

Things a President Rarely Talks About: *Small is Beautiful; Simple is Better.*

核エネルギーと密造酒

元素になった科学者と核エネルギー

[改訂版]

社長がめったに語らない話、第9章

富澤 昇



心

忘
憂

SiB
access

Things a President Rarely Talks About: *Small is Beautiful; Simple is Better.*

核エネルギーと密造酒

元素になった科学者と核エネルギー

[改訂版]

社長がめったに語らない話、第9章

富澤 昇



工業的な規模での原子エネルギーの利用について語るものは、月影について語るものだ。

アーネスト・ラザフォード、

1933年9月英国学術協会の会合にて

月影 (moonshine) とは「馬鹿らしい考え」「たわごと」「密造酒」「違法なことをする」などの意味である。

目 次

1	アーティフィシャルメタモルフォーゼとエネルギー	7
2	外延熱暴走——熱の発生とその行方	15
	外延——人類が持つ最大の能力	15
	エデンの園を二度追放された数学者フォン・ノイマン	23
	神々よりの光を創造したヴァネヴァー・ブッシュ	35
	身近な外延熱暴走	38
3	外延熱暴走による地球温暖化	45
	見てきたような話	45
	元素周期表14族と3族	46
	地球温暖化——犯人は二酸化炭素？	50
	悪人なほ往生す	52
4	地球物理学と日本列島、およびその住人	59
	ホロコースト	59
	地球物理学から見た日本列島	60
	ノーブレスオブリージと日本イグノーブル	62
5	原子爆弾、誕生前夜	71
	ウラン ²³⁵ Uとプルトニウム ²³⁹ Pu	74
	中性子増倍率K	76
	ハンガリー陰謀団とアインシュタインの手紙	80
	マンハッタン計画第1段階——シカゴ・パイルの建造	83
	デーモンコアと錬金術師たち	84

USACEとマンハッタン計画始動 シカゴ・パイル1号 ——この日が人類史の暗黒の日と記録される	89 93
6 マンハッタン計画最終段階——トリニティ実験 ボアアの相補性	101 102
7 ボアアの黙示録：「月影」の核の平和利用 原子力平和賞とフェルミのパラドックス 黙示録の実現、あるいは最終戦争の準備を整える？	105 108 112
8 狂った知性〈原子爆弾〉vs.知的凶気〈原子力発電所〉 屋根の上のヴァイオリン弾き サイエンス（科学）とエンジニアリング（工学） 宝くじを売る側と買う側の確率 狂った知性は正気に戻るが、正気の凶気の暴走は続く イグノーベル平和賞	115 115 121 127 129 132
9 元素となった科学者たちと核エネルギーの平和利用 核破碎と核変換	135 139
10 経済成長——言葉は神であった 社長の経済学講義	141 143
用語解説	149
参考文献	157
索引	165

アーティフィシャルメタモルフォーゼとエネルギー

昔者莊周夢に胡蝶となる。栩栩然として胡蝶なり。みずから喩んで志に適えるかな。周たるを知らざるなり。俄然として覚むれば遽遽然として周なり。知らず、周の夢に胡蝶となるか、胡蝶の夢に周となるかを。周と胡蝶とは、すなわち必ず分あらん。これをこれ物化と謂う。

『莊子』（岸陽子訳、経営思潮研究会発行、徳間書店発売）

注：物化とは、この本では、窮まりない変化の中の一様相と解説されていた。物が化けるということだろう。なお、莊周は莊子の本名である。

莊子は夢の中で自分が人間か蝶か分からないし、夢から醒めた後でもフィジカル（現）^{うつつ}か、イマジナリー（夢）あるいはバーチャル（仮想）のどちらに生きているか分からない、違うように見える人間も蝶もどちらも同じものが変化した一様相——物化——だと言っている。本書では物化をメタモルフォーゼと呼んでいる。

莊子がそこでは言っていないことだが、夢でも現でもメタモルフォーゼにはエネルギーが伴う。

拙著『カオスと情報とインテリジェンス』は、蝶（諜＝インテリジェンス）の羽ひと片^{ひら}とその羽ばたきから生じるバーチャルな風の行方を追った（北京の蝶*起こす風のごとくカオスになった）。今度は、蝶に変身し羽ばたきを可能とするエネルギーについて追求する。

日本人は、外来語由来の「バーチャル（仮想）」と「イマジナリー（空想）」の違いを意識していなかったり、あるいは「インテリジェンス」と「情報」の違いを理解していない人が多い。言葉の意味内容は時とともに移り変わって行くものだが、もとの意味を知っておくのは意義があろう。

バーチャル[†]（virtual）とは虚像だが実質上の力を持っているものを指す。「仮想」とも訳される。例として、コリオリの力*、コンピュータの仮想メモリ、あるいはマネーがある。なお、virとは男の力の意味で、virtue（徳）やworld（世界）も同じ語源である。イマジナリー（imaginary）は「想像上の」「非現実的な」「架空の」という意味だ。imageは心の中に写された像のことである。フィジカル[†]（physical）は「自然の」という意味で、「物理的」「身体的」「肉体的」という意味に発展する。

インテリジェンス（intelligence）は「知的」と訳すべきではない。これはintel-lig-enceと分解され、intelはインターフェイスやインターナショナル、インターネットで使われる「間」「中間」「境界」の意味であり、ligは「選択する」、enceは「能力」あるいは「こと」の意味である。つまり、カオティックな中間・境界領域から断片的なエレガントデータを収集して、自分のモデル[†]との擦り合わせ補強し、さらに有効な新モデルを作ることがインテリジェンスである。なお、エレガント（elegant）やエリート（elite）

は「選り抜き」の意味で、ligと同根である。他にも、collect、diligent、elect、eligible等々がある。

情報は森鷗外の造語で、後にinformationの訳語に当てられた。これはin-formationと分解されるが、心の中(in)にあるものを形作る(form)ことだ。imageと同じだが他者主導である。自分の力でデータ収集と実世界モデルの更新を行うインテリジェンスと、他人から与えられるインフォメーションでは異なる。大多数の日本人はこの違いを意識しない。

「知的」と訳されるものにintelligenceの他にもwitやingeniousもある。これらは「新しいもの／こと」を現実にする創造力engineeringに関するものである。intelligenceの抽象的なモデリング能力とは趣が微妙に違う。

例えば、日本人エリート層の「インテリ」は本来「インテリグ」でなければならず、残念ながら、彼らの大部分に「具(グ)」がないことは現代日本の現状を考えると象徴的である。

本書はこれから核エネルギーについて語ろうとするものだ。だが大胆にも私の知っている物理学の知識は4、50年前の中学・高校物理に過ぎない。エネルギーに関係する知識は、ニュートン力学*、電磁気学の初歩、原子の構造、およびエネルギー保存の法則*くらいだ。当然、私にとって相対性理論や量子力学は理解困難な領域だとあらかじめ言っておく。

では、(昔の)高校物理を思い出してみよう。

ニュートン力学で驚いたものは作用・反作用の法則(ニュートン*の第3法則)である。反作用は作用があれば必ず起こる副作用だ。つまり、どちらも同じ何かの別の側面である。正も副も同一オブジェクト(対象)の異なる射影[†](属性)だ。当然、正-副と

いう序列は人間の価値観の反映に過ぎない。

電磁気も電気と磁気という2つの側面、属性がある。その本体は、電気と磁気と名付けられた属性が互いに影響を与えながら直交し螺旋のように進む波である。

高校物理では電流は反対方向の電子の流れだとも教わったが、しかしそうすると時間はどう流れるのだろうか。疑問がどんどん増えていく。

また物質は原子から成り、原子は原子核である陽子と中性子、およびその周囲を飛び回る電子から構成されていることを習った。原子は構成する陽子の個数の違いで区別され、それに名前＝元素名が付けられていることを知った。

元素の陽子・中性子個々それぞれに違いがあって名前を付けられるのだろうか。名前が付けられず（識別できず）同一だとしたら「存在」「実在」とは何なのだろうか。これもまた疑問だ。

エネルギーに関しては、それが仕事の素だということと、仕事とは重いものをその重さに耐えどこか（力の垂直反対方向）へ運ぶことだとしか知らない。そしてこのエネルギーは様相を変えるが、「実体」は保存されるということだ。エネルギー保存の法則である。実は仕事もエネルギーが形を変えたものの1つである。エネルギーの別の姿（名前）は、位置エネルギー、運動エネルギー、電気エネルギー、熱エネルギーなどである。もし核エネルギーまでスコープを広げると物質とエネルギーの境さえ分からなくなってしまう [アルベルト・アインシュタイン*： $E = mc^2$]。

熱力学第一法則（エネルギー保存則）【ウィキペディア】

系（閉鎖系）の内部エネルギー U の変化 dU は、外界から系に入った熱 δQ と外界から系に対して行われた仕事 δW の和に等しい。

$$dU = \delta Q + \delta W$$

外部から影響がないと内部エネルギーの増減はない。

前2つの拙著（社長本と呼ぶ）ではフィジカルとバーチャルを意識して物事を論じてきた積もりだが、ここまで来るとフィジカルでさえ曖昧なことが分かる。エネルギーが正にそうであるように、フィジカルもは存在する「物」ではなくなり、測定（スケールリング）できる「何か」ということになる。すると「測定対象は何か」「測定行為とは何か」とか「測定者とは何か」等という疑問が次々現れる。私にはスケールの問題を論ずるのはどだい無理なのでこれ以上は語らない。

疑問がどんどん増えるついでに少し補足しておこう。ニュートンの第2法則で力は $F = ma$ （ m は質量、 $a = dx^2/dt^2$ は加速度）で定義されるが、この「力」も「質量」も「加速度」も、そもそも何か分からないものだ。これらは無定義語である。「力」も「質量」も「加速度」も何か分からないけれどフィジカルあるいは身体的、直感的に他と区別（識別）できるので名前（識別子）も付けられた。幸いなことにスケールリング（測定）ができたからだ。ニュートンの方程式は力の定義式ではなく、三者間の関係を表した関係式である。

何を馬鹿のことを言っていると思ったら、元のMKS単位系（system of units）に戻って「質量」「距離」「時間」のうちどれか2つが何であるか定義してほしい。もしこれができれば、あなたは確実に哲学者になれる。なお、「ユニット」と「システム[†]」は社長本のテーマの1つだ。システムはともかくユニット（1）が本のテーマになるなんて信じられないだろう。

核分裂も核融合も物質（元素）の陽子の数が変わり新生成物質が出来るのだが、この分裂や融合の結果、新物質のトータル質量が減り（質量欠損）、消えた物質分が先のアインシュタインの式 $E = mc^2$ に従ってエネルギーに変わる。分裂の際に一緒に飛び出す中性子の行方が本書のテーマである。

例えば、太陽は毎秒6億トンの水素Hを融合して5億9600万トンのヘリウムHeを造っている。消えた400万トンの質量が熱に変わ

り、その内の約**1.6kg/秒**分が地球にやって来る (iPadアプリ『元素図鑑』)。たったこれだけの質量が地球システムの全命運を決めているのである。

なお、もし読者が物理学の素養は私程度だと自覚しているなら、山田克哉『原子爆弾——その理論と歴史』(講談社ブルーバック)を読むといい。この本で考える核エネルギーのことが大人の教養程度に理解できる。原子物理的な蘊蓄はこの本から大いにいただいた。

核分裂や核融合は究極の物化の訳だが、最初の社長本から読んでいただいている読者はこういうメタモルフォーゼ (変態、変性) には慣れていないはずだ。ものの見方で世界が変わるといふ話がこれらの本のテーマだったからである。初めて拙著を読む読者には、例えばマネーがその典型例だ。そのような人のために分かりやすい、ごく身近な例を挙げれば、複式簿記や貸借対照表を眺めてみれば、その変態相が見えるはずである。

アーティフィシャルメタモルフォーゼ

さてここでは、人工的な物化に伴うエネルギー (とその変形) を合わせて**アーティフィシャルメタモルフォーゼ熱**と呼ぶ。すると、核エネルギーを生む「物質→エネルギー」変形もアーティフィシャルメタモルフォーゼ熱に含めてもいいはずだ。

聞き慣れないかもしれない**メタ[†]** (meta) には上から見る「超」という意味だけでなく「変化」という意味もある。後者の「変化」はメタファー (metaphor、比喩) とか、ここでのメタモルフォーゼ (metamorphosis、変態、変性) で使われる。

一方、morphはform (形、形態) のことだ。フィジカルなモルフォーゼである**モルフォジェネシス** (morphogenesis、形態形成)

はチューリング波*やフィボナッチ数列*から出来上がる。

フィジカルモルフォーゼは何となく生物よりだが、それとよく似たフェーズトランジション（相転移）のフェーズ（phase）も外観の意味である。相転移は無生物のイメージが強く、中身も変わる「変態」という意識は感じられないが、いずれにしても中身と外観の境は微妙だ。中身も「切断」「射影」して見た瞬間、外観になるからだ。さらに蘊蓄を重ねると、phaseの語根はfan、phanで、幻影のことである。

注意

本書は先に出版した『社長がめったに語らない話』『カオスと情報とインテリジェンス』の続編に当たる。したがって、基本的には前著を前提としているので、説明不足のこともある。また著者が長年、編集者、出版者として数学畑、コンピュータ畑を歩いてきた関係上、門前の小僧だが、これらの分野の専門用語やイベントを説明なしで使うことがままある、

これらを少し補うため、最小限の説明をコラムを挿入したり、あるいは「†」を付けた言葉は巻末用語解説で解説している。また「*」を付けた言葉は是非読者自身で調べて欲しい重要な人物や事項である。インターネット情報で簡単に調べられる。

だが、情報の取り扱いに関して注意を喚起するため、インターネット情報に関するエピソード紹介しておく。知人の情報工学の大学教授とその学生のエピソードである（作り話ではない）。これがインターネット情報に限らないことは明らかだろう。

学生にある事項を説明すると、Webにはこう載っているから先生は間違っていると聞いて聞こうとしないのだ。しょうがないからせっせと自分でWebに記事を書いて載せ、どうだ、

インターネットも俺と同じことを言っているだろう。すると今度は、学生は本当だと言って、納得する。

このエピソードは、「得られた情報が正しいの否か」「誰がどんな動機でその情報を発信しているのか」というリアルな問題を提起する。これを受け入れるためにはインテリジェンス、すなわち「情報断片を集め、選び、まとめ、解釈し、モデリングする能力」が必要である。与えられた情報をそのまま受け入れるのは論外だが、情報を解釈するだけでは足りないということだ。

真偽不明な情報が飛び交うインターネット現代情報社会では、インテリジェンスは情報工学の学生のみならず現代人には必要な能力なのである。(本書もその例外ではないということ。)

ところで、社長本でもっと重視していることは、「信じるとは何か」「確からしさとは何か」である。このエピソードに見るように、人は生身の人間より、なぜか不可視=インビジブル、不可触=アンタッチャブルなものの方を信じる傾向があるということである。この教授は学生たちから愛されているのだが、彼らにとって近すぎるがゆえ神秘性に欠けたのである。妻や娘から見て、夫や父親がそんなに立派だとは思われない理由と同じである。

もし学生が、アメリカ政府が恐れた公開鍵暗号*の字面ではなくコンセプトを理解していたら状況は変わっていたかもしれない。彼らは情報工学を学んでいるのだからたぶん言葉は知っていただろうが、身体的、直感的、フィジカルに理解していない。もし学生に身近な、近未来の戦争物のアニメやマンガで、公開鍵暗号でも使われる場面でもあれば、きっと何が重要か理解していたかもしれない。

外延熱暴走——熱の発生とその行方

言葉の定義が好きな性分で少し話が長くなるが、いくつかの言葉の定義と本書の主人公である数学者と数理科学者を紹介する。

外延——人類が持つ最大の能力

外延 (extension) という言葉は聞き慣れないかもしれないが、要素 (member) を集めて**集合**を創る能力、あるいはその集合自体を示すものである。数学記号ではごく簡単に $\{\}$ と記される。

例えば、要素 a 、 b 、 c からなる外延 = 集合は $\{a, b, c\}$ である。要素は集合自体でも構わないので、外延は**再帰的**[†] (recursive) に作られていく。例えば、 $\{\}$ は要素が何もない**空集合**だが、 $\{\{\}\}$ も集合である。空集合を 0 と表すと、 $\{\{\}\}$ すなわち $\{0\}$ は 1 、 $\{0, 1\}$ は 2 のこと、 3 は $\{0, 1, 2\}$ のことである。

数学では、外延作用によってコツコツ作られるのが「集合」で、似たような用語「クラス」はそれより抽象度が高い思考操作である**内包** $\{x | p(x)\}$ も使って作られる。ここで $p(x)$ は述語で、クラスとはこの述語を真にする要素 x を集めたものである。集合とクラスは微妙に異なるものだが、本書ではクラスと集合、あるいはグループなどは今後同じものとして区別しない。

ここで、少し注意してもらいたいのは、集合論には他の数学分野や科学分野と異なって定数つまり無定義語がないことである。無定義語（定数）とは、物理世界で言えば、「時間」「距離」「質量」のように直感的、身体的、フィジカルにとらえられるが、定義できないものだ。何らかの基準ユニットの相対比として測定可能なので、無定義だとは感じられないかもしれないが…。

もっと人間世界に近づけば、例えば「赤」や「愛」がそうだ。「赤」は「波長750nm（400THz）近傍の可視光線」と物理的に定義できるが、かえって難しい言葉が増え疑問が増す。

「愛」は辞書で調べればその定義は言語ツリーをたどる再帰的循環をする。当然数値で表したり測定はできないが、あなたは何かを「知っている」のだ。なお、本書のカバーにある見慣れない文字が愛の元の字である。「去りがたきおもいで後ろを振り向いた」形でその真ん中に心臓の形の心を入れたものが愛である。

さて、人間は数学に限らず、ある識別基準でこの括弧の中にメンバー（要素）を入れていって1つの集合あるいはクラスを作り上げる能力を持っている。その際、クラスに入れる要素と入れないものを選別している。つまり、内外を分ける、あるいは仲間とそうでないものを識別し、そのクラスに名前＝識別子を付ける。クラスがアイデンティティーを持つということは名前を持つということでもある。

外延で出来上がったもの、すなわち識別し名前が付いたクラスから逆に構成要素をたどることができるだろうか？ 例えば、山田家は{太郎, 二郎, 三郎}の三人の兄弟から成る家族であるとしたら、太郎、次郎、三郎とその構成要素が分かる。だが、これができるのは家族が抽象概念だからだ。

人間はフィジカルなオブジェクトも外延で識別している。例えば生体システム「人間」のサブシステム「器官」に名前が付けられているが、生体システムは構成要素に分解できるのだろうか。隣接臓器・器官の境界はどう認識されるのだろうか。たいてい隣接器官は機能的に繋がっているので境界の識別さえ難しいだろう。

蘊蓄：memberの元の意味は人間の各臓器のことである。

では、もっと単純な海と陸の境界である海岸線を想像してみよう。ここでさえ「フィジカルな海岸線は存在しない」のである。人体システムのサブシステムもこれと同様に本当は境界を識別するのは困難なのだ。その境界は仮に名付けられたとしても、名前は人間が便宜的に付けた識別ユニットである。

質問：陸と海の境目である海岸線は存在するか？（海岸線は絶えず動いているという答えでは100点満点で50点以下）

なお、バーチャルでもフィジカルでも我／彼、あるいはシステムの内／外を分ける境界そのものを意識するが、その境目をインターフェイス（界面）と呼ぶ。これは実際にはどこにも存在しない境界面／境界線／接点という「間」である。インターフェイスは、システムを考える時に必須な「ものの見方」なのである。ここでシステムを「便宜上」排他的論理和として分解できる。

外延にはほかにも面白い例がある。「インドの群盲の象*」の話をご存じだろうか。この逸話はインドの群盲が、彼らには見ることができない象を手で撫でて、象がどのようなものか定義する話である。インドの群盲は象を生体サブシステムではなく、次のように属性の集合（これも外延）として識別した。属性は抽象概念である。

(柱(足), 箒(尾), 杖(尾の根本), 太鼓(腹), 壁(脇腹), 背の高い机(背), 団扇(耳), 何か大きなかたまり(頭), 角(牙), 太い綱(鼻))

もしこの像の定義に欠けているものがあるとしたら「生きている」だけだろう。

インドの群盲と象の逸話はいろいろな文脈で取り上げられるが、たいていの場合、一般人は無知でお馬鹿だから真実が見えないというのが落ちである。したがって、あなたは自分を「インドの盲人」とは思っていない。だが、まぎれもなくあなたは「インドの盲人」の一人である。

でも心配は無用だ。誰にも象の本質が分かるはずはなく、「インドの盲人」メソッドつまり外延で要素を掘りあげ実体に迫ろうというやり方は人間にとって全く正しいのである。

たいていの場合、人は実体や本質（エッセンシャル）を見るわけではなく、自分自身へ射影したアクシデンタルな属性（アトリビュート）や効用（ユーティリティ）しか見ない。自分の実世界モデルに射影された属性や効用は各自の基準、価値軸によって評価、重みを付けているのである。

ご参考までに、自分は「盲人」でないと思う人のために次の象の定義を紹介しておく。あなたは象についてこれ以上の説明はできないだろう。

史上最も楽しい象の定義

イギリスの大文学者サミュエル・ジョンソン（1709-1784年）の『英語辞典』に載っている「象」（elephant）についての説明である。史上最も楽しい象の定義と言われているものだ。基本的にはインドの群盲による説明と変わらないが…。

すべての四足動物の中で最大のもの。賢く、忠実で、用心深く、分別さえある動物として、驚くべき話がたくさん伝わっている。肉食性ではなく、干し草や草木やあらゆる種類の豆類を餌とし、非常に寿命が長いらしい。生来きわめておとなしいが、怒るとこれほど手に負えない動物もない。鼻は大きなトランペットのような空洞の長い軟骨組織で、牙のあいだから垂れさがっており、手の役割をはたす。鼻の一撃でラクダや馬を殺すことができるし、鼻を使って非常に重いものを持ち上げることもできるのである。牙はヨーロッパで有名な象牙であり、人間の大腿部ほどの大きさに六フィートの長さには達したものもある。野生の象を捕まえるときは、雄を受け入れる準備のできた雌を利用する。雌の象を狭い場所に閉じこめてまわりに穴を掘り、穴に柵をかぶせ、その上に少量の土をまいて隠しておく、雄の象は簡単にその穴に落ちるのである。交尾のときは、雄が雌の背中に乗る。雄は非常に慎重深く、何者かが視界に入っているかぎり、決して雌の背中には乗らない。

S・ウィンチェスター『博士と狂人』（鈴木訳、ハヤカワ文庫）。

たぶん読者は意識したこともないだろうが、ある基準で「我／彼」「内／外」を分けるこの人間の能力は、他の動物に比べ圧倒的に優れている。例えば、人間は象を、{柱, 箒, 杖, 太鼓, 壁, 背の高い机, 団扇, 何か大きなかたまり, 角, 太い綱}のように認識した。逆にインドの象は、人間をどのように認識しているのだろうか？ 私は象でないので答えは不明だ。だが、たぶん人間ほど外延は使わないだろう。つまり、外延能力の卓越さが、人間と他の動物を分けるものだと言える（注：ここでも外延を使っている）。

外延は仲間や要素をコツコツ増やしていくだけでなく、自分自身の部分集合を要素として持つ集合を再帰的に作ることができる」と述べた。これはとてつもなく強大な力を持っているので、この集合は**パワーセット**（またはべき集合）と呼ばれている。

例えば、 $\{a, b, c\}$ のパワーセットは 2^3 個の要素を持つ $\{\{\}, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{b, c\}, \{a, c\}, \{a, b, c\}\}$ である。元の集合 A に対してパワーセットは $P(A)$ や 2^A と記す。 P は単にpowerの意味だが、指数乗表記 2^A は「 A から $2 = \{0, 1\}$ 」への**関数**すべて（関数空間）も含意している。関数空間はメタ（超）空間で、より奥深いものである。

パワーセットの作り方＝外延操作は形式的には簡単な操作だが、意味的にはおもしろいことになる。なにしろ、「何もない（空）」（ $=0$ ）から始め、「何もないものがある（空がある）」（ $=1$ ）、「0と1がある」（ $=2$ ）、…、とどんどん増え続く。

では、どのくらいの速さでどのくらい要素が増えていくのか想像できるだろうか？

例えば、0から1、2を創るが、2は3度目の外延操作からできるパワーセット $\{0, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} = \{0, 1, 2, \{1\}\}$ の1要素である。このパワーセットの要素数は $2^2=4$ である。

次ステップのパワーセットは

$$\{0, 1, \{1\}, \{2\}, \{\{1\}\}, 2, \{0, 2\}, \{0, \{1\}\}, \{1, 2\}, \{1, \{1\}\}, \{2, \{1\}\}, \{0, 1, 2\}, \{0, 1, \{1\}\}, \{0, 2, \{1\}\}, \{1, 2, \{1\}\}, \{0, 1, 2, \{1\}\}\}$$

で、その要素数は $2^4=16$ である。このパワーセットの中に、0、1、2、 $3 = \{0, 1, 2\}$ もあるが、それ以上に意味不明な要素もたくさん出来ているので注意されたい。

パワーセットの要素は0、1、2、4、16と増えてきた。この程度では驚かないかもしれないが、次ステップからは、256、65536、

4294967296, ...である。もし時間があるならあと3、4回ほど外延操作をやってみることを勧める（冗談だ！勧めない）。

パワーセットを1ステップ進めて大きくすること（ $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 2^2 \rightarrow 2^{2^2} \rightarrow \dots$ ）を、「1ランク上のパワーセットを作る」と言うが、私はこれを「メタレベルが1つ上がった」と言う。「1レベル上の関数空間」と言いのだが、「^{メタ}超空間」という言葉の方が多少は耳慣れているだろう（どっちもどっちか？）。

例えば、人間関係もパワーセットだ。人が集まってネットワーク社会を作ると「メタレベルは1上がる」のである。ちなみに10人のチーム[†]なら、パワーは10倍ではなく、 $2^{10} = 1024$ 倍である。

パワーセットはこの繰り返しによって、あっという間に大きくなり、その結果「宇宙すべて」を包含できるはずである。

こんなことで宇宙を包含できるなんて話は嘘のようだが、本当だ。例えば、観測可能な宇宙*の原子の数は 10^{80} と計算されるようだが、外延操作を $4294967296 = 4 \times 10^9$ のあと、続けて3回行えばこの原子の数を超える。パワーセットが1ステップでいかに急速に大きく、あるいは小さくなるかをフィジカルに実感するには、後述の「パワーズ・オブ・テン」モデルを参照されたい。

これを続けて行けば**無矛盾で完全な数学世界が出来上がる**はずだ。その前に、…

自然数は神ではなく外延が作っている

パワーセット（の部分集合）をツリー[†]やリストと別の名前で呼ぶことがある。元の集合を「根」、要素集合（の名前）を「節」、純要素を「葉」と考えればツリーになる。{}を()に代えればリストである。リストは要素の並び順を意識したものだ。

人間はこのツリーやリストをそのままの形で操作することがで

きる。その1つが人間の言語活動である。辞書の構造がその典型だが、人間の言語空間そのものが外延の実例なのである。

議論が飛躍しているように思えるかもしれないが、その推論ステップは『社長がめったに語らない話』に記した。多少の理解を図るため、ここでは2つのステップだけ補間しておく。

- 1) 自然数は神ではなく外延が作っている——フォン・ノイマンまたはペアノの公理。

自然数の集合 $\omega = \{0, 1, 2, \dots, n, \dots\}$ は、外延とその再帰操作で作られる：

$$0, 1 = \{0\}, 2 = \{0, 1\}, 3 = \{0, 1, 2\}, \dots, n + 1 = n \cup \{n\}, \dots$$

- 2) コンピュータ言語は0と1だけから出来ている。その操作は、直進、分岐、および反復のたった3つである。(フィジカルには0に近い0と1に近い1である。)

19世紀ドイツの数学者クロネッカーが「整数は神が作ったものだが、他は人間の作ったものである」と言ったが、神が作ったものは0すなわち空だけかもしれない(普通、なぜか自然数に0は入れないことになっている)。

インドにおける「0の発見」は有名な話だが、実は人類はその前に「1の発見」をしているのである。つまり、1とはユニット(単位)のことで、外延で識別された1つのアイデンティティー、あるいは1グループのことである。

あなたは $0 \times 2 = 0$ は納得するだろうが、 $2 \times 0 = 0$ はどうだろうか？

もう1つの論理補間ステップ、コンピュータプログラムは煎じ詰めれば0と1の並び(リスト)だと学校で習ったはずなので、説明は不要だろう。コンピュータが現在できることを想像してもら

えれば、外延あるいはパワーセットが持つその強力な威力（の一部）を十分納得できるはずである。

蘊蓄：コンピュータは万能チューリングマシンで、（人間がやることなら）何でもまねさせることができる。このチューリングマシンを創ったアラン・チューリングについては後で少し触れる。

エデンの園を二度追放された数学者フォン・ノイマン

このようにして無矛盾の数学の宇宙がフォーマル（形式的）に創られていくはずだった。これが20世紀最大の数学者ダーフィット・ヒルベルト*が考えたヒルベルトプログラム*である。ヒルベルトの弟子であった青年ジョン・フォン・ノイマン*（1903-1957年）は、師のプログラムに従い形式主義の上で数学の楽園を切り開こうとしていた。

ところが、数学者クルト・ゲーデル*（1906～1978年）が1930年に不完全性定理*を証明したことでこの理想の夢は破られた。ノイマンはこのことを

エデンの園から追放されたようなもの

と言っている。以後彼は数学基礎論を離れ、数学の応用を志向するようになる。

なお、この件があったからといってノイマンはゲーデルを嫌っている訳ではない。ゲーデルはノイマンが尊敬している数少ない数学者の一人で、自分でも第2不完全性定理を証明している。

そして、このノイマンこそ、21世紀に入っても人類にフィジカルな影響を与え続けている20世紀最大の数学者である。

注：「20世紀最大」の数学者は何人もいるので驚かないように。ヒルベルトもノイマンもゲーデルも、後で紹介するチューリングもそうだ。

評価次元が2つ以上あれば、そもそも「最大値」はない。「最大」はメタファーである。ただ、数学以外に普通の生活にノイマンが与えた影響は尋常ではない。読者が知らないだけで。

青年数学者ノイマンは、ドイツ時代、師ヒルベルトのゲッティンゲン大学*にいた。ゲッティンゲン大学は当時の数学者・科学者にとって楽園であった。ユダヤ人であるノイマン一家はナチスの迫害を受ける前にヨーロッパを離れ、新天地アメリカに移った。これは最初の楽園追放だったと言えよう。アメリカでノイマンは新設されたプリンストン高等研究所*にアインシュタインとともに招かれた（1930年）。ここでヒルベルトプログラムの楽園を創るつもりだった。ところが不完全性定理により2回目の楽園追放の憂き目に遭ったのである。（アメリカに渡ってきたノイマンだが、プライベートでも憂き目に遭っている。妻が同僚の物理学者と駆け落ちしてしまったのだ。）

ところで、この失楽園の超天才数学者のポリシーは、驚くなかれ、**社会的無責任**なのである。

ノイマンの言う「社会的無責任」とは

我々が今生きている世の中に責任を持つ必要はない

佐々木力著『二十世紀数学思想』

という意味である。佐々木氏はこういうノイマンのことを「徳盲」と呼んでいる。

「徳」は英語のvirtueに当たる。virtueはvirtual同様「男らしさ、力」がその語源だ。ちなみに漢字の「徳」は、目の力、見る力で邪悪なものを蔽^{はら}い清めるということである。邪悪な存在はじっと見られるのが苦手なのだ。このように徳は力のある人に求められるものだが、ノイマンはこれに関してインドの群盲同様、盲だと

ということだ。実際、「力」のある人に徳がないと相当まずい事態が生じるのはご想像のとおりである。

「社会的無責任」という言葉に、日本のエリート・指導層（イグノーブル）が聞いたら涙を流して喜びそうだが、彼らの話は後で述べる。

一般に、フィジカルな世界に生きている科学者は、力があるゆえに「科学者の社会的責任＝倫理あるいは徳」が強く求められる。一方、なぜか数学者はイマジナリー、バーチャルな世界にいて思われているせいで、あまり強く「数学者の倫理」は求められていない。バーチャルの意味を深く考えていないのだろう。

数学者自身も然りである。イギリスの数学者G・H・ハーディー*（1877-1947年）は、「数学の美」は純粋数学の中にあり、純粋数学はリアルライフとは無縁だと信じていた。彼の言う純粋数学とは、数学自身以外に應用を持たない数学分野のことである。彼の専門分野の整数論は「数学の女王」と呼ばれ、実世界とは最も無縁な分野のはずだった。だが皮肉なことに、今現在最も実用的な学問だ。彼のこの考えは完全にイマジナリーであった。

本書ではこれから数学者ノイマンについて取り上げるが、たぶん読者はせいぜい現在のコンピュータが「ノイマン型*」と呼ばれているのを耳にした程度だろう。アインシュタインはノイマンのことを人類とは見なさず「知能類」と呼び、原爆をともに開発したロスアラモス研究所*の科学者仲間「火星人」、少し離れた人たちは「悪魔が背広を着た仮の姿」と呼んでいる。もちろんこれらはメタファーで、ノイマンは普通の人類だ。だからこそ問題なのである。

さて、彼の数学応用の1つに、人類の未来を決めた原子爆弾がある。これは正にフィジカルな外延による爆発＝外延熱暴走の象

微的存在だ。数学者である彼がこの原爆の創造に重要な役割を果たす。一方で彼は核エネルギーの平和利用に全く関心がない。ラザフォードが言う密造酒の意味をよく理解していたのだろうか。

という訳で、ここでは核エネルギーの平和利用、つまり密造酒を語る前に、ノイマンの原爆開発に関連するいくつかの数学応用を簡単に紹介しておこう。

まずは、現在一般に使用されているデジタルコンピュータはみなノイマン型の格納プログラム方式だということである。後で「世界最初の電子計算機をめぐる話」で紹介するように、彼が最初にコンピュータハードウェアを創った訳ではないが、ノイマンの名前がコンピュータ方式に付けられている理由は、彼が原爆の各種計算のために実験段階にある軍事機密マシンENIAC*をいろいろ工夫し、報告書に自分の名前を載せたことに由来している。ノイマン型格納プログラム方式は、正確にはENIACの後継機EDVACからである。

