

『二十世紀数学思想』(2001 年 4 月)／『科学論入門』(1996 年 8 月)／『科学革命の歴史構造』(1995 年 10 月)
に対するコメント—物理学を学んだものの視点から—

広島市立大学情報科学部 寺内 衛

I. これからの科学者、否、我々個々人は、どうあるべきと考えるか？

前掲の著作のうち、特に『二十世紀数学思想』(以下、『数学思想』と略記させていただきます)第3章 p.185~314 及び『科学論入門』(同、『科学論』)p.105~108 の双方において、マンハッタン計画の遂行に関してまさに中心的な役割を果たしたジョン・フォン・ノイマンの生涯が詳述されています。

(爆縮計画について、エンリーコ・フェルミの妻ローラ・フェルミはこう述懐している。その「計画の精神的父親であり、彼なくしては全計画が放棄されざるをえなかった人、それはハンガリー人のジョン・フォン・ノイマンである。」—『数学思想』p.233—)

また、

- 「数学者は、プラトンのイデアのような存在を、それも永遠に真理である存在を、自らの頭から自律的に紡ぎ出すものとする。しかしながら、第二次世界大戦を契機に歴史の舞台に登場した軍一産一学複合体の中で、「死のテクノロジー」と深い関わりを持つようになった。数学と「死のテクノロジー」を架橋した数学者の代表がフォン・ノイマンであった。」(『数学思想』p.310)
- 「前代未聞の殺人兵器である原子爆弾を製造した中で、物理学者、例えばマンハッタン・プロジェクトの科学者側の責任者であるオッペンハイマー、の社会的モラルが問われ、いまでも問われ続けている。対照的に、数学者の責任はほとんど問われることはない。」(『数学思想』p.iv~v)
- 「日本にも、危険な原子力「ゲーム」に賭けつづけようとしている小型のフォン・ノイマンがいるし」(『科学論』p.207)
- 「フォン・ノイマンのような生の軌跡をたどることを忌避して数学者の世界を飛びだし、数学史家に転じ、彼とは対極的な半生を意識的に歩んできた」(『科学論』p.223)

という記述があり、それぞれが佐々木先生御自身の現在の御活動を規定しているように思われます。そこで、これらを踏まえた上で、“佐々木先生御自身を含めたこれからの科学者、否、(現在を生きる我々全てが「歴史—内—存在」(『数学思想』p.v)であることを考慮すれば)単に数学及び数学者にとどまらず、我々個々人全てが、どのようにあるべき”とお考えになっていらっしゃるのかを、さらに敷衍していただきたいと思います。私見では、

- 「数学史家の私は確信する——二十一世紀の数学者は、平和で持続可能な共生の人類共同体のために抵抗し、戦うだろう、と。」(『数学思想』p.311)
- 「社会的責任を負おうとする志操の高い科学者や技術者、憂慮する地域の住民、闘う労働者を結ぶグローバルな政治経済学とそれに基づく「環境社会主義」の本格的な政治的プログラムは遠くから書かれることだろう。」(『科学論』p.220)
- 「とまれ、現代のわれわれは近代科学に関する試行の枠組みを大きく転換させるべき時点にいる。」(『歴史構造』下 p.410)

という言明が、先生御自身による“我々個々人のあるべき姿”を端的に表わしているように思われましたがいかがでしょうか。

ちなみに、寺内自身は、このポスト冷戦研究会の本年5月の研究会において、「物理学者の社会的責任」を、原子力の無節操な解放手段を与えてしまったことではなく、「物理学の最終受容者の育成を自らが怠ったこと」に求めました。これは、「“文化”の自律的發展のために不可欠な“最終受容者”の育成は、その文化の創造者にしか行ない得ない」という寺内自身の認識によるものです(“物理学という文化”)¹⁾。このことに関しては、今回拝読させていただきました先生の御著作の中の、

- 「十七世紀に実験的方法の重要性を唱道したのはフランシス・ベーコンであるが、クーンは実験物理科学の分野にベーコンの名をつけ、「ベーコン的科学」と呼んだ。(中略)十九世紀前半のフランスの科学者たちは、ベーコン的科学の数学化を行ったことになる。(中略)数学化されたベーコン的科学は、当然のことであるが、数学の訓練を受けていないアマチュアには近づきがたいものとなる。(中略)ベーコン的科学は、専門的な競争者同士のみが理解できる専門学問分野になったのである

