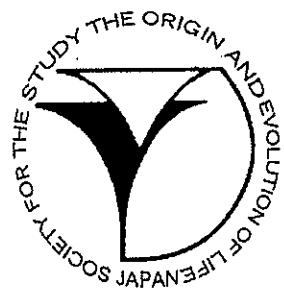


ISSN - 0910 - 4003  
CODEN : VIORE 6

# Viva Origino

Vol. 37 Supplement

March 2009



The Society for the Study of the Origin and Evaluation of Life  
JAPAN

# 生命の起原および進化学会学会会則

## 目的

地球上における生命の起原を科学的に解明することと、生物進化の研究により、生命体の本質を明らかにしようとする。本会は、関係諸分野の英知を集め、互いの連携によって新しい型の総合科学を確立・発展させることにより、上記の目的達成を期するものである。

**第1条** 本学会は、生命の起原および進化学会 (The Society for the Study of the Origin and Evolution of Life-Japan, SSOEL-Japan) という。

**第2条** 本学会は、会員の生命の起原および進化の研究の発展と、日本における当該研究の開発・推進をはかり、関連学(協)会および、多くの人々の当該研究に対する理解を深め、もつて学術・文化の発展に寄与するものとする。

**第3条** 本学会は、前条の目的達成のため次の事業をおこなう。

1. 研究発表会・学術講演会の開催
2. 学会誌等の出版物の刊行
3. 其の他前条の目的達成のため必要な事業

**第4条** 本学会は前条の事業をおこなうため事務局をおく。

**第5条** 本学会の会員は、正会員と賛助会員とし、入会手続きは別途定める。

1. 第5条の2 正会員は、第2条に示す研究に従事する個人で、学会が承認したものとする。
2. 第5条の3 賛助会員は、本学会の目的に賛同し、その事業を援助する個人または団体で学会が承認したものとする。

**第6条** 会員は、別途定められた会費等の費用を前納しなければならない。定められた期間以上これらを滞納した場合は、会員の資格は消失するものとする。

**第7条** 会員は、本学会のおこなう事業に参加し、本学会発刊の学会誌 Viva Origino その他の印刷物の配布を受けることができる。

**第8条** 本学会は、会長1名、副会長1~2名および学会運営委員（以下委員と略す）を若干名、会計監査2名おくものとする。

**第9条** 委員および会計監査は、正会員の互選による。選出された委員は学会運営委員会（以下委員会と略す）を構成し、学会運営の任にあたる。

**第10条** 会長・副会長は委員会が正会員の中から選出する。

**第11条** 会長・副会長・委員・会計監査の任期は2年とする。

**第12条** 委員会は、学会運営および学会事業をおこなうため、委員長1名、常任委員若干名を選出し、学会常任委員

会（以下常任委員会と略す）を構成し、その任にあたらせるものとする。会長は学会を代表し、学会運営は委員長が総括の任にあたる。

**第13条** 常任委員会は、必要なとき委員会を招集し、本学会に関する諸事項を審議・決定する。

**第14条** 常任委員会は、正会員の中から専門委員を委嘱し、本学会に関する諸事項を諮問することができる。

**第15条** 委員会において、本学会員として不適当と決議されたものは、会員の資格を消失するものとする。

**第16条** 会員の退会届け者および会員資格消失者については、常任委員会は退会手続きをとるものとする。

**第17条** 本学会は、年1回定期総会を開き、必要なときは臨時総会を開くものとする。

**第18条** 本学会会則の改正は、会員の2/3以上の出席の総会において2/3以上の同意を要する。

## 学会入会手続きに関する付則

1. 入会申し込み書に必要事項を記入し、常任委員会へ提出のうえ会員資格の承認をうける。
2. 会員としての資格を承認されたものは、すみやかに所定の入会金、会費（1年分）、学会誌購読料（1年分）を事務局へ納入する。
3. 上記費用の納入されたものについて、常任委員会は入会手続きをとり、会員として登録する。
4. 本学会の入会は推薦によりおこない、委員会で承認する。

## 会費その他に関する付則

- |  |          |
|--|----------|
| 1. 入会金（正会員のみ）  | 1,000 円  |
| 2. 会費  |          |
| 正会員 年額   | 6,000 円  |
| 賛助会員 年額（1口）  | 10,000 円 |
| 3. 学生のための入会金・会費  |          |
| 正会員で、大学または大学院あるいはこれに準じる学校に在学する学生は、在学証明書の添付により、次の特典を与えるものとする。 |          |
| 入会金 500 円、会費（年額）3,000 円                                      |          |
| 学会誌 Viva Origino 購読料 年額 6,000 円。但し、会員には無料配布とする。              |          |
| 4. 会費その他の費用の納入の猶予期限は1年以内とする。                                 |          |
| 5. 会費払込振替口座  |          |
| （加入者名） 生命の起原および進化学会<br>（口座番号） 00980-8-367                    |          |
| 7. 年会費の会計年度は4月から翌年3月までとする。                                   |          |

# Viva Origino

Vol. 37 Supplement

March 2009

The Society for the Study of the Origin and Evolution of Life

JAPAN

## 第 34 回学術講演会講演要旨集

### 目 次

- ◎ 生命の起原および進化学会第 34 回学術講演会案内及び講演会要旨集  
藤井 紀子 ..... (1)



## 生命の起源および進化学会 第34回学術講演会のご案内

■日 時：2009年3月17日（火）～19日（木）

■場 所：京都大学原子炉実験所事務棟大会議室

■懇親会：3月18日（水）18：30 -

■参加費（講演要旨代を含む）：

一般会員：4,000円（非会員：5,000円）

学生会員：2,000円（非会員：3,000円）

懇親会費（4,000円、ただし学生は2,000円）

■発表について：

発表はすべて、パワーポイントでお願いいたします。コンピュータをお持ちいた  
だくか、USBメモリ等に保存して発表ファイルをお持ちください。事務局で用  
意しているパソコン環境については以下のとおりです。

○WindowsXP + MS-Office2007,

○Macintosh OSX+MS-Office 2004, 2008, Keynote 8

■講演時間について：

一般講演は20分、シンポジウムは30分、特別講演は40分（それぞれ討論時  
間を含む）です。

大会委員長：京都大学原子炉実験所 教授 藤井 紀子

大会事務局：〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2

京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究部門

tel: 072-451-2496

fax: 072-451-2630

email: ssoel34@origin-life.gr.jp

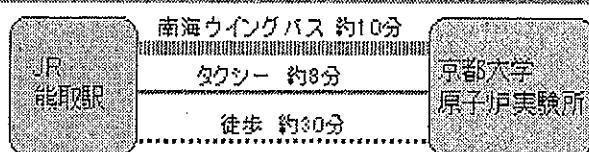
# 京都大学原子炉実験所へのアクセス方法

〒590-0494

大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目

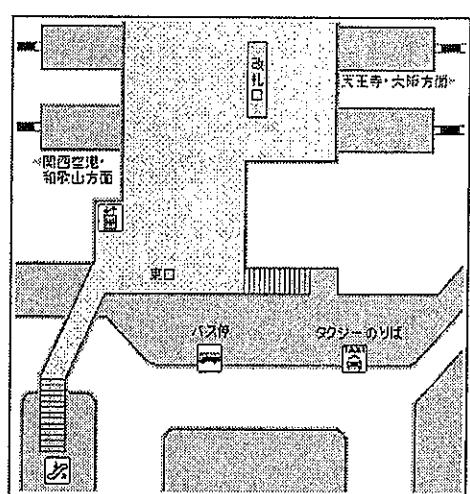
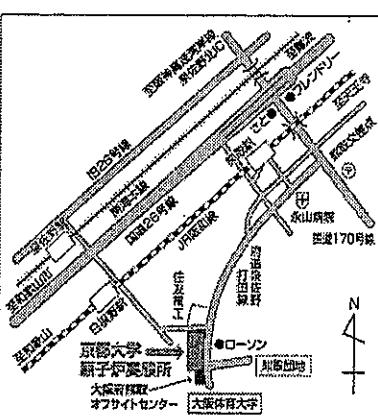
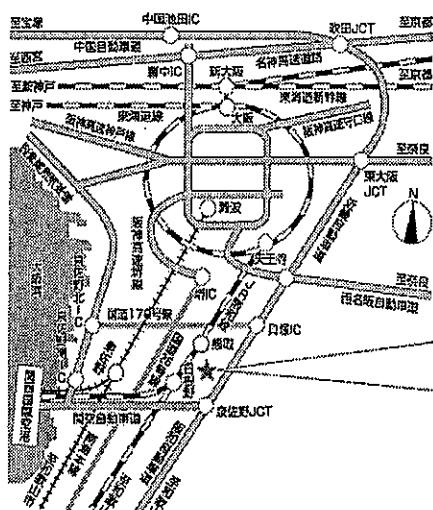
TEL:072-451-2300 FAX:072-451-2600

## JR熊取駅から原子炉実験所への道順



### JR熊取駅...熊取駅前バス停

(南海ウイングバス[大阪体育大学前行]または[つばさが丘北口行])  
→「原子力研究所前」バス停下車すぐ ※急行バスは停車しません  
160円  
※タクシー 約900円

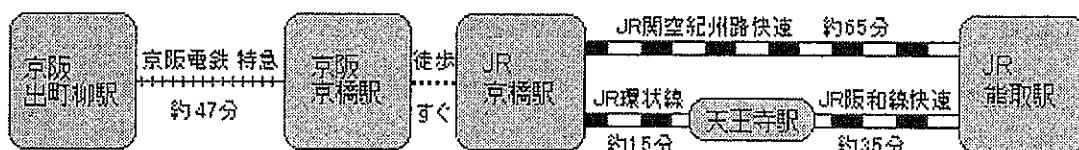


●南刈ウイングバス「原子力研究所前」下車すぐ  
※JR熊取駅発(所要時間約10分)「大阪体育大学」行き、  
「つばさが丘北口」行き  
※南海泉佐野駅前発(所要時間約30分)「大阪体育大学」行き

## JR熊取駅への道順

※所要時間は目安で、乗換時間は含みません。

### 京都大学



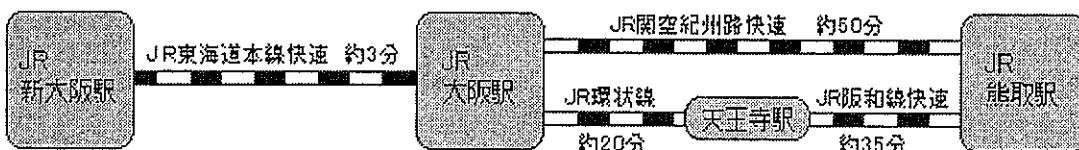
JR関空紀州路快速 約65分

JR環状線 天王寺駅

約35分

- 京阪出町柳駅→京阪京橋駅...JR京橋駅(関空紀州路快速、直通1時間に2本あり)→熊取駅
- 京阪出町柳→京阪京橋駅...JR京橋駅(環状線外回り)→天王寺駅(阪和線快速)→熊取駅 約1100円

### JR新大阪駅(新幹線)



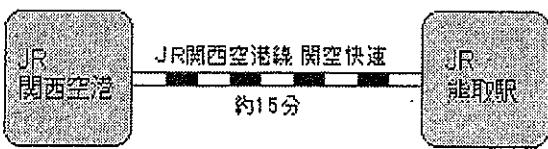
JR関空紀州路快速 約50分

JR環状線 天王寺駅

約35分

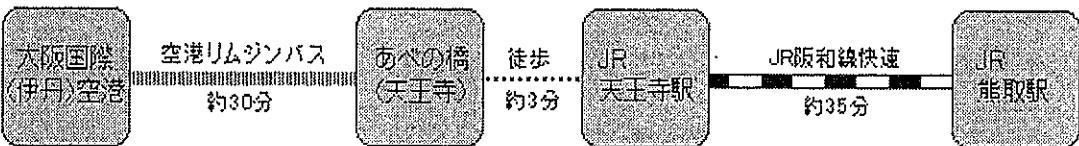
- JR新大阪駅→JR大阪駅(関空紀州路快速、直通1時間に2本あり)→熊取駅
- JR新大阪駅→JR大阪駅(環状線)→天王寺駅(阪和線快速)→熊取駅 780円

### 関西空港



JR関西空港駅(関西空港線 関空快速)→JR熊取駅  
440円

### 大阪国際(伊丹)空港



JR阪和線快速 約35分

- 伊丹空港(空港バス)→天王寺駅(阪和線快速)→熊取駅 約1200円

## 生命の起原および進化学会第34回学術講演会日程表

	3月17日(火)	3月18日(水)	3月19日(木)
9:20			
9:30	受付		
9:55	ご挨拶		
10:00	一般講演 1-3	一般講演 11-16	一般講演 26-32
11:00	一般講演 4-7	特別講演	
12:00			総会
13:00	昼食・編集委員会	昼食・運営委員会	昼食
14:00	一般講演 8-10	一般講演 17-22	一般講演 33-35
	休憩		一般講演 36-37
15:00		休憩	
16:00	シンポジウム1 SL1-1~1-5	一般講演 23-25	
		休憩	
17:00		シンポジウム2 SL2-1~2-3	
18:00		休憩	
		懇親会	

## プログラム (2009年3/17日-3/19日)

講演時間は一般講演は20分、シンポジウムは30分、特別講演は40分(それぞれ討論時間を含む)です。なお、○は演者の方を示しています。

### 3月17日 (火)

〈9:20-受付〉

〈9:55-10:00〉 ご挨拶 原子炉実験所所長 代谷 誠治

〈10:00-11:00 一般講演 1-3〉 座長： 木野内 忠穂

#### 1. 模擬宇宙空間におけるX線誘起化学進化

○三本晶<sup>1</sup>、今津亞季子<sup>1</sup>、泉雄大<sup>1</sup>、田中真文<sup>1</sup>、内海裕一<sup>2</sup>、中川和道<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>神戸大学 <sup>2</sup>兵庫県立大学

#### 2. X線による固相グリシンの重合量子効率の増大

○今津亞季子<sup>1</sup>、三本晶<sup>1</sup>、泉雄大<sup>1</sup>、田中真文<sup>1</sup>、内海裕一<sup>2</sup>、中川和道<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>神戸大学大学院人間発達学研究科、<sup>2</sup>兵庫県立大学高度産業技術研究所

#### 3. 非線形に増大するグリシン3量体の真空紫外線誘起反応機構

田中真文、今津亞季子、○中川和道  
神戸大学大学院人間発達環境学研究科

〈11:00-12:20 一般講演 4-7〉 座長： 大内 将吉

#### 4. 高温溶液中におけるアミノ酸の赤外吸収特性について

○北台紀夫、横山正、中嶋悟 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻

#### 5. アミノ酸重合反応におけるpH効果の定量的評価

○坂田 霞、北台 紀夫、中嶋 悟 大阪大学理学部

#### 6. 原始の海に於いて鉄の酸化による二酸化炭素水の還元で作られた有機物質による生命誕生

○唐澤 信司 仙台市青葉少年少女発明クラブ

#### 7. 模擬星間物質からの陽子線・重粒子線によるアミノ酸前駆体の生成

○元山拓也<sup>1</sup>・谷内俊範<sup>1</sup>・原昌史<sup>1</sup>・金子竹男<sup>1</sup>・吉田聰<sup>2</sup>・小林憲正<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>横浜国大院工・<sup>2</sup>放医研

〈12:20-13:30 昼食、編集委員会〉

〈13:30-14:30 一般講演 8-10〉 座長：小林 憲正

#### 8. マイクロ波促進化学反応と化学進化

○大内将吉 九工大院・生命情報工

#### 9. マイクロ波によって促進される蛋白質加水分解反応

○中村博之、芳本智彦、熊本竜二、脇野大輔、松尾聰子、大内将吉  
九工大院・生命体工

10. マイクロ波によって促進される遺伝子増幅反応

○白川泰裕、榮田尚寿、吉村武朗、大内将吉  
九工大院・生命情報工

〈14：30-14：40 休憩〉

〈14：40-17：10 シンポジウム1〉 「生命起原研究を巡って」

座長：大石正（奈良佐保短期大学）、池原健二（奈良佐保短期大学）

S1-1 「最近の生命起原研究」

○大石 正 奈良佐保短期大学

S1-2 「宇宙での化学進化における放射線・紫外線の役割」

○中川和道 神戸大発達環境科学専攻

S1-3 「前生物的化学に基づいて RNA ワールド仮説を検証する」

○川村邦男 大阪府立大学工学部

S1-4 「新しい進化論：エネルギー観点を根底に据えた余剰進化論」

○白井浩子（岡山大学理学部臨海実験所）・長野八久（大阪大学大学院理学研究科 分子熱力学研究センター）

S1-5 「タンパク質の0次構造と生命の起原」

○池原健二 奈良佐保短期大学

3月18日 (水)

〈9：30-11：30 一般講演 11-16〉 座長：川村 邦男

11. GC-NSF(a)新規遺伝子仮説を支持する証拠 II.

○池原健二<sup>1</sup>、高平麻美<sup>2</sup>、大石正<sup>1</sup> <sup>1</sup>奈良佐保短大、<sup>2</sup>奈良女・理・化

12. 祖先型グリシル tRNA 合成酵素の研究

○羽根 晃平、清水 秀明、横堀 伸一、山岸 明彦 東京薬科大学

13. 超好熱古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来トリプトファンil-tRNA 合成酵素による tRNA 認識と進化

○土屋 渉<sup>1</sup>、長谷川 典巳<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>山形大学・院理工、<sup>2</sup>山形大学・理

14. Poly-glycine binding RNA の RNA ワールドにおける役割

○小寺彰吾<sup>1</sup>、田村浩二<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>東京理科大学、<sup>2</sup>科学技術振興機構 さきがけ

15. ナノアーキア GlyRS による tRNA<sup>Gly</sup> 認識機構から遺伝暗号の起源に迫る

○三宅秀明<sup>1</sup>、田村浩二<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>東京理科大学、<sup>2</sup>科学技術振興機構 さきがけ

16. ヌクレオチドの重合過程における不斉増幅

○浦田秀仁、藤森麻美、前田麻理、青野知永、和田俊一、赤木昌夫  
大阪薬大

〈11：30-12：10 特別講演〉 座長：中川 和道

SL なぜ生物有機分子は親水性か？－有機分子ビッグバン説からの考察－

○中沢 弘基 物質・材料研究機構

〈12：10-13：30 昼食、運営委員会〉

〈13:30-15:30 一般講演 17-22〉 座長：山岸 明彦

17. パンスペルミア、化学パンスペルミアと準パンスペルミア

小林 憲正 横浜国大院工

18. 炭素質コンドライトおよび南極土壌中のアミノ酸

○永繩一樹\*・原昌史\*・高野淑識\*\*・福井学\*\*\*・三田肇\*\*\*\*・小川麻里\*\*\*\*\*・

金子竹男\*・小林憲正\*

\*横浜国大院工・\*\*JAMSTEC・\*\*\*北大低温研・\*\*\*\*福岡工大、\*\*\*\*\*安田女子大

19. 南極土壌試料中の酵素活性と生命活動

佐藤修司<sup>1</sup>、土屋直子<sup>1</sup>、金子竹男<sup>1</sup>、吉村義隆<sup>2</sup>、小川麻里<sup>3</sup>、高野淑識<sup>4</sup>、吉田 聰<sup>5</sup>、  
小林憲正<sup>1</sup>

<sup>1</sup>横浜国大院工、<sup>2</sup>玉川大農、<sup>3</sup>安田女子大、<sup>4</sup>JAMSTEC、<sup>5</sup>放医研

20. 海底熱水噴出孔環境下での有機物の変性

栗原広成、柴田一旭、金子竹男、高野淑識\*、小林憲正  
横浜国大院工、\*JAMSTEC

21. タイタンでの複雑有機物の生成と生命の起源

谷内俊範\*、細貝智弘\*、金子竹男\*、高野淑識\*\*、B. N. Khare\*\*\*、C. P. McKay\*\*\*、小  
林憲正\*

\*横浜国大院工、\*\*海洋研究開発機構、\*\*\*NASA ARC

22. 隕石有機物と原始地球への寄与の評価

○奈良岡 浩 九州大・理

〈15:30-15:40 休憩〉

〈15:40-16:40 一般講演 23-25〉 座長：奈良岡 浩

23. 國際宇宙ステーションでの微生物・有機物採集：たんぽぼ計画

○山岸明彦、小林憲正、横堀伸一、矢野創、橋本博文、「たんぽぼ」WG

東薬大生命・横浜国大院工・ISAS/JAXA・筑波大学大学院 システム情報工学

24. 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験（たんぽぼ）：微生物の宇  
宙での生存可能性の検討

○横堀伸一<sup>1</sup>、Yang Yinjie<sup>1</sup>、藤崎健太<sup>2</sup>、河口優子<sup>1</sup>、小林憲正<sup>2</sup>、橋本博文<sup>3</sup>、河  
合秀幸<sup>4</sup>、三田肇<sup>5</sup>、鳴海一成<sup>6</sup>、奥平恭子<sup>7</sup>、田端誠<sup>4</sup>、山下雅道<sup>3</sup>、矢野創<sup>3</sup>、吉  
村義隆<sup>8</sup>、山岸明彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京薬大・生命科学、<sup>2</sup>横浜国大・院工、<sup>3</sup>JAXA/ISAS、<sup>4</sup>千葉大・院理、<sup>5</sup>福岡工  
大・工、<sup>6</sup>原子力研究開発機構、<sup>7</sup>会津大、<sup>8</sup>玉川大・農

25. 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験（たんぽぼ）：宇宙での微  
生物捕集法の検討

○河口優子<sup>1</sup>、横堀伸一<sup>1</sup>、吉村義隆<sup>2</sup>、辻堯<sup>2</sup>、Yang Yinjie<sup>1</sup>、藤崎健太<sup>3</sup>、小林憲  
正<sup>3</sup>、橋本博文<sup>4</sup>、河合秀幸<sup>5</sup>、三田肇<sup>6</sup>、奥平恭子<sup>7</sup>、田端誠<sup>5</sup>、山下雅道<sup>4</sup>、矢野創  
<sup>4</sup>、山岸明彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東薬大生命、<sup>2</sup>玉川大学農学部、<sup>3</sup>横国大院工、<sup>4</sup>ISAS/JAXA、<sup>5</sup>千葉大院理、<sup>6</sup>福  
岡工大・工、<sup>7</sup>会津大

〈16:40-16:50 休憩〉

〈16:50-18:20 シンポジウム2〉 「立体構造からみたタンパク質の進化」

座長：藤井紀子（京都大学原子炉実験所）

S2-1 「酵素の進化：構造と活性」

○樋口 芳樹 兵庫県立大学

S2-2 「哺乳類タンパク複合体に見られるサブユニット交換と立体構造の特徴」

○森本 幸生 京大原子炉

S2-3 「非分散進化論の構造論的考察」

○八木達彦(静岡大学), 田宮信雄(東北大学)

18:30-懇親会（事務棟大会議室）

## 3月19日 (木)

〈9:30-11:50 一般講演 26-32〉 座長：三田 肇

26. 固相アラニンおよび固相アスパラギン酸の真空紫外光分解におけるカイラル安定性

○泉 雄大, 中川 和道 神戸大学 人間発達環境学研究科

27. 高温気体の急冷によるアミノ酸と糖の生成での偏光によるD-L対称性の破れ

○横尾 広光 杏林大学保健学部

28. アミノ酸およびアミノ酸錯体の円偏光紫外線・ $\beta$ 線照射

○島壯一郎<sup>1</sup>・小川智也<sup>1</sup>・鈴木孝嗣<sup>1</sup>・保坂将人<sup>2</sup>・阿達正浩<sup>3</sup>・加藤政博<sup>3</sup>・長沼毅<sup>4</sup>・小林克己<sup>5</sup>・三田肇<sup>6</sup>・V. Tsarev<sup>7</sup>・斎藤威<sup>8</sup>・金子竹男<sup>1</sup>・小林憲正<sup>1</sup>

<sup>1</sup>横浜国大院工・<sup>2</sup>名大・<sup>3</sup>分子研・<sup>4</sup>広島大・<sup>5</sup>高工大研・<sup>6</sup>福岡工大・<sup>7</sup>Lebedev 物理研・<sup>8</sup>IAS

