

Ⅷ. 「Gerade-Ungerade Symmetry and the Nuclear Mass Division
Fission」 (Univ of Maryland Tech,Rep.No.805) 及び
「Reflection Symmetry and Fission Mass Ratios」 (Tech,Rep.
No.810 by J.J.Griffin

岸本照夫 (東大理)

ある面に対して反転対称な potential をもつ系においては、反転に対する対称性が良い量子数となり、固有状態は対称 (gerade symmetry) と反対称 (ungerade symmetry) との 2 種類の状態に分類される。この論文では saddle point shape での gerade 軌道に存在する核子の数 (N_+) と ungerade 軌道に存在する核子の数 (N_-) とを fission の mass division の heavy fragment の質量数 (A_H) と light fragment の

質量数 (A_L) とに結びつけて考える model が提起されている。fission における反転対称性の定性的な議論は今までにもなされていたが、fission process に密着させて定量的に適用されたのはこの仕事はじめてである。

まず fission process を saddle point の前後によって 2 段階に分け、第 1 段階は各変形に対する lowest configuration をとりながらゆっくりと原子核が変形していく “walk” up process (potential surface を saddle point までよじ登る段階) と考え、第 2 段階はむしろ configuration は固定されていて変形が急激に変化する “run” process (potential surface をかけ下りる段階) であると考え。したがって第 1 段階においては collective な自由度と intrinsic な自由度とを断熱的に分離できる断熱 process なので、従来の liquid drop model が意味を持っているのに対して、第 2 段階においては rapid process なので、residual interaction による orbit 間の jump をする時間がなく、configuration が固定されたまま (すなわち saddle point における N_+ , N_- を固定したまま) もっとも energy 的に有利になるように変形をすることになる。簡単な estimation により、 N_+ 個の核子をもつ fragment と N_- 個の核子をもつ fragment に分裂するのが最もあり得ることがわかる。一般に gerade 状態の level density より大きいので ($N_+ > N_-$), $(N_+)_{\text{saddle}} = A_H$, $(N_-)_{\text{saddle}} = A_L$ が結論される。

特に注意が払われているのは、saddle point を越えた点での fission mechanism である。その第 2 段階での potential surface は configuration を固定したため、あらゆる configuration の中で最も低い energy を示しているところの liquid potential surface より高い energy を持つ。しかし、この configuration を固定したところの potential surface は非対称変形に対して不安定であることが示された。すなわち原子核の形の反転対称性を破った非対称変形の path をとることにより、その余分な energy を帳消しにして非対称変形における liquid drop potential surface energy にまで下がるのが可能である。このため mass asymmetry が起こるのである。

この論文の予備計算では saddle point shape として Cohen & Swiatecki の liquid drop model の結果を用い、そこでの N_+ , N_- を estimate して、mass ratio (A_H/A_L) すなわち N_+/N_- を fissionability parameter $x = \frac{Z^2}{A} / \left(\frac{Z^2}{A} \right)_{\text{crit}}$ の函数として求めている。その結果、軽い核の fission では symmetric fission が起こりやすく、重い核の fission では asymmetric fission が起こりやすいという定性的傾向を説明できたとしている。

もちろん、mass ratio の大きさも、U 付近の核における mass ratio の傾向もこの

modelのままでは説明できないが、このmodelを用いて各種の fission 現象の再検討が必要かつ有望であるとして、特に次のような点を強調している。(a) Kinetic Energy vs Fragment Mass Ratio, (b) Impulsive Emission of Light Particles at "Scission", (c) Neutron Emission: Correlation of ν with Fragment Mass, (d) Charge Division in Nuclear Fission, (e) Transition State Properties: Angular Distributions of Fragments, (f) Resonance Fission, (g) Other Detailed Effects Sensitive to Angular Momentum and Parity, (h) Dependence of Mass Asymmetry on Excitation Energy, (i) The Width of the Mass Distribution など。この論文の著者がこのmodelに示す熱烈な興味を知れば知るほど、私達も shell effectを導入することによりこのmodelを fission の一つの確立したmodelにすべく努力することが急がれていると考えたい。