



遠心法ウラン濃縮施設における 日・IAEA保障措置実証試験

秋葉 光徳 岩本 友則 尾前 昌義

人形崎事業所ウラン濃縮試験工場

資料番号: 54-11

Japan-IAEA Safeguards Demonstration Programme
in the Gas Centrifuge Uranium Enrichment Facility

Mitsunori Akiba Tomonori Iwamoto
Masayoshi Omae
(Uranium Enrichment Pilot Plant,
Ningyo Toge Works)

HSPは、遠心法ウラン濃縮施設に対する有効で効果的な保障措置手法を検討することを目的として発足した。参加各國の提案により、実プラントにおける各種保障措置技術の実証試験を行うこととなった。日本は1982年6月、及び1983年11月～1984年8月に亘って人形崎ウラン濃縮試験工場で保障措置技術実証試験を実施した。これらの試験の内容について紹介する。

Key Words: IAEA, JASPAS, Safeguards, GCF, Uranium Enrichment, Material Accountancy
PIT, QIE, NDA, C/S, Enrichment Monitor.

1. はじめに

1979年9月、人形崎パイロットプラントが運転し、我が国は遠心法によるウラン濃縮プラント保有国となつた。諸外國においては、米国DOE及びURENCO（英國・西独・オランダ三国企業体）が既に遠心法ウラン濃縮プラントを建設、運転していた。

ところが、これら遠心法ウラン濃縮施設に対するIAEA保障措置は、その有効な実施方法が確立されてなかつたことから、特定査察が暫定的に実施されていた。この様な状況に鑑み、1980年11月、日本・米国・トロイカ三国（英國・西独・オランダ）・豪州・コラトム及びIAEAの6者は、遠心法ウラン濃縮施設に対する有効かつ効果的な保障措置手法を検討するため、2年間を期限としてヘキサバータイトセーフガードプロジェクト（HSP）を実施することとした。HSPでは、種々の保障措置手法が提案され、これら保障措置手法の実施可能性を確認するため各國の実プラントにおいて実証試験を実施することになった。

我が国においては、これら実証試験をJASPAS（日本のIAEA保障措置支援計画）の一環として

位置づけ、1982年6月、人形崎パイロットプラントにおいて2週間に亘り実施した。これらの結果はHSPに報告され以後の検討に役立つこととなった。

本報告では、人形崎パイロットプラントで実施されたHSP実証試験、及び引き続きこれに関連し行った各種保障措置実証試験を紹介する。

2. 保障措置技術実証試験

2-1 実在庫調査の方法

(a) 実時間実在庫調査（QIE）実証試験

プラント内のウラン量が即時に計量可能であれば、商業機密上問題のあるIAEA査察官のカスケード室への入り無しに、保障措置の必要要件を満たすことが可能となる。本実証試験は、人形崎パイロットプラントにおいてQIEを実施し、MUF評価を行い、QIEの有効性を評価したものである。

遠心法プラント内のウランは、ほとんどがコールドトラップ及びシリングに存在し、この重量は、各々に付設されているロードセル型重量計により即時に計量可能となっている。これら機器以外のウラン量は、相対的にわずかな量であり、またプラント運転経験上

一定量とみなしてよいことが分っている。従って、プラント内の実在庫量は、これらロードセル型重量計及び経験上得られた一定量の、その他のウラン量により即時に計量可能となる。この様に求めた実在庫量と、計量管理報告に使われている在庫変動記録と合わせ、計算機処理によって得られたMUFはMUF = $-23.4 \pm 62\text{kg U}$ であった。これは有効量に比べて十分小さな値である。しかしながら本技術が保険措置の実施に採用されるためには、査察官側によるデータの認証を別途行う必要があり、これを如何に行うかが課題として残された。

(b) 運転中実在庫調査実証試験

従来の実在庫調査はプラントを運転停止して実施するものであったが、運転を中断することなくプラント内UF₆の実在庫調査が可能であれば、施設者側にとってのメリットは大きい。本実証試験は、ある時刻を定めその時を期して運転ラインを一斉に切りかえることにより、実在庫を調査するものである。人形峠パイロットプラントでの実証試験の結果、精度はMUFの測定誤差を σ_{MUF} とすると

