

# FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP



2012 February

**183**

Towards a better world.  
Our **“Unchanging Values”**  
can make it a reality.



来たるべき低炭素社会の実現を、計画段階からサポート。

- 中国やインドにおいて環境都市プロジェクトに参画。
- グローバルな産業構造変化を見通す確かな知見を活用。
- 事業・財務戦略の立案を支え、成長シナリオをお客さまと共有。

▶ みずほコーポレート銀行の使命は、高度で革新的な金融ソリューションを通じて、日本をはじめとする世界中の経済・社会の発展に貢献すること。常に変わることのない金融機関としての存在意義を追求し、発揮していきます。

みずほコーポレート銀行

mizuhocbk.co.jp

One MIZUHO 未来へ。お客さまとともに みずほフィナンシャルグループ

東日本大震災により被災されましたみなさまに心よりお見舞いを申し上げます。みずほコーポレート銀行は、お取引先及び産業・地域の復興支援にグループの総力をあげて取り組んでいます。くわしくは、みずほフィナンシャルグループのホームページ(<http://www.mizuho-fg.co.jp/company/strategy/revival>)をご覧ください。

■ 報 告

WM2011シンポジウムに参加して .....(3)  
藤沢盛夫 / 柳沼禎浩 / 片桐源一 / 武仲五月  
国際熱核融合実験炉におけるダイバータ機器の開発 .....(7)  
毛利憲介 / 鈴木 哲 / 江里幸一郎 / 関 洋治 / 榎枝幹男

■ 解 説

2012年の経済展望 .....(14)  
宮崎和貴

■ 紹 介

原子力防災用の放射線測定機器の紹介 .....(20)  
福本圭佑  
荏原製作所富津工場 ASME Nスタンプ取得 .....(26)  
櫻田幸一

■ 論 文

3.11後の電力市場 ～定量的評価を用いた検討～ .....(31)  
濱崎 博

FAPIGの機構 .....(36)

表紙デザイン：清水郁男

CONTENTS

■ Report

Report of the WM2011 Conference .....( 3 )  
 M. Fujisawa / Y. Yaginuma / G. Katagiri / S. Takenaka

Manufacturing Activity of Divertor in the ITER Project .....( 7 )  
 K. Mohri / S. Suzuki / K. Ezato / Y. Seki / M. Enoeda

■ Commentary

Economic Outlook for 2012 .....(14)  
 K. Miyazaki

■ Introduction

Introduction of Radiation Measurement Equipment  
 Used in the Nuclear Emergency (Disaster) .....(20)  
 K. Fukumoto

Authorization of ASME N Stamp by Ebara Corporation Futtsu Plant .....(26)  
 K. Sakurada

■ Paper

Electricity Market After the 3.11 - Analysis by Quantitative Evaluations - .....(31)  
 H. Hamasaki

Cover Design : Ikuo Shimizu

WM2011シンポジウムに参加して  
 Report of the WM2011 Conference

藤 沢 盛 夫\*      柳 沼 禎 浩\*      片 桐 源 一\*      武 仲 五 月\*\*  
 Morio Fujisawa    Yoshihiro Yaginuma    Genichi Katagiri    Satuki Takenaka

〔概 要〕

2011年2月27日から3月3日に米国アリゾナ州フェニックスで開催されたWM2011 (The Waste Management Conference) にFAPIGグループの各社(富士電機, 川崎重工業, 双日)のメンバーと共に参加した。WM2011には40以上の参加国から500を超える論文の応募があり, 37回目の開催であった。富士電機はグループ各社と連携し, 展示ブースを設けグループ各社の製品の紹介を行なった。本稿ではWM2011の概要と発表した廃樹脂減容装置の論文の概要について紹介する。

1. はじめに

WM2011は, 毎年2月末から3月上旬に米国アリゾナ州フェニックスで開催される廃棄物管理に関する国際会議である。会場はフェニックスの中心部に位置するPhoenix Convention Centerである。会場周辺は写真1に示すように明るい米国南部の代表的な都市部の佇まいである。写真2がPhoenix Convention Centerの外観である。大会2日目の2月28日から3月3日までの1週間で101のtechnical sessionで論文発表, ポスター発表が行なわれた。大会会場の地下階には, 巨大な展示ルームがあり, 全米および海外から多数の大学, 研究機関, 企業が参加していた。FAPIGグループも展示ブースを設置した。FAPIG各社(富士

電機, 川崎重工業, イーエナジー)の委員も展示に参加し, 各社の新製品についての紹介を行なった。また, 米国からも富士電機アメリカ社, 双日アメリカ事務所のメンバーが参加し, 米国の政府機関や研究機関, 企業との交流を行なった。今回は, アジア地区からの参加が多く, 特に韓国や中国の参加者が多かった。韓国は中東での原子力発電所の受注の成果を背景に多数の参加者が来訪し, 展示ブースを設け非常に積極的な姿勢が目立った。

会場には米国や欧州の廃棄物管理の有力企業が巨大なブースを設けていた。輸送や処理専門の企業も多くブースを設け, 廃棄物管理の米国における市場の大きさに圧倒される感想を持った。



写真1 会場周辺の景観



写真2 会場入口の様子

\* 富士電機(株) 原子力統括部

\*\* 川崎重工業(株) エネルギープラント統括部 原子力部

2. 内容

2.1. 大会のスケジュール

日程と主な内容について

表1にWM2011の日程を示す。開催初日の土曜日にはグランドキャニオンへのツアーが計画されていた。われわれのメンバーは展示の会場準備のため参加できなかったが、日本から参加した他団体の方の話では絶景とのことであった。2日目の日曜日は大会会場であるPhoenix Convention Center West Buildingの地下1階の展示ホールで展示ブースの設営を行った。

お昼過ぎにはFAPIG各社（川崎重工業、双日、イーエナジー、富士電機、富士電機アメリカ社）のメンバーで、展示用の機材とFAPIG各社のカタログの搬入を行ない、ブースが完成した。

夕方17時から展示会場がオープンとなり、同時

表1 WM2011の主な日程と行事

日程	主な内容
2月26日（土）	Guest Tour Grand Canyon Registration Open
2月27日（日）	Welcome Reception Exhibit Hall Open Welcome Reception
2月28日（月） ～ 3月2日（水）	Technical Sessions Exhibit Hall Open Poster Sessions Networking Reception & Dinner
3月3日（木）	Technical Session

に会場でのWelcome Receptionがスタートした。写真3は展示会場での地元の音楽家の演奏の様子である。3日目の月曜日からはTechnical Sessionsがはじまり、会場の各部屋で講演や論文発表が行なわれた。午後からPoster Sessionが1階の中央通路で開催された。4日目のお昼には写真4に示すようにConvention Centerの上階のホールでHonor & Awards Luncheonが開催されて各種団体からのScholarshipsの授与やBest Oral Presentation, Best Poster Winnersの表彰式が開催された。

2.2. 展示について

展示会場は地下1階に設置されており、米国内や海外から多数の研究機関や企業などの展示が4日間行なわれた。FAPIG各社と共同で写真5のブースを設置し、来場された大会参加者への説明を行なった。富士電機で開発した廃樹脂減容装置



写真3 Welcome Receptionの演奏



写真4 Honor & Awards Luncheon



写真5 富士電機ブースの様子



写真6 廃棄物輸送車両展示ブースの様子

のPRビデオの映像を流した。展示の企業等は約110社であり、全米でも有数の原子力関係の展示である。米国を代表する廃棄物の処理・処分の総合企業であるEnergy Solutions社やURS社、Westinghouse社、Shaw Group、Fluor社をはじめ多数の企業が参加していた。欧州からもAREVA社やBrokk社が参加していた。アジア地域からは富士電機と韓国企業が出展していた。会場には日本からも多くの来場者があり、なかでもWM2011のBoard of Directorsとして日本から参加されていた日揮(株)の沼田 守氏からは日本から唯一の参加であり面目が立ったとの言葉を頂いた。特に、今年では中東における原子力の国際展開で話題になっている韓国からのブースも設置されており、お互いに関心をもち意見交換を行った。展示ブースにはFAPIGの紹介カタログと川崎重工業、荏原製作所、富士電機の会社紹介と製品のカタログを置いた。展示会場に来場した各国の方々にはFAPIGメンバーから製品の説明を行なった。

Energy Solutions社とBrokk社の展示を写真7、8に示す。巨大なブースを設け廃棄物処理・処分の分野での実力の程がうかがわれた。会場の参加者から富士電機で開発したプラズマ樹脂減容装置について多くの質問があった。中でも、使用済み廃樹脂をプラズマ処理した場合のCsの移行や排ガス中のSOxやNOxの処理についての説明を求められた。Technical Sessionsで使用済み廃樹脂のプラズマ処理について論文発表を行なう旨を説明し、Session会場への来場をお願いした。



写真7 Brokk社（スウェーデン）



写真8 Energy Solutions社（アメリカ）

2.3. Technical Sessionsについて

40以上の参加国から500もの論文の応募があった。各Sessionでは5～8件の論文の発表がなされており、101のSessionで総計約500件の発表が行なわれた。Sessionの中では横断的なテーマを取り上げたPanelが最も多く23Sessionで開催されていた。次は、HLW/SNF/TRU (High Level Radioactive Waste/Spent Nuclear Fuel/TRU) 関係で22のSession, LL/ILW (Low and Intermediate Level Radioactive Waste) 関係で17のSessionとなっていた。

日本からは、以下の機関や会社からの発表があった（敬称略、カッコ内は論文番号）。

独立行政法人) 日本原子力研究開発機構) 東海研究開発センター (11078, 11079, 11176), 独立行政法人) 放射線医学総合研究所 (11252, 11254), 名古屋大学 (11265, 11274), 東北大学 (11378), 専修大学 (11558), 日揮株式会社 (11164), 富士電機株式会社 (11572)。

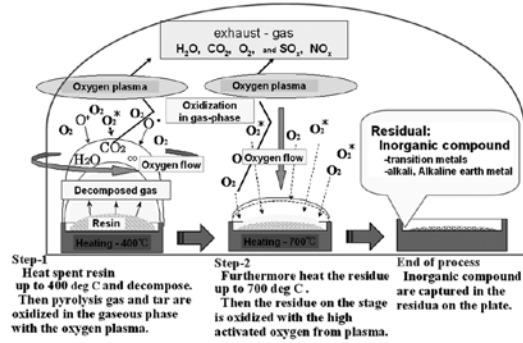


図1 富士LPOPの概要



写真9 Networking Reception & Dinner

2.4. 論文発表について

富士電機では、「Expanded Application of LPOP Method to Nonflammable Waste Treatment」の発表を行なった。LPOP (Low Pressure Oxygen Plasma) Methodとは、ヒータによる加熱と蛍光灯のように穏やかな放電によって生成する酸素プラズマの活性を利用する方法で、減圧雰囲気下においてイオン交換樹脂などの難燃物を穏やかに減容/減重し、無機化することができる技術である。

これまでに、LPOP技術を搭載した実規模装置であるFRR (Fuji resin reducer) を使ったイオン交換樹脂処理についての試験結果を報告している<sup>1)</sup>。本発表では、本装置の適用性拡大として、活性炭、可燃・難燃性液体についての試験結果、貴金属回収への応用について述べ、本方式により貴金属を吸着したイオン交換樹脂を処理すれば、樹脂成分を高減容/無機化し、貴金属を効率よく回収できる見通しが得られたことを発表した。

2.5. Networking Reception & Dinnerについて

5日目の水曜日の夕方からNetworking Reception & Dinnerがフェニックス郊外の広大な野外レストランで開催された。日曜日から4日間の展示も終わり宿泊会場の市内のホテルからバスを連ねて、多数の参加者がReception会場のレストランに到着した。米国南部の料理を取りながら、FAPIG各社のメンバーとともにフェニックス市内の夜景を楽しんだ。



写真10 Networking Reception & Dinner

3. あとがき

本稿では、2011年2月27日から3月3日に米国アリゾナ州フェニックスで開催されたWM2011について紹介した。米国でFAPIGグループとして初の展示を行うと共に多くの参加者と意見交換を行なった。FAPIG関係各位に対して、厚く謝意を表す。

参考文献

- 1) Gen-ichi Katagiri, Morio Fujisawa, Kazuya Sano, Norikazu Higashiura “STUDY OF LPOP RESIDUE ON RESIN MINERALIZATION AND SOLIDIFICATION” ICEM2010-40112

国際熱核融合実験炉におけるダイバータ機器の開発  
Manufacturing Activity of Divertor  
in the ITER Project

毛利憲介\* 鈴木 哲\*\*  
Kensuke Mohri Satoshi Suzuki  
江里幸一郎\*\* 関 洋治\*\*  
Koichiro Ezato Yohji Seki  
榎枝幹男\*\*  
Mikio Enoeda

〔概要〕

国際プロジェクトである国際熱核融合実験炉において、構成機器の調達が始まっており、日本では各メーカーの協力のもと、日本原子力研究開発機構が中心となり機器の技術開発や試作を実施している。

本稿では、日本が調達する予定の重要な炉内構造物の一つであるダイバータの外側垂直ターゲットに関して、その概要を示すと共に日本原子力研究開発機構が実施した設計や探傷技術開発、および川崎重工業(株)で実施した施工技術開発やプロトタイプ試作について、それらの成果の一部を紹介する。

1. はじめに

2007年フランス南部のカダラッシュの地に建設が始まった国際熱核融合実験炉 (ITER) は、同地に本部を置くITER国際核融合エネルギー機構 (ITER機構) が中心となり日本を始めとする欧、米、露、韓、中、印の7極 (国・地域の略称) が協力し推進する国際プロジェクトである。その目標は、核融合出力500MWを400秒以上長時間持続し、核融合が科学・技術的に実現可能であることを実証することにある。現在は2019年のITERで初めて点す水素運転フェーズでの水素プラズマ放電 (ファーストプラズマ) を当面の大きな指標として、その完成を図っている。

図1にITERの炉内機器に関する概念図を示す。ITERを構成する各機器は主として物納によって調達される。この物納調達に係る分担は、ITER機構と各極の合意のもと、それぞれの極に事前に割り当てられており、各極では機器調達に向けた試作試験が実施されている。日本の調達機器としては、炉内機器の一つで今回紹介するダイバータを始めとして、プラズマを閉じ込める磁界 (磁場)

を発生するトロイダル超伝導コイル、プラズマを1億度以上まで加熱するための中性粒子入射加熱装置や同じく電子サイクロトロン波加熱装置など、重要で高度な技術を必要とする機器がその対象となっている。

日本では、日本原子力研究開発機構の内部に日本国内機関 (Japanese Domestic Agency, JADA) が設けられ、日本の窓口としてITER機構と各機

