

理学のワンダーランド online

2021.10.16 土 オンライン開催

13:30 ~ 15:00 事前登録が必要です

🎤 講演



宇宙人はいるのだろうか？

物理学科 須藤 靖 すとう やすし 先生

🎤 講演



目に見えないくらい小さい
金属の粒のおはなし

化学科 小安 喜一郎 こやす きいちろう 先生



宇宙人はいらるのだろうか？



東京大学理学部 物理学科 須藤 靖

理学のワンダーランド online

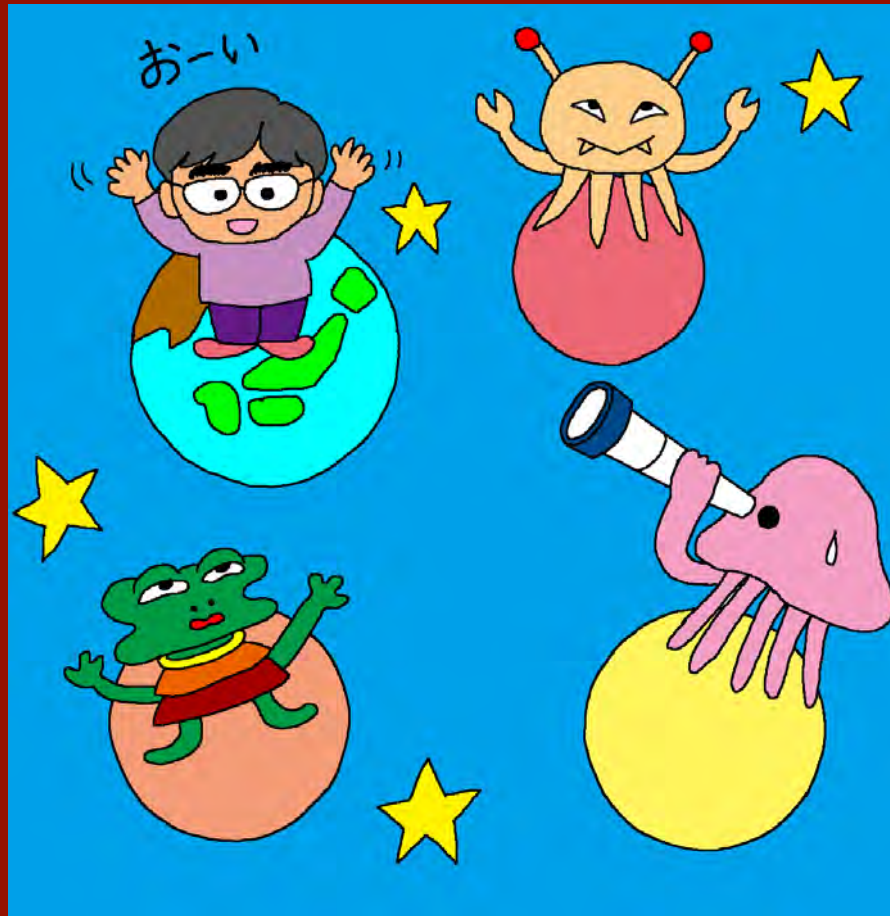
東京大学理学部ホームカミングデイ2021

2021年10月16日 13:35-14:05@東京大学小柴ホール

今日の話の内容

1. はじめに
2. むかしむかし地球でおこったこと
3. 宇宙は「地球」で満ちている？
4. 地球外の生命を探す
5. 宇宙人に叱られる
6. 宇宙人はいるのだろうか？

1 はじめに



宇宙人はいいますか？

- 科学的な正解を予想して選んでください
 - はい
 - いいえ
- この場合科学的には「はい」を選ぶべきです
 - 宇宙人が実際に発見されれば「はい」が正しいことが証明されます
 - 宇宙人が発見されなくても「まだ見つかっていない」だけかもしれないので、「いいえ」が正しいことは決して証明されることはありません（これはいわゆる「悪魔の証明」と呼ばれる例です）

