

## 第2回仁科記念シンポジウム 「原子力と仁科博士」印象記

政池 明  
Masaike Akira

2012年3月23日、北の丸公園の科学技術館において仁科記念財団、日本アイソトープ協会及び理化学研究所仁科加速器研究センター主催の第2回仁科記念シンポジウム「原子力と仁科博士」が開かれた。

矢野安重仁科記念財団常務理事の司会で、まず小林誠仁科記念財団理事長の“開会の挨拶”があった。小林理事長は仁科芳雄博士のサイクロトロン建設とそれによるアイソトープの製造等について述べ、仁科博士が日本の原子核研究の父といわれるゆえんについて説明した。

続いて江沢洋学習院大学名誉教授、井戸達雄日本アイソトープ協会常務理事(当時)及び初田哲男理研仁科加速器研究センター主任研究員・東京大学教授による講演が行われた。

江沢氏は「仁科芳雄博士と日本の核開発の端緒」と題して講演を行った。まず、核分裂発見に始まる核開発の歴史を概観し、理研における研究の経緯を説明した。1940年夏、仁科博士が安田武雄陸軍航空技術研究所長にウラン爆弾の可能性を示したのが日本における核開発の発端と言えよう。

第二次世界大戦直前、玉木英彦博士は理論計算を始める。一方、仁科博士、矢崎為一博士等は高速中性子による対称核分裂を発見し、米国側の注目を集めた。

その後、仁科博士等は遅い中性子を用いた核分裂の研究を目指す。1943年6月、仁科博士と矢崎博士は陸軍航空技術研究所に原爆開発に関する理論計算とウラン分離に関する報告書を

提出し、開発研究を進めた。理研における原爆開発計画は“二号研究”と呼ばれた。これより先、木越邦彦博士は仁科博士の要請に応じて $UF_6$ の研究に着手、硫酸ウラニルから金属ウランを精製し、更に1944年1月には炭化ウランとフッ素を接触させて $UF_6$ の製造に成功する。

一方、竹内柁博士等は熱拡散法による $^{235}U$ の濃縮を試みる。1944年7月に高さ5mの分離塔が完成し、 $UF_6$ の注入を開始するが、ウランの濃縮は確認されなかった。1945年5月、空襲で分離塔が消失し、二号研究は中止のやむなきに至る。

この間、朝鮮半島と福島県でウラン鉱石の採掘を行うが、十分な量は得られなかった。また、ドイツから潜水艦によるウランの運搬を試みるが、不成功に終わる。

江沢氏の講演では仁科博士を中心とする科学者たちの研究現場を彷彿させる具体的な描写が多く、外国から孤立した状況で仁科博士たちがいかにして核分裂の研究に独創性を発揮しようとしていたかを知ることができた。これは戦後の米国に依存した原子力開発の過程と対比して考えさせられることが多かった。

続いて、井戸氏は「アイソトープの医学利用」と題してアイソトープが現代医学においていかに大きな役割を果たしているかを説明した。放射線、アイソトープの医学利用は主として診断と治療に大別されるが、前者は生体内の動態を調べる体内画像診断や微量分析を行う体外診断である。アイソトープの製造にはサイク

ロトロンを用いた $^{20}\text{Ne}(d, \alpha)^{18}\text{F}$ や $^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$ 反応による $^{18}\text{F}$ 製造，原子炉の中性子による $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製造などが知られている。

PETは生体内部に注入した放射性トレーサを観察する核医学検査である。トレーサとしてよく用いられる $^{18}\text{F}$ の半減期は110分と短いので，製造された直後に体内に投与される。がん組織の多くはブドウ糖代謝が活発なことを利用して，ブドウ糖の水酸基の1つを $^{18}\text{F}$ に置き換えたFDGがPET検査でよく使われている。これが人間に対して用いられたのは井戸氏らが1976年Brookhaven国立研究所で $^{18}\text{F}$ -DGを合成し，Pennsylvania大学で脳のPET画像を撮影したのが最初である。その後PET用サイクロトロンが小型化し，多くの病院に設置されてPETの臨床研究が容易になった。PET画像は機能画像と呼ばれ，生理学的な情報を得るのに優れている。FDG-PETは全身スキャンによる種々のがんの診断に威力を発揮している。近年PETなどによって個体内の分子の動きを見るmolecular imagingが注目を集めており，創薬を目指したPETによる患部同定などに積極的に用いられるようになった。

テクネチウム $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 診断薬（半減期6時間）は脳血流量，心筋血流量，神経伝達機能，骨スキャンなどの画像診断に不可欠なアイソトープで，原子炉中の $^{235}\text{U}$ に中性子を照射したときに生成される $^{99}\text{Mo}$ （半減期66時間）の $\beta^-$ 崩壊によって作られる。 $^{99}\text{Mo}$ はカナダや欧州から輸入して供給されているが，2009年にカナダの原子炉が故障したことにより，全体の70%の供給が停止された。そのため国内での生産が求められ，原子炉や加速器による製造が検討されている。2016年にはカナダの原子炉は完全にストップするので，アジア・オセアニア地域のネットワークなどの国際的な医療用アイソトープの供給体制の確立が強く望まれている。

井戸氏は講演の中でホットなデータに基づいて，現代におけるPETなどの画像診断でアイソトープがいかに重要であるかを示され，筆者は，放射性アイソトープの重要性に着目した仁科芳雄博士の慧眼に驚かされた。

最後に，初田氏は「素粒子・原子核から宇宙へ：スーパー・コンピュータと現代物理学」と題してスーパー・コンピュータによって開かれた現代物理学の最前線について講演した。まず，仁科博士に始まる日本の素粒子論発展の譜系について説明し，仁科博士の理論物理学の流れが今に至るまで脈々として受け継がれて大木に育ち，大きな花を咲かせていると述べた。

物質粒子と力の粒子についての解説に続いて，湯川秀樹博士の中間子論と朝永振一郎博士の量子電磁気学が“物質に働く“力”は粒子の交換である”という考えに基づいていたことが話された。湯川博士が核力の源として予言した中間子は今では素粒子ではなく，クォークと反クォークがグルーオンによって結び付けられたものなので，核力を基本方程式から導くことは複雑すぎて不可能であると考えられていた。しかしスーパー・コンピュータの発達によってその計算が可能になり，初田氏らによって，核子同士が近付いた時の核力の斥力芯が説明できたことは画期的なことであったといえよう。また，宇宙創成の頃にはクォークとグルーオンがばらばらな状態のクォーク・グルーオン・プラズマであったことがBrookhaven国立研究所で日本人らによって発見され，話題を呼んだが，この状態を理論的に解明したのもスーパー・コンピュータであった。さらに，ダークマターが存在するという仮説によって宇宙の大規模構造が形作られる様子もスーパー・コンピュータによって初めて再現することができた。

これまでの物理学は理論と実験によっていたが，スーパー・コンピュータの出現によって第三の計算物理学が誕生したことは特筆に値する出来事である。

最後に，田畑米穂日本アイソトープ協会副会長は閉会の挨拶でシンポジウムを振り返り，3つの講演はそれぞれ異なった話題であったが，いずれも仁科博士がいかに広い分野を切り開いてきたかを示していると述べた。

3氏の講演は，いずれも現代に生きる仁科芳雄博士を映し出す非常に興味深いものであった。（京都大学名誉教授）