また、ノイマンがぎりぎりのタイミングで爆縮レンズ*の計算を完了させなければ、そもそも原爆投下は実現しなかったはずだ。米英ソ三首脳が戦後処理と日本に降伏を迫るポツダム会議（7月17日～8月2日）直前に原爆実験が成功した。もし開発が遅れていたら後「3週間」で戦争が終わってしまったので、原爆開発は継続されなかっただろう。研究開発している科学者のモチベーションも下がるはずだし（元々嫌々ながらの人も多い）、主導したルーズベルト大統領も亡くなっている。「金喰い虫」の原爆開発予算は継続承認されなかったはずだ。莫大な予算を必要とする原爆開発はアメリカ議会の正式な承認を得たものではない。

なお、ここで言う「3週間」は帰結が逆転している訳ではない。

その意味は、戦争がすでに終わっていることを認めないのは、日本のエリート、指導層だけで、彼らに残された猶予期間が3週間だということである。結果、2発の原爆は日本に落とされ、その開発にかかった膨大なコストの経済的な正当性（陸軍長官ら開発責任者たちは開発コストが無駄になったら刑務所行きを覚悟していた）のみならず、原爆投下の軍事的、政治的、心理的、道徳的な正当性をアメリカの「^{デーモンコア}悪魔の芯」たちに与えたのである。ただし、そもそも「徳盲」ノイマンにとっては原爆投下の正当性など不要であった。

この時まで完成していない彼のゲーム理論*によれば、「賢い当事者同士で話し合うなら必ず均衡点がある」（ミニマックス定理*）のだが、きっと彼は、異質な賢さを持つ日本エリートとの間ではコミュニケーション不能で、均衡点はないと認識したのだ。火星人ノイマンは、日本人エリートたちを地球外生命体（ET）どころか太陽系外生命体（ES）と識別したのである（フェルミのパラドックス*参照）。ノイマンは、原爆投下決定の最終会議に出席し、自ら投下地を決めている。

日本エリートが、なぜ敗戦を認めたくなかったのかは後で詳しく検討する（彼らのマインドを純粹継承したブラジル勝ち組*が分かりやすい）。今もって彼らが核エネルギーポリシーを転換しないのは、負けを認めることは失敗を認めることで、失敗は彼らにとって最も忌むべき「穢れ」だからである。科学的精神や軍事マインドと正反対だ。「ノーブレスオブリージと日本イグノーブル」（62ページ）でもう一度考える。

ノイマンはパワーポリティクスにも重要な貢献をしている。1つは先に挙げたゲーム理論だ。これは協調と裏切りの「囚人のジレンマ*」あるいは「チキンレース」を制するための数学理論である。彼の死後、研究はアメリカ空軍創設のシンクタンク、ランド

研究所*に引き継がれ、米ソ冷戦という核の均衡の中でそのパワーを発揮する。ゲーム理論も、もし彼が原爆研究開発拠点のロスアラモスにいなかったら完成しなかったかもしれないものだ。超一級の頭脳が集結し互いに議論を闘わせることができたロスアラモス研究所はそれ自体科学者にとって天国だった。

もう1つのパワーポリティクスへの貢献は、理論ではなく**軍産複合システムへのフィジカルな貢献**である。軍産=学複合システムの構築、完成に関しては後述のMIT工学部部長ヴァネヴァー・ブッシュの方が貢献度は高い。現在あるアメリカの軍産学複合システムを実質完成させたのは、自ら兵器メーカーさえ設立したブッシュである。だが、原爆のみならず対戦車バズーカ砲まで自身の関与で造ったノイマンこそ、軍産学トライアングルパワーポリティクスの体現者で、**スーパースター**であることは言を俟たない。後年脳腫瘍で病床に伏している彼をアメリカ政府高官や軍高官が取り囲んで会議を開いていたほどである（軍戦略に関しては後述のフォン・カルマン*とプライベートな関係も参照）。

3次元空間つまりリアルワールド[†]では軍産学の3頂点複合体（トライアングル）では不安定である。もう1つのノード、情報メディア[†]（**霊媒**）を加えないと、より安定強固な**軍産学媒複合体**=テトラヘドロン（四面体）にはならない。

だが、『カオスと情報とインテリジェンス』で述べたように、アメリカ人は**メディアコントロール**[†]についてはよく知っている。近代インテリジェンスの本家イギリスから陰に陽にさんざんやられたり、協力したり
の歴史があるからである。アメリカのメディアに関しては、ジャーナリストのジョージ・クリール*やウォルター・リップマン*、あるいは「パブリックリレーションズの父」エドワード・バーネイズ*について、読者自身で調べてもらいたい。あるいは彼らと対極にいる言語学者ノーム・チョムスキー*のメディアに関連する著作を読んでもらいたい。メディア本来の意味「**霊媒**」の意味が分かる。残された問題は、彼らに

とっての「神」が何であるかである。

その他原爆やパワーポリティクスと直接つながりはないが、自己増殖オートマトン*[†]や気象*の研究がある。オートマトンは「自動機械」と訳され、彼本来の論理的・離散的数学志向の必然の方向である（私は彼をConcrete Mathematicsの元祖だと思っている。123ページ参照）。オートマトンは関数の発展形と言えるので、関数同様、入力に対して出力を出すのが、しかし単なるブラックボックスではなく、外部刺激つまり入力に応じて自分自身も変化してしまい、次に同じ入力が増えても同じ出力を出すとは限らないものだ。一方、気象に関して言えば、数値予報の創始者のジュール・グレゴリー・チャーニー*がプリンストンに研究員として来たとき非線形流体現象について指導している。ノイマン自身気象に関心があるし、現在の天気予報に大いに貢献しているということだ。また、ノイマンはなぜか非線形現象が趣味らしく、その中でも爆発が大好きなようだ。原爆もバズーカ砲の開発もその例だ。なお、オートマトンも気象も21世紀の研究課題である。

数学者ノイマンは数学だけでなく、実は化学も学んでいる。「数学では飯は喰えない」と少年ノイマンの将来を案じた父親が、友人の息子フォン・カルマンに依頼して、化学工学を学ぼう息子を説得してもらったからである（後日アメリカでカルマンとノイマンは再び出会う）。結局ノイマンはブダペスト大学とチューリッヒ工科大学でそれぞれ数学と化学を修めた。化学の方はベルリンのフリッツ・ハーバー*にも学んでもいる（数学は大学卒業と同時に博士号を取っている）。したがってノイマンは原子・電子には馴染みがあるのだが、本格的に原子物理や量子力学との関係が出来るのは、1920年代、D・ヒルベルトの助手としてゲッ

ティンゲン大学の数学科にいた時である。

ちょうどその頃同大学のマックス・ボルン*の物理学科では、エルヴィン・シュレディンガー*が波動関数を使い、ウエルナー・ハイゼンベルク*が行列を使って量子力学を説明した。方法は異なるものの同じ結果を導いた。そこで、ヒルベルトはノイマンにこの問題を整理するよう課題を与えた。ノイマンはすぐに、「ハイゼンベルクの行列もシュレディンガーの波動関数も、無限次元ヒルベルト空間のベクトルである」とする証明ノートを師に渡した。これが量子力学の数学的基礎*となる。ヒルベルト空間とは、特殊な構造を持つ関数空間の1つで、ノイマンが師の名前を取って名付けたものである。なお、当時のゲッティンゲン大学の物理学科には、この三人の物理学者の他に、ニールス・ボーア*、エンリコ・フェルミ*、ユージン・ウィグナー*、エドワード・テラー*、ロバート・オッペンハイマー*、ヴォルフガング・パウリ*らがいた。この物理学者たちがノイマンと交差しながら原爆でどんな役割を果たすかは、以降で見ていくことになる。

ここでは20世紀の最大の発明であるコンピュータについて補足しておこう。

世界初のコンピュータと暗号をめぐる話

解析エンジンと呼ばれる機械的コンピュータを造ったのはイギリスの数学者チャールズ・バベッジ* (1791-1871) である。彼はケンブリッジ大学の数学教授 (第11代ルーカス講座*教授職。ニュートンは2代目ルーカス教授) である。

彼が造ったこの解析エンジンはジャカード織機などの織物機から想を得たパンチカード方式の計算機で、ジャンプ (if~then)、ループ、サブルーチンの概念を備えていた汎用マシンである。だ

が、開発リソース、つまり「資金」「時間」、および「工学水準」の不足があって完成にはいたらなかった。時代が彼に追いついていなかったのだ（ただし、完成しなかったのは、完璧を求め妥協しない彼の性格による点も大きいとの指摘もある）。

現在、イギリスのプログラマであるジョン・グラハム＝カミング*らは「Plan 28」という解析機関製作プロジェクトを立ち上げている。バベッジの没後150年の2021年までに（機械的な）解析機関を完成させることを目標としている。

バベッジは進歩が止まっていたイギリス数学界の改革も行っている。当時イギリス数学は、ニュートンの栄光に安住し、大陸の進歩を無視し、視野狭窄、夜郎自大に陥っていたのだ。彼はイギリス数学のローカルなニュートン流数学記法をグローバルな大陸式のものに改めさせたのである。これは簡単そうだが、現実には大変難しいのだ。なにしろ「自分が一番だ」「正しい」と思っているパワーピープルに辛い現実を受け入れさせるのだから。

普通あまり意識しないだろうが、数式は人類共通の人工言語として重要なものである。

バベッジはインテリジェンス（諜報）にも貢献している。当時解読不能と言われたヴィジュネル暗号を世界で最初に解読し、イギリス陸軍はこれを作戦に活用した。解読の事実は国家機密となり、解読第1号の栄誉は、その後解読に成功したプロイセンの将校に譲っている。

また、バベッジは生命保険会社に勤めていたことがあって生命表や保険に詳しい。完璧を求める彼は、保険会社をやめた後でも、保険数理・金融の発展に寄与することになる本や、他にも経済学に関する『機械類と製造業の経済について』という本を著し、ジョン・スチュワート・ミルやカール・マルクスに大きな影響を

与えている。

なお、解析エンジンのプログラマつまり世界初のプログラマは、詩人バイロン男爵*の娘にしてラブレース伯爵夫人エイダ*である。彼女は父親から詩才を受け継がず、「平行四辺形の女王」「数学の魔女」とあだ名されていた母親の血を受け継いだ。数学や科学に興味を持つ「マシン愛する姫君」で、バベッジの弟子となった。偶然だが、コンピュータと数学の論理をつなぐ「ド・モルガンの法則」を導いたド・モルガン*は、彼女の数学家庭教師であった（同時代のジョージ・ブール*にブール代数を学べたならプログラミング教育は完璧であったろう）。しかしながら、エイダは感情面での激しさ、不安定さは両親から遺伝したようである。複雑な家庭環境の中から生じたのであろう自己破壊的な性格ゆえ、才能を持ちながらもその波乱に満ちた短い生涯を遂げた。現在、彼女の名前はプログラミング言語Adaとして残っている。

電子的なコンピュータの誕生は、アイデア、設計から完成、実用まで時間がかかったので「世界初」の定義は微妙なのだが、ドイツのコンラート・ツーゼ*が1941年独力で作ったZ3*が世界初だと言えよう。だが、実働した世界初のコンピュータはイギリスのコロツサス*である。このマシンは、第2次大戦中、難攻不落と言われたドイツ軍のエニグマ暗号を解読するためにイギリスの数学者アラン・M・チューリング*（1912-1954年）が主導して創ったものである。

コロツサスはノイマン愛用のコンピュータENIACより前、1943年にイギリス、ブレッチリーパーク*（暗号解読部隊の本拠）で完成している。しかしながらコロツサスは「超」軍事機密だったため、戦争終結とともにイギリス政府により破壊され、設計図

も焼却された。

コロッセスの設計にはチューリングは直接関与していないとする本もある。だが、直接国家機密あるいはインテリジェンス（諜報）に関する話を簡単に真に受けない方がよい。例えば、第1次世界大戦時の「ツインマーマンの暗号電報事件*」の例がある。イギリスは、ドイツの大臣ツインマーマンからメキシコ大統領へ宛てた暗号電報を解読し、これを利用し政治事件化することでアメリカを世界大戦に引っ張り出した。この謀略を仕組んだイギリス諜報部は、暗号電報が解読できなかったとして逆に正式に謝罪している。

私のブリッジパートナーに日本国の諜報に関与していた(?)人がいて、彼の話では、諜報に関しては裏の話、裏の裏の話があって、その「偶奇」を見極めるのが大変だと言っていた。例として、裏の学校である陸軍中野学校にも裏のスクールがあったとのことである。

チューリングに関する事実だけ言えば、コロッセスの実機は破壊され、設計図は消却された。注意されたい。敗けた方ではなく勝利者が自分自身の機密を葬ったのである。イギリス政府はその上、チューリングさえ「人格破壊」し、葬っている。直接手を下さず、彼を同性愛で告発させ、薬物治療を施すと同時に世間の好奇の目に晒し、自殺に追いやったのである。当時のイギリスエリート階級では同性愛の風潮はなんら珍しいことではなく、例えば経済学者のジョン・メイナード・ケインズ*も同様の傾向だが告発されてはいない。もっともケインズはロシア人バレリーナと結婚したので、ブルームズベリーグループ*の仲間からは非難されてはいる。なお、チューリングの件については、イギリス政府は2009年になって正式に謝罪している。

チューリングはチューリングマシン=コンピュータの概念モデ

ルを創っていて、コンピュータ科学の最高の賞「チューリング賞*」にその名前を残している。また自殺する数年前から生物学にも関心を持ち、生物の形態生成に関する反応拡散方程式モデルを作り上げた。このモデルから出来上がる波が冒頭で述べたチューリング波（反応拡散方程式）で、シマウマの模様や指紋の文様を説明できる。

彼のプリンストン留学時代の師の一人はノイマンである。戦時中ノイマンは危険を冒し、飛行機で何度も渡英している。その目的は不明だが、重量制限のある機内で安全装備のヘルメットの代わりに愛読書『ケンブリッジ中世史』を持って乗り込んでいる。米英間をたびたび行き来していたのはブレッチリーパークにいる教え子チューリングに会いに行くためであったのかもしれない。

ちなみに『社長がめったに語らない話』で取り上げたケンブリッジ大学の「使徒会（Cambridge Apostles*）」というエリートたちの勉強会・社交クラブがある。元々は聖書の勉強会で、初期の会員として桂冠詩人アルフレッド・テニス*（バベッジの友人でもある）、マクスウェルの電磁方程式のジェームズ・クラーク・マクスウェル*がいた。2つの世界大戦時の使徒会の会員リクレーターは経済学者ケインズで、ルートヴィヒ・ウィトゲンシュタイン*らを入会させている。チューリングは会員候補だった。同時代のメンバーとしては、数理哲学者のバートランド・ラッセル*、A・N・ホワイトヘッド*、G・E・ムーア*、数学者のゴドフリー・ハロルド・ハーディー、フランク・プランプトン・ラムジー*、デビッド・チャンパーナウン*、神経生理学者ウィリアム・グレイ・ウォルター*、アラン・ホジキン*、生物物理学者ヴィクター・ロスチャイルド*がいる。ほかにもブルームズベ

リーグループのレナード・ウルフ*とリットン・ストレイチー*、ロジャー・フライ*、ソ連のスパイ「ケンブリッジの五人組」のガイ・バージェス*や美術評論家アントニー・ブラント*がいる。登山家のジョージ・マロリー*さえもメンバーだ。小説家E・M・フォスター*や、少し最近なら演出家ジョナサン・ミラー*、イギリス労働党のピーター・ショアー*がいる。

チューリングは、マラソンのオリンピック候補にもなれるくらいのアスリートだが政治学、修辞学は相当程度苦手であったのだろう。使徒会メンバーやあるいはチャーチル首相を利用するような政治力はゼロだったかもしれない（実は彼は削減されそうだった暗号解読予算を継続するようにチャーチルに手紙で直訴し、結果、第2次世界大戦の勝利に直接貢献したのだ）。一方、ノイマンはスポーツ能力はゼロに近いが、子供の頃から父親と古典ギリシャ語で会話するくらいで、古典文学や歴史にも詳しく、いわゆる専門馬鹿ではない。論理学はもとより修辞学に優れた、まさにパワーポリティシャンである。

神々よりの光を創造したヴァネヴァー・ブッシュ

私が勝手にアメリカの「デーモンコア（悪魔の芯）」と呼ぶ、一人の数理工学者を紹介しておこう。ヴァネヴァー・ブッシュ*（1890-1974年）である。

ブッシュは、マサチューセッツ州エベレット生まれの生粋のパトリオット（愛国者）で、ノイマンら「火星人」（マルス、戦争の神）とは異なる出自である。マサチューセッツ工科大学（MIT）副学部長、工学部部长とアカデミックな世界を歩いているのだが、アメリカ国防研究委員会議長も努めている。

このブッシュが、1929年、軍需製品会社を創立した。この会社は数年後レイセオン*（神々よりの光の意）と改名し、世界最大の兵器製造会社となる。普通、武器製造業者は「ダークセオン」だと思うのだが、立場や見方が違うところなる。チェレンコフ放射*の「光」とマルスの「神々」が地上、アメリカに現れるのはこの後すぐである。

ブッシュは、軍と科学と産業の協力をルーズベルト大統領に進言し、受け入れられる。この軍産学複合体のおかげでアメリカは第2次世界大戦に勝利したとも言われている。マンハッタン計画の実質推進者で、アメリカ大統領の次に重要な人物と言われた。大統領が役割であることを考えると、実質彼が一番重要な人物である。第2次世界大戦後も全米科学財団を設立するなど、軍産学協力体制を維持強化した。

また、彼は数理科学者としてアナログコンピュータ*（微分解析機）の大家だった。

いまどきコンピュータと言えばデジタルコンピュータのことで、アナログコンピュータなんて聞いたこともないだろう。アナログという言葉の意味は「時代遅れ」ではなく「類比」という意味である。

アナログコンピュータは自然現象を機械装置や電気回路などで類比、シミュレーションするものだ。例えば、アナログ時計は、時間を振り子や歯車で類比した計算マシンである。

しかしながらアナログコンピュータは対象としたい自然現象が替われば、それに合わせてハードウェアを再構築＝回路変更しなければならなかった。つまり目的に合わせてのハードウェア再構築にコストがかかったのである。それに比べノイマンのプログラ

ム格納方式のマシンでは、どんな現象をシミュレートするにもプログラム＝ソフトウェアさえ変えれば簡単に計算することができた。より低コストで汎用目的に利用できる。なおデジタルとは単に「数字」のことだ。ただし、現在のようにデジタルコンピュータのクロック数がギガ（G、 2^{20} ）オーダーを超えてしまうと、デジタルとアナログの境目はさほど明らかではない。

ちなみにMITの一室に置かれていたブッシュのアナログコンピュータの世話をしていたのが、彼の学生クロード・E・シャノン*である（この部屋はシャノンと恋人とのデート場所でもあった）。ブッシュは指導教官としてシャノンに対しコンピュータの論文ではなく、なぜか遺伝学の論文を勧めた。この時DNAはまだ謎だし、シャノン自身遺伝学を知らなかった。だが、彼はメンデルの遺伝学とアインシュタインの相対性理論の数学的関係に気づき、「理論遺伝学と代数」という博士論文を書いた。

ご存知の方も多いと思うが、このシャノンは情報理論の開祖である。彼が「デジタル」「ビット」「エントロピー」という言葉を定義した。「エントロピー」という言葉はプリンストン時代に師となる修辞学者ノイマンの勧めである。難しい言葉を使うと、他の人を煙に巻くことができ、議論に勝てるからだそうだ。「ビット」は造語好きのベル研究所の同僚数学者ジョン・ワイルダー・テューキー*の進言である（テューキーはノイマンとENIACを共同研究し、「ソフトウェア」も彼の造語）。また、あまり知られていないかもしれないが、シャノンはまた現在の金融工学の元祖でもある。天才数学者はその気になると、賭け事も金儲けも上手なのだ（バウンドストーン『天才数学者はこう賭ける』）。

インターネット

ところで、内部・外部にネットワークを張る電子書籍やWebページを「ハイパーテキスト」と呼ぶが、このアイデアはブッシュが考え出したものである。

それどころかそもそもインターネット（ネット間ネット）自体、ブッシュやノイマンが創出した核戦争対策のために出来たものである。普通の日本人なら、彼らのことをたぶん全く知らないだろう。その全く関心もない人たちによってわれわれの生活や人生さえも規定されているのである。

インターネットの前身であるアメリカ国防総省のARPANETを立ち上げたロバート・テイラー*は、「インターネットは核攻撃下でのコミュニケーションの生き残りを想定して開発された」というアメリカ・タイム誌の記事に対して、これは事実とは異なると抗議している。だが私は、この抗議にもかかわらず、私はインターネットは当初軍事目的だと信じている。

身近な外延熱暴走

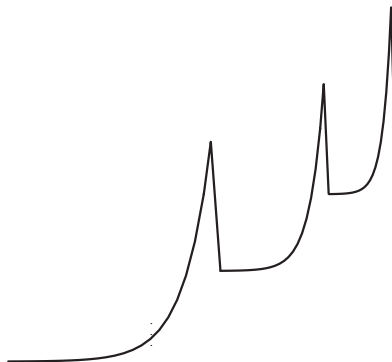
二人のキーパーソンと彼らと関係する超重要人物たちを紹介したので、外延熱エネルギーの話に戻そう。

人間の外延は数学のクラスを指数乗で大きくするだけではない。もっと増やしたい、もっと成長したいという欲望はエネルギーを必要とするのだ。エネルギー保存則によれば、逆にエネルギーはどこかで発生しなければならないということでもある。

この欲望は再帰に基づきさらに欲望要素を加え自己増殖（ブリード）していく。当然、欲望の増加の仕方は幾何級数ベースである。つまり必要エネルギーが幾何級数で増えることを意味し、

欲望増殖曲線の微分係数があるしきい値を超えれば、すぐ制御不能となる。結果、暴走・爆発するのである。こういう状態を**外延熱暴走**と呼ぶことにする。暴走から爆発への仕組みは、バブル経済の発生・破裂や、あるいは核分裂連鎖反応と全く同じ仕組みである。

下図は、指数関数があるしきい値を超えると暴落するホメオカオティック（カオスの平常）な様を表した概念図である。この現象はスケールの大小に関わらず、再帰的、フラクタル的に起きる。実際、B・マンデルブロー*がフラクタル現象*を発見したのは株価変動を研究してからである。なお株価の変動パターンは言語表現できない人間の心理を図で表したものだ。現在63種類のチャートパターンとイベントパターンがあることが知られている。



外延熱暴走の説明が抽象的過ぎ、自分には無関係だと思っている人にはフィジカルに熱を発するもっと身近な例がある。コンピュータの世界では有名な、ムーアの法則がそれである。あなたがiPhoneを使えるのはこの法則のおかげだ。

しかも、コンピュータの超小形化はブッシュやカルマンら天才

たちでさえ予見できなかったほどの幾何級数現象である。

ムーアの法則

ゴードン・ムーア*、1929～。サンフランシスコで生まれる。カリフォルニア大学バークレイ校の化学科を卒業。カリフォルニア工科大学から化学と物理の博士号を得る。1968年にロバート・ノイスとともにIntel社を設立した。1965年にコンピュータのICチップの上のトランジスタ数は1年で2倍になることを発見し、それはムーアの法則として知られるようになった。1975年からトランジスタ数は2年ごとに2倍になり続けて来た。ムーアの法則の別の表現としてマイクロプロセッサの性能は18から24か月ごとに2倍になる、がある。半導体の売上もまた指数的に伸びてきた。残念ながら、電力消費も同じように指数的に増大していった。

D・M・ハリス/S・L・ハリス著『デジタル回路設計とコンピュータアーキテクチャ』（天野・鈴木・中條・永松訳、翔泳社発行）

蘊蓄：インテルの社員番号3を持つアンドリュー・グローブ*も、大学生の時、家族を残し、ソ連兵の追跡を振り切って「脱ハンガリー」をした元ハンガリー人である。

コンピュータICチップは売上高や性能は指数関数（幾何級数）で増加するという法則である。そのみならず、正に外延熱暴走現象で消費電力量も指数関数的に増加するということである。

ということで、コンピュータの世界ではいち早く、熱暴走を抑制するために省エネ＝電力消費量の抑制が努力目標ではなくクリティカルなミッションになった。

本書の視点では、ムーアの法則の真の意義は、コンピュータテクノロジーやビジネスに関わる法則ではなく、欲望＝外延の法則

が現れた1つの例である。

マネーブリーダー（増殖炉）の歴史

熱暴走現象はコンピュータの世界だけで起きている訳ではない。日本は熱暴走が起こりやすい国の1つだ。例えば、バブル経済とその破裂は記憶に新しいが、成功例と見なされる池田内閣の「所得倍増政策」も正にこれである。

もし年率7.2%で「経済成長」したら10年で2倍成長する。幸福感に満ちあふれる人も多いただろう。これが所得倍増、高度経済成長である。

だがこの調子でさらに90年経つと何倍になっているのだろうか？ 1024倍 (2^{10} 、1K) である。

たった100年後われわれの子孫は、われわれと比べ1000倍のスピードで働き、1000倍地球資源を掘り起こし、1000倍生産し、1000倍消費し、1000倍廃棄し、…、そして単純には1000倍エネルギーが必要だということである。

人間のイマジナリーな欲望がバーチャルに変わり、そしてフィジカルにメタモルフォーゼする。バーチャルな欲望は指数乗で成長し、結果としてのフィジカルな成長には膨大なエネルギーを必要とするのだ。簡単な算術計算で、江戸の算法少女「おあきちゃん」だって知っていた。

しかもこれは今現在もイマジナリーではなくフィジカルに地球で起こっている現実である。人間は耐えられるだろうか？ もちろん無理だ。「幸いなことに」その前に必ずバブルが破裂する。前図のとおりである。

それでもなお前図が信じられないなら、世界史を見てみよう。

18世紀になろうとするイギリスにおいて、バーチャルシステム

のマネーブリーダー（増殖炉）、すなわち**イングランド銀行***（中央銀行＝銀行の銀行）が発明された。ほぼ同時期にフィジカルシステムのエネルギーメタモルフォーザー（エネルギー形態変換器）、すなわち**蒸気機関***が発明された。そして、この2つが車の両輪となって18世紀半ばの産業革命へと続く。

それから200年以上は経っている。300年間、この7.2%の成長率で成長したすると算術上1ギガ倍（ 2^{20} 、10億）になったはずだ。さらにこれからも100年続くと、400年で1テラ倍（ 2^{30} 、1兆）に膨れ上がる。バーチャルなマネーなら1兆倍の増殖は些細な数字だが、フィジカルなエネルギー変換器あるいは生身の人間にとって、この数字の意味は許容限界を超えている。バブルの破裂あるいは恐慌、戦争は異常現象ではなく、正常に戻そうとすることから生じるホメオスタティック（実際はホメオカオティック）なフィジカルメカニズムである。前の図は暴落をかなり謙虚に小さくしているが、成長とは破滅の別の言葉でもある。

本書の冒頭でニュートンの法則について取り上げたが、実はニュートンはまた、バブル経済とも大いに関係があるので、ここでもう一度登場してもらおう。

アイザック・ニュートンはイングランド銀行が設立された2年後、造幣局長官に就任した。彼は長官在任中、偽金造りの取り締まりに能力を発揮するかたわら、自身は真っ赤な部屋に閉じこもり錬金術によって人造金を造ろうとしていた。中央銀行という錬金炉がすでに出来ていたことに気づいていなかったのである。マネーがバーチャルな信用Trustに由来するのだと露にも思わず、フィジカルな金Auこそ価値があると考えていたのだ。だがマネーの価値がバーチャルであることは明らかである。もし人造金

を低コストで造ってしまったら金の価値は消えしまうからだ。ミダス王*に聞くまでもなく、金そのものに価値はない。

ミダス王はギリシャ神話に出てくる王様だ。王はディオニュソス=バックス神のおかげで、触るものすべてに金に変える能力を手に入れた。この能力はありがたい超能力だろうか。ミダス王はまた、アポロン神の竖琴演奏を正しく評価したせいで「ロバの耳」にされている。なかなか騒ぎを引き起こす王様である。

その後ニュートンはバブル経済の語源となった南海会社に多額の投資をして大損している。大科学者が大損を予知できなかったのかとまわりから揶揄されたが、彼は

天体の動きなら計算できるが、人々の狂気までは計算できなかった

と言っている。正しい。

なお、フィジカルな人造金が可能になるのは、原子炉を造った錬金術師が登場してからだ。ただし高コストで経済合理的ではないが。

ところでもし読者が私同様経済学に疎いなら、マクロ経済学の「成長」の定義を知って驚くはずだ。ウィキペディアで調べたところ、成長とは国内総生産（GDP*）が増えることだとあった。そこで今度はGDPの定義を見た。

だが、そこに記されていたウィキペディアの定義が信じられなかったので、マクロ経済学の本『スティグリッツ 入門経済学』を買って、経済成長の定義を調べた。内容は同じだった（下記）。このことについては最終章「経済成長——言葉は神であった」（141ページ）で再び論じる。

国内総生産（GDP）

ある国内で一定期間（通常は1年間）に市場向けに生産された、すべて

の最終財・サービスの総貨幣価値

『スティグリッツ入門経済学』

現在、ノイマン型コンピュータの小型化も指数関数的に進んでいる。結果、小さくなりすぎたため自分自身による自分自身への再帰的影響（パワーインテグリティ*）という壁に突き当たっている。省エネの工夫は必須なのである。

ノイマン型コンピュータはエネルギー回路とコミュニケーション回路から成り、どちらも電子の流れである。しかし、回路基盤がより極小となるとその中を流通路間隔も当然狭くなり、流れに影響が出る。私の理解では、エネルギー回路とコミュニケーション回路の違いは、電子／エネルギーの流れ（波）を解釈するか否かだけなので、熱暴走というフィジカルな事故だけでなく、知らぬうちにコンピュータに誤解釈を与え、原子炉や核兵器の制御システムが意図しない行為をする可能性もあると信じている。

本書では省エネとは対照的な暴走エネルギーである核エネルギーについて考えてみよう。

外延熱暴走による地球温暖化

核エネルギーに入る前に、そもそも生物がなぜエネルギー源を求めたのか、大昔に戻って考えてみよう。

見てきたような話

45、6億年前の昔、地球が生まれた。地球は外部宇宙から紫外線ほかの電磁波や放射線の被曝、隕石の衝突、自身内部システムの雷の放電、火山爆発などを繰り返し受けながら8、9億年ほど経った後、地球の海すなわち原始スープの熱湯の中で、ある種の炭素化合物が「生命」を得た。

原始スープは水素Hと炭素Cと窒素Nが多量に含まれている青酸（HCN）の海でもあった。その海で彼ら生物は青酸ガスで「呼吸」していた。いわゆる嫌気呼吸で、現在でも一部の細菌やバクテリアにはその名残がある。直接の子孫ではないようだが、深海の熱水噴出孔周辺で生きている生物もそうである。

ところが、ある生物が二酸化炭素 CO_2 を元に自分で栄養分つまり炭水化物を作る光合成を行うようになると副作用で酸素 O_2 が発生した。この酸素ガスは青酸ガスが今の私たちに猛毒なのと同様に回りの生物にとって猛毒だった。だが、しばらくすると別の生

き物がこの猛毒酸素で呼吸すると、内部・外部の活動エネルギーが容易に得られることに運良く（悪く？）気づいた。たぶんミトコンドリアと細胞レベルで共生を始めたのだ。おかげで酸化つまり燃焼によるエネルギーの発生が可能となった。

酸素は今でも毒なのは変わらない。人間が「錆びる」（酸化）、つまり老化がそれだ。

これ以後、チャレンジ精神旺盛な生物は猛毒酸素による死屍累々を乗り越え、酸素で呼吸し生命活動エネルギーを得るように進化した。これには2、30億年かかっている。生物はアダムとイブよりずっと前に別の「禁断の木の実」、すなわち酸素を手に入れていた訳である。そして、現代人は別の禁断のエネルギーである核エネルギーを創り出した。2、30億年前の生命同様、これが吐き出す毒に耐えて、人類は進化できるのだろうか？酸化程度の軽い傷＝老化で済むのだろうか？ラザフォード、ボーア、アインシュタインが警告し、原子炉を造ったウィグナー本人がそれに答えてくれた。否！

エネルギーを得る酸化は自身の錆び付き＝老化であると同時に、地球の生物は元素周期表*14族C（炭素）を元に造られているせいか二酸化炭素CO₂を排出する。二酸化炭素CO₂の増加は生物、特に人間の生命活動、エネルギー活動の象徴でもあるのだ。ただし、酸素の「過呼吸」は病気の症候だというのが本書の立場である。

元素周期表14族と3族

元素の話が出たついでに私が好きなiPadアプリ『元素図鑑』を見てみよう。

1										18							
1 H	2										13 B	14 C	15 N	16 O	17 F	2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
1 ランタノイド	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
2 アクティノイド	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

本書のテーマを象徴的に還元すれば周期表14族と3族（特にアクティノイド）の話になる。14族には生命の素となる炭素Cの他にシリコンSi、ゲルマニウムGe、錫Sn、鉛Pb、フレロビウムFl（少し前は未確認元素ウンウンクアジウムUuq）がある。3族は、ランタノイド、アクティノイドが枠に収まり切らず複雑になっているが、これも我らが錬金術師（後述）のおかげである。

3族アクティノイドの行にはウランUやプルトニウムPu、キュリウムCm、アインスタイニウムEs、フェルミウムFmがある。さらにローレンシウムLr、ラザホージウムRf、シーボーギウムSg、ボーリウムBh、マイトネリウムMt、レントゲニウムRg、コペルニシウムCnがある。これらの元素には多くの科学者の名前が付いていることにお気づきだろうか。

14族の炭素Cには有名なダイヤモンド以外にも結晶構造が異な

るいくつかの同素体がある。例えば、グラファイト（鉛筆の芯。以前は黒鉛と呼ばれたが鉛とは無関係）、フラーレン、カーボンナノチューブなどである。『社長がめったに語らない話』でイグノーベル賞*を紹介する際に例に挙げたグラフェン*もこの一種である。カエルと力士を磁石で浮揚させてイグノーベル賞も受賞したアンドレ・ガイム*はグラフェンの研究で2010年ノーベル物理学賞を受賞している。これら炭素素材は現在応用がいろいろ考えられている優れ物である。

14族元素であるシリコンSi、ゲルマニウムGeはご存知のように現代コンピュータ／通信社会で極めて重要な半導体だ。エルビウムErも現代の屋台骨を支える光通信回線のガラスファイバーで使われている。歴史を遡るとゲーテンベルクは14族の錫と鉛（と隣りの15族アンチモンSb）を使って活字を造った。14族元素は正に生命のみならず、文化・文明・情報・通信の縁の下の力なのである。

