

日本原子力学会「水化学」部会 第18回定例研究会
2013年3月8日(金) 電力中央研究所 狛江研究所

日本原子力学会

「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」

水化学部会からの参加状況報告 (2)

日本原子力研究開発機構
内田 俊介
塚田 隆

本委員会設置の目的

No.1

日本原子力学会(以下「学会」)は、原子力の専門家で構成される学術的な組織の責務として、東京電力福島第一原子力発電所事故とそれに伴う原子力災害の実態を科学的・専門的視点から分析し、その背景と根本原因を明らかにするとともに、原子力安全の確保と継続的な安全性の向上を達成するための方策及び基本となる安全の考え方を提言することを目的として、「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」(以下「学会事故調」)を発足させる。

同時に、学会自らの組織的・社会的な問題点とも向き合い、原子力災害を防げなかった要因を明らかにして、必要な改革を提言することも重要な目的である。学会事故調の提言に基づき、学会は原子力界の組織・運営の改革や原子力安全研究をはじめとするさまざまな活動に反映させるべく働きかける。(当初案)

委員長	田中 知	東京大学大学院
理事会	田中 隆則	エネルギー総合工学研究所
	木村 晃彦	京都大学エネルギー理工学研究所
	奈良林 直	北海道大学大学院
委員長指名委員	越塚 誠一	東京大学大学院 (「政府事故調」事故原因等調査チーム長)
委員長指名委員	平野 雅司	(独)原子力安全基盤機構
各部会、委員会代表	水化学部会からは、塚田隆、内田俊介の2名が 委員として参画	

設立趣旨の説明

No.2

東電、民間、国会、そして政府の事故調査委員会*の4つが出揃った時期に
なぜ学会の事故調かという疑問が出されたが、資金を持たない学会が現場での調査という
時間とお金のかかる調査を行うのではなく、4件の報告書出に未検討、未解明と
記載されている部分を中心に、既提出の報告書にのっとり、アカデミアとしてメスを入れ、
まとめる。

- * 福島原発事故独立検証委員会 (民間事故調)(-2012/2:北澤委員長)
- 福島原子力事故調査報告書(東電事故調)(-2012/6:山崎委員長)
- 福島原発事故調査委員会報告書(国会事故調)(-2012/7:黒川委員長)
- 福島原発事故調査・検証委員会報告書(政府事故調)(-2012/7:畑村委員長)

**具体的に未検討、未解明部分の提示が必要であるが、
未検討、未解明部分の検討も含めて本委員会での議論が重要**

本委員会設置の目的(最終版)*2:

日本原子力学会(以下「学会」)は、原子力の専門家で構成される学術的な組織の責務として、東京電力福島第一原子力発電所事故とそれに伴う原子力災害の実態を科学的・専門的視点から分析し、その背景と根本原因を明らかにするとともに、原子力安全の確保と継続的な安全性の向上を達成するための方策及び基本となる安全の考え方を提言することを目的として、「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」(以下「学会事故調」)を発足させる。

同時に、学会自らの組織的・社会的な問題点とも向き合い、原子力災害を防げなかった要因を明らかにして、必要な改革を提言することも重要な目的である。学会事故調の提言に基づき、学会は原子力界の組織・運営の改革や原子力安全研究をはじめとするさまざまな活動に反映させるべく働きかける。

*2 原子力学会web siteの学会事故調査委員会欄に掲載

これまでの経緯(1)

No.3

- 設立準備会 7月25日(水) 電中研
なぜ、今、学会が、議論の焦点。
「原子力安全」調査専門委員会(主査:澤田理事)の問題点が明確化
- 第1回委員会 8月20日(火) 東洋海事ビル会議室*
4つの報告書の未検討、未解明点を学会がメスを入れることで合意
予算ゼロ。「原子力安全」調査専門委の轍を踏まないこと(目標未達)
- 第2回委員会 9月4日(火) 発明学会3F会議室
政府事故調小川新二事務局長の講演
(膨大な報告書は1部JAEA、もう1部はIAEに保管)
- 第3回委員会 9月20日(木) 広島大
各部会からの寄与を提案(添付マトメ表)
委員会提示の寄与項目()との不一致が目立つ。次回調整要*2
- 第4回委員会 10月24日(水) 電中研
議論の進め方の確認
- 第5回委員会 11月19日(月) 電中研
東電からの事故状況報告
- 第6回委員会 11月21日(月) 東洋海事ビル
学会部会長用アンケートの議論と安全部会の報告
- 第7回委員会 1月25日(金) 東洋海事ビル
報告書原稿提出状況報告と内容の議論

* 会議は原則非公開、毎回会議終了後プレスリリース(状況は学会HP掲載)

これまでの経緯(2)

No.4

- 第8回委員会 2月18日(月) 電中研
今後の原稿の執筆予定、アンケート中間報告
ソースターム評価に水化学に寄与を期待(田中委員長)
この課題は水化学関連研究専門委員会発足前に消失
議論できる人材がないのが実情(内田)
- 第9回委員会 3月19日(火) 東洋海事ビル(予定)
2013年年会での企画セッションについての議論
- 今後の予定
2013年年会企画 セッション 3月27日(水) 近畿大
フロア(マスコミ)を含めた議論を予定
- 第10回委員会 4月 日時場所未定

* 会議は原則非公開、毎回会議終了後プレスリリース(状況は学会HP掲載)

今後の対応(委員会は1回/月のペースで開催)

委員会は2014年3月末まで(廃炉にまで目を向けた中期的な対応が必要で、2013年度以降も継続して活動の可能性大)

2013年秋までに最終報告書提出。これを英訳し、peer reviewを受けて、公開。本年12月までに、一次原稿を提出(中身は次回委員会で議論?)

水化学は、短期的には、事故解析評価への寄与が少なく、対応は長期的と理解
ただし、上記*2のミスマッチの調整要(ソースターム評価合同検討会など)

部会としての対応

No.5

1. 福島事故対応では、関連する電力、メーカーがライン業務として真摯に対応している。
学会という立場で、予算もなく、軽々しく対応できるほど容易な課題ではない
ことは十分に認識
2. 事故の進展経緯、安全評価については、主として国の予算で、各機関が鋭意解析中。
守秘義務、その他の制約で、その成果のすべての公開は現状では不可能
3. 4つの報告書は、それぞれの立場から、膨大なリソースをかけて、調査し、まとめたもので、
手弁当で同程度のものを期待することはできない。
4. 将来的な課題を中心に、あるべき技術、なさねばならないこと、その方向と手段について、
的確にイメージかため、技術論に展開し、これをまとめて、提言する。
可能な限り、部会メンバーに個人的負担をかけないように留意。
一方で、活動状況については、部会の場で、適宜報告したい。

中間報告書 目次と執筆分担 (1)

