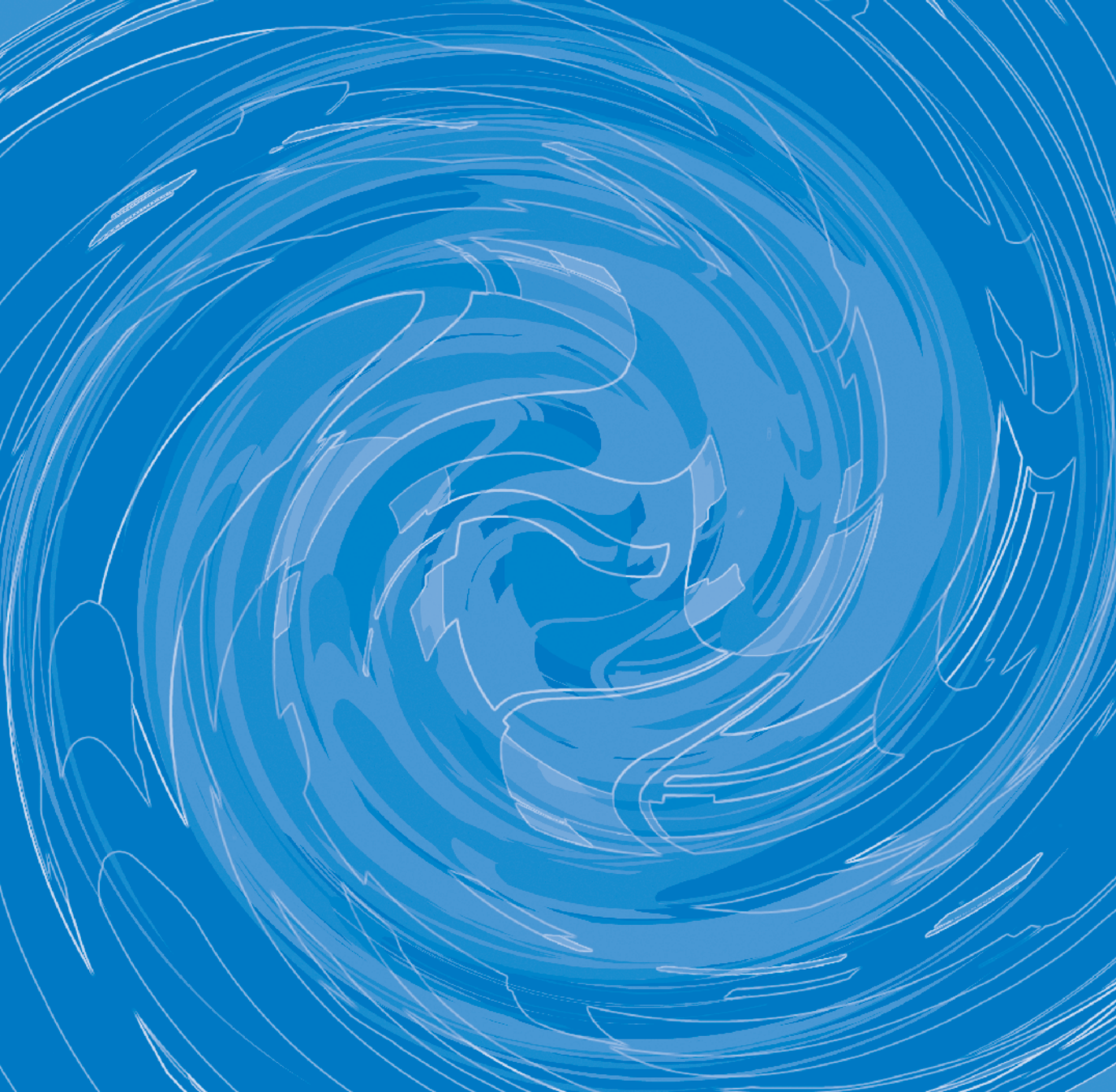


ISSN 0014-5645

FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP



170
2005. JULY

ニュースになる。
富士電機システムズ。

富士電機システムズは、社会や産業のインフラを構築するエキスパートです。そして、独自の最新技術を導入し、より良いシステムを構築するフロントランナーです。私たちのコアコンピタンスは、エネルギー・マネージメント技術やパワーエレクトロニクス技術、そして水環境技術やメンテナンスサービス技術。これらの技術を駆使してお客様に最大の満足を提供いただける企業をめざし、日々活動しています。インフラ構築や産業に関わる仕事は、社会を支える大切な仕事。それは、ニュースになる仕事でもあります。富士電機システムズは、社会の基盤づくりに参加できる欲びと責任を胸に、いつも人々に喜ばれるニュースを発信しつづけていきたいと考えています。人々の笑顔で迎えられる企業。富士電機システムズの永遠の願いです。

FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP

2005-7/平成17年度 第1号

No. **170**

目次

■ 紹介

化学反応を含んだ混相流数値解析手法の開発
(高速炉蒸気発生器におけるナトリウム-水反応評価)(3)
高田 孝 / 大島宏之 / 山口 彰

米国における水素製造向け高温ガス炉の開発状況(7)
中野正明 / 辻 延昌 / 岡本太志

IDカードリーダー付電子式線量計を使用した
新入退域管理システムの開発(12)
山本哲也 / 西村信和 / 正木 健 / 本多貴史 / 加藤 勉

大容量新型ニッケル水素電池「ギガセル」.....(19)
堤香津雄 / 酒井規行

非接触型手のひら静脈認証技術のご紹介(24)
若林 晃

■ グループ情報

FAPIGにおける原子力PA活動について(29)
菅野康弘

FAPIGの機構(37)

表紙デザイン：清水郁男

- e-ソリューション：電子自治体、情報制御システム、エネルギー管理、分散型電源、電力情報制御システム、エネルギー計測、工業計器、放射線管理システムなど
- 環境システム：水処理・水環境システム、廃棄物処理システム、リサイクルシステムなど
- 産業・交通システム：パワーエレクトロニクス、電機・計測プラントシステム、施設用電機設備、クリーンルーム設備、工業電熱、交通用機器・システムなど
- 発電プラント：火力機器、水力機器、原子力関連機器など
これらに関わるエンジニアリング、設計・製作およびサービスなど

CONTENTS

■ Introduction

Numerical Simulation of Multi-Phase Flow with Chemical Reaction
Investigation of Sodium-Water Reaction in Steam Generator of Fast Reactor(3)
T. Takata / H. Ohshima / A. Yamaguchi

High Temperature Gas-cooled Reactor Developments
for Hydrogen Production in the U.S.A.....(7)
M. Nakano / N. Tsuji / F. Okamoto

Development of New Entrance/Exit Processing System
Using EPD (Electronic Personal Dosimeter) with ID Card Reader(12)
T. Yamamoto / N. Nishimura / T. Masaki / T. Honda / T. Kato

Large Scale Nickel-metal Hydride Battery “Gigacell”(19)
K. Tsutsumi / N. Sakai

An Introduction of Contactless Palm Vein Authentication Technology(24)
A. Wakabayashi

■ FAPIG Activities

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy.....(29)
Y. Sugano

Cover Design : Ikuo Shimizu

化学反応を含んだ混相流数値解析手法の開発 (高速炉蒸気発生器におけるナトリウム-水反応評価)

Numerical Simulation of Multi-Phase Flow with Chemical Reaction Investigation of Sodium-Water Reaction in Steam Generator of Fast Reactor

高田 孝* 大島宏之** 山口 彰***
Takashi Takata Hiroyuki Ohshima Akira Yamaguchi

〔概要〕

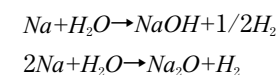
ナトリウム冷却高速炉蒸気発生器におけるナトリウム-水反応を数値解析的に評価することを目的に、化学反応を含む多次元混相流数値解析手法（SERAPHIMコード）を開発した。ナトリウム-水反応については反応時の相状態を考慮し、表面反応モデルと気相反応モデルを構築した。混相流数値解析手法は多流体1圧力モデルを採用している。本紹介は、著者が核燃料サイクル開発機構に出向中の業務についてまとめたものである。

1. はじめに

液体ナトリウムは、中性子の減速が比較的小さく優れた伝熱特性を有するため、高速炉の冷却材として有望視されている。その一方で液体ナトリウムは化学的に活性であり、酸素や水と激しく反応する。

ナトリウム冷却高速炉プラントにおけるこれらの具体例としては、冷却系配管などから空気雰囲気中への漏えいによるナトリウム火災（燃焼）、蒸気発生器内伝熱管破損によるナトリウム-水反応がある。原子炉内機器や建屋の健全性を評価する上では、ナトリウム火災やナトリウム-水反応による影響を詳細に検討する必要がある。

蒸気発生器内で伝熱管が破損した場合、伝熱管内部の高圧水蒸気または水が液体ナトリウム側に漏えいし、接触界面で主に以下に示す反応が生じる。



反応領域では高温・高腐食環境となるため、周辺伝熱管がウェステージ（エロージョン、コロージョンに伴う破損）や高温ラプチャ（高温による材料劣化に伴う破損）などにより2次破損する可能性がある。このため、ナトリウム-水反応時の反応領域および最高温度の評価が機器の健全性に重要となる。

従来これらの評価は、実機を模擬した実験を実施し、漏えい部周辺での温度データを取得することで評価されてきた。核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構とする）では、高速増殖原型炉「もんじゅ」蒸気発生器を模擬したSWAT試験¹⁾を実施し、最高温度データとして、水蒸気大リーク条件（7～15kg/s）では1,140～1,250℃、小リーク条件（～4.5kg/s）では安定した時間域で1,100～1,200℃を得ている²⁾。また米国LLTR（Large Leak Test Rig）試験³⁾では、SWAT試験にくらべNa側圧力が高い条件で行われ、最高温度は1,149℃～1,371℃であった。

*川崎重工業(株) 技術研究所 熱技術研究部 エンジングループ

**核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター 要素技術開発部 流体計算工学研究グループ

***大阪大学 大学院工学研究課 環境・エネルギー工学

蒸気発生器内でのナトリウム-水反応に関しては、伝熱管配置、漏えい方向、機器の運転条件など現象に影響を与える因子が多く、実験研究に加え数値解析手法の構築が現象の把握に望ましい。このため、ナトリウム-水反応を機構論的にモデル化した混相流数値解析手法 (SERAPHIMコード [Sodium-water Reaction Analysis: Physics of Interdisciplinary Multi-phase flow]) を開発した。

2. ナトリウム-水反応モデル

高速炉蒸気発生器の運転条件は、水側で温度：約200~500℃、圧力：百数十気圧、ナトリウム側は温度：約300~500℃、圧力：数気圧であり、伝熱管が破損すると水または水蒸気がナトリウム側に漏えいする。水が漏えいした場合、減圧沸騰によりナトリウムと接触するのは水蒸気が支配的であると予想される。このため、水側の相状態は気体 (水蒸気) であると仮定した。一方ナトリウムは、運転条件範囲では液相であるが、反応による温度上昇で気相となり得る。したがって、ナトリウムについては液相および気相を考慮する。

2.1. 表面反応モデル

表面反応モデルは、ナトリウム液表面での水蒸気と液体ナトリウムとの反応機構を模擬したものである (図1)。

表面反応のモデル化については、強アルカリと水との反応に関する従来知見を用い、

- ・ 化学反応速度は無限大 (水蒸気供給速度律則)
- ・ 反応性生物は気相側へ移行

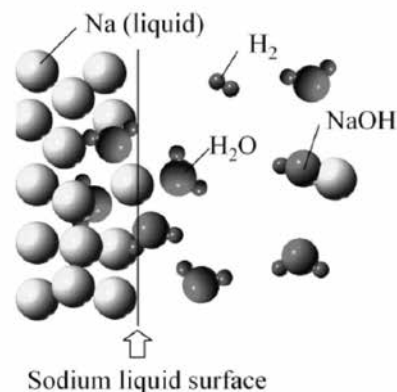


図1 表面反応モデル図

・ 反応エネルギーは気相側へ付加
 反応速度は水蒸気のナトリウム液面表面への輸送速度であり、熱輸送と物質輸送のアナログを用い評価する。

2.2. 気相反応モデル

反応熱により液体ナトリウムが加熱・昇温されると、液表面からナトリウム蒸気が放出される。気相反応モデルは気相状態でのナトリウムと水蒸気との反応機構を模擬している (図2)。

気相反応の数値解析では、ナトリウム-水反応に関する幾つかの総括反応式について、アレニウス型反応速度を用い評価する。ナトリウム-水反応では、反応速度定数に関する実験的知見が無い。そこで分子軌道法 (MO) を用いた反応経路の評価を行い、遷移状態理論またはCapture理論を基に反応速度定数を評価した⁴⁾。

図3はナトリウム-水反応におけるポテンシャルエネルギーを示したものである。ポテンシャルエネルギーが高いほど反応が起こりにくく、図3に示すように反応性生物としては水酸化ナトリウム (NaOH) が支配的となることが予想される。

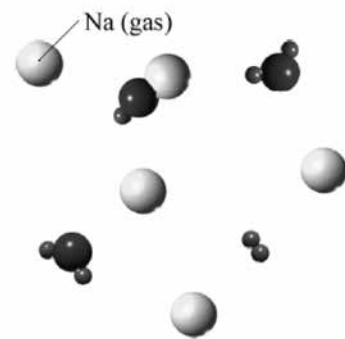


図2 気相反応モデル

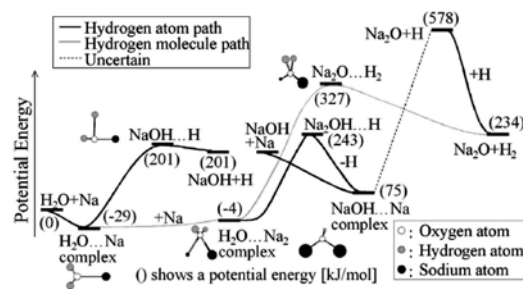


図3 分子軌道法による反応経路評価

3. 数値解析手法

取り扱う相は、水液相、ナトリウム液相及び多成分ガスの3流体とし、圧力については1圧力モデルを採用した。2章にあるように、水液相とナトリウム液相とは接しないものと仮定し、相関のエネルギー・運動量交換はそれぞれの液相 (水、ナトリウム) と気相 (多成分ガス) との間で行われる。

数値解法は圧縮性を考慮したHSMAC法を用い、状態方程式についてはビリアル係数による補正を用いた修正BWR式⁵⁾とした。HSMAC法は並列化特性が高く、本研究でもMPIを用いた領域・メモリ分散型の並列化を行っている。

4. 数値解析例

4.1. 初期圧力の影響 (単管からの漏えい)

ナトリウム-水反応の感度解析として、伝熱管単管から水蒸気が漏えいした際の胴側 (ナトリウム側) 初期圧力の影響を評価した例を図4に示す。圧力約17MPa、350℃の水蒸気が図中に配置した伝熱管中央から鉛直上向きに漏えいしており、図は漏えい後100ms後の分布である。ナトリウム側の初期温度は約470℃、初期圧力は0.2、0.6MPaとした。

図に示すように、初期圧力が上昇することで気相領域の大きさや1000℃以上の高温領域の分布は異なるものの、最高温度に関しては初期圧力による顕著な差は見られていない。解析結果の分析

