

海域に分布する活断層と その評価の難しさ

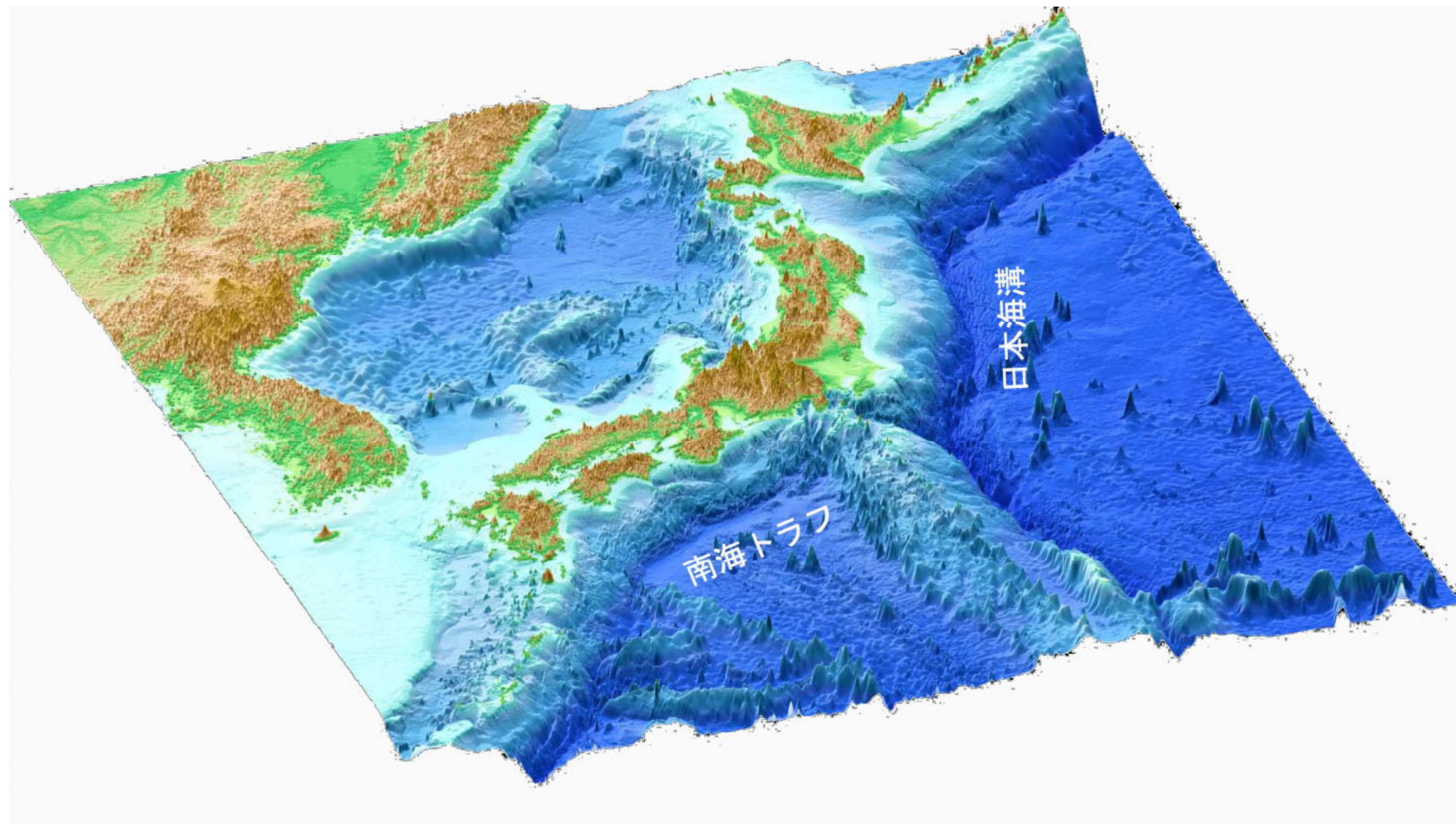
海洋学部海洋理工学科海洋理工学専攻
荒井晃作（ko-arai@tokai.ac.jp）

2026.9.12

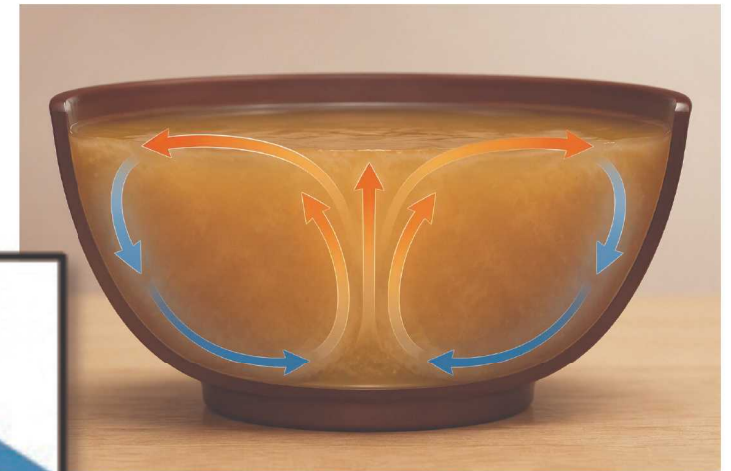
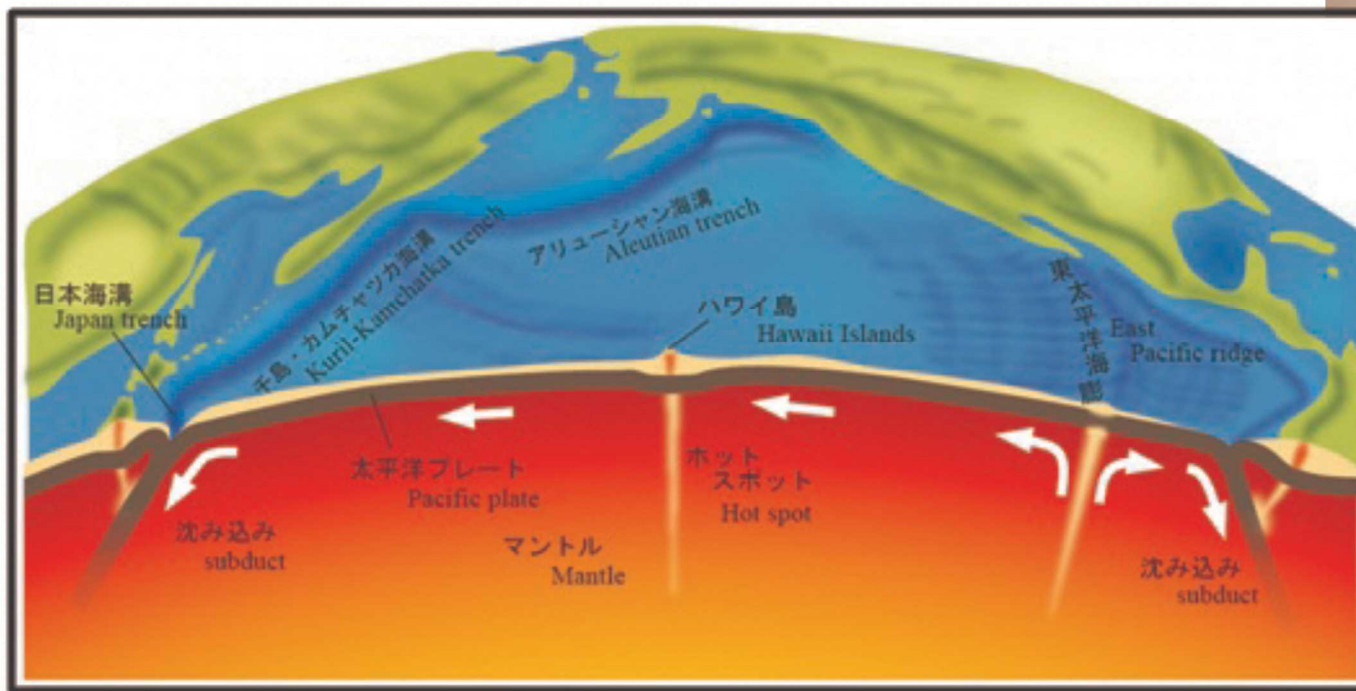
本日のコンテンツ

1. 日本の周辺海域海洋地質
2. 海域活断層の評価手法
3. 遠州灘海洋地質図
4. 駿河湾の海洋地質

日本列島の周りはこう見える 海の地質調査



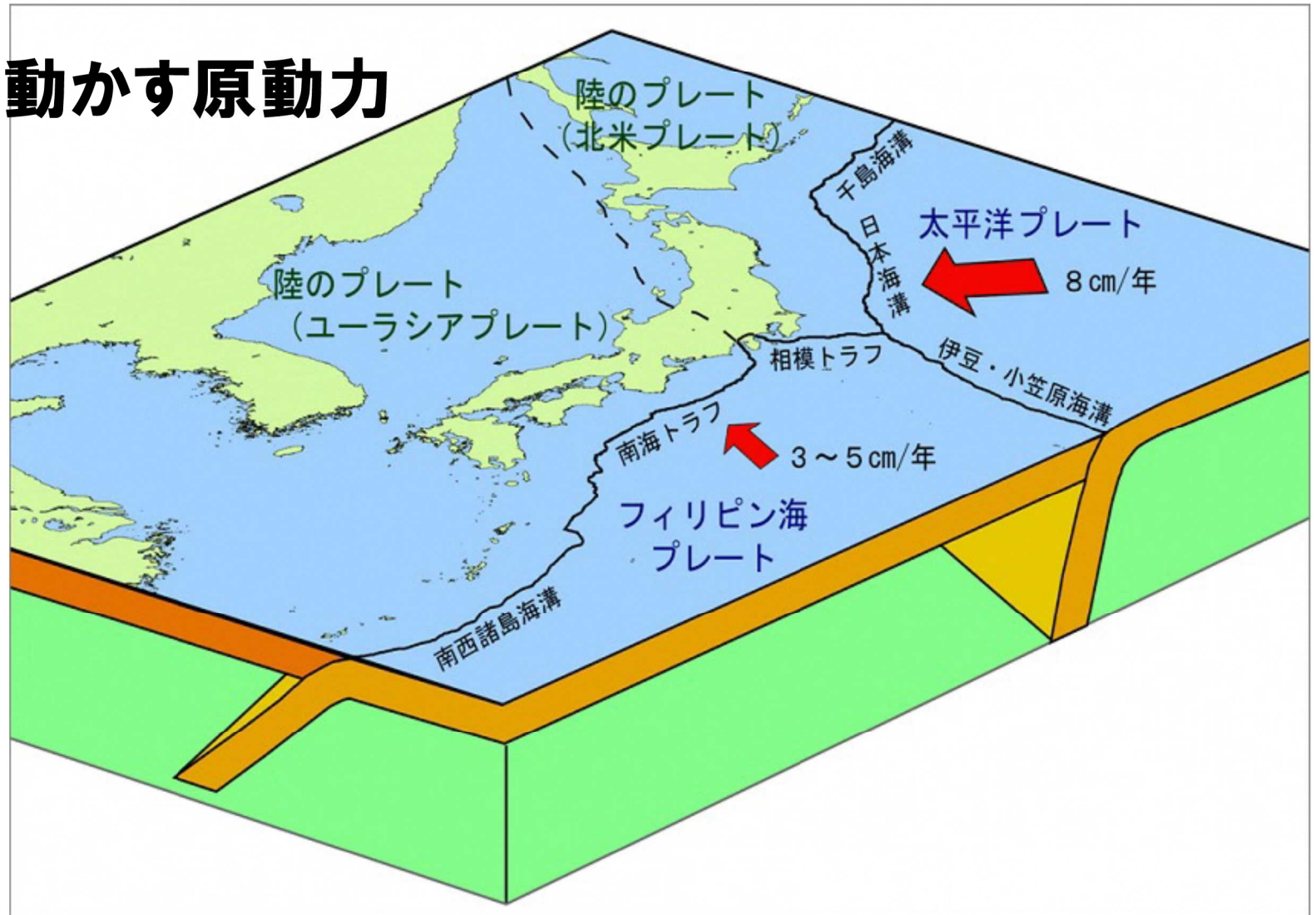
プレートの運動



イメージするとこんな感じ

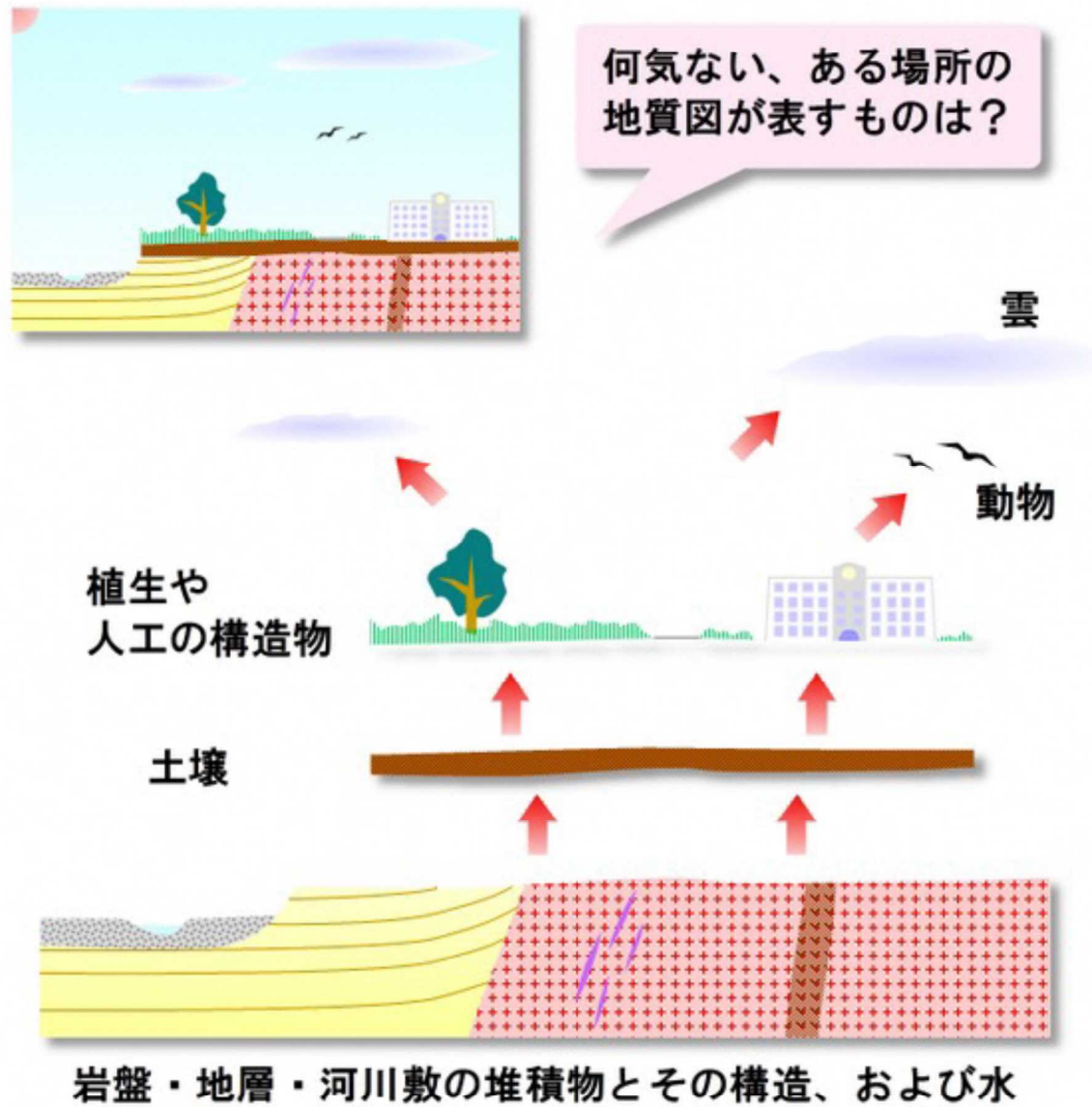
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/jishin/jishin/about_eq.html

