

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24241004

研究課題名(和文) 微量元素多元素分析に基づく太平洋・インド洋・日本海の鉛直断面観測

研究課題名(英文) Ocean section observation in the Pacific Ocean, Indian Ocean, and Japan Sea by multielemental determination of trace elements

研究代表者

宗林 由樹 (Sohrin, Yoshiki)

京都大学・化学研究所・教授

研究者番号：50197000

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,300,000円

研究成果の概要(和文)：インド洋、北極海などにおける生物活性微量元素(Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb)の鉛直断面分布を明らかにした。自動濃縮分離装置を用いる生物活性微量元素の濃縮分離法を確立した。海水中銅安定同位体比の精密分析法を開発し、太平洋、インド洋、大西洋における循環を明らかにした。加えて、強配位子場元素(Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W)、貴金属元素(Pd, Pt, Au)、Se, Bi、およびスペシエーションに関する研究を進めた。北太平洋亜寒帯域における白鳳丸KH-12-4航海、および北太平洋から南極海に至るKH-14-6航海に参加し、クリーン採水を行った。

研究成果の概要(英文)：Ocean-sectional distribution of bioactive trace metals (Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb) has been studied in the Indian Ocean, Arctic Ocean, and other regions. A novel automated preconcentration system has been developed for one-step preconcentration of bioactive trace metals. A precise analytical method for copper stable isotope ratio in seawater has been developed to reveal distribution and cycling of copper stable isotopes in the Pacific, Indian, and Atlantic Ocean. In addition, we studied high-field strength elements (Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W), noble metals (Pd, Pt, Au), Se, Bi, and speciation. We also joined the R/V Hakuho-maru cruises of KH-12-4 in the subarctic North Pacific and of KH-14-6 from the North Pacific through the Antarctic to carry out clean sampling of seawater from surface to bottom.

研究分野：水圏化学・分析化学

キーワード：海洋科学 微量分析 同位体 物質循環 環境分析 化学海洋 生物海洋 生物圏地球化学

### 1. 研究開始当初の背景

地球の海は 40 億年前までに形成され、生命は 37 億年前までに誕生したらしい。それ以来、海水の溶存酸素、硫酸イオン・硫化物イオン、鉄などの濃度は大きく変化したが、海水の塩分はおおむね生命の許容範囲に保たれてきた。海水の化学的変化は微量元素組成の著しい変化を引き起こし、それが生物進化に影響を及ぼしたと考えられる。

1870 年代、チャレンジャー号航海で採取された海水試料の分析により、海水主要成分が海洋に一樣に分布した保存性成分であることが明らかになった。1970 年代、GEOSECS(地球化学海洋断面研究)計画は、主要栄養塩などの少量成分および放射性核種などの微量元素の全球的な分布を初めて明らかにした。その後の研究は、海洋大循環、生物地球化学循環、およびそれらの生物圏や気候への影響についての理解を深めた。しかし、海水中微量元素とその同位体 (trace elements and their isotopes, TEIs) については、分析および試料採取・取扱い上の問題のため、研究が遅れた。

現在の海洋は、熱塩循環により 500~1000 年のタイムスケールでかくはんされている。この循環は、海洋に溶存酸素を行きわたらせ、酸化環境を保っている。そのため多くの微量元素は、高い酸化状態をとり、加水分解され、あるいは酸素酸を形成する。加えて、海水はイオン強度が高く、さまざまな有機物および粒子を含んでいるため、微量元素のスペシエーション (存在状態) は複雑である。

高感度な分析法および試料採取・取扱いのクリーン技術が発達し、1970 年代以降海水中 TEIs の分布が徐々に明らかにされてきた。今日では、ほとんどの元素について、海洋学的に調和的な鉛直分布が報告されている。いくつかの微量元素 (特に鉄) は、生物生産力を決定する主要因であることが明らかにされた。また微量元素は、現在の海洋におけるさまざまな過程のトレーサーとなること、さらに古海洋研究のプロクシ (代用指標) となることが分かってきた。しかし、今なお、微量元素の三次元的な分布、および気候変動や人類活動が微量元素の動態に及ぼす影響については、データが乏しい。