No.6

新章No		担当部会	執筆者	レビュー
1	はじめに	幹事 / 事務局	田中	委員長、宮野
1.1	調査委員会の設置目的			
1.2	「学会事故調」の構成			
1.3	「学会事故調」の基本方針			
1.4	「学会事故調」の活動状況			
添付1-1	委員リスト			
添付1-2	調査委員会設立までの日本原子力学会の活動について			朱書き : Rev.0完成 緑書き : 骨子完成 青書き : 原子力安全 部会報告書 黒書き : 未完成
2	福島第一原子力発電所施設の安全設計の要点	原子力安全部会	関村	
2.1	発電所の安全設計			山本(章)、奈良林
2.2	耐震設計及び耐津波設計			中島(健)
3	福島第一原子力発電所における事故の概要	原子力安全部会	関村	
3.1	1号機原子炉			山本(章)、奈良林
3.2	2号機原子炉			佐田
3.3	3号機原子炉			
3.4	使用済み燃料プール			
3.5	5,6号原子炉			
4	福島第一原子力発電所以外の発電所で起きた事象の概要	原子力安全部会	関村	
4.1	福島第二原子力発電所の状況			山本(章)、奈良林
4.2	女川原子力発電所の状況			中島(健)
4.3	東海第二発電所の状況			
4.4	各プラント状況の比較			
5	福島第一原子力発電所における事故に対し、 主として発電所外でなされた事故対応			
5.1	防災対策	原子力安全部会	本間	山本(一)、五福
5.2	環境放射線モニタリングに関する状況	放射線工学部会	高橋	横山、林道
5.3	住民の避難	社会環境部会	諸葛	井上、小川
5.4	被ばくへの対応(作業員被ばく管理、住民の被ばく防止策等)	放射線影響分科会	横山	新田、河井
5.5	放射性物質による土壌の汚染と除染、食品・飲料水の摂取制限	クリーンアップ分科会	井上	百瀬、小川
5.6	汚染水の発生・処理	水化学部会	内田	新堀、藤田
5.7	放射性物質の放出量及びINES (大気放出量評価を含む)	原子力安全部会	関村	関村、林道
5.8	情報の発信(国民向け、国外向け、国際社会との連携)	社会環境部会	佐田	山本(一)、本間

中間報告書 目次と執筆分担 (2)

No.7

新章No		担当部会
6	事故の分析評価 (この章の全体の位置づけを頭に記す)	
6.1	放射線実測値から推定する放射性物質の放出 (含む 事故の環境影響に関する評価と課題)	
6.2	原子力安全の考え方	
6.2.1	原子力安全の基本的な考え方(安全原則)	標準委員会
6.2.2	原子力リスクとベネフィット	標準委員会
6.2.3	安全目標の考え方	標準委員会
6.2.4	原子力発電の安全と安全確保の仕組み	標準委員会
6.2.5	セキュリティーと安全	標準委員会
6.3	深層防護について	
6.3.1	深層防護の観点からの課題の整理	原子力安全部会
6.3.2	深層防護の概念の深化とこれからの取組み	標準委員会
6.3.3	深層防護について	
6.4	プラント設計とシビアアクシデント対策	
6.4.1	安全設計に関する課題	原子力安全部会
6.4.2	シビアアクシデント対策(B5bとの関係を含む)	標準委員会
6.4.3	格納容器の放射能閉じ込め機能	
6.4.4	IC/RCICに係る問題の分析	
6.4.4a	1号機の非常用復水器(IC)に係る問題の整理	標準委員会
6.4.4b	2・3号機のRCICに係る問題の分析	
6.4.5	シビアアクシデント時のプラントデータの把握方法	
6.4.6	材料及び構造健全性関係	材料部会
6.4.7	電源、配電用機器等の喪失	
6.4.8	冷却系の多様化と注水の問題(含む高圧注水の問題)	
6.4.9	使用済燃料プールの燃料の安全確保	原子力安全部会
6.4.10	複数基立地について	標準委員会
6.4.11	長期運転プラントの安全性	
6.4.11a	運転経験の設計反映と設備の経年変化	原子力安全部会
6.4.11b	40年運転制限性への対応	標準委員会
6.4.12	バックフィットの考え方と継続的安全向上の関係	標準委員会
6.5	外的事象(自然災害)への対応	
6.5.1	地震対策	
6.5.1a	地震による被害の評価と対策	地震工学会協同
6.5.1b	地震によるプラント重要設備の損傷の評価	
6.5.2	津波対策	
6.5.2a	津波による被害の実態と対策	地震工学会協同

6.6	マネジメントについて	
6.6.1	マネジメントに関する課題	原子力安全部会
6.6.2	ロジ支援に関する課題	
6.6.3	運転プラントの安全確保の基本原則	標準委員会
6.7	放射能と放射線測定	
6.7.1	緊急時対応の放射線モニタリング (注:I,Cs以外の核種についても説明、Tの分析も含む)	放射線/核融合工学 放射線影響分科会
6.7.2	放射線影響	放射線影響分科会
6.8	放射線モニタリング、環境修復、除染活動	クリーンアップ部会他
6.9	解析シミュレーションについて	
6.9.1	ソースターム評価	
6.9.2	計算科学技術の観点から事故から伺える課題分析	計算科学技術部会
6.10	安全規制について	
6.10.1	安全規制に関する課題	原子力安全部会
6.10.2	安全確保のための規制	標準委員会
6.11	緊急事態への準備と対応	
6.11.1	緊急事態への準備と対応	原子力安全部会
6.12	核セキュリティと核物質防護・保障措置	
6.12.1	核セキュリティと核物質防護	核不拡散等連絡会
6.12.2	事故における核物質管理・保障措置への対応	核不拡散等連絡会
6.12.3	セキュリティ対策と安全対策のインターフェース	標準委員会
6.13	人材・ヒューマンファクターの視点から	
6.13.1	ヒューマンファクターの視点から	HMS
6.13.2	原子力人材問題	原子力発電部会
6.13.3	原子炉主任技術者の役割と責任	
6.14	国際社会との関係	
6.14.1	国際的動向と今後のあり方(次世代の軽水炉、高速炉)	新型炉/原子力発電部会
6.14.2	情報発信の課題	新型炉/原子力発電部会
6.15	その他	

