

# 米国の水化学関連の標準化を踏まえた 国内標準化について

平成22年5月31日

電力中央研究所 材料科学研究所

平野秀朗

佐藤義雄

## 講演内容

1. 米国の規格基準 (10CFR: Code of Federal Regulations) の制定について
2. NEI 97-06 (蒸気発生器) ガイドライン, NEI 03-08 (材料健全性) の制定について
3. EPRIガイドラインの概要について
4. EPRIガイドラインに関するNRCの対応について
5. 国内標準化について (省令62号第15条との関連について)
6. 化学品質保証/管理標準の策定活動について

## 米国の規格基準

米国では、発電用原子炉施設の建設・運転等に関する連邦規則(10CFR : Code of Federal Regulations)を頂点として、連邦指針類 RG (Regulatory Guides) およびSRP(Standard Review Plan)が規制要件として具体化され、米国機械学会(ASME)、電気電子技術者協会(IEEE)、米国材料試験協会 (ASTM)、米国防火協会(NFPA)等の数多くの民間規格が活用されている。

## 10CFR

10 CFR; 現在、Part 1～Part 171まで有る。Part 172～Part199 は、既に予約されている。水化学管理標準と係わりの深い項目は、以下の通り。

Part 50 : Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities Part

Part 50.65 : Maintenance Rule

Part 50.72 : Immediate Notification Requirements for Operating Nuclear Powers

Part 50.73 : Licensee Event Report System

Part 50 Appendix A: General Design Criteria for Nuclear Power Plants

Part 50 Appendix B: Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plans  
And Fuel Reprocessing Plants

## NEI Guidelines & EPRI Water Chemistry Guidelines

### NEI Guidelines :

#### **【PWR】**

- NEI 97-06 Steam Generator Program Guidelines

#### **【BWR & PWR】**

- NEI 03-08 Guideline for The Management of Materials Issues
- NEI 03-08[Addenda] Materials Initiative Guidance

### EPRI Water Chemistry Guidelines :

- BWR Water Chemistry Guidelines
- PWR Primary Water Chemistry Guidelines
- PWR Secondary Water Chemistry Guidelines

## NEI 97-06 : Steam Generator Program Guidelines

- 米国の原子力産業界は、NEI 97-06 (Steam Generator Program Guidelines)を採用することにより、蒸気発生器の信頼性を向上させるためのフレームワークを構築した。
- 2001年に改訂1版が、2005年に改訂2版が出された。
- イニシアチブは、最適化された化学プログラムの根拠としてドキュメントも含めて、EPRI Water Chemistry Guidelinesを採用した。
- イニシアチブは、米国のユーティリティーに対し、EPRI PWR Primary Water Chemistry Guidelinesの意図に合うように要求した。

## NEI 97-06 : Steam Generator Program Guidelines の概要

### エグゼクティブ要旨

1. 緒言
2. 性能基準
  - ・構造健全性性能基準
  - ・事故による漏洩性能基準
  - ・運用上の漏洩性能基準
3. 蒸気発生器プログラム
  - ①劣化評価、②検査、③健全性評価、④SG伝熱管止栓と補修、⑤一次系から二次系への漏洩モニタリング、⑥SG二次系健全性メンテナンス、⑦二次系水化学、⑧一次系水化学、⑨異物の排除、⑩契約者の監督、⑪自己評価、⑫報告(NRCへの報告、非規定報告)
4. 蒸気発生器プログラム要求の取り纏め

## NEI 03-08 : Guideline for the Management of Materials Issues (1)

- ・米国の原子力産業界は、各々の原子力のユーティリティーに、NEI 03-08 (Guideline for The Management of Materials Issues)に記載された材料の経年化問題の管理に係わる責任とプロセスを採用することを要請する政策を打ち出した。
- ・NEI 03-08は、2003年5月に定められた。
- ・NEI 03-08の補遺 Materials Initiative Guidanceは、2005年7月に発行された。

## NEI 03-08 の概要

1. エグゼクティブ要旨
2. 政策
3. 組織
  - 3.1 材料エグゼクティブ監視グループ(MEOG)
  - 3.2 材料技術諮問グループ(MTAG)
4. MEOGおよびMTAGの役割と責任
5. 課題プログラムの役割と責任
6. 個々のユーティリティーの役割と責任
7. INPOの役割と責任
8. 主要な業界の材料問題のプロセス
  - A. 適用される業界の材料問題プログラム
  - B. 材料監視グループの業務計画:MEOG/MTAG
  - C. 問題要素プログラム戦略計画

