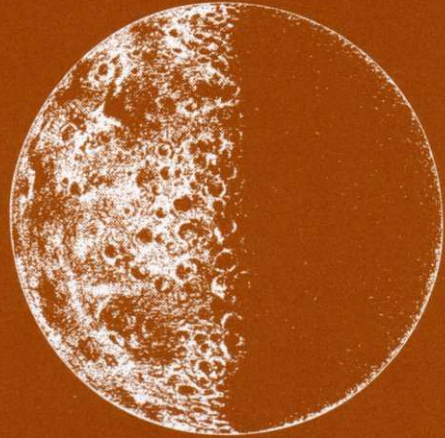


宇 / 宙 / 先 / 端



JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇宙先端活動研究会誌
JAN. 1998 VOL. 14-NO.

IA, A 1

宇宙先端 1998年1月号 (第14巻第1号) 目次

産めよ殖えよ

～宇宙開発の動機として生命「播種」の衝動～

白石 篤史・・・ 1

人類宇宙学 (5)

—地球科学技術—

前衛科学技術研究集団・・・ 10

異文化と摩擦 (16)

—型—

森本 盛・・・ 18

巨星墜つ

—埴谷雄高を追悼する—

福田 徹・・・ 22

宇宙先端活動研究会

代表世話人

五代 富文

世話人

石澤 禎弘	伊藤 雄一	湯沢 克宜	岩田 勉	上原 利数
大仲 末雄	川島 鋭司	菊池 博	櫻場 宏一	笹原 真文
佐藤 雅彦	茂原 正道	柴藤 羊二	鈴木 和弘	竹中 幸彦
鳥居 啓之	中井 豊	長嶋 隆一	長谷川秀夫	樋口 清司
福田 徹	松原 彰士	森 雅裕	森本 盛	岩本 裕之

入会案内

本会に入会を希望される方は、所定の事項を記入した入会申込書をFAXまたは封書で本会事務局連絡先まで送付するとともに、本年度の年会費を支払って下さい。会員には会誌（年6冊）が配布されます。なお、年会費の支払方法は「97年度年会費納入のお願い」を参照して下さい。会費は主に会誌の発行にあてられます。

入会申込書記入要領

- 用紙A4版
- 「宇宙先端活動研究会入会希望」と記入
- 以下の事項を記入
 - 氏名（ふりがな）、年齢、性別
 - 勤務先名称、住所、電話、FAX、E-mail
 - 自宅住所、電話、FAX、E-mail
 - 会誌送付先（勤務先または自宅）
 - その他要望など

事務局連絡先

〒105-60 港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル29F

宇宙開発事業団総務部総務課

澤 倫子

TEL 03-3438-6038 FAX 03-5402-6512

産めよ殖えよ

～～宇宙開発の動機としての生命「播種」の衝動～～

白石篤史

1 はじめに

宇宙開発の目的はいろいろあります。それ以上に、宇宙開発の動機もいろいろあります。私個人の場合、宇宙開発という分野に身を投じた理由は、地球の将来に対する不安感・・・・というよりも、底知れぬほどの恐怖でした。この動機を共有する人がどの程度いるのかはわかりません。ただ、今までのところはこれに共感してくれる人に出会ったことがありません。

動機についてはさておいて、客観的にとらえやすい宇宙開発の目的からはじめましょう。日本では、それを大きく二つに分けて考えるのが習慣になっています。経済的な利益を追求する「実利用」と、新しい知識や知見を得るための「科学探査」です。この二分法の支配力はとても強く、NASA（宇宙開発事業団）とISAS（宇宙科学研究所）という、省庁間をも隔てる大きな溝の敷設によってことさらに強調されているほどです。

しかし、ここで注意しなければなりません。二分法というものは、2000年以上前から知られている初歩的な詭弁術のひとつでもあります。もちろんそれが有効な場面もあります。しかし宇宙開発の目的を論ずるにも適当な手法と言えるでしょうか？ すなわち、「科学か、さもなければ実用か？」という区分から漏れてしまうがために人々の視野をすり抜けてきた多くの論点が他にもあるのではないのでしょうか？

私は、その見捨てられてきた多くのテーマの一つに長いこと囚われてきました。それは経済的な意味での実利用ではない、同時に科学探査でもない、もうひとつのテーマ・・・・私たち生き物の生存そのものの支援です。もっと単刀直入に言うならば、地球の生命の「宇宙への播種」です。そして私をそれに駆り立てるエネルギー源は、前述の恐怖感です。

このテーマは、人類の宇宙への拡大や植民という形で、従来は宇宙の「実利用」の一種として扱われてきました。しかし、実利用という土俵の中にある限りはこのテーマに関する研究開発の立ち上げは難しいでしょう。短期的な、長くても人間の一生のライフスパン程度の時間で得られるリターンが少なさが容易に予想できるからです。かと言って、科学的な宇宙探査の範疇にも入りません。強いて言うならば、新たな文化の定礎、とでもなるのでしょうか。

2 背景

生き物は生き延びようとせずにはいられません。人間も、多くがその衝動を心の内に秘めています。その衝動を持たないモノは子供を残せない、という単純な仕組みの結果

できあがったのが私たち現生の生物なのですから、生き延びたいという欲求の否定は私たちの生き物としての属性そのものから故意に目を背ける、非常に不自然な行為ということになります。もちろん、本能的な衝動の抑圧はすべてなんらかの摂理に反する邪悪な行為であるなどというつもりはありません。ただ、抑圧すべき理由のない衝動を強いて抑える必要もありません。

さて、この衝動に忠実であるならば、今世紀に入って太陽の寿命が有限であることを知った時点で、すなわち地球が私たちにとっての安住の地ではないと理解した時点で、私たちが居ても立ってもいられないほどの焦燥感に駆られるのはごく自然なことです。私たちが地球に乗っているということは、いつかかならず作動することのわかっている時限爆弾の上に座っているのとまったく同じ、それだけで浮き足立ずにいられない、誰にとっても不快きわまりない状態だということについては、多くの方にご賛同いただけるものと思います。

太陽は過去30～40億年にわたってゆっくりとその光度を増してきました。現在もその傾向は続き、将来赤色巨星となるころには、諸説ありますが単位時間あたり現在の300倍～10000余倍のエネルギーを放射するようになります。最大値をとるならば、その時には現在の地球と同じ輻射を受ける惑星の太陽からの距離は概算で100天文単位以上の彼方になります（冥王星の軌道半径は平均40天文単位程度です）。地球をそこまで運ぶことができなければ、そこに縛り付けられた生き物には生存の道はありません。この事実は、生き物としての私たちの本能を直接逆撫でし、心の底からの喘ぎと行動に駆り立てます。

3 今とりかからねばならない理由

前章で述べたように、生物の生きられる環境としての地球の寿命は有限です。ただやっかいなことに、あとどれだけの時間が残されているのか、私たちには正確なところがわかっていません。私たちが生まれてから今日までには約40億年余の時間が与えられてきました。それに対して水蒸気性温室効果の暴走を主因とする地球の金星化は、たとえば2～3億年後には始まるという説もあります。この事実に対するなんらかの対策が必要なことは明らかです。にもかかわらず、私には理解しがたいことなのですが、わずか2～3億年という未来に起こる事態を今すぐに心配するような緊急のことではないと考える人々がいます。もちろん、そのような悠長な対応は正しくありません。

地球には過去にも現在にもいろいろな生き物が現れてきました。しかし生物の地球外への播種の労は、人間が、それも今、背負わねばならないものです。その理由は、次の3つに要約できます。

- (1) 海から陸への進出とは異なり、大気圏外への生命の進出は技術文明に頼らずには実現が困難な非連続的なものになります。技術文明は、そのための充分条件であると言い切ることこそできませんが、必要な条件であることは確実です。
- (2) 生命の誕生から技術文明の発生まで、40億年もの時間を要しました。これが長めだったのか短めだったのか、私たちはまだ判断できません。安全のためには、これでも短い方だったのだと考えるべきです。
- (3) ヒトがいつまで持続するかもわかりません。安全のためには、短めに考えるべきです。

生物の自然進化は「すでに持っている酵素、すでに持っている器官、すでに持っている行動パターンの転用」という形で漸進的に進んできました。生活圏の拡大も、それに連動しつつ連続的に起こりました。原核生物の誕生についてはまだその経緯がよくわかっていないものの、真核生物の誕生以降についてはその原則で現在までの進化の物語の大筋が語れるところまでの知識を、私たちはすでに持っています。

