

日本原子力学会

No. 21-1-5

「熱水力安全評価基盤技術高度化検討」

特別専門委員会

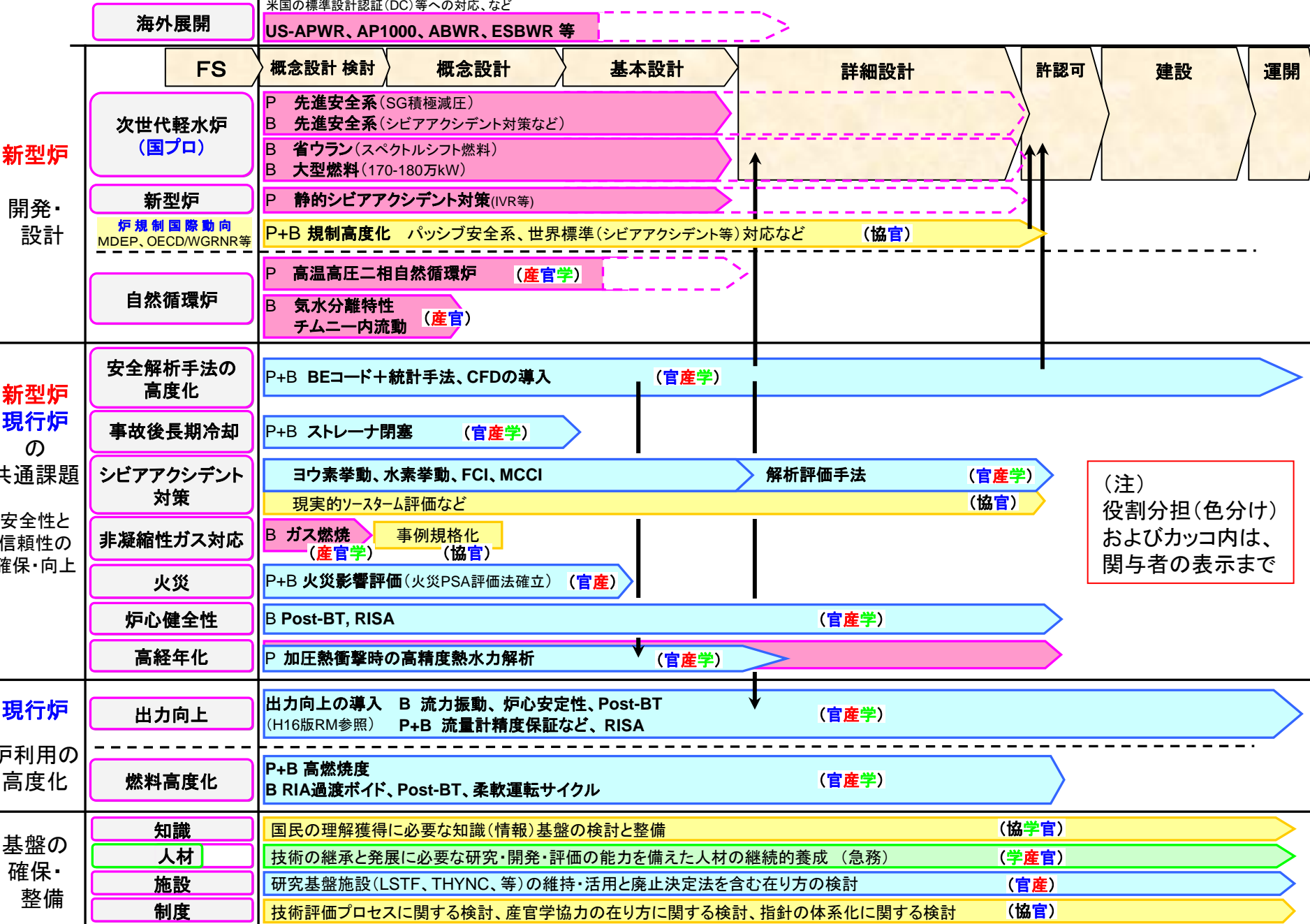
熱水力ロードマップ (最終案)

平成21年3月18日版

産 官 学 熱水力開発・安全関連技術 導入シナリオのまとめ

学協会

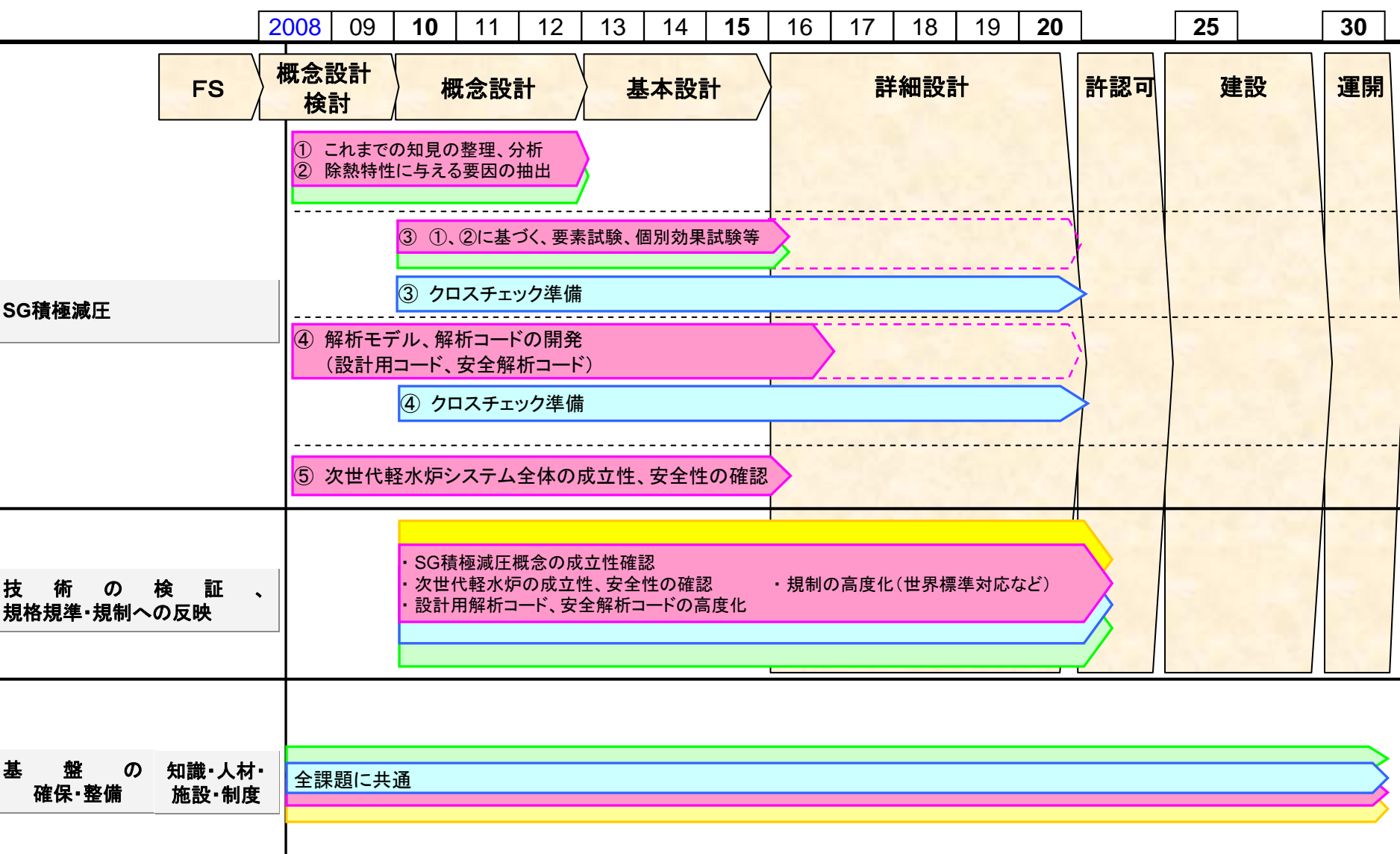
2008 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 25 30