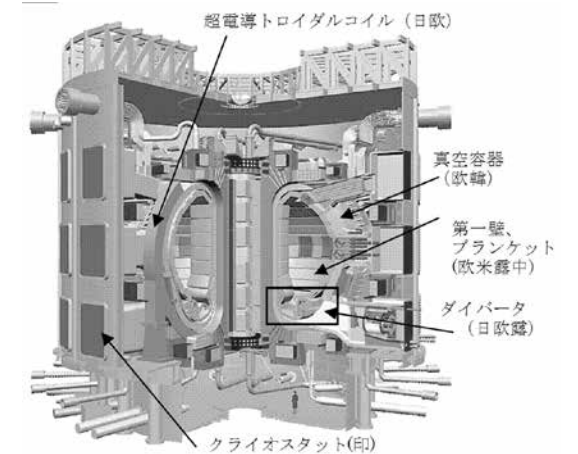


図1 ITER炉内機器全体図

\* (独)日本原子力研究開発機構 核融合エネルギー工学研究開発ユニット ブランケット工学研究グループ (川崎重工業(株) 原子力部より出向中)

\*\* 同機構 核融合エネルギー工学研究開発ユニット ブランケット工学研究グループ

器の調達に関する契約を結んでいる。ダイバータに関しては、水素運転フェーズ用の調達取り決めに2009年6月に締結し2016年にITERサイトに完納する計画で、調達を開始している。

2. ITERダイバータの概要

2.1. ITER要求仕様

ITERダイバータは、磁界により保持された高温のプラズマの不純物制御のために設置される機器で、高速・高温で飛び交う不純物粒子やプラズマの燃料である三重水素（トリチウム）の核融合反応の結果生じるヘリウム灰（粒子）などを、磁界により強制的にダイバータ表面材料に衝突させ、ガス化し外部に排気する方法でプラズマの純度を維持している。このため、その表面材料には高熱負荷や粒子損傷などに対する高い耐久性が求められている。

表1にITERダイバータに要求されている熱負荷条件、設計条件および使用候補材料などをまとめて示したが、熱負荷条件としてはプラズマ運転時に最大10MW/m<sup>2</sup>、非常時には最大20MW/m<sup>2</sup> (<10s)にも達する非常に厳しい条件となっている。また、上記以外にもダイバータ構造体には炉外機器への中性子遮蔽性能、特に超伝

導コイルに対する遮蔽が要求されている。これは、中性子照射により生じるコイル用絶縁材の特性劣化の軽減のためとプラントの大型化を招く中性子発熱によるコイル冷却容量の増大を避けるためのものである。製作における要求仕様としては、冷却水の圧力境界に設ける継ぎ手には压力容器と同じ突合せ完全溶込み溶接（フルペネ溶接）の適用が課せられている。

2.2. 構造概念

(1) ダイバータカセット<sup>1)</sup>

ダイバータ機器の炉内への設置は図2に示すダイバータカセットと呼ばれる構造体（約3.5m×2m×0.6m、約10ton）単位で行われ、真空容器下部に設けられた3箇所のダイバータ専用ポートより1ポート当り18カセット、円周方向に総計54カセット設置される。ダイバータカセットは、カセットの筐体となるカセットボディとその上に設置される高熱負荷受熱機器である外側垂直ターゲット、内側垂直ターゲットおよびドームなどにより構成されており、その製作は、外側垂直ターゲットを日本、ドームをロシア、残りをEUが行うことになっている。

このようなカセット構造は、ITERで2026年より本格的に開始される重水素とトリチウムとのD-T運転（約10ヵ年）の放射化環境下において、遠隔機器によるダイバータ交換保守を容易にするためのものである。

ダイバータの交換は、現在のところ運転期間20数年中に2回予定されており、最初の交換は2023

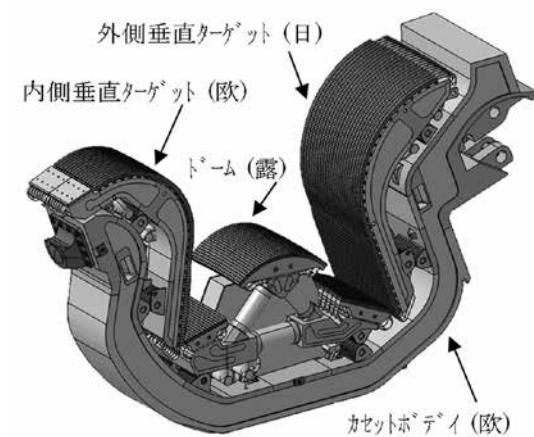


図2 ダイバータカセット概念図（1基分）

年から実施される最終総合性能試験の重水素運転（D-D運転）開始前に行う計画になっている。

(2) 外側垂直ターゲット

ITER機構が設計した水素運転フェーズ用の外側垂直ターゲット単体の構造概念（案）を、図3(a)に示す。外側垂直ターゲット単体（0.5カセット分に相当）は、プラズマ対向ユニット（PFU）と呼ばれる高熱負荷受熱機器11本と、PFUの固定やPFUへの給排水機能および中性子遮蔽性能などを有するステンレス製支持構造体1体とにより構成されている。総重量は約650kgである。

PFUは、断面形状φ12<sup>DD</sup>/15<sup>DD</sup>mm、長さ約2.3mの1本の特殊な銅合金製シームレス冷却管（CuCrZr材；ASTM C18150、大和合金製）により、120個もの小形で矩形の均質な表面保護タイル（アーマタイル）を貫通させた串刺し構造を

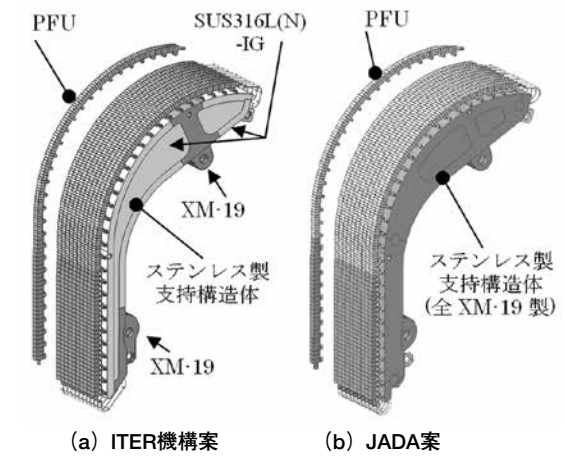


図3 外側垂直ターゲット概念図（1体分）

表2 ダイバータ用構造材料の化学成分および強度データ

構造材料	規格表	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Mo	N	V	Nb	Co	Ti	Cu	B	引張強さ (Su, 100℃)	設計応力 (Sm, 100℃)
SUS316L	UNS S31603 (JIS SUS316L)	<0.035	<2.0	<0.75	16.0-18.0	10.0-15.0	<0.040	<0.03	2.0-3.0			<0.1	<0.05				430MPa	127MPa
SUS316L(N)-IG	RCC-MR	<0.03	1.6-2.0	<0.50	17.0-18.0	12.0-12.5	<0.025	<0.01	2.3-2.7	0.06-0.08		<0.1	<0.05	<0.1	<0.3	<0.002	458MPa	147MPa
XM-19	UNS S20910 (NAS XM-19)	<0.06	4.0-6.0	<0.75	20.5-23.5	11.5-13.5	<0.040	<0.030	1.5-3.0	0.2-0.4	0.1-0.3	0.1-0.3	<0.05				621MPa	207MPa

に誘導放射能や電磁力の低減，電子ビームの溶接性向上や高強度化を目的に，既存の規格の化学成分の許容範囲を狭める方法などによりSUS316Lを大幅に改良して規格化した材料で，設計許容応力も $\sigma_m=147\text{MPa}$  (100℃) と高く，ITERの主要機器である真空容器や炉内構造物である第一壁・ブランケットなどの構造材料として使用が指定されている。参考までに，電磁力低減というのは，透磁率に関する要求事項 (<1.03) で，一般のSUS316 L規格材 (1.04前後) では要求対象とされないものである。

XM-19材については，SUS316L (N) -IG材での強度不足の部位に適用されている窒素強化型の鋼材で，許容応力は $\sigma_m=207\text{MPa}$  (100℃) と非常に高く，高温特性も優れている。これらの特性を活かして日本では使用済核燃料貯蔵用キャスクや熱交換器などに，ドイツでは国防での潜水艦の最先端部分の極厚船殻に使われている。

なお，両材料は外側垂直ターゲットでの必要量が合わせても100ton以下と少なく，またSUS316L (N) -IG材に関しては成分の許容範囲が狭い上に微量元素にまで許容範囲の指定があり，製造には特別の注意を要する材料となることから，国内製鉄メーカーの興味を惹くのは中々難しい状況にある。

表3はITER機構と締結された外側垂直ターゲットに関する製作計画を示したもので，予備を含め60カセット分の実機製作は2013年度後期より開始される予定であり，現在は前段階である実規模プロトタイプ1体の製作を実施しており，2013年度前期の完成を目指している。

### 3. 設計・試作

#### 3.1. 外側垂直ターゲットの設計

ダイバータの設計検討は，ITER機構が設計した製作図面を基に各極では製作だけを行う所謂 built to printなる条件での実施であったが，ステンレス製支持構造体の構造は (図3 (a) 参照)，EU圏での材料調達を前提としたもので，前述した日本での材料の入手性の悪さが考慮されていないものであった。そのためステンレス製支持構造体については，JADAにて独自に材料調達・工期短縮・製作コスト削減などを基本に設計を大幅に見直し，図3 (b) に示す構造案を構築，ITER機構に提案し正式に採用された経緯がある。

この構造案の特長は，国内でのEU圏のような廉価購入が見込めないSUS316L (N) -IG圧延材に代わり調達単価が同程度のXM-19鍛造材のみを使用することにより，組立に必要とされたフルベネ溶接部 (総長9.1m×厚さ40mm以上) を半長以下にしたシンプルな構造で，i) 異材溶接における施工リスクの回避，ii) ITER機構がホールドポイント対象としている溶接部位の大幅な削減による製作工程の短縮，および iii) 溶接 (変形) 量低減による高い要求精度の遵守，などが図れる構造となっている。なお，ホールドポイントとは，日本でも一部で採用されているが，製品の品質管理上重要な工程について責任者が承認するまで次の工程に進まないよう工程上に置かれたポイントのことで，本件では，ITER機構の承認手続きや認定までの待機期間が必要とされ，製作工程への

影響が懸念される要因となっている。

#### 3.2. PFUの試作

本節では，川崎重工業(株)にて実施し培ったPFU製作における改善策について紹介する。

アーマタイトルのPFUへの組立接合法としては，CFC材が多孔質であることを考慮して汎用の真空ロウ付け法を採用している。ロウ材や施工条件については，ロウ材選定試験を通して，最終的にCFC材とのぬれ性・共存性に優れたNi-Cu-Mn系のロウ箔 (Nicuman37,  $50\mu\text{m}$ ) および処理温度980℃，保持時間約30分の条件を選定している。選定に当たっては実のところ，利点の多いより低温域で使用可能なロウ材を調査したが，残念なことにCFC材との相性の良い候補が見つからず，現在のところ，本条件が唯一の条件となっている。本条件下においてPFUをロウ付け製作する上での考慮すべき点は，材料特性が大きく異なる異材同士の接合性にある。特に低強度のCFC材と銅合金製冷却管のCuCrZr材に関しては，CuCrZr材の熱膨張率がCFC材の30倍以上あるため，以下の2種類の欠陥が生じやすい。一つは，ロウ付け昇温時において冷却管の拡管膨張に伴いCFC材自身が割れる欠陥であり，他方はロウ付け降温時においてロウ材固化 (約900℃) 後の冷却管収縮に伴いロウ材接合部がはく離する欠陥である。

更に，熱疲労に曝されるCuCrZr材に対しては，ITER機構から最終製品として所定の強度の確保，例えば引張強さ $\sigma \geq 280\text{MPa}$  (20℃)，が求められている。CuCrZr材はそもそも析出強化型の銅合金であるため，Cr, Zr成分が溶体化温度 (約

900℃) 以上になった場合，組織の安定化 (成分の過飽和化) と機械強度回復のためには急冷処理 (980℃→600℃) および時効処理 (450-480℃) が必須となるのだが，この急冷処理は前述の冷却管収縮時のロウ材はく離を誘発する危険性がある。

以上のことから，PFU製作上の重要な課題としては，CFC割れ防止用の熱膨張差緩和策，ロウ付け部のはく離を生じさせない急冷条件の選定などが挙げられ，またCuCrZr材の強度確保のためには熱容量の大きなW材部の強制冷却方法や治具構造などの改良も必要であることが分かる。

これらの課題に対して試作試験を通して改良を加え現在では以下に示す構造や条件を採用している。

まず，熱膨張差緩和策としては，図4に示すようにPFUのタイル構造のCFC材と冷却管の間に高い強度が期待できかつ熱膨張係数が両者の中間に位置するW-Cu製のリングを設けて冷却管の拡管膨張を抑制すると共に，各部品の寸法精度にも厳しい加工精度を課している。なおW材部には，W材自体が高強度のため廉価な純銅製リングを使用している。

次に，ロウ付け後の急冷条件やW材部の強制冷却方法などについては，熱容量が大きく冷え難いW材部でもCuCrZr材部で $0.6^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度となるように冷却装置や固定治具類を調整し，CuCrZr材の引張強さ $\sigma \geq 280\text{MPa}$  (20℃) と割れない健全な接合部の確保を図っている。参考までに，図5に改良を加えたPFUロウ付け用固定治具の設置状況を，また図6に試作したPFUの外観写真をそれぞれ示す。

表3 ITER外側垂直ターゲット製作工程

(2011年10月現在)

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
ITER機構マイルストーン										
I. (締結前) 資格認定試験: 評価用プロトタイプの熱負荷試験	認定									
II. 実規模プロトタイプの製作 資格認定試験1: CuCrZr/SUS異材管の溶接検査 資格認定試験2: PFU支持脚接合部の強度検査 資格認定試験3: 赤外線サーモグラフィ非破壊検査 資格認定試験4: 支持構造体の溶接検査 実規模プロトタイプの製作 (0.5カセット分)		調達 取決 締結								
III. 実機製作 (予備を含め60カセット分)				PFU	支持構造体					完納