地球の表面を動かす原動力



https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/jishin/jishin/about_eq.html

地質図って何？



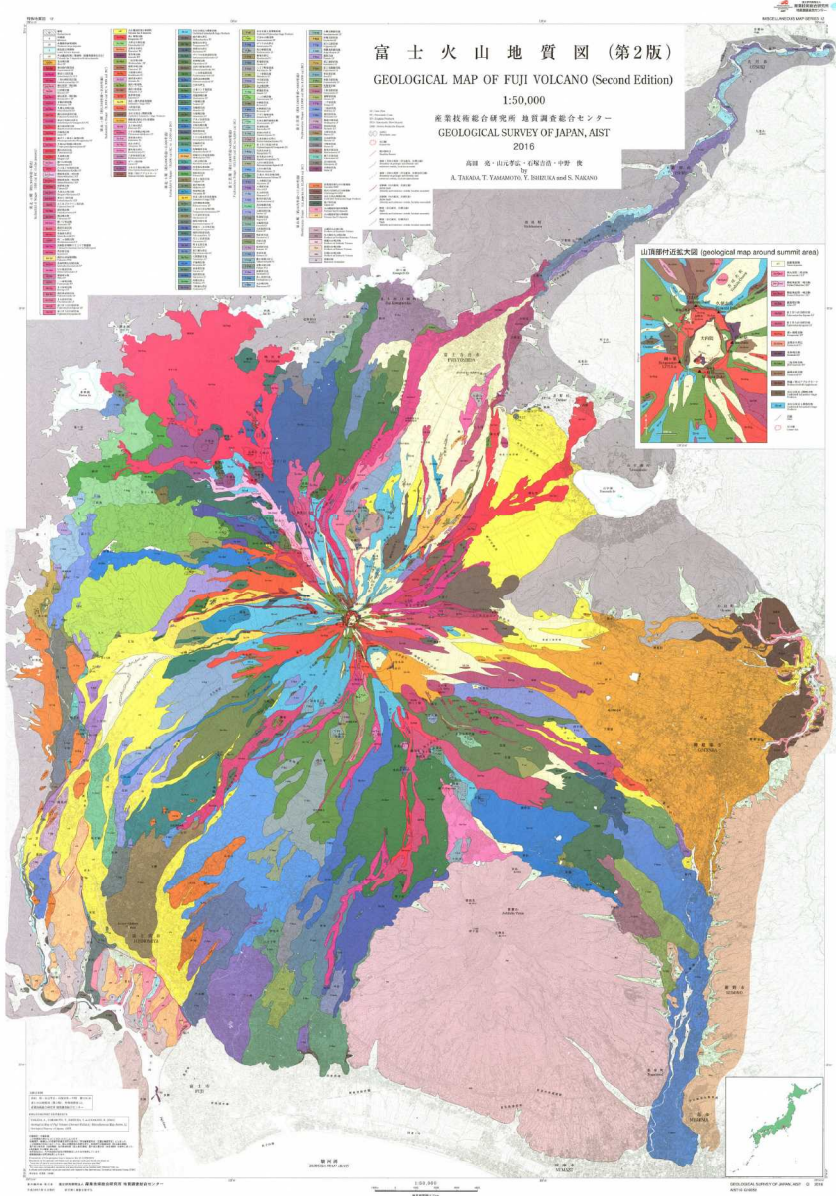
<https://www.gsj.jp/geology/index.html>

地質図とは何か？地質図を作る

- 自分の足下の岩石を知ること
- 地質図とは、「表土の下にどのような種類の石や地層がどのように分布しているか」を示した地図。
- 基盤となる石や地層とその構造を描いた分布図。
- 地形図とは違う、色分けをした図面。

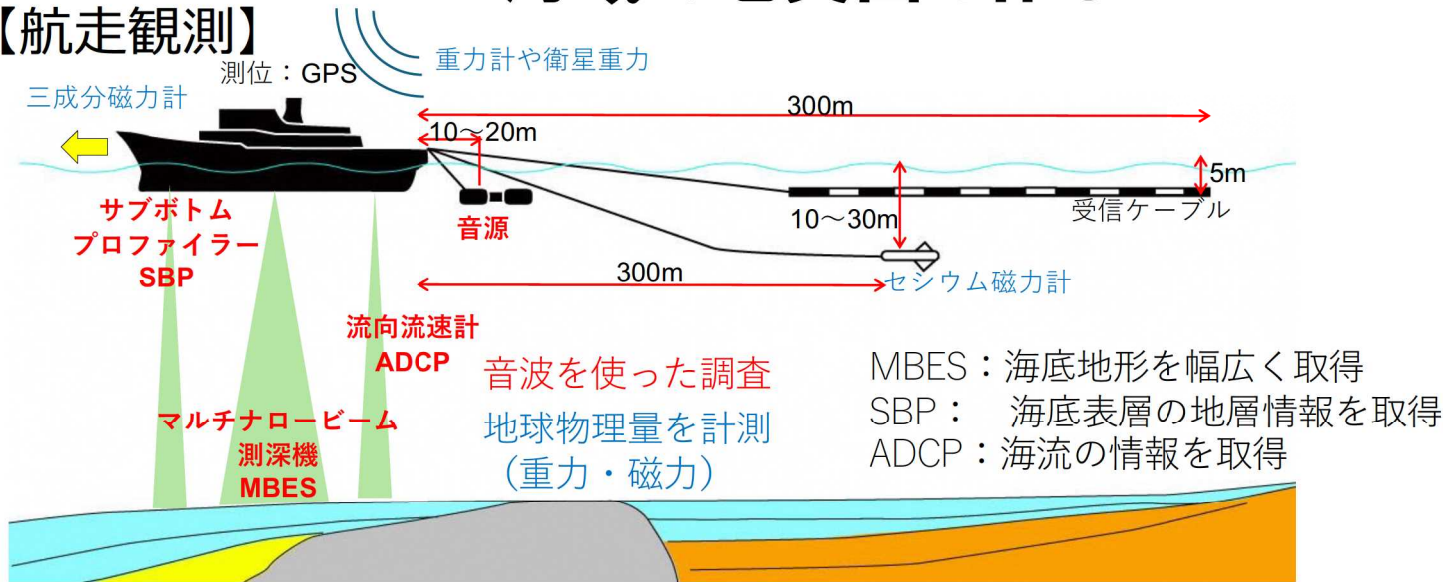
富士山の地質図 (第2版)

高田ほか(2016)
産業技術総合研究所・地質調査総合センター出版

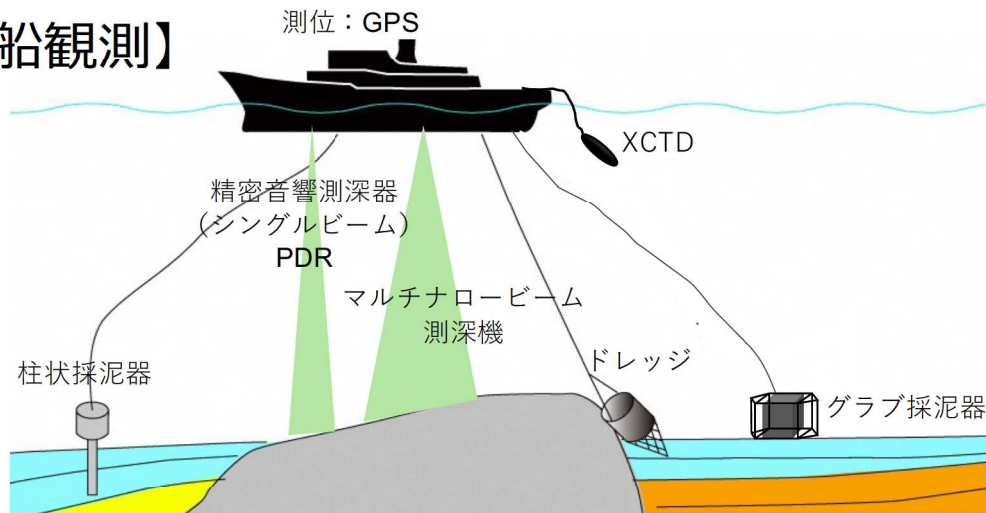


海域で地質図を作る

【航走観測】



【停船観測】



調査条件

- 測線間隔は約2マイルと約4マイル
- 水深50m以上の海域
- 海岸線から1マイル以上離す
- 設置漁具には接近しない
- ※1マイル≒1.85km

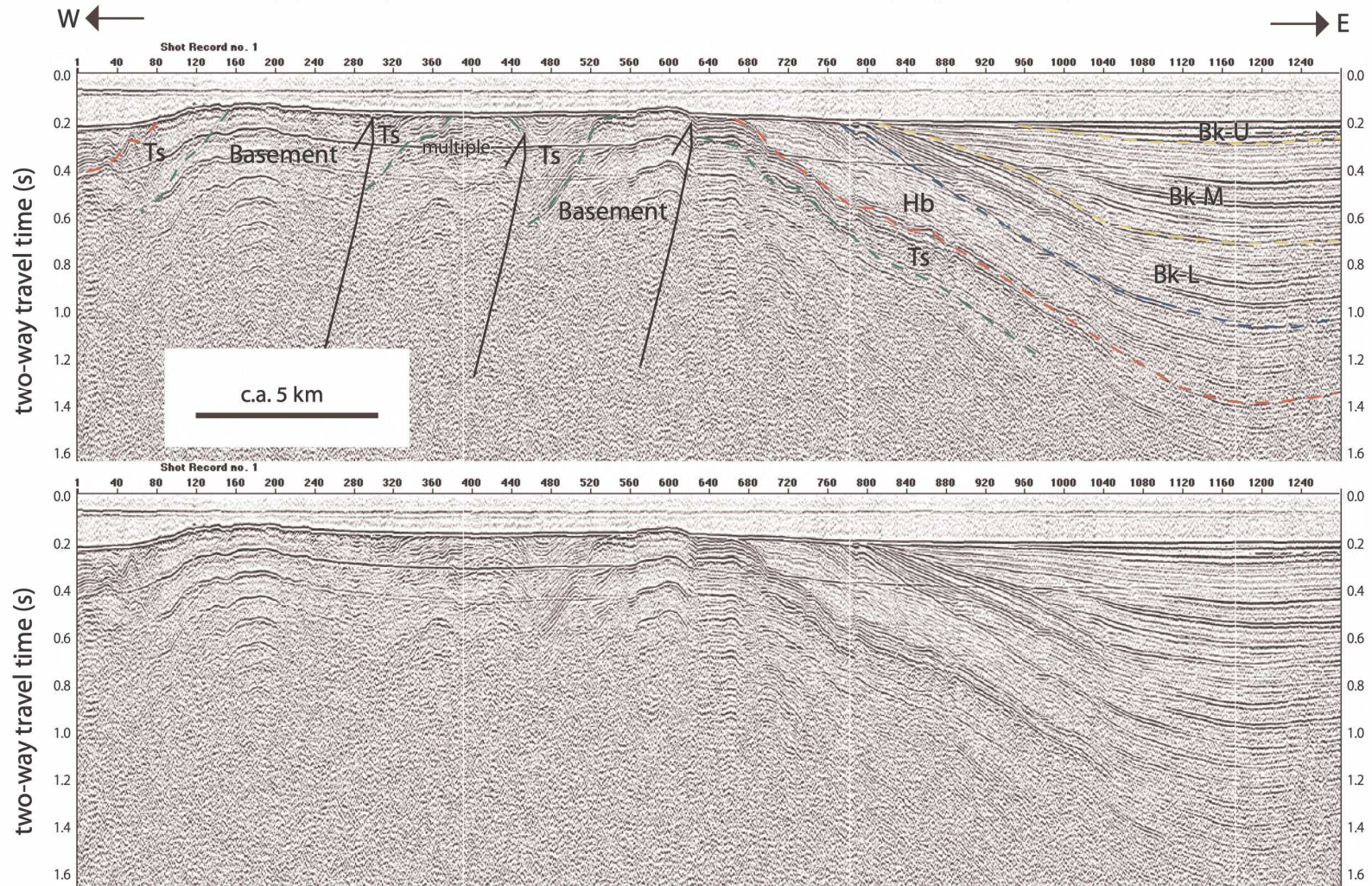


エアガン(GIガン)