役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	PWR(次世代軽水炉)
対応すべき技術テーマ	先進安全系



役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	PWR(新型炉)
対応すべき技術テーマ	大出力PWRの静的シビアアクシデント対策

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

溶融炉心の圧力容器内冷却ないし保持(IVR)

① 知見の整理、分析
② 大型炉での成立性

③ 限界熱流束向上試験、解析手法開発

④ クロスチェック準備

壁面除熱静的格納容器冷却系(PCCS)

① 知見の整理、分析
② 性能要因の抽出

③ システム試験、解析コード検証等

④ クロスチェック準備

静的安全系全体性能(格納容器破損防止)の確認

技術の検証、規格標準・規制への反映

- 大型炉でのIVR及び壁面冷却静的格納容器冷却系の成立性確認
- 次世代軽水炉の成立性、安全性の確認
- 設計用解析コード、安全解析コードの高度化
- 規制の高度化(世界標準対応など)

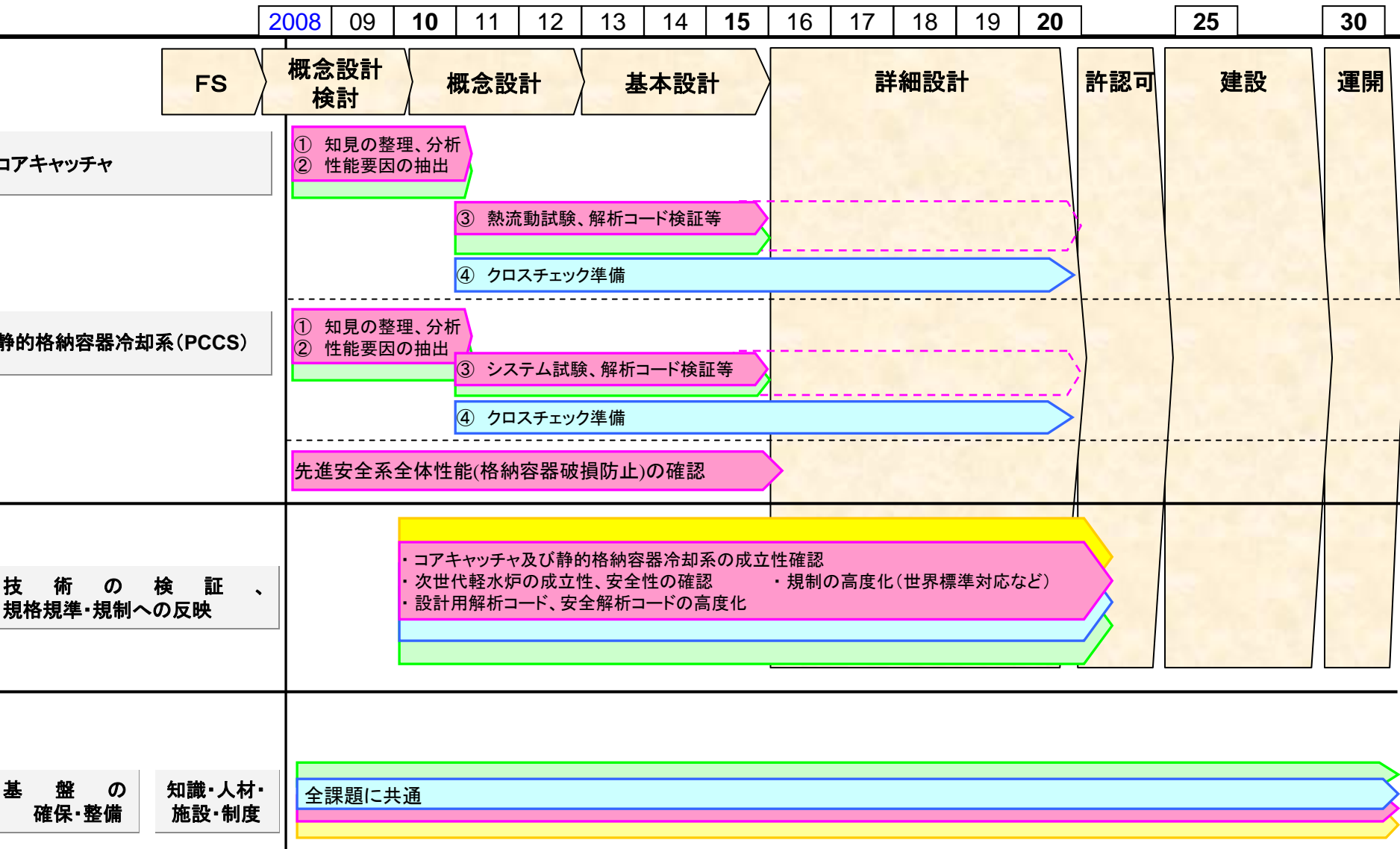
基盤の確保・整備
知識・人材・施設・制度

全課題に共通

役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	BWR(次世代軽水炉)
対応すべき技術テーマ	先進安全系