29. ペプチド中のアミノ酸のラセミ化反応速度のpH依存性

○安岐 健三, 森 雄平, 藤井 智彦, 藤井 紀子 京都大学

30. 円偏光照射による $\alpha$ -メチルアミノ酸薄膜への不齊導入

○高橋淳一, 上野祐子(NTTマイクロシステム研), 小川智也, 島壯一郎, 金子竹男, 小林憲正(横浜国大院工), 三田肇(福岡工大工), 阿達正浩, 加藤政博(分子研 UVSOR), 保坂将人(名大院工)

31. 生体分子におけるホモキラルとヘテロキラル

○胸組 虎胤 国立小山工業高等専門学校

32. D-セリンを基質としたトリプトファンの合成

○島田 秋彦 筑波大学

〈11:50-12:10 総会〉

〈12:10-13:10 昼食〉

〈13:10-14:10 一般講演 33-35〉 座長：今井 栄一

33. 地球周回軌道で捕集したダスト中のアミノ酸分析法の検討

○伏見英彦<sup>1</sup>, 藪下さやか<sup>1</sup>, 金子竹男<sup>1</sup>, 奥平恭子<sup>2</sup>, 田端誠<sup>3</sup>, 河合秀幸<sup>3</sup>, 丸茂克美<sup>4</sup>, 横堀伸一<sup>5</sup>, 三田肇<sup>6</sup>, 矢野創<sup>7</sup>, 小林憲正<sup>1</sup>, 山岸明彦<sup>5</sup>

<sup>1</sup>横浜国大院工, <sup>2</sup>会津大, <sup>3</sup>千葉大院理, <sup>4</sup>産総研, <sup>5</sup>東薬大生命, <sup>6</sup>福岡工大工, <sup>7</sup>JAXA/ISAS

34. 微生物の重粒子線耐性およびX線耐性：たんぽぽ計画の予備実験

○藤崎健太<sup>1</sup>・藪下さやか<sup>1</sup>・山岸明彦<sup>2</sup>・横堀伸一<sup>2</sup>・Yang Yinjie<sup>2</sup>・丸茂克美<sup>3</sup>・  
小林克己<sup>4</sup>・吉村義隆<sup>5</sup>・吉田聰<sup>6</sup>・長沼毅<sup>7</sup>・小林憲正<sup>1</sup>たんぽぽWG  
横浜国大<sup>1</sup>・東薬大生命<sup>2</sup>・産総研<sup>3</sup>・高エネ研<sup>4</sup>・玉川大学<sup>5</sup>・放医研<sup>6</sup>・広島大<sup>7</sup>

35. 放射線耐性細菌の放射線耐性機構と脂質過酸化

○齊藤 剛 京都大学原子炉実験所

<14:10-14:50 一般講演 36-37> 座長：島田 秋彦

36. “自己複製子としての調和振動子型演算子方程式の一般解の存在とその応用：  
Lotka-Volterra 型調和振動子およびシュレディンガー方程式への応用と考察”

○大西 耕二 新潟大学理学部生物学科

37. ミニマム認知系としての生命の誕生：調和振動子的非生命自己複製子から認知的  
自己複製子としての生命への進化

○大西 耕二 新潟大学理学部生物学科

# 一般講演



# 1

## 模擬宇宙空間における X 線誘起化学進化

X-ray Induced Chemical Evolution

Simulating Space Environment

三本晶<sup>1</sup>, 今津亜季子<sup>1</sup>, 泉雄大<sup>1</sup>, 田中真文<sup>1</sup>, 内海裕一<sup>2</sup>, 中川和道<sup>1</sup>

1.神戸大学 2.兵庫県立大学

A. Mimoto<sup>1</sup>, A. Imazu<sup>1</sup>, Y. Izumi<sup>1</sup>, M. Tanaka<sup>1</sup>, Y. Utsumi<sup>2</sup>, K. Nakagawa<sup>1</sup>

1.Kobe University 2.University of Hyogo

【はじめに】われわれは Miller の実験 [1] を模擬宇宙空間で再現することを試みた。低温蒸着膜、連続X線を用い、宇宙空間を再現した。また、CH<sub>4</sub>の代わりに CH<sub>3</sub>OH を用いたが、これは CH<sub>3</sub>OH が宇宙空間で発見されており、CH<sub>4</sub>よりもアミノ酸の形成に有利であるためである [2]。

【実験】放射光施設 NewSUBARU の BL2において実験を行った。圧力を 10<sup>-4</sup> Pa 程度にまで真空排気した照射装置の銅板サンプルホルダーを 120 K に冷却し、NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>OH の蒸気を蒸着し、連続X線 (2~10 keV) 照射を行った。照射後、基板上の物質を蒸留水 2 mL で回収した。回収水溶液に 1 M NaOH 水溶液を 2 mL 加え、封緘することなく約 90 °C で 4 時間加水分解を行った。陽イオン交換樹脂により、溶液中に残留した Na<sup>+</sup>を取り除き、HPLC 分析を行った。

【結果】Fig. 1 に得られたクロマトグラムを示す。14 分付近にグリコール酸のピークが存在する。

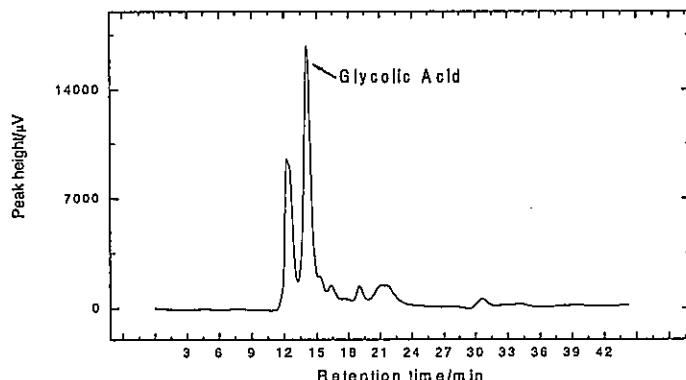


Fig. 1. HPLC chromatogram.

しかし、グリシンのピークは観測されなかった。Miller [1] はグリシンとグリコール酸両方の検出を報告しているので、照射により生成したグリシンが加水分解によりグリコール酸となつたと、とりあえず結論した。封管を行い、HCl を利用した加水分解を現在計画中である。

【謝辞】この実験は 2007~2008 年に NewSUBARU において行われました。兵庫県立大学内海裕一先生、山本成明さんに感謝いたします。ありがとうございました。

# 2

## X線による固相グリシンの重合量子効率の増大 Growth of quantum efficiency of solid Glycine by X-rays

今津亜季子<sup>1</sup>、三本晶<sup>1</sup>、泉雄大<sup>1</sup>、田中真文<sup>1</sup>、内海裕一<sup>2</sup>、中川和道<sup>1</sup>

1. 神戸大学大学院人間発達学研究科

2. 兵庫県立大学高度産業技術研究所

Akiko Imazu<sup>1</sup>, Aki Mimoto<sup>1</sup>, Yudai Izumi<sup>1</sup>, Masafumi Tanaka<sup>1</sup>,

Yuichi Utsumi, Kazumichi Nakagawa<sup>1</sup>

1. Kobe University, 2. LASTI

【はじめに】 宇宙空間における隕石表面での無機物質から生体分子への化学進化を議論する上で、アミノ酸が重要なカギであると考えている。本研究では、固層グリシン(Gly)の化学進化を確かめるため、Gly に X 線を照射した。

【実験】 照射サンプルには厚さ約 110 μm の Gly ペレットを用いた。サンプルへの X 線照射は NewSUBARU の BL2 において行われた。照射光子エネルギーは宇宙における超新星爆発のスペクトル<sup>[1]</sup>と似た 2~12 keV の連続光である。最大スポットサイズは 10×210 mm と従来のものと比べて飛躍的に大きい。サンプルへの照射は 10 Pa のチャンバーで 100 秒、300 秒、1000 秒、3000 秒行った。

【結果・考察】 照射後は大気中で取り出し、蒸留水で回収して HPLC 分析を行ったところ 1000 秒、3000 秒の照射サンプルにおいて、微小ながら Gly<sub>2</sub> と Gly<sub>3</sub> のピークが検出された。

この結果を定量的に議論するために、Gly<sub>2</sub> の生成量子効率  $\phi$  ( $\phi = \text{生成分子数} / \text{吸収光子数}$ ) を  $\phi_{1 \rightarrow 2} = (2.7 \pm 0.10) \times 10^{-2}$  (molecules/photon) と決定した。

次に Gly<sub>3</sub> の生成反応過程は生成した Gly<sub>2</sub> にさらに Gly が結合したことによる 2 段階反応であると仮定すると Gly<sub>3</sub> の生成分子数は以下の式で表わされる。

$$N_{\text{Gly}_3} = \frac{1}{4} \phi_{1 \rightarrow 2} \phi_{2 \rightarrow 3} \sigma_{\text{Gly}_2} S I_0^2 (1 - e^{-2\mu L}) t^2$$

$N_{\text{Gly}_3}$  は Gly<sub>3</sub> の分子数、 $\sigma_{\text{Gly}_2}$  は Gly<sub>2</sub> の吸収断面積、S は照射面積、 $I_0$  は照射強度、 $\mu$  は Gly の線吸収係数、L は膜厚である。照射時間と Gly<sub>3</sub> 生成分子数の関係を 2 次関数でフィッティングすることにより、Gly から Gly<sub>3</sub> までの化学進化の量子効率を  $\phi_{1 \rightarrow 2} \phi_{2 \rightarrow 3} = 0.229$  と決定した。この結果より Gly<sub>2</sub>→Gly<sub>3</sub> の量子効率は  $\phi_{2 \rightarrow 3} = 85$  という値が得られた。その後の実験でも  $\phi_{2 \rightarrow 3} = 29$  となり、Gly<sub>2</sub>→Gly<sub>3</sub> の量子効率が Gly→Gly<sub>2</sub> のそれよりも大きくなっている。このことから Gly から Gly<sub>2</sub> への化学進化はなかなか起きないが、ひとたび Gly<sub>2</sub> が生成すると、Gly<sub>3</sub> の生成は容易に進行すると結論した。さらに X 線照射時の量子効率が VUV 照射時よりも高くなることについても議論する予定である。

[1] K. Mitsuda et al, Publ. Astron. Soc. Japan 59, S1-S7, 2007 January 25

# 3

## 非線形に増大するグリシン3量体の真空紫外線誘起反応機構

Super-linear increase of GlycylGlycylGlycine induced by vacuum ultraviolet radiation and its reaction mechanism

田中真文, 今津亞季子, <sup>○</sup>中川和道 (神戸大学大学院人間発達環境科学研究科)

Masafumi Tanaka, Akiko Imazu and Kazumichi Nakagawa

(Kobe university, nakagawa@kobe-u.ac.jp)

紫外線や放射線によってアミノ酸が脱水縮合を起こしてオリゴペプチドへと化学進化することが知られている。問題はその量子効率が小さいことである。例えば Gly 固相に 172nm 光を照射して最初のステップ  $\text{Gly} + \text{Gly} + h\nu \rightarrow \text{GlyGly}$  が実現される量子効率は大きても  $10^{-3}$  程度であるから、次々とステップを重ねてグリシン  $n$  量体に至る量子効率は単純には  $10^{-(n-1)}$  程度とべき乗で小さな値となり、化学進化には著しい困難さが予想される。

我々はグリシンに真空紫外線( $\lambda=172\text{nm}, 146\text{nm}$ )あるいはX線を照射してグリシン  $n$  量体( $n=2, 3, 4, 5$ )の生成を調べてきた。その結果、Gly<sub>2</sub> と Gly<sub>3</sub> が生成し照射時間  $t$  の 2 乗で Gly<sub>3</sub> が増加する場合や Gly<sub>2</sub>, Gly<sub>3</sub>, Gly<sub>5</sub> が生成し照射時間  $t$  の 2 乗で Gly<sub>5</sub> が増加する場合(図 1)があることを見出した。この結果は、化学進化の最初のステップを通過すればその後のステップの塚が容易になる場合があることを示すものである。

しかしこれらの実験結果は必ずしも再現せず、極めて「不条理な」現象となっている。現在この実験結果の再現と機構の解明に鋭意努力している。ひとつのヒントは、172 nm 照射による Gly 分解の量子効率は 9.3% であるのに対して Gly<sub>2</sub> 生成の量子効率は 0.04 % であり、脱水縮合反応はごくマイナーな反応であることである。このため主要な反応経路の小さな揺らぎがグリシン  $n$  量体( $n=2, 3, 4, 5$ )の生成を大きく左右するのではないかとの仮説を立てるに至っている。

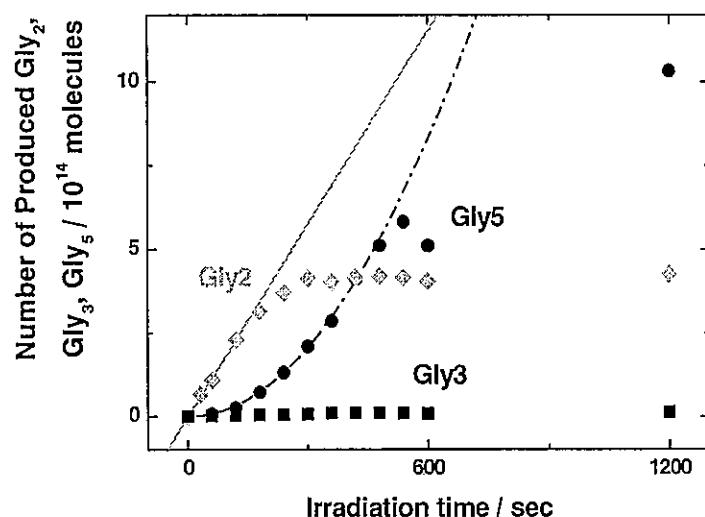


図 1. Gly モノマーに 172 nm 真空紫外線を照射したときの Gly<sub>2</sub>, Gly<sub>3</sub>, Gly<sub>5</sub> の生成。

# 4

## 高温溶液中におけるアミノ酸の赤外吸収特性について

Effect of temperature on the IR absorption properties of amino acids in aqueous solution

北台紀夫, 横山正, 中嶋悟

(大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻)

Norio Kitadai, Tadashi Yokoyama and Satoru Nakashima

(Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University)

### 1. はじめに

アミノ酸は生命の化学進化に不可欠な物質であり、これまでその安定性・重合反応性について多くの研究が行われてきた(e.g., Qian et al., 1993)。これらの反応は室温では非常に遅く、一般に高温溶液中にて実験が行われている。このため、高温溶液中におけるアミノ酸の存在状態についての解析は、反応機構の解明に非常に重要な情報を与えると考えられる。本研究では、加熱 ATR-IR セル(Masuda et al., 2003)を用い、最も単純なアミノ酸であるグリシンの、高温溶液中における赤外スペクトルを測定し、その分子構造についての解析を試みた。

### 2. 実験方法・結果

0.5mol/L グリシン溶液(pH ~6)を加熱セル内に入れ、室温(27°C)から 149°Cまでの赤外スペクトルを測定した。グリシンの吸収帯は、これらのスペクトルから同温度の純水のスペクトルを差し引くことで算出した(Fig. 1)。グリシンの各吸収帯位置は温度增加に伴いそれぞれ特徴的な変化を示した。これらの変化から、高温水溶液中においてはグリシンの帶電した各官能基(カルボキシル基(-COO<sup>-</sup>)、アミノ基(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>))と周辺の水分子との間の水素結合力が弱まっていることが推測された。

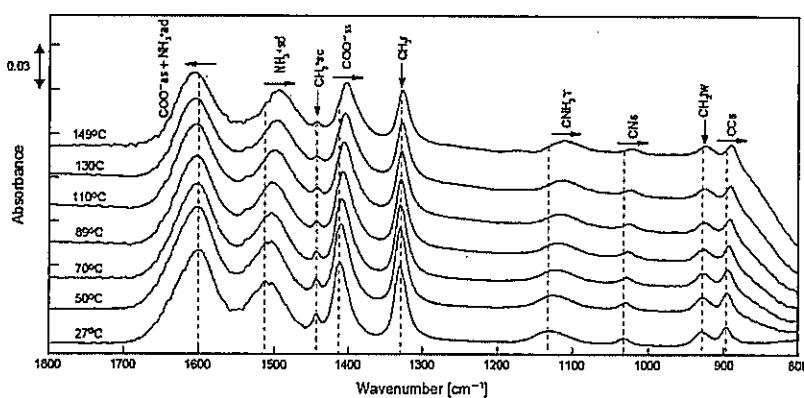


Figure 1. Changes in the ATR-IR spectra (1800–1200  $\text{cm}^{-1}$ ) of dissolved glycine as a function of temperature (27–149°C). Assignments for the absorption bands of glycine are also shown in this figure based on Max et al., 1998 (abbreviations; ad, asymmetric deformation; as, asymmetric stretching; r, rocking; s, stretching; sc, scissoring; sd, symmetric deformation; ss, symmetric deformation; tw, twisting).

### References

- [1] Masuda, K., Haramaki, T., Nakashima, S., Habert, B., Martinez, I. and Kashiwabara, S. *Appl. Spectrosc.* 2003, 57, 274–281.
- [2] Qian, Y., Engel, M. H., Macko, S. A., Carpenter, S. and Deming, J. W. *Geochem. Cosmochim. Acta* 1993, 57, 3281–3293.

# 5

## アミノ酸重合反応における pH 効果の定量的評価

Quantitative evaluation of pH effects on the amino acid polymerization

○坂田 霞<sup>1</sup>, 北台 紀夫<sup>2</sup>, 中嶋 悟<sup>1,2</sup>(阪大理)

Kasumi Sakata, Norio Kitadai and Satoru Nakashima

(1. Department of Physics (Undergraduate) and

2. Department of Earth and Space Science,

### 1. はじめに

生命の起源の解明には、アミノ酸の重合反応を定量的に理解することが重要であり、アミノ酸の重合速度には、pH が大きく影響していることが知られている (Zamaraev et al., 1997). しかし、pH の効果について定量的な解析はなされていない。そこで本研究では、最も単純なアミノ酸であるグリシン (Gly) を用いて、pH が Gly の重合速度に及ぼす影響を定量的に評価した。

### 2. 実験方法

NaOH 水溶液を用いて pH を 6 から 9 の間で調整した 100mM の Gly 水溶液を用意した。この Gly 水溶液を 8.0ml ずつテフロン反応容器に入れ、140°C に保ったオープンで 1 日から 14 日の間で加熱した。加熱後の水溶液を冷却した後、液体クロマトグラフィーで Gly, GlyGly, DKP の濃度を測定した。また、NaOH 水溶液を用いて pH を 6 から 9 の間で調整した 50mM の GlyGly 水溶液を用意し、同様の加熱実験を 1~4 日間で行った。

### 3. 実験結果

GlyGly 生成反応を 2 次反応、GlyGly 分解反応、DKP 生成反応、DKP 分解反応を 1 次反応と仮定し、測定結果をこれらの反応式でフィッティングすることで解析を行い、反応速度定数を求めた (図 1, 2)。

得られた反応速度定数を、加熱前の溶液 pH に対してプロットすると、GlyGly 生成の 2 次反応速度定数は pH が高くなるにつれて増加した (図 3)。このため、アミノ酸重合反応にはアルカリ環境のほうが有利であると考えられる。

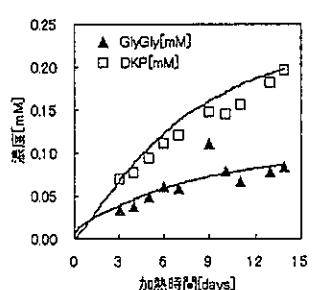


図 1.Gly 加熱実験結果  
(出発溶液 pH=7.2)と近似曲線

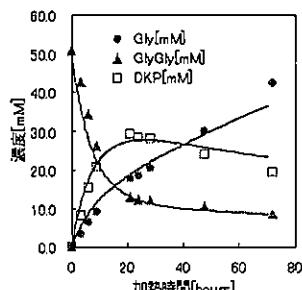


図 2.GlyGly 加熱実験結果  
(出発溶液 pH=7.1)と近似曲線

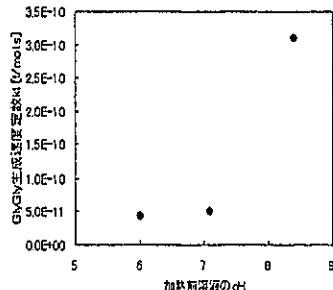


図 3.GlyGly 生成 2 次反応  
速度定数  $k_1$  と pH の関係

### Reference

K. I. Zamaraev, V. N. Romannikov, R. I. Salganik, W. A. Walassoff and V.V. Khramtsov, *Orig. Life Evol. Biosph.* 27 (1997) 325.

# 6

## 原始の海に於いて鉄の酸化による二酸化炭素水の還元で作られた有機物質 による生命誕生

The First Life that is organized from Organic Materials by Deoxygenation of Carbon Dioxide in Sea Water caused by Oxidation of Iron

唐澤信司（仙台市青葉少年少女発明クラブ）

Shinji Karasawa (Sendai-shi Aoba Boys and Girls Invention Club)

**概要 [実験結果に基づいた検討]** 食塩水にドライアイスを多量に溶かし、鉄の細線綿を入れて一日すると、茶色の酸化鉄が沈殿し水面に膜状の物質が出現する。炭酸水中で鉄が酸化すると有機物ができるから生命誕生について検討した。  
**炭酸水から有機物を生成する機構 [結合間共鳴がある炭酸水における脱酸素反応]**

炭酸水では  $\text{CO}_2$  は水和した分子として、共有結合性構造を持ち O が 4 個の H を、C が 4 個の O を 4 面体型に配置した 3 次元構造を持ち、同時に  $\text{CO}_2$  および  $\text{H}_2\text{O}$  という単位で電気分極して静電力で結合するイオン結合性を持つ[1]。このように複数の結合構造が共鳴している状態では原子は熱振動で最近接原子を交換できる。

鉄(Fe)を炭酸水に加えると、O は最もイオン化傾向の大きい Fe と結合する。Fe は 2 個の 4s 電子の他に、3d 電子も O との化学結合に徐々に加わり、茶色の第二酸化鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )となって沈殿する。Fe によって酸素が除かれた炭酸水から比重が軽い炭化水素( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ) や炭水化物  $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$  等が生成され、水面で集積される。

**有機物の水溶液から生命が生れる過程 [連鎖反応を組織することで生命が実現した]**

アミノ酸はアルキル基( $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ )に C を付けて H と  $\text{NH}_2$  と  $\text{COOH}$  を取り付けものである。脱酸素炭酸水にアンモニア  $\text{NH}_3$  を加わるとアミノ酸ができる。隣接するアミノ酸の  $\text{NH}_2$  と  $\text{COOH}$  が脱水結合すると糸状のタンパク質ができる。そのタンパク質の糸は水中において側鎖のアルキル基の疎水性相互作用により立体構造となる。糸状のタンパク質が合成される過程で、そのタンパク質と対を成す RNA の如き連鎖状の生命分子が有機膜に合成され、更にその反応が巡回するようになれば、タンパク質の量産ができる。生命体は状況に応じて連鎖反応を切り替えるように活動を組織した巨大高分子の組織として誕生した。生物は個々に適応して活動するので多様化し、生態系を成し、生態系の中で世代交代を重ねて進化した。

**結言** 生物は活動を続けるように連鎖反応を組織することによって誕生した。

[1] 水和した  $\text{CO}_2$  の3次元構造は、水( $\text{H}_2\text{O}$ )が  $\alpha$ -水晶( $\text{SiO}_2$ )と同じ結晶構造(四面体を螺旋状に配置し、電気分極をそろえる構造)を持ち、圧電性を持つ  $\alpha$ -水晶が水熱合成で作られる等から推測できる。

## 7

## 模擬星間物質からの陽子線・重粒子線によるアミノ酸前駆体の生成

Generation of the amino acid precursor by the proton line and baryon line  
from an imitation interstellar matter

○元山拓也<sup>1</sup>・谷内俊範<sup>1</sup>・原昌史<sup>1</sup>・金子竹男<sup>1</sup>・吉田聰<sup>2</sup>・小林憲正<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>横浜国大院工・<sup>2</sup>放医研)

Takuya Motoyama<sup>1</sup>, Toshinori Taniuchi<sup>1</sup>, Masashi Hara<sup>1</sup>,  
Takeo Kaneko<sup>1</sup>, Satoshi Yoshida<sup>2</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Chemistry and Biological Science, Yokohama National Univ., <sup>2</sup>National Institute of Radiological Sciences)

