

JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 宙 先 端

宇宙先端活動研究会誌

VOL. 3 NO. 1 JAN. 1987

IN THIS ISSUE,

NEW YEAR'S ADDRESS	S. SONOYAMA.....	1
ASTEROID COLLISION AND EXTERMINATION OF DINO SAUR	H. KOSHIISHI	6
ECONOMIC FEASIBILITY OF LUNAR BASE	T. IWATA.....	29
PROPULSION 1987.....	H. MIYAJIMA.....	35
HI-TEC PENSEE (5)	S. MORIMOTO	37

宇宙先端

宇宙先端活動研究会誌

編集局

〒105 東京都港区浜松町2-4-1
世界貿易センタービル内郵便局私書箱165号

編集人

岩田 勉 TEL0298-51-2271 EX 341

編集局長

長谷川秀夫 TEL03-435-6280

編集局長代理

斉藤雅宏 TEL03-435-6130

編集顧問

久保園 晃 宇宙開発事業団打上管制部長
土屋 清 千葉大学映像隔測センター長
中山 勝矢 工業技術院中国工業技術試験所長
長友 信人 宇宙科学研究所教授
山中 龍夫 航空宇宙技術研究所宇宙研究グループ総合研究官

監査役

伊藤 雄一 日本電気株式会社宇宙開発事業部技師長

宇宙先端活動研究会

世話人代表

園山重道

世話人

石澤禎弘	伊藤雄一	岩田 勉	上原利数	宇田 宏	川島鋭司
菊池 博	五代富文	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	馬島亜矢子
樋口清司	松原彰二	森 雅裕	森本 盛		

目 次

1 . 年頭の辞に代えて	1
2 . 宇宙先端活動研究会一周年記念講演 ——恐竜の絶滅と小惑星の衝突	6
3 . 月面基地の経済的実現性について	29
4 . 推進系 87 年の動向	35
5 . ハイテク パンセ (5)	37

(次回予告)

- 1 . ソ連の宇宙開発
- 2 . J E M の費用・効果分析
- 3 . 宇宙法について
- 4 . その他

年頭の辞に代えて

園山重道

宇宙開発にとって厄年の感があった1986年も暮れて、1987年を迎えた。スプートニク打上げ30周年ということになる。人工衛星打上げが始まってから30年経って、宇宙開発もようやく多彩な展開をし始めた。しかし、宇宙開発とはそもそも何か、何がゴールかということについては、宇宙開発関係者の中でも未だコンセンサスは得られていない。端的に言えば、人類はいずれ宇宙に本格的に展開し、宇宙空間（天体を含む）に永住するようになるか否かということである。「そんな先のことはいづれ考えることにして、当面の開発を一生懸命やれ」という声が聞えてきそうな気がするが、正に仕事の上ではそうであるし、その積重ねの上に、いづれ選択肢の岐れ目が来るといのが穏当な意見かも知れないが、宇宙先端活動研究会としては、正に今、この議論をもっと深めて行くべき時であると思う。このため、年頭の辞に代えて、この議論を深めるためのいくつかの問題提起をして見たい。

私自身は、当会誌の創刊号にも述べたように、かねてから、人類の宇宙展開論者であるが、正直なところ、その内容は極めて感覚的なものであり、特に科学技術的に詰めたものではない。従って、ここでは、私の率直な疑問も含めて問題提起とし、会員諸氏の御教示、御意見、さらには反論、叱声によって当会誌を賑やかなものとして下さることを切に希望する。

1. 人工重力について

昨秋、朝日新聞社主催の宇宙国際シンポジウムのパネル討論を大変興味深く聞いた。討論の中で、「スペースコロニーは実現するか」というテーマがあったが、パネラー達の議論は、人工のスペースコロニーは無重力状態で生活するという前提で進められていたように思う。そのため、宇宙に永く居ると地球に帰れなくなるとか、それなら帰って来なければいいのだというように議論が展開してしまった。また、昨年11月17日号の日経ビジネス（P108）に、太陽工業の能村会長が、かねてからテント製スペースコロニーの夢を持っていたが、最近NASAの宇宙飛行士と会食した際に、今のところ宇宙では、地上の1/10位の人工重力しか作れないという話を聞いて、かねてか

らの夢をギブアップしたという記事があった。10数年前に、当時のプリンストン大学オニール教授が最初に出したスペースコロニー構想は、直径6000メートル、長さ30kmの円筒を回転させ、人間は遠心力で壁の内側に張りついて生活するというものであった。当時私は、これ位の規模ならゴルフも出来ると思ったが、果してボールが地上の重力下と同じように飛んで呉れるのかどうか心配になって、NAL から科技庁に出向していた高沢金吾君に伺ったところ、コリオリの力で多少曲るが地上と略同じように飛ぶと聞いて安心した記憶がある。

現在進行中の宇宙ステーションにおいても、ある時期、人工重力付与の検討もされたが、当面无理ということになったとも聞いている。恐らく、コスト、技術の両面で問題があろうし、また、直径数メートルの規模では無理なのかも知れない。

ともあれ、人間は地球上で発生以来、いわば重力環境を享受して来たのであるから、これが宇宙に展開するか否かを考えるとき、重力問題は正に重大問題である。従って、①宇宙での小規模居住、つまり、シャトルとか現在のステーションあるいはその発展段階程度のものに人工重力を与えようとするれば、どのような方式があり、どのような問題点があるのか、②人工のスペースコロニー（ドーナツ型、円筒型等）においてはどのような事が考えられているのか、重力場と人工的に作る遠心力の場とでは何か本質的な差があるのか、さらに、③月面では地球上の1/6の重力という話であるが、この場合の人体への影響あるいはその対策はどうか、④火星、金星等においてはどうか、等々について、技術面、医学面等から、どなたか判り易くかつ体系的に解説して貰いたいと思っている。私のような勉強嫌いな者にも判るような解説が出れば、一般の人々が宇宙展開について議論するとき、無要な混乱を避けることができるのではないだろうか。

2. 砂漠・極と宇宙

これも前記のパネルディスカッションで出た話題であり、一般にもよく言われることであるが、宇宙にステーションやコロニーを作るぐらいなら、砂漠とか極地方に居住域を作る方がはるかに容易であり、かつ、人類としては宇宙に出る前にやるべきことではないかという論である。この論拠は、宇宙空間や月等に全く科学技術の力を頼りにして人間の住める所を作り上げるよりは、少なくとも空気と重力が保証されており、しかも現在の人間の居住域からも近い（宇宙に較べて）砂漠や極に作る方がはる

かに楽な筈であり、そこを根拠地として砂漠の緑化や極地方の資源開発をする方がはるかに有用であるということであろう。

一見、誠にもっともな論のようにも思えるが、宇宙展開論者としては、この論拠に対して慎重な検証が必要だと思っている。まず考えるべきことは、砂漠や極地方というのは、確かに重力と空気はあるが、反面、太陽の当り具合によって生ずる熱気・寒気はその地方の空気、水および地表物質のmassに蓄えられ、これらが、地球表面全体の空気、水の動きも関係して雨・風・嵐・雷雨・砂嵐・結氷・ブリザード等を作り出している場所である。つまり、空気、重力、水（砂漠では問題があるが）という人間の生存に不可欠な要素はあるが、逆に、これらが砂漠や極地方では厳しい環境を作っているので、人間の居住域を造るということは、これらの厳しい環境に対する防護措置を造るということになる。一方宇宙空間の真空状態の場所を考えると、たしかに空気、水、重力を科学技術の力を頼りに運搬するか、自ら造り出す機能を整えなければならぬが、反面、居住域が出来た場合の周辺環境は大変静かである。もちろん、太陽熱、放射線、隕石等の問題はあるが、現在迄の衛星、シャトル等の経験は、これらが対処可能なことを示している。地球上のように、雨、風、嵐、砂塵、湿気を考える必要がなく、地震の怖れもない。従って、宇宙ステーションの構造に見られるように、地上に比して大変華奢な構築物で済むことになる。つまり、宇宙空間に浮かぶ宇宙ステーションやコロニーを考えた場合、空気・水・重力がないということは、外の環境が静かであり、地球上の極や砂漠のような、荒々しい外部のmassと闘う必要は少なく、内部を如何に維持するかを考えればよいことになる。宇宙でも、月面基地や火星、金星等の惑星の場合は外部massのことを考えなければならないが、とりあえず計画中の宇宙ステーションやラグランジュポイントのコロニー等を想定した場合に、上記のような、地球上の極・砂漠における外部環境防護と宇宙における内部環境維持とが輸送問題を含めて、困難さ、あるいはコスト、エネルギー等でどの様な比較になるか、何らかの量的比較ができないものかと思っている。

3. 宇宙適応に要する期間

もう一つ先のシンポジウムで出た話題、基調講演をした立花隆氏が、パネルディスカッションのときに、「かつて生物は海から陸に上って繁栄したように、人類も地球から宇宙に展開する」という主旨の発言をしたのに対し、パネラーの一人から、生物

が海から陸に上るのには1500万年かかっているとの発言があった。会場ではそれ以上議論は発展しなかったが、この点もよく考えなければならないことである。生物が海から陸に上るときに彼等はどのようにして異なる環境に適応したかといえば、自らの体を改造して適応した。私は生物学などに詳しい訳ではないので、まちがっていたら御指摘頂きたいが、恐らく、海中でエラ呼吸をしていたのが、突然変異等を頼りに肺呼吸するようになるためには、それこそ1500万年位は優にかかるであろう。ちなみに、話はそれるが、一旦陸上に上って発展し哺乳類になりながら、再び海に戻った海獣類の選択決断も大変なことだったと思う。今日、日本の捕鯨が袋だたきになり、人類挙げて鯨の保護を叫んでいるのを見れば、海へのUターンを決断した鯨の祖先達は、わが選択・決断の正しさを誇っていることであろう。

一方、人間は、科学技術というものを手に入れたお蔭で、原始生物の海から陸への適応とは逆の方法を採っている。科学技術の最も素朴な段階で、衣服暖房（最初は獣皮とたき火であったろう）を手に入れた頃から、寒さに耐えるための体毛が退化し、今日では生身の体は全く寒さには耐えられなくなっている。同様に、速く走るのに車を使い、空を飛ぶには飛行機を使い、海に潜るのにはスクーバを使う。動物とは逆に生身の体は全く外界への適応力がなくなり、頭脳と手足の器用さを頼りにしている。今や頭脳まで器械に頼り、徒らに細長い指先でキーボードを叩くだけの生物になりはしないかという危懼さえ生れる。しかし、人間が科学技術を駆使するということも、大宇宙の彼方から眺めれば、自然現象の一つである。この科学技術によって宇宙に適応すれば、自らの生体を変化させなくても正に人類という生物の宇宙適応である。もし、人類が自らの生体を変化させ、真空・無重力の宇宙空間に漂って生存できるとか、少なくとも海獣類に似て、一度空気を呼吸すれば相当期間真空中を漂って居られるようになる必要があるとしたら、1500万年はおろか、もっと長期間、あるいは永遠に適応できないかも知れない。しかし、前記のように科学技術を駆使するのも自然の摂理であり、これによって宇宙適応が可能だとすれば、その適応に要する時間は科学技術の進歩と、科学技術そのものの宇宙適応に要する時間である。今日の科学技術の進歩の速さと、既に30年間、衛星その他によって実証されつつある科学技術の宇宙適応性を考えれば、人類の本格的適応はそれ程遠いことではないといえよう。

以上朝日シンポジウムからの三題になってしまったが、一方において、今日の科学

技術の進展に対する危懼が有識者において特に強い。この危懼は、基本的には、このような科学技術の進展は果して人間にとって仕合わせなことかどうか、ということであり、具体的にはいづれも科学技術進展の影響として言われる、人口爆発、資源枯渇から、大気汚染、炭酸ガスによる気温上昇、砂漠化等の地球自体の問題、さらには稀少動植物の絶滅から、バイオテクノロジーによる人間を含めた生物変造等々に至る危懼が挙げられる。これらの危懼を並べてみると、いづれも急速な発展を続ける科学技術を、地球という枠の中で機能させようとする前提が危懼を引き起しているのであり、いわば、これ以上科学技術を地球上で爛熟させることへの危懼ということができよう。かつてアポロ宇宙船によって始めて人間が地球を一つの星として眺めてから、「宇宙船地球号」という言葉で地球の有限性が叫ばれ、ローマクラブの「成長の限界」等多くの警告がなされたがいづれも人間を地球の枠の中でとらえ、このため科学技術の抑制の必要性まで訴えられる状況にある。しかし、科学技術はたしかに人間が造り出したものであり、人間がこれを使うべきものであって、人間が科学技術に使われてはならないものであるが、前掲3で述べたように、大自然の眼から見れば、人間は、すでに科学技術をまとった姿で一つの生物となっているのであり、一部の人達のように、ここで科学技術を捨てて原始に戻ろうとすることは、不可能でもあり、また自然の摂理に反するということもできよう。しからば、残る途、あるいは自然の摂理の導く方向は、人類が科学技術をまとめて宇宙に展開する途であり、さもないと、意外と早い時期に地球上で人類全体の寿命が盡きることになるのではなかろうか。

従って、このことはオニール教授がスペースコロニー論の出発点に置いたような、単に地球の人口の何割を何時までにコロニーに展開させなければならないといったことではなく、地球上で爛熟しようとする科学技術に、なるべく早い時期に宇宙へ展開して行く途を開いてやる必要があるということであろう。このような方向で「何事か」が始まるのが重要なのであって、「何事か」の完成時期が重要なのではない。その「何事か」とは何か？これも宇宙先端活動研究会で論ぜられるべきことと考えている。

(世話人代表)

宇宙先端活動研究会一周年記念講演の記録

去る、昭和61年 7月18日、芝の中退金ビルにて「宇宙先端活動研究会一周年記念パーティー」が行われ、その場で、輿石 肇 航空宇宙技術研究所計測部長より「小惑星探査について」という題名で特別講演をしていただき非常に好評を博しました。