$$\sigma_{MUF}/\text{年間スルーブット} = 0.05\%$$

であった。これはIAEAの期待する精度を十分満

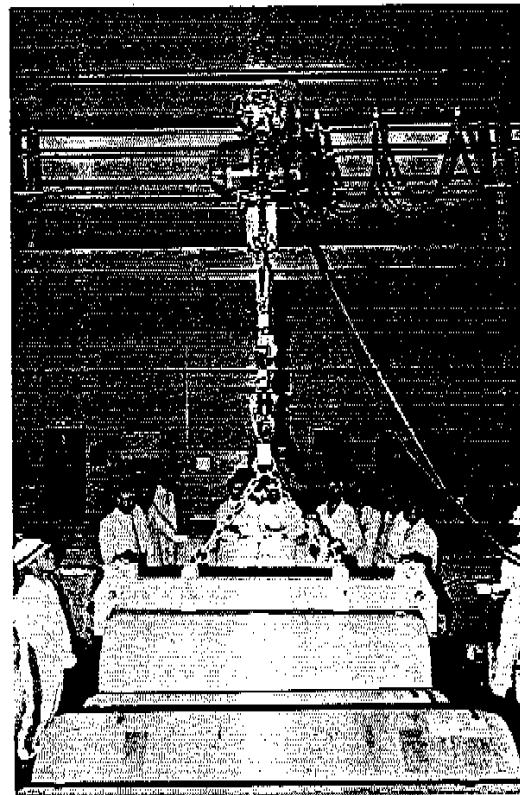


写真1

足するものであり、プラント停止時に得られた測定精度と同程度であった。

2-2 IAEAロードセル型UF₆シリングダ秤量計の実証試験

本ロードセル型秤量計はIAEAが独立に検認することを目的として、米国の支援を受けて開発したものである。秤量計はひずみゲージ型のもので全体構成を図1及び写真1に示す。本秤量計は、理想状態では土0.2kgの測定精度をもつものであるが、実際には温度又は重力等の影響を受けるのでこれより大きくなることが予想された。

重量の正確に知れている13本のシリングダを任意に選択し、秤量試験を行った。得られた測定精度は土1~2kgであったが純度測定精度と考え合わせると十分な精度と言って良い。

2-3 非破壊検査によるUF₆シリングダ濃縮度の測定の実証試験

IAEAと日本国政府は、それぞれX線測定による非破壊検査によってUF₆シリングダ中のウラン濃縮度を測定するNDAA技術実証試験を行った。測定装置はIAEA・日本国政府共にほぼ同じシステムであった。即ち、高分解能Ge検出器とマルチチャンネ

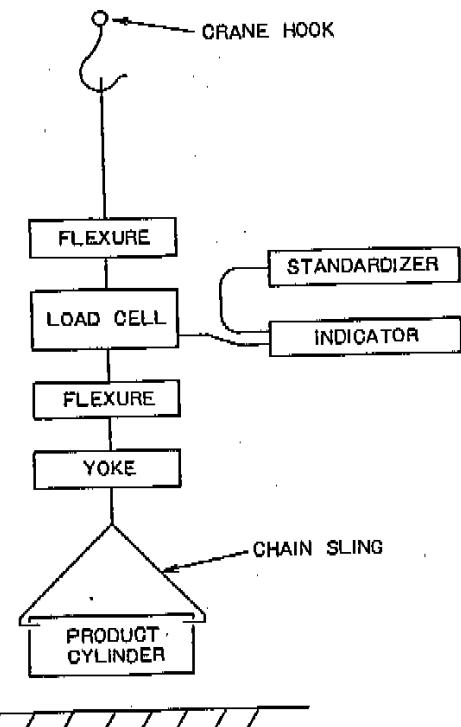


図1 Weighing system schematic.

表 1 Uranium Enrichment Results, 17-6-82 (IAEA and NSB)

Sample No.	Mass Analysis (A)	NDA		$\frac{A-B}{A} \%$	$\frac{A-C}{A} \%$
		IAEA (B)	NSB (C)		
B0010	3.258	CAL	STD	-	-
B0073	0.711	CAL	STD	-	-
B0173	3.313	3.278 ± 0.019	3.229 ± 0.123	1.05	2.53
B0113	0.204	0.458 ± 0.019	0.312 ± 0.147	-60.9	-9.86
B0106	3.395	3.364 ± 0.020	3.422 ± 0.133	0.913	-0.79
B0106	3.395	3.355 ± 0.020	3.392 ± 0.131	1.18	0.09

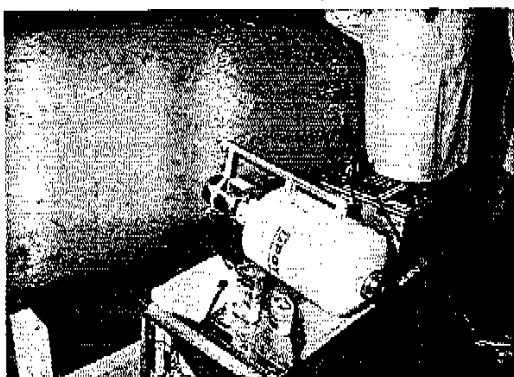


写真 2

ルアナライザを組み合わせたものである（写真2）。測定にはシリンドラによる γ 線吸収の影響を考慮しなければならない。これら2つのシステムによって得られた測定結果を表1に示す。測定精度は濃縮度3.3%程度の製品シリンドラに対して数%でありこれも保障措置上十分なものであった。一方、濃縮度0.2%の廃品シリンドラの測定精度は60%と悪かったが、原因は低い計数率によるバックグラウンドの影響であると考えている。

2-4 封じ込め／監視システム (S/C) の実証試験

開発、又は試験中のC/S機器のいくつかの実証試験及び評価を行った。

(a) モータルモニタ

カスケード室出入口を監視するモータルモニタシステムの実証試験を行った。本システムはカスケードに出入する人とその重量をチェックすることにより、不当な核物質の搬出入がないことを監視するものである。

