

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：37112

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25610165

研究課題名(和文) 宇宙・原始地球環境におけるホモキラリティーの発現と増幅

研究課題名(英文) Homochiral world in the prebiotic world

研究代表者

三田 肇 (Mita, Hajime)

福岡工業大学・工学部・教授

研究者番号：00282301

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、宇宙環境で発現したと考えられている僅かな不斉が、現在の生物界で見られるホモキラルな世界に発展していく過程を実験的に検証することを目的としたものである。具体的には、これまで申請者らがおこなってきた前生物学的ポリアミノ酸(プロテノイド)生成系に、光学活性なアミノ酸を添加することで、生成するポリアミノ酸に光学活性を伝播させることである。

モノリンゴ酸アンモニウム塩の加熱熔融によるプロテノイド生成系に、ラセミ体のアラニンと光学活性でかつラセミ化しにくいイソバリンを加えることで、プロテノイドを合成した。生成したジアステレオマーの数から光学活性が伝播した可能性を示す結果が得られた。

研究成果の概要(英文)：Purpose of this study is to clarify the process of homochiral worlds expressed in our biosphere from a slight asymmetrical compounds that are believed to have expressed in a space environment. We added a chiral amino acid without racemization during the experiment is added into the prebiotic polyamino acids (proteinoids) producing systems. Then, the chirality of the products would be analyzed.

Molten state experiment of monoammonium malate was used the proteinoid formation. Racemic alanine and chiral isovaline were added into the reaction. LC-MS analysis of the products indicated the possibility that optically active proteinoids were produced.

研究分野：アストロバイオロジー

キーワード：アミノ酸 ポリアミノ酸 化学進化 ホモキラル

1. 研究開始当初の背景

これまでに多くの炭素質隕石 (Kvenvolden, et al, 1971; Cronin & Moore, 1971; Shimoyama, et al., 1979など)や月の岩石試料(Harada et al., 1970; Brinton & Bada, 1996)からアミノ酸が検出されている。また、Millerの放電実験(1953)を始め、様々な模擬実験でもアミノ酸が生成することが知られている(Terasaki, et al., 2002; Mita et al., 2004など)。化学的に合成されるアミノ酸は光学異性体比は1:1のラセミ体であり、宇宙環境や模擬実験で生成するアミノ酸もラセミ体である。一方、地球上の生物の化学的特徴は、片方の光学異性体を選択的に利用したホモキラルな世界である。このホモキラルな世界がどのように生まれたのかということが多くの研究者の興味の対象となっている。1997年に、Cronin と PizzarelloによってMurchison隕石に含まれるイソバリンなどの α -アルキルアミノ酸に、わずかながら光学異性体比が偏りあることが明らかになり、光学異性体の偏りが宇宙空間で生まれた可能性が示された。そして、多くの研究者が、その僅かな偏りがいずれかの場で増幅され、最初の生命の誕生に発展したと考えているが、実証はされていない。

2. 研究の目的

申請者は、これまでに様々な前生物学的なペプチド生成反応の研究を進めてきた(Munegumi et al., 1994; Terasaki et al., 2002; Mita et al., 2005)。しかし、これらの実験系では、アラニンのような光学活性なアミノ酸を加えても、ペプチド生成中にラセミ化してしまう。そこで、1)これらのペプチド生成系の中に、ラセミ化しにくく宇宙物質に僅かながら光学活性に偏りの存在するイソバリンのような α -アルキルアミノ酸を加えることで、アラニンなどのアミノ酸への光学活性の伝播・増幅を達成できないかどうか検討する。さらに、これらの類似の実験系では、プロテノイドミクロスフェアと呼ばれる球状構造体形成が起こることが知られており(Fox, et al., 1959)、申請者らの実験系でも、同様の球状構造体を形成することを見出した(金丸ほか、生命の起原および進化学会2011)。さらに、申請者らは、Foxらの実験系でプロテノイドミクロスフェアが生成する自己組織化過程で、分子の選択が生じている可能性を見出している(桑原ほか、日本地球化学会2009)。そこで、生成したプロテノイドミクロスフェア全体では、ラセミ化していても、個々のミクロスフェアの中に取り込まれたペプチドには、光学活性の偏りが存在している可能性が生まれる。この可能性の検証を進める。

