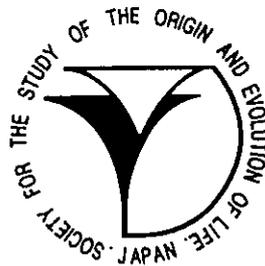


ISSN - 0910 - 4003
CODEN : VIORE 6

Viva Origino

Vol. 41 Supplement

March 2013



The Society for the Study of the Origin and Evolution 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、生物進化の攻究により、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、もって学術・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. そ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次におく。

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目
京都大学原子炉実験所放射線生命科学研究所部門

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。

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。

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。

第13条 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条の2 常任委員のうち一名を会計責任者とし、預貯金通帳の管理、会費の徴収、支出行為を担当し、1年に1回、会計監査の監査を受けるものとする。

第13条の3 常任委員のうち一名を事務責任者とし、会長印および運営委員長印の管理、会員名簿の管理を担当する。

第13条の4 常任委員のうち一名を編集責任者とし、学会誌 Viva Origino の編集を担当し、学会誌の発行責任者となる。

第13条の5 会長、委員長、委員、会計監査、常任委員なら

びに会計責任者、事務責任者、編集責任者とその所在地は、別に定める本学会役員名簿の中に記載する。

第14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15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16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17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18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19条 本学会会期の改正は、総会において出席者の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。
5. この付則の改正は、総会において出席者の1/2以上の同意を要する。

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
4. 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。
5. 会費その他の費用の納入の猶予期限は1年以内とする。
6. 会費払込振替口座
加入者名 生命の起原および進化学会
ゆうちょ銀行：口座記号番号 0-0980-8-3673
(ゆうちょ銀行0九九店 当座 0003673)
7. 年会費の会計年度は4月から翌年3月までとする。
8. この付則の改正は、総会において出席者の1/2以上の同意を要する。但し、会費払込振替口座に関する事項の変更は、運営委員会の承認によるものとする。

生命の起原および進化学会役員名簿

1. 会長、委員長、委員、会計監査、常任委員ならびに会計責任者、事務責任者、編集責任者とその所在地を以下に定める。
2. この役員名簿の改正は、総会において出席者の1/2以上の同意を要する。但し、担当者の異動に伴う場合の修正については、運営委員会の承認によるものとする。
役員名簿には、氏名だけでなく、所属・住所も記載する。

Viva Origino

Vol. 41 Supplement

March 2013

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

Japan

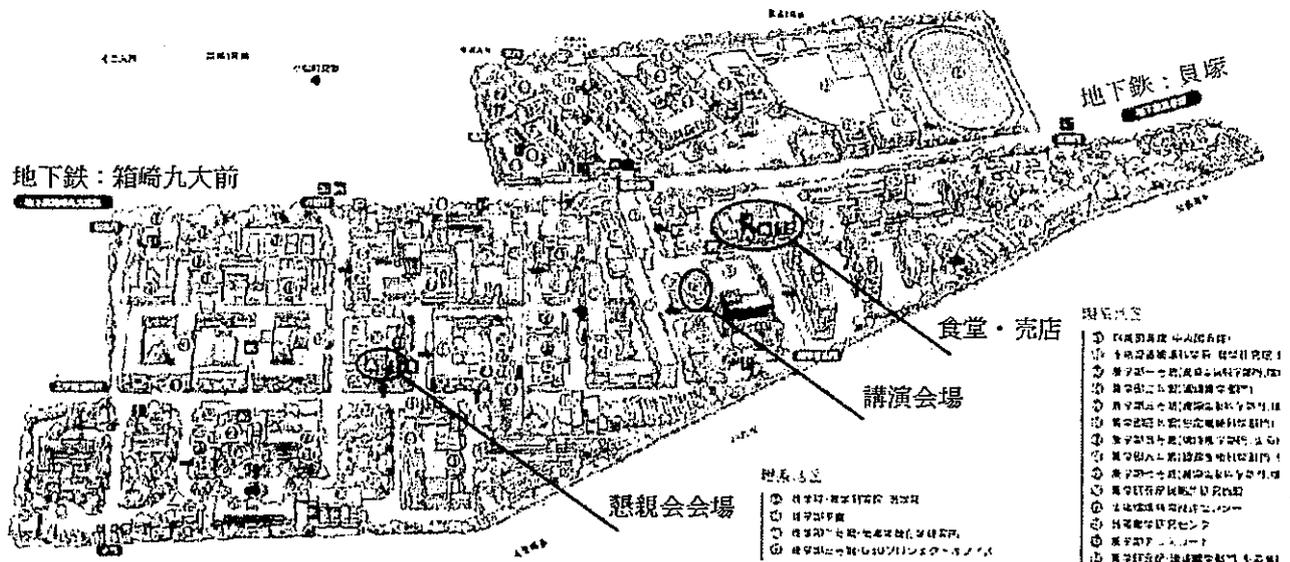
第 38 回学術講演会講演要旨集

目 次

◎ 生命の起原および進化学会第 38 回学術講演会案内および講演会要旨集 河原林 裕	(1)
---	-----

生命の起原および進化学会 第38回学術講演会に関するご案内

- ・日時： 2013年3月14日(木)～16日(土)
- ・会場： 九州大学箱崎キャンパス、農学部防音講義棟 103教室
〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1
- ・参加費： 正会員 4000円 一般非会員 5000円
 学生会員 2000円 学生非会員 3000円
- ・ポスターセッション： 14日 16:45-17:45 (ミキサー、つまみと飲み物を準備します)
 15日 16:30-17:30
 16日 14:30-15:30
(詳細については下記を参照下さい。)
- ・懇親会： 15日 18:00-20:00
 参加費： 4000円 (但し学生は2000円)
 九州大学生協中央食堂(下記箱崎キャンパス構内図の36の建物の1階です。
 こちらからは、福岡市営地下鉄の「箱崎九大前」の駅の方が便利です。)
- ・会場へのアクセス：
福岡空港からお越しの場合： 福岡市営地下鉄で「中洲川端」までお出で頂き、貝塚行きに乗り換えて頂き、終点の「貝塚」または「箱崎九大前」で下車、徒歩10分程度
博多駅からお越しの場合： 鹿児島本線北九州方面行・普通列車で「箱崎」までお出で頂き、徒歩15分程度、または福岡市営地下鉄で「中洲川端」乗り換えて、上記参照
お車でお越しの場合： 下記地図中央の小松門が唯一車の通行許可証を得られる門です。そこで手続きの上、お入りください。駐車料金の支払いが必要です。
- ・会場案内：
下記箱崎キャンパス構内図の中で、紫色の番号75の建物です。この図では、「農学部附属遺伝子資源開発研究センター(微生物遺伝子開発分野)」と記載されておりますが、この建物の1階103講義室が講演会会場です。その前の101講義室内に受付を設けておりますので、まず受付をお済ませください。



・クローク及び休憩室：

講演会場の向かいに 101 講義室が有り、荷物を預けたい方はこのクロークにお預けください。また講演会中はこの 101 講義室の一部を休憩室としてご利用頂けます。休憩時の飲み物・スナック等を用意いたします。

・口頭発表者の皆様へ：

発表は全て液晶プロジェクターによる発表と致します。

発表には Microsoft PowerPoint のファイルをできるだけお使いください。

ご自分のファイルを USB フラッシュメモリーに保存し、発表時に用意しましたコンピュータに、その前のコーヒーブレイクの間に、コピーして下さい。

USB が認識されない場合も有りますので、ご自分のコンピュータ（特に Apple コンピュータ）はご持参頂けますと助かります。

一般講演の発表時間は 12 分、質疑応答 3 分です。10 分で予鈴 1 回、12 分で予鈴 2 回、15 分で 3 回の鈴です。時間厳守でご発表下さい。

・ポスター討論に御参加頂く皆様へ：

負担にならないように、一般講演の口頭発表の際に使われた Power Point ファイルの各スライドを印刷したもので結構ですので、全体を縦置き A0 用紙に印刷頂いてお持ちください。また、A0 プリンターでの印刷が出来ない場合には、A4 用紙で発表用 Power Point ファイルの各スライドを印刷頂きご持参ください。クローク・休憩室に A0 用紙を用意しますので、この A0 用紙に添付頂いて掲示ください。

各ポスターの掲示は、一般講演を個なわれた日のポスターセッションに御参加下さい。ポスターの掲示は昼休みをお願い致します。

・昼食等のご案内：

昼食には下記食堂をご利用いただけます。また、飲み物・九大グッズ等については、売店をご利用いただけます。

*食堂（営業時間：平日 08:00～20:00、土曜日 11:30～14:00）

箱崎キャンパス構内図の中の紫色の番号 68 の建物の 1 階です。カフェテリア形式で、左側が定食のライン、右手が丼・麺類のラインです。食事を選んだ後にキャッシャーで支払いをして下さい。

*売店（営業時間：平日 09:30～18:30、土曜日 11:00～14:00）

箱崎キャンパス構内図の中の紫色の番号 68 の建物の 1 階に売店が有り、お弁当やパン、飲み物、菓子等を販売しております。

生命の起原および進化学会 第38回学術講演会日程表

	3月14日 (木)	3月15日 (金)	3月16日 (土)
9:00		一般講演 14-19	一般講演 31-36
10:00		休憩	休憩
11:00		一般講演 20-24	一般講演 37-41
11:30	編集委員会 ~12:30		
12:00	受付開始	昼食・運営委員会	昼食・ Origins2014 運営委員会
12:45	開会・挨拶		
13:00			休憩
14:00	一般講演 1-7	一般講演 25-30	一般講演 42-46
		休憩	休憩
15:00	休憩	総会 ~15:25	ポスターセッション
	一般講演 8-13	シンポジウム S1~S3 (15:25~16:40)	挨拶・閉会
16:00	休憩		
17:00	ポスターセッション ミキサー	ポスターセッション (16:45~17:45)	
18:00		休憩	
		懇親会 ~20:00	

生命の起原および進化学会 第38回学術講演会 プログラム
(2013年3月14日～3月16日、於：九州大学・箱崎キャンパス)

講演時間は、シンポジウム 21分+討論 4分、一般講演 12分+討論 3分です。
○は演者の方です。

3月14日(木)

<12:00-> 受付

<12:45-13:00> 開会挨拶・諸注意

<13:00-14:45> 「一般講演：初期進化と熱水系」 座長：小林 憲正、木賀 大介

1. 生命の目的の創生と生物部品の目的の段階的創生
○大西 耕二(新潟大・理フェロー)
2. D-3-フォスフォグリセリン酸依存初期代謝系からD-リボース/L-アミノ酸利用代謝系への進化とポリ tRNA 学説からみた蛋白合成装置の起源
○大西 耕二(新潟大・理フェロー)
3. アミノアシル tRNA 合成酵素と翻訳伸長因子を用いた分子系統解析に基づく生命の初期進化の解明
○古川 龍太郎・金武 舞・中川 穂・横堀 伸一・山岸 明彦(東京薬科大学・生命科学部)
4. 放射線照射による生体脂質損傷に対するカロテノイドの影響
○齊藤 剛・藤井 紀子(京都大学・原子炉)
5. 原始地球大気-海底熱水系での有機物生成の検証
○近藤 裕一・伊勢 絢一・大林 由美子・金子 竹男・小林 憲正(横浜国大)
6. 海底熱水化学の多様性と SIPF 反応速度
○坂田 霞・藪田 ひかる・近藤 忠(大阪大・理)
7. 熱水環境を模擬した反応装置と化学進化過程
○今井 栄一(長岡技大・生物)

<14:45-15:00> コーヒーブレイク

<15:00-16:30> 「一般演題：情報学的アプローチ」 座長：山岸 明彦、藤井 紀子

8. 自然発生の新しい理論
○Eleanor F. Banwell・Jonathan Heddle (Riken)
9. Kimura の 2 変数法の拡張
○西巻 拓真・佐藤 圭子・原 利英(東京理科大学・理工)
10. アノテーション情報を考慮したアミノ酸配列アライメント
○原 利英・佐藤 圭子・大矢 雅則(東京理科大学・理工)

11. 原始タンパク質を創造するための単純化異伝暗号表
網蔵 和晃・○木賀 大介（東工大・院総理工）
12. [GADV]-ペプチドの立体構造についての構造バイオインフォマティクスの検討
○小田 彰史（金沢大院医薬保、阪大蛋白研）、福吉 修一・中垣 良一（金沢大医薬保）
13. 全く新規な遺伝子は真正細菌の GC-NSF(a) から生まれる
鎌田 智永子・園田 通・天勝 康介・○池原 健二（放送大学奈良学習センター、奈良
佐保短期大学、国際高等研究所）

<16:30-16:45> コーヒーブレーク

<16:45-17:45> ポスターセッション・ミキサー

3月15日(金)

<9:00-10:30> 「一般演題：宇宙関係 I」 座長：横堀 伸一、川村 邦男

14. 炭素質隕石中の始原有機物の化学・同位体的特徴
○奈良岡 浩・濱村 雄太・山下 陽平(九州大学・理)
15. 初期地球と火星における衝突起源大気組成の対照性
○桑原 秀治・杉田 精司(東大・新領域)
16. 氷衛星における熱水反応の理論的考察：エンセラダス内部海の温度制約とハビタビリティ
○三嶋 慎平(東京大・理)、関根 康人・杉田 精司(東京大・新領域)
17. 生化学的機能の無生物的創生における高分子態有機物の役割
○小林 憲正・川本 幸徳・江藤 碧・金子 竹男・大林 由美子(横浜国大院工)、高橋 淳一(NTT)、福田 一志・小栗 慶之(東工大)、吉田 聡(放医研)、神田 一浩(兵庫県立大)
18. 粒子線照射による模擬星間物質からの核酸塩基類の無生物的合成
○岡部 拓人・金子 竹男・大林 由美子(横浜国大)、福田 一志・小栗 慶之(東工大)、吉田 聡(放医研)、小林 憲正(横浜国大)
19. 軟X線に対するアミノ酸関連物質の安定性および変成評価
○川本 幸徳・金子 竹男・大林 由美子(横浜国大)、神田 一浩(兵庫県立大)、小林 憲正(横浜国大)

<10:30-10:45> コーヒーブレイク

<10:45-11:30> 「一般演題：宇宙関係 II」 座長：田村 浩二、今井 栄一

20. たんぽぽ計画 [有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集] の準備状況と微生物宇宙生存可能性の検討
○横堀 伸一・河口 優子・Yinjie Yang・川尻 成俊・白石 啓祐・清水 康之・高橋勇太・杉野 朋弘(東京薬大・生命)、鳴海 一成・佐藤 勝也(原子力機構・量子ビーム)、吉田 聡(放医研・福島復興支援)、中川 和道・谷川 能章(神大学・院人間発達環境)、富田・横谷 香織(筑波大学・院生命環境)、林 宣宏(東京工大・院生命理工)、今井 栄一(長岡科技大・生物)、奥平 恭子(会津大)、河合 秀幸(千葉大・院理)、小林 憲正(横浜国大・院工)、田端 誠(千葉大・院理、JAXA・宇宙研)、東出 真澄(JAXA・未踏技術研究セ)、三田 肇(福岡工大・工)、藪田 ひかる(大阪大・院・理)、橋本 博文・矢野 創(JAXA・宇宙研)、山岸 明彦(東京薬大・生命)、たんぽぽWG(JAXA・宇宙研)
21. 凝集体微生物の天体間移動の可能性：*Deinococcus* 属の凝集体内部の細胞は紫外線照射から防御されうる

○河口 優子・Yang Yinjie・川尻 成俊・白石 啓祐 (東京薬科大・生命科学)、中川 和道・谷川 能章 (神戸大・院人間発達科学)、橋本 博文 (JAXA/ISAS)、鳴海 一成・佐藤 勝彦 (日本原子力機構・量子ビーム)、吉田 聡 (放医研)、横堀 伸一・山岸 明彦 (東京薬科大・生命科学)

22. ISS のロシア棟 Pirs 外壁で 13 ケ月間宇宙曝露 (Biorisk 実験) したヒョウタンゴケの胞子は発芽した

○高橋 裕一・柴田 晋平・横山 潤 (山形大学)、橋本 博文 (宇宙航空研究開発機構)、横堀 伸一・河口 優子・山岸 明彦 (東京薬大)、中川 卓夫 (小白川至誠堂病院) Oleg Gusev (農業生物資源研究所)、鳴海 一成・佐藤 勝也 (日本原子力研究開発機構)、Vladimir Sychev・Natalia Novikova・Margarita Levinskikh (ロシア生物医学問題研究所)、杉本 学 (岡山大学)

<11:30-12:00> 「一般演題：RNA と生命 I」

23. RNA ワールド仮説を補強しうる RNA 分解酵素抵抗性 RNA の発見

○梅影 創・越智 明德・Pan Yu・藤沼 輝・菊池 洋 (豊技大院・工)

24. RNA ウイルスの起源について

○多田 友人 (藍里病院 内科)

<12:00-13:00> 昼休み

<13:00-14:00> 「一般演題：RNA と生命 II」 座長：奈良岡 浩、梅影 創

25. 10~200°Cにおける水溶液中でのハンマーヘッドリボザイムの自己切断挙動

Nizal El-Murr・Marie-Christine Maurel・Martina Rihova・Jacques Vergne (パリ 6 大学・ANBioPhy)、Guy Herve (パリ 6 大学・BIOSIPE)、加藤 幹男 (大阪府立大学・生物科学)、○川村 邦男 (広島修道大学・人間環境)

26. オリゴペプチドを用いた鋳型非依存的 RNA 重合

○根本 遼平 (東京理科大・基礎工・生物工)、榎原 琢哉 (東京理科大・総合研究機構)、田村 浩二 (東京理科大・基礎工・生物工、東京理科大・総合研究機構)

27. グリシンリボスイッチの発現調節部位と RNA ワールド

○濱地 心 (東京理科大・基礎工・生物工)、榎原 琢哉 (東京理科大・総合研究機構)、田村 浩二 (東京理科大・基礎工・生物工、東京理科大・総合研究機構)

28. ナノアーキア TyrRS による tRNA^{Tyr} のアミノアシルレーション

堀越 達也 (東京理科大・基礎工・生物工)、榎原 琢哉 (東京理科大・総合研究機構)、○田村 浩二 (東京理科大・基礎工・生物工、東京理科大・総合研究機構)

<14:00-14:30> 「一般演題：アーキア」

29. 好熱好酸性古細菌サーモプラズマ細胞の立体構造

○船木 健司・松本 翼・山岸 明彦 (東薬大・生命)

30. 好熱性アーキア *Thermoplasma* の膜脂質に特徴的な希少糖 L-gulose の生成機構・他の生物種との比較

中山 裕輔、○山内 敬明 (九大院・理)

<14:30-14:45> コーヒーブレイク

<14:45-15:25> 総会

<15:25-16:40> 「シンポジウム：アーキアを用いた進化研究」 座長：河原林 裕

S1. アーキア研究から見えてくる DNA 複製装置の分子進化

○石野 良純、大門 克哉、石野 園子 (九州大学農学研究院)

S2. アーキアのイントロンと RNA スプライシング

○渡邊 洋一 (東京大・医)

S3. アーキアに見いだされる種々の進化過程

○河原林 裕 (九大・農、産総研)

<16:45-17:45> ポスターセッション

<18:00-20:00> 懇親会

3月16日(土)

<9:00-10:30> 「一般講演：化学進化と照射」 座長：三田 肇、根本 直人

31. 化学進化と生命の起源についての教材の必要性

○胸組 虎胤(鳴門教育大・理科)

32. 放電およびプラズマにより誘起される水溶液反応の還元力の評価

○胸組 虎胤(鳴門教育大・理科)

33. 生体アミノ酸全20種、核酸塩基全5種の広域吸収スペクトルの絶対値測定プロジェクト

○中川 和道・谷川 能章(神戸大院 人間発達環境学)、石山 公啓(神戸大 発達科学)、
桃木 洋平(神戸大院 人間発達環境学)

34. 172 nm 真空紫外線照射停止後も持続する固相アラニンの分解反応

○谷川 能章・中川 和道(神戸大院 人間発達環境学)、泉 雄大(高輝度光科学研究センターJASRI)

35. マイクロ波照射微生物培養とマイクロ波照射量の影響

○永吉 航・星野 倫太郎・白石 新・大内 将吉(九工大・生命情報)、吉村 武朗(東理大・理工)

36. タイタン液層圏の化学進化に関する研究

○河合 純(横国大・工)、Seema Jagota(NASA Ames)、金子 竹男・大林 由美子(横国大・工)、吉村 義隆(玉川大・農)、Bishun N. Khare(NASA Ames)、David W. Deamer(UCSC)、Christopher P. McKay(NASA Ames)、小林 憲正(横国大・工)

<10:30-10:45> コーヒーブレイク

<10:45-11:15> 「一般講演：低温下の生命活動」 座長：中川 和道、島田 秋彦

37. プルシアンブルーのナノ粒子特性と化学進化的役割

○小林 潤平・藪田 ひかる(阪大・理)

38. 南アフリカ古原生代ダイアミクタイトの炭素同位体地球化学から探る全球凍結イベント

○塚原 直・藪田 ひかる(阪大・理)、池原 実(高知大・海洋コア)、アンドレ・ベッカー(マニトバ大・地球)

<11:15-12:00> 「一般講演：アミノ酸と進化 I」

39. アミノ酸重合におけるスメクタイトと水の役割

○淵田 茂司・水野 友貴・篠田 圭司・益田 晴恵(大阪市大院・理)

40. プロテノイドミクロスフェアを構成するプロテノイド

金丸 博・波多江 康太・中村 翔一・鶴山 真美・○三田 肇(福岡工大・生命環境)

41. 水中の膜近傍の分子間相互作用により合成される最初の表在性タンパク質

○唐澤 信司(宮城高専・名誉教授)

<12:00-13:00> 昼休み

<13:15-14:15> 「一般講演：アミノ酸と進化 II」 座長；小田 彰史、胸組 虎胤

42. ラット水晶体タンパク質に対する γ 線照射の影響

○金 仁求・藤井 智彦・藤井 紀子（京都大学）

43. モデルペプチドを用いたヒトの寿命期間における蛋白質中のアミノ酸残基の異性化率予測

○安岐 健三・藤井 智彦・藤井 紀子（京都大学）

44. トリプトファンナーゼによるL-セリンからのトリプトファン合成反応に対するD-セリンの阻害作用

○平野 絢子・島田 秋彦（筑波大学・生命環境科学研究科）

45. ペンタクロロフェノール分解能を有する土壌細菌の探索とその進化的意義

○中畑 涼・島田 秋彦（筑波大学生命環境科学研究科）

46. RNAワールドからいかにしてRNPワールドは生じたか

○根本 直人・熊地 重文（埼玉大・理工研）、伏見 譲（埼玉大・総研）

<14:15-14:30> コーヒーブレイク

<14:30-15:30> ポスターセッション

<15:30-15:45> 閉会挨拶・終了

一般講演

01

生命の目的の創生と生物部品の目的の段階的創生 Emergence of the aim of life, and further stepwise genesis of functional purposes of parts of bio-individuals

大西 耕二 (新潟大理フェロー)

Koji Ohnishi (Fac. of Sci., Niigata Univ.)

