

「数理科学」は語る

30年前から現代へのメッセージ

佐藤 文隆

1983年3月号

「ブラックホールに毛は三本」以上は生えないという、いかにも John Wheelerらしい表現の定理を証明するのが、1970年頃の課題であった。解に含まれる質量、角運動量、電荷の三つのパラメーターが毛のことである。境界条件から解の唯一性が証明され、それがたまたま当時知られていたカー解であるというのである。こういう論議が飛び交っている頃、カー解以外にどんな定常回転の時空解があるのかを動機に発見されたのが富松-佐藤解であった。1972年に最初の解が見つかり、引き続き、1973年には整数で分類される解のシリーズが発見された。「ブラックホールとソリトン」というこの特集は、それから10年を経た年のものである。

この十年の間にブラックホールにソリトンというキーワードが付くようになる大きな進展があった。時空解が従うアインシュタインの方程式を解くこととソリトンという非線形波動方程式を解くことが数学的に同じ課題だと認識されたのである。ある解から新たな別解を生成する理論が既にソリトン問題で整備されており、その生成理論を時空解の場合に適用すれば、富松-佐藤解のシリーズは系統的に導出可能なのであった。重ね合わせるカー解の個数が解のシリーズに表れる整数と関係している。富松-佐藤解はこの多重ソリトンの手法で発見されたものではなかったが、この十年で、非線形偏微分方程式論の視点でこの解シリーズの透明な位置づけが分かってみると、解の存在自体の神秘性は一挙に消滅した。

この特集は主にこの視点で組まれている。共通の課題としては、ゲージ場のヤン・ミルズ方程式の厳密解問題があり、ソリトン波よりはこの方がアインシュタイン方程式の時空解問題により近い。しかし、この分野から時空解に結びつける試みはそれまでなかったようだ。また時空解と違ってゲージ古典場の厳密解が物理的に大きな役目を果たしていない。

この特集には、天文学的ブラックホール形成の数値



計算で唯一性定理に挑む研究の解説もあるが、この課題での明快な回答は今もない。その一方、しばらく中断していたこの解シリーズの物理的解析がここ十年余りの間に幾つか発表されている。ブラックホールに絡む時空構造問題は、今後は、天文学的課題としてでなく、むしろ統一理論絡みの課題と再定義されるのかもしれない。

方程式が存在を規定すると考えれば、その解に無意味なものは含まれないはずだという発想を生み出す。したがって、この発想は、多重ソリトンに相当する時空構造とは何なのか？という興味を喚起する。この問題での大きな進展はまだこれからなのかも知れない。

(さと・ふみたか, 甲南大学, 京都大学名誉教授)