海底面下の地層の重なり方を調べる

8チャンネル(100 m単位)ストリーマケーブル

音波で調べて地層の重なり具合を見る

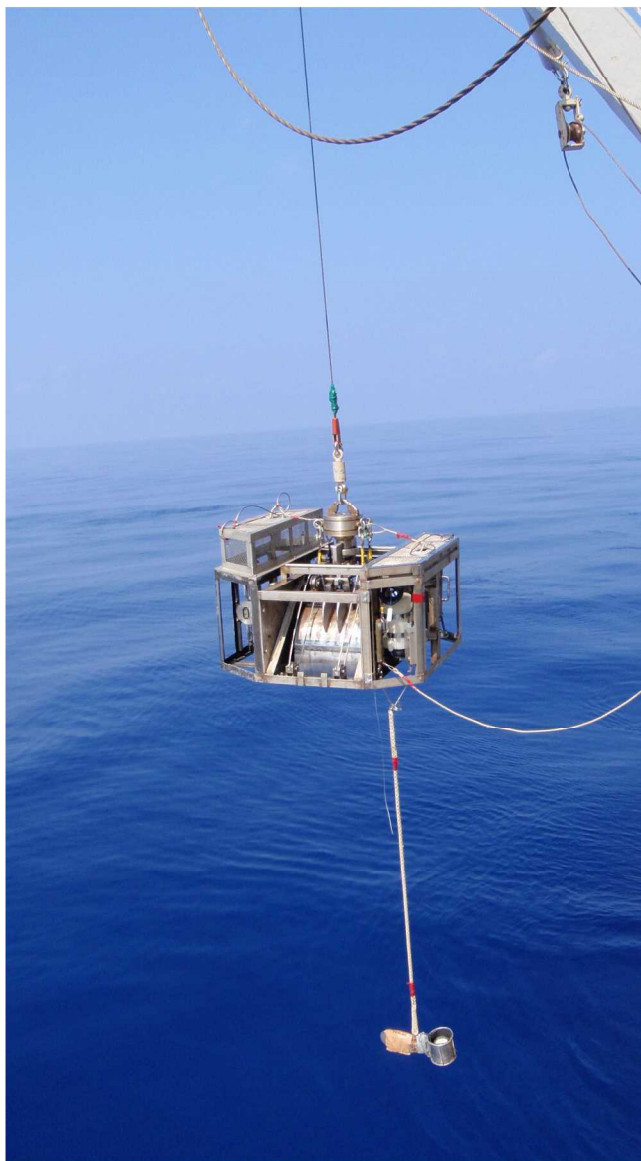


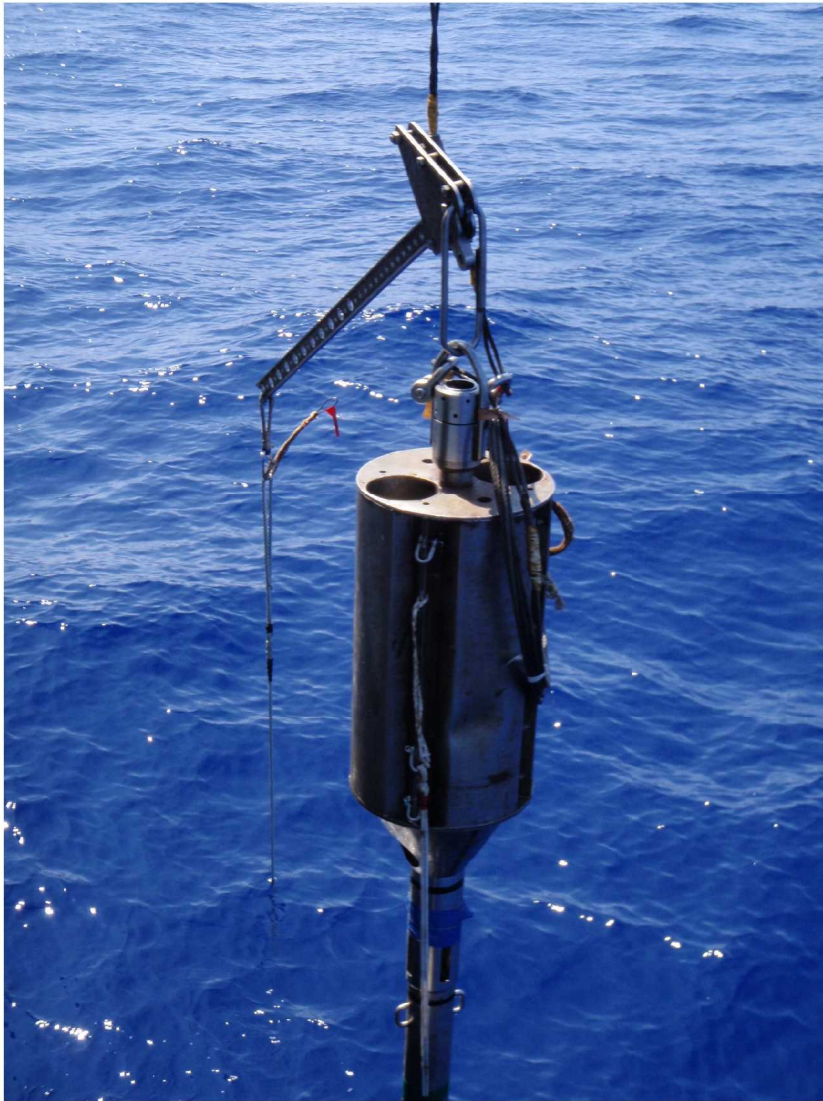
音響インピーダンス

・音響インピーダンスとは、弾性波速度(V)と密度(ρ)の積で表現される物理量

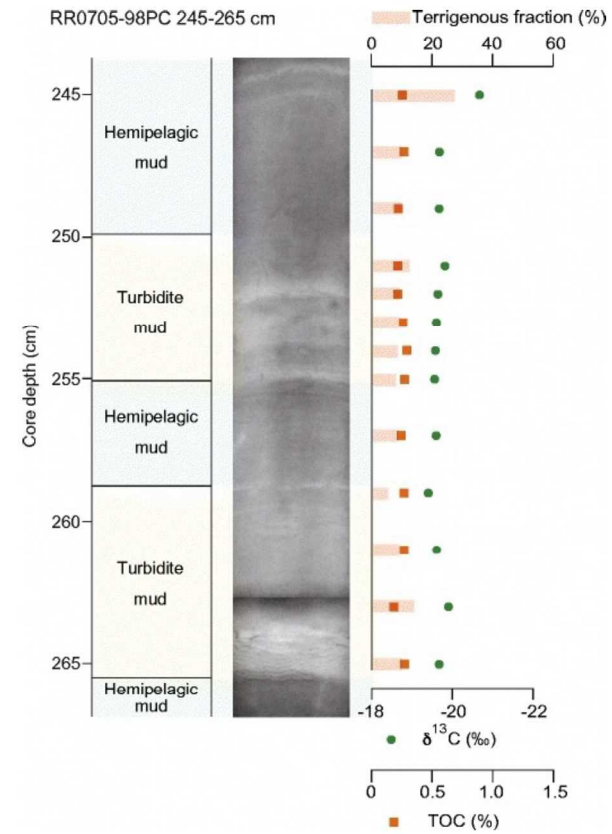
音波の抵抗値

なので、密度差が大きい境界では、音が強く返ってくる。





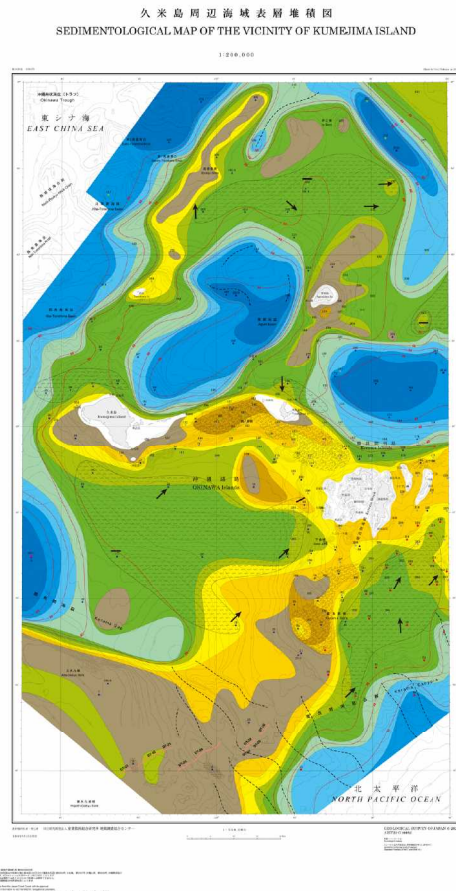
コアを取得して垂直方向の変化を捉える



Omura et al. (2017)

No.92 久米島周辺海域海洋地質図

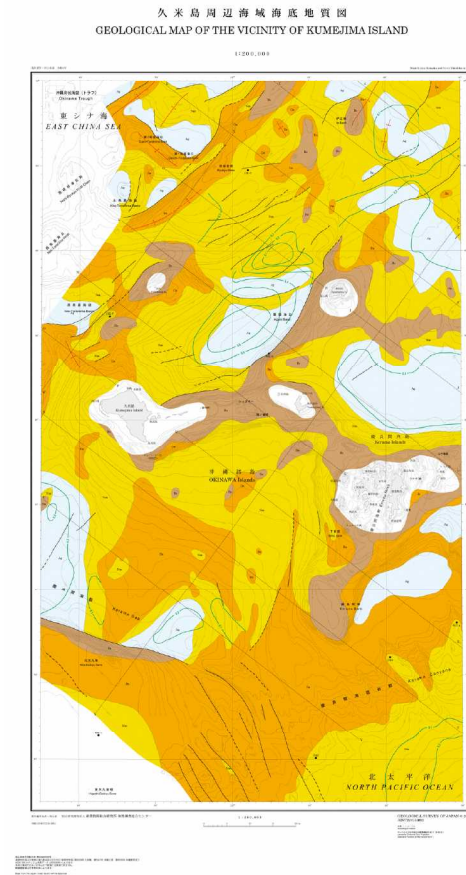
久米島周辺海域表層堆積図
SEDIMENTOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF KUMEJIMA ISLAND



海底面の堆積物の様子
表層堆積図

久米島周辺海域海底地質図
GEOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF KUMEJIMA ISLAND

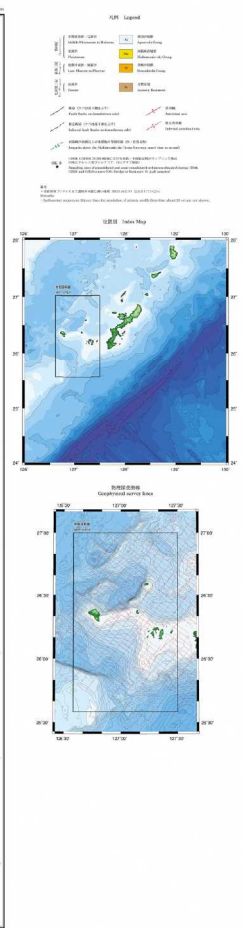
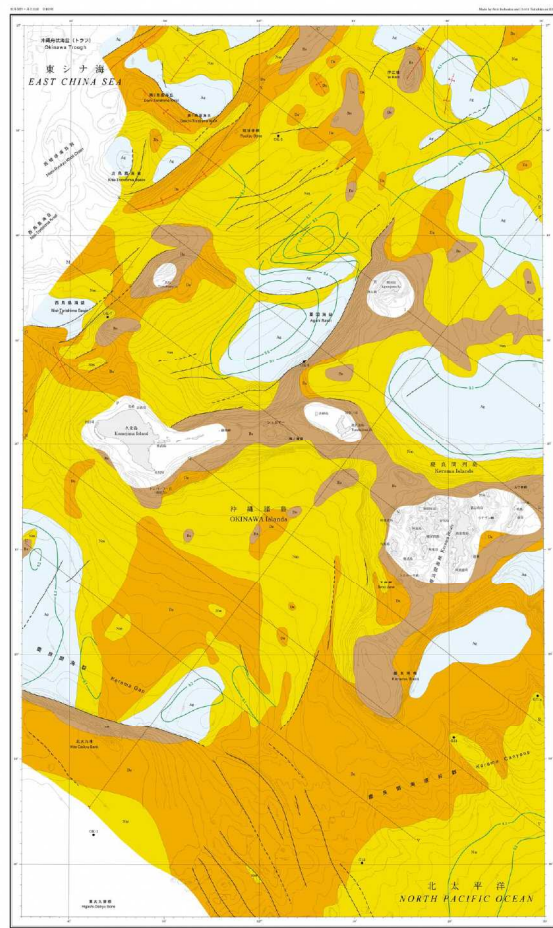
久米島周辺海域海底地質図
GEOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF KUMEJIMA ISLAND