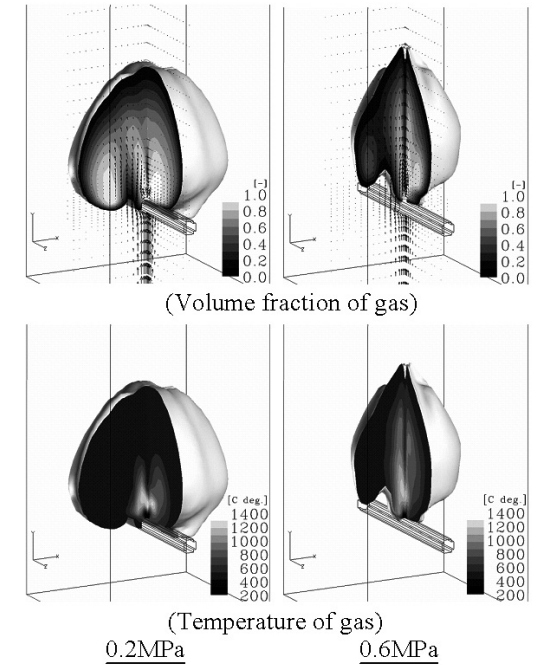


図4 初期圧力の影響評価

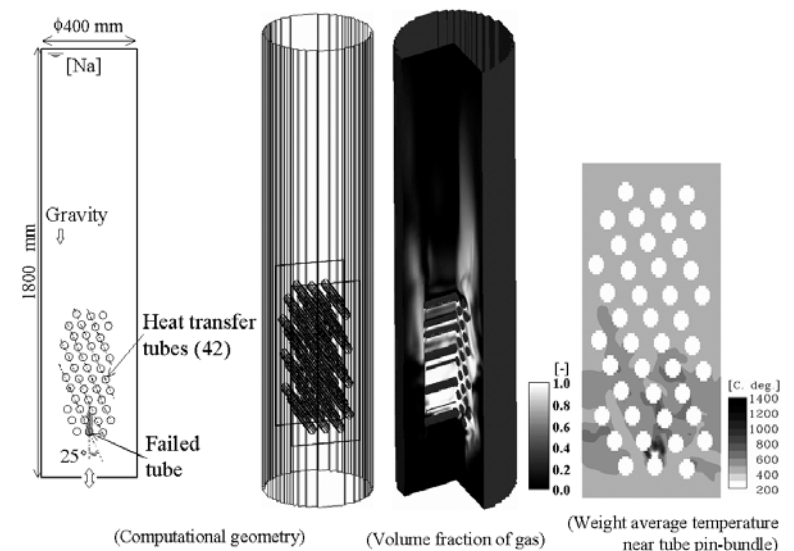


図5 伝熱管群でのナトリウム-水反応

により

- ・反応生成物である水素ガスが表面反応の反応界面（水蒸気とナトリウム液表面との接触部）を覆い、反応が抑制されることで最高温度に上限が見られる。
- ・圧力変化に伴う気相領域の発達過程や伝熱流動場の変化が化学反応場に大きな影響を与える。ことが確認されている。

4.2. 伝熱管群でのナトリウム-水反応

実際の蒸気発生器内では、伝熱管群により流路が制限されている。このような状況での開発した数値解析評価手法の妥当性を評価するために、サイクル機構が実施したSWAT-1R実験⁹⁾の検証解析を実施している。解析体系および解析結果例を図5に示す。

図5左に示すように、解析体系は伝熱管43本（破損伝熱管含）を模擬したものであり、総メッシュ分割数は約130万である。計算は、大型並列計算機（FUJITSU PRIMEPOWER HPC2500）、96CPUを用いている。

図5右は漏えい開始後約0.5秒後の解析結果を示しており、高温領域が伝熱管群のインライン方向に沿って複雑に発達している様子が見られ、実験結果の傾向を概ね再現している。また96CPUでほぼ100%と非常に良好な並列化効率が得られており、今後さらに大規模な計算にも対応できることが確認されている。

5. おわりに

ナトリウム冷却高速炉蒸気発生器内で発生するナトリウム-水反応を数値解析的に評価することを目的にSERAPHIMコードを開発した。

本コードを用いることにより、従来実験のみで評価することが困難であった反応部周辺の詳細な評価が可能となった。また本コードは、大規模メ

ッシュでの解析が可能であり、蒸気発生器内部のような複雑な流路形状にも適用できると考えられる。今後、本コードの検証を引き続き実施するとともに、蒸気発生器の安全性評価に資する予定である。

また数値解析では、水酸化ナトリウム（NaOH）の蒸発の影響など、実験では不可能な現象論的パラメータ感度評価が可能である。蒸気発生器の安全を評価するためには、ナトリウム-水反応の現象論的評価が重要となる。今後、現象論的評価も併せて進めていく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤, SWAT-3試験装置による大リーク・ナトリウム-水反応試験の概要, 動燃技報No.25 (1978)
- 2) 田辺他, 蒸気発生器伝熱管の高温ラプチャ破損評価手法の整備と適用, PNC TN9410 98-029 (1998)
- 3) C. E. Boardman, M. Hui, H. H. Neely, Test Results of Sodium-water Reaction Testing in Near Prototypical LMR Steam Generator, Proc. of the IAEA/IWGFR Specialists' Meeting on Steam Generator Failure and Failure Propagation Experience, Aix-en-Provence, France (1990)
- 4) T. Takata, A. Yamaguchi et al., Numerical Methodology of Sodium-Water Reaction with Multiphase Flow Analysis, Nuclear Science and Engineering, 150, 1-16 (2005), to appear
- 5) M. Benedict, G. B. Webb and L.C. Rubin, An Empirical Equation for Thermodynamic Properties of Light Hydro-carbons and Their Mixtures, Journal of Chemical Physics, 8, 344 (1940)
- 6) 西村他, ナトリウム-水反応時の熱的影響確認試験, JNC TN9400 2003-014 (2003)

米国における水素製造向け高温ガス炉の開発状況

High Temperature Gas-cooled Reactor Developments for Hydrogen Production in the U.S.A.

中野 正明* 辻 延昌* 岡本 太志*
Masaaki Nakano Nobumasa Tsuji Futoshi Okamoto

〔概要〕

発電ばかりでなく水素製造に利用できる原子炉として、受動安全性の優れたモジュール型高温ガス炉が国際的に最も注目を集めている。高温ガス炉は950~1000℃の高温のヘリウムを供給する能力があるため、水素製造をはじめ、多くのプロセスヒートプラントに利用することができる。水素製造法としては、IS法を用いた水の熱化学分解法、あるいは高温水蒸気電解法が候補として上がっている。本報では、最近の国際会議で報告された論文より、水素製造を目的とした米国モジュール型高温ガス炉の開発状況について紹介する。

1. はじめに

温室効果ガスを排出せずに、安全に、かつ、経済的に水素を製造するために原子力エネルギーを利用しようとする研究開発が日本、米国を始め、各国で始められている。

発電と水素製造を行うことができる原子炉として、受動的安全性が高いモジュール型高温ガス炉が最も関心を集めている。これは、米国ではModular Helium Reactor (MHR) として知られているもので、ガスタービン発電に用いる場合にはGT-MHR、水素製造に用いる場合にはH2-MHRと呼ばれている。水素製造法には2つの候補があ

る。よう素 (I) と硫黄 (S) を用いた水の熱化学分解 (IS法) と高温水蒸気電解 (HTE法) である。これらは米国の原子力水素計画においてパイロットプラントとして実証される計画となっている。図1にパイロットプラントの概念を示す。日本では、日本原子力研究所がIS法の小規模試験を成功させ、高温工学試験研究炉 (HTTR) にISプロセス水素製造プラントを接続して実証する計画である。

本報告では、米国での原子力水素計画のために検討されている高温ガス炉の開発状況について紹介する^{1)~5)}。

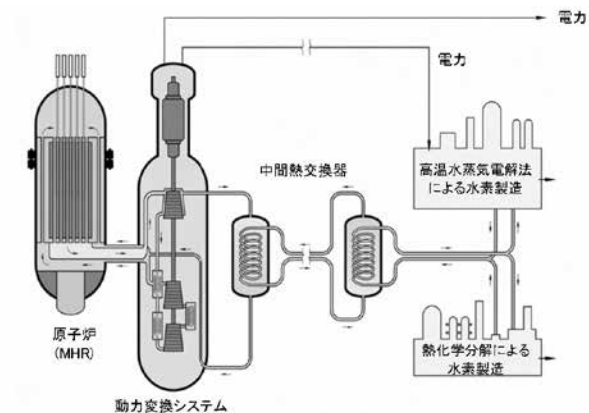


図1 米国水素製造実証プラントの概念

*富士電機アドバンテストテクノロジー(株) 高温ガス炉プロジェクト

2. 原子炉システムと水素製造法

水素製造に必要な高温熱源として高温ガス炉であるMHRを用いる。実用規模のH2-MHRプラントは、原子炉システムとして熱出力600MWのMHRと、水素製造プラントにより構成される。H2-MHRの原子炉システムは、GT-MHRのために開発されたものをもとにしている。GT-MHRでは、図2に示すように、MHRにヘリウムガスタービンを使用する動力変換システムが接続され、高効率な発電を行うことができる構成となっている。

水素製造では、高温水蒸気電解法を用いるプラントの場合、原子炉熱出力600MWのうち約550MWは動力変換システムへ供給され発電に使用される。残りが過熱蒸気の製造に使われる。ISプラントの場合、中間熱交換器を介して2次ヘリウム系へ熱が伝えられる。大部分の熱はIS熱化学プロセスに用いられるが、ISプロセスに必要なポンプやコンプレッサの動力のため発電にも用いられる。IS法を用いた熱化学分解法、高温水蒸気電解法とも、50%以上の効率で水素を製造することができる。

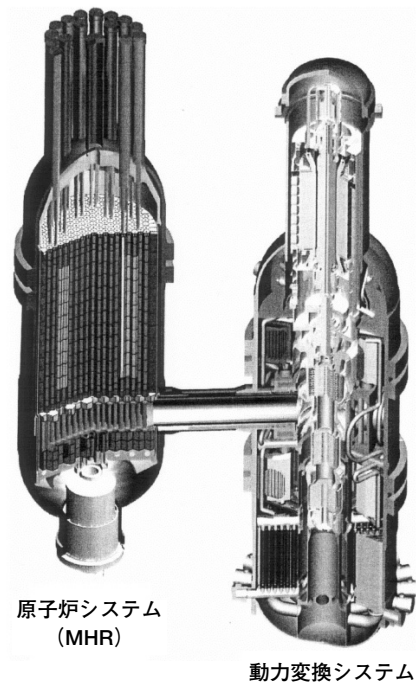


図2 ガスタービンモジュール型ヘリウム炉 (GT-MHR)

3. H2-MHRの原子炉システムについて

高効率の水素製造を実現するためには、原子炉の出入口温度を高くする必要があるが、原子炉の建設費を抑え、早期に実用化を達成するためには、使用可能温度が限られているものの既存の原子炉材料を用いることが一つの要件となる。このような相反する要求を満たす原子炉システム概念の構築に向け、課題として下記の項目を抽出し、概念検討を行っている。

- ①原子炉出口温度の設定
- ②原子炉入口温度の設定
- ③原子炉入口流路の設定
- ④原子炉容器材料の選定
- ⑤燃料健全性の維持

以下では、これらの課題に対する検討状況について示す。

(1) GT-MHRの原子炉出入口温度

H2-MHRのもとになっているGT-MHRは、冷却材の原子炉入口温度490℃、原子炉出口温度850℃として設計された。GT-MHRの場合、原子炉容器に入った冷却材ヘリウムは、コアパレル外側にある冷却材チャンネルを通して炉心へ向かう(図3参照)。このような構成では、原子炉容器の材料選択や肉厚などの設計は、冷却材の原子炉入口温度の影響を大きく受けることになる。GT-MHRの場合、ガスタービン発電システムを採用しているために、原子炉入口温度は発電効率に大きな影響を与える。高効率な発電を達成し、かつ、

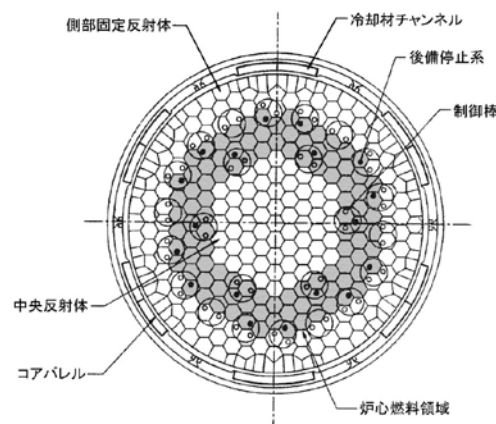


図3 MHRの環状炉心配置

原子炉容器の材料として2 1/4 Cr-1Mo鋼を用いるという観点から、原子炉入口温度は490℃とされた。また、冷却材の原子炉出口温度は、発電を行うタービンプレードの冷却が不要であること、通常運転時の燃料温度が十分低く抑えることができることから、850℃とされた。

(2) H2-MHRの原子炉出口温度

H2-MHRでは、水素製造効率と経済性の向上のため、出口温度をさらに高くする必要がある。出口温度1000℃において、炉心入口部と出口部にオリフィス(絞り構造)を設置して、発熱が大きな燃料チャンネルに多くの冷却材が流れるように流量配分を最適化する解析を行った。解析結果を表1に示す。流量配分の最適化を行うことで、通常運転時の燃料温度を許容値である1250℃以下にすることができることがわかった。しかし、そのためには、異常時を含め全運転期間にわたり出力分布が一定となるように炉心設計を行い、また、他のきわめて多くの確認作業が必要である。さらに、950℃を超える出口温度での運転では、中間熱交換器の設計に大きな影響がある。例えば、セラミック製の中間熱交換器伝熱管が必要となって、原子炉の1次系冷却材バウンダリとして認可されるまでには、多くの開発や試験が必要となると考えられる。以上のことから、冷却材の原子炉出口温度は950℃としている。

(3) H2-MHRの原子炉入口温度

原子炉の出力と冷却材出口温度を一定にして、入口温度を高くすると、熱バランスから冷却材の流量を大きくする必要がある。冷却材流量を大きくして炉心での伝熱特性を向上させることで燃料温度を低くすることができる。燃料温度が低くな

表1 冷却材流量配分の最適化の予備検討結果

流量配分の最適化の有無	無	有	有
原子炉入口冷却材温度 (℃)	640	640	490
全流量 (kg/s)	320	320	225
原子炉出口冷却材温度 (℃)	1000	1000	1000
燃料最高温度 (℃)	1309	1204	1239
最高炉心出口冷却材温度 (℃)	1124	1030	1042
炉心圧損 (kPa)	69	100	48

ると、被覆燃料粒子のSiC被覆層でのAg-110mや他の貴金属核分裂生成物の拡散を抑えることができ、燃料の健全性が向上する。以上のことから、原子炉の冷却材入口温度はGT-MHRから100℃高く、590℃としている。

(4) H2-MHRの入口冷却材流路

冷却材の原子炉入口温度を高温化すると、現状のGT-MHRの構造では、原子炉容器の材料である2 1/4 Cr-1Mo鋼の温度制限を超えると予想される。これは、図3に示したGT-MHRのような構造では、原子炉容器の温度は冷却材入口温度に大きな影響を受けるからである。そこで、図4のような入口側流路を中央反射体や側部固定反射体内に設ける方式が検討された。これらの構造が原子炉容器温度や燃料温度に与える影響を解析により求めた。表2に示すように、入口側流路を中央反射体や側部固定反射体内に設けることにより、基準としたGT-MHRに比べて、原子炉容器温度を通常運転時に約50℃低下させることができ、また、事故時にも原子炉容器温度に大きな影響を与えないことがわかった。ただし、中央反射体内に入口

