

評価の詳細

研究開発課題名（研究機関名）：

過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発

（三菱FBRシステムズ株式会社）

研究開発の実施者

機関名：三菱FBR システムズ株式会社

代表者氏名 渡辺 収

機関名：財団法人電力中央研究所

代表者氏名 江口 譲

機関名：独立行政法人日本原子力研究開発機構

代表者氏名 上出英樹

研究期間及び予算額：平成18年度～平成21年度（4年計画） 903,274千円

研究開発予算

平成18年度 114,337 千円

平成19年度 440,871 千円

平成20年度 216,771 千円

平成21年度 131,295 千円

項目	内容
1. 目的・目標	<p><b>【背景】</b> 「もんじゅ」等、これまでのナトリウム冷却炉では、原子炉停止時の炉心崩壊熱除去は強制循環によって行われ、自然循環は強制循環不作動時のバックアップという位置づけであった。「常陽」による自然循環試験やトップエン트리型 FBR 実証炉向けに行われた各種試験研究の結果、自然循環のみによって崩壊熱除去が可能であること、これにより動力によらない信頼性の高いシステムを構成することが可能であることが明らかになってきた。これらを踏まえて、高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究フェーズⅡでは、強制循環に頼らない「完全自然循環式崩壊熱除去系」を採用し、高い信頼性と経済性を兼ね備えたナトリウム冷却大型炉（大型炉）の実現を目指している。</p> <p><b>【目標】</b> 大型炉の崩壊熱除去系は、炉上部プレナムに崩壊熱除去用熱交換器（DHX）を組み込んだ直接補助炉心冷却系（DRACS）とポンプ組込型中間熱交換器（IHX）の1次系入口プレナム内に崩壊熱除去用熱交換器（PHX）を組み込んだ1次系補助炉心冷却系（PRACS）から構成されている。また、1次系は2ループで、大口径かつ短尺の配管が用いられている。機器や配管の大型化は、自然循環時に温度成層や偏流等が局所的に発生しやすく、構造物に厳しい温度分布や温度振動が加わる可能性がある。また、1次系ループ間での逆位相の流動振動や DRACS と PRACS 間での熱的な干渉等も自然循環時の課題として考えられる。さらに、外部電源が喪失する全ての過</p>

渡事象に自然循環崩壊熱除去が適用されることになるため、十分に過渡現象を評価して、その安全性や信頼性を見極めておく必要がある。

本研究では、大型炉の1次系の挙動を再現可能なシステム水試験と炉心から空気冷却器に至る一連の熱輸送系を模擬したナトリウム試験を実施することによって、上述した熱流動上の課題を摘出し、解決を図る。これに基づいて大型炉の自然循環除熱挙動を予測評価できる解析評価技術を開発する。具体的には、従来の1次元評価手法の改良に加え、原子炉容器及び1次系各所で発生する温度成層化や偏流現象を評価できる3次元の評価手法を開発する。また、安全審査で重要となる炉心高温点（ホットスポット）の評価手法を開発する。

**【全体計画】** 本研究は、自然循環崩壊熱除去に関する熱流動課題を解決し、大型炉の自然循環除熱挙動を予測評価できる解析評価手法を開発するために、以下の4つの研究開発項目を実施する。なお、括弧内には主たる研究実施機関名を示す。

**研究開発項目 1. : 試験条件及び評価手法の設定（総括代表：MFBR）**

既往研究に基づいて、本研究で実施するシステム水試験及びナトリウム試験並びに自然循環評価手法の開発に必要な諸条件について検討し、試験条件及び評価手法を設定する。試験条件の設定結果に基づいて、システム水試験装置を設計・製作する。

**研究開発項目 2. : システム水試験（再委託先：電中研）**

システム水試験装置を用いて、過渡事象を対象とした試験を実施する。得られた試験データを分析・評価し、熱流動上の課題を摘出するとともに、その解決方策を検討する。また、相似則に基づいて大型炉の自然循環特性を評価する。

**研究開発項目 3. : ナトリウム試験（再委託先：原子力機構）**

試験条件の設定結果に基づいて、大型炉のPRACSを模擬できるように既設のナトリウム試験装置に設置する試験部（PHXが組み込まれたIHX）を設計・製作する。この試験装置を用いて、PRACSの自然循環除熱性能を確認し、炉心、1次系、PRACS及び空気冷却器を含めた崩壊熱除去系全体の自然循環特性を評価する。

