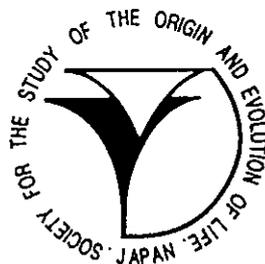


ISSN - 0910 - 4003
CODEN : VIORE 6

Viva Origino

Vol. 36 Supplement

March 2008



**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おく。

第5条 本学会の会員は、正会員と賛助会員とし、入会手続きは別途定める。

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

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名おこなうものとする。

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

学会入会手続きに関する付則

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

会費その他に関する付則

1. 入会金(正会員のみ) 1,000円
2. 会費
正会員 年額 6,000円
賛助会員 年額(1口) 10,000円
3. 学生のための入会金・会費
正会員で、大学または大学院あるいはこれに準じる学校に在学する学生は、在学証明書の添付により、次の特典を与えるものとする。
入会金 500円、会費(年額) 3,000円
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
(口座番号) 00980-8-367
7. 年会費の会計年度は4月から翌年3月までとする。

Viva Origino

Vol. 36 Supplement

March 2008

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

JAPAN

第 33 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 33 回学術講演会案内及び講演会要旨集

山岸 明彦..... (1)

生命の起原および進化学会 第33回学術講演会の案内

日 時 : 2008年3月16日(日) ~ 18日(火)

会 場 : 東京薬科大学 教育1号館 G13 教室

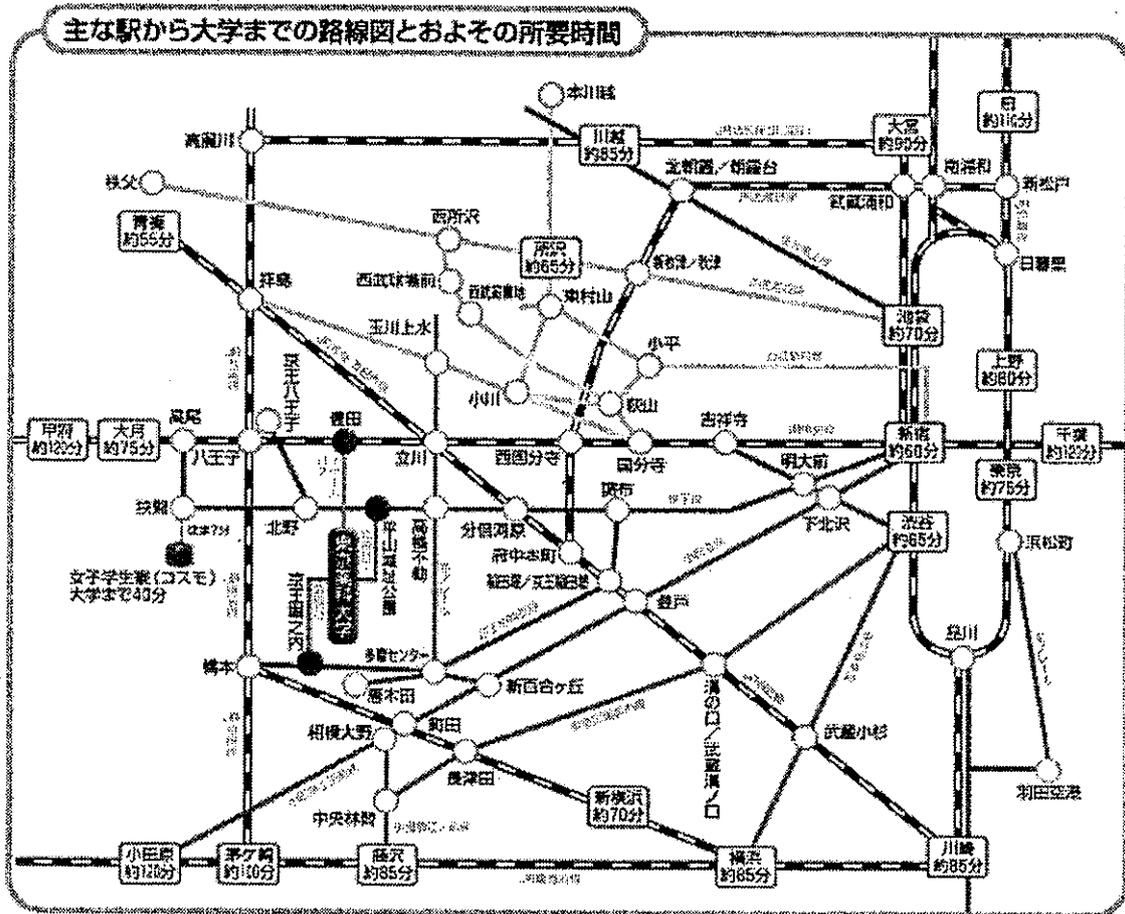
懇親会場 : 東京薬科大学 職員食堂 マグノリア

〒192-0392 住所 東京都八王子市堀之内 1432-1

TEL 042-676-7139 (大会委員長 : 山岸 明彦)

E-mail: yamagish@ls.toyaku.ac.jp

交通案内 : 下記地図をご覧ください

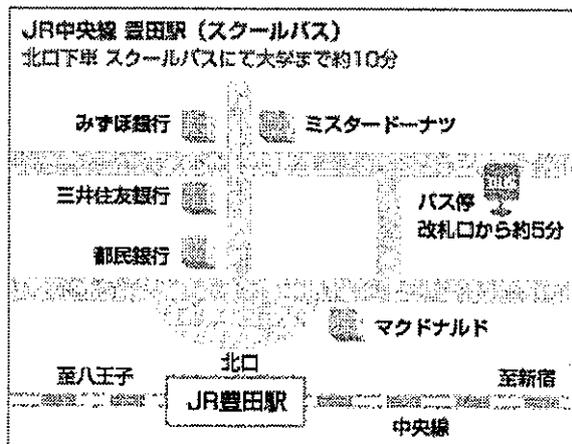


所要時間 :

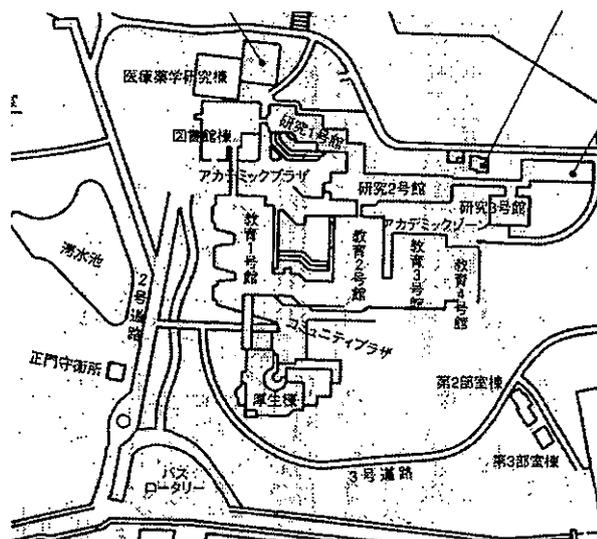
JR 中央線「豊田駅」北口下車、スクールバスにて大学まで約 10 分

スクールバスは現金での乗車は出来ません、駅の売店で乗車券を購入して下さい。豊田からのバスは日曜運休です。タクシーは南口から約 1000 円

京王線「平山城址公園駅」下車、路線バス約8分
京王相模原線「京王堀之内駅」下車、路線バス約8分



東京薬科大学バス停で下車後、
スロープをあがって最初の角を右折、
渡り廊下をくぐってすぐ左の階段から
は行ってすぐの教室です。



参加費（講演要旨代を含む）：

一般会員：4,000円（非会員：5,000円）

学生会員：2,000円（非会員：3,000円）

懇親会費：一般会員：5,000円

学生会員：3,000円

発表について：

発表はコンピュータと液晶プロジェクターを用いた発表あるいは、OHP、紙での読み取りの3種類が可能です。コンピュータでの発表の場合、コンピュータを持参頂くか、USBメモリー等でお持ち下さい。ファイルでお持ち頂く場合、ソフトウェアはMS Office パワーポイントでお願いします。

発表時間：

一般講演およびシンポジウム、シニアセッションは講演時間 15 分、討論5分、特別講演は講演時間 35 分、討論5分をお願いします。

生命の起原および進化学会 第33回学術講演会 日程表

	3月16日(日)	3月17日(月)	3月18日(火)
9:30			
10:00		一般講演 6-12	一般講演 22-27
11:00			総会
12:00	受付、編集委員会	昼食、運営委員会	昼食
13:00	一般講演 1-5	一般講演 13-21	一般講演 28-33
14:00	休憩		
15:00	特別講演SL1		休憩
16:00	シンポジウム	休憩	一般講演
17:00	S1-S6	特別講演SL2	34-39
18:00		特別企画シニア セッション	
19:00		懇親会	
20:00			

生命の起原および進化学会第 33 回学術講演会プログラム

3月16日(日)

12:00-13:00 昼食、編集委員会

13:00-14:40 座長: 島田明彦

1. 認知的自己複製演算子としての生命の起源:

調和振動子から自己学習認知系機械としての生命の創製と進化

○大西耕二(新潟大学理学部生物学科)

2. 新形質共有に基づく分子系統樹トポロジーの統計的予測

○大西耕二、齊藤友恵(新潟大学理学部生物学科)

3. 膜選択透過性による細胞サイズの多様化

○畠山剛臣、橋本敬(北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科)

4. 備長炭から直接アミノ酸を生成する実験

○盛口 襄(渋谷教育学園幕張高等学校)

5. アパタイト粉末含有アミノ酸への可視・紫外光照射

○加納誠介(独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門)

14:40-15:00 休憩

15:00-15:40 座長: 三田肇

特別講演

SL1. ハビタブルプラネットの条件と進化

○田近英一(東京大学)

15:40-17:40 座長: 小林憲正、矢野創

シンポジウム「たんぽぽ: 宇宙ステーションでの微生物有機物捕獲、曝露実験」

S1. たんぽぽ: 宇宙ステーションでの微粒子微生物有機物捕獲、曝露実験

○山岸明彦、小林憲正、横堀伸一、矢野創、橋本博文、「たんぽぽ」WG

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

S2. The culturable extremophiles above the troposphere

○Yinjie YANG、横堀伸一、山上隆正、飯嶋一征、井筒直樹、福家英之、

齊藤芳隆、松坂幸彦、並木道義 太田茂雄、鳥海道彦、瀬尾基治、山田和彦、

柄澤伸治、山岸明彦(東薬大生命、ISAS/JAXA、工学院大学)

S3. 極低密度エアロゲルによる宇宙個体微粒子と微生物の非破壊捕集:

たんぽぽ実験実現に向けて

○矢野 創(ISAS/JAXA)

S4. 微生物の高速衝突および放射線照射実験

○藤崎健太、藪下さやか、横堀伸一、Yang、長沼毅、小林克己、小林憲正、山岸明彦、「たんぽぽ」WG(横浜国大院工、東薬大生命、広島大、高エネ研)

S5. 宇宙ステーションを用いた地球外有機物の捕集・曝露実験

○小林憲正、藪下さやか、金子竹男、山岸明彦、「たんぽぽ」WG

(横浜国大院工、東薬大生命)

S6. アミノ酸の高速衝突および放射線照射実験

○藪下さやか、金子竹男、小林憲正、山岸明彦、「たんぽぽ」WG

(横浜国大院工、東薬大生命)

3月17日(月)

09:30-11:50 座長:藤井紀子、本多元

6. 放電プラズマを用いたアミノ酸の生成実験

○清水 健志、佐藤 幸生、岡本 司、広瀬 洋一

(東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻)

7. タイタン衛星は宇宙での炭素化学工場ではないか?

○三重野 哲、(静岡大学理学部)、長谷川 直(宇宙研本部)

8. ペプチド生成反応におけるアミノ酸キラル活性エステルのキラリティー識別

○胸組 虎胤、天海聡、青木佳祐(小山工業高等専門学校 物質工学科)

9. 不斉発現における円偏光の役割

○高橋淳一(NTTマイクロシステム研)

10. 真空紫外光照射によるグリシンからペプチドへの化学進化

○田中真文、中川和道(神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

11. ATR-FTIR spectroscopy of amino acids adsorption on amorphous silica surface

○北台紀夫、横山正、中嶋悟(大阪大学大学院 宇宙地球科学専攻)

12. 紫外線・X線・粒子線によるイソバリンの分解

○小川智也、島壮一郎、保坂将人、加藤政博、長沼毅、小林克己、三田肇、V. Tsarev、斉藤威、金子竹男、小林憲正

(横浜国大院工、名大、分子研、広島大、高エネ研、福岡工大、Lebedev物理研、IAS)

12:00-13:00 昼食、運営委員会

13:00-14:00 座長:木野内忠念

13. アラニンの軟X線円二色性スペクトル測定

○泉 雄大、田中真文、今津亜季子、三本 晶、中川和道、田中真人、安居院あかね、室隆桂之(神戸大学 大学院 人間発達環境学研究科)

14. プロテノイド・ミクロスフィアが存在する熱水環境下でのアミノ酸の重合

○今井栄一、本多 元(長岡技術科学大学、生物系)

15. アミノ酸熱重合物微小球のリン酸吸着作用

○国田美穂子、櫻沢繁(公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科)

14:00-15:00 座長:今井栄一

16. 模擬タイタンソーリンのキャラクタリゼーション

○細貝知弘、谷内俊範、生方正章、元山拓也、B. N. Khare、C. P. McKay、金子竹男、小林憲正(横浜国大院工、NASA-ARC)

17. 宇宙地球化学試料中の難抽出性アミノ酸分析法の検討

○永縄一樹、田中陽平、高野淑識、福井学、三田肇、金子竹男、小林憲正

(横浜国大院工、JAMSTEC、北大低温研、福岡工大)

18. 地球外有機物の高速衝突および放射線による変成

○佐藤康之、金子竹男、長谷川直、長沼毅、小林克己、小林憲正

(横浜国大院工、JAXA/ISAS、広島大、高エネ研)

15:00-16:00 座長:池原健司

19. 地球外環境下での複雑有機物の生成と変成

○谷内俊範、細貝知弘、高野淑識、吉田聡、金子竹男、小林憲正

(横浜国大院工、JAMSTEC、放医研)

20. 無生物的に生成した複雑有機物の高温、高圧下での構造変成

○栗原広成、植木大志、高野淑識、金子竹男、小林憲正(横浜国大院工、JAMSTEC)

21. 友の会第1回行事「ミラーの実験」の教訓

○中川和道(神戸大学大学院 人間発達環境学研究科)

16:00-16:20 休憩

16:20-17:00 座長:山岸明彦

特別講演

SL2.天文観測による宇宙有機物に関する最近のトピックス

○大石雅寿(国立天文台)

17:00-17:40 座長:中川和道

特別企画シニアセッション「これまでとこれから」その2

S7. これまでとこれから

○松野孝一郎

S8. 化学進化の研究:これまでとこれから

○大島泰郎(共和化工環境微生物研)

18:00-20:00 懇親会(学内職員食堂:マグノリア)

3月18日(火)

09:30-10:30 座長:大西耕二

22. 極限環境試料中のホスファターゼのキャラクタリゼーション

○佐藤修司、伊藤有希、高野淑識、福井学、金子竹男、小林憲正
(横浜国大院工、JAMSTEC、北大低温研)

23. ラミニン蛋白質中のアスパラギン酸(Asp)残基の異性化

○森 雄平、加治 優一*、木野内 忠稔、齊藤 剛、藤井 紀子
(京大・原子炉実験所、筑波大*)

24. ヒト α Aクリスタリン中のアスパラギン酸残基のラセミ化反応の速度論的解析中村徹

○中村徹、定金豊、木野内忠稔、齊藤剛、藤井紀子(京都大学原子炉実験所)

10:30-11:30 座長:河原林裕

25. リボヌクレオチドの化学的安定性に及ぼすキラリティーの影響

○浦田秀仁、池田江利子、原 尚文、和田俊一、赤木昌夫
(大阪薬科大学 機能分子創製化学研究室)

26. 遺伝暗号の起源とリボスイッチとの関わり

(Relationship with the origin of the genetic code and riboswitches)

○山路唯巴、田村浩二(東京理科大学基礎工学部生物工学)

27. オペレーショナルRNAコードの立体化学的基盤

(Stereochemical basis for an operational RNA code)

○田村浩二(東京理科大学基礎工学部生物工学)

11:30-12:00 総会

12:00-13:00 昼食

13:00-14:00 座長:澤井宏明

28. GC-NSF(a) 原始遺伝子仮説を支持する証拠

○池原健二、高平麻美(奈良女大、理、化)

29. ランダム[GADVE]-8量体ペプチドの触媒活性

○池原健二、福田珠美(奈良女大、理、化)

30.「これまでの進化史にありえた遺伝暗号表」を試験管内に再現する

小林晃大 内山正彦 浅見俊 ○木賀大介
(東京工業大学 大学院総合理工学研究科)

3月18日(火)

14:00-15:00 座長:田村浩二

31. ポリtRNA構造の起源とmRNAおよびrRNAの起源

○大西耕二(新潟大学理学部生物学科)

32. 5位置換及び無置換ウリジンヌクレオチドの好熱性細菌、古細菌あるいはファージの DNA ポリメラーゼに対する基質特異性

○澤井宏明、永島潤一、桑原正靖、北方里奈、田村壮宏、松井郁夫(群馬大学工学部)

33. 5位置換及び無置換シチジンヌクレオチドの好熱性細菌、古細菌あるいはファージのDNAポリメラーゼに対する基質特異性

○澤井宏明、永島潤一、桑原正靖、田村壮宏、松井郁夫(群馬大学工学部)

15:00-15:20 休憩

15:20-16:20 座長:長谷川典巳

34. 人工タンパク質を用いたバイオミネラルリゼーション

○辻 融、小沼一雄、山本晃、飯島まゆみ、芝清隆

((財)癌研究会癌研究所蛋白創製研究部)

35. 耐熱性タンパク質の形成・進化過程

○錫林其其格、森陰早也香、池原健二(奈良女大・理)

36. 超好熱古細菌由来糖代謝関連酵素活性から見えてくる酵素の進化

○河原林裕(独・産総研、セルエンジニアリング)

16:20-17:20 座長:木賀大介

37. 現生生物の最後の共通祖先は超好熱菌だったのか?

—グリニルtRNA合成酵素の祖先型変異体の解析—

清水秀明、坂井伸伍、○横堀伸一、山岸明彦(東京薬科大学生命科学部分子生命科)

38. 超好熱古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来フェニルアラニル-tRNA合成酵素によるtRNA認識と進化

○長谷川 典巳、土屋 渉、木村 真奈美(山形大学、理学部)

39. 尾索動物 *Ciona intestinalis* ミトコンドリア特異的メチオニル tRNA 合成酵素の解析

○東正希、谷山美保子、山岸明彦、横堀伸一(東京薬科大学生命科学部分子生命科)

一般講演

1

認知的自己複製演算子としての生命の起源:

調和振動子から自己学習認知系機械としての生命の創成と進化

Origin of Life as a cognitive self-replication operator:

Emergence and evolution from simple harmonic oscillator to self-learning cognitive machine

大西 耕二(新潟大学理学部, ohnishi@sc.niigata-u.ac.jp)

Koji Ohnishi (Fac. of Science, Niigata Univ., Niigata, 950-2181, Japan)

I. はじめに: 生命の特徴として自己複製的系であることと認知的自己改良機械であることが重要である。認知系であることは、従来の生命起源研究における生命の定義には含まれておらず、故に生命と非生命の違いの本質論議が不明瞭であった。「情報」は生命の創成と同時に起源したと考えられ、「認知系としての生命」があつて初めて、情報の最終受信者が存在し、「情報」と呼べる「価値」が生ずる。単細胞生物の細胞内分子情報の最終受信者は生きている単細胞個体である。本研究では、自己複製系のモデルとして、2行2列の自己複製行列演算子 $F = (a_{ij})$ を考え、調和振動子から初期認知系としての生命の創成と進化を論ずる。

II. 理論と結果・考察: 演算子 $F = (a_{ij})$ (a_{ij} は実数または実関数) が実ベクトル $x = {}^t(x_1, x_2)$ に対して $Fx = (a_{ij})x$ が調和振動子 $F^2 x = -\omega^2 x$ として作用するように a_{ij} を定めると、 $F = (a_{ij}) = {}^t((a_{11}, a_{12}), (-(a_{11}^2 + \omega^2)/a_{12}, -a_{11}))$ (Eq. 1) を得る。 ω は定数または時間 t などの関数。 $F^4 x = +\omega^4 x$ であるから、4回の作用で自己再生産する自己複製的系である。いくつかの例について述べる。自己複製実行列演算子 $F = (a_{ij})$ を用いることにより、虚数単位 i を用いることなく一般化された調和振動子を記述でき、 a_{ij} は相互作用の在り方を具体的に示す。1変数調和振動子では $(d/dt)x = -\omega^2 x$ の解は $x = A e^{i\omega t}$ であるが、 $F = (a_{ij})$ なる上述の演算子を用いると、2変数の相互作用の結果としての実変数による自己複製一般調和振動子の記述が可能となる。

$$Fx = (a_{ij})x \text{ は、 } \underline{Fx_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2, Fx_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2,} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\underline{F^2 x_1 = a_{11}Fx_1 + a_{12}Fx_2, F^2 x_2 = a_{21}Fx_1 + a_{22}Fx_2} \quad (\text{Eq. 3})$$

と書ける。2行2列の行列微分演算子として、 $D^2 x = -\omega^2 x$ を満たす $D = (b_{ij})$ を考えると、Eq. 2, 3の F が微分演算子であるための必要十分条件は $da_{11}(t)/dt = da_{22}(t)/dt = 0$ となり、このとき、 $F=d/dt$ として、Eq. 2, 3を連立微分方程式系としてそのtrajectoryを解析できる。これにより一般解を虚数単位 i を用いることなく表せる。Eq. 2, 3の構造は、入力ユニット2、出力ユニット2の3階層ニューラルネットとなっており、 $F^2 x = -\omega^2 x$ を出力する。さらに F^3, F^4 によって $F^4 x = +\omega^4 x$ をフィードバック最終出力として、出力する。この構造は、フィードバックを含む化学反応系などが単独またはカップリングなどで調和振動子を形成した場合、認知的複製子系としての初期生命へ進化できる認知ニューラルネットワーク機械の基本構造と基本機能を備えていることを意味する。Chemical evolutionの研究においては、どのような反応系の相互作用が自己再生認知系を構築できるかを論ずることが、非生命系から生命系への質的な発展の論議において重要である。学習機械における隣接環境からの教師情報の自己システムへの内在化は環境依存教師情報から自己教師情報への転化による能動的進化の論理基盤を構築する。

2

新形質共有に基づく分子系統樹トポロジーの統計的予測 Statistical estimation for the topology of molecular phylogenetic tree reconstructed by synapomorphy

大西耕二・齋藤友恵(新潟大学理学部生物学科)

Koji Ohnishi and Tomoe Saitou

(Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University, Niigata)

Hennig(1966)の分岐分類学の真髄部分は、系統樹トポロジーにおける単系統群の存在情報は、新形質共有(synapomorphy)情報にあり、旧形質共有(sympleisomorphy)情報はトポロジー情報を含まないという点にある。最近隣(NJ)法や最節約法では、配列の相違に付いてのこれらの区分をせずに同等に扱うため、非新形質共有情報が様々な形でノイズとして働き、構築されたデンドログラムが真の系統樹を反映しない場合がしばしばあるものと考えられ、最尤法でも同様の傾向があるものと予測できる。特定の分枝で変異が多く蓄積して、その枝が異常に長い場合は、高いブートストラップ値で、長い枝が実際より根元に近い位置から古く分岐する系統樹が構築されるので、安定的な系統樹の再現率は、トポロジー再現率の数学的厳密表示であっても、系統樹としての信頼度を示すとは限らず、何らかの別の基準による判断が必要とされる。

本研究では、3個または4個の標本配列の比較において、適当な外群配列と比較した場合の新形質共有サイトの在り方から、カイ二乗検定法によって、単系統群の存在を統計評価する方法について述べる。この方法により、十分低い危険率で従来型系統樹の単系統群が検出できる場合は、科以下のレベル、科のレベル、目や綱のレベル、門のレベルなどで、分岐段階のレベルによって必要とされる進化速度や必要比較サイト数に違いがあり、遅い変異速度を必要とする比較では長い配列や複数配列の結合比較が必要となる。また、従来型の系統樹では安定な単系統群が得られず、新形質共有法で有意な単系統群が得られる場合は後者が正しいと考えられる。また、変異の蓄積したlong branchを持つ場合は、新形質共有による最終判断を必要とする(ブートストラップ値はデンドログラム再現率)。新形質共有検出可能な外群配列の選び方が重要で、しばしば困難を伴う。

ウリ目のmaturase K, 種子植物系統樹、哺乳類のアルファクリスタリンA鎖、等の比較結果を参照しながら、好熱性細菌の分岐点が高いブートストラップ値で系統樹の根元に近く位置することの解釈上の課題についてふれる。古細菌やと好熱性真性細菌の親近性が、その分岐の古さを示すものか、それとも、高温環境への適応に必要な変異の蓄積によるlong branchの影響によるものなのについての判断を得るための手順と、そのために必要な配列比較の在り方について述べ、予備的な比較戦略や知見についての展望を、予備的結果との関連で論ずる。

3

膜選択透過性による細胞サイズの多様化 The diversification of proto-cell size driven by membrane permselectivity.