る。」(『歴史構造』上 p.331)

- 「科学は数学という言葉で書かれるようにあると人が近づきにくくなる。現実にはフランス革命後の本格的制度化によって、科学はますます専門化する趨勢のもとにおかれた。そして制度化された科学は専門人によって理論化・数学化されたため、一般人にはますます近づきにくいものとなった。」(『科学論』p.76)

というくだりが自らの考え方に最も関連していると思っております。すなわち、**専門研究者の出現＝当該学問体系の最終受容者(一般人)からの遊離**、という考え方を寺内自身はしております。特に、**現代科学の場合には、その知識量の指数関数的増大に呼応して、最終受容者との間に必ず「技術」が介在する形になっているため、「科学者」から見た直接の受容者である「技術者」までしか「科学者」の意中には存在せず、結果として、「技術者が最終受容者」であるかのごとく「科学者」が誤認している**場合が非常に多いのではないのでしょうか。従って、寺内自身は、

- 「マルクスは力学、化学などの近代自然科学を何より近代技術(Technologie)との連関のもとにとらえようとする。もちろん近代科学は技術との結びつきにおいてのみ把握し尽くされるものではない。」(『歴史構造』下 p.393)

という箇所に見られる佐々木先生による留保は、不要なのではないか、否、**科学及び技術が進展して質的な変化を遂げている現在では、マルクスの見た以上の科学と技術の密接な結びつきと、本来的な最終受容者の疎外こそを問題にすべきではないだろうか**、と思っております。「科学者－技術者－最終受容者(一般人)」という階層構造をまず認識した上で、

- 「私たちはしばしば科学をたたえたり、科学を呪ったりするが、実は本来考察の対象にすべきなのは技術である。歴史とじかにかかわり、社会に直接影響を及ぼしうるのは技術なのである。」(『科学論』p.108)

のように考える方がよろしいのではないのでしょうか。先生のお考えをお聞かせいただければ幸いです。なお、「強烈な反共主義者としてのフォン・ノイマン」に関する記述及び佐々木先生によるその御評価(『数学思想』p.282~)に関しては、個人的には、「徳盲」と断じてしまうことが果たして可能であろうか、という疑問を抱いております。ハンガリー人としてのフォン・ノイマンを考えた場合、ロシア人による直接の侵略を受けたこともない我々が、彼を正当に評価することが可能なのでしょうか？寺内自身は、このことに関連して、最弱の核保有国であるパキスタン及びそこに暮らす人たちの考え方を思い出してしまいました(「核を保有する論理」)。但し、フォン・ノイマン自身の体験が、広島・長崎への原爆投下を合理化するものではないことは明らかだとは思います。

II. 「自然」をどのように考えるか？

佐々木先生は「自然」をどのように考えられていらっしゃるのでしょうか。上記御著作の中には、先生御自身の自然観を明示的に記述した箇所は見受けられないように思われました。寺内自身は、以下のような自然観を有しております：

人間を「歴史－内－存在」(『数学思想』p.v)として捉える立場に基づくことは、**森羅万象の相互連関を認めること**、すなわち、**何ものもそのもの自体が独立して存在し得ない**、ということを確認することです。

(この認識自体は、大乘仏教における所謂「縁起の法」→「無自性」の概念そのものであり、仏教哲学の中心をなす『空』の理念に直結します)

このことを認識すると、一般に喧伝されているように、

近代科学が対象としてきたように、「人間の外部に存在し、人間に対峙するもの」として「自然」を認識すること

は、極めて一面的と言わざるを得ないことになります。すなわち、**人間存在それ自体が「自然」から完全に独立して存在することができない以上、人間と自然とを各々が互いに独立した対立概念のように見なすことは極めて不合理**であるからです。前回も指摘させていただいたように¹⁾、このような『キリスト

教的決定論^{a)}は、既に20世紀前半までに成立したはずの、量子力学における「不確定性原理」「duality」という「新しい自然観」を全く踏まえていない17世紀の遺物ということになります。この「不確定性原理」は「ものごとの相対性」を、「duality」は「自然の多様性」を、それぞれ端的に表現しています²⁾。