そのため、是非文章としてもう一度読みたいという要望に応え、併せて参加出来なかった会員にお届けするという意味を含めて、今回加筆していただき「恐竜の絶滅と小惑星の衝突」と標題を新ためてここに皆様にお届けいたします（編集局）。

恐竜の絶滅と小惑星の衝突

輿石 肇

初めに

U. S. National Commission Of Space は昨年3月、大統領にアメリカの今後50年間の宇宙活動の指針を示す 'Pioneering The Space Frontier' と題する報告書を提出しました。その中で小惑星のところには次のように書かれています。

About 65 million years ago that body, traveling perhaps 20 times faster than a bullet, is believed to have drilled through Earth's atmosphere and buried itself deep in Earth's surface. The resulting splash of material spread throughout the atmosphere in the form of finely powdered dust, cutting off sunlight to such a degree that, it is thought, plants died and the dominant fauna, the dinosaurs, were wiped out by starvation. That astronomical event allowed a tiny creature, the ancestral mammal, to grow, differentiate, and fill vacated ecological niches, giving rise eventually to *homo sapiens*. 1)

すなわち、「今から約650万年前、一つの天体が弾丸の20倍もの早さで地球に衝突した。その結果巻き上げられた塵が大気中に広がり、太陽光を遮断し、多くの植物が滅び、恐竜たちも飢えのため死に絶えた。この天文学上の事件は我々人類の祖先である、小哺乳動物には幸し、その結果、今日の人類の繁栄を見るに至った。」と述べ

ているのです。今日はこの事について詳しくお話をし、小惑星の衝突確率について触れてみたいと思います。

恐竜の絶滅に関する珍説・奇説

図1を見て下さい。今から約6500万年前、中世代の終り、白亜紀(Cretaceous)の末に、巨大な首長竜(Sauropod Dinosaurs)、暴君竜(Theropod Dinosaurs)、角竜(Horned Dinosaurs)などの地上を支配していた恐竜たち、プテラノドンのように翼を広げると8mから15mにもなったという翼竜(Pterosaurs)たち、そしてプレシオザウルス(Plesiosaurs)のような海竜たち、これら2億3千万年前に発生し、1億数千万年の間の進化と繁栄を経て、その最盛期にあった爬虫類たちが突然絶滅してしまいました。そして、次の第三紀(Tertiary)には蛇、亀、ワニ類の僅かのものしか残っていませんでした。例えば、北米大陸では白亜紀には少なくとも15科(50~70種)の恐竜たちが生息しており、その地層からは多くの化石が出ています。しかし、その次の時代、すなわち第三紀の地層から骨片一つ見つかっておりません。北米大陸ではこの他ウミガメ類4科、ワニ類1科、翼竜類2科、魚竜類2科、首長竜類3科が絶滅しています。

突然絶滅したのは恐竜たちだけではありません。スペインの石灰岩層の中にもその一連の事件を象徴する記録が残されています。中世代末の白亜紀には南スペインは熱帯の海の底でした。そこでは海中で繁殖していた有孔虫というプランクトンの、石灰質の殻や小片が次々に降り積り石灰岩層をつくり上げました。この石灰岩層の下の方の地層、すなわちより古い地層を調べるとそこでは多くの種類の有孔虫が大量に生息しており、さかんに石灰岩層を形成していたのが判ります。その地層の厚さからみて、その期間は12億1千万年も続いたと推定されます。ところがこの大繁殖は突然に終わったのです。そのすぐ上の厚さ5mほど(200万年以上の堆積に相当します。)の層の中では、それまで大繁殖していたものの90%が消滅してしまいました。そして、かろうじて生き残った有孔虫もその大きさが以前の1/10程度になってしまいました(図2参照)。

何故に多くの爬虫類たちがこの様に突然絶滅してしまったかは、近年俄にクローズアップされてきた『恐竜たちは冷血だったのか温血だったのか』の問題にまして、恐

竜学上の最大の問題であり、永い間謎でありました。そしてこの問題についてはこれまでに沢山の仮説が珍説・奇説とともに提案されてきました。その二、三を紹介しましょう。

ある米国の古生物学者は、この時期に花を咲かせる植物が大いに殖えて、そこから出た大量の花粉が恐竜たちの眼や鼻に入り、要するに恐竜たちは花粉症になって絶滅したと唱えました。あの巨大な恐竜たちが身体を震わせてクシャミをしている様子を想像すると何とも可笑しくなります。また、他の学者は、食物となっていた植物の種子の変化とともにそれらに含まれていた便通を良くする植物性油が少くなり、恐竜たちが便秘を起こし、その結果絶滅したと唱えられました。またドイツのある研究者によれば、恐竜たちは渡りバッタと肉食蟻の大群の滅ぼされて絶滅したという説を出しました。真面目な検討に値する学説としては、恐竜の巨大化とその衰退とは表裏一体の関係にあり、ともに脳下垂体から出る成長ホルモンのバランスの崩れによるとするもの、白亜紀の末に全地球的規模の急激な気候の変化が起こり、このため雌が生理的ストレスを受けて生み落された卵の殻が薄くなり（これには化石による証拠もある³⁾）その結果内部の液体が蒸発して胚が死んでしまったとするもの、あるいはまた火山の大規模な爆発が起り、その結果大量の火山灰が大気中に撒き散らされて太陽光が遮えられ、気温が低下して絶滅したとする説などがあります。しかし何れも十分な科学的証拠に乏しく、説得力のあるものはありませんでした。

新たな発見

事は、1979年、カリフォルニア大学バークレー校のLuis W. AlvarezとWalter Alvarezの親子達が、イタリア北部のウムブリア・アペニン山系にある海底石灰岩層の露頭の中に重金属白金系の元素イリジウム（Ir）が異常に多く含まれている部分を発見したのに始まります。以下、彼らの論文を中心にこの新しい発見が白亜紀末の恐竜たちの大量絶滅とどのように結びついてくるのかお話ししましょう。

地球の歴史の多くの様相は、外洋の海底で生じる沈殿の中に最も良く記録されます。そこでは比較的静かな環境の中で個々の粒子が静かに沈殿していくことができるからです。上に述べたアペニン山系の海成石灰岩層の露頭はジュラ紀初期から漸新世までの約1億3千万年のもので、白亜紀と第三紀との境界は、この堆積の中にありま

す。この石灰岩は、既述の様にその当時海中に生息していた藻 (Algae) や有孔虫の殻が堆積されたものです。ウムブリア地方の石灰岩の露頭にも、白亜紀と第三紀との境界にまたがる堆積記録に不連続的変化があります。その不連続層の上では、上部白亜紀層の典型は有孔虫が突然消滅し、第三紀底部の有孔虫にとって代わられています。この変化は肉眼または携帯用虫眼鏡でもわかる程際立ったものです。

Alvarey親子等は、これらの地層を含むウムブリア地方のGubbioにある白亜紀の初めから第三紀に渡る325mの地層について総計12のサンプルを採取し、それらにおける28の元素の含有量の変化を調べました。図3はそれらのサンプルの層位学的位置を示しています (図中の5の下にあるAからLまでがその位置を示します)。そしてこの28の元素の含有率に著しい現象が見られたのです。それは、イリジウム (Ir) を除くすべての元素の含有率は、これら12のサンプルの間で大きな変化はなくほぼ同じでしたが、イリジウムだけは白亜紀と第三紀との境界の粘土層で、他の地層に比して30倍もの高い含有率を示しました。Alvarey たちは、Gubbio付近で更に17のサンプルを採取し、同様な含有率の分析を行いました。図4は、それら総計29のウムブリア地方のサンプルについてのイリジウムの含有率の層位学的変化を示したものです。横軸は、PPb で示した含有率、縦軸は年代です。白亜紀と第三紀との境界の粘土層で明らかにピークが出ております。また、J.Smitらはスペイン南東部のCaravacaの海域石灰岩層について、白金層のイリジウムとオスミウムの含有率を調べ、その結果を図5のようにまとめました。左端の縦軸の0のところは白亜紀と第三紀との境界のところですが、横軸は、PPb で示したこれら二つの金属の含有率です。この境の粘土層とその上下の石灰岩層における含有率の比を取るとイリジウムで78から465、オスミウムで50から260の値になります。その後、Alvarey らはデンマーク、ニュージーランドでもイリジウムが異常に多く含まれている白亜紀の層を発見しました。そして、更に多くの研究者らによって図5に示す様な50箇所にも上るイリジウム異常の地域が世界中で見いだされました。

ところで、地殻やマントルの上層部に含まれている白金族の元素 (白金、イリジウム、オスミウム及びロジウム) の含有率は、エンドライト型隕石や平均的な太陽系物質における含有率に比して遙かに少ないことが分っています。これは恐らく、これらの重金属が地球の核の中に沈み込んでいき、結果として地殻の上層部では含有率が低

くなったのだと思われます。そこで問題は、白亜紀から第三紀に移り変わる時期の地殻には何故上述のようなイリジウムやオスミウムの高い含有率が見られるかです。

イリジウムの謎の説明

白亜紀と第三紀の境界の粘土層のみに見られるこのイリジウム含有率の異常な高い値を説明するために種々の仮説が提唱されました。先ず、その中の主なものについて説明しましょう。

1) 微小隕石説

地球外から落ちて来る隕石にはイリジウムが比較的多く含まれています。そこで、微小隕石からもたらされたイリジウムが海底に集まり、粘土層の上に堆積されというのです。しかし、このためには中世代末のこの時期には河の流れの速度が丁度適当であって、微小隕石のイリジウムを含んでいる粒子のみを運び、その他のものは除去したと考えなければなりません。これはちょっと話がうますぎます。

2) 超新星説

これは、銀河系内で巨大な恒星の爆発（超新星現象）が起こり、その時生じたガンマ線バーストにより、イリジウムを多く含む月面の微小岩石が地球に向けて吹き飛ばされたとするものです。しかし、これまでに超新星からのガンマ線バーストというのは、未だ観測されたこともなく、仮りに起こったとしても、後に述べるように5兆トンもの物質を月面から吹き飛ばすことはちょっと信じ難いことなのです。また、超新星現象が起こるとPu244が造られますが、問題の地層中にはこの元素は検出されませんでした。さらに、この境界の地層中のイリジウムの同位体 Ir191と Ir193の含有量比は、太陽系内の物質における値とピッタリ一致しました。つまり、5兆トンの物質は太陽系のもので超新星からもたらされたものではないのです。この他、地球外からではなく地球上のものとする次の説もあります。

3) 白金鉱床説

これは、問題の粘土層が陸上の白金鉱床から運ばれて海底に堆積したとする説で

す。しかし、分析の結果、問題の粘土層の含有元素の含有率のパターンはこのような白金鉱床のものとは異なり、その他いかなる陸上物質のものとも全く異なっていました。そしてむしろ隕石に含まれる諸元素のパターンと似ていたのです。

小惑星衝突仮説

これらの諸説が否定された後に残るのは、太陽系の中の地球外天体として、何がこのようなイリジウムの集積をもたらしたかを考えることです。そして到達したのが小惑星の衝突説です。すなわち、今から6500万年前、地球軌道に近づく、あるいは地球軌道と交叉する軌道を持つ小惑星の一つが、弾丸のおよそ20倍のスピードで地球に衝突し、その時の衝撃と大爆発によって粉々になった粉塵が成層圏に舞い上り、地球全表面に拡散し、何年か漂った後地表に降ってきた。そして、その結果イリジウムの高い含有率を含む層ができたというものです。

さらに、この地球全体を覆って漂った塵は何年にも渡って太陽光を遮り、植物の光合成に甚大な影響を及ぼし、その結果、植物連鎖が断ち切れ、動植物界に大量絶滅を引き起すことになりました。しかし、この可能性は本当にあるのでしょうか。

小惑星が地球に衝突する可能性

小惑星というのは、火星軌道と木星軌道の間を回っている多数の小さい惑星のことです。一番大きいセレスでも直径は、770kmしかありません。その数はどれくらいあるかという、10万個とか100万個とかいろいろ推測が行われていますが、まだはっきりしたことはわかっていません。現在正式に登録されているものは、3200個で、その大部分は火星と木星の間のメインベルトの中にあります。図7は、ソビエトの理論天文学研究所から出されているカタログに軌道要素が登録されている、1861個の小惑星のある時刻の位置を計算してプロットしたものです。大部分は火星と木星の間にあります。中には火星軌道を横切り地球に接近するものもあります。これらのものを特異小惑星といいます。これらのうち、特に近日点が地球軌道より内側に入り込むような軌道を持ったものについて、それらが地球に衝突する可能性を考えてみましょう。近日点が地球の遠日点距離1.017AUより小さいもののうち、その軌道長半径が1AUより大きいものをアポロ群、小さいものをアテン群といいます。現在知られている

アポロ・アテン群の小惑星は、30個程ありますが、近日点距離を1.1AU まで広げると更に20個増えて50個程になります。

さて、これらの30個のアポロ・アテン群の軌道面は、地球軌道の面と一致している訳ではなく、二つの点、すなわち昇交点と降交点で交っています。しかし、現在のところ、これら30個の小惑星の昇交点、降交点が地球軌道と一致しているものはないので衝突の可能性はありません。だが、小惑星の軌道は近くにある大きな惑星、特に木星の影響を受けて少しずつ変わっていきます。この変化は近日点移動という形で現れます。すなわち、近日点はゆっくりと約1万年の周期で360度回転していきます。近日点が地球軌道の内側にあるアポロ・アテン群では、この軌道回転により、その軌道が地球軌道と交わるときがあるということです。そしてこの時地球と小惑星が丁度その交点で出会うと衝突が起きることになります。天文学者Opikによって導かれた衝突確率の式を用いて、これらアポロ・アテン群の小惑星が地球と衝突する確率を計算した結果が表1です。一番確率の大きいもので 50.3×10^{-9} /年、一番小さいもので 0.14×10^{-9} /年、平均値は、 4.88×10^{-9} /年です。つまり、これらの小惑星のうち1つが地球に衝突する確率は、2億年に1個ということになります。

