

平成 2 6 年度補正予算廃炉・汚染水対策事業費補助金

総合的な炉内状況把握の高度化

研究報告書

平成 2 9 年 3 月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
株式会社東芝
日立 G E ニュークリア・エナジー株式会社

一般財団法人エネルギー総合工学研究所

本報告書には、各当事者共有の研究成果及び成果に付帯する技術的知識、並びに各当事者それぞれに帰属する秘密情報を含んでおりますので、各当事者の文章による同意なく第三者に公開又は開示することはできません。

要 旨

(1) 研究題目

「総合的な炉内状況把握の高度化」

(2) 研究目的

東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策に資する技術の開発を支援する研究を行うことで、福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策を円滑に進めるとともに、我が国の科学技術の水準の向上を図ることを目的とする。特に、福島第一原子力発電所における中長期的な廃止措置等に向けた取組を着実にを行うために、事故進展解析及び他の研究開発の成果、事故時の圧力・温度等の測定データの分析、現場から得られた情報からの推定を実施し、これらの情報を俯瞰的に統合することで、炉内の状況を総合的に把握することに資することを目的とする。

(3) 研究期間

（自）平成 28 年 4 月 1 日（交付決定日）

（至）平成 29 年 3 月 31 日

(4) 研究体制

本研究は、技術研究組合 国際廃炉研究開発機構（組合員である①～③の会社を含む）と

① 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 廃炉国際共同研究センター

② 株式会社 東芝

③ 日立GEニュークリア・エナジー株式会社

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所との共同体制で実施した。

(5) 研究内容及び成果

平成 28 年度に実施した研究内容は、炉内状況の総合的な分析・評価と、総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や核分裂生成物の挙動及び特性の推定・評価である。その成果は、以下のとおりである。

(i) 炉内状況の総合的な分析・評価

① 実機データ及び他研究開発の成果を踏まえた総合的な分析・評価

事故時および事故後の測定データの分析、試験により得られた知見、事故進展解析の結果といった当事業の個別の検討課題の成果に加え、現場調査により得られる様々な情報や平成 27 年度までに得られた成果を有効に活用し、「解析コード評価と事故進展シナリオ分析の信頼性向上によるアプローチ」、「データ分析・逆問題解析による現象理解を深め推定を進めるアプローチ」、「現場調査により得られる情報とその周辺に対する推定」の 3 つのアプローチを用いて総合的に分析・評価し、各号機の原子炉圧力容器内、格納容器内に分布すると想定される燃料デブリや核分裂生成物等の状況を推定した。

なお、各号機の原子炉圧力容器内・格納容器内の状況を推定するにあたり、原子炉圧力容器、格納容器、原子炉建屋の各所における様々な情報を網羅的に集約した情報集約図を作成した。これらの情報を活用し、上述した総合的に分析・評価することで、燃料デブリ分布の推定図、FP 分布の推定図、線量分布の推定図を作成した。

② 総合的な分析・評価に必要なデータベースの構築

事故進展解析コードにより得られた結果および現場オペレーション等から得られるデータ・情報を一元管理し、総合的な分析・評価を行う上での参考情報を提供するとともに、炉内状況推定における検討状況をユーザー間で共有するデータベースを構築した。

(ii)総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や核分裂生成物の挙動及び特性の推定・評価

① 解析手法を活用した不確かさの低減

事故進展解析コードを用いて、炉内で生じたと推定される事象について境界条件や解析モデルを考慮した感度解析、逆解析等を行い、(i)①に記載した総合的な分析・評価に資する知見を得た。

② FP の化学特性の評価

FP の化学特性の評価にあたっては、廃炉時の線量の寄与が大きい Cs に着目し、標準的な化学種である CsI, CsOH に加えて考慮すべき化学種の特定、あるいは構造材成分との反応に伴う難溶性 Cs の偏在の可能性など、Cs の分布および化学的特性について検討を進めた。

また、現場で取得された試料を炉内状況把握の観点で分析する作業に着手した。

③ 国際共同研究を通じた国内外の知見の活用

国際共同研究(OECD/NEA BSAF Phase2)プロジェクトをホストとして運営し、多くの機関の結果を相互比較することで、事故進展シナリオの同定、解析評価の不確かさの範囲の把握などに役立て、その成果を(i)①に示す総合的な分析・評価に活用した。

また、SAMPSON-MELCOR Crosswalk を実施し、燃料温度上昇、熔融進展等に関する両コードの共通点・相違点を把握できたことで、事故進展解析の理解に役立てられる知見が得られた。

Summary

(1) Project title

Upgrading for Identifying Conditions Inside the Reactor

(2) Objectives

The objective is to plan the improvement level of scientific technology of our country together with continuing smoothly the countermeasure operations of water decontamination and decommissioning of Fukushima Daiichi by performing research that supports the development of technology contributing to the counter measure of contaminated water and decommissioning of TEPCO Fukushima Daiichi NPP. In particular, the objective is to contribute at grasping comprehensively the conditions of the reactor internals implementing estimation from the information evaluated at the plant, analysis of measurement data of pressure, temperature during the accident, results research development and calculations of the accident progression and integrating these information to perform steadily the effort towards the medium term decommissioning measures at Fukushima Daiichi NPP.

(3) Period

From: April 1, 2016

To: March 31, 2017

(4) Project organization

This project constitutes of:

- International Research Institute for Nuclear Decommissioning
 - ① Japan Atomic Energy Agency
 - ② Toshiba Corporation
 - ③ Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.
- The Institute of Applied Energy

(5) Content of the research and results

The content of the research conducted in the fiscal year 2016 is the comprehensive evaluation and analysis of core internals conditions and evaluation and estimation of the characteristics and behavior of Fission Products (FP) and fuel debris contribute to the comprehensive evaluation and analysis. As presented below:

(i) Comprehensive analysis and evaluation of core internal conditions

- ① Comprehensive analysis and evaluation based on analysis of research development and data from the plant

The analysis of the measurement data during and after the accident, knowledge obtained from the experimental tests, results of calculations of the accident progression such as the results of the individual considered topics in this activity adding to the various information obtained from the investigation at the plant and the effective utilization of the results obtained during the fiscal year 2015, (the approach by improving the reliability of evaluation of analysis code and analysis of the accident progression scenario), (the approach of continuing the deep estimation of the understanding of phenomena from data analysis and inverse problem calculations), (estimations against the information obtained from the plant

investigation as well as its surroundings), with these 3 approaches the estimation of the conditions of assumed FP and fuel debris considered to be distributed inside the Primary Containment Vessel (PCV) and the Reactor Pressure Vessel (RPV) of each unit was performed.

In addition, an aggregated information diagram that gathered comprehensively all the various information that is available from each location such as the RPV, PCV and Reactor Building (R/B) to estimate the PCV and RPV internal conditions of each unit, was prepared. Utilizing this information and the above mentioned comprehensive evaluation and analysis, estimation diagram for dose rate distribution, FP distribution and fuel debris distribution were prepared.

② Construction of necessary database for the comprehensive analysis and evaluation

A database was built for sharing among the users the considered conditions from the core internal estimation conditions together with providing reference information to perform the comprehensive analysis and evaluation and have a unique management of data and information that was obtained from operation at the plant and results obtained from the accident analysis code.

(ii) Estimation and evaluation of characteristics and behavior of FP and fuel debris contributing to compressive analysis and evaluation.

① Reduction of the uncertainties by using the analysis method

Utilizing the accident analysis code, it was obtained knowledge contributing to the comprehensive analysis and evaluation that described (i) ① performing inverse analysis, sensitivity analysis that considered the analysis model, boundary conditions regarding the phenomena where estimated to have occurred in the reactor.

② Evaluation of FP chemical characterization

For the evaluation of the debris chemical characterization we focused on Cs whose contribution to the dose rate is large, considering in addition to the usual chemical species, such as CsI and CsOH, special chemical elements of Cs that are soluble in structural components. In addition it was started the activity that analyzes the sampling at the plant for the perspective of the estimation of core internals

③ Utilize knowledge of international research

The international project (OECD/NEA BSAF Phase 2) as operating agent, by comparing the results of various organization, the identification of the accident progression scenario, catching of the range of the calculation evaluation uncertainty, were utilized for the comprehensive analysis and evaluation that shoed in (i) ① such results.

In addition, the SAMPSON-MELCOR crosswalk was implemented and it was obtained the knowledge to be used for understanding the accident analysis by the identifying common and different point between the two codes regarding for example melt progression, fuel temperature increase.

目次

1. まえがき	1-1
2. 研究計画	2-1
2.1 炉内状況の総合的な分析・評価	2-1
2.2 総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や核分裂生成物の挙動 及び特性の推定・評価	2-3
2.3 研究開発の運営等	2-11
3. 研究経過及び成果の概要	3-1
3.1 炉内状況の総合的な分析・評価	3-1
3.2 総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や核分裂生成物の挙動 及び特性の推定・評価	3-3
3.3 研究開発の運営等	3-13
4. 研究内容及び成果	4.1.1-1
4.1 炉内状況の総合的な分析・評価	4.1.1-1
4.1.1 実機データ及び他研究開発の成果を踏まえた総合的な分析・評価	4.1.1-1
4.1.1 (1) 炉内状況の推定結果の不確かさを減少させるための検討課題の抽出	4.1.1-1
4.1.1 (2) 実機データ及び他研究開発の成果を踏まえた総合的な分析・評価	4.1.1-2
4.1.1 (2) (i) 総合的な分析評価の検討方針	4.1.1-2
4.1.1 (2) (ii) 1号機の総合的な分析・評価	4.1.1 (2) (ii)-1
4.1.1 (2) (iii) 2号機の総合的な分析・評価	4.1.1 (2) (iii)-1
4.1.1 (2) (iv) 3号機の総合的な分析・評価	4.1.1 (2) (iv)-1
4.1.1 (2) (v) 熱水力 PIRT の見直し・追加について	4.1.1 (2) (v)-1
4.1.2 総合的な分析・評価に必要なデータベースの構築	4.1.2-1
4.1.2 (1) DB アクセスと編集機能の高度化	4.1.2-6
4.1.2 (2) 表示機能の高度化	4.1.2-10
4.1.2 (3) 計算評価機能の導入	4.1.2-14
4.1.2 (4) ユーザ会議の開催	4.1.2-18
4.2 総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や核分裂生成物の挙動 及び特性の推定・評価	4.2.1-1
4.2.1 解析手法等を活用した不確かさの低減	4.2.1-1
4.2.1 (1) 感度解析によるペDESTALのコンクリート侵食の状況評価	4.2.1 (1)-1
4.2.1 (2) パーチャル原子炉による逆問題評価とデータベース化	4.2.1 (2)-1
4.2.1 (3) 解析コードによる事故進展解析	4.2.1 (3) (i)-1
4.2.1 (3) (i) 燃料デブリの分布	4.2.1 (3) (i)-1
4.2.1 (3) (i) (a) 切り株燃料の評価	4.2.1 (3) (i) (a)-1
4.2.1 (3) (i) (b) 代替注水（消防車）の影響評価	4.2.1 (3) (i) (b) 1)-1
4.2.1 (3) (i) (c) KAERI での「貫通管溶融試験」の知見を踏まえた検討	4.2.1 (3) (i) (c)-1
4.2.1 (3) (i) (d) 炉心物質スランピング時の事象推移解析	4.2.1 (3) (i) (d)-1

4.2.1 (3) (i) (e) MCCIによるコンクリート浸食領域と浸食部の構成成分 割合の評価	4.2.1 (3) (i) (e)-1
4.2.1 (3) (i) (f) CORA 試験の再現計算による「溶融炉心移動挙動解析 モジュール(MCRA)の模擬性評価	4.2.1 (3) (i) (f)-1
4.2.1 (3) (i) (g) 事故進展解析コードを用いた事故進展詳細解析	4.2.1 (3) (i) (g)-1
4.2.1 (3) (ii) FP の分布	4.2.1 (3) (ii)-1
4.2.1 (3) (ii) (a) 解析から得られた FP 質量を実測場所における線量率に 換算する手法の整備	4.2.1 (3) (ii) (a)-1
4.2.1 (3) (ii) (b) FP 分布の解析と実測値との比較検討	4.2.1 (3) (ii) (b)-1
4.2.1 (3) (ii) (c) Phebus 試験の再現計算による「FP 挙動に関する物理 モデル」の検証	4.2.1 (3) (ii) (c)-1
4.2.1 (3) (ii) (d) FP の壁付着モデルの感度解析	4.2.1 (3) (ii) (d)-1
4.2.1 (3) (ii) (e) 圧力抑制プール (S/P) におけるスクラビング効果の 感度解析	4.2.1 (3) (ii) (e)-1
4.2.1 (4) 圧力計高温化時応答特性試験	4.2.1 (4)-1
4.2.1 (5) 事故過程初期の燃料溶融物の挙動解析	4.2.1 (5)-1
4.2.1 (6) 燃料デブリの挙動及び特性の推定・評価	4.2.1 (6) (i)-1
4.2.1 (6) (i) 模擬燃料集合体破損試験	4.2.1 (6) (i)-1
4.2.1 (6) (ii) 事故進展過程を考慮した溶融燃料プールの凝固試験	4.2.1 (6) (ii)-1
4.2.1 (6) (iii) 事故進展を考慮したデブリ溶融・凝固時の偏析解析	4.2.1 (6) (iii)-1
4.2.2 FP の化学特性の評価	4.2.2-1
4.2.2 (1) Cs の化学特性の評価	4.2.2-1
4.2.2 (1) (i) 蒸発・移行・凝縮モデルの高度化	4.2.2-2
4.2.2 (1) (ii) セシウムと鋼材の反応・再蒸発	4.2.2-21
4.2.2 (1) (iii) 粒子状セシウム化合物の評価	4.2.2-61
4.2.2 (1) (iv) セシウムの化学特性の評価に関するまとめ	4.2.2-219
4.2.2 (2) FP の化学特性の評価に関する評価・分析	4.2.2-221
4.2.2 (2) (i) 対象となる取得済みサンプルの調査	4.2.2-221
4.2.2 (2) (ii) 2 号機 5 階オペフロで取得された養生シートの評価・分析	4.2.2-229
4.2.3 国際共同研究を通じた国内外の知見の活用	4.2.3 (1)-1
4.2.3 (1) OECD/NEA BSAF プロジェクトの運営	4.2.3 (1)-1
4.2.3 (2) SAMPSON-MELCOR Crosswalk の評価結果	4.2.3 (2)-1
4.3 研究開発の運営等	4.3-1
5. まとめ	5-1
6. あとがき	6-1
7. 成果発表リスト	7-1
8. 特許等取得リスト	8-1
9. 主な研究設備・装置リスト	9-1

