

# 原子力の安全規制の最適化 法制研究会からみた現行規制

東京大学大学院工学系研究科  
原子力専攻  
班目春樹

# 東京大学原子力法制研究会

- 東京大学では原子力国際専攻と公共政策大学院が共同で平成19年3月から原子力法制研究会の活動を開始、その下に「社会と法制度設計分科会」と「技術と法の構造分科会」を設置
- 「社会と法制度設計分科会」は、物質規制と施設規制、規制の透明性の確保、技術基準と民間規格、安全保障、安全協定などについて検討
- 「技術と法の構造分科会」においては、平成19年度に論点整理を行い、20年度に、工事計画認可と使用前検査及び燃料体規制の在り方について検討

ここでは平成20年度の「技術と法の構造分科会」\*の活動を主に紹介

\* 本分科会には、東京大学、電気事業者、メーカー、電力中央研究所、原子力安全・保安院、JNES等の有識者が参加

# 我が国の原子力規制体系

## (段階的安全規制)

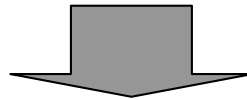
### 設計段階 二段階審査

基本設計



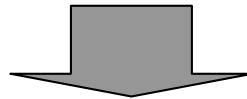
詳細設計

- ・原子炉の設置の許可(炉規制法23条)  
技術的基準：災害の防止上支障がない  
変更要件：申請書本文事項
- ・詳細設計や建設運転段階の全体の基本
- ・**工事計画の認可**(電事法47条)



### 建設段階

- ・**使用前検査**(電事法49条)：完成検査が基本  
構造・強度に係るイ・ロ項検査  
機能・性能に係るハ・ニ・ホ項検査
- ・**燃料体検査**(電事法51条)：加工の工程毎の検査



### 運転段階

- ・**保安規定の認可**(炉規制法37条)
- ・保安検査(炉規制法37条第5項)：プロセス型検査
- ・定期検査(電事法54条)：プロセス型検査

	設計段階		建設段階		運転段階
	基本設計	詳細設計	建設時の検査	運転開始前	運転中の検査
日本	原子炉設置許可 一次審査 NISA ↓ ダブルチェック ↓ 二次審査 原子力委員会 安全委員会	工事計画認可 審査: NISA ・主要寸法 ・材料、容量 ・制御方式 ・強度計算書 ・耐震計算書 等	使用前検査 燃料体検査 溶接安全管理審査 ↓ 溶接事業者 検査	保安規定認可 ↓ 定期事業者 検査	保安検査 定期検査 定期安全管理審査 ↓ 定期事業者 検査
米国	【従来】 建設許可 (CP) ----- 【新規】 早期サイト許可 (ESP) ↓ 設計証明 (DC)	工事計画認可のような手続きはない ↓ 建設運転認可 (COL)	建設段階検査 ・日常的に監視パトロール 会議傍聴 ・抜取りで監視・記録確認 ・事業者活動を妨げない ASME公認検査 機関による検査 確認	運転認可 (OL) ----- COL申請中の技術仕様書を再確認 検査・試験・解析・承認基準への適合性を確認	運転段階検査 ・日常的に監視パトロール 会議傍聴 ・抜取りで監視・記録確認 ・事業者活動を妨げない ISI IST CVリーク 試験 等

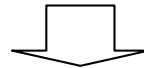
# IAEAのIRRSの指摘

## (包括的安全解析報告書関連)

提言5 : NISAは、特に、包括的安全解析報告書又は許認可の総体的根拠を要約する包括的安全文書の作成と更新について、現行IAEA安全基準がきちんと考慮されるように配慮を払うべきである。

提言6 : NISAは、運転安全計画 (operational safety program) の承認と定常運転の開始の前に、安全上重要な全ての要素の総合的評価を行うためのホールドポイントを設けるべきである。

上記提言( IAEAの安全基準) に我が国の法制を適合させるためには



- A) 複数段階の規制体系維持なら、各段階で前段階からの反映を考慮
- B) 許認可発給後の修正・更新の明確な手順を策定、速やかな申請書の提出、修正・更新の実施
- C) 包括的安全解析報告書又は許認可の総体的根拠を要約する包括的安全文書を作成・更新
- D) ホールドポイントを設け、燃料装荷または初臨界前に安全上重要な要素を審査・評価、定常運転前に試運転の結果と運転上の制限値の審査・評価
- E) 許認可プロセスのある段階で、運転を行ってよい旨の許認可を発行

