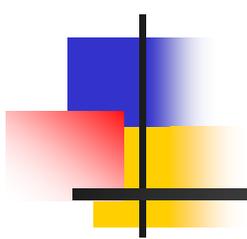


2014年秋の大会  
標準委員会セッション2

(原子力安全検討会・分科会、標準活動検討タスク合同セッション)  
「原子力安全確保のための論理的かつ統合的な規格基準体系」

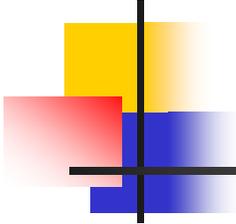


## (2) 原子力安全確保の 技術要件体系と規格基準

---

平成26年9月9日

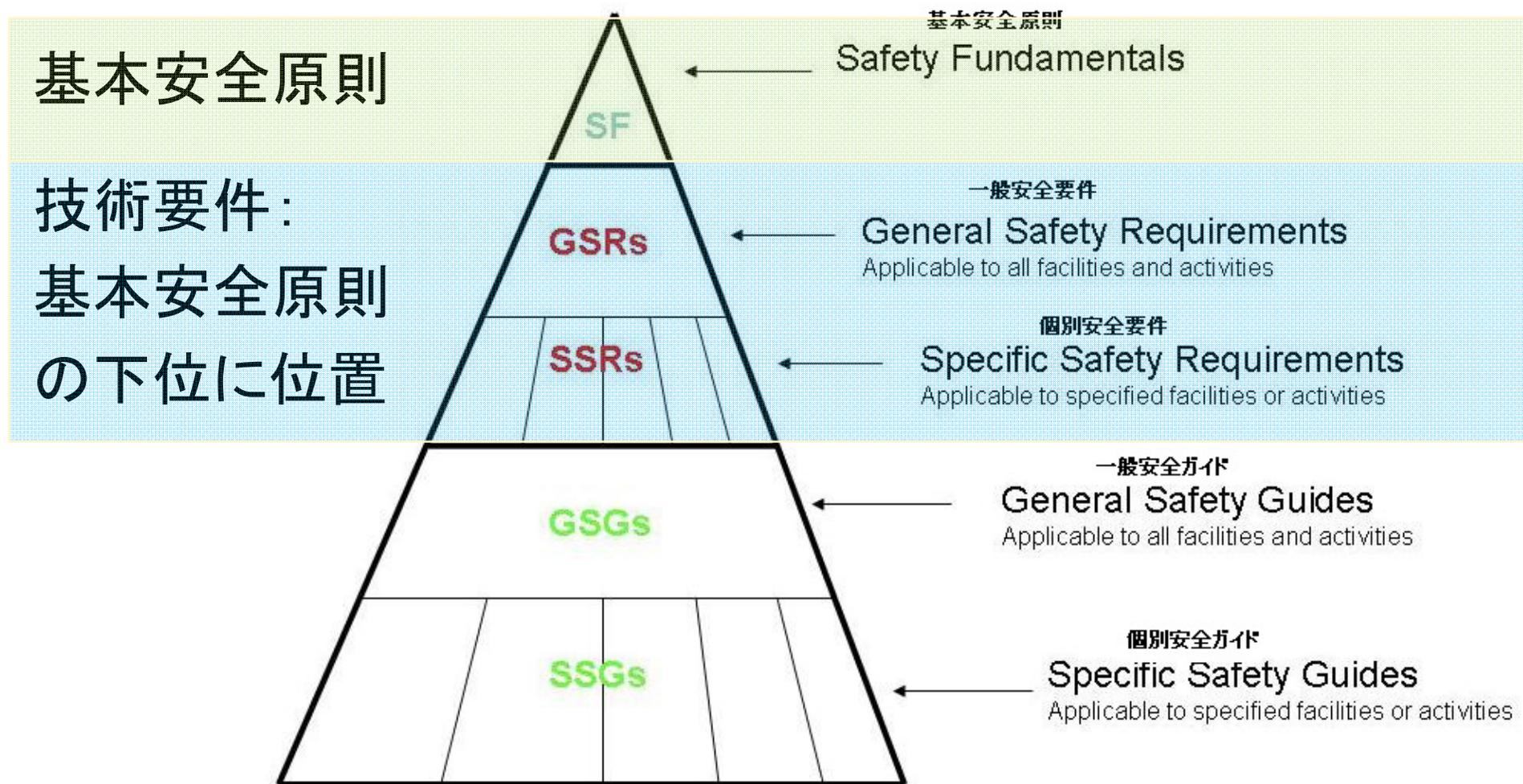
名古屋大学 山本章夫

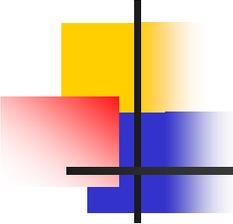


# 技術要件検討の経緯

- 法体系や規格基準類の見直し/整備
  - 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の事故を受け、法体系や基準・指針類の見直し/整備を進めるべき、との指摘。(例:原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本政府報告書)
- 規格基準体系化
  - 安全審査指針類は、基本的な要件から評価手法の詳細までが混在した構成となっており、体系的に整理すべき。(旧原子力安全委員会の指針体系化)
  - 安全基準体系を目標、機能要求、性能水準要求、容認可能な実施方法といった階層構造に整理し直すことが必要。
- これらの課題に対応するため、原子力安全の目的及び基本原則を頂点とする規格基準のあるべき体系を検討し、原子力安全の確保のために必要な標準の策定に資する。

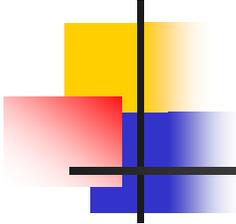
# 技術要件検討の経緯





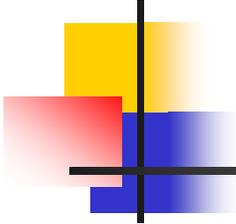