[I] Shannon の情報量の定義 $I = k \log (1/P)$ は認知主体の存在を前提とする故、生命と情報は同時起源し、生命は最小認知系として起源した(Ohnishi.:*Artif.Life Robotics* 16: 448-454, 2012)。生物個体が自己改良型学習認知機械である事から、「何をするための機械であるか?」を問うと、個体は自己類似次世代個体を作る「目的(aim, purpose)」を持つ精密機械である。「目的を持つ」とはどういう事か?

[II] この「第1目的(first purpose)」は生命起源段階において自然選択で創生可能で、「個体の最終目的(final purpose = aim)」ともなる(第1目的を持たない個体は死滅)。生命起源後は、第1目的の効率達成のための補助目的としての第2目的(2nd purpose)を持つ体内部品(or 分子)等が第1目的達成機能によって個体の生存活動により能動的に選択・創生され、更に第1,2,...,k 目的の内の1つ以上の効率達成のための補助目的としての第k+1目的をもつ体内部品等が、既存目的機能を持つ個体の生存活動によって選択・創生される。即ち、個体の「生きる」という能動的活動が第1~第n目的の創生及び改良を能動的に選択・進化させた。従ってこれらの個体と部品の「目的の段階的創生過程」は生命自体の自己改良型情報認知機械としての認知機能の関与の下で能動的に進行し、第1~第n目的の間のハブ構造を持つ scale-free network (SFNW)関係(Barabasi, A.: *Nature Rev. Genetics* 5:101-113, 2004) が必然的に構築され、部品の目的(=機能)は第1目的達成効率(=Darwin 適応度 r) を高める($r \geq 1$) ことに集約される。SFNW 関係による部品目的の集約のされ方は認知的思考様式の1形態で、その feedback をも含む集約 network 様式が「目的を持つ」事の実体像である。

[III] Dawkins (1986)は“*Blind Watchmaker*”で“random mutation and random selection”により精巧な生物機械が進化したと結論したが、重要なのは random な変異を上手く生物機械の改良に組み込む事のできる生物機械(個体)の認知的情報処理構造であり、その構造を設計・進化させた認知主体(=個体)の存在に気付いていない点に Dawkins や現代総合説の限界がある。Lamarck (1809)は「A: 体細胞系列(or 器官)」の「B: 第1目的の遂行を遺伝用部品として担う生殖系列細胞」への、「C: 器官(=体細胞)の使用によって適応的ゲノムを能動選択するという利他行動的貢献作用(=第2~第n目的作用)」の結果としての現象を観察・記述して「用不用説」を提唱し(Ohnishi et al.: *Viva Origino* 30:63-78; p.69), 進化学を創始した。Weizmann による用不用説の意図的歪曲解釈(Barthelemy-Madaule, M., 1979, 邦訳「ラマルクと進化論」第4章)により、今日も用不用現象生起の mechanism は正しく解釈されていない。

[IV] 人工機械の機能はヒトが設計し、目的はヒトが与える。人工の機械(machine)は複数部品からなるが、部品数が少数のときは道具とも呼ばれる。棍棒のように単一部品からなるものは道具(tool)と呼ぶ。呼称に関らず、複数部品からなる機械部品の間には直接・間接の部品間の何らかの情報伝達がある。この情報の最終利用者は機械利用者であるヒトである。「生物個体という生存機械」を設計し、機械に目的を持たせ、それを最終利用している認知主体が誰かを問う事が重要で、答は「生きている個体」である。初期(プレ)細胞個体は複数分子部品から構築されていたが、「生きている主体」は単細胞 (or, プレ細胞) 個体で、個体が自己改良型認知機械として体内外からの情報を認知的に処理し、「第1目的」に沿った「諸機能」を世代毎に改良してきた。ここでの「諸機能」は「個体の各個部品の目的」であるから「第2~第n目的」である。これらの諸目的の集約として「個体の目的=第1目的」が効率的に達成される。この集約情報 network の実体像が「目的を持つ」ことの実体像であろう。

02

D-3-フォスフォグリセリン酸依存初期代謝系から
D-リボース/ L-アミノ酸利用代謝系への進化と
ポリ tRNA 学説からみた蛋白合成装置の起源
Evolution from a D-3-phosphoglycerate-mediated
early metabolic system to D-ribose/L-amino acid-
using metabolic systems possessing contemporary
protein-synthesizing machinery: A view from
Poly-tRNA theory

大西耕二 (新潟大・理フェロー)

Koji Ohnishi (Fac. of Sci., Niigata Univ.)

- [1] 生命と情報の同時起源説(Ohnishi,2012)は、生命が最小認知系として起源したことを示した。従って最原初生命は何らかの認知的自己改良型情報学習機械として次世代個体を再生産する原始個体で、feedback 情報系を含む化学反応系を含んでいた。原始的な lipid 膜系や金属イオン・金属錯体触媒系や phosphoglycerate 系や簡単な原始補酵素をかなり初期の段階で進化させていた可能性が高い。Poly-tRNA 学説は、3-phosphoglycerate (3PG) transporter protein B (pgtB 蛋白)が最古の生体内合成蛋白の1つとしての(16-aa-) *trnD*-peptide(Ohnishi, 2005)の aa 配列に最酷似する領域を含むことを示した(Ohnishi, *Genome Informatics*, 16:94-103,2005 など)。この事は、D-3PG を要(ハブ)とする初期代謝系が現生代謝系の基盤となったこと事を強く示唆する。
- [2] 現生代謝系では D-3PG は D-ribose (D-Rb)合成経路、幾つかの L-aa 合成経路、purine(PR)/pyrimidin(PY)合成経路などへの分岐点としてのハブの位置を占める。しかも D-glycerate (D-glyc)からの D-3PG 合成経路の存在や、E.coli が D-glyc.を栄養源として利用できる事から、D-glyc./D-3PG 系の chirality が、D-Rb 利用系以前に存在した可能性が興味深い。
- [3] 初期代謝系の進化が進み、D-3PG 利用系が lipid 膜と couple してその高エネルギーリン結合エネルギー利用の energy 供給源となった可能性等を考えると、3D-PG / D-Glyc.利用系として purine(PR)/ pyrimidin(PY)合成系、D-Rb 合成系、及び L-アミノ酸(L-aa)合成系が完成したであろう。(L-)aa monomer の幾つかはそれ以前から触媒や栄養源などとして利用されていたであろう。現生物に見られる L-aa / D-Rb の親和性が、進化的に L-aa と D-3PG ~ D-glyc. との間の親和性に遡り得るか否かが重要で、後者の親和性の有無を実験的に検証する事が重要である。後者の親和性があれば、D-Rb 出現以前、ATP 出現以前において、L-aa と D-glyc. ~ D-3PG の親和性が何らかの認知過程として、初期 chirality 選択を生起させたであろう。
- [4] 上記で論じた初期代謝系に関与する酵素、輸送蛋白、膜蛋白等の中から、Poly-tRNA 学説から導かれる原初ペプチドとしての(16-aa-)trnD-peptide や(21-aa-)trnE(= trnB)-peptide に酷似する蛋白を検索し、poly-tRNA 型蛋白合成開始期に重要であった蛋白を割り出し、初期代謝系のあり方との関連を含めて議論する。特に、pgtB 蛋白、phosphoglycerate 脱水素酵素、acyl 基活性化諸酵素(含 ARS), succinyl-CoA ligase, glycogen synthase, replication protein. また、PGK の進化。
- [5] *Bacillus subtilis* *trnD*-tRNA gene-cluster, *trnE(trnB)*-tRNA gene-cluster に共有される3種の tri-tRNA 領域(tRNA^{Gly-Cys-Leu}, RNA^{Asn-Ser-Glu}, RNA^{Met-Asp-Phe}) の存在や、(CGL)-tRNA cluster の広範分布等から、tri-tRNA による tri-peptide (GCL 等)合成系が *trnD*-poly-tRNA より前に成立していた事を”tri-tRNA 仮説”として提唱する。その根拠と「23S rRNA の A-site の codon 認識 helix28 域と tRNA^{Gly} との相同性」から、tripeptide- 合成用 tri-tRNA から (E,P,A)-tRNA-site-possessing early ribosome” への進化の可能性を試論する。

03

アミノアシルtRNA合成酵素と翻訳伸長因子を用いた 分子系統解析に基づく生命の初期進化の解明

Investigation of early evolution of all extant organisms based on molecular phylogenetic analyses using aminoacyl tRNA synthetases and translational elongation factors

古川 龍太郎、金武 舞、中川 穂、横堀 伸一、山岸 明彦
(東京薬科大学・生命科学部・極限環境生物学研究室)

Ryutaro Furukawa, Mai Kanetake, Mizuho Nakagawa, Shin-ichi Yokobori,
& Akihiko Yamagishi
(Lab. Extremophiles, Sch. Life Sci., Tokyo Univ. of Pharm. Life sci.)

全生物の系統関係やその共通祖先についての議論は続いている。Woeseら(1990; PNAS 87:4576-4579)は16S/18S rRNA を用いた分子系統樹を作成し、全生物を3つのドメイン(真正細菌、古細菌、真核生物)に分類した。しかし、それに対する反論も多く、結論は出てない。我々は生命の初期進化や全生物の共通祖先がどのような生物であったかを解明するため、様々なタンパク質遺伝子を用いた分子系統樹を作成し、真核生物の祖先と全生物の共通祖先の系統学的位置の推定を行ってきた。近年の古細菌ゲノムデータの増加に伴い、新しい古細菌の門が提案されており、それらの門を加えた解析をすることでより詳細な進化的関係を明らかにできると考えられる。本研究では、アミノアシルtRNA合成酵素(ARS)と翻訳伸長因子(EF)を用いて分子系統樹を作成し、全生物の系統関係を議論した。

9種のARSと2種のEFのアミノ酸配列データ(118種:真正細菌57:古細菌23:真核生物38)をBlast検索を用いて収集し、データセットを構築した。解析に適さない配列をデータセットより除外した。MAFFTを用いたアラインメントの後、アラインメントを手動で修正した。TrimAlを用いてよく保存されている座位を選択し解析に用いた。ProtTest3を用いて最適なアミノ酸置換モデルを選択し、最尤法(RAxML)とベイズ法(PhyloBayes)を用いて系統樹を作成した。作成された系統樹より真核生物と姉妹群になる古細菌の仮説を立て、AU検定を用いた仮説検定を行った。

RAxMLを用いた解析の結果、真核生物は遺伝子により、古細菌もしくは真正細菌の内群となった。PhyloBayesを用いた解析でも同様の結論が得られた。仮説検定の結果、各遺伝子の系統樹において真核生物と姉妹群になる古細菌を推定することができた。しかしながら、遺伝子ごとに結論が異なることから、複数の生物種が真核細胞の誕生に関わったと考えられる。今後は他のタンパク質遺伝子を用いた系統解析を進めて、さらに真核生物の起源と全生物の共通祖先についての知見を得ていく。

04

放射線照射による生体脂質損傷に対する カロテノイドの影響

Effects of carotenoids on damage of biological lipids induced by ionizing irradiation

齊藤 剛、藤井 紀子 (京都大学・原子炉実験所)

Takeshi Saito, Noriko Fujii (Res. React. Inst., Kyoto Univ.)

【緒言】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言える。これら放射線耐性細菌はその共通の特徴としてカロテノイド色素を含有していること、そしてこれら細菌の無色突然変異株は野生株と比較して電離放射線に対して感受性となることが報告されている。そのため、放射線耐性細菌の放射線耐性機構に含有カロテノイドが関与していると考えられている。また、これらカロテノイドは細胞中において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カロテノイドが、生体脂質中において脂質等の生体分子を電離放射線による損傷より防護することによりその放射線耐性機構に寄与しているという生体防護機構が考えられる。本研究では最も単純な生体脂質である脂肪酸（リノレン酸）への γ 線照射による脂質分解反応および脂質過酸化反応に対する、代表的カロテノイド（ β -カロテンおよびアスタキサンチン）の影響について解析を行った。

【方法】1) 0.5 M リノレン酸ベンゼン溶液に対して最終濃度 $5.0 \times 10^{-8} \sim 8.5 \times 10^{-3}$ Mとなるように各種カロテノイドを添加し溶液を調製した。2) 調製溶液に対し ^{60}Co γ 線を30 kGy照射した。3) 照射試料に対しチオバルビツール酸反応を行い、反応液の532 nmの吸光度を測定することにより、脂質の分解生成物であるマロンジアルデヒド量を定量し、 γ 線照射によるリノレン酸の分解反応に対する各種カロテノイドの添加効果に関して解析を行った。4) 照射試料の*n*-ヘキサン溶液の230-236 nmの平均吸光度を測定することにより、生成共役ジエン量を定量し、リノレン酸の過酸化反応に対する各種カロテノイドの添加効果に関して解析を行った。

【結果および考察】 β -カロテンおよびアスタキサンチンは共に、 γ 線照射によるリノレン酸分解反応に対して相対的高濃度で抑制効果を、相対的低濃度で促進効果を示した。また、 β -カロテンおよびアスタキサンチンは共に、 γ 線照射によるリノレン酸過酸化反応に対して有意な影響を与えなかった。これらのことより、放射線耐性細菌細胞脂質中においてカロテノイドは、 γ 線照射による生体分子損傷に対して防護的に機能することによりその放射線耐性機構に寄与していることが示唆された。さらに、生体中のカロテノイド濃度は厳密に制御されている可能性が示された。

05 原始地球大気 - 海底熱水系での有機物生成の検証

Studies on Formation of Organic Compounds in the Primitive Earth Atmosphere - Submarine Hydrothermal Vent System

近藤 裕一, 伊勢 絢一, 大林 由美子, 金子 竹男, 小林 憲正 (横浜国大)
Yuichi KONDO, Jun-ichi ISE, Yumiko OBAYASHI, Takeo KANEKO,
Kensei KOBAYASHI (Yokohama National University)

[諸言] 生命の誕生に必要なアミノ酸の生成の場としては、星間、原始大気、海底熱水系などが考えられる。原始大気が二酸化炭素・窒素などを主とする非還元型の場合、原始大気中でのアミノ酸などの生体関連有機物の生成は限定的となるが、アルデヒドやカルボン酸類の生成は期待できる。そして、このような化合物、特にケト酸が海底熱水系にとりこまれてさらに反応することでアミノ酸が生成する可能性があり、われわれはピルビン酸と NH_3 を模擬海底熱水系フローリアクター(FR)で加熱することで Ala の生成も確認した。本研究では、種々の非~弱還元型模擬原始大気ガスから火花放電により生成した有機物を分析し、さらにそれを FR で加圧加熱した時のアミノ酸などの生成・変性について調べた。

[実験方法] 火花放電実験は $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ (計 350 Torr) と N_2 (350 Torr) の混合ガス 700 Torr、および Milli-Q 水 5 mL を 400 mL 放電容器に入れ、テスラコイルを用いて気相中で 12 時間放電を行った。試料を回収後、6 M HCl 中 110°C で 24 時間酸加水分解を行い、イオン交換 HPLC(Shimadzu LC-10AT)でアミノ酸分析、および逆相 HPLC(Shimadzu LC-20AD)でカルボニル化合物分析を行った。

また、回収した放電生成試料を FR で 2 分間加圧加熱 (20 MPa、200~350°C)後に約 0°C に急冷した。試料を回収後、6 M HCl 中 110°C で 24 時間酸加水分解を行い、Monospin-SCX 陽イオン交換カラムを用いて脱塩処理後、アミノ酸分析およびカルボニル化合物分析を行った。

[結果] 火花放電実験では、ガス中の CH_4 の割合が減るに従って検出アミノ酸量が減少した。 CH_4 を 350 Torr 用いた試料では種々のアミノ酸が検出され、Gly 生成率は 1.46 %であった。しかし、 CH_4 を 35 Torr 用いた試料ではアミノ酸は検出できなかった。また、 CH_4 を 350 Torr 用いた試料ではピルビン酸が検出され、生成率は 1.75 %であった。

加熱加圧実験では、加熱によりアミノ酸濃度が減少したが、250°C で加熱した試料中の回収量が最も多く、 CH_4 を 350 Torr 用いた試料の Gly 残存率は 37 %であった。 γ -ABA などのアミノ酸は高温になるほど検出量が増えたため、 α -ABA からのアミノ基転移や Glu からのカルボキシル基脱離など他のアミノ酸からの変性が考えられる。現在、 CH_4 比率を下げた放電実験試料中のケト酸などの分析を試みており、熱水系におけるそれらの化合物からのアミノ酸生成について検討を行っている。

06

海底熱水の多様性と SIPF 反応速度

Diversity of deep sea hydrothermal chemistry and Salt-induced peptide formation (SIPF) reaction rates

○坂田 霞, 藪田 ひかる, 近藤 忠 (阪大理)

Kasumi Sakata, Hikaru Yabuta and Tadashi Kondo

(Department of Earth and Space Science, Osaka University)

【序論】典型的な現在の海底熱水噴出孔は、重金属に富み、酸性 (pH ~2), 高温 (<400°C) の熱水を噴出する[1]。一方で近年、カンラン岩の蛇紋岩化で発生する塩基性 (pH = 9-11) の流体が噴出するロストシティー熱水 (<90 °C) 地域や南チャモロ海山低温湧水 (4-10 °C) 系が発見された[2, 3]。これらに基づけば、初期地球の海底熱水環境もまた多様な化学組成 (pH, 温度, 金属イオン) を呈し、それぞれの環境で異なる化学進化が起こっていた可能性が考えられる。本研究では、Salt-induced peptide formation (SIPF)[4]に着目し、様々な pH 条件下で種々の金属イオン (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}) をそれぞれ含む場合のグリシルグリシン (GlyGly), グリシルグリシルグリシン (GlyGlyGly) およびジケトピペラジン (DKP) の生成・分解速度定数 (k_n) を決定した。

【実験】100 mM Gly 水溶液, および金属イオン濃度が 5 mM になるよう CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 , CuCl_2 , FeCl_2 , MnCl_2 をそれぞれ加えた 100 mM Gly 水溶液を調製した。各水溶液の pH を酸性 (pH = 2.2 - 2.3), 中性 (pH = 4.5 - 6.0), 塩基性 (pH = 9.8 - 9.9) に調製した。各試料溶液 (0.5ml) をパイレックス試験管に入れ, アルゴン置換, 脱気封管し, 140°C で 1~74 日間加熱した。加熱後の水溶液を希釈後, 100 μ l を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析した。本研究では, $2\text{Gly} \rightarrow \text{GlyGly}$ (k_1), $\text{GlyGly} \rightarrow 2\text{Gly}$ (k_{-1}), $\text{GlyGly} \rightarrow \text{DKP}$ (k_2), $\text{DKP} \rightarrow \text{GlyGly}$ (k_{-2}), $\text{Gly} + \text{GlyGly} \rightarrow \text{GlyGlyGly}$ (k_3), $\text{GlyGlyGly} \rightarrow \text{Gly} + \text{GlyGly}$ (k_{-3}) の反応速度式を用いた。Gly, GlyGly, DKP, GlyGlyGly の濃度の経時変化に, 上記 6 つを組み合わせた反応速度式で最小自乗フィッティングを行い, 各反応速度定数を求めた。

【結果と考察】GlyGly の生成濃度は, 金属イオンを含まない場合と比べ, 塩基性下で Cu^{2+} を, 中性下で Fe^{2+} を含む場合で増加したが, 他の条件下では減少した。DKP の生成濃度は, 酸性下では Fe^{2+} を含む場合は同程度であったが, 他の金属イオンでは増加し, 中性, 塩基性では全ての金属イオンで減少した。 Cu^{2+} を含む水溶液でのみ GlyGlyGly が生成し, 塩基性で最も高い濃度を示した。反応速度は, Ca^{2+} と Mg^{2+} では, 塩基性下での k_2 を除く全ての反応速度が減少した。 Zn^{2+} では, 酸性, 中性下で全ての反応速度が減少し, 塩基性下では k_2 を除く反応速度が増加した。 Cu^{2+} では, 酸性下で k_1, k_{-1} が増加, k_2, k_{-2} が減少し, 塩基性下で k_2 を除く反応速度が増加した。 Mn^{2+} と Fe^{2+} では酸性, 中性下で k_1 が増加し, 他の反応速度は減少した。これらの結果は, 錯体を形成しにくい Ca^{2+} , Mg^{2+} と Zn^{2+} , 平面構造の錯体を形成する Cu^{2+} , 八面体構造の錯体を形成する Fe^{2+} , Mn^{2+} , の場合で特徴付けられ, Gly, GlyGly と金属イオンの錯体の立体構造の違いが, 生成物の収量と反応速度に影響を与えられとされる。塩基性で Cu^{2+} が, 中性で Fe^{2+} がペプチド結合の形成を促進する可能性が考えられる。

【参考文献】 [1] Tivey (2007) *Oceanography* 20, 50-65. [2] Kelley et al. (2005) *Science* 307, 1428-1434. [3] Hulme et al. (2010) *Geochem. Geophys. Geosyst.* 11, 2009GC002674. [4] Eder and Rode (1994) *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* 1125-1130.

07

熱水環境を模擬した反応装置と化学進化過程 A Flow Reactor Simulated Hydrothermal Environments for Chemical Evolution

今井 栄一 (長岡技術科学大学・生物)

Eiichi Imai (Bioengineering, Nagaoka Univ. Tech.)