寺内自身は、上記「新しい自然観」に従って、

「(見かけ上)人間の外部に存在する自然」と、精神作用及びその結果としての人為の全てを含む「人間の内なる自然」の総体こそが「自然」である

と考えています。そしてその総体としての「自然」を取り扱うのが、物の理を窮めることを目的とした学問、すなわち『物理学』(←『格物窮理学』^{付録参照})である、と認識しています。「自然学」³⁾と言い換えることもできると思います(アリストテレスの言うところの「自然学」『科学論』p.130)ではなく、数学と形而上学までも—それらが「人為」であることから—含めたものが、ここで述べた「自然学」です)。以下、拝読させていただきました先生の御著作のなかから寺内自身の考え方をサポートすると考えられる箇所を引用いたします:

- 「自然は神の創ったものであり、数学的自然学は人間の創造物である以上、自然を数学的自然学で描き尽くすことは原理的に不可能である—ヴィーコ」(『歴史構造』上 p.321, 下 p.302, 『科学論』p.153)
- 「自然は人間よりも古い、そして人間は自然科学よりも古い—ヴァイツゼッカー」(『歴史構造』下 p.301, 『科学論』p.154)

本来なら、このような自然観が量子力学誕生以降70年以上も経た現在では主流になるべきものと考えますが、現実にはそのようにはなっておりません。これは、まさしく「物理学者の怠慢」¹⁾及び「物理学者たちの数学への過度の依存」によるものと思われます。佐々木先生が

- 「物理学者たちは、抽象的数学を駆使する一方、物理学的一哲学的概念を一般にせず、数学的形式の提示で自足しがちである。」(『歴史構造』下 p.305)

のように喝破される通りだと思います。この「物理学者の怠慢」に関しては、

物理学で利用する数式全てが、自然をより簡便に理解するための近似である⁴⁾

ということを理解している(物理学者以外の)方々が極めて少ない、という事実が、この「怠慢」を極めて端的に表わしていると思います(なお、「怠慢」の理由としては、知識量の爆発的増大による「科学—技術—最終受容者」という前掲の階層構造の発生=「専門学問分野の成立」(『歴史構造』上 p.331)も挙げられるでしょう)。この「専門学問分野」における「知識の独占」→「権威付け」こそが、最終受容者に対する啓蒙活動=最終受容者育成の軽視に直結しているのではないのでしょうか(大学などはその最たるもの?)。

- 「科学は理論であり、技術は実践である。技術は科学の基礎になり(テクノロジー科学)、また、科学に基づくことによってその能力を飛躍的に増大させる。」(『科学論』p.161)
- 「科学の基礎は基本的には実践ないし技術にある。」(『科学論』p.164)

という佐々木先生の記述に関しては、

技術だけに基礎をおき、最終受容者における実践をないがしろにするとどうなるか?

^{a)} 力学における Newton の運動方程式及び電磁気学における Maxwell 方程式の双方とも、2階の微分方程式であるので、例えば位置と運動量という一組の初期値を与えれば、その後の時間発展が一意に決定されてしまう。このことは、唯一の神及び神の意志に従う万物という考え方をするキリスト教の考え方とまさに合致する。つまり、そのような「数学的表現が厳密に一意解を与えること⇔(キリスト教の)唯一の神の証」であるから、「イエズス会の教育の中で数学の知識は高かった」(『歴史構造』上 p.185~186)ことは極めて当然なのである(但し、佐々木先生の御著作では、「数学や天文学は海外布教のための必須の武器」(同 p.186)という記述しかされていない)。このことを考えれば、「デカルトは、人々に論駁されることの絶対のない確実性を追求する。デカルトは新しい確実性の基準を措定するさいに、アリストテレス的な日常的知覚世界像をそのまま受け入れることを拒否する。新しい原理にかなうものとして採用されたのは、数学的に記述される機械論的な自然のモデルであった。」(同 p.172)ということは、キリスト教世界に生きたデカルト自身の考え方が宗教としてのキリスト教に如何に支配されていたか(=中世・ルネサンス的思考方法をあくまで踏襲している)を如実に物語るエピソードと考えるべきである。

という問いを立てたいと思います。寺内自身は、このようなことが行なわれると、**単なる科学の暴走だけではなく、最終受容者における無知・無関心に直結する**、と思っております。具体例を挙げれば、広島在住の人の中に、中性子線の生体への影響(JCO の臨界事故)／原子力発電所の仕組み(巨大な蒸気機関！)／中国電力における原発比率が全国平均よりも極めて低いこと／広島市が消費する電力の一部を島根県に存在する原発がまかなっているという事実などを正しく認識している人はどのくらいいるのでしょうか。広島市立大学に奉職している者として、自分自身に課せられているものは極めて大きいと認識しています。