[緒言] 生命の起源に先立って、有機化合物の進化（化学進化）が起こったと考えられている。我々はこれまで原始地球大気や星間塵環境を模擬した系に、陽子線など種々の放射線を照射することにより、アミノ酸や核酸塩基を生み出す「複雑有機物」が生成することを示してきた。今回は、模擬星間環境下での陽子線や種々の重粒子線によるアミノ酸（前駆体）生成の比較を行った。また、星間に存在する炭素粒子の役割を調べるため、出発材料にグラファイトを添加した実験も行った。

[実験] チタン製容器にメタノール・アンモニア・水(物質量比 1:1:2,8)の混合溶液 5.8gを入れ、室温で原子力機構 TIARA のサイクロトロンで陽子線を、線量を変えて照射した。Pyrex 製容器にメタノール・アンモニア・水 (物質量比同上)の混合溶液 50 g を封入し、室温 (液相) もしくは液体窒素温度 (固相) で放射線医学研究所 HIMAC にて種々の重粒子線 (He, C, Ne, Ar, Fe) を照射した。また、メタノール・アンモニア・水(物質量比同上)の混合溶液 50g に粉末グラファイト 1g を混合したものを液体窒素温度で C 線照射(9600Gy)した。照射生成物は酸加水分解後、HPLC 法 (島津 LC-10A) でアミノ酸分析した。

[結果] 重粒子線照射 (固相) により生成したグリシンの G 値を Fig.1 に示す。陽子線照射に

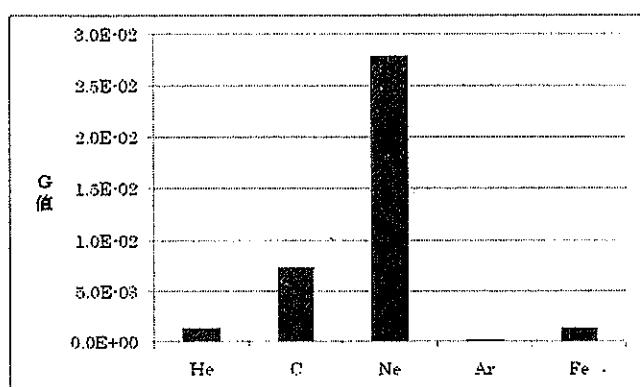


Fig.1 重粒子線照射により生成するグリシンの G 値

より生成したグリシンの G 値は  $2.9 \times 10^{-5}$  であり、重粒子線照射より 2-3 衡低かったが、これは温度等の実験条件が大きく異なるためと考えられる。グラファイトの有無による、グリシンの G 値には大きな違いは見られなかった。今後、固相の照射生成物を XANES、固体  $^{13}\text{C-NMR}$  等で分析し、星間に存在する炭素微粒子の役割を調べていく予定である。

# 8

## マイクロ波促進化学反応と化学進化 Microwave-Accelerated Chemical Reaction and Chemical Evolution

大内将吉

(九工大院・生命情報工)

Shokichi Ohuchi

(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

はじめに：有機合成反応へマイクロ波照射が効果的であることが1986年に初めて実証されて以来、現在までに膨大な研究がなされている。有機溶媒を用いない無溶媒反応や、水やイオン性液体といったクリーンな溶媒を用いた合成反応にも多く利用されている。マイクロ波は従来の時間単位の反応を分単位の反応に変える。また、目的の生成物を高収率・高選択的に与えるといった効果をもたらす。しかし、その反応促進のメカニズムはいまだにわかつていない。私たちは、反応促進の分子メカニズムを明らかにするために、有機反応や酵素反応にマイクロ波を用い、速度論的な解析を行ってきた。その結果、マイクロ波照射は化学反応の活性化エネルギーに影響を与えるものではなく、反応基質の頻度因子の増加に影響することを明らかにした。つまり、マイクロ波照射によって基質分子の衝突回数が増加し、反応速度上昇の効果をもたらしたと考えている。また、反応の基質分子の双極子モーメントとの相関性も明らかにした。多くのマイクロ波有機反応をサーベイしたところ、同じ反応温度であれば、通常の加熱反応と比較してマイクロ波照射は総じて2桁（100分の1の時間短縮）上回る反応速度であることもわかった。しかしながら、分子レベルでの挙動としての促進メカニズムの詳細な解明には不十分であり、まだまだ多くの検証がなされる必要がある。

マイクロ波化学反応と化学進化：ミラーの実験にはじまり、これまでさまざまな条件下で、有機低分子や生体高分子の生成研究が化学進化研究としてなされてきた。エネルギー源としては、放射線や紫外線、あるいは高熱、プラズマなど、非常に高いエネルギー条件下が選択されてきた。宇宙マイクロ波背景放射で知られるように、マイクロ波はあらゆる空間に遍在しており、化学進化の中で有効なエネルギー源であったとも充分に考えられる。今回の講演では、マイクロ波化学反応の特徴、化学進化研究への適用、マイクロ波照射実験の実際と問題点などについて論じる。

## 9

マイクロ波によって促進される蛋白質加水分解反応  
Microwave-Accelerated Protein Hydrolysis Reaction

中村博之, 芳本智彦, 熊本竜二, 脇野大輔, 松尾聰子, 大内将吉  
(九工大院・生命体工)

Hiroyuki Nakamura, Tomohiko Yoshimoto, Ryuji Kumamoto, Daisuke Wakino,  
Satoko Matsuo, Shokichi Ohuchi

(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

はじめに：蛋白質を遊離のアミノ酸まで加水分解するためには、一般に、6 N塩酸、110 °C、24時間の条件が必要とされる。これは、アミノ酸分析の前処理の標準的な方法であるが、反応時間が長く加水分解反応中にアミノ酸の一部が消失してしまうなどの問題を抱えている。私たちは、より短時間で加水分解する方法として、マイクロ波の反応促進効果を利用した。さらにこのマイクロ波技術を、アミノ酸分析の一連の前処理反応に応用すること目指して、遊離のアミノ酸のプレカラム誘導体化法に適用した。

実験：モデル蛋白質としてウシ胰臓由来  $\alpha$ -chymotrypsin を用いた。この蛋白質を、0.1% フェノールを含む6N塩酸中でマイクロ波を10～600秒照射した。反応温度は110°Cで制御した。その後、サンプルを遠心濃縮し、MALDI-TOF質量分析で解析した。比較のために、通常の加熱反応でも実験した。また、遊離アミノ酸の誘導体化反応についても、マイクロ波照射の効果を検証した。

結果：蛋白質を加水分解するために必要な反応時間は、従来法で行なうと24時間かかったが、マイクロ波を用いることで、10分間まで短縮することができた(Fig. 1)。マイクロ波照射によって、蛋白質を構成している20種類のアミノ酸のほとんどが消失することなく、遊離アミノ酸として回収されることもわかった。加水分解を含むアミノ酸分析の前処理反応を最大100分の1まで短縮できることが明らかとなった。

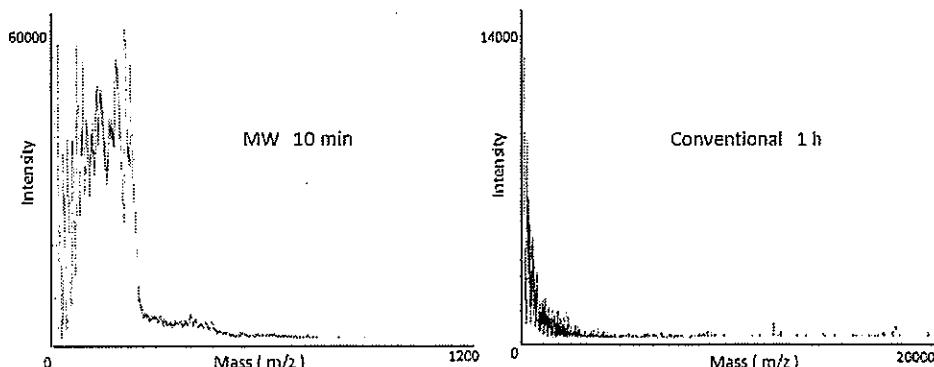


Fig. 1. MALDI-TOF MASSの分析による蛋白質加水分解の比較

# 10

## マイクロ波によって促進される遺伝子増幅反応 Microwave-Accelerated DNA Amplification

白川泰裕, 榎田尚寿, 吉村武朗, 大内将吉  
(九工大院・生命情報工)

Yasuhiro Shirakawa, Naohisa Sakaeda, Takeo Yoshimura, Shokichi Ohuchi  
(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

はじめに：マイクロ波照射によって、あらゆる有機化学反応について反応時間の大幅な短縮や収率の向上が達成されている。生体触媒である酵素反応においてもマイクロ波照射の効果を検証するために遺伝子増幅反応に着目した。2004年にFermerらがPolymerase Chain Reaction (PCR) に対してマイクロ波照射を検討したが、十分なマイクロ波効果は得られなかった。PCRの複雑な温度制御をマイクロ波照射で実現できなかつたことが原因であると考えられる。そこで、この研究では、温度が一定で遺伝子増幅が可能なRolling Circle Amplification (RCA) にマイクロ波照射を検討することとした。

実験：マイクロ波反応装置はシングルモードのグリーンモチーフ (IDX) を用いた。RCAの反応容器としては、0.2 mlのP.P. チューブを用い、75塩基の鑄型DNAと2種のプライマー、耐熱性酵素Bst DNA polymeraseを液量が25 µlになるように加えて反応させた。マイクロ波出力は、10 W付近で温度が一定になるように制御した。RCA反応によって得られる遺伝子は、さまざまな鎖長をもつ遺伝子の混合物として電気泳動上ではスメアバンドとして観察されるが、遺伝子強度を比較し検証した。

結果：マイクロ波を照射しない系では反応30分でラダーバンドが確認され始めたが、マイクロ波照射下では同じ強度のバンドが10分で現れた。すなわち、およそ3倍の反応速度で繰り返し遺伝子が増幅された。他のDNA polymeraseを用いた場合も、RCA反応に対しては少なからずマイクロ波照射の効果が現れた。マイクロ波照射の効果は、いわゆる加熱効果と思われるが、温度計で観察される温度に見合った以上の反応促進効果をもたらした。この詳細なメカニズムは明らかではないが、電磁波の中でもそれほど強くないエネルギーであるマイクロ波が、化学進化の過程の中で遺伝子増幅などの酵素反応の加速に役立った可能性が考えられる。また、今回のRCAの増幅法はウイルスの複製様式に近いことから、ウイルスの遺伝子増幅過程にも影響を与えている可能性も考えられる。

# シンポジウム 1



# S1-1

## 最近の生命起源研究

### Recent Studies on the Origin of Life

大石 正（奈良佐保短期大学）

Tadashi Oishi (Narasaho College)

生命がどのようにしてこの地球上に生まれ出たかに関する現時点で主流となっている考えは、RNA が遺伝的機能と触媒機能の両者を併せ持つことのできる唯一の生体高分子であるとの考えに基づく RNA ワールド仮説である。しかし、この RNA ワールド仮説には多くの問題があることも良く知られた事実である。

一方、池原らは遺伝子がどのように生み出されるのかについての GC-NSF(a) 仮説や遺伝暗号の起原に関する GNC-SNS 原始遺伝暗号仮説を考察する過程で思いついた生命の起原に関する GADV 仮説を提唱している。

また、近年、火星探査など宇宙科学的な研究の進歩や彗星や隕石中の化学的分析技術が進歩するにしたがって、これまでにも彗星や隕石を通じて生命を生み出すもとなつた水やアミノ酸が宇宙から地球に持ち込まれたという多くの事実が確認されている。そのようなことあって、生命は地球で生まれたのではなく、宇宙で生まれ、この地球に到達した後、地球で繁栄したのではとの生命の起原に関する宇宙起源説も提唱されている。

そこで、本シンポジウムでは、

1. 宇宙でのアミノ酸合成など、化学進化の問題
2. 前生物的化学の立場からみた RNA ワールド仮説に関する議論
3. 生物進化における余剰エネルギーの問題
4. タンパク質の0次構造と生命の起原に関する GADV 仮説の問題

など生命の起原に関する最近の研究成果について議論する場を設け、現在、何が問題となっているのか、そして今後、どのような観点から研究を進めていくのが生命起源研究にとって重要なのかを皆さん方と一緒に考えたいと思っている。

# S1-2

## 宇宙での化学進化における放射線・紫外線の役割

Role of Radiation on chemical evolution at the universe

中川和道（神戸大学 大学院 発達環境科学研究科）

Kazumichi Nakagawa (Kobe university, nakagawa@kobe-u.ac.jp)

標記の課題について以下の諸点から検討を行う。

隕石の加水分解生成物からアミノ酸が発見されたことは宇宙においても生体分子が生成した可能性を示し、近年それらのアミノ酸に見出されたエナンチオ過剰は宇宙においてもカイラリティーの始まりの引き金が引かれたことを示唆する。本講演では放線・紫外線が宇宙での化学進化において果たした役割を以下の諸点から検討する。

1. 宇宙は高真空であるとともに低温（マイクロ波背景放射 2.7 K）であり、この温度では化学反応には活性化工エネルギーが正の吸熱反応は起こりにくくトンネル反応が主役となるが、恒星からの紫外線・X線・粒子放射線、他の宇宙からの放射線などをエネルギー源とする反応が起こりえる環境では温度はもう少し高いはずである。冥王星の表面温度の平均 44 K などが参考となる。
2. 化学進化における問題点のひとつは、化学平衡まで照射を続けると分子は一方的に分解されるのみである。照射を「(ちょうど) いいところでやめる」ことがどう実現されたかを扱う指針が必要である。アミノ酸モノマーの固相に軟X線や真空紫外線を照射してペプチドの生成量子効率を調べた実験を紹介する。
3. 分子の安定性とカイラル安定性：せっかく生成された分子が放射線などの分解因子の作用をくぐりぬけて宇宙を渡ることが必要である。そのさい、分子自身の破壊を免れるという意味での「分子の安定性」とともに、カイラリティーをもつ分子がラセミ化されたり分解されて小さな分子になるさいにカイラリティーを失うという意味での安定性（我々はこれを「カイラル安定性」と定義することを提案したい）の検討が必要である。例えばアラニン固相に 146nm 光を照射するとラセミ化とラセミ化した 2 量体の生成が観測された。一方アスパラギン酸の固相では 146nm 光照射に対してラセミ化は生じなかった。これらの結果からアラニンのカイラル安定性はアスパラギン酸より低いと結論した。いろいろな分子がいろいろな放射線に対してどのようなカイラル安定性を示すかについて系統的な実験が必要である。

我々のグループの論文についてはホームページ

<http://neweb.h.kobe-u.ac.jp/lab/nakagawa/paper.html> をご参照下さい。

# S1-3

## 前生物的化学に基づいてRNAワールド仮説を検証する Verification of the RNA world hypothesis on the basis of prebiotic chemistry

川村邦男(大阪府大・院・工)

KAWAMURA Kunio

(Osaka Prefecture University)

【緒言】 RNA酵素(リボザイム)の発見によって、生命の出現においてRNAが重要な役割をはたしたとするRNAワールド仮説が提案された。RNAワールド仮説は1990年代から盛んに研究されここ数回のISSOLの主要なテーマとして取り上げられ、昨年のフィレンツェのISSOL会議でも多くの発表があった。また、CSHL Press出版の”The RNA World”はThird Editionが発行された。ここでは、RNAワールド仮説の経緯、問題点、および展望について考える。

【RNAワールド仮説の経緯】 RNAワールドという用語が登場したのはGilbertの1986年の論文である。しかしもっと古くからRNAワールドに関する研究が行われてきた。Orgelらは1960年代からRNAモノマーからポリマーが生成する過程について研究を進め、1970年代にはリン酸基をイミダゾールで活性化したヌクレオチドモノマーを用いるRNAの原始ポリメラーゼモデルを確立した。この研究を基礎として、澤井らは金属イオン触媒を用いて、Ferrisらは粘土触媒を用いてRNAの原始的生成経路を見いだした。また1990年に、RNAを人工的に進化させるin vitro selection法(SELEX)が、SzostakらとTuerkらのグループで独立に発明された。

【問題点】 RNAワールド仮説にはいくつかの難点がある。①:RNAモノマーは塩基、リボース、リン酸基がN-グリコシド結合とリン酸エステル結合で結合して生成する。原始地球でRNAが生成し得ることは化学進化実験によって示されたが、アミノ酸が原始大気から放電エネルギーなどで生成するのと比べてかなり難しい。②:熱水中でRNAが酵素機能や情報を保持することは困難だと考えられるので、生命は熱水中で誕生したとする熱水起源説とRNAワールド仮説は矛盾する。我々の研究によるとRNAポリマーの生成は高温でも起こり得たことが示されたが、同時に、RNAはアミノ酸と比べて約1万倍不安定でありRNAワールド仮説を否定しているように見える。③:in vitro selection法は、原始地球上に様々な機能をもつRNAが存在し得たことを示し、RNAワールド仮説の強い根拠となってきた。しかしこの方法ではランダムDNAプールや逆転写PCR法などの、化学進化の過程では存在しなかった材料と仕掛けが必要である。

【展望】 RNAワールドの研究はOrgel, Szostak, Joyceなどのアメリカの研究者が主導的に進めてきた。上記の問題点の解決を含めて、新説を提案したり独自の実験手法で研究を進めなければ、既存の研究の亜流にとどまるだけで、この分野の日本の評価は一向に高くならない。RNAワールド周辺の独創的なアプローチが期待される。

# S1-4

新しい進化論：エネルギー観点を根底に据えた余剰進化論

A new theory of evolution: Evolution based on surplus metabolizable energy.

白井浩子（岡山大学理学部臨海実験所）・長野八久（大阪大学大学院理学研究科 分子熱力学研究センター

Hiroko Shial<sup>1</sup> and Yatsuhisa Nagano<sup>2</sup>

1)Ushimado Marine Laboratory, Okayama University, Japan, and 2) Research Center for Molecular Thermodynamics, Graduate School of Science, Osaka University, Japan.

著者らは、生物進化について計らずも、従来の通説を批判する独自の「余剰進化論」を提出するにいたった。通説では進化は偶然に起こる DNA 突然変異が先陣を切ると捉える。即ち、突然変異が個体に有利を与えれば元の DNA 構造（遺伝子）を駆逐して種内に蔓延する、と説明される。新説では DNA 機能の捉え方が殆ど逆である。個々の突然変異が起こる時、種はすでに一定の生活様式を採用しており、このうち何が排除され、何が維持されるかの DNA 編成変えはこの生活様式に従う、つまり、DNA は遺伝機能を担いつつこの生活様式を従順に固定化・安定化する。こうして DNA は、編成変えの進行により元の形質には戻れなくなる重要な機能をもつ。生活様式の可変性の根拠は、生物が代謝エネルギー収支を常にマイナス回避する要素更新系であり、余剰エネルギーを必ず含む（退化域や発達・蓄積域をもつ）物質の存在状態であるという生物の本質にある。新説が導かれた発生学実験から解説する。また、通説、それへの集団遺伝学からの批判、ラマルクやダーウィン、人間性の発達など、進化に関する諸説の整理も試みる。

# S1-5

## タンパク質の0次構造と生命の起原

### Protein 0<sup>th</sup>-order Structure and the Origin of Life

池原 健二（奈良佐保短期大学）

Kenji Ikehara (Narasaho College)

RNA が遺伝的機能と触媒機能を同時に持ち得ることを主な根拠として、生命は RNA の自己複製によって形成された RNA ワールドから生まれたとの RNA ワールド仮説が生命の起原を説明するための主な考え方となっている。しかし、この仮説はヌクレオチドや RNA を無生物的に生成することが極めて困難であるなど多くの問題を抱えている。

一般に、既存の考えとは大きく異なる考えを新たに生み出すためには、新しい概念の導入が必要である。なぜなら、新しい概念を導入しない状況の中では既存の考え方思いつかないし、それ以外の考えはありえないよう思うものだからである。

例えば、新規タンパク質の形成について考えることにしよう。これまでに提案されている新規タンパク質の形成に関する主な考えにはアミノ酸配列仮説とタンパク質構造仮説があるが、これらの考えには、残念ながら事実上実現が困難な大きな問題点が存在する。それに対して、偶然ではあったが、私たちはランダムにアミノ酸を重合しても、水溶性で球状のタンパク質を高い確率で形成できる特異なアミノ酸組成の存在することに気がついた。このアミノ酸をランダムに重合しても高い確率で新規タンパク質を生成できる特異なアミノ酸組成をタンパク質の0次構造と呼んでいる。GC 含量の高い遺伝子のアンチセンス鎖や SNS 遺伝暗号がコードするタンパク質は、水溶性で球状のタンパク質を形成するための 6 つの必要条件を高い確率で満足できる。

一方、私たちは新規な遺伝子が生み出される過程に関する GC-NSF(a)仮説から始め遺伝暗号の起原に関する GNC-SNS 原始遺伝暗号仮説を考察する中で、GNC がコードする GADV アミノ酸もタンパク質の0次構造の一つであることに気がついた。これが一つの新しい概念の導入となり、生命はタンパク質の擬似複製によって形成された GADV タンパク質ワールドから生まれたという生命の起原に関する GADV 仮説に到達したのである。

タンパク質の0次構造が存在し得る理由や私達の主張する GADV 仮説の可能性も含めて、このシンポジウムの中で、皆さん方と一緒に議論できればと考えている。



# 一般講演



池原健二<sup>1</sup>、高平麻美<sup>2</sup>、大石正<sup>1</sup> (<sup>1</sup>奈良佐保短大、<sup>2</sup>奈良女・理・化)

Kenji Ikebara<sup>1</sup>, Asami Takahira<sup>2</sup>, Tadashi Oishi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Narasaho College, <sup>2</sup>Dep. Chem., Fac. Sci., Nara Women's Univ.)

**[序論]** 私たちは、生命の起原に関する GADV 仮説を提唱しているが、これは新規遺伝子の生成に関する GC-NSF(a)仮説から生み出されたものである。そのため、GADV 仮説が正しいかどうかを考える上で、GC-NSF(a)仮説が本当に正しいのかどうかが大きな問題となる。そこで、昨年に引き続き、アンチセンス鎖がコードする仮想的なタンパク質のアミノ酸配列と相同なタンパク質のアミノ酸配列をタンパク質のデータベースの中から探し出すことが出来るかどうかを調べた。

**[研究方法]** GenomeNet 内の微生物ゲノムの塩基配列からアミノ酸合成に関する酵素をコードする遺伝子の塩基配列を取り出し、そのアンチセンス鎖上の塩基配列を求めた。次に、アンチセンス鎖の塩基配列からアミノ酸配列を求め、得られたアミノ酸配列と相同なタンパク質のアミノ酸配列が存在するかを DDBJ 内の Blast サーチを用いて検索した。検索した結果から相同性が高く、複数の相同タンパク質を示すものを取り出すことによって、本當にある遺伝子のアンチセンス鎖から新しい遺伝子が生まれた証拠が得られるのかを検証した。

**[結果と考察]** DDBJ 内の Blast サーチを用いて、*P. aeruginosa* のアミノ酸合成に関する遺伝子のアンチセンス鎖がコードするアミノ酸配列と相同なタンパク質のアミノ酸配列が存在するかを調べた。その結果、十分に相同性が高く 5 つ以上の相同性タンパク質を持つものが 9 種存在した。その中で、既存の酵素の遺伝子であるものがフェノールヒドロキシラーゼなど 3 種類存在した。遺伝暗号の塩基位置 3 番目が縮重のため高頻度に変化することを考慮するとアンチセンス鎖がコードする仮想的なタンパク質のアミノ酸配列と相同的な酵素遺伝子が存在していることを検出できたのは驚くべき結果である。このことは、私達が予想するように、GC 含量の高い遺伝子のアンチセンス鎖 (GC-NSF(a)) から新しい酵素をコードする遺伝子が新規に生まれたこと、即ち、私達の提唱する GC-NSF(a) 新規遺伝子生成仮説の正しいことを示している。

# 12

## 祖先型グリシルtRNA合成酵素の研究

Analysis of ancient enzyme of Glycyl-tRNA synthetase

羽根 晃平、清水 秀明、横堀 伸一、山岸 明彦（東京薬科大学）

Kohei Hane, Hideaki Shimizu, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi

(Tokyo University of Pharmacy and Life Science)

16S/18S rRNA 遺伝子の分子系統解析から、全生物共通祖先(Commonote)は超好熱性であったと提唱されている。我々はこれまで、分子系統学的解析に基づいて推定した祖先型残基を様々な酵素に導入しこの仮説を検証してきた。代謝系酵素2種、すなわちロイシン合成系のイソプロピルリンゴ酸脱水素酵素(IPMDH)、およびTCA回路のイソクエン酸脱水素酵素(ICDH)と、翻訳系酵素である、グリシル tRNA 合成酵素 (GlyRS) の祖先型化変異酵素をこれまで対象として実験を行われた。これらの祖先型変異酵素は、野生型酵素よりも高い熱安定性を持つ傾向があり、全生物の共通祖先が超好熱性であったとする説を支持している。

本研究では、太古の祖先が持っていた酵素の遺伝子全領域の配列を推定し、そのすべてを全合成することにより、太古の酵素を復元し、その性質を調べることを目的とする。モデル酵素としては、翻訳系の酵素である GlyRS を選択した。これは、翻訳系のタンパク質は rRNA の系統樹と同様の系統樹を示すことが多く、その系統樹は生物の進化経路をよく反映していると考えられることによる。

上記の目的のため、データバンクから得た様々な生物の $\alpha_2$ タイプの GlyRS のアミノ酸配列とともに、アライメントを行い、最尤法にて系統樹を作成した。ここで得られる系統樹は無根系統樹のため、Commonote の配列は推定できない。そこで、その系統樹を基に真性細菌の共通祖先、古細菌の共通祖先のもつ GlyRS のアミノ酸配列を推定した。それぞれの祖先进生物アミノ酸配列を DNA 配列に変換した後、それらの祖先遺伝子を PCR によって全合成し、塩基配列の確認を行った。今後、それらの祖先遺伝子をタンパク質発現ベクターに組み込み、大腸菌内で発現させ、精製および機能解析・熱安定性解析を行う予定である。

### 文 献

Miyazaki et al. (2001) *J. Biochem. (Tokyo)* 129(5): 777-82.

