

# 哲學研究

第二百十四號

第十九卷  
第一號

## 近代に於ける自然の論理

佐藤省三

近世の初め、ガリレイにより創始せられニュートンに至り大成された近世物理學が、カントにより自然科學を代表する許りでなく廣く學的認識の典型として論理的基礎付けの對象とされて以來、其の後十八世紀末から十九世紀に至つて歴史に對する關心が高まり、歴史とか或は廣く精神科學の有する獨自の意義が着目され反省されることにより、認識論に於て自然認識と共に歴史認識の領域が開拓さるるに至つたことは周知の事柄である。然るに自然科學そのものの領域殊に物理學の領域に於ても、ニュートン以後かの「歴史の世紀」*saeculum historicum*と稱さるゝ十九世紀から現世紀にかけて、著しい目醒ましい發展、變革が成し遂げられ、その根本概念や延いて

は自然觀に重要な革新が齎らざるに至つたのであつた。自然科學に關しても傳統的、一律的な固定的觀念が何時迄も通用し得るとは到底考へられないのであつて、自然認識の本性の解明上かゝる自然科學の不斷の發展に伴ひ新しい根本的な範疇を確定しその概念的、内容規定を明かにする爲に、常に新しい困難なる問題が哲學に提出されることが注意されなければならぬ。カントやその後繼者によつて企てられし自然科學の論理的基礎付けは一度限りの *ein für allemal* な試みとすることは出来ない。今一般に自然認識の論理的意義を問ふ所のものとして、換言すれば自然科學の範疇論として「自然の論理」を解するならば、カントの先驗論理や之を徹底純化するコーヘンの「純粹認識の論理」はかゝる「自然の論理」の適例であり、殊に後者はその典型とも言ふ可きものであるが、近代物理學の發展に對應してこれに立脚せる新しき「自然の論理」が如何なる特色を有するかを明かにすることが極めて重要な意義を有する。こゝに言ふ「近代物理學」とは、これによつてニュートン以後の、現代に至る迄の物理學を包括せしめんとするのであるが、勿論最近物理學の有する意義も多く、の視點から問題にされ種々なる意義を汲み取ることが出来るであらう。固よりそのすべてを汲み盡すことは不可能であると言はなければならぬ。我々がこゝにニ

ニュートン以後の物理学の發展革新が齎した重要な根本的な問題の一つとして取上げんとするのは物理学と因果性の範疇との關係であり、因果性の範疇から視たる近代物理学の發展の論理的意義である。

蓋し因果性の範疇こそ、實體の範疇と共に、ニュートン物理学を基底とする先驗論理特有の範疇とも言ふ可く無時間的な分析論理に對して先驗論理を區別せしめる所のものであり、かのウインデルバントが對象構成の範疇として内屬 *Inhärenz* の範疇と共に因果性の範疇をば特筆したのはこれによるのである。實に自然科学的對象の構成に關しては從來因果性の範疇が最も根本的な範疇であり否殆ど唯一の方法を意味するかの如く見えた。シヨペンハウエルがカントの範疇表を以て彼の建築學的均齊 *architektonische Symmetrie* を好む性癖から來れるものとなし、他のすべての範疇を退けて因果性の範疇のみを経験的直觀の制約として保持せんとしたことは有名である。然るに因果性の本性に關しては古くから論議異論が絶えなかつたのであるが、最近新量子論の起るに及んで古典的物理学に於ける如き從來の因果律の範疇の中心的位置に疑念を抱かしめるに至つた。即ちハイゼンベルグの不定性關係式の主張する所に從ひ、*microscopic* な現象に因果律の適用が拒まれることにより、

この不定性原理を中心として因果律に關する重大な論争を惹き起したことは周知の事柄である。そうして因果律の否定乃至はその適用の不可能性は物理學そのものの危機を將來するかの様に見え、物理學が因果律と共に運命を共にしない爲に後者の物理學的方法としての意義、限界を反省せしめる直接の動機を與へたと言ふ可きである。然し乍ら醸つて已に十九世紀の末葉近く、ガリレイ、ニュートンの所謂機械論的自然觀に、フアラデー、マックスウェルの電磁論的自然觀が代るに及んで、因果律は従前に於けるが如き意味と自然科學の根本的範疇としての中心的位置とを保持し得たのであつたらうか。以下我々は近代物理學を特色づける主なる新しい範疇の論理的構造を規定し、これらの新範疇と因果律の範疇との關係を明かにすることにより因果律の範疇を中心として近代物理學の有する意義を反省し、古典物理學に立脚する自然の論理がかゝる視點から如何に變改せらる可きかを問題にしたいと思ふ。然るにそれが爲には先づ、ニュートン物理學に即してそれを基礎とする限り、因果律が如何なる規定性を有ち、何故自然科學的範疇の中心的位置を占むるものと考へられるに至つたか、明かにされなくてはならないであらう。

註　こゝに、歴史と自然科學、精神と自然との關係や或は「自然の論理」の「精神の論理」乃至は「一般論理」と呼ばれるものに對す

る位置、關係等の如きが問題となるであらうが、我々は今かゝる一般的な問題に立入らうとするのではない。一般に精神と自然、歴史と自然認識との關係連關について深い根本的な洞察を缺くのでなかつたならば、人々は自然科學に對する精神科學の獨立性の叫びに耳を傾ける許りでなく、自然科學そのものをも誣ひられ歪曲されざる姿に於て見、その概念、方法の發展變革の意義に注意せんと努めるであらう。この事が精神科學の獨自性を明かにする上に必要である許りでなく、生命とか精神の具體相、全體相を把握する爲にも却つて必要なことは今更言ふ迄もないであらう。カントが認識の本性を明かにせんが爲に認識論の問題として自然科學を選んだことは、假令彼の如く自然科學を以て學の典型とする考へが維持出來ないとしても、當時の科學の狀態に本づくと言ふ様な單なる偶然的な歴史的事實からのみ皮相的に説明され得ないことも言ふ迄もない。殊に今日は歴史認識の問題を通じて、之を介することによつて自然認識の問題が再び見直される可き時代であるとも言ふことが出来るであらう。

## 一

ニュートン物理學と因果性の範疇との關係を明かにする爲に、ニュートンの物理學史上の位置に少し立入るならば、彼の物理學は先づ力學 *Dynamik* であるといふ點に於てたとひ同じく運動を論ずるにしても運動學 *Kinematik* の範圍に止まつた所の、彼以前及び彼と同時代の物理學と區別され得るであらう (*Weyl, Was ist Materie?*)。力學の先驅をなしたのはガリレイであつて彼は物體の運動に於て單に幾何學的運動學的な場所の變化許りでなく *impetus* の如き運動量をも考へた。質點の相互の位置及び運動を論ずるのに單に「幾何學的なるもの」に還元することの出來ない物體の

質量とか、非外延的な「力」の概念が導入されることによつて力學が成立したのである。而してニュートンの力學は又後に電磁氣の方面の研究から起つた電磁論的力學に對して機械論的な「質點の力學」として區別される。

かゝる特質を有するニュートン力學の根本原理をなすものは彼の所謂「運動の定律」であつて、之がニュートン以後力學の變遷を経た後も久しく力學のみならず全物理學の基礎をなすものと考へられた。そこでニュートン物理學と因果律との關係如何と言ふに、一般に因果律の概念も種々なる意味に解せられ、こゝにその意味を限定する必要に迫られるが、因果律がニュートン物理學に立脚する限り如何なる規定性を獲得し如何なる意義を有するか、このニュートン力學の根柢を成し最もよくニュートン物理學の上述の特質性格を物語る所の運動の定律から明かにされることが出來ると考へらる。これによつて因果律が通常物理學に於ける代表的な根本的範疇とされる所以も理解されるであらう。今運動の第二定律によれば「力」は物體の運動の速度を變更するものとして即ち物體に加速度を與へる「外力」として定義されてゐる。因果律の概念はこの運動の第二定律に於ける「外力」即ち「外的原因」としての力に於て適用され、之によつて最も明瞭に表出され規定を得てゐると思はる。

蓋し因果律の概念は物理學者により通常單に現象の繼起、狀態の變化の法則として考へられ、狀態とは物理學に關する限り運動體の位置及び速度の如きものを指すのであり、實際ニュートン自身も科學史上不朽の意義を有する「ブラクシヨン法」*methodus fluxionum* の發見によつて質點の運動の狀態の變化を時間の函數として表はし得たのである。然るにこの運動の定律によつて、因果律に於てはかゝる時間的に繼起する狀態といふ丈けに止らず狀態の變化を惹き起す原因なるものが不可分離的に共に考へられてゐることが明かである。一般に因果律といふ概念に於ては、本來因果の關係即ち原因の結果に對する關係が無視し得ざる不可分離的なものとしてその本性を形作るものであり、この因果の關係をいかに考ふるかによつて因果律の意味が種々に異り來ると考へらる。即ち結果は原因に於て根據を有ち、原因により媒介され原因が無ければ存立しないといふ結果の原因への依存結果の原因による基礎付けの關係を含む點に於て、因果律は一面「理由」の「歸結」に對する關係に相當する所が無ければならぬ。而してかゝる因果の關係がこゝにいかに解せられてゐるかと言ふに外力の如き觀念からして結果を基礎づける原因は外的原因として即ち結果の外に求められてゐることがわかる。かゝる意味では、例へば地球の廻轉に於

ける晝と夜の關係に見らるゝ如く、時間的に先行する質點の運動の狀態が之に繼起する運動の狀態の原因であるとなすことは出來ないのであつて、この場合狀態の變化を惹き起さしむる所のもの、例へば速度を變更せしむる力の如きものが原因と考へられたのである。この點から幾何學的運動學的 *Kinematisch* に位置の變化の如き單に狀態の變化許りを論ずるのでなく、狀態の變化を惹き起す力を考ふる所のニュートンの力學に至つて初めて因果律の範疇が眞に問題になり、機械觀の全性格を標示する範疇となり得たことが理解されるであらう。自然因果律が理由律の時間的適用たる意義を有つと言ふのも、先述の如く因果の關係が理由の歸結に對する關係に相當する事と、結果に外的な原因が又時間的にも結果に先行すると考へらるゝによる。かゝる因果律と理由律との關係によつて、カントが「範疇の形而上學的演繹」に於て因果律を「一般論理」の「假言判斷」に對應せしめた所以が明かにされるであらう。

然らばニュートンの運動の定律中、殘りの二定律は如何なる内容意味を有し上述の第二定律に對し如何なる關係を有するのであるか。換言すれば如何にして第二定律が運動の全定律を代表するものと考へられるに至るのであるか。因果律が自然科學的範疇の代表的位置を占むると考へられるに至る所以を明かにする爲にこ



の問題が無視する事の出来ない重要な意義を有する。

運動の第二定律が上述の如く力の作用を規定する法則なるに對し、第一定律は慣性の法則、第三定律は反作用の法則と呼べるゝ所のものである。慣性の法則たる第一定律は物體は外力に働かれざる限り同一の状態に於て持續することを主張し、この持續 *Beharrungs* が物體の慣性を意味するのであるが、第二定律が物體の状態の變化の因を専ら外力に歸するのであるから従つてそれは反面に物體は外力に作用されざる限り同一の状態に止ることを豫想し、而してこのことが第一定律そのものの内容に外ならざるが故に、第一定律は第二定律に前提されむしろ之に包含されると言ふことが出来る。次に反作用の定律たる第三定律もそれが作用と反作用との相等を主張するのであるから、反作用従つて相互作用は作用によつて代表され、作用の定律たる第二定律と特に異つた新しい意義を有しないかの如く考へられ易い。即ち相互作用を互ひに獨立に存在する二物體間に行はれるものと見做し、作用と反作用との區別もかゝる二物體の一つに着目して相互作用を見ることによつて生じ、従つてこの二物體をも含んだ一つの全體的なるものとして相互作用を見るのでないから、かくの如き無媒介的、外面的關係に於ては相互作用に新しい方法的意義が承認さ

れないのは當然である。反作用の新しき概念も、作用と反作用との相等性に基き恰も單に作用の方向を逆にせるものに過ぎざるものなるかの如く考へられるに至る。多くの物理學者が、第一定律は第二定律に於て力が零なる時加速度が零であるといふ特殊の場合であり、第三定律も第二定律の力の作用に附隨する法則で第二定律の如く直接運動を支配する法則ではないとして、運動の全定律を第二定律を以て代表せしめ後者を特に運動の定律と稱する所以はこゝに存する。

而して以上の三定律に、ニュートン物理學に立脚するカントの先驗論理の範疇表に於ける「關係の範疇」に屬する實體、因果、交互作用の三範疇が照應することは言ふ迄もない。元來カントがかく關係の範疇を實體、因果、交互作用となしたのはニュートンの運動の三定律に根據を有するものであり、そうしてカント後も引き續き範疇論に於てこの分類、命名の仕方が踏襲され來つたものであると見て差支へないであらう。殊にカントが第三位に來る範疇を相互作用といふ語を以てしたのは、ニュートンが第三定律を「物體の相互に對する作用は常に相等しく方向反對である」といふ公式でも表はしてある所から見て (Newton, *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, libers. v. *Wolfer S. 32*) その由來は恐くこの定律に存するであらう。然るに前述の如く第二

定律を以て運動の全定律を代表せしめることに應じて、ニュートン物理学に根柢を置く限り、因果律が關係の範疇の中で代表的中心的位置を占むるものと考へられるに至るのは當然と言はねばならぬ。實體の範疇と言ふも單に持續、恒存の意味に止り、原因を外因とする考へに豫想さるゝ持續、恒存の意味以外に、現象とは全然獨立にそれ自體に *subsistieren* し自分自らの中に運動、變化の原因を有する基體と言つた様な意味はこゝに考へることは出來ぬ。かゝるものは機械觀に矛盾しこの立場にあつて考へることは不可能である。相互作用の範疇も、運動の定律から明かにされる相互作用の意味が上述の如く作用の外的合成物に過ぎぬかの如く考へられる限り、換言すれば機械觀に立脚する限り、すつかり因果性の範疇に還元され、後者からして理解し盡され得ぬ様なものは何物をも含まず、従つて方法論上因果律と本質的に異つた新しい特質を之に承認することが出來ないのである。かゝる見解を最も明瞭に述べたのはカントである。元來相互作用として *Gemeinschaft* なる新しい範疇を考へた彼は、それが單に彼の建築學的好癖に由來するものでなく、反作用並びに相互作用の概念の有する論理的意義を考慮したものと見られ、事實「純粹理性批判」に於ては關係の三範疇を何れも同格と見て、その何れかを以て根本的、代表的と見るかの如き考

へは見當らない様であるが、然し彼も畢竟ニュートン物理学を嚴密な機械觀として解し去らんとしたことは彼の「自然科学の形而上學的原理」の書が示すが如くであり、又彼の倫理學等が自然を特色づけるのに嚴密な因果的必然の支配する世界とする點に已に見ることが出来るであらう。その限り因果性の範疇が最も中心的、代表的位置を占めることとなる。彼は前掲の「自然科学の形而上學的原理」に於いて (Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwiss.*, IV, W. Bd. IV S. 45ff.)、運動の第二定律を「物質の如何なる變化も外的原因を有する」といふ公式で表はし、物質が外的原因のみによつて變化せしめられるのでなくして、内的原因を有するとすれば物質は活きてゐることとなり、機械觀に矛盾するとなした。而してこの一物體丈では運動狀態の變化が起らぬことを表はすのが惰性律に外ならぬとし、従つて惰性律を以て物質の生命を有しないことを表はす原理であると言ひ、更に一物體が自分自ら運動の狀態を變じ得ないといふ所から相互作用的な二つ以上の物體の「共在」の必要を推論してゐる。このことは運動の第二定律を中心とし、第一定律や第三定律が已にそれに於て豫想され不可分離的な關係にあるものとして、むしろ兩者を第二定律から導出せんとするもの、換言すれば實體や相互作用の範疇の意味を外的原因の思想を中心として之