(b) 収縮フィルムシール

UF₆シリンドラバルブへ、IAEA及び動燃で開発した収縮フィルムシールを取り付け、その有効性を



写真 3

評価した。IAEAのものは2重構造であり、Tamperproofnessに特に優れている。

(c) 光ファイバーシール

光ファイバーを利用したものであり Tamperproofnessの優れたシールである。シリンドラへ取り付け、有効性の評価を行った（写真3参照）。

2-5 IAEAガス相ウラン濃縮度モニタ実証試験

本装置はIAEA支援計画の下に開発されてきたものである。測定原理は比較的簡単なもので、Am-241より発生する60KeV γ 線の吸収よりUF₆ガスの密度を知り、186KeV γ 線の計数率から濃縮度を知るものである（図2、写真4参照）。開発進行状況に合わせ人形峰での実証試験は1983年11月～84年8月に亘って実施することになった。本試験の目的は、査察官の実プラントでの運用経験を得ることに主眼が置

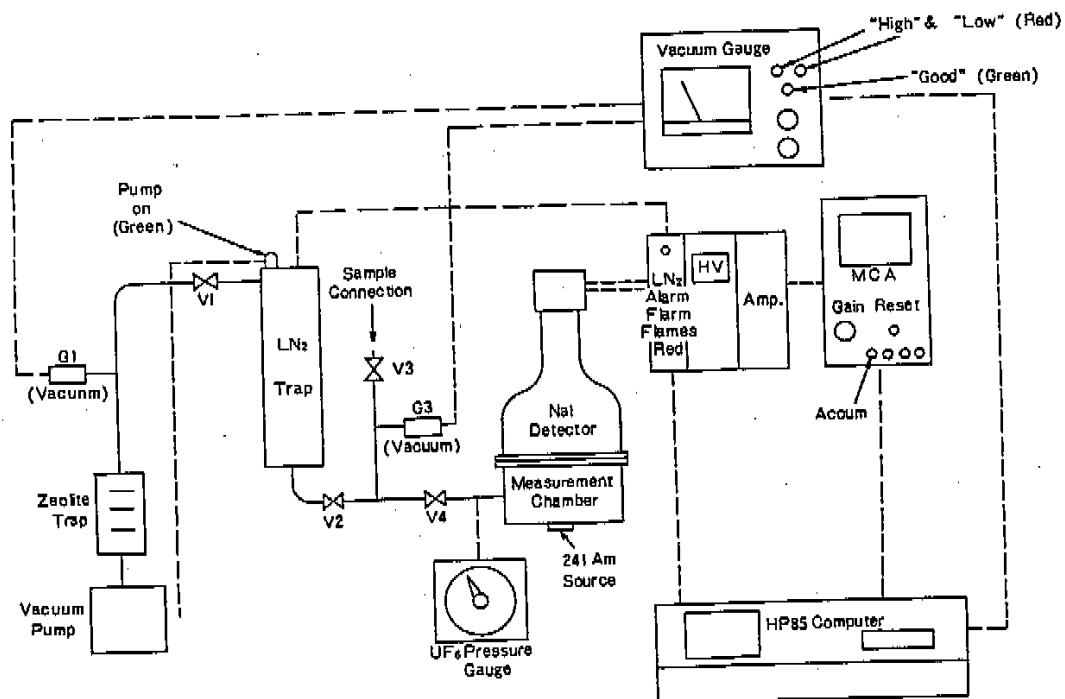
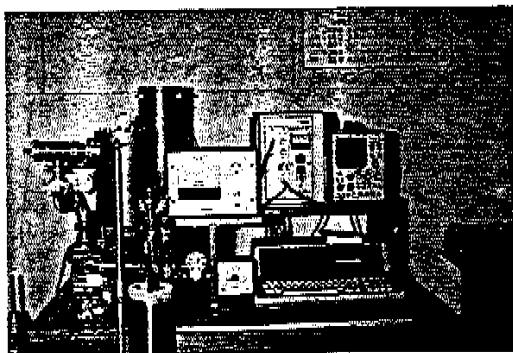
図2 Gas-Phase UF₆ Enrichment Monitor

写真4

かれていた。事実10ヶ月に及び運用から多くの貴重な経験を得たのである。その主なものは、
○低い環境温度のためUF₆の固化が生じた。この
対策が今後の重要な課題である。
○IAEA査察官の装置の取扱いに關し、施設者

の多くのサポートが必要となつた。

○得られた測定精度は1%前後で、期待どおりの精度を得た。

3. おわりに

以上の様に日本及びIAEAはウラン濃縮施設に対して多くの保障措置技術実証試験を実施した。これらはHSPの検討資料に供され、有用で情報に富み、よく組み立てられたものであると評価された。1983年2月HSPはその技術的任務を終えたのであるが、これでウラン濃縮施設の保障措置手法のすべてが解決された訳ではない。

今後も日本及びIAEAは、より費用対効果の優れたアプローチを求めて多くの保障措置技術開発を推し進めていく必要がある。