**研究開発項目 4. : 解析評価技術の開発**

(1) 1次元自然循環評価手法（総括代表：MFBR）

評価手法の設定結果に基づいて、原子炉容器内上部及び下部の大容量プレナム、IHXの1次側出入口プレナム等

	<p>の温度成層化や偏流が発生し易いと予想される部位について、1次元自然循環評価手法を改良する。また、システム水試験及びナトリウム試験を対象とした試験解析、大型炉の代表的な自然循環事象を対象とした予測解析を実施し、1次元自然循環評価手法の大型炉への適用性を示す。</p> <p>(2)3次元自然循環評価手法（総括代表：MFBR）          評価手法の設定結果に基づいて、原子炉容器、1次系配管及びポンプ組込型 IHX について3次元モデルを作成し、これらに既往の炉心全集合体モデル及び2次冷却系モデルを結合し、3次元自然循環評価手法を開発する。また、システム水試験及びナトリウム試験を対象とした試験解析、大型炉の代表的な自然循環事象を対象とした予測解析を実施し、3次元自然循環評価手法の大型炉への適用性を示す。</p> <p>(3)炉心高温点評価手法（再委託先：原子力機構）          評価手法の設定結果に基づいて、炉心最高温度の評価に必要なホットスポットファクターについて、具体的な構成因子の検討を行うとともに、その影響を定量化するための解析検討を行い、炉心高温点評価手法のベースを構築する。また、大型炉への適用に向けた課題について検討し、1次元自然循環評価手法と3次元自然循環評価手法に適用できる炉心高温点評価手法を開発する。</p>
<p>2. 研究成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成果</li> <li>・ 副次的な成果</li> <li>・ 論文、特許等</li> </ul>	<p><b>【研究開発項目（1）試験条件及び評価手法の設定】</b></p> <p>[得られた成果]</p> <p>大型炉を対象として既存の1次元自然循環評価手法による解析を行い、システム水試験及びナトリウム試験で模擬すべき大型炉の過渡条件を検討した。システム水試験で模擬すべき過渡事象として、32のプラント過渡事象から5事象（外部電源喪失、2次ナトリウム漏えい、崩壊熱除去系（DRACS及びPRACS）の2次ナトリウム漏えい、1次ポンプ1台軸固着）を選定した。また、ナトリウム試験では、PRACSの伝熱性能を確認した上で、外部電源喪失を対象とした試験を実施することとした。</p> <p>システム水試験では、ナトリウムを水に置き換えて、大型炉と熱流動的に相似な自然循環状態を実現する。このため、まず相似則について検討し、リチャードソン（<math>Ri</math>）数を大型炉と一致させ、縮尺比を1/10とすることによって、修正ブシネスク（<math>Bo^{1/2}</math>）数が大型炉と同一オーダー（約3倍）にでき、修正グラスホフ（<math>Gr^{1/2}</math>）数については代表部位が乱流状態に保てることを</p>

示した。

次に、相似則に基づいて実機状態を再現する上で、装置の模擬可能範囲を明らかにしてシステム全体に対する模擬試験の考え方を整理し、システム水試験装置の基本的な仕様及び試験条件を設定した。

大型炉のPRACSの設計に基づき、既設のナトリウム試験装置に設置するPRACSの試験条件を設定し、PRACSを含む試験部の構造を検討した。また、崩壊熱除去系の2次ナトリウム系、空気系の自然循環をRi数相似条件の下に縮尺約1/8で模擬できるよう系統構成を検討し、PHXの除熱特性、系統自然循環に関する試験を計画した。

大型炉の自然循環を既存の1次元モデルで評価する上での解析モデル上の課題を抽出し、改良が必要な部位、炉容器及びIHXのプレナム部、短尺の大口径配管及び熱交換部について改良方針を設定し、改良方法を具体化した。

原子炉容器を含む1次系を全て3次元でモデル化する評価手法を開発するため、既存の3次元熱流動解析コードの候補として5つの解析コード（STAR-CD、FLUENT、u-FLOW、APUS、CFD++）を選定し、同一モデルでの比較解析により、大型炉の自然循環評価に適用する3次元熱流動解析コードとしてSTAR-CDを選定した。