畠山 剛臣, 橋本 敬 (北陸先端科学技術大学院大学)
Masaomi Hatakeyama, Takashi Hashimoto
(Japan Advanced Institute of Science and Technology)

【背景・目的】

近年、構成的生物学や合成生物学といった分野が発展してきており、研究室内で実際に人工複製系を作成することで生命誕生の可能な条件を見出そうとする研究が進められてきている[1][2]。また両親媒性分子の自己集合によるミセルもしくはベシクルが生命誕生の初期段階で重要な役割を担ったとする Lipid World 仮説が注目されつつある[3]。これらを受け、膜の性質が複製系の進化にどのような影響を与えるのかということ調べることは重要である。本研究ではシンプルな原始細胞の数理モデルを構築し、膜の基本的な機能である選択透過性が原始細胞の成長にどのような影響を与えるのかを調べることを目的とする。

【モデル】

モデルとして、図 1 のような膜で囲まれた抽象的な化学反応系を考える。この系は自己触媒反応が連鎖した系で、反応系のいくつかの成分から膜成分が生成されるとする。本研究では、4 種類の成分(X_1, X_2, X_3, X_4)を考え、これらの成分のうち X_3 と X_4 から膜成分 M_3 と M_4 が生成されるとする。膜成分は自己集合して内と外を隔てる半透性の膜を形成すると仮定する。各化学成分は膜を介して濃度勾配による拡散を行い、外環境から流入もしくは外環境へ流出すると考える。外環境の化学成分の濃度は一定とする。選択透過性を考慮するために各成分について拡散係数が高い場合と低い場合の組み合わせを考え、対称性を考慮して 6 クラスに分類した。

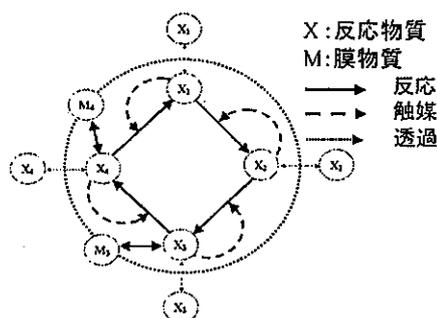


図 1 原始細胞のモデル図

【実験・結果】

各選択透過性のクラスについて初期条件(各成分濃度、反応速度係数)を同じにし、乱数種だけを変えて 100 回計算を行った。その結果、選択透過性の違いにより系のサイズのばらつきに違いが生じた(図 2)。反応と拡散の時系列データを分析した結果、内部の反応と物質の流入出の相関が高い場合に系の多様化が起こることがわかった。

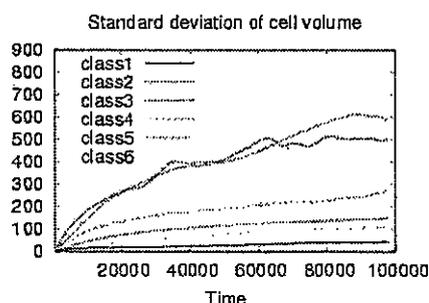


図 2 系のサイズの多様化

【参考文献】

- [1] P. A. Bachmann, P. L. Luisi, J. Lang, Nature, 357, 57-59, 1992.
- [2] 菅原正, 高倉克人, 庄田耕一郎, 鈴木健太郎, 宇宙生物科学, 20, 10-14, 2006.
- [3] D. Segre, D. Ben-eli, David W. Deamer, D. Lancet, Origins of Life and Evolution of the Biosphere, 31, 119-145, 2001.

4 備長炭から直接アミノ酸を生成する実験

Experimental Study on Direct Formation Amino acids from Bintyou-charcoal

盛口 襄 (渋谷教育学園幕張高等学校)

Jou Moriguti (Shibuyakyouikugakuen Makuhari High School)

1. 緒言

原始地球環境下 (宇宙をも想定) における生命体原料 (アミノ酸等) の自然生成は、オパーリンの示唆に始まり (1923年)、ミラーの実験 (1953年) によって実証の途が開けた。現在では、アミノ酸生成の原料にC、H、O、Nがあれば、アミノ酸が生成されると考えられている。しかし、アミノ酸生成は一般的にはあまり知られておらず、「ミラーの実験」についてさえ、わずかに高校の生物の教科書にコラムのような形で紹介されているのみである。本研究の目的は、筆者が指導している渋谷教育学園幕張高等学校化学クラブで10年間にわたり、中学や高校で実現可能な原始地球の自然状態を模したアミノ酸生成における簡易実験装置の開発および実験条件、実験結果および生命の化学進化の概略について報告したい。

2. 実験方法および結果

図1に備長炭を用いたアミノ酸生成の実験装置の概略図を示す。まず、赤熱した備長炭の上を金属の缶で覆い、不完全燃焼させる。次に、霧状のアミノ酸水を備長炭に吹き付けると、反応が起こりアミノ酸などの有機物が生成される。この生成物は、金属缶の上部からアスピレーターを用いて吸引され、水の中に溶け込ませる。生成された物質は、ニンヒドリン反応およびペーパークロマトグラフを用いてアミノ酸の評価を行う。次に、実験結果および検討を行う。備長炭が不完全燃焼することにより発生した一酸化炭素 (CO)、水素 (H₂) とアンモニア水の蒸気 (NH₃ + H₂O) から、グリシン等のアミノ酸が生成されることを確認した。なお、備長炭を完全燃焼させるとアミノ酸は生成されない。本方法は、反応が数秒間で行われており非常に短時間 (フラッシュ加熱法とよんでいる)、かつ、反応空間が大気開放系であることが大きな特徴である。

3. 結論

備長炭をCの、アンモニア水をH、O、Nの原料として不完全燃焼させると、グリシンが生成することを見出した。本方法の特徴は、簡単、安価、短時間反応である。なお、当日、実験を行う予定である。

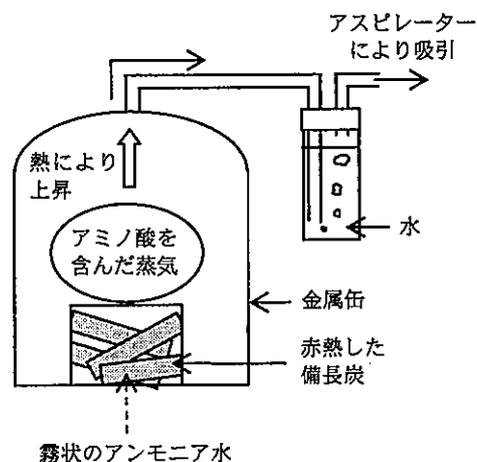


図1 備長炭を用いたアミノ酸生成の実験装置の概略図

5

アパタイト粉末含有アミノ酸への可視・紫外光照射 UV/Vis lamp light Irradiation to amino acids with hydroxyapatite

加納 誠介 (産業技術総合研究所)
Seisuke Kano (Natl Inst of AIST)

緒言: アミノ酸などの低分子量有機物は原始地球上または地球外にて、無機的に生成されたと仮定した場合、これらが単体で原始地球環境における熱や紫外線などにより、どのような化学変化を起こしたかはいまだ不明確である。アミノ酸を含む低分子量有機物は互いに分離・分解・結合等を繰り返し、次第にその量を増やし、種類と分子量を増加させていったと考えられる。

本研究では、原始地球上にアミノ酸が存在していたと仮定し、アミノ酸溶液がリン酸塩鉱物のひとつであるヒドロキシアパタイトとともに存在するときに、可視・紫外光が溶液に与える影響を半定量的に調べた。

実験: アミノ酸混合溶液H型(和光純薬)をクエン酸バッファー溶液(pH 2.2; 和光純薬)に溶解した溶液を基準液とした。これに無機残渣が発生するようにヒドロキシアパタイト粉末を加えた混合液と、アミノ酸標準液のみを溶解した液を用いた。比較のため、クエン酸バッファー溶液にヒドロキシアパタイト粉末のみを加えた混合液も用いた。これらの系に400Wの可視・紫外ランプ光を、光源から600mm離れた溶液に照射した。溶液はパイレックス製ビーカーに入れ、常時スターラーで攪拌した。紫外線照射後 11 日目までの経過を観察し、サンプリング溶液のアミノ酸量をアミノ酸分析器(島津製)により測定した。ヒドロキシアパタイト粉末を加えた混合液からのサンプリング試料は、上澄みおよび遠心分離・真空蒸発乾固した残渣に塩酸を加えて固体を溶解しさらに遠心分離・フィルタリングした溶液に対してアミノ酸分析を行った。

結果と考察: アミノ酸のみの溶液への可視・紫外光照射により、CYS/MET/TYR の 3 種を除き時間経過とともに増加した。アミノ酸の分解が大きく進まなかった要因のひとつとしては、パイレックス製ビーカーでの実験であり、300nm 以下の光子エネルギーの高い紫外線が照射されなかったためと考えられる。なお、増加したアミノ酸の供給源としては分解した三種のアミノ酸及びクエン酸バッファー溶液ではないかと推定している。これに対し、ヒドロキシアパタイト粉末を混合したアミノ酸溶液への可視・紫外線照射に対する経時変化では、上澄み液からは CYS を除いたアミノ酸で増加が認められ、ヒドロキシアパタイト粉末からもわずかではあるがほとんどのアミノ酸が検出された。いずれの場合においても総量は初期アミノ酸濃度を超えており、少なからずアミノ酸が生成されたものと考えられる。増加したアミノ酸量はわずかではあるが、その供給源としてはクエン酸バッファー溶液が考えられる。しかし、クエン酸バッファー溶液にヒドロキシアパタイト粉末のみを加えた混合液からは、極わずか(0.1nmol/ml 程度)の HIS が検出された以外にはアミノ酸は検出されなかった。これらの結果から、可視・紫外光によりアミノ酸は分解する量よりもわずかに生成される量が多く、ヒドロキシアパタイト粉末が存在するとその効果はより顕著となることがわかった。しかし、ヒドロキシアパタイト粉末とクエン酸バッファー溶液のみでは、容易にはアミノ酸が生成されるわけではないことがわかった。

特別講演 SL1

SL1

ハビタブルプラネットの条件と進化

Condition and evolution of habitable planets

田近 英一 (東京大学)

Eiichi Tajika (University of Tokyo)

2008年2月現在,すでに270個以上の系外惑星が発見されている。生命の生存可能な惑星(“ハビタブルプラネット”)の発見は今後の最重要課題である。生命活動には液体の水が不可欠であることから,ハビタブルプラネットの探索には,海洋を持つ地球のような「オーシャンプラネット」の形成と進化に関する理解が重要となる。

惑星表面に水が存在するためには,温度が水の三重点(273.16K)以上,臨界点(647.3K)以下であり,飽和水上気圧以上の量の水が地表面に存在している必要がある。つまり,水がすべて凍りつくような寒冷環境(全球凍結状態)やすべて蒸発してしまうような高温環境(暴走温室状態)であってはいけない。そのためには,中心星の光度,惑星の軌道や反射率,温室効果気体や水の量などに,さまざまな制約がある。

重要な点は,このような条件が一時的に満たされるだけでは意味がない,ということである。このような条件が生命進化に必要とされる数十億年スケールで維持されることもまた,ハビタブルプラネットが満たすべき条件である。

ハビタブルプラネットの進化を考える上で,地球環境変動史の理解は重要な示唆を与える。地球史初期は,激しい天体衝突の影響で現在とは大きく異なる環境条件におかれていたものの,その後の地球史を通じて,地球環境は基本的には上記の条件を満たし続けてきたと考えられる。ただし,地球史の一時期において,全球凍結(スノーボールアース)イベントが何度か生じたらしいことが分かってきた。大変興味深いことに,生物は全球凍結イベントを生き延びている。これは,おそらく全球凍結時においても液体の水が存在することと関係している。すなわち,地球内部からの熱の輸送(地殻熱流量)の存在によって,海洋深層域は凍結しないのだ。

このように考えると,表面は氷で覆われているがその内部には液体の水が存在する「スノーボールプラネット」もまた,ハビタブルプラネットだといえるのではないか。スノーボールプラネットの成立条件は,オーシャンプラネットよりもずっと広いため,宇宙におけるハビタブルプラネットの存在確率はぐっと高くなる。

本講演では,ハビタブルプラネットの存在条件と進化に関する議論を行う。

シンポジウム

S1

たんぽぽ:宇宙ステーションでの微生物有機物捕獲、曝露実験 TANPOPO: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture

山岸明彦、小林憲正、横堀伸一、矢野創、橋本博文、山下雅道、「たんぽぽ」WG
(東薬大生命・横浜国大院工・ISAS/JAXA・筑波大学大学院 システム情報工学)

A. Yamagishi, K.Kobayashi, S. Yokobori, H. Yano, H. Hashimoto, M.Yamashita
(Tokyo Univ. Pharm. Life Scie., Yokohama Natl. Univ., ISAS/JAXA, Tsukuba Univ.)

「TANPOPO」(たんぽぽ、蒲公英、dandelion)は綿毛のついた種子を風に乗せて頒布し、その生息域を広げる多年草である。我々は、この名前のもと、ISS-JEM(国際宇宙ステーション・日本実験棟)上での第二期利用実験として微生物と生命材料となり得る有機化合物の天体間の移動の可能性の検討と微小隕石の検出および解析実験を提案している。現在、共用ポート利用の候補ミッションの一つとなっている。

我々は、超低密度エアロゲルを用いることで、微小隕石やその他の微粒子を捕集することが可能であると考えている。低軌道上で超低密度エアロゲルを一定期間曝露することで宇宙空間で微粒子を捕集する。エアロゲル表面と衝突トラックの顕微観察の後、エアロゲルの様々な解析を行う。衝突トラックの詳細な検討により、ISS周辺のデブリのサイズと速度が明らかにできると期待される。エアロゲル中に残存した粒子に関して、鉱物学的、有機化学的、及び微生物学的な検討を行う。一方、宇宙環境下での微生物の生存可能性について検討するため、微生物を直接宇宙空間に曝露する実験も行う。同様に、宇宙環境下での有機化合物の変性の可能性を検討するため、有機化合物の宇宙空間への直接曝露実験も行う。これらの実験を行うための装置はすべて受動的な装置であり、そのための装置の基本構造、装置回収後の解析法も、既に確立されている。最終候補として採択されれば、実験装置は2011年に打上予定である。

S2

The culturable extremophiles above the troposphere

Yinjie Yang、横堀伸一、川口壽太郎、山岸明彦（東京薬科大学）
山上隆正、飯嶋一征、井筒直樹、福家英之、斉藤芳隆、松坂幸
彦、並木道義 太田茂雄、鳥海道彦、瀬尾基治、山田和彦（宇宙
航空研究開発機構）、柄澤伸治（東京電機大学）

The information about microorganisms at high altitudes is important for testing the hypothesis Panspermia. The atmosphere above troposphere is characterized with almost complete dryness, elevated UV radiation, extremely low pressure and stronger fluctuation of temperature. The survivors in such environments, if present, presumably highly resistant to harsh conditions, are of great interest. However, there have been so few microbial surveys above troposphere that we know little about the microbes in such extreme environments. We previously obtained one *Deinococcus* isolate of high UV resistance from above the troposphere. The goals of this study are to isolate and identify the microorganisms in the stratosphere and to analyze the UV resistance of the isolates.

Microorganisms in the stratosphere above northern Japan (12~35 km altitude) were successfully sampled on the membrane filters using a balloon in June 2005. The isolates were identified by morphological characteristics and phylogenetic analysis based on 16S rDNA sequencing data. UV resistance of the isolates was analyzed by exposing the isolates to UV light for different periods and determining the survivals.

Four isolates were obtained from the stratospheric samples. Three of them are *Bacillus* strains, while the fourth is *Paenibacillus* strain. They are close relatives of some former high-altitude isolates. Their spores exhibited relatively high UV resistance. The presence of microorganisms above the troposphere is beyond question. Spore formers (fungi and bacteria) are likely most successful in penetrating the tropopause via various mechanisms and surviving the journey to the upper atmosphere. UV and desiccation resistance may be needed for the microorganisms to survive the journey. The dominance of spore formers and Deinococci in the culturable microbes from the upper atmosphere highlights their potential on the seeding of life onto extraterrestrial planets.

