

京都精華大学 基礎講義

自然科学論

～宇宙科学と人文社会科学・芸術表現～

担当教員：磯部洋明

京都大学宇宙総合学研究ユニット・特定講師

京都精華大学・非常勤講師

問題

- 今この瞬間、世界に歯ブラシは何本あるか？

今日の(メインの)話

- 宇宙人は本当にいるのか？

UFOは本当にいるか？



UFO=Unidentified Flying Object
(未確認飛行物体)



正体が「未確認」のものはある。
宇宙人の乗り物だという信頼できる証拠は無い。

'UFO' on NASA camera

By TIM UPTON

WASHINGTON: The object is certainly unidentified and appears to be flying.

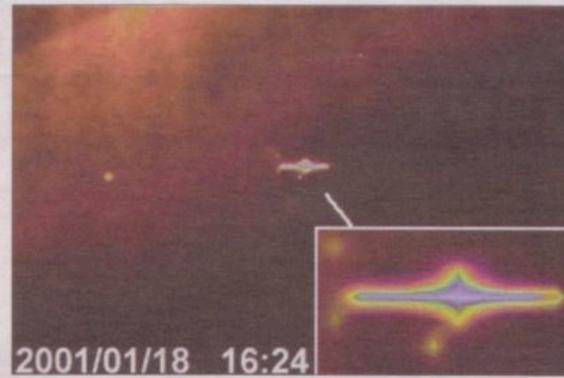
Whether this enlarged image really shows a UFO piloted by aliens remains to be seen. But according to the people who released it this photo and hundreds like it are the best evidence yet of the existence of spacecraft from other worlds.

UFO investigators say the image was captured by the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), a NASA satellite that was launched in 1996 to

observe the sun. Since then, it is said, SOHO has captured hundreds of images of UFOs moving along a kind of alien superhighway.

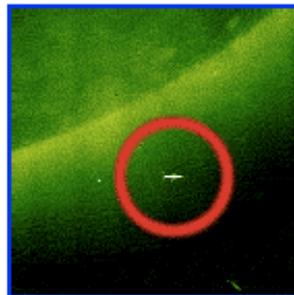
SOHO is more than 1.5 million kilometres from Earth, with its camera trained towards the sun. Experts say the photographed objects are likely to be only hundreds of kilometres from its lenses.

Graham Birdsall, editor of *UFO* magazine, said: "The images are irrefutable in that they are from official satellites owned by NASA. They resemble the kind of spacecraft we used to see in sci-fi films like *Star Trek*."

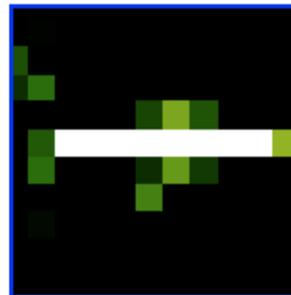


UTTERLY ALIEN: The image investigators say shows a UFO.

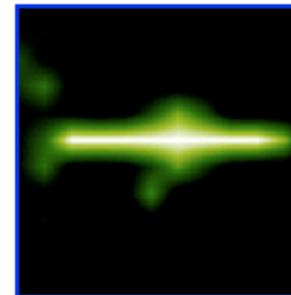
How to Make Your Own UFO



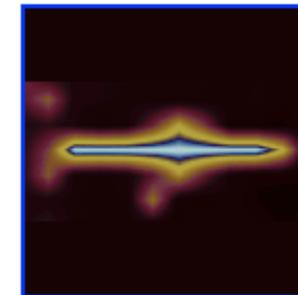
ORIGINAL
Cut-out of [EIT 195 Å image](#) from 2001/01/18 at 16:24 UT, taken from the public SOHO archive, with standard processing & color table. The circle highlights a cosmic ray hit.



STEP 1:
Further cut-out, showing the cosmic ray pixels highlighted on the image to the left, with a little different color scaling.



STEP 2:
Still the same data, but interpolated (using one of a zillion possible methods) instead of simply resampled as the previous one.



STEP 3:
Voila! Finally, after a "touch-up" of the color table, we have what may look like a nice UFO with a glow and exhaust fumes!