Iwabata et al. (2005) *FEMS Microbiol. Lett.*, 243(2): 393-8.

Watanabe et al. (2006) *FEBS Lett.*, 580(16): 3867-71.

Watanabe et al. (2006) *J. Mol. Biol.*, 355: 664-674.

Shimizu et al. (2007) *J. Mol Biol.*, 369: 1060-1069.

超好熱古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来

トリプトファン-tRNA 合成酵素による tRNA 認識と進化

Molecular Recognition and Evolution of Tryptophan tRNA by

Tryptophanyl-tRNA Synthetase from Hyperthermophilic

Archaeon, *Aeropyrum pernix* K1土屋 渉<sup>1</sup>、長谷川 典巳<sup>1,2</sup>（<sup>1</sup>山形大学・院理工、<sup>2</sup>山形大学・理）

Wataru Tsuchiya and Tsunemi Hasegawa

(<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, Yamagata University,<sup>2</sup>Faculty of Science, Yamagata University)

タンパク質の生合成過程において、アミノアシル-tRNA 合成酵素(ARS)は、対応する tRNA とアミノ酸を特異的に認識し、厳密にアミノアシル化を行うことによって遺伝暗号を正確に発現させるという極めて重要な役割を担っている。ARS と tRNA は生命誕生の初期から存在する分子種であると考えられ、その認識・識別の分子機構の解明はこれらの分子の進化過程を探る手がかりとなると考えられる。現在までに古細菌についての tRNA 認識機構の解明の報告は少ないが、大腸菌においてはほぼ解明されている。大腸菌のトリプトファンの系については、アンチコドン CCA、識別位塩基 G73 およびアクセプターステム末端の 3 塩基対 A1-U72、G2-C71、G3-C70 が識別に関与していると報告されている。しかしながら、古細菌および真核生物のアクセプターステム末端の塩基対は大腸菌に代表される真正細菌のものとは異なる塩基対 G1-C7 であり、しかも、真核生物である酵母ではこの末端塩基対および識別位塩基は認識されず、アンチコドン 1 文字目 C34、2 文字目 C35 のみを識別しているという真正細菌とは大きく異なった結果の報告がなされている。そのため、古細菌のトリプトファン tRNA の認識機構の解明は、三大生物界の分子進化を考える上で大変興味深い。よって、この ARS によるトリプトファン tRNA の分子認識を解明することを目的に、すでに日本で全ゲノム配列が解明された超好熱古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来のトリプトファン-tRNA 合成酵素(TrpRSAP)によるトリプトファン tRNA の認識機構についての解明と TrpRSAP の X 線構造解析を行った。

大腸菌では認識に関わっているとされるアクセプターステムに種々の変異を導入し、トリプトファン受容活性を比較した結果、識別位塩基 A73、アクセプターステム末端の 1 番目 G1-C72、2 番目 G2-C71 の塩基対が認識されていた。また、通常はモノリン酸である 5'末端のリン酸基をトリリン酸化、あるいは脱リン酸化するだけでトリプトファン受容能が著しく低下するという興味深い現象がみられ、この 5'末端のリン酸基が TrpRSAP との相互作用に大きく関わっていることを示唆していた。アンチコドンの認識についても同様に変異を導入してトリプトファン受容活性を比較した結果、C34 と C35 は厳密に認識されているが、A36 の認識については弱かった。これらの結果は、TrpRSAP の X 線構造解析からも裏付けられた。以上の結果から、TrpRSAP によるトリプトファン tRNA の認識部位は、真正細菌と真核生物の中間の性質を持っていると考えられ、古細菌の分子進化を考える上で大変興味深い。

# 14

## Poly-glycine binding RNAの RNAワールドにおける役割

Role of poly-glycine binding RNA in RNA world

小寺彰吾<sup>1</sup>、田村浩二<sup>1,2</sup> (<sup>1</sup>東京理科大学、<sup>2</sup>科学技術振興機構 さきがけ)

Shogo Kodera<sup>1</sup> and Koji Tamura<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>Tokyo University of Science, <sup>2</sup>PRESTO, JST)

現在の生命形態は「DNA→RNA→タンパク質」というセントラルドグマに基づいている。では原始地球上における生命形態はどのようなものだったのだろうか？この疑問に対して今まで様々な仮説が提唱されてきた。そして、Cech や Altman らのリボザイムの発見を契機として、一つの原始的な生命形態に関する仮説が Gilbert によって提唱された。それが RNA のみで成り立つ「RNA ワールド」仮説である。これ以後、原始地球の歴史上において、現在の生命形態以前に、「RNA ワールド」と呼ばれる生命形態が存在していたのだという考えが生命進化における大きな潮流となつた。

しかし、この仮説には克服すべき大きな問題点がある。それは RNA 自体がとても不安定な物質であるということである。過酷な原始地球の環境で、RNA が単体で存在できたのかという問題は、「RNA ワールド」の存在の可能性を議論する上で、避けては通れない点である。

我々は、この問題に「RNA と原始ペプチドの相互作用」という観点から取り組んでいる。原始地球上には Glycine などの簡単なアミノ酸が多く存在した可能性が高く、さらに、現在の RNA 結合性を持つタンパク質の中には、N 末端側に Glycine を多く含む配列を持つものが存在することが明らかになっている。従って、原始地球上で Glycine からなるペプチド (Poly Glycine) と相互作用することによって、RNA の安定性が獲得してきた可能性が考えられる。こうした Poly Glycine と RNA との相互作用を基にして RNA ワールドが成熟し、やがては遺伝暗号の誕生につながったのではないかと考えている。このような可能性を実験的に検証するために、まず、ランダムな配列を有する RNA から *in vitro selection* 法を用いて Poly Glycine に結合する RNA アプタマーを選択した。そして、それらの RNA アプタマーの塩基配列を明らかにし、比較を行うことによって Poly Glycine binding RNA 特有の配列の存在形態に関して考察している。さらに、選択した Poly Glycine binding RNA と Poly Glycine の相互作用状態を熱安定性や分子構造の観点から解析している。

# 15

## ナノアーキアGlyRSによるtRNA<sup>Gly</sup>認識機構から 遺伝暗号の起源に迫る

Recognition mechanism of tRNA<sup>Gly</sup> by Nanoarchaeota GlyRS  
— Searching for the origin of the genetic code —

三宅秀明<sup>1</sup>、田村浩二<sup>1,2</sup> (<sup>1</sup>東京理科大学、<sup>2</sup>科学技術振興機構 さきがけ)

Hideaki Miyake<sup>1</sup> and Koji Tamura<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>Tokyo University of Science, <sup>2</sup>PRESTO, JST)

生命の起源とはどんなものであったか？という疑問は、生物学における大きな謎の一つである。この謎に対する答えを探るために、様々なアプローチがなされてきたが、未だにその答えは見つかっていない。我々は、ナノアーキアGlyRSによるtRNA<sup>Gly</sup>の認識機構を解明し、遺伝暗号の起源に迫ることで、この謎に対する答えを探っている。

既知の生命を見ると、全生命において、遺伝情報は、遺伝暗号により記されている。よって、遺伝暗号の起源を探索することにより、生命の起源に迫ることができると考えられる。では、遺伝暗号の起源とは、いかなるものであったのであろうか。この疑問を解決する為に、生命現象に目を向けた際に、注目すべき段階として、全ての生命の根幹をなすセントラルドグマにおける「核酸とアミノ酸との対応」の段階が存在している。そして、この段階は、全生命においてtRNAにより担われている。現在、tRNAにアミノ酸を付加する反応は、アミノアシルtRNA合成酵素(aaRS)により触媒されている。この反応において、誤ったアミノ酸を付加しない為に、aaRSは、tRNAを特異的に認識している。我々は、この特異的な認識が、遺伝暗号の成立に深く関わったと考え、この認識機構を解明し、遺伝暗号の起源に迫ることを試みている。

今回、我々は、既知の生物において、最小のゲノムサイズを持つ古細菌であり、共通祖先から最初期に分岐したとされるナノアーキアの系を用いることによって、最も原始的なtRNAのアミノアシル化機構の進化を明らかにすべく実験を行った。また同時に、生命で使用されている20種のアミノ酸の中で、最も単純な構造を持ち、生命の起源のステージにおいて豊富に存在したとされるGlycineの系に注目し、GlyRSによるtRNA<sup>Gly</sup>の認識機構の解明を試みた。現在、ナノアーキアGlyRSを大腸菌で発現回収し、tRNA変異体を用いたアミノアシル化反応を行い、反応が進行するかを調べている。そして、tRNA<sup>Gly</sup>上でGlyRSによる認識に重要な部位を決定することで、ナノアーキア特有の分子認識機構を明らかにし、遺伝暗号の起源との関わりを考察している。

# 16

## ヌクレオチドの重合過程における不斉増幅 Chiral Amplification during Oligomerization of Ribonucleotide on Mineral Surface

○浦田秀仁, 藤森麻美, 前田麻理, 青野知永, 和田俊一, 赤木昌夫

(大阪薬大)

Hidehito Urata, Mami Fujimori, Mari Maeda, Chie Aono, Shun-ichi Wada and Masao Akagi

(Osaka University of Pharmaceutical Sciences)

【目的】RNAに反応触媒活性が見出されて以来, RNA world仮説が多く支持を集め, RNA worldの主役となる数十量体程度のRNAの非酵素的生成機構に注目が払われてきた。Ferrisらは粘土鉱物であるmontmorilloniteを触媒に用いて、活性化モノヌクレオチドであるadenosine 5'-phosphorimidazolide (ImpA)が効率よく重合することを見出した(1)。さらに、Ferrisらおよび我々はそれぞれ単独で、montmorilloniteを触媒に用いてラセミ体ImpAの重合反応を行い、RNAを錠型とする重合反応とは対照的に、montmorilloniteを触媒に用いればラセミ体モノヌクレオチドでも比較的効率良く反応が進行し、ホモキラルおよびヘテロキラルなオリゴマーの複雑な混合物が生成することを見出した(2,3)。ところが、現在存在する生物のRNAやDNAは厳密にD-ホモキラルであることから、RNAの化学進化過程でホモキラルなRNAが自然選択される機構が必要になってくる。

これまでに我々は、ホモキラルなRNAとヘテロキラルなRNAの加水分解速度の検討結果から、後者は前者に比べ有意に加水分解速度が速く、ホモキラルなRNAがその加水分解に対する安定性が要因となって自然選択されてきた可能性があることを報告した(4)。今回、オリゴマーの生成過程に注目し、montmorilloniteを用いたモノヌクレオチドの重合過程でモノヌクレオチドのキラリティーが増幅される可能性について検討を行った。

【方法】montmorillonite存在下、pH 8の緩衝液中で低光学純度(D:L = 60:40) ImpAの重合を行い、重合により得られたオリゴアデニル酸を鎖長ごとに分取した。この各オリゴマーをアルカリ加水分解およびアルカリホスファターゼ処理によりアデノシンに分解した。このようにして得たアデノシンをHPLCにより光学分割し、重合前後のエナンチオ過剰率の変化を調べた。

【結果および考察】重合反応物から鎖長ごとに得たオリゴアデニル酸から、アルカリ加水分解およびアルカリホスファターゼ処理により化学純度95%程度でアデノシンを回収できた。このアデノシンをキラルカラムによる光学分割を行ったが完全分離できなかったため、adenosine deaminase (ADA)によるD体選択的脱アミノ化反応によりD体のみをイノシンに変換後、イノシンと未反応のL-アデノシンを逆相HPLCで定量しアデノシンのエナンチオ過剰率を求めた。その結果、重合により得たオリゴアデニル酸の鎖長が長くなるにつれて、構成アデノシンのD過剰率が僅かではあるが高くなる傾向が認められた。

このように、モノヌクレオチドの僅かなsymmetry breakingが重合反応により増幅され、さらに生成したヘテロキラルオリゴマーの優先的加水分解が繰り返されることで、RNAのホモキラリティーが確立してきた可能性が考えられる。

### References

- 1) Ferris, J. P. et al., *Science*, 257, 1387 (1992).
- 2) Joshi, P. C. et al., *Chem. Commun.*, 2497 (2000).
- 3) Urata, H. et al., *Chem. Lett.*, 324 (2001).
- 4) Urata, H. et al., *Chem. Commun.*, 2578 (2005).

# 特別講演



中沢 弘基（物質・材料研究機構）

Hiromoto Nakazawa

(National Institute for Materials Science)

### 1. 有機分子ビッグバン説

「なぜ生物は進化するのか」を考察すると、その必然性は地球の冷却に伴う全地球エントロピーの減少であり、したがって進化とは地球軽元素群のより高度な組織化であると理解される(1, 2)。従って、生命の発生に至る個々の反応やその順序(化学進化の過程)は、初期地球史の事件と対応して、時と場所が特定されるはずである。

この概念を基に 20 世紀末から見えてきた初期地球の描像を根拠として提案したのが、有機分子ビッグバン説である。生命の発生に必要な多量の有機分子群は、40～38 億年前頃に激しかった隕石・小惑星の海洋爆撃によって、それらに含まれる鉄と微量の炭素、地球海洋の水と大気の窒素の化学反応で準備されたと推定した。

Urey -Miller の実験(1953)をはじめ、メタンやアンモニア大気を想定した有機分子の起源モデルは、1970 年代以降、原始大気が N<sub>2</sub> および CO<sub>2</sub> を主とする弱酸化的組成であったことが定説となって、その前提が崩れていた。有機分子ビッグバン説はその穴を埋める、地球史的に合理的な有機分子の起源モデルである。

### 2. 何故、生物有機分子は親水的で粘土鉱物親和的か

有機分子ビッグバン説の妥当性は衝撃実験によって示すことができたが、試料の量の制限から、アミノ酸・アミン・カルボン酸以外の多様な有機分子の創出は実証できていない(3)。しかし、それらも同時に生成したことは、例えば、アミンやカルボン酸の分子基である直鎖式炭化水素が存在するはずであることや、ベンゼンなどの環式炭化水素も生成されたであろうことは衝撃条件から推定できる。それらは一旦海洋に回収されるであろうが、疎水性有機分子は凝集して水面に浮上し、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 大気と強い紫外線に遭遇して分解する。親水性有機分子は、しかし、水中に溶解すると共に粘土粒子(隕石中の珪酸塩の変質で衝撃時に同時生成する)に吸着・凝集・沈殿・堆積することによってサバイバルしたであろう。従って水溶性で粘土親和性の分子だけが、進化を続けられたはずである。更に様々な条件を経るとしても、生物有機分子の基本的性質が、最初の自然選択によって地球史的に一旦は揃えられたものと推定される。

(1) 中沢弘基 (2006) 「生命の起源・地球が書いたシナリオ」新日本出版

(2) Nakazawa, H. (2007) Origin of Evolution of Life: Endless Ordering of the Earth's Light Elements, Proc. Origin and Evolution of Natural Diversity, ed. Okada H. et al., pp. 13-19

(3) Furukawa, Y., Sekine, T., Oba, M., Kakegawa, T., Nakazawa, H. (2009). Biomolecule formation by oceanic impacts on early Earth. Advanced online publication, Nature Geoscience



# 一般講演



# 17

## パンスペルミア、化学パンスペルミアと準パンスペルミア Panspermia, Chemo-Panspermia and Quasi-Panspermia

小林憲正（横浜国大院工）

Kensei Kobayashi (Graduate School of Eng., Yokohama Natl. Univ.)

地球生命が地球外で誕生し、地球に飛来したとする説は、一般にパンスペルミア説とよばれるが、生物が過酷な宇宙環境で長期間生き続けるのは難しいことなどから批判されてきた。しかし、近年、種々の極限環境で生息する微生物がみつかり、高層大気中にも微生物が生存することから、その可能性が再検討されている。国際宇宙ステーションの曝露部を利用した「たんぽぽ計画」はその検証を主要な目的のひとつとする。

生命そのものではなく、地球生命の誕生に必要とされる有機物が地球外から供給された可能性については、広く支持を集めている。これは、隕石や彗星、惑星塵などに多様な有機物が含まれていること、原始地球上には、今日よりもはるかに多くの隕石等が降り注ぎ、多くの「有機炭素」を供給したと考えられること(Chyba and Sagan, 1992)などによるものである。隕石や彗星ダスト中の有機物の多くは芳香族性が高い、不溶性のものであることから、PAHやフラーレン関連分子を主要な星間有機物と考える欧米の研究者が多い。これらの地球外からの供給を「化学パンスペルミア(chemo-panspermia)とする。

しかし、PAHなどを宇宙から持ってきてそこから生命への道のりは長い。生命が誕生したのは、38億年前かそれ以前と考えられているが、39億年くらいまでは後期隕石重爆撃期で、生命の誕生と進化を育む安定な海が期待できなかったといわれる。つまり、隕石重爆撃機が終息するや否や、生命が誕生したことになる。このためには、原始海洋（熱水系？）すぐに生命の種となりうる有機物の供給が必要である。このような宇宙からの機能性有機物の供給を単なる化学パンスペルミアと区別して、準パンスペルミア(quasi-panspermia)とよびたい。

隕石や彗星中の有機物は、分子雲中で誕生した有機物がもとになっていると考えられる。模擬分子雲環境下で放射線により合成した有機物は分子量数千の複雑な有機物であり、加水分解によりアミノ酸なども生じる。このような分子が星間や隕石母天体中の変成により、生物機能の種（触媒活性や細胞状構造など）が生じ、これが宇宙塵などにより地球に持ち込まれた。そして「がらくたワールド」の中でその機能の淘汰が行われた-そのような可能性の検証を計画中である。

## 18

### 炭素質コンドライトおよび南極土壌中のアミノ酸

#### Amino acids in Carbonaceous chondrite and Antarctic soil

○永繩一樹<sup>\*</sup>・原昌史<sup>\*</sup>・高野淑識<sup>\*\*</sup>・福井学<sup>\*\*\*</sup>・三田肇<sup>\*\*\*\*</sup>・小川麻里<sup>\*\*\*\*\*</sup>・

金子竹男<sup>\*</sup>・小林憲正<sup>\*</sup> (\*横浜国大院工・\*\*JAMSTEC・\*\*\*北大低温研・

\*\*\*\*福岡工大、\*\*\*\*\*安田女子大)

○Kazuki Naganawa<sup>\*</sup>、Masashi Hara、Yoshinori Takano<sup>\*\*</sup>、Manabu Fukui、Hajime Mita、Takeo Kaneko<sup>\*</sup>、Kensei Kobayashi<sup>\*</sup> (\*Yokohama National Univ. \*\*JAMSTEC \*\*\*Hokkaido Univ. \*\*\*\*Fukuoka Inst. Tech. \*\*\*\*\*Yasuda Womens Univ.)

【緒言】アミノ酸は主要な生体分子であるため、極限環境中の生命の化学的検出のためのターゲットと考えられる。南極は寒冷かつ乾燥しており地球生命圏のフロンティアである。本研究では南極昭和基地周辺土壌中のアミノ酸を分析し、アミノ酸分析による生命の検出法について考察した。また、土壌・隕石中のアミノ酸の抽出法として熱水抽出法と HF 分解法が考えられるが、前者が主流となっている。本研究では熱水抽出法、HF 分解法を用い南極土壌や隕石中のアミノ酸を分析し、両者の比較を行った。

【実験】分析法は既報<sup>1)</sup>と同様である。試料は第 47 次および 49 次南極観測隊が採取した昭和基地周辺土壌、およびマーチソン隕石を用いた。

【結果】図 1 に HF 分解法による南極土壌中のグリシン濃度を示す。人間およびペンギン活動の影響が少ない南極土壌 (Site 5) の Gly 濃度は 39.3 nmol/g であり、これは熱水抽出法での値 9.44 nmol/g よりも約 4 倍高い値であった。また、これはキャンパス表土に含まれる Gly 濃度 ( $12.5 \mu\text{mol/g}$ ) の約 0.03 % だった。南極土壌でもペンギン営巣地に近い Site 8 の Gly 濃度は  $6.09 \mu\text{mol/g}$  と高い値を示した。また他の南極土壌試料でも生命活動の多いと考えられる地点ではアミノ酸濃度が高くなかった。47 次と 49 次の南極土壌中のアミノ酸量を比べると Site 4 では 49 次は 47 次より Site 4 では半減したが、他の地点ではほぼ変わらなかった。

Ala の D/L 比を測定した結果、ペンギン営巣地の近く (Site 8) では 0.09、人間や動物が生活している場所から離れていて生物の影響があまり考えられない Site 5 では 0.18 となり、生物活動の低い地点では、D 体の割合が多い傾向がみられた。以上の結果はアミノ酸濃度やその D/L 比が生物活動の指標となりうることを示唆する。

図 2 にマーチソン隕石中のアミノ酸分析結果を示す。南極土壌と同様、HF 分解法の方が熱水抽出法よりも約 4 倍多くのアミノ酸を抽出することができた。これは、南極土壌およびマーチソン隕石中のアミノ酸の多くが、鉱物マトリックス中に取り込まれた複雑な前駆体として存在することを示す。今後、隕石中のアミノ酸前駆体のキャラクタリゼーションを行うことにより、その生成機構を考察していく予定である。

1) 永繩ほか, *Viva Origino*, 36 Suppl., 24 (2008).