から誘導せんとするものであり、その限り機械觀から理解され明かにされ得ないものは何者をもこれらの範疇に承認しないことを表はし、運動の定律並びに關係の範疇の機械觀的見地を語つて餘蘊なきものである。註

我々はこゝに於て、何故に因果律がニュートン物理學によつて代表さるゝ機械的自然觀に於て、その根本範疇として「關係の範疇」の代表的中心位置を占めたか、従つて機械觀の立脚地をとる限り何故「相互作用」に新しい範疇としての意義が承認され得ないかを明かにすることが出来たと思ふ。而して上述の如き機械的自然觀の根本原理としての因果律の意味は運動體を質點と考ふる一種の粒子論的見地を豫想し、質點の概念と不離の關係を有ち、且特定の時間論(時間の絶對性)、作用(後に述ぶる如き遠隔作用)並びに力の意味(外力)等を前提し、此等の諸概念と運命を共にすると言ふことが出来る。ニュートン以後機械觀の崩壞に伴ふ物理學の變遷を通じて、これらの質點時空、力、作用等の諸概念は何れも根本的なる變革に遭遇することとなり、従つて因果律の意味も變じ、新しき物理學的方法を標示する新しい範疇の出現によつて因果性がニュートン物理學に於けるが如き自然科學の範疇論の中心的位置を失ふに至りしは後に明かにせんとするが如くである。

註

然し乍らニュートン物理学そのものが、何處迄かゝる外力とか外因の考へのみを以てする嚴密な徹底した機械觀的解釋を容れ得るかば疑問である。已に「引力」なるものに於て、それが質點に内在する點でニュートン物理学は一種の内在力、内在因を許すと言はねばならぬ。ニュートン自身も *Philosophiae naturalis principia mathematica* の中に、力を *effectus, agens* 等の語を用ひて作用因と解する一方 (*Deussumus v. Wolff* S. 29, 13) 又内在力 *vires insitiae* なる語を使用してゐる (*Ibid.* S. 25)。殊にカントの如く外方、外因しか認めないならば、一物體はこれによつて外因として他の物體の「共在」を必要とするとしても、これは更に第三の他の物體の共在を豫想しかくて無限に進み作用の無限の系列が生ずるのみで、作用に對する反作用の意味は出て來ないであらう。反作用の意味は共在する質點の間に一種の *Geschlossenheit* を豫想して始めて生じ來るのであるから。従つて通常自然の機械觀を主張すると稱せられるニュートン物理学そのものに於てかゝる自然觀が何處迄貫徹し得るかが已に疑問であると言はねばならぬ。

ニュートン物理学に於て運動の定律が第二定律を中心とせずして第三定律を中心として考へらるものであつたならば單なる機械觀とは異つた別のものとなつたであらう。如何なる作用にも反作用を伴はないものがないならば、作用と反作用との相互作用の全體が考へられなければならぬ。然るに作用と反作用との相等性が主張されることによつて、この相等性が充分吟味せられる事無く、相互作用は作用によつて割り切れない剩餘即ち作用に對して *inkommensurabel* なるものをば有せず作用によつて代表され得ると考へられ、相互作用の全體が眞に問題とならなかつたのである。この點にもニュートン物理学の所謂 *Atomistik* と稱せらるる可き所以が認められる。

こゝに想起さるゝのは、十九世紀の終り近く一方に於て後に述ぶる如く機械論的自然觀から電磁論的自然觀への轉向の氣運漸く著しからんとする頃、*Mechanik* そのものの中に於て、ニュートンの力の定義に含まれる因果關係の如きは直接に經驗し得ないものとなしかゝる因果の觀念を使用せずして *Mechanik* を建設せんとしたマッハ、キルヒホッフ、ヘルツ等により代表さるゝ實證論者の試みである。かゝる企てが我々に對して有する意義は彼等が解した據にすべての *apriori* なるもの *ideal* なるものを否定せんとする意味では勿論無い。ヘルツが「力」の觀念を排除せんとして *„verborgene Masse“* の如き明白に *ident*

なものを認めればならなかつたが如く、すべての *apriori* を否定することによつては物理学を建設することは不可能である。マツハに始まりアインシュタインを経てハイゼンベルグに至る近代物理学を一貫する傳統的な實證論的系統は實證論そのものが自分を徹底することによつて却つて自分の制限を自覺するに至る過程を示すものである。當面の問題上我々にとつてマツハやキルヒホッフ、ヘルツ等の企ての興味ある點は、それが *technique* に對して外因とか外力の如き概念が有する意義、位置の如何なるものなるかを我々に知らず點にある。むしろかゝる概念の不完全、不充分性と他の *technique* によつてそれが代はらる可きことを我々に告げるものと解し得るであらう。彼等以後「力」の概念は加速度の原因としての定義から解放され、一般に質量と加速度との積としてヴェクトル量を表はすものに過ぎず、従つてニュートンの運動の第二法則もかゝる物理的量の、ヴェクトルの式で表はされ得る様な單なる數學的關係を意味する以外に因果關係を豫想せざる様になつたのである。

## 二

我々は前節に於てニュートン物理学の根本原理としての因果律の意味を明かにした。外力とか外因の思想が機械觀に於て必然的に前提され之と離す可からざる關係を持つことは上述の如くである。かくて力の外面性は同時に原因の結果に對する外面性として因果律の理解を阻む所のものである。因果の關係に於ける結果の原因への依存に於て恰も原因が結果に外から干渉するが如く見える。即ちこの原因が結果に對し外的であり、外的干渉の外觀を有することが因果性そのものを不可解の謎たらしめる。原因が結果に對し全然外的なるもの、全くの他者、單に異なるものに止るならば、いかにして因果の必然的連關が保證されるであらうか。之がヒ

ユームの如き實證論者の懷疑を喚起した所以である。ヒュームによれば、我々は事象の變化の經驗に於て異なる事象が繼起するといふ以外に、變化を惹き起すとか結果が原因によつて生ぜしめられるとかを直接に知覺することは出來ぬ、従つて畢竟因果性は習慣の所産に過ぎないと言ふのである。かく習慣の所産に過ぎないならば因果律の豫想する事象の繼起の必然性は害はれ認識の普遍妥當性、必然性はそれにより斷念される外はないと考へられこの繼起の必然性、原因と結果の必然的結合を保證するものが何であるかの問題がカントの先驗論理に於て、困難にして而も重要な「綜合の問題」を形作つた。ニュートン物理學の絶對的に眞なることを信じて疑はなかつたカントは、その眞理性を豫想した上で因果律を以て主觀の綜合の一つの先驗的なる形式となしたが、尙眞にヒュームの懷疑を克服する解決に達したとは言ふことは出來ないであらう。之に對し因果律の論理的構造を明かにすることにより、その概念的規定上の抽象性、限界を指摘し特色ある「關係の範疇」の論を展開したものがコーヘンである。<sup>註一</sup>その純粹認識の論理は、カントの先驗論理の精神を徹底して自然科学的認識の論理的基礎付けをなすことを以て課題となせしもの、從來企てられし「自然の論理」の中最も典型的のものと云ふことが出来る (Cohen, Logik der reinen



Erkenntnis, 3. Aufl.)。而してコーヘンの因果律論は、彼の論理全體に對しても決定的意義を有し、その論理全體の機構を決定するに至つたものと見られ得るのであり、最近物理学に立脚する新自然論理の特色を考へる上にも重要な意義を有する故少し詳細に述べたいと思ふ。

原因といはれるものが結果といはれる所のものと全く異質的であり、兩者に何等通ずる所がないならば、原因が結果の原因たり得る所以を理解することは出来ぬ。原因と結果との間の外面性にのみ着目し、異なる點にのみ重きを置けば、因果律に含まらるゝ謎は永遠に解かるゝ途は存しないであらう。一つのもものが他のものに影響を與へるとか、或は一つのももの變化に應じて他のものが變化するといふ以上、この異なる兩者の間に異質性が除去され一種の同一性、同質性が許されねばならぬ。全く異質的なるもの、互ひに外的なるもの、無縁なるもの間には作用するとか、影響を與へるとかの關係を語る餘地は存せぬ。否全然共通なるものを缺く無縁なるもの間には、互ひに外的であるとか異るとかいふことすらないとも考へられるであらう。かゝる因果の兩肢の間に要求さるゝ一種の同一性、同質性、恒存性こそコーヘンが自然科學の範疇としての「實體の範疇」に許した唯一の學的意義であり、換言せばコーヘン

ンによれば因果律はかゝる實體の範疇との連關の下で初めてその因果の必然的連關を明かにすることが出来るといふのである。實に因果の兩肢が單に異質的なるものに止り、その差異性にのみ着目さるゝ限り、因果律はヘーゲルの所謂「無限の進行」Progress ins Unendlicheとして、因果系列の無限の溯及が要求され、一つの事象を基礎づける根據はその事象を含まずしてこれに時間的に先立つ所のものに求めらるゝ結果、原因は限り無く求めらるゝが故に、一つの事象の眞の原因は之に先立つ原因の全體であるとなすも之をすべて數へ上げることとは不可能である。従つて一つの事象を基礎付ける根據は唯時間的に先へくと押し進められる丈であり、原理上かゝる仕方によつては眞の基礎付けは不可能であり、斷念せられなければならない。其の意味でかゝる因果律は未だ事物の眞の基礎付けの方法ではないと言はねばならぬ。因果律は本來非完結的であり、之が恒存としての實體と連關せしめられることによつて一種の完結性が齎され、ヘーゲルの「惡無限」に陥ることが避けられなければならない。これによつて原因は一種の内面化を受けることとなる。このことは機械論が機械論に止り得ないことを意味するのである。

然るに因果律がかく一種の同一性を前提するといふこと換言すれば因果的同一

性 *kausale Identität* なる思想は、別にコーヘンに始まる新しき思想ではなく、*Nihil posse creari de nihilo*”とか“*causa aequat effectum*”の如き古くから存する言葉に於て已に表はされ或は豫想されてゐる所である。ライプニッツもこの因果的同一性の思想に本づき原因と結果の相等性、等價性註二からエネルギーの恒存、永久運動の不可能等を推論し得たのであつた。コーヘンの因果律論の特色は従つて單にかゝる因果的同一性の思想を主張するに止るものではない。却つて因果律に於て極端に同一性を主張し、恒存の面にのみ着目して、相違性を全く無視するならば、反對にその相違性の面にのみ着目しいかなる意味でも同一性を許容しない場合と同様に、一面的抽象性に陥ることを免れぬ。即ちエレアの例に見らるゝ如く運動とか變化は否定され、原因と結果の區別は消滅し所謂 *Nichts entsteht und nichts vergeht* となり、因果律が變化とか出來事を規定する法則たる意義が失はれねばならぬ。

現代に於けるかゝる極端な一面的な、因果的同一性の主唱者としては、因果律を分析論理の同一律にのみ基ける所の佛蘭西のエミール、モーエルソンを挙げ得るであらう。彼は因果律を以て「時間的存在に適用されたる同一律に外ならぬ」(*Le principe de causalité n'est que le principe d'identité appliqué à l'existence des objets dans le temps.*) と

なし、それが「同一律から導かれる得もの」なることを主張する (E. Meyerson, *Identité et Réalité*)。かく因果の同一性の一面のみ力説する結果、メイエルソンにとつては現象を因果的に説明し其の原因を探究するとは「現象の、時間に於ける先在 *la préexistence*」[「時間に於ける對象の同一性」(*l'identité des objets dans le temps*)]を認識する事であり、従つて彼にあつては因果的法則の究極は「惰性律」物質の恒存律「エネルギーの恒存律」の如き恒存律を理想とする事であつた。然るに「恒存の法則」は眞に變化の法則と言ふ事が出来ぬ。例へば落體の現象に於て、單に位置のエネルギーと運動のエネルギーとの總和は不變であるとする丈では、エネルギーの一定の時、場所に於ける配分に就いては、即ち落下體の運動の時空的變化については何等規定する所が無いが如くである。即ち恒存的法則としては因果律は、それが本來運動とか變化の法則として満たす可き運動、變化の正當なる權能を無視する事となる。夫故にそれは運動、變化を従つて時間の意味をば容れ得なくなり時間の消去 *l'élimination* に導かれざるを得ぬ。然るに變化とか時間の *l'élimination* は彼の言ふ如く宇宙の *l'élimination* であり、之により世界の因果的説明の徹底は究極に於て宇宙の否定即ち無宇宙論 *Akosmismus* を目指すこととなる。因果的説明を以て合理化の唯一の方法と見たるメイエルソンは

かく考へて、現象の因果的説明の究極は合理化の方向には進むが現實からは益、遠かり行くことに外ならぬとなし、眞の變化、生成の原理は因果の原理に於てはなく、何等同一性を前提せざる「エントロピー増大の原理」の如きものに於て見出さるとなし<sup>註三</sup>。かくメーエルソンの如く合理化の方向に進むことが現實から遠かることであり、合理化と現實、論理と現實との間にかゝる逃れ難き背反背馳の運命が存するならば、一般に論理とか科學は餘計なものとなり、不必要となるであらう。何等の意味でも同一性を前提せざることは學の斷念を意味する。メーエルソンの *identical* の思想は因果律を恒存としての實體の見地からのみ視たものであり、畢竟差異と同一、變化と恒存とを全く相容れぬ兩立し難きものと見做すもの、その點では反對に因果の差異性にのみ着目する場合と同様、何れも抽象的な立場であると言はねばならぬ。

要は、差別と同一、變化と恒存、因果性と實體との綜合、統一、融合でなければならぬ。相互作用の範疇こそ本來かゝる實體と因果との綜合、統一たる意義と位置とを有するものでなければならぬ。コッヘンが因果が實體と關係せしめられる丈では尙不充分で更に相互作用の範疇との連關の下でその本性が明らかにさる可きを主張するの、後者に於て始めて差別と同一、變化と恒存の二つの要求が双方共滿さる可き

を主張するものと解し得るであらう。コーヘンによれば力も作用に止る限りは依然外力たる意味を有ち因果性に含まるゝ謎がその中に含まれ尙一面的な抽象に止る。作用に對する反作用を通じてこゝに相互作用的體系が成立し之を俟つて初めて力は内面化され外力としての外面性を失ひ一つの内力となる。因果律の兩肢の同質性も因果を相互作用に即せしめることにより眞に確立され得る。後者を俟つて個々の質點の抽象體の有する孤立態 *Vereinzelung* が打克たれ、一つの體系を形成するものとして完結性が齎らさるとなす。コーヘンの以上の如き因果律論は又彼の時間論を根柢に於て豫想したものであつた。因果律が時間の概念を豫想することには言ふまでもないが、物理學がアインシュタインに至つて時間の觀測者の立場、即ち觀測者の屬する座標系の相對速度に依存し換言すれば時間の空間に相對的であり、時空的融合體を形成することを明かにした如く、時間と空間とを不可分離的に考へ *Mehtheit* としての時間の背景に *Allheit* としての空間を以てしたコーヘンの論理では「相互作用の範疇は時間空間的構造を有ち、之に於て本來作用の外面的複合物に歸せしめられない所の、換言せば因果律の論理的な重複語 *logischer Pleonasmus* たるにつぎない所の獨自の新しい範疇的特色が見出さる可きであつた。かくしてコーヘンの