3. 研究の方法

前生物的ペプチド合成系としては、申請者が見出した溶融尿素系(Terasaki et al., 2002; Mita et al., 2005)に加えて、申請者らが積極的に研究を進めてきたアスパラギン水溶液の加熱系(Munegumi et al., 1994)、熱プロテノイド合成とミクロスフェア生成系(Fox, et al. 1955)を利用する。これらの合成系にラセミ体のアミノ酸とともに、光学活性なイソバリンやその前駆体と考えられているエチルメチルヒダントインを加え、前生物学的ペプチド合成やプロテノイドミクロスフェア合成を行う。得られたポリペプチドや未反応のアミノ酸の光学異性体比を測定し、ホモキラルなポリペプチドが生成することを確認する。

4. 研究成果

(1) プロテノイドミクロスフェアの粒径制御

モデル粒子を用いたところ、水中に分散した1ミクロン程度の粒子をナノピンセットシステムを用いることで、いちおう掴むことができた。しかし、1個1個のミクロスフェアを取り出すためには、大きなミクロスフェア粒子であることが、ハンドリング・分析の面で必須である。そこで、ミクロスフェアの粒径の制御方法を検討した。

実験

リンゴ酸モノアンモニウム塩は、D, L - リンゴ酸(和光純薬工業・特級)20 gを50に温めた純水8 mlに溶解し、 NH_4OH 9 gを加えた後、再結晶により得た。

リンゴ酸モノアンモニウム塩を、標準で180、あるいは120~200と加熱温度を変え、1時間~48時間、大気圧下でドライヒーターを用い加熱することでプロテノイドを得た。得られたプロテノイドは乳鉢を用いて粉末状にし、プロテノイド5 mgに対し純水2 mlを加え、ドライヒーターを用い100に加熱した。液が冷えないように速やかに溶け残ったプロテノイドをメンブレンフィルターで除去し、濾液を室温まで自然冷却した。この濾液中にプロテノイドミクロスフェアが分散していた。

結果と考察

プロテノイドミクロスフェア分散液を、メンブレンフィルターに通すことで、プロテノイドミクロスフェアを回収した。このメンブレンフィルターを走査型電子顕微鏡(SEM)で観察することで、プロテノイドミクロスフェアの粒径などの構造を観察した。180で、12 h加熱することで得られたプロテノイドを用いて調製したプロテノイドミクロスフェアのSEM画像から、おおよそ1 μm の球状の構造物であるプロテノイドミクロスフェアの形成を確認することができた。このプロテノイドミクロスフェア形成に使用したプロテノイドのMSスペクトルを測定した結果、プロテノイドは、アスパラギン

酸の2つのカルボキシル基と隣接するアスパラギン酸のアミノ基とでイミド環を形成した構造をとったポリアスパラギン酸であることが明らかとなった。さらに、カルボキシル末端側は、2つのカルボン酸が遊離したものと、酸無水物となっていることが明らかとなった。これまでも、この構造をとっていることが推定されていたが、それを検証することができた。

プロテノイドの加熱温度、加熱時間を変化させながら、プロテノイドミクロスフェアの形成をSEMで調べたところ、加熱温度が120 °Cではプロテノイドミクロスフェアの形成が見られず、140 °C以上の加熱で形成することがわかった。加熱温度を変化させて生成したプロテノイドのIR測定を行ったところ、120 °C加熱で得られた生成物と、140 °C以上での生成物では、1650 cm⁻¹付近の吸収に大きな違いがあることがわかった。このことから、120 °Cでは、先に述べたイミド環構造をとったポリアスパラギン酸を生成するに至っておらず、140 °C以上の加熱でイミド環構造をとったポリアスパラギン酸が生成し、このことがプロテノイドミクロスフェア形成にとっては重要であることが明らかになった。一方、プロテノイドミクロスフェアが形成したプロテノイドの化学構造を調べてみると、イミド環構造をとったポリアスパラギン酸ではあるが、反応時間の経過と、加熱温度の上昇に伴い、その分子量が大きくなることも明らかになった。

