講 演**ドイツにおける遠心分離法によるウラン濃縮の
研究開発事情****German Approach to Uranium Enriched
by the Centrifuge Process*

By K. EINFELD** and P. Jelinek-FINK**

1971年3月19日東京工業大学原子炉工学研究所における Dr. K. Einfeld および Dr. P. Jelinek-Fink の“ドイツにおけるウラン濃縮事情に関する講演”の要旨は次のようである。

ガス遠心分離法が有利

ウラン濃縮に関し、各国独立に数年間以上研究開発を行なった結果、ガス遠心分離法が濃縮ウラン製造に工業的に魅力ある方法であろうという可能性が出てきた。ウラン濃縮用ガス遠心分離法に関するドイツにおける研究は、すでに第2次大戦中 Beyerle, Groth, Martin によって開始された。その後1950年代に各研究所で比較的小規模な研究が再開され、遠心分離法の基礎に関して多くの重要な実験ならびに理論の成果が得られた。最も重要な進歩は Steenbeck および Zippe による遠心機の設計に関するもので、これはその後の研究の重要な基礎となった。

1960年には、アメリカ政府の要請により、遠心分離法の研究は秘密化され、その結果、すべての研究は国有機関である Jülich の原子力公社(GKT)に集められた。研究計画はドイツ民間企業と協力して進められ、逐次規模を大きくしてゆき、工業的開発が可能である段階にまで遠心分離法によるウラン濃縮カスケードが作られる可能性が示された。

ドイツにおける原子力工業は日本と同じ状態であり、動力炉の建設において他国と競争しており、原子燃料サイクルの多くのステップが工業規模で研究されている。ドイツはまた独自の原子動力計画をもち、原子炉および燃料要素を輸出する能力をもった国である。したがって、ウラン濃縮が原子燃料サイクルでの最も重要なステップの1つであるので、ウラン濃縮の

独立した方法を確立することがヨーロッパにおいて必要であるように思われる。

ウラン必要量

ドイツにおける1971年のウラン濃縮必要量は300 t SWU であり、これが1980年になると約3,200 t SWU に増加し、約300 t SWU/y の増加量になる。一方、ヨーロッパにおける増加量は約1,000 t SWU/y である。ガス拡散プラントの最小経済規模は約5,000 t SWU /y であり、動力消費量については、遠心分離法の300 kWh/SWU に対してガス拡散法では2,500 kWh/SWU となって高いため、ガス拡散法が遠心分離法に比べて、ヨーロッパの需要を満たすのに適しているとは思われない。したがって、ドイツは遠心分離法に専心したわけである。このほかに Karlsruhe 原子力研究所では Dr. Becker らによってノズル分離法による研究が行われている。ノズル分離法は単一分離効果の点ではガス拡散法より3～4倍優れているが、動力消費量に関してはガス拡散法に比べて約2倍ほど大きい。

3国協定による遠心分離法の開発

遠心分離法に関し、イギリスおよびオランダで独立に研究が行われてきた。大規模なプラントおよび大開発計画のみが工業的に生きのびる競争力のある濃縮プ

* 1971年3月19日、東工大原子炉工学研にて、本会「同位体分離」特別専門委員会・日本原子力産業会議の共催で講演。(座長 東工大・高島洋一氏)

** Gesellschaft für nukleare Verfahrenstechnik mbH(GnV), Germany.

** Uran-Isotopentrennung-Gesellschaft mbH (UR-ANIT), Germany.

ラントに通ずるという考察によって、ドイツ、イギリスおよびオランダの政府間に協定が結ばれ、1970年3月4日に調印された。この協定は2つの産業組織体を作ることであった。すなわち、

遠心分離機および他の関係要素を開発、製作し、濃縮プラントを設計、建設する“主契約会社”と、濃縮プラントを所有し、運転し、濃縮サービス業務を行う“濃縮会社”とを作ることである。

“主契約会社”の株主は、・ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND (UCN)、・UKAEA、・Gesellschaft für nukleare Verfahrenstechnik (GnV) であり、“濃縮会社”の株主は・UCN、・UKAEA、・Uran-Isotopentrennungs-Gesellschaft (URANIT) である。

