

ニュースより

米国の物理学者フィリップ・アンダーソン氏が3月29日に亡くなった。

奇しくも2月に亡くなったフリーマン・ダイソン氏と同じ96歳だった。ダイソン氏は非宗派のクリスチャンで宗教に関する発言も多かったのに対し、アンダーソン氏は無神論者だったところは対照的だが、どちらも大きな影響を科学と社会にもたらした傑出した理論物理学者だった。

1958年、のちに「アンダーソン局在」と呼ばれる現象を予言した。結晶中を走る伝導電子は多かれ少なかれ不純物などによる「乱雑さ」の影響を受け、これが電気抵抗の原因になっている。この「乱雑さ」の度合いが強くなると電子は自由に動けなくなり、特定の場所にとらえられたようになる。つまり、局在する。これは実験で確かめられ、理論的な研究も進んで、いまや固体中の電子についての量子力学的な基本的原理と位置づけられている。

貢献は固体物理学の分野にとどまらない。質量の起源を説明するヒッグス粒子を予言して2013年にノーベル賞を受けたピーター・ヒッグス博士の1964年の論文には、アンダーソン氏の1962年の論文が引用されている。ここには光子が質量を獲得するメカニズムが説明されていた。このため「ヒッグス粒子」は「アンダーソン-ヒッグス粒子」と呼ぶべきではないかという声さえあった。

コメント：巨匠ダイソン、アンダーソンの両名が鬼籍に入って、これで、量子理論物理学は一区切りがついたといえるだろう。ヤツガレの研究は残念ながら、これら巨匠とは関係がない。遠くから眺めていたというところである。

まずダイソンから。人も知るように、彼は量子電気力学を実質的に推進したのが最大の業績である。ダイソンは高潔の物理学者であった。東洋の一角で頑張っていた朝永の業績を正当に評価したのは彼である。もし、邪な考えをもっていたら朝永の業績に知らぬ顔をきめこんで、彼を押しつけて、自分がノーベル賞に預かった可能性もあるいはあったかもしれない。

つぎにアンダーソン：日本の個体物理の研究者たちといえば、讚美一辺倒である。。。ここで、あえて、異論を唱えたい。実は、アンダーソンの業績の実際のところを、研究者はどれだけ理解していたのであろうかという疑念が残る。アンダーソンの論文をひとつだけ「眺めた」。そのことについて述べてみたい。大学院に入ったころ、多体問題に大いに興味をもった。超伝導BCS理論に感激したことがきっかけであった。ほぼ完全な内容は、ちょうど10年まえにでき上がって、ほとんど新たになにか付け加えて研究論文をかける

問題など残されていなかった。というより、当時のなけなしの知識からそう見えた。こういう早計な考えは、未熟さのなせる言動であるということを知ることには、あと10年以上かかったのであるが。

閑話休題：アンダーソンは、BCS理論の集団運動理論を展開した。じつはこれこそ、彼のもっとも「華麗」な業績であると思うのである。おそらく、アンダーソン局在のような「汚い」現象よりも、よほど思い入れがあったのではなかろうか。いわゆるRPA理論。量子多体問題の華であった。第2量子化というやつ：波動関数を場とみなすと、奇跡的に素粒子の生成消滅演算子に化ける！この事実は、物理の学生にとってとてつもなくインパクトがあった。物理の学生のかかなりの部分がこれにつられて、素粒子論を志望する所以である。

BCS理論は、本質的に平均場理論である。つまり、電子間の相互作用を、ならしてしまつて、一体的なポテンシャルにすりかえるのである。もともとは、量子力学がはじまつたころに、ハートリーがやりはじめて、フォックがパウリ原理の効果：交換相互作用を取り入れて、ハートリー／フォック理論という名前で通っている。

BCS理論は、基底状態が電子対が凝縮した形をとつていて、それがいわゆる、ボゴリューボフ粒子の真空になっているというのが、理論の根幹になっている。ボゴリューボフ粒子というのは、もとの電子の演算子に対する、直交変換になっていて、これがなんとも奇妙な形をしていた。つまり電子の生成と消滅の演算子が混ぜ合わされているのである!! こういう意味がつかめないものに対して悩むというのが若さというものですね。数式の背後にある物理の実体とは。

ともかく、準粒子は電子とおなじくフェルミオン演算子となるので、もとの電子のハミルトニアンを、準粒子で書き直せる。そうすると、ボゴリューボフ粒子の多体問題に帰着されて、これに、沢田理論を適用すると、基底状態のうえに、「張られた」集団運動が構成できるという筋書きである。

概ねその展開がアンダーソンRPA理論の内容であるが正直のところ論文はよくわからなかった。式の物理的説明がなにを、言ってるのかわからなかったということである。とくに、ゲージ不変のことがよくわからなかった。(以下続く)