HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	物質の自立的「質」の媒介的発現形態としての「相互作用」について
Author(s)	倉賀野, 志郎
Citation	教授学の探究, 3, 55-64
Issue Date	1985-03-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13523
Type	departmental bulletin paper
File Information	3_p55-64.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

物質の自立的『質』の媒介的発現形態としての『相互作用』について

倉賀野　志　郎
（北海道教育大学・釧路分校助教授）

第1章　「力学」に於ける『相互作用』把握

第1節　『相互作用』の古典力学上での現れ

『相互作用』は物質の自立的『質』の媒介的展開であると考えている。他者との『相互作用』によって，物質の自立的『質』が媒介的に発現すると判断するわけである。

この『相互作用』にかかわるいくつかの諸問題を箇条書き的に整理したのが本稿である。

物質の自立的『質』が媒介的に展開されたものとしての『相互作用』の特質を典型的に示しているものに，『力学の矛盾』に基づく「力学」の論理構造の展開があると思われる。
まずそれを要約的に整理しておこう。[1)2)]

＊『力学の矛盾』に基づく「力学」の論理構造の展開

1）「相互作用」の現象的現れとしての「衝突」によって物質1の「場」概念の物質2を媒介としての分離が起こる。物質1の「場」と「物質」の内的対立は，外的対立として現象する。

2）物質2の「場」は，物質1の「物質」に『作用』を及ぼす。物質2の「場」は、物質1の「場」の外的に対象化されたものであり，この段階では2の「場」は，1への「作用」として現れる。

3）「作用」の働かない状態としての“一様な”運動，それに基づく“一様な”「時間・空間」という概念の確立，「慣性」・「運動量」という概念の形成。

4）2から1への「作用」の二つの物質に共通する「時間」（「超時間」として3での「時間」と質的に区分する：△T）による展開。「力積」概念の形成。

5）物質2からの『作用』である「力積」と，物質1の「運動量変化」とが等値される。（運動の第二法則の「力積」を用いた表現）

△P（運動量）＝△I（力積）

6）△P＝△I＝F（力）・△T（運動の第二法則の「力」を用いた表現）

物質2の物質1への「作用」は「力」として表現される。（F＝△P／△T）これは，古典力学上での「自己媒介性」を捨象した段階での『矛盾』の現象形態となっている（田中一）[3)]。古典力学の範囲内では，物質2からの働きかけは「作用」として現れるが，その「作用」を担う実体が「場」であるかどうかは直接には問われていない。

7）物質1と物質2との役割の交換。1と2との役割は，さらに他の物質との「衝突」（相互作用）を考えていくことによって交換される。運動の「量」的側面からみた時，「衝突」は「運動量保存」という形で理論的に再構成されるし，他からの「作用」という側面でみた時，「運動の第三法則」という形で再構成される。

第3法則は，このような「論理構造」に基づく時，衝突現象の理論的再構成として特別の位置を占めることになる。

この第3法則について岩崎允胤・宮原将平の両氏はヘーゲルとかかわらせて次のように述べている。[4]

まず，両氏はヘーゲルの「因果関係は必然性にぞくしてはいるが，しかしそれは必然性の過程における一側面にすぎず，必然性の過程は，因果性のうちに含まれている媒介を揚棄して、自分がまったく自己関係であることを示」し「因果性の相関が自己関係的なものとして相互作用に移行する」ことを引用して、[5]「相互作用」を「因果性より高次で豊富なカテゴリー」で「ヘーゲル的な用語を使って『自己関係』として説明」している。[4]

この「自己関係には，関係としての区別の面と，区別の同一の面」とがあり，このことをよく示しているものとして「自己場との相互作用という概念」がある。「質点に及ぼす外力が質点の運動にどういう変化を起こすか，つまり，加速度を生ずるということが，示されている」ニュートンの第二法則での「作用」は，「相互作用を当の質点に注目しながら抽象したもの」で「相互作用の一側面，一契機」で「第3法則（作用・反作用の法則）によってこの相互作用の観点を導入している」としている。この法則は「力がじつは相互作用であることをも語っており，――第三法則の観点は第二法則の観点の根拠とみなすこともできる」のである。[4][6]

