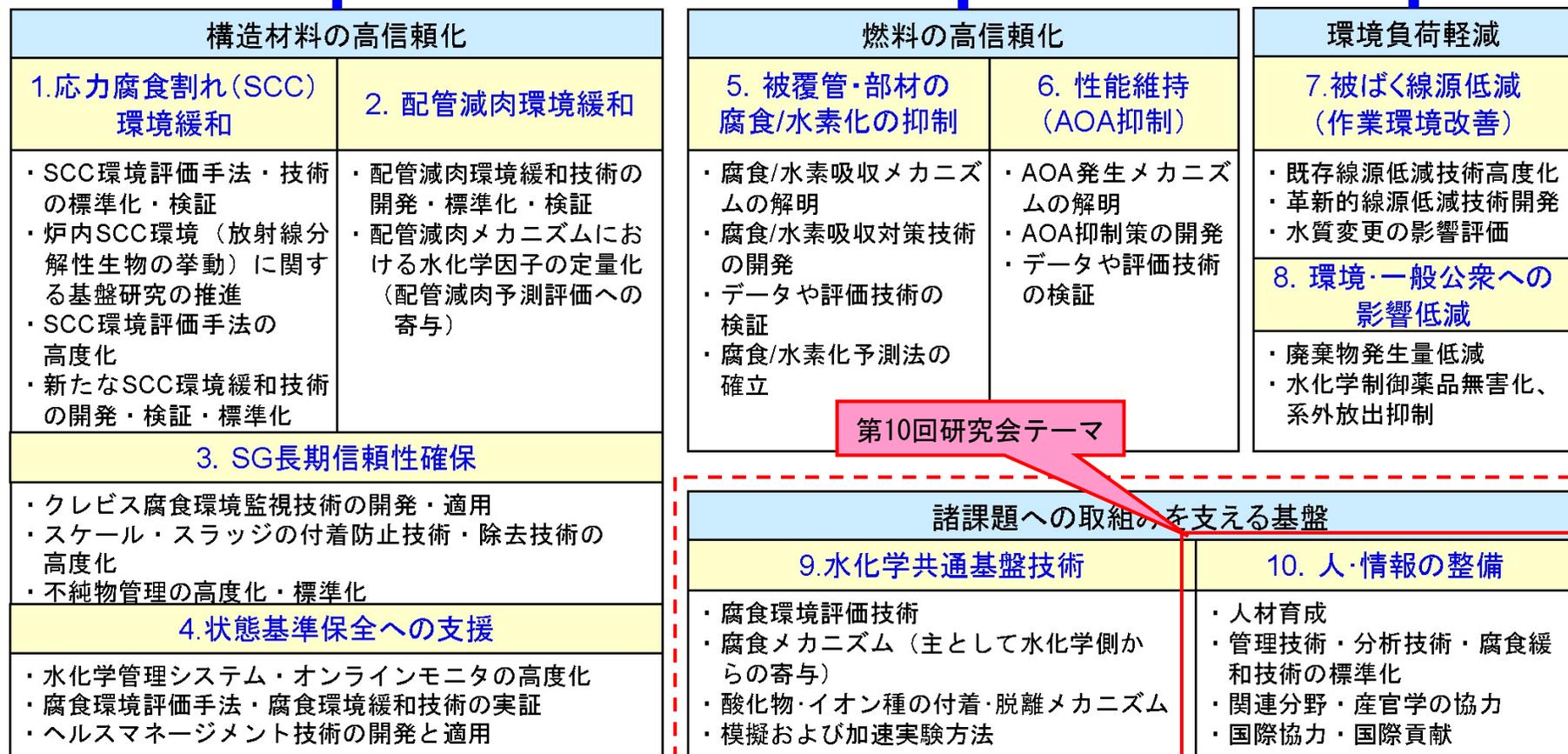


# 2009年度水化学ロードマップにおける 「人・情報の整備」の概要

ロードマップフォローアップ小委員会  
(社)日本原子力学会 水化学部会  
2009年度報告書より抜粋

# 水化学ロードマップ2009抽出個別課題との相関

水化学による原子力発電プラントの  
 安全性・信頼性維持への貢献



# 人・情報の整備に関わる導入シナリオとロードマップ

## 人・情報の整備の必要性及び実施内容

原子力プラントの安定的運転のためには、材料、燃料の健全性、それに被ばく経路に直接係わる水化学分野からの貢献が不可欠である。このような役割を担う水化学技術の維持、発展のためには、これまでの技術基盤の体系化・基準化に加え、核となる人材と技術情報基盤の確保が必要である。このためには、「技術情報基盤の整備/技術伝承」、「学協会規格等の整備」および「国際協力」を推進することが必要である。

