

測定代数の拡張と量子力学の意味論的整合性

京大基研 牧 二郎

研究会で標記の題で報告しましたが、内容の詳細は『素研』に掲載の論文「量子的状態と確率——「測定代数」によるアプローチ——」ならびにプレプリント RIFP-852 “An Algebraic Approach to the Quantum Theory of Measurements” (April 1990) を御参照下さい。

この仕事は「進化の力学への場の理論的アプローチ」(基研研究会)で1987年、1989年に報告した研究の継続です。今回は量子力学的統計集団をあらわす作用素(純粹あるいは混合)を、Bornの確率解釈を前提せずに、かつ一義的に定義する問題にたいし、Schwingerの測定代数の考え方を援用して肯定的に答えたいつもりです。このとき大切なことは、測定に先立つ「状態の準備」が、それ自体量子力学的測定の結果であるという事実で、これを明瞭に定式化できる点にSchwingerの方法の長所があるわけです。ただしこのとき、統計集団の「容量」を規格化する問題があらわれ、これに対応してSchwingerの測定記号 $M(\lambda)$ に非負の数を掛けるという操作を新たに導入する必要があります。

また、(完全)測定とは始めに与えた純粹集団を、測定すべき物理量に準拠した混合集団に整え直す操作に他なりませんが、このとき得られる混合とは von Neumann (と独立に Landau) が最初に導入した最一般の混合ではなく、上述の意味で限定された特殊な混合です。これに対応する統計演算子を以前の論文では「弱統計演算子」と名付けましたが、今後はこれをあらためて「第1種統計演算子」、対応する混合を「第1種混合」と呼ぶことにします。一般の場合を「第2種…」と名付けます。すると明らかなのは第1種統計演算子は、それが定義された物理量との関係においては、Bornの確率解釈をどこにも必要としないことです。私の主張はすべてこの点に基礎を置いているのですが、このようにしてBornの解釈を「公理」化することを止める代りに、新たに次のような命題を前提条件として量子力学を構成することになります。

(仮定)「対象系の物理量の任意の固有状態を同定し、他の固有状態から区別することを可能にするような(量子力学的)過程が存在する。」

この命題は測定器の存在を一般的に要請したことと同じで、相対論が正確な時計や物指しの存在を前提している事情と類似していますが、この仮定を抜きにしては量子力学の数学的体系と物理的事実との関係が設定できぬという点で不可欠の仮定です。そしてこの仮

定を操作的により具体的に定式化することによってはじめて量子力学の意味論的整合性が確立するよう思われます。

当日の talk の要約の代りに補論的なコメントを加えさせていただきました。

(1990.6.19)