<http://www.cojoweb.com/ufo-nasa.html>

ミステリーサークル ... 宇宙人のしわざ？

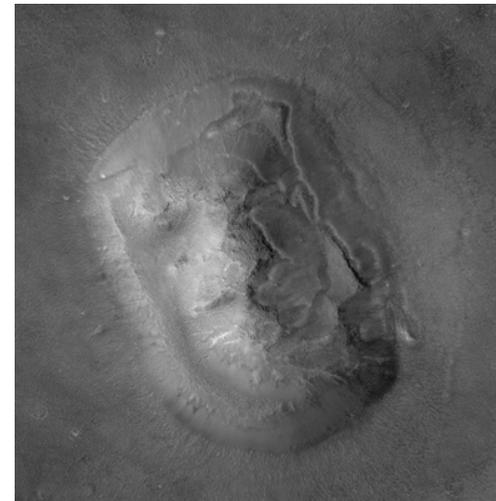


1990年に英国の2人組が自分たちのいたずらだったと告白
他にも模倣犯はいただろうが、人間のしわざだと判明した辺りから激減

火星の人面岩...宇宙人のしわざ？

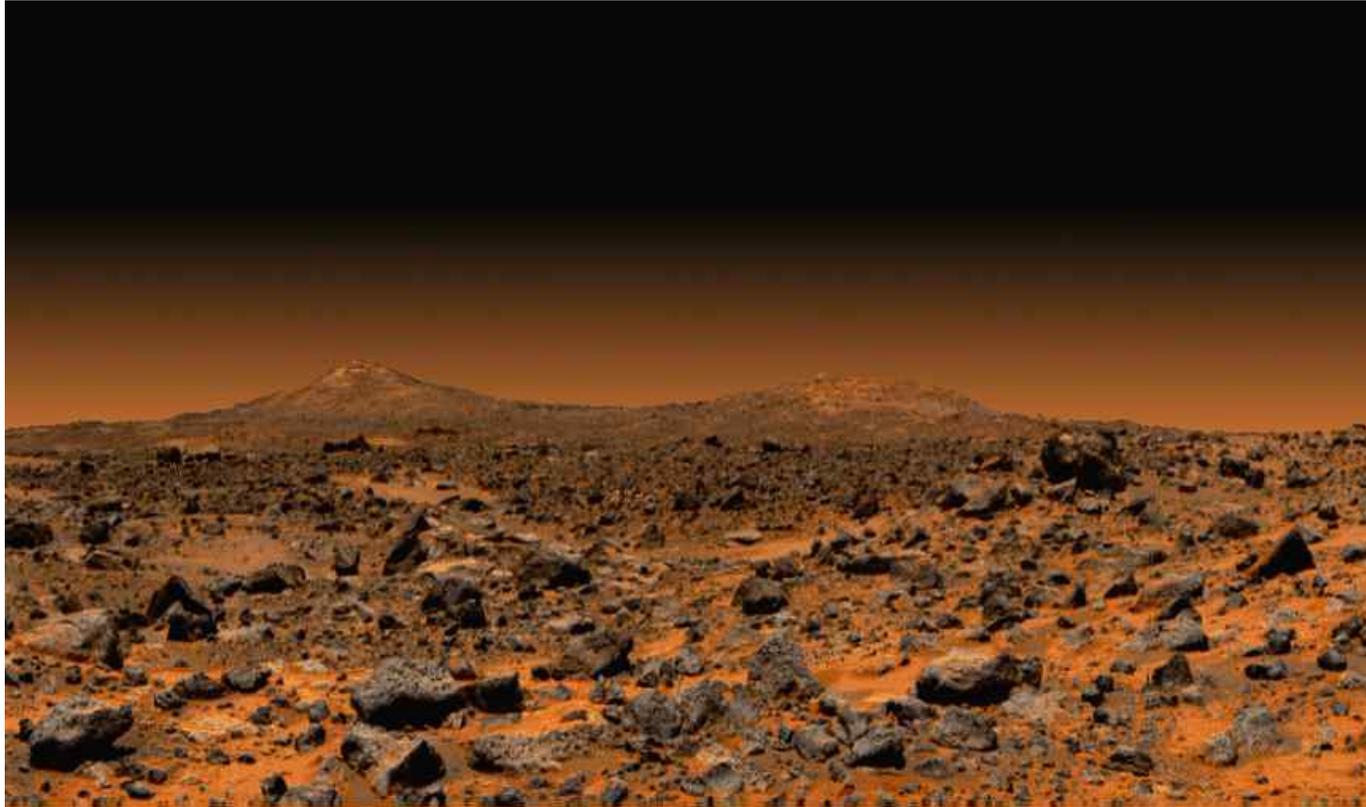


1976年
(バイキング
1号)



2003年
(マーズ
グローバル
サーベイヤー)

火星には生物はいるか？

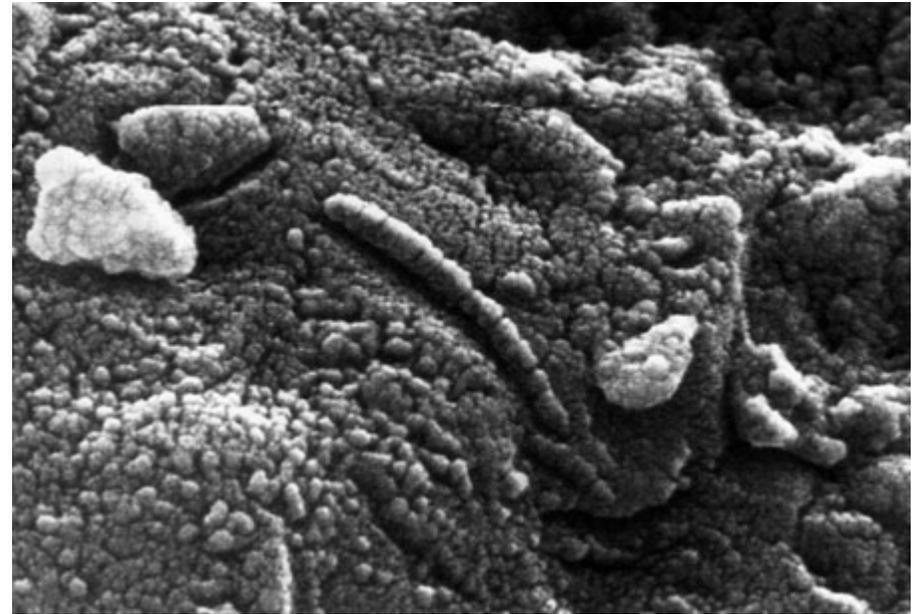


火星の表面(マーズパスファインダー)