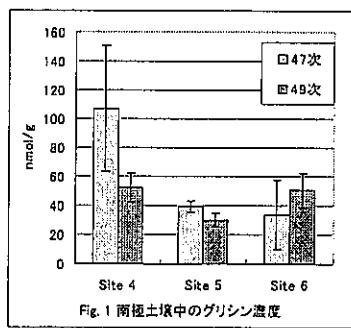


Fig. 1 南極土壌中のグリシン濃度

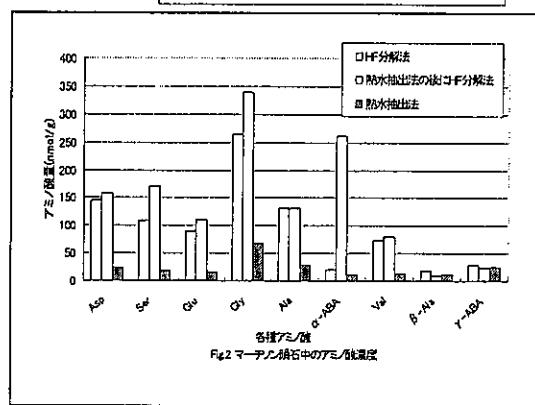


Fig. 2 マーチソン隕石中のアミノ酸濃度

# 19

## 南極土壤試料中の酵素活性と生命活動 Microbial activities in Antarctic soils as measured by enzymatic activities

佐藤修司<sup>1</sup>, 土屋直子<sup>1</sup>, 金子竹男<sup>1</sup>, 吉村義隆<sup>2</sup>, 小川麻里<sup>3</sup>, 高野淑識<sup>4</sup>,  
吉田 聰<sup>5</sup>, 小林憲正<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>横浜国大院工, <sup>2</sup>玉川大農, <sup>3</sup>安田女子大, <sup>4</sup>JAMSTEC, <sup>5</sup>放医研)

Shuji Sato<sup>1</sup>, Yuki Ito<sup>1</sup>, Yoshinori Takano<sup>2</sup>, Mari Ogawa<sup>3</sup>, Manabu Fukui<sup>4</sup>, Satoshi Yoshida<sup>5</sup>, Takeo Kanko<sup>1</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>Yasuda Women's Univ., <sup>4</sup>ILTS. Hokkaido Univ., <sup>5</sup>NIRS)

〈緒言〉 近年、大気圏や極域、地殻深部などの極限的な環境から盛んな生命活動が報告され、地球生命圏の知見が広がりつつある。本研究では生物指標として土壤中の酵素(アルカリホスファターゼ; ALP)活性に着目して、南極昭和基地周辺土壤中に存在するホスファターゼのキャラクタリゼーションを行った。そしてこの結果から、寒冷・乾燥・強紫外線環境の南極土壤における生物活動の評価を試みた。

〈実験〉 土壤試料は、南極第47および49次観測で採取された南極昭和基地周辺の土壤と横浜国立大学キャンパスの土壤、マリアナ海底熱水噴出孔で採取されたチムニー試料を用いた。土壤試料にTris-HCl緩衝液(pH 9.0)を加えて1時間攪拌し酵素を抽出した。抽出液の酵素活性測定には4-メチルウンベリフェリルリン酸を基質とした蛍光光度法を用いた。土壤抽出液について、酵素活性の至適温度や熱安定性について調べた。抽出液の活性成分の分子量推定は、抽出液をGFCによって分子量分画して測定を行った。また、活性発現における金属イオンの影響を調べるために、EDTA溶液を加えてホスファターゼを失活させ、金属イオン溶液を加えて酵素活性が復元するかどうか調べた。土壤中酵素の放射線耐性を調べるために、放射線医学総合研究所の重粒子線加速器(HIMAC)からの重粒子線(ヘリウム線など)を照射して活性値の変化を測定した。

〈結果と考察〉 活性至適温度は、キャンパス土壤ALPで60°C、*E. coli* ALPで55°C付近、南極土壤ALPで40°C、チムニーALPで90°C以上となりALP活性は環境温度を反映する結果となった。GFCによる分画の測定の結果、南極土壤、熱水噴出孔チムニーの抽出液に存在するALPの分子量60000以上であることがわかった。また、南極土壤や海底熱水孔のALP活性にはZn<sup>2+</sup>が必要であることがわかった。ヘリウム線に対して、南極土壤中の酵素は大学キャンパス土壤の酵素と安定性に差が見られたため、今後は紫外線耐性なども調べる予定である。ALP活性は極限環境の生物活動評価に有用な指標であることが示唆された。

Transformation of complex organic compounds under Submarine

Hydrothermal vent environments

栗原広成, 柴田一旭, 金子竹男, 高野淑識\*, 小林憲正

横浜国大院工, \*JAMSTEC

Hironari Kurihara, Shibata Kazuki, Takeo Kaneko, Yoshinori Takano\*, and Kensei Kobayashi

Graduate School of Engineering, Yokohama National University

\* Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

【緒言】地球上における生命の起源を議論する場合、海底熱水噴出孔環境の存在は非常に重要である。海底熱水噴出孔環境は、その特異的な環境から無生物的な有機物の生成に適した環境であるといわれている。それ故、地球圏外や原始地球大気中で生成した複雑な有機物が、原始海洋から海底熱水噴出孔へ運ばれ、生命を特徴づけるような構造や機能を獲得した可能性が考えられる。今回我々は、複雑な有機物に特徴的に現れる部分に目をつけ、それら個々の部分いくつかに分取して、個々のアミノ酸の含量や種類について分析を行った。また、海底熱水系環境を模したフローリアクター(FR)を用いて、加圧・加熱後の複雑な有機物の分取も行い、同様に検出されるアミノ酸の種類や熱に対する安定性の違いを調べた。

【実験】模擬星間物質 (CO, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O の混合物) に宇宙線の主成分である陽子線 (を照射した。以下この生成物を CANW と呼ぶ。CANW は複雑な有機物である。これを FR で 25 MPa に加圧しながら、室温、200°C、300°C で、2 分加熱を行った。回収した試料は、濃縮、ろ過を行った後、陽イオン交換 HPLC の保持時間により、3 つの画分(A, B, C)に分けた。ほとんどの遊離アミノ酸は B 画分に溶出する。各画分は、酸加水分解をした後に陽イオン交換 HPLC 法 (島津 LC-10A; 蛍光検出) によりアミノ酸の同定定量を行った。

【結果・考察】HPLC で蛍光試薬を加えずに CANW を分析すると、A,C 画分に大きいピークが現れた。これは CANW 中に蛍光を発する構造の存在を示す。各画分を分取、加水分解すると蛍光ピークの現れた A,C 画分の加水分解後に多くのアミノ酸が生じた。一方、FR によって 200°C で加熱した CANW では、蛍光ピークが現れなかった B 画分に一番多くアミノ酸が検出された。また、分取後それぞれの画分を合計し、全体の回収率を調べたところ、分取前よりもかなり回収率が下がった。Gly の場合、200°C に加熱すると加熱前と比べて 90%以上の残存率だったのが、分取後は 60%に減少した。300°C 加熱では分取無しで約 20%、分取後は 7%であった。分取時の回収率が低下した理由として、CANW が加熱によって、より大きな構造体を形成し、孔径 0.45 μm フィルターでのろ過時に除かれてしまった可能性が考えられる。

複雑な有機物の加熱前後の構造変化については、試料を乾燥後、透過型電子顕微鏡 (TEM) による観察によっても見られた現象である。TEM での構造変化については、加熱前の粒状の構造が大きな膜状の物に変化した。今回、溶液中にも熱変成によってフィルター孔径よりも大きい構造体が出来る可能性が示唆された。今後、そのような構造体の構造や機能について調べていく予定である。

# 21

## タイタンでの複雑有機物の生成と生命の起源 Formation of Complex Organics on Titan and Origins of Life

谷内俊範\*, 細貝智弘\*, 金子竹男\*, 高野淑識\*\*, B. N. Khare\*\*\*, C. P. McKay\*\*\*, 小林憲正\*

(\*横浜国大院工, \*\*海洋研究開発機構, \*\*\*NASA ARC)

Toshinori Taniuchi\*, Tomohiro Hosogai\*, Takeo Kaneko\*, Yoshinori Takano\*\*, B. N. Khare\*\*\*,  
C. P. McKay\*\*\* and Kensei Kobayashi\* (\*Grad. School of Eng., Yokohama National Univ.,  
\*\*JAMSTEC, \*\*\*NASA ARC)

土星最大の衛星であるタイタンは、窒素を主成分とし、副成分にメタンを含む1.5気圧の大気を持ち、複雑な有機物からなる露の存在がボイジャーによる観測などで分かっている。近年土星探査機カッシーニからタイタンへ投下された小型探査機ホイヘンスによって、地表における氷の水や液体のメタンの存在が示唆されている。タイタンは太陽系において唯一原始地球に似た濃い大気を有するため、生命の起源を考える上で重要な化学進化の環境が現在も存在すると期待され、これまで観測や様々な模擬実験がなされてきた。地表付近での有機物生成には宇宙線による効果が期待でき、我々はこれまで模擬実験により分子量数百程度に分布する、複雑有機物が生成すること、それらを加水分解することによりアミノ酸が生成することを確認した。本研究ではタイタン型大気への宇宙線の作用を模擬し生成する複雑有機物について、低分子量領域( $m/z = 10-50$ )の熱分解生成物に対するホイヘンスの分析結果と比較した。またアミノ酸の生成のための酸素原子の供給について明らかにした。

容量約400mLのPyrex製の容器に、 $^{13}\text{C}$ ラベルしたメタン5%, 窒素95%の混合気体を700Torr封入し、これに3MeV陽子線(東工大ヴァンデグラフまたは原研TIARA tandem加速器)を照射した。SEMと原子間力顕微鏡(AFM)による生成物の観察により、数十 $\mu\text{m}$ 以上の大きなフィラメント状・粒状構造体が確認できた。また、生成物の熱分解GC/MS分析では低分子量領域( $m/z = 10-50$ )にシアノ化水素とアンモニアが主に検出されたが、これは、ホイヘンスによるタイタンエアロゾルの分析結果とほぼ同じであった。

一方、回収された固相成分は $\text{H}_2^{18}\text{O}$ を用いた加水分解により、タイタンのような酸素原子の乏しい大気環境で生成したエアロゾルも、加水分解される環境があればアミノ酸を生成しうることを示した。

我々が想定しているタイタンの低空(高度約100km以下)で生成する複雑な有機物はメタンの循環とともに地表の湖や池のような場所に集められるだろう。これらは隕石の衝突や、地下での液体の水やアンモニアの中で化学進化の次のステップに進む可能性が考えられる。

またエネルギー源をプラズマ放電と陽子線照射を用いる事により、高層大気と低層大気についてアミノ酸の生成量を比較したところ、低層大気の方が約200倍多くのアミノ酸(前駆体)を生じることが示唆された。

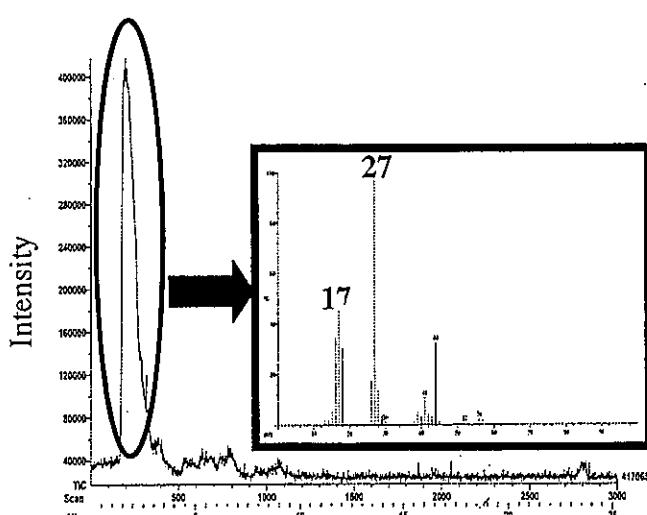


Fig.1. Pyrogram and mass spectrum of simulated Titan Atmosphere

## 隕石有機物と原始地球への寄与の評価

Meteoritic organic matter and its contribution to the primitive earth

奈良岡 浩 (九州大・理・地惑)

Hiroshi Naraoka (Dept. Earth &amp; Planet. Sci., Kyushu Univ.)

【はじめに】原始地球上で起こった化学進化に対して、様々なモデルが提案されているが、未だ解決に至っていない。CO<sub>2</sub>やN<sub>2</sub>を主成分とする原始地球大気からは有機物の生成量が少なく、隕石中には炭素がほとんど有機物として存在することから、原始地球に降り注いだ地球外物質が化学進化に役割を果した可能性が議論されている。特に最近では、Murchison隕石中の数種のアミノ酸に報告されているL体優位性が生体L型アミノ酸に影響を与えたとして化学進化における隕石有機物の重要性が指摘されている(Cronin and Pizzarello, 1997)。しかし、地球外物質中の有機物の地球への寄与を定量的に論じた研究は多くない。

【有機物と水の同位体組成】まず現在の地球における有機物と水を地球外物質中のそれらを量的および同位体的に比較する。炭素質隕石には最大~4wt%の炭素と~15wt%の水が存在する。一般に水の量が多く、有機炭素量も多く、同じ揮発性物質として似たような挙動をとる。仮に現在の地球表層水(~1.4 × 10<sup>24</sup>g)が炭素質隕石から運ばれ、その中に含まれる水(~10 wt%)と炭素量(~1.3 wt%)を考慮すると、地球表層に存在する炭素量の見積り(~1 × 10<sup>23</sup> g)とほぼ一致する。隕石の水素同位体比は広範囲に調べられ(例えば、Robert, 2003)、その平均値~-100‰は現地球の表層水の同位体比とほぼ一致するが、原始太陽系円盤ガスや彗星の組成とは大きく異なっている(最近の総説として、玄田・生駒, 2008)。同様に、炭素質隕石の炭素同位体比の加重平均値(~-6‰)も全地球の平均値と考えられている値(~-5‰)と一致するが(Naraokaら, 1997)、宇宙塵や彗星の組成とは異なっている。

【隕石有機物の寄与】このように、地球の水・炭素の同位体組成は炭素質隕石のそれと合致するが、隕石有機物の地球への寄与は多くはないと考えられている。例えば、Anders(1989)によると、質量が10<sup>8</sup>gを超えるような小天体は地球への進入・衝突の際に蒸発して有機物の寄与はなく(最近、Furukawaら(2008)は衝突時のアミノ酸生成を報告)、隕石としては質量10-10<sup>8</sup>gの範囲のものが有機物供給に寄与できるとした。しかし、その落下頻度から計算される寄与量はごくわずかでしかなく、ほとんどの有機物は質量10<sup>-12</sup>-10<sup>-6</sup>gの彗星起源の宇宙塵によってもたらされ、化学進化に大きな役割を果たしたと提案された(Flynnら, 2004)。ところが、上記のように彗星や宇宙塵の水や有機物の量的および同位体的特徴は現在の地球の水や炭素の特徴を説明できない。本発表では、地球進化過程での同位体組成変化も考慮して、原始地球上での化学進化における隕石有機物の寄与を評価し、その利点および問題点について議論する。

<参考文献> E. Anders, *Nature*, 342, 255-257 (1989); J.R. Cronin and S. Pizzarello, *Science*, 275, 951-955 (1997); G.J. Flynnら, *Adv. Space Res.*, 33, 57-66 (2004); Y. Furukawaら, *Nature Geosci.*, 2, 62-66 (2008); H. Naraokaら, *Geochim. J.*, 31, 155-168 (1997); F. Robert, *Space Sci. Rev.*, 106, 87-101 (2001); 玄田・生駒, 日本惑星科学会誌, 17, 238-243 (2008).

**23**

国際宇宙ステーションでの微生物・有機物採集：たんぽぽ計画

TANPOPO: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture

山岸明彦、小林憲正、横堀伸一、矢野創、橋本博文、「たんぽぽ」WG

(東薬大生命・横浜国大院工・ISAS/JAXA・筑波大学大学院 システム情報工学)

A. Yamagishi, K.Kobayashi, S. Yokobori, H. Yano, H. Hashimoto

(Tokyo Univ. Pharm. Life Scie., Yokohama Natl. Univ., ISAS/JAXA, Tsukuba Univ.)

「TANPOPO」(たんぽぽ、蒲公英、dandelion)は綿毛のついた種子を風に乗せて頒布し、その生息域を広げる多年草である。我々は、この名前のもと、ISS-JEM(国際宇宙ステーション・日本実験棟)上で微生物と生命材料となり得る有機化合物の天体間の移動の可能性の検討と微小隕石の検出および解析実験を提案している。現在、フィージビリティスタディがおこなわれている。

我々は、超低密度エアロゲルを用いることで、微小隕石やその他の微粒子を捕集することが可能であると考えている。低軌道上で超低密度エアロゲルを一定期間曝露することで、宇宙空間で微粒子を捕集する。エアロゲル表面と衝突トラックの顕微観察の後、エアロゲルの様々な解析を行う。衝突トラックの詳細な検討により、ISS周辺のデブリのサイズと速度が明らかにできると期待される。エアロゲル中に残存した粒子に関して、鉱物学的、有機化学的、及び微生物学的な検討を行う。一方、宇宙環境下での微生物の生存可能性について検討するため、微生物を直接宇宙空間に曝露する実験も行う。同様に、宇宙環境下での有機化合物の変性の可能性を検討するため、有機化合物の宇宙空間への直接曝露実験も行う。これらの実験を行うための装置はすべて受動的な装置であり、そのための装置の基本構造、装置回収後の解析法も、既に確立されている。

有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験(たんぽぽ)  
 :微生物の宇宙での生存可能性の検討  
**TANPOPO: Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiments — For Understanding Survival Possibility of Trans-Space Migration of Microorganisms**

○横堀伸一<sup>1</sup>、Yang Yinjie<sup>1</sup>、藤崎健太<sup>2</sup>、河口優子<sup>1</sup>、小林憲正<sup>2</sup>、橋本博文<sup>3</sup>、河合秀幸<sup>4</sup>、三田肇<sup>5</sup>、鳴海一成<sup>6</sup>、奥平恭子<sup>7</sup>、田端誠<sup>4</sup>、山下雅道<sup>3</sup>、矢野創<sup>3</sup>、吉村義隆<sup>8</sup>、山岸明彦<sup>1</sup>(<sup>1</sup>東京薬大・生命科学、<sup>2</sup>横浜国大・院工、<sup>3</sup>JAXA/ISAS、<sup>4</sup>千葉大・院理、<sup>5</sup>福岡工大・工、<sup>6</sup>原子力研究開発機構、<sup>7</sup>会津大、<sup>8</sup>玉川大・農)

**S. Yokobori, Y. Yang, K. Fujisaki, Y. Kawaguchi, K. Kobayashi, H. Hashimoto, H. Kawai, H. Mita, I. Narumi, K. Okudaira, M. Tabata, M. Yamashita, H. Yano, Y. Yoshimura, A. Yamagishi** (<sup>1</sup>Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., <sup>2</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>3</sup>ISAS/JAXA, <sup>4</sup>Chiba Univ., <sup>5</sup>Fukuoka Inst. Tech., <sup>5</sup>JAEA, <sup>7</sup>Aizu Univ., & <sup>8</sup>Tamagawa Univ.)

地球上に存在する生命の起源に関して、これまで多くの研究が行われてきた。地球における生命の起原を想定し、初期地球上での有機物の合成の可能性が検討されている。しかし、有機物の合成は地球上で進行した可能性と同時に、宇宙空間で合成された有機物が宇宙塵とともに初期地球に到達した可能性がある。一方、古くより生命が宇宙空間を移動するという仮説「パンスペルミア仮説」が提唱されていた。この仮説では地球外で誕生した生命が地球にやって来る可能性が想定されている。この仮説は、地球上での生命の起原を地球外に移動させるだけで、地球外での生命の誕生に関して不明のままである、という問題点を当初から指摘されていた。また、この仮説を検証することも困難であった。しかし、近年、火星由来隕石中での微生物様化石の発見を引き金に、隕石に載った微生物移動の可能性が議論されるに至っている。我々は、これまで飛行機、大気球を用いた微生物採集を行い、成層圏(10 km 以上の高々度)から微生物を採集してきた。そこから、さらに上空でも微生物が到達している可能性に思い至った。真空中での微生物採集はこれまで試みられた事がない。我々は、宇宙空間でデブリや宇宙塵採集中用いられてきた超低密度エアロゲルを微生物の採集中用いる可能性の検討を行った。また、エアロゲルを受動的な微生物捕集装置とする場合、他の宇宙塵等も合わせて捕集される。これらの宇宙塵には微生物が付着していないとも有機物を含有している可能性がある。そのような宇宙塵が地球に有機物をもたらしたと考えると、それらの宇宙塵の有機物の解析を行うことも重要である。これらをふまえ、我々は「有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験(たんぽぽ)」を提案した。「たんぽぽ」では、同時に微生物や有機物の長期宇宙曝露も計画している。これらの曝露実験を通じて、パンスペルミアが可能であるための条件を検討していく予定である。本発表では、特に微生物の曝露実験の準備状況を中心に議論したい。

# 25

## 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験

(たんぽぽ): 宇宙での微生物捕集法の検討

TANPOPO: Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiment

河口優子<sup>1</sup>、横堀伸一<sup>1</sup>、吉村義隆<sup>2</sup>、辻亮<sup>2</sup>、Yang Yinjie<sup>1</sup>、藤崎健太<sup>3</sup>、小林憲正<sup>3</sup>、橋本博文<sup>4</sup>、河合秀幸<sup>5</sup>、三田肇<sup>6</sup>、奥平恭子<sup>7</sup>、田端誠<sup>5</sup>、山下雅道<sup>4</sup>、矢野創<sup>4</sup>、山岸明彦<sup>1</sup>  
Yuko Kawaguchi<sup>1</sup>, Shin-ichi Yokobori<sup>1</sup>, Yoshitaka Yoshimura<sup>2</sup>, Takasi Tsuji<sup>2</sup>, Yang Yinjie<sup>1</sup>, Kenta Fujisaki<sup>3</sup>, Kensei Kobayashi<sup>3</sup>, Hirofumi Hashimoto<sup>4</sup>, Hideyuki Kawai<sup>5</sup>, Hajime Mita<sup>6</sup>, Kyoko Okudaira<sup>7</sup>, Makoto Tabata<sup>5</sup>, Masamichi Yamashita<sup>4</sup>, Hajime Yano<sup>4</sup>

and Akihiko Yamagishi<sup>1</sup>,

(<sup>1</sup>東葉大生命、<sup>2</sup>玉川大学農学部、<sup>3</sup>横国大院工、<sup>4</sup>ISAS/JAXA、<sup>5</sup>千葉大院理、<sup>6</sup>福岡工大工、<sup>7</sup>会津大、Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., Fac. Agri., Tamagawa Univ., Grad. Sch. Eng., Yokohama Natl. Univ., ISAS/JAXA, Grad. Sch. Sci., Chiba Univ., Fukuoka Inst. Tech., Aizu Univ.)

