

課題番号	GR033
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	安定同位体異常を用いた地球大気硫黄循環変動の解析
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
氏名	上野 雄一郎

**1. 当該年度の研究目的**

四種硫黄同位体を用いた大気組成指標の構築と太古代末期に起きた大気組成変動の実体解明が本研究のゴールである。前年度までの分光計測および解離実験の結果を解析したところ、圧力による同位体効果の変化が確認された。また、光解離と別に光励起も同位体異常を作ることが明らかになった。これらを発展させ、古大気中 SO<sub>2</sub> 濃度すなわち火山活動指標の構築を目指す。分光計測と解離実験において、具体的には同位体分別の圧力依存性を明らかにする。一方、地質岩石試料の計測は、昨年採取したバーバートン緑色岩帯のものについて進め、これまでインド等で行なってきたデータと対比し、地域的シグナルと全球的シグナルをさらに明確化させる。その上で、実験的予測を地質記録の解析に適用し、大気変動成分の抽出を行う。また大気モデルについて本年度は共同研究により進めている数値モデルを更にすすめ、大規模噴火のないバックグラウンド状態での大気硫黄循環を再現するものを構築することを目標とする。

**2. 研究の実施状況**

光化学的同位体分別の圧力依存性を実験的に追求した結果、分光計測による推定値には実験上の artifact が含まれることがわかった。これを補正して同位体効果を再計算したところ光学的に薄い条件での光解離過程では当初の予測よりも同位体効果が小さいことが明らかになった。これら計測の補正法と高確度分析の結果については現在論文を投稿中である。一方、光解離実験で得られている圧力依存性の原因について、さらに解離実験を行った結果、同位体異常の程度が SO<sub>2</sub> 柱密度に依存することを突き止めた。その物理的な原理は同位体分子種ごとの吸収波長のずれにより引き起こされる自己遮蔽効果であることが明らかになった。これを踏まえて、低 SO<sub>2</sub> 濃度の条件で実験を行ったところ、従来実験では再現出来なかった地質記録に見られる <sup>36</sup>S/<sup>33</sup>S の異常の相関関係を再現することに成功した。また、全圧が高い場合に光励起の同位体異常が大きくなることが新たに分かった。励起効果が保存される条件として、大気中の還元ガス (CO/H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>) の濃度が高いことが必要と明らかになった。これは計画以上に進んだ点である。これら実験の結果、四種同位体組成の地質記録が (1)火山 SO<sub>2</sub> 量と(2)還元ガス濃度の 2 変数によって説明できることが最終的に明らかとなった。一方、本年は南アフリカで昨年採取した岩石試料の同位体計測を進め、太古代全体にわたる <sup>36</sup>S を含めた同位体変動を明らかにした。この地質記録を上述した実験的予測を適用して解析したところ、38-23 億年の間の大気変動を 4 つの時代に区分することが出来た。特に太古代末の同位体異常変動の要因は、(1)活発な火山活動と(2)還元ガス量の増加を反映することが推定された。これらの解析を通して、モデルの改善を行っており、惑星大気に適用可能な数値モデル構築を進めている。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 12 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 11 件</p> <p>Suda K, Ueno Y, Yoshiazaki M, Nakamura H, Kurokawa K, Nishiyama E, Yoshino K, Hongoh Y, Kawachi K, Omori S, Yamada K, Yoshida N, and Maruyama S (2014) Origin of methane in serpentinite-hosted hydrothermal systems: The CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O hydrogen isotope systematics of the Hakuba Happo hot spring. <i>Earth and Planetary Science Letters</i> v. 386, p. 112-125.</p> <p>Nomura R, Hirose K, Uesugi K, Ohishi Y, Tsuchiyama A, Miyake A, and Ueno Y (2014) Low core-mantle boundary temperature inferred from the solidus of pyrolite. <i>Science</i> v. 343, p. 522-525.</p> <p>Kikumoto R, Tahata M, Nishizawa M, Sawaki Y, Maruyama S, Shu D, Han J, Komiya T, Takai K, and Ueno Y (2014) Nitrogen isotope chemostratigraphy of the Ediacaran to Early Cambrian platform sequence in the Three Gorges, South China. <i>Gondwana Research</i> v. 25, p. 1057-1069.</p> <p>Ishikawa T, Ueno Y, Shu D, Li Y, Han J, Guo J, Yoshida N, Maruyama S, and Komiya T (2014) The <math>\delta^{13}\text{C}</math> excursions spanning the Cambrian explosion to the Canglangpuian mass extinction in the Three Gorges area, South China. <i>Gondwana Research</i> v. 25, p. 1045-1056.</p> <p>Yamada K, Ueno Y, Yamada K, Komiya T, Han J, Shu D, Yoshida N, and Maruyama S (2014) Molecular fossils extracted from the Early Cambrian section in the Three Gorges area, South China. <i>Gondwana Research</i> v. 25, p. 1108-1119.</p> <p>Igisu M, Komiya T, Kawashima M, Nakashima S, Ueno Y, Han J, Shu D, Li Y, Guo JF, Maruyama S, and Takai K (2014) FTIR microspectroscopy of Ediacaran phosphatized microfossils from the Doushantuo Formation, Weng'an, South China. <i>Gondwana Research</i> v. 25, p. 1120-1138.</p> <p>Shibuya T, Tahata M, Ueno Y, Komiya T, Takai K, Yoshida N, Maruyama S, and Russell MJ (2013) Decrease of seawater CO<sub>2</sub> concentration in the Late Archean: An implication from 2.6 Ga seafloor hydrothermal alteration. <i>Precambrian Research</i> v. 236, p. 59-64.</p> <p>Saito M, Isozaki Y, Yao J, Ji Z, Ueno Y, and Yoshida N (2013) The appearance of an oxygen-depleted condition on the Capitanian disphotic slope/basin in South China: Middle-Upper Permian stratigraphy at Chaotian in northern Sichuan. <i>Global and Planetary Change</i> v. 105, p. 180-192.</p> <p>Saito M, Isozaki Y, Ueno Y, Yoshida N, Yao J, and Ji Z (2013) Middle-Upper Permian carbon isotope stratigraphy at Chaotian, South China: Pre-extinction multiple upwelling of oxygen-depleted water onto continental shelf. <i>Journal of Asian Earth Sciences</i> v. 67-68, p. 51-62.</p> <p>Rumble III D, Bowring S, Iizuka T, Komiya T, Lepland A, Rosing MT, and Ueno Y (2013) The oxygen isotope composition of Earth's oldest rocks and evidence of a terrestrial magma ocean. <i>Geochemistry Geophysics Geosystems</i> v. 14, p. 1929-1939.</p> <p>Nakagawa M, Ueno Y, Yokoyama A, Yagi A, and Yoshida N (2013) The origin of sulfur in the lake Fukami-ike, Japan. <i>Rikunomizu (Limnology in Tokai Region of Japan)</i> v. 59, p. 15-19.</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <p>Aoyama, S., Nishizawa, M., Takai, K., and Ueno, Y. (in press) Microbial sulfate reduction within the Iheya North seafloor hydrothermal system constrained by quadruple sulfur isotopes. <i>Earth and Planetary Science Letters</i>.</p>
------------------------	---