# 技術要件検討の経緯

- 標準策定活動を進めていくにあたり、原子力安全を達成するために必要な次の項目を階層構造で検討
  - 「原子力安全の目的、それを達成するための基本原則」
  - 「その原則を具現化するための技術的要件」
- 「原則を具現化するための技術的要件」策定の目的
  - 安全原則から体系的に展開することにより、完備性と一貫性を確認
  - 原子力発電所の安全性を高める規制体系、及び原子力安全確保のための論理体系の構築
  - 原子力安全に係る説明責任



# 技術要件策定の検討範囲

- 「原子力安全の目的と基本安全原則」と「基本的な技術要件」の関係検討
  - 基本安全原則から基本的な技術要件への論理的な展開方法を検討
- IAEAのSSR-2/1, 2/2が、ベースの技術要件として論理的妥当性・包絡性を有していることを確認
- 福島第一事故の教訓と指摘事項のうち、SSR-2/1・2/2、新規制基準およびオブジェクティブ・ツリーへ追加的に取り込むべき事項の検討
- 福島第一事故の教訓と指摘事項に基づくSSR-2/1, 2/2及び新規制基準への提案事項や留意事項の取りまとめ
- 安全設計に係る国内規格基準類を整備・体系化して行くにあたっての課題の検討

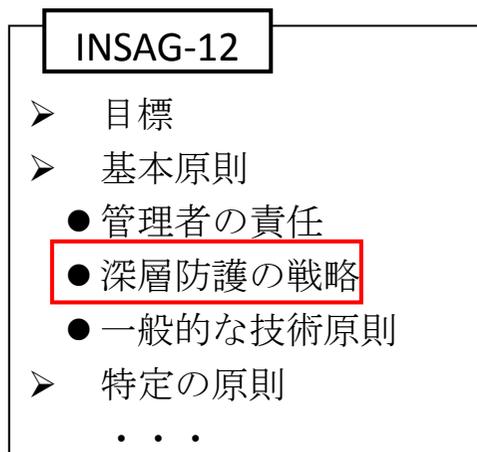


# 原子力安全の目的と基本安全原則

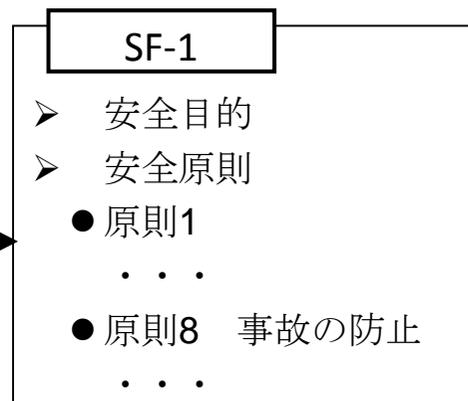
- 原子力安全の目的と基本的な考え方を基本安全原則の形に展開したもの
- 目的: 人と環境を原子力の施設と活動に起因する放射線の有害な影響から防護すること
- 基本安全原則
  - 原則1: 安全に対する責務、原則2: ……、
  - **原則8: 事故の防止と影響緩和**
    - 原子力事故, 放射線事故の発生防止及び影響緩和のために, 実行可能なあらゆる努力を払わなければならない。
- では、ここから具体的に技術要件をどのように展開するか?