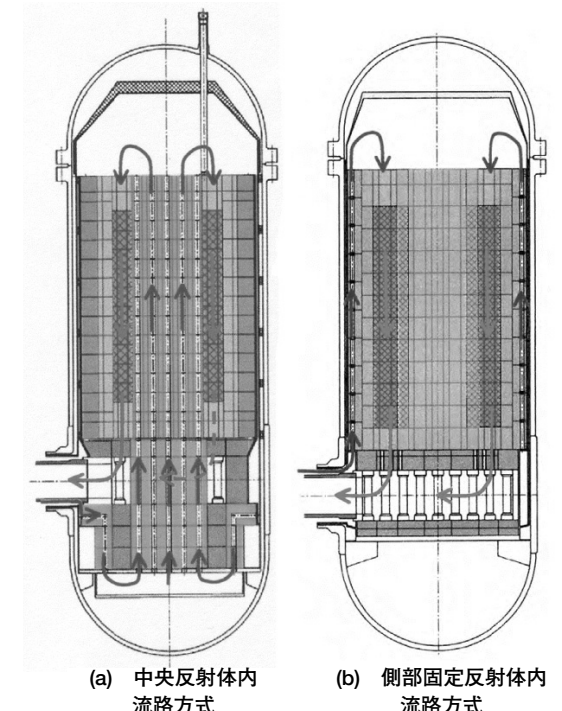


図4 MHRの原子炉容器入口流路の方式

表2 入口流路の方式の比較

	GT-MHR	中央反射体内方式	側部固定反射体内方式
通常運転時の原子炉容器最高温度(°C)	395	348	350
減圧事故時の原子炉容器最高温度(°C)	529	532	518
減圧事故時の燃料最高温度(°C)	1468	1507	1466
原子炉容器内の圧損(kPa)	39.0	48.4	47.2

側流路を設けた場合には、中央反射体の熱容量が小さくなるために減圧事故時に燃料温度が約40°C高くなることがわかった。これらのことから、H2-MHRでは側部固定反射体内に入口側流路を設けることとした。この方式は、現状のGT-MHRの設計と大きな相違がなく、減圧事故時の燃料温度にも悪影響がない。また、入口温度を高めた条件でも原子炉容器材料として2 1/4Cr-1Mo鋼を採用することができる。この方式は、日本原子力研究所で検討しているGTHTR300でも採用されている。

(5) H2-MHRの原子炉容器材料

H2-MHRの原子炉容器材料としては2 1/4Cr-1Mo鋼を想定しているが、2 1/4Cr-1Mo鋼は、HTTRの原子炉容器に採用されているものの、この材料の使用実績は限られており、さらに大型の原子炉容器の製造実績はない。そこで、原子炉容器温度をさらに下げること、軽水炉で使用実績のあるSA533などの低合金鋼をMHRに採用することをねらって検討した。日本原子力研究所のGTHTR300の設計では、140°Cのコンプレッサからの冷却材をコアバレルと原子炉容器の隙間に少量流すようにして、SA533製の原子炉容器の温度をクリーブ損傷が生じる温度以下にしている。水素製造の方式が高温水蒸気電解方式である場合のH2-MHRでは、同様の方式が可能である。IS方式のMHRの場合には、純化系からの戻り冷却材を低温冷却材として用いることになる。この流量と燃料最高温度、原子炉容器温度の関係について、RELAP5/3Dプログラムによる予備検討の結果を表3に示す。この結果から、原子炉容器を低温の

表3 原子炉容器冷却流量と温度

原子炉容器冷却流量(kg/s)	9.6	12.8	16.0
原子炉入口冷却材温度(°C)	140	140	140
全流量(kg/s)	313.0	309.1	305.1
燃料最高温度(°C)	1172	1174	1176
原子炉容器最高温度(°C)	378	356	338

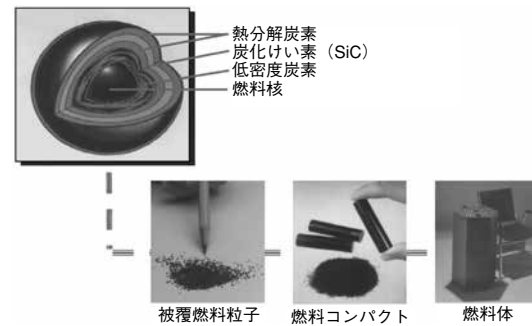


図5 MHRの燃料

冷却材により冷却することで、SA533材を原子炉容器材料として用いる可能性があることがわかる。しかし、さらに詳細な検討が必要であり、特に、受動的な安全性や財産保護の点からの検討も重要である。

(6) 燃料の健全性

図5にMHRの燃料を示す。標準燃料体には、210の燃料挿入孔、108の冷却孔があり、3126個の燃料コンパクトが1つの燃料体に挿入されている。燃料核は熱分解炭素(パイロカーボン)層と炭化けい素(SiC)層により被覆されており、SiC層は核分裂生成物の放出を防ぐ主要なバリアとなっている。きわめて高温では、核分裂生成物(おもにパラジウム)による腐食のためSiC層が破損する。図6に時間、温度とSiC層の破損確率の関係を示す。この結果により、通常運転時における燃料の制限温度の目安を1250°Cとした。

MHRの炉心では、冷却材は下向きに流れているので、燃料最高温度は炉心下部で生じ、冷却材出口温度を高温化すると燃料温度も高くなる。一方、MHRの出力分布は、燃料の濃縮度分布や可燃性毒物分布、燃料交換手順を最適化することで平坦化されている。また、複合素材の制御棒被覆材に用いることにより、制御棒を中央反射体に設置することができるので、さらに径方向の出力分

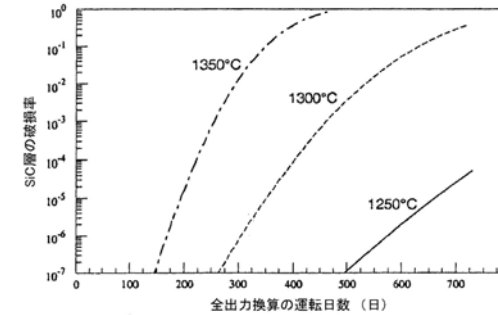


図6 核分裂生成物によるSiC層の破損

布を平坦化することができる。燃料の冷却については、炉心側部の拘束機構やシール構造により、燃料の冷却に直接寄与しないバイパス流れを炉心下部で全流量の10%程度に抑えることができると考えられる。予備検討では、これらの手段を用いて、炉心の核設計、熱流路設計を最適化することにより、冷却材の入口・出口温度をGT-MHRから高温化したにもかかわらず、通常運転時の燃料温度を許容できる程度にすることができることがわかった。必要な場合には、特定の炉心カラムにオリフィスを設置して流量配分を調整することにより、さらに燃料温度の低下を図り、余裕のある設計とすることができる。また、General Atomic社の設計に用いているよりも燃料破損率が低いデータもある。例えば、日本原子力研究所の燃料破損モデルでは、SiC層の腐食は、燃料核からのパラジウムの拡散率のみに影響を受けるとしており、1250°Cにおいて腐食率は低い値となっている。さらにデータを蓄積し不確定さを低減することにより、1250°Cという通常運転時の燃料温度制限を緩和することができる可能性がある。

4. ま と め

水素製造向け高温ガス炉開発状況について最近公表された論文から紹介した。

水素製造用の高温ガス炉H2-MHRは、基本概念としてガスタービン発電用のGT-MHR(原子炉出入口温度850/490°C)をもとに開発されており、次のような検討が行われている。①経済性と水素

製造効率の向上のために、原子炉出口温度は950°Cに高温化された。②原子炉入口温度は、冷却材流量を大きくして燃料健全性を確保するため、590°Cに高温化された。③側部固定反射体内に入口側流路を設けることにより、原子炉容器材料としてHTTRで使用実績のある2 1/4Cr-1Mo鋼を用いることができるようになった。④低温冷却材で原子炉容器を冷却することにより、軽水炉での使用実績が豊富で安価な低合金鋼を原子炉容器材料として採用できる可能性がある。⑤濃縮度や可燃性毒物分布、燃料交換手順を最適化し、詳細な原子炉構造設計によりシール性能向上させることで、燃料健全性を確保できる。

以上により、水素製造向けの原子炉システムであるH2-MHRの基本概念が明らかとなってきた。

参考文献

- 1) M. Richards, A. Shenoy, K. Schultz, L. Brown, G. Besenbruch, N. Handa and J. Das, Assessment of MHR-Based Hydrogen Energy System, Proceedings of the 15th World Hydrogen Energy Conference (2004)
- 2) M. Richards, A. Shenoy, Y. Kiso, N. Tsuji and F. Okamoto, High Temperature Operation of the Modular Helium Reactor for Hydrogen Production, HTTR Workshop on Hydrogen Production Technologies (2004)
- 3) M. Richards and A. Shenoy, Hydrogen Generation Using the Modular Helium Reactor Core, Proceedings of ICON12 (2004)
- 4) M. Richards, A. Shenoy, F. Okamoto, Y. Kiso, N. Kodochigov and S. Shepelev, Thermal Hydraulic Design of a Modular Helium Reactor core operating at 1000°C Coolant Outlet Temperature, Proceedings of NUTHOS-6 (2004)
- 5) M. Richards, S. Shenoy, K. Schultz, L. Brown, F. Okamoto, Y. Kiso, N. Handa and R. Kato, The H2-MHR: Nuclear Hydrogen Production Using the Modular Helium Reactor, Proceedings of ICAPP05 (2005)

IDカードリーダー付電子式線量計を使用した 新入退域管理システムの開発

Development of New Entrance/Exit Processing System Using EPD (Electronic Personal Dosimeter) with ID Card Reader

山本 哲也* 西村 信和* 正木 健* 本多 貴史*
Tetsuya Yamamoto Nobukazu Nishimura Takeshi Masaki Takashi Honda
加藤 勉**
Tsutomu Kato

〔概要〕

北陸電力(株)志賀原子力発電所の入退域管理システムを2004年5月に更新した。このシステムでは、放射線管理区域の入退域時間を短縮するために、入域資格情報を格納したIDカードを読み取るカードリーダーを内蔵した資格判定機能付の電子式線量計を開発した。本稿では、この電子式線量計とそれを使用した入退域管理システムについて紹介する。

1. はじめに

原子力発電所では、放射線管理区域に出入する放射線業務従事者（以下、従事者）の被ばく線量、入域時間管理などを管理するために入退域管理システムを設置しており、管理区域への入域時に入域資格チェックを行うとともに、退域時には線量データを収集し、線量管理を可能としている。

富士電機システムズでは、原子力発電所をはじめとする国内の原子力関連施設に、この入退域管理システムを数多く納入しているが、最近は一入退域のさらなる高速化による待ち時間の削減が要求されている。このニーズに対応するため、従事者の動線に合わせて、入退域管理装置を設けずに入域処理を実施できるようにする方法を検討し、これを実現するために電子式線量計にIDカード通信機能と入域資格判定機能を付加する開発を行った（以下 この電子式線量計をIDカードAPDと略称する）。また、体表面汚染測定と同時に退域処理を実施できるシステムとした。

本システムのために開発したIDカードAPDは、あらかじめ入域資格情報を書き込んだIDカード（JIS X 6322に準拠したICカード）を装着すると、このカードから入域資格情報を読み取り、警報設定線量を設定する機能、入域資格異常の場合にブザーを鳴動させ、資格異常を報知する機能を有する。本機能の実現により、APD充電器から取り出したIDカードAPDにIDカードを装着することで入域が可能となり、入域待ち時間を大幅に削減することができた。

2. 新入退域方式とその特長

従来は、管理区域入退域管理を入退域管理装置と計算機システムで実現していたのに対して、本システムではIDカードAPD、作業情報入力装置、退域装置、計算機システムの組み合わせにより実現する。

表1および図1にて従来方式と本システムを比較する。本システムにおける入退域処理は大筋次のとおりとなる。

*北陸電力(株) 志賀原子力発電所 放射線安全課

**富士電機システムズ(株) 放射線システム部 技術第2課

表1 入退域方式の比較

タイミング	項目	従来	本システム
入域時	入域資格判定	入退域管理装置から受信したIDカード番号に基づき、計算機システムが実施。	IDカード内の入域資格情報を読み取ってIDカードAPDが処理。
	作業名選択 (従事者操作)	入退域管理装置で、計算機システムから受信した作業名情報から従事者が選択。	作業前に実施。
	警報設定線量設定	選択された作業名情報に基づき計算機システムが演算。設定は入退域管理装置で実施。	IDカードからIDカードAPDが読み取り、IDカードAPDが実施。
	従事者の状態	入退域処理装置内で停止して操作(約20秒)。	IDカード読取装置の処理(2秒)後、歩きながらIDカード装着。
作業前	作業管理用情報設定	入域時に実施。	作業場所近傍に設置した作業情報入力装置で、作業開始前に従事者が選択。
退域時	体表面汚染測定	退出モニタが実施。	退出モニタが実施。
	線量・入域時間の読取	体表面汚染測定後に退出モニタと別置の入退域管理装置が実施。	退域装置により、体表面汚染測定中に実施。同時に、退域装置がIDカードAPD経由で次回入域資格情報をAPDに書き込む。
	退域資格判定		
退域者への線量通知			

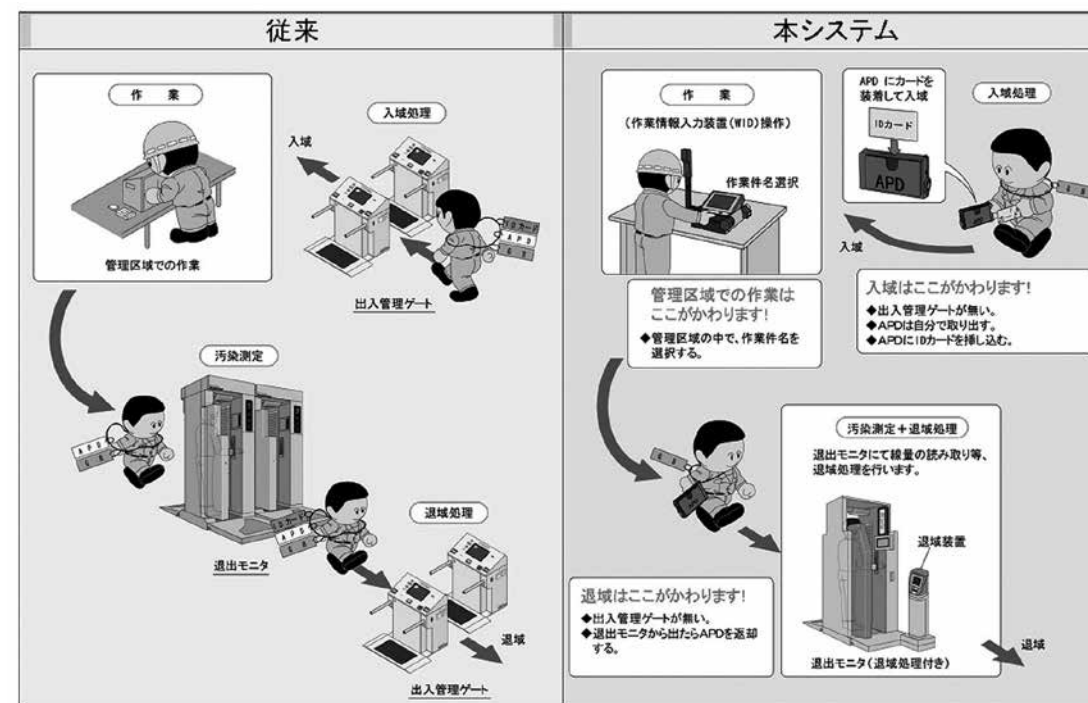


図1 入退域方式の比較

- ①IDカードAPDを充電器から取り出す。
- ②入域資格情報を書き込んだIDカードを、IDカードAPDに装着し入域する。
- ③作業従事
- ④体表面汚染測定と同時に退域処理を実施し、IDカードに次回入域資格情報を書き込む。
- ⑤IDカードAPDからIDカードを抜き取り、APDを充電器に返却。