アストロバイオロジーの大きなテーマの一つである生命の起源に関しては、化学進化過程が進行する場として熱水環境が注目されている。その環境下において機能性分子の出現を目指して、多様な環境を模擬できる反応装置（フローリアクター）の製作を進めている。基本は非平衡開放系の反応の場を持った装置で、高温部と低温部がノズルを介して接触していて、高温の熱水が冷水に噴き出す反応の場を造っている。熱水と冷海水の界面には大きな冷却温度勾配があって、熱水中に含まれる反応生成物が分解する前に急冷して冷たい環境に留まることを意図している。

海底熱水噴出孔の環境を具体化し、熱水の噴出する方向を倒立させた旧型のフローリアクターでは圧力 24 MPa、温度 300°C の高温高圧環境を実現した。金属イオンを含む 5 種のアミノ酸溶液を出発反応溶液（修飾海水）にしたとき、オリゴペプチドの熱分解を抑制する機能を持つ分子量 1000 程度の化合物の生成が認められた。しかし、低温部の析出物によって流路の詰りが生じ長時間の運転が困難であった。特に金属イオン濃度を高くするとこの傾向が顕著であり、旧型では機能性分子の出現に向けた検証実験には限界があった。

この障害をなくすために、海底熱水噴出孔と同じ向きに熱水の噴出する方向を成立させた新たな装置が稼働している。さらにさまざまな実験要求に応えるために溶液の流路の多様化やサンプル採取などに適応できる仕様に変更が可能である。例えば、

- 2) 懸濁液を使用
- 3) 反応の場に別の溶液の供給が可能
- 4) サンプル採取の位置を変更

などが挙げられる。

先行実験結果をもとにさらなる進展を図るために、反応炉内に玄武岩を入れて実際の海底熱水噴出孔の環境に近い条件を採用する。有機物-鉱物-熱水相互作用の反応の場としての海底熱水環境でさまざまな機能を有する化合物の出現を目指す。海底熱水噴出孔の多様な環境以外にも地上の温泉の反応の場も可能である。

原始地球において熱水噴出孔の環境を想定した実験から得られる知見は、他の天体においても生命誕生の可能性を議論する基礎となり得る。

08

Nucleopeptidic reciprocal replicators: an abiogenesis theory of everything.

○E. F. Banwell & J.G. Heddle

RIKEN, Wako, Japan.

Perhaps the most fundamental unanswered question in biology is how life on Earth first arose.

Previous hypotheses have focused on RNA and proteins as likely candidates for the first

self-replicating entities, but the evidence in support is contradictory and incomplete. We examine the

possibility of simple reflexive autocatalytic replicators comprising both nucleic acids and peptides and

demonstrate that, in this context, the previously confusing evidence becomes coherent. We

demonstrate that such a system could account for all the evolutionary steps between the spontaneous

origins of the first biogenic molecules and the molecular replication machinery likely to have been

present in the last common ancestor of all extant life. We present hypothetical evolutionary pathways

consistent with our understanding of the mechanisms of natural selection that account for the coupling

of nucleic acid and peptide biosynthesis, the emergence of DNA as the molecule of long-term

information storage and the tRNA operational code. Here we present the first complete, coherent,

robust and unified abiogenic theory of everything.

09

Kimura の 2 変数法の拡張

On extension of K2P model

○西巻 拓真、佐藤 圭子、原 利英
(東京理科大学 理工学部 情報科学科)

Takuma Nishimaki, Keiko Sato, and Toshihide Hara
(Department of Information Sciences, Tokyo University of Science)

Kimura の 2 変数 (K2P) モデルは、遺伝的差異 (進化距離) 及び系統関係を推定するための塩基置換モデルとして世界中で広く使用されている。分子配列の進化に対する正確なモデルはとても重要であることは言うまでもない。しかしながら、K2P モデルが進化の研究や DNA バーコーディングの研究において過剰に使用されている理由は、K2P モデルが適切なモデルだからではなく、おそらく多くの著者がそれを使っているから、または系統解析を行なうさまざまなプログラムのデフォルトとなっているからであろう。

進化過程に見られるヌクレオチドの変化は、置換、挿入、欠失を含む。K2P モデルは、挿入と欠失による進化を考慮していない。2つのアライメントした配列に対して、K2P モデルを使って遺伝的差異を推定するとき、ギャップ (挿入、欠失) のあるサイトは削除される。K2P モデルがヌクレオチド置換の適用にふさわしいモデルだとしても、分子配列の進化モデルは、置換に加え、挿入、欠失も含む方が望ましい。

ここで、私たちはギャップを考慮することで、K2P モデルを拡張し、進化過程の間に起こったヌクレオチドの変化という観点から、2つの配列間の遺伝的差異を推定するための尺度を提案する。そして、私たちのモデルと K2P モデルでの遺伝的差異の性能を比較するため、32種のモデル生物由来の SSU-rRNA 遺伝子の配列を使い、それぞれのモデルで遺伝的差異を計算し、系統解析を行なった。

10

アノテーション情報を考慮した

アミノ酸配列アライメント

A sequence alignment method for proteins taking into account the sequence annotation

○原 利英, 佐藤 圭子, 大矢 雅則 (東京理科大学)

Toshihide Hara, Keiko Sato, Masanori Ohya (Tokyo University of Science)

生命における進化を理解しようとする試みとして、生物のもつタンパク質のアミノ酸配列や遺伝子の塩基配列を用いて系統解析を行い、生物が進化してきた道筋（系統）を推定しようとする手法がある。こうした手法では最初に配列上の機能的に対応する箇所あるいは進化的に相同な箇所の対応をそろえる整列化と呼ばれる作業が行われ、この整列化された配列群（アライメント）を元に遺伝距離が計算され系統樹が作成される。アライメントは解析の最初のステップとして作成されるものであり、その品質は系統解析を行う上で大変重要であるといえる。後の解析作業の助けとなるよう配列データベース上の配列データには、機能ドメインやモチーフといった事柄に関する情報が関連情報として付加される場合がある。こうしたアノテーションとよばれる付加情報を考慮することで、アライメントの質を向上させることが可能である。例えば、機能ドメインの対応が揃うようなアライメントを作成すればよい。しかし、ClustalW や MAFFT といった既存の一般的なアライメントツールはこうした情報を考慮せず整列化を行うため、付加されているアノテーション情報とは明らかに矛盾するようなアライメントを生成する場合がある。こうしたアライメントが生成される場合、配列を部分部分の領域に区切り、整列化をそれぞれの領域に対して行い、最後にそれらを組み合わせることで最終的なアライメントにするといった手間のかかる作業を手作業で行わなければならないのが現状である。

本講演では、こうしたアノテーション情報、特にドメイン情報、を考慮した動的計画法によるアライメント法を提案する。提案手法の効果を確認するにあたり、高精度アライメントツールである MTRAP[1]へ提案手法の組み込みを行った。この改良版 MTRAP は、ClustalW と似たインターフェイスを採用しているため、普段こうしたツールを使っているユーザーでも手軽に扱えるツールである。

References

- [1] T.Hara, K.Sato, M.Ohya, "MTRAP: Pairwise sequence alignment algorithm by a new measure based on transition probability between two consecutive pairs of residues", BMC bioinformatics, 11, 235 (2010).

11

原始タンパク質を創造するための 単純化異伝暗号表 Simplified genetic codes for creation of primordial proteins

網蔵 和晃・木賀 大介 (東工大・院総理工)
Kazuaki Amikura, Daisuke Kiga (Tokyo Tech, Int. Disp. Grad.)

生命は20種類のアミノ酸を指定する「普遍」遺伝暗号表によってタンパク質を合成する。近年の、21番目のアミノ酸に対応するアミノアシル tRNA 合成酵素の創出や天然の生物からの発見によって、普遍遺伝暗号表にしたがわずに21種類目のアミノ酸を使用する拡張遺伝暗号の存在が知られるようになり、遺伝暗号の進化についての議論が深まってきている。同様に、20種類未満のアミノ酸のみを使用する「単純化遺伝暗号」の研究も、遺伝暗号の起源と進化にせまるための重要なテーマである。我々はこれまでに、例えば、本来システインをコードする UGC/U がセリンを指定するように、20種類未満のアミノ酸のみをコードする、種々の単純化遺伝暗号表を試験管内に構築することに成功している(1)。

本発表ではこれまでの単純化遺伝暗号表の研究の延長として、まず、単純化遺伝暗号表の構築時に複数の tRNA 変異体を同時に用いることによって、アミノ酸の数をさらに減少させた単純化遺伝暗号表が構築できることを示す。さらに、本発表をもちいた実験進化によって、アミノ酸の種類を制限させても活性を保持した原始タンパク質の取得方法を提案する。このような実験進化の実験と、初期地球環境の推定、環境情報込みのゲノムデータベースとを組み合わせることによって、生命起源についての研究スタイルの革新を目指す東工大・地球生命研究所についても紹介したい。

参考文献

(1) “Simplification of the Genetic Code: Restricted Diversity of Genetically Encoded Amino Acids”
Kawahara-Kobayashi A, Masuda A, Araiso Y, Sakai Y, Kohda A, Uchiyama M, Asami S, Matsuda T, Ishitani R, Dohmae N, Yokoyama S, Kigawa T, Nureki O, Kiga D. Nucl. Acids Res. (2012) 40 (20): 10576-10584 (featured article, Top 5% of the journal).

12

[GADV]-ペプチドの立体構造についての 構造バイオインフォマティクスの検討

Structural bioinformatics studies of [GADV]-peptides

○小田 彰史^{1,2}、福吉 修一¹、中垣 良一¹ (¹金沢大院医薬保、²阪大蛋白研)
Akifumi Oda^{1,2}, Shuichi Fukuyoshi¹, Ryoichi Nakagaki¹ (¹Kanazawa University, ²Osaka
University)

【緒言】タンパク質から生命が始まったとするタンパク質ワールド仮説の一つである GADV 仮説では、最初期のタンパク質はグリシン (G)・アラニン (A)・アスパラギン酸 (D)・バリン (V) の 4 種類のアミノ酸のみからなっていたと考えている。池原らは、タンパク質二次構造に対するアミノ酸出現頻度に関する指標を用いた解析や、Chou-Fasman 法による二次構造予測の結果から、GADV の 4 種のアミノ酸しか含まないペプチド鎖でも α -ヘリックスおよび β -シート構造をとり得ると推定した。しかし一方で[GADV]-タンパク質の立体構造についての詳細な知見はいまだ得られていない。

タンパク質立体構造の予測法には、配列相同性に依拠したホモロジーモデリング、既知の立体構造に配列を当てはめるスレッディング、既知構造情報を用いない *ab initio* 法の 3 種類がある。このうちホモロジーモデリングおよびスレッディングは進化の過程を経て現存するタンパク質の立体構造を利用する手法であり、正確な自己複製能を獲得する以前に存在したと考えられる[GADV]-タンパク質に対して正しく機能するかどうかは不明である。また *ab initio* 法にも部分的に既知情報を用いる場合があり、これについても十分な注意を要する。

そこで本研究では、[GADV]-タンパク質の立体構造を予測する手法について検討を行った。スレッディング、*ab initio* 法に加えて、一切の既知情報を用いずニュートンの運動方程式のみを用いて立体構造を構築する分子動力学 (MD) シミュレーションによる構造推定も行い、[GADV]-ペプチドが確固たる立体構造をとり得るのか、また計算化学手法によってそれを予測することができるのかを検討する。

【計算】G, A, D, V をランダムに 100 残基つないだペプチドを計算機上で 5 つ構築し、その立体構造を予測した。タンパク質立体構造予測手法としては RaptorX および QUARK を用いた。また数百 ns の MD シミュレーションも行い、特定の構造で収束するかどうかを確認した。その際には水和環境を模したモデルを用いて計算を行った。

【結果】RaptorX および QUARK の出力した構造は、5 つのペプチドのいずれも β -シート構造の多いものであった。これは既存の構造予測手法におけるバリンの β -シート形成能の高さを反映したものである可能性がある。また MD シミュレーションは 400 ns の段階でいまだ特定の構造に収束していなかったが、構造のばらつきは徐々に減少している。さらなるシミュレーションの結果等については当日報告する。

13 全く新規な遺伝子は真正細菌の GC-NSF (a) から生まれる

Entirely new genes are created from GC-NSF (a) s of eubacteria.

鎌田 智永子、園田 通、天勝 康介、○池原 健二^{1,2,3}

(¹放送大学奈良学習センター、²奈良佐保短期大学、³国際高等研究所)

Chieko Kamata, Toru Sonoda, Kosuke Amakatsu, Kenji Ikehara^{1,2,3}

(¹Nara Study Center, Open University of Japan; ²Narasaho College;

³International Institute for Advanced Studies)

序論： 私たちは、全く新規な遺伝子が GC 含量の高い遺伝子のアンチセンス鎖上のコドン配列から生み出されるとの GC-NSF(a) 新規遺伝子生成仮説¹⁾ (略して、GC-NSF(a) 説) を提唱している。今回は、この GC-NSF(a) 説が正しいかどうかを確かめるため、真正細菌および古細菌の遺伝子のアンチセンス鎖がコードする仮想的なタンパク質と相同なタンパク質が実際に存在するかどうかを調べた。

解析方法： 真正細菌および古細菌ゲノムがコード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アミノ酸配列がタンパク質データベースに登録されているのかどうかをコンピューターによって Blast サーチし、アンチセンス鎖がコードする仮想的なタンパク質の性質を調べた。また、アンチセンス鎖上のコドン配列が全く新規な遺伝子を生み出す理由を探るため、コドンの 3 つの塩基位置毎の塩基組成についても調べた。

結果： 真正細菌遺伝子のアンチセンス鎖上の塩基配列がコードする仮想的なタンパク質と有意に相同なタンパク質が見つかる確率は、GC-NSF(a) 説が予測するように、遺伝子の GC 含量が高くなるにつれて増加した。それに対して、古細菌遺伝子のアンチセンス鎖がコードする仮想的なタンパク質と相同なタンパク質のアミノ酸配列が見出される確率は、遺伝子の GC 含量が大きくなってもほとんど大きくならなかった。その理由として、真正細菌では GC 含量の高い遺伝子の第 3 塩基位置での塩基組成が、GC-NSF(a) 説が予測するように新規遺伝子を生み出すのに好都合な C>G (アンチセンス鎖上の第 1 塩基位置の塩基組成では G>C) となっていたが、古細菌では、逆に、不都合な G>C (アンチセンス鎖上の第 1 塩基位置では C>G) となっていることが分かった。また、真正細菌のアンチセンス鎖上のコドン配列がコードするアミノ酸配列が実際にタンパク質として使用されている例があるかどうかを調べたところ、既知タンパク質である Transposase Phenol hydroxylase, ATP-NAD/AcoX kinase などを確認することができた。

考察： 以上の結果より、全く新規な遺伝子は GC-NSF(a) 説が予測するように、真正細菌の GC-NSF(a) 上のコドン配列から生み出されていることが推定できた。また、私たちが提唱する遺伝暗号の起源に関する GNC-SNS 原始遺伝暗号仮説²⁾ が GC-NSF(a) 説を基礎としていることから、今回の結果は GNC-SNS 説についても支持していると考えている。

参考文献：

1) K. Ikehara, et al., *Nucl. Acids Res.*, Vol. 24, 4249-4255 (1996)

2) K. Ikehara, et al., *J. Mol. Evol.*, Vol. 54, 530-538 (2002)

14

炭素質隕石中の始原有機物の化学・同位体的特徴 Chemical and isotopic characteristics of the primitive organic matter in carbonaceous meteorites

○奈良岡 浩、濱村 雄太、山下 陽平 (九州大理)

○Hiroshi Naraoka, Yuta Hamamura, Yohei Yamashita

(Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University)

はじめに：原始地球における水・炭素などの重要な1つの供給源として、始原的隕石である炭素質コンドライトが考えられている。炭素質隕石には約3%程度までの炭素がほとんど有機物として存在し、太陽系で最も古い有機化合物である。それらのアミノ酸、カルボン酸、芳香族炭化水素などについては多くの研究が行われ、原始地球上の化学進化に役割を果たした可能性が指摘されている。とくに近年では、アミノ酸の様々な程度のL体過剰が見出され、隕石母天体上での水変質との関連が報告されている(例えば、Pizzarello et al., 2003; Glavin & Dworkin, 2009)。一方で、隕石中のアミノ酸は熱水抽出物を加水分解して分析される場合が多く、加水分解によって検出されるアミノ酸の種類も量も増加する。また、隕石有機物に見られる重水素濃縮などの同位体的特徴は水との反応によって失われる傾向にある(Oba & Naraoka, 2009)。アミノ酸前駆体などのより始原的な有機物の構造および同位体組成を明らかにするためには熱水抽出に依らない分析が有用かもしれない。今回、抽出溶媒の極性を変えながら、それぞれの抽出画分に含まれる化合物を分析した。

試料と実験：Murchison隕石(CM2)の粉末試料をhexane, MeOH, H₂Oによって、順次抽出した。それぞれの抽出物に含まれる炭素・窒素量とその同位体比を測定した。また、液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS)などによって、個々の化合物の分析を行った。

結果と考察：3つの溶媒により、Murchison隕石中の全炭素の約5%が有機炭素として抽出された。窒素については約15%であった。その存在量比は H₂O~MeOH>>hexaneであり、抽出物のほとんどが極性有機物であることを示す。また、hexane抽出物のd¹³Cが-16.2‰であったのに対して、H₂OとMeOHの抽出物のd¹³Cが約+4‰と同位体的に重かった。とくに、H₂OとMeOHの抽出物はd¹⁵N=+20~+35‰と非常に重い窒素に富んでいた。これらの同位体的に重い極性有機物の今までの研究(例えば、Krishnamurthy et al., 1992)と一致している。これらの極性有機物を親水性相互作用クロマトグラフィー(HILIC)カラムを用いてLC/MS分析を行ったところ、ODSによる逆相クロマトグラフィーとは異なる結果が得られた。

<引用文献> Glavin & Dworkin (2009) *Proc. Natl. Acad. Sci.* **106**, 5487-5492;

Krishnamurthy et al. (1992) *Geochim. Cosmochim. Acta* **56**, 4045-4058;

Oba & Naraoka (2009) *Meteoritics Planet. Sci.* **44**, 943-953;

Pizzarello et al. (2003) *Geochim. Cosmochim. Acta* **67**, 1589-1595.

15 初期地球と火星における衝突起源大気組成の対照性

The contrasting chemical compositions of impact-induced atmospheres between Earth and Mars

○桑原 秀治、杉田 精司 (東大・新領域)

Hideharu Kuwahara, Seiji Sugita (University of Tokyo)

はじめに：地球型惑星形成末期において、秒速 10 km を超えるような高速度衝突によって生じる集積物質の蒸発現象は初期地球型惑星大気的主要な供給過程のひとつであったと考えられている[1]。初期地球型惑星大気組成の推定は紫外線や雷放電による表層への有機物の供給効率[2]や温室効果気体による惑星放射バランスへの影響など[3]、地球生命の進化を考えると重要な要素に制約を与える。従来の衝突蒸気雲モデルでは集積時において形成される惑星の衝突脱ガス水蒸気大気を仮定しており、これが一定圧下で冷却していくにつれて組成がどのように変化するかを調べている[1]。しかし、より現実的な観点から見た衝突蒸気雲の描像は衝撃圧縮—圧力解放過程で膨張・冷却していくものであり、その組成変化に関してはよくわかっていない。本研究では断熱的に膨張する蒸気雲の組成を調べ、集積末期の地球型惑星大気組成を推定することを目的とする。

モデル：本研究では地球型惑星の衝突蒸気雲の化学組成をモデルするために次のことを仮定する。衝撃圧縮後の圧力解放過程は断熱的であるとし、地球型惑星で見積もられている小惑星の衝突速度範囲[4]とシリカの状態方程式[5]から地球型惑星上の衝突で発生しうるエントロピーを 4.0~6.0 kJ/K/kg と見積もった。この値をもとに断熱膨張する衝突蒸気雲の温度—圧力パスを決定した。また、初期地球型惑星へ揮発性元素を供給した衝突体の組成が CI コンドライト様のものであると仮定した[6]。蒸気雲の組成に関しては各温度—圧力条件下で化学平衡が成り立つと仮定し、計算はギブズ自由エネルギー最小化法コード[7]を用いて行った。

計算結果：隕石重爆撃期における地球と火星の衝突蒸気雲大気組成は共に二酸化炭素・水蒸気に富んではいるが、火星ではメタンやアンモニアのようなより強い温室効果をもつ気体も生成することが示唆された。一方で、地球では一酸化炭素に富んだ衝突起源大気が形成されることが示唆された。

参考文献：[1] Hashimoto et al., 112, *JGR*, 2007. [2] Stribling & Miller, 17, *OLEB*, 1987. [3] Ueno et al., 106, *PNAS*, 2009. [4] Sleep & Zahnle, 103, *JGR*, 1998. [5] Kurosawa et al., 117, *JGR*, 2012. [6] Marty, 313-314, *EPSL*, 2012. [7] Gordon, S., McBride, B., 1994 *NASA* 1311

16

氷衛星における熱水反応の理論的考察： エンセラダス内部海の温度制約とハビタビリティ A theoretical study of hydrothermal reactions on icy moons: Constraints on the temperature and habitability of Enceladu's' ocean

○三嶋 慎平(東京大・理), 関根 康人, 杉田 精司(東京大・新領域)
S. Mishima (Univ. of Tokyo. Dep. Earth & Planet. Sci.),
Y. Sekine, S. Sugita (Univ. of Tokyo. Dept. Complexity Sci. & Engr.)