意圖は、因果律からして相互作用を導出せんとするのでなくして寧ろ逆に後者からして前者を初めて理解し得ることを明かにするにあつたと言ひ得る。

然るにコーヘンはかく因果律の限界、不完全性を指摘し相互作用に於てその補ひ *Ergänzung* を見出すに非れば因果律は宙に浮けるものになることを力説しつゝも、上述の如き彼の意圖が充分貫徹されず、概念の判断に於て彼自ら明言する様に事實上因果律が合理化の唯一の方法として相互作用の體系は單に因果性の「補ひ」に止り獨立的な方法的意義が承認さるゝに至らなかつた。このことは一種の自家撞著であり、相互作用に實體と因果律との綜合として學的方法としての積極性、獨立性が承認され、因果律は非獨立的な不完全體として、むしろ相互作用の抽象的斷面たる意義を有す可きこととは原理上尙著しい逕庭が存すると言はなければならぬ。何故ならば因果律を唯一の合理化の方法とする限り因果律が飽迄中心的位置を占め相互作用は因果律に對し從屬的位置を占むるからである。かゝるコーヘンの不徹底 *Inkomsequenz* は如何なる理由に本づくのであるか。

コーヘンが相互作用の範疇にその場所を與へた所の「概念の判断は元來目的論的性格を有し、認識論の問題としてカントの形式的合目的性を考慮に入れたコーヘン

は自然科學の判斷として「概念の判斷」を特筆することにより、數學的自然から有機的自然への通路を開き得たのであるが、カントが目的論を單に統制的原理として解し構成的意義を否認した先蹤に従つて、相互作用にも對象構成上獨立的な方法的意義を否定したものと考へられる。目的論の問題に今こゝに立入ることは出來ないが、相互作用の範疇にかくの如く獨立的な意義が承認されなかつた理由の主なるものは、彼の關係の範疇論が、已に述べし如き深き洞察を含むに拘らず畢竟、カントと同様ニュートンの運動の法則を基礎とし之が基礎付けたるを出でなかつたが爲ではないか<sup>註四</sup>。近代自然科學の方法論は因果律以外に、新しい全態的な構造を持つる方法を發見しなかつたのであるか。勿論コーヘンに於てもニュートン以後の物理學例へば場物理學や相對性理論に言及されなかつたといふわけではないが惜しい哉古典的なニュートン力學から完全に解放されず物理學のその後の發展たる近接作用の思想の如きが充分顧慮されてゐないと考へられる。ニュートンの物理學は彼の後繼者により遠隔作用の物理學として解釋され<sup>註五</sup>カントもかゝる遠隔作用の物理學としてニュートン物理學を解してゐたことは、自然科學の形而上學的原理に於て遠隔作用をば一つの定理の形で述べてゐることから見ても明かである (Kant、



P P O)。相互作用も遠隔作用の考へに基かしめられた結果として、全く相互に獨立的な二つの物體が何等の媒介なしに空虚なる空間を距て、存在し、力はかゝる空間を時間を要せず直達するといふ所謂遠隔力として考へらるゝ以上、相互作用がかゝる作用の外的合成的見地に於て考へられ、個々の作用を寧ろその抽象面とする様な新しい全態的特色は認められることが出來ない。遠隔力是一種の外力に外ならず、已に相互作用といふ語がその由つて來る所を表示し、この語が、孤立せしめられ固定されし個々の質點を先づ第一に考へそれらの間の關係をば外的關係として後から二次的に考ふる遠隔作用の物理學の立場で生れたものなることを示すと言ふことが出來やう。嚴密に機械觀的に解されたるニュートンの運動の第三法則殊に上述の遠隔作用の考へを基とする限り、相互作用は、個々の作用に還元され所詮因果の範疇の *logischer Pleonasmus* たるを越えることは出來ないであらう。相互作用と目的論との關係はさて置き、縦ひ相互作用の範疇の特色が實體と因果との綜合たる意義の外に新しい點を含まぬとしてもその綜合、結合が外面的な複合的なものでない限り、相互作用に特有な範疇的機能を否定する理由とはなり得ない。カントが其の範疇表に於ける三分法に就て、第一の範疇と第二の範疇との綜合たる第三の範疇が、純粹

悟性の基礎概念ではなくして派生概念であることに反對して、第三概念を得る爲めになされる第一概念と第二概念との結合には第一、第二の兩概念に於て爲される悟性活動とは同様ならざる特殊な悟性活動を必要とすることを力説してゐるのは (Kant, Kritik der reinen Vernunft, A. S. 111) 深い意味を含み、そのことは同様に實體と因果との綜合たる相互作用の範疇についてもあてはまらねばならぬであらう。而もカントに於てもコーヘンに於ても相互作用に獨自の方法的役目が承認されず因果律が中心的位置を占むるに至りし所以は、已に明かにせし如くニュートン物理学殊にその運動の定律を基礎とするによる。註六

是に於てガリレイ、ニュートンの物理学を基とし、その基礎付け及び論理的意義の反省をなす論理はカントではなく寧ろコーヘンに於て其の完成を見たと言ふことが出来る。従つてコーヘンの純粹認識の論理學はカントの先驗論理の徹底、純化、完成であると同時にニュートン物理学を基底とする自然の論理の完成であり典型であると言ふことが出来やう。ニュートンがその物理学に適用し彼の物理学を特色づけるものとなつた數學的方法たる微分法の劃期的な發見も、コーヘンの論理を俟つて初めてその論理的意義が汲み盡され、コーヘン自ら自分の論理を「微分法の原理

の論理」とも名付けし如く (Cohen, *Ibid.*, S. 34) その自然の論理を特色づける重要な概念ともなつたのである。

註一 もつとも、已にカントも「自然科学の形而上學的原理」に於ては、ニュートンが運動の第三法則を原理により基づけることをせずして單に經驗に訴へたことを難じ之をアプリオリに演繹せんと試み、關係の三範疇に就ても論理的構造上の連關を明かにせんとしてゐる。

註二 原因が結果よりも大なれば、原因に於てその結果に對應せざる餘分の原因、換言すれば結果を伴はない原因を含むといふ様な不合理を生ずる。何故なれば結果を持たない原因は原因と言ふことは出来ないからである。原因が結果より小なれば結果の原因として更に他の原因が存しなければならぬであらう。原因を持たない結果は結果と言ふことが出来ないからである。夫故に原因と結果との間には相等性、當量 (Äquivalenz) の關係が成立しなければならぬ。

註三 已にエントロピー増大の原理もボルツマンの、氣體論を根柢とする統計論的解釋が可能なる限り、何等の意味でも同一性を前提しないと言ふことが出来ないであらう。

註四 即ちコーヘンの論理は數學的自然科學の判斷の種類として、一、實體の判斷、二、法則の判斷、三、概念の判斷の三種に分ち、一、は實體、二、は因果、三、は數學的自然科學に關する限り、相互作用の範疇を取扱つてゐる。そうして同時に一、はニュートンの運動の第一法則たる慣性の法則、二、は第二法則たる力の作用、三、は作用と反作用との相等を規定する第三法則の論理的意義を問ひその基礎づけをなすことを以て目的としてゐる。こゝにコーヘンの論理がニュートン物理学を基底とする事は明瞭である。

註五 ニュートン自身は微粒子の一種の接觸により引力を説明せんとしたもので遠隔作用の考へを主張したわけではない。従つてニュートンにも一種の近接的な思想が見出されるが、然し飽く迄實質的な微粒子を考へその運動を機械論的に説明せんとする所に、電磁觀に本づく場物理学の近接作用の思想とは根本的な相違が存すると言ふ可きである。

註六 ニュートン物理学は相互作用の全體を規定し合理化する數學的手段を有しなかつたといつてよいであらう。之に反して近代物理学は相互作用を規定する數學的方法を有するのであつて、その詳細は後の論述の内容を成すのであるが、今は最も簡單な例として我々はこゝに彈性體が歪める場合、この彈性體の内部の「相互作用」が一の反變テンソルとして數學的に規定されることを考へに入ればよい。従つて我々は相互作用をも——目的論の問題其の他からの種々な異論を豫想するに拘らず——因果性や實體が構成的範疇とされ得ると同様の意味に於て構成的範疇として主張せんとするのである。「構成」といふ語がアトミスム的に解され不適當であるならば、コーヘンの産出の語を用ひ「對象産出の範疇」と言ひ得るであらう。

### 三

關係點として實質的な質點を最初に考へ、之に遠隔力を歸せしめるニュートンの物理学に對し、特色ある劃期的な思想を提示するものは其の後フアラデー、マックスエルの電磁論を通じて發展した近接作用の物理学に於ける「場」なる新しい概念である。アインシュタインの相對性理論もこの場物理学の完成とも言ふことが出来るであらう。ニュートンの物理学では力が加速度により定義され外力としての意義を有したのに對し、こゝに力の場としての意義が充分顧慮されねばならぬ。

これらの場物理学は原子論的なニュートン物理学と異り連續觀を代表するものであつて空虚な空間を距てゝ作用が無媒介的に直達するといふ所謂遠隔作用を排し、空間をば連續的に充たせる力の場が作用傳播の媒介となる。すべての作用はこ

の場を通じて有限速度を以て波動として傳播する。そうして作用を及ぼし合ふ所のものはこの場を通じて相接觸する。こゝに近接作用の物理學と稱さるゝ所以が存する。ニュートン物理學に於ける質點はこの立場からは擴りを持たぬ、實質的ならざる力心としての意味を持ち、一點に場が集中 *Konzentrieren* せるもの、従つて力の場の一部分であり、残りの場と明確に境を決めることが出来ない。その意味で徹底した連續觀に立つ。今や相互作用は空虚な空間を距てゝ互ひに獨立的に存在する質點の間にはなく、場によつて互ひに近接し一體を成す力心の間に成立することとなる。場物理學はニュートン物理學に於ける如く質點の運動の法則を問題とするのではなくして場に於ける作用の傳播の法則を求めるものであり、その意味で場作用のみ問題とする場物理學は力心をも場作用に依つてのみ數量的に規定する。

かくて場に於て總ての異なつた非外延的、非實質的な個物を包み結びつけてゐる「作用的全體」*Wirksamsganze* が見られる。この場こそ單なる個物若くは個物の相互的な外的作用に還元することの出來ぬ新しい全體的な意味を有つと言ふ可きである。従つて場法則によつて規定される場の構造、連關を通じてこゝに眞の「内面的なる相互作用」が成就する。相互作用にはこゝに於て互ひに方向反對な二つの外的な作用

の總和としては考へられない點が存する。却つて全體的な場を根柢に置いて個々の作用が理解され得ることとなる。かくて近接作用の物理學を俟つて初めて孤立され固定せしめられた關係點 *Relata* に重きを置くのではなくして、これらの個物並びにその個々の作用を寧ろ自己の抽象體とする、相互作用の共通の地盤、媒質たる全體者、普遍者が顯揚され合理化され得るに至つたのである。<sup>註二</sup>

上來の所論によつて近接作用の物理學に於ける場の概念の意味は最早機械觀からは理解し得られないことが明かになつたであらう。殊にニュートン物理學の機械論的方法是アインシュタインの相對性理論によつて徹底的に崩壞の運命に遭遇したと言ふことが出来る。前者が、質點的にして一定の不變なる質量を有し、遠隔力の如き「隠されたる性質」*qualitas occultas* が歸せしめらるゝ質點の運動の状態の變化を問題となし、従つてここでは運動とか速度の如き概念も亦かゝる質點に基礎づけられたのに反し、質點が實質的ならざる力心として *undenken* するゝに至つたことは已述の如くなるが、尙水波の運動及びその速度が水そのものの即ち實質的な物質そのものの運動速度ではなくして、位相の運動速度である如く、運動とか速度の概念も亦實質的なものから解放されたのみならず質點の如きものをも豫想せざるに至り、電

子の運動も波動論的見地からかゝる傳播と考へられるに至つたのである。尙それに止らず、質量が速度に相對的なることが明かにされたことにより物質に固有なるものとして一定の不變な質量を之に歸屬せしめ得ない様になり、殊に特筆す可きは、運動概念に豫想さるゝ所の時間及び空間の概念が古典物理學に於ける如き互ひに全く外面的で、内面的關係を有せぬ獨立變數として、時間も空間に相對的であり兩者は不可分離なるものとして、四次元連續體としての「世界」なる一つの内面的融合體を形ち作ることが明かにされ、物理的量がかゝる世界の幾何學的状態「歪み、曲率」により換言せば四次元世界に於ける「テンソル量」として表はさるゝに至つた點である。之によつて先に遠隔力と解されし引力、電磁氣力の如き力の概念も亦かゝる「世界テンソル」として表はされることにより、遠隔力の如き物質の *quanta occulta* が完全に清算さるゝに至つたのである。夫故にニュートンの運動の定律も亦變改を加へられそのまゝの形では維持され得ない様になつた。<sup>註二</sup>人々は場理論に始まる近代の物理學が最早機械觀と言ひ得ないことをたとへ充分知りつゝも、飽迄因果律を以て物理學の中心的範疇となし近代物理學の新しい範疇に留意しないのは、場物理學に於ても場の状態の變化が時間の函數として記述せられ、この單に状態の變化が時間

の函數として記述せられるといふ點が同一であるといふことから、換言すれば古典的因果律が表はされたと外見上同一の數學的形式が依然採られるといふことからであつて、上述の如き機械論的物理学の前提する諸概念の意味の變革が充分顧慮されないが爲に外ならぬ。殊に同じく状態の變化と言ふも、質點の運動の状態の變化と場の状態の變化とは同一に語り得ないものが存する。何故なれば第一節に於て述べたる如く一般に因果律に於ては、單に状態の變化といふこと許りでなく、原因が結果を可能にし基礎付けるといふ因果の關係が重要な意味を持ち、機械論的な因果律の意味が、力の外力としての定義と不可分離な關係を有し、外的原因の思想を必然的に豫想するに對し、場物理学に於ては方は場としての意義を通じて内面化され之に對應して最早外的原因といふ様な因果關係は語ることが出来ないからである。註三

因果の關係を全く無視して單に状態の變化の時空的記述といふ事だけが因果律と言へるかは疑はしく、假に之を因果律と呼び得るとするも、その意味は古典的な機械論的因果律の意味に對して著しい相違があり、その限り因果律の意味も最早機械論的に解釋出来ない事となつたのである。況やそれが物理学の中心的範疇とは言ひ得ないのであつて、むしろその抽象性を暴露し之に代るものとして更に具體的全體



的な範疇を必要とする様になつた點に注意されなければならぬ。そうしてこの状態の時空的記述といふ、古き機械論的物理学が後に名残りに留めた唯一の形式も、最近の量子力学では適用が不可能となるに至るのである。

古典的物理学に於ける因果律の範疇の位置に代る可き新しい範疇は、機械觀的物理学よりしては獨立した新しい學的方法としての意義が承認されなかつた所の「相互作用の範疇」である。然し相互作用といふ語が關係點に優先が置かれる遠隔作用の物理学に於て生じたものなることを表示し、相互作用の地盤たる全體者、普遍者を顯現してゐぬ點で不適當であるならば、<sup>註四</sup>新しい全體的な範疇の有する論理的構造を先述のテンソル概念を用ひて特色づけることが出来るであらう。換言すれば場の概念を通じて新しい特色を發揮するに至つた相互作用の範疇が更に場の世界テンソルとしての意義を通じて、このテンソル概念に於て一層精密な規定性を獲得するに至つたといふ事が出来る。然らば「テンソル」とは如何なるものかと言ふに、一方「ヴェクトル」が「スカラー」の方向を有しない量であるのと異り方向量として區別せられ而も一方向きの方向を有するに止るに反して、ヴェクトルよりも更に高次な、正反對の方向が互ひに等しい資格を持つた方向量の謂である。故にヴェクトルは通常一

本の矢 $\uparrow$ を以て表はされるに反し、テンソルは $\uparrow\downarrow$ 或は $\downarrow\uparrow$ の如き記號によつて表はされる。

