

# 高経年化対応技術戦略マップ の概要について

技術情報調整委員会  
安全研究ワーキング・グループ  
関村 直人(東大) ○菅野 真紀(JNES)

1

## 1. ローリング基本方針(1)

— 日本原子力学会策定の第一次ロードマップを基本 —

### 最終目標

安全第一を旨として、プラントの供用期間に関係なく、一定の安全水準を確保するため、プラントの長期間の供用に伴う経年劣化の特徴を把握して、これに的確に対応した運転プラントの保守管理を達成及び次世代プラントの設計・建設に寄与すること

### 4つの要素に着目

- ①技術情報基盤の整備
- ②技術開発の推進
- ③規格基準類の整備
- ④保全高度化

今後20年間の将来を展望し4つの要素を効果的に展開

### ロードマップ要素の抽出

- 最終目標達成のための具体的な施策(課題)を72件抽出
- 抽出された課題に対し、産官学それぞれのエキスパートによる評価により重点事項を抽出(26件)
- 重点事項に対し、実施に向けた「目標到達への施策(マイルストーン)」を検討
- 上記施策を有機的に統合・整理した全体ロードマップを作成

これまでの流れ  
(ハード面の充実)

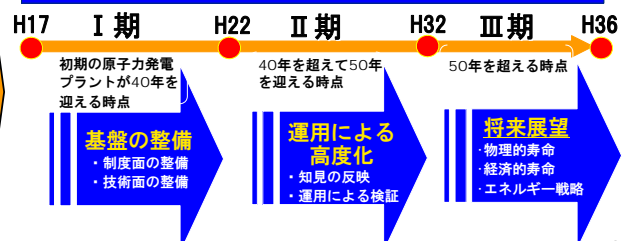
○これまで、原子力発電プラントの高経年化に対応するため必要な技術データ等の取得のため多くのエネルギーが注がれ数多くの技術開発を実施  
○主要な技術データ等は整い、技術評価手法等は整備されつつある状況

今後の方向性  
(ソフト面の充実)

○技術開発については今後とも最新知見等の情報を捉え、更なる精度向上に向けた取り組みが必要  
○現状において透明性、客観性等の観点から「技術開発の推進」に加え、「技術情報基盤の整備」や「規格・基準類の整備」等の「基盤の整備」に対する施策を重点的に実施していくことが重要