# NEI 03-08 [Addenda] の概要

緒言

補遺

Part 1 – プラント・ガイダンス

- A RCS材料劣化管理プログラム・ガイダンス
- B 材料ガイドライン新問題実施要綱
- C 材料・プログラム・ガイダンスへのロードマップ

Part 2 – 問題プログラム・ガイダンス

- D 統合した材料問題長期計画
- E 材料ガイドライン実施要綱
- F 性能メトリクス
- G 材料問題プログラム範囲と境界
- H 自己評価実施要綱

# EPRI Pressurized Water Reactor Primary Water Chemistry Guidelinesの構成

1. 緒言および管理責任
2. PWRの冷却材化学管理を行う必要に関する技術的根拠
  - ・材料健全性
  - ・燃料健全性
  - ・放射線場の制御
  - ・化学に関する考察
3. 出力運転化学制御
  - ・ガイドラインで用いられている用語の定義(アクションレベル1~3)
4. プラント毎の最適化のための方法
5. Mandatory, ShallおよびRecommended 要素
6. 参考

# Mandatory, ShallおよびRecommended 要素

## Mandatory, ShallおよびRecommended 要素

### Mandatoryエレメント:

戦略的水化学計画であり、プラント経験および研究調査に基づき、中間レビューを実施し、生きたドキュメントとする。

### Shallエレメント:

全てのコントロール・パラメータは(アクションレベル1, 2, 3関連、モニタリング頻度)、Shallエレメントである。  
全てのアクションレベルも、Shallエレメントである。

### Recommendedエレメント:

全ての診断パラメータは、Recommendedエレメントである。  
PWSCC緩和対策として、25~50cc/kg H<sub>2</sub>の水素濃度の上限で運用すること、およびZn注入もRecommendedエレメントである。

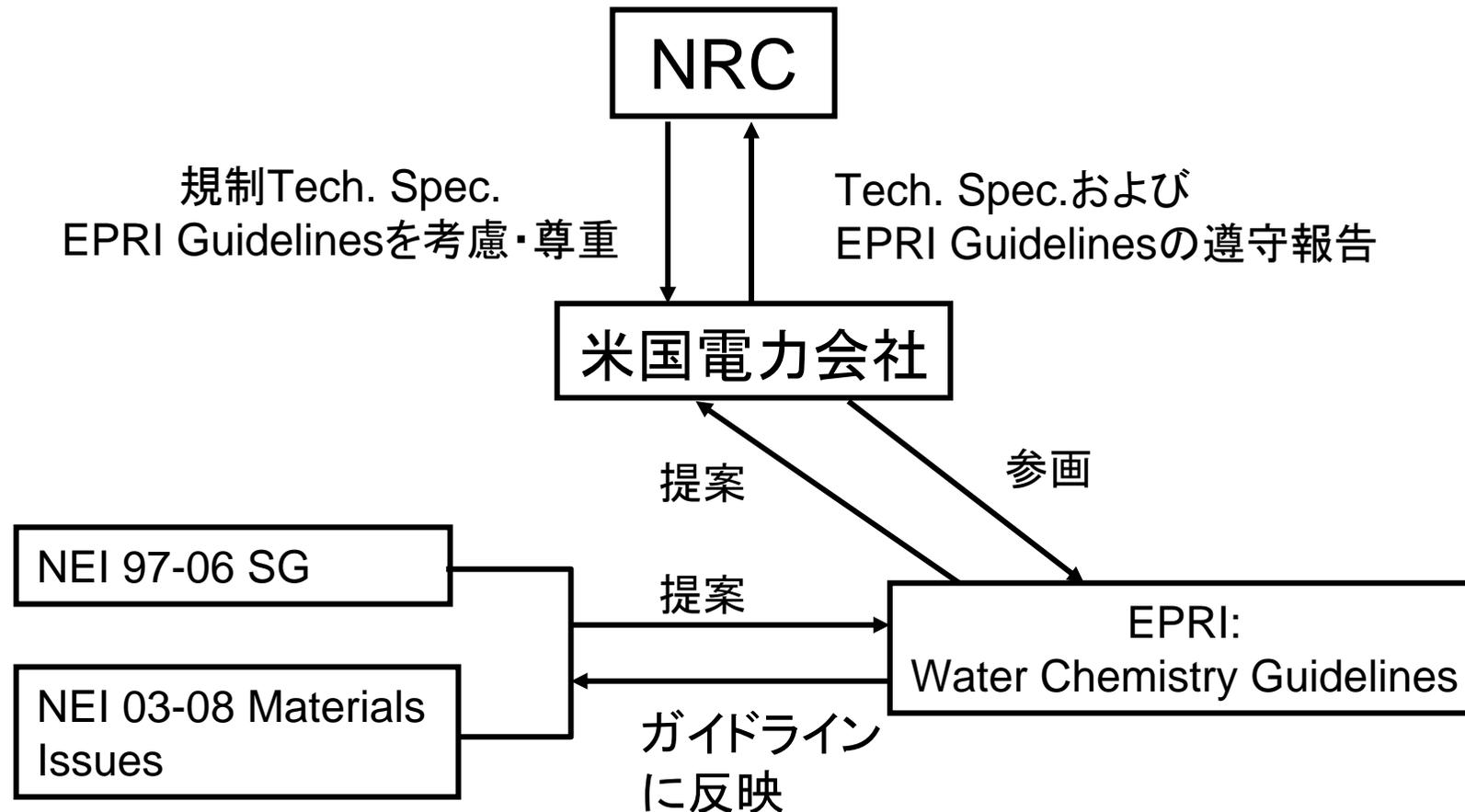
## EPRI BWR Water Chemistry Guidelinesの構成(1)