事実，「場」の実在性や，「場」の自己とのかかわりを考えざるを得ないような物理的過程は，『相互作用』に於いて発現している。その典型として挙げうるのは特殊相対論効果における「時間の遅れ」の問題であろう。いわゆる「双子のパラドックス」は実験によってしめされているように実在するものである。ここで生じている「遅れ」は「他の系からみてもそのように見える」というものではなく絶対的なものである。この加速度運動によって生じる絶対的な意味に於ける「時間の遅れ」は，『時間』そのものが物質にとって何であるかを考えていくための「鍵」を提供するものであろう。ここでの「加速度運動」は「相互作用」によって生じる結果の運動学的表現であり，「相互作用」によって発現している物理的「質」の一つの現れとみなすことができよう。[7]

今の例の場合，「相互作用」の結果，「場」に変動が起こり，「場」の一部が物質のまわりから剝がれていっていることを考えるならば，物質と自己場とのかかわりが物質そのものの「時間」ともかかわっていることを予測させる。これは一般相対論の考えとも適合する。このように「相互作用」に於いて物質の『質』そのものの一端が現れてくるのであり，この意味では素粒子論の研究なども『衝突』という『相互作用』を媒介として物質そのものの『質』により深く迫っていく研究といえよう。

第2節　「相互作用」の「ラグランジュ」表現
――町田茂氏の『自立性と対象性』への評価をめぐって――

町田茂氏は物質概念を『対象性と自立性の弁証法』とかかわらせて次のように展開している。[8]

「すべての理論がラグランジュ形式あるいはハミルトン形式によって理論化されることは，自然の基本的な運動形態の本質をこれらの理論形式がとらえていることを示している。」[9]

この上で町田氏は「自然における自立的なものは必然的に他者の存在を導き」，「自ら他者を析出し，他者を自らが働きかける対象としてもつようになり，自らも他者によって働きかけられる存在となる」とする。すなわち，「自立的なものは――対象に働きかけると同時に自らが働きかけられる対象になるという対象性を，自立性とならんだ，もう一つの本質としてもつ」ことになる。[9]

このような観点に基づく時,「すべての運動は,自立的実体が他の自立的実体からの作用によって非自立的に変化することに帰着する。」この「他者及び自己と他者とのあいだの必然的な相互作用」を反映してラグランジュアンに自立的な実体だけの項の他に,相互作用を表す項が含まれる。この結果生じる,具体的な運動方程式に於いて両項が「等値されねばならないことが,自立性と対象性というまったく対立するものが同等でなければならないという矛盾の定立と解決としてあらわれる運動を決定するのである。」[9)]

「一点Xに存在する場$\psi(X)$が自立的な場として運動するためにはその微分$\partial_\mu\psi(X)$がラグランジュアンに含まれていなければならず,この'自立性そのもの'が近傍の他の点における同じ類の自立的な場を他者として生み出し,相互に対象的に作用」する。「この微分の存在は,場が近接作用をあらわすために必要であったものであり,また,相対性理論の見地からは,場が時間的に変化することから必然的に導かれる。」このように各点に於ける場の「自立性は対象性に依存し,対象性は自立性を前提としているのであって,その相互の否定的関係の存在(微分項の存在)によって場の運動が生じる。」[10)]したがって「物質の運動の根源は'自己運動'ではない」のであって「すべての'自己運動'の背後には,自立的実体としての局所場があり,それは自立的運動そのものによって必然的に他者を生み出し,他者とのあいだに必然的な対象的作用を行ない,自立性は他者に依存した自立性となる。」

「物質の運動の根源はこの矛盾の定立と解決である。」[11)]

