

平成 21 年 4 月 1 日現在

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18204052

研究課題名（和文）次世代レーザー試料導入質量分析法による金属元素分配係数の決定

研究課題名（英文）Determination of Elemental Partition Coefficient for Siderophile Elements by Femtosecond Laser Ablation-ICP-Mass Spectrometry

研究代表者：平田岳史（HIRATA TAKEFUMI）

東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：10251612

研究成果の概要：地球や隕石母天体中での金属核（コア）の形成と進化を明らかにするためには、金属元素（親鉄性元素）の分配挙動を調べるのが重要となる。そこで本研究では、フェムト秒レーザーを用いた次世代レーザーアブレーション試料導入法を設計・制作するとともに、既存装置である超高感度質量分析法（ICP質量分析法）への結合を行った。フェムト秒レーザーでは、従来のレーザーと比較して5～10万倍のエネルギー密度（W/cm²）が得られるため、金属・半導体試料のような熱拡散速度の速い試料に対しても安定した掘削・エアロゾル化が可能であることがわかった。その一方で、フェムト秒レーザーでは試料のエアロゾル化過程が従来のナノ秒レーザーとは異なることも明らかとなり、従来の試料セルおよびエアロゾル輸送機構では分析元素信号が不安定になるという問題もわかった。本研究ではヘリウムをキャリアガスとして利用する新型セル形状を設計・製作するとともに、レーザー照射条件の最適化を図り、金属元素からも安定かつ再現性の高い分析データを得ることが可能となった。本研究で開発したレーザー試料導入装置をICP質量分析法に組み合わせ、いくつかの隕石試料から微量元素分析を行い、ケイ酸塩相と金属相間での分配係数を決定した。ニッケル、レニウム、オスミウムに関しては文献値と調和的な値が得られたが、一方でタングステンに関しては隕石間で有意な差があった。これは隕石母天体形成過程で物理化学状態が変化した可能性を示唆する。本研究を通じて得られた研究成果は、4つの国際学会で招待講演として発表し、国内外の研究者から高い評価を受けた。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|------------|------------|
| 2006年度 | 33,000,000 | 9,900,000 | 42,900,000 |
| 2007年度 | 2,100,000 | 630,000 | 2,730,000 |
| 2008年度 | 2,700,000 | 810,000 | 3,510,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 37,800,000 | 11,340,000 | 49,140,000 |

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地球宇宙化学

キーワード：同位体

1. 研究開始当初の背景

人間は古代から、地球や宇宙の生い立ちに大きな関心を寄せてきた。とりわけ、地球の誕生やその進化に関しては、様々な分野の研究者が、共通の疑問ととらえ、長年にわたり分野横断的な議論を続けてきた。近代の科学技術の急速な進歩に伴い、地球進化に関する情報の質と量は飛躍的に向上し、地球の形成過程を、より厳密かつ詳細に議論することが可能となった。こうした情報量の増加は、議論の高精度化をもたらしたものの、地球の生い立ちに関するいくつかの本質的疑問は、依然として残されたままである。換言すれば、現代科学の多くは、精密化に貢献しているものの、その成果は、いくつかの暗黙の了解（implicitness）の上に立脚した議論であると言えよう。そこで本研究では、地球成長、特に物質化学的な内部構造進化を考える上で、最も重要でありながらも殆ど定量的な議論がなされていない**中心核**の地球化学に注目する。ここでは、中心核の化学組成や形成過程を地球化学的未解決最重要課題と位置づけ、超高压実験と超微量元素分析法を組み合わせることにより、直接的な地球化学的知見を引き出すことを目標とする。金属核の化学組成に対して制約条件を付すことにより、これまでの“地殻-マントル”相互作用をより厳格化し、地球中心核まで組み込んだ“地殻-マントル-中心核”の物質循環・相互作用や地球形成過程を議論することができる。これにより、これまで定量的な議論が難しかった下部マントル-外核-内核の物質相互作用の議論や、地球表層、大気を含めた“全”地球システムの物質進化の議論が、はじめて可能となる。