しばしば、ヒトの宇宙への進出は私たちが数億年前に果たした海から陸への進出に例えられます。しかし生物の進化の漸進性や連続性を考慮すればこれがかなり無理のある論だということはすぐにわかります。現生の両生類の発生過程や磯の生き物にその痕跡が残されているように、海から陸への進出は、あくまでも連続的な、無数の中間的な形態、中間的な生態を経て実現したものです。大気圏から宇宙空間への進出はそれとは質的に異なります。その達成にはどこかで大きな飛躍が必要であり、その飛躍は先述の原則で進む自然進化だけでは非常に難しいものです。どこかの大陸に大気圏をつきぬけるような十分に高い山脈があったならば、物理的な連続性があるために生物が徐々にそこを登り、ついには宇宙空間と同等の環境で生きられるものが現れ得たかもしれませんが、現実にはそのような山はありませんでした。（成層圏上部に舞い上がった孢子が宇宙空間に放出されて他の惑星に漂着する、あるいは隕石の衝突によってはじき出された岩石が、内部に休眠状態の生物を保持したまま他の惑星に落下する可能性は後述の放射線環境の理由でかなり低いと考えます）。

生命の宇宙への進出は、運命でも神の計画でも宇宙の基本的な性質でもなんでもありません。生物を宇宙へ押し出すことは、地球表面というその内部では連続した世界の中で生命の存在する範囲を拡大してきた従来の過程とは異なり、知性や技術文明の関与のないいわゆる自然進化だけでは非常に難しい、だれかが意識的に行わねばならないことなのです。

そのような生き物たちのひとつにあって、はじめて宇宙まで進出する力を得たのがヒトでした。ここまで来るのに生命の発生から約40億年、その陸上（潮間帯）への進出からおそらく約5億年を要しています。ヒトがいま地球から消えた場合、それに代わって宇宙に出る力を持つ他の生き物が現れるのにどれほどの時間が必要になるか、今の私たちにまったくわかりません。数百万年で済むかもしれませんが、「今回」と同様に次回もふたたび5億年かかるかもしれません。この場合、楽観的に推算してよい理由はどこにもありません。危険サイドで、次回もまた5億年以上かかる場合もありうる、という前提で行動するべきです。

さらに、そのヒトにしても、宇宙まで手を伸ばす力をいつまで持続できるかということについてなんの保証もないことは言うまでもありません。きょう済ませられることを明日に延ばすな、という格言に説明は不要でしょう。とりわけ、明日があるかどうかかわからない状態ではなおさらです。

以上3点から、地球に残された時間の内に人間と同じように生命を宇宙に出す力のある生き物がふたたび発生する可能性や、人間がこれからのんびりと取りかかっても問題ないだろうという可能性に賭けるのが無謀に過ぎることはご理解いただけることと思います。

4 アプローチの方向

では、生き物を地球から出して生かし続けるという目標に最も手早く、高い費用対効果をもって到達するにはどうすればよいでしょうか。

まず、人間を宇宙で生かすという考えは、少なくとも初期の段階では検討対象から除くべきだと考えます。ヒトはそれ自体が宇宙へ出る能力を持ってはいるものの、裸の状態では地球の地表環境に特化しすぎています。たとえば、ちょっと高温な環境では、体温より気温が高くなっただけで生身の人間は死んでしまいます。一定の体温でしか生存できないがために、気圧が水の蒸気圧より低くなると、いかに大量の酸素を与えても水分を失って死んでしまいます。圧力においても、酸素濃度についても、食料についても、生存に必要なビタミンや微量元素の多様さとそのそれぞれに特異的な供給源の種類数の多さについても……列挙すれば際限がありません。人間を地球外で生かすには非常に高いコストが必要です。技術の進展とともにそれが可能になるかどうかすら、いまのところ目処が立っていない事実をこそ直視せねばなりません。

もちろん地球の表面では、とりわけ比較的複雑な行動のできる生き物としてはヒトの生活範囲は他を圧倒しています。それは知的活動と手を使う能力の成果です。たとえば、ベーリング海峡を越えて北米大陸に進入したヒトが南米大陸の最南端にまで生活圏を広げるのに、わずか5000年しかかからなかったという説があります。一世代20年としてもたったの250世代で南北両アメリカ大陸にひろがるさまざまな生存手段を開発したわけです。自然進化のみにたよる他の生き物、とりわけその肉体の耐環境性が人間並に弱い生き物にはけっしてまねのできないことです。ヒトに近縁の類人猿がいまだにアフリカ大陸や東南アジアの一地方に局在していることはその端的な証拠です。しかしそれでもなお、生身の人間にとっての宇宙空間は、従来対峙してきた地球表面の諸々の環境に比較して桁違いに苛酷なものです。

もうひとつの理由を挙げます。生命の宇宙への播種は、ヒト自身が近縁の類人猿からの分岐以来たどってきた進化の歴史とほぼ同等の時間を単位とするほどの時間を要する長いプロジェクトになります。過去数百万年間のヒトの変化に加え、人間が自らを遺伝子レベルで操作する技術を現在入手しつつある事実を合わせ考えるに、生命の宇宙への播種に必要な長い年月にわたってヒトが生物学的に今と同一の性質を保ち続けると考えるのはかなり無理のあることです。現生の人間をそのまま宇宙で生かす方法の研究は、生命播種という観点からは、……たとえて言うならば、CD（コンパクトディスク）の登場によって、それまで長いこと続けられた自動車搭載用LPレコードプレーヤーの研究がすべて無駄になってしまったのと同様の努力となる可能性が高いでしょう。人間も仲間に入れたいのならば、長い播種プロジェクトの間にヒトの変化の方向を傍らから眺めつつ状況に応じて判断し、適切に行動すればよいのです。

現在、宇宙ステーションや有人火星ミッションのために短期的に人間を宇宙で生かす方法が検討されています。しかし私たちにとってすぐに参考になる部分はあまり多くありません。私たちが目標とするのは、宇宙における生き物の、長期の、無補給の生存です。これは現在研究されている有人宇宙システムとは土台から異なります。地球外での生存を目指すからには、補給なしには必ず劣化してしまうメカニカルな装置群に代表さ

れるような、地球に頼って維持される、宇宙での再生産のできないコンポーネントは、初期にはある程度許されるかもしれませんが最終的には完全に除かれねばなりません。

そこでちょっと足を止めて振り返って見ましょう。

私たちの足もとを見れば、人間よりもはるかに頑健な生き物がすでに存在しているではありませんか。多くは細菌や菌類ですが、多細胞生物ですら真空状態で休眠できるものがあります。放射線に対する耐性の極端に強い胞子を作る細菌もいます。300°Cの熱水孔（の中で生きるものはさすがに知られていませんが）付近や80°Cの温泉の中で繁殖する細菌もいます。

もう一点。地球外の世界にいったん生き物を定着させさえすれば、将来それが進化していく可能性はゼロではなくなります。現状ではゼロとしか言えないのですから、これだけでも倍率無限大に近い前進です。

はっきり言いましょう。生き物が宇宙に出るにあたって、宇宙に出るには先述のように知的生物と技術文明の連携の存在が必要です。しかしいったん出さえすれば、ふたたび従来の「自動生殖・自然淘汰機械」的な生物にもどってはいけないという理由は、特にありません。

生物として今のままの姿の人間を宇宙に上げて生かし、さらに生殖までさせるのは、先述のようにまだ見通しが立たず、同時に非現実的なまでにコストがかかる可能性が高いものです。私たちが生き残るためには、まずはヒトにこだわらず、地球に既に存在している膨大な遺伝子プールの活用を考える方がより確実で、より近い道だと私は主張します。地球環境という限られた場所におけるものではあるもののある程度のスクリーニングも受けてきた膨大な（この膨大さこそが決定的です）ライブラリー……これを活用しない手はありません。

まとめると、1) まずは「なんでもいいから」地球の生き物群（天然のものも人為的に改造したものも含む）を宇宙や他惑星に置き、それを地球からの補給なしに永続的に生かし続けることを成功させ、それを足がかりに宇宙で生きられる生物の多様性を増していく。2) もしも十分に低いコストで可能であることがわかればその生物群の中にヒトもぐりこませてよい。という方針がもっとも現実的なものです。こう言うと、「人間軽視も甚だしい」と感じられる方も多いかと思えます。しかし、繰り返しになりますが、これは種としてのヒトの寿命と比較してもかなり長くなるであろうプロジェクトです。この間にはヒトの方も生物学的にどんどん変化しているでしょう。その意味に於いても、現生のヒトの特性に振り回されることにはほとんど意味がないのです。

5 実施計画

5.1 端緒

さて、以上の前置きの上で、私がいま始めようとしていることを以下に記します。いきなり卑近な話になりますが、どんなに長い旅路にも最初の一步というものがあるもの

です。

「生命『入植』技術の確立」

これは全体を総合した呼称です。これを、ひとつの土台に支えられた3つの柱から成る戦略に沿って展開します。その土台は「生命とはなにか」の追求です。この上に、3つの個別の技術を確立し、全体として地球の生き物の「播種」を支えます。柱はそれぞれ、