現在様々な極限環境に存在する生物に関する研究が進んでいる。成層圏やそれ以上の高層大気圏も極限環境であり、そこでの生物の存在について、研究がなされてきた。我々のグループも、これまでに本研究室で高度12kmまでの大気を採集し、細菌株を得ることに成功した。そのうち2株は、高い紫外線耐性を示す*Deinococcus radiodurans*と同等、あるいはそれ以上の紫外線耐性を示す新種であった。より高々度での微生物採取が行われることで、生物圏がどこまで広がるのか検証されることが期待される。

一方、生命の起源の起源を考える上で、地球外に生命の起源を求める「パンスペルミア仮説、胚種広布説 (panspermia)」が古くから議論されてきた。これらのことと踏まえ、我々のグループは、「有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集実験：たんぽぽプロジェクト」の名の下、ISS-JEM（国際宇宙ステーション・日本実験棟きぼう）上での微生物と生命の材料になりうる有機化合物の天体間の移動の可能性の検証と微小隕石の検出および解析実験を行うことを提案している。ここでは超低密度エアロゲルを用いることで、微小隕石やその他の微粒子を捕集することを計画している。エアロゲル表面と衝突トラックの顕微鏡観察の後、エアロゲルの様々な解析を行う。エアロゲル中に残存した粒子に関して、鉱物学的、有機化学的、および微生物学的な検討を行う。本研究では、本発表では、そのような粒子中に微生物が存在する場合、どのような検出方法を用いれば検出できるかについて、議論したい。

軌道上では微生物が多量に存在するとは考えにくい。また様々な物質が含まれると想定されるエアロゲルから微生物を狙い、確実に取り出す技術が必要となる。そこで捕集した微生物を微粒子から個々の細胞（微生物）を単離できれば、さらにsingle-cell PCR解析を行い、その遺伝子の配列を決定することで存在する微生物がどのようなものなのかも明らかとなることが期待される。マイクロマニピュレーターでのsingle cellを取り出し技術の検討と、*Deinococcus radiodurans*をモデル生物としたsingle-cell PCRの方法の検討について、報告する予定である。



# シンポジウム 2



# S2-1

## 酵素の進化：構造と活性

Evolution of Enzymes: Relationship between Structure and Activity

樋口 芳樹（兵庫県立大学）

Yoshiki Higuchi (University of Hyogo)

細胞内で転写・翻訳・代謝・シグナル伝達など様々な働きを担うタンパク質・酵素は、その生物の生活する環境に応じて巧みに進化を遂げてきた。酵素は、塩基の局所的・広範囲の置換、フレームシフトや融合・重複、そしてタンパク質複合体の形成などのような「変異一再構築」の繰り返しの後、より有利になる変化が生き残る形で進化してきた。私達は、X線結晶解析を主なる研究手段として様々なタンパク質の立体構造を解明し、その構造と機能の関係を研究してきた。それらの中で酵素の活性部位に進化の形跡を見出した例をいくつか紹介する。また、以下に示す化学繊維・ナイロン-6（オリゴマー）という人工物質の分解を触媒する酵素・NylBに焦点をあてて、「その酵素活性部位がどのようにして形成されてきたか」について構造化学的に議論したい。

*Arthrobacter sp.* KI72 株は、直鎖状ナイロンオリゴマーを分解する酵素 NylB を持つ。また、この菌株は、NylB より酵素活性は低いが、アミノ酸配列に高い類似性を示す NylB'を持つ。これまでに NylB と NylB'のキメラ型タンパク質(Hyb24)を作成し、生化学的および構造化学的に両者と Hyb24 を比較検討してきた。その結果、NylB は Ser112 を活性中心としたエステラーゼ(β-ラクタマーゼを基本構造とする)に Asp181 および Asn266 が活性に加わって基質の N 末端側を活性部位のクレフトに安定化して配置させることができることになり、ナイロンオリゴマー分解の触媒活性を獲得したことを明らかにした。最近、根来らは進化分子工学的手法(error-prone PCR, DNA shuffling)を利用して様々な NylB'変異体を調製し、元酵素よりも 80 倍以上の活性を示す酵素の調製に成功した。これらの変異体についても酵素活性と構造の関係について調査した結果、R187S/F264C/D37Y の 3 個の変異が酵素活性の上昇に必須の要素であることを見出した。これらの変異は、活性部位で、基質の N 末端側および C 末端側を安定に保持することができるようになっていた。以上のことから、β-ラクタマーゼ構造もつエ斯特ラーゼを原始酵素とした場合、ナイロンオリゴマーの分解性能の獲得においては、少なくとも 2 つの進化ルートが存在し、それらに周辺残基の変異が加わることで触媒活性が上昇していくと予想される。

# S2-2

## 哺乳類タンパク複合体に見られるサブユニット交換と 立体構造の特徴

Structural insights on the mammalian  
supra-macromolecular complex and its subunit exchanges  
森本幸生 (京都大学原子炉実験所)

Yukio MORIMOTO (Research Reactor Institute, Kyoto University)

### はじめに

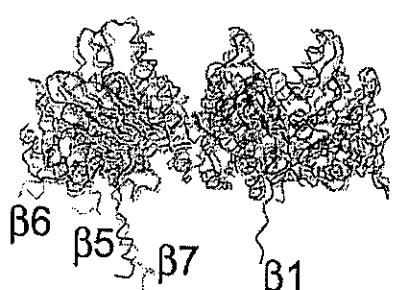
生命活動の基本であるタンパク質は、細胞内外で単独で機能する場合も多いが、多くは他のタンパク質分子、あるいは自己集合による複合体を形成して、機能発現する場合がほとんどである。一般にこれらの会合体は、自己・非自己あるいは高い選択性により相手分子を認識し結合することで形成される。ここでは互いに高度に制御された立体構造に基づいて原子レベルでのアミノ酸・アミノ酸あるいは原子・原子間の相互作用が緻密に形成され高次構造体を形成している。高度に進化を遂げた生命体では、その複雑な生理機能をなるべく単純に細分化するため複合体形成の傾向はより一層進んでいるように見える。一方太古の昔に存在していた（一般に絶対嫌気性細菌中のタンパク質などに相当すると考えられる）タンパク質ではその複雑な機能を温存し、より複雑な立体構造を形成している場合も多い。タンパク質をコードするアミノ酸配列と分子進化を直接関連付けた研究は古くからあり、それに対応して、分子の進化と立体構造の変遷も関連付けられているように見える。ここでは高度に進化を遂げた例として哺乳類の超分子複合体として 20 S プロテアソームの立体構造を例に、哺乳類にしか存在しない免疫応答に関わるサブユニット構造を免疫反応を有しない酵母のそれとを比較して、生命が獲得した免疫進化が立体構造に及ぼした影響について考察する。

### 実験

哺乳類プロテアソームとして牛肝臓から抽出した 20 S プロテアソームについて、単離・精製を行い、結晶化を行って大型放射光 SPring-8 によってデータ収集を行った。分解能 2.9 Å にて粒子の全体構造を決定した。

### 結果および考察

20 S 粒子を構成する 28 個のサブユニットにつき、牛肝臓と酵母での構造形成の違いをみるために、サブユニット間の水素結合の数をそれぞれ比較した。水素結合はペプチド鎖の



折りたたみ(folding)構造を安定化し、かつサブユニットの空間的な相対配置を固定化する。哺乳類プロテアソームでは免疫反応に応答してサブユニットの交換が行われると考えられている（免疫型プロテアソームの产生）。このことと立体構造および水素結合状態に違いによる獲得進化を考察した。

# S2-3

## 非分散進化論の構造論的考察

Evolution without divergence  
discussed in structural viewpoint

八木達彦(静岡大学), 田宮信雄(東北大学)

Tatsuhiko Yagi (Shizuoka Univ), Nobuo Tamiya (Tohoku Univ)

緒言： 《現在の生物が遺伝的にも共通な基礎をもつ事実は、これらが单一の祖先に由来することを強く示唆する》，つまり始原地球上にただ 1 回発生した《生命体》の子孫が進化を遂げて分化し、現在の多様な生命体の世界を造り上げたというのが生命の起源と進化の定説である。演者らの《非分散進化論》*Tamiya, Yagi JB 98 (1985) 289, IUBMB Life 58 (2006) 309* では、始原地球上に独立に出現した多種類の細胞様《生命体》が独自に進化し、それぞれの系統では独自の生化学体系を維持しながらも、異種系生物間の情報交換(communication)により遺伝暗号、タンパク構成アミノ酸、アミノ酸配列、などの共通化が進んだと考える。

考察： 一次構造の比較で生物系統樹を作成し、用いたタンパクまたは遺伝子の種類により、それぞれの系統樹での 2 生物種の分歧点や進化距離が異なる場合にのみ遺伝子の水平移動(horizontal transfer)という概念が持出されるが、この異種系生物間 communication こそ進化の原動力であったと考え、《单一祖先説》では説明しにくい事實を列挙する。基本的な生体分子の構造や代謝経路が多くの生物に共通であると漠然と信じられている。しかし (1) 細胞膜を構成するリン脂質のキラリティは Bacteria/Eucarya と Archaea で逆転している事実、(2) ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の構造の相違、(3) イソプレノイド合成、ヘム合成など主要な代謝経路の多様性、(4) ある種生体分子の分布の不自然性などの例を挙げる。(5) タンパク構成アミノ酸が始まから 20 種全部がそろっていたとは考えにくい。L-グルタミンと L-アスパラギンが標準アミノ酸としては新参者で、少なくとも 2 系統の生物でタンパクへの組込み方法が別々に発明され、異種系生物間 communication によって別々に分布を広げたと考えられる。(6) UGA ストップコドンが前後の塩基配列により L-セレノシステインをコードする例ではある生物種が進化の途上で新機能をもつ 21 番目のアミノ酸の利用を始め遺伝暗号表に押し込むときに発明した方法が DNA 交換で多くの生物種に広まったと考えるのが合理的に思える。

結論： 生物進化における突然変異の役割を軽視する必要はない。しかし、どこに向かって進化していくのか予想も制御もできないメカニズムではなく、現実に起きている異種系生物間 DNA 交換を考えれば、生命的の起原を《单一祖先》に限定する根拠は崩れ、進化の物語は根本から再構築されねばならない。《複数祖先》の可能性をタンパク構造の視点から考察する。



# 一般講演



# 26

## 固相アラニンおよび固相アスパラギン酸の 真空紫外光分解におけるカイラル安定性

Chiral Stability of Solid Alanine and Aspartic Acid during  
Vacuum Ultraviolet Photolysis

○泉 雄大, 中川 和道 (神戸大学 人間発達環境学研究科)  
○Yudai Izumi and Kazumichi Nakagawa (Kobe University)

生体分子のホモカイラリティー獲得過程の解明には、(1)偏りをどのように獲得したか、(2)獲得した偏りをどのようにして維持したかという問題の解決が重要である。(1)に関しては、円偏光による不斉反応[1]など多くの仮説が考えられているが、(2)に関する議論は少ない。そこで本研究では、固相のL-アラニン(Ala), L-アスパラギン酸(Asp)の非偏光真空紫外線による光分解過程でラセミ化が起こるかどうかを確かめた。

L-Ala, D-Ala, L-Asp, D-Aspの蒸着膜をそれぞれ作成し、非偏光真空紫外線を真空中で照射した。照射後に残った蒸着膜を蒸留水で回収し、HPLC分析によって分解生成物の同定を行った。実験はすべて室温で行った。

L-Alaの場合には、D-AlaやL-アラニル-D-アラニン、D-アラニル-L-アラニンといったラセミ化したアミノ酸モノマーおよびジペプチドの生成が確認された。しかしながら、L-Aspの場合にはラセミ化は確認されなかった。また、D-AlaやD-Aspの場合には、L体の場合と同様の結果がそれぞれ確認された。このことから、今回照射した非偏光真空紫外線に対して、Alaはカイラリティーが保存しないが、Aspはカイラリティーが保存すると結論した。

この結果は、アミノ酸はそれぞれの環境下でラセミ化が起こらず、カイラリティーが保存する(カイラル安定性が高い)ものとそうでない(カイラル安定性が低い)ものに分類され、非偏光真空紫外線照射環境下ではAspのようなカイラル安定性の高いアミノ酸が獲得した偏りの維持に大きな役割を果たした可能性を示唆するものであり、GADV仮説との関連が興味深い[2]。

ラセミ化は生体高分子の生成やホモカイラリティーの起源にとって重大な問題である。それゆえ、これまで議論されてきた偏りの獲得と増加のプロセスに加えて、熱水噴出孔環境や高速荷電粒子照射環境など様々な環境下でのカイラル安定性を確かめることが重要であると考えられる。

### Reference

- [1] e.g.) U. J. Meierhenrich *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **44**, 5630–5634 (2005)
- [2] K. Ikebara, *Chem. Rec.* **5**, 107–118 (2005)

# 27 高温气体の急冷によるアミノ酸と糖の生成での偏光による D-L 対称性の破れ

Formation of L amino acids and D sugars in asymmetric  
fireballs by impacts and mutual collisions.

横尾 広光 (杏林大学保健学部)

Hiromitsu YOKOO

(Kyourin University School of Health Sciences)

現存生命や隕石中有機物の構成分子のアミノ酸と糖がD-L不斉分子である原因を、太陽系内での衝突は“追突”であることにもとめることを提案する。

## <衝突による選択>

隕石の原始地球への衝突や軌道運動中の相互衝突によって火の玉（高温領域）が生じ、それが急冷するとき生命構成分子が一挙に生成されるであろう。そのとき火の玉内部の放射は多重散乱で偏光しているためにDかLかが選択される。

## <火の玉の構造>

火の玉は衝突破片の二酸化ケイ素を含み、また放射を閉じ込めている。地上核爆発の描像である。放射は反射散乱をくりかえし、火の玉が非対称で奥行きに差があれば円偏光になっている。下層部の高温と表面近くの低温は、糖の強い結合のエネルギーとアミノ酸の弱い結合エネルギーに対応している。ある角度での入射の衝突のとき下層の円偏光と上層の円偏光がD,Lに対応するはずである。塵表面は右水晶の領域と左水晶の領域で分割されているので、分子生成には照射してくる偏光だけでなく、それによる選択もある。

## <文献>

横尾広光：20種アミノ酸は何故選ばれたか。生命の起源および進化学会、1996。

Tsuji,T.:Molecular abundance, Annals of Tokyo Astr.Obs. second ser. 9,1964.

Iguchi,T.:PASJ 27,515-532,1975.

Chandrasekhar:Radiative Transfer,Dover,1960.

Bailey,J.et al:Science,281,672-679,1998.

## 28 アミノ酸およびアミノ酸錯体の円偏光紫外線・ $\beta$ 線照射

Irradiation of Amino Acids and Amino Acid Complexes with  
Circularly-Polarized Ultraviolet Light and  $\beta$ -Rays

島壯一郎<sup>1</sup>・小川智也<sup>1</sup>・鈴木孝嗣<sup>1</sup>・保坂将人<sup>2</sup>・阿達正浩<sup>3</sup>・加藤政博<sup>3</sup>・長沼毅<sup>4</sup>・小林克己<sup>5</sup>・  
三田肇<sup>6</sup>・V. Tsarev<sup>7</sup>・斎藤威<sup>8</sup>・金子竹男<sup>1</sup>・小林憲正<sup>1</sup>(<sup>1</sup>横浜国大院工・<sup>2</sup>名大・<sup>3</sup>分子研・<sup>4</sup>広  
島大・<sup>5</sup>高工大研・<sup>6</sup>福岡工大・<sup>7</sup>Lebedev 物理研・<sup>8</sup>IAS)

Souichiro Shima<sup>1</sup>, Tomoya Ogawa<sup>1</sup>, Takatsugu Suzuki<sup>1</sup>, Masahito Hosaka<sup>2</sup>, Masahiro Adachi<sup>3</sup>, Masahiro Katoh<sup>3</sup>, Takeshi Naganuma<sup>4</sup>, Katsumi Kobayashi<sup>5</sup>, Hajime Mita<sup>6</sup>, Vladimir A. Tsarev<sup>7</sup>, Takeshi Saito<sup>8</sup>, Takeo Kaneko<sup>1</sup> and Kensei Kobayashi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ.,  
<sup>2</sup>Nagoya Univ., <sup>3</sup>Inst. Mol. Sci., <sup>4</sup>Hiroshima Univ., <sup>5</sup>KEK, <sup>6</sup>Fukuoka Inst.Tech., <sup>7</sup>Lebedev Phys.

**【緒言】** 地球生物を構成するアミノ酸はL体、糖はD体からなる。この光学異性体の偏り、ホモキラリティーの起源として、円偏光紫外線や偏極電子による不斉分解や不斉合成が考えられる。隕石中のアミノ酸のL体過剰の検出や、星間での円偏光の観測などから、宇宙空間で不斉分解・不斉合成された有機物が隕石などにより地球に輸送されたという仮説が有力視されている。本研究ではアミノ酸やアミノ酸錯体に紫外線領域の円偏光や $\beta$ 線を照射し、アミノ酸の不斉分解の検証を行った。

**【実験】円偏光照射実験:** 石英セルに Ala、His、His 銅錯体、イソバリン(Ival)、Ival 銅錯体溶液を入れ、分子科学研究所の UVSOR II の自由電子レーザーで左または右円偏光(217 nm)を照射し、それぞれの分解率、D/L 比の変化を分析した。

**$\beta$ 線照射実験:** His、Ser 銅錯体、Ser コバルト錯体溶液および遊離の Ival を Pyrex 容器に 3 mL 入れ、真空中に引き封管しロシア Snezhinsk において  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  線源(50 Ci)からの  $\beta$ 線照射( $2.5 \times 10^6$  Gy)を行い、それぞれの溶液中にアミノ酸の分解率、D/L 比の変化を分析した。

**【結果・考察】円偏光照射実験:** 左右どちらの円偏光を照射した場合も D/L 比に大きな変化は見られず、エナンチオ過剰(e.e.)は検出されなかった。今回の実験で、円偏光による不斉分解反応が起こらなかつたのは不斉分解反応の pH 依存性のためと考えられる。

**$\beta$ 線照射実験:**  $\beta$ 線を照射した His 銅錯体において約 5 % のエナンチオ過剰率(e.e.)が確認され、D/L 比が 1.10 と D 体過剰を得た。また Ser コバルト錯体溶液も同様に D 体過剰になっていた。これは  $\beta$ 線が左回りのスピンであるため円偏光と同じ効果を与え、L 体を多く分解した可能性が考えられる。また、遊離の Ival はほぼ分解していたのに対して His 銅錯体は約 40%しか分解されなかつた。同種のアミノ酸でないため一概に比較できないが、金属と錯体を形成したアミノ酸の方が  $\beta$ 線に対し安定と考えられる。同種のアミノ酸を用いた遊離体と錯体の  $\beta$ 線に対する安定性やエナンチオ過剰の比較を計画中である。

紫外線や放射線により誘起された微小なエナンチオ過剰が不斉自己触媒反応などにより、地球でのアミノ酸のホモキラリティーに至った可能性が考えられる。その実験的検証が今後の課題である。

Table 1 His の  $\beta$ 線照射前後の D/L の変化

	D/L	D 体-L 体(%)
$\beta$ 線照射前	1.01	0.64
$\beta$ 線照射後	1.10	4.97

# 29

ペプチド中のアミノ酸のラセミ化反応速度の pH 依存性

The pH dependence of rate constant of racemization of

Amino acid in elastin mimic peptide

○安岐 健三, 森 雄平, 藤井 智彦, 藤井 紀子(京都大学)

○Kenzo Aki, Yuhei Mori, Nrihiko Fujii, Noriko Fujii

(Kyoto University)

緒言 エラスチンは細胞外マトリックスを形成する線維蛋白質で生体内に広く存在している。このうち、大動脈、韌帯、肺、皮膚に存在するエラスチン中では加齢とともにアスパラギン酸(Asp)残基が L-体から D-体へとラセミ化していることが知られている。エラスチンには 3 残基の Asp しか存在しないが、我々は以前の研究でエラスチン中に存在する 3 残基の Asp 残基周辺と同一配列のペプチドと同一配列のペプチドを 3 種類合成し、これらの合成ペプチド中における Asp 残基のラセミ化反応速度定数と活性エネルギーを求めた。その結果、3つのペプチド間において差はあるものの、どの Asp も生理的条件下でヒトの一生涯(50-100 年)にラセミ化を受けやすいことが明らかとなった。本研究ではエラスチンペプチド中のアミノ酸残基のラセミ化反応速度に及ぼす pH の影響について検討することを目的とした。

実験 エラスチン合成ペプチド(Exon 6: GVADAAAA, Exon 26A-1:REGDPSSS, Exon 26A-2: AGADEGVR)を酸性(pH4.2), 中性(pH7.3), 塩基性(pH10.4)の buffer に溶かし、40 μg/ml に調製し 50, 60, 70, 80, 90°C でインキュベートし、一定時間ごとに取り出し、加水分解後、これらペプチド中の Asp 残基と Glu 残基の D/L 比を測定し、各温度における Asp 残基と Glu 残基のラセミ化反応速度定数を決定した。次にアレニウスプロットにより、各 pH におけるペプチド中の Asp 残基と Glu 残基のラセミ化反応の活性エネルギーを算出した。次いでこれらの値から 37°C でのラセミ化速度定数を外挿し、各 pH によるそれぞれのペプチド中の Asp 残基と Glu 残基のラセミ化反応速度定数を求めた。

結果 Exon26A-2 の Asp 残基と Glu 残基の 37°C でのラセミ化速度は塩基性条件(pH10.4)のとき最も速く、次いで酸性(pH4.2)条件のときとなり、最も遅いものが中性条件(pH7.3)のときであるということが明らかとなった。Exon6 中の Asp 残基のラセミ化速度定数の pH 依存性も Exon26A-2 と同様の結果になった。また Exon26A-1 中の Asp 残基は中性条件ではほとんどラセミ化が進行しておらず、酸性条件ではペプチドが分解していた。

考察 Exon26A-2 と Exon6 の結果はエラスチン中の Asp または Glu のラセミ化が周辺の pH に大きく影響されることを示唆している。また Exon26A-1 が中性条件下でラセミ化が進行しなかつたり、酸性条件下において分解したのは Asp の隣にペプチド結合の窒素にプロトンがない Pro が存在するため、Asp がラセミ化するのに必要な succinimide 構造をとれないためであると考えられる。

円偏光照射による $\alpha$ -メチルアミノ酸薄膜への不斉導入  
 Chirality emergence in  $\alpha$ -methyl amino-acid films  
 by circularly polarized light

高橋淳一, 上野祐子(NTTマイクロシステム研),  
 小川智也, 島壮一郎, 金子竹男, 小林憲正(横浜国大院工),  
 三田肇(福岡工大工), 阿達正浩, 加藤政博(分子研UVSOR), 保坂将人(名大院工)

J. Takahashi, Y. Ueno (NTT Microsystem Integra. Labs.),  
 T. Ogawa, S. Shima, T. Kaneko, K. Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.),  
 H. Mita (Fukuoka Inst. Tech.) M. Adachi, M. Kato (UVSOR), M. Hosaka (Nagoya Univ.)

彗星や炭素質隕石中に多様な有機物が検出されており、構成元素の安定同位体比などから低温環境で生成したことが示唆されている。これらの有機物と地球上生命体におけるホモキラリティ起源との関連を議論する。

ホモキラリティ発現シナリオのひとつとして、分子雲中の星間塵上で無生物的に生成されたラセミックな有機物に、宇宙空間に存在する円偏光放射など、空間的に非対称なエネルギーが作用した結果、不斉反応が誘起されたという仮説が提唱されている。我々はこの仮説を検証する目的で、低温星間物質の表面に吸着した無生物生成有機物を模した系として、ラセミックなアミノ酸薄膜を固体基板上に堆積し、この表面に宇宙空間の非対称な放射環境を模した純粋円偏光を照射することにより薄膜に不斉が発現するかどうかを調べる実験を行っている。

前回、タンパク質構成アミノ酸であるフェニルアラニンについては左右円偏光で対称な光学異方性が発現することを報告した。今回、Murchison隕石中でL-体エナンチオ過剰が報告されている非タンパク性のイソバリンについても同様の不斉発現が起きるかどうかを確認する実験を行った。タンパク質構成アミノ酸は不斉中心炭素に水素が結合した $\alpha$ -水素アミノ酸であるが、イソバリンはこの水素がメチル基に置換された $\alpha$ -メチルアミノ酸の一種であり、 $\alpha$ -水素アミノ酸よりラセミ化速度が格段に遅い。したがって、炭素質隕石中に見出された $\alpha$ -メチルアミノ酸のエナンチオ過剰は、宇宙環境での不斉反応による偏りがラセミ化されずに保存された可能性を示唆し、前記の不斉誘起仮説を支持するものである。

実験では、無生物的に合成されたイソバリンDL-体結晶から真空蒸着法により $\text{CaF}_2$ 基板上にラセミックな固相薄膜を作製後、その表面に分子研UVSORの自由電子レーザーにより波長215nmの紫外円偏光を照射した。照射後、薄膜の円二色性スペクトルを測定したところ、照射前には観測されなかった円二色性が観測され、左右の円偏光で逆符号となる極大を持つことから、円偏光照射による不斉導入を確認した。光吸收スペクトルは照射前後で大きな変化がないことから、円偏光照射によるD-体、L-体分子の単純な選択的不斉分解だけでは説明できず、分子配座や骨格歪み等の構造変化を伴う不斉発現ではないかと推測している。

# 31

## 生体分子におけるホモキラルとヘテロキラル Homochirality and Heterochirality in Biomolecules

胸組 虎胤（国立小山工業高等専門学校）

Toratane Munegumi (Oyama National College of Technology)

生命体を構成している生体高分子と呼ばれる機能性物質はどれも片手構造(homochiral)の基本単位からなっている。タンパク質は L 型のアミノ酸、多糖は D 型の单糖、核酸は D 型のリボース(またはデオキシリボース)を基礎とするヌクレオチドから構成されている。キラリティーの起源と発展を考えるとき、各生体高分子について、次の二つ視点が必要である。

(1) Homochiral か Heterochiral か？ (2) L か D か？

また、生体高分子の組み合わせで考えると、

(3) キラリティーの組み合わせが同じか異なるか？

という視点も必要となる。この場合、さらに生体高分子が Homochiral であり、多糖と核酸のリボース(およびデオキシリボース)が同じ片手構造であると仮定したとしても、以下のような組み合わせが理論上考えられる。

表1. 生体高分子の基本単位における Homochirality の組み合わせ

キラリティーの組み合わせ	同じ		異なる	
	L	D	L	D
アミノ酸	L	D	L	D
单糖	L	D	D	L

本研究では、(1) キラリティーの組み合わせが同じ場合と異なる場合について、その特徴を示し、どちらが生体にとって有利な組み合わせであるかについて考察する。(2) また、現在の生命体における代謝について考察することによって、アミノ酸と单糖のキラリティーがどのように関連しているかについて述べる。(3) さらに、ポリペプチド中に Homochirality 濃縮されるにはどのようなプロセスが必要であったかについても述べる。

