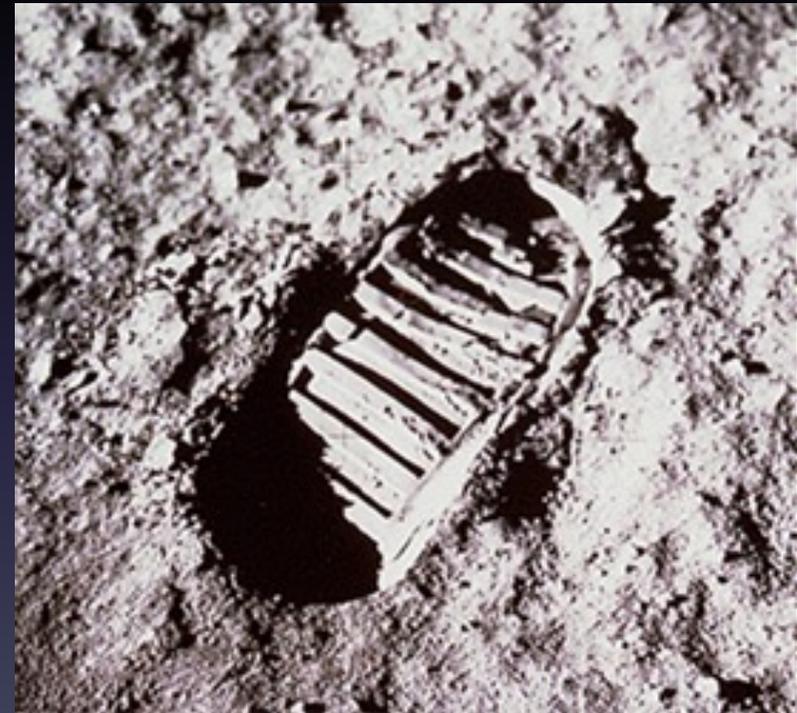


粉のスケール、宇宙のスケール

磯部洋明

京都大学大学院総合生存学館

宇宙総合学研究ユニット



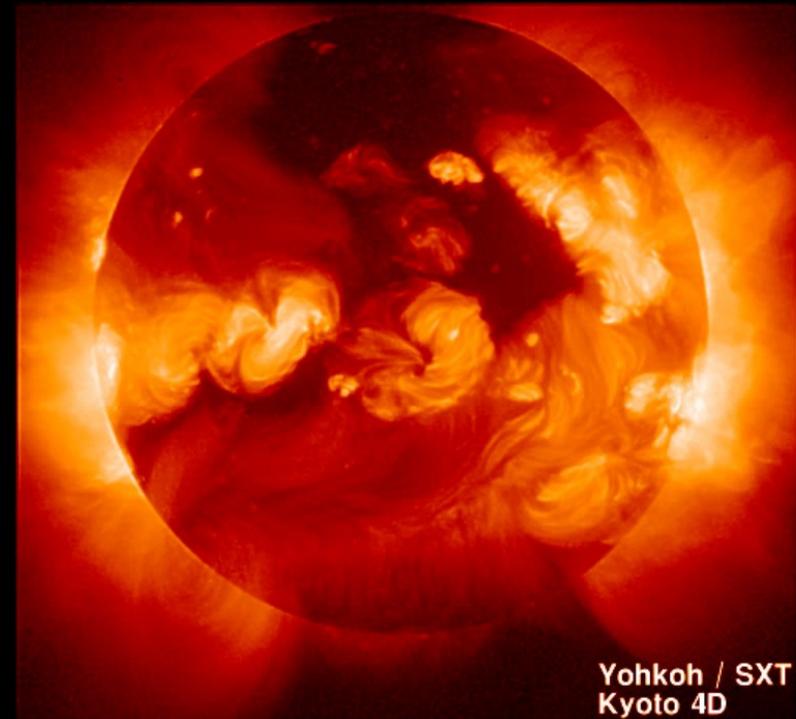
NASA

粉体工業展大阪2015 2015年10月14日

自己紹介

- 2005年 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻修了
- 専門：太陽物理学、宇宙プラズマ物理学
- 宇宙人類学、宇宙倫理学などの人文系宇宙研究も
- 宇宙とアート、宇宙落語なども
- 粉とのつながり...