# 法の構造の抱える課題

原子炉設置変更許可を受けなければならないのは本文記載事項の変更を伴う場合と形式的に定められている

構造・強度(建物や設備の構造設計)に偏した規制(特に工事計画認可)諸外国と比較すると、構造・強度の品質保証が取り入れられておらず、民間の第三者認証活動が行われていない

構造・強度の設計(工認)や承認(使用前検査)は国が行う以外ない  
機能・性能(核・熱設計、安全解析)は構造・強度に比べ規制が比較的簡素  
保安規定に運転管理すべてを盛り込んだため、基本設計が要求する事項(運転上の制限値など:米国のテックスペック)と、基本設計において仮定された運転管理事項の具体策(品質保証、運転手順、教育訓練など)が混在  
段階規制構造のため、規制側が、被規制者をどのように捉えているのかという規制側のドキュメントが取り纏められていない

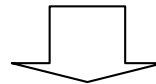
IAEAのIRRSでの**包括的安全解析報告書の不存在**の指摘

これら未解決の主要課題は、我が国の原子力の法構造に根ざしており、この骨格のずれの見直しが必要

以下では ~ について順に分析する

# 「設置許可の許可事項と変更要件」

- 原子炉安全を構成する要素が法令上明確に規定されていない
  - 許可の要素が明確ではない(申請書本文・添付書類、安全審査書)
  - 技術上の許可基準「災害の防止上支障がない」を具体化した機能要求は政省令でなされておらず、審査の判断基準に使用される指針類は雑多で体系化されていない
- 設置許可の変更要件が形式的(本文事項の変更)
  - 本文の変更でないと安全上の問題でも原子炉設置の変更許可申請ができない
  - 添付書類だけの変更がないため、申請書総体が実際のプラントと乖離の可能性



- 原子炉安全の観点から変更・届出要件を明確化、何が許可されたかを明らかにし、同時に手続きを定めて申請書を補完
  - 設置変更許可  
米国の10CFR Part 50.59参照
  - 変更許可や届出に該当しないものについて補完の手続きを定める

---

10 CFR Part 50.59 「届出要件」: 次の場合は、認可の変更を要せず、事後報告

- ・テックスペック(運転上の制限値)の変更に該当しない
- ・事故や、安全上重要な機器等の故障の発生確率が有意に増加しない
- ・事故の影響が有意に増加しない
- ・審査で評価された安全解析と異なるタイプの事故の可能性を生じない 等々

# 設置許可申請書の構成

[本文] 1. 氏名または名称

2. 使用の目的

3. 原子炉の形式

4. 原子炉を設置する工場または事業所の名称および所在地

5. 原子炉およびその付属施設の位置, 構造および設備

6. 原子炉施設の工事計画

7. 原子炉に燃料として使用する核燃料物質の種類及びその年間予定使用量

8. 使用済み燃料の処分の方法

[添付書類一] 原子炉の使用の目的に関する説明書

[添付書類二] 原子炉の熱出力に関する説明書

[添付書類三] 工事に要する資金の額及び調達計画を記載した書類

[添付書類四] 原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画を記載した書類

[添付書類五] 原子炉施設の設置及び運転に関する技術的能力に関する説明書

[添付書類六] 原子炉施設の場所に関する気象, 地盤, 水理, 地震, 社会環境等の状況に関する説明書

[添付書類七] 原子炉又はその主要な附属施設の設置の地点から20km以内の地図

[添付書類八] 原子炉施設の安全設計に関する説明書

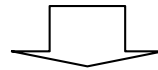
[添付書類九] 核燃料物質及び核燃料物質によって汚染された物による放射線の被曝管理並びに放射性廃棄物の廃棄に関する説明書