スカラー  $\text{Einheitsvektor}$  と名付くる所以はそれが元來之を測つた單位と數値とで決定さるゝ、物理的量を表はず所から來り、即ち一定の度盛り(目盛)の  $\text{Einheit}$  によつて測定されし數値を知れば完全にその量が規定されるからである。而してスカラーは方向量ではないが全く方向概念と關係せしめられないのではない。即ちそれに於ても數値の正負並びにその増減を表はすのに一方向とその逆の方向とが使用される。然るに水銀柱の高さを以て温度を表はす場合の如く、スカラーを幾何學的に表はさんとすれば  $\text{ein für allemal}$  に與へられた、固定されたる不變の方向を持つた「線分」を以てすれば足るのである。之に反し方向量と言はれるもの例へばヴェクトルに於ては、かゝる數値の正負、増減といふ點換言すれば量の増減と言ふ點から許りではなく、方向そのものが不變なものでなく無限に多くの方向への變化の可能を豫想し數値と共にこの數値が妥當し得る方向を擧げることが必要である。従つてスカラーの加法的和はその數値の和であるに反し、ヴェクトルの和は中斜法によつて合成され、一般にその數値  $\text{Betrag}$  の和ではないのである。即ちスカラーに於ても方向を豫想しないのではないが方向によつて數値が變るのでないから數値と方向との兩者の關係が内面的必然的でなく外面的であり  $\text{relativ}$  であるのに對し、ヴェクトルでは  $\text{Betrag}$  が方向に依存し、方向によつて決定され兩者の關係が内面的不可分離的であり、質と量との統一である。點の座標はスカラーであるがヴェクトルの座標軸への分素  $\text{Komponenten}$  はヴェクトルである。

テンソルの語は元來  $\text{W. Voigt}$  によつて初めて名付けられしものである。然し彼の考へたのは六つの分素 ( $\text{Komponenten}$ ) を有する對稱テンソルであり、之を相互に直角な方向を有する三つのテンソルより成る  $\text{„Tensoripiel“}$  として定義してゐる。即ち  $\text{„drei zueinander normale Tensorien oder kürzer ein Tensoripiel“}$  と云ふ (Voigt, über die Parameter der Kristallphysik und gerichtete Größen höherer Ordnung)。かゝる對稱テンソルの一例は一物體を互ひに直角な三方向に、様gleichförmig に伸張  $\text{dehnen}$  する場合であり、「テンソル」なる語は元來かゝる  $\text{Dehnung}$  に由來するのである。Voigt がテンソルを定義して「zwei gleichwertige Seiten  $\text{を有する量}$ 」と言ひ、之を簡單に  $\uparrow\downarrow$  の記號で表はし  $\text{Tensoripiel}$  を形作る

ものとなしたテンソルは一物體を一軸に沿つて一様に伸張せしめた場合で、*eine gleichförmige einachsige Dehnung*とも名付け得るものに相當するであらう。

然るに一般にテンソルと言へば對稱テンソルのみならず非對稱テンソル *asymmetrische Tensor* を指し前者は後者の特殊な場合に相當する。かゝる非對稱テンソルの特性を述べる爲に今簡單なユークリッドの三次元空間について言へば、一般に三つの斜めに交はる軸  $x_1, x_2, x_3$  (之をテンソルの主軸と稱す) の方向と、これらの軸に夫々對應する數値  $\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}$  (之をテンソルの主分素 *Consistenten* と稱する) とを知ればそれが一義的に規定されるのである。テンソルは一般に九つの分素を有する。三軸  $x_1, x_2, x_3$  が一般に斜交の時非對稱テンソルと稱するに對して、直交の時を對稱テンソルと呼ぶ。一軸の方向の向きを變へても主分素の値は變らぬ。テンソルの方向は *Wesentlich* なるが故にヴェクトルの場合にその向きをかへる事によつて量の正負を表はし得ない所から *Vektor* はテンソルの正負を  $\uparrow$  と  $\downarrow$  とを以て表はしたのである。一般的テンソルを幾何學的に表せば二次曲面により表はされ *Vektor* が *Tensorfeld* と考へたものは楕圓面 *Ellipsoid* に相當する。嚴密に言へばテンソルが二次曲面を表はすとすればヴェクトルは之に對して平面(詳しく言へば、例へば一つのヴェクトルの數値を  $\Delta$  とすれば原點から  $\Gamma - \Delta$  の距離にあつて原點からそれに下した垂線の方向がヴェクトルの方向に向ふ様な平面)によつて表はさる。然し我々にとりこゝに論理的意義の考察上興味のあるのは、テンソルが二次曲面によつて表はされるに對しヴェクトルが一次式の平面に當るといふ様なテンソルの高次性許りでなく之と不可分離ではあるが、ヴェクトルが一面的な方向を有する量であるに比し、テンソルが *Vektor* により *zu seitige gerichtete Größen* 或は *die zwei gleichwertige Seiten habende Größen* として特色付けられる點に存する。先にスカラールの關係づけられる「方向」は固定的な一度限り與へられたものでありそれが眞に方向量と言はれないこと、無限に多くの方向への可變性を容れ得て方向と數値とが内面的必然的關係を有するものにして始めて方向量と言へるといふ事を述べたが、その點から言へば一面的方向を有するヴェクトルは尙眞に方向量と言はれぬのであつて方向と量とが尙偶然的關係にあり方向の規定を自分の外に有するに反して、テンソルはその二面をば一つの閉ぢられたものの内で成立せしめるもの、自分の内に方向を含み方向の規定を自分の中に容れるものであり、之に於て兩者の關係は眞に内面的必然的であり、従つてテンソルこそ眞の意味での方向量、*pur excellence* な方向量である

といふ事が出来るであらう。

我々は初め因果律に於ける因果の關係につき原因から結果への方向即ち結果の原因への依存性が優先的であることを主張したのであつた。勿論原因も結果を俟つて初めて原因であるから原因の結果への依存關係も考へられるのであるが然し原因と結果とが互ひに交換出来ないものである以上、本來因果の關係に於ては結果の原因に對する依存關係が一次的であり、原因の結果に對する依存關係は二次的であると言はなければならぬ。従つて原因から結果へ進む方向と結果から原因へ溯る方向とは同意義を有つたものとして *nivellieren* されることは出来ぬ。この點では假言判斷に於ける理由と歸結との關係と同様であり、因果律が一面、假言判斷に對應せしめられる所以が此處に存することは既に初めに述べたるが如くである。<sup>註五</sup> 夫故に因果の順序は一方向きであり、その意味でヴェクトル的と言ひ得るならば、かゝるヴェクトル的な因果律の構造に對して之を寧ろ自己の抽象體とする全體的なテンソル的な構造を有する範疇が新しい物理學を特色づけるものとなる。ヴェクトルの範疇が單に時間的なるに比し、テンソルの範疇は時間—空間的であるとも言ひ得る。我々は先に、一方向きの作用を自分の中に含む作用的全體なる場の概念につき

語つたのであるが、上述の事柄を「力」の概念に即して言へば、力が加速度の定義による外力の如くベクトル量としてなく、已にマックスウェルが電磁氣力を一種の「ストレッズ」により規定したと言はれるが、相對性理論に於て更に高次の方向量たるテンソル量として表はさるゝに至つたことに對應する。

相對性理論に於ては尙從來の如く物理的法則が微分方程式により表はさるゝけれども、元來ニュートン物理学を特色づける數學的手段たる「微分法」の意義に代るものは相對性理論に於ては、リッチ及びレヴィ・チヴィタに負ふ所多き「絶對微分法」或は廣く「テンソル解析」と稱せらるゝものである。この「テンソル解析」が相對性理論に於て許りでなく更に後に起つた新量子論に於ても重要な意義を有するに至つたのである。勿論相對性理論に於ける物理的量と量子論的量との間には、前者は四次元世界のテンソルとして與へられるに比し、新量子力學のマトリックスの如き量子論的テンソルの屬する空間は無限次であり、實空間でなく「ウニタール空間」と稱せられ、異なる點が存するが (Heisenberg, Die physikalische Prinzipien der Quantentheorie) 物理的形象が等しくテンソル量として表はさるゝ所に論理的にも重要な意義を持つと考へられる。

互ひに同格にしてその何れか一つに優位を認めることの出来ぬ相反する二面を有する方向量として定義さるゝテンソルに於ては、その含む兩動向の一方が單に他の方向を逆にしたものとして何れか一つに歸せしめられ得ないものである。テンソル  $\uparrow\downarrow$  中の  $\downarrow$  と  $\uparrow$  とはヴェクトルの場合の如く一方が正の方向を表はすに對して他がその逆の方向として負の方向を表はすが如きものではない。即ち  $\uparrow\downarrow$  は決して  $\uparrow\downarrow$  に止るのではなく實は  $\uparrow\downarrow$  として正のテンソルなのである。(テンソルは先述の如く二面的なる故にヴェクトルの場合の如く一つの矢の方向を反對にすることによつては正負を表はし得ない、従つて他の仕方を以てすることを必要とする。)之に對して負のテンソルは  $\downarrow\uparrow$  を以て表はされ同様にこれも  $\downarrow\uparrow$  ではなくして  $\downarrow\uparrow$  なのである。即ち一方が單に他の方向を逆にしたものに過ぎないのとは違つて同時に積極的に相反する二動向が對立するのである。二動向はその中の何れか一に還元し得ず従つて何れか一から他が導出され得ないが故に、テンソルはその中の一動向丈けを明かにすることによつては明かにされ得ず即ちその特質は一動向を以てしては代表せしめられ得ないのである。然るにテンソルは又互ひに獨立に存する二つの動向の外面的結合として成立するものでもない。テンソル  $\uparrow\downarrow$  に於て  $\downarrow$  と

↑とは常に相伴ひ一の存する所必ず他が存し、一が増大すれば他も増大し、一が減少すれば他も減少し、一が消失すれば他も消失し、全體はそれに従つて増大し、減少し或は消失するのを意味し↓は↑↓を離れて獨立に存在するものでなく自己に反對なる動向↑と不可分離的な統一↑↓を形作りこの↑↓の中の↓なのである。即ちテンソルの二面性はその中の一動向が夫れだけ引き離されて獨立性を有するのではなくして自己に對立する反對の動向と共に一つの緊張せる全體を形作り常にこの全體者を自己の根柢に豫想し之に基礎付けられてある。かくテンソルは積極的に對立する二動向が互ひに滲透し張り合ひ緊張しつゝ一つの内面的統一、平衡的全體を形作る點に於てテンソルの含む二動向は寧ろ一つの全體者が二つの反對の方向に分化したものと考へらる可きである。二面的對立が一つの閉ぢられたる領域に於ける對立、分化たる意義を有するものと見らる可きである。如上のことはテンソル↑↓が皮相的に↓と↑との二つのベクトルの和から成ると考へ得られぬこと、換言すればテンソルが、ベクトルから理解され得ぬことを示すものである。ベクトル解析の教へる所によるも、互ひに大き等しくして方向のみ反對なる、即ち大きが同一にして正負の符號のみ反對なる二つのベクトルの加法的和は零であつて

量の消滅を意味し、一定の量たるテンソルが得られないことから見ても明瞭であらう。又 $\uparrow$ が方向を有せぬ——の如き單なるスカラーに nivellieren され得ぬことは言ふ迄もない。一般にテンソルの意味はベクトルやスカラーから理解され得ず、逆に兩者共、テンソルからして理解されなければならぬであらう。註六

第二節に於て述べたるが如く古典的物理学に基くコーヘンは微分 Infinitesimal の決定的な論理的意義を問題にする意味で「純粹認識の論理」を又「微分學の論理」Log. der Infinitesimal-Rechnung として特色づけたのであつたが、今や新しい物理学に對應する「自然の論理」は、一面高次の方向量たるテンソルの論理的意義を明かにする意味で、「テンソル論の論理」Log. der Tensor-Rechnung であることを必要とするであらう。註七

註一 勿論「場」が力心としての個物から全然獨立に、全く離れてそれ自體に於て存在することは出来ぬであらう。従つてミーの如く、質點なり個物なりがかゝる力心として有する意味すら無視して之をすつかり場に解消し得るかは疑問であり、之により反對に個物に優先を置く遠隔作用の物理学と同様、却つて一種の抽象性、一面性に墮すると考へらる。夫故にかゝる極端な一面的な場理論をとらない限り、場の概念は具體的な概念の出現と言へるであらう。

註二 今相互作用の範疇に關する限り述べんに、ニュートンの運動の第三定律は他の定律と同様そのまゝの形で維持されることが出来ぬ。作用と反作用の相等性を主張するこの定律が相對性理論により訂正を受け殊にその相等性が惰性系に對してのみ妥當する特殊の場合であり、一般的にいかなる座標系に對しても成立するとは言へないとして否定さるゝに至つたことは、相互作用の範疇に關してこの訂正の意義を反省するに、之により相互作用の全體がその中の一つの作用のみを明かにす



ることによつては明かにされ得ぬこと、従つてその全體性が却つて立證されるものとも言へるであらう。

註三 ライブニッツは「眞の充分なる理由は因果系列の背後に系列を包んで自らの中にその進行を成立せしめるが如きものでなければならぬ」と言つてゐる (Leibniz, *Monadologie*, § 30)。機械論的見地では事物の基礎づけは、之を結果とし時間的に之に先立つ外的原因に求められたのに反し、換言すれば結果が自分の根拠を自分の外なるものに於て有したのに反し、眞の事物の基礎づけはかゝる原因と結果の兩者に相通じ之を包む全體的なものに、即ち事物を含み之を特殊とし部分とする普遍者、全體者に於て求められなければならぬ。自分に外的なるものでなく自分を含み自分を包んだものに自らの根拠を有することにより、理由と歸結との關係が内面的となり、理由は歸結を特殊、部分として己れの中に含む所の普遍者、全體者の意義を有することとなる。

註四 ヘーゲルもカントと同様、遠隔作用の思想をそのまゝ踏襲して相互作用の範疇を説いてゐる様に見える。その限りヘーゲルが認めた如く、相互作用をなす個物が互ひに措定し合ひながら然も依然直接態のまゝにおかれ、第三者たる全體的なるものが顯現されることにより兩者がこの第三者により措定され、媒介されたものであるといふ形に變ずることは出来ない。従つて相互作用の範疇はヘーゲルにあつては飽く迄「反省の範疇」として、彼の「概念」から區別されたのである。(Vgl. Hegel, *Enzyklopädie*, § 155 Zusatz) 遠隔作用的な考へに立つ限り相互作用の範疇はかゝる抽象性を脱することは出来ないと考えられる。

註五 この點から因果律と函數概念とを同一視する、とは早計であると言はねばならぬ。假令因果律は否定さるゝも物理學の存在する限り、物理學は函數に俟たなくてはならないであらう。何故なれば自然現象に數學が適用され得る限り物理的法則は諸の物理的量の間の關係を規定する方程式の形をとるより外はないからである。唯この際、いかなる數學的方法がとられ、いかなる函數が考へられてゐるか、又假令數學的方法は同一であつても、それに連關し豫想されてゐる物理的諸概念が如何なる意味を有するかに歸着し、それが重要な問題を形作るのである。

註六 我々はテンソルの語を狭義に解しヴェクトルやスカラと區別して用ひてゐる。然し廣義のテンソルはヴェクトルやスカ

ラーをもその一部に包含すると見做すことが出来る。即ちヴェクトルは第一階級のテンソルに相當し、スカラーは第零階級のテンソルであるとも言ひ得る。之に對して第二階級以上のテンソルが狭義に於けるテンソルであるが、我々はテンソルを主として第二階級のテンソルとして考へてゐるのである。

