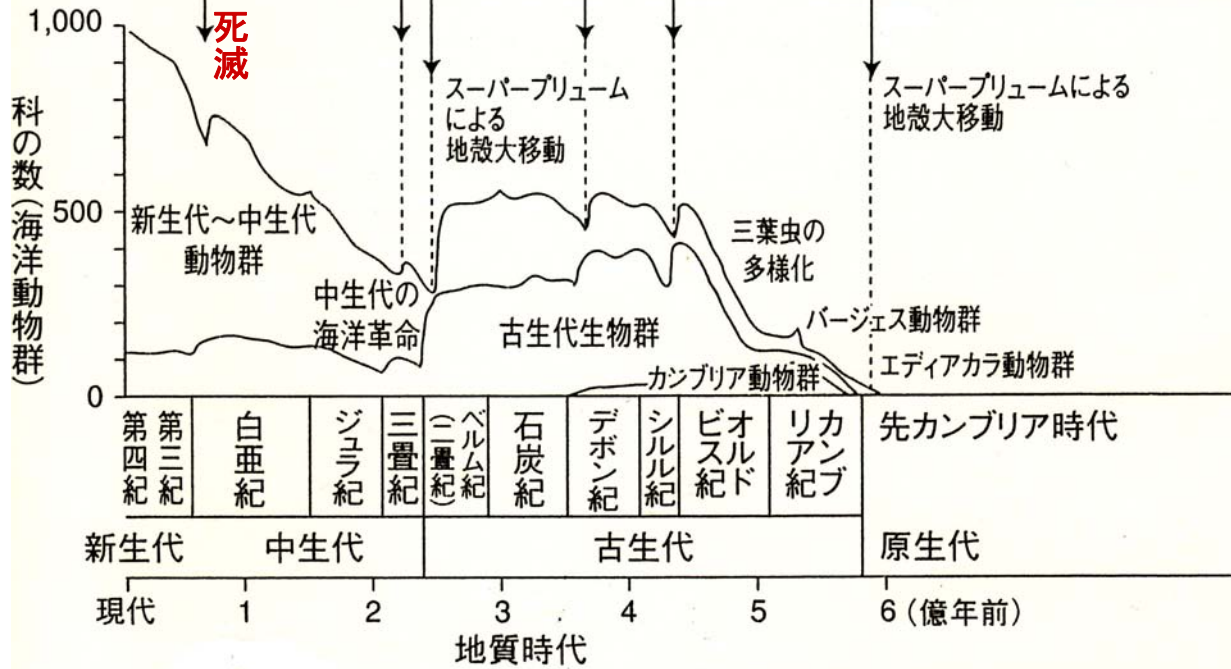
# 生物絶滅史年表

億年前

時間 ←

← 助走期間 →

16万年前	400万年前	0.1~0.2	0.65	2.1	2.5	3.7	4.4	5.1	5.7	10	14	20	28	30	36	46	180
0.0016	0.04	巨大隕石の衝突 「衝突の冬」 恐竜		超大陸パンゲア分裂 (第三回目の絶滅)		地球規模の寒冷化 (第二回目の絶滅)		大氷河 (第一回目の絶滅)		超大陸ゴンドワナ分裂 カンブリア大爆発		多細胞生物 真核細胞生物 藍藻類		原始藻類 生命の誕生 光合成生物出現		地球誕生	宇宙誕生



ホモサピエンスの誕生

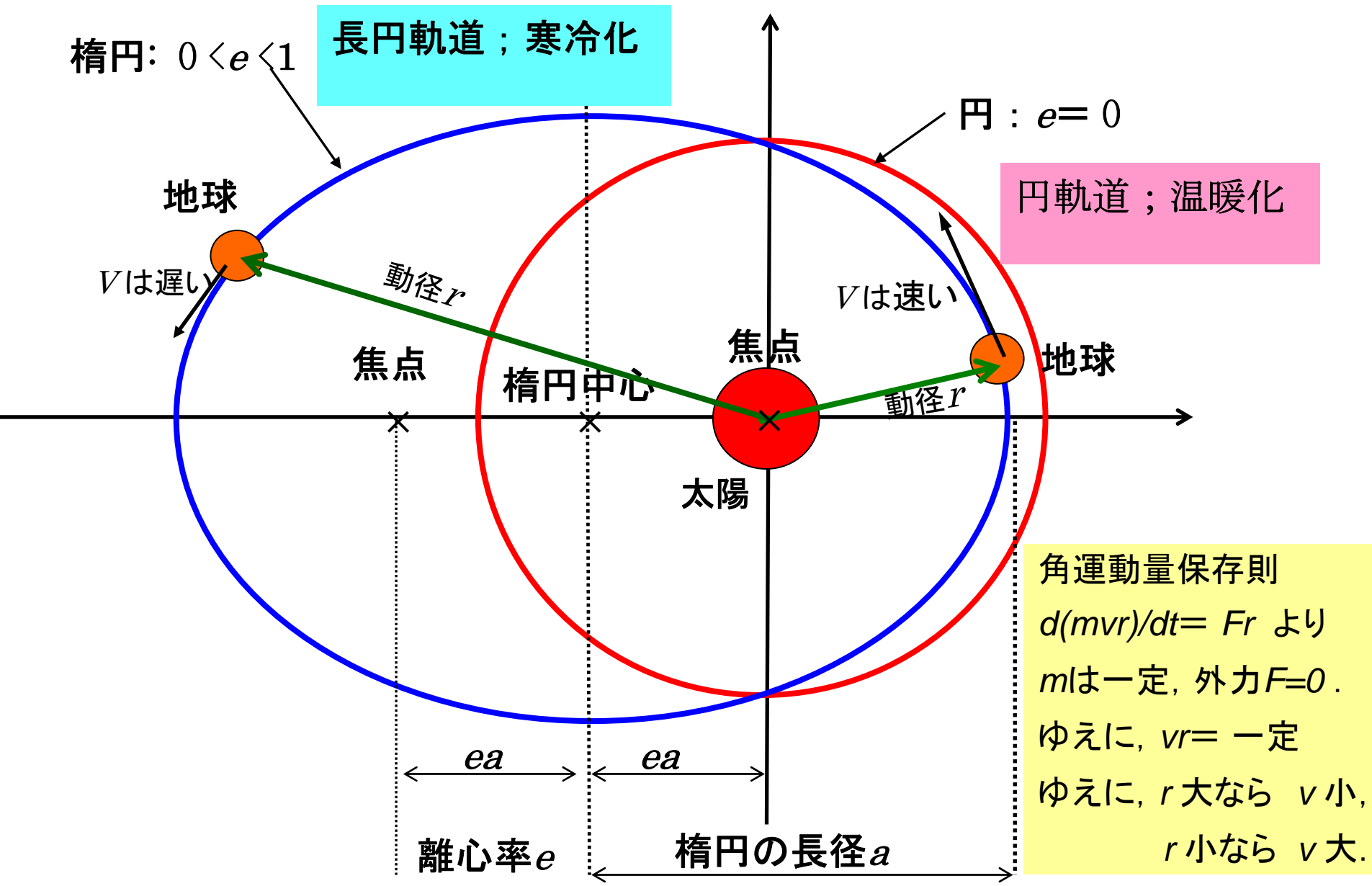
人類の誕生

16万年前 400万年前  
0.0016 0.04

(セブコスキー 1984、[31] より作成。エコシステム研究会)