一方、ダークサイドもある。銃弾は錫と鉛（+アンチモン）から出来ているし、フェルミが造った史上初の原子炉シカゴ・パイプ1号*は、中性子減速のため黒鉛＝グラファイトを使用している。これは黒鉛をレンガ状に積み上げたので「パイプ」と呼ばれた。

いずれにしても、14族は人間の生命のみならずその活動に深く関わりのある元素である。美の女神ビーナスと戦争の神マーズの不倫の子がハーモニーであるかのごとくである。

ハーモニーのharmはarm、artと同根で、これらの元の意は「関節」「つながり」「武器」である。

『元素図鑑』の見た目同じ14列（実際は3族ランタノイド）には、光ファイバーの中で光パルスを増幅する光通信のキー要素エルビ

ウムErがあるし、その下にはフェルミの名を冠したフェルミウムFmもある。このフェルミウムは1952年の水爆実験後に発見された元素だが、今のところ用途は全くないらしい（アインスタイニウムEsもこの時同時に発見された）。

ウンウン元素（Uu..）とは未確認元素のことである。例えば、14族のウンウンクアジウムUuqは最近まで名称未確定元素だったが、フレロビウムFlという正式な名前が付いた。ウンウン元素は今のところ天然のものはないが、あなたが新たに見つかったり造ったりすると、自分の名前がウンウン元素に付くかもしれない。元素の名前になるのは、『元素図鑑』の著者セオドア・グレイによれば、ノーベル賞以上の榮譽である。ただしウンウン元素はUnt、Uup、Uus、Uuoの残り4枠だ。

また、みなさん大好きな金Au同様価値が高いダイヤモンドが、炭素の結晶であることはよくご存知だろう。ご参考までにiPadアプリ『元素図鑑』に載っている炭素の項から一部引用しよう。

炭素は生命にとって最も重要な元素です。炭素以外にも生命に不可欠な元素は多数ありますが、DNAらせん構造の骨格からステロイドやタンパク質の複雑な環やリボンのような形まで、どれも炭素にしかない特性のおかげでできています。「有機化合物」という言葉自体、炭素を含む化学物質だけを指します。

今のところ最も硬い鉱物であるダイヤモンドも炭素でできています（硬度王たるダイヤの座を脅かす存在についてはホウ素（5）を参照）。ところで、おおかたの考えとは違って、ダイヤモンドはとくに希少なわけでも、際立って美しいわけでもなく、永遠なわけでもありません。その3つともデビア

ス・ダイヤモンド社が作った神話です。デビアスの独占がなければダイヤモンドの価格は10分の1程度でしょう。キュービックジルコニウムや結晶シリコンも同じくらい美しいですし、ダイヤを高熱に熱すれば燃えて二酸化炭素になってしまいます。

デビアス社はご存知ロスチャイルドのファミリー会社である。ダイヤモンド神話はその高価格を維持するためのプロパガンダ／PRの実例である。『カオスと情報とインテリジェンス』を読まれた方はお分かりだろう。

地球温暖化——犯人は二酸化炭素？

核エネルギーの前にさらに道草をする。地球温暖化問題である。

エネルギー保存の法則から言えば、二酸化炭素より核エネルギーの方が直接地球を温めるのは当たり前である。そこで地球温暖化論争に対する私の結論は簡単である。

答え：地球は温暖化している。

理由：あらゆるメタモルフォーゼには何らかの熱あるいは熱変換が伴うが、特に人間の外延に基づくアーティフィシャルアーティフィシャルメタモルフォーゼ熱はバーチャルゆえ容易に幾何級数で増え、相当部分フィジカルに地球システムを循環しながら蓄積する。これが地球温暖化である。しかも、温度の上昇だけでなくそれに伴う水や空気の循環も不安定になる。つまり異常気象だ。[注意：地球にとっては異常ではなく正常な均衡あるいは副作用に過ぎない。]

太陽の水素たった約**1.6kg/秒分**から生じるエネルギーが地球システムに卓越した影響を与える。地球システムへの太陽エネルギーの入出力はホメオスタティック（恒常的）で、その揺れの範囲は狭いと仮定している人が多い。「地球は熱エネルギー的に1つの閉じたシステム」と見なしている訳である。だが、揺れ自体は北京の蝶が引き起こす風のごとくホメオカオティックなはずだ。その揺れは一定範囲内に収まるとと楽観視している人も多いだろう。彼らの視野は局所的（ローカル）かもしれないのだ。

一方私は、人工による揺れは指数乗で増え、いずれ太陽-地球システムという「自然」の影響を越えるはずだ、という自分の幾何級数モデルを信じている。人間の影響力が幾何級数で卓越し始めているいま、地球システムが自分自身に対し再帰的に影響を与え、幾何級数的振る舞いになる。算術的には当然の帰結である。自分で自分の首を絞める、言わば囚人のジレンマに陥ることになった。これが地球温暖化である。

地球温暖化問題と核エネルギー問題は根は同じなのだ。外延熱を補給するエネルギーを求めた結果、その副作用としての二酸化炭素やプルトニウムが発生増殖したのだ。

人間は自身の欲＝外延熱を満足させるべく、地球に存在する利用可能なフィジカルリソース＝自然資源を収穫・掘り起こし、変形・変質させ、消費し、廃棄するアーティフィシャルメタモルフォーゼという人工循環システムを造った。現在これは欲望という再帰的な幾何級数因子から成る強制項により大容量かつ高速加速回転となり、自然の生態学的循環を飲み込むほどになってしまった。さらにこれに加え核エネルギーという生物時間とは異質のタイムスケールを持つ別系統の人工サイクルを出現させたので

ある。自然の化学分子である二酸化炭素の増加は自然の均衡の中で解決できるかもしれないが、人工物はそうは問屋が卸さない。

例えば自然元素ウランの半減期は45億年で、人間には無意味だ。一方、人工プルトニウムはそれよりずっと短い2万4000年だが、人類の歴史にとって微妙なタイムスケールである。実際、原子炉で燃料を燃やした後に残る物質（プルトニウムや核分裂生成物）の再処理ができず、危険物が増えるに任せている [注意：後で論ずるが、原子炉の真の目的はエネルギーではなくプルトニウムを生産することだ。発電所はその冷却システムに過ぎない]。この人工サイクルが人間に意味のあるタイムスケール内で閉じない理由は、核破碎や核変換といった科学が解明途上にあるからである。当然工学化ができるはずがない。宇宙の超長期サイクルに委ねるか、あるいはバーチャルな「信仰」に頼るしかないのである。

ところで二酸化炭素は本当に地球温暖化の主役かつ悪役なのだろうか？

悪人なほ往生す

私は、二酸化炭素が（人間自身の外延熱暴走以外の）地球温暖化の因子だと思っている。

なぜなら、私が知る限りのかかなり狭いスコープだが60年ほど前、最初に二酸化炭素の増加で地球が温暖化するだろうと予言したのは、誰だろう、気象力学の創始者とも言えるフォン・ノイマンだったからだ（天気予報の本当の創始者J・G・チャーニーだ）。

私は自身で解けない問題があれば、信頼に足る人の解を信じる。失楽園ノイマンの社会的無責任ポリシーやそれに基づいた活動を認めることはないが、彼の悪魔並みの純粹知性を信じている。彼

はパワーポリティシャンだが職業政治家ではないので嘘をつかないし（部分的な真実はあるかも）、何より金儲けに関心がない（本当だ）。私自身温暖化のメカニズムを調べる能力がないので、ノイマンがそう言うなら二酸化炭素も温暖化の共犯者の一人であると確信している。

だが、悪人なほ往生す。二酸化炭素は温暖化の主犯ではなく、熱暴走の被害者で、無理やり付き合わされた善人の従犯である。地球温暖化は二酸化炭素によるささやかな報復連鎖だ考えるのが正しいと考えている。

報復連鎖については、『カオスと情報とインテリジェンス』で協調と裏切りの囚人のジレンマゲームで解説した。

「悪」の象徴として「往生」してもらいたいのは、二酸化炭素ではなく、直接熱を発生する制御不能な人工物である核エネルギーの方である。

60年前のノイマンの考えとは別に、近年、この地球温暖化の主犯が二酸化炭素であるというモデルを裏づけるデータが発表された。だが、このデータが「幸福な関心層」（次に説明）によって彼らの政治経済的な思惑、利益のために捏造されたのではないかとされているのである（広瀬隆『二酸化炭素温暖化説の崩壊』、集英社新書）。特殊なエレガントデータに基づく誘導モデル＝プロパガンダだったという訳である。広瀬氏らは、地球温暖化の原因が二酸化炭素の増加であるという仮説が原子力発電推進の論拠とされることを嫌っていて、それを論破しているのである。彼らは原子力は敵だと考えているのだ。この点では私も同様だ。

地球温暖化と言っても年平均2℃前後の温度が上がる程度だ（逆に氷河期は年平均7～8℃前後低い程度）。しかし、気温が上が

れば単に植生が変わるだけでなく、水の蒸発量が増え、その循環（降雨・降雪）も著しいものになる。気温上昇と水蒸気量増大の複合的、再帰的な物理作用の結果、最近の「経験したことのない大雨」が起こる。すると目に見える甚大被害だけでなく、土壌*表層部のオルガニック層が流出し、その中にある土壌生物や土壌微生物も流されていなくなる。資源小国日本の唯一の資源は「水と森林」あるいはオルガニック層なので、いずれ日本国土は相当「荒れる」のは必然である。

オルガニック層とは植物遺体などの粗大有機物や、それらがさらに分解されて蓄積している土壌表層部のこと。生態学循環・再生の土台である。なお、海面上昇で国土面積も減る。アルキメデスの原理で北極の氷が融けても海面は上がらないだろうなんて言う人もいるが、氷は北極の海にあるばかりではない。

温暖化の局所的な例が、大都市で発生するヒートアイランド現象である。私はこれがグローバルに拡がっているカオスの一側面だと考えている。私のように考える人たちを、地球温暖化に関する「不幸な関心層」と名付けよう。なお、私が不幸な理由は二重にあって、私も外延熱を発していることである。

グローバルには温暖化しないと考える人、あるいはそう考えた人は次のどれかだろう。

①「温暖化していない」という主張する人（③③は除く）。

こう主張する人も確かにいるだろう。だが、上述のヒートアイランド現象だけでなく、局地的集中豪雨やそれに正反する乾燥化など異常な気象が各地で起こっている。これは単にグローバルな情報やニュース量が増えたせいで意識するようになったのかもしれないが、極くローカルな私の身体感覚でも、自分が子供の頃より最近の夏の方が暑いと感じている。なので、この面からも

「確かに暑くなっている」と断言する。

- ②エネルギー保存則を知らない [幸福な無知層]。あるいは、エネルギー保存を知っているが信じていない [幸福な異知層]。

エネルギー保存の法則（モデル）を信じないのは、ある意味正しい科学的態度だから、そんなを「異知層」と呼ぶことにするが、それならば自分でそのモデルを提起する必要がある。

- ③エネルギー保存の法則は認めるが、人間のフィジカル、パーソナルなアクティビティにより発生する熱量が幾何級数で増加すると信じないので、

- 1) 熱の発生／蓄積の影響はローカルにとどまるか、あるいは自分には及ばないと考える [幸福な無関心層]。
- 2) 熱の発生／蓄積の影響はグローバルに及ぶかもしれないが、他の人はともかく、自分には良い影響であると考え [幸福な関心層]。
- 3) 地球システムおよびそのスーパーシステムには発生した熱を均衡させる、あるいは冷却させる因子があると考え [幸福な知的層]。地質時間スケールではいずれ地球システムは冷却するだろうし、歴史時間スケールでは気温の変動はあった。だが、このような人たちは、不幸な関心層や幸福な異知層同様、自身の「意味ある時間内モデル」を提起する必要がある。逆に、熱し続けなければならないという別の心配も出てくるかもしれない。

- ①②の人を説得する手段がないのでそのままにしておこう。

③に関して、発生する熱は幾何級数では増えないと信じている人にはコンピュータに関するムーアの法則を再確認してもらいた

い。コンピュータは指数関数的に発達し、その結果熱対策が急務なのだ。③1)の人にはタイムスパンが短いのでマルサスの人口増加論より実感があろう。

幾何級数的成長あるいは増殖は一方で幸福感をもたすが、他方で破局をもたらす。年たった7.2%ほどの増加でも10年で2倍、100年で1000倍になる。一人の人間にとって100年は長いが、せいぜい3世代くらいのタイムスパンである。

こんな不思議な強制力——あたかもコリオリの力のような仮想の力——が人間を駆動している。だが、人の身体感覚では理解できず、高利貸しの督促に驚く所以である。このことについては江戸の算法少女「おあきちゃん」だって警鐘を鳴らしていた。

老婆心：借金して「成長」事業を目論むなら、利子の何倍を成長率として見込むか、十分考慮した方が良い。

幾何級数的増加はある傾き（微分係数）を超えたら、人間に許容可能な敷居値をすぐ超えて増加してしまう。超えてしまったらコントロール困難である。気づいた時には遅い。これが、歴史上何度も起こるバブルの破裂だ。だが、バブル崩壊はカオティックだが、数理的に見れば、「平常」な反応である。

念のために言うておくが、外延由来の指数乗の増加を止められる因子関数は一般にはない。コンピュータ科学者D・E・クヌース*の「スーパーク*」（偽札ではない）という人類が作った最大の超巨大数なら可能だろうが、あいにくこれは「神の領域の数」である。

幾何級数的増加はバブル経済だけでなく、全く同じ仕組みの原子力発電の事故でも実証済みである。

この神秘的な駆動力・強制力は自身の欲望＝外延に由来するもので、結局自身を全面裏切り環境（後述）へと強いるのと同じ理屈である。

したがって、温暖化防止対策は極限的には2つしかない。

(1) 成長の意味を変えるか、

それが嫌なら、

(2) 最低でも、指数関数の成長（欲望）を対数関数にするかである。つまり「知足」ということである。

私にとって地球温暖化についてはこれで終わりなのだが、世の中の人とは違う論点で論争は続くだろう。

演習問題9.1 原子力発電は地球温暖化防止に貢献するか？

答え：いいえ。原子力発電によるエネルギーの創出は、位置エネルギーや熱エネルギーといった元から自然に存在するエネルギーの変形ではなく新たに物質をエネルギーに変換して増やすのだから直接温暖化に拍車をかける。単純な話、現在使えない発生エネルギーは海に捨てるのだから、海温がどんどん上がる。エネルギー保存という物理法則である。

核エネルギーは、科学がいまだ解明していないのに、なぜか解明済みとし、その論点を、1つは二酸化炭素、もう1つは経済成長に移している。不思議な話だ。

核エネルギーが軍事のみならずみんなが大好きなマネーあるいは経済成長の話と絡んでいる。彼らに少し付き合ってみよう。ひょっとして、触るものをすべて金に変えたミダス王の神話はこのことだったのかもしれない。現在は熱を含むすべてのものを金（マネーすなわち信用）にメタモルフォーゼする話だからだ。

地球物理学と日本列島、およびその住人

「原爆を造る前」に福島原発事故以後の日本の現状について確認しておこう。

ホロコースト

「ホロコースト」という言葉は、ナチス・ドイツによるユダヤ人虐殺の意味に使われているが、元々ユダヤ教では祭壇で犠いけにえを燃やし尽くし、その煙を神に届けることを「ホロコースト」と言った（加藤隆『一神教の誕生』、講談社現代新書）。

1989年以降現在も廃炉作業がずっと続けられている米国ワシントン州ハンフォードの原子炉関連施設*は、正に地獄の聖地の「目に見えない煙」をあげている祭壇である。そして同様に「目に見えない煙」をあげている福島原発は、第何番目かの地獄の聖地の祭壇だ。ちなみに、ハンフォードの原子炉で造られたプルトニウムが長崎に落とされた原子爆弾ファットマン*である。日本は原爆と悪縁で繋がっている。ホロコーストの最終祭壇に選ばれた如くである。

さて、その日本が福島原発事故の後でさえ原子力発電から撤退しようとならない理由は電気エネルギーが欲しいからではない。原

子力発電には経済的合理性など全くないし、地球温暖化防止に役立つなんてことは関心の^{らちがい}埒外なのだ。巷間よく言われているような軍事・政治的な問題でさえないと私は思っている。現実は感情・心理、あるいは宗教の問題なのである。

地球物理学から見た日本列島

私がこの問題を考えていたのは2011年の5月頃のことだが、未だ原発からの撤退しようとししないのには驚いている。なので、ここでもう一度考えてみることにする。まず最初はフィジカル=地球物理学的な観点だ。

日本列島は4つの大陸プレート*（ユーラシア、北アメリカ、太平洋、フィリピン海プレート）が押し合いへし合いすることで盛り上がって出来たのだ。当然その圧力から活断層（ひび割れ）は出来るは、地震は発生するは、津波は来るは、火山も噴火する。さらに台風の通り道だ。この狭い国土に、しかも人が密集している地に原子力発電所を造ろうなんて「狂気の沙汰」である。

さらに最近は地球温暖化、この言葉が嫌な人にはヒートアイランドに伴う異常気象（地球から見れば正常な反応）が平常になっている。台風は大型化し、局地的集中豪雨や竜巻も多発する。現在の局地的集中豪雨だって、二酸化炭素ではなく原発の排水熱による直接的な海水温の上昇によるのかもしれない。たとえ地震がなくてもこれらに起因する洪水や土砂崩れ、台風や竜巻の強風（これだけでも大災害だ）で原子力発電所に稼働用電力を送る送電線（網）が壊れる可能性は大である。

そんな原子力発電を続けたいのは、彼らがよく正当性として挙げる「二酸化炭素の増加による地球温暖化」を心配しているから

ではない。彼らはもっとバーチャルな観点から電子力を続けたいのだ。

原子力発電を続けたい理由は、一部の人のための経済合理性と、さらにそれを越えた狂気あるいは凶気にある（「狂った知性は正気に戻るが、正気の凶気の暴走は続く」、129ページ参照）。

一部の人の経済合理的な理由についてはすでに、『社長がめったに語らない話』の演習問題5.1「地震などの自然災害が多発する日本で、なぜ原子力発電所が建設されているのか、合理的に説明せよ」で設問し、取り上げている。

その答えの一部が、「挙げた利益を原子力発電所のコストで隠す」であったが、以下のように間違っていた。お詫びして訂正する。ただし、前提条件に不備があったがトータルな考えは間違っていないと信じている。

お詫びと訂正：日本の電力会社の原子力発電による利益は「総括原価方式」というもので図っていることがその後分かった。これは普通の社長には思いもよらないものである。通常「利益=売上-コスト」なのだが、この方式では「利益=資産 $\times p$ 」である。なお彼らの正しい用語では、利益は利潤、資産はレートベースと呼ばれ、 p は報酬率で一定の係数らしいが、その決め方までは知らない。本来資産は「資本+借金」だが、原子力利権は借金が増えても利益が上がるという仕組みのようである。

地球物理的に特異な日本列島には、やはり特異な住民がいるようだ。特にノイマンのような論理的かつ合理的な「知能類」、あるいは「正気の凶気」（129ページ）の人から見ると摩訶不思議な、「日本人」と名乗る人たちが棲んでいる。

ノーブレスオブリージと日本イグノーブル

では、日本人はなぜこんな危険地帯で原子力発電所の建造なんてそんな大それたことをしたいのだろうか？ 確かに、1つには経済合理性や温暖化防止などという後付けの理由もあろう。1つにはエネルギー資源の枯渇問題対策もあろう。1つはプルトニウム生産という軍事目的があったろう。だが本質は宗教なのだ。

原子力発電所が宗教だなんて言っても、ハレの日だけ多神教の信者になる大多数の日本人には信じられないだろう。日本人なら9割以上、正月の初詣か夏祭りの時しか信仰に縁のない無神論者のはずだからだ。でもあなたはほぼ確実に「マネタ教（お祭り派）」の信者である。一神教の普通人も似たり寄ったりの「マネタ教」だから安心されたい（もっとも最後のぎりぎりの瞬間に日本人とは違う判断・反応を示すかもしれない）。

日本人の特異さを見る前に世界共通・普遍的な「マネタ教」を少し見てみよう。この宗教の信者としては同じだからだ。

世界共通な宗教、マネタ教

あなたが幸福な無知層でなければ、マネーの本質が信用（クレジット）であることは理解されているはずだ。しかし、信じているものが何か、またなぜ信じるか問わない。宗教と全く同じ構造なのだ。マフィアのボスだって論理的に真なトートロジー（同語反復）、「金以外信じられない」と言うではないか？

この話は説明は長くなるので、以下で超簡単に説明する。（既刊の社長本も読んでもらいたい。信じられないかもしれないが、これらの本は「信じるとは何か」を論じているのである。）

その前に、物理的なマネーは何が語源だろう。

マネーの語源

Oxford English Dictionary (OED) では、moneyは、古代ローマの女神ジュノー (Juno、ユノ。ジュピター (ゼウス) の妻で最高神。ギリシャ神話のヘラ) の名前であるJuno MonetaのMonetaに由来していると記されていた。Monetaは「忠告者」(monitor)の意味で、この女神は女性と結婚の守り神で、夫婦の忠告者と考えられていた(6月の花嫁「ジュンブライド」はジュノーに由来している)。そして、彼女の神殿がなぜか造幣局(mint)になっていて、そこで造られたコインには、ジュノーの横顔を囲んで「MONETA」と刻印されていた。このmonetaがmoneyの語源である。

なんと偶然にも、マネーは信仰・宗教由来だったのである。ちなみに、後述するように現在の基軸通貨「ドル」の名前もマネタ教アトム派あるいは核エネルギー推進者にとって因縁めいたものがある。

「心」は「信じること」あるいは「核」

「心」(heart)は「信じること」(cre)や中核の意味の「核」(cer, ker)と同じ語根である(『語源で読み解く英単語』)。本書で問題にしている核すなわちnuclearでさえkernelが語源である(OED)。ちなみに、ker, cer, heart, cre, criは次のように連鎖する。

ker (丸い核) → cer (芯、心) → heart (心臓) → cre (心を許す) → cri (心を決める)

これから派生する言葉はほかにもある。core (芯、物の中心、核心)、concord (和合、講和、調和、心を共にする)、record (記録する、音声を吹き込む、再び心に思い出すように記す)、credit (信用、人望、勢力、面目、掛け売り)、creed (信条、教義、信念、主義)、…。

さて、宗教関係者にとって神殿、祭壇という目に見えるハードウェアは、教義というソフトウェアより直接的に御利益、現世利

益があると考えられている。目に見える巨大オブジェクトは逆に「神を不可視」にできる。彼らにとって、神をアンタッチャブル、インビジブルにすることはエッセンシャルなのである。

神秘性（ミステリー）を保つため神を不可触、不可視にして、その神の言葉を「盲目の民[†]」に伝える役目を担うものがメディア[†]である。メディアの真の意味は「霊媒師」「巫女」のことなのだ。驚くべきことに、これは洋の東西を問わない。

「民」の語源は、不可視の神に仕えさせるために目を針で潰し、目を見えなくさせられた人々のことである（白川静）。

当然、マネタ教の祭司たちも巨大神殿やそれを建造する大規模工事が大好きなのだ。キリストは神殿を大いに嫌ったのだが、神殿が大きければ大きいほどありがたみは増し、寄進や賽銭がたくさん集まる。荘厳なるアトム神殿＝原子力発電所もピラミッドに匹敵するほど巨大だ。実際、マネタ教アトム派の初代教皇ワインバーグも原子力発電所をピラミッドに喩えている。

日本イグノーブル固有の穢れと超穢れの教え

ハレの日以外無宗教だが確実にマネタ教信者の日本人に戻ろう。日本人はフィジカル、リアルな安全より、もっとイマジナリー、バーチャルな安心を得たいのだ。自分が安心したいがための現実無視の失敗逃れ、現実逃避の無責任体質がある。「安全神話」ならまだ合理性は少し残る。なぜなら安全はいちおう外部や現実には注意を払うが、安心はそれさえ不要である。

最近日本人はますますその傾向が顕著だ。例えば、インターネット発達によるコミュニケーション革命（通信能力が1メートル上がったのだ）のおかげで、メディア＝霊媒師のお告げの威力は消滅寸前である。隠蔽や部分的真実の伝達もままならず、そ

の神託の信憑性が疑われ始めた。彼らは自ら安心したいがために、逆に狂ったかのように捏造にまで手を染めている。他にも、JR北海道のある運転士が自動列車停止装置（ATS）の操作ミスによって列車を非常停止させた。ところがなんと彼は責任逃れ、いな安心のため安全装置ATS自体をハンマーでたたき壊したのである。余人には不明な怖れがあつて安心しなかったのだ。この運転手が特殊な感性の持ち主だとは思われない。ある旅行代理店社員は修学旅行用のバスの手配を忘れたので、学校に脅迫状を送って旅行を中止させようとした。ある外交官は自分の横領を隠すために勤務していた大使館を放火した（これはまだ合理的かもしれないが）。彼らは現在の責任ある日本人の象徴だ。これぞ「あっぱれ！日本人」で、国民栄誉賞ものである。

私には、彼ら日本人の行動があまりにも不合理・不可解なので、少しは合理性があるのかという視点で考えてみた。

合理的な結論は、今後日本が**全面裏切り環境**に移行する徴候だということである（130ページのコラム参照）。全面裏切り環境とは、マフィアや軍隊のように信じられるのは仲間だけと見なし、それ以外には排他的に接するということである。外部に対する裏切り、欺しは可だが、内部には忠誠心を求める。ボスには絶対服従、仲間を裏切ってはならぬという掟がある。これに反すれば大変な懲罰が待っている。お人好しには居心地の悪い環境だ。

ノイマンのゲーム理論が示す「協調か裏切りか」の選択（囚人のジレンマ）では、たいていの場合、利得が多い裏切りの方を選ぶのは「合理的」あるいは「合利的」だ。

ただし、お人好しにもパンドラの箱のごとくわずかな希望がない訳ではない。ノイマンは知らないだろうが、「裏切りvs.協調」

の争いは、割りの良い裏切りが勝利を収めそうなのだが、協調戦略を取る方が勝利するのである。ただし条件があって、協調戦略側は裏切りに対し**即座にっべ返し**しなければならない。この結果はそれぞれの戦略を取るコンピュータソフトウェア同士の戦いで分かっている（R・アクセルロッド『つきあい方の科学——バクテリアから国際関係まで』）。

安心でいたいがため、より危険なことを無視する狂気と言ってよい理由はもう1つある。こちらの方は昔からある日本人の体質あるいは精神風土病と言えるものだ。つまり、穢れとそれ以上に「^{メタ}超穢れ」（後述）を怖れることがその病の徴候である。この恐怖はたぶん感染症への太古の昔からの恐れに根ざしたものだ。ヨーロッパ中世、黒死病が流行った時の「メメント・モリ」（死を忘れるな）という惹句が分かりやすい。死は直接死に通ずるのだ。

日本ではイザナギは冥界の妻イザナミ（穢れ）から逃げた（ギリシャ人オルフエウスは知的好奇心から妻を冥界に残した。日本の神とは少し違う）。一方、イエス・キリストは穢れと向き合いそれを聖に昇華させた（聖も穢れも同じくアンタッチャブル）（R・オットー『聖なるもの』）。キリストの話は大げさだが、アンリ・ファーブルは動物の死骸にたかるハエをじっと観察し、ハエの役目が死骸を土壤に帰していることだと発見した。生態学的な循環つまり「自然の再生」「自然の浄化」を意識したのである。なお、p.24で説明した「徳」の意味も思い出そう。徳とは邪悪なものをじっと見る、目の力で退治するということである。

現在日本の指導層は、穢れを怖れた平安貴族の生まれ変わりである。私は、彼らのことを「日本イグノーブル」と呼ぶ。イグノーブルはノーブレスオブリージ＝高貴なものの責務と無縁なのが特徴だ。

メディアを含む彼ら（あるいは我らも）はご先祖様同様、穢れを怖れ忌避する。現代人の彼らにとって穢れとは失敗のことだ。

しかも、単に穢れを怖れるのだけではなく、「自分の穢れを他人から指摘されるのをもっと怖れる」というメタの怖れもある。メタレベルが1つ上がった「超穢れ」なのだ。結果、以下のように彼らは、未来に責任を負うとしたノイマンとは違う意味で、無責任になる。

穢れ／超穢れを怖れる彼らの対策は3つしかない。1つは穢れをそのままにして逃げる。1つは見なかったことにする。もう1つはイザナギがしたように穢れを水で流すこと（禊）である。つまり失敗を隠蔽する、他人のせいにする、認めない、逃げる、等々で、失敗に対する「責任」を回避することに注力する。

核分裂生成物、プルトニウム、未反応ウランを水に流したいだろうが今度はだめだ。また彼らが考えている責任は本来の責任ではない（後述）。

彼らは元々自分に創造性を必要としないので「答えのない問題」に対する解決能力がないのが普通だ。したがって、彼らの犯した失敗や判断ミスは、時間が経つという幸運な解決法以外、何も問題を解決し得ない。日本には自身何も解決しようとしなくて時が流れるのを待つという類いことわざはたくさんあるだろう。

解決を諦め、かつ失敗の責任逃れのためにする最悪かつ典型的な言動はこうだ。まさに非合理的な神秘レベルの発想だ。

「失敗＝穢れを指摘されたり、非を認めて針路変更するより、氷山に激突して全滅した方がまだ。なぜなら穢れ・超穢れを指摘する仲間は誰もいなくなるからだ。」

日本イグノーブルの純粋種である司法関係者が初期犯罪モデルを変えたがらず「冤罪をいとわない」のも同じ心理である（『カオスと情報とインテリジェンス』参照）。

人間にとって実世界モデルは本来変えるものだ（これがアブダ

クション[†]という真の科学的態度)。にも関わらず、イグノーブルにとっては、初期モデルを変えることは失敗を認めることであり、これこそ最も避けるべき超^{メタ}穢れなのである。実際、メディアを含む彼らは口ぐせで「ブレてはいけない」とよく言っているではないか。今回の福島原発事故後も、彼らにとって「唯一正解」の核エネルギーゴールを一直線に目指そうと言っている。

イグノーブルの館と日本民

明治の王政復古以後、日本イグノーブルが権力を握って、彼らが「政府」を営んでいる。ご存知だろうか、漢字の「政」は、

「征服した部族から、むち打って税金を取る」

という意味である（白川静）。

たぶんあなたはこの意味を知らなかったと思うが、日本の新聞社（メディア、霊媒師）はこの語源を知っている。例えば、朝日新聞の「天声人語」に白川静の話題が載っていた。

ちなみにリンカーンの有名な演説のフレーズ“government of the people, by the people, for the people”で、governmentは「政府」と訳されるが、本来「船の舵取り」の意味である。

（帆船）航海では目的地までブレて行くのは当然で、舵取りは必要だ。コースのみならずゴールでさえ状況の変化とともに変わる可能性はある。

ただ、もっと不思議なことに、多くの日本ノンノーブル＝平民は彼らの主張や無責任さを支持している。先に、「民」の語源は、

「見えないように針で目をつぶされ神に奉仕する人」

と述べたが、日本民は正にその通りである。

ただ、好意的に解釈すれば、ノンノーブルは、教育やメディア

から脱感作*されている被害者なのだろう。もちろん普通に言えば、単に愚かで、寓話や神話レベルの民族だ。後世、

「フィジカルな安全より、バーチャルな安心（とマネー）を求めた不思議な民族」

の物語が生まれるはずだ。特に後先考えずマネーを求めるだけの幸福な無知層の原発推進派はそうだろう。触るものすべて金に変えようとした、ギリシャ神話のミダス王の現代版である。実際、錬金術と核エネルギー技術は双子の関係にある。

説明責任とは何か？

筆者は仲間とクルーザー（ヨット）を共有しているのだが、その関係で小型船舶の免許を持っている。その免許更新時には講義を聴く。その講義でイギリスの船長や船員に関する法律の話があった。イギリスのこの法は、法律なので当然「すべきこと」「してはならないこと」が書かれているのだが、最後の条文に「船長はこの法律を破ってもいい」と記されていると言う。7つの海を支配した大英帝国ならではの話で、日本ではとうてい考えられないことだ。船長に与えられた権限はそれほど強大なのである。

ただし、法律を破ったことに対し結果責任は免れ得ないし、また説明責任もある。説明責任とは、ステークホルダー（利害共有者）に対し何が起こったか説明し、さらに自分がそれに対してどんな判断、行動したか説明することだ。自分の正当性を他に認めさせる機会があるのは副次的なことだ。ステークホルダーたちを納得させることができれば罰も軽減されるかもしれない。

だがもちろん本当の説明責任の意義は、弁明や言い訳ではなく、事の原因を明らかにし、失敗をステークホルダーが共有し、二度と同じことを起こさないようにしようとすることである。そのために関係者で十分話し合い、後世にその結果（文書）を残すことである。「穢れ」嫌いの日本イグノーブルがするようにもし隠べいすれば、同じ間違いを何度も起こすはずだからである。単純な話だ。早い話、説明責任とは「未来への責任」である。

福島原発事故（以後）の日本イグノーブルの、結果責任はともかく説明責任はどうだろう。

そもそも福島原発事故に関する政府の議事録がないなんてトンデモナイ話なのだ。さらにトンデモナイ話だが、明治以来議事録が無いのが常態らしい。日本政府は白川静の言う語源通りの「政」府である。だが、さらに驚くべきことに、多くの日本民は誰も疑問に思わないのか抗議さえしていない。せいぜい上から目線で「あきれた」と言うくらいだ。「あきれた」とは暗黙のうちに「許した」ということである。日本人が神話レベルの民族だということが分かるだろう。

もう1つ注意すべきことがある。日本イグノーブルやメディアは「顕在的な」潜在核保有国でいたいのは事実だ。「原爆搭載ミサイルなんて、いざとなれば半年もあれば造ってやるぞ」という訳である（日本は既に世界有数のプルトニウム大国）。

ただしこれは本当は軍事的な意味ではなく、つまるところ「大国として認めてもらいたい」というコンプレックスの裏返しである。戦争抑止ではなくコンプレックス抑止が目的なのである。

歴史的事実として日本イグノーブルは敵が迫ってくれば真っ先に逃げるか、一番最初に敵と友だちになってしまう（アメリカ空軍カーチス・ルメイ将軍*の勲一等旭日大綬章が近年の好例で、イグノーブルの精神構造すべてが透けて見える。p130参照）。さらに分割統治法や囚人のジレンマメソッドに疎いせいか、自分らがそうされていることに気づかない。日本国内では有効な水戸黄門の印籠（正解が分かっている問題に素早く答えるイグノーブル能力）が、残念ながら世界では効果を発揮せず、かえって馬鹿にされている。世界で尊敬されている非イグノーブルの、素晴らしいノーブルな日本人が数多くいるのに一層馬鹿げた話だ。