[添付書類十] 原子炉の操作上の過失, 機械又は装置の故障, 地震, 火災等があった場合に発生すると推定される原子炉の事故の種類, 程度, 影響等に関する説明書



# 「構造・強度規制と 民間第三者認証」

- n 工事計画認可は構造・強度に重きを置きすぎ、改善余地
  - 図書がアズビルト(補完)できていない、定型的審査であるなどの課題
  - 標準化が進んだ構造・強度は品質保証で担保するのが世界の趨勢
- n 国自ら設計の確認(工認)・検証(使用前検査)せざるをえない
  - 第三者認証制度がない



- n 構造・強度中心の審査の改革(アズビルト化・品質保証導入)
  - 工認審査対象を方針・概要・使用民間規格や品質保証として、設置許可に移行
  - 設置許可後、方針・概要等に
    - 該当する                      設置許可変更
    - 該当しない                      詳細設計・施工後に設置許可申請書を補完
  - = 設置許可申請書をアズビルト(包括的安全解析報告書)
  - 技術基準で品質保証を要求
- n 設計の第三者認証の導入
  - 民間第三者による設計認証制度を導入、義務付け(米は公的資格PE保持者が実施)
- n 使用前検査の改革
  - 民間第三者検査制度を導入、義務付け(米はASME認定のAIAが実施)
  - 技術基準に品質保証を取り込み、プロセス型検査に(検査の在り方の提言の実行)
  - 検査範囲は、第三者認証制度を活用して、発注・設計・製造・検査・検証・据付・確認(品質保証)など一連の事業者の行為全体に拡大

# 使用前検査

工事の工程	検査事項
<p>イ 原子炉本体、原子炉冷却系統設備、計測制御系統設備、燃料設備、放射線管理設備、廃棄設備又は原子炉格納施設については、構造、強度又は漏えいに係る試験をすることができる状態になった時</p>	<p>原子炉本体、原子炉冷却系統設備、計測制御系統設備、燃料設備、放射線管理設備、廃棄設備又は原子炉格納施設の構造、機能又は性能を確認する検査のうち次に掲げるもの 一 材料検査 二 寸法検査 三 外観検査 四 組立て及び据付け状態を確認する検査 五 耐圧検査 六 漏えい検査 七 原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査</p>
<p>ロ 蒸気タービンの車室の下半部の据付けが完了した時及び補助ボイラーの本体の組立てが完了した時</p>	<p>一 蒸気タービンの構造、機能又は性能を確認する検査のうち次に掲げるもの イ 材料検査 ロ 寸法検査 ハ 外観検査 ニ 組立て及び据付け状態を確認する検査 二 補助ボイラーの構造、機能又は性能を確認する検査のうち次に掲げるもの イ 材料検査 ロ 寸法検査 ハ 外観検査 ニ 組立て及び据付け状態を確認する検査 ホ 耐圧検査 ヘ 漏えい検査</p>
<p>ハ 原子炉に燃料を装入することができる状態になった時</p>	<p>原子炉冷却系統設備、計測制御系統設備、燃料設備、放射線管理設備、廃棄設備、原子炉格納施設、排気筒、蒸気タービン、発電機、変圧器、電圧調整器又は電圧位相調整器、調相機、周波数変換機器又は整流機器、遮断器、発電所の運転を管理する制御装置及び非常用予備発電装置に係る原子炉に燃料を装入した状態において必要な機能又は性能を確認する検査</p>
<p>ニ 原子炉の臨界反応操作を開始することができる状態になった時</p>	<p>原子炉本体、原子炉冷却系統設備、計測制御系統設備、蒸気タービン及び発電機に係る原子炉が臨界に達する時に必要な機能又は性能を確認する検査</p>
<p>ホ 工事の計画に係るすべての工事が完了した時</p>	<p>原子炉の出力運転時における原子力発電所の総合的な性能を確認する検査その他工事の完了を確認するために必要な検査</p>