Ⅲ. 数学は「自然」科学か？また、医学はどうか？

寺内自身は、自然界は数学によって記述される、というようなナイーブな数学至上主義的考え方から、数学が自然科学である、ということには反対です。

- 「数学理論は人間の思考の産物であり」(『科学論』p.149)

という佐々木先生の記述に端的に表現されているように、あくまでも「**数学＝人為**」であるので、Ⅱ. に述べたような、20世紀の現代物理学の成果に従って**拡張された自然観**を踏まえた上でのみ、純粋な「人為」である数学を「自然」科学の一である、と見なすことができると思います。

医学に関しては、これは「**医術**」という語に端的に現われているように、まさしく「**技術**」そのものであって決して科学ではない、と思っております。特に、西洋医学は純粋に「**対処療法**」であり、技術そのものです。その証拠に、どのような病態であろうとも(たとえそれが旧来の知識に基づく分類方法では分類しようがないものであっても)必ず一義的な名称を付けてしまいますし、すぐに切開したり投薬したりします(外科医は、切開箇所を縫い合わせることはできても、個々の細胞レベルにおいてどのようなメカニズムで切開箇所が融合していくのかは関知しない)。また、人の生き死にについての最終決定権(死亡宣告権)をあらゆる職種の中で唯一有し、しかも、日々死を目の当たりにしているはずなのに、多くの場合、**生命の何たるか**^{b)}について十分な見識を有しているようには見受けられません(例えば、細胞死と個体死、死にゆく者にとっての死と残された者にとっての死など)。「自然」科学者であれば、何をおいてもまず生及び死についての定義を行なうはずではないでしょうか。

Ⅳ. 「物理学帝国主義」をどう考えるか？

- 「近代自然科学の中核的学科として君臨してきた物理学を通してだけ自然は正しく見られるとする観点(物理学中心主義、物理学帝国主義)は必ずしも健全な自然科学観ではない。それは、機械の時代、分析の時代であった近代に適合的な自然科学観である。」(『科学論』p.159)

という記述を佐々木先生はなさっています。寺内自身は、このような見方は、旧来の「自然」観に基づいたものであって、必ずしも正しくないのではないかと、思います。寺内の考える物理学は、

Ⅱ. においてなされた「自然」の再定義及び規範としての「自然」³⁾の存在を認め、それに**内在する生命現象(＝個体保持／種族保持)・生命誌**についてのあるがままの理解を含めて「**自然**」の理解を目指す格物窮理学という方法論

ですので、この方法論に依って自然が正しく見られるのは極めて当然のように思われます(「自然学」ですから)。

b) 脂質二重膜である**生体膜**を貫通する方向の**能動輸送**が行なわれている状態を“生”とみなす。これに従えば、“**細胞死**”は、この能動輸送が行なわれなくなって**生体膜の内外での物質の濃度差が存在しなくなった状態**である。**多細胞生物における“個体死”**は、いわば“**システムとしての死**”であるので、どのように定義するかによっていかようにも変わりうる(→「**脳死**」)。

V. 「環境社会主義」に関して

『科学論』p.214 以降に記述されている「環境社会主義」に関しては、寺内自身は、ソ連及び東欧諸国における社会主義国家建設の失敗に関する反省がなされていないのではないか、という疑問を抱いております。理念的に資本主義より優れているはずの社会主義国家の建設がなぜ挫折したのでしょうか。ポスト冷戦研究会に御参加の諸先生方がこの件に関しては遙かに御専門であるということを認識した上で、論点の一つとして議論をしていただくために敢えて私見を述べるという暴挙にでることを許していただけるならば、歴史における社会主義国家建設の失敗の主因は、

人間は怠け者である、という単純な性悪説を正しく認識していなかったから

ということになるように思われます。寺内自身が採用している方法論である「自然学としての物理学」の立場に従って、先に述べた「生命現象」そのものが個体保持及び種族保持という行動形態を必ず取る、という事実を認識したとき、**生命が本質的に「利己的」であることは明らかでしょう**(ドーキンスによる『利己的な遺伝子』という喧伝された書物、あるいは、「biologically correct」という術語を想起してみてください)。より物理学的な表現を借りれば、「系の発展は、エネルギーの低い安定な状態へ必ず向かう」つまり自然界の事象全てが「**易きに流れる**」のです。その結果、集団による社会行動を行なうためには、**個々の生命の行動を制限する「規範」(Norm)が不可欠になるのです**(このことは、単に人間社会に当てはまるだけではなく、群生している動物の行動全てに当てはまります)。従って、「環境社会主義」の実践に際しては、上述した「性悪説」の考え方は是非とも採り入れなければならないものと考えます。