付録

- 付録 1 平成 28 年度 中間報告会資料（2016 年 7 月）
- 付録 2 平成 28 年度 中間報告会資料（2016 年 10 月）
- 付録 3 平成 28 年度 中間報告会資料（2017 年 3 月）

図リスト

- 図 2-1 実施体制の概要
- 図 2-2 実施体制の詳細
- 図 2-3 コアチームによる検討体制
- 図 2-4 他の研究開発プロジェクト等との連携
- 図 2-5 プロジェクトの長期実施計画
- 図 2-6 平成 28 年度の実施計画
- 図 2-7 平成 28 年度の実施工程 (1/6)
- 図 2-8 平成 28 年度の実施工程 (2/6)
- 図 2-9 平成 28 年度の実施工程 (3/6)
- 図 2-10 平成 28 年度の実施工程 (4/6)
- 図 2-11 平成 28 年度の実施工程 (5/6)
- 図 2-12 平成 28 年度の実施工程 (6/6)

- 図 3-1 検討項目の設定のために注目する時間帯の特定
- 図 3-2 検討項目の設定のために注目する場所の特定
- 図 3-3 検討を実施する際の 3 つのアプローチ
- 図 3-4 1 号機情報集約図
- 図 3-5 2 号機情報集約図
- 図 3-6 3 号機情報集約図
- 図 3-7 1 号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 3-8 2 号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 3-9 3 号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 3-10 1 号機 FP 分布の推定図
- 図 3-11 2 号機 FP 分布の推定図
- 図 3-12 3 号機 FP 分布の推定図
- 図 3-13 1 号機線量分布の推定図
- 図 3-14 2 号機線量分布の推定図
- 図 3-15 3 号機線量分布の推定図
- 図 3-16 研究開発の運営について (1/4)
- 図 3-17 研究開発の運営について (2/4)
- 図 3-18 研究開発の運営について (3/4)
- 図 3-19 研究開発の運営について (4/4)
- 図 3-20 目標達成を判断する指標と達成結果 (1/3)
- 図 3-21 目標達成を判断する指標と達成結果 (2/3)
- 図 3-22 目標達成を判断する指標と達成結果 (3/3)
- 図 3-23 技術成熟度 (TRL) の定義
- 図 3-24 平成 28 年度の実施内容及び成果のまとめ (1/2)
- 図 3-25 平成 28 年度の実施内容及び成果のまとめ (2/2)

- 図 4. 1. 1-1 検討項目の設定のために注目する時間帯の特定
- 図 4. 1. 1-2 検討項目の設定のために注目する場所の特定

図 4.1.1-3 検討を実施する際の 3 つのアプローチ

- 図 4.1.1(2)(ii)-1 1号機情報集約図
- 図 4.1.1(2)(ii)-2 1号機情報集約図の参考文献リスト (1/2)
- 図 4.1.1(2)(ii)-3 1号機情報集約図の参考文献リスト (2/2)
- 図 4.1.1(2)(ii)-4 1号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(ii)-5 1号機の崩壊熱と水-ジルコニウム反応による発生熱の関係
- 図 4.1.1(2)(ii)-6 1号機のミュオン測定結果
- 図 4.1.1(2)(ii)-7 1号機のミュオン測定データの統計処理による評価
- 図 4.1.1(2)(ii)-8 1号機の CS 系からの注水開始前の温度挙動
- 図 4.1.1(2)(ii)-9 1号機の HVH 温度の挙動
- 図 4.1.1(2)(ii)-10 1号機の HVH 温度計の設置位置と熱源位置の推定
- 図 4.1.1(2)(ii)-11 1号機の FDW 注水量の変化に対する HVH 温度挙動
- 図 4.1.1(2)(ii)-12 1号機の FDW 注水量変化時の冷却可能領域
- 図 4.1.1(2)(ii)-13 1号機原子炉建屋の高線量領域
- 図 4.1.1(2)(ii)-14 1号機の RCW 系統と RCW 配管の破損位置
- 図 4.1.1(2)(ii)-15 CCD カメラによる 1号機 PCV 内部撮影
- 図 4.1.1(2)(ii)-16 1号機ドライウェル床上の撮影画像
- 図 4.1.1(2)(ii)-17 1号機サンドクッションドレン管からの漏水
- 図 4.1.1(2)(ii)-18 1号機サンドクッションドレン管の設置位置
- 図 4.1.1(2)(ii)-19 1号機 FP 分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(ii)-20 1号機線量分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(ii)-21 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋地下 1 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-22 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋 1 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-23 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋 2 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-24 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋 3 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-25 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋 4 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-26 1号機線量分布の推定図 原子炉建屋 5 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-27 1号機線量分布の推定図 タービン建屋地下 1 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-28 1号機線量分布の推定図 タービン建屋 1 階
- 図 4.1.1(2)(ii)-29 1号機線量分布の推定図 タービン建屋 2 階

- 図 4.1.1(2)(iii)-1 2号機情報集約図
- 図 4.1.1(2)(iii)-2 2号機情報集約図の参考文献リスト (1/3)
- 図 4.1.1(2)(iii)-3 2号機情報集約図の参考文献リスト (2/3)
- 図 4.1.1(2)(iii)-4 2号機情報集約図の参考文献リスト (3/3)
- 図 4.1.1(2)(iii)-5 2号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iii)-6 2号機の崩壊熱と水-ジルコニウム反応による発生熱の関係
- 図 4.1.1(2)(iii)-7 原子炉圧力容器減圧後の原子炉圧力の上昇
- 図 4.1.1(2)(iii)-8 原子炉圧力および格納容器圧力の実測値と GOTHIC による解析結果の比較
- 図 4.1.1(2)(iii)-9 GOTHIC による解析における蒸気および水素の発生量の設定
- 図 4.1.1(2)(iii)-10 2号機格納容器各部の温度 (2011 年)
- 図 4.1.1(2)(iii)-11 ミュオン測定の結果とシミュレーション結果の比較

- 図 4.1.1(2)(iii)-12 FDW 系からの注水量と PLR 入口圧力から推定したアニユラス部の水位の関
係 (2011 年 12 月～2012 年 2 月)
- 図 4.1.1(2)(iii)-13 FDW 系, CS 系からの注水量と PLR 入口圧力から推定したアニユラス部の
水位の関係 (2013 年 2 月～2013 年 3 月)
- 図 4.1.1(2)(iii)-14 2 号機ミュオン測定結果
- 図 4.1.1(2)(iii)-15 2 号機ペデスタル内部の画像
- 図 4.1.1(2)(iii)-16 5 号機ペデスタル内部の画像
- 図 4.1.1(2)(iii)-17 2 号機ペデスタル内部の画像 (1/2)
- 図 4.1.1(2)(iii)-18 2 号機ペデスタル内部の画像 (2/2)
- 図 4.1.1(2)(iii)-19 2 号機ベント管下部の調査対象部位
- 図 4.1.1(2)(iii)-20 2 号機ベント管下部周辺の調査結果
- 図 4.1.1(2)(iii)-21 2 号機 FP 分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iii)-22 2 号機線量分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iii)-23 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 1/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-24 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 2/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-25 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 3/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-26 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 4/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-27 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 5/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-28 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 6/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-29 2 号機線量分布の推定図 (原子炉建屋 7/7)
- 図 4.1.1(2)(iii)-30 2 号機線量分布の推定図 (タービン建屋 1/2)
- 図 4.1.1(2)(iii)-31 2 号機線量分布の推定図 (タービン建屋 2/2)
- 図 4.1.1(2)(iii)-32 CAMS による測定結果
- 図 4.1.1(2)(iii)-33 原子炉建屋 5 階の線量測定結果
- 図 4.1.1(2)(iii)-34 2 号機からの蒸気放出 (撮影日情報 3 月 15 日 8 時 58 分)

- 図 4.1.1(2)(iv)-1 3 号機情報集約図
- 図 4.1.1(2)(iv)-2 3 号機情報集約図の参考文献リスト (1/2)
- 図 4.1.1(2)(iv)-3 3 号機情報集約図の参考文献リスト (2/2)
- 図 4.1.1(2)(iv)-4 3 号機燃料デブリ分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iv)-5 3 号機の崩壊熱と水-ジルコニウム反応による発生熱の関係
- 図 4.1.1(2)(iv)-6 HPCI 運転中の原子炉水位の低下
- 図 4.1.1(2)(iv)-7 3 号機格納容器圧力の変化
- 図 4.1.1(2)(iv)-8 CS 系注水停止期間の温度変化
- 図 4.1.1(2)(iv)-9 CS 系注水開始後の温度変化
- 図 4.1.1(2)(iv)-10 注水量低下時の各部温度の挙動
- 図 4.1.1(2)(iv)-11 4 号機 SGTS フィルタトレイン線量測定結果
- 図 4.1.1(2)(iv)-12 3 号機 MSIV 室調査結果
- 図 4.1.1(2)(iv)-13 3 号機 FP 分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iv)-14 3 号機線量分布の推定図
- 図 4.1.1(2)(iv)-15 3 号機原子炉建屋中地下階
- 図 4.1.1(2)(iv)-16 3 号機原子炉建屋 1 階 (1/5)
- 図 4.1.1(2)(iv)-17 3 号機原子炉建屋 1 階 (2/5)

図 4.1.1(2)(iv)-18 3号機原子炉建屋1階 (3/5)
 図 4.1.1(2)(iv)-19 3号機原子炉建屋1階 (4/5)
 図 4.1.1(2)(iv)-20 3号機原子炉建屋1階 (5/5)
 図 4.1.1(2)(iv)-21 3号機原子炉建屋2階 (1/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-22 3号機原子炉建屋2階 (2/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-23 3号機原子炉建屋5階 (1/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-24 3号機原子炉建屋5階 (2/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-25 3号機オペフロシールドプラグ上の線量
 図 4.1.1(2)(iv)-26 3号機タービン建屋地下1階 (1/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-27 3号機タービン建屋地下1階 (2/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-28 3号機タービン建屋1階 (1/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-29 3号機タービン建屋1階 (2/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-30 3号機タービン建屋2階 (1/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-31 3号機タービン建屋2階 (2/2)
 図 4.1.1(2)(iv)-32 3号機 PCV 内部滞留水測定結果

図 4.1.1(2)(v)-1 従前 PIRT の時間フェーズと FS-1, FS-2 との関係
 図 4.1.1(2)(v)-2 従前 PIRT の領域分割と, 見直し後の領域分割の考え方

図 4.1.2-1 fdada.info ウェブサイトの全体構成 (1/2)
 図 4.1.2-2 fdada.info ウェブサイトの全体構成 (2/2)
 図 4.1.2-3 fdada.info ウェブサイトのトップページ (日本語)
 図 4.1.2-4 fdada.info ウェブサイトのトップページ (英語)
 図 4.1.2-5 ページ編集画面
 図 4.1.2-6 資料検索機能
 図 4.1.2-7 略語検索機能
 図 4.1.2-8 問合せ機能
 図 4.1.2-9 3次元温度分布表示
 図 4.1.2-10 3次元放射線量分布表示
 図 4.1.2-11 3次元原子炉構造表示
 図 4.1.2-12 SAMPSON における FP 移行計算の領域分け
 図 4.1.2-13 線量率のグラフの例
 図 4.1.2-14 グラフ作成ツール
 図 4.1.2-15 炉内状況の推定内容の整理

図 4.2.1(1)-1 1号機の解析体系
 図 4.2.1(1)-2 崩壊熱変化の比較
 図 4.2.1(1)-3 格納容器床直上の水平面のデブリ拡がりと固液分布
 図 4.2.1(1)-4 デブリ平均温度のトレンド (デブリ質量比 80 %, 水位 0 m)
 図 4.2.1(1)-5 デブリ平均温度のトレンド (デブリ質量比 80 %, 落下デブリ温度 2550 K)
 図 4.2.1(1)-6 格納容器床直上の水平面のデブリ拡がりと固液分布 (3600 s)
 図 4.2.1(1)-7 デブリ固液分布 (3600 s, 落下デブリ温度 2290 K)
 図 4.2.1(1)-8 デブリ質量比に対するデブリ拡がり面積の変化 (3600 s)

- 図 4.2.1(1)-9 デブリ拡がり面積に対する落下流量と水位の影響 (3600 s)
- 図 4.2.1(1)-10 デブリ質量比に対するデブリ平均温度と浸食コンクリート体積の変化 (3600 s)
- 図 4.2.1(1)-11 デブリ平均温度のトレンド
- 図 4.2.1(1)-12 格納容器床直上の水平面のデブリ拡がりと固液分布
- 図 4.2.1(1)-13 コンクリートの浸食とデブリの固液分布 (ケース L-2)
- 図 4.2.1(1)-14 コンクリートの浸食とデブリの固液分布 (ケース L-4)
- 図 4.2.1(1)-15 デブリ及び格納容器床とペDESTAL壁の温度分布 (ケース L-4)
- 図 4.2.1(1)-16 コンクリート浸食体積デブリ質量のトレンド

- 図 4.2.1(2)(ii)-1 福島第一原子力発電所 1 号機の実測温度
- 図 4.2.1(2)(ii)-2 2011 年 4 月 6 日時点の SR 弁付近の温度変動
- 図 4.2.1(2)(ii)-3 2011 年 4 月 6 日時点の注水ノズル付近の温度変動
- 図 4.2.1(2)(ii)-4 福島第一原子力発電所 1 号機の崩壊熱と除熱のバランスに関する概念図
- 図 4.2.1(2)(ii)-5 BSAF 解析で推定された燃料デブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-6 初期デブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-7 境界条件の種類
- 図 4.2.1(2)(ii)-8 統括熱伝達係数の推定方法
- 図 4.2.1(2)(ii)-9 ドライウェル圧力履歴
- 図 4.2.1(2)(ii)-10 解析形状図
- 図 4.2.1(2)(ii)-11 生成したメッシュの様子
- 図 4.2.1(2)(ii)-12 基本ケースの解析結果
- 図 4.2.1(2)(ii)-13 縦方向温度分布比較図
- 図 4.2.1(2)(ii)-14 SRV 位置での温度比較結果
- 図 4.2.1(2)(ii)-15 ベースケースのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-16 Simulation-2 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-17 Simulation-3 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-18 Simulation-4 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-19 Simulation-5 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-20 Simulation-6 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-21 Simulation-7 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-22 Simulation-8 でのデブリ位置
- 図 4.2.1(2)(ii)-23 燃料デブリ位置が鉛直方向温度分布に与える影響および実測値との比較
- 図 4.2.1(2)(ii)-24 燃料デブリ位置が SRV 付近の温度分布に与える影響および実測値との比較
- 図 4.2.1(2)(ii)-25 格納容器壁の熱伝達に対する熱伝達係数の感度
- 図 4.2.1(2)(ii)-26 鉛直方向温度分布比較のための温度測定点
- 図 4.2.1(2)(ii)-27 SRV 付近の同一高さ断面における周方向分布比較のための温度測定点
- 図 4.2.1(2)(iii)-1(a) 2011 年 3 月 20 日から 4 月 11 日までの格納容器内温度計測データ
- 図 4.2.1(2)(iii)-1(b) 2011 年 3 月 31 日の格納容器内温度計測データ
- 図 4.2.1(2)(iii)-2 2 号機 RPV/PCV の温度計測点の位置
- 図 4.2.1(2)(iii)-3 2 号機の解析形状
- 図 4.2.1(2)(iii)-4 サポートスカート追加
- 図 4.2.1(2)(iii)-5 CRDM ハウジング開口部追加