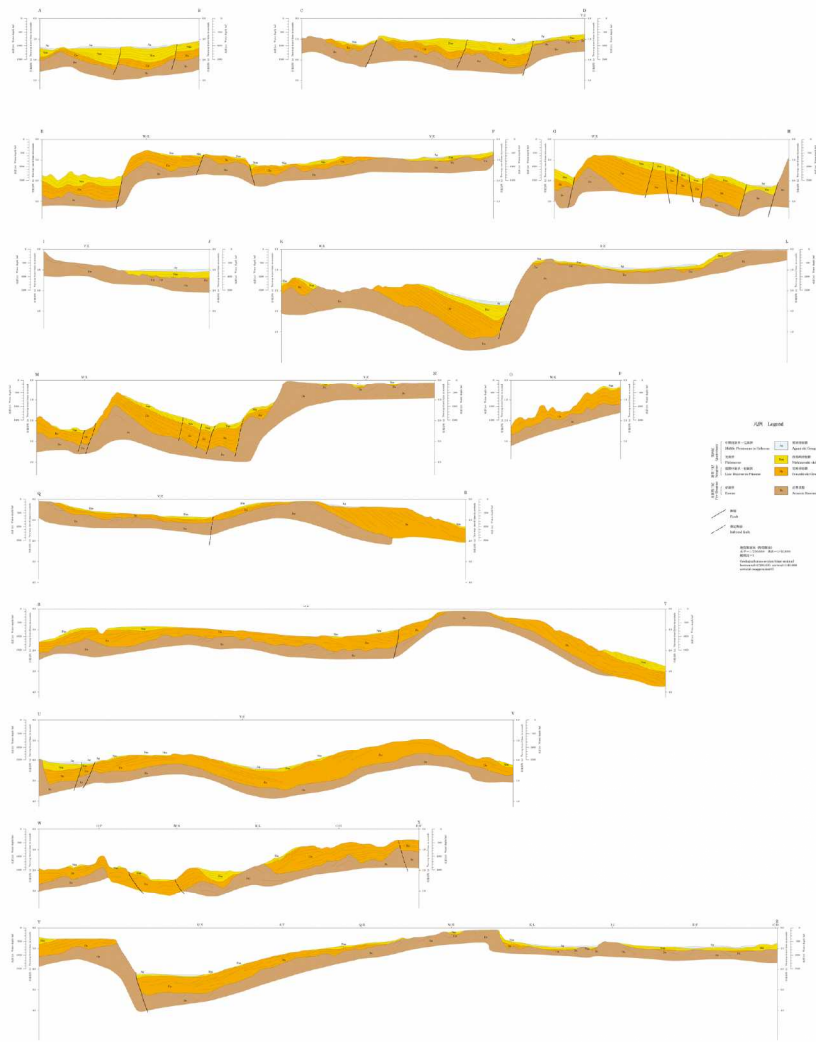
海底面下の地層の様子
海底地質図

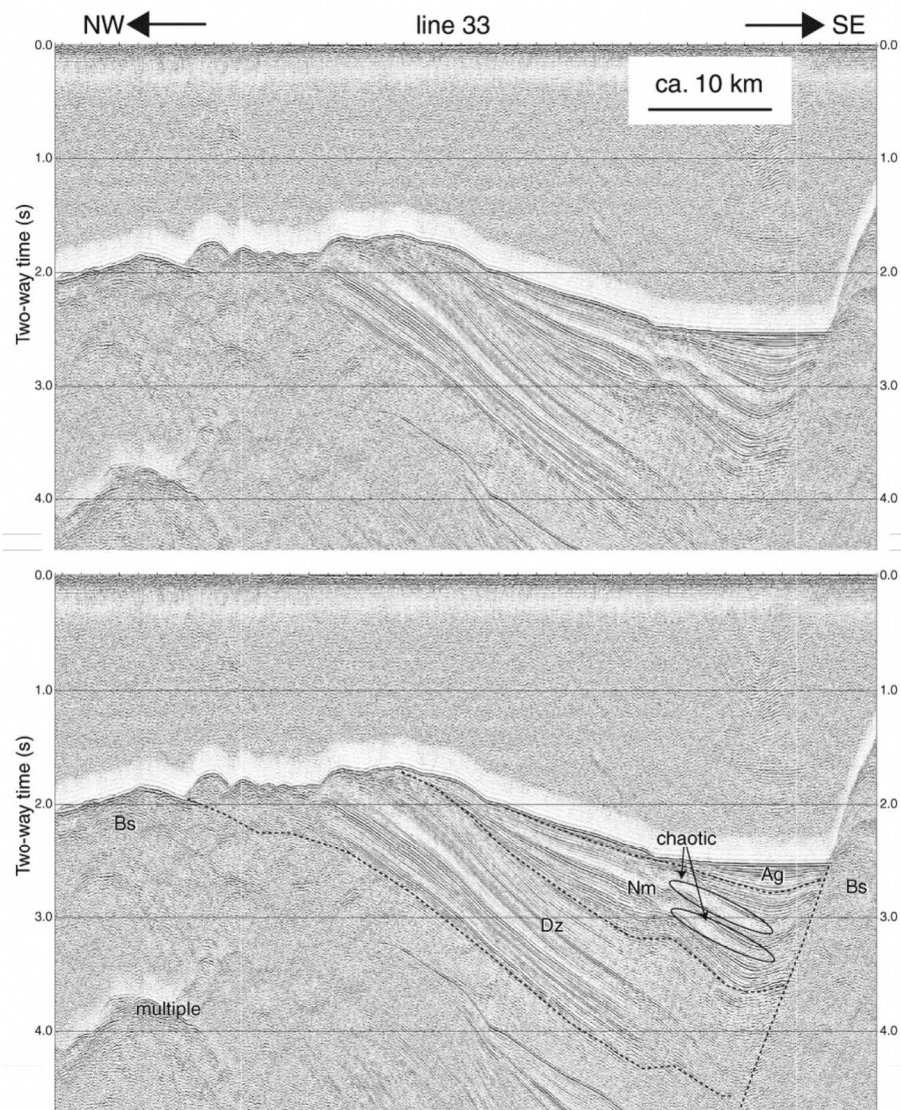
久米島周辺海域海底地質図
GEOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF KUMEJIMA ISLAND

1:200,000



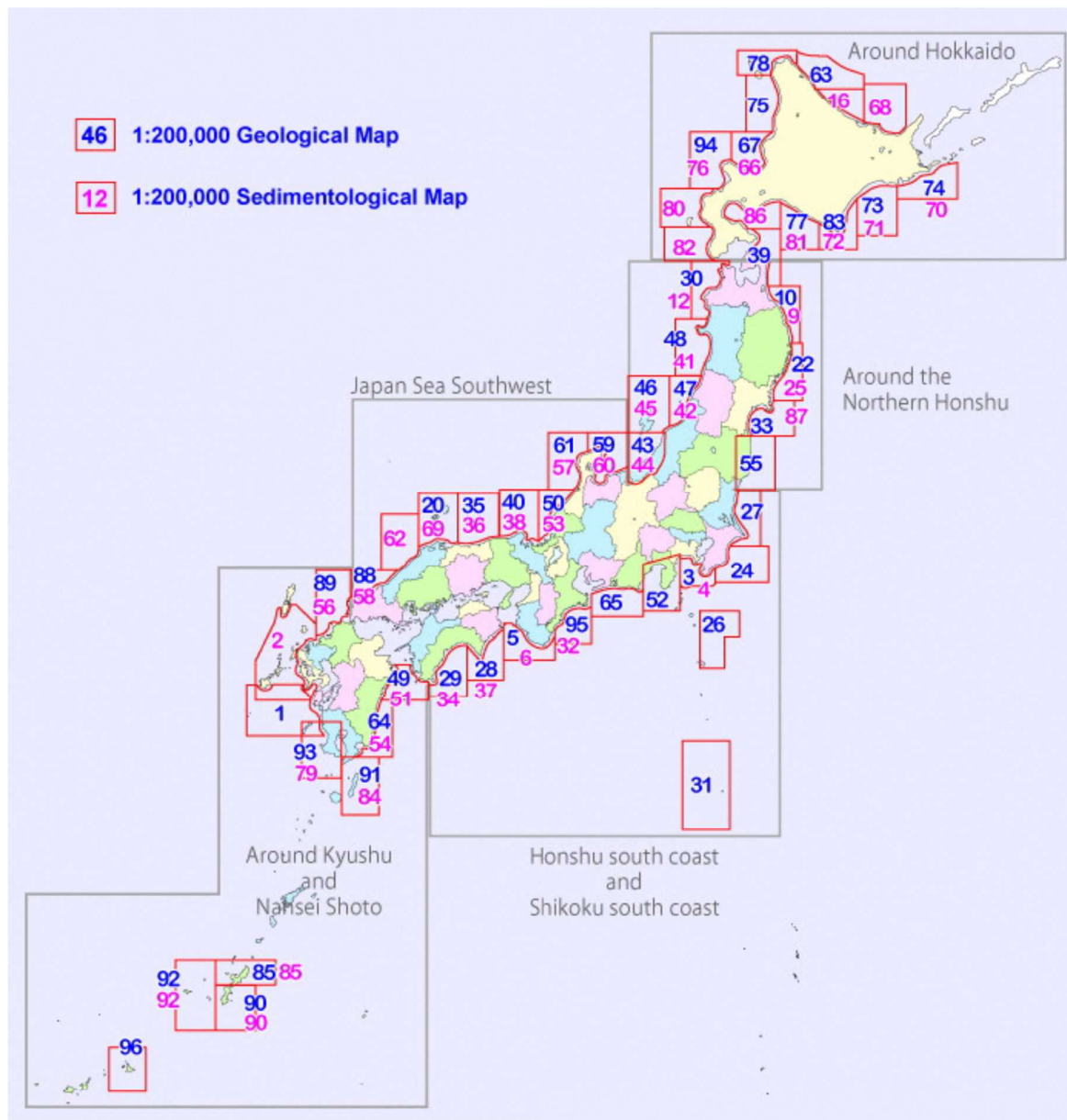
久米島付近海底地質図
GEOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF KUMEJIMA ISLAND
断面図
CROSS SECTION





Age	This Map	Samples and stratigraphical position	Northern Okinawa -jima (Arai <i>et al.</i> , 2015)	Southern Okinawa -jima (Arai <i>et al.</i> , 2018)	Geological map around Ryukyu Arc (Honza, 1977)	Kumejima Island (Nakagawa & Murakami, 1975; Nkamura <i>et al.</i> , 1999)	
Holocene	Aguni-oki Group		Nago-oki Group	Itoman-oki Group	P (Quaternary sediments)	Ryukyu Group	
Pleistocene	Nishimesaki-oki Group	← G6 (CN14b) ← G13, G31, G71-a, OK-5, OK-7 (CN14a)	Hedo-oki Group	Nanjo-oki Group			
Pliocene	Douzaki-oki Group	← OK-21 (CN11)	Taira-oki Group	Uruma-oki Group	S (Pliocene and Miocene sediments)	Shimajiri Group	Uegusukudake F.
Miocene							
Pre Neogene Paleogene Mesozoic				Kunigami-oki Group	O (Older Rocks: Paleogene, Mesozoic and Paleozoic)	Aradake Formation	
	Acoustic Basement	← OK-3 ← OK-8	Acoustic Basement			Gima Formation	

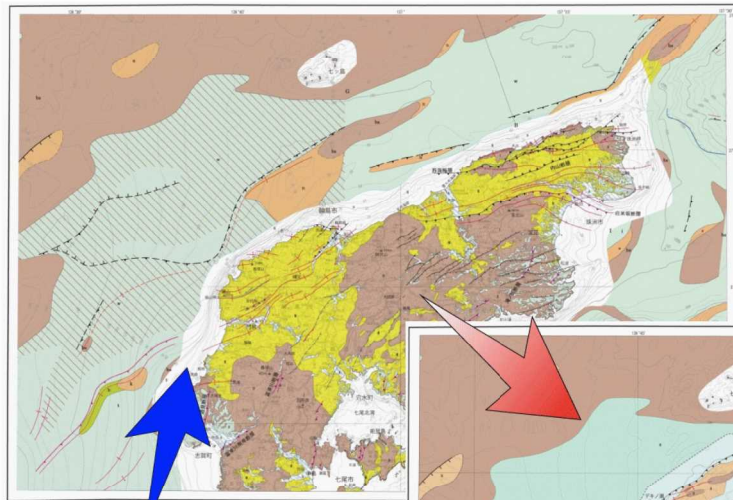
いつどの様な地層が貯まったのか？
断層がどこにあるのか？



産業技術総合研究所 地質調査総合センター 海洋地質図

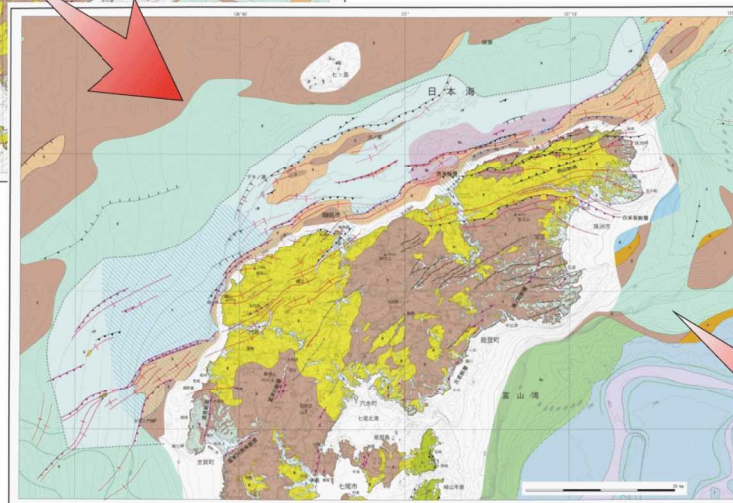
1970年代からスタート

8枚 (1:1,000,000)
海底地質図 (1:200,000)
表層堆積図 (1:200,000)



investigation gap

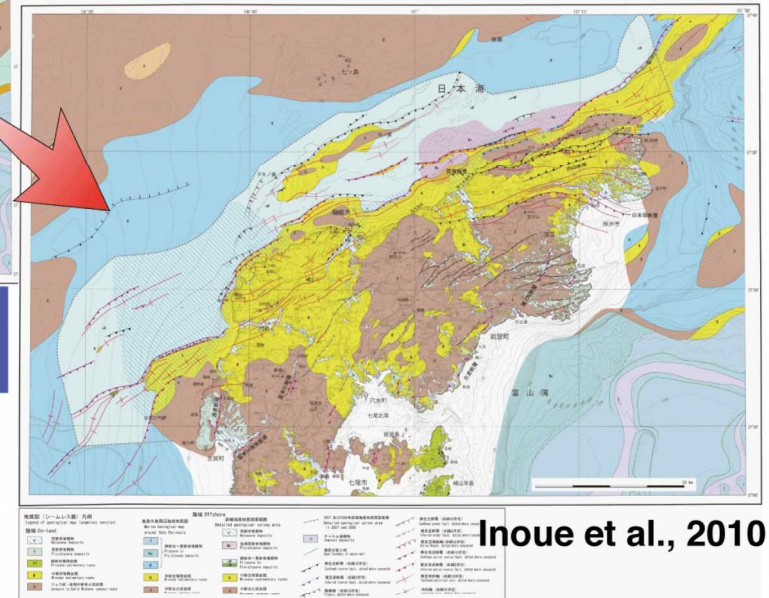
1:200,000
Geological map West of Noto Peninsula
(Okamura, 2007)
Geological map East of Noto Peninsula
(Okamura, 2002)