# 氷河期と間氷期（温暖期）



CO<sub>2</sub> (ppm),  
温度 1/100℃

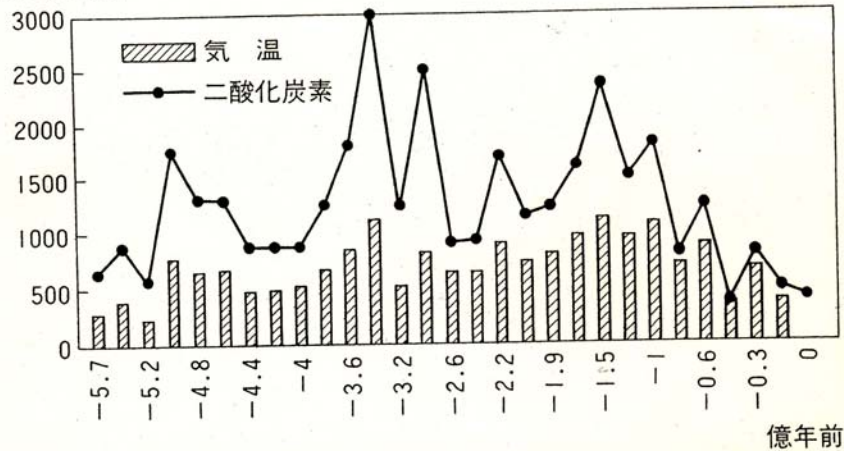


図1-7 5億7000万年前から現在までの大気中の二酸化炭素濃度と年平均気温の変化⑭ (現在の年平均気温を0℃としている)

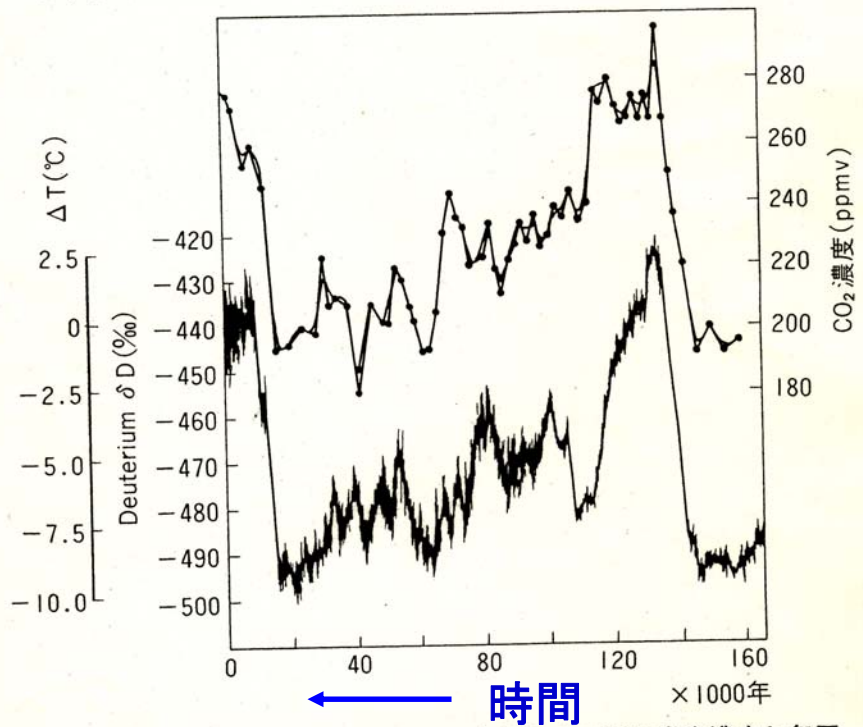


図1-8 16万年前から現在までの大気中の二酸化炭素濃度と年平均気温の変化⑮ [現在の年平均気温を0℃としている. Deuterium δD は、重水素 (<sup>2</sup>H, Deuterium) の量を基準とした気温の指標]