- 図 4.2.1(2)(iii)-6 圧力容器底部の開口部の追加
- 図 4.2.1(2)(iii)-7 水蒸気漏洩パスの作成
- 図 4.2.1(2)(iii)-8 温度計測点の設定位置
- 図 4.2.1(2)(iii)-9 2号機のメッシュ
- 図 4.2.1(2)(iii)-10 発熱源のモデル
- 図 4.2.1(2)(iii)-11 PCV 内部の蒸気から外部空気への熱伝達
- 図 4.2.1(2)(iii)-12 基本ケースにおける境界条件
- 図 4.2.1(2)(iii)-13 基本ケースおよび Case2 から Case5 の水蒸気の流入条件
- 図 4.2.1(2)(iii)-14 Case2 から Case5 の PCV 壁の統括熱伝達係数の設定
- 図 4.2.1(2)(iii)-15 Case11 および Case12 の水蒸気流入条件
- 図 4.2.1(2)(iii)-16 FP 分布の影響
- 図 4.2.1(2)(iii)-16 基本ケースの熱伝達
- 図 4.2.1(2)(iii)-17 10000 イタレーション後の熱伝達
- 図 4.2.1(2)(iii)-18 イタレーションに伴う温度変化
- 図 4.2.1(2)(iii)-19 10000 イタレーション後の温度および速度分布
- 図 4.2.1(2)(iii)-20 計測温度データとシミュレーションの比較
- 図 4.2.1(2)(iii)-21 2号機の熱伝達に関する概念図
- 図 4.2.1(2)(iii)-22 基本ケースおよび Case2 から Case5 の熱伝達量
- 図 4.2.1(2)(iii)-23 基本ケースおよび Case2 から Case5 の熱伝達量
- 図 4.2.1(2)(iii)-24 基本ケースおよび Case2 から Case5 の温度の比較
- 図 4.2.1(2)(iii)-25 基本ケースおよび Case6 から Case10 の熱バランス
- 図 4.2.1(2)(iii)-26 基本ケースおよび Case6 から Case10 の温度と速度分布
- 図 4.2.1(2)(iii)-27 基本ケースおよび Case6 から Case10 の温度の比較
- 図 4.2.1(2)(iii)-28 基本ケースおよび Case6 から Case10 の温度の比較
- 図 4.2.1(2)(iii)-29 10000 イタレーション時点での基本ケース, Case11 および Case12 の温度と速度分布
- 図 4.2.1(2)(iii)-30 10000 イタレーション時点での基本ケース, Case11 および Case12 の温度の比較
- 図 4.2.1(2)(iii)-31 基本ケース, 熱電追加 Case 1 から Case 3 の 10000 回イタレーション時の熱バランス
- 図 4.2.1(2)(iii)-32 基本ケース, 追加熱源 Case 1 から Case 3 の 10000 回イタレーション時の温度と速度分布
- 図 4.2.1(2)(iii)-33 基本ケース, 追加熱源 Case 1 から Case 3 の 10000 回イタレーション時の温度の実測値と計算結果の比較
- 図 4.2.1(2)(iv)-1 3号機の温度変化
- 図 4.2.1(2)(iv)-2 2011/04/05 における計測データ
- 図 4.2.1(2)(iv)-3 3号機内部の温度測定点
- 図 4.2.1(2)(iv)-4 3号機モデル
- 図 4.2.1(2)(iv)-5 メッシュモデル
- 図 4.2.1(2)(iv)-6 モデル内の温度測定点
- 図 4.2.1(2)(iv)-7 初期ケース設定条件
- 図 4.2.1(2)(iv)-8 初期ケースにおける計測データとの比較
- 図 4.2.1(2)(iv)-9 蒸気流速を変化させた際の温度変化

- 図 4.2.1(2)(iv)-10 壁面熱伝達係数を変化させた際の温度変化
- 図 4.2.1(2)(v)-1 2号機の 2016 年末までの温度履歴
- 図 4.2.1(2)(v)-2 CS システム初期化後の温度履歴
- 図 4.2.1(2)(v)-3 大よその温度測定位置
- 図 4.2.1(2)(v)-4 解析形状
- 図 4.2.1(2)(v)-5 解析メッシュ
- 図 4.2.1(2)(v)-6 最初に生成したメッシュの品質が悪い部分
- 図 4.2.1(2)(v)-7 修正後のメッシュ
- 図 4.2.1(2)(v)-8 崩壊熱の評価結果
- 図 4.2.1(2)(v)-9 過熱蒸気の流入の推定
- 図 4.2.1(2)(v)-10 計算で考慮したヒートシンク
- 図 4.2.1(2)(v)-11 イタレーション計算の収束の様子（残渣と下部ヘッド温度）
- 図 4.2.1(2)(v)-12 3つの垂直面における温度分布
- 図 4.2.1(2)(v)-13 速度分布
- 図 4.2.1(2)(v)-14 炉心スプレイ開始 17 時間後の温度分布
- 図 4.2.1(2)(v)-15 速度分布
- 図 4.2.1(2)(v)-16 温度計測点による解析結果と実測結果の比較
- 図 4.2.1(2)(vi)-1 データベースの構成
- 図 4.2.1(2)(vi)-2 Main gate スライド
- 図 4.2.1(2)(vi)-3 1号機の最初のスライド
- 図 4.2.1(2)(vi)-4 各号機の解析に関するナビスライド
- 図 4.2.1(2)(vi)-5 各号機の最初のスライドに移動するためのリンク
- 図 4.2.1(2)(vi)-6 基本ケースの Slide 1
- 図 4.2.1(2)(vi)-7 基本ケースの Slide 2
- 図 4.2.1(2)(vi)-8 基本ケースの Slide 3
- 図 4.2.1(2)(vi)-9 基本ケースの Slide 4
- 図 4.2.1(2)(vi)-10 基本ケースの Slide 5 および Slide 6
- 図 4.2.1(2)(vi)-11 派生ケースの Slide 1
- 図 4.2.1(2)(vi)-12 派生ケースの Slide 2
- 図 4.2.1(2)(vi)-13 派生ケースの Slide 3 および Slide 4

- 図 4.2.1(3)(i)(a)-1 1号機の炉心分割（SAMPSON コード：現行）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-2 2,3号機の炉心分割（SAMPSON コード：現行）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-3 1号機の炉心分割（SAMPSON コード：切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-4 2,3号機の炉心分割（SAMPSON コード：切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-5 消防車による原子炉への注水流量（1F2, BSAF 条件）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-6 原子炉シュラウド内水位の時間変化（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-7 ダウンカマ水位の時間変化（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-8 原子炉シュラウド内水位の時間変化と推定値（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-9 ダウンカマ水位の時間変化と推定値（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-10 原子炉圧力の時間変化（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-11 減圧後の原子炉圧力の時間変化（1F2, 切り株燃料評価）
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-12 格納容器圧力(D/W)の時間変化（1F2, 切り株燃料評価）

- 図 4.2.1(3)(i)(a)-13 減圧後の格納容器圧力(D/W)の時間変化(1F2, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-14 水素の発生量(1F2, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-15 燃料棒最高温度の時間変化(1F2, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-16 最外周領域の燃料棒温度の時間変化(1F2, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-17 炉心下部の構造と炉心部の SAMPSON モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-18 デブリ発生状況の図の色と成分との対応
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-19 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/14 20:37, スクラム後 77.84h, 第 1 圧力ピークの前)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-20 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/14 21:20, スクラム後 78.55h, 第 1 圧力ピークの後)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-21 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/14 22:31, スクラム後 79.73h, 第 2 圧力ピークの前)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-22 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/14 23:45, スクラム後 80.97h, 第 2 圧力ピークの後)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-23 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 00:06, スクラム後 81.37h, 第 3 圧力ピークの前)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-24 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 01:15, スクラム後 82.47h, 第 3 圧力ピークの後)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-25 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 03:00, スクラム後 84.22h, チャンネル 7 下部構造物溶融前)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-26 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 03:34, スクラム後 84.78h, チャンネル 7 下部構造物溶融後)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-27 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 10:32, スクラム後 91.75h, 計算終了時点)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-28 燃料棒最高温度の時間変化(1F2, 2 面がシュラウドに面する最外周燃料集合体を模擬)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-29 炉心部のデブリ発生状況(1F2, 3/15 2:52, スクラム後 84.08h, 2 面がシュラウドに面する最外周燃料集合体を模擬)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-30 消防車による原子炉への注水流量(1F3, BSAF 条件)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-31 原子炉シュラウド内水位の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-32 ダウンカマ水位の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-33 炉内圧力の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-34 減圧後の炉内圧力の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-35 格納容器(D/W)圧力の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-36 減圧後の格納容器(D/W)圧力の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-37 水素発生量(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-38 燃料棒最高温度の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-39 最外周領域の燃料棒温度の時間変化(1F3, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-40 炉心部のデブリ発生状況(1F3, 3/13 9:56, スクラム後 43.15h)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-41 炉心部のデブリ発生状況(1F3, 3/13 10:59, スクラム後 44.19h)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-42 炉心部のデブリ発生状況(1F3, 3/13 12:00, スクラム後 45.22h)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-43 炉心部のデブリ発生状況(1F3, 3/13 20:24, スクラム後 53.61h)

- 図 4.2.1(3)(i)(a)-44 燃料棒最高温度の時間変化 (1F3, 2 面がシュラウドに面する最外周燃料集合体を模擬)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-45 炉心部のデブリ発生状況 (1F3, 3/13 12:00, スクラム後 45.22h, 2 面がシュラウドに面する最外周燃料集合体を模擬)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-46 炉心部のデブリ発生状況 (1F3, 3/13 13:22, スクラム後 46.58h, 2 面がシュラウドに面する最外周燃料集合体を模擬)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-47 燃料棒最高温度の時間変化 (1F1, 切り株燃料評価)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-48 炉心部のデブリ発生状況 (1F1, 3/11 19:58, スクラム後 5.19h)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-49 炉心部のデブリ発生状況 (1F1, 3/11 23:09, スクラム後 8.37h)
- 図 4.2.1(3)(i)(a)-50 炉心部のデブリ発生状況 (1F1, 3/11 23:17, スクラム後 8.5h)

- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-1 1 号機スクラム後 24 時間の RPV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-2 1 号機スクラム後 24 時間の PCV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-3 1 号機スクラム後 5 時間～10 時間の下部プレナム水位
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-4 1 号機 3 月 11 日 22 時頃における炉心損傷図
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-5 RPV 破損直後におけるペデスタル内外のデブリ分布
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-6 RPV 破損から 100 秒後におけるペデスタル内外のデブリ分布
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-7 1 号機スクラム後 24 時間におけるペデスタル内外のデブリ分布
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-8 3 月 14 日 20 時から 3 月 23 日 2 時 30 分までの PCV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-9 3 月 14 日 20 時から 3 月 23 日 2 時 30 分までの RPV 上部プレナム温度挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)1-10 3 月 20 日 0 時 0 分から 3 月 25 日 2 時 30 分までの RPV 上部プレナム温度挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-1 SRV 強制開以降 (2011 年 3 月 14 日 18 時頃～3 月 15 日 1 時頃) の RPV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-2 SRV 強制開以降 (2011 年 3 月 14 日 18 時頃～3 月 15 日 1 時頃) の PCV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-3 2011 年 3 月 14 日 21 時 00 分頃の炉心損傷図
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-4 2011 年 3 月 14 日 22 時 30 分頃の炉心損傷図
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-5 CAMS による測定結果
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-6 3 圧力ピーク以降 (2011 年 3 月 15 日 2 時頃～3 月 15 日 18 時頃) の RPV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-7 3 圧力ピーク以降 (2011 年 3 月 15 日 2 時頃～3 月 15 日 18 時頃) の PCV 圧力挙動
- 図 4.2.1(3)(i)(b)2-8 2 号機 RPV 破損 4.5 時間後におけるペデスタル内外のデブリ分布
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-1 格納容器圧力と 3 号機事故のフェーズ分類との関係
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-2 炉心損傷の進展が想定される期間における RPV 圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-3 フェーズ 1 における a) RPV 圧力, b) RPV 水位, c) PCV 圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-4 RPV 圧力の測定値 (ストリップチャート) と SAMPSON 解析結果
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-5 フェーズ 4 の期間における RPV 圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-6 デブリの下部プレナムへの落下前の炉心損傷状況 (スクラム後約 45 時間)
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-7 フェーズ 4 の期間における PCV 圧力

- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-8 フェーズ 6 の最初における下部プレナムの状況（スクラム後 54 時間）
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-9 RPV 底部の内壁温度（スクラム後約 54 時間）
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-10 ベデスタルにおけるデブリの拡がりフェーズ
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-11 MCCI フェーズにおける PCV 圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-12 コンクリートの侵食状況
- 図 4.2.1(3)(i)(b)3-13 侵食されたコンクリートの質量（ケース A ドライ）

- 図 4.2.1(3)(i)(c)-1 IRM/SRM の断面形状
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-2 CRGT の断面形状
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-3 IRM/SRM 試験体の寸法
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-4 熱電対の設置位置
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-5 VESTA 装置の 3D モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-6 VESTA 装置の全体概要
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-7 下るつぼに試験体を装荷した状態
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-8 コリウム生成前の素材の形状
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-9 上るつぼへの素材の充填状況
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-10 高周波誘導加熱の印加電力とコリウム温度の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-11 上るつぼ周辺部に残留した未溶融ペレット
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-12 容器内圧力温度の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-13 下るつぼ内に突き出ている貫通管の温度変化
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-14 RPV 下部ヘッド内面より下部の貫通管の温度変化
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-15 RPV 下部ヘッド内の温度分布
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-16 環状流路からのコリウム落下の様子
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-17 内管（ドライチューブ）からのコリウム落下の様子
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-18 環状流路下部の熱電対サポートに溜まったデブリ
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-19 環状流路を下から仰ぎ見た映像
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-20 試験終了後の下るつぼ内残留デブリ
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-21 下るつぼの底部に残留したデブリ
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-22 IRM/SRM 試験体の内部観察位置
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-23 IRM/SRM 試験体内部の画像（位置 A）
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-24 IRM/SRM 試験体内部の画像（位置 B）
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-25 IRM/SRM 試験体内部の画像（位置 C）
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-26 IRM/SRM 試験体内部の画像（位置 D）
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-27 IRM/SRM 試験体アニュラス部の画像（位置 A）
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-28 IRM/SRM 試験体の切断画像
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-29 試験後の CRGT 試験体
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-30 CRGT 試験体の切断画像
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-31 KAERI での「貫通管溶融試験」の結果
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-32 SAMPSON/DCA の計装管内へのデブリ侵入モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-33 GEYSER 試験体系
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-34 G4 の解析結果
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-35 G7 の解析結果
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-36 貫通管溶融試験の解析体系