最近、国際共同研究計画 GEOTRACES が始動した。本計画は、世界の研究者が協力して、重要な TEIs (キーパラメータ: 微量元素は Al, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd) の全球的な分布を明らかにし、TEIs の分布を決定する過程を同定し、フラックスを決定し、環境変化に対する TEIs の変化を明らかにすることを目的としている。しかし、海洋微量元素の分析では、共存物質による妨害、試料採取から分析までの間の目的元素の汚染 (コンタミネーション)、スペシエーションの複雑さが大きな問題となる。これらの問題を克服するためには高度な分析技術が必要であり、そのような技術を持つ研究機関は世界的にも限ら

れている。

我々は、海洋微量元素の研究において、豊富な経験と長年にわたって培われた技術を有している。特に、キレート樹脂を用いる固相抽出法と誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) による多元素分析は、世界最先端の技術である (Firdaus et al. 2007; Sohrin et al. 2008)。これまでに南極海-太平洋における Zr, Hf, Nb, Ta の鉛直断面分布 (Firdaus et al. 2011)、ベーリング海大陸棚における Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb の鉛直断面分布 (Cid et al. 2011) を明らかにした。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、太平洋、インド洋、日本海・日本近海における微量元素の鉛直断面分布とストイキオメトリー (化学量論) を明らかにすることである。対象元素は、GEOTRACES キーパラメータを含む以下の 20 元素である。生物活性微量元素 (Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb)、強配位子場元素 (Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W)、貴金属元素 (Pd, Pt, Au)、Se, Bi。溶存態濃度に加えて、粒子態濃度の定量を行い、微量元素のスペシエーションの大枠を明らかにする。無汚染 UV 照射前処理システムを用いて有機態化学種を検討し、Se については酸化状態のスペシエーションを検討する。さらに、濃度に加えて、新しい情報を与える安定同位体比の精密分析法の開発とその海洋学への応用を進める。

### 3. 研究の方法

平成 24 年度

これまでに太平洋南北測線、インド洋、日本海・日本近海で採取した試料を用いて、生物活性微量元素、強配位子場元素、粒子態元素等の定量を進める。無汚染自動濃縮システム、無汚染 UV 照射分解システム、貴金属分析法の開発を進め、開発の完了した技術は順次海洋観測に適用する。GEOTRACES 計画は、中間報告書のデータ提出期限を 2012 年 12 月と定めたので、11 月に全員でデータを取りまとめて提出する。

平成 24 年 8 月~10 月の白鳳丸 KH-12-4 航海に参加し、北太平洋東西断面の海水試料を採取する。

太平洋: 西経 170 度および 160 度の南北断面の試料分析を優先する。

インド洋: 微量元素データが非常に乏しい海域であり、本研究の断面分布は最初の総合的観測データとして高く期待されている。平成 24 年度は溶存態生物活性微量元素、粒子態元素等の定量を優先的に進める。

日本海・日本近海: KH-10-2 航海試料の分析を優先的に進める。さらに、過去の航海の試料を分析し、元素分布の経時変化を調べる。

海水中銅 (Cu) 安定同位体比の精密分析法を確立し、論文を投稿する。

#### 平成 25 年度

生物活性微量元素(Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb): エチレンジアミン三酢酸型キレート樹脂固相抽出で一括濃縮分離するため、無汚染自動濃縮システムを開発する。操作ブランクを外洋海水濃度の 10 分の 1 以下、相対標準偏差を 5%以内とする。現在、八方バルブに問題が見つかり、改善を行っている。今年度中に開発を完了し、論文として報告する。分析法の精確さを評価するために、National Research Council, Canada および US GEOTRACES の標準海水試料を分析し、保証値・報告値との一致を確認する。昨年度は、インド洋の溶存態濃度の分析を完了し、論文を投稿した。今年度は、太平洋南北測線、亜寒帯北太平洋東西測線、日本海・日本近海の溶存態の分析を進める。