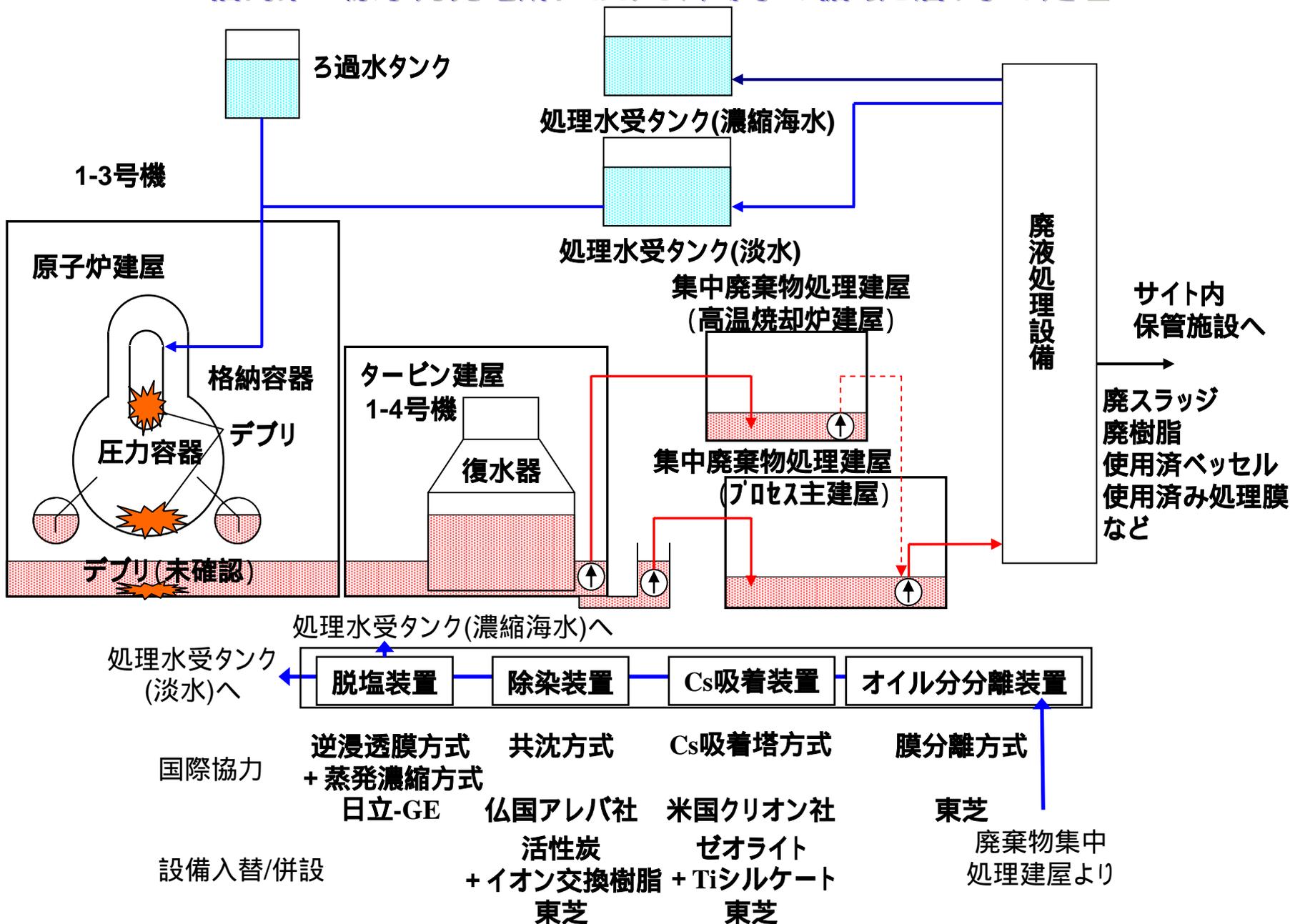
中間報告書 目次と執筆分担 (3)

No.8

7	事故の背景となった原子力安全体制の分析	コアグループ		山本(章)
7.1	安全規制体制		諸葛	
7.2	産業界の体制		有識者	
7.3	研究開発・安全研究体制 (ソースターム評価に関するものを含む)		越塚/岡本	
7.4	国際的な体制		田中幹事	
7.5	原子力学会の体制			
7.5.1	JCO事故調査の妥当性とその後のフォロー		(未定)	
7.5.2	事故原因につながる問題に係る過去の検討の経緯		(未定)	
7.5.3	学会アンケートの分析		佐田	
8	事故で明らかとなった課題と教訓 (以上の検討のまとめ、これからの議論)	コアグループ		山本(章)
8.1	事故進展に関し今後より詳細な調査と検討を要する事項		山本(章)	
8.2	PWRの炉心冷却系について		未定	
9	現在進行している事故後の対応			
9.1	事故収束		未定	片岡、須山、山口
9.2	汚染水の浄化処理			
9.2.1	現状の実態と今後の課題	水化学部会	内田	
9.2.2	トリチウムの浄化処理	核融合工学部会	小西	
9.3	破損燃料について			
9.3.1	機械的、化学的安定性	核燃料部会	山中	
9.3.2	FPの浸出	核燃料部会	山中	
9.3.3	燃料インベントリと再臨界の可能性	炉物理/核データ部会	中島/須山	
9.3.4	長期的保管方法	核燃料部会	山中	
9.4	サイト内瓦礫と事故炉の放射性廃棄物の処理・処分と廃止措置			
9.4.1	どの時点で何をなすべきか、技術的な観点の提言	バックエンド部会	林道/新堀	
9.5	RPV, PCVIほかの長期安定保管に関する提言			
9.5.1	現状、課題、対応策	水化学/材料部会	塚田/阿部	
9.5.2	燃料貯蔵プールの長期安定保管に関する提言	水化学/材料部会	塚田/阿部	
9.5.3	使用済燃料の長期安定保管に関する提言	水化学/材料部会	塚田/阿部	
9.6	廃棄物処理の共通化について			
9.6.1	オンサイトとオフサイトの共通化、再利用、クリアランス等	バックエンド部会	新堀/林道	
9.7	健康管理について			
9.7.1	住民と従事者の長期的健康管理等	保健物理・環境科学部会	百瀬	

第5章5.6節 汚染水の発生・処理 (1)

福島第一原子力発電所における冷却水の循環と溜り水の処理

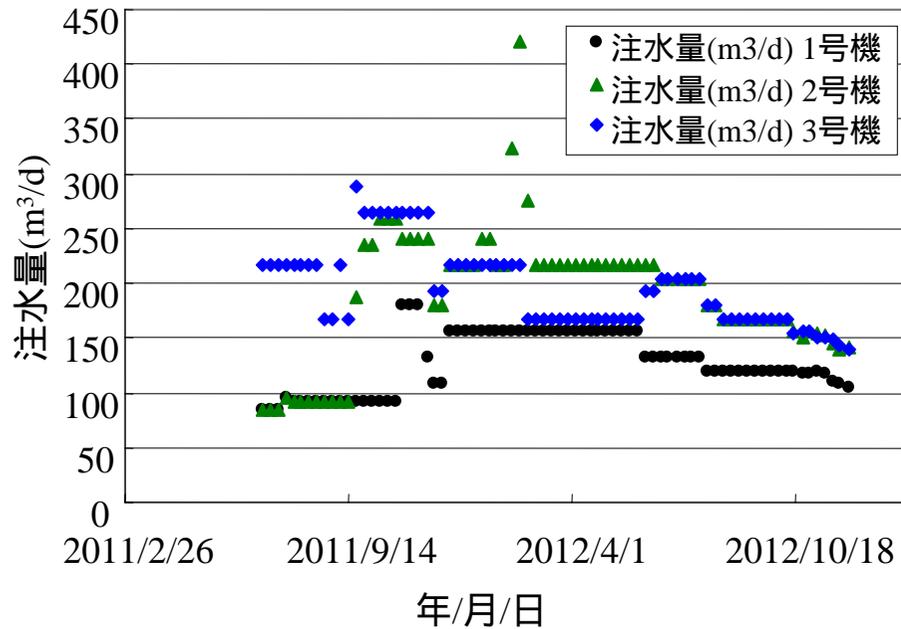


第5章5.6節 汚染水の発生・処理 (2)