様式19 別紙1

<p>会議発表 計 25 件</p>	<p>専門家向け 計 24 件</p> <p>Ueno Y., Danielache S.O., Yoshida N. Redox evolution before oxygenic photosynthesis, 2nd ELSI International Symposium Tokyo Japan (2014/3/24-26) [oral] 本シンポジウムを主催</p> <p>Ueno Y. Archean geology. Gordon Research Conference, Galveston, USA (2014/1/13) [Invited]</p> <p>Ueno Y., Danielache S.O., Endo Y., Johnson M. Unique Late Archean Atmosphere: Enhanced Volcanic and Biological Activities. International Astrobiology Workshop (JABN6), Sagamihara. (2013/11/28-30) [oral] 本セッションを企画</p> <p>Ueno Y. Origin of organic matter in the Archean seafloor hydrothermal deposits: biological and abiological processes in the early Earth. International Biogeoscience Conference 2013, Nagoya, Japan (2013/11/1-4) [oral]</p> <p>Ueno Y., Danielache S.O., Saito M., Endo Y., Johnson M. Cause of the maximum S-MIF scatter in the late Archean: atmospheric organic sulfur and episodic volcanism. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [oral]</p> <p>Igisu M., Ueno Y., and Takai K. Domain-level identification of Proterozoic microfossils and extant prokaryotes by FTIR Microspectroscopy. International Biogeoscience Conference 2013, Nagoya, Japan (2013/11/3) [oral]</p> <p>Satish-Kumar M., Nakamura Y., Murakami H., Okochi K., Yamazaki R., Mishima K., Ueno Y., and Hokada T. Stromatolites from the Archaean Dharwar craton, India: Raman spectroscopic, and carbon, strontium and multiple sulfur isotopic characterization. International Biogeoscience Conference 2013, Nagoya, Japan (2013/11/4) [oral]</p> <p>田畑美幸・澤木佑介・戎崎俊一・吉田尚弘・上野雄一郎・小宮 剛・丸山茂徳 南中国エディアカラ紀地層の炭素同位体比から推定される酸素量変化. 地質学会年会 (2013/9/5) [oral]</p> <p>山田健太郎・上野雄一郎・吉田尚弘・丸山茂徳 エディアカラ紀-カンブリア紀前期の海中酸素濃度上昇時の有機物の埋没. 地質学会年会 (2013/9/5) [oral]</p> <p>Aoyama S., Nishizawa M., Takai K., Ueno Y. Microbial activity below the Iheya North deep sea vent constrained by quadruple sulfur isotopes. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [oral]</p> <p>Endo Y., Danielache S.O., Ueno Y., Hattori S., Johnson M.S., Kjærsgaard H.G. Pressure-dependent change of ultraviolet absorption cross section of SO<sub>2</sub> isotopologues and S-MIF. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Hattori S., Schmidt J., Johnson M.S., Danielache S.O., Yamada A., Ueno Y. and Yoshida N. SO<sub>2</sub> photoexcitation links polar sulfate and climate-impacting volcanism. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Mishima K., Yamazaki R., Satish-Kumar M., Hokada T., Ueno Y. Multiple sulfur isotope geochemistry of Dharwar Supergroup, Southern India: late Archean record of changing atmosphere. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Suda K., Ueno Y., Maruyama S. Abiotic methane formation not from H<sub>2</sub> but from H<sub>2</sub>O in the serpentinite-hosted Hakuba Happo hot spring. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Tomiyasu F., Ueno Y., deWit M. Hydrogen isotopic composition of Earth's early ocean estimated from Archean MORB in Barberton Greenstone Belt. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Yamada K., Ueno Y., Sasaki K., Sato H., Yamada K., Yoshida N., Maruyama S. Carbon isotope geochemistry of molecular fossils extracted from the Ediacaran to Early Cambrian strata in the Three Gorges area, South China. Goldschmidt Conference, Florence, Italy. (2013/8/25-30) [poster]</p> <p>Hattori S., Schmidt J., Johnson M.S., Danielache S.O., Yamada A., Ueno Y. and Yoshida N. SO<sub>2</sub> photoexcitation mechanism links sulfur MIF in polar sulfate to climate-impacting volcanism. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [poster]</p>
------------------------	--