- ・太陽系内の外惑星、およびその衛星群への地球の生命の「播種」技術の確立
- ・太陽系外の他の星系への「播種」手法の確立
- ・逆SETIの実施

となります。

以下、それぞれについて具体的に描きます。

(1) 生命とはなにか、の追求。

今世紀に入って、生命とはある面においては複雑な分子機械以外のなにものでもないことがわかってきました。しかし、それで充分だと言いきれるほど私たちの認識は深まっています。地球から持ち出したい、生かし続けたいものは何なのか、私たちが「生命」と呼んでいるシステムの様々な特性や属性のうち、どこまでが削り落とすことができるのか、なにを生き残らせれば生命が地球の限界を越えたことになるのか、十分に研究し、理解を深めねばなりません。

たとえば、生命を播種すること自体にどんな意味があるのか、を考えること（すなわちその結果如何で播種プロジェクトそのものを否定することになるかもしれない研究）も行わねばならないでしょう。その結論が出ないうちに、「この研究を進める時間をかせぐために生き続けねばならなくなってしまう」、という状態になる可能性もあります。もちろん、生存それ自体が目標なのでから、このような「時間稼ぎ」も十分に重要な目標のひとつであることは論を待ちません。

(2) 太陽系の外惑星、およびその衛星群への地球の生命の「入植」

この目標に向けて、以下の研究を行います。

・バイオスフェアとしての地球の寿命の推定

太陽の今後の進化過程を調査して地球の環境変化のメカニズムについての最新の定量的な研究成果と結びつけ、地球の生態系の長期的な変遷を予測します。水蒸気による温室効果の暴走がはじまるまでの期間のより正確な把握を主要な目標とします。

・火星、大型小惑星、大型衛星の居住可能期間および時期の推定

地球が居住可能惑星ではなくなる以前に、私たちはより外側の惑星に居を求めなければなりません。その後も、太陽の輻射がある大きさを越えるときには土星の衛星群ですら居住には適さります。それ以遠の惑星や衛星の活用も考えねばなりません。

せん。それらのイベントの時期をできるだけ正確に把握し、生存のためのスケジュールを作ります。

もちろん、現状の把握、すなわち現時点におけるこれらの天体の探査もこの一環として行わねばなりません。たとえば、エウロパの垂直方向の温度分布、氷の厚さ、氷の直下の温度環境、物質、氷の下の「海」における対流の有無（深層からの物質が供給されるかどうかにつながる）、タイタン大気の現在の環境の観測、さらには生物にとっての宇宙空間（含他惑星）の環境を調査しデータを蓄積すること、など、一般的な意味での惑星探査がこの一環として位置づけられます。以上は観測し、検討に含めたい項目の一例ですが、本稿はその列挙を目的としないのでこれ以上は割愛します。

- ・より強く、より低温の太陽の輻射のもとでの外惑星や大型小惑星、その他の衛星上
に実現される環境の予測
地球の生物の関与のある場合とない場合、それぞれについて検討します。
- ・太陽スペクトルが低温よりになった環境で優位にたつであろう現存生物のリストア
ップと生理の確認
地球の現在の生き物、とりわけ光合成を行う陸上高等植物は約6000Kの黒体
輻射のエネルギーの効率的な吸収に適応しています。太陽の膨潤により、今後はこれ
がより低温側にシフトしていきます。その輻射環境に適応できる植物が地球の遺
伝子プールの中に存在するかどうか調査し、またその人工的な育種の実現性を研究
します。
- ・なんらかの生態系を無補給で宇宙の放射線環境下で生かし、その変化を記録／記述
／解析する実験
その期間は規模に応じて決めます。受動的な温度制御のみによって凍結と過熱を
防ぐ水槽を用い、～3年程度の間、たとえばJEMの暴露部での実行を検討してい
ます。
- ・外惑星やその衛星群の現在の環境下で生存可能な小型の生態系の開発と特性調査
これらの生態系がどのようなものになるのか、模擬環境の中で実際にマイクロゾ
ムを作成することによって調査します。その結果を元に、それらの星々への地球の
生物の接種方法を検討します。

(3) 太陽系外への生命「播種」手法の確立

- ・生体関連物質の宇宙環境での長期保存実験および保護実験
宇宙の放射線環境は生物にとってはとても厳しいものです。最近では遺伝子の破壊
が主に注目を集めています。破壊されるのは核酸だけではありません。休眠状態の
胞子や細胞の長期的な保管の際の放射線被曝は、地球の生命を構成する蛋白質や脂
質をも同様に傷つけます。たとえば、胞子や種のパッケージを永遠に日光のあた
らない月の極地のクレーターの底に保管した場合、温度環境のみを考えれば非常に長
期にわたる保管が可能のように思えますが、実際には宇宙線によって短期間に繁殖

能力を失い、最後にはタールの塊になってしまうことは必定です。大気などに保護されない環境で生き物を生かし続けるには、常時コピーを作り続け、失敗したコピーは破棄するという操作（繁殖と淘汰）が、地球で現在行われている以上に速いサイクルで必要になるでしょう。その頻度やそれに費やすべき最小限のエネルギーの推察のために、この実験が必要となります。具体的には、各種の生体関連物質を、模擬あるいは実際の宇宙環境に置いてその崩壊の過程を把握し、同時にそれを遅らせる方策を試みます。

- ・宇宙空間に保管する「生きたタイムカプセル」が宇宙線による擾乱に耐えるために最低必要とする規模の推定

前述のように、恒星間空間で地球の生命を維持するには、それが有機物ベースである限りは常に活動を続けた状態に維持しなければなりません。バイオスフェア2ですら安定な閉鎖環境を得られなかったこと、および微生物だけから成る閉鎖型マイクロゾウムが既に数十年にわたる生存を続けていること、の2点から、常に活動を続ける生き物を長期間宇宙で維持するには、ある大きさ以上の規模（複雑さ、多様さ）の生態系の形をとる必要があることがわかります。その規模をはっきりさせる研究を行います。具体的には、規模（種数、空間的な大きさ）に応じた生態系の変遷を実験によって調査し、並行して実験では時間がかかりすぎて確認できないであろう非常に多くの生物からなる生態系についての数値モデル実験を行います。

(4) 逆SETI

これは前述の二つの柱とは若干性質を異にします。

地球の生物を、いるかどうかわからない、さらにはひょっとすると互いに理解可能かどうか不明などどこかにいる生物に紹介する「番組」をつくるのがこの研究の骨子です。もちろん実際に送信するかどうかは別の課題であり、別途慎重に検討する必要があります。

この作業は、我々が地球の限界を超えて生き延びさせようとしている生命とはいったいなんなのかを理解し、定義するにあたって、あたかも鏡のごとく働き、作業の助けとなるでしょう。

5.2 プログラム一案

前節で述べた諸研究から得られる技術や知識を逐次応用しながら、将来的には以下のようにプロジェクトを進行させることになると予想しています。おそらく6桁～8桁年程度のタイムスパンでの事業になります。本節に限っては、半分SFと考えてくださって結構です。

- ・太陽の巨大化に合わせて、より外側の地球型衛星や惑星にシステマティックに生物を播種（「接種」の方が私のイメージにより合っていますが、一般的な使い方ではないので播種としておきます）していきます。可能ならば人間があるいはそれに代

わる知的生物を管理者として置けるようにしながら、しかしできるだけそれ無しでも進行するように進めていきます。

- ・現在の火星程度（ひょっとするとエウロパ地下なども可能かもしれません）の温度の時に、せん苔類を含む土壌を播種します。

バイオスフェア2の第一次閉鎖実験の経緯に端的に現れたように、意図した通りの生態系を維持するのは難しいかもしれません。初期の段階では、とにかくなにかを播種し、6桁年程度の期間で独自の極相に達させる戦略が有効でしょう。

- ・さらに温度があがるにつれ、昆虫、コペポダ、ダニ、線虫などの播種を試みます。もちろん、はじめからこれらの生物を含む接種をこころみてもかまいません。多様性を増すと共に生物を生かすためのシステムとしての強度が増していくでしょう。
- ・また、これだけのタイムスパンの間には、生物としての人間の姿も現在とは違ったものになっているでしょう。どのように変化しているかはわかりません。ただ、現在は無理でもいずれかの時点においては人間が新規の生態系に容易に入れる生き物になっている可能性はゼロではありませんし、そうなるよう意識的に努力するかもしれません。
- ・これらに並行して、近隣の太陽系外の恒星のまわりにも播種を実施し続けます。

6 おわりに

今から数十億年の後、ひょっとしたら銀河系いっばいに広がっているかもしれない私たちの遠い子孫は、自分たちの祖先がたったひとつの惑星の、深い大気の底に保護された汁気たっぷりの蛋白質と核酸の袋だったことを憶えているのでしょうか。憶えていなかったとしても、私はかまいません。

以上、日頃思うところをまとめました。確信というものは、えてして知識の欠如と思考の放棄がその病因であることが多いものです。故に、これを読んでくださった皆様からのご批判を心待ちにしております。