銅安定同位体比: 太平洋, 日本海, インド洋の海水試料を分析し, データを解析し, 論文を投稿する。

#### 平成 26 年度

研究船白鳳丸の KH-14-6 研究航海(平成 26 年 12 月~27 年 2 月)に参加し, 南太平洋・南極海の海水試料を採取する。

生物活性微量元素(Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb): エチレンジアミン三酢酸型キレート樹脂(Nobias Chelate PA-1)を用いる無汚染自動濃縮システムの開発と評価はほぼ完了した。成果を論文にまとめて公表する。

強配位子場元素(W)。海水中タングステン安定同位体比の精密測定法を開発する。Nobias Chelate PA-1 による大量海水からの濃縮, および陰イオン交換クロマトグラフィーによる精密分離の後, マルチコレクター型 ICP-MS で同位体比を精密測定する方法を確立する。

研究全体を総括し, 次期の研究計画を立案する。

#### 4. 研究成果

(1) 生物活性微量元素(Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb)の鉛直断面分布

インド洋における溶存態 9 元素の鉛直断面分布を明らかにし, Scientific Reports に論文発表した。この結果は, 国際 GEOTRACES 計画でも高く評価され, Intermediate Data Product にも収録された。インド洋における微量元素の基礎データとして, 広範に活用されるだろう。

北極海における溶存態および全可溶態の分布を明らかにし, 論文発表した(Cid et al. 2012)。

その他に, 日本海, 北太平洋などから採取された海水を用いて, 主に溶存態の定量を進めた。全可溶態の定量は現在進行中である。

(2) 自動濃縮分離装置を用いる外洋水中 Al,

Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb の一括濃縮分離法の開発

システム, 洗浄方法, 操作方法を最適化した。当初の目標のように, 操作ブランクを外洋海水濃度の 10 分の 1 以下, 相対標準偏差を 5%以内とすることにほぼ成功した。沿岸海水および外洋海水の標準試料の分析を行い, 正確さを評価した。この方法を Analytica Chimica Acta 誌に発表した。本法は従来の手動法に比べて簡便で操作者への負担が少ない。現在, 本法を用いて, 前項で述べた研究を進めている。従来に比べて分析速度を格段に高めることができた。

(3) 海水中銅安定同位体比

キレート樹脂固相抽出, 陰イオン交換, および MC-ICP-MS 法による海水中銅安定同位体比の精密分析法を確立した。本法は従来法にくらべて簡便, 迅速, かつ精確であり, 海洋内部での銅の循環を解析する強力な手段となる。本法を Analytica Chimica Acta 誌に発表した。

太平洋, インド洋, 大西洋における分布を明らかにした。表層海水の銅同位体比は, 河川水, 雨水および深層海水の混合によって決まる。植物プランクトンによる銅の取り込みは, 海水中銅の濃度を約 10 分の 1 まで低下させるが, 同位体比にはほとんど影響をおよぼさない。深層海水の銅同位体比は, 海水の年齢のともにも重くなる。これは, 海水中でのスキャベンジが, 軽い銅同位体を優先的に除去するためである。銅の濃度と同位体比に基づいて, 海洋の銅収支の新しいボックスモデルを構築した。これらの成果を Nature Communications に発表した。

(4) その他の元素

貴金属(Pd, Pt, Au)と強配位子場元素(Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W)の濃度およびタングステン同位体比について, キレート樹脂固相抽出-蒸発乾固を用いる濃縮と ICP-MS に基づく新規分析法の開発を進めたが, 完成には至らなかった。現在も開発を継続している。

