

# FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP



2010 July

**181**

テクノロジーの頂点へ。

# FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP

2010-7 / 平成22年度 第1号

No.181

目次

## ■ 紹介

- 多チャンネル半導体検出器を使用した放射線測定器のシリーズ化 .....(3)  
皆越 敦 / 宮入 岳 / 酒巻 剛 / 石倉 剛
- 東海発電所熱交換器の解体撤去設備の据付 .....(9)  
武仲五月 / 澤田晃成 / 山崎誠一郎 / 木村秀明
- 欧州の原子力事情 - その歴史的経緯と現状 - .....(17)  
村野博一

## ■ グループ情報

- FAPIG第171~180号総目次 .....(36)
- FAPIGの機構 .....(49)

表紙デザイン：清水郁男

カワサキプラントシステムズは、産業インフラ、エネルギー、  
環境保全をはじめとするプラント設備の分野で、つねに最先端のテクノロジーを開発。  
川崎重工グループの中核として、地球の、環境の明日を、力強く担い続けています。

カワサキプラントシステムズ株式会社

〒136-8588 東京都江東区南砂2丁目11番1号 TEL.03-3615-9655

[www.khi.co.jp/kplant/](http://www.khi.co.jp/kplant/)

 **Kawasaki**

CONTENTS

■ Introduction

Complete Series of Radiation Measuring Instrument  
with Multi Channel Semiconductor Type Detector .....( 3 )  
A. Minagoshi / T. Miyairi / T. Sakamaki / T. Ishikura

Install of Dismantling Facilities for Steam Raising Unit in Tokai Power Station .....( 9 )  
S. Takenaka / T. Sawada / S. Yamazaki / H. Kimura

Nuclear Energy in Europe focusing on France - its past and today - .....(17)  
H. Murano

Cover Design : Ikuo Shimizu

多チャンネル半導体検出器を使用した  
放射線測定器のシリーズ化

Complete Series of Radiation Measuring Instrument  
with Multi Channel Semiconductor Type Detector

皆越 敦\* 宮入 岳\*\* 酒巻 剛\*\* 石倉 剛\*\*  
Atsushi Minagoshi Takeshi Miyairi Tsuyoshi Sakamaki Takeshi Ishikura

〔概要〕

新しく開発した半導体検出器を使用した3種類の放射線測定器を紹介する。パトロールサーベイメータの測定範囲は線量当量率0.1  $\mu$  Sv/h~130mSv/hで均一な方向特性を実現した。可搬型エリアモニタでは作業現場の使用に配慮した製品仕様とし、当社定置式エリアモニタ比1.3倍の高感度化の実現と検出プローブと本体は30mまで離しても使用可能とした。環境線量計は当社従来比11倍の高感度化を実現し、単三リチウム電池2本で1年間の使用を可能にした。

1. はじめに

富士電機では1983年に半導体検出器を用いた電子式個人線量計を開発して以来、半導体検出器を用いた放射線測定器の開発を進めてきた。半導体検出器は電子式個人線量計に代表される面積200mm<sup>2</sup>未満の小型半導体検出器とエリアモニタやダストモニタに代表される面積200mm<sup>2</sup>以上の大面積半導体検出器とがある。大面積半導体検出器は検出感度が高いが、検出器の静電容量が大きく、高増幅度の増幅回路が必要など、低消費電流化への課題があった。

今回、小型半導体検出器を複数個組み合わせ、多チャンネル化することで、大面積半導体検出器相当の検出感度を持ったセンサーを開発し、電池駆動の放射線測定器を開発したので紹介する。

2. パトロールサーベイメータ

原子力施設や加速器施設で使用されるパトロールサーベイメータは、施設内作業において、作業区域内の放射線量を事前に評価することで、作業時の被ばく量低減を目的として使用される。このため、測定時間の短縮、測定精度向上のために、高感度化が求められていた。<sup>1)</sup>

今回開発したパトロールサーベイメータは半導体検出器を使用し、多チャンネル化することで、高感度化を実現した。図1に製品外観を示す。

センサーからの信号は増幅器にて増幅され、ディスプレイモニターにて有効信号として弁別された信号をカウンタにて計数し、計数した信号の計数率を求め、線量当量率を算出している。センサーは高レンジ用、低レンジ用として、感度の異なる2種類のセンサーを内蔵している。

高レンジ用センサーは小型半導体検出器と増幅器、ディスプレイモニターで構成され、線量当量率130mSv/h~999mSv/hの範囲を測定する。



図1 パトロールサーベイメータ (NHE3)

\* 富士電機システムズ(株) エネルギーソリューション本部 グリッドソリューション事業本部

\*\* 同社 環境ソリューション本部 産業ソリューション事業部

低レンジ用センサーは複数の小型半導体検出器と増幅器、ディスクリミネータで構成され、各検出器からの信号の計数をもとに、線量当量率  $0.1 \mu\text{Sv/h} \sim 130\text{mSv/h}$  の範囲を測定する。2種類

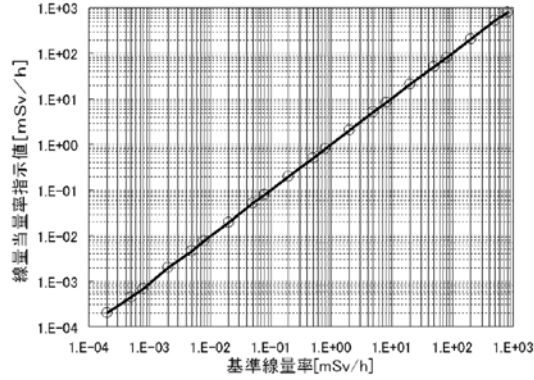


図2 線量当量率直線性

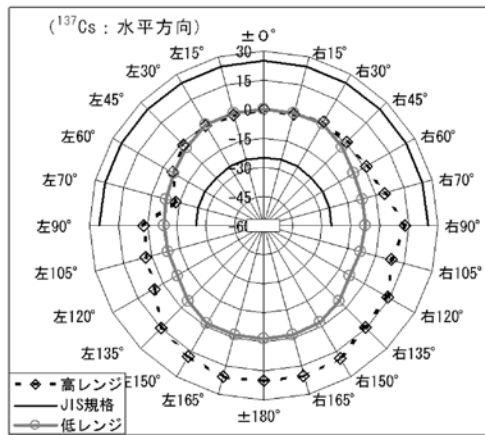


図3 方向特性 (水平方向)

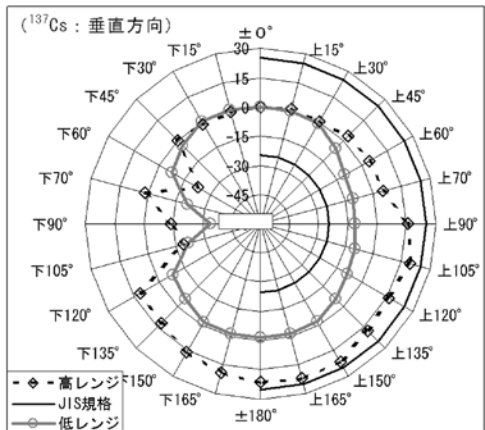


図4 方向特性 (垂直方向)

のセンサーを組み合わせることで、 $0.1 \mu\text{Sv/h} \sim 2 \mu\text{Sv/h}$  の測定範囲において、指示誤差  $\pm 20\%$ 、 $2 \mu\text{Sv/h} \sim 999\text{mSv/h}$  の測定範囲において指示誤差  $\pm 10\%$  を実現した。

図2に線量当量率直線性を示す。

図3、図4に低レンジ用、高レンジ用の各センサーの方向特性を示す。

低レンジ用センサーはサーベイメータの前面、背面の両面に検出器を配置し、また、ディスクリミネータの調整により、検出器の感度を均一化することで、均一な方向特性を実現している。低レンジ用増幅器、ディスクリミネータの低消費電流化を図り、センサーの消費電力は大面積半導体検出器の場合と比較し、1/10以下(当社比)となり電池駆動が可能になっている。筐体はマグネシウム合金による金属筐体で、軽量化と耐ノイズ性を実現した。

カウンタにて計数した信号の計数率は指数平滑処理を行っている。測定時定数は4種類(1秒固定、30秒固定、自動短、自動長)から測定対象、目的に合わせて選択できる。

表1 パトロールサーベイメータ製品仕様

項目	仕様
検出器の種類	シリコン半導体検出器
測定線種	$\gamma(X)$ 線
測定エネルギー範囲	50keV $\sim$ 6MeV
エネルギー特性	$\pm 30\%$ (50keV $\sim$ 1.5MeV <sup>137</sup> Cs基準)
測定範囲	0.1 $\mu\text{Sv/h} \sim 999.9\text{mSv/h}$
測定精度	$\pm 10\%$ (2 $\mu\text{Sv/h} \sim 999.9\text{mSv/h}$ ) $\pm 20\%$ (0.1 $\mu\text{Sv/h} \sim 2\mu\text{Sv/h}$ )
方向特性	$\pm 25\%$ ( <sup>137</sup> Csにて) (水平 $\pm 180^\circ$ , 垂直 $-60 \sim +240^\circ$ )
警報機能	線量当量率高
表示部	有機EL表示器
データ記録	トレンドデータ600件 ホールドデータ50件
データ転送	赤外線通信
寸法	66(W) $\times$ 145(H) $\times$ 31(D)mm
質量	約280g
使用環境	0 $\sim$ 40 $^\circ\text{C}$ , 相対湿度90%RH以下
使用電源	Ni-MH二次電池

測定機能にホールド機能とトレンド機能を付加している。ホールド機能は、予め設定した回数、間隔で、線量当量率の瞬時値をサンプリングし、その平均値をホールド値として表示する。

サンプリング回数を1回、サンプリング間隔を1秒に設定した場合、ホールド値=瞬時値となり、瞬時値の保持も可能となる。サンプリングした瞬時値およびホールド値は不揮発性メモリに記録している。トレンド機能は、測定を開始した時刻から予め設定した時間間隔で瞬時値をトレンドデータとして不揮発性メモリに記録し、線量当量率の時間変化を測定する。記録したホールド値、トレンドデータは赤外線通信によりパソコンで読出し可能で、データ処理もパソコンで行う。

操作性については、表示部にカラー有機EL表示器を採用して視認性を向上させ、上中下のボタンで容易に時定数選択および輝度調整などの設定が行えるように改善した。また、ホールドボタンは左右2箇所にて設けてあり、持ち方により操作しやすい方のボタンを押すことで、ホールドできるようにした。表1に製品仕様を示す。

### 3. 可搬型エリアモニタ

原子力施設などの放射線管理区域内で作業する場合に、個人線量計で被ばく線量を管理するとともに作業区域の放射線量をモニタリングすることでより安全な管理が可能となる。今回、作業区域の放射線量をモニタリングするための可搬型エリアモニタを製品化したので紹介する。外観を図5

に示す。

作業現場での使用に配慮し製品仕様を決定し、最適な要素技術を選択して開発した。特に留意した事項は以下のとおりである。

- ・広い測定範囲を有すること。
- ・警報発生時の認識性(警報表示および警報音)
- ・狭いスペースにも設置できること。
- ・作業区域内で容易に視認できること。
- ・グローブ着用時でも容易に操作できること。
- ・トレンドデータの内部記録。
- ・トレンドデータの現場表示および転送。

検出プローブは前述の高レンジ用センサーと低レンジ用センサーを使用し、高感度化(当社定置式エリアモニタ比1.3倍)を実現した。図6にエネルギー特性を示す。

線量当量率は検出プローブにて算出し、本体に伝送している。検出プローブは本体と接続ケーブルにて接続され、通常、本体側面のホルダーに装

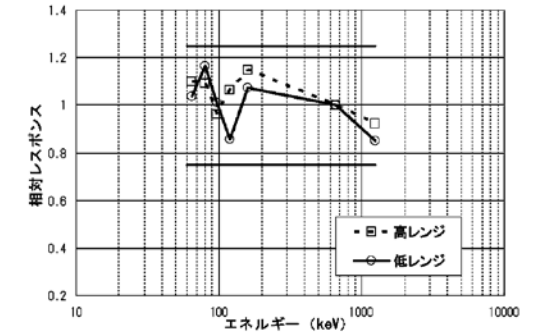


図6 エネルギー特性



図5 可搬型エリアモニタ (形式NSD4, NAY)

着して使用するが、線量当量率を検出プローブで算出することにより、耐ノイズ性が向上し、接続ケーブルは最大30mまで延長可能である。

検出プローブと本体を別置きにして使用することができ、設置条件に柔軟に対応できる。

本体の表示器には視認性に優れた12.1型のTFTカラー液晶ディスプレイを採用し、タッチパネル機能を付加することで視認性と操作性に優れた表示器としている。図7、図8に表示画面の例を示す。

使用時の誤操作防止として、通常測定画面にはメニューボタンをなくしている。特定の画面領域をタッチすることにより、メニューボタンが表示され、設定操作時はこのメニューボタンをタッチすることにより画面の切り替えを行なうようにした。これにより、誤操作防止と測定値を画面中央に大きく表示することを可能にしている。

警報発生時はブザー音鳴動とともに画面全体が色反転を繰り返すフリッカ表示とし、警報の視認性を向上させている。警報発生、復帰の警報履歴

は内部メモリに記録している。

測定機能として、トレンド機能を有している。トレンド機能は測定を開始した時刻から、設定した時間間隔で瞬時値をトレンドデータとして内部メモリに記録し、線量当量率の時間変化を測定する。内部メモリに保存したトレンドデータや警報履歴は簡単な操作で表示器に表示できるため、記録計を用いることなく線量当量率の時間変化や警報発生履歴の確認が可能である。さらに、記録したデータは本体側面のUSB端子を介して、USBメモリに転送することができるため、パソコンでのデータ編集も可能である。図9にトレンドデータの表示画面を示す。

また、本体に検出プローブの校正定数設定機能を持たせているため、線量校正が本器のみで可能である。校正定数設定画面を図10に示す。表2に製品仕様を示す。

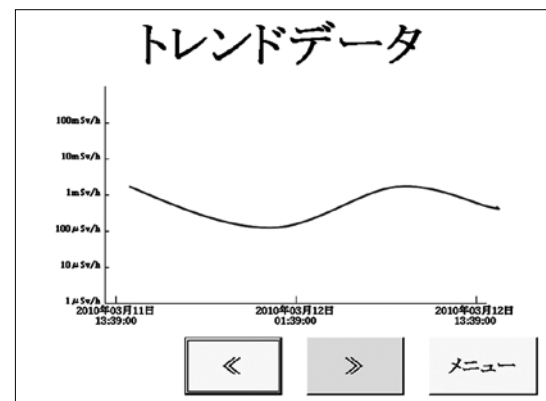


図9 表示器画面 (トレンドデータ)

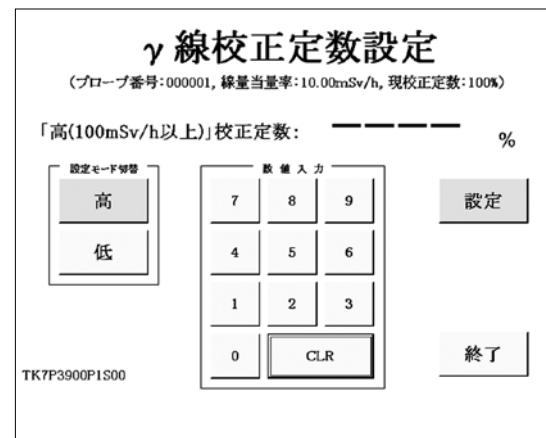


図10 表示器画面 (線量校正時)

#### 4. 環境線量計

環境線量計は原子力施設や加速器施設内外に設置され、1時間ごとの環境放射線量を測定することを目的として使用される。このため、環境放射

表2 可搬型エリアモニタ製品仕様

項目	仕様
検出器の種類	シリコン半導体検出器
測定線種	γ(X)線
測定エネルギー範囲	60keV~1.25MeV
エネルギー特性	±25% (60keV~1.25MeV)
測定範囲	0.1μSv/h~999.9mSv/h
指示誤差	±20%
方向特性	±10% (-45°~+45°)
	±30% (-70°~+70°) (校正中心の垂線を0°基準)
警報機能	線量率高警報および低(故障)警報
表示部	12.1型TFT液晶ディスプレイ
操作部	ディスプレイ上のタッチパネル操作
データ記録	トレンド1ヶ月、警報履歴1000件
データ転送	USBメモリにデータ転送可能
寸法	表示器:352(W)×270(H)×90(D)mm
	プローブ:66(W)×145(H)×25(D)mm *プローブとの接続ケーブルは30mまで延長可能。
質量	表示器:6kg, プローブ:270g
使用環境	0~40℃, 相対湿度90%RH以下
使用電源	AC 100V ±10%

線量を精度よく測定するために、高感度化が求められる。今回開発した環境線量計は小型半導体検出器を複数使用し、検出感度を当社従来比11倍と高感度化した。バックグラウンドレベルでの1時間積算線量を統計精度約6%で測定可能である。

図11に環境線量計のブロック図を示す。センサーは半導体検出器と増幅器、ディスクリミネータで構成され、各検出器からの信号は増幅器にて増幅され、ディスクリミネータにて有効信号として弁別された信号をカウンタにて計数・積算し、積算線量を算出する。増幅回路は前述のパトロールサーベイメータの増幅器からさらに低消費電流化を図り、1回路あたりの消費電力を低減させ、センサーの消費電力は従来の1/2以下(当社比)にした。半導体検出器にはバイアス電圧を常時印加しているが、バイアス電圧を低下させることなく、消費電力を半減させた。これらの低消費電流化を図ることで、単三型リチウム電池2本で、1年間の使用が可能になった。

ハンディデータ収集ターミナルは当社従来機種(形式NSD2)と共通であり、今回開発した環境線量計は従来機種との混在使用が可能となっている。

不揮発性メモリ専用の読み出しコネクタを設けており、万一、環境線量計の使用中に機器の故障などが発生しても、不揮発性メモリに記録した積算線量などの情報は、後から取り出すことができる構造としている。