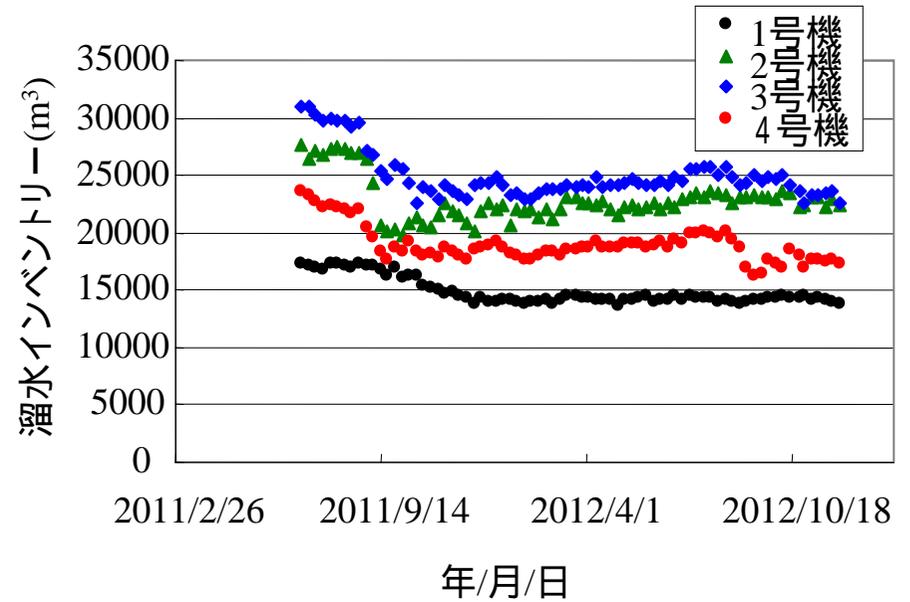
福島第一原子力発電所における注水量と溜水インベントリ

第5章では、これまでの状況、事実を記載
課題、検討結果などは9章に記載

号機別注水量



号機別建屋溜水インベントリ



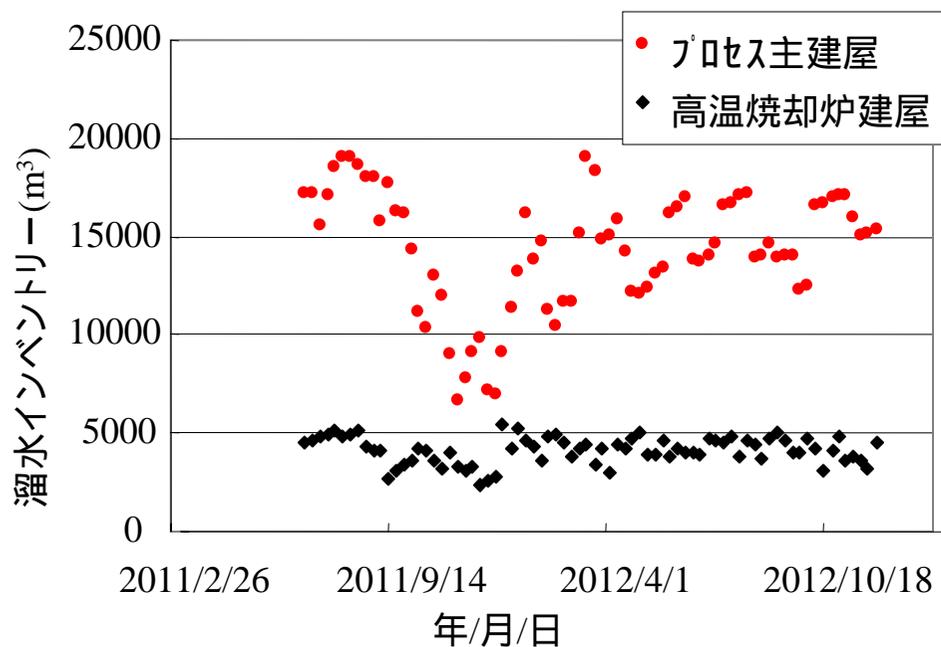
第5章5.6節 汚染水の発生・処理 (1)

