

投稿

50年目をむかえた SETI

～アストロバイオロジー国際研究会に参加して～

鳴沢真也（西はりま天文台）

1. 存在するのか？

「宇宙人はいますか？」読者の方は、よく聞かれる質問の一つだと思う。よその星にも人は存在するのか？このような議論の記録は、少なくとも古代ギリシャまでさかのぼることができる（日本では江戸時代の町民学者、山片蟠桃が著書『夢の代』の中で初めて言及している[1]）。考える葦、知的好奇心を持つ動物人間としての当然の疑問なのである。

現在の科学は、この問いに対してどこまで迫っているのだろう。まず天文学から。生命の材料であるアミノ酸や遺伝に関する塩基などは彗星や隕石の中にすでに発見されている。さらに系外惑星が続々と発見されていることは言うまでもなく、中にはハビタブルゾーン（生命居住圏）内を公転するものや[2][3]、岩石型と考えられる惑星も見つかっている[4]。ハビタブルゾーン内に位置する地球型惑星、つまり海を持つ可能性のある惑星の発見は、もはや時間の問題なのだ。

ところが一方で、天の川銀河に地球類似の惑星は均一に分布しているのではなく、ある範囲内に存在しているという説がある。銀河系ハビタブルゾーン（GHZ）という概念である[5][6]。これである程度のフィルターがかかってしまうのかもしれないが、GHZの研究の歴史はまだ10年程度である。今後の進展を見守りたい。

さて次は生物学者の意見を紹介する。海があれば生命の誕生はあつという間である、と多くの生物学者が考えているようだ。地球も海の形成直後に生命が誕生している。ところ

が、ここから先は意見が分かれる。知性を持つにいたるまでの進化は偶然であり、よその星ではありえないという主張がある。一方で、それに反対する生物学者もいる。

生物学者の議論の中で共通しているキーワードは「大量絶滅」である。

「生命の歴史は、大量絶滅の繰り返しであった。それを乗り越えて知性を持つまでに進化できたのは、偶然に偶然がかさなった結果である。銀河系内どころか宇宙全体の中でも知的生命は人間だけだ。」地球外知的生命（以下ETI）否定論者はこう述べる。ところが反対に、「大量絶滅がなければ進化はおきない。大量絶滅がトリガーとなり進化を加速させる。10億年もあれば知性までの進化も可能。生命さえ誕生すれば100%知性まで進化する。」と賛成派は主張する。地球上の生物進化でさえもまだまだ専門家が議論しているのが現状なのであろう。

結局のところ、21世紀になってもETIの存在については、科学的に「わからない」が答えなのだ（可能性はもちろんあるが）。

2. SETI50年

机上の議論では永遠に証明できない。では観測して「発見」するしかない。ETIが恒星間通信を行うならマイクロ波、特に中性水素が放射する1420MHzを使う可能性がある、という論文をココーニとモリソンがネイチャーに掲載したのが、1959年である[7]。この論文とは独立に偶然、この周波数の有効性に気がつき、世界初の地球外文明探査「オズマ計画」

を実施したのがフランク・ドレイクである[8] (図1)。その後、このような観測はSETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) と呼ばれるようになった。アメリカを中心に先進諸国で現在までに約100のプロジェクトが実施された。そのうちの概ね8割が電波観測であり、そのうち約半数は観測周波数に1420MHzを採用している。

