

31a-F-1

"Angular Momentum Projected GCM"

東京大学大学院総合文化研究科相関基礎 大井万紀人, 大西直哉, 田嶋直樹
 College of Arts and Sciences, University of Tokyo M.OI, N.Onishi and N.Tajima.
 青森大学情報工学部 堀端孝俊
 Department of Information Engineering, Aomori University T.Horibata

Generator Coordinate Method (GCM) は、有限量子多体系の集団運動を自然な形で記述することができる。その理由は、GCMにおける多体状態は、dynamical な変数でラベルされるいくつかの (無限個でもよい) 状態の重ねあわせによって表現されるからである。このときの dynamical な変数を generator coordinate (gc)、gc でラベルされた状態を generating function (gf) と呼ぶ。gf は普通、非直交系である。対応する ansatz は次のようなものとなる。

$$|\Phi\rangle = \int da f(a)|\phi(a)\rangle, \quad (1)$$

ここで、 a および $|\phi(a)\rangle$ は、それぞれ gc および gf である。 $f(a)$ は weight function であり、変分原理により導かれる Hill-Wheeler 方程式

$$\int da' \langle \phi(a) | \hat{H} - E | \phi(a') \rangle f(a') = 0, \quad (2)$$

によって決定される。このときエネルギー E も同時に計算できる。

私たちは以前、この GCM の手法を用いて、 ^{182}Os 、 ^{180}W で観測されている $K^\pi = 8^+$ の回転バンドの物理的説明を試みた¹。この時、gc として核回転軸方向を表すオイラー角 (θ, ϕ) を選んだ²。先に行っていた 3D-cranked HFB 計算から、 ^{182}Os は、慣性主軸からみて傾いた軸に沿った集団回転、i.e., tilted rotation、するほうがエネルギー的に得をする状態 (TAR) を持ち、回転方向が $\pm\theta$ である二つの TAR は、エネルギー的に等価であることがわかっていて、したがって、我々の GCM は、幾何学的に対称な位置にある二つの potential well の間を、回転軸が wobbling しながら行き来するという原子核の Dynamics を記述することに相当した。一方、gf については、角運動量の期待値と θ とを拘束した Constrained HFB の解をそのまま利用していた。しかし、HFB 解は平均場近似による対称性を破った解である。その結果、GCM 多体状態の中に異なる角運動量状態が混じりあい、Hill-Wheeler 方程式の解が不安定になってしまった。

今回、私達は角運動量射影した 3D-cranked HFB 状態を gf に使用し GCM を解いた。

$$|\Phi_M^I\rangle = \int da \sum_K f_K(a) \hat{P}_{MK}^I |\phi(a)\rangle, \quad (3)$$

ここで角運動量射影演算子は

$$\hat{P}_{MK}^I = \frac{2I+1}{8\pi^2} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^{2\pi} d\gamma \int_0^\pi d\beta \sin\beta \mathcal{D}_{MK}^I(\Omega) \hat{R}(\Omega), \quad (4)$$

と表される。 Ω は Euler 角 (α, β, γ) を表す。この方法は "Variation After Projection" に相当していて、精度の高い結果が期待できる。また、角運動量を回復させたことにより、実験の結果を直接理論的に解析することが可能になった。

中重核の研究においてこのような手法は今までなかった。したがって、まず簡単な場合について予備計算をし、手法を評価する必要がある。学会では、gc についての積分点を 3 点 ($\theta = -6^\circ, 0^\circ, +6^\circ$) に限った場合の計算結果を報告する。積分点が少ないため³ 実験と比較できる程現実的な計算ではないが、今回の GCM 計算は、前回の学会で発表した "signature projection" の拡張発展型に対応し、wobbling motion を取り込んだ形になっているとみなせる。すなわち high- K バンドの状態として、

$$\mathcal{N}(|+\theta\rangle \pm |-\theta\rangle) \Rightarrow f(+\theta)|+\theta\rangle + f(0)|0\rangle + f(-\theta)|-\theta\rangle \quad (5)$$

という拡張をすることにあたる。学会では、単なる signature projection の場合と wobbling を取り込んだ signature projection の場合とにおいてエネルギーレベルなどの違いを考察する予定である。

¹Phys.Lett.B355(1995)

²ただし、 $\phi=0$ とした。したがって、 $a = \theta$ である。また、 θ は intrinsic x-axis から測るものと決めた。

³ただし、角運動量射影における、Euler 角の三重積分では $65 \times 65 \times 241 = 1,018,225$ 点取った。