## 註七

勿論ニュートン、ライブニッツの微積分學と「ヴェクトル解析」とを同一視せんとするのではない。「ヴェクトル解析」の完成は比較的新しいが、ヴェクトルの起源を尋ねれば、その歴史は古く一六〇〇年頃和蘭の *Simon Stevin* が力の平行四邊形の原理を發見した折物理的量をば初めて方向を持つた線分を以て表はしたのに始る。そうして十七世紀から十八世紀にかけて力學が完成された時、勿論ヴェクトルといふ語は使はれなかつたにせよ、ヴェクトル論の重要な諸關係が發見されたのであつた。ニュートンの運動の第二法則の内容がヴェクトルの關係を表はし、これが全力學の基礎と考へられた所を以てしても當時の物理學とヴェクトル論の關係がわかるであらう。微積分學は本來コーヘンの言ふ如く、一、代數に於ける級數の問題、二、幾何學に於ける切線、三、力學に於ける速度及び加速度の問題と關連して發見されたものであり、その限り微分は速度、加速度、力の如きヴェクトル量を表はしたのである。ニュートンの *Fluxionsmethode* の *Fluxion* (流れ) といふ語が已にヴェクトル的なものを表はすとさへ言へるであらう。夫故にヴェクトル解析と微積分學とを假令同一視し得なくても、後者がヴェクトルの物理量を取扱ふ數學的武器としても用ひられた意味に於て「ヴェクトル量の微積分學」としての役をも勤めたと言へるであらう。之に對して「絕對微分學」は廣く「テンソル解析」とも呼ばれる如く、「高次の方向量の微積分學」に相當するとやつて差支へないであらう。絕對微分學の歴史は、それが初め一八八七年にリッチにより創められ、其の後一九〇一年に佛文で書かれた、リッチとレヴィ、チヴィタとの共同の論文が出るに及んで多少知られる様になつたが然し多くの數學者や物理學者の注意を惹く様になつたのは最近の相對性理論が彼等に多次元微分幾何學に對する興味を喚起してからのことである。コーヘンにとつては微分は従つてヴェクトルを表はすものとして問題にせられた。夫故に「因果性」の範疇が古典的自然論理に於ける「微分法」に、新しい「相互作用」の範疇が新自然論理に於けるテンソル論に相當すると必ずしも言へないことは無いであらう。

然し相對性理論に次いで著しく發展した量子論の論理的考察が、尙以上丈では不  
 充分として我々に殘されてゐる。場物理学は寧ろ波動論を本質とするに反し、量子  
 力学が起るに及び、作用の不連続性、輻射エネルギーの粒子性に基く新粒子論の復興  
 を見たのであるが、之に於ては機械論的古典物理学が相對性理論を通じて僅かに殘  
 した運動状態の時空的記述なる形式が斷念され、こゝに粒子論はニュートンの古典  
 的粒子論と全く面目を異にするに至つた。<sup>註一</sup>之に關連して新量子論が對象構成の方  
 法上有する革新的意義、新しき方法の特色が問題にされなければならぬ。

即ち從來の物理学は觀察測定にあたり與件たる状態量が如何程にも精密に測定  
 し得可き事を豫想するに反し、ハイゼンベルグの不定性關係式の示す所に従へば、原  
 子現象には打ち克ち難き原理的な測定の限界の存するが爲に、質點の位置及び速度  
 の如き量基準的共軛量の同時的測定には如何なる方法によるも取除き得ざる且無  
 視し得ぬ不精密性がつきまとふ結果、かゝる不精密な與件に基いて運動の時空的記  
 述といふ從來の如き方法により量子論を建設することは出来ない。之を敢てする  
 事は量子物理学の嚴密なる學として成立し得ぬ事を意味する。そこで測定に際し

或る一定の物理的状態量を得る確率が問はれ、その値ひの決定そのものは一義的にして不定性の入らざる確率値の計算に方法が求められることとなる。ハイゼンベルグの語を借れば、互ひに共軛なる二量の中その一つを測定して  $E$  なる値ひを得たとする。所が測定の對象の測定の手段による攪亂の爲に他の量を同時に精密に測定する事が出来ない。こゝに於てこの量を測定して或る一定の測定値  $q$  を得る確率が求められなければならぬ。然るに量子論に於て一つの量を精密に知るとはこの量に相當するテンソルの主軸の方向を知る事であるから、 $E$  を測定せし後之に次いで  $q$  なる測定値を得る確率はこの  $E, q$  の二量に相當する二つのテンソルの主軸の方向のなす角の餘弦の平方により與へられ、これが量子論の根本的な假設の一つを成すと言ふ (Heisenberg, *Ibid.*, S. 42ff.)。こゝに物理量の所謂因果的結合の代りに統計的結合が入り來ることになる。

この量子力學に於ける因果律の否定、適用の不可能性と稱される事柄に關連して、<sup>註二</sup>こゝに確率の論理的意義を明かにすること約言すれば「確率の論理」を企圖することこそ極めて緊要でなければならぬ。實際量子力學に於て許りでなく、一般に確率概念が輓近統計力學なる新しい物理學的部門の出現に伴ひ一層その重要性を増せし

に鑑み、確率概念の論理的構造並びに因果律との關係を闡明することは自然の論理に於て極めて重要な問題を成すと言はねばならない。

確率 *Wahrscheinlichkeit* は「確からしさ」とも呼ばれる如く通常必然性に對する蓋然性を表はすものとして眞と僞「知る」(*Wissen*)と「知らない」(*Nichtwissen*)との中間に位するものと考へられてゐる。確率が單にかく確實性の度合、主觀の信憑程度を表はすに過ぎぬならば、確率値は單に主觀的な偶然的なものに止り、之に基く統計物理學は如何にして學として理論的知識として前提し標榜する客觀性・眞理性を保持することが出来るであらうか。一般に確率を單に主觀的なものと解し、その客觀性を否認するに至る主要なる原因は、確率の適用さる可き事象が集團現象或は反覆事象の如き非常に多數の事象に限らる可きもの確率はこの多數の事象の全體を通じて支配する法則であることに留意されずして、確率が個々の事象、一つ一つの場合に適用さるゝ結果、それが個々の場合を豫料する爲には無力であり、それに堪へないといふ點からであり、換言すれば確率値の關係づけらるゝ事象の間の、或る事象と他の事象とが同時に起らぬといふ背反關係 *Entweder-oder* のみに着目され、その中の何れの事象も晚かれ早かれ起り得るといふ併起の關係 *sowohl-als* が無視されるからである。例へば

一つの骰子を投じて偶數の出る確率と奇數の出る確率とは共に $\frac{1}{2}$ により表はされるが、唯一回の試行にのみ限らるゝならば、 $\frac{1}{2}$ なる確率値は奇數が出るか偶數が出るか何れとも決し得ない最も疑しい不確實な主觀の信憑狀態を意味する事になるであらう。然るに上述せし如く一つの事象の確率とは多數の場合中、その事象の生起する場合と總ての場合の數との比が場合の數が増加するに従つて近づく可き極限を意味し、確率に基づく統計的法則はかゝる非常に多數の事象の全體を通じて支配し、全體を豫料する法則であり、たゞこれらの事象が、その中の或るものが起ることが他のものの起る上に影響を與へないといふ意味で、相互に獨立であることを前提する。従つて上例について言へば、 $\frac{1}{2}$ の確率は毎回の試行に於ては奇數か偶數かの何れか一つしか出ないといふ背反關係を意味するに拘らず、それと同時にこの相背反する二つの事象が多數の試行過程に於て双方共必ず起り、その生起する回數が何れも確實に全回數の50%に相當す可きことを主張してゐるのである。<sup>註三</sup>是に於て確率の概念に於て最も重要なるは相背反する事象がその背反關係にも拘らず、その併起關係に於て互ひに他を豫想し *contingent* し合ひ、一つの全體を形成する點にあることが注意されなくてはならぬであらう。之によつて確率の客觀的意義が確立されること

になるであらう。

かゝる確率の有する客観性を明かにする事によつて初めて、我々がこゝに確率をカントの用語に従ふならば「様相 (Modalität) の一範疇」としてなく、それが現象の統計的連關といふ、自然認識に於ける重要な新しい方法的手段を與へるといふ意味で、「關係の一つの新しい範疇」としてその構造、*Bestimmung* を明かにせんとする企てが、是認されるであらう。實體・因果・相互作用なる關係の範疇の傳統的な區分に從へば確率はその何れに屬す可きであらうか。現象の確率に基づく統計的結合は現象の因果的結合に對し如何なる特質を有するのであるか。「確率の論理」を企圖するに當り此れ等の問題が解かれる事を必要とする。

我々は確率概念の客觀的意義に關連して確率が如何なる事象に適用されなければならぬかを規定し、これによつて確率概念の構造を背反關係 *entweder-oder* と併起關係 *sowohl-als* とを以て特色づけたのであつた。この *entweder-oder* と *sowohl-als* の二面を有するものを一般に判斷に求むれば、かゝる構造を我々は選言判斷 *disjunktives Urteil* に見出し得るであらう。選言判斷は、假言判斷が因果律の範疇に對應せしめらるゝ如く、相互作用の範疇に對應せしめらるゝ所のものであり、且、上述の二面こそ

選言判斷の構造の特色を成すものに外ならない。我々は上に於て確率の適用さる可き事象の種類を確定することによつて確率概念の選言的構造を主張せんとしたのである。

確率の基礎・本性を明かにする事は古來異論多き困難な問題を形作るのであるが、我々がそれで以て確率の論理的構造を特色づけんとする選言判斷も亦、ブラッドレイの言の如く、古來論理學者によつてその性質が充分明かにされたとは言ひ難いのである (Bradley, *The Principles of Logic*, Chap. 4 p. 121)。従つてこゝに少しく選言判斷の特色に立入らねばならぬ。確率が疑はしさ、不確實さを表はす單に主觀的なものでないのは「AはBかCかである」の選言判斷が「AがBであるかCであるかわからない」と言ふ様な單なる ignorance に基く不確實さ、疑はしさを意味するのでなく一つの確言 *assertion* を意味するのと同様であることによりて示される。然らば選言判斷に於てかゝる *assertion* の意味が見失はれるのは何によるかと言へばそれが本來定言的判斷と假言判斷との綜合、統一であるにも拘らず、通常その假言的性格にのみ着目されて、その定言的性格が見失はれ無視されるからである。相互作用の範疇に於て作用とか變化(因果)のみに注目されその恒存 *Erhaltung* (實體)の意味に留意されな



如く、選言判断も多くの論理學者によつて恰もそれが假言判断に還元され得るか  
 の如くに考へられ、定言的性格が無視さるゝ結果、その特色が逸せられるのである。  
 選言判断は多くの論理學書に見出さるゝが如き、假言判断の組み合せに盡きるもの  
 ではない。「AはBかCかである」の判断は「AがBならばAはCならず」「AがCならば  
 AはBならず」等の假言判断の結合につきず、かゝる *entweder-oder*、即ち背反關係のみに  
 止らずその根柢に *sowohl-als* の關係に相當する統一面が見失はれてはならないので  
 ある。即ち上述の選言判断の例に於てAはBかCかの何れかであつて同時に兩者  
 であることは出来ぬといふこと許りでなく、b及びcによつて *anschliessen* されし領  
 域 *Region* が他から區劃され限定さるゝ事によつてこの領域の外にはAが存しない  
 事従つてこの領域にAが所屬するものなる事が主張されてゐるのである。夫故に  
 選言判断はかゝる選言肢に共通の *Region* を豫想する意味で、一面この *Region* たる普  
 遍を述語とする定言的判断であると考へ得る。選言判断の定言的性格を見失ふこ  
 とはかゝる選言肢に共通なる普遍者全體者たる領域を見失ふ事である。而してA  
 はこの領域の中bかcかの何れか一つであり兩者である事は出来ない。こゝにb、  
 cを含みb、cに共通なる普遍者全體者の上でb、cなる選言肢は互ひに他を排し自

己を主張する。ブラッドレイは選言的判斷を適切にも、‘the union of hypotheticals on a categoric basis’ として特色づけたが、選言判斷に於て假言判斷が互ひに他を排し乍ら而も全體の統一を形ち作る點に、一方假言判斷の構造を單にヴェクトルのなものと比すれば、選言判斷の一種のテンソルの構造が見出されるのである。我々は確率概念に含まるゝ *sowohl-als* の關係の契機を力説したが、確率概念に於てもこの契機に相當する全體者普遍者としての *Region* が肝要であつて之を無視することが確率の本性の理解を困難ならしめる。従つていくら小なる確率値を持つ事象も、かの不可能を意味し領域の中に屬せざることを意味する確率値の零の場合と嚴に區別され、この領域の中にあつて晚かれ早かれ實現さるゝことを豫想するのである。確率に於ては(1)各可能性が相互に獨立的で排し合ふ——*entweder-oder* の關係——許りでなく、(2)各可能性が何れも實現さるゝといふ意味で一つの全體的な *System, Region*——*sowohl-als* の關係——を形成すること、この二つの契機を以て確率概念の選言的構造が特色付けられ、先にその構造を明かにした諸概念と同様これと性質を異にすると考へらるゝ確率概念に於ても一種のテンソルの構造が指摘され得るのである。

我々は確率の客觀性とその選言的構造とを明かにしたのであるが、次に因果律に

對して確率が如何なる關係を有するか、明かにされなくてはならぬ。初めに我々は確率が個々の場合を豫料する役目を有しない事、個々の事象の規定には無力なる事を述べた。従つて確率的考察は機械觀を支持するものでもなければ、之を積極的に否定するものでもなく、唯、個々の事象相互の獨立性を要求するのみで、例へば運動體が外的原因のみにより變化するか、或は外的原因によらずに自ら自發的に變化し得るかに無關係なのである。古くから、事象それ自體に於ては、たとへ我々に知られざるにせよ、全く因果必然的であり、我々の知識の不完全の爲めに確率を使用せられるので、従つて確率は唯我々に對してのみ妥當するに過ぎず、確率的法則は將來因果的法則にとつて代らる可き、暫定的な、且後者よりも價値の少ないものなるかの如き見解が存する。<sup>註四</sup>これは我々即ち主觀を離れて事象それ自體を云爲する點に於て、獨斷的である許りでなく、更に根本的には、確率的方法の有する獨自の役目、機能の特色を無規するものである。統計的法則は個々の事象の因果的法則に解消することの出来ないものであり、且後者によつては合理化され得ぬ所の、多數の事象全體に通じたる特質の規定、合理化を特色とするものである。従つて將來因果的法則にとつて代らる可き運命を持つ様な、暫定的な、因果的法則よりも價値の小なる法則を決して

意味しはしないのである。因果律が自然科學に於ける客觀化合理化の唯一の方法ではない。確率の合理化の一方法として有する特色が顧慮されることにより、統計的法則が單に「我々に對して」然る許りでなく事象そのものの、事象全體の従ふ客觀的法則たる事に注意されなくてはならない。統計的法則は因果的法則と全然獨立に別個な意義と適用の範圍とを有する事が強調されなくてはならない。こゝに又古典的統計論 *Statistik* と新統計論との根本的相違が求めらるゝであらう。ボルツマンの氣體論に見らるゝが如き古典的統計論は、飽迄機械觀に立ち全體を個々の粒子の運動の外的合成と考へ個々の粒子の運動の因果的必然を想定し前提するが、粒子の數が非常に大にして而もその一々を規定する因子が複雑にして充分明かならざる爲個々の粒子を取出して規定する事が不可能なるが故に、確率論を必要と考へる。之に反し新量子論による新統計論の古典的統計論との相違は、一言で以てすれば不定性關係式にあり、之を後に述ぶる如く粒子が一面波動性を有するが爲めに粒子觀そのものの不完全性、一面性を表はすと解すれば新統計論の特色は機械觀の見地に立脚せざる點にあると言へやう。物理學が觀察の對象を可測的な量に還元しその間に成立する關係しか語り得ぬ以上、不定性關係式の示す觀察測定の限界を超えて

