

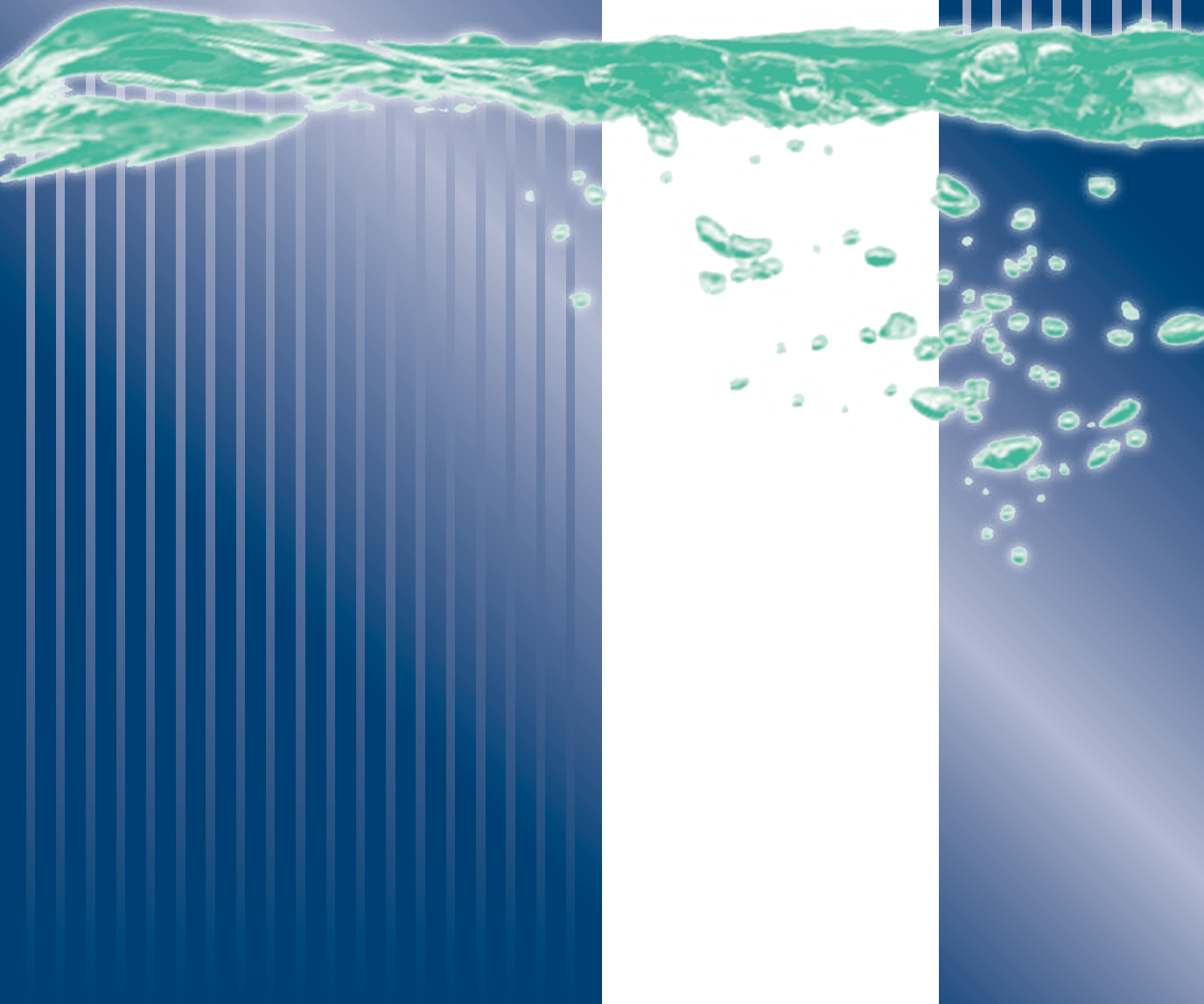
FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP

2013

JULY

186



Master Craftsman

社会を縁の下で支える名匠【Master Craftsman】であり続けたい。私たちは、荏原製作所です。

1912年「あのかち式機械事務所」としてポンプの設計・製作から出発した産業用機械メーカーの荏原製作所は、創業より「顧客ニーズの実現」を通じて自らも成長してきました。現在、風水力、環境、精密・電子の事業を通じて幅広い分野に貢献しています。時代に応え、社会を支えるためのたゆまぬ研鑽こそが私たちの「ものづくり」の基本です。私たちはエバラです。

■ 報 告

- 汚染土壌乾式除染・減容技術(3)
神坐圭介 / 富塚千昭
- 東海発電所熱交換器の吊上げアンカの付替工事(8)
朽木憲一 / 加藤清二郎 / 平野 嗣
坂本苑絵 / 武仲五月 / 木村秀明

■ 紹 介

- 北海道電力株式会社 泊発電所 可搬型ホールボディカウンタ(15)
皆川智哉
- マプタプット工業団地における環境問題に対する施策と成果(20)
朱里秀作 / 鈴木智美

FAPIGの機構(28)

FAPIGギャラリー募集(32)

表紙デザイン：杉本里美

CONTENTS

■ Report

Technology for Dry Decontamination and Volume Reduction of Contaminated Soil……………(3)

K. Jinza / C. Tomizuka

Transfer of Jacking Up Anchor for Steam Raising Unit in Tokai Power Station ……………(8)

N. Kuchiki / S. Kato / T. Hirano

S. Sakamoto / S. Takenaka / H. Kimura

■ Introduction

Portable In Vivo Counter for Hokkaido Power Electric Co., Inc

Tomari Nuclear Power Plant ……………(15)

T. Minagawa

The policies and results to the environmental issues

at Map Ta Phut Industrial Estate ……………(20)

S. Akari / T. Suzuki

Cover Design : Satomi Sugimoto

汚染土壌乾式除染・減容技術

Technology for Dry Decontamination
and Volume Reduction of Contaminated Soil

神 坐 圭 介*

Keisuke Jinza

富 塚 千 昭*

Chiaki Tomizuka

〔概 要〕

東日本大震災により発生した福島第一原子力発電所の事故によって放射性物質が放出され、環境汚染が生じている。除染のために削り取った土壌から汚染レベルの高い土を分離すれば保管が必要な量を減らすことができる。

富士電機は、宇部興産機械株式会社と共同で汚染土壌乾式除染・減容技術の開発を行った。一般産業で使用実績のある乾式分級・研磨装置と放射能計測装置を組み合わせたものであり、大量処理が可能な技術である。実際の汚染土を用いた実証試験において、研磨・分級後の放射能濃度が半分以上に低下していることが確認できた。

1. ま え が き

東日本大震災により発生した福島第一原子力発電所の事故によって放射性物質が放出され、環境汚染が生じている。放出された放射性物質は主にセシウムであり、土壌や森林に付着している。国は、この事故に由来する放射性物質による被ばく線量を年間 1 mSv 以下となるように除染を計画している。^(注)

除染計画では、汚染した田畑などは、表層数 cm の土壌を削り取り除染することを検討している。これによって大量の土壌が汚染廃棄物として発生する。この土壌（原土）は適切な場所に仮置きし、中間貯蔵を経て最終処分が行われる計画である。しかし、除染は広範囲であり、全量を保管するには広大な場所が必要であるが、その確保が難しいため、除染作業がはかどらないという課題がある。

削り取った原土は全てが汚染されているのではなく、汚染レベルの高い土を分離できれば、保管が必要な量を減らすことができる。そこで、汚染土壌の乾式除染・減容技術の開発を行った。本稿では、その技術の特徴と実証試験について述べる。

2. 汚染土壌乾式除染・減容技術の特徴

公的および民間の研究機関によると、土壌の放射性セシウムによる汚染は、表層数 cm に集中しており、その土壌の中でも粘土、シルトといった細粒子部分に多くの放射性セシウムが付着していることが報告されている。¹⁾

富士電機は、汚染土壌を減容するために、乾式除染・減容技術を、宇部興産機械株式会社と共同で開発した。

2.1. 乾式除染・減容処理フロー

本技術に基づく処理フローを図 1 に示す。本技術のポイントは A 部であり、その詳細は次のとおりである。

- (a) 見かけの粗粒子の碎き
細粒子が固まって見かけ上粗粒子となっている土を、ミルにより砕く。
- (b) 細粒子の剝離
粗粒子表面に付着している細粒子を、ミルによる研磨によって剝ぎ取る。
- (c) 粗粒子表層の研磨
放射性セシウムが吸着している粗粒子表層を、ミルによる研磨によって剝ぎ取る。
- (d) 乾式分級
粒径による仕分けを乾式分級により行う。

* 富士電機(株) 発電・社会インフラ事業本部 発電事業部 原子力技術部

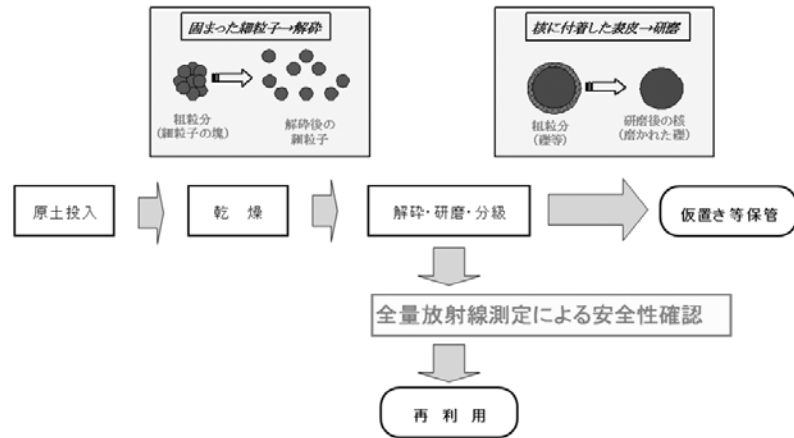


図1 乾式除染・減容処理フロー

これらの一連の工程により、汚染の高い土壌と低い土壌とに仕分けられる。

2.2. 乾式除染・減容処理の特徴

本技術は、一般産業で使用実績のある乾式分級・研磨装置と放射能計測装置を組み合わせたものであり、大量処理が可能な技術である。特徴は次のとおりである。

(1) 水や薬品などを使用しない処理方式

汚染土壌の減容に関して先行研究が行われている土壌湿式処理方式と異なり、水や薬品を使用しないので、これらの使用に伴う二次廃棄物の処理の手間や費用がかからない。また、薬品処理や高温処理を行わないため、原土本来の性状が損なわれにくい。

(2) 分級処理・減容・保管場所の省スペース化

乾式分級技術は、土壌再利用のための任意の分級しきい値を設定することができるため、さまざまな土壌に適した減容処理を行うことが可能である。湿式処理が適用しにくい水田の土壌への適用性も基礎試験で実証した。

汚染廃棄物として保管する土壌に仕分けられた土壌は、さらに脱気・圧縮により容積を減容することが見込める。これによって、さらに保管場所の省スペース化を図ることが可能である。

(3) 再利用する土壌の放射能濃度の全量計測に

よる安全・安心の付与

富士電機が既に商品化している「食品放射能測定システム」の原理を土壌に適用した土壌モニタにより、仕分けられた土壌のうち、再利用可能な低汚染土壌の放射能濃度を連続的に全量を計測する。