寺内自身は、今後のありようとして、「共生」という言葉を標榜しております。これは、単に自然環境との共存を意味するのではなく、

自己と異なる他者の存在全ての受容と、その他者との共存

を意味する概念として用いています。このためには、**他者の行動を規定している他者自身の文化、及びその文化の根底をなす他者自身の宗教の正当な理解が必須**です(“言語”の理解は言うまでもありません)。悠久の時の流れの中で個々の命に課せられた役割、すなわち、どのような環境の変化が起こった場合においても**生命のバトンを次代に渡し続けていくこと**、という「**生命誌**」の概念を理解したときに、初めて「**生命の多様性**」の本質的な意味が理解され、「共生」という言葉の持つ重要性が認識されると思います。

参考文献

- 1) 寺内 衛、『物理学的方法論から見たフリーソフト運動とLinux』、2001.5.19 ポスト冷戦研究会 2001 年度第1回会合配付資料(<http://www.fdev.ce.hiroshima-cu.ac.jp/~keizai/>)。
- 2) 寺内だけの意見ではなく、著名な物理学者でも同様の考え方をしていることを例示する意味で、ファインマンの言葉を紹介いたします:「自然を解釈するのに様々の体系が可能であるという事実、これは自然の驚異的特徴の一つであります。」(R.P.ファインマン/江沢洋訳『物理法則はいかにして発見されたか』(岩波現代文庫 p.78))。原文は、One of the amazing characteristics of nature is the variety of interpretational scheme which is possible.(The MIT Press, 1967)
- 3) 「科学の存立」には何が必要か、自然はどんな性格を持っているか。これらは人間がきめることではありません。これらは、私どもの研究対象、つまり自然そのものがきめるべきものです。私たちは観察をします。そして何がそこにあるのかを知るのであります。これからどうなっていくかあらかじめ確実に言い当てることはできません。」(同 p.226)。原文は、What is necessary 'for the very existence of science', and what the characteristics of nature are, are not to be determined by pompous preconditions, they are determined always by the materials with which we work, by nature herself. We look, and we see what we find, and we cannot say ahead of time successfully what it is going to look like.
- 4) 「法則にはひとつとして厳密なものはありません。(中略)これが自然の本質なのかもしれませんが、またそうでないのかもしれませんが、とにかくこれは今日の法則すべてに共通の性格であります。」(同 p.46)。原文は、... they (=laws of nature) are not exact. ... This may or may not be a property of Nature, but it certainly is common to all the laws as we know them today.

(付録)

I. 「科学」に対する佐々木先生の視点と寺内の視点の比較

佐々木先生『科学論入門』

はしがき

第1章 近代日本の科学技術の性格

- 1 「科学」とはなんだろうか？
- 2 日本近代科学の特異性
- 3 さまざまな科学の概念

第2章 西欧近代科学の特性と発展

- 1 西欧近代科学の強力さの秘密
- 2 源流としての古典科学
- 3 17世紀の科学革命で起こったこと
ー「テクノロジー科学」の形成

- 4 フランス革命以降の科学
ーテクノロジーに応用される科学の登場

第3章 技術とは何か、それは科学とどう関係するか？

- 1 前近代的技術から「科学に基づくテクノロジー」へ
- 2 近代テクノロジーの思想
- 3 技術と政治の相関

第4章 数学・自然科学・医学 ー科学の三つの典型

- 1 数学から医学までを貫く考え方
- 2 数学・自然科学理論の臨界点
- 3 「癒しの術」としての医学

第5章 転換期の現代科学技術

- 1 現代科学技術のディレンマ
- 2 「脳死」＝臓器移植医療という難問
ー先端医学の光と影
- 3 不完全技術としての原子力テクノロジー
- 4 科学技術と社会構造の転換
ー「技術と政治の相関」再訪