原子現象が因果必然なるか否かを決定することは獨斷的であると言はなければならぬ。已に紀元前ルクレチウスが個々の原子に自由意志と更に個性とを歸したと傳へられるが、然し統計的法則が上述の如く因果律を積極的に前提し之を立證するものでもなければ、それかと言つて又積極的に之を否定し之と相容れないが如きものでもない限り、觀察測定の限界を超えてルクレチウスの如く粒子が運動の原因を自らの中に有し自由な運動をなすと主張する事は、反對に、我々に知られない換言すれば規定性を持たない因果關係を想定する場合と同様、充分批判的であると言ふことは出来ないであらう。それによつて粒子に一種の *qualitas occulta* を承認する獨斷が犯されはしないであらうか。然し更に徹底的に考ふる時、不定性關係式は觀察測定の精密性の限界を示すといふよりも、先に言及せし如くむしろ觀察測定の立場、視點そのものの限界を意味するものであり、従つて質點の位置、速度の如き二量の同時的測定に關して成立する不定性は、ハイゼンベルグの力説する如く寧ろ粒子觀そのものの限界を意味すると言はねばならぬであらう (Heisenberg, *ibid.*)。與件の不充分性といふよりもこの與件が粒子觀の下で求められる限り、粒子觀そのものの不充分性でなければならぬ。結局不定性關係は光及び物質が粒子と波との二重の性質

を有するが故である。然しそれが爲に個々の粒子の在來の如き運動の時空的記述が量子力学に於て拒まれ確率に本づく統計的方法に「よる外は無」と言つても、上來述べし所により明かなる如く、かゝる統計的方法の消極的意義に止らず、粒子觀に立ち乍ら在來の原子論的な粒子觀の不充分性缺點を救ひ、假令原理的に拒まれてゐるにせよ、假りに個々の要素の時空的記述が可能なりとするも、之によつては顯かにし到達され得ないものを合理化し得るといふ統計的方法の積極的意義が留意されなくてはならないであらう。註五

勿論確率は上述の如く選言的構造殊に一種のテンソルの構造を有するにも拘らず、現象の生起の時間的順序を規定する所無き點で一種の抽象性を有する事は否まれぬ。因果律が抽象性と限界とを有すると同様確率も亦別種の抽象性を有することになる。眞に具體的なものは時間—空間的構造を持たなければならぬとすれば、因果律はかゝる具體的なものを時間の方向に切斷したる抽象面、從つて單に時間的なるに比し、確率は寧ろそれを現在といふ面で切斷したる抽象面であり、凡てを現在の面に投射し投影したるものとして單に空間的な構造を有するものと考へられるであらう。註六

註一 新量子論に於てはハイゼンベルグの量子力学の外に、之と數學的に等價的に波動力学が成立するが、こゝに注意する可きは、ハイゼンベルグの力説する如く、シュレーディンガーにより發展せしめられた量子論的波動論は古典的波動論とも本質的に異なる點である。新波動力学に於ても量子力学に於ける不定性と同様「場の強さ」に關し不定性が成立する。マックスウェル、ドゥアプロイによつて代表さるゝ古典的波動論がこの不定性を無視したる三次元の波動論であつたのに對して、之とシュレーディンガーの Configurationraum に於ける波動とは區別されなければならぬ。

註二 エネルギイ及び運動量の恒存律が新量子論に於ても成立することが注意される必要がある。尙、量子論に於ても時間 $t$ に於ける状態量と  $\psi(x)$  に於ける状態量とは  $\psi$  が充分小ならば、この二量は因果的に結合し得ると考へてよいのである。

註三 「確率」と言ふ語が已に確率性の度合といふ意味を持ちかゝる主觀的見解を表明する。従つて確率が全體の法則であるといふ事から「確率」の語よりも「公算」或はむしろ「公律」の語を以てする方が適當であらう。火星に油虫がゐるかゐないかの如き問題に於て、單にその何れとも決定し難き理由を以てその確率を以てすることは不當である。又油虫がゐるといふこととゐないといふこととは全く相反關係丈で共に二つの場合を容れ得るといふ様な併起關係は存しない。

註四 かゝる見解の代表的なるものはライプニツであると言つてよいであらう。彼は確率を以て興件の不足によるものとなし未知數の数より方程式の數の多い聯立方程式や、又三點により一つの圓が決定せられるのに二點しか與へられない場合 (Couturat, La Logique de Leibniz, 1901 Chapitre VI p. 252-3) に比してゐる。確率がかゝる興件の不足に基づき、個々の事象に關して一種の不定性を有することは否まれないが、ライプニツは獨斷的なる決定論に立つが爲、確率の有する因果律から獨立した積極的な方面が無視されてゐる様に見える。然し確率の淵源する combinatoria の思想と Infinitesimal-Rechnung とが彼に於て如何なる關係にあり、如何に結合してゐるかを知ることが興味あり且重要な問題を成すであらう。  
(Vgl. Couturat a. a. O.)

註五 殊にシュレーディンガーの波動力学が粒子論の立場からは統計的に解釋し得られるとなすシュオルダン等の説がこのことを暗示する様に見える。

註六 我々は確率を、先づ新量子論との關係を離れて獨立にその有する一般的な論理的構造上から問題にし、テンソルの構造に到達したのであるが、今、新量子論を考慮に入る、時、例へば量子力学に於て、物理量が観測によりとり得る多くの値の夫々の確率が、一つのマトリックスの成分を形作り、全體としてマトリックスを成し得る點等から推して、確率を意味する統計的量が實際テンソルとして表はされる可能性があると考へられるであらう。

## 五

前節迄に述べし所を回顧するに、我々は先づニュートン物理学に基づく限り因果性の範疇が如何なる規定性を獲得し、且何故この因果性の範疇が自然科学特有の範疇とも言ふ可き「關係の範疇」の中で中心的な方法的位置を占むるに至りしかを見、而もそれが論理的構造上よりの抽象性限界を有するが爲に自然科学の範疇論がこの因果性の範疇に止り得ざる所以を明かにし、更に進んでニュートン以後の物理学の發展の機械論的色彩からの脱却に伴ひ出現せる「關係の範疇」に屬する新しい諸概念の論理的構造及び方法的意義を問題とし、因果性の範疇の位置に代る可き更に具體的、全體的な諸概念の特色を闡明せんと試みたのである。

今やこれらの近代物理学を特色づける新しき主要なる根本概念の有する意義を豫想して、新物理学に對應して樹立さる可き新しき自然の論理の特色を明かにする事がこゝに我々に課せられる。我々は自然の論理の典型的なるものとしてコーヘ



ンの論理をあげ、而もその「關係の範疇」の論よりして、それが依然古典物理學を基礎とする點で、所詮古典的自然論理の完成として特色づけたのであつた。新しき自然の論理の特色づけの課題を前にして我々は先づこのコーヘンの論理を手掛かりとし、それが論理學史上に於て有つ意義位置を反省すると共に、新しい自然科學の發展を顧慮する事によつて、それが如何なる形に建て直され止揚されなくてはならぬかを論じなければならぬ。蓋し新しき自然論理は言ふ迄もなく古典的な自然の論理の有する意義を全く覆沒無視するものではなく、その有する高き價値を保有しなければならぬからである。

コーヘン論理の不朽の意義の一つは周知の如く、一般に生成・變化運動を概念的に把握する途を開いた點にある。

ニュートンは彼がライブニッツと殆ど同時に發見した微積分學により質點の運動を初めて數學的に規定する途を拓いたのであつたが、コーヘンはこの微分概念を用ひてライブニッツが力を延長(擴り)の如き外延量と區別した内包量の考へに基づき點の運動線の生成を論理的に把握せんとしたのである。即ち全體が部分の集積總和として部分が全體を可能にすると考へられる外延量としては、精々「引かれたる

線」を理解し得るに止り、引かるゝ線即ち「線の生成」そのものはかゝる原子論的な外延量的考へによつては理解される事は出来ぬ。部分を却つて全體の限定と考ふる内包量の立場に於て初めて線の生成は理解され得る。線はその内面的發展の方向を含んだ内包的性質的全體としての微分原理によつて産出されるものである。靜止を幾ら集むるもそれから運動を組立てることは出来ないが如く、靜止せる點を幾ら集むるも線を生じない。線を可能にすると考へらるゝ點は、かゝる靜止的點ではなくして、切線によつて示さるゝ方向を有する點、線の内面的發展の法則を擔へる動的點でなければならぬ。況やかゝる幾何學的な線の生成に止らずして力學的な質點の運動に至つては、速度や加速度は「方向」を有する量として單に量的見地から理解し得ぬ事は明かであつて、ガリレイ及びライブニッツは既に之を *intensio* として特色づけたのである。而してかゝる内包量の最も典型的なるものはニュートンによつて運動の——精密には速度の變化の——原因と考へられたる力の概念に外ならない。

本來全體が部分の複合的全體たる靜的な外延量に於ては完結的固定である結果言はゞ死せるものであり、之に於ては生々たる發展を容れることは出来ぬ。何故なれば複合的なものは内面的紐帶を缺き固定的な不動なる部分を前提とする結果、

部分を變ずることは部分を損ふ事であり、従つて部分を前提とする全體を損ふことであつて、全體の自殺を意味するに外ならぬからである。一切のものはかゝる已成の固定態として、なく内包量としてその生成の過程に於て見られねばならぬ。「事實」と稱さるゝものが單なる固定態ではなくして *factum* が *facto* の完了形である如く、すべてが生々發展的な過程から理解されなければならぬ。かくてコーヘンの論理は一切を生成の過程に還元し、一切を已成の固定態としてでなく、流動發展的な生成の過程に於て把へんとするものであると言ふことが出来る。従つて彼によれば外延量そのものが内包量に就て自己の根源を有し、之により外延量そのものも亦内包量として見られることに依つて自己の生成を明かにし得るのである。

我々はかゝる外延量の考へ方と區別されし内包量の考へ方に於て、所謂原子論的要素複合的な考へ方に對する一種の全態主義的見地が取られてゐるのを見る事が出来る。新興物理學が論理に單に物理的形象の全態性を、従つて全態主義的見地に立つことを教へると言ふに止まるならば、コーヘンの内包量の考へ方こそ、已にかゝる全態主義を代表するものに外ならない。問題は唯この全態性を如何に考ふべきか、如何なる全體であるかに歸着するであらう。

然るにコーヘンが内包量的思想を力説するのはかく運動、生成、發展の問題を顧慮するが爲許りでなく、かゝる流動的過程的な内包量によつて産出的な思惟の根源性を特色づけんとするものに外ならない。外延量の固定態を以て思惟の内容の所與性に比し、内包量の流動態を以て産出性に關係づけんとする所から明かなる如く、彼によれば外延量は比較量 *Vergleichungsgrösse* であり、與へられたる多を前提とし、思惟の之に對する外面的な比較作用に基づく量であるに對し、内包量は自らの中よりの多を生成せしめ産出する生産量 *Erzeugungsgrösse* である。換言すれば外延的統一 *extensive Einheit* は與へられたる多の統一であるに對し、内包的統一 *intensive Einheit* は自分の中より多を生成せしめ産出せんとする性質的統一、性質的全體である。即ちコーヘンによれば、思惟の内容はかゝる内包量として思惟自身の内より産出せしめられたものであり、外から思惟に對し例へば感覺の如きものを通じて與へられたものを質料として豫想するものではない。之によつて思惟の自發性、創造性は制限されざる全き姿に於て確保され、思惟は自らの中のみ根柢を求め得る事となり、思惟の所謂根源性を確立することが出来る。かく外延量の固定態を以て思惟の内容の所與性に内包量の流動態を以て産出性に關係づけたコーヘンに於ては完結的固定

的な外延量的なるものは、思惟との生ける連關より外に脱落し沈澱せるもの、思惟の見知らぬ *Freund* なものであり、思惟に對し外から與へられたものなることを意味する。従つて思惟の内容は純粹思惟の所産として、上述の如く思惟との生ける連關を有する流動的發展的な生産量としての内包量でなければならぬ事を彼は主張する。

以上は内包量の考へに基づく所のコーヘンの運動の論理變化生成の論理の概要であるが、これによつて流動的發展的な内包量として一切の思惟内容は非完結的過程的暫定的であり、コーヘンはプラトンの先蹤に従つてすべての思惟形象をヒポテシスとしての性格を有すべきものとして特色づけたのである。彼が自然科学の認識論に於て、學の歴史性に、換言すれば自然科学の諸範疇の歴史性に着目した偉大なる功績はこゝに存する。而してこの思惟形象の過程性、非完結性、暫定性を表出するヒポテシス *Hypothesis* の語は元來存在の「根柢に横はるもの」といふ意味での *Zugrundliegende* と區別されたる、思惟の「根柢付け」即ち *Grundlegung* の意味を有するものとして思惟が對象を産出し基礎付ける方法的意義をも併せて有し、一面内包量の生産量としての意義に該當するものであり、従つて運動生成の論理にして根源の論理たる彼の論理の全性格はこの語によつて「ヒポテシスの論理」として特色づけられ得る所の

ものなのである。

然し乍ら「ヒポテシス」の論理は假令へヒポテシスが上述の如きその對象を産出する方法的意義に於て單なる假構 Fiction ではないとしても、その假言的性格即ち單なる過程性、暫定性、流動性の爲にヘーゲルの所謂無限の進行 *Prozess ins Unendliche* として悪無限に陥り尙眞に思惟の具體的真相をつくさざるものではないか。對象の産出も範疇のかゝるヒポテシスとしての意義を通じて、唯非完結的なものとして、果てしなき無限の過程に還元されるかの如く考へられるに至るであらう。のみならず又ヒポテシスの「根柢付け」としての意義についても、現實存在を意味する一切の事物の規定が思惟によつて與へられ、事物は思惟、主觀を離れてそれ自體に於て自分の根柢 Grund を有するのではなく、思惟によつて根柢が與へられるものなること、事物の Grund, Ursprung はその「根柢に存するもの」*Zugrundliegende* ではなくして思惟の「根柢付け」*Grundlegung* に外ならぬことを「ヒポテシスの論理」が主張する時、それ丈では一種の *Subjektivismus* の如く解せられはしないであらうか。換言すれば思惟の所産として思惟に全く内在化せしめられた内容が如何にして單なる主觀的なものに止らず、現實存在そのものの規定として客觀的意義を獲得し得るのであるかと、コーヘン

の單に性質的流動的なる生産量としての内包量の思想を以てしては充分明かにし得ないのではないかと思はれる。即ちかゝる内包量として思惟内容を特色付けることにより思惟内容は恰も現實存在との緊密な連關を失つた宙に浮べるもの、浮動的なるものの如く解されはしないであらうか。何づれにしてもコーヘンの「ヒポテシスの論理」としての「内包量の論理」はすぐれた思想であるに拘はらず、尙未だ眞に思惟の具體的眞相をつくしたものとすことは出來ないであらう。

已に根源の論理たる事を標榜する所から知らるゝ如く、元來カントの精神を繼承しカントが第一批判に於ては徹底的に貫徹するに至らなかつた理性精神の自律性、自由、獨立性を自然認識の世界に於て確立せんとしたコーヘンでは、その論理の根柢背景に、自分自らの中に自己の根柢を求め、自分で自分に根據を與ふるものとしてその意味で一種の絶對性 *Absolutheit*、無制約性、超假定性を有する理性、精神が存する事が見逃されぬ。然るに其は論理の礎底、背景を成すに止り、「規定性」を有する限り一切は單に相對的、被制約的なる者、過程的なる者として、如何なる意味の無制約者、無限定者、超假定者をも論理そのものの中から排し去り、飽迄「假設の論理」に終始せんとしたのである。コーヘンが論理の本質とするかゝる規定性は、ヘーゲルの語を以てすれ