図2、図3に上記を可能とするシステムの概要と従事者の動線を図示するとともに、以下にその処理の流れを説明する。

(1) 従事者指定登録時

計算機システムでの従事者指定登録時に、IDカードに入域資格情報を書き込む。書き込みは、計算機システムの端末に付属したIDカードリーダーライターで行う。

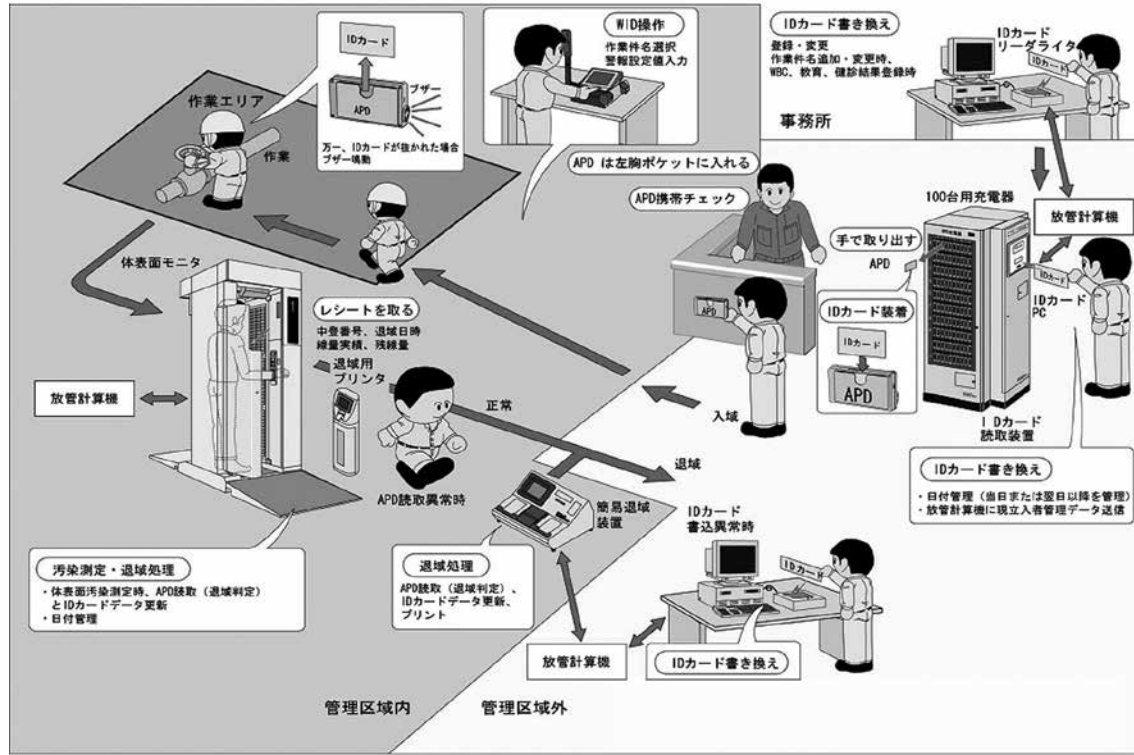


図2 システム概要

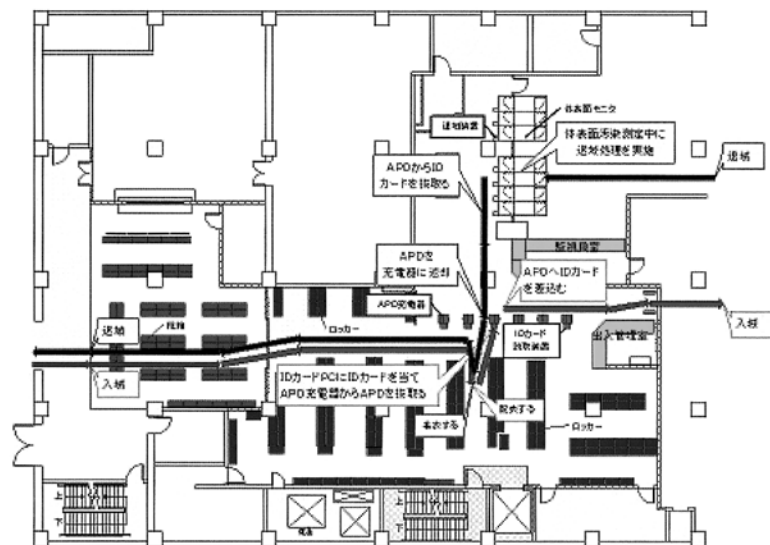


図3 出入管理室周辺の動線

(2) 入域時

出入管理室のAPD充電器の近傍に配置したIDカード読取装置で、まずIDカード内の入域資格情報の日付管理を行う。この装置で、前回退域してから日替わりしているかどうかをIDカードに記録し、例えば、日替わりしている場合、警報設定線量、残時間などを初期値にリセットできるようにする。

そのIDカードをAPD充電器から取り出したIDカードAPDに装着する。入域資格に問題がない場合、IDカードAPDはIDカードから読み取った警報設定線量、残時間（許容入域時間）の設定を行う。入域資格に問題がある場合、IDカードAPDで警報ブザー鳴動し入域を許可しない。

(3) 作業件名設定時

従事者が実施作業を2件以上登録している場合、作業場所近傍に設置した作業情報入力装置（以下 WID）で作業情報を登録する。実施作業を1件のみ登録している場合、または3種作業のみ実施する場合、管理区域内での作業情報の登録は必要ない。

WIDでは、IDカードAPDから読み取ってタッチパネル画面上に表示した作業件名から、従事者が実施する作業を選択する。選択された作業情報を無線通信によりIDカードAPDに設定する。作業情報の設定と同時に、WIDは当日の許容線量と作業件名ごとに設定された計画線量をもとに、IDカードAPDに警報設定線量を自動設定する。

(4) 退域時

退出モニタと連動した退域装置が、体表面汚染測定中にIDカードAPDの積算線量などを読み取り、退域情報として計算機システムに送信する。退域装置は、計算機システムから受信した資格判定結果をもとに、画面上の案内表示、線量データのレシート出力などを行う。同時に、次回入域資格情報を受信し、この情報をIDカードAPD経由でIDカードに書き込む。この処理により、例えば午後に入域において、その日の午前中の実績線量を反映した警報設定線量を設定することが可能となる。

3. システム構成機器の機能と特長

(1) IDカードAPD

電子式線量計は、従事者が胸のポケットに携帯して作業中に受けた放射線の量をリアルタイムで測定・表示し設定値以上の線量を被ばくした場合に警報を発する機能を持つ。

本システムで開発したIDカードAPDは、さらにIDカード交信に関わる以下の機能を有する。

①IDカードに書き込まれた入域資格情報を読み

表2 IDカードAPD仕様表

測定線種	γ(X)線
検出器	シリコン半導体検出器
エネルギー特性	±20%以内 Cs-137基準
方向特性	±15%以内 Cs-137基準 上下左右60°まで
表示範囲	0~999.99mSv
指示精度	±10%以内(0.1~999.9mSv)
警報	音 : 100dB以上 表示 : LED(赤)点滅
通信方式	無線および接点
電源	NiCd充電電池(連続10時間以上)
使用温度	0~50°C
外形寸法	110×57×21(mm)
質量	約150g
使用IDカード	非接触ICカード(JIS X 6322準拠)
IDカードホルダ	・IDカードは手で挿入し、切り欠き部を押し取り出し(写真1参照) ・IDカード装着は、ホルダ内部の赤外線センサーで検知 ・IDカードアンテナ内蔵 ・IDカードに印刷された従事者の写真表示用窓あり ・カード脱着防止機構内蔵
IDカードリーダーライター	・本体に内蔵 ・IDカード装着時、退域時に交信
入域処理機能	・IDカードから入域資格情報、警報設定線量、残時間を読み取る ・入域資格に異常がない場合、警報設定線量・時間を設定 ・入域資格に異常がある場合、警報ブザー鳴動 ・IDカード未装着の場合、設定時間後に警報ブザー鳴動
退域時IDカード書込	退域装置から受信した次回入域資格情報をIDカードに書込む



写真1 IDカードAPD

表3 APD充電器仕様表

収納台数	100台
充電時間	1時間以内
外形寸法	500(W)×300(D)×1,750(H)mm
質量	150kg

取り、入域資格判定を行う機能

- ②IDカードに書き込まれた警報設定線量、残時間情報を読み取り、設定する機能
- ③退域装置から受信した次回入域資格情報をIDカードに書き込む機能
- ④IDカード未装着の場合に、設定時間後に警報出力する機能

また、本IDカードAPDのサイズは、IDカード装着部の工夫により、従来の電子式線量計に対して厚さ方向のみ4mmの増加にとどめることができた。本IDカードAPDの仕様を表2に、また、外観を写真1に示す。

(2) APD充電器

APD充電器は、IDカードAPDを充電・保管する装置である。従来の充電中計数動作チェック機能などに加えて、充電が完了していないIDカードAPDを取り出した場合に、そのIDカードAPDで警報ブザーを鳴動させる機能を付加した。本装



写真2 APD充電器、IDカード読取装置

置の仕様を表3に示す。外観は、次項のIDカード読取装置とともに写真2に示す。

(3) IDカード読取装置

IDカード読取装置は、APD充電器の手前に配置し、IDカード内の入域資格情報の日付管理を行う。管理内容は次のとおり2項目に限定し、処理時間を2秒以内に抑えた。

- ①前回退域してから日替わりしているかどうかの判断と、判断結果に応じた入域資格情報の書き換え。
- ②入域資格情報のうち有効期限情報のチェックと、その結果に基づく入域資格情報の書き換え。

(4) 作業情報入力装置 (WID)

WIDは、管理区域内の主要作業箇所に設置し、IDカードAPDに、実施する作業の作業情報を書き込む装置である。本装置はIDカードAPDから作業件名情報(10件)を無線で読み取って本装置の画面に表示し、その中から実施する作業を選択できる。また、選択された作業件名に対応した警報設定線量を自動設定する。許容範囲内において警報設定線量の変更も可能である。

本装置の仕様を表4、外観を写真3に示す。

(5) 退域装置

退域装置は退出モニター内に設置し、体表面汚染測定中に以下の処理を行う。

表4 作業情報入力装置仕様表

APD交信方式	無線交信
交信データ	〈受信〉 ・作業件名番号, 作業件名名称 ・作業計画線量 〈送信〉 ・作業件名番号 ・作業開始時APD積算線量 ・作業開始時APD使用時間
画面表示	方式: 液晶タッチパネル式 サイズ: 7インチ
使用電源	AC100V
外形寸法	282(W)×272.5(D)×80(H)mm
質量	5kg



写真3 作業情報入力装置

表5 退域装置仕様表

APD交信方式	無線交信
画面表示内容	線量, 入域時間などのガイダンス, 警報および保守操作案内など
プリンタ印字内容	線量, 当日作業時間, 資格判定異常内容など
処理時間	約7~8秒
外形寸法	250(W)×150(D)×900(H)mm
質量	25kg

- ①IDカードAPDの積算線量などのデータ読取
- ②計算機システムとの退域情報、次回入域資格情報の送受信



写真4 退域装置

③退域資格判定結果に基づく画面表示、プリンタ印字

④IDカードAPDを経由したIDカードへの次回入域資格情報の書き込み

本装置は退出モニターと連動しており、体表面汚染測定結果が汚染の場合、退域処理を中止する。本装置の仕様を表5、外観を写真4に示す。

(6) 計算機システム

本入退域管理システムと連携しており、以下の機能を有する。

①個人管理

- 従事者データを以下のように管理する。
 - ・従事者指定登録機能、登録データの管理
 - ・線量データの管理
 - ・ホールボディカウンタ測定記録の管理
 - ・電離健康診断記録の管理
 - ・放射線防護教育記録の管理

②作業管理

管理区域作業情報を管理する機能で、以下の登録管理を行う。

- ・作業件名登録
- ・作業登録

③入退域管理

管理区域入退域管理を行う機能で、以下の機能を有する。

- ・入域資格情報の管理

- ・退域装置からの要求に応じた資格判定と判定結果の通知
 - ・IDカードに対する入域資格情報の書き込み処理の実行
- 本システムの外観を写真5に示す。



写真5 計算機システム

4. あとがき

最後に、本システムの設計、製作および本稿執筆にあたり、多大なご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝する次第である。

大容量新型ニッケル水素電池「ギガセル」

Large Scale Nickel-metal Hydride Battery “Gigacell”

堤 香津雄* 酒井 規行*
Kazuo Tsutsumi Noriyuki Sakai

〔概要〕

川崎重工業は大型のニッケル水素電池を開発した。

この電池は内部抵抗が低く、耐久性が高く、低価格であることからこれまで電力蓄蔵用蓄電池にできなかった発電量の増加、省エネ、未利用電力の利用など化石エネルギー使用を抑えることができると共に、非常用や快適な生活にも貢献する。現存各方面で実証中であり、事業化を計画している。

1. はじめに

大型蓄電池は、送電端と負荷の整合を行うことが期待されているが、この使い方では充電エネルギーと放電エネルギーの差である蓄電損失分だけエネルギーが熱として捨てられることになり、エネルギーの有効利用には一工夫必要である。

一方ハイブリッド自動車に象徴される蓄電技術は自動車の燃費を大幅に改善するとともに、走行性能も改善するという実績を上げた。

川崎重工業は、ハイブリッド自動車が成し遂げた大幅な省エネ構造が産業界にも存在すると考え、低価格の大型蓄電池の開発を行った。電池の材料関係の開発を大阪ガス殿と共同で行い、2003年度には125kWの蓄電池を製作して実証試験を行い、2005年度からは各方面での実証試験を開始し、今後のエネルギー対策に貢献できる製品を開発することができたので報告する。

2. 大型ニッケル水素電池の特徴

大型ニッケル水素電池の構造を図1に示す。負極、正極はスケールアップ効果を引き出すために炭素材と混合して導電性を与えている。また多孔質のブロックに成型して電解液がブロック内に入り、活物質と接触する構造にした。両極のブロッ

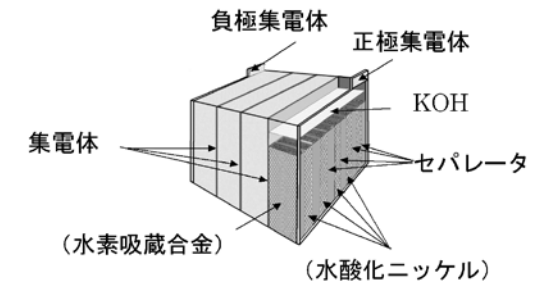


図1 大型ニッケル水素電池の構造

クはセパレータの左右に配置され、ひだ状に折込み、各極が左右に分かれて露出する構造にして集電体で挟み込む。集電体を積層の隔壁として電池を直列につないでいる。この構造、材料によって以下の7つの特長がある。

2.1. 高速充電

ニッケル水素電池は内部抵抗が小さく、反応速度が大きいことから高速充電が可能となる。これまでに大型電池で20分充電を行いほぼ満充電できることを確認し、20C充電（1kWhの電池に20kWで充電する）を30秒間行った後、10Cで1分間放電を行い75%の蓄電効率を得ることができている。

2.2. 多量放電

ニッケル水素電池は高速で放電しても蓄電されている電力の多くを放電することができる。この特長も電池の内部抵抗が低く、反応速度が速いこ

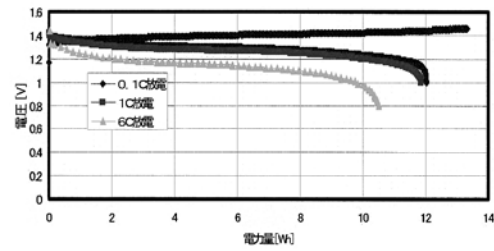


図2 ギガセルの充放電効率

とから熱に変わる割合が少ないことによる。

図2にギガセルの充放電特性を示す。10時間で13.4Ah充電し、1.34A、13.4Aで放電すると充電エネルギーの90%のエネルギーを放電することができ、80.4Aの放電により、80%のエネルギーを放電することができた。

