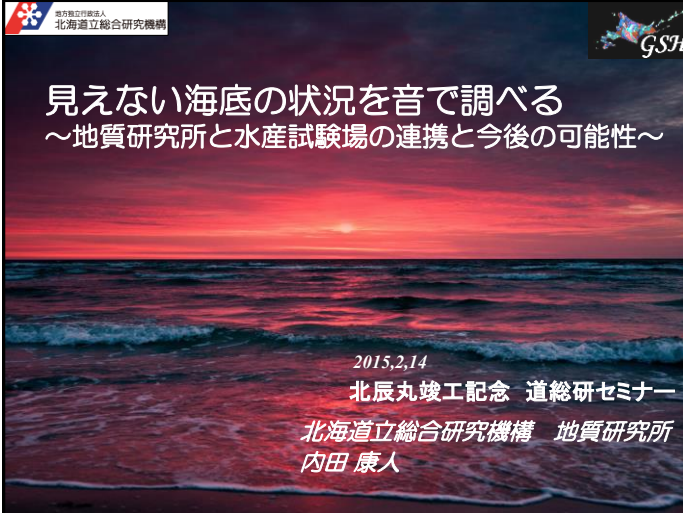


北海道立総合研究機構
GSH

見えない海底の状況を音で調べる

～地質研究所と水産試験場の連携と今後の可能性～

2015,2,14
北辰丸竣工記念 道総研セミナー
北海道立総合研究機構 地質研究所
内田 康人



<本日の内容>

1. プロローグ
海中での調査には「光」は使えない.
2. サイドスキャンソナーという音響調査機材
光が使えなくとも, 海底を画像として見る手段がある.
3. 北海道沿岸海域の海底の様子
実際にサイドスキャンソナーで撮った海底画像の例.
4. 新たに生じた課題
小型船舶(漁船)を使った調査の問題点.
5. 解決策は組織の枠を超えて(win-win)
地質研・水試が連携した共同研究課題の成果.
6. エピローグ
今後の展開と可能性.

1. プロローグ

海中での調査には「光」は使えない.




小樽市, 平磯～築港にかけての海岸には岩場が分布している.





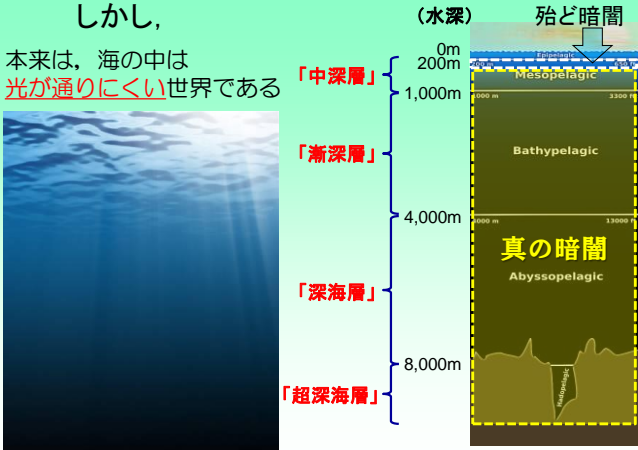
干潮時には、その一部は海面上に現われる。

海岸付近のごく浅い範囲では海底の様子を陸上から直接観察することもできる。



海底の岩盤が直接見える！

しかし、
本来は、海の中は光が通りにくい世界である




(水深) 殆ど暗闇

0m
200m
1,000m
4,000m
8,000m

「中深層」
「漸深層」
「深海層」
「超深海層」


Mesopelagic
Bathypelagic
Abyssopelagic
Hypopelagic

いったい、水深何mくらいまで太陽の光は届くのか??
天気や海の透明度にもよるが、水深100mまで届く光は、浜辺で釣りなどをする数メートルの深さの光の量の



← 水深数m
この程度なら魚もよく見える

およそ 100分の1程度となる。



← 水深100m
ライト無しでは全く見えない

海の底はどうなっているのだろう？
＜光が遠くまで届かない深い海の底は、暗黒の世界＞



ために、強いライトで海底を照らしてみたものの...