放射能濃度の分析を外部に委託する場合、結果が分かるまで数日かかるが、本技術ではリアルタイムで計測結果がわかるため効率的に作業が行える。土壌の種類、汚染の仕方に応じて分級条件などの設定を変える場合でも、放射能濃度がどう変化したかをその場ですぐに確認でき、効率的である。

(4) 低コスト

初期コストやランニングコストを考慮して処理コストを試算した。本技術は、汚染水処理が不要であり、二次廃棄物処理費用が発生しないため、湿式除染に比べて1/3~1/4の低コストである。

3. 乾式除染・減容プラント

乾式除染・減容プラントは、移動式と定置式の2種類を計画している。移動式プラントは、トレーラーに必要装置を搭載することで、必要な場所へプラントを移動することができる。設置や撤去が容易なので、地元の理解と除染作業をスムーズに進められることが期待できる。除染効果を追求

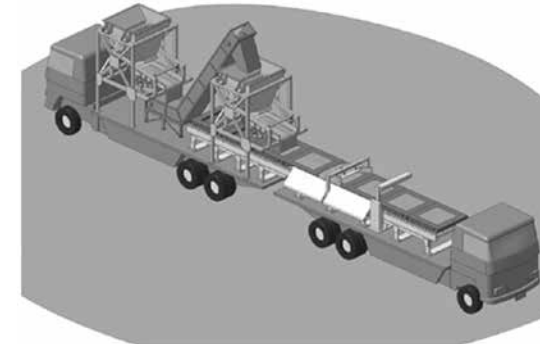


図2 移動式プラントのイメージ

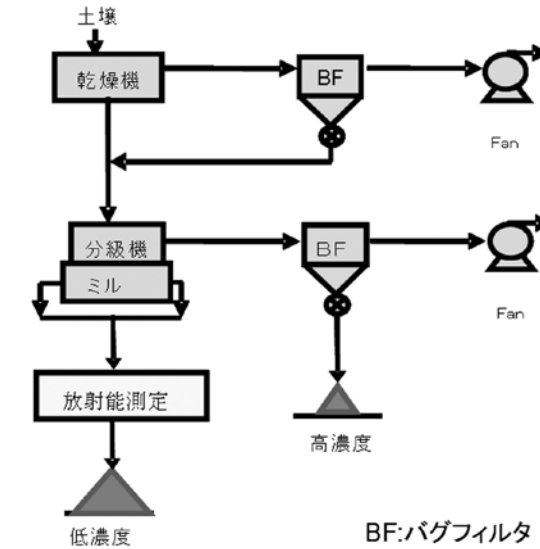


図3 移動式プラントの処理フロー

した機器構成としているので、比較的線量の高い区域での適用を想定している。移動式プラントのイメージを図2に、処理フローを図3に示す。

定置式プラントは、処理量と減量効果を追求した機器構成としているので、比較的線量の低い区域で多量の土壌を除染する場合を想定している。定置式プラントのイメージを図4に、乾式除染・減容プラントの仕様を表1に示す。

なお、処理後に再利用可能な土壌の原土に対する質量の割合を減量率という。表中の数値は、土壌除染・減量の基礎試験結果の一例である。土壌の種類や場所によって汚染の状況が異なるため、効率的な分級粒子径（粒径で区分するしきい値）や除染性能が異なる。今後、種々の土壌においてデータの蓄積を図る予定である。

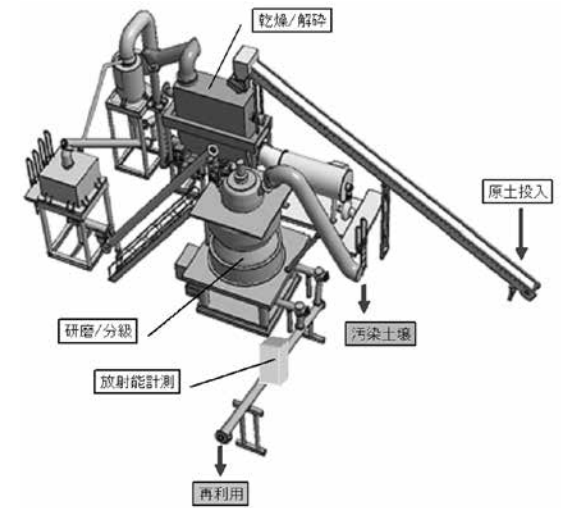


図4 定置式プラントイメージ

表1 乾式除染・減容プラントの仕様

	移動式	定置式
除染率*	50~86%	20~60%
減量率*	30~50%	50~70%
処理能力 (WB)	3t/h	20t/h
設置スペース	W18×H7.5×D28 (m)	W20×H10×D35 (m)
設備動力	350kW (発電機軽油)	650kW (固定電源)
乾燥室	灯油	灯油

*除染率：処理後に再利用可能な土壌の原土に対する放射能濃度の低減率

*減量率：処理後に再利用可能な土壌の原土に対する重量割合

4. 実証試験

本装置の基本原理を実証するため、「平成23年度除染技術実証事業」(環境省)^{2),3)}において、実際の汚染土壌を使用した実証試験を実施した。

4.1. 土壌特性

土壌の違いによる除染や減量効果の違いを把握するため、細粒褐色低地土(水田)、礫質(れきしつ)褐色低地土(畑)、細粒褐色森林土(森林)の3種類の土壌についてサンプルを採取し、除染・減量試験を実施した。試験では代表的なミル

(注)「平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」平成23年8月

として、ボールミルとケージミルのミルを用いた。試験結果の一例として、分級点の粒子径を75 μm とした場合の土壌ごとの除染効果を図5、図6に示す。研磨前と研磨・分級後の各粒子径ごとの放射能濃度を示している。ボールミルの場合は、研磨・分級後の放射能濃度が1/2~1/4に低下していることが確認できた。また、ケージミルの場合は、研磨・分級後の放射能濃度が3/4~1/2に低下していることが確認できた。これにより、本装置の基本原則である、(a)見かけの粗粒子の砕き、(b)細粒子の剥離、(c)粗粒子表層の研磨、(d)乾式分級が実現可能であることが確認できた。

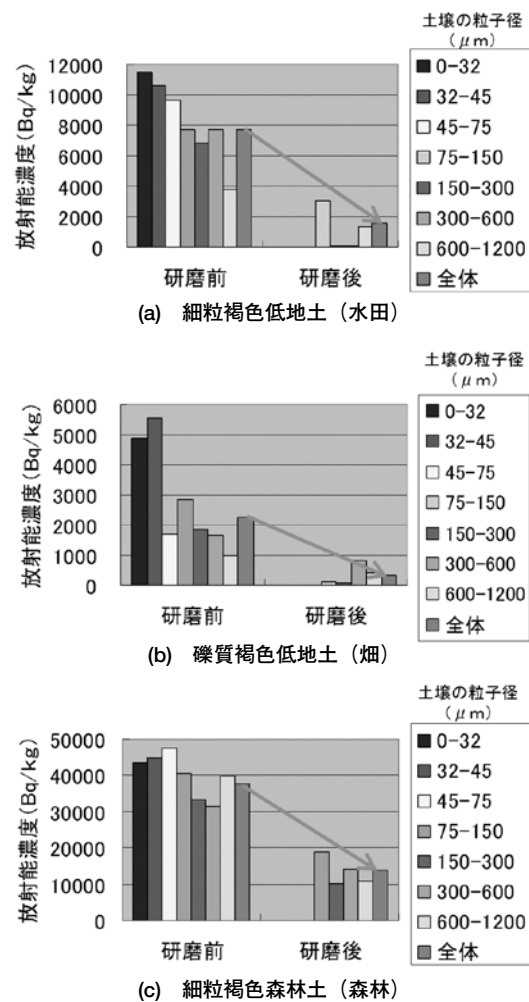


図5 ボールミルの場合

4.2. 分級点と除染効果

研磨前後における土壌の放射能濃度について、分級点をパラメータとして整理したボールミルの結果を図7に示す。

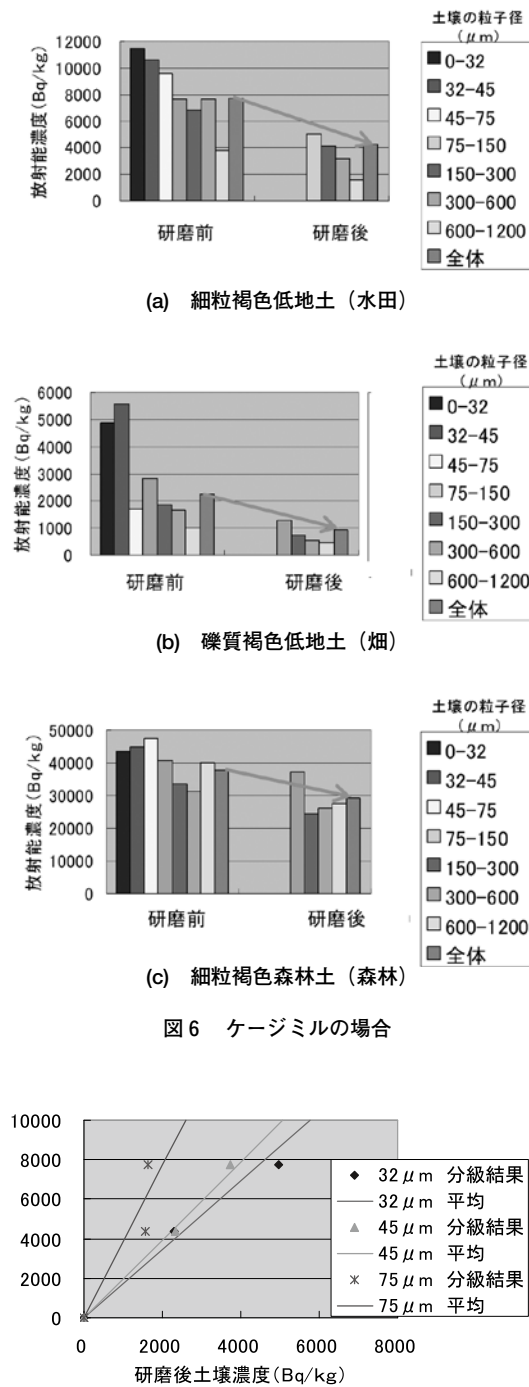


図7 分級点による除染効果 (細粒褐色低地土：水田) [ボールミルの場合]

放射能濃度が8,000Bq/kgの原土を研磨した後、45 μm で分級した場合、放射能濃度は4,000Bq/kgに低減した。また、75 μm で分級した場合は、放射能濃度が2,000Bq/kgに低減した。ただし、分級粒子径を小さくすると減量率が低下する。汚染の低い土壌を再利用する場合、対象となる土壌に対して図7のグラフをあらかじめ作成することにより、再利用できる土壌の放射能濃度および物量を推定できる。規制基準値の今後の動向を待つことになるが、原土の汚染状況を踏まえた除染計画の詳細な立案が可能になる。