火星隕石ALH84001 中の「生命の痕跡？」

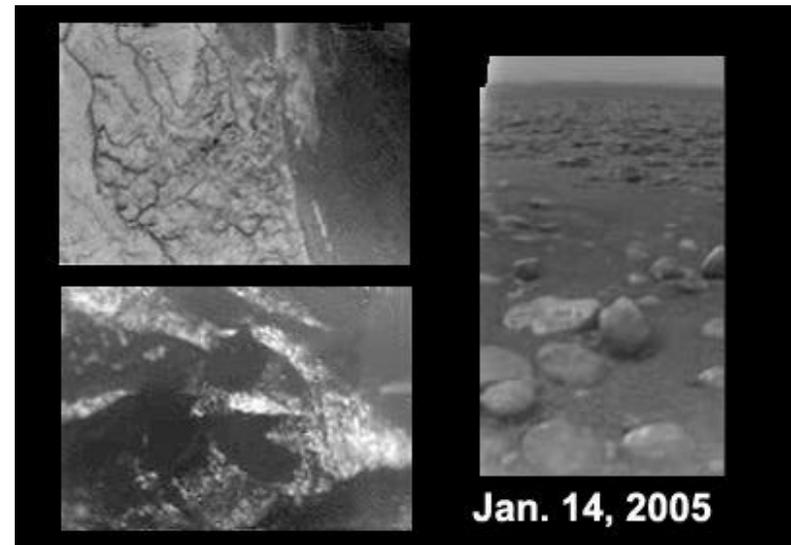
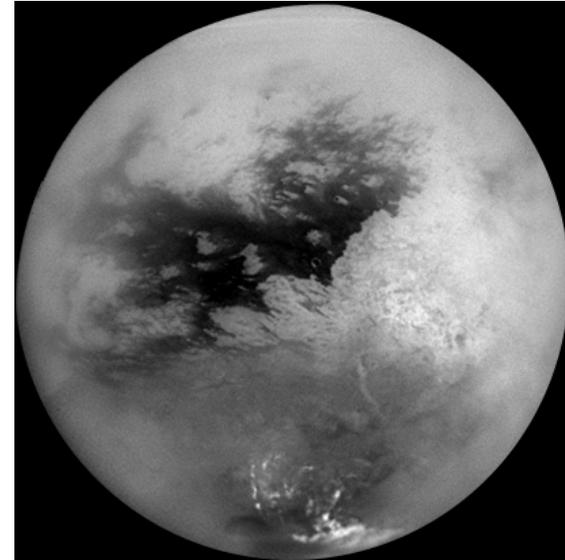
(1996, David McKay)

- 火星から飛来し、1984年に南極で採集された隕石。重さ約1.93 kg
- 火星由来であることは元素組成費から決定
- 中央のミミズ状の構造が細菌は細菌が作る群体？
- 電子顕微鏡で観察するためのサンプルを作る際に人工的にできてしまった構造という説もあり。
- まだ決着はついていない



土星の衛星、タイタン

- 窒素とメタンを含む1.5気圧の大気を有する
- 化学進化の「天然の実験室」
- 液体メタンの海があるらしい



土星探査機カッシーニ/ホイヘンス

ウェルズ「宇宙戦争」
(タコ型火星人の元祖)

The WAR of the WORLDS
By H. G. Wells

Author of "Under the Knife," "The Time Machine," etc.



「おなじみの」宇宙人・グレイ



今のところ、地球外の知的生命が地球に来た証拠はなく、太陽系の他の天体にも知的生命はいそうにない。(原始的な生命がいる可能性は残されている)

- この宇宙に人間以外の知的生命(宇宙人)がいる可能性はどれほどあるか？

ドレイク方程式

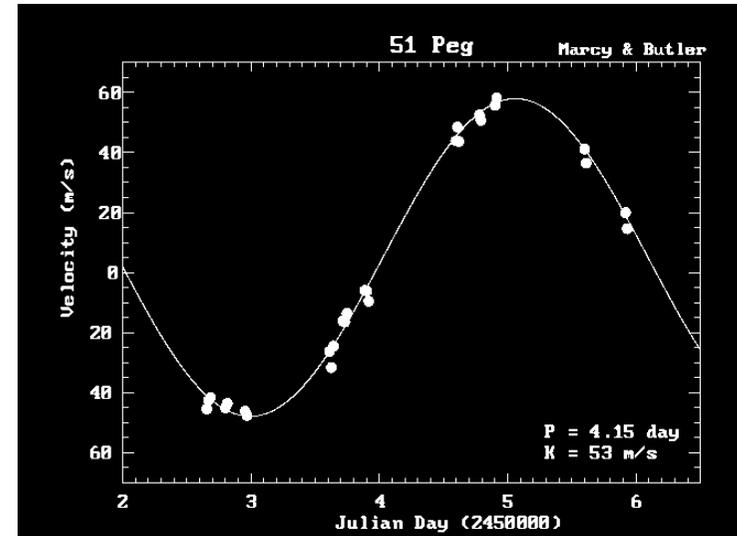
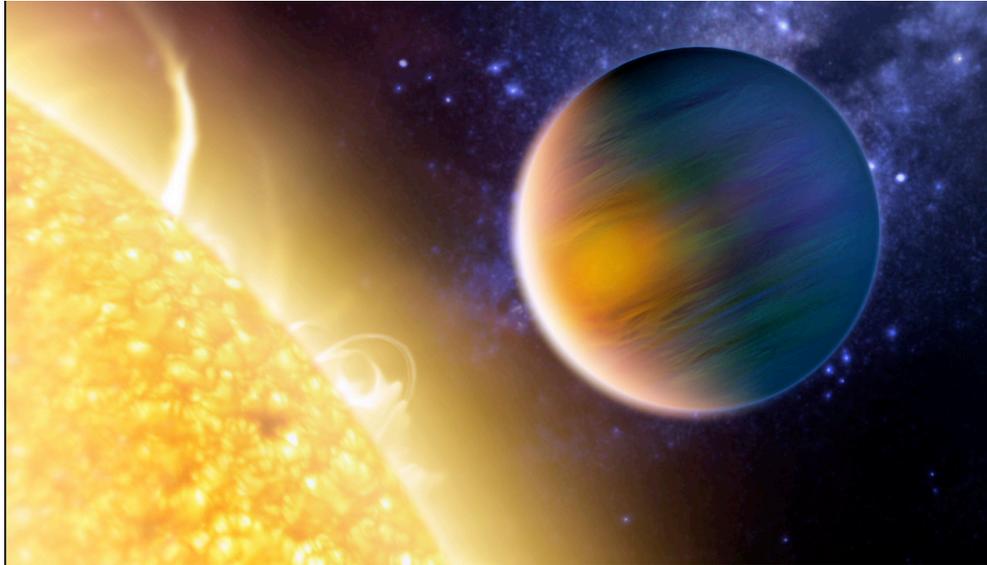
N: 銀河系内の交信可能な地球外文明の数