【緒言】土星の氷衛星エンセラダスには南極付近の氷地殻の割れ目からプルームが噴出するなど、内部の潮汐加熱に由来する活発な地質活動が存在する。カッシーニ探査の結果、プルーム中には主成分である水分子の他に、二酸化炭素、アンモニアなどの外側の太陽系に多く存在する始原的揮発性分子や、ナトリウム塩や炭酸塩、シリカ粒子などの固体成分も含まれていることが明らかになった。このことは、エンセラダス内部に岩石成分と相互作用をする液体の海が存在することを示唆している。一方、近年では、エンセラダス内部海を模擬した始原的揮発性分子を含む水溶液と、岩石成分を模擬したオリビンなどの鉱物との熱水反応実験も行われ始めているが、どのような化学反応が溶液中の pH や溶存イオン濃度を決定しているかなどの理論的解釈は存在しない。本研究では、上記の熱水反応実験の結果と、地球化学計算コード PHREEQC を用いた同様の実験条件における化学平衡計算の結果を比較し、氷衛星のような揮発性成分を多く含んだ熱水反応系において平衡状態として扱える化学反応を選定する。そしてこの結果を用いて、1) 溶液中の pH や溶存イオン濃度の決定要因を明らかにし、2) プルーム中に観測されているシリカ粒子の内部海での析出を必要条件として熱水反応の温度を制約することを目的とし研究を行う。

【結果・考察】熱水実験と化学平衡計算の比較の結果、アンモニアや二酸化炭素の酸化還元反応は、高い活性化エネルギーのため速度論的にほとんど進行しないことが分かった。その結果、これら揮発性分子が大量に安定して溶液中に存在するため、pH は、二次鉱物が決定する地球の場合とは異なり、揮発性物質のイオン濃度によって決定されることが分かった。特に、300°Cにおいて、炭酸種の総濃度が 0.01mol%以下のときにはアンモニウムイオン、それ以上の時には炭酸・重炭酸イオンが pH を決定し、どちらの場合でも pH が 8~10 というアルカリ性になることがわかった。溶存シリカ濃度は、反応で生成した二次鉱物による緩衝系と pH により決定されており、シリカ粒子が析出する溶存シリカ濃度(0.9mmol 以上)を達成するためには、熱水反応の温度条件は約 100°C以上であることが必要となる。このようなアルカリ性熱水環境では、蛇紋岩化作用によって生命存在に必要な代謝エネルギー源となる水素分子も活発に生成される。本研究の結果は、エンセラダス内部には生命存在可能な熱水環境が存在している可能性があることを示唆している。

17

生化学的機能の無生物的創生における 高分子態有機物の役割

Roles of High-Molecular-Weight Complex Organics in Abiotic Generation of Biochemical Functions

○小林 憲正・川本 幸徳・江藤 碧・金子 竹男・大林 由美子（横浜国大）・
高橋 淳一（NTT）・福田 一志・小栗 慶之（東工大）・吉田 聡（放医研）・
神田 一浩（兵庫県立大）

○Kensei Kobayashi, Yukinori Kawamoto, Midori Eto, Takeo Kaneko, Yumiko
Obayashi (Yokohama Natl. Univ.), Jun-ichi Takahashi (NTT), Hitoshi Fukuda,
Yoshiyuki Oguri (Tokyo Inst. Tech.), Satoshi Yoshida (NIRS), Kazuhiro Kanda
(Univ. Hyogo)

生命の誕生に至る化学進化のシナリオとしては、まずアミノ酸などの小分子が生成し、それが徐々により大きい分子に変化していくとされてきた。しかし、地球外有機物の分析や、模擬実験生成物の分析や、模擬星間物質(CO, NH₃)へのタンデム加速器からの陽子線照射実験により、高分子態有機物が容易に生成することが知られるようになった。このような高分子態有機物の化学進化における役割について考察する。

1. 安定性： アミノ酸は、熱、紫外線、放射線などにより比較的容易に分解してしまう。このため、アミノ酸を長時間にわたり蓄積して高濃度にした後、ペプチドをつくるのは困難となる。これに対して、高分子態のアミノ酸前駆体（たとえば、一酸化炭素、アンモニア、水への陽子線照射生成物）は重粒子線、軟X線、γ線などに対して遊離のアミノ酸よりも安定であることが知られている。

2. 円偏光による不斉創生： ホモキラリティの起源を考える上で、アミノ酸への円偏光紫外線照射による不斉分解が注目されてきた。しかし、この場合、ターゲットのアミノ酸の大部分を分解して、はじめてエナンチオ過剰が生じる。一方、高分子態アミノ酸前駆体の場合、円偏光紫外線照射により分解はほとんど起こらないが、照射生成物を加水分解することによりアミノ酸のエナンチオ過剰が生じる[1]。

3. 有機物凝集体の生成： 海洋中での有機物構造体モデルとして、アミノ酸を原料としたプロテノイド微小球、マリグラニュールなどがあるが、高濃度のアミノ酸が必要である。模擬原始大気を模したCO, N₂, H₂O混合気体への陽子線照射生成物の低濃度水溶液を、海底熱水系を模擬したフローリアクターで加熱することにより有機物凝集体が生成することがわかった[2]。

上記のように、無生物的に生成した高分子態有機物は遊離アミノ酸などの小分子よりも優れた化学進化的特性を有することがわかった。今後、高分子態有機物の触媒活性について調べていく予定である。

[1] Y. Takano *et al.*, *Earth Planet. Sci. Lett.* **254**, 106-114 (2007).

[2] H. Kurihara *et al.*, *Chem. Lett.*, **41**, 441-443 (2012).

18

粒子線照射による模擬星間物質からの 核酸塩基類の無生物的合成

Abiotic Synthesis of Nucleic Acid Bases from Simulated Interstellar Media by Particles Irradiation

○岡部 拓人, 金子 竹男, 大林 由美子 (横浜国大), 福田 一志, 小栗 慶之 (東工大), 吉田 聡 (放医研), 小林 憲正 (横浜国大)

○Takuto Okabe, Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi (Yokohama Natl. Univ.), Hitoshi Fukuda, Yoshiyuki Oguri (Tokyo Inst. Tech.), Satoshi Yoshida (NIRS), Kensei Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.)

【緒言】 生命の起源に至る化学進化の過程において、アミノ酸や核酸塩基などが無生物的に生成したとされている。無生物的生成の場としては、原始地球環境や星間環境が候補に上がるが、前者は、近年、弱還元型/中性型大気と考えられており、有機物生成の環境としては後者の方がより注目されている。本研究では、分子雲環境での有機物生成の検証のため、エネルギー源としては宇宙線を模擬した粒子線を用い、種々の組成の模擬星間物質からの無生物的な核酸塩基やアミノ酸の合成を試みた。

【実験】 1. 陽子線照射実験: Pyrex 製のガラス容器に、模擬星間物質として、 $\text{CH}_4:\text{N}_2:\text{CO}:\text{NH}_3=1:1:1:1$ (それぞれ 175 Torr, 合計 700 Torr, 気体状態) + 水約 5 mL (生成物を MNCAW と略記)、 $\text{CO}:\text{NH}_3=1:1$ (それぞれ 350 Torr, 合計 700 Torr, 気体状態) + 水約 5 mL (生成物: CAW) を封入し、これに東工大タンデム加速器からの 2.5 MeV 陽子線を 4 mC 照射した。照射生成物は 6 M HCl 110°C で 24 時間、酸加水分解を行った後、移動相に pH 3.7 リン酸緩衝液を用いた逆相 HPLC 法により、各核酸塩基類の画分を分取した。次に水/アセトニトリル=98/2 を用いた逆相 HPLC 法により脱塩・精製を行った後、LC/MS (装置; 日立ハイテック Nano Frontier LD、カラム; PC HILIC 2.0 mm i.d. × 150 mm) により同定を行った。イオン化法は APCI 法と ESI 法を併用した。

2. 重粒子線照射実験: メタノール・アンモニア・水の混合溶液 (1:1:2.8, モル比) をガラス容器に封入し、HIMAC (放医研) からの重粒子線 (C 線 290 MeV/u, Ar 線 500 MeV/u) を最大 15 kGy 照射した。照射試料は、陽子線照射実験と同様に分析を行った。

両試料とも、加水分解後にアミノ酸分析計を用い、アミノ酸分析も行った。

【結果・考察】 MNCAW・CAW 陽子線照射試料からは、LC/MS の測定により、ウラシル、4-ヒドロキシピリミジン、2-ヒドロキシピリミジン、また MNCAW に関してはチミンも検出された。核酸塩基類の生成量は、Gly と比較して $1/10^4 \sim 1/10^5$ であり、極めて少なかったが、種々のピリミジン類が星間環境で生成しうることが示唆された。出発物質に CH_4 を用いると、Ala/Gly 比の増加やチミンの生成から、メチル基を持つ化合物が生成しやすくなると考えられる。

重粒子線照射試料からは Gly, Ala, Ser 等の多様なアミノ酸が検出されたが、現在のところ核酸塩基は検出できていないので、より高感度な分析法が必要である。なお、Gly の生成量は照射線量の 2 乗に比例したが、この理由は検討中である。

19

軟 X 線に対するアミノ酸関連物質の変成評価

Alteration of amino acids and related compounds against soft X-rays

○川本 幸徳・金子 竹男・大林 由美子 (横浜国立大院工)、
神田 一浩 (兵庫県立大)、小林 憲正 (横浜国立大院工)

Yukinori Kawamoto, Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi (Yokohama National Univ.),
Kazuhiro Kanda (Univ. Hyogo), Kensei Kobayashi (Yokohama National Univ.)

【緒言】宇宙環境下で生成した前生物的有機物が地球に降り注ぎ生命が誕生した可能性が議論されており、中でも惑星間塵は隕石や彗星から生じたとされ、地球外起源有機物を地球に安全に搬入した媒体として注目されている。しかし惑星間塵は微小であり、原始太陽からの輻射に直接曝露され、惑星間塵中の有機物の分解や変成が生じると考えられている。特に原始太陽は軟 X 線領域の輻射が現在の太陽よりもはるかに強かったことが知られている。これまでの研究から、遊離のアミノ酸よりもヒダントインのようなアミノ酸前駆体の方が軟 X 線に対して安定的に残存できることがわかっていたが、その機構は不明であった。本研究では、宇宙での曝露が予想される軟 X 線をアミノ酸関連物質に照射し、放射線化学反応によって生じるガス成分を四重極型質量分析計を用いて分析し、分解プロセスの差異について評価した。

【実験】遊離アミノ酸 (イソバリン (Ival)、グリシン (Gly))、アミノ酸前駆体 (エチルメチルヒダントイン (EMH)、ヒダントイン (Hyd))、模擬星間物質 (CO, NH₃, H₂O) に陽子線照射し前生物的に生成した複雑態アミノ酸前駆体 (CAW) の固体試料に、高真空状態で赤外領域から軟 X 線領域の連続光 (軟 X 線領域で全照射エネルギーの 99.8 %をもつ) を兵庫県立大シンクロトロン NewSUBARU BL06 にて照射した。照射中のガス成分を四重極型質量分析計 (QMS) を用いて分析し、軟 X 線照射によって生じるガス成分の時間変化について評価した。また照射生成物の C-XANES 測定を NewSUBARU BL05 を用いて行った。

【結果】QMS 測定で、遊離のアミノ酸 (Ival、Gly) からは-COOH 基由来とみられる CO₂ 分子が多く検出されたが、-COOH 基を持たないアミノ酸前駆体 (EMH、Hyd) からは CO が多く脱離した。また、遊離アミノ酸の方がアミノ酸前駆体よりも多くの揮発性成分が検出された。アミノ酸前駆体の方が軟 X 線に対して安定であるという過去の結果も含め、分子中の -COOH 基の有無により軟 X 線に対する安定的に差異が生じた可能性が示唆された。QMS 測定結果より H₂ や CO などが脱離していること、C-XANES より得られた軟 X 線照射前後のアミノ酸関連物質の構造変成情報から C=C 二重結合の存在量が増大したことなどから、放射線化学反応によってアミノ酸関連物質から水素等の脱離によって、アミノ酸関連物質の疎水性が増大した可能性が示唆された。

20 たんぽぽ計画 [有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集] の準備状況と微生物宇宙生存可能性の検討

Current status of preparation of TANPOPO mission (Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiments) and investigation of survivability of microbes in space

○横堀伸一¹、河口優子¹、清水康之¹、川尻成俊¹、白石啓祐¹、杉野朋弘¹、高橋勇太¹、Yinjie Yang¹、谷川能章²、橋本博文³、林宣宏⁴、東出真澄⁵、今井栄一⁶、河合秀幸⁷、小林憲正⁸、三田肇⁹、中川和道²、鳴海一成¹⁰、奥平恭子¹¹、佐藤勝也¹⁰、田端誠^{3,7}、富田・横谷香織¹²、藪田ひかる¹³、矢野創³、吉田聡¹⁴、山岸明彦¹、たんぽぽWG³
¹東京薬大・生命、²神戸大・院人間発達環境、³JAXA・宇宙研、⁴東京工大・院生命理工、⁵JAXA・未踏技術研究セ、⁶長岡科技大・生物、⁷千葉大・院理、⁸横浜国大・院工、⁹福岡工大・工、¹⁰原子力機構・量子ビーム、¹¹会津大、¹²筑波大・院生命環境、¹³大阪大・院理、¹⁴放医研・福島復興支援

○Shin-ichi Yokobori¹, Yuko Kawaguchi¹, Narutoshi Kawashiri¹, Yasuyuki Shimizu¹, Keisuke Shiraiishi¹, Tomohiro Sugino¹, Yuta Takahashi¹, Yinjie Yang¹, Yoshiaki Tanigawa², Hirofumi Hashimoto³, Nobuhiro Hayashi⁴, Masumi Higashide⁵, Eiichi Imai⁶, Hideyuki Kawai⁷, Kensei Kobayashi⁸, Hajime Mita⁹, Kazumichi Nakagawa², Issay Narumi¹⁰, Kyoko Okudaira¹¹, Katsuya Satoh¹⁰, Makoto Tabata^{3,7}, Kaori Tomita-Yokotani¹², Hikaru Yabuta¹³, Hajime Yano³, Satoshi Yoshida¹⁴, Akihiko Yamagishi¹, & TANPOPO WG³

¹Tokyo Univ. Pharm. Life Sci., ²Kobe Univ., ³JAXA/ISAS, ⁴Tokyo Inst. Tech., ⁵JAXA, ⁶Nagaoka Univ. Tech., ⁷Chiba Univ., ⁸Yokohama Natl. Univ., ⁹Fukuoka Inst. Tech., ¹⁰JAEA, ¹¹Univ. Aizu, ¹²Univ. Tsukuba, ¹³Osaka Univ., & ¹⁴NIRS

近年、地球以外の天体に生命（またはその痕跡）を探そうとする研究、探査が盛んに行われるようになって来た。それと共に、「パンスペルミア仮説」もまた、再考され、そのようなパンスペルミアがそもそも可能であるかを検討する研究が進められてきた。その中で、微生物の宇宙空間曝露実験による生命の宇宙空間での長期間生存可能性の検証が行われてきた。

我々は、ISS-JEM（国際宇宙ステーション・日本実験棟）曝露部上での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た [たんぽぽ：有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集]。現在、2014年度に実験開始を実現するため、その準備を進めている。超低密度エアロゲルを長期間（1年以上）曝露し、惑星間塵や宇宙デブリを含む微粒子を捕集するとともに、新規に開発したエアロゲルの利用可能性を検証する。捕集された微粒子とそれが形成する衝突痕（トラック）に対して、微生物または微生物関連生体高分子（DNA等）の検出を試み、ISS軌道（高度約400km）での地球由来微生物の存在密度の上限を推定する。また、微生物を宇宙曝露する事により、微生物の宇宙環境での生存可能性と、生存に影響を与える環境因子について、推定を行う。宇宙曝露実験に用いる微生物として、現在 *Deinococcus radiodurans* (R1株とDNA修復系変異株)、*Deinococcus aerius* TR0125⁶⁾、*Deinococcus aetherius* ST0316⁷⁾、*Nostoc* sp. HK-01、*Schizosaccharomyces pombe* JY3 を検討している。そこから、地球由来微生物の惑星間移動の可能性を検討する。さらに、宇宙塵に含まれて地球に飛来する有機物が宇宙空間で変成する可能性を検討する。実際の運用では、同装置は汎用曝露装置 (ExHAM) に固定され、きぼう与圧部エアロックからロボットアームによって同曝露部に設置され、一定時間曝露された後に再度同ルートで回収、有人帰還船に搭載して地球に帰還する予定である。

本発表では、本計画の概要と準備状況（特に微生物捕集並びに微生物宇宙曝露）等について報告する。

21

凝集体微生物の天体間移動の可能性：*Deinococcus* 属
の凝集体内部の細胞は紫外線照射から防御されうるThe possible interplanetary migration
of aggregated microbes: Deinococcal cells inside
aggregate can be protected from UV radiation

- 河口 優子 (s08756@toyaku.ac.jp), Yang Yinjie, 川尻 成俊, 白石 啓祐 (東京薬大・生命科学), 中川 和道, 谷川 能章 (神戸大・院人間発達科学), 橋本 博文 (JAXA/ISAS), 鳴海 一成, 佐藤 勝彦 (日本原子力機構・量子ビーム), 吉田 聡 (放医研), 横堀 伸一, 山岸 明彦 (東京薬大・生命科学)
- Yuko Kawaguchi, Yinjie Yang, Narutoshi Kawashiri, Keisuke Shiraishi (Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.), Kazumiti Nakagawa, Yoshiaki Tanigawa (Grad. Sch. Human Develop. Environ., Kobe Univ.), Hirofumi Hashimoto (JAXA/ISAS), Issay Narumi, Katuhiko satho (JAEA/QuBS), Satoru Yoshida (NIRS), Shin-ichi Yokobori and Yamagishi Akihiko (Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

宇宙空間での生物の移動の可能性を検証するために、微生物の宇宙空間での曝露実験が行われてきた(e. g. Horneck et al. 2010)。その結果、微生物の中には岩石中でsolar UVから防護されるならば長期間宇宙で生存が可能である、とするlitho-panspermia (lithoは岩石の意)が提唱された(Horneck et al. 2001)。一方で、真正細菌*Bacillus*属の単層に紫外線を照射した場合はただちに死滅するが、複数層では生存が可能であることが示されている(Horneck et al. 1994; Mancinelli and Klovstad, 2000)。

そこで我々は、微生物が凝集体状で宇宙空間で長期にわたり生存が可能であることを検証することを目的とした。放射線耐性菌である*Deinococcus*属の凝集体を作成し、UV照射実験を行い紫外線耐性を調べた。乾燥した菌体を異なる厚み(1~2000 μm)に調整し、凝集体とした。宇宙空間で照射される波長領域である Vacuum UV_{172nm}、UVC_{254nm}、UVB_{280-315nm}を真空下で凝集体に照射した。その後各凝集体の生存率を計測した。その結果、全てのUV照射下での*Deinococcus*属の生存率は、凝集体の厚みに依存した。さらに実験値をもとに照射強度と厚みと生存率の関係をモデル化した。全ての波長領域において1 μm (単層)では生存率が急速に低下した。しかし数mmあれば照射強度が増加しても高い生存率を示した。これは微生物の凝集体の側面の細胞は死滅するがUVを遮蔽し、内部の細胞は生存が可能であることが示している。これより我々は微生物が凝集体を担体として宇宙空間を移動するとするmasa-panspermia(masaは質量の意)を提唱する。この仮説を検証すべく、厚みの異なる*Deinococcus*属の業種帯を宇宙空間で曝露し、生存能力を検証する宇宙実験を行う予定である(Yamagishi et al. 2008)。

<References>

Horneck et al. (2010) *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(1) 121-156, Horneck et al. (2001) *Origins Life Evolution Biospher*, 31-527-547, Horneck et al. (1994) *Life Sciences and Space Research*, 14(10) 41-45, Mancinelli and Klovstad (2000) *Planetary and Space Science*, 48 1093-1097, Yamagishi et al. (2007) *Biological Science in Space*, 21 67-75

22

ISS のロシア棟 Pirs 外壁で 13 ヶ月間宇宙曝露
(Biorisk 実験)したヒョウタンゴケの胞子は発芽した
Spore of *Funaria hygrometrica* (moss) which
exposed on the outer wall of the Pirs docking node of
ISS for 13 months germinated

○高橋 裕一、柴田 晋平、横山 潤 (山形大学)、橋本 博文 (JAXA)、横堀 伸一、
河口 優子、山岸 明彦 (東薬大)、中川 卓夫 (小白川至誠堂病院) Oleg Gusev (農
業生物資源研究所)、鳴海 一成、佐藤 勝也 (原子力研究機構)、Vladimir Sychev,
Natalia Novikova, Margarita Levinskikh (IMBP, RAS), 杉本 学 (岡山大学)
Yuichi Takahashi, Shinpei Shibata, Jun Yokoyama (Yamagata University), Hirofumi
Hashimoto (JAXA), Shin'ichi Yokobori, Yuko Kawaguchi, Akihiko Yamagishi (Tokyo
University of Pharmacy and Life Sciences), Takuo Nakagawa, Oleg Gusev (National
Institute of Agrobiological Sciences), Vladimir Sychev, Natalia Novikova, Margarita
Levinskikh (IMBP, RAS), Manabu Sugimoto (Okayama University)

緒言:「生命は星から星へ移動することができるか」という課題を検討している。そのためには生物を宇宙空間に曝露し耐性を調べる必要がある。まずは ISS での曝露実験に相応しい対象生物を選抜し、その選抜された生物について ISS での曝露実験を行う計画で進めている。

実験方法:曝露実験に相応しい対象生物を選抜する方法として、熱サイクル試験、UV 照射試験および重粒子線照射試験の 3 種の試験を行った。装置はそれぞれ宇宙科学研究所 (JAXA) の熱サイクル試験装置、254nm の波長を照射する紫外線照射器、放射線医学総合研究所 (千葉) の HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) 装置を用いた。選抜のための対象とした生物は、6 種のコケ胞子、3 種の真菌の胞子と 9 種の地衣類である。選抜には、コケ胞子は発芽率を、真菌の胞子はコロニー形成能を、地衣類は菌糸の伸長の度合いおよび蛍光色素の取り込みから膜が正常かどうかを調べる方法を用いた。ISS で曝露した後の試料の生存率も選抜に用いた方法と同じ方法で調べた。

結果および考察:コケではヒョウタンゴケが、カビではクラドスポリウムが、地衣類ではツブダイダイゴケが選抜された。これらのうちヒョウタンゴケ胞子とクラドスポリウム胞子はロシアの Biorisk 実験で 2011 年の夏から 13 ヶ月間 ISS の Pirs 外壁で宇宙曝露し、2012 年の夏に地球に帰還した。ツブダイダイゴケは今回の Biorisk 実験には間に合わなかった。

ISS で 13 ヶ月間宇宙曝露したヒョウタンゴケ胞子は 2 週間培養の時点での発芽率は 3% であった。発芽の速度は対照に比べると遅かった。培養後の胞子の 20% はサイズが大きくなり緑色をしていた。緑色をしているのは葉緑体が活動を始めたと考えられる。さらに培養を続けたところその大部分は発芽した。40 日間培養後の発芽率は 19.2% であった。同時に宇宙曝露したクラドスポリウム胞子は死滅していた。地衣類のツブダイダイゴケは、3 種のいずれの処理でもヒョウタンゴケ胞子よりも再生能力でみた生存率は高かった。次回の ISS での曝露対象生物としてはツブダイダイゴケが相応しいと考える。

23

RNA ワールド仮説を補強しうる RNA 分解酵素抵抗性 RNA の発見

Discovery of RNase resistant RNAs that can reinforce the RNA world hypothesis

○梅影 創、越智 明德、Pan Yu、藤沼 輝、菊池 洋
(豊橋技術科学大学)

So Umekage, Akinori Ochi, Yu Pan, Akira Fujinuma and Yo Kikuchi
(Toyohashi Tech.)