5. 今後の展開

除染処理した後の放射能濃度が高い土壌を脱気・圧縮、固化する工程 (図8) を追加することによって、容積をさらに減容することが見込める。これによって仮置場所、中間貯蔵施設などに必要なスペースをさらに少なくすることが期待できる。乾式除染の総合的効果を評価するために、今後、脱気・圧縮、固化による減容効果を把握する必要がある。

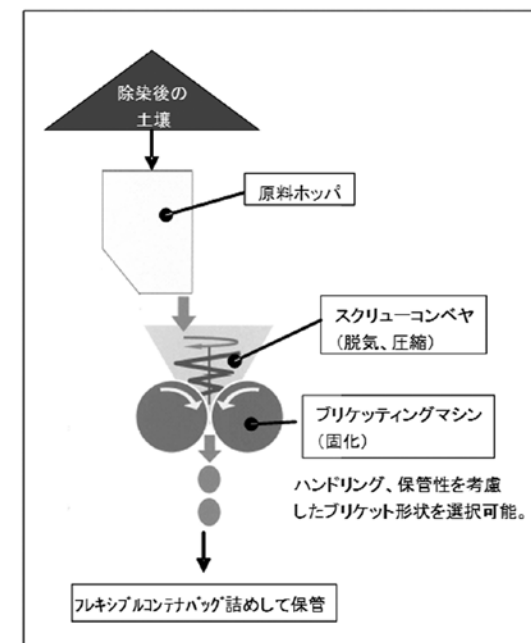


図8 高線量土壌の減容フローの例

6. あとがき

放射性物質による汚染土壌の乾式除染・減容技術について述べた。今後も、東日本大震災ならびに福島第一原子力発電所の事故からの復旧・復興に貢献できる技術を開発する所存である。

今回の実証試験は、「平成23年度除染技術実証事業」(環境省)において、富士古河E&C株式会社の下、実施した。実施に際しご指導いただいた環境省殿、日本原子力研究開発機構殿に謝意を表す。

参考文献

- 1) “農地土壌の放射性物質除去技術 (除染技術) の開発の取組について” 農林水産省
<http://www.saff-rc.go.jp/docs/press/110914.htm> (参照2012-10-23)
- 2) “平成23年度除染技術実証事業” 環境省
http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/tech_gaiyo-201208.pdf (参照2012-10-23)
- 3) “平成23年度除染技術実証事業 (環境省受託事業) 報告書” 独立行政法人 日本原子力研究開発機構
http://www.jaea.go.jp/fukushima/techdemo/h23/h23_techdemo_report.html (参照2012-10-23)

東海発電所熱交換器の吊上げアンカの付替工事

Transfer of Jacking Up Anchor for Steam Raising Unit in Tokai Power Station

朽木 憲一* 加藤 清二郎* 平野 嗣*
 Norikazu Kuchiki Seijiro Kato Tsugumi Hirano
 坂本 苑絵* 武仲 五月* 木村 秀明**
 Sonoe Sakamoto Satsuki Takenaka Hideaki Kimura

〔概要〕

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

川崎重工業(株) は, 東海発電所の建設に携わり, 熱交換器を含む一次冷却系の製造を担当するとともに, 定期点検・保守などを実施してきた。また, 原電の廃止措置計画および廃止措置技術の研究に協力し, 2010年 (平成22年) 5月に熱交換器撤去設備の据付を完了した。

熱交換器について, 2010年 (平成22年) 8月からジャッキダウン工法による撤去工事に着手し, 解体データを蓄積しながら撤去されている。2012年 (平成24年) 4月時点で, 熱交換器はティア2まで撤去が終了し, 汚染管理区域外にてアンカの付替えが可能な時期となっていた。アンカはこのまま熱交換器の撤去工事を進めると遠隔の一次切断装置と干渉するため, 付替えが必要なものである。本稿では, この工事について報告する。

1. はじめに

日本初の商業用原子力発電所である日本原子力発電(株) (以下, 原電という) の東海発電所 (炭酸ガス冷却黒鉛減速コールドホール型炉, 電気出力166MW) は, 1966年 (昭和41年) 7月にわが国初の商業用原子力発電所として営業運転を開始した。東海発電所は, その後順調に発電運転を続けたが, 1998年 (平成10年) 3月に使命を終えて運転を停止した。現在, 原電により廃止措置を実施中である。わが国では, 今後本格的な原子力発電所廃止措置の時代を迎えることから, 重要なプロジェクトとして注視されている。

原電は, 2001年 (平成13年) 12月に東海発電所の撤去工事に着手し, 2006年 (平成18年) 度からは, 一次冷却系の熱交換器 (SRU: Steam Raising Unit) とその周辺機器の撤去工事を開始している。

川崎重工業(株) (以下, 川重という) は, 東海発電所の建設に携わり, 熱交換器を含む一次冷却系の製造を担当するとともに, この定期点検・保守などを実施してきた。また, 早い段階から原電の廃止措置計画および廃止措置技術の研究に協力し, 熱交換器撤去工事において, 撤去装置の設計, 製作, 据付などを担当した。¹⁾

熱交換器は, 複雑な内部構造を持ち, 一次冷却材のバウンダリを構成する重要機器であり, 原子炉に次ぐ大型構造物である。汚染管理区域を最小限にできるジャッキダウン工法を採用し, ジャッキ装置にて熱交換器を吊り上げ, 下部から撤去を実施している。吊上には, 屋上に設置したジャッキと熱交換器の吊りピース (アンカ) の間にストランドワイヤを取り付けて吊上げる。アンカは熱交換器頂部に設置するのが理想的であるが, 撤去工事開始時には熱交換器頂部は, 建屋屋上階床スラブ位置にあり, アクセスできないため, 熱交換

器上部胴 (ティア7) に取り付けられた。この位置では将来, 一次切断装置と干渉することから, アンカが汚染管理区域に入る前に, 付け替えを実施する必要がある。本稿では, この熱交換器のアンカ付替工事について紹介する。

2. 全体計画

2.1. 熱交換器の概要

東海発電所の熱交換器は, 原子炉压力容器の周囲に4基設置されている。一次冷却材 (炭酸ガス) は熱交換器の上から下へ向かって流れ, 伝熱管内を上昇する水と熱交換して蒸気を発生する構造となっている。熱交換器内部は, 図1に示すように, 6層の伝熱管群 (チューブバンク) に分かれており, 各層のチューブバンクは, 図2に示すように,

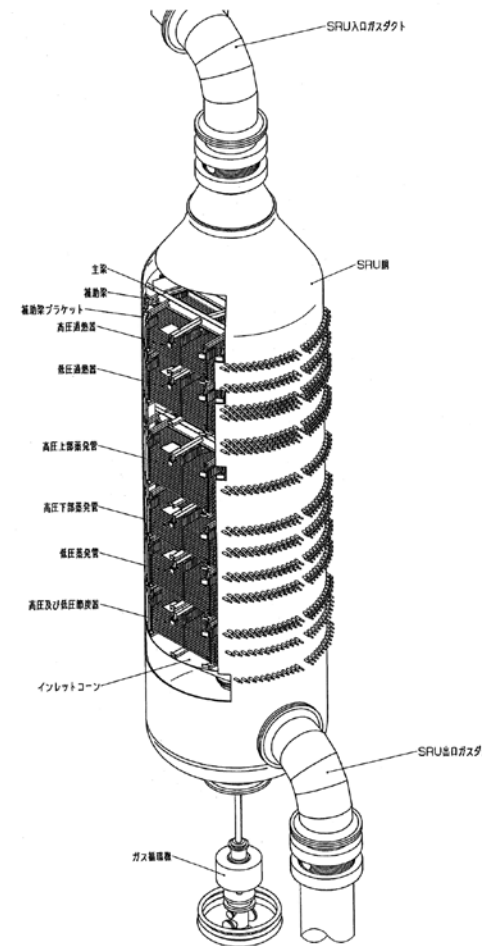


図1 熱交換器内部構造

伝熱管を折り返しながら千鳥格子状に配列した伝熱管パネルを梁から吊下げて固定した構造となっている。また伝熱面積を増加させるため, 全ての伝熱管をフィンチューブとしている。炉心を冷却した一次冷却材ガスは, 熱交換器胴の内側かつ伝熱管の外側を流れるため, 放射性物質の汚染は, 伝熱管表面と胴内面, 内部構造物表面に限られており, 伝熱管内面の汚染はない。

熱交換器の主要諸元を表1に示す。材質はすべて炭素鋼であり, 1基当たりの重量は, 胴が約250トン, 伝熱管群が約500トン, 合計が約750トン/基である。

2.2. 熱交換器解体工法の検討

東海発電所の廃止措置に当たり, 原電は約20年にわたり, 廃止措置技術の研究開発を実施してきた。川崎重工業は, 検討の初期から, 原電とともに熱交換器の各種解体工法を比較検討してきた。

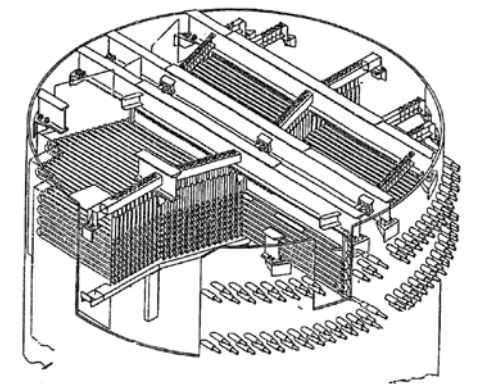


図2 熱交換器伝熱管群構造

表1 熱交換器の主要な仕様

項目	仕様	
基数	4基	
主要材質 (炭素鋼)	胴	SB46B相当
	伝熱管	STB35相当
寸法	高さ	24.7m
	外径	6.3m
重量 (1基当たり)	胴	250トン
	伝熱管	500トン
伝熱面積 (1基当たり)	30,000m ²	

* 川崎重工業(株) プラント・環境カンパニー エネルギープラント総括部 火力・原子力設計部 原子力設計課

** 日本原子力発電(株) 東海発電所 廃止措置室

最終的に、熱交換器の撤去工法として、作業安全上の観点から高所作業が少なく、汚染管理区域を極力小さくできるジャッキダウン工法を採用した。

ジャッキダウン工法を適用した全体機器配置概念を図3に示す。

ジャッキダウン工法による解体撤去は以下のステップによる。

- ①原子炉建屋の熱交換器領域屋上にジャッキシステムを設置し、熱交換器を本システムにより上方で支持する。
- ②建屋内の切断フロアで、後述する遠隔切断装置を用いて、熱交換器本体を円筒状に切断、分割

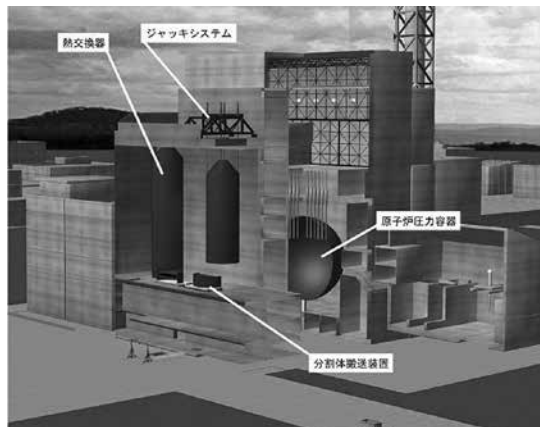


図3 配置概念図

し、分割体とする。切断、分割は、切断フロアまで熱交換器本体を層ごとに順次吊り下ろしながら行う。

- ③遠隔切断装置により、円筒状の分割体をさらに半円筒状に1/2分割する。
- ④1/2分割された分割体を、分割体搬送装置により、熱交換器直下から同じフロア上の二次切断場所へ移動し、伝熱管パネル、内部構造物を細断する。
- ⑤遠隔把持搬送装置を用いて、細断片を搬出する。