製品仕様を表3に、製品外観を図12に示す。

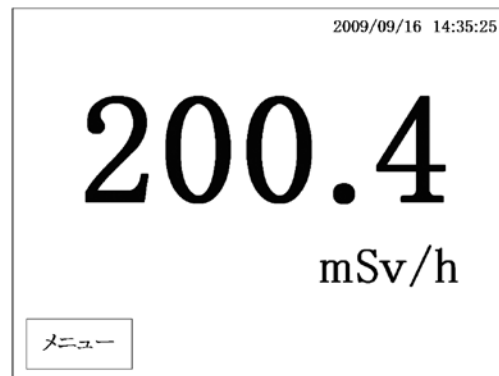


図7 表示器画面 (測定時)



図8 表示器画面 (警報時)

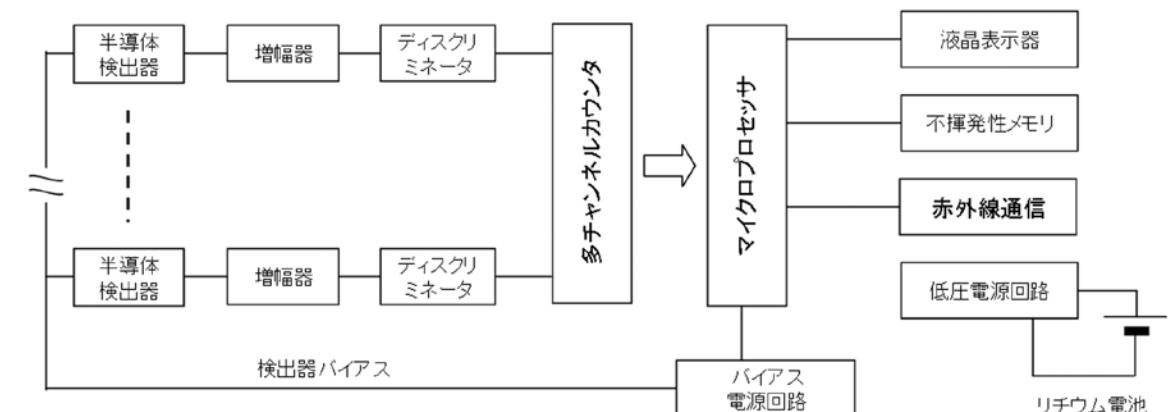


図11 環境線量計 ブロック図

表3 環境線量計製品仕様

項目	仕様
検出器の種類	シリコン半導体検出器
測定線種	$\gamma$ (X)線
測定エネルギー範囲	50keV~6MeV
エネルギー特性	±30% (60keV~1.5MeV <sup>137</sup> Cs基準)
測定範囲	0.001mSv~999.99mSv
指示誤差	±10% (0.001mSv~999.99mSv)
方向特性	±25% ( <sup>137</sup> Csにて) (水平±180°, 垂直-60~+240°)
表示部	液晶表示
データ記録	トレンド件数2400件
データ転送	赤外線通信
寸法	66(W)×145(H)×25(D)mm
質量	約250g
使用環境	-10~50°C, 相対湿度95%RH以下
使用電源	リチウム一次電池



図12 環境線量計 (NSD43) (差し替え予定)

5. おわりに

多チャンネル半導体検出器を使用し、検出感度を高感度化した新製品3機種についてのべた。3機種の測定器は外形をほぼ従来機種と同形にした上で、検出器を複数搭載することが可能であり、電子部品の小型化が進む中、更なる多チャンネル化が可能となる。今後、半導体検出器を使用した、環境放射線の時間的変動の測定やリアルタイム測定が期待できる。これからも半導体検出器を用いた放射線管理に役立つ製品を引き続き提供していく。

最後に、本開発に当たって特性評価の便宜やいろいろな助言を与えてくださった多くの関係者に謝意を表します。

参考文献

- 1) 富士時報 Vol.80, No.4, p.259-262 (2007)

東海発電所熱交換器の解体撤去設備の据付

Install of Dismantling Facilities for Steam Raising Unit in Tokai Power Station

武仲 五月\* 澤田 晃成\* 山崎 誠一郎\* 木村 秀明\*\*  
Satsuki Takenaka Terumasa Sawada Seiichiro Yamazaki Hideaki Kimura

〔概要〕

日本原子力発電(株)(原電)の東海発電所(コールドタービン型、電気出力166MW)は、わが国初の商業用原子力発電所であり、1998年(平成10年)3月にその使命を終えて運転を停止した。

カワサキプラントシステムズ(株)(カワサキプラント)は、東海発電所の建設に携わり、熱交換器を含む一次冷却系の製造を担当するとともに、定期点検・保守などを実施した。また、原電の廃止措置計画および廃止措置技術の研究に協力し、2010年5月に熱交換器撤去設備の据付を完了した。

東海発電所の廃止措置は、2001年(平成13年)12月から撤去工事に着手し、2010年(平成22年)度から、熱交換器の撤去を主とする工事が開始される。熱交換器は、一次冷却材のパウダリを構成する機器で、原子炉に次ぐ大型構造物である。また、放射性物質により汚染しているため、撤去工事において汚染拡大防止を考慮することが重要である。原電とカワサキプラントは、撤去作業の確実性、安全性に優れ、かつ放射性物質の汚染領域を最小にでき、作業員の被ばくを低減できることから、ジャッキダウン工法と遠隔切断装置/搬送装置による撤去工事計画を選定し、これら撤去設備の据付工事を完了した。本稿では、この工事について報告する。

1. はじめに

日本における原子力エネルギーの平和利用は、半世紀を超える歴史を持ち、その創生期において建設された原子力発電所や研究設備などではその使命を終えたものもある。これらの発電所や研究設備などは、順次、廃止される計画である。日本

初の商業用原子力発電所である日本原子力発電(株)(以下、原電という)の東海発電所(炭酸ガス冷却黒鉛減速コールドタービン型炉、電気出力166MW)は、1966年(昭和41年)7月にわが国初の商業用原子力発電所として営業運転を開始した。東海発電所の外観を写真1に、主な仕様を表1に示した。東海発電所は、その後順調に発電



写真1 日本原子力発電(株) 東海発電所

\* カワサキプラントシステムズ(株) エネルギープラント総括部 原子力部

\*\* 日本原子力発電(株) 東海発電所廃止措置室

表1 東海発電所の主要な仕様

項目	仕様
炉型	コールドターホール改良型
冷却材	炭酸ガス
減速材	黒鉛
燃料	天然ウラン(約187t)
熱出力	587MWt
電気出力	166MWe
建設開始	昭和35年(1960年)1月
営業運転開始	昭和41年(1966年)7月
運転終了	平成10年(1998年)3月

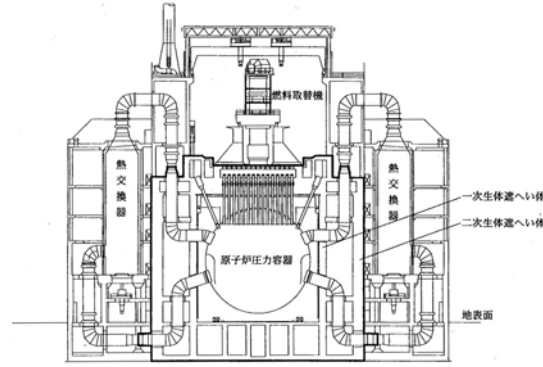


図1 原子炉建屋における熱交換器の配置

運転を続けたが、1998年(平成10年)3月に使命を終えて運転を停止した。現在、原電により廃止措置を実施中である。わが国では、今後本格的な原子力発電所廃止措置の時代を迎えることから、重要なプロジェクトとして注視されている。

原電は、2001年(平成13年)12月に東海発電所の撤去工事に着手し、2005年(平成17年)度まで、放射能汚染のない周辺設備などの撤去を主とする第1期工事を完了した。2006年(平成18年)度からは、一次冷却系の熱交換器(SRU: Steam Raising Unit)を主要な撤去対象の一つとする第2期工事を開始している。

カワサキプラントシステムズ(株)(以下、カワサキプラントという)は、東海発電所の建設に携わり、熱交換器を含む一次冷却系の製造を担当するとともに、この定期点検・保守などを実施してきた。また、早い段階から原電の廃止措置計画および廃止措置技術の研究に協力し、熱交換器撤去工事において、撤去装置の設計、製作、据付などを担当した。

熱交換器は、複雑な内部構造を持ち、一次冷却材のバウンダリを構成する重要機器であり、原子炉に次ぐ大型構造物である。また、放射性物質により汚染しているため、撤去工事においては適切な汚染拡大防止措置を講じるとともに、作業者の被ばく低減を図ることが重要である。原電とカワサキプラントは、熱交換器に対する各種の撤去工法を比較検討し、確実性、安全性に優れ、放射性物質の汚染領域を最小にできることから、ジャッキダウン工法と遠隔切断装置/搬送装置による工

法を選定した。本稿では、この熱交換器の撤去技術と上記要求条件を具体化した工事内容について紹介する。

2. 熱交換器解体撤去工事計画

2.1. 東海発電所廃止措置計画の概要

原電は、わが国最初の商用原子力発電所の廃止措置として、2001年(平成13年)12月から東海発電所の撤去工事を実施中である。現在原子炉領域の放射能の減衰を待つために、原子炉領域を安全貯蔵しつつ、原子炉領域以外の撤去を進めている。東海発電所廃止措置の全体スケジュールを表2に示した。2006年(平成18年)度からは、熱交換器などの撤去工事に着手し、2011年(平成23年)度までに熱交換器、2017年(平成29年)度までにすべての建屋・機器の撤去を完了する計画である。原電は、東海発電所の解体に当たり、熱交換器本体を含めて多くの設備・機器の解体撤去、解体廃棄物処理などの作業を社員自らが行う直営工事で進める計画である。

2.2. 熱交換器の概要

東海発電所の熱交換器は、原子炉圧力容器の周囲に4基設置されている。一次冷却材(炭酸ガス)は熱交換器の上から下へ向かって流れ、伝熱管内を上昇する水と熱交換して蒸気を発生する構造となっている。東海発電所の断面および熱交換器の配置を図1に示した。熱交換器内部は、図2に示すように、6層の伝熱管群(チューブバンク)に分かれており、各層のチューブバンクは、図3に示すように、伝熱管を折り返しながら千鳥格子状

表2 廃止措置工程表

放射能汚染のない建屋(非管理区域)の建屋及び管理区域解除後の建屋の撤去工程を示す。	平成10年度(1998)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成11年度(1999)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
放射性廃棄物の処理処分	平成12年度(2000)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成13年度(2001)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
使用済燃料冷却池洗浄・排水工事	平成14年度(2002)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成15年度(2003)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
廃止措置準備工事	平成16年度(2004)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成17年度(2005)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
タービン建屋領域機器撤去工事	平成18年度(2006)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成19年度(2007)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
燃料取替機等撤去工事	平成20年度(2008)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成21年度(2009)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
熱交換器等撤去工事	平成22年度(2010)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成23年度(2011)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
撤去物等搬出準備工事	平成24年度(2012)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成25年度(2013)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
原子炉サーベイス建屋領域機器撤去工事	平成26年度(2014)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成27年度(2015)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
各建屋附帯設備等撤去工事	平成28年度(2016)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
原子炉建屋換気設備撤去工事	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
放射性廃棄物処理設備等撤去工事	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
管理区域解除工事	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
建屋撤去工事※	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去
	平成29年度(2017)	燃料搬出	原子炉領域安全貯蔵	原子炉領域以外の撤去

日本原子力発電株式会社 | Copyright (C) The Japan Atomic Power Company.



1階のガスダクトエリアの壁を撤去した。

コンクリート壁の撤去方法は、ドライワイヤソー工法を採用し、液体廃棄物を極力発生させないこととした。



写真2 コアボーリングによるワイヤ貫通穴空け作業

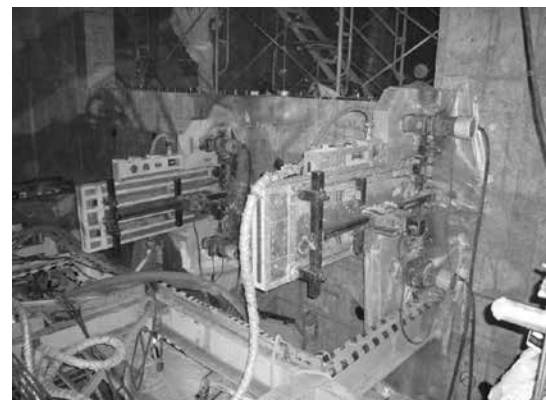


写真3 ドライワイヤソーによる切断作業

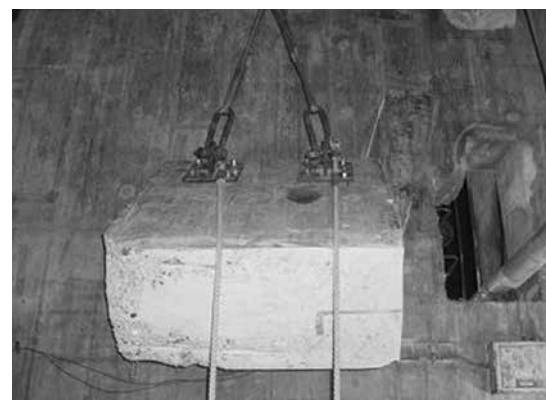


写真4 切断片吊り降ろし作業

まず、ワイヤを通すための穴をコアボーリングにて穿孔し(写真2)、ワイヤを通してドライワイヤソー装置にてコンクリート切断片を切り出し(写真3)、チェーンブロックにて床面までつり降ろした(写真4)。

### 3.2. ジャッキ据付工事の概要

ジャッキは熱交換器領域屋上に設置されるが、屋上スラブは熱交換器荷重を受けられる強度がないため、熱交換器荷重を壁面に伝えられるようなジャッキ架台基礎を設置しなければならない。ジャッキ据付工事は、本ジャッキ架台基礎から着手した。

ジャッキ架台基礎は計4基であるが、うち2基は建屋外壁上部に据え付けられ、2基は二次生体遮へい体にケミカルアンカを埋め(写真5)、コンクリート基礎を盛って(写真6)製作した。

続いて、ジャッキ架台を数ピースに分割して、クレーンにて屋上の本ジャッキ架台基礎へ設置し



写真5 ジャッキ架台基礎(ケミカルアンカ据付)



写真6 ジャッキ架台基礎(コンクリート打設後)



写真7 ジャッキ架台設置



写真8 熱交換器-ストランド接続

た(写真7)。

後述のアンカを設置した後、油圧ジャッキ本体を設置し、ストランドにてアンカと油圧ジャッキを接続した(写真8)。

### 3.3. アンカ設置工事の概要

アンカは、いわば熱交換器の吊りピースであり、熱交換器上部の胴に4基設置した。

アンカ(写真8)の設置に先立ち、熱交換器胴板材に内部欠陥がないことを超音波探傷試験にて確認した。

アンカは、板厚30~50mmの構造材であり、これを熱交換器の胴に溶接にて設置する。また熱交換器の胴も板厚68~83mmの板材であるため、厚板同士の溶接であり、予熱管理を行い、低温割れを防止した。また、溶接後は熱処理を行い、残留応力を除去した。



写真9 ステージ施工



写真10 ステンレス鋼板施工

### 3.4. 床養生工事の概要

エアキャスタを走行させるためには、走行範囲を平坦化する必要がある。

既設床に開口部がある箇所には、鋼材でステージ(写真9)を製作し、熱交換器分割体(70t)を積載したエアキャスタが走行してもひずみの生じない走行面を形成した。

また、切断エリアの床にある既設機器のコンクリート基礎を撤去して、走行範囲約300m<sup>2</sup>を表面凹凸3/1000以下の精度で施工するとともに、ステンレス鋼板にて養生した(写真10)。

### 3.5. 遠隔切断装置、遠隔把持搬送装置据付工事の概要

遠隔切断装置は、一次切断装置と二次切断装置とから構成される。一次切断装置は、熱交換器胴の周囲に設置されたリングモノレール上を移動し



写真11 遠隔把持搬送装置据付

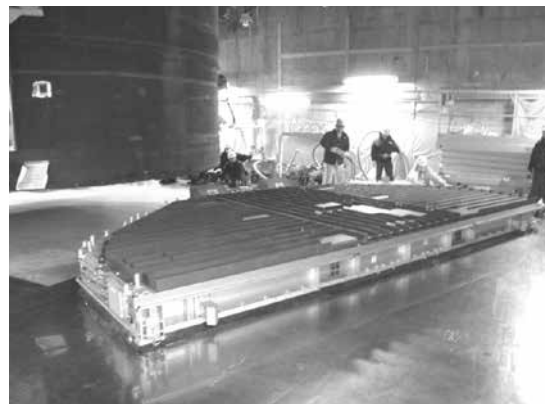


写真12 エアキャスタの移動・据付



写真13 難燃性シート養生

て、熱交換器を輪切りにする装置である。また、二次切断装置は、輪切りにされた熱交換器分割体を細断する装置である。

遠隔把持搬送装置は、二次切断時に切断片を遠隔で把持し、搬送するものである（写真11）。

一次切断装置、二次切断装置、遠隔把持搬送装置合わせて数十トンの重量になるため、これらを支える梁はたわみを抑えるべく十分な強度を持たせた。

### 3.6. エアキャスタ据付工事の概要

エアキャスタ（写真12）は、一次切断された熱交換器の分割体を積載・搬送する装置であり、1基あたりの大きさは、縦×横×高さ＝約7000mm×約3500mm×約600mmである。ただし、この寸法のままでは、現地へ搬入できないため、エアキャスタは1基あたり3分割とした。

なお、2基のエアキャスタは現地組み立て後は、縦×横＝約7000mm×約7000mmとなり、遠隔切断装置、遠隔把持搬送装置を据え付ける上で、スペースを占有してしまう。そのため、ジャッキ装置と協調を図り、ジャッキにて熱交換器を吊上げている状態で、エアキャスタを運転し、熱交換器直下部へ納めた。

### 3.7. 養生工事の概要

熱交換器の切断作業場所は、汚染管理区域であるだけでなく、遠隔切断装置による熱も発生するため、難燃性シートで養生した（写真13）。さらに床、壁面の高さ約2m以下の部分については、金属鋼板を張り、熱的切断時に発生する火の粉対策を施した。

## 3. おわりに

以上の工事を行ない、限られた空間、工程にて建屋を改造し、機器を据え付けた。また、徹底した安全管理を行うことにより、長期間の工事でありながら、無事故無災害を達成した。