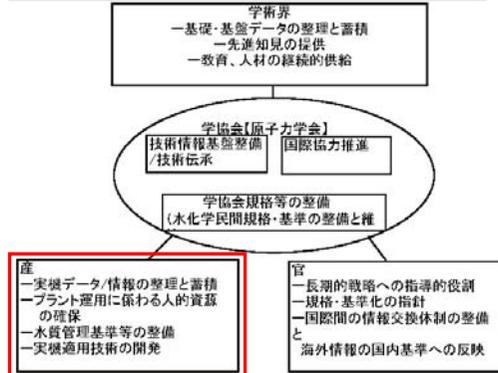
<学(学術界)での研究基盤の確保>  
 水化学共通基盤技術に係わる研究を学(学術界)で実施し易いベースを作ることが必須で、学(学術界)に研究ニーズを開示すると同時に、科研費等の競争的研究資金獲得が少しでも容易になるように、分かり易い研究ニーズドキュメントの作成を行う。

<技術情報基盤の整備/技術伝承>  
 水化学の高度化・多様化に対応するために、手引書や技術情報を的確に整理し、水化学分野の情報基盤を整備しておくことが必要である。さらに、今後の産・官・学における人材確保の観点から、体系的な技術伝承を推進することが重要である。

<学協会規格等の整備>  
 品質保証や社会への説明性に関する要求に対し、体系的・組織的に対応する基盤として、水化学に関する標準類の整備が不可欠であり、学協会の場において推進する。このために、技術情報基盤に基づく体系的な検討を通じ、グローバルスタンダードの確立を目指す。

<国際協力推進>  
 海外情報の活用や国内情報の発信によるプラントの安定運転への貢献等水化学に関する情報を国際的に相互活用するために、国際協力体制、情報交換体制の整備・強化が必要である。原子力発電の導入・拡大が見込まれる国の人材育成に協力する。

## 産・官・学の分担による効率的推進



〔参考〕  
 ◎原子力分野の人材育成事業(文部科学省・経済産業省)  
 →長期的な原子力研究・開発・利用を円滑に進めるため、原子力に係る人材を育成・確保する。  
 実施期間:平成19年度～22年度  
 ○「保全学の構築と応用」に関するロードマップ  
 →「保全学の構築と応用」:学術的体系(保全学)を構築し、実機プラントの保全計画の立案に活用できるようにする。  
 実施期間:平成17年度～21年度(5ヵ年程度)

## 人・情報の整備に関するロードマップ

工程	'07	第Ⅰ期	'12	第Ⅱ期	'17	第Ⅲ期	'22	第Ⅳ期	
マイルストーン	出力向上運転 長期サイクル運用 高齢化対応	(E)型の例: 安全解析等 → 安全審査 → 実機適用へ							
	技術者の維持・確保	I期(基盤整備) → II期(運用による高度化) → III期(将来)							
学習機会の整備・充実 知識・情報基盤の整備等のマイルストーン	初期整備 → 最新知見の反映・見直し → 最新知見の反映・見直し								
現状の課題									
技術情報基盤の整備 技術伝承	水化学に関する技術情報の整理【10-3】	情報把握 → 情報整理 → 基運用 → 調整 → 情報更新 → 適用							
	人材育成方針の検討【10-4】	07年問題への対応 → 大学での取り組み強化 → 長期方針の策定 → 実施							
学協会規格等の整備	水化学関連の手引書整備、及び規格・基準化、標準化の推進【10-1】【10-2】	水化学評価技術・管理技術等の規格・基準化、標準化の推進							
	標準類の整備(BWR)	制定 → BWR水化学管理手引き書 → 改定 → 二次改定							
国際協力推進	情報交換体制の整備【10-5】 ※定期的な見直し検討	現状把握 → 体制検討 → 体制構築 → 適用							
	・水化学国際会議、他 ・アジア水化学シンポジウム(参加国の拡大検討)	日本開催 → 国際共同プロジェクトやその他の機会における意見交換 → 国内外の各機関との情報交換							

