

## 平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究終了報告書

◆記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究終了報告書記入要領」を参照してください。

ローマ字		TANAKA TSUYOSHI				
①研究代表者氏名		田中 剛			②所属研究機関・部局・職	名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
③研究課題名	和文	ランタン-セリウム、サマリウム-ネオジウム放射壊変系による先太陽系絶対年代の研究				
	英文	Dating of pre-solar material using La-Ce and Sm-Nd decay systems				
④研究経費 金額単位：千円	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	総合計
	64,500	10,400	8,200	2,900	2,400	88,400
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在						
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）			
田中 剛	名古屋大学・大学院環境学研究科・教授	同位体地球化学	隕石からの CAI 分離／研究総括			
山本 鋼志	名古屋大学・大学院環境学研究科・助教授	希土類元素地球化学	質量分析計の高度安定化調整			
南 雅代	名古屋大学・年代測定総合研究センター・助教授	希土類元素地球化学	微量希土類元素の高確度定量			
三村 耕一	名古屋大学・大学院環境学研究科・助教授	有機宇宙化学	有機態希土類元素の分離抽出			
浅原 良浩	名古屋大学・大学院環境学研究科・助手	同位体地球化学	微量 Sr,Nd,Ce 同位体比の測定			
谷水 雅治	海洋研究開発機構・研究員	同位体地球化学	微量 Sr,Nd,Ce 同位体比の測定			
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）						
<p>宇宙はおおよそ130億年前に始まり、太陽系は、約45.6億年前に形成されたと考えられている。後者の年代は、分化したエイコンドライト隕石の鉱物アイソクロン年代から得られた値であるが、物理学的数値モデルから見積もられる原始太陽系の収縮年代もこの年代より1000万年を遡らない。最近、始源的な隕石（例えばAllende隕石）の中には、原始太陽系集積以前に形成され、現在の太陽系の中で均質化されずに残っている物質が見い出され、その形成場を知るためにさまざまな同位体分析がなされている。消滅核種から生じた娘核種（たとえば<math>^{26}\text{Mg}</math>）の過剰は、形成年代の相対的指標として、SIMSを用いて多くのデータが得られつつある。しかし、複数の消滅核種から得られる相対年代が一致することは稀で、また、p-, r-過程核種の異常の程度とも一致しない。これは原始太陽系が複数の場で多数回にわたり形成された始源物質を材料として形成されたことを示す。一方、太陽系外で形成されたと見なされる物質に、セリウムの存在度異常を持つ隕石包有物がある。これは、太陽系が水素を主体とする還元的环境にあり、そこで凝縮した物質のセリウムは他の希土類元素と挙動を共にすることにに対し、水素が燃焼し進化した星（炭素星など水素に乏しい環境）から放出される物質は、セリウムの揮発性が他の希土類元素より高くなり、セリウム存在度異常を示す。本研究では、負のセリウム異常を持ち、太陽系形成以前に作られたとみなされる隕石包有物（CAI: Calcium-Aluminum rich Inclusionと呼ばれる）のLa-CeおよびSm-Nd 鉱物アイソクロンからその先太陽系包有物形成の絶対年代（たとえば56億4000万年）を得ることを目標とする。</p>						

⑦ 研究成果の概要 (研究目的に対する研究成果を必要に応じて図表等を用いながら、簡潔に記入してください。)

1) Allende 隕石から、Ce 存在度異常を持つ Calcium-Aluminum-rich Inclusions(CAI) 6 試料の発見抽出

Allende 隕石からハンドピックにより取り出した 90 試料の CAI をそれぞれ 100~200  $\mu\text{g}$  用いて中性子放射化分析法によりその希土類元素等 26 元素を定量した。CAI は難揮発性元素存在度パターンをもとに 3 グループに分類された。

太陽組成から未分別の Group I が 29 試料、超難揮発性元素が欠損する Group II が 36 試料、形成後、揮発性の強いアルカリ元素による 2 次変質を被っている 25 試料である。Group I の内 1 試料、Group II の内 5 試料は右図(成果 # 30)に示すような負のセリウム異常を持つ (太陽組成に対する  $\text{La}/\text{Ce}=0.27\sim 0.67$ ) ことが見いだされた。これら 6 試料がその同位体をセリウム異常を示さない CAI の同位体組成と比較しながら検討を進める基礎となる発見である。