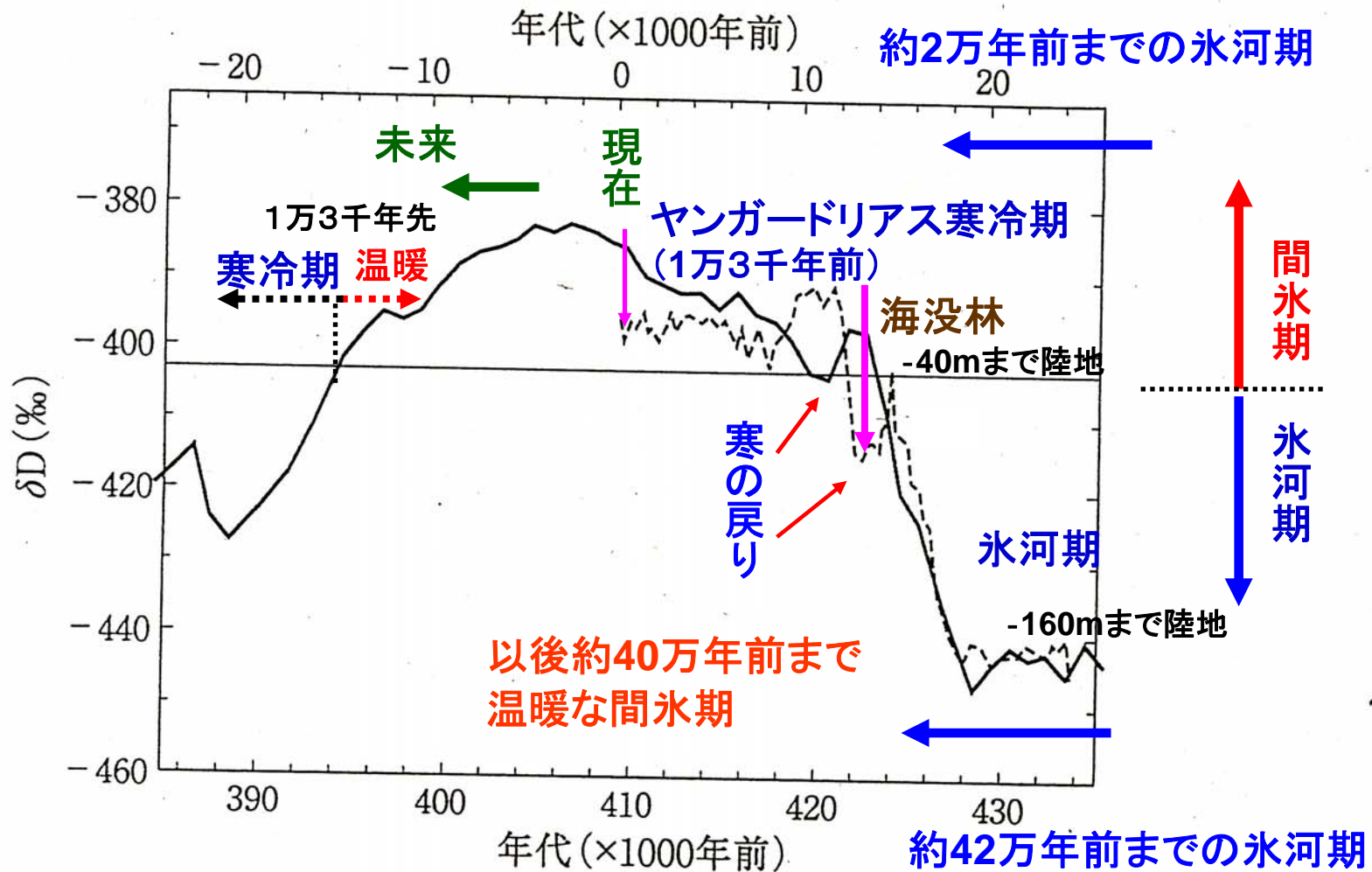


図5 安定同位体比にみるステージ11とステージ1（現在まで）の継続期間の比較 (EPICA community members, 2004)

実線：南極氷床エピカコンコーディアドームCコアのステージ12～11（43.5-38.5万年前），破線：同コアのステージ2～1（2.5万年前以降）。

# ラディマンの気温予測

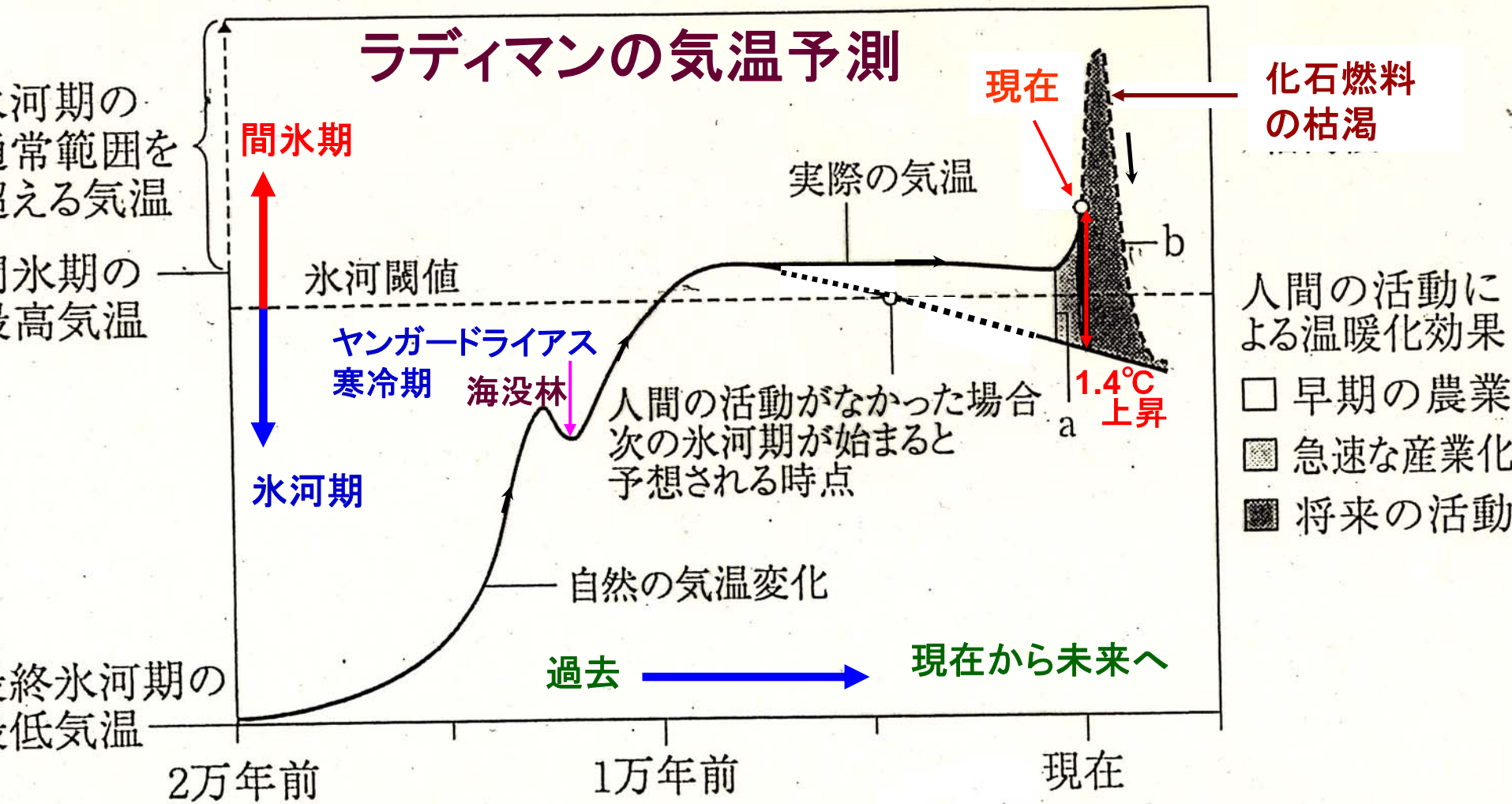


図1 地球の気候の将来像 (ラディマンの予測) (ラディマン, 2005)

10000年前から始まった農耕が0.8°Cの気温上昇をもたらし(実際の気温), 自然の気温変化ならすでに始まっているはずの氷河期の到来を遅らせている. 産業革命以後の温暖化a(0.6°C)と将来の温暖化b終了後には氷河期の寒冷期になる.

