



新型炉部会セッション

研究開発段階発電用原子炉に対する規制基準に関する論点

規制基準の内容と ナトリウム冷却高速炉の特徴との関連

日本原子力発電(株)

久保 重信



ご説明内容

- 新しい設置許可基準の概要と検討を要する点
- ナトリウム冷却高速増殖炉の特徴（軽水炉とのちがい）



新しい設置許可基準の概要(軽水炉)

新規制基準の基本的な考え方

- 新規制基準では、「深層防護」を基本とし、共通要因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、自然現象の想定と対策を大幅に引き上げ。
- また、自然現象以外でも、共通要因による安全機能の一斉喪失を引き起こす可能性のある事象(火災など)について対策を強化。

① 「深層防護」の徹底

目的達成に有効な複数の(多層の)対策を用意し、かつ、それぞれの層の対策を考えると、他の層での対策に期待しない。

② 共通要因故障をもたらす自然現象等に係る想定的大幅な引き上げとそれに対する防護対策を強化

地震・津波の評価の厳格化、津波浸水対策の導入、多様性・独立性を十分に配慮、火山・竜巻・森林火災の評価も厳格化

③ 自然現象以外の共通要因故障を引き起こす事象への対策を強化

火災防護対策の強化・徹底、内部溢水対策の導入、停電対策の強化(電源強化)

④ 基準では必要な「性能」を規定(性能要求)

