

遙かなる SETI (前編)

平林 久

〈宇宙科学研究所 〒229 神奈川県相模原市由野台 3-1-1〉

SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) は、自分を知るための遙かな旅である。思い起せば、オペラ「フィガロの結婚」の現実家フィガロは、最後に恋人のスザンナと晴れて結婚できるばかりか、自分の出生の謎とラファエロという本名をも知ることになる。地球文明は今このために何を現実的に始めているか、どんな攻め方がよいだろうか。

1. NASA が動きだした

今年 1992 年は国際宇宙年 (ISY) といわれる。500 年の昔にコロンブスが新大陸を発見したのにちなみ、宇宙への新しい門出の年と考えようというものである。アメリカハワイ州の上院議員だったマツナガ氏の提案に発する。発見され、攻撃的な西洋文明にさらされて塗炭の苦しみを受け続けてきた人々のことを考えると、全地球的規模で気持ちよく受け入れるには悪趣味の提案である。

これは象徴的である。ギリシャ文明に端を発する合理的実証的な西洋文明の手法がその後の世界の主導権を握ってきた。

さて、この 1992 年の秋より NASA の SETI 研究所がいよいよ地球外文明探査にのり出す。10 月 12 日にアレシボ電波天文台とゴールドストーン深宇宙局で探査がはじまる。2 つの探査モードが計画されている。[目標探査]は、80 光年以内の距離の太陽型星 800 を、1 GHz から 3 GHz までのバンドを 1 Hz 分解能で調べる。[全天探査]は、全天の 1 GHz から 10 GHz までのバンドを 30 Hz 分解能で調べる。この探査が始まると、数分間で今まで 30 年間の探査の能率をしのごとくという。

これにくらべて、同じアメリカのハーバード大



写真1 ハーバードの探査局で P. Horowitz 教授の説明をきく、左から N. Kardashev, 筆者, B. Burke.

学のポール・ホロビッツの探査が対象的である。ホロビッツの場合は、使い古して見向きもされなくなったアガシー天文台の 26 m アンテナを使いきっての探査を 1985 年より続けている。波長 21 cm など的に絞っている。とくに大がかりな装置を使用したものではない。8 万チャンネルのスペクトル解析装置を付加して、24 時間態勢の連続自動観測をおこなってきたが、映画「ET」のスピルバーグ監督より米国惑星協会をとうして 10 万ドルの寄付を得て、840 万チャンネルのスペクトル解析装置に置き換えて 0.05 Hz 分解能での探査である。ボランティアによる各種支援もある。仕事でたまたまマサチューセッツ州のレキシントンに到着したその日に、ホロビッツの探査のスタートが大きく新聞に載っていた。彼は奇しくもレキ

シントンに住んでいた。そんなわけでコンタクトをして出会ったのが最初である。スペクトル解析装置のための日本の安いデジタルICの手配を頼まれたりした。2回目はボストンでのIAUのSETIのシンポジウムの遠足の際、3回目は惑星協会主催のアンテナ直下での見学集会の際であった。

2. SETIの夜明けと難しいコンタクト

1959年、ジョゼッペ・ココーニとフィリップ・モリソンは、人類が電波を使ってSETIをおこなえるレベルにあることを指摘し、その方法として、水素原子の出す1420 MHzの線スペクトルの周波数がよいと主張した。翌1960年、フランク・ドレイクは、米国国立電波天文台(NRAO)の電波望遠鏡を使用して、電磁波での初のSETI観測をおこなった。周波数は1420 MHz、探査された星は、ほぼ11光年の距離にある太陽に似た二星(くじら座 ϵ 星, エリダヌス座 ϵ 星)であった。「オズマ計画」である。日本では「60年安保」の年であった。

マルコーニはこれよりずっと前に、イタリアからアメリカへの大西洋航海で受信機を積んで火星からの電波に耳を澄ましたという。しかし、これで「SETIの事始め」とはいわない。彼の聞き耳をたてた波長の長い電波は、地球電離層を突き抜けてこれないからである。

銀河スケールの通信でも、その通信費用は情報の重要さに比べれば大変に安価である。ところが初めは通信の取決め(プロトコル)がないので、コンタクトが極端に難しい。この難しさを検討してみよう。知りたい情報として、方向・周波数・バンド幅・偏波・変調方式・文法等々がある。