2) 表面電離型質量分析計による微量 Ce-Nd-Sr 放射壊変起源同位体比精密測定技術の向上

特にセリウム同位体比の測定を、従来より一桁少ない 1~1.5  $\mu\text{g}$  の試料を用いてより低いイオンビーム強度下で精密に測定する技術を開発した。 $^{138}\text{Ce}/^{142}\text{Ce}$  および  $^{136}\text{Ce}/^{142}\text{Ce}$  比をイオンビーム強度のふらつきと増幅器同士の微小な感度変化をキャンセルし得るマルチダイナミック測定スキームを開発した。

そこでは  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  比の経時変化も測定され、 $^{140}\text{Ce}/^{142}\text{Ce}$  比に干渉する  $\text{Ce}^{18}\text{O}$  の in situ 補正を行った。研究室標準試薬の JMC304 に対する  $^{138}\text{Ce}/^{142}\text{Ce}$  および  $^{136}\text{Ce}/^{142}\text{Ce}$  の繰り返し測定結果は、それぞれ  $0.0225889 \pm 0.0000013$  および  $0.0168810 \pm 0.0000030$  となった。この精度は、上記 1) に記したセリウム異常から期待されるセリウム同位体変動を検出できるものである。(成果 # 12, 右図)。

また、試料となる CAI は高温凝縮鉱物の集合体であり、Rb や Sr は極微量にしか含まれない。極微量の Sr でその同位体比と元素存在度の二つを同時に測定出来るよう  $^{84}\text{Sr}$  濃縮度 99.647% のスパイクを用いた測定手法を確立した (成果 # 48)。

3) 単一鉱物粒子内の Rb/Sr 変動を使ったアイソクロン年代測定技術の開発と適用

隕石中の単一包有物からアイソクロン年代を得る技術の応用として地球上の岩石中の単一鉱物粒子を用い、鉱物中の場所による Rb/Sr 比の変動に由来する  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比の進化を用いる“単一鉱物内アイソクロン法”を確立した。岐阜県東部に分布する花崗岩質岩脈中のカリ長石と緑泥石からマイクロドリルでミリグラム単位で試料を採集し、得られたアイソクロン(成果 # 7,39)を右図に示す。

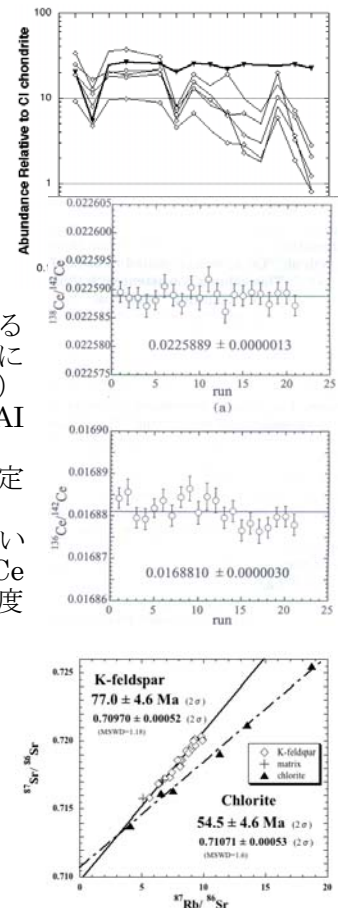
カリ長石の年代は、鉱物中のパーサイト構造の形成時期 (岩脈の貫入年代末期) を示し、緑泥石は岩脈形成後の熱水変質作用による緑泥石形成年代を示すと考えられる。

4)  $^{138}\text{La}$ - $^{138}\text{Ce}$ ,  $^{147}\text{Sm}$ - $^{143}\text{Nd}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$  同位体系の宇宙化学・地球化学への応用展開