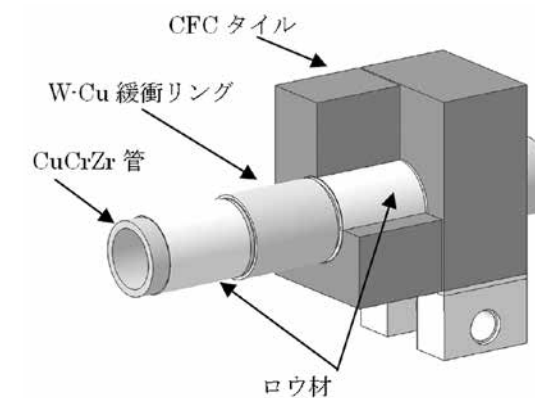


図4 CFCアーマタイトイル構造概念図



図5 ロウ付け処理時の配置状況

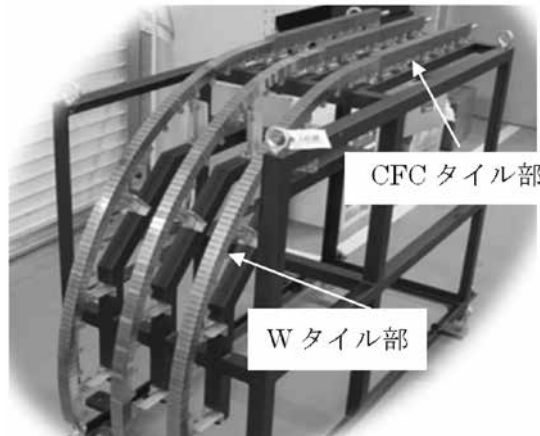


図6 製作したPFU外観

#### 4. ITER認定試験と検査技術の開発

##### 4.1. ITER認定試験

ITER機構では、物納調達に関して契約先が7極もの大所帯で製作機器も多岐にわたることから、製作担当極が本当に製作に値する技術レベルを有しているかどうかを見極めるための「資格認定試験の実施」を各極への要求事項として調達取り決めを謳っており、試験の合格をもって次の工程への移行許可を与える、というものである。

ダイバータでは、表3に示すような多種に亘る資格認定試験が課せられているが、本章ではこの中から認定試験用プロトタイプ製作と赤外サーモグラフィ検査技術について紹介する。

##### 4.2. 認定試験用プロトタイプ製作

本認定試験は、ITER機構との調達取り決め締結に向けての事前認定試験で、JADAとEUの代表機関 (Fusion for Energy, F4E) が提供した認定試験用プロトタイプを用いて、ロシアのサンクトペテルブルグにあるEfremov研究所にてITER機構の所掌で電子ビーム加熱試験を実施し、熱負荷に対する健全性の合否判定を行う、というものである。

図7に、2008年に川崎重工業(株)が製作した認定試験用プロトタイプの外観写真を示す。このプロトタイプは、CFC材11個、W材14個のアーマタイルを装着した長さ約400mmのPFU3本により構成された試験体である。Efremov研究所での熱負荷試験は、表1に示した実機要求条件と同等の



図7 ダイバータ評価認定用プロトタイプ外観

CFCタイル部 $20\text{MW}/\text{m}^2 \times 1000$ 回、 $10 \times 2000$ 回、Wタイル部 $5 \times 1000$ 回、 $3 \times 1000$ 回の条件で行われた。結果となるITER機構の許可は、日本は初号機でEUは2号機で共に2009年度にめでたく取得しており、その後、両極ともITER機構との間に調達取り決めを締結し、次の工程である実規模プロトタイプ製作へと移行できている。

Efremov研究所での熱負荷試験は、今後製作する実機PFUにも課せられており、この熱負荷試験に合格したPFUだけがステンレス製支持構造体への取り付けが許可されることになっている。一方、Efremov研究所での熱負荷試験に必要なとされる期間は、輸送を含め約4カ月を要することから、限られた工期3.5ヵ年で如何に製作の効率化を図るかが今後の大きな課題となっている。

##### 4.3. 赤外サーモグラフィ検査技術

ITER機構が調達取り決めの技術仕様として課しているPFUに取り付けたアーマタイルの探傷検査手法<sup>2)</sup>としては、接合部を管内面側から探傷する汎用の超音波探傷試験以外に、接合部やアーマタイル内部に生じた割れを外表面から探傷できる赤外サーモグラフィ法による探傷試験があり、そのための装置 (FIND: Facility of Infrared Non destructive examination for Divertor)<sup>3)</sup>をJADAが保有している

図8にFIND計測の模式図を示したが、この装置の原理は、PFU冷却管内に温水を通し $95^\circ\text{C}$ の定温状態から瞬時に $5^\circ\text{C}$ の冷水に切り替えることによるアーマタイル表面での過渡温度応答分布を記憶し、それを応答時間の差を基にデータ処理することにより、欠陥の位置やその範囲を識別可能

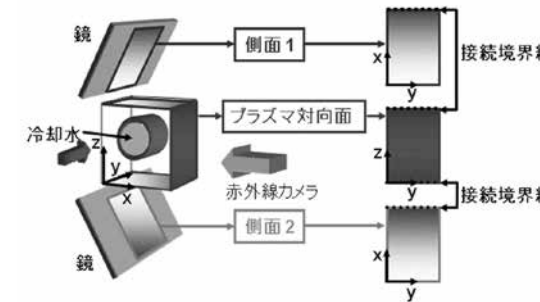


図8 FIND装置模式図

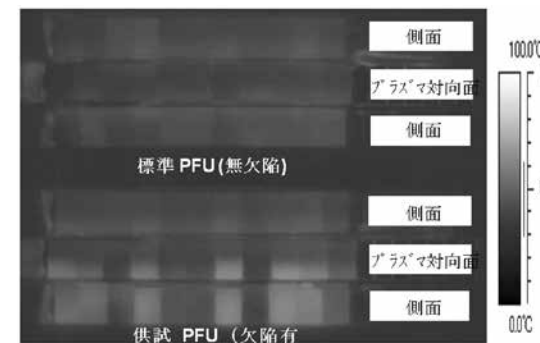


図9 FIND装置の赤外線カメラによるタイル状況写真例

にするものである。技術的工夫として、アーマタイル表面の変化をより良く評価するために2枚の鏡によりアーマタイルの両側面も評価対象としており、3表面の過渡温度応答を赤外線カメラを介して同時に記憶させる方式を採っている。図9に、結果の一例として、赤外線カメラによる11枚のCFCアーマタイルにおける温度応答の状況写真を示す。図中上部が標準となる無欠陥のPFUで下部の供試PFUにおける白色部分が欠陥と識別された部位である。

この探傷装置は、ダイバータ外側垂直ターゲット

トの調達のために日本原子力研究開発機構が独自に試作し開発した装置で、ITER機構による「資格認定試験の実施」で使用を許可された装置である。

現在、Efremov研究所で実施した熱負荷試験結果との精度の整合性に関するデータの構築を図っており、将来的にFIND装置による探傷試験が、時間もコストもかかるEfremov研究所での熱負荷試験に取って代わり、前節で述べた工期短縮に大きく貢献できることを期待したい。

#### 5. おわりに

本稿では、日本が参画するITER国際プロジェクトにおいて調達貢献義務のあるダイバータ外側垂直ターゲットについて、必要とされる機能、それを満たす構造概念、製作方法などを示すと共に、日本原子力研究開発機構と川崎重工業(株)で実施した試作・試験技術についてその成果の一部を紹介した。

今後は、2014年からの外側垂直ターゲットの実機製作もさることながら、2012年度からは技術難度の高い残された最後の認定試験であるステンレス製支持構造体の試作が開始されることから、より良い改良の推進とITER国際プロジェクトへの大いなる貢献を胸に、業務に邁進していく所存である。

#### 参考文献

- 1) M. Merola, Fusion Eng. Des.85,2312 (2010)
- 2) A. Durocher, Nuclear Fusion 47,1682 (2007)
- 3) 鈴木 哲; J. Plasma and Fusion Research Vol.87 No.9 607 (2011)

# 2012年の経済展望 Economic Outlook for 2012

宮崎 和貴\*  
Kazutaka Miyazaki

## 〔概要〕

東日本大震災、福島原発事故の傷が癒えぬまま2012年の幕が開けた。早急な復興に加え、社会保障・税の一体改革、TPP参加問題、日本再生戦略の策定・実行など、野田政権の課題は山積している。一方、世界経済を見渡すと、バランスシート調整が続く米国、債務問題が深刻な欧州、景気とインフレ圧力のバランスに苦慮する中国、民主化運動が続く中東・北アフリカ、景気減速の兆しが見られる新興国など、どの国・地域も大きな問題を抱えている。2012年、日本経済は、世界経済は、どのような方向に向かうのか展望してみたい。

## 1. 2011年を振り返る

2011年「今年の漢字」の第1位は「絆」と発表された(財団法人 日本漢字能力検定協会)。東日本大震災や福島原発事故などの大規模な災害の経験から、家族や友人、地域社会、そして国境を越えた人々との「絆」を改めて知り、その重要性を再認識した年になった、ということであろう。

筆者個人としては、第2位として発表された「災」がトップになるのではないかと予想していた。2011年は世界規模でも災害が多い年であった。国内では東日本大震災、福島原発事故、大型台風による大雨被害などが、海外ではニュージーランド地震、タイ洪水、トルコ地震などが代表的な例として挙げられよう。

加えて、「人為的な災害」も世界中を覆った。「政治の機能不全」である。特に日・米・欧の先進国の政治が重症で、各国・地域とも様々な緊急課題を抱えているにも拘らず、政治家はまるで「選挙」のことしか頭に無いような状態で、党派対立を繰り返し、課題解決へ向けた建設的な議論はまともに出来ない状況にある。

こうした中、2012年の幕が開けた。いったい日本経済、世界経済はどのような方向に向かうのか。本稿では日本経済を中心に、2012年の経済展望をしてみたい。

## 2. 東日本大震災がもたらした試練

2011年3月11日は日本にとって忘れられない日となった。午後2時46分、東日本は大地震に襲われ、それに続く津波によって東北地方沿岸部を中心に大きな被害を受けた。戦後最悪の自然災害となった東日本大震災は、人的被害・物的被害とも1995年1月に発生した阪神・淡路大震災を上回る大惨事となった。内閣府の推計によれば、ストックの被害総額は約16.9兆円と、阪神・淡路大震災(約9.6兆円、国土庁推計)のおよそ1.8倍に達する。さらに、福島第一原子力発電所の事故は、電力不足の懸念に加えて、放射能への不安から生じる日本の農産物・工業製品に対する風評被害、日本への旅行者減少など、大きな損失をもたらした。

地震・津波の被害を受けて原子力・火力発電所の一部が停止したことから、震災直後は東北・東京電力管内への電力供給が大幅に減少した。首都圏では3月中旬から計画停電が実施され、経済活動は大混乱に陥った。交通機関の乱れで通勤・通学に支障が出たほか、生産活動にも多大な影響が及んだ。首都圏の計画停電は、東京電力管内の世帯を5グループに分けて約3時間ごとの輪番で停電を実施するものであった。しかし、直前にならなければ停電の有無がわからず、一日に数時間でも電力供給が途絶えると生産できない品目(半導体や食料品の一部など)もあったため、実際に停

電したエリアや時間帯以外でも工場を稼働できない事例が相次いだ。

また、震災直後は被災企業の生産が停止したことに加えて、物流網が寸断されたことにより川上からの部品供給が途絶え、直接被災していない企業の生産がストップするという事態が生じた。東北地方でしか生産されていなかった素材・部品も多く、生産活動は全国的に滞った。2011年3月の鉱工業生産は前月比で約15%減となり、単月では過去最大の落ち込みを記録した。特に、完成車の生産に数万点の部品を要し、供給構造が複雑化していた自動車産業への打撃は大きく、当初は生産活動の正常化時期が2012年にずれ込むとの観測もあった。

## 3. 2011年夏場までの日本経済

鉱工業生産および輸出数量(みずほ総合研究所による季節調整値)の水準をみると、世界的な金融危機の後、危機前の水準を取り戻すに至らないうちに震災で再び急激な生産・輸出減に見舞われていることがわかる(図1)。しかし、結論から言えば震災による経済活動の落ち込みはリーマン・ショック後ほどの規模とはならず、持ち直しも比較的速かった。鉱工業生産は2011年夏場の時点で震災前の約95%まで回復することに成功した。スピーディーな回復をもたらしたのは、何よりも民間企業による復旧努力であろう。震災直後の状況からみれば驚異的な回復力であり、日本企

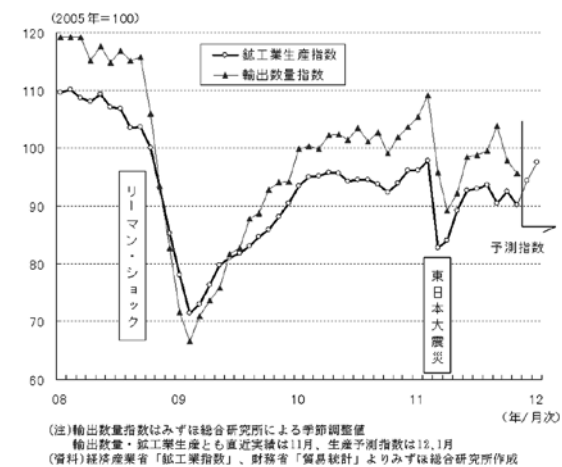


図1 輸出数量と鉱工業生産の推移

業の製造現場の底力をみた思いである。震災後の景気低迷が長期化しなかったもう一つの理由は、企業が供給制約による経済活動の落ち込みを一時的なものとして認識したため、雇用や設備投資を削減する動きが本格化しなかったためである。被災地の雇用情勢には厳しさが残っているが、全国ベースの失業率は2011年夏場にかけてむしろ低下傾向で推移した。政府が雇用調整助成金の拡充で対応したことも、失業の増加に歯止めをかける要因になったとみられる。設備投資についても、日銀短観の設備投資計画などをみる限り、震災後に投資計画を大きく下方修正する動きはみられていない。もともとキャッシュフローに余裕があって、その範囲内での投資を計画していた企業が多く、資金面の不安が生じたケースが少なかったことが一因と推測される。雇用の場合と同様に、中長期的な期待成長率が変化しなかったことも、震災前の投資計画がほぼ維持された要因であろう。

2011年秋になり、輸出数量や鉱工業生産など月次の経済指標は、回復ペースが鈍っている。経済活動の水準が震災前に近づく中、震災による落ち込みからの急回復局面は終わりつつある。一方、欧米の財政・景気に対する不安を受けて金融市場は世界的に緊張を強めており、日本でも先行きに対する不透明感が台頭し始めている。世界経済および日本経済は、こうした不安の中で2012年を迎えたことになる。

## 4. 減速感が強まる2012年の世界経済

2011年の世界経済成長率(みずほ総合研究所が予測対象としている国・地域の加重平均値)は、5%超の高成長となった2010年から大きく減速し、4%を下回る見込みである(表1)。2012年はさらに減速感が強まり、成長率は3%台前半にとどまるとみられる。欧米経済は財政緊縮の影響などから低成長となり、新興国も欧米向け輸出の低迷で減速する国が多くなる。

2012年の米国経済は、1%台のきわめて低い成長にとどまる見通しである。家計のバランスシート調整途上にある米国は、財政・金融政策による押し上げがなければ従来の成長ペースを維持できない。しかし、追加の経済対策が講じられる可能