セレン(Se)。蛍光検出器を更新し, 分析法の改良を進めた。

海水中ビスマス(Bi)の定量法を論文発表した(Norisuye & Sohrin 2012)。Biの海洋における分布を調べた。

インド洋における鉛(Pb)同位体比の分布を調べ, 論文発表した(Echegoyen et al. 2014)。

(5) スペシエーション

無汚染 UV 照射分解システムを開発した。インド洋, 太平洋, および日本海の粒子態金属。フィルターに捉えられた粒子を走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線解析装置(SEM-EDX)を用いて分析し, 学会発表した。

日本周辺海域および東大阪市で採取した

大気エアロゾル中の金属濃度を調べ、結果を学会発表した。

#### (6) 海洋観測

平成 24 年 8 月～10 月、白鳳丸 KH-12-4 航海に参加し、北太平洋東西断面の海水試料をクリーン採水した。荒天のため、155°W 以東では十分な観測ができなかった。

平成 26 年 12 月～27 年 2 月、白鳳丸 KH-14-6 航海に参加し、北太平洋から南極海に至る海域でクリーン採水を行った。特に、西経 170 度、南緯 65 度から 0 度において、鉛直断面観測用海水試料を採取した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 18 件)

1. Minami, T., Konagaya, W., Zheng, L., Takano, S., Sasaki, M., Murata, R., Nakaguchi, Y. & Sohrin, Y. An off-line automated preconcentration system with ethylenediaminetriacetate chelating resin for the determination of trace metals in seawater by high-resolution inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* 854, 183-190, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2014.11.016> (2015). 査読有り
2. 高野祥太郎, 宗林由樹, 谷水雅治, 平田岳史. 銅同位体比精密測定法を用いた海洋における銅の生物地球化学循環解明. 月刊海洋 号外 55, 13-20 (2014). 査読無し
3. 鄭臨潔, 小長谷亘, 南知晴, 宗林由樹. 自動濃縮装置を用いる海水中生物活性微量金属の定量. 月刊海洋 号外 55, 21-27 (2014). 査読無し
4. 中口讓, 藤原司, 武田光市, 佐野到. 2010 年に東大阪市で捕集された黄砂粒子の個別粒子分析. 近畿大学理工学総合研究所研究報告 26, 41-49, doi: (2014). 査読無し
5. Takano, S., Tanimizu, M., Hirata, T. & Sohrin, Y. Isotopic constraints on biogeochemical cycling of copper in the ocean. *Nat. Commun.* 5, doi: 10.1038/ncomms6663 (2014). 査読有り
6. Nägler, T. F., Anbar, A. D., Archer, C., Goldberg, T., Gordon, G. W., Greber, N. D., Siebert, C., Sohrin, Y. & Vance, D. Proposal for an International Molybdenum Isotope Measurement Standard and Data Representation. *Geostand. Geoanal. Res.* 38, 149-151, doi: 10.1111/j.1751-908X.2013.00275.x (2014). 査読有り
7. Echegoyen, Y., Boyle, E. A., Lee, J.-M., Gamo, T., Obata, H. & Norisuye, K. Recent distribution of lead in the Indian Ocean reflects the impact of regional emissions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 111, 15328-15331, doi: 10.1073/pnas.1417370111 (2014). 査読有り
8. Boyle, E., Lee, J.-M., Echegoyen, Y., Noble, A., Moos, S., Carrasco, G., Zhao, N., Kayser, R., Zhang, J., Gamo, T., Obata, H. & Norisuye, K. Anthropogenic Lead Emissions in the Ocean: The Evolving Global Experiment. *Oceanography* 27, 69-75, doi: 10.5670/oceanog.2014.10 (2014). 査読有り
9. 中口讓, 益田晴恵, 中条武司, 山中康平, 里口保文, 大阪市立自然史博物館淀川水系調査グループ水質班, 滋賀県立琵琶湖博物館みずはしかけ. 淀川水系における化学成分の広域分布に関する調査報告. 大阪市立自然史博物館研究報告 67, 45-81 (2013). 査読無し
10. Vu, H. T. D. & Sohrin, Y. Diverse stoichiometry of dissolved trace metals in the Indian Ocean. *Sci. Rep.* 3, doi: 10.1038/srep01745 (2013). 査読有り
11. Tanimizu, M., Sohrin, Y. & Hirata, T. Heavy element stable isotope ratios: analytical approaches and applications. *Anal. Bioanal. Chem.* 405, 2771-2783, doi: 10.1007/s00216-013-6728-1 (2013). 査読有り
12. Takano, S., Tanimizu, M., Hirata, T. & Sohrin, Y. Determination of isotopic composition of dissolved copper in seawater by multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry after pre-concentration using an ethylenediaminetriacetic acid chelating resin. *Anal. Chim. Acta* 784, 33-41, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2013.04.032> (2013). 査読有り
13. Kawagucci, S., Miyazaki, J., Nakajima, R., Nozaki, T., Takaya, Y., Kato, Y., Shibuya, T., Konno, U., Nakaguchi, Y., Hatada, K., Hirayama, H., Fujikura, K., Furushima, Y., Yamamoto, H., Watsuji, T., Ishibashi, J. & Takai, K. Post-drilling changes in fluid discharge pattern, mineral deposition, and fluid chemistry in the Iheya North hydrothermal field, Okinawa Trough. *Geochem. Geophys. Geosy.* 14, 4774-4790, doi: 10.1002/2013GC004895 (2013). 査読有り
14. Norisuye, K. & Sohrin, Y. Determination of bismuth in open