「力学の矛盾」に於ける矛盾した両項の等値という問題をラグランジュアン表現という『位相』に於いて把握する時,現象的には「相互作用項」の存在が,また,その背後に「微分項」の存在があるという指摘は妥当するものであろう。しかし一点の場$\psi(X)$が,他者としての近傍の他の点に依存し「微分項」を有さざるを得ない必然性は,すなわち$\psi(X)$が$\partial_\mu\psi(X)$を生ぜざるを得ない必然性は,このラグランジュアンの『位相』に於いてとらえられた「矛盾」,「相互作用」においても,いまだ与えられてはいないのではないだろうか。確かに場の「微分項」が存在することは,変換に対する不変性から「ゲージ場」の存在を根拠づけるものであり,ここで把握された「矛盾」をただ単に表現をかえたものにすぎないととらえることは誤りであろう。しかし後述するように,ゲージ場においてさえ,「群」の導入を与件とせざるを得ない面をもっており,この「ラグランジュアン」の『位相』のみをもってして「物質の運動の根源は'自己運動'ではない」と断言するのは早計ではないだろうか。

「相互作用」は物質の自立的「質」の媒介された発現形態であり,その「相互作用」に於いて把握された段階における「質」は対立する二項として現れる。しかし,ここでの二項は相互外在的に設定された段階のものであり,『自己矛盾』は静的に対立させられた二項の内に固定化されている。「ラグランジュアン」に於いて表現されている『作用』の二項も,この段階のものであり,これは静的な対立に属している,と考えられないだろうか。

このように考えると,「二項」に分裂した形態で発現していく過程にこそ,町田氏の言う意味に於ける『自立性と対象性』の弁証法性があるのではないだろうか。「二項」への分裂の発現過程は,当の理論にとって所与としている前提そのものを課題とすることになるので,理論の一つの限界点がそこに現れる可能性があろう。

また『対象性』という表現の仕方についても疑義を感じている。この場合『対象性』という概念の哲学サイドからの吟味を要するように思われるが,本稿では『質』の『相互作用』を介して

の発現ということに重点を置くという観点より『媒介性』として表現している。

第2章　物理的「質」の発現形態である『相互作用』に対する認識の深化

物質の自立的『質』の発現形態である『相互作用』に対して人間の認識は深化してきた。この意味では「自立性と対象性との現れ方とそれらの矛盾の理論的把握は古典力学から相対性理論あるいは量子論へと科学が発展するごとに質的に異なるより深い段階に達している」[12]。それ故，各々の『相互作用』に対して各段階の『相互作用』の把握の仕方に固有の『矛盾』の発現形態をそこに見出すことができよう。

運動学的表現に於ける現れ，古典力学に於ける『矛盾』の問題，一般力学に於ける現象としての自立項と相互作用項の存在，その背景にある『微分項の存在』は，それぞれ各段階に於いて把握された限りにおける自立的『質』の現れであり，それ故「不完全性」も内包していた。

「ゲージ理論」に於ける『相互作用』把握に於いても同様なことがいえると考える。(後述)

これだけを別格としたり，一方で古典上での現れを否定したりすることは，各段階を通じての認識の深化の連続性を抽出する観点とは相容れない。

しかし，各段階に於いて，例えば古典力学段階と量子力学段階とがまったく同じ構造を持つものではないであろう。自立的『質』の媒介的発現としての『相互作用』がどのように把握され，どのような問題点を有しているかを特徴づけることは，各理論の物質的な『質』への接近の視角，程度を特徴づけることと同義であろう。

ここでは，とりわけて古典電磁気学に焦点をあてる。[13]

第1節　とりわけて古典電磁気学に於ける相互作用での『質』の発現形態について

「衝突」(『相互作用』の物理的発現) が起こるためには，両方の物質は互いに「等質」である必要がある。今，ある「＊」というレベルの「相互作用」に基づく「衝突」を考える時，その「＊」によって規定される「＊という物質を規定する質」(以下「＊質」と略) と，「＊」という作用を担う「＊場」が外的に対立したものとして最終的に展開されてくる。また「＊質」は，物質そのものともかかわりをもつので，「慣性」によって規定される「質量」(慣性質量) との関係も持たざるを得ない。運動方程式が「慣性」との関係を有しているからである。

このように考えると，ある＊というレベルに於ける方程式は，自己媒介性を捨象して外的に「対象化」されている段階では3つあることになる。これらは『作用量』という視点からみると次のようになる。