3. アンカ付替工事

3.1. アンカ付替の必要性

アンカは本来、熱交換器頂部（トップヘッド部）に設置し、撤去工事終了まで熱交換器を吊る役割をするのが理想的である。しかし、実際には撤去工事開始時には熱交換器頂部は、熱交換器領域建屋屋上階床スラブ位置にあり、予めこの位置にアンカを設置しようとすると、建屋開口部を大幅に拡張する必要があり、建屋強度にも影響を与えるため、なるべく上部に近い胴部（ティア7）に取り付けた。

この位置では将来、アンカ自身が切断対象となるだけでなく、遠隔切断装置である一次切断装置のサポートホイスト部と干渉することから、アンカの付替えが必要となる。（図4参照）

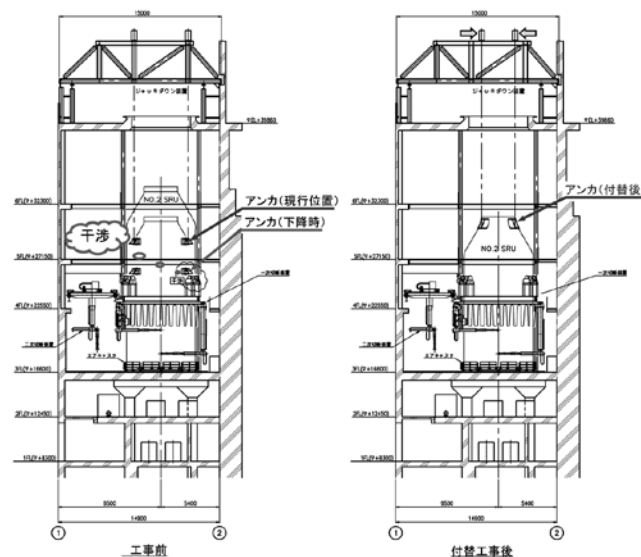


図4 アンカ付替による遠隔切断装置との干渉回避

ここで便宜上、ティア7に取り付けられているアンカを下部アンカ、トップヘッドへ設置しようとしているアンカを上部アンカと呼ぶこととする。

さらに従来熱交換器をサポートしている下部アンカは一次切断装置と干渉する前に、一般管理区域から汚染管理区域へ入ることとなる。そこで、汚染管理区域作業低減化、工事簡略化を目的として、下部アンカが汚染管理区域に入る前、すなわち、熱交換器がボトムヘッド、ティア1、ティア2が撤去された段階で、アンカの付替工事を行なうこととした。

3.2. 上部アンカの設計

上部アンカの設計に当たっては、熱交換器重量を吊上げるのに十分な強度を有するようにするとともに、取り付け位置についても考慮する必要がある。すなわち、アンカは最後の1ピースであるトップヘッド上部に設置する必要があるが、トップヘッドは円錐形状であり、解体がある程度進んだとは言えまだ560ton近い重量の熱交換器を安全に吊上げるためには、上部アンカの取り付け方法についても十分な検討が必要であった。

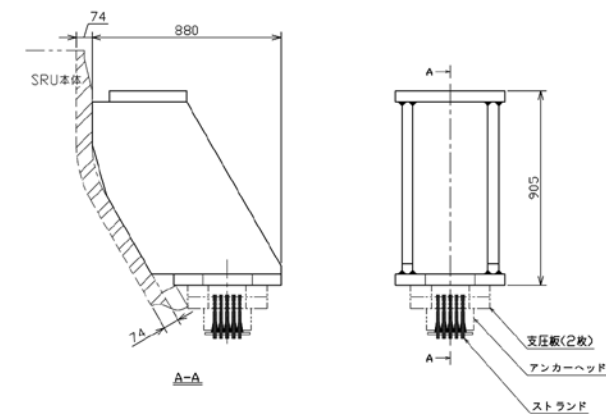


図5 上部アンカ構造

上部アンカの外形図を図5に示す。アンカは縦板2枚と横板2枚で構成される箱型構造体であり、周方向に4基設置する。縦板はトップヘッド形状にならうような形をしており、R部を除く直線部（垂直部および斜面部）を熱交換器に溶接した。

上部アンカ本体および熱交換器との溶接部には熱交換器重量を支持するのに十分な強度が要求されるため、強度計算を繰り返し行い部材や溶接部の詳細寸法を決定した。なお、強度計算は、日本機械学会の「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版）〈第I編 軽水炉規格〉（JSME S NC1-2005）」の「第8章 支持構造物」の規格に準じて実施した。

3.3. 工事概要

工事の全体工程を図6に示す。工事は大きく分けて、5ステップに分かれる。

東海発電所の熱交換器は、管理区域にあるものの外表面は汚染されていない。従って、アンカ付替工事に特殊な装備は必要ない。

以下に詳細を示す。

- (1) トップヘッド振止金具撤去

	2012年											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
足場設置等準備工事	■	■	■									
熱交換器転倒防止工事												
トップヘッド振止金具撤去撤去工事												
上部アンカ取付工事												
ジャッキ移送工事												
下部アンカ撤去工事												
バリア設置工事												

図6 熱交換器撤去準備工事 主要工程

熱交換器トップヘッド部は、運転時、熱交換器領域建屋屋上スラブ位置にあって図7に示すような金具が設置されており、上部アンカをトップヘッドに設置しようとする、これと干渉するため、振止金具を撤去した。撤去の様子を写真1に示す。重量は1基約1tあり、アークガウジングで胴から切り離した後、一旦屋上へ吊上げ、屋外からクレーンにて地上へ降ろした。12基すべてを撤去した。

(2) 倒れ止めサポートの設置

本工事は、東日本大震災から1年以上経過していた時期に実施したが、東海発電所にはたびたび余震がある状況であった。アンカ付替工事では、一旦ストランドを取り外す期間があるため、熱交換器が何のサポートもなく、自立する期間がある。そこで、熱交換器廻りの床梁から倒れ止めサポー

トを取り、自立している間も、地震発生時の転倒防止対策とした。倒れ止めサポートは4箇所設置した。概略図を図8に示す。また、設置工事の様子を写真2に示す。

(3) 上部アンカ溶接・焼鈍

続いて上部アンカをトップヘッド部に設置する。上部アンカは計4基設置する。上部アンカは、板厚50mmの構造材であり、これを熱交換器の胴に溶接にて設置する。また熱交換器のトップヘッドも板厚74mmの板材であるため、厚板同士の溶接であり、予熱管理を行い、低温割れを防止した。また、溶接後は熱処理を行い、残留応力を除去した。溶接の様子を写真3に、焼鈍の様子を写真4に示す。

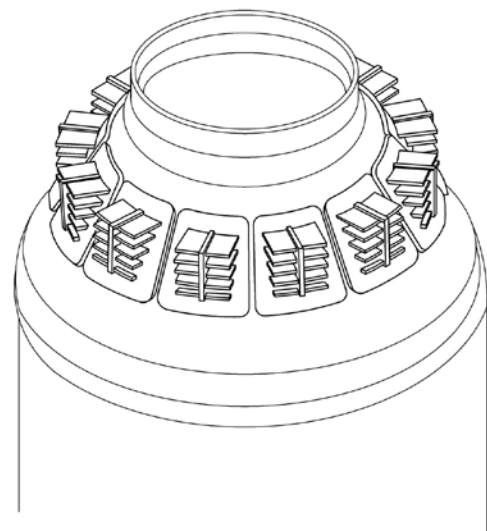


図7 トップヘッド振止金具

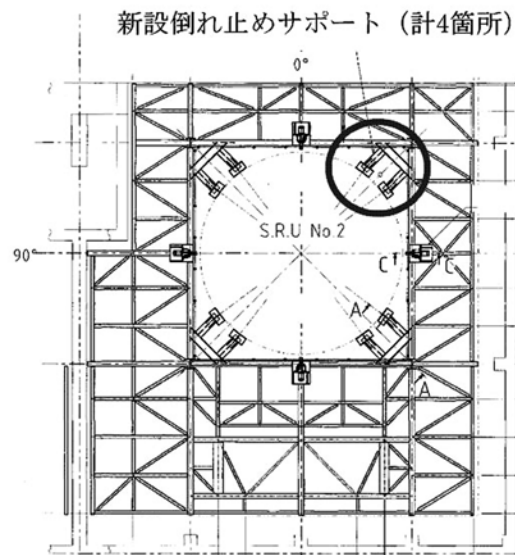


図8 倒れ止めサポート



写真1 振止金具撤出作業



写真2 倒れ止め金具の設置



写真3 上部アンカの溶接施工



写真4 上部アンカ焼鈍作業



写真5 下部アンカからのストランド取り外し作業



写真6 ストランド巻上作業



写真7 ジャッキ移設作業



写真8 上部アンカへのストランド接続

(4) ジャッキ移設

ジャッキは、熱交換器領域建屋屋上階に設置されており、ストランドを垂直に引っ張り上げることを前提に位置決めされて設置されているため、ティア7からトップヘッドへアンカを移設すると、4基のジャッキも水平方向へ移設（熱交換器中心位置方向に集中）させる必要がある。そこで、従来下部アンカに設置されているストランドを外し、巻き上げた後、屋上階にてジャッキをトップヘッドの上部アンカ設置位置に合うように移設する。

ジャッキを移設した後、再度ストランドを降下させ、新設の上部アンカへ接続する。下部アンカからのストランド取り外しの様子を写真5に、ストランド巻上の様子を写真6に、ジャッキ移設の様子を写真7に、上部アンカへのストランド接続の様子を写真8に示す。

(5) 下部アンカ取り外し

役割を終えた下部アンカは、ガウジングで撤去した。その様子写真9に示す。



写真9 下部アンカ取り外し作業

(6) バリア施工

上部アンカ並びにストランドは、将来、熱交換器の撤去が進むと、汚染管理区域に入ることとなる。上部アンカは熱交換器とともに処分されることとなるが、ストランドは再度巻き上げ、撤去される。ストランドは、鋼線ワイヤであり、拭取り除染では汚染管理区域からの搬出が困難である。そこで、ストランドの汚染拡大防止措置として、バリアを施工した。また、熱交換器が徐々にジャッキダウンされ、汚染管理区域を仕切るバリアを通過すると、熱交換器胴と同寸の開口部がバリアにできてしまうため、この開口部の閉止バリアも施工した。バリア設置の様子を写真10に示す。