さらに、異なる種類と濃度の金属イオン水溶液を用いて形成したプロテノイドミクロスフェアの粒径分布を、SEM画像での計測により行った。塩化ナトリウム水溶液の濃度を変えて求めた粒径分布を求めたところ、濃度の上昇に伴い、平均粒径が大きくなることがわかった。一方、粒径が大きくなると分布の幅も広がることがわかった。さらに、金属イオンの価数が増えると、粒径が大きくなる傾向が見られた。しかし、粒径が大きくなると凝集することもわかり、塩析的な効果が働いていることが示唆された。

まとめ

アミノ酸の前駆物質であるリンゴ酸モノアンモニウム塩を加熱することで、5員環イミド構造をもつポリアスパラギン酸が生成することが、プロテノイドミクロスフェアが形成するための必要条件であることが明らかになった。このプロテノイドミクロスフェアの形成には、金属イオンの存在が重要な働きをもっていることがわかった。現在、リンゴ酸モノアンモニウムを加熱することで得られたプロテノイドと、プロテノイドミクロスフェアに取り込まれたプロテノイドの間の選択性に関する解析を進めているところである。これまでに、加熱して得られたプロテノイドの分子量分布より、プロテノイドミクロスフェアに取り込まれ

たプロテノイドの分子量分布の方が小さくなっていることを明らかにした。

(2) リンゴ酸モノアンモニウム塩から生成する共重合体の構造解析

リンゴ酸モノアンモニウム塩から生成するプロテノイドは、アスパラギン酸からなるホモポリマーである。キラリティーの発現・増幅には、イソパリンのようにラセミ化しにくいアミノ酸の光学活性が、アスパラギン酸などに伝播していく必要がある。リンゴ酸モノアンモニウム塩からのプロテノイド生成の推定反応機構は、Fig. 3のとおりであり、この反応機構に基づくと、C-末端に共重合アミノ酸が結合し、アミノ酸鎖の伸長が停止することになる。光学活性の伝播には、共重合アミノ酸の結合後もアミノ酸鎖の伸長が必須である。そこで、リンゴ酸モノアンモニウム塩から生成する共重合体の構造解析を行った。

実験

リンゴ酸モノアンモニウム塩と等物質量のアミノ酸(グリシン、アラニン、イソパリン)を、標準で180 °Cで24時間ドライヒーターを用い加熱することでプロテノイドを得た。得られたプロテノイドは乳鉢を用いて粉末状にし、プロテノイド5 mgに対し純水2 mlを加え、ドライヒーターを用い100 °Cに加熱した。速やかに溶け残ったプロテノイドをメンブレンフィルターで除去し、濾液を室温まで自然冷却した。この濾液中にプロテノイドミクロスフェアが含まれていることを顕微鏡を用いて確認した。プロテノイドミクロスフェア分散液を、メンブレンフィルターに通すことで、プロテノイドミクロスフェアを回収した。加熱により生成したプロテノイドと、プロテノイドミクロスフェアを構成するプロテノイドを高速液体クロマトグラフィー質量分析計(LC-MS)を用いて解析した。

結果と考察

リンゴ酸モノアンモニウム塩を180 °Cで、24時間加熱熔融することで生成したプロテノイドのマスペクトルから4量体から10量体に相当するアンヒドロポリアスパラギン酸のイオンを検出した。これは、これまでに報告されている結果と同様であった。ここでは、リンゴ酸モノアンモニウム塩のみで生成したイオンに今回は、陰イオン測定をすることでノイズの少ないマスペクトルを得ることができた。次に、グリシンとアラニンを共存下に、リンゴ酸モノアンモニウム塩を加熱熔融して得られたプロテノイドのマスペクトルでは、加えたグリシンあるいはアラニンが1個(+G, または+A)ないし2個(+2G または+2A)付加したイオンが検出された。このことから、主鎖である1つのアンヒドロポリアスパラギン酸に、主鎖の長さによらず共重合アミノ酸は2個までしか結合しないことが明らかと