1:200,000 Marine geological map
around the northern part of Noto Peninsula

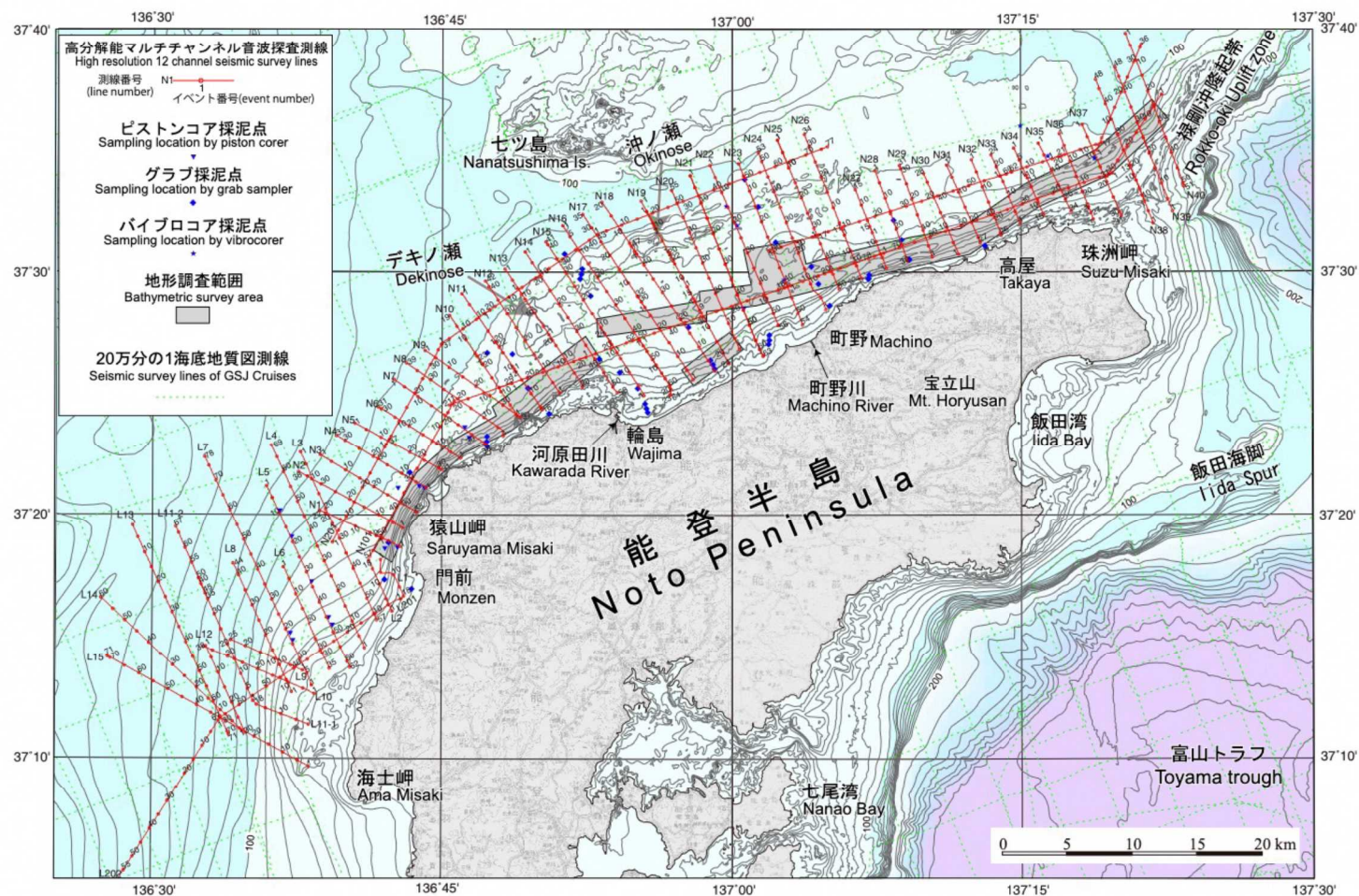
Inoue and Okamura, 2010

1:200,000 Seamless geological map
of the northern part of Noto Peninsula



Inoue et al., 2010

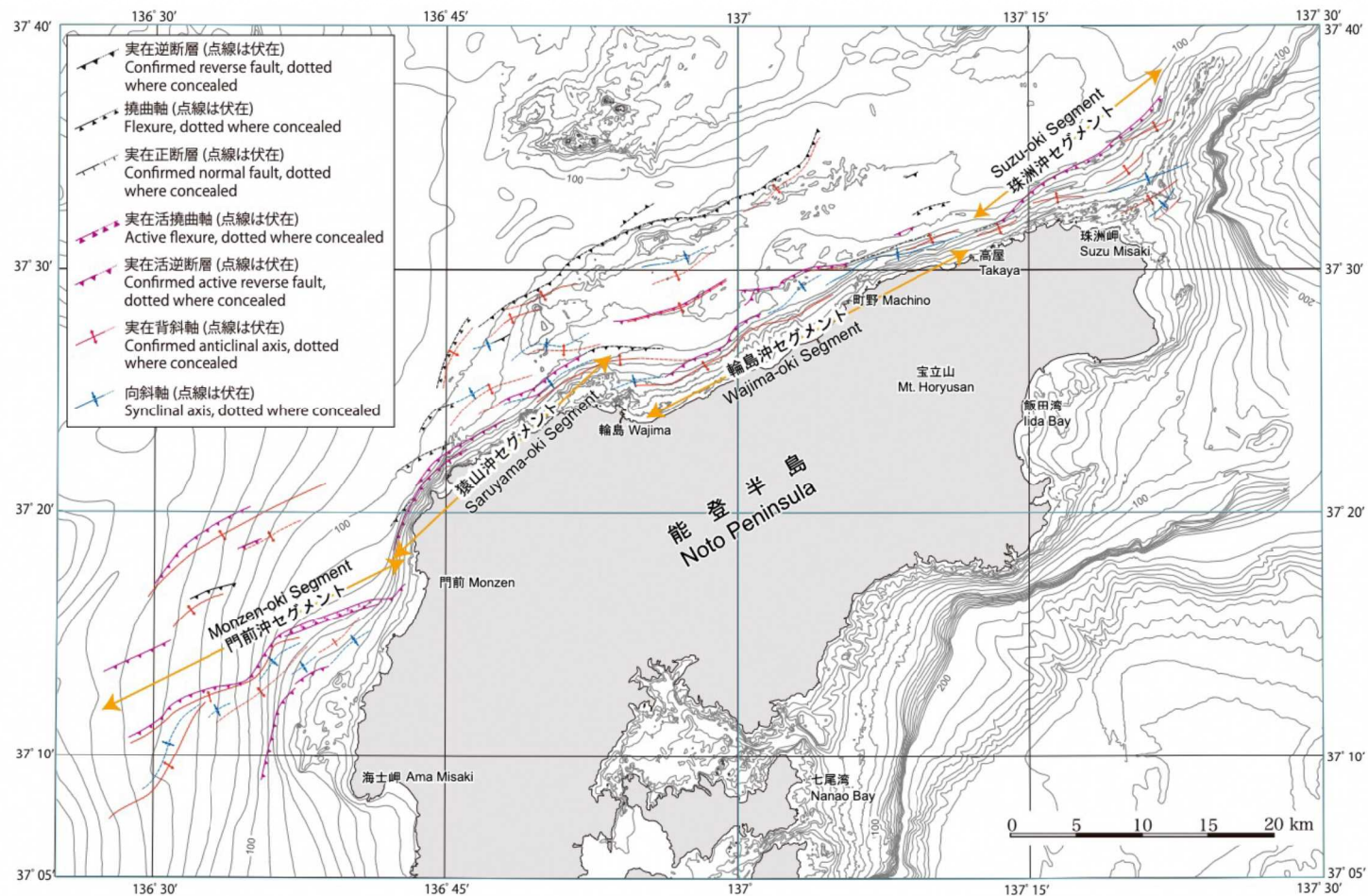
海陸シームレス地質図



第2図. 能登半島周辺の音波探査測線と海底地形調査範囲。堆積物採取位置も図内に示す。L から始まる音波探査測線は 2007 年に、N から始まる測線は 2008 年にデータを取得。

Fig. 2. Map showing seismic survey lines and bathymetric survey areas. Sampling points were shown in the map. Lines with "L" were obtained in 2007 and lines with "N" were in 2008.

井上・岡村(2010)



第4図. 能登半島北岸沿岸海域の地質構造と活断層セグメント。
Fig. 4. Offshore geologic structure around northern part of Noto Peninsula and segmentation of active faults.

井上・岡村(2010)

能登半島の地質図

2024年の地震の前に断層評価が実施されていた

陸の地質図、**海の地質図**ともに
地質調査総合センターで作られる

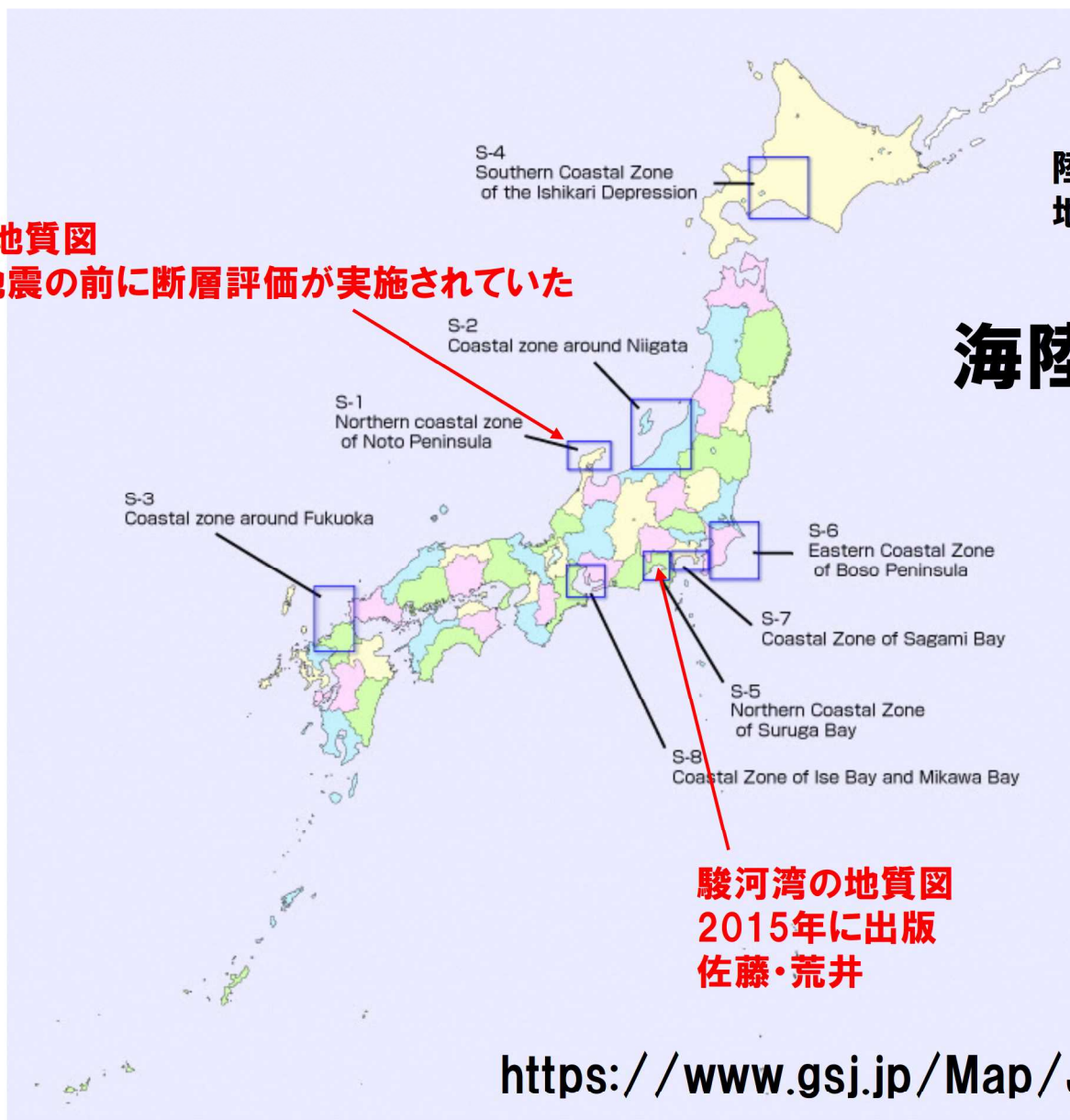
海陸シームレス地質図

陸の地質図と海の地
質図の融合

2008年度からプロジェ
クトはスタート

駿河湾の地質図
2015年に出版
佐藤・荒井

<https://www.gsj.jp/Map/JP/seamless-geomap.html>



本日のコンテンツ

1. 日本の周辺海域海洋地質
2. 海域活断層の評価手法
3. 遠州灘海洋地質図
4. 駿河湾の海洋地質

総 説

海域活断層 の評価手法

浅海域と湖沼域の活断層調査 —これまでの研究と今後の課題—

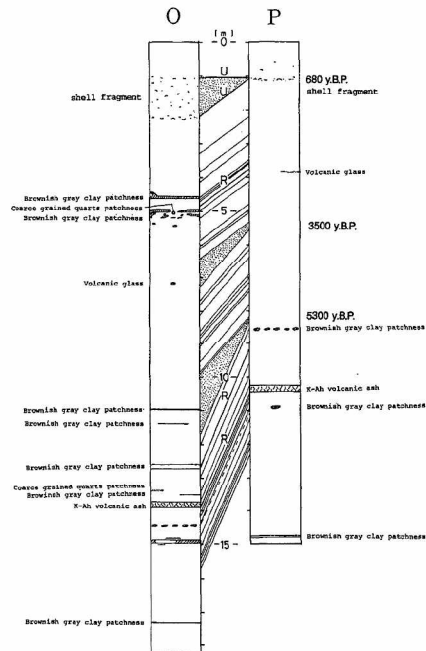
荒井晃作*

Kohsaku ARAI (2000) Analyses of active faults in shallow marine and lake areas -case studies and arguments about what to do-. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 51 (2/3), p. 49-58, 5 figs.