1. 管理責任
2. BWRにおけるIGSCC抑制の水化学に関する技術的根拠
3. 放射線場に対する水化学の影響
4. FACに対する化学制御
5. 燃料健全性のための化学制御
6. BWR 水化学制御
7. 化学プログラムの最適化
8. データモニタリングおよび評価

## EPRI BWR Water Chemistry Guidelinesの構成(2)

- A 水化学トランジェント条件
- B 停止時の化学に関する推奨
- C オンライン ノーブルケム(OLNC)
- D 低温ノーブルケム
- E 補機系システム
- F BWRVIP-14き裂進展速度計算およびイオン伝導度バランス法に関する伝導度補正
- G BWR燃料超音波洗浄
- H HWCおよびNMCAプラントに関するBWRVIA V3.0
- I BWR長期水化学計画の作成に関するガイダンス

# Water Chemistry Guidelinesに関するNRCの対応



## 国内標準化について(1)

- ・EPRI Water Chemistry Guidelines : 業界標準

(NRCは、米国電力各社にたいしてTechnical Specificationを遵守するよう要求。NEIは、NEI 97-06、NEI 03-08を発行。

EPRIは、Water Chemistry GuidelinesにNEI 97-06、

NEI 03-08の要求事項を取り入れる。NRCは、EPRI Water Chemistry Guidelinesを尊重。)