基準を満たすための具体策は事業者が施設の特性に応じて選択

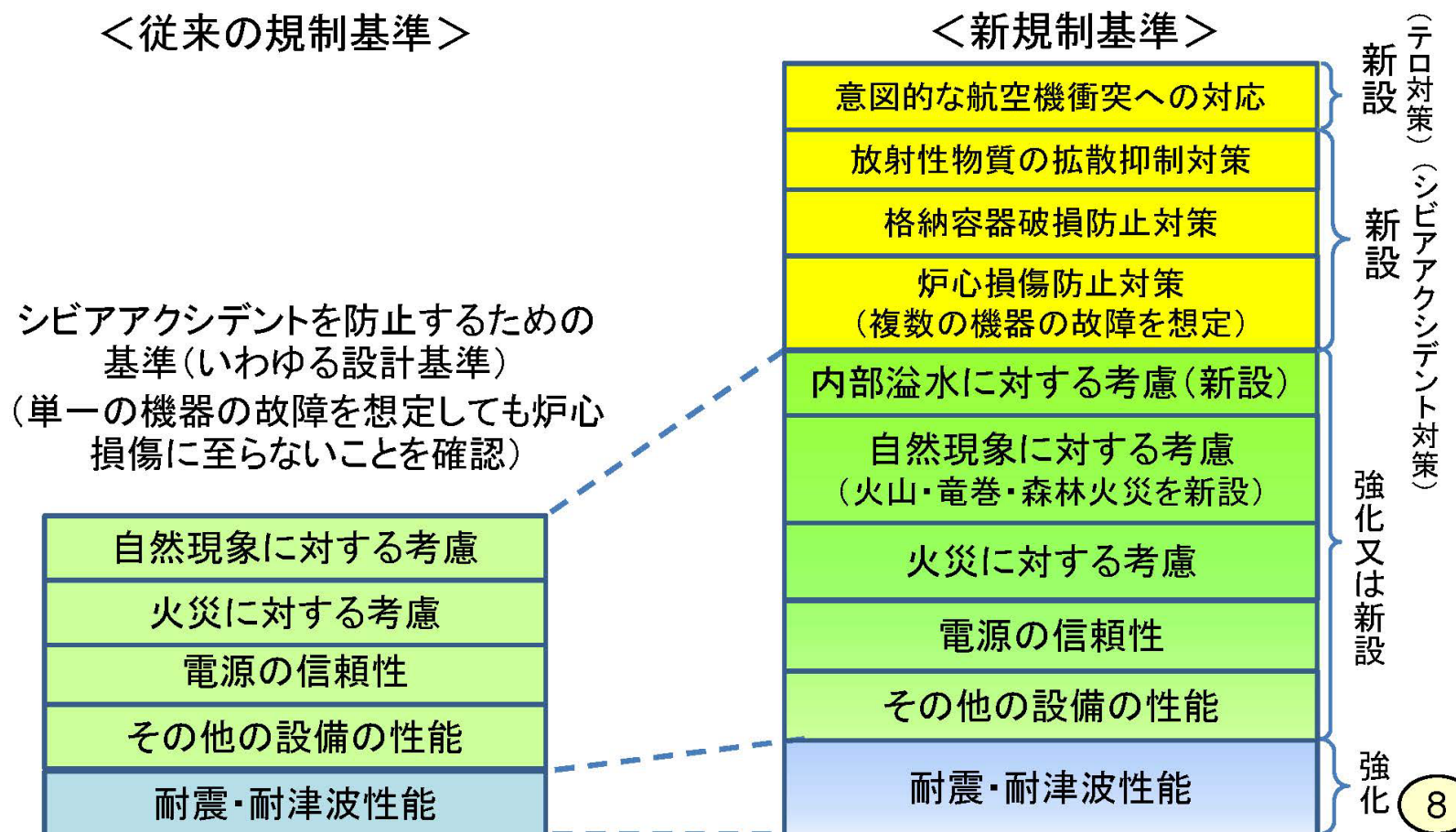
5



新しい設置許可基準の概要(軽水炉)

従来の基準と新基準との比較

- ▶ 従来と比較すると、シビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設



シビアアクシデントを防止するための基準(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても炉心損傷に至らないことを確認)



研究開発段階炉基準の現状

- 今回の新基準は、法律により7月までに施行することが求められていることから、軽水炉の新基準（地震・津波の基準を含む）をベースとして、旧原子力安全委員会が定めた「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」の要求事項を加える等により策定したものの。
- 今後、安全審査を行うまでに、パブリックコメントによる意見も含め改めて検討し基準を見直すこととし、今回は修正を行わない。

（研究開発段階発電用原子炉の関係規則等に係るパブリックコメントで寄せられた意見への対応について（平成25年6月12日 原子力規制庁））



研究開発段階発電用原子炉の設置許可基準の構成 —設計基準に係る部分—

第一章 総則

1. 適用範囲
2. 定義

第二章 設計基準対象施設

3. 設計基準対象施設の地盤
4. 地震による損傷の防止
5. 津波による損傷の防止
6. 外部からの衝撃による損傷の防止
7. 発電用原子炉施設への不法な侵入等の防止
8. 火災による損傷の防止
9. 溢水による損傷の防止等
10. 誤操作の防止
11. 安全避難通路等
12. 安全施設
13. 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故等の拡大の防止
14. 全交流動力電源喪失時対策設備
15. 炉心等
16. 燃料等の取扱施設及び貯蔵施設

17. 原子炉冷却材圧力バウンダリ等
18. 蒸気タービン
19. 非常用炉心冷却設備
20. 一次冷却材の減少分を補給する設備
21. 残留熱を除去することができる設備
22. 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
23. 計測制御系統施設
24. 安全保護回路
25. 反応度制御系及び原子炉停止系統
26. 原子炉制御室等
27. 放射性廃棄物の処理施設
28. 放射性廃棄物の貯蔵施設等
29. 敷地周辺における直接ガンマ線等からの防護
30. 放射線からの放射線業務従事者の防護
31. 監視設備
32. 原子炉格納施設
33. 保安電源設備
34. 緊急時対策所
35. 通信連絡設備
36. 補助ボイラー

- 設計基準部分は、**实用軽水炉を対象とした新規制基準と同じ構成**
- 従来の原安委の安全設計審査指針をベースに強化
- 高速炉の特徴は「**高速増殖炉の安全性の評価の考え方**」の内容を加味することで考慮