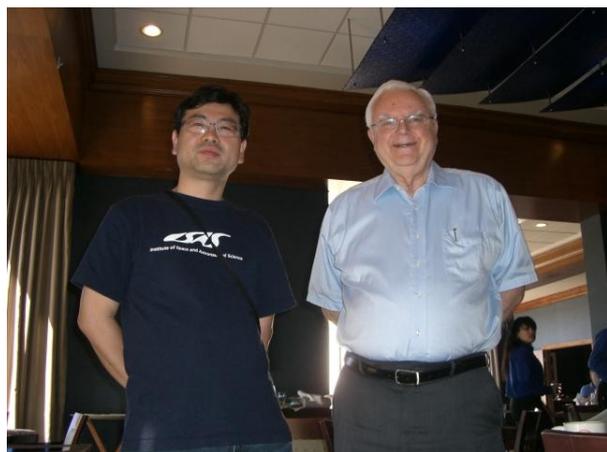


図1 世界初のSETI観測を行ったフランク・ドレイク博士(右)。左は筆者。

一方で、地球の方からETIがいると仮定した星にむかって電波を送信することはActive SETI、positive SETI、METI (Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence) などと呼ばれる。世界初のActive SETIは、1974年に実施された有名なアレシボ・メッセージである。その後、アメリカやロシア、オーストラリアなどで時々、実施されている。

そもそも現在の技術で、はたしてETIからの電波は受信可能なのであろうか。アレシボ・メッセージと同じ出力の電波が仮に10万光年先から送られてきたとしても受信は可能である。それどころか地球人を意識したメッセージでなくても受信は可能なのだ。相手が地球人レベルなら3000光年以内からの天体観測用レーダー、300光年以内からの軍事レーダーでも、現在の電波観測技術で検出ができる[9]。SETIには根拠がある。SFではない。

さらに10年後に観測開始を目指しているSKA (Square Kilometre Array) ならば、近傍の恒星からのテレビ電波のキャッチが可能だという。

さてSETI50年の歴史で、8割が電波観測と述べたが、残り2割は、ガンマ線、紫外線、可視光、赤外線による観測である。このうち可視光を用いたものは光学的SETI (OSETI) と呼ばれている。これはETIが放射する高エネルギーレーザー光線を測光的または分光的に検出しようという手法である。現在、最強のレーザー光線のエネルギーは10の15-16乗ワットであるが、これを宇宙に向けて放射すれば1000光年は届いてしまう。光学SETIは1970年代からロシアで始まったが、1990年代になってアメリカの名門大学などで急に進展している[10][11]。

現在までのところ、「発見」の知らせはないが、一過性の候補信号は、電波でも可視光でもいくつか検出されている。その中でも特に有名なものは、1977年にオハイオ州立大が検出した、通称「Wow信号」である。日周運動をするいて座方向の電波源から、ノイズレベルの30倍の電波が届いたのである。航空機、衛星、探査機などはその時間その方向に飛んではいなかった。周波数は1420MHz (これは世界初の天文学用保護バンドになっていたの、地球人がこの周波数の電波を送信することは禁止されていた)、さらにそのバンド幅はAMラジオ程度のものであり、自然界の電波とは考えにくい。追跡観測が何度か行われたが、同様の電波は観測されていない[12][13]。

それでは、実際にETIからの信号を受信したら観測者はどのような対応をとればよいのか。「その日」に備えて、IAA (国際宇宙航行アカデミー) がガイドライン「地球外知的生命の発見後の活動に関する諸原則についての宣言」を草案・採択しており、1991年にIAUもこれを採択している。SETI観測者はこれに

従って行動することになるだろう。内容は割愛するが、事が事だけにかなり慎重な行動が求められている。

3. さざんか計画

日本では、寿岳 潤らのグループが赤外線[14]、東海大の藤下光身のグループが電波[15] (図2)、筆者が可視光によるSETI[16][17] をそれぞれ実施している。



図2 藤下光身氏が日本初の電波SETIを行った名古屋大学のフェーズドアレイアンテナ。藤下氏提供。

SETI観測は、今後地球規模のネットワークで行おうという構想がアメリカや韓国などで議論されている。日本も参加したいものである。そこで、まずは日本国内における観測網構築にむけてのテスト観測をしておく必要がある。この目的で実施したのが多地点多波長同時SETI観測「さざんか計画」である[18][19][20] (図2)。8つの電波観測施設(東海大学、山口大学、和歌山大学/みさと天文台、高橋無線局、各務観測所、松尾無線局、高知高専木星電波観測所、西はりま天文台)の合計14アンテナが参加した(図4)。ETIは、特定の周波数ではなく、広い帯域で電波を送信してくるという仮定[15]に基づいて、観測周波数は1420MHzも含む、8.3GHzから