宇宙人はいると「思いますか」？

- この聞き方なら、「はい」と「いいえ」に意見が分かれて当たり前です
- はい
 - この広い宇宙に地球人だけしかいないのは不自然（おもいあがり）では？
 - いたほうがずっと楽しいのでそう信じたい
 - 最近米国政府機関がUFOの存在を認めたから
- いいえ
 - いるならずっと前に地球に来ているはずなのにその確実な証拠がないから（フェルミのパラドクスと呼ばれています）

宇宙人がいるかどうか考える意味

- 地球のことをもっと深く知る手がかり
 - 平凡？それとも奇跡の惑星？
- 生命・生物とはなにか？
 - 宇宙の生命と地球の生命は似ているのか？
 - 意識や知能はどうやって生まれるのか？
- 宇宙人は何をどこまで知っている？
 - 数学や科学はどこまで進んでいるのか、そもそもどのくらい同じなのか
 - 生活、環境、言語、性格、など地球での当たり前はどこまで宇宙でも「当たり前」なのか

2 むかしむかし 地球で起こったこと



<https://pixabay.com/ja/videos/search/地球>

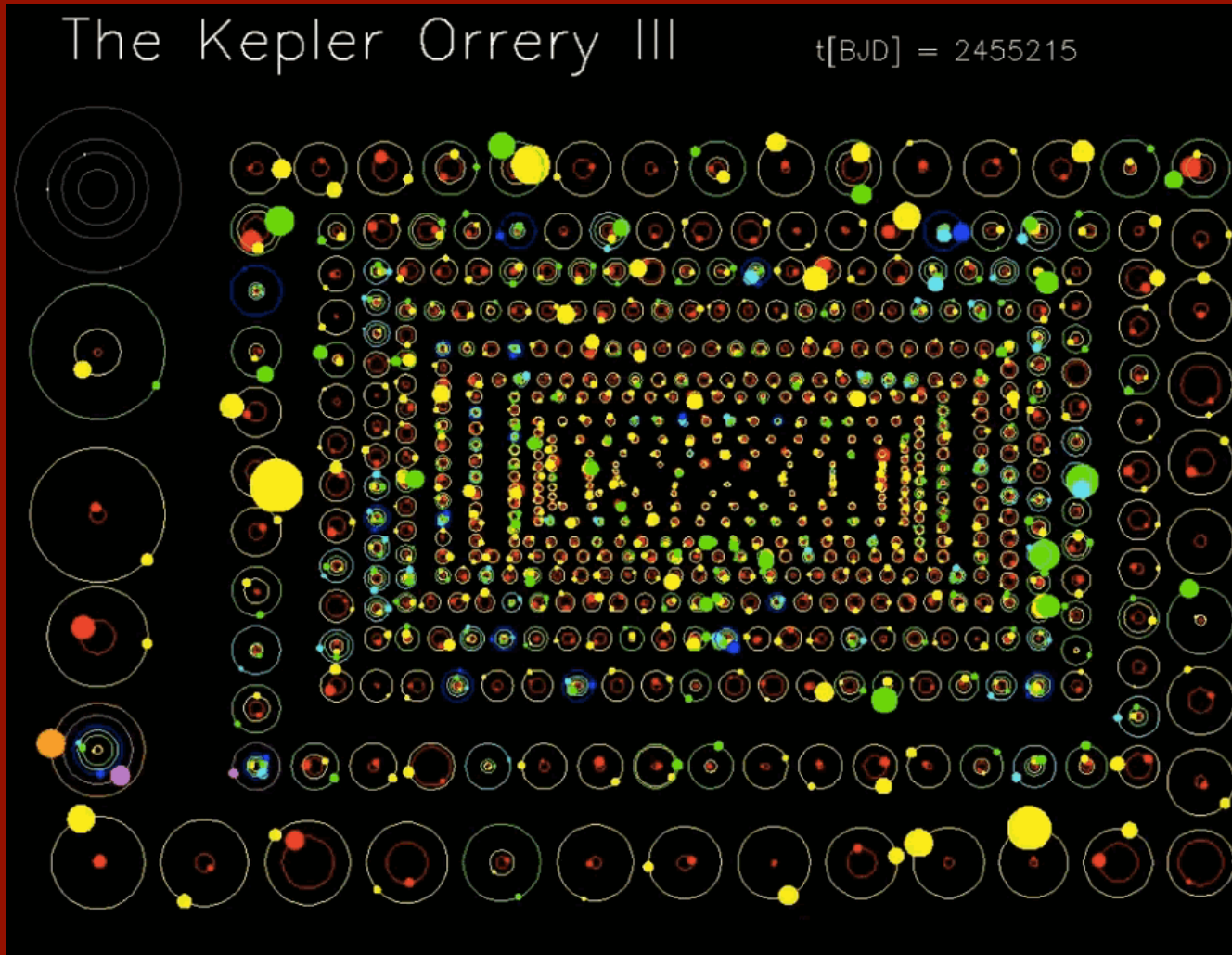
我々が住む地球と生命の歴史

大まかな宇宙年齢	現在から計った時間	出来事
0	138億年前	宇宙の誕生
92億年	46億年前	太陽系の誕生
96億年	42億年前	海の形成
98億年	40億年前	原始生命の誕生
115億年?	23億年前?	全球凍結
122億年	6億年前	カンブリア紀大爆発
135億年	2.5億年前	ペルム紀—三畳紀 生物大量絶滅
136億年	2.3億年前	恐竜の出現
137億年	6500万年前	白亜紀—第三紀 恐竜絶滅
138億年	20万年前	ホモサピエンスの出現

地球は偶然だらけの奇跡の惑星？

- 岩石惑星（木星や土星はガスが主成分なので表面に立つことは出来ない）
- 寒くも暑くもない太陽との距離（偶然）
 - 表面の約7割が海（凍ってもないし蒸発してもない）
 - 大きな月があるおかげで、気候が安定
 - 大陸があり、海で生まれた生物が陸上で進化
- 地球誕生後わずか数億年で生命が生まれた
- 環境の大変化にともなって、生物の大量絶滅と大量発生が繰り返されてきた
 - 偶然にも恐竜が絶滅したおかげで人類が栄えた

