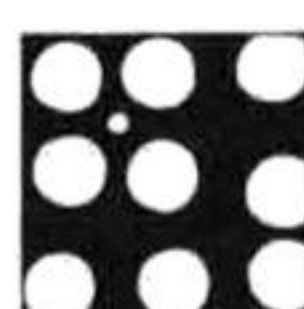


粒子のふるまいを理論的に探る

——三宅研究室～物理学科——



三宅 哲教授



数学への興味から物理を選んだ

先生の物理学に進まれた動機を聞くと、面白いことであるがもともと物理などに進むつもりなど全くなかったそうである。先生には二人の兄がいらして、その二人ともが物理に進んでいたのが反発力が働いたらしい。高校時代には数学が非常に得意だったので一時は数学の道を志したそうだが、一つだけ弱点があったそうである。それは、解析は非常によく出来たそうだが幾何の方が今一つであったという事である。その事で自分は数学向きではないと悟り自分の得意である解析学を自在にそして自由に駆使できそうな分野として物

理学に進むつもりになったそうである。

また、高校3年の時に旧制高校の物理の教科書を読みその事でますます物理が面白くなってきて、そして大学に入学した時点で、ほぼ物理に進む事を決めてしまったそうである。面白いのは物理に進んだ動機というのが物に対する興味ではなく解析を自在に使えるからだといえるという点であるが、先生は物理とは物にたいへん強く固執し興味を持たなければならぬと何度も強調しておられた。



Theme 1ーポーラロン問題

先生の専門分野は大まかにいうと物性物理学の中の固体物理学である。その中でも特に興味を持っているのは固体の中の電子論と、量子流体と呼ばれる分野である。どちらも非線形非平衡状態を扱うものであり、量子的効果を扱うという点で共通している。

先生は現在のところ二つのテーマを持っていらっしゃるそうである。まず一つは、ポーラロンの問題といわれるものである。ポーラロンとは端的にいうと、結晶格子の歪みを伴って動く電子の事である。つまり電子が格子の中を通る際にプラスイオンと影響しあう効果のために、規則正しく並んでいたイオンが、そのそばを電子が通るときに歪みを起こすということである。ポーラロンという言葉は分極（ポーラリゼー

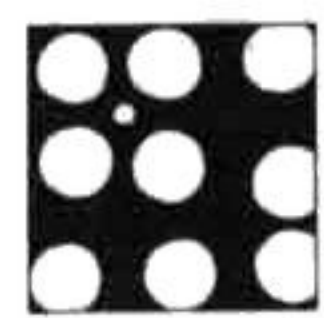
ション）という言葉から出来ている言葉である。イオンの位置がずれると分極を生じるから、結晶の中にある電子はまわりに分極を伴いながら動くことになる。これをポーラロンというのである。

この中で主として興味を持っておられるのは、イオン結晶の中に電子があるという場合だそうである。古典論的に考えると、分極が生じるというのであるが、量子論的にいうと格子振動が量子化されてフォノンというものになり、その中で電子が相互作用をしながら、つまり電子がフォノンを出し入れしながら運動しているということに対応している。この時電子は格子がない時に比べてエネルギーが下がり安定化する。

さらにまた、電子がその周りに作用を及ぼしあいながら動く時、つま

り、力を及ぼし及ぼされて動く時、その電子は多くの場合動きにくくなり、見掛け上あたかも質量が変化したように見える。そこで、電子のエ

ネルギーがどれだけ安定化するのか、質量がどれだけ変わるのかという問題について研究をなさっているそうである。



Theme 2ー量子ホール効果

もう一つのテーマは、固体の中を走る電子に強い磁場がかかった場合についての問題だそうである。通常固体の中を電子が動く時は、その運動が三次元的になるのであるが、固体の薄膜を人工的につぎつぎに張合わせたような構造にすることで、境界面に沿って二次元的にしか運動できない電子の集まりというものを作ることが出来る。この時、そうやって作った二次元の電子系の面に垂直に磁場をかけると、量子ホール効果という非常に面白い現象が現われる。