実際には、地球軌道を横切る小惑星で直径が0.7～1.5km（絶対等級で18等より明るい。）のものは500～1000個位あると推定されています。従って、直径1km位の小惑星が地球に衝突する頻度は100万年に5回程度になります。ところで、小惑星の個数は、直径の2乗に反比例して減少していきます。ですから直径10mを超える小惑星が衝突する確率は1億年に5回ということになります。ここで、もう一つ考えねばならない要素があります。それは小惑星の寿命です。実際に、小惑星の寿命は1000万年位で、この間に木星その他の惑星の影響で太陽系の外にはじき飛ばされてしまうものがほとんどです。そして残るものは10%位と云われています。このことを考慮すると実際に地球に衝突するものは直径1kmのもので100～200万年に1回、直径10kmのもので1億年～2億年に1回ということになります。米国の天文学者で小惑星の研究者として著名なE.M. Shoemaker も直径10kmの小惑星が地球に衝突する時間間隔を1億年と計算しています。また、GrieveとRobertson は、地球上のクレータの大きさとその年齢の分布とから同様な結果を出しています。Grieveによれば直径10kmの小惑星の衝突によって作られるクレータの直径は200kmになるそうです。では衝突したらどんな

ことになるのでしょうか。それには火山の爆発が一つの参考になります。

クラカトア火山の爆発

史上最大の地球上の噴火は、ジャワとスマトラの間のスンダ海峡にあるKrakatoaの爆発です。この爆発は成層圏への塵の投入に関する最も有用なデータを提供するものです。そこで関連する情報をここに要約してみます。

1883年 8月26日と27日にクラカトアは爆発し、約 18 km^3 の物質を大気中に噴き上げました。その中の 4 km^3 は成層圏まで上り、2～2.5 年の間、そこに滞留しました。爆発によって出来た塵は地球全体を取り巻き世界中で輝かしい夕焼が見られるようになりました。最近の原子爆弾のテストによって大気中に投入された C^{14} の測定によりますと、約1年という短い期間に塵は両半球に拡散することが確かめられました。もし成層圏に上った物質の量を 4 km^3 とし、その密度を 2 g/cm^3 としますと、それが全地球に広がった場合の面積密度は約 $1.6 \times 10^{-3} / \text{cm}^2$ となります。この密度の層では、太陽から投射される光エネルギーをそれ程多く吸収することはできません。しかし、小惑星衝突論の大まかな計算によれば、この 10^3 倍の密度の層が地球全体を覆うことになり、その場合、太陽光は非常な吸収を受けることは確かです。Krakatoaの爆発の後の輝かしい夕焼は2～2.5年に亘って見られたことから、小惑星の衝突によって成層圏に噴き上げられた物質もやはり2～3年の間、そこに滞留したと推定することができます。この様にして、今から6,500万年前、何年かの間、昼間が殆ど夜になってしまったような日々が続きました。その後、大気は比較的早く、通常の透明状態に戻りました。

小惑星の衝突のときには、Krakatoaの爆発の時に起こったことが、もっと大規模に起こったと考えられます。一つの興味ある相違点は、この衝突の後には非常に大きな大気擾乱が起こったと考えられることです。小惑星は凡そ 25 km/sec の速度で大気に突入しました。そして、大気に直径約 10 km の穴をあけました。この小惑星の運動エネルギーはTNT爆弾で 10^8 メガトンに相当するものでした。

衝突した小惑星の大きさ

この衝突した天体の大きさは、幾つかの方法で推定されています。

先ず、イタリアの地層の露頭で測定されたイリジウムの測定値と、タイプ I の炭素質コンドライトの中のイリジウムの含有量、及び成層圏へ噴き上げられたと推定される物質の量とから計算されます。このタイプ I の炭素質コンドライトは典型的な太陽系の物質と考えられているものです。小惑星の衝突により成層圏に噴き上げられた物質の量は $M = SA / f$ で与えられます。ここに、 S は測定されたイリジウムの表面密度（Gubbioでの測定値は $S = 8 \times 10^{-9} \text{ g/cm}^2$ ）、 A は地球の表面積、 f はタイプ I 炭素質コンドライト隕石のイリジウムの含有率（ 0.5×10^{-6} ）です。これらの値を用いますと、噴き上げられた質量は $7.4 \times 10^{16} \text{ g}$ となります。そこで、これを小惑星全体に対する率 0.22 で割ると、小惑星全体の質量として、 $3.4 \times 10^{17} \text{ g}$ が得られます。ここでは、ほかにデータが無いので、Krakatoa の場合の率 0.22 を用いました。更に、密度として 2.2 g/cm^3 を用いると、小惑星の直径として 6.6 km が得られます。

白亜紀末の大量絶滅のみでなく、それ以前にも地球上の生物の歴史には何回かの絶滅の記録があります。その時間間隔は約 1 億年です。一方、直径が 10 km より大きな小惑星が地球に衝突する時間間隔は約 1 億年です。このことから、大絶滅をもたらした小惑星の直径は 10 km 位だったと推定されます。

尚、白亜紀と第三紀との境界にある、Gubbio や Copenhagen における厚さ 1 cm 粘土層は、その上下にある石灰岩層とは全く異なり、一方、この上下の層は非常によく似ております。そこで、この境界にある 1 cm の厚さの粘土層は成層圏から降って来たものと考え、その面積密度を 2.5 g/cm^2 と仮定し、それが衝突した小惑星物質の一部として計算しますと、この小惑星の直径は 7.5 km となります。但し、ここでは境界層の中の粘土の含有率を 0.5、小惑星の密度を 2.2 g/cm^3 、小惑星の単位質量が投げ上げる地殻物質の量を 60 とし、そのうち、成層圏まで噴き上げられる率は 0.22（クラカトア火山の値）と仮定しております。

更に、Krakatoa の噴火の後に出来た曇り空よりも、もっともっと暗くなる場合にはどの位のことが起らねばならないか、という面から考えることもできます。もし、Krakatoa の塵の雲が垂直に入射して来る太陽光を 3% 減衰させるとすれば、その 33 倍の物質を含む爆発の場合には、太陽光を $1/e$ （ e は自然対数の底）に減衰させることが計算上判っております。さて、Krakatoa の 1 千倍の爆発（小惑星の衝突による爆

発の規模の大まかな推定)を仮定すると、それにより地球上に拡散した物質は、太陽光を $(1/e)^{30} = 10^{-13}$ ($30=1,000/33$) だけ減衰させることになります。この値は光合成を完全にストップさせるに必要な値よりずっと大きい値です。しかし、これはその塵が入射光に対して完全な吸収体と仮定しての話です。そこで適当なアルベドを仮定し、物質も少し減らすと、減衰率は 10^{-7} になります。これは満月の明るさの10%程度の明るさです。このときの質量の値から小惑星の直径を推定すると、上述の3つの推定値と大体同じ値が得られます。

白亜紀と第三紀の境界の地層中のイリジウムの含有率には、場所によって差があります。例えば、デンマークの値はイタリアのGubbioの値の10倍位も大きい値を示します。この差を小惑星の直径に直しますと、最初に述べた方法では $6.6 \times 10^{1/3} = 14$ km となって現れます。他の三つの方法に対しては影響しません。

以上の推定から、衝突した小惑星の直径は 10 ± 4 km ということになります。

小惑星衝突の生物学的効果

小惑星の衝突によって噴き上げられた大量の塵による、太陽光の一時的（とは云っても2～3年は続いたと推定される）な遮断は植物の光合成の働きを停止させ、結果として、食物連鎖を根本において断ち切ることになりました。海洋における食物連鎖は、顕微鏡的な浮遊植物に基礎をおいています。それは例えば、微小な球状の石灰岩の化石を作る藻などです。これらの藻は白亜紀の末に、殆ど完全に消滅しています。その結果、それより高いレベルにある動物の食物連鎖も非常に大きな影響を受け、有孔虫の殆どが絶滅、箭石類（イカの様な頭足類）、アンモナイト、及び海生爬虫類が完全に絶滅しました。陸上ではどうでしょうか。陸上の食物連鎖の基は植物です。これらの植物のうち、その時生存していた個々のものは死滅するか、少なくとも暗闇の間、成長を停止しました。そして太陽光が戻ってきたとき、それらは、種子、胞子、あるいは残っていた根から再生して来ました。しかし、これらの植物に直接、あるいは間接に依存していた草食性、あるいは食肉性の大型の動物は消滅しました。Russell によりますと、25 kg 以上の地上に生存していた脊椎動物で、生き残ったものは知られていません。そして哺乳動物の祖先を含む多くの小地上動物は生き残るこ

とができました。彼等は昆虫や、半分枯れた様な植物でも喰べて生きて行くことが出来たからでしょう。

浅い海底に棲んでいた無脊椎動物についてはあまり明らかになってはいません。

更にどんなことが考えられるか

小惑星衝突仮説が正しいとすると、それから更に色々のことが推測されますが、そのうち、特に二つの事が興味深いので、とりあげて見ましょう。

一つは、白亜紀の末の大量絶滅のときに起きたことと同様のことが、過去の大きな絶滅にも起こったのではないか、ということです。実は5億7千万年前の先カンブリア紀の終わりから、この様な大きな絶滅が凡そ1億年ぐらいの間隔で5回あったことが知られています。そしてこれは、直径10 km以上の小惑星の衝突間隔の1億年という数値とよく一致しているのです。しかし、生物のある種が絶滅したか否かという問題は、分類学上のグループ化の仕方にも影響されるので、この様な情報は生態学的、あるいは食物連鎖の観点から整理することが望ましいと思われます。何れにしても、この様な絶滅が起こったと見られる境界の地層についても、イリジウムの分析を行うことが重要なことです。但し、E.M. Shuemakerに依れば、殆どが氷から成る“fresh”な彗星が衝突したとすれば、この様なイリジウムの異状は起きないでしょう。更に、Shuemakerはこの大きさの彗星との衝突は小惑星との衝突の2倍は起こった可能性があるとも云っています。

二つ目の興味ある点は、衝突によって出来たクレータを発見することです。現在、地球上のクレータで直径が100 km、あるいはそれ以上のものは3つ知られています。これらの中の2つ（SudburyとVredefort）は先カンブリア紀のもので、また他の1つ（シベリアのPopigay）は白亜紀後期から第四紀にかけてのもので、ポタシウム・アルゴン法による年代測定では約2,900万年前を示しています。前2者は古過ぎるし、後者は若過ぎます。また100 kmという直径では小さ過ぎます。小惑星が海中に落ちる可能性は2/3です。10 kmという直径は、典型的な海の深さの2倍です。従って、クレータは海底にできた可能性も非常にあります。そうだとすると、そのクレータを見つけることは大変困難です。というのは海底地形に関する情報は、現在のところ非常に不十分で、しかも第三紀以前の海の大部分は

現在既に無くなっているからです。

恐竜達が若し生き延びていたら ……

中世代の末には、我々人類の祖先の哺乳類を含む、小さな哺乳類達が恐竜達の陰で彼等の目を盗んで生きていました。そして、ある種の小型肉食恐竜は可成り賢くなりつつありました。例えば図8に示す種類は、鋭い裂き爪と優れた運動神経に加えて、その脳の重さの体重に占める割合は、初期の哺乳類と同程度まで達していました。彼等は群れで狩りをする術も知っていました。

もし、この様な恐竜達の繁栄が続き、この様な優れた恐竜が更に進化を続けたとしたら、彼等は我々の祖先の哺乳類の発展を大いに妨げたことでしょう。そして、若しかすると、今日、地球で最も頭脳の優れた動物の地位には、我々人間ではなく、緑色の皮膚をした彼等の子孫が座っていたかも知れません。そして、宇宙先端技術研究を論じていたかも知れません。この様に考えると、6,500万年前に地球に衝突した小惑星は、我々人類にとっては幸運の星だったと云はざるを得ません。

今度はいつ、小惑星は衝突するか

生物の集団的絶滅は100万年～500万年に1回ぐらい起きている、とも云われています。これも若しかすると、小惑星の衝突によるのかも知れません。現在、アポロ・アテン群の小惑星が地球に衝突する可能性は殆どありません。しかし、突然、未知の小惑星が現れて、地球に向って飛んで来る危険が全くないとも云えないのです。例えば、1908年6月30日の明方、シベリア上空で起きた大爆発は、彗星の核か小惑星に依るものと考えられております。この爆発によって、Tunguska Riverの近くでは770平方マイルに亘って樹木がなぎ倒され、多くの動物が殺されました。爆発は空中で起きたので、クレータは見つかりませんでした。この物体の軌道を計算して見た結果、これはエンケ彗星の破片だった可能性が高いそうです。²⁾そして、この爆発がもう4時間早かったら、それはレニングラード(当時のペテルスブルグ)を直撃していたのです。また、1937年に現れた小惑星ヘルメスは、地球から僅か80万kmという点を通り、その後は見失われました。1972年8月10日、火球が白い尾を引いて空中を飛び去るのが、ワイオミング、ユタ、カナダのアルバータ等、広い範囲で見られま

した。これは何千トンもの重さの隕石が大気に突入し、地上にまで落ちることなく飛び去ったものです。地上に落ちたら小型原子爆弾に匹敵する爆発を起したろう、と云われています。

小惑星の数は10万とも 100万とも云われておりますが、その軌道がはっきり判って登録されているのは、僅かに 3,200個に過ぎません。何時、突然、地球に向かってぶつかって来る小惑星が現れるとも限らないのです。直径1 kmの小惑星がもし衝突した場合には、広島型の数百万倍の原子爆弾に相当する爆発を引き起こします。従って、直径10m~20m以上の全ての小惑星を監視する必要があるのです。アメリカでは、アリゾナ大学月惑星研究所の T.Gehrelsのグループが、小惑星監視用のカメラ (Spacewatch Camera)を1985年中に完成させている筈です。私達も二台のシュミット望遠鏡 (視野が広い天体望遠鏡) をスペース・ステーションに搭載し、全天の小惑星の発見と監視をするシステムの提案をしております。¹⁰⁾

もし、その様な小惑星を発見したらどうするか、ですって? そうしたら直ちに水爆を搭載した宇宙船を打上げ、小惑星にランデヴー・ドッキングさせ、リモートコントロールによって水爆を爆発させて、その軌道をずらせるのです。