① 知見の整理、分析
② 性能要因の抽出

③ 熱流動試験、解析コード検証等

④ クロスチェック準備

① 知見の整理、分析
② 性能要因の抽出

③ システム試験、解析コード検証等

④ クロスチェック準備

先進安全系全体性能(格納容器破損防止)の確認

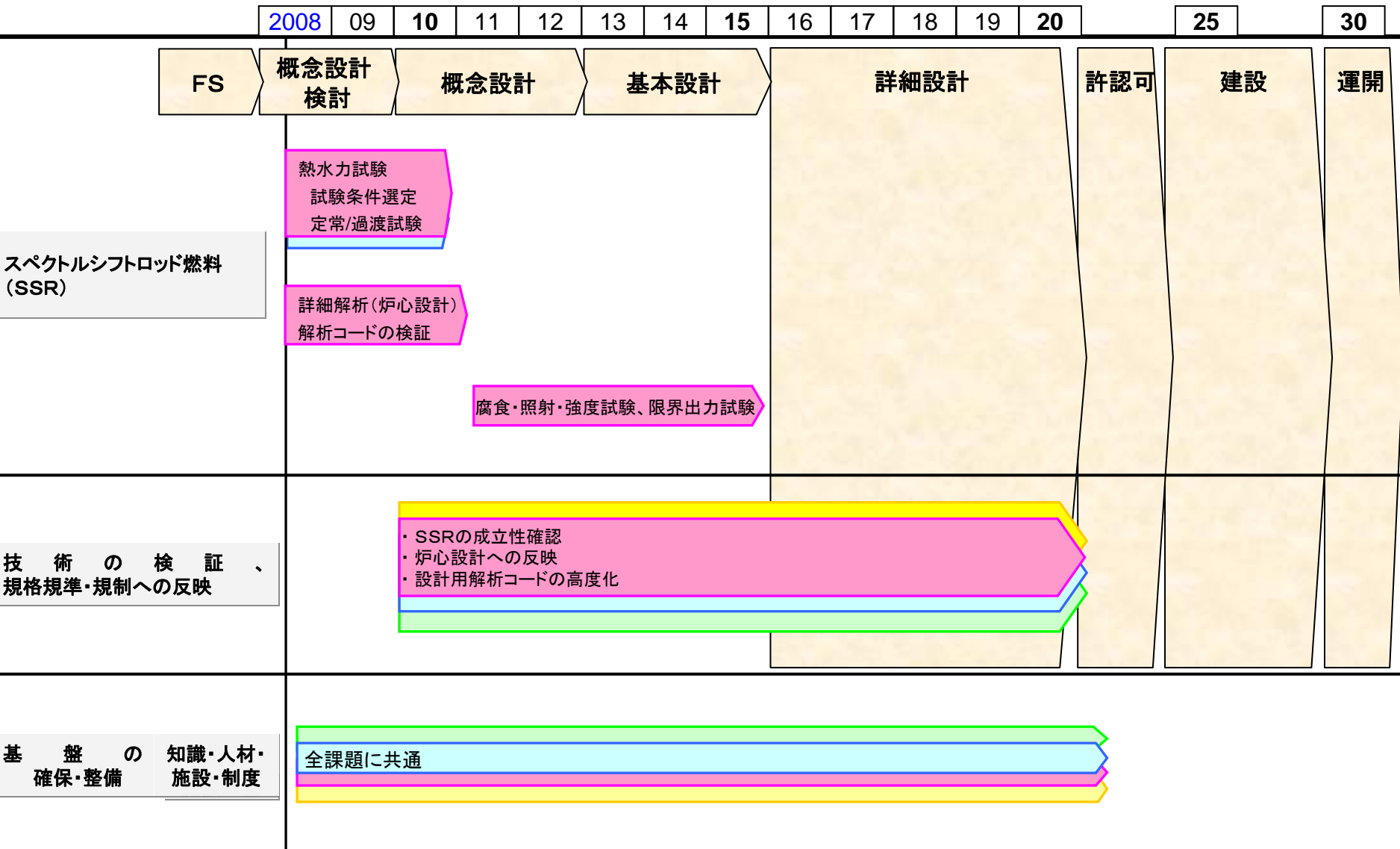
・コアキャッチャ及び静的格納容器冷却系の成立性確認
・次世代軽水炉の成立性、安全性の確認
・設計用解析コード、安全解析コードの高度化
・規制の高度化(世界標準対応など)

全課題に共通

役割分担

産 官 学
学協会

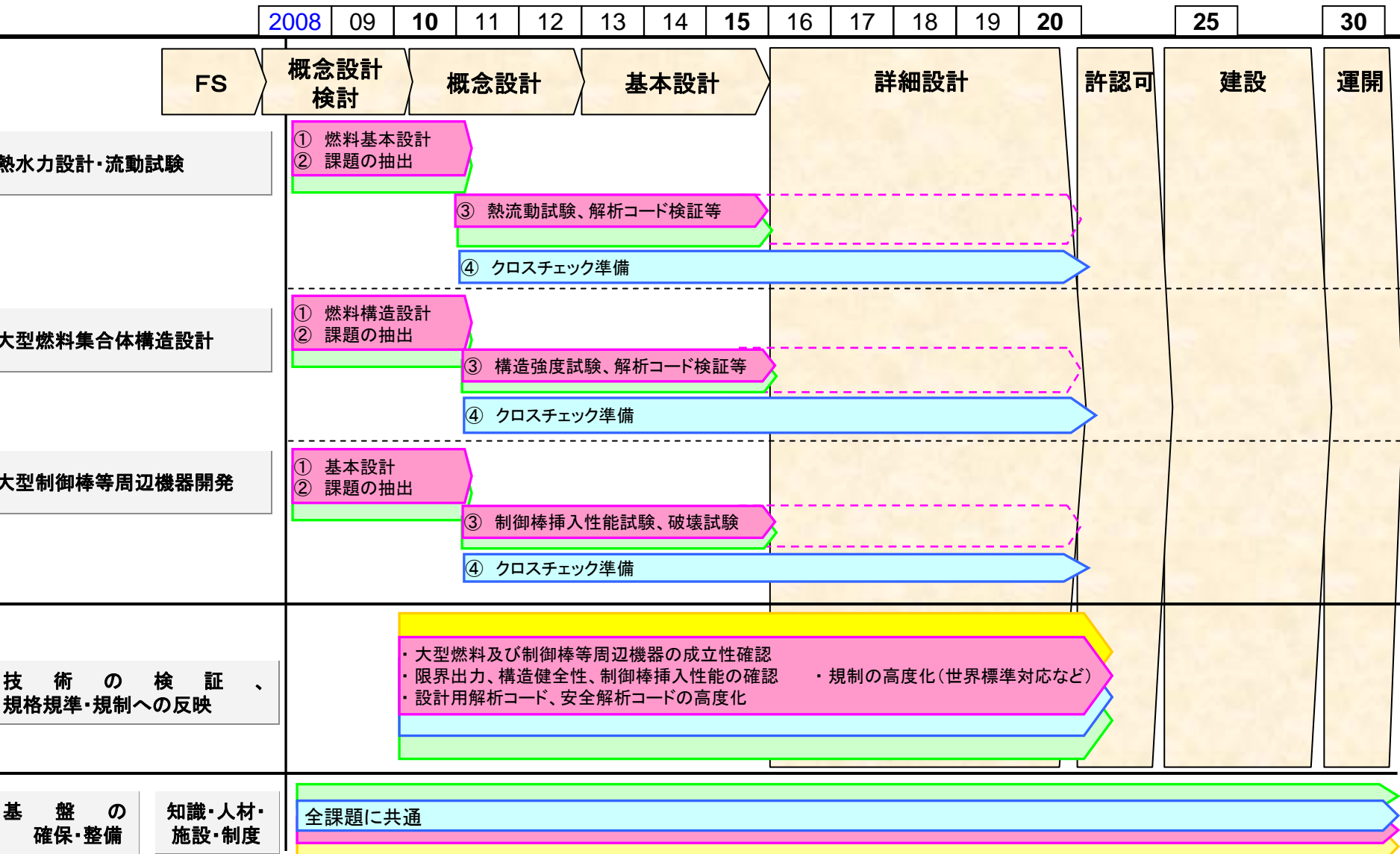
大分類	新型炉
個別項目	BWR(次世代軽水炉)
対応すべき技術テーマ	炉心・燃料関連