# 32

## D-セリンを基質としたトリプトファンの合成 Tryptophan synthesis by use of D-serine as a substrate

島田秋彦（筑波大・生命環境科学研究科）  
Akihiko Shimada (Graduate School of Life and Environmental Sciences)

**緒言：**酵素の光学異性体に対する特異性は極めて高いので、アミノ酸のL体に特異的な酵素はD体に対して不活性である。これまでの一連の研究によって、高い立体選択性を持つ酵素でも、溶液条件を工夫すればその立体選択性は容易に変わることがわかった。厳格な立体選択性を持つ酵素として知られているトリプトファンナーゼもまた高濃度リン酸アンモニウム溶液中でその立体選択性は変わる。本酵素は、L-トリプトファンをインドール・ピルビン酸・アンモニアに分解するとともに、逆にL-セリンからL-トリプトファンを合成する酵素としても知られている。本研究では、立体特異性選択性が極めて高いトリプトファンナーゼを用いて、それが変化する反応条件下でL-セリンの代わりにL-セリンを基質として用いた場合トリプトファンが酵素的に合成できるのかどうか検討する。

**実験：**反応条件はリン酸アンモニウム濃度と反応温度でコントロールした。反応物はまずセルロース薄層クロマトグラフィー (CTLC) で分析し、次いでサンプル溶液中の夾雑物をウルトラフリーMCメンブレンフィルターで除去した後、光学分割用カラム：クラウンパックCRで分析した。

**結果：**トリプトファンナーゼは立体特異性選択性が極めて高いので、D-セリンを基質としてトリプトファンを合成することは無い。しかし、実験結果は以下のことを示した。CTLCでの分析は、L-トリプトファンのRf値と同じところにニンヒドリン反応特有の紫色のスポットが見られた。また、クラウンパックCRを用いたHPLC分析では、L-トリプトファンのリテンションタイムのところにピークが見られたので、D-セリンからL-トリプトファンが合成されたことがわかった。一方、D-トリプトファンのリテンションタイムのところにも僅かなピークが見られた。これはD-トリプトファンの可能性が高い。しかし、あまりにも微量なためこのピークをD-トリプトファンと即断するのは禁物である。微量でも分析できるシステムを用いてより正確な同定をする必要があるだろう。

# 33

## 地球周回軌道で捕集したダスト中のアミノ酸分析法の検討 Studies on Analytical method of amino acids in Cosmic Dusts Captured in Earth Orbit

伏見英彦<sup>1</sup>, 藪下さやか<sup>1</sup>, 金子竹男<sup>1</sup>, 奥平恭子<sup>2</sup>, 田端誠<sup>3</sup>, 河合秀幸<sup>3</sup>,  
丸茂克美<sup>4</sup>, 横堀伸一<sup>5</sup>, 三田肇<sup>6</sup>, 矢野創<sup>7</sup>, 小林憲正<sup>1</sup>, 山岸明彦<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>横浜国大院工, <sup>2</sup>会津大, <sup>3</sup>千葉大院理, <sup>4</sup>産総研, <sup>5</sup>東葉大生命, <sup>6</sup>福岡工大工,  
<sup>7</sup>JAXA/ISAS)

Hidehiko Fushimi<sup>1</sup>, Sayaka Yabushita<sup>1</sup>, Takeo Kaneko<sup>1</sup>, Kyoko Okudaira<sup>2</sup>,  
Makoto Tabata<sup>3</sup>, Hideyuki Kawai<sup>3</sup>, Katsumi Marumo<sup>4</sup>, Shinichi Yokobori<sup>5</sup>,  
Tsukuru Yano<sup>6</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup>, Akihiko Yamagishi<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>Aizu Univ., <sup>3</sup>Chiba Univ., <sup>4</sup>AIST, <sup>5</sup>Tokyo Univ.  
Pharm. Life Sci., <sup>6</sup>Fukuoka Inst. Tech., <sup>7</sup>JAXA/ISAS

緒言: 地球には様々な物質が降り注いでいる。特に大きさが 1mm よりも大きな物質を隕石と呼び、1mm 以下の物質を宇宙塵と呼ぶ。隕石や彗星などには様々な有機物が存在する事が知られている。その中でも  $\mu\text{m}$  サイズの宇宙塵では衝突時の衝撃は無視でき、ほとんど分解を受けずに地上に有機物が届けられたはずである。宇宙塵は南極の氷や深海底の泥から採取されているが地球上での汚染の影響を考えると宇宙空間での直接捕獲が望まれる。そこで我々は低密度エアロゲル(AG)を用いた国際宇宙ステーション(ISS)高度でのダスト捕獲及び有機物暴露実験を計画している。本研究では、その準備として宇宙空間での暴露実験を想定した有機物回収率の測定を行った。またダスト捕集材であるエアロゲルのプランク分析及びエアロゲルとマーチソン隕石のアミノ酸分析結果を用いたダストモデルとの比較を行った。

実験 AG からの有機物抽出には HF 分解法を用いた。5M HF 水溶液-0.1M HCl 混合水溶液 5mL を試料に加え、テフロン製密閉容器中 110°C にて 24 時間加熱分解を行った。その後、HF-HCl 溶液を窒素雰囲気下で蒸発させ乾燥し、Milli-Q 水 6 mL を加え、陽イオン交換樹脂 AG50W-X8 により脱塩後、陽イオン交換クロマトグラム法(島津 LC-10A アミノ酸分析計)でアミノ酸分析を行った。今回は、試料を打ち込んでいないエアロゲルを用いてプランク測定を行った。

曝露用の基板 (1.5mm φ の穴が 25 個空いたアルミニウム板) からの回収率の測定のため、 $\alpha$ -アミノ酪酸 ( $\alpha$ -ABA) 0.08g、または  $\alpha$ -ABA 0.08g + ルーセンタイト 0.1 g をそれぞれ Milli-Q 水 1 mL に溶かし、それぞれを 1 穴につき 3  $\mu\text{l}$  滴下した。その後 3 時間自然乾燥させ、1 穴につき 2  $\mu\text{L} \times 10$  回 (20  $\mu\text{L}$ )、Milli-Q 水を滴下して  $\alpha$ -ABA を回収し、 $\alpha$ -ABA+ルーセンタイトのサンプルに関しては AG-50W-X8 を用いて脱塩後、陽イオン交換クロマトグラム法にてアミノ酸分析を行った。滴下理論値と分析結果を比較する事で有機物回収率を求めた。

結果: AG のプランク分析の結果、幾つかのタンパク質アミノ酸が検出された。隕石中に含まれるアミノ酸値と比較すると、現段階では AG に含まれるアミノ酸濃度の方が高かった。今後は AG の製造工程の各段階におけるプランク分析を行い、AG のプランク値軽減に努めていく予定である。また、二段式軽ガス銃を用いてエアロゲルに高速で打ち込んだアミノ酸や微生物のアミノ酸分析を計画している。

$\alpha$ -ABA、 $\alpha$ -ABA+ルーセンタイトの 2 試料の回収率を比較すると、ルーセンタイト入りサンプルの回収率が明らかに低くなっている。粘土表面の電荷及び有機物の吸着など様々な問題が考えられる。

今後は回収実験の各パラメーターを検討して回収率およびその再現性を高めていく予定である。また、ISS 曝露部では原始状酸素が存在し、高温と低温の差が激しい。このような環境下での試料の保持・安定性について、この曝露用基板を用いて評価を行っていくことを計画している。

# 34

## 微生物の重粒子線耐性およびX線耐性： たんぽぽ計画の予備実験

Survivability of microorganisms against Heavy Ions and X-Rays Irradiation:  
Preliminary Experiments for the Tanpopo Mission

藤崎健太<sup>1</sup>・藪下さやか<sup>1</sup>・山岸明彦<sup>2</sup>・横堀伸一<sup>2</sup>・Yang Yinjie<sup>2</sup>・丸茂克美<sup>3</sup>・  
小林克己<sup>4</sup>・吉村義隆<sup>5</sup>・吉田聰<sup>6</sup>・長沼毅<sup>7</sup>・小林憲正<sup>1</sup>たんぽぽWG  
(横浜国大<sup>1</sup>・東薬大生命<sup>2</sup>・産総研<sup>3</sup>・高工ネ研<sup>4</sup>・玉川大学<sup>5</sup>・放医研<sup>6</sup>・広島大<sup>7</sup>)  
Kenta Fujisaki<sup>1</sup>・Sayaka Yabushita<sup>1</sup>・Akihiko Yamagishi<sup>2</sup>・Shinichi Yokobori<sup>2</sup>・Yang<sup>2</sup>・Katsumi  
Marumo<sup>3</sup>・Katsumi Kobayashi<sup>4</sup>・Yoshitaka Yoshimura<sup>5</sup>・Satoshi Yoshida<sup>6</sup>・Takeshi Naganuma<sup>7</sup>・  
Kensei Kobayashi<sup>1</sup>・TANPOPO WG<sup>7</sup>

### 【緒言】

生命は地球上で誕生としたという説と、地球外で誕生したという説（パンスペルミア説）がある。その検証のため、地球外の天体や宇宙空間における生命存在の可能性を知ることは重要な科学的課題である。また、そこにおける生命は独自に誕生したのか、あるいは相互に移動しているのかが大きな問題となってくる。現在、大気球を用いて高度 58 km までの微生物の直接採取が報告されている。しかし、高度 58 km 以上の高々度で、大気球を用いた採取実験を行うことは困難である。そこで、われわれは、国際宇宙ステーションの日本実験棟 ((JEM)曝露部を利用し、宇宙ステーション高度 (400 km) での宇宙空間での微生物・有機物の捕集と曝露実験を計画している（たんぽぽ計画）。今回は、その前実験として微生物の X 線および重粒子線耐性を評価した。また、微生物の生存率の評価法についても検討した。

### 【実験】

- ① 放医研の HIMAC にて He 線( 150 MeV/u, 250 Gy/h )、C 線( 290 MeV/u, 420 Gy/h )、Ar 線 (500 MeV/u, 400 Gy/h) の重粒子線を微生物に照射した。用いた微生物は E.coli, D.R1 (一般的な紫外線耐性菌), TR0125 (上空 25 km で採取した新種の紫外線耐性菌), Bacillus (type strain : 枯草菌←芽胞を形成するため耐性がある) の 4 種を用い、鉱物の有無による差も検証した。また、高工ネ研の Photon Factory を用いた X 線照射も行った。
- ② 培養法では、鉱物有の場合、培養しにくい等の問題がある。そのため、培養法に変わる微生物の生菌数測定法として、ATP・ルシフェリン・ルシフェラーゼ反応、ホスファターゼ活性、染色剤 PI と CFDA-AM の二重染色による蛍光顕微観察から生菌数の推定が行えないか検討した。サンプルには実際に KEK (高工ネ研) にて 6 keV X 線 (200 ~ 300 Gy/min) を照射したもの用い、従来のコロニーカウント法の結果と比較・検討した。

### 【結果・考察】

- ① TR0125 は、Ar 線 1200 Gy (宇宙空間での約 3300 年分の放射線量に相当) の照射を行つても、生存率 61 % と高い値を示した (D.R1:13 %, Bacillus:4.7 %, E.coli:0.28 %)。また、高 LET の重粒子線の方が、菌は死滅しやすいことが確認できた。さらに、鉱物が重粒子線から微生物を保護していることが示唆された。
- ② ATP・ルシフェリン・ルシフェラーゼ反応、ホスファターゼ活性による生菌数の推定からは、照射量と共に生存率が下がるという正の相関が確認できた。しかし、コロニーカウント法より差が顕著に見られなかった。これは、微生物が死んですぐには、酵素の分解を受けない、活性が下がらない等の原因が考えられる。また、二重染色においては、生菌と死菌を一視野で一度に測定できた。そのため、生菌数の測定にはコロニーカウント法、あるいは二重染色が適していることがわかった。

# 35

## 放射線耐性細菌の放射線耐性機構と脂質過酸化 The radioresistant mechanism of the radioresistant bacteria and radiation-induced lipid peroxidation

齊藤 剛 (京都大学・原子炉実験所)

SAITO, Takeshi

(<sup>1</sup>Res. React. Inst., Kyoto Univ.)

【目的】自然界には様々な環境に適応した生物種が存在しているが、ある種の真正細菌は電離放射線に対して極めて高い抵抗性を有していることが知られている。この放射線耐性細菌の放射線に対する卓越した耐性機構は、生物の環境適応機構および生物進化と生物の多様性を考察する上で大変興味深い研究対象であるといえる。この放射線耐性細菌の放射線耐性機構には、これら放射線耐性細菌が含有している赤色色素が関与していると考えられている。また、その含有赤色色素は細菌細胞の細胞膜等脂質部位に局在していることが知られている。これらのことより、放射線耐性細菌含有赤色色素は放射線に対し細胞内脂質を防護することによりその耐性能に寄与しているという生体防護機構が考えられる。この機構を明らかにするために、電離放射線による代表的な脂質損傷である脂質過酸化過程を解析した。

【方法】1) PBS(-)に対し最終濃度 0.08%となるように nonaethylene glycol monododecyle ether を、また最終濃度 1 mM となるようにリノレイン酸を加え、リノレイン酸ミセル溶液を調整した。2) 調整リノレイン酸ミセル溶液に対して種々の吸収線量の <sup>60</sup>Co γ 線を照射した。3) 照射試料の紫外部吸収スペクトルを測定することにより生成共役ジエン量を定量し、脂質過酸化について解析した。4) 照射試料に TBA (thiobarbituric acid) 試薬を加え 15 分間沸騰水中で加熱し、加熱後試料の可視部吸収スペクトルを測定することにより生成 malondialdehyde (MDA) 量を定量し、脂質過酸化について解析した。5) 1 mM リノレイン酸ベンゼン溶液を調整し、2) ~ 4) と同様の方法で γ 線照射による脂質過酸化について解析した。

【結果及び考察】ミセル溶液に対する実験において、共役ジエン生成量を指標とした解析、および MDA 生成量を指標とした解析共に、0~500 Gy の吸収線量の範囲において脂質過酸化量は直線的に増加することが明らかとなった。また MDA 生成量を指標とした解析においてその脂質過酸化量は、500~1000 Gy をピークとし、それ以上の吸収線量においては減少していくことが明らかとなった。これらのことより、本実験条件においては 1000 Gy を超える γ 線照射によって過酸化脂質の分解反応が進行している可能性が示された。また、ベンゼン溶液における解析でもミセル溶液での結果と同様の傾向が示され、本実験条件における脂質過酸化は生成ラジカル種に依存しない線量-効果関係を示すことが明らかとなった。

# 36

## 自己複製子としての調和振動子型演算子方程式の一般解の存在とその応用： Lotka-Volterra 型調和振動子およびシュレディンガー方程式への応用と考察

The existence and applications of the general solutions of Harmonic oscillator-type matrix-equation as a self-replicating system: Applications to and considerations on Lotka-Volterra equation-type and Schroedinger equation-type harmonic oscillators

大西 耕二 (新潟大学理学部生物学科)

Koji Ohnishi (Dept. of Biol., Fac. of Sciences, Niigata Univ., Niigata  
[ohnishi@sc.niigata-u.ac.jp](mailto:ohnishi@sc.niigata-u.ac.jp))

Biotic self-replication system,  $F^2x = -w^2x$ , ( $w$ : constant) was studied in relation to harmonic oscillation system and learning dynamic systems, since life seems to have had emerged as an earliest cognitive system (Ohnishi, 2008 & 2009, Proc. of the 13<sup>th</sup> & 14<sup>th</sup> Artificial Life & Robotics, Oita ).

General harmonic oscillation system was analyzed from an aspect of matrix operator system. A 2x2 matrix operator  $F = (a_{ij})$ , satisfying a harmonic oscillation-type operator equation,  $F^2x = -w^2x$ , (where  $x = (x_1(t), x_2(t))$ ), was obtained by letting  $a_{22} = -a_{11}$  and  $a_{12}a_{21} = -(w^2 + a_{11}^2)$ . For  $a_{ij} = \text{const. or } = a_{ij}(t)$ , and for some cases of  $a_{ij} = a_{ij}(x_1, x_2, t)$ , general solutions of  $F^2x = -w^2x$  were obtained, discussed, and applied to some cases. Mathematical relationship between  $F^2x = -w^2x$  and  $d^2x/dt^2 = -w^2x$ , where  $dx/dt = Fx$ , was also analyzed. An application was made to Lotka-Volterra dynamic system, where  $a_{11} = r_1 - cx_1 - d)x_2$ ,  $a_{12} = -ax_1$ ,  $a_{21} = a'x_2$ ,  $a_{22} = -a_{11}$ . Finally, this Lotka-Volterra operator equation was found to have a trajectory given by an ellipse (for  $C > 0$ ),  $(X_1 - X_{10})^2/(C/k_1) + (X_2 - X_{20})^2/(C/k_2) = 1$ , where  $X_i = (+, -)[(c^2 - d^2 + s_i D^{1/2}/(2h))x_1 + x_2]/(kiD^{1/2}/h^2)^{1/2}$ , ( $i = 1, 2$ ), in which  $(s_1, s_2) = (1, -1)$ ,  $h = cd - aa'$ ,  $D = (c^2 + d^2)^2 + 4h^2$ ,  $k_i = (c^2 + d^2 + D_0^{1/2})/2$ ,  $C = (r_1^2/4)/((c v_{11} + d v_{21})^2/k_1 + (c v_{12} + d v_{22})^2/k_2) - (r_1^2 + w^2)$ .

Schroedinger equation was also discussed from this aspect of generalized harmonic oscillation.

Further considerations and generalizations of this matrix equation system will be presented.

# 37

## ミニマム認知系としての生命の誕生：調和振動子的非生命自己複製子から認知的自己複製子としての生命への進化

The Origin of Life as minimal cognitive system(s): Evolution from harmonic oscillator-like non-living self-replicator systems to cognitive self-replicator living systems

大西 耕二 (新潟大学理学部生物学科)

Koji Ohnishi (Dept. of Biol., Fac. of Sciences, Niigata Univ., Niigata  
[ohnishi@sc.niigata-u.ac.jp](mailto:ohnishi@sc.niigata-u.ac.jp))

生命は環境情報と自己システム内情報を認知的に処理して次世代を複製的に再生出力する。現存生命は、体内(単細胞個体では細胞内と同義)の情報や環境(=外界)からの情報を受信入力して動的安定性を保ちつつ体内装置を用いて多様な情報処理を行い、自己再生的に次世代へ出力をしつつ進化してきた。Shannon の情報量  $I = -\ln P$  によって測れる「情報」は Yes/No (1/0) などの判断をする「認知的存在=(認知的)生命」または「ヒトの製作した認知機械装置」が最終情報受信者として存在することを前提としているから、「情報」は生命現象であり、生命的起源以前における情報の妥当な定義は不可能で、 $I = -\ln P$  は確率 entropy としてのシステムの複雑さの度合を示す非認知的指標に過ぎない。前の演題で述べた  $F^2x = -w^2x$  (where  $x = [x_1(t), x_2(t)]$ ),  $a_{22} = -a_{11}$ , and  $a_{12}a_{21} = -(w^2 + a_{11}^2)$  を満たす調和演算子行列(実行列)は、フィードバックを含む階層ニューラルネットとしての “*minimal cognitive system*”への進化の条件を備えていると考えることができる。どのような条件下で最小認知系に進化できるのか、あるいは、 $F$  をさらに複雑にした調和振動演算子では、より妥当な最小認知系への進化が可能であるか否かなどについて考察する。Feedback を含む化学反応系から 最少認知系への質的飛躍の条件を探る事が生命起源学の真髄部分であり、Miller 以来の化学進化研究や 20世紀生物学が気付かずにきた重要課題である。この未解決課題は、気づいてみれば或いは現代科学の射程範囲にあって必ずしも解決困難な課題ではないのかもしれない。その意味で 21世紀生命起源学が兆戦すべき重要課題と言える。認知科学の現状に加えて、Kauffman(1993)の相転移や、Barabasi & Oltvai (2004) の network biology などが参考になろう。生命は「認知能を具備する物質系」として起源した。[付記] 生物学では、遺伝情報、細胞内情報伝達などの用語が頻用されるが、「誰」が情報の最終認知者であり、情報という「価値」の最終利用者であるかを問うことにより、情報と認知の起源と進化を、生命個体という生きている認知的主体の立場から矛盾なく論ずることができる。DNA 情報は、前世代から次世代の単細胞個体(倍数世代をもつものでは、半数性生殖系列細胞)へ情報入力され、半数性生殖系列細胞は mRNA などの体内受信分子機械装置を用いて情報の受信と解釈・利用を行なうが、その認知主体は単細胞個体である。多細胞生物でも最初の受信は単細胞個体として認知し、体細胞などに二次的に情報伝達し、体細胞内受信・解読装置を使って情報を利用するが、最終的には減数分裂などでもとの半数性単細胞個体に戻る。倍数性多細胞個体は、ミツバチ超個体的な queen-cell/worker-cell の利他行動社会が上位個体化(=超個体化)したものといえるが、queen-cell が半数性個体として遺伝情報を前世代から受容したり、worker-cell に伝達したりして、worker-cell の利他行動的任務の遂行を促す。超個体=多細胞動物を 生きた個体と見る場合は、個々の体細胞は、queen-cell から細胞分裂を介して遺伝情報を受け取り、利他行動として発現するが、情報の最終利用者は、超個体または減数分裂後の半数性単細胞個体である。Queen-cell もまた、超個体の前世代からの遺伝情報の受容装置部品であると解釈できるが、最終的にはやはり、減数分裂後の半数性単細胞個体が情報の最終受信者・最終利用者である。倍数細胞や減数分裂機構は進化的には新しい故、半数性単細胞個体の立場から情報受信と情報認知の進化の論理を解析するのが真理の因果構造を掴み易い。

## 学会誌 Viva Origino 投稿規定

Viva Origino は 2001 年より電子ジャーナルとして刊行します。それに伴い、投稿規定が下記のように改正されました。

### I. 論文の種類

使用言語は英語または日本語とする。

投稿は、以下の区分 1～3 のいずれかに分類する。

1. Review : 解説または総説
2. Article : オリジナルな研究結果の報告
3. News and Views :
  - a) 研究報告、解説、総説に対するコメント
  - b) 研究に対するプリンシブルなアイデア、意見
  - c) 国内外の関係学会報告
  - d) 教育・研究体制に関する意見
  - e) その他

### II. 英文原稿作成の手引き

VII. 本文は Microsoft Word (Windows, Macintosh Versions) を標準使用とする。ただし、Microsoft Word が不可の場合のみ、text file を受け付ける。本文は single space で作成し、フォントは Times or Times New Roman の 10 ポイントを標準使用とする。

VIII. 論文冒頭にはタイトル（全てを大文字とする）、著者名、所属機関、所在地、郵便番号をこの順で明記する。代表著者は所属機関の名称、所在地、郵便番号、FAX 番号、E-mail address を付記する。

IX. タイトル、著者名に続けて、キーワード（10 語まで）、ランニングタイトル、要旨（300 語以下）を付記する。

X. 論文は緒論、方法、結果、討論、謝辞、引用文献の順に構成する。

XI. 引用文献は引用順に、本文中に通し番号で [1], [2]..... のように表示し、本文末尾に引用文献表を付して次のように記す。

1. Kawamura, K., Kameyama, N. and Matsumoto, O. Kinetics of hydrolysis of ribonuclease polymers, in aqueous solution at elevated temperatures, Viva Origino 27, 107-118 (1999)
2. Bock, g. R. and Goode Ed., Evolution of hydrothermal ecosystems on Earth, Ciba foundation symposium; pp. 202, John Wiley & Sons Ltd., England, 1996
6. ファイルの保存形式については、Word で作成した本文の文末に図表（次項で詳説）を挿入し保存する。

VII. 図表は下記の基準によって準備する。

- a) 図および写真には Fig.1, Fig.2 等、また表には Table 1, Table2 等の通し番号をつけ、本文の後に付記する。
- b) 図の番号、表題、説明は図の下に、表の番号、表題、説明は表の上、又は下に記し、本文を読まなくても、図表のみで独立して意味が分かるように記す。
- c) 図および写真は GIF, JPEG 形式で保存、表は Excel 98 を標準仕様とする。