S3

極低密度エアロゲルによる宇宙固体微粒子と微生物の非破壊捕集： たんぽぽ実験実現に向けて

Intact Capture of Micrometeoroids and Terrestrial Microbes with Ultra Low-dense Aerogel: Development of the “TANPOPO” module onboard the ISS-JEM-Exposed Facility

矢野創(ISAS & JSPEC/JAXA)、田端誠(千葉大学・ISAS/JAXA)、河合秀幸(千葉大学)、
奥平恭子(ISAS/JAXA)、山岸明彦(東京薬科大)、たんぽぽプロジェクトチーム
Hajime YANO (ISAS & JSPEC/JAXA), Makoto TABATA (Chiba Univ. and ISAS/JAXA),
Hideyuki KAWAI (Chiba Univ.), Kyoko OKUDAIRA (ISAS/JAXA), Akihiko YAMAGISHI (Tokyo
Univ. of Pharmacy and Life Sciences) and TANPOPO Project Team

2011年打上げ予定の国際宇宙ステーション「きぼう」実験棟曝露部(ISS-JEM-EF)の混載ペイロード実験の一つに選抜された「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)」では、地球と他の太陽系天体の間における、生命材料となり得る有機化合物を含む宇宙塵および微生物の双方向伝播の可能性を検証する。

地球起源の微生物を含む土壌微粒子が、仮にISSの運用高度約500 kmの地球低軌道を周回している場合、きぼう曝露部との衝突速度は数 km/s から十数 km/s に達する。一方、地球重力に捕捉されていない彗星や小惑星などを起源とする有機物含有宇宙塵のきぼう曝露部への衝突速度は 10 km/s を超えることが多い。従って、物理的、熱的変成をできるだけ軽減しつつそれらを捕集するために「たんぽぽ」では、EuReCa 衛星、スターダスト探査機、ISS-MPAC 等で宇宙実績を持つ、非結晶 SiO₂ 低密度素材である「エアロゲル」を曝露部の適切な方向(主に宇宙面と北面)に、十分な時間と面積を確保して搭載する。地上回収後、衝突トラックの形状から衝突エネルギー等を解析し、捕獲微粒子は鉱物学的、有機化学的、微生物学的な観点から総合分析が実施される。

本研究では、ロケット打上時の衝撃や振動に耐える密度 30mg/cc のエアロゲルの「箱」の中に 10mg/cc エアロゲルに入れ込む二層構造で製作し、「たんぽぽ」の要求を満たすことを目指した。非破壊捕獲性能の評価のため、事前に蛍光色素で標識した微生物を含む粘土様鉱物微粒子を、二段式軽ガス銃で 4 km/s で 10mg/cc エアロゲルに撃ち込んだ。捕獲後、微生物由来の蛍光微粒子が衝突トラックの先端に確認された。同様に、炭素質コンドライト粉末の捕獲後の有機物分析も、今後評価していく予定である。

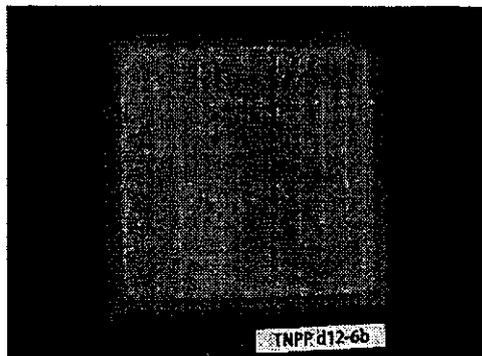


図1: たんぽぽ用二層構造エアロゲル PM 品

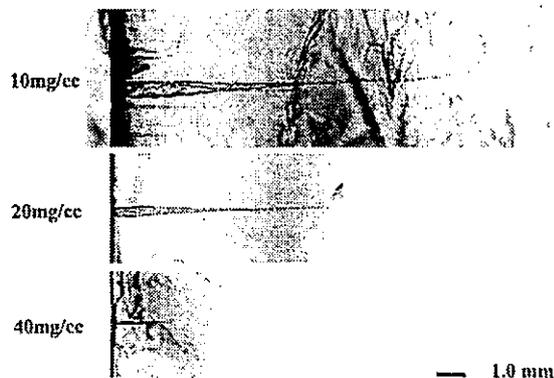


図2: 同一微粒子を同一の超高速領域で衝突させた際、エアロゲルに形成されるトラックの違い

S4

微生物の高速衝突および放射線照射実験

The high-speed collision of a microbe, and a irradiation experiment

藤崎健太¹・藪下さやか¹・横堀伸一²・Yang²・長沼毅³・小林克己⁴・

小林憲正¹・山岸明彦²・「たんぽぽ」WG

(横浜国大院工¹・東薬大生命²・広島大³・高エネ研⁴)

Kenta Fujisaki¹・Sayaka Yabushita¹・Shinichi Yokobori²・Yang²・Takeshi

Naganuma³・Katumi Kobayashi⁴・Kensei Kobayashi¹・Akihiko Yamagishi²・

TANPOPO WG

【緒言】

生命は地球上で誕生としたという説と、地球外で誕生したという説（パン・スペルミア説）がある。そのため、地球外の太陽系天体において生命の存在の可能性を知ることは重要な科学的課題である。そこで、そこにおける生命は独自に誕生したのか、あるいは相互に移動しているのかが大きな問題となってくる。現在、大気球において 58 km までの微生物を直接採取することに成功した。しかし、高度 58 km 以上の高々度で、大気球を用いた採取実験を行うことは困難である。そこで、将来私達は、国際宇宙ステーションの日本実験棟を利用し、宇宙ステーション高度（400 km）での宇宙空間での微生物・有機物の捕集と曝露実験を計画している（たんぽぽ計画）。今回は、その前実験として以下の実験①、②を行った。

【実験】

①：JAXA で二段式軽ガス銃(4 km/s)と低密度シリカゲル(AG)を用いた宇宙間塵の捕集シミュレーション実験を行い、捕集条件を検討した。サンプルとして、モンモリロナイト（鉱物）と染色した微生物を混ぜ合わせたものを発射後、AG に微生物が捕獲できたかどうかの微粒子分析を以下(A)、(B)の方法で行った。(A) AG を HF 分解し、酸加水分解後、HPLC によってアミノ酸の総量を測定した。(B) 衝突後の AG を Syber Green II で染色して蛍光顕微鏡にて観察した。

②：擬似宇宙環境下での曝露実験として、KEK(高エネ研)にて 6 keV X 線 (200 ~ 300 Gy/min) を照射した。菌株として、大腸菌、紫外線耐性菌、高度 25 km で採取した新種の紫外線耐性菌を用いた。また、鉱物の有無による差も検証した。照射時間は、5,15,30,60 min とし、生菌数の測定には、(C) 培養法 と (D) ATP-ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応を用いた。

【結果・考察】

①：(A) 衝突後アミノ酸分析を行った結果、全アミノ酸量として、鉱物のみが 3.35 nmol、鉱物+微生物は 12.35 nmol と鉱物のみと比べて 3.70 倍量であった。これより、衝突後の AG には（微生物由来の）アミノ酸が残存していることが示唆された。(B) 微生物+鉱物は鉱物のみと比べ、緑色蛍光の強度が相対的に大きい。これは、鉱物が衝突時の熱によりガラス化した非特異的なものだけではなく、微生物を染色した Syber Green II の蛍光によるものと考えられる。(A)、(B)より微生物を含有した宇宙塵を AG に捕集し、確認できることが示唆された。

②：(C)より微生物は 15000 Gy の放射線量では完全に死滅しないことが確認できた。特に耐紫外線菌は高い耐性を示した。しかし、予想と反して、(D)からは照射時間とともに菌数が減少することが確認できなかった。これは、ATP の不安定性が影響しているためだと思われる。また、鉱物が含まれていると、酵素反応や蛍光を阻害して蛍光を検出が困難となる。そのため、今後は生菌数の測定には、(D)の分析の他にも酵素活性や CTC 法（蛍光活性染色法）を用いた二重染色を同時に行う予定である。

S5

宇宙ステーションを用いた地球外有機物の捕集・曝露実験

Exposure and Capture of Extraterrestrial Organics on the Exposure Facility of International Space Station

小林憲正 (横浜国大院工)・たんぽぽWG

Kensei KOBAYASHI (Yokohama Natl. Univ) , TANPOPO WG

炭素質コンドライトや彗星などの地球外物質中に種々の有機物が検出され、それらの地球上の生命の起源との関連が議論されている。従来の化学進化シナリオでは、原始大気中などで生じた小分子が原始海洋中で反応し、アミノ酸・核酸塩基などとなり、それらがさらに結合して原始タンパク質や原始核酸になったとされてきた。しかし、隕石や彗星中に見られる有機物の多くは複雑有機物である。また、これらの有機物は、太陽系形成前の分子雲中で生成した可能性が高いといわれている。分子雲中は極低温のため、ダストの表面に水・一酸化炭素・メタノール・アンモニアなどの分子が凍結している。これに宇宙線等の働きにより有機物が生成した可能性が考えられる。

われわれは、星間塵上で確認されている、水・メタノール・アンモニアの混合物を凍結し、これに放医研 HIMAC からの重粒子線 (290 MeV/u 炭素線など) を照射した。生成物を加水分解すると、高いエネルギー収率 (G 値) で、グリシンなどのアミノ酸の生成が認められた。加水分解前の生成物をゲルろ過法、熱分解 GC/MS 法などで分析すると、アミノ酸前駆体は熱分解により芳香族炭化水素やニトリルなどを生じる、分子量 2000 程度の複雑有機物であることがわかった。つまり、星間環境で、すでに分子量数千の複雑な構造を有するアミノ酸前駆体が生成していることが示唆された。

このような複雑有機物が星間で紫外線および宇宙線による変成を受けた後、太陽系生成時に微惑星や彗星に取り込まれ、さらなる変成を受け、彗星・隕石およびそれらから生じた惑星間塵の形で地球に供給されたと考えられる。中でも、惑星間塵による供給は量的に多いこと、衝突による分解を受けにくいことなどから彗星・隕石以上に重要との見方がある。しかし、従来分析されてきた惑星間塵は南極の氷など、地球環境中で回収されたものであり、惑星間塵固有の有機物に関する情報は極めて少ない。

われわれが提案している「たんぽぽ計画」は国際宇宙ステーションの日本実験モジュール (きぼう) 曝露部で、宇宙塵の捕集と微生物・有機物の曝露等を複合的に行う計画であり、2011 年からの実験候補として採択された。この中で、地球環境からの汚染を受けていない惑星間塵中の有機物の評価を行う予定である。

S6

アミノ酸の高速衝突及び放射線照射実験

Stability of amino acids by High-velocity impacts and radiation on

藪下さやか¹, 小林憲正¹, 奥平恭子², 矢野創², 山岸明彦³

¹横浜国大院工, ²JAXA/ISAS, ³東京薬大生命

Sayaka Yabushita¹, Kensei Kobayashi¹,

Kyoko Okudaira², Hajime Yano² and Akihiko Yamagishi³

¹Yokohama National Univ., ²ISAS/JAXA, ³Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.

【緒言】 たんぽぽ計画においては、国際宇宙ステーション曝露部においてエアロゲルを用いて宇宙塵を捕集する実験と、金属板に付着させた有機物を宇宙環境に曝露する実験が計画されている。ダストは宇宙ステーションに対して秒速数千キロ〜十数キロの高速で飛んでいるため、有機物をなるべく変成させることなく捕集する技術が必要である。今回は、その準備として、JAXA 宇宙科学研究本部の二段式軽ガス銃を使用して模擬惑星間塵の捕集条件を検討した。また、有機物曝露実験の準備状況についても報告する。

【実験】 本実験では、試料として、 α -ABA の濃度変えた模擬 IDP を三種類 (200 mg, 40 mg, 8mg α -ABA / 1g PSG)、またブランクとして PSG を用いた。その他、 α -ABA 粉末、マーチソン隕石粉末も試料として用いた。各試料をそれぞれ、ポリカーボネート製のサポに詰め、二段式軽ガス銃を用いて約 4 km/s で射出し、密度 0.03 g/cm³ の単層 AG で捕集した。また、捕集条件を検討するために 2 層式超低密度 AG に、模擬 IDP (200 mg α -ABA / 1g PSG) を、速度 4 km/s で打ち込んだ。さらに射出速度を約 2 km/s とした実験も行った。二段式軽ガス銃実験後、試料 (AG) はトラック毎に切り出し、HF5 M HF 水溶液-0.1 M HCl 混合水溶液 5mL を試料に加え、テフロン製密閉容器中 110℃ で 24 時間加熱分解を行なった。その後、HF-HCl 溶液を窒素雰囲気下で蒸発させ乾燥し、MilliQ 水 6 mL を加え、ろ過、乾燥後、試料に 1 mL の MilliQ 水を加えて、110℃ で 24 時間加熱後、ろ過により固相を除去した。これを 6M HCl で 110℃、24 時間加水分解し、陽イオン交換樹脂 AG50W-X8 により脱塩後、イオン交換クロマトグラム法 (島津 LC-10A アミノ酸分析計システム) でアミノ酸分析を行った。

曝露実験の予備実験として、 α -ABA 溶液等に高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリーにおいて X 線を照射し、アミノ酸分析を行った。

【結果と考察】 AG に捕集された模擬 IDP 中のアミノ酸定量に関する検討した結果、本実験方法より、模擬 IDP 捕集実験後模擬 IDP 中の α -ABA が 40 mg 以上 α -ABA / 1g PSG の場合アミノ酸が検出され、アミノ酸の残存率は約 2% であった。このことから、実試料中に数 10⁻⁷ mol の α -ABA が含まれていれば、検出可能であることが示唆された。捕集に超低密度二層構造 AG 使用した場合捕集後のアミノ酸残存率は、約 2% であり、単層で捕集した場合とのアミノ酸残存率との違いは見られなかった。二段式軽ガス銃の速度 2 km/s とした捕集実験を行った場合アミノ酸残存率は、12% であった。よって、実際に宇宙塵を宇宙ステーションで捕集する場合には、なるべく遅い速度で捕集するのが望ましいということが示された。マーチソン隕石の粉末捕集実験を行った結果、マーチソン隕石中の α -ABA 量を捕集前後で比較した結果、あまり変化はなかった。残存率は 87% と極めて高い残存率を示した。マーチソン隕石中ではアミノ酸は遊離の状態ではなく、アミノ酸が結合した状態であったために、衝撃に耐えたのでないかと考えられる。よって、本実験により、国際宇宙ステーションで宇宙塵を捕集する場合は、宇宙塵中のアミノ酸がマーチソン隕石中に含まれるような、複雑有機物に結合して存在し、なおかつ鉱物に含有されていれば、AG を用いて、宇宙塵を捕集分析できる可能性強く示唆された。

X 線照射実験では今回の照射実験 (最大 32000Gy) ではアミノ酸の分解・変成はほとんど検出されなかった。より効果の大きいと考えられる紫外線や粒子線照射を計画中である。

一般講演

6 放電プラズマを用いたアミノ酸の生成実験

Experimental Study on Formation Amino acids Using Discharge Plasma

○清水健志、岡本司*、佐藤幸生*、広瀬洋一

(東海大学大学院工学研究科、*東海大学電子情報学部)

Kenji Shimizu, Tsukasa Okamoto*, Yukio Sato* and Yoichi Hirose

(Graduate School of Engineering, Tokai Univ., *School of Information Technology and Electronics, Tokai Univ.)

1. 緒言

今から36億年前、原始地球上に生命が誕生したと言われているが、いくつかの説はあるものの明解な答えは無く、現在も大きな謎である。1つの説として、アミノ酸、たんぱく質、そして、DNAの生成を経て生命へと繋がったと推定されている。すなわち、アミノ酸が生命誕生のスタート、キーとなっている。本研究は、電子工学的な新たな視点から、原始地球の環境下におけるアミノ酸生成のモデル実験の構築およびアミノ酸生成のメカニズムの検討を目的としている。

2. 実験方法および結果

図1にアミノ酸生成装置の概略を示す。アミノ酸生成の原料は、炭素(C)、酸素(O)、水素(H)、窒素(N)を含む材料を用いた。ここでは、C、H、Oを含むエタノール(C_2H_5OH)と、N、H、Oを含むアンモニア水(NH_4OH)を選び、任意の割合で混合した溶液をアミノ酸原料とした。液体原料をガラス反応管の中に入れ、その溶液を気化させ、両電極間に周波数20kHz、電圧30kVの高周波電圧を印加し、放電を発生させる。なお、電極間距離は50mm、反応時間は20分である。放電プラズマの発光スペクトルはマルチチャンネル分光器によって分析、評価した。さらに、生成したアミノ酸の評価はペーパークロマトグラフおよび液体クロマトグラフを用いた。次に、実験結果および検討を行う。アミノ酸生成には、エタノール50vol%、アンモニア水50vol%の比率が最適であった。生成したアミノ酸は、主にグリシン、アラニン、チロシンであった。放電プラズマ中には、 C_2 、CN、CH、H、OH、Nのラジカルが存在しており、これらが複雑な化学反応を経てアミノ酸が生成したと推定される。

3. 結論

本研究の特徴を以下に示す。①安価で入手容易な原料を用いた。②実験装置が簡易である。③20分の短時間でアミノ酸が生成する。④放電プラズマ中に存在する化学的に活性なラジカルを測定した。

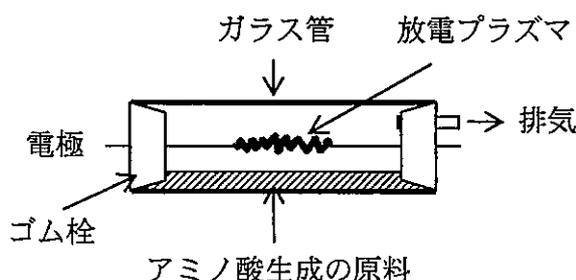


図1 アミノ酸生成装置の概略

7

タイタン衛星は宇宙での炭素化学工場ではないか？ Titan satellite would be a carbon factory in space

三重野 哲 (静岡大学理学部)、長谷川 直 (宇宙研究本部/JAXA)
Tetsu Mieno (Fac. Science, Shizuoka Univ.),
Sunao Hasegawa (ISAS/JAXA)

緒言: 100億年以上にわたって宇宙では炭素が核融合反応により合成され続けた。我々は今、この炭素がどこでどのような形状で保存されているか知りたい。近年、NASA/ESA 開発の土星探査衛星 “Cassini” が土星に到達し、土星の衛星 “Titan” 表面の赤外線画像を撮影に成功し、驚くほど鮮明な画像を送ってきた。そこにはたくさんの巨大なメタンの海が映されていた。厚いタイタンの窒素大気の下にメタンの海には種々の炭素クラスターや炭化水素分子が保存されていると推測できる。なぜなら、過去において多くの小惑星体(アステロイド)がタイタンに衝突し、窒素中爆発合成反応を引き起こした。そして、種々の炭素クラスター、炭化水素およびアミノ酸が合成された。多くの分子は低温のメタンの海の中に分散し、紫外線遮断状態で保管された。一部の分子は大気を抜けて宇宙空間に拡散した。

実験: この爆発合成プロセスを模擬する為に、ガスガンを用いたモデル実験を行った(図1)。JAXA所有の2段式軽ガス銃を用いてステンレス鋼球(直径3mm)を 約6 km/s まで加速することができた。そして、ステンレス鋼ターゲット板に衝突させた。我々は、与圧型の金属ターゲット室を作り、純窒素ガス1気圧を充填した。ターゲット板上にアルミフィルムで覆ったプロピルアルコールタンクを置き、炭素源とした。飛翔体はアルミ箔窓を貫通して、ターゲット室に入り、アルコールタンクに衝突し、爆発合成反応を起こした。反応後合成された少量の炭素すすを回収し、レーザーイオン化質量分析を行った。図2の様にC60, C70を含むフラーレンの合成が確認された。また、トルエン抽出物のHPLC測定にてもC60の存在が確認された。

結論: タイタンとはスケールが全く異なるが、ガスガンモデル実験によって種々の炭素クラスターが合成されることが確認された。

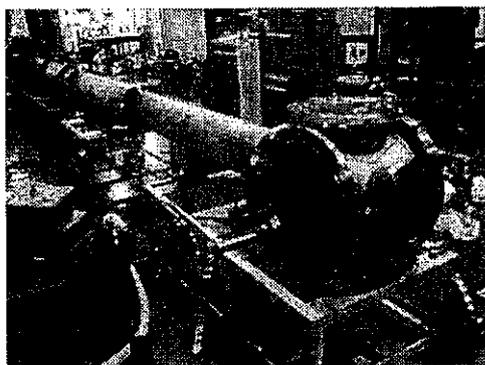


Fig.1 Photo of the rail gun.

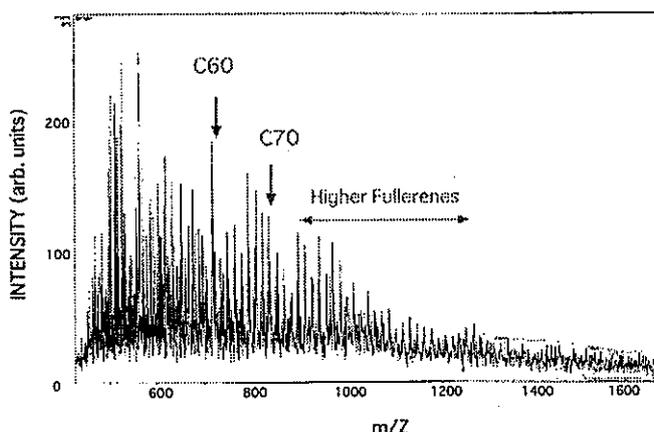


Fig. 2 LD-TOF-MS spectrum of the product.

8

ペプチド生成反応におけるアミノ酸キラル活性エステルのキラリティー識別
Chiral Differentiation of Chiral Active Esters of Amino Acid Derivatives
in Peptide Formation Reactions

胸組虎胤, 天海聡, 青木佳祐 (国立小山工業高等専門学校)
Toratane Munegumi, Satoshi Amagai, and Keisuke Aoki
(Oyama National College of Technology)

1. はじめに

タンパク質の生合成では、アミノ酸は対応する t-RNA によって C 末端を活性化されたアミノアシル t-RNA (1 種の活性エステル) に誘導された後、逐次的に縮合していく。活性エステルが m-RNA 上に特異的な親和性で整列し、縮合反応が誤りなく進行することによって、正しい 1 次構造が作られる。これらは立体化学的観点からは、(1) L 体のアミノ酸だけが D 体の糖を基本骨格としたヌクレオチドとエステルを形成して、(2) 立体特異的に L 体のタンパク質が生成する反応である。生体でこれらの反応を触媒するのは、(1) L 体のタンパク質からなる酵素 (アミノアシル t-RNA シンターゼ) と (2) D 体のヌクレオチドからなるリボザイム (リボソーム) である。上記のような精巧なキラル識別装置が機能する以前の化学進化においては、(1) と (2) の反応も十分なキラル識別が達成されていなかったであろう。本研究においては、この 2 つの段階のうちの (2) の縮合に着目して、アミノ酸誘導体のキラルな活性エステルをラセミ体のアミノ酸誘導体と縮合する際のキラル識別について検討した。

2. 実験

Asp から誘導したキラルなヒドロキシスクシンイミドを脱離基とする活性エステルを合成し、これにラセミのアミノ酸ベンジルエステルを縮合させた。ジアステレオマー生成物を HPLC で分離してその比率を求めた。

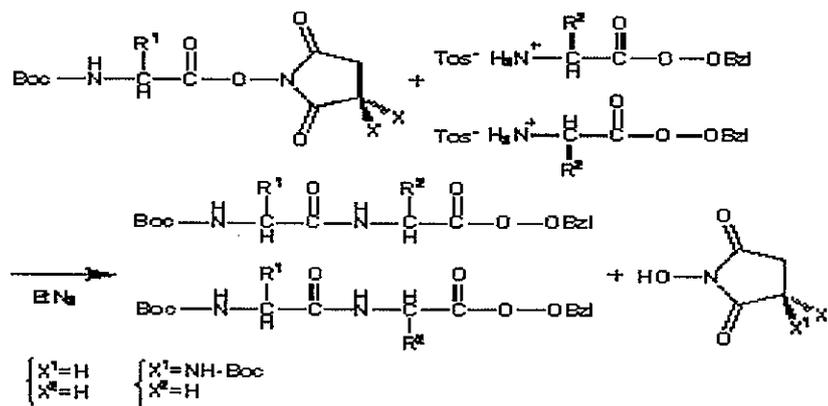


Fig.1. Chiral Differentiation of Chiral Active Ester

3. 結果・考察

上記反応の結果を表1に示す。

D-Asp から合成したキラルなスクシンイミドと D-Ala から合成した活性エステルを用いた反応では、D-Ala-L-Ala が D-Ala-D-Ala よりも過剰に生成した。これはスクシンイミドの D がアミノ酸の L を区別したことを意味する。この結果はペプチド生成反応の立体化学を考える上に基礎的な知見を与えてくれるであろう。

Table.1. Boc-D-Ala-D-Asp ester + Tos-DL-Ala-OBzl

Reaction Time (min)	Diastereomeric Excess (%)	Diastereomeric Ratio	
		D-L	D-D
3	19	1.5	1.0
6	19	1.5	1.0
7	19	1.5	1.0
10	20	1.5	1.0
15	21	1.5	1.0
30	16	1.4	1.0
60	19	1.5	1.0

9

不斉発現における円偏光の役割

Role of Circularly Polarized Light in Chirality Emergence

高橋 淳一 (NTT マイクロシステム研)

Jun-ichi Takahashi (NTT Microsystem Integration Laboratories)