炉心燃料健全性評価では、工学的安全係数を考慮して燃料被覆材最高温度を評価する必要がある。国内外の既往の研究成果に基づき、炉心高温点評価に対する影響因子を網羅的に抽出し、自然循環時に発生する熱流動現象との関係を明らかにすることによって、自然循環に適用できる炉心高温点評価手法の開発方法を設定した。

#### 【研究開発項目（2）システム水試験】

[得られた成果]

大型炉の1次系2ループを模擬したシステム水試験装置（1/10縮尺モデル）を製作し、電力中央研究所我孫子地区に設置した。図1にシステム水試験装置の全体概要を示す。これを用いて、前述した代表5事象の定常から過渡に至る模擬試験を実施した。模擬試験で得られた温度・流量等を評価した結果、各事象ともに事象発生後に安定した自然循環

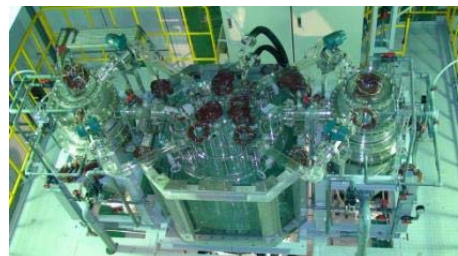


図1 システム水試験装置の全体概要

状態に移行することを確認した。図2に外部電源喪失模擬試験結果を示す。また、1次系コールドレグ配管流量のループ間相互振動と逆流に伴って生じる急峻な温度変化、炉容器下部プレナム内の成層界面の揺動に伴った温度振動及びDRACSの運用方法等、今後解決すべき熱流動上の課題を摘出した。

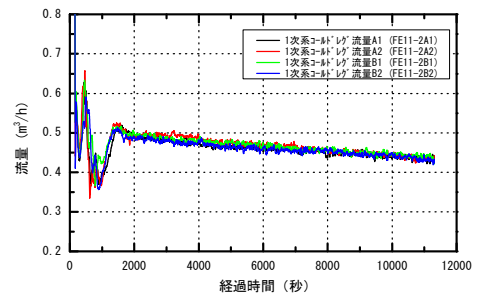


図2 1次系流量変化（外部電源喪失模擬試験）

これらの課題に対して、構造材の温度変化を和らげるための方策に関する試験等を実施し、崩壊熱除去系の運用方法や機器設計に対する改善策の提案として、コールドレグの並列配管の単管化など具体的に示した。さらに、代表的な過渡事象についてのシステム水試験結果に自然循環現象の熱流動相似則を適用することによって、大型炉での流量や温度などの過渡変化挙動を定量的に評価し、自然循環崩壊熱除去の成立性を示した。

### 【研究開発項目（3）ナトリウム試験】

[得られた成果]

試験部となるPRACS試験機器（I）を製作し、既設のナトリウム試験ループに設置するとともに、既設ループとの接続部となるPRACS試験機器（II）を製作することでナトリウム試験装置として完成させた。図3にPRACS試験機器の据付状態を示す。本試験装置を用いてPRACSの除熱性能を確認するとともに、模擬炉心集合体を含む1次系、PRACS 2次系及び空気系を含む一連の熱輸送系が自然循環に移行する過渡試験を行った。その結果、PHXを含むIHX内部の熱流動特性を明らかにした。PHXの管外熱伝達率は、実機設計で採用している相関式とよく一致することが明らかとなった。図4にPRACS熱交換器の熱流動特性を示す。PRACSを始めとする各系統の流量が浮力によって確保され、模擬炉心が自然循環によって冷却できることが明らかとなった。図5に全系統自然循環試験での炉心各部の温度変化を示す。また、IHX 2次系の自然循環流量が過渡初期の1次系の自然循環に有意な影響を与えること、1次系、崩壊熱除去系の流動抵抗係数が自然循環に与える影響は小さく、1次系の抵抗係数が40%増大しても炉心最高温度は30℃の上昇にとどまること、ナトリウムの温度低下に伴う物性値の変化が自然循環に与える影響は、極僅かであることを明らかにした。