希土類元素は通常 3 価の原子価をとり、地質学的な現象では、その存在度が原子番号順に滑らかに変化する。滑らかに変化する希土類元素存在度パターンのなかで、Ce と Eu が滑らかなパターンから外れた挙動を示すことがあり、地質形成時の環境を反映したものと考えられる。本研究では南アフリカに分布する約 32 億年前の地球上で最も古い堆積岩や火山岩中の希土類元素存在度パターンと Ce および Nd 同位体比を精密に求めた。そのなかで、水中で堆積したチャートや頁岩の希土類元素存在度パターンは、Ce に負の存在度異常を持つ事を示した。もしこの Ce 異常が、32 億年前の堆積時に形成されたのなら、その堆積場 (海洋) は、酸化的環境を持っていた事になり、生命の進化に関する議論に大きな制約を与える。測定された Ce の同位体比の 32 億年前の値 (初生値) は、Ce 異常を持たない岩石の値とは大きく異なり、極めて低い値となった。これは、 $^{138}\text{Ce}$  量に対する大過剰な引き去りによるもので、負の Ce 異常 (現在の  $\text{La}/\text{Ce}$  比) の形成時期は、岩石形成時期より若い約 11 億年昔の変質に因る事が明らかとなった (成果 # 9,31,36)。

5) ダブルスパイクを用いたサマリウム安定同位体比測定技術の開発とその天然物への応用

$^{150}\text{Sm}$  (99.93%) および  $^{154}\text{Sm}$  (98.6%) スパイクを用いて、 $^{150}\text{Sm}$ - $^{154}\text{Sm}$  ダブルスパイク (DS) システムを作成した。7 つのファラデイカップで 7 同位体を同時検出する static multi collection 法にて行った。100 ng の Sm に対して、 $^{152}\text{Sm}=1[\text{V}]$  のイオンビームが 3-5 時間持続した。質量分析計による同位体比測定時には、分析計内で質量分別が生じるため、測定結果は時間とともに系統的に変化する。本研究では、DS 法に加え同位体比測定時にも質量分別補正を行うことで、同位体比分析の高精度化を達成した。3 種類のサンプル-スパイク混合物より Sm 同位体比を求めた。測定の外部精度は、それぞれ、0.05 ‰/a.m.u.、0.03 ‰/a.m.u. および 0.03 ‰/a.m.u. (1SD) である。(成果 # 28,49) 混合係数  $q = 1.7$  の試料では測定の外部精度がやや悪いが、これは誤差伝播モデリングによって得られた誤差拡大率の傾向と調和的である。実際には、事前に試料の Sm 含有率を定量することで、試料-スパイク混合係数はコントロール可能である。本研究は、 $\delta\text{REE}-\epsilon\text{Ce}-\epsilon\text{Nd}$  による地球化学サイクルの解析研究 (科学研究費 H18-21) への展開が承認された。



⑧特記事項 (この研究において得られた独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、当該研究分野及び関連研究分野への影響等、特記すべき事項があれば記入してください。)

Allende隕石から、Ce存在度異常を持つCalcium-Aluminum-rich Inclusions(CAI) 6 試料の発見抽出

Allende 隕石中に含まれるCAIの希土類元素存在度は、世界中でこれまでに200試料ほどの分析値が公表されている。Ce 存在度異常を持つCAIは、そのなかで約10試料である。本研究では、その“発見”を目的の一步として、試料消耗量の少ない中性子大照射によるINAAでCAI 90 試料を吟味し、Ce存在度異常を持つCAI 6 試料を発見した。今後研究当初に目的としたCe-Nd同位体系の研究に加えて、安定同位体分別の測定などを行う予定で、これまで見いだされていないデータがえられると期待される。

単一鉱物粒子内のRb/Sr変動を使ったアイソクロン年代測定技術の開発と応用の成功

$^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$ や $^{147}\text{Sm}$ - $^{143}\text{Nd}$ 放射壊変系を用いて行う地質年代測定には、岩石から分離した幾種類かの鉱物を用いて行う「鉱物アイソクロン法」と、一つのマグマ溜りから分別したであろう何種類かの岩石種を用いておこなう「全岩アイソクロン法」がある。いずれも独立した複数の“相”が必要であった。一方、ウラン・トリウム-鉛法では、鉛の同位体比のみで年代値が得られるため、SIMSによる同位体測定や、CHIME法等により、単一鉱物粒子から年代を得る事が出来た。ただ、鉱物種としては、ウランやトリウムを高濃度で含むジルコンやモナズ石といった極々かざられた鉱物種についてのみ適用し得た。

本研究で開発された、単一鉱物アイソクロン法は、地殻中に普遍的に存在するカリ長石や雲母に適用できるので、今後、砂岩の単一粒子年代値による後背地解析等、地球科学でひろく用いられると考えられる。