# 基本安全原則と技術要件の関係： IAEA関連図書の関係

## 上位概念図書



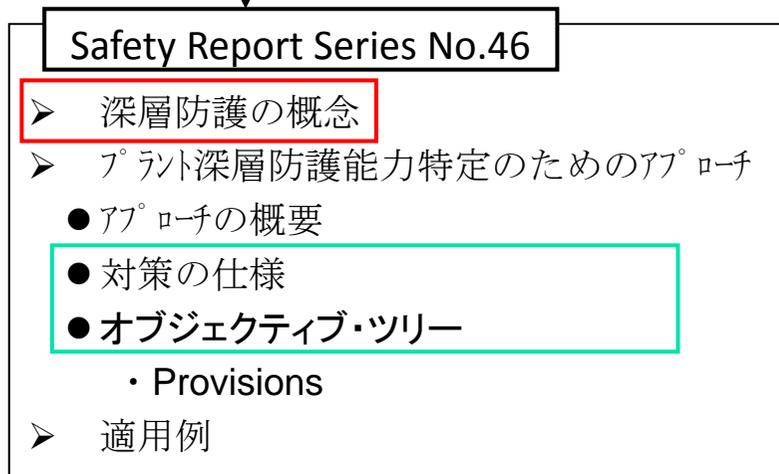
## 基本安全原則



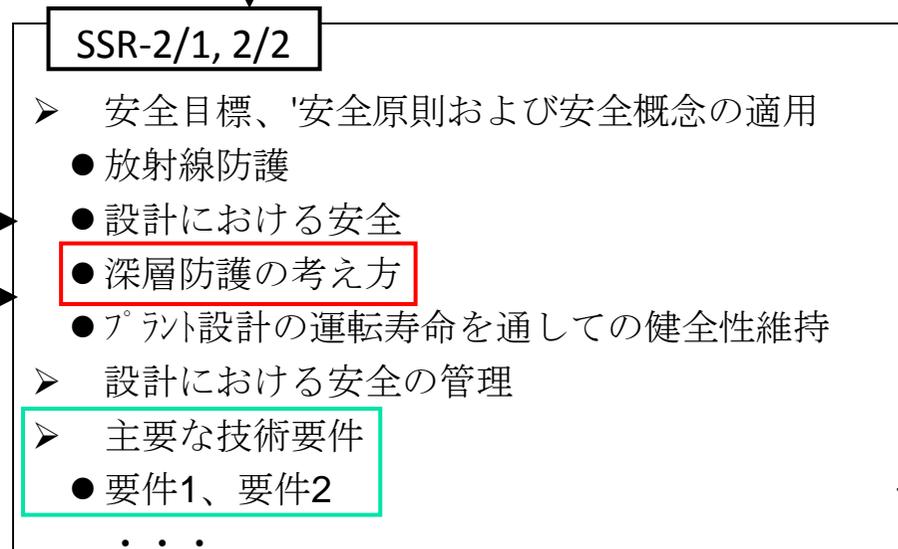
安全目的・安全原則を満たすための技術要件(設計/運転)

深層防護の観点による安全対策の分析

## 下位図書



## 下位図書



# 基本安全原則から技術要件への展開

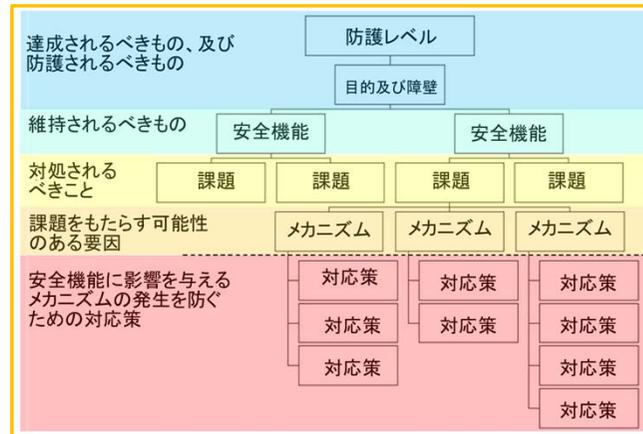
学会原子力安全基本原則

- ・原則1 安全に対する責務  
.....
- ・原則8 事故の防止と影響緩和

(Fundamental Safety Functionsと Safety FunctionsからOTを展開)

(FSFs: 反応度制御、熱除去、閉じ込め)  
(SFs: 許容できない反応度変化の防止、...)