\* みずほ総合研究所株式会社

表1 世界経済予測 (2011年12月12日公表)

暦年	2009年 (実績)	2010年 (実績)	2011年 (予測)	2012年 (予測)	2010		2011		2012	
					上期	下期	上期	下期	上期	下期
予測対象地域計	▲0.1	5.3	3.7	3.3						
日米ユーロ圏	▲4.1	2.8	1.3	0.9	3.5	2.5	0.7	1.3	0.5	1.4
米国	▲3.5	3.0	1.7	1.3	3.9	2.8	1.1	1.8	1.0	1.5
ユーロ圏	▲4.3	1.8	1.6	0.1	2.0	2.1	2.0	0.3	▲0.4	1.1
日本	▲5.5	4.4	▲0.8	1.9	6.3	2.2	▲3.8	2.5	1.5	2.0
アジア	6.1	9.3	7.5	6.9						
NIEs	▲0.7	8.3	4.2	2.6						
ASEAN5	1.6	6.9	4.6	4.5						
中国	9.2	10.4	9.3	8.8						
インド	7.0	8.7	7.4	6.7						
日本(年度)	▲2.1	3.1	▲0.4	1.9	4.4	▲1.1	▲1.3	2.3	1.9	1.7
原油価格(WTI, \$/bbl)	62	80	95	83						

(注) 予測対象地域計はIMFによる2010年GDPシェア(PPP)により計算。  
(資料) IMF, みずほ総合研究所

性は低くなっている。オバマ大統領は2011年9月、個人向け給与税減税や設備投資減税など既存の政策の延長に加え、州・地方政府の雇用支援やインフラ投資などを内容とする景気対策案を発表したが、10月には上院で事実上廃案となった。2011年末期限の給与税減税は暫定的に2ヶ月間延長されたが、いずれにしても2012年11月の大統領選挙を控えて、与野党間で大規模な経済対策が合意される可能性は低い状況にある。

ユーロ圏経済は、2011年末から2012年初にかけて景気後退が予想される。政府債務の持続可能性や主要銀行の資本不足に対する懸念が金融市場で強まる中、2011年秋の時点で実体経済にも影響が及び始めている。企業・家計のマインド萎縮と金融機関による貸出姿勢の慎重化を受けて民間需要が低迷するほか、政府支出の削減や増税による財政緊縮も景気の重石となる。

アジア経済は、欧米経済の低迷を受けて輸出が伸び悩むことを主因に、全般に減速するとみられる。特に、輸出依存度が高いNIEs諸国の成長率は大きく低下しよう。一方、内需の堅調が見込まれるASEAN諸国は相対的に堅調を保つとみられる。2012年の中国の実質GDP成長率は、8%台後半に緩やかに減速する見通しである。欧米向け輸出の低迷は、中国にとっても成長の足かせとな

る。他方でインフレ率のピークアウトを受けて今後の金融政策はおおむね中立となり、新しい5カ年計画のもとで投資は高い伸びを維持するとみられる。賃金上昇などを背景に、個人消費も堅調に増加しよう。

### 5. 復興需要に支えられる2012年の日本経済

次に2012年の日本経済を展望する(表2)。

欧米を中心に海外需要が低調に推移する中、輸出は年間を通じて伸び悩む見通しである。2012年は輸出に多くを期待できない年となりそうだ。

一方、国内需要については、2011年末から2012年夏場にかけて復興需要による押し上げが期待できる。政府の東日本大震災復興対策本部は、復興需要の規模について10年間で23兆円程度と見積もっている。そのうち、当初の5年間で集中復興期間と位置づけ、その間の復興費用は19兆円程度と想定されている。震災直後はインフラの復旧や仮設住宅の建設、自衛隊の活動費など、当座の経済活動や被災者の生活を立て直すための支出が中心だった。東日本大震災では津波の被害が大きかったため、大量に発生したがれきを除去する費用などが政府支出の増加要因となっていた。遅れ気味だった2011年度第3次補正予算が2011年11月に成立したこともあり、2012年度にかけては港湾や建

表2 日本経済予測 (2011年12月12日予測)

(単位:%)

	2010年度 (実績)	2011年度 (予測)	2012年度 (予測)	2011年度		2012年度		2010年度 (寄与度) (実績)	2011年度 (寄与度) (予測)	2012年度 (寄与度) (予測)
				上期	下期 (予測)	上期 (予測)	下期 (予測)			
実質GDP	3.1	▲0.4	1.9	▲1.3	2.3	1.9	1.7	-	-	-
国内需要	2.4	0.5	1.9	0.2	2.2	2.0	1.5	2.2	0.5	2.0
国内民間需要	3.0	▲0.1	1.9	▲0.9	2.3	1.7	2.1	2.2	▲0.1	1.5
個人消費	1.6	0.3	1.1	0.0	1.3	1.0	1.2	0.9	0.2	0.7
住宅投資	2.3	4.3	3.4	2.8	3.4	▲0.8	12.4	0.1	0.1	0.1
設備投資	3.5	▲0.8	3.6	▲2.3	2.7	4.2	3.1	0.5	▲0.1	0.5
国内公的需要	0.5	2.3	1.9	3.9	1.7	3.0	▲0.1	0.0	0.5	0.5
政府消費	2.3	1.8	0.8	2.2	1.3	0.9	0.1	0.4	0.3	0.2
公共投資	▲6.8	4.4	6.7	10.7	3.7	12.9	▲1.0	▲0.3	0.2	0.3
純輸出(寄与度)	0.8	▲0.9	▲0.0	▲1.6	0.2	▲0.2	0.2	0.8	▲0.9	▲0.0
輸出	17.2	▲0.4	3.7	▲4.9	8.3	2.2	2.4	2.3	▲0.1	0.6
輸入	12.0	5.6	3.7	5.6	7.6	3.0	1.5	▲1.5	▲0.8	▲0.6
名目GDP	1.1	▲2.2	2.0	▲3.6	1.8	2.6	1.3			
GDPデフレーター	▲2.0	▲1.8	0.1	▲2.2	▲1.3	0.0	0.1			
鉱工業生産	8.9	▲2.3	4.1	▲2.9	2.8	1.7	1.9			
完全失業率	5.0	4.4	4.1	4.5	4.4	4.2	4.1			
経常収支(対GDP比)	3.4	2.1	3.0	1.9	2.3	3.1	3.1			
国内企業物価	0.7	1.9	▲0.9	2.6	1.2	▲1.3	▲0.6			
消費者物価	▲0.8	▲0.1	▲0.4	0.0	▲0.2	▲0.6	▲0.2			
長期金利(%)	1.13	1.06	1.06	1.10	1.00	1.03	1.10			
日経平均株価(円)	9,961	9,050	9,000	9,434	8,550	8,650	9,300			
為替相場(円/ドル)	86.0	78.0	76.0	80.0	77.0	75.0	77.0			
原油価格(WTI)	84.0	93.0	84.0	95.9	90.0	81.0	87.0			

(注1) 年度は前年比変化率、GDPの半期は前期比年率(GDPデフレーターは前年比変化率)。  
(注2) 鉱工業生産の半期は前期比。完全失業率の半期は季調値。  
(注3) 国内企業物価、消費者物価の半期は前年比変化率。消費者物価は、全国・除く生鮮食品。  
(注4) 原油価格はWTI先物期近、長期金利は新発10年国債。  
(資料) 内閣府「国民経済計算」、経済産業省「生産・出荷・在庫指数」、総務省「労働力調査」、「消費者物価指数」  
日本銀行「国際収支統計」、「国内企業物価指数」

築物の再建など、いわゆる復興需要が徐々に顕在化してくるであろう。みずほ総合研究所では、GDP押し上げ要因となる復興需要(公共事業費に含まれる土地取得費などGDPに計上されない分を除く、民間住宅・設備の復興分を含む)の規模を2016年度までの累計で12.8兆円と推計している。そのうち3.6兆円が2012年度に支出され、年度ベースでは最大になると予測している。これはGDPの約0.8%に相当する。

復興需要以外の国内民間需要についても、2012年中は緩やかな拡大が見込まれる。個人消費の前提となる雇用・所得環境は、2011年に比べるとやや改善する見通しである。2011年秋時点で生産活動の回復に伴って新規求人数が増加傾向にあり、2012年にかけては復興需要の顕在化による労働需

要の増加も予想される。2012年の雇用情勢は緩やかに改善し、失業率も徐々に低下するであろう。名目賃金は震災直後、生産停止による労働時間減少の影響で落ち込んだ。その後、生産回復を背景に所定外給与は持ち直したが、業績悪化の影響で2011年夏・冬のボーナスは前年を割り込んだ模様である。2012年はボーナスも前年比増加に転じ、名目賃金の回復を受けて雇用者報酬の伸びは2011年に比べて高まる見通しである。こうした雇用・所得環境のもと、2012年の個人消費は前年比1%程度の伸びを確保するであろう。2011年の個人消費は、震災後のマインド悪化や薄型テレビの駆け込み需要の反動、家電エコポイント制度終了の影響などからほぼ前年並みにとどまる見込みである。震災直後は、在庫不足に陥った自動車販売が

激減し、消費自粛ムードが広がる中で旅行やアミューズメント関連消費も落ち込んだ。また、家電エコポイント制度（対象品目は地上デジタル放送対応テレビ、エアコン、冷蔵庫）が2011年3月で終了したほか、7月下旬の地上デジタル放送移行後は、それまでの駆け込み需要の反動で薄型テレビ販売が大きく減少した。薄型テレビについては、通常時の3年分くらいの需要を先食いしたとみられ、2012年も低調が予想される。しかし、震災後のマインド悪化など、その他の一時的な要因は解消し、エコカー補助金の復活や雇用・所得環境の改善を背景に2012年度の個人消費は伸びを高めるであろう。

設備投資も、企業業績の持ち直しを背景に緩やかな増加基調を維持する見通しである。1ドル70円台の円高が続くことは輸出企業にとって向かい風となるが、震災によって販売数量が落ち込んだ2011年と比べれば多くの企業で業績は改善するであろう。資源価格が安定し、コスト面からの収益圧迫が和らぐことも下支えとなる。新興国市場の成長期待の高さや円高を背景に投資が海外に流れやすくなっていることは確かだが、国内の設備投資も2012年にかけて緩やかな拡大を維持するとみられる。

## 6. 2012年後半には復興需要がピークアウト

このように2012年の日本経済は復興需要の顕在化と民間需要の緩やかな拡大によって景気回復を維持するが、復興需要による押し上げは年末にかけて小さくなっていくことが想定される。年度ベースでみた復興需要のピークが2012年度になるとすれば、夏場にはピークに達する可能性が高い。年間を通じて輸出が伸び悩む中で、復興需要がピークアウトすることにより、2012年末にかけて日本経済は減速感を強める見通しである。実質GDP成長率は2011年度▲0.4%の後、2012年度は+1.9%に高まると予測しているが、2012年度後半は息切れする展開となるであろう。

こうした経済状況を踏まえると、2012年中にデフレ脱却が展望できる状況にはなりそうもない。生鮮食品を除く総合消費者物価指数（以下、コアCPI）は、2011年10月時点で前年比▲0.1%となっ

ている。2011年度前半のコアCPIはエネルギー価格上昇の影響などからプラス圏に浮上する場面もあったが、デフレ脱却への期待が強まることはなかった。前年からのたばこ値上げの影響が剥落する2011年10月以降は再びマイナス圏の動きとなっている。GDPギャップの供給超過が残存すること、エネルギー価格が前年比で低下に転じることから、2012年を通じてコアCPI前年比は小幅のマイナス圏で推移する見通しである。

## 7. 日銀は緩和的な金融環境を維持

震災後の日銀は、金融緩和を強化した。金融システム混乱を避けるため、日銀は震災直後から連日、短期金融市場に大量の資金供給を実施した。さらに、震災3日後の3月14日には資産買入などの基金を35兆円から40兆円に増額する、金融緩和の強化を決定した。また、為替市場での円高進行を受けて、3月18日に政府・日銀はG7各国と協調して相場介入に踏み切った。この介入により円ドルレートは70円台後半から80円台前半まで一旦戻したが、その後、2011年夏場にかけて欧米経済に対する懸念が強まったことなどから、再び70円台半ばまで円高が進行した。政府・日銀は8月4日に再度の相場介入を実施するとともに、日銀は資産買入などの基金を10兆円増額して50兆円とする金融緩和の強化を決定した。さらに10月27日にも資産買入などの基金を55兆円に増額したが、米国の成長期待低下や低金利政策の長期化観測および欧州の財政・金融不安を背景とする円高圧力は根強く、2011年末時点で70円台後半の円高が定着しつつある。緩やかな物価下落が続く中、日銀は2012年も緩和的な金融環境を維持し、円高進行などによって景気下振れリスクが強まるような局面では、資産買入などの基金をさらに増額するなどの追加緩和策を模索するとみられる。

## 8. 欧米の財政・景気を巡る不安材料は山積

以上のように2012年の日本経済には、震災からの復興需要による押し上げと、海外経済減速・円高による輸出環境の悪化という相反するベクトルが作用する中、国内民間需要（個人消費・設備投資）が緩やかに拡大し、景気回復は維持されると

というのが、みずほ総合研究所が想定するメイン・シナリオである。

もっとも、こうしたメイン・シナリオに対してはさまざまなリスクがある。最大のリスクは欧米を中心とする海外経済の下振れと円高の進行であろう。

今回の経済見通しにおいては、ギリシャやイタリアを巡る問題についてはEU当局などの対応がとられることによって国際的な金融危機には発展しない、すなわち債務危機に伴う実体経済の落ち込みは欧州内にとどまることを前提としている。しかし、ドイツ・フランスなど支援側に立つ国々の政治情勢も全般に不安定であるため、これまで対応が後手に回り不安を増幅してきた経緯を踏まえると、情勢は予断を許さなくなっている。いずれかの時点で世界的な金融危機に発展する可能性は否定できない。その場合、欧州の金融機関は新興国への与信が大きいことから、リーマン・ショック並みかそれ以上のインパクトを世界経済に及ぼすリスクがある。日本経済もリーマン・ショック後と同様にマイナス成長に陥り、為替市場は円高が一段と進行する可能性が高まるであろう。

また、米国については1%台の低成長を予測しているが、今後、財政緊縮によってさらに成長率が下振れするリスクがあるほか、政府債務上限を巡る問題が再燃して金融市場の不安を高める可能性もある。金融政策については、2011年9月に導入されたツイスト・オペの期限が2012年6月となっていることから、その後に新たな量的緩和策（QE3）が実施される可能性もあり、さらなる円高圧力となることが懸念される。