福島第一原子力発電所における冷却水の循環と溜り水の処理

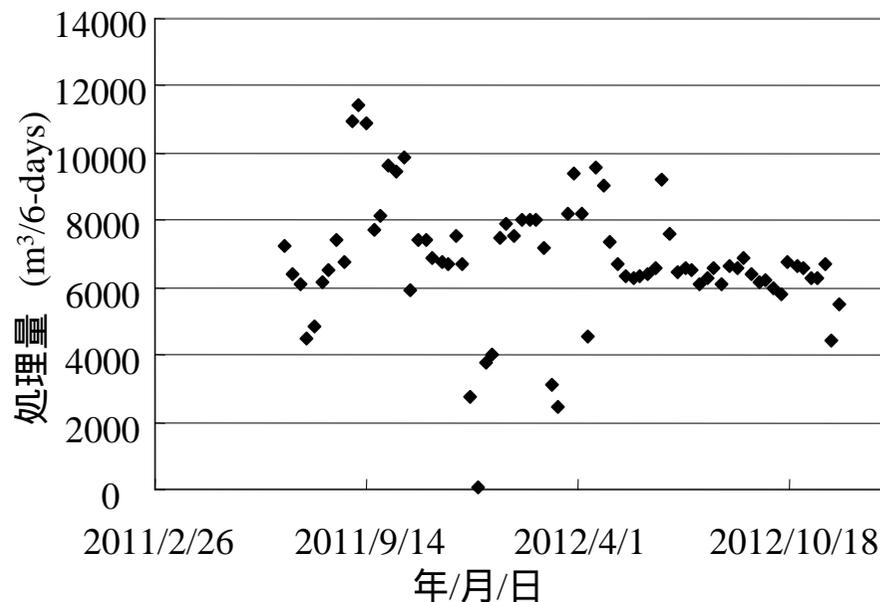
No.11

これまで公開されたデータを紹介
すべてが他の調査報告に記載されていないので、それなりの意義はありそう

集中廃棄物処理建屋の溜水インベントリー
および累積処理量



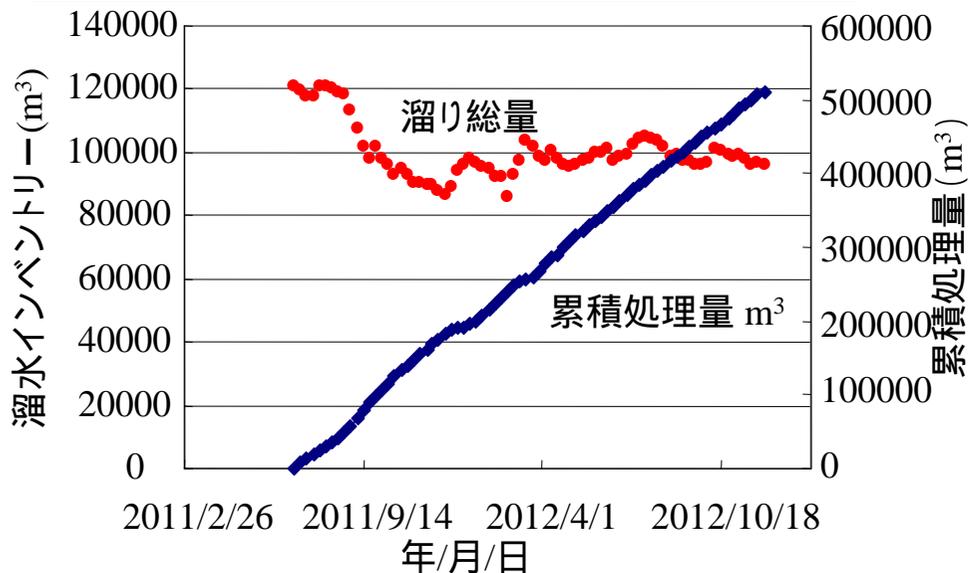
溜水処理量(測定間隔約6日の積算値)



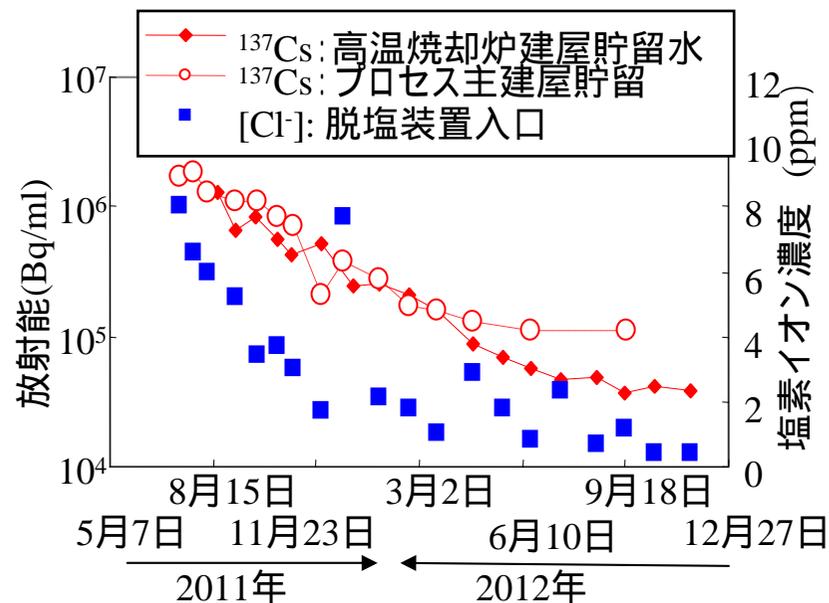
第5章5.6節 汚染水の発生・処理 (1)

福島第一原子力発電所における冷却水の循環と溜り水の処理

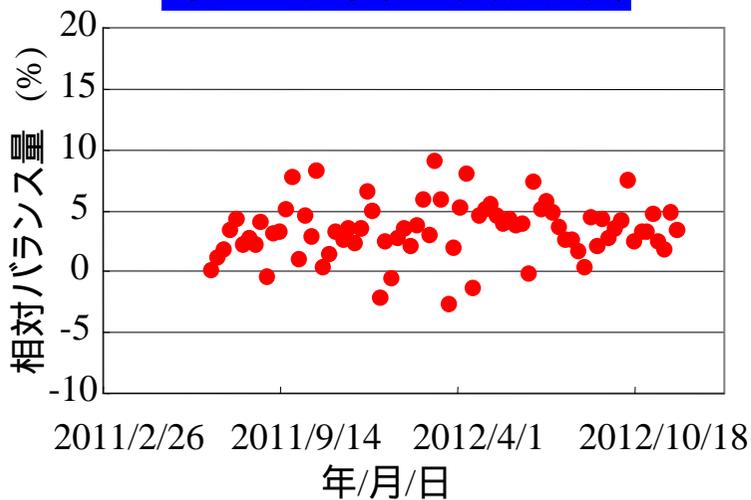
溜水総インベントリーおよび累積処理量



塩素イオン濃度および¹³⁷Cs放射能



インベントリーバランス



地下水に流入によるインベントリー増大は
現在鋭意対策中の項目

学会調査委としての現地調査(1)

No.13

1/9の福島第一原子力発電所訪問

日時: 2013年1月9日(水)、田中知委員長ほか11名

ルート: いわき駅 Jビレッジ 第一発電所

[免震重要棟 5号機 廃液処理設備(外観) スタック(外観) 4号機 免震重要棟]

概要: 入退域手続き等、きちんと管理。事前説明資料も丁寧。現地では、数値をメモのみ。

汚染水処理施設: 技術説明と設備外観の視察。技術課題他は丁寧な追加説明。

報告書修正に貴重な情報取得。地下水の混入抑制のための周辺井戸設置中。

多核種除去装置(ALPS)はコールドテスト終了、ホットテスト待ち

廃スラッジ、廃樹脂、高塩分排水の保管/管理は、長期間続く厳しい課題。

RPV/PCV/SFPでの構造材、燃料体の腐食抑制: 燃料の健全性はほぼOK

線量率: Jビレッジで0.4 $\mu\text{Sv/h}$ 。今回の最大値は、3号機T/B前で1.1 mS/h。

免震重要棟でも数 $\mu\text{Sv/h}$ 。床汚染の防止もあり、放射線管理のご苦労は多大

謝辞: 現地業務で多忙な中、視察同行の職員の方々、丁寧にご説明くださった東電幹部の方々に深謝

9.2.1項 汚染水の処理 現状の実態と今後の課題 (1)