「与えられた電磁場のなかで運動する粒子に対する作用は2つの部分――自由粒子の作用と，粒子と場との相互作用を記述する項からなっている。後者は，粒子を特徴づける量と，場を特徴づける量との両方を含むはずである。」「電磁場との相互作用に関する粒子の性質は，粒子の電荷とよばれるただ一つのパラメーターで規定され」，場の性質は4元ポテンシャルによって構成される4元ベクトルによって特徴づけられる。[14] (「電荷」はただ一つですんだが，一般的には「＊質」は一つであるとは限らない。)

以上，まとめると，全体として「作用函数」は「自由粒子に対する作用」，「粒子と場との相互作用」，「場それ自身の性質に依存する作用」の3つの部分から出来ていることになる。前の二つから『運動方程式』が，後ろの二つから『場の方程式』が導き出される。両者はこの段階では互いに外的に独立したものとなっている。

この二つの方程式は次のようなものである。

◎「＊」に於ける運動方程式

源2の「＊場」によって引き起こされる「＊作用」は，源1の「＊質」に働き，源1の「運動状態」を変化させる。

◎「＊場」の方程式

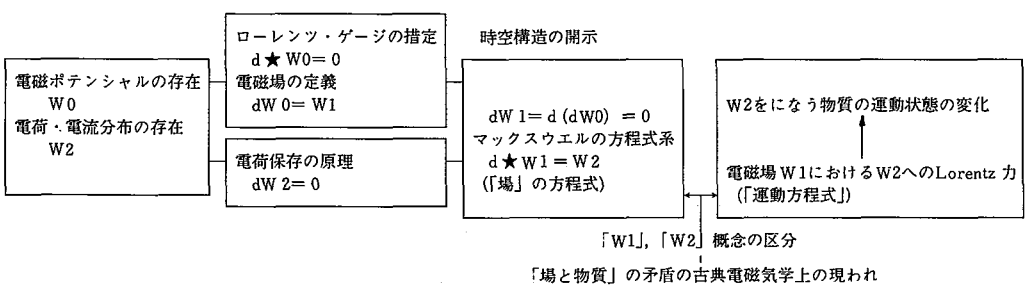
「＊質」の源が，「＊場」をつくる。

ここでの「＊質」は，「運動方程式」に於ける「＊質」とは区分される。後者は「場」を生み出す「質」であり，前者は「場」の効果を受容する「質」である。[15)]

自己の物質としての『質』は二つの側面を区分しておく必要がある。「＊相互作用」に於いて「＊質」と「＊場」が区分されることから，「電磁的相互作用」に着目する時，ここでの『質』としては「慣性質量」と「電荷」とが出てくる。かつて「自己場」とのかかわりによって生じる「質量」（電磁気的質量）によって「慣性質量」のすべてを説明できるのではないかと考えられた時期があったが，電磁的質量を差し引いてもなおかつ残る「慣性質量」の部分があることが示され，うまくはいかなかった。電磁的相互作用が「物質」が本来的に有しているであろう「相互作用」のすべてを代表するものではないことを考えれば，そのあるレベルのみに着目した「自己場」とのかかわりによって，「物質」のすべての『質』がくみつくされることがなかったのは，ある意味では当然のことだと言えよう。「物質」の『質』を想定して「自己場」をすべての相互作用を包括した意味でのそれであるとすると，「衝突」とは，それが具体的に他者とのかかわりの中で展開され，特殊的な相互作用（ここでは電磁的相互作用）となって現れることを意味しているわけである。当然のことながら，どのレベルに於ける「相互作用」によって物質をみていくかによって，物質の有する異なった「質」がみえてくるわけである。また，より物質の内奥に入りこんでいくことによって様々なレベルの相互作用が発現してくる可能性もある。この「衝突」を「＊相互作用」において考える時，「＊質」と「＊場」が出てくるわけである。ここではとりわけて『電磁的相互作用』を問題としているわけである。