2. 研究の目的

微量元素の分配挙動、特にケイ酸塩相と金属相間での元素分配を調べることは、地球や隕石母天体中での金属核（コア）の形成と進化を明らかにする上で非常に重要である。しかしこれまで金属試料中の微量元素を高感度かつ高精度で分析する手法はなかった。そこで本研究では、金属質試料から正確な微量親鉄性元素濃度を決定するために、フェムト秒レーザーを用いた次世代レーザー試料導入法の開発を試みた。

3. 研究の方法

本研究の独創的な点は、次世代レーザー試

料導入装置による微小金属試料化学分析性能の飛躍的向上にある。次世代レーザーを用いることにより、元素分析感度を大幅に改善することができ、分析領域を小さく絞り込むことが可能となる。

4. 研究成果

本研究を通じて開発したフェムト秒レーザーアブレーション装置を高感度元素分析装置であるICP質量分析計に応用し、元素分析法としての性能評価を行った。金属質試料においては、従来のレーザーと比較しておよそ10倍の分析感度が得られるとともに、繰り返し測定の実験が従来の10%から3~5%程度にまで改善することができた。また、実体顕微鏡による詳細なクレーター観察により、レーザーによる試料の掘削速度は、試料のマトリックス組成に殆ど依存しないことも明らかとなった。これは、従来のナノ秒レーザーを用いたレーザーアブレーションとは異なり、フェムト秒レーザーによる試料掘削では多光子吸収過程が支配的であり、レーザー光と試料のカップリング（吸収効率）が向上したためと考えられる。さらにレーザーによる試料アブレーション時の元素分別を調べるために、特に揮発性の高い元素（鉛）と難揮発性元素（ウラン）の信号挙動を調べたところ、分析時間内では有意な元素分別が起こらないことも明らかとなった。これにより多元素同時分析の信頼性が飛躍的に向上すると期待できる。さらにイオン化ポテンシャルの高いトリウムと相対的にイオン化ポテンシャルの低いウランの信号挙動を詳細に検討した結果、両者に大きな分別が生じないことも明らかとなった。これは、レーザーにより生成された試料エアロゾルサイズがプラズマ内で完全にイオン化できる試料サイズ（限界サイズ）よりも十分に小さいことを示唆し、さらなる高感度化と繰り返し分析の再現性の向上が期待できる。

本研究で開発したレーザー試料導入装置により、鉄隕石やコンドライト中の金属相、さらには熱に弱い鉱床などからも正確な微量元素情報を引き出すことが可能となった。そこで、本試料導入装置を用い、最終的な学術研究目的である元素分配係数に関する基礎的知見を得る試みも行った。本研究では、新たに開発したフェムト秒レーザーアブレーションシステムを用い、金属質試料（鉄隕石）中のタングステン、レニウム、オスミウム存在度を測定した。これら3元素は、いずれも年代

測定法（ハフニウム-タングステン法、レニウム-オスミウム法）で用いられる重要な元素であり、正確な存在度・分配情報を知ることが、年代が示す地質的・地球化学的な意味を理解する上できわめて重要である。本研究は上記3元素の金属相-ケイ酸塩相間での分配挙動を調べるために、石鉄隕石 (stony iron meteorite)、特に元素分配が平衡状態に近いと考えられているパラサイト (pallasite) 石鉄隕石を用い、構成する金属相とケイ酸塩相（オリビン相）間でのタングステン、レニウム、オスミウム濃度分析及び分配係数の決定を行った。濃度結果から分配係数（金属相中濃度/ケイ酸塩中濃度： $D_{\text{met/sil}} = C_{\text{met}}/C_{\text{sil}}$ ）を見積もると、ハフニウムについては、 $D_{\text{met/sil}} < 0.01$ 、レニウム、オスミウムについては $D_{\text{met/sil}} > 100$ であり、従来の報告値と調和的であった。これに対しタングstenは、分配係数は報告値に比べ有意に低い値と示すとともに、2種類のパラサイト試料 (BrenhamおよびEsquel) で有意な違いがあり、試料形成過程（元素分配が起こった物理化学的環境）の違いを反映してタングstenの分配係数が変化した可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