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



- $R =$ 1年間に銀河系の中で誕生する恒星の数
- $f_p =$ 誕生した恒星が惑星をもつ確率
- $n_e =$ 恒星あたり生命生存に適する惑星の数
- $f_l =$ そのような惑星上に生命の生まれる確率
- $f_i =$ 生まれた生命が知的に進化する確率
- $f_e =$ 交信手段をもつ文化が現れる確率
- $f_d =$ 交信を望む確率
- $L =$ 文明の寿命

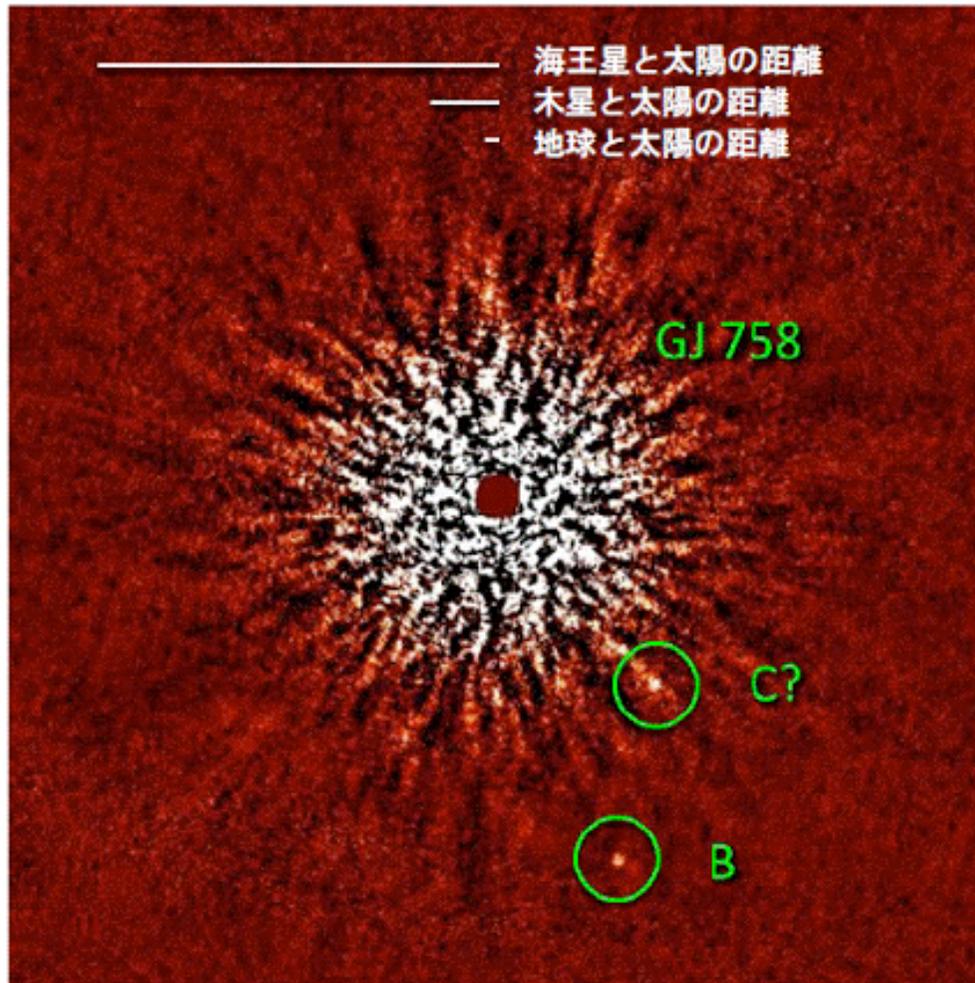
太陽系外惑星の発見



ペガサス座51番星(地球から約50光年の距離)の惑星による主星のふらつき(マイヤーとクエロツツ1995)

- 惑星を直接見ることは難しい
- 惑星の回転に伴う恒星のわずかな運動を測ることによって太陽系外惑星を発見
- 現在数百個程度の系外惑星が発見されている。ほとんどが木星の様な巨大惑星(恐らくガス惑星)

系外惑星の撮像



日本の「すばる望遠鏡」による、
はじめて惑星を「直接見た」観測

国立天文台

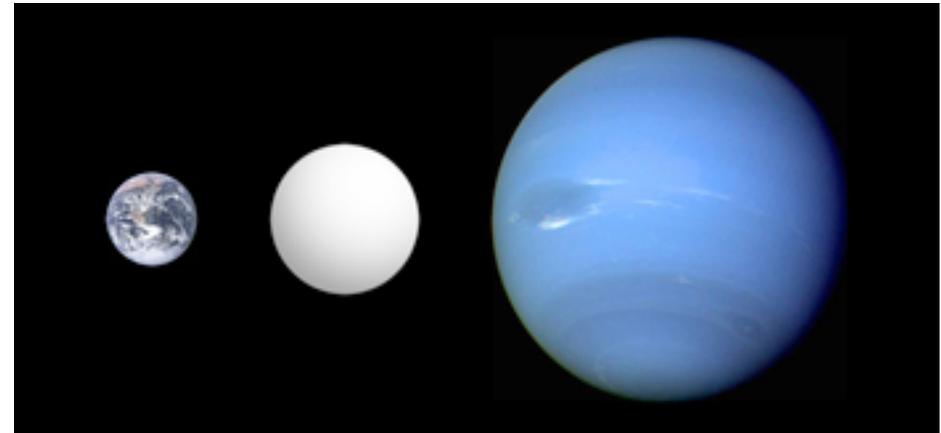
ハビタブル(居住可能)惑星

- 液体の水が十分長い間存在しうる
 - 中心星からの距離がほどよいこと
- 木星のようなガス惑星は(多分)不可
 - 軽い水素やヘリウムからできているので、生命を作るような物質は中心部に沈んでしまう
- 小さすぎる惑星は重力が小さくて大気が逃げてしまうので不可
- 結局地球型の惑星が良さそう