Abstract: Studies of active faults are reviewed regarding the geological setting of shallow marine and lake environments in which they occur. In order to be able to reveal each event on the faults, surveys with a time resolution at least one 100 years and a vertical resolution in the order of several tens of cm are required. High resolution seismic survey that uses several kHz sound source is useful for studies of active faults.

Sedimentation rate and grain size of sediments have a strong bearing on studies of active faults. If the sedimentation rate is higher than the slip rate of an active fault, the datum plane of each event was formed within the sediment and they can provide a record of each activity. Finer grained sediments are advantages on for seismic survey and for sampling of sediments by coring. This implies that closed environments, such as bay and lake areas, are the best suited geological settings for analyses of active faults. On the other hand, open marine environments, such as shelf and shelf edge, that are characterized by coarse grain sediments and slow sedimentation, are less well suited and should be further studied in detail by new techniques.

どの様な堆積物？ 堆積速度は？



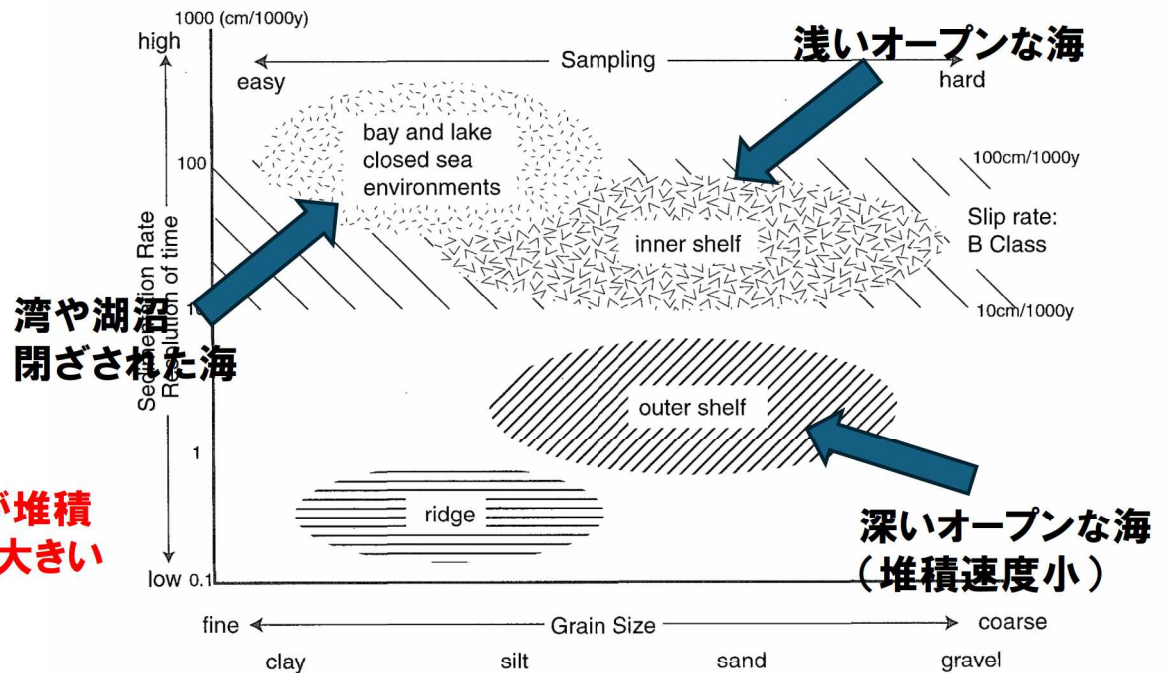
第3図 別府湾北西部における亀川沖西断層の対比例 (岡村ほか, 1992b)。断層を挟むように採取したコア試料を、対比すると、相対的沈降側だけに堆積物が厚い層準があり(図のハッチ部)、その層準にイベントが生じたと判断できる。

Fig. 3 Kamegawa-oki Nishi Fault in the northwestern Beppu Bay (After Okamura et al., 1992b). The diagrams showing correlation of two cores which corrected both side of active fault. Faulting events are recognized in the diagram as shaded triangular areas.

細かい堆積物が堆積し、堆積速度の大きい海域が優位

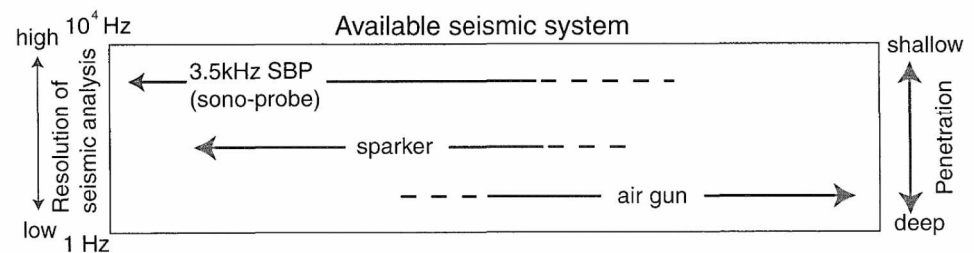
岡村ほか(1992)を引用

浅海域と湖沼域の活断層調査—これまでの研究と今後の課題—(荒井)



第2図 浅海域の地質条件とそれに適した音波探査システム。浅海域の地質条件と堆積物の粒度、堆積速度の関係を示す。
Fig. 2 Studies of active faults under different kind of geological setting. Schematic diagram showing sedimentation rate, grain size and each geological setting of shallow marine and lake environments.

荒井(2000)



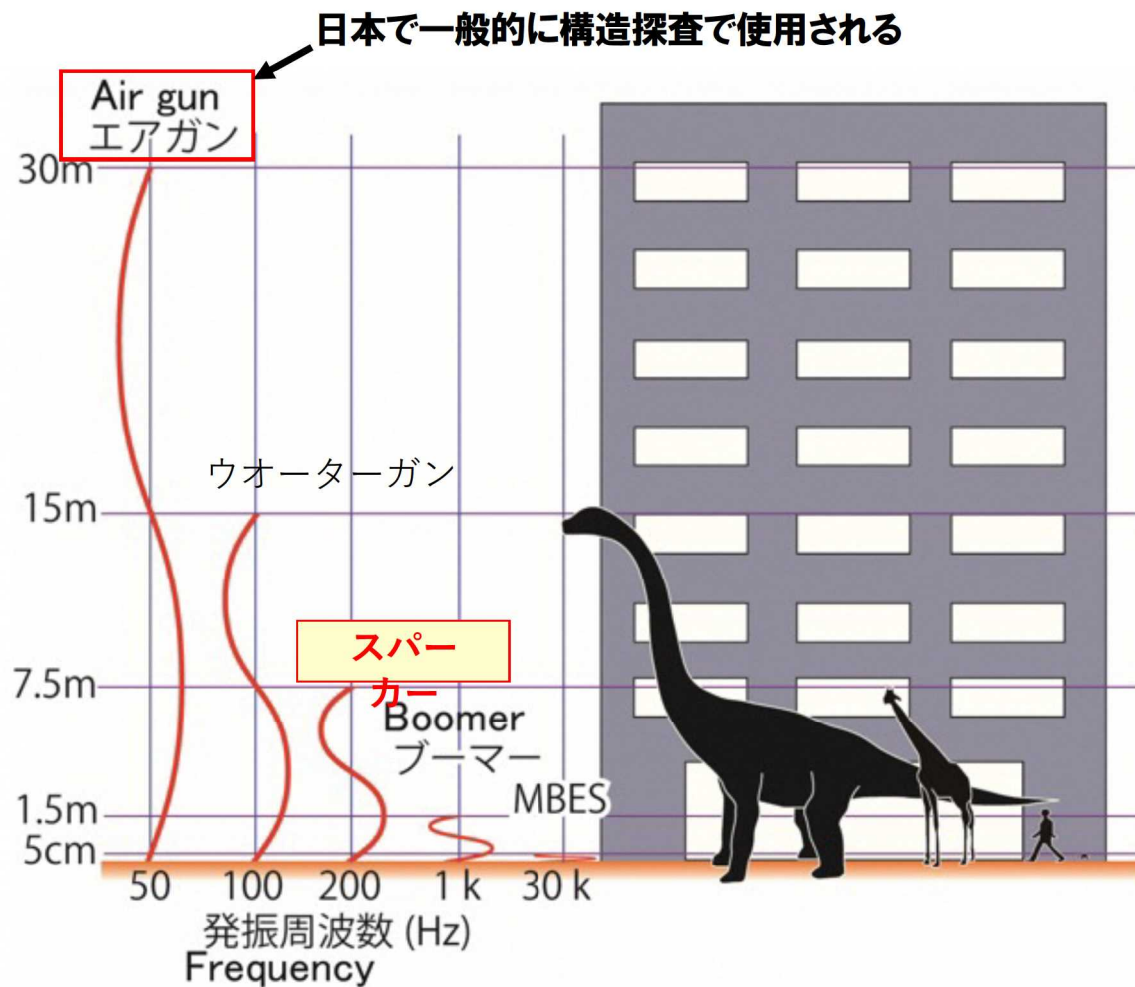
音源による違い

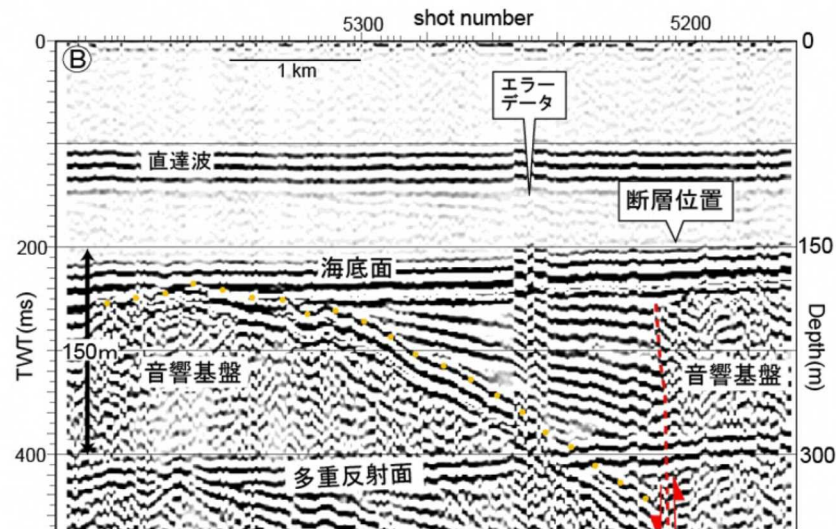


Air gun エアガン（深海の構造探査で使用）
通常使用する周波数帯域: 8Hz~80Hz



Boomer ブーマー（浅海の高解像探査で使用）
周波数帯域: 1kHz~

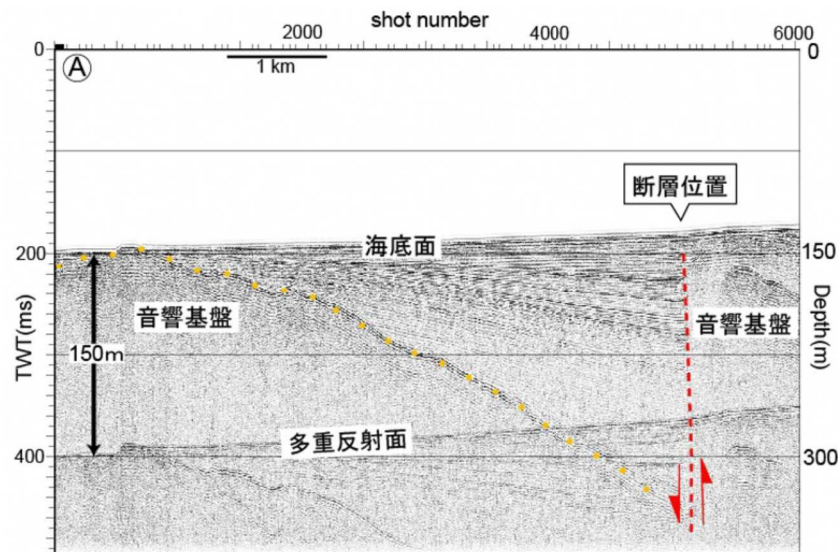




<周辺海域の調査手法>



Air Gun + Single channel streamer cable



<沿岸域の調査手法>



Boomer +
12channel short streamer cable

本日のコンテンツ

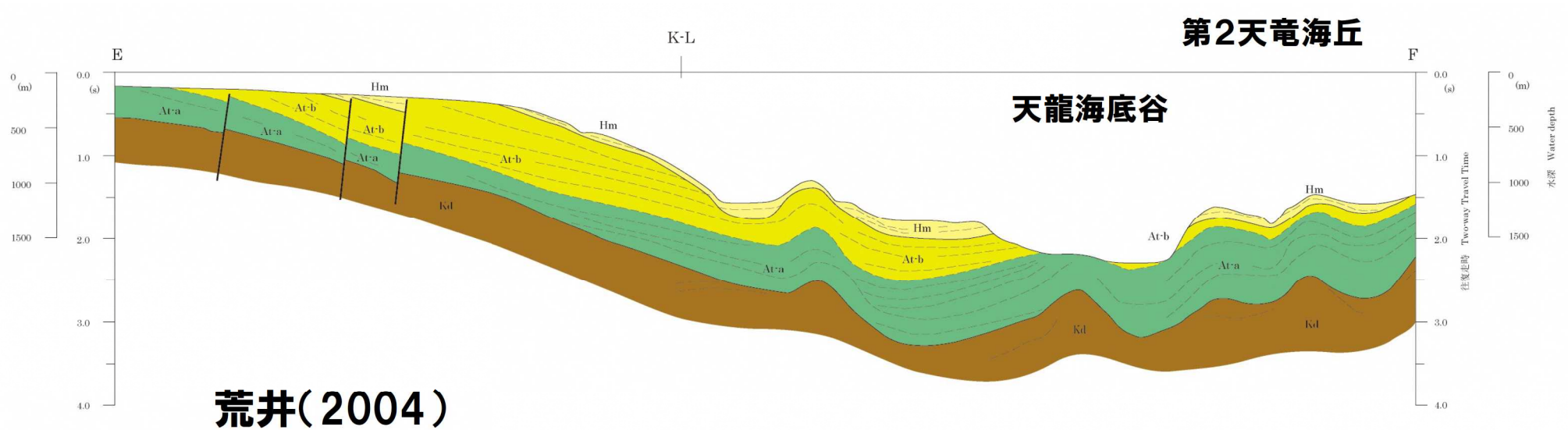
1. 日本の周辺海域海洋地質
2. 海域活断層の評価手法
3. 遠州灘海洋地質図
4. 駿河湾の海洋地質

荒井(2004)



ラベンポート芝草の抽出液 (濃度約34% 12, 34, 4
Lambert's Coniferal Camphor Properties
(Shionogi Purified 34, 12 and 34, 42)

遠州灘の断面



地質層序を組み立て、いつ何が起こったかを記録している

渥美半島沖断層群

浜松沖前弧斜面上部に発達する活断層とテクトニクス

Active faults and tectonics on the upper forearc slope off Hamamatsu City, central Japan

Abstract

荒井晃作^{*1} 岡村行信^{*2} 池原 研^{*1}
芦 寿一郎^{*3} 徐 垣^{*4} 木下正高^{*5}

Kohsaku Arai^{*1}, Yukinobu Okamura^{*2},
Ken Ikehara^{*1}, Juichiro Ashi^{*3},
Wonn Soh^{*4} and Masataka Kinoshita^{*5}

2006年4月26日受付.
2006年10月27日受理.