（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 54 件）

1. Y. Nakagawa, M. Firdaus, K. Norisuye, Y. Sohrin, K. Irisawa, T. Hirata (2009) "Precise Isotopic Analysis of Mo in Seawater Using MC-ICP-MS Coupled with a Chelating Resin Column Preconcentration Method", *Analytical Chemistry*, accepted. (査読有)
2. T. Iizuka, T. Komiya, S. P. Johnson, Y. Kon, S. Maruyama, T. Hirata (2009) "Reworking of Hadean crust in the Acasta gneisses, 1 northwestern Canada: Evidence from in-situ Lu-Hf isotope analysis of zircon", *Chemical Geology*, accepted. (査読有)
3. M. Murakami, Y. Asahara, Y. Ohishi, N. Hiraio, K. Hirose (2009) "Development of in-situ Brillouin spectroscopy at high pressure and temperature with synchrotron radiation and infrared laser heating system: Application to the Earth's deep interior", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, in press. (査読有)
4. M. Murakami, Y. Ohishi, N. Hiraio, K. Hirose (2009) "Elasticity of MgO to 130 GPa: Implications for lower mantle mineralogy", *Earth and Planetary Science Letters*, 277, 123-129. (査読有)
5. S. Tateno, K. Hirose, N. Sata, Y. Ohishi (2009) "Determination of post-perovskite phase transition boundary in MgSiO₃ up to 4400 K and implications for thermal structure at the base of the mantle", *Earth and Planetary Science Letters*, 277, 130-136. (査読有)
6. H. Ozawa, K. Hirose, M. Mitome, Y. Bando, N. Sata, Y. Ohishi (2009) "Experimental study of reaction between perovskite and molten iron to 146 GPa and implications for chemical equilibrium at the core-mantle boundary", *Physics and Chemistry of Minerals*, in press. (査読有)
7. Y. Kuwayama, T. Sawai, K. Hirose, N. Sata, Y. Ohishi (2009) "Phase relations of iron-silicon alloys at high pressure and high temperature", *Physics and Chemistry of Minerals*, in press. (査読有)
8. T. Hirata, Y. Kon (2008) "Evaluation of analytical capability of NIR femtosecond laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry", *Analytical Sciences*, 24, 345-353. (査読有)
9. K. Ikehata, T. Hirata and K. Notsu (2008) "In situ Cu isotope analysis of copper-rich materials by near-IR femtosecond laser ablation", *J. Anal. Atom. Spectrom.*, 23, 1003-1008. (査読有)
10. T. Komiya, T. Hirata, K. Kitajima, S. Yamamoto, T. Shibuya, Y. Sawaki, T. Ishikawa, D. Shu, Y. Li, J. Han (2008) "Evolution of the composition of seawater through geologic time, and its influence on the evolution of life", *Gondwana Research*, 14, 159-174. (査読有)
11. T. Komiya, A. Suga, T. Ohno, J. Han, J. Guo, S. Yamamoto, T. Hirata, Y. Li (2008) "Ca isotopic compositions of dolomite, phosphorite and the oldest animal embryo fossils from the Neoproterozoic in Weng'an, South China", *Gondwana Research*, 14, 209-218. (査読有)
12. T. Ohno, T. Komiya, Y. Ueno, T. Hirata, S. Maruyama (2008) "Determination of ⁸⁸Sr/⁸⁶Sr mass-dependent isotopic fractionation and radiogenic isotope variation of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr in the Neoproterozoic Doushantuo Formation", *Gondwana Research*, 14, 126-133. (査読有)
13. Y. Sawaki, Y. Fukushi, T. Ohno, T. Komiya, T. Ishikawa, T. Hirata, S. Maruyama (2008) "Sr isotope excursion around Precambrian-Cambrian boundary, in Three Gorge area, South China", *Gondwana Research*, 14, 134-147. (査読有)
14. Y. Sawaki, M. Nishizawa, T. Suo, T. Komiya, T. Hirata, N. Takahata, Y. Sano, J. Han, Y. Kon, S. Maruyama (2008) "Internal structures and U-Pb ages of zircons from a tuff layer in the Meishucunian formation, Yunnan Province, South China", *Gondwana Research*, 14, 148-158. (査読有)