- ただし以下のことにも注意
 - 生命の形態は地球と全く違う可能性もある
 - 金星の位置と大きさはハビタブル惑星に成りうる。実際の金星は強い温室効果のため灼熱の世界。

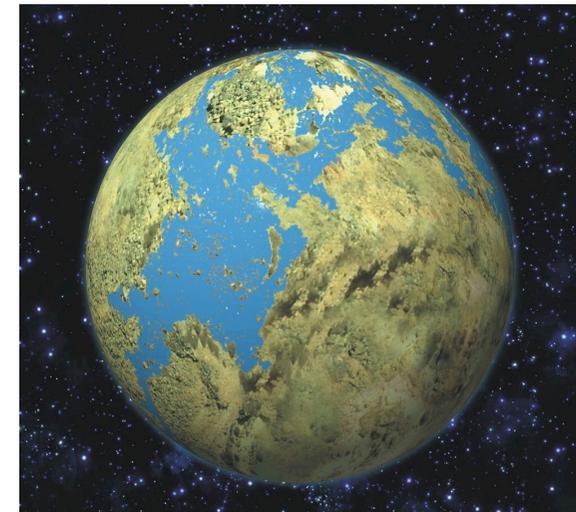
スーパーアース

- 地球の数倍～10倍程度の大きさの惑星。
- 2005年頃からいくつか発見された。
- 表面は岩石又は氷



COROT衛星が見つけたスーパーアース
CoRoT-7bの大きさ。左が地球、右は海王星。

- 地球と同じようなハビタブル惑星が見つかるのは時間の問題
- そこに生命の兆候を見つけられるかが今後の課題



ハビタブル惑星想像図

Earth-like exoplanet

Courtesy of Julian Baum Take 27 Ltd

ドレイク方程式の各要素の値

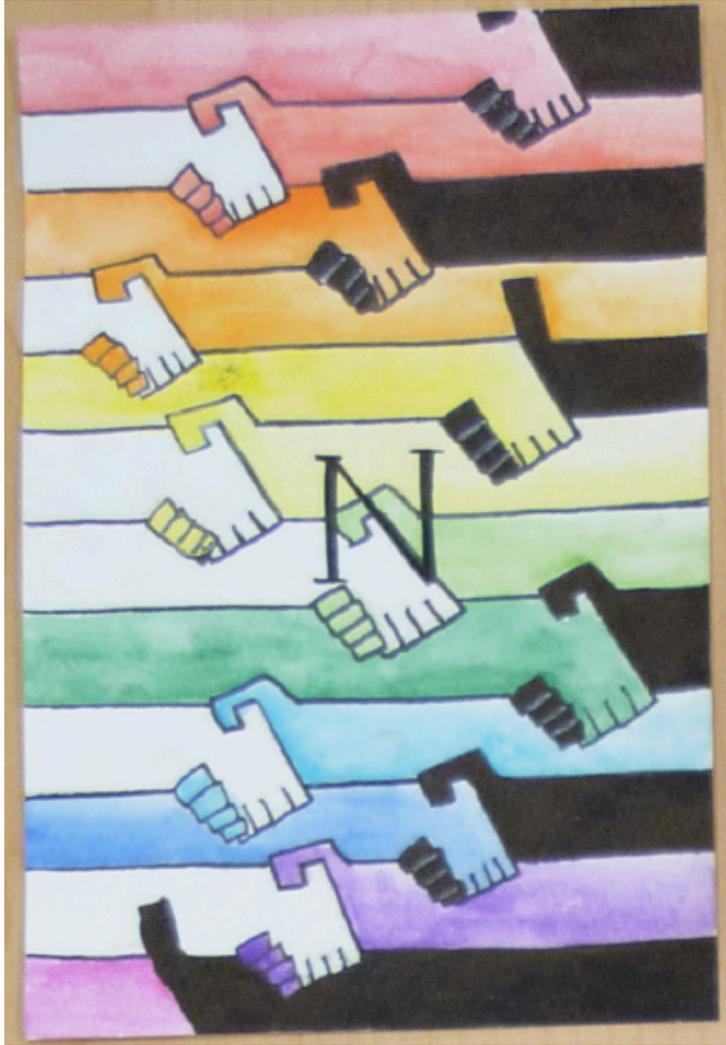
N: 銀河系内の交信可能な地球外文明の数

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

- R = 1年間に銀河系の中で誕生する恒星の数 ~ 1 (よく分かっている)
- f_p = 誕生した恒星が惑星をもつ確率 ~ 1 (わりと分かっている)
- n_e = 恒星あたり生命生存に適する惑星の数 $0.001 \sim 1$ (少し分かっている)
- f_l = そのような惑星上に生命の生まれる確率
- f_i = 生まれた生命が知的に進化する確率
- f_e = 交信手段をもつ文化が現れる確率
- f_d = 交信を望む確率
- L = 文明の寿命

