

Ⅲ-3. High Pressure Melting

についてのコメント

大阪大学基礎工学部 川井直人

固体の融点がある圧力値で極大値を示す実例をグラファイトについて紹介した。

次いで Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 及び NiO など3d遷移金属酸化物の超高压下での金属変態の実験例を述べ、酸化物中アニオンの2pバンドとカチオンの3dバンド(又はレベル)が重なることの可能性、モット転移に関する実験を紹介した。

地球のごとき天体内部は超高压で中心部が3.5メガパールになっており、地球を構成する酸化物による金属核の説明により重要な情報を与えることになる。地球核は融解状態で、金属相の融点の問題である。

上記酸化物の融点の測定、圧力依存性をたしかめるとき、本研究が、地球物理や天体物理学との接点に発展するであろう。

Ⅲ-4. 超高压における金属の融解

日大理工 三沢節夫

金属を伝導電子系を中心として眺めたとき、その最も簡単なモデルは、イオンを一様に塗りつぶした電子ガス模型として知られている。一方、液体金属については、もしイオンおよび電子の空間的分布が全くランダムだとしたら、Bohm-Staver 流に2成分プラズマ系を出発点にとることが許されるであろう。

電子ガス模型で、密度のパラミター r_s と絶対温度 T を変数として、 r_s - T 面上でどのような相図が描けるかは、金属電子論の基礎とも関連して面白い問

題であるが、その基本的なことがらは現象論的な測面さえ殆んどわかっていない。ただ一つ確立されている事実は、 $T=0$ で r_s がある値（最も最近の推定値は27）を越えると、電子ガス（電子液体）は相転移を起して、いわゆる Wigner lattice と呼ばれる固相に移ることである。ただし、この Wigner lattice はエネルギー的には最低であるが、熱力学的には不安定という奇妙な状態で、その解釈については定説がない（古典電磁気学の Earnshaw の定理と関係がある？）。

さて物質を白色矮星あるいはさらに中性子星密度（ $10^6 \sim 10^{14}$ gr/cc）まで圧縮したとすると、すべての元素は高い圧力のために完全に電離している。このとき電子系は $r_s \sim 0.02$ 程度で、その状態は平面波で記述でき、イオン間のクーロン相互作用をスクリーンする効果も殆んど無視できるので、電子は一様に凍りついた負電荷の雲とみていいだろう。これはまさに、電子ガス模型で電子イオンを入れかえたイオン・ガス模型というべきものである。いま、 r_s に対応して、イオンの密度を表すパラミター R_s を導入したとき、電子ガスとの類推から、 R_s が 27 程度のところでイオンの Wigner lattice が融解して液相に移ることが予想される（Van Horn）。ただし、この転移は、それが起る領域では、陽子は不安定で大部分中性子に変換してしまうので、現実の星で観測することはできそうにない。

ところで、最近問題になっている、高圧（数 10 K bar）下におけるアルカリ金属の融点降下の現象（ $r_s \sim 1$ ）を、2成分プラズマを出発点として説明しようとする試みが Wadati-Fujita によってなされた。彼等は、一様な電子の雲のなかに埋めこまれたイオンの分布が与えるポテンシャル・エネルギーを計算して、イオンが液体状態の方が固体状態よりエネルギーが低くなり得ると主張した。しかし、このとき、液体での対相関関数について容認しがたい仮定がなされていて、もしそれを認めると、 r_s の如何にかかわらず液相は固相よりエネルギーが低く、Wigner lattice の存在を否定することになり、明らかに矛盾である。

このような Bellemans-De Leener 流のやり方で、電子イオン相互作用とか固体の零点エネルギーなどをちゃんと考慮して、より精密な計算を実行したら、 $r_s \sim 1$ 程度での金属の融解を予言できると期待していいだろうか。

しかし、前に述べた2成分プラズマ系でイオンのWigner latticeが融解する密度の領域は $r_s \sim 0.01$ で、別に新たに $r_s \sim 1$ 程度での融解をこのモデルから導くのは不可能であるように思われる。

参 考 文 献

H. M. Van Horn, Phys. Rev. 157(1967)342.

N. Wiser and M. H. Cohen, J. Phys. C 2(1969)193.

M. Wadati and S. Fujita, Phys. Letters 33A(1970)85.

M. A. Ruderman, Nature 218(1968)1128.