最後に、蛇足ではありますが、この「実用でも科学でもない分野」というのは、実用衛星の道を閉ざされ、科学面での基礎研究をISASに、工学面での基礎研究を（建前としては）NALに抑えられたNASDAにとってのあまり多いとは言えない新天地のひとつとなる可能性をも秘めていることをつけくわえて、本稿を終わります。

shiraishi.atsushi@nasda.go.jp

mgg00545@niftyserve.or.jp

（宇宙開発事業団 先端ミッション研究センター所属）

参考文献：

- 現代天文学講座6 恒星の世界 (恒星社 1984年)
現代天文学講座7 星の進化と終末 (恒星社 1988年)
「テラフォーミング」 金子隆一 (NTT出版 1996年)
「極限の生物たち」 太田次郎 (光文社)

人類宇宙学（5）

——地球科学技術^①——

前衛科学技術研究集団*

将来を考えるためのバウンダリについて、これまで4つのアングルから整理してきた。（1）で分野、（2）で国の文化、（3）で歴史、（4）で人材と、ラフに洗い出したところで折も折、3方の要人から地球観測の実用シナリオを考えよとのオーダーがあった（H7年末）。

- （1）実用システムとは、まず社会に対する貢献目的が具体化されており、かつ社会から強い時期要求があるもので、当然コスト・ベネフィットも問われる。日本人は、目的設定を不得意とするので、いきなりハードウェア（手段）へと暴走し、あとで使い方を考えるきらいがあり、向上を要することは（4）章で述べた。

要求時間は急がれるのが常であり、既成技術で第1世代の建設を行い、運用しながら向上をはかるのが常道である。ベネフィットについては、国の計画であればまず公共目的に目がむけられるべきであり地球観測を地球の状態の変化の監視と捉えれば、災害復旧費の減少、被災者の減少を目的とする非営利型システムが頭に浮かぶ。

- （2）目的のサーチ 上述のアングルから、まず自然災害の統計を調べてみ

①地球科学技術推進機構の報告書“地球変動予測プログラム観測衛星利用の部”1997年6月の一部を使わせていただきました。

*前回から、ESTO（地球科学技術推進機構）の傘の下で検討会をもっております。メンバーは石井正夫、黒田泰弘、小泉深吉、小泉民介、松下 正、森本 盛（敬称略）です。

た（防災白書）。災害復旧費は図1に示すように、全世界で年平均約1兆円である。被災者数約7億人については、図2に示すようにその95%が台風と洪水によるものであり、地域的にみると93%がアジアである。これらの数値と日本のポジションとを考え併せると、我が国がこの問題に真剣に取り組まない場合、怠慢大国と見られても仕方ないであろう。死者数の統計は図3のようになっており、アフリカの干ばつについてアジアの台風・洪水があがっている。さらにこれらの現象は、地球の温暖化によって加速される（米国ではハリケーンの数、期間、強さ増加の推定がなされている）。地球観測データがこれら災害の予測の正確さを高め、災害に対して効果的に事前の対策を講じることができれば、1,000億円のオーダでの修復費の節約を期待することができ、被災者数の1億人のオーダでの減少も夢ではないと考えられる。そこで、この課題を第一のテーマにとりあげることにした。

- (3) 災害を予測する地球データ、アジアの台風、洪水、干ばつは、ユーラシア大陸の雪氷の量と相関があるといわれ（図4）、洪水は河川流域の森林の状況にも影響される。干ばつもまたこれらと関係が深いといわれている。図5は自然災害の項目と、雪氷の森林状況との関連を示すものであり、図6、図7は、そのメカニズムを表す。さらにこれに温暖化が加わると図8のような関連になる。

図4をヒントとして、第1世代のシステムは、ユーラシア大陸の雪氷の観測と、アジア各地の森林の観測を行うものに設定してみた。ここまで検討したところで、地球フロンティアの構想が発表されたが、フィロソフィが一致していたのは幸いであった。またフロンティアにおける海洋科学技術センターの観測計画と本提案とは相補的な関係になっている（図9）。そこでフロンティアと名称を合わせて“地球変動予測プログラム”とすることにした。

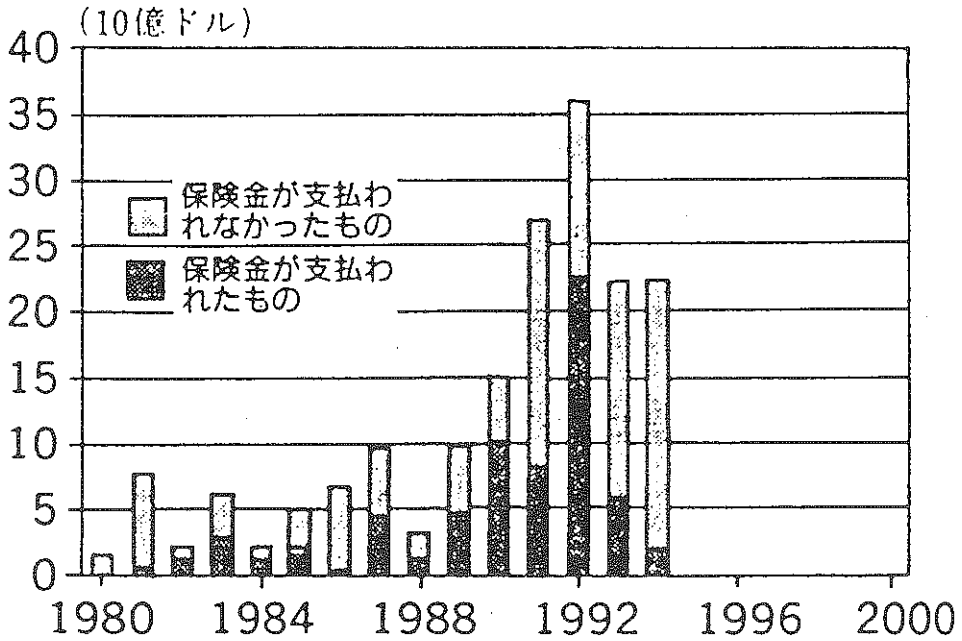
- (4) 社会のコンセンサス 日本の国の計画は、これまで十分な社会的コンセンサスを得たうえで実行されたとは言い難い。しかし、最近では欧

米のように社会に対する説明が重要とみられる例が急激に増している。これまで説明がなされていなかったということは、説明能力のレベルが低いということと表裏一体である。特に専門的な計画ほど一般人への説明は難しい。ここで「素人に説明しても」と馬鹿にはしてはいけない。専門家の数はせいぜい0.01%、一般人の数は99.99%。一般人を馬鹿といえ、専門家は狂人といわれてしまう。M. ファラデーが、総理大臣の「発電機というものは何の役に立つのか？」という質問に、「将来沢山税金をかけることができます」と答えて開発費を獲得した話は有名である。又、エジソンは、各地のホテルに「この電球は健康に害ありません」という証明を貼って歩いたといわれている。優秀な人は相手の言葉で説明する努力をしている。

この意味で、ここで考えた計画の主体は、図10に示すように地球の自然を把握することであるが、これをそのまま一般人に説明しても「急ぐことでないから福祉をやれ」とか「遊びは止めて景気回復」などといわれてしまう。一般人には、図の下端の人為的影響なら理解させることができる。「温暖化による台風、洪水、干ばつ等の規模増大の予測が正確になる」（そのために自然を把握する必要がある）といえれば理解できる。図11は、社会貢献の度合いを表現した例であり、全地球的な温暖化対策が重点になっている（図10とはまるで違う表し方が必要）。

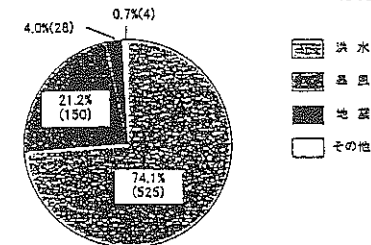
時期要求は、放置すればどうなるかという意味で図1が役立つが、図12のような表現もある。

図1 世界の気象関連自然災害の被害総額, 1980-94年



出所：Munich Reinsurance Company.