水深20m:
なんとか周辺もみえる

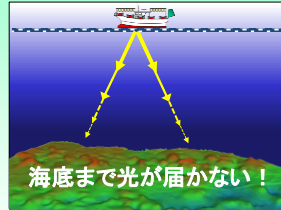


水深50m:
ライトの先1m程しか見えない

したがって、
海底の全体の姿を光を使って航空写真のように
撮影することはできない。



陸上では・・・
航空写真で地上の様子を
簡単に把握できる。



海域では・・・
光による撮影は
よほど水深の浅い所以外は無理。

2. サイドスキャンソナーという音響調査機材
光が使えなくとも、海底を画像として見る手段がある。



光が使えなくとも音がある！

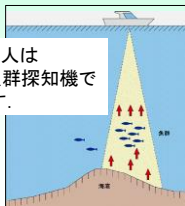
<音は海中(水中)を驚くほどよく伝わる>



← たとえば
潜水艦は、敵潜水艦や艦船を
光や電波ではなく、音(ソナー)を
用いて探知する。

特に、イルカ、鯨等の生物は
音波で仲間や他の生物と交信したり
餌を探したりしている(らしい)。

漁師さんや釣り人は
音波を使った魚群探知機で
魚の群れを探す。



海中での交信？



軍事用の技術に基づいて、音波(音)を用いて
海底の様子を可視化する、**サイドスキャンソナー**という
民間用の技術・装置が開発された。
(いわば、海底の航空写真)

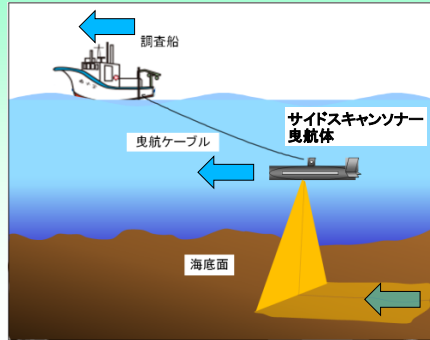
「サイドスキャンソナー(Side Scan Sonar)」

Side: サイド(横)方向を

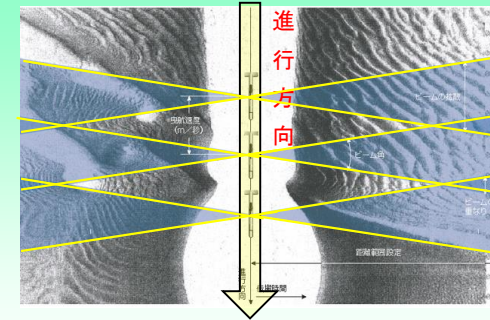
Scan: スキャン(精査, 詳しく)調べる

Sonar: ソナー(音を用いる装置)

- ・調査船から、下図のように「曳航体」という装置をひく。
- ・曳航体は、海底面に向けて扇形に広がる音波を発信し、海底面の広い範囲から反射して戻ってきた音波を受信。



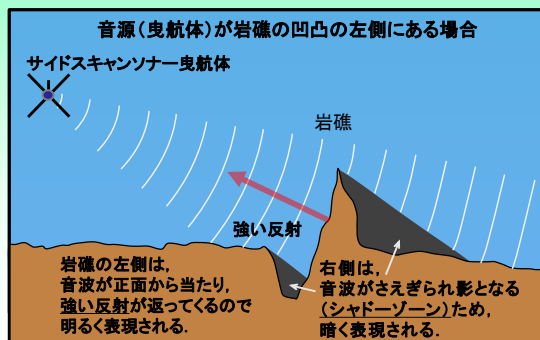
サイドスキャンソナーによる海底面探査 (海底面を上から見た状況)



調査船の左右方向に広く発信され、海底で反射して戻ってくる音波の強弱を、濃淡の差として表すことにより、航空写真を撮影するように、海底面の状況を画像として調べるができる。

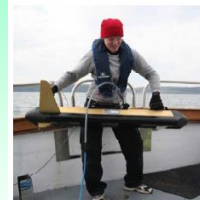
海底面音響画像(海底の航空写真)作成の原理

海底に山や谷のような凹凸があると、起伏の向こう側は、音がさえぎられ、「音の影」となって暗く表現される。手前側は音波がまともに当たり、強い反射が帰ってきて明るく表現されるため、立体的に見える。