写真10 バリア設置工事

3. ま と め

以上の工事を行ない、アンカを付替えた。

徹底した安全管理を行うことにより、本工事について無事故無災害を達成した。

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

参照文献

- 1) 武仲, 澤田ら 東海発電所熱交換器の解体撤去設備の据付 FAPIG誌 No.181 pp.9-16

北海道電力株式会社 泊発電所

可搬型ホールボディカウンタ

Portable In Vivo Counter for Hokkaido Power Electric Co., Inc Tomari Nuclear Power Plant

皆川 智哉*

Tomoya Minagawa

〔概要〕

原子力災害時の放射線管理への備えおよび「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」に基づく発災事業者への貸与資機材の確保を目的として、人の内部被ばく有無および内部被ばくがあった場合に核種分析が可能な可搬型ホールボディカウンタを製作し、北海道電力株式会社泊発電所内に納入した。本可搬型ホールボディカウンタは、従来の測定性能を担保しつつ原子力災害発生時には、容易に被災発電所に移設できるよう分解、搬送、組立が可能な構造としたことが特徴である。

1. はじめに

2011年3月に東日本大震災に起因する原子力災害が発生し、放射能が発電所周辺に飛散する事態となった。周辺住民や発電所に従事する作業員の内部被ばく測定を目的に、被災発電所および周辺自治体は、急遽多数のホールボディカウンタを新規導入するとともに他の発電所からの移設による確保を行った。この事態を受け、原子力事業者では、自発電所および他発電所で原子力災害が発生した場合に円滑に対応が行えるよう「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」を作成し、原子力災害に対応する放射線管理設備をあらかじめ準備しておき、万一災害が発生した際には、事業者間での貸与により数量を確保する計画とした。

ホールボディカウンタは、体内から放出される γ 線を測定し、放射能による内部被ばくの有無を判断する装置であり、周囲環境から放出される γ 線と区別するため、装置周囲に鉛や鉄といった密度の高い材料により構成する遮蔽体を設置し、周囲環境から放出される γ 線の影響を極力低減して測定する必要がある。

従って、遮蔽体を含めると装置全体の重量がtonオーダーとなり、従来のホールボディカウン

タのように鉛ブロックを複雑に組み合わせた構造では移設を行うのに複数名の熟練作業員による分解、組立作業が必要であった。

今回製作したホールボディカウンタは、チェア式ホールボディカウンタのチェア部と前面遮蔽体部に2分割でき、各々にキャスターおよび取っ手を付け、分解、組立技術を有していない作業員でも分解、組立が容易に可能であり、人手にて分解後の装置がキャスターにより運搬可能な構造とした。

2. システムの概要

今回納入した可搬型ホールボディカウンタの外観を写真1に、システム構成図を図1に示す。

被検者に対して測定を行う可搬型ホールボディカウンタ本体とオペレータが測定制御、測定結果の確認などを行う制御ユニットから構成する。

可搬型ホールボディカウンタ本体は、チェア型で、背もたれ部に全身（体幹部）測定用として、3インチ×5インチ×16インチのNaI (Tl) シンチレーション検出器を収納しており、人がチェアに座った状態で背中方向から放出される γ 線を測定する構造としている。

また、 ϕ 2インチ×2インチのNaI (Tl) シンチレーション検出器を甲状腺測定用として装置前

* 富士電機(株) 放射線システム部 技術第二課

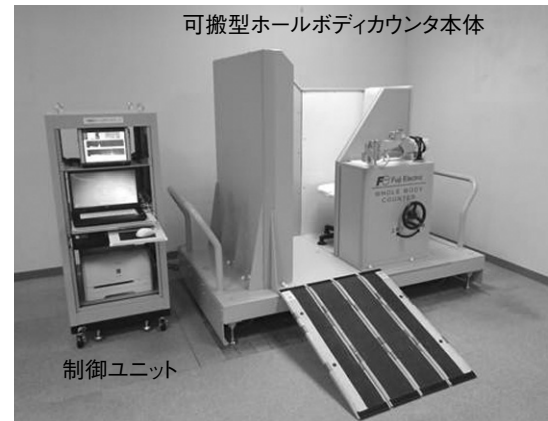


写真1 可搬型ホールボディカウンタ外観

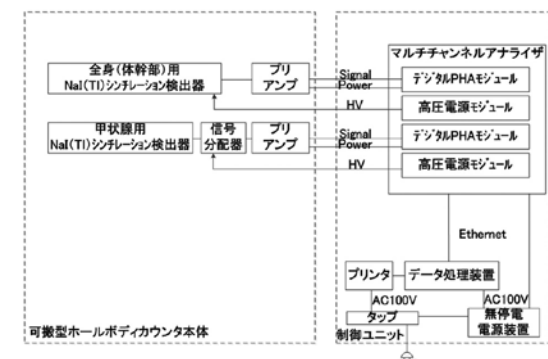


図1 システム構成図

面側に設置し、人がチェアに座った状態で甲状腺部から放出されるγ線が測定できるよう、喉元まで可動可能な構造としている。

上記を備えたチェア式測定室を鉛の遮蔽体で囲み、環境から放出されるγ線を低減することにより、体内から放出されるγ線を精度良く検出可能な構造としている。

制御ユニットは、マルチチャンネルアナライザ、データ処理装置、プリンタ、無停電電源装置から構成し、検出器から取り込んだパルス信号を計数し、体内の放射能の有無を判定するとともに波高弁別、スペクトル分析を行い、体内に沈着した核種の放射エネルギーについて、定性、定量する機能を有している。

また、データ処理装置からの測定開始操作でマルチチャンネルアナライザに対して、計数時間設定および計数開始指令を送信することにより、測定時の制御を行う仕組みとしている。

表1 可搬型ホールボディカウンタ本体仕様

No.	項目	仕様
1	測定線種	γ線
2	測定部位	全身 (椅子に座った状態の被検者の体幹部を背面から測定) 甲状腺 (椅子に座った状態の被検者の喉元を正面から測定)
3	検出器	全身(体幹部) 3インチ×5インチ×16インチNaI(Tl)シンチレーション検出器 甲状腺 φ2インチ×2インチNaI(Tl)シンチレーション検出器
4	測定エネルギー範囲	全身(体幹部) 100~2000[keV] 甲状腺 100~800[keV](甲状腺に沈着するI-131が測定対象)
5	検出感度	全身(体幹部) Cs-137, Co-60:100Bq以下 <測定条件> BG雰囲気:0.1μSv/h以下 測定時間:5分 甲状腺 I-131(Mock-I):50Bq以下 <測定条件> BG雰囲気:0.1μSv/h以下 測定時間:1分
6	寸法	約1685(H)×1200(D)×2000(W)[mm] (取っ手, スロープ除く)
7	重量	約2500kg (分割後:チェア部 約1300kg, 前面遮蔽部 約1200kg)

3. 可搬型ホールボディカウンタ本体

3.1. 仕様

可搬型ホールボディカウンタ本体の主な仕様を表1に示す。

3.2. 特徴

(1) 測定性能

本装置は、全身(体幹部)測定用として、3インチ×5インチ×16インチと大型の角柱NaI(Tl)シンチレーション検出器を採用することで、検出効率を高くするとともにチェア部周囲を鉛遮蔽体で囲うことで周囲からのγ線による影響を低減することにより、検出感度(検出下限値)が向上し、短時間で精度の高い測定を可能としている。

また、甲状腺に沈着するI-131検出用として、全身(体幹部)用とは別にφ2インチ×2インチのNaI(Tl)シンチレーション検出器を設けており、検出器自体の周囲を鉛遮蔽体で囲うことで、検出感度(検出下限値)を向上させ、短時間で精度の高い測定を可能としている。

(2) 分解, 組立および搬送の容易性

可搬型ホールボディカウンタは、写真2で示す箇所にてチェア部と前面遮蔽体部で2つに分割可能な構造とした。

本体は、写真2の赤線部で2つに分割可能な構造であり、緑丸の箇所および逆側の同箇所にて連結板を使用して連結する構造としており、分解、組立作業手順は、連結板の取付および設置場所に固定するアジャスター調整、水平レベルの調整のみである。

また、前面遮蔽体部、チェア部各々にキャスターおよび取っ手を取り付け、取っ手を押すことにより人手による搬送が可能な構造(分割後重

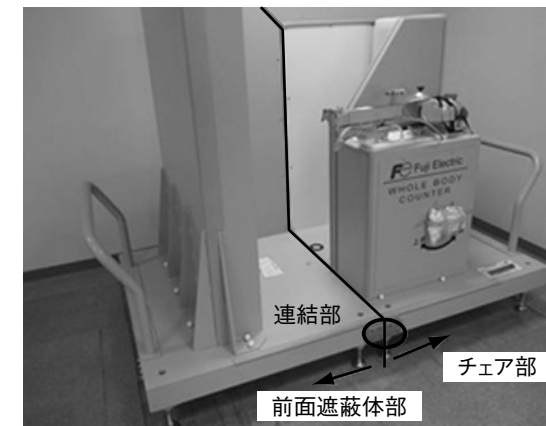


写真2 可搬型ホールボディカウンタ分解説明



写真3 甲状腺用検出器構造

量:チェア部 約1300kg, 前面遮蔽部 約1,200kg)とするとともに各々の架台部に吊りボルトを取り付けることで運搬車への積み降ろしが容易な構造とした。

(3) 甲状腺検出器の位置調整

甲状腺検出器の構造を写真3に示す。甲状腺検出器は、検出器、アーム部、昇降機構から構成し、アーム部を回転させることにより、検出器を被検者が座った状態の喉元の位置にセットできる構造とした。また、喉元の高さは、被検者の体格により異なるため、昇降操作ハンドルを取付け、ハンドルを回すこと甲状腺検出器の高さ調整が行える構造とした。

4. 制御ユニット

4.1. 仕様

制御ユニットの主な仕様を表2に示す。

表2 制御ユニット仕様

No.	項目	仕様
1	マルチチャンネルアナライザ	デジタルPHAボード×2枚搭載 高圧電源ボード×2枚搭載 10.4インチタッチパネル式カラーディスプレイ <表示機能> スペクトル表示, スペクトル情報表示 デジタルPHAおよび高圧電源モジュールのステータス表示, スケール表示, ROI設定, 表示 <処理機能> ピークサーチ処理, ピーク中心, 面積, FWHM演算処理
2	データ処理装置	ノートパソコン OS:Microsoft Windows 7 Professional SP1(32bit) CPU:Celeron B730(1.80GHz) HDD:250GB/SATA/300 メモリ:2GB <機能> 被検者測定機能, BG測定機能, 個人データ登録機能, 地区データ登録機能, データ操作機能(測定結果再出力, 再分析等), ファイル操作機能(データバックアップ等), 校正機能(エネルギー校正, 効率校正), 機器調整, 設定機能
3	プリンタ	A4カラーレーザープリンタ
4	無停電電源装置	定格出力容量:1200VA/875W 常時インバータ給電方式 入出力電圧:AC100V バックアップ時間:10分以上
5	寸法	約1250(H)×630(D)×570(W)[mm] (キャスター, 吊りボルト除く)
6	重量	約125kg

4.2. 特徴

(1) 操作性

測定フローを図2に示す。

オペレータは、データ処理装置の画面から測定部位、被検者情報の選択、測定時間の入力後、測定開始ボタンを押下することにより自動的に測定時間の間、検出器からのパルス出力信号の計数し、得られた計数を演算処理することにより、自動的に測定結果を表示する。