2.3. 長寿命

アルカリ電解質中で酸化に強い炭素を導電助剤とすること、および活物質との接触に導電性があり耐久性のあるバインダーを使用することによって導電マトリックスの崩壊速度が小さい。これによって電池の耐久性は負極の耐久性となり、負極過剰によって対応しているが、市販乾電池に比べて、120% 1C充電、1Vまでの1C放電では数十倍の耐久サイクルを得ている。産業用途では過充電、完全放電は行わないのでこの耐久試験結果より10倍程度の耐久サイクルを確保することができ、更に耐久サイクルが必要な場合は蓄電池使用の充電状態を狭くする。

2.4. 軽量・コンパクト

大型電池であることから活物質や電解液など電池反応部分が電池全体に占める重量割合、体積割合が大きな値になり、電池全体が軽量・コンパクトになる。内部抵抗を小さくするとエネルギー密度が減少するが、現状200~300Wh/lの活物質密度であり、スケールが大きくなると電池全体のエネルギー密度がこの値に近づく。

2.5. 環境に優しい

有害物質や危険物を使用しておらず、さらに各材料をリサイクルするように開発したため、環境に優しい。使用した材料は地球上に多く存在する原子で構成され、生物への有害性が少ない。有害重金属を使用しないこととできるだけハロゲンを

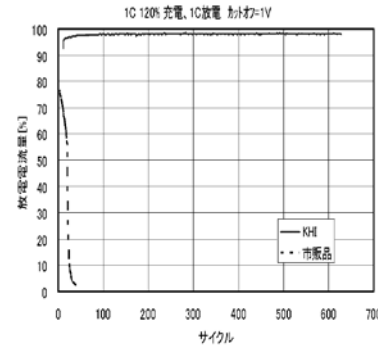


図3 サイクル耐久性 (市販ニッケル水素電池との比較)

排除した。

蓄電池は非常用としての用途に適しており、地震などで火災が発生し高温状態になることがある。ニッケル水素電池は電解質が水溶性であり、すぐには発火せず、水が蒸発してから水素吸蔵合金が酸化する。このとき爆発的な燃焼はしないので類焼原因になりにくいと考える。

リサイクルは、両極共集電体に溶接など強固な接続をしておらず容易に各極別々に取り出すことが可能な構造であり、現在両極共製造メーカーとリサイクルによるコストダウン研究を共同で行っており、活物質のコストを1/3~1/2を目標にしている。

2.6. 経済的

高速で充電できることにより従来捨てていた電気エネルギーを利用することができる。多量に放電することができるので過剰な電池容量を必要とせず、超寿命によって取替え期間が長く、軽量・コンパクトのため基礎、占有体積が小さく、またリサイクルによるコストダウンも見込まれ、経済的である。

2.7. スケールメリット

電池を大型化すると電気容量に対する集電能力の不足により放電速度が減少していくのがこれまでの電池であるが、この大型ニッケル水素電池は電気容量と内部抵抗は反比例し、かつスケールアップにより活物質割合が増加することによってエネルギー密度が増加して製造単価が減少するというスケールメリットがある。したがって大型電池になるほどエネルギー単価 (円/kWh)、パワー

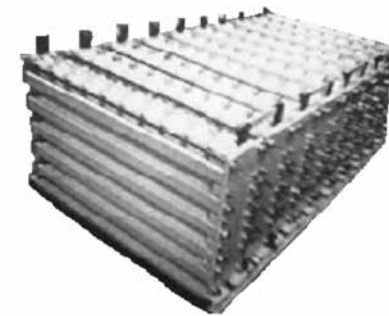


写真1 120V25kWモジュール

単価 (円/kWh) が減少するといったプラントとよく似たスケールメリットを示す。

写真1に実証試験に用いたモジュールを示す。12Vスタックを10スタック直列つなぎして12Vとしたモジュールである。このモジュールを5モジュール直列にして600Vにして電力貯蔵試験系統連系試験、高速放電試験を行い、電池性能を確認した。

3. 大容量新型ニッケル水素電池の用途

開発した大型ニッケル水素電池の特長を生かし利用する例を報告する。

3.1. エコノミー

大容量新型ニッケル水素電池を利用して省エネルギー、エネルギー利用拡大、ダイヤモンド削減などエネルギー費の低減を図ることができる。

1) 再生エネルギー有効利用

車両、自動車などの移動体、ロボット、クレーン、エレベータといった電気エネルギーを機械エネルギーに変換し、制動を熱エネルギーに変換する装置においては制動を発電で行い、この発生電力を電池に充電することによって省エネを促進することができる。これらの装置の多くは水平移動を行うものであり、にもかかわらず移動開始、終了にエネルギーを費やしていることはムダであり、電力エネルギー回収型装置と交換するか、改造していくことが有効である。他に産業用機械や大型の特殊な装置など再生電力回収可能な装置は多いものと思われる。例を示す。

- ・跳ね橋、水門、ゲート、ジャッキなどの降下制動の再生電力
- ・運河、水路、ドックなど高い位置からの水の供

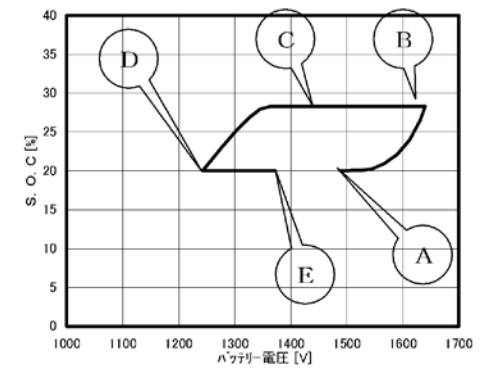


図4 鉄道車両の10C回生電力回収、加速時5C放電のS.O.C軌跡

給発電

・気体、液体の圧力開放時の発電

鉄道車両は制動時に発電を行うことによってブレーキをかけ、この発生する電力を架線に返しているが、近くに加速する車両がない場合は発電することができず、機械式のブレーキを掛けている。そこで二次電池を利用して回生エネルギーを利用する試みがなされている。図4に鉄道車両の回生電力回収、加速電力供給のシミュレーション結果をS.O.C軌跡として示す。

鉄道車両が駅に接近し、2000kWの発電により、30秒間回生ブレーキを掛けると電池の状態は最初Aのポイントから充電が開始され、急激に電圧が上昇し、やがて電圧の上昇率は低下しながら電池の蓄電状態 (S.O.C) が増加してBのポイントに達し、回生ブレーキが解除される。この時充電が停止するので、電池電圧は急降下してCのポイントになる。発車する時は1000kWの放電を開始し、電池電圧は急落しやがて電圧降下速度は緩和され、1分後のDポイントに達して加速を停止し、放電が停止して電圧は回復してEのポイントにくる。この場合のエネルギー貯蔵効率は80%で、ほぼ充放電の電圧の比であり、充電した電力量の80%を放電し、20%は熱損失となる。電池容量を大きくして充放電速度を下げると、S.O.C変化量を小さくすれば、バッテリー電圧変化量も減少してエネルギー貯蔵効率も高くなる。

回生電力の回収率はフリクションロスが少ない装置ほど高く、頻度が多いほど高い。特にクレー

ンなどは使用した電力のほとんどが荷の位置エネルギーになり、その多くを回収することができる。日本における一次エネルギーの1/2が電力用に使用されており、電力負荷のうち空調などの熱、照明の光、エレクトロニクス、加工、工作などを除いた物質の移動に使用されている電力は、相当量回収可能なものと考えられる。

2) 送電端効率を上げる

発電効率は定格または最高効率で語られるが、実際は負荷が変化するので、負荷が低い発電もあって、総括の発電効率は最高の発電効率より低下する。部分負荷でも比較的効率が低いのは、ディーゼルエンジン、蒸気タービンであり、低いのはガソリンエンジン、ガスエンジン、ガスタービンである。そこで負荷の変化に対して発電機を最高の状態にして負荷との過不足を二次電池で行った場合、蓄電池のエネルギー貯蔵効率が高ければ総括送電端効率が高くなる。

離島の1000kWのディーゼル発電をモデルケースとしてシミュレーションを行った。ディーゼルエンジンは500kW 1台、250kW 2台で負荷に応じて稼働台数を制御している。これに大型ニッケル水素蓄電池を適用すると年間9.7%の重油が節約できる結果となった。この場合発電量は1.29%増加するが、この増加分が二次電池で蓄電による損失となる。モデルケースはディーゼル発電機を発電機としており、最も部分負荷効率が高い装置である。負荷パターンが同じ場合ガスエンジンでは15%、ガスタービンでは20%程度の燃料が軽減される予想であり、そのまま二酸化炭素排出量削減率となる。

3) 再生可能エネルギーの利用を拡大する

バイオマス、風力、太陽光、水力発電など再生可能エネルギーは出力を負荷に追従させることが難しい場合があり、変動するものが多い。このため負荷の追従を電力系統に連係して行うことが一般的であるが、再生可能エネルギーによる発電が不安定であることから、電力系統の運転も難しくなる。そこで再生可能エネルギーによる発電の変動を二次電池で平滑して系統と連係するようになれば発電量の拡大が可能となり、再生可能エネルギーの利用を拡大することが可能となる。

風力発電において急に無風状態になった場合、太陽光発電において雲が通過した場合などは急激で短時間の出力低下が発生し、ほぼ発電機トリップに等しい状態となる。この現象は地域的であり、該当地域に同種の発電機が多数設置されていて系統連系されている場合は系統の火力発電所に大きな負担を与えることになる。大型で高出力の蓄電池はこのような発電停止に対応し、系統に対しての負担を大きく緩和することが可能となり、その結果売電価格が安定し再生可能エネルギーによる発電が促進され、二酸化炭素削減が進む。

4) 荷追従、発電制御などの制約がなくなり発電量が増加する

発電設備は部分負荷対応や周波数制御など電力の質を確保するためにエネルギーを使用している。このような機能をすべて二次電池に担当させ、発電設備は出力だけを出すように設計、設定されれば、同じ装置を用いて発電量を増加させることができる。例えば、流動層燃焼器は流動層の圧力損失の10%は空気分散器の圧力損失としなければならないが、50%の部分負荷に対応するように負荷50%で空気分散器の圧力損失を10%で設計すると、負荷100%では空気分散器の圧力損失は流動層の40%にもなってしまい過剰な損失となる。別の例では、風力発電においては風速が大きくなった場合、回転数を維持してトルクを抑えようとピッチコントロールを行い、結果的に風力エネルギーの利用率を減らしていることになる。これを発電量を最大にして、過不足電力を二次電池に担当させるようにすれば風力発電量が増加する。

発電量の増加はエネルギー損失の削減や未利用エネルギーの利用によるものであるためその発電量に相当する電力を削減することが可能となり二酸化炭素削減効果がある。

5) 高効率で機械エネルギーに変換する

短時間に大きな出力を必要とする動力装置は、蒸気や圧縮空気を使い、電気エネルギーを利用していない。受電設備が大きくなり、契約電力が高額になるためであり、圧縮性流体や位置エネルギー、フライホイールなどに機械エネルギーを蓄積してあるいは火薬などを使って一挙に放出する方法である。しかしながらこれらの方法はエネルギー

ー変換効率が悪く、火薬などは燃焼効率も30%程度となってしまふ。このような用途に大型高出力二次電池を利用することによってエネルギーの変換効率が上がり、一次エネルギー使用量が削減され、二酸化炭素削減効果が期待される。

6) アイドリングをなくす

内燃機関や油圧モーターなどはクラッチ操作やバルブ操作で負荷に対応するが無負荷状態でもアイドリング待機しているものが多い。自動車のようにアイドリング時間が短い装置ならば、アイドリングによる一次エネルギーの損失は少ないが、油圧駆動クレーンやディーゼル発電クレーンなどは無負荷の状態が長く、アイドリングによるエネルギーの損失が多い。大型二次電池を導入するとアイドリングに相当するエネルギー損失は自然放電であり、極めて少ないと考える。

7) 契約電力の低減

比較的短時間（例えば1時間）に大きな電力を使用する場合電力料金よりも契約電力料金の方が大きな負担となるが蓄電池を用いてピークカットを行うことによって節約が可能となる。

3.2. セーフティー

蓄電池は停電時、災害時などに瞬時に対応できる電源であり、懐中電灯や非常灯として使われてきたが電氣化が進み非常用電源の必要性が高くなっている。バリアフリー化によりエレベータが増え、通信手段も電氣に頼るため停電時に稼働する蓄電池は安全、安心の中心となる。主な用途を示す。

- ・排水ポンプ……停電時における洪水の防止
- ・消火ポンプ……停電時における消火活動

- ・通信装置……停電時における通信、情報の確保
- ・エレベータ…停電時における乗客の解放
- ・車両………停電時における照明、空調、ドア開閉などの確保

ニューヨークの大停電では過去の停電時に照明が切れてけが人が続出したことに考慮して大きな非常用電池を積んでいて、全員無事に脱出できた。

3.3. アメニティー

電力の欠点は大きな出力を出すことができないことである。そこですぐに水を沸騰させるとか暖房するといったことができないため、あらかじめお湯をつくっておき保温しておくといった方法ですぐに給湯ができるようにしている。蓄電池を使用すると熱を貯蔵するのではなく電気エネルギーを貯蔵するため、エネルギーの損失が少なく省エネルギーとなり、瞬間湯沸かしなどが可能となってアメニティーに寄与する。

3.4. クオリティー

蓄電池は大きなキャパシタンスを持っており、リップル、高調波などを抑えて、安定した定電圧電源となることから高質電源としても利用される。

4. 結 論

川崎重工業が開発した大型ニッケル水素電池はコスト、性能面においてスケールメリットがあり、大型電池、大容量大出力電池として成立することを確認した。この特性を利用してセキュリティ・アメニティーの向上や省エネ・節約に適用できる用途利用技術を開発して社会に貢献するつもりである。

非接触型手のひら静脈認証技術のご紹介

An Introduction of Contactless Palm Vein Authentication Technology

若林 晃*
Akira Wakabayashi

〔概要〕

昨今の銀行キャッシュカードのスキミング強盗による預金口座からの不正引き出しや機密情報・個人情報の流出事件を発端に、正確に「本人確認」を行う手段として、生体認証（バイオメトリクス認証）に注目が集まっている。その中でも、金融機関がいち早く採用し、すでに幅広く展開されている、「非接触型手のひら静脈認証」について、その原理・特長を説明し、応用製品・適用事例について紹介する。

1. はじめに

ユビキタスネットワーク社会は、いつでも、どこでも、誰もが簡単に情報にアクセスできる便利な環境をもたらしたが、同時にそれは、いつでも、どこでも、誰もが簡単に他人の情報にアクセスできるといった危険性もはらんでいる。そこで、情報の閲覧者・使用者を確実に確認する本人確認技術に注目が集まっている。

従来、本人の確認には、①カード、通帳、社員証などの「本人のみが持ち得る『持ち物』」、あるいは②パスワード、PIN（Personal Identification Number：個人識別番号）などの、「本人のみが知っている『知識』」が利用されてきた。しかし、これらには、盗難、偽造、類推、忘却などの危険性が存在している。これらの問題の解決策として注目されているのが、生体情報に基づく本人確認技術、すなわち、バイオメトリクス認証技術である。