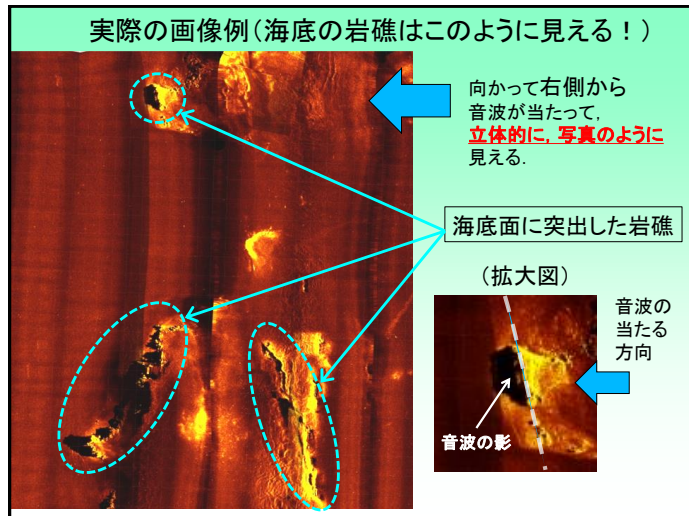
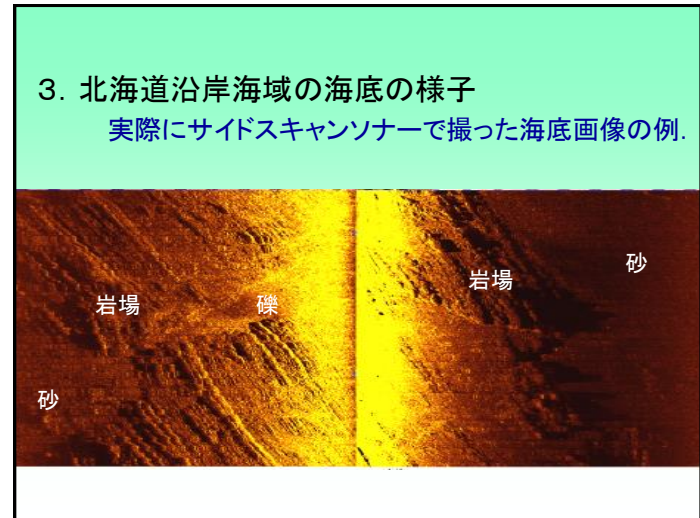
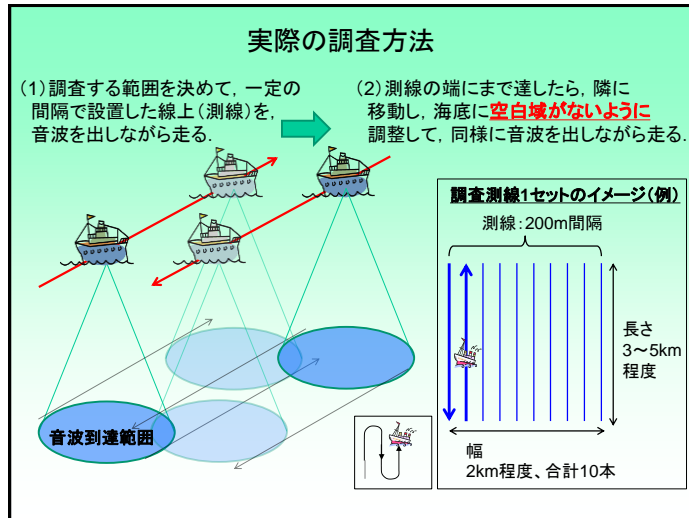
サイドスキャンソナーとはどのような装置か？

Digital Side Scan Sonar



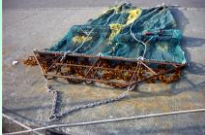
曳航体(音波発信機)
空中重量:30kg
水中重量:18kg






沿岸漁業者の声・要望

- ・実際に海底をけた網で曳いていると、効率よくスムーズに曳ける方向もあれば、やたら**海底に引っ掛かって曳きづらい**方向もある。
- ・海上保安庁による、海底地形図(等深線図)などの図面をみても、そこまで細かな情報は載っていない。



そのため



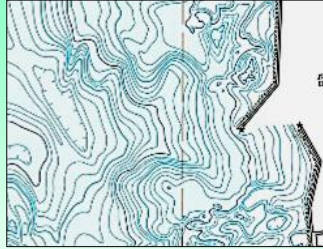
海底を曳く際に、下手をすると**アンカーとなる!**
最悪の場合には**転覆**も。

実際に、羽幌沖でナマコ漁船が転覆事故。ナマコを採る際に**道具が岩場に引っ掛かり**、船のバランスが崩れた。
船長死亡 乗組員2人は無事 (2014.7.12)

