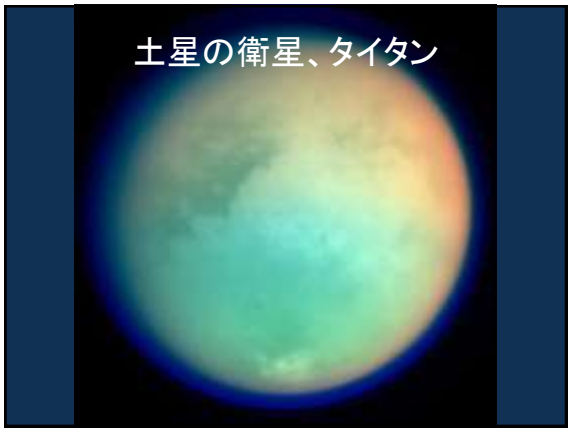
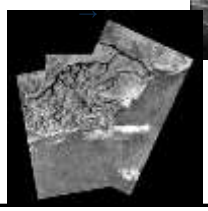


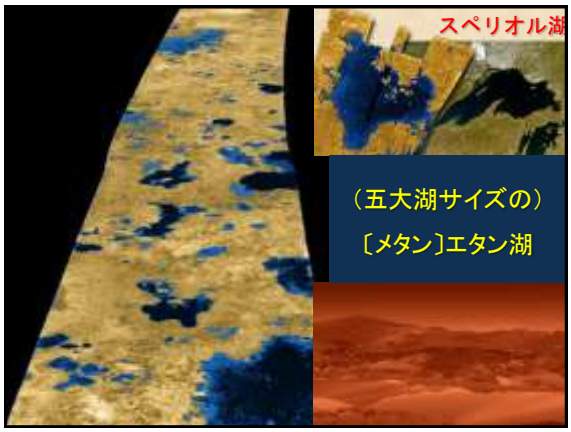
カッシーニ・ホイヘンス計画（2004-）
土星の衛星タイタンに生命を探る

←タイタンの湖

高度16 km
からの写真
→



←川のような地形

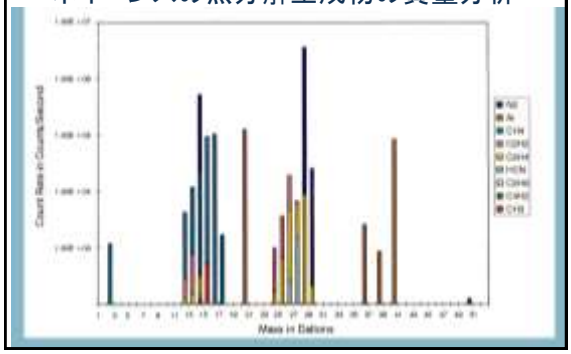


カッシーニ・ホイヘンス計画（2004–）
土星の衛星タイタン

↑タイタン着陸直後のホイヘンス (ESA)
Huygensにより撮影されたTitan表面→
NASA/ ESA/ University of Arizona提供

水の氷？→

タイタンで有機物が見つかっている。
ホイヘンスの熱分解生成物の質量分析



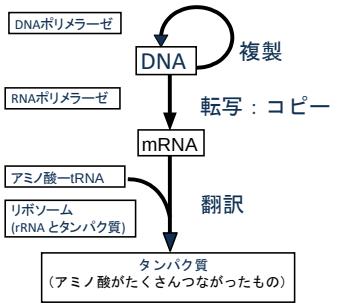
TandEM/TSSM　NASA・ESA
タイタンーエンセラダス探査計画

メタンの中の細胞膜は内外が逆：蛍光顕微鏡で探す

生命がどう誕生したか

RNAワールド

遺伝のしくみ



8

自己複製系形成過程の矛盾

- DNAからDNAへの複製
- DNAからRNAへの転写
- RNAからタンパク質への翻訳
- 反応の触媒はタンパク質

9

RNAはDNAの代わり？

- RNAをゲノムとして持つウィルス
- 現在もRNAからタンパク質ができる（mRNA, tRNA, rRNA)

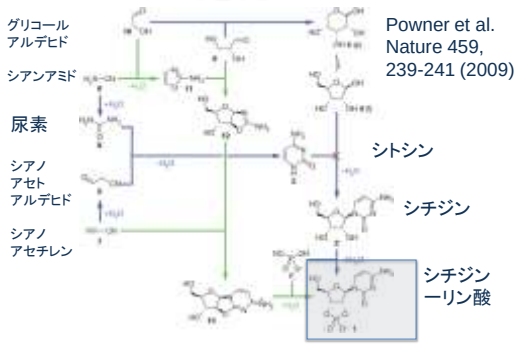
10

RNAがタンパク質の代わり？

- リボザイムの発見
  - RNAが自己触媒的に除去される （Cech, T. R.)
- 酵素の補酵素にRNAやその誘導体
  - ATP, CTP, NAD, FAD
- リボソームの中でタンパク質合成はRNAが行っている。

11

RNAができたか？

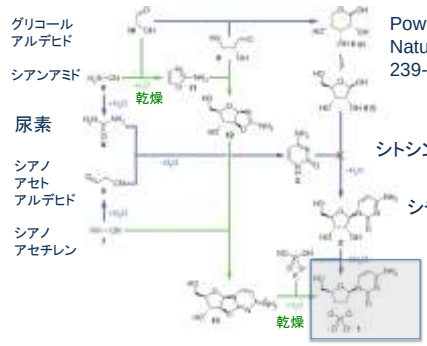


Powner et al.
Nature 459,
239-241 (2009)