1. 序

アミノ酸・糖に代表される地球上生体有機物質におけるホモキラリティの起源は、化学進化における未解決課題の一つである。近年、宇宙空間での円偏光放射の存在が実際の観測により明らかになってきており、星間環境で宇宙線などのエネルギーから前生物的に形成された複雑有機物質に、これら宇宙空間に存在する円偏光により不斉反応が誘起され、その反応生成物が原始地球に運ばれたことがホモキラリティの起源となった、という説が提唱され地上実証実験も報告されている [1]。本稿では、アミノ酸等の簡単な生体有機分子と円偏光との相互作用から、どのような過程で光学異方性が導入されるかについて概観するとともに、実際の星間環境に近いと考えられる生体有機分子の固相薄膜への円偏光照射により、キラル構造の導入が可能かどうかの検証実験を行った結果を報告する。

2. 分子と偏光との相互作用

円偏光照射により生体有機分子を励起した場合、分子の円二色性による左および右円偏光の吸収差に依存して選択的励起が起こる。円偏光吸収に伴う電子励起過程として、電気・磁気両双極子モーメントが同時に誘起され、励起に伴い電子はらせん方向に移動する。この励起過程において「その分子の立体構造が、光励起の際に電子に対して右ネジおよび左ネジ、どちらの方向のらせん移動を起し易いか」が左右円偏光の吸収差に反映される。さらに、励起光強度が強く試料分子との相互作用が非可逆的な状態変化を伴う場合には、試料物質への恒常的な光学異方性導入が可能であると予想できる。このように高密度に吸収・励起された場合には、それに続く非可逆過程として、(1) 結合の切断による分子の分解とそれに続く再結合・重合反応、(2) 誘起モーメント方向に則した方向への分子分極偏向、再配列、(3) 分子骨格歪みやコンフォメーション変化を含む分子構造変化、等が考えられる。(1) では分子の円二色性に従ってより強く励起・分解された方の光学異性体が選択的に減少する方向に動くため、全体として不斉の状態に近づく(単純な不斉分解)。一方、(2) や (3) では、光励起エネルギーが再配列、構造変化、歪み蓄積のエネルギーに転換され、また片方の光学異性体への反転(ラセミ化)の可能性もあり、単純に分子の円二色性に従った方向の光学異方性が現れるとは限らない事が予測される。

3. キラル構造導入実験

星間環境により近い状況を模擬するためには、固相薄膜として固体表面上に吸着・凝集している状態での不斉導入の可能性を検証することが重要である。これは分子が溶液に溶解している状態と、アモルファス固体として表面上に凝集している状態では様子が異なり、液相よりも固相の方がいったん導入された構造変化が緩和されにくく、不斉構造を保ちやすいことが予想されるからである。既に前回の本学会で、基板上に堆積した固相アミノ酸薄膜への直線偏光照射により、直線複屈折として現れる光学異方性導入結果を報告した [2]。今回、純粋円偏光照射による光学異方性導入実験を行い、直線偏光照射との比較を行った。試料物質として、芳香環を有するアミノ酸であるフェニルアラニンのDL体粉末を原料とし、真空蒸着法により透明基板上に堆積した薄膜を使用した。堆積直後の薄膜は円二色分光計で測定し、光学異方性が無いことを確認している。このラセミ膜に紫外域自由電子レーザー(波長216 nm)の純粋円偏光を照射後円二色性を測定したところ、照射前には観測されなかったピークが現れた。全てのピーク符号は左回りの円偏光照射の場合は常に正、逆に右回りの場合は常に負であり、明らかに対称的な光学的異方性が現れた [3]。この光学的異方性発現は、単純な不斉分解によるものではなく、円偏光の吸収によりアミノ酸分子内に誘起された電気双極子モーメントの方向に沿って、アミノ酸分子が選択的に励起・分解、あるいは再配列したような構造変化の結果、固相アミノ酸薄膜へ不斉構造が導入されたためと考えている。現在、量子化学計算により円偏光による分子不斉構造の変化と円二色性スペクトルとの関連を検証中である [4]。

[1] Y. Takano et al. *Earth Planet. Sci. Lett.* **254** 106 (2007). [2] 高橋 第32回生命の起源および進化学会学術講演会(2007).

[3] 高橋・篠島他 第21回日本放射光学会年会(2008). [4] 篠島・高橋 日本物理学会第63回年次大会(2008).

10 真空紫外光照射によるグリシンからペプチドへの化学進化

Chemical evolution from glycine to peptide by irradiation of vacuum ultraviolet light

○田中真文, 中川和道 (神戸大院人間発達環境学)

○M.Tanaka, K.Nakagawa

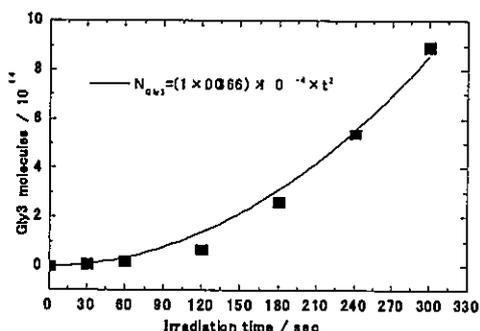
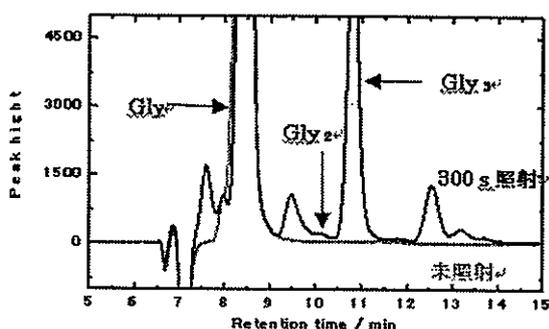
(Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University)

【緒言】近年、宇宙空間の電波探査により、星間塵が高密度・高温で密集する地域に、有機物が多く存在することがわかってきた。また、現在発見されている炭素質隕石のなかからも多くのアミノ酸を含む有機物が検出されている。これらの事実は、宇宙空間が地球上における生命誕生のための材料生成の場となりえたこと、さらには生命誕生に先立つ化学進化が宇宙空間で起こった可能性を示唆するものであると考えられる。

そこで本実験では、Gly 固相膜への真空紫外光照射による Gly から Gly₂、Gly₃ などへの化学進化の可能性について調べた。

【実験】サンプルには、Gly (和光純薬工業 特級 >99 %) 蒸着膜を使用した。蒸着膜は、真空蒸着法を用いてスライドガラス上に膜厚が 200 nm 以上になるように作製した。照射光源には Kr₂ 誘電体バリア放電 146 nm エキシマランプ (ウシオ電機株式会社 UER20H-146) を用いて、10⁻⁵ Pa 程度まで排気した真空チャンバー内において真空紫外光照射実験を行なった。照射時間は 30 秒, 60 秒, 120 秒, 180 秒, 240 秒, 300 秒の計 6 種類行なった。照射終了後、照射サンプルを蒸留水 15×3 = 45 μl に溶かして回収し、HPLC (SHIMADZU SPD-10A vp, LC-10AD vp) を用いて分析を行なった。

【結果】HPLC 分析によって得られたクロマトグラムより、真空紫外光照射による Gly₂、および Gly₃ の生成を確認した。結果を Fig.1 に示す。また、クロマトグラムにおける Gly₂ の peak Area は Gly₃ の Peak Area よりも小さく Gly₂ の生成分子数が Gly₃ の生成分子数と比べて少ないことがわかった。さらに、真空紫外光照射による Gly₃ の生成分子数の照射時間依存性を求め、Fig.2 に示す結果を得た。



11

ATR-FTIR spectroscopy of amino acids adsorption on amorphous silica surface

北台紀夫, 横山正, 中嶋悟

(大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻)

Norio Kitadai, Tadashi Yokoyama, Satoru Nakashima

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

アミノ酸のペプチドへの重合化反応は生命の化学進化において重要であり、これまで鉱物の触媒効果を利用した様々な模擬実験が行われてきた。しかし、まだアミノ酸の鉱物表面における吸着・重合過程にどのようなメカニズムが働いているかについてはよく分かっていない。一方で、アミノ酸の解離状態 (Cationic, Anionic and Zwitterionic states) は重合化反応速度、平衡状態に大きく影響することが知られている。

減衰全反射赤外分光 (ATR-IR) 法は溶液存在下における固体-液体界面をその場観測できる手法であり、また溶液中のアミノ酸の解離状態についても詳細に観測することが可能である。このため本研究では、ATR-IR 法を用い、非晶質シリカへ吸着したアミノ酸 (リシン) の解離状態についての定量的な解析を行った。

まず始めに、アミノ酸の解離状態と ATR-IR スペクトルを対比させるため、溶液の pH を変化させる実験を行った。この実験により、各解離状態 (Cationic, Anionic and Zwitterionic states) の存在割合を示す検量線を作成した。次に、シリカ・リシン混合液のスペクトルを測定し、検量線からシリカ表面に吸着したリシンの解離状態を調べたところ、吸着したリシンの内、約 96 % が Cationic states として存在していることが分かった。この値は溶液中 (約 50% が Cationic states として存在している) とは明らかに異なっており、正に帯電したリシンが優先的にシリカ表面に吸着していると考えられた。

12 紫外線・X線・粒子線によるイソバリンの分解

Photolysis of Isovaline by UV-, X- rays and particles irradiation

小川智也¹・島壮一郎¹・保坂将人²・加藤政博³・長沼毅⁴・小林克己⁵・三田肇⁶・V. Tsarev⁷・
斉藤威⁸・金子竹男¹・小林憲正¹(¹横浜国大院工・²名大・³分子研・⁴広島大・⁵高エネ研・⁶福
岡工大・⁷Lebedev 物理研・⁸IAS)

Tomoya Ogawa¹, Souichiro Shima¹, Masahito Hosaka², Masahiro Kato³, Takeshi
Naganuma⁴, Katsumi Kobayashi⁵, Hajime Mita⁶, V.Tsarev⁷, Takeshi Saito⁸, Takeo
Kaneko¹, Kensei Kobayashi¹(¹Yokohama National Univ., ²Nagoya Univ., ³Institute for
Molecular Science, ⁴Hiroshima Univ., ⁵KEK, ⁶Fukuoka Inst.Tech., ⁷Lebedev Phys. Inst., ⁸IAS)

【緒言】 生命誕生の素材の生成の場としては原始地球大気や分子雲中の星間塵が考えられる。炭素質隕石であるマーチソン隕石中から L-体優位のアミノ酸が報告され、とりわけ α -水素を持たないアミノ酸であるイソバリンでは、8.4%のL-体の過剰が見られた。炭素質隕石から生じた惑星間塵によりアミノ酸が供給されたとすると、惑星間での紫外線等に対する安定性の評価が必要である。我々は種々の波長の光子や放射線による化学進化を調べている。今回は DL-イソバリン溶液が光や放射線の照射でどのように分解し、どのように D/L 比が変化するか検証を試みた。また、DL-ヒスチジン銅錯体への β 線照射によるエナンチオ過剰創生の可能性も検証した。

【実験】 イソバリンの分解 分子科学研究所 UVSOR II の自由電子レーザー(FEL)を用いて右円偏光・左円偏光の紫外線(230, 217, 216 nm)を、また高エネルギー加速器研究機構フotonファクトリーにおいて X 線(6 keV)、放医研 HIMAC において炭素線(290 MeV/u)、ロシアの Snyzhinsk において ⁹⁰Sr - ⁹⁰Y 線源(50 Ci)からの β 線をイソバリン溶液に照射し、回収した溶液を HPLC、GC/MS 等で分析した。ヒスチジン銅錯体への β 線、およびアラニン溶液への右、左の円偏光の照射も行い、キラルカラムを用いた HPLC 法によりアミノ酸の D/L 分析を行った。

【結果】 円偏光の照射によって、イソバリンが分解し、主にアラニン、2-ブチルアミン、イソ吉草酸が生成したことが示された。照射量が多いほどイソバリンの分解率は大きくなった。このアラニンなどの生成物は、重水素ランプを用いた紫外線照射生成物からも確認されたが、X 線、重粒子線といった放射線からは生成されず、特異的であるといえる。D/L 分析ではイソバリンの分解率を 90%以上にしても不斉分解反応によるエナンチオ過剰は検出されなかった。これはイソバリンが脱炭酸、脱アミンする分解反応だけでなく、 γ -位の水素を引き抜く Norrish Type II 等の分解反応が起こったため、円二色性効果を阻害する二次生成物を生じた可能性が考えられる。アラニンの D/L 比についても同様にエナンチオ過剰は検出されなかった。金属を加えたヒスチジンへの照射では、照射前ではほぼ 1:1 であった DL 比が照射後ではエナンチオ過剰率が約 5%と、D 体が過剰になっていた。これは β 崩壊により生じる電子が左偏極のため、円偏光と同じ効果がもたらされ、L 体が多く分解された可能性が考えられる。このようなエナンチオ過剰から不斉自己触媒反応などにより、地球でのアミノ酸のホモキラリティーに至った可能性が考えられるが、その実験的検証が今後の課題である。

13

アラニンの軟X線円二色性スペクトル測定

Circular Dichroism Spectroscopy of Alanine in Soft X-ray Region

○泉 雄大¹, 田中真文¹, 今津亜季子¹, 三本 晶¹, 中川和道¹,
田中真人², 安居院あかね³, 室 隆桂之⁴

○Y. Izumi¹, M. Tanaka¹, A. Imazu¹, A. Mimoto¹, K. Nakagawa¹, M. Tanaka², A. Agui³, T. Muro⁴
(1:Kobe Univ., 2:AIST, 3:JAEA/SPring-8, 4:JASRI/SPring-8)

ホモカイラリティーの起源に関する仮説は諸説知られているが、われわれは宇宙で円偏光が照射されたことによって偏りが生じたとする「円偏光仮説」[1]に注目している。宇宙における円偏光源の1つとして考えられているのが、高速荷電粒子が磁場により曲げられたときに生じるシンクロトロン放射(SR)である。SRは、赤外からX線にわたる白色光であるので、これまで不斉分解反応が確かめられてきた[2]紫外領域に加えて、円偏光X線がホモカイラリティーの起源に関わった可能性が考えられる。

そこで本研究では、円偏光照射による不斉反応の前提となる円二色性(Circular Dichroism; CD)スペクトルを軟X線(酸素K殻)領域で測定した。

SiN薄膜上にL-アラニン(Ala)およびD-Alaの蒸着膜をそれぞれ作成した。SPring-8 BL25SUにおいて左右の円偏光を1 Hzで切り替えながら酸素K殻付近のエネルギー領域でCDスペクトルを測定した。

円偏光による不斉反応の起きやすさを示す「異方性因子 g 」[3]の大きさは最大で 10^{-2} 程度と真空紫外の場合と同程度[4]、セリンの軟X線領域の場合の10倍[5]と大きい可能性があり、円偏光軟X線によるAlaの不斉分解反応では、真空紫外領域の場合と同様の過剰が得られることが期待される。また、不斉分解と同時に起こる2次電子によるL体、D体を区別しない分解反応により、全体の分子数が減少し、見かけの過剰率の増大が期待される。

しかしながら、全体分子数の減少はその後の化学進化にとって不利になる場合も考えられるので、どのようにして大過剰を得るかという点に加えて、これらの影響も併せて考えていく必要がある。今後は、実際に円偏光軟X線のアミノ酸への照射実験などを通して、これらの点を検証していきたいと考えている。

本研究は高輝度科学研究センター(JASRI)の共同利用(課題番号:2007B1498)においてSPring-8 BL25SUで行われました。JASRIスタッフの皆様に感謝いたします。

References

- [1] W. A. Bonner, *Origins Life Evol. Biospheres*, **21**, 59-111 (1991) [2] e.g.) U. J. Meierhenrich *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **44**, 5630-5634 (2005) [3] W. Kuhn and E. Knopf, *Z. Phys. Chem. Abt. B.*, **7**, 292-310 (1930) *in German* [4] K. Nakagawa *et al.*, *J. Electron Spectros. Relat. Phenomena*, **144-147**, 271-273 (2005) [5] 泉ら 生命の起原および進化学会第32回学術講演会要旨集 講演番号3235

14 プロテノイド・ミクロスフィアが存在する熱水環境下での アミノ酸の重合

Prebiotic oligomerization of amino acids in protenoid maicrosphere
in hydrothermal environments

今井栄一, 本多 元
(長岡技術科学大学・生物系)

E. Imai & H. Honda

(Dept. of Bioengineering, Nagaoka University of Technology)

【序論】 海底熱水噴出孔近傍の熱水環境を模倣した進化フローリアクターを使った実験において、出発反応溶液にリン脂質(DPPC)や脂肪酸のベシクルを入れると、グリシンオリゴマーの生成反応が促進することを既に報告した。しかし、ベシクルの熱的安定性などの影響でその効果は限定的であった。そこで、より普遍的に存在すると考えられるアミノ酸の熱重合反応による生成物(プロテノイド)が形成する構造物(ミクロスフィア)が介在する新たな実験系を導入し、アミノ酸熱重合物が造る球状構造物が非平衡環境下においてアミノ酸の重合促進に寄与するか否かについて検証を行った。

【実験】 プロテノイド・ミクロスフィアを形成するアミノ酸熱重合物は L-Asp と L-Pro の 2 種のアミノ酸を用い、通常雰囲気下で 200°C, 3 時間, 送風定温オーブンで加熱することにより生成した。その後、熱重合物に 100ml の純水を加え、煮沸した後に氷浴で冷却し、4°C で 8000rpm, 30min の遠心分離により構造物を得た。2 種のアミノ酸各々 100mmol の混合物からは 200ml 懸濁液中に 0.015g/ml のミクロスフィアが形成された。一方、5 種のアミノ酸(Gly, L-Ala, L-Glu, L-Asp, L-Val)では各々 40mmol のアミノ酸混合物から 200ml 懸濁液中に 0.0006g/ml しか形成しなかった。

【結果】 100mM グリシン溶液を出発反応溶液として 200°C, 24MPa で 2 時間, 進化フローリアクターの運転を行った結果、2 種のアミノ酸による熱重合物が形成するミクロスフィア存在下のグリシン 2 量体の生成量がミクロスフィア非存在下に比べて 3 倍に増大した。このとき、出発反応溶液中のミクロスフィアの濃度は 0.63 μ g/ml であった。またグリシン 2 量体の生成量は溶液中のミクロスフィアの濃度と有意な相関があった。5 種のアミノ酸による熱重合物が形成するミクロスフィア存在下においてもグリシン 2 量体の生成量増加が確認できたが、ミクロスフィアの濃度が低いためミクロスフィア非存在下と比較すると 50%増に留まった。

15

アミノ酸熱重合物微小球のリン酸吸着作用

Adsorption of phosphate on microspherical structure of thermal heterocomplex molecules from amino acid

国田美穂子, 櫻沢繁

(公立はこだて未来大学大学院システム情報科学)

Mihoko Kunita, Shigeru Sarakuzawa

(Dept. of Systems Information Science, Future University-Hakodate)

背景と目的： 生体内の能動輸送や DNA 複製過程には、ヌクレオシド三リン酸に含まれるリン酸結合の切断で生じるエネルギーが利用されることが知られている。この物質は、代謝によってヌクレオシドモノリン酸やヌクレオシド二リン酸にピロリン酸やリン酸を付加する反応が触媒されて効率よく生成されている。このようなリン酸化合物がエネルギー供給体として利用されるに至った過程を調べることは、進化過程を明らかにする上で重要であると考えられる。これまでに、粘土鉱物やシリカなどが、その表面効果により原始地球環境下でアミノ酸や核酸の重合反応などの化学反応を触媒することやホスファターゼ活性をもつことが示唆されている。また、アミノ酸からなるポリマーがアミノ酸やヌクレオシドを吸着する作用をもつことが調べられている。基質分子の触媒場への吸着から触媒反応が進行することを考えると、アミノ酸からなるポリマーもまた化学反応を触媒する可能性があると考えられる。そこで、本研究では、リン酸結合反応が生じる初期過程として、アミノ酸からなるポリマーのリン酸吸着作用を調べた。

実験方法： アミノ酸熱重合物は、アスパラギン酸とプロリンを等モル比で混合し、200℃通常雰囲気下で3時間加熱して得られた。得られたアミノ酸熱重合物にアミノ酸総重量の10倍量の超純水を加えて20分間煮沸し、氷温で冷却してアミノ酸熱重合物微小球(DP1ms)懸濁液を得た。1mg/ml DP1ms, 0.1–0.5M KPiになるように、DP1ms懸濁液と1M KPi(pH=3.5)とが混合され、室温で24時間静置された。その後、混合液を遠心分離して上澄み液を回収し、フィルターでろ過した。マラカイトグリーン法で650nmの吸光度を測定して、この溶液のリン酸濃度を定量評価した。

結果と考察： DP1msとKPiとを混合してから24時間後に溶液中に遊離するリン酸濃度を測定した結果、混合時のリン酸濃度よりも低いリン酸濃度が測定された。これは、アミノ酸熱重合物微小球がリン酸を吸着したことを示す。本多らは、アミノ酸熱重合物微小球がヌクレオシドを吸着することを示している。これらの結果は、アミノ酸熱重合物微小球がヌクレオシドとリン酸を吸着・濃縮することで、化学反応の場となる可能性があることを示唆している。

16

模擬タイタンソーリンのキャラクタリゼーション

Characterization of simulated Titan tholin

○ 細貝知弘¹・谷内俊範¹・生方正章¹・元山拓也¹・B. N. Khare²・C. P. McKay²・金子竹男¹・小林憲正¹

(¹横浜国大院工,²NASA Ames Research Center)

Hosogai Tomohiro¹, Taniuch Toshinori¹, Ubukata Masaaki,
Motoyama Takuya¹, B. N. Khare², C. P. Khare², Kaneko Takeo¹, Kobayashi Kensei¹
(¹Yokohama National Univ., ²NASA Ames Research Center.)