# 人・情報の整備に関わる技術課題

課題調査票

10-1

課題名	PWR・BWR 化学管理に関する民間規格・基準化の整備
概要(内容)	JEAC4111「原子力発電所における安全のための品質保証規定」が制定され、炉規則第7条「記録」では「品質保証計画」に関する文書及び品質保証計画に従った計画、実施、評価及び改善状況の記録」が要求されている。更に、発電所の運転管理等に対する公開性・公平性・説明責任の要求に答える必要がある。そのため、運転管理の一環である化学管理内容を公平・公正・公開を旨とした学協会の場で民間規格化・基準化する。これにより、健全性の確保、設備運用の最適化、被ばく低減を効果的・効率的に推進する。
戦略的シナリオとの関連	水化学管理の標準化は、人の信頼性の向上に貢献する。また、設備運用の最適化に寄与する。
課題とする根拠(問題点の所在)	化学管理の主な目的は、人および設備の健全性を確保する(線源低減、腐食抑制)ことである。法令に要求される監視項目は電力事業者全体で検討し標準化している。しかし、大部分は自主的な管理に基づくものであり、各電力毎に検討し標準化しており、公平性・公開性を高めていく必要がある。また、特に、近年、多数のBWR発電所に適用されている水素注入および貴金属処理については、構成材料の健全性に大きく影響を及ぼす因子であるにも関わらず、規格化・標準化されていない。
現状分析	原子力学会「水化学標準研究専門委員会」(H15-H18)において、化学管理に関する「手引き」や「標準」の議論が開始されている。必要な規格・基準の体系化、およびその具体的な内容(方法)については確定していない。特に、水素注入については、国内プラントの特性を勘案した、腐食電位低下効果の評価方法の標準化を図る必要があるという認識に基づき、「標準」を策定中である。なお、米国では、EPR水化学ガイドラインにより化学管理値が規定されている。
期待される成果(アウトプット)	化学管理業務の規格・基準化により、化学管理の公正性・公開性が高まり、原子力発電の理解の促進に貢献する。
実施にあたっての課題	規格・基準化の対象とする化学管理業務の範囲および記載内容(方法)が明確にされていない。
実施時期・期間	実施期間: I～IV期(保守は継続)
実施機関・資金の出所	実施機関:産、官 資金の出所:産 費用:小
水化学・被ばく線源との関係	水化学・被ばく線源を制御する最適な民間規格・規準を作成する。
材料との関係	材料取替えに併せて、適宜、民間規格・規準を見直す。
燃料との関係	新型燃料の適用に併せて、水化学・被ばく線源等への影響を評価し、民間規格・基準を見直す。
出力向上との関係	出力向上に伴う被ばく線源挙動、腐食生成物挙動の変化による水化学・被ばく線源等への影響を評価し、民間規格・基準を見直す。
その他	本件はBWR・PWR共通の事項である。

課題調査票

10-2

課題名	水化学管理に関わる手引書の整備(対象:PWR・BWR共通)
概要(内容)	軽水炉発電に必要な水化学管理は、プラント運転経験や技術の進歩を反映してプラント健全性維持のためさまざまな改良が加えられてきた。 また、新たな研究開発技術、次世代発電所など今後の多様化していく水化学管理に対し、プラントと材料・経年化対応も含めたこれまでの知識・経験を次世代に適切に継承し、世界的にも高い水準にあるわが国の水化学管理技術を維持するため技術継承資料の作成を目指す。
戦略的シナリオとの関連	水化学に関わる専門技術・知見の整理統合による技術の伝承が図られ、人材基盤の確保を図り、安全性・信頼性維持に繋げる。
課題とする根拠(問題点の所在)	軽水炉発電所水化学管理は、ほぼ半世紀の経過するなかで培われた人材の交代時期を迎え、専門技術・知見の喪失を防ぐための、全国レベルでの化学管理手引書などの資料整理はできていない。
現状分析	プラントの管理手法・分析方法等については、これまで個々に各プラントメーカーによる推奨管理手法に加え、以後研究開発された技術・知見基いて化学管理を行っているが、これらについては各々専門資料として関係箇所が管理している。熟練者が現場から去っていく時期において、これらを風化させず次世代の新しい知見につなげ、種々の課題に適切に対応できる人材基盤を確保するために、これまでの専門技術・知見の整理統合が求められている。
期待される成果(アウトプット)	作成された手引書により次世代への水化学管理技術の伝承が出来る。
実施にあたっての課題	・技術的資料に年数を経たものがあり収集等に時間を要する。
実施時期・期間	第I期～第IV期(必要により随時) (熟練者のノウハウの織り込みが望まれるため)
実施機関・資金の出所	実施機関:産・学 資金の出所:産 費用:小
水化学・被ばく線源との関係	水化学・被ばく線源に関わる内容についても整理し反映される。
材料との関係	材料と水化学との関連についても整理し反映される。
燃料との関係	燃料と水化学との関連についても整理し反映される。
出力向上との関係	今後の出力向上運転の際に成果が反映される。
その他	