# 検査の在り方に関する検討会中間とりまとめ

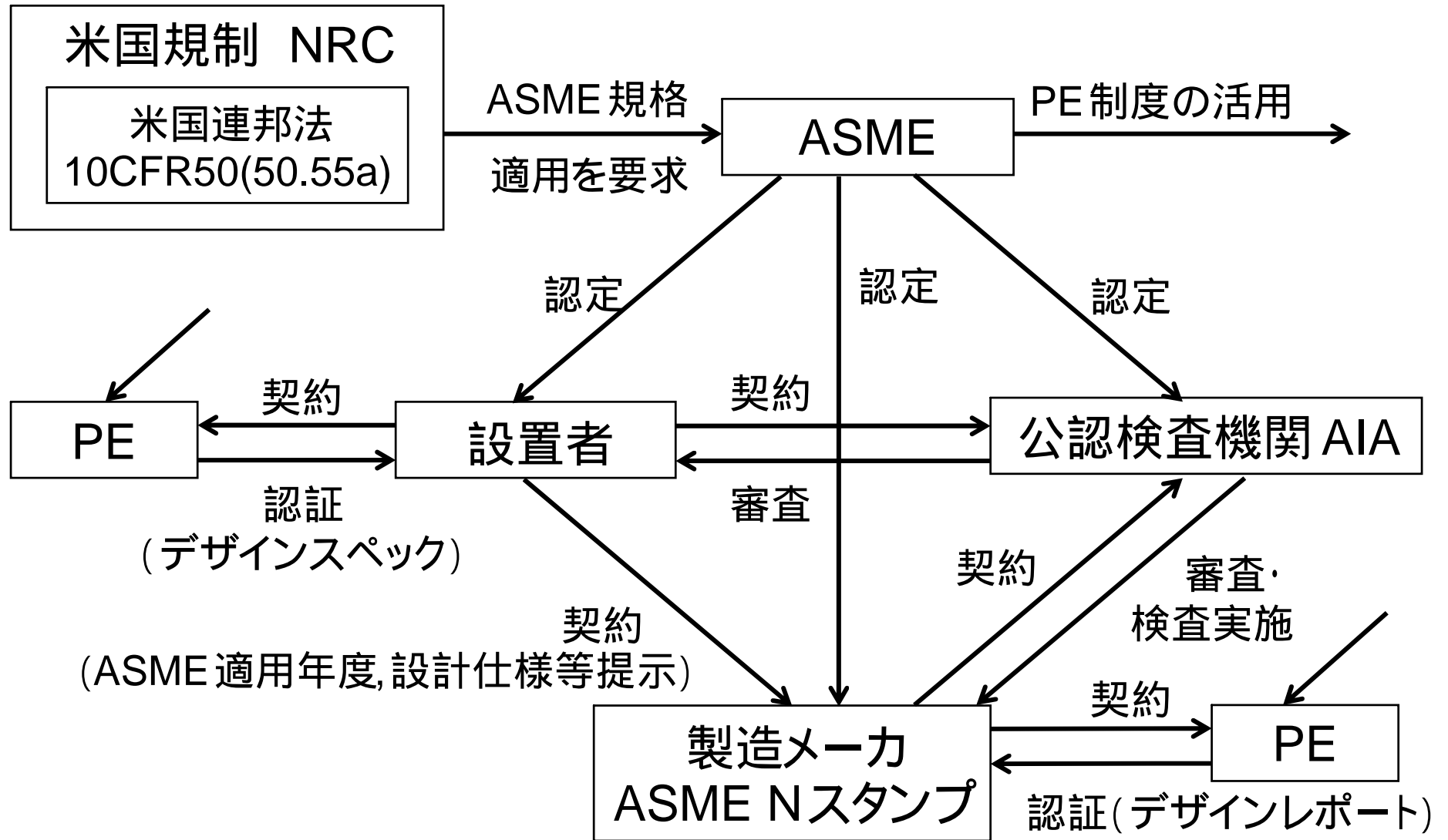
平成14年6月

## 【使用前検査の検査方法】

現行の使用前検査では、事業者が施設の設置について施工や各種の試験を行った結果としての施設の健全性を、規制当局の検査官が立ち会って確認する方法を中心としている。こうした方法では、施設の健全性がどのような手段や考え方によって実現されたのかを確認するものでなく、工事の過程で生じた問題が供用開始後に顕在化し得るような場合までは検証できないという限界がある。また、実用原子力発電所については、現在でも工事計画認可、届出の添付書類として品質保証に関する説明書の提出が義務付けられているが、品質保証に関する規制当局の要求事項は特に定められていない。従って、今後は、品質保証に関する要求事項を明確にした上で、使用前検査において事業者の品質保証の実施状況を確認し、施設の健全性をより実効的に確認できるようにすべきである。核燃料施設については、設計及び工事方法の認可申請のときに、建設段階の品質保証に関する説明書の提出を求めることとした上で、使用前検査においてその実施状況を確認することが適切である。