熱流動上の課題として、空気冷却器の自然通風流量とナトリウム側自然

循環流量では空気側の立ち上がりの方が早いため、ナトリウム側の熱過渡が厳しくなることを摘出し、それらへの対応策を提案した。

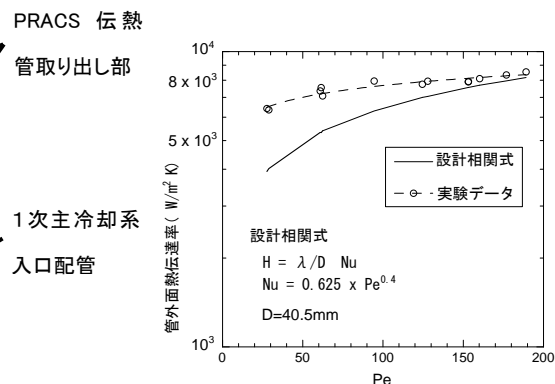


図3 PRACS試験機器の据付状態

図4 PRACS熱交換器熱流動特性

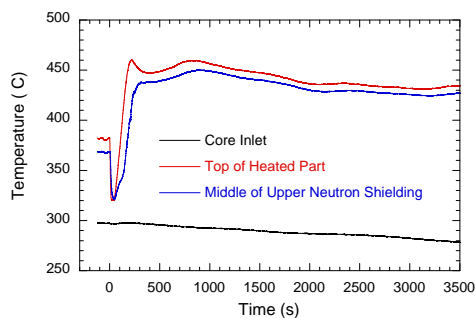


図5 全系統自然循環過渡特性

【研究開発項目（4）解析評価技術の開発】

[得られた成果]

(1) 1次元自然循環評価手法

炉容器上部・下部プレナム部、IHXの上部・下部プレナム部及び配管部について、システム水試験結果に基づき、1次元モデルの適用性を検討した。炉容器下部プレナム部及びIHX下部プレナム部については、システム水試験結果から温度成層化の境界高さを分析して、1次元モデルを改良した。

炉容器を含む1次系一巡の圧力損失、熱交換器（IHX、PHX及びDRACS熱交換器(DHX)）の伝熱性能、自然循環移行方法について検討し、システム水試験装置を対象とした1次元モデルを作成した。作成した1次元モデルを用いて、代表5事象（外部電源喪失、2次ナトリウム漏えい、崩壊熱除去系（DRACS及びPRACS）の2次ナトリウム漏えい、1次ポンプ1台軸固着）のシステム水試験結果を対象とした解析を行った。

図6に外部電源喪失事象でのシステム水試験検証解析結果を示す。各事象とも1次系の流量や温度応答は試験結果と良く一致し、1次元自然循環評価手法の妥当性が確認された。

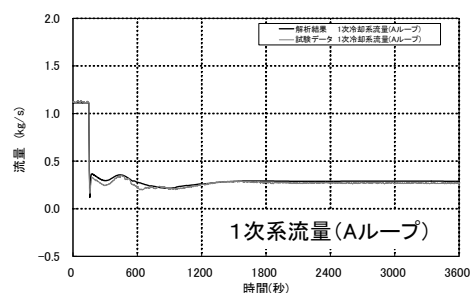


図6 1次元評価手法によるシステム水試験検証解析結果（外部電源喪失事象）

### (2)3次元自然循環評価手法

炉容器、ポンプ組込型IHX、ホットレグ配管、コールドレグ配管の3次元部分モデルを作成・結合して、大型炉を対象とした2ループ体系のプラント全体モデルを作成した。大型炉の代表的な自然循環事象として外部電源喪失事象を対象とした予測解析を行い、3次元自然循環評価手法の適用性を確認した。

システム水試験装置の1次元系内機器を対象とした3次元部分モデルを作成・結合し、2ループ体系の試験装置全体モデルを作成した。作成した全体モデルを用いて、外部電源喪失及び2次ナトリウム漏えい事象のシステム水試験結果を対象とした解析を行った。各事象とも1次系の流量や温度応答は変動特性を含め試験結果と良く一致し、3次元自然循環評価手法の妥当性が確認された。図7に外部電源喪失事象の1次系流量比較を示す。