今後の原子炉領域の撤去工事にも、今回工事の知見を生かすとともに、この場を借りて関係各位に心より御礼申し上げるものである。

## 欧州の原子力事情 －その歴史的経緯と現状－

### Nuclear Energy in Europe focusing on France － its past and today －

村野博一\*  
Hirokazu Murano

（2010年1月21日開催した「エネルギーを考える会勉強会」での講演録の再録です。

欧州のエネルギー事情、特に原子力事情は、日本とは違う独自の発展を遂げています。EUになってから電力が自由化されたため、電力会社の再編が進んでいる欧州。原子力カルネッサンスの流れの中で、原子力発電所の建設反対、凍結の国々も原子力を見直し始めています。

今回は、欧州の中でも原子力先進国であり、電力輸出国でもあるフランスでの長い駐在経験をお持ちの、総合商社・双日(株)の村野博一氏にフランスを中心とした欧州の原子力事情を、お話しいただきました。

原子燃料の契約に携わっていらした現場ならではのお話も伺うことができました。

総合商社双日(株)のエネルギー・金属部門で電力・原子力担当部門長補佐をしております村野と申します。

本日は、欧州の原子力事情というテーマでお話しさせていただきます。

#### ◆フランスが原子力を推進できた理由

フランスの原子力は、まず1945年にフランス原子力庁（CEA）ができて、この後ずっと開発が続くわけです。フランスというのは現在、電力の8割近くが原子力で賄われています。なぜフランスではこれだけ原子力がうまくいったのか？その成功の理由の源は一体何だろうか？

私がパリに駐在していた1980年代のフランス人

がよく言っていました、原子力の3大恩人というのがおまして、一人が「原子力をやる」と決めたドゴールです。それから、ちょっとわかりにくいのですが、ナポレオンです。ナポレオンが生きていたのは原子力発電が行なわれるはるか昔ではありますけれども、フランスで中央集権が確立されていたと言うのは大きな意味を有しており、中央集権を確立したナポレオンの力が大きかった。しばらく前のドイツの原子力がそうでした。地方（社民党と緑の党の連立の反原子力政権）が強くて、中央政府が原子力推進でも、実際の許認可権を中央政府ではなく地方政府が握っていると、ものごとはなかなか進められない。そういう意味において、中央集権で国を非常に強くしたナポレオンは、原子力の成功に大きく貢献しているということです。

それからもう1つが共産党です。日本と違って、フランスの共産党は当初から原子力推進派です。一定以上の規模の政党では、かつては社会党が原子力に反対していました。

ちょうど私がパリにいた1981年にミッテランが大統領になりました。それと合わせて国民議会という、日本の衆議院に当たる議員の選挙があって、大統領選、国民議会選挙の両方で社会党が勝ち、政権を取りました。選挙のときに社会党の人たちは原子力反対を政策に掲げ選挙運動をやっていたわけです。その前のジスカール・デスタン大統領のときは原子力推進でした。社会党が政権を取ったときに、原子力反対が通じるかどうかということとで困ったときがあるんです。このときは政権を

\* 双日(株) エネルギー・金属部門

取って“君子豹変する”ということで、いろいろ経緯はありましたが、社会党は反対から推進に立場を変えていったわけです。

そのときに社会党と連立を組んでいたのが共産党です。この共産党はもともとから推進派ですので問題はなかったのですが、一方、社会党はリーダーシップを取って「エネルギー政策上、原子力は本当に要るか、要らないか」という話を6か月くらいかけて下から議論を積み上げていったわけです。

この間は建設中の原子力発電所や、いろいろな原子力関連施設の工事を全部止めました。建設を進めながら議論を進めるのでは、なかなか納得できない人もいますから、一応止めて議論を進めたわけです。もちろん、そのとき出来上がっていて、運転中の原子力発電所はそのまま運転は継続していました。建設中のものは凍結という形にして、6か月間全国で議論をし、その結果、「やはり推進にしましょう」ということになり、その時点で社会党は反対から推進に変わったのです。

そういう意味では、共産党がもともと賛成だったというのがフランスの中では非常に大きな要素であるということです。

#### ◆フランスの原子力開発の歴史

フランスの原子力の歴史は、原子力庁ができ、1950年代から実際に動き始めます。これが平和利用かどうかですけれども、当初、ガス炉で始まっています。今の日本の原子力発電所は、ほとんど加圧水型もしくは沸騰水型という軽水炉で、ウランを濃縮したものを使っていますが、フランスのガス炉は天然ウランを使います。天然ウランを酸化物ではなく金属の状態で燃料にして、それを原子炉に入れています。

当初、マルクールにG1というほとんど軍事目的のガス炉ができて、その後に発電用の原子炉G2、G3ができました。フランス電力庁(EDF)とフランス原子力庁(CEA)の折半でできたのがこのG2、G3発電所です。50年代から60年の間ですから、これらは民生と軍用の区別が明確ではないという時代でした。

軍用とは何をつくるかという、ウランを核分

裂させると発生した中性子をウラン238が吸収してプルトニウム239が生成されます。この生成されたプルトニウムを抽出して、兵器に使うわけです。それには再処理が必要で、その再処理を行なった工場がUP-1という再処理工場です。今、新聞などでラ・アグのUP-2、UP-3と書いていますが、これは1番、2番、3番ということです。

Uはフランス語のusineで、工場という意味です。Pはplutoniumで、要するに、プルトニウムを抽出する工場という意味です。

このG1は、もう1956年にできています。それに合わせて、再処理工場UP-1を当時からつくっています。しかしながら原子力利用はだんだん民生のほうに移っていき、UP-1は軍事用の再処理を一切やめました。要するに平和利用に使っているガス炉をフランス電力庁がまだしばらくつくっていましたので、その原子力発電用のガス炉からの使用済み燃料の再処理をやっていました。

余談ですが、ガス炉の発電所は、イギリスも開発していました。もうすでに閉鎖しましたが、日本原子力発電の東海1号がイギリス設計のガス炉です。これは私どもが輸入のお手伝いをしています。

フランスの話に戻りますと、60年代もガス炉は継続していました。けれども、世界的に見ると、軽水炉がどんどん広がってきているということで、1960年代と70年代、特にオイルショックを機会にガス炉から軽水炉に移っていきました。

軽水炉にはウランの濃縮が必要になってくるわけです。この間、軍需の話が出てきて、プルトニウムを使った原爆と濃縮ウランを使った原爆というのがありますが、フランス原子力庁が独自で自分たちの濃縮技術を開発します。あくまでも軍事用の別途のものです。

70年代に入り、軽水炉に切り替えるため、ヨーロッパのスペイン、イタリア、ベルギー等の株主も集めて、軽水炉と合わせて大型のウラン濃縮工場もつくりたい、ということになったわけです。1973年のオイルショックのときに、フランス人は「自立」という言葉が好きですから、エネルギーの自立、自国でサイクルをやるよということで濃縮工場をつくれます。ただし、これは平和利用で

すから、フランス一国だけではなしに、先ほど言いましたように、スペイン、イタリア、ベルギーと一緒に。そのほか当初はスウェーデンも候補でいたんですけども、最終的には参加しませんでした。

そのほか、イランも一部入っています。イランはこの当時、今のイランではなしに、70年代ですから、シャール(国王)がいたときです。あのとき、やはり彼らも原子力をやりたい、濃縮ウランも必要だ、ということで、自分たちもウランを買うためのお金もありましたから、フランスの濃縮工場に参加しようとしたわけです。ただし、イランは直接の株主にはならず、イランとフランス原子力庁が合弁の会社をつくり、それを通じてこの濃縮工場の株主になっています。したがって、直接の株主ではありません。スペインなどの直接株主ですらもちろん濃縮技術にはアクセスできませんが、イランはもう一段後ろ側である間接株主ですから、今いろいろなニュースで、イランはフランスの濃縮技術を導入しているのではないかなどの噂が出てきていますが、それは絶対あり得ないことです。

80年代にフランスは1年に5基から6基くらいの軽水炉(フランスはPWR)を建設する、こういうハイスピードで進んでいます。私は80年から85年までパリにいましたが、82年くらいまでは原子力発電所の設置容量は日本のほうが大きかったのが、そのへんでフランスと日本が逆転しています。あとは毎年こういうペースで建設していましたから、フランスのほうがずっと伸びてきて、現在、フランスはPWR(加圧水型)が58基、日本はPWRとBWR(沸騰水型)合計54基とほとんどオープンです。

軽水炉と合わせて高速炉の開発も行なっています。私が会社に入った70年代、フランスでは軽水炉だけではウラン資源に限りがあるので、夢の原子炉、FBR(高速増殖炉)をたくさん建てる計画でいました。ところが、「フェニックス」から「スーパーフェニックス」と徐々にスケールアップして実証炉までいきましたが、経済性がなかなか出てこないわけです。1985年には「これ以上高速炉を増やす計画はやめ、『スーパーフェニックス』を継続して、できる技術・経済性の改良という形で進みましょう」ということになりました。このときは社会党が首相をやっていましたが、緑の党と連立を組んでいたので、緑の党の影響を受けて、「スーパーフェニックス」を閉鎖します。要するに、緑の党の顔を少し立てた形で最終的には1998年に政治的に「スーパーフェニックス」が止まったということです。

軽水炉路線のほうですが、もともとフランスは米国のウェスチングハウス社からPWRを入れていました。70年代、フラマトム(もともとはウェスチングハウス社より技術を導入した会社)という会社があって、PWRの技術を入れていたわけですが、その後、フラマトムは独自の技術で軽水炉をどんどん建てていきました。

1979年にスリーマイル、1986年にチェルノブイリで事故が起き、新規原子力発電の建設計画が取り止めとなり、軽水炉建設のマーケットはどんどん縮小していきます。自分たちだけで開発してもということで、90年代に入り、ドイツのシーメンスと一緒に、もっと効率の良い、経済性の良い新しいPWRを開発するためにNPIという会社をつくって、設計したのがEPR(欧州加圧水型原子炉)と呼んでいるものです。これがフィンランドやフランスで今、実を結んできています。90年代のこの時期にもう設計していたわけです。

2000年代になりますと、最近、原子力カルネッサンスということで、原子力発電所のフランス国内での建設もありますし、輸出もしています。

#### ◆フランスの原子燃料サイクル

次に燃料サイクルのお話をします。ウラン鉱石からウラン精鉱、それから濃縮をするためにガス化しなければいけないので、UF6(六フッ化ウラン)にします。これを濃縮して濃縮ウランになって、次が原子炉に入れる燃料集合体です。そして原子炉に入って、使い終わった後に再処理をする。出てきたウランは再びUF6にするという原子燃料サイクルで回っていくわけです。

もう一方では、プルトニウムが出てきますから、プルトニウムはMOX加工という形にして、最近、九州電力にも入っているいろいろと話題になりました

けれども、MOX燃料にして、また原子炉に戻す、  
 こういうサイクルがあります。

この燃料サイクル事業のほとんどを担っていた  
 のがコジェマ社です。今、この名前はなくなって  
 いますが、コジェマはフランス原子力庁の中にあ  
 るウランを採鉱する部門のウラン生産部が独立し  
 たものです。先ほど言いましたUP-1という再処理  
 も行なっています。

それからEURODIF (ユーロディフ)。EUROは  
 ヨーロッパのユーロで、DIFというのはガス拡散  
 で、英語でいうとディフュージョンになるので、  
 ヨーロッパのディフュージョン・プラントを略し  
 てユーロディフということでした。

これはフランス、スペイン、イタリア、ベルギ  
 ーの各企業の共同濃縮会社ですが、51%以上をコ  
 ジュマが持っていましたので、実際はサイクル全  
 部をコジェマが牛耳った形です。

ただ、1箇所だけ違ったのがありまして、UF6  
 をやっていたのがペシネ社です。

原子力産業を支えていたのは、1970年、80年く  
 らいまではコジェマ、ペシネ、フランス電力庁、  
 それから原子炉をつくる会社のフラマトムです。

最初はフランス原子力庁だけ、それからフラマ  
 トムが原子炉の製造、燃料サイクルはコジェマ  
 (ウラン鉱石、濃縮、再処理)とペシネ (UF6転  
 換、燃料加工)、それから基本的に研究開発のフ  
 ランス原子力庁、こういう役割がありました。社  
 会党政権になったときには、国有化をして、国が  
 株主になっていくわけです。国の命令で「原子燃  
 料サイクルはコジェマとフラマトムに集中しなさい」  
 ということで、ペシネが持っていたUF6転換  
 をコジェマに移させ、燃料加工は原子炉に付随し  
 ますので、フラマトムに参加させたわけです。そ  
 れでペシネが消えていきます。以後、フランス原  
 子力庁、コジェマ、フラマトムの3者になります。

さらに、ステップごとに役割を分担していまし  
 た。フランス原子力庁ホールディングは国です  
 から、株の大半を持っていたましたが、コジェマのト

ップがいろいろとフランス原子力庁と話をして、  
 国内だけではなくに国際的にもっと強くならな  
 ければいけない。フランス原子力庁の研究開発は別  
 途残しても、ほかの分野は一緒にやろう、とい  
 うことになりました。2001年にフランス原子力庁  
 ホールディングの名前を改めアレバとし、コジェマ  
 をアレバNC (Nuclear Cycle)、フラマトムはアレ  
 バNP (Nuclear Power) として、アレバの傘下  
 に両方とも入れてしまったわけです。

その前に、フラマトム自身は先ほど言いました  
 EPRという原子炉を開発するのにシーメンスと協  
 力していましたが、ある時期ずっと新しい炉が建  
 たなかったため、シーメンスの原子力部分だけ  
 を買い取ってしまいました。フラマトムのうちの3  
 分の1はシーメンスが株を持っていましたけれ  
 ども、そのシーメンスの実際の原子力部隊はフラ  
 マトムの中に入ってしまったのです。ですから、  
 フラマトムが新しくアレバNPになったときには、  
 アレバNCはアレバの100%、アレバNPはアレバが  
 67%、シーメンスが33%ということです。それ  
 で、「世界戦略はこのアレバでやりましょう。燃料サ  
 イクルも原子炉も両方とも抱き合わせて一緒に国  
 内も仕事をし、外に対しても仕事をしましょう」、  
 こういう形になっています。

アレバは、フランスはもちろん、中国、フィン  
 ランドでも仕事をしています。これからイギリス、  
 インド、イタリア等々、原子力カルネッサンスで市  
 場がどんどん拡大しているため、アレバグループ  
 という形で進めていこうとしています。

◆電力自由化で進む欧州電力の再編

以上は供給者側から見た世界ですけれども、も  
 う一方、見なければいけないのが原子力発電所を  
 つくって、運転している電力側のほうです。フ  
 ランスの場合にはフランス電力庁がオンリーワン  
 です。一部、地方電力が水力のダムを持っている  
 ところもありましたが、私がいた80年代、90年  
 まで95%くらいの電力をフランス電力庁から取  
 っていました。独占の会社です。

似ていたのがイギリスで、英国中央電力庁  
 (CEGB)とスコットランドのSEGBです。イギ  
 リスはスコットランド、イングランド、ウェールズ、

アイルランドとありますけれども、地域によって  
 供給元が違います。イギリスの場合には英国のバ  
 ンク・オブ・イングランド発行のポンドとバン  
 ク・オブ・スコットランドのコインと別々に存在  
 して、使っていたわけです。

当時はそうだったんですけれども、90年代に入  
 って、EC (欧州共同体) からEU (欧州連合) に  
 なってから電力の自由化ということで、ヨーロッ  
 パの中の電力というのがだいぶ再編されていま  
 す。一番早かったのはイギリスで、CEGB (中央  
 電力庁) が解体されて、送配電のほうも分離とい  
 う形になって、そのときにフランス電力庁は英国  
 に電力会社を持ったわけです。ここはフランス電  
 力庁エナジーに変わって、最近ではフランス電力  
 庁エナジーがブリティッシュ・エナジーを買  
 取ってしまった。いったん買い取った後、セント  
 レカというイギリスのガス会社に一部渡してい  
 ますが、80%がフランス電力庁です。

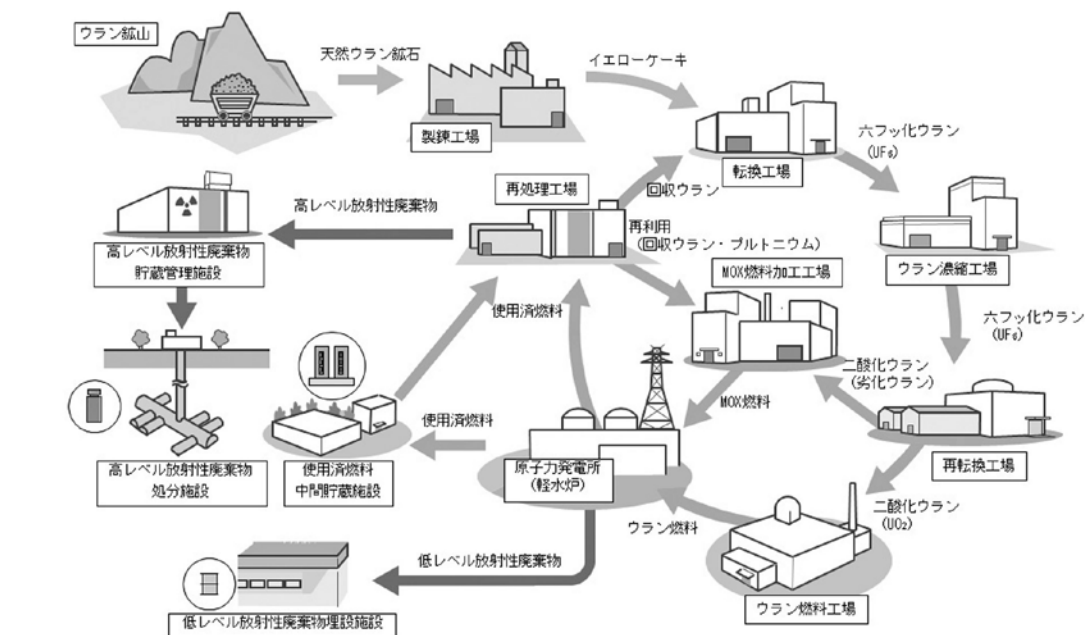
ドイツは昔、小さい電力会社が非常に多くあ  
 りました。地方の公共事業体とついで小さい電力  
 会社があったんですけれども、やはり小さいと競  
 争に勝てませんから、集約して4大電力にしまし  
 た。RWE、E-ON、スウェーデンのバツテンフォ  
 ル、それからEnBWになり、EnBWはフランス電  
 力庁が株を持っています。たぶん過半数持ってい  
 ます。フランス電力庁は今、一般メインはもち  
 ろん自分の国ですけれども、ヨーロッパにおい  
 てはイギリス、ドイツに橋頭堡があります。