1992/01/12



月の粉

月の表面はレゴリスと呼ばれる「粉」に覆われている。

平均的な大きさは数 $10\mu\text{m}$

様々な鉱物、ガラス質からなり、太陽風中の水素などのガスも吸着している
=>月面基地等の資源に

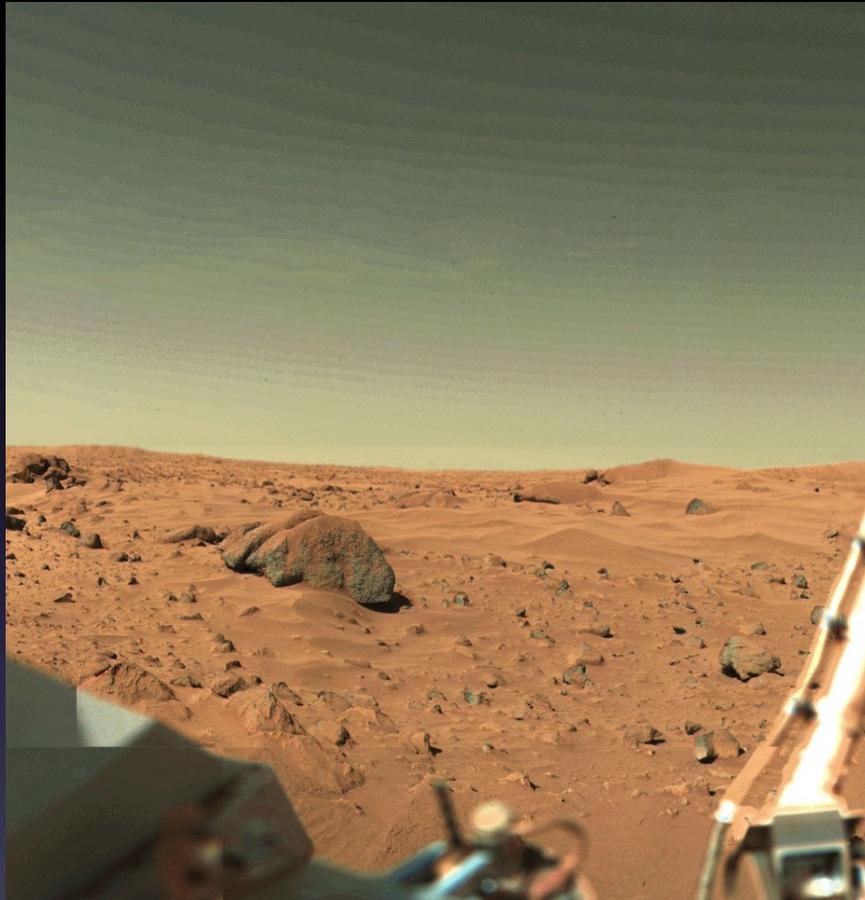
精密機器への混入や、宇宙飛行士の吸引による健康被害などの問題

粉体工業なくして
月面開発無し！



火星の粉、というか砂

NASA



NHK NEWSWEB

2015年（平成27年）10月1日【木曜日】

トップページ > 科学・医療ニュース一覧 > 火星には今も水が存在か 観測結果を発表

ニュース詳細

火星には今も水が存在か 観測結果を発表

9月29日 0時14分



赤い惑星、火星には今も水があって、季節や地域によっては地表を流れているとする観測結果をアメリカの研究チームが発表し、火星では今も水が存在している可能性を示す新たな成果として注目されています。

これは、NASA = アメリカ航空宇宙局がイギリスの科学雑誌「ネイチャー・ジオサイエンス」の電子版で発表したもので、火星の周りを回る探査機を使って火星の地表を調べました。

なかでも注目したのは、温度が上がると火星の特定の地域に現れて、温度が低くなると消える黒い「筋」で、山肌に沿って細く伸びる姿は水の流れるように見えるため、上空から赤外線などを使ってその成分を詳しく分析しました。