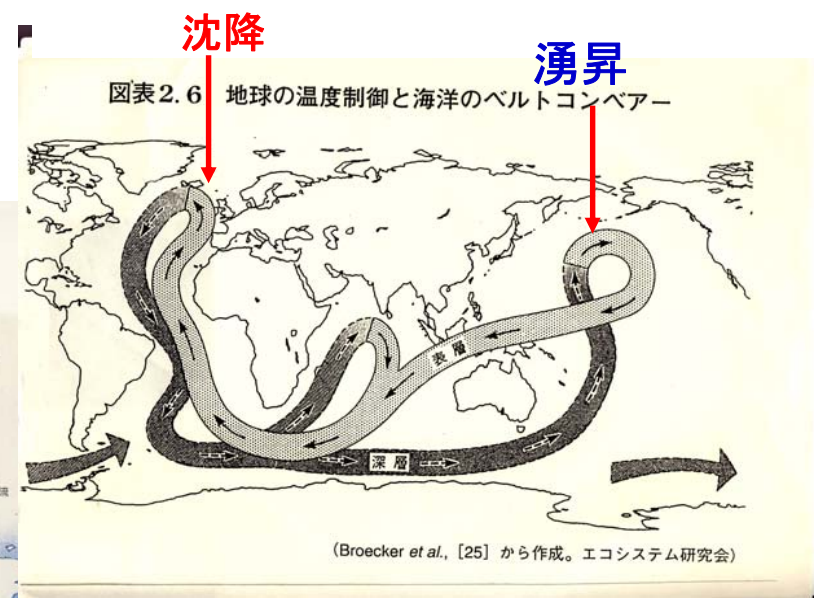
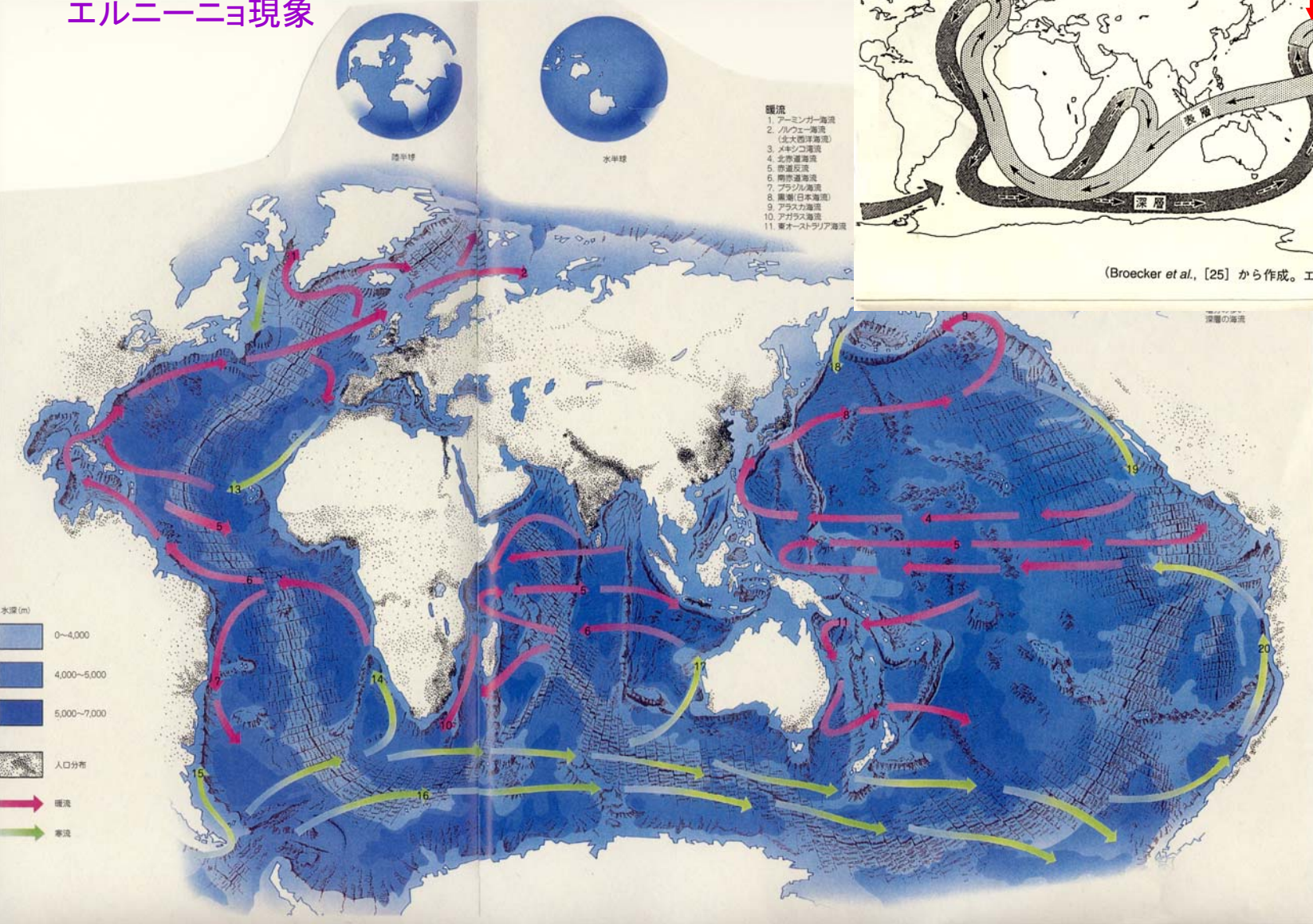
(東京大学出版会「地球中が語る近未来の環境」)