15. **T. Hirata**, M. Tanoshima, A. Suga, Y. Tanaka, Y. Nagata, A. Shinohara, M. Chiba (2008) Isotopic analysis of calcium in blood plasma and bone from mouse samples by multiple collector-ICP-mass spectrometry, *Analytical Sciences*, 24, 1501-1507. (査読有)
16. T. Komabayashi, **K. Hirose**, E. Sugimura, N. Sata, Y. Ohishi, L. Dubrovinsky (2008) Simultaneous volume measurements of perovskite and post-perovskite in MgSiO₃ and their thermal equations of state, *Earth and Planetary Science Letters*, 265, 515-524. (査読有)
17. N. Sata, H. Ohfuji, **K. Hirose**, H. Kobayashi, Y. Ohishi, N. Hirao (2008) New high-pressure B2 phase of FeS above 180 GPa, *American Mineralogist*, 93, 492-494. (査読有)
18. K. Ohta, **K. Hirose**, T. Lay, N. Sata, Y. Ohishi (2008) Phase transitions in pyrolite and MORB at lowermost mantle conditions: Implications for a MORB-rich pile above the core-mantle boundary, *Earth and Planetary Science Letters*, 267, 107-117. (査読有)
19. K. Ishibashi, **K. Hirose**, N. Sata, Y. Ohishi (2008) Dissociation of CAS phase in the uppermost lower mantle, *Physics and Chemistry of Minerals*, 35, 197-200, 2008. (査読有)
20. H. Ozawa, **K. Hirose**, M. Mitome, Y. Bando, N. Sata, Y. Ohishi (2008) Chemical equilibrium between ferropericlase and molten iron to 134 GPa and implications for iron content at the bottom of the mantle, *Geophysical Research Letters*, 35, L05308, doi:10.1029/2007GL032648. (査読有)
21. K. Ohta, S. Onoda, **K. Hirose**, R. Sinmyo, K. Shimizu, N. Sata, Y. Ohishi, A. Yasuhara (2008) The electrical conductivity of post-perovskite in Earth's D" layer, *Science*, 320, 89-91. (査読有)
22. **K. Hirose**, N. Sata, T. Komabayashi, Y. Ohishi (2008) Simultaneous volume measurements of Au and MgO to 140 GPa and thermal equation of state of Au based on MgO pressure scale, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 167, 149-154. (査読有)
23. Z. R. Wu, K. Wentzcovitch, K. Umemoto, B. Li, **K. Hirose**, J. Zheng (2008) PVT relations in MgO: an ultra-high P-T scale for planetary science applications, *Journal Geophysical Research*, 113, B06204, doi:10.1029/2007JB005275. (査読有)
24. E. Sugimura, T. Iitaka, **K. Hirose**, K. Kawamura, N. Sata, Y. Ohishi (2008) The compression of H₂O ice to 126 GPa and implications for hydrogen-bond symmetrization: Synchrotron x-ray diffraction measurements and density-functional calculations, *Physical Review B*, 77, 214103. (査読有)