学会版オブジェクティブツリー  
(IAEA SRS No.46をベース)



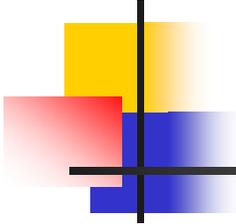
(福島第一事故教訓取り込み)

学会版技術要件(案)  
(IAEA SSR-2/1, 2/2をベース)

原子力安全確保のための基本的な技術要件 (設計) (案)  
(福島第一原子力発電所事故の教訓を反映)

要件1: プラント設計における安全のマネジメントの責任  
原子力発電プラントの建設および(または)運転の許可を申請する者は、規制機関に提出した設計がすべての適用可能な安全要件を確実に満足する責任を負わなければならない。

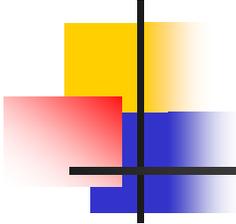
3.1. 原子力発電プラントの設計において安全上重要な活動に携わる、設計組織を含むすべての組織は、安全に関する事項が最も高い優先事項であることを確実にする責任を負わなければならない。



# 学会版技術要件(案)

## IAEA SSR-2/1への追加事項

- 想定を超える事象に対する備え、津波などの蓋然性のある脅威に対する徹底した設備設計による対応、徹底した敷地及び建屋の浸水対策
- 発生確率の大小に係わらない防災思想の確立と低頻度・高影響事象の安全対策
- 津波などの脅威の早期発見のための監視体制
- 長期間にわたるSBO、最終ヒートシンク喪失の事態に対応した設備の準備・整備
- シビアアクシデント条件において建屋へ漏出した水素の滞留対策
- 高圧・低圧注水設備本体や起動に必要な直流電源の浸水・溢水対策、最終的には人的操作による強制起動や代替電源の確保

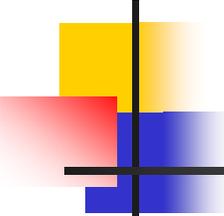


# 学会版技術要件(案)

## IAEA SSR-2/1への追加事項

---

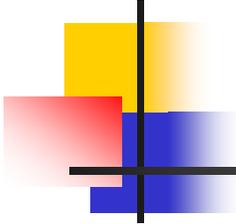
- 使用済燃料プールの冠水対策及び冷却対策
- シビアアクシデント状態でのプラント監視を可能とするため、長時間の全電源喪失を考慮したパラメータ監視方策の必要性
- 自然災害／原子力緊急事態が発生した場合でも機能維持できるように緊急時コントロールセンターにおける装備及び要員の防護手段の準備等の機能強化。



# 学会版技術要件(案)

## IAEA SSR-2/2への追加事項

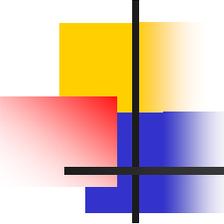
- 内部事象、外部事象及びテロ攻撃など想定を超える事象に対する対応策も考慮したシビアアクシデント対策の構築
- 原子力施設内の複数のユニットが関わる事象、長時間に及ぶ事故対応に対する体制の確立。これらを考慮した手順書の整備と訓練、特に複数ユニットのSBO や最終ヒートシンク喪失への対応
- 緊急時対応計画の放射線防護面での柔軟性。計画していた緊急時対応戦略・実施手順から逸脱した戦略・手順・対応策などの採用方法
- 津波, 爆発等の影響を考慮したAMの確立
- 発電所外(全社的, 産業界)からの応援・支援の明確化と支援体制の確立。長時間に及ぶ事故対応に対する体制(組織・要員)の確立とそれらのための実施手順の確立



# 学会版技術要件(案)

## IAEA SSR-2/2への追加事項

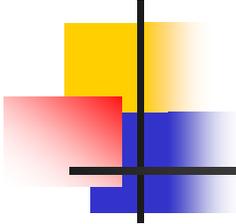
- 事故状況での線量限度適用の柔軟性の確保。作業員へのリスク説明と教育訓練。
- 外部からの支援の際の資機材の円滑な輸送。受け渡しに関する輸送中継地点。出入管理拠点の構築と装備充実並びに支援要員の教育訓練。
- 安全を最優先とするリスク管理プロセスと要員の安全文化の強化
- 事業者・規制機関・自治体(住民)の協働による安全性向上への取り組み(防災対策)。
- 安全向上策の検討経緯・結果の社会への説明。



## 学会版技術要件(案)検討に伴う成果

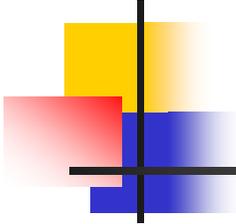
---

- 原子力安全基本原則から技術要件(案)までロジカルに展開
- SSRと国内規格基準類の比較を実施
- 福島第一事故の教訓の取り入れを幅広く実施
- 上記の過程で規格基準類の充実および体系化に向けた様々な知見を得ることができた