生命誕生の場：諸説

- 重要な点：濃縮、反応の推進
- 暖かい池
- 粘土
- 熱水噴出孔：鉄硫黄
- 地下
- 火星
- 結論： 陸上温泉

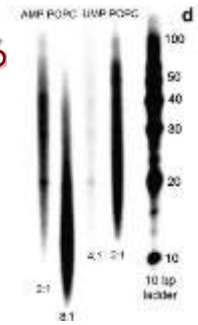
陸上での核酸の合成



Powner et al. Nature 459, 239-241 (2009)

RNAは温泉で重合する

核酸単量体（AMP)をリポソームと一緒に、乾燥と湿潤を繰り返すとRNAの重合が起きた



Deamer , D. W. and Pashley, R. M., *Orig. Life Evol. Bioshph*. **19**, 21-33 (1989)

15

生命の起源陸上温泉説

- 細胞内部はK^+/Na^+が高い。
- 化学的状況が進化で保持される。
- 海水は K^+/Na^+が低い。
- 陸上温泉の蒸気は、 K^+/Na^+が高い。

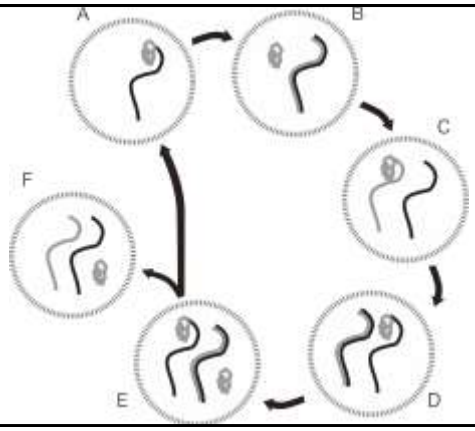
Mulkidjanian et al. Proc.Natl.Acad.Scie. Early ed.

16

生命の起源は陸

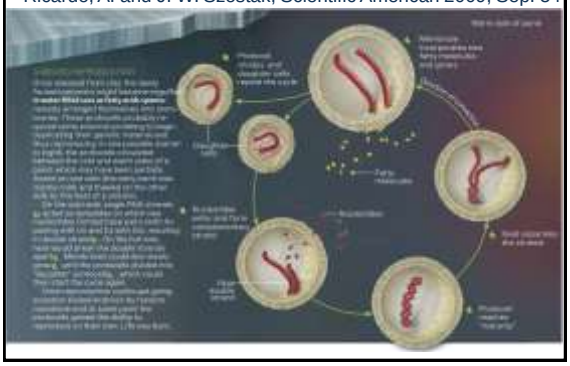
- 活性型RNA合成は陸
- 核酸重合は陸
- カリウムイオンの濃集は陸上温泉

17



リポソーム　RNAワールド

Ricardo, A. and J. W. Szostak, Scientific American 2009, Sep. 54



地球外の天体に生命が誕生したとすると、どのような生命か？

核酸？
塩基はAGCTU？
アミノ酸？
20種のアミノ酸？
脂質膜？
水以外の溶媒？
炭素、窒素、水素、酸素、リン以外の元素？

2012/06/01

宇宙における生命の起源

そもそも生命とはなんぞや
なにを材料として生命が誕生したか
どのように生命が誕生したか
なにをどのように探せばよいか
もう一つの生命を探す
Are we alone in the Universe?

2012/06/01

どうやって、植物、ほ乳類、は虫類など、多様に進化したのでしょう？

22

Darwin, C. 1859, p. 5, On the origin of species, 1st ed.

- As many more individuals of each species are born than can possibly survive; and as, consequently, there is a frequently recurring struggle for existence, it follows that any being, if it vary however slightly in any manner profitable to itself, under the complex and sometimes varying conditions of life, will have a better chance of surviving, and thus be *naturally selected*. From the strong principle of inheritance, any selected variety will tend to propagate its new and modified form.

23

ダーウィン 「種の起源」

- 「生存可能な数よりも多くの子孫がそれぞれの種からうまれる。そのため、生存のための競争が頻繁に繰り返される。その結果、複雑な時々変化する生存条件の中で、もしほんの少しでも何らかの点で有利であるような個体があると、その個体にはより大きな生存の機会が生じ、その結果、その個体は自然によって選択されることになる。強力な遺伝のしくみにより、選択された個体のもつ変化した新しい性質は広がっていくことになる。[Darwin, C. 1859, p. 5, On the origin of species, 1st ed.]」

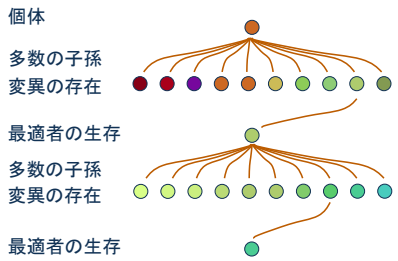
24

自然選択説

- 限られた資源
- 生物の多産
- 変異の存在
- 最適者の生存
- 自然による選択

25

ダーウィン型進化



26

ウマの進化

ウォーレス生物学　東京化学同人

適応進化：環境への適応

27

適応進化

収斂進化：違う生物が似た環境で似てくる事

ウォーレス生物学　東京化学同人

28

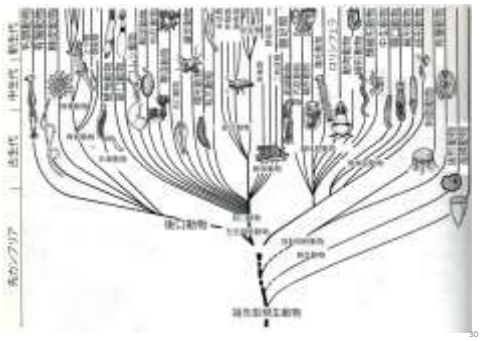
ダーウィンのフィンチ

ウォーレス生物学　東京化学同人

適応放散：様々な環境への適応

29

カンブリアの大爆発



30