(2) 核種分析機能

内部被ばくがある場合には、体内に沈着している核種が何ほどの程度の量が沈着しているかを解析し、体内に沈着した放射能から放出される放射線により、今後の被ばくする線量を想定する必要がある。

NaI (Tl) シンチレーション検出器から出力されるパルス信号の波高値は、検出したγ線のエネルギーに比例する。γ線のエネルギーは、放出源核種により固有の値をもつことから検出器からの出力パルスの波高値を弁別し、波高値とエネルギーの相関関係からエネルギー値を決定することで放出源の核種が特定可能となる。また、その波高値をもつパルスの単位時間当たりの計数値をあらかじめ登録した核種毎の放射能と検出器による単位時間当たりの計数との相関関係から換算することにより体内に沈着した放射能を見積もることが可能となる。

本装置では、マルチチャンネルアナライザーで検出器出力パルスを波高弁別し、エネルギーに対する計数のスペクトルを作成する。作成したスペクトルに対して、突出した計数の存在有無を確認するためのピークサーチを行う。ピークが検出された場合、そのピークのエネルギー値から核種を特定し、単位時間当たりの計数値から放射能を決定して測定結果として出力する。

また、上記方法により得られたスペクトルをグラフ化したものを参照可能としている。

(3) スクリーニングレベル判定機能

測定した結果、得られた計数の解析により核種が定性、定量された場合に、その値が閾値（スクリーニングレベル）を超えているか否かの判定を行う機能を付加した。

スクリーニングレベルを超過している場合、測定結果として、スクリーニングレベル超過を表示し、検出された核種名および放射能を表示する。スクリーニングレベル以下の場合には、測定結果として、結果良好を表示する。

なお、スクリーニングレベルは、各核種毎に設定可能としている。

各々の測定結果表示画面を図3に示す。

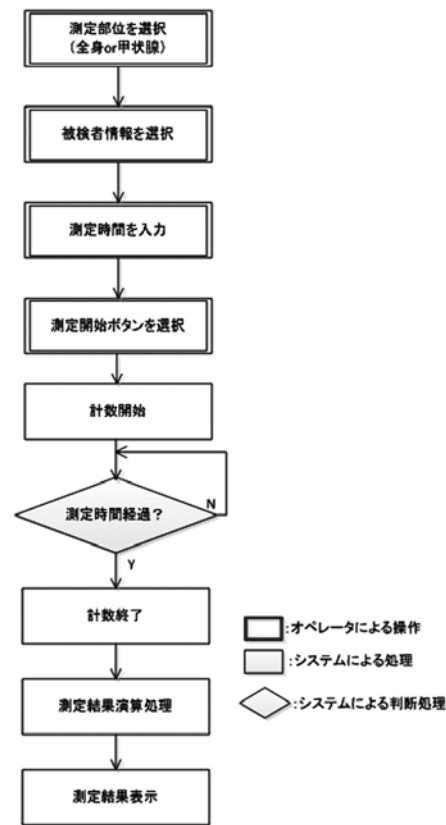


図2 測定フロー



図3 測定結果画面

5. あとがき

以上紹介してきたように東日本大震災に起因する原子力災害発生を受け、今後の備えとして容易に搬送可能な放射線管理設備の需要が高まっている。

当社では、本稿で紹介した可搬型ホールボディカウンタに加え、車にホールボディを搭載した車載式ホールボディカウンタも製作、納入している。

今後の課題としては、原子力災害発生時に必要となる放射線管理設備に対して、実際に災害が発生した場合の運用、要求性能を十分想定した製品の製作に取り組む所存である。

謝辞

本稿にあたり、北海道電力(株)の関係者の方から御指導、御協力を賜りましたことに対し、謝意を表します。

マプタプット工業団地における環境問題に対する施策と成果

The policies and results to the environmental issues at Map Ta Phut Industrial Estate

朱里秀作* 鈴木智美*
Shusaku Akari Tomomi Suzuki

〔概要〕

タイ国のマプタプット工業団地における環境汚染問題に対して取り組んだ施策と成果を紹介する。この問題へのアプローチとして、環境モニタリングシステムの整備や環境測定作業の標準化、更に、タイ工業団地公社の運用者向けの現地トレーニングを実施した。一方で、環境研究用ITインフラをチュラロンコン大学に導入し、タイ国研究者に対して研究トレーニングを実施した。この結果、揮発性有機化合物などによる環境汚染状況が把握でき、リスクコミュニケーションツールとして汚染状況を開示するための環境が整備された。また、タイ国研究者が自立的にVOC拡散予測研究の推進・発展を期待できる環境・体制を構築することができた。

1. はじめに

タイ王国（以下、「タイ国」という）では、急速な産業化の発展に伴い、環境汚染に関する関心が高まっている。特に、タイ国東部に位置するマプタプット工業団地では、近隣住民による異臭苦情¹⁾が訴訟にまで発展し、大きな社会問題となっている。

この問題に対し、マプタプット工業団地側は入居企業にISO14001の取得を勧め、廃棄物や排ガスの削減を計画する²⁾など、対策に取り組んできた。また、タイ国政府も国策として、住民と工業団地側双方が納得できるような環境基準を決定すべく、大学や研究機関が汚染物質の拡散予測研究を推進していた。

しかし、近隣住民との溝は埋まらず住民側はついに訴訟に踏み切った。その結果、2009年9月には、中央行政裁判所がマプタプット工業団地の76件の新規事業を凍結する仮処分を下した³⁾。同年12月には、最高行政裁判所により、一部事業の凍結は解除されたものの、最終的に64件の事業が凍結処分を受けた⁴⁾。その後、国家環境委員会が、事業継続に審査を必要とする有害事業を明確に定

めたことにより、これに含まれない62件の事業の再開が許可された⁵⁾。このため、依然住民からの抗議は続いており、問題の根本的な解決には至っていない⁶⁾。また、一方の拡散予測研究についても、新たな環境基準を設定できるまでの知見は得られていない。

本論文では、この公害問題に対して、弊社が長年の実績により培ったICT（情報通信技術）や環境監視技術、更には、アジア大気汚染研究センター（ACAP：Asia Center for Air Pollution Research）と共同研究体制を組み、ACAPが保有する大気汚染や拡散予測モデルに対する豊富な知識と技術、および、過去の日本における公害克服で得られた知見を結集して、解決を試みた事例を紹介する。また本事例は、日本側だけでなくタイ国側も一定の役割を担っており、タイ国と日本が協力して解決に当たった。

2. 課題

マプタプット工業団地は、タイ工業団地公社（IEAT：Industrial Estate Authority of Thailand）に属している。以下では工業団地側を「IEAT」という。IEATと現地住民との関係が良

好でない原因について、IEATと現地住民との間でリスクコミュニケーションが図れていないことがひとつの要因であると推測できる。実際にIEATは、工業団地周辺の汚染物質の濃度を把握してはいるものの、その測定データを広く一般市民に公開していなかった。また、測定機器の使用法やメンテナンス方法に問題があり、測定データの中には品質の良くないものが存在していた。このため、弊社はこれらの課題を改善する施策として、

(1-a) Web公開機能を有した環境モニタリングシステムを導入し、測定データを一般住民に公開すること。

(1-b) 一般住民へ公開する測定データについて、環境測定作業の標準化により高品質のデータを取得できる環境を整備すること。

を検討した。施策(1-a)によって、導入システムがリスクコミュニケーションツールとして活用され、IEATと住民間の信頼関係が強化される効果が、施策(1-b)によって、その信頼度がさらに向上する効果が期待される。

一方、データを単に公開するだけでは意味がなく、指標となる環境基準が必要となる。タイ国内においても、基準を策定するために大気汚染物質の拡散予測研究がチュラロンコン大学（CU：Chulalongkorn University）などで実施されているが、まだ研究段階であり、基準を設定できるまでの知見は得られていない。このため弊社は、研

究を加速的に推進する研究者向けの施策として、(2-a) 高性能の研究用ITインフラを導入し、最新予測モデルを用いた解析環境を提供すること。(2-b) 拡散予測の研究トレーニングを実施し、最新予測モデルの知識を提供すること。

を検討した。施策(2-a)によって、導入システムがタイ国における環境研究の中核拠点として活用され、研究の活発化につながる効果が、施策(2-b)によって、タイ国側で自立的に拡散予測モデル研究を推進、発展させる状態になる効果が期待される。

3. 課題に対する施策

弊社は、前章で検討した施策をまとめ、事業として実施した。本章ではその実績について記述する。なお、弊社はこの事業を、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の研究協力事業として実施した。

3.1. 環境モニタリングシステムの構築

(1) 環境モニタリングシステムの開発と導入

弊社は前章の施策(1-a)として、環境モニタリングシステムの開発と導入を実施した。本システムは、センサによる汚染物質の測定、測定したデータの可視化による監視、測定データのインターネット公開などの機能を持ち、その機能により、(i)データ収集系、(ii)データ監視系、(iii)データ解析系、(iv)データ公開系の4つのサブシステムに分けられる。本システムの構成概要を図1に示す。

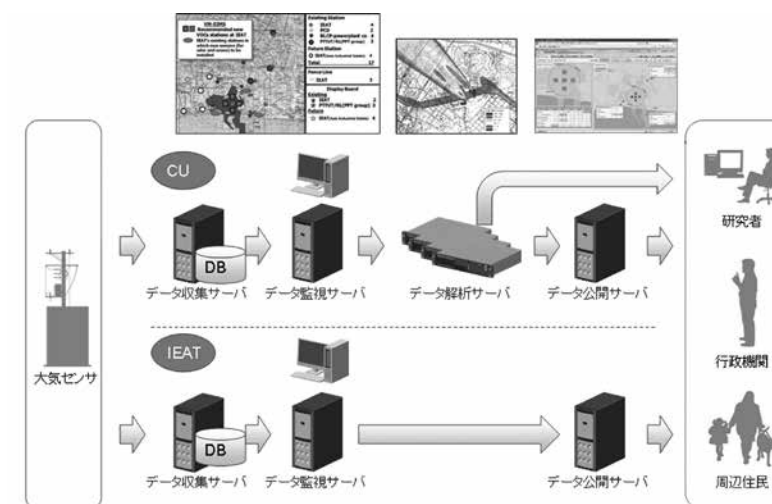


図1 環境モニタリングシステム構成概要図

* 富士通(株) 科学システムソリューション統括部

本システムはタイ国の要望⁷⁾に従い、モニタリング対象とする大気汚染物質は、揮発性有機化合物（VOC：Volatile Organic Compounds）19種と悪臭物質10種、オゾンとしている。VOCと悪臭物質の各物質名は表1に示す。

(i) データ収集系

データ収集系は、センサにより対象汚染物質を測定、収集し、その結果を保存する機能を提供する。本サブシステムは、センサとネットワーク部も含まれるが、これらはタイ国の要望からタイ国側で調達、導入される。弊社は、測定データを収集するソフトウェアを製造し、調達したハードウェア機器とともにIEATおよびCUへの導入を実施した。