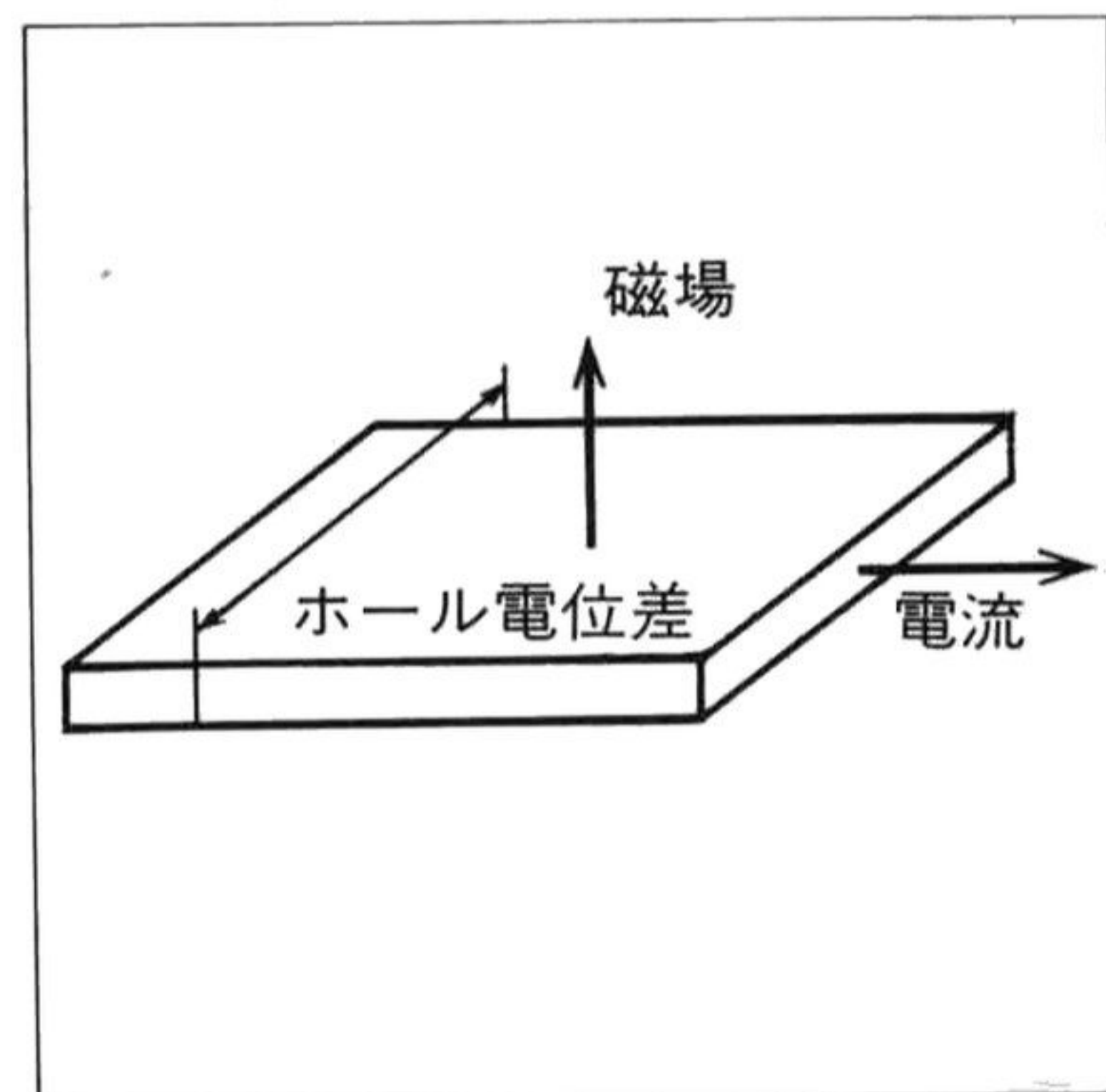
これには磁場の他に電場をかける必要がある。古典的にいうと、ローレンツ力によって電流と垂直の方向に力が働くが、電流の方向を一定に保つためには、ローレンツ力を打ち消すだけの電場をかけなければならない。この時、電位差が生じる。これをホール効果という。二次元の場合だと、低温にするとか、純粋性を適当にするなどしてやると、このホール効果の電位差の値が量子化されてしまいある一定の値の整数倍だけをとるようになる。このため量子ホー

ル効果と呼ばれるのである。

ホール電場の大きさは、電流と磁場に比例するのであるが、その比例係数にあたるものを、ホール係数といい、そしてそのホール係数が基礎定数の組合せだけから決まる量の整数倍になっており、しかもその整数倍というのが極めて正確であり、今のところ 10^{-7} 乗程度の再現性をもって正確に量子化されているそうである。この正確さから基礎定数の値を決めるのに役立つし、また伝導度、抵抗率の基準になりうるそうである。この現象には電子の運動についての量子的効果が決定的に重要である。つまり、磁場と不純物原子の影響を受ける電子はある特定のエネルギーをもつときだけ面内を自由に運動できてそれ以外の時には足止めされてしまうのだそうである。

また先生は量子流体についても研究なさっているそうである。超流動している液体ヘリウム中のヘリウム原子どうしの相互作用がどのような効果を持つのかを考えるのに簡単化するために連続な空間を飛び飛びの格

子点で代表させ、その場所での格子の有る無しをスピンの上向き下向きに対応させる模型（格子模型）で考えるのだそうである。こうすると、結晶の磁性に対する最も簡単な模型と同じになり考えやすく、扱いやすくなる。この格子模型では、液体分子が占める位置を格子点に限るという犠牲を払う代りに粒子間に働く強い斥力を導入したことになる。



最後に学生に望むことをお尋ねしてみると、少々矛盾するようだけど、と断りを入れてから、「近頃の学生は、多面的に興味をもっているように見える。多面的なのは良いが、ある一面に集中する所があった方が良い。また、反面、多角的な視野もまた必要だ」と、お答えして下さった。また、物理についてどう思うかにつ

いてもお尋ねした所、お返事は「おもしろい。物の基本の分かりやすい所だけをやっているが、そこでの理解の仕方が僕には合っている。自分の波長に合うんだ。しかし、自分の波長に合わないものにも憧れがある。とにかくおもしろい」というものだった。

(上村)