バイオメトリクス認証には、①人間の体の特徴を利用するもの（静脈、指紋、顔、虹彩〔瞳の茶色い部分〕、など）と、②行動〔くせ〕の特徴を利用するもの（声紋、サイン、など）がある。いずれの方式においても、これらの特徴をあらかじめ登録しておき、認証時にはその特徴を再度計測し、登録済みの特徴と一致するか否かによって、個人を確認する。

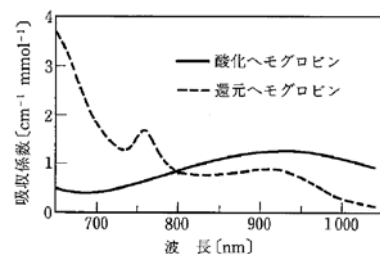
本稿では、このバイオメトリクス認証技術の中でも、最近特に注目され普及が進んでいる手のひら静脈認証技術について説明し、製品や利用事例を紹介する。

2. 手のひら静脈認証技術

手のひら静脈認証は、個人の体の特徴として、手のひらで青い筋として見える静脈のパターンを用いる。血管パターンは複雑で万人不同と言われ、双子の間でも異なる。

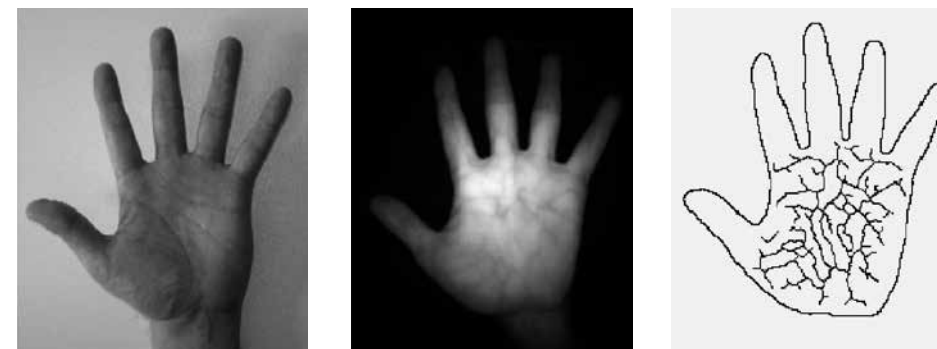
2.1. 動作原理

血液中のヘモグロビンは、肺で酸素を伴うと酸化ヘモグロビンとなり、動脈を通過して体の各組織に酸素を運ぶ。末端で酸素を失うと還元ヘモグロビンとなり、静脈を通過して心臓に戻る。この2種のヘモグロビンは吸光係数に違いがある（図1）。



出典：コロナ社生体情報の可視化技術編集委員会編「生体情報の可視化技術」(1997)

図1 ヘモグロビンの吸光スペクトル⁹⁾



(a) 可視光画像 (b) 近赤外画像 (c) 特徴抽出画像

図2 血管パターン認証

還元ヘモグロビンは近赤外光領域の約760nmの波長の光を吸収する特性を持っている。そのため、手のひらに近赤外光を当てると静脈が存在する部分だけ光の反射が少なく、人間が目を見た場合の画像図2(a)と異なり、映像上、静脈が存在する血管パターンだけ暗く映る〔図2(b)〕。そこで、静脈認証では、認証する部位を近赤外線により撮影し、画像処理により暗く映った部分を静脈の血管パターンとして抽出し〔図2(c)〕、登録・照合に使用する。

2.2. 非接触型手のひら静脈認証技術の優位性

(1) 静脈認証としての優位性

他のバイオメトリクス認証技術と異なり、体の中の情報であるため、撮影、録音、接触のこみ跡などにより他人に盗まれたり偽造されにくい、安全な情報である。

(2) 手のひら部位の優位性

静脈認証には、手のひらのほか、手の甲、指の血管パターンを用いたものがある。中でも、手のひらは、面積が広く、静脈が複雑に絡み合っているため、ほかの部位に比べて、個人を識別する情報を豊富に持っており、認証精度が高い。また、指の毛細血管と異なり、太い幹線の血管を利用するため、寒さによる血管の収縮で利用が妨げられるようなことはなく、安定した利用が可能である。さらに、手のひらは血管パターンの撮影の障害となる毛がなく、肌の色も、指や手の甲と異なって、著しく暗くならない。

(3) 反射型撮影方式の優位性

静脈の撮影方式には反射型と透過型の2種類がある。富士通は反射型の撮影方式を採用している。

反射型は認証部位に光を当て、跳ね返ってきた光を撮影する。透過型は認証部位の裏側や横側から光を当て、抜け出てきた光を撮影する。

反射型と透過型の違いは、生体内の光の透過率の影響の有無にある。寒さで生体が冷えると、とくに毛細血管が激しく収縮し、生体内の血流が減る。その結果、光の透過率が変化し、生体内で光が透過しやすくなる。透過型の場合、光は撮像側に抜け出るため、光が飽和して白い画像が撮影される。一方、反射型の場合、光は撮像側とは異なる方向に抜け出るので影響を受けにくい。

そのほか、装置の作り方にも違いがある。反射型は照明と撮影を同一方向から行うので、照明部品と撮影部品を1箇所にとめることが可能である。現在、携帯電話にもデジタルカメラが搭載されているが、反射型であれば、このサイズ以下にできることになる。それに対して透過型は、撮影と異なる位置から照明するので、照明部品と撮影部品を立体的に配置しなければならない。すなわち、指などの照射対象以下のサイズにすることが構造的に不可能である。

富士通は、光学部品の検討を行い、小型化のめどを得た。これにより、ノートPCや携帯電話への組み込みも可能となる見込みである。

(4) 完全非接触型

富士通は、手のひら静脈認証を世界で初めて完全非接触型として実現した。静脈センサの上方に、

*富士通(株) ユビキタスシステム事業本部 バイオメトリクス認証システム部

手を開いて、かざすだけでよい。

非接触型の実現により、公共の場や医療業務など、衛生的に要求の高い場面への適用が可能となった。また、心理面でも、見ず知らずの人が触った後に、装置に触れることへ抵抗感を持つ方にも十分配慮できた。

(5) 高い認証精度

富士通社員70,000人140,000手のデータに基づく実験の結果、登録時に3回手をかざし、照合時には1回の再試行を許容した場合、本人を本人と正しく認識する本人受入率99.99%のとき、他人を本人と誤って認識する他人受入率0.00008%以下であることを確認した。

そのほかにも、総務省統計局統計センターが発表した人口分布に基づく5歳から85歳の様々な職業の方のデータ、国連が発表した世界の人口分布に基づく在日外国人によるデータ、日々の変化を数年にわたり追跡したデータ、飲酒、入浴、外出、起床などの各種生活場面などのデータによっても、確実に個人を識別できることを確認している。

2.3. 他のバイオメトリクス認証技術との棲分け

すでに述べてきた特長により、①認証精度の高さや偽造の困難さから、高セキュリティを必要とする場所や、②非接触型により、不特定多数が利用する公的な場所や衛生面を重視する場所には、非接触型手のひら静脈認証が最適である。

指紋認証は、現段階では、小型・低価格面での優位性があり、特にパーソナル向けであれば登録情報の管理や接触型センサへの抵抗感も低いことから、PCや携帯電話でのログインとしての利用が中心となる。

虹彩認証については、静脈認証の出現により、認証精度面での優位性が下がり、逆にコスト面や操作性の課題、眼という部位への抵抗感などにより衰退傾向にあると、市場調査会社でのレポートでは分析されている。

その他、顔認証はe-Passportなどの人間での判断との併用技術として、声紋認証はテレホンバンキングなどの音声インフラでの認証方式として、それぞれ認証精度の低さを補完する特性を生かし、特定用途での利用が進められている。

3. 金融市場への製品展開

金融市場においては、昨今、社会問題化している盗難、スキミングによる偽造キャッシュカードでのなりすましによる、不正預金引出被害が急増しており、被害者が本人確認など、金融機関の過失を求めて提訴するケースが急増している。また、2005年4月1日より「個人情報保護法」が施行されたことにより、本人確認強化の手段としてICカードと併せて、生体認証が注目されている。

手のひら静脈認証技術を用いたソリューションは、静脈パターンの登録場所により二つの形態が存在する。一方はサーバ型で、クライアント-サーバシステムのサーバに静脈パターンを格納する。これは、静脈パターンを集中管理できるという利点がある。もう一方はICカード型で、ICカード内に静脈パターンを格納する。これは、ユーザにとって自分の静脈パターンを自分で所持・管理できるという利点がある。金融ソリューションでは、サーバ型をスルガ銀行様が、ICカード型を東京三菱銀行様が採用している。

スルガ銀行様では2004年7月よりお客様の安全を守る目的で、手のひら静脈認証を用いた世界で初めての金融商品として「バイオセキュリティ預金」を発売した。キャッシュカード、通帳が不要、他店舗、ATMでの出金はできないなど不正払出の機会を極力減らし、お客様の確認を手のひら静脈のみで行うというセキュリティの高さが特長である。お客様が「バイオセキュリティ預金」を開設する際に営業店窓口で撮影・登録するお客様の手のひら静脈データは、口座を開設した支店内の静脈DBサーバに限って格納するので、安全に管理できる。

東京三菱銀行様では2004年10月より、キャッシュカード機能、クレジットカード機能、電子マネー機能、手のひら静脈認証機能を備えたスーパーICカード「東京三菱-VISA」の販売を開始した。

東京三菱銀行様は、金融取引に相応しいバイオメトリクス認証方式について、技術面や使い勝手の上から、手のひら静脈、指静脈、指紋に絞り込んだ。さらに、郵送アンケート、営業店実機アンケートをそれぞれ1,000名のお客様に実施し、最



図3 手のひら静脈認証ATM

終的に最も支持の多かった手のひら静脈認証を採用した。

スーパーICカードにおける手のひら静脈認証では、お客様が保有するICカード内には自分自身の手のひら静脈データのほかに、静脈認証アルゴリズムを保管しており、ICカード内で静脈の認証を行う。そのため、銀行側には個人の静脈のデータが一切保管されないといった特長がある。

お客様が「スーパーICカード」の利用を申し込むと、後日銀行より、ICカードが自宅に発送される。手のひら静脈認証を利用するには、受け取ったICカード、通帳と印鑑を銀行窓口へ持参し、ICカード内に静脈の登録を行う。登録後は、銀行の窓口や手のひら静脈認証ATM（図3）で、手のひら静脈認証と暗証番号の一致により取引可能となる。

また、2005年4月からは広島銀行様での運用も始まったほか、2005年度中には池田銀行様、南都銀行様、全国信用金庫共同センター様をはじめとした金融機関でも、同様のサービスを開始する予定である。

4. 一般市場への製品展開

金融市場への製品展開を皮切りに、一般市場への応用製品の展開も開始している。

一般市場の中で特にニーズの高い製品は、物理的な出入口をガードする「手のひら静脈認証入室装置」、電子的なデータの出入口をガードする



図4 手のひら静脈認証入室装置

「手のひら静脈認証ログイン装置」、の二つである。

4.1. 手のひら静脈認証入室装置

ある限定されたグループのメンバーのみが出入りできる部屋・建物へのアクセス管理を行うのが「手のひら静脈認証入室装置」である（図4）。手のひら静脈認証入室装置は、手のひらをかざす静脈センサを配した操作部と認証処理を行って扉の解錠指示を出す制御部とを一体化し、簡易な取付けを可能としている。そして、錠メーカーから提供される電気錠制御盤・電気錠と接続することにより、簡易な構成でのシステム導入を可能とした。

手のひら静脈認証入室装置は、個々の会社に設置されているマシン室から、お客様の大切なシステム・データをお預かりしているアウトソーシングセンタに至るまで、機密情報・個人情報管理するシステム・マシンが設置されている場所へのアクセス管理として利用されている。

また、昨今の様々な凶悪事件を背景に、個人生活の安心・安全向上を図る観点から、マンション・戸建住宅への適用も始まっている。

いずれのシーンにおいても、公的な場に最適の衛生的な非接触型装置を用い、手をかざすだけという自由度の高い操作性と、偽造の困難な高セキュリティ性を兼ね備えた点が評価されている。

4.2. 手のひら静脈認証ログイン装置

電子的な形態で格納された情報へのアクセス管理を行うのが「手のひら静脈認証ログイン装置」

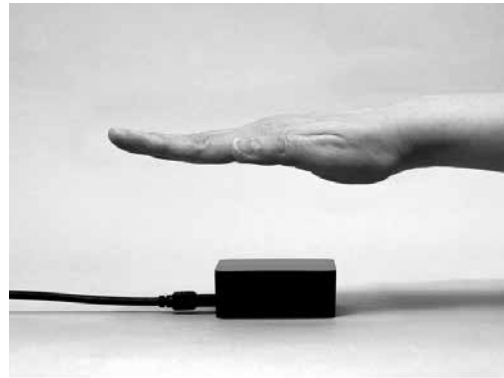


図5 手のひら静脈認証ログイン装置

である(図5)。手のひら静脈認証ログイン装置には、金融市場への展開製品と同様に、サーパ型とICカード型の二つの形態が存在する。

手のひら静脈認証ログイン装置は、既存のID+パスワードで実施されているログインに置き換えて使用するため、既存のOS・アプリケーションに手を加えずに、後付けの拡張機能として利用する形態を持つ。さらにアプリケーションの操作性を向上させるために、既存のアプリケーションに組み込んで使用することも可能である。

2005年4月に施行された個人情報保護法に関連して導入を開始した個人情報の取扱い事業者から、先端機密情報を扱っている事業者へと導入が拡大している。

4.3. そのほかの応用製品

各種操作における「本人確認」をキーとして、各利用シーンに適した形態での製品化が見込まれる。

- (1) 操作者認証
 - ・クレジットカードによる決済処理
 - ・住民基本台帳カードを使用した各種証明書取得
- (2) 所有者認証
 - ・預けた手荷物の受取り
 - ・車の運転者認証
- (3) 在席者認証
 - ・学校における出欠管理
 - ・職場における出退勤管理

5. おわりに

本稿では、体内の情報を用いるため安全性が高く、複雑な手のひらの血管パターンを用いるため高い認証精度を持ち、さらに、非接触型のため衛生面にも優れた手のひら静脈認証技術を説明し、この認証技術を製品に展開した事例として金融市場、一般市場への応用製品について紹介した。

他の認証技術を用いた製品との比較評価をされたお客様には実際に上記の特長を実感いただいでご採用いただくと共に、体験された多くのお客様から抵抗感がないという評価をいただいている。

今後は、小型化、プログラムの軽量化を進めて適用ソリューションを広げ、国際標準化とともに、欧米、アジアをはじめとした海外で製品展開を行っていく。

参考文献

- (1) 生体情報の可視化技術編集委員会 編、「生体情報の可視化技術」, コロナ社, (1997) pp.235.