6,500万年前の衝突は、人数に繁栄をもたらした幸せの星でしたが、今度衝突する小惑星は人類に滅亡をもたらし、ねずみやゴキブリの世界を出現させる悪魔の星になるでしょう。

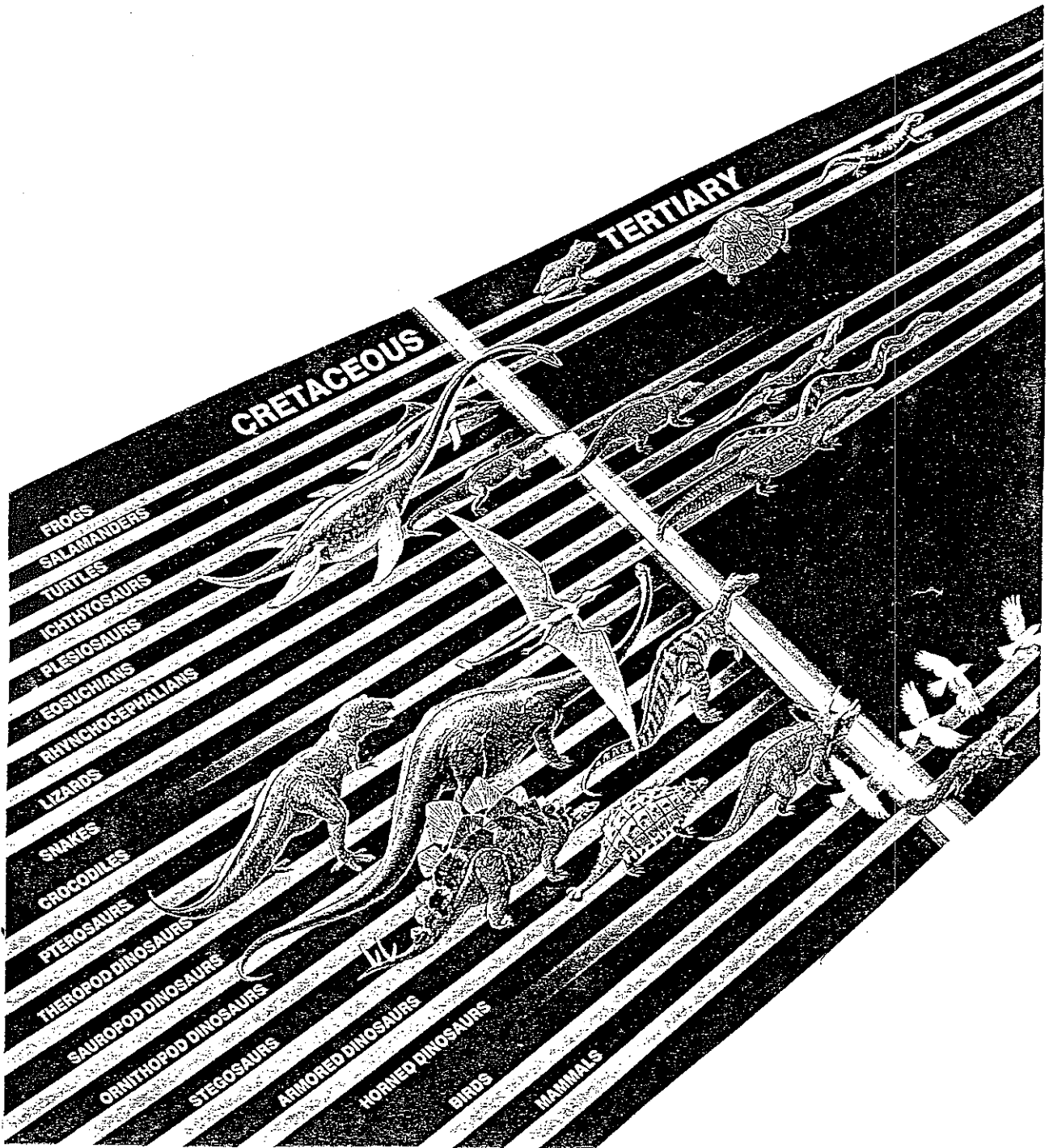
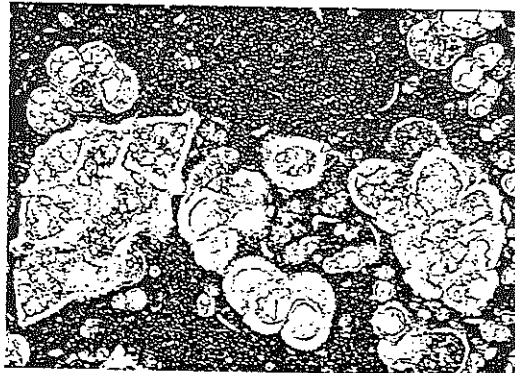
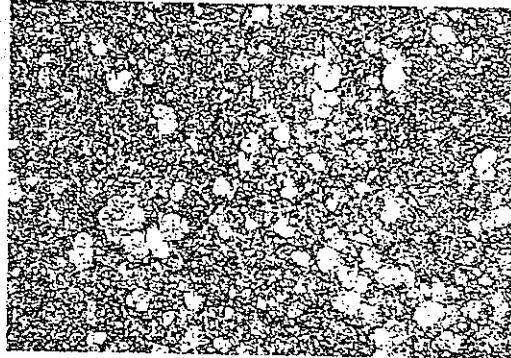


図 1 . 白亜紀末における恐竜の絶滅²⁾

図2. プラクトンの化石³⁾

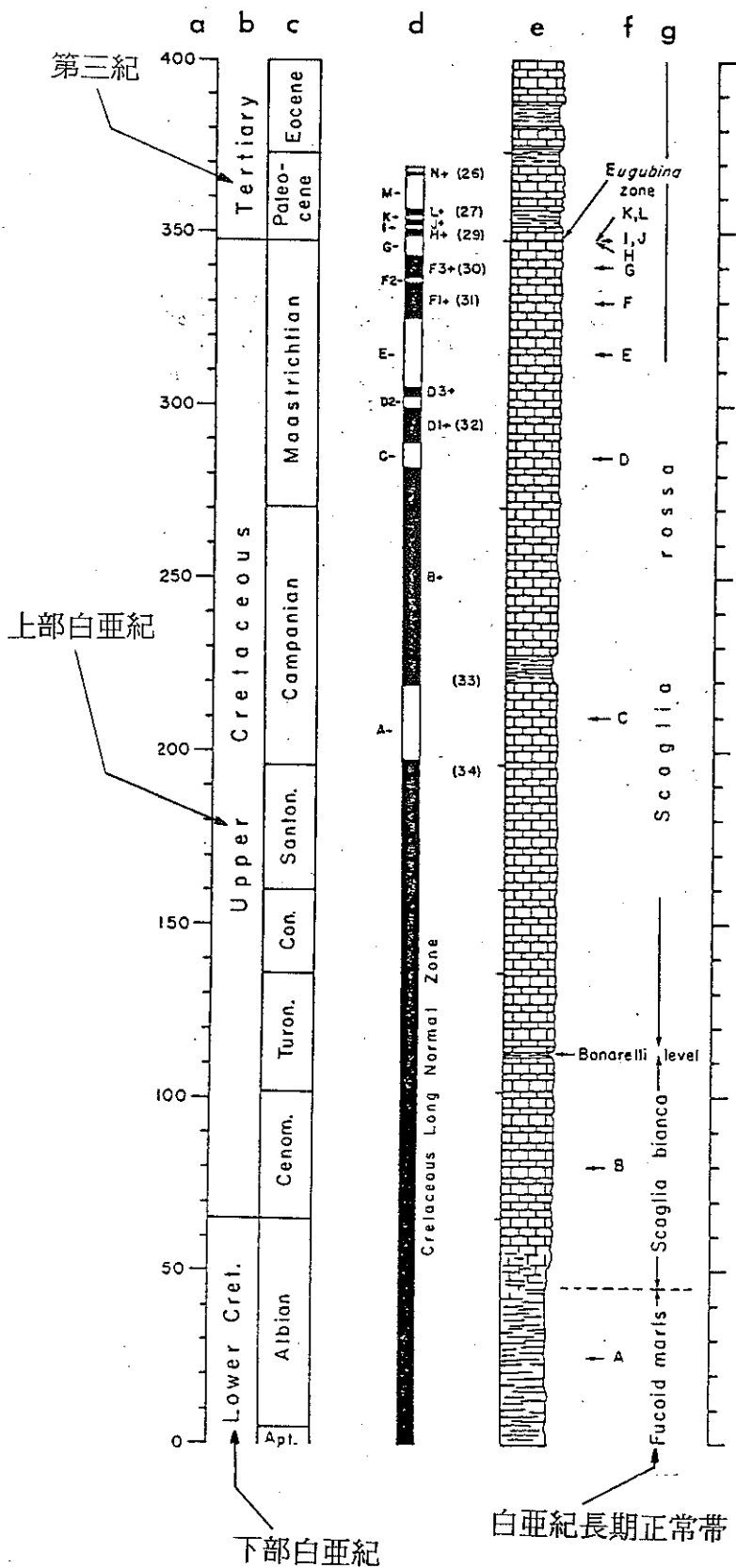
上は第3紀層からのサンプル、

下は白亜紀層からのサンプル



ALESSANDRO MONTANARI (TOP AND ABOVE)

図3. グッピオの地層の層位学的断面⁴⁾



(a) は m で表わした地層の位置、(b) は地質学的区分、(c) は細かい地層区分の名前、(d) は地磁気の極性 (黒が正常、白は逆転)、(e) は岩質、(f) がサンプル採取の位置、(g) は、細かい岩相の分類を示す。