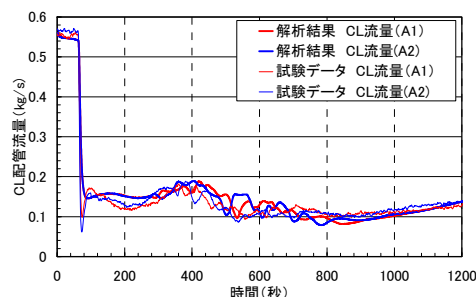


図7 1次系流量比較（システム水試験、外部電源喪失事象）

ナトリウム試験装置を対象とした崩壊熱除去系まで含む3次元全体モデルを作成した。全系統が自然循環となる過渡試験結果を対象とした解析を行い、3次元自然循環評価手法の妥当性を確認した。図8に自然循環過渡試験の1次系流量比較を示す。

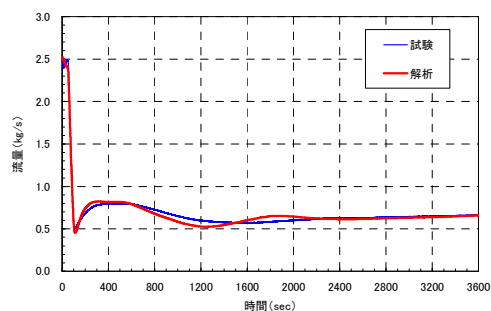


図8 1次系流量比較（ナトリウム試験、自然循環過渡試験）

### (3) 炉心高温点評価手法

炉心高温点の評価手順を設定し、外部電源喪失事象と2次ナトリウム漏洩事象について大型炉を対象としたプラント動特性解析及び集合体内熱流動解析を行い、過渡時のホットスポット集合体内最高温度に与える集合体形状や出力分布などの影響を定量的に評価した。検討した影響因子を考慮して、プラント動特性解析コードと集合体内熱流動解析コードを組み合わせ、大型炉を対象とした炉心高温点評価を行った。これらの結果に基づいて自然循環を対象とした炉心高温点評価手法を構築した。全炉心熱流動解析コードを用いて、外部電源喪失事象と2次ナトリウム漏洩事象について大型炉を対象とした全炉心詳細熱流動解析を行い、構築した炉心高温点評価手法の妥当性を評価した。

図9に外部電源喪失事象での炉心高温点評価比較を示す。従来の評価手法は自然循環時に効果が顕著となる集合体間/内の径方向熱移行及び浮力による集合体間/内の流量再配分効果を未考慮であり、これらの効果を取り込んだ結果、炉心高温点評価手法は従来の評価方法に比べて50℃程度、合理的に評価できるようになった。

また、1次元自然循環評価手法に適用可能な手法として、過渡後の2次ピークを対象とした炉心高温点の簡易評価式、及び温度履歴全体を対象とした動特性解析モデルによる簡易評価手法を構築した。構築した簡易評価手法は、3次元解析手法と同等の炉心高温点評価ができることを確認した。

図10に多次元解析と簡易評価手法とのナトリウム最高温度比較を示す。簡易評価による結果が浮力を考慮した多次元解析結果とよく一致していることがわかる。

【事業全体】を通して

システム水試験及びナトリウム試験を実施することによって、大型炉の

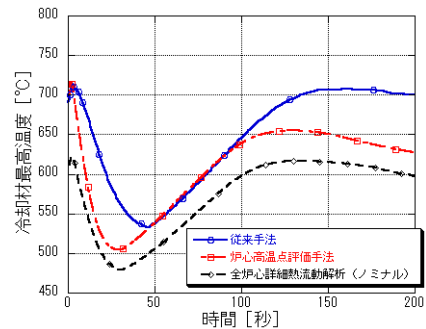


図9 炉心高温点評価比較  
(外部電源喪失事象)

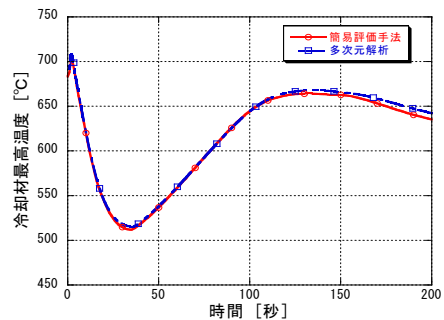


図10 ナトリウム最高温度比較  
(外部電源喪失事象)



自然循環崩壊熱除去について基本的な成立性を実験的に（相似則に基づいて）示すとともに、熱流動上の課題を抽出し、より合理的なシステムとするための対策案を具体的に示した。大型炉の自然循環除熱挙動を予測評価するための解析評価手法として、1次元に加えて新たに3次元自然循環評価手法を開発し、システム水試験及びナトリウム試験結果を対象とした試験解析を行い、評価手法の妥当性を確認するとともに諸現象の発生原因を明らかにした。さらに、安全審査において特に重要となる自然循環時の炉心高温点評価手法を新たに開発し、評価手法の合理性を示した。