- 図 4.2.1(3)(i)(c)-37 コリウムの流入条件
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-38 計装管温度の解析結果
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-39 侵入長の崩壊熱への依存性
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-40 侵入長の配管上下の圧力差への依存性
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-41 侵入長の時間変化
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-42 侵入長の流入コリウムの温度への依存性
- 図 4.2.1(3)(i)(c)-43 侵入長のコリウムの鉄成分への依存性

- 図 4.2.1(3)(i)(d)-1 BWR における除熱喪失時の事故進展の概念
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-2 MELCOR における計算フロー
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-3 炉心と下部プレナムにおけるノード化
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-4 コアにおけるセルの構造
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-5 典型的な COR-CVH のノード化した二次元モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-6 典型的な COR-CVH のノード化した三次元モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-7 下部プレナムの幾何学的な表現
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-8 コア・パッケージにおけるモデル化可能な構造物
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-9 溶融プールのコンポーネント
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-10 下部ヘッドのノード分割
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-11 メッシュ分割方法
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-12 軸方向崩壊熱分布比
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-13 径方向崩壊熱分布比
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-14 軸方向崩壊熱分布比（ノード分割）
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-15 崩壊熱履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-16 注水量履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-17 RPV のノード化
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-18 RPV と周囲の steam line のノード化
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-19 原子炉格納容器と原子炉建屋のノード化
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-20 格納容器での流体
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-21 HPCI による注水量
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-22 RPV, D/W 圧力値
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-23 消防車による注水流量
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-24 炉心入口蒸気流量：標準モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-25 炉心出口蒸気流量：標準モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-26 炉心入口水素流量：標準モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-27 炉心出口水素流量：標準モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-28 原子炉圧力容器圧力推移：標準モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-29 炉心入口蒸気流量：バイパス下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-30 炉心出口蒸気流量：バイパス下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-31 炉心入口水素流量：バイパス下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-32 炉心出口水素流量：バイパス下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-33 原子炉圧力容器圧力推移：バイパス下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-34 炉心入口蒸気流量：バイパス及び最外周リング下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-35 炉心出口蒸気流量：バイパス及び最外周リング下降流禁止モデル

- 図 4.2.1(3)(i)(d)-36 炉心入口水素流量：バイパス及び最外周リング下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-37 炉心出口水素流量：バイパス及び最外周リング下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-38 原子炉圧力容器内圧力：バイパス及び最外周リング下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-39 炉心入口蒸気流量：全炉心下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-40 炉心出口蒸気流量：全炉心下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-41 炉心入口水素流量：全炉心下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-42 炉心出口水素流量：全炉心下降流禁止モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-43 原子炉圧力容器内圧力：全炉心下降流モデル
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-44 炉心入口蒸気流量：注水量 21.6[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-45 炉心出口蒸気流量：注水量 21.6[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-46 炉心入口水素流量：注水量 21.6[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-47 炉心出口水素流量：注水量 21.6[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-48 原子炉圧力容器圧力推移：注水量 21.6[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-49 炉心入口蒸気流量：注水量 28.8[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-50 炉心出口蒸気流量：注水量 28.8[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-51 炉心入口水素流量：注水量 28.8[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-52 炉心出口水素流量：注水量 28.8[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-53 原子炉圧力容器圧力推移：注水量 28.8[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-54 炉心入口蒸気流量：注水量 32.4[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-55 炉心出口蒸気流量：注水量 32.4[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-56 炉心入口水素流量：注水量 32.4[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-57 炉心出口水素流量：注水量 32.4[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-58 原子炉圧力容器圧力推移：注水量 32.4[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-59 炉心入口蒸気流量：注水量 36.0[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-60 炉心出口蒸気流量：注水量 36.0[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-61 炉心入口水素流量：注水量 36.0[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-62 炉心出口水素流量：注水量 36.0[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-63 原子炉圧力容器圧力推移：注水量 36.0[ton/h]
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-64 原子炉圧力容器圧力履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-65 炉内水位履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-66 ダウンカマ水温履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-67 最外周リング蒸気流量
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-68 炉心リング要素 115：燃料温度履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-69 炉心リング要素 215：燃料温度履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-70 炉心リング要素 315：燃料温度履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-71 炉心リング要素 415：燃料温度履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-72 下部プレナムスランピング物質
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-73 第三ピーク時炉内状況
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-74 2号機スランピングまでの MELCOR 及び SCDAP による RPV 圧力と燃料最高温度の履歴
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-75 炉心水位と測定値の比較
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-76 RPV 圧力の計算値と測定値の比較
- 図 4.2.1(3)(i)(d)-77 RPV 圧力の計算値と測定値の比較（拡大）

図 4.2.1(3)(i)(d)-78	case1 の炉心リング 1 の燃料温度
図 4.2.1(3)(i)(d)-79	case2 の炉心リング 1 の燃料温度
図 4.2.1(3)(i)(d)-80	case3 の炉心リング 1 の燃料温度
図 4.2.1(3)(i)(d)-81	case4 の炉心リング 1 の燃料温度
図 4.2.1(3)(i)(d)-82	Case3 の RPV 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-83	Case3 の S/C 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-84	Case3 の D/W 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-85	Case4 の RPV 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-86	Case4 の S/C 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-87	Case4 の D/W 圧力
図 4.2.1(3)(i)(d)-88	原子炉建屋 1 階 平面図
図 4.2.1(3)(i)(d)-89	ベローズ周辺詳細
図 4.2.1(3)(i)(d)-90	ベローズ周辺詳細
図 4.2.1(3)(i)(d)-91	MISV 室 断面
図 4.2.1(3)(i)(d)-92	弁詳細図
図 4.2.1(3)(i)(d)-93	仮定した弁・ベローズ長さに基づく位置関係
図 4.2.1(3)(i)(d)-94	解析対象配管図
図 4.2.1(3)(i)(d)-95	温度分布
図 4.2.1(3)(i)(d)-96	スランピング時温度履歴
図 4.2.1(3)(i)(d)-97	温度履歴
図 4.2.1(3)(i)(d)-98	拘束点位置
図 4.2.1(3)(i)(d)-99	ベローズのモデル化
図 4.2.1(3)(i)(d)-100	解析モデル
図 4.2.1(3)(i)(d)-101	STS410 材料特性
図 4.2.1(3)(i)(d)-102	説明で用いた名称
図 4.2.1(3)(i)(d)-103	変形状態図
図 4.2.1(3)(i)(d)-104	高温部直管曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-105	低温部直管曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-106	曲管部曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-107	発生する応力と降伏応力の比較 (D-1-A)
図 4.2.1(3)(i)(d)-108	高温部直管曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-109	低温部直管曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-110	曲管部曲げモーメント
図 4.2.1(3)(i)(d)-111	発生する応力と降伏応力の比較 (D-1-A-H)
図 4.2.1(3)(i)(d)-112	クリープ歪履歴 (最高温度 677°C)
図 4.2.1(3)(i)(d)-113	クリープ歪履歴 (最高温度 777°C)
図 4.2.1(3)(i)(d)-114	ベローズが取付く管の挙動 D-1-A
図 4.2.1(3)(i)(d)-115	ベローズが取付く管の挙動 D-2-A
図 4.2.1(3)(i)(d)-116	ベローズが取付く管の挙動 D-1-B
図 4.2.1(3)(i)(d)-117	ベローズが取付く管の挙動 D-2-B
図 4.2.1(3)(i)(d)-118	ベローズが取付く管の挙動 D-1-A-H
図 4.2.1(3)(i)(d)-119	ベローズが取付く管の挙動 D-2-A-H
図 4.2.1(3)(i)(d)-120	説明で用いた名称

図 4.2.1(3)(i)(d)-121 変形状態図
 図 4.2.1(3)(i)(d)-122 高温直管曲げモーメント
 図 4.2.1(3)(i)(d)-123 低温直管曲げモーメント
 図 4.2.1(3)(i)(d)-124 曲管部曲げモーメント
 図 4.2.1(3)(i)(d)-125 発生する応力と降伏応力の比較 (C-1-A)
 図 4.2.1(3)(i)(d)-126 クリープ歪履歴 C-1-A (アンカーボルト完全固定)
 図 4.2.1(3)(i)(d)-127 ベローズが取付く管の挙動 C-1-A
 図 4.2.1(3)(i)(d)-128 ベローズが取付く管の挙動 C-2-A
 図 4.2.1(3)(i)(d)-129 ベローズが取付く管の挙動 C-1-B
 図 4.2.1(3)(i)(d)-130 ベローズが取付く管の挙動 C-2-B
 図 4.2.1(3)(i)(d)-131 ベローズ寸法の仮定
 図 4.2.1(3)(i)(d)-132 ねじり剛性 ベローズ諸元の影響
 図 4.2.1(3)(i)(d)-133 ねじり剛性 ベローズ諸元の影響
 図 4.2.1(3)(i)(d)-134 ベローズに作用するねじりモーメント
 図 4.2.1(3)(i)(d)-135 ベローズの諸元
 図 4.2.1(3)(i)(d)-136 ねじり座屈強度と形状係数の関係
 図 4.2.1(3)(i)(d)-137 2号機の事故進展シナリオ推定
 図 4.2.1(3)(i)(d)-138 3号機の事故進展シナリオ推定

図 4.2.1(3)(i)(e)-1 PCV MARK I 底部図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-2 平面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-3 ベースマット図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-4 側面断面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-5 CVPA ノーディング図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-6 ドライケースの PCV 圧力
 図 4.2.1(3)(i)(e)-7 ドライケースの PCV 圧力
 図 4.2.1(3)(i)(e)-8 D2 ケース PCV 分圧
 図 4.2.1(3)(i)(e)-9 ドライケース PCV 温度 (C01)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-10 ドライケース, 燃料取扱フロア (C05) 内 H₂
 図 4.2.1(3)(i)(e)-11 ドライケース, 燃料取扱フロア (C05) シャピロ図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-12 D1, D3 溶融コリウム拡散平面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-13 D2, D4 溶融コリウム拡散平面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-14 S1, S2 溶融コリウム拡散平面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-15 溶融コリウム最大温度図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-16 溶融コリウム平均温度図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-17 溶融デブリ全質量
 図 4.2.1(3)(i)(e)-18 溶融デブリ全質量 (40h まで)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-19 MCCI 累積水素発生量
 図 4.2.1(3)(i)(e)-20 D2 溶融コリウム内金属質量履歴
 図 4.2.1(3)(i)(e)-21 D1, D2 ベースマット状態 (70h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-22 D3, D4 ベースマット状態 (70h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-23 D ケース, 最深浸食 (70h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-24 ペデスタル壁状態 (70h)

図 4.2.1(3)(i)(e)-25 D3, コンクリート浸食形状 (高さ別)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-26 D2, コンクリート浸食形状 (高さ別)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-27 S1, S2 ベースマット状態 (70h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-28 S ケース, 最深浸食 (70h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-29 D2, D4, S2 ケース, H2 累積生成量 vs. 全デブリ質量
 図 4.2.1(3)(i)(e)-30 S2, ベースメント状態 (高さ別)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-31 ウェットケースの PCV 圧力
 図 4.2.1(3)(i)(e)-32 ウェットケースの PCV 圧力
 図 4.2.1(3)(i)(e)-33 W1 ケース PCV 分圧
 図 4.2.1(3)(i)(e)-34 ウェットケース PCV 温度 (C01)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-35 ウェットケース, 燃料取扱フロア (C05) 内 H₂
 図 4.2.1(3)(i)(e)-36 ウェットケース, 燃料取扱フロア (C05) シャピロ図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-37 W1, W4 熔融コリウム拡散平面図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-38 熔融コリウム最大温度図 (ウェットケース)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-39 熔融コリウム平均温度図 (ウェットケース)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-40 D1-W1 熔融コリウム平均温度比較図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-41 D2-W2 熔融コリウム平均温度比較図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-42 熔融デブリ全質量 (ウェットケース)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-43 MCCI 累積水素発生量 (ウェットケース)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-44 D3-W3, MCCI 累積水素発生量比較図
 図 4.2.1(3)(i)(e)-45 W1 ベースマット状態 (61.5h)
 図 4.2.1(3)(i)(e)-46 W1, コンクリート浸食形状 (高さ別)

図 4.2.1(3)(i)(f)-1 テストバンドルの上面図
 図 4.2.1(3)(i)(f)-2 バンドル配置の説明
 図 4.2.1(3)(i)(f)-3 ヒーター供給電力量図
 図 4.2.1(3)(i)(f)-4 SAMPSON の解析モデル
 図 4.2.1(3)(i)(f)-5 加熱燃料棒温度
 図 4.2.1(3)(i)(f)-6 水素発生量
 図 4.2.1(3)(i)(f)-7 クエンチ中の水素発生量
 図 4.2.1(3)(i)(f)-8 クエンチ中の炉心の構成
 図 4.2.1(3)(i)(f)-9 熔融プールの形成
 図 4.2.1(3)(i)(f)-10 熔融プールの破壊と粒子状物質への転移の進行
 図 4.2.1(3)(i)(f)-11 粒子状物質の塊状化
 図 4.2.1(3)(i)(f)-12 亀裂形成の指数的傾向
 図 4.2.1(3)(i)(f)-13 クエンチ中の水素発生量
 図 4.2.1(3)(i)(f)-14 亀裂の形成の指数的な挙動
 図 4.2.1(3)(i)(f)-15 水素重量の積算値
 図 4.2.1(3)(i)(f)-16 圧力に対する消防車による RPV 内への注水量
 図 4.2.1(3)(i)(f)-17 シュラウド内部及びダウンカマ部の水位
 図 4.2.1(3)(i)(f)-18 SRV 開口面積および注水質量速度
 図 4.2.1(3)(i)(f)-19 RPV および D/W の圧力
 図 4.2.1(3)(i)(f)-20 水素質量の積算値