25. **K. Hirose**, N. Takafuji, K. Fujino, S. R. Shieh, T. S. Duffy (2008) Iron partitioning between perovskite and post-perovskite: A transmission electron microscope study, *American Mineralogist*, 93, 1678-1681. (査読有)
26. R. Sinmyo, H. Ozawa, **K. Hirose**, A. Yasuhara, N. Endo (2008) Ferric iron content in (Mg,Fe)SiO₃ perovskite and post-perovskite in the deep lower mantle conditions, *American Mineralogist*, 93, 1899-1902. (査読有)
27. Y. Kuwayama, **K. Hirose**, N. Sata, Y. Ohishi (2008) Phase relations of iron and iron-nickel alloys up to 300 GPa; Implications for the composition and the structure of the Earth's inner core, *Earth and Planetary Science Letters*, 273, 379-385. (査読有)
28. R. Sinmyo, **K. Hirose**, D. Nishio-Hamane, Y. Seto, K. Fujino, N. Sata, Y. Ohishi (2008) Partitioning of iron between perovskite/post-perovskite and ferropericlase in the lower mantle, *Journal of Geophysical Research*, 113, B11204, doi:10.1029/2008JB005730. (査読有)
29. **T. Hirata**, Zen Miyazaki (2007) High Speed Camera Imaging for Laser Ablation: Implication to Elemental Analysis using ICP-Mass Spectrometry, *Anal. Chem.*, 79(1), 147-152. (査読有)
30. T. Iizuka, T. Komiya, Y. Uenoa, I. Katayama, Y. Uehara, S. Maruyama, **T. Hirata**, Simon P. Johnson, Daniel J. Dunkley (2007) Geology and zircon geochronology of the Acasta Gneiss Complex, northwestern Canada: New constraints on its tectonothermal history, *Precambrian Research*, 153, 179-208. (査読有)
31. P. Galler, A. Limbeck, S. F. Boulyga, G. Stinger, **T. Hirata**, T. Prohaska (2007) Development of an On-Line Flow Injection Sr/Matrix Separation Method for Accurate, High-Throughput Determination of Sr Isotope Ratios by Multiple Collector-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, *Anal. Chem.*, 79, 5023-5029. (査読有)
32. K. Aoki, T. Iizuka, **T. Hirata**, S. Maruyama, M. Terabayashi (2007) Tectonic Boundary between the Sanbagawa Belt and the Shimanto Belt in Central Shikoku, Japan, *J. Geol. Soc. Japan*, 113, 171-183. (地質学会論文賞受賞論文) (査読有)
33. **T. Hirata** (2007) Development of an On-line Low Gas Pressure Cell for Laser Ablation-ICP-Mass Spectrometry, *Analytical Sciences*, 23, 1195-1201. <Hot Article> (査読有)
34. T. Ohno, **T. Hirata** (2007) Simultaneous Determination of Mass-dependent Isotopic Fractionation and Radiogenic