彼らに意に反し、現実には核兵器の潜在的保有は無意味なのだ。「ボーアの相補性」（後述）の典型例である。日本は「最強の矛」の代わりに「最強の盾」を手に入れてしまったのである。「日本を侵略してみる。六ヶ所村の再処理施設を破壊してやる」などと脅せばよい。不気味な日本イグノーブルならやりかねないと世界は黙るはずだ。

さて、ホロコーストジャパンからワールド[†]に戻ろう。ワールド（world）の真の意味は「力のある男が見てきた世界」である。

原子爆弾、誕生前夜

放射能に侵されていた晩年のキュリー夫人は手の指は曲がったままになり、目はほとんど見えなくなっていた。「暴いてはいけない自然を暴いてしまった神のたたりなのかしら？」と言ったことがあるマダム・キュリーは、1934年、白血病のため67歳の生涯を閉じた。死の直前、マリーはジョリオ・キュリー夫妻による人工放射性元素の発見のニュースを聞いた。

山田克哉『原子爆弾——その理論と歴史』（講談社ブルーバックス）

現代日本人は、原子炉は電気を生むものだと思っているだろう。だが原子炉はプルトニウムを生む兵器生産プラントである。原子力発電はこの原子炉の冷却システムである。つまり原子爆弾の副作用の1つだ。しかも後述するように、原子力発電は軽水炉*に象徴される**軍事エンジニアリング**の視点から実働優先に造られ、民生技術として未熟、未完だったのである。制御が難しいエネルギーを発生させると同時にもっと制御不能な最凶の毒を生む。

この毒を防ぐのは物理学や化学といった科学、あるいは医学ではなく、いまでも**工学の厚い壁と確率**だけだ。この視点では、

キュリー夫人は「運が悪かった」のである。

以後でそれを検証していこう。と言っても、書籍や、例によってウィキペディア、Wikipediaを参考にさせてもらうのだが。

山田克哉『原子爆弾——その理論と歴史』（講談社ブルーバックス）

リチャード・ローズ『原子爆弾の誕生 上下』（神沼二真・渋谷泰一訳、紀伊國屋書店発行）

フリーマン・ダイソン『宇宙をかき乱すべきか——ダイソン自伝』（鎮目恭夫訳、ダイヤモンド社発行）

リチャード・ファインマン『ご冗談でしょう、ファインマンさん！』（大貫昌子訳、岩波書店発行）

スタニフワム・M・ウラム『数学のスーパースターたち——ウラムの自伝的回想』（志村利雄訳、東京図書発行）

マルクス・ジョルジュ『異星人伝説：20世紀を創ったハンガリー人』（盛田常夫訳、日本評論社発行）

佐々木力『二十世紀数学思想』（みすず書房発行）

『原子爆弾——その理論と歴史』は私程度の物理学の知識でも読める初心者用の本である。たぶんこれで核エネルギーの理解は十分図れるはずである。

もし読者が科学としての核エネルギーだけでなく現代史——なぜ現在こんな世界になっているのだろうか——に関心があるなら、ローズの『原子爆弾の誕生』は必読の書である。この本はA5版上下巻合わせて1500ページほどで、価格は各6500円だが、日本の大学生には理系、文系を問わず読んでおいて欲しい。逆に言えば、原発や第2次世界大戦前後からの現代史を主題とする本でこの本が参考文献に挙がっていないものは（例外を除いて）そ

の価値を疑ってもよい。

ダイソンとファインマンの自伝は有名だ。これらの本の中身は相当深刻なものなのだが、イギリス流ユーモアとアメリカンジョークで楽しく読めてしまう。

ウラムの自伝『数学のスーパースターたち』の原タイトルは *Adventures of a Mathematician* である。単純に訳せば「一数学者の冒険」で、数学者H・G・ハーディーの『一数学者の弁明*』をたぶん意識したものだ。実際中身は正に冒険で、なぜこんな邦題が付いたか分からないが、想像するに、出版社が日本の読者がウラムやあるいは数学者のことを知らないと考えたからであろう。日本人（私も含む）は知らないことが多すぎるのである。あるいは、(例外を除いて) そもそも外の世界への関心が薄い民族なのかもしれない。

『異星人伝説』は『社長がめったに語らない話』や『カオスと情報とインテリジェンス』でもたびたび引用した書籍である。なお、「異星人」は原題では「火星 (Martian)」であり、火星は「戦の神」マルスの星である。ギリシャ・ローマ神話に疎ければ、火星からは戦争の神マルスは想像できないだろうし、ましてや異星人ではさっぱり分からないか、あるいは今現在なら友好的なET (Extra Terrestrial、地球外生命体) を想像するだろう。

『二十世紀数学思想』は数学史の専門書だが、数学とは無縁な人にも現代数学の世界が垣間見えるかもしれない。内容は数学基礎論論争と、数学者D・ヒルベルトの二人の弟子、ヘルマン・ワイル*とフォン・ノイマンの話である。全く興味が湧かないって？ 残念！

ついでに、『原子爆弾の誕生』の原タイトルは *The Making of the*

Atomic Bombである。誕生ではなく製造だ。私でも原爆が造れそうな気がする。

ウラン²³⁵Uとプルトニウム²³⁹Pu

ウランは天然に存在する元素としては原子番号（陽子数）が最大の「92」である。つまり、最も重い部類の元素である。重い元素は自らの重さに耐えかねて自然に崩壊する傾向が強いのもかもしれない。

元素の崩壊には α 崩壊、 β 崩壊、 γ 崩壊の3種類がある。 α 崩壊とは α 粒子（2陽子+2中性子=ヘリウム原子核）が原子核から飛び出ること、 β 崩壊とは中性子が陽子に変わる（電子が飛び出る）こと、 γ 崩壊とは電磁波が出てくることである。ウランはこれらの崩壊を繰り返すことで、どんどん自分が変わりながら（陽子数が変われば別の物質だ）、45億年経つと半分は鉛になる。

ウランの発見

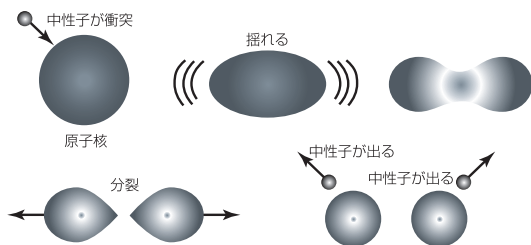
ウランは、フランス革命の1789年、化学者M・H・クラブロートが、現在はチェコにあるヨハヒムスタール（聖ヨハヒムの盆地）という銀鉱山で発見した。彼はその黒く重い鉱物を「ウラン」と命名した。それより8年前に発見され「ウラノス=天王星」と命名された惑星にちなんで名付けたのである。

蘊蓄：アメリカ通貨「ドル」の名前はこの銀・ウラン鉱山の名前「スタール」がなまって「ドル」になった。

ところでウランには中性子数が異なる²³⁸Uと²³⁵Uという同位体がある（肩付き数字は陽子と中性子数の合計）。ここで²³⁸Uと²³⁵Uの陽子と中性子の数を(92, 146)、(92, 143)と表記すると、陽子・中性子数の偶奇が違うことがよく分かるだろう。なぜか知らない

が、偶数・奇数のペアの方つまり²³⁵Uの方が圧倒的に不安定なのである。したがって、ウランでも²³⁵Uの方が核分裂を極めて起こしやすく、崩壊エネルギーも出やすいという訳である。

純度100%の²³⁵Uはある重量（**臨界質量**、1Kg）以上集まると、宇宙線などの1個の中性子がぶつかるだけで核分裂を起こす。中性子は電気を帯びていないので陽子の電氣的な反発を受けずに、核に衝突したり、吸収（捕獲）されたり、あるいは逆に通過することができるのである。



ここでの原子核のモデルはニールス・ボーアの液滴モデルを元にしてしている。原子核は、その核力が表面張力のように構成陽子の電子的反発力を抑える形で陽子と中子を1つの水滴のように球形にしているモデルである。中性子が球形の水滴（原子核）に当たると揺れ動く。もし衝突エネルギーが大きければその揺れも大きくなり「水滴」はひょうたん型に変形し、最後は核力の有効範囲を超えた瞬間反発電気が勝ち、2つに「ちぎれる」、つまり核分裂が起こるのである。

核分裂が起こると、トータル質量が減ってそれが大量のエネルギーに変わる ($E = mc^2$)。

分裂して出来た2つの元素は多量の放射線を発する。

同時に2個以上の中生子も飛び出し、これが分裂しやすい物質

中で生じているなら、さらなる核分裂連鎖反応を誘発する。

これが原子爆弾あるいは原子力発電の仕組みだ。

キュリー夫妻が発見した、大量に α 線を放射する元素ポロニウムPoがある。ポロニウムは夫妻の祖国ポーランドにちなんで名付けられたものだが、最近では暗殺用の毒物としてよく使われる。それはともかく、放射性元素ポロニウムから出た α 線（ α 粒子、2陽子+2中性子）をベリリウムBeという金属に当てると、ここから中性子がたたき出される。この中性子がウラン塊や後述のプルトニウムコアの原子核分裂および連鎖を開始させる、すなわち原子爆弾を起爆するのである。「ポロニウム+ベリリウム」が核エネルギーのイニシエーター（反応開始装置）なのである。結局のところ発生する中性子の数をどうコントロールするかが、爆弾と発電の違いになる。

中性子増倍率K

純度100%のウラン、特に同位体 ^{235}U に1個の中性子がぶつけると平均2.6個の二次中性子が出てくる。核分裂連鎖反応の始まりだ。この中性子増倍率が2.6ではあまりにも破滅的なので、核エネルギーの平和利用のためには二次中性子の増倍率を1.0003くらいに抑えなければならない（爆弾ならKの値が1よりずっと大きく、中性子速度は高速でよい）。そのために中性子を吸収させる物質が必要で、その物質で作ったものが「制御棒」「安全棒」である。K=1の時を臨界と言う。

人間の欲望増殖倍率K（経済成長率）の臨海は1.072と推定している。そして倍率がこれ超えたら爆発はすぐやってくると信じている。もちろんこの爆発とは歴史上何度も繰り返しているバブルの発生と崩壊のことである。人のライフサイクル程度のタイムスパンの中ではたいていは悲

惨な事態を生むし、これが歴史の分岐点となることもよくある。たいていの人は、うまく立ち回れば他の人のマイナス分を集積し自分のプラスにできると信じているのだろう。ただし、マネー増殖炉（プリーダー）に対抗するためのマシンやツール、あるいはインテリジェンスが必要なことは知らないらしい。実は、私も知らない。

私たちには幸いなことに天然ウランの中で ^{235}U はたった0.7%しか含まれていないので、10Kg集まったの自然の核爆発についてはたぶん安心だ。ただし、自然核爆発は約20億年前に起こっているので（アフリカ、ガボンのオクロ鉱床の天然原子炉）、数学的に言えば反例があり、必ずしも安心はできない。

ところが、 ^{235}U の比率が少ないのは軍事関係者あるいは核エネルギー利用者には不幸で、ウランから ^{235}U を取り出す＝濃縮するのは大変難儀なのだ。 ^{238}U と ^{235}U は化学的性質は全く同じだし、重さだってさほど変わらない（中性子3個分）からだ。 ^{235}U の割合（濃度）を増やすいくつかのウラン濃縮技術が考えられているが、どれも大きなプラント設備とコストがかかる。ニールス・ボーアによれば、一国丸々プラント工場にする必要があるのだ。

ここでもし、 $^{238}\text{U}(92, 146)$ に対し、核分裂（爆発）しないように低速で中性子を捕獲させたらどうなるだろうか。中性子が1個増えた同位体 ^{239}U になるのではなく、

$(92, 146)$ が、 $(92, 147) \rightarrow (93, 146) \rightarrow (94, 145)$

と引き続き反応が起こる。最初は中性子数が1増えただけだが、次の2段階は β 崩壊が2回起きて、2個の中性子が2個の陽子に変わっている。つまり、ウラン ^{238}U より重たくて、陽子・中性子数のパリティ（偶奇）が違う人工元素プルトニウム $^{239}\text{Pu}^*$ の誕生だ。ただしプルトニウムは短命で、その半減期は2万4000年である。

この人工元素は、ウランが天王星＝ウラノスにちなみ、続く

(93, 146)の人工元素ネプツニウムが海王星＝ネプチューンにちなんで名前が付けられていたので、3番目の冥王星（当時は惑星扱い）にちなんで「プルトニウム」と付けられた。

偶然にもプルトニウムは、ギリシャ神話の吟遊詩人オルフェウス*が冥界へ旅立った妻エウリュディケを連れ戻すために駆け引きした相手、地獄の冥王ハデスのローマ名である。地獄の冥王は死者をたくさん生んでくれる戦争の神マーズと大の仲良しである。

ここで、神話ではなくサイエンスフィクション（SF）の話をちょっとしよう。

もし生物が、エネルギー獲得のために酸素の代わりにプルトニウムで「呼吸」できるように進化すれば、宇宙最強の生命体の誕生である。46億年の生物進化の最終形態だ。ただし放射線が遺伝子を破壊するので自己複製はできない。アイデンティティー不変の「非」自己増殖オートマトンになる。

この生命体は物理法則でほぼ球形を保つものの外形は常に揺れ動きメタフォルモーゼするはずだ。SF作家スタニスフム・レム*が描く、それ自身高度な知性（？）を持つ惑星「ソラリス*」のごとくである。実際、中性子に被曝すると、人は惑星ソラリスにはなれずとも、半減期15時間の放射性人間にはなれる（『元素図鑑』、カリホルニウム）。ただし、もっと可能性があるのは、生命が存在しない惑星「ガイア*」になることである。文才があればSFが書けそうだ。

原爆の誕生も実は天才SF作家H・G・ウェルズ*の小説から端を発している。熱烈なウェルズファンで、彼の本の版權を取って自分で翻訳出版しようとまで考えたレオ・シラード*という物理学

者がいた。彼はウェルズの『解放された世界』から想を得て、人類で初めて原子爆弾の可能性に気づいたのである。手塚治虫の鉄腕アトムがロボット産業を生んだどころではなかった。

H・G・ウェルズと日本国憲法

SF (Science Fiction) は日本語に訳されると昔は「空想科学小説」となった。元の言葉には「空想」に当たる言葉がどこにもないのに、一体全体ということなのだろうか？ たぶん「科学はフィクションではない」と言う人と、「科学と文学は別物だ。科学で文学が語れる訳はない」と主張する人がいる。その中間に収めなかったのだろう。

それはさておき、H・G・ウェルズは「空想科学小説家」の枠内には収まらない人物だ。彼の予知能力は人間離れているからだ。もっとも、彼が予想し実現していない、あるいは発見されていないものもたくさんある。例えば、タイムマシンや地球外知的生命体などがある。タイムマシンについてはゲーデルとアインシュタインが一緒に考えていたがその内容を発表していない。地球外知的生命体についてはフェルミやウイグナーが論じているが「パラドックス」のみである。みなさんも発明、発見にチャレンジしたらいかがだろうか。

ところで原爆投下後の**日本国憲法（特に第9条）がウェルズの理想に基づいていたことをご存知だろうか？** 第9条をフィクションや空想と思うか、科学と考えるかはあなたの問題である。

ちなみに同じくSF作家ジュール・ヴェルヌ*の考えた潜水艦ノーチラスは原子力潜水艦（核エネルギーの唯一平和？利用の成功例）になり、この推進エンジンが核エネルギー平和利用と称する軽水炉になるのである。人間が宇宙に飛び出るロケットも彼の『月世界旅行』からである。ただし、ノイマンのバズーカ砲（ロケット）や原爆を積んで飛ぶようなロケット自体はヴェルヌの小説より早い。18世紀後半のイギリスとインドのマイソール王国との植民地戦争で、マイソール軍が使ったものが最初である。その後、ロケットの威力を身にしみたイギリス軍は改良を加え、ナポレオン戦争や米英戦争で使用している。

ハンガリー陰謀団とアインシュタインの手紙

レオ・シラード（1898-1964年）は人類で初めて核分裂の連鎖反応に気づいたユダヤ系ハンガリー人科学者だ。そして、原爆開発の人間イニシエーターでもある。

彼は、ナチス・ドイツが原子爆弾を開発するのを恐れ、ドイツより先んじようと、プリンストン大学にいた後輩物理学者で後に原子炉を造るユージン・ウィグナー（1902-1995年）と一緒に、プリンストン高等研究所を夏期休暇中であったアインシュタインの別荘に出向き、彼に核分裂の連鎖反応メカニズムを説明するとともに、フランクリン・ルーズベルト*大統領に原爆開発を誘う手紙を送るよう説得したのだった（1939年）。結局アインシュタインのもとへは2回訪問するのだが、2度目の説得旅行にはウィグナーに代わってエドワード・テラー（1908 - 2003）が同行した。テラーもまた後輩のユダヤ系ハンガリー人で、後年「水爆の父」と呼ばれる物理学者である（実際は水爆の父は数学者ウラムで、母と呼ぶ方が相応しい）。テラーは第1回イグノーベル平和賞*の受賞者で、スタンリー・キューブリック監督映画『博士の異常な愛情*』のストレンジラブ博士の本命候補者の一人である。もちろんノイマンやブッシュも候補だ。

シラードもウィグナーもドイツ時代のアインシュタインの教え子である。特にシラードはアインシュタインのいわば押し掛け弟子だ。気が合うのだろう、二人で冷蔵庫の特許も持っている。この冷蔵庫は電磁冷蔵庫と呼ぶべきもので、冷却は磁気を利用し液体ナトリウムを流して行う。二人の冷蔵庫は民生技術として未熟、未完でプロトタイプ止まりだった。だが、そのアイディアは現在の高熱を発生する増殖炉の冷却システムに使われている（たぶん日

本のもんじゅ*の冷却システムがこれだろう)。

シラードはこの磁気ポンプの特許のほかにも、サイクロトロン
のアイデア (E・O・ローレンス*より早い) や、イオン化され
た放射線による不妊化、バクテリアの繁殖条件、家族計画時計、
原子炉のフェルミ-シラードパテントなどの発明がある。「増殖炉
(breeder)」も彼の命名である。これはトリウム²³²Thとウラン²³⁸U
を分裂可能な燃料に転換するための原子炉である。

シラードは物理学者(後に生物学者)という位置付けなのだが、
実際はアイデア豊かな発明家と呼ぶ方が正しく、緻密な科学理
論家ではない。彼に基本入出力計算回路群を与えれば、いろい
ろな回路網=人工物を造ってくれたり、あるいは素晴らしいアイ
ディアを考えついでくれる。彼自身、

「僕は事実だけを知りたいのです。理論は自分で創り上げる」

「僕は数学を便要する必要はないと思う。必要なら、数学者
にいつでも聞けるのだから」

と言っている。アインシュタインも彼に特許庁勤めを勧めたほど
である。

さてここで、この人類史上最も重要かもしれないアインシュタ
インの手紙(アインシュタイン=シラードの手紙*)について、少
し長くなるが『元素図鑑』から引用してみよう。

…アインシュタインを知らない人はいません。しかし、20世
紀の最も重要な手紙を——いや、歴史上最も重要かもしれな
い手紙を——送ったのが彼であることはあまり知られていま
せん。その手紙が彼自身の考えではなく、それどころか大部
分は彼が書いたものですらないことを知っている人は、もっ
とわずかです。それは、原爆製造への道を開いた手紙でした。

核分裂とは、質量の大きい原子核、たとえばウラン（92）の原子核が分裂して、2個のもっと軽い原子の原子核になることです。自然に起こることもあります。しかるべき原子核に中性子がぶつかれば、即座に分裂が誘発されます。核分裂が起きると大量のエネルギーが放出されると同時に、その他にも放出されるものがあります——1個またはそれ以上の中性子です。

「またはそれ以上」——この部分が、1933年9月12日、ロンドンの十字路で歩道からサウサンプトン・ローに足を踏み出した物理学者レオ・シラードの頭の中で突然閃き、暗い未来を予想させる深刻なビジョンが彼の脳裏に浮かびました。彼は気付いたのです。1個の原子が分裂して2個の中性子を出し、その2個がそれぞれ別の原子に衝突して分裂させると4個の中性子が放出され、それが別の原子にぶつかるとうつかり、次は16個……。この現象を起させる装置をだれかが作ったら、人類は地獄への片道切符を手にするようになる、と。

実際に核分裂連鎖反応を起こさせてそれを維持できた場合、発生するエネルギーはそれまで人類が経験したものとは桁違いの大きさになることは、簡単な計算だけですぐにわかります。そのエネルギーで何が起こるかは、想像すら難しい。第1次世界大戦の惨禍を目にしてから間もない時期でしたから、シラードは、まずいことになるかと確信しました。

…

彼は運命の決断をします。米国がドイツに先んじてできる限りのことをするよう、ルーズベルト米大統領に手紙を送って

警告しようと考えたのです。しかし自分のような者が書いて相手にしてもらえるだろうか？

そこで、レオ・シラードが書いた手紙に友人のアインシュタインが署名し、信頼できる友人を通じてフランクリン・D・ルーズベルトに直接手渡すことになったのです。5年と11か月と14日後、トリニティと名付けられた核兵器がアラモゴードの砂漠の空で爆発します。…

セオドア・グレイ『元素図鑑』（創元社）、「アインスタイニウム」より引用

アインシュタインの手紙によってルーズベルト大統領は原子爆弾の開発を決断し、結果、現在のような核爆弾と原子炉に囲まれる世界が出現したのである。それ以後、原爆あるいは核エネルギー開発に重要な役割を果たしていくシラード、ウイグナー、テラーの3人は、アメリカに原爆開発を開始させたことで「ハンガリー陰謀団」と呼ばれるようになった。

ただし、後述するように真実は、ヴァネヴァー・ブッシュらアメリカのデーモンコア（悪魔の芯）たちが最終決定している。なお、ナチス・ドイツが原子爆弾完成前に降伏し、開発の必要がなくなったので、シラードはその後一転して日本への原爆投下に反対するなど反核兵器の平和運動に身を捧げ、原子力平和賞（1959年）を受賞をしている。

マンハッタン計画第1段階——シカゴ・パイルの建造

マンハッタン管区は、わがアメリカ合衆国の産業や社会生活と無関係なものだった。独自の飛行機や工場や多くの機密を

もつ、一つの独立国だった。それは、平和的に、また暴力的に、ほかのあらゆる国々の主権に終焉をもたらすことができるという特異な自治権だった。

ハーバート・S・マークス

リチャード・ローズ『原子爆弾の誕生 上下』（神沼二真・渋谷泰一訳、紀伊國屋書店発行）

話を戻そう。「マンハッタン管区」、正式名マンハッタン工兵管区* (Manhattan Engineer District) というアメリカのバーチャルな軍管区で計画され実行された原爆開発の話だ。

北欧の小国デンマークの物理学者ニールス・ボーアは、原爆の開発は一国丸々原爆製造工場にしなければ不可能な話でそれは現実的ではないと言っていたのだが、帝国アメリカはその一国を造ってしまったのだ。この架空の国の名前が「マンハッタン管区」である。その首都はロスアラモス研究所*、旧都はシカゴ大学冶金研究所*、工場地帯に当たるのは「獣」と呼ばれた各種の核プラントのあるオークリッジ*やハンフォードの研究・開発センターである。

ちなみに原爆開発のための「国家予算」は約20億ドルである（当時の貨幣価値は知らない）。同じ研究・調査のために日本が用意できた資金は2000円である。もっとも、これは調査費だけだ。調査で「原爆開発は現実的でない」という結論になるのは当然だった。

デーモンコアと錬金術師たち

人類史上最も重要かもしれないアインシュタインの手紙は、実際は大統領の机の引き出しに入れられたままだった。

現実に原爆開発計画を始めさせたのはヴァネヴァー・ブッシュ前MIT工学部長（数理工学者）とハーバード大学総長ジェームス・B・コナント*（化学者）である。彼ら二人がフランクリン・ルーズベルト大統領を最終的に説得した。結果、1941年10月、原爆開発は、ルーズベルト大統領、ヘンリー・ウォレス副大統領（植物遺伝学者）、ヘンリー・M・スティムソン*陸軍長官、ジョージ・C・マーシャル*陸軍参謀長、およびブッシュとコナントからなる最高政策集団で、最高機密の軍事作戦として決定された。ルーズベルトは最高司令官として議会に諮らず原爆の製造を軍事決定をしたのである。

彼ら6人が原爆のデーモンコアに相当する。もちろんこれはメタファーだ。現実のデーモンコア*は原爆研究開発拠点ロスアラモス研究所にあったプルトニウム塊のことで、科学者たちがこう呼んだものだ。安全のためベリリウムの半球で被覆されているが、取り扱いミスで科学者を何人か死に至らしめている。

スティムソンは共和党の政治家・弁護士であり、第1次世界大戦直前まで米国陸軍長官としてアメリカ軍を世界最強に仕立て上げた男と言われている人物だ。共和党員なので民主党のウィルソンが大統領に就任した際退任していたが、第2次世界大戦が始まった時、ルーズヴェルト大統領（民主党だが）が再び彼を呼び戻していたのであった。

一方、マーシャルもルーズベルトから指名され参謀総長になり、ヨーロッパ侵攻作戦を立てた。大戦後は国務長官になってヨーロッパ復興プロジェクト計画（マーシャルプラン）を策定、実行し、これが理由でノーベル平和賞を受賞している。たぶん20世紀最高の軍人だろう。

メタファーを続けるなら、この会議には参加していない二人のノーベル物理学賞受賞者、アーサー・H・コンプトン*とアーネスト・O・ローレンスをデーモンコアに加えなければならない。

シカゴ大学教授のコンプトン（1892-1962）はコンプトン効果*、つまり光の粒子性と波動性という二重性を実証したことでノーベル物理学賞を受賞している。

ボーアによればコンプトンの哲学はあまりにも原始的であるらしい（「ボーアの相補性*」、p.102参照）。ちなみにコンプトンの父はウィルソン大統領の父と同じ長老派*の牧師だ。宗教、特にこんなプロテスタントの一宗派といった些細なことに拘る理由は、前2つの社長本を読んでもらわないと分からないだろう。なお、チューリングとテラーはそれぞれの理由でたぶん無神論者だが、ノイマンはカトリック教徒である。

カリフォルニア大学教授のローレンス（1901-1958）はサイクロトロン*を発明したことでノーベル物理学賞を受賞し、元素の名前「ローレンシウムLr」にもなっている。サイクロトロンは、荷電粒子を磁気で加速、高速化して他の元素にぶつけることで新元素を生成する。つまり、ニュートンの夢だった錬金術をフィジカルな本当の意味で完成したのである。金だって（経済合理性に合わないだろうが）造ろうと思えば造れるはずだ。彼は錬金術の道具のみならず、超優秀な錬金術師（サイクロトロン使い）の弟子もたくさん育てている。

そこで、若手の錬金術師を紹介しておこう。

まず最初は錬金術師ローレンスの3人の高弟とフェルミの直弟子である。彼らはみな原爆製造に貢献した重要人物である。

グレン・T・シーボーグ*（1912-1999）はサイクロトロンを利用して新元素94を造り出し、これをプルトニウムと名付けた人物である（他にもたくさん人工元素を造って周期表を複雑にしたの

は彼である)。マンハッタン計画ではプルトニウム量産で重要な役割を担った。若干政治的な理由だが、元素106のシーボーギウムSgは彼の名前に由来する。後に兄弟子の錬金術師エドウィン・マクミラン* (1907-1991) とともにノーベル化学賞 (1951年) を受賞した。マクミランは戦争にはレーダー開発の方が重要と思っ
て原子核研究から離れていたのだが、マンハッタン計画に呼び戻されてしまった。フィリップ・アベルソン* (1913-2004) もローレンス派の錬金術師だ。サイクロトロンを使ってマクミランと共同でプルトニウムの前に超ウラン元素ネプツニウムNpを歴史上初めて人工的に造っている (1939年頃)。

最後の一人はフェルミ直系のエミリオ・セグレ* (1905-1989) である。彼はシーボーグらと一緒にプルトニウムを作り出し、マンハッタン計画でもグループリーダーとなった。彼もまた1959年反陽子の発見でノーベル物理学賞を受賞している。

ついでにまだ魔法使い見習いだが、マンハッタン計画に呼ばれたもう少し若い二人の科学者を挙げておこう。なにしろマンハッタン計画に参加した科学者・技術者の平均年齢は26歳なのだ。

まず最初はウィグナーの直弟子のアーヴィン・ワインバーグ* (1915-2006) である。彼はウィグナーの下で人類初の原子炉シカゴ・パイルの建造を手伝い、ウィグナーの後を継いでオークリッジ国立研究所*の所長になり、以後現在主流の軽水炉に関わってきた最後の正統核エネルギー科学者で、私が「アトム派初代教皇」と呼んでいる人物だ。「最後の正統核」エネルギー科学者の意味は、マンハッタン計画が終わった後、核エネルギー研究には「二流」の科学者、技術者しか関わっていないからだ。二流というのはノーベル賞クラスの超頭脳ではないという意味だ。例えば、

ウィグナーの孫弟子であるもう一人のワインバーグ、ステイーヴン・ワインバーグは、ボーアの研究所で学び、電磁気力と弱い力（核力には強いのと弱いがあるらしい）を結び付けたワインバーグ＝サラム理論でノーベル物理学賞を受賞している。彼も核「エネルギー」研究の方に行ってもおかしくない経歴なのに、核「力」の方へ行ってしまった。なお、「二流」というのは私が勝手に言っているのではなく、ある日本の老原子力科学者が福島原発事故にショックを受け、反省をこめて言っていることである。

次は若手のスーパースター、リチャード・ファインマン*（1915-1988）だ。ロスアラモス研究所ではノイマンやテラー相手に悪戯を仕掛けたり、デーモンコアに触ったりして、正に「ファインマンさん、ご冗談でしょう」状態だったが、実際は原爆開発に対し倫理的に悩んでいた。『社長がめったに語らない話』で述べたように、それを吹っ切ったのがノイマンの悪魔の囁き、「社会的無責任」であった。ファインマンの自伝『ご冗談でしょう、ファインマンさん』は必読書である。

直接マンハッタン計画には関わっていない（かもしれないが）、フリーマン・ダイソン*（1923-）がいる。彼は戦後イギリスからアメリカにきた若手科学者だ（実は英空軍の科学者として何度も渡米している）。彼はハンス・ベージェ（1906-2005）*やストレンジラブ博士テラーの弟子となる。このベージェは、水爆を造りたがるテラー更迭後のマンハッタン計画理論部門ディレクターである。ベージェは1939年恒星内の核融合反応を明らかにし、1967年ノーベル物理学賞を受賞した。

なお、ダイソンはマンハッタン計画後もテラー提唱の「安全原子炉TRIGA*」という実験炉で核エネルギー関わっている。しか

し、A・ワインバーグほど核エネルギー専従ではない。私の最初の本、『社長がめったに語らない話』がダイソンが自伝で引用したT・S・エリオットの詩の一節「ちょっと宇宙をかき乱してやろう」から始まったのは全くの偶然だ。ただし、ダイソン自伝『宇宙をかきみだすべきか』は必読書である。

もう一人、少し毛色が変わった人物、スタニスワフ・ウラム* (1909-1994) がいる。ノイマンがポーランドからロスアラモスに連れてきた若い数学者で、二人はプライベートでも親交がある。彼もまた数学基礎論の出自で（私を知る限り）ノイマンが唯一弱音を吐ける相手である。ノイマンが原爆開発の最後の難所を爆縮レンズで突破したように、ウラムは水爆開発の最後の難所を乗り越えた水爆の「実の父」である。ちなみに彼は原爆を次々爆発させてハリケーンの進路を変更させようというアイデアをノイマンに提案したが、却下された。史上初の核エネルギーの「平和利用」に至らなかった。このウラムは放射線の害になぜか無頓着だ。イマジナリー、バーチャルな世界にいる数学者とフィジカルな世界に住む物理学者との違いかもしれないし、彼の個性かもしれない。なお、和訳タイトルが酷すぎるが、ウラムの自伝『数学のスーパースターたち』も必読書である。

USACEとマンハッタン計画始動

1941年11月27日、国防研究委員会会長、科学研究開発局局長ヴァネヴァー・ブッシュは、原爆が製造可能だという全米科学アカデミー（NAS）第3報告書を自ら大統領に届けた。彼の思惑通りNASの権威を利用して、原爆開発計画を正式に開始させたのである。そして12月6日最初の実務者会議が開かれた。歴史の綾だ

が、その翌日7日、日本軍が真珠湾を攻撃したのである。

このマンハッタン計画の機密レベルは高く、上院国防計画調査委員会委員長ハリリー・トルーマン*（急死するルーズベルトの後継大統領となる）は、費用のかかる極秘プロジェクトの内容を知りたくてスティムソン陸軍長官に質したが答えてもらえなかった。また、アメリカ海軍でさえ当初は計画を知らされていなかった。ルーズベルトがブッシュに対しなぜか海軍を原爆計画から排除するよう指図していたのだ。情報は一方通行なのだが、ブッシュも後述のグローヴス准将も密かに海軍の研究を支援していた。海軍を支援するなどは指示されていないのである。ちなみに海軍長官には選挙戦で戦った共和党副大統領候補W・F・ノックスを任命していた。ノックスは元新聞記者だ。

実はアメリカ海軍は核エネルギーが潜水艦の推進力として使える可能性があるのではないかと独自に研究していた。錬金術師アベルソンが、海軍研究所（NRL）で原子炉が軍艦の推進力と電力に利用できるのではないかという研究をしていたのである。マンハッタン管区が海軍の研究成果——アベルソンのウラン濃縮技術である拡散分離法——を利用しようと接触してきた時（1943年）、海軍は初めてこの原爆開発計画を知ったのであった。

NRLにおけるアベルソンの研究によって、ウランを ^{238}U と ^{235}U に完全に分離する必要はなく、 ^{235}U を濃縮すれば実用上十分なことが分かった。ただしこの方法の欠点は水蒸気を多量に使うことである。

後にA・ワインバーグの助言により、アメリカ海軍が原子力潜水艦の動力として軽水炉を採用し、それがうまくいき、現在の軽水炉発電所へと繋がっていく。原子力発電所は軍事エンジニアリ