結語

寺内担当「物理学概論」講義概要

- 第1回 物理学とは？・生物とは？・開放系・生体膜・恒常性・化学増強
- 第2回 物理学と芸術の parallelism・文化的背景の重要性・光とは？・視物質
- 第3回 文化の創造と受容・受容者育成の重要性・創造者の技能伝承と社会の変質・光の発生方法・蛍光灯の仕組み・周期表
- 第4回 文化と商品の差異・人間の視細胞の種類とその働き
- 第5回 三原色・白いとはどういうこと？・量子力学の誕生までの物理学の発展史・現代物理学分類表
- 第6回 物質の構成要素・素粒子・クォーク・ニュートリノ・陽子崩壊実験からニュートリノ天文学へ
- 第7回 膨張する宇宙・銀河までの距離の測定・Big Bang 理論・元素の生成・ブラックホール
- 第8回 電磁波の分類・水分子の構造・電子レンジの仕組み・温度とエネルギー・フロンと温室効果
- 第9回 大気・構造・潜熱・フェーン現象・仕事とは？・筋肉の構造・熱機関・原子力発電
- 第10回 放射線の分類・放射能の生体への影響・Little Boy と Fat Man・中性子線による DNA 破壊・JCO 臨界事故
- 第11回 営利企業と法定安全教育・中性子捕獲と不安定核・中性子の減速と連鎖反応制御・生命とは？・細胞死と個体死・脳死と臓器移植
- 第12回 “お子様文化”・教養と originality・“言葉”の重要性和 “文化”・“duality”とありのままの多様性の受容・環境負荷
- 第13回 キリスト教的二元論・他者排斥と対立概念・弁証法と三位一体・“空”と“慈悲”・人間と自然とのあるべき関係

レポート課題：

浜辺祐一「こちら救命センター」(集英社文庫)

浜辺祐一「救命センターからの手紙」(同上)

近藤他「私は臓器を提供しない」(羊泉社)

弓削孟文「手術室の中へ」(集英社新書)

うちのいずれかを読み、「生命の多様性」という表題でレポートあるいは解題付きの作品提出

II. 用語集

(広辞苑第4版)

かく-ぶつ【格物】

「礼記」大学の、いわゆる八条目(格物・致知・誠意・正心・修身・齐家・治国・平天下)の一。宋学以来重視されるようになった。

①朱子学では、「物(の理)にいたる」と読み、事物に本来そなわる理に窮め至ることと解した。→【格物学】

②陽明学では、「物(事)をただす」と読み、心の良知を発揮することによって事柄のあり方をただすことと解した。

きゅう-り【窮理】

[易経説卦伝「窮理尽性、以至於命」]

①物事の道理・法則をきわめつくすこと。

②宋学の方法。程頤(テイイ)らが重視し、格物を「物の理に窮め至ること」としたことから、格物致知の方法の実質を担うものとされ、宋学は窮理の学と称されるに至った。→【窮理学】

かくぶつ-ちち【格物致知】

学問・修養法の一。

イ. 朱子学では、後天的知を拡充(致知)して自己とあらゆる事物に内在する個別の理を窮め、究極的に宇宙普遍の理に達する(格物)ことを目指す。

ロ. 陽明学では、先天的道徳知としての自己の良知を十分に発揮(致良知)し、それによって物事に正しく処する(格物)ことを目指す。

う-ちゅう【宇宙】

(淮南子エンシジの斉俗訓によれば、「宇」は天地四方、「宙」は古往今來の意。一説に、「宇」は天の覆う所、「宙」は地の由る所。すなわち天地の意)

①世間または天地間。万物を包容する空間。風流志道軒伝「論語は一第一の書」

②[哲]時間・空間内に存在する事物の全体。また、それら全体を包むひろがり。もともと狭い限られた範囲の事物全体を指している場合もある。

(岩波生物学辞典第4版)

ホメオスタシス

[英 homeostasis 独 Homöostase]

【同】恒常性

生物体あるいは生物システムが不断の外的および内的の諸変化のなかにおかれながら、形態の状態・生理的状态を安定な範囲内に保ち、個体としての生存を維持する性質。W.B. キヤノン(1932)がこれを生命の一般の原理として提唱した。C. ベルナール(1865)が強調した内部環境の「固定性」をさらに実証的に発展させたもので、高等脊椎動物における血液の化学的・物理的性状が食物などに影響されることなく、つねに一定の範囲に保たれる事実が代表的な事例とされる。