現状の実態

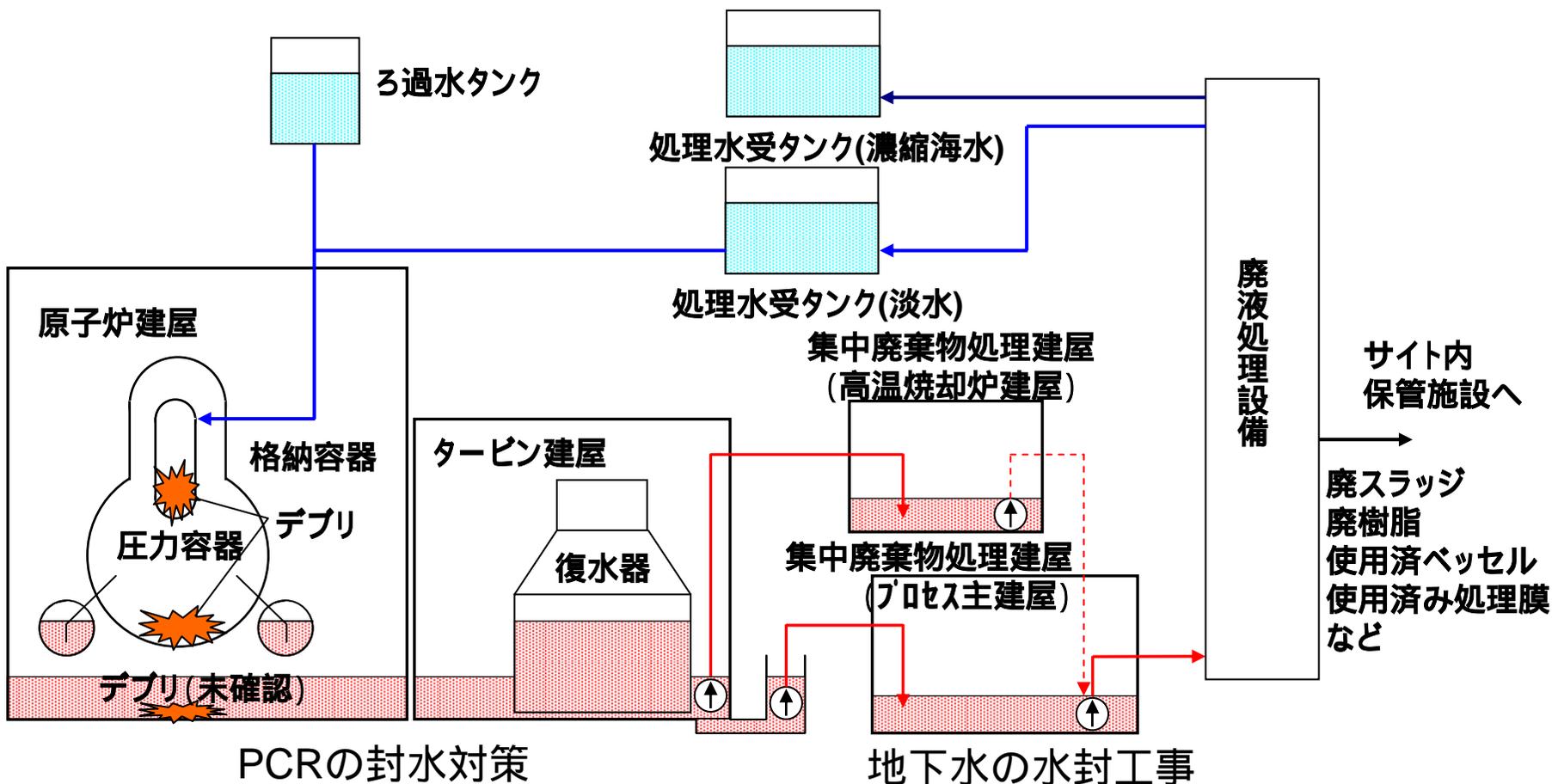
発生量抑制が最大の課題

地下水に対する水封工事: 工事は始まっている

PCRからの漏出抑制対策: 漏洩個所の探索が進行中、封水は漏洩個所摘出後

現地での懸命な対応状況他を適切に紹介したい

事故直後の吸着剤選定に尽力した学会有志チーム(本年2月解散)の活動も紹介
全核種除去システム(ALPUS)の本格稼働



9.2.1項 汚染水の処理 現状の実態と今後の課題 (2)