なった。これらは、これまで提案されていたアンヒドロポリアスパラギン酸の酸無水物の末端にアミノ酸のアミノ基が攻撃することで説明できる。しかし、イソバリンを共存させて加熱熔融したところ、アンヒドロポリアスパラギン酸に2個までに共重合アミノ酸が付加するのではなく、少なくとも9量体までのイソバリンの重合物が得られ、アンヒドロポリアスパラギン酸のイオンは検出されなかった。これは、グリシンやアラニンとは異なる結果であった。グリシン、アラニンとイソバリンとでは、リンゴ酸モノアンモニウム塩の熔融物に対する溶解性が異なるために、後者ではリンゴ酸モノアンモニウム塩が反応物ではなく溶媒としてのみ働いているものと推測される。

まとめ

アミノ酸の前駆物質であるリンゴ酸モノアンモニウム塩を加熱熔融する際にアミノ酸を共存させることでアミノ酸の共重合物やアミノ酸の重合物が得られることが明らかとなった。その生成物は、アミノ酸の性質に依存する。今後、光学異性体の選択過程を考える上では、共重合体が生成する方が解析が容易になるが、モノリンゴ酸アンモニウムの熔融物も溶媒となってアミノ酸の重合を進めることもできることが明らかとなった。

(3) 光学活性の伝播の可能性

これまでの研究に基づき、光学活性の伝播の可能性を調べるために、リンゴ酸モノアンモニウム塩にラセミ体のアラニンと光学活性なイソバリンを添加して、プロテノイドを合成し、そのLC-MS解析を行った。

実験

リンゴ酸モノアンモニウム塩に半等量のDL-アラニンとR-またはS-イソバリンを加え、180 で20h加熱した。生成したプロテノイドを、DMFに溶解し、LC-MSで分析を行った。

結果と考察

イソバリンとアラニンが1個ずつ結合した2量体に相当するマスフラグメントグラムを示す。例えば、R-イソバリン(iVal)とD,L-アラニン(Ala)が1個ずつ結合した場合、L-Ala-R-iVal, D-Ala-R-iVal, R-iVal-L-Ala, R-iVal-D-Alaの4種が生成し、4つのピークが観察されることになる。しかしながら、本実験では、2種のピークしか検出されなかった。このことから、L-Ala-R-iValとD-Ala-R-iValのいずれか1つと、R-iVal-L-AlaとR-iVal-D-Alaのいずれか1つの、2つのピークが検出されたものを考えられる。

まとめ

光学活性なイソバリンを、リンゴ酸モノアンモニウム塩の加熱熔融系に加えることで、生成したプロテノイド(ポリアミノ酸)に光学活性が伝播した可能性が示された。

(4) 総括

本研究により、モノリンゴ酸アンモニウム塩の加熱熔融により、種々のアミノ酸共重合体を得られることが明らかになった。さらに、ラセミ化しにくいアミノ酸を添加することで、プロテノイド(ポリアミノ酸)生成の過程でラセミ体のアミノ酸から、片方の光学異性体が選択的に取り込まれる可能性を見出すことができた。

ミクロスフェア形成に伴う、光学活性の増幅は、十分に検証するまでには至らなかったが、今後、研究を進めていくことで、生命のもつ光学選択性の発現に向けて大きな足掛かりを得ることができた。

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 6件)

Tabata, M., Imai, I., Yano, H., Hashimoto, H., Kawai, I., Kawaguchi, Y., Kobayashi, K., Mita, H., Okudaira, K., Sasaki, S., Yabuta, Y., Yokobori, Y., and Yamagishi, A., Design of a silica-aerogel-based cosmic dust collector for the Tanpopo mission aboard the International Space Station. Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan, Vol. 12, No. ists29 PK pp. 29-34 (2014). 査読有
http://doi.org/10.2322/tastj.12.Pk_29