(Random House Webster's Unabridged Dictionary V.3)

science *n.*

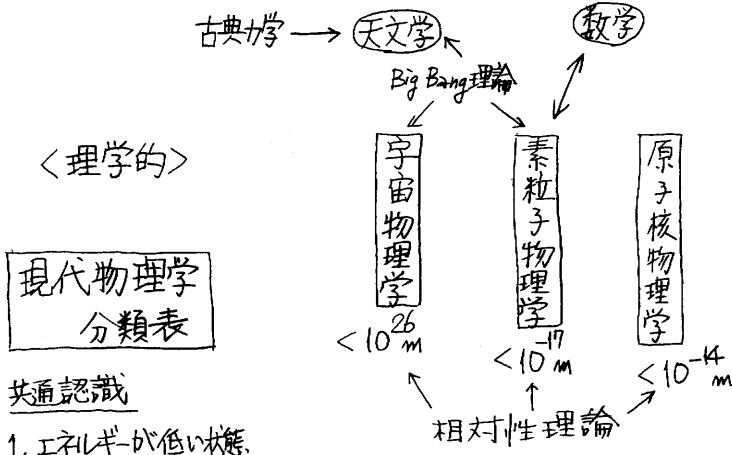
1. a branch of knowledge or study dealing with a body of facts or truths systematically arranged and showing the operation of general laws: *the mathematical sciences.*
2. systematic knowledge of the physical or material world gained through observation and experimentation.
3. any of the branches of natural or physical science.
4. **systematized knowledge in general.**
5. knowledge, as of facts or principles; knowledge gained by systematic study.
6. a particular branch of knowledge.
7. skill, esp. reflecting a precise application of facts or principles; proficiency.

[1300-50; ME < MF < L *scientia* knowledge, equiv. to *scient-* (s. of *sciēns*), prp. of *scīre* to know + *-ia* -IA]

na-ture *n.*

1. the material world, esp. as surrounding humankind and existing independently of human activities.
2. the natural world as it exists without human beings or civilization.
3. the elements of the natural world, as mountains, trees, animals, or rivers.
4. natural scenery.
5. **the universe, with all its phenomena.**
6. the sum total of the forces at work throughout the universe.
7. reality, as distinguished from any effect of art: *a portrait true to nature.*
8. the particular combination of qualities belonging to a person, animal, thing, or class by birth, origin, or constitution; native or inherent character: *human nature.*
9. the instincts or inherent tendencies directing conduct: *a man of good nature.*
10. character, kind, or sort: *two books of the same nature.*
11. characteristic disposition; temperament: *a self-willed nature; an evil nature.*
12. the original, natural, uncivilized condition of humankind.
13. the biological functions or the urges to satisfy their requirements.
14. a primitive, wild condition; an uncultivated state.
15. a simple, uncluttered mode of life without the conveniences or distractions of civilization: *a return to nature.*
16. (*cap., italics*) a prose work (1836), by Ralph Waldo Emerson, expounding transcendentalism.
17. *Theol.* the moral state as unaffected by grace.
18. **by nature**, as a result of inborn or inherent qualities; innately: *She is by nature a kindhearted person.*
19. **in a state of nature**,
 - a. in an uncivilized or uncultured condition.
 - b. without clothes; nude; naked.
20. **of or in the nature of**, having the character or qualities of: *in the nature of an apology.*

[1200-50; ME *natur(e)* < OF < L *nātura* conditions of birth, quality, character, natural order, world, equiv. to *nā(us)* (ptp. of *nāscī* to be born) + *-ūra* -URE]



- < 理学的 >
1. エネルギーが低い状態
安定な状態
 2. 系の時間発展は
系がより安定化する
方向にのみ進む
- 宇宙の寿命: ~ 140 億年 $= 1.4 \times 10^{10}$ 年
1 光年: $0.946 \times 10^{16} m$
cf. 真空中の光速: $3 \times 10^8 m/s$
- 原子の大きさ: $\leq 1 \times 10^{-10} m$
原子核の大きさ: $< 1 \times 10^{-14} m$
cf. 核力の到達距離 $\leq 1 \times 10^{-15} m$
- 素粒子の大きさ: $< 1 \times 10^{-17} m$
cf. 弱い相互作用の到達距離 $\leq 2 \times 10^{-18} m$
- 電子の静止質量: $9.1 \times 10^{-31} kg$
陽子の " : $1.67 \times 10^{-27} kg$
- 不確定性関係: $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2}$ $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2}$
 $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$
- ド・ブロイ波長 $\lambda = \frac{h}{p} \Rightarrow \lambda \sim 10^{-15} m \Leftrightarrow p \approx 1200 MeV/c$
1 電子ボルト (1 eV) = $1.602 \times 10^{-19} J$ ($\leftarrow e = 1.602 \times 10^{-19} C$)