ングで、始めから安全性が最優先ではなかった。実は、アトム派
教皇ワインバーグでさえ軽水炉発電に反対したのである（後述）。

錬金術師アベルソンのその後も興味深い。彼は原子核物理学から地球物理学へと関心を変え、科学雑誌『サイエンス』のエディターとなり、長くその任を勤めたのである。

アベルソンは二酸化炭素の増加による地球温暖化に早くから警鐘を鳴らした。しかしながら、「明日のエネルギー」として、核エネルギーではなくオイルサンドを考えていたのは興味深い。オイルサンド自体別の問題を生むが、未完の核エネルギーを見限った錬金術師が考えた次のエネルギー源の1つなのである。つまり、**錬金術師は原子力発電を永遠に続くエネルギーサイクルだと信じていない**のである。ウランは埋蔵量が限られるし、増殖するプルトニウムは危険すぎるのだ。極めて単純な話である。

マンハッタン管区に戻ろう。翌年1942年9月、原爆開発の指揮をペンタゴン（国防総省の有名な五角形のビル）の建造監督を終えたばかりのレスリー・グローヴス大佐*（1896-1970）に任せることにし、この新任務のため准将に昇進させた。グローヴスはエンジニアリング部隊（United State Army Corps of Engineering、**USACE***、アメリカ陸軍工兵隊）に所属している。

USACEのルーツは、アメリカ独立戦争が始まった直後、1775年の大陸会議がジョージ・ワシントン大陸軍最高司令官に任命した翌日、リチャード・グリドリーを「大陸軍の技師長（Chief of Engineers）」に任命したことにある（海軍や海兵隊より創立は早い）。大陸軍そのものはまだ訓練も規律も欠けている民兵、ゲリラ組織に過ぎなかったものの、アメリカ軍の思想は始めから科学技術的なのである。ブッシュのところで見たことだが、アメリ

カ軍は軍産学トライアングルへの親和性が元々あったのだ。今のかたちのUSACEは1802年トーマス・ジェファーソン大統領が設立した。その時、USACEには、ウェストポイント陸軍士官学校の創設と指揮（1866年まで）が任された。ちなみに日本人に馴染み深いダグラス・マッカーサーもUSACE出身である。

という訳で、USACE出身者は科学技術的思考方法と後方支援にあたる参謀マインドをその文化に持っているはずだ。実際、USACEは参謀本部の活動を監督するため二人の副司令官を送り出している。なお、USACEは原爆開発プラントの建造を行ったせいか、現代風の任務では放射能汚染地帯の管理や除染も担当である。ただし私には現在総勢650人ほどの隊員から成るこの軍隊の正体は、私にはこれ以上不明である。

原爆の研究者、開発技術者の人選やリクルートはグローヴス准将とブッシュ、コナントが中心となって極秘に行った。特に、原爆開発チームのリーダーとなったロスアラモス研究所所長ロバート・オッペンハイマーの人選は卓越だった。広島、長崎から見れば不幸な話だが、彼のリーダーシップがなければ多くの超頭脳を結集しても早期の原爆開発は不可能だった。実際、開発メンバーは原子に関する新発見や実験・理論で熾烈な先陣争いを繰り返していたライバル同士なのだ。このライバル心やエゴは科学者以外理解できない。その中には、例えば、原爆より水爆＝スーパーを愛し、チームの和を乱す、「ストレンジラブ博士」テラーがいた。もっと科学的な面では、オッペンハイマーはポーアからは科学の知見は人類が共有するものだとプレッシャーを受け、片や軍からは機密にしろと強制されたりと大変なのだ。またこんな人殺しの研究には関わりたくないという科学者も多かった。

シカゴ・パイル1号——この日が人類史の暗黒の日と記録される

さて、機密にされたレオ・シラードの論文「ウランとグラファイトで構成されるシステムにおける発散的連鎖反応」に基づいて、1942年11月16日シカゴ大学のフットボール場の西側スタンド下のスカッシュコートで史上初の原子炉シカゴ・パイル1号の構築が、学長の許可を得ず、コンプトンの独断で始まった。そのためにニューヨーク、コロンビア大学で核分裂の研究をしていたエンリコ・フェルミとユージン・ウィグナーをシカゴ大学へ呼び寄せていた。コンプトンは原爆の研究開発のためにシカゴ大学内に「冶金を研究しない」冶金研究所を設置していたのだ。

シカゴ・パイルの実験は濃縮ウラン ^{235}U の核分裂連鎖反応を見るのが主目的だが、それだけでなく、ウラン ^{238}U から原爆材料プルトニウム ^{239}Pu を生産するための実験増殖炉でもあった。中性子の速度を遅くしているので ^{238}U の方は核分裂しないで中性子を捕獲し、結果プルトニウムに変わる。先のコラムで述べたように、我ら14族Cの同素体グラファイト（黒鉛）がウランから発生する二次中性子を減速するのに使用された。

もう一つの中性子減速材、重水をめぐる物語

最も単純な元素である水素Hにも同位体がある。水素は陽子と電子のペアなのだが、中性子が1個加わった二重水素（D、デューテリウム）という同位体である。ちなみに自然にはごくわずかしか存在しないが中性子が2つ加わった三重水素（T、トリチウム）もある。なお、重水素は核融合＝水爆の原料である。なぜか現在トリチウムは福島原発からたくさん発生している。

重水素は普通の水素同様酸素と結び付き重水となる。これは海

水中に微量に存在している。この重水は中性子の減速材としてグラファイトより優れているのである。普通の水つまり軽水は中性子を減速するどころか吸収してしまうので、減速材としては不適だ。だがコスト安ゆえこの不適な軽水を利用しているのが日本全国にある原子炉＝軽水炉である。

ところで、マンハッタン（工兵）管区はニューヨークの一街区の名前ではなく軍の単位であり、自分の意思で軍事行動も行う。

当時重水を製造する工場は世界でただ1つ、ドイツ占領下のノルウェー、ヴェモルクにあるノルクス・ハイドロ社*のプラント工場だけであった。ドイツは原子爆弾開発にこの重水を利用するはずだ。さて、この重水工場に対して、マンハッタン管区はどういう作戦を立てたのだろうか？

ノルクス・ハイドロ社の重水工場に対する破壊工作は映画や小説の題材になっていて有名だ。チャーチル創設の英国特殊部隊コマンドは作戦に失敗したが、ノルウェーのレジスタンスが成功させたのでドイツの原爆開発を遅らせることができた。

他にも映画になるドラマチックな話はある。1941年ドイツ占領下デンマーク、ハイゼンベルクは父親のように慕っている師ボーアのもとを訪れ、一片のスケッチを手渡した。原子炉の絵だ。ボーアはハイゼンベルクの真意を図りかね、脅迫と思い彼を「破門」した。原子炉のスケッチはボーアからアメリカにいるハンス・ベーテに密かに渡された（実際はドイツの超頭脳はナチスを嫌い原爆開発をサボタージュしていたのかもしれない）。

ノルクス・ハイドロ社のヴェモルク工場に対する破壊工作をイギリスに依頼したり、戦争末期にはドイツ領内に深く入り込んで、ドイツが保管しているウランや原子爆弾を開発している科学者、

例えばハイゼンベルクやオットー・ハーン*を探索し確保する作戦を実行したのはマンハッタン管区特務部隊アルソスの将兵である。ドイツで確保したウランは広島に使い、捕獲したドイツの超頭脳たちはイギリスの収容所（幸いなことに拷問は受けていない）で原爆投下の知らせを聞かされることになる。言うまでもなくハイゼンベルクは量子力学の確立に寄与し、1932年のノーベル物理学賞を受賞し、ハーンは原子核分裂の発見で1944年のノーベル化学賞受賞者である。核分裂の発見はリーゼ・マイトナー*との共同研究によるものだが、彼女はユダヤ人であるため論文に名前を載せてもらえず、受賞していない。ノーベル賞委員会が45年のノーベル賞授賞式のため行方不明のハーンの居場所を捜していたら、この収容施設にいることが分かったのである。

フェルミとウィグナー：シカゴ・パイルの建造

シカゴをメルトダウンさせる可能性があったシカゴ・パイル建造および実験の陣頭指揮に当たったのはエンリコ・フェルミである（「メルトダウン」はフェルミの造語）。ウォルター・ジン*が炉を建設し、ユージン・ウィグナーが理論的評価を担当した。

原爆開発計画はシラードが起爆装置となって実現させたものの彼はまだアメリカ市民権を取っていなかったので国家機密に直接関与はできない。その上彼は平和志向の言動からグローヴス將軍とは肌が合わず、スパイではないかとも疑われていた。ウィグナーの弟子A・ワインバーグによれば、シラードは時々やって来てはうるさいアブのように提案して回ったそうだ。その後も「シラード対アメリカ軍」の闘いはずっと続くことになる。

フェルミは「実験と理論の両方に卓越した、何でもやれる最後の物理学者」と呼ばれている超重要人物だ。少々長くなるが、こ

ここでウィキペディアから引用させてもらおう。

エンリコ・フェルミ (Enrico Fermi、1901-1954)

イタリア、ローマ出身の物理学者。統計力学、核物理学および量子力学の分野で顕著な業績を残しており、放射性元素の発見で1938年のノーベル賞を受賞している。実験家と理論家との2つの顔を持ち、双方において世界最高レベルの業績を残した、史上稀に見る物理学者であった。

1918年、ピサ高等師範学校に入学し、物理学を学ぶ。ここで非凡な才能を発揮し、すぐに教師達を追い越してしまった。教師から相対性理論について教えを請われたこともあった。1922年に学位を取得。

1926年、「フェルミ統計」に関する理論を発表し、世界的な名声を得た。フェルミ統計は、電子の振る舞いにパウリの排他原理を導入した新しい統計力学だった。同時期にポール・ディラックも同様の結論を導き出していたため、フェルミ統計は「フェルミ＝ディラック統計」とも呼ばれる。電子や陽子など、フェルミ統計に従う素粒子を総称してフェルミ粒子と呼ぶ。フェルミ統計は、金属の熱伝導や、白色矮星の安定性に関する理論的な基礎を与えるものである。

1926年、20代半ばにしてローマ大学の理論物理学教授に就任した。ここで、ニュートリノの存在を導入したベータ崩壊の理論を完成させた。また、自然に存在する元素に中性子を照射することによって、40種類以上の人工放射性同位元素を生成した。さらに、熱中性子を発見し、その性質を明らかにした。これらの成果によって、1938年にノーベル物理学賞を受

賞した。このノーベル賞受賞の為、ストックホルムを訪れた際に、夫人と共に、アメリカに亡命する。

妻のラウラ・カポーネはユダヤ人であった。そのため、ムッソリーニのファシスト政権下では迫害を受ける。1938年のノーベル賞授賞式出席のためイタリアを出国。ストックホルムで賞を受け取ったが、そのままアメリカに亡命した。1939年、コロンビア大学の物理学教授となった。このアメリカ亡命直後、フェルミは、ドイツで、ハーンが、核分裂の実験に成功した事を知る。

アメリカでは核分裂反応の研究に従事し、1942年、シカゴ大学で世界最初の原子炉「シカゴ・パイル1号」を完成させ、原子核分裂の連鎖反応の制御に史上初めて成功した。この原子炉は原子爆弾の材料となるプルトニウムを生産するために用いられた。アメリカ合衆国の原子爆弾開発プロジェクトであるマンハッタン計画でも中心的な役割を演じ、1944年にロスアラモス国立研究所のアドバイザーとなった。

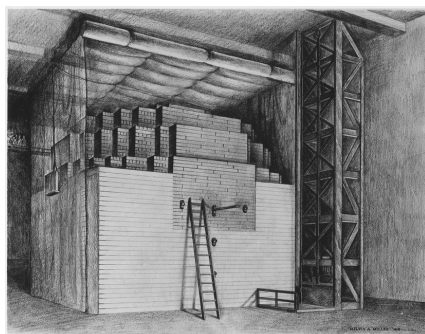
しかし、その後の水素爆弾の開発には倫理的な観点から反対をしている。第二次世界大戦後はシカゴ大学で宇宙線の研究を行った。1954年11月28日、癌により死去。死の床においても、点滴のしずくが落ちる間隔を測定し、流速を算出していたという。

エンリコ・フェルミにちなみ、原子番号100の元素はフェルミウムと命名されている。また、10のマイナス15乗メートルは1フェルミとされた。小惑星のひとつもフェルミと名付けられた。

正確な計算ではなく、おおよその値を計算する「概算」の達人であったといわれ、原子爆弾の爆発の際、ティッシュペーパーを落とし、その動きから爆風を計算し、爆発のエネルギーを見積もったという逸話がある。

「宇宙には沢山の生命体が存在し、知的生命体も多数あると考えられるのに、なぜ地球に飛来した痕跡が無いのか」という「フェルミのパラドックス」を提示。後のドレイク方程式に繋がる。

[ウィキペディアより一部削除、改変]



Chicago Pile-1 (Wikipediaより)

「パイル」の名は両端にウラン球2個を埋め込んだグラファイトのレンガを格子状に配置し、それを一層として多層に積み上げたことから来ている。形は扁平な回転楕円体である。後にウラン球は出し入れ制御がしやすい棒状の燃料棒になる。また中性子を吸収してその量をコントロールする制御棒（カドミウム）を横方向に出し入れできるようにし、緊急事態には天井から安全棒が縦方向から落ちてくる。電動の安全装置とつるしているロープを斧で切る手動の安全装置である。カドミウム制御棒はフェルミの指示

で操作員が手でもって操作した。たぶん現在の実用原子炉と原理・仕組みは手動以外全く同じだろう。

1942年12月12日パイルが完成し、その実験にシラードも立ち会った。この日フェルミの指示の下、手動で制御棒が引き抜かれ人類最初の核分裂連鎖反応が起こった。シラードは次のように感想を述べている。

そこには群衆がいた、そしてフェルミと私はそこにぽつんといた。私はフェルミと握手した。そしてこの日は、人類の歴史に暗黒の日として記録されると思う、と私は言った。

リチャード・ローズ『原子爆弾の誕生』

人類最初の核分裂連鎖反応を起こした「核の聖職者」ウイグナーもこう言っている（ウイグナーのことを「核の聖職者」と呼ぶのは、私が勝手にそう呼んでいるだけなので注意）。

劇的なことは何も起こらなかった。何も動かなかったし、パイル自体、音も発しなかった。にもかかわらず、棒が戻されカチカチ音が途絶えたとき、計数管の音の意味を理解していたので、突然、ほっと気がゆるんだのを感じた。私たちは実験の成功を予想していたとは言え、その成就是我々に強い衝撃を与えた。もう、しばらくのあいだ、我々は、巨人の錠をまさに開けるところまできていることを知っていた。それでもやはり、実際に私たちがやったのだと思えば、なお薄気味悪い感じを免れることはできなかった。私は思うのだが、おそらく私たちは、何かを成し遂げた人の誰もが、それによって、自分で予見できない何かとてつもない結果が招かれはしないかと感じるのと同じような状態だったのであろう。

リチャード・ローズ『原子爆弾の誕生』

と言う訳で、原子炉は出来上がった。

原子力発電所はシカゴ・パイル（実験プラント）やハンフォード原子炉（本稼働用プラント）がそうであったように、本来原爆の原材料プルトニウムを生産する兵器工場だ。この生産プロセスで生じた原子炉の熱を冷却させるための副作用として電気は生まれたのだ。この熱で水を蒸気に変えタービンを回し、電気を造るのである。一石二鳥である。

ちなみにシカゴ・パイルの設計計算では、1Kgのプルトニウムを生むために100万キロワットのエネルギーを発生してしまうのだ。これでは原子炉自体が融けてしまう。ただ、シカゴ・パイル1号の主たる目的はまずは人工的な原子核分裂連鎖反応を見ることなので、融けないようフェルミは実験は制御している。出力は0.5ワットだった。

再処理

ウランを「燃やし」熱を発生させた後、原子炉に残るのは核分裂生成物とプルトニウム、そして未反応のウランである。このプルトニウムと残ったウランを取り出す作業が再処理である。原子炉の運用そのものより危険だと言われている。「再利用」ではなく「再処理」であることに注意。技術大国を自認する日本ではうまくできないらしい。

なお軽水炉の場合、仕組み上ウランを長時間「燃やし」続けるのでプルトニウム (^{239}Pu) に中性子がもう1個余分に付いた同位体 ^{240}Pu がたくさん出来ることを覚えておこう。 ^{240}Pu が何であるか後で説明する。

マンハッタン計画最終段階 ——トリニティ実験

1945年7月16日午前5時29分15秒、ニューメキシコ州アラモゴードで初めての人工的核爆発実験「トリニティ*（三位一体）」が行われ、成功した。爆弾は「ガジェット（気の利いた小物）」という名前のプルトニウム爆縮型だ。ウラン爆弾は実験するまでもなく爆発は起こると思われていたので実験さえしていない。

マンハッタン計画の役割は終わった。そしてそのわずか3週間後、8月6日ウラン爆弾リトルボーイが広島に、8月9日プルトニウム爆弾ファットマンが長崎に投下された。

トリニティ実験の成功の報は、米英ソ3首脳が戦後処理と日本に降伏を迫るポツダム会議（7月17日～8月2日）の直前、アメリカ大統領ハリー・トルーマンに届いた。イギリスのチャーチル（この時直前の総選挙で労働党に敗北していて次期首相のアトリーが同席）、ソ連のスターリンに比べると、彼はこの4月に急死したルーズベルトの後を継いだばかりで小物感は否めなかったが、これで胸を張れるという訳だ。

だが、トリニティ実験成功の報はチャーチルにもスターリンにも別ルートから届いているはずだ。先に述べたようにトルーマン

は大統領に就くまでマンハッタン計画の中身を知らされていなかったのに比べ、チャーチルもスターリンも原爆のことはずっと前からよく知っていたのだ。

そもそも原爆開発計画はイギリスで極秘に始まった。そのプロジェクト名は「チューブアロイ*」と暗号で呼ばれていた。チャーチルは「ナンバー1を欲するアメリカ」をその気にさせて代わりに原爆開発を実行させたのだ。マンハッタン計画にはジェームズ・チャドウィック*やオットー・フリッシュ*、ルドルフ・バイエルス*ら超大物科学者を派遣している。なお、チャーチルは、ボーアが「原爆は造ったとしても実際には使えない」という趣旨——原子爆弾の相補性——で面会を申し出た時、これを拒絶している。つまりチャーチルはそれだけ原爆がもたらす惨禍のことも熟知していたのである。

ボーアの相補性

ニールス・ボーアは、量子論を開拓するにあたって、古典物理学の決定論への決別として相補原理（コンプリメンタリー、あいだを埋めるもの、相補うもの）を提起した。具体的には、「粒子と波の二面性」「位置と速度の不確定性」など相矛盾するものを全体として把握することである。

相補性について、『原子爆弾の誕生』に載っているエミリオ・セグレの分かりやすい定義を紹介しよう。

（ある物理量）の一方の観測がもう一方の正確な同時観測の障害となるとき、この二つの量は相補的である。同じく、一方の概念が他方の概念の制約を含むとき、二つの概念は相補的である。

サー・ウィンストン・レナード・スペンサー＝チャーチル*は王侯貴族でかつ陸軍士官学校出身の軍人だ。10代のパブリックスクール時代の若君の学業成績に関しては、遠戚のダグラス・マッカーサーとは好対照な伝説を持っている。フェンシングの腕前以外、学科はからきしで、パブリックスクールの先生はこの王子のために「英語だけは」と徹底的に英文法を叩き込んだ。後に発揮される演説の才やノーベル文学賞受賞はパブリックスクールの教育の賜物である。彼の人生は、人間万事塞翁が馬の故事のように、失敗、失敗、時々成功の連続なのだ。チャーチルはヒトラーやスターリンと同じような傾向があるものの、イギリス人であるという理由でたぶん彼らほど無茶をしなかったのかもしれない。

イギリスのパブリックスクールについては『カオスと情報とインテリジェンス』で取り上げた。パブリックスクールはイギリスエリート階級男子の寄宿舎制の中・高等学校で、「紳士」を育てることを目的としている（紳士が何たるかについては前著で説明している）。日本人には馴染みがない学校だが、名前から想像される公立学校ではない。ハリー・ポッターの魔法学校がそれだと思ってよい。実際、この魔法学校はエリザベス1世の父、ヘンリー8世が創設したパブリックスクール「キングススクール」がロケ地らしい。

アメリカに派遣されたチャドウィックは、中性子が存在することを世界で初めて気がついた科学者で（1932年）、1935年ノーベル物理学賞を受賞している。ハンス・ベークによれば「1932年以前は核物理学の先史時代であり、1932年から核物理学の歴史が始まった」のである。

フリッシュは1938年叔母の物理学者で元素にその名を残すリゼ・マイトナーと一緒に核分裂の仕組みを解明し、その際質量欠損が起こり大量のエネルギーが発生することを明らかにし、このような現象を核「分裂」と名付けた物理学者だ（注：核分裂を発

見したのはオットー・ハーンだが、その理由を液滴モデルで物理的に解明したのが彼ら2人だ)。そして、同じく亡命科学者で同僚のバイエルスと共同で著した「フリッシュ・バイエルス覚書」で、原子爆弾が製造可能であるとともに、使用した際の効果つまり被害予想（放射能による汚染を含め）についてイギリス政府に詳しく報告している。チャーチルはこの内容を理解していたので、ポーアの面会を拒絶したのである。

フリッシュ・バイエルス覚書のアメリカ版が、真珠湾攻撃の1週間前にブッシュ・ガルーズベルト大統領に届けたNAS第3報告書である。

一方、ソ連のスターリンも原爆についてはアメリカ大統領トルーマンより良く知っていた。実は、このイギリスの派遣科学者グループの中の一人、クラウス・フックス*は、1942年から7年間にわたって原爆開発に関する秘密情報をソ連に伝えていたのである。おかげで、ソ連はアメリカの後追いしてすぐ原爆を造ることができたのである。

この諜報戦がグローヴスの特務部隊アルソス隊長のポーリス・T・パシュが主導したアメリカの赤狩りやオッペンハイマー追放（テラーの証言が決め手）、あるいはイギリスのチューリング人格破壊プロジェクトに繋がることになる。英国諜報部と共産スパイとの間には深い縁があるのは「ケンブリッジの五人組」が示すとおりで、誰が二重スパイなのかさっぱり分からなくなる。

ボーアの黙示録：「月影」の核の平和利用



ボーア家の紋章に取り入れられた太陰太極図。易経や老荘思想に基づく古代中国の宇宙生成モデル。

[蛇足：今風に再帰的なフラクタル構造にデザインできればもっと良かったかもしれない。]

ところで、マンハッタン計画後、なぜ核エネルギーの平和利用、つまり原子力発電は未完だったのだろうか。答えは簡単だ。

超頭脳たちは核エネルギーの平和利用ができるとは全く考えていないので、核エネルギーの研究や開発をしようとしなかったのだ（135ページでもう一度取り上げる）。

元素記号となった三人の超頭脳たちの言葉を聞いてみよう。なお言うまでもないことだが、科学者にとって元素記号に名を残すのはノーベル賞受賞より榮譽なことである。

原子核反応が発見された初期の話ではあるが、当時の物理学者に対し大きな影響力があったアーネスト・ラザフォードが1933年

9月の英国学術協会の会合で

工業的な規模での原子エネルギーの利用について語るものは、月影について語るものだ

リチャード・ローズ『原子爆弾の誕生 上下』

(神沼・渋谷訳、紀伊國屋書店発行)

月影 (moonshine) とは「馬鹿らしい考え」「たわごと」「密造酒」「違法なことをする」などという意味である。

ラザフォード以外の二人の超頭脳も核エネルギーの工業的な利用の可能性について言及している。アインシュタインは、

闇夜にまばらな鳥を撃つようなもの。

ポーアは、

対象に関する理解が深まるほど目標は遠のく

と述べている (『原子爆弾の誕生』)。

ラザフォードのこの講演からわずか12年後に原爆は投下された。彼は1937年10月庭の木から落ちるという事故に伴う感染症で急死しているのでこのことを知らない。ポーアが阻止できなかったことだが、影響力が大きい彼ならチャーチルを説得し、原爆使用を止めさせることができたかも知れない。

当時はまだエネルギー資源の枯渇は意識されていなかったことを差し引いても、超頭脳三巨人にとっては核エネルギーをコントロールしようなんて全く想定外の話なのだ。核エネルギーは物質を別の物質に変えることから生じるが、コントロールが難しいほどの莫大なエネルギーを発生する。例えば、地球にやって来る太陽エネルギーは、水素約1.6kg/秒分相当にしか過ぎない。核分裂の場合、元の物質自体危険であるのみならず新しく生成される物

質はそれにも増して超危険で、生命を破壊、消滅させる以外用途がないものなのだ。

核エネルギー開発はサイエンスではない。科学の裏付けを欠いたままの軍事エンジニアリングである。嘘ではない。後で見るように、このことは、科学者からマネタ教アトム派の初代教主となったワインバーグ自身が告白していることでもある。

なお、科学と工学の違いを理解していない人は、そもそも核エネルギーについて語る資格はない。

私の知る限りでは、マンハッタン計画に参画した超頭脳科学者で、潜水艦の動力源とハリケーンの進路を原爆で変えるというアイデアを除いて、核エネルギーの平和利用を口にした超頭脳は誰一人いないのである。そもそも口にすること自体、二流、三流科学者の証なのだ。日本でも湯川秀樹は拒否している。

前者のアイデアはアベルソンが実行し軽水炉になり、後者はウラムがノイマンに提案したが却下された。ノイマン自身は敵潜水艦を原爆で破壊してやろうというアイデアを持っていた。これらが「平和」利用かは否かは議論がある。

この元素に名を残す超大物ラザフォード、ボーア、アインシュタインら三人の考えに、それぞれの理由で逆らったのが若きシラード、フェルミ、ウィグナーであった（フェルミも元素記号の一人だ）。彼らは平和利用とは別次元の政治目的や知的好奇心から原子炉を設計、構築し、禁断の核エネルギーを得た。

原爆イニシエーターのシラードは元々平和利用はあり得ないと思っていたので、すぐ生物学者に転身し平和運動に進んだ。一方ウィグナーは核エネルギーの平和利用の可能性を最後まで追求しようとしたようだ（後述）。

原子炉開発の最重要人物であるフェルミも、三人の元素記号科学者同様、核エネルギーの平和利用なんて科学的に想定外だろう。彼はキュリー夫人同様、自然の秘密を解き明かすことに関心があったのだ。フェルミはマンハッタン計画終了後大学に戻った。その後、核の平和利用つまり原子力発電に関して、私の知る限り、何の言及もない。彼は水爆にも反対しているものの、なぜかウラムと一緒にその実現に貢献している。彼は1954年放射線障害によるガンで亡くなった。自然の秘密は禁断の知恵の実でもあった。核エネルギーのコントロールすなわち平和利用以前の問題として、核分裂生成物質が危険なことはキュリー夫人の死が象徴するように彼もよく知っていた。放射線は遺伝子を傷つけ、生命を抹殺するのだ。

核エネルギー平和利用の科学は完成したのだろうか？

原子力平和賞とフェルミのパラドックス

今は存在しないが「原子力平和賞*」（1957-1969年、フォード社の後援）という賞があった。この賞を受賞した人が22人いる。本書で名前を挙げたポーア、シラード、ウィグナー、ジン、マクミラン、A・ワインバーグ、後述のI・I・ラビも受賞者である。最後の受賞者は科学者でなく元将軍のアイゼンハワー大統領だ。彼ら科学者たちは核エネルギーの平和利用、つまるところ発電に寄与したのだが、以下で彼らの平和利用に対する考えとその実際の行動を見てみよう。

この中で平和に最も関心があったのはシラードだ。原子炉の特許をたくさん持っていたのだが、ただ同然でアメリカに取られた。原爆投下に反対し、アメリカ軍と一人闘いながらも結局失意のも

と失敗を認めざるを得なかった。生物学に転向したのである。

ユージン・ウィグナーは、シラード、テラーと共に「ハンガリー人陰謀団」と呼ばれていることは前に記した（注：三人の中でウィグナーだけノーベル賞を受賞している）。中欧ハンガリーから亡命した彼らは、ナチス・ドイツの原爆開発を恐れ、アメリカに先に開発させようとアインシュタインの手紙を「偽作」し「陰謀を巡らした」からである。ただし、原爆を使用しようという意図があった訳ではない。フェルミ同様知的好奇心や科学的発見・発明の先陣争いもあった。

実際、ウィグナーはシラードとともに日本への原爆投下に対する反対活動をしている。元々ウィグナーはシラードから「始まりから終わりまで、マンハッタン計画の良心」と呼ばれていた。彼は日本への原爆投下にショックを受け、その後核武装に反対する防衛計画を提案するなど、人類の未来に危惧を感じている。

原罪感からかもしれないが、ウィグナーは原爆投下後も引き続きオークリッジ研究所の所長に就いたりした。ただし、核エネルギーに関しては特に業績もなくプリンストン大学に戻った。核エネルギーの平和利用研究は進まなかった。ラザフォード、ボーア、アインシュタインの見込み通りである。それでも、マンハッタン計画に最初から関わったノーベル賞科学者として、彼は比較的最後まで原子炉の面倒を見ようとしていたのだ。

オークリッジ国立研究所 (ORNL)

ウィグナーの後、オークリッジ研究所* (ORNL) 所長を継いだのが、弟子のA・ワインバーグである。彼がORNLを核エネルギー研究の聖地にした。現在アトム派（自称平和派）の総本山で、ローマン・カトリック、バチカンのサン・ピエトロ大聖堂と同じ位置づけだ。なおアトム派の多数正統派＝好戦派の総本山は引き続きロスアラモス研究所である。

「オークリッジ国立研究所は、1943年に原子爆弾開発のためのマンハッタンプロジェクトで創設された。第二次大戦後は、原子力平和利用研究の中心的な役割を果たした。1970年のエネルギー省(DOE)の創設から、エネルギー技術とエネルギー戦略に業務を拡大し、今日ではDOEの下で国の科学と技術を支える大研究所である。核破砕中性子源及び増力した高フラックスアイソトープ炉(HFIR)による中性子研究センターを有し、遺伝子科学(ゲノミクス)の研究施設、スーパーコンピュータ等を含む13の新施設がある。ほかに、ITERプロジェクトによるエネルギー研究も担当する。所長枠研究費と探索研究費があるLDRDプログラムは、研究の活性化に役立っている。2000年以降テネシー大学とバットル(Battelle)が共同で運営している。」(高度情報科学技術研究機構*の原子力百科事典より)

その後、「核の聖職者」ウィグナーは原子力発電が平和利用だと何も言っていない。もちろんそれは私の知る限りの話で、例えば原子力平和賞を受賞した際などで、なんらかの講演で核エネルギーの平和利用について語っていたのかもしれない。だが、私が読んだいくつかの参考書籍の中ではそれに対する言及はない。彼自身の原罪と認識していたのかもしれない。それどころか、後年ウィグナーがハンガリーの高校生に対する講演で物理学の未来を語った時、地球外知的生命体から地球人へコンタクトがあってもなんら不思議がないのにそれが無いのは、

彼らが科学と技術を発展させ、軍備競争を開始し、最後には自分たちと惑星全体を滅ぼしてしまったという可能性である。これが知能発展の法則だとすると、現在の沈黙を説明するだろう。

『異星人伝説』

と述べている。人類も彼らと同じ道を歩むのではないかという訳である。地球外知的生命体に関するフェルミのパラドックス*に

対する1つの答え、あるいは黙示録的予言の未来の地球である。

なお、聴衆が若い未来ある高校生であることに注意されたい。超一流の科学者、日本で言えば湯川秀樹や朝永振一郎が高校生に向けてこんな絶望的な話を語るだろうか。

それでも核エネルギーの平和利用への格闘は続く。

核エネルギーの平和利用として実際に電気を起こす目的の世界最初の原子炉（実験炉）は、シカゴ・パイル建造チームの若手メンバーだったウォルター・ジンが1951年アイダホ州の砂漠の中に造ったEBR-I*（Experimental Breeder Reactor No. 1）である。これはプルトニウムを燃料とする世界初の**高速増殖炉**でもある。プルトニウム増殖炉はウイグナーが最も嫌っていたものだったが…。

ご想像通りこの施設は「操作員のミス」で炉心溶融、**メルトダウン**を起こした。現在、紆余曲折を経て、現在は国定歴史建造物に指定され、戦没将兵追悼記念日と労働の日に限って公開されている。

実用的な原子力発電所は、アメリカより先にソ連のオプニンスク発電所が1954年、イギリスのコールダーホール発電所が1956年に完成している。ただしこの2つの発電所は原爆原料プルトニウムの生産も目的なので実質兵器工場だ。

「平和的」な原子炉は1957年に完成したアメリカの SHIPPING PORT 原子力発電所*である。ただし、これは先述のとおり、

「核爆弾に適したプルトニウムを生産できない」

という理由で平和的なのだ。民生用の安全性とは評価次元が全く異なるのである。

この発電所建造の最高責任者は科学者ではなく、先に述べたよ

うに原子力潜水艦ノーチラスを造った「原子力海軍の父」ハイマン・G・リッコーヴァー*（1900-1986）である。彼はこの完成で「原子力産業の父」とも言われるようになる。

リッコーヴァー将軍に反発しつつも、原子力発電所の建造に協力したのが、オークリッジ国立研究所のアーヴィン・ワインバーグであった。

黙示録の実現、あるいは最終戦争の準備を整える？

マンハッタン計画の近くにいながら参加していない超頭脳からも当然核エネルギーの平和利用に対する言及はない。計画を名目上開始させたアインシュタインが代表格だ。ガモフもそうだし、他にも、オッペンハイマーからロスアラモス研究所の副所長になるように要請されイシドール・I・ラビ*もいる。しかしラビは、

3世紀にわたる物理学の成果を大量破壊の兵器にしてしまうようなことに全力を挙げたくない。

と断っている。彼もこの戦争を深刻に受け止めていたが、原爆には反対だった。それよりレーダー開発の方を最優先にすべきだと主張した（マクミランは原爆開発に引き戻されたが）。実際、レーダーは直接戦争の役に立ったが、原爆の方は戦争そのものには何の役にも立たなかった。政治的・心理的な意味だけなのだ。ポーアの相補性が言う通りである。

ラビは核磁気共鳴の検出（1938年）により1944年ノーベル物理学を受賞している。彼の研究成果は医療の現場で使用される核磁気共鳴画像法（MRI）へと繋がる。

第2次世界大戦中、軍事開発として最も重要なものは原爆ではなく、高性能レーダーと暗号であった。イギリスでは後にノーベ

ル生理医学賞を受賞するアラン・ホジキンがレーダーの研究開発に携わっていた。ホジキンは元々物理学者で、彼とA・F・ハクスレーが作った脳神経回路網の数理モデル「ホジキン-ハクスレー方程式*」がノーベル賞受賞の理由だ。これはマクスウェルの電磁方程式の脳バージョンで、今後の応用が待たれている。また暗号に関しては、A・M・チューリングが、難攻不落と言われていたドイツ軍のエニグマ暗号を世界初の実用コンピュータ、コロッサスを開発し解読していた。現在の日本人には理解不能だろうが、暗号システムはどんな兵器よりも超国家機密・超軍事機密である。例えば先に説明したように、戦争に勝利した側のイギリス政府は、機密保持のため、なんとコロッサスを破壊し、その設計図を燃やし、さらにはチューリングその人さえ葬り去ってしまったのである。