# 温暖化による海流の沈み込みの低下

蒸発の増加 台風の大型化や多発

## エルニーニョ現象





# 環境保全用機器の開発

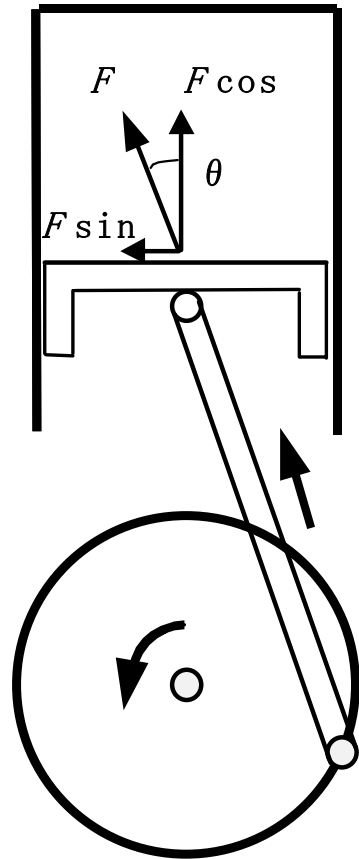
リニアクランク式エンジン自動車  
鈴鹿サーキットでのエコランで技術賞



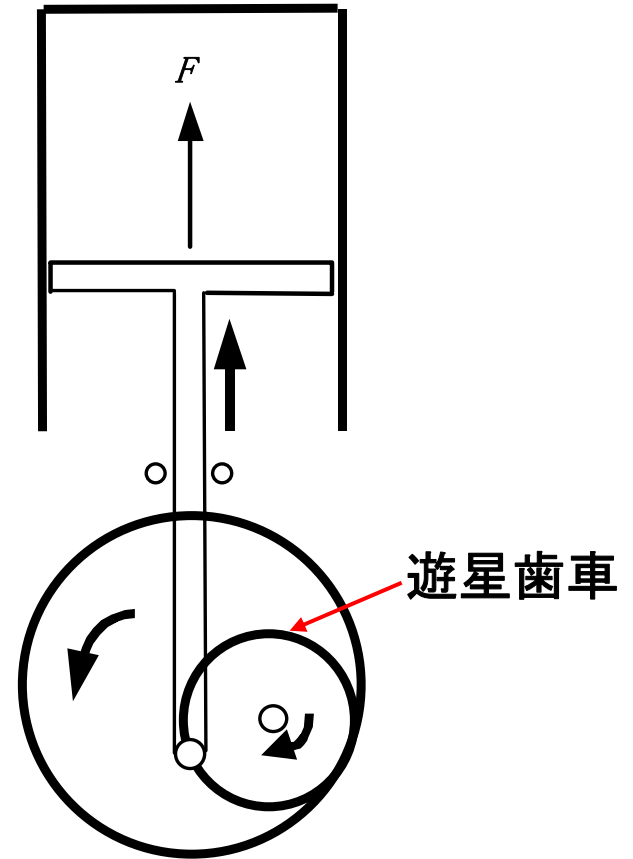


# リニアクランク機構 (ピストンが直動. 遊星歯車使用)

トラスト力なし → 低振動・低摩擦 → オイルレス可能 → ラジエター撤去可能.  
ロングストローク可能 → 高効率



従来のクランク

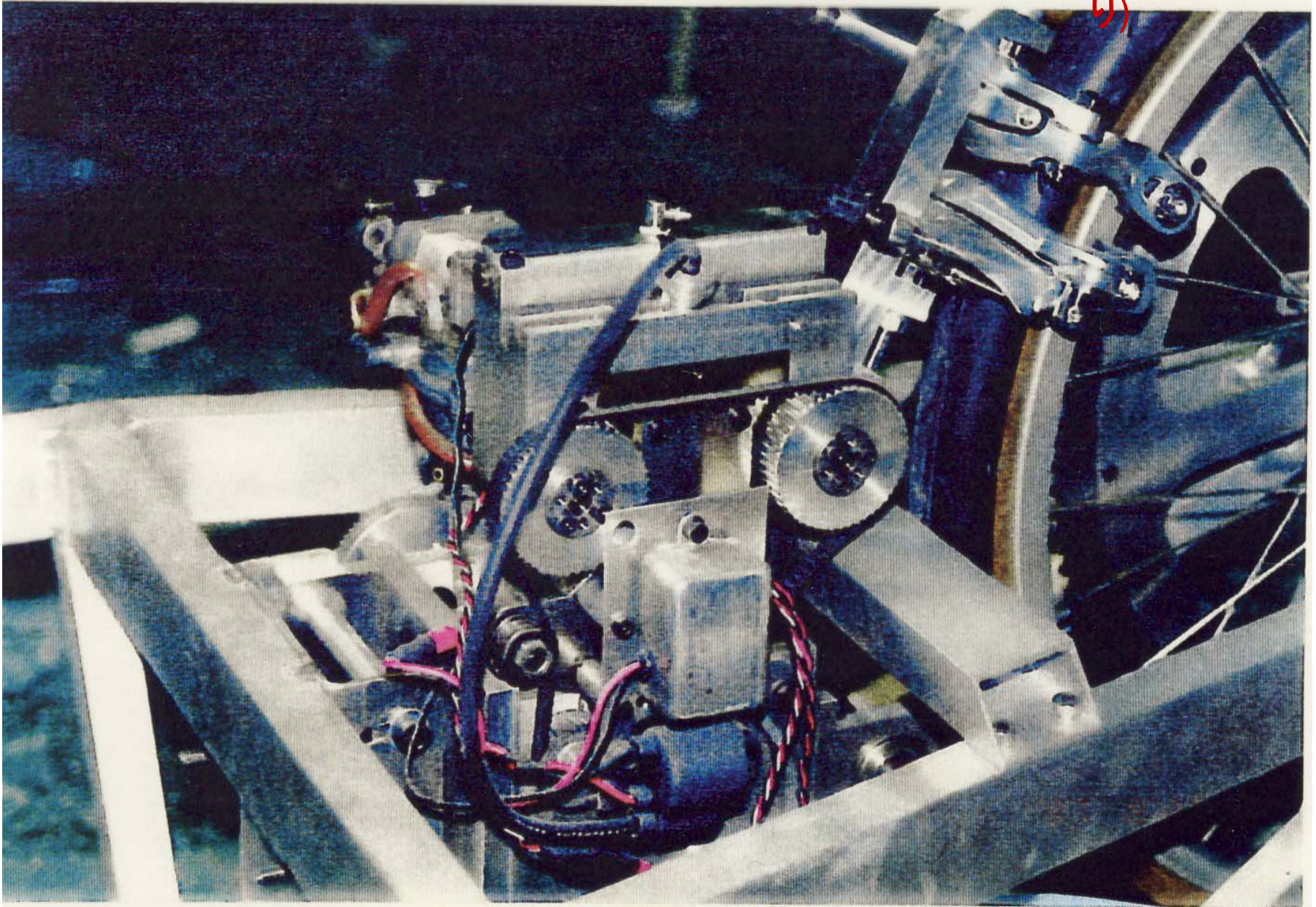


リニアクランク

# リニア クランク エンジン

36ccツインカムエンジン,  
【エコラン掲載エンジン】

(株)LWJ製造  
(DVD有り)