生命や文明に関する
部分はまだ不定性が
大きい

京都精華大学デザイン学部・蔵多優美さんによる「ドレイク方程式ポストカード」



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



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

R= 1年間に銀河系の中で誕生する恒星の数

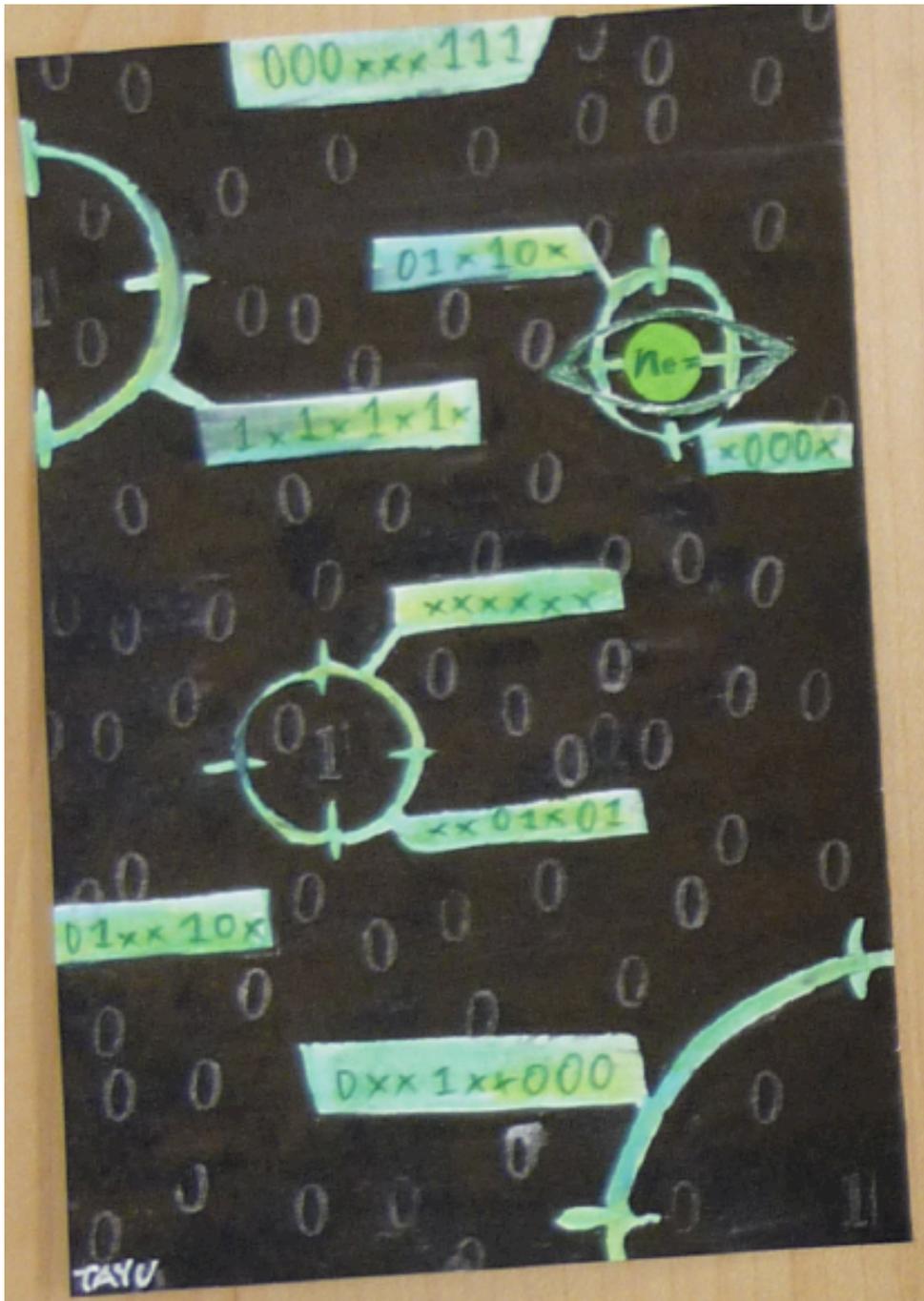
©蔵多優美



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

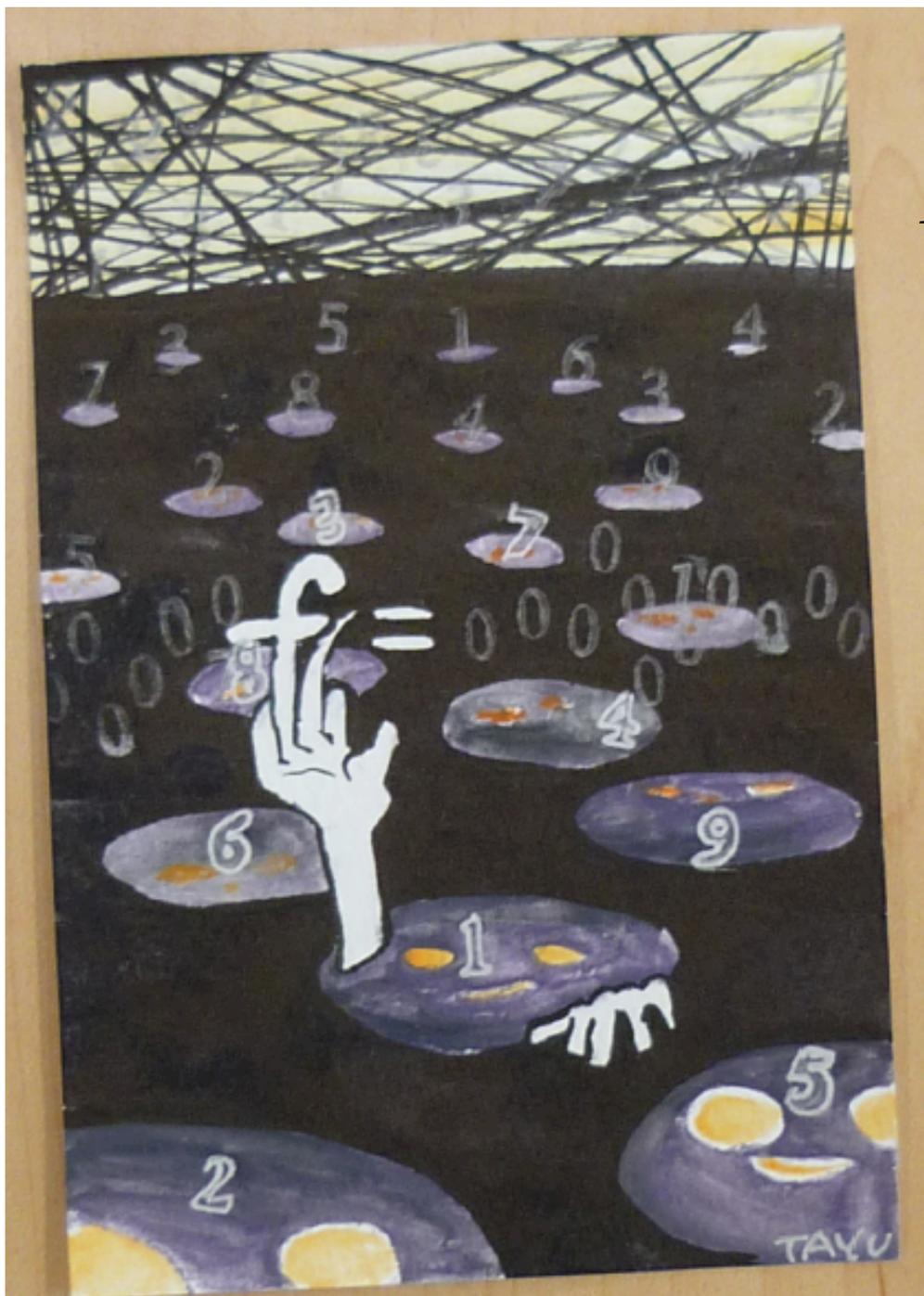
f_p = 誕生した恒星が惑星をもつ確率

©蔵多優美



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

n_e = 恒星あたり生命生存に適する惑星の数



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

f_l = 惑星上に生命の生まれる確率

©蔵多優美



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

f_i = 生まれた生命が知的に進化する確率

©蔵多優美



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

