

物質の神秘を解き明かす



ひぐち まさひこ
樋口 雅彦

MASAHIKO HIGUCHI

講座・職名：物性物理学・准教授

略歴：'87 早稲田大学卒業，'89 早稲田大学修士課程修了，'89～'92 (株)富士通，'95 新潟大学博士課程修了 博士(理学)，'95～'97 日本原子力研究所 専門研究員，'97～'02年 東北大学大学院理学研究科 助手，'02～現在 信州大学理学部 准教授

専門分野：物性理論

キーワード：量子力学，熱力学，統計力学

現在の研究テーマ：物性物理学とは

物質は、それを構成するたくさんの原子核や電子が複雑に絡みあうことによって多様な性質を示します。物質のさまざまな性質を、力学、電磁気学、熱力学、統計力学、量子力学などを用いて解き明かす学問を「物性物理学」と言います。

物性物理学の醍醐味は、アンダーソン博士(1977年ノーベル物理学賞)の言葉「More is different」に集約されると思います。この言葉をわかりやすく言い換えれば、「素性のわかった粒子でもそれがたくさん集まると驚くべき現象を起こす」となります。素粒子物理学とは違い、物性物理学の基本粒子は素性の(比較的よく)わかった原子核と電子です。しかしこれらがたくさん集まると、お互いに複雑に絡みあい、びっくりするような現象を引き起こすのです。われわれに身近な具体例としては、「超伝導」や「磁性」と呼ばれる現象が挙げられます。前者は物質を冷やすと電気抵抗が完全にゼロとなる現象で、電子と原子核の運動が調和をした結果あらわれます。ひとつの原子核や電子だけでは到底起こりえない現象です。後者は読んで字の如く、磁石の性質に関連した現象です。これもたくさんの原子核と電子が絡みあいそして協力して磁石となります。

たくさんの粒子が集まるとなぜこのような現象が起こるのでしょうか？またこのような現象をわれわれの生活に還元できないのでしょうか？物性物理学

はこのような基本的な疑問や興味に答えを出そうとする学問です。

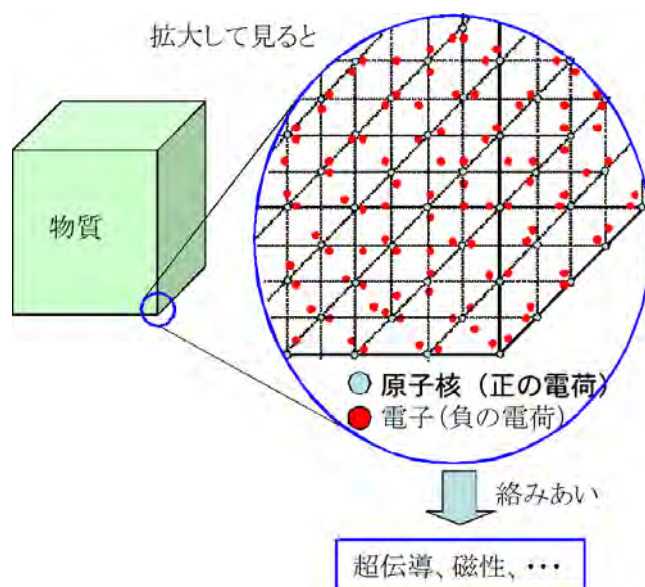


図1：複雑に絡みあう物質中の粒子



図2：物性物理学とは

前述したように、物性物理学の面白味は複雑に絡みあうたくさんの粒子が示すある種普遍的な現象にあります。そのからくりを解き明かすのは一筋縄ではいきません。なぜならば、あまりに莫大な数 (10²³ 個程度) の原子核と電子が絡みあって諸現象を発現しているからです。ではどのようにして切り込めばよいのでしょうか？

ひとつの理論的な糸口が 1960 年代にコーン博士 (1998 年ノーベル化学賞) によって与えられました。アイデアは極めてシンプルで、現実の物質と一対一に対応するバーチャルな物質 (仮想物質) を用意し、その物質で現象を論じようというものでした。すでに述べてきたように、現実の物質は莫大な数の粒子が絡みあう複雑なものですが、バーチャルな物質では絡みあいのないバーチャルな粒子を用意し、問題を解ける形にすり替えました。この問題のすり替えには数学的に精巧な議論が用いられ、その完全な証明には 20 年近くも要しました。ともかく、複雑怪奇な現象のからくりを解く糸口が見つかりました。現在までの間、この理論はさまざまな物質に適用され有効性が実証されてきました。その功績でコーン博士は (30 年以上後に!) ノーベル賞を受賞したわけです。