Kenji Hamase, Yusuke Nakauchi, Yurika Miyoshi, Reiko Koga, Nao Kusano, Hirohisa Onigahara, Hiroshi Naraoka, Hajime Mita, Yasuhiko Kadota, Yasuhiro Nishio, Masashi Mita, Wolfgang Lindner, Enantioselective Determination of Extraterrestrial Amino Acids Using a Two-Dimensional Chiral High-Performance Liquid Chromatographic System. Chromatography, 35, 103-110 (2014). 査読有

Kobayashi, K., Mita, H., Yabuta, H., Nakagawa, K., Kawamoto, Y., Kaneko, T., Obayashi, Y., Kanda, K., Yoshida, S., Narumi, I., Imai, E., Hashimoto, h., Yokobori, S., and Ymagishi, A., Space Exposure of Amino Acids and Their Precursors in the Tanpopo Mission Using the International Space Station. Transaction Jpn. Soc. Aeronautical Space Sci. Aerospace Technol. Japan 12, 1-6, (2014). 査読有

三田肇、香田輝、金丸博、波多江康太、鶴山真美、桑原裕典、前生物的ポリアミノ酸の化学構造情報。福岡工業大学環境科学研究会所報 8, 19-22 (2014). 査読有

Higashi, S., Sueyoshi, M., Kuwahara, J., Mita, H., Watanabe, W., Kato, T., The Effect of Methylene Chain Length in Head Group of Amin Acid-Based Surfactants. Peptide Science, 2013, 297-300 (2013). 査読有

三田肇、永沢恵理子, 原始地球環境で生成するアミノ酸共重合体. 福岡工業大学環境科学研究所環境研究発表2015, 9, 22-25 (2015). 査読無

[学会発表](計 25件)

永沢恵理子、三田肇, プロテノイド共重合体の構造解析. 生命の起原および進化学会第40回学術講演会 2015年3月15-17日 東京理科大学葛飾キャンパス(東京都葛飾区)

三田肇, 宇宙からつながる生命の起源. 生命の起原および進化学会第40回学術講演会 2015年3月15-17日東京理科大学葛飾キャンパス(東京都葛飾区)(特別講演)

中山美紀、石橋之宏、三田肇、奈良岡浩、橘省吾、羽馬哲也、遠藤由希子、香内晃、宇宙物質の網羅的精密質量解析法の開発. 生命の起原および進化学会第40回学術講演会 2015年3月15-17日 東京理科大学葛飾キャンパス(東京都葛飾区)

三田肇、永沢恵理子, 前生物的に合成したポリアミノ酸のLC-MS解析. 日本化学会第95回春季年会2015年3月26-29日 日本大学船橋キャンパス(千葉県船橋市)

小林憲正、三田肇、藪田ひかる, 癸生川陽子, 中川和道, 奥平恭子, 石橋之宏, 今井栄一, 田端 誠, 河合秀幸, 河口優子, 矢野創, 橋本博文, 横堀伸一, 山岸明彦, 惑星間塵中有機物の生命起源との関連を探る: 宇宙実験「たんぼぼ」の準備状況. 第15回宇宙科学シンポジウム 2015年1月6-7日 JAXA相模原キャンパス(神奈川県相模原市)

小林憲正, 癸生川陽子, 金子竹男, 三田肇, 別所義隆, 中川和道, 柴田裕実, 今井栄一, 高橋淳一, 石橋之宏, 奥平恭子, 矢野創, 橋本博文, 横堀伸一, 山岸明彦, 地球周回軌道環境を用いた原始天体上での有機物生成の検証. 第15回宇宙科学シンポジウム 2015年1月6-7日 JAXA相模原キャンパス(神奈川県相模原市)