その結果、黒い「筋」から水と塩類の化合物が観測され、研究チームは黒い「筋」は塩類を多く含んだ水が火星の地表を流れた跡である可能性が高いとしています。

水もあるらしい

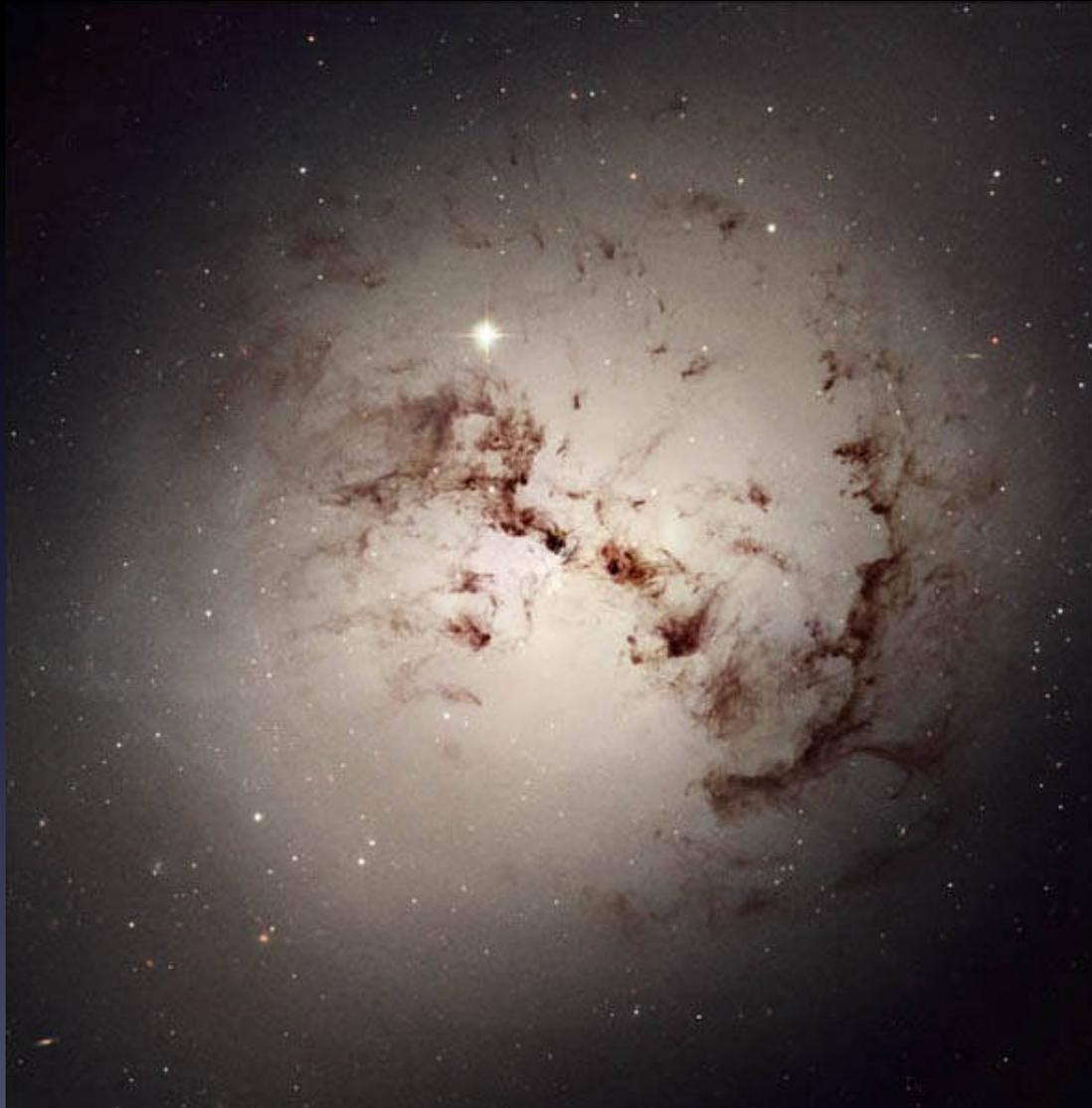
粉体工業なくして火星植民も無し！

粉のマジック：火星の青い夕焼け

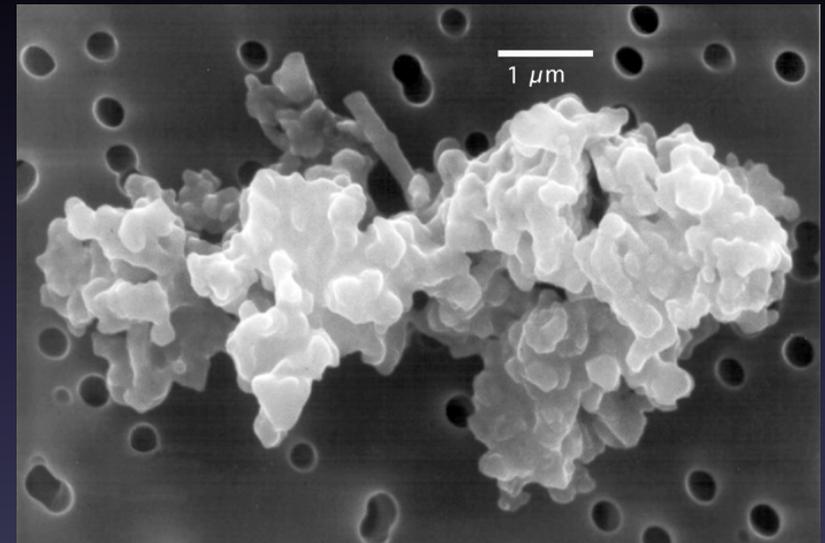


大気中の塵（粉）のMie散乱により赤い光が選択的に散乱されるため

宇宙に漂う粉（塵）



NASA



Donald E. Brownlee and Elmar Jessberger,

地球は粉からできている！

この宇宙における粉のでき方

- 宇宙空間での重元素の合体成長
 - こうしてできるダスト粒子が地球や月などの固体天体の材料になる
- 大気を持つ天体上の風化
 - 地球や火星の砂
- 大気のない天体上での流星の衝突や昼夜の温度変化
 - 月や小惑星のレゴリス
- (知的) 生命活動

