

「海洋資源の有効活用に向けた検討委員会」
第2回資料(2008.12.18)



「海底熱水鉱床の探査指針について」

浦辺 徹郎

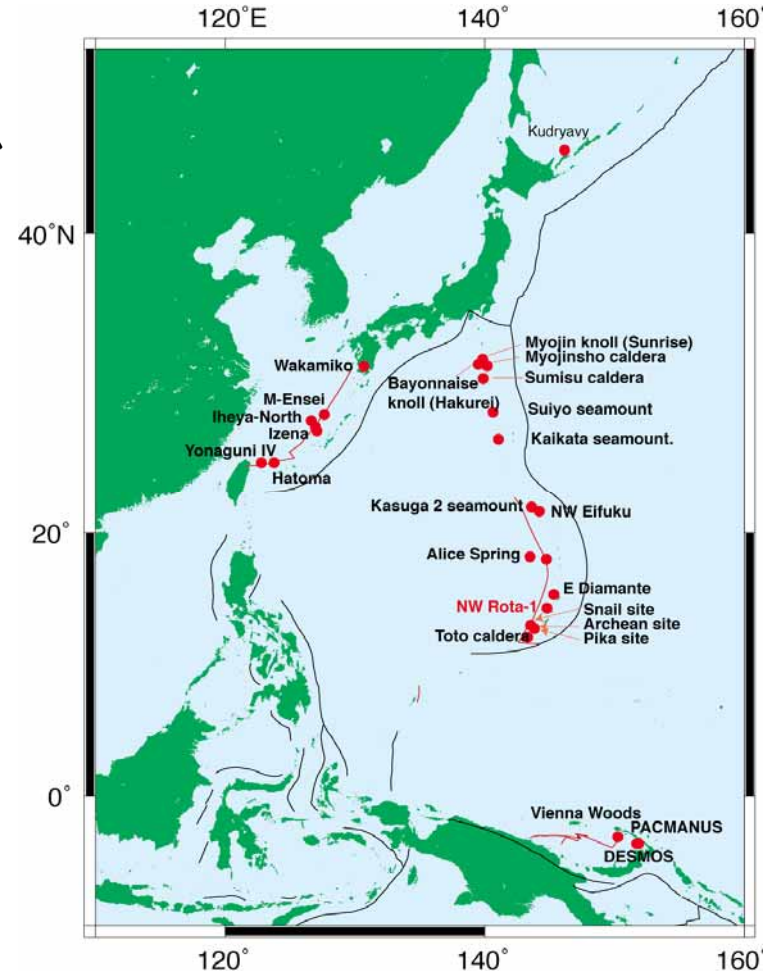
(東京大学理学系研究科/東京大学海洋アライアンス)



UT OCEAN ALLIANCE

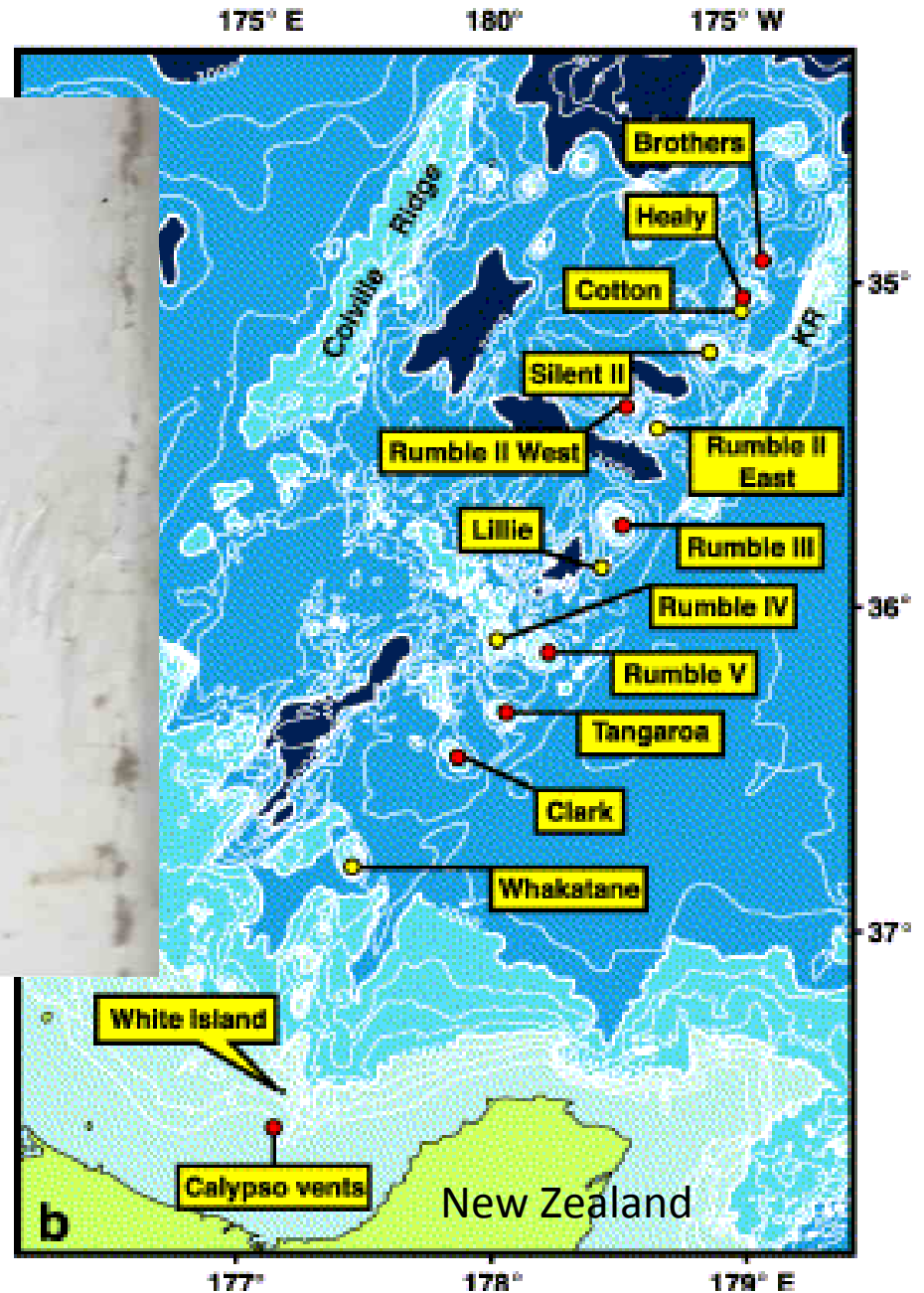
要 旨

1. 我が国周辺の海底熱水鉱床はすべて島弧ないし背弧リフトの火山活動に伴う。このような海底火山は伊豆・小笠原弧では平均70km間隔で存在し、その内、熱水活動があるのは9カ所(内高温は4)で**120km毎**。沖縄トラフの熱水活動は7カ所(内高温は4)で**140km毎**。
2. 火山体の中で、高温熱水活動が見られる地形は、**カルデラ**ないし**溶岩ドーム**である(円錐形の火山には見られない。)。
よって、地形的にターゲットを絞ることが可能。
3. ただし、このようにして発見されるのは「生きている」熱水系であって、「死んだ」ものは見つからない。
4. 「死んだ」熱水鉱床を見つける**探査手法**を開発すれば、数が飛躍的に増大する可能性がある。
5. そのためには、これまでに無い手法の開発が必要であるが、新たな手法の開発には、陸化した化石海底熱水鉱床である「**黒鉱(くろこう)鉱床**」の探査経験を活かすことができる。



(Ishibashi and Urabe, 1995)に加筆

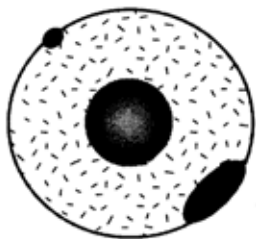
南 ケルマディック弧 の熱水プルーム探査



ここの13の海底火山の内、7つに何らかの
プルームが見られた。3つがカルデラを持
ち、その2つ(Brothers、Rumble II West)に高
温の熱水活動がある(de Ronde et al. 2001)

海底熱水鉱床の生成に好適な地質条件

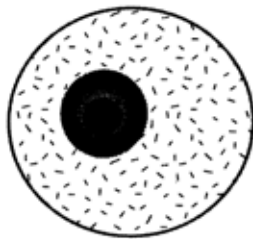
カルデラ 1
(リングフラクチャー沿い)



熱水地帯はカルデラ底の縁の1ヶ所に限定される。まれにその対角線上に小規模に発達。

(例)
明神海丘カルデラ
DESMOSカルデラ
Axial Seamount, JdF

カルデラ 2
(中央火口丘)



熱水地帯は中央火口丘、ないしその前駆的活動の頂部に見られる。

(例)
水曜海山カルデラ
海形カルデラ
伊是名カルデラ

酸性溶岩ドーム



チムニー等が酸性溶岩ドームの翼部に見られる(上図は断面図)。

(例)
スミス・リフト
PACMANUS, Manus

(いずれもバイモダル火山活動の場である)

拡大軸上

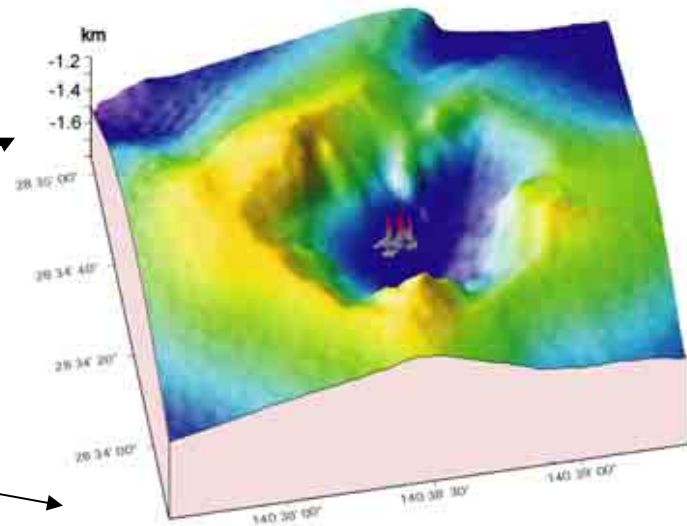
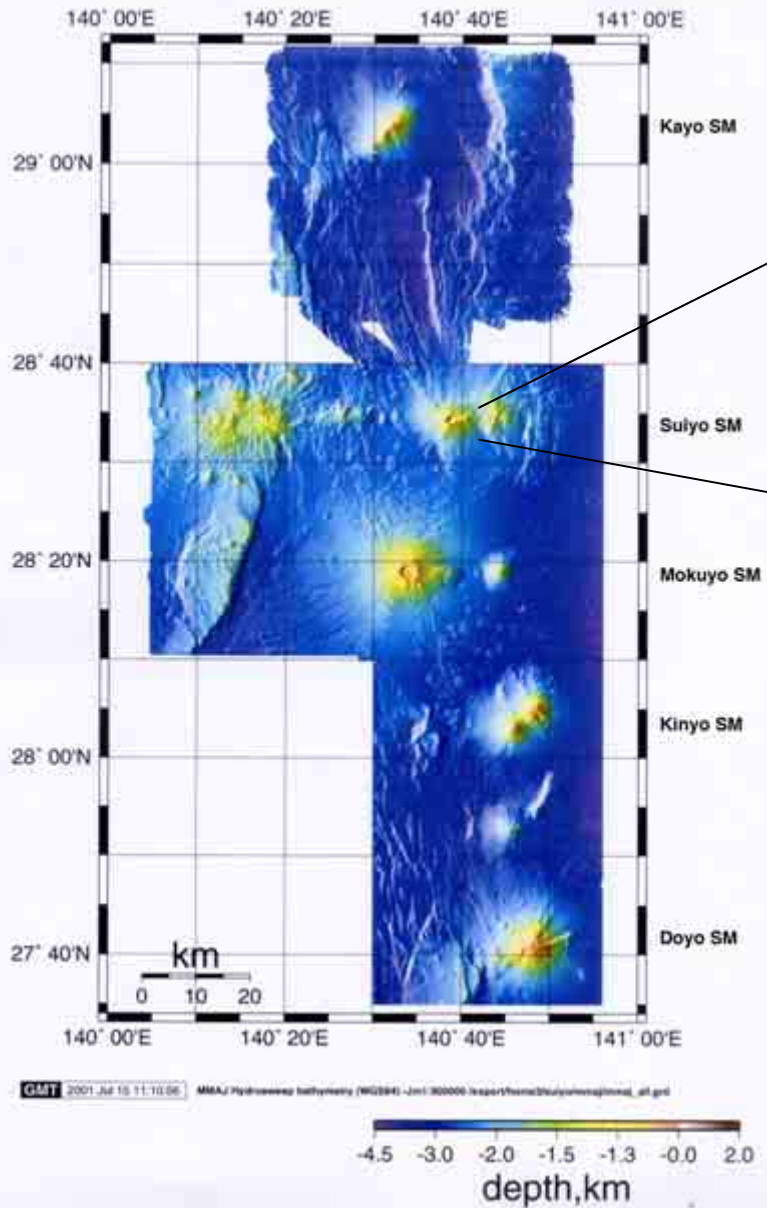


チムニーが拡大軸に平行なグラーベン、断層に沿って分布する。

(例)
多くの中央海嶺
North Fiji Bain
Vienna Woods, Manus
Mariana Rift
Vai Lili, Valu Fa Ridge

島弧/背弧の熱水活動はすべて火山の中心に存在する。しかし、火山で頂部にカルデラ構造のないものには熱水活動が見られない。火山と熱水は一連の活動である。

小笠原 水曜海山の海底熱水系

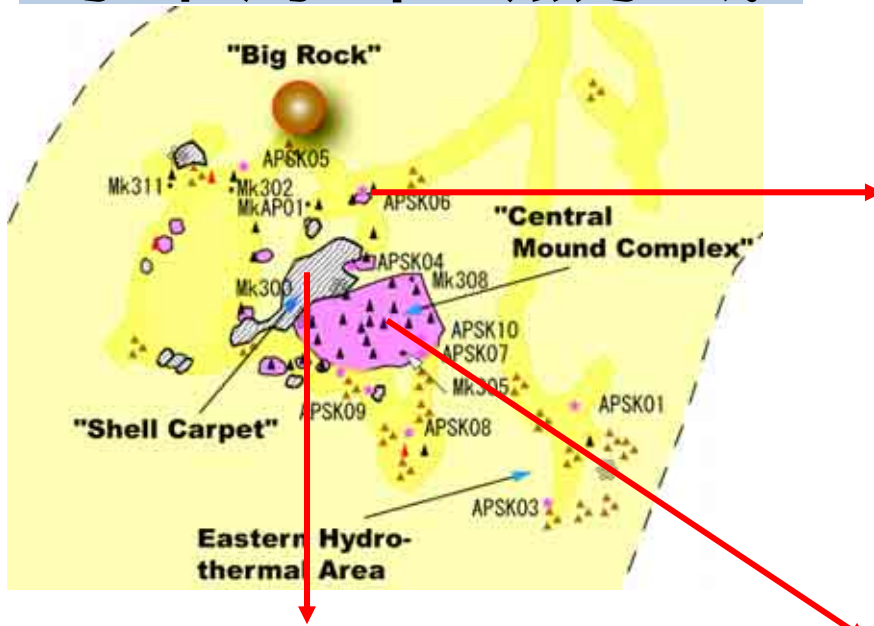


世界で最も良く調べられた島弧熱水系。

直径1.5km、比高500mのカルデラ底(水深1,380m)に高温(317)~低温(6)の熱水活動が200m x 200mの範囲に見られる
海水に比べ20%高い高温熱水の化学組成や温度が時間的(10年間)空間的に均質・一定
熱水活動の年代が若い

硫化物($^{210}\text{Pb}/\text{Pb}$ 減衰法) 37.2 - 79.6年

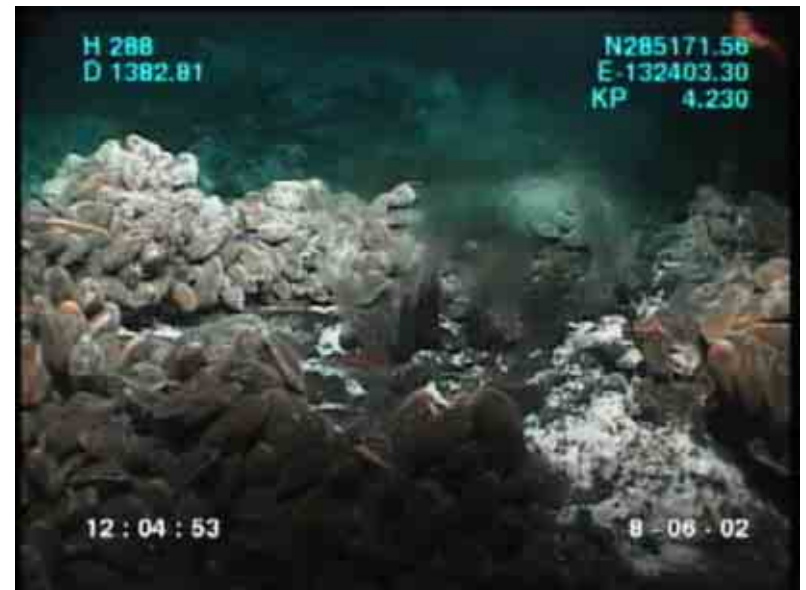
水曜海山の熱水域



砂地の中にある硫化物マウンド



低温熱水域[シェルカーペット]



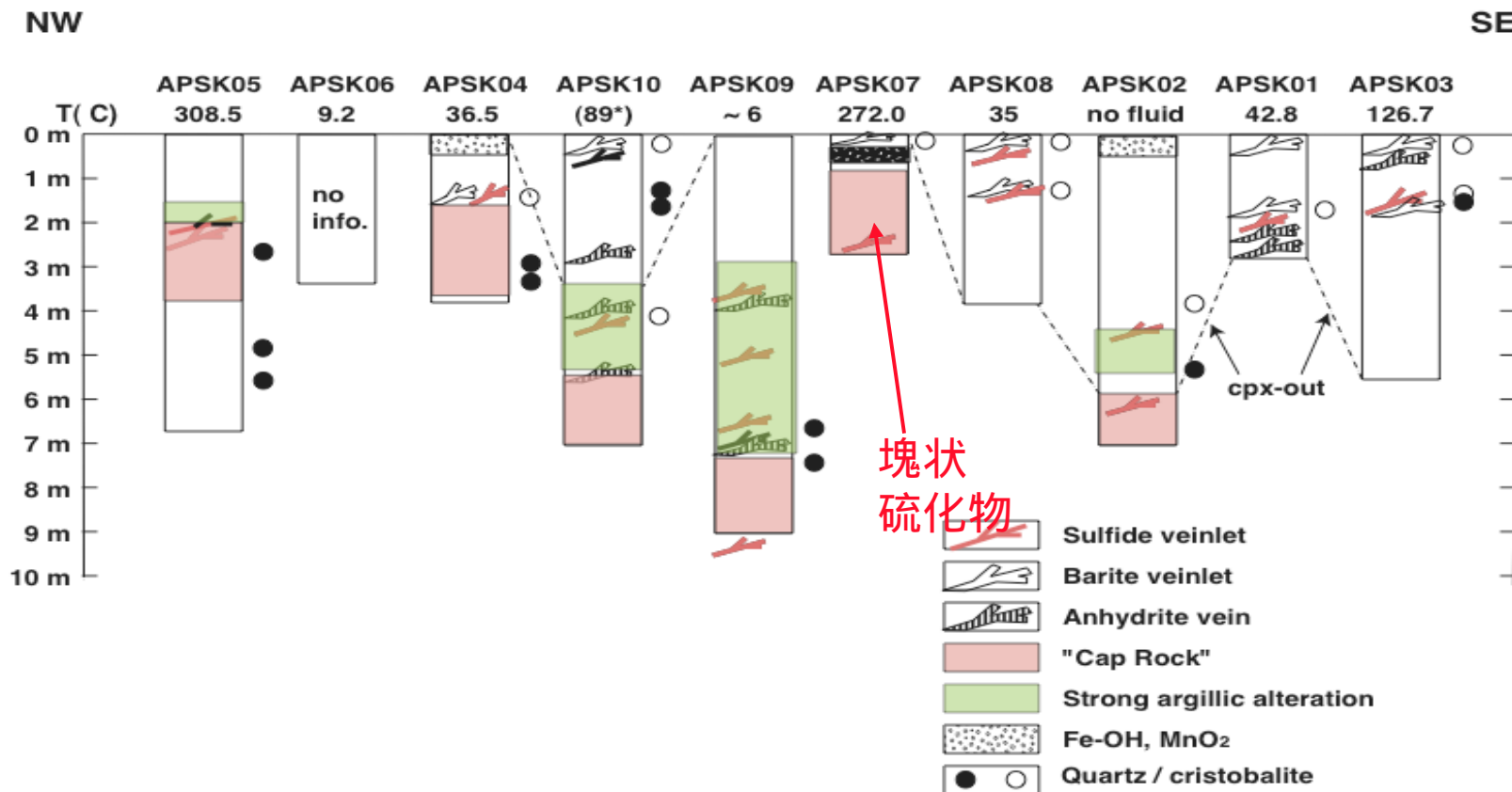
中央マウンド帯のブラックスモーカー

海底設置型掘削装置 BMSによる掘削

独法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) の鉱物資源探査船、第2白嶺丸に搭載されている、海底設置型掘削装置BMS (右)。これを用いて、科学技術振興調整費総合課題「アーキアンパーク計画」による掘削が行われた。



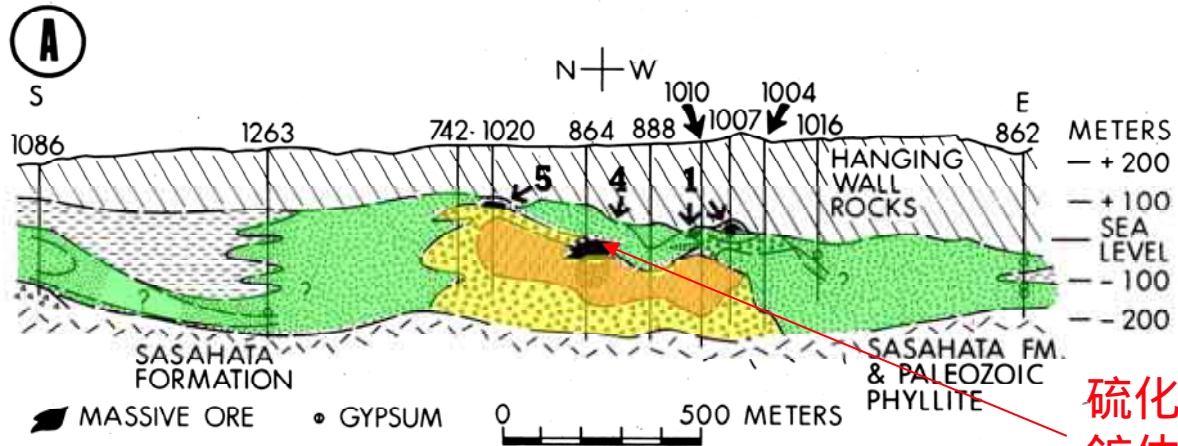
水曜海山のボーリング柱状図



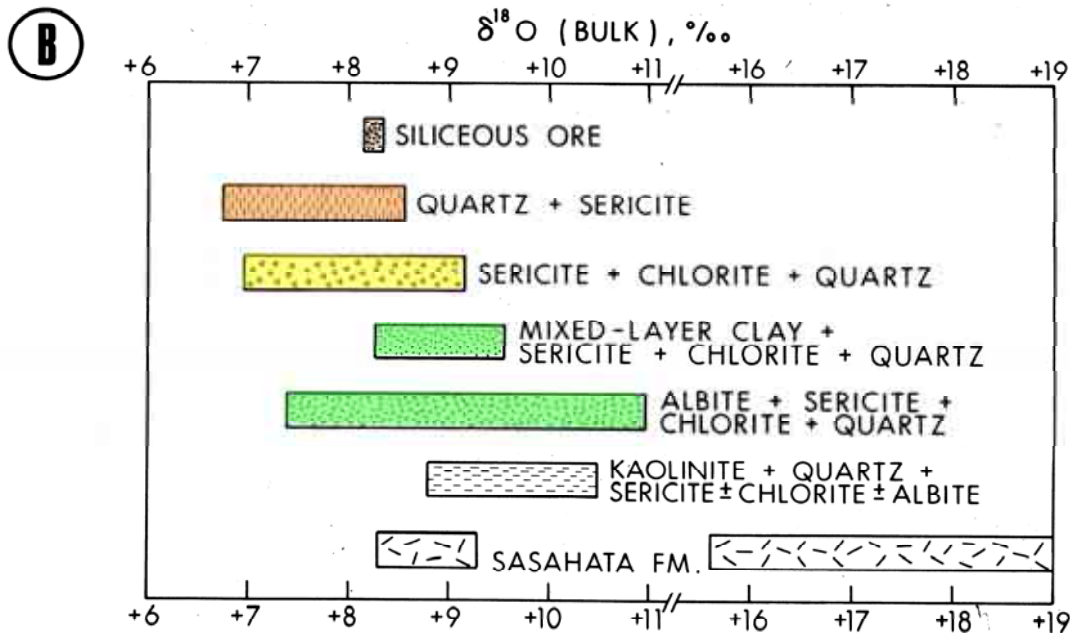
- 10本のボーリングの結果、海底面下には細脈状の硫化物を除いて、塊状の鉱石は一カ所しか見られなかった。
- ピンク色の部分(石膏帯)は熱水貯留層をキャップしている不透水層であり、その下に高温(310)の熱水が流れていた。
- 緑色で示される熱水変質岩の鉱物組成、酸素同位体組成の累帯配列は、黒鉱鉱床の周辺に見られる熱水変質と酷似している。

黒鉱鉱床周辺の変質帯と酸素同位体組成

黒鉱鉱床周辺に発達する熱水変質帯は鉱床の規模に比して大きく、半径1-2kmに及んでいる。陸上ではこれを探査指針として用いている。

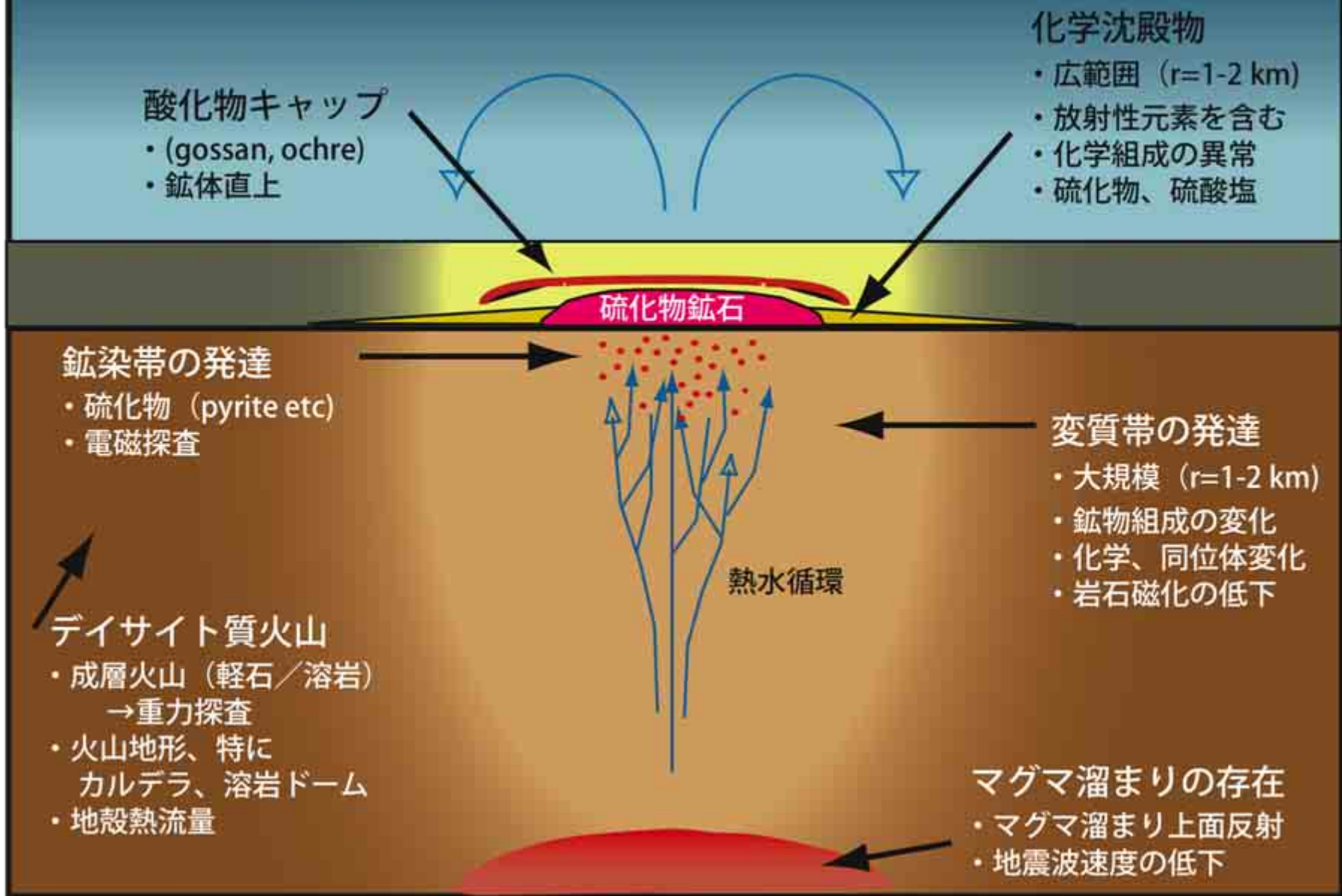


硫化物
鉱体



小坂鉱山上向鉱床の例。外側に向かって粘土鉱物が変化し、酸素同位体組成が重くなる (Urabe et al., 1983)。

海底熱水鉱床の模式図と探査対象



南部マリアナにおける掘削

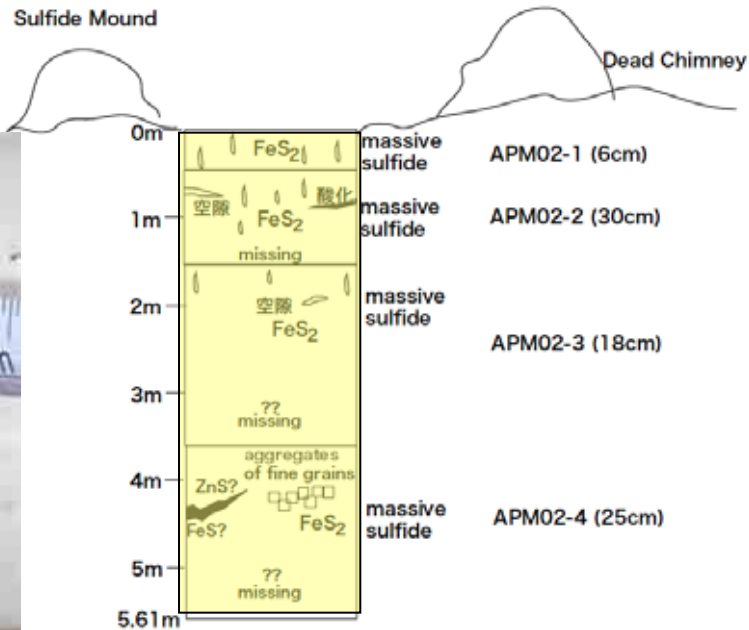
ここにはチムニー、鉍石の瓦礫、海底下に厚さ5.6m以上の硫化物など、さまざまな産状がある。



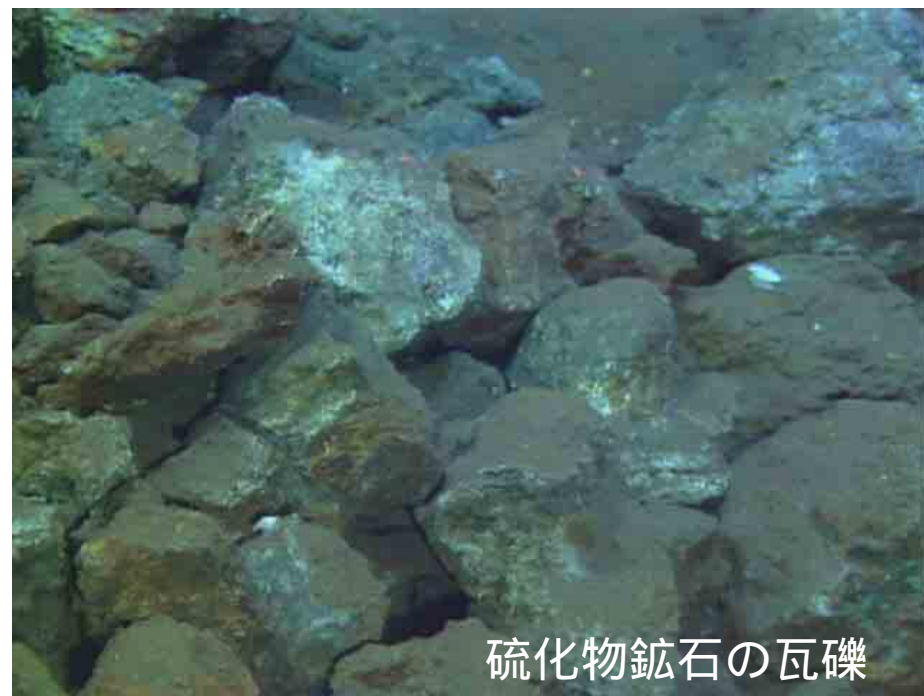
試料採取日

2004.2.2

記載：掛川、高見



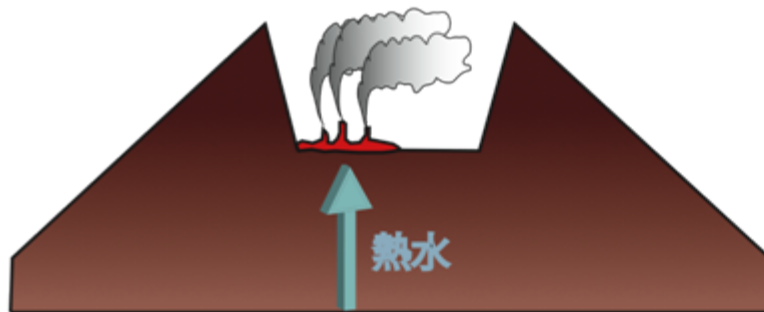
(活動的チムニー：温度=313℃)



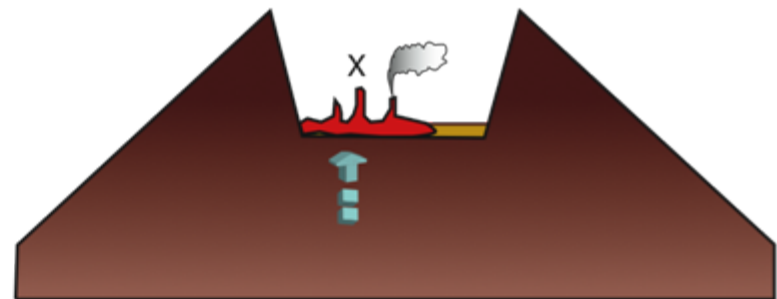
硫化物鉍石の瓦礫

“死んだ”鉱床の探査も必要

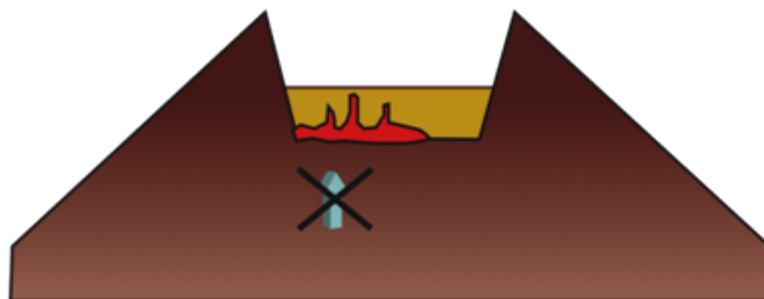
A. 熱水活動期
研究の多くはこのような熱水活動に対して行われている



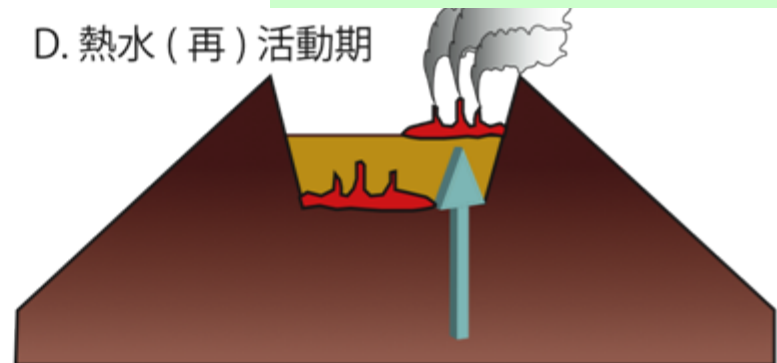
B. 活動末期
現在開発対象になっているのはこのようなものが多い



C. 活動停止期 (海底兆候なし)
今後このようなものを探すべきでないか？



D. 熱水(再)活動期
開発対象になった鉱床にもこのような可能性がある。

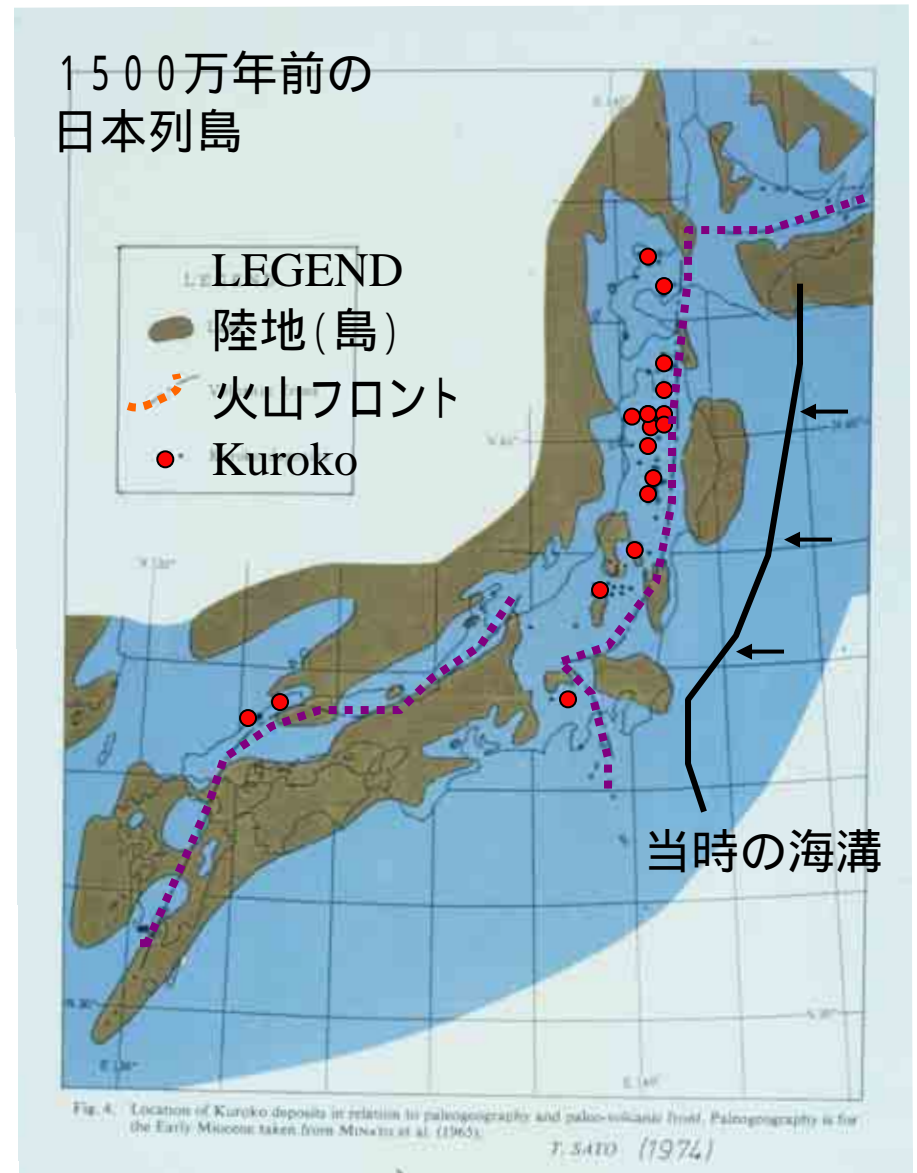




ご静聴ありがとうございました。

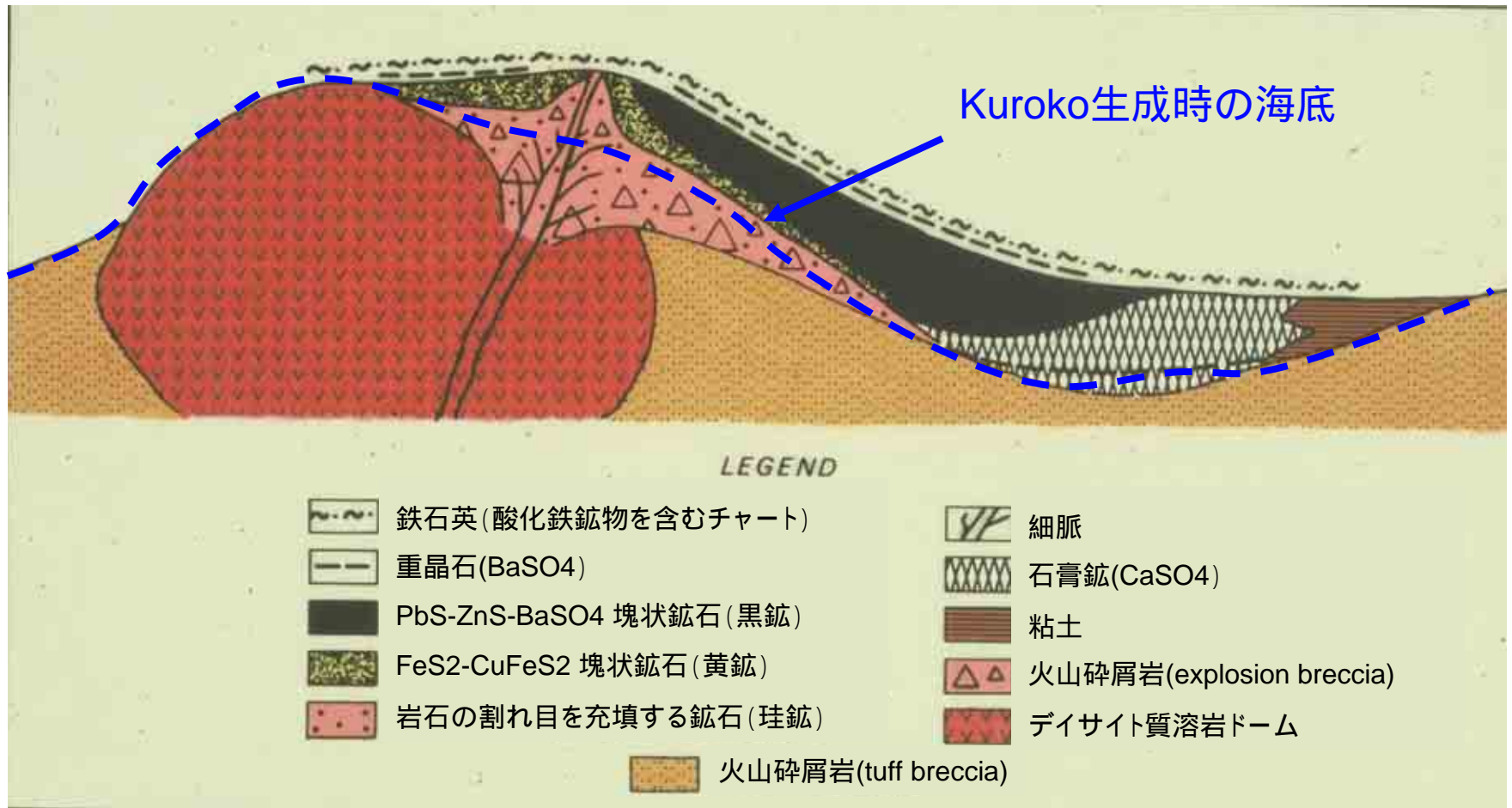
黒鉱は1500万年前の海底熱水鉱床

黒鉱は、日本海(背弧海盆)拡大のピークであった1500万年前の1時期、島弧リフトに生成したことが知られている。形態から塊状硫化物鉱床(massive sulfide deposit)と呼ばれている。



黒鉱鉱床の模式断面図

佐藤(1960)



~100 m