- 図 4.2.1(3)(i)(f)-21 SRV 開口面積と注水流量
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-22 RPV 及び D/W の圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-23 水素重量の積算値
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-24 一番目のピークにおける RPV および D/W 圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-25 一番目のピークにおける水素重量積算値
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-26 二番目のピーク中の増加した水位
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-27 二番目のピーク中の RPV および D/W の圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-28 二番目のピーク中の水素質量の積算値
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-29 二番目のピーク中の炉心内の水質量
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-30 三番目のピーク中の RPV および D/W の圧力
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-31 三番目のピーク中の炉心内の水質量
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-32 三番目のピーク中のデブリの質量分布
- 図 4.2.1(3)(i)(f)-33 三番目のピーク中の下部プレナムにおけるデブリの質量分布

- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-1 炉心損傷進展時刻の周辺における 2 号機 RPV 圧力実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-2 炉心損傷進展時刻の周辺における 2 号機 PCV 圧力実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-3 炉心損傷進展時刻の周辺における 2 号機原子炉水位実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-4 RPV 破損時刻の周辺における 2 号機 RPV 圧力／PCV 圧力実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-5 3 号機 RPV 圧力実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-6 3 号機 PCV 圧力実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)1-7 3 号機原子炉水位実測値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-1 MAAP コードによる 2 号機の PCV, R/B ノーディング
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-2 D/W ヘッドフランジ漏えい面積の仮定
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-3 消防車注水量変化 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-4 原子炉水位解析結果—実測値比較 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-5 原子炉水位・RPV 圧力解析結果—RPV 圧力実測値比較 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-6 下部プレナム内燃料デブリ質量推移 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-7 D/W 圧力解析結果・実測値比較, 水素発生量解析結果 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-8 下部プレナム内溶融炉心質量推移 (2 号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-9 MAAP コードによる 3 号機の PCV, 原子炉建屋ノーディング
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-10 消防ポンプによる原子炉注水流量
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-11 RPV 圧力の解析結果と実測値の比較
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-12 PCV 線量計指示値
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-13 下部プレナム／ペデスタル・D/W 床面燃料デブリ質量推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-14 D/W 圧力解析結果・実測値比較
- 図 4.2.1(3)(i)(g)3-15 下部プレナム溶融炉心質量推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-1 変数 FAOX に関する不確かさモデル
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-2 2 号機 RPV 圧力の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-3 2 号機シュラウド内水位の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-4 2 号機 D/W 圧力の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-5 2 号機における 2 回目の RPV 圧力ピーク時の RPV 圧力の極大値
(炉心支持板の破損および水素生成の増加を仮定しない場合)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-6 2 号機における 2 回目の RPV 圧力ピーク時の RPV 圧力の極大値

- (炉心支持板の破損を仮定し、水素生成の増加を仮定しない場合)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-7 2号機における D/W 圧力の極大値
(炉心支持板の破損を仮定し、水素生成の増加を仮定しない場合)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-8 2号機における D/W 圧力の極大値
(炉心支持板の破損および水素生成の増加を仮定する場合)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-9 3号機 RPV 圧力の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-10 3号機原子炉水位の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-11 3号機 PCV 圧力の推移
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-12 炉内計装配管漏えい面積の不確かさ解析に基づいた D/W 圧力極大値の分布 (3号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-13 SRV からの直接漏えいを想定する場合の物理現象に関わる不確かさ解析における D/W 圧力の約 50 時間から約 55 時間の期間での極大値の分布 (3号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-14 SRV からの直接漏えいを想定しない場合の物理現象に関わる不確かさ解析における D/W 圧力の約 50 時間から約 55 時間の期間での極大値の分布 (3号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-15 RPV 下部ヘッド破損時間と約 60 時間以前の D/W 圧力の極大値の相関 (3号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)4-16 物理現象に関わる不確かさ解析に基づいた炉心デブリの下部プレナムへのスランピング時間の分布 (3号機)
- 図 4.2.1(3)(i)(g)6-1 2/3号機のペDESTAL内構造物
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-1 GOTHIC ノーディング (流量分配シナリオ)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-2 GOTHIC ノーディング (冠水割合シナリオ)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-3 消防ポンプによる原子炉注水特性
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-4 2号機の RPV 圧力実測値
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-5 再循環ポンプ流量分配 (ケース 1)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-6 再循環ポンプ流量分配 (ケース 2)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-1-7 原子炉水位感度解析結果
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-2-1 試験#2 における温度推移
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-2-2 IRM/SRM 温度推移 (熔融炉心初期温度: 2673(K))
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-2-3 IRM/SRM 温度推移 (熔融炉心初期温度: 2873(K))
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-1 CORA-16 試験結果/MAAP 解析結果比較
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-2 CORA-17 試験結果/MAAP 解析結果
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-3 CORA-18 試験結果/MAAP 解析結果
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-4 CORA-16 感度解析 試験体上部温度
(上: 輻射熱損失, 下: 対流熱損失)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-5 CORA-16 感度解析 水素発生量
(上: 輻射熱損失, 下: 対流熱損失)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-6 CORA-17 感度解析 試験体上部温度
(上: 輻射熱損失, 下: 対流熱損失)
- 添図 4.2.1(3)(i)(g)-3-7 CORA-17 感度解析 水素発生量 (上: 輻射熱損失, 下: 対流熱損失)
- 添付 4.2.1(3)(i)(g)-4 MCCI 試験に係る検討

- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-1 CAMS の位置と主要線源領域
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-2 過酷事故解析コードの結果から線量率への変換手順
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-3 S/C の CAMS 線量率評価のための幾何学的入力データ
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-4 S/C CAMS の主要領域についての換算係数 χ_{ik} (1 号機)
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-5 S/C CAMS の主要領域についての換算係数 χ_{ik} (2, 3 号機)
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-6 プール水中から S/C CAMS 線量率への換算係数 χ_{ik} の液位依存性
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-7 D/W の CAMS 線量率評価のための幾何学的入力 (460MWe)
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-8 D/W の CAMS 線量率評価のための等価検出器配置 (460MWe)
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-9 D/W CAMS の主要領域についての換算係数 χ_{ik} (1 号機)
- 図 4.2.1(3)(ii)(a)-10 D/W CAMS の主要領域についての換算係数 χ_{ik} (2, 3 号機)

- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-1 SAMPSON コードで求めた S/C 主要部での FP(セシウム) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-2 SAMPSON コードで求めた S/C 主要部での FP(ヨウ素) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-3 SAMPSON コードで求めた S/C 主要部での FP(クリプトン) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-4 SAMPSON コードで求めた S/C 主要部での FP(キセノン) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-5 W/W CAMS 位置での線量率
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-6 SAMPSON コードで求めた D/W 主要部での FP(セシウム) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-7 SAMPSON コードで求めた D/W 主要部での FP(ヨウ素) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-8 SAMPSON コードで求めた D/W 主要部での FP(Kr) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-9 SAMPSON コードで求めた D/W 主要部での FP(Xe) 分布
- 図 4.2.1(3)(ii)(b)-10 D/W CAMS 位置での線量率

- 図 4.2.1(4)-1 1 号機から 3 号機における圧力計と水位計の構成概念
- 図 4.2.1(4)-2 3 号機 RPV, S/C 圧力計指示値の D/W 圧力計指示値との差
- 図 4.2.1(4)-3 水柱喪失補正を施した 3 号機圧力データ
- 図 4.2.1(4)-4 3 号機 S/C 圧力計指示値と D/W 圧力計指示値との相関
- 図 4.2.1(4)-5 2 号機圧力計及び水位計データ (その 1)
- 図 4.2.1(4)-6 2 号機圧力計及び水位計データ (その 2)
- 図 4.2.1(4)-7 2 号機圧力計及び水位計データ (その 3)
- 図 4.2.1(4)-8 3 号機における水柱喪失分を補正した圧力データ及び水位計データ
- 図 4.2.1(4)-9 1 号機における 3 月 20 日以降 3 月末までの温度と圧力のデータ
- 図 4.2.1(4)-10 1 号機における温度計設置位置と着目した温度計
- 図 4.2.1(4)-11 2 号機における温度と圧力のデータ
- 図 4.2.1(4)-12 3 号機における温度と圧力のデータ

- 図 4.2.1(5)-1 各号機の炉心損傷イベントの概略
- 図 4.2.1(5)-2 試験体の形状と試験後分析のための切断位置
- 図 4.2.1(5)-3 酸化膜厚さ分析結果
- 図 4.2.1(5)-4 水素分析結果
- 図 4.2.1(5)-5 水素深さ方向分析結果
- 図 4.2.1(5)-6 酸化膜厚さ・水素濃度の軸方向分布測定値と解析結果の比較
- 図 4.2.1(5)-7 酸化膜厚さ・水素濃度の軸方向分布測定値と解析結果の比較
- 図 4.2.1(5)-8 解析における酸化膜厚さ、水素濃度の時間変化の例

- 図 4.2.1(5)-9 酸化膜厚さ・水素濃度の軸方向分布測定値と解析結果の比較
- 図 4.2.1(5)-10 MELCOR で計算された 1F2 号機の温度履歴
- 図 4.2.1(5)-11 MELCOR で計算された 1F2 号機の水蒸気流速
- 図 4.2.1(5)-12 本解析で用いた温度履歴
- 図 4.2.1(5)-13 酸化膜厚さ・水素濃度の軸方向分布測定値と解析結果の比較
- 図 4.2.1(5)-14 酸化膜厚さ・水素濃度の軸方向分布測定値と解析結果の比較
- 図 4.2.1(5)-15 試験後の模擬制御棒ブレード試験体の外観（水蒸気供給量：0.0417 g/s/rod）
- 図 4.2.1(5)-16 横断面観察結果：CRFCBF-03(0.0417 g/s/rod)
- 図 4.2.1(5)-17 金相観察結果：CRFCBF-03 (712mm)
- 図 4.2.1(5)-18 SEM-EDS/WDS 分析結果：CRFCBF-03 (894mm)
- 図 4.2.1(5)-19 試験後の模擬制御棒ブレード試験体の外観（水蒸気供給量：0.0125 g/s/rod）
- 図 4.2.1(5)-20 横断面観察結果：CRFCBF-04(0.0125 g/s/rod)
- 図 4.2.1(5)-21 金相観察結果：CRFCBF-04 (219mm)
- 図 4.2.1(5)-22 金相観察結果：CRFCBF-04 (219mm)
- 図 4.2.1(5)-23 100%水蒸気および 1%水素を混合させた水蒸気の平衡酸素分率
- 付属図 4.2.1(5)-1 試験前外観観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-2 試験後外観観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-3 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-4 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-5 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-6 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-7 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-8 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-9 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-10 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-11 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-12 金相観察結果
- 付属図 4.2.1(5)-13 計測した水素(m/e=2)，水蒸気(m/e=18)，アルゴン(m/e=40)の経変化
- 付属図 4.2.1(5)-14 信号強度比と積算水素発生量の時間変化
- 付属図 4.2.1(5)-15 樹脂埋後試験体 切断位置：CRFCBF-03(0.0417 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-16 横断面観察結果（その 1）：CRFCBF-03(0.0417 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-17 横断面観察結果（その 2）：CRFCBF-03(0.0417 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-18 金相観察結果（その 1）：CRFCBF-03-MHS-02(894mm)
- 付属図 4.2.1(5)-19 金相観察結果（その 2）：CRFCBF-03-MHS-02(894mm)
- 付属図 4.2.1(5)-20 金相観察結果（その 3）：CRFCBF-03-MHS-03(712mm)
- 付属図 4.2.1(5)-21 金相観察結果（その 4）：CRFCBF-03-MHS-03(712mm)
- 付属図 4.2.1(5)-22 金相観察結果（その 5）：CRFCBF-03-MHS-03(712mm)
- 付属図 4.2.1(5)-23 SEM-EDS/WDS 分析結果（その 1）：CRFCBF-03-MHS-02(894mm)
- 付属図 4.2.1(5)-24 SEM-EDS/WDS 分析結果（その 2）：CRFCBF-03-MHS-02(894mm)
- 付属図 4.2.1(5)-25 樹脂埋後試験体 切断位置：CRFCBF-04(0.0125 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-26 横断面観察結果（その 1）：CRFCBF-04(0.0125 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-27 横断面観察結果（その 2）：CRFCBF-04(0.0125 g/s/rod)
- 付属図 4.2.1(5)-28 金相観察結果（その 1）：CRFCBF-04-MHS-04(530mm)

- 付属図 4. 2. 1 (5) -29 金相観察結果（その 2）：CRFCBF-04-MHS-04 (530mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -30 金相観察結果（その 3）：CRFCBF-04-MHS-05 (350mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -31 金相観察結果（その 4）：CRFCBF-04-MHS-05 (350mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -32 金相観察結果（その 5）：CRFCBF-04-MHS-06 (219mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -33 金相観察結果（その 6）：CRFCBF-04-MHS-06 (219mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -34 金相観察結果（その 7）：CRFCBF-04-MHS-06 (219mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -35 SEM-EDS/WDS 定性分析結果（その 1）：CRFCBF-04-MHS-06 (219mm)
- 付属図 4. 2. 1 (5) -36 SEM-EDS/WDS 定性分析結果（その 2）：CRFCBF-04-MHS-06 (219mm)

- 図 4. 2. 1 (6) (i) -1 BWR における除熱喪失時の事故進展の概念
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -2 本試験の試験体の概念
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -3 プラズマ加熱試験用試験容器
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -4 CMMR 試験体の 3 次元的構成
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -5 CMMR 試験の概念
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -6 CMMR 試験における熱電対設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -7 CMMR 試験体の外観
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -8 CMMR 試験体に円筒状るつぼと断熱材を設置した状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -9 加熱炉チャンバーに装荷した CMMR-1 試験体の上部
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -10 予備試験 1（No. 1-1）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -11 予備試験 1（No. 1-1）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -12 加熱後の予備試験 1（No. 1-1）試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -13 予備試験 1（No. 1-1）の加熱後の外観の非加熱材との比較
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -14 予備試験 2（No. 1-2）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -15 予備試験 2（No. 1-2）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -16 加熱後の予備試験 2（No. 1-2）の試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -17 加熱後のるつぼから取り出した予備試験 2（No. 1-2）の試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -18 予備試験 3（No. 1-3）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -19 予備試験 3（No. 1-3）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -20 予備試験 3（No. 1-3）の加熱後の被覆管と燃料ペレット
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -21 予備試験 4（No. 1-4）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -22 予備試験 4（No. 1-4）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -23 加熱後の予備試験 4（No. 1-4）の試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -24 予備試験 5a（No. 1-5a）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -25 予備試験 5a（No. 1-5a）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -26 加熱後の予備試験 5a（No. 1-5a）の試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -27 予備試験 5b（No. 1-5b）の試験体設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -28 予備試験 5b（No. 1-5b）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -29 加熱後の予備試験 5b（No. 1-5b）の試験体
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -30 CMMR-1 試験（run 2）の試験体及び試験体の加熱炉内への設置状況
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -31 CMMR-1 試験（Run 2）のプラズマ運転データ，酸素濃度，温度
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -32 CMMR-1 試験（run 2）における各部の熱電対のデータ
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -33 加熱後の CMMR-1 試験（run 2）の試験体上部
- 図 4. 2. 1 (6) (i) -34 加熱後の CMMR-1 試験（run 2）の試験体上部燃料及び試験体下部の溶融物