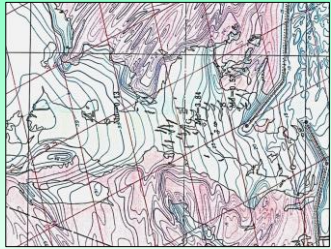
けた網は、鉄製の枠に袋網を取り付けたもので、重さ**何100kg**もある。

要望: 効果的・効率的かつ安全な操業に役立つ、海底地形や地質のわかりやすい資料が欲しい。

これまで参考にできた留萌沖海域の海底に関する資料



等深線で表現した海底地形図



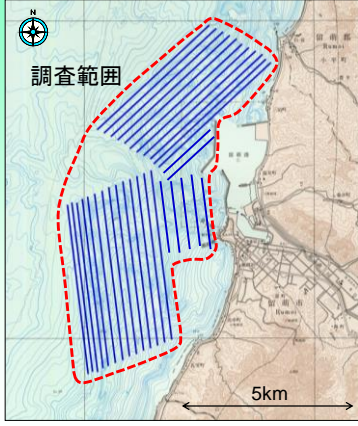
色分けで区分した底質分布図

0 500m 1km

岩 礫 砂


ただし両方とも、決して、細かな地形などを判断し易い資料ではなかった。

そこで、留萌沖の海底音響画像を作るべく調査を実施。




調査範囲


5km



2013年
8月20～22日
協力:
新星マリン漁協
第二十七徳漁丸



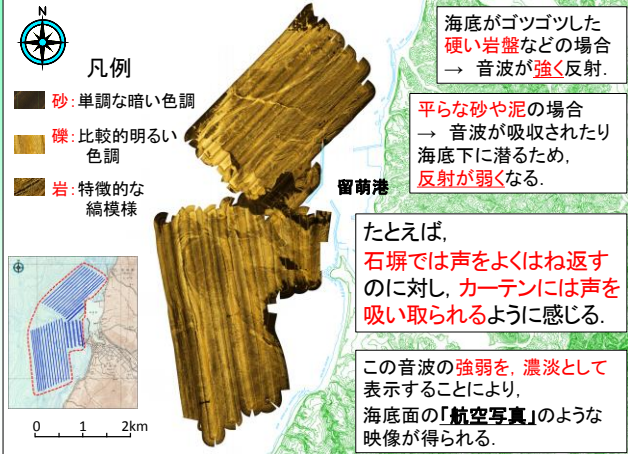
実際の調査風景



留萌沖海域・海底面音響画像全体図

凡例

- 砂: 単調な暗い色調
- 礫: 比較的明るい色調
- 岩: 特徴的な縞模様



留萌港

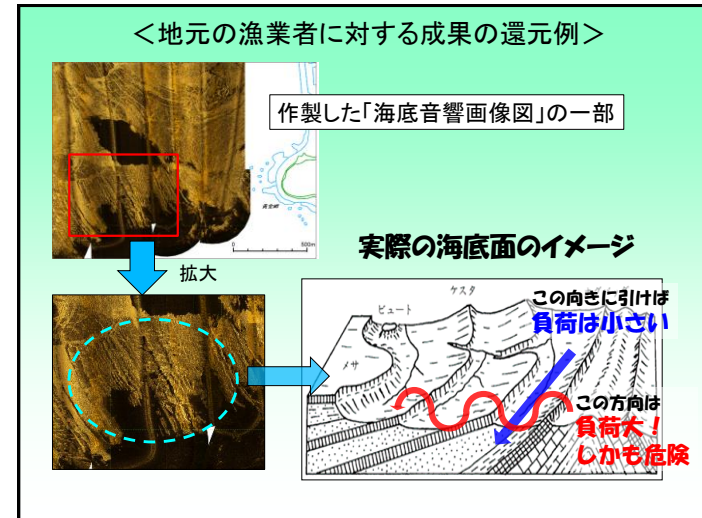
海底がゴツゴツした**硬い岩盤**などの場合 → 音波が**強く**反射。

平らな砂や泥の場合 → 音波が吸収されたり海底下に落ちるため、**反射が弱くなる。**

たとえば、**石堀では声をよくはね返す**のに対し、**カーテンには声を吸い取られるように感じる。**

この音波の強弱を、濃淡として表示することにより、海底面の**「航空写真」**のような映像が得られる。

0 1 2km



4. 新たに生じた課題
小型船舶(漁船)を使った調査の問題点.