- Isotope Variation of Strontium in Geochemical Samples by Multiple Collector-ICP-Mass Spectrometry, *Analytical Sciences*, 23, 1275-1280. (査読有)
35. S. Tateno, **K. Hirose**, N. Sata, Y. Ohishi (2007) High solubility of FeO in perovskite and the post-perovskite phase transition, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 160, 319-325. (査読有)
 36. H. Ohfuji, N. Sata, H. Kobayashi, Y. Ohishi, **K. Hirose**, T. Irifune (2007) A new high-pressure and high-temperature polymorph of FeS, *Physics and Chemistry of Minerals*, 10.1007/s00269-007-0151-0. (査読有)
 37. K. Ohta, **K. Hirose**, S. Onoda, K. Shimizu (2007) The effect of iron spin transition on electrical conductivity of (Mg,Fe)O magnesio-wustite, *Proceedings of the Japan Academy, Ser. B.*, 83, 97-100. (査読有)
 38. M. Murakami, S. Sinogeikin, J. Bass, N. Sata, Y. Ohishi, **K. Hirose** (2007) Sound velocity of MgSiO₃ post-perovskite phase: A constraint on the D" discontinuity, *Earth and Planetary Science Letters*, 259, 18-23, 2007. (査読有)
 39. T. Komabayashi, **K. Hirose**, N. Sata, Y. Ohishi, L. Dubrovinsky (2007) Phase transition of CaSiO₃ perovskite, *Earth and Planetary Science Letters*, 260, 564-569. (査読有)
 40. T. Arai, **T. Hirata** (2006) Differences in the trace element deposition in otoliths between marine- and freshwater-resident Japanese eels, *Anguilla japonica*, as determined by laser ablation ICPMS, *Environmental Biology of Fishes*, 75, 173-182. (査読有)
 41. M. Magnani, T. Fujii, Y. Orihashi, A. Yasuda, **T. Hirata**, A. Santo and Gloria Vaggelli (2006) Evidence of primitive melt heterogeneities preserved in plagioclase-hosted melt inclusions of South Atlantic MORB, *Geochem. J.*, 40, 277-290. (査読有)
 42. Y. Suzuki, R. E. Kopp, T. Kogure, A. Suga, K. Takai, S. Tsuchida, N. Ozaki, K. Endo, J. Hashimoto, Y. Kato, C. Mizota, **T. Hirata**, H. Chiba, K. H. Nealson, K. Horikoshi, J. L. Kirschvink (2006) Sclerite formation in the "scaly-foot" gastropod - possible control of iron sulfide biomineralization by the animal, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 242, 39-50. (査読有)
 43. T. Iizuka, K. Horie, T. Komiya, S. Maruyama, **T. Hirata**, H. Hidaka, B. F. Windley (2006) 4.2 Ga zircon xenocryst in an Acasta gneiss from northwestern Canada: Evidence for early continental crust, *Geology*, 34, 245-248. (査読有)
 44. N. Hirano, E. Takahashi, J. Yamamoto, N. Abe, S. P. Ingle, I. Kaneoka, **T. Hirata**, J. Kimura, T. Ishii, Y. Ogawa, S. Machida, K. Suyehiro (2006) Volcanism in response to plate flexure, *Science*, 313, 1426-1428. (査読有)
 45. K. Irisawa, **T. Hirata** (2006) Tungsten Isotopic Analysis on Six Geochemical Reference Materials using Multiple Collector-ICP-Mass Spectrometry Coupled with Rhenium-External Correction Technique, *J. Anal. Atom. Spectrom.*, 21, 1387-1395. (査読有)
 46. M. Tanimizu, **T. Hirata** (2006) Determination of Natural Variation in Nickel using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, *J. Anal. Atom. Spectrom.*, 21, 1423-1426. (査読有)
 47. T. Arai and **T. Hirata** (2006) Determination of trace elements in otoliths of chum salmon *Oncorhynchus keta* by laser ablation-ICP-mass Spectrometry, *Fisheries Science*, 72, 977-984. (査読有)
 48. N. Kushashi, A. Matsumoto, M. Murakami, T. Tagami, **T. Hirata**, T. Iizuka, T. Handa, H. Matsuoka (2006) Zircon U-Pb ages from tuff beds of the upper Mesozoic Tetori Group in the Shokawa district, Gifu Prefecture, central Japan, *Island Arc*, 15, 378-390. (査読有)
 49. S. Tateno, **K. Hirose**, N. Sata, Y. Ohishi (2006) High-pressure behavior of MnGeO₃ and CdGeO₃ and the post-perovskite phase transition, *Physics and Chemistry of Minerals*, 32, 721-725. (査読有)
 50. **K. Hirose**, R. Sinmyo, N. Sata, Y. Ohishi (2006) Determination of post-perovskite phase transition boundary in MgSiO₃ using Au and MgO internal pressure standards, *Geophysical Research Letters*, 33, L01310, doi:10.1029/2005GL024468. (査読有)
 51. S. Shieh, T. Duffy, A. Kubo, G. Shen, V. Prakapenka, N. Sata, **K. Hirose**, Y. Ohishi (2006) Equation of state of the post-perovskite phase synthesized from a natural (Mg,Fe)SiO₃ orthopyroxene, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 3039-3043. (査読有)
 52. **K. Hirose**, S. Karato, V. Cormier, J. Brodholt, D. Yuen (2006) Unsolved problems in the lowermost mantle, *Geophysical Research Letters*, 33, L12S01, doi:10.1029/2006GL025691. (査読有)
 53. R. Sinmyo, **K. Hirose**, H. St. C. O'Neill, E. Okunishi (2006) Ferric iron in Al-bearing post-perovskite, *Geophysical Research Letters*, 33, L12S13, doi:10.1029/2006GL025858. (査読有)