# リニアクランクの機構とバランスの取り方

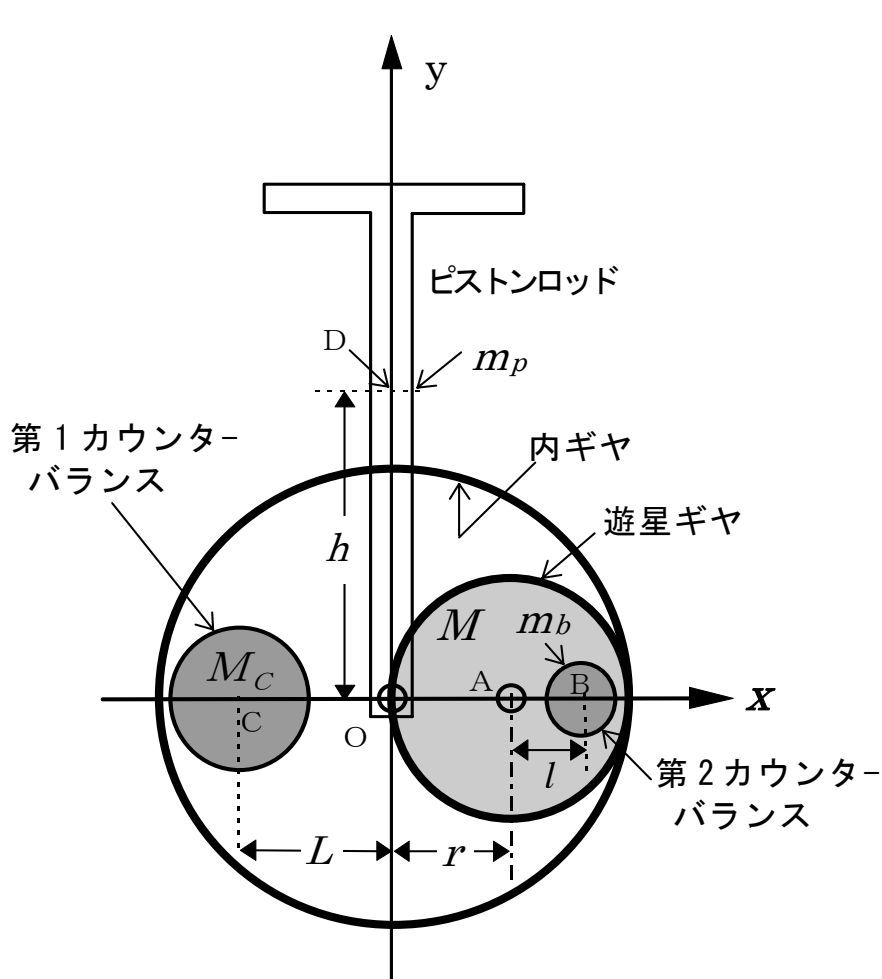


図4 リニアクランクの諸量と位置（初期状態）

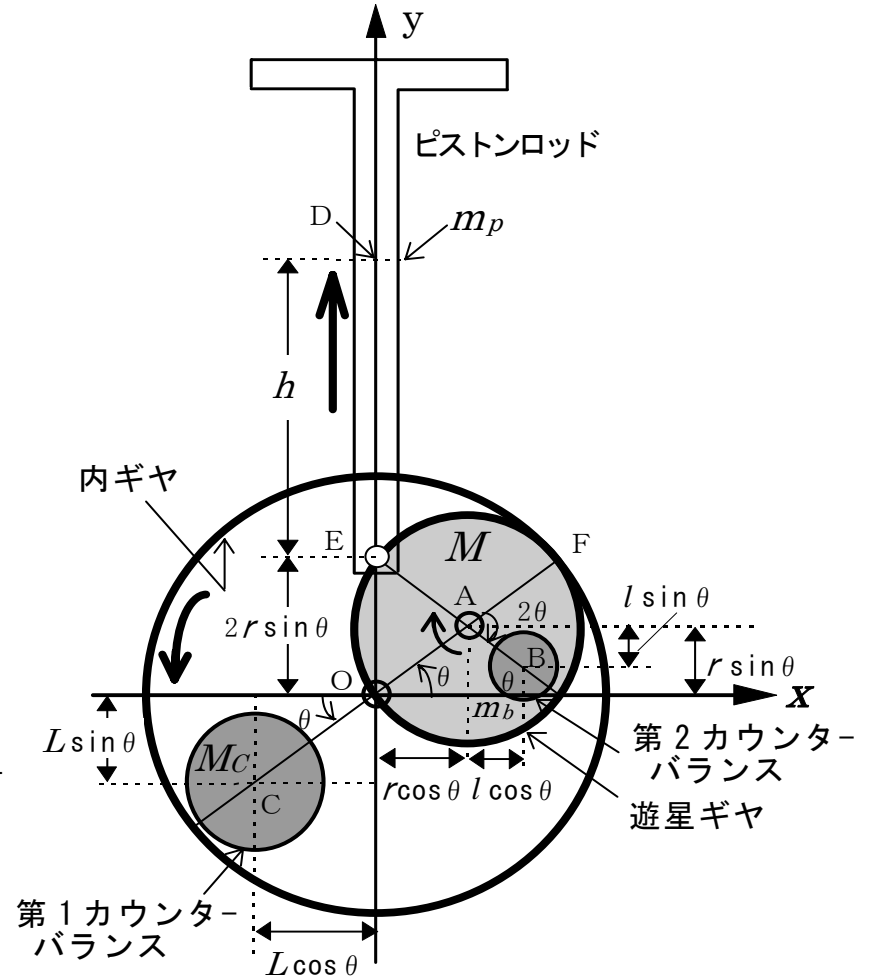
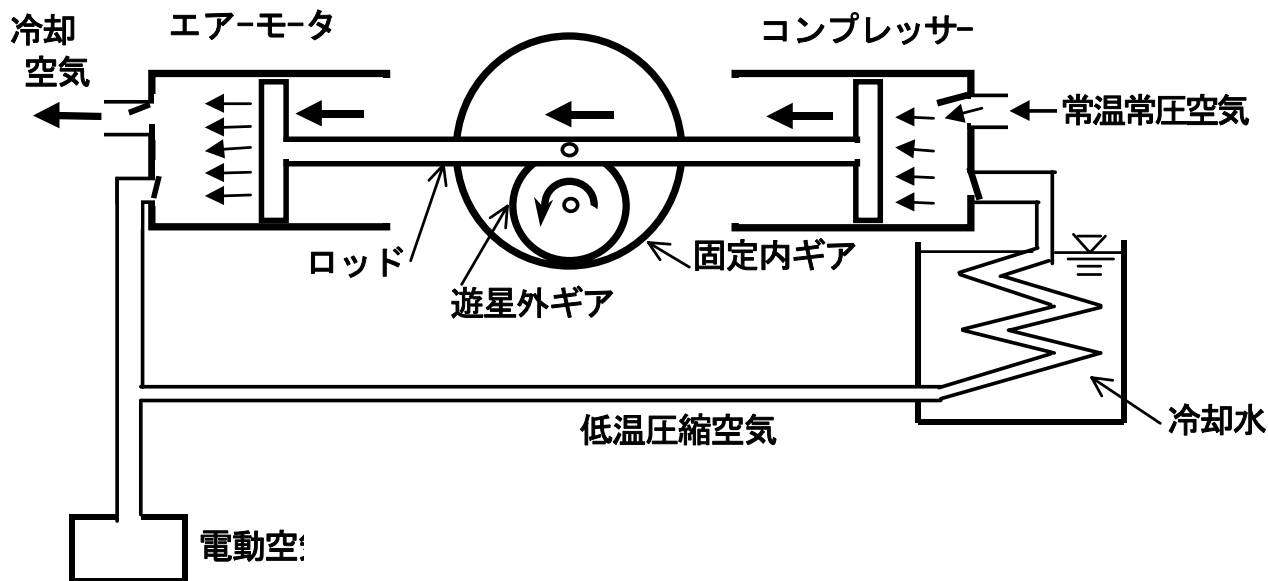
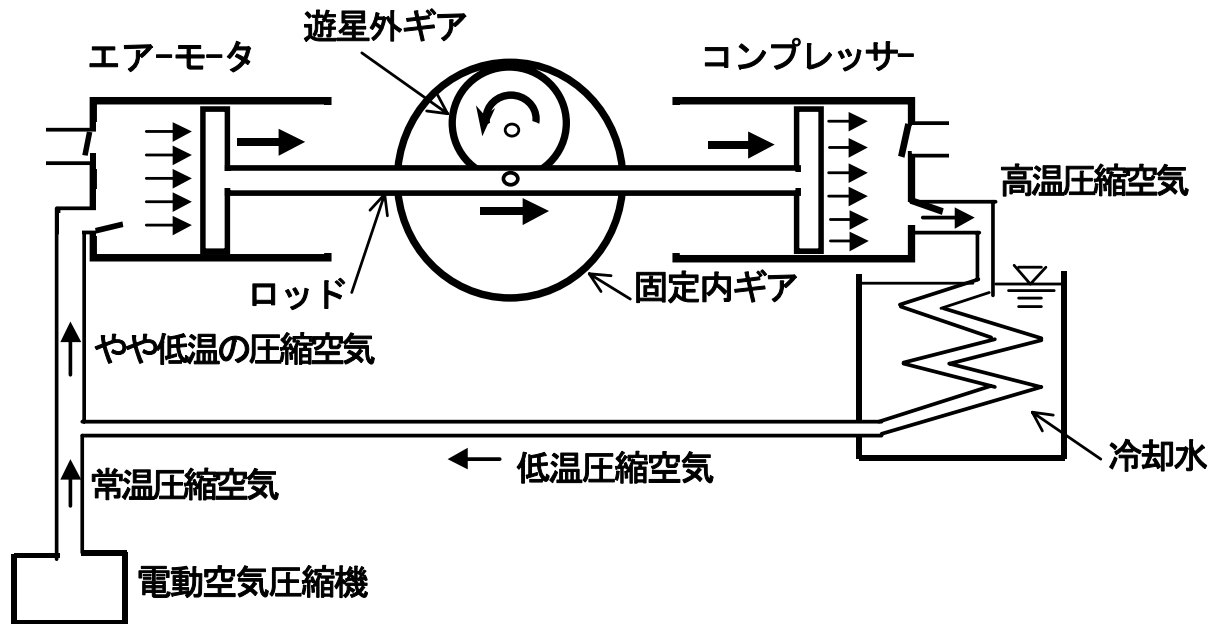