⑦ 山岸明彦、矢野創、橋本博文、横堀伸一、今井栄一、田端誠、小林憲正、三田肇、藪田ひかる、河合秀幸, 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集(たんぼぼ)の開発状況. 第15回宇宙科学シンポジウム 2015年1月6-7日 JAXA相模原キャンパス(神奈川県相模原市)

A. Yamagishi, H. Hashimoto, M. Higashide, E. Imai, H. Kawai, K. Kobayashi, H. Mita, K. Okudaira, S.

Sasaki, M. Tabata, H. Yabuta, Y. Yaguchi, H. Yano, S. Yokobori, and Tanpopo WG., PLANS OF PRELIMINARY EXAMINATION AND SUBSEQUENT ANALYSES OF CAPTURED DUST SAMPLES BY SILICA AEROGEL IN THE TANPOPO MISSION. HAYABUSA 2014: Symposium of Solar System Materials 2014年12月4-5日 JAXA相模原キャンパス(神奈川県相模原市)

Yamashita Yohei, Naraoka Hiroshi, Mita Hajime, Simulation experiments for meteoritic N-containing cyclic compounds from aldehyde and ammonia with olivine. The 5th Symposium on Polar Science, Antarctic meteorites 2014年12月2-5日 国立極地研究所(東京都立川市)

⑩ Mita Hajime, Kobayashi Kensei, Nakagawa Kazumichi, Yabuta Hikaru, Imai Eiichi, Kawaguchi Yuko, Hashimoto Hirofumi, Kanda Kazuhiro, Yoshida Satoshi, Kebukawa Yoko, Yokobori Shinichi, Yano Hajime, Okudaira Kyoko, Tabata Makoto, Kawai Hideyuki, Yamagishi Akihiko, and Tanpopo Working group, Exposure and Capturer of Amino Acids and their Precursors on the Japanese Experiment Module of the International Space Station. 14th European Astrobiology Conference 2014年10月13-16日 Univ. Edinburgh, (Edinburgh Scotland)

Mita Hajime, Kouda Hikaru, Kanamaru Hiroshi, Nakai Takahiro, Hatae Kota, Turuyama Mami, and Kuwahar Ryusuke, Protenoid microsphere forematon in the thermal polycondensation of mono-ammonium malate. 14th European Astrobiology Conference 2014年10月13-16日 Univ. Edinburgh, (Edinburgh Scotland)

Kensei Kobayashi, Hayato Tokimura, Tomoyuki Matsuda, Yoko Kebukawa, Yumiko Obayashi, Takeo Kaneko, Hajime Mita, Satoshi Yoshida, Hitoshi Fukuda, Yoshiyuki Oguri, Hirofumi Hashimoto, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi and Tanpopo WG, Formation of Amino Acid Precursors and Nucleic Acid Bases from Simulated Interstellar Media and Their Robustness. 14th European Astrobiology Conference 2014年10月13-16日 Univ. Edinburgh, (Edinburgh Scotland)

香田輝, 仲井貴弘, 金丸博, 鶴山真美, 桑原裕典, 三田肇, プロテノイドミクロスフェアとそれを形成するプロテノイド. 2014年度日本地球化学会年会2014年9月16-18日 富山大学(富山県富山市)

山下陽平, 奈良岡浩, 三田肇, 炭素質コンドライト中の含窒素環状化合物のシミュレーション合成. 2014年度日本地球化学会年会 2014年9月16-18日 富山大学(富山県富山市)

石橋之宏, 三田肇, 中山美紀, 奈良岡浩, 橘省吾, 羽馬哲也, 遠藤由希子, 香内晃, 模擬分子雲環境下で合成した有機物の質量分析法の構築. 2014年度日本地球化学会年会 2014年9月16-18日 富山大学(富山県富山市)

Kensei Kobayashi, Hajime Mita, Kazumichi Nakagawa, Hikaru Yabuta, Eiichi Imai, Hirofumi Hashimoto, Kazuhiro Kanda, Satoshi Yoshida, Shinichi Yokobori, Akihiko Yamagishi and Tanpopo Working Group, Space Exposure of Amino Acids and Their Precursors in the Scheduled Tanpopo Mission on the International Space Station: Results of Preliminary Experiments on Ground. Origins 2014 2014年7月6-11日 奈良県新公会堂(奈良県奈良市)