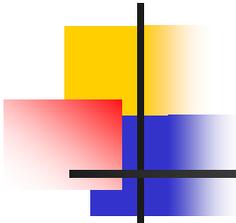
# 国内の規格基準類の現状

- 基本安全原則を頂点とする安全要件 (Safety requirements), 安全ガイド (Safety guides) からなる IAEA のような安全基準の体系は構築されていない
- IAEA SSR-2/1 及び 2/2 のような原子力発電プラントの包括的な安全要件に関する規格基準は存在しない。
  - プラントの系統設備などのハード的なもののみならず, 試運転や運転の際に実施すべきマネジメント等を含むもの
- 原子力安全の目的や基本原則から体系的に展開されている IAEA 安全基準 (個別安全要件) に対して、国内の規制基準や民間規格及びプラクティス等ではカバーされない個別安全要件が存在
  - 学協会での規格基準の策定は, 必要の都度, 優先度に応じて策定するという方針が一般的であったことによる



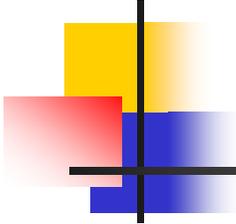
# SSR-2/1, 2/2と国内規格基準類の比較

- DBA関連
  - 大きな相違なし
- 深層防護
  - 精神として取り込まれているが、明文化されていない
- BDBA関連
  - 国内基準は1F事故の教訓を具体的に取り込む形となっているものが多い(性能規定より仕様規定よりになっている場合あり)
  - 深層防護の観点から規定全体のバランスを検討する必要
- 安全評価と確率論的リスク評価関連
  - 包括的な安全性評価に関する基準類が必要
  - 想定起因事象設定の根拠に関する基準類が必要
  - サイバーセキュリティに対する基準類が必要



# SSR-2/1, 2/2と国内規格基準類の比較

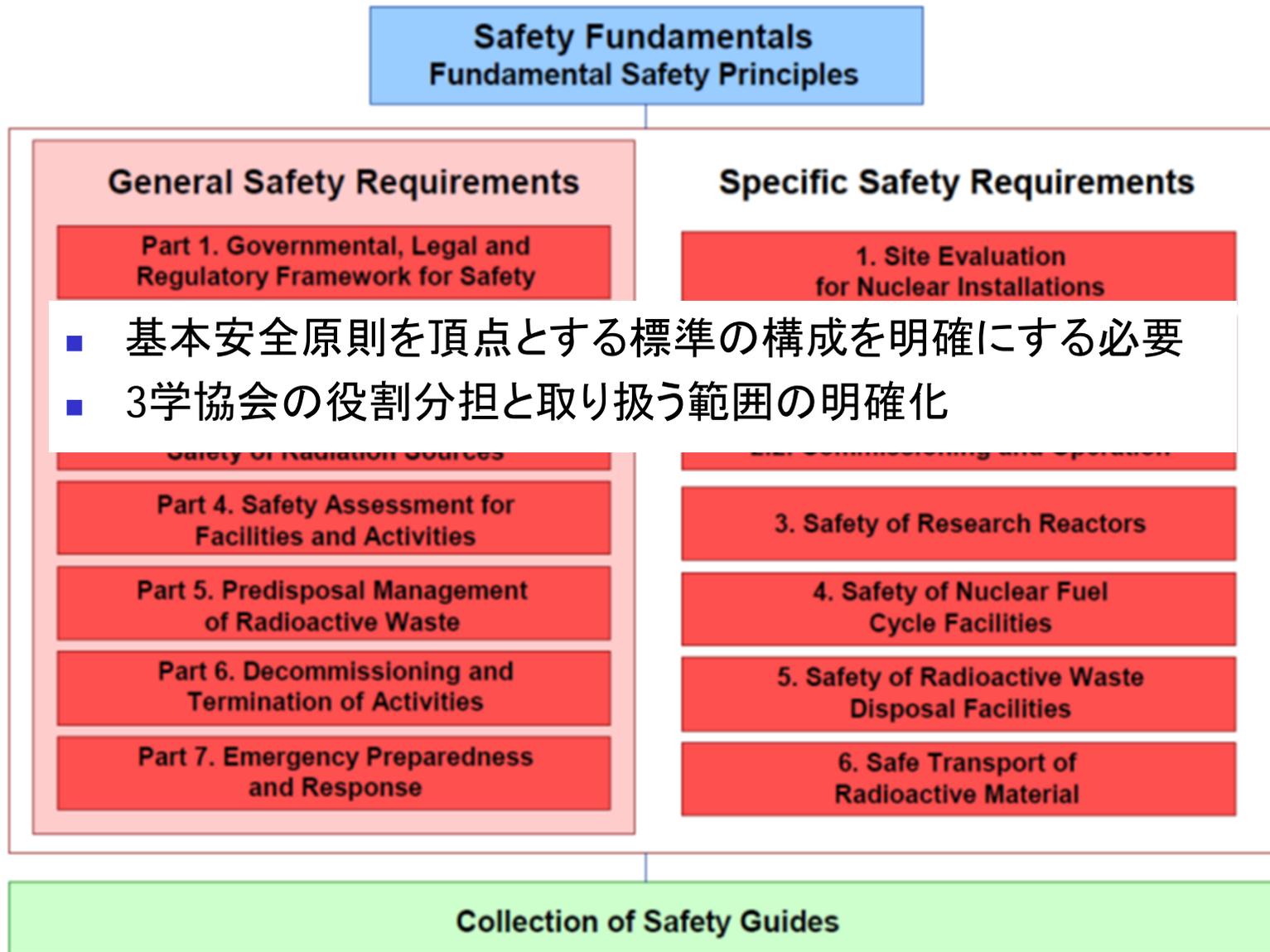
- 複数ユニットによる影響に関するもの
  - 設備に対する基準類が必要
- 廃棄物処理及び廃止措置に関するもの
  - プラントのライフサイクルを通じたプラント安全設計に関する基準類が必要
- 運転期間延長に関するもの
  - 規制方法の明確化とそれに対応した基準類が必要
- 安全マネジメントに関するもの
  - 品質保証に人的パフォーマンスやセキュリティを統合した安全マネジメントに関する基準類が必要