3 宇宙は「地球」で満ちている？



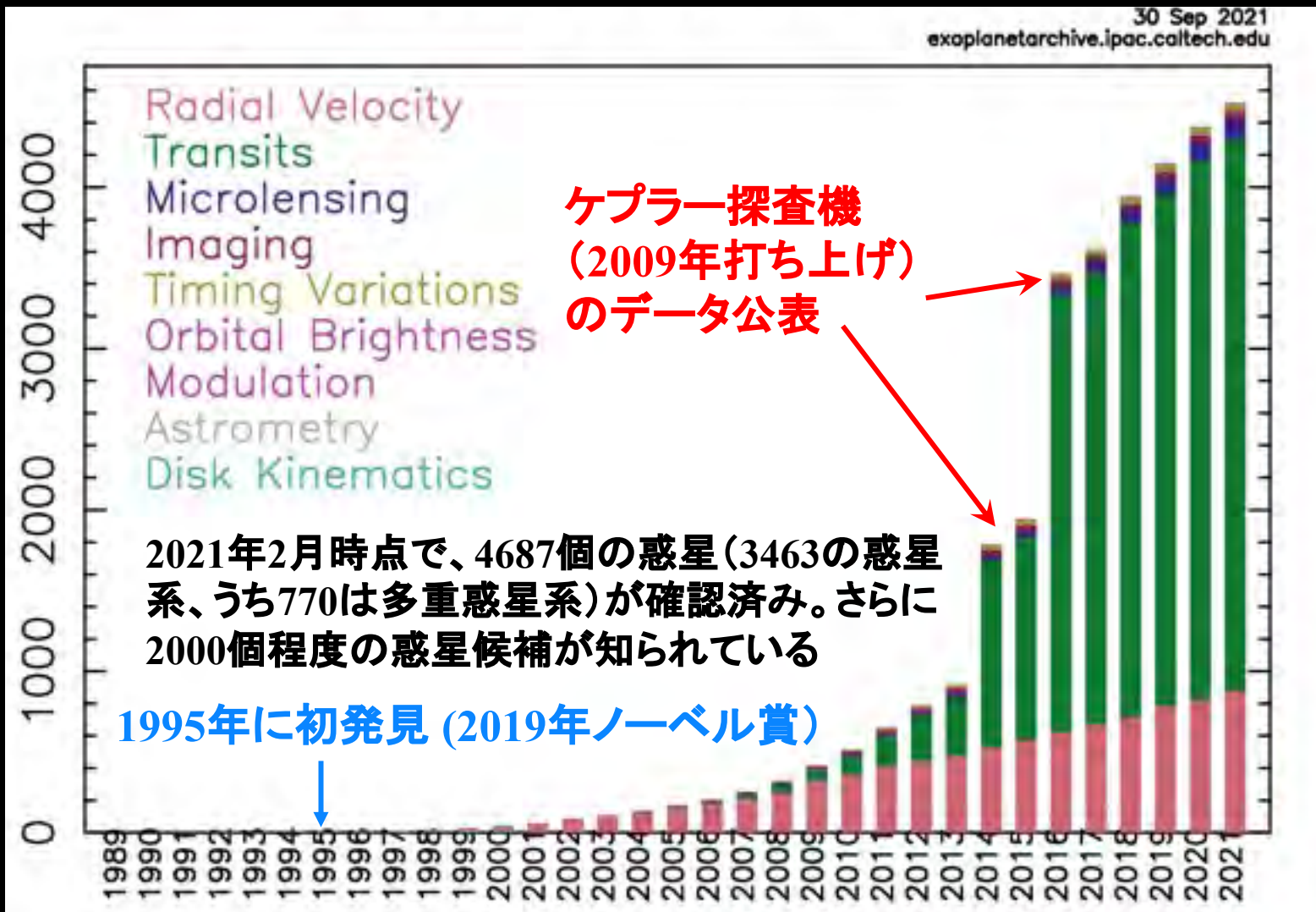
<https://solarsystem.nasa.gov/resources/311/kepler-orrery-iii/>

地球外生命はどこにいる？

- もちろん答えは誰も知らない！
 - 見つけたらノーベル賞10個分以上に匹敵する大業績
- 火星？
 - 地球によく似た岩石惑星（1.027日で自転、1.88年で公転、平均温度は摂氏マイナス60度）
 - かつては水が存在したとされている
 - 近いので直接探査が可能(2021年2月18日 Perseverance)
- エンケラドス？
 - 土星の第二衛星、地下に液体の海があると思われている
- アルファケンタウルス？
 - 太陽からもっとも近い恒星、なんとか直接探査可能？
- もっと遠くの太陽系外惑星には必ずあるはず？