図2 1980年から90年の間に災害の影響を受けた人口の割合 (災害種類別)



(カッコ内は人口, 単位: 百万人)
資料: ルーベン・カトリック大学災害疫学研究センター(CRED)
(ベルギー, 1992)

図3 地域別の人的被害状況

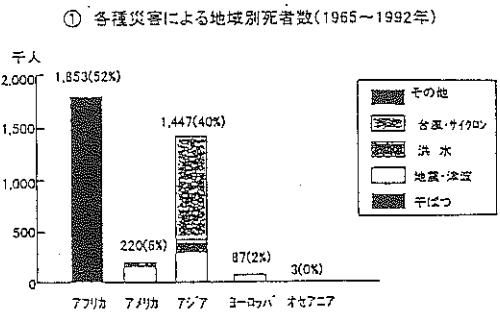
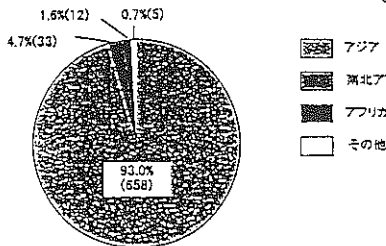


図2 1980年から90年の間に災害の影響を受けた人口の割合 (地域別)



(カッコ内は人口, 単位: 百万人)
資料: ルーベン・カトリック大学災害疫学研究センター(CRED)
(ベルギー, 1992)

② 各種災害による地域別の被災者数(1965~1992年)

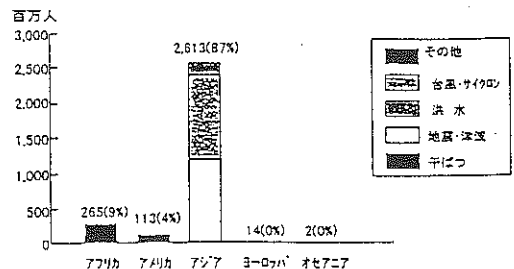


図4

ユーラシア大陸(52°N以南)の冬の積雪面積と、その次の夏の中部インドの降水量の経年変化
 (それぞれ9年平均からの偏差で示し、積雪面積は正の値を下向きにとっていることに注意)
 【Hahn 1976】

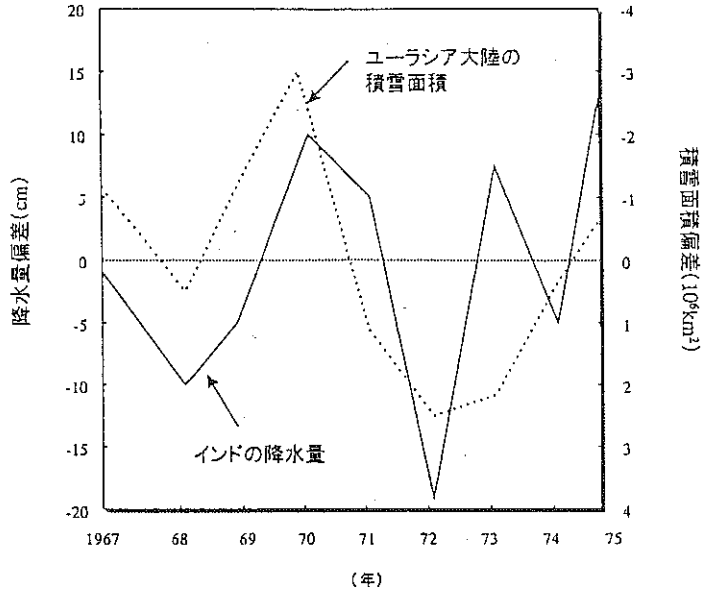


図5 水資源相関図

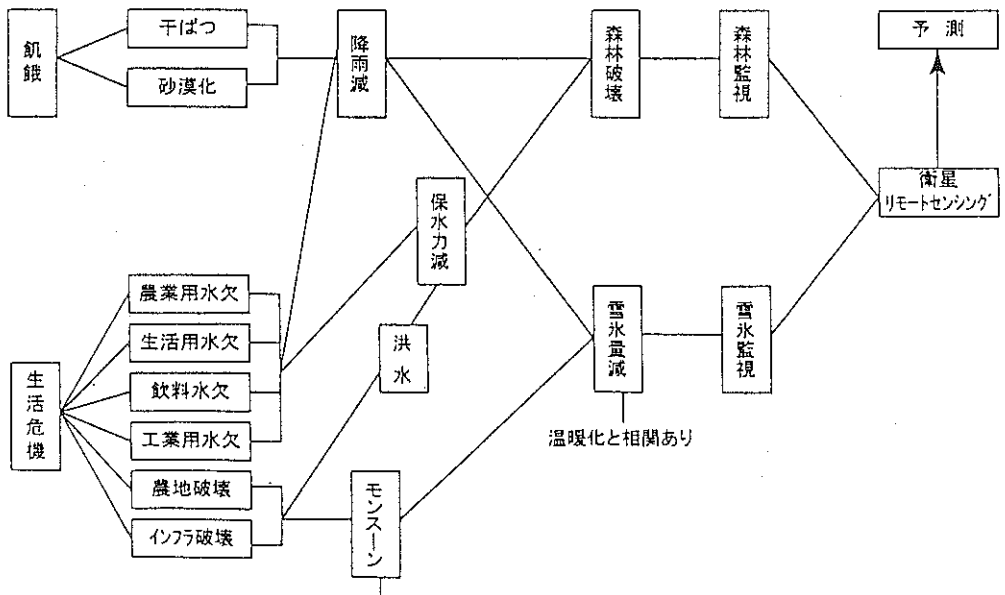


図 6 積雪と降雨量との相関メカニズム

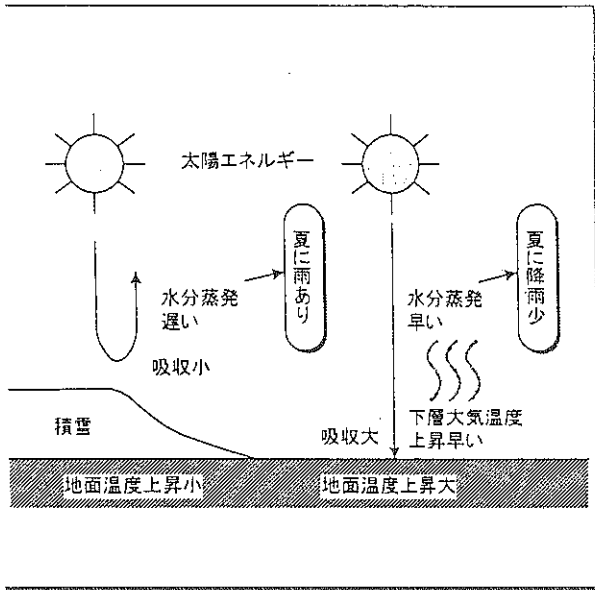


図 7 森林と降雨量の相関メカニズム

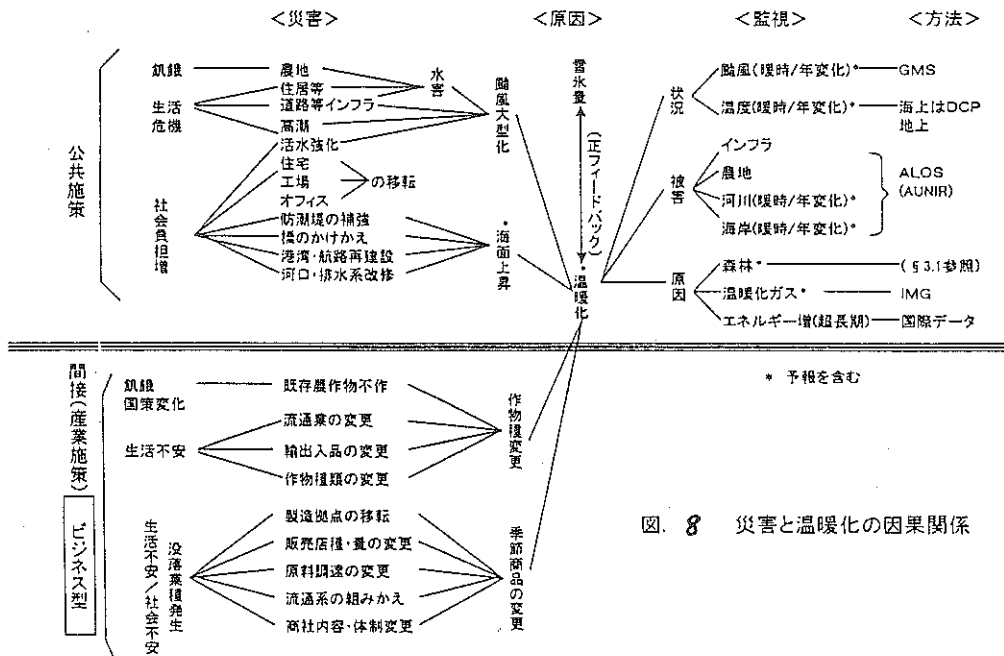
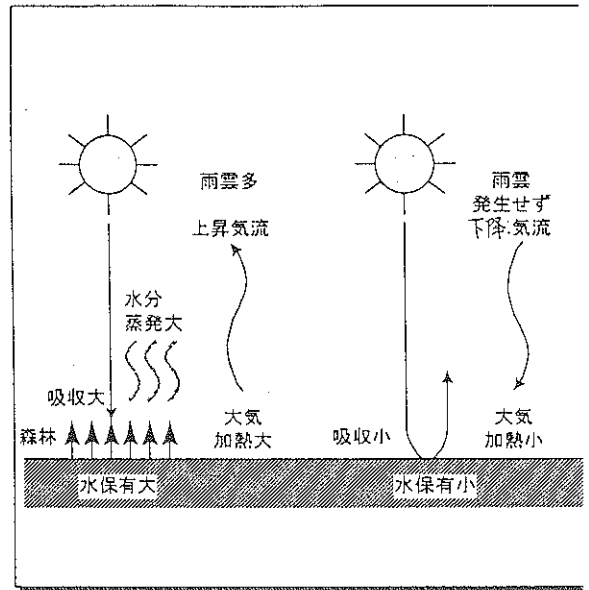