今後の課題

処理装置からの2次廃棄物と余剰水処理が今後の最大の課題

2次廃棄物発生量の抑制とその処理

余剰水発生量の抑制とその処理

発生量の抑制はロードマップとの対応

2次廃棄物と余剰水、高塩素濃度廃水の処理には明確なポリティカルジャッジが不可欠

全核種除去システム(ALPUS)とトリチウム除去の関連

長期スパンでの対応策の評価

廃止措置に向けた中長期ロードマップの主要スケジュール

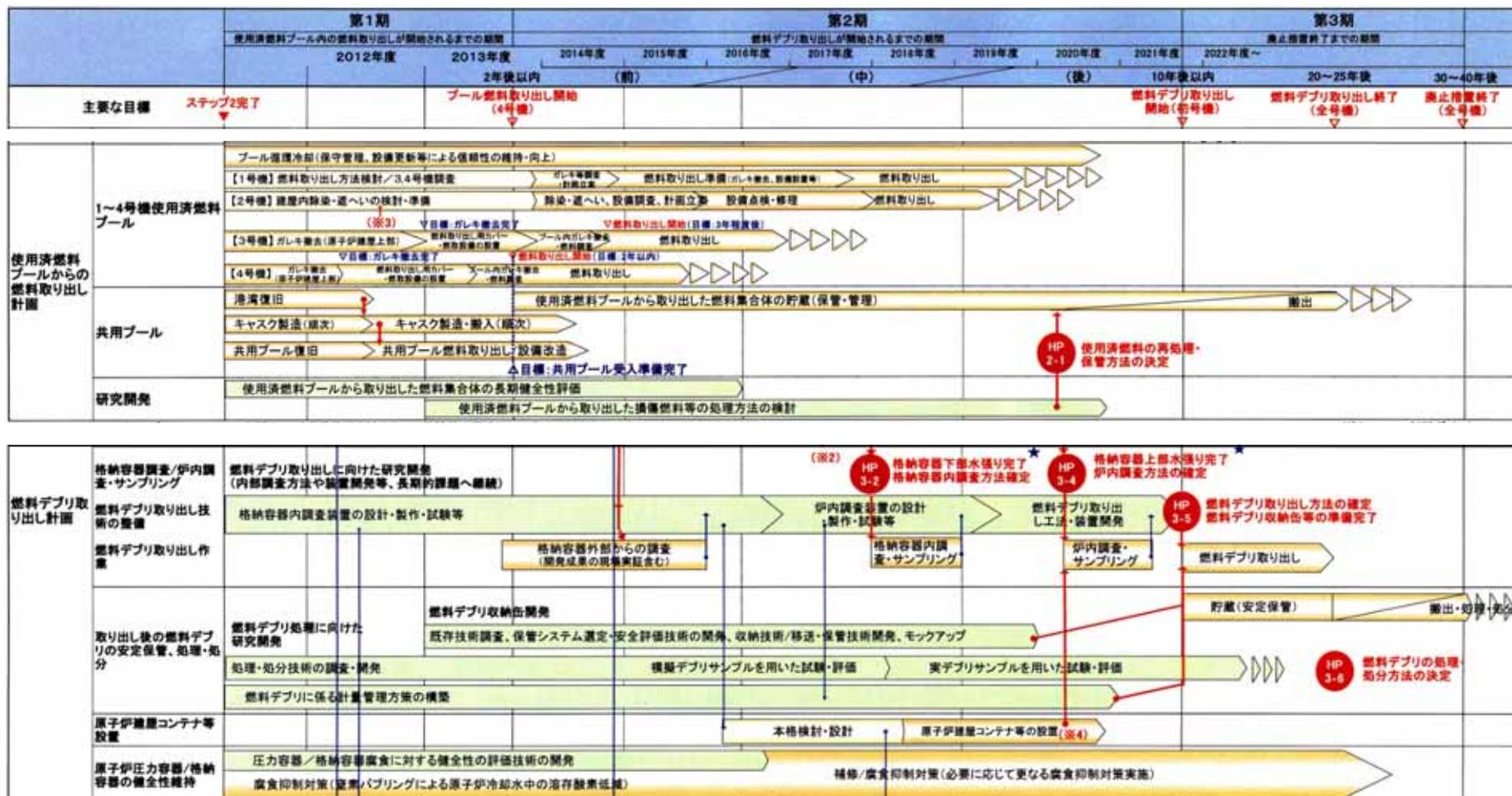
		第1期 使用済燃料プール内の燃料取出しが開始されるまでの期間			第2期 使用済み燃料取出しが開始されるまでの期間							第3期	
		2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度-	
主な目標		ステップ2完了			燃料取出し開始(4号機)							燃料デブリ取出し開始	
プラントの安定 状態維持・継続 に向けた計画	原子炉の冷却計画	省略			原子炉建屋/タービン建屋止水原子炉建屋コンテナ等の設置								
	滞留水処理計画	現行処理施設による処理											
		現行設備の信頼性向上等		信頼性を向上させた水処理施設による滞留水処理									
		循環ループ縮小検討 => 循環ループ縮小											
		サンプドレン水処理の検討=滞留水減少(地下水位の低下に応じて建屋内滞留水水位を低下)										地下水除染水等の処理	
		多様核種除去設備の設置		タービン建屋/原子炉建屋の滞留水減少									
発電所全体の 放射線量低減・ 汚染拡大防止 に向けた計画	海洋汚染拡大防止計画		遮蔽壁の構築										
			シルトフェンス追加工事										
			取水路前面エリアの海底土の被覆										
			海水循環浄化			航路・泊地エリアの浚渫土砂の被覆等							
放射性 廃棄物管理 及び敷地境界 の放射線量 低減に向けた 計画	ガレキ等	遮蔽等による保管ガレキ等の 線量低減策実施		努力継続			安定保管の継続						
	水処理 2次廃棄物	遮蔽等による保管水処理2次廃棄物 の線量低減策実施		努力継続			安定保管の継続						
		水処理2次廃棄物の性状・保管容器の寿命の評価		設備更新計画策定 (最終的な処理・処分については放射性廃棄物処理・処分計画にて検討)									
気体・液体 廃棄物	格納容器ガス管理システム設置(格納容器からの放射性物質放出抑制) 陸・海洋における環境モニタリング(継続実施)												

9.5節 RPV, PCVほかの長期安定保管に関する提言 (1)

9.5.1項 現状、課題、対応策

現在実施されている中長期対策の国プロジェクトの関連する活動を紹介
 他の調査報告では具体的に記載されていないので、意義がある。
 ここでは、RPV,PCV及び燃料集合体の保管に係る課題等を整理。

廃止措置に向けた中長期ロードマップの主要スケジュール



9.5節 RPV, PCVほかの長期安定保管に関する提言 (2)

