

新刊紹介

量子力學

菊池正士著

量子論は相對性理論と共に今世紀自然科学の華であり、誇りである。單に一物理學的理論としてではなく、古典的物理学の根本的變革を要求するものとして、自然認識、従つて又、自然概念そのもの、再反省を強制するところから、廣く哲學的關心の對象となつてゐることは周知の如くである。ところで、相對性論よりも量子論が眞に「新物理学」として、眞に革新的であると稱せられる所以は、主として量子論に於て、物理學的基準の共軌量の同時的測定の不定性(所謂不確定性原理)及びそれに由來する、自然記述の統計的確率性が主張される點にあらう。その歸結として一般に自然現象の非連続性、因果律の嚴密な妥當性に對する懷疑、從て自然の非決定性が唱へられる。勿論この理論に對して古典的保守的態度を支持しやうとする著名な物理學者も存在することは事實である。——言ふまでもなくこれらは認識論の傳統的問題である。哲學者の方面から活潑な攻究が要請される所以である。然しかゝる問題は單に概括的な結論や單に表面的常識的な表白丈の知識に基いて速斷することは危険であり、有害である。それ故、今、菊池正士博士の新著「量子力學」が、新量子論の發展に極めて重要な貢獻をされた。Forscher 自身の手になる最も信頼すべき *erst hand*

の邦書として出現したことは、唯に物理学界の悦びたるに止らず、認識論研究者に對してもこの問題の攻究のよき機会を與へられたものとして感謝せねばならない。

量子力學は新理論である。よつて以て物理学的概念に根本的變革を要求する新理論である。それ故、本書に於ても先づ「序論」に於て、物理學的量と物理理論、自然現象の時間空間的記述及び因果律、粒子と波動等に付いて叙述されてゐる。次で、簡単な量子力學の發展の略史の後、(第二章)量子力學の數學的基礎、(第三章)マトリックス力學と前述量子力學との關係、(第四章)單體問題への應用、(第五章) *Spin* の方法(第六章) *Heisenberg* の電子論(第七章)多粒子問題、(第八章)波動場の量子化及び其の電磁量子力學への應用、に到る最近の業績が簡明明晰に叙述されてゐる。然し本書は專攻の「大學上級程度を目標とし、量子力學の基本的な方法とその重要な結果を簡明に叙述することを目的とする」ものであつて、固より通俗的解説書でなく、その物理学的評價は我々門外漢のよくし得る所ではない。然し一般に量子論の立場が從來の古典物理学的概念の批判、従つて又自然認識に對する再反省を出發點とするものである故、量子論の嚴密な叙述には先づ物理学の認識の基礎に對する省察を必要とする。實際又新量子論の創始者例へば、*Bohr*、*Schrodinger*、*Heisenberg* 等の人々の言説には極めて深い認識論的洞察が示されてゐることは周知の如くである。本書の著者も冒頭の序論に於て物理学理論の基礎に對する極めて透徹した見解を展開してゐられる。認識論的

關心を有する者にとつて極めて示唆に富み教へられ、同感せしめられるところ決して鮮くない。此處ではその紹介に止らねばならない。

新量子論者の大抵がそうである如く、著者も徹底した實證主義的傾向を執つてゐられる。著者によれば、物理學的理論の目的は諸種の物理的量の間の數學的關係を示すにある。而して物理的量の規定は、從來の物理學に於て假定されてゐた如く時空的像によつて例外なく可能であるか否かは、豫めア priori に斷言する根據はない。現に量子力學の立場はこれを否定してゐる。それ故、物理學的理論の對象となる量の規定は像とは全く無關係に直接經驗そのものに立脚して規定されねばならぬ。ところで物理學に於ける經驗は實驗裝置及び方法とそれに用ひたメーター類の指針のよみとの二つを要素とする。即ち實驗裝置及び方法が或る量を質的に定め、メーター類のよみによつて其の量の數値を表はす。その際測るものと測られるものとを區別することは全く不可能である。或る物があつて其のものを測るのではなく、我々は只或る經驗をしてその經驗を數學的に記述し得るために量なるものを定めたのである。物理學的理論はかゝる意味の量を整理統一してその間の數學的關係を明にせんとするものである。光とは何であるか、物質とは何であるか、は物理學の任務ではなく、光に關する現象、物質に關する現象を如何にして統一的に記述するかにある。かゝる見解は量子論獨特のものではないが、古典力學に於ては上述の如き量の數學的關係よりの抽象による「像」が多くの事實を美事に

説明し、應用された結果、宛も現象の奥にある實體であるかの如く信ぜられた。量子力學は全然かゝる像による記述の可能性を否定する。さてかやうの立場から、専ら原理的に觀測可能なる量のみを用ゐて理論を組織しやうとする場合、實際我々の行ひ得る實驗は極めて小範圍に止る故、かゝる一部の量のみを以て全般的な普遍的關係を求めるとは困難である。それ故先づ像又は他の量との關係より種々の量を導入し、その間に一定の法則を假定し、その結果が觀測し得る凡ての量について一致するか否かを檢して理論を建設する。一致しない場合には單に種々の量の相互關係を定める法則に缺點を求めず無反省に導入された量についてその觀測可能を實驗的事實と相關聯して考究すべきである。量子力學に於ても量としては古典的力學に於て用ゐられたものゝ大部分、例へば電子の位置、速度等をそのまゝ用ゐる。換言すれば古典力學に於て用ゐられた實驗を直にこれらの量の定義として用ゐる。その際裝置を適當にすればその實驗誤差は如何程にも小さくなし得るものと假定する。然し量子力學が古典力學と異なる點は、同時刻に於てこれら二つ以上の量を定義せんとする場合、一方の量を規定する實驗が必然的に他の量に關する我々の知識を不定ならしめると云ふ點にある。ある一つの量の數値を正確に定めやうとする程他の量の數値の不定性を大ならしめる。ハイゼンベルクの「不確定率」がそれである。然しこの場合、古典力學的に云へば、かゝる不確定性は實驗誤差として解され得るでもあらう。然しそれは本末を逆にし、ゐる考へ方である。右の不定性關係が經驗