ノイマンとカルマンが策定した軍事戦略

この3つ大きな軍事開発プロジェクトに比べると些細なものだが、ノイマンは通常兵器にも少し貢献している。彼は対戦車用バズーカ砲（ロケット弾）の開発に関与し、実用化させている。ノイマンは非線形波動現象が大好きなのである。

実は、彼には全く異なる次元の軍事的貢献がある。

フォン・ノイマンとハンガリー時代から家族同士の付き合いのある、一人の流体力学研究者がいる。「カルマン渦」で有名なフォン・カルマン*である。カルマンはアメリカ空軍にとっては「神様」に等しい存在なのだ。例えば、第2次世界大戦後のアイゼンハワー将軍の宣言、「空軍だけでこの戦争を勝利することは出来なかつただろう。科学によって裏付け支えられた技術と武器が、敵を出し抜き圧倒することができたのだ」、あるいは、アメリカ

の航空ジェット委員会の委員が言った、「真珠湾以後、我々の安全はアルベルト・アインシュタインとテオドール・フォン・カルマンとの仕事に依存していた」という言葉が端的に示している。カルマンは、第2次世界大戦終了直後、他国の航空機・ロケット開発を調査する「ルスティエー作戦」を任せられ、その報告書の第一巻で「科学、空軍の優位性への指針」を執筆し、彼の考えをまとめた。これは今なお続くアメリカ軍のポリシーになっている。

彼（カルマン）は戦争技術の根本的な変化を説き、科学・技術的な優位性（空軍の支配力）が兵士の英雄主義や忍耐（第一次世界大戦や第二次世界大戦のロシアで見られた）よりもますます重要になっていると強調した。彼の助言にもとづき、超音速飛行、目標探知ミサイル、地上対空の通信ネットワーク、天候に左右されないナビゲーション、ジェット推進の開発に重点が移された。

『異星人伝説』

文献的根拠はないが、カルマンとノイマンの二人だけで空軍大戦略を話し合っていた可能性は高い。ノイマンは子供の頃から戦争シミュレーションゲーム「クリークシュピール」が大好きで、当然カルマンはこのことを知っていたはずである。

カルマンもハンガリー系ユダヤ人でドイツで活躍していたが、ナチスの影響力が強くなるのを感じアメリカに移った。その際、ナチスの航空大臣ゲーリングは「誰がユダヤ人で、誰がユダヤ人でないかは私が決めることだ」と言って、カルマンを苦笑させた（『異星人伝説』）。

一方、ノイマンは原子力委員会委員のみならず、大陸間弾道ミサイル委員会委員長も兼任する。黙示録の世界を準備するがごとくである。

狂った知性〈原子爆弾〉 vs. 知的凶気〈原子力発電所〉

ハイマン・G・リッコーヴァーもまたユダヤ人迫害を逃れてアメリカにきたロシア／ポーランド系ユダヤ移民の子供だ。

屋根の上のヴァイオリン弾き

学者だけでなく、またまたユダヤ人が出てきたのでげんなりだろうが、世界史を考えるとユダヤ人とその宗教は避けて通れない。拙著社長本でさえ、古代エジプトのアメンホーテプ4世、モーセ、バビロンの捕囚、キリスト、あるいはローマン・カトリックやヘンリー8世の離婚に伴う新宗派、カール5世の金権選挙の意図せざる副作用による宗教改革といった話を取り上げざるを得ないのだ。

20世紀あるいは現在に続く混乱した世界も、その直接の1つの原因（他にもたくさんある）はロシア、ウクライナのユダヤ人迫害運動ポグロム*に端を発している。『屋根の上のヴァイオリン弾き』の話がそれである。

日露戦争の日本の勝因も実はこの迫害による副作用のおかげ

だ。本書のテーマである核エネルギーや原爆開発もその副作用だ。ボグロムやロシア革命を逃れるため、家族や自分自身がロシアやウクライナから脱出して東欧や西欧、アメリカに渡った科学者がたくさんいる。

生化学者ハイム・ワイツマン*は18歳で筏に乗ってロシアを脱出しイギリスに移った。エドワード・テラー一家は東欧ハンガリーに逃れた。G・B・キスチャコフスキー*は十代で白軍の兵士になったものの敗れ、アメリカに渡った。G・ガモフ*夫妻のソ連から指名手配を受けてのウクライナ脱出行は有名な話だ。

ワイツマンは第2次大戦中爆薬が底をついたイギリスのために爆薬プラントを造り、その謝礼としてイスラエルが建国されることになる。彼は初代イスラエル大統領だ。ガモフはビッグバン理論や物理学の啓蒙書で有名だ。原爆開発には直接的な関わりはないがロスアラモスの研究者たちとは親交がある。キスチャコフスキーはハーバード大学の爆弾専門の化学者でロスアラモスの研究メンバーの重要な一人である。彼は、ロスアラモスの夜、ポーカーでノイマンやウラムから小金を巻き上げていたのだが、結果、それがノイマンの「ゲーム理論」を生むことになった。これは、コンピュータ、原爆に次いで、ノイマンがいなかったら（すぐには？）完成しなかった「科学技術」である。次はこのゲーム理論が共産ソ連を倒す「兵器」となる。

私はユダヤ問題に大して見識がある訳でもなく、切りがないので止めるが、昔から東欧、特にポーランドはユダヤ人に寛容だったのであった。後は自分で調べて欲しい。

太平洋戦争終了時期、沖縄基地の司令官であったリッコヴァーは戦後海軍の撤収に手腕を発揮した。1946年彼が海軍の艦

船局のトップになった時、核エネルギーの潜水艦利用を考えていた海軍上層部から、オークリッジの核エネルギー研究所の副マネージャーに転任させられた。ここオークリッジでマンハッタン計画を主導していたアベルソンやA・ワインバーグら科学者に出会った。そして潜水艦の動力に酸素を必要としない原子炉が最適かつ実用できるかもしれないことを教えられたのであった。

リッコーヴァーは、ワインバーグらのこうした教示を得て、原子力潜水艦の動力源として軽水炉を採用し、1954年アメリカ海軍は原子力潜水艦ノーチラス号を完成させた。核エネルギーの「平和」利用の実例第1号である。彼が若い頃研究していたドイツのUボートを例に引くまでもなく、潜水艦は戦争のための最大の兵器だが、原爆に比べれば確かに平和利用である。

さてここで注意すべきは、リッコーヴァーが前線の海軍司令官、キャプテンであることである。同じ軍人でも参謀、エンジニアリング畑のグローヴスとは精神風土が違う。前線指揮官は想定外の事態が起きる戦場でルールや命令さえ無視してでも臨機応変に素早く事にあたるといふカルチャーを持っているはずだ。軍隊に限らず全面裏切り環境の中において、しかも外部環境（システム境界）との接点で穴を穿とうとする人間は知性の中に「狂」「凶」が現れる。戦時の軍人だけではなく平時でもマネー戦争の最先端においてバーチャルな指標を扱っているメタルトレーダーや債権トレーダーも「狂って」いる。特に戦争では我彼の力に大差がなければ、自分から想定外の行動を取らないと敵の防御を突破できないので「狂う」必要があるのかもしれない。もちろん将が真に狂って判断を誤れば（誤らなくとも命令無視に対し）結果責任と説明責任がついて回る（69ページのコラム参照）。

軍人資質——参謀vs.前線指揮官

前線の指揮官、将軍気質の例としては、若い人ならサッカーのフォワードが持つ資質やパフォーマンスを考えれば分かりやすいだろう。年配者ならリッコヴァーと同時代の陸軍ジョージ・パットン将軍*や空軍カーチス・ルメイ将軍が分かりやすい（ルメイは空軍参謀になるが）。

パットンは「砂漠のきつね」と呼ばれる知将ロンメル將軍率いるのドイツ機甲師団を北アフリカから追い出し、ノルマンディー上陸作戦を経て、連合軍の勝利を勝ち取ったアメリカ陸軍戦車隊司令官である。

マーシャルら参謀の作戦があったとしてもそれは机上の論である。「事件は会議室ではなく現場で起きている」。自分をハンニバルの生まれ変わりだと信じているパットン将軍は、正真正銘の武闘派で、ナチス・ドイツのロンメル将軍より「狂っていた」。実際、アイゼンハワー連合軍総司令官は彼の解任を考えたが、参謀総長マーシャルがそれを押しとどめていたのである。常識では非常事態を打開できないのだ。

歴史の皮肉を言えば、参謀本部制度はドイツが源流である。ナポレオンにいつも負けていたプロイセンが、軍構成を前線の指揮官と後方支援＝マネジメントにあたる参謀に分けたのだ。結果、それぞれの領域に優れた才能を持つ者をチームとして再構成することができ、とうとうナポレオンに勝利した。2つの別領域にまたがる優れた才能を待つ一人を探すより、別領域で優れた才能を発揮する二人を探す方が簡単だろう。ただし、二者の間でのコミュニケーションという厄介な問題も出てくる。これはチームとは何かの問題で、前著ですいぶん論じた。

B-29爆撃機司令官のルメイを知らなければ自身で調べることを勧める。

リッコヴァーはシッピングポートの「平和的」原子力発電所の建造を任された。その建造にあたり、原子力潜水艦の動力源としてうまく行った軽水炉の経験や技術を**科学者の反対を無視**して頑固に押し通した。武闘派の面目躍如である。そしてこれが世界中の「平和的」原子力発電所のモデルとなった。

実は、「軽水炉が平和的である」という言葉は含蓄がもっと深い。つまり、修辞学あるいはプロパガンダである。

軽水炉からできるプルトニウム²⁴⁰Puは自分勝手に臨界し核爆発

を起こす可能性が高い。これを関係者は過早核爆発、不完全核爆発などと呼んでいるが核爆発には違いない [ウィキペディア「軽水炉」参照]。

原爆は爆縮レンズのメカニズムが示すように超精密機械なので、製造工程で爆発する危険がある²⁴⁰Puは使えないのだ。

軽水炉産のプルトニウムは使う側に危険すぎるので兵器にできない。兵器にできないから平和的だ

と言う訳だ。見事な三段論法で、詭弁論理学の教材に使いよう。

ワインバーグは、武闘派リッコヴァーのことを「聞く耳を持たない独裁者」と呼んで煙たがっていた。この潜水艦キャプテンが愛してやまない軽水炉に関して、彼はこう言っている。

こうして、初めての加圧水型軽水炉がつくられることとなった。けれども、それは商業用としてつくられたものではなかったし、ほかと比べて安価で安全だったから採用されたわけでもない。むしろそれがコンパクトでシンプルで潜水艦の推進力に適していたからにすぎない。にもかかわらず、海軍がこれを採用したことで、以後つくられる発電所を軽水炉は独占していくこととなった。

Wired Magazine, Japanese Edition : 「ATOMICドリーム—ワインバーグ博士とありえあたかもしれないもうひとつの原発物語*」

このWiredの記事からさらに引用してみよう。

商用原子炉の初期段階において、安全性という論点がまったく考慮されていないことをワインバーグ自身も認めている。安全性はあくまで工学上の問題であって、それがいずれ解決してくれるものと誰もが信じたのであった。

最初の、あるいはそれ以後の「平和的」原子力発電所は、民生品製造の基本要素QCD（Quality, Cost, Delivery）では本来トップに来るはずのQ（品質）は無視され、C（コスト）、D（納期）、特にDが重要視されたということである。「疾^{はや}きこと風の如し」で、実用に供せればよいから素早く造れ、という正に非常時の軍事的発想、軍事エンジニアリングだったのだ。当然エネルギー創出の実効性が重視され安全性は軽視または無視である（次節で説明するscienceとengineeringの違いをよく理解してほしい。決して同一ではない）。

原子爆弾が科学であったように、発電所の安全性も科学の問題だったはずで、エンジニアリングの問題ではなかったはずなのだ。しかも科学としては後述のように誰も解決できていない。その上、原子力発電所自体プロトタイプだったに過ぎず、教皇ワインバーグが認めているように、「近い将来自分以外の誰かが工学的に安全な本物を造ってくれる」とみんなが期待したのである。

これは心理学で言うところのリンゲルマン効果*に似ているが、そもそもそれ以前に人類の知的能力がそのレベルに達していないことが原因である。核エネルギーの平和利用に対するラザフォード、ボーア、アインシュタインの警告と、ノイマンの無関心を思い出してもらいたい。まさに密造酒である。

という訳で、原子炉の安全性は科学的な基礎的な裏付けはなく、「工学の厚い壁」と「確率」が保証しているだけである。将来、科学が安全性を保証する可能性が全くない訳ではないが、その場合でも経済合理性の観点で全くペイしない。人工金と同じである。

では、エンジニアリングとは何か考えてみよう。

サイエンス（科学）とエンジニアリング（工学）

話の流れからサイエンスとエンジニアリングの違いについて論じることになったが、この2つに加えマスマティクス（数学）を入れなければならないだろう。そして、これらが何かについては、それぞれの分野で天才、第一人者と認められている人が著した「科学とは何か」「工学とは何か」「数学とは何か」といったタイトルの本を読まなければならない。だが先回りして言うが、この分野になじみがない門外漢が彼らの本を読んでも結局なんだか分からないはずである（たぶん？）。

という訳で、例によって大胆に私が説明する。

scienceのsciは「知る」、enceは「能力」「こと」という意味だ。日本語で工学と訳されるengineeringはingeniousから来ている。これは「生み出す」から始まり「発明の才、創意工夫に富む」ということである。一方、mathematicsの意味は意外に素朴な「学ぶ」ということである。ついでにcomputeは単なる計算ではなく、「全部合わせて-考える」「総合的に思考する」という意味だ。いずれも「考える」が前提である。三者の違いがわかったであろうか？現在の思考停止状態の日本人には関係なさそうだが。

ピントこない人のために、科学とは何かをノイマンとウイグナーに語ってもらおう。ノイマンは

科学は説明するのでも、解釈するのでもなく、もっぱらモデルを造るのだ。モデルとは数学的な構築物で、一定の説明的な記述を加えることで、観察される現象を描くものである。このような数学的構築物の正しさは、それが機能するかどうかにかかっている

マルクス・ジョルジュ『異星人伝説：20世紀を創ったハンガリー人』

と言っている。

ノイマンの数学とウィグナーの物理学の感性の違いを、ウィグナーの語ったエピソードから垣間見てみよう（『異星人伝説』）。実はウィグナーはノイマンの1学年上で、机を並べて同じ家庭教師について数学を勉強した間柄である。ノーベル物理学賞受賞の彼は「物理学へ進んだのはノイマンのおかげである」と冗談で言っている。ウィグナー少年がノイマン少年に次のような問題を出したのである。

科学少年ウィグナーと数学少年ノイマン

自転車に乗る二人の少年が40キロ離れた所から、時速20キロの速度で、互いに出会うように出発する。同時に、一人の少年の鼻から一匹の蠅が、もう一人の少年の鼻に向かって時速30キロで出発する。蠅は他方の少年の鼻に到着すると、すぐに折り返し、二人の少年の間を往復する。そこで、問題は、「この蠅が飛行する距離は合計でどれほどになるか」だ。この種の問題は、学生コンテストに出る課題だった。少年たちは1時間後に出会い、この1時間に蠅は30キロ飛ぶという自明な物理学的な解答がでる。私がこれをジョニイに質問した時のことだ。彼は数秒躊躇ってみせて、それから「30キロ」と答えた。「なあんだ、君はもうこのトリックを知っていたのか」と言うと、ジョニイは驚いて、「え、トリックって。僕はただ無限級数を計算しただけだよ」と言ったのだ。

科学少年ウィグナーは物理学的な因果関係を見抜き、一方、数学少年ノイマンは再帰構造の極限を見たのである。

上のエピソードではノイマン少年の発想は数学者としてもかなり特異かもしれない。だが、ハエが少年に会うまでの時間や距離を漸化式（再帰式）としてステップ化し、その極限を見るという方法は、特定の問題に特化した方法つまりひらめきではなく、他の問題にも応用が利く普遍的な方法論である。

数学の新定理では、それが正しいことの証明は重要だが、実は証明するのに使った方法論がもっと重要になることが多い。実際

誰も解けない難問を解くには、新しい方法＝ツールを作らなければならぬのが普通である。すると今度はその方法をいままで解けなかった他の難問に応用できることがあるのだ。なお、極限值が求まらないような実世界における実用的な「正解」は、たいていの場合、再帰式のステップ幅（時間刻み）やステップ回数を調整した近似値である。

ノイマンはなんでも0から順番に構成しなければ気が済まない構成主義の数学者だ。簡単な規則による1ステップずつの繰り返しがつねに結果やカオスを生むことを知っている彼は、現在のコンクリート数学（Concrete Mathematics）の元祖と言えよう。コンクリート数学という考え方は、チューリング賞受賞のコンピュータ科学者D・E・クヌースが*Concrete Mathematics*という本（邦題『コンピュータの数学』）の中で創り出した数学の一分野である。その内容は、漸化式、和の計算、整数関数、整数論、二項係数、特別な数、母関数、離散的確率、漸近近似など、自然数および計算（コンピューティング）に関わるものである。コンクリート数学に近縁の離散数学（discrete mathematics）がある。これは組み合わせ論やグラフ理論、ゲーム理論などを研究するが、コンピューティングに関しては必ずしも陽に意識していない。

concreteには「具象」という意味があつて、「具象数学」と言えばよいのかもしれないが、これでは内容が見えないのでしっくりこない。通常数学は特に意識しなければ連続的な（continuous）抽象的対象を扱うか、離散的な（discrete）現実的対象を扱うものだ。Concrete Mathematicsのまえがきには、その2つの言葉を融合するとconcreteになると書かれている。つまり、抽象と具体（現実）の架け橋（インターフェイス）になっているということ

だ。英文法には具象名詞 (concrete noun) という概念がある。それによると抽象と具象の境目は、その対象物が可算か非可算か、つまり1、2、3、…と数えられる否かにあると言う。対象物の数を数えるなんて簡単なようだが、実は大変な問題をはらんでいる。例えば、チューリングの歴史的な論文がComputable Numbers (計算可能数) の研究だ。

数学やコンピューティングのことはさておき、サイエンスとエンジニアリングでは主たる関心のあり方が異なる。前者は**why**であり、後者は**how**である。この境は微妙だが、確かに存在する。科学者アインシュタインが押し掛け弟子の科学者シラードに対して特許庁への転職を勧めたことを思い出そう。

少し乱暴に言えば、サイエンスは「AならばB」の「ならば」、つまり「なぜそうなるか」のメカニズムに主たる興味がある。しかし、サイエンスで何でもいつでも謎を解明できる訳ではない。未知のものごとが圧倒的に多い。だから「知りたい」のである。

現代日本人はあまり意識しないが、**知的好奇心**は人間の欲望の中で最上位にある。支配欲、金銭欲、愛欲より上位なのだ。好奇心のせいでアダムとイブは神の命に背き楽園を追放されたし、オルフェウスの妻エウリュディケやイザナギの妻イザナミたちは冥界に置き去りにされ、パンドラの箱と浦島太郎の玉手箱は開き、キュリー夫人やボーアたちは原子の秘密に苦悩し、そしてフェルミとウイグナーによって原爆も開発されたのである。

さらには、サイエンスには知りたいと考えているスコープ (見える範囲) あるいはスケール (刻み単位) があるのだ。それらを数値的にメタファーすると「 10^n メートル」で表すことができる。これを 10^n メートルモデル、またはパワーズ・オブ・テン

(Powers of Ten*)モデルとも呼ぶ。パワーとは力のことだが、なぜか数の指数乗、べき乗のことも言う。同じ名前のパワーセットにはおそるべき力が潜んでいることは本書の冒頭でも強調した。

例えば、 10^n メートルモデルで、 $n = 22$ とするとわれわれの銀河系のスパン（空間）になる。 n を14とすると太陽系、7とすると地球、0とすると人間、-6とすると細胞の核、-9で分子、-13で原子核、-15で素粒子、…。

この個別の関心階層でさえ科学では分からないことの方が圧倒的に多い。まして他の階層との縦断的ネットワーク関係ともなるとますますカオスだ。手がつけられない。なお、パワーズ・オブ・テンを縦に串刺し、縦断するスケールそのものを問題意識している人物として、ガリレオ・ガリレイ、およびハウスドルフ次元*（フラクタル次元*）のF・ハウスドルフ*、不完全性定理のゲーデルがいることを記しておく。

さて、そこでエンジニアリングの出番である。

エンジニアリングにも階層性はあるのだがあまり意識はしない。例えば、関心対象領域が電気工事なら、たぶんオームの法則レベルの真理を知っていれば十分で、何もマクスウェルの電磁方程式は知らなくともよい。ましてや量子力学の原理など不要である。電気工事の例が卑近すぎると思ったら、我々に馴染みのドクター・シラードのことを思い浮かべてみよう。

つまり、実効の立場では、「ならば」を「Aを入力、Bを出力するブラックボックス（=部品=関数）」と見なせば、その仕組み・機構に関心は不要である。「AならばB」が確か（らしい）ならその理由は必要とせず、この関数=部品=素子を利用できる。関数をどのように使うかに関心を持てば良い。そこで「Aならば

B]、「C'ならばD」、…という現実と仮想をたくさん集め組み立て、新システム＝発明品＝人工物（アーティファクト）を創造するのである。レオ・シラードこそ正にエンジニアである。なお、発明品がハードウェアかソフトウェアかは本質的ではない。

人工物を創造する際、エンジニアリングでは関数について、新たな入力A'がAと少し違っても出力B'はBとあまり変わらないはずだという連続性あるいは局所線形性を暗黙のうちに前提としている。「A'ならばB'」は正しいかもしれないが、もう少し先の「A''ならばB''」が正しいか分からない。この前提でつまりシステムが想定通り機能するかは不明なのだ。エンジニアリングは実効の立場でサイエンス以上に前提条件や想定範囲を意識しなければならない。だが残念ながら、想定外要素がどんどん増える時間要件には無力である。あるいは、そもそもブラックボックスではなくオートマトンだったのかもしれないのだ。時間が経ったり環境が変われば、同じ入力に異なった出力を出すこともあり得る。

関数なんて言葉を使うと驚くかもしれないが、「関数」は昔「函数」だった。これだとブラックボックスのイメージは残っただろう。もっとも、関数は英語ではfunctionで、違う呼び名にoperator（演算子、作用素）あるいはmap（写像、射影）もある。functionもoperatorも「働く」「機能する」という意味合いが強く、数に関係するというイメージは希薄である。なぜ先人が関数や演算子と訳したのか不明だが、大いなる誤訳かもしれない。

また、「ならば」については『社長がめったに語らない話』の詭弁論理学で取り上げた。これ自体要注意タームである。エンジニアリングではなく、エコノミクスやポリティクスによってAの定義域つまり想定範囲さえ自分の都合で拡大することもある。

なお、近頃では、ブラックボックスでもない必然事象で「AならばB」が起こることが分からない人や、Aに関心がなく答えのBばかりを知りたがる日本人も多い。

エンジニアリングによって創られる人工物には構成要素（関数、サブシステム）の問題のみならず、集合体であるシステム固有の厄介な問題も存在している。この件に関しては巻末用語解説のシステム[†]、モデル[†]を参照されたい。

engineerの意味は、もう少し時代を下った中世からは「兵器を造る人」「砦を築く人」である。これが原爆を開発したアメリカ陸軍工兵隊USACE（United State Army Corps of Engineerig）の意味である。

宝くじを売る側と買う側の確率

核エネルギー安全神話の一翼を担うものに、「工学の厚い壁」のほかに**確率**がある。確率・統計には数理科学的な側面のみならず哲学的あるいは神秘的な側面があって、それが詭弁論理学の種となり得るのだ（マグレイン『異端の統計学サイズ』を読むことを勧める）。

例えば、宝くじは、買う人は「確率的」にめったに当たらないようになっている。一方、遠山の金さん時代の富くじの悪徳胴元でもなければ、**宝くじは売る側から見れば確実に当たる**。

原子力発電所の安全性を科学的に議論すると称して、この確率を持ち出す人もたくさんいる。事故が飽きても、ほんのわずか、例えば、0.03%しか被害が増えないのだから安心だと言う訳である。そう言う彼らは「宝くじを売る側」の人間なのである。

被害は0.03%に過ぎないと言ったとしよう。だがこれは100万人なら0.03%つまり300人殺してやる、ただし犠牲者をさいころで慈悲深く選んでやると公言しているのである。殺害方法はモダンなポロニウム暗殺様式で、通常被害者は原因不明の多臓器不全で死

ぬ。もちろん大量猟奇殺人と同じだ。

ウィキペディアを見たら、実際の宝くじ一等が当たる確率はここでの被害予想よりもっと低い。100万から1000万券で一枚くらいである。

そもそも「何パーセントの被害者」というのは軍事的発想だろう。兵士の戦闘時の消耗率という発想である。現代の富くじ売りたちは、あからさまに「軍事的」という言葉を使う代わりに修辭的に「科学的」と言っているのである。多少彼らに好意的に言えば、「経済的」ということである。ただし、ノイマンに言わせれば、「経済学はニュートン以前の学問」である。つまり、錬金術、占星術、あるいは現代でも大いに有効な修辭学のことだ。

私の言っていることが嘘だと思ったら、みなさんが大好きな「経済成長」という言葉を自分で調べてみればよい（最終章で言及した）。あるいは、株の世界の語彙や文法を見ればよい。この世界の修辭学のおかげで気分は前向きになれて突撃^{ツルク}できる。

それでも確率を信じたい人には、小針岷宏『確率・統計入門』（岩波書店）という本を紹介しておこう。この本は統計の実務家向きのものではなく、数学あるいは物理学の確率論・統計論の非実用的（？）入門書である。つまり「なぜ」を前面に打ち出した本である。この本によれば、同じ確率事象でも「何をもちもらしいと考えるかで確率が変わってくる」ことが例証されている。確率モデルが変われば、確率値も変わるのである。

数学的思考が日本人からは離れて久しい感がする。それどころか意図的に数学を国民から離そうとしているとさえ感じる。例えば、「数学は役に立たない」という大合唱があったし、円周率の「3.14か3」騒動があった。子供にこんな「正解円周率」を与えるより、実際に巻き尺で円周と直径を測らせ、結果を自分で割り算させてみればよいのだ。すると全員答えが違う。その結果子供たちは平均や偏差値、誤差（あるいは、答えがないのでは？）というもっと重要なことを学ぶことができるはず

だ。mathematicsの語源が「学ぶ」であったことを思い出そう。なお、ヨーロッパではルネサンスの時代から教養の基礎として「文法、論理、修辞」といったリテラシーのほかに「算術、幾何、天文、音楽」があったし、日本では江戸時代寺子屋の読み・書き・そろばん以前に、奈良時代には九九が暗唱されていたことを知っておいてほしい。

狂った知性は正気に戻るが、正気の凶気の暴走は続く

核エネルギーの工業的利用は原爆開発以上に困難な月影、密造酒なのだ。何度も言うが、これは私ではなく、ラザフォード、あるいはアインシュタイン、ボーアが言っていることだ。

大戦が終結し、また原爆投下を目の当たりにして多くの超頭脳たちは憑きものが落ちたように我に返り、狂った知性と倫理観は正常になった。ただ一人絶望的に平和利用を模索したウイグナーを残して核エネルギー研究から身を引いたのだ。超一流の科学者は、科学としての核エネルギー利用に誰も手を付けようとしなかった。マンハッタン計画以上のことをウイグナー一人でやるのは不可能だった。

注：止めなかった超大物物理学者の例外もある。ソ連には超頭脳の一人、レフ・ランダウ*がいる。スターリン嫌いの彼はこの独裁者からたぶん脅迫されながらいやいや原爆開発を続けた。もっともアメリカの核兵器の所有・使用を知ればそうとばかりは言てはいられない。愛国心が生まれただろう。彼はスターリンが死んだ直後原爆開発から身を引いた。

獣たちが徘徊、跋扈したオークリッジは今や「原罪」核エネルギーの平和利用研究の聖地となっている。正にマネタ教ハードウェア志向の新宗派「アトム平和派」の最高聖所である。その研究所長を1955年からウイグナーを引き継いだワインバーグは、自分が種を蒔いたことなので、「原子力発電所が安全でない」なん

でもう公には言えなくなった。誰もがアトム平和派の最高司祭の言うことを信じたいのだ。結果、核の教皇は自分が信じていない安全神話を説くことになった。あるいはだんだん原子力信仰が進んで、自ら「ミラミッド」と称す発電所がお気に入りになったのかもしれない。宗教にとって大神殿や犠の祭壇は不可欠である。

「狂」は一時的なイメージだが、持続的、恒常的なものあるだろう。それを「凶」あるいは「正気の凶気」と定義しよう。

白川によれば、「狂」とは何らかの霊の力によって異常な力を得て「くるう」こと。「凶」は死体に悪霊が入り込まないようにするまじないの入れ墨で、それが転じて死に繋がるような悪事を指すようだ。

では、正気の凶気の人たちはどうだろう。将軍リッコーヴァーは原子力潜水艦ノーチラス号由来の軽水炉発電所建設を成功させたおかげで「原子力産業の父」とも呼ばれるようになった。この功績のせいか彼は米軍史上最長63年間の軍籍を誇っている。「一将功成り、万骨枯る」という訳である。万骨はまだ枯れていないが、「核の聖職者」ウィグナーの予知夢では枯れることになっている。彼にはキャプテンとしての結果責任も説明責任もある。

他の「正気の凶気」将軍たちのその後：武闘派パットン将軍は戦後すぐ暗殺かもしれない交通事故で死んでいる。知将グローヴスは戦後すぐコンピュータ会社の重役に天下りした。この知将も実はミッション遂行のため「狂う」決心をしていた。非常識と思える命令を発し、部下の将兵から「最悪のくそつたれ」と呼ばれていたのである。B-29爆撃機部隊を率いた凶将ルメイは、適任とは思えない空軍参謀長になったり、日本イグノーブルから勲一等旭日大綬章を受賞している（昭和39年。ただし天皇は親授を拒否）。ここではルメイ語録から**正気の凶気**の例を挙げておく（ウィキペディアと『原子爆弾の誕生』より）。これが全面裏切り環境にいる正気の凶気の普遍的な姿だ。

「君が爆弾を投下し、そのことで何かの思いに責め苛まれたとしよう。そんなときはきっと、何トンもの瓦礫がベッドに眠る子供のうえに崩れ

てきたとか、身体中を炎に包まれ『ママ、ママ』と泣き叫ぶ三歳の少女の悲しい視線を、一瞬思い浮かべてしまっているに違いない。正気を保ち、国家が君に希望する任務を全うしたいのなら、そんなものは忘れることだ」「我々は東京を焼いたとき、たくさんの子どもを殺していることを知っていた。やらなければならなかったのだ。我々の所業の道徳性について憂慮することは——ふざけるな」「軍人は誰でも自分の行為の道徳的側面を多少は考えるものだ。だが、戦争は全て道徳に反するものなのだ」「我々は朝鮮の北でも南でも全ての都市を炎上させた。我々は100万以上の民間人を殺し数百万人以上を家から追い払った」「(北)ベトナムを石器時代に戻してやる」「人を殺さなくてはならない、そして徹底的に殺したとき相手は戦いをやめる。それが戦争というものだ」

注：ルメイ将軍は『博士の異常な愛情』の主演である二人の空軍司令官のモデルと言われている。彼の局所的な「正義」は実はナポレオンのおかげだ。砲撃の名手ナポレオンは、非戦闘員の一般市民をも砲撃することで戦争の意味を1メートル上げた。なぜなら、それ以前戦士は基本的に騎士かソルジャー（傭兵、ソリッドは硬貨の意）だったから「無駄な殺傷」はしなかったのだ。ルメイの時代、ドイツ、日本との戦争を通じ、連合国側にも例えば「ドレスデン爆撃」（チャーチルの命令）などに見られるように心のたがが外れ、結果、戦争の意味がさらに1メートル上がり、ついには核戦争のレベルに到達した。

なお、砲撃や爆撃には核エネルギーの平和利用同様、確率・統計は必須だ。ナポレオンの数学の師ラプラス*が確率・統計論の創始者である。

その他の無駄知識：「ノーチラス」とはオウムガイのことだ。アメリカ人発明家ロバート・フルトンがナポレオンに売り込もうとした世界初の手動式潜水艦の名前であり、ジュール・ベルヌのSF『海底二万里』等に登場する潜水艦の名前でもある。

リッコヴァーの部下だった後のアメリカ大統領ジミー・カーターが核拡散防止に尽力したのは興味深い歴史である。ただし「拡散防止」であって、「核防止」でないことに注意。

平和的核エネルギー研究の聖地オークリッジ国立研究所は民間のシンクタンクであるバテル記念研究所に運営が任されているが（先述）、一方、未だ軍事的核エネルギー研究の聖地ロスアラモス研究所は民間軍事エンジニアリング会社ベクトルが運営している。

イグノーベル平和賞

第1回イグノーベル賞（1991年）

受賞者：エドワード・テラー

授賞理由：「水爆の父で、スターウォーズ兵器システムの最初のチャンピオン。彼は生涯を通じて、われわれが知っている平和の意味を変えようと努めた。」[ウィキペディアより]

ハンガリー陰謀団のもう一人、エドワード・テラーの系統を見てみよう。テラーは先述したように映画『博士の異常な愛情』のストレンジラブ博士（候補の一人）である。

テラーはマンハッタン計画ファミリーとして原爆開発に加わり、その後も1951年には水爆*（グリーンハウス）も造りプロメテウスの火を人類にもたらした。この際、地球の破壊を可能とする熱核融合暴走もあり得たのだ。実際翌年の1952年の新元素フェルミウムが生まれた水爆「マイク」の実験場となったエルグラブ島を消した。つまり吹き飛んでクレーターが残った。彼はスターウォーズへの貢献も含めて「平和の意味を変えた」功績で、第1回イグノーベル平和賞を受賞した。そしてその彼は原子力発電にも寄与している。

だが、そのテラーの原子力発電への貢献は、やはり中途半端だったのだ。テラーは**安全原子炉の黄金律**、

操業中の原子炉から一度にすべての燃料棒（注：たぶん制御棒の誤植）を抜いても、燃料棒の融解なしに、原子炉を安定した操業水準に落とすことができるほどの絶対安全性を持つこと