VIII. 単位と記号は、国際的に慣用されているものを用いる。単位は CGS(MKS) 系または SI 系を原則とし、両者を混用しない。

IX. 術語および略語は、IUPAC-IUB の勧告を基準とする。化合物名等で英語表記がよいと判断されるものは、英語表示とする。その他は一般に関係学会誌等で使用されているものにならう。

X. 標準使用とされているアプリケーションの使用が困難な場合には、個別、柔軟な対応が可能である。

### II. 和文原稿作成の手引き

1. 本文は Microsoft Word (Windows 又は Macintosh Versions) を使用。どうしても Microsoft Word が不可の場合のみ、テキストファイルを受け付ける。フォントは Windows user は MS 明朝、Macintosh user は平成明朝 10 ポイントを使用する。

2. 和文原稿の場合には初めに英文要旨をつける。（和文要旨は不要。）英文要旨冒頭には、タイトル（大文字とする）、著者名、所属機関、所在地、郵便番号を明記する。代表著者は所属機関の名称、所在地、郵便番号、FAX 番号、E-mail address を付記する。タイトル、著者名に続けて、キーワード（10 語まで）、ランニングタイトル、要旨（300 語以下）を付記する。英文要旨のフォントは Times or Times New Roman の 10 ポイントを使用する。

3. 論文は緒論、方法、結果、討論、謝辞、引用文献の順に構成する。

4. 引用文献は引用順に、本文中に通し番号で [1], [2]..... のように表示し、本文末尾に引用文献表を付して次のように記す。

1. Kawamura, K., Kameyama, N. and Matsumoto, O. Kinetics of hydrolysis of ribonuclease polymers, in aqueous solution at elevated temperatures, Viva Origino 27, 107-118 (1999)
2. Bock, g. R. and Goode Ed., Evolution of hydrothermal ecosystems on Earth, Ciba foundation symposium; pp. 202, John Wiley & Sons Ltd., England, 1996

5. ファイルの保存形式については、Word で作成した本文の文末に図表（次項で詳説）を挿入し保存する。

XII. 図表は英語で作成する。

a) 図および写真には Fig.1, Fig.2 等、また表には Table 1, Table2 等の通し番号をつける。

b) 図の番号、表題、説明は図の下に、表の番号、表題、説明は表の上、又は下に記し、本文を読まなくても、図表のみで独立して意味が分かるように記す。

c) 図および写真は GIF, JPEG 形式で保存、表は Excel 98 を標準仕様とする。

XIII. 単位と記号は、国際的に慣用されているものを用いる。単位は CGS(MKS) 系または SI 系を原則とし、両者を混用しない。

XIV. 術語および略語は、IUPAC-IUB の勧告を基準とする。化合物名等で英語表記がよいと判断されるものは、英語表示とする。その他は一般に関係学会誌等で使用されているものにならう。

XV. 標準使用とされているアプリケーションの

使用が困難な場合には、個別、柔軟な対応が可能である。

### III. 論文の提出と受理

1. 原稿は E-mail で、添付書類により、下記の Viva Origino 編集委員長宛に提出する。その際に、必要事項を入力した投稿規定添付ファイル（別紙または学会ホームページからダウンロード可能）も一緒に送付すること。ただし、E-mail で送付不可能な場合は原稿原本、コピー1部、外部記憶装置に保存した原稿のファイルを下記に郵送する。

〒599-8531 大阪府堺市学園町 1-1  
大阪府立大学大学院工学研究科物質・化学系専攻応用化学分野 川村 邦男  
TEL : 072-254-9284 (直通),  
FAX : 072-254-9910 (学科共通)  
E-mail:kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp
2. 投稿受理日は、原稿が事務局に到着した日とする。ただしレフェリーの指摘による訂正などで、再提出が著しく遅れる場合には、再提出日を受理日とすることが

3. ある。
3. 採否は、事務局が依頼したレフェリーの審査を経て決定する。
4. 投稿区分はレフェリーの意見を参照の上、事務局が承諾を得て決定する。

### IV. 投稿の資格

1. 著者は、生命の起原および進化学会の会員であるか、あるいは会員の紹介を経ることが望ましい。
2. 会員以外の著者に原稿を依頼することができる。

### V. 校正

校正は、事務局が形式の統一等に関して校正した後、著者の責任において行う。校正段階での新たな変更等は原則として認めない。

### VI. 掲載経費の負担

なし。

### XI. 別刷

著者は、校正時に同封した申込用紙により別刷を有料で申し込むことができる。

学会ホームページ : <http://www.origin-life.gr.jp/>

\* \* \* \* \*

### 投稿規定添付書類

表中に必要事項をご記入の上、投稿の際にいっしょにお送りください。

論文名	
著者名	
所属	
E-mail address	
TEL	
FAX	
論文作成に使用した OS とそのバージョン	例 Mac OSX LEOPARD
本文作成に使用したアプリケーション名	例 マイクロソフトワード 98
図表作成に使用したアプリケーション名とそのバージョン	例 図 1 マイクロソフトワード 98
	表 1 マイクロソフトエクセル 98
画像作成に使用したアプリケーション名	例 図 3 フォトショップ
図表の保存形式	.jpg または .gif

生命の起原および進化学会  
入会金および年会費クレジットカード支払フォーム

カードの種類

VISA

カード番号 (16桁)

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

カード有効年月 (MM/YYYY)

--	--

/

--	--	--	--

カード名義人

\_\_\_\_\_

支払金額

年度から

年度までの会費として

¥

支払います

署名 (自署)

\_\_\_\_\_

署名の日付

\_\_\_\_\_

連絡のための email あるいは電話番号

\_\_\_\_\_

- \* 現在の取り扱いカードは、VISA カードのみです。
- \* 2006年(平成18年)より正会員の年会費が6,000円になりました。
- \* セキュリティ確保のため、FAXの送信は月曜日～金曜日午前9時～午後5時の間にお願いいたします。
- \* お送りいただいた個人情報は厳重に管理し、目的以外には使用いたしません。

生命の起原および進化学会事務局

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2

京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究部門 藤井 紀子、江藤 浩子

tel&fax 072-451-2630

# 生命の起原および進化学会

<2008、2009 年度役員>

名 誉 会 長 野田 春彦  
会 長 山岸 明彦  
副 会 長

## [運営委員会]

委 員 長：山岸 明彦 (東京薬科大学生命科学部 [yamagishi@ls.toyaku.ac.jp](mailto:yamagishi@ls.toyaku.ac.jp))  
会計責任者：島田 秋彦 (筑波大学生命環境科学研究科持続環境学専攻 [ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp](mailto:ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp))  
事務責任者：藤井 紀子 (京都大学原子炉実験所放射線生命科学研究部門 [nfujii@rri.kyoto-u.ac.jp](mailto:nfujii@rri.kyoto-u.ac.jp))  
編集責任者：川村 邦男 (大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻応用化学分 [kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp](mailto:kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp))  
委 員：池原 健二 今井 栄一 大西 耕二 川村 邦男 後藤 公彦  
島田 秋彦 中川 和道 長谷川典巳 藤井 紀子 三田 肇

会計監査：高橋 淳一、櫻沢 繁

## 学会事務局

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2 京都大学原子炉実験所  
Tel : 072-451-2496, Fax : 072-451-2630 E-mail: [nfujii@rri.kyoto-u.ac.jp](mailto:nfujii@rri.kyoto-u.ac.jp)  
責任者 藤井 紀子

## 経理局

〒305-8572 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生命環境科学研究科持続環境学専攻  
Tel : 029-853-4367 E-mail : [ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp](mailto:ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp)  
責任者 島田 秋彦

## 編集局

〒599-8531 大阪府堺市学園町1-1 大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻応用化学分野  
Tel : 072-254-9284, Fax : 072-254-9910 E-mail: [kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp](mailto:kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp)  
責任者 川村 邦男

編集委員: 浦田 秀仁 大西 耕二 木賀 大介 後藤 公彦 小林 審正 島田 秋彦  
橋爪 秀夫 長谷川典巳 原田 和雄 本多 元 三田 肇 胸組 虎胤

Special Reporter Rafael Navarro-Gonzalez (National University of Mexico)  
学会ホームページ：<http://www.origin-life.gr.jp/>

2009年3月1日 印刷  
2009年3月1日 発行

編集者	Viva Origino 印刷物	〒599-8531 大阪府堺市学園町1-1大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻 応用化学分野内 生命の起原および進化学会編集局 責任者 川村 邦男
	Web 版 Viva Origino 編集局	〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2 京都大学原子炉実験所内 生命の起原および進化学会事務局 責任者 藤井 紀子 江藤 浩子 URL <a href="http://www.origin-life.gr.jp/">http://www.origin-life.gr.jp/</a>
発行者		〒192-0392 東京都八王子市堀之内1432-1 生命の起原および進化学会運営局 責任者 山岸 明彦
印刷所		〒649-6221 和歌山県岩出市溝川301-17 総合商社エフ・スタイル TEL 0736-69-5222 FAX 0736-69-5225 E-mail : f-style@titan.ocn.ne.jp

- 29. The pH dependence of rate constant of racemization of Amino acid in elastin mimic peptide**  
○Kenzo Aki, Yuhei Mori, Nrihiko Fujii, Noriko Fujii (Kyoto University)
- 30. Chirality emergence in  $\alpha$ -methyl amino-acid films by circularly polarized light**  
○J. Takahashi, Y. Ueno (NTT Microsystem Integra. Labs.),  
T. Ogawa, S. Shima, T. Kaneko, K. Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.),  
H. Mita (Fukuoka Inst. Tech.) M. Adachi, M. Kato (UVSOR), M. Hosaka (Nagoya Univ.)
- 31. Homochirality and Heterochirality in Biomolecules**  
○Toratane Munegumi (Oyama National College of Technology)
- 32. Tryptophan synthesis by use of D-serine as a substrate**  
○Akihiko Shimada (Graduate School of Life and Environmental Sciences)
- 33. Studies on Analytical method of amino acids in Cosmic Dusts Captured in Earth Orbit**  
○ Hidehiko Fushimi<sup>1</sup>, Sayaka Yabushita<sup>1</sup>, Takeo Kaneko<sup>1</sup>, Kyoko Okudaira<sup>2</sup>,  
Makoto Tabata<sup>3</sup>, Hideyuki Kawai<sup>3</sup>, Katsumi Marumo<sup>4</sup>, Shinichi Yokobori<sup>5</sup>, Tsukuru  
Yano<sup>6</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup>, Akihiko Yamagishi<sup>5</sup> (<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>Aizu  
Univ., <sup>3</sup>Chiba Univ., <sup>4</sup>AIST, <sup>5</sup>Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., <sup>6</sup>Fukuoka Inst. Tech.,  
<sup>7</sup>JAXA/ISAS)
- 34. Survivability of microorganisms against Heavy Ions and X-Rays Irradiation: Preliminary Experiments for the Tanpopo Mission**  
○Kenta Fujisaki<sup>1</sup> · Sayaka Yabushita<sup>1</sup> · Akihiko Yamagishi<sup>2</sup> · Shinichi Yokobori<sup>2</sup> ·  
Yang<sup>2</sup> · Katsumi Marumo<sup>3</sup> · Katsumi Kobayashi<sup>4</sup> · Yoshitaka Yoshimura<sup>5</sup> · Satoshi  
Yoshida<sup>6</sup> · Takeshi Naganuma<sup>7</sup> · Kensei Kobayashi<sup>1</sup> · TANPOPO WG<sup>7</sup>  
(<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., <sup>3</sup> AIST, <sup>4</sup>KEK, <sup>5</sup> Tamagawa  
University, <sup>6</sup> NIRS, <sup>7</sup>Hiroshima University)
- 35. The radioresistant mechanism of the radioresistant bacteria and radiation-induced lipid peroxidation**  
○SAITO, Takeshi (Res. React. Inst., Kyoto Univ.)
- 36. The existence and applications of the general solutions of Harmonic oscillator-type matrix-equation as a self-replicating system: Applications to and considerations on Lotka-Volterra equation-type and Schroedinger equation-type harmonic oscillators**  
○Koji Ohnishi (Dept. of Biol., Fac. of Sciences, Niigata Univ., Niigata)
- 37. The Origin of Life as minimal cognitive system(s): Evolution from harmonic oscillator-like non-living self-replicator systems to cognitive self-replicator living systems**  
○Koji Ohnishi (Dept. of Biol., Fac. of Sciences, Niigata Univ., Niigata)

**24. TANPOPO: Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiments — For Understanding Survival Possibility of Trans-Space Migration of Microorganisms**

○S. Yokobori<sup>1</sup>, Y. Yang<sup>1</sup>, K. Fujisaki<sup>2</sup>, Y. Kawaguchi<sup>1</sup>, K. Kobayashi<sup>2</sup>, H. Hashimoto<sup>3</sup>, H. Kawai<sup>4</sup>, H. Mita<sup>5</sup>, I. Narumi<sup>6</sup>, K. Okudaira<sup>7</sup>, M. Tabata<sup>4</sup>, M. Yamashita<sup>3</sup>, H. Yano<sup>3</sup>, Y. Yoshimura<sup>8</sup>, A. Yamagishi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., <sup>2</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>3</sup>ISAS/JAXA, <sup>4</sup>Chiba Univ., <sup>5</sup>Fukuoka Inst. Tech., <sup>6</sup>JAEA, <sup>7</sup>Aizu Univ., & <sup>8</sup>Tamagawa Univ.)

**25. TANPOPO: Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiments**

○Yuko Kawaguchi<sup>1</sup>, Shin-ichi Yokobori<sup>1</sup>, Yoshitaka Yoshimura<sup>2</sup>, Takasi Tsuji<sup>2</sup>, Yang Yinjie<sup>1</sup>, Kenta Fujisaki<sup>3</sup>, Kensei Kobayashi<sup>3</sup>, Hirofumi Hashimoto<sup>4</sup>, Hideyuki Kawai<sup>5</sup>, Hajime Mita<sup>6</sup>, Kyoko Okudaira<sup>7</sup>, Makoto Tabata<sup>5</sup>, Masamichi Yamashita<sup>4</sup>, Hajime Yano<sup>4</sup> and Akihiko Yamagishi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., <sup>2</sup>Fac. Agri., Tamagawa Univ., <sup>3</sup>Grad. Sch. Eng., Yokohama Natl. Univ., <sup>4</sup>ISAS/JAXA, <sup>5</sup>Grad. Sch. Sci., Chiba Univ., <sup>6</sup>Fukuoka Inst. Tech., <sup>7</sup>Aizu Univ.)

**⟨Symposium 2⟩**

**S2-1 Evolution of Enzymes: Relationship between Structure and Activity**

○Yoshiki Higuchi (University of Hyogo)

**S2-2 Structural insights on the mammalian supra-macromolecular complex and its subunit exchanges**

○Yukio MORIMOTO (Research Reactor Institute, Kyoto University)

**S2-3 Evolution without divergence discussed in structural viewpoint**

○Tatsuhiko Yagi (Shizuoka Univ), Nobuo Tamiya (Tohoku Univ)

**March 19**

**⟨General Contributions⟩**

**26. Chiral Stability of Solid Alanine and Aspartic Acid during Vacuum Ultraviolet Photolysis**

○Yudai Izumi and Kazumichi Nakagawa (Kobe University)

**27. Formation of L amino acids and D sugars in asymmetric fireballs by impacts and mutual collisions.**

○Hiromitu YOKOO (Kyourin University School of Health Sciences)

**28. Irradiation of Amino Acids and Amino Acid Complexes with Circularly-Polarized Ultraviolet Light and b-Rays**

○Souichiro Shima<sup>1</sup>, Tomoya Ogawa<sup>1</sup>, Takatsugu Suzuki<sup>1</sup>, Masahito Hosaka<sup>2</sup>, Masahiro Adachi<sup>3</sup>, Masahiro Katoh<sup>3</sup>, Takeshi Naganuma<sup>4</sup>, Katsumi Kobayashi<sup>5</sup>, Hajime Mita<sup>6</sup>, Vladimir A. Tsarev<sup>7</sup>, Takeshi Saito<sup>8</sup>, Takeo Kaneko<sup>1</sup> and Kensei Kobayashi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>Nagoya Univ., <sup>3</sup>Inst. Mol. Sci., <sup>4</sup>Hiroshima Univ., <sup>5</sup>KEK, <sup>6</sup>Fukuoka Inst.Tech., <sup>7</sup>Lebedev Phys. Inst., <sup>8</sup>IAS)

- 15. Recognition mechanism of tRNAGly by Nanoarchaeota GlyRS  
— Searching for the origin of the genetic code —**
- Hideaki Miyake<sup>1</sup> and Koji Tamura<sup>1,2</sup>  
(<sup>1</sup>Tokyo University of Science, <sup>2</sup>PRESTO, JST)
- 16. Chiral Amplification during Oligomerization of Ribonucleotide on Mineral Surface**
- Hidehito Urata, Mami Fujimori, Mari Maeda, Chie Aono, Shun-ichi Wada and Masao Akagi (Osaka University of Pharmaceutical Sciences)

⟨Special Lecture⟩

**SL THE REASON WHY BIOMOLEULES ARE ALL HYDROPHILIC**

○Hiromoto Nakazawa  
(National Institute for Materials Science)

⟨General Contributions⟩

- 17. Panspermia, Chemo-Panspermia and Quasi-Panspermia**
- Kensei Kobayashi (Graduate School of Eng., Yokohama Natl. Univ.)
- 18. Amino acids in Carbonaceous chondorite and Antarctic soil**
- Kazuki Naganawa\*, Masashi Hara, Yoshinori Takano\*\*, Manabu Fukui, Hajime Mita, Takeo Kaneko\*, Kensei Kobayashi\* (\*Yokohama National Univ.  
\*\*JAMSTEC \*\*\*Hokkaido Univ. \*\*\*\*Fukuoka Inst.Tech. \*\*\*\*\*Yasuda Womens Univ.)
- 19. Microbial activities in Antarctic soils as measured by enzymatic activities**
- Shuji Sato<sup>1</sup>, Yuki Ito<sup>1</sup>, Yoshinori Takano<sup>2</sup>, Mari Ogawa<sup>3</sup>, Manabu Fukui<sup>4</sup>, Satoshi Yoshida<sup>5</sup>, Takeo Kanko<sup>1</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>Yasuda Women's Univ., <sup>4</sup>ILTS. Hokkaido Univ., <sup>5</sup>NIRS)
- 20. Transformation of complex organic compounds under Submarine Hydrothermal vent environments**
- Hironari Kurihara, Shibata Kazuki, Takeo Kaneko, Yoshinori Takano\*, and Kensei Kobayashi (Graduate School of Engineering, Yokohama National University, \* Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)
- 21. Formation of Complex Organics on Titan and Origins of Life**
- Toshinori Taniuchi\*, Tomohiro Hosogai\*, Takeo Kaneko\*, Yoshinori Takano\*\*, B. N. Khare\*\*\*, C. P. McKay\*\*\* and Kensei Kobayashi\* (\*Grad. School of Eng., Yokohama National Univ., \*\*JAMSTEC, \*\*\*NASA ARC)
- 22. Meteoritic organic matter and its contribution to the primitive earth**
- Hiroshi Naraoka (Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.)
- 23. TANPOPO: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture**
- A. Yamagishi, K.Kobayashi, S. Yokobori, H. Yano, H. Hashimoto (Tokyo Univ. Pharm. Life Scie., Yokohama Natl. Univ., ISAS/JAXA, Tsukuba Univ.)

## **10. Microwave-Accelerated DNA Amplification**

○Yasuhiro Shirakawa, Naohisa Sakaeda, Takeo Yoshimura, Shokichi Ohuchi  
(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

⟨Symposium 1⟩

### **S1-1 Recent Studies on the Origin of Life**

○Tadashi Oishi (Narasaho College)

### **S1-2 Role of Radiation on chemical evolution at the universe**

○Kazumichi Nakagawa (Kobe university)

### **S1-3 Verification of the RNA world hypothesis on the basis of prebiotic chemistry**

○KAWAMURA Kunio (Osaka Prefecture University)

### **S1-4 A new theory of evolution: Evolution based on surplus metabolizable energy.**

○Hiroko Shuai<sup>1</sup> and Yatsuhisa Nagano<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Ushimado Marine Laboratory, Okayama University, Japan, and <sup>2</sup> Research Center for Molecular Thermodynamics, Graduate School of Science, Osaka University, Japan.)

### **S1-5 Protein 0th-order Structure and the Origin of Life**

○Kenji Ikehara (Narasaho College)

**March 18**

⟨General Contributions⟩

## **11. Evidence for GC-NSF(a) Hypothesis on Creation of Entirely New Genes**

○Kenji Ikehara<sup>1</sup>, Asami Takahira<sup>2</sup>, Tadashi Oishi<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Narasaho College, <sup>2</sup>Dep. Chem., Fac. Sci., Nara Women's Univ.)

## **12. Analysis of ancient enzyme of Glycyl-tRNA synthetase**

○Kohei Hane, Hideaki Shimizu, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi  
(Tokyo University of Pharmacy and Life Science)

## **13. Molecular Recognition and Evolution of Tryptophan tRNA by Tryptophanyl-tRNA Synthetase from Hyperthermophilic Archaeon, *Aeropyrum pernix* K1**

○Wataru Tsuchiya and Tsunemi Hasegawa  
(<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, Yamagata University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Yamagata University)

## **14. Role of poly-glycine binding RNA in RNA world**

○Shogo Kodera<sup>1</sup> and Koji Tamura<sup>1,2</sup>  
(<sup>1</sup>Tokyo University of Science, <sup>2</sup>PRESTO, JST)

**The 34<sup>th</sup> Annual Meeting of the SSOEL-Japan**  
**(Kyoto University Research Reactor Institute: March 17-19, 2009)**

**March 17**

**(General Contributions)**

**1. X-ray Induced Chemical Evolution Simulating Space Environment**

○A. Mimoto<sup>1</sup>, A. Imazu<sup>1</sup>, Y. Izumi<sup>1</sup>, M. Tanaka<sup>1</sup>, Y. Utsumi<sup>2</sup>, K. Nakagawa<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Kobe University <sup>2</sup>University of Hyogo)

**2. Growth of quantum efficiency of solid Glycine by X-rays**

○Akiko Imazu<sup>1</sup>, Aki Mimoto<sup>1</sup>, Yudai Izumi<sup>1</sup>, Masafumi Tanaka<sup>1</sup>, Yuichi Utsumi<sup>2</sup> , Kazumichi Nakagawa<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Kobe University, <sup>2</sup>LASTI)

**3. Super-linear increase of GlycylGlycylGlycine induced by vacuum ultraviolet radiation and its reaction mechanism**

Masafumi Tanaka, Akiko Imazu and ○Kazumichi Nakagawa (Kobe university)

**4. Effect of temperature on the IR absorption properties of amino acids in aqueous solution**

○Norio Kitadai, Tadashi Yokoyama and Satoru Nakashima  
(Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University)

**5. Quantitative evaluation of pH effects on the amino acid polymerization**

○Kasumi Sakata, Norio Kitadai and Satoru Nakashima  
(<sup>1</sup>Department of Physics (Undergraduate), <sup>2</sup>Department of Earth and Space Science, Osaka University)

**6. The First Life that is organized from Organic Materials by Deoxygenation of Carbon Dioxide in Sea Water caused by Oxidation of Iron.**

○Shinji Karasawa (Sendai-shi Aoba Boys and Girls Invention Club)

**7. Generation of the amino acid precursor by the proton line and baryon line from an imitation interstellar matter**

○Takuya Motoyama<sup>1</sup>, Toshinori Taniuchi<sup>1</sup>, Masashi Hara<sup>1</sup>, Takeo Kaneko<sup>1</sup>, Satoshi Yoshida<sup>2</sup>, Kensei Kobayashi<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Department of Chemistry and Biological Science, Yokohama National Univ.,  
<sup>2</sup>National Institute of Radiological Sciences)

**8. Microwave-Accelerated Chemical Reaction and Chemical Evolution**

○Shokichi Ohuchi  
(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

**9. Microwave-Accelerated Protein Hydrolysis Reaction**

○Hiroyuki Nakamura, Tomohiko Yoshimoto, Ryuji Kumamoto, Daisuke Wakino, Satoko, Matsuo, Shokichi Ohuchi  
(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology)

# **Viva Origino Vol. 37 Supplement**

**March 2009**

## **Contents**

◎ The 34 <sup>th</sup> annual meetinf of the SSOEL – JAPAN (Abstracts)	
Noriko Fujii .....	(1)