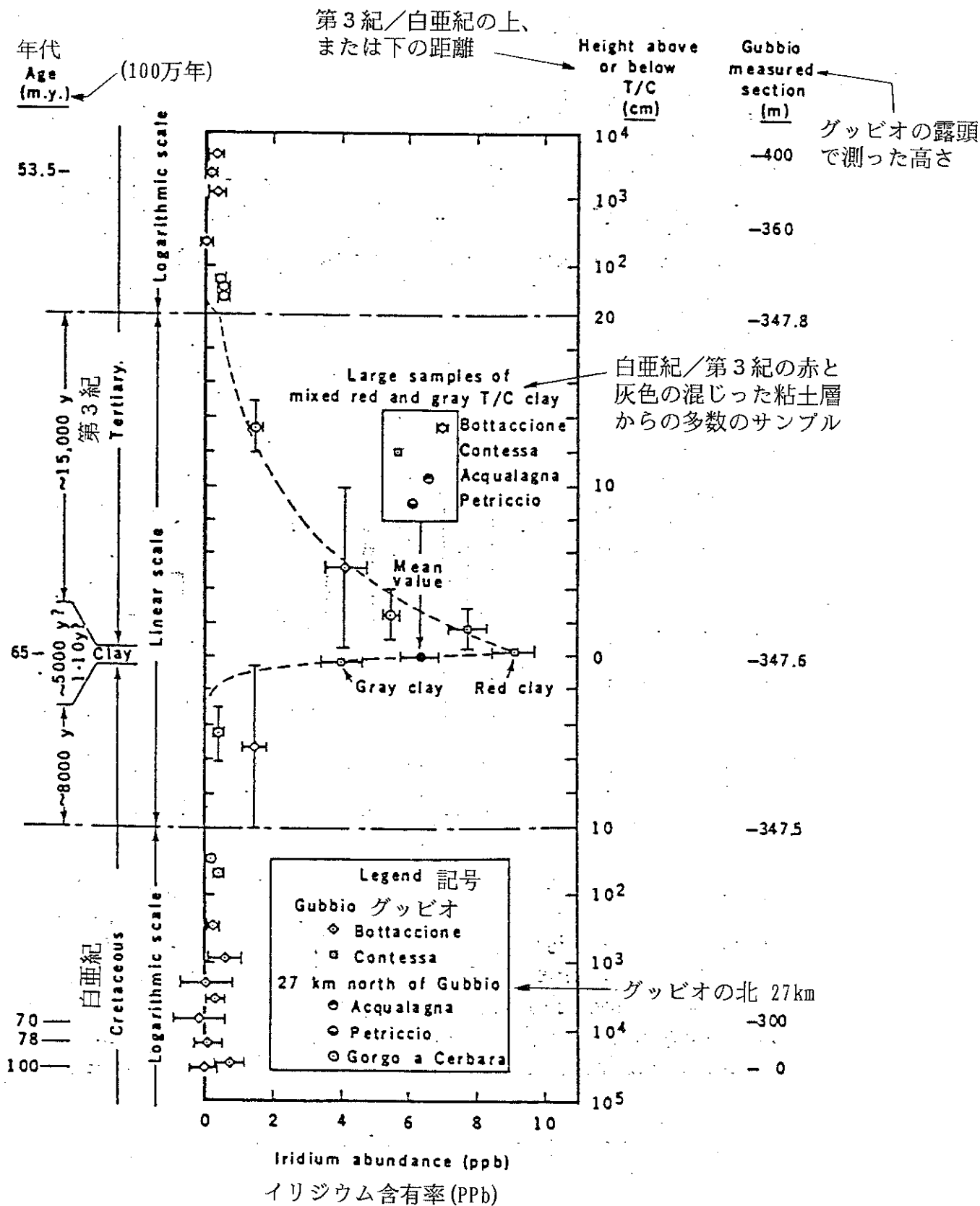


図4. イタリア・グッビオの地層におけるイリジウム含有率の異状⁴⁾

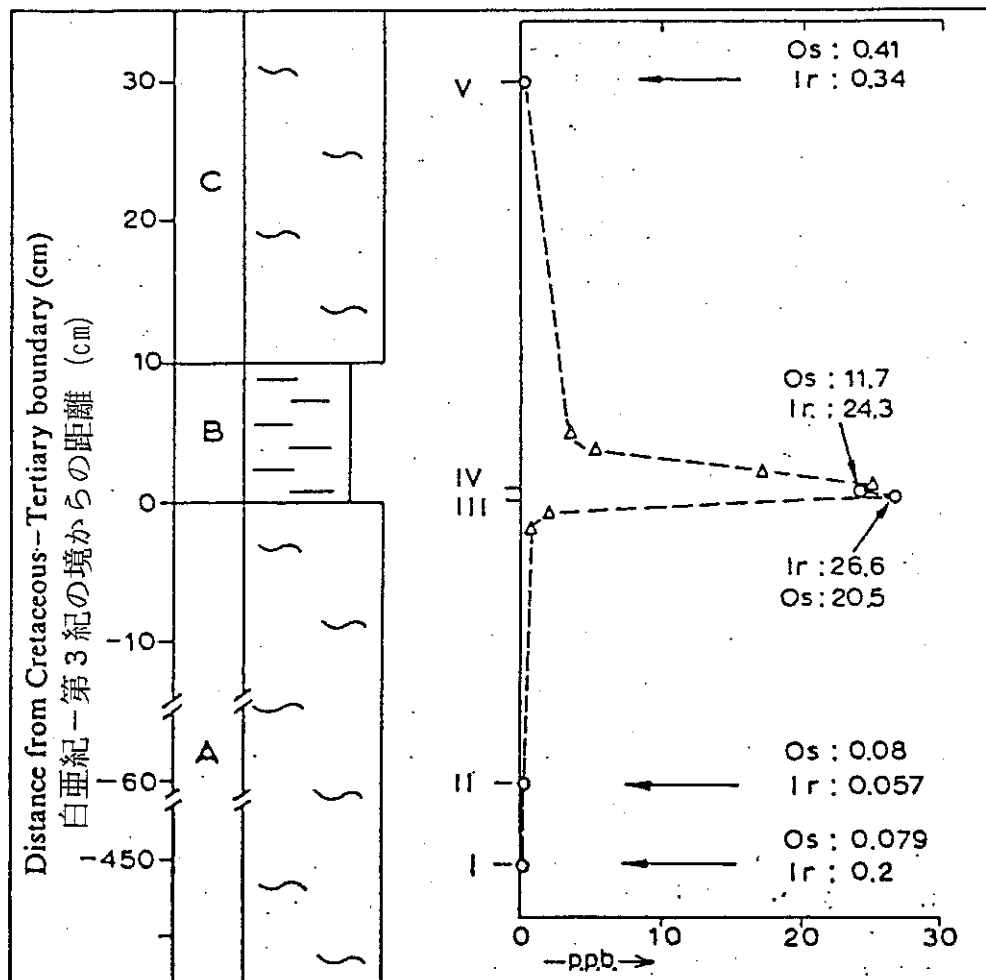


図5. スペイン南東カラバカの地層における白金系金属
(イリジウム、オスミウム) 含有率の異状

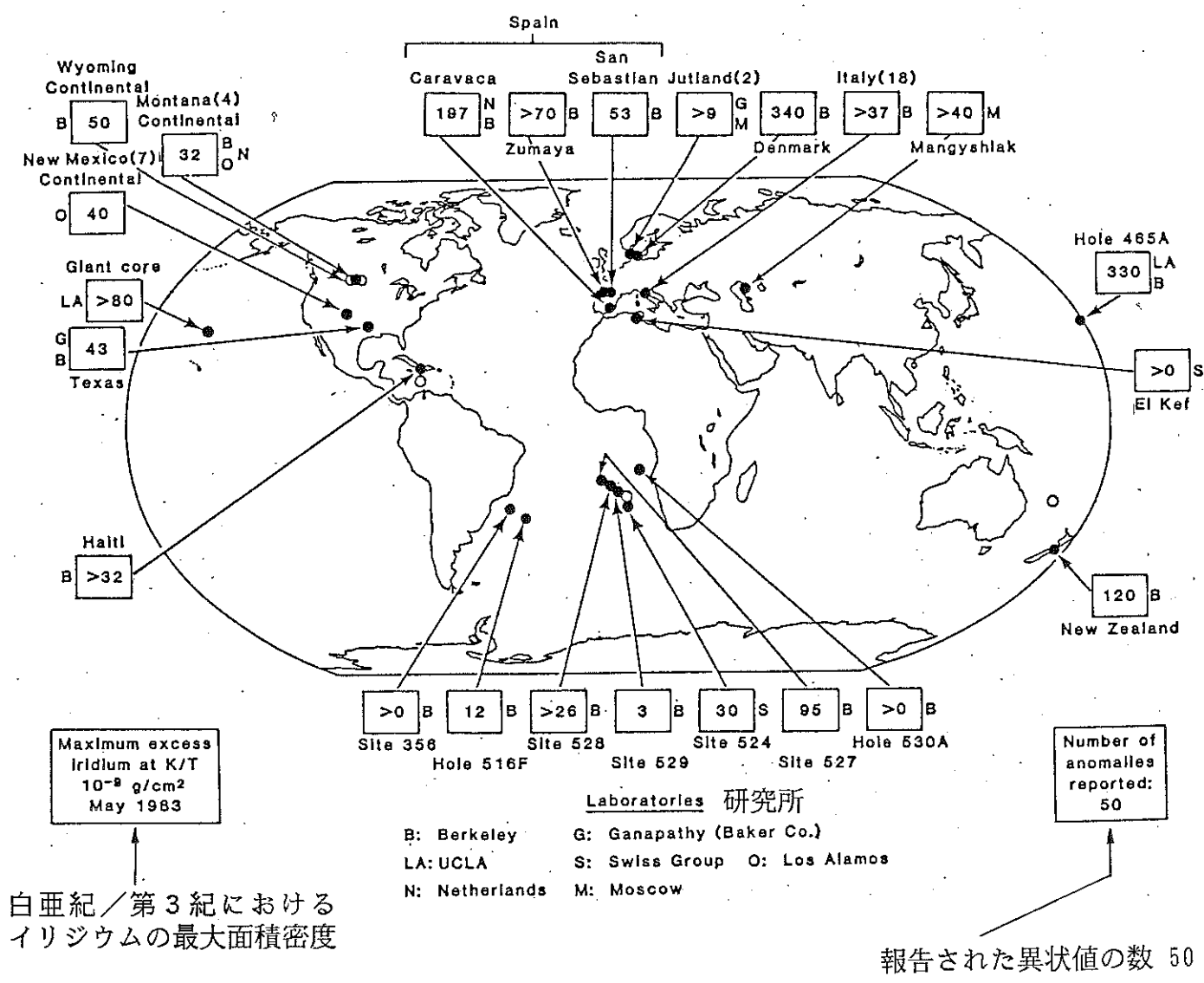
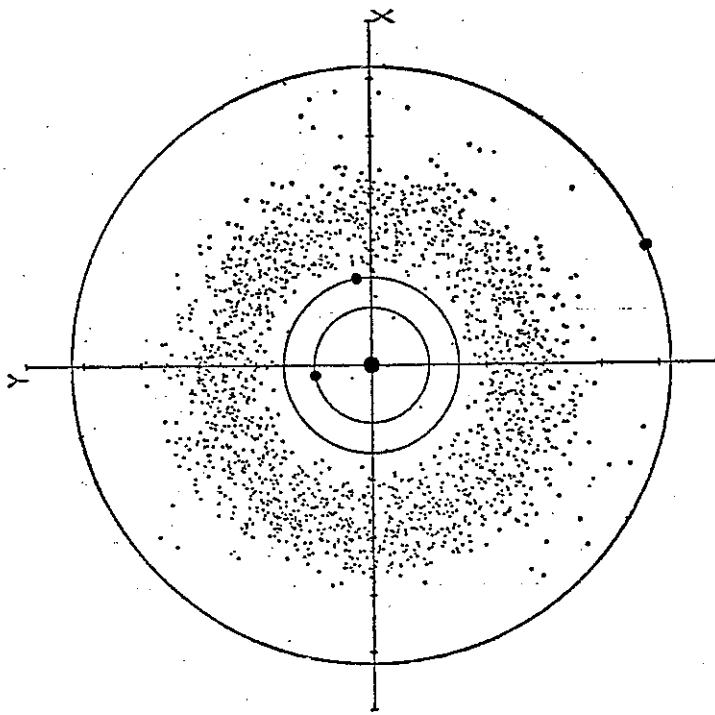
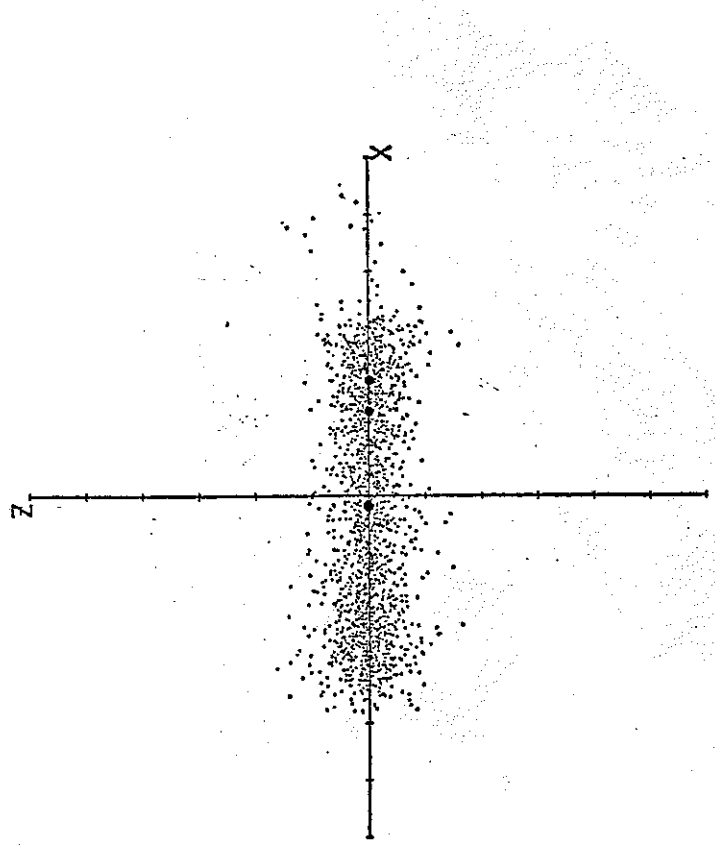


図6. 白亜紀と第3紀の境界においてイリジウムの含有率異常が発見された場所⁶⁾



a) 1985年1月1日0時における小惑星及び地球、火星、木星の位置。X軸は上方、Y軸は右側を向く。地球は中心、Aは地球、Uは火星、Mは木星、Sは土星の軌道を示す。



b) 第1図を横から見たもの。Z軸は黄道面の北極方向で、X軸は左から地球、火星、木星をあらわす。

図7. 小惑星の分布⁷⁾

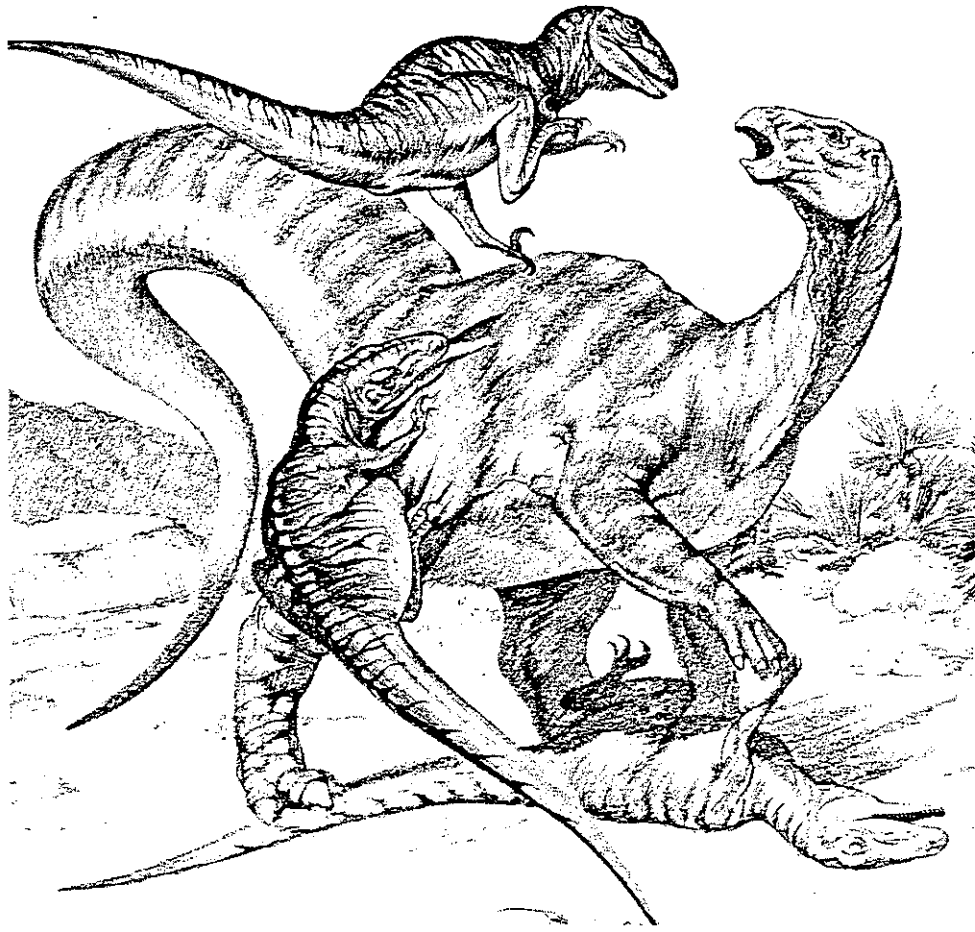


図8. テノントサウルスを襲うデイノニクスの群れ⁹⁾

[第1表] アポロ・アテン群小惑星⁸⁾

小惑星	近日点距離 (A U)	遠日点距離 (A U)	軌道傾角 (度)	推定直径 (km)	衝突確率 ($\times 10^{-9}$ /年)
1566 Icarus	0.187	1.969	22.9	1.3	1.27
1620 Geographos	0.827	1.661	13.3	2.6	4.08
1685 Toro	0.771	1.964	9.4	2.4	3.65
1862 Apollo	0.647	2.293	6.4	1.7	4.74
1863 Antinous	0.891	3.629	18.4	2.1	0.58
1864 Daedalus	0.563	2.359	22.1	2.3	1.05
1865 Cerberus	0.576	1.584	16.1	1.3	3.89
1866 Sisyphus	0.871	2.916	41.1	5.3	0.38
1981 Midas	0.623	2.930	39.8	1.1	0.49
2062 Aten	0.790	1.143	18.9	1.1	13.80
2063 Bacchus	0.701	1.454	9.4	0.8	7.44
2100 Ra-Shalom	0.469	1.195	15.8	1.7	50.30
2101 Adonis	0.442	3.303	1.4	0.5	7.40
2102 Tantalus	0.905	1.675	64.0	1.3	1.08
2135 Aristaeus	0.794	2.405	23.0	0.6	0.96
2201 1974 XC	0.626	3.723	2.5	1.9	4.26
2212 Hephaistos	0.357	3.970	11.9	3.8	0.60
2329 Orthos	0.821	3.986	24.4	2.3	0.33
2340 Hathor	0.464	1.224	5.9	0.2	16.60
1950 DA	0.838	2.528	12.1	1.6	1.69
1973 NA	0.878	3.976	68.0	3.5	0.14
1974 MA	0.423	3.128	37.8	4.2	0.34
1978 CA	0.883	1.366	26.1	0.7	3.96
1979 VA	0.982	4.289	2.8	1.5	2.86
1979 XB	0.649	3.876	24.9	0.4	0.37
2824 P-L	0.487	7.743	11.0	8.4	0.18
4783 P-L	0.817	3.859	4.3	5.3	5.61
6344 P-L	0.940	4.212	4.6	0.1	1.40
6743 P-L	0.821	2.418	7.3	0.9	3.00
Hermes	0.617	2.662	6.2	0.7	3.86