$^{138}\text{La}$ - $^{138}\text{Ce}$ ,  $^{147}\text{Sm}$ - $^{143}\text{Nd}$ 同位体系を用いたセリウム存在度異常形成年代の特定

希土類元素存在度パターンにおけるセリウム存在度異常は、地質における酸化還元環境の変化を指示するものとして注目されているが、更なる興味は、その存在度異常が“何時”できたのか？というところにあった。南アメリカBarbertonにおけるセリウム存在度異常が酸化環境を示す事から、32億年前に遊離酸素が存在した事、すなわち光合成があり、それを行う生物体が存在した、という強い証拠とされてきた。しかし、本研究のSm-Nd法でも、たしかに岩石自体は32億年前に形成された事が示されるが、Ce存在度異常は全く別の時期約11億年前に形成された事が判明した。Ce異常は32億年前に酸素を遊離させた生命体が存在したという証拠にはならなかったのである。地球科学では、今、セリウム存在度異常を根拠とする議論がたくさんなされるようになった。本成果は、その議論に“年代”という大きな制約を入れる第一歩となった。

ダブルスパイクを用いたサマリウム安定同位体比測定技術開発の成功

希土類元素存在度パターンの解析では、何が起こったか、を知り得、Sm-Nd, La-Ce放射壊変系では、何時事が起こったかを知り得る。もう一つの情報は、どのような場で起こったか？についてである。希土類元素安定同位体の変動は、その重要な鍵情報であるが、測定は困難であった。本研究でダブルスパイクを用い、サマリウム同位体質量分別( $\delta\text{Sm}$ )測定法の技術が開発された。将来、 $\delta\text{REE}$ パターンが描かれ、高精度で“場の解析”が可能となるきっかけとなるろう。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

#### 査読付論文

- 1 Shibata, S., Tanaka, T. and Yamamoto, K. (2006) Crystal structure control of the dissolution of rare earth elements in water-mineral interactions. *Geochemical. Jour.* vol.40 (in press)
- 2 Asahara, Y., Ishiguro, H., Tanaka, T., Yamamoto, K., Mimura, K., Minami, M. and Yoshida, H. (2006) Application of Sr isotope to geochemical mapping and provenance analysis: the case of Aichi Prefecture, central Japan. *Applied Geochemistry.* Vol. 21, 419-436.
- 3 Senda, R., Kachi, T. and Tanaka, T. (2006) Multiple records from osmium, neodymium and strontium isotope systems of the Nikubuchi ultramafic complex in the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan. *Geochemical. Jour.* vol.40, 135-148.
- 4 Tanimizu, M. and Ishikawa, T. (2006) Development of rapid and precise Pb isotope analytical techniques using MC-ICP-MS and new results for GSJ rock reference samples. *Geochemical Jour.* vol.40, 121-133.
- 5 Minami, M., Tanaka, T., Yamamoto, K., Mimura, K., Asahara, Y., Takeuchi, M., Yoshida, H. and Yogo, S. and Inayoshi, M. (2005) Database for geochemical mapping of the northeastern areas of Aichi Prefecture, central Japan -XRF major element data of stream sediments collected in 1994 to 2004- *Jour. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.* vol. 52, 25-67.
- 6 Kim, K.H., Nagao, K., Tanaka, T., Sumino, H., Nakamura, T., Okuno, M., Lock, J. B., Youn, J. S. and Song, J. (2005) He-Ar and Nd-Sr isotopic compositions of ultramafic xenoliths and host alkali basalts from the Korean peninsula. *Geochemical. Jour.* Vol.39, 341-356.
- ⑦ Wakaki, S. and Tanaka, T. (2005) Single mineral Rb-Sr isochron dating applied to the Nohi Rhyolite and quartz porphyry dyke, central Japan. *Geochemical Jour.* vol.39, 21-28.
- 8 Wallis, S., Tsuboi, M., Suzuki, K., Fanning, M., Laili, J. and Tanaka T. (2005) Role of partial melting in the evolution of the Sulu(eastern China) ultrahigh-pressure terrane. *Geology.* vol.33, 129-132.
- ⑨ Hayashi, T., Tanimizu, M. and Tanaka, T. (2004) Origin of negative Ce anomalies in Barberton sedimentary rocks, deduced from La-Ce and Sm-Nd isotope systematics. *Precambrian Res.* vol.135, 345-357.
- 10 Shimizu, O., Tanaka, T. and Senda, R. (2004) Isotopic measurements of Re, Os, Ir and Ru by quadrupole negative thermal ionization mass spectrometry. *Jour. Mass Spectrom. Soc. Japan.* vol. 52, 189-195.
- 11 Yamamoto, K., Itoh, N., Matsumoto, T., Tanaka, T. and Adachi, M. (2004) Geochemistry of Precambrian carbonate intercalated in pillows and its host basalt: Implications for the REE compositions of circa 3.4 Ga seawater. *Precambrian Res.* vol. 135, 331-344.
- ⑫ Tanimizu, M., Hayashi, T. and Tanaka, T. (2004) Development of Ce isotope analysis for cosmochemistry using the dynamic multicollector technique. *Jour. Mass Spectrom. Soc. Japan.* vol. 52, 177-181.
- 13 Tanimizu, M. and Tanaka, T. (2002) Coupled Ce-Nd isotope systematics and REE differentiation of the moon. *Geochim. Cosmochim. Acta.* vol.66, 4007-4014.
- 14 Tanimizu, M., Asada, Y. and Hirata, T. (2002) Absolute isotopic composition and atomic weight of commercial zinc using inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Chem.* vol. 74, 5814-5819 (2002).
- 15 Kim, K. H., Tanaka, T., Suzuki, K., Nagao, K. and Park E. J. (2002) Evidences of the presence of old continental basement in Cheju volcanic Island, South Kores revealed by radiogenic ages and Nd-Sr isotopes of granitic rocks. *Geochemical Jour.* vol 36, 421-441.
- 16 Kojima, S., Ahmad, T., Tanaka, T., Bagati, T. N., Mishra, M., Kumar, R., Islam, R. and Khanna, P. (2001) Early Cretaceous radiolarians from the Indus suture zone, Ladakh, northern India. *Proceedings of the Seventh Radiolarian Symposium. News of Osaka Micropaleontologists, Special Volume, No.12,* 257-270.
- 17 高木真理・田中 剛・浅原良浩・青木和弘・天野健治 (2001) ストロンチウム同位体の挙動から見た岩石の化学風化: 釜石鉱山の地下水による水-岩石反応の研究. *地球化学*35巻, 61-72.