粉はどこから来たのか？粉とは何者か？粉はどこへ行くのか？



ポール・ゴーギャン（ボストン美術館所蔵）

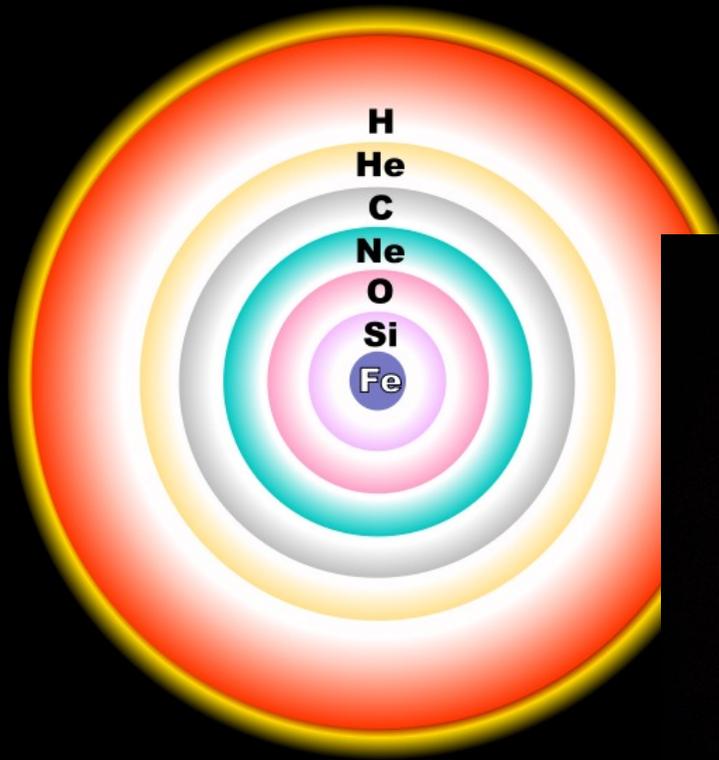
ビッグバン直後の宇宙

原子は水素とヘリウムのみ。

銀河ができ、星ができる

Galaxy Cluster SDSS J1004+4112: "Quintuple Quasar"  HUBBLESITE.org

星の中で核融合がおき、様々な元素が合成される



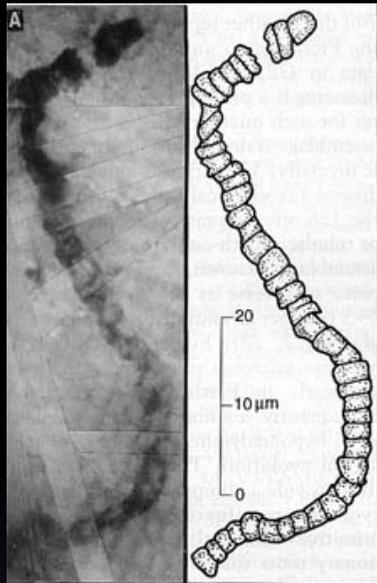
星の死とともに、内部で作られた元素が宇宙空間にばらまかれる



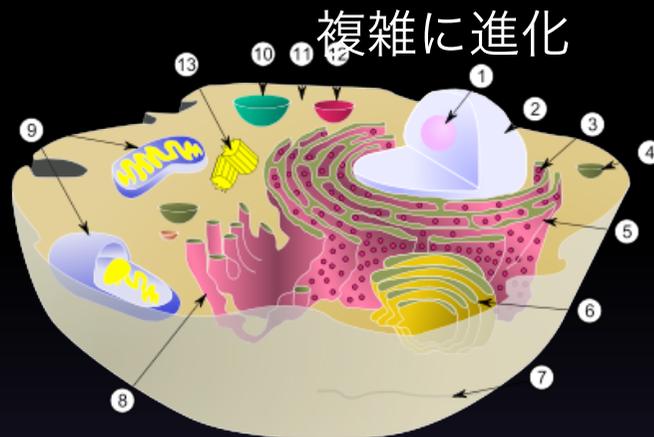
宇宙誕生の約92億年後、今から約46億年前に太陽系誕生。

「宇宙の粉」が集まって岩石惑星・地球ができた

重元素や、それが集まったダスト（宇宙で最初の粉！）が宇宙空間に増えてくる



生命が生まれる



複雑に進化

もっと複雑に進化



粉を挽き始める



知性の獲得

粉を挽いているのは、我々地球上の生命だけか？

ドレイク方程式

N: 銀河系内の交信可能な地球外文明の数

$$N = Rf_p n_e f_l f_i f_e f_d L$$



$R =$

1年間に銀河系の中で生まれる恒星の数

$f_p =$

生まれた恒星が惑星をもつ確率

$n_e =$

惑星を持つ恒星あたりの生命生存に適する惑星の数

$f_l =$

そのような惑星に生命が生まれる確率

$f_i =$

生まれた生命が知的に進化する確率

$f_e =$

その生命が交信手段を持つ確率

$f_d =$

その生命が交信を望む確率

$L =$

文明の寿命

修正ドレイク方程式

N: 銀河系内の交信可能かつ粉を挽いている地球外文明の数

$$N = R f_p n_e f_l f_i f_e f_d f_d L$$

$R =$	1 年間に銀河系の中で生まれる恒星の数
$f_p =$	生まれた恒星が惑星をもつ確率
$n_e =$	惑星を持つ恒星あたりの生命生存に適する惑星の数
$f_l =$	そのような惑星に生命が生まれる確率
$f_i =$	生まれた生命が知的に進化する確率
$f_e =$	その生命が交信手段を持つ確率
$f_d =$	その生命が粉を挽いている確率
$f_d =$	その生命が交信を望む確率
$L =$	文明の寿命