FAPIGにおける原子力PA活動について

- 原子力発電所見学会におけるPA観点よりの成果 -

FAPIG's Activities for Public Acceptance of Nuclear Energy

- Analytical Results of Questionnaire Executed at Organized Visits to Nuclear Power Stations -

菅野 康弘*

Yasuhiro Sugano

〔概要〕

第一原子力産業グループ(FAPIG)では、原子力PA活動の一環として平成元年より毎年11月に原子力発電所の見学会を開催している。

実際に原子力発電所の諸施設を自分の目で見ることにより、原子力に対する正しい知識を身につけてもらうことを目的としたものである。

見学会の実施においては、グループ各社に呼びかけ、原子力発電所を実際に見学する機会が少なく、また原子力発電の仕組みや放射線・放射能という言葉に馴染みの少ない女性社員を主体として参加を募り行なってきた。

本稿は、昨年の10月に発生した新潟県中越地震の影響で、本年の2月に延期のうえ実施した見学会において、原子力の知識を深めるためのセミナーを受講した後、発電所を見学するという形で実施し、セミナー受講前と発電所見学会後にそれぞれ同じ設問のアンケートを行ない、参加者が見学会および原子力に関しどのような感想を抱き、意見を有しているか、更に、それがどのように変化したかを分析した。本稿は、このアンケート分析から原子力発電所見学会が原子力PA活動にどのような意義、または成果を与えたかを述べたものである。

1. はじめに

昨年は国内外において、大きな被害をもたらした地震が発生した。国内においては、10月に新潟県中越地区で大規模な地震が発生し、約10年前の阪神・淡路大震災による被害を思い起こさせられ、災害対策の重要性を再認識した。その二ヵ月後の12月には、スマトラ沖で発生した地震および津波により20万人を超える死者が出る未曾有の災害となったのも記憶に新しい。

原子力においても、国内の原子力施設で、いくつかの問題が発生した。8月には関電美浜発電所3号機にて、二次系配管の破損事故により、死傷者がでる事態が発生した。JCOの事故と違い、放射線が外部に漏洩することはなかったが、わが国の原子力発電所で初めての死亡者を出すという痛ましい事故であった。

地震や津波は自然界におけるエネルギーの変動

に起因する災害であり、予防処置が難しい面があるが、原子力で発生した事故は人災の一面があり、関係者が細心の注意を払い、予防措置に注力すれば防げた事故であったと言わざるを得ない。

わが国において、日本原子力研究所のJRR-1によって昭和32年に初めて原子炉の火がともされ、またFAPIGが建設に従事した日本原子力発電(株)東海発電所において昭和41年に初の商業原子力発電所の営業運転が開始されて以降、事故を起こさずに夢のエネルギーとして原子力の平和利用(特に原子力発電所の建設)に技術者は叡智を集約してきた。

現代社会において電気は必要不可欠な社会インフラの一つであり、産業界においても一般家庭においても簡便に安全なエネルギーを供給する電気に依存している。その電気は、さまざまな燃料資源を有効活用して作られている。その一つである化石燃料は原料としても有効活用できる資源であ



写真1 ホテルでの座学研修



写真2 発電所での座学研修

るが、埋蔵量が有限であり、燃料として使用する際に地球温暖化の主要因であるCO₂を大量に排出する。新エネルギーとして脚光を浴びている太陽光、風力および水素発電は、現時点では价格的に大容量発電としての役割を担うまでには至っていない現状である。それに引き換えウランは燃料としてのみ活用でき、CO₂の排出がほとんどない資源である。しかもエネルギー資源に乏しい日本において、一度使用した後も再処理をして、再度燃料として有効活用できるウラン燃料は準国産資源と位置付けられる資源である。

現在原子力発電所は、日本の発電電力量の30%を越える主要電源の一つとして位置付けられている。主要電源の一つとしての原子力発電所は、社会への影響は大きいものであり、どのような小さな事故であっても、放射能という言葉に国民は敏感に反応し、不信感や不安感をつのらせるものである。

このような背景の中、FAPIGにおいては、わが国の原子力発電所がいかに安全に留意して、建設・運転・管理されているかを理解してもらうために、原子力発電所の見学会を毎年開催実施してきた。

見学会はFAPIG広報委員会主催のもとにグループ各社に参加を呼びかけ、原子力発電所に行く機会が少ない女性社員を主体として行なってきた。

本編は本年2月に実施した見学会を通じて、参加者が原子力発電に対しどのような印象を持ち、また認識を得たかを見学会時に行なったアンケートをもとにまとめたものである。

2. 見学会の概要について

FAPIG女性社員を中心とする原子力発電所の見学会は、今回で第13回目となる。

時期 平成17年2月23, 24日

場所 東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所

参加人数 10名

第3回(平成4年に実施)の見学会以降は、見学場所を変更しておらず、今回も柏崎刈羽原子力発電所の最寄りの都市である長岡市の会場にて、参加者は発電所見学の前のセミナーを受講して、翌日発電所を見学する工程で開催した。

今回の参加者は男性2名、女性8名であった。参加者のうち1名を除いて、ほとんどが原子力に関する知識がないため、原子力発電所を見学するだけでは、ただ見てきただけの結果となる可能性が高い。したがって、原子力発電所の見学前に、エネルギー全般およびエネルギーの一部である原子力の基礎知識を勉強すると同時に参加者自ら放射線に関するさまざまな実験に参加するセミナーを3時間実施した。セミナーには、東京電力(株)から講師として2名の方に来て頂き、エネルギーおよび原子力関連全般の講演と放射線を中心とした講演をお願いし、原子力について分かり易く説明して頂いた。また実験を通して放射線の特性の一部を、参加者は自分の目で認識してもらうようにした。発電所内見学については、PR館にて原子力発電設備のいろいろな模型を見ながら機器およびシステムの解説を受けた後、今回は6号機の原子炉上部およびタービン発電機、中央制御室な

どを見学して、発電所内での運転管理がいかに細心の注意を払って行われているかを、参加者に自分の目で実感してもらった。また低レベル放射性廃棄物保管施設およびABWR必修技能訓練センターも見学し、参加者は低レベル放射性廃棄物が入っているドラム缶の実物や訓練用の原子炉内部を自分の目で見る事ができた。

参加者に対してセミナー受講前、セミナー受講後、発電所見学の3回に分けてアンケート調査を実施した。設問は択一式と記述式に分かれているが、択一式においてもその理由を記述してもらうようにした。原子力発電の「必要性」および「安全性」については、参加者が本見学会を通して認識がどのように変わったかを調査するために、セミナー受講前と発電所見学後に同じ内容の設問に対するアンケート調査を実施した。

アンケートの実施においては、回答者が自由に遠慮なく記述できるように無記名とし、性別および年齢は参考のために記入してもらうよう配慮した。

アンケートの設問内容は次の通りであり、前述したように設問形式は択一式、記述式があり、択一式にはその理由を記述してもらった。

2.1. 原子力発電所(含むPR館)の見学経験について

[択一式]

- ①初めて見学した
- ②過去にも見学したことがある(場所, 時期)
- ③PR館だけは見学したことがある(場所, 時期)
- ④火力または水力発電所を見学したことがある(場所, 時期)

2.2. 原子力に対する意見を求めたもの

1) セミナー受講前 [択一式]

- ①原子力発電のしくみを知っているか
- ②現在日本の電力供給源(石油, 石炭, 水力, LNG, 原子力, その他)で、原子力が供給している割合
- ③電力供給源のうち、太陽(光)エネルギー発電の割合
- ④日本にとって原子力発電は必要だと思うか(理由は記述)
- ⑤日本の原子力発電は安全だと思うか(理由は記述)

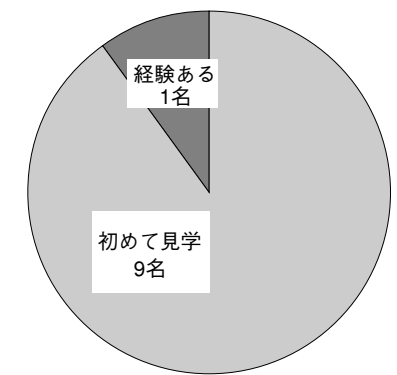


図1 原子力発電所の見学経験

表1 電力供給源で原子力が供給している割合

原子力の供給割合	回答者
5%未満	0
5%以上	1名
10%以上	1名
20%以上	2名
30%以上	4名
50%以上	2名

2) セミナー終了後 [記述形式]

- ①セミナーの内容について
- ②セミナーの中で最も関心を持った内容
- ③セミナーの内容の他に知りたいこと
- ④セミナー全体の感想(時間, 内容, 方法)

3) 発電所見学後 [択一式]

- ①日本にとって原子力発電は必要だと思うか(理由は記述)
- ②日本の原子力発電は安全だと思うか(理由は記述)
- ③今回の見学に対する意見, 感想(記述のみ)

3. アンケート結果について

アンケート回答者は、10名(男性2名、女性8名)であった。

(1) 原子力発電所の見学経験

図1に示す通り、1名のみ見学経験があるが、9名の参加者が原子力発電所もしくはPR館を訪問した経験がない。

見学経験のない9名を含む参加者が、どのように原子力発電の供給割合、必要性および原子力発

表2 原子力発電の必要性

	設問	セミナー前	セミナーおよび見学後
1	必要である	5名	8名
2	あった方がよい	5名	2名
3	あまり必要でない	0	0
4	不要である	0	0

表3 原子力発電の必要性

	セミナー前		セミナーおよび見学後	
	設問	回答	設問	回答
1	必要である	5名	必要である あった方がよい あまり必要ではない 不要である	5名 0 0 0
2	あった方がよい	5名	必要である あった方がよい あまり必要ではない 不要である	3名 2名 0 0
3	あまり必要ではない	0	必要である あった方がよい あまり必要ではない 不要である	0 0 0 0
4	不要である	0	必要である あった方がよい あまり必要ではない 不要である	0 0 0 0

電所の安全性を認識しているかを、次項でまとめてみた。

(2) 電力供給源で原子力が供給している割合

表1に示す通り、原子力の供給割合が30%以上(正解)と回答した参加者が4名と半数以下であった。5%未満と回答した参加者はいなかったが、5%以上から50%以上までばらつきがあった。割合の数字は、多い場合にしろ少ない場合にしろ、数字で明白に把握することは、一般の者には困難なことであると痛感させられる。関電美浜発電所の事故において、連日テレビや新聞にて原子力発電所が取り上げられたが、供給割合まで意識が及ばないのが普通であると思う。4名の参加者が正解の30%以上と回答したことは、FAPIG加盟会社社員の原子力に対する関心度が高いことの現われであると思われる。

(3) 原子力発電の必要性

平成10年の見学会以降の傾向であるが、ほとんどの参加者がセミナー受講前において、「必要で



写真3 訓練センター

ある」「あった方がよい」と回答している。今回も表2に示す通り、参加者10名の内、「必要である」「あった方がよい」が半々の5名づつであった。見学後においては8名が「必要である」と回答し、2名が「あった方がよい」と回答した。

原子力発電所の必要性を認識してもらおう一つの手段として、本見学会のような地道なPA活動が必要であると思われる。

表3は、セミナー受講前と発電所見学後における参加者の必要性に対する認識の分布を示している。受講前と発電所見学後に参加者が必要性をどのように認識したか、それぞれの理由を次に紹介する。

①「必要である」から「必要である」と回答した参加者の理由。

- ・日々の生活には欠かせないものを供給しているから。→最近はいくつかの部門で海外からの輸入に頼っており、国内シェアが減っているため、原子力などエネルギー源となる必要不可欠なものは自国で補うべきだと思うから。
- ・他の発電に比べてコストが安いから。→今後、最も期待されるエネルギーの供給源だと感じたため。
- ・現在の社会は原子力発電による電力供給が成り立っているものだから。→安定的な電力供給が可能だから。
- ・日本は固有資源に恵まれておらず、エネルギーの安定供給に不可欠だから。→日本は固有資源に恵まれておらず、エネルギーの安定供給に必要だから。一日の時間帯発電量も安定しており、

表4 原子力発電の安全性

	設問	セミナー前	セミナーおよび見学後
1	安全だと思う	1名	3名
2	あまり不安でない	1名	3名
3	少し不安	7名	4名
4	不安である	1名	0

CO₂排出量もないから。

- ・現状の日本の電力需要を考慮すると、原子力発電なしでは電力供給が追いつかないと考えるため。しかし、原子力発電なしで電力供給が間に合うのであれば、原子力発電を利用すべきとは思わない。→発電所を実際に見学し、原子力発電が電力需要に対して貢献しているだけでなく、地球温暖化に対する貢献や地域振興に対する貢献について再認識できたから。

②「あった方がよい」から「必要である」と回答した参加者の理由。

- ・エネルギーの需要が高まり続けている現代社会において、成長を続けるためには原子力発電が不可欠だから。→資源を持たない日本にとって、リサイクル可能な原子力発電は今後益々必要なものとなって行くことが想像できるから。
- ・発電電力量の多くを占めているから。→一定量の電気を安定供給して行くためになくてはならない施設だから。
- ・できたらない方が安心ですが、地球資源、地球温暖化、排ガスなど環境問題を考えたら必要なものと思う。しかし危険も伴うので、100%使用ではなく、風力、水力も合わせていく方が良い。→勿論、環境問題(CO₂)にとっては有効的なものだと思います。目で見て安全性を確認できたこともあり、これからは必要なものと思いました。

③「あった方がよい」から「あった方がよい」と回答した参加者の理由。

- ・火力発電などに比べて自然への影響が少なそうだから。→放射性廃棄物の処理方法など今後早急に対策を進めて行かなくてはならないが、石油などの火力発電に比べると、地球資源の消

表5 原子力発電の安全性

	セミナー前		セミナーおよび見学後	
	設問	回答	設問	回答
1	安全だと思う	1名	安全 あまり不安でない 少し不安 不安	1名 0 0 0
2	あまり不安でない	1名	安全 あまり不安でない 少し不安 不安	1名 0 0 0
3	少し不安	7名	安全 あまり不安でない 少し不安 不安	1名 3名 3名 0
4	不安である	1名	安全 あまり不安でない 少し不安 不安	0 0 1名 0

費率が少ないのではと思った。

- ・日本はエネルギー資源が少ないため、使用できるエネルギー源は多い方が良いため。→電力の安定供給のためには必要だと思う。

(4) 原子力発電の安全性

参加者の意識において原子力発電の安全性は必要と大きなちがいがあがる。表4に示す通り、8名の参加者がセミナー受講前に不安感を持っていた。しかも、4名の参加者がセミナー受講・発電所見学後においても不安感を払拭していなかった。しかし、セミナー受講前に「安全だと思う、あまり不安でない」と回答した参加者はわずか2名であったが、見学後には6名の参加者が「安全だと思う、あまり不安でない」と回答した。また、セミナー受講前に「不安である」と回答した参加者が、見学後には「少し不安である」と回答したように、セミナーを受講し、実際発電所を見学して、原子力発電所がいかに安全に留意して管理されているかを自分の目で見て、原子力発電所の安全性に対する認識が違ってきている。

表5は、セミナー受講前と発電所見学後における参加者の安全性に対する認識の分布を示している。受講前と発電所見学後に参加者が必要性をどのように認識したか、それぞれの理由を次に紹介する。



写真4 展示ホール1



写真5 展示ホール2

- ①「安全だと思う」から「安全だと思う」と回答した参加者の理由。
- ・原子力発電所が重大な事故を起こす可能性という観点では、構造上、管理上から考えて安全であると考えて良いと思う。ただし、他の燃料加工施設など、利潤を上げなくてはならない民間に任せられているプロセスの部分には不安が残る。→原子力発電所自体の安全性については、問題ないことを再確認できたと思う。やはりJCOの事故があったように、燃料加工施設などの民間で行っている工程に対する不安は残る。
- ②「あまり不安ではない」から「安全だと思う」と回答した参加者の理由。
- ・基本的に安全だと思うが、最近では関電美浜の事故もあったので少し怖くなってしまった。→見学に来る前も頭では安全だと理解はしていたが、実際に見て、実際に原電所内で放射線測定器を付けて歩き、安全だということを確認できました。
- ③「少し不安である」から「安全だと思う」と回答した参加者の理由。
- ・たまに事故を起こすから。また、業界にも事故を隠蔽しようとする体質が見受けられるから。→原子力発電の内容をきちんと理解していれば特に危険性も感じないため。
- ④「少し不安である」から「あまり不安ではない」と回答した参加者の理由。
- ・事故のニュースを見ると、少し不安になります。→今のところの研究では、安全だと言われているが、数百年後などは、どのように言われるか