フランスはフランス電力庁1社だけでしたが、  
 2009年、ガス・ド・フランスというガス会社と、  
 水処理、エネルギー、環境の会社、スエズと一  
 緒になって、スエズ・ガス・ド・フランスとい  
 う電力会社になりました。

スエズの本拠地はフランスですけれども、原  
 子力発電所はベルギーで持っています。ベルギ  
 ーには7基原発があり、そのすべてを持ってい  
 るのがスエズ・ガス・ド・フランスの子会社  
 であるエレクトラベルです。その株を持ってい  
 るのがスエズですから、この会社が子会社を通  
 じて発電した電気をフランスにも売っているとい  
 うことです。

今、EUは電力のネットワークがいっぱいあ  
 りますから、どこでつくっても必要な国に送  
 れると

原子燃料サイクル



(注) MOX (Mixed Oxide Fuel) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

出典：資源エネルギー庁「原子力2009」

＜日本原子力文化財団「原子力・エネルギー」図面集2010より＞

ということです。フランスからイギリスの海底ケーブルがあって、そこでもって電力を送っています。ピークは100万キロワットクラスの発電所1基分くらいをイギリスに電力輸出しています。

フランス電力庁の電力発電量の約8割が原子力です。残りの10%以上が水力で、残りは火力があって、少しだけ風力が入っています。ピークではフランス電力庁の電力のうちの15%くらいが輸出用でした。これだけ原子力比率が高いので、石油が高い時期にはかなり競争力があるということで、特に販売できたと思います。

イタリアは電力料金が非常に高いので、そういう意味でフランス電力庁は輸出することでだいぶ利益を挙げただろうと思います。

先ほどフランス電力庁はヨーロッパのドイツとイギリスに会社を持っているという話をしましたが、イタリアのエネルという電力会社とかなり関係を深めているところがあります。シェルブールの近くにフラマンヴィルという原子力のサイトがあるんですけれども、フランス電力庁は今、ここで1基160万キロワットのEPRの建設を行なっています。

フラマンヴィルはフランス電力庁の原発ではありませんけれども、このうちの20%前後をエネルが持っていて、ここで出た電力はもちろんイタリアが権利を持っていますし、人を出して操業の経験を踏ませることもできるわけです。というのは、イタリアはいったん原子力開発をやめてしまいましたけれども、今のベルルスコーニ首相が原子力復活ということを言って、法律も通していますし、これからサイトを決め、準備をしなければいけない。エネルとフランス電力庁がやりますので、当然アレバNPも「イタリアにまたEPRを建てよう」という話になっています。

◆フランスの今後の原子力政策

世界に向けてどんな形になっていくか。国内は、先ほど言いましたように、フラマンヴィルで1基つくって、その後、ペンリーというところで1基つくります。タイプはEPRです。ここまでははっきり計画があって、さらにもう1基、3番目の可能性までは政府が言っています。

今フランスには58基PWRがありますが、古いものだと30年越えていて、置き換える必要があります。フランス電力庁の計画でいけば、置き換えが20基くらいまではEPRで、既存のPWRが90万で、それを代替するEPRが160万ということですから、これで代替しても出力的にはイコールにはなりませんけれども、これで置き換えていこうということです。そして、未だEPRに置き換えられていない既存のPWRをその後に代替するのが第4世代の炉です。

日本も含めて、第4世代の高速炉を研究している国は世界的に広がっており、その国々が集まって協力をしています。第4世代を開発する国際協力チームのチーフになったのが日本の佐賀山さんという日本原子力発電の方ですけれども、かなりの数の国が参加して開発しようとしています。置き換えていくうちにそれが続くだろうということで、20基くらいまではEPRをつくって、その後は第4世代の高速炉でいこう、これがフランスの原子力発電の政策ということです。

以上がフランス国内ですけれども、ほかの国に対してアレバがどんな狙いをもっているか。

◆イギリスで原子炉を建設する国は？

アレバが狙っている国で一番大きいのはたぶんイギリスだと思います。先ほど言いましたように、イギリスはガス炉で始まって、その後、改良型のガス炉（AGR）、さらにその後にPWR1基だけです。当初のガス炉は50年代の末から60年代に動き始めたもので、ほとんど閉鎖です。今、動いているのはAGRとサイズウェルというところにあるPWR1基です。これもそのうち寿命がきますので、これも置き換えなければいけません。そこで、ブレア首相のときに原子力発電は地球温暖化ガスの排出削減に向けた有力な手段としての意義が明確にされ、今、ブラウン首相がそのまま引き継いでいく、という形になっています。

では誰が建てるのか。先ほど言いましたように、電力自由化で体制がだいぶ変わってきていますので、今のメインはブリティッシュ・エナジーです。2008年にフランス電力庁が買収しています。ここはずっとフランス国内でEPRを建てると言ってい

ますので、ここが建るとすれば、EPRを建てます。これはアレバと一緒にいっていいわけです。

ドイツもRWEとE-ONがジョイントベンチャーをつくって、「私たちが英国内に建てたい」と言っています。それからスコットランドとスペインと一緒に「我々も建てたい」と言っています。

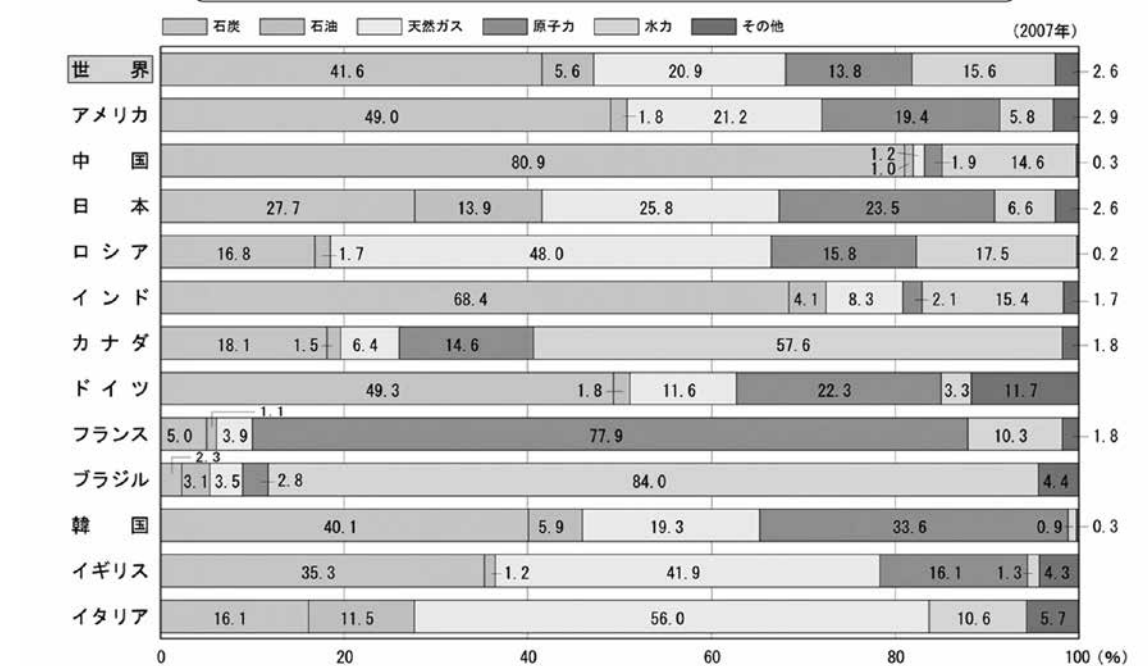
このへんのところの原子炉はどういうタイプになるのか、彼らははっきり言ってないです。EPRになるのか、100万のウェスチングハウス・タイプのAP1000になるのか、GE・日立のESBWRになるのか、いろいろ候補はあります。

どのタイプの原子炉が英国に建設されるか？ですが、イギリスの場合には原子炉の型式認定という手続きをやっている、最初に候補として4つ挙がっています。アレバのEPR、ウェスチングハウスのAP1000（最新鋭115万kW級加圧水型炉）、GE日立のESBWR（高経済性単純化沸騰水型原子炉）、それからAECLのACRです。ACRと

いうのはカナダのキャンドゥー炉で、軽水炉で普通の水を冷却水に使うのに対し、これは重水を使っています。この最新型も一応候補に挙がっていましたが、ここはもうすでに撤退しています。

撤退の理由ですが、カナダは自国のほうをまず集中するので、輸出には当面参加しないということです。ESBWRについてはいったん撤退を決めました。最近また復活と言っています。ですから、東芝が参加しているウェスチングハウスのAP1000とアレバのEPRの2つが先行しています。イギリスの原子力発電所計画は、かなり真剣味の高いプロジェクトですから、今からやっても早くても2016年、17年でないといけないと思いますけれども、2020年以前に何基か建設されるのは間違いありません。フランス電力庁は「6基くらいつくりますよ」と言っているの、そういう計画で進むと思います。E-ON/RWEグループも、送電キャパをすでに600万キロワット用意していますから、「もしAP1000だったら6基建ちます。もし

主要国の電源別発電電力量の構成比



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

出典：IEA ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES (2009 Edition) / ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES (2009 Edition)

EPRだったら4基くらいですよ」、こういう計算です。

いずれにしても、イギリスの原子力比率は今、20%ですから、これが全部なくなってしまうと、これはゼロになって、CO<sub>2</sub>排出に非常に悪い影響になります。やはり何としても原子力をやりたい、こういう形になります。

#### ◆イギリス以外でのアレバの狙い

##### ●イタリア

イタリアは原子力発電を全部やめてしまったので、原子力はゼロです。ただ、ベルルスコーニ首相が「これでは国際競争に勝ち抜けない」と。というのは、やはり原子力は単価としては安い。今、ヨーロッパの中でイタリアの電力料金は一番高いのです。ですから、何としても原子力を導入して国際競争力をもたなければいけないということがあります。イタリアとアメリカの協定、イタリアとフランスの協定、その中でエネルとフランス電力庁の協定というのができて、着々と進んでいます。ただ、サイトの選定になると地元の反対もありますので、政治的に決着がつかない問題はかなりあると思います。

##### ●インド

インドはついこの間、核実験をやった国ですし、国際的に締め出されていましてけれども、米印原子力協定（いわゆる123協定）という2国間原子力平和利用に関する協定が結ばれて、アメリカがオーケーを出したら、なだれ込んで、フランスも協定を結び、イギリスも結びということになりました。

原子力機器を輸出するグループ、日本も入っているニュクリア・サプライ・グループがあります。インドはNPT（核拡散防止条約）に入っていないのですが、特例として許すということです。IAEAとも保障措置をきちんと守ることを約束して、アメリカがオーケーしていますから、それを前提に認めたことになっています。

インド自身も、スケールはそんなに大きくないですけれども、自国のタイプの原子炉もありますし、技術的にはかなり進んでいる国です。ただ、ここが一番の問題はウラン資源がないために、国

際的に締め出されてしまうと建設できないことです。これでやっとサプライグループからもオーケーが出て、カナダなどからウランを買えるようになったわけです。

それからインドにはロシアはわりと協力的なところがありますので、ロシアも協力するという形で、アメリカとフランスとロシアの戦いになります。アメリカの場合、日立はGEと一緒だし、東芝はウェスチングハウスと一緒なので、AP1000とか、ESBWRとか、ABWRもありますけれども、ここに日本は日米チームとして参加は可能だろうと思います。

インドもサイトがけっこうありますけれども、ここはアメリカのサイト、ここはフランスのサイトと、政治的に決めてしまっている部分があります。ですから、ある意味では競争するというよりも共存する形になるのかな、というふうに思います。

#### ◆燃料サイクルをめぐる世界の動き

原子力発電所の燃料サイクルの話もさせていたかどうかと思います。

##### ●ウラン

ウランについて、フランスはかなりいろいろな権益を持っています。昔は国内にもありましたが、そんなに多くなかったのが、枯渇した形で採掘はやめています。しかし旧植民地がありますので、アフリカのニジェール、中央アフリカ、ガボンなどで採掘しています。それからカナダ、カザフスタン、このへんが主要供給源です。彼らは技術を持っていますから、資源があるところで探鉱していくという形で、その権益を取って行なっています。

アフリカのニジェールなどは、国家予算のうちのかなりの金額に貢献しているはずですが、ニジェールという国が政治的に安定かどうかという問題はありますけれども、誰が政権を取ってもウランに頼らないとやっていけない国ということで、ウランから見たら安定している国という見方ができます。ちょっと皮肉ですが、仮に政治的に安定してなくても、ウランを取得するという意味では安定した国と見てもいいのではないかと思います。

六フッ化ウランにする工場はフランス国内にあ

りますけれども、これは1960年代くらいから動いているので、そろそろ建て替えの時期で、今、新規の工場を建設中です。

##### ●ウラン濃縮

濃縮は、先ほど言いましたように、今、ガス拡散の工場のユーロディフが動いています。ただ、これは電力を多量消費して、あまり経済的でないという部分があります。

もう1つ遠心分離の技術がありますが、同じ量を濃縮するのであれば、これは50分の1くらいの電力消費量で済むので、経済性がだいぶ違うわけです。この技術を持っているのが英、独、蘭3か国の合弁会社ウレンコです。

アレバとウレンコは競合している会社です。ところが、営業的には競争はするのですけれども、遠心分離技術を持っている部分を独立させて、アレバとウレンコで50:50の会社を別途設立して、この技術のアレバも使えるようにしたわけです。ある意味ではお金で買い取ったという形です。

ユーロディフの工場は1980年から動いていますので、ほぼ30年になります。そろそろ建て替えるので、遠心分離技術で建て替えるということです。

日本もユーロディフから買っているのですけれども、田中角栄さんが総理大臣のときに決めています。契約したのはたぶん1974年だと思います。

それで今、遠心分離技術を使った新しい工場を建設中です。おそらく今年前半にはその新しい工場の操業が始まります。当面は今までの工場も動き、新しい工場も動きます。

アレバはフランス工場だけでなしにアメリカにも遠心分離で濃縮工場をつくらうとしています。アメリカの電力会社にも売ろうということで、今、アメリカに申請を出しています。ウレンコは株主である英独欄3つの国それぞれに工場が1つずつありますが、彼らもアメリカに工場をつくらうとしています。

もともとアメリカの原子力委員会（AEC）が持っていたオークリッジ、パデューカ、ポーツマス等にもガス拡散の濃縮工場があるので独占していたんですけれども、古くなったので、2つ閉めて、1つだけ動かしています。それからロシアの解体核、核兵器は濃縮度の高いウランを使っているの

で、それを薄めて売りに出しています。アメリカ市場では独占的に（AECのずっと後に名前が変わっていった）USEC（ユーセック）という会社が売っています。それと自分のところの工場のもので世界に供給しているのですけれども、やはりこの工場は古くなっていますので、ユーセックも独自に開発した遠心分離技術で工場をつくらうとしています。そういう意味でいくと、アメリカは3社が遠心分離で濃縮工場を建てようとしています。

ただし、アメリカのものは技術的に疑問が多くて、本当にできるのか多くの人が心配しています。USDOE（米国エネルギー省）が濃縮をやっていた時代がありました。今のエネルギー省の中に生産部門があって、そのときに開発した遠心分離技術をユーセックが引き継いでやっているのですけれども、その技術が順調に開発されていないのか、見ているとそんなふうに思えて、なかなかスケジュールどおりにいかないかなというところではあります。

このガス拡散、遠心分離の3社に加えて、GEがレーザー濃縮をやろうとしています。技術は全く別のもので、これは機密情報で、あまり出てこないのが、本当にどの程度なのかわかりません。GEがやっているから間違いなからう、という線はあるのですけれども、これもちょっと疑問です。

ですから、濃縮についてはフランス、英、独、蘭、アメリカ、それとロシア、このへんが世界でずっと競争しているということです。

##### ●燃料加工

次は燃料加工の話です。日本の場合、久里浜、東海村、大阪の熊取にも加工工場がありますので、ほとんど国内で供給できる形です。ただ、国際競争という意味で、国内のメーカーだけでなく海外も競争に加えさせようということで、一部アメリカでつくったものが日本に入ってきていますが、大半は国内で加工できています。

世界中で見ると、自国でできている所が多いんです。韓国も自分のところで全部行なっています。中国もまだキャパはそんなに大きくないのですけれども、かなり自国でできます。原子炉に入るのですから、やはり自国で持とうというのが基本方針だと思います。

ただ、ヨーロッパは1つの共同体ですから、1つの国で全部持つ必要もないということです。ある程度の規模の原子力発電所を持つところは持ちたい、そうでなければ買ってくる、こういう形になります。

#### ●再処理

一番大きい問題は再処理です。日本の六ヶ所村の問題もやはり技術的にはなかなか難しいところがあります。

フランスの再処理は割合順調にいったいて、技術だけ考えていくと、先ほど言いましたように、UP-1がマルクールにあって、UP-2、UP-3と併せて2つの再処理工場がラ・アーグにあります。

このフランスの技術を日本に持ってきたわけです。すなわち、昔の動燃の東海村にある再処理工場の主工程はフランスの技術を導入したものです。六ヶ所村の再処理工場の主工程も同様にフランスの技術を導入しています。ただし、六ヶ所村に導入された技術は、東海村の時代よりもっと新しいUP-3の技術です。また、再処理の工程から生じる高レベル廃棄物をガラス固化する技術は、日本が独自に開発し、東海村にガラス固化施設を建設しました。六ヶ所村のガラス固化技術も、東海村と同じく国産技術を活用しています。

再処理工場という点、ヨーロッパではフランスにUP-1、UP-2、UP-3とあって、イギリスはセラフィールドにあります。その前にベルギーに昔、モルという再処理工場がありました。これはOECDプロジェクトでしたので、そんなに規模の大きくないものです。ここで原子力船オットー・ハーンの燃料なども再処理していましたし、いろいろなタイプのをやっていました。ただ、この工場は早くに閉鎖になっていて、閉鎖をしたのは英、仏、独に大型の商業再処理工場建設の計画があったからだと聞いています。