文 献

- 1) Pioneering the Space Frontier: U.S.National Commission on Space, Bantam Books, May,1986
- 2) Meteorites, Invaders From Space : K.F.Weaver, National Geographic, Vol.170, No.3, Sept.1986
- 3) 卵の殻はなぜ薄くなった? —恐竜の絶滅の謎をとく: H.K.エルベン, アニマ No.127, 1983年9月
- 4) Extraterrestrial Cause For the Cretaceous-Tertiary Extinction: L.W.Alvarez, W.Alvarez, H.Asaro, H.V.Michel, Science, Vol.208, No.4448, June,1980
- 5) An Extraterrestrial Event at the Cretaceous-Tertiary Boundary:J.Smit, J.Hertogen, Nature, Vol.285, May,1980
- 6) The End of Cretaceous: Sharp Boundary or Gradual Transition?: W. Alvarez, L.W.Alvarez, F.Asaro, H.V.Michel, Science, Vol.223, March, 1984
- 7) 小惑星探査ミッション: 松島弘一、磯部俊夫、日本航空宇宙学会誌、第26巻、第288号、1978年1月
- 8) 地球の破滅を救う小惑星の監視作戦: 松島弘一、天文と気象、1983年9月
- 9) “殺し屋”ディノクニス: ジョン・H・オストロム アニマ、No.127, 1983年9月
- 10) 軌道上のシュミットカメラによる小惑星のシステムティックな探索: 松島弘一、中島厚、輿石 肇、スペースステーション シンポジウム講演集、昭和57年11月

月面基地の経済的実現性について

岩田 勉

人間が常駐できるような施設を月面に建設し、さらにそれを維持することは経済的に可能なのであろうか。この問題は、いくつかの階層的な構造を持つ小問題の組み合わせに分解することができる。

1. 月面基地のコスト推定

標準規模の月面基地の建設・運用に必要な総コストを推定する。筆者のコストモデルによる試算の一例を示すと、

- シャトルを発展させ、低地球軌道貨物打上げ能力を 5~10倍とし低コスト化を達成するために (人員輸送用は別途開発) (1986ドル価：十億ドル)

重量打上機 (HLLV) 開発費 (試作1機)	10
“ 製作費 (3機)	3

- 低地球軌道から月周回軌道への輸送機を作るために (再使用, エアロブレーキ)

月輸送機 (LTV) 開発費 (試作1機)	5
“ 製作費 (2機)	1

- 月着陸船を作るために (再使用, 専用打上場使用)

月着陸船 (LL) 開発費 (試作1機)	3
“ 製作費 (2機)	1

- 月面に滞在するために (20年間耐久施設/20人常駐)

月面居住施設開発費	6
“ 建設費	3

- 月面資源利用のために (液体酸素製造等)

採鉱・処理施設建設費	6
------------	---

小 計 38

- 以上を展開するために (初期運用5年間)

地上支援系/宇宙基地付加施設	6
月 ↔ 地上輸送費	10
後方支援	2
宇宙基地使用コスト	3

小 計 21

以上の合計約 \$60B が標準規模の月面基地完成までに必要となる。

これを十分に活用するためには、完成後毎年 \$2 B (二十億ドル) 程度の運用コストをかける必要がある。

2. 宇宙開発予算の性格とその動向の予測

低地球軌道上の宇宙基地と同様に、月面基地もその初めの段階は、相当の長期にわたるインフラストラクチャの蓄積の後でなければ、民間の投資が起こる程の生産性を獲得できない。したがって、各国の政府出資によるインフラストラクチャの蓄積が可能か否かが問題となる。

宇宙開発予算は、時間的相関が強い。急激な増加あるいは急激な減少の例は少ない。アポロ計画の前後が最も急激な変化の例であるが、それ以降は米国、欧州、日本ともに急激な変化はない。1975～1983において

米国の	15%増	(79' ~80' , 82' ~83')
フランスの	18%増	(82' ~83')
E S A の	36%増	(75' ~76')
イギリスの	27%増	(88' ~81')

などが急増加の例であるが、これらはインフレ率込みである。宇宙開発機関創設などの政治的大変化を除いては、0～15%で漸増していると見ることができる。

さらに、宇宙開発予算はGNPと深い関係がある。1975～1983においてGNPに対する宇宙開発予算の割合は、

米国	0.174 ~ 0.198
フランス	0.064 ~ 0.090
ドイツ	0.045 ~ 0.047
日本	0.041 ~ 0.050
イギリス	0.02 ~ 0.045

と狭い範囲でしか変動していない。

以上より、第一次的近似を考えれば、GNPと同率の伸びを予測することができる。

1985年において、米国、欧州及び日本を合計した宇宙開発予算は\$9.6 Bである。

今後これが米国のGNP成長率の外挿にしたがって漸増すると予測したものを基準としても大きな誤りはないと考えられる。最近百年間、米国の累積平均実質GNPが3%を下まわったことはないので、これを今後3%と予測する。1986年ドルに換算した宇宙開発予算の予測は

1985	\$ 9.6B
1990	\$ 11.1B
1995	\$ 12.9B
2000	\$ 15.0B
2005	\$ 17.3B
2010	\$ 20.1B
2015	\$ 23.3B

となる。以下、ドル価は1986年価値とする。

3. 新プログラムへの手当分の予測

現在のNASA予算を構成している各要素は十年前に比べて、かなり定常性が強くなってきている。宇宙基地が運用に移行した時に、減額する部分は宇宙基地建設費であろうが、その時でも現在の全宇宙予算額程度は宇宙基地他宇宙活動の運用費及び施設改修費に投じられる可能性が高い。そうなると、ポスト宇宙基地プログラムの資金は新規の予算増あるいは米国以外の国の宇宙開発予算から割り当てられることとなる。

前項の世界総予算のうち実質\$9.6 Bを毎年固定費として新計画には充当されないとすると新計画分は

1993	\$ 3.1 B
2002	\$ 6.9 B

でまかなわれることとなる。1993年以降に新計画に充て得る10年分の総資金は、約\$44Bとなる。歴史の教えるところによれば10年を超える長期目標は政府出資プログラムとして成り立ったことがない。以下巨大プログラムの期間は10年を基準とする。

4. 二段階計画

第1節において月面基地建設には\$60Bを必要とした。したがって前項の\$44Bでは不足する。

ここで一つの選択問題が生じる。2002年に実現し得る月面基地は、「月面に1ヶ月間、数人が滞在する程度の最小規模のものとする。輸送系を含め新規開発分は極力少なくする。使い捨てを基準とし発展性は割愛する。」

こととするか、

「2005年頃には、有人月面基地を作らずに、次の十年計画、2005～2014年に発展性の高い常駐基地を作るか」

となる。

後の場合、現在、月面基地計画といわれているものは二段階に分けて実現されることとなる。

1993～2002計画 : 国際月面基地計画

月面拠点にロボットパイロットプラントを作り、マンデッドとする。

低コストHLLV, LTV, LLの確立

約\$44B

2005～2014計画 : 国際月面開発計画

CELSS (閉鎖生命維持系) 開発

LULOX (月面製造酸素) 本格生産

100人以上の常駐基地

約\$103 B

月面基地の意義が科学研究及び地球外居住圏の拡大と認識されるならば、確実にインフラストラクチャを蓄積して行く戦略、すなわち、後者の二段階計画が選択されるべきであろう。

5. 1993～2002年の経済的状況

1993～2002年の新計画は、月面物質の開発をスローガンとして謳うこととなるかも知れないが、その経済的便益を直接の目的とすることには無理であろう。したがって、この月面基地計画では、先進各国の宇宙輸送系開発の競争を背景として、宇

宙基地、無人プラットフォーム等の規模拡大及びコスト低減をその直接の経済的便益として追求することとなろう。月の経済的便益も、現在よりは、はるかに現実的なものと受け取られるようになるが、確実な輸送手段の実現以前には、具体的な目標とはならないであろう。各国政府資金の拠出による国際協力計画としての政治的意義を認められて月面基地の計画が実行されることとなろう。

6. 2005～2014年の経済的状況

月面で小規模の探査と月物質処理の実験がなされた後で、本格的な月面基地の計画が開始される。この時は、全宇宙活動を市場とする月面の財、サービスの輸出施設が官民の設備投資の対象となろう。

LULOXを始め、各種の製造業が建設されることとなる。各国の宇宙開発予算のうち、1985年からの増加分は、2002年までの輸送系インフラストラクチャの開発時代が終れば、ほとんど月面基地の建設・運用に投入し得る。その額は

2005	\$ 7.7B
2010	\$ 10.5B
2014	\$ 13.0B

となり、2005年から2014年までの合計は約\$ 103Bである。これにより、輸送コストを含めて大規模な自己充足型月面基地を建設することができる。こうなれば、その運用コストは自給自足のため、零に近づき、次には、生産物が余って蓄積と輸出が行われるようになる。

この時点で、宇宙輸送系及びその港湾施設としての宇宙基地もまた営利を生む設備として運営されるようになる。

この図式を、いかに不確実性を小さくして描き切ることができるかにより、この時代以降、宇宙開発が成長する経済として成立するか否かが決定されるであろう。

7. 不確実性を超えて

月面基地計画は、その実現までに二十年以上を要し、また必然的に大規模な計画である。その経済的実現性を論証することは現時点では不可能という方が正しいであろう。この認識の上で、2000年までに、月面基地の主要な新技術、すなわちLULOX他月面資源のロボットによる加工技術、CELLS、及び低コスト輸送

系の技術を確立しておくことが、現在必要な第一歩である。これらの技術を獲得するためには月面への有人飛行を再び試みる必要がある。これがなされなければ、月面基地の経済的価値判断は永久になされず、月面の利用計画が成立しないまま、全世界の宇宙活動は衰退して行くこととなる。

次の月面飛行は、人類の長期的経済にとって重要な展開の可能性を秘めている。その計画自体の経済効果は現在は不明である。しかし、そうだからこそ二十世紀の人類から二十一世紀の子孫へ贈る国際計画として最も深い意義があるのではないであらうか。

Reference :

T. Iwata, "Economical Aspects of Lunar Base" report to the IAA ad hoc committee on "Return to the Moon". 1986

(筆者は本誌編集人)

推進系 87年の動向

宮島 博

宇宙機の推進系として我が国で研究あるいは開発が行われているものの87年の動向とその意味について私見を述べる。

推進系においても、ある程度の競争は避けられるものではなく、米欧のものに比べ性能が良いか、信頼性が高いか、あるいは価格が安いかの少くとも一つにあてはまらない限り生き残ることは難かしくなる。

(1) 地上一軌道 (ETO) の推進系

・ LE-7の開発

我が国の推進系の計画では最重点とされており、最も優秀な人材と多額の資金が使われている。87年には、初めてのエンジン燃焼試験が成功する。SSMEよりも“よほど”信頼性が高いといえる方向に仕事を進めるのが良い。

・ 高圧液酸／炭化水素エンジンの研究

エアブリージングエンジン（後述）の大宣伝の陰となって研究資金の調達は困難となるが、設計検討のために必要なデータは創出されよう。米国でも2010～2020年頃までにはシャトル-II以上の実用ビークルは出て来ないと思われるので、炭化水素エンジンの仕事を引き続き地味に進めておくべきであろう。

・ エアブリージング推進の研究

米欧では、30年来の研究、試作並びに実用ジェットエンジンの実績等の上に立って引き続きターボラム、ラム、スクラムジェット等の研究開発が行なわれる。我が国

でも10年来細々と研究を行って来たわけであるが、多少は研究の進展が早くなるであろう。開発につながるデータを出すには、地上試験設備の整備が非常に重要である。

(2) Spacecraft 推進

世界で初めてのバス機器としてのイオンエンジンの耐久性に目途が着き、無人OTV等へのイオンエンジンの利用が真面目に検討される。同様に世界で初めてのヒドラジン燃料の二液アボジの原型エンジンが決まる。他の人達にも使ってもらえるためには、高性能であるにも係わらず信頼性が高く、かつ安価であることを証明することが不可欠。

(筆者は、航空宇宙技術研究所で研究調整官の職にある。)

森本 盛

第5章 能力

第1章で頭の使い方を知恵と知識に大別しました。そして知恵は自分で創るもの、知識は人から貰うものという仮設をたてました。この章では、人間の頭の能力は知恵そのものと考えて、その能力を高めることと、器官の使い方との関わりあいなどについて考えてみます。