【緒言】

土星の最大衛星であるタイタンは地球以外では太陽系で唯一窒素とメタンを主成分とする濃い大気を有する衛星である。そのため原始地球の姿を知る上で大変重要な役割を担うと注目されている。タイタン上には高層大気におけるプラズマ放電と低層大気における陽子線照射が、主な有機物生成のエネルギー源として注目されている。しかし二つを直接比較した研究は少ない。そこで本研究はプラズマ放電により生成したソーリンのキャラクタリゼーションをより多角的に行うことで、タイタン大気中の複雑有機物の推定を試みた。同時に、陽子線照射の結果と比較を行うことで、タイタン上層大気でのプラズマ放電による生成有機物と、低層大気における陽子線照射による有機物生成との比較を行った。

【実験方法】

陽子線照射: Pyrex 製容器に N₂ 95%, CH₄ 5% 混合気体 700 Torr を封入し、東京工業大学 Van de Graaff 加速器を用い 3 MeV の陽子線を 2 mC 照射した。

プラズマ放電: NASA Ames Research Center のプラズマ放電装置 RFX-600 を用いて、メタン 10%, 窒素 90% の混合ガスを循環系にて 1 Torr, 100W の条件で 72 時間放電を行った。

アミノ酸分析: 各試料は 6 M HCl、110°C で 24 時間酸加水分解後、アミノ酸分析システム(島津 LC-10A)にてアミノ酸の同定・定量した。

質量分析: GPC, GFC, MALDI/MS, FD/MS により質量推定を行った。

構造推定: FT-IR, Py-GC/MS により構造推定を行った。

【結果】

プラズマ放電型ソーリンからは Gly, Ala, α-ABA をはじめ 10 種類のアミノ酸の生成が確認された。一方で、陽子線照射型ソーリンからは 7 種類のアミノ酸の生成しか確認できなかった。しかしながら、Gly G 値により生成効率を比較したところ陽子線照射の方が 100eV 当たり多くのアミノ酸を生成したことが示唆された。よって高層大気では多種のアミノ酸が生成して、低層大気では多量のアミノ酸が生成する可能性が示唆された。また質量分析の結果、プラズマ放電型ソーリンは最大 80~3000 程度の範囲に質量分布を持つ可能性が示唆された。また、含窒素複素環や芳香環を有し主要な骨格としてメチレン鎖を有すると予想される結果となった。プラズマ放電型と陽子線照射型を比較すると、プラズマ放電型の方がより複雑な構造を持つ可能性が示された。よって、タイタン上においては高層大気と低層大気では異なる有機物が生成している可能性が今回の実験を通して示唆された。

17 宇宙地球化学試料中の難抽出性アミノ酸分析法の検討

Determination of Amino acids strongly bound to mineral matrix in cosmo - and geochemical samples

○永縄一樹*・田中陽平*・高野淑識**・福井学***・三田肇****・金子竹男*・
小林憲正* (*横浜国大院工・**JAMSTEC・***北大低温研・****福岡工大)

○Kazuki Naganawa*, Yohei Tanaka, Yoshinori Takano**, Manabu Fukui, Hajime Mita, Takeo Kaneko*, Kensei Kobayashi* (*Yokohama National Univ. **JAMSTEC
Hokkaido Univ. *Fukuoka Inst. Tech.)

【緒言】極限環境における生命の検出はアストロバイオロジーの重要なテーマである。アミノ酸は主要な生体分子であるため、生命の化学的検出のためのターゲットとなりうる。南極は寒冷かつ乾燥しており地球生命圏のフロンティアであるといえる。本研究では南極昭和基地周辺土壌中のアミノ酸を分析し、アミノ酸分析による生命の検出法について考察した。また、土壌・隕石中のアミノ酸の抽出法として熱水抽出法と HF 分解法が考えられるが、前者が主流となっている。本研究では熱水抽出法、HF 分解法を用い土壌中のアミノ酸を分析し、両者の比較を行った。

【実験】南極土壌は、2005 年の南極第 47 次観測において昭和基地周辺で採取された表面土壌 (Site 1-8) を用いた。比較として、通常環境試料 (横浜国立大学キャンパスの表土)、ブランクとして 500℃で加熱処理をした海砂を用いた。試料は乳鉢、乳棒を使い粉碎した。熱水抽出法はサンプル 0.1 g を試験管にいれ、Milli-Q 水を 1 mL 加え封管し、ブロックヒーター上で 100 °C、24 h 加熱した。その後開管して上清をとり、3 ml の Milli-Q 水で洗浄したものとあわせて別の試験管に移し、遠心乾燥した。HF 分解法はサンプル 0.1 g をテフロン容器に入れ、5 M HF-0.1 M HCl を加えて密閉し、110 °Cで 24 h 加熱分解した。これを加熱乾固した。両者は 6 M 塩酸 1 mL で 110 °Cで 24 h 酸加水分解した後、AG-50W-X8 で脱塩・分画し、陽イオン交換 HPLC でアミノ酸を測定した。また HF 分解物は、酸加水分解、クロロホルメイトを用いた誘導体化後、GC/MS で分析し、アミノ酸の D/L 比を測定した。

【結果】人間およびペンギン活動の影響が少ない南極土壌 (Site 5) の Gly 濃度を HF 分解と熱水抽出法で比較すると HF 分解法では 39.3 nmol/g、熱水抽出法では 9.44 nmol/g で、HF 分解法のほうが約 4 倍高い Gly 濃度が得られた。このことは土壌中アミノ酸の多くは鉱物マトリックスと固く結合しているため、その抽出には HF 分解法の方が有用であることが示唆する。南極土壌 (Site 5) に含まれる Gly 濃度は、キャンパス表土に含まれる Gly 濃度 (12.5 μmol/g) の約 0.03 % だった。南極土壌でもペンギン営巣地に近い Site 8 の Gly 濃度は 6.09 μmol/g と高い値を示した。また他の南極地点でも生命活動の多い地点ではアミノ酸濃度が高くなり、生命活動の少ない地点ではアミノ酸濃度は低くなった。

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

今後本法を炭素質コンドライト中のアミノ酸分析への適用を計画している。

18

地球外有機物の高速衝突および放射線による変成

Alteration of extraterrestrial organic compounds by high velocity impact and irradiation

○佐藤康之¹、金子竹男¹、長谷川直²、小林克己³、長沼毅⁴、小林憲正¹

(¹横浜国大院工,²宇宙研/JAXA,³高エネルギー研,⁴広島大院生物圏)

Yasuyuki Sato¹, Takeo Kaneko¹, Hasegawa Nao², Kobayashi Katsumi³,

Naganuma Takeshi⁴, Kobayashi Kensei¹

(¹Yokohama National Univ., ²Jaxa, ³KEK, ⁴Hiroshima Univ.)

【緒言】

地球上の生命の起源を考えるにあたり、地球圏外起源が注目されてきている。隕石の一種である炭素質コンドライトからアミノ酸や核酸塩基などが見つかり、また彗星においても有機物の存在が地上観測から報告されている。しかし宇宙から地球への供給過程において、宇宙線、また地球への衝突などの影響によりそれらの有機物が安定に地球まで供給されたかどうか疑問である。そこで本研究では、模擬星間有機物を合成しその高速衝突実験や X 線照射実験により安定性を調べ、有機物の地球への供給可能性について検討することを目的とした。

【実験方法】

陽子線照射: Pyrex 製容器に CO 350 Torr, NH₃ 350 Torr, H₂O 5mL を封入し、東京工業大学 Van de Graaff 加速器を用い 3 MeV の陽子線を 2 mC 照射した。この際の生成物を CAW と呼ぶこととする。

高速衝突実験: JAXA 宇宙科学研究本部のレールガンを使用した。試料には CAW, グリシン (Gly), タンパク質のヒト血清アルブミン (HSA) の各水溶液を使用した。また有機物の生成実験として、星間塵を模擬したメタノール、アンモニア水を混合したものを試料とした。各試料をステンレス製のホルダーに封入し、液体窒素で冷却しながら、ポリカーボネイト製の飛翔体を約 4.0 km/s で衝突させた。

X 線照射: 試料には CAW, グリシン, チロシン (Tyr) の各水溶液をアクリル製ホルダー (カプトン膜窓付き) に入れ照射を行った。KEK-PF のビームライン 27B を用い 6 keV の X 線を約 3 k~77 kGy 照射した。

アミノ酸分析: 各試料は 6 M HCl, 110°C で 24 時間酸加水分解し、陽イオン交換樹脂 (AG50W-X8) で脱塩後、アミノ酸分析システム (島津 LC-10A) にてアミノ酸の同定・定量した。

【結果】

模擬星間物質 CAW を酸加水分解すると、タンパク質アミノ酸の Asp, Ser, Gly, Ala、非タンパク質アミノ酸の β-Ala, α-アミノ酪酸が生成した。衝突の結果、遊離アミノ酸のグリシン溶液は衝突後の残存率が約 7%であったのに対し CAW 中のアミノ酸は約 40~70%残存した。また、HSA の衝突後のアミノ酸の残存率は約 90%であった。このことから結合態アミノ酸である CAW や HSA の方が遊離アミノ酸よりも衝突に対し耐性があることがわかった。星間塵を模擬したメタノール・アンモニア・水の衝突実験生成物を加水分解すると各種アミノ酸が検出された。衝突により有機物の分解だけでなく生成の可能性も示唆する。X 線照射において、CAW とグリシンは今回の照射条件ではほとんど分解されなかったが、チロシンはより分解されやすいという結果が得られた。高速衝突実験と X 線照射実験の結果より、模擬星間有機物 CAW のような結合型アミノ酸は遊離アミノ酸より安定であり、このような有機物が彗星や隕石中に存在した場合、宇宙から地球への有機物の運搬の可能性が示唆された。

19

地球外環境下での複雑有機物の生成と変成 Formation and Alteration of Complex Organics in Extraterrestrial Conditions

谷内俊範¹・細貝知弘¹・高野淑識²・吉田聡³・金子竹男¹・小林憲正¹

(¹横浜国大院工・²JAMASTEC・³放医研)

Toshinori Taniuchi¹, Tomohiro Hosogai¹, Yoshinori Takano²,

Satoshi Yoshida³, Takeo Kaneko¹, Kensei Kobayashi¹

(¹Department of Chemistry and Biological Science, Yokohama National Univ., ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³National Institute of Radiological Sciences)

生命の起源に先立って、有機化合物の進化（化学進化）が起こったと考えられている。我々はこれまで原始地球大気や星間塵環境を模擬した系に、陽子線など種々の放射線を照射することで生成する、地球生命に必須であるアミノ酸や核酸塩基を生み出す「複雑有機物」について明らかにしてきており、生命誕生のための材料生成に対する放射線（主に宇宙線）の役割を示してきた。

Pyrex製容器にメタノール・アンモニア・水（物質質量比 1:1:2,8）の混合溶液約50 g を封入し、室温（液相）もしくは液体窒素温度（固相）で放射線医学研究所HIMACにて重粒子線をイオン源、線量を変えて照射した。生成物をMeAWと呼ぶ。MeAWは分子量2000程度に分布し、加水分解によりグリシンをはじめとしたアミノ酸を生成することが分かっている。

メタノール・アンモニア・水への陽子線照射により作製したMeAWは親水性であり、炭素質コンドライトに含まれる有機物の多くは難溶解性の複雑有機物であるという結果と矛盾する。しかし現在存在する隕石はその形成時から今日までの間に隕石母天体上などで水熱変成を受けていると考えられ、その間に最初は親水性だった複雑有機物もより疎水性へ、脂肪族性から芳香族性なものへと変化していったと推測できる。この仮定を実験により検証するためにMeAWに対して複雑有機物が受けうると思われる熱と紫外線それぞれのエネルギーを加え、その変成を実証することを目的とした。

隕石中にある難溶解性複雑有機物の芳香族性と脂肪族性の評価にはその性質からよく¹³C 固体NMRが用いられるが、MeAWは親水性のため液体で¹H NMRを用いて芳香族性と脂肪族性の評価を行い相対的な変化が見られるか基礎的検討をした。

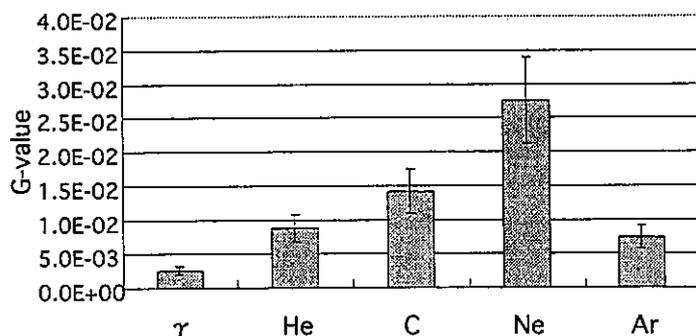


Fig. 1 G-Values of Glycine by γ -rays / Heavy Particles Irradiation of Simulated Interstellar Media

20 無生物的に生成した複雑有機物の高温高圧下での構造変成

Transformation of abiotically-formed complex organic compounds in high-temperature and high-pressure environments

○栗原 広成, 植木 大志, 高野 淑識*, 金子 竹男, 小林憲正
横浜国大院工, *JAMSTEC

Hironari Kurihara, Ueki Taishi, Yoshinori Takano*, Takeo Kaneko, and Kensei Kobayashi

Department of Chemistry and Biotechnology, Yokohama National University

* Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

【緒言】1970年代末から、世界各地の海底で発見されている海底熱水噴出孔は、様々な学問の分野から関心を集めているが、生命の起源の立場からも極めて興味深い存在である。

生命の起源の舞台が地球上であったと考える場合、海底熱水噴出孔はその第一の候補に挙げられる。海底熱水系は、その高温・高圧で還元的な環境から無生物的な有機物の生成に適した環境であるといわれており、また、特異的な金属イオン濃度による触媒活性効果も期待できる。材料としては、原始海洋に持ち込まれた、地球圏外有機物や原始地球大気から生成された有機物が海底熱水系環境下において生命を特徴づけるような構造や機能を獲得した可能性が考えられる。われわれは、海底熱水系を模したフローリアクター(FR)や、オートクレーブ(AC)を用いて、模擬原始地球大気環境下で合成した有機物の構造・機能の変化について調べた。

【実験】模擬原始地球大気(CO、N₂、H₂O)、に高崎原研のTIARAタンデム加速器より、陽子線を照射し有機物を作成した。以下この試料をCNWと呼ぶ。このCNWをFR、AC中で16-25 MPaに加圧しながら、200°C-400°Cの温度で、2-120分加熱を行った。比較として、遊離アミノ酸の挙動も調べた。

回収した試料は、加水分解後に陽イオン交換HPLC法によりアミノ酸の同定定量を、また、ゲルろ過クロマトグラフィー(GFC)により分子量の推定を、そして、透過型電子顕微鏡(TEM)による構造の解析を行なった。

【結果・考察】

FR、ACによる加熱後のCNW中のアミノ酸の回収量は、遊離のものに比べはるかに高い安定性を示した。200°Cであれば、120分加熱しても60%程回収された。また、250-300°Cの間で大きく回収率が減少することも解った。加熱前のCNWをTEMで観察すると、細かい粒状の構造やグラファイト状の構造が発見された。この構造は、立体的な厚みを持っていた。また、膜状のもので包まれたような構造も発見された。各構造体のサイズは20-200 nmのものが多く、Tagish Lake隕石中から発見された有機物小球体よりは小型だった。

複雑有機物で構成された外界から隔絶された粒状構造により生体を構築するのに必要な有機物が濃縮された可能性が考えられる。今後は、このような構造体が、熱・放射線・圧力等の様々な影響の中でどのような変成を起こすか、もしくは、形を保ち続けることができるか調べていく予定である。

21

友の会第1回行事「ミラーの実験」の教訓

The first event "Miller's experiment" at the Association of the Society
for the Study of the Origin and Evolution of Life JAPAN

中川和道

神戸大学 大学院 人間発達環境学研究所

Kazumichi Nakagawa

Graduate school of the human development and environment, Kobe University

nakagawa@kobe-u.ac.jp

生命の起原および進化友の会は2006年に池原健二会長の音頭で設立され、11月からの約2ヶ月にわたって参加募集を行ったところ15名以上の方々から何らかの形での参加希望が寄せられた。そこで2007年5月の運営委員会で第1回イベントの企画が議題となり、中川が中心となってミラーの実験を行うことになった。奇しくも5月20日にミラー先生ご逝去の訃報が伝えられ、企画は追悼の色を帯びることとなった。

大阪市立博物館の大倉宏さんと中川の相談の結果、実験と講演とを一緒に行う企画「実験つき講演会『ミラーの実験（カミナリ放電によるアミノ酸の生成実験）は歴史に何を残したか？』」をたたき台に池原会長と相談した。期日は10月8日14時～16時30分で講演60分実験90分とした。実験を企画した理由は、中川がすでに学部生の自由研究でミラーの実験を指導してきた実績をもつこと、講演だけでなく実験にも参加することによって生命の起原研究をじかに知ってもらい、あわよくば理科離れの解決への一助をと願ったことによる。科学館側と最大の問題が参加者の範囲であった。この実験では可燃性ガスのメタンに高電圧を印加するので、ガス爆発と感電事故を避けねばならない。さらにシアンが発生する。いろいろと事故防止策を講じ、少学4年生以上からご参加を、とすることで科学館側と合意に至ることができた。

中川の講演の前に会長の池原健二先生からあいさつが行われた。実験は、参加者30名を3つのチームに分け、(1)ミラーの実験の放電を自分でやってみる、(2)ミラーの実験で得た液体試料と自分の汗の試料にニンヒドリン溶液を噴霧し、ともにアミノ酸が含まれている確認をする、(3)アミノ酸を分けるクロマトグラフィー実験の原理を体験する、とのテーマで実施した。指導者は1組：中川、2組：川村邦夫先生、3組：池原先生とした。白井浩子先生も指導に加わっていただいた。事務局江藤浩子さんが写真を担当した。

参加者の反応は予想以上に大きく、小学生からは「放電で分子が分解して原子になり、それが組み替えられてアミノ酸になるなら二酸化炭素もできていいはずだがどうか？」などの質問も飛び出した。ミラーの実験装置の前で記念撮影をする親子連れもあった。東海大学広瀬洋一先生、かつて幕張高校でミラーの実験を指導して総理大臣賞にいたった盛口襄先生も参加され、活動の手ごたえと広がりを実感された。

友の会の活動の今後を設計するうえでよい手掛かりとなることを期待したい。

特別講演 SL2

SL2

天文観測による宇宙有機物に関する最近のトピックス

Recent Topics on the Organic Species in the Universe by the Astronomical Observations

大石 雅 寿 (国立天文台)

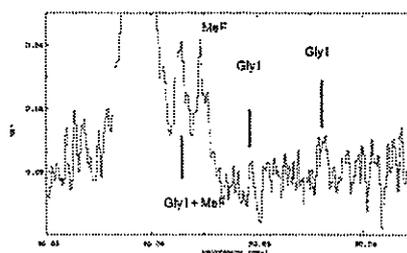
Masatoshi OHISHI (National Astronomical Observatory of Japan)

はじめに: これまでに発見された宇宙に存在する星間分子は、既に総数 140 を越えた。最近検出された分子の中で注目されるのは、負イオン分子(C_4H^- , C_6H^- , C_8H^-)と前生命分子とも言える大型有機分子類である。

最も簡単な糖である Glycolaldehyde ($CH_2OHCHO = (CH_2O)_2$)は 2000 年に発見され、さらに Ethylene glycol ($HCCH_2CH_2OH$)が 2002 年, Propenal (CH_2CHCHO)と Propanal (CH_3CH_2CHO)が 2004 年, Cyanoallene (CH_2CCHCN)と Methyltriacetylene (CH_3C_6H)が 2006 年にそれぞれ発見された。これらの発見は、いずれも米国・グリーンバンクにある直径 100m の電波望遠鏡(GBT)によるものであり、発見天体は前者 4 個が銀河中心の巨大分子雲(SgrB2(N), 後者 2 個は近傍の暗黒星雲である TMC-1 である。これらの新分子による電波強度は非常に小さく(電波強度に等価的な温度で表現すると数 mK), 大口径の電波望遠鏡によりようやく検出できたのであった。

大型有機分子の形成理論: 多くの星間分子は極めて温度も密度も低い宇宙空間に存在するため、地球大気中で容易に起きる化学反応では生成されない。このため宇宙線をエネルギー源とするイオン・分子反応により生成されると考えられている。しかし飽和度の高い大型有機分子については星間塵上における表面反応により生成され、星間塵が星の紫外線により暖められると分子が表面から蒸発してくる、と考えられている。

星間グリシン: Glycine (NH_2CH_2COOH)の宇宙での検出を報告する論文が Kuan らにより 2003 年に発表された。しかし、その後の追試研究により、Kuan らが観測したスペクトル線の多くが Acetone によるものと考えられること、また、我々が国立天文台の 45m 電波望遠鏡により実施した観測では Glycine の他の遷移が予想される強度より遙かに弱いことなどから、星間グリシンは「未確認」と結論するべきである。



特別企画シニアセッション

S7

これまでとこれから Looking Back and Beyond

松野孝一郎
Koichiro Matsuno

生命の起原を積極的に意識した化学実験はオパーリンに端を発します。その流れに沿って現れた画期的な成果が、1953年に報告されたミラー、ユーリーによる還元性大気での放電実験です。アミノ酸の生成が確認されました。それから55年を経て現在に至っております。その間、ミラー・ユーリーの枠組みに従って多彩な成果が生み出されてきました。しかし、判明してきたのは、目指す起原がますます遠のいて行った、とする皮肉な事態です。このことは、相反する二つのことを示唆します。一つは、起原はわれわれの手に負えるような代物ではない、とする覚めた悲観論です。もう一つは、現在に至るまでの半世紀の間、賢明かつ真面目に起原を手中に収めようと多数の関係者が心がけながら、心ならずも的はずしてきたのではないか、との反省に基づく楽観論です。今日、私がお話ししようと思うのは、この楽観論の方です。

生命の起原を目指した化学実験は手段としてはまともであり、それに対抗できる新たな手段を思い浮かべることは困難です。コンピュータとそのディスプレイは強力な武器でありながら、それが有効となるのはあくまでも、ある程度絞られてからです。求められているのは、漠とした起原の問題を技術的に処置可能な問題にまで絞り込むことです。少なくともわれわれの原始地球は、当初さまざまな漠とした問題をかかえ込みながら、その一部を生命の出現という仕方で問題を絞りこむことに成功してきました。実験科学者としてのわれわれもそれにあやかりたく思っています。ここで、状況が少し明らかになってきます。起原を取り巻く問題とは一体どのような種類の問題であって、それを解決可能な問題にまで絞り込むための技術的手段に、なにがあったのか、との状況分析が、関心を寄せるに足るものとして浮かびあがってきます。

そこでポイントとなるのが化学反応回路の出現です。有機化学者は回路の出現に関心を寄せません、一方、生化学者は回路を当然のこととして受け止めます。この状況下で、乱暴な仕方でありながら、回路の出現に関心を寄せるのが物理学者です。