現在，知られている4つの相互作用の中で「光子と光子との散乱」を考えなければ，電磁的相互作用に基づく電磁場は，いわゆる「重ね合わせの原理」を満足するという性質から，源から生じた場そのものが新たな場を生み出す源とはならない「アーベル場」としての特徴をただ一つもっており，また重力相互作用と同様に力を媒介する粒子の質量が0なので無限大の到達力をもっている。アーベル場であるという特徴は，「物質」と「場」とを外的に二分した形でとらえやすいことを意味しており，電磁場の特殊性がここにあると言えよう。

物質の自立的『質』の「二項」への分裂した姿は古典電磁気学に於いては「場」と「物質」として自己場との作用が外的に対象化された段階で，「運動方程式」と「場の方程式」との区分のうちに現れている。古典電磁気学の各方程式を「微分形式」表現で構造的に書き表すとつぎのようになる。[16)]



［電磁気学の各方程式の「微分形式」表現］

（「ｄ」は「微分形式の理論」に於ける外微分で，「★」は「共約ベクトル」への星印作用を意味する）

電磁ポテンシャルをＷ０とすると，ローレンツ・ゲージは，ｄ★Ｗ０＝０となる。

電磁場の定義は，ｄＷ０＝Ｗ１となるＷ１によってなされる。Ｗ１の「電磁場」は電場と磁場とを含んでいる。ここでのＷ１もしくはｄＷ０は「電磁場」を総体として含んだマルゴトの量となっている。

いわゆるマックスウエル方程式系は次の関係式から出てくる。まず最初は「場」の方程式

ｄ★Ｗ１∝Ｗ２

Ｗ２は電荷，電流分布を示しており，そのまわりにＷ１の「電磁場」が上式の関係で結ばれるようにできているわけである。

しかし，この「場」の方程式だけでマックスウエル方程式のすべては出てこない。Ｗ１とＷ０との関係から恒等的に出てくる条件式をつけ加える必要がある。ｄＷ１＝ｄ（ｄＷ０）＝０がそれである。

この「条件式」から電磁誘導の法則なども導き出されるのだが，この式は「電磁場」の時空構造として恒等的に成立するもので，古典物理の範囲内に於ける磁荷の非存在もこの式より出てくる。

一方，Ｗ２を担う物質の運動状態の変化は，電磁場Ｗ１に於けるＷ２への「作用」（Lorentz力）を表現する運動方程式を必要とする。いわゆる「マックスウエル方程式」は，「電荷・電流と電磁場の関係を規定しているだけであって，それらの時間的発展を与える力学の式ではない」のであって「それらの運動を決定するためには，場が電荷・電流に及ぼす力の表式を定め，その力の表式と運動方程式を用いなければならない」。例えば場まで含めた「エネルギー・運動量の保存則」の導出は「マックスウエル方程式のみでなく，力学にかかわるローレンツ力と仕事概念（運動方程式から導かれた概念）を用いて定式化」される。[17)]

このような運動方程式と「場」の方程式への対立した現れのうちに古典電磁気学上の「矛盾」も顕在化する。

R.P.ファインマンは「単純な荷電粒子の概念と電磁場の概念とはある意味で矛盾したもの」となることを述べている。これらのことは，電子それ自身に対して及ぼす力という問題を考えると表面化する。「相互作用」によって生じる電子の加速度運動を考察して，「電子の各部分の間の力を調べると，作用と反作用とが完全に等しくなくて，電子はそれ自身に対して加速度と逆向きの力を及ぼすことがわかる。」しかし，これを認めていくと，「自身に対する作用」は「無限大」になってしまうのである。

この場合，「電子は自分自身に作用することはないということが――困難のすべて」となってくる。この自己との作用を否定すると，電荷を「相互作用」の下に置き加速度運動させると電磁波が出るという基礎的な事実さえも説明ができなくなるのである。「電磁波」現象を説明するためには「電子の一部が他の部分に作用すること――しかないように思われる。」[18)]