方向：例えば、ビーム幅1.5'(例えば30 m径アンテナで波長1 cmの場合)で全天を探るとすれば約 10^8 とおりの方向がある。

周波数・バンド幅：可能性のある周波数帯は宇宙で雑音レベルが特に低い1~100 GHz当りと考

えられる。低周波側は銀河の出す雑音、高周波側は量子雑音が急激に強くなる。バンド幅は狭い下限として星間シンチレーションのリミット0.1 Hzとおいてみる。するとチャンネル数は 10^{12} とおりにある。文法と意味については、受ければしめたもので、解説はむしろ大いなる知的楽しみと考えよう。

こうして、方向・周波数だけでも 10^{20} とおりの組合せとなる。他がすべて了解ずみだとしても、1回1分間の観測としてもすべてをやるのに今までの宇宙の年令の一万倍もの時間を要する！一万チャンネルのスペクトル解析装置で並列観測をすると宇宙の年齢程度で済むが、これは無理の代名詞である。

このように、何も知らずにやみくもに探査をすると、不毛な探査を強いられることになる。そこでSETIに重要なことは、うまい推定と能率的な探査システムづくりである。周波数については、多チャンネルがいちどきにわかるようなスペクトル解析器をつくることで能率をあげられる。

3. SETIの連合組織

IAU(国際天文学連合)にSETIの分科会ができたのは1982年からである。この51分科会は今ではBioastronomyの名により広い課題を包含するようになっている。現在300人弱が登録されており、日本から9人がメンバーである。今期すなわち1991-1994年の委員は、委員長R. Brown 副委員長J. Tarter 以下C. Fernando F. Drake S. Gulkis J. Heidmann 筆者N. Kardashev M. Klein G. Marx M. Papagiannisの委員である。このうちJT, SG, MKと、NASAから三人も入っているのは委員構成上のアンバランスを感じる。米国が委員の半数を占めるのも、現在のアメリカの興味の厚みを示している。日本では設立以来前期まで寿岳さんが委員をつとめてこられた。IAF(International Astronautical Federation)下のIAAにSETIの委員会ができたのは1965

年のことで、こちらも活動が続いている。

1984年ポストンでIAUによるシンポジウムが開かれた。この年はロスアンゼルスオリンピックで米ソがもめたときであったので、ソ連勢が参加できなかった。しかし、すでにソ連でのSETIに昔ほどの隆盛はない。1990年はフランス Val Cenis で、今回は1993年カリフォルニアでのシンポジウムが考えられている。

宇宙人からの信号が検出された場合にどのような対応をするかを考えておく必要がある。この事実と信号の中身は地球文明にとって重大である。たとえ国際共同プロジェクトで見つけられたものでなくても、一部の国や機関が独占すべきではなく、人類全体のものという考えが共通認識となり、取り決め(プロトコル)がつけられている。IAU, URSI (国際電波科学連合), COSPAR (宇宙空間国際会議), IAA などにも提案されて論じられ始めている。最終的にはICSU (国際科学連合)で論じられる種類の問題であろう。

国際的組織ができてきたこと、NASAのような大規模布陣の探査が始まったこと、結果の国際共有性が論じられ始めたこと等から、豊かな人類の一員として何もしないでいることに、ある種の後ろめたさを感じるものである。人に言われてすることではないが、フランス・ソ連・オーストラリア・カナダ等である程度の探査が行われたのに、日本が何もしていないのはアンバランスであると感じるのである。

4. SETI はいつも新しい

ードレークの式は精密化されたかー

「ドレークの式」(1961) がでてから30年以上になる。これは銀河の中の宇宙文明の数を推定する式で、文明の数Nは以下のようにあらわされる。

$$N = R * f_p * n_e * f_i * f_l * L$$

R * : 銀河系の年齢を通して毎年誕生する恒星の平均数 (年⁻¹)

f_p : そのうち、惑星系をもつ恒星の割合

n_e : そのなかで、生命の発生に適した条件をもつ惑星の数

f_i : そこで生命が発生し、複雑な生物進化がおこなわれる惑星の割合

f_l : そして知的生物が発生し、高度に発達した技術文明を達成する確率

L : そのような文明社会の平均寿命 (年)

これは惑星の上に芽生えた文明を仮定している。それではここに数値を入れてみよう。Rは1-10程度としてよいだろう。 f_p と n_e はかけあわせて0.01-1ぐらいを考えてみる。 f_i には0.001-1の気分。 f_l は0.01-0.1としてみたい気分。Lは100-1000000000とする。地球文明の例では、もう30年もっているのだから、後70年は大丈夫として、宇宙文明の悲観値として百年をとった。10億年は寿命の長い星を仮定し、有意に進化が変わらぬタイムスケールをとった。これらの数値は後にいくほど未知の量である。そして入れた値はあくまで今日の気分タイプにたいたものだから、「気分(紀文)のカマボコ」のようだとらえどころがない。カマボコは板がしっかりしていて、それがドレークの式、各項は不確定でカマボコの表面のようにつべらぼうである。