S8

化学進化の研究：これまでとこれから

Retrospectives and Perspectives of My Studies on Chemical Evolution

大島 泰郎 (共和化工(株)環境微生物学研究所)

Tairo Oshima (Institute of Environmental Microbiology, Kyowa-kako
Co., Machida, Tokyo 194-0035, Japan)

Retrospectives : 卒業研究のため生化学講座に配属になったとき、石本真先生がオバリーンの「地球上における生命の起原」(1957年版)を翻訳されていた。生命の起原は誰もが興味を抱く課題であろうが、石本先生の翻訳は私の生命の起原への関心に火をそそいだ。当時、東大理学部化学科の生化学講座は赤堀四郎先生が兼任をしておられた。赤堀先生は、本務が阪大理学部、そのほかに新設したばかりの阪大蛋白研、東大応微研(現 分子細胞生物学研究所)も兼任しておられたから、卒研の間に直接お話しできた時間はほとんどなかったが、NASAに留学して以降はよく声をかけていただいた。最後に生命の起原学会に出席されたのは(80年代中頃のように記憶しているが確かではない)関西大学セミナーハウスで開催されたときのことであったが、さぼって会場をぬけていたところ、赤堀先生が会場から出てこられ「年をとると発表を聞いていても疲れてね。もう帰宅しようと思う」とおっしゃった。疲れるほど人の話を聞いたことのない私は、また感動し、タクシーで帰る先生を私一人が見送った。これが先生との会話の最後であった。卒研の時、赤堀先生のポリグリシン説を聞いて、しびれた。のちに、ポリグリシンに側鎖を導入する実験を断続的に行ったが、残念ながら CH_2 基よりペプチド結合のNH基の方が反応性が高く、加水分解後に検出できる α アミノ酸(グリシンを除いて)は極微量であった。実験結果は幾分か否定的であるが、原始地球上でアミノ酸より先にポリペプチドが生成したという仮説は今も魅力を感じている。

Perspective : 最近の関心事の一つは、生と死の間の可逆性である。あるとき、「生命の起原の研究者は生命の始まりなど研究していない。死体の化学をやっている」という悪口を聞いてその通りだと思った。近年、ウイルスをまねて人工の遺伝子を作り、感染をさせた実験が行われているが、半世紀以上も前にスタンレーが類似の実験をしているから満足できない。大腸菌の濃厚な無細胞抽出液を作って、そこから大腸菌を蘇生できないだろうか？自然界の中の細菌の大部分は「難培養性」であることが分かってきたが、その中には仮死状態のものもあるらしい。一部の研究者は、濃厚な培養液に暫時浸けるなどのショックを与えて「蘇生？」に成功したという。これらの現象は生命の起原研究の新たな糸口とならないだろうか。

一般講演

22 極限環境試料中のホスファターゼのキャラクタリゼーション

Characterization of phosphatase in extreme environment soils

佐藤 修司¹、伊藤 有希¹、高野 淑謙²、福井 学³、金子 竹男¹、小林 憲正¹
(¹横浜国大院工、²JAMSTEC、³北大低温研)

Shuji Sato, Yuki Ito, Yoshinori Takano, Manabu Fukui, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi (Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ., ²JAMSTEC, ³ILTS, Hokkaido Univ.;

〈緒言〉 近年、大気圏や極域、地殻深部などの極限的な環境から盛んな生命活動が報告され、地球生命圏の知見が広がりつつある。本研究では生物指標として土壌中の酵素活性に着目し、南極大陸昭和基地周辺土壌や海底熱水孔といった極限環境の土壌試料中に存在するホスファターゼのキャラクタリゼーションを行った。これより、寒冷・乾燥・強紫外線の南極や高温・高圧の海底熱水孔の土壌における生物活動を考察することを目的とした。

〈実験〉 土壌試料は、南極第47次観測において南極昭和基地周辺の土壌および横浜国立大学キャンパス内の土壌を用いた。チムニーはマリアナ海底熱水噴出孔で採取したものを、土壌試料に pH 9.0 Tris-HCl 緩衝液を加えて1時間攪拌し酵素を抽出して、抽出液の酵素活性測定には4-メチルウンベリフェリリン酸を基質とした蛍光光度法を用いた。土壌抽出液について、10~80℃で1時間インキュベートして至適温度(測定温度:37℃)と熱安定性(測定温度:インキュベート温度)について調べた。分子量推定は、抽出液中の活性成分をGFCによって分画し、酵素活性測定を行った。また、活性発現における金属イオンの影響を調べるために、抽出液にEDTA溶液を加えてホスファターゼを失活させ、Zn²⁺、Mn²⁺、Cu²⁺、Fe²⁺溶液を加えて酵素活性が復元するかどうか調べた。

〈結果〉 酵素活性至適温度は大学内土壌抽出液では60℃、E. coli由来ALPでは55℃付近、Site 8抽出液では40℃、チムニーは90℃以上となりALP活性は環境の温度を反映する結果となった。熱安定性は50℃で1時間インキュベートすると、大学内土壌抽出液は30℃で加熱したときの活性値を100%としたとき、およそ50%に低下したのに対し、南極土壌抽出液は約3%にまで低下し、海底熱水孔から抽出したALPは70%以上の活性を示した。

また南極土壌、海底熱水孔の土壌の抽出液に存在する活性分子種の分子量およそ60000以上であることがわかった。ホスファターゼ酵素活性発現に対する金属イオンの影響を調べた結果、南極・海底熱水孔のアルカリホスファターゼの活性には亜鉛イオンが大きく影響していることがわかった。ホスファターゼ活性は極限環境の生物活性の評価に有用な指標であることが示唆された。

23

ラミニン蛋白質中のアスパラギン酸(Asp)残基の異性化

(Racemization of aspartyl residues in the protein of laminin)

○森雄平、加治優一*、藤井紀子

(京大・原子炉実験所 筑波大*)

○ Yuhei Mori, Yuichi Kaji* and Noriko Fujii

(Research Reactor Institute, Kyoto Univ., Univ. of Tsukuba*)

【緒言】 ラミニンは IV 型コラーゲン、ニドゲン、ヘパラン硫酸プロテオグリカンとともに細胞外マトリックスを構成し、細胞の接着、増殖、分化、移動に関与する重要な蛋白質である。当研究室では、以前、D-β-Asp 残基を含むペプチドを特異的に認識する抗体を開発し、これを用いた免疫組織染色により、ヒト、およびマウス皮膚組織において紫外線照射や老化に伴い増加する D-Asp 含有蛋白質の一つがラミニンであることを示唆してきた。本研究では、ラミニン蛋白質の Asp 残基の異性化について解析することを目的とし、以下の三試料について実験を行った。

(1) 未処理のラミニン(コントロール) (2) ラミニンを 50℃で三ヶ月、加熱した試料 (3) ラミニンをグルコース処理後、50℃で三ヶ月加熱した試料。遊離アミノ酸は糖の存在下でラセミ化が進行することが報告されており、蛋白質中でも糖の存在下でラセミ化が進行することが予測されるためである。また、ラセミ化は、AGE (Advanced glycation end products) との関連が示唆されている。

【方法】 上記に述べたラミニン試料 ((1) - (3) : 各々 1 mg/ml) をそれぞれトリプシン処理 (37℃で 17 時間) し逆相クロマトグラフィーによりペプチド断片を分離した。得られたすべてのペプチド断片を酸加水分解 (110℃で 7 時間) し、ジアステレオマー法で逆相クロマトグラフィーを用いて Asp 残基の D/L 比を測定した。また AGE 抗体と D-β-Asp 残基を特異的に認識する抗体を用いてドットプロットを行った。

【結果】 (1) (2) , (3) の実験に先立ち、コントロールのラミニン中の Asp、Asn 残基はすべて L-体である事が確認できた。

(2) 熱処理したラミニンでは Asp、Asn 残基がラセミ化され、D/L 比が 10~15%であることがわかった。

(3) グルコース処理したラミニンでは、D/L 比が 20~25%にまで増加した。また、ドットプロットにより AGE 修飾がされていることを検出した。

【考察】 (1) の結果から、ラミニンには内在的な D-Asp や D-Asn が存在しないことが明らかとなった。(2) の結果から、ラミニンは 50℃という比較的温かな条件でもラセミ化しやすい蛋白質であることが明らかとなった。(3) の結果から、Asp 残基の異性化はグルコース存在下で進行し、AGE と Asp 残基の異性化との関連性が示唆された。ラミニンがラセミ化することで高次構造に変化が生じ基底膜を構成する IV 型コラーゲンやプロテオグリカンなどの相互作用を低下させる可能性が示唆された。

生命体は生体構成成分のホモキラリティの獲得により誕生したと考えられているので、これまでの蛋白質科学において D-アミノ酸に着目した研究はほとんどなかった。しかし、加齢、ストレスなどにより、従来考えられていたほどアミノ酸の異性化は起こりにくい反応ではない事が明らかとなった。老化を進化の過程の逆向き (or 退化) と捉らえたとき、D-アミノ酸を蛋白質の老化の分子指標と用いることができるのではないだろうか？

24

ヒト α A-クリスタリン中のアスパラギン酸残基のラセミ化反応 の速度論的解析

Analysis for the rate constants of racemization at aspartyl residues in human alpha A-crystallin

○中村徹 (京大原子炉)、定金豊 (九州保福大)、木野内忠稔 (京大原子炉)、
齊藤剛 (京大原子炉)、藤井紀子 (京大原子炉)

○Tooru Nakamura (Kyoto univ), Yutaka Sadakane (Kyushu Health and Welfare univ), Tadatashi Kinouchi (Kyoto univ), Takeshi Saito (Kyoto univ), Noriko Fujii (Kyoto univ)

【目的】 蛋白質はL-体のアミノ酸からなるホモキラルなポリマーであり、これが、生体内のような温和な環境下で変化することはないと考えられてきた。しかし、我々はヒトの眼の水晶体から得られた α A-クリスタリン中のL-アスパラギン酸 (L-Asp58, 151) が、加齢と共に部位特異的にD-体化 (D-Asp化) していることを見出し、これが白内障の発症に関与する事を示唆してきた。特に 80 歳の老人の α A-クリスタリン中では、Asp58 及び Asp151 残基の D/L 比が、それぞれ 3.1, 5.7 と異常に高い数値を示すことが初めて明らかとなった。そこで本研究では、ヒト α A-クリスタリン野生型の組換え蛋白質を調製し、これを用いて、加熱実験を行い、Asp58 及び Asp151 残基のラセミ化反応の活性化エネルギー、37°Cにおける反応速度定数、ならびに 37°Cでの D/L 比 が 1.0 (0.99) に到達するまでの年数を算出した。

【方法】 ヒト α A-クリスタリン野生型の組換え蛋白質を大腸菌に大量発現させ、精製した後、50-90°Cで 0-4 週間 (90°Cのみ、0-8 日間) 加熱し、Asp 残基をラセミ化させた。これらの蛋白質サンプルをトリプシン酵素で処理することによってペプチドに断片化を行った後、逆相クロマトグラフィーによってペプチド断片を分離し、質量分析・アミノ酸配列分析により Asp58 あるいは Asp151 を含むペプチドを同定した。同定したペプチドの気相加水分解を行い、ジアステレオマー法により Asp58 及び Asp151 残基の D/L 比を測定した。実測の D/L 比を用いたアレニウスプロットによって、ラセミ化反応の活性化エネルギー、37°Cでの反応速度定数、並びに D/L 比 が 1.0 (0.99) に到達するまでの年数を算出した。

【結果・考察】 組換え蛋白質中での Asp 58 及び Asp151 残基のラセミ化反応の活性化エネルギーは、それぞれ 27 kcal/mol, 21 kcal/mol であり、37°Cでの反応速度定数は、それぞれ 3.7×10^{-4} /day, 11×10^{-4} /day であった。Asp 58 及び Asp151 残基の 37°Cでの D/L 比 = 1.0 (0.99) に到達するまでの年数は、それぞれ 20 年、6.8 年であった。これらの結果は、Asp 58 及び Asp151 残基が非常に速くラセミ化反応が進行するというを示している。

以前に当研究室で報告した、10 数残基から成るヒト α A-クリスタリンの部分ペプチド中での Asp58 及び Asp151 残基の 37°Cでのラセミ化反応速度定数と比べると、全長のヒト α A-クリスタリン蛋白質中では、約 2 倍以上の速さでラセミ化反応が進行することが初めて明らかとなった。また、Asp58 及び Asp151 残基のラセミ化反応の活性化エネルギーは、蛋白質中とペプチド中ではほぼ変わらないことより、蛋白質中ではラセミ化反応を促進している反応場があると考えられた。

25

リボヌクレオチドの化学的安定性に及ぼすキラリティーの影響

Effects of Chirality on the Chemical Stability of Ribonucleotide

○浦田秀仁、池田江利子、原 尚文、和田俊一、赤木昌夫 (大阪薬大)

Hidehito Urata, Eriko Ikeda, Hisafumi Hara, Shun-ichi Wada and Masao Akagi

(Osaka University of Pharmaceutical Sciences)

【目的】RNAに反応触媒活性が見出されて以来、RNAが生命の前駆物質であるとするRNA world 仮説は多くの支持を得てきた。しかし、原始地球上でそうした触媒活性を有するリボザイムが出現するにはモノヌクレオチドから、少なくとも数十量体程度のRNAが非酵素的に生成する機構を考える必要がある。Ferrisらは粘土鉱物である montmorillonite を触媒に用いて、活性化モノヌクレオチドである adenosine 5'-phosphorimidazole (ImpA) が効率よく重合することを見出した(1)。しかし、原始地球上で非生物的に生成したヌクレオチドはラセミ体であったと考えられることから、我々は montmorillonite を触媒に用いてラセミ体 ImpA の重合反応を行った。その結果、この重合反応は、鑄型を用いたラセミ体モノヌクレオチドの重合反応とは対照的に、比較的効率良く反応が進行し、ホモキラルおよびヘテロキラルなオリゴマーの複雑な混合物が生成することを見出した(2)。ところが、現在存在する生物のRNAやDNAは厳密にD-ホモキラルであることから、RNAの化学進化過程でヘテロキラルなRNAが淘汰される機構が必要になってくる。我々は、ホモキラルなRNAとヘテロキラルなRNAの化学的安定性を比較検討する目的で、adenylyl(3'-5')adenosine (ApA)の四種の立体異性体を合成し、その加水分解速度を算出した結果、低温環境ではヘテロキラルなApAの加水分解速度が優り、結果的にホモキラルなApAが自然選択される可能性があることをすでに報告した(3)。そこで今回、この加水分解反応に対するRNAの鎖長の影響を検討する目的で、トリリボヌクレオチドである ApApA の立体異性体を用いて加水分解速度の比較実験を行った。

【方法】ApApAの8種の立体異性体を合成し(4)、このうち4種のApApAを用いて加水分解実験を行った。ApApA異性体を0.2 M NaCl, 75 mM MgCl₂, 0.1 M HEPES (pH 8.0)に溶解し、40-80℃で加水分解反応を行った。逆相HPLCを用いて経時的に各ApApA異性体の残存率を測定し(Table 1)、見かけの消失速度定数(k_{app})を算出した。

【結果および考察】同条件で行ったApA異性体の加水分解と比較すると(3)、ApApA異性体の加水分解は4-5倍反応速度が速かった。また、アレニウスプロットから見かけの活性化エネルギーを求めたところ、中央残基と5'-末端側残基のキラリティーが同一の群(ADpADpAD, ADpADpAL)は異なる群(ADpALpAD, ADpALpAL)より加水分解を受け難いことが明らかになった。つまり、ラセミ体モノマーの重合反応で生成したRNAオリゴマーの混合物中、5'-末端がヘテロキラルなオリゴマーは優先的に分解され淘汰されていく可能性が示唆された。

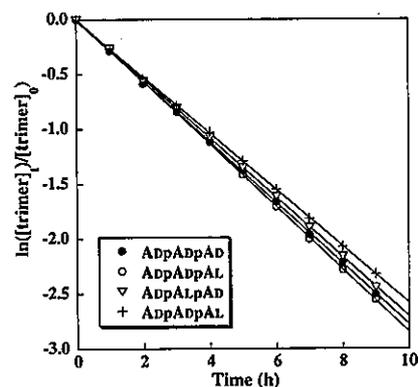


Table 1. Pseudo-first order rate plots for the hydrolysis of the stereoisomers of ApApA.

References

- 1) Ferris, J. P. *et al.*, *Science*, **257**, 1387 (1992). 2) Urata, H. *et al.*, *Chem. Lett.*, 324 (2001). 3) Urata, H. *et al.*, *Chem. Commun.*, 2578 (2005). 4) Urata, H. *et al.*, *Tetrahedron Asymmetry*, **16**, 2908 (2005).

26

遺伝暗号の起源とリボスイッチの関わり

The relationship between the origin of the genetic code and riboswitches

山路唯巴、田村浩二（東京理科大学）

Yuiha Yamaji and Koji Tamura

(Tokyo University of Science)

遺伝暗号は、古細菌、真正細菌、真核生物という、現在の地球上のすべての生物系において共通に見られる、RNAの塩基配列をタンパク質中のアミノ酸の配列に変換するアルゴリズムであるが、このアルゴリズムを成り立たせているのは、アミノアシルtRNA合成酵素(aaRS)と呼ばれるタンパク質である。現在の生体内では、aaRSによってアミノアシル化されたアミノアシルtRNAが、リボソーム上でmRNAの配列に従って並び、タンパク質が合成されている。しかし、aaRS自体がタンパク質であり、タンパク質であるaaRSがタンパク質合成の最初のステップであるアミノアシル化反応に関与しているのは、生命の起源を考える上での大きな問題となる。従って、当初はタンパク質の合成系にタンパク質が関与していなかったと考えるのが妥当である。それでは、原始のtRNAは、酵素なしでどのように対応するアミノ酸を正確に認識していたのか、つまり遺伝暗号はどのようにして成立してきたのか。

この問題に対して、Yarusらはアミノ酸を認識する人工RNAを選択取得することによって、答えを求めようとしてきた。しかし、得られたRNA配列は、現存する生物内には存在しておらず、このように、人工RNAが実際の生物系に見られるのか、という問題は、*in vitro* selection法に対して、常々、言われ続けて来た批判であった。このような批判に答えを与えたのは、Breakerらによる「リボスイッチ」の発見である。生物内には、小分子を認識するアプタマーが確かに存在し、それらのアプタマーがリボスイッチと呼ばれ、遺伝子発現を制御することができることが分かってきた。グリシンリボスイッチはGlyを認識した時、Glyを分解する酵素の遺伝子の発現を開始するものであり、タンパク質の介入なしに直接アミノ酸を認識する「実在する」RNAである。我々は、このグリシンリボスイッチの機能形態は、進化の初期のtRNAと類似している考え、現在の生物に痕跡として残っている「実在する」RNAが、原始tRNAとして機能していたのではないかという仮説の実験的検証を試みている。GlyRSによるtRNA^{Gly}のアミノアシル化反応の中間体であるGly-AMPとグリシンリボスイッチを反応させることによって、このRNAが自己アミノアシル化を行うかどうかの可能性について解析を行っている。

27 オペレーショナルRNAコードの立体化学的基盤

Stereochemical basis for an operational RNA code

田村浩二 (東京理科大学)

Koji Tamura

(Tokyo University of Science)

tRNAのアミノアシル化は、アミノアシルtRNA合成酵素(aaRS)が対応するtRNAを正確に認識することによって遂行されている。遺伝暗号はmRNAのコドンとtRNAのアンチコドンの対合に立脚し、正しいアミノアシルtRNAがリボソーム上へ運ばれることによって、タンパク質が合成される。現在のtRNAはクローバー葉様の2次構造を持ち、2つのドメインがほぼ90°に折りたたまれ、L字型の立体構造を持っている。このうちのL字型の片方の腕に相当するドメインは「ミニヘリックス」と呼ばれ、アミノ酸を結合する部分を含んでおり、進化的に、より古い部分であると考えられている。ミニヘリックスは多くのaaRSの基質となっており、特にtRNAのアクセプターシステムのいくつかの塩基対がアミノ酸の特異性を決めており、通常の遺伝暗号に先立つ、「Operational RNA Code」という概念をも生み出し、「第2の遺伝暗号」とも呼ばれている。特にAlaに特異的なtRNAに存在する、わずか1つのG-Uというウオブル塩基対が典型的な例であり、AlaRSはtRNA^{Ala}中のG-U塩基対を特異的に認識することによって、Alaのアミノアシル化を可能にしている。では、この、G-U塩基対とAlaの対応は、AlaRSが誕生する以前に、どのような必然性のもとで生まれたのだろうか。

tRNAのアミノアシル化反応では、まず、アミノ酸が「アミノアシルAMP」という形に活性化され、この活性化アミノ酸がtRNAに転移されることによって反応が完結する。我々は、Ala-AMPをミミックした「Ala-リン酸-オリゴヌクレオチド」を用いたモデル実験によって、tRNAの原始形態であるミニヘリックスのL-Ala選択的なアミノアシル化反応が起こることを既に報告しているが(Tamura, K. and Schimmel, P. *Science*, 305, 1253 (2004))、このAla-リン酸-オリゴヌクレオチドと相補的な架橋オリゴの間に、G-U塩基対を導入すると、Alaのミニヘリックスへのアミノアシル化反応は起こらず、AlaはG-U塩基対が構成するポケットにトラップされる現象が観測された。また、この現象は、G-U塩基対をI-U塩基対(I:イノシン)に変換すると起こらなかった。これらの結果は、進化の初期において、G-U塩基対がAlaを直接認識した可能性を示唆するものである。

28

GC-NSF(a) 原始遺伝子仮説を支持する証拠

高平麻美、○池原健二（奈良女大・理・化）

Evidence for GC-NSF(a) Hypothesis on Original Gene Formation

Asami Takahira and Kenji Ikehara

(Nara Women's Univ., Fac. Sci., Dept. Chem.)