R: 1年間に銀河系の中で誕生する恒星の数
(かなりよく分かっている)

~10個くらい

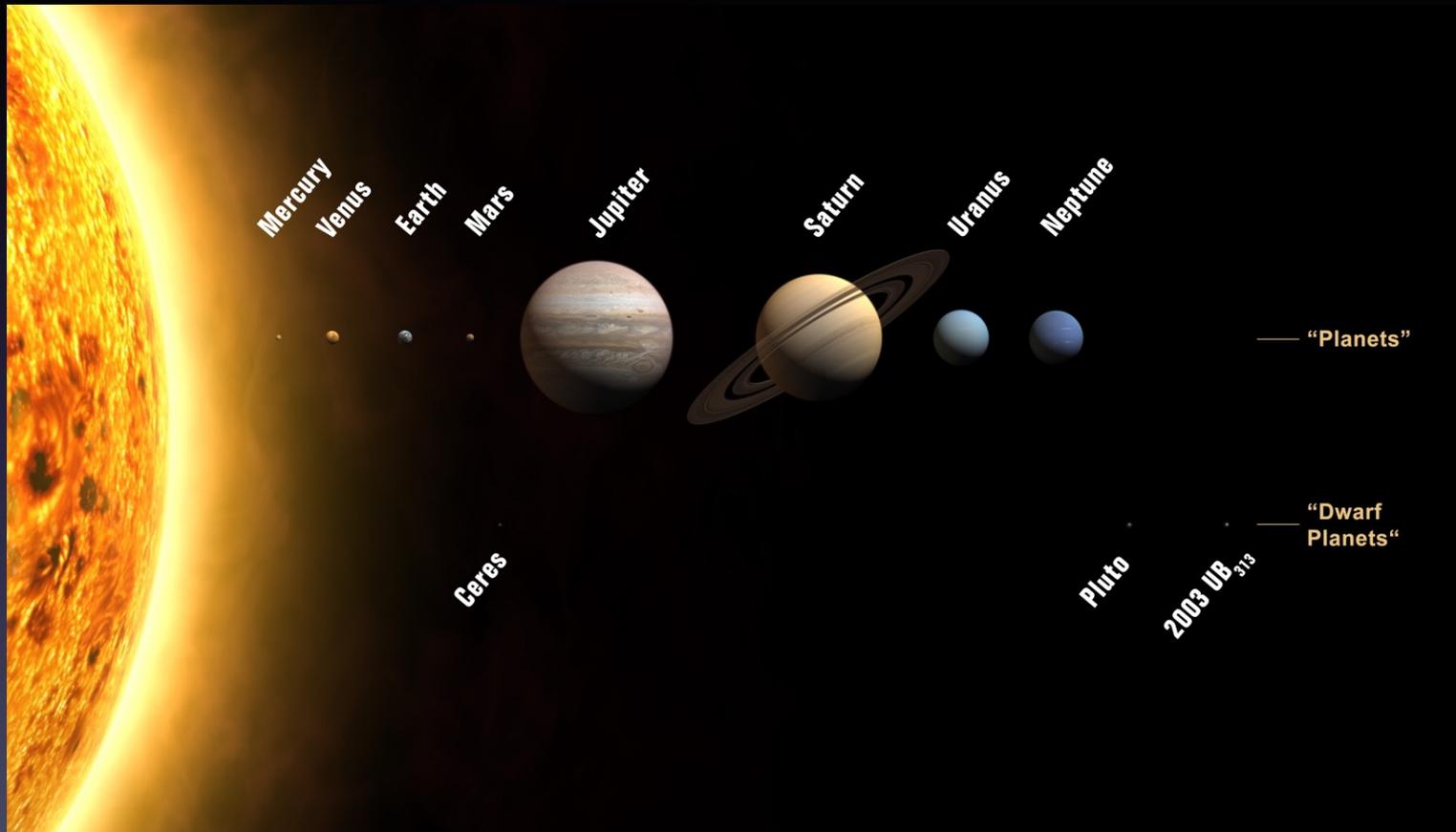


銀河系の中には約1000億個の星があり、毎年10個くらい生まれて同じくらい死んでいる

fp:生まれた恒星が惑星をもつ確率
(わりと分かっている)