さてこれでNはというと、エーと、十万分の一から十億の間となる。もっとも悲観的な場合、十万個の銀河に一つの文明となり、文明を宿す銀河までの距離は一億光年もあり、おとめ座銀河団を含めても私達だけという孤独さである。旧ソ連のニコライ・カルダシェフの言う銀河スケールのエネルギーを使う「III型文明」でもないかぎり、お互いのコンタクトの可能性が難しそうだ。もっとも楽観的な場合、銀河の星の百個に一つの星は文明を宿していることになり、隣との距離は十光年強となる。悲観値と楽観値の相乗平均をとれば、一つの銀河に100個の文明となり、隣との距離は数千光年程度である。

SETIが始まったこの三十年の間にどのような

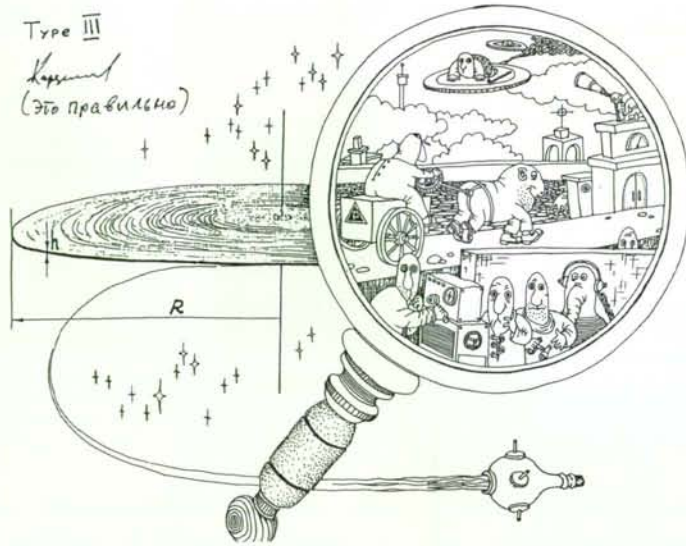


図 カルダシェフの III 型超文明 (I. Maximov 画)

宇宙の発見があったらどうか。1960年代では、1965年のビッグバンの発見、1967年のパルサー、つまり中性子星の発見があった。さまざまな星間分子の発見があった。1980年前後からは、グレートアトラクター、グレートウォール、ライマン線の森、重力レンズ、などの宇宙の大規模構造に関わる発見が続いている。

30年経った今でも、ドレークの式は銀河の中の文明の数を与える事が出来ない。ドレークの式は学問分野の進展をはかるリトマス試験紙のようではないか。リトマス試験紙が酸性からアルカリ性への度合い、溶液の中のOHイオンの濃度を測るものなら、ドレークの式はSETI性、銀河の海の文明の濃度を測る。ドレークの式には天文、生命、社会にわたる項が並んでいて、後に行くほど訳のわからない学際的な項が続く。ドレークの式は答がでるような代物ではない。問題を浮き彫りにするための簡潔な式である。ピュラカンのSETIシンポジウムでは、ドレークの式を徹底的に論じたことがあるが、このようなことを30年ぐらいに1度する事は、各学問分野の進展が見えて意義がある。

各界の研究者にドレークの式の各項のアンケー

トをとってみたいと思う。それで答を知ろうというのではない。世論の平均値と分散値を知ってみたいという野次馬根性である。ドレークの式の答は、むしろSETIが成功したときにわかる。一つしか見つかっていないものの数を推定するのは難しいのである。

[文明が進化していったら銀河スケールの飛行に乗り出すに違いない。そうすれば一億年もかからずに一つの文明が銀河中に散らばる。それなのに私達のところに宇宙からの訪問者がいないではないか。だから銀河には私達しかいない。]

「ティプラーの論理」もある。これは説得力があるようでもあり、無いようでもある。また、地球生物の絶妙なカラクリに心うばわれる生物学者は、生命の誕生を非常に困難なと考えがちのようである。それでも、何桁の誤差があってもいいから、生物学の更なる前進を待ちたい。