f_e = 手段をもつ文化が現れる確率

©蔵多優美



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

f_d = 交信を望む確率

©蔵多優美



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

L=文明の寿命

©蔵多優美

ドレイク方程式の答えの見積もり

- 悲観論者
$$N = Rf_p n_e f_l f_i f_e f_d L$$
 - 係数すべて0. 1
 - 文明の寿命 $L=1000$ 年
 - 銀河系の中の文明数=0. 01

R=10 1年間に誕生 する星の数

- 楽観論者
 - 係数すべて=1
 - 文明の寿命 $L=10$ 万年
 - 銀河系の中の文明数=100万

銀河系に知的文明が100万 あれば、隣の文明までの距離は？

- 銀河系の大きさ:
20万光年x20万光年x
300光年
= 4×10^{13} 光年³
- 文明間距離
(4×10^{13} 光年³ / 10^6)^{1/3}
= 300光年



フェルミのパラドックス：
宇宙にたくさんの知的文明があるならば、
なぜ我々は地球外生命に遭遇していないのか？

1. 地球外生命は存在しない
2. 存在しているが地球までやってくるのが技術的に不可能
3. 実は近くまで来ているのだが見つかっていない
4. 実は近くまで来ているのだが彼らは我々に興味を持っていない
5. 動物園仮説：思慮深い宇宙人たちは、地球の文明を破壊しないようにそっと見守っている