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

#### 著書・報告書・総説など

- 18 田中 剛 (2005)地殻表層部の元素の挙動 - 特に東海地方の実例から- 充てん 第48号, 1-7.
- 19 田中 剛・山本鋼志・南 雅代・三村耕一・浅原良浩・吉田英一・稲吉正実(2005)「地球化学図」名大環境学研究科編、環境学研究ソースブック - 伊勢湾流域圏の視点から- 第1章第6節, 32-35 藤原書店(項目執筆)。
- 20 田中 剛・南 雅代・山本鋼志・浅原良浩・三村耕一・仙田量子・柴田信之介・武邊勝道・田中万也・林 隆正・小島 久(2004) 地圏環境における元素分布・循環の研究 -多試料・多元素分析による愛知県東部の地圏化学環境評価の試み-。平成15年度原研施設利用共同研究成果報告書 no.43, 51-56。東京大学原子力研究総合センター。
- 21 浅原真理・田中 剛 (2004) 水による鉱物の風化:結晶構造規制。ぶんせき 7号, 389-392.
- 22 田中 剛 (2004) 放射化分析の実例(河床堆積物)。伊藤泰男ほか編「放射化分析ハンドブック」日本アイソトープ協会発行 pp.138, 丸善(項目執筆)。
- 23 浅原真理・田中 剛 (2003)水による鉱物の風化における結晶構造規制-同位体による研究- 名古屋大学21世紀COEプログラム「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」平成15年度報告書, 87-95.
- 24 田中 剛 (2003) 天然資源と人為汚染を見分ける地球化学図。“資源環境地質学- 地球史と環境汚染を讀む-” 資源地質学会刊, 373-378。(項目執筆)
- 25 柴田信之介・田中 剛・南 雅代・仙田量子・武邊勝道・加地拓哉・近藤正史・織田周平・林隆 正・西澤邦秀・小島 久 (2001) 名古屋大学アイソトープ総合センターに設置されたγ線自動測定・解析システムによる地質試料の中性子放射化分析手順と分析精度。名古屋大学博物館報告17号, 15-32.
- 26 柴田信之介・田中 剛・南 雅代・仙田量子・武邊勝道・加地拓哉・近藤正史・織田周平・林隆 正・西澤邦秀・小島 久 (2001) 地圏環境における元素分布・循環の研究 -原子炉中中性子照射、郵送、γ線計測による多資料・多元素分析システムの確立- 平成12年度原研施設利用共同研究成果報告書 no.40, 118-136。東京大学原子力研究総合センター。
- 27 田中 剛・川辺岩夫・山本鋼志・三村耕一・浅原良浩・南 雅代 (2001) 地学野外実習としての地球化学図作成。地質ニュース558号, 41-47.