- 図 4.2.1(6)(i)-35 CMMR-2 試験 (run 3) の試験体及び試験体の加熱炉内への設置状況
- 図 4.2.1(6)(i)-36 CMMR-2 試験 (Run 3) のプラズマ運転データ, 酸素濃度, 温度
- 図 4.2.1(6)(i)-37 CMMR-2 試験 (run 3) における試験体各部の熱電対データ
- 図 4.2.1(6)(i)-38 加熱後の CMMR-2 試験 (run 3) の試験体上部燃料及び試験体下部の溶融物
- 図 4.2.1(6)(i)-39 2 号機におけるスランピング時の被覆管酸化の評価結果
- 図 4.2.1(6)(i)-40 2 号機におけるスランピング時の炉心下部燃料温度の軸方向分布評価結果

- 図 4.2.1(6)(ii)-1 MAAP 解析 (平成 27 年度) による 1 号機下部ヘッドの温度変化
- 図 4.2.1(6)(ii)-2 るつぼ内の試料装荷状態 (概略図)
- 図 4.2.1(6)(ii)-3 試料およびるつぼ内の試料装荷状態 (試験 No. 1)
- 図 4.2.1(6)(ii)-4 試験後のるつぼの状態 (試験 No. 1)
- 図 4.2.1(6)(ii)-5 試料切断後の断面写真 (試験 No. 1)
- 図 4.2.1(6)(ii)-6 断面金相写真 (試験 No. 1 の試料 1-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-7 領域 1-2-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-8 領域 1-2-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-9 領域 1-2-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-10 領域 1-2-2 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-11 領域 1-2-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-12 領域 1-2-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-13 領域 1-2-3 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-14 領域 1-2-3 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-15 領域 1-2-3 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-16 領域 1-2-4 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-17 領域 1-2-4 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-18 領域 1-2-4 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 1 の試料 1-2, 500 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-19 試験後のるつぼの状態 (試験 No. 2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-20 試料切断後の断面写真 (試験 No. 2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-21 断面マクロ写真 (試験 No. 2 の試料 2-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-22 領域 2-2-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-23 領域 2-2-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 200 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-24 領域 2-2-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 200 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-25 領域 2-2-2 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-26 領域 2-2-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 100 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-27 領域 2-2-2 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 100 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-28 領域 2-2-3 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-29 領域 2-2-3 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 100 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-30 領域 2-2-3 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 200 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-31 領域 2-2-4 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-2)
- 図 4.2.1(6)(ii)-32 領域 2-2-4 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 100 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-33 領域 2-2-4 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 2 の試料 2-2, 200 倍)
- 図 4.2.1(6)(ii)-34 試験後のるつぼの状態 (試験 No. 3)
- 図 4.2.1(6)(ii)-35 試料切断後の断面写真 (試験 No. 3)
- 図 4.2.1(6)(ii)-36 断面マクロ写真 (試験 No. 3 の試料 3-1)

図 4.2.1(6)(ii)-37 領域 3-1-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 3 の試料 3-1)
 図 4.2.1(6)(ii)-38 領域 3-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 3 の試料 3-1, 500 倍)
 図 4.2.1(6)(ii)-39 領域 3-1-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 3 の試料 3-1, 500 倍)
 図 4.2.1(6)(ii)-40 試料およびるつぼ内の試料装荷状態 (試験 No. 4)
 図 4.2.1(6)(ii)-41 試験後のるつぼの状態 (試験 No. 4)
 図 4.2.1(6)(ii)-42 試料切断後の断面写真 (試験 No. 4)
 図 4.2.1(6)(ii)-43 断面マクロ写真 (試験 No. 4 の試料 4-2)
 図 4.2.1(6)(ii)-44 領域 4-2-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 4 の試料 4-2)
 図 4.2.1(6)(ii)-45 領域 4-2-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-2, 200 倍)
 図 4.2.1(6)(ii)-46 領域 4-2-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 4 の試料 4-2, 200 倍)
 図 4.2.1(6)(ii)-47 領域 4-2-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 4 の試料 4-2, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-1 断面マクロ写真 (試験 No. 1 の試料 1-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-2 断面マクロ写真 (試験 No. 1 の試料 1-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-3 領域 1-1-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-4 領域 1-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-5 領域 1-1-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 1 の試料 1-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-6 領域 1-3-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-7 領域 1-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-8 領域 1-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-9 領域 1-3-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-10 領域 1-3-2 の SEM 観察写真 (試験 No. 1 の試料 1-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-11 領域 1-3-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-12 領域 1-3-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-13 領域 1-3-2 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 1 の試料 1-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-14 断面マクロ写真 (試験 No. 2 の試料 2-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-15 断面マクロ写真 (試験 No. 2 の試料 2-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-16 領域 2-1-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-17 領域 2-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-18 領域 2-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-19 領域 2-1-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-20 領域 2-1-2 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-21 領域 2-1-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-22 領域 2-1-2 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-23 領域 2-1-3 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-24 領域 2-1-3 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 50 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-25 領域 2-1-3 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-26 領域 2-1-3 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-27 領域 2-1-3 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-28 領域 2-3-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 2 の試料 2-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-29 領域 2-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 2 の試料 2-3, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-30 領域 2-3-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 2 の試料 2-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-31 断面マクロ写真 (試験 No. 3 の試料 3-2)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-32 断面マクロ写真 (試験 No. 3 の試料 3-3)

付属図 4.2.1(6)(ii)-33 領域 3-2-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 3 の試料 3-2)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-34 領域 3-2-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 3 の試料 3-2, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-35 領域 3-2-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 3 の試料 3-2, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-36 領域 3-3-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 3 の試料 3-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-37 領域 3-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 3 の試料 3-3, 100 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-38 領域 3-3-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 3 の試料 3-3, 100 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-39 領域 3-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 3 の試料 3-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-40 領域 3-3-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 3 の試料 3-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-41 断面マクロ写真 (試験 No. 4 の試料 4-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-42 断面マクロ写真 (試験 No. 4 の試料 4-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-43 領域 4-1-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 4 の試料 4-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-44 領域 4-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-45 領域 4-1-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-46 領域 4-1-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-47 領域 4-1-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-48 領域 4-1-2 の SEM 観察写真 (試験 No. 4 の試料 4-1)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-49 領域 4-1-2 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-50 領域 4-1-2 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 4 の試料 4-1, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-51 領域 4-3-1 の SEM 観察写真 (試験 No. 4 の試料 4-3)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-52 領域 4-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-3, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-53 領域 4-3-1 の SEM・EDS による線分析 (試験 No. 4 の試料 4-3, 200 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-54 領域 4-3-1 の SEM・EDS による面分析 (試験 No. 4 の試料 4-3, 500 倍)
 付属図 4.2.1(6)(ii)-55 領域 4-3-1 の SEM・EDS による点分析 (試験 No. 4 の試料 4-3, 500 倍)

図 4.2.1(6)(iii)-1 崩壊熱の時間変化
 図 4.2.1(6)(iii)-2 SURC-2 実験装置
 図 4.2.1(6)(iii)-3 デブリ冷却模擬図
 図 4.2.1(6)(iii)-4 計算モデル図
 図 4.2.1(6)(iii)-5 $\text{UO}_2\text{-ZrO}_2$ 二元系状態図
 図 4.2.1(6)(iii)-6 固相率変化
 図 4.2.1(6)(iii)-7 y 方向流速変化
 図 4.2.1(6)(iii)-8 ZrO_2 偏析比分布変化
 図 4.2.1(6)(iii)-9 凝固完了時の ZrO_2 偏析比分布 (スケール別)
 図 4.2.1(6)(iii)-10 固相率分布変化 ($Q_d=1.22 \times 10^6 \times P(T, t)$)
 図 4.2.1(6)(iii)-11 y 方向流速変化 ($Q_d=1.22 \times 10^6 \times P(T, t)$), [m/s]
 図 4.2.1(6)(iii)-12 ZrO_2 偏析比分布変化 ($Q_d=1.22 \times 10^6 \times P(T, t)$)
 図 4.2.1(6)(iii)-13 固相率分布変化 ($Q_d=0.61 \times 10^6 \times P(T, t)$)
 図 4.2.1(6)(iii)-14 y 方向流速変化 ($Q_d=0.61 \times 10^6 \times P(T, t)$), [m/s]
 図 4.2.1(6)(iii)-15 ZrO_2 偏析比分布変化 ($Q_d=0.61 \times 10^6 \times P(T, t)$)
 図 4.2.1(6)(iii)-16 凝固完了時の ZrO_2 偏析比分布
 図 4.2.1(6)(iii)-17 固相率の経時変化
 図 4.2.1(6)(iii)-18 高さ中央部の温度, 固相率 ($t=500\text{s}$)
 図 4.2.1(6)(iii)-19 ZrO_2 偏析比の面積分布

図 4.2.1(6)(iii)-20	固相率変化 (No. 2: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:5mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-21	温度変化 (No. 2: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:5mass%), [K]
図 4.2.1(6)(iii)-22	y 方向流速変化 (No. 2: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:5mass%), [m/s]
図 4.2.1(6)(iii)-23	ZrO ₂ 偏析比分布変化 (No. 2: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:5mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-24	固相率変化 (No. 3: $Q_m=4.0 \times 10^5$, Zr:5mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-25	温度変化 (No. 3: $Q_m=4.0 \times 10^5$, Zr:5mass%), [K]
図 4.2.1(6)(iii)-26	y 方向流速変化 (No. 3: $Q_m=4.0 \times 10^5$, Zr:5mass%), [m/s]
図 4.2.1(6)(iii)-27	ZrO ₂ 偏析比分布変化 (No. 3: $Q_m=4.0 \times 10^5$, Zr:5mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-28	固相率変化 (No. 4: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:10mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-29	温度変化 (No. 4: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:10mass%), [K]
図 4.2.1(6)(iii)-30	y 方向流速変化 (No. 4: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:10mass%), [m/s]
図 4.2.1(6)(iii)-31	ZrO ₂ 偏析比分布変化 (No. 4: $Q_m=8.0 \times 10^5$, Zr:10mass%)
図 4.2.1(6)(iii)-32	凝固完了時の ZrO ₂ 偏析比分布 (スケール別)
図 4.2.1(6)(iii)-33	固相率の経時変化
図 4.2.1(6)(iii)-34	ZrO ₂ 偏析比の面積分布
図 4.2.1(6)(iii)-35	固相率変化
図 4.2.1(6)(iii)-36	温度変化, [K]
図 4.2.1(6)(iii)-37	y 方向流速変化, [m/s]
図 4.2.1(6)(iii)-38	ZrO ₂ 偏析比変化
図 4.2.1(6)(iii)-39	凝固完了時の ZrO ₂ 偏析比分布 (スケール別)
図 4.2.1(6)(iii)-40	固相率の経時変化
図 4.2.1(6)(iii)-41	ZrO ₂ 偏析比の面積分布
図 4.2.1(6)(iii)-41	計算モデル
図 4.2.1(6)(iii)-42	並列化結果 (計算時間)
図 4.2.1(6)(iii)-43	モデル全体の鳥瞰図
図 4.2.1(6)(iii)-44	内部構造物
図 4.2.1(6)(iii)-45	スプレー配管位置
図 4.2.1(6)(iii)-46	断面メッシュ
図 4.2.1(6)(iii)-47	PCV 内温度モニター点の位置
図 4.2.1(6)(iii)-48	表示断面位置
図 4.2.1(6)(iii)-49	Case-01 圧力・マッハ数分布解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-50	Case-01 温度・流速解析結果 (その 1)
図 4.2.1(6)(iii)-51	Case-01 温度・流速解析結果 (その 2)
図 4.2.1(6)(iii)-52	Case-01 デブリ・構造材温度解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-53	Case-01 液相体積, 蒸発・凝縮速度解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-54	Case-02 圧力・マッハ数分布解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-55	Case-02 温度・流速解析結果 (その 1)
図 4.2.1(6)(iii)-56	Case-02 温度・流速解析結果 (その 2)
図 4.2.1(6)(iii)-57	Case-02 デブリ・構造材温度解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-58	Case-02 液相体積, 蒸発・凝縮速度解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-59	Case-03 圧力・マッハ数分布解析結果
図 4.2.1(6)(iii)-60	Case-03 温度・流速解析結果 (その 1)
図 4.2.1(6)(iii)-61	Case-03 温度・流速解析結果 (その 2)

- 図 4.2.1(6)(iii)-62 Case-03 デブリ・構造材温度解析結果
 図 4.2.1(6)(iii)-63 Case-03 液相体積、蒸発・凝縮速度解析結果

- 図 4.2.2(1)(i)-1 燃料表面におけるモリブデン酸ガスの移行
 図 4.2.2(1)(i)-2 SAMPSON セシウム化合物移行挙動モデル（改良後）
 図 4.2.2(1)(i)-3 解析ノード分割図
 図 4.2.2(1)(i)-4 Cs 状態量の経時変化
 図 4.2.2(1)(i)-5 I 状態量の経時変化
 図 4.2.2(1)(i)-6 Mo 状態量の経時変化