また、施設の健全性の確認をより実効性あるものとするため、施設を設置する過程(プロセス)に着目し、施工や試験方法の記録も任意に抜き取って確認すべきである。

# 米国におけるASME制度の活用



\* PE : Professional Engineer (エンジニアリング業務遂行のための公的資格)  
\*\* AIA : Authorized Inspection Agency (ASMEが認定した公認検査機関)

# 品質保証活動要求の規制への取り込み

## 指針

### 運転段階

JEAC4111 ————— JEAG4121  
(ISO9001ベース)

### 設計・建設段階

日本版 NQA-1 ? → 機械学会発電用設備規格委員会  
に期待

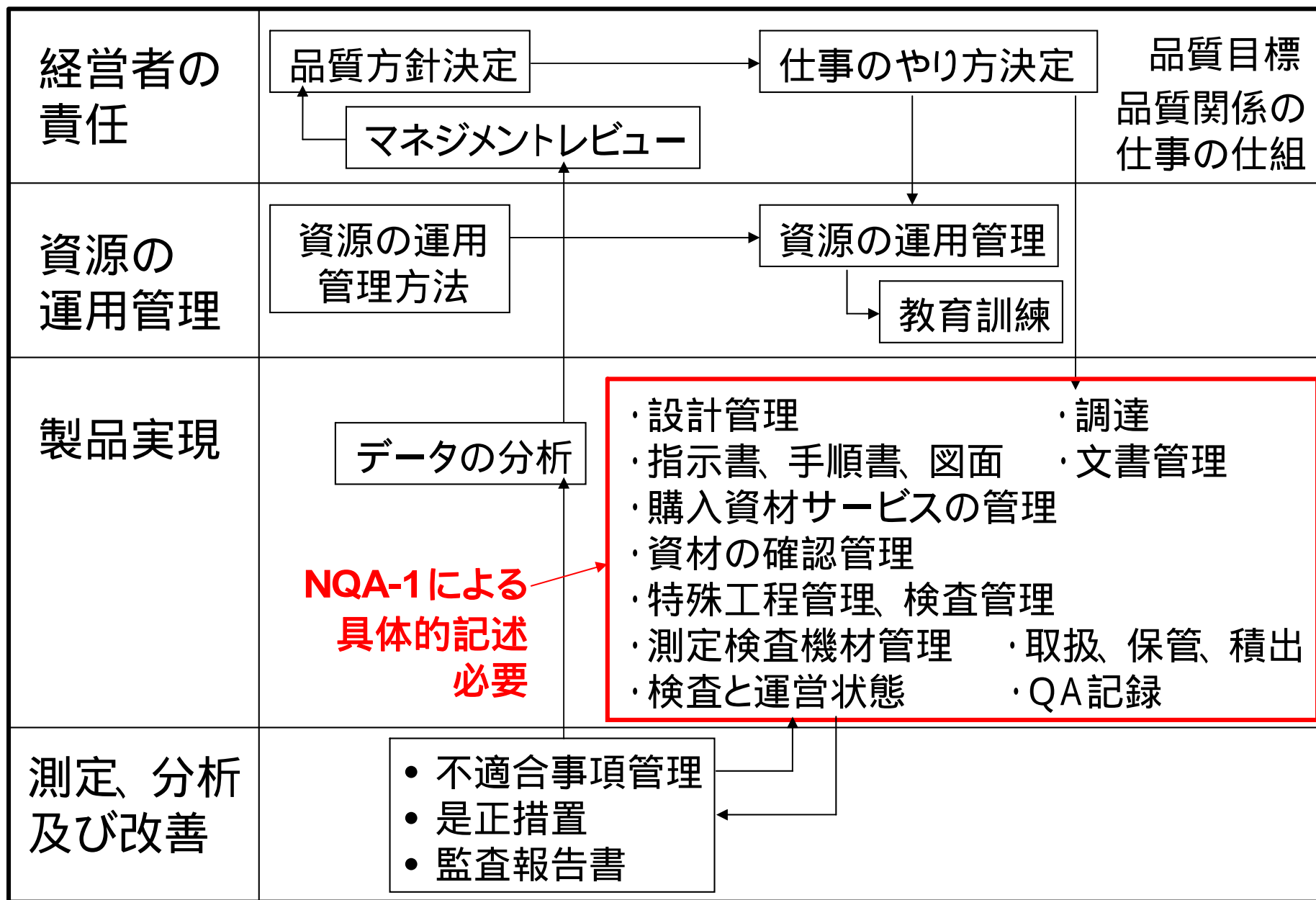
### 検査実施機関

日本版 AIA ?

### 検査員資格

技術士制度 + ?

# ISO9001とNQA - 1



# 原子力安全規制に関する課題の整理(案)

## 基本政策小委員会

### . 安全規制に係る今後の課題

#### 5. 機能的な規制機関への取組

##### (2) 規制業務の適正化

###### 外部専門機関の活用

規制機能の最適化の観点から、国の規制資源だけに拘らず、外部の専門機関の活用を検討することも効果的であると考えられる。

特に、設備・機器の構造設計の技術基準への適合性確認等の専門性の高い業務について、米国における事例なども参考に、JNESを含む外部専門機関の活用について検討を行うことが考えられる。

# 基本政策小委員会

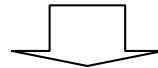
## 武黒委員の発言より

それから、第三者認証も我々は出遅れていたところですが、運転分野だとかになると、大分プロセス検査は進んでいます。一方で物をつくる場所では遅れている。だけれども、日本の原子力設備のいいところは、何といても設備の信頼性が非常に高いところで、これは我々がしっかりと守っていく必要があります。したがって、設備の物のいいところは物のいいところで、ちゃんと見ているということが必要なため、そこは第三者認証制度をつくっていかねばいけないと思いますし、その取組みを始めたいと思っています。既にいろんな意味で、認証とか、認定とかいう制度は日本にありますので、そういったものとの関係を深めていくことで、これは必ず形を整えて意味のあるものにしていくことができる。長くなって恐縮ですが、既に維持基準との関係では、PD制度などができているわけでありませう。