諸言: 「RNA 自身が自己複製や進化する世界が原始地球上で先ず生じた」とする RNA ワールド仮説は現在最も市民権を得た生命起源モデルとなっている。この説は、タンパク質のような触媒活性を持つ RNA (リボザイム) の発見をその大きな拠り所とするが、一方で、自己複製する RNA (リボザイム) が発見されていない、DNA と比べて物理的、生化学的に不安定である、などが問題点として挙げられている。これらに対して実験事実に基づいた反証を行うことができれば、RNA ワールド仮説の補強・改訂につながる。

我々はこれまでの研究において、偶然にも RNA 分解酵素を多く含むヒト血清中においても分解されにくい 44 塩基長のハンマーヘッドリボザイム (44R1) を見出している。本研究では、この 44 塩基長の RNA の生化学的かつ物理的な安定性を評価し、RNA ワールド仮説の脆弱性の一因となっている「RNA は不安定である」という先入観の払しょくを試みた。

実験: 試験管内転写を行ったハンマーヘッドリボザイム (44R1) を切り出し精製し、この RNA の変性剤や熱に対する安定性を評価するために、変性 PAGE および Native PAGE を行った。次いで、二重鎖切断型の RNaseV1、あるいは一本鎖切断型の RNaseA、RNaseT1 と作用させ、この RNA の分解を変性 PAGE によって検証した。

結果と考察: この 44 塩基長のハンマーヘッドリボザイムは、95°C による熱変性では電気泳動パターンに全く影響しない、つまり熱変性が困難であること、7 M 尿素を含む変性 PAGE においても理論的な泳動位置より高分子量側に泳動されることが分かった。また、この RNA は一本鎖切断型の RNaseA や RNaseT1 には抵抗性を示したが、二重鎖切断型の RNaseV1 に対して感受性を示した。さらに、44 塩基のハンマーヘッドリボザイムからリボザイムドメインを削除した 23 塩基のアンチセンス型の RNA に関しても同様のことが観察された。しかし、44 塩基および 23 塩基の何れの配列に関しても、3'末端の 2 塩基 (GG) を欠失させると、RNaseA 耐性がほぼ消失することが分かった。以上のことから、この 44 塩基のハンマーヘッドリボザイムは、RNA 配列の 3'末端の 2 塩基部分を介して二重鎖結合を主とした凝集様構造を形成することで、生化学的、物理的な安定性を獲得したことが示された。

ある特定の条件を満たせば、RNA は案外安定になりうることを示されたことから、今回の実験で得られた観察結果は RNA ワールドにおいても十分あり得た現象であることが容易に想像される。RNA は分解されやすいからと言って、RNA ワールド仮説を頭ごなしに否定するのは少々短絡的と言えそうだ。

24

RNA ウイルスの起源について Origin of RNA virus

多田 友人 (藍里病院 内科)

Tomohito Tada (Aizato hospital Internal medicine)

レトロウイルスと発癌、自己免疫疾患との関連はよく知られている。非レトロウイルスを含め、すべての RNA ウイルスが発癌、自己免疫疾患を発症すると仮定したのが、逆転写変異仮説である。この仮説の本質は、RNA 依存 RNA ポリメラーゼ(RdRp)、逆転写酵素(RT)の活性中心の議論である。活性中心の起源が、十分に近く、現在でも、相互に、移行していると考えられる。非レトロ RNA ウイルスの慢性感染中に RT 活性が発現し、癌化する可能性を示唆する。RdRp→RT の過程の一部である RdRp→RdDp を拡張した R2dR2p→R2dD2p は、全身性エリテマトーデスの抗 dsDNA 抗体の病因を、Reovirus の R2dR2p が、変異し、R2dD2p 活性を持ち、ウイルス由来の ds-DNA 抗原の産生、宿主免疫系が反応した結果、免疫複合体の臓器沈着による障害と説明する。重要なのは、Reovirus と抗 dsDNA 抗体の関係を 1 対 1 の対応と説明した点である。昨年の学会で、DNA のリン (P) は、なぜ、2 重螺旋の外側に存在するのか?との質問を頂き、生命の起源の一つのシナリオを考案したので御批判を頂きたい。水の電離に由来すると仮定する。 $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ H^+ は deoxyribose、 OH^- は ribose に相当すると考え、この水の電離を別の形式で表現した安定型と考える。さらに、 (H^+) (OH^-) の連続体を作る時に、deoxyribose、ribose は P とのみ連続体を形成できた。情報としての塩基を組み込む時は内側しかなく、P は外側である。DNA 及び RNA は同時に存在したであろう。P の由来を考えた時には、脂質二重膜、アーキアのエーテル型脂質に含まれる P であろうと考えられ、生命の起源において、エーテル型脂質は存在していたと思われる。また、アミノ酸は、分解されない条件下 (温度、圧力等) では、蓄積されていったと思われる。ジンクフィンガー蛋白のような、疎水性を金属に持たすことにより、二本鎖 DNA の周囲にまとわり付くような構造は容易に出来たと思われる。また脂質二重膜上に、浮かぶ蛋白なども出来たと考えられ、蛋白は、相互に影響し、意味のある酵素活性を持つに至った。脂質二重膜を持ち、DNA、RNA は存在し、蛋白、金属による酵素を持つ細胞が徐々に形成されていたのであろう。この過程で、ジンクフィンガー蛋白?が、複雑化し、ポリメラーゼが出現した。RNA ポリメラーゼは、どんどんと RNA を合成したところ、蛋白と絡み合い、リボゾームになった。さらに、レトロトランスポゾン様酵素から、レトロウイルスに進化し、RdRp 型ウイルスとなったと考えた。

25

10~200°Cにおける水溶液中でのハンマーヘッド
リボザイムの自己切断挙動Behavior of a hammerhead ribozyme in aqueous solution
at 10 - 200 ° C

Nizal El-Murr¹, Marie-Christine Maurel¹, Martina Řihová¹, Jacques Vergne¹, Guy Hervé², 加藤幹男³, 川村 邦男⁴ (1パリ6大学・ANBioPhy, 2パリ6大学・BIOSIPE, 3大阪府立大学・生物科学, 4広島修道大学・人間環境)

Nizal El-Murr¹, Marie-Christine Maurel¹, Martina Řihová¹, Jacques Vergne¹, Guy Hervé², Mikio Kato³, 川村 邦男⁴ (1Univ. Paris 6・ANBioPhy, 2Univ. Paris 6・BIOSIPE, 3Osaka Pref. Univ.・Biological Science, 4Hiroshima Shudo Univ.・Human Environmental Studies)

<緒言> この30年あまりの間に、RNAワールド仮説を支持する様々な研究が行われてきた。しかし熱水中では、①RNAは速やかに分解する、②疎水性相互作用や水素結合が働きにくいために3次元構造をとりにくい、③RNAの原始的生成反応は見つかっていない。これらの理由によって、生命は熱水環境で出現したとする熱水起源説とは矛盾するようにみえる。そこで我々は、種々のRNA分子の熱安定性を熱水フローリアクターを用いて定量的に評価してきた。ただしこれまでに調べたRNAの構造は、RNAワールド仮説を評価するものとしてはやや単純であった[1]。そこで今回は、アボカドウィロイド中のハンマーヘッドリボザイムを用いて、その安定性などの化学的性質を、10°Cから200°Cまでの中温から高温領域で検証した[2]。

<実験> 79鎖長のアボカドウィロイド由来のハンマーヘッドリボザイム (HHR:ASBVd(-)) を *in vitro* 転写法によって調製した。2次構造を右図に示す。バッチ法によって、10~80°C, pH7~9の範囲で種々の塩類の共存下で自己切断挙動を調べた。また熱水フローリアクターを用いて100°C以上の挙動を評価し、15~85°Cの範囲でCDスペクトルを測定した。

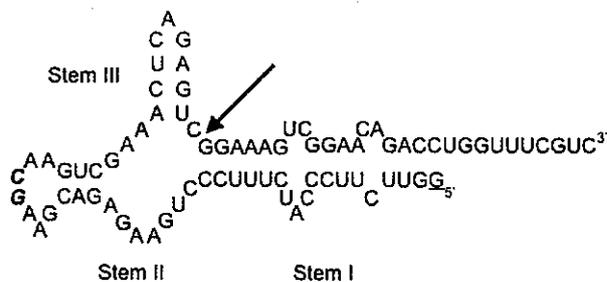


図. ハンマーヘッドリボザイムの2次構造

<結果と考察> HHR:ASBVd(-)は図中矢印で示した部分で、Mg²⁺共存下で速やかに自己切断する。また、濃厚なNaClあるいはKCl共存下でも自己切断することを知った。pH7~9の範囲ではpHの増加とともに、自己切断以外のリン酸ジエステル結合が切断する非特異的分解の割合が大きくなった。この自己切断は10~60°Cの範囲で進むことを確かめた。また、温度上昇に伴って自己切断速度は大きくなり、同時に非特異的分解の割合は大きくなった。このため、65~80°Cでは自己切断の有無は確かめられなかった。一方、15~85°CではCDは単調に減少し、明確な3次構造変化は観測されなかった。この事実はHHR:ASBVd(-)の3次構造は温度上昇とともに徐々に変化し、自己切断速度はその変化を反映していると推測される。

<文献>

[1] Kawamura, K. Kinetic analysis of cleavage of ribose phosphodiester bond within guanine and cytosine rich oligonucleotides and dinucleotides at 65 - 200 °C and its implications on the chemical evolution of RNA, Bull. Chem. Soc. Jpn., 76 (1), 153-162 (2003).

[2] El-Murr, N., Maurel, M.-C., Rihova, M., Vergne, J., Hervé, G., Kato, M. and Kawamura, K. Behavior of a hammerhead ribozyme in aqueous solution at medium to high temperatures, Naturwissenschaften, 99, 731-738 (2012).

26 鋳型非存在環境下の RNA の重合における原始触媒物質 Primordial catalysts of non-template dependent RNA polymerization

○根本 遼平¹、楳原 琢哉²、田村 浩二^{1,2}
(¹東京理科大・基礎工・生物工、²東京理科大・総合研究機構)
Ryohei Nemoto¹, Takuya Umehara² and Koji Tamura^{1,2}
(¹Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo University of Science,
²Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo University of Science)

現在、地球上の生物は、そのマクロな多様性とは裏腹に、ミクロには、極めて共通のメカニズムのもと、遺伝情報として DNA や RNA、生体反応の触媒としてタンパク質を利用し、生命活動を維持している。まさに、究極のナノマシンではあるが、生命が、出現初期からこのような複雑なシステムを有していたとは考えづらい。RNA が遺伝情報の媒体であるのみならず、触媒活性を持つというリボザイムの発見を契機に、「RNA ワールド仮説」が生命の起源を説明するために提唱されてきた。この仮説に立つと、生命進化は、まず遺伝情報および生体触媒として RNA を利用し、後に DNA やタンパク質をシステムに取り入れ、現在のよような生命の形を生じさせたということになる。

しかしながら、これらの遺伝情報や触媒活性を有した RNA が原始地球上でどのように生成したのか、という疑問が、当然ながら湧いて来る。RNA がなぜリボースを有するのか、また塩基はなぜ 4 種類なのかという問題の解明は別の機会に譲るとしても、とにかく、RNA のモノマーが繋がってポリマーになっていくことが当然ながら必要になる。現在の生命システムにおいては、RNA ポリメラーゼ等の酵素により、モノマーからポリマーへの合成反応が触媒されている。本研究は、その酵素と同様の触媒機能を有し、かつ酵素のような複雑な構造を持たない物質が生命出現以前から存在し、RNA ポリマー合成に際して触媒として働いたのであろうと想像する立場から、その触媒物質の探索を通して初期生命の出現モデルの構築を目指している。

これまでに、活性化モノヌクレオチドとして報告のある 2-methylimidazolidine of 5'-AMP (2-MeImpA) を使用し、アミノ酸やオリゴペプチドを中心に触媒物質候補を探していくことにした。これらの物質を反応系に添加して、ポリマー化反応が鋳型非依存的に進行するかを観察した。クロマトグラフィーと質量分析を使用した解析により、オリゴヌクレオチドが触媒候補物質のない状態に比べ、明らかに優位に合成されることが分かった。

27 グリシンリボスイッチの活性調節部位の安定化と 生命の起源

Stabilizing the expression platform of glycine riboswitch and the origin of life

○濱地 心¹、榎原 琢哉²、田村 浩二^{1,2}

(¹東京理科大・基礎工・生物工、²東京理科大・総合研究機構)

Kokoro Hamachi¹, Takuya Umehara² and Koji Tamura^{1,2}

(¹Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo University of Science,

²Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo University of Science)

生命の起源において、「RNA ワールド」仮説が有力視されて久しいが、これを裏打ちするように、試験管内分子進化学においても、数々の分子を認識する人工 RNA アプタマーが獲得されてきた。しかしながら、このような成果に対して、常に言われてきた批判は、それらが天然のアプタマーではないということであった。リボスイッチの発見は、まさにこのような RNA アプタマーが天然に存在するというドラマティックな事象である。リボスイッチは mRNA の非翻訳領域に存在する機能性の RNA で、特定の物質を認識するアプタマーが、その分子の結合によって立体構造を変化させることによって mRNA にコードされているタンパク質の合成を制御している。

本研究では、枯草菌に存在するグリシンリボスイッチをターゲットに研究を行った。このリボスイッチはタンデムに繋がったグリシンを結合するアプタマー部位の後ろにヘリックス構造を有し、グリシンの結合の有無によってグリシンを分解するタンパク質の合成を制御している。しかし、グリシンとの結合でどのように立体構造が変化するのか、スイッチ機構はどのような仕組みで働いているかなど、メカニズムの重要な部分は全く分かっていない。そこで本研究ではまず、このグリシンリボスイッチの機能の核と推測されるヘリックス構造に焦点を絞り、その物性について、FRET や T_m 測定をもとにして評価を行った。その結果、この部分がヘリックス中のバルジの有無やエチレンオキシドの有無によって柔軟にその構造を変化させるという事が明らかになった。また、面白いことに、エチレンオキシドの存在によって、本来のこのリボスイッチが持つグリシン依存性が失われることも明らかになった。

エチレングリコールは隕石中にも含まれていることが確認されており、RNA がそのような物質の存在下で構造単位を形成する過程を考える上で、本研究の結果は重要な手がかりを与えるものと考えられる。

Recognition elements of tRNA^{Tyr}
by *Nanoarchaeum equitans* TyrRS堀越 達也¹、榎原 琢哉²、○田村 浩二^{1,2}(¹東京理科大・基礎工・生物工、²東京理科大・総合研究機構)Tatsuya Horikoshi¹, Takuya Umehara² and Koji Tamura^{1,2}(¹Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo University of Science,²Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo University of Science

生命の起源を考える場合、現存する生物の中で、できるだけシンプルなものに注目し、解析することは意味があるであろう。そのような立場から、私達は *Nanoarchaeum equitans* (以下 *N. equitans*) に注目している。*N. equitans* は超好熱古細菌であり、熱水噴出孔のような場所で生活をする生物である。熱水噴出孔は様々な物質が豊富に存在し、連続的に大量のエネルギーを安定して供給できることから生命の起源の舞台であった可能性がある。*N. equitans* は約 49kbp から成る非常に小さなゲノムを持ち、熱水噴出孔で生活をしていることから原始的な生物だと考えられる。

現在、地球上の生物は、基本的にバクテリアからヒトに至るまで、共通の遺伝暗号を用いている、遺伝暗号は RNA の配列をアミノ酸に対応させるアルゴリズムであるが、アミノアシル tRNA 合成酵素による tRNA のアミノアシル化の過程が、遺伝暗号を確立するステップに相当する。従って、この tRNA のアミノアシル化機構を解明することによって、tRNA や遺伝暗号の起源と進化に迫るための重要な知見を得ることができると考えられる。

N. equitans の tRNA^{Tyr} は、通常の生物が持つ tRNA^{Tyr} とは異なり、5'末端が 1ヌクレオチド長いという、注目すべき特徴を有している。この特徴は *N. equitans* の tRNA^{Tyr} のみに見られ、これは、生物が進化する上での重要な分岐点の痕跡である可能性が考えられる。以上のことを考慮し、本研究では *N. equitans* のチロシル tRNA 合成酵素 (以下 TyrRS) による tRNA^{Tyr} のアミノアシル化の解析を行った。

その結果、*N. equitans* の tRNA^{Tyr} の 1ヌクレオチド長い 5'末端は TyrRS による認識に関与しているものの、その認識度合は極めて弱いことが分かった。一方、CCA 末端から 4 番目のディスクリミネーター塩基は他の生物種の tRNA^{Tyr} の場合と同様に、強い認識部位であることが明らかになった。

29

好熱好酸性古細菌サーモプラズマ細胞の立体構造 Three-dimensional cell structure of *Thermoplasma Acidophilum*, a thermophilic acidophilic Archaeon.

○船木 健司・松本 翼・山岸 明彦（東薬大・生命）

Kenji Funaki, Tsubasa Matsumoto, Akihiko Yamagishi

(Tokyo Univ of Pharmacy and Life Science, Faculty of Life Sci.)

*Thermoplasma acidophilum*は至適生育条件を56 °C、pH 1.8とする好熱好酸性古細菌である。古細菌には珍しく細胞壁を持たず、細胞膜が外部に露出しているにもかかわらず、生育環境により様々な形態を持ち、同種他個体と融合することにより巨大細胞を形づくることも知られている。また、Margulisは*Thermoplasma*の祖先が真核生物細胞の宿主ではないかと提案している。当研究室にて数種に単離された*T.acidophilum*は走査型電子顕微鏡による観察により、1種類の菌であるにもかかわらずその細胞形態が大きく異なることが明らかになっている。私は幾つかの株のなかで主に球状の形状をとるHO-51株、変わった構造をとるHO-54株をモデルに*T.acidophilum*を透過型電子顕微鏡にて観察を行ない、その結果が他の細胞を取り込んでいる様な構造を観察することができた。このような取り込み構造は真核生物細胞、真正細菌細胞では見られているが、細菌古細菌で見られているという報告はない。この*T.acidophilum*特有な構造をより詳細に観察する為に電子顕微鏡画像から細胞像の3D構築を行なった。この3D化した*T.acidophilum*細胞の全体像より得られた新たな知見を報告する。

30

好熱性アーキア *Thermoplasma* の膜脂質に特徴的な
希少糖 L-gulose の生成機構—他の生物種との比較
Biosynthesis of L-gulose, characteristic rare
sugar in the main polar lipid of thermophilic
archaea *Thermoplasma*

中山 裕輔、○山内 敬明 (九大院・理)

Yusuke Nakayama, ○Noriaki Yamauchi

(Grad. School of Sci. Kvushu Univ.)

緒言：好熱性古細菌 *Thermoplasma* は、原始地球に類似した環境（高温，強酸性）に生息し、始原生物から真核生物への進化過程の痕跡を残す生物として注目されている。また、本微生物の細胞膜を構成する主要極性脂質には極性基として L-gulose という生物学的に珍しい単糖が結合している。L-gulose は、植物の vitamin C 生合成経路中や、放線菌の代謝産物で抗ガン剤として临床上重要な bleomycin の化学構造の一部となっている。L-gulose とその生合成系は、希少な糖であり、古細菌、真正細菌、真核生物の三つのドメインで共通に存在し、この三者の代謝進化における関連性を示す指標となる可能性がある。本研究では L-gulose の生合成経路の解明を目的とし、好熱性古細菌の代謝進化の一端と他の生物（群）との関係を探る手がかりを得ようというものである。生合成検討に際し、古典的な標識化合物の追跡による検討を試みた。

実験：標識化合物として D-glucose の 1,2,3,4,5,6 位水素をそれぞれ一つだけ選択的に重水素化した化合物、および 3,4 位を同時に重水素標識した化合物を調製した。次いで低 glucose 条件下で培養した *Thermoplasma* 培地にこれら重水素標識を加えて培養し、遠心分離して集菌した菌体より脂質を抽出、加水分解にて脂質に極性基として結合している単糖成分を得た。この単糖混合物（gulose の他に glucose や mannose を含む）を TMS 化して GC-MS で分析し、L-gulose 相当ピークのフラグメント解析から、重水素の取り込み位置と取り込みを測定した。

結果：[1-d]glucose, [3-d]glucose, [6,6-d2]glucose の取り込み実験では、gulose の TMS 化体のそれぞれ 3 位炭素を含むフラグメント (m/z 191) で m/z 192 の、3 位炭素を含むフラグメント (m/z 305) で、 m/z 306 のピークが最大同位体ピークとして見られ、また 6 位炭素を含むフラグメントに二つの重水素があることを示す m/z 437, 119, 91 のピークが観測された。また非標識体および同位体を考慮したフラグメント強度の理論値から計算して、例えば [3-d]glucose で約 40% という高い効率で、基質 D-glucose の 3 位水素が L-gulose の 3 位に取り込まれていることが明らかとなった。また [3,4-d2]glucose での取り込み実験では [3-d]glucose の場合と同じく m/z 306 のピークが強度最大となりその強度は [3-d]glucose 取り込み実験とほぼ同等であった。これより glucose の 4 位水素は失われたことが明らかとなった。つまり L-gulose は D-glucose を出発物質とし、化学的には最も単純と思われる 1 位還元と 6 位酸化で生成するのではなく、2 位と 5 位水酸基の立体反転が起こるものと想定された。さらに 5 位立体反転の際には 4 位水酸基の酸化後、4 位と 5 位の間でエノール化がおり、この間で 5 位立体化学の反転が起こることが強く示唆される。これは広く生物に存在する糖質化合物の水酸基立体反転の一つの形である。さらにこの反応は植物での vitamin C 生合成の際の 5 位立体反転と極めてよく似ている。イソプレノイド生合成の 2 経路 (mevalonate 経路と MEP 経路) の生物間での分布や本研究の結果を考えると、古細菌と真核生物の強い関連性が考えられる一方、生合成遺伝子上では bleomycin でも同等の反応が行われていると想定されており、糖質代謝系の広い範囲での共通性も示していると思われる。

シンポジウム

S1 アーキア研究から見えてくるDNA複製装置の分子進化 Molecular evolution of DNA replication apparatus ~aspects from archaeal molecular biology

°石野 良純、大門 克哉、石野 園子 (九州大学農学研究院)
Yoshizumi Ishino, Katsuya Daimon, Sonoko Ishino (Kyushu Univ.)