図5 リニアクランクの諸量の移動位置（反時計方向に $\theta$ 回転）

# リニアクランク式 (ノンフロン) 冷風発生機

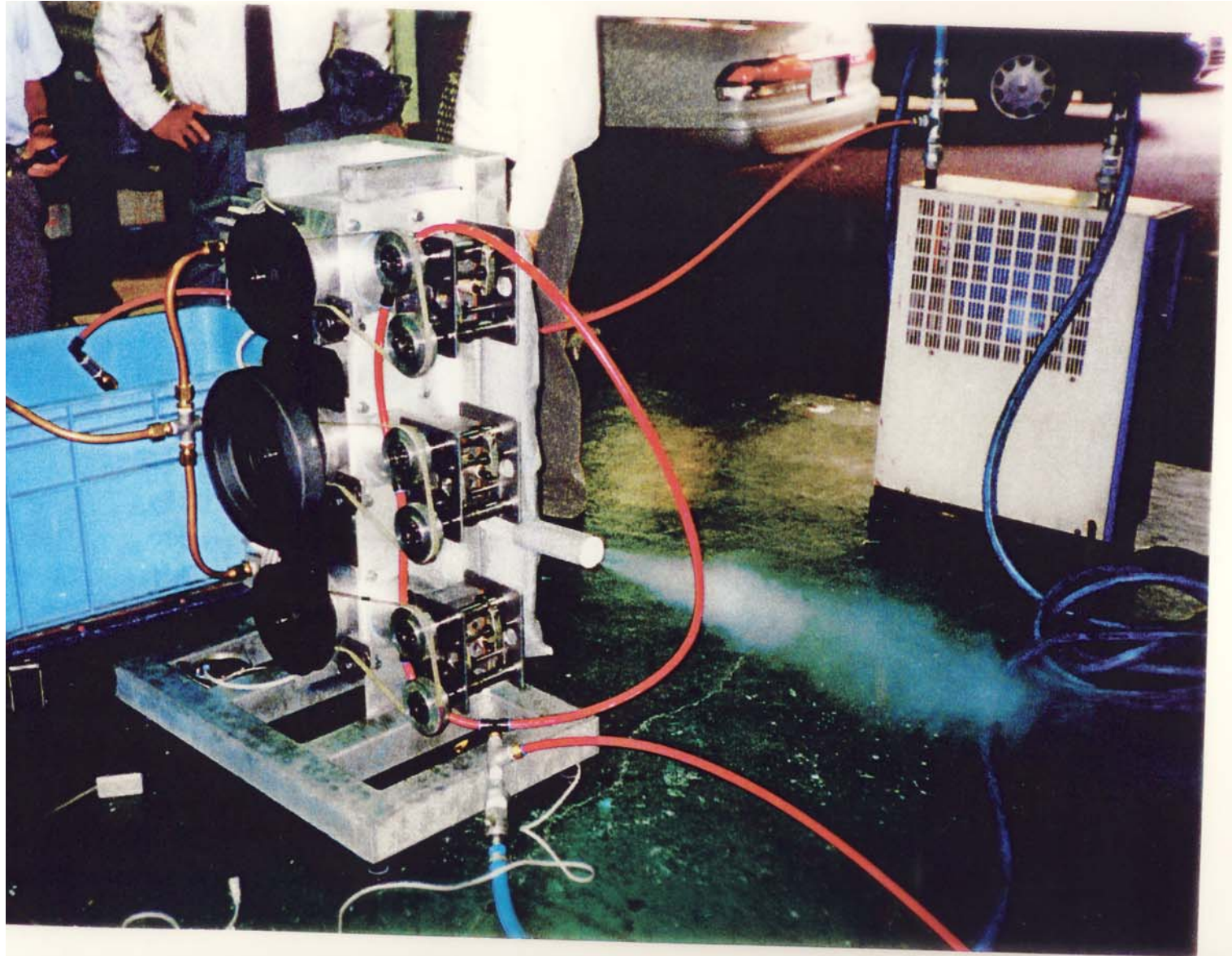
断熱膨張で  
90°C降下





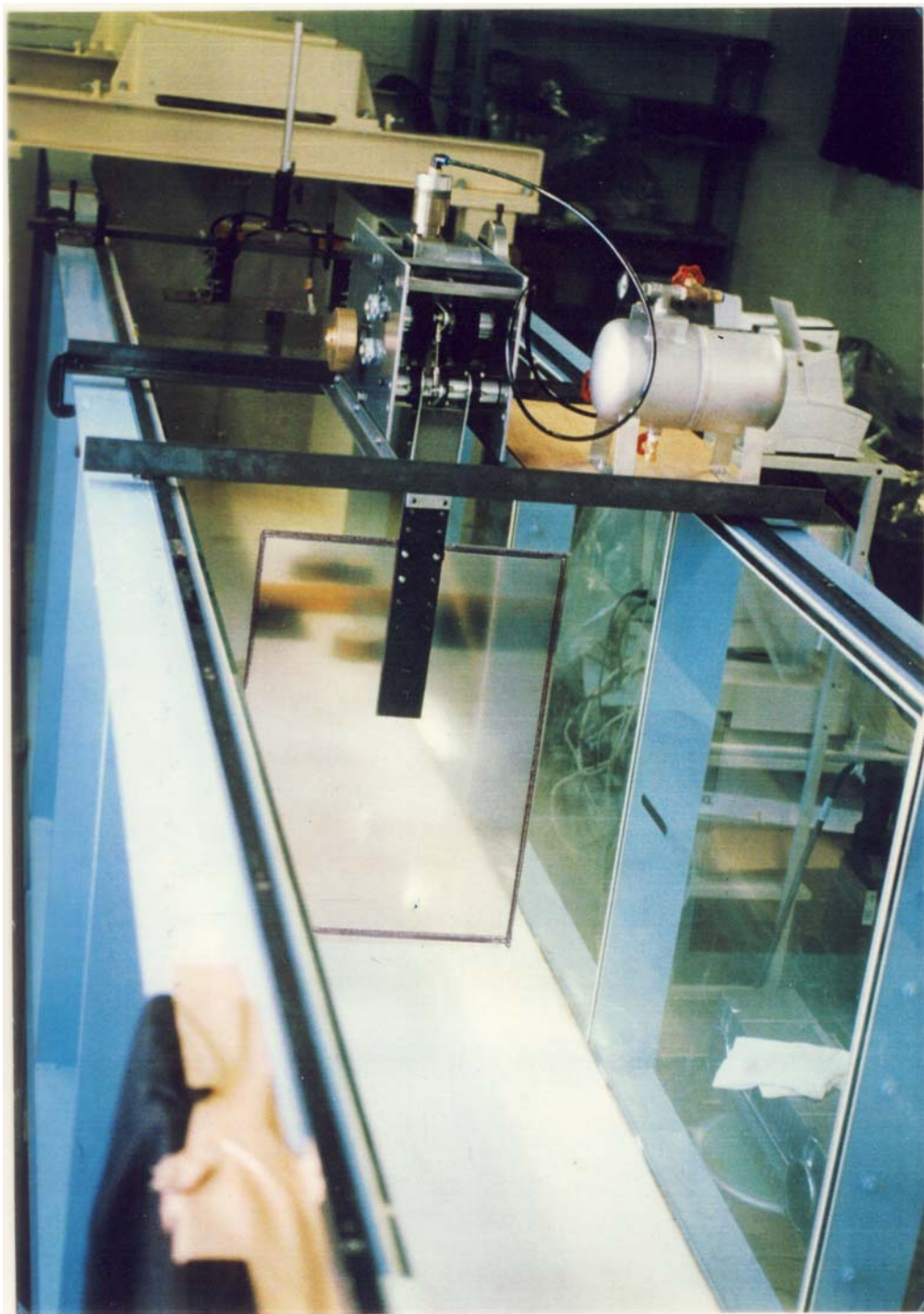
# リニアクラック式冷風発生装置 (断熱膨張による冷却. 冷媒不用)

(DVD有り)