小型船舶で海域調査をする場合の最大の制約として、

- ・安全上、夜間の調査はできない
- ・活動時間が日の出から日没までに限られる。


港から調査域までの往復の時間を考えると、岸から離れた沖合いの海域は、現実的には調査が難しい。

例：
調査海域まで、片道1時間半を要する(距離30km)場合、朝、港に行って準備開始～調査終了するまでの1日




③4時間調査(昼食抜き)

②9時半に到着、機材準備 10時から開始




①港に朝7時集合、積み込み、8時に出港




④14時に終了、14時半に出発、16時に帰港



⑤帰港後片付け、積み降ろし、17時に終了





すなわち、



行き帰りに往復3時間

+

調査以外の準備、片付けに、計3時間ほど必要

=

朝から夕方までたとえ10時間を費やしても、調査はその半分以下!!

5. 解決策は組織の枠を超えて(win-win) 地質研・水試が連携した共同研究課題の成果.




道総研 稚内水産試験場
道総研 地質研究所沿岸地質G

・連携→共同研究に至るまでの背景と経緯

それぞれの機関に寄せられるニーズに応えたい

↓

しかし、単独では解決が難しい場合もある

↓

連携により相互の専門性を活かせる

↓


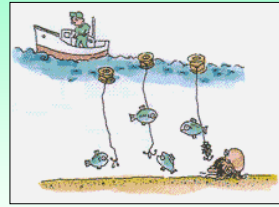
これまでより、多種多様なニーズに対応できる!

道総研の目指す姿

幅広い産業分野にまたがる試験研究機関としての総合力を発揮し、地域への着実な成果の還元に努め、道民から信頼され、期待される機関を目指す

(1) 稚内水産試験場が推進する研究事業の例

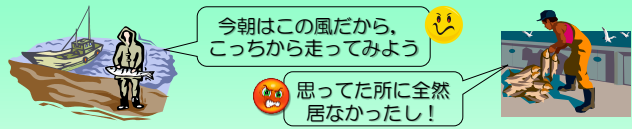
- ・ミズダコ資源の管理(捕りすぎないように)
- ・生息域を詳しく知る(新たな漁場の可能性)

宗谷海峡はミズダコの好漁場 その水揚高は**日本一**

主な漁法は、樽に仕掛けを付けて船から流す「樽流し漁」で、潮流の予測と、底質を知ることが重要

しかし、これまでは、
漁業者の**経験**や**勘**にたよる部分が多かった。



今朝はこの風だから、
こっちから走ってみよう

思った所に全然
居なかったし!

今後は、**科学的な裏付け**が必要となる!

水温、
海流など
海水データ

**地形、
底質など
海底表面データ**

たこ
漁場図など
既存資料

海底地形、底質
などのデータが
得られないか?

水試の
研究者

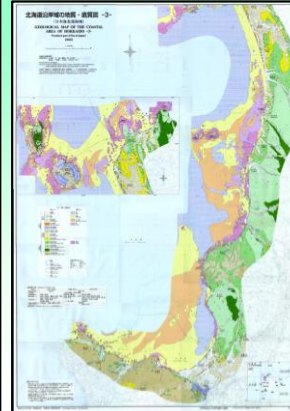
地理情報システム
(GIS)を用いて

**宗谷海域の
基礎となる
データを整備**

(2)地質研究所が推進する研究事業の例

北海道沿岸域の海底地質図の整備

例：-日本海北部海域- (2003)

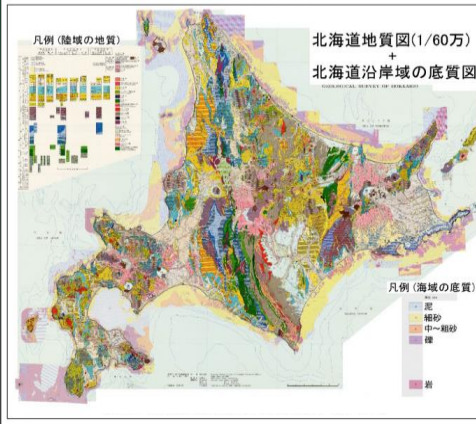


対象とする海域：
海岸線から大体、
5~10km沖まで

沿岸の海底地形や海底地質を調査し、
20万分の1の図面としてまとめる。

北海道沿岸海域・基本情報図

最終的には、陸域の地質図と合体させて北海道全域の
海陸地質図を完成させる。



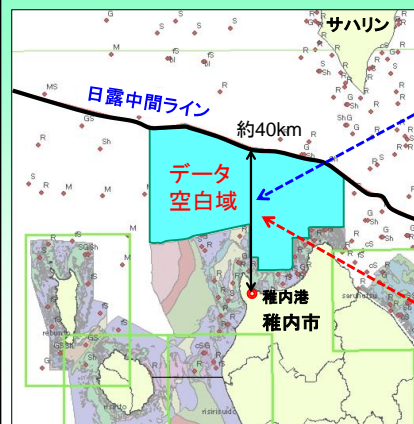
北海道地質図(1/60万)
+
北海道沿岸域の底質図

ただし、
沖合いの海域は、
データの空白と
なっている範囲が
存在する。

ここを何とかして
埋められない
ものか?