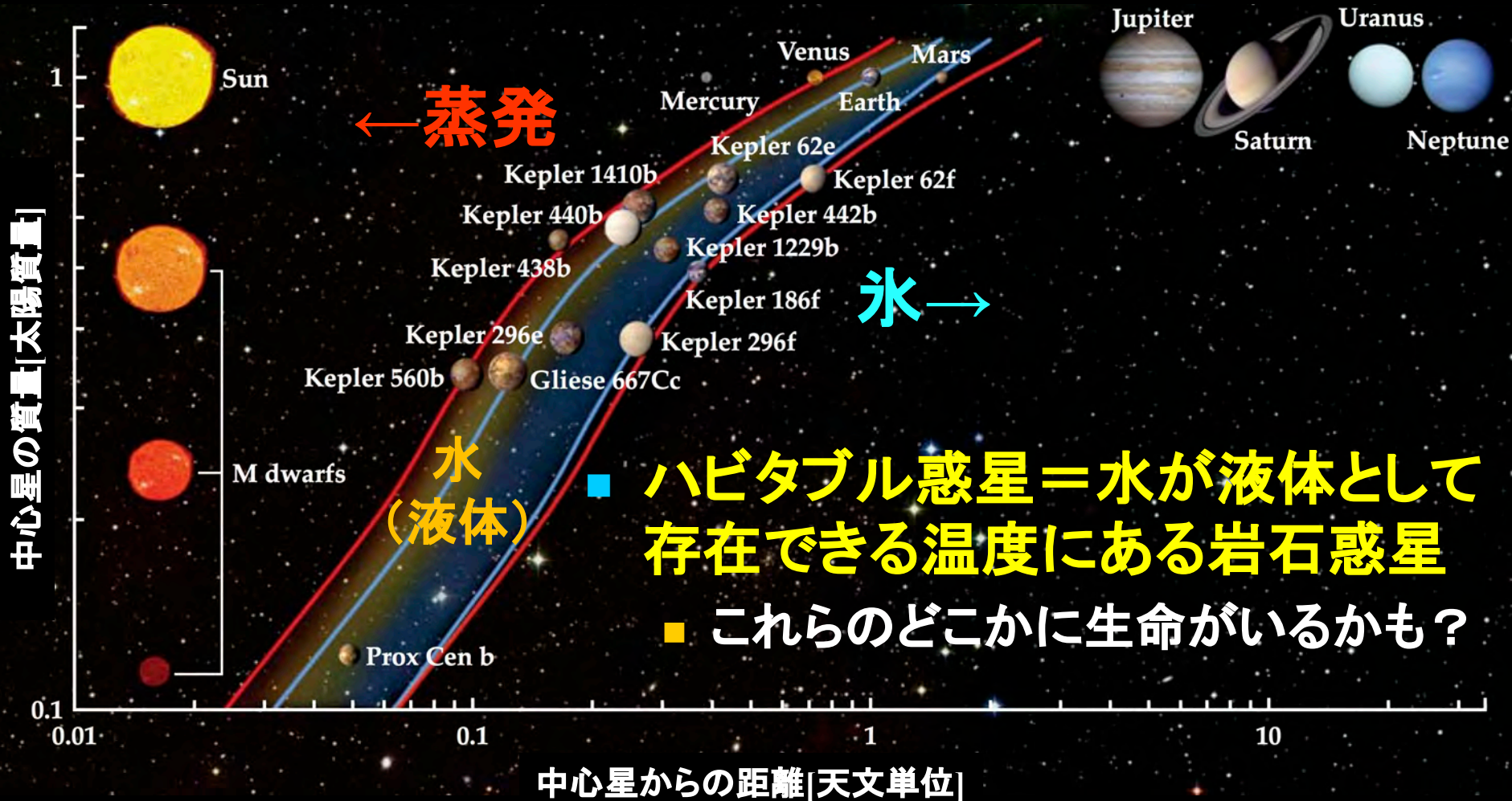
太陽系外惑星の発見年表

発見総数



西暦

生命がいるかもしれない惑星候補



宇宙は「地球」で満ちている？

- 天の川銀河系内の恒星の数= 10^{11} 個（千億個）
 - その1割の 10^{10} 個が太陽と似た恒星
 - さらに太陽に似た恒星の1割がハビタブル惑星を持つ
- 天の川銀河系内のハビタブル惑星の数= 10^9 個
 - 観測できる範囲の宇宙内の銀河の数= 10^{11} 個 がい
- 宇宙内のハビタブル惑星の数= 10^{20} 個（1垓個）
 - ハビタブル惑星に生命が存在する保証は全くない
 - 本当に生命が生まれるための条件は知られていない（適度な割合の海と陸+数多くの偶然？）
 - しかしこれほど膨大な数の惑星がある以上、この地球だけに生命がある考えるのはかなり不自然では？