1956年サンディエゴ、General Atomics社の研究会（『異星人伝説』）

を残したまま、研究の興味がスターウォーズの方に行ってしまったようだ。当然、この安全原子炉の黄金律は民生化、実用化のための最低基準だろう。テラーは、それに加え、安全のため原子炉は地下深くに造るべきだと言い残している。地震の巣の上に発電所を造るなんてストレンジラブ博士でさえ想定外なのである。

お詫びと訂正：『社長がめったに語らない話』の第5章で安全原子炉の黄金律を引用する際、引用書の文字通りに「燃料棒」（2箇所）と打ち込んでしまった。そのうち最初の「燃料棒」は「制御棒」の誤植だろう。お気づきの読者もいると思うが、ここで訂正させていただく。もし私が原子力発電技術者だったら核爆発かメルtdownを起こしていた可能性がある。お詫び申し上げます。

テラー博士の安全原子炉のプロトタイプの一つが、General Atomics社のTRIGA（Reactor for Training, Research and Isotope Production from the General Atomic）である。先述したように、これを設計したのが、テラーの教え子で同じくマンハッタンファミリーのヤングボーイであるフリーマン・ダイソンだ。彼はイギリス空軍からアメリカに派遣された若手科学者の一人でもある。[注：ダイソンが、アメリカで学究生活を本格的に送るのは戦後からなので、マンハッタン計画に直接関わったということはなさそうだが、経歴から私は陰で関わっていると信じている。いずれにしても、ハンス・ベーターやテラーの弟子として核エネルギーに関わるので、それを含め、「マンハッタンファミリーのヤングボーイ」と呼ぶが、実質的にさほど間違いではない。]

TRIGA原子炉は100kW程度は発電するが、電気を作ることが目的ではなく、その名の通りアイソトープ（同位体、中性子の個数が異なる元素）を造ることらしい。また安全と言うのは、「正常」に動いている時は負の反応温度係数を持つ設計になっているので

メルトダウンは起こらないということである。地震で建物自体が壊れるといった「異常」の際は話が違うはずだ。なお、TRIGAは20%の高濃縮度ウラン（軽水炉は2～5%）が燃料なので、コスト高のせいも、1958年から始まった研究開発は1997年にプロトタイプ（TRIGA Mark x）のまま閉鎖された。

こうして見ると、原子力発電の科学技術は未だ基準未満のプロトタイプに過ぎないものと分かる。原子力発電推進派の人たちは他の再生可能エネルギーは実験段階に過ぎないと言うのだが、原子力発電はそれ以下である。

それだけではない。原子力発電から生まれる核廃棄物の処理は「自然の循環」「自然の再生」「自然の浄化」ができないのだ。テラーは発電設備とともに核廃棄物を地下深くに埋めれば良いと考えていたようだが、仮にその地下発電・廃棄物保存設備が出来たとしても、その地下要塞の規模はほぼ幾何級数で大きくなるのは必然である。核廃棄物は溜まるばかりなのだ。いずれ施設が崩壊するか、そうでなくとすぐに電気代の稼ぎだけでは経済的に支えられなくなるのは目に見えている。そもそも次に述べるように、循環に必要な「核破碎」「核変換」理論は完成しておらず、当然工学的実用どころではないのだ。

核エネルギーは、科学技術のみならず経済合理的な観点からも破綻しているということだ。いずれ誰かが借金を返すだろうということでも今現在も借金を積み立てているだけだ。返済のめどは立っていない。いずれ「誰」かが利子付きで借金の取り立てに来るのは確かだ。バーチャルなマネーなら増殖して超インフレが起こっても、バブル崩壊で済むが（数十年は傷が癒えないだろうが）、フィジカルな崩壊はそれでは済まないはずだ。

元素となった科学者たちと核エネルギーの平和利用

最後にまとめておこう。原子力発電の制御技術が安全無視で未完のままである最も大きな理由は、次の4つだろう。

- ①そもそも核エネルギーの平和利用は「月影」「密造酒」なのだ。マンハッタン計画で原爆開発に関わった多くの超頭脳たちは、このことを理解していたので、(例外を除き)核兵器廃絶や本来の研究の方へ向かい、核エネルギーの平和利用＝発電に関心が向かなかった。

私の高校物理程度の知識では、元素名になっているラザフォード、アインシュタイン、ボーア以上の天才を知らない。彼ら三人揃って「核エネルギーの平和利用なんて戯言だ」と言っているのに、科学に無知な私が、彼らの言うことを信じない理由はない。彼らを否定できるより優れた物理学者は存在したのだろうか。

核エネルギーの平和利用に孤軍奮闘したウイグナーでさえ最後は絶望し、人類は滅ぶと予言したのである。核戦争が起こらなくても、SFのようなだが、宇宙から飛んでくる未知の中性子様の高エネルギー粒子や波が、世界中に何万とある核ミサイルの弾頭を通り抜け、中のプルトニウムに衝突したり捕獲されたりし一斉に過

早核爆発を誘発することだってあり得る。「SFなんて」と上から目線の人もいるが、現実のものとなることも多い。原子爆弾もH・G・ウェルズのSF『解放された世界』から生まれているのだ。

本書では元素記号の名前になった科学者を上の三人のほかにも5人紹介している。キュリー夫人、リーゼ・マイトナー、フェルミ、ローレンス、シーボーグである。彼らのその後をごく短くたどってみよう。

キュリー夫人は除くとして、リーゼ・マイトナー叔母さんは戦後ハーンとノーベル賞や戦争責任で一悶着があったものの隠居生活に入った。

フェルミは前述の通りである。

ローレンスは自分の城、ローレンス・パークレー国立研究所*で研究生活に入ったが、核エネルギーに関する貢献はないようだ。ちなみにこの研究所から輩出したノーベル賞受賞者たちも核エネルギーに直接関連する受賞はない。錬金術師E・マクミランは師のあとを継いでこの研究所の副所長・所長を勤めたが、ノーベル賞受賞はその勤務前である。一方、核エネルギーを主たる研究テーマとしているオークリッジ研究所のノーベル賞受賞者は不明である。ちなみに、似た名前でも、ローレンス・リバモア国立研究所があるが、そこではテラーがさらに危ない研究を続けていた。

シーボーグは相変わらず新元素の創造に関心があり、周期表の構造を変えるほど新元素を造ったが、核エネルギーには全く無関心だ。最近私が読んだ小説では、1980年代シーボーグはビスマス（蒼鉛、Bi）から金を造る錬金術に成功したことになっている。当然その金には経済合理的価値はない。

つまるところ、^{あらか}陽に「核エネルギーの平和利用は密造酒だ」と

言っていないフェルミ、ローレンス、シーボーグらの元素名科学者でさえ平和利用に関心がなく何の貢献もない。

元素名科学者は残り4枠だ。新元素名（超天才）は核エネルギーの平和利用に貢献するだろうか。

- ②原爆開発同様、核エネルギーの平和的利用を目的とするミッションインポッシブルチームを結成し、リソース——人、もの、金、時間——を投入できなかったこと。本当はやらなければならなかった第2次マンハッタン計画ができなかったのである。

マンハッタン計画を実行した史上最高のミッションインポッシブルチームが去った後、元素記号科学者が誰もいないオークリッジ研究所の頭脳群程度（失礼？）では、核エネルギー平和利用のための科学は（今のところ）駄目だったのだ。オークリッジ研究所では、未だ「核破碎と核変換」（後述）を最大テーマとして研究中だ（④参照）。

元素記号科学者たちは核エネルギーの平和利用は無理だということが分かっていたし、当時エネルギー枯渇の問題は意識されず、モチベーションもなかった（アベルソンが別の視点からエネルギー問題を意識するのはだいぶ後だ）。だがもし、マンハッタンチームが引き続き、核エネルギーの平和利用の研究開発を行えば、放射線の無害化だって、万に一つ可能だったかもしれないが、その場合でも経済合理性に問題がある。それは次節「核破碎と核変換」で述べる通りである。

- ③核エネルギーの平和利用が安全第一ではない前線軍司令官のマインドにより、軍事エンジニアリングとして実現されたこと。武闘派将軍に異議を申し立てるのは相当勇気がいる。

潜水艦の動力＝軽水炉が、民生用として発電所に転用された。責任ある科学者はこれが危険だと分かっているにもかかわらず、分かりやすい話、相手が恐いので口をつぐんだのである。それは『博士の異常な愛情』に登場する将軍たちを見れば納得できよう。あるいはまた、ソ連の天才科学者ランダウがなぜ大嫌いなスターリンに従ったのか想像してみるとよい。彼は共産主義の未来を信じドイツから帰国したのだが、すぐスターリンの現実に絶望し、モスクワで反スターリンのピラを配って逮捕され牢屋に入れられていたのだ。その彼がスターリンのパワーに従ったのである。

そしてその後、核エネルギー関係者＝アトム派信者は、科学ではなく工学として安全だと自ら信じるようになった。アトム派最高司祭ワインバーグに関するWiredの記事を再掲しよう。

安全性はあくまで工学上の問題であって、それがいずれ解決してくれるものと誰もが信じたのであった。

安全は科学で解決済みでは全くないのにも関わらず、「工学の問題であると信じたこと」「いずれ誰かが解決してくれると信じたこと」、これが安全神話の神話たる所以である。

核エネルギーは軍事技術（ボーアの相補性では政治技術）であって、民生技術としては未完であるということだ。

もう1つの要因は原子力発電のエネルギーコントロールに関する直接の危険ではなく、次の副作用④である。

これは②に関連するかもしれないが、元素記号博士たちの予言が現実になったということである。そもそも原子の理解をどこまで深めればよいのだろうか？ 10^n メートルモデルで、 $n = -13$ で原子核、 -15 （1フェルミ）で素粒子レベルだった。 $n = -20$ 程度解明できればよいのだろうか？ それともボーアの予言「対象に

関する理解が深まるほど目標は遠のく」の通りなのだろうか？

- ④原子力発電から生まれる毒＝核廃棄物の処理は「自然の循環」「自然の再生」「自然の浄化」ができない。増殖、集積するばかりである。日本人が大好きな水に流す^{みそぎ}すら不可なのだ。

以下の核破碎と核変換ができないので、核廃棄物は溜まるばかりである。

神話時代の少し後、日本が何度も遷都した理由は、人間の排泄物や産業廃棄物が溜まり過ぎて住民がげんなりし都を捨てたのだ（環境破壊の四方山話*サイト）。核廃棄物が溜まり過ぎてげんなりしたからといっても、今度は逃げる場所はない。

核破碎と核変換

核破碎中性子源は大電流陽子加速器と重金属の核破碎ターゲットで構成され、加速器からの高エネルギー粒子を原子核に衝突させて、大量の中性を発生させる核破碎反応に基づく中性子源で、生命科学研究や物質科学の革新および高レベル放射性廃棄物処理技術の高度化を目標に開発が進められている。一例としては、原子力発電の結果生み出される長い半減期の放射性核種を、短い半減期にする（核変換という）技術を実験するため加速器と未臨界炉を一体化して核変換するシステムの設計が進められている。加速器から得られる高エネルギーの陽子ビームをターゲットと呼ぶ原子核（液体化した鉛ビスマス）に当て、大量の中性を発生させ、それにより未臨界炉心の燃料中の長寿命核種を核変換させ、短寿命化する技術開発が行われている。

高度情報科学技術研究機構ホームページより

放射線を発する核分裂生成物1個1個に高速粒子をぶつけて破壊し、さらに半減期を大幅に短縮できるかもしれない。これが核破碎と核変換である。ただし現在の技術力では、軽水炉産の過早核爆発を起こすプルトニウム²⁴⁰Puから、中性子1個分しか変わらない、大好きな原爆用の²³⁹Puが造れるくらいだろう。核破碎や核変換よりずっと簡単で、実行したくなりそうではないか？

将来新たに元素記号となるかもしれない天才科学者（残り枠わずか4）がこの理論を十分解明し、工学技術として利用できるようになったとしても、とんでもないコストがかかるだろう。例えば、各原子力発電所ごとにCERN*（欧州原子核研究機構）に匹敵する施設を併設するようになるはずだ。核廃棄物用地下施設の建造・維持同様、電気代の稼ぎではペイしないだろう。

USACEが建造し、ローズが「獣」と呼ぶウラン濃縮プラントは、ボーアが「一国丸々製造工場」という比喩に相応しいものだったが、今度は電力のために「地球丸々製造工場」が必要な所以である。これでは経済合理的に無価値である。

錬金炉から造ったシーボグの偽金Auは経済価値はなくともマニアにとって価値はあり得る。ただしその時は偽金証明書（信用）が必要だ。原子炉が副作用で発生するエネルギーは不可視かつ無形なので、マニアにとってさえたぶん経済価値はない。

つまるところ、原子力発電は商用技術としては、科学的な安全性のみならず経済的な裏付けにも欠ける、全く未熟な技術だ。

現在では原子力発電よりもっと有効、確実、安全、経済合理的な代替電力はいくらでも考えられるはずだ。蓄電や、場合によっては節電だってあり得る。

最初に戻ろう。なぜ人類はエネルギーを求めるのか？

経済成長——言葉は神であった

初めに言（ことば）があった。言は神と共にあった。言は神であった。

新約聖書、ヨハネの福音書の冒頭

申（もうす）。稲妻（電光）の形。右と左に光が屈折している形を縦線の横に並べて申の形となった。稲妻は天にある神がその威光をあらわした形である、神の発するものであると考えられたから、「かみ」の意味となり、申は神のもとの字である。

白川静『常用字解』「申」より

mediaはmediumの複数形。mediumは神意は霊媒が伝えるの意味。

『語源で読み解く英単語（CD-ROM版）』

省エネ、節電などやっていたら経済成長ができないって？ 経済成長をありがたがっているようだが、では、あなたは経済成長の定義をご存知なのだろうか？ 有名なマクロ経済学の本の定義を再び挙げておこう。

国内総生産（GDP）

ある国内で一定期間（通常は1年間）に市場向けに生産された、すべての最終財・サービスの総貨幣価値

『スティグリッツ入門経済学』

この本には「財」の元の英単語が併記されていなかったのので別に調べると、「財」は英語のgoods and servicesまたはservice-goods continuumの訳らしい。したがって「財・サービス」という日本語は変なので、以下、「サービス-商品連続体」または単に「財」と呼ぶ。すると正しい定義は「GDPとはすべての財の貨幣価値」になる。なお、財とマネー（貨幣）の関係は、正に電子の流れと電流の関係がメタファーになる。電子の流れが財で、その逆方向の流れが電流＝マネーである。本当のところ、私にはどっちが実体なのかよくわからないが。（正直に言うと、私は電流と電子の流れの話もよく分からない。電流と電子の流れの話では時間が私にはさっぱり分からなくなる。）

ところで価値とは自身の実世界モデル要素の評価値（射影値）のことだ。価値にはエッセンシャルな価値とアクシデンタルな価値がある。エッセンシャルな価値は自分にとって存在そのものに価値があるもので、一方、アクシデンタルな価値は、他人が決める価値や、ユーティリティー（効用）、アトリビュート（属性）の価値のことである。なかでも貨幣価値はアクシデンタル価値の代表だ。為替の変動を見れば、誰か知らない他人が決めて、しかも揺れ動き続ける。

以前私は素朴にも個人や企業といった経済主体の純利益（所得）が増えるのが経済成長だと思っていた。だがスティグリッツの定義は、出版社の社長から見れば魂消た。本当に驚いたのだ。

経済成長はGDPが増えることだが、上のGDPの定義は、出版（電子出版ではない昔ながらの出版）にたとえれば、

「本の値段」×「製造部数」の総和

（これにサービスの値段×回数を足すのが正式な定義。電子出版ならこれらもサービスの範疇）

である。出版社は、まさに最終財である本をどんどん出版（製造、生産）していけば経済成長するのである。実際は、ご想像の通り、経常利益ならぬ返品や在庫の山が成長することになる。極論すれば、サービスも「看板を掲げた時点」で客が来なくともGDPに貢献することになる。一体全体、経済成長するものは「何もの」なのだろうか？

これがみなさんが大好きな経済成長の実体だ。経済学とは修辞学の1つの別名である。（なお、修辞学は言い過ぎ、と思われたら下記「社長の経済学講義」をご参照。）

社長の経済学講義

私はこのスティグリッツの本を辞書的に読んで、断片的に開いているので視野が狭い。もう少しだけスパンを広げてみる。

『スティグリッツ入門経済学』には引き続き同値なGDPの定義が2つ出てくる。1つは

「GDP = 消費 + 投資 + 政府購入 + 輸出 - 輸入」

であり、もう1つは

「GDP = 賃金 + 利子支払い + 間接税 + 減価償却 + 利潤」

である。長い解説を読むと、確かにこの2つ定義は同じ事象を違

う側面——最終材アプローチと所得アプローチ——から見たものと得心できるが、一方で、最初のシンプルな定義とは全く無関係に思える。ステイグリッツには、「財の行き先」を考えれば、それはわかると記してあるだけだからだ。財（本）の行き先は、読者か倉庫（書店含む）かあるいは断裁であるし、なぜ政府や輸出入が突然出てくるのかは理解の埒外^{らちがい}である。シンプルな最初の定義と2番目、3番目の定義の同値性を理解することは社長の知的レベルを超えそうだが、少し考えてみよう。

GDPモデルに潜在している「財の行き先」という言葉に大胆な仮定が含まれているようだ。間違っているかもしれないが、その仮定を想定してみよう（想定外だったらご免なさいである。ミクロ経済学に続いてマクロ経済学も落第だ）。

- ①生産したものはすぐさま全部売れる、あるいはサービスの看板を掲げただけで客がつく、つまり財は（電子のように）すぐ流れ、移動すると仮定。
- ②会社員、公務員などを含む消費者、企業と呼ぶ生産者、および政府は、独自機能を持つブラックボックス＝関数で、それぞれ財の入力（企業の場合、投資と呼ぶ）に対して、消費者はゼロを、生産者はプラスアルファ（財の創出）を、政府は入力に等しい出力を（分配して）出すと仮定し、財の行き先つまり受け口はこの三者および外部の輸出入（の差）になるという訳である。

①の仮定は全くイマジナリーで、社長にはフィジカル＝身体感的に理解不能だということである。②にしても、GDPの関数因子は（輸出入合計を除いて）マイナスはなく、ゼロかプラスを出力すると仮定しているが（財のオリジナルな定義にマイナス要素

はない)、マイナス出力だって大いにあり得るだろう。つまり、廃棄物であって、価値あるリサイクルができないものがその例である。あるいは政府関数は入力以下の出力（マイナスさえ含む）を簡単に出しそうである。そもそもGDPの各アクターは関数ではなくオートマトンであろう。

もっとも、スティグリッツにも個人の所得と国民所得は「やや異なっている」と書かれている。

実際、3番目の定義では、経済成長であなたの所得（賃金）が増えるというGNP因子は、5つの因子のうちの1つにしか過ぎない。GNPが増えても、その原因はあなたの所得向上が寄与したものでない可能性は高いのである。税金を上げてGNPは増える。つまり、経済成長はあなたが豊かになることを保証をするものではないという訳である。

経済成長という「言葉」をありがたがっても無意味だという私の結論とほぼ同じになった。私の見解がノーベル経済学賞受賞者のお墨付きを得たというものである。

スティグリッツは「情報の経済学」で2001年ノーベル経済学を共同受賞した、とこの訳本は紹介している。だが、ご存知だろうか、ノーベル経済学賞は存在しないのだ。正式名称は「アルフレッド・ノーベル記念経済学スウェーデン国立銀行賞」である。権威付けのためノーベル賞と偽称（今なら誤表示か）しているのである。[設問：では、なぜ正さないのだろうか？]

マネタ教信者には認めたくないかもしれないが、ノーベル経済学はイグノーベル賞と仲間なのだ。実際、この2つは創設理由や審査員、審査基準等を考えると全く同格である（私は両者の価値を評価している）。違うのは受け取るもの、つまりマネーだけで

ある。もちろんこの差は重要だと認めるのはやぶさかではない。

ここで言いたいことは、言葉が「言霊」であるのは日本人だけではなく、人類共通だということだ。それがシンボリックマジックとなり一人歩きしバーチャルな力を持つのである。ここでは経済成長とノーベル経済学賞という言葉为例に取って説明した。

結局のところ、原子力発電はピラミッドや大神殿を造りたいという信仰あるいは新興宗教なのである。宗教にとって言葉のみならず、大神殿やいけにえ儀の祭壇は不可欠である。これは『社長がめったに語らない話』『カオスと情報とインテリジェンス』で解説済みである。

ただ、原子力発電（マネタ教アトム派）を新興宗教と呼ぶのは間違いかもしれない。アメンホテプ4世を引き継いだモーセの一神教より、こっちの方が太古の昔からの本流で正統多数派宗教だろう。マネタ教アトム派は、自身科学だと信じ、他にもそう吹聴しているが、実際はシャーマニズム、トーテミズム、アニミズム、偶像崇拜やらの要素がいっぱいある。

最後に、普通は問わない設問とその答えを挙げておこう。

演習問題9.2 マネーも宗教も信じること、あるいは信じたいことだ。特に現代人であるあなたはマネーの何を信じ、またなぜ信じているのか？

答え：素因数分解が難しいと信じられていること。リーマン予想でさえまだ解けないから。

[この設問の意味や、この答えが何を言っているのかさっぱり分からない人は大いに勉強する必要があるということである。『社長がめったに語らない話』『カオスと情報とインテリジェンス』を勧める。]

本書は、この後、数学者スタニスワフ・ウラムの話やノイマンが核兵器からその運搬手段へ関心が移っていく話を続けるつもりだったが、止めた。ただし、「悪魔博士」フォン・ノイマンのその後を超簡単に記し、ウラムについてはウィキペディアをコピペしておく。

ノイマンは脳腫瘍で1957年に亡くなる直前まで原子力委員会委員、大陸間弾道ミサイル委員会委員長としてアメリカのすべての核政策にコミットしていた。つまり彼が、ちょっと前まで敵国だった日本に対し軽水炉の建造を認めたのだ（1954年頃）。ちなみに現在でもアメリカが軽水炉建造を勧めている国もある。

ノイマンの日本との悪縁をさらに述べれば、数学者（数学者）として原爆を完成させただけでなく、その投下地を広島と小倉に決定した当事者の一人だ。アメリカは原爆の威力を見るために通常爆弾を落とさずに「取っておいた」都市がいくつかあった。例えば京都もその1つだったが、それら候補都市の中から広島と小倉を選んだ。数学者あるいは普通の人間ならそんな決定に関与したいと思わないものである。そのうえ彼は最大効率の投下法をパイロットに教えている。なお、プルトニウム爆弾投下のため小倉に向かった爆撃機は、小倉が悪天候だったので投下を諦めた。その帰途たまたま雲の晴れ間から長崎が見えた。重いファットマンを搭載し燃料が心配になってきた機長はここに爆弾を捨てた（落とした）のであった。これはノイマンの想定外の出来事だった。想定外は日本人が責任を回避するためによく使われるが、ここでは本当に想定外である。

スタニスワフ・ウラムについては自伝を読むのが最適だ。ノイマンのみならず、フェルミ、テラー、オッペンハイマーらとの個

人的な付き合いも分かり、歴史の真実を知ることができる。だがこの本は既に絶版だ。ウィキペディアから転載しておく。

スタニスワフ・マルチン・ウラム (Stanislaw Marcin Ulam, 1909-1984)

ポーランド出身のアメリカで活躍した数学者。数学の多くの分野に貢献しており、また水爆の機構の発案者としてその名を残している。

ポーランド、リボフ（現ウクライナ、リヴィウ）のユダヤ人家庭に生まれ、リボフ工科大学にてカジミェシュ・クラトフスキとステファン・バナッハに数学を学ぶ。

在学中はバナッハと共同で測度論に関する研究を行い、1933年に博士号を取得。1935年にはフォン・ノイマンに招かれてプリンストン高等研究所を訪れる。1938年にはハーバード大学を訪れ、1939年に再びポーランドに戻るが、第二次世界大戦前夜にポーランドを兄弟と共に脱出する。残りの家族はホロコーストで亡くなったとされる。

1940年、ウィスコンシン大学助教授に就任。1943年からはフォン・ノイマンの招きで原爆開発のためのマンハッタン計画に参加。戦後も引き続きロスアラモス国立研究所にて水爆開発に携わり、エドワード・テラーとともに、水爆を爆発させるための基本機構を創案。これは現在、「テラー=ウラム配置」と呼ばれている。また、核爆発を宇宙ロケットの推進力に利用しようとする「オリオン計画」も彼の発案によるものである。1965年以降はコロラド大学教授を務め、没するまでその地位にあった。

ウラムの業績は集合論、測度論、トポロジー、エルゴード理論等、多岐にわたっており、いわゆる「モンテ・カルロ法」を導入したのも彼である。なお、弟に歴史学者のアダム・ウラムがいる。自伝*Adventures of a Mathematician*（東京図書の邦題は『数学のスーパースターたち』）も有名。

[ウィキペディアより少し改変]

用語解説

注意：以下の用語定義は私の独断もある。読者自身で調べることを勧める。

アブダクション：仮説を立て検証すること。モデリングと同義語。

インダクション（帰納）、ディダクション（演繹）と並ぶ思考メソッドの1つ。「正解」が演繹や帰納で求められない時に使う。現代日本人に一番求められる思考メソッド。

オートマトン：自動機械、自動人形のこと。オートマトンは関数＝ブラックボックス同様、入力に対して出力を出すのだが、外界からの影響により自分自身も変化するので、同じ入力に対して出力が変わるのが普通だ。一方、ブラックボックスは機能で、同じ入力に対して出力はいつも同じである。なお、マトン (maton) はマインド (mind)、オート (auto) は生む、増やす (aug) から来ていて、オートマトンの本来の意味は「自ら考えて動く」である。

再帰（リカーション）：ある思考操作を自分自身へ繰り返すこと。

学問的な定義は自分で調べてほしい。

システム：「システムはシステムからなる」と再帰的に定義されたもの。ツリーまたはモデルと同義語。システムは外延＝集合化によって作られた何かである。G・M・ワインバーグは

「システムとはものの見方である」と定義している。

語源はsy + stemで、syはsynthesisやsymphonyが意味する「統合」「調和」のことで、stemは「立つ」という意味である。つまり、システムとはみんな＝構成要素全体で統合、調和し、全体で立って動くということである。

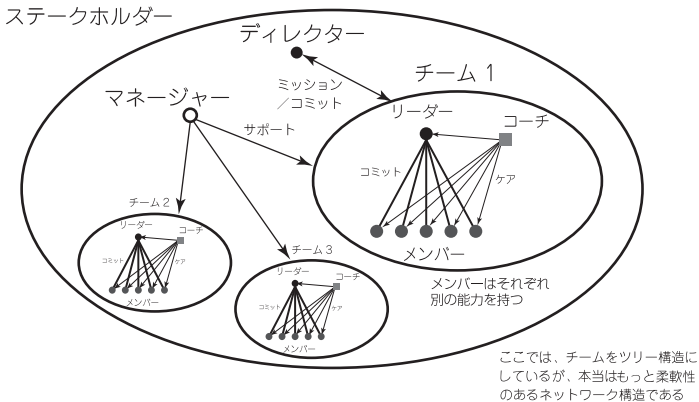
システムの構成要素が自己主張すると考えれば、これをサブシステムと呼ぶ。もしなら自己主張しないと考えれば部品と呼ぶ。私はシステムの構成要素は自己主張するという立場を取るので、システム概念はスーパーシステム、サブシステム、あるいはシステム境界＝インターフェイスへと広がる。境界はフィジカルな実体とは限らないので「面」でも「線」でも「点」であってもよい。マシンは自己主張意識が欠ける部品からなるシステムである。マシンのサブシステム＝部品は自己主張に欠けるので取り替え可能である。

本書ではエンジニアリングによる創造物＝人工物＝システムを、関数群であるという見方を取った。つまり、エンジニアリングとは関数群をコンカレントにしたりコンポジットにしたりしてある種の人工物を構築する知的営為である（私の頭の中にあるものは、電子回路素子から構成されるコンピュータシステムである）。concurrent、compositeのconやcomあるいはcoも「一緒に」「共に」という意味だが、少しだけsyより統合性、協調性に欠ける感がする。なお、コンカレントは「並行」と訳されることが多いが、本来は「みんなと一緒に流れる」あるいは「同じ方向に走る」の意味であり、一方、コンポジットは「合成」と訳されるが、もとの意味は「みんな合わせて一緒のところに置く」である。

射影：空間の切断。写像、マップ、あるいは関数（ファンクション）とも呼ぶ。順序付き2項 $\langle a, f(a) \rangle$ の集合。 a はある集合＝定義域 D の中を動き、それに応じて像 $f(a)$ は値域 R の中を動いて行く。ただし、事象 a に対して像あるいは解釈 $f(a)$ は唯一である。なんのことかわからないかもしれないが、普通の関数と思ってよい。ついでに、 a に対して $f(a)$ が2つ以上あってもよいなら「関係」と呼ぶ。

チーム：比較的小規模な機能（ファンクション）システム。人類の最高の発明品である。

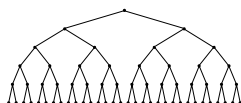
チームの語源は馬車を引っ張るための馬の装備のことであり、リーダーは御者・道案内、コーチは幌付き馬車（この中にチーム全体のパフォーマンスを面倒見る人がいる）のことだ。ついでにメンバーとは体の器官である（メイトと一緒に食事をする仲間）。



もし「ステークホルダー」「ミッションとコミット」「リーダー」「メンバー」「マネージャー」「コーチ」「ディレクター」

の真の意味を知らないのなら、あなたが思っているチームは本当のチームではない。特に、マネージャー（後方支援）もディレクター（方向指示）もコーチ（内部支援）もみな「監督」と呼んで何の違和感を感じないなら、そもそもチームが何であるかは理解できないはずである。それは、目に見えない悪霊に支配された「監督され好き」の精神風土の中にいるということだ。たいてい悪霊はなまはげのような姿ではなく背広を着ているので、彼らをじっと見つめる「徳」の力が必要になる。メディアも参照。

ツリー（木）：外延を木構造で表現したもの。接ぎ木や枝狩りという思考操作が分かりやすく見える。システム、モデルと同義語。言語に関して、単語も文もテキストもツリー構造になっていることに気づくだらうか（辞書、構文、目次構造等を見よ）。つまり、言語あるいは記号の実体はツリーなのだ。



ツリーの「名前」と「本体」を意識する時、前者を記号、後者を記号樹と呼ぶこともある。始まりノード（葉）となる記号を無定義語と呼ぶ。（参考：上の図を上下逆さまにすると数学の証明図になり、90度回転すると時間軸に沿った確率的な事象モデルにもなる、等々。）

ネットワーク構造も再帰を許したツリーと見なせる。本当に頭のいい人は、頭の中をよりツリー構造化、階層構造化できる人のことである。そうでない人はネットワーク構造、つまりスパゲッティ構造になっている。

なお、treeは「堅い樫の木」のことで、truth（真実）、trust（信頼）と同根である。

メタ：「超」と訳されるが、ある事象、空間を「上から」見るという感覚である。この本では外延操作で次々と作られていくパワーセットのランクのことである。ある空間の関数空間をメタ空間と見なす（ただし数学者がこのように言っているのは聞いたことがないが）。例えば、 2^2 は4ではなく2から2への関数の集合（ $2 = \{0, 1\}$ ）、実数空間 R は自然数の集合 $\omega = \{0, 1, 2, \dots\}$ から $2 = \{0, 1\}$ への関数の集合 2^ω で、実数 R のメタ空間は実関数の関数空間 R^R である。…（続く）。

一方、メタモルフォーゼやメタファーのメタは「変える」である（フォーゼは形、ファーは運ぶである）。

関数空間をメタファーとすると、いろいろな表現ができる。例えば、「メタの視点」「メタランクが1つ上」「超^{メタ}穢れ」「ある人がゲームの必勝戦略を知っていて勝っていたのだが、他の多くの人がこの方法を知るようになると、この戦略は必勝ではなくなり、別のメタの必勝戦略が必要になる」など。

メディア（メデイウムの複数形）：媒体の意だが、語源は「神意を伝える霊媒師たち」である。

現代のメディアは、極く狭く言えば、新聞やテレビなどのマスメディア、つまりマスコミのことだ。出版者の私も異端の同類である。ちなみに、メディアに相当する日本語を挙げれば、「ふ、かななぎ（巫）」である。邪馬台国の卑弥呼や恐山のイタコの巫女、すなわち神に仕える人＝巫祝のことである。現代メディアの一番典型的かつ字義通りに分かりやすい実例は、たぶん日本のマスコミだろう。太平洋戦争が終わる

前までは天皇がまさに第1位の神、軍が第2位の神だし、敗戦後はアメリカが第1位の神、第2位の神が官僚と大企業である。現在の天皇の順位は微妙に揺れるように見える（実際、天皇は乙巳の変（大化の改新）以後二重らせんの存在だ）。メディアは多神教なのだ。いくらでも神を創造できる。なお、「お客様」は神かもしれないが、一般の「民」は神ではない。偶然にも漢字文化圏でも、「民」とは神に仕えさせるために目に針を刺し、見えなくした人々のことである（白川静）。

メディアコントロール：言葉や記号による呪術あるいは魔術＝シンボリックマジックのこと。誘導モデルより神秘的な定義で、いいだろう。メディアは、神と民の間であって、神の言葉「神託」を「民」に伝えるのが仕事だ。なにしろ聖なる神は普通の民にとってアンタッチャブルかつ不可視だからこれができるのはメディアだけだ。最近では脱感作によるコントロールが一般的。

モデル：実世界の切断面、あるいは低次元化したもの。バーチャルな世界である。順序付き3項〈事象 a 、解釈 I 、記号 $\langle a \rangle$ 〉の集合。ツリー、システムと同義語。実世界を解釈 I で人間の頭の中に射影したもの。moの意味はmobile、motorのように「動き」のことである。modelは主に自然の動き方に関するものであり、moralは人の動き方に関するものである。

なお、特にモデルの動き、働きを意識する時にはシミュレーション（類似）と言うこともある。シミュレーションの基盤となるモンテ・カルロ法は、ウラムがノイマンとのドライブの最中思いつき、車中二人で議論した結果出来上がったものだ。非線形現象の実験が大好きなノイマンは「科学とは

モデルを造ることである」と言っている。科学モデルはツリー構造になっている。私たちに縁のあるビジネスモデルや誘導モデル（プロパガンダ）は、ツリー構造にまで行かず、ネットワーク構造止まりだろう。

ワールド（world）：バーチャル世界、実世界モデル。wer（力のある人）+old（年輪）→人の男が見てきた世界、人間の世界、社会である。

一方、ユニバース（universe）はフィジカル世界の意味で使われる、本当の物理的な実世界である。uni（1つ）+verse（回る／向く）→一回り→全方位→宇宙、全世界という意味。