DNA 複製は生命現象の基本であり、その分子機構解明のために分子生物学誕生から現在まで多くの研究者の努力が成されてきた。研究として先行した真正細菌やそれに続いた真核生物の複製機構に対する我々の理解と共に、1990年代から始まった第三の生物であるアーキアの複製機構研究は、生命が獲得した DNA 複製装置の基本原則とその分子進化に対して、多くの有益な情報をもたらしてきた。本講演では三つの生物ドメインによる比較生物学によって、現在までに分かっている DNA 複製装置の分子進化についてまとめ、議論したい。

DNA 鎖を合成する DNA ポリメラーゼは、アミノ酸配列の相同性により分類することができる。アーキアが有する DNA ポリメラーゼは、ファミリー B、X、Y など、他の生物ドメインと共通のものに加えて、アーキア特有のファミリー D 酵素が知られている。これらの酵素がアーキアの DNA 代謝経路でどのような役割分担をしているのか未だ解明されていない。ファミリー B を複数有するアーキアと、B、D を有するアーキアの違いや、ファミリー Y 酵素を有するものと有しないものの違い、また、アーキアのプライマーゼが、*in vitro* におけるプライマー合成能と、長鎖 DNA 合成能を示すことから、細胞内において多機能性 Pri/Pol として働く可能性など、DNA ポリメラーゼのみにおいても、解明すべき課題が多く残されている。

複製装置はまた、複製起点認識蛋白質(Orc1/Ccd6)、複製ヘリカーゼ本体 (MCM)、そのコア複合体構成タンパク質 (GINS, Cdc45)、DNA鎖伸長促進因子(PCNA)とそのローディング因子(RFC)などがレプリソームとして形成される複合体として機能している。これらの分子についても、アーキアドメインにおける分布と機能解析の結果が蓄積されてきて、他の生物ドメインでの研究結果と比較することによって、その分子進化の理解が進んでいる。

本講演ではまず DNA ポリメラーゼに焦点を当てて、現在までに知られている酵素の構造と生化学的性質を基に、その分子進化を議論したい。さらに上記の複製因子についても、その分子進化を考える。今後も三つのドメインでの研究が平行して進展することによって、複製装置の基本的原理とその誕生についてより理解が深まることが期待される。

S2

アーキアのイントロンとRNAスプライシング

Intron and RNA splicing in Archaea

渡邊 洋一 (東京大)

Yoh-ichi Watanabe

(Univ. Tokyo, Med.)

イントロンはそのスプライシング機構に応じて、前駆体RNAまたはトランスで作用する因子中のRNAサブユニットが、前駆体RNAの切断、連結反応に深く関わるものと、タンパク質因子のみが前駆体RNAの切断、連結反応に関わるものとの、大きく二つに分類できる。真核生物の核コードのmRNA前駆体のスプライシングや、セルフスプライシング反応で知られるグループIイントロン、グループIIイントロンは前者に該当するのに対して、アーキアで知られるイントロンは後者に属する。この「アーキア型」イントロンは、前駆体としてtRNA、rRNA、さらにはmRNAにも見られる。演者らは、アーキアにおけるタンパク質遺伝子のイントロンの最初の例を発見したことを契機に、アーキアのスプライシングに関わるタンパク質因子の多様性と、そのメカニズムを明らかにしてきた。本講演ではそれらを紹介するとともに、アーキアにおけるイントロンの意義などについて議論したい。

S3

アーキアに見いだされる種々の進化過程

Evolutional process detected on archaea

河原林 裕 (九州大学大学院農学研究院、産総研)

KAWARABAYASI yutaka (Kyushu University, Agriculture, AIST)

技術革新が進む中で、かなりの数のアーキアのゲノム全塩基配列が既に解読されてきた。このアーキアは、微生物の中でもゲノムサイズが比較的小さく、高温や高塩等の極限環境に生息するものも多い。それらのアーキアがゲノム中に有する遺伝子・遺伝子クラスターに関して、その相同性や遺伝子の位置関係を比較解析する事で、進化の過程を追跡することが出来る例が見出されてくるので、その一端を発表する。

クレンアーキアオータに属するアーキア、*Sulfolobus tokodaii* のゲノム中には、他の種ではプラスミド上に見いだされる遺伝子が見出されてくる。この事は、現在の同属・他種のアーキアではプラスミド上に保持されている遺伝子が、過去に本 *S. tokodaii* ゲノムの中に取り込まれるという進化イベントが存在したという事を示している。さらに、ゲノム中にはほぼ同一の遺伝子が見出される例も有る。このことは、現在もこのアーキアのゲノム中で遺伝子が複製していることを示している。

微生物のゲノム塩基配列解読は、その微生物の進化過程の中の或る瞬間を示すスナップショットだけだと考えられる。しかし、上に示す様なアーキアでの例は、これまでに解読されたゲノム塩基配列からでも、その微生物に関する長い進化過程を推測出来ることを示している。今後さらに次世代シーケンサーが用いられるようになると、ゲノム配列のダイナミクスを反映したものとして解析される可能性が考えられる。

一方、アーキアでの遺伝子クラスターの位置関係が異なっているものが見出されてくる場合が有る。また本アーキア *S. tokodaii* のゲノム配列から見出されてきた遺伝子由来タンパク質の機能を詳細に解析し、既知のものと比較解析することが出来る。それらのアーキア由来タンパク質から、これまでに知られていなかった新たな活性が見出されてくる例も有る。この事は、酵素の進化過程においても、祖先種生物が有する酵素・タンパク質には多様な反応を触媒するものが存在していて、その中からある反応のみを触媒するものが選択・進化してきたと考えられる。この事は、アーキアが有する遺伝子産物の解析も、生物特に微生物・アーキアの進化の過程を理解する際の重要な情報を提供するという事である。今後アーキアタンパク質の機能解析が進むと、進化に関する情報も得られると考えられる。

一般講演

31

化学進化と生命の起源についての教材の必要性 Necessity of teaching materials of chemical evolution and origins of life

胸組 虎胤 (鳴門教育大)
Toratane Munegumi
(Naruto University of Education)

はじめに

高等学校の教科書に「化学進化」や「生命の起源」という用語は以前から見られたが、文部科学省の新しい学習指導要領¹⁾(Compulsory of Education)に「生命の起源」が初めて登場した。「生物は起源を有している」と「生命の起源」はそれぞれ高校課程の生物基礎と生物では最低基準となる。本研究では、これらの学習項目が他の科目にはないこと、使える教材も貧弱であること、他分野からの興味を誘導する教材の必要性があること等を提示する。

方法

新学習指導要領の内容および平成25年度から開始される高等学校理科の教科書をもとに、物理学、化学、生物学、地学の学習項目の区分を調査した。

結果と考察

高等学校の生物の学習指導要領および教科書以外では、「生命の起源」という用語は見当たらなかった。学習指導要領では物理学、化学、生物学、地学の学習内容は厳密に区分されており重複がない。したがって、「生命の起源」は生物だけの学習項目となっている。また、教科書に例示された学習実験は「コアセルベートの作製」だけであり、他は見当たらない。発展的な学習として、生物を含めた全科目で「化学進化」や「生命の起源」を扱う新しい実験教材が開発されることは、生徒が「生命の起源」というテーマの重要性を理解し、自然現象を異なる科目から多面的に見る練習になると考える。

一方、物理学、化学、生物学、地学に跨る境界領域に位置する本学会所属の研究者は、各分野に足場を持っており、異なる研究アプローチが可能である。実際に、この学会ではおり、多様な研究者による研究がた発想を生むと期待される。他方、研究の成果を市民に理解し、興味を持ってもらうこともそれぞれの分野の研究者の役割である。初等中等教育の課程においても、それぞれの研究成果を実際の教材に結びつける方向性の研究が盛んに行われてもよいと考える。たとえば、本学会に所属する研究者が生命の起源に関する具体的な教材を開発することもその一つになると考える。

参考文献 1) 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説 理科編理数編 平成21年.

放電およびプラズマにより誘起される
水溶液反応の還元力の評価
Evaluation of reducing power of reactions
induced by discharge and plasma
in aqueous solutions

胸組 虎胤 (鳴門教育大)

Toratane Munegumi (Naruto University of Education)

はじめに

Miller の実験は気相への放電反応 (Miller 放電) に連続した水溶液内極性反応でアミノ酸が生じる 2 段階反応である。一方、液相への放電 (Harada 放電) は水中での水酸ラジカルと水素ラジカルによる酸化・還元反応が基礎になる。水圏への放電やプラズマ照射は酸化以外に還元反応も進行する。本研究では例を示し水圏への放電の化学進化的重要性を評価する。

方法

酸化・還元に関する無機化学と有機化学による定義を対比した後、生命体を構成する主な有機化合物の酸化数を考察した。次に、Harada 放電やプラズマ照射による水溶液内反応に関する過去の報告を調査し、酸化と還元について比較した。

結果および考察

化合物 (酸化数 0 と定義) を構成する水素に酸化数 (+1)、酸素に酸化数 (-2) を割り当て、他の構成元素の酸化数を計算する。メタン (CH_4) を構成する炭素の酸化数は -4 となる。酸化数が減少すれば還元、増加すれば酸化である。有機化学では酸化数を官能基の反応で見る場合が多く¹⁾、同じ元素で酸化数が異なる場合がある。グリシンの N, C^α, C (carboxyl) の酸化数は、-2, -2, +3 (炭素の平均酸化数は+0.5)。リボースの C の酸化数の平均は±0 となる。

次に、Harada 放電やプラズマ照射での酸化還元反応で、マレイン酸 (HOOC-CH=CH-COOH) に対してアルゴン気流下で Harada 放電²⁾を行うと、コハク酸 ($\text{HOOC-CH}_2\text{CH}_2\text{-COOH}$) が 3.4%、リンゴ酸 ($\text{HOOC-CHOH-CH}_2\text{-COOH}$)、酒石酸 ($\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$) がそれぞれ 7.4%、12.1% で得られている。水素が付加する還元反応が起こった³⁾。また、 N_2 , H_2 を含むプラズマ⁴⁾や水溶液中に塩素イオンがあると還元的反応はさらに進行した。

以上から、グリシンやリボースの炭素の酸化数がゼロに近いこと、水中への放電が酸化・還元の同時進行を可能にするという事実という関連性は注目すべきである。

参考文献 1) M.B. Smith and J. March, "March's Advanced Organic Chemistry", 6th ed., p. 1703, Wiley, 2007.; 2) K. Harada and T. Iwasaki, *Nature*, **250**, 426 (1975).; 3) E.Kokufuta, *et al.*, *Chem.Lett.*, **14**, 1569 (1985).; 4) I. Yamakawa *et al.*, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **83**, 1264 (2010).

33

生体アミノ酸 全 20 種, 核酸塩基 全 5 種の 広域吸収スペクトルの絶対値測定プロジェクト

Measurement of absolute absorption spectra of 20 protein amino acids and 5 nuclear acid bases within wide energy range

○中川 和道・谷川 能章 (神戸大院 人間発達環境学), 石山 公啓 (神戸大
発達科学), 桃木 洋平 (神戸大院 人間発達環境学)

○Kazumichi Nakagawa (Kobe U.), Yoshiaki Tanigawa (Kobe U.), Kimihiro
Ishiyama (Kobe U.), Yohei Momoki (Kobe U.)

隕石からアミノ酸が検出されたことをきっかけに, 宇宙放射線・宇宙紫外線環境下での生
体分子の (分子) 安定性, カイラリティー安定性が研究課題となってきた¹⁾. 放射線化学に
よれば粒子放射線照射効果は広いエネルギー領域の電磁波照射効果と等価である (光学近似
2) ため, 紫外線から軟X線にわたる広域吸収スペクトルが絶対値で必要となる. 我々は 10
年程度の研究を

経て, 生体アミノ
酸全 20 種, 核
酸塩基全 5 種
の広域吸収ス
ペクトルの絶対
値測定プロジェ
クト完成間近に
迫っている³⁾.

現在の到達点
と今後の課題を
報告する.

文献

- 1) 中川和道, *Viva Origino* 37(2009)24-30.
- 2) R. L. Platzman, *Radiation Research*, 17(1962)419-25.
- 3) M. Kamohara et al., *Rad. Phys. Chem*77(2008)1153-5.

謝辞: 本研究はH24 年度分子科
学研究所共同研究 24-515,
24-548, 24-532 他によって
なされました.

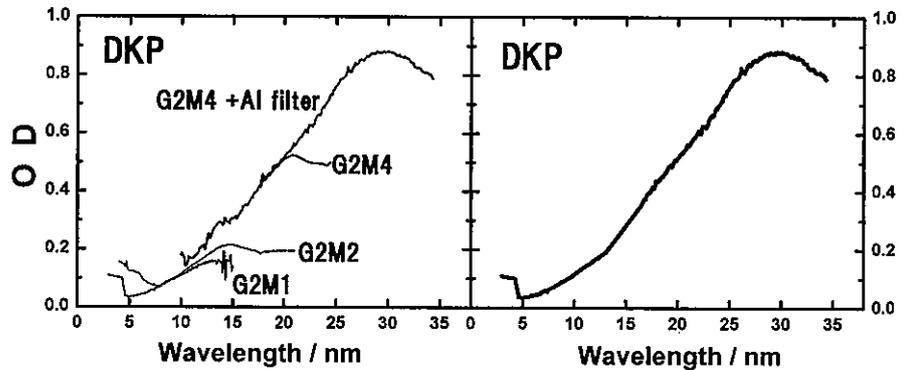


図 1. UVSORで測定したDKPの吸収スペクトル. エネ
ルギー領域ごとに得られた4本のスペクトル(左図)をつない
で広域スペクトル(右図)を決定していった.

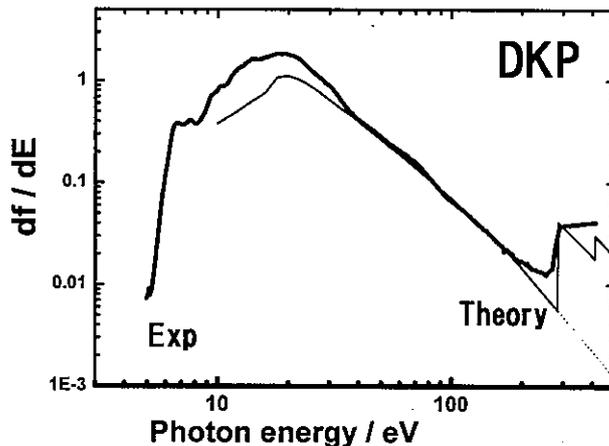


図 2. DKPの吸収スペクトル. TRK総和則で校正した.

Time dependent decrease of L-Ala molecules after
stopping 172 nm vacuum ultraviolet irradiation○谷川 能章¹, 中川 和道¹, 泉 雄大²

(1.神戸大院 人間発達環境学研究所 2.高輝度光科学研究センターASRI)

○Yoshiaki Tanigawa¹, Kazumichi Nakagawa¹, Yudai Izumi²

(1.Kobe Univ. 2.JASRI)

先行研究[1]により、172 nm 紫外線吸収に対するアラニンの分解量子効率が HPLC 分析により求められた。今回、HPLC 分析と吸光度分析を同時に行う試みを実施した。その結果、吸収スペクトルに明確な時間依存性が観測されたので、より詳細な実験を行った。

SiO₂ 基板上に 300 nm 厚のアラニン蒸着膜を作製し、吸収スペクトルを測定した(Fig.1 A)。その後、エキシマーランプにより 172 nm 光子を 10¹⁸ 個(10 分間)照射した後に測定した吸収スペクトルを Fig.1 B に示す、その後、室温・真空中で吸収スペクトルを測定し続けた結果、時間の経過とともにスペクトルの減少が見られた。照射 10 時間後のスペクトルを Fig. C に示す。ここで注意すべきことは、A から B への変化は紫外光による分解反応であるのに対し、B から C への変化は光照射なしに持続する分解反応である。照射 10 時間後の蒸着膜を水で回収し HPLC 分析して求めた。残存アラニン分子数を A の蒸着膜の分子数と比較し、C の蒸着膜中のアラニンのみによる吸収スペクトルを Fig.1 D のように決定した。

スペクトル C には D のアラニン以外の物質による吸収や散乱の寄与が含まれている可能性がある。散乱は波長依存性が弱いのが一般的であるが、Fig. (C-D) で示すスペクトルは顕著な構造を示したので散乱ではなく、アラニンから生じた分解生成物によるスペクトルと考えた。

光照射なしに持続した分解反応によって減少したスペクトル成分は Fig.1 (B-C) で表される。この減少成分がアラニンの分解、もしくはアラニンから生じた分解生成物の分解または脱離から生じたのかを明らかにする必要がある。

今後、蒸着膜の HPLC 分析を照射後 0~10 時間後にわたって追跡することが必要である。
文献[1] Y.Izumi, *Orig Life Evol Biosph* vol.41,4,385(2011)

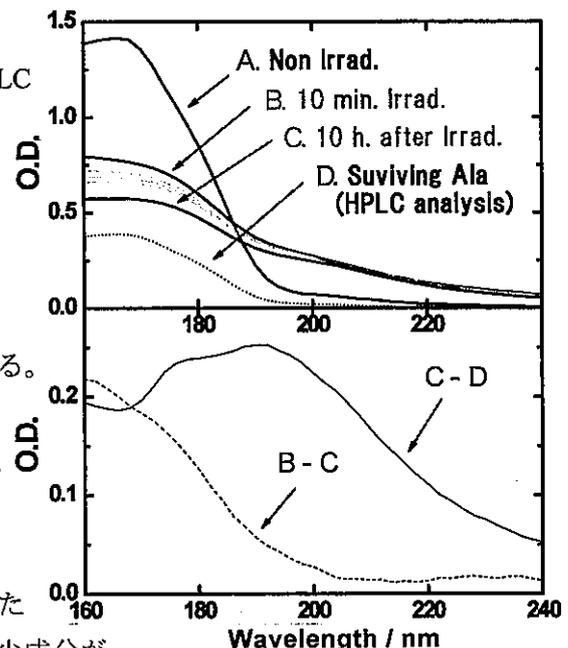


Fig.1 L-Ala の 172nmVUV 照射前後の吸収スペクトル

マイクロ波照射微生物培養と
マイクロ波照射量の影響Microwave Assisted Microbial Cultivation and
the Effect of Microwave Energy

○永吉 航¹, 星野 倫太郎¹, 白石 新¹, 大内 将吉¹, 吉村 武朗²
(¹九工大院・生命情報工, ²東理大・理工・応用生物)

Wataru Nagayoshi, Rintaro Hoshino, Arata Shiraishi, Shokichi Ohuchi, Takeo Yoshimura
(Department of Bioscience and Bioinformatics, Kyushu Institute of Technology,
Department of Applied Biological Science, Tokyo University of Science)

はじめに：あらゆる化学反応がマイクロ波照射下では高速化されることが明らかにされ、マイクロ波促進化学と呼ばれる研究分野を形成している。我々は、化学進化や生命の起源の様々な場面においても、マイクロ波促進化学が利用されたと仮定し研究を進めてきた。この研究では、微生物培養にマイクロ波を照射し、細胞増殖や細胞内の蛋白質発現に与える影響を調べた。通常加熱とマイクロ波加熱を比較するとともに、培養容器周辺の温度条件の設定により、培養の温度条件は同じであっても、マイクロ波エネルギーの投入量を変化させ比較検討した。特に、菌体へのマイクロ波の投入エネルギー量を大きくするため、マイクロ波培養の際に培養器に冷却装置を取り付け、培地を冷やししながらマイクロ波を照射し、マイクロ波出力量と微生物増殖の相関を見た。また、温度条件は一定として培養し、マイクロ波出力とその大腸菌死活の閾値を観察した。

実験方法：実験には *E. coli* JM109株と *B. subtilis* を利用した。 *E. coli* はLB培地とM9培地、 *B. subtilis* はLB培地で培養し、それぞれ、37℃、40℃に培地の温度を保ち、いずれも定常期まで培養した。また、培養中は培養容器まわりを室温、4℃、もしくは-10℃に冷却し、逆にマイクロ波の出力を増やしながらかも、培地の温度は同一条件として制御した。培養中は一時間ごとにサンプリングし、増殖の評価にはOD600とコロニーカウントを利用した。また、比較のために、従来法として油浴を使って培養した。

結果と考察：*B. subtilis* について、40℃でマイクロ波培養したときと至適温度である50℃で培養したときの *B. subtilis* の濁度変化が類似した。このことから、微生物培養においては、マイクロ波照射の実質温度よりも、高い温度と感知している可能性があり、通常加熱とは異なる効果を示すことが明らかとなった。

また、培養時に、温度条件は同一にしてマイクロ波出力を変化させ *E. coli* の増殖量の違いを調べた。110 W のマイクロ波を照射した場合、油浴を熱源として利用する従来の培養法と比べて、増殖量が向上した。一方で、225 W の場合にはマイクロ波培養と従来培養で差はない。このことから *E. coli* の生死に関してマイクロ波出力の閾値は225 W 近傍にあると考えられる。

36

タイタン液層圏の化学進化に関する研究

Chemical Evolutions in Titan' s Liquidosphere

○河合 純¹, Seema Jagota², 金子 竹男¹, 大林 由美子¹, 吉村 義隆³, Bishun N. Khare², David W. Deamer⁴, Christopher P. McKay²,
小林 憲正¹