電磁波という，ある意味では単純な事実さえもが「場」と「物質」との「矛盾」にかかわっていることになる。この問題は「二項」に分裂した段階である運動方程式と「場」の方程式とによっては解きえないものとなっている。これは「電磁波」が『相互作用』とかかわっていることを考えるとある意味では当然のことなのかもしれない。

量子化された電磁気学において生じる「質量」と「電荷」の自己場による「発散」の問題を「くりこみ」という方法で『回避』した朝永振一郎氏も，われわれの理論の「自己矛盾」が何処からきているのかについて「場とその間の相互作用という二つの古典的な（量子化しない）場の理論からそのまま持ってきている」と述べている。[19)]

第2節　ゲージ理論に於ける『相互作用』把握の「不完全性」

古典電磁気学の論理構成から考えるならば，電場・磁場は一つの物理的実体である「電磁場」（Ｗ１）テンソルの具体的に現象した部分的な成分でしかなく，両者の関係を「矛盾」として把握することはできない。

しかし，歴史的に考えるならば，19世紀の電磁気学の形成過程に於いて，静電気学・静磁気学からみれば電場・磁場の両者が連関をもつことは，当時の「理論」に於いては「矛盾」でありえた。当時に於いては，この両者の「場」を「異質的」なものとして設定しておく方が歴史的には積極的な意味を持つこととなった。電場・磁場をただ単なる力の数学的形において「矛盾」を「解消」した『電気力学派』は，結局のところ，その「矛盾」をより高次なレベルに於いて統一していく電磁気学をつくりだすことはできなかったのである。電場・磁場を「矛盾」として設定していくことは歴史的には意味があったわけである。[20)]

これと同様にして，古典電磁気学より高次な認識のレベルに到達している『ゲージ理論』に組み込まれた「電磁気学」に於いても，その体系に於ける古典とは異なった様相を帯びた「矛盾」が現れてくる。

古典電磁気学に於ける「場」と「物質」との『矛盾』は，その歴史的段階における「位相」においてとらえられた限りにおける「矛盾」であるわけである。

この意味では『ゲージ理論』に於ける「相互作用」把握にも「不完全性」が見出だされるはずである。しかし，その際，『相互作用』が「対称性」を規定する『群』のうちにただ単に押し込まれたにすぎないと見るのも誤りであろう。『相互作用』をそのような『形式』のうちに把握することができるということは，客観的実在の構造をより深く反映した側面が存在しうるからにほかならないはずである。「二項」が分裂した形態で現れる以前の段階での「矛盾」が，どのような形でより高次なレベルで解消され，新たな「矛盾」がどこのうちに追い詰められたかを，明確化していくことにこそ意味があろう。

菅野礼司氏は，「ゲージ理論」の「不完全性」について次のように述べている。[21)]

「ゲージ理論の特徴は，その相互作用が保存則と強く結びついていること」で，「ゲージ理論の性質を決定するのは物質場ψの対称性である。ψの対称性を与えればあとはすべて自動的に理論が決まる仕掛けになっている。これがゲージ理論の重要な特性である」が，それは二つの問題点を有している。

第一は「ψのもつ対称性を決定する原理はまだない」ということである。「ゲージ理論は物質場ψとゲージ場とからなっていて，ψの対称性がゲージ場の性質を決め，逆にゲージ場がψの運動を規定するという，相互依存の形式に一応なっている。しかし，その相互依存は完全ではない。なぜならば，対称性を決める原理がなく，外から対称性を与える」ものとなっているからである。したがって物質とゲージ場の対立という形式は完全ではない。

「もう一つの問題は，ゲージ理論で物質場（フェルミ粒子）とゲージ場を基本的実体とし，場と物質の対立という二元論的自然観と，他方ゲージ場をフェルミ粒子とその反粒子との複合系と

するフェルミ粒子一元論の自然観のいずれが正しいのかというものである。もし，大統一理論や超重力理論でフェルミ粒子一元論をとると，究極的には実体も相互作用も一つの完全な対称的な世界から出発することになるが，その対称性の破れる機構を真空の性質に全部負わせることが果たしてできるだろうかとの疑問が残る。」

この点については牧二郎氏も物質の究極像とかかわらせて，異なった言い方ではあるが次のように述べている。[22]