5. フィガロは保守的か

私達は太陽系に芽生えたので、太陽に似た星を探索の対象と考えるのは堅実な考えであろう。よく似たという意味は、スペクトル型と寿命がちかく、連星系でないということである。スペクトル型が似ていると、表面温度が近く、恒星の光のエネルギー分布が近い。寿命が近いと、生命をはぐくみ、進化を待つ十分な時間がある。連星系では、どのような惑星系ができ、軌道が安定であるか、生命をはぐくむ恒常性が保証されていない。

このような考えは保守的すぎると思われるであろう。天文学者フレッド・ホイルは、SF「暗黒星雲 (Black Cloud)」で、電磁流体的な星間雲のような知性体を登場させた。中性子星そのものを知性体とするSFも書けるかもしれない。

ビッグバンからはじまる宇宙に銀河系ができ、

星が重元素を合成し、後世代の星に惑星系ができ、そこに生命が芽生え、三十億年以上にわたる進化の中から知性体がうまれてくるという地球生命における大筋がわかってきたいま、ホイルのような独創的なアイデアは、その発生と進化のあらすじまでを考慮してみないといけないだろう。その時そのSFは実に読みごたえがあり、別の生々しい宇宙を描き出してくれるだろう。

私たちはすでに一つの確実な例、地球文明を知っている。そこにいたるあらすじを大まかに知った。それであれば、現実に行動に起こせるアイデア、「私たちのようなもの」を探ることである。それは保守的というより、現実家の指標を見失わない態度と考える。イルカのようなものでも私たちのようなものとする。彼らがどこかの星で、潜望鏡のような望遠鏡で宇宙を眺め、潜水服を着て陸に上がり、さらには大気圏外で宇宙観測をしても、それは私たちの実によく似た兄弟である。ドレークの式はこんな文明も含めている。

モーツァルト作曲のオペラ「フィガロの結婚」は気骨のある作品である。フランス革命前夜の庶民のしたたかさがいい。過去の先祖の遺産をもとに勝手放題の貴族に対する主人公フィガロの武器は、現実家であることである。今の世でも社会や機構の各所に、無能力者が権力やポストにあぐらをかいて自分を偉いと思っている。困ったことに世間の人々も、ついこういう手合いをレッテルだけで判断して甘やかしてしまう。フィガロのように自分の目と腕を信じるのは大切な態度である。ロレンツォ・ダ・ポンテの筋はモーツァルトの作曲と相まって実にいい。現実家フィガロは保守的でも先進的でもない。小姓のケルビーノのことを聞かれて、「私は私のことしか知らない」と、伯爵にうそぶく。逆説的ではあるが、今はこの現実的な態度が必要だと思う。

6. 神との対話

筆者は1985年の天文月報に創作文「宇宙・観

測・詩」を載せたことがある。ここに創造神と詩歌の精があらわれたが、私は神を信じているつもりはない。ここでの対話のときの神は、誰とも知れぬ人のようであった。通信のなりたった宇宙人とも、根源的なことを話してみたいものだ。

神はいるだろうか。科学の立場ははっきり簡単を好む。神を仮定しないで済むものなら、仮定しないのがいい。SETIによって通信の成り立った時の宇宙人の文明レベルは私たちよりもはるかに高度である。信号を主導的にはるかに昔から出し続け、そして千光年一万光年を越えて信号がやってきたとすれば、彼らは少なくとも千年万年も先行した文明である。それは私たちの想像を超えるレベルのはずである。私たちが神と呼んで夢想するものよりもすごいだろう。だから、SETIが成功すると、わたしたちの考える神よりすごいものと話ができるのだ。しかしそれでも、所詮先に生まれ世間をはるかによく知った兄弟である。同じ宇宙にいて同じ物理法則に支配される仲間である。すごいけれどそれだけで敬うことはない。

この原稿を送付する今日、筆者は別件でアレシボ電波天文台に発つ。世界一の305mのアンテナの焦点に立ってみよう。何を感じるだろうか。帰国後に後編を綴る。

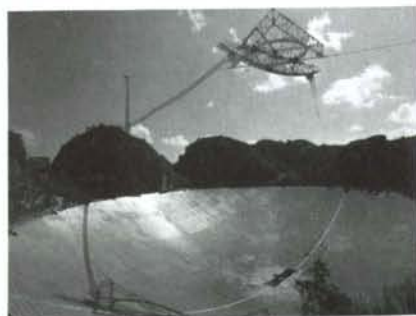


写真2 NASAのSETIに使われるアレシボ電波天文台の305m鏡

参考文献

- 1) C. Cocconi & P. Morrison, (1959) Nature, 184, 844, 平林久 (1985): 「宇宙・観測・詩—冬の夜の観測者の対話—」, 天文月報, vol. 78, No.7, p176,