# 「機能・性能重視」

- n 規制が構造・強度に重きを置きすぎ、機能・性能の確認とのバランスが悪い
  - 設置許可・使用前検査の機能・性能の確認が、諸外国に比べ不十分
  - 工事計画認可は、現行の設置許可と比較しても、機能・性能の確認が不足



- n 設置許可・工事計画認可の機能・性能に関する規制の充実
  - 設置許可の機能・性能の記載・審査を充実(諸外国の例などを参考)
  - 工事計画認可の設置許可との一体化(機能や性能については設置許可より体系的でない)
  - 具体的設計・検査終了時点で、設置許可申請書をアズ・ビルト(構造・強度と同様)
- n 使用前検査における機能・性能検査の充実
  - 機能・性能に関するプロセス型検査の導入
  - 火災防護等、必要な検査項目の追加
- n 二段階設計審査の一体的運用
  - 技術的経験の蓄積により、二段階設計審査の効果減少
  - 構造・強度の工事計画認可を簡素化した上で設置許可に盛り込み、工事計画認可の機能性能の記載・審査を充実させれば、基本設計と詳細設計は一体的運用可能
  - 世界の原子力規制で、設計の二段階審査を行っている国はほかにない

# 日米の建設段階の検査の比較

NRC

機能・性能、保安活動の確認中心

対象は、事業者、  
メーカ、協力会社等

AIA (公認検査機関)

機器の健全性確認は  
AIAが代行  
ASME Codeの適合性  
確認

- ・立会検査
- ・書類審査
- ・観察
- ・監査
- ・検証

使用前検査

- <材料、構造検査>
- ・寸法、外観、据付
- ・耐圧、漏えい
- 溶接安全管理審査

- ・機器の発注、設計、製造、据付、検査に至る一連のプロセスの妥当性確認
- ・火災防護
- ・セキュリティ
- ・放射線防護
- ・不適合管理
- ・協力会社の管理・監督
- ・サーベイランス
- ・ベンダー検査の品質保証プログラム
- ・設計
- ・緊急時計画
- ・品質保証プログラム
- ・訓練・資格
- ・運転管理
- ・水化学管理