役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	BWR(次世代軽水炉)
対応すべき技術テーマ	大型燃料開発



役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	PWR(自然循環炉)
対応すべき技術テーマ	高温高圧二相自然循環炉

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

蒸気発生器(SG)内蔵型自然循環炉

① 低流量領域におけるDNBデータ
・DNBデータの取得
・DNB相関式の確立

② SG除熱特性データの拡充
とスケール則の確立

③ 解析モデル、解析コードの開発
(設計用コード、安全解析コード)

③ クロスチェック準備

技術の検証、
規格規準・規制への反映

・高温高圧二相自然循環炉の適正化
・設計用解析コード、安全解析コードの高度化
・規制の高度化(世界標準対応など)

基盤の
確保・整備

知識・人材・
施設・制度

全課題に共通

役割分担

産 官 学
学協会

大分類	新型炉
個別項目	BWR(自然循環炉)
対応すべき技術テーマ	炉内流動特性

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

自然循環特性の確認
・チムニー内流動

チムニー流動試験
解析コードの高精度化

自然循環特性の確認
・気水分離特性

自由液面
気水分離
基礎試験
解析コードの高精度化

技術の検証、
規格規準・規制への反映

・自然循環炉の成立性確認
・設計用解析コードの高度化

基盤の
確保・整備

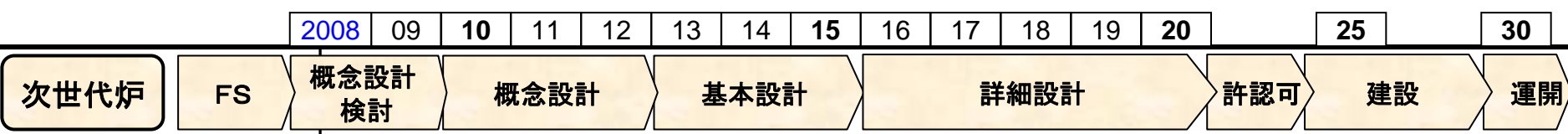
知識・人材・
施設・制度

全課題に共通

役割分担



大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	安全解析手法の高度化
対応すべき技術テーマ	最適評価手法＋統計不確かさ評価



BE手法の精度確認

- OECD/BEMUSE
- OECD/ROSA第2期計画
—PWR中口径破断LOCA、SGTR、主蒸気管破断等の実施
- 技術基準作成
- 手法整備
- トピカルレポートレビュー

トピカルレポート(TRACG他)

主要パラメータ選定法の策定

- 不確かさパラメータの定量化と精度向上

技術の検証、規格規準・規制への反映

- 最適評価手法の精度向上と安全評価への適用
- 安全余裕の評価と評価精度の向上
- 次世代軽水炉の安全評価(世界標準への対応)