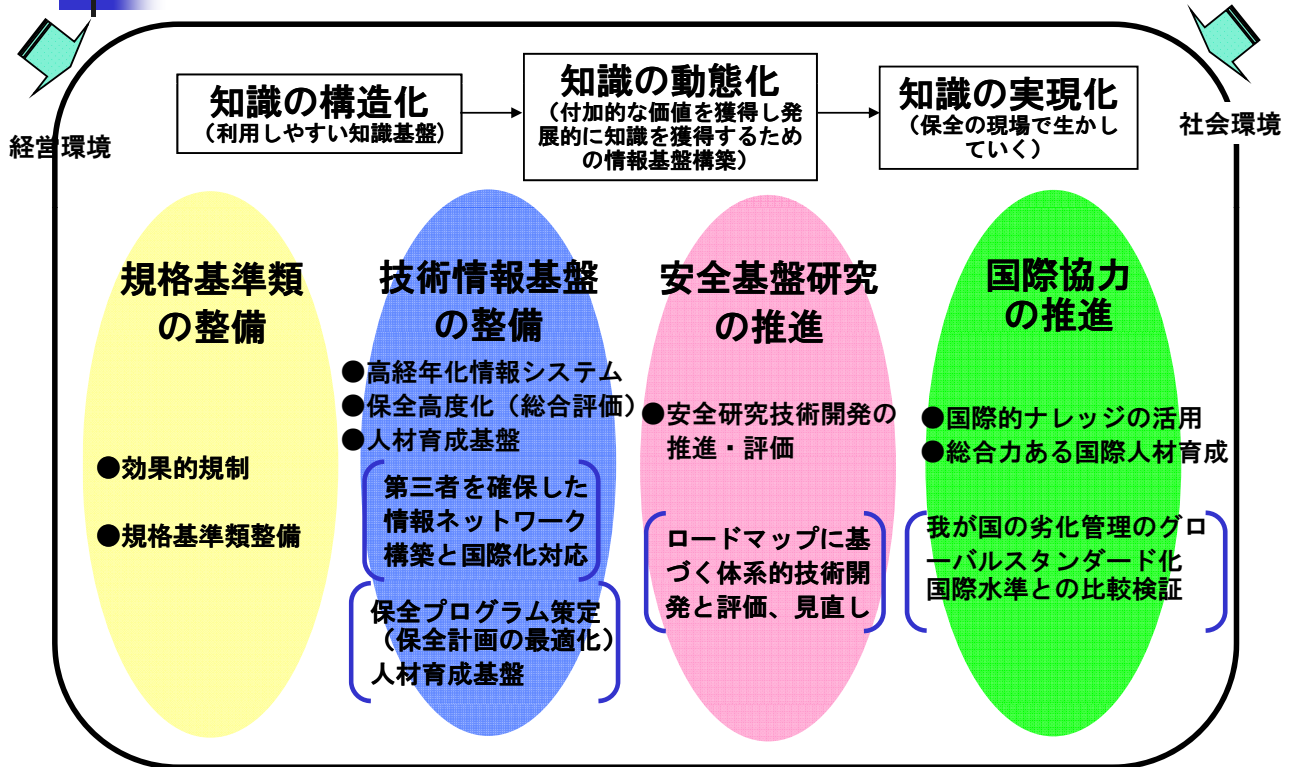
現状認識と今後の方向性

### 時間軸の検討



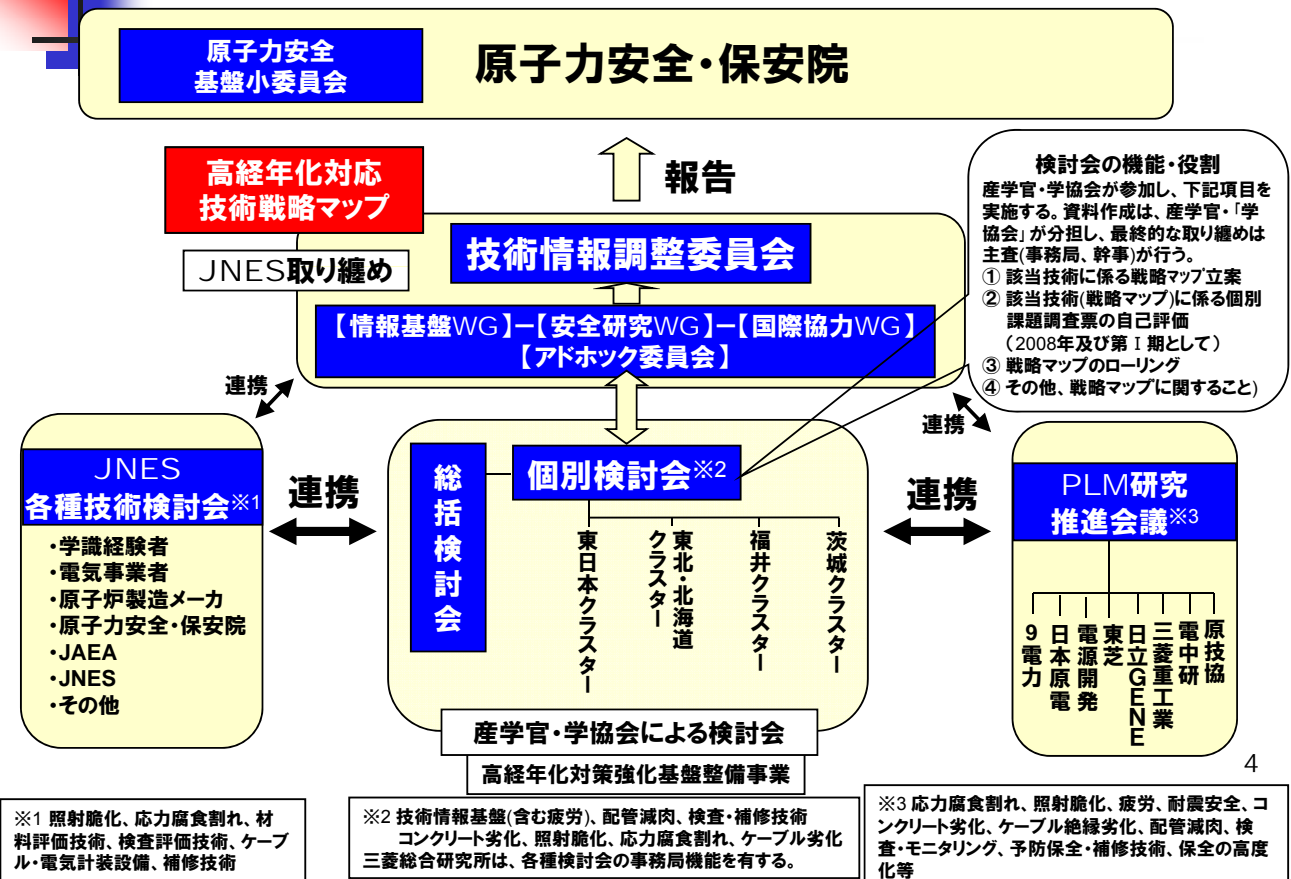
2

## 2. ローリング基本方針(2) 4大項目を俯瞰した課題の体系化



3

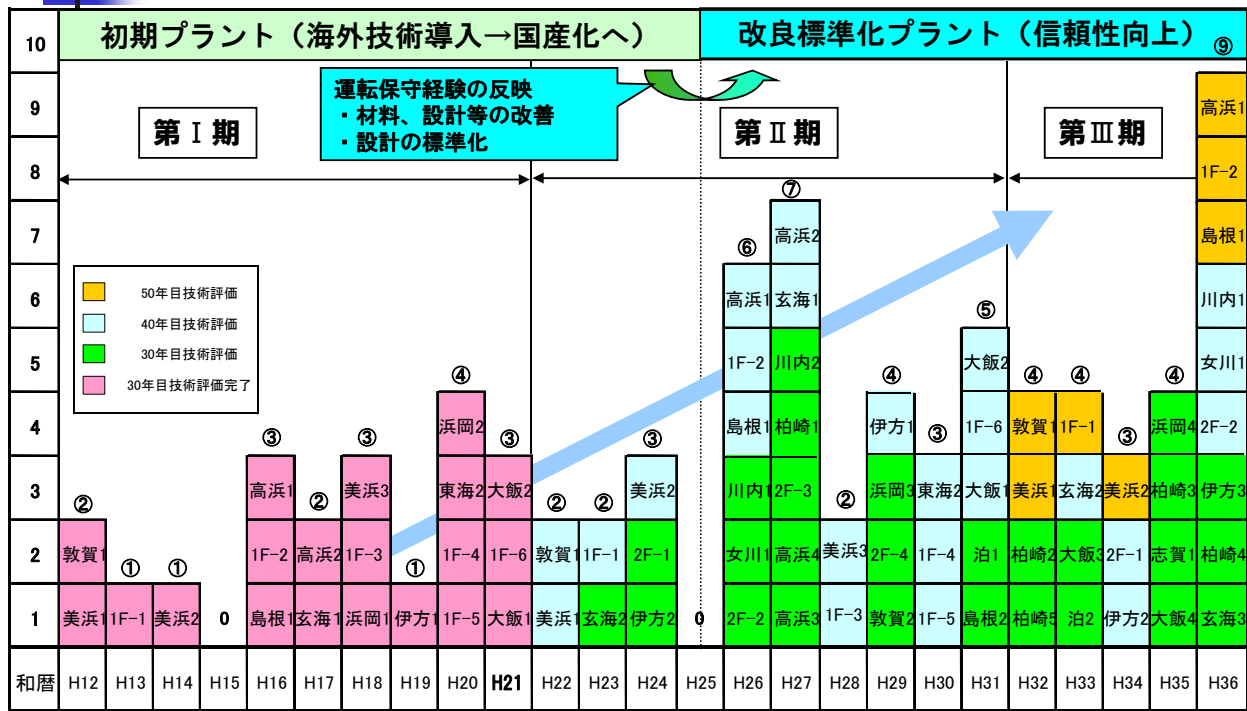
## 3. 技術戦略マップのローリング実施体制



4

## 4. 導入シナリオ 背景の変化

－30年目、40年目及び50年目の高経年化技術評価の増加予測－



注) 本図は、現在稼働中の発電プラントが供用を継続するとの仮定により策定

↑ 40年を超える

↑ 50年を超える

5

## 5. 具体的なローリング方針とその結果概要

### 第 I 期(2005~2009年)の自己評価

第 I 期自己評価の基点は「高経年化対策の基本的な考え方」(平成8年4月発表)とし、「高経年化対策の充実について」(平成17年8月発表)を含め自己評価を実施する。

- (1) 全体像、産学官・学協会の役割分担・理念、新検査制度(保全プログラムを基礎とする検査制度)への対応をイメージしながら、自己評価を行なう。
- (2) 導入シナリオをベースに第 I 期の取纏め(自己評価)を行い、第 II 期以降何をなすべきか、産学官・学協会の考え方の見える化を図る。
- (3) 予見性、先見性型研究テーマ選定(プロアクティブ研究からのテーマ抽出)  
→ 専門家、学識経験者の積極的な関与
- (4) 民間規格を制定し、技術評価(エンドース)迄含めた全体的な体系的整理を行う。