的事實であつて、位置と運動量とを同時に有する電子の如き粒子の像は却つてその抽象である。我々がいかなる實驗を行つても位置と運動量を定めるメートルのよみが同時に與へられることが原理的に不可能であるならば、同時に於けるそのよみに關する理論を立てることは物理学の關知せざる世界にまで立ち入ることであつて無意味である。同時刻に於ける位置と運動量を規定し得ぬといふことは即ち粒子狀の電子の像を抽象する可能性を否定することである。唯だこの不確定率が極めて小であつて天體や日常の物理學的經驗に於ては零と見なされ得る程度である故、古典力學的な現象の時空的記述が可能となるのであるが、原子の構造等の問題に到つてはこの不確定率が積極的に重要性をもつため此處に必然的に新らしき量子力学が必要となるのである。而してかゝる立場に於ては自然科学の根本原理と見なされてゐた因果律が否定されねばならなくなる。ただし因果律は「ある力學的系のある時刻に於ける状態が與へられ、ばその後には於けるその系の状態が完全に規定される」とを意味する、然るに古典的力学に於てはある力學的系のある時刻に於ける状態とはその時刻に於ける各種の量の數値を與へることによつて定まるのであるが、それは右の如く不可能であるからである。ある時刻に於けるある系に關しては我々は單に各量間の統計的關係を指示し得るにすぎない。又光が波動性と粒子性との矛盾した性質をもち、電子も同様に二重性をもつことが明にされ、いかにしてこの矛盾を統一すべきかの問題も、上來の量子論の立場からはこの解決は少くとも概念的

には容易である。何者、時空的像を求めらるる故にこそこの二つの性質が矛盾するのであつて、單に物理的に規定された種々の量の間の數字的關係を求めやうとするならばこの二つの性質は決して矛盾するものでない。不確定率によつて明なる如く電子は決してどこまでも粒子ではない。電子が粒子であるか波動であるかの問ひは問ひそのものが意味を失ふ。――

かくの如きものが新量子力学の方法であり、出發點である。實際又この立場から古典的理論に比すべき整備した數學的組織を構成してゐる。量子論がこれを果し得るには上述の如き根本的反省と洞察とに俟たねばならなかつた。本書は固より純粹な物理学書である故、基礎論的考察は此處に終つてゐるが、それ以上は寧ろ哲學者の課題であらう。

一般的に言つて、量子論の領域は眞に新らしき分野である。肉眼の世界よりの類推を許さない高度の顯微鏡の世界である。従てかゝる原子物理学の範疇は人間の近傍に於ける具象性を離れて専ら symbolisch に數學的表白によつてのみ十全な記述が可能となる新量子力学はこの自覺に於て獨立し得た。その發展過程に於て遭遇した難關や停止は凡べて古典的理論との抵觸であつた。それとの原理的限界付けの自覺が始めて整合的組織化を可能ならしめた。本來概念的原理的省察よりも主として實證的事實の究明に専らであつたこの理論が、眞に實證的であるためには、古典的な固定した像から自由になることであつた。近代科學の方法的特色が「實證概念より函數概念へ」に存するといひ得るならば、新量子論

の理論構成に於てその傾向は高次の段階に躍進したといひ得るであらう。然しこのことは直ちに單なる合理主義の勝利とはならない。古典的理論と區別せしめる量子論の根本原理とも云ふべき不確定性關係は單に一個の實驗的事實の表明に止るものでなく、對象に對する主觀の積極的關與に基くといふ意味をもつ。これによつて、實驗測定は單に相獨立した別個の客觀に對して主觀がこれを何處までも正確にこれを模寫するといふ如きものでなく、物理學の自然と雖も何らか表現的意味をもつことが明になる。實驗と理論との相關に最も忠實ならんとした量子論に於て、從來の實驗の概念に豫想されてゐた素材實在論の支持すべからざることが露呈せられ、實驗に於て自己を顯はにする自然は單に「純粹悟性的の原則」にて悉くし難きものとなる。かくの如き内容を盛る數學そのものも亦新らしく省察されはならぬ。昔、ニュートンの『プリンキピア』の『批判』が先驗論理學を要望した如く、「新科學」が此處に又新らしき論理學を要求してゐると云ひ得るであらう。哲學がその時代の精密科學と聯關をもつべきことは哲學の光輝ある傳統である。この聯關を疎にすることは哲學自身の内容を乏しくせしめるのみである。哲學者は屢々「科學は假設をもつ」ことに安堵を感じてゐる。自らはからずして科學に對して假設をもつことがないであらうか。

(紹介者 下村寅太郎 岩波書店、武田三拾錢)

彙報

倫理學讀書會

五月二十六日(金)后三時より演習室に於て

Natorp, Praktische Philosophie

内田文雄君

美學會

六月六日(水)后七時より樂友會館に於て

書

伊東卓治君

寄贈圖書

體育論集

阿彌陀如來之研究

村地、二宮、寺澤、大谷監修、日黑書院刊
八橋徳次郎著 岡書院刊

寄贈雜誌

哲學雜誌	六月號	理想
丁西倫理講演集	同	金雞會報
社會學徒	同	顯真
哲學改造	同	漢學會雜誌
學校教育	同	宗教研究
信濃教育	同	五月號