#### 国際会議での発表

- 28 Wakaki, S. and Tanaka, T. (2006) Precise measurement of Sm isotopes by TIMS using double spike technique. 16<sup>th</sup> V. M. Goldschmidt Conference, Aug. 27- Sept. 1, 2006, Melbourne. (受理)
- 29 Yamamoto, K., Itoh, N., Matsumoto, T., Tanaka, T., and Adachi, M. (2005) Geochemistry of Precambrian carbonate intercalated in pillows and its host basalt: Implications for the REE composition of circa 3.4 Ga seawater. 15<sup>th</sup> V. M. Goldschmidt Conference, May 20-25, 2005, Moscow, Idaho USA (口頭)
- 30 Wakaki, S. and Tanaka, T. (2005) Trace element abundances of ninety refractory inclusions in the Allende meteorite. *Meteoritics and Planetary Science* **40**, A164, 68th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Sept. 2005, Gatlinburg, USA (ポスター)
- 31 Hayashi, T., Tanimizu, M. and Tanaka, T. (2005) Origin of negative Ce anomalies in Barberton Sedimentary rocks, deduced from <sup>138</sup>La-<sup>138</sup>Ce and <sup>147</sup>Sm-<sup>143</sup>Nd isotope decay systems. International symposium on isotope science and engineering from basics to applications. Sept. 21-23, 2005, Nagoya, Japan (口頭)
- 32 Tanaka, T., Minami, M., Shibata, S., Yanai, K. and Shiraishi K. (2004) Precambrian Antarctic Meteorite “Phantasia”. 14<sup>th</sup> V. M. Goldschmidt Conference, June 5-11, 2004 Copenhagen (ポスター)
- 33 Ahmad, T., Tanaka T., Sachan, H.K., Gouzu, C., Hyodo, H., Itaya, T., Asahara, Y. and Mukherjee, B.K. (2003) Geochemical and isotopic constraints on the protolith of ultra high pressure eclogitic rocks from the Tso-Mortari crystallines, Ladakh Himalaya, India. 13<sup>th</sup> V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (口頭)
- 34 Asahara, M.T. and Tanaka, T. (2003) The rock-forming plagioclase controls water-rock interactions: On the view of strontium isotope ratio. 13<sup>th</sup> V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (ポスター)
- 35 Asahara, Y., Ishiguro, H., Tanaka, T., Yamamoto, K., Mimura, K., Minami, M., Yoshida, H.D. and Yogo, S. (2003) New attempt to geochemical mapping of Sr isotope in Aichi Prefecture, central part of Japan. 13<sup>th</sup> V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (ポスター)