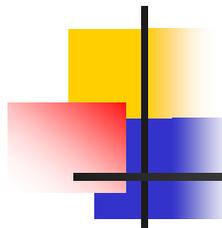


# 規格基準類体系化に向けての課題

- 基本安全原則を頂点とする規格基準類の構成
  - 標準の全体構成の明確化
  - 3学協会の役割分担と取り扱う範囲の明確化
- SSR-2/1,2/2でカバーされない安全要件の取り扱い
  - 学会版技術要件の検討では、SSR-2/1, 2/2をベースに教訓の取り込みなどで充実をはかったが、これだけでは完結した技術要件となっていない。IAEAの別文書に規定がある場合が存在するため、このようなケースの取り扱い方の整理・検討が必要
- SSR-2/1,2/2の技術要件の順番・区分とINSAG-12の安全原則との関係の整理

# IAEAの安全基準の構成





# INSAG-12のprinciples

Objectives	General nuclear safety objective	Radiation protection objective	Technical safety objective					
Fundamental safety management principles		Responsibility	Regulatory					
Fundamental defence in depth principles		prevention	mitigation					
General technical principles	Proven engineering practices (3.3.1)	Quality assurance (3.3.2) Self-assessment (3.3.3) Peer reviews (3.3.4)	Human factors (3.3.5)	Safety assessment and verification (3.3.6)	Radiation protection (3.3.7)	Operating experience and safety research (3.3.8)	Operational excellence (3.3.9)	
Specific principles	Siting	Design	Manufacturing and construction	Commissioning	Operation	Accident management	Decommissioning	Emergency preparedness

■ 技術要件における個別要件との関係について検討する必要がある

# 安全原則から規格基準体系への体系

## 第 I 編「原子力安全の目的と基本原則」

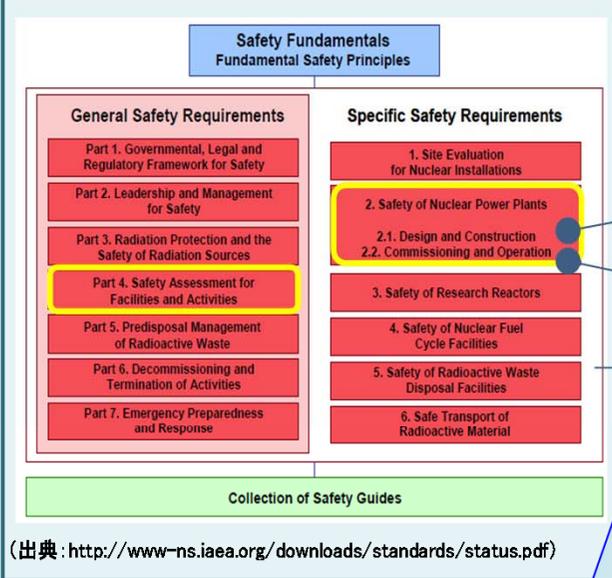
### 原子力安全の目的

原子力安全の目的は、人と環境を、原子力の施設と活動に起因する放射線の有害な影響から防護することである。

- 主目的1: 人と環境への放射線ハザード防護 (INSAG-12)
- 目的2: 放射線防護 (INSAG-12)
- 目的3: 技術的な安全 (INSAG-12)

(例)

### IAEAの安全要件等の構成の例



## ①～④の体系

## 第 I 編「原子力安全の目的と基本原則」

### 原子力安全の基本原則

- 原則1 安全に対する責務
- 原則2 政府の役割
- 原則3 規制機関の役割
- 原則4 安全に対するリーダーシップとマネジメント
- 原則5 安全文化の醸成