ば悟性「レフレクシオン」(Reflexion)の立場に成立するものであり、その言ふ所の「假定的必然性」hypothetische Notwendigkeit は内的必然性と區別されし外的必然性に外ならぬ。

コーヘンのかゝる假説の論理は上來述べし如き彼の關係の範疇論に照應すると言へるであらう。我々はこゝに已述(第二節)の遠隔作用の古典物理學から脱却せざる彼の「關係の範疇論」を想起する必要がある。即ち因果律を中心とする關係の範疇論が彼の論理全體に決定的意義を與へ全般的に言つても彼の論理全體をして因果性の範疇に對應する假言的判断を中心とする論理たらしめたと見る事が出来る。

この事は彼の論理が數學的自然科學の論理であり、運動の論理、變化、生成の論理として、ヴェクトルの關係を内容に有するニュートンの運動の第二定律を全物理學の基礎と考ふる古典物理學に立脚する限り當然であると考へられる。(vgl. A. Haas, Vektoranalysis)。ヒポテシス Hypothesis の語はその論理的場所を假言判断 hypothetisches Urteil に於て有し、彼の論理が「ヒポテシスの論理」たる事は、判断論に於てヴェクトル的な假言判断を中心とする論理たることに外ならない。因果律とか假言判断の理由と歸結による事物の基礎付け方はいはゞ外面的基礎付けであり、その所謂無限的なる過程的性格の爲に眞の基礎付け方ではないことも已述の通りである。従つ



て「點の運動」や「線の生成」に於て語らるゝ内包量の發展は言はゞベクトル的なものであり、スカラー的、外延量的なるものの單なる完結性、固定性と對比せしめられることにより又單に過程性、非完結性、相對性、暫定性のみが表出されることになり易い。本來内包量的なるものはどの部分どの過程を取るも、一種の全體性、統一性を有するものでなければならぬ筈である。コーヘンが根源の原理の輝ける例とした微分概念も曲線の内面的發展を示す切線として或は又速度、加速度、力の如きものとしてのみ見らるゝ限り、又一方向きなベクトル的なものを表はすに止る。上述の如き過程の有する一種の自己完了性、思惟の根源性微分、或はコーヘンが之に比した<sup>ミ</sup>の本性には本來かゝるヴェクトル的なものによつては尙充分に表はし得ないものが存すると言はねばならぬ。

内包量的考へに基づく所のコーヘンの論理を、彼が自分の立場と區別する事に努めた外延量的考へ方に對し「スカラーの論理」に對する「ヴェクトルの論理」とも特色付ける事が出来るであらう。外延量を主とするスカラー的論理は、素朴實在論的立場に立つ要素複合的、原子論的な經驗論に於て前提さるゝ所のものであり、實は眞實に論理といふ名に値ひせぬものである。この論理の豫想する認識論的立場に於ては、

思惟は畢竟感性的直觀を通じて與へらるゝものを秩序づけ加工する意義しか有せず、固定的な、孤立せしめられた所與を前提とする事によつて、思惟はその内面に徹せざる表面的、外面的なる作用に過ぎざるのみか、この立場に於ては眞實なるものは感性的直觀を通じての所與なるが故に、時には思惟が眞實ならざるものの源泉を意味し、餘計なもの、無用なるものとさへ考へられるに至る。單に素朴な經驗論に立つ限り、眞の意味では論理が問題、必要とならず、寧ろ論理はどうでもよいもの、無用なもの、餘計なものに過ぎぬとされ、この立場が精々心理主義に終始するのはその爲である。之に對してコーヘンは内包量的な考へ方を力説するのであるが、元來 *intensio* はライブニッツに於て *extensio* の *Materiales* を表はすに對し *inextensio* として *Immateriales* を意味し、従つて *extensio* の根源に *intensio* を見んとするライブニッツの *In rebus corporeis esse aliquid praeter extensionem, imo extensione prius*, なる思想は *Materiales* を *Immateriales* に *Reales* を *Ideales* に基づげんとする觀念論的立場を意味し、そうして之は同時に外官の綜合統一を内官の綜合統一に、換言すれば空間を時間に基づげんとするカントの先驗的觀念論の精神である事は言ふ迄もない。而も後者には尙全く克服されずして素朴實在論的模寫主義的經驗論の殘渣が存するが、これを徹底的に排し根源的

思惟の産出性の思想の下に發展とか變化の有する意義を顧慮し内包量的考へ方を方説した點に、コーヘン論理の深き卓越した思想を認むる事が出來、眞に論理といふ名にふさはしいと言ふことが出來るであらう。然るにそれが「ヒポテシスの論理」として「ヴェクトルの論理」である點に尙上述の如き抽象性、一面性を免れぬのである。

今やニュートン以後の近代物理学の發展を顧慮する事によつてヴェクトルよりも更に高次なる方向量が論理に導入されなくてはならぬのを知るのである。最近物理学に於てテンソルが重要な意義を發揮し、思惟の本性から言ふもヴェクトルの考へ方に止り得ざるに鑑み「ヴェクトルの論理」ではなくしていはゞ「テンソルの論理」がこゝに必要となる。「テンソルの論理」が新しく告知さる可きである。我々は近接作用の思想を特色とする場物理学に始まる相對性理論や新量子論に於て「關係の範疇」に屬し實體と因果との綜合の意義の歸せらる可き相互作用の範疇に相當する、具體的な論理的構造を有する新しい概念を見出し之をテンソル概念によつて特色付けたのであつたが、更に通常是等の概念と性質を異にすると考へられる所の、新量子論以來一層重要性を加へ來つた關係の範疇に屬する確率の概念に於ても具體的な一種のテンソルの構造を見たのである。この新しい關係の範疇論に立脚して新

しい自然の論理が樹立されなくてはならぬ。我々は初めにガリレイ、ニュートンの物理學を Kinematic に對し「Dynamic」として特色付けたのであつたが、素朴的な經驗論的心理主義に於て暗々裡に前提さるゝ「スカラー論理」は物理學としては原理上この單に幾何學的運動學的な物理學に相當すると言ふことも出来るであらう。之に對してガリレイ、ニュートンの物理學——之に於ては尙所謂原子論的色彩が多分に含まれるのであるが——を基底とするものが「ヴェクトル論理」であるとすれば、今や相對性理論に於て頂點に達した場理論や新量子論に對して「テンソルの論理」が特筆されなくてはならぬ。

而してテンソル論理に於ける關係の範疇論はヴェクトル論理に於ける如く因果性の範疇從つて假言判斷が中心的位置を占めるのでなく、之に代る可きは獨立した方法的意義を有する相互作用の範疇及び之に對應す可き選言的判斷であり、之に於て夫々恒存の契機、定言的性格が殊に重要なものとして注意されなければならぬとすれば、かゝる「關係の範疇論」を包含するテンソル論理は、關係の範疇以外の他の範疇根本原理について、或は論理全體の上から如何なる特色を有するに至る可きであらうか。我々は已述の關係の範疇以外のコーヘン論理に於ける重要な諸範疇諸

根本原理に論及する事によりテンソル論理の特性を明かにしたいと思ふ。

ヴェクトルの論理に於ては思惟内容は内包量として規定されたのであつたが、我々は先づテンソル論理に於て思惟内容が物理的形象のテンソル量としての意義を通じて如何なる規定を得るかを問題にしなければならぬ。今こゝに前々節に於て論及せるテンソルの論理的意義(第三節参照)を要約すれば正反對の二方向が互ひに等しい資格を有し雙々相俟つ高次の方向量として定義さるゝテンソルは、一以て他に還元せしめられない所の積極的に對立し互ひに滲透し張り詰める二動向の根柢に、この對立を含む *Relation* としての一つの全體者を豫想し、この全體者こそ寧ろ自らが互ひに正反對なる方向へ分化せるものとして、對立を自分の内に成立せしめるものと考へらる可きである。夫故にテンソルはその二面性 *Zweiseitigkeit* に於て一面的なヴェクトルと區別される許りでなく、この一方向きのヴェクトルが單に動的なるものを表はすと異り、相反する二動向によつて表はす動性と共に、その根柢に存する全體者分化の原理たる地盤を豫想する點で一種の靜止、完結性を容れ得ると言はねばならぬ。然しそれかと言つてテンソルは又單に固定的、靜止的な言はゞ死せるスカラーとも區別されなければならぬ。テンソルの有する全體性は單に高次であ

るといふが如き次元の相違のみに止まらず飽迄方向を有し動性を容れ得るもの、こゝに高次の方向量として特色付けられる所以が存する。積極的に對立し相反する兩動向が内面的統一、全體者を形作り寧ろこの全體的なるものの分化と考へらる可き以上の如き特質からしてテンソルは動的にして靜的、非完結的にして完結的であると言ふ事が出来るであらう。テンソルはスカラとヴェクトルとの統一として兩者の綜合たる意義を持ちこの兩者を自己の抽象的契機として有する。「ヴェクトルの論理」に於ては思惟内容は一面的なヴェクトルにより單なる暫定性、過程性、非完結性が表出せしめられたに反し、こゝに於て思惟内容はかゝるテンソルの特性を通じて二面性と關連して動的にして靜的、非完結的にして完結的、限定されてゐて限定されてゐぬといふ新しい表現を獲得する。かくて「テンソルの論理」にして始めて動と靜、非完結性と共に一種の完結性を容れ得ると言はねばならぬ。夫故に單なる過程性、暫定性につきずしてどの有限なる部分を取るも一種の完結性、絶對性、無限性が表出され實現されてゐるといふ點で「テンソルの論理」は單なる「ヒポテシスの論理」ではなくして同時に一種の、コーヘンが飽迄却けた「*Aneupoteson*」の論理」でなければならぬと言へるであらう。流動的なると共に流れて流れない様な不變な

所が存し單に變化的相對的に動いて行く許りでなくそれに於て一種の完了性、絶對性が認められなくてはならぬ。學の發展そのものも單に果てしなき無限の發展の過程性に成立する暫定的なものではなく、況や現實に到達さるゝこと無き無限の過程の極限、彼岸をのみ空しく目指すものではない。發展の如何なる過程、段階を取るも未完成のものであり乍らそのまゝ又一種の完成せるもの、まとまつたものなる事を意味する。認識活動も永遠に休止すること無き不斷の過程性を意味すると共に一面では又過程の有する完了性に於て休らひを見出し得るであらう。

内包量を以て外延量の根源と考ふるコーヘン自身の考へを徹底するも單なる内包量の思想に止ることの出来ないのは明かである。何故ならばコーヘンは内包量をば性質 *Qualität* として、量 *Quantität* としての外延量から區別しなければならぬとするが、内包量を外延量の根源と考ふるならば、かゝる外延量の根源としての内包量はコーヘンの言ふが如き單なる *Qualität* ではなく *Quantität* の意義をも含んだものでなければならぬからである。*inextensio* が *extensio* に對する無限判断としての否定を意味し従つて後者の根源と考へられる可きであるならば、この *inextensio* は *extensio* と同次元に成立し之と相容れない様なものではなく、これとは更に高次であつて量的意

味即ち *extensio* をも含んだものでなければならぬ。かくて *extensio* の根源がかゝる質と量との内面的統一であるとすればそれは寧ろ性質的なる *intensio* と量的なる *extensio* との綜合とも言ふ可きものでなければならぬであらう。元來「内包量」といふ概念そのものが必ずしも明確な規定を有するとは言ひ難いが、コーヘンに従つて内包量の原型 *Prototyp* とも云ふ可きものが「力」の概念であるとするならば、この「力」が物理学に於てヴェクトル量としてなくテンソル量と考へらる可き事と對應して、内包量もコーヘン論理に於ける如くヴェクトル的なものでなくしてテンソル的なものを意味しなければならぬであらう。然るに眞に具體的なるものは上述の如く質と量、*intensio* と *extensio* との内面的統一でなければならぬとすれば、テンソルは内包量と言ふよりも寧ろ *extensio* と *intensio* との綜合といふ意味で内包量と外延量とを綜合したものに該當すると言ふ可きであらう。何づれにしても思惟内容、思惟形象はテンソル的なものとして考へられなければならぬ。テンソルは一方に於てスカラーとヴェクトルとの綜合統一であるとすれば、この見地からしてもテンソルはスカラーに相當する *extensio* とコーヘンによりヴェクトル的に考へられたる *intensio* との綜合たる意義を有しなければならぬとも言ひ得る。テンソル *tensor* は *intensio* と *extensio* と



の二面を有する *tensio* でなくてはならぬ。換言すれば眞に思惟内容を具體的に表出するものは相互内存的 *ineinander* に部分の有する意義が全體にすつかり解消されんとする *intensio* でもなく、又相互外存的 *auseinander* に全體を離れて部分がその外に全く獨立せんとする *extensio* でもなく、部分と全體とが一以て他に歸し得られないものとしてかゝる *in-u-extensio* といふ二動向の統一である。従つてテンソルはヴェクトルとスカラ<sup>イ</sup>との綜合であると共に、内包量に相當するインテンソル *in-tensior* と外延量に該當するエクステンソル *extensor* との綜合であり、この兩テンソルをば自己の抽象的斷面として持つと言はねばならぬ。

かくて思惟の内容が單なる *intensio* でなく之と *extensio* との綜合統一として考へられなければならぬとすれば之により先述のコーヘンの論理、ヴェクトル論理の前提する認識論的立場の抽象性をも脱し得るであらう(田邊教授「圖式時間から圖式世界」へ参照)。コーヘンの論理が *subjektloser Subjektivismus* といった様な非難を受けないが爲には、思惟の所産としての内容が——それが自然の認識として自然に於る存在、客觀の規定を意味する限り——現實存在そのものの規定であり、自然そのものの眞相であるといふ所が無ければならぬ。それが爲には思惟内容が一面空間的な *extensio*

として有する意義こそ、それが單なる主觀的なるもの觀念的 *idea* なるものに止らずして現實存在、實在 *ens reale* との緊密なる連關を保ちそれをして客觀的意義を得さしめる所の媒介であると言はねばならぬ。このことは外部知覺の對象たる所謂「物」が *extensio* を以て特色付けられ、事實物理學に於ては客觀、實在と言はるゝものが測定により量化され何等かの意味で空間に *ibetragan* され空間的形象に直されたものである事、且物理學に於て使用さるゝ一切の *idea* なる概念も亦——それがデメンションの式によつて表はさるゝ所からも知られる如く——何等かの意味で物理的量に關係づけられ量を表はすものなることから明かであるであらう。一般に「ヒポテシスの論理」の主張する如く「根柢付け」と「根柢に横はるもの」とが然く互ひに相容れないものであつてはならぬであらう。存在は思惟の活動によつて自分の根柢を顯はにし自分の「根柢に横はるもの」を發見するといふ事、否寧ろ後者が思惟を媒介として自覺するといふのでなければならぬ。思惟の「根柢付け」とは存在が自分の外から全く異質的なるものを根柢として與へられることではない。存在が自分の内なるもの、真相を自覺する事は思惟の活動を待つて始めて可能であり、一方思惟も亦存在に限定され媒介される事により自分の根柢に深まり自分の内に徹する。この存在と思惟