4 地球外の生命を探す



<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

宇宙における生命探査

- 30年前まではSFでしかなかった
 - 科学者以外の一般の人がむしろ強い興味をもつ
- 今では科学の一分野として認められつつある
 - サンプルリターン（小天体、火星、木星の衛星に直接探査機を送る）
 - リモートセンシング（遠方の太陽系外惑星を望遠鏡で観測）
 - SETI（地球外知的文明からの信号を検出）
- 人類の究極の科学目標であることは確実
 - ただし少なくとも今後10年から100年は必要

火星の表面

<https://eyes.nasa.gov/curiosity/>



火星と地球は似過ぎている！



アイオリス山(標高5500m) 2015年9月



チコ山（標高5150m）とオナール山
（標高5400m） 2003年



アイオリス山麓の盆地 2015年10月



アスペロ山（標高5262m）2002年2月

<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA19912> 土居守・河野孝太郎氏撮影

<https://mars.nasa.gov/resources/7505/strata-at-base-of-mountain-sharp/>

地球外知的文明はあるか？： ドレイクの式

$$N = (N_s / L_s) \times f_p \times n_e \times f_L \times f_I \times f_C \times L$$

今、銀河系内
にある交信可
能な知的文明
の数

銀河系内の（生命に適した）恒星の数

その恒星の寿命

その恒星が惑星を伴っている確率

その惑星の中で、生物が存在可能な環境にある地球型惑星の期待値

その惑星に生物が発生する確率

その生物が知的生命に進化する確率

その知的生命が他の文明と交信を行う確率

その文明の継続時間

Nの値は良くわかっていない。0.003個（つまり、我々の地球以外には存在し得ない！）と推定する研究者から200万個と推定する研究者までいる。ドレイク博士自身は1万個程度であると考えた。

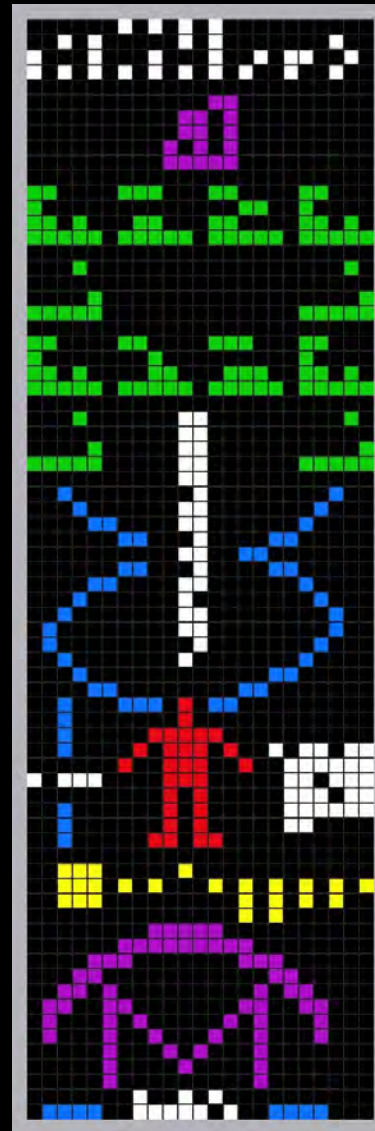
SETI: Search for Extra-Terrestrial Intelligence = 地球外文明探査

- **カール・セーガン：コンタクト(1997)**
 - 「地球人だけじゃこの広い宇宙がもったいない」
- **生命が存在する最も決定的な証拠は、知的文明からの電磁波信号を受信すること**
- **オズマ計画(1960)**
 - フランク・ドレイクは、4ヶ月間にわたり毎日6時間、口径26mの電波望遠鏡を、くじら座タウ星とエリダヌス座イプシロン星の方向に向け、中性水素の放射する波長21cm(周波数1.42GHz)帯に、文明の証拠となりうる規則的な電波信号の探査を試みた