- ・VGB Water Chemistry Guidelines : 業界標準

何故、日本のみが学会標準としなければならないのか。

明確な意思表示を行う必要がある。

## 国内標準化について(2)

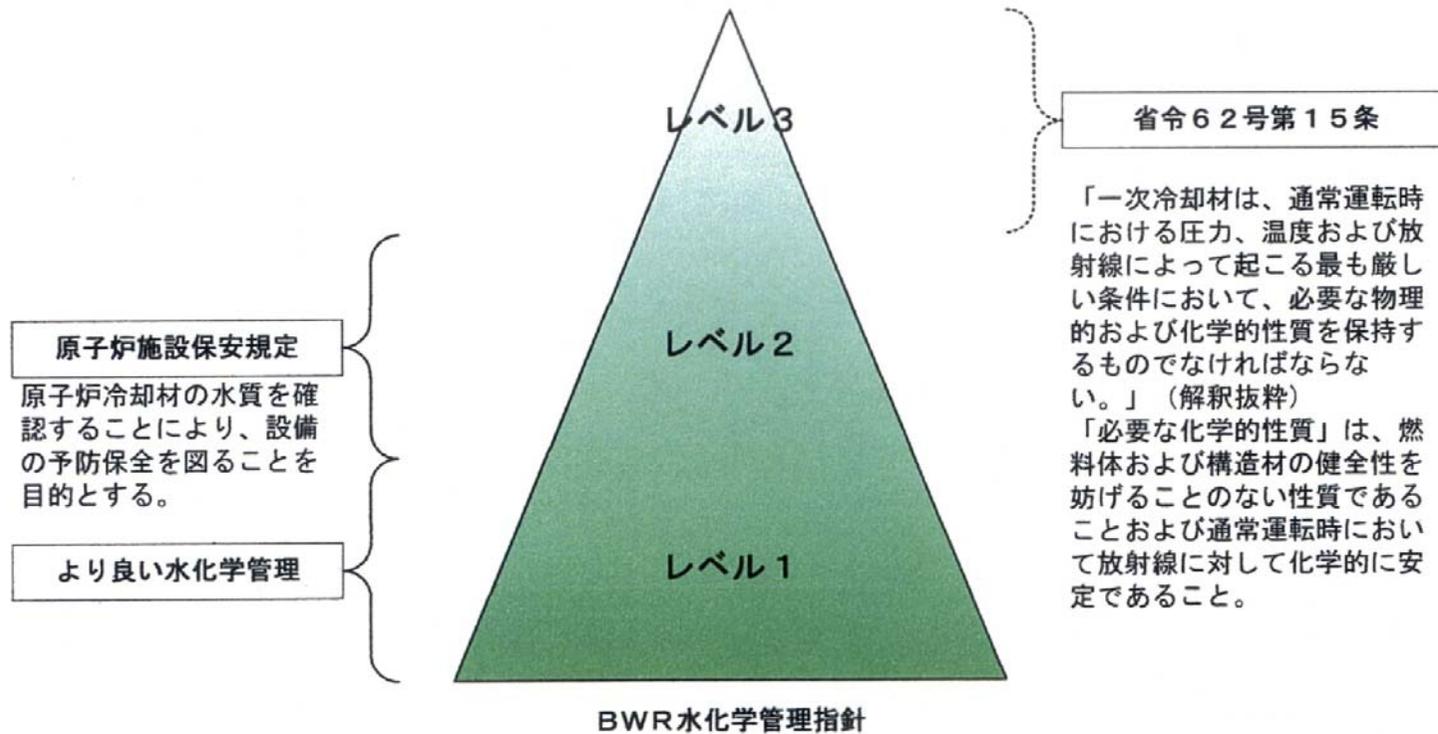
現在、BWRおよびPWR水化学管理指針作業会は、水化学管理レベルとして、レベル3(制限値)、レベル2(基準値)、レベル1(運用目標値)の設定を計画。

日本原子力学会は、これまで、主として、コード(基準)に対応するものを標準として定めてきた。一方、上記指針作業会は、コードに対応する事項(レベル3(制限値))と、ガイドライン(指針)に対応する事項(レベル2(基準値)、レベル1(運用目標値))の設定を提案している。

コードに対応するものとガイドラインに対応するものを分けて日本原子力学会標準としてはどうかという意見、およびガイドラインに対応するものは業界標準として別の学協会で制定してはどうかという意見もある。

レベル1、2、3を合わせて水化学管理指針として制定しなければならない理由を明確にしておく必要がある。

# 学会標準と省令62号第15条との関連



## 米国等における化学品質保証/管理標準策定活動の経緯(1)

### 1970年代

1970年: 米国連邦規則 10CFR50 Appendix B (品質保証) の公布

(Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants)

1972年: 日本電気協会は、上記基準を参考として「原子力発電所の品質保証指針」(JEAG 4101-1972) を発行

1978年: IAEA 「原子力プラントにおける安全のための品質保証の実施基準」(50-C-QA) を発行

10CFR50 Appendix B に基づいた発電所全体のQAプログラムは、安全運転を確保し、公衆を守るのに十分包括的であり、従って具体的な化学の品質管理システム(QMS)要件は必要ないとの認識。

## 米国等における化学品質保証/管理標準策定活動の経緯(2)

### 1980年代

INPOは、発電所化学QMSの2件のGood Practice : CY701、CY702を発行。しかし、10CFR50付属書Bの2～3の要件だけを扱い、見落としがあり包括的でなかった。