最近になり、コーン博士のこの理論にはかなり柔軟性があることがわかってきました。すなわち、コーン博士の理論を一般化すれば、扱える現象の種類や範囲が格段に広がることわかってきました。対象とする現象に応じてバーチャルな物質をうまく用意すれば、オーダーメイドのように有効理論が出来上がるというわけです。物性物理学の研究の最前線は広範多岐にわたっています。これら最前線で見られる諸現象を同源の一般化された理論で扱えるかもしれません。さきに述べた超伝導、磁性も然りです。

私は、物質の神秘を解き明かすこのような一般化理論の構築に取り組んでいます。

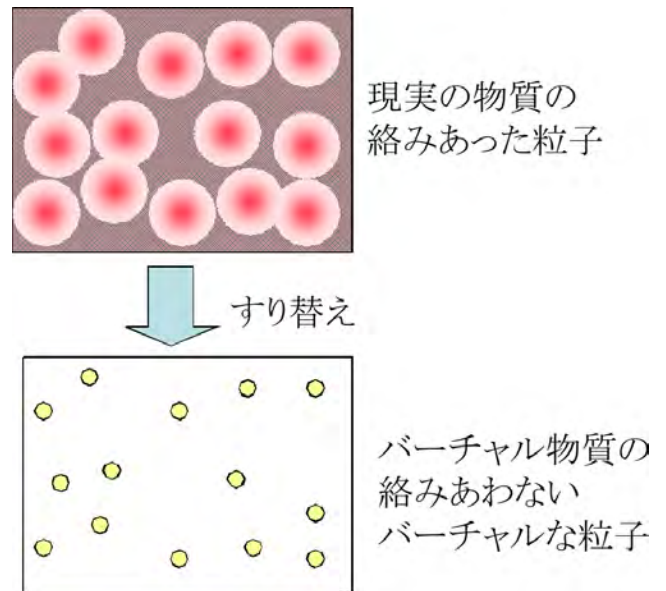
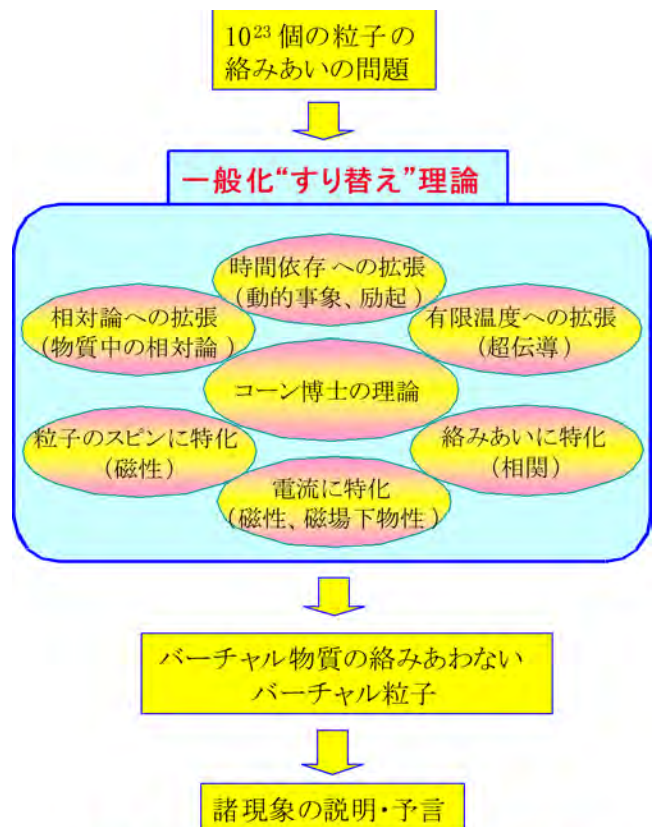


図 3 : バーチャルな物質へ”すり替える”



More is different !!

図 4 : 一般化バーチャル世界へ向けて