原子力学会標準の策定

原子力学会標準のエンドース、指針化

基盤の確保・整備

特記事項のみ

施設基盤

- OECD/NEAベンチマーク、研究基盤施設(LSTF、THYNC等)の維持・活用

制度基盤

- 指針の策定に関する検討、改訂
- 手法の開発、ユーザー開発

役割分担



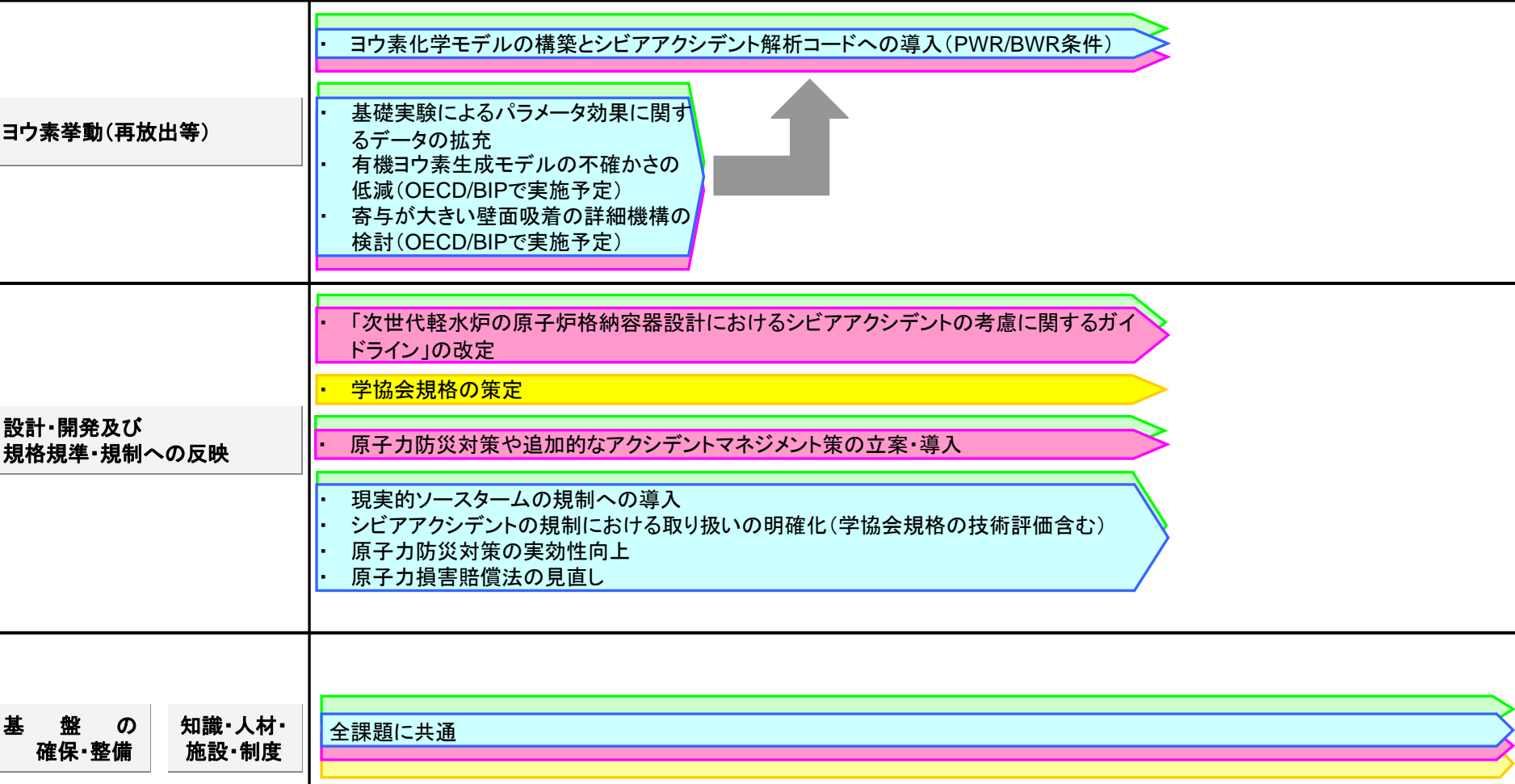
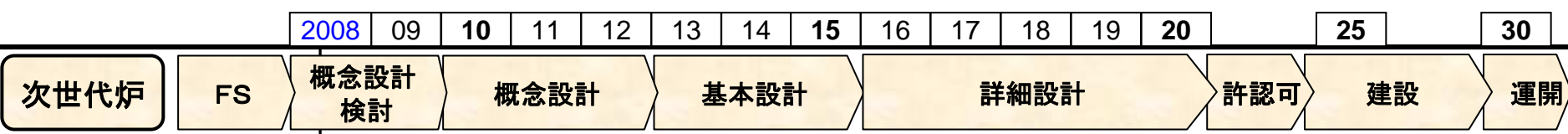
大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	安全解析手法の高度化
対応すべき技術テーマ	数値流体力学(CFD)手法の導入



役割分担



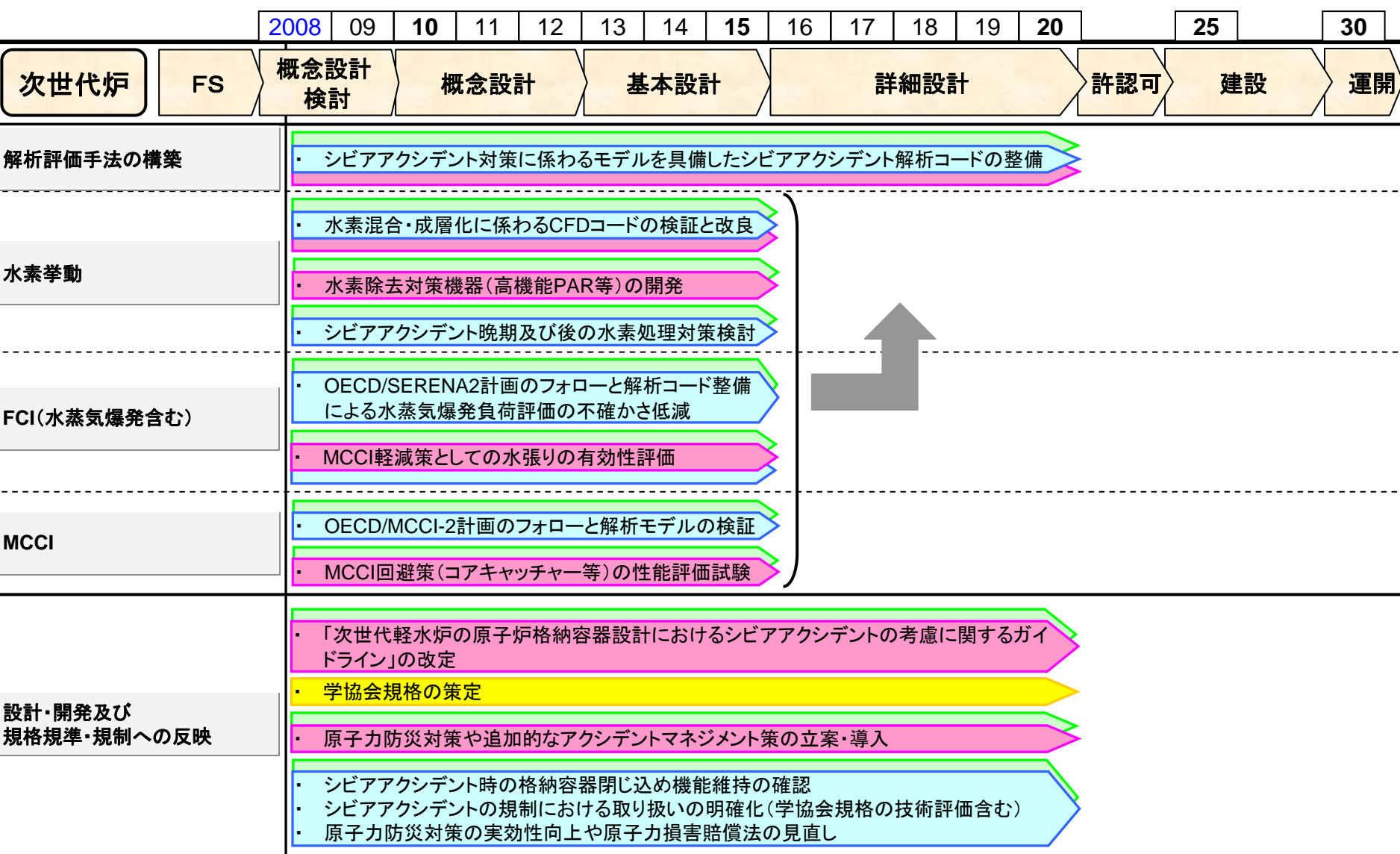
大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	シビアアクシデント対策
対応すべき技術テーマ	ソースターム