研究開発段階発電用原子炉の設置許可基準の構成 — 重大事故(SA対策)に係る部分 —

第三章 重大事故等対処施設

37. 重大事故等の防止等

38. 重大事故等対処施設の地盤

39. 地震による損傷の防止

40. 津波による損傷の防止

41. 火災による損傷の防止

42. 特定重大事故等対処施設

43. 重大事故等対処設備

44. 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

45. 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備

46. 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備

47. 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備

48. 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備

49. 原子炉格納容器内の冷却等のための設備

50. 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備

- 下線部は「今後安全審査を行うまでに、意見も踏まえ、見直しをすることとし、原案どおり」とされ、今後の検討課題とされている事項。

51. 原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備

52. 原子炉格納容器の損傷を防止するための設備

53. 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備

54. 使用済燃料貯蔵槽を冷却するための設備

55. 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

56. 原子炉停止系統失敗時に炉心の著しい損傷及び格納容器破損を防止するための設備

57. 重大事故等の収束に必要な水の供給設備

58. 電源設備

59. 計装設備

60. 原子炉制御室

61. 監視測定設備

62. 緊急時対策所

63. 通信連絡を行うために必要な設備

- 研究開発段階炉としての追加的要求
✓ 実用軽水炉には存在しない



パブリックコメント対応状況(例)

第八条 火災による損傷の防止	
ご意見の概要	考え方
<ul style="list-style-type: none"> ➤ (規則) ナトリウム燃焼に関する記載の追加(ナトリウム冷却型高速炉特有の重要な事項) ➤ (規則、解釈)「LMFBRの安全設計について」の「(3)ナトリウム」のうち、ナトリウム火災のみが取り上げられていますが、ナトリ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ナトリウム冷却型高速炉固有の事項については、今後安全審査を行うまでに、いただいた意見も踏まえ、見直しを行うこととします。したがって、原案のとおりとします。 ➤ 実用炉のガイドを準用する旨、解釈に記載します。
<p>ウム冷却型高速炉において「ナトリウムに対する設計上の考慮」は極めて重要なことから、「火災」に含めるのではなく、「ナトリウムに対する設計上の考慮」として別項目(例えば第八条の二)にした上で、上記のように「LMFBRの安全設計について」の「(3)ナトリウム」を引用してまとめて記載したほうが望ましいと考えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ (規則) ナトリウム燃焼はナトリウム冷却型高速炉に特有の重要な事項であるため、「規則」として、それだけを対象とした条として明記するのが望ましい(それだけで第九条とするなど)。 ➤ (解釈) 火災に関する評価ガイド「(32)原子力発電所の内部火災影響評価ガイド(仮称)」を、研究開発段階における発電の用に供する原子炉にも適用可能なように注記等を追加して欲しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ナトリウム冷却型高速炉固有の事項については、今後安全審査を行うまでに、いただいた意見も踏まえ、見直しを行うこととします。したがって、原案のとおりとします。 ➤ 実用炉のガイドを準用する旨、解釈に記載します。