- 原則6 原子力の施設と活動の正当性の説明
- 原則7 人及び環境へのリスク抑制とその継続的取り組み
- 原則8 事故の発生防止と影響緩和
- 原則9 緊急時の準備と対応
- 原則10 現存する放射線リスク又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護措置

①原子力安全目的

②原子力基本安全原則

③技術的要件

(標準策定に必要な技術的要件のリストと概要)

④必要な標準

組織ごとの取り組みに展開

## 第 II 編「原子力安全確保のための基本的な技術要件について」

(例)

### 基本的な技術要件(設計)

「SSR-2/1 原子力発電所の安全: 設計」相当

1. 設計における安全のマネジメントの要件
2. 主要な技術要件
3. 全般的な発電所設計に関する要件
4. 具体的な発電所系統設計に関する要件

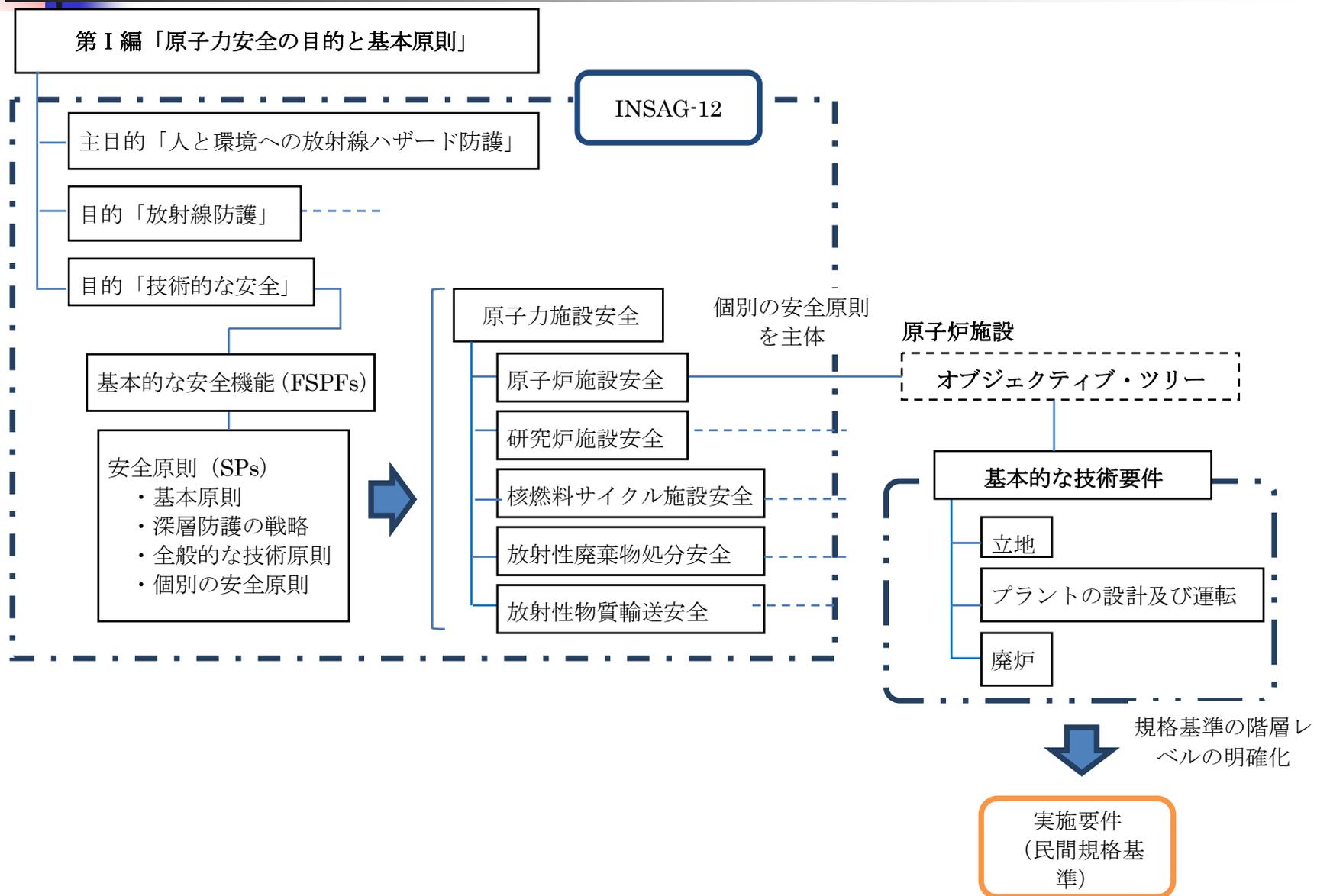
(例)