世界（ワールド／ユニバース）は連続ではなく、有理数のように稠密な離散構造（フラクタル的な不連続）だと考えた方が良い。つまり連続性こそ概念的近似で、アトムは下位のアトム（サブシステム）から構造されているのである。いつまで経っても謎は残るということである。

参考文献

以下の参考文献は本書だけでなく、『社長がめったに語らない話』と『カオスと情報とインテリジェンス』で取り上げた話題に関係した書籍も含まれている。

『Dictionary [Macintosh付属ソフト]』

『Elements of Numerical Analysis [CD-ROM付]』：Ryoichi Takahashi
(エスアイビー・アクセス発行)

『Intoroduction to Axiomatic Set Theory』：Tacheuti, and W. M. Zaring (Springer-Verlag発行)

『Let over Lambda』：ダグ・ホイト (タイムインターメディア訳、エスアイビー・アクセス発行)

『MMIXware——第三千年紀のためのRISCコンピュータ』：D・E・クヌース (滝沢徹訳、エスアイビー・アクセス発行)

『Nシステム』：富澤 昇 (準備中)

『POWERS OF TEN——宇宙・人間・素粒子をめぐる大きさの旅』：
フィリップ／フィリス・モリソン著 (村上陽一郎・公子訳、日経サイエンス社発行)

『The Art of Computer Programming』：ドナルド・E・クヌース (有澤誠・青木孝・和田英一訳、アスキー発行)

『The Cult of Mac』：リーアンダー・ケイニー (林信行監訳、エスアイビー・アクセス発行)

『TSPiガイドブック』：W・S・ハンフリー (秋山義博監訳・JASPIC TSP研究会訳、翔泳社発行)

- 『アーサー王伝説』：アンヌ・ベルトゥロ（松村剛監修、創元社発行）
- 『赤い盾——ロスチャイルドの謎、上下』：広瀬隆（集英社発行）
- 『アメリカ人の半分はニューヨークの場所を知らない』：町山智浩（文藝春秋社発行）
- 『ある数学者の生涯と弁明』：G・H・ハーディー（柳生孝昭訳、シュプリンガー・フェアラク東京発行）
- 『暗号解説——ロゼッタストーンから量子暗号まで』：サイモン・シン（青木薫訳、新潮社発行）
- 『イギリス東インド会社——軍隊・官僚・総督』：浜渦哲雄（中央公論新社発行）
- 『イグ・ノーベル賞』：マーク・エイブラハムズ（福嶋俊造訳、阪急コミュニケーションズ発行）
- 『異星人伝説：20世紀を創ったハンガリー人』：マルクス・ジョルジュ著（盛田常夫訳、日本評論社発行）
- 『異端の統計学ベイズ』：シャロン・バーチュ・マグレイン（富永星著、草思社発行）
- 『一神教の誕生——ユダヤ教からキリスト教へ』：加藤隆（講談社現代新書）
- 『一般システム思考入門』：G・M・ワインバーグ（松田監訳・増田訳、紀伊國屋書店発行）
- 『意味論的転回——デザインの新しい基礎理論』：K・クリッペンドルフ（小林・川間・國澤・小口・蓮池・西澤・氏家共訳、エスアイビー・アクセス発行）
- 『色の名前で読み解く日本史』：中江克己（青春出版社発行）
- 『うさぎの島』：イエルク・シュタイナー／イエルク・ミュラー（おおしまかおり訳、ほるぷ出版発行）
- 『宇宙をかき乱すべきか——ダイソン自伝』：フリーマン・ダイソン（鎮目恭夫訳、ダイヤモンド社発行）
- 『エヴェレスト初登頂の謎——ジョージ・マロリー伝』：T・ホルツェル／A・サルケド（田中昌太郎訳、中央公論社発行）
- 『エニグマ・コードを解読せよ——新証言にみる天才たちのドラマ』：マイケル・パターソン（角敦子訳、原書房発行）
- 『エリオット詩集』：（上田保・鍵谷幸信訳、思潮社）

- 『エリザベス 上下』：クリストファー・ヒバート（山本史郎訳、原書房発行）
- 『億万長者はハリウッドを殺す、上・下』：広瀬隆（講談社発行）
- 『解析序説』：小林龍一・廣瀬健・佐藤總夫（ちくま学芸文庫）
- 『解放された世界』：H・G・ウェルズ（浜野輝訳、岩波文庫）
- 『カオスと情報とインテリジェンス、社長がめったに語らない話第8章』：富澤 昇（エスアイビー・アクセス発行）
- 『確率・統計入門』：小針現宏（岩波書店発行）
- 『神はなぜいるのか？』：パスカル・ボイヤール（鈴木・中村訳、NTT出版発行）
- 『詭弁論理学』：野崎昭弘（中公新書）
- 『逆風に生きる』：中村彰彦（角川書店発行）
- 『キャッツ——ポッサムおじさんの猫とつき合う法』：T・S・エリオット（池田雅之訳、ちくま文庫）
- 『キリスト教のことが面白いほどわかる本』：鹿嶋春平太（中経出版発行）
- 『金と魔術——ファウストと近代経済』：H・C・ヒンスヴァンガー（清水健次訳、法政大学出版局）
- 『経済発展の生態学——貧困と進歩』：R・G・ウィルキンソン（斎藤・安元・西川訳、筑摩書房発行）
- 『計算の理論』：M・デーヴィス（渡辺茂・赤攝也訳、岩波書店発行）
- 『ゲーデルの定理——利用と誤用の不完全ガイド』：トルケル・フランセーン（田中一之訳、みすず書房発行）
- 『グノーシス』：筒井賢治（講談社選書）
- 『元素図鑑』：セオドア・グレイ（iPadアプリ）
- 『原子爆弾——その理論と歴史』：山田克哉（講談社ブルーバックス）
- 『原子爆弾の誕生 上下』：リチャード・ローズ（神沼二真・渋谷泰一訳、紀伊國屋書店発行）
- 『ケンブリッジのエリートたち』：リチャード・ディーコン（樋口稔訳、晶文社発行）
- 『権力の日本人——双調平家物語ノートI』：橋本治（講談社発行）
- 『項羽と劉邦の時代』：藤田勝久（講談社選書）

- 『語源で読み解く英単語 (CD-ROM版)』(Electrodyne Corporation)
- 『コンピュータの数学』:Graham、Knuth、Patashnik (有澤・安村・萩野・石畑訳、共立出版発行)
- 『コンピュータ科学者がめったに語らないこと』:D・E・クヌース (滝沢徹・牧野祐子・富澤昇訳、エスアイビー・アクセス発行)
- 『ご冗談でしょう、ファインマンさんI』:ファインマン、大貫昌子訳、岩波書店発行
- 『算数少女』:遠藤寛子 (ちくま学芸文庫)
- 『時間のない宇宙——ゲーデルとアインシュタイン最後の思索』:パレ・ユアグロ (林一訳、白揚社発行)
- 『実学・著作権——情報関係者のための常識 (上、下)』:鈴木敏夫氏 (サイマル出版会発行)
- 『実践的FPGAプログラミング』:D・ペレリン/S・ティボー (天野監修・宮島訳、エスアイビー・アクセス発行)
- 『シャーロック・ホームズの記号論——C.S.パースとホームズの比較研究』:T・A・シービオクス/J・ユミカ=シービオクス (富山太佳夫訳、岩波書店発行)
- 『社長がめったに語らない話』:富澤 昇 (エスアイビー・アクセス)
- 『集合とはなにか、新装版』:竹内外史 (講談社発行)
- 『囚人のジレンマ——フォン・ノイマンのゲームの理論』:ウィリアム・パウンドストーン (松浦俊輔、青土社発行)
- 『常用字解』:白川静 (平凡社発行)
- 『新・ソフトウェア開発の神話』:ジョー・マラスコ (藤井拓訳、翔泳社発行)
- 『人体常在菌のはなし』:青木皐 (集英社新書)
- 『新訂 徒然草』:吉田兼好 (西尾・奈良岡校注、岩波文庫)
- 『秦の始皇帝』:陳舜臣 (文春文庫)
- 『数学—その形式と機能』:S・マックレーン (彌永昌吉監修、赤尾・岡本訳、森北出版発行)
- 『数学のスーパースターたち——ウラムの自伝的回想』:スタニフワム・M・ウラム (志村利雄訳、東京図書発行)
- 『数学の20世紀』:P・オディフレッディ (寺嶋英志訳、青土社発行)
- 『数理論理学』:福山克 (培風館発行)

- 『聖書——和文／新共同訳（和英対照）』（日本聖書協会発行）
- 『聖なるもの』：ルードルフ・オットー著、華園聡磨訳、創元社発行）
- 『選挙のパラドクス——なぜあの人が選ばれるのか？』：ウィリアム・パウンドストーン（篠儀直子訳、青土社発行）
- 『戦国策』：松枝茂夫、竹内好監修、守屋洋訳（経営思潮研究会発行、徳間書店発売）
- 『戦争における「人殺し」の心理学』：デーヴ・グロスマン（安原和見訳、ちくま学芸文庫）
- 『荘子』：松枝茂夫、竹内好監修、岸陽子訳（経営思潮研究会発行、徳間書店発売）
- 『素数の音楽』：マークス・デュ・ソートイ（富永星訳、新潮クレスト・ブック）
- 『スティグリッツ 入門経済学』：J・E・スティグリッツ、C・E・ウォルシュ著（薮下ほか訳、東洋経済新報社）
- 『スパイキャッチャー』：ピーター・ライト（久保田誠一訳、朝日新聞社発行）
- 『スペイン無敵艦隊——エリザベス海軍とアルマダの戦い』：アンガス・コンスタム（大森洋子訳、原書房発行）
- 『スモールイズビューティフル』：F・E・シューマッハー（小島監訳・酒井訳、講談社学術文庫）
- 『荘子』（岸陽子訳、経営思潮研究会発行、徳間書店発売）
- 『ソラリス』：スタニスフム・レム（沼野充義訳、国書刊行会）
- 『第三の波』：アルビン・トフラー（徳岡孝夫監訳、中公文庫）
- 『魂の重さは何グラム？』：レン・フィッシャー（林一訳、新潮文庫）
- 『チャートパターン パフォーマンスガイドブック [第2版] ——統計分析データに基づいてパターンの識別からトレードの作戦までを解説』：トーマス・N・バルコウスキー著（パターン言語ラボラトリー訳、エスアイビー・アクセス発行）
- 『つきあい方の科学——バクテリアから国際関係まで』：R・アクセルロッド（松田裕之訳、ミネルヴァ書房発行）
- 『デジタル回路設計とコンピュータアーキテクチャ』：D・M・ハリス／S・L・ハリス著（天野・鈴木・中條・永松訳、翔泳社発行）
- 『哲学小辞典』：粟田賢三・古在由重編（岩波書店発行）

- 『天才数学者はこう賭ける——誰も語らなかつた株とギャンブルの話』：ウィリアム・バウンドストーン（松浦俊輔訳、青土社発行
発行）
- 『杜甫詩注 第一冊』：吉川幸次郎（筑摩書房発行）
- 『殴り合う貴族たち——平安朝裏源氏物語』：繁田信一（柏書房発行）
- 『二酸化炭素温暖化説の崩壊』：広瀬隆（集英社新書）
- 『二十世紀数学思想』：佐々木力著（みすず書房発行）
- 『日本史の誕生』：岡田英弘（ちくま学芸文庫）
- 『人月の神話』：F・P・ブルックス, Jr.（滝沢・牧野・富澤訳、丸善発行）
- 『博士と狂人——世界最高の辞書OEDの誕生秘話』：サイモン・ウィンチェスター（鈴木主税訳、ハヤカワ文庫）
- 『働かないアリに意義がある』：長谷川英祐（メディアファクトリー新書）
- 『ハッカーのたのしみ』：H・S・ウォーレン・ジュニア（滝沢・鈴木・赤池・葛・藤波・玉井訳、エスアイビー・アクセス発行）
- 『波紋と螺旋とフィボナッチ 数理の眼鏡でみえてくる生命の形の神秘』：近藤繁（秀潤社発行）
- 『バベッジのコンピュータ』：新戸雅章（筑摩書房発行）
- 『パラサイト式血液型診断』：藤田紘一郎（新潮選書）
- 『ピタゴラスの定理』：E・オマール（伊里由美訳、岩波書店発行）
- 『人はなぜ戦争をするのか エロスとタナトス』：フロイト（中山元訳、光文社古典新訳文庫）
- 『広瀬健の思い出』：（非売品）
- 『ファール昆虫記』：（奥本大三郎訳、集英社発行）
- 『ブルバキとグロタンディーク』：アミール・D・アクゼル（水谷淳訳、日経BP発行）
- 『プロパガンダ教本——こんなにチョロい大衆の騙し方』：エドワード・バーネイズ（中田安彦訳、成甲書房発行）
- 『放浪の天才数学者エルデシュ』：ポール・ホフマン（平石律子訳、草思社発行）
- 『墨子』：松枝茂夫、竹内好監修、和田武司訳（経営思潮研究会発行、徳間書店発売）

- 『墨攻』：酒見賢一（新潮文庫）
- 『万人の学問をめざして——倉田令二郎の人と思想』：倉田令二郎著作
選刊行会（日本評論社発行）
- 『マニファクチャリング・コンセント——マスメディアの政治経済学
I、II』：ノーム・チョムスキー／E・S・ハーマン（中野真貴子訳、
トランスビュー発行）
- 『マネー』：ジョン・K・ガルブレイス（都留重人監訳、TBSブリタニ
カ発行）
- 『マネー・ボール——奇跡のチームをつくった男』：マイケル・ルイス
（中山宥訳、ランダムハウス講談社発行）
- 『「無限」に魅入られた天才数学者たち』：アミール・D・アクゼル
（青木薫訳、早川書房発行）
- 『メタル・トレーダー 地球を売買する男たち』：A・クレイグ・カピ
タス（飯島宏訳、新潮文庫）
- 『メディア・コントロール』：ノーム・チョムスキー（鈴木主税訳、中
公文庫）
- 『メディアとプロパガンダ』：ノーム・チョムスキー（本橋哲也訳、青
土社発行）
- 『モーセと一神教』：ジークムント・フロイト（渡辺哲夫訳、ちくま学
芸文庫）
- 『問題解決のための高速思考ツール』：D・ストレイカー（富澤昇訳、
エスアイビー・アクセス発行）
- 『ヨーロッパ史における戦争（改訂版）』：M・ハワード（渡辺・渡辺
訳、中公文庫）
- 『夜と霧——ドイツ強制収容所の体験記録』：V・E・フランクル（霜
山徳爾訳、みすず書房）
- 『ライアーズ・ポーカー』：マイケル・ルイス（東江一紀訳、ハヤカワ
文庫NF）
- 『梁塵秘抄』：後白河法皇編纂（川村湊訳、光文社古典新訳文庫）
- 『零の発見』：吉田洋一（岩波新書）

索引

人名

あ

アイゼンハワー大統領、フランクリン 85, 108, 113, 118
アインシュタイン、アルベルト 10, 106, 135
アクセルロッド、R 66
アベルソン、フィリップ 87, 107
イエス・キリスト 66
イザナギ 66
ウィグナー、ユージン 30, 80, 107, 108, 121, 129
ワイトゲンシュタイン、ルートヴィヒ 34
ウェルズ、H・G 78
ヴェルヌ、ジュール 79
ウォーレス、ヘンリー 85
ウォルター、ウィリアム・グレイ 34
ウラム、スタニスワフ 80, 89
ウルフ、レナード 35
エイダ、ラブレース伯爵夫人 32
エリオット、T・S 89
オッペンハイマー、ロバート 30, 92, 104
オルフェウス 66, 78

か

カーター大統領 130
ガイム、アンドレ 48
ガモフ、G 116
ガリレオ・ガリレイ 125

カルマン、フォン 29, 113
キスチャコフスキー、G・B 116
キューブリック、スタンリー 80
キュリー夫人 71, 136
クヌース、D・E 56, 123
グラハム＝カミング 31
クラブロート、M・H 74
クリール、ジョージ 28
グリドリ、リチャード・ 91
グローヴス、レスリー 91, 95, 130
グローブ、アンドリュウ 40
クロネッカー 22
グレイ、セオドア 49
ケインズ、ジョン・メイナード 33
ゲーデル、クルト 23, 125
コナンツ、ジェームス・B 85
コンプトン、アーサー・H 86, 93

さ

シーボーグ、グレン・T 86, 136
シャノン、クロード・E 37
ジュノー、女神 63
シュレディンガー、エルヴィン 30
ショアー、ピーター 35
ジョンソン、サミュエル 18
シラード、レオ 79, 80, 95, 107, 108, 126
白川静 68
ジン、ウォルター 95, 108, 111
スティムソン、ヘンリー・M 85
ストレイチー、リットン 35

- セグレ、エミリオ 87
- た**
- ダイソン、フリーマン 88, 133
- チャーチル首相、サー・ウィンストン・
レナード・スペンサー＝ 103
- チャーニー、ジュール・グレゴリー
29
- チャドウィック、ジェームズ 102
- チャンパーナウン、デビッド 34
- チューリング、アラン・M 32, 113
- チョムスキー、ノーム 28
- テイラー、ロバート 38
- テニスン、アルフレッド 34
- テューキー、ジョン・ワイルダー 37
- テラー、エドワード 30, 80, 109, 132
- ト・モルガン 32
- トルーマン大統領 90, 101
- な**
- ナポレオン皇帝 119, 131
- ニュートン、アイザック 42
- ノイマン、ジョン・フォン 23, 61, 73,
121
- は**
- バージェス、ガイ 35
- ハーディー、ゴドフリー・ハロルド
25, 34
- バーネイズ、エドワード 28
- ハーバー、フリッツ 29
- ハーン、オットー 95, 104
- バイエルス、ルドルフ 102
- ハイゼンベルク、ヴェルナー 30, 94,
95
- バイロン男爵 32
- ハウスドルフ、F 125
- パウリ、ヴォルフガング 30
- ハクスレー、A・F 113
- パットン将軍 118, 130
- ハデス、冥王 78
- バベッジ、チャールズ 30
- ヒルベルト、ダーフィット 23, 73
- ファーブル、アンリ 66
- ファイマン、リチャード 88
- ブル、ジョージ 32
- フェルミ、エンリコ 30, 95, 107, 136
- フォースター、E・M 35
- フックス、クラウス 104
- ブッシュ、ヴァネヴァー 35, 85, 89
- フライ、ロジャー 35
- ブランド、アントニー 35
- フリッシュ、オットー 102, 103
- ベーテ、ハンス 88, 94
- ベルス、ジュール 130
- ボーア、ニールス 30, 84, 94, 102, 106,
108, 135
- ホジキン、アラン 34, 113
- ボルン、マックス 30
- ホワイトヘッド、A・N 34
- ま**
- マーシャル、ジョージ・C 85, 118
- マイトナー、リーゼ 95, 103, 136
- マクスウェル、ジェームズ・クラーク
34
- マクミラン、エドウィン 87, 108
- マッカーサー、ダグラス 92
- マンデルブロー、B・ 39
- ミダス王 43, 69
- ミラー、ジョナサン 35
- ムーア、G・E 34
- ムーア、ゴードン 40
- や**
- 湯川秀樹 107
- ら**
- ラザフォード、アーネスト 105, 129,
135
- ラッセル、バートランド 34
- ラビ、イシドール・I 108, 112
- ラムジー、フランク・ブランプトン
34
- ラプラス、ピエール＝シモン 131
- ランダウ、レフ 129
- リッコーヴァー、ハイマン・G 112,
116, 130
- リップマン、ウォルター 28
- リンカーン 68

ルーズベルト、フランクリン	80, 85	Plan 28	31
ルメイ将軍	70, 118, 130	QCD (Quality, Cost, Delivery)	120
レム、スタニスフム	78	science→サイエンス	
ローレンス、アーネスト・O	81, 86,	TRIGA	88, 133
136		tree	153
ロスチャイルド、ヴィクター	35	trust	153
ロンメル将軍	118	truth	153
わ		USACE (アメリカ陸軍工兵隊)	91,
ワイツマン、ハイム	116	127, 140	
ワイル、ヘルマン	73	virtual→バーチャル	
ワインバーグ、アーヴィン	87, 95,	virtue→徳	
108, 119, 129, 138		Wired Magazine	119
ワインバーグ、G・M	149	wit	9
ワインバーグ、ステイーヴン	88	world→ワールド	
ワシントン大統領	91	Z3	32

事項

英数字

0の発見/1の発見	22	アーティフィシアルメタモルフォーゼ熱	12, 30
10 ⁿ メートルモデル→「パワーズ・オブ・		「愛」	16
テン」モデル		アイソトープ	133
ARPANET	38	アイデンティティー (名前)	16
ATOMICドリーム	119	アインシュタイン=シラードの手紙	81, 109
CERN (欧州原子核研究機構)	140	「赤」	16
compute	121	赤狩り	104
Concrete Mathematics→コンクリート数		アクシデンタルな価値	18, 142
学		「悪人なほ往生す」	52
$E = mc^2$	30, 75	アトリビュート (属性)	10, 142
EBR-I	111	アナログコンピュータ	36
engineering→エンジニアリング		アブダクション	149
ENIAC	26	a 崩壊	74
GDP→国内総生産		アルフレッド・ノーベル記念経済学スウ	
heart→心		エーデン国立銀行賞	145
imaginary→イマジナリー		暗号	31, 112
information→情報		安心を得たい	64
ingenious	9→エンジニアリング	安全原子炉の黄金律	132
intelligence→インテリジェンス		安全神話	64
mathematics	121, 129	アンタッチャブル	64
meta→メタ (超)		イグノーベル賞	48, 145
NAS (全米科学アカデミー) 第3報告書		イグノーベル平和賞	80, 132
89, 104		異常気象	60
physical→フィジカル		「一数学者の弁明」	73

- 一神教 146
 イベントパターン 39
 イマジナリー (imaginary) 8
 意味ある時間内モデル 55
 イングランド銀行 42
 インターネット 38
 インターフェイス 17
 インテリジェンス (intelligence) 8
 インドの群盲の象 17
 「インドの盲人」メソッド 18
 インビジブル 64
 ウランU 47, 76
 ²³⁵U 74
 ²³⁸U 74
 ウラン濃縮 77
 ウラン濃縮プラント 140
 ウラン爆弾リトルボーイ 101
 英国特殊部隊コマンド 94
 エッセンシャルな価値 18, 142
 エニグマ暗号 113
 エネルギー 8
 エネルギー保存則 (熱力学第一法則)
 10, 57
 得られた情報が正しいの否か 14
 エンジニアリング (engineering) 9,
 120, 121, 125, 127
 エントロピー 37
 オイルサンド 91
 応用数学 23
 オークリッジ国立研究所 84, 87, 109,
 117, 130
 オートマトン 29, 145, 149
 温暖化防止対策 56
か
 ガイア 78
 外延 15
 外延熱暴走 39
 海軍研究所 (NRL) 90
 解析エンジン 30
 『解放された世界』 79
 科学者の社会的責任 25
 核エネルギーの平和利用 105, 107
 ——の科学 108
 ——なんて夢物語 135
 核磁気共鳴画像法 (MRI) 112
 核廃棄物 134
 核破碎 52, 134, 139
 核分裂 75, 103
 核変換 52, 139
 核融合 11, 88, 132
 確率 71, 120, 127
 確率モデル 128
 核力 88
 過呼吸 46
 火星人 (マルス、戦争の神) 25, 35,
 73
 過早核爆発 119
 仮想の力 8, 56→コリオリの力も参照
 貨幣価値 142
 「環境破壊の四方山話」サイト 139
 関数 125
 関数空間 20
 観測可能な宇宙 21
 γ崩壊 74
 気象 29
 「凶」 130
 「狂」 130
 協調か裏切りか 65
 空集合 15
 クラス 15
 グラファイト 48
 狂った知性 129
 軍産学トライアングル 28, 36, 91
 軍産学媒テトラヘドロン 28
 軍産複合システムへのフィジカルな貢献
 28
 軍事エンジニアリング 71
 経済成長 41, 57, 128, 141
 経済的 128
 軽水炉 71, 79, 87, 90, 94, 100, 107, 117,
 118, 119, 133, 137, 140, 147
 ゲーム理論 27, 65, 116
 穢れ 64
 月影→密造酒

- ゲッティンゲン大学 24, 29
 原始スープ 45
 原子力委員会 114
 「原子力産業の父」 112, 130
 原子力潜水艦ノーチラス号 117, 130
 原子力平和賞 108
 元素記号となった超頭脳 105
 『元素図鑑』 12, 46, 49, 78, 81
 ケンブリッジの五人組 35, 104
 公開鍵暗号 14
 工学の「厚い壁」 71, 120
 高性能レーダー 112
 高速増殖炉 111
 高度情報科学技術研究機構 110, 139
 幸福な異心層 55
 幸福な関心層 55
 幸福な知的層 55
 幸福な無関心層 55
 幸福な無知層 55
 効用→ユーティリティ
 呼吸 45
 国内総生産 (GDP) 43, 44, 142
 心 (heart) 63
 答えのない問題 67
 言霊 146
 コミュニケーション 118
 コリオリの力 (仮想の力) 8, 56
 コロッサス 32, 113
 コンクリート数学 (Concrete Mathematics) 29, 123, 125
 コンプトン効果 86
 ざ
 サイエンス (science) 120, 121
 サイエンスフィクション (SF) 78
 再帰 15, 38, 149
 最強の盾 70
 サイクロトロン 81, 86
 最大値 24
 作用・反作用の法則 9
 算法少女「おあきちゃん」 41, 55
 シーボーギウムSg 87
 シカゴ大学冶金研究所 93
 シカゴ・パイル1号 48, 93
 シカゴ大学冶金研究所 84
 自己増殖 38
 自己増殖オートマトン 29
 システム 11, 149
 システム境界 17
 自然核爆発 77
 自然数 (ω) 22, 153
 シッピングポート「平和的」原子力発電所 113, 118
 しっぺ返し、即座の 66
 質量欠損 11
 使徒会 (Cambridge Apostles) 34
 射影 9, 151
 社会的無責任 24
 周期表 46
 集合 15
 修辞学 35, 37, 118, 128, 143
 囚人のジレンマ 27, 65
 重水 93
 蒸気機関 42
 情報 (information) 9
 「誰がどんな動機でその情報を発信しているのか」 14
 所得倍増政策 41
 人工物 (アーティファクト) 125
 神秘性 64
 シンボリックマジック 146, 154
 信用 (クレジット) 52, 62
 人類最初の核分裂連鎖反応 99
 水爆 89, 93, 132
 水爆の父 80
 数学基礎論 23
 数学者の倫理 25
 スーパーK 56
 スケール 11, 124
 スコープ 124
 『スティグリッツ入門経済学』 142, 143
 ステークホルダー 69, 151
 ストレンジラブ博士 80, 92, 132
 青酸ガス 45

- 生態学的な循環 66
 成長 38, 41, 43, 44, 56
 政府 (government) 68
 生命 45
 説明責任 69
 背広を着た悪魔 25
 潜水艦ノーチラス 79
 潜水艦の動力源 107
 前提条件 126
 全面裏切り環境 56, 65, 130
 素因数分解 146
 「象」 18
 総括原価方式 61
 荘子 7
 増殖炉 81
 想定範囲 126
 相補原理 102
 属性→アトリビュート
 ソフトウェア 37
 ソラリス 78
 ソルジャー 131
た
 太陰太極図 105
 大陸間弾道ミサイル委員会 114
 大陸プレート 60
 宝くじを売る側と買う側の確率 127
 脱感作 69
 チーム 21, 118, 151
 チェレンコフ放射 36
 地球温暖化 50
 知足 57
 知的凶気 129
 知的好奇心 66, 107, 109, 124
 知能類 25, 61
 チャートパターン 39
 超→メタ
 中央銀行 42
 中性子減速材 93
 中性子増倍率K 76
 チューブアロイ 102
 チューリング賞 34
 チューリング人格破壊プロジェクト
 33, 104
 チューリング波 13
 チューリングマシン 33
 ツインマーマンの暗号電報事件 33
 ツリー 21, 151
 デジタル 37
 定数→無定義語
 デーモンコア (悪魔の芯) 5, 27, 83,
 85
 同素体 48
 徳 (virtue) 8, 24, 66
 徳盲 24, 27
 土壌 54
 トリニティ 101
 ドル 74
な
 内包 15
 名前 (識別子) 16
 二酸化炭素CO₂ 45
 二次中性子 76
 日本イグノーブル 27, 62, 64, 66
 日本国憲法 79
 ニュートン力学 9
 二流、三流科学者の証 107
 ネプツニウムNp 78, 87
 ノイマンの公理 22
 ノープレスオブリージ 62, 66
 ノーベル経済学賞→アルフレッド・ノー
 ベル記念経済学スウェーデン国立銀
 行賞
 ノルクス・ハイドロ社 94
は
 バーチャル (virtual) 8
 ハイパーテキスト 38
 ハウスドルフ次元 125
 『博士の異常な愛情 または私は如何に
 して心配するのかを止めて水爆を愛す
 ようになったか』 80, 131, 132
 爆縮レンズ 26
 発明品 125
 パブリックスクール 103
 パブリックリレーションズ 28

- バブル経済 42
 パワーインテグリティー 44
 パワーズ・オブ・テン (Powers of Ten)
 モデル 21, 124, 138
 パワーセット 20
 ハンガリー人陰謀団 109
 半減期 52, 77, 78, 139
 ハンフォード原子炉 59, 84
 ヒートアイランド 60
 非自己増殖オートマトン 78
 ビット 37
 「人々の狂気」 43
 ピラミッド 64, 146
 フィジカル (physical) 8
 フィボナッチ数列 13
 フェルミ-シラードパテント 81
 フェルミのパラドックス 27, 98, 110
 不完全性定理 23
 不幸な関心層 54
 物化 7
 フラクタル 39
 フラクタル次元 125
 ブラジル勝ち組 27
 ブラックボックス 125
 フリッシュバイエルス覚書 104
 プリンストン高等研究所 24
 ブルームズベリーグループ 33
 プルトニウム 52, 78, 86
 ²³⁹Pu 74, 77, 140
 ²⁴⁰Pu 100, 118, 140
 プルトニウム爆弾ファットマン 59,
 101
 ブレッチリーパーク 32
 プロイセン 118
 プロバガンダ (誘導モデル) 50, 53,
 118, 154
 プロメテウスの火 132
 ペアノの公理 22
 北京の蝶 8
 平和の意味 132
 β崩壊 74
 ベリリウムBe 76
 報復連鎖 53
 ボーアの相補性 70, 86, 102, 108
 ボグロム 115
 ホジキン-ハクスレー方程式 113
 ボツダム会議 101
 ホメオカオティック 39, 51
 ホメオスタティック 42, 51
 ホロコースト 59
 ポロニウムPo 76, 127
ま
 マクスウェルの電磁方程式 113
 マネー (money) 62, 63
 マネーブリーダー (増殖炉) 41, 42
 マネタ教 62, 145, 146
 —アトム派 64, 107
 —好戦派 109
 —平和派 130
 —お祭り派 62
 マンハッタン計画 83
 マンハッタン (工兵) 管区 84, 94
 密造酒 (月影) 3, 26, 105, 106, 129
 ミニマックス定理 27
 ムーアの法則 40
 無定義語 (定数) 11, 16
 メタ (meta) 12, 153
 メタ空間 20
 メタ (超) 穢れ 64, 67
 メタモルフォーゼ 7, 12
 メタレベル 21
 メディア (霊媒師) 28, 64, 68, 152
 メディアコントロール 28, 153
 メルトダウン 95, 111, 134
 メンバー (member) 16, 17, 151
 盲目の民 64, 68
 モデル 154
 ものの見方 17
 モルフォジェネシス 12
 もんじゅ 81
や
 ユーティリティ (効用) 142
 ユニット 11, 22
 ヨハヒムスタール銀鉱山 74

ら

- ランク 21
ランド研究所 27
リーマン予想 146
リスト 21
量子力学の数学的基礎 30
臨界質量 75
リングルマン効果 120
ルーカス講座教授 30
レイセオン 36
錬金術 42, 69
錬金術師 43, 86
ローレンシウムLr 86
ローレンス・バークレー国立研究所
136
ロケット 79
ロスアラモス研究所 25, 84, 131
- わ**
- ワールド (world) 8, 70, 155

■著者紹介

富澤 昇（とみざわ のぼる）

1976年 早稲田大学理工学部数学科卒業

1978年 同大学院理工学研究科数学専攻修了。理学修士

現在 株式会社エスアイビー・アクセス代表取締役社長
コントラクトブリッジ登録インストラクター、ローカルディレクター

主な著書・訳書など

F. P. ブルックス, Jr. 著『人月の神話 新装版』（丸善発行、共訳）

D. E. クヌース著『コンピュータ科学者がめったに語らないこと』（共訳）、

デビッド・ストレイカー著『問題解決のための高速思考ツール』（訳）、

中村嘉幸著『種の起源 ディクレアラー編1、2』（編集）、

『社長がめったに語らない話 1+1は2か?』、

『カオスと情報とインテリジェンス、社長がめったに語らない話、第8章』、

JCBI監修『ミニブリッジで遊びながら身につくコントラクトブリッジプレイテクニック』（編集）（以上、SIBアクセス刊）

■装丁 *Novi*

核エネルギーと密造酒 社長がめったに語らない話、第9章 [改訂版]

2014年7月15日 改訂版第1刷発行

著者 富澤 昇©2014

発行者 富澤 昇

発行所 株式会社エスアイビー・アクセス
〒183-0015 東京都府中市清水が丘3-7-15
TEL: 042-334-6780 / FAX: 042-352-7191

発売所 株式会社星雲社
〒112-0012 東京都文京区大塚3-21-10
TEL: 03-3947-1021 / FAX: 03-3947-1617

印刷製本 シナノ書籍印刷株式会社

printed in Japan

ISBN 978-4-434-19517-4

- 本書記載の会社名と製品名等は、それぞれ当該社の登録商標または商標です。それら団体名、商品名は本書制作の目的のためにのみに記載されており、出版社としては、その商標権を侵害する意志、目的はありません。
- 本書の一部あるいは全部について、著作権法の定める範囲を超え、小社に無断で複写、複製することは禁じられています。
- 落丁・乱丁本はお取り替えいたします。
- 本書の内容に関するご質問は（株）エスアイビー・アクセスまでファックスまたは封書にてお寄せください（電話によるお問い合わせはご容赦ください）。また、本書の範囲を超えるご質問等につきましてはお答えできかねる場合もあります。あらかじめご承知おきください。