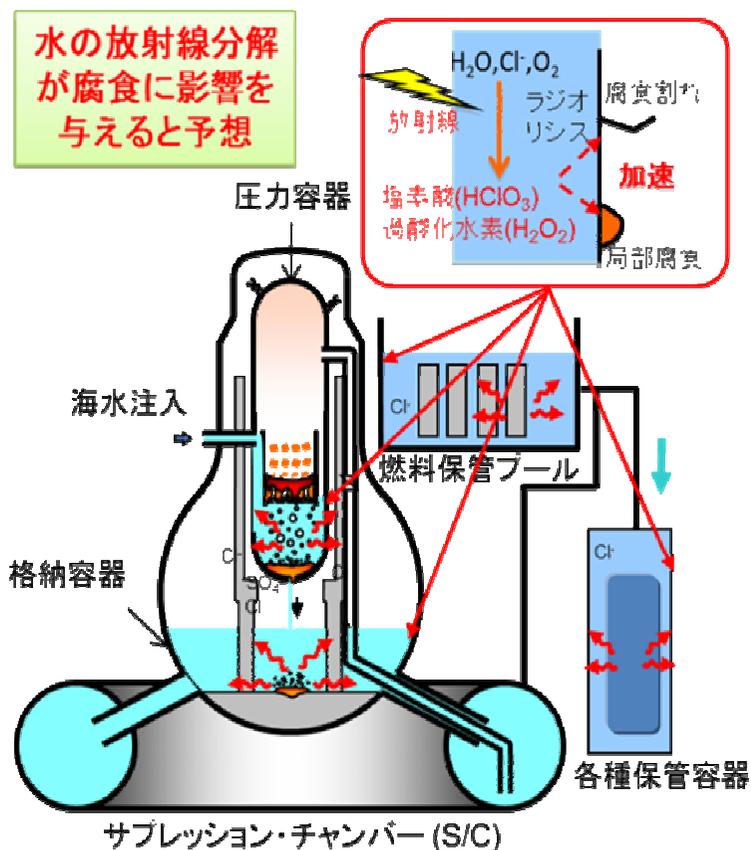
9.5.2項 燃料貯蔵プールの長期安定保管に関する提言

9.5.3項 使用済燃料の長期安定保管に関する提言

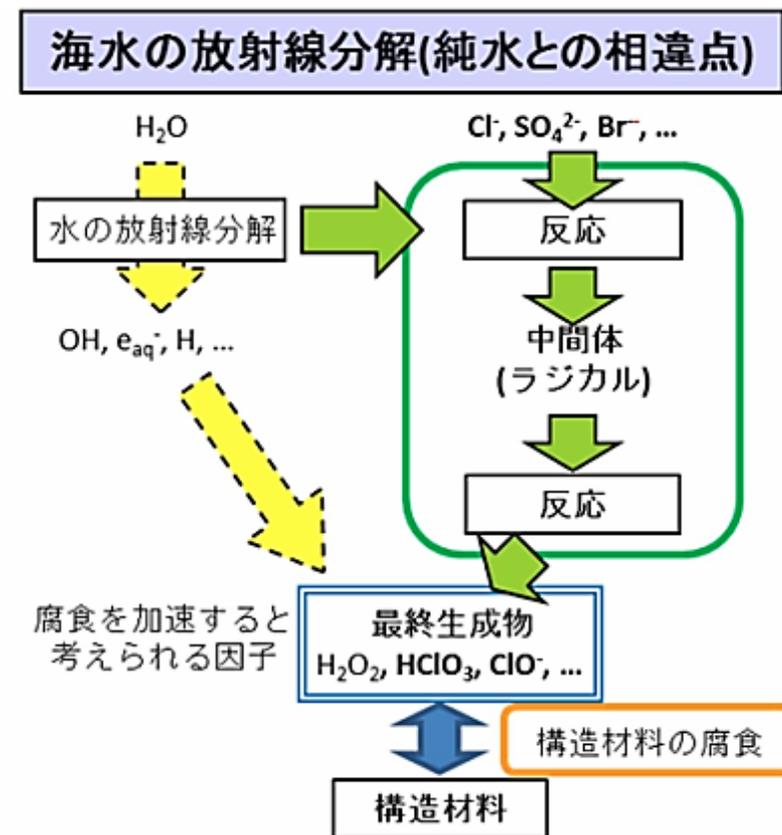
事故時に燃料保管プールへ注入された海水成分は、冷却系により希釈されたが長期保管ではプール及び燃料集合体の材料健全性へ影響を与えることが懸念。

海水成分と放射線の重畳効果について長期予測を可能とするとともにその環境でも有効な腐食抑制策の検討及び検証を急ぐことが必要。

材料腐食への放射線影響



放射線分解への海水成分の影響

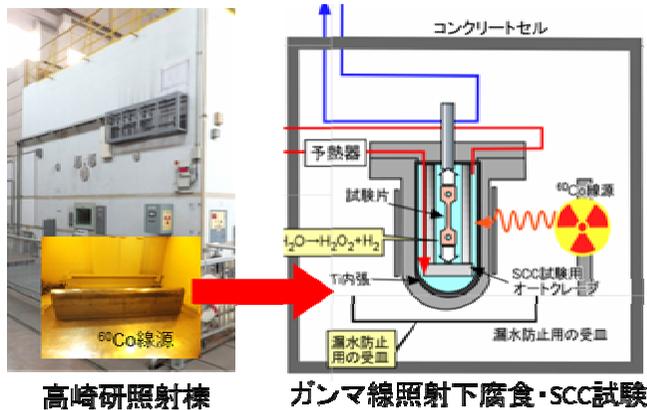
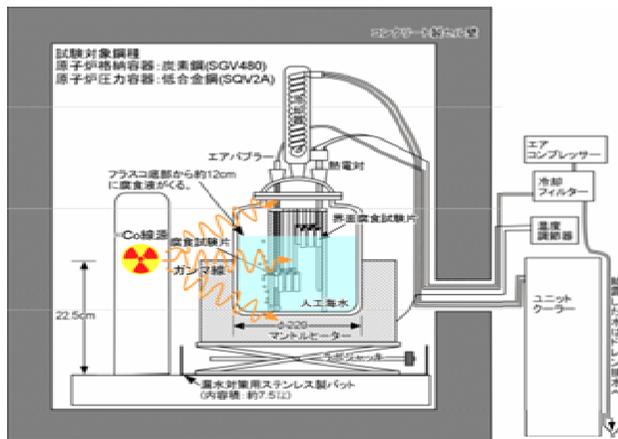


9.5節 RPV, PCVほかの長期安定保管に関する提言 (3)

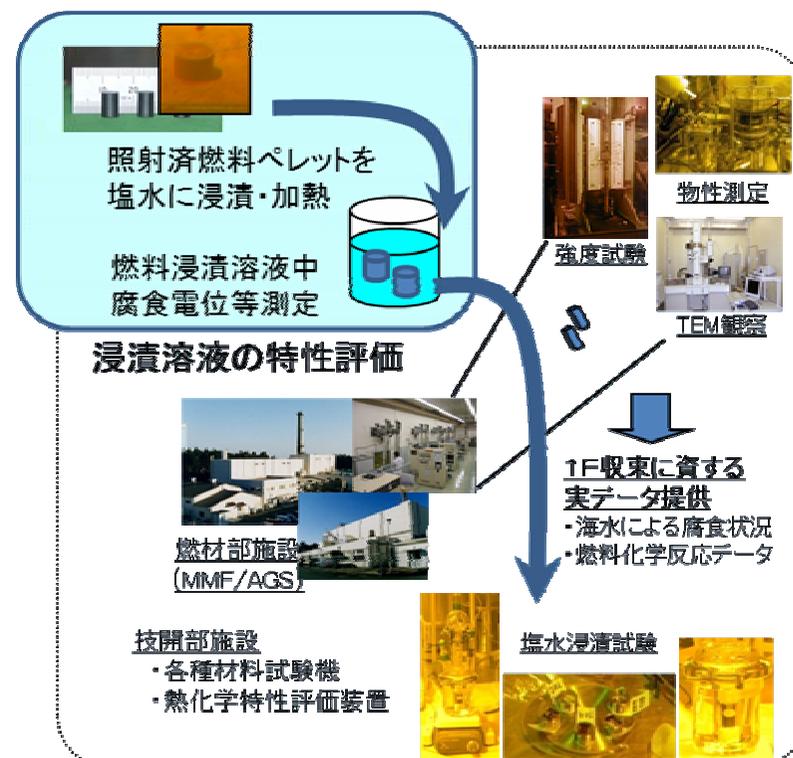
9.5.4 項 RPV, PCVの長期安定保管に関する提言

RPV, PCV内部の状況把握が困難な中、徐々に観察・実測データが出てきている。その結果を現在実施中の各種腐食試験等へ的確に反映させ、長期保管中の材料劣化の進行予測及び腐食抑制策を有効にすることが必要。今後さらに1F炉内の状況把握を進めることが肝要。

放射線照射下の腐食評価



燃料落下の水質への影響評価



各種試料及び部材を用いたRPV/PCV健全性評価に係る技術開発の全体作業の流れ(イメージ)

報告書5.6節「汚染水の発生・処理」の原稿(12月末運営委委員に回覧済)は、学会調査委の査読を得てから最終版とする。

再処理・リサイクル部会/バックエンド部会のコメントは反映済み
英文化は、執筆者が行う予定

第9章の報告書

第8章までの原稿を十分に検討し、4月以降に執筆(英文化対応は上記に同じ)

- ・ 9.2.1項「汚染水の浄化処理 現状の実態と今後の課題」
再処理・リサイクル部会/バックエンド部会と協調 内田担当
- ・ 9.5節「RPV、PCV他の長期安定保管に関する提言」
材料部会/核燃料部会と協調 塚田担当

まとめるに当たり、執筆者が直接現地を確認できた意義大

原稿のドラフトを委員が作成し、部会会員に回覧して、コメントを得、適切に修正して提出