- ocean waters by inductively coupled plasma sector-field mass spectrometry after chelating resin column preconcentration. *Anal. Chim. Acta* 727, 71-77, doi: 10.1016/j.aca.2012.03.042 (2012). 査読有り
15. Nakagawa, Y., Takano, S., Firdaus, M. L., Norisuye, K., Hirata, T., Vance, D. & Sohrin, Y. The molybdenum isotopic composition of the modern ocean. *Geochem. J.* 46, 131-141, doi: (2012). 査読有り
  16. Cid, A. P., Nakatsuka, S. & Sohrin, Y. Stoichiometry among bioactive trace metals in the Chukchi and Beaufort Seas. *J. Oceanogr.* 68, 985-1001, doi: 10.1007/s10872-012-0150-8 (2012). 査読有り
  17. Boyle, E. A., John, S., Abouchami, W., Adkins, J. F., Echegoyen-Sanz, Y., Ellwood, M., Flegal, A. R., Fornace, K., Gallon, C., Galer, S., Gault-Ringold, M., Lacan, F., Radic, A., Rehkamper, M., Rouxel, O., Sohrin, Y., Stirling, C., Thompson, C., Vance, D., Xue, Z. & Zhao, Y. GEOTRACES IC1 (BATS) contamination-prone trace element isotopes Cd, Fe, Pb, Zn, Cu, and Mo intercalibration. *Limnol. Oceanogr.: Methods* 10, 653-665, doi: 10.4319/lom.2012.10.653 (2012). 査読有り
- [学会発表](計 39 件)
1. 宗林由樹. 微量元素・同位体による海洋断面観測 GEOTRACES. (Oral) 日本分析化学会近畿支部平成 26 年度第 2 回支部講演会(招待講演). 2014. 12. 11. 大阪科学技術センター, 大阪.
  2. 奥菜津美, 武田光市, 張勁, 宗林由樹, 中口讓. 日本海洋上大気エアロゾル中の生体活性微量元素に関する研究. (Oral) 2014 年度日本地球化学会年会. 2014, 9. 18. 富山大学五福キャンパス, 富山.
  3. 南知晴, 小長谷亘, 鄭臨潔, 宗林由樹. 自動固相抽出装置による西部北太平洋溶存態・全可溶態生物活性微量元素の鉛直断面分布の観測. (Oral) 日本分析化学会第 63 年会. 2014, 9. 18. 広島大学東広島キャンパス, 東広島.
  4. Zheng, L., Y. Sohrin, T. Minami, and W. Konagaya. The Determination of Bioactive Trace Metals in Seawater Using an Automated Preconcentration Device and the Distribution of These Metals in the North Pacific Ocean. (Poster) AOGS2014. 2014, 8. 1. Sapporo.
  5. Nakaguchi, Y. and K. Takeda. The Atmospheric Input of Bioactive Trace Metals to the Japan Sea. (Poster) AOGS2014. 2014, 8. 1. Sapporo.
  6. Takano, S., M. Tanimizu, T. Hirata, and Y. Sohrin. Biogeochemical Cycling of Copper Isotopes in the Ocean. (Oral) AOGS2014. 2014, 7. 29. Sapporo.
  7. Norisuye, K., S. Takano, Y. Sohrin, T.-Y. Ho, P. Morton, and M.S. Choi. Bismuth of Anthropogenic Origin Supplied to the Modern Western North Pacific. (Oral) AOGS2014. 2014, 7. 29. Sapporo.
  8. 鄭臨潔, 小長谷亘, 南知晴, 宗林由樹. 自動濃縮装置を用いる海水中生物活性微量元素の定量と北太平洋における分布. (Oral) 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 海洋の微量元素・同位体に関する観測研究の進捗と新たな展開. 2014, 3. 13. 東京大学大気海洋研究所, 柏, 千葉.
  9. Norisuye, K., S. Takano, Y. Sohrin, T.-Y. Ho, and P. Morton. Bismuth In the Western North Pacific: Observations during the KH-11-7 GEOTRACES Japan Cruise. (Poster) 2014 Ocean Sciences Meeting. 2014, 2. 26. Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii USA.
  10. 宗林由樹. 海洋の微量元素元素組成と安定同位体比の分布の可視化. (Oral, Invited) 第 3 回同位体環境学シンポジウム(招待講演). 2013, 12. 17. 総合地球環境学研究所, 京都.
  11. 高野祥太郎, 宗林由樹, 平田岳史, 谷水雅治. 海洋における銅安定同位体鉛直分布. (Oral) 2013 年度日本地球化学会年会. 2013, 9. 13. 筑波大学, つくば市.
  12. 中口讓, 藤原司, 前田孝平, 武田光市, 佐野到. 2010 年に東大阪市で捕集された黄砂エアロゾルの化学成分分析. (Poster) 日本分析化学会第 62 年会. 2013, 9. 12. 近畿大学, 東大阪.
  13. 鄭臨潔, 小長谷亘, 高野祥太郎, 南知晴, 宗林由樹. 自動濃縮装置を用いる海水中生物活性微量元素の定量と中部北太平洋における分布. (Poster) 日本分析化学会第 62 年会. 2013, 9. 10. 近畿大学東大阪キャンパス, 大阪.
  14. Takano, S., M. Tanimizu, T. Hirata, and Y. Sohrin. Vertical Profiles of Copper Isotopic Composition in the Ocean. (Poster) Goldschmidt2013. 2013, 8. 27. Florence, Italy.
  15. Nakagawa, Y., S. Takano, and Y. Sohrin. Stable isotopes of heavy elements in the modern ocean. (Oral, The Geochemical Journal Award of 2013) Goldschmidt2013. 2013, 8. 27. Florence, Italy.