いずれにしても欧米の財政・景気に対する不安は金融市場に根強く残り、2012年にかけての世界経済に暗い影を落とし続けることになりそうだ。

## 9. 原発全停止なら2012年の成長率は下振れ

一方、国内の最大のリスク・ファクターとしては、電力不足の問題が挙げられる。東北・東京電力管内に電力使用制限令が出された2011年夏に続き、今冬は関西電力管内で10%、九州電力管内で5%の数値目標を伴う節電が政府から要請（強制

力のある電力使用制限令ではなく、自主的節電要請）されている。

今冬の節電は地域が関西・九州電力管内だけである上、節電幅も小さいため経済活動への悪影響はほとんどないとみられる。しかし、このまま定期検査後の原子力発電所が再稼働できない状況が続けば2012年春にはすべての原発が停止する事態に陥る。その場合、2012年夏は電力不足が生じるエリアが拡大し、景気への悪影響が大きくなることは避けられない。

## 10. 懸念される経済政策の停滞

菅前首相が2011年9月に辞任し、野田新政権が誕生した。これで小泉内閣後は5代にわたって1年前後の短命政権が続いたことになる。ねじれ国会のもとで復興計画の策定が遅れ気味となるなど、政治混乱の弊害は大きい。

日本経済はかつてないほど多くの問題を抱え、まさに国難に直面している。震災からの復興はもとより、電力の安定供給の確保、デフレからの脱却、財政健全化など課題は山積しており、今ほど政治の意思決定が必要とされている時期も珍しい。

菅前首相のもとで策定された財政運営戦略、新成長戦略、国内投資促進プログラムは、震災後に生じた環境変化を踏まえて内容をアップデートする必要はあるものの、高齢化が本格的に進む日本経済が向かうべき方向性を示したものと評価できる。一方、原発の事故を受けて現行のエネルギー基本計画を見直し、電力供給の安定を早期に確保しなければならないという新たな課題も加わっている。野田政権に求められるのは、こうしたさまざまな課題への対応策を着実に実行していくことである。しかし、復興財源のあり方やTPP参加の是非、消費税率の引き上げなどを巡って与党内での議論が紛糾するなど、政策決定は遅れがちになっている。野田政権がこうした難局を乗り越え、経済政策を前進させていくことができなければ、中長期的な空洞化や財政発散のリスクを高めることになりかねない。2012年をこうした中長期的な課題に一步を踏み出す年とできるかどうか、野田政権に課せられた責任は重い。

# 原子力防災用の放射線測定機器の紹介

## Introduction of Radiation Measurement Equipment Used in the Nuclear Emergency (Disaster)

福本 圭佑\*  
Keisuke Fukumoto

### 〔概要〕

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故により、一般市民への放射線障害が懸念される中、人・食品・環境に対する安全・安心の提供が強く求められている。

富士電機は、上記ニーズに対応するため、従来から製作・納入している放射線測定機器に関する技術を活かし、安全・安心を提供できる原子力防災用の放射線測定機器を開発し、納入している。

以下に当社が開発・納入した原子力防災用の放射線測定機器の一部について紹介する。

### 1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故により、放射線に対する関心が高まる中、一般市民が安全に、かつ安心して生活をするためには、今後放射線測定による安全・安心の提供が必須となる。

当社は、事故後、原子力防災用の放射線測定機器の開発に着手し、短期間で製品の開発を完了させ、製作・納入を行った。

本稿では、原子力防災用の放射線測定機器の一部として、人に対する放射線測定機器として「高機能積算線量計」、 「ポータブル体表面モニタ」、食品に対する放射線測定器機器として「食品放射能測定システム」、環境に対する放射線測定機器として「モニタリングポスト」を以下に紹介する。

### 2. 高機能積算線量計

#### 2.1. 概要

高機能積算線量計は、自治体による住民の個人被ばく管理を実施するために、日常生活環境における積算線量が測定可能で、さらに高感度化したことにより線量率の直読も可能とした製品である。携帯電話と同型のサイズであり、携帯時はネックストラップにより首にかけることが可能である。また、自宅では充電器ホルダに置いて、充電しながらの測定が可能である。アラーム機能およ

び計数音発生機能を有しており、音により許容値超過や線量率の急激な増加を知らせることができる。広視野の有機ELディスプレイおよびバックライトの採用により視認性も高めている。本体のメモリに測定データを保存する機能を有しており、データの読み取りが可能である。

高機能積算線量計の外観を写真1に示す。

#### 2.2. 特徴

高機能積算線量計は、次の性能・機能に特徴を持つ線量計である。

- (1) 高機能
  - ・積算線量と線量率の測定表示機能を1台に集約し、積算線量計とサーベイメータの機能を併せ持つ。
- (2) 高性能・高信頼性
  - ・高感度半導体検出器の開発（感度は、従来の線量計の約200倍）により、環境レベルからの線量率を測定可能である。



写真1 高機能積算線量計の外観

- ・本体は防水（IPX4）仕様である。
- (3) 視認性
    - ・広視野角の有機ELディスプレイの採用、およびバックライトにより視認性の優れた表示である。
  - (4) メモリ機能
    - ・1日ごとの積算線量と最大線量率を1年分記録可能である。
    - ・赤外通信でデータの読み取りなどが可能である。
  - (5) 小型・軽量
    - ・高密度実装および小型部品の採用により、本体は携帯電話と同型サイズ（サーベイメータの約1/3）である。
    - ・携帯時、30時間の連続動作が可能である。（内蔵電池満充電時）
    - ・自宅では充電器ホルダに置いた状態で放射線の測定が可能である。

#### 2.3 仕様

「高機能積算線量計」の主な仕様を表1に示す。

表1 高機能積算線量計の仕様

項目	仕様
測定線種	γ(X)線
検出器	シリコン半導体検出器
測定エネルギー範囲	60keV~1.5MeV
エネルギー依存性	±30% (60keV~1.5MeV:137Cs基準)
積算線量測定精度	±10% (0.001mSv~99.99mSv:137Cs基準)
線量率測定精度	±15% (1μSv/h~999.9μSv/h:137Cs基準)
表示器	有機ELディスプレイ(4桁デジタル表示)
警報出力	警報音鳴動,放射線量点滅表示,赤色LED点滅
表示機能	積算線量,線量率,アラーム表示
表示範囲	積算線量:0.000mSv~99.99mSv 線量率:0.00μSv/h~999.9μSv/h
電源	AC100V 50/60Hz(充電器)
使用時間(携帯時)	30時間以上(内蔵電池満充電時)
使用温度範囲	-10℃~+40℃
使用湿度範囲	相対湿度90%以下(結露なきこと)
外形寸法(突起部除く)	約120(W)×46(H)×15(D)mm
質量	約110g
その他	防水(IPX4)

### 3. ポータブル体表面モニタ

#### 3.1. 概要

ポータブル体表面モニタは、身体の前面および側面に検出器を配置しており、まず正面を向いた状態で1回目の測定、後ろを向いた状態で2回目の測定を行うことにより全身の汚染有無の検査が可能な装置である。本装置は本体を折りたたむことで、収納ケースに入れて持ち運ぶことが可能であり、緊急時に任意の測定場所に運んで使用することが可能である。

ポータブル体表面モニタの外観を写真2示す。

#### 3.2. 特徴

ポータブル体表面モニタは、次の性能・機能に特徴を持つモニタである。

- (1) 軽量・コンパクト

本体質量は約60kgで軽量・小形であり、移動が容易である。移動の際は、分解・組立が容易に可能である。

- (2) 音と光によるガイダンス

測定の結果、汚染が判明した場合は、警報ランプとブザーで知らせる。



写真2 ポータブル体表面モニタの外観  
(膝下および手用の検出器はオプション)

\* 富士電機(株) 放射線システム部 技術第二グループ

表2 ポータブル体表面モニタの仕様

項目	仕様
検出器	シリコン半導体検出器
測定線種	$\beta$ ( $\gamma$ ) 線
測定エネルギー範囲	100keV以上
測定範囲	床面より+400mm~+1800mm
検出感度(測定時間)	条件 BG:0.1 $\mu$ Sv/h, 校正線源: <sup>36</sup> Cl, 校正距離:5cm 2Bq/cm <sup>2</sup> 検出器中心(測定時間:10秒)
警報機能	ランプ, ブザー
電源	AC100Vまたはバッテリー
使用温度範囲	-5℃~+45℃
外形寸法(突起部除く)	約650(W)×2200(H)×720(D)mm
質量	本体:約60kg
標準組立時間	約20分



写真3 食品放射能測定システムの外観

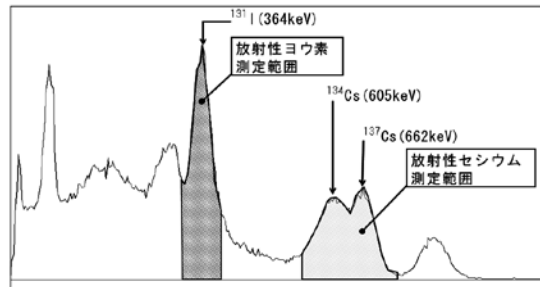


図1  $\gamma$ 線スペクトルおよび測定範囲

3.3. 仕様

ポータブル体表面モニタの主な仕様を表2に示す。

4. 食品放射能測定システム

4.1. 概要

食品放射能測定システムは、食品の安全・安心の提供が求められる中で、公的機関によるサンプル評価を実施し、出荷可能となった流通品を自主検査として、全数、全量の放射能濃度 (Bq/kg) のスクリーニング測定 (判定値以下であることを判別) を目的としたシステムである。

本システムは、公的機関によるサンプル評価の以下問題点を解決するために流通品の自主検査用として開発した。

- (1) 全数、全量評価ではなく、サンプル評価であるため、一般市民へ十分な安全・安心を届けられない。
- (2) サンプル評価ではGe半導体検査装置での測定を行っており、測定に時間を要する。

本システムは、高感度  $\gamma$  線検出器「NaI (TI) シンチレータ」を2台搭載し、米・穀物などをダンボールのままベルトコンベアに載せ、連続的かつ簡単にスクリーニング測定を行うことが可能である。測定の際に前処理などで時間を要するGe半導体検査装置と比べて、短時間で測定でき、大

量測定が可能である。また、放射性ヨウ素、放射性セシウムの放射能濃度を同時に測定し、判定値以下であることを判別することができる。

食品放射能測定システムの外観を写真3に示す。

4.2. 特徴

食品放射能測定システムは、次の性能・機能に特徴を持つシステムである。

- (1) 高い検出感度
  - ・直径2インチ×高さ2インチのNaI (TI) シンチレーション検出器を上下2本配置することにより高感度に測定が可能である。
  - ・図1に示す範囲のSCA測定<sup>(注1)</sup>により、BG計数率を低減させ高感度化を行い、放射性ヨウ素と放射性セシウムを弁別して測定が可能である。

(注1) SCA (Single-channel pulse-height analyzer) : 波高分析器の一種で、所定の波高範囲の入力パルスを選別して論理信号を出力し、計数できるようにしたもの。

(2) 高い精度測定

- ・測定物の寸法および重量が変わると検出効率が変わるため、MCNP計算<sup>(注2)</sup>による検出効率データベースを準備し選択することで、高い精度で測定が可能である。
- ・測定物と検出器の距離が一定となるように自動調整し、測定精度を保持する。

(3) 核種の確認

- ・MCA<sup>(注3)</sup> スペクトル表示により核種の確認が可能である。

(4) 放射能濃度の演算

- ・放射能濃度は検出器からの計数値と検出効率から式(1)により算出する。検出効率は食品の大きさおよび重さにより変化するため、食品の大きさおよび重さに相当する検出効率で演算を行っている。検出効率は、測定対象となる食品の大きさ (高さおよび幅、奥行き) および重さに対する検出効率 [s<sup>-1</sup>/Bq] を放射線シミュレーションコードで計算しており、計算結果および計算結果の確認試験については、電力中央研究所殿にご協力頂いている。

$$Q[\text{Bq/kg}] = \frac{C[\text{カウント}] / t[\text{s}] - R_{BG} [\text{s}^{-1}]}{S[\text{Bq/s}^{-1}] / M[\text{kg}]} \dots \text{式(1)}$$

Q: 放射能値 [Bq/kg]  
 C: 検出器からの計数値 [カウント]  
 t: 測定時間 [s]  
 R<sub>BG</sub>: BG計数率 [s<sup>-1</sup>]  
 S: 検出効率 [s<sup>-1</sup>/Bq]  
 M: 食品の重さ [kg]

(5) 容易な操作性

本体の操作は、パソコンまたはタッチパネル

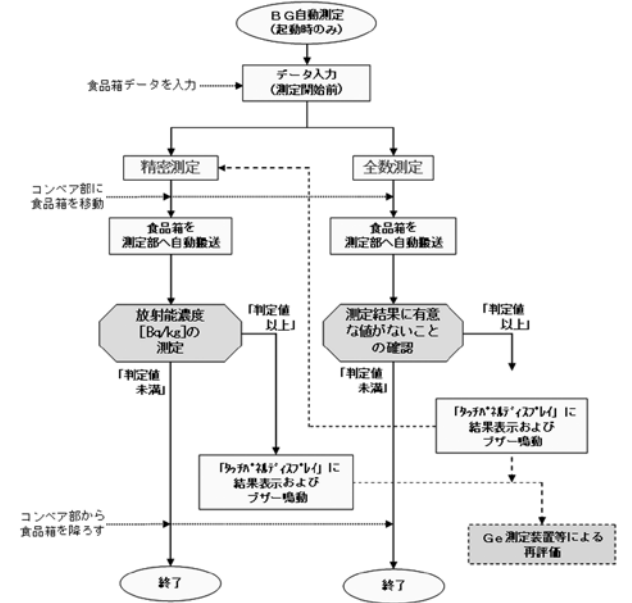


図2 測定フロー

ディスプレイから行い、専門的な放射線測定技術は不要で、簡単に操作できる。

図2に測定のフローを示す。

- (6) 前処理が不要  
ダンボールや袋などに梱包した状態で測定可能なため、被測定物の前処理が不要である。また、同一梱包サイズ・重量であれば連続測定が可能である。
- (7) 全数測定  
高速で効率良く測定し、検出限界値による判定が可能である。
- (8) 精密測定  
低速で精度良く放射能濃度を測定し、放射性ヨウ素、放射性セシウムをBq/kg単位で表示する。
- (9) データ管理 (オプション)  
パソコンと接続し、測定データをパソコンに伝送し、帳票作成が可能である。

(注2) MCNP (Monte Carlo for N-Particle transport) : 確率変数の数学的理論を応用し、多数の放射線と物質の基本現象の推移を決定し、中性子の輸送を計算するシミュレーション計算コード。

(注3) MCA (Multichannel pulse-height analyzer) : 波高分析器の一種で、多くの記憶素子を持ち、入力信号を波高別にそれぞれ蓄積して計数できるようにしたもの。