22MHzとした。ターゲットは、カシオペア座の一部の領域(30分角)とした。ここからは、1989年にMETA計画[21]とよばれるSETI観測により強い候補信号が検出されている(図5)。1989年の場合と同じエネルギーの電波が100光年以内から送信され、また他の条件がMETAと同じと仮定すると、口径1mのパラボラアンテナでも検出が可能である。



図3 さざんか計画のロゴマーク



図4 山口大学32mアンテナ。さざんか計画に参加した電波望遠鏡では最大のもの。



図5 META計画で使用されたハーバードノズミソニアン製の26mアンテナ。川西浩陽氏提供。

恒星表面でのフレア、軌道が未公開の軍事衛星からの電波などと区別するために、光学的なモニター観測も同時に実施した（注：これはレーザー光線の検出を目的とする光学SETIではない）。JAPOS（日本公開天文台協会）を中心に計25の光学天文台が参加した。藤下氏が電波本部、筆者が総合本部の役目を担った。

観測は2009年11月11日と12日、日本時間21-26時に実施した。残念ながら、どの電波観測でもノイズレベル以上の信号は得られなかった。しかしながら、日本国内でのSETI観測ネット化にむけての実験という意味では、準備段階も含めて十分な成果が得られた。

4. ヒューストンで

30以上の観測施設が一斉にSETIを行ったのは世界で初めての試みである。これに注目したのがアメリカのSETI Institute（以下SETI研）である。

SETI研は、150人以上の科学者、教育者の集団で、まさに現在のSETI総本山である。NASAやIAU、国立科学財団などがスポンサーとなっている。本部はシリコンバレーにあるが、電波観測はそこから470kmほど北東にあるATA（Allen Telescope Array）とよばれ

る施設で行っている（図6）。ここには6mのパラボラが42台配置されている。フランク・ドレイクや映画「CONTACT」のヒロインのモデルとなったジル・ターターが幹部である。

「さざんか計画」の直後に、ヒューストン郊外で開催されるAstrobiology Science Conferenceへの参加をSETI研のダグラス・バコフから誘われた。「さざんか計画」について発表して欲しいというのである。研究会は2010年4月下旬。藤下氏とテキサスへ飛んだ（図7）。



図6 SETI研究所のATA（の一部）。実際は、6mアンテナが42台並んでいる。マーク・カウフマン氏提供。



図7 ヒューストンでのアストロバイオロジー研究会の会場の様子。

SETI分科会では、発表の3分の2は、Active SETIや星間メッセージの内容、解読法などについてであった。比較人類学者も発表していた。座長のバコフは星間メッセージの研究者であるが、元は臨床心理学者である（図8）。異星文明とのコンタクトについて多角的に検討しているところに、いわば「アメリカSETI」を感じた。



図8 SETI分科会の座長ダグラス・バコフ博士（右）。左は同じくSETI研究所の幹部セス・シヨスタック博士。中央は筆者。

発表の残り3分の1が実際の観測についてである。電波観測と光学観測が、半々であった。これまでSETIといえば電波観測をイメージされていたかもしれないが、そんな時代は終わったのだ。ハーバード大学、カリフォルニア大学バークレー校の若者らが光学SETIについて熱心に議論していた。あのドレイク自身も、光学SETIで発表をした。リック天文台でレーザー光線検出を狙っているのだ。そんなドレイクに、

「どうして電波から光学に転身したのですか？」

と質問してみた。

「やっている人が少ないからだよ」

と答えて、いたずらっぽく笑ったのが印象的だった。

個人的に最も興味を持ったレポートは、オーストラリア、南サンデー大学での光学SETI観測である。2008年12月に球状星団NGC104から候補信号をとらえたというのだ。