【序論】現在でも全く新規な遺伝子が生まれているとしたら、どのような仕組みで生まれているのだろうか。この後期遺伝子の生成機構(起源)について、本研究室では、GC含量の高い遺伝子のアンチセンス鎖上に高い確率で生じるノンストップフレーム(NSF(a))から生まれたという『GC-NSF(a)新規遺伝子生成仮説』を提唱している。そこで、このGC-NSF(a)新規遺伝子生成仮説を証明するため、コンピュータを用いてタンパク質コードする遺伝子のアンチセンス鎖から新しい遺伝子が生まれた証拠を見つけることができるかどうかを調べた。

【研究方法】GenomeNet内の微生物ゲノムの塩基配列から様々な酵素の遺伝子(114種類)の塩基配列を取り出し、その塩基配列のアンチセンス鎖上の塩基配列を求めた。次に、アンチセンス鎖の塩基配列からアミノ酸配列を求め、得られたアミノ酸配列と相同なタンパク質のアミノ酸配列が存在するかをDDBJ内のBlastサーチを用いて検索した。検索した結果から相同性の高い結果を取り出した。そして、検索に用いた酵素の遺伝子の細菌ゲノム上での位置と、検索した結果見つかったタンパク質の遺伝子の位置を調べ、本当にある遺伝子のアンチセンス鎖から新しい遺伝子が生まれた証拠が得られるのかを検証した。

【結果と考察】DDBJ内のBlastサーチを用いて、既存の遺伝子のアンチセンス鎖がコードするアミノ酸配列と相同なタンパク質のアミノ酸配列が存在するかを調べた結果、相同性の高い結果は全部で39種類存在した。その中で、検索した結果出てきた細菌におけるゲノム中での酵素の遺伝子の位置と、検索した結果見つかったタンパク質の遺伝子の位置が異なるものが1種類存在した。具体的には、Burkholderia cepaciaにおけるpyruvate kinaseの遺伝子のアンチセンス鎖がコードするアミノ酸配列を用いて検索したところ、Burkholderia pseudomallei (strain 1710b)のPlanctomycete extracellular domain proteinのアミノ酸配列と相同性が高いことがわかった。このBurkholderia pseudomallei (strain 1710b)におけるゲノム上でのpyruvate kinaseの遺伝子の位置とPlanctomycete extracellular domain proteinの遺伝子の位置を調べると、二つの遺伝子の位置は互いに異なっていた。このことは、pyruvate kinaseの遺伝子のアンチセンス鎖からPlanctomycete extracellular domain proteinが生まれたこと、即ち、GC-NSF(a)新規が予想するように新規遺伝子が生まれたことを示している。

29

ランダム [GADVE]-8量体ペプチドの触媒活性 福田珠美、○池原健二（奈良女子大学理学部化学科）

Catalytic Activities of Random[GADVE]octamer

Tamami Fukuda and Kenji Ikehara

(Nara Women's Univ., Fac. Sci., Dept. Chem.)

【序論】 現在、RNA が情報機能と触媒機能を合わせ持つことから RNA から生命が生まれたとする“RNA ワールド仮説”が生命の起源に関する主な考え方となっている。しかし、RNA ワールド仮説には、RNA の合成が化学進化的に困難などの問題点がある。そこで、本研究室では、遺伝暗号の起源に関する“GNC-SNS 原始遺伝暗号仮説”との関連性から GNC がコードする4種類の [GADV]-アミノ酸 (G = Gly, A = Ala, D = Asp, V = Val) から成る原始タンパク質 ([GADV]-タンパク質) が、生命の起源につながったという“[GADV]-タンパク質ワールド仮説”を提唱している。これは、[GADV]-タンパク質がペプチド結合形成を触媒できたとすれば、遺伝子のはたらきを必要としない擬似複製が可能となることを考慮したものである。本研究では、基質に牛血清アルブミン(Bovine Serum Albumin: BSA) を用い、[GADV]-ペプチドよりもさらに1段階進化したペプチドとして、新たに Glu[E]を加えた[GADVE]-ペプチドのプロテアーゼ活性を調べ、擬似複製の可能性を考えることで [GADV]-タンパク質ワールド仮説を実証していくこととした。

【実験】 ランダム [GADVE]-8量体ペプチド溶液をゲルろ過後、Cu²⁺イオン存在下で基質 BSA)と 37°C で数日間インキュベートした。その後、分解産物の有無をポリアクリルアミドゲル電気泳動法 (SDS-PAGE) によって分析した。

【結果と考察】 6日目にプロテアーゼ活性を示すバンドが現れ、BSA の分解が確認された。また、ペプチドの会合確認のため、4M 尿素でペプチドを変性させゲル濾過を行い、変性したもの (4M) としていないもの (0M) とを比較し、ピークの位置を確認した。0M 尿素は4M 尿素的ピークよりも2フラクション手前にあり、変性ペプチドのみ低分子側に小さなピークが生じていた。

以上の結果より、[GADVE]-ペプチドには、[GADV]-ペプチドよりも①弱いプロテアーゼ活性があること、②水溶液中でより大きな会合体を形成できることが分かった。この結果は、加水分解を触媒できる系は、逆反応である重合反応も触媒できると考えられるため、[GADVE]-ペプチドにも擬似複製が行える可能性を示唆している。

また、この[GADVE]-ペプチドの大きな会合性が、GNC から GNS という遺伝暗号の進化過程で、より有効なタンパク質形成に寄与したと考えられる。

30

「これまでの進化史にありえた遺伝暗号表」を試験管内に再現する Construction of another genetic code

小林晃大, 内山正彦, 浅見俊, 木賀大介 (東京工業大学)
Akio Kobayashi, Masahiko Uchiyama, Shun Asami, Daisuke Kiga.
(Tokyo institute of technology)

20種類のアミノ酸を指定する遺伝暗号表が解明されてしばらくの間、大腸菌からヒトまで当時調べられたすべての生物でこの暗号表が共通していたことから、この表に対して「普遍」遺伝暗号表という名前が与えられた。この表に記されるアミノ酸には基本的に、それぞれ専用のアミノアシル tRNA 合成酵素 (aaRS) が存在しており、この酵素がアミノ酸と tRNA とを結合させることで、両者の対応関係が規定されている。このような対応関係が 20 種類あることで、普遍遺伝暗号表には 20 種類のアミノ酸が記されている。

しかし実際のところ、この 20 種類の対応関係に規定される「普遍」から逸脱した、さまざまな暗号表も知られている。たとえば、グラム陽性菌でのグルタミンの場合のように、専用の aaRS が存在しないにもかかわらず 20 種類のアミノ酸を使用する暗号表が存在する。また、同様に、専用の aaRS を持たないセレノシステインも tRNA を介してリボソーム上でのタンパク質合成過程で取り込まれている。さらには、21 番目の aaRS によって新たなアミノ酸を遺伝暗号表に付け加える例が人工的に達成されただけでなく、同様の例が天然にも見出された。これらの事実は、進化の過程において、19 種類以下の aaRS によって規定される、19 種類以下のアミノ酸のみを含む原始遺伝暗号系が過去に存在したという仮説を支持する。

本研究では、現在よりも少数のアミノ酸のみを規定する原始的な遺伝暗号表が存在しえかを考察するために、本来はアスパラギンに翻訳されるコドンが別のアミノ酸に翻訳されることで 19 種類以下のアミノ酸のみをコードする、原始遺伝暗号表に相当するような人工遺伝暗号表を構築した。この暗号表は、アスパラギンを含まない無細胞タンパク質合成溶液に、tRNA 変異体を添加することで構築することができた。

現在までに、6 種類のアミノ酸について、これらを含まない人工遺伝暗号表を構築することができた。遺伝暗号を支えるシステムがこのような柔軟性を持つことは、過去においても 19 種類以下のアミノ酸によって構成される暗号表が存在したことをより強く示唆する。今後は、各種遺伝暗号表それぞれにしたがったタンパク質の人工進化過程を比較することで、遺伝暗号の進化能の進化をより深く考察することができると期待される。

31

ポリtRNA構造の起源とmRNA, rRNA, およびtRNA起源

Origins of poly-tRNA structure, and of mRNAs, rRNAs and tRNAs

大西 耕二 (新潟大学理学部, ohnishi@sc.niigatau.ac.jp)

Koji Ohnishi (Fac. of Science, Niigata Univ., Niigata 950-2181)

はじめに：ポリ-tRNA学説[1-4]は、Gram陰性菌によく保存されているtRNA遺伝子クラスターが初期ペプチド合成装置の痕跡であることを提唱したものである。この学説の著しい利点は、tRNAとアンチコドンとアミノ酸の対応関係の初期的関係の在り方のみならず、triplet codon が commaless にmRNA上に並んでいることの起源を自然体に説明できることである。アンチコドンとアミノ酸の特異的対応は、tRNAがdipeptideやtripeptideを合成する初期リボザイムとしての機能分子として機能した段階で成立し、より長いペプチドの合成装置として、原始tRNAの相互作用とによるポリtRNA構造が起源したと考えられる。

結果と考察：*Bacillus subtilis* の *trnD*, *trnB* のそれぞれ16個と21個からなるtRNAクラスターは、“MDF”、“NES”の2つのtri-tRNA域を共有するのみならず、“GCL” tri-tRNA域を広範な Eubacteria と共有する。

本発表においては、(i) “tRNA^{Gly}-tRNA^{Cys}-tRNA^{Leu}” 域と相同な領域をもつ mRNAs および 16S-rRNA域について、最近の解析結果を示す。

(ii) また、*E.coli* 16S-rRNA/*S.cerevisia* 18SrRNAの anticodon結合 A-site 構築領域の helix 28 region と tRNA^{Gly}との相同性、およびその周辺域を含む領域とtRNA^{Gly}tRNA^{Cys} 域との 相同性とその進化学的意義について述べる。

(iii) さらに、tRNAの 原始ウイロイドとしての由来可能性とそのHammer-head 様構造について述べ、原始tRNA^{Gly}-viroid の2次構造における anticodon域と認識塩基(CCA末端より4番目の塩基)との近接性を、清水 (Shimizu) の 4CN theory における主張との関連で述べる。

文献:

1. Ohnishi, K.: *Endocytobiology V*, Tubingen Univ. Press, 407-414, 1993
2. Ohnishi, K., et al.: *Viva Origino* 30:63-78, 2002.
3. Ohnishi, K., et al.: *Genome Informatics* 13: 71-61, 2002.
4. Ohnishi, K., et al.: *Genome Informatics* 16:94-103, 2006.

32

5- 位置換及び無置換ウリヂンヌクレオチドの好熱性細菌、 古細菌あるいはファージの DNA ポリメラーゼに対する基質特異性

Substrate specificity of 5-substituted and unsubstituted deoxyuridine 5'-triphosphate for
DNA Polymerases from thermophilic bacteria, archaea and phages

○沢井宏明、永島潤一、桑原正靖、北方里奈、田村壮広、松井郁夫* (群馬大、産総研生物
情報研究センター*)

Hiroaki Sawai, Junichi Nagashima, Masayasu Kuwahara, Rina Kitagata,
Takehiro Tamura, Ikuo Matsui*
(Gunma University, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*)

【序論】 RNAワールド仮説ではRNAは生命の起源の初期過程で生成し、生物情報の保持伝達と触媒作用を担ったと考えられている。さらに後の段階でRNAの情報保持伝達の役割がDNAに置き換わったと考えられる。RNAの構成ピリミジン塩基として、シトシン(C)とウラシル(U)が使われている。一方、DNAではシトシン(C)とチミン(T)が使われている。C、Uの5位は置換基は無く水素である。Tの5位置換基はメチル基となっている。ミラーらはUの5位がホルムアルデヒドと容易に反応し、5-ヒドロキシメチルウラシルとなり、次いで種々の求核試薬と反応することから、種々の5位置換基を持ったUがRNAワールドからDNAワールドへ移行する過程で重要な役割を果たしたと提唱している。5位に置換基を持つ修飾型RNAの一部がDNAに取り込まれ、その後の進化過程で現在のようになったとも考えられる。一方、超好熱性の古細菌、真正細菌は生物の系統樹の中で根本の近くにある古いタイプの生物であり、最初の生命は熱水環境で生まれたと言う説が有力である。そこで、種々のタイプの好熱性細菌、古細菌、及びファージ由来のDNAポリメラーゼが無置換のdUTPあるいは5位に置換基を持つdUTPを基質として取り込んで対応するDNAを生成するかどうかの検討をPCR及びプライマー伸長反応で行った。

【実験及び結果】 DNAポリメラーゼにはA-ファミリー(真正細菌由来のTaq, Tth及びファージT7由来)、B-ファミリー(古細菌由来のPwo, Pfu, Vent, KOD, Pho-B及びファージT4由来)、D-ファミリー(古細菌由来のPho-B)を用いた。基質としてdTTP, dUTPの他、5種の5位置換dUTP誘導体を検討した。pUC18プラスミッドDNAを鋳型に用いdATP, dCTP, dGTPの他、dUTP誘導体を基質に用いたPCRを行い、基質の取り込みによる対応するDNAの生成を検討した。更に、プライマー伸長反応により修飾基質の取り込み、および鋳型DNA上の修飾Uの読み過ぎしを検討した。真正細菌由来、古細菌由来、あるいはファージ由来のDNAポリメラーゼはそれぞれ、5位置換dUTPあるいは無置換dUTPの取り込み能はその5位置換基のタイプにより大きく異なることがわかった。これらの結果を基にDNAワールドの起源、進化について考察する。

33

5- 位置換及び無置換シチデンヌクレオチドの好熱性細菌、 古細菌あるいはファージの DNA ポリメラーゼに対する基質特異性

Substrate specificity of 5-substituted and unsubstituted deoxycytidine 5'-triphosphate for
DNA Polymerases from thermophilic bacteria, archaea and phages

○沢井宏明、永島潤一、桑原正靖、田村壮広、松井郁夫* (群馬大、産総研生物情報研
究センター*)

Hiroaki Sawai, Junichi Nagashima, Masayasu Kuwahara,
Takehiro Tamura, Ikuo Matsui*

(Gunma University, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*)

【序論】 RNA は生命の起源の初期過程で生成し、生物情報の保持伝達と触媒作用を担い、後の段階でRNAの情報保持伝達の役割がDNAに置き換わったと考えられている。RNAではピリミチン塩基としてシトシン(C)とウラシル(U)が使われている。一方、DNAではシトシン(C)とチミン(T)が使われている。C、Uの5位は水素であるのに対しTの5位置換基はメチル基となっている。何故、Cは両方で共通で、TとUは5位のメチル基の有無の違いがあるのだろうか？また、DNA複製後にDNA中の特定のCの5位がメチル化されて、5-メチルCがDNAの発現の制御に重要な役割を果たしている。一方、超好熱性の古細菌、真正細菌は生物の系統樹の中で根本の近くにある古いタイプの生物であり、最初の生命は熱水環境で生まれたと言う説が有力である。そこで、種々のタイプの好熱性細菌、古細菌、及びファージ由来のDNAポリメラーゼが5-MedCTPあるいは5位に置換基を持つdCTP誘導体を基質として取り込んで対応するDNAを生成するかどうかの検討をPCRで行った。

【実験及び結果】 DNAポリメラーゼにA-ファミリー(真正細菌由来のTaq, Tth及びファージT7由来)、B-ファミリー(古細菌由来のPwo, Pfu, Vent, KOD, Pho-B及びファージT4由来)、D-ファミリー(古細菌由来のPho-B)を用いた。基質としてdCTP, 5-MedCTPの他、5種の5位置換dCTP誘導体を検討した。pUC18プラスミッドDNAを鋳型に用いdATP, dTTP, dGTPの他、dCTPあるいはdCTP誘導体を基質に用いたPCRを行い、基質の取り込みによる対応するDNAの生成を検討した。真正細菌由来、古細菌由来、あるいはファージ由来のDNAポリメラーゼはいずれも5-MedCTPを天然基質であるdCTPと同様に効率よく取り込み、対応するDNAを与えた。一方、他の5位置換dCTPの取り込み能はその5位置換基のタイプ及びDNAポリメラーゼの相違により異なるが、全体として5位置換dCTP誘導体の取り込み能は5位置換dUTP誘導体の場合と比べ大きく低下することがわかった。これらの結果を基にDNAワールドの起源、進化について考察する。

34

人工タンパク質を用いたバイオミネラリゼーション

辻 融^{1,2}、小沼一雄³、山本晃⁴、飯島まゆみ⁵、芝清隆^{1,2}

¹(財)癌研究会癌研究所、²JST-CREST、
³(独)産業技術総合研究所、⁴(株)ペンタックス、⁵朝日大歯学部

Modulation of Precipitation and Morphology of Calcium Phosphate
by Artificial Proteins

Toru Tsuji^{1,2}, Kazuo Onuma³, Akira Yamamoto⁴, Mayumi Iijima⁵, Kiyotaka Shiba^{1,2}

¹Cancer Inst., ²JST-CREST, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), ⁴PENTAX Corporation, ⁵Asahi University

1 緒言

歯や骨の無機成分であるハイドロキシアパタイト(HAP)は、細胞外マトリクスにおいて、様々な生体分子との相互作用により形成される。これまでの試験管内析出実験により、コラーゲンやアメロジェニンは自己集合によりマクロな形態を決めるフレームワークとして、また酸性タンパク質は、結晶の核形成・転移・成長などの各段階に作用し得ることが示されている。我々は進化分子工学の手法に基づき、機能性人工タンパク質の創出法の確立を目指し研究を行ってきた。現在は、バイオミネラリゼーションを模倣し、穏和な生体内環境に近い条件で、リン酸カルシウムの析出や結晶成長を制御可能な人工タンパク質の創出と、医工学分野への応用に向けて検討を行っている。本研究では、骨や象牙質の細胞外マトリクスに発現する Dentin Matrix Protien1(DMP1)由来の二つの酸性ペプチド(A, B と命名)を組み合わせ、人工タンパク質の集団を作製し、それらのリン酸カルシウムの析出や形態形成に与える影響を調べたので、その結果を報告する。

2 実験

DMP1 由来の二つの酸性ペプチド A, B を、MolCraft 法により組み合わせ、A, B が色々な数や順序で組み合わせられた人工タンパク質の遺伝子集団を作製した。大腸菌を用いてクローニングしたのち、無作為に選んだ 18 種類のクローンを発現・精製した。各人工タンパク質のミネラリゼーション活性は、リン酸カルシウム過飽和溶液([Ca²⁺] = 2 mM, [PO₄³⁻] = 4 mM, pH = 8, 25°C)から HAP が生じる際の pH 変化の速さを指標に調べた。詳細な析出機構は時間分割静的光散乱測定により調べた。人工タンパク質が結晶の形態に与える影響は、走査型電子顕微鏡(SEM)により調べた。

3 結果と考察

上述のリン酸カルシウム過飽和溶液からは、反応初期にアモルファスリン酸カルシウム(ACP)が生じ、その後 HAP に転移した。pH アッセイでは、3種の人工タンパク質がタンパク質濃度依存的に明確な促進活性を示した。中でも人工タンパク質#64 は、核生成頻度を増加させること、および ACP から HAP への転移を早める機能をもつことが分かった。より低過飽和のリン酸カルシウム溶液([Ca²⁺] = 1.8 mM, [PO₄³⁻] = 1.08 mM, pH = 7.4, 25°C)に#64 を混合したところ、120 時間後に、球状の析出物を生じた。この析出物は、刃状のオクタリン酸カルシウム(OCP)が多数会合したものと推測される。#64 を含まない過飽和溶液からは、不規則構造の析出のみが観られた。このような人工タンパク質はチタンインプラントのハイドロキシアパタイトコーティングに利用できる可能性があると考え、現在検討中である。

35

耐熱性タンパク質の形成・進化過程

○錫林其其格¹、森陰早也香²、池原健二²

(¹奈良女大・人間文化・化、²奈良女大・理・化)

Origin and Evolutionary Process of Thermostable Proteins

Xilinqiqige¹, Sayaka Morikage² and Kenji Ikehara²

(¹Nara Women's Univ., Human Cult., ²Fac. Sci., Dept. Chem.)

【序論】近年、高温耐性タンパク質の安定性メカニズムを理解するための研究は原理とアプリケーション観点の両方から大きな注目を集めている。これまで、タンパク質の熱安定性には：①タンパク質表面のイオン・ペア（塩橋）ネットワークの存在②水素結合ネットワークの形成③タンパク質中心部での疎水性相互作用④アミノ酸側鎖間のパッキング密度の増大⑤サブユニットの多量体化⑥エントロピー効果（短いループやペプチド鎖）などが寄与していることが分かっている。

それに対して、私たちはタンパク質の二次構造の安定性もタンパク質全体の耐熱性獲得に重要な役割を演じているのではと考えて研究を行った。

【研究方法】タンパク質の二次構造内のアミノ酸配列と個々のアミノ酸の持つ二次構造形成能から計算によって求められるそれぞれの二次構造の安定性と、微生物の生育温度がタンパク質の耐熱性の程度を示しているとの考えに従ってタンパク質を使用している微生物の生育温度との関係を調べた。解析に必要なタンパク質のアミノ酸配列や立体構造に関する情報はPDBやEBI, NCBIなどから入手した。

【結果と考察】比較した高温菌（45℃以上）と常温菌（25-42℃）由来の相同なタンパク質35種類の内、耐熱化に伴って特異的に起こっていると思われる置換アミノ酸、それらの数及び形成している二次構造、三次構造（置換アミノ酸のタンパク質上の位置）などを調べた結果：（1）耐熱化に特異的なアミノ酸置換はタンパク質の内部（疎水領域）に存在するβ-シート内でより安定なアミノ酸に置換されている傾向が見られた。また、タンパク質内に形成されている二次構造毎にその安定性を調べた結果、（2）高温耐性タンパク質で特異的にそして高い確率で、タンパク質内部のβ-シート形成能が大きくなり、タンパク質表面のα-ヘリックス形成能が小さくなるという傾向が存在することを確認できた。即ち、タンパク質内部のβ-シートの安定化と表面α-ヘリックスの不安定化が水溶性で球状のタンパク質の耐熱性に寄与していることが分かった。

36

超好熱古細菌由来糖代謝関連酵素活性から見えてくる 酵素の進化

Prediction on evolution of the enzymes identified from thermophilic archaea
by functional analyses of the enzymes

河原林 裕(独・産総研、セルエンジニアリング研究部門)
KAWARABAYASI yutaka (RICE, AIST)

緒言:これまでに幾つかの超好熱古細菌ゲノムの全塩基配列が決定されている。この塩基配列から見出されるゲノム情報をモデル生物が用いている代謝経路に当てはめてみると、糖の代謝経路に関与する酵素の大部分は、見出す事が出来ない。これは、超好熱古細菌が有する酵素の配列がバクテリア由来既知酵素のものと大きく異なっている事を示唆する。さらにその配列の違いによる活性の違いの存在も推定される。これらの点は超好熱古細菌が有する糖代謝酵素の配列・活性情報を他の生物と比較する事で、超好熱古細菌が有する酵素の進化を推定できると考えられた。

方法:特に代謝経路を構成する酵素が見出される例の少ない糖代謝経路に含まれる酵素だと推定される超好熱古細菌 *Sulfolobus tokodaii* strain7 及び *Pyrococcus horikoshii* OT3 由来遺伝子の大腸菌内での発現を試みた。可溶性・耐熱性蛋白質として発現する事が出来た蛋白質について詳細な機能解明を行い、その活性の特徴をバクテリアや真核生物由来の既知酵素の活性と比較すると共に、アミノ酸配列の変異と活性の相関を推定を試みた。

結果:発現を試みた超好熱古細菌由来の遺伝子の内、約半数は可溶性・耐熱性蛋白質として大腸菌で発現する事が出来た。機能を解明する事が出来た 5 種類の蛋白質全てで、既知バクテリア酵素が有する以外の活性(異なる基質に対する活性)を有する事が見出された。これらの蛋白質は、既知酵素等と約 30%程度の相同性を示すだけであった。

考察:今回機能を詳細に解明する事が出来た酵素・遺伝子の配列相同性が既知バクテリア酵素とは低い事、古細菌には相同な遺伝子が共有されている例が見出される事、さらに既知酵素とは異なる活性が確認された事から、各酵素ファミリーの進化を考える上で古細菌酵素は特別な位置を占めるものだと考えられる。

37

現生生物の最後の共通祖先は超好熱菌だったのか？

-グリシルtRNA合成酵素の祖先型変異体の解析-

Was Commonote hyperthermophilic organism?

