



## 彦坂忠義先生と殻模型と原子炉

名大理 福井 崇 時

### § 1. はじめに

昨年ある機会に、伏見先生が日本原子力学会誌<sup>1)</sup>に書かれた一文から彦坂忠義先生という先達の存在と業績を知った。菊池先生達が中性子散乱の実験をしておられたのは私が入学する数年前のことだったし、彦坂先生が中性子発見の2年後に原子核の殻模型的考え方を発表された年は室戸台風が襲った年で、私が育ってきた年月、場所とを重ねてみて何かしらぬがある感情を持った。1930年からの約10年間に物理学を中心とする現代科学の扉を次々と開いていった人達は1900年をはさんだ約10年の間に生れていて、その人達の一人が彦坂先生だというのは偶然ではない。

彦坂先生の先見的研究は戦争に突入し敗戦になるという流れのためであったとしても、正しい評価がされないままというのは残念だし、そのような研究があったことを知っている人も少ないだろうから、何か機会があれば紹介したいと思っていた。

丁度、Fermilabで粒子物理学の歴史の会<sup>2)</sup>とそれに引続いて開かれる日本の理論発展の歴史に関する研究会<sup>3)</sup>に出席できることとなったので、この研究会で彦坂先生の業績を紹介することを考えた。早速伏見先生に連絡をとり、東北大の都築俊夫さんから資料をもらった。研究会での口頭による紹介は短いものだったが、印刷される報告では彦坂理論の論文も載せ、彦坂先生から直接お聞きしたことに加えて、奥田毅先生と若槻哲雄先生から当時の阪大における状況や彦坂先生が内地留学で菊池研究室に居られた時の様子などを知らせてもらったことを下敷にして書いた。<sup>2)</sup>

今、この欄をかりてもう一度彦坂先生の業績を紹介する。東工大の山崎正勝さんも、阪大の菊池

研での原子核実験を科学史の面から調べられており、その中で彦坂先生の研究にもふれておられる。<sup>4)</sup>

### § 2. 彦坂先生の略歴<sup>5)</sup>

1902年12月25日愛知県渥美郡で生れる。愛知四中(現在の時習館高校)、第二高等学校と進み1926年東北大理物理学科卒。1939年まで高橋胖教授のもとで助手、山口高等学校教授となる。1943年に第二高等学校教授。1941年秋から翌春まで阪大菊池研へ内地留学。1945年4月旅順工科大学教授に転出し敗戦を迎える。モスクー行きを誘いをふりきって1949年暮に仙台へ家族一同と引揚げ翌1950年に岩手大学教授。1957年新潟大学、1968年定年退官、名誉教授。東北学院大学教授となり1977年定年退官。現在は学院の近くの多賀城市高崎3丁目18-21に住って居られる。

### § 3. 殻模型的彦坂理論

1934年はJames Chadwickが中性子を発見して2年目、彦坂先生はこの中性子と原子核について一連の研究を行い日本数学物理学会年会で講演をすると共に岩波の科学に発表している。<sup>6)</sup> これら3編をまとめて東北大理科報告に載せている。<sup>7)</sup> 実は英文で書き米国のPhysical Review誌に投稿した。1934年、35年はBohrの液滴模型以外の姿など考えもされないし受け入れられる状況ではなかったから、頭がおかしいと言わぬばかりにrefereeから掲載を拒否された。先生は反発の意地も手伝ってドイツ語に書き替えたという。

Elsasserが陽子中性子の数により核の性質のちがいを指摘したのは1933年だが、<sup>8)</sup> Wignerらが独立軌道の考えによって軽い核でのスピン、磁気能率、遷移確率の説明に成功したのは彦坂理論の3年後である。<sup>9)</sup>

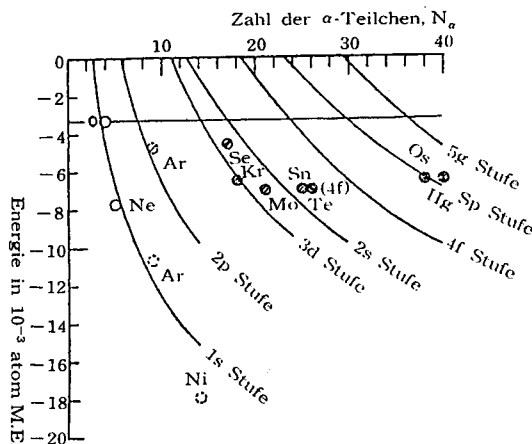
「Bohrは、1937年春来日したさいに一方で山内(或は彦坂)の殻模型的志向をdiscourageし、他方