1980年代後半、INPOは、CY701、CY702よりも包括的で規範的な「原子力発電所における化学指針:INPO 88-021」を発行。

### 1990年代

INPO 88-021を改定: Rev. 1、Rev. 2

- ・改訂により、「規範的」な表現が減少した。
- ・しかし、10CFR50付属書Bの標準の要件を全て包括するには至らなかった。

## 米国等における化学品質保証/管理標準策定活動の経緯(3)

### 2000年代

2002年3月に生じたDavis-Besse発電所の事故(原子炉容器上蓋腐食)を受けて、INPOは「規範的」指針から、より「説明的」指針へと方向転換。

2004年: 発電プラント化学QA/QCアドバイザリーグループ設立  
(ボランタリーグループ)

(The Power Plant Chemistry QA (Quality Assurance)/QC (Quality Control) Advisory Group)

- ・10CFR50の要求に沿った指針ISO/IEC 17025に基づいて、「説明的」、かつ「規範的」な標準を作成することを目指す。
- ・「発電プラント分析化学品質管理システム Rev. 0」を策定

2004年～2009年にかけて、順次Rev.1、Rev.2、Rev.3、Rev.4、Rev.5を発行

# 発電プラント分析化学品質管理システム標準の本文目次 (Rev.5)

1	範囲	11	施設および環境条件
2	組織	12	サンプリングと試料の取扱い
3	品質管理システム	13	データの管理
4	QMS 不適合、是正および予防措置	14	報告書
5	バリッドリクワイアメント	15	記録の管理
6	文書管理	16	サービスおよび供給品の購買
7	試験方法と方法の妥当性確認	17	内部監査
8	設備および計器	18	マネジメントレビュー
9	測定の特異性と品質管理 チェック		
10	要員		

# 発電プラント分析化学品質管理システム標準の 付属書の目次 (Rev.5)

A.1 バリッドリクワイアメント(Valid Requirement : VA)に関する標準

A.2 方法認定(Method Validation)に関する標準

A.3 LOD/LOQ/MDL/UQL (LOD: Limit of Detection, LOQ: Limit of Quantification, MDL: Minimum Detection Limit, UQL: Upper Quantification Limit)に関する標準

A.4 QC チェック濃度と頻度の決定に関する標準

A.5 管理図に関する標準

A.6 ラボ内、ラボ間プログラムに関する標準

A.7 有効数字に関する標準

A.8 分析の不確かさの記述に関する標準

A.9 オンライン計器に関する標準

A.10 放射線検出計器に関する標準

A.11 ギャップ解析に関する標準

## 日本における原子力発電所の品質保証(1)

- ・ 我が国では、米国連邦法 10CFR 50 Appendix B 及び国際原子力機関(IAEA)の「原子力プラントと他の原子力施設における安全のための品質保証安全基準」(No.50-C-QA)を参考に、日本電気協会が電気技術指針「原子力発電所建設の品質保証手引き」(JEAG 4101)  
注1)を制定。
- ・ 我が国では、基本的には、JEAG 4101を基に品質保証活動が実施されてきた。

注1): 電気技術指針: JEAG (Japan Electric Association Guide)

## 日本における原子力発電所の品質保証(2)

- ・その後、品質保証活動の基になっていたJEAG4101が幾度か改訂されるとともに、国際的な品質保証規格ISO9001:2000に基づき、品質保証規程の規制要求を具現化するものとして新たに「原子力発電所における安全のための品質保証規定」JEAC4111-2003<sup>注2)</sup>が制定された。
- ・現在は、JEAC4111-2009「原子力発電所における安全のための品質保証規定」およびJEAG-4121-2009を「原子力発電所における安全のための品質保証規定の適用指針( JEAC4111-2009 )－原子力発電所の運転段階－」を基に品質保証活動が実施されてる。

注2) 電気技術規定: JEAC (Japan Electric Association Code)

# 軽水炉水化学標準の全体像(案)

## 水化学 運用管理

BWR水化学運用管理

BWR水素注入運用管理

PWR1次系水化学運用管理

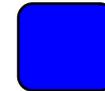
PWR2次系水化学運用管理

## 分析方法

BWR化学分析方法

PWR化学分析方法

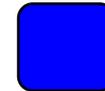
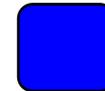
日本原子力学会標準  
(基準に対応) (指針に対応)



レベル3



レベル2、1



基準、指針のどちらに分類されるか議論は有るが、本講演では基準と考えて分類させて頂いた。(レベル設定は無い)

## 化学管理 (品質保証)

BWR化学管理品質保証

PWR化学管理品質保証

業界標準(指針に対応)

(レベル設定は無い)