「もしもなんらかの意味で宇宙方程式（究極的に自然を反映する方程式：引用者）のようなものが想定しうるものだ」とすると，「それが真実を含むためには——いくつかの“非可換・局所ゲージ対称”な相互作用をそこから導きだすことが可能でなければならないだろう。そして，そうだとするとゲージ場に複数の成分がなければ非可換ゲージ理論にならないから，物質の“成分”もまた複数個必要とするだろう。こうして，われわれは——おそらくプランク質量以下の領域では——物質の一元論には到達しえず，また，“物質”と“力”という概念はひき続き相異なるものとして残るであろう」。

第3章　『相互作用』と『階層性』

寺澤英純氏は『階層性』と『相互作用』との関係について「物質の階層についての新しい自然観」と題して次のように述べている。[23]

「粒子（や物質一般）の属する諸階層が，歴史的にひとつひとつ——鮮明に見えてきた」のは，「この宇宙のこの場所この時点に，多数の元（寺澤氏の言うところによる物質の構成要素）の複合物であるこれらの粒子（や物質一般）はすべて，われわれがこの時点で有する観測手段で観測されるに十分な安定性や特徴とをもっていて，しかも——群をつくっているからにすぎない。これらの群を物質の階層と呼」ぶことができるとしている。

このような視点に基づくとき，「風船の中のものは，触覚だけに頼る人にとっては連続体であり，——〈ガンマ線で見る〉人にとっては多数の原子核と電子であり，〈ニュートリノで見る〉人にとっては，多数の陽子や中性子や電子——であるように見える」のである。

このような議論に基づいて『階層』そのものを寺澤氏が「有用ではあるが真実ではない幻想」とするのは行き過ぎであろうが，『階層性』そのものが『相互作用』の安定した系として抽出されていることは事実であろう。山本悟氏らは「その階層に所属する現象を問題とするかぎり，ある階層以下の内部構造を考える必要がな」く，「現象を指定すれば，それに応じて考慮すべき物質の階層構造が決まり，したがってそのときの現象を担う基本単位が決まる」として，それを『層子』と名付けている。[24]しかし，観測に対して相対的に安定した『相互作用』が『群』を構成していないような過渡的な段階に於いては，「階層を特徴づける粒子」とでも言うべき『層子』というような概念を基礎づけることはできない。「階層」が「階層」として現れるためには，その階層を特徴づけうるであろう『相互作用』がその細部を無視しうる形で使用できる安定性を有しており，なおかつ，それが各階層にまたがってそのような特徴を抽出しうるという条件を満たさねばならないだろう。

このように考察してくると，『階層性』は『相互作用』の安定した形態での現れであると考えることができ，なぜ中間の階層が存在しえないのか，進化しつつある階層として過渡的なものが有り得るのではないか，といった課題を提起することが可能となる。この問題の提起にかかわったものの一つとして「非線形非平衡熱力学」を挙げることができるであろう。[25]

この視点からするならば，『相互作用』に於いて論じられているのは，「動的平衡状態を静的局面に於いて把握し，非連続的な空間的諸構造へと射影したものとして」の『階層』ということになる。[26]各『相互作用』間の関係や途中の形態を対象とする科学は，『階層性論』が静的であるのに対して，動的なものと特徴付けすることができよう。量子力学に於ける「観測問題」も，ミクロとマクロのそれぞれにかかわる「相互作用」間の一方から他方への『散逸構造』の転位の問題群のなかに埋め込むことが可能となる。[27]

物質の自立的「質」の対象的・媒介的に展開されたものとして，「矛盾」の発現という視点から「相互作用」を考察してきたが，この「相互作用」をめぐる諸課題は，静的な側面に於いて把握する時，『階層性』として現れ，動的な構造として把握していく時，ある「相互作用」の他の「相互作用」への『ゆらぎ』等の成長の問題，「階層性」の歴史的進化の問題として現れているわけである。