～ほぼ100%

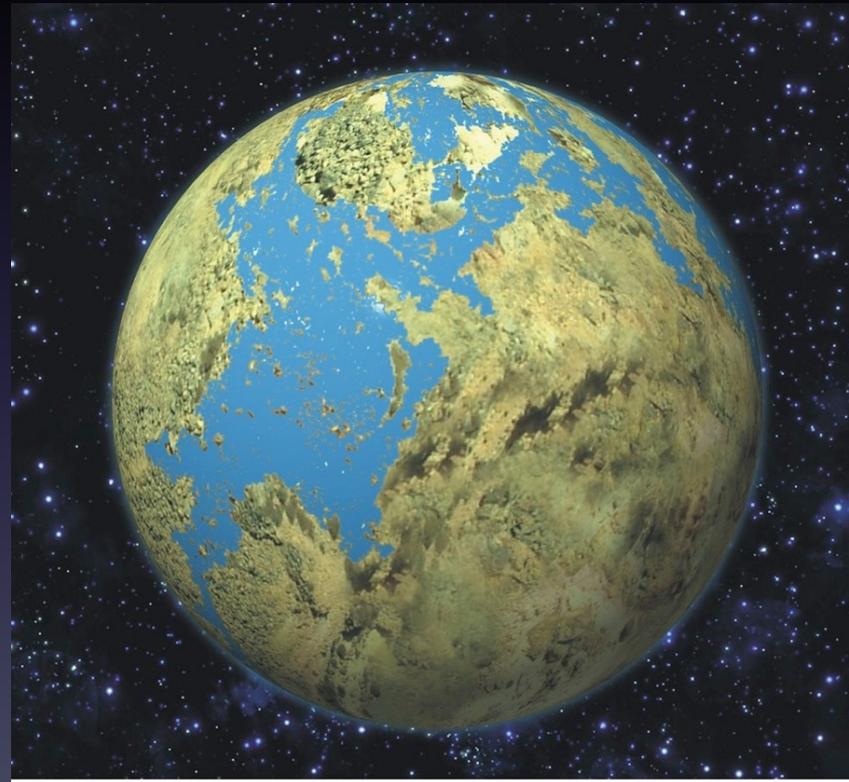
(50%くらいかも) しれないが50%も100%も対して変わらない



太陽系以外の恒星系でも、ぞくぞくと惑星が見つかりだしている。

ne:惑星を持つ恒星あたりの
生命生存に適する惑星の数
(だんだん分かり出している)

~1個くらい
(少し甘い見積もりかも?)



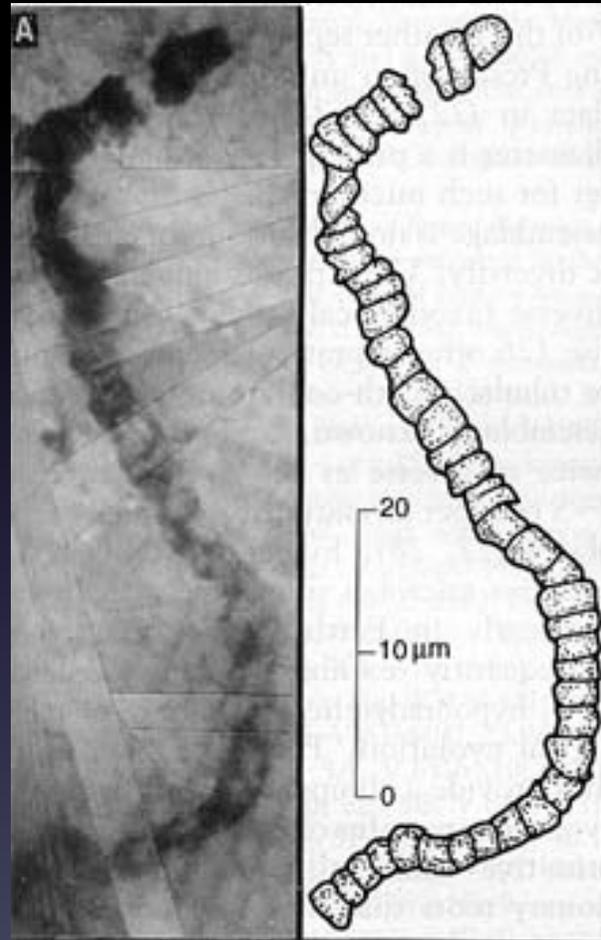
Earth-like exoplanet

Courtesy of Julian Baum Take 27 Ltd

液体の水が存在できそうな惑星も見つかりだしている。

fp: 惑星に生命が生まれる確率

???