GnV および URANIT は1969年に民間企業として創立され、GKT の現有する研究所および人員を含めて全ドイツの遠心分離法に関する研究を引き受けた。そして独自の広範囲な R & D 研究を行い、そのサブ・コントラクトの多くの企業が行なっている開発研究を管理している。

経済的な遠心分離法を完成させるためには、低いコストで高い分離仕事をする遠心分離機を開発する必要がある。それゆえ、高周速、長寿命、長い分離筒の遠心機に関心が持たれている。これには高い技術およびそれによる製作法を用いて、種々の型の遠心機を工業的に開発することが必要であった。何台もの遠心機が組み立てられて、種々のカスケード実験が行われた。これらのカスケードの設計、建設、運転により、カスケードの設計規準、制御、安定化をはかれる可能性が出てきた。これに並行して、プラントの建設要素、UF₆に関する技術などに関する R & D の研究計画もたてられ、完全なウラン濃縮プラントを建設することができるよう目論まれた。このプログラムは現在計画段階であり、次のステップである遠心分離法の工業的応用は、プロトタイププラントを建設することである。

ドイツ人の設計による 25 t SWU/y のプラントが Almelo のオランダのプラントの隣りに2段階に分けて建設される。そして1971年の初夏に建設が開始されるよう計画されている。2段階に時期を分けたのは、第2段階で現在の R & D 研究で得られた成果を利用したもっと高度の設計によるカスケードおよび遠心分離機を設置する機会を与えるためである。このプラントは2.2~3.2% ²³⁵U まで調節できる製品および0.2% ²³⁵U の廃棄物を得よう設計され、1973年3月から1974年8月にかけて順次運転開始される予定である。

Almelo におけるドイツのプロトタイププラント

のほかに、オランダおよびイギリスによる同能力のプロトタイププラントはそれぞれ Almelo および Capenhurst に目下建設中である。この3つのプラントはすべて運転開始後3国協定に基づく“濃縮会社”に移管される。この3プラントは、遠心分離法による大量生産工場の詳細な情報および大規模なプラントの運転経験を得るためのデモンストレーション・プラントとみなされている。3国協定に基づく機関で自由に使用できるノウハウのほかに、協定に基づいて集約された R & D の研究計画が3国間に作られ、3国がそれぞれもっている技術経験のすべてを利用できるようになっている。すでに存在するデータおよび蓄積されたノウハウは、1970年の後半においてガス遠心分離法によるウラン濃縮プラントが完全な競争力をもって建設され、3国協定による機関が濃縮ウラン市場の大半を確保することができるという自信を与えるものである。

〈質疑応答〉

講演後の質疑応答の主なものは次のとおりである。

ドイツにおける遠心分離機の型式については、種々のタイプの機種を運転し、それから1機種を選び、大量生産は1975年以後に標準化して行う。

分離仕事については、周速の4乗には比例しない。

安全対策については、故障は少ないと思われ、故障の場合には交換システムが出来ている。濃縮工場は UF₆→UO₂ の転換工場より危険は少ないと考えられるので、故障の際にはマスクをかぶって取替えることができる。

地震については、日本特有の問題として重要である。

遠心分離機の大量生産について、製作コストの最適化は遠心分離機のみでなく総合的に考える必要がある。

日本との協同研究については、秘密協定があるので日本の原子力法を変えないと不可能である。

プラントの運転については、プラントに人が入るのは修理の場合のみで、自動制御に関しては特に困難な点はないと思われる。

Dr. Becker が研究しているノズル分離法については、講演で述べたようにガス拡散法に比べて2倍の電力を消費するが、運転の再開が簡単である。ドイツ政府は現在ノズル分離法と遠心分離法とを両立して研究させている。

以上のように講演ならびに質疑応答して頂いた Dr. Einfeld および Dr. Jelinek-Fink を初めとして通訳を担当された駐日ドイツ大使館科学担当参事官 Sahl 氏に深く感謝いたします。

(1971年5月12日 昭電 清水正巳 抄訳)