〈注〉

1）寺岡英男　「ニュートン三法則を中心とした『力と運動』の指導」『北海道大学教育学部紀要』25号　1975年　p 150

2）拙稿　「『力学の矛盾』と力学教育」『北海道教育大学紀要』32巻第1号　1981年

3）田中一　「力学の弁証法」　『唯物論』No23　札幌唯物論研究会　1975年

4）岩崎允胤・宮原将平　「現代自然科学と唯物弁証法」　大月書店　1972年　p 263・271・275・276

5）ヘーゲル　「大論理学」中巻（武市健人訳）〔交互作用〕　岩波書店

6）寺岡英男　「作用反作用の法則の指導に関する基礎的考察」『 福井大学教育学部紀要』25号　1981年
ここでは力学史，とりわけ I. Newton に焦点をあてて「衝突論」の分析が行なわれている。他に，吉仲正和　「ニュートン力学の誕生」　“衝突論（運動の基礎理論）の検討”　サイエンス社　1982年　も参考になる。

7）拙稿　「『電磁気学教育についての一考察」――特殊相対論的視点からの分析――　北海道教育大学・釧路分校　『釧路論集』12号　1980年

8）町田茂・有尾善繁　『現代科学と物質概念』――対象性と自立性の弁証法――　青木書店　1983年

9）町田茂　前掲書所収　「近代物理学の基本的な運動法則」――ラグランジュ形式，自立性と対象性――　p 6～13

10）町田茂　前掲書所収　「物理学における自立的実態と対象性〔2〕」――場の理論――　p 32・38

11）町田茂　前掲書所収　「物質の‘自己運動’」　p 193

12）町田茂　前掲書　p 14

13）拙稿　「学校教育における電磁気学指導の諸問題」（Ⅰ）『北海道教育大学紀要』34巻第1号　1983年

14）ランダウ・リフシッツ　「場の古典論」（広重徹・他訳）　東京図書　1964年　p 51

15）「能動的，受動的重力質量の間の比例性は，ニュートン力学の原理のなかに深く根づいている。」それは「ニュートンの3法則」（作用・反作用の法則）の結果である。電磁気の場合も能動的質（電荷）と受動的質（電荷）とは一致する。　マックス・ヤンマー　「質量の概念」（大槻義彦　他訳）〔量子力学と場の理論における質量の概念〕　講談社　1977年

16）前原昭二　「線形代数と特殊相対論」　日本評論社　1981年

17）菅野礼司　「物理学の論理と方法」（上）　大月書店　1983年　p 119・127

18）R. P ファインマン　「ファインマン物理学Ⅳ　電磁波と物性」（戸田盛和訳）　第7章「電磁気的質

量」　岩波書店　1971年
19）朝永振一郎　「無限大の困難をめぐって」(1949年)　「量子物理学の展望」上　岩波書店　1977年
20）板倉聖宣　「物理学と矛盾論」〔電磁場理論における電気と磁気の矛盾〕　「科学の形成と論理」所収　季節社　1973年
21）菅野礼司　「物理学の論理と方法」下　大月書店　1984年　p 230・239
22）牧二郎　「物質の究極像をめぐって」　日本物理学会編　『物質の究極を探る』所収　培風館　1982年　p 234
23）寺澤英純　「〔元物理学〕と原幾何学」　『物理学最前線２』　共立出版　1982年　p 40～42
24）山本悟・田辺晃生　「科学と認識構造」　昭和堂　1984年　p 238
25）ニコリス・プリゴジーヌ　「散逸構造」――自己秩序形成の物理学的基礎――　岩波書店　1980年
26）拙稿　「『理科Ⅰ』で統一的自然像を」(上)『北海道教育大学紀要』33巻第１号　p 45
27）町田茂・並木美喜雄　「量子力学における観測の理論」Ⅰ，Ⅱ　『科学』　1980年12月号，1981年１月号・町田茂　前掲書所収　「量子力学と唯物論」――観測の諸問題――

謝　　辞

本稿の作成にあたって，北海道大学教育学部・高村泰雄教授，ならびに北海道教育大学岩見沢分校・若菜博助教授にレポート段階で検討をしていただいた。この場を借りて謝意を表したい。