図 8 災害と温暖化の因果関係

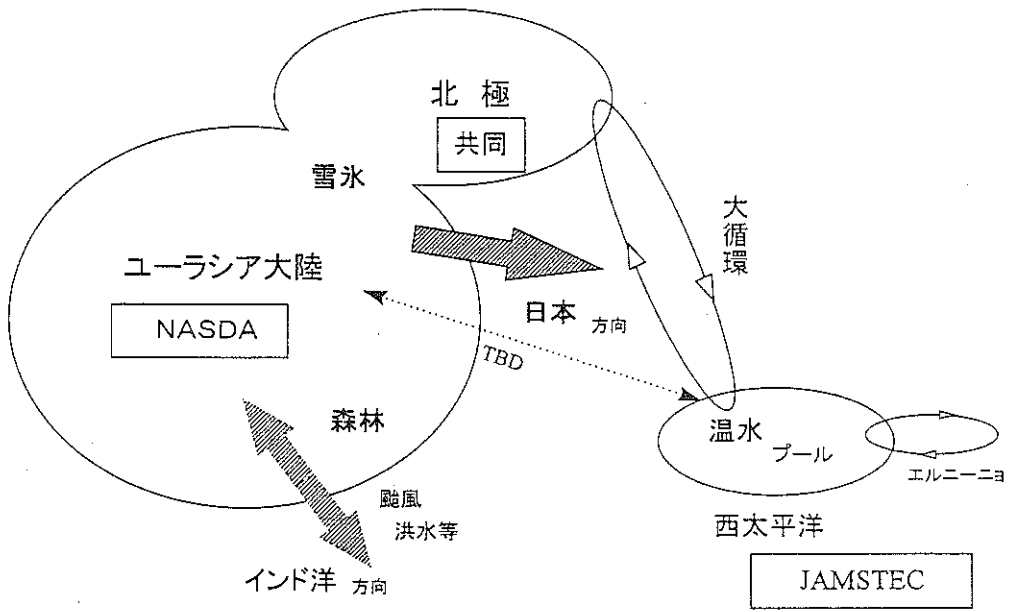


図 9 観測の概念図

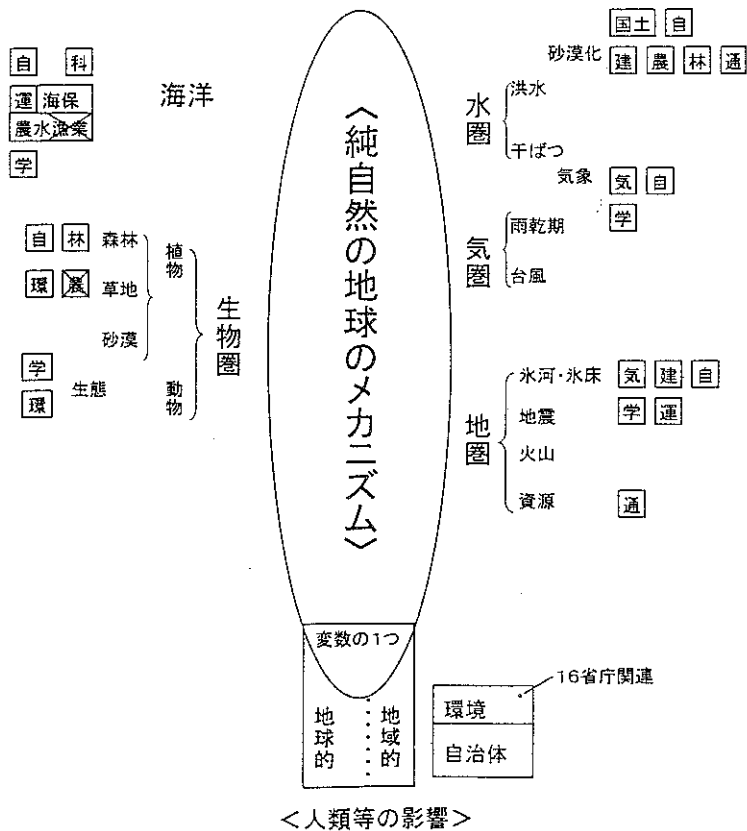


図 10 地球変動の解明と人類の影響への対策との関係

図 11 現象の対策の緊急度マップ(振り分け)

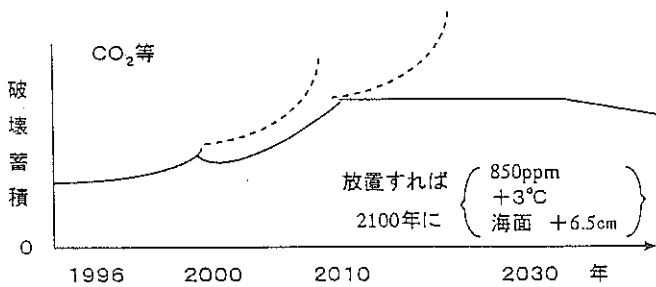
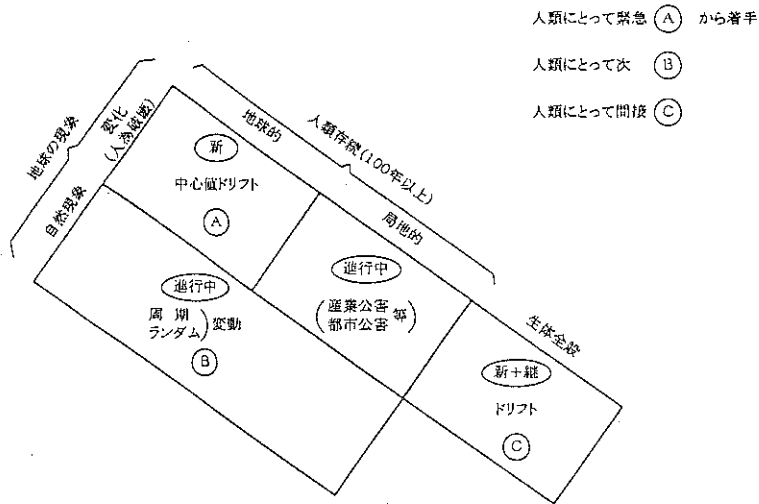
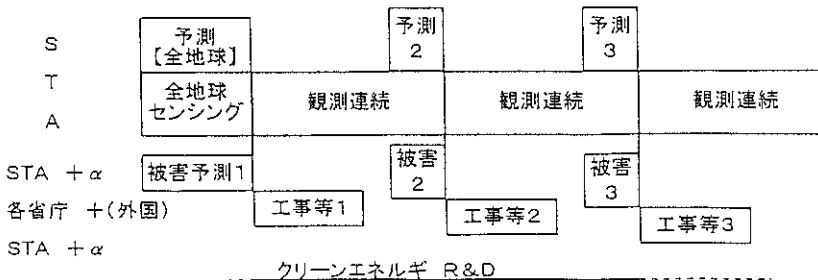


図 12 スケジュール例(温暖化)

環境庁	規則制	規制改1	” 改2	”
	[国内]	[世界をリード]		
	国内地上監視S	”(改1)	”(改2)	”

※ 環境庁も目を世界に広げるべき!



異文化と摩擦（16）

型

森 本 盛

「システムに弱い」という言葉をよく耳にする。前回述べた田舎の秀才が向かないのは何となくわかる。文献（1）によれば、システム能力はマネージ能力と同じとなっている。「システムに弱い」と言った人は「マネージ能力がない」と言ったのを承知しているのだろうか。

ここで両者に関わるものをもうひとつとりあげておこう。型である。型破りという言葉はよく使われるが、理屈っぽく考えると、型知らずと混乱させていることが多い

（1）型の種類

赤ん坊のときは完全な型知らずである。長ずるにおよび、世の中での身の処し方を教わるが、スネカジリの間はメチャクチャでも何とでもなる。型についての最大のインパクトは、給料を貰う立場に転じたときに与えられる型である。就業規則・サービス規定などは大切なものであるが、人によって理解のしかたが異なる。最も極端な人は、これにに従うだけで給料が貰えると短絡的に考える。たしかに大きなところでは、規定時間社内に居れば何とか給料は出るようだ。この型で石膏で固めたようになってしまうと、杓子に合わせて線を引くように、他人の行動まで規制しようとする。本人はわからないのだが厄介な存在になってしまう。

何故だろう？ 実は型には多くの種類があり、それらを機能的に組み合わせて活用しないと、有能な行動ができないのである。したがって、あるひとつだけに固執すると「奇型」になってしまい、「型を身につけた人」になれないのでありシステム屋にもマネージャーにも向かない。これは研究者出身の管理職に多いタイプであるが、法・経出の人でもいるから世の中は広い。

さて型を身につけた人とは？ ここからが千差万別、世の中の面白いところである。まず、いろいろな型があることは、書物にも表れており、よほど鈍い人以外は感じている筈である。しかしこれは、あくまでも知識であって、どの型とどの型を、どのように使うかはそう簡単ではない。