アレシボ・メッセージ

■ ドレイクは、1974年11月16日にプエルトリコにあるアレシボ電波望遠鏡から、約2万5千光年離れた球状星団M13に向けて電波信号を送った

■ それを解読して並べたとすれば0と1の信号列が右図のようになる



1から10までの数(2進法)

DNAを構成する水素、炭素、窒素、酸素、リンの原子番号(2進法)

DNAのヌクレオチドに含まれる糖と塩基、計12種の化学式

DNAの二重螺旋

人間

太陽系(左端が太陽で、一行上になっているのが地球)

アレシボ電波望遠鏡

Wikipediaより

ブレイクスルー スターショット計画

Alpha Centauri AB

- ケンタウルス座アルファ星は、太陽に最も近い3重連星系で、その一つが α Cen C = プロキシマ ケンタウリ (4光年先)
- その周りに、水が液体として存在できる可能性のある惑星 (プロキシマ ケンタウリb) が発見された (2016年8月26日)
- そこへ直接超ミニ探査機を送るスターショット計画が検討されている

Proxima Centauri

• [Video \(00:35\) - Launching a StarChip - concept - YouTube](#)

<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

5 宇宙人に叱られる

ボーっと
生きてんじゃ
ねーよ！

チキュージンハ
ソナコトモ
シラナイノ？



長女が小5のときに描いた宇宙人の予想図 (2005)

ボーっと生きてんじゃねーよ！

- この地球のすべてが宇宙のどこでも同じく成り立っていると思いませんか？
 - 太陽は一つ
 - 月が一つ
 - 山があり海があり空気がある
 - 多種多様の動物、植物、昆虫、魚、微生物がいる
 - 文明をもつだけの高度な知能を備えた生物がいる
- 今こそすべての地球人に問う
 - これらはなぜ？ それとも単なる偶然？

