

卒業論文「超伝導状態における G-L 理論とゲージ対称性の破れ」, および 科学実験教室「超伝導とは何だろう？」の開催

柴田研究室 06M01096 小林慶鑑

卒業研究で学んだ超伝導の現象論、Ginzburg-Landau 理論 (GL 理論) についてまず紹介し、次いで私が企画・開催した科学実験教室について報告する。

超伝導は、1911 年オランダの H. Kamerlingh Onnes によって発見された。ある特定の物質が低温環境下で電気抵抗が 0 になるという現象である。その後、超伝導状態ではマイスナー効果などの常温では起こらない現象が起こることが発見された。

GL 理論は、BCS 理論のように超伝導の微視的原理について説明する理論ではなく、超伝導の巨視的現象を扱う理論である。Landau とその弟子 Ginzburg は、2 次の相転移における平均場理論 (Landau 理論) を基に、超伝導状態は秩序パラメーター Ψ で表現できると考えた。ここで Ψ は巨視的波動関数と呼ばれる複素関数である。この Ψ を用いると、巨視的な超伝導の現象は、Ginzburg-Landau 方程式

$$-\frac{\hbar^2}{2m^*} [\nabla - \frac{ie^*}{\hbar}]^2 \Psi(\vec{r}) + \alpha \Psi(\vec{r}) + \frac{\beta}{2} |\Psi(\vec{r})|^2 \Psi(\vec{r}) = 0$$

で表される。ここで、 α 、 β は熱力学的パラメーターである。この理論により磁束の量子化、ジョセフソン効果などの超伝導特有の現象が説明されることがわかった。

理論だけでなく実際の現象を観察することも大切であると思い、私は今年の 5 月 27 日に多摩六都科学館で科学実験教室「超伝導とは何だろう？」を企画・開催し、超伝導の基礎的現象である「電気抵抗 0」・

「マイスナー効果」を子ども達とその両親に説明して、実験をした。写真はマイスナー効果の実験の様子である。



それぞれの詳細についてはポスター発表で行う。

写真：科学実験教室におけるマイスナー効果の実験（多摩六都科学館にて 2006 年 5 月 27 日）