ドイツは今も再処理工場はありません。カールスルーエで研究をやって、東海村と同じくらい小さい再処理工場があったので、それをもっと大きくした商業再処理ができる工場、UP-3や英国のソープと同じようなものをバックスドルフにつくろうとしたんですけれども、結局、緑の党が強い時代に政治的圧力で断念してしまいました。

断念したのは本当に緑の党だけのせいなのか。アメリカが兵器国でないところに再処理工場を持たせたくない、特にドイツに持たせたくないということでやめさせたとか、いろいろな噂がありました。しかし表向きは、反原子力が高まってやめさせられたということです。

そういう意味では、日本の東海村、六ヶ所村、日本のプロジェクトがずっと維持できているのは、とても大事なことだろうと思います。英国の再処理工場とフランス再処理工場の両方に日本の電力会社が海外委託という形で再処理を頼んでいますので、私どもも一部手伝っております。

UP-3という再処理工場は、当初、フランス国内の電力の燃料の再処理はせずに、フランス以外の日本、ドイツ、ベルギー、スイス、オランダの再処理を行なっていました。スウェーデンも契約当事者でしたが、1980年の国民投票で、原子力発電所の計画中止と2010年までの原子力廃止を決めたため、契約を解除してしまいました。その分を既存の顧客が増量して、この契約の総量としては維持していました。

契約国がこの工場を建設する資金を出して、操業する費用も出して、フランスにやってもらったということで、財務リスクは契約国がとり、技術的リスクはフランスがとる、こういう契約だったわけです。

使用済燃料を持って行って、出てくるのが回収ウランとプルトニウムと廃棄物です。これはMOX燃料という形になって、去年も運ばれてきましたし、これからしばらく定期的に運ばれてくるだろうと思います。

イギリスの場合はフランスのUP-3に相当するものがソープ再処理工場です。こちらの契約国にも、日本がいて、顧客はかなりフランスとダブっています。ソープ再処理工場では、フランスと違って、イギリスのAGR（改良型ガス冷却炉）の使用済燃料も再処理しています。ドイツ、スイス、オランダ、それからイタリアが契約国です。

スウェーデンは、ソープができる前の旧契約でもって運んだ分がありましたので、ここで再処理をしているわけです。

それから今、日本でも六ヶ所村でかなり苦勞し

ているガラス固化は、イギリスも建設するときに独自の技術でやると言っていましたが、やはりうまくいなくて、フランスの技術をそのまま入れています。イギリスは、フランス側のアフターケアは要らない。技術だけもらえば自分たちでできる、と言って始めてみたものの、なかなかうまくいかないので、何年か前にフランスと支援の契約をしています。ですから、今、フランス人がイギリスにも行き、イギリス人をラ・アーグのほうで引き受けてトレーニングもやって、だいぶ改善したということです。

イギリスの再処理で出てきた高レベル廃棄物の返還が間もなく行われます。フランスからの高レベルはすでに全部返ってきています。フランスからは全部で12回海上輸送していますので、イギリスからは今回が初めてで合計13回目ということになります。

3月くらいに日本に到着するという点ですから、間もなくイギリスの港を出るのだろうと思います。

2年前に中国にEPRを2基販売したんですけれども、そのとき中国は、EPRの発電所だけを買うのではなく、再処理、MOXのフランスの工場の設計図もほしいと要求しました。こちらもお金がいまいちかかってやっているものですから、そう簡単には出せないで、「フィージビリティスタディー（FS）をやってあげましょう」、という話にはなっています。中国というのは食欲に要求する国なので、そう簡単ではないのかもしれませんが、これを売るときのフランスの約束は「再処理、MOXについても建設できるような形での支援、FSのお手伝いをします」ということです。中味は商業条件でわかりませんが、そういう約束にはなっています。

アメリカにも再処理工場を建てる話がGNEP（国際原子力エネルギーパートナーシップ）というプログラムの中にありました。しかし、オバマ大統領になって、この話は立ち消えになりました。今、アメリカの高レベル放射性物質処分場のユッカマウンテンはほとんど死んでいるような世界です。ブッシュ大統領のときにはユッカマウンテンに使用済燃料を全部送り込んで処分するというの

と、燃料サイクルを閉じる、再処理もやる、というオプションがありましたので、「アメリカで、もし再処理工場を建てるならフランスが手伝いましょう」、こういう話はしています。

#### ●MOX燃料

それからMOXは今、実際に工場が動いているのはフランスにあるメロックス、イギリスのSMPです。再処理で回収されたプルトニウムを持って行ってフランスではMELOX工場にMOX燃料に加工したものを日本に運んでくるということです。

すでにご承知の通り昨年（2009年）5月に九州、四国、中部の各電力3社の分を日本に運んできています。まだ何回もありますけれども、昨年輸送されたのは第1回目です。輸送されたMOX燃料は、九州電力ではすでに玄海の3号で入っていますし、四国電力では今年2月に伊方の3号に、そして中部電力も続けて浜岡の4号に入れる予定になっています。これを繰り返しやっていく形になります。

一方、SMP（MOX加工工場）で作った燃料はまだ日本には来ていません。これも稼働がなかなかうまくいってないところがありまして、ドイツとスイス向けに少し出していますけれども、これからいろいろと改良しながら日本向けもやっていくことになると思います。

アメリカでは、米露間の戦略核兵器削減協定に基づくそれぞれ34トンのプルトニウムを平和利用することにしていて、アメリカでは、MOX燃料として利用することにしていました。そのためにDOEはアレバの技術を導入してサバンナリバーにMOX燃料加工工場を建設中です。

英国の原子力庁（UKAEA）が親会社になっているBNFL（英国核燃料会社）は民間会社で、バックエンドなどをやっていました。もちろんガス炉の燃料の製造もしていたのですが、解体になってしまいました。そのきっかけは、ガス炉がどんどん閉鎖されていったからです。ガス炉の閉鎖を全部ここに負わせるわけにいかない、国が責任を負うということで、NDA（原子力廃止措置機関）という組織をつくりました。メインは解体ですけども、その下にソープやSMP、それから動いているガス炉も全部置いて、ここでの収入を当てに

して、ガス炉の解体に使うことにしました。ところが、なかなか稼ぎ切れていないので、あとは税金を入れる形になっています。

NDAは技術がないですから、技術を持っている会社、管理をうまくできる会社、工場の運転経験がある会社にソーブ再処理工場、SMP・MOX燃料加工工場の操業・運営を委託することにしました。具体的には、NDAは、セラフィールド・リミテッドという操業会社、ガス炉の運転会社を運営・管理するPBOというマネージメントの会社と契約することになっています。

この契約を受けたのがアレバを含む米英仏のコンソーシアムです。欧州の競争の公平さという意味でいくと、アレバが単独でNDAと契約すると、フランスでも再処理工場、MOX燃料加工工場を操業しているので独占になり、認められません。そこで、アメリカのワシントン・グループとイギリスのエンジニアリング会社のAMECがメインで、アレバの技術サポートを条件にコンソーシアムをつくったわけです。

#### ◆カザフスタンのしたたかな戦略

もう1つはカザフスタンです。ここはウラン資源がすごくあります。資源のある国は、資源を売っていただけでは国がどんどんやせていきますから、それでは面白くない、このウランをできるだけ付加価値を高めて売りたい、というのが一番大事なことです。

日本では甘利さんが経済産業大臣のときに、日本の電力会社と一緒にカザフスタンに行って、電力会社が権益を持ち、ウランの探鉱をする契約をしました。カザフスタンにしてみたら、それだけでは自分たちの財産を切り売りしているだけなので、このウランの付加価値をできるだけ高めるようにということで、電力会社に加えて、燃料加工会社がウランの加工サービスに協力する契約に署名しています。

ただ、カザフスタンはしたたかなところがありまして、日本だけではなく、カナダとはウランをUF6にする工場への協力、フランスのアレバとは、燃料を成型加工するラインを設けるという話をしています。

カザフスタンにしてみると何が抜けているかということ、濃縮です。ところが、カザフスタンは昔のソ連の一部ですから、加工の一部だけできるラインがあるんです。一部をソ連に持って行って製品にしていくのが、もともとのソ連のシステムでした。ソ連が解体して、一部だけ残っているわけです。ここはフランスの力を借りてできるようにしたい。ところが、濃縮についてはヨーロッパ側やアメリカ側と手を組むのは難しいので、ロシアと手を組むことにしたということです。

#### ◆アジアの原子力事情

2006年に東芝がウェスチングハウスを買収しました。東芝のシェアは100%ではなくて、東芝とIHI（石川島播磨重工）とアメリカのショー、この3社が株主でした。それに加えて、今、カザフスタンが株主として入っています。10%ほど持っています。

10%持っているというのは、カザフスタンにしてみたら、いろいろなウェスチングハウスの技術を使える可能性もある。東芝側にしてみると、カザフスタンは資源がいっぱいあるので、原子炉を輸出するときにウラン付きで売れるという思惑があるわけです。というのは、アレバのほうはNCとNPがあるので、燃料と炉と合体して売れるわけです。これに対抗するにはどうするか。そのためには資源国にシェアを持ってもらうということも大事なことです。

今までのように一国単位で考えている時代がすっかり変わってしまっています。フランスはある意味で自国のアレバNC、アレバNPで燃料と原子炉と一緒にカバーできるのですが、アレバ以外のところはそうはなっていないので、それぞれ連携を取っていかないとなりません。

特に日本の場合、技術はありますけれども、残念ながら資源がない。ですから、炉のほうは東芝単独でもできるし、ウェスチングハウスを使ってもできる。三菱重工も単独でもできます。例えば、東芝傘下のウェスチングハウスはAP1000（新型原子力軽水炉プラント）ができる。MHIは今、原電が敦賀で計画しているAPWRがで

きる。MHIは、この他にアレバと共同して中型のPWRであるATMEA1の設計を開発しています。アレバはEPRがあり、外国市場ではMHIのAPWRとは完全にけんかなんです。

ところが、ATMEA1では協力する事になっています。このAPWRとEPRというのは160万から170万の大きいものです。発展途上国にこんな大きいものを持っていても困ってしまうわけです。電力需要がそんなにないところに大きいものをつくったら、1回定期点検で止めてしまうとパニックになる。もうちょっと小型の90万クラス、100万クラスのほうがいいということで、両方の良いところを持ち寄って新しいATMEA1の設計をする提携をしています。ATMEA1であれば協力できるということです。

MHIとアレバの協力の良いところは、先ほど言いましたように、資源を付けることも可能になる。もっと必要であれば、再処理、MOXも付けることができる、という強みがあるということです。

日本の会社はそれぞれいろいろな思惑があって、国際連携を行なっていますから、国単位で考える話ではなくなってきています。経済産業省とか外務省としては、「オールジャパンとして一体何ができるんですか」というときが一番難しいだろうと思います。

というのは、ある時期、電力会社もメーカーを育てるということで、いろいろ支援して、それが自分に返ってくるから、共存共栄の世界があったんです。それが自由化の世界になって、「皆さんが協力してメーカーさんを育てましょう」という時代から少し変わってきた。「メーカーさん、うまくできたら持っていらっしやい。よければ買ってあげますよ」という時代になってくると、電力会社は昔に比べそんなに良い顧客でなくなってくる。そうすると、外国と手を組んで外国に売ったほうがいいというので、ある時期、方針を変えた部分があると思います。

要するに、原子力大綱ができて、原子力立国のプログラムが出たのは2006年ですけれども、経産省が主導して「やりましょう」ということであつたわけです。その中で次世代炉という言い方があって、「次世代炉をオールジャパンで開発しまし

よう」と。もちろんPとBで違うところがありますがけれども、フレームワークとしては「オールジャパンでいきましょう」という経産省の声かけがあったわけです。ただ、そのかけ声が出る前に皆さん外国のメーカーを買収、あるいは外国のメーカーと提携のほうに行ってしまったので、なかなか難しいところだろうと思います。

今、日本として一番一所懸命にしなければいけないと思っている相手がベトナムだと思っています。ベトナムは日本がずっと地道に原子力のインフラ整備の協力をしてきています。ベトナムからの研修生を日本の発電所で受け入れて、トレーニングも行なっています。

ただ、ベトナムに対して日本がどれだけ優位性があるかということ、そう簡単ではなくて、ロシアがいて、フランスがいて、最近になってUAEで4基、韓国も取っています。どこが得か、こういう話になってくるわけです。

これは原子力だけの供給というわけにいかない部分があるんです。国としてどうするか。ロシアもこの前、協定を結びました。変な話でいけば、兵器の話が出てきたり、インフラの社会整備の協力とか、いろいろやるんです。

日本の場合、何ができるか。兵器は絶対にできない。そうすると、ベトナムに新幹線がありますから、それをどうするかとか、いろいろなものを抱き合わせなければできない。ただ、そういく前に、少なくとも日本の原子力産業界が一体になってやらなければいけない。これは非常によくまとまっていると思います。自民党政権のときから国、役所も、先ほど言った3社のメーカーも協力しています。

ベトナムは4基建てる計画を立てていますから、PとBで分けられます。もし1基だけだと、メーカーは協力しませんけれども、4基あるので、PとBと分ければいいということです。電力会社もPの電力会社、Bの電力会社、両方できる日本原子力発電もあります。PとBと両方ありますから、オールジャパンとしてはまとまりやすいと思います。

原子炉の建設以外でどういうものを付けられるか。参考になるのが韓国です。UAEで韓国が非常に安い見積もりをしたことに加えて、60年間の燃

料供給と操業についての支援も行なうと約束していたのです。

このUAE向け原発プロジェクトに、当初フランス電力庁が参加を拒否したので、アレバは、スエズ・ガス・ド・フランスとトータルという油の会社が一緒になってコンソーシムを組んだのですが、その後UAE側の動きを察したサルコジ大統領の指示により、フランス電力庁をリーダーとするコンソーシムに組替えが行なわれました。このUAE向けプロジェクトについては多くの人がフランスの勝ちを予想していました。しかし、時すでに遅しでした。このUAE向けの商戦に参加したもう1つのチームがGE・日立組です。3番目が韓国で、韓国も韓国電力、それから本当にオールコリアンという感じです。イ・ミョンバク大統領も最終的に先頭に立ち、韓国が取ってしまったということです。

GE・日立組はそんなに強力ではありませんでした。というのは、電力会社があまり強力にサポートしてくれなかったからです。アメリカのエクセロンがやるという話でしたが、そこまで乗り気でなかったのがやはり響いたのだらうと思います。韓国は韓国電力（KEPCO）が前面に立っていました。

フランスの場合には、最初はフランス電力庁が乗らずに、スエズ・ガス・ド・フランス、トータル、アレバでいったんです。ここの売りはEPRだったにもかかわらず、電力会社であるスエズ・ガス・ド・フランスがほかの国でもEPRを建てる計画も実績もないことにUAEは疑問と、不安がありました。それに気がついて、最後にフランス電力庁を入れたんですけれども遅かった。それに加えて、韓国の値段がはるかに安かったわけです。

韓国は今、すごく自信をもち始めています。注文を取ったすぐ後に、「我々としては2030年までに80基受注したい。世界の20%のシェアを占めたい」、こういうアナウンスしたんです。自分の国もまだ10基くらいつくるので、その80基のうちの10基は自分のところでしょうけれども、1回注文を取るとこんなに強気になれるのか、というくらいすごいです。

もっと強気なのは中国です。今、中国の発電所

は9基しか動いていませんけれども、2020年に7000万キロワットくらいは原子力にしたいということです。今、日本が54基で5000万弱です。日本全体くらいの発電所以上をこの10年くらいで建てて、なおかつ輸出もしたい、こう言っています。2020年でこれで、またさらに増やしたいということです。

韓国の売ろうとしているAPR1400という原子炉は、もともとアメリカのコンバッション・エンジニアリングのデザインです。それを自分なりに手を入れて韓国デザインにしていったわけです。コンバッション・エンジニアリングがABBに食われて、ABBがウェスチングハウスに食われているので、最終的にはウェスチングハウスがそれなりのノウハウを握っているんです。ですから韓国は100%自分で出せないんです。一部、主要コンポーネントはウェスチングハウスに頼らなければいけない。ですから、オール韓国といっても、+ウェスチングハウスです。たぶんタービン・ジェネレーターのところでは東芝が少し協力できるかな、こういう話です。

一方、中国は秦山（シンシャン）という小さい原子炉は自国の設計です。一部、压力容器など三菱重工につくってもらったのがあるんですけれども、基本的には自国の技術です。

それから今はアレバですけれども、フランスのフラマトム設計の90万キロワットのPWRが4基操業、2基建設中です。これの中国バージョンのCPR1000というのをつくって、これでもって世界に向かっていくということです。それから、この前ウェスチングハウスにAP1000を4基つくるという注文を出しています。買うときの条件で「設計の権利は全部おれたちにあり。この技術はおれたちの技術として売れる」ということで、中国としてはこのAP1000とフランス設計の中国バージョンCPR1000、この2つの設計を使って輸出攻勢をかけようとしています。

先ほど言いましたように、中国が2020年までに7000万キロワットつくるということは、自国に原子力産業をいっばい育てている。こういう発電所をつくるときに、「中国製の製品をできるだけ優先的に使いなさい」ということです。

ウェスチングハウス4基のすぐ後、2008年にアレバがEPR2基の注文を取っています。ウェスチングハウスと競争した時、最初にウェスチングハウスが決まってしまったんです。両方注文がくるとは思ってなかったの、アレバはないと思っていったんですけれども、最終的には「アレバに2基出します」という話になったわけです。

なぜウェスチングハウスが先に決まったかという、「この技術を中国に手渡せ」ということを飲むか、飲まないかで、ウェスチングハウス側は抵抗しなかった、アレバ側は抵抗したということで、注文が遅れたわけです。

最終的にどうなったかという、後の2基についてはガンドン原発という会社が操業するんですけども、単独ではありません。ガンドンとフランス電力庁が70%、30%で合弁会社をつくり、EPRを台山（タイシャン）というところにつくる予定です。この2基の設計の権利はアレバとガンドンが45:55の比率で持つことになるわけです。設計を所有する会社も別会社をつくって、ここに持たせたんです。ですから、この設計で外に売るときには当然ここもお金が入ってきます。「中国には自由にはさせませんよ。アレバ側も関与しますよ」という話です。この違いがたぶん交渉にも影響したんだらうと思います。