(1)情報の入口 (センサと神経系)

目耳鼻など情報を取り入れる器官のうち、目だけが特別な能力を持っているようです。耳は音の振動数と強弱を感じ、一本の神経で脳に送っているようです。電話も放送も一本の電線で情報を送っていることから連想しました。鼻から入る情報も、皮膚の一点で感じる熱い/痛いなどの情報も同じような気がします。ところが目で物を見るときには、視野の中にある膨大な情報を同時に感じます。したがって情報を脳に送る神経の束は膨大なものと思われれます。情報の数はどれ位でしょうか。テレビの画面は約30万個の点できあがっています(525×700相当)。目はもっと細かいところまで識別できます。縦横ともTVの1/20まで見えるとしても、約1億個の点できた画を見ていることになります。とすると、神経の束は1億本と想像されます。目で感じる振動数は耳の1/1000ぐらい低いのですが、それでも入ってくる情報量は耳の10万倍です(1億×1/1000)。耳で聞けば30時間かかる情報を、目は1秒間でとりいれてしまいます。

このように目で画を見ることが、情報のとりいれ方として如何に大切かがわかります(文章を読んでいる時は別です)。

さらに画に含まれる1億個の情報を公平な感覚で感じることも大きな利点です。時間をかけて耳で話をきいていると、受けとる感覚が少しずつ変って、初めと終りとではまるで違ってしまうことが多いのです。Drift(変動)という現象で、飛行機やロケットに使うジャイロは、時間がたつと感じかたが変ってきますし、通信

やレーダでも時間がたつと基準になる周波数が変わって間違っただけの情報が出るので色々と苦勞しています。

また時間をかけて聞いていると、初めのほうの情報を忘れてしまったり、先に入った情報に影響されて感じかたが偏ったりして、全体を正確に感じるのが難しいのです。全体を画で一瞬に見ると、このような欠点は現れません。

(2)情報の理解, 処理, 活かし方 (脳)

ものごとに決断をくだそうというときや新しい発想をえようとするときには、いちどきに沢山の情報を結びつけて答を出さなくてはなりません。ところが考える細胞の働きは、一つ一つ順番にものごとを考えてゆくシリーズ動作です。同時に沢山のことを理解したり、命令したりする並列動作は苦手で、一度に沢山の人が話しかけられると理解できなかったり、左右の手に違う運動をさせるとうまくゆかなかったりします。脳の中で考えているのはシリーズ論理細胞のようです。これでは考えるのに時間がかかって、急に答が要るときには間に合いません。また(1)で書いたのと同じ欠点も現れます (扱う情報が少く、drift で考えかたが変る)。

しかし並列動作の脳細胞がないわけではありません。スポーツでは体の色々な部分にそれぞれ違った動きを要求します。並列動作の命令を出す脳細胞があるのです。ただし、かなり練習をしないと満足に動作をしません。ということは、並列動作細胞を働かすにはそれなりの準備が要るのです。この系では全体の動作が瞬間瞬間のパターンの形になって、並列記憶細胞に記録されるようです。そしてそれを瞬間的につぎつぎと読み出しながら命令を出す仕組みのようです。一つのパターンは、かなり多くの命令群でできていますから、創るのが大変です。なぜならば、考えながら (意識して) 命令を出す系統は、一時に一つの命令しか出せないのですから、1回目の練習では手への命令を記憶細胞に送り込み、2回目は腰、3階目は足というように、何回も何回も練習してやっと一つの命令パターンが完成するわけです。上達の速い人は、命令情報を簡単で覚えやすい形にする入力処理のコツを早くノミコンダ人でしょう。

緊急避難の訓練とは、避難方法をパターンにして記録しておき、瞬時に対応できるようにすることです。野球では、バッテリの心が読めなくては優秀なバッタにはなれず、バッタの心が読めなくてはキャッチャはつとまりません。瞬時に相手を読む練習

(努力) をしていると、情報が判断パターンに整理されて記憶され、殆ど無意識に反応できるのでしょう。これが本当のプロです。どんな仕事でも同じだと思います。脳のことはよくわかりませんが、左脳の細胞はシリーズ配線（シフトレジスタのような順次動作をする）、右脳は並列配線のような気がします。

並列記憶を有効に使うには、考えたことや経験したことを画にかいてみるのが効果があると思います。公平にとらえられ drift を避けることができるだけでなく、複雑な対象を扱ったり、比較や多次元の思考に不可欠でしょう。

また話を聞くときや文章を読むときに、既に記録されたパターンのどれとどれに関係があるかを照合しながら脳に入れることも大切でしょう。聞いたり読んだりの入力情報は情報速度が遅いので、沢山のパターンと照合して、同じもの／新しいもの等整理して記憶できる筈です。これは連鎖神経とでもいうのでしょうか、やはり練習で発達し、連鎖指令のパターンが増えるように思えます。

脳細胞の8～9割は使われないまま終わってしまうそうですが、ひょっとするとパターンの記憶のために沢山準備されているのを使いこなせないのかも知れません。要するに事にあたって毎回矛盾だらけの論理を考えるのが素人で、必要なときに反射神経のように的確なパターンが出せるのがプロということになります。論理的に考え、かつ経験でデバッグされた沢山のパターンを脳の中に蓄えてあるのです。パターンの数が多く、トレードオフ（選択）のチェックポイントが即座にヒラメク人は、代案が出やすく勘がよくあたる優秀なプロといえるでしょう。パターンを組立てるのは知恵であり、パターンはその人固有のノウハウです。

人より上のこと／新しいことをやろうという人は、人並みのこと／従来のごことはパターンにして無意識の記憶に入れておく必要があります。コンピュータのできないことは、アイマイで大ザッパな処理をすることです。直感、読み、速応力など、経験できたえあげた勘で差がつきます。

(3)精神状態

コンセンレーションのためにもパターン記憶は不可欠のようです。考えながら命令を下す脳の論理命令系は、まさに『単細胞』で一つの命令しか正確にできません。したがって複雑な動作の中の一つの動作に精神を集中するには、残る動作を論理命令

系から追い出しておく必要があります。追い出すべき命令を、パターンにして並列系に入れておけばそれができそうです。これが体に覚えさせるといわれるもので、たぶん反射神経に近い細胞群を使うのでしょう。

スポーツの試合や受験ではリラックスが大切といわれます。オリンピック等では笑顔でプレーするような指導があるそうです。これは殆どの動作が反射動作になるまで練習し、意識の外にではじめてできることだと思えます。洗練された膨大な量の命令パターンが細胞の中に詰まっているでしょう。

考えたことをパターンの形で書くという(2)の動作をするときには、かなり強い主観が働いている筈です。したがって書いたものを10日～1年放置して見直す必要があります。このチェックが終って、はじめて正しいパターンができます。短い放置時間で効果あげるには、全く違う分野の本など（R&Dにも経営センスが必要といわれるので経営の月刊誌などどうですか）を読んでリフレッシュする方法もあります。記憶したパターンをチェックするには、仕事を変って沢山の経験をするのも良いのではないのでしょうか。食事のときに色々なものを交互に食べたり、水を飲んだりするのは、味をよく感じるためです。書くまでは主観、書かれたものは客観と考えて、時間をかけて熟成させれば、より良いものになり、光も見えてくるのでは……。

(4)共通性

記憶のコツは、分類整理する、関連づける、説明をつけるの3つといわれます。前にただ乱読して情報を集めたり、基本からといって教科書ばかり勉強してもプロにはなれない……jobをこなしながら、必要な勉強をするのがよいといいました。上の3つのコツに合っていると思います。情報を単独で脳細胞に入れるのではなく、色々なパターンの中に組み込むつもりで勉強するのです。効果的な組み込み方が上の3つなのでしょう。こうして目的に応じて瞬間にとりだせるようにしておけば、判断も早く、発想のチャンスもあります。

記憶能力とは、詰め込む能力ではなく、タンミング良く思い出せる能力なのです。これはとりもなおさず判断や発想能力の一部なのです。

書かない人は人生をムダに使っています。考えるだけでは忘れてたりdriftがおこったりして、同じところを何回も何回も廻ることになります。年をとるほどにますます

ひどくなります。メモにしておくとかラマワリしません。とくにパターンにしておく
と沢山の他のパターンと比較して考えることができ、さらに新しいパターンが出てき
ます。記憶・発想とも桁違いに 効率的です（文→より箇条書き→より表→より図の
順）。書くこと、効率的に生きること、記憶、判断／発想の準備、客観的に見ること
は共通なのです。

社会一般なみに生きようとする努力は、恥を感じる感度でもあります。自分の主観
と周囲の平均値との違いを感じる感度は、幼い頃の母親の刺戟（躰け）の影響をかなり
受けているようです。社会人になってからは、秀でた人との差も感じなくてはなり
ません。いつも最高感度にして僅かな差を感じるようにしておけば、自分の考えをい
つも正しい状態にすことができ、また感度がどんどん高くなって人より沢山の情報を
感じることができるようになるでしょう。

よいリーダは思想家であり、実行家で革新家・教育者でもある人といわれます。思
想家は強い主観をもっていて、それを客観とバランスさせうる人・・・実行家・革新
家は新しいことを tryし、練習する人・・・教育者は周りレベルの向上を考え、それ
により自分も向上する人といえるでしょう。これも前向きな判断や発想の能力と共通
しています。

一つのことに秀でた人は何をやっても上手といわれ、何をやる能力にも共通性があ
るようです。

(5) パターンの蓄えと活用

人間の脳の中に記憶されている情報は図 19 の左上のように思えます。一番下の内
側の枠は、心臓などへの命令情報です。外側は高所恐怖や初めてのものを警戒する本
能的な勘です。その上の枠はヨダレのような反射神経 1 です。以上は内容を変えるこ
とができませんから、IC（集積回路）でいうとROM（読出し専用メモリ）です。
その上の枠は、運動の練習をしたり、仕事で色々考えたりして蓄えられるパターン群
で、反射神経 2 としました。一番上は論理の枠で、情報量は極端に少ないのです。し
かしパターン群へ入る情報の大部分がここを通るものと考えられますから、感度、間
口の広さ、処理能力等を研ぎすましておく必要があります。

右側の図は意識を表したものです。ふだんは、恥をかかない、人並み以上でありた

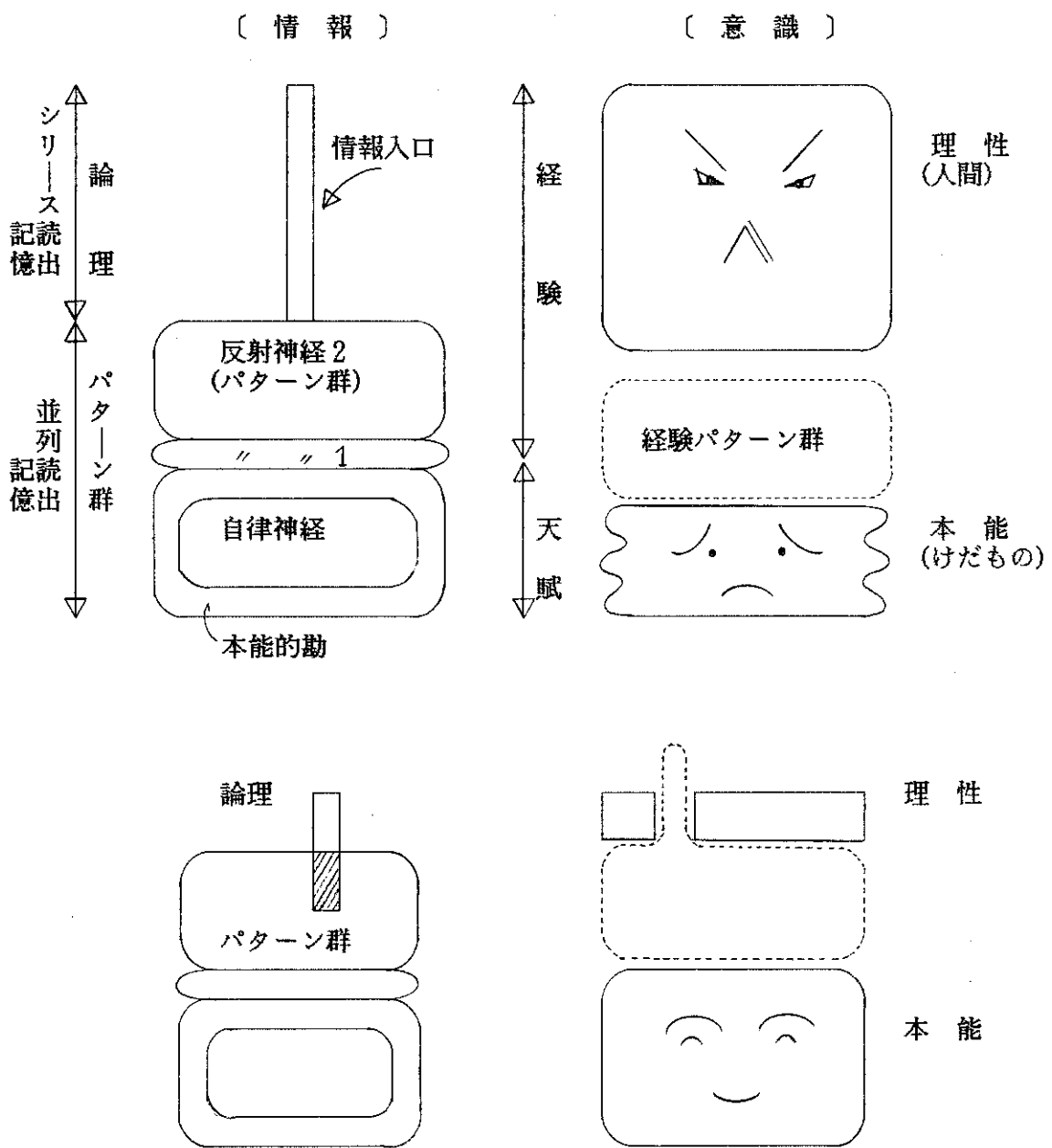


図19

いといった理性のプレッシャーが強く、思いどおりに行動したいという本能をおさえこんでいます（右上）。したがってパターンを読み出すときも、理性の検閲を受けた常識的なものが読み出されます。