地質研の
研究者

両機関の要望・目的が合致したのが、宗谷海峡だった!



サハリン

日露中間ライン

約40km

データ
空白域

稚内港
稚内市

<稚内水産試験場>

ミスダコ等、底生の魚介類の
よい漁場となり得る海域。
しかし、海底地形や
地質はわかっていない
データの空白域である。

<地質研究所>

海底地質データの空白域。
これまで新規の調査を
実施しようと試みたが、
港からの距離が遠すぎる
ために調査はできなかった。

調査船北洋丸の豊富な装備や機動性を活かしつつ



サイドスキャンソナーによる海底画像データの取得が可能

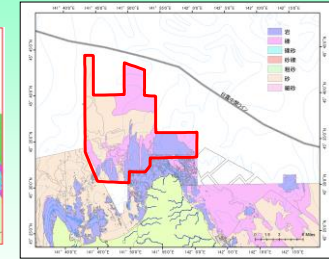
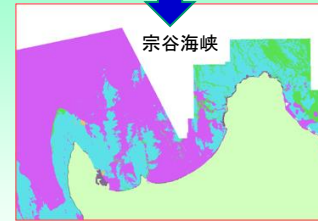


道内22の試験研究機関 → 道総研となって4年目(2013年),
地質研究所・水産試験場の双方にとってプラスとなる
共同研究事業が採択され、宗谷海峡海域で開始された。

「大型底生性タコ類ミズダコの移動要因の解明に関する研究」
(文部科学省・科学研究費補助金)

これまで、地形・地質データの空白域であった海域で...

最初の調査を実施
(初めてデータを得た！)



2015年度に
完結予定

来年度(最終年度)に向けて、着実に成果を挙げつつある。

6. エピローグ 今後の展開と可能性.



稚内水産試験場所属北洋丸



函館水産試験場・金星丸



釧路水産試験場・北辰丸



地質研究所備船・さざり号(1.6トン)

地質研究所の沿岸防災に係る海域活断層調査の例

活断層は陸だけでなく、海にもある！

陸域だけに短い活断層があるだけだと油断してたら...



(「新編・日本の活断層」より)



実は、海にまでずっと続いていた大断層であり、マグニチュード7以上の大地震を引き起こす可能性があることがわかった！

などという事もあり得る。

道北の天塩町～稚内市に至る「サロベツ断層帯」の北側の海域への延長の有無を、音波探査によって調べた(2012年度)。

小型漁船を備船し、音波探査によって海域での断層活動を確認(赤色線部)

更に北側にはどれだけ延びているか？

稚内市
豊富町
幌延町
天塩町

陸域の活断層

10km

サロベツ断層帯の全長が何十kmに達しているかを調べることは、引き起こされる地震の規模(マグニチュード)を推定するうえで、**必須となる重要なデータ**である。

2015年度は、海底地質調査に加えて、サロベツ断層帯北側海域の詳細な調査を北洋丸で実施する計画を提出。

サロベツ断層帯の北方海域延長部は、これまでは港からの距離が遠すぎるために、詳しい調査は残念ながらできなかった。

約40km

データ空白域

稚内港
稚内市

サロベツ断層帯(陸域および海域部)

日露中間ライン

サハリン

稚内水産試験場所属北洋丸

今度こそ!

地質研究所・水産試験場の連携により
これまでは困難だった課題の設定も可能に。

→地質研究所
調査船の機動性を活かして、小型船舶を備船する場合とは比較にならないほど遠距離かつ広範囲の海域を対象とできる。

→水産試験場
底生魚介類の生態に重要な要素でありながら、これまでは把握することが難しかった、海底地形・地質データを入手できる。

水産試験場

地質研究所

道総研他機関
大学・漁協等
地元自治体

水試と地質研に加え、他機関・大学等も含めて連携した、新規課題化への展開も

機関の枠を超えた総合的成果

還元

道民