# 人・情報の整備に関わる技術課題

課題調査票

10-3

課題名	水化学に関する技術情報の整備 (対象:PWR・BWR共通)
概要(内容)	国内外の化学管理に関するプラント運転管理情報、化学管理に関わる情報、化学基盤情報を整備する。これにより、 <u>プラント運転における化学事象にかかわる予防保全、産業界での技術開発の方向性の合理的な策定、標準類の根拠の明確化と透明性に資する。</u>
戦略的シナリオとの関連	構築された情報基盤は、技術伝承、技術のあるべき姿の検討、将来の技術開発、プラント運用技術の改善など広範な目的に利用できる。
課題とする根拠(問題点の所在)	<u>国内外のプラントの化学管理情報はそれぞれの機関から個別に発信されていたり、設備運用における化学的事象に関する情報集約は必ずしも十分ではない。そのため、化学管理における問題点の把握、類似事象の系統的把握、問題に対処するための技術開発の方向性の検討等に既存データが十分に生かされていない。今後、化学管理の標準類の整備を進める際に技術基盤の整理と体系化が必要となるが、そのような情報の集約が望まれる。</u>
現状分析	化学管理を軸とした十分な情報基盤は現在見当たらない。プラント化学管理情報は事業者の所有、水質基準のベースとなるデータや新技術の適用の妥当性に関わる資料はメーカーの所有となっている。プラント化学管理の標準化と妥当性の説明責任等に必要な情報であっても共有化されていない部分が多い。
期待される成果(アウトプット)	化学管理からの共有情報が集約され、産・官・学の化学管理に関するLessons Learnedの共有、標準化に関する共通基盤となる。
実施にあたっての課題	知的財産権を有する知見の取扱いの検討。情報共有の目的とメリットの共有。産・官・学の連携のあり方を議論しておく必要がある。
実施時期・期間	実施時期:第I期～第IV期
実施機関・資金の出所	実施機関:官(様々な分野の情報収集が必要なため官主体で実施)・産 資金の出所:官・産、費用:中
水化学・被ばく線源との関係	—
材料との関係	—
燃料との関係	—
出力向上との関係	—
その他	PWR/BWR共通化学管理情報の集約を目指す。 高経年化対策との取り組みと今後の化学管理の取り組みとの連携をどのように取るか議論しておく必要がある。

課題調査票

10-4

課題名	人材育成方策の検討
概要(内容)	<u>プラントの化学管理に関する教育プログラムを作成し、化学管理者の育成、技術伝承に資する。また、資格認定制度も取り入れ、社会に対する化学管理の透明性を示す。</u>
戦略的シナリオとの関連	人材の確保、技術伝承の推進
課題とする根拠(問題点の所在)	<u>化学管理の教育プログラムは事業者個別に行われているものが大半であり、過去のトラブル情報やデータベースは共有化されておらず、これまで蓄積した技術力が体系的に伝承されない可能性がある。従って、このようなデータベースに基づく教育プログラムを確立することにより、化学管理者としての人材を確保していくことが望まれる。また、化学管理においては公的な資格が乏しいことから、資格認定制を確立し、教育プログラムに取り込むことも望ましい。</u>
現状分析	化学管理の教育プログラムは、事業者毎のOJTとメーカーによる講習を主に行われており体系化されていない。
期待される成果(アウトプット)	教育プログラムの作成、教育用テキストの作成
実施にあたっての課題	ノウハウ等の知的財産権を有するデータを除いた範囲でのデータベースの有効性。有効なデータの共有化。
実施時期・期間	第I期～第IV期
実施機関・資金の出所	実施機関:産(P,B電力) 資金の出所:産(P,B電力)
資金の規模	小(～1億)
水化学・被ばく線源との関係	—
材料との関係	—
燃料との関係	—
出力向上との関係	—
その他	