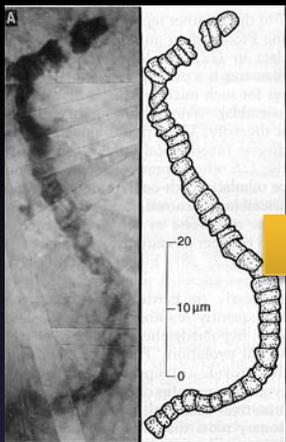


見つかった地球上で
最古の生命の化石。
約35億年前の地層から。

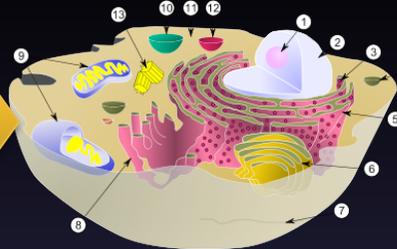
地球上の生命は全て先祖は同じ。だからわたしたちは「たった一つの例」しか知らな

fi: 生まれた生命が知的に進化する確率

???



原始的な生命



複雑な細胞



多細胞生物



わりと知的な生物



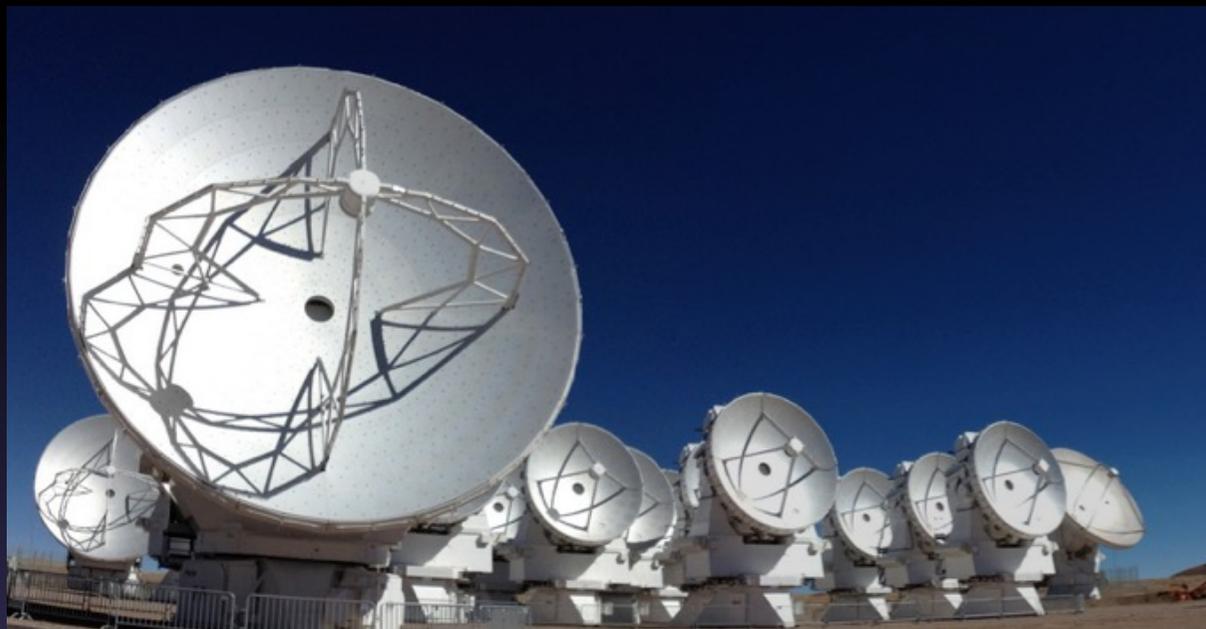
かなり知的な生物

人間は、地球で生まれた最初の生命よりずーっと複雑。

知的生命への進化は、生命が生まれたら必ずおきるか？奇跡のようなできごとか？

fe:その生命が交信手段を持つ確率

???



人間は、今から約20万年前に生物として今の形になった。
つまり、20万年前の人間は、今と人間と同じ能力を持っている。

しかし、人間は19万年以上、動物を狩ったり木の実を拾って食べたりする
狩猟採集中心の生活を送り、科学技術は持っていなかった。

脳の能力が知的であれば、科学技術は必ず発達するかどうか？

その生命が粉を挽いている確率

???



恒星間通信を行えるほどの技術を持った文明にとって、
粉状の物質を生成、利用するというプロセスはどれほど普遍的か？

fd:その生命が交信を望む確率

???

%`@#?_¥x%
\$@>.....



相手は宇宙人。交信を望むのかどうか分からない。

そもそもわたしたちと同じような意味での「会話」や
「コミュニケーション」をするかどうか分からない。

L:文明の寿命

???



交信できるような宇宙文明が銀河系にできたとしても、地球文明と同じ時代に存在していないと、私たちと交信はできない。

平均的な文明の寿命が長ければ長いほど、私たちと同時期に交信できる文明がある可能性は高くなる。

交信技術を持ってからの人間の文明は、まだ100年ほど...