で湯川の間中間論にも同様だったといわれる」と高林さんは書いておられる。<sup>10)</sup> 事実、彦坂先生は Bohr に説明をしたが完全に否定されたと言っておられた。<sup>11)</sup> 時の大家の言は大層な重みとなって彦坂先生に影響した。

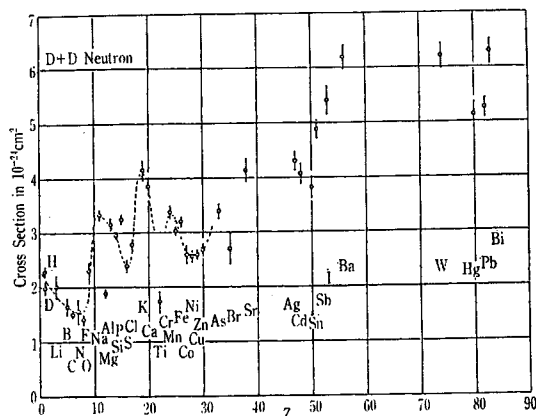
彦坂理論の骨子は次のようになっている。先ず質量が測定されている中性子過剰核を対象とし、この核は中性子と  $\alpha$  粒子クラスターとで構成されていると仮定する。そして、 $\alpha$ - $\alpha$  クラスター、 $\alpha$ -中性子、中性子-中性子間にそれぞれ引力ポテンシャルとクーロンポテンシャルを考え、これらのポテンシャル内における  $\alpha$  粒子と中性子の運動を角運動量を入れたシュレディンガー方程式で記述した。そして、核の質量欠損をよく説明でき、さらに中性子の状態準位と核が安定になるときの  $\alpha$  粒子数つまり原子量が実際とよい一致を示すことを示した。

第1図は彦坂理論で求めた中性子の結合エネルギーが原子核と共に変わる様子が実測値と共に示されている。簡単な仮定から出発した理論ではあるが、原子核の一つの姿が記述できることを強く示唆している。

1934年阪大菊池研では Cockcroft-Walton 加速器が完成し世界の学会と肩を並べる中性子散乱の実験が精力的に行われた。そして注目すべきデータが続々と発表された。<sup>3,4)</sup> なかでも、菊池・青木<sup>12)</sup>と菊池・青木・若槻<sup>13)</sup>は Dunning の結果<sup>14)</sup>と異なった、標的核種によって散乱全断面積が極大と極小となる共鳴を示すデータを得た。実験的に



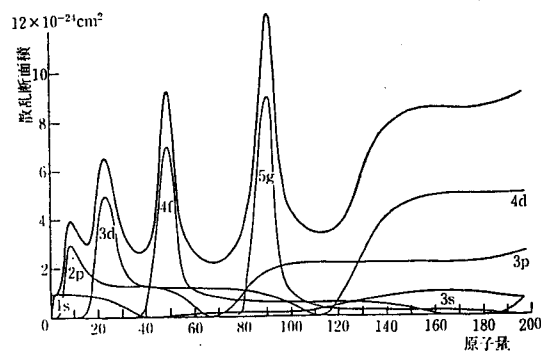
第 1 図



第 2 図

は中性子源として阪大では D-D, Dunning は Be-Rn を用いたので中性子のエネルギーがちがう。測定結果の差異の原因を何に求めるか、根拠となる知識が少ない時代のことで、判断には非常な困難があったようである。彦坂先生は中性子の弾性散乱には共鳴があるとして、先に導入した核内のポテンシャルでの散乱断面積を計算した。<sup>15)</sup> 第2図<sup>12)</sup>は菊池らのデータで、第3図<sup>13)</sup>は彦坂理論の計算値であって、これまた驚くべきよい一致を示している。第2図のような中性子散乱断面積の極大、極小は、原子核が Bohr の液滴模型のような構成では説明できないことは自明である。

菊池研では中性子エネルギーを広く可変にできる Van de Graaff 装置の建設にとりかかったが、若槻先生は軍隊に召集され太平洋戦争となって研究は停止し、再び日本で原子核実験ができるまでの長い空白の間に、折角世界をリードした輝きは、消えてしまった。従って彦坂理論もその後の発展



第 3 図

はされなかったようである。

山内恭彦先生は彦坂理論とは全く異なった考えで原子核結合エネルギーを求めるのに原子核の状態を Heisenberg の ferromagnetism 理論のように近似し群論の手法で解いた。<sup>10)</sup> そして陽子、中性子の数によって離散的になる結果で彦坂理論と同様、殻模型の様相を示唆した。