6



## (1) 技術情報基盤の整備

- a 第 I 期の成果、又は整備された「**技術情報基盤**」の活用 ※  
包括的経年変化管理ガイドライン、故障・トラブル情報の活用、**保守管理のための電力共通基盤**※、高経年化対策に係る技術情報基盤ネットワーク、高経年化対応知識抽出方法及び専門的知識(暗黙知)の獲得技術等
- b 形式知のみならず**暗黙知**を含めた多種多様な**技術情報の集約化、共有化、知識化、活用化**するための継続的なデータベース及び知識ベースの充実化
- c **80年運転が可能な次世代軽水炉設計**に対応できる戦略的な安全基盤研究テーマの抽出支援のための情報の整備  
(**経年劣化を考慮した次世代炉設計のためのガイドライン(仮称)の策定**)
- d 安全基盤研究、地元研究機関等との連携・支援(30年運転、40年運転したプラントの照射材、熱時効材、ケーブル、コンクリート等の**実機材料を用いた安全基盤研究の推進**)
- e **リスク情報活用等による保全最適化の推進**※
- f **保全に関する規制・基準体系の高度化**※  
(**事業者が開発した新保全技術を速やかに適用できるスキーム構築**)
- g **企業文化・組織風土の劣化防止及び技術力の維持向上(人材育成)**※

※従来の「保全高度化の推進」項目

7



## (2) 安全基盤研究の推進

- a **実機材料を用いた試験結果と加速試験結果との照合によるメカニズム解明**
- b き裂発生、き裂進展メカニズムの解明による経年劣化傾向の予測及びシミュレーション技術の確立
- c 水の放射線分解等の照射による影響評価。また、PWRにおける溶存水素最適化関連材料健全性/燃料健全性への影響評価  
(**燃料、水化学ロードマップとの連携**)
- d 低照射、熱時効、残留応力場、流速、起動停止、及び炉水の放射線分解の影響評価、並びに構造形状等  
**実機条件に則したき裂進展評価、き裂進展データベースの検証と高精度化**
- e **低合金鋼との異材継手溶接線近傍のき裂進展及び停留挙動評価法の整備**
- f **配管減肉における耐震安全評価基準の策定**
- g 設計想定事故環境下で機能要求がある設備に対する**検査・モニタリング手法の確立**
- h **ステンレス鋳鋼に対する欠陥サイジング性向上研究**
- i **確率論的安全性評価技術**(検査、評価、耐震安全性評価)の整備

8



### (3) 規格基準類の整備

#### a 産学官・学協会全体を包括・俯瞰できる適切な規格基準の体系化

新しい検査制度のスタートに際して、高経年化対応規格基準類のシームレス化として、原子力関連学協会規格類協議会等の場で継続審議する。(社)原子力学会標準(高経年化対策実施基準(劣化メカニズムまとめ表)等の迅速な改定

#### b 技術開発成果の活用としての規格基準への反映の仕組み構築

最終的には高経年化対策技術評価への反映を意図する研究開発の成果は、保全の高度化として実務に適用されることが重要である。新たな体系的組織、体制を整備する必要があるか検討・構築する。

#### c リスクベース保全の体系構築と整備

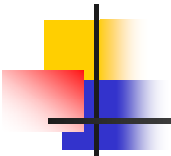
我が国では、リスク情報の活用に係る考え方が定着していない。しかし、中越沖地震の経験のように、人知を超える事象や予想を超える現象や不具合の発生の可能性は否定できない。これをリスクとして扱い、対応方法を検討する必要がある。

#### d 長期運転への対応

NRC-DOEの80年運転プログラムに示されるように、世界は既に80年運転を視野に入れた活動に取り組み始めている。

60年運転を仮定した技術評価の信頼性向上(データの外挿性向上)を図るとともに、**次世代の原子力発電所の設計・建設に対応できるように**、それまでの50年、60年の長期運用で培われた運転経験・実績、経年劣化に係る各種研究成果等の形式知、暗黙知を整備し、**産学官による高経年化対策設計ガイドラインに反映する。(どのように繋げていくかが課題)**