#### ◆イランの濃縮問題

それから核不拡散の話で、新聞を読んで気がついていらっしゃる方がいらっしゃるかもしれませんが、イランの濃縮問題です。イランが低濃縮ウランを持っていて、ドイツ、イギリス、フランス、アメリカ、中国、それからIAEAがイランと交渉して、当初合意したのが、イランで濃縮したものを国外に持ち出して、ロシアに持って行って、さらに濃縮度を高めて、これをフランスに持って行って研究炉燃料に加工して、イランに戻す。そうすると、ここの低濃縮ウランが減るわけです。「燃料という形で研究炉に入れなさい。こういう平和利用に使える」というスキームで提案して、いったんはイランが飲んだ形になりましたけれども、具体論をやっているうちにイランがどんだん態度を変えて、「出してもいいけど、出す

と同時に加工された燃料を持ってこい」とか、「持ち出す場所はトルコだ」とか、日本がその候補に含まれているとか、いろいろな話が出てきましたけれども、最終的には、これは外に出したくないということで、この提案はノーという結末に今なっていて、国連の制裁決議をする形にいくと思います。

ロシアは濃縮工場がありますから、例えばイランで4%くらいに濃縮したものをさらに高い濃縮度20%くらいに上げて、これはウランのUF6の形ですけれども、この20%に濃縮度を高めたUF6をフランスに持ち込んでメタルにして、研究炉用の板状燃料に加工する、こういうかっこうになるわけです。

#### ◆最終処分法が見えているフランス

話は変わりまして、フランスの廃棄物ですが、外国からの使用済燃料を再処理する場合には、再処理より発生する廃棄物は、元々の使用済み燃料が発生した外国に返すということでもいいんですけども、自国のものはどうしているのか？ 中・低レベルの発電所から出てくるものは、ANDRA（放射性廃棄物管理機構）という組織が持つサイトで全部受け入れています。

では、再処理からのものはどうしているのか。再処理の中・低レベルは同じく全部ここに持っていきますから、全然問題なしです。問題は高レベルですけれども、これについてはやはり地層処分をしないとイケない。地下深く掘って埋めるんですけども、ここはまだサイトが最終確定していません。ただ、パリから東のほうに行ったら候補地がもう決まっています。今、地下試験場で試験を行なっています。この試験結果を国会に報告し、国会で承認すれば、地下試験場から最終処分場になります。法律的にもう決まっていますので、おそらくこの候補地がそのまま最終処分場になると思います。建設して使えるようになるまでまだ時間がかかりますので、2020年代半ばあたりになるだらうと思います。

それまでの間はガラス固化体にして、UP-2、UP-3の中間貯蔵所に置きます。これは再処理工場の中に建屋があります。今、六ヶ所村にフランスから

返還されてきた、日本の使用済みのUP-3再処理よりのガラス固化体が最終処分されるまでの間の仮置きでためてありますが、それと同じ設備がラ・アークにあって、50年はちょっとオーバーかもしれないかもしれませんが、十分な貯蔵キャパシティーをもつということです。当初持っていたものがちょっと足りないの、増設するという形になりますけれども、ラ・アークにはまだまだ土地がありますから、そこに増設をしていけばいいわけです。

外国のものはどんどん送り返していますから、貯まることはありません。フランスの場合、アレバが外国の電力会社と再処理契約を結ぶときには政府間交換公文を結ぶ形になっています。使用済燃料をいつから引き受けて、廃棄物はいつ返すか、というスケジュールをお互いに認識して取決めをしないと、再処理契約を結べない形になっています。2006年にできた新しい法律に基づいてイタリア、オランダとも政府間協定を結んでいます。それ以前でも政府間の覚書きを交わさないといけなかったのですが、それをもっと明確にしたのが2006年の法律です。

以上で一通り話をさせていただきました。ご質問があればどうぞ。

#### 《質疑応答》

**A** 高レベル廃棄物の地下永久処分について国会承認を得るまでにあと10年以上かかるようなお話でしたが、これは地下実験がそれだけ時間がかかるわけですか。もちろん解析などもあるんでしょうけれども。

**村野** 国会で承認を得て動き始めるまでです。やはり最終処分場の候補を決めるのもすごく大変で、これを決めるのにバターユさんという当時、社会党の方がかなり活躍されて、1991年にバターユ法という法律もできたんです。廃棄物については海外から運び込まれたものはフランス国内に置いてはいけない、という法律をつくった人です。その責任上、やはり処分場の場所も政治家が主導して見つけなければいけないというので、フランス全国の市町村を回って、いろいろと意見を聞いたりした人です。

**B** 政権が社会党になったときに最初は反対し

ていたけれども、6か月でそれを賛成にしたということですが、その合意形成の方法はどうしたのでしょうか。

**村野** 日本電力さんが当時のコジェマと契約を結んだ再処理契約の履行をお手伝いするために私はパリに駐在していたのですが、再処理工場の建設が止まってしまいました。それで、「議論を進めましょう」というわけです。これはショックでしたね。

私どもは議論に出たことはないんですけども、たぶんいろいろな集会在地元、地元で行われたのだと思います。というのは、選挙キャンペーンをやった人はみんな草の根民主主義の世界で、原子力反対と言っていたわけです。ところが、政権を取ったからと言って「しょうがないからやるんだよ」と上からポンと言うわけにいかないの、もう1回下で議論をするということです。いろいろな集会をそれぞれやったんだろうと思います。

**B** 半年でひっくり返ったんですか。

**村野** そのところはかなり実利的なところがあるので、「しょうがないよね」という形に持ち込んでいったんだろうと思います。

このときは日本の役所の方もすごく心配して、大使館、経産省、JETRO、そういう方たちをみんな総動員して各方面に問い合わせを出したと思います。私どもは相手がコジェマですから、コジェマに聞いたら、「心配するな。物事はちゃんと収まるから、ジッと見とけ」、こういう感じでした。

**C** フランスという国は、村野さんのお話のように、ナポレオンの時代からグランド・ゼコール、大学の上の組織をつくってエリート教育をして、その一握りのエリートが国を動かす、というシステムをつくったわけです。その何%かのエリートが原子力オーケーと言え、それでいってしまう国だと私は見えています。

例えば、7月14日のパリの独立記念日、革命記念日にシャンゼリゼを行進するわけですが、その先頭を歩くのがエコール・ポリテクニクの生徒なんです。私が行ったのは1985年でしたが、学生の一番前で歩いたのがサーベルを持った女性でした。何年かに1度そういうすごい女性が出てきますけれども、アレバの今のCEO（最高経営責任者）

は女性なんですよ。マダム・ローベルジョンと言いまして、これまたエリートです。

フランスの場合、普通の大学というのは、高校卒業試験を通ればA, B, C, Dくらいに分かれて、文学、数学……いろいろあって、入学試験なしで大学は入れます。ところが、エリートはさらに2年間予備校に行って勉強をして、さらにそこからクランド・ゼコールというシステムで4年間勉強する。さらにプラス2年間エコール・ド・ミン、数学を中心とした大学院みたいなどころを出ると、社会に出るのが26歳くらいになる。それから官僚になれば、入ったときからいいところに行くことができます。

アレバ、コジェマのトップはみんなグランド・ゼコールの優秀な連中で、いったんは政府の組織に入って、そこからすべて天下りなんです。パラシュートですよ。これはまた強烈に頭がいいんです。パリから日本まで飛行機の中で仕事をして、日本に着いて1日仕事をして、その日の夜、飛行機でまた帰ってしまう。その間ずっと飛行機の中で仕事しているわけです。

要するに、そういう超エリートが国を動かしていたんです。日本みたいに大学を卒業したら一直線で、「誰が社長になるかわからないけど、一生懸命がんばれや」というのではなくて、初めからがんばる人は決まっているわけです。人生にとってみたら、どちらがいいか。頭が良くもないのに一生懸命がんばるより、ある程度給料をもらって生活したほうがいいんじゃないかと思いますよ。ですから、私はあのシステムというのは非常に良いシステムだろうと思っています。

今のフランスはそういうエリートが動かしていますから、EUの中でも特に原子力では中心的になっているわけです。この超エリート中心であるフランスと日本が原子力の分野ではお互いに仲良く付き合って、世界の原子力全体をこれから2国で動かしていくような方向になれば、日本も良いところが出てくるのかなと思うんです。

**A** 原子燃料サイクルは、使用済燃料MOXは当面貯蔵し、将来再処理して、回収プルトニウムはジェネレーションIV（第4世代原子炉システム）でリサイクルするということですね。結局、プル

トニウムは軽水炉でリサイクルするのはあまり良くないから、高速中性子炉で燃やそう、こういうことですね。ナトリウム冷却は、一時フランスはずいぶん疑問視していたんですけども、またナトリウム冷却が本命になったんですか。

**村野** フランスがジェネレーションIVで本命視しているのは、経験を多く積んできているナトリウム冷却です。軽水炉燃料の使用済燃料が出てきますが、これは当初U235が最大5%程度に濃縮されたUO2で、炉内で照射された結果U235が分裂します。一部U235は残り、U235が分裂したときに発生する中性子をUO2燃料中の95%程度U238の一部が吸収してPu239が生成されます。時間が経つにつれ、Pu239のみならず、240、241、242と239以外の同位体ができます。再処理を行なう事で、かかる同位体のウランとプルトニウムが回収されます。昔の使用済み燃料は燃焼度が低いので、性状のいい（核分裂性を有する同位体の比率の高い）プルが多いんです。ところが、燃焼度が高くなってくると、239、241と言う性状のいいプルトニウムがどんどん減ってきて、性状の悪い240、242が増えてくる。そうすると、分裂する率が悪いプルトニウムが多くなってきますので、再処理で2回目を回すときにはもっと悪くなってくる。軽水炉だと、性状の良いプルトニウムの比率が低いと燃焼効率が悪くなります。それと再処理自体も、例えば1日2トン再処理できるといったときに、比率が悪くなってくると、アクティビティーも高くなる場所がありますから、再処理量が減ります。そうすると、今のままであまりやりたくない。

技術的にできるか、できないかという、ラ・アークのUP-2で少量ながら使用済みMOXで燃料の再処理キャンペーンを行なっていますから、技術的には十分できることはわかっています。ただ、経済性とか、プルの性状を考えていったら、軽水炉で遅い中性子で照射するよりも高速の中性子照射をすれば、分裂のしにくかった240、242も分裂する形になりますので、プルトニウムの経済としてはいい。それが、「ジェネレーションIV（第4世代）でいきましょう」ということです。

今、フランスはPWRが58基ありますから、使用済燃料の量が1200トンくらい出ています。再処理

をしているのが1000トン前後で、200トンくらいが使用済みMOX燃料です。「これはそんなに急いでやることはない。これはためておいて、まとめて再処理して、第4世代のほうで効率よく燃そう」、そういう考え方です。

今、フランスは58基のうち21基でMOXリサイクルを行なっています。最初は「プルはできるだけFBRでやりましょう」ということだったんです。ところが、スーパーフェニックスがあまりうまくいかなかったので、85年にFBRを主でいくことをやめて、PWRでのMOX利用をする決断をしています。この決断をする以前に建設を始めた90万のPWRは、建設の最初からMOXを入れるという前提で許可を取っているんです。ここが日本とフランスのすごく大きな違いだと思います。具体的にMOXを入れる計画がなくても、MOXを入れる許可を取ってしまうんです。必要性があって技術的に成立しているなら、許可を取ってしまおうということで、16基についてはMOXの許可を取っています。21基ですから、5基は追加で取っています。21基ですから、5基は追加で取っていますけれども、どのくらいの使用済燃料が出てきて、どのくらい回すかという想定で、最大でこのくらいでいけると思って、16基で許認可を取っているわけです。

日本も今、MOX、MOXと騒いでいますけれども、MOXの研究はかなり昔からやっています。今、九州電力で初めて入ったと言っていますけれども、80年代（決定はたぶん70年代）に少数体の検討ということで、関西電力の美浜1に2体もう入っているんです。敦賀1にも4体入っています。美浜1の分はアメリカのウェスチングハウスでつくって持ってきて、敦賀1の分は、東芝の設計による中空ペレットで、動燃の東海でつくっています。昔からMOXというのは当然あり得るということで研究はしていますけれども、プルサーマルの許認可は取っていませんでした。

**A** 新型転換炉ではずいぶん多くのMOX燃料を照射しています。

**村野** そうですね、ATRふげんでウラン・プルトニウム混合燃料の照射を行なっていますね。ところが、軽水炉でのプルサーマルの許認可はそういうときに取っていないんです。変な話でいけば、

再処理をやれば、回収ウランが出てきて、また燃やす側になるんですけども、それは実際に燃料を入れる段階になって設置許可変更という形で取るんです。

電源開発さんの大間の分は100%MOXですから、設置許可申請をやるときからMOXで取っていますけれども、フランスみたいなのが合理的だなと思います。将来要るんだったら、今からでも取ったらいいだろうと思います。

それと同じ意味で、六ヶ所の濃縮工場も再処理をやれば、遠心分離機ですから、回収ウランを当然濃縮できるのに「当面やりません」ということで、今は天然ウランの濃縮しかできないんです。「将来やります」と言っておけば、たぶんやりやすいと思うんですけども、これはいろいろ政治的な話があるので、私どもの言う話ではないんですけども、やはり「当面やりません」と一言いったとたんに大きなバリアになると思うんです。ですから、「将来、計画はありますけれども、今はこれでやるんです」ということで、「これはやりません」とは言わないほうがよいような気がします。たぶん実際にお話になられた方はいろいろなことを考えて、苦勞の結果、そういうお話をされているんだと思うのですが。

**D** 原子炉売り込みという立場からいうと、フランスはじめヨーロッパ勢が極めて手強いということはよくわかりましたし、全く別の角度から中国というのも非常に手強いと思うんですけども、そういうことをひっくるめて、日本の原子炉を売り込むということについての産業界および政府のつながり、それから体制というのは、率直に言って、どういうふうに見ておられますか。

**村野** 率直にと言うと、韓国、中国、アレバに比べると、まだまだ弱いのかな、という感じです。というのは、今申し上げたところはみんなメーカーさんが1つです。日本の場合はメーカーさんが3つあります。それも国際連携していますから、国としてどうするんだといったときには、やはりなかなかまとまりにくいだろうと思います。

**D** 弱いと言われる理由はそれが主であるとは私にはとても思えないんですけども…。

**村野** 要するに、国としてどうまとめるかとい

うことになってきたときに、どうするのかというのがまずあると思うんです。「経産省さんが音頭を取るから、外務省さんも協力しますか。電力さんはどうするんですか」ということです。

例えば、アメリカでも三菱さんはルミネントと一緒にあって、「ただ建てるだけではないですよ。操業まで関与しますよ。許認可を取るのも一緒にやりますよ」というような形で入っていかないといけないんです。そうすると、メーカーさんだけではなしに、電力さんの協力ができないんです。

それから今、原子力がある国は、いろいろなライアビリティ、要するに、原子力事故があって、どうするかというシステムがあるからいいんですけども、そうでない新興国に対して持っていくときにどうするのか。それをメーカーさんを含めて民間でできるかという、できない。そこに国がどう関与していくのか。ライバルとなるほかの国は何を持ってくるだろう。日本が持っているものと、向こうが持ってきて当事国に魅力があるものは一体何か。こういうメニューが組めるか、組めないかということです。

**A** 日本は国が主導でやるという体制がないですね。ですから、メーカーとしては外国と連携してやらざるを得ない、そう理解していますけどね。

**村野** そういう意味では、コンポーネントを出すという部分でいけば非常に強いと思うんですけど

れども、システムとして出すときにどうするか、というのが非常に悩みだと思います。

UAEの話も誰がオペレートするのか、という話になったときに、いろいろな情報を見ていくと、UAEは自分でやる気は全くないんです。「特別区をつくって、そこに原発をつくってください。そこはあなたにお任せするから、安全含めて全部見てください。操業もやってください」というところでポーンと持ってくるから、電力会社さんがいて、人間も出してオペレーションもやらない限り、そういう国では売れなくなってしまう。その相手国の意識がどのくらいかによっても、対応がだいぶ変わってくると思います。

残念ながら、今の電力さんの現状だけでいくと、電力さん自身が外国に行って原発を建てましょう、運転しましょう、ということまではいっていない。東電の清水社長が「これからは海外への進出も考える」と発言されていらっしゃいますが、今時点で戦えるかという、まだそこまでいっていない。

そういう意味では、先ほど言いましたように、ベトナムに対する体制をどうやって日本は組んでいくのか。今、原子力産業協会を中心に役所も協力しながら、そういう雰囲気になりつつあるので、これは非常に大事な動きだと思っています。

**E** 時間になってしまいました。今日はどうもありがとうございました。

# FAPIG 第171～180号 総目次

(2005年11月～2010年2月)

## FAPIG 誌項目分類表

I. 巻頭言					
II. 海外事情・国内事情					
III. 提言・包括					
IV. 談話・随筆（随想）					
V. 講演・座談会					
VI. 特集	a. 原子炉・核融合炉・中性子科学等	b. 核燃料サイクル、廃棄物処理・処分等	c. 放射線管理、保健物理	d. 新エネルギー、省エネルギー他	e. その他
VII. 報告					
VIII. 解説・紹介					
IX. 論文					
1. 技術					
1) 概論					
2) 研究・開発・設計					
3) 土木工事・建設工事					
4) 製造・工事・試験検査					
5) 運転・保守					
6) デコミッションング					
7) 規格・基準					
2. 一般					
1) 立地・PA・安全性・環境					
2) 会議・見学・調査報告					
3) 経済性・市場性					
4) 法律・金融・損保					
3. その他					
X. 会社・技術および製品紹介					
XI. 企画紹介					
XII. FAPIG組織					

## I. 巻頭言

## II. 海外事情・国内事情

南仏プロヴァンス滞在記 .....竹村 守雄 175-(3)

## III. 提言・包括

## IV. 談話・随筆（随想）

伊勢街道一人旅 .....米田 正章 172-(34)  
 高温ガス炉「三度目の正直」.....佐藤 健治 174-(3)  
 善光寺街道一人旅 .....米田 正章 176-(37)  
 ウランとジルコニウムの「袖擦り合うも多生の縁」.....佐藤 健治 177-(3)

