

原子核集団運動の散逸 — TDHF 軌道束の時間発展 —

基研 松尾正之

原子核に「散逸」という概念を初めて導入したのは Kramers¹⁾ であると言われている。原子核では、それを構成する核子が集団的に運動する運動様式、典型的には核分裂過程、が存在している。Kramers は核分裂過程をブラウン運動と同様の散逸過程であると考え、Fokker-Planck 方程式で記述することを提案した。その後、70 年代以降には重イオン深部非弾性散乱過程も Fokker-Planck 方程式で記述されるようになり、少なくとも現象論的には、これらは古典的な散逸過程として考えられている。²⁾

原子核での散逸過程で特徴的な点は、通常の場合の熱浴に対応するものが原子核の「内部」に存在する点である。ここで原子核が有限個核子の孤立量子多体系であることを考えると、そもそも原子核の「内部」を熱浴と見なし得るかどうかとも自明では無いはずである。この点を設問し直そう。熱浴としての性質が自明でない孤立有限自由度系で散逸現象が発現するのであろうか。発現するとすれば、それは系のどのような性質に基づいているのであろうか。この様な系は熱浴としての性質を持つことが出来るのであろうか。

これらの疑問に対するひとつのアプローチ³⁾ をこの研究会で報告した。我々のアプローチの骨子は、次の様なものである。系の動力学を記述する基本運動方程式として、(多体シュレーディンガー方程式の自己無撞着平均場近似である) 時間依存 Hartree-Fock (TDHF) 方程式を用いる。TDHF 波動関数 (Slater 行列) が「一般化されたコヒーレント状態」であることを用いると、波動関数をパラメトライズする複素変数 ($z_i, z_i^*; i = 1, \dots, N$) が定義される。言い替えば、この近似の下で、原子核の動力学は多自由度力学変数 ($q_i = (z_i + z_i^*)/\sqrt{2}, p_i = (z_i - z_i^*)/i\sqrt{2}$) に対する古典的ハミルトン力学系として表現される。散逸的運動を表現するために TDHF 位相空間 (q_i, p_i) なかでの分布関数を導入し、その時間発展を考察する。即ち、TDHF 位相空間内の軌道 ($q_i(t), p_i(t)$) の束=アンサンブルをもって、原子核の散逸過程を表現するわけである。この際、分布関数に対して、熱浴としての性質を a priori に仮定する事はしない。そのかわり分布関数に対する発展方程式を、時間依存写影法を用いて定式化する。

よく知られているように、多自由度ハミルトン力学系では規則的軌道のみならず不規則的軌道 (カオス) が発現する。不規則軌道が存在する場合、分布関数の時間発展を追えば、散逸過程として振舞う。原子核の (模式的な) モデルの場合にもこの様な事情が当てはまり、その結果散逸過程が見いだされる。⁴⁾

以上が、孤立原子核でも意味のある散逸として私たちが考えていることである。詳細は文献 3), 4) を参照して下さい。なお、この報告は坂田文彦 (東大・核研)、丸森寿夫 (筑波大)、卓益忠 (北京原子能研) との共同研究に基づいています。

参考文献

- 1) H.A. Kramers, *Physica* 7(1940),284.
- 2) As a review, see, for example, H.A. Weidenmüller, *Progress in Particle and Nuclear Physics*, vol.3, ed. S.D. Wilkinson (Pergamon Press) 1980.
- 3) F. Sakata, M. Matsuo, T. Marumori and Yizhong Zhuo, *Ann. Phys.* 194(1989),30.
- 4) M. Matsuo, F. Sakata and T. Marumori, *Prog. Theor. Phys.* 82(1989), 1084.