様式19 別紙1

	<p>Danielache S.O., Suzuki T., Nanbu S., Ueno Y. NMD Fractionation Estimated from SO Isotopologues Photolysis UV Spectra. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Aoyama, S., Nishizawa, M., Takai, K., and Ueno, Y. Microbial sulfate reduction within the Iheya North subseafloor hydrothermal system constrained by quadruple sulfur isotopes JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Saito M., Ueno Y., Nishizawa M., Shozugawa K., Kawamura T., Takai K., Yoshida N, Matsuo M., Yao J., and Ji Z., Isozaki Y. Active anaerobic respiration in an anoxic ocean prior to the end-Guadalupian (Permian) extinction. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Mishima K., Yamazaki R., Satish-Kumar M., Hokada T., Ueno Y. S-MIF Chemostratigraphy of the Late Archean In the Dharwar Supergroup, South India. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Yamada K, Ueno Y, Yamada K, Yoshida N, and Maruyama S n-alkanes and isoprenoids extracted from the Ediacaran-Early Cambrian section in the Three Gorges area, South China. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Tahata M., Sawak Y., Ueno Y., Komiya T., Yoshida N., Nishizawa M., Ebisuzaki T. Numerical modeling to evaluate carbon cycle changes in the Ediacaran for identifying the cause of the Shuram excursion. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [oral]</p> <p>Tomiyasu F., Mishima K., Saitou T., Ueno Y., deWit M. Hydrogen isotopic composition of ca. 3.5 Ga seawater estimated from Archean MORB in South Africa. JPGU meeting, Makuhari (2013/5/19-24) [poster]</p> <p>一般向け 計 1 件</p> <p>上野 雄一郎 30 億年前の地球 東工大公開講義 (2013/10/13)</p>
<p>図 書</p> <p>計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>「30 億年前の地球」 2013 年 10 月 13 日</p> <p>東京工業大学大岡山キャンパス(西 9 号館 2 階デジタル多目的ホール) 一般向け公開講演会</p> <p>参加者 100 名</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載</p> <p>計 0 件</p>	
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	110,000,000	97,090,000	12,910,000	0	0
間接経費	33,000,000	29,127,000	3,873,000	0	0
合計	143,000,000	126,217,000	16,783,000	0	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	3,071,930	12,910,000	1,544	15,983,474	15,981,572	1,902	0
間接経費	0	3,873,000	0	3,873,000	3,872,429	571	0
合計	3,071,930	16,783,000	1,544	19,856,474	19,854,001	2,473	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	8,455,320	試薬、消耗品費
旅費	2,919,780	学会出張旅費、現地調査旅費
謝金・人件費等	3,302,987	研究員人件費
その他	1,303,485	学会参加費、修理費
直接経費計	15,981,572	
間接経費計	3,872,429	
合計	19,854,001	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
エネルギー分散型 X線分析装置シス テム	QUANTAX 200D+	1	3,990,000	3,990,000	2013/4/12	東京工業大学
ターボ分子ポンプ 排気システム一式	Hi Cube 80 Eco	1	735,000	735,000	2013/4/30	東京工業大学
ポータブルリアク ター 一式	TPR3-1-300特 殊型	1	997,770	997,770	2013/7/31	東京工業大学