16. Konagaya, W., L. Zheng, T. Minami, and Y. Sohrin. Ocean Sections and Stoichiometry of Dissolved Bioactive Trace Metals in the North Pacific Ocean. (Poster) Goldschmidt2013. 2013, 8. 27. Florence, Italy.
17. Sohrin, Y., S. Takano, M. Tanimizu, and T. Hirata. Isotopic composition of dissolved copper in the western North Pacific Ocean and the Japan Sea. (Oral) 10th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society 2013. 2013, 6. 24. Brisbane Convention & Exhibition Centre, Australia.
18. 高野祥太郎, 谷水雅治, 平田岳史, 宗林由樹. 西部北太平洋および日本海における溶存 Cu 同位体比の分析. (Oral) 第73回分析化学討論会. 2013, 5. 18. 北海道大学函館キャンパス, 函館.
19. 宗林由樹. 現代海洋の生物活性微量元素のマッピング. (Oral, Invited) 第73回分析化学討論会(依頼講演). 2013, 5. 18. 北海道大学函館キャンパス, 函館.
20. 宗林由樹. 現代海洋の微量元素の定量と分布の解明. (Oral, Invited) 関西分析研究会平成24年度第二回例会(招待講演). 2013, 1. 25. 京都大学化学研究所, 宇治.
21. 南知晴, 宗林由樹. 外洋海水中微量 Al、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb の濃縮のための自動固相抽出装置の開発と南極海-太平洋鉛直断面分布への適用. (Oral) 日本分析化学会第61年会. 2012, 9. 20. 金沢大学角間キャンパス, 金沢.
22. 宗林由樹, H.T.D. Vu. インド洋における溶存態生物活性微量元素の分布 (GEOTRACES JAPAN KH-09-5 航海). (Oral) 2012年度日本地球化学会第59回年会. 2012, 9. 11. 九州大学箱崎キャンパス, 福岡.
23. 中口讓, 坂本敦史, 宗林由樹. 日本海における溶存態生物活性微量元素の分布 (GEOTRACES JAPAN KH-10-2 次航海). (Oral) 2012年度日本地球化学会第59回年会. 2012, 9. 11. 九州大学箱崎キャンパス, 福岡.
24. 坂本敦史, 中口讓, 宗林由樹, 下島公紀. 日本海における微量元素の経年比較. (Poster) 2012年度日本地球化学会第59回年会. 2012, 9. 11. 九州大学箱崎キャンパス, 福岡.
25. Sohrin, Y. Ethylenediaminetriacetic acid-chelating resin for determination of trace metal concentration and Cu isotope composition in seawater. (Oral, Invited) 2012 Asia-Pacific Winter Conference on Plasma Spectrochemistry. 2012, 8. 29. Jeju, Korea.
26. Sohrin, Y. and H.T.D. Vu. Stoichiometry of dissolved bioactive trace metals in the Indian Ocean. (Oral) The 22nd V.M. Goldschmidt Conference. 2012, 6. 26. Montréal, Québec, Canada.