(ii) データ監視系

データ監視系は、データ収集系が収集した測定データを画面に表示し、環境基準の順守／超過状況や経時変化を確認することができる。最新値を表示する地図画面を図2に示す。弊社は、これら

の機能を実現するソフトウェアを製造し、調達したITインフラ機器とともにIEATおよびCUへの導入を実施した。

(iii) データ解析系

データ解析系は、収集した測定データに対する統計解析機能を提供する。弊社は、本機能を実現するソフトウェアを製造し、調達したITインフラ機器とともにIEATおよびCUへの導入を実施した。

(iv) データ公開系

データ公開系は、公開用測定データをインターネット上に公開する機能を提供する。閲覧者はWebブラウザを利用して、環境基準の順守／超過状況や経時変化を確認できる。測定情報の表示画面を図3に示す。弊社は、上述の機能を実現するソフトウェアを製造し、調達したITインフラ機器とともにIEATへの導入を実施した。

(2) 環境測定作業の標準化

施策(1-b)として、環境測定作業の標準化を実施した。具体的には、データ品質目標（DQOs：Data Quality Objectives）ドキュメントと標準業務

表1 VOC 19種と悪臭物質 10種

No	VOC 19種	悪臭物質 10種
1	Benzene*	Ammonia
2	Vinyl Chloride	Methyl mercaptan
3	1,2-Dichloroethane*	Hydrogen sulfide
4	Trichloroethylene	Dimethyl sulfide
5	Dichloromethane*	Dimethyl disulfide
6	1,2-Dichloropropane	Trimethylamine
7	Tetrachloroethylene	Methyl isobutyl ketone
8	Chloroform	Toluene
9	1,3-Butadiene*	Styrene
10	Acetaldehyde	Xylene
11	Acrolein	/
12	Acrylonitrile	
13	Benzyl Chloride	
14	Bromomethane	
15	Carbon Tetrachloride	
16	1,2-Dibromoethane	
17	1,4-Dichlorobenzene	
18	1,4-Dioxane	
19	1,1,2,2-Tetrachloroethane	

*印の物質は特に優先される化合物である。

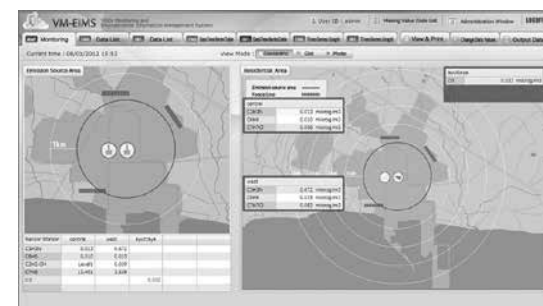


図2 最新値表示地図画面（データ監視系）



図3 最新値表示地図画面（データ公開系）

手順書（SOPs：Standard Operating Procedures）を作成し、現地担当者へのトレーニングを実施した。

大気環境のモニタリングにおいては、良質な（目的に応じた信頼性が一定水準確保された）データを継続的に蓄積し、活用することで、初めて正しいアクション（現状解析、環境影響評価、環境対策、シミュレーションへの活用など）に繋げることができる。モニタリング目的から適切なデータタイプを明らかにし、許容範囲を定義してコントロールしていく必要がある。高精度のみを追求するのではなく、測定目的や測定に関する課題を認識した上で、最適なレベルを決定する。このような考え方に基づいた、タイ国側で調達予定のセンサ機器特性に合わせた具体的な作業手順を、センサ機器ごとにDQOsとしてまとめた。

SOPsは、定期的発生する作業において、誰が行っても同じ結果が出るように、作業ごとに進行上の手順を具体的に順序だてて文書化したものである。一貫した手順を用いることで、作業や判断のばらつきをできる限り排除することができる。具体的には「操作の個人差による誤差の排除」、「誤操作による誤差増大の排除」、「測定機の経時劣化の低減」、「トラブルによる性能劣化の早期防止」などである。これにより、測定機器を安定に稼働させ、信頼性あるデータを蓄積していくことができる。このような考え方にに基づき、タイ国側で調達予定のセンサ機器ごとにSOPsとしてまとめた。

一方で、これらの標準化ドキュメントを作成しただけで実際に活用されなければ、問題を解決したことはない。これらのドキュメントは内容も多く、携帯するには不便である。そこで弊社は、出張先のセンサステーションからWebを通じてドキュメントの内容を参照できるように、e-learningシステムを整備した。さらに、システムの使用方法を確実に伝えるために、整備したシステムを使用して、実際にセンサのメンテナンスや環境監視に従事するマプタプット工業団地の運用者に対してトレーニングを実施した。トレーニングの様子を図4に示す。



図4 DQOs/SOPsトレーニングの様子

3.2. 大気拡散予測研究の支援

(1) 環境研究用ITインフラの導入

最新予測モデルを用いた環境を提供するため、環境研究用ITインフラとして「WRF/CMAQモデルを用いたPCクラスタシステム」をチュラロンコン大学に導入した。WRF（Weather Research and Forecasting）は、数メートル～数千キロメートルの広域を対象とした気象予測計算モデルである。1990年代後半から、米国大気研究センター（NCAR：the National Centers Atmospheric Research）、米国国立環境予測センター（NCEP：National Centers for Environmental Prediction）らによって開発された。現在はコミュニティにより改版、管理され、無償公開されている。CMAQ（Community Multiscale Air Quality）は化学物質輸送モデルである。CMAQは、米国環境保護庁（EPA：Environmental Protection Agency）が主導で開発された。WRF同様、コミュニティにより改版、管理され、無償公開されている。WRF/CMAQは、これらの気象予測計算モデルと化学物質輸送モデルを組み合わせた大気拡散予測モデルである。3次元空間の計算領域内において、ある時間幅で再現された気象条件の下、大気中における化学反応を考慮しつつVOCの大気拡散状態を高精度で再現する。ただし、初期条件、境界条件の与え方が難解で、必要な計算資源も多いため、タイ国内の大気環境研究ではまだ広く普及していなかった。

環境研究用ITインフラ機器（CU向け）システム構成図を図5に示す。

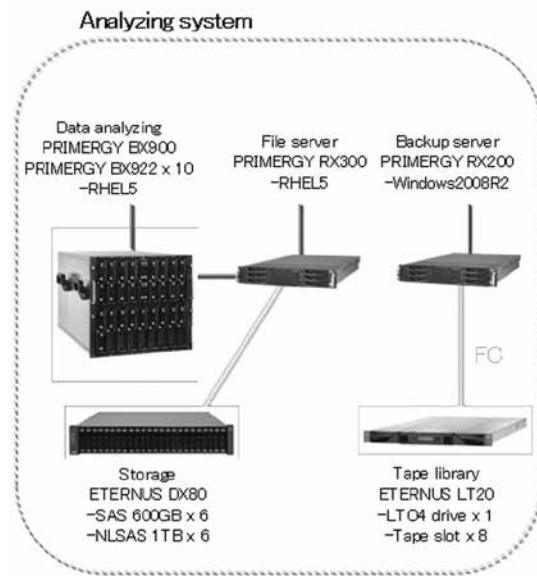


図5 環境研究用ITインフラ機器構成図

(2) 環境研究トレーニング

ITインフラ機器を導入した後、タイ研究者が
 大気拡散予測モデルを使いこなし、自主的に継続
 して研究できるように環境研究トレーニングを複
 数回実施した。WRF/CMAQおよび大気研究に
 関して成熟したスキルを有する日本側研究者を講
 師に迎え、タイ人研究者をトレーニーとして、モ
 デルの使い方と解析方法を解説した。表2に環境
 研究トレーニングの一覧を、図6にトレーニング
 の様子を示す。

表2 環境研究トレーニング一覧

期間	内容	場所
2012年 1/25～ 1/28	WRF/CMAQの導入・実行 (第1回目)	日本
2012年 6/26	WRF/CMAQの導入・実行 (第2回目)	タイ
2012年 12/10～ 12/14	シミュレーション結果の 日-タイ研究者による 相互報告および解析	日本



図6 研究トレーニングの様子

4. 成果と今後の課題

環境モニタリングシステムを導入し、作業の標
 準化を行い、運用のトレーニングを実施したこと
 により、本システムをリスクコミュニケーション
 ツールとして活用し、住民の信頼度向上につな
 がる環境と体制が構築できた。ただ、本システム
 は現在、運用準備中で、環境汚染情報をどのよ
 うに公開するかを議論している段階にある。環
 境データ
 の特性（センシティブ性）上、工業団地側によ
 る情報公開・利用推進への取り組みが慎重にな
 らざるを得ない。情報を単に公開するだけでは
 意味がなく、住民に公開情報を正しく理解して
 もらうための密接なコミュニケーションも必要
 となる。日本国内で実績ある取組み、情報公開
 のスキームなど専門的知見を取り入れ、広く環
 境教育と連携して進めていく必要がある。

一方では、環境研究用ITインフラ機器を導入
 し、研究トレーニングを実施したことにより、
 タイ国側研究者が独力でWRF/CMAQモデルを
 用いた解析環境（アプリケーション環境）を構
 築し、WRF/CMAQモデルを用いて予測したデ
 ータと実際の
 大気汚染物質の測定データの比較を実施でき
 た。これは、タイ国側で自立的にVOC拡散予
 測モデル研究を推進、発展させて行くための
 環境・体制を構築できたと言えよう。ところで、
 VOC拡散予測の研究分野では、VOCが化学反
 応性に富むことや汚染物質排出源の正確な測定デ
 ータが存在しないなどの要因により、正確に予
 測する技術は確立していない。タイ国の環境研
 究者チームは本事業の期間を含めて6年の研究
 計画を検討しており、今後、排出源のデータを
 評価し、予測精度向上に繋げる方針である。

タが存在しないなどの要因により、正確に予
 測する技術は確立していない。タイ国の環境研
 究者チームは本事業の期間を含めて6年の研究
 計画を検討しており、今後、排出源のデータを
 評価し、予測精度向上に繋げる方針である。

謝 辞

これらの成果は、独立行政法人新エネルギー・
 産業技術総合開発機構（NEDO）の研究協力事
 業の結果、得ることができました。このような
 協力事業の機会を与えてくださったNEDO関係
 者の皆様に、深く感謝致します。

参考文献

- (独)国際協力機構, 1999年度 円借款事業評価報
 告書 第三者評価 4. タイ 東部臨海開発計画マ
 プタプット工業団地建設事業,
 Website:
http://www.jica.go.jp/activities/evaluation/oda_loan/after/1999/pdf/jigo99_15.pdf, (1999)
- カセムシー・ホームチューン, アジアにおける
 環境ビジネスの現在・未来 [タイの環境管理と環
 境ビジネス市場], (財)貿易研修センター月報 ア
 ジアクラブマンスリーVol.88,
 Website:
<http://www.iist.or.jp/acf/monthly/88/kanky88.html>
- (特非)メコン・ウォッチ, メコン河開発メールニ
 ュース [タイ・マプタプット工業団地/東部臨海

開発>被害住民が日本大使館に要請書簡を提出],
 Website:
http://www.mekongwatch.org/resource/news/20100310_01.html, (2010)

- 在京タイ王国大使館, マプタプット工業団地投資
 事業の現在の状況について,
 Website:
http://www.thaiembassy.jp/rte1/index.php?option=com_content&view=article&id=395:2010-02-12-01-31-11&catid=47:2009-08-28-06-01-54&Itemid=218, (2010)
- 在京タイ王国大使館, マプタプット工業団地投資
 事業の現在の状況について,
 Website:
http://www.thaiembassy.jp/rte1/index.php?option=com_content&view=article&id=395:2010-02-12-01-31-11&catid=47:2009-08-28-06-01-54&Itemid=218, (2010)
- (株)エヌ・エヌ・エー, マプタプット問題の経過報
 告: JCCとジェットロ、再発防止へ [経済],
 Website:
<http://news.nna.jp/free/news/20110131thb002A.html>, (2011)
- (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構, 平成
 23年度研究協力事業「環境技術等総合研究協力」
 第1次公募（タイ王国）について [タイ国からの
 要望書（別添7）],
 Website:
http://www.nedo.go.jp/koubo/AT092_100023.html,
 (2011)

Keisuke Jinza, Chiaki Tomizuka

Technology for Dry Decontamination and Volume Reduction of Contaminated Soil

FAPIG No. 186 pp.3~7 (2013)

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident, caused by The Great East Japan Earthquake, has resulted in leakage of radioactive materials and contamination of the environment. Separating highly-contaminated dirt from the total amount of dirt removed for decontamination makes it possible to reduce the volume of dirt that needs to be stored.