保安院  
(一部JNES)

機器の健全性  
確認中心

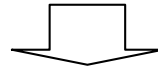
使用前検査 <機能・性能検査>

- ・機器の設定値確認
- ・インターロック確認
- ・機器の動作確認
- ・運転性能確認

対象は事業者

# 「保安規定と 包括的安全解析報告書」

- n 保安規定に運転開始以降の規制のほとんどの事項を盛り込む
  - 運転上の制限、組織・体制、教育訓練、保守管理、非常時の措置、放射線管理など  
雑多
- n 「包括的安全解析報告書」に相当する文書がない( IRRS の指摘)



- n 保安規定の整理(下記2項目に分離)
  - a. 基本設計が要求する事項(運転上の制限値など: 米国のテックスペック)
  - b. 基本設計段階において仮定された運転管理事項の具体化(品質保証、運転手順、教育訓練など)
- n 上記b. は、運転開始前に実施状況を確認
  - 工事完了時の使用前検査(ホ項検査)の前に保安検査実施
- n 包括的安全解析報告書を義務付け
  - 「設置許可申請書本文と添付書類(アズ・ビルトされたもの)」と「保安規定」で構成
  - 設置許可申請書の補完(アズ・ビルト)は定期的(例えば定検ごと)に実施
- n 工事完了時の使用前検査を運転を行ってよい旨の確認行為と位置づける(仮称: 運転確認検査)
- n 中期的には、運転管理事項の具体化(上記b.)を設置許可に盛り込み、保安検査とは別の検査(仮称: 使用前保安検査)により、運転開始前に確認

# 原子力安全規制に関する課題の整理(案)

## 基本政策小委員会

### ・安全規制に係る今後の課題

#### 1. 安全規制における経験と知見の活用

##### (1) 経験と知見に基づく規制制度の充実

###### 保安規定の運用の改善

保安規定においては、運転制限条件をはじめとする運転管理に関する事項に加え、従事者の教育・訓練を含めた品質保証に関する事項の記載も充実させてきたところであるが、保安検査においては、こうした運転管理と品質保証についてそれぞれの目的に応じて判断基準を設定して運用している。今後もこうした運用について事業者とのコミュニケーションを通じて周知徹底を図ることが適当である。

また運転管理に関する記載事項やその運用については、引き続きこれまでの国内での実績、海外の動向についての知見を収集し、改善を図っていく必要がある。

# 原子力安全規制に関する課題の整理(案)

## 基本政策小委員会

### ・安全規制に係る今後の課題

### 3. 経済的・国際的な状況変化への対応

#### (3) 安全規制の国際協調

##### 安全審査関係文書の統合・最新化

平成19年に行われたIAEAの総合規制評価サービス(IRRS)の報告書は、規制当局が安全性を確認しているプラントの最新状態を把握する観点から、安全審査に係る統合的な文書を作成し常に最新化することを推奨している。

この指摘に対し、規制当局の対応を検討する必要がある。

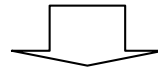
##### 運転開始前の総合的レビューの導入

IRRS報告書は、原子力発電所の運転開始前に安全審査等の書類上で確認された各種の許認可事項が実現しているか等の総合的な安全レビューを行うホールドポイントを設けることを推奨している。

この指摘に対し、規制当局の対応を検討する必要がある。また、これに関連し、運転開始前に訓練、教育等の保安活動を検査する制度の検討を行うことが適当である。

# 「燃料体規制」

- n 品質が安定している国産燃料体に対して、加工の工程ごとの検査を実施
  - 輸入燃料体では実施せず
- n 原子炉の安全に係らない少数体の燃料の照射も、設置変更許可が必要