¹横浜国立大学, ²NASA Ames Research Center

³玉川大学, ⁴University of California, Santa Cruz

タイタンは、土星最大の衛星であり、濃厚な(1.5気圧)大気を有する太陽系唯一の衛星である。大気の主成分は窒素とメタンであり、それらの反応により生成したと考えら得る種々の有機物(エタン、アセチレン、シアン化水素など)や、もや(エアロゾル)の存在が知られている。原始地球での化学進化の直接的な証拠が残っていないため、タイタン大気中での化学反応は、原始地球大気中での化学反応を推定する上で極めて重要と考えられてきた。2005年のカッシーニ・ホイヘンス計画で、タイタンの詳細な探査が行われ、もやの熱分解分析などが行われ、さらに表面に液体メタン・エタンからなる湖が発見され、地下にアンモニア水からなる地下海の存在も示唆された。これらの点から、タイタン上での生命の存在の可能性も議論されている。

タイタン大気中での反応を模擬した地上実験も数々行われてきた。タイタンの大気を模擬したガスに紫外線や放電などのエネルギーを照射することにより、炭化水素などの気相生成物に加え、ソーリンと呼ばれる褐色の有機物の生成がみられた。ソーリンの加水成分により、アミノ酸が生成することも報告されている。

本研究では、溶媒として、タイタン表面の液相圏を構成する液体エタン・メタンの代わりに、室温でも液体として存在する非極性溶媒であるヘキサンと微極性であるクロロホルムを用いた。ソーリン自体は、非極性溶媒である液体エタン・メタンにはほとんど溶けなく、極性溶媒であるアンモニア水に溶解しやすいが、クロロホルムのような微極性を有する溶媒にはわずかながら溶解することができた。また、赤外分光法などにより、ソーリンは親水基であるアミノ基や、疎水基であるアルキル基をもっていることが分かった。ソーリンをクロロホルムに溶かしスライドガラスに加え、アンモニア水を加えたところ、ソーリンの自己集合体が蛍光顕微鏡にて確認できた。ソーリンをヘキサンに溶かしてスライドガラスに加え、アンモニアを加えたところ、凝集体を生成した。この実験結果から、タイタン大気中で生成した有機物が地表に存在する液体エタン・メタンの湖(非極性溶媒)や地下海中のアンモニア水(極性溶媒)と相互作用を起こし、自己集合体を形成する可能性が示唆された。そのような自己集合体が原始膜へと進化する可能性についても議論する。

プルシアンブルーのナノ粒子特性と
化学進化的役割Prussian blue in prebiotic chemistry:
Potential importance of nanoparticle
characteristics

○小林 潤平、藪田 ひかる (阪大理)

Junpei Kobayashi and Hikaru Yabuta

(Dept. Earth and Space Science, Osaka University),

【序論】 酵素がまだ存在しなかった初期地球では、酵素に代わる簡単な物質が原始的な代謝すなわち酸化還元反応を担い、生命機能に類似した役割を果たしていたと考えられる。その一例として、硫化鉄膜表面での自己触媒反応が挙げられる (Wachtershauser, 1988; Russell and Hall, 1997)。しかし一方で、この仮説では自己複製が説明されない問題点も残る。

プルシアンブルー ($\text{Fe(III)}_4[\text{Fe(II)(CN)}_6]_3$) は、水溶液中でナノ粒子としてコロイド状に分散し、広い表面積を有することで分子の吸着・化学反応の場を提供する。プルシアンブルーが生命の起源に関与した役割は示唆されており (Keefe and Miller, 1996; Ruiz-Bermejo et al. 2007; 2009)、自然界にも存在する (Mukhin, 1974; Mukhin et al. 1978)。そこで本研究では、プルシアンブルーの代謝機能性を検証するため、水溶液中での有機分子との相互作用を調べた。

【実験】 プルシアンブルー粉末 0.1 g に 3-アミノピリジン (分子量 94) 5 mM 水溶液 10 ml を加え、室温条件下 93 時間攪拌した。攪拌した溶液を遠心分離したところプルシアンブルーの一部は沈殿したが、残りは上澄み液に分散していた。得られた上澄み液 (プルシアンブルーと 3-アミノピリジンの混合溶液)、3-アミノピリジン水溶液、プルシアンブルーのみを分散させた溶液を、紫外可視分光計 (UV-Vis)、フーリエ変換赤外分光計 (FT-IR)、レーザーイオン化飛行時間型質量分析計 (MALDI/ToF-MS, AXIMA-CFR) を用いて測定した。

【結果と考察】 プルシアンブルーと 3-アミノピリジンの混合溶液 (PBAP) の UV-Vis スペクトルでは、3-アミノピリジンに特有なアミノ基 ($-\text{NH}_2$) の吸収 (232 nm) が減少していることが明らかになった。また、PBAP の FT-IR スペクトルにおいても C-NH_2 (1290 cm^{-1})、 C-H 基 (1260 cm^{-1}) の伸縮振動に由来するピークが消失しており、併せてプルシアンブルーに由来する幾つかのピークのシフトが見られた。さらに MALDI/ToF-MS の結果、PBAP では m/z 186 のピークが新たに生じていた。以上の結果より、プルシアンブルーと 3-アミノピリジンは室温下の水溶液中で容易に相互作用し、脱水素による 3-アミノピリジンの二量体の生成が起こっている可能性が考えられる。

38

南アフリカ古原生代ダイアミクタイトの炭素
同位体地球化学から探る全球凍結イベント
Quest of Snowball Earth event through carbon
isotopic geochemistry
of paleoproterozoic diamictites in South Africa

○塚原 直 (阪大・理)、藪田 ひかる (阪大・理)、池原 実 (高知大・
海洋コア)、アンドレ・ベッカー (マニトバ大・地球)

Nao Tsukahara¹, Hikaru Yabuta¹, Minoru Ikehara² and Andrey Bekker³

(¹Osaka Univ., Earth and Space Sci., ²Kochi core center, ³Univ. Manitoba, Geol)

【序論】 約 22 億年前に最初の全地球凍結が起こったという仮説が提案されている (Kirschvink et al., 1992; Hoffman et al., 1998)。また、全地球凍結終了後に大気中の酸素濃度が急激に増加したことが地球化学的に明らかになっている (e.g., Karhu and Holland, 1996)。これはシアノバクテリアなどの光合成生物の活動が盛んになったためと考えられているが (Kirschvink et al., 2000)、当時の生物活動を示す直接的な証拠はほとんど見出されていない。この問題に取り組むために、本研究では、南アフリカ古原生代の氷河堆積物 (ダイアミクタイト) 中の不溶性有機物 (ケロジェン) および炭酸塩の炭素同位体比分析を行った。

【実験】 試料は、南アフリカの約 22~24 億年前の Makganyen 地層から採取された深度の異なる 17 種類のダイアミクタイトを用いた。各堆積岩粉末試料 (約 5 g) に 2N HCl、続いて CsF/HF 混合溶液 (1.68g/ml) で化学・密度分離を施し、ケロジェンを精製した。全岩試料、HCl 処理し炭酸塩を除去した岩石試料、ケロジェンのそれぞれの炭素含有量、炭素同位体比を、元素分析オンライン同位体質量分析計 (EA/IRMS) を用いて測定した。また、各試料の炭酸塩の炭素同位体比を安定同位体質量分析計 (Isoprime) を用いて測定した。炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ は次の式で表される ; $\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = [({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{sample}} / ({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{standard}} - 1] \times 1000$

【結果と考察】 EA/IRMS 測定の結果、炭素同位体比は全岩試料で $\delta^{13}\text{C} = -22.28 \sim -5.89\text{‰}$ 、HCl 処理をした岩石試料で $\delta^{13}\text{C} = -35.18 \sim -24.14\text{‰}$ 、ケロジェンで $\delta^{13}\text{C} = -37.26 \sim -34.51\text{‰}$ であった。本研究で得られたケロジェンの $\delta^{13}\text{C}$ 値は光合成生物と嫌気性生物の両方からの寄与を反映すると考えられる (Eigenbrode and Freeman, 2006)。また、この値は深度を通して一定の値を示したことから、この期間の生物進化に大きな変動はなかったと推測される。炭酸塩の炭素同位体比は $\delta^{13}\text{C} = -6.57 \sim -3.35\text{‰}$ であり、続成作用を受けた炭酸塩が示す典型的な値の範囲と調和的であった (Bekker et al., 2005)。これらの結果は、全地球凍結終了直後の生物活動を示唆するものと考えられる。

39

グリシンの重合における
スメクタイト、水および pH の影響Effects of smectite, water and pH on oligomerization
of glycine

○淵田 茂司、水野 友貴、篠田 圭司、益田 晴恵 (大阪市立大学)
Shigeshi Fuchida, Yuki Mizuno, Keiji Shinoda, Harue Masuda (Osaka City Univ.)

生体を構成するタンパク質は、アミノ酸が脱水重合することによってできる高分子である。アミノ酸の重合を促進する触媒として、古くから粘土鉱物が注目されてきた (Bernal, 1951)。Bujdak and Rode (1996) が行ったような dry/wet 条件下での実験では、様々な粘土鉱物表面でアミノ酸の重合を確認している。しかしこれまで、継続した無水もしくは湿潤条件下でアミノ酸の重合を観察した研究はほとんどない。そこで今回、無水および湿潤条件下で粘土鉱物表面におけるグリシン (Gly) の重合反応を観察し、pH の影響についても見積もった。

層間を Gly で飽和させたモンモリロナイトおよびサポナイトの粉末を準備し、これらをサンプルに詰め、少量の水を加えた (wet) 系および加えない (dry) 系を準備した。これらを 150°C で 336 時間加熱させたところ、16.0% 程度の Gly 重合体 (Gly₂、Gly₃、DKP) が生成していた。生成物のなかで、とくに環状ジペプチド (DKP) が大部分を占めていた。一方、wet 系からはこれらの重合体は検出されなかった。Gly の粉末のみを dry 系中で加熱した場合は、Gly は安定で反応が進まず、重合体は生成しなかった。よって Gly は粘土鉱物表面に吸着することで重合が進むと考えられる。また、実験で用いた粘土鉱物中には、150°C の dry 系で加熱した後でも、約 5wt.% の水が存在していることがわかった。wet 系のように過剰な水が存在する場合は Gly の重合反応は起こりにくい、粘土鉱物に含まれる程度の少量の水が存在することで、Gly の重合が促進されているのかもしれない。次に、pH の影響を見積もるため、pH を 3、7、12 に調整した Gly 溶液を用いて、同様に粘土鉱物層間を Gly で飽和させ、真空乾燥させた。これらの試料を FT-IR で分析したところ、乾燥させた後でも pH の影響が残っており、Gly のイオン形態が制限されているということがわかった。これらに水を加えないで 150°C で 168 時間加熱すると、酸性および中性条件下では DKP の生成が進み、3 量体より長鎖のペプチドの生成も認められた。一方、アルカリ条件下では Gly₂ の生成量は増加したが、それ以外のペプチドの生成は認められなかった。DKP の生成はアミノ酸重合体の中間物質として重要であり、吸着する pH によって DKP の生成が制限されている可能性がある。

40

プロテノイドミクロスフェアを構成する プロテノイド

Characterization of proteinoid in microspheres

金丸 博、波多江 康太、中村 翔一、鶴山 真美、○三田 肇
(福岡工大・生命環境)

Kanamaru, H., Hatae, K., Nakamura, S., Turuyama, M., and Mita, H.
(Fukuoka Inst. Technol.)

アミノ酸は、炭素質隕石や彗星塵などの宇宙試料に見出されており、また、原始地球/宇宙環境の模擬実験で生成することが明らかになっている。このため、宇宙環境にアミノ酸は普遍的に存在していると考えられる。化学進化の次のステップとしては、ポリアミノ酸の生成が重要になるが、アミノ酸の縮合反応についてはまだ明な点が多い。その中で Fox と Harada は、リンゴ酸モノアンモニウム塩 (MMA) を加熱熔融することで、アスパラギン酸の縮重合体の生成を見出しプロテノイドと名づけた。さらに、このプロテノイドを熱水に溶解後冷却することでミクロンスケールの球状構造体 (プロテノイドミクロスフェア) が形成することを見出している。本研究では、種々の条件化でプロテノイドを形成させ、そのプロテノイドから形成されるプロテノイドミクロスフェアの性質にを形成する条件を検討検討した。

MAA を 6 時間、120-180°C で加熱して得られたプロテノイドの赤外吸収スペクトル (IR) を測定したところ、140°C 以上の加熱で酸無水物あるいはイミド構造の形成を示唆する吸収が見られ、120°C の加熱ではそのような構造が見られなかった。IR では同様のスペクトルしか得られなかった 140°C 以上の加熱により生成したプロテノイドをジメチルホルムアミド (DMF) に溶解し、ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) による測定を行ったところ、反応温度の上昇に伴い、分子量が大きくなることがわかった。

一方、MAA を 180°C で 1-48 時間加熱して得られたプロテノイドについて同様の分析を行ったところ、180°C では 1 時間の加熱で酸無水物あるいはイミド構造の形成を示唆する吸収が見られ、反応時間が長くなるにつれ分子量が大きくなることがわかった。

これらのプロテノイドに純水を加え、90°C で加温後冷却し、プロテノイドミクロスフェアが形成するかを調べた。この結果、酸無水物あるいはイミド構造の形成が確認されなかった 120°C で 6 時間加熱した試料以外で、プロテノイドミクロスフェアの形成が確認された。生成したプロテノイドミクロスフェアを分離した後に、DMF に溶解し GPC 測定を行った。プロテノイドの生成条件の異なるいずれのプロテノイドから生成したプロテノイドミクロスフェアでも、ほぼ同じ分子量であることが明らかとなった。

プロテノイドミクロスフェアを形成するためには、酸無水物あるいはイミド構造をもつプロテノイドが必要であり、ある一定の分子量のプロテノイドを選択的に取り込まれていることが示唆された。

41

水中の膜近傍の分子間相互作用により合成される 最初の表在性タンパク質

The synthesis of primitive surface protein by interaction among molecules at juxtamembrane in the water

唐澤 信司 (宮城高専 名誉教授)

Shinji Karasawa (Miyagi National College of Technology: Professor emeritus)

[はじめに]

水面や気泡の界面の水中では近傍の水の分子が界面に配向して次々と水素結合し、その影響が20分子層程度は及ぶといわれているが、マイクロな世界では分子の反応は熱運動により一様に進むとは限らない。アミノ酸は水に溶けるが油に溶けない。しかし、界面の膜に吸着するアミノ酸の側鎖は膜に組み込まれる。膜に吸着したアミノ酸の分子の熱運動が抑えられる。そのアミノ酸のペプチド結合の分解も吸着で抑えられるのでタンパク質の糸が膜に吸着して合成される。実際に、炭酸水に鉄の粉末を加えるとできる気泡はアミノ酸を加えると寿命が長くなる。有機分子の膜でタンパク質が合成されることがあるという仮説を提案する。

[水の分子の熱運動による有機分子の合成と分解]

原始地球において、紫外線が降り注ぎ、マントル対流が激しい炭酸水の海の海底火山で噴出した鉄などの酸化等により脱酸素した水素、炭素、大気中の窒素などの原子からアミノ酸を含めて種々の有機分子が作られた。実際に炭酸水に鉄の粉末を加えると気泡ができるが、鉄が酸化する時に二酸化炭素の酸素原子が奪われ、遊離した炭素原子は鉄に結びつき、その鉄炭化物が水の酸素原子を奪う[1]。液体の水の分子は四面体単位として水素結合で連結するので様々な構造ができる。水中では分子の熱運動があつて隣接する分子の組み合わせが入れ替えられている。他方、炭素原子は酸素原子とほぼ同じ大きさの共有結合半径を持ち、四面体型に結合する。そこで、水中の有機分子が界面を境界条件にして熱運動で配列される。

[膜の界面における表在性構造タンパク質の合成]

親水部が大きい有機分子が集まると小さな球状のミセルとなるが、疎水部の大きい場合には疎水部を内側にしたりリポソームを形成する。他方、油に溶けずに水に溶けるアミノ酸は水面の膜やリポソームに吸着する側鎖を持っているものがある。膜に吸着したアミノ酸分子は別のアミノ酸分子とペプチド結合をしてアミノ酸を連結したタンパク質の糸を作る。膜はアミノ酸分子により側鎖やタンパク質を組み込み種々の機能を備えることができた。

[膜の組織とそれを構成する有機分子の進化]

炭酸水に鉄粉を加えてできる気泡は膜を構築する分子を供給することにより壊れかけても直ちに修復できる仕組みで寿命を長くしている。水溶液中の膜は分子が分子間力で組織されたもので特定の分子を吸着できる。アミノ酸を組み込み寿命が長くなった膜では合成と分解の反応を循環させることもできる。また、海水中に含まれるリンの原子などを付着させて入れ替えることにより膜内に組み込むこともできる。組み合わせた分子や組織の部分を単位に組織して新たな膜ができる。さらに、リポソームを飲み込んだリポソームもできる。RNAやDNAを介在せずに最初に構造タンパク質が合成されることがあつたと考えられる。

[まとめ]

最初のタンパク質が合成された過程に関する仮説を提案した。水中で有機分子が生成されると膜ができ、膜に接する水の界面では分子が熱運動で入れ替えられて特定の分子が膜に吸着する。膜に吸着する特定のアミノ酸を脱水結合すると表在性構造タンパク質が合成できて、タンパク質を組み込んで長寿命となった膜が新たな機能を獲得する仕組みとなった。

[参考文献] [1] S. Karasawa, "Inorganic production of membranes together with iron carbide via oxidization of iron in the water that includes carbon dioxide plentifully", AbSciCon2010, Prebiotic Evolution: From Chemistry to Life II, League City, Texas, Apr.27, 2010.

42

ラット水晶体タンパク質に対する γ 線照射の影響

Effect of γ -ray irradiation on rat lens proteins

- 金 仁求 (京都大学)、藤井 智彦 (帝京大学)、藤井 紀子 (京都大学)
- Ingu Kim (Kyoto Univ), Norihiko Fujii (Teikyo Univ), Noriko Fujii (Kyoto Univ)

[目的]

生体構成成分の一つとして生命活動に重大な役割を担っているタンパク質はその構成アミノ酸が化学的に安定であるために生命の起原と進化の過程で選択されてきたと考えられている。しかし、近年の分析化学の技術の進歩により構成アミノ酸1残基ごとの変化を分析できるようになると、アミノ酸残基は酸化、脱アミド化、異性化など、様々な修飾を受けていることが明らかになってきた。これらの修飾は酸化的ストレス、紫外線、放射線照射などにより促進することが知られている。我々は以前の研究でタンパク質溶液に0.5 - 2.0 kGyの γ 線照射を行うとトリプトファン(Trp)残基の酸化やアスパラギン酸残基の異性化が増大することを確認した。本研究ではラット水晶体に低線量の γ 線を照射し、水晶体の主要タンパク質であるクリスタリンを抽出しアミノ酸残基の酸化部位を決定した。

[方法]

8週齢のラット水晶体に γ 線を照射(0.5 Gy、5Gy、50 Gy)し、それぞれの水晶体をホモジェナイズして遠心分離し、可溶性画分と不可溶性画分に分離した。得られた可溶性画分をゲルろ過クロマトグラフィーにより、 α -、 β -、 γ -クリスタリンに分画し、各画分をトリプシンで処理し、ペプチドに断片化した。これらを、イオントラップ型LC/MS(Thermo, LCQ FLEET)で分析しタンパク質を同定するとともにアミノ酸残基の酸化部位を決定した。

[結果と結論]

以前の研究でクリスタリン溶液に高線量の γ 線照射 (0.5 kGy-2.0 kGy) をしたときはクリスタリンの会合体の大きさに変化が見られたが、今回の水晶体への低線量照射 (50 Gy 以下) ではクリスタリンの会合体の大きさに変化は起こらないということがゲルろ過クロマトグラフィーにより明らかとなった。また、LC/MSの結果から β -クリスタリンのサブユニットのひとつである β B2-クリスタリンの151番目のTrp残基が5 Gy, 50 Gy照射で特異的に酸化されていることが明らかとなった。未照射と0.5 Gy照射ではこの残基に酸化は見られなかった。今後は他の部位での修飾について明らかにするとともに不溶性画分の分析も進める予定である。

43

モデルペプチドを用いたヒトの寿命期間における
蛋白質中のアミノ酸残基の異性化率予測
Prediction of the isomerization rate of the
amino acid residue in the protein during human
lifespan using model peptides

○安岐 健三, 藤井 智彦, 藤井 紀子 (京都大学)

○Kenzo Aki, Norihiko Fujii, Noriko Fujii

(Kyoto University)

【背景】 ペプチドまたは蛋白質中のアスパラギン酸残基は、他のアミノ酸残基に比べラセミ化速度が速い。この理由はアスパラギン酸残基がD体化の過程でスクシンイミド中間体を経由し、 α 水素の酸解離定数が増大するためである。一方、このスクシンイミドは、異なる二箇所加水分解されうるため、ペプチドもしくは蛋白質中のアスパラギン酸残基にはDまたはLといった光学異性体だけではなく、 α または β という構造異性体が存在する。ゆえに、アスパラギン酸残基にはL α 、L β 、D α 、D β という4つの異性体が存在する。本研究ではこれらの異性体の相対量の経時変化を速度論的観点から予測することを目的とした。

【方法】 α AクリスタリンのT6ペプチド中(TVLDSGISEVR)のAspを4つの異性体に置換したものを合成し、50、60、70、80、90°Cでインキュベーションし、一定時間ごとに取り出し、HPLCにアプライした。4つの異性体を含むT6はクロマトグラム上で明確に4つのピークに分離するため、この面積比からそれぞれの異性体の加温時間に伴う減少率を測定し、各温度での異性化速度定数を算出した。この速度定数をアレニウスプロットして37°Cでの異性化速度定数を決定した。さらには、T6ペプチド中のAspをLおよびD-スクシンイミドに置換したペプチドを作製し、37°Cでインキュベーション後HPLCにアプライし、クロマトグラム上の面積比からスクシンイミドの加水分解速度定数とラセミ化速度定数を算出した。このようにして得られた速度定数をもとに数値計算を行いヒトの寿命範囲内の4種のAsp異性体の相対量の経時変化を予測した。