^{*1} 産業技術総合研究所地質情報研究部門
Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan / AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), AIST Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

^{*2} 産業技術総合研究所活断層研究センター
Active Fault Research Center, Geological Survey of Japan / AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), AIST Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

^{*3} 東京大学海洋研究所
Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 1-15-1 Minamidai, Nakano-ku, Tokyo 164-8639, Japan

^{*4} 海洋研究開発機構高知コア研究所
Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, B200 Monobe, Nankoku, Kochi 783-8502, Japan

^{*5} 海洋研究開発機構地球内部変動研究センター
Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC, 2-15 Natsushima-Cho, Yokosuka, Kanagawa 237-0061, Japan

Single- and multi-channel seismic reflection analyses allow us to better understand the seismic stratigraphy of the forearc region in the eastern Nankai Trough and provide a crucial clue for the reconstruction of the tectonic framework. The lowest Kodaiba Group is composed of the middle to upper Miocene forearc basin fill. Since deposition of the Kodaiba Group the forearc basin had uplifted and then widely eroded over the study area. The main part of the outer arc high is likely to uplift during the deposition of the late Pliocene to early Pleistocene Atsumi-oki Group. In addition the central uplift zone has started to develop particularly in the accumulation stage of the uppermost of the group. During the unconformity between the underlying Atsumi-oki and the overlying Hamamatsu-oki Groups, numerous minor conjugate normal faults had developed and the tilting of the upper forearc slope toward southeast had been proceeded. Normal faults, on the other hand, to run parallel to the Nankai Trough axis with 70-80° dipping toward north were activated on the shelf to the upper shelf slope area off Hamamatsu. The normal faults have been active since onset of the deposition of the Hamamatsu-oki Group because some displaced the shelf surface floor to be made by the sea level falling in the last glacial maximum. An average of maximum vertical displacement component of the normal faults may reach up to several ten cm/1000 years. Considering the time and space, a development of the normal faulting was synchronized with the tilting of the upper forearc slope, probably caused by ridge subduction to progress along the Nankai décollement fault in the study area.

Key words: active faults, tectonics, off Tokai district, continental shelf, forearc slope, seismic reflection survey

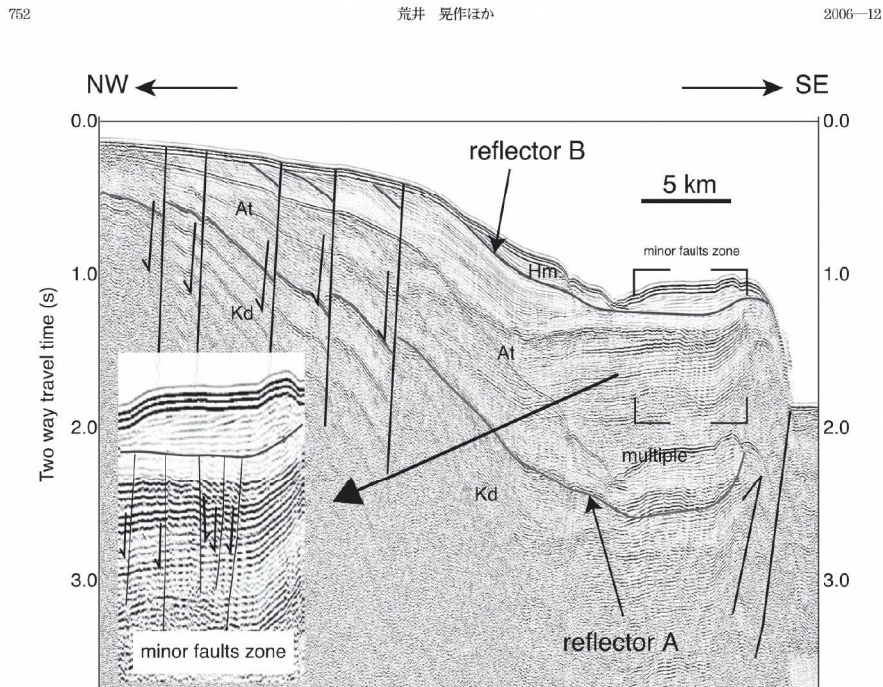
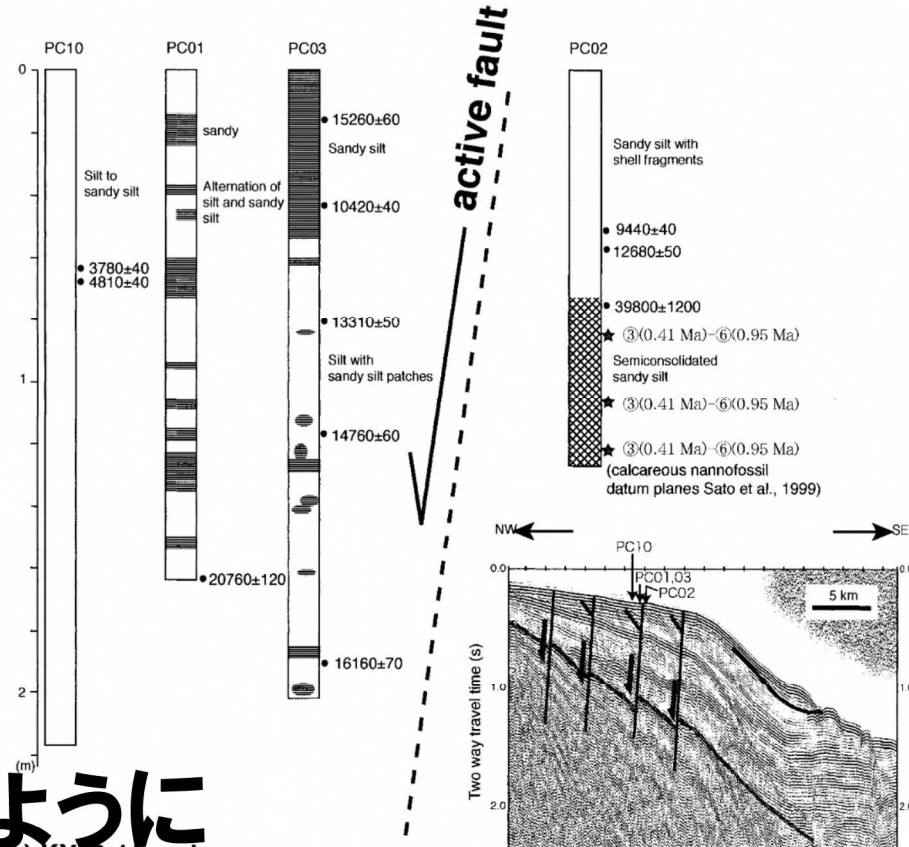
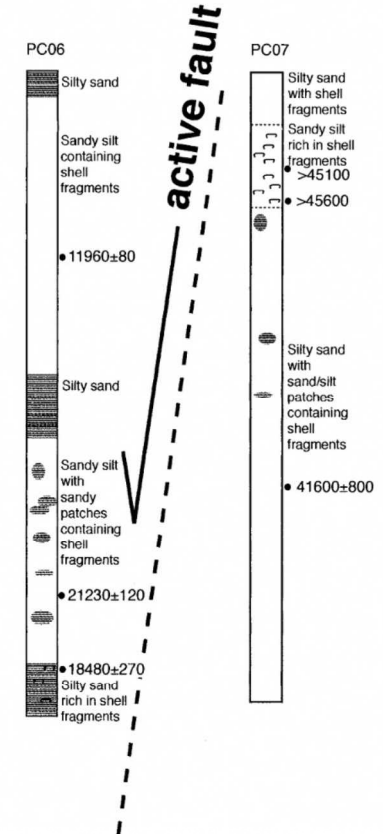


Fig. 3. Single channel seismic (SCS) profile of the shelf to shelf slope off Hamamatsu. Normal faults developed under shelf to upper shelf slope. Focusing the minor faults zone is shown in left bottom diagram.

a) KY03-11 cruise



b) KY04-11 cruise



荒井ほか(2006)