# 人・情報の整備に関わる技術課題

課題調査票

10-5

課題名	国際的な情報交換体制の整備
概要(内容)	化学管理や化学技術の実機適用の内容は、各国・各発電所の事情により若干は異なるものの、プラントの運転経験・化学管理の目的は概ね同じである。このため、 <u>国際的な協力体制を強化して、他国と情報交換を積極的に行い、多くの海外を含めたプラント経験や関連情報や考え方を考えることにより、国内プラントにおける不具合を未然に防ぐための対策検討、新技術の適用に役立てる。また、アジア各国を含む他国に情報を発信することにより、世界の原子力発電所の安定運転に貢献する。</u>
戦略的シナリオとの関連	国際協力を通じてプラント運用の高度化・安全性の向上を図ると共に、国際協力に貢献することができる。
課題とする根拠(問題点の所在)	<u>国際的な協力体制が十分に整っていないため、化学管理や化学技術に関する十分な情報が得られず、適用にあたっては、国内で再度検討する必要が生じ、費用・時間を要している。</u>
現状分析	被ばく低減に関しては、現在、国際的な枠組みでの線量情報の収集等が行われている。また、ラジオリスなどの基盤分野では、各機関におけるデータベースが学術誌などで公開され、関連の国際会議等で情報交換が行われている。しかしながら、具体的な研究テーマに基づいて、突っ込んだ議論を継続的に行ったり、研究員の派遣や受け入れを行ったり、共同プロジェクトを実施する等の人的な協力については、あまり進められていない。近年はアジア各国の原子力技術の開発が盛んであることから、我が国としてもこれらの国々と協力して、アジアを含む世界の原子力の安定運転に貢献する必要がある。
期待される成果(アウトプット)	プラント不具合発生時、あるいは未然に防ぐ対策の検討に活用される。
実施にあたっての課題	国際協力の枠組みの構築とプラントデータの取り扱いの明確化。新化学技術に関する情報は、知的財産上の保護の観点から情報開示の制限があり、タイムリーに知りえることができない。
実施時期・期間	実施期間：Ⅱ～Ⅳ期(定期的に体制の見直しを行う)
実施機関・資金の出所	実施機関：産、官、学(研究テーマにより各組合せが考えられる) 資金の出所：産、官(規制とも係わる情報も含まれるため官も関与) 費用：大
水化学・被ばく線源との関係	水化学・被ばく線源挙動に関する研究の開始・進行に併せて、適宜、協力体制を確立する。
材料との関係	材料健全性に関する研究の開始・進行に併せて、適宜、協力体制を確立する。
燃料との関係	新型燃料の開発、及び、燃料健全性に関する研究の開始・進行に併せて、適宜、協力体制を確立する。
出力向上との関係	出力向上に伴う事前検討、実機導入後のプラント経験等に基づく研究の必要性が認められた場合は、国際的に協力して実施する。
その他	本件はBWR・PWR共通の事項である。