9



### (4) 国際協力活動の推進

#### ➤ 国際原子力安全WG報告書の骨子;原子力安全基盤小委員会(2008年12月)

##### (1) 原子力安全の高度化に向けた原子力発電主要国との相補的な活動の展開

- ① 原子力発電主要国との**人材交流、情報共有**
- ② 我が国の実績を踏まえた安全研究協力の推進(**国際共同研究への積極的な参加**)
- ③ 国内安全規制の高度化との一体的、有機的推進
- ④ 技術支援機関(TSO)間の協力推進

##### (2) 国際機関における我が国の強化と成果の活用

#### ➤ 称揚される産学官・学協会の取り組みのGlobal standard化

#### ➤ 『IAEAとOECD/NEAを国際社会における原子力の平和利用活動の公共インフラと位置づけ、積極的に関与すべき』(原子力政策大綱;2005年10月)

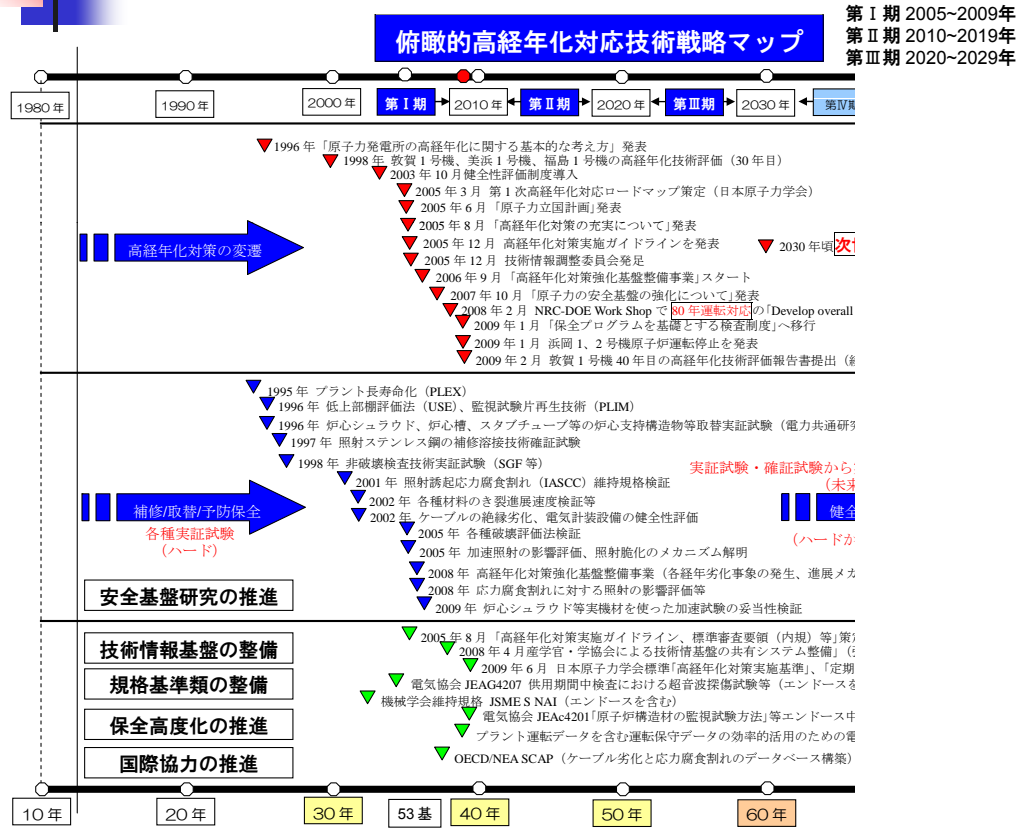
#### ➤ 我が国の高経年化対応が**国際水準**に比肩できるレベルにあるか検証

##### ※4大項目への格上理由

第II期は、国際原子力安全WG報告書に記載されているように、国際原子力カルネツサンス時代への対応運転経験のフィードバックと情報の共有化、保守管理の高度化(リスク情報活用等)等が必要であり、国際協力の推進を4大項目の一つとした。