役割分担



大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	シビアアクシデント対策
対応すべき技術テーマ	格納容器健全性



- シビアアクシデント対策に係わるモデルを具備したシビアアクシデント解析コードの整備

- 水素混合・成層化に係わるCFDコードの検証と改良

- 水素除去対策機器(高機能PAR等)の開発

- シビアアクシデント晩期及び後の水素処理対策検討

- OECD/SERENA2計画のフォローと解析コード整備による水蒸気爆発負荷評価の不確かさ低減

- MCCI軽減策としての水張りの有効性評価

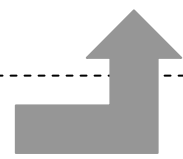
- OECD/MCCI-2計画のフォローと解析モデルの検証

- MCCI回避策(コアキャッチャー等)の性能評価試験

- 「次世代軽水炉の原子炉格納容器設計におけるシビアアクシデントの考慮に関するガイドライン」の改定
- 学協会規格の策定

- 原子力防災対策や追加的なアクシデントマネジメント策の立案・導入

- シビアアクシデント時の格納容器閉じ込め機能維持の確認
- シビアアクシデントの規制における取り扱いの明確化(学協会規格の技術評価含む)
- 原子力防災対策の実効性向上や原子力損害賠償法の見直し

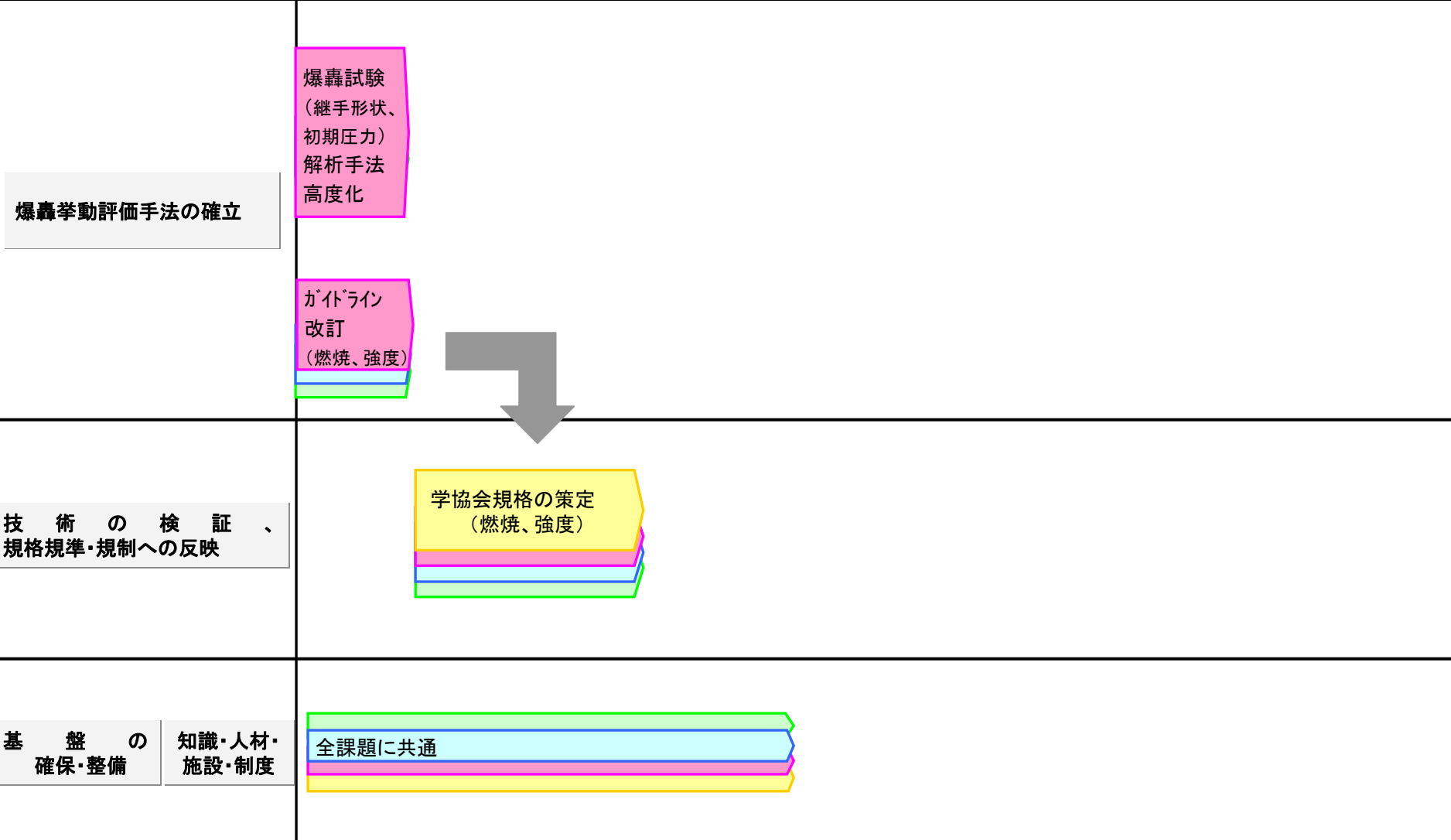


役割分担



大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	非凝縮性ガス対応
対応すべき技術テーマ	BWR蒸気配管内での水素ガス燃焼

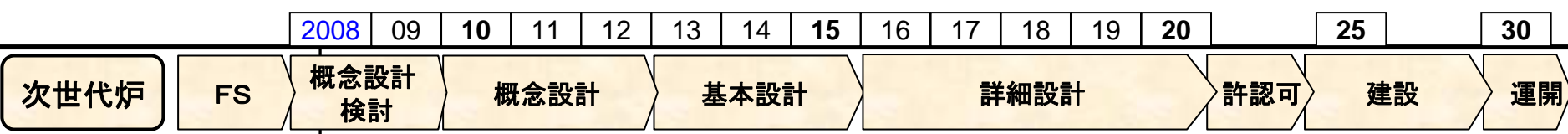
2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



