

ドレスト光子研究に関わって最近思う事

佐久間弘文

ドレスト光子研究起点 (sakuma@rodrep.or.jp)

私がドレスト光子 (DP) の研究を始めたきっかけは、2, 3 年程前であろうか、小嶋先生より声をかけて頂いた事であった。量子論の専門家でもなく、これまでナノ光学に深く関わって来たわけでもない私であったので、当初は戸惑ったが、小嶋先生の「君が考えているあの渦モデル、この研究に使えるかも」のお誘いに反応し、「めくら蛇に怖じず」の状態に参加してしまった。私は、30 代頃より渦運動に特別の興味を感じ、その事についてはそれなりに勉強してきた。光学の基礎となる電磁気学は学生時代、物理の教養として少し学んだのが始まりであった。その時はまだ、渦への関心が強くなかったせいも、マクスウェル (M) 方程式を見ても特に「おっ！」と思った記憶はなく、ただ、ベクトル解析に出てくる div や rot の記号が電場や磁場にかかっている式ぐらいの印象しか残らなかった。しかし、その後、渦への関心が強まったある時に、M 方程式のローレンツ共変形を見た時、それは“古典物理の基本方程式”というより、「殆ど渦に関しての 4 次元的恒等式 (実際半分の式は、正確な意味において恒等式である)」なので思わず「ギョット」してしまった経験があった。人から聞いた話であるが、理論物理の世界では、あまり説得力を感じられない項を理論式に持ち込む事を「手で付ける」と言うそうである。その「ギョット」した想いを言葉で表せば、「手で付けた項を含まない“究極”の理論とはこういう形のものかも」という事であった様に記憶している。

30 代の始めには、テンソル解析の延長として、一人で勝手に一般相対論の専門書を読んでいたら、アインシュタイン (E) 方程式の左辺に顔を出す 2 階のリッチテンソルの表現を見てまたギョットとしてしまった。リッチテンソルは 4 階のリーマンの曲率テンソルの添字を縮約して得られるものだが、後者は渦を表現する 2 階の交代テンソルの 2 次式の様なものだから、その縮約は、数学的には渦である電磁場のエネルギー・運動量テンソルと同じようなものではないかという事である。言うまでも無く、E 方程式の主張は、このリッチテンソルがすべての物質のエネルギー・運動量テンソルと等価であるという事である。上で私が言った事は、電磁場の場合、その物理的意味をすっかり忘れて E 方程式の左辺と右辺を比べてみたら、その数学的表現は殆ど同じであるという事である。その時、ふむ〜ん！ もしそうなら、電磁場だけでなくすべての物質にも渦的表現が隠れているに違いないとの想いが深まった。極めつけは、北米にいた時に、ペンロースの公開講演を聞く機会があり、そこで彼はしきりに相対論と量子論を結びつける鍵はスピンにある事を力説し、物質だけでなくその背景場としての時空をもスピネットワークで表現しようという企ての説明もした。この時から、自分は「渦をご本尊」とする“渦教徒”になってしまったような気がする。

小嶋先生が私に言った「君の渦モデル」という事も、その様な背景があり、かなり以

前に一人で勝手に考えていたモデルの意味を先生に相談したのが始まりであった。DPの研究に参画させて頂いたお陰で、自分の研究もかなり進み、小嶋先生と大津先生には感謝の想いで一杯である。研究の具体的内容は紙面の制約で書けないが、今回は、一つだけ研究を通じて感じた「直感めいた想い」があるので、その事を簡単に述べてみたい。私の渦研究が DP 研究にどう関わるかの一番のポイントは、小嶋先生から教えて頂いた「量子場の相互作用を運動量空間で記述する際には、時間的、光的な運動量に加えて、空間的なものも必須である」という事で、私は空間的運動量を持つ場の渦力学を調べる事を通して DP を理解しようとしている。具体的な成果の幾つかは HP に掲載してあるので、興味ある方はそちらを見て頂きたいが、成果の一つを簡単に述べると、M 方程式の原型を保ちながら、電磁場の運動量が空間的になる様に拡張する事は可能であるという事である。その様な電磁場のエネルギー運動量テンソルを書き下すと、なんとそれは、私が既に上で述べた E 方程式における左辺と右辺が（同じ様なものではなく）完全に同型となるのである。（手で付けられない式の典型のような形である。恐らく、空間的運動量場のほうが、時間的及び光的運動量場より、空間的という意味において空間であるリーマン多様体と馴染みがいいのが理由かもしれない。）

この事の意味をずっと考えていたが、今は以下のような“妄想(?)”を膨らませている。量子力学の本を読んでまず私の様な者が挫折する事は、量子は粒子であり波動であるとの“神託”を受け入れねばならぬ事である。これまでの物理は、“時空”という舞台の上で、エネルギーとしての“役者”が演じる物語を見ているようなものであったが、存在の真の姿はエネルギーとしての物質と時空とが一体になっている様なもので、局在化し時間的な存在が物質で、非局在の広がりを持つ空間的な存在が時空で（その表現は無限に広がる波動的なもの）どちらもエネルギーを持つ（おそらく正と負という形で）。どの様な存在も、この様な「存在の真の姿」に根を持つので、量子の二重性もおそらくそこに由来するものではと考えられる。以前、小嶋先生より数学的にしっかりした場の量子論を作ろうとする努力がなされたが、自由場しか表現できなかったお話を聞いた。相互作用に空間的運動量が必須なら、それを取り込まない限り相互作用する場を記述する事は不可能で、それはとりも直さず物質と時空を同等に扱う場の理論ではないかと思われる。現在 DP の研究には若き数学者の方も集っているので、DP 研究の先には、この様な大きな可能性がある事を視野に入れ、研究を進められたら、楽しいのではと感じる。