### 基本的な技術要件(試運転及び運転)

「IAEA SSR-2/2 原子力発電所の安全: 試運転及び運転」相当

1. 運転組織の運営及び組織体制の要件
2. 運転における安全のマネジメントの要件
3. 運転の安全プログラムに関する要件
4. プラント試運転に関する要件
5. プラントの運転
6. 保全、試験、サーベイランス及び検査に関する要件
7. 廃炉の準備に関する要件

# 安全原則から民間規格基準への流れ



# 規格基準体系化の検討手順

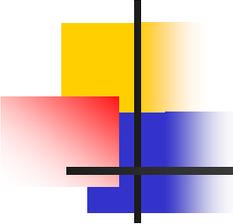
▶ 第Ⅱ編での検討結果を踏まえて、技術要件に対応する国内規格基準の整備状況を整理する。

第Ⅱ編報告書 添付資料8(IAEA安全基準のヒエラルキー)から

(第Ⅱ編報告書 添付資料2(フォーマット2)から)

IAEA (Specific Safety Guide)	IAEA (Specific Requirements)	国内規格基準
<p>NS-G-1.11 Protection against Internal Hazards other than fires and Explosions in the Design of NPP Safety Guide</p> <p>NS-G-1.6 External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants Safety Guide</p> <p>NS-G-1.7 Protection Against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants Safety Guide</p> <p>NS-G-3.1 External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants Safety Guide (他)</p>	<p><b>要件17: 内部及び外部ハザード</b> 原子力発電プラントの安全に直接的、間接的を問わず影響を与える可能性のある人為的事象を含めて、全ての予見可能な内部及び外部ハザードは、特定され、その影響が評価されなければならない。プラントの安全上重要な関連設備の設計で用いる想定起因事象とその発生荷重の決定にハザードが考慮されなければならない。</p> <p>【要件17 条項】 (内部ハザード) ・5.16 (外部ハザード) ・5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22</p>	<p>・5.21 →JEAC4601 原子力発電所 耐震設計技術規程</p> <p>・5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.22 → <b>対応する国内規格基準の有無</b></p> <p>● → 技術要件を規定する国内基準があるか。 ● → 該当ある場合、SSG相当の基準となっているか。</p>
<p>SSG-2 Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants Specific Safety Guide</p> <p>SSG-3 Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants Specific Safety Guide</p> <p>SSG-4 Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants Specific Safety Guide</p>	<p><b>要件42: プラント設計の安全解析</b> 原子力発電プラント設計の安全解析が実施されなければならない。これには様々なカテゴリーのプラント状態の安全に対する課題を分析評価できるために決定論的解析と確率論的解析の両者の手法が適用されなければならない。</p> <p>【要件42 条項】 ・5.71, 5.72, 5.73, 5.74 ・5.75(決定論的アプローチ) ・5.76(確率論的アプローチ)</p>	<p>・要件 5.71、5.72、5.76 →AESJ レベル1PRA実施基準</p> <p>・要件 5.71、5.73、5.76 →AESJ レベル2PRA実施基準</p> <p>・要件 5.75 →</p>

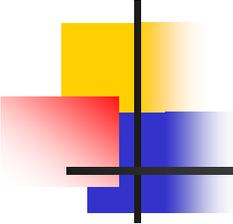
整理結果について、3学協会でレビュー → レビュー結果を踏まえ、基準体系を完成し、整備計画を策定する。



# まとめ

---

- 学会版技術要件(案)の概要と国内規格基準類との比較
  - (社)日本原子力学会標準委員会レポート「第Ⅱ編原子力安全確保のための基本的な技術要件と規格基準の体系化の課題について」[発刊準備中, 700ページ超]に詳細記載
- 規格基準類体系化に向けた課題
- 基本安全原則から規格基準体系への展開と検討手順
  
- 関連学協会が分担について協議、整備に向けて前進することを期待したい



# 参考資料

---

- (社)日本原子力学会標準委員会レポート「原子力安全の基本的考え方について第I編原子力安全の目的と基本原則:2012」,AESJ-SC-TR005, 2012.
- IAEA Safety Standards, Fundamental Safety Principles No. SF-1, IAEA, 2006.
- IAEA Safety Standards, Safety of Nuclear Power Plants, Specific Safety Requirements, No. SSR-2/1, IAEA, 2012.
- IAEA Safety Standards, Safety of Nuclear Power Plants, Specific Safety Requirements, No. SSR-2/2, IAEA, 2012.
- Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants 75-INSAG-3 Rev.1 INSAG-12, IAEA, 1999.
- Safety Reports Series No.46, Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants, IAEA, 2005.
- (社)日本原子力学会標準委員会レポート「第Ⅱ編原子力安全確保のための基本的な技術要件と規格基準の体系化の課題について」, 日本原子力学会 (2014).[発刊準備中]