役割分担



大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	火災
対応すべき技術テーマ	PWR+BWR火災影響評価

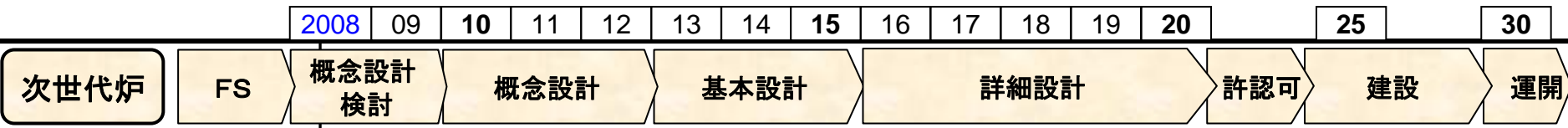


火災PSA評価法確立	<ul style="list-style-type: none"> 火災試験データ及び火災PSA評価に必要な火災データベースの蓄積 火災伝播解析コード開発・検証
技術の検証、規格規準・規制への反映	<ul style="list-style-type: none"> 火災防護設計評価への火災PSAの活用 中央制御室居住性評価(Phase2)
基盤の確保・整備 特記事項のみ	技術評価プロセスに関する検討、産官学協力の在り方に関する検討、指針の体系化に関する検討 リスク情報を活用した規制制度の確立

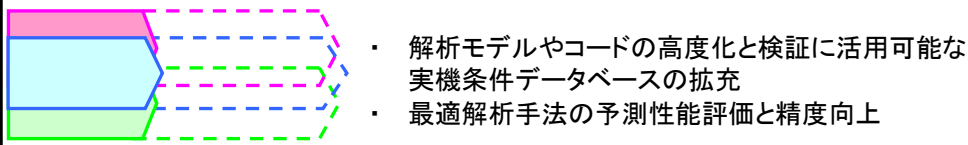
役割分担



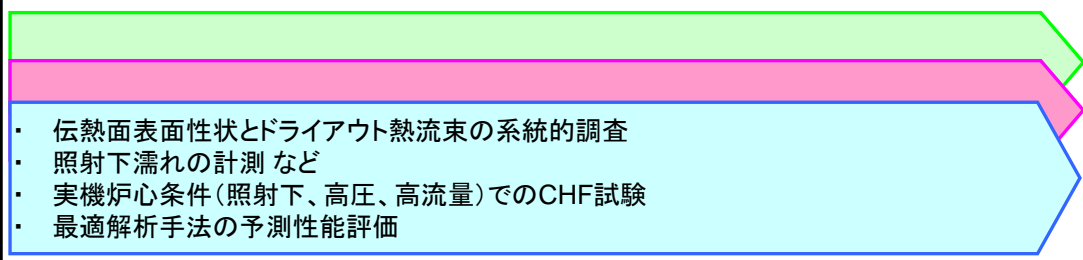
大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	炉心健全性
対応すべき技術テーマ	炉心の限界出力評価、BWR異常過渡変化



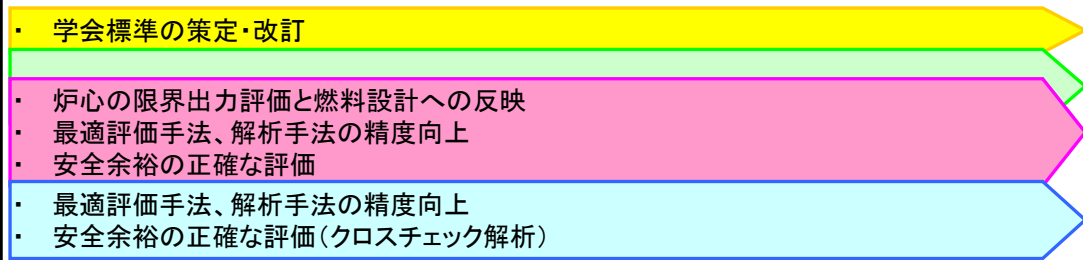
BWR異常過渡変化時の炉心健全性 (Post-BT 熱伝達)



放射線照射表面活性 (RISA) による沸騰熱伝達の向上



技術の検証、規格標準・規制への反映



基盤の確保・整備

施設基盤
制度基盤

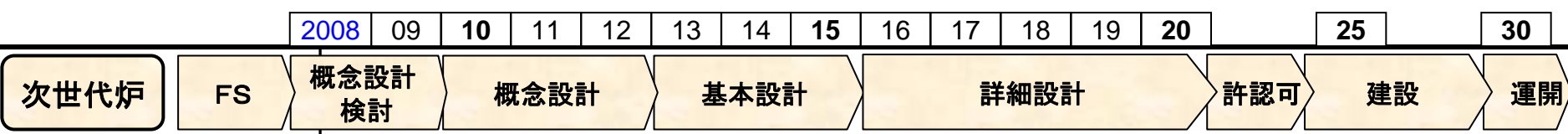


特記事項のみ

役割分担



大分類	新型炉、現行炉の共通課題
個別項目	高経年化
対応すべき技術テーマ	加圧熱衝撃(PTS)事象の高精度熱水力解析



熱水力境界条件の提供

現行炉・新型炉:
 ・ 原子炉圧力容器内壁での冷却材温度分布詳細評価手法(3次元CFD等)の開発
 ・ 検証用データベースの整備

新型炉:
 ・ 原子炉圧力容器内壁での冷却材温度分布詳細評価手法の構造設計への反映

技術の検証、規格規準・規制への反映

・ 詳細評価手法の精度向上
 ・ 原子炉圧力容器健全性の正確な評価

・ 詳細評価手法の精度向上
 ・ 高経年化対策技術資料の見直し

・ 日本電気協会規程の見直し

新型炉:
 ・ 80年供用に対応した健全性評価手法の最適化

基盤の確保・整備

施設基盤

研究基盤施設(LSTFなど)の維持・活用

制度基盤

技術評価プロセスに関する検討、産官学協力の在り方に関する検討

特記事項のみ

役割分担

産 官 学
学協会

大分類	現行炉の課題
個別項目	出力向上
対応すべき技術テーマ	BWR炉出力の増大／分布変化

2008 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 25 30

流力振動評価

音響・流動振動
基礎試験、
評価手法の整備

炉心安定性

- ・ 核熱結合炉心安定性試験(実機相当条件下における実験によるデータベースの構築)
- ・ 解析評価手法の整備

技術の検証、
規格規準・規制への反映

- ・ トピカルレポート及びそのレビュー
- ・ 最適評価手法の精度向上
- ・ 安全余裕の正確な評価

基盤の
確保・整備

施設基盤

研究基盤施設(LSTF、THYNC、等)の維持・活用

制度基盤

指針の体系化、改定に関する検討

特記事項のみ

役割分担

産 官 学
学協会

大分類	現行炉の課題
個別項目	出力向上
対応すべき技術テーマ	流量計の精度保証(PWRとBWR)