-Analysis of ancestral mutants of glycyl tRNA synthetase-

清水秀明、坂井伸伍、横堀伸一、山岸明彦（東京薬大・生命科学・分子生命）

Hideaki Shimizu, Shingo Sakai, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi

(Dept. Mol. Biol., Schl. Life Sci, Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

16S/18S rRNA 遺伝子に基づく分子系統解析から、現生生物の最後の共通祖先 (Comonote) は超好熱菌ではないかという仮説が提案されている。我々は、Comonote の持っていた蛋白質(酵素)の配列を推定して現在の酵素の配列を祖先の配列に近づけ(祖先型化)、その性質を実験的に調べることで、この仮説の検証を進めている。これまでの代謝系関連蛋白質の解析では祖先型化酵素は野生型酵素に比べて高い耐熱性を示し、Comonote は超好熱性であったことが示唆されている。今回、我々はこの仮説の更なる検証のため、解析対象を翻訳系まで広げ、祖先型化グリシル tRNA 合成酵素(GlyRS)の解析を行った。

まず、 α_2 型 GlyRS の分子系統解析を最尤法で行い、得られた最尤系統樹に基づいて Comonote での GlyRS のアミノ酸配列を推定した。推定したアミノ酸配列を現生の高度好熱性真正細菌 *Thermus thermophilus* の GlyRS の配列と比較し、両者でアミノ酸が異なる座位について *T. thermophilus* GlyRS の配列を1〜数座位のアミノ酸を祖先配列に変異させた変異酵素を作製し、その性質を解析した。作製した8種の変異酵素の内、6種の変異酵素で野生型酵素よりも高い耐熱性を示した。また、7種の変異酵素で、70°Cで野生型酵素よりも高い tRNA のグリシル化活性を示した。これらのことは、全生物の共通祖先、Comonote、が高い耐熱性を持った翻訳システムを持っていたことを示唆している。

GlyRSの解析を含めて、これまでの祖先型蛋白質の性質の解析に基づき、生物の初期進化について考察する。

38

超好熱古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来

フェニルアラニル-tRNA 合成酵素による tRNA 認識と進化

Recognition and Evolution of Phenylalanine tRNA by Phenylalanyl-tRNA Synthetase from Hyperthermophilic Archaeon, *Aeropyrum pernix* K1

土屋 渉¹、木村 真奈美²、長谷川 典巳^{1,2} (¹山形大学・院理工、²山形大学・理)

Wataru Tsuchiya, Manami Kimura and Tsunemi Hasegawa

(¹Graduate School of Science and Technology, Yamagata University,

²Faculty of Science, Yamagata University)

〔序論〕

遺伝情報の翻訳初期過程で機能するアミノアシル-tRNA 合成酵素(ARS)は、きわめて厳密にアミノ酸と対応するアミノ酸種 tRNA を認識し、対応しないアミノ酸と tRNA を識別することで、正確な遺伝暗号の翻訳を保証している。これまでに、真正細菌である大腸菌や真核生物である酵母においての tRNA 認識機構はよく解明されているにもかかわらず、古細菌の系での報告例は少ない。そこで、我々は日本で発見され、その全ゲノム配列が解析された超好熱好気性古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来のフェニルアラニル-tRNA 合成酵素 (PheRSAP) によるフェニルアラニン tRNA の分子認識機構を解明し、tRNA とアミノ酸に対する厳しい認識のメカニズムを明らかにし、その進化について考察することを目的として研究を行った。

〔実験方法〕

フェニルアラニル-tRNA 合成酵素は α サブユニットと β サブユニットから構成され、ヘテロ四量体構造 ($\alpha_2\beta_2$) をとることが他の生物種ですでに明らかにされている。そこで、 α サブユニットと β サブユニットについて His-Tag 融合型と野生型のそれぞれのタンパクを発現するベクター系を構築し、大腸菌 BL21 (DE3) CodonPlus 株に形質転換し、目的タンパク質を大量発現させた。個々に得られたサブユニットを 7M 尿素変性によるリフォールディングの後、ニッケルキレートカラムによるアフィニティー精製を行い、ヘテロ四量体構造をもつ PheRSAP の活性体を獲得した。フェニルアラニル化反応に用いる tRNA は、T7 RNA ポリメラーゼによる試験管内転写反応によって作製した。野生型および各種変異体フェニルアラニン tRNA 転写物を用いたフェニルアラニル化反応の活性を比較することによって、認識部位の解明を行った。

〔結果及び考察〕

各サブユニットを個別に発現させたところ、His-Tag の有無に関わらず β サブユニットは可溶性が高いのに対し、 α サブユニットは不溶性画分のみ存在した。そこで、 α 、 β サブユニットそれぞれに His-Tag 融合型と野生型を発現させ、様々な組み合わせで検討した結果、 α サブユニットに His-Tag を有する組み合わせ (H- $\alpha_2\beta_2$) のみが高い活性を示した。H- $\alpha_2\beta_2$ のフェニルアラニル化反応における至適 pH と至適温度を検討した結果、60°C、pH 8.0 で最も活性が高かった。異種生物間のフェニルアラニル化反応では、大腸菌と酵母のフェニルアラニン tRNA へのフェニルアラニル化反応は検出されなかった。各種変異体 tRNA によるフェニルアラニル化反応を検討した結果、アンチコドンでは 1 文字目 (34G) の認識が最も強く、また、D ループと識別位塩基 (73A) も認識に関与することを明らかにした。

39

尾索動物ミトコンドリア特異的アミノアシルtRNA合成酵素の解析 Analysis of urochordate mitochondrial aminoacyl tRNA synthetases

東正希、谷山美保子、山岸明彦、横堀伸一（東京薬大・生命科学・分子生命）
Masaki Higashi, Mihoko Taniyama, Akihiko Yamagishi, Shin-ichi Yokobori
(Dept. Mol. Biol., Schi. Life Sci, Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

原真核細胞に共生した真正細菌に起源を持つミトコンドリアは独自の遺伝情報系を持っている。進化の過程で、ゲノムの短縮と遺伝子の核ゲノムへの移行が進み、特に多細胞動物でその遺伝情報系の特殊化が進んだ。標準的な遺伝暗号表とは一部異なる遺伝暗号表の使用もそのひとつである。しかも、多細胞動物の多様化に伴い、系統ごとに一部異なるミトコンドリア遺伝暗号表が使われている。例えば、尾索動物ミトコンドリアでは、AUG のほか AUA も Met コドンであり、UGA は終止ではなく Trp コドン、GGN コドンに加えて AGA と AGG も Gly コドンである。tRNA にアミノ酸を結合させるアミノアシル tRNA 合成酵素(aaRS)は、その tRNA の構造(配列を含む)やアンチコドンの違いを認識して正しいアミノ酸を tRNA に結合させている。これらの事はミトコンドリアでは遺伝暗号表、tRNA、aaRS が核のゲノムとは異なる道を歩んで共に進化(共進化)してきたことを示している。ある tRNA を認識しアミノアシル化する aaRS が、そのアミノアシル化反応において結合させたアミノ酸とコドンが標準遺伝暗号表に従っていない場合、そのような反応を触媒する aaRS を解析することは遺伝暗号表の進化を理解する上で重要である。

例えば、MetRS の tRNA の重要な認識部位はアンチコドンであり、tRNA^{Met} ではそのアンチコドンは一般に 5'-CAU-3'である。ところが尾索動物ミトコンドリアでは AUG と AUA の 2 つの Met コドンを認識する tRNA^{Met} の遺伝子の候補として 5'-CAT-3' と 5'-TAT-3' のアンチコドンを持つ 2 種類の tRNA 遺伝子が報告されている。尾索動物の 1 種マボヤ *Halocynthia roretzi* では 5'-UAU-3' アンチコドンを持つミトコンドリア tRNA が発現していることが報告されている。5'-UAU-3' アンチコドンを持つ tRNA が tRNA^{Met} であるのか、さらにこの tRNA がどのように MetRS によって認識されるのかは、興味深い。

我々は、ミトコンドリアゲノムの全塩基配列および核ゲノムのドラフト配列が報告されており、EST 解析の進んでいる尾索動物の一種カタユレイボヤ *Ciona intesitinalis* について、ミトコンドリアで働くと考えられる MetRS 等の aaRS の遺伝子の探索を行い、その分子進化的な解析とその発現と機能解析を試みている。

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 Matusmoto, O. Kinetics of hydrolysis of ribonuclease polymers, in aqueous solution at elevated temperatures, Viva Origino 27, 107-118 (1999)

2. Bock, g. R. and Goode Ed., Evolution of hydrothermal ecosystems on Earth, Ciba foundation symposium; pp. 202, John Wiley & sons Ltd., England, 1996

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

XII. 図表は英語で作成する。

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

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

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

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

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

XV. 標準使用とされているアプリケーションの

使用が困難な場合には、個別、柔軟な対応が可能である。

III. 論文の提出と受理

1. 原稿は E-mail で、添付書類により、下記の Viva Origino 編集委員長宛に提出する。その際に、必要事項を入力した投稿規定添付ファイル（別紙または学会ホームページからダウンロード可能）も一緒に送付すること。ただし、E-mail で送付不可能な場合は原稿原本、コピー1部、外部記憶装置に保存した原稿のファイルを下記に郵送する。
〒599-8531 大阪府堺市学園町 1-1
大阪府立大学大学院工学研究科物質・化学系専攻応用化学分野 川村 邦男
TEL : 072-254-9284 (直通),
FAX : 072-254-9910 (学科共通)
E-mail:kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp
2. 投稿受理日は、原稿が事務局に到着した日とする。ただしレフェリーの指摘による訂正などで、再提出が著しく遅れる場合には、再提出日を受理日とすることが

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

IV. 投稿の資格

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

V. 校正

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

VI. 掲載経費の負担

なし。

XI. 別刷

著者は、校正時に同封した申込用紙により別刷を有料で申し込むことができる。

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

投稿規定添付書類

表中に必要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 9 8
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 9 8 表 1 マイクロソフトエクセル 9 8
画像作成に使用したアプリケーション名	例 図 3 フォトショップ
図表の保存形式	jpg または gif

生命の起原および進化学会
入会金および年会費クレジットカード支払フォーム

カードの種類 VISA

カード番号 (16桁)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

カード有効年月 (MM/YYYY)

		/				
--	--	---	--	--	--	--

カード名義人 _____

支払金額 _____ 年度から _____ 年度までの会費として
¥ _____ 支払います

署名 (自署) _____

署名の日付 _____

連絡のための email あるいは電話番号 _____

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

生命の起原および進化学会事務局

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2

京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究部門 藤井 紀子、江藤 浩子

tel&fax 072-451-2630

生命の起原および進化学会

<2006、2007 年度役員>

名 誉 会 長 野田 春彦
会 長 池原 健二
副 会 長

[運営委員会]

委 員 長：池原 健二 (奈良女子大学理学部化学科 ikehara@cc.nara-wu.ac.jp)
会計責任者：島田 秋彦 (筑波大学生命環境科学研究科生物機能科学専攻 ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp)
事務責任者：藤井 紀子 (京都大学原子炉実験所放射線生命科学部門 nfuji@HL.ri.kyoto-u.ac.jp)
編集責任者：川村 邦男 (大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻応用化学分 kawamura@chem.osakafu-u.ac.jp)
委 員：今井 栄一 大西 耕二 小林 憲正 長谷川 典巳 三田 肇 山岸 明彦
会計監査：浦田 秀仁 後藤 公彦

学会事務局

〒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
Tel : 072-451-2496, Fax : 072-451-2630 E-mail: nfuji@HL.ri.kyoto-u.ac.jp
責任者 藤井 紀子

経理局

〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学生命環境科学研究科生物機能科学専攻
Tel : 029-853-4367 E-mail : ashimada@kankyo.envr.tsukuba.ac.jp
責任者 島田 秋彦

編集局

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

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

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

2008 年 3 月 1 日 印 刷

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

2008 年 3 月 1 日 発 行

編集者

Viva Origino
印刷物

〒599-8531 大阪府堺市学園町 1-1 大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻
応用化学分野内

生命の起原および進化学会編集局 責任者 川村 邦男

Web 版
Viva Origino
編集局

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2 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

〒630-8506 奈良市北魚屋西町
生命の起原および進化学会運営局 責任者 池原 健二

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

Xilingqige, Sayaka Morikage and Kenji Ikehara :

Origin and Evolutionary Process of Thermostable Proteins..... (45)

Kawarabayashi yutaka :

Prediction on evolution of the enzymes identified from thermophilic
archaea by functional analyses of the enzymes (46)

Hideaki Shimizu, Shingo Sakai, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi :

Was Common ancestor hyperthermophilic organism?

-Analysis of ancestral mutants of glycyl tRNA synthetase-.....(47)

Wataru Tsuchiya, Manami Kimura and Tsunemi Hasegawa :

Recognition and Evolution of Phenylalanine tRNA by Phenylalanyl-tRNA
Synthetase from Hyperthermophilic Archaeon, *Aeropyrum pernix* K1..... (48)

Masaki Higashi, Mihoko Taniyama, Akihiko Yamagishi, Shin-ichi Yokobori :

Analysis of urochordate mitochondrial aminoacyl tRNA synthetases..... (49)

Characterization of phosphatase in extreme environment soils.....	(32)
Yuhei Mori, Yuichi Kaji and Noriko Fujii :	
Racemization of aspartyl residues in the protein of laminin.....	(33)
Tooru Nakamura, Yutaka Sadakane, Tadatoshi Kinouchi, Takeshi Saito, Noriko Fujii :	
Analysis for the rate constants of racemization at aspartyl residues in human alpha A-crystallin	(34)
Hidehito Urata, Eriko Ikeda, Hisafumi Hara, Shun-ichi Wada and Masao Akagi :	
Effects of Chirality on the Chemical Stability of Ribonucleotide	(35)
Yuiha Yamaji and Koji Tamura :	
The relationship between the origin of the genetic code and riboswitches.....	(36)
Koji Tamura :	
Stereochemical basis for an operational RNA code.....	(37)
Asami Takahira and Kenji Ikehara :	
Evidence for GC-NSF(a) Hypothesis on Original Gene Formation	(38)
Tamami Fukuda and Kenji Ikehara :	
Catalytic Activities of Random[GADVE]octamer	(39)
Akio Kobayashi, Masahiko Uchiyama, Shun Asami, Daisuke Kiga :	
Construction of another genetic code	(40)
Koji Ohnishi :	
Origins of poly-tRNA structure, and of mRNAs, rRNAs and tRNAs	(41)
Hiroaki Sawai, Junichi Nagashima, Masayasu Kuwahara, Rina Kitagata, Takehiro Tamura, Ikuo Matsui :	
Substrate specificity of 5-substituted and unsubstituted deoxyuridine 5'-triphosphate for DNA Polymerases from thermophilic bacteria, archaea and phages.....	(42)
Hiroaki Sawai, Junichi Nagashima, Masayasu Kuwahara, Takehiro Tamura, Ikuo Matsui :	
Substrate specificity of 5-substituted and unsubstituted deoxycytidine 5'-triphosphate for DNA Polymerases from thermophilic bacteria, archaea and phages.....	(43)
Toru Tsuji, Kazuo Onuma, Akira Yamamoto, Mayumi Iijima, Kiyotaka Shiba :	
Modulation of Precipitation and Morphology of Calcium Phosphate by Artificial Proteins	(44)

Hosogai Tomohiro , Taniuch Toshinori , Ubukata Masaaki, Motoyama Takuya, B. N. Khare, C. P. Khare, Kaneko Takeo, Kobayashi Kensei :	
Charactarization of simulated Titan tholin	(23)
Kazuki Naganawa, Yohei Tanaka, Yoshinori Takano, Manabu Fukui, Hajime Mita, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi :	
Determination of Amino acids strongly bound to mineral matrix in cosmo - and geochemical samples.....	(24)
Yasuyuki Sato, Takeo Kaneko, Hasegawa Nao, Kobayashi Katsumi, Naganuma Takeshi, Kobayashi Kensei :	
Alteration of extraterrestrial organic compounds by high velocity impact and irradiation	(25)
Toshinori Taniuchi, Tomohiro Hosogai, Yoshinori Takano, Satoshi Yoshida, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi :	
Formation and Alteration of Complex Organics in Extraterrestrial Conditions	(26)
Hironari Kurihara, Ueki Taishi, Yoshinori Takano, Takeo Kaneko, and Kensei Kobayashi :	
Transformation of abiotically-formed complex organic compounds in high-temperature and high-pressure environments.....	(27)
Kazumichi Nakagawa :	
The first event “Miller’s experiment” at the Association of the Society for the Study of the Origin and Evolution of Life JAPAN.....	(28)
 <Special Lecture 2>	
Masatoshi OHISHI :	
Recent Topics on the Organic Species in the Universe by the Astronomical Observations	(29)
 <Special Symposium>	
Koichiro Matsuno :	
Looking Back and Beyond	(30)
Tairo Oshima :	
Retrospectives and Perspectives of My Studies on Chemical Evolution.....	(31)
 <General Contributions>	
Shuji Sato, Yuki Ito, Yoshinori Takano, Manabu Fukui, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi :	

Kensei Kobayashi, TANPOPO WG :

Exposure and Capture of Extraterrestrial Organics on the Exposure Facility of International Space Station (11)

Sayaka Yabushita, Kensei Kobayashi, Kyoko Okudaira, Hajime Yano and

Akihiko Yamagishi :

Stability of amino acids by High-velocity impacts and radiation on (12)

<General Contributions>

Kenji Shimizu, Tsukasa Okamoto, Yukio Sato and Yoichi Hirose:

Experimental Study on Formation Amino acids Using Discharge Plasma (13)

Tetsu Mieno and Sunao Hasegawa :

Titan satellite would be a carbon factory in space (14)

Toratane Munegumi, Satoshi Amagai, and Keisuke Aoki :

Chiral Differentiation of Chiral Active Esters of Amino Acid Derivatives in Peptide Formation Reactions (15)

Jun-ichi Takahashi :

Role of Circularly Polarized Light in Chirality Emergence (16)

M.Tanaka,K.Nakagawa :

Chemical evolution from glycine to peptide by irradiation of vacuum ultraviolet light (17)

Norio Kitadai, Tadashi Yokoyama, Satoru Nakashima :

ATR-FTIR spectroscopy of amino acids adsorption on amorphous silica surface .. (18)

Tomoya Ogawa, Souichiro Shima, Masahito Hosaka, Masahiro Katoh,

Takeshi Naganuma, Katsumi Kobayashi, Hajime Mita, V.Tsarev,

Takeshi Saito, Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi :

Photolysis of Isovaline by UV- , X- rays and particles (19)

Y. Izumi, M. Tanaka, A. Imazu, A. Mimoto, K. Nakagawa, M. Tanaka,

A. Agui, T. Muro :

Circular Dichroism Spectroscopy of Alanine in Soft X-ray Region (20)

E. Imai & H. Honda :

Prebiotic oligomerization of amino acids in protenoid maicrosphere in hydrothermal environments (21)

Mihoko Kunita, Shigeru Sarakuzawa :

Adsorption of phosphate on microspherical structure of thermal heterocomplex molecules from amino acid (22)

**The 33th Annual Meeting of the SSOEL-Japan
(Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences : March 16-18)**

<General Contributions>

Koji Ohnishi :

Origin of Life as a cognitive self-replication operator: Emergence and evolution from simple harmonic oscillator to self-learning cognitive machine..... (1)

Koji Ohnishi and Tomoe Saitou :

Statistical estimation for the topology of molecular phylogenetic tree reconstructed by synapomorphy (2)

Masaomi Hatakeyama, Takashi Hashimoto :

The diversification of proto-cell size driven by membrane permselectivity..... (3)

Jou Moriguti :

Experimental Study on Direct Formation Amino acids from Bintyou-charcoal..... (4)

Seisuke Kano :

UV/Vis lamp light Irradiation to amino acids with hydroxyapatite..... (5)

<Special Lecture 1>

Eiichi Tajika :

Condition and evolution of habitable planets..... (6)

<Symposium 1>

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

M. Yamashita :

TANPOPO: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture..... (7)

Yinjie Yang :

The culturable extremophiles above the troposphere (8)

Hajime YANO, Makoto TABATA, Hideyuki KAWAI, Kyoko OKUDAIRA,

Akihiko YAMAGISHI and TANPOPO Project Team :

Intact Capture of Micrometeoroids and Terrestrial Microbes with

Ultra Low-dense Aerogel: Development of the "TANPOPO" module

onboard the ISS-JEM-Exposed Facility (9)

Kenta Fujisaki, Sayaka Yabushita, Shinichi Yokobori, Yang,

Takeshi Naganuma, Katumi Kobayasi, Kensei Kobayashi,

Akihiko Yamagishi, TANPOPO WG :

The high-speed collision of a microbe, and a irradiation experiment..... (10)

Viva Origino Vol. 36 Supplement

March 2008

Contents

© The 33th annual meeting of the SSOEL- JAPAN (Abstracts)

Akihiko Yamagishi (1)