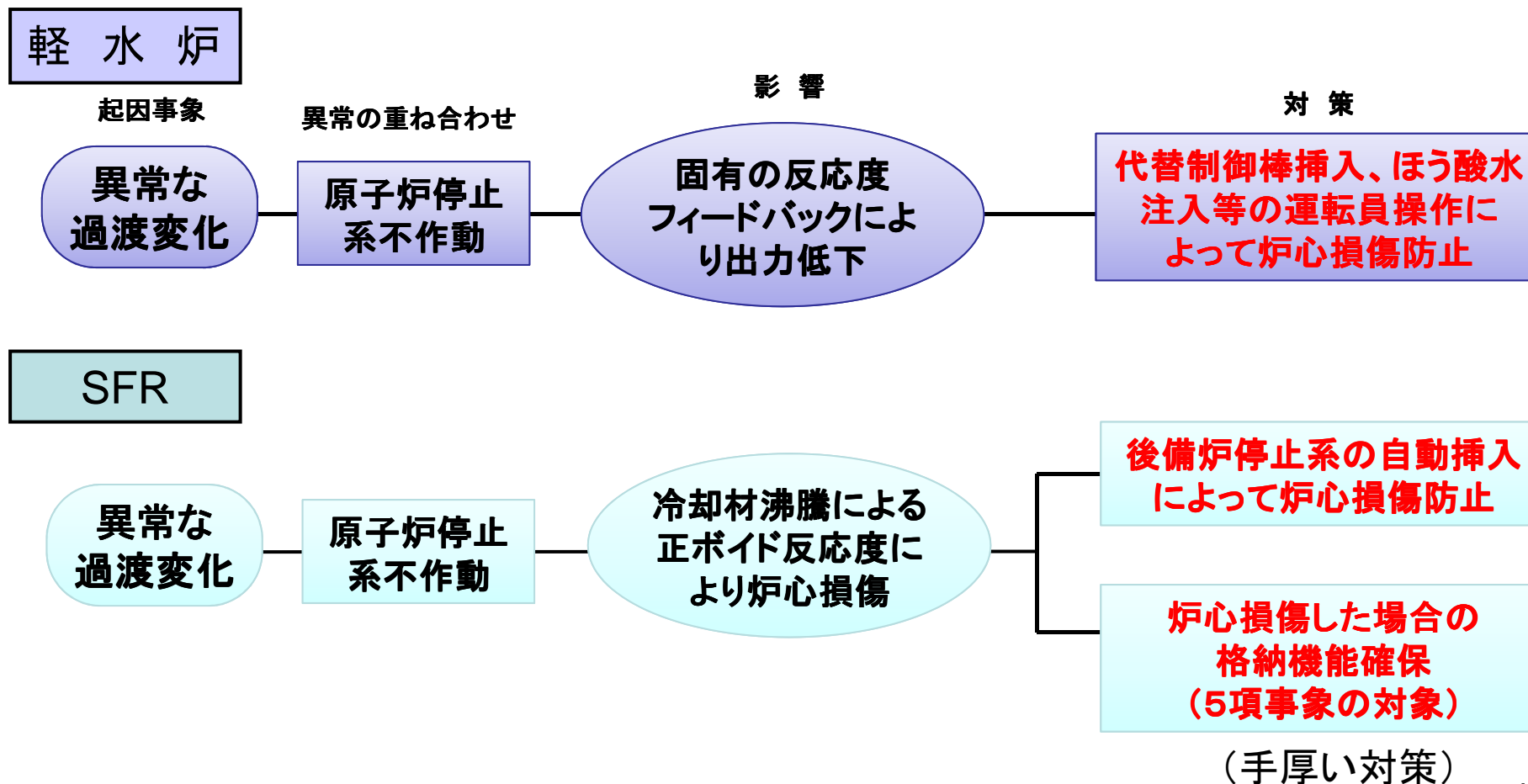
軽水炉と比較した高速炉の特徴

	軽水炉	ナトリウム冷却高速炉
炉心・燃料特性	<ul style="list-style-type: none">最大反応度体系冷却材喪失及び燃料溶融時に大きな正反応度挿入なし	<ul style="list-style-type: none">最大反応度でない体系炉心中心領域でNaボイド反応度正溶融燃料の集中で大きな正反応度
冷却材の特性	<ul style="list-style-type: none">水(熱伝導率低)✓ 低沸点 100°C(大気圧) 345°C(16MPa)✓ 化学的活性小	<ul style="list-style-type: none">Na(熱伝導率高)✓ 高沸点 883°C(大気圧)✓ 化学的活性大
原子炉冷却系圧力	<ul style="list-style-type: none">高压(70~150気圧)	<ul style="list-style-type: none">大気圧と同程度(数気圧以下)
材料の使用環境	<ul style="list-style-type: none">比較的低温熱中性子場水冷却材	<ul style="list-style-type: none">高温(300~600°C)高速中性子場Na冷却材