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

高Re実証とCFD解析による検証技術開発

- ・ 不確かさ評価の標準的手法の確立
- ・ 産総研国家標準設備を用いた系統的精度評価とデータ利用
- ・ 流速分布式超音波流量計の実用化
- ・ CFD解析精度の保証

技術の検証、規格規準・規制への反映

- ・ 最適評価手法の精度向上
- ・ 安全余裕の正確な評価
- ・ ECCS性能評価指針の見直し
- ・ ECCS性能評価指針の見直し
- ・ 最適評価手法の精度向上
- ・ 安全余裕の正確な評価
- ・ 出力向上の実施

基盤の確保・整備

施設基盤
制度基盤

- 研究基盤施設(産総研国家標準設備など)の維持・活用と廃止決定法を含む在り方の検討
- 指針の体系化、改訂に関する検討

特記事項のみ

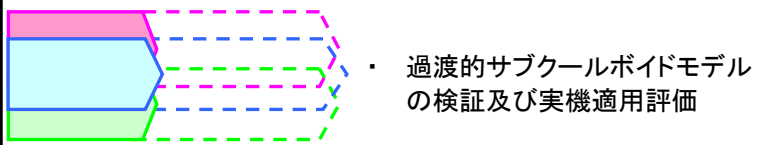
役割分担

産 官 学
学協会

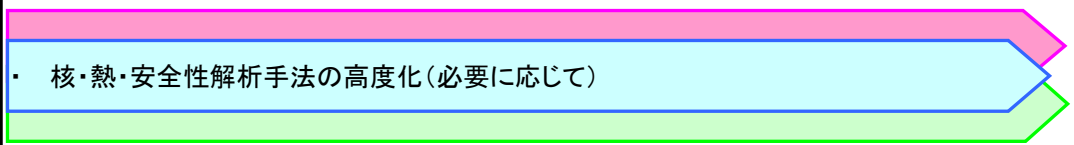
大分類	現行炉の課題
個別項目	燃料高度化
対応すべき技術テーマ	BWR RIA過渡ボイド、柔軟運転サイクル、PWR+BWR高燃焼度

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

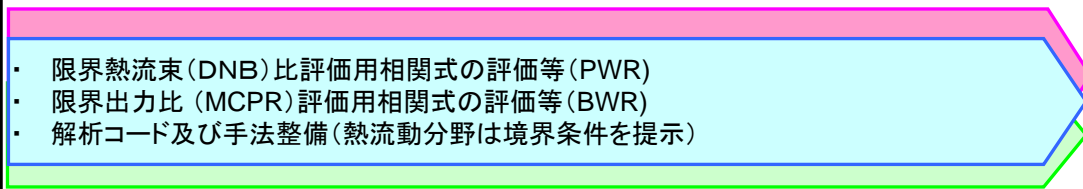
異常過渡時の炉心健全性
(BWR RIA過渡ボイド)



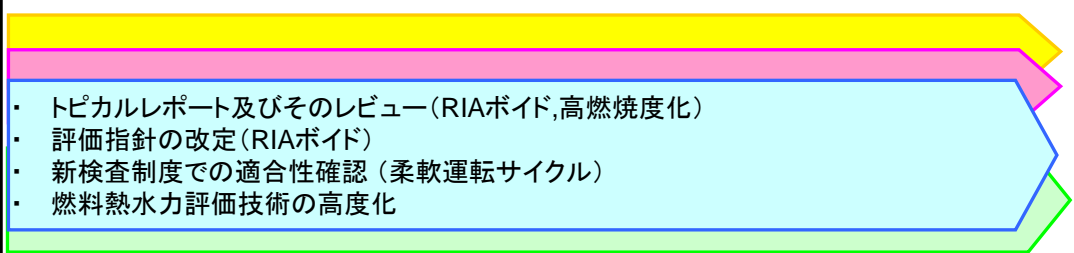
運転期間延長に伴う安全性の確認
(柔軟運転サイクル)



高燃焼度燃料の安全基準への適合性
(熱流動分野は境界条件を提示:PWR+BWR高燃焼度)

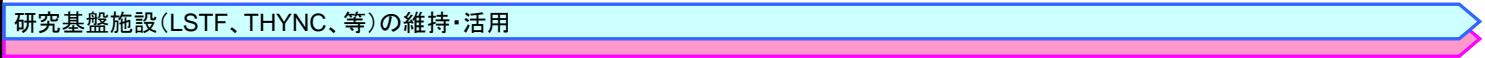


技術の検証、規格規準・規制への反映

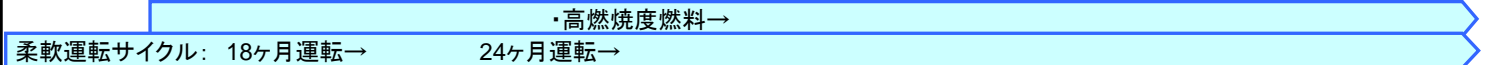
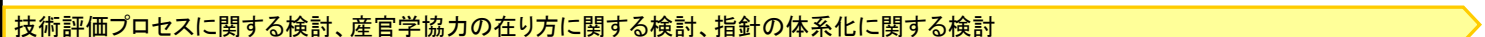


基盤の確保・整備

施設基盤



制度基盤



特記事項のみ

役割分担

産 官 学
学協会

大分類	基盤の確保・整備
個別項目	
対応すべき技術テーマ	

2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25	30
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

知識基盤

国民の理解獲得に必要な知識(情報)基盤の検討と整備、広報活動の充実

人材基盤

技術の継承と発展に必要な研究・開発・評価の能力を備えた人材の継続的養成

施設基盤

研究基盤施設(LSTF、THYNCなど)の維持・活用と廃止決定法を含む在り方の検討

制度基盤

技術評価プロセスに関する検討、産官学協力の在り方に関する検討、指針の体系化に関する検討

(注) 全項目におおむね共通に係るものであり、個別項目には特記内容を記載する。

熱水力RMにおける 産官学の役割分担(参考)