54. **K. Hirose**, Postperovskite phase transition and its geophysical implications, *Reviews of Geophysics*, 44, RG3001, doi:101029/2005RG000186. (査読有)

[学会発表] (計 11 件)

①発表者名 Takafumi Hirata
発表表題 Development of NIR fs-Laser Ablation-ICPMS Technique for Chemical Analysis of Metallic Materials
学会等名 Asia-Pacific Winter Conference on Plasma Spectroscopy
発表年月日 2008年11月19日
発表場所 Tsukuba, Japan

②発表者名 平田岳史、昆慶明
発表表題 フェムト秒レーザーアブレーションICP質量分析法の新展開
学会等名 日本地球化学会
発表年月日 2008年9月18日
発表場所 東京・駒場

③発表者名 T. Hirata, K. Ikehata, K. Notsu, H. Yamamoto, M. Nishizawa, Y. Ueno
発表表題 In-situ Isotopic Analysis of Fe and C in Geochemical Samples using NIR Femtosecond Laser Ablation-MC-ICP-Mass Spectrometry
学会等名 9th European Workshop on Laser Ablation
発表年月日 2008年7月8日
発表場所 Prague, Czech

④発表者名 Takafumi Hirata
発表表題 Elemental Analysis using Femtosecond Laser Ablation-ICP Mass Spectrometry in Earth's Science
学会等名 International Symposium on Laser Precision Microfabrication
発表年月日 2008年6月18日
発表場所 Quebec, Canada

⑤発表者名 Takafumi Hirata
発表表題 Principles of the Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)
学会等名 The KIGAM Workshop on Isotope Geochemistry
発表年月日 2008年2月14日
発表場所 Taejon, Korea

⑥発表者名 T. Hirata, M. Tanoshima, Y. Tanaka, A. Suga, A. Shinohara, M. Chiba
発表表題 Isotopic Fractionation of Calcium through Elemental Metabolism
学会等名 International Symposium on Metallomics
発表年月日 2007年12月1日
発表場所 愛知県・名古屋市

⑦発表者名 平田岳史・昆慶明
発表表題 フェムト秒レーザーを用いたレーザーアブレーション-ICP質量分析法の開発
学会等名 日本地球化学会年会
発表年月日 2007年9月20日
発表場所 岡山県・岡山市

⑧発表者名 平田岳史
発表表題 真空セル方式レーザーアブレーション-ICPMS法による固体試料の元素学会等名 質量分析学会同位体比部会
発表年月日 2006年11月21日
発表場所 鬼怒川・栃木

⑨発表者名 平田岳史
発表表題 レーザーアブレーションにおける試料再沈着と元素分別について
学会等名 日本分析化学会
発表年月日 2006年9月14日
発表場所 大阪大学・大阪

⑩発表者名 Takafumi Hirata
発表表題 High Speed Camera Imaging of Laser Ablation Point
学会等名 European Workshop on Laser Ablation
発表年月日 2006年7月18日
発表場所 Zurich, Switzerland

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 岳史 (HIRATA TAKAFUMI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 10251612

(2) 研究分担者

広瀬 敬 (HIROSE KEI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号: 50270921

榎森 啓元 (EMORI HIROYUKI)
秀明大学・総合経営学部・准教授
研究者番号: 30262257

(3) 連携研究者

なし