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

- 36 Hayashi, T., Tanimizu, M. and Tanaka, T. (2003) Ce and Nd isotopic geochemistry of Barberton Greenstone Belt, South Africa: Constraint on early Archean mantle and origin of Ce anomaly. 13th V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (口頭)
- 37 Senda, R. and Tanaka T. (2003) More radiogenic Os in continental-side ultramafic rocks of Japanese Islands. 13th V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (口頭)
- 38 Tanaka, T., Yamamoto, K., Minami, M., Mimura, K., Asahara, Y., Yoshida, H., Yogo, S. and Inayoshi, M. (2003) Geochemical map of Aichi Prefecture, central part of Japan—Minor elements. 13th V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (ポスター)
- 39 Wakaki, S. and Tanaka, T. (2003) Single mineral Rb-Sr isochron dating. 13th V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (口頭)
- 40 Yamamoto, K., Tanaka T., Minami, M., Mimura, K., Asahara, Y., Yoshida, H., Yogo, S. and Inayoshi, M. (2003) Geochemical map of Aichi Prefecture, central part of Japan—Major elements. 13th V.M. Goldschmidt Conference, Sept. 7-12, 2003 Kurashiki (ポスター)
- 41 Ahmad, T., Harris, N.B.W., Tanaka, T., Bickle, M.J., Chapman, H., Khanna, P.P. and Bunbury, J. (2003) Nd-, Sr-isotopic and geochemical constrains on the source characteristics and petrogenesis of the arc volcanics from the Shyok Suture Zone, Ladakh, India. HIMPROBE workshop at Indian Institute of Technology, Roorkee 17~18 th Oct. 2003 (口頭)
- 42 Tanaka, T. (2002) Review on geochemical map projects in Japan. FOREGS and IUGS/IAGC Meeting, April 22-25, 2002 Svincice Czech Republic (口頭)
- 43 Tanaka, T., Senda, R., Shibata, S., Minami, M. and Tanimizu, M. (2002) Isotope diluted neutron activation analysis (ID-NAA) for quantitative analysis of PGEs and Re. 12th V.M. Goldschmidt Conference, Aug. 18-23, 2002 Davos (口頭)
- 44 Senda, R., Kachi, T. and Tanaka, T. (2002) Sr, Nd and Os isotopic systematics of Nikubuchi Ultramafic Rocks in Central Shikoku, Japan. 12th V.M. Goldschmidt Conference, Aug. 18-23, 2002 Davos (ポスター)
- 45 Shibata, S. and Tanaka, T. (2002) Experimental study for the dissolution of rare earth elements in water-rock interaction. 12th V.M. Goldschmidt Conference, Aug. 18-23, 2002 Davos (ポスター)
- 46 Tanaka, T. (2002) REE in minerals seems be ready soluble in water: A deduction from experimental studies. Invited Lecture at Institute of Geochemistry, Guiyang, China Oct. 31, 2002
- 47 Tanaka, T. (2002) 138La-138Ce isotope systematics in geochemistry: A trial to find 5.67Ga pre-solar fragment in meteorite. Invited Lecture at Institute of Geochemistry, Guiyang, China, Oct. 31, 2002

国内学会での発表

- 48 南 雅代, 林 隆正, 田中 剛 <sup>84</sup>Sr高濃縮スパイクを用いたSrの定量/同位体比の同時分析。日本地球化学会第52回年会(琉球大学2005年9月)
- 49 若木重行, 田中剛 TIMSによるSm安定同位体測定 -double spike法を用いて-。質量分析学会同位体比部会(高知大学海洋コアセンター2005年11月)
- 50 梅本顕史, 田中 剛, 浅原良浩, 南 雅代, 高木秀雄, 長尾敬介 <sup>87</sup>Rb-<sup>87</sup>Sr, <sup>40</sup>K-<sup>40</sup>Ar放射壊変系を用いた断層活動年代の測定。第52回質量分析総合討論会(名古屋市工業技術研究所2004年6月)
- 51 浅原真理, 柴田信之介, 田中 剛, 鉱物からの元素の溶脱における結晶構造規制。日本地球化学会第51回年会(静岡大学2004年9月)
- 52 林 隆正, 田中 剛, 金 Ce-Nd-Sr同位体を用いた日本背弧領域におけるマンタルの化学進化。日本地球化学会第51回年会(静岡大学2004年9月)
- 53 仙田量子, 田中 剛 北九州黒瀬に産する超苦鉄質ゼノリスのSr, Nd, Os同位体組成。日本地球化学会第51回年会(静岡大学2004年9月)
- 54 柴田信之介, 田中 剛, 浅原良浩 水-鉱物反応における希土類元素の挙動および同位体組成変化。日本地球化学会第51回年会(静岡大学2004年9月)
- 55 田中 剛, 南 雅代, 柴田信之介, 矢内桂三, 白石和行, 先カンブリア南極隕石の地球化学的探索。第24回南極地学シンポジウム(国立極地研究所2004年10月)
- 56 林 隆正, 田中 剛, Ce-Nd-Sr同位体比による、日本列島下のマンタルウエッジ組成についての地球化学的研究。日本地球化学会第50回年会(くらしき作陽大学2003年9月)