との相互規定の兩動向は互ひに不可分離的であつて、而もそれは互ひの自己限定、自己規定を容れ得るものである。コーヘンは思惟の自律、自己規定の面を力説するが、思惟が存在を媒介にして自己を限定し規定するとすれば、存在も亦思惟を媒介にして自己を規定し、自らを産出し、自分に根柢を與へると言はれねばならぬであらう。單なる「ヒポテシスの論理」と異り一面「アニユポトンの論理」たる事を標榜する「テンソルの論理」はスカラー論理の豫想する素朴實在論の意味に於てではないが存在の正當なる權能を容れ得るかゝる具體的な認識論的立場を必要とするであらう。「テンソルの論理」が「ヴェクトルの論理」と「スカラーの論理」との綜合として有するかかる特質は更に時空論に入る事によつて一層明かにされるであらう。關係の範疇論そのものが特定の時空論を豫想することは言ふ迄もないが、外延量と内包量との問題も畢竟その根柢に時空の問題を豫想することは已に言及せし所である。テンソルの論理は時空を如何に考ふ可きであるか。その關係の範疇論が單なる因果性ではなく實體と因果との綜合たる相互作用の範疇を中心とする事は、單なる *intensionis* ではなく *intensio* と *extensio* との綜合を主張する事と共に、空間が時間に依存する許りでなく時間的空間に依存する事を意味し、後者がアインシュタインの相對性原

理によつて主張される時間の相對性の劃期的意義に外ならぬとすれば「テンソル論理」の時空論の「ヴェクトルの論理」の時空論に對する特色は時間が空間に依存する面をも充分考慮に入れることでなければならぬ(田邊教授の前掲の論文參照)。従つてこゝでは特にこの視點から時間論のみを問題にし、三様の論理の特質をその時間論から闡明して見たいと思ふ。時間は通常一次元的直線の如きスカラーと考へられてゐるが、コイヘンの時間論の特色は、時間をかゝる外延量的スカラー的のものとする考へを排し、豫料としての時間の範疇を説き即ち時間を一つのヴェクトルと解することによつて時間の空間への解消を救つた點にあるといふことが出来る。然るに時間そのものがスカラーとヴェクトルとの綜合としての一つのテンソルと考へられないであらうか。之によつて時間の空間に依存する面をも充分顧慮すると共に時間の具體的真相を一層明かにし得ないであらうか。相對性原理に於ける非ユークリッド的、双曲線的空間に屬する時空の四次元融合體としての世界テンソルを、ユークリッド空間に於けるフォアゲットの所謂「Tensoripiel」としての Ellipsoid と同一視する事は勿論許されないにしても、今簡單の爲にその相違を無視して時空融合體をかゝる Tensoripiel と考ふるならば、時間軸そのものが一つのテンソルとして考

へられないであらうか。然しかく言ふも、テンソルにおいて雙々對立する所の兩方向が等しい權能を持つと云ふ事と方向の可逆性とが嚴に區別さる可き事を述べたことから已に明かなる如く、時間の前後の有する一義性を無視して之を空間に解消せんとするのでは決してないのである。メーエルソンの所謂時間の Elimination を意味するのではない。時間を全く單に空間に還元せんとするならば、それは外延量的、スカラー的考へ方に外ならず我々の如くそれを假令へ高次であれ、スカラーとしていなく、方向量として解さんとする必要は無いであらう。コーヘンが時間を以て一つのヴェクトルと考へたといふのは彼が豫料を以て *primär* となし *ursprünglich* と考へた事に相當する。之に反し時間の本性を過去に求め、豫料に對し回顧 *Rückblick* を *primär* と考ふる立場は、已に生成したものを分析、分解して後から生成を組立てんとする外延量的、スケラー的見解に相當する。然しながら又コーヘンの如く豫料を以て一次的となし回顧は豫料の方向を單に逆轉したるものとして二次的とする事も亦抽象的なる事を免れないであらう。豫料とは現在に立つて未來に對する事即ち前方を視る事であるが、未來を豫料する爲には過去を視、過去を知る即ち回顧の必要があるといはねばならぬ。逆に又回顧すると言つても、已に觀察、測定による

與件が觀察の視點、立脚點、立場に相對的である如く過去が如何なる意味でも單に一度限りの固定的な事態であるといふ様なものではなく、過去なるものがそれを回顧する立脚點、現在に相對的なる事を想起するならば回顧は單なる回顧ではなく回顧に於て已に未來に對する顧慮即ち豫料が含まれてゐると言ふことが出来る。その意味で過去には把持 *Retention* といふ様な、不動固定的に内容を持つる事を想起せしめる語は不適當であり、豫料を *Potension* と言ふに對して回顧は寧ろ *Retention* でなければならぬであらう。夫故に時間の本性は「スカラーの論理」の如く、單に回顧に存するものでもなければ、それかと言つて「ヴェクトルの論理」の如く、唯豫料に存するものでもない。豫料と回顧の兩者の中、何れか片方だけを *Primär* に *ursprünglich* と考へることは出来ぬ。豫料と回顧との正反對の二方向が互ひに貫き合ひ緊張し合つた内面的統一を成すのが時空的融合體の時間的縦斷面の真相であると言ふことが出来ないであらうか。換言すれば時間はコーヘンの如く、單に豫料的前進的なる一ヴェクトルとして、なく、現在といふ共通の地盤に於て、豫料と回顧に相當する *Potension* と *Retention* との二つの反對方向が綜合的統一を形作る所の一つのテンソルと解し得るであらう。かくて勿論固定された一點から反對の兩方向へ流れるといふ様な

意味では決してないが、時は相反する二方向へ常に流れると言へないであらうか。過去を媒介にして未來へ進み、未來を媒介にして過去に歸るといふ、かゝる正反對の兩方向への推移によつて、この兩動向を包み含んでその基底に存する全體的なるものが漸次限定され顯現され行くと同時に、この基底たる全體者の中に深まり行くのである。かゝる意味に於て時は永遠なるものの生成、實現であると共に、永遠者への復歸、歸入であるともいふことが出来る。かくて一般に生成、運動、變化の有する二重の構造、二面性は、上述の如き時間のテンソルとしての二面性を考ふる立場に於て始めて語り得るのでなからうか。

「コーヘンの論理」は外延量そのものをも内包量として理解す可きことを教へたが、これを内包量が本來 *extensio* と *intensio* との綜合として時間的意義許りでなく空間的契機を有す可きに拘らず、單に擴りをもたぬ意味で *extensio* と區別され時間的契機からのみ見られ、豫料としての時間に基づき、スカラ一的なるものがヴェクトル的なものとして時間的生成の過程に於て把握する可き事を主張するものと解すれば、之に對して「テンソルの論理」は時空的構造を有するテンソル概念を通じてヴェクトル的なものも亦テンソル的なものとして理解する可き事を教へるといへるであらう。

ヴェクトルは第一階級のテンソルと言はる可きもので本來のテンソル(第二階級のテンソル)が二面性 *Zweiseitigkeit* を以て定義されるならば、一面的たるヴェクトルもテンソルの二面性に於てその二面の一面として理解さる可きではないか。従つて一つのヴェクトルの存する所必ず之を一面として有する様な二面をもつた一つのテンソルが考へらる可きではないか。勿論このテンソルの各面は各々ヴェクトルと考へる事は出来ぬ。數學的に言ふも、テンソルは二つのヴェクトルの和ではなく、又その單なる相乗積もヴェクトル(外積)かスカラー(内積)であり、テンソルではない。然るに二つのヴェクトルの各分素を一つづつ取つて作つた積は一つのテルソンを成す。夫故に、これが一般的なテンソルと言ひ得ぬにしても、二つのヴェクトルを契機として含むテンソルが實際數學的にも存することが示されるのである。ヴェクトルを定義するのに通常の方向と *Rechts* とを以てする外に、更に一般的にそのヴェクトルの有する分素 *Componenten* の體系として解する仕方が存する。今空間の一點  $P$  に於て一定の方向に  $A$  なる *Rechts* を有するヴェクトルを考ふるとすれば、この  $A$  を直徑として球を作れば  $P$  點から任意の  $S$  の方向に引いた球の弦は、このヴェクトルの  $S$  の方向への射影即ち分素に相當する。従つて  $P$  から出る弦束 *Sehnenbündel* はか

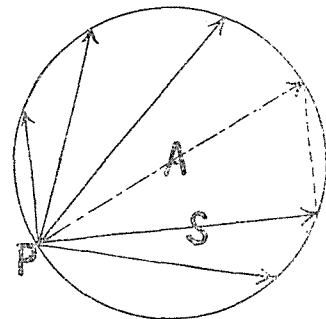


かる球を成しこのベクトルの全分素を代表し、夫故にこのベクトルは又かゝる弦束全體として定義される事となる。(圖參照) これによれば一ベクトルは如何なる方向にも分素を有し、例へば一定の方向に變位することはどの方向に對してもその分素に相當する丈變位することを意味し甚だ興味あることである。

(Weber-Wellstein, *Elementar-Mathematik* III. *Mathematische Physik*.)

然しかく一定の方向へ變位することが、どの方向へも變位することを意味する許りでなく更に進んでこの變位に對しそ

の反對の方向に變位するものが(運動の相對性といふ事とは區別される事を要する)同時に考へられはしないであらうか。かく一動向が存する所心ず之と反對方向を有する動向が存すると考へることは必ずしも獨斷的な空想として一笑に附し得ないであらう。更に極言すればそれ丈獨立した一ベクトルの如きものは存在しないとも考へられベクトルと見ゆるものは實は之を部分とする様な一のテンソルの一面に外ならぬのではないか。我々はかゝる考へ方を時間に適用し時間をベクトルとしてなく豫料と回顧に相當するプロテンソルとリテンソルとの二面を



有するテンソルと考へたのである。

かくヴェクトルのなるものの根柢にテンソルのなるものが存し前者の根源が後者に求められなければならぬとすれば微分概念も本來ヴェクトルのなるものではなくテンソルのなるものを表はすと言はねばならぬ。コーヘンは微分を一方「實在性の判断」に屬せしめ之を時間の「Mehtheit」の判断空間の「Ahnheit」の判断に先立たしめる事によつて、それが本來時間及び空間を超えたるものなる事を表はさんとし乍ら、他方では又ニュートンの「Fluxionsmethode」の目指す所を以て量の生成(genesis of quantities)の問題にありとなし「Fluxion」が「Inhalt」を産出することを時間量 Zeitgrösse から空間量 Raumgrösse を導出せんとするものと解し此處に觀念論的動機を力説する所から解る様に微分を單に時間量として解さんとする。微分を單にかゝる時間量としてのみ見んとすることは、彼の豫料の範疇としての時間の意義を通じて微分を單にヴェクトルのなるものとするのであり、微分が眞に超時空的であるならば單に時間的契機のみならず空間的契機が考慮されなければならぬ。従つて微分はヴェクトル的ではなもののなくして寧ろテンソル的なるものを表はさなければならぬ。かゝる見解は數學の教へる所とも一致し數學によつても支持され得ると考へられる。

今一つのベクトル  $A$  が一つのスカラー  $t$  の値に伴ひ變化すると考へる時、換言すればこのベクトルが  $t$  のみの函數とすればその座標軸への分素  $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$  を  $t$  について微分した  $\frac{d\Delta_x}{dt}, \frac{d\Delta_y}{dt}, \frac{d\Delta_z}{dt}$  も亦一つのベクトルであり、ベクトル  $A$  をかく一變數のみの函數と考ふれば第二階以上の微分を作るも依然ベクトルであり、ベクトルの段階を出づることは出來ぬ。例へば時間を通常の如くスカラーと考へ變位、速度がこの時間の函數と考ふる時、變位の第一次微分係數に相當する速度はベクトルであり、第二次微分係數たる加速度も矢張りベクトルである。然るにベクトル  $A$  を一變數のみの函數と考へず座標軸  $x, y, z$  の函數と考ふればその分素  $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$  を微分して生じた

$$\frac{\partial \Delta_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \Delta_x}{\partial y} \quad \frac{\partial \Delta_x}{\partial z} \quad \frac{\partial \Delta_y}{\partial x} \quad \frac{\partial \Delta_y}{\partial y} \quad \frac{\partial \Delta_y}{\partial z} \quad \frac{\partial \Delta_z}{\partial x} \quad \frac{\partial \Delta_z}{\partial y} \quad \frac{\partial \Delta_z}{\partial z}$$

は一つのテンソルを形作る分素である。一般に或階級のテンソルの各分素を  $x, y, z$  について微分して生じたものはそれよりも一階級高次のテンソルを成すのであつて、例へば一つのスカラーの第一階微分係數は一つのベクトルであり、第二階微分係數は一つのテンソルである。従つて單なる時間のみ函數といふが如きは考へられないとする思想を徹底すれば、速度等の如き通常ベクトルとされるもの

も亦テンソルと考へられねばならぬであらう。以上はユークリッド空間に就いて語つたのであるが、一般相對性理論に於ても微分の意味を擴張して「其變微分」の意味に解すれば、ヴェクトルの微分は第二階級のテルソンであると言ひ得る。

夫故にヴェクトルの微分、根源がテンソルであると言ひ得るならば、コーヘンが思惟の根源性を特色づける爲にかゝる微分概念に比した所の *Weg* 詳言すれば限定を超え、或は限定を極微に含めるものと言ふ可き有限なるものがその限定として限定の根源たる可き事を主張した無限なる無 *Nichts* *Weg* も亦、本來テンソル的なものとしてその本性が明かにされるであらう。所謂「引かるゝ線」そのものも従つて唯一個の矢を以て示さるゝが如き切線によつて唯一方向きに例へば前進的に説明さるゝことによつては、その真相を把握し得ないであらう。かゝる意味に於てテンソル論理の主張する上述の如きテンソル量的考へ方がコーヘンの内包量的考へ方の抽象性、一面性に代り、眞に思惟の具體的真相であるといふことが出来るであらう。

「テンソルの論理」の更に精細な検討、發展はこゝでは課題として告げらるゝに止る。我々は唯重要な諸概念についてその素描を試みたに過ぎないであらう。<sup>註二</sup> 此處では、未だ全體性とか次元の-higher-orderの事を以てしては新しき「自然の論理」の特色を表

はし得ず方向の高次性によらなければならぬといふ考へから、一方コーヘンの自然論理の不朽の意義を反省すると共に、それがヴェクトルの抽象的性格を有するを見、近代物理学の教へる所に基いてコーヘンの論理が更に高次の方向量の論理へ自己を止揚しなければならぬ事を指示するに止めやう。かゝる論理に於て初めて、彼が企圖し而も成し遂げ得なかつた所のものも却つて實現され得ると言へるのである。

註一 新しき自然の論理に於て相互作用の恒存の契機を従つて選言判断の定言的性格を力説する事は、ヘーゲルの語に従へば、單に悟性・反省の立場に立つことではなく、已に理性 *Verstand* の立場に立つ事を意味する。夫故に新しき論理に於て中心的位置を占む可きは寧ろ一般に判断ではなくして推論でなければならぬとも言へるであらう。コーヘンも推論に重要な意味を與へてゐるが推論の特色は、コーヘンの如く判断に於て假言判断を中心とする「假設の論理」によつては充分明かにされ得ない所を持つ。寧ろ選言判断こそ已述の構造に従つて推論の構造を判断の立場で最も良く表はすものと言ふ可きであらう。

註二 「テンソルの論理」にとつては、新物理学の意義、殊にこの「テンソル」の充分な理解を必要とすると共に、その他、シェリンク思想やヘーゲルの論理、或は相互作用を根本範疇となし之により實在の真相を特色づけたロツツェの論理等が多くの暗示や教訓を與へるであらう。

コーヘンが微分概念により表徴せしめそれに盛らんとした思想が必ずしも其の後の數學の解析の進歩發展による微分の精緻な規定乃至はそれに伴ふ新しい解析論の基礎の研究と一致したと言ふことが出来ない如く、我々がテンソル概念によつて表出せしめんとする思想も何處迄數學に於けるテンソルの規定と嚴密に合致するか問題となり得るであらう。然しテンソルの性質の研究は數學的にも、物理學的にも比較的新しい問題であり尙將來の解明に俟つ可き多くのものを有するのである。