ところが風呂場、トイレ、寝室等では、右下のように理性に隙間ができるのではないのでしょうか。こういうときに常識外れのパターンがとび出すのでしょうか。おそらくいつも考えていてレベルが高まっているパターンです。情報の方は左下のように、論理とパターンが混然とした状態になっているのでしょうか。酒に酔ったときも理性に隙間ができますが、本能のパターンがとび出して変質者にならないようご注意ください。

では能力を高めるにはどうすればよいのでしょうか。つぎのような比較をしてみると何となくわかります。図20は人の意識を想像した代表例です。幼児はまだ本能だけでできあがっています。標準型の方は、本能（意欲）・理性・パターン群がほどよい

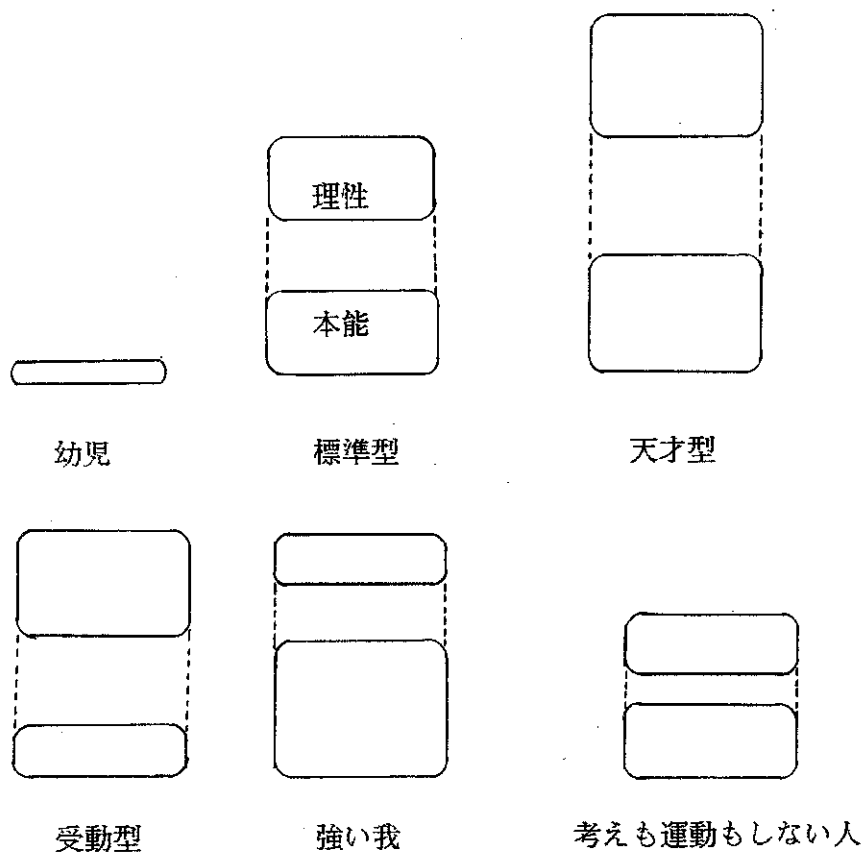


図20

大きさをバランスしている感じです。受動型の方は本能より理性が勝っており、私の強い人はその逆と思われます。能力の高い人は強い本能を強い理性でバランスさせている感じです。

図21は主観／客観の成長の様子を想像したものです。幼児の頃は主観のみで、大人になると客観が成長して主観をおさえつけます。両曲線の傾斜が急で、なかなか飽和しない人が能力の高い人といえそうです。このような人は豊かなパターン群をもっている筈です。なかでも自分の主観マップが大切だと思います（自分ならこう考え、こうする等）。そしてそのマップの大人らしさ（客観性＝正しさ）が成長の尺度でしょう。主観を客観的に見る努力は不可解なものを読む力につながるように思えます。

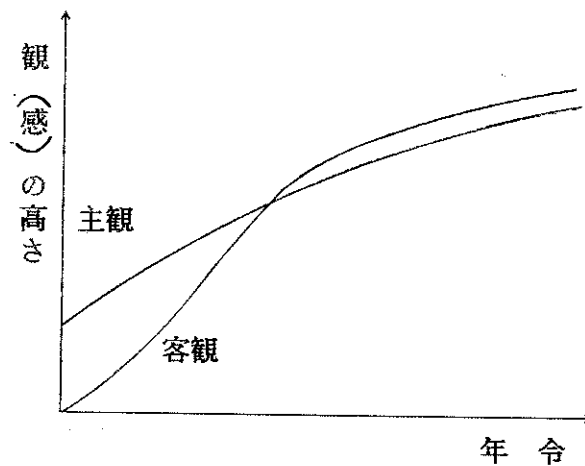


図21

スポーツなら映画のフィルムのような連続パターンが、反射命令パターン群として記録される筈です。そして練習とは、これらのパターン群をデバッグ（間違いの矯正）することなのです。平たくいえば慣れることです。論理命令系統が『単細胞』（沢山の命令を同時に扱えない）なので、大部分を反射命令系に依存しているのです。

最後は神がかり的になりますが、火事場の馬鹿力とかカッコウのヒナ的能力（オナガの巣にあずけられた卵がかえると目も見えないのにオナガの卵を外に出してしまう）などを考えると、本能を何とかして使いたいという気になります。おそらく『虫の知らせ』の能力をもった細胞はあっても、身の危険を感じたときでないと働かないのでしょう。ハングリーな状態（精神的なもので、何か新しいものを見つけ出したいくてどうしようもない状態＝スーパーインナプレッシャ）のたかまりによって、虫の知らせの細胞に配線がつながるかもしれません。また自律神経は使えないのでしょうか？考え続けるとそれが習慣になって、意識しなくても脳が考え続けることはありえないのでしょうか。

(6)刺戟が大切

運動では練習する（目的をもって体を動かす）ことによって、眠っていた運動神経が目覚めます。すると他の運動の上達も速くなります（運動神経が良くなる）。仕事でも同じでしょう。仕事によって色々な神経が必要ですが、まずできるだけ沢山の神経を目覚めさせる努力が大切のようです。（目覚めていない部分は100時間説明を聞いても理解できないからです）。

その次は目覚めたものの感度を高めることです。パターンの書込み／読みだしの系に何時も刺戟をくわえ、沢山使うことです。（センサ→論理→パターン→読出し→センサ・論理・パターンの向上）。また連鎖神経（連鎖的に思いつく能力）、並行神経（同時に2つ以上処理できる能力）もできるだけ沢山の刺戟を加え何時も使うことです。どちらも速さ・確かさが向上し、レパートリーが増えるでしょう。

人間の潜在能力にはさほど違いがあるとも思えません。色々な器官を使う要領の良し悪しで差がきまるのではないのでしょうか。そのためには効果的な練習が大切です。これはまさにスポーツと同じということになります。40才なかばを過ぎてから知恵（能力）の挽回をするのはたいへんなことです。Jobの知恵を磨く練習のチャンスはスポーツに比べると桁違いに少ないので、上達するのに長い年月がかかるからです。

今あなたが持っている知恵は、考えたり体験で感じたりしたことが積分されたものです。このような経験が多いほどよいわけです。図22(a)は行動の少ない人、(b)は天才型（晩成型）の人の経験量と知恵の向上の様子を推定したものです。 $F(x)$ を平均的な経験量、 $G(x)$ を周期関数的な経験量として、 $[\text{知恵}] = \int F(x) + \int |G(x)|$ と考えてはどうでしょう。 $G(x)$ は強力に行動してみたり、行き過ぎを反省したりオチコンだりの繰返しですが、マイナスの部分も経験として貴重なので絶対値をとることにしてみました。（刺戟やリフレッシュの効果もさらに加算される筈です）。

（宇宙技術でなく、宇宙船地球号の乗組員の分析にりました。……続く）

（筆者は昭和4年生まれ、宇宙開発事業団で機器部品開発部長の職にある。）

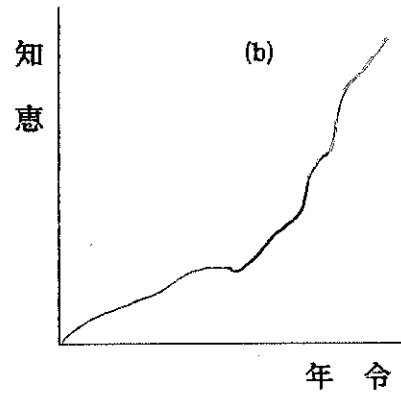
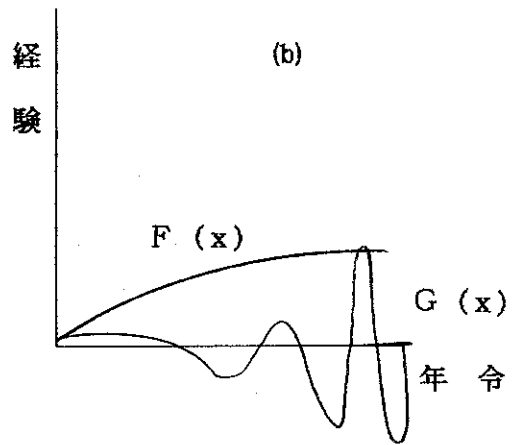
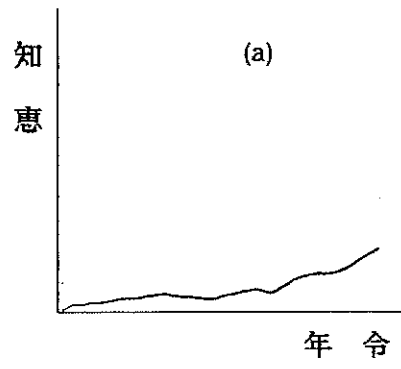
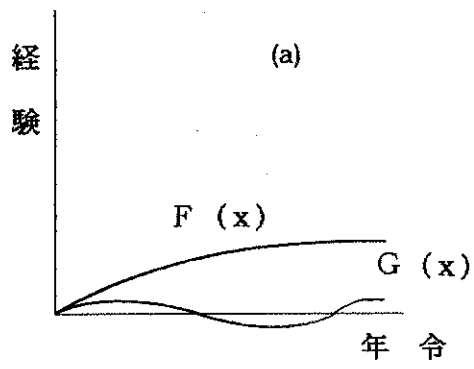


圖22

***** I A S A ニュース *****

先の世話人会（1月16日開催）において、以下の三点が決定されましたので連絡いたします。

☞世話人の拡大については、かねてより会員の皆様方に連絡しておりましたが、今回、新たに14名の新規世話人が誕生する運びとなりました。新たな世話人を迎えて、今後の活動もよりフレッシュなものにしていきたいと思っています。

☞本会暫定会則に従い、下記の会計監査人を選定致しました。正式には、次期総会において決定することとなります。

会計監査人 伊藤雄一

☞下記の通り、第一弾の研究会を行いたいと思います。本会主催の研究会の始動ですので会員の皆様の広範な参加を希望します。

研究会は会員の関心度の高いテーマにつき幅広く研究を行うもので、今後定期的で開催し、会誌発行と並び本研究会の活動の二本柱にしたいと考えています。

記

日 時：昭和62年 3月16日（月）

場 所：芝 関野ビル（宇宙開発事業団浜松町分室）4階

テーマ：人工重力について

内 容：①森 雅裕世話人（NASDA 宇宙基地推進室）の講演

②パネルディスカッション

参加御希望の方は、2月27日までに事務局宛電話等にて御連絡下さい。

新規入会会員名簿（62. 1. 15）一般会員

清水貴史 崎田幸盛 戸田 勸 木本 巖 大橋一夫 ジャン・クロードン

加藤武彦 石和 仁 上山 誠 南 盛久 渡辺義則 二宮 隆

石井康夫 児玉百利 宮田真文 坂原良一

入会案内

本会に入会を希望する方は申し込み書に記入して、世話人に送付して下さい。

年会費：3000円（1986年6月～1987年5月）

会誌 無料（1986年5月号から1987年5月号）

なお、会費は主として会誌発行にあてる。

振込口座（郵便）No. 2-21144

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、A4版横書（38×29）で、そのまま版下となるような原稿及びコピー1部を、東京都港区浜松町2丁目4番1号、世界貿易センタービル内郵便局私書箱第165号、宇宙先端活動研究会世話人兼編集人 岩田勉宛送付する。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。

編集後記

最近、マスコミが日本の宇宙開発を積極的に取り上げている。単行本、雑誌・新聞の特集、TV等で宇宙開発という言葉が目につく。今までこのようなことは無かったように思うが、これも昨年8月のH-Iの打上げが契機になっているのであろう。

従来マスコミは、宇宙開発の紹介に留まっていたのがほとんどであるが、これらは、一歩突込んで「何のための宇宙開発か」という根本的な命題に触れ始めているのが特徴である。

この命題は様々な側面からとらえられるので、その答もまた様々なものになるであろう。しかし、少なくとも次のことは云えると思う。それは、「そこに何かがあるかわからないからこそ開発する」ということである。そして、そのための開発ならば、その開発の結果として「何かを発見した開発」と「何も無いということを発見した開発」という二つの答が論理的に用意されなければならない。後者は、一般的に云えば「失敗」ということを意味するのであるが、宇宙開発の命題を上のように定義するならば、「失敗」という結果も立派な一つの答であることは間違いない。

H-Iの打上げが成功したからこそ「何のための宇宙開発か」が問われたのであり、もし失敗していたならば「役に立たない宇宙開発」、「税金の無駄使い」呼ばわりされるのみで、世の中の議論が根本的な命題に触れるまで進むことはなかったと考えられる。そのことを思うと、「失敗も一つの答」ということは何というパラドックスであろうか。（齊）

宇宙先端 第3巻 第1号

頒価1000円

昭和62年1月15日発行

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第165号

無断複写、転載を禁ずる。