答えを見つけるだけでなく、不思議さに気づける感性がもっと大切



Wikipediaより

眼は、いつでも思った時にすぐ閉じることができるようにできている。しかし、耳のほうは、自分では自分を閉じることができないようにできている。

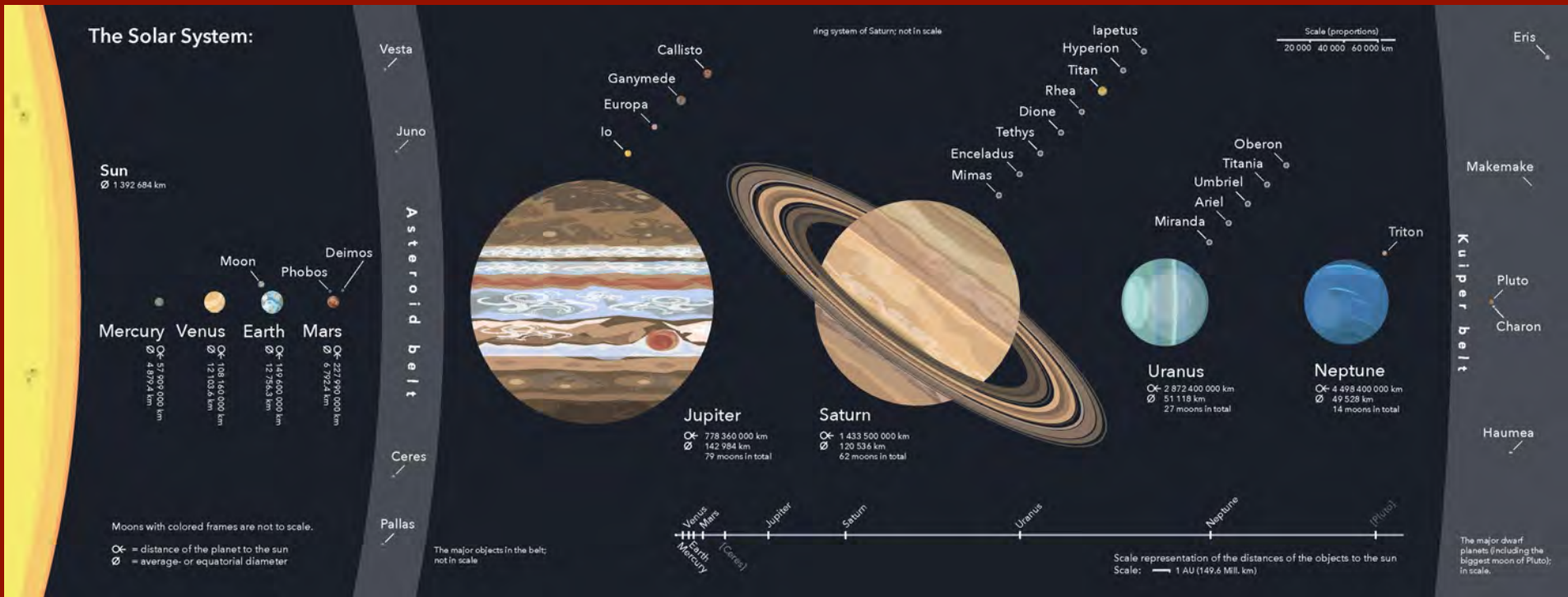
なぜだろう。

寺田寅彦 1878年11月28日～1935年12月31日
高知県出身、東京帝国大学物理学教授

みなさんも考えてみてください

- 宇宙人と地球人はどれだけ同じ・違う？
 - 目でものが見える？
 - 体の大きさは？ 1cm, 1m, 10m？
 - 毎日(24時間周期)眠る？
 - 病気になったり死んだりする？
 - 言語を使って他人を理解できる？
 - 嘘をつく？
 - 文字はある？
 - どれだけ早く計算できる？
 - どれだけものをたくさん覚えることができる？

6 まとめ：宇宙人はいるのだろうか



https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_System

知的好奇心

以下は、村上春樹『アフターダーク』のなかで2人の登場人物が交わす会話の抜粋です。おそらく本筋（難しいので私には正直良くわかっていません）には関係ないと思いますが、その挿話だけは強く記憶に残っています。

美しい無人島に漂流した3人の兄弟

- その夜、同じ夢を見る。その夢の中で神様が「明日の朝起きると、海岸にとてつもなく重く大きな岩が3つある。それを山の好きなところまで転がして行け、どこまで行くかは自由だ。高い場所に行けば行くほど遠くを見ることができる。止めたところがお前の住む場所だ」と告げる。
 - 三男：海岸の近くを選ぶ：とても美しいし、魚も捕れる
 - 次男：山の中腹を選ぶ：果物が豊富に実っている
 - 長男：山の頂上を選ぶ：霜をなめ苔を食べることで水分と栄養をとるしかない、でも世界が遠くまで見渡せる

マリとタカハシの会話

- マリ 「その話には教訓みたいなものはあるの？」
- タカハシ 「教訓はたぶんふたつある。ひとつは、人はそれぞれに違うということ。たとえば兄弟であっててもね。もうひとつは何かを本当に知りたかったら、人はそれに応じた代価を支払わなくてはならないということ。」

世界を少しでも遠くまで見たい

- タカハシ 「ハワイにまで来て、霜をなめて苔を食べて暮らしたいとは誰も思わないよな。でも長男には、世界を少しでも遠くまで見たいという好奇心があったし、それを押さえることができなかつたんだよ。そのために支払わなくちゃいけないものがどんなに大きかつたとしてもさ。」
- マリ 「*知的的好奇心*」
- タカハシ 「まさに」

答えのない謎をとことん考える

- 宇宙人はいるのだろうか
 - 私は絶対いると信じています
 - でもそれを証明する（出会う）ことはほとんど不可能だとも思っています
- 宇宙を知り、世界を知る
 - 宇宙人について深く考えることは、我々の地球をよりよく理解し、宇宙に地球人が存在する意味、さらにこの地球文明の未来を予想する上でとても大切
 - 純粋な好奇心にもとづく研究が思いがけない大成果に結びつく（2021年ノーベル物理学賞 真鍋淑郎先生）