In cooperation with Ube Machinery Corporation, Ltd., Fuji Electric developed technology for dry decontamination and volume reduction of contaminated dirt. This technology combines the dry sorting and grinding equipment used in general industry with a radiation measurement device, enabling mass processing. Verification tests using actual contaminated dirt have demonstrated that radiation levels are reduced to less than half after crushing and separation.

KEYWORDS : Soil Treatment, Dry Decontamination, Dry Classification, Radioactivity Measurement

Shusaku Akari, Tomomi Suzuki

The policies and results to the environmental issues at Map Ta Phut Industrial Estate

FAPIG No. 186 pp.20~25 (2013)

This paper provides the policies and results working on the issue of environmental pollution at Map Ta Phut Industrial Estate in Thailand. For the issue, we have installed environmental monitoring systems, standardized the operating procedures for environment measurement and held training events for the system operators of Industrial Estate Authority of Thailand. For research part, we have installed IT infrastructure at Chulalongkorn University for environmental research and held training events for Thai researchers. As a result, IEAT became able to grasp the status of pollutants such as volatile organic compounds and to disclose the status for risk communication at Map Ta Phut Industrial Estate. In addition, Thai researchers became able to research for environmental improvement including air pollution by themselves.

KEYWORDS : Map Ta Phut, environmental monitoring, Industrial Estate Authority of Thailand, Chulalongkorn University, volatile organic compounds, risk communication

Norikazu Kuchiki, Seiji Kato, Tsugumi Hirano, Sonoe Sakamoto, Satsuki Takenaka, Hideaki Kimura

Transfer of Jacking Up Anchor for Steam Raising Unit in Tokai Power Station

FAPIG No. 186 pp.8~14 (2013)

Tokai Power Station (TPS) of THE JAPAN ATOMIC POWER COMPANY (JAPC) started the commercial operation in 1966. JAPC is now dismantling by themselves after the commercial operation stop in 1998. Kawasaki Heavy Industries, LTD (KHI) took part in the construction of TPS and manufactured and maintained its primary system including the heat exchangers (SRU). KHI cooperated with JAPC's decommissioning construction and finished install of SRU dismantling components.

SRU is being dismantled by Jack-down method and also dismantling data is being stored. Jack-down anchors should be re-installed because of the anchors would be scraped against remote controlled cutting system on the way of the dismantling. On April 2012, dismantling of Tier 2 is finished and the re-installation could be performed.

This report shows the re-install constructions.

Tomoya Minagawa

Portable In Vivo Counter for Hokkaido Power Electric Co., Inc Tomari Nuclear Power Plant

FAPIG No. 186 pp.15~19 (2013)

The purpose of this In-Vivo Counter is; a) to use for radiation control at the time of nuclear disaster at Hokkaido Power Electric; and b) securing equipment to offer to disaster site including nuclear facilities other than Hokkaido Power Electric at the time of nuclear disaster (based on "Cooperation Agreement among Nuclear Operators at Nuclear Disaster"). Fuji Electric developed and delivered In Vivo Counter, which provides detection of trace amount of radionuclide in body of personnel working in Tomari Nuclear Power Plants (Hokkaido Electric Power Co., Inc). This In Vivo Counter has a feature to ease the transportation effort to disaster site, which is able to disassemble, transport, and re-assemble easily, in case of nuclear disaster is happened, securing radiation characteristics as conventionally installed equipment.

KEYWORDS : portable in vivo counter, nuclear disaster, trace amount of radionuclide, ease the transportation, disassemble, transport, and re-assemble easily, hokkaido power electric

FAPIG の 機 構 (社名 ABC順)

(平成25年7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・執行役員常務	理 事 中 村 康 佐 みずほ銀行常務執行役員
副 会 長 渡 辺 達 也 川崎重工業執行役員	〃 三 浦 宣 明 清水建設原子力・火力本部長
〃 込 山 雅 弘 双日常務執行役員	
	監 事 島 田 昌 寛 みずほ銀行営業第十部次長
理 事 白 沢 至 荏原製作所常任顧問	
〃 山 田 昌 彦 富士通TCソリューション事業本部長	事 務 局 長 溝 口 忠 雄
〃 佐 藤 哲 哉 古河電気工業取締役・執行役員常務	
〃 中 村 晉 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

- ◎ 尾 崎 博 (富 士 電 機)
- 荒 井 正 幸 (荏 原 製 作 所)
- 山 田 裕 之 (富 士 電 機)
- 竹 辺 晴 夫 (〃)
- 國 澤 有 通 (富 士 通)
- 西 本 貞 矢 (古 河 電 気 工 業)
- 大 田 彰 則 (古 河 機 械 金 属)
- 松 並 清 隆 (川 崎 重 工 業)
- 飯 田 浩 一 (み ず ほ 銀 行)
- 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)

広報委員会

- ◎ 溝 口 忠 雄 (事 務 局)
- 倉 島 昇 (荏 原 製 作 所)
- 竹 辺 晴 夫 (富 士 電 機)
- 笹 野 貢 (富 士 通)
- 柴 原 資 典 (古 河 機 械 金 属)
- 佐 藤 康 士 (川 崎 重 工 業)
- 高 橋 燈 (み ず ほ 銀 行)
- 酒 井 喜 則 (清 水 建 設)
- 村 野 博 一 (双 日)

原子力情勢調査部会

- ◎ 村 野 博 一 (双 日)
- 北 西 啓 一 (富 士 電 機)
- 羽 田 野 泰 彦 (荏 原 製 作 所)
- 三 澤 真 (富 士 通)
- 佐 藤 康 士 (川 崎 重 工 業)
- 新 田 康 男 (清 水 建 設)

高温ガス炉プロジェクト部会

- ◎ 岡 本 太 志 (富 士 電 機)
- 西 尾 弘 毅 (双 日)
- 大 橋 一 孝 (富 士 電 機)
- 毛 利 智 聡 (川 崎 重 工 業)
- 斎 藤 正 直 (清 水 建 設)
- オ ブ ザ ー バ ー
- 降 旗 昇 (原 燃 工)

廃止措置・廃棄物処理プロジェクト部会

- ◎ 武 伸 五 月 (川 崎 重 工 業)
- 村 上 知 行 (富 士 電 機)
- 石 山 祐 二 (荏 原 製 作 所)
- 富 塚 千 昭 (富 士 電 機)
- 前 園 伸 也 (富 士 電 機)
- 蓮 沼 潤 一 (富 士 通)
- 名 塚 龍 己 (古 河 機 械 金 属)
- 金 澤 二 郎 (古 河 機 械 金 属)
- 角 田 俊 也 (川 崎 重 工 業)
- 加 納 茂 和 (清 水 建 設)
- 鳥 居 和 敬 (清 水 建 設)
- 沢 本 雅 弘 (双 日)
- 井 上 桂 一 (双 日)

品質保証部会

- ◎ 高 橋 正 昭 (富 士 電 機)
- 斉 藤 利 二 (川 崎 重 工 業)
- 江 川 裕 二 (荏 原 製 作 所)
- 梅 津 博 幸 (富 士 電 機)
- 新 田 和 彦 (富 士 電 機)
- 鈴 木 信 太 郎 (富 士 通)
- 長 浜 哲 志 (清 水 建 設)
- 石 黒 修 司 (双 日)

事 務 局

局 長 溝 口 忠 雄

MEMO

禁無断転載

FAPIG No.186
平成25年7月25日印刷

平成25年度 第1号
平成25年7月31日発行（非売品）

発行所 第一原子力産業グループ事務局
〒100-8691 東京都千代田区内幸町2丁目1-1
双日(株)内
電話 (03) 6871-4911

ホームページ: <http://www.fapig.com/>

編集兼発行人 溝口忠雄
印刷所 ミズノプリテック(株)
〒104-0042 東京都中央区入船2-9-2
電話 (03) 5566-6677(代)

広く作品を募集しています！

『FAPIGギャラリー』では作品を広く募集しております。つきましては、下記にその募集要項をご紹介しますので、ご参照のうえご応募いただければ幸いです。

掲 載	平成26年度 7月発行 FAPIG誌 No.188 2月発行 FAPIG誌 No.189 本誌掲載後に、FAPIGホームページ内 FAPIGギャラリーに作品を転載します。
応募資格	FAPIG関係会社 社員および家族 (現役, OBは問いません)
内 容	油彩, 版画, 銅版画, 水彩画, 写真, 書, 陶芸, 彫刻, イラスト等々 オリジナル作品に限ります。
問合せ先	出展形式や、応募方法の詳細などは E-MAILでお問合せください。 タイトル：FAPIGギャラリー作品募集 アドレス：fapig@sojitz.com 電 話：03-6871-4911

*募集要項は、状況により事前の予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。



FAPIGギャラリー

FAPIG広報委員会が推薦するアーティストの作品を展示する広場です。

天の川と河口

七夕の天の川に照らされた海と河口、そして、笹。



鰻の朝

朝顔の咲く朝、鰻が泳ぐ桶の水面に夏空が映る。

「7月の風物詩」～アクリル画

作者プロフィール

坂本 苑絵 Sonoe Sakamoto

川崎重工業 プラント・環境カンパニー 北海道生まれ。

2009年入社。入社以来、主に東海発電所の廃止措置関連事業に女性技術社員として従事。廃止措置のエンジニアリング業務で活躍。

主な活動履歴

絵画、イラストなど、ジャンルを問わず創作活動を続ける。1つの分野にとらわれず、水彩画、ポスター、漫画にも取り組み、作品は、写実からディフォルメまで幅広い。古典的技法からパソコン処理によるグラフィック技法などを駆使し、漫画的あるいは和洋を織り交ぜた表現など、あらゆる技法、表現法を取り入れて創作活動を続ける。

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

みずほ銀行

清水建設株式会社

双日株式会社