いろいろな型を自然に知らしめる方法として、2年毎に異種の職に変わる異動

制度は効果的である。職場に身を委ねているだけでも型を知ることができる。自分で考えてトライしてみれば型の使い方がわかってくる。これは智恵の領域で、スポーツのようにトライして結果を確かめる回数が多いほど上達する（型の使い方が上手になる）。さらに経験する職種が増えるほどに、それぞれの職種における型のウエイト／バランスが見えてくる。ここまでくると完全に智恵の段階であり、書物等での確に表現するのは難しい。これがシステム屋のセンスである。

もう一步進むと型の拡張解釈になる。型への適／不適はデジタルではない。たいていのことは白と黒の間のグレーゾーンにある。型からはずれない人は、グレーゾーンに弱く「石頭」といわれるだろう。巧妙に型を緩めて解釈できる人が「有能」といわれることが多い。ただし危険なのは、適と不適（悪／罪）との間に境界線があるわけではなく、ちょっと感覚麻痺をおこすと悪に踏み込むことがある。

（２）型知らずと型破り

以上のように、赤ん坊の時の型知らずから始まって → 1つの型を知る → 複数の型を知る → 型を使いこなす → 型を拡張して解釈する → 型を改良する → 新しい型を見出すという順に進む。

これらのうち「型を拡張して解釈する」人は、外見上は型にはまった行動をしている。型を改良する人はおそらく進歩的とみられるのであろう。新しい型を見出す人が本物の型破りである。ということは型知らずは誰でもできるが、型破りは並大抵のことではできない難しいことといえる。

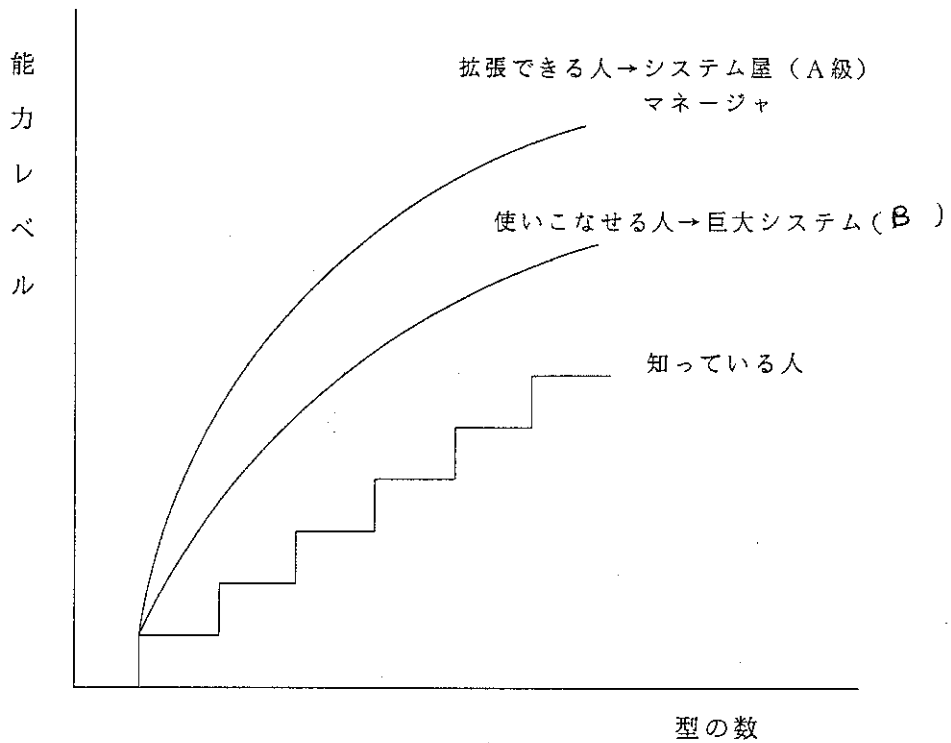
（３）適材適所

1つの型を知っている人は、現場監督。沢山の型を知っている人は、小システムのマネージ。型を使いこなせる人は、大システムのマネージ、組織のマネージ、開発のリーダー。型破りの人は、創造研究、ベンチャー等に向いているといえよう。（型知らずの人も良いグループに入れば創造の可能性もある。）

現場監督は、目に見える行動・物等の監督をするが、システム屋・マネージャーは情報と精神の統率をすることと考えればよい。

（４）経験しないことはわからない

職種が変わることが少ない組織では「奇型」がおきやすい。たとえば現場に



補足

型知らず	
型敗れ	1人になると飢える
型博識	
型使い	多く望まれるタイプ
型外れ	汚職
型破り	創造, ベンチャー

キチウメンで大づかみな人 → システム屋
 細かくてダラシナイ人 → 末端作業

説得 ≡ 相手が正しく理解する表現: (正しくなる結果が) *
 独演 ≡ 自分が正しいと感じる表現 (我流の型=非客観)

* 島さんの新幹線予算要求もよい例

20年以上もいて、営業部門に変わった場合、新しい型を学ばねばならない。土地勘のないことを聞くと、何でも価値があるように感じるので、最初に次元の低い話を聞くとそれを盲信し、熱中してしまう（ハシカのような免疫不全）。

研究を20年もやった人が管理者になっても似たような現象がおこる。初歩的な型と上意下達のみで、圧政現象をおこしてしまう。とくにプランニングをやったことのない人におこりがちである。

複数の職種を経験させることは、奇型防止に役立つものと思われる。

(5) システム屋

といってもいろいろある。Aクラスは、大きな仕事ができる人で、型の拡張が求められる。Bクラスは、システムのマネージができる人で、型を使いこなすことが必要である。Cクラスはシステムの設計ができる人、開発のマネージができる人である。開発の実行では、何層かの人材が必要である。マネージャーは型を使いこなす人。中間は複数の型を知り、チェックできる人。そして現場はひとつの型に従う人が必要である。

ところでシステムセンスとは何だろう。間違えないようにしたいことは、ハードウェアや専門技術とは関係ないということである。システムは体系とも組織とも訳される。どちらも方法論である。マネージという点で共通である(1)。

大切なことは、コミュニケーション、相手の見定めと要求の理解(客観力)、説得、オピニオン等である。要は全体責任者ということになる。日本にはこのあたりを文書で表現せず伝承で仕事をしているので、個人差が付きやすい。米国では、自然科学と社会科学の両方を学ぶ人が多いが、体系=組織を知るのに効果があるのかもしれない。

巨星墜つ — 埴谷雄高を追悼する —

— 生と死と。Pfui! (1)

福田 徹

1997年2月19日、戦後文学を代表する文学者にして、思想家でもある埴谷雄高（はにやゆたか）先生が亡くなった。戦後文学の不動の「葬儀委員長」として多くの同志と後輩を送らなければならなかった先生もついに死者の列に加わることとなった。ひとつの時代の終わりとして感慨深いものがある。埴谷とは何だったのか。

埴谷雄高は膨大な評論を残しているが、作家としてはきわめて寡作と言って良いだろう。長編「死霊」の他には短編集の「虚空」(2)と「闇の中の黒い馬」(3)、箴言集「不合理ゆえに我信ず」(1)があるだけだ。「闇の中の黒い馬」は谷崎潤一郎賞受賞作であり、本としても故駒井哲郎先生の素晴らしい銅版画をあしらった一種の詩画集となっているが、残念ながら新刊本屋では見かけない。他の2作にいたっては神保町で探し回っても数冊出てくるかどうか。もちろん文庫にも収録されていない。結局のところ、本屋で手に入る埴谷の文学作品は講談社版の「死霊」しかない。つまり埴谷入門の第一歩は、極度に難解で思弁的な長編、「死霊」ということになる。

私事で恐縮だが、私をはじめ「死霊」と出会ったのは高校1年生、まだ15歳のころである。今から考えると、当時「死霊」の単行本はすべて絶版であった。「死霊」は、売れない小説の代名詞であり、二つの出版社（真善美社と近代生活社）を潰したと言われていた（『死霊』の思い出(4)）。潰したと言っても経営不振の事業に最後の一撃を加えただけだろうけれども。だが、幸い、學藝書林から刊行されていた「全集・現代文学の発見」に「死霊」の1～3章が収録(5)されており、これを読むことができた。正直言って衝撃だった。私は「死霊」と「全集・現代文学の発見」を媒介にして文学の世界にのめり込んだ。最も愛する作家たち、梶井基次郎、中島敦、稲垣足穂と出会い、埴谷に導かれてドストエフスキー、レールモントフ、ポーと読み進んだ。そして未来社の埴谷雄高評論集は我が文章の師となった。

「死霊」は、異様な小説である。埴谷の方法論、すなわち哲学では矛盾が許されないが文学は矛盾を包含できる、という方法論によって思索の武器として構想された小説。謎めかした探偵小説風の舞台のうえで、奇妙な登場人物たちは疲れを忘れて動き回り、ドストエフスキーの小説の作中人物のように説き去り、説き来る。「死霊」は5日間の物語と予告されているが、生前発表された最後の章である第9章に至ってな

