

原子力の自主的・継続的な 安全性向上に向けた提言（案）

総合資源エネルギー調査会

電力・ガス事業分科会原子力小委員会

原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ

1.	はじめに	1
2.	原子力の自主的安全性向上を巡る反省と課題	5
	(1) 原子力のリスクとどう向き合うか	5
	(2) リスクマネジメントと組織のあり方	7
	(3) リスク評価とリスク管理目標	10
	(4) リスクコミュニケーション	12
	(5) 自主的かつ継続的な安全性向上に資する原子力産業界全体の仕組み	16
	(6) 軽水炉の安全研究	19
3.	原子力の自主的・継続的安全性向上に向けた提言	22
	(1) 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に実践が求められる取組	22
	① 低頻度の事象を見逃さない網羅的なリスク評価の実施	22
	② 深層防護の充実を通じた残余のリスクの低減	23
	③ 我が国特有の立地条件である地震・津波等の外的事象に着目したプラント毎の事故シーケ ンス及びクリフエッジの特定と、万が一の事故後のレジリエンスの向上	23
	④ 外部ステークホルダーの関与や世界の新知見を取り込みつつ問題枠組みを設定し、リスク 管理目標の下で適切なリスク評価とリスク判断を行い、必要な安全対策を実施する、とい う常に安全性向上の更なる高みを目指す「リスクガバナンス枠組み」の構築、特にその枠 組みの下での各原子力事業者の適切なリスクマネジメント実施	24
	⑤ 軽水炉安全研究の重点化とコーディネーション機能の強化	26
	(2) こうした取組を着実に進め、根付かせるために特に求められる姿勢	27
	① 批判的思考や残余のリスクへの想像力等を備えた組織文化の実現	27
	② 国内外の最新の知見の迅速な導入と日本の取組の海外発信	27
	③ 外部ステークホルダーのインボルブメント	28
	④ 産業界大での人的・知的基盤の充実	28
	⑤ ロードマップの共有とローリングを通じた全体最適の追求	28
4.	ロードマップ	29
5.	最後に	29
	用語集	29

參考資料	29
------	----

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故は、我が国の原子力平和利用におけるリスクガバナンスのあり方に大きな疑問を投げかけた。一昨年、原子力規制委員会が設置され、安全の確保を最優先に世界において最も厳しい規制を追求することとされたが、規制水準を満たすこと自体が安全を保証するものではない。原子力事業者が規制水準を満たすだけの対応に終始することは、安全に対する事業者の慢心を呼び、新たな「安全神話」に陥ることになる。一義的に安全に責任を負う原子力事業者が、自主的かつ継続的に安全性を向上させていく意思と力を備えることが必要であり、また、これを備えた存在として認識されなければ、国民の原子力事業への信頼も回復しない。

こうした問題意識の下、原子力の自主的かつ継続的な安全性向上について議論するため、平成 25 年 7 月 17 日、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会の下に「原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ」が設置された。本ワーキンググループにおいては、大学、研究所等を中心とする有識者を委員とし、電気事業者、メーカー、産業界団体などからの代表をオブザーバーとして●回に亘る活発な議論が行われた。原子力の自主的安全性向上については、積極的に海外に学ぶことが重要であるとの観点から、本ワーキンググループでは、海外有識者をオブザーバーやプレゼンターとして迎えるとともに、同時通訳と資料の英訳等により多様な議論参加の機遇と情報発信を行ってきた。

原子力事業者が自主的かつ継続的な安全性向上の取組を実施する際には、安全か否かの二元論に陥りやすいリスク認識や、定量的安全目標が確立していないこと、米国の事例に見られるようなリスクを管理する社会的仕組みの欠如など、これまで各原子力事業者による適切なリスクマネジメントを阻害してきた社会的背景や、批判的思考の欠如、集団思考、事業者間の安全性に関する相互レビューの未定着など企業の風土等を正しく認識することは重要であるが、それらが改善することを受け身で待つのではなく、原子力事業者自らが自主的かつ継続的な安全性向上の具体的な取組を率先して実施して行くことで、能動的に社会的背景や企業風土等に働きかけていく姿勢が求められる。

原子力事業者の自主的な安全性向上に向けた具体的な取組を進めるにあたっては、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に位置づけるべきである。まず、従前から評価の対象としてきた内的事象に加え、地震・津波を始めとする外的事象を考慮に入れた、施設の置かれた自然環境特性に応じた総合的なリスク評価が欠如していたことが指摘されている（政府事故調）。また、深層防護（防護対策の不完全さと不確かさを補うため、前段の安全対策が機能しなくなっても、後段で防護する多層的な防護策（安全設計、シビアアクシデント対策、運転管理、防災対策等を含む）を構成すべきとする考え方）の不十分さが挙げられる。IAEAでの5層の深層防護の考え方に対して、日本では第4層（事故の進展防止、シビアアクシデント時の影響緩和等、発電所の過酷な状況を制御すること）を知識ベースの対策と位置付けて規制対象としなかった。さらに、日本ではこれまで内的事象を対象としたシビアアクシデント対策が主に検討され、外的事象、人為的事象に関しては対策が乏しかった。（国会事故調）また、いったん事故が発災した後の緊急時対応（第5層の防護）について、被害を最小化できなかった最大の原因は「官邸及び規制当局を含めた危機管理体制が機能しなかったこと」、そして「緊急時対応において事業者の責任、政府の責任の境界が曖昧であったこと」にあるとの指摘もある。（国会事故調）

こうした教訓を生かし、以下のような幅広い取組を実践していく必要がある。

- ① 低頻度の事象を見逃さない網羅的なリスク評価の実施
- ② 深層防護の充実を通じた残余のリスクの低減
- ③ 我が国特有の立地条件である地震・津波等の外的事象に着目したプラント毎の事故シーケンス及びクリフエッジの特定と、万が一の事故後のレジリエンスの向上
- ④ 外部ステークホルダーの関与や世界の新知見を取り込みつつ問題枠組みを設定し、リスク管理目標の下で適切なリスク評価とリスク判断を行い、必要な安全対策を実施する、という常に安全性向上の更なる高みを目指す「リスクガバナンス枠組み」の構築、特にその枠組みの下での各原子力事業者の適切なリスクマネジメント実施
- ⑤ 軽水炉安全研究の重点化とコーディネーション機能の強化

但し、こうした取組の質には、組織の持つ価値観や姿勢が反映される。原子力事業者における構成員個々人の批判的な思考と疑問を抱く姿勢、残余のリスクへの想像力、発電所の設備・設計への深い知見など、適切なリスクマネジメ

ントの前提となるこうした人的な側面への働きかけも必要であることに留意すべきである。

こうした然るべき人的基盤に支えられた幅広い自主的安全性向上の取組の必要性は、スリーマイル島（TMI）原子力発電所事故、チェルノブイル原子力発電所事故等を受け我が国においても繰り返し謳われてきた内容である。しかしながら、総花的に必要な対策を羅列することやミッションのはっきりしない新組織を立ち上げることは、自主的な安全性向上が継続的に進展していく望ましい姿が実現しないことは明らかである。優先的に取り組むべき事項を明らかにしながら、望ましい姿の実現に向け、原子力事業者、メーカー、学会、政府等の関係者がどのような行動を取っていくべきかのロードマップを掲げていくことが望まれる。

ワーキンググループでの議論では、まず、こうした自主的かつ継続的な安全性向上の取組を実現していくためには、各原子力事業者の経営トップのコミットメントの下で、リスク分析、リスク評価、必要な対応策の実施、パブリックリレーション等の内容・手順まで考慮した質の高いリスクマネジメントが行われることの重要性が確認された。社会に甚大な被害を与え得る原子力事業において、事故リスクの把握と必要な対応策の実施は経営のトピックイシューでなければならず、これを実現するリスクマネジメントの確立は原子力事業の大前提である。

また、事故に繋がる事象の網羅的な評価、脆弱点抽出、対策の効果の定量化などの効果を持つ PRA（確率論的リスク評価）は、効果的なリスクマネジメントを実施する上での出発点となる重要なツールであり、諸外国では積極的に活用されている。他方、我が国においては、PRA はこれまで必ずしも積極的に活用されてこなかった。東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓でもあるが、可能性は低いが仮に事態が進展してしまうと社会に甚大な影響を与えてしまう事象に対する想像力、緊急時対応の事前準備等を向上させるためにも、PRA を通じた網羅的なリスク評価は不可欠かつ優先して整備すべきリスクマネジメント・ツールである。

さらに、社会に甚大な影響を与えてしまった原子力事業を行う上では、立地地域の住民の方々をはじめとするステークホルダーとの間で適切なパブリッ

クリレーションが構築されなければならない。そのうち、まず強調されるべきなのは、原子力事業者は、「安全か否か」との二元論に陥りやすい社会的背景に流されることなく、リスクの存在を前提に、ステークホルダーの意見、価値観を取り入れながら可能な限りリスクを低減させていくというリスクマネジメントを実践していくことである。そうした実践こそが、原子力事業への信頼回復の第一歩である。

PRAの積極的活用、必要な安全対策の実施及びリスクコミュニケーションの実施を含む信頼されるリスクマネジメントの確立、既存の軽水炉の安全性向上研究の効率的実施、これらに関係する人材育成等の原子力事業者の自主的安全性向上の取組は、各原子力事業者のコミットメントに基づくものでなければならないが、併せて、海外の事例を参考にしつつ、こうした取組を根付かせるための原子力産業界全体としての仕組みを構築していくことも必要である。

本ワーキンググループでは、こうした論点について、原子力事業者、メーカー、学会、政府の幅広い参加を経て議論を進めてきた。原子力の自主的安全性向上に向けた取り組みは、政府も含めた原子力産業に関わる者の自発的な行動により具体化され、実践されていくべきであり、これらの主体の自主的かつ継続的な行動を期待しつつ、今後必要とされると取り組みの在り方について提言を行うこととした。

2. 原子力の自主的安全性向上を巡る反省と課題

本ワーキンググループでは、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓のうち、特に原子力の自主的安全性向上を巡る課題について議論を重ねてきた。本ワーