

## 自己評価報告書

平成23年5月30日現在

機関番号：82706

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20109006

研究課題名（和文） 室内熱水実験による大河の生物地球化学作用の検証

研究課題名（英文） Laboratory experiments to elucidate chemical and biological interactions in TAIGA

## 研究代表者

鈴木 勝彦 (SUZUKI KATSUHIKO)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・チームリーダー

研究者番号：70251329

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：海底下の大河，高温高压熱水実験，微生物—熱水相互作用

## 1. 研究計画の概要

本研究では、地球規模の海洋底地殻中の移流を「海底下の大河」と呼び、4つの「大河」で起きている物理・化学反応および微生物活動の素過程とそれらの時間変動を明らかにし、「大河」の形成及び地質—生命相互作用の制約要因を、バッチ式、フロー式、高速摩擦式の熱水装置を駆使して、実験室での再現実験によって決定する。研究期間の前半では、自然環境での現象を十分な精度で再現できる実験系と解析装置を構築する。この装置を用いて、研究期間後半では、装置に改良を加えつつ、素過程と相互作用を詳細に解析する実験と分析を行う。実験系による素過程の解明は、実際の海底下環境で起きている現象を説明する理論を構築する上で欠かせない検証作業であり、計画研究A01—A04 班における調査・観察の成果を用いて、現場観測と実験相互のフィードバックを重ね、より厳密な理論の構築に努める。

## 2. 研究の進捗状況

熱水実験装置はその構築と運用に非常に多くの手間と時間がかかり、またノウハウの蓄積が重要である。基礎実験を繰り返した結果、重要な成果が得られた。まず、改良型バッチ式実験装置を利用し、水素の大河再現のための実験を行った。カンラン石を塩化ナトリウム溶液中で300–400度、500気圧で加熱したところ、数十mMという高濃度の水素の発生が確認された。これは、先行研究と熱力学計算の結果と非常に調和的な結果であり、熱水実験を世界レベルで行うことができることを示した。また、酸素分圧を制御した高温加熱炉を用いて、化学組成をコントロールした岩石の合成を行い、合成した岩石を用いて実験を行うことも可能になった。合成岩石を用いた実験が可能なのは我々のみである。さらに、反応容器中に二酸化炭素ガスを導入することにも成功した。熱水には

二酸化炭素が含まれており、天然環境の正確な再現に近づいた。岩石からの元素溶出における微生物に影響を評価した論文を投稿および初稿作成完了したところである。

一方、熱水活動を必ずしも伴わない水素の大河の可能性を示す結果も得られた。高速摩擦実験装置を用いて、玄武岩、かんらん岩などの破壊実験を行った結果、それぞれの岩石種において、摩擦の仕事量に比例した水素が発生し、特に水の存在で発生量が高くなることが明らかになった。その比例式を用いると、海嶺で頻繁に起きている規模の地震においても、数mMの水素が発生する。これまで水素の大河は超マフィック岩の熱水による蛇紋岩化によって支えられていると考えられてきたが、海嶺における地震活動に支えられる水素の大河が存在するとすれば、ひとつのパラダイムシフトである。

フロー式「熱水循環微生物培養装置」では、岩石—海水反応によって、微生物の代謝に利用される硫黄、鉄などの還元物質の生成が確認されると共に、微生物の生息に関与する元素の溶出が確認された。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

以上説明したように、計画に対して多少のこぼこがあるが、おおむね計画通りに研究計画は達成されている。

## 4. 今後の研究の推進方策

4つの「海底下の大河」のうち、特に水素の大河と鉄の大河、硫黄の大河における微生物のエネルギー源である水素、鉄、硫黄の還元物質の生成条件を追う体制が整った。実際にいくつかの成果は論文として公表されている。研究期間の後期では、装置の改良を行いつつ、還元物質生成条件のみを追うのではなく、微量の生体必須元素、有機物などの分析を推進し、それらの役割を明らかにする。熱水実験装

置は、すべてをベストの状態に運用し、遅滞なく実験を進める。ただし、停電などで実験が継続できないときの対策を十分に考慮しておく。さらにデータを蓄積し、大河で起きている現象を実験室で再現し、岩石-熱水-微生物相互作用を目指す。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計51件)

- ① 鈴木 勝彦, 吉崎 もと子, 深海熱水環境における非生物的な炭化水素合成: 熱水実験による制約, 地球化学, 44 115-125, 2010 (査読有)
- ② 鈴木勝彦, 中村謙太郎, 加藤真悟, 山岸明彦, (2010)海底熱水循環系の生物地球化学的理解に向けた実験的アプローチ, 地学雑誌, 118, 1131-1159,. (査読有)
- ③ Kato S, Takano Y, Kakegawa T, Oba H, Inoue K, Kobayashi C, Utsumi M, Marumo K, Kobayashi K, Ito Y, Ishibashi J, Yamagishi A, Biogeography and biodiversity in sulfide structures of active and inactive vents at deep-sea hydrothermal fields of the Southern Mariana Trough, Applied and Environmental Microbiology 76, 2968-2979 (2010). (査読有)
- ④ Yoshizaki, M., T. Shibuya, K. Suzuki, K. Shimizu, K. Nakamura, K. Takai, S. Maruyama (2009) H<sub>2</sub> generation by experimental hydrothermal alteration of komatiitic glass at 300 °C and 500 bars: A preliminary result from on-going experiment, Geochem. J. (Express Lett.), 43, e17-e22. (査読有)
- ⑤ Kato S, Kobayashi C, Kakegawa T, Yamagishi A, Microbial communities in iron-silica-rich microbial mats at deep-sea hydrothermal fields of the southern Mariana Trough, Environmental Microbiology 11, 2094-2111, 2009. (査読有)
- ⑥ Kato, S., K. Yanagawa, M. Sunamura, Y. Takano, J. Ishibashi, T. Kakegawa, M. Utsumi, T. Yamanaka, T. Toki, T. Noguchi, K. Kobayashi, A. Moroi, H. Kimura, Y. Kawarabayasi, K. Marumo, T. Urabe and A. Yamagishi (2009) Abundance of *Zetaproteobacteria* within crustal fluids in back-arc hydrothermal fields of the Southern Mariana Trough, Environm. Microbiol., doi:10.1111/j.1462-2920.2009.02031.x\_ (査読有)

[学会発表] (計66件)

- ① Suzuki, K., T. Hirose, H<sub>2</sub> generation during simulated earthquake faulting: its implication for subsurface microbial evolution, Goldschmidt 2010, 2010/06/14, Knoxville
- ② 浦辺徹郎, 「海底下の大河」における地球化学循環について, 地球システム・地球

進化ニューイヤースクール, 代々木オリンピックセンター, 2010/1/19

- ③ 加藤真悟, 鈴木勝彦, 山岸明彦, 微生物が海底硫化物の金属元素サイクルに及ぼす影響, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 2010/5/23, 幕張メッセ (千葉)
- ④ 吉崎もと子, 鈴木勝彦, 澁谷岳造, 清水健二, 中村謙太郎, 大森聡一, 高井研, 丸山茂徳, 300 °C, 500 気圧におけるコマチアイトの熱水変質実験, 日本地球化学会 2009 年度年会, 2009/9/16, 広島大学 (広島) (ポスター賞)
- ⑤ 鈴木勝彦, 熱水実験を用いた海洋地殻中の移流「海底下の大河」と生物地球化学作用の検証, 日本地球化学会 2009 年度年会, 2009/9/15, 広島大学 (広島)
- ⑥ Yoshizaki, M., K. Suzuki, T. Shibuya, K. Shimizu, K. Nakamura, K.E. Yamaguchi, S. Yamamoto, S. Omori, K. Takai, S. Maruyama, Experimental study on hydrogen production through hydrothermal alteration of komatiite glass, Goldschmidt Conference 2009, 2009/6/24, Davos

[図書] (計7件)

- ① 浦辺徹郎(2011) 海底エネルギー・鉱物資源の開発推進と環境保全、「海洋白書 2011」第3章第2節、71-76、海洋政策研究財団発行、231pp.
- ② 浦辺徹郎 (2010) 海洋資源の利用促進に向けた基盤ツールの開発、「海洋白書 2010」第3章第1節、38-41、海洋政策研究財団発行、222pp.
- ③ 鈴木勝彦 (2010) 4.7 章 質量分析(固体元素). 地球化学講座第8巻「地球化学実験法」, 培風館, 170-184, 総ページ数 332.

[その他]

[ホームページ]

<http://www-gbs.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~taiga/>