断層を挟むように
ピストンコアを採る

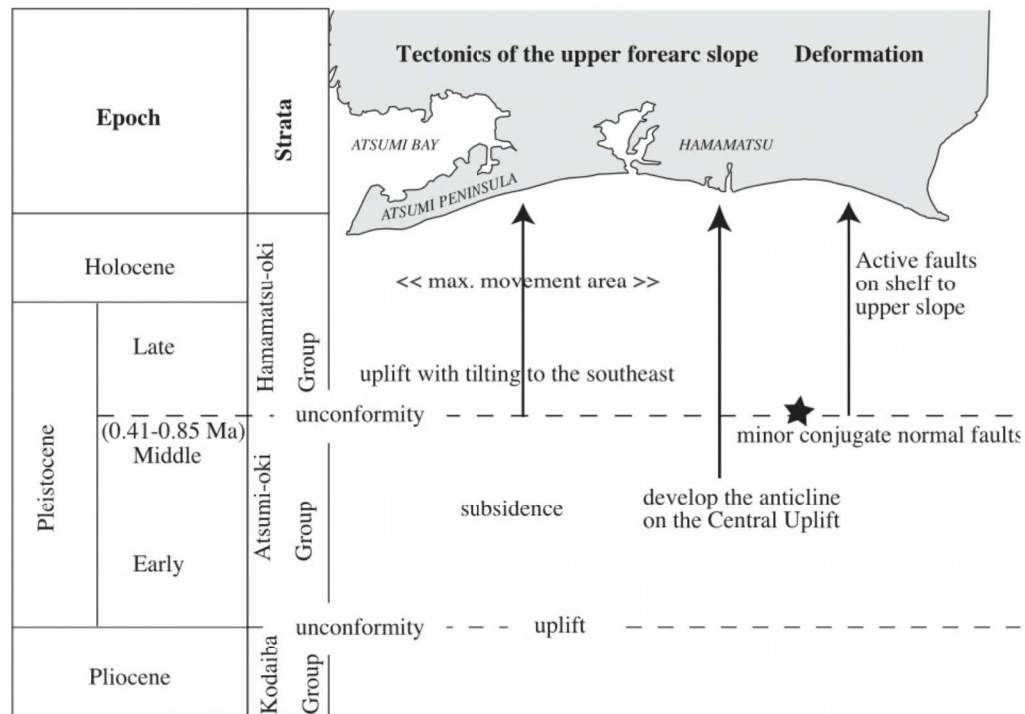


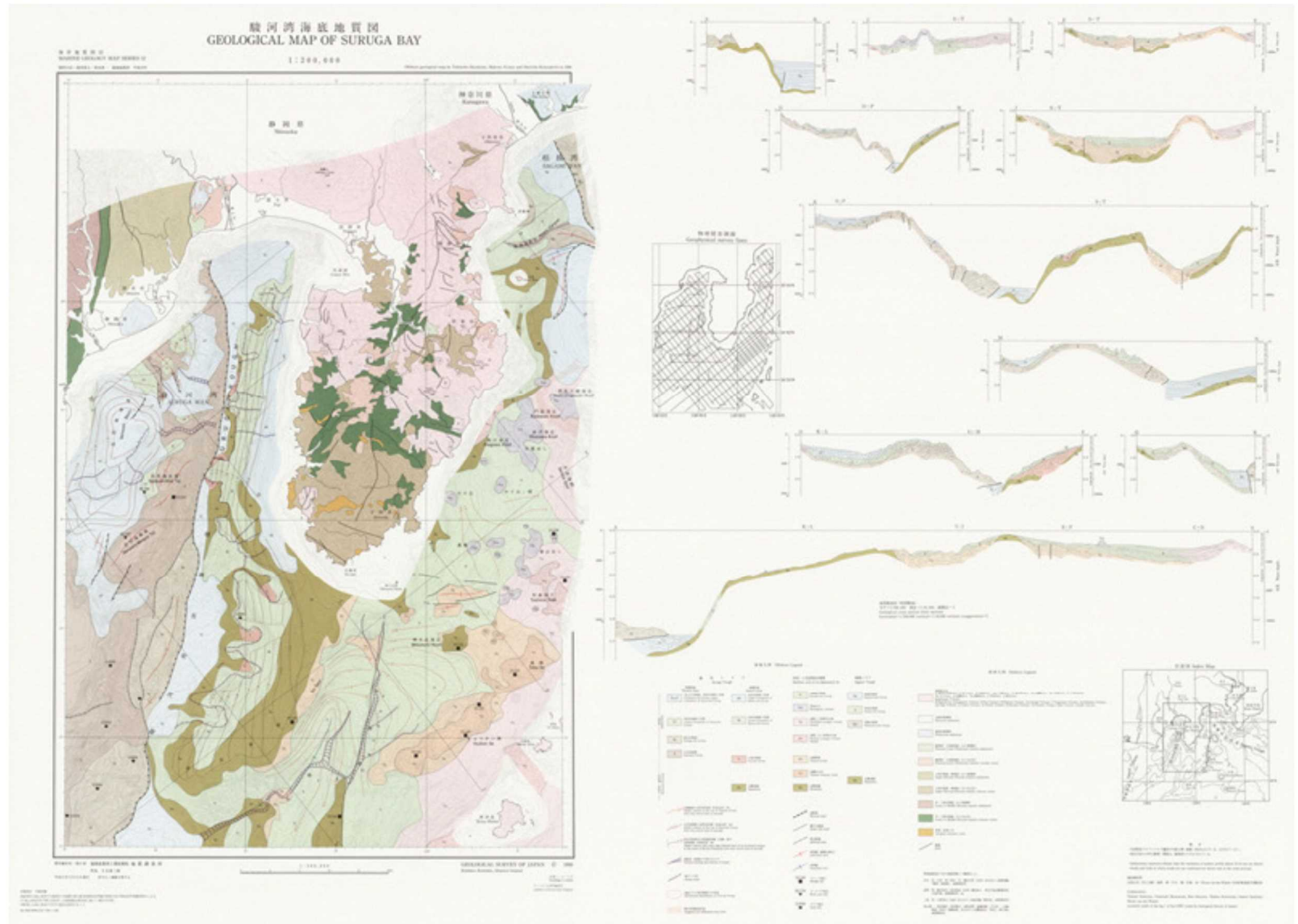
Fig. 8. Schematic diagram showing tectonics of the upper forearc slope off Hamamatsu.

本日のコンテンツ

1. 日本の周辺海域海洋地質
2. 海域活断層の評価手法
3. 遠州灘海洋地質図
4. 駿河湾の海洋地質

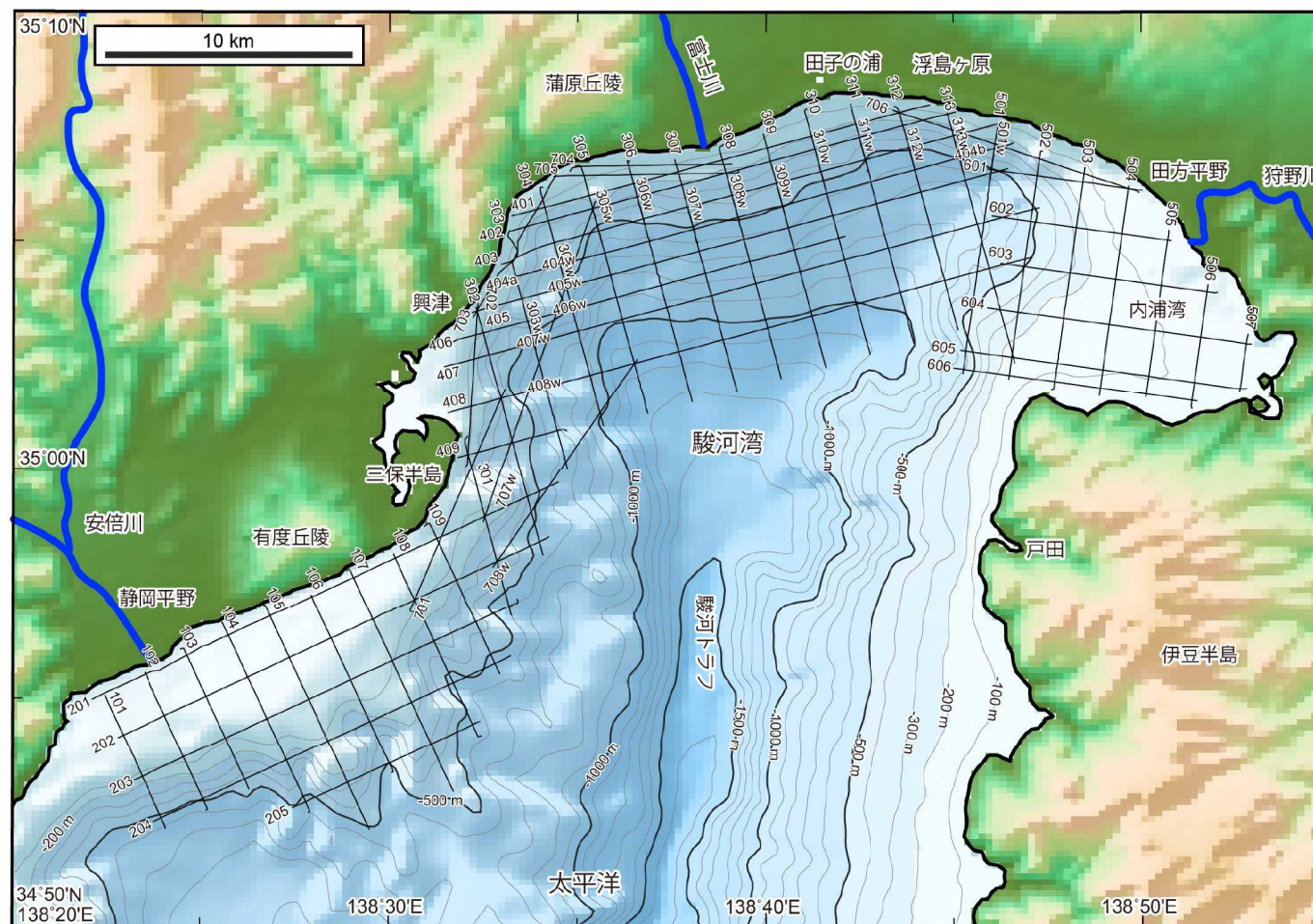
駿河湾の 海底地質図

岡村(1999)



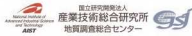
駿河湾北部 の調査測線

佐藤・荒井(2015)

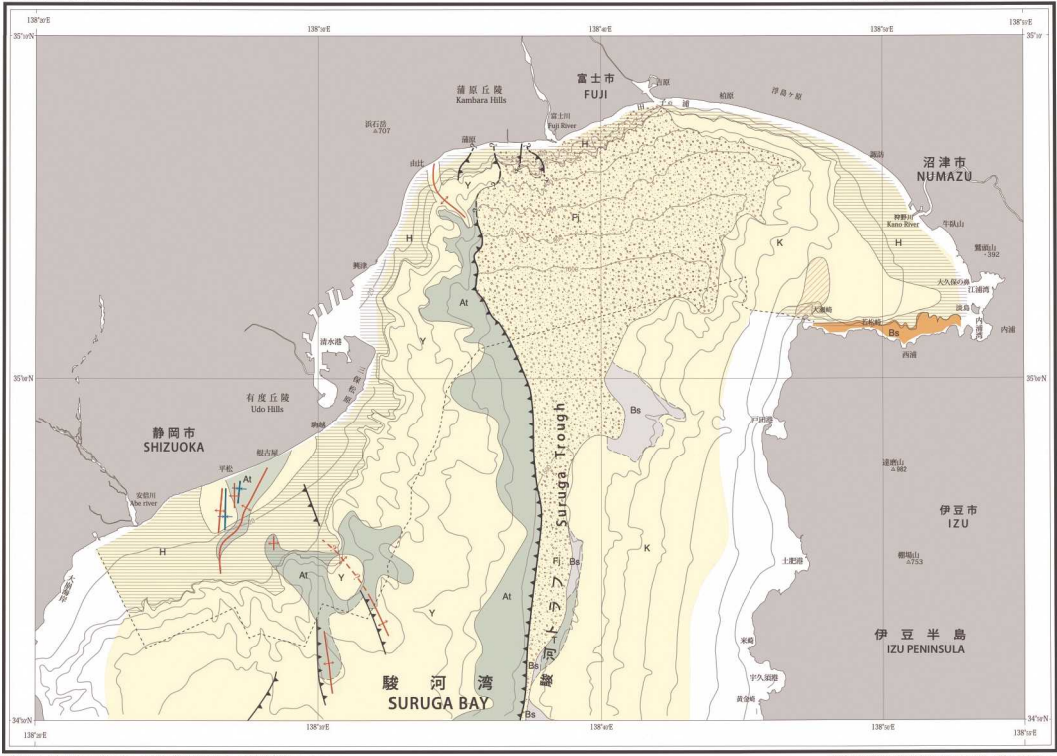


海陸シームレス地質図 S-5
Seamless Geological Map of Coastal Zone S-5
海陸シームレス地質情報集「駿河湾北部沿岸域」
Seamless Geoinformation of Coastal Zone
"Northern Coastal Zone of Suruga Bay"

20万分の1 駿河湾北部沿岸域海底地質図
1:200,000 MARINE GEOLOGICAL MAP OF THE NORTHERN COASTAL ZONE AROUND SURUGA BAY



海域地質図編纂：佐藤智之・荒井昇作，平成 27 年
Made by Tomoyuki SATO and Khosaku ARAI in 2015



著作権所有・発行権 国立開発研究法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
平成 28 年 7 月 20 日発行
許可なく複製を禁ずる
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST © 2016
AIST16-G25033

佐藤・荒井(2015)

完新世
Holocene

中～後期更新世
Middle to Late
Pleistocene

鮮新世～中期更新世
Pliocene to Middle
Pleistocene

前期～中期更新世
Early to Middle
Pleistocene

鮮新世以前
Pliocene or earlier

H
Fujikawa Group
Y, K
Atsugi Group (At), Tōtō Group (T)
Ds
Bs

完新統
Holocene

富士川群
Fujikawa Group

焼津沖群(Y), 飯岡沖群(K)
Yaizu-oki Group (Y) and Kamo-oki Group (K)

阿土沖群(At), 土肥沖群(T)
Atsugi-oki Group (At) and Tōtō-oki Group (T)

音響基盤(火山岩及び火山砕屑岩類)
Acoustic basement
(Volcanic rocks and pyroclastics)

音響基盤
Acoustic basement

* 右岸側の陸域より沖合はユアザンによる調査に基づいており、
精度の点線により表面の完新統の有無は不明である。
Existence of the surface Holocene is unknown on the
outside of the broken line near coast due to the low
precision of the survey with air gun.

確認背斜
Confirmed Anticline

推定背斜
Inferred anticline

確認内斜
Confirmed Syncline

確認逆断層
Confirmed reverse fault

推定断層
Inferred fault

埋没砂嘴
Buried spit

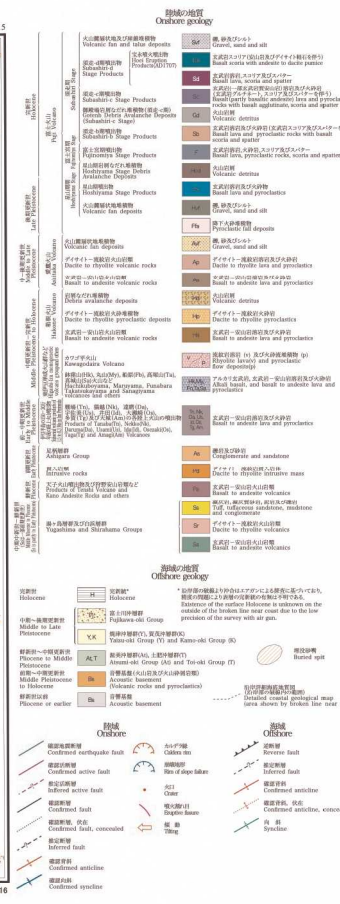
沿岸詳細海底地質図(沿岸部の破断内の範囲)
Detailed coastal geological map
(area shown by broken line near coast)

この地質図の表示は JIS A 0204:2012 によります。
地質図・断面などの地質学的属性境界の表示は「存在確実度特定・位置正確度不特定」としました。
この地質図の作成に当たっては、国土地理院の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を使用しました。
(承認番号 平25地認 第003-GISMAP/23734号)
地形図は、北海道地図株式会社(CSMAPI) 200000R-4によります。
「海上保安庁許可 第272525号」(水産資源法第25条に基づく複製発行物)
海底地質図は、大規模の海図の基本図(20万分の1)と海底地形図(第6639号)駿河湾南方によります。
本図は航路ではありませんので航路には使用できません。

Presentation of this geological map is based on the JIS A 0204:2012.
Boundaries of the geologic attributes such as geologic units and faults are shown as "certainty of identity and
existence specified, positional accuracy unspecified".
Base from the Geospatial Information Authority of Japan and the Japan Coast Guard with their approval.
This map uses CSMAPI map 200000R-4 by Hokkaido-Chiu Co., Ltd.
This information is not intended for navigational purposes.

尾崎ほか(2015)

20万分の1 駿河湾北部沿岸域海陸地質図
1:200,000 MARINE AND LAND GEOLOGICAL MAP OF THE NORTHERN COASTAL ZONE OF SURUGA BAY



- ・日本はとっても広い国
- ・日本ならではの地形・地質

国土面積約38万km²
 領海(含：内水)約43万km²
 接續水域約32万km²
 排他的經濟水域(含：接續水域)約405万km²
 延長大陸棚※約18万km²
 領海(含：内水) + 排他的經濟水域
 (含：接續水域) 約447
 万km²
 領海(含：内水) + 排他的經濟水域
 (含：接續水域) + 延長大陸棚※約465万km²



地球の将来はみんなで描くもの

- **広大な日本の周辺海域の利用拡大**
- **まだまだ未開拓な領域**
- **海の防災、持続可能な海域利用を考える必要がある**
- **強靱な社会を構築しましょう**