## V. 講演・座談会

## VI. 特集

## VII. 報告

(a-1-2)  
 7.2kV 63kA電磁操作形真空遮断器の開発 .....永野 正規 他 171-(9)  
 IFMIF加速器構成材料の重陽子入射による放射化断面積の測定 .....中尾 誠 他 172-(3)  
 放射線透過式配管減肉検出装置の開発 .....高木 昭 174-(26)  
 「常陽」の炉容器内の観察・補修技術と炉容器内構造観察のための画像撮影装置の開発.....齊藤 隆一 他 179-(3)  
 TCB互換型7.2kV 63kA真空遮断器の開発によるレトロフィット方式での更新 .....今野 雅行 180-(15)

(a-1-4)  
 高速増殖原型炉もんじゅの現状  
 ナトリウム漏えい対策工事の進捗状況と運転再開への準備状況 .....内山 尚基 174-(5)

(a-1-5)  
 7.2kV 63kA電磁操作形真空遮断器の開発 .....永野 正規 他 171-(9)  
 放射線透過式配管減肉検出装置の開発 .....高木 昭 174-(26)  
 「常陽」の炉容器内の観察・補修技術と炉容器内構造観察のための画像撮影装置の開発.....齊藤 隆一 他 179-(3)

(a-1-6)  
 東海発電所熱交換器の解体撤去工事計画 .....武仲 五月 他 174-(11)

(a-2-1)  
 FAPIGにおける原子力PA活動について .....米田 正章 174-(43)  
 FAPIGにおける原子力PA活動について .....溝口 忠雄 177-(42)  
 FAPIGにおける原子力PA活動について .....米田 正章 178-(36)  
 FAPIGにおける原子力PA活動について .....米田 正章 180-(36)

(a-2-3)  
 東海発電所熱交換器の解体撤去工事計画 .....武仲 五月 他 174-(11)

(b-1-2)  
 放射性廃棄物高周波溶融処理技術の開発 .....朽木 憲一 他 175-(18)

(c-1-2)  
 放射線透過式配管減肉検出装置の開発 .....高木 昭 174-(26)

(c-1-5)  
 放射線透過式配管減肉検出装置の開発 .....高木 昭 174-(26)

(e-1-2)  
 7.2kV 63kA電磁操作形真空遮断器の開発 .....永野 正規 他 171-(9)  
 圧延ラインを走行中の赤熱鋼管の肉厚測定 .....門野 浅雄 他 173-(3)  
 3次元形状認識遠隔ハンドリングシステム-プロトタイプの開発, システム強化- .....富塚 千昭 他 178-(9)  
 TCB互換型7.2kV 63kA真空遮断器の開発によるレトロフィット方式での更新 .....今野 雅行 180-(15)

(e-1-5)  
 7.2kV 63kA電磁操作形真空遮断器の開発 .....永野 正規 他 171-(9)

圧延ラインを走行中の赤熱鋼管の肉厚測定	門野 浅雄	他	173-(3)
3次元形状認識遠隔ハンドリングシステム-プロトタイプの開発, システム強化-	富塚 千昭	他	178-(9)

## VIII. 解説・紹介

(a-1-1)			
振動式樹脂洗浄装置	三浦 信二	他	177-(28)
Fresh Information (富士電機システムズ)			180-(21)

(a-1-2)			
個人線量管理システムおよびホールボディカウンタシステムの開発	大木 靖	他	171-(3)
J-PARC物質・生命科学実験施設における1MWパルス中性子源	加藤 崇		173-(9)
発電用新型炉へ適用する建屋全体3次元免震システムの開発	須原 淳二	他	173-(30)
各国の高温ガス炉の開発動向	中野 正明	他	174-(19)
原子力分野におけるグリッド・コンピューティング技術を核とした研究基盤構築への取り組み	南 貴博	他	174-(31)
「もんじゅ」プラントデータ収録システムへの取り組み	橋本 大輔	他	175-(23)
放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
発電所の解体によって発生するコンクリートの再利用に関する一提案			
-環境を配慮したコンクリートの実現-	木村 博	他	176-(19)
新型汚染モニタの開発	橋本 忠雄	他	177-(6)
J-PARC水銀ターゲットシステムの完成 -概要とトピックス-	羽賀 勝洋	他	177-(12)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)
モニタリングポストの高信頼化	今井 光宏		179-(9)
サーベイメータのシリーズ化	乾 大佑	他	180-(9)

(a-1-3)			
J-PARC物質・生命科学実験施設における1MWパルス中性子源	加藤 崇		173-(9)
発電所の解体によって発生するコンクリートの再利用に関する一提案			
-環境を配慮したコンクリートの実現-	木村 博	他	176-(19)
J-PARC水銀ターゲットシステムの完成 -概要とトピックス-	羽賀 勝洋	他	177-(12)

(a-1-4)			
「もんじゅ」プラントデータ収録システムへの取り組み	橋本 大輔	他	175-(23)
J-PARC水銀ターゲットシステムの完成 -概要とトピックス-	羽賀 勝洋	他	177-(12)
J-PARC核破砕中性子源用水銀循環設備とターゲット容器交換台車の製作	粉川 広行	他	177-(22)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)

(a-1-5)			
個人線量管理システムおよびホールボディカウンタシステムの開発	大木 靖	他	171-(3)
「もんじゅ」プラントデータ収録システムへの取り組み	橋本 大輔	他	175-(23)
放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
新型汚染モニタの開発	橋本 忠雄	他	177-(6)
振動式樹脂洗浄装置	三浦 信二	他	177-(28)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)
JMTRを用いた放射性医薬品製造プロセスの整備計画	飯村 光一	他	178-(14)
北陸電力原子力発電所の保守業務システムの構築	中村 達明	他	178-(19)
モニタリングポストの高信頼化	今井 光宏		179-(9)
サーベイメータのシリーズ化	乾 大佑	他	180-(9)
新もんじゅ保守作業管理システムの開発	寺内 誠	他	180-(30)

(b-1-2)			
再処理施設の排気モニタリングシステムの設計	中島 定雄	他	172-(19)

放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)

(b-1-4)			
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)

(b-1-5)			
再処理施設の排気モニタリングシステムの設計	中島 定雄	他	172-(19)
放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)

(c-1-1)			
Fresh Information (富士電機システムズ)			180-(21)

(c-1-2)			
個人線量管理システムおよびホールボディカウンタシステムの開発	大木 靖	他	171-(3)
再処理施設の排気モニタリングシステムの設計	中島 定雄	他	172-(19)
JAEA原子力科学研究所 環境放射線監視システムの開発	武原 一記	他	173-(21)
放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
新型汚染モニタの開発	橋本 忠雄	他	177-(6)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)
モニタリングポストの高信頼化	今井 光宏		179-(9)
サーベイメータのシリーズ化	乾 大佑	他	180-(9)

(c-1-4)			
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)

(c-1-5)			
個人線量管理システムおよびホールボディカウンタシステムの開発	大木 靖	他	171-(3)
再処理施設の排気モニタリングシステムの設計	中島 定雄	他	172-(19)
JAEA原子力科学研究所 環境放射線監視システムの開発	武原 一記	他	173-(21)
放射線監視システム	伊藤 勝人	他	175-(36)
新型汚染モニタの開発	橋本 忠雄	他	177-(6)
放射線管理区域立入管理システム	柴田 鉄生	他	178-(3)
モニタリングポストの高信頼化	今井 光宏		179-(9)
サーベイメータのシリーズ化	乾 大佑	他	180-(9)

(c-2-1)			
JAEA原子力科学研究所 環境放射線監視システムの開発	武原 一記	他	173-(21)

(d-1-1)			
二酸化炭素ガスの炭層貯留によるゼロエミッション型ガスタービン複合発電の構想	大岡 裕二		171-(15)
Fresh Information (富士電機システムズ)			175-(29)

(d-1-4)			
発電機一体型リング水車の開発	清瀬 弘晃	他	180-(26)

(d-2-3)			
二酸化炭素ガスの炭層貯留によるゼロエミッション型ガスタービン複合発電の構想	大岡 裕二		171-(15)

(e-1-1)			
認証技術の動向	石見 宗彦		172-(26)

(e-1-2)  
 3次元形状認識遠隔ハンドリングシステムの開発 .....富塚 千昭 他 172-(13)  
 原子力分野におけるグリッド・コンピューティング技術を核とした研究基盤構築への取り組み .....南 貴博 他 174-(31)  
 電磁波解析ソフトウェアを用いたノイズシミュレーション .....並木 武文 176-(15)  
 空冷式熱交換器について .....渡辺 知範 177-(18)  
 緊急時迅速放射能影響予測 (SPEEDI) ネットワークシステム .....三澤 真 他 179-(26)

(e-1-4)  
 電磁波解析ソフトウェアを用いたノイズシミュレーション .....並木 武文 176-(15)

(e-1-5)  
 3次元形状認識遠隔ハンドリングシステムの開発 .....富塚 千昭 他 172-(13)  
 緊急時迅速放射能影響予測 (SPEEDI) ネットワークシステム .....三澤 真 他 179-(26)

(e-1-6)  
 3次元形状認識遠隔ハンドリングシステムの開発 .....富塚 千昭 他 172-(13)

(e-1-7)  
 富士通のRFID関連製品ご紹介 .....藤原 達郎 171-(20)

(e-2-1)  
 富士通グループの環境への取組み .....高橋 淳久 他 177-(34)

(e-2-4)  
 2008年の経済展望 .....岩本 洋 176-(3)  
 2010年の経済展望 .....岩本 洋 180-(3)

(e-3)  
 富士通のRFID関連製品ご紹介 .....藤原 達郎 171-(20)  
 認証技術の動向 .....石見 宗彦 172-(26)  
 富士通グループの環境への取組み .....高橋 淳久 他 177-(34)

## IX. 論文

(a-1-2)  
 固体増殖テストブランケットモジュールの構造概念 .....野本 恭信 他 172-(8)  
 レーザー溶接法を用いたITERブランケット補修のための照射材接合試験 .....山田 弘一 他 173-(16)  
 高温構造設計における寿命評価法の課題と現状 .....島川 貴司 173-(40)  
 放射性廃樹脂処理法の開発 .....出水 丈志 他 174-(40)  
 高温ガス炉 (GTHTR300C) における混合酸化物 (MOX) 燃料炉心の核設計 .....毛利 智聡 他 176-(30)  
 イオン交換フィルタによる粒状イオン交換樹脂溶出物の除去特性 .....出水 丈志 他 179-(39)

(a-1-4)  
 JMTRでの軽水炉燃材料の健全性試験計画 .....伊勢 英夫 他 180-(22)

(a-1-5)  
 レーザー溶接法を用いたITERブランケット補修のための照射材接合試験 .....山田 弘一 他 173-(16)  
 高温構造設計における寿命評価法の課題と現状 .....島川 貴司 173-(40)

(a-1-6)  
 遠隔操作機器の位置決め指示機構の開発 .....小澤 達也 他 179-(21)

(b-1-4)  
 固体廃棄物減容処理施設の概要と焼却溶融による減容処理システムについて .....大久保利行 他 179-(15)

(c-1-2)  
 広エネルギーレンジX/γ線サーベイメータの開発 .....中島 定雄 他 176-(10)

(c-1-5)  
 広エネルギーレンジX/γ線サーベイメータの開発 .....中島 定雄 他 176-(10)

(d-1-2)  
 YBCO超電導モータの開発 .....今野 雅行 他 175-(30)  
 バイカル湖のメタンハイドレート層からのガス回収実験 .....西尾 伸也 他 179-(34)

(e-1-2)  
 高温構造設計における寿命評価法の課題と現状 .....島川 貴司 173-(40)  
 YBCO超電導モータの開発 .....今野 雅行 他 175-(30)  
 応力再配分軌跡 (SRL) 法を用いたクリープ疲労評価手法 .....中村 協正 他 178-(28)

(e-1-5)  
 高温構造設計における寿命評価法の課題と現状 .....島川 貴司 173-(40)

## X. 会社・技術および製品紹介

## XI. 企画紹介

## XII. FAPIG組織

# General Contents

(2005~2010, No.171~No.180)

Table of Items in FAPIG

I. Foreword					
II. Overseas and Domestic Information					
III. Proposition and Comprehension					
IV. Talk and Essay					
V. Lecture and Symposium					
VI. Special Issue	a. Nuclear Reactors, Fusion Reactor, Neutron Science etc.	b. Nuclear Fuel Cycle, Waste Treatment/ Disposal	c. Radiation Management, Health Physics	d. New Energy, Energy Saving etc.	e. Others
VII. Report					
VIII. Commentary and Introduction					
IX. Paper					
1. Engineering					
1) Introduction					
2) Study/Development/Design					
3) Civil/Construction					
4) Manufacture/Installation/ Test and Inspection					
5) Operation/Maintenance					
6) Decommission					
7) Standard/Criteria					
2. General					
1) Siting/Public Acceptance/ Safety/Environment					
2) Report on Conference, Visit and Investigation					
3) Economical Evaluation/ Marketability					
4) Law/Finance/Insurance					
3. Others					
X. Presentation of Companies, their Technologies and Products					
XI. Introduction of Topical Plans					
XII. FAPIG Organization					

## I. Foreword

## II. Overseas and Domestic Information

My First Stay in Provence in the South of France .....M. Takemura 175 - ( 3 )

## III. Proposition and Comprehension

## IV. Talk and Essay

Sentiment of Solitary Journey on Ise-kaidou .....M. Yoneda 172 - (34)  
 All Efforts for HTGR Thrive at Thrice .....K. Sato 174 - ( 3 )  
 Sentiment of Solitary Journey on Zenkoji-Kaidou .....M. Yoneda 176 - (37)  
 A Destiny That Makes U and Zr Brothers .....K. Sato 177 - ( 3 )

## V. Lecture and Symposium

## VI. Special Issue

## VII. Report

(a-1-2)

Development of DC Solenoid Operation Type 7.2kV 63kA Vacuum Circuit Breaker.....M. Nagano and others 171 - ( 9 )  
 Measurements of Deuteron-Induced Activation Cross Sections

for IFMIF Accelerator Structural Materials .....M. Nakao and others 172 - ( 3 )

Development of Radiation Transmission Type Pipe Wall Thinning Detection System .....A. Takagi 174 - (26)

Development of Inspection and Repair Techniques in Reactor Vessel  
 of the Experimental Fast Reactor "Joyo" and of Visual Inspection Device to Observe

in-Vessel Structures .....T. Saito and others 179 - ( 3 )

Replacement Circuit Breakers by Retrofitting of 7.2kV 63kA TCB to VCB Development .....M. Konno 180 - (15)

(a-1-4)

Present Status of Proto-type FBR MONJU

Progress of Construction Work for Sodium Leak Event and Preparation of Re-operation .....N. Uchiyama 174 - ( 5 )

(a-1-5)

Development of DC Solenoid Operation Type 7.2kV 63kA Vacuum Circuit Breaker.....M. Nagano and others 171 - ( 9 )

Development of Radiation Transmission Type Pipe Wall Thinning Detection System .....A. Takagi 174 - (26)

Development of Inspection and Repair Techniques in Reactor Vessel  
 of the Experimental Fast Reactor "Joyo" and of Visual Inspection Device to Observe

in-Vessel Structures .....T. Saito and others 179 - ( 3 )

(a-1-6)

Engineering Study on Dismantling of Steam Raising Unit in Tokai Power Station .....S. Takenaka and others 174 - (11)

(a-2-1)

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy .....M. Yoneda 174 - (43)

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy .....T. Mizoguchi 177 - (42)

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy .....M. Yoneda 178 - (36)

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy .....M. Yoneda 180 - (36)

(a-2-3)

Engineering Study on Dismantling of Steam Raising Unit in Tokai Power Station .....S. Takenaka and others 174 - (11)

(b-1-2)

Development of High-Frequency Induction Melting System

for Radioactive Waste Disposal .....N. Kuchiki and others 175 - (18)

(c-1-2)

Development of Radiation Transmission Type Pipe Wall Thinning Detection System .....A. Takagi 174 - (26)

(c-1-5)

Development of Radiation Transmission Type Pipe Wall Thinning Detection System .....A. Takagi 174 - (26)

(e-1-2)

Development of DC Solenoid Operation Type 7.2kV 63kA Vacuum Circuit Breaker.....M. Nagano and others 171 - ( 9 )

Tube Wall Thickness Gauge for Hot Stretch Reducer .....	A. Monno and others	173-(3)
Remote Handling System Based on 3-D Shape Recognition Technique		
- Development of Prototype and System Improvement - .....	C. Tomizuka and others	178-(9)
Replacement Circuit Breakers by Retrofitting of 7.2kV 63kA TCB to VCB Development .....	M. Konno	180-(15)
 (e-1-5)		
Development of DC Solenoid Operation Type 7.2kV 63kA Vacuum Circuit Breaker.....	M. Nagano and others	171-(9)
Tube Wall Thickness Gauge for Hot Stretch Reducer .....	A. Monno and others	173-(3)
Remote Handling System Based on 3-D Shape Recognition Technique		
- Development of Prototype and System Improvement - .....	C. Tomizuka and others	178-(9)

## VIII. Commentary and Introduction

 (a-1-1)		
Advanced Resin Cleaning System .....	S. Miura and others	177-(28)
Fresh Information (FUJI ELECTRIC SYSTEMS) .....		180-(21)

 (a-1-2)		
Development of Personnel Dose Control System and Whole Body Counter System .....	Y. Ooki and others	171-(3)
1MW Pulse Spallation Neutron Source at the Material and Life Science Test Facility in J-PARC .....	T. Kato	173-(9)
Development of Three-Dimensional Seismic Base Isolation System Applied		
to Advanced Nuclear Power Plant .....	J. Suhara and others	173-(30)
The Present Status of HTGR Developments in the World .....	M. Nakano and others	174-(19)
Research & Development for Construction of “Computational Infrastructure		
in Atomic Energy Research Field” Based on Grid Computing Technology .....	T. Minami and others	174-(31)
Work of Plant Data Acquisition System for “MONJU” .....	D. Hashimoto and others	175-(23)
Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Proposal on Recycling Method of Concrete Debris by Decommission of Power Station		
- Realization of Concrete Minimizing Environmental Load - .....	H. Kimura and others	176-(19)
Development of Radioactive Surface Contamination Monitor .....	T. Hashimoto and others	177-(6)
Completion of J-PARC Mercury Target System - Outline and Topics - .....	K. Haga and others	177-(12)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)
Environmental Radiation Monitoring System Reliability .....	M. Imai	179-(9)
Development of Survey Meter Series .....	D. Inui and others	180-(9)