# 波力水車 (DVD有り)

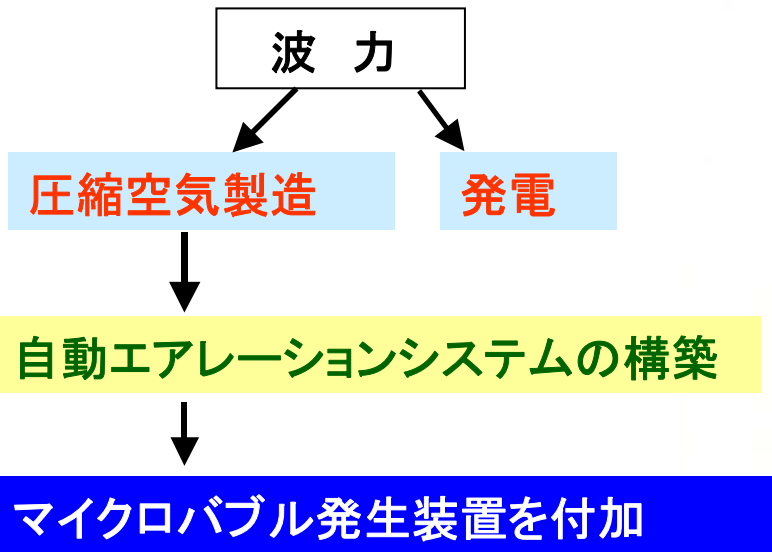
90cm幅で80cm高の  
波受板に、  
周期4秒、波高20cmの  
波を当てると、  
毎分13リットルの空気が  
製造される。



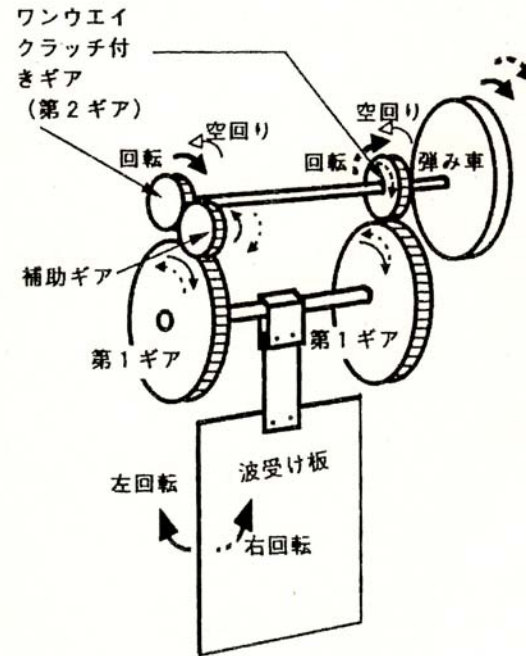


# 波力水車 (振り子式)

自然エネルギー  
抽出



海水浄化,  
生物育成



波力水車の模式図