修正ドレイク方程式の答えのやや悲観的な見積もり

- 生命生まれる確率 = 10%
- 進化する確率 = 10%
- 交信技術を持つ確率 10%
- 粉を挽いている確率 10%
- 交信を望む確率 10%
- 文明の寿命 $L = 1000$ 年
- 銀河系の中の文明数 = 0.001個

修正ドレイク方程式の答えの超強気な見積もり

- 生命生まれる確率 = 100%
- 進化する確率 = 100%
- 交信技術を持つ確率 100%
- 粉を挽いている確率 100%
- 交信を望む確率 100%
- 文明の寿命 $L = 1$ 億年
- 銀河系中の交信可能な粉を挽いている文明数 = 10 億個

銀河系に知的文明が10億 あれば、隣の文明までの距離は？

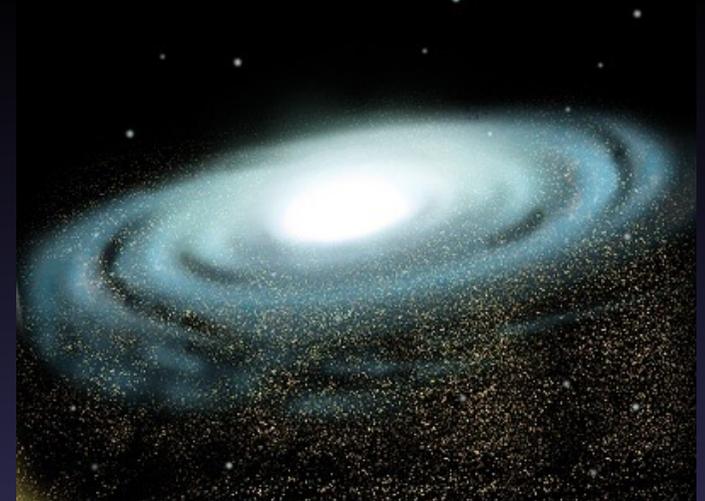
- 銀河系の大きさ：

$$\begin{aligned} & 20\text{万光年} \times 20\text{万光年} \times \\ & 300\text{光年} \\ & = 4 \times 10^{13} \text{光年}^3 \end{aligned}$$

- 文明間距離

$$\left(4 \times 10^{13} \text{光年}^3 / 10^9 \right)^{1/3}$$

~ 30光年



今メッセージを送れば60年後に返事が？

「われわれは、単なる観察者ではなく、宇宙のドラマの俳優なのだ」

「自然の法則は宇宙をできるだけ面白くするように構成されている」



フリーマン・ダイソン（物理学者）

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/Freeman_Dyson.jpg/220px-Freeman_Dyson.jpg

私たちは「京大附属花山天文台」を応援しています。

第5回 京大宇宙落語会

2015/12/5 土 14:00-16:45 (13:30開場)



林家 染二



笑福亭 たま



柴田 一成



桂 福丸

会場：京都大学百年時計台記念館ホール（大ホール・裏面地図参照）

会費：一般前売券 2,500円（ぞくらく会 員は2,000円）・一般当日券 2,800円・小中高大生（前売・当日共） 1,000円 ※全て自由席

【開会挨拶】柴田 一成（京都大学物理学 研究科附属天文台長）

【出演】林家 染二（公益社団法人 上方落語協会理事）・笑福亭 たま（京都大学 国文学部）・桂 福丸（京都大学 国文学部）

【トークショー】柴田 一成・林家 染二・笑福亭 たま・桂 福丸

【総司会】磯部 洋明（京都大学大学院 公生学専攻教授）



主催 宇宙落語制作委員会

共催 京都大学大学院理学研究科附属天文台

後援 京都大学宇宙科学ユニット、京都大学総合博物館、京都府教育委員会、京都市、京都市教育委員会、大阪電気通信大学、京都外国語大学、京都精華大学、京定NPO(法人)花山星空ネットワーク

協賛 (株)酒村製作所、(株)ビクセン、(株)ビューティフルツアー、(株)ヒーロー、(株)三六六、(株)SOMEI

（チケット取扱い）

【宇宙落語制作委員会】事務局 [URL] <http://uchu-rakugo.jp/>
【(株)SOMEI】Tel. 06-7850-8848、(株)ビューティフルツアー Tel.075-823-3950 同ホ、e+(イープラス) <http://aplus.jp/>またはファミリーマート各店舗のFamiポート

（お問い合わせ）

【宇宙落語制作委員会】事務局(株)ヒーロー内・担当/崎堂（きつどう）
Tel. 06-6309-6266 Fax. 06-6309-5285 [E-mail] uchurakugo@gmail.com
[URL] <http://uchu-rakugo.jp/>

宇宙を面白く。

「宇宙落語会」で検索

いつの日か、
銀河系粉体工業技術協会が設立されることを
お祈りしています

(設立総会の記念講演にはぜひ呼んで下さい)

Spiral Galaxy M101  HUBBLESITE.org