

知的生命探査 ～Search for Intelligent Life～

環境情報教育課程 環境教育コース 165638 牧 知美

地学教室 金光研究室

1.序論

この広大な宇宙のどこかに宇宙人が存在するかどうか、誰もが一度は考えたことがあると思う。むしろ、これだけの星が存在して、地球にしか文明が存在しないということが不思議である。少なくとも、地球以外にも1つは文明がある星があってもおかしくはない。

そこでこの研究では、星間植民が可能な距離には限界があるという仮定に基づいた星間植民モデルのプログラムを製作し、考察をしていきたい。また、超新星爆発により、文明がそこで終わってしまうこともプログラムに組み込み、より現実の状況に近いモデルで研究した。

2.知的生命探査の進化(SETI)

<SETI とは…>

「高度な知能を持つ生命体」が存在するかどうか、この問いに対して結論を出すための正式な学会が存在する。それが SETI(Search for Extra-Terrestrial Intelligence)である。

この問いは、地球上で最も素朴でありかつ難解な命題のひとつである。残念ながらこの命題に対する解答は未だに得られていない。極端に言ってしまうえば、命題を解く方法はたった2つしかない。「地球以外のどこにも知的生命が存在しないことを証明する」かまたは「地球以外のどこかに1つは知的生命が存在するということを証明する」かである。SETIはもちろん後者の方法をもって地球外知的生命(ETI)の可能性を探っている。

<SETI の目的>

観測により ETI の存在を証明し、あわよくば彼等とコミュニケーションをとることである。(知的生命なら必ず他者とコミュニケーションをとろうとすると考えられるため)。宇宙には私たちの想像を絶するような知的生命が存在することは充分考えられる。

<SETI プロジェクトが始まったきっかけ>

コーネル大学のジュゼッペ・コッコーニとフィリップ・モリソンが「ネイチャー」誌で発表した「恒星間通信の探索」(1959.9)という論文では、電波には恒星間宇宙で散乱することなく通信媒体として遠距離まで到達し得る優れた特性があることを指摘している。そして、ある程度以上文明が発展すれば、「ヒト」のように「電波」を発見・利用するだろうと充分想像できる。このことがフランク・ドレイク博士を中心とする「オズマ計画」(1960.4.8)をはじめ多くの SETI プロジェクトで電波観測が行われている根拠となっている。「オズマ計画」とは水素のライン周波数(1.4GHz)で、地球から10光年先に位置する太陽系に近くスペクトルの似ているエリダヌス座のイプシロン星とくじら座のタウ星を標的として行った実験である。たった2つの恒星を標的に行っただけのデモンストレーションに近いもの

であるが、これが人類が初めて本格的に行った SETI という意味では、非常に大きな意味をもつ計画であった。

<主な SETI 計画>

◆セレンディップ計画…地球近傍の領域に存在するであろう高度に発達した文明種族 (Civilized Populations) から発せられる電波信号を探索するプロジェクトである。1979 年に考案され、現在もオーストラリアのニューサウスウェルス大学及びイタリアのイタリア研究機構でも SERENDIP プロジェクトを行っている。

◆メータ計画…1985 年、他の知的文明が発信したと考えられる超狭域帯の電波信号で探知する世界初のミリオンチャンネルの SETI である。

◆ベータ計画…1995 年 10 月、電波望遠鏡を使用したベータ・プロジェクトがスタート。現在進められている中の最も協力プロジェクトである。

◆OSETI…これまで、もっぱら電波信号(マイクロ波)の探索で進められてきた SETI に加えて、光の信号(レーザー波)によるプロジェクトが登場した。

◆SETI@home(The Search for Extraterrestrial Intelligence at HOME プロジェクト)
…SETI@home は個人所有のコンピュータの空き時間を利用して、宇宙の彼方から地球に届く膨大な電波信号の中から、地球外の知的生命 (ET) からの信号を探そうという画期的な大衆参加型のセティ・プロジェクトである。

3.ハビタブルゾーン

ハビタブルゾーン(HZ:habitable zone)とは、宇宙の中で生命が誕生するのに適した環境となる天文学上の領域のことである。日本語では「生命居住可能領域」と呼ばれる。この領域候補として優れており、そのため地球外生命が存在する有望な候補である。天文学者は、太陽系の惑星系ハビタブルゾーン(CHZ)や、銀河の銀河系のハビタブルゾーン(GHZ)に生命が存在すると考えている。

<グリーゼ 581 c >

グリーゼ 581 c はハビタブルゾーンに軌道を持つ地球型惑星であると考えられている。惑星系のハビタブルゾーン (またはエコスフィア(スフェア)、echosphere) とは、惑星の表面温度が、生命が潜在的に生き延びられる液体の水を維持できるかもしれない程度となる、構成の周りにある球状の宇宙空間の領域である。太陽系では大体 0.97~1.39AU の領域がハビタブルゾーンであると言われている。

4.ドレイクの式

ドレイクの式は、1960 年にフランク・ドレイク博士によって考案された 1000 億個の恒星からなるわれわれの銀河系の中で、同時に知性を持つ生物がいる惑星がいくつあるかを見積もる式である。

$$N = R \times fp \times fe \times fl \times fi \times fc \times L$$

R(Ratio、比率)は銀河系内で1年間に形成される恒星の数、fp(frequency of planets、惑星の確率)は1年間に誕生した星が惑星を持つ確率、fe(frequency of environment、環境の確率)は、その惑星の中で、生命の生存に適した惑星が存在する確率、fl(frequency of life、生命の確率)は、その惑星上で生命が発生・進化した確率、fi(frequency of intelligence、知性の確率)は、その生命から知性が発生する確率、fc(frequency of culture、文明の確率)は、その知性が文明をつくる確率、L(Langth)は、その文明の継続する長さである。これらを計算して、知性を持つ生物がいる惑星がどれだけあるかを見積もる。

$$N=20 \times 0.5 \times 1 \times 0.2 \times 1 \times 0.5 \times L$$

つまり、これを計算すると $N=L$ となり、銀河系内にあって、私たちとコミュニケーションできる知的文明の数は、そのような文明の存続する年数に等しいと言えるのである。少なくとも 50(人類がコミュニケーションしようとしてきた年数)、そしてもしコミュニケーション可能な文明が何百万年も続くのだとしたら、人類は数百万の文明が見つかる可能性を持っていることになる。

5. フェルミのパラドックス

フェルミのパラドックスとは、地球外文明が存在する可能性の高さと、そのような文明との接触の証拠が皆無である事実の間にある矛盾のことである。宇宙の年齢の極端な長さと宇宙にある膨大な星の数から、もし地球が典型的な惑星であれば宇宙人は普通に存在するはずであると言える。つまり、ドレイクの式によれば、地球人と接触可能な地球外知的生命体がいるはずなのに、実際には地球人はそのような地球外知的生命体と接触していないという矛盾があるということである。仮にこう星間航行を可能とする宇宙人がいるとしたら、そのいずれかの文明は宇宙探査や植民などによって宇宙の全域を移動している可能性が高いので、そのいずれかが地球に到着していてもおかしくない。しかし、地球上には宇宙から来た知的生命体の確実な証拠は一切見つかっていない。

それらの存在の証拠は人類の知識では理解できないのだという主張から、宇宙人の存在を前提にフェルミのパラドックスの解決が試みられたりした。別の意見では、知性を持った宇宙人は存在しないか極まれにしか存在しないので、人類はそれらと接触することができないという観点から議論された。

6. パーコレーションによるシミュレーション

フェルミのパラドックスに対して、星間植民が可能な距離には限界があるという仮定に基づき、星間植民モデルを作成した。単純でランダムだが確率的なルールを持ち、それぞれの要素が相互作用するため、文明の浸透現象を解析することできるパーコレーションというモデルを用いる。

独立した文明は、さらに植民していく文明(植民型文明)か、植民しようとはしない(非植民型文明)のどちらかになる。任意の植民星が植民地文明を発達させる確率を P とすれば、

独自文明を発達させる確率($P=1$)である。このプログラムでは 3次元空間を x,y,z 方向、各々 50セルに分割する。最初はいくつかのセルにランダムに文明を配置する。その後、設定した確率に従って、最初の文明は隣接するセルに植民して新たな文明を作る。作られた文明は確率に従ってさらに周囲に植民する文明になるか、周囲には植民しない文明になるかのどちらかである。パーコレーション問題において、パーコレーションの確率にはある臨界値 P_c があるだろう。 $P < P_c$ では、植民は常に一定数の植民星を作った後に停止する。その外側には独自文明圏が発達し、かくして成長はクラスターの形をとって広がる。 $P > P_c$ の場合は、それぞれ独自の文明圏に植民されない小さいボイドができる。 $P = P_c$ の場合は、任意の大きさの植民領域と、任意の大きさの非植民領域が存在することになる。

ここでは、太陽からの距離が 30 光年以内、太陽とはさほど変わらないスペクトルタイプの恒星が 5~6 個あるため、中心のセルの文明は隣接する 6 個のセルを植民できるとした。

P の確実な値を求めるのは難しいが、文明が滅びるかもしれない、植民しないが滅びないかもしれない、滅びずに植民していくかもしれない、と考えると $P=1/3$ が適当と考えられる。

周囲に植民する文明は薄い色で塗りつぶした円で表し、周囲に植民しない文明は薄い色の縁の円で表す。また、超新星爆発した星は黒く塗りつぶした円で表している。また、初期条件として、文明数を 3、植民化文明率を 0.3 としている。

$P=1/3$ でのシミュレーション結果

7.結果と考察

$P=1/3$ でシミュレーションした結果、この白い部分で表されている空間に地球が存在しているとしたら、星間植民が可能な距離にいないので、他の文明が地球を訪れることができないと予測される。