久保、1982年度物性若手夏の学校テキスト

Akira SHIMIZU

線型応答理論再論

LINEAR RESPONSE THEORY REVISITED

慶大理工学部　久保亮五

Einstein のブラウン運動以来77年，その後 Nyquist の定理，Onsager の相反定理から半世紀，50年代に線型応答理論が確立され，いわゆる揺動散逸定理 Fluctuation-Dissipation Theorem (F-D theorem) が完結してからも四半世紀を経過した。これらはもはや教科書的段階にあるといってよい。しかし，実際には必らずしも充分に理解されているとは思えない。しばしば誤解を見受けることがある。考えてみれば，平衡系の統計力学でも，それを応用することはともかく，その基礎を反省すると大変むつかしい。本当にはわかっていないことばかりである。線型応答理論，揺動散逸定理は，統計力学のそういう難問をそのまましょいこんでいるから，当然，むつかしいといえばむつかしいのである。ここで，そういうことまで論じよう，というのではないが，二，三の問題を取上げて再論する。

§1. Gibbs の揺動公式と線型応答（高橋の理論）

ある系に外力が働らく場合，それがあまり強くない限り，それに対する系の応答はその外力と線型関係にある。この線型関係を規定する応答関数，またはアドミッタンスは，ある物理量の（外力ゼロの平衡状態における）ゆらぎの相関関数によって決定される，というのが一般的な線型応答理論から導かれる F-D 定理である。この証明としては筆者の方法が最も簡明でかつ一般的であるが，[1] ほかにもいろんな考え方があり，[2] それぞれに教えるところがある。