MITA, Hajime, KANAMARU Hiroshi, KOUDA Hikaru, KUWAHARA Yusuke, Chemical and physical properties of proteinoid microspheres. Origins 2014 2014年7月7月6-11日 奈良県新公会堂(奈良県奈良市)

奈良岡浩, 山下陽平, 三田肇, Murchison 隕石中の極性有機化合物の多様性. 日本地球惑星連合2014年大会 2014年4月28日-5月2日 パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

三田肇, 橋本博文, 浜瀬健司, 東出真澄, 今井栄一, 河口優子, 河合秀幸, 神田一浩, 小林憲正, 中川和道, 鳴海一成, 奥平恭子, 田端誠, 藪田ひかる, 山下雅道, 矢野創, 吉田聡, 横堀伸一, 山岸明彦, たんぽぽワーキンググループ, ISS/JEM曝露部利用実験 たんぽぽ: 有機物の捕獲と暴露 第14回宇宙科学シンポジウム 2014年1月9-10日 JAXA 相模原キャンパス

永沢恵理子, 新垣汐里, 豊田岐聡, 山樺明彦, 三田肇, 生命探査に向けたタンパク質加水分解方法の検討. 生命の起原および進化学会第39回学術講演会 2014年3月13-15日 広島修道大学(広島県広島市)

21 香田輝, 仲井貴弘, 金丸博, 三田肇, 前生物的に生成するポリアミノ酸の化学構造解析. 生命の起原および進化学会第39回学術講演会 2014年3月13-15日 広島修道大学(広島県広島市)

22 H. Kouda, T. Nakai, H. Kanamaru, K. Hatae, M. Turuyama, Y. Kuwahara, and H. Mita, Characterization of protoinoid microsphere formations. Japan-Taiwan Joint Workshop on Nanospace Materials 2014年3月11-12日 Fukuoka Inst.

Technol.(Fukuoka, Japan)

23 H. Mita, H. Hashimoto, M. Higashiide, E. Imai, Y. Kawaguchi, H. Kawai, Y. Kawamoto, K. Kanda, K. Kobayashi, K. Nakagawa, I. Narumi, K. Okudaira, M. Tabata, H. Yabuta, M. Yamashita, H. Yano, S. Yoshida, S. Yokobori, A. Yamagishi, and Tanpopo Working Group, Exposure Experiments of Organic Compounds on the JEM, ISS, in the Tanpopo Mission. International Astrobiology Workshop 2013 2013年11月28-30日 JAXA/ISAS Sagami-hara Campus (Kanagawa, Japan)

24 H. MITA, H. Hashimoto, M. Higashiide, E. Imai, Y. Kawaguchi, H. Kawai, Y. Kawamoto, K. Knada, K. Kobayashi, K. Nakagawa, I. Narumi, K. Okudaira, M. Tabata, H. Yabuta, M. Yamashita, T. Yano, S. Yoshida, S. Yokobori, A. Yamagishi, and Tanpopo WG, TANPOPO mission: Exposure experiments of organic compounds on the JEM, ISS. 13th European Workshop on Astrobiology 2013年7月22-25日 University of Szczecin (Szczecin, Poland)

25 三田肇, はやぶさ粒子の有機物分析などにより生命誕生の謎を探る. 日本表面技術協会128回講演大会(招待講演) 2013年9月24-25日 福岡工業大学(福岡県福岡市)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0)

取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.fit.ac.jp/~mita/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三田肇 (MITA, Hajime)
福岡工業大学・工学部・教授
研究者番号: 00282301

(2) 研究分担者

なし ()

(3) 連携研究者

永沢恵理子 (NAGASAWA, Eriko)
福岡工業大学大学院・工学研究科・大学院生