- 図 4.2.2(1)(ii)-1 セシウム吸着・再蒸発試験装置の模式図
 図 4.2.2(1)(ii)-2 波長分散型 X 線分光計を用いた主ねじ（スリーマイル島原子力発電所事故サンプル）の線分析結果（Baston et al., 1985）
 図 4.2.2(1)(ii)-3 サンディア国立研究所で行われた水酸化セシウム蒸気と 304 ステンレス鋼との吸着試験に用いられた装置の模式図（Elrick et al., 1984）
 図 4.2.2(1)(ii)-4 1,273 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 304 ステンレス鋼の表面酸化物層断面の微細組織観察結果（Elrick et al., 1984）
 図 4.2.2(1)(ii)-5 1,273 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 304 ステンレス鋼の表面酸化物層のケイ素とセシウムの濃度分布（Elrick et al., 1984）
 図 4.2.2(1)(ii)-6 図 4.2.2(1)(ii)-5 に示すデータから得られたケイ素とセシウム濃度の相関（Elrick et al., 1984）
 図 4.2.2(1)(ii)-7 吸着・再蒸発模擬試験後サンプル 304 ステンレス鋼（4.9 wt%Si）試験片表面の微細組織観察（SEM/EDX 分析）結果（Di Lemma et al., 2016）
 図 4.2.2(1)(ii)-8 セシウムが吸着された 304 ステンレス鋼試験片表面の X 線回折パターン（Di Lemma et al., 2016）
 図 4.2.2(1)(ii)-9 1,073 K におけるセシウム吸着・再蒸発試験による 316 ステンレス鋼試験片重量増加量のケイ素含有量依存性
 図 4.2.2(1)(ii)-10 1,073 K におけるセシウム吸着・再蒸発試験による 316 ステンレス鋼試験片の外観
 図 4.2.2(1)(ii)-11 ウィンフリス原子力研究所で行われた水酸化セシウム蒸気と 304 ステンレス鋼との吸着試験に用いられた装置の模式図（Beard et al., 1990）
 図 4.2.2(1)(ii)-12 1,500 K においてモリブデン酸セシウム（ $\text{Cs}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ ）蒸気と反応させた 304 ステンレス鋼試料表面のラマンスペクトル（Do et al., 2016）
 図 4.2.2(1)(ii)-13 1,217 K においてモリブデン酸セシウム（ Cs_2MoO_4 ）蒸気と反応させた 304 ステンレス鋼試料表面のラマンスペクトル（Do et al., 2015）
 図 4.2.2(1)(ii)-14 1,073 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 316 ステンレス鋼試験片表面の X 線回折パターン（Di Lemma et al., 2017a）
 図 4.2.2(1)(ii)-15 1,073 K もしくは 1,273 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 316 ステンレス鋼試験片表面のラマンスペクトル（Di Lemma et al., 2017a）
 図 4.2.2(1)(ii)-16 1,073 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 316 ステンレス鋼試験片表面（表側）の SEM/EDX 分析結果（Di Lemma et al., 2017a）

- 図 4.2.2(1)(ii)-17 1,073 K もしくは 1,273 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 304 ステンレス鋼（表側）、316 ステンレス鋼（表側）の試験片表面酸化物層断面の SEM/EDX 分析結果比較 (Di Lemma et al., 2017a)
- 図 4.2.2(1)(ii)-18 1,270 K での H_2/H_2O 比に対する 304 ステンレス鋼表面酸化物層の組成依存性 (Elrick and Powers, 1987)
- 図 4.2.2(1)(ii)-19 316 ステンレス鋼 (1.0 wt%Si) の水蒸気雰囲気 (1,473 K) での酸化膜形成挙動評価試験後試験片の表面酸化膜断面の微細組織観察結果
- 図 4.2.2(1)(ii)-20 吸着・再蒸発模擬試験 (Ar-5% H_2 -5% H_2O の例) 後 304 ステンレス鋼試験片のセシウム付着量比較
- 図 4.2.2(1)(ii)-21 水酸化セシウム飽和蒸気試験 (Ar-5% H_2) 後 304 ステンレス鋼 (4.9 wt%Si) のセシウム付着量温度依存性
- 図 4.2.2(1)(ii)-22 再蒸発試験前後の 316 ステンレス鋼試験片表面酸化物層断面の微細組織観察結果
- 図 4.2.2(1)(ii)-23 熱天秤を用いた $CsFeSiO_4$ および Cs_2MoO_4 試料の重量変化 (1,273 K)
- 図 4.2.2(1)(ii)-24 熱天秤を用いた各種雰囲気での $CsFeSiO_4$ 試料の重量変化
- 図 4.2.2(1)(ii)-25 1,073 K で水酸化セシウム蒸気に曝された 316 ステンレス鋼試験片表面の微細組織観察結果 (SEM/EDX)
- 図 4.2.2(1)(ii)-26 非水溶性セシウムの反応速度 - 温度依存性 (Elrick et al., 1984 ; Bowsher et al., 1990)
- 図 4.2.2(1)(ii)-27 物質移動に基づく吸着・再蒸発モデル概念図
- 図 4.2.2(1)(ii)-28 非水溶性セシウムの反応速度 - 温度依存性 ((a) Ar 雰囲気, (b) Ar-4% H_2 雰囲気, (c) Ar-4% H_2 - H_2O 雰囲気) (Bowsher et al., 1990)

- 図 4.2.2(1)(iii)-1 過酷事故時の各種材料の共晶反応および熔融温度チャート (Hofmann, 1999)
- 図 4.2.2(1)(iii)-2 Cs ボール構成元素酸化物の酸素ポテンシャル
- 図 4.2.2(1)(iii)-3 Si-O-H の 3 元系における各ガス種のモル分率 ($P=10$ bar)
(a) $H_2O/H_2=100$, (b) $H_2O/H_2=10$, (c) $H_2O/H_2=1$, (d) $H_2O/H_2=0.1$
- 図 4.2.2(1)(iii)-4 Si-O-H の 3 元系における Si 主蒸発種のモル分率と H_2O/H_2 分圧比の相関 (1750°C)
- 図 4.2.2(1)(iii)-5 鋼材からの Si 放出試行試験体系
- 図 4.2.2(1)(iii)-6 H_2 ガス, 1700°C 試験後外観写真
- 図 4.2.2(1)(iii)-7 H_2+H_2O (露点 20°C) ガス, 1700°C 試験後外観写真
- 図 4.2.2(1)(iii)-8 $He+H_2O$ (露点 50°C) ガス, 1700°C 試験後外観写真
- 図 4.2.2(1)(iii)-9 Si 残存量の評価
- 図 4.2.2(1)(iii)-10 SiO_2 - Na_2O 系の状態図 (中村ら, 1994)
- 図 4.2.2(1)(iii)-11 SiO_2 - Fe_2O_3 系の状態図 (Pelton, 2006)
- 図 4.2.2(1)(iii)-12 SiO_2 - Cs_2O 系の状態図 (Kim, et al., 1994)
- 図 4.2.2(1)(iii)-13 SiO_2 - Al_2O_3 - Cs_2O 系のガラス化範囲 (Bollin, 1972)
- 図 4.2.2(1)(iii)-14 SiO_2 - B_2O_3 - Cs_2O 系のガラス化範囲 (Svcheva, et al., 2008)
- 図 4.2.2(1)(iii)-15 SiO_2 - B_2O_3 - Na_2O - Li_2O 系ガラスのガラス転移温度に及ぼす Cs_2O 添加の影響 (Parkinson, et al., 2005)
- 図 4.2.2(1)(iii)-16 試験体系

- 図 4.2.2(1)(iii)-103 セシウム粒子の元素マップ (H_2+H_{20} (SiO_2) 試験, その 5)
- 図 4.2.2(1)(iii)-104 セシウム粒子の元素マップ (H_2+H_{20} (SiO_2) 試験, その 6)
- 図 4.2.2(1)(iii)-105 セシウム粒子の元素マップ (H_2+H_{20} (SiO_2) 試験, その 7)
- 図 4.2.2(1)(iii)-106 セシウム粒子の元素マップ (H_2+H_{20} (SiO_2) 試験, その 8)
- 図 4.2.2(1)(iii)-107 セシウム粒子の元素マップ (H_2+H_{20} (SiO_2) 試験, その 9)
- 図 4.2.2(1)(iii)-108 セシウム粒子の組成比 (その 1)
- 図 4.2.2(1)(iii)-109 セシウム粒子の組成比 (その 2)
- 図 4.2.2(1)(iii)-110 1750 K における Fe-Cr-Ni の 3 元系状態図
- 図 4.2.2(1)(iii)-111 熱力学平衡計算によって計算した 1750 K における各化学種の分圧
- 図 4.2.2(1)(iii)-112 熱力学平衡計算によって計算した 1750 K における各化学種の分圧を元素ごとに積算したときの, Si に対する比 Zn_i , Fe, Fe の比
- 図 4.2.2(1)(iii)-113 熱力学平衡計算によって計算した 1500 K における (a) 各化学種の分圧と, (b) それらを元素ごとに積算したときの, Si に対する Zn_i , Fe, Cs の比
- 図 4.2.2(1)(iii)-114 熱力学平衡計算によって計算した各化学種の分圧を元素ごとに積算したときの, Si に対する Zn_i , Fe の比 Fe/Si, Zn/Fe が 0.1 となるような全圧および温度
- 図 4.2.2(1)(iii)-115 出発試料の外観と Pt るつぼ挿入時の写真
- 図 4.2.2(1)(iii)-116 試料溶融・急(空)冷装置の概略図と外観
- 図 4.2.2(1)(iii)-117 急冷および空冷試験後の試料の外観
- 図 4.2.2(1)(iii)-118 急冷によって作製した試料の XRD パターン
- 図 4.2.2(1)(iii)-119 空冷によって作製した試料の XRD パターン
- 図 4.2.2(1)(iii)-120 炉冷によって作製した試料の XRD パターン
- 図 4.2.2(1)(iii)-121 試料②(主 + Cs) の溶融急冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-122 試料④(主 + Cs + Na) の溶融急冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-123 試料⑤(主 + Cs + 少) の溶融急冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-124 試料⑥(主 + Cs 過剰) の溶融急冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-125 試料②(主 + Cs) の溶融空冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-126 試料④(主 + Cs + Na) の溶融空冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-127 試料⑤(主 + Cs + 少) の溶融空冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング
- 図 4.2.2(1)(iii)-128 試料⑤(主 + Cs + 少) の溶融炉冷後の SEM 画像および EDS 元素マッピング

図 4.2.2(1)(iv)-1 圧力容器内におけるセシウム挙動の現象理解とモデル概念

図 4.2.2(2)(i)-1 土壌サンプル

図 4.2.2(2)(i)-2 2号機オペレーションフロア試料

図 4.2.2(2)(i)-3 HPCI 配管ペネ部周辺の白色粉末

図 4.2.2(2)(i)-4 2号機 TIP 配管内閉塞物

図 4.2.2(2)(i)-5 1,2号機排気塔ドレンサンプルピット水

図 4.2.2(2)(ii)-1 養生シート上の U 含有パーティクル (IRID, 2017)

図 4.2.2(2)(ii)-2 分析に用いた養生シート片の外観

図 4.2.2(2)(ii)-3 U 含有箇所の SEM 像

図 4.2.2(2)(ii)-4 U 含有パーティクルの EDS マッピングの例

図 4.2.2(2)(ii)-5 使用した FIB 加工装置 (日立ハイテクノロジー製 FB2100)

図 4.2.2(2)(ii)-6 FIB による試料サンプリング方法模式図

図 4.2.2(2)(ii)-7 U 含有パーティクル No. 1 の採取箇所および分析・観察方向

図 4.2.2(2)(ii)-8 U 含有パーティクルのミクロ組織

図 4.2.2(2)(ii)-9 U 含有パーティクル No. 1 の EDS マップ

図 4.2.2(2)(ii)-10 U 含有パーティクル No. 1 の線分析結果

図 4.2.2(2)(ii)-11 U 含有パーティクル No. 1 における点分析プロファイル

図 4.2.2(2)(ii)-12 U 含有パーティクル No. 1 における点分析定量結果

図 4.2.2(2)(ii)-13 U 含有パーティクル No. 1 から取得した回折図形

図 4.2.2(2)(ii)-14 U 含有パーティクル No. 1 周辺における EDS 分析結果

図 4.2.2(2)(ii)-15 U 含有パーティクル No. 4 の採取箇所および分析・観察方向

図 4.2.2(2)(ii)-16 U 含有パーティクルのミクロ組織

図 4.2.2(2)(ii)-17 U 含有パーティクル No. 4 の EDS マップ

図 4.2.2(2)(ii)-18 U 含有パーティクル No. 4 の線分析結果

図 4.2.2(2)(ii)-19 U 含有パーティクル No. 4 における点分析プロファイル

図 4.2.2(2)(ii)-20 U 含有パーティクル No. 4 における点分析定量結果

図 4.2.2(2)(ii)-21 U 含有パーティクル No. 4 から取得した回折図形

図 4.2.2(2)(ii)-22 U 含有パーティクル No. 5 の採取箇所および分析・観察方向

図 4.2.2(2)(ii)-23 U 含有パーティクル No. 5 のミクロ組織

図 4.2.2(2)(ii)-24 U 含有パーティクル No. 5 から取得した回折像

図 4.2.2(2)(ii)-25 U 含有パーティクル No. 5 の暗視野像

図 4.2.2(2)(ii)-26 U 含有パーティクル No. 5 の EDS マップ

図 4.2.2(2)(ii)-27 U 含有パーティクル No. 5 の線分析結果

図 4.2.2(2)(ii)-28 U 含有パーティクル No. 5 の詳細 EDS マップ (カウント数)

図 4.2.2(2)(ii)-29 U 含有パーティクル No. 5 の詳細 EDS マップ (at%数)

図 4.2.2(2)(ii)-30 U 含有パーティクル No. 5 の定量組成マップ (at%数)

図 4.2.2(2)(ii)-31 U 含有パーティクル No. 5 における点分析プロファイル

図 4.2.2(2)(ii)-32 U 含有パーティクル No. 5 における点分析定量結果

図 4.2.2(2)(ii)-33 U 含有パーティクル No. 5 における Fe リッチ粒子の点分析結果

図 4.2.2(2)(ii)-34 U 含有パーティクル No. 5 から取得したナノ回折図形

図 4.2.2(2)(ii)-35 U 含有パーティクル No. 5 から取得した回折図形の解析結果

図 4.2.2(2)(ii)-36 U 含有パーティクル No. 5 における EDS による Fe, F および O の組成マップ
(カウント数)

図 4.2.3(2)-1 炉心領域の流路面積率推移比較

- 図 4.2.3(2)-2 燃料被覆管温度推移比較
- 図 4.2.3(2)-3 燃料温度推移比較
- 図 4.2.3(2)-4 RPV 圧力推移比較
- 図 4.2.3(2)-5 シュラウド内水位・ダウンカマ水位推移比較
- 図 4.2.3(2)-6 PCV 圧力推移比較

- 図 4.5-1 本事業における若手人材育成（原子力機構）
- 図 4.5-2 本事業の検討体制
- 図 4.5-3 BSAF Phase2 3rd Meeting のプログラム
- 図 4.5-4 BSAF Phase2 3rd Workshop のプログラム
- 図 4.5-5 BSAF Phase2 4th Meeting のプログラム
- 図 4.5-6 BSAF Phase2 4th Workshop のプログラム

表リスト

表 2-1 技術成熟度 (TRL) の定義

表 2-2 目標達成を判断する指標 (1/2)

表 2-3 目標達成を判断する指標 (2/2)