#### § 4. 原子核エネルギー利用の彦坂提案

1944年11月学術研究会議原子核分科会において「原子核エネルギー利用の一方法に就て」口頭発表した考え<sup>17)</sup>は今日の高速増殖炉に相当する。彦坂先生はこの論文で学位申請をし、その中で次のように書いている。

U 235 の分離と中性子減速材との難点を解決するため高速中性子を利用することに眼をつけ、同位元素分離をせぬままでウラニウム分裂の連鎖を起させ得るならばその利便はかり難い。幸い、本論の結果ではそれができそうだとの見込みになった。全然注目さえされたことの無かった高速中性子法が有望なので一日も早く実験の検証の矛を向けるべき題目なので、できるだけ定量的に示した。

この研究は菊池先生の要請で行い仁科先生はじめ当時の学会の中心研究者の前で報告された。戦時下で外国文献が入ってこず、正確なデータが使えなかった状況だから粗なところがあるのはやむを得ないが、先生は計算結果には自信があつた。しかしサイパン島も落ち敗色濃厚、騒然としてきた1944年晩秋では、落ちついて検討をするには時間的にも精神的にも余裕などなくなってしまっていた。先生の熱望にもかかわらず無視されたことと同じ結果になってしまった。

旅順工科大学で8月15日を迎えるとソ連軍から甘い誘いをかけられた。日本政府は朝鮮と満州に埋蔵されているウランを使って原子炉と原子爆弾を製造するために彦坂先生を派遣したという認識がソ連側にあったと言う。

#### § 5. 結 び

彦坂先生の業績を簡単に紹介したが、余りにも早過ぎる時期に出された独創はその価値が正しく認識されないという典型的な例であろう。Mayer,

Jensen に先んずる1934年に、そして Fermi らに伍して1944年に、発表された彦坂先生の研究とその後の展開は当時の日本における研究環境に強く影響された。敗戦という混乱の故もあって人々の記憶の外になってしまったのだろうが、今あらためて先生の独創的先駆的業績に正しい評価を差し上げなくてはならないと思っている。

#### 文 献

- 1) 伏見康治: 日本原子力学会誌 27 (1985) 1—彦坂先生の知られざる業績; 新年の賀辞に代えて。
- 2) Int. Symp. Particle Physics in the 1950s; Pions to Quarks, Fermilab, 1985.
- 3) Fermilab Workshop on the History of Particle Theory in Japan (1935~1960), 1985 in collaboration with the Fermilab History Project. S. Fukui: Proceedings of this workshop,—Shell-like structure of nuclei introduced by Tadayoshi Hikosaka in 1934 (刷印中)。
- 4) M. Yamazaki: Historia Scientiarum No. 22 (1982) 68—An early development of nuclear physics in Japan; In the case at Osaka Imperial University. 山崎正勝: 科学史研究, 第II期 21 (No. 141) (1982) 10—大阪帝大における中性子散乱実験。
- 5) 都築俊夫: 私信と彦坂忠義談。
- 6) 彦坂忠義: 日本数学物理学会年会講演, 1934—中性子の磁気能率; 同講演, 1935—核内中性子の量子状態層, 核の安定度と構成要素配合率との関係について; 科学 4 (1934) 141—中性子の磁気能率について, 232—原子核の質量欠陥について, 460—核内中性子の状態について。
- 7) T. Hikosaka: Sci. Rep. Tôhoku Imperial Univ. 1st. Ser. 24 (1935) No. 2, 208—Quantenstufen der Neutronen im Kerne.
- 8) W.M. Elsasser: J. Phys. Rad. 4 (1933) 549—Sur le principe de Pauli dans les noyaux.
- 9) E. Feenberg and E. Wigner: Phys. Rev. 51 (1937) 95—On the structure of the nuclei between helium and oxygen. E. Wigner: Phys. Rev. 51 (1937) 947—On the structure of nuclei beyond oxygen.
- 10) 高林武彦: 日本物理学会誌 40 (1985) 662—Niels Bohr の物理と方法。
- 11) 彦坂忠義談。
- 12) S. Kikuchi and H. Aoki: Proc. Phys. Math. Soc. Jpn. 21 (1939) 40 and 75—The scattering of fast neutrons by atoms.
- 13) S. Kikuchi, H. Aoki and T. Wakatuki: Proc. Phys. Math. Soc. Jpn. 21 (1939) 410—On the angular distribution of the fast neutrons scattered by the atoms.
- 14) J.R. Dunning: Phys. Rev. 45 (1934) 586—The emission and scattering of neutrons.