- n 燃料体規制への品質保証の取り込み
  - 燃料体の加工の工程毎の検査(電事法51条)については、安定した品質、輸入燃料体とのバランスなどから、短期的には「一部又は全部の検査省略(高度化検査、超高度化検査)」を活用
  - 更に、燃料体規制についても品質保証を取り込み、構造強度の使用前検査と同様にプロセス型検査に移行
  - 中期的には、燃料体を原子炉の設備と捉え、試験研究炉と同様に、使用前検査のみで規制可能かどうかの検討が必要
- n 設置許可変更要件と燃料体の少数体先行照射
  - 中期的には、燃料体の少数体先行照射についても、他の設備・機器と同様、原子炉安全の観点から、設置許可の変更が必要か検討する体系に移行

# 燃料体検査

## 電気事業法

(燃料体検査)

**第五十一条** 発電用原子炉に燃料として使用する核燃料物質(以下「燃料体」という。)

は、その加工について経済産業省令で定める加工の工程ごとに経済産業大臣の検査を受け、これに合格した後でなければ、これを使用してはならない。ただし、第三項に定める場合及び経済産業省令で定める場合は、この限りでない。

- 2 前項の検査においては、その燃料体が次の各号に適合しているときは、合格とする。
  - 一 その加工があらかじめ経済産業大臣の認可を受けた設計に従って行なわれていること。
  - 二 経済産業省令で定める技術基準に適合すること。
- 3 輸入した燃料体は、経済産業大臣の検査を受け、これに合格した後でなければ、これを使用してはならない。
- 4 前項の検査においては、その燃料体が第二項第二号の経済産業省令で定める技術基準に適合しているときは、合格とする。
- 5 以下略

# 検査の在り方に関する検討会中間とりまとめ

平成14年6月

## 【燃料体検査の検査方法】

実用原子力発電所に使用される国産燃料体の検査では、加工事業者が検査を申請する際、品質保証に関する説明書の添付を義務付け、検査の中で品質保証活動について確認することとしている。燃料体は数多くの燃料ペレットや燃料被覆管等の構成要素により組み立てられており、現行制度では全ての検査項目について記録確認をした上で立ち会いによる抜き取り検査を行っている。燃料体検査の性質上、定型的かつ反復的な製造工程についての検査項目については、規制当局の資源を効果的に投入していくため、立ち会いと記録確認の区分を見直すとともに、検査項目ごとに加工のどの工程で検査を行う必要があるかについて検討し、再整理すべきである。なお、標準的な種類の国産燃料体に適用されている検査省略の仕組みについては、引き続き、製造や使用の実績等を踏まえ適用していくことが適当である。



# 原子力安全規制に関する課題の整理(案)

## 基本政策小委員会

### ・安全規制に係る今後の課題

#### 1. 安全規制における経験と知見の活用

##### (1) 経験と知見に基づく規制制度の充実

###### 検査制度における品質保証の取入れの拡充

発電炉の検査制度については、運転段階における過去の重大な事故・事案の経験から、事業者のマネジメントの健全性に係る事故・事案の再発を防止するため、施設や設備のハード面に加え事業者の保安活動の手順を確認する品質保証の考え方が順次導入されてきた。

他方、「燃料体検査」や「使用前検査」など建設・製造段階における検査については、依然として規制当局によるハード面の確認が中心となっていることから、これらの検査制度における品質保証の考え方の取入れについて検討することが適当である。

# 原子力安全規制に関する課題の整理(案)

## 基本政策小委員会

### ・安全規制に係る今後の課題

#### 1. 安全規制における経験と知見の活用

#### (2) 安全研究等による新たな技術的知見の活用

##### 燃料体技術基準の性能規定化と学協会規格の活用

発電用原子力設備の技術基準については性能規定化されており、…  
一方、燃料体の技術基準については従前のままであることから、学協会規格の策定・活用等を通じて最新の技術的知見を速やかに取り入れることができるよう、技術基準の性能規定化について検討することが必要である。

##### トピカルレポート制度の運用と推進

原子力メーカー等が安全に係る新たな技術や知見に関するレポートを予め規制当局に提出し安全性の評価を受けておく「トピカルレポート制度」は、安全規制に係る予見性と審査の実効性の向上の観点から、規制当局及び産業界の双方に利点があるとされる。

我が国では、汎用性が高い分野として燃料設計及び安全解析コードを対象としたトピカルレポート制度が整備されているところ、その的確な運用を行うとともに、運用状況を見つつ対象分野の拡充について検討することが適当である。