表 4.1.1(2)(v)-1 新規で追加した現象

表 4.1.1(2)(v)-2 見直し後の PIRT における FS-1, FS-2 での重要現象一覧

表 4.2.1(1)-1 感度解析における解析パラメータ以外の解析条件

表 4.2.1(1)-2 感度解析ケースごとの解析条件

表 4.2.1(1)-3 拡がりと浸食解析結果の比較 (3600 s)

表 4.2.1(2)(ii)-1 崩壊熱と消費割合の計算結果

表 4.2.1(2)(ii)-2 ベースケースの境界条件

表 4.2.1(2)(ii)-3 初期条件

表 4.2.1(2)(ii)-4 解析条件のまとめ

表 4.2.1(2)(ii)-5 パラメータとした評価のマトリクス

表 4.2.1(2)(iii)-1 2号機の 2011 年 3 月 31 時点における燃料デブリの崩壊熱

表 4.2.1(2)(iii)-2 基本ケースにおける崩壊熱の消費割合

表 4.2.1(2)(iii)-3 基本ケースにおける崩壊熱の消費割合

表 4.2.1(2)(iii)-4 Case2 から Case5 の水蒸気の流入条件

表 4.2.1(2)(iii)-5 Case6 から Case10 の水蒸気の流入条件

表 4.2.1(2)(iii)-6 Case11 および Case12 の水蒸気の流入条件

表 4.2.1(2)(iii)-7 熱源追加 Case 1 から Case 2 における FP 分布

表 4.2.1(2)(iii)-8 基本ケースおよび Case2 から Case5 の熱伝達量

表 4.2.1(2)(iii)-9 基本ケースおよび Case6 から Case10 の熱バランス

表 4.2.1(2)(iii)-10 基本ケースおよび Case6 から Case10 の温度の比較

表 4.2.1(2)(iii)-11 基本ケース, 熱電追加 Case 1 から Case 3 の 10000 回イタレーション時の熱バランス

表 4.2.1(2)(iv)-1 モデル内計測点の高さ分布

表 4.2.1(2)(iv)-2 4 月 5 日における 3 号機推定崩壊熱

表 4.2.1(2)(iv)-3 蒸気発生速度変化ケース

表 4.2.1(2)(iv)-4 除熱壁面熱伝達係数変化ケース

表 4.2.1(2)(v)-1 定常解析の初期条件

表 4.2.1(2)(v)-2 発熱源の計算に使用したパラメータ

表 4.2.1(2)(v)-3 PCV 境界の熱伝達係数

表 4.2.1(2)(v)-4 水蒸気流入に関する時間依存式

表 4.2.1(2)(v)-5 STAR-CCM+のソルバー設定

表 4.2.1(2)(vi)-1 各スライドに記載されている内容

- 表 4.2.1(3)(i)(a)-1 1号機の径方向ピーキングファクタ（切り株燃料評価）
- 表 4.2.1(3)(i)(a)-2 2,3号機の径方向ピーキングファクタ（切り株燃料評価）
- 表 4.2.1(3)(i)(a)-3 2号機の主要な事故進展
- 表 4.2.1(3)(i)(a)-4 3号機の主要な事故進展

- 表 4.2.1(3)(i)(b)1)-1 1号機の主な事故進展
- 表 4.2.1(3)(i)(b)1)-2 1号機スクラム後 24 時間におけるデブリ分布
- 表 4.2.1(3)(i)(b)2)-1 SRV 開閉条件
- 表 4.2.1(3)(i)(b)2)-2 2号機 RPV 破損後におけるデブリ分布
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-1 福島第一原子力発電所 3号機の主要なイベント
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-2 福島第一原子力発電所 3号機事故のフェーズ分類
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-3 炉心損傷挙動フェーズで発生した主要イベントの時刻
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-4 炉心損傷の状況とその解釈
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-5 MCCI フェーズにおける感度解析ケース
- 表 4.2.1(3)(i)(b)3)-6 格納容器床に放出されたコリウムの質量（単位：kg）

- 表 4.2.1(3)(i)(c)-1 GEYSER 試験の解析条件
- 表 4.2.1(3)(i)(c)-2 貫通管溶融試験の解析条件
- 表 4.2.1(3)(i)(c)-3 感度解析の解析条件
- 表 4.2.1(3)(i)(c)-4 感度解析のコリウム組成

- 表 4.2.1(3)(i)(d)-1 コア・パッケージにおけるモデル化可能な構成材料
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-1 原子炉構成データ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-2 圧力容器構成データ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-3 各構成要素の面積および質量
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-4 燃料被覆管データ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-4 原子炉の基本データ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-5 RPV 径方向のデータ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-6 RPV 軸方向のデータ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-7 解析ケース
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-8 機器の作動時間
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-9 スランピングモデル
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-10 配管寸法など
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-11 解析ステップ
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-12 拘束点強制変位（mm）
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-13 解析ケース
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-14 STS410 の縦弾性係数，降伏応力，瞬間熱膨張係数
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-15 曲管部断面の設定
- 表 4.2.1(3)(i)(d)-16 ベローズ取付位置のねじり回転とねじりモーメント

- 表 4.2.1(3)(i)(e)-1 パラメータマトリックス

表 4.2.1(3)(i)(e)-2	コリウム/デブリ初期成分(%)
表 4.2.1(3)(i)(e)-3	コリウム/デブリ初期成分(kg)
表 4.2.1(3)(i)(e)-4	1F1 解析に用いられる主要な DSA1 パラメータ
表 4.2.1(3)(i)(e)-5	P08 ジャンクション (漏洩モデル)
表 4.2.1(3)(i)(e)-6	PCV 雰囲気成分
表 4.2.1(3)(i)(e)-7	ドライケースのパラメータマトリックス
表 4.2.1(3)(i)(e)-8	D2 ケースのコンクリート浸食データ
表 4.2.1(3)(i)(e)-9	D3 ケースのコンクリート浸食データ
表 4.2.1(3)(i)(e)-10	ドライケースのデブリ成分 (15h, 70h)
表 4.2.1(3)(i)(e)-11	ドライケースのデブリ体積と密度
表 4.2.1(3)(i)(e)-12	ウェットケースのパラメータマトリックス
表 4.2.1(3)(i)(e)-13	1F1 事故の主要事象
表 4.2.1(3)(i)(e)-14	燃料取り扱いフロア内 H ₂
表 4.2.1(3)(i)(f)-1	CORA-17 試験の情報
表 4.2.1(3)(i)(f)-2	初期温度
表 4.2.1(3)(i)(g)3-1	2 号機事故進展解析の主要条件
表 4.2.1(3)(i)(g)3-2	2 号機の主要な事故進展と MAAP 解析上の想定
表 4.2.1(3)(i)(g)3-3	3 号機事故進展解析の主要条件
表 4.2.1(3)(i)(g)3-4	3 号機事故進展解析において想定したタイムライン
表 4.2.1(3)(i)(g)5-1	2 号機における事故進展およびデブリ分布の推定表
表 4.2.1(3)(i)(g)5-2	3 号機における事故進展およびデブリ分布の推定表
添表 4.2.1(3)(i)(g)-1-1	流量分配シナリオ感度解析ケース
添表 4.2.1(3)(i)(g)-1-2	冠水割合シナリオ感度解析ケース
添表 4.2.1(3)(i)(g)-1-3	炉心冠水シナリオ感度解析ケース
添表 4.2.1(3)(i)(g)-1-4	流量分配シナリオ感度解析結果
添表 4.2.1(3)(i)(g)-1-5	冠水割合シナリオ感度解析結果
添表 4.2.1(3)(i)(g)-2-1	KAERI 試験条件と試験結果
添表 4.2.1(3)(i)(g)-2-2	KAERI ベンチマーク解析における主要解析条件
表 4.2.1(3)(ii)(a)-1	評価対象となる主要核種
表 4.2.1(3)(ii)(a)-2	原子炉停止時の比放射能(Bq/kg-元素)
表 4.2.1(3)(ii)(a)-3	原子炉停止時の全重量(kg-元素)
表 4.2.1(5)-1	酸化試験マトリクス
表 4.2.1(5)-2	試験に必要な消耗品および試験用ユーティリティの一覧
表 4.2.1(5)-3	分析のマトリクス
表 4.2.1(5)-4	試験前試験体の重量および長さ測定結果
表 4.2.1(5)-5	試験後試験体の重量および長さ測定結果
表 4.2.1(5)-6(その 1)	計測した酸化膜厚さの試験体軸方向分布
表 4.2.1(5)-6(その 2)	計測した酸化膜厚さの試験体軸方向分布

表 4.2.1(5)-6(その3) 計測した酸化膜厚さの試験体軸方向分布
 表 4.2.1(5)-6(その4) 計測した酸化膜厚さの試験体軸方向分布
 表 4.2.1(5)-7 平均水素濃度の試験体軸方向分布
 表 4.2.1(5)-8 チャンネルボックス外側の酸化膜厚さの計測結果
 表 4.2.1(5)-9 MELCOR による 2 号機解析結果から推定される状況

表 4.2.1(6)(i)-1 試験名称と試験条件
 表 4.2.1(6)(i)-2 試験方法と計測データ

表 4.2.1(6)(ii)-1 MAAP 解析（平成 27 年度）に基づく事故後 12.7 時間後下部ヘッ드의組成
 表 4.2.1(6)(ii)-2 試験に供した各材料の重量
 表 4.2.1(6)(ii)-3 試験条件（最高温度と昇温速度）

表 4.2.1(6)(iii)-1 1 号機のスペック
 表 4.2.1(6)(iii)-2 燃料棒の寸法
 表 4.2.1(6)(iii)-3 代表的な玄武岩系コンクリート組成
 表 4.2.1(6)(iii)-4 SURC-2 実験経過
 表 4.2.1(6)(iii)-5 SURC-2 実験経過
 表 4.2.1(6)(iii)-6 反応熱考慮の計算条件
 表 4.2.1(6)(iii)-7 偏析解析コードの計算コスト一覧
 表 4.2.1(6)(iii)-8 主要関数に対する高速化，並列化への対応
 表 4.2.1(6)(iii)-9 解析手法の選定における特徴・制約比較結果
 表 4.2.1(6)(iii)-10 本研究で採用した解析手法の概要
 表 4.2.1(6)(iii)-11 解析に使用した物性値
 表 4.2.1(6)(iii)-12 解析条件のまとめ
 表 4.2.1(6)(iii)-13 解析結果のまとめ

表 4.2.2(1)(i)-1 セシウム化合物に対する検討結果
 表 4.2.2(1)(i)-2 モリブデン酸ガス生成反応平衡定数に用いるギブス自由エネルギー
 （Fact53 データベース）
 表 4.2.2(1)(i)-3 CsOH, CsI, Cs₂MoO₄ ギブス自由エネルギー（MALT2 データベース）
 表 4.2.2(1)(i)-4 現行モデルによる解析結果（試験終了時 18000s）
 表 4.2.2(1)(i)-5 改良モデルによる解析結果（試験終了時 18000s）
 表 4.2.2(1)(i)-6 改良モデルに CsOH の沈着機構別の付着量（kg）
 表 4.2.2(1)(i)-7 改良モデルに Cs₂MoO₄ の沈着機構別の付着量（kg）
 表 4.2.2(1)(i)-8 G 点通過量の比較

表 4.2.2(1)(ii)-1 セシウム吸着・再蒸発試験条件
 表 4.2.2(1)(ii)-2 セシウム吸着・再蒸発試験後試験片の分析方法
 表 4.2.2(1)(ii)-3 酸化膜形成挙動評価試験条件
 表 4.2.2(1)(ii)-4 セシウムの吸着・再蒸発挙動評価試験の実施結果（まとめ）
 表 4.2.2(1)(ii)-5 セシウムのステンレス鋼への吸着に関する調査文献一覧

表 4.2.2(1)(ii)-6 アルゴン国立研究所が報告した、実験によって得られた吸着量と物質移動モデルから計算した吸着量比較結果 (Johnson et al., 1989)

表 4.2.2(1)(iii)-1 Cs ボール構成元素の蒸発特性のまとめ (主蒸気種のモル分率が 1×10^{-2} に到達する特性温度)

表 4.2.2(1)(iii)-2 代表的な酸化物ガラスの組成 (日電理化学硝子(株)HP)

表 4.2.2(1)(iii)-3 $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$ 系のガラス転移温度と液相線温度の関係 (Sakka et al., 1971)

表 4.2.2(1)(iii)-4 Cs ボールの TEM/EDS 分析結果 (Kogure, et al., 2016)

表 4.2.2(1)(iii)-5 顆粒形成状況確認の気相凝固試験マトリクス

表 4.2.2(1)(iii)-6 セシウム粒子形成の気相凝固試験マトリクス

表 4.2.2(1)(iii)-7 熱力学平衡計算で考慮した相

表 4.2.2(1)(iii)-8 1750 K における各化学種の分圧を元素ごとに積算したときの, Si に対する比 Zn, Fe, Fe の比

表 4.2.2(1)(iii)-9 目標とする組成

表 4.2.2(1)(iii)-10 仕込み組成

表 4.2.2(1)(iii)-11 ガラスビーズの組成

表 4.2.2(1)(iii)-12 熱処理 (1500 °C, 10 分間, 大気中) 後の急冷および空冷試験における試料の溶融の有無

表 4.2.2(2)(i)-1 サンプル候補リスト (概要)

表 4.2.2(2)(ii)-1 U 含有パーティクル No. 1 の点分析定量結果

表 4.2.2(2)(ii)-2 U 含有パーティクル No. 1 周辺における EDS 分析定量値

表 4.2.2(2)(ii)-3 U 含有パーティクル No. 4 の点分析定量結果

表 4.2.2(2)(ii)-4 U 含有パーティクル No. 5 の点分析定量結果

表 4.2.3(2)-1 IC オペレーション作動条件

表 4.2.3(2)-2 初期炉心構成物質質量の一覧

表 4.2.3(2)-3 1 次冷却系における初期水量の一覧

表 4.2.3(2)-4 炉心構成物質の溶融温度の一覧

表 4.2.3(2)-5 MELCOR の燃料ペレット破損温度時間テーブル

表 4.2.3(2)-6 主要事象発生タイミング

表 4.2.3(2)-7 解析終了時間における炉心構成物質の分布

表 4.5-1 技術熟成度 (TRL) の定義

表 4.5-2 目標達成を判断する指標と達成結果

表 4.5-3 炉内状況把握のためのインプット情報

表 4.5-4 炉内状況把握のためのアウトプット情報

表 7-1 成果発表リスト (海外) (1/1)

表 7-2 成果発表リスト (国内) (1/4)

表 7-3 成果発表リスト (国内) (2/4)

表 7-4 成果発表リスト（国内）（3/4）

表 7-5 成果発表リスト（国内）（4/4）

表 10-1 委託研究リスト