10

# 6. 俯瞰的技術戦略マップ



# 7. 俯瞰的技術戦略マップ

4大項目	産学官	第Ⅰ期(2005-2009)5年間の成果	第Ⅱ期(2010-2019)10年間	第Ⅲ期(2020-2029)10年間
技術情報基盤の整備	産業界	プラント運転データベースの整備 (電力共通基盤の整備)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力共通基盤の整備</li> <li>リスク情報活用による保全高度化</li> <li>重要情報の抽出と活用</li> <li>技術情報ネットワークの高度化</li> <li>50年目技術評価の妥当性確認</li> <li>人材育成</li> <li>次世代炉設計ガイドライン策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>80年運転の可能性検討情報分析</li> <li>次世代炉設計ガイドライン(Ⅱ) (材料選定と設計改良)</li> </ul>
	官界	ガイドライン、標準審査要領、技術資料集の整備等		
	学・協会	知識処理・活用システムの構築 (知識抽出・構造化研究等)		
安全基盤研究の推進 ※1	産業界	応力腐食割れ対応検査・評価・補修に関する研究等	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃炉材を用いた各種経年劣化事象別研究の推進</li> <li>加速試験の妥当性検証</li> <li>運転中モニタリング技術実証</li> <li>バックチェック結果を考慮した耐震安全性評価技術の検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機構論に基づく経年劣化予測研究</li> <li>耐IASCC材料等の開発</li> <li>シミュレーション技術の実用化</li> </ul>
	官界	機器の健全性評価、民間研究成果の検証、材質劣化を中心とした高経年化対応研究		
	学术界	発生と進展メカニズム解明等の基礎研究による潜在的な事象の抽出		
規格基準類の整備	学協会 産業界 学术界 官界	保守管理規程・指針、高経年化対策実施基準、定期安全レビュー実施基準など新検査制度移行対応各種規格基準類の整備(41件エンドース)	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種研究成果の規格化</li> <li>民間規格の技術評価(エンドース)</li> <li>国際規格化戦略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃炉材を使った国際標準化戦略(原子炉圧力容器鋼、炉心支持構造物の高経年化対策等)</li> </ul>
保全の高度化	産業界	保全最適化の推進 (電力共通基盤の分析、反映計画等)  人材育成・確保	技術情報基盤の整備へ移行	同左
(国際協力の推進)	学協会 産業界 学术界 官界	<ul style="list-style-type: none"> <li>自律的国際協力、共同研究推進</li> <li>OECD/NEA SCAP対応</li> <li>IAEA IGALL策定等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実機材を用いた国際共同研究</li> <li>80年運転に関する国際共同研究</li> <li>OECD/NEA 活動の継続</li> <li>IAEA IGALLへの戦略的参加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃炉措置計画の国際標準化戦略</li> </ul>

※1低サイクル疲労、応力腐食割れ、中性子照射脆化、2相ステンレス鋼の熱時効、電気・計装品の絶縁低下、コンクリート劣化、配管減肉、耐震安全性等

## 8. ローリング結果のまとめ

1. **第Ⅰ期(2005~2009年)全体の自己評価を実施**
2. **4大項目の見直し**  
「保全高度化の推進」は、総合管理システム構築の中の一貫として、技術情報基盤の整備の中で推進する。
3. **第Ⅱ期に向けての主要課題(4大項目別)**
  - ◆**情報基盤の整備(人材育成)**
    - ・電力共通基盤の整備(情報収集から活用へ、リスク情報の活用へ)
    - ・80年運転が可能な次世代炉設計ガイドラインの策定
  - ◆**安全基盤研究の推進(ステークホルダー毎の専門家育成)**
    - ・実機材を用いた研究(加速試験の妥当性検証)
    - ・経年劣化事象別重点テーマの研究推進と規格化
  - ◆**規格基準類の整備(コードエンジニアの育成)**
    - ・リスクベース保全体系の構築
    - ・産学官・学協会全体を包括・俯瞰できる規格基準の体系化
  - ◆**国際協力の推進(国際人の育成)**
    - ・称揚される産学官・学協会の取組みのGlobal standard化
    - ・国際水準との比較検証

13

## 9. 「高経年化対応技術戦略マップ2009」実現に向けた提言

1. 今後は、ローリングの過程で具体的な役割を決め、導入シナリオに沿った高経年化対応技術戦略マップ2009の実現に向けた積極的かつ具体的な活動が望まれる。
2. 学協会規格を策定し、技術評価を受けるという一連のプロセスにおいて、原子力安全委員会および原子力安全・保安院をはじめとする産学官が、必要な課題を共通に認識し協力して解決していくことが重要である。  
さらに、国は技術戦略マップ2009に応じ技術評価のための積極的な準備が望まれる。
3. これらの活動を円滑に推進していくためには、知識基盤・施設基盤の整備や人材の育成を産学官が協力して進めることが重要であり、国のより一層の関与が望まれる。
4. ここで報告された技術戦略マップは、産学官の専門家が検討しているものであり、専門家や国民の間で広く共有されるとともに、国がこれらを尊重することが望まれる。

14