表3 食品放射能測定システムの仕様

項目	仕様
測定線種	γ線
測定対象核種	放射性セシウム ( <sup>134</sup> Cs/ <sup>137</sup> Cs) 放射性ヨウ素 ( <sup>131</sup> I)
検出器	NaI(Tl)シンチレーション検出器(温度補償回路内蔵)
検出限界値* (米30kgの場合)	条件 BG:0.07μSv/h 全数測定:約40Bq/kg (測定時間:30秒) 精密測定:約20Bq/kg (測定時間:300秒)
警報機能	警報時にブザー鳴動 (設定によりコンベア自動停止)
測定可能サイズ	100(W)×50(H)×50(D)cm以下
測定可能重量	5~30kg
測定物移動方式	ベルトコンベア方式
電源	AC100V 50/60Hz
使用温度範囲	0~45℃
使用湿度範囲	相対湿度90%以下(結露なきこと)
外形寸法	約360(W)×1350(H)×865(D)mm(コンベア除く)
質量	約150kg(コンベア除く)

\*検出限界値は、周囲環境および測定条件により変化する。



写真4 モニタリングポストの外観

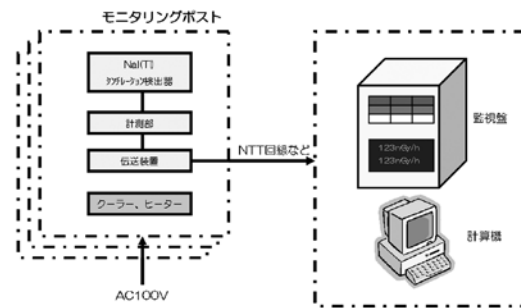


図3 システム構成

4.3. 仕様

食品放射能測定システムの主な仕様を表3に示す。

5. モニタリングポスト

5.1. 概要

モニタリングポストは、一般市民が生活する環境における空間線量率を測定するための装置である。測定データは、オンライン伝送が可能であり、モニタリングポストから離れた場所での測定値の監視が可能である。

省スペースの設計となっているため、大きなスペースを必要とせず、容易に設置が可能である。

モニタリングポストの外観を写真4、システム構成を図3に示す。

5.2. 特徴

モニタリングポストは、次の性能・機能に特徴を持つシステムである。

- (1) 省スペース化
  - ・検出器、計測部、伝送装置が同一筐体内にあり、大きなスペースを必要とせずに設置が可能である。
- (2) 測定データ保存機能
  - ・測定データを計測部のコンパクトフラッシュに約1ヶ月間保存可能である。
- (3) スペクトル解析機能
  - ・計測部に保存されるデータにてスペクトル解析が可能である。
- (4) オンライン伝送機能
  - ・NTT回線、携帯電話、通信衛星などを介してオンライン伝送(携帯電話、衛星通信はオプション)およびデータ処理による集中管理が可能である。

データ表示画面例を図4に示す。

表4 モニタリングポストの仕様

項目	仕様
検出器	NaI(Tl)シンチレーション検出器
測定線種	γ線
測定範囲	10~10 <sup>5</sup> nGy/h
相対基準誤差	±10%(10~10 <sup>5</sup> nGy/h: <sup>137</sup> Cs基準)
エネルギー特性	±10%(50keV~3MeV: <sup>137</sup> Cs基準)
動作環境	全天候型 筐体内はヒーター、クーラーによる空調制御
電源	AC100V 1000VA(クーラー起動時)
外形寸法(突起部除く)	約600(W)×1675(H)×600(D)mm
質量	約250kg



図4 データ表示画面

5.3. 仕様

モニタリングポストの主な仕様を表4に示す。

6. あとがき

以上紹介してきたように当社では、今後とも、従来の顧客殿向け既存モニタに加え、一般市民へのより一層の安全・安心を提供できる製品の開発・納入に取り組み、復興活動に尽力する所存である。

## 荏原製作所富津工場 ASME Nスタンプ取得

### Authorization of ASME N Stamp by Ebara Corporation Futtsu Plant

櫻田 幸一\*  
Koichi Sakurada

〔概要〕

株式会社荏原製作所富津工場は、米国機械学会（The American Society of Mechanical Engineers：ASME）のボイラおよび圧力容器基準（Boiler and Pressure Vessel Code）における事業所認定であるASME N認証（通称ASME Nスタンプ）を取得した。ASMEのN認証はASME Section III（原子力発電所用機器製造規格）に基づいており、原子力の分野では権威のある認証である。

ASME Section IIIに基づく認証制度では、製品や役務を提供する組織に対して、ASME規格の品質管理、および技術的要求事項を満たすことができる品質保証プログラムが確立されていることが審査される。

国内原子力市場で培ってきた安全性の高い原子力発電所向けポンプを、Nスタンプの取得により海外市場の顧客にも使って頂ける道が開けた。

#### 1. はじめに

昨今の世界的な電力不足の解消、および地球温暖化ガスの排出削減のための手段の一つとして挙げられるのが原子力発電である。2011年3月11日の東日本大震災およびその後の福島第一原子力発電所事故に伴い、一部の国や案件では原子力発電所の新規建設計画を見直す動きがあるものの、世界的に見ると計画は進捗している。

この原子力発電所を安全に建設および運転するための基準が各国で定められているが、実質的な国際基準として認知されているのがASME Section IIIである。

本稿では、ASME Nスタンプの概要および当工場の取得に至るまでの活動や経緯について紹介する。

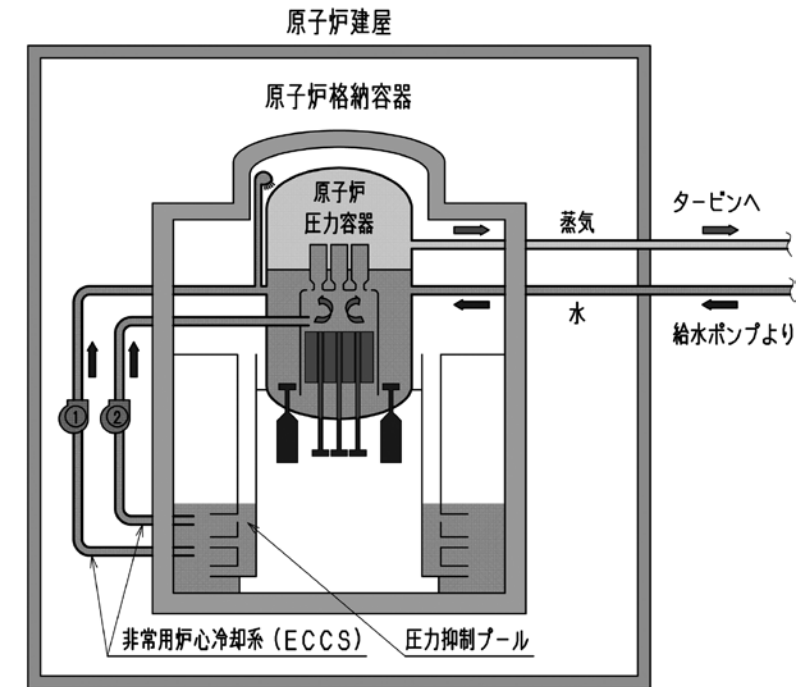
#### 2. 原子力発電所のポンプおよびNスタンプの概要

##### 2.1. 原子力発電所のポンプ

当社は国内の沸騰水型原子炉（BWR）および改良型沸騰水型原子炉（ABWR）を中心として、原子力発電所で使用されるポンプにおいて多数の納入実績を有する。

ABWRの原子炉建屋の模式図を図1に示す。原子力発電所において、通常の冷却モードでは原子炉を安定的に冷却できない状態に陥ったときに運転されるのが非常炉心冷却系（ECCS）である。非常時の冷却モードでは、まず高揚程の高圧炉心注水ポンプ（HPCF）が作動して燃料に注水し、次に残留熱除去ポンプ（RHR）が作動して冷却を続ける。

これらのポンプはその用途の重要性から高度の品質が要求される。その品質が達成できる工場であることを第三者的な立場から認証するのが、ASMEの認証制度である。



- ① 残留熱除去ポンプ（RHR）
- ② 高圧炉心注水ポンプ（HPCF）

図1 ABWRの原子炉建屋模式図

##### 2.2. ASME Nスタンプ

ASMEとは米国の民間団体であり、圧力バウンダリを構成する機器の規格を定め、発行している。Section Iはボイラ、Section VIIIは圧力容器、そしてSection IIIが原子力発電所用機器の規格となっている。さらに製造や検査に関する規格として、非破壊試験のSection Vや、溶接・ろう付けのSection IXなどがある。これらの規格は米国では法律の一部として是認されている。

ASMEによる認証制度では、材料、製品、および役務を供給する組織に対して、ASME規格の品質保証要求事項および技術的要求事項を満たした品質保証プログラムが確立されていることを、ASMEおよびASMEが公認した検査機関（AIA）とで審査する。そして合格した組織が登録され、ASMEが発行した刻印が貸与される仕組みとなっている。この刻印の内、原子力分野に関わる刻印を通称Nスタンプと呼び、この認証を取得することが、当社が海外の原子力市場に必要な

技術および品質を満足することを対外的に証明するための必須課題であった。

#### 3. QAプログラム作成およびデモンストレーション活動

##### 3.1. QAプログラム作成

取得活動を始めるに当たり、全ての活動の指針となるQAマニュアルを作成した。その際、QAマニュアルの拠り所となるASME Section III Subsection NCA、およびNCAに引用されている原子力発電所の品質保証要求事項であるASME NQA-1の規格要求事項を理解した。

QAマニュアルでは、規格の要求事項を当工場の誰が何を使用して達成するかを明文化した。QAマニュアルに記載しきれない業務の詳細な手順などは、QAマニュアルの下位に位置するサポートQA要領に定めた。

作成に当たっては、原子力公認検査官スーパーバイザー（ANIS）にQAマニュアルやサポート

\* (株)荏原製作所 風水力機械カンパニー カスタムポンプ事業統括 富津工場 品質保証室 原子力ポンプ品質保証グループ

QA要領の内容を照査していただき、修正を加えながら完成させた。

### 3.2. モックアップ製作

作成したQAマニュアルおよびサポートQA要領に従って、実際のポンプを模擬した試作品（モックアップ）を設計、製造した。

#### 1) 設計

仮想の顧客設計仕様書を作成し、その仕様およびASME規格要求事項に合致する様にモックアップを設計した。活動の成果として、製作図や発注仕様書などの設計図書の作成、設計解析、設計検証などを実施し、デザインレポートを発行した。

#### 2) 調達

設計図書として作成された発注仕様書に基づいて、モックアップの材料となる板材、鍛造材、配管、溶接材料などを実際に調達した。調達するに当たって、発注先の品質システムプログラムがASME Section IIIの要求に適合するかをサーベイなどで評価し、発注先として認定した。

#### 3) 製造

調達された材料を受け入れ、加工、溶接、組立などを実施し、モックアップを製造した。全ての作業に対してトラベラ（製造工程および検査／試験工程を記載し、それらの作業に使用する製作図や手順書を識別した、工程を管理するための図書）および作業手順書を事前に準備し、それらの図書に合致するように作業を実施した。

#### 4) 検査・試験

発注先での材料の立会検査、工場での受入検査、寸法検査、非破壊試験などを実施した。最終的に耐圧試験を実施して、モックアップの妥当性を検証した（図2参照）。

#### 5) ANIの関与

上記活動において、前述のAIAより派遣される原子力公認検査官（ANI）による書類の照査および製品の検査を受けた。特にトラベラは、規格要求でANIの承諾なしには正式発行できないため、製造作業に着手するまでに従来以上の時間を見込む必要があった。

### 3.3. QAプログラムの維持活動

モックアップの設計および製造と平行して、ASME従事者の教育、検査員・非破壊試験員・



図2 モックアップの耐圧試験

溶接士・監査員の認定、計測・試験機器の校正、内部監査などの品質保証プログラムを維持するためのデモンストレーション活動を実施した。特に人員の認定については、教育訓練の内容、学歴、業務の経験年数、および筆記試験などの詳細な要求事項があり、それらに合致させるために従来の認定方法を大幅に見直した。

## 4. デモンストレーション活動時のハードル

### 4.1. プログラムの不備

実際に活動を始めてみると、定めた規定に矛盾が生じたり、適切に業務が流れなかったりした不都合が多かった。そのため、QAマニュアルおよびサポートQA要領の修正を何度も繰り返し、試行錯誤を重ねながら品質保証プログラムの完成度を高めていった。

さらに、活動中にQAマニュアルの根幹をなす品質保証規格であるASME NQA-1の適用年度が変更になり、要求事項が大幅に変更されたため、QAマニュアルおよびサポートQA要領の改訂を余儀なくされたことも大きなハードルとなった。

### 4.2. 東日本大震災の影響

ASMEサーベイに向けた準備の真最中の3月11日に東日本大震災が発生した。そのため、その後の計画停電により準備作業に大きな支障を来した。電力が来る時間帯に合わせて作業を集中的に実施する、自家発電設備を導入するなどして何とか準備を整えた。

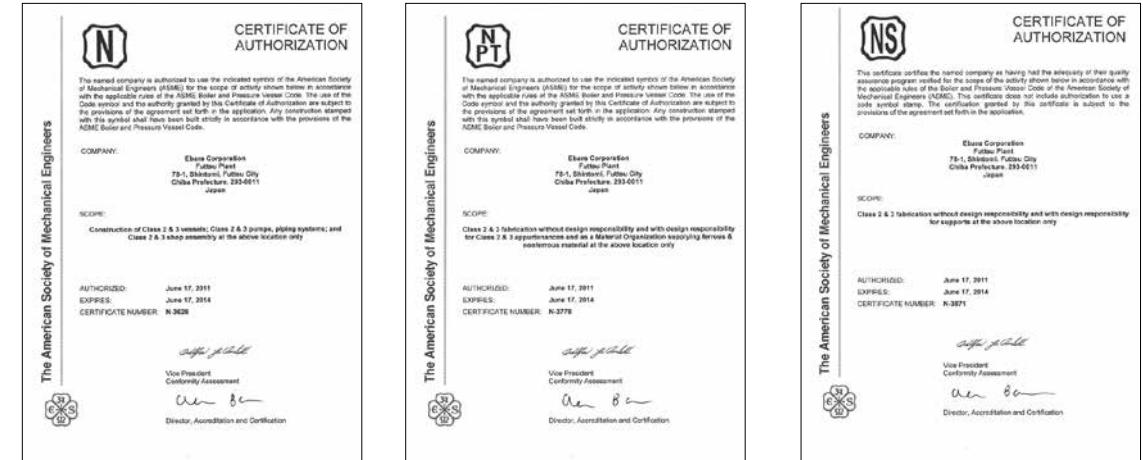


図3 ASMEの認証書（左からN, NPT, NSの認証書）

## 4.3. 言語および言葉の重要性

活動のためのほぼ全ての図書は、英語または和英併記で作成する必要があった。工場内には英語が得意でない人員もあり、英文図書の内容を説明したり、自身の作業結果を英語で記載させたり、全ての従事者に対して英語の文化を浸透させるのに苦労した。