【結果】 その結果、37°Cのような低温でも5歳前後でL- α -Aspは著しく減少しL- β -Aspの相対量が80%程度まで増加しそれ以降は減少すること、D- β -Aspは徐々に増加し、80歳前後で30%程度に達すると予測された。これはペプチド中のアミノ酸は安定であるという従来の概念を覆すものである。生命の起原と進化の過程でホモキラルなペプチドができたとしても、温度、pHなどの環境に左右されて、多様な異性体ペプチドができたはずと考えられた。

44

トリプトファナーゼによるL-セリンからのトリプトファン合成反応に対するD-セリンの阻害作用
Inhibition of D-serine on
tryptophanase-catalysed tryptophan synthesis
from L-serine

○平野 絢子、島田 秋彦 (筑波大・生命環境科学系)

○Ayako Hirano, Akihiko Shimada (Univ. Tsukuba, Graduate of Life and Environment Sciences)

【はじめに】 酵素の立体選択性の不変性はホモキアラルな生物世界を構築するためには必須である。それゆえ、それは絶対的に頑迷堅牢なもので永久不変であるとされてきた。しかしながら、これまでのトリプトファナーゼの立体選択性に関する研究で、この通念に反してそれは非常に柔軟性のあるものであることがわかってきた。トリプトファナーゼはその名が示すようにL-トリプトファンを分解しインドール、ピルビン酸、アンモニアを生成する酵素である。と同時に他方ではL-セリンとインドールからL-トリプトファンを合成する酵素でもある。いずれの反応でもL体に対する立体選択性が極めて高くD体には全く反応しないとされてきた。しかし、高濃度のリン酸アンモニア存在下ではそれが脆くも崩れてD体にも活性を持つようになることが明らかにされた。この立体選択性変化の柔軟性がどのようなメカニズムで起きるのか興味の湧くところである。本研究ではトリプトファナーゼの阻害剤を用いてその阻害反応の動力学を行い各阻害剤の作用について相互に比較検討し、その結果に基づいて立体選択性の柔軟性が生まれる原因について検討する。

【実験方法】 L-トリプトファンの分解反応の阻害剤としてピルビン酸、インドールピルビン酸、D-トリプトファン、D-ヒスチジンおよびL-トリプトファン合成反応の阻害剤としてD-セリンを用いた。トリプトファナーゼに対するこれらの阻害剤の反応に対して動力学をした。この結果に基づいてトリプトファナーゼの立体選択性の柔軟性が生じるメカニズムについて考察した。

【実験結果】 L-トリプトファンの分解反応の其々の阻害剤による阻害反応パターンを比較検討した。その結果、D-トリプトファン側鎖のヘテロサイクリック部分であるインドール環のベンゼン部分が立体構造の変化に関係することが考えられた。この立体構造の変化は微小なものであるのでリン酸アンモニウムを除去すると可逆的に元の構造に戻った。トリプトファナーゼはL-コンフォーメーションとD-コンフォーメーションといえるような二形態の構造をとることができるのだろう。リン酸アンモニウムが存在するとL-コンフォーメーション→D-コンフォーメーションの変化が起こりD-トリプトファンがL活性になるのであると考えられる。同様のことはL-トリプトファン合成反応に対しても起こっていると思われる。この場合、中間代謝物の α -アミノアクリル酸とD-セリンとのコンプレックス形成の可否が酵素活性の有無に関係していると思われる。詳細は現在調査中である。

45

ペンタクロロフェノール分解能を有する土壤細菌 の探索とその進化的意義

Separation of pentachlorophenol-degrading soil bacterium and its evolutionary significance

○中畑 涼、島田 秋彦 (筑波大・生命環境科学系)

○Ryo Nakahata, Akihiko Shimada (Univ. Tsukuba, Graduate of Life and
Environment Sciences)

【はじめに】 地球誕生以来46億年の間に地球環境は幾度も激変を経験した。それにもかかわらず、生命はそれをかいくぐって逞しく生き延びてきた。これは生命には多種多様な環境変化に即座に適応し進化しようとする自動能力があるからと思われる。生命進化を研究する上で、このような環境変化に対して適応能力を新たに身に付け進化する生命体を見つけ出し適応能力獲得のメカニズムを調べることは重要である。本研究ではそのような生物を探することを目的とした。問題はそのような生物をどうすれば見つけることができるか、である。われわれ人類は多くの有機炭素化合物を作り出してきたが、本来すべての生物はそれらを資化する能力を持たなかったはずなのにその中から資化する能力を新たに有する生物が生まれてくることがある。これは特に微生物で顕著にみられるが、上で述べた適応進化の好例といえよう。そこで、本研究は殺菌剤や除草剤として用いられるペンタクロロフェノール(PCP)を分解・資化する土壤菌体の分離を目指した。PCPは、人類が新たに作り出した有機化合物であるが、あまりにも毒性が強く現在では使用禁止にされている。それゆえ、その毒性のためにPCPの土壤侵入は土壤微生物にとっても致命的でありその生態系は激変したものと思われる。一般的にいつて、土壤微生物の染色法や培養法は未だ確立されておらず、そのため種類、個体数、生態等については不明な点だらけであるが、このことは逆にいえばそれだけ可能性を秘めているといえよう。そのような環境激変に耐え抜いて生き延びた土壤微生物を見つけ出すことは意義深い。

【実験方法と結果】 炭素源をPCPのみとした合成液体培地に土壤を混ぜ順化させた。遠心して液相と土壤を分離しPCPを含む寒天培地に播きコロニーを釣った。このコロニーの中から耐性菌と分解菌の分離を目指した。PCP分解菌の分離にあたってBTBをPCP分解の指標とした。これはPCP分解でできる代謝産物のCl⁻がBTBを黄変せることを利用したものである。

同じ土壤からPCP耐性菌と分解菌を分離することができた。それらの最適生育条件は、温度は30℃、pHは6~7であった。PCP分解代謝の特徴は培養後1日目からPCPが大きく減少を示すことである。その分解速度は低下する。最終的な除去率はPCP初期濃度は低濃度の方が良く、PCP濃度10mg/lで73%であった。この分解菌が資化菌であるかどうか調査中である。

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プルなアイデア、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

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

表中に必要な事項をご記入の上、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 MASTER

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 _____

- * 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

〒811-0295

福岡県福岡市東区和白東3丁目30-1

福岡工業大学工学部生命環境科学科

Tel: 092-606-3970, Fax: 092-606-0728

E-mail: mita@fit.ac.jp

責任者 三田 肇

生命の起原および進化学会

<2012、2013 年度役員>

会 長 藤井 紀子
副 会 長

[運営委員会]

委 員 長：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 nfuji@ri.kyoto-u.ac.jp)

会計責任者：今井 栄一 (長岡技術科学大学・生物系 imai@vos.nagaokaut.ac.jp)

事務責任者：三田 肇 (福岡工業大学工学部生命環境科学科 mita@fit.ac.jp)

編集責任者：田村 浩二 (東京理科大学基礎工学部生物工学科 koji@rs.noda.tus.ac.jp)

委 員：今井 栄一 浦田 秀仁 川村 邦男 木賀 大介 小林 憲正 島田 秋彦
田村 浩二 中川 和道 藤井 紀子 三田 肇 山岸 明彦

会計監査：大内 将吉, 薮田 ひかる

学会事務局

〒811-0295 福岡県福岡市東区和白東3丁目30-1 福岡工業大学工学部生命環境科学科
Tel : 092-606-3970, Fax : 092-606-0728 E-mail: mita@fit.ac.jp
責任者 三田 肇

経理局

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学・生物系
Tel : 0258-47-9439 E-mail : imai@vos.nagaokaut.ac.jp
責任者 今井 栄一

編集局

〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 東京理科大学基礎工学部生物工学科
Tel : 04-7122-9698 E-mail: koji@rs.noda.tus.ac.jp
責任者 田村 浩二

編集委員: 浦田 秀仁 大内 将吉 川村 邦男 木賀 大介 小林 憲正 島田 秋彦 田村 浩二
橋爪 秀夫 原田 和雄 藤井 紀子 本多 元 三田 肇 胸組 虎胤 横堀 伸一

Special Reporter Rafael Navarro-Gonzalez (National University of Mexico)

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

2013年 3月1日 印刷

2013年 3月1日 発行

編集者

Viva Origino
印刷物

〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 東京理科大学基礎工学部生物工学科

生命の起原および進化学会編集局 責任者 田村 浩二

Web 版
Viva Origino
編集局

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目 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 <http://www.origin-life.gr.jp/>

発行者

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目

生命の起原および進化学会運営局 責任者 藤井 紀子

印刷所

〒596-0821 大阪府岸和田市小松里2557番地

(株)泉文社 TEL: 072-444-9761 FAX: 072-445-8900 Email: senbun@agate.plala.or.jp

○Kim InGu, Fujii Norihiko, Fujii Noriko (Kyoto Univ.)

43. Prediction of the isomerization rate of the amino acid residue in the protein during human lifespan using model peptide

○Kenzo Aki, Norihiko Fujii, Noriko Fujii (Kyoto Univ.)

44. Inhibitory effect of D-serin on tryptophanase-catalyzed tryptophan synthesis from L-serine

○Ayako Hirano, Akihiko Shimada (Graduate School of Life and Environment Sciences, Univ. Tsukuba)

45. Screening of soil microorganism with pentachlorophenol-degradating activity

○Ryo Nakahata, Akihiko Shimada (Graduate School of Life and Environment Sciences, Univ. Tsukuba)

46. How did RNP world emerge in the late stage of RNA world?

○Nemoto, Naoto, Kumachi, Shigefumi (Saitama Univ. Grad. Sci. & Eng.), Husimi, Yuzuru (Saitama Univ.)

34. Time dependent decrease of L-Ala molecules after stopping 172 nm vacuum ultraviolet irradiation

○Yoshiaki Tanigawa, Kazumichi Nakagawa (Kobe Univ.), Yudai Izumi (JASRI)

35. Microwave assisted microbial cultivation and the effect of microwave energy

○Wataru Nagayoshi, Rintaro Hoshino, Arata Shiraishi, Shokichi Ohuchi (Kyushu Inst. Tech., Dept. of Biosci. and Bioinfo.), Takeo Yoshimura (Tokyo Sci. Univ., Dept of Appl. Biosci.)

36. Chemical evolutions in Titan's liquidosphere

○Jun Kawai(YNU), Seema Jagota (NASA Ames), Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi(YNU), Yoshitake Yoshimura(Tamagawa Univ.), Bishun N. Khare(NASA Ames), David W. Deamer (UCSC), Christopher P. McKay (NASA Ames), Kensei Kobayashi (YNU)

<General Contributions: Life activity at cold environment>

37. Prussian blue in prebiotic chemistry: Potential importance of nano particle characteristics

○Jumpei Kobayashi and Hikaru Yabuta (Osaka Univ., Earth and Space Sci.)

38. Quest of Snowball Earth event through carbon isotopic geochemistry of paleoproterozoic diamictites in South Africa

○Nao Tsukahara (Osaka Univ., Earth and Space Sci.), Hikaru Yabuta (Osaka Univ., Earth and Space Sci.), Minoru Ikehara (Kochi core center), Andrey Bekker (Univ. Manitoba, Geol)

<General Contributions: Amino Acids and Evolution>

39. Effects of smectite, water and pH on oligomerization of glycine

○Fuchida Shigeshi, Mizuno Yuki, Keiji Shinoda, Masuda Harue (Osaka City Univ. Sci)

40. Characterization of proteinoid in microspheres

Kanamaru Hiroshi, Hatae Keita, Nakamura Syouichi, Turuyama Mami, and ○Mita Hajime (Fukuoka Inst. Technol.)

41. The synthesis of primitive surface protein by interaction among molecules at juxtamembrane in the water

○Shinji Karasawa (Miyagi Kousen, Prof. emeritus)

42. Effect of γ -ray irradiation on rat lens proteins

Tokyo Univ. of Sci., Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.)

<General Contributions: Archaea>

29. Three-dimensional cell structure of *Thermoplasma acidophilum*, a thermophilic acidophilic Archaeon.

○Kenji Funaki, Tsubasa Matsumoto, Akihiko Yamagishi (Tokyo Univ. of Pharmacy and Life Science, Faculty of Life Sci.)

30. Biosynthesis of L-gulose, characteristic rare sugar in the main polar lipid of thermophilic archaea *Thermoplasma*

Yusuke Nakayama, ○Noriaki Yamauchi (Grad. School of Sci, Kyushu Univ.)

<Symposium: Archaea as resource for research on evolution>

S1. Molecular evolution of DNA replication apparatus~aspects from archaeal molecular biology~

○Yoshizumi Ishino, Katsuya Daimon, Sonoko Ishino (Kyushu Univ.)

S2. Intron and RNA splicing in Archaea

○Watanabe Yoh-ichi (Univ. Tokyo, Med.)

S3. Evolutional process detected on archaea

○KAWARABAYASI Yutaka (Kyushu Univ., AIST)

March 16 (Sat)

<General Contributions: Chemical Evolution and Irradiation>

31. Necessity of teaching aid of chemical evolution and origins of life

○Toratane Munegumi (Naruto University of Education)

32. Evaluation of reducing power of reactions induced by discharge and plasma in aqueous solutions

○Toratane Munegumi (Naruto University of Education)

33. Measurement of absolute absorption spectra of 20 protein amino acids and 5 nuclear acid bases within wide energy range

○Kazumichi Nakagawa, Yoshiaki Tanigawa, Kimihiro Ishiyama, Yohei Momoki (Kobe U.)

22. Spore of *Funaria hygrometrica* (moss) which exposed on the outer wall of the Pirs docking node of ISS for 13 months germinated

○Yuichi Takahashi, Shinpei Shibata, Jun Yokoyama (Yamagata University), Hirofumi Hashimoto (JAXA), Shin'ichi Yokobori, Yuko Kawaguchi, Akihiko Yamagishi (Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences), Takuo Nakagawa (Kojirakawa Shiseido Hospital), Oleg Gusev (NIAS), Issay Narumi, Katsuya Satoh (JAEA), Vladimir Sychev, Natalia Novikova, Margarita Levinskikh (IMBP/RAS), Manabu Sugimoto (Okayama University)

<General Contributions: Life and RNA>

23. Discovery of RNase resistant RNAs that can reinforce the RNA world hypothesis.

○So Umekage (Toyohashi Tech. Eng.), Akinori Ochi (Toyohashi Tech. Eng.), Yu Pan (Toyohashi Tech. Eng.), Akira Fujinuma (Toyohashi Tech. Eng.), Yo Kikuchi (Toyohashi Tech. Eng.)

24. Origin of RNA virus

○Tomohito Tada (Aizato hospital)

25. Behavior of a hammerhead ribozyme in aqueous solution at 10 - 200°C

Nizal El-Murr, Marie-Christine Maurel, Martina Rihova, Jacques Vergne (UPMC ANBioPhy), Guy Herve (UPMC BIOSIPE), Mikio Kato (Osaka Pref. Univ. Biol. Sci.), ○Kunio Kawamura (Hiroshima Shudo Univ. Human Envi.)

26. Template-independent RNA polymerization by oligopeptide

○Ryohei Nemoto (Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), Takuya Umehara (Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), Koji Tamura (Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci., Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.)

27. Expression platform of glycine riboswitch and RNA world

○Kokoro Hamachi (Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), Takuya Umehara (Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), Koji Tamura (Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci., Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.)

28. Aminoacylation of tRNA^{Tyr} by *Nanoarchaeum equitans* TyrRS

Tatsuya Horikoshi (Dept. of Biol. Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), Takuya Umehara (Res. Inst. for Sci. & Technol., Tokyo Univ. of Sci.), ○Koji Tamura (Dept. of Biol. Sci. & Technol.,

17. Roles of high-molecular-weight complex organics in abiotic generation of biochemical functions

○Kensei Kobayashi, Yukinori Kawamoto, Midori Eto, Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi (Yokohama Natl. Univ.), Jun-ichi Takahashi (NTT), Hitoshi Fukuda, Yoshiyuki Oguri (Tokyo Inst. Tech.), Satoshi Yoshida (NIRS), Kazuhiro Kanda (Univ. Hyogo)

18. Abiotic synthesis of nucleic acid bases from simulated interstellar media by particles irradiation

○Takuto Okabe, Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi (Yokohama Natl. Univ.), Hitoshi Fukuda, Yoshiyuki Oguri (Tokyo Inst. Tech.), Satoshi Yoshida (NIRS), Kensei Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.)

19. Alteration of amino acids and related compounds by soft X-ray irradiation

○Yukinori Kawamoto, Takeo Kaneko, Yumiko Obayashi (Yokohama Natl. Univ.), Kazuhiro Kanda (Univ. Hyogo), Kensei Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.)

20. Current status of preparation of TANPOPO mission (Astrobiology Exposure and Micrometeoroid Capture Experiments) and investigation of survivability of microbes in space

○Shin-ichi Yokobori, Yuko Kawaguchi, Yinjie Yang, Narutoshi Kawashiri, Keisuke Shiraishi, Yasuyuki Shimizu, Yuta Takahashi, Tomohiro Sugino (Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.), Issay Narumi, Katsuya Satoh (JAEA), Satoshi Yoshida (NIRS), Kazumichi Nakagawa, Yoshiaki Tanigawa (Kobe Univ.), Kaori Tomita-Yokotani (Univ. Tsukuba), Nobuhiro Hayashi (Tokyo Inst. Tech.), Eiichi Imai (Nagaoka Univ. Tech.), Kyoko Okudaira (Univ. Aizu), Hideyuki Kawai (Chiba Univ.), Kensei Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.), Makoto Tabata (Chiba Univ., JAXA), Masumi Higashide (JAXA), Hajime Mita (Fukuoka Inst. Tech.), Hikaru Yabuta (Osaka Univ.) Hirofumi Hashimoto, Hajime Yano (JAXA), Akihiko Yamagishi (Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.), & TANPOPO WG (JAXA)

21. The possible interplanetary migration of aggregated microbes: *Deinococcal* cells inside aggregate can be protected from UV radiation

○Yuko Kawaguchi, Yinjie Yang, Narutoshi Kawashiri, Keisuke Shiraishi (Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.), Kazumichi Nakagawa, Yoshiaki Tanigawa (Grad. Sch. Human Develop. Environ., Kobe Univ.), Hirofumi Hashimoto (JAXA/ISAS), Issay Narumi, Katsuhiko Satoh (JAEA/QuBS), Satoshi Yoshida (NIRS), Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi (Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

○Eleanor F. Banwell (Riken), Jonathan Heddle (Riken)

9. On extension of K2P model

○Takuma Nishimaki (Tokyo Univ. of Science), Keiko Sato (Tokyo Univ. of Science), Toshihide Hara (Tokyo Univ. of Science)

10. A sequence alignment method for proteins taking into account the sequence annotation

○Hara Toshihide (Tokyo Univ. of science), Sato Keiko (Tokyo Univ. of science), Ohya Masanori (Tokyo Univ. of science)

11. Simplified genetic codes for creation of primordial proteins

Kazuaki Amikura (Tokyo Tech, Int. Disp. Grad.), Daisuke Kiga (Tokyo Tech, Int. Disp. Grad.)

12. Structural bioinformatics studies of [GADV]-peptides

○Oda Akifumi (Kanazawa Univ., Osaka Univ.), Fukuyoshi Shuichi, Nakagaki Ryoichi (Kanazawa Univ.)

13. Entirely new genes are created from GC-NSF(a)s of eubacteria

Chieko Kamata, Toru Sonoda, Kosuke Amakatsu, ○Kenji Ikehara (Nara Study Center of Open University of Japan, Narasaho college, International Institute for Advanced Studies)

March 15 (Fri)

<General Contributions: Space Science>

14. Chemical and isotopic characteristics of the primitive organic matter in carbonaceous meteorites

○Hiroshi Naraoka, Yuta Hamamura, Yohei Yamashita (Kyushu Univ. Sci)

15. The contrasting chemical compositions of impact-induced atmospheres between Earth and Mars

○Hideharu Kuwahara (Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo), Seiji Sugita (Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo)

16. A theoretical study of hydrothermal reactions on icy moons: constraints on the temperature and habitability of Enceladus' ocean

○Mishima Shinpei (Tokyo Univ. Sci.), Sekine Yasuhito, Sugita Seiji (Tokyo Univ. Frontier Sci.)

**The 38th Annual Meeting of the SSOEL-Japan
(Kyushu University, Hakozaki Campus, March 14-16, 2013)**

March 14 (Thu)

<General Contributions: Early evolution and Hydrothermal Vent>

1. Emergence of the aim of life, and further stepwise genesis of functional purposes of parts of bio-individuals

○Koji Ohnishi (Niigata Univ., Fac. of Sci.)

2. Evolution from a D-3-phosphoglycerate-mediated early metabolic system to D-ribose/L-amino acid-using metabolic systems possessing contemporary protein-synthesizing machinery: A view from Poly-tRNA theory

○Koji Ohnishi (Niigata Univ., Fac. of Sci.)

3. Investigation of early evolution of all extant organisms based on molecular phylogenetic analyses using aminoacyl tRNA synthetases and translational elongation factors

○Ryutaro Furukawa, Mai Kanetake, Mizuho Nakagawa, Shin-ichi Yokobori, & Akihiko Yamagishi (Tokyo Univ. of Pharm. Life sci.)

4. Effects of carotenoids on damage of biological lipids induced by ionizing irradiation

○Saito, Takeshi (Kyoto Univ. Res. Reac. Inst.), Fujii, Noriko (Kyoto Univ. Res. Reac. Inst.)

5. Studies on Formation of Organic Compounds in the Primitive Earth Atmosphere-Submarine Hydrothermal Vent System

○Yuichi Kondo, Jun-ichi Ise, Yumiko Obayashi, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi (Yokohama Natl. Univ.)

6. Diversity of deep sea hydrothermal chemistry and Salt-induced peptide formation (SIPF) reaction rates

○Kasumi Sakata, Hikaru Yabuta, Tadashi Kondo (Osaka Univ. Sci)

7. A Flow Reactor Simulated Hydrothermal Environments for Chemical Evolution

○Eiichi Imai (Bioengineering, Nagaoka Univ. Tech.)

<General Contributions: Informatics Approach>

8. Reciprocal nucleopeptide replicators: key to an abiogenesis theory of everything.

Viva Origino Vol. 41 Supplement

March 2013

Contents

© The 38th annual meetinf of the SSOEL – JAPAN (Abstracts)

Yutaka Kawarabayasi (1)