これらの成果は、現在進められているFaCT研究に取り入れられ、完全自然循環式崩壊熱除去系は実用炉及び実証施設設計に採用される方向で纏められつつある。

#### 【論文、特許等】

- (1) 渡辺 収、戸田幹雄、大山一弘、古賀智成、上出英樹、大島宏之：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(1)研究開発計画－、日本原子力学会、「2008年春の年会」、M32、予稿集 p. 670 (2008)。
- (2) 古賀智成、松澤孝治、大山一弘、佐藤 充、笠原芳幸、市川健太：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(2)システム水試験－、日本原子力学会、「2008年春の年会」、M33、予稿集 p. 671 (2008)。
- (3) 古賀智成、江口 譲、松澤孝治、佐藤 充、大山一弘：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(3) システム水試験結果（第二報）－、日本原子力学会、「2008年秋の大会」、E01、予稿集 p. 229 (2008)。
- (4) 大山一弘、末森真知子、渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(4) 3次元自然循環解析手法の開発（第一報）－、日本原子力学会、「2008年秋の大会」、E02、予稿集 p. 230 (2008)。
- (5) 大島宏之、上出英樹、田中正暁、渡辺 収、大久保良幸：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(5) 炉心高温点評価手法の開発（第一報）－、日本原子力学会、「2008年秋の大会」、E03、予稿集 p. 231 (2008)。
- (6) 渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発、(独)科学技術振興機構、原子力システム研究開発事業平成20年度成果報告会、(2009. 1. 28)。
- (7) 古賀智成、江口 譲、松澤孝治、佐藤 充、大山一弘：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(6) システム水試験結果（第三報）－、日本原子力学会、「2009年春の年会」、J44、予稿集 p. 516 (2009)。
- (8) 堂田哲広、大島宏之、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(7) 炉心高温点評価手法の開発（第二報）－、日本原子力学会、「2009年春の年会」、J45、予稿集 p. 517 (2009)。
- (9) 上出英樹、宮越博幸、渡辺 収、江口 譲、古賀智成：大型ナトリウム冷却高速炉(JSFR)の自然循環崩壊熱除去に関する試験研究、日本機械学会、第14回動力・エネルギー技術シンポジウム、(2009. 6)。
- (10) 上出英樹、宮越博幸、渡辺 収、江口 譲、古賀智成：大型ナトリウム冷却高速炉(JSFR)の自然循環崩壊熱除去に関する試験研究、日本機

械学会、動力・エネルギー技術シンポジウム小特集号ノート 2010年3月号、(2010.3).

(11)大島宏之、堂田哲広、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：高速炉の過渡自然循環崩壊熱除去時における炉心高温点評価手法の開発、日本機械学会、第14回動力・エネルギー技術シンポジウム、(2009.6).

(12)大島宏之、堂田哲広、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：高速炉の過渡自然循環崩壊熱除去時における炉心高温点評価手法の開発、日本機械学会、動力・エネルギー技術シンポジウム小特集号ノート 2010年3月号、(2010.3).

(13)上出英樹、宮越博幸、渡辺 収、江口 譲、古賀智成：大型ナトリウム冷却高速炉(JSFR)の自然循環崩壊熱除去に関する試験研究、日本機械学会論文誌、B編 76(763), pp.460-462, 2010.

(14)大島宏之、堂田哲広、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：高速炉の過渡自然循環崩壊熱除去時における炉心高温点評価手法の開発、日本機械学会論文誌、B編 76(763), pp.448-450, 2010.

(15)堂田哲広、大島宏之、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：高速炉における自然循環時炉心高温点評価手法の開発、2009日本機械学会茨城講演会、(2009.8).

(16)大山一弘、末森真知子、渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(8)1次元及び3次元評価手法のシステム水試験結果を用いた検証解析(第一報)－、日本原子力学会、「2009年秋の大会」、C37、予稿集 p.120 (2009).

(17)村上貴裕、江口 譲、古賀智成、渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(9)PIVによる可視化試験(第一報)－、日本原子力学会、「2009年秋の大会」、C38、予稿集 p.121 (2009).