SETI: Search for ExtraTerrestrial Intelligence

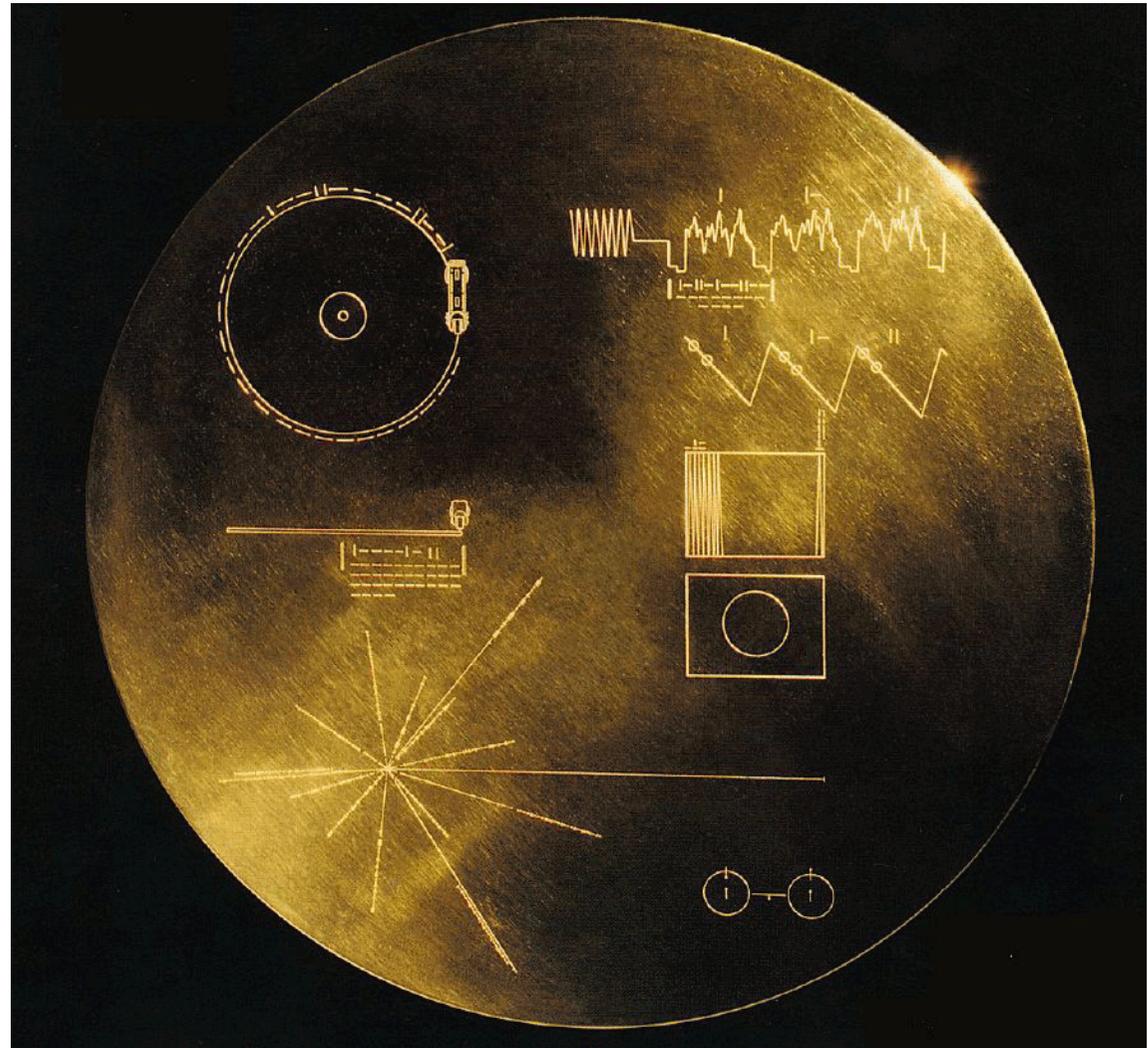
地球外生命探査

- 1960年オズマ計画(フランク・ドレイクが主導)が最初。惑星のありそうな星に電波望遠鏡を向け、文明社会の証拠となり得るような規則的なパターンの信号を探した

宇宙人へのメッセージ

太陽系を出ていった人工物はボイジャー1号、2号、パイオニア10号、11号。いつか銀河系のどこかで宇宙人に会えるかもしれない。

ボイジャーに載せられた宇宙人へのメッセージ



SETI@HOME



Donate to SETI@home

[Click Here for More Information](#)

SETI@home とは何でしょう？

SETI@home は、インターネットで互につながった計算機が、地球外知性の探索(SETI)を行う科学実験です。無料配布されるプログラムを走らせると、電波望遠鏡で採取したデータをダウンロードし解析することができます。

参加するには	SETI@home について	コミュニティ	あなたのアカウント	統計
ダウンロード 助けてもら 友達に知らせる 寄付をする 移植と最適化 その他	SETI@home について "Astropulse について サイエンス ニュースレター 技術ニュース サーバーの状態 科学的成果の状況 スポンサー その他	掲示板 質問と答(Q&A) プロフィール 参加者の検索 チーム 関連のwebサイトと IRC チャンネル 画像と音楽	あなたのアカウント プレファレンス (好みの設定) 証明書	参加者のランキング コンピュータのランキング チームのランキング

サイト内の検索: [🔍](#)

[表示言語の選択](#)

あなたも始めましょう	ニュース
<ol style="list-style-type: none">このプロジェクトの「規則と方針」を読んで下さいSETI@home で使う BOINC ソフトウェアを ダウンロード、インストールし、走らせます。URL の入力を促されたら、と入力して下さい。 質問がある場合、助けが必要な場合は、BOINC オンライン・ヘルプ を使ってボランティアの人と連絡を取ってください。	<h3>jobs limit thread</h3> <p>Here is a thread for information and discussion about the jobs per host limit. 3 Jul 2010 17:44:32 UTC · コメント</p> <hr/> <h3>Arecibo Observatory Repair Status</h3> <p>A structural failure at the telescope on February 3rd was partially repaired in March, and we've been observing with reduced motion since then. The next phase of repairs is slated to start July 12th, and may take up to 6 weeks for full implementation and testing. 30 Jun 2010 20:35:17 UTC · コメント</p>

膨大な量の電波データの雑音の中から、知的生命が発信したかもしれない意味のある信号を探し出す。ソフトとデータを配布して個人のコンピュータの力を借りる。人類で始めて宇宙人からのメッセージを受信した人になれるかもしれない。

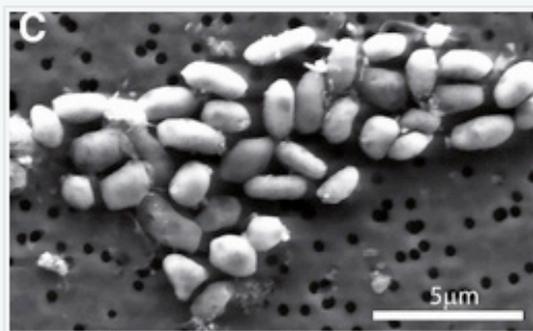
<http://setiathome.berkeley.edu/>

- 我々は広大な宇宙でたった一つの孤独な文明かもしれない
- 宇宙にはいくつもの文明があり、いずれ我々は宇宙人と交信ができるかもしれない
- 宇宙には様々な生命体と文明があふれている。我々は単にそれに気づいていないだけかもしれない
 - アリは人間を人間として認識しているだろうか？

ヒ素食べる細菌、NASAなど発見 生物の「常識」覆す

2010年12月3日5時1分

BI      チェック  ブログに利用する  印刷



ヒ素を「食べる」細菌の走査型電子顕微鏡写真=サイエンス提供

猛毒のヒ素を「食べる」細菌を、米航空宇宙局（NASA）などの研究グループが見つけた。生物が生命を維持して増えるために、炭素や水素、窒素、酸素、リン、硫黄の「6元素」が欠かせないが、この細菌はリンの代わりにヒ素をDNAの中に取り込んでいた。これまでの「生物学の常識」を覆す発見といえそうだ。

今回の発見では、NASAが記者会見「宇宙生物学上の発見」を設定したため、「地球外生命体発見か」と、CNNなど国内外の主要メディアがニュースやワイドショーで取り上げるなど「宇宙人騒動」が起きていた。

2010年12月3日 朝日新聞

A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic Instead of Phosphorus

Felisa Wolfe-Simon,^{1,2*} Jodi Switzer Blum,² Thomas R. Kulp,² Gwyneth W. Gordon,³ Shelley E. Hoefft,² Jennifer Pett-Ridge,⁴ John F. Stolz,⁵ Samuel M. Webb,⁶ Peter K. Weber,⁴ Paul C. W. Davies,^{1,7} Ariel D. Anbar,^{1,3,8} Ronald S. Oremland²