またASME規格では、定めたQAマニュアルの言葉一字一句に対してその証拠を残すことが求められた。例えば「管理」や「評価」といった言葉一つにしても、これまでは何気なく使用していたが、ASMEではそれらの活動を実施した証拠が要求された。従って言葉の選び方、使い方に従来以上の注意を払う必要があった。

## 5. ASMEサーベイ

### 5.1. サーベイの状況

2011年4月18日から22日までの5日間、ASMEのサーベイヤー3名、ANISおよびANIの計5名が当工場をサーベイ（審査）した。ASMEサーベイチームは、QAマニュアルの記載内容を審査するチーム、ソフト（QAマニュアルに基づいて活動した図書）の実施状況を審査するチーム、およびハード（モックアップそのものおよび製造に関わる作業）の実施状況を審査するチームの3つに分かれ、それぞれの審査対象がASME Section IIIの要求に適合しているかを審査した。

サーベイ中に指摘事項がある場合、必要な再発

表1 ASMEによる認証の範囲

認証範囲	認証の内容
N	クラス2および3の容器、ポンプ、配管の設計・製造および工場組立
NPT	クラス2および3の機器の製造、付属品の設計および製造、および材料供給
NS	クラス2および3のサポートの設計および製造

防止も含めたそれらの処置を、5日間のサーベイ期間中に完了させなければ審査は不合格となるため、早期の決断および迅速な対応が求められた。

実際には数件の指摘事項が提示されたが、従事者一丸となって対応し、最終日までに全ての処置が完了した。その結果、サーベイチームから認証の可否を決定するASMEの委員会に、当工場をNスタンプ保有事業者として推薦する旨の評価を得た。

約2ヵ月後にASMEから認証書（図3参照）およびスタンプが送付され、正式に認証された。

### 5.2. 認証範囲

表1に当工場が認証された範囲を示す。

当該情報はASMEのホームページ（<https://caconnect.asme.org/CertificateHolderSearch.aspx>）からも閲覧可能である。認証日は2011年6月17日、有効期限は2014年6月17日までの3年間であり、その間認証を維持するためのANISによる年次監査を受審する予定となっている。

## 6. おわりに

最も厳しい品質、安全要求が求められる分野の一つである原子力分野において、実質的に国際標準となっているASMEのNスタンプを取得したことで、当社の製品の技術および品質レベルが一層

高い段階に至ったと考える。この品質保証プログラムを元に、より安全で品質の高い製品を提供していきたい。

最後に、本取得活動に関わった全ての関係者に感謝を申し上げます。

## 3.11後の電力市場 ～定量的評価を用いた検討～

### Electricity Market After the 3.11 – Analysis by Quantitative Evaluations –

濱崎 博\*

Hiroshi Hamasaki

#### 〔概要〕

3月11日の震災によりわが国のエネルギー政策に関して大幅な見直しが求められることとなった。震災以前は、原子力発電は、1) エネルギー安全保障、2) 温室効果ガス削減、3) 経済の三点において重要な役割を担っていたが、原子力発電所の新設は現状の国民感情を鑑みるに期待できない。

こういった状況下で、今後の電力市場のあり方に関して、様々な議論が出されているが、エネルギー安全保障、経済、環境という三つの視点より定量的比較を行ったものは皆無である。本報告では、現在提案されている主要な提案に関して、経済および技術の両面より定量評価を行い、今後のエネルギー政策の議論に資するものとする。

#### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災によって生じた福島第一原子力発電所の事故に関して、冷温停止との発表が政府によりなされたが、根本的問題解決には数十年の時間を要すると思われる。震災前の2010年6月には政府は今後のわが国のエネルギー政策を示したエネルギー基本計画を発表し、そのなかで、2030年までに原子力発電所の新增設14基、設備稼働率90%を実現し、電力の約53%を供給する計画であった。しかし、今回の福島第一原子力発電所での事故を契機に、原子力発電の安全性への国民の信頼は大きく低下する結果となり、定期検査による稼働停止を行った原子力発電所の多くが地元の詳細を得られない結果、再稼働できない状況である。

現在のように原子力発電所の再稼働ができない状況では、他の電源による電力の供給による発電費用の増加、化石燃料輸入増大によるエネルギー安全保障問題、温室効果ガス排出量増加の問題が生じる。

本報告では、原子力発電所の稼働低による影響、さらに原子力発電所稼働停止の状況での温室効果ガス削減に関して経済モデルおよび技術モデルを活用し、経済、環境、エネルギーの三方向からの定量的評価を行う。

#### 2. シミュレーション手法

本研究では、図1に示す通り、経済モデルと技術モデルの両方を用いたハイブリッドモデルを活用する。経済モデルに各国のGDP、人口、資本、温室効果ガス削減の制約を設定し、経済モデルの結果から、エネルギー需要データを技術モデルに導入する。これにより、技術モデルの問題と指摘されているエネルギー需要を外生的に設定する問題を解決可能である。

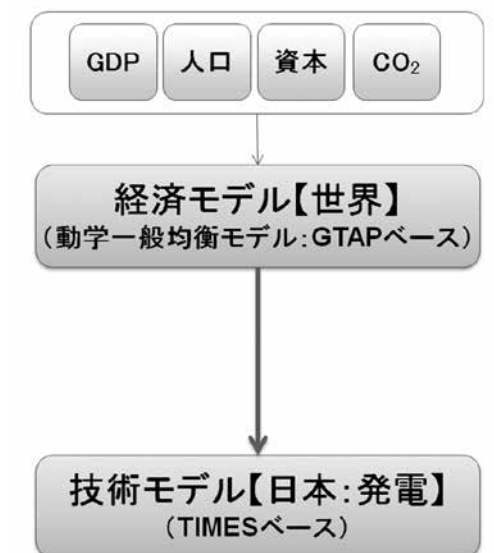
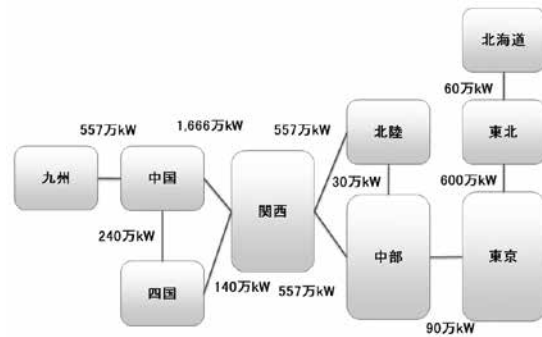


図1 経済モデルと技術モデルのハイブリッド

\* 富士通総研経済研究所 主任研究員 国際公共政策研究センター 客員研究員



(出典) 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電気事業分科会 第8回市場環境整備ワーキンググループ会合 配付資料より富士通総研作成

図2 送電網間連結



図3 二種類の電力周波数

技術モデルは、TIMESをベースに構築したモデルであり、わが国の電力を詳細にモデル化した一国モデルである。わが国の送電網は各10電力会社が所有しており、10送電網間は連結されている。本モデルではこの10の送電網および各電力網間の電力融通容量に関して図2に示すように考慮している。よって、連結されていない電力網間での電力融通はできない、連結されている容量以上の電力融通はできない制約を加えており、より現実に近い評価が可能となっている。

また、電力は東日本と西日本で50Hzと60Hzの二種類が存在するため、技術モデルにおいても電力は二種類存在するとした(図3)。

電力需要に関しては、4シーズン(春(3~6月)、夏(7~9月)、秋(10~12月)、冬(1~2月))、3時間帯(昼間(8~13時、16~23時)、ピーク(14~15時)、夜間(0~7時))に分類した。再生可能エネルギー導入量に関しては、バイオ

マス、風力発電、太陽光発電、地熱を対象とした。各都道府県における各再生可能エネルギーのポテンシャル量は、バイオマスはNEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」、風力発電、太陽光発電、地熱に関しては、環境省「再生可能エネルギーポテンシャル調査(平成22年度)」を参照した。

各都道府県の電力需要に関しては、資源エネルギー庁「都道府県別エネルギー消費統計(2009年)」を用いた。

本研究で用いる経済モデルは、温暖化関連研究において広く使われている一般均衡モデルであるGTAP-E(Burniaux and Truong 2002)をベースに発電部門に技術単位で入れ子型の生産関数を導入したモデル分析モデルの開発を行った。より詳細な説明は、Hamasaki(2010)に詳しい。

### 3. 即時脱原発か縮原発か？

定期検査に入った原子力発電所の多くは再稼働できないのが現状であるが、今後このまま稼働停止状態を続けるのか、再稼働し活用するかに関しては慎重な議論が必要である、ここでは、この問題に関して以下の二種類のシミュレーションを実施し、経済、環境およびエネルギーの側面より検討を行った。原子力発電所稼働停止による安全性や国民の安心感に関してはここでは検討の対象外としている。

#### 1) 脱原発シナリオ

原子力発電所は13カ月ごとの定期点検を義務付けられているが、震災以降、定期検査で稼働停止を行った多くの原子力発電所の多くは地域住民の理解を得られないなどの問題により稼働停止の状態が続いている。現状のまま推移すると、全ての原子力発電所が2012年内に稼働停止になる可能性がある。本シミュレーションは、全ての原子力発電所が2012年中に稼働停止すると仮定する。

#### 2) 縮原発シナリオ

本シミュレーションでは、原子力発電所の新設は行われず、また既存の原子力発電所は寿命(40年)を迎えたものは稼働停止すると仮定する。

脱原発を行った場合の電力価格およびわが国経済への影響に関して、経済モデルの結果を用いて解説を行う。より詳細な電源構成の変化に関して

表1 原子力発電所すべてが稼働停止した場合のわが国経済への影響(年)

	(%)		
	2012年(※1)	2004年(※2)	
	変化率	(100万ドル)	比率
消費	-1.1%	2,628,873	56.4%
投資	-2.9%	1,094,961	23.5%
政府	-0.6%	818,648	17.6%
輸出	3.6%	655,702	14.1%
輸入	-0.7%	-539,445	-11.6%
GDP	-0.9%	4,658,738	-

(※1) ベースラインからの乖離を示す  
(※2) GTAPデータベース(第7版)

表2 減原発と脱原発シナリオでの電源構成(2020年)  
(発電量比)

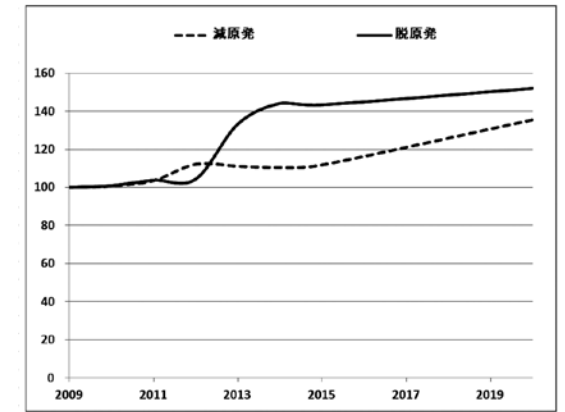
	2008年(実績)	減原発	脱原発	2030年(エネルギー基本計画)
石炭	26.8%	31.3%	36.1%	11.1%
石油	13.0%	1.0%	1.6%	2.0%
LNG	26.3%	47.9%	53.5%	13.3%
原子力	24.0%	12.1%	0.0%	52.6%
水力		4.8%	4.7%	
風力		0.7%	2.1%	
太陽光	9.9%	0.0%	0.0%	21.0%
バイオマス		0.0%	0.0%	
地熱		2.1%	2.0%	

は、技術モデルの結果を用いて後述するが、脱原発によって不足する電力に関しては、LNGなどの化石燃料を用いた火力発電所によりその多くが供給されることとなる。これらの電力供給のための追加費用によって、電力価格が19.4%上昇する。電力価格の上昇によって電力需要は低下(注1)するが、火力発電で不足分を補う結果、わが国の温室効果ガス排出量は2012年時点で、14.3%増加(注2)する。

この電力料金の上昇はわが国経済にどのような影響を与えるのかについても検討を加えた。表1は電力価格上昇による2012年におけるわが国経済への影響を示しており、GDPは0.9%低下すると

(注1) 2012年時点でベースラインと比較して7.1%電力需要は低下する。

(注2) ベースライン比。エネルギー起源の二酸化炭素排出量を対象とする。



(注) 2009年実績=100

図4 LNG輸入量変化

の計算結果となった。これはGDPに占めるシェアが最も高い消費の低迷(1.1%減)が最大の原因であり、消費の低迷が企業収益を圧迫し、国内の投資活動も停滞する(2.9%減)。他方、輸出は3.6%の増加となったが、国内市場の縮小により製品の海外輸出の圧力が増大する結果である。

次に、技術モデルでの結果を示す。表2は、脱原発および減原発の場合に電力構成を示している。脱原発のケースであるが、原子力発電所稼働停止による電力の不足分は、LNGを中心に火力発電所によって代替される。再生可能エネルギーによる発電は限定的である。発電に占める自給率は8.8%(2020年)である。

縮原発のケースも同様に、LNG火力発電のシェアは高まっていくが、脱原発と比較するとその変化は緩やかである。

図4は、LNGの輸入量の変化を示している。先ほど述べたように、原子力発電所を即時停止した場合、その多くはLNGを中心とした火力発電所が代替をする。その結果、LNG輸入量は増加する。即時脱原発の場合、2020年で2009年比52.1%増加する。縮原発でも2020年に2009年比35.6%増加する。LNG輸入の増加によるエネルギー自給率の低下は、わが国エネルギー安全保障上、深刻な問題となる可能性がある。

表3 経済への影響

	2004年		
	2020年	(100万ドル)	比率
消費	-3.7%	2,628,873	56.4%
投資	-13.6%	1,094,961	23.5%
政府	-0.4%	818,648	17.6%
輸出	14.6%	655,702	14.1%
輸入	-12.0%	-539,445	-11.6%
GDP	-2.5%	4,658,738	-

(注) ベースラインからの乖離を示す

4. 温室効果ガス削減

現在は電力の安定供給が注目されているが、中長期的には気候変動問題への対応も忘れてはならない。前述のシミュレーションでは原子力発電所が全て稼働停止した場合の影響に関してのみ検討を行い、温室効果ガス排出量に関しては制約を設けていない。ここでは、原子力発電所がすべて稼働停止するとともに、2020年までに1990年比で温室効果ガスを25%削減する条件を加えた。すなわち本シミュレーションでは、1) まだ使える原子力発電所を稼働させない費用、2) 不足する電力を供給するための費用、3) 再生可能エネルギーの普及など温室効果ガス削減を実施する費用の三つの費用を考慮する。その結果は電力価格2020年に72.5%もの価格上昇が生じるというきわめて厳しいものとなった<sup>(注3)</sup>。