「Australian Wow!」と呼ばれているらしい。これも一過性のものであるが、残念なことに日本からは見えない天体なので、私には追跡観測ができない。南半球でのモニターに期待したい。

さて、私の発表であるが、ドレイクやターターらを前にして緊張したのであるが（しかも質問したのがこの2人だった）、とにかく30以上の観測所によるSETI観測ということで、聴講者にはインパクトがあったようだ。日本の団結力をアピールできたと思っている。

さらに、ターターはじめSETI研の方と協議して、オズマ計画50周年を記念して2010年中に日米合同SETIを実施しようということで、意見が一致した（図9）。SETI研は嬉しいことにATAを参加させてくれるようだ。世界合同SETIにむけての新たな一歩である。



図9 日米合同SETIについての議論。SETI研究所の幹部ジル・ターター博士（左）と筆者（右）。

オズマ計画100周年をむかえるころには、人類はすでにファーストコンタクトに成功しているかもしれない。SETIが継続されている限り、可能性はゼロではないのだ。

今回の研究会でSETI俳句というものが存在することを知った。そのうちの一つは、私の持論と共鳴するものであった。最後に、このSETI俳句を紹介して終わりにしたい。

Searching for life.

Answers are revealed.

About ourselves.

Paula Cook, Duke University

謝辞

他の惑星における生命の誕生やETIの存在に関する生物学（および関連分野）の専門家の意見を知るために、以下の方々に質問をした。筆者の質問に快く回答してくれたことを感謝したい。敬称略、50音順。

大島泰郎（共和化工環境微生物研究所）、大野照文（京都大学総合博物館）、小林憲正（横浜国立大学）、長沼毅（広島大学）、長谷川真理子（総合研究大学院大学）、真鍋真（国立科学博物館）、山岸明彦（東京薬科大学）、横堀伸一（東京薬科大学）。

参考文献

- [1] 鳴沢真也、皆神龍太郎 2008 天文教育 20, 35
- [2] Fischer, D. A. et al. 2008 ApJ 675, 790
- [3] Haghhighipour, N. et al. 2010 ApJ 715, 271
- [4] Barnes, R. et al. 2010 ApJ 709, L95
- [5] Gonzalez, G. et al. 2001 Icarus 152, 185
- [6] Lineweaver, C. H. et al. 2004 Science 303, 59
- [7] Cocconi, G. & Morrison, P. 1959 Nature 184, 844
- [8] Drake, F. D. 1960 Sky & Telescope 19, 140
- [9] Tarter, J. 2001 Annu. Rev. Astron. Astrophys. 39, 511

- [10] Reines, A. E. & Marcy, G. W. 2002 PASP 114, 416
- [11] Howard, A.W. et al. 2004 ApJ 613, 1270
- [12] Gray, R. H. & Marvel, K. B. 2001 ApJ 546, 1171
- [13] Gray, R. H. & Ellingsen, S. 2002 ApJ 578, 967
- [14] Jugaku, J. et al. 1995 ASPC 74, 381
- [15] Fujishita, M. et al. Journal of the British Interplanetary Society 59, 346
- [16] Narusawa, S. & Morimoto, M. 2007 Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs. 17, 1
- [17] 鳴沢真也 2009 『望遠鏡でさがす宇宙人』旬報社 ISBN978-4-8451-1107-7
- [18] 藤下光身 他 2010 日本天文学会春季年会 Y18a
- [19] Narusawa, S. et al. 2010 Proceedings of the Astrobiology Science Conference 2010 (submitted)
- [20] 鳴沢真也 2009 『宇宙から来た72秒のシグナル』KKベストセラーズ ISBN978-4-584-13210-4
- [21] Horowitz, P. & Sagan, C. 1993 ApJ 415, 218

鳴沢真也