〔図書〕(計 5件)

1. 宗林由樹, 微量元素と同位体, 海洋地球化学, 蒲生俊敬編, 2014, 講談社: 東京. p. 78-96.
2. 宗林由樹, 微量元素, 地球と宇宙の化学事典, 日本地球化学会編, 2012, 丸善: 東京. p. 105-106.

〔産業財産権〕

- 出願状況(計 0件)  
取得状況(計 0件)

〔その他〕

- ホームページ等  
[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/141205\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/141205_1.html)  
[http://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/a\\_topics/topics\\_141205.html](http://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/a_topics/topics_141205.html)

GEOTRACES Intermediate Data Product 2014  
<http://www.geotraces.org/dp/idp2014>

6. 研究組織

- (1)研究代表者  
 宗林 由樹 (SOHRIN, Yoshiaki)  
 京都大学・化学研究所・教授  
 研究者番号: 50197000
- (2)研究分担者  
 中口 讓 (NAKAGUCHI, Yuzuru)  
 近畿大学・理工学部・教授  
 研究者番号: 30188916
- 則末 和宏 (NORISUYE, Kazuhiro)  
 新潟大学・自然科学系・准教授  
 研究者番号: 50335220
- (3)連携研究者  
 南 知晴 (MINAMI, Tomoharu)  
 京都大学・化学研究所・技術職員  
 研究者番号: 90444471
- (4)研究協力者  
 高野 祥太郎 (TAKANO, Shotaro)  
 京都大学・理学研究科化学専攻・博士
- 鄭 臨潔 (ZHENG, Linjie)  
 京都大学・理学研究科化学専攻・修士