原子力はエネルギー安全保障の側面のみならず、震災前は温室効果ガス削減策として最も期待されていた技術である。2030年までに14の新設、稼働率90%で電力の半分以上(53%)を供給すると期待されていた。しかし、その原子力発電所が稼働しない場合、再生可能エネルギーの普及、省エネの推進などで温室効果ガス削減達成する必要がある。

表3は、経済への影響を示している。ベースラインと比較して2020年でGDPは、2.5%低下する。

表4 脱原発と温室効果ガス削減シナリオでの電源構成(2020年)

	2008年(実績)	脱原発	脱原発+温室効果ガス削減	2030年(エネルギー基本計画)
石炭	26.8%	36.1%	0.7%	11.1%
石油	13.0%	1.6%	0.6%	2.0%
LNG	26.3%	53.5%	70.7%	13.3%
原子力	24.0%	0.0%	0.0%	52.6%
水力		4.7%	5.5%	21.0%
風力	9.9%	2.1%	14.8%	
太陽光		0.0%	0.0%	
バイオマス		0.0%	5.4%	
地熱		2.0%	2.4%	

電力価格が上昇することにより、消費が低迷する(3.7%減)が、それとともに、輸入も大幅に減少する(12.0%減)。消費の低迷は、国内企業の収益を圧迫することとなる。輸出が増加(14.6%増)するが、これは先ほどと同様国内の消費が低迷した結果、輸出圧力が高まるからである。国内での投資はわが国企業の収益低下と余剰設備のため、減少する(13.6%減)。

表4は、脱原発下での温室効果ガス削減を行った場合のわが国の電源構成を示している。特徴的な点として、1) 石炭火力のシェアの大幅な低減(0.7%)、2) LNG火力発電のシェア拡大(70.7%)、3) 再生可能エネルギーの大幅なシェア拡大が挙げられる。単位発電量当たりの二酸化炭素排出量が最も多い石炭火力発電からより単位発電量当たりの二酸化炭素排出量の低いLNG火力発電へのシフト(燃料転換)と火力発電から再生可能エネルギーへのシフト(脱炭素)により大幅な温室効果ガス削減を実現をする。再生可能エネルギーでは、特に風力発電所の役割が大きく発電に占めるシェアは14.8%となる。風力発電、太陽光発電に関しては電力の不安定性および不確実性の問題解決のための蓄電池の設置の必要性が指摘されるが、ここではこの問題を考慮していない。

(注3) 温室効果ガス排出に対して単位温室効果ガス排出量あたり同等の費用負担を行うものとして計算。

5. まとめ

被災した福島第一原子力発電所での事故により、わが国のエネルギー政策は根本から見直す必要が出てきた。現在、見直しに向けた様々な提案がなされている状態である。本研究は、主要な議論に対する定量的評価を行い、今後のエネルギー政策議論に資するものとなることを目的に行った。

まず、既存の原子力発電所の稼働に関する議論であるが、今後新規の原子力発電所の建設は国民感情を考えると非常に困難である。本研究では、原子力発電所を2012年中に全て稼働停止する脱原発シナリオと寿命を迎えた原子力発電所が順次稼働停止する縮原発シナリオを検討した。脱原発を行った場合、まだ寿命を迎えていない発電所を活用しないことであり、新たな発電所の建設、燃料輸入などの費用を新たに負担することとなる。このことにより、電力価格が19.4%上昇する結果となった。電力価格は、特に投資に影響を与えると思われ、本研究結果では高い電力価格が海外へ投資を流出させる危険性があることを示唆している。原子力発電所を稼働停止した場合、LNGを中心とした火力発電所で不足する電源を供給することとなるため、CO<sub>2</sub>排出量は14.3%増加する。原子力発電所を稼働停止することによる安心感と電力価格上昇による経済影響、CO<sub>2</sub>の排出量増加、化石燃料輸入増加によるエネルギー安全保障の視点といった複数の視点での検討が必要となるであろう。

脱原発下での温室効果ガス削減に関しても本報告では評価を行った。温室効果ガス削減において

脱原発の意味することは、CO<sub>2</sub>排出量が増加することのみでなく、温室効果ガスを削減する手段として原子力発電所を用いることができないことを意味する。電力供給側の対策として、火力発電所の効率を高めると同時に再生可能エネルギーの普及、石炭からLNGへのシフトなどを行うと同時に、電力需要側での電力消費量の削減を同時に進める必要がある。シミュレーション結果によると、電力料金は72.5%上昇し、投資の海外流出、GDPの低下(2.5%)が生じる。2020年までに1990年比25%の削減を行いつつ、経済への影響を回避するには、1) 海外との共同での削減活動をいかに費用最小で実施するのか、2) 大幅なイノベーションをおこすためのシステム作りが必要不可欠である。

参考文献

- 1) Hiroshi Hamasaki, Global Emission Trading Scheme -New International Framework beyond the Kyoto Protocol-, Fujitsu Research Institute Research Report 356 (2010).  
<http://jp.fujitsu.com/group/fri/report/research/2010/report-356.html>
- 2) Jean-Marc Burniaux and Truong Phuoc Truong, GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model", GTAP Technical Paper 16 (2002)
- 3) Thomas Hertel ed., Global Trade Analysis Modeling and Applications (Cambridge University Press, 1997)

# FAPIG の 機 構 (社名 ABC順)

(平成24年2月1日現在)

## 理 事 会・委 員 会・専 門 部 会・事 務 局

会 長 米 山 直 人 富士電機取締役	理 事 米 谷 雅 之 みずほコーポレート銀行常務執行役員
副 会 長 佐 々 木 秀 樹 川崎重工業執行委員	〃 真 木 浩 之 清水建設専務執行役員
〃 段 谷 繁 樹 双日専務執行役員	
	監 事 菅 原 正 幸 みずほコーポレート銀行営業第十部長
理 事 小 笠 原 保 雄 荏原製作所特任参与	
〃 生 貝 健 二 富士通執行役員副社長	事 務 局 長 溝 口 忠 雄
〃 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 (14名)	広報委員会 (9名)	原子力情勢調査部会 (6名)
◎ 尾 崎 博 (富 士 電 機)	◎ 溝 口 忠 雄 (事 務 局)	◎ 村 野 博 一 (双 日)
三 澤 秀 行 (荏 原 製 作 所)	米 田 正 章 (荏 原 製 作 所)	○ 高 橋 浩 (富 士 電 機)
山 田 裕 之 (富 士 電 機)	三 木 俊 也 (富 士 電 機)	羽 田 野 泰 彦 (荏 原 製 作 所)
竹 辺 晴 夫 (〃)	笹 野 貢 (富 士 通)	三 澤 真 (富 士 通)
國 澤 有 通 (富 士 通)	岩 間 和 義 (古 河 機 械 金 属)	湯 原 貴 浩 (川 崎 重 工 業)
児 島 誠 司 (古 河 電 気 工 業)	湯 原 貴 浩 (川 崎 重 工 業)	新 田 康 男 (清 水 建 設)
大 田 彰 則 (古 河 機 械 金 属)	朝 日 俊 彦 (み ず ほ コーポレート銀行)	
山 崎 誠 一 郎 (川 崎 重 工 業)	酒 井 喜 則 (清 水 建 設)	
小 林 英 昭 (み ず ほ コーポレート銀行)	村 野 博 一 (双 日)	
加 納 茂 和 (清 水 建 設)		
片 岡 昇 (双 日)		
石 黒 修 司 (双 日)		
溝 口 忠 雄 (事 務 局)		
オ ブ ザ ー バ ー		
阿 部 修 一 (原 燃 工)		

高温ガス炉プロジェクト部会 (6名)	廃止措置プロジェクト部会 (6名)	核燃料サイクル調査研究部会 (7名)
◎ 岡 本 太 志 (富 士 電 機)	◎ 武 仲 五 月 (川 崎 重 工 業)	◎ 山 崎 誠 一 郎 (川 崎 重 工 業)
○ 中 村 志 郎 (双 日)	○ 村 上 知 行 (富 士 電 機)	○ 前 園 伸 也 (富 士 電 機)
大 橋 一 孝 (富 士 電 機)	荒 井 正 幸 (荏 原 製 作 所)	石 山 祐 二 (荏 原 製 作 所)
前 川 勇 (川 崎 重 工 業)	高 橋 康 一 (富 士 通)	蓮 沼 潤 一 (富 士 通)
斎 藤 正 直 (清 水 建 設)	鳥 居 和 敬 (清 水 建 設)	加 納 茂 和 (清 水 建 設)
オ ブ ザ ー バ ー	沢 本 雅 弘 (双 日)	井 上 桂 一 (双 日)
降 旗 昇 (原 燃 工)		沢 本 雅 弘 (〃)

## 品質保証部会 (10名)

◎ 高 橋 正 昭 (富 士 電 機)
○ 斉 藤 利 二 (川 崎 重 工 業)
竹 山 敏 (荏 原 製 作 所)
梅 津 博 幸 (富 士 電 機)
新 田 和 彦 (富 士 電 機)
江 口 健 二 (富 士 通)
高 林 恒 久 (古 河 電 気 工 業)
中 村 誠 (清 水 建 設)
長 浜 哲 志 (清 水 建 設)
石 黒 修 司 (双 日)

## 事 務 局

局 長 溝 口 忠 雄

Morio Fujisawa, Yoshihiro Yaginuma, Genichi Katagiri, Satuki Takenaka

### Report of the WM2011 Conference

FAPIG No. 183 pp.3~6 (2012)

The WM2011 Conference was convened at the Phoenix Convention Center from February 27-March 3, 2011. The Conference was attracted leaders representing over 40 countries, presenting 500 papers in technical sessions.

The First Atomic Power Industry Group members attended the WM2011 Conference.

Fuji electric members explained new type of resin volume reduction system FRR at the Fuji electric Booth space of the Exhibit Hall.

**KEYWORDS** : waste management, resin volume reduction system

Kensuke Mohri, Satoshi Suzuki, Koichiro Ezato, Yohji Seki, Mikio Enoeda

### Manufacturing Activity of Divertor in the ITER Project

FAPIG No. 183 pp.7~13 (2012)

All the seven parties in the ITER project had already started the program of the manufacturing ITER components, and JAEA in Japan has been conducting the development and trial manufacture of the components with the cooperation of the industries.

In this paper, the trial manufactures of the outer vertical target in the ITER Divertor are presented which have been carried out by JAEA and Kawasaki Heavy Industries Ltd..

**KEYWORDS** : ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), in-vessel component, divertor, outer vertical target, armor tile, carbon fiber composite, tungsten, steel support structure

禁無断転載

FAPIG No.183

平成24年2月20日印刷

平成23年度 第1号

平成24年2月24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 ミズノプロテック(株)

〒104-0042 東京都中央区入船2-9-2

電話 (03) 5566-6677(代)

Keisuke Fukumoto

### Introduction of Radiation Measurement Equipment Used in the Nuclear Emergency (Disaster)

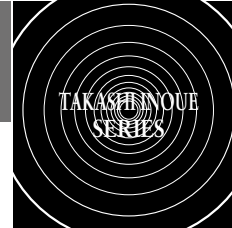
FAPIG No. 183 pp.20~25 (2012)

It is strongly required to provide security and safety for the people, environment and food-staff, while it is concerned that radiation hazards will be caused for general citizen by Fukushima Daiichi Nuclear Accident after the Great East Japan Earthquake.

In order to meet the above needs, Fuji Electric Co., Ltd. has developed and delivered the radiation measurement equipment used in the nuclear emergency (disaster) by our proven technology which has been already reflected to our manufactured and delivered products.

A part of the lineup of our radiation measurement equipment developed and delivered is introduced below.

**KEYWORDS** : security and safety, radiation hazards, radiation measurement equipment, used in the nuclear emergency (disaster)



Koichi Sakurada

**Authorization of ASME N Stamp by Ebara Corporation Futtsu Plant**

FAPIG No. 183 pp.26～30 (2012)

Ebara Corporation Futtsu Plant was authorized to construct the items with N Code Symbol Stamp by the American Society of Mechanical Engineers (ASME) in accordance with the applicable rules of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code. This authorization complies with ASME Section III (Rules for Construction of Nuclear Facility Components) and is canonical for nuclear industry.

In this authorization system, the applicant supplying items or services is surveyed whether quality assurance program which satisfies the quality and technical requirements of ASME Code is established.

We are ready for supplying the pumps for nuclear power plants to international market by this authorization.

Scope of Authorization;

N: Construction of Class 2 & 3 vessels; Class 2 & 3 pumps, piping systems; and Class 2 & 3 shop assembly at the above location only

NPT: Class 2 & 3 fabrication without design responsibility and with design responsibility for Class 2 & 3 appurtenances and as a Material Organization supplying ferrous & nonferrous material at the above location only

NS: Class 2 & 3 fabrication without design responsibility and with design responsibility for supports at the above location only

**KEYWORDS** : ASME, N Code Symbol Stamp, nuclear power plant, quality assurance program

Hiroshi Hamasaki

**Electricity Market After the 3.11 – Analysis by Quantitative Evaluations –**

FAPIG No. 183 pp.31～35 (2012)

Due to the earthquake occurred on 11<sup>th</sup> March, 2011, Japanese energy policy needs to be reviewed substantially. Before the earthquake, nuclear power was expected to play a major role in 1) energy security, 2) GHGs (Greenhouse Gases) emission mitigation and 3) economic growth, but to consider current public sentiment towards nuclear power, it is hardly to expect more nuclear power station construction.

Under these circumstances, a variety of proposals of future Japanese energy policy have been proposed, but there is no comprehensive quantitative analysis between the proposals. This research aims to do quantitative analysis of major proposals from economic and technological point of views and contribute to the debates on future Japanese energy policies.

**KEYWORDS** : Japan, energy policy, energy security, climate change, quantitative analysis

## 安曇野 わさび田湧水群公園

安曇野の伏流水は古くから新田の開墾などに用いられてきた。わさび栽培が始まったのは大正時代で、多くのわさび農園がある。遠くに常念山脈を望み、真夏でも15度を越えない清澄で豊富な水が静かに流れ、四季折々の水の風景を織りなす。公園には名水百選の憩いの池がある。



## 日比谷公会堂

1929年、当時の東京市長後藤新平の企画で「市政会館」として建設された多目的のホール。日比谷公園の中にあり、長く、唯一のコンサートホールとして数多くの名演の舞台に。今ではコンサートホールとしての役割は小さくなっているが、東京のシンボルの一つとしてその名と姿が慕われ続けている。

## 「日本の風景」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 エネルギー事業本部 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関連業務に従事、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

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