(18)堂田哲広、大島宏之、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(10)炉心高温点評価手法の開発(第三報)－、日本原子力学会、「2009年秋の大会」、C39、予稿集 p.122 (2009).

(19)上出英樹、木村暢之、林 謙二、宮越博幸、渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(11)ナトリウム試験(第一報)－、日本原子力学会、「2009年秋の大会」、C40、予稿集 p.123 (2009).

(20)T.Murakami, T.Koga, Y.Eguchi, O.Watanabe (2009), Study on Applicability of PIV Measurement to Natural Convection in a Scaled Reactor Vessel Model, Sep.27-Oct.2, Kanazawa, Japan, NURETH-13.

(21)K.Ohyama, O.Watanabe, Y.Eguchi, H.Kamide, H.Ohshima (2009), Decay heat removal system by natural circulation for JSFR, Dec.7-10, Kyoto, Japan, FR09.

(22)堂田哲広、大島宏之、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(12)炉心高温点評価手法の開発(第四報)－、日本原子力学会、「2010年春の年会」、(2010).

(23)渡辺 収、江口 譲、上出英樹、大島宏之、大山一弘：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(13)研究成果の概要－、日本原子力学会、「2010年秋の大会」、L38、予稿集 p.686 (2010).

(24)古賀智成、村上貴裕、江口 譲、松澤孝治、大山一弘：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発－(14)システム水試験(第四報)

	<p>熱流動課題の検討一、日本原子力学会、「2010年秋の大会」、L39、予稿集 p. 687 (2010).</p> <p>(25) 上出英樹、木村暢之、林謙二、小野綾子、大山一弘：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発一 (15) ナトリウム試験 (第二報) 一、日本原子力学会、「2010年秋の大会」、L40、予稿集 p. 688 (2010).</p> <p>(26) 大山一弘、末森眞知子、遠藤淳二、渡辺 収：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発一 (16) 1次元及び3次元評価手法の水及びナトリウム試験を用いた検証解析 (第二報) 一、日本原子力学会、「2010年秋の大会」、L41、予稿集 p. 689 (2010).</p> <p>(27) 堂田哲広、大島宏之、上出英樹、渡辺 収、大久保良幸：過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発一 (17) 炉心高温点評価手法の開発 (第五報) 一、日本原子力学会、「2010年秋の大会」、L42、予稿集 p. 690 (2010).</p> <p>(28) N. Doda, H. Ohshima, H. Kamide, O. Watanabe, Y. Ohkubo: Effects of Wire Spacer Contact and Pellet-Cladding Eccentricity on Fuel Cladding Temperature under Natural Circulation Decay Heat Removal Conditions in Sodium-cooled Fast Reactor (2010), Oct.10-14, China, NUTHOS-8.</p> <p>(29) H. Kamide, J. Kobayashi, A. Ono, H. Miyakoshi, O. Watanabe: SODIUM EXPERIMENTS ON DECAY HEAT REMOVAL SYSTEM OF JAPAN SODIUM COOLED FAST REACTOR Start-up Transient of Decay Heat Removal System(2010), Nov. 14-17, Korea, NTHAS-7.</p>
<p>3. 事後評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研究開発の成果</li> <li>・ 技術の卓越性</li> <li>・ 成果の発展性</li> </ul>	<p><b>【研究開発の成果】</b>  実験と解析により、大型炉の成立性を評価し、設計への提言を行うなど期待した成果が十分に得られたと評価できる。</p> <p><b>【技術の卓越性】</b>  ナトリウム冷却高速炉の挙動を水試験で模擬する方法やナトリウム試験で炉心から空気冷却器に至る一連の熱輸送系を模擬する方法を実証し、解析と合わせてこれらの有効性を示したもので、高い卓越性が認められる。</p> <p><b>【成果の発展性】</b>  三次元解析の入力データの構築には相応の技術・ノウハウが必要となる。本研究で培ったこのような技術・ノウハウは、高速炉に限らず、類似の物理現象や大型かつ複雑な三次元形状の解析に際しての有用な知見となるため、今後の大型実用炉設計等への幅広い適用が期待される。</p>
<p>4. その他</p>	<p>本研究で開発した解析手法、解析技術が継続的に改良・高度化され、将来の実用炉の設計・安全評価に活用されるものと期待される。</p>