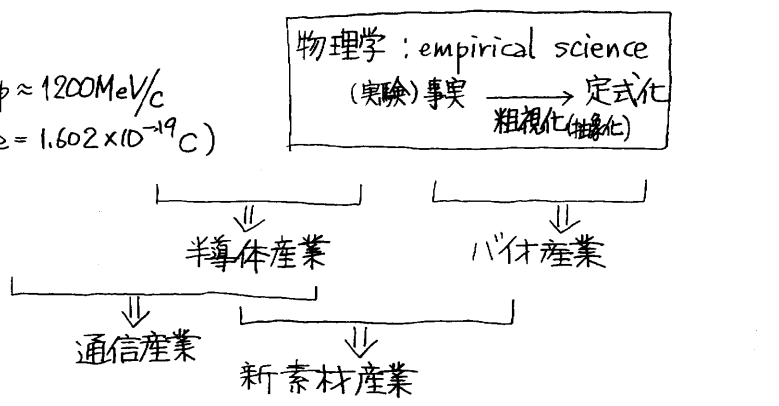
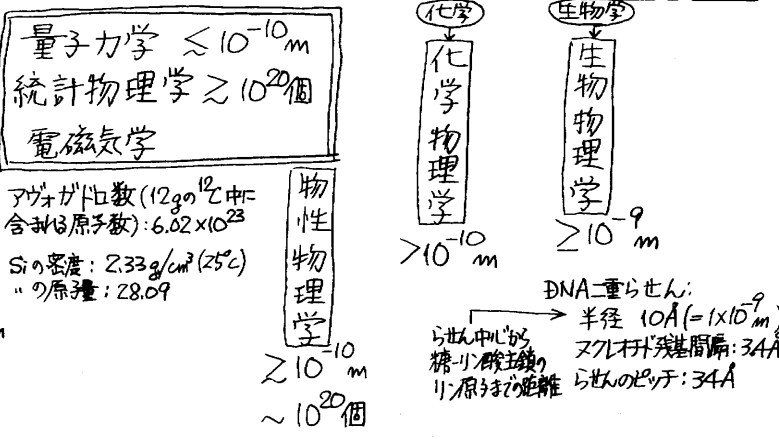
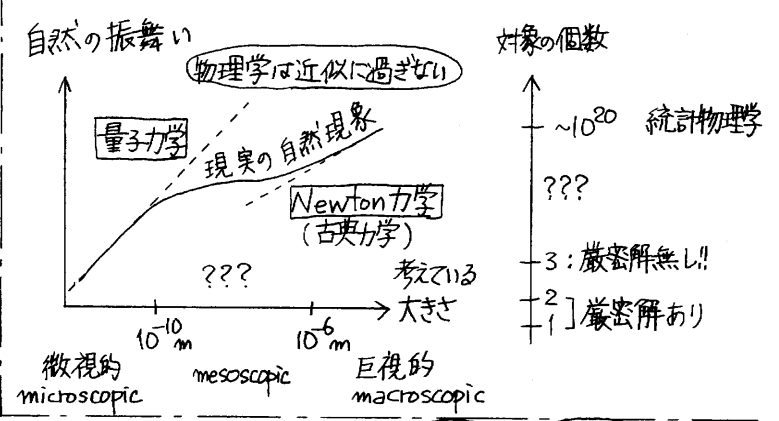
< 対応する産業 >

宇宙産業・軍需産業

高エネルギー加速器: 超高電場・超高磁場・
超高真空 という極限状況下で
機能する超高精度実験装置が
不可欠 例. CERN の LEP は
一周 26.66 km

冷戦終結

★ 1990 年代以降の新造はほとんどない
eg. Superconducting Super Collider (SSC) は
1994 に建造中止が決まった



★ 古典力学から直接派生した 構造力学・材料力学が
現在の日常生活において依然としてその重要性を失な
っていないことに注意すること!