課題調査票

10-6

課題名	BWR・PWR 共同プロジェクトの実施
概要(内容)	<u>新水化学技術の確立・適用性に関する研究では、適用によるプラントへの効果・影響を多方面から検討・検証することが要求される。このため、各機関(ユーティリティー、研究機関、大学等)が共同して研究に取り組み、各立場から意見することにより、正確で、適用効果がある新化学技術の確立を目指す。</u>
戦略的シナリオとの関連	共同プロジェクトの実施により、参加各機関で知識の共有をはかり、また、得られた結果を適宜、発信して他国とも議論することにより、国際協力の貢献に至る。
課題とする根拠(問題点の所在)	新化学技術の主な目的は概ね各国共通(構造物の健全性維持、被ばく線量低減、廃棄物発生量抑制)であるが、 <u>各国の各機関(ユーティリティー、研究機関、大学等)が同じ問題意識を共有していない。共同して研究を行うことにより、大きなプロジェクトを効率的、且つ、経済的に実施することができる。更に、研究員の海外研究機関への派遣や、海外研究員の国内研究機関への受入を行うことにより、多面的に議論を行うことができ、よりの確な技術を確立することができる。</u>
現状分析	新化学技術の適用に向けて、日本と他国の各々が、いくつか類似のプロジェクトを実施している。国を超えて共同プロジェクトを行っている機関は僅かである。また、海外や、あるいは、国内への研究員の派遣・受入を行っている機関は僅かである。
期待される成果(アウトプット)	プラント不具合を未然に防ぐための対策の立案・新技術の適用
実施にあたっての課題	研究に関する関連知識の使用が要求された場合、知的財産上の保護の観点から情報開示の制限があり、プロジェクトの遂行に支障をきたすことがある。
実施時期・期間	実施期間：Ⅱ～Ⅳ期
実施機関・資金の出所	実施機関：産、学(産、学が主体的に実施) 資金の出所：産、官(研究テーマに応じて) 費用：大(研究テーマが各分野にあると予想されるため)
水化学・被ばく線源との関係	水化学・被ばく線源低減に係わる情報を交換しながら、共通の不具合・解決すべき事項がある場合に、共同プロジェクトを実施する。
材料との関係	材料健全性等に係わる情報を交換しながら、共通の不具合・解決すべき事項が認められた場合に、共同プロジェクトを実施する。
燃料との関係	燃料健全性等に係わる情報を交換しながら、共通の不具合・解決すべき事項が認められた場合に、共同プロジェクトを実施する。
出力向上との関係	出力向上に係わる情報を交換しながら、共通の不具合・解決すべき事項が認められた場合に、共同プロジェクトを実施する。
その他	本件はBWR・PWR共通の事項である。

# 人・情報の整備に関わる技術マップ

課 題	課題番号	概 要	役割分担
PWR・BWR 化学管理に関する民間規格・基準化の整備	10-1	JEAC4111「原子力発電所における安全のための品質保証規定」が制定され、炉規則第7条「記録」では「品質保証計画に関しての文書及び品質保証計画に従った計画、実施、評価及び改善状況の記録」が要求されている。更に、発電所の運転管理等に対する公開性・公平性・説明責任の要求に答える必要がある。そのため、運転管理の一環である化学管理内容を公平・公正・公開を旨とした学協会場で民間規格化・基準化する。これにより、健全性の確保、設備運用の最適化、被ばく低減を効果的・効率的に推進する。	産／官
水化学管理に関わる手引書の整備 (対象:PWR・BWR共通)	10-2	軽水炉発電に必要な水化学管理は、プラント運転経験や技術の進歩を反映してプラント健全性維持のためさまざまな改良が加えられてきた。 また、新たな研究開発技術、次世代発電所など今後の多様化していく水化学管理に対し、プランと材料・経年化対応も含めたこれまでの知識・経験を次世代に適切に継承し、世界的にも高い水準にあるわが国の水化学管理技術を維持するため技術継承資料の作成を目指す。	産／学
水化学に関する技術情報の整備 (対象:PWR・BWR共通)	10-3	国内外の化学管理に関するプラント運転管理情報、化学管理に関わる情報、化学基盤情報を整備する。これにより、プラント運転における化学事象にかかわる予防保全、産業界での技術開発の方向性の合理的な策定、標準類の根拠の明確化と透明性に資する。	産／官
人材育成方策の検討	10-4	プラントの化学管理に関する教育プログラムを作成し、化学管理者の育成、技術伝承に資する。また、資格認定制度も取り入れ、社会に対する化学管理の透明性を示す。	産
国際的な情報交換体制の整備	10-5	化学管理や化学技術の実機適用の内容は、各国・各発電所の事情により若干は異なるものの、プラントの運転経験・化学管理の目的は概ね同じである。 このため、国際的な協力体制を強化して、他国と情報交換を積極的に行い、多くの海外を含めたプラント経験や関連情報や考え方を知ることにより、国内プラントにおける不具合を未然に防ぐための対策検討、新技術の適用に役立てる。また、アジア各国を含む他国に情報を発信することにより、世界の原子力発電所の安定運転に貢献する。	産／官／学
BWR・PWR 共同プロジェクトの実施	10-6	新水化学技術の確立・適用性に関する研究では、適用によるプラントへの効果・影響を多方面から検討・検証することが要求される。このため、各機関(ユーティリティー、研究機関、大学等)が共同して研究に取り組み、各立場から意見することにより、正確で、適用効果がある新水化学技術の確立を目指す。	産／学