 (a-1-3)		
1MW Pulse Spallation Neutron Source at the Material and Life Science Test Facility in J-PARC .....	T. Kato	173-(9)
Proposal on Recycling Method of Concrete Debris by Decommission of Power Station		
- Realization of Concrete Minimizing Environmental Load - .....	H. Kimura and others	176-(19)
Completion of J-PARC Mercury Target System - Outline and Topics - .....	K. Haga and others	177-(12)

 (a-1-4)		
Work of Plant Data Acquisition System for “MONJU” .....	D. Hashimoto and others	175-(23)
Completion of J-PARC Mercury Target System - Outline and Topics - .....	K. Haga and others	177-(12)
Fabrication of Mercury Circulation System and Target Exchange Truck		
for J-PARC Spallation Neutron Source .....	H. Kogawa and others	177-(22)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)

 (a-1-5)		
Development of Personnel Dose Control System and Whole Body Counter System .....	Y. Ooki and others	171-(3)
Work of Plant Data Acquisition System for “MONJU” .....	D. Hashimoto and others	175-(23)

Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Development of Radioactive Surface Contamination Monitor .....	T. Hashimoto and others	177-(6)
Advanced Resin Cleaning System .....	S. Miura and others	177-(28)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)
Conceptual Plan of Radiopharmaceutical Production Process in JMTR .....	K. Imura and others	178-(14)
Development of Management Systems for Nuclear Power Plant		
of Hokuriku Electric Power Company .....	T. Nakamura and others	178-(19)
Environmental Radiation Monitoring System Reliability .....	M. Imai	179-(9)
Development of Survey Meter Series .....	D. Inui and others	180-(9)
Development of the New Maintenance Management System for MONJU.....	M. Terauchi and others	180-(30)

 (b-1-2)		
Design of Exhaust Air Monitoring System at Reprocessing Plant.....	S. Nakashima and others	172-(19)
Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)

 (b-1-4)		
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)

 (b-1-5)		
Design of Exhaust Air Monitoring System at Reprocessing Plant.....	S. Nakashima and others	172-(19)
Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)

 (c-1-1)		
Fresh Information (FUJI ELECTRIC SYSTEMS) .....		180-(21)

 (c-1-2)		
Development of Personnel Dose Control System and Whole Body Counter System .....	Y. Ooki and others	171-(3)
Design of Exhaust Air Monitoring System at Reprocessing Plant.....	S. Nakashima and others	172-(19)
Development of the New Environmental Radiation Monitoring System		
in JAEA Nuclear Science Research Institute .....	K. Takehara and others	173-(21)
Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Development of Radioactive Surface Contamination Monitor .....	T. Hashimoto and others	177-(6)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)
Environmental Radiation Monitoring System Reliability .....	M. Imai	179-(9)
Development of Survey Meter Series .....	D. Inui and others	180-(9)

 (c-1-4)		
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)

 (c-1-5)		
Development of Personnel Dose Control System and Whole Body Counter System .....	Y. Ooki and others	171-(3)
Design of Exhaust Air Monitoring System at Reprocessing Plant.....	S. Nakashima and others	172-(19)
Development of the New Environmental Radiation Monitoring System		
in JAEA Nuclear Science Research Institute .....	K. Takehara and others	173-(21)
Radiation Monitoring System .....	K. Ito and others	175-(36)
Development of Radioactive Surface Contamination Monitor .....	T. Hashimoto and others	177-(6)
Access Control System for Radioisotope Controlled Area .....	T. Shibata and others	178-(3)
Environmental Radiation Monitoring System Reliability .....	M. Imai	179-(9)
Development of Survey Meter Series .....	D. Inui and others	180-(9)

(c-2-1)	Development of the New Environmental Radiation Monitoring System in JAEA Nuclear Science Research Institute	.....K. Takehara and others	173 - (21)
(d-1-1)	Concept of the Zero-Emission Gas-Turbine Combined Power Plant System Integrated with CO <sub>2</sub> Sequestration & Enhanced Coal Bed Methane Recovery System	.....Y. Ooka	171 - (15)
	Fresh Information (FUJI ELECTRIC SYSTEMS)		175 - (29)
(d-1-4)	Development of Integrated Small Hydropower Equipment	.....H. Kiyose and others	180 - (26)
(d-2-3)	Concept of the Zero-Emission Gas-Turbine Combined Power Plant System Integrated with CO <sub>2</sub> Sequestration & Enhanced Coal Bed Methane Recovery System	.....Y. Ooka	171 - (15)
(e-1-1)	Mechanism of Authentication and Its New Technologies	.....M. Ishimi	172 - (26)
(e-1-2)	Development of Remote Handling System Based on 3-D Shape Recognition Technique	.....C. Tomizuka and others	172 - (13)
	Research & Development for Construction of "Computational Infrastructure in Atomic Energy Research Field" Based on Grid Computing Technology	.....T. Minami and others	174 - (31)
	Noise Simulation Using Electromagnetic Wave Analysis Software	.....T. Namiki	176 - (15)
	Summary of Air Cooled Heat Exchanger	.....T. Watanabe	177 - (18)
	System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information Network System	.....M. Misawa and others	179 - (26)
(e-1-4)	Noise Simulation Using Electromagnetic Wave Analysis Software	.....T. Namiki	176 - (15)
(e-1-5)	Development of Remote Handling System Based on 3-D Shape Recognition Technique	.....C. Tomizuka and others	172 - (13)
	System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information Network System	.....M. Misawa and others	179 - (26)
(e-1-6)	Development of Remote Handling System Based on 3-D Shape Recognition Technique	.....C. Tomizuka and others	172 - (13)
(e-1-7)	Introduction of FUJITSU RFID Products	.....T. Fujiwara	171 - (20)
(e-2-1)	Fujitsu Group's Environmental Activities	.....A. Takahashi and others	177 - (34)
(e-2-4)	Economic Outlook for 2008	.....H. Iwamoto	176 - ( 3 )
	Economic Outlook for 2010	.....H. Iwamoto	180 - ( 3 )

(e-3)	Introduction of FUJITSU RFID Products	.....T. Fujiwara	171 - (20)
	Mechanism of Authentication and Its New Technologies	.....M. Ishimi	172 - (26)
	Fujitsu Group's Environmental Activities	.....A. Takahashi and others	177 - (34)

## IX. Paper

(a-1-2)	Structural Concept of Solid Breeder Test Blanket Module for ITER	.....Y. Nomoto and others	172 - ( 8 )
	An Examination into Weldability of Irradiated Material by a Laser Welding Method for Repair of ITER Blanket	.....H. Yamada and others	173 - (16)
	Current Status and Issues on Creep-Fatigue Life Evaluation in Elevated Temperature Design	.....T. Shimakawa	173 - (40)
	Development of Radioactive Spent Ion-exchange Resin Treatment System	.....T. Izumi and others	174 - (40)
	Nuclear Design for High Temperature Gas Cooled Reactor (GTHTR300C) Using MOX Fuel	.....T. Mouri and others	176 - (30)
	Preparation of Anion Exchange Filters by Radiation-induced Graft Polymerization and Their Removal Characteristics for Leachables from Cation Exchange Resins	.....T. Izumi and others	179 - (39)
(a-1-4)	Fuels and Materials Irradiation Test Plan at JMTR	.....H. Ise and others	180 - (22)
(a-1-5)	Current Status and Issues on Creep-Fatigue Life Evaluation in Elevated Temperature Design	.....T. Shimakawa	173 - (40)
	An Examination into Weldability of Irradiated Material by a Laser Welding Method for Repair of ITER Blanket	.....H. Yamada and others	173 - (16)
(a-1-6)	Development of Approach Directing Facility for Remote Controlled Equipments	.....T. Ozawa and others	179 - (21)
(b-1-4)	Project of OWTF (Oarai Waste reduction Treatment Facility) in JAEA and The Volume Reduction of The Waste by Incinerating and Melting Treatment	.....T. Okubo and others	179 - (15)
(c-1-2)	Development of Wide-Energy Range X/γ-Ray Survey-Meter	.....S. Nakashima and others	176 - (10)
(c-1-5)	Development of Wide-Energy Range X/γ-Ray Survey-Meter	.....S. Nakashima and others	176 - (10)
(d-1-2)	Development of Superconducting Motor with YBCO High Temperature Superconducting Tapes	.....M. Konno and others	175 - (30)
	Gas Recovery Test from Near-Surface Methane Hydrate in Lake Baikal	.....S. Nishio and others	179 - (34)
(e-1-2)	Current Status and Issues on Creep-Fatigue Life Evaluation in Elevated Temperature Design	.....T. Shimakawa	173 - (40)
	Development of Superconducting Motor with YBCO High Temperature Superconducting Tapes	.....M. Konno and others	175 - (30)

Creep-Fatigue Life Estimation Scheme Based  
on Stress Redistribution Locus Concept .....K. Nakamura and others 178-(28)

(e-1-5)

Current Status and Issues on Creep-Fatigue Life Evaluation  
in Elevated Temperature Design .....T. Shimakawa 173-(40)

## X. Presentation of Companies, their Technologies and Products

## XI. Introduction of Topical Plans

## XII. FAPIG Organization

# FAPIG の 機 構 (社名 ABC順)

(平成22年7月1日現在)

## 理 事 会・委 員 会・専 門 部 会・事 務 局

会 長	伊 藤 晴 夫	富士電機ホールディングス相談役	理 事	河 野 雅 明	みずほコーポレート銀行常務執行役員
副 会 長	林 敏 和	カワサキプラントシステムズ社長	〃	真 木 浩 之	清水建設専務執行役員
	〃	兼 松 弘			
		双日顧問			
理 事	小 笠 原 保 雄	荏原製作所常務執行役員			
	〃	白 倉 三 徳			事務局長 溝 口 忠 雄
		富士電機システムズ社長			
	〃	広 西 光 一			
		富士通顧問			
	〃	佐 藤 哲 哉			
		古河電気工業取締役			
	〃	中 村 晋			
		古河機械金属取締役			

## FAPIG委員会および専門部会

(◎は委員長または部会長, ○は副委員長または副部会長)

### 企画委員会 (13名)

- ◎ 白 川 正 広 (富士電機システムズ)
- 三 澤 秀 行 (荏原製作所)
- 藤 沢 盛 夫 (富士電機システムズ)
- 竹 辺 晴 夫 ( 〃 )
- 國 澤 有 通 (富 士 通)
- 柴 田 光 義 (古河電気工業)
- 大 田 彰 則 (古河機械金属)
- 山 崎 誠 一 郎 (カワキプラントシステムズ)
- 小 林 英 昭 (みずほコーポレート銀行)
- 吉 澤 顕 (双 日)
- 石 黒 修 司 (双 日)
- 加 納 茂 和 (清 水 建 設)
- 溝 口 忠 雄 (事 務 局)

### オブザーバー

- 阿 部 修 一 (原 燃 工)

### 広報委員会 (9名)

- ◎ 溝 口 忠 雄 (事 務 局)
- 米 田 正 章 (荏原製作所)
- 三 木 俊 也 (富士電機システムズ)
- 植 木 亮 (富 士 通)
- 岩 間 和 義 (古河機械金属)
- 湯 原 貴 浩 (カワキプラントシステムズ)
- 山 本 晴 彦 (みずほコーポレート銀行)
- 村 野 博 一 (双 日)
- 酒 井 喜 則 (清 水 建 設)

### 原子力情勢調査部会 (6名)

- ◎ 村 野 博 一 (双 日)
- 尾 崎 博 (富士電機システムズ)
- 組 田 泰 男 (荏原製作所)
- 三 澤 真 (富 士 通)
- 湯 原 貴 浩 (カワキプラントシステムズ)
- 長 浜 哲 志 (清 水 建 設)

高温ガス炉プロジェクト部会（6名）

- ◎ 岡本太志（富士電機システムズ）
- 中村志郎（双日）
- 大橋一孝（富士電機システムズ）
- 前川勇（カワキフアントシステムズ）
- 斎藤正直（清水建設）
- オブザーバー
- 加藤茂（原燃工）

廃止措置プロジェクト部会（6名）

- ◎ 武仲五月（カワキフアントシステムズ）
- 見上寿（富士電機システムズ）
- 荒井正幸（荏原製作所）
- 高橋康一（富士通）
- 沢本雅弘（双日）
- 鳥居和敬（清水建設）

核燃料サイクル調査研究部会（7名）

- ◎ 山崎誠一郎（カワキフアントシステムズ）
- 藤沢盛夫（富士電機システムズ）
- 石山祐二（荏原製作所）
- 蓮沼潤一（富士通）
- 井上桂一（双日）
- 沢本雅弘（〃）
- 加納茂和（清水建設）

品質保証部会（9名）

- ◎ 高橋正昭（富士電機システムズ）
- 斉藤利二（カワキフアントシステムズ）
- 梅津博幸（富士電機システムズ）
- 新田和彦（富士電機システムズ）
- 竹山敏（荏原製作所）
- 江口健二（富士通）
- 有本徹（古河電気工業）
- 石黒修司（双日）
- 中村誠（清水建設）

事務局

局長 溝口忠雄

禁無断転載

FAPIG No.181  
平成22年7月22日印刷

平成22年度 第1号  
平成22年7月26日発行（非売品）

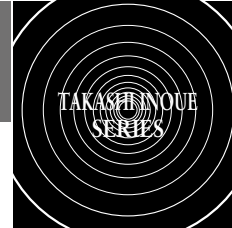
発行所 第一原子力産業グループ事務局  
〒107-8655 東京都港区赤坂6丁目1-20  
双日(株)内

電話 (03) 5520-4911

ホームページ: <http://www.fapig.com/>

編集兼発行人 溝口忠雄

印刷所 ミズノプリテック(株)  
〒104-0042 東京都中央区入船2-9-2  
電話 (03) 5566-6677(代)



Atsushi Minagoshi, Takeshi Miyairi, Tsuyoshi Sakamaki, Takeshi Ishikura

### Complete Series of Radiation Measuring Instrument with Multi Channel Semiconductor Type Detector

FAPIG No. 181 pp.3~8 (2010)

Three types of radiation instruments which employ newly developed semiconductor detectors are introduced in this article. For the measurement range of patrol survey meters, the stable directional characteristics of dose equivalent rate ranging from  $0.1 \mu\text{ Sv/h}$  to  $130\text{mSv/h}$  have been also achieved. Portable area monitor has been designed for appropriate use at a site with the 1.3 times more sensitive detection of our existing fixed type area monitor. Also, the detection probe can measure by placing even 30m away from the surface to be monitored. Environmental dosimeter has been also improved 11 times better detection sensitivity of our existing product and two AA lithium batteries can operate the instrument for a year.

**KEYWORDS** : survey meter, patrol survey meter, existing fixed type area monitor, environmental dosimeter, silicon semiconductor sensor, multi channel semiconductor type detector



### 旧古河庭園

1917年古河財閥3代目当主虎之助により現在の洋館、庭園に。洋館はルネサンス調。庭園は、フランス式とイタリア式の技法を合わせた洋風庭園（バラ園）と小川植治作庭の日本庭園。現在は都立庭園で国の名勝に指定。東京都北区。

Satsuki Takenaka, Terumasa Sawada, Seiichiro Yamazaki, Hideaki Kimura

### Install of Dismantling Facilities for Steam Raising Unit in Tokai Power Station

FAPIG No. 181 pp.9~16 (2010)

Tokai Power Station (TPS) of THE JAPAN ATOMIC POWER COMPANY (JAPC) started the commercial operation in 1966. JAPC is now dismantling by themselves after the commercial operation stop in 1998. Kawasaki Plant Systems, LTD (K Plant) took part in the construction of TPS and manufactured and maintained its primary system including the heat exchangers (SRU). And K-Plant had investigated the decommissioning methods with JAPC.

Dismantling of TPS has been started from 2001, and the dismantling of equipments around SRU from 2006. SRU is one of the largest sized components that make primary loop boundary. It is important that preventing contamination spread should be considered because inside of SRU is contaminated. JAPC and K-Plant selected the jack-down method and made a dismantling plan by using remote controlled facilities. And K-Plant finished installing and renovating constructions with no accident at May 2010.

This report shows the installing and renovating constructions.

**KEYWORDS** : jack-down, dry wire saw, remote controlled gripp, remote controlled transfer, floor surface accuracy

### 中ノ島公会堂

国指定の重要文化財。大正7年北浜の仲買商岩本栄之助氏が建築後大阪市に寄贈。大正期の勇壮な建築様式を持つ大阪のシンボルの一つ。2002年に永久保存・再生工事を完了し現在に復活した。



### 「日本の西洋建築物」透明水彩画

作者プロフィール

井上 隆 Takashi Inoue 元FAPIG企画委員長

富士電機システムズ エネルギーソリューション本部 本部長付、1947年山口県生まれ。

1971年入社（当時は富士電機製造）、入社以来主に原子力事業に従事、もんじゅの建設などの高速炉の開発分野、MOX燃料製造分野などで業績。原子力事業部長、関西支社長、取締役を歴任し、2010年から現職。

主な活動履歴

生来の絵画好き。特に透明水彩画に興味を持つ。本格的に透明水彩画に取り組み始めたのは関西単身赴任時代で比較的遅い。まず選んだテーマは「日本の西洋建築物」。多くの西洋建築物を描くが、エンジニアならではの精密で清涼感のある作風に。その後、日本や欧米の風景、船、社寺、造形静物画、単身赴任先からの暖かな絵手紙など幅広く創作活動を続けている。

# 第一原子力産業グループ

The **F**irst **A**tomic **P**ower **I**ndustry **G**roup

株式会社荏原製作所

富士電機ホールディングス株式会社

富士電機システムズ株式会社

富士通株式会社

古河機械金属株式会社

古河電気工業株式会社

川崎重工業株式会社

カワサキプラントシステムズ株式会社

株式会社神戸製鋼所

みずほコーポレート銀行

清水建設株式会社

双日株式会社