- 分からないから。
- ・ここ最近の事故（美浜原発の事故など）が起こると安全とは思えず不安です。危険なものを扱っているのだからこそ、何重ものチェックをして頂かないと近くの住民やわれわれ国民は安心して生活できないのではないのでしょうか。→この目で見て安全性も確認できたけれども、やはり地震国ということもあり、100%安全なのかはまだ不安です。ただ、常にもしもを考えて行動している姿を見て少し不安は取れました。
 - ・安全対策はちゃんとしているだろうが、事故はどのような状態で、いつ起こるか分からないから。→かなり安全には気を付けているのが分かった。
- ④「少し不安である」から「少し不安である」と回答した参加者の理由。
- ・最近職員の不注意による事故が多発しているの。→実際にミスによる事故は起こっているし、原発の場合、一回の事故のリスクが他の発電所よりもかなり大きいから。
 - ・事故が実際に起こっているし、チェルノブイリの例もあるので。→実際に東海村の事故では死者も出ているので、確実に安全ということとはなかなか言えないのではと考えるから。
 - ・まだ管理体制がきちんと整っていない。→国土が狭いので被害領域の占める割合が他の国に比べて大きいと感じるため。
- ⑤「不安である」から「少し不安である」と回答した参加者の理由。
- ・最近では原発の事故が多発しているから。放射能

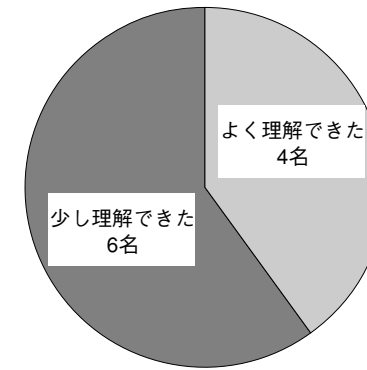


図2 セミナーの理解度について

- などは目に見えないものであると、とても危険であると思う。→発電所を見学して徹底的に管理されていることが分かったので安全であると思うが、やはり目に見えないものであり、少し怖さは感じる。
- (5) セミナー全般について
- ①セミナーの理解度について
- 図2に示すように、4名の参加者が、よく理解できたと回答しており、残りの6名も少し理解できたと回答している。ほとんどの参加者が原子力の知見が少ないにもかかわらず、上記の回答であったことは、お二人の講師が平易な言葉を使用し、理解しやすく講演をして頂いた結果であったと思われる。
- ②セミナーの中で最も関心を持った内容
- 参加者が関心をもった項目は、下記のように放射線に関するものが多かった。怖いというイメージで捉えていた放射線を、例をあげて説明し、放射線は身近かなものであるという認識が参加者の頭の中に強く残ったことだと推測される。
- ・放射線などの医療利用 (1名)
 - ・放射線は食物などからもでている (1名)
 - ・放射線と放射能の違い (1名)
 - ・放射線について (3名)
 - ・暮らしの中の放射線 (2名)
 - ・原子力発電所における情報公開 (1名)
 - ・原子燃料サイクルのコスト評価 (1名)
- 本セミナーでは、講義だけでなく参加者が放射線を実感として捉えてもらうために、講師の方が

放射線測定機器をセミナー会場に持ち込んで頂き参加者全員がその機器を実際に操作した。このことにより理解し難い放射線と放射能の言葉の違いを始めとする講義内容の理解度を深めることに役立ったと思われる。また、通常であると3時間のセミナーでは、参加者が途中で集中力がなくなってくるが、中間点で参加者全員が参加して、放射線を測定する場を設けた。その際に、参加者自ら機器を使用して実験することにより、参加者全員が楽しくセミナーを受講でき、講師の方の説明をより理解できたと思う。このようにパワーポイント、パンフレット、実験機器などを用い平易な言葉で参加者に説明して頂き、ほとんど原子力の予備知識のない参加者に原子力を理解してもらうように講演をして頂いた東京電力(株)の講師の方々に感謝する次第である。

4. おわりに

FAPIG広報委員会主催による加盟会社の女性を主体にした原子力発電所見学会も今回で13回目となった。本文においても記述しているように、本見学会を通じて参加者の原子力発電所に対する必要性および安全性の意識が、どのように変化したかを知ることも本見学会の重要な目的の一つである。原子力発電所の必要性においては、毎回見学会に参加する前から必要性を認識する意見が多く、今回も参加者全員が必要性を認識していた。しかし、安全性においては、毎回見学会に参加する前には、ほとんどの参加者が不安感を持って参加した。今回も10名の参加者のうち8名が不安感を持って見学会に参加した。

過去実施した見学会のアンケートにおいても、参加者の頭の中には事故および不祥事に対するぬぐいがたい不安感があった。古くは昭和61年4月に発生した旧ソ連チェルノブイリの事故から、平成7年12月に高速増殖炉もんじゅのナトリウム漏洩事故、平成9年3月に旧動燃東海事業所アスファルト固化施設での火災・爆発事故、平成11年9月にJCOでの臨界事故、平成14年8月の東電福島および柏崎における自主点検記録の改竄問題、平成16年8月の関電美浜での事故などが不安の要因として記載された。

一度事故のニュースが流れると人々の記憶の中に根強く残ってしまう。特に原子力における事故の場合は、広島および長崎での原爆を思い起こしてしまう。また、原子力発電所の中は、放射線が飛び交っており、被曝する可能性があるため心配する参加者も少なくない。

しかし、このような不安感を持ちながらも、見学会参加の前から原子力発電所の必要性を認めるアンケート結果となっている。その理由として、①エネルギーの多様化のために原子力発電所は必要である②地球環境を守るためには、CO₂の排出がほとんどない原子力発電所が必要である、の二点が毎回記載されている項目である。

今回の参加者においても、ほとんどの参加者が不安感を持ちながらセミナーを受講し、翌日に柏崎刈羽原子力発電所を見学した。本稿の「アンケート結果について」で述べているが、8名の参加者が、セミナー受講、発電所見学前に不安を感じていた。しかし、その8名の参加者の4名が、セミナーの受講および発電所見学後に安心感を持つようになった。このことは、原子力についての情報のほとんどがマスメディアを通じて得ていた参加者に、3時間という限られた時間であったが、エネルギー全般の中における原子力の位置付けおよび不安感を持っている放射線・放射能の管理についての講演を頂き、その後実際に原子力発電所

を見学しての知見から意識が違ってきたものと思われる。

例年参加者に原子力発電のしくみを知っているかどうかの設問をしているが、程度の差はあるが分からないと回答した参加者が大半である。しかし今回は5名の参加者が少し知っていると回答した。その理由として、学校での授業あるいはテレビ・新聞で知ったと回答した。このことは、関電美浜の事故の報道による知見と、近年学校教育において原子力のしくみを取り上げている結果と思われる。学校教育の場で更に原子力発電のしくみを勉強する機会が多くなれば、いたずらに原子力は怖いという感情での不安感が少しは緩和されるのではないかと願うものである。

エネルギー資源の少ない日本において、原子力発電所の建設を進めるためには、一人ひとりの賛同を得なければ推進することができない状況であり、地道ではあるがこのような見学会を通じて一人でも多くの方に原子力発電の理解者を増やす努力を今後とも続けて行くべきであると思う。

最後にあたり、毎年原子力発電所見学会の実施に対してお世話になった東京電力株式会社殿にこの紙面を借りてお礼を申し上げますと共に、ご協力頂いたFAPIG広報委員会の方々、ならびに見学会に参加して頂いたFAPIG加盟各社のご協力に感謝を申し上げます次第であります。



写真6 集合写真

FAPIG の 機 構 (社名 ABC順)

(平成17年7月1日現在)

理 事 会・委 員 会・専 門 部 会・事 務 局

会 長 沢 邦 彦 富士電機ホールディングス社長	理 事 佐 藤 康 博 みずほCB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	〃 北 村 敏 夫 渋沢倉庫取締役会長
〃 田 邊 弘 幸 双日常務執行役員	〃 荻 原 勉 清水建設執行役員
理 事 長 藤 史 郎 荏原製作所取締役専務執行役員	監 事 金 井 琢 磨 みずほCB営業第十部長
〃 伊 藤 晴 夫 富士電機システムズ社長	
〃 長 屋 互 勇 富士通経営執行役常務	事務局長 溝 口 忠 雄
〃 小 倉 俊 次 郎 古河電工執行役員常務	
〃 植 松 敏 勝 古河機械金属常務取締役	

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)

- ◎ 秋 定 俊 裕 (富士電機システムズ)
- 三 沢 秀 行 (荏 原 製 作)
- 早 川 均 (富士電機システムズ)
- 三 木 俊 也 (〃)
- 秋 山 敬 悟 (富 士 通)
- 岩 崎 邦 男 (古 河 電 工)
- 中 川 敏 一 (古 河 機 械 金 属)
- 山 崎 誠 一 郎 (カワキプラントシステムズ)
- 金 子 治 行 (み ず ほ C B)
- 吉 澤 顕 (双 日)
- 池 内 健 (渋 沢 倉 庫)
- 小 林 経 夫 (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 (11名)

- ◎ 溝 口 忠 雄 (事 務 局)
- 米 田 正 章 (荏 原 製 作)
- 三 木 俊 也 (富 士 通)
- 桜 本 和 博 (富 士 通)
- 岩 崎 邦 男 (古 河 電 工)
- 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)
- 秋 澤 弘 行 (み ず ほ C B)
- 村 野 博 一 (双 日)
- 菅 野 康 弘 (渋 沢 倉 庫)
- 酒 井 喜 則 (清 水 建 設)

原子力情勢調査部会 (6名)

- ◎ 清 水 良 雄 (双 日)
- 白 川 正 広 (富 士 電 機 シ ス テ ム ズ)
- 組 田 泰 男 (荏 原 製 作)
- 福 原 修 (富 士 通)
- 湯 原 貴 浩 (カワキプラントシステムズ)
- 加 納 茂 和 (清 水 建 設)

高温ガス炉プロジェクト部会（6名）

- ◎ 早川 均（富士電機システムズ）
- 中村志郎（双 日）
- 岡本太志（富士電機システムズ）
- 堀 徹（カキキアントシステムズ）
- 甲斐芳郎（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（7名）

- ◎ 小石川秋三（カキキアントシステムズ）
- 見上 寿（富士電機システムズ）
- 荒井正幸（荏原製作）
- 樋口哲二（富 士 通）
- 沢本雅弘（双 日）
- 渡辺守成（清水建設）
- 竹田正幸（荏原工業洗浄）

バックエンド調査研究部会（6名）

- ◎ 山崎誠一郎（カキキアントシステムズ）
- 藤沢盛夫（富士電機システムズ）
- 石山祐二（荏原製作）
- 三澤 真（富 士 通）
- 井上桂一（双 日）
- 加納茂和（清水建設）

品質保証部会（7名）

- ◎ 高橋正昭（富士電機システムズ）
- 斉藤利二（カキキアントシステムズ）
- 竹山 敏（荏原製作）
- 児玉義和（富 士 通）
- 有本 徹（古河電工）
- 石黒修司（双 日）
- 中村 誠（清水建設）

事務局

局長 溝口忠雄

FAPIG No.170
平成17年7月25日印刷

平成17年度 第1号
平成17年7月29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 ミズノブリテック(株)
〒104-0042 東京都中央区入船2-9-2
電 話 (03) 5566-6677(代)

SYNOPSIS

Takashi Takata, Hiroyuki Ohshima, Akira Yamaguchi

Numerical Simulation of Multi-Phase Flow with Chemical Reaction Investigation of Sodium-Water Reaction in Steam Generator of Fast Reactor

FAPIG No. 170 pp.3~6 (2005)

A numerical method of multi-dimensional, multiphase flow with chemical reaction, SERAPHIM code, has been developed to investigate a sodium-water reaction phenomenon which will be occurred in a steam generator of liquid sodium cooled fast reactor. With regard to sodium-water reaction model, the surface reaction and the gas-phase reaction models are taken into account based on a liquid and a gas phase of sodium respectively. A multi-fluid and one pressure model is applied to SERAPHIM code. It is demonstrated that one can investigate sodium-water reaction phenomena in detail.

KEYWORDS : multi-phase flow, computational fluid dynamics, fast reactor, steam generator, sodium-water reaction

Masaaki Nakano, Nobumasa Tsuji, Futoshi Okamoto

High Temperature Gas-cooled Reactor Developments for Hydrogen Production in the U.S.A.

FAPIG No. 170 pp.7~11 (2005)

For electricity and hydrogen production, the advanced reactor technology receiving the most international interest is a modular, passively-safety version of the high-temperature, helium-cooled reactor referred to in the U.S. as the Modular Helium Reactor (MHR). Because of its ability to produce high-temperature helium, the MHR is well suited for a number of process-heat applications, including hydrogen production. Two hydrogen-production technologies have emerged as leading candidates for coupling to the MHR; (1) thermochemical water splitting using the iodine-sulfur (IS) process and (2) high-temperature electrolysis (HTE). This paper describes an update on conceptual designs being developed for hydrogen-production MHR.

KEYWORDS : high-temperature gas-cooled reactor, IS, HTE, hydrogen production, modular helium reactor

Tetsuya Yamamoto, Nobukazu Nishimura, Takeshi Masaki, Takashi Honda, Tsutomu Kato

Development of New Entrance/Exit Processing System Using EPD (Electronic Personal Dosimeter) with ID Card Reader

FAPIG No. 170 pp.12~18 (2005)

Entrance/exit processing system in Shika Nuclear Power Station, Hokuriku Electric Power Company was upgraded in May 2004. In this new system, dosimeters with built-in ID card reading are used and make entrance/exit processing time shorter. Hereinafter describes this new dosimeters and entrance/exit management system.

KEYWORDS : dosimeters with built-in ID card reading, entrance/exit processing time shorter



Kazuo Tsutsumi, Noriyuki Sakai

Large Scale Nickel-metal Hydride Battery “Gigacell”

FAPIG No. 170 pp.19～23 (2005)

Large scale nickel-metal hydride battery “Gigacell” is developed for industrial use as a power source and a energy storage. Nickel-metal hydride battery can charge and discharge at high rate, discharge most of energy stored in the battery with long life.

Nickel-metal hydride battery has no dangerous substance, toxic metal and welding so recycling of battery is safe and easy.

When using this battery for several kind of electric power generator we can obtain high total generating efficiency, for example, engine generator.

KEYWORDS : nickel metal hydride battery, Gigacell, charge, discharge generating efficiency, power source, energy storage, recycling

Akira Wakabayashi

An Introduction of Contactless Palm Vein Authentication Technology

FAPIG No. 170 pp.24～28 (2005)

The illegal drawer from the account by the skimming robber of the bank cash card of these days and outflow incident of the secret information & private information as a trigger, biometrics authentication catches a lot of publicity as the expedient which accurately does “personal identification”.

The article explains the principle and the merit of “contactless-type palm vein authentication” which have promptly adopted by the financial system and have already widely spread, and introduces concerning the applied product and the application case.

KEYWORDS : biometrics authentication, personal identification, contactless-type palm vein authentication



堅田浮御堂(滋賀県大津市本堅田 満月寺)

作者プロフィール

中村 誠 Nakamura Makoto

1956年 滋賀県彦根市生まれ

現在 清水建設株式会社エンジニアリング事業本部在職中
FAPIG品質保証部会員

版画歴

1976年 葉書サイズのリノカットやゴム板を用いた凸版画を始める
一貫して建造物を配した古都の風景を描く

受賞歴

1979年 いづみや(現株式会社Tools)主催 版画はがきコンクール入選

1980年 いづみや(現株式会社Tools)主催 版画はがきコンクール入選

第一原子力産業グループ

旭電化工業株式会社

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

日本興亜損害保険株式会社

日本軽金属株式会社

渋沢倉庫株式会社

清水建設株式会社

双日株式会社

横浜ゴム株式会社