炉心特性の違いと設計対策

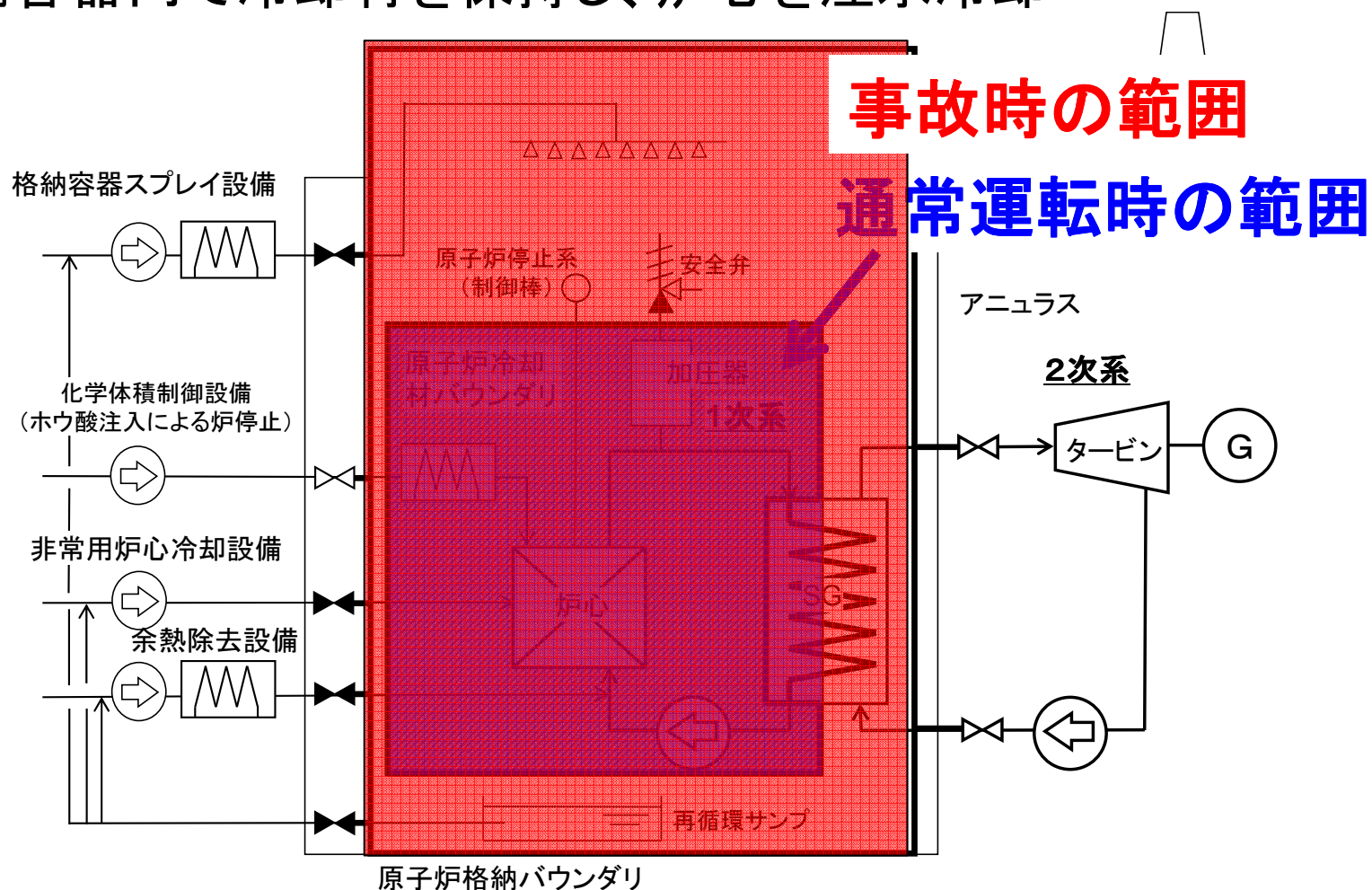
- 軽水炉は、冷却材の沸騰や喪失による反応度フィードバックは負であり、原子炉停止系不作動時の過渡は比較的緩慢
- SFRは、冷却材沸騰によって正のボイド反応度が投入されるため、原子炉停止系不作動時には短時間で炉心損傷に至りうる





除熱・格納特性の違いと設計対策(PWR)

- LOCA時の減圧沸騰による冷却材喪失、除熱異常に対処するための減圧・注水・熱除去設備を装備
- 格納容器内で冷却材を保持し、炉心を注水冷却





除熱・格納特性の違いと設計対策(SFR)

- 除熱異常時にも減圧・冷却材注入は不要であり、炉心を冷却材で覆い、ヒートシンクとの間を循環させることで除熱
- ガドベッセルで冷却材を保持