お3日目に達したにすぎない。恐ろしく長く、あまりに「極端化、曖昧化、神秘化」された文章に、たいがいの人は読み進めずに途中で投げ出してしまう。「死霊」のテーマは、一言で言えば、存在とは何か、との問いに思索によって迫ろうと言うものである。この問いは、結局、宇宙論にまで行き着く。物語のクライマックスは、作中人物が語る挿話として、全ての存在者を代表する釈迦と、全てを超越してただ在る、全否定者の大雄の対決になると予告されていた。この終章はついに描かれなかったが、いずれにせよ、小説をエンターテインメント、あるいは人生の機微を表現したものどしか捉えていない人には全く想像し得ない世界であろう。だから、埴谷は文学者仲間からさえ「南海（難解）ホークス」なる渾名をもらうことになる。（ファン気質(6)）だが、日本の戦後文学は、戦争の原体験によって、多かれ少なかれ「存在とは何か」との問いを内包している。野間宏しかり、椎名麟三しかり、武田泰淳しかり、大岡昇平しかり、島尾敏雄しかり。梅崎春生や初期の大江健三郎にすらその傾向が見える。その極北に屹立するのが埴谷雄高だと言えよう。埴谷は、「死霊」によって自己という存在すら乗り越えようとする。「死霊」は、現実を超克しようという暗い魂の渴望を持つものにこそ浸み込み、イメージを与えるのだ。

埴谷は、存在の本質を追究するために、有り得べきことを描く文学ではなく、かつて有り得ず、これからも有り得ないことを記述する文学を目指す。すなわち不可能性の文学への指向である。埴谷自身、世界文学史の系譜をたどると、サド、ポー、ドストエフスキーに連なることを自覚している。（不可能性の作家(7)、サドについて(6)）しかし、宗教と哲学を背負って想像力の極限までたどることができた十九世紀の作家と異なり、二十世紀に生きた埴谷は作家の想像力を易々と越えてしまうテクノロジーにも向かい合わざるを得ない。埴谷は書いている。「机の上に置かれた一冊の書物は、私達の頭上に回転しつつある人工衛星のもたらすショックのごときすさまじい震撼性をもはやもつていないかのごとく見える。」（二十世紀文学の未来(7)）しかし、事実は事実でしかない。表層に現れた事実の背後にある本質は想像力によって捉えられなければならない。埴谷は、まだ文学にも活動の場がある、と、一抹の不安を抱えながらも記している。「文学にとって有利なことは、空間が広がること自体が想像力を必要としているからである。」（同）

だが、テクノロジーの進歩も日夜止むことがない。現代の作家は地下室や雨戸を閉め切った四畳半のなかに閉じこもっているだけでは現実乗り越えられてしまうだろう。埴谷は必然的にテクノロジーに対して常に興味を持ち続ける。埴谷には、どちら

かと言えば、病身をベッドに横たえ、ひたすら思考と妄想を紡ぎ合わせる作家、といったイメージがあるが、アンテナは常に外界に向けられていた。1954年に埴谷が選んだ十大ニュースは、「1、火星の植物の確認 2、光合成の実験室化 3、原子エネルギーの発達 4、誘導兵器の躍進 5、空飛ぶ円盤ブーム 6、自然改造計画 7、癌の新薬の出現 8、ジュネーブ会談、仏印休戦。9、マオ・マオ団の活躍。10、ディートリッヒの透きとおる夜着」であった。（「五四年十大ニュース」(8)）科学・革命・映画といった埴谷の嗜好が見事に出ている。これを見てもわかるとおり、埴谷はけっこうな宇宙好きでもあった。例えば、夜毎アンドロメダ星雲をオペラグラスで見たり（「アンドロメダ星雲」(8)）、バーナード星に惑星が発見されたとの報道に興奮したりしている。（「宇宙ばか」(9)）もちろん、埴谷の作品にはSF的な場面は一切出てこない。「闇のなかの黒い馬」には、ヴィーナスの帯と名付けられた、宇宙の果ての美しいイメージが描かれている。埴谷はそこをロケットではなく、想像力という黒い馬によって踏み越えようとする。地球近傍にとどまる現実の宇宙活動は、埴谷にとっては全く不十分な到達でしかない。いささか長くなるが、埴谷から宇宙開発へ残された遺言として、以下を引用したい。

「私にとって、宇宙旅行という微妙な陰翳に富んだ言葉の響きは、ただに惑星間ばかりでなく、私達の太陽がそこを走っている銀河星雲の一本の腕のはしまで航行してゆき、さらにそこから向うの暗黒の空間に私達の双生の兄弟のごとくに壮麗に旋回しているアンドロメダ星雲目指して飛んでゆく星雲間飛行にまで達しなければ、充分に言い表されたものとはいえなく」...「私達が私達の「宇宙旅行」で何事かをなし得る空間は、宇宙について何かを想像し、精神の不思議な広大さを覚えるものが深い悲哀の苦痛を感じずるほど、狭く、小さいのである。」（「宇宙のなかの人間」(10)）

- (1) 不合理ゆえに吾信ず、埴谷雄高著、現代思潮社、1961
- (2) 虚空、埴谷雄高著、現代思潮社、1960
- (3) 闇のなかの黒い馬、埴谷雄高著・駒井哲郎挿画、河出書房新社、1970
- (4) 兜と冥府、埴谷雄高著、未来社、1970
- (5) 全集・現代文学の発見 第7巻 存在の探求上、大岡昇平・平野謙・佐々木基一・埴谷雄高・花田清輝責任編集、學藝書林、1967
- (6) 甕と蛭蛸、埴谷雄高著、未来社、1964
- (7) 垂鉛と弾機、埴谷雄高著、未来社、1962
- (8) 濠渠と風車、埴谷雄高著、未来社、1957
- (9) 振子と坩堝、埴谷雄高著、未来社、1964
- (10) 罌と拍車、埴谷雄高著、未来社、1962

投稿募集

宇宙先端は会員の原稿によって成り立っています。軽重、厚薄、長短、大小を問わず奮って投稿を！（下記を参考にして下さい。）

会誌編集方針

- 1 『宇宙先端』は宇宙先端活動研究会の会誌で年6回発行される。
- 2 論文の内容は、全て著者の責任とする。
- 3 投稿資格：原則として本会会員に限る。
- 4 原稿送付：投稿する会員は、B5版横書きまたはA4版横書きでそのまま版下となるような原稿およびコピー1部を、宇宙先端研究会編集局宛送付する。原稿は返却しない。
- 5 論文は未発表の原著論文に限る。ただし、他に発表したものの要約、解説等は歓迎する。掲載論文に対する質疑、意見、提案等、誌上討論は大いに歓迎する。
- 6 A4で20ページを超えるものは掲載しないことがある。宣伝、中傷、その他本会の趣旨から極端に外れる投稿は掲載できない。編集人は会誌の整合のため、著者に改稿を求めることがある。

原稿送付先：〒305 茨城県つくば市千現2-1-1 筑波宇宙センター内
宇宙環境利用研究センター 福田 徹

編集に関するお問い合わせは下記へ。

福田 徹（編集局長） TEL 0298-52-2759 FAX 0298-50-2233

E-mail: MSJ00573@niftyserve.or.jp

岩田 勉（編集人） TEL 0298-52-2250 FAX 0298-52-2247

97年度年会費納入のお願い

宇宙先端の印刷と郵送の経費は会員の皆さんからの会費によって賅われています。下記のいずれかの方法により、97年度年会費（3,000円）を納入されるよう、よろしくお願いいたします。

1. 財務担当に直接払う

財務担当：澤 倫子 [宇宙開発事業団総務部総務課]

2. 郵便振替

口座番号：00120-0-21144

加入者名：宇宙先端活動研究会

3. 銀行振込

富士銀行浜松町支店 普通3167046

編集後記

さらに書評の続き。レインも死に、セーガンも死に、埴谷も死んだ。時代は移る。ここ数年で注目すべきは、ドーキンスとペンローズと言うことになろうか。もちろんグラハム・ハンコックなどではない。「利己的な遺伝子」は論理完璧。だが本当だろうか、という疑念が拭い去れない。もう少し上位の概念があるような気がする。木村（資生）先生のように神様になっても困るが。（そう言えば木村先生も亡くなっている）「皇帝の新しい心」は、著者の博識が爆発。ペンローズは、マーチン・ガードナーが発掘した最も重要な数学者であることは間違いない。そのうちチューリングマシン・エミュレーターでも作ってみよう。

本号では、大型新人白石さん登場。今後の展開に期待したい。編集も世代交代の時期かも。（福）

宇宙先端活動研究会誌 **宇宙先端** 第14巻 第1号

平成10年1月15日発行（頒価 1,000 円）

編集人 岩田 勉

発行 宇宙先端活動研究会

東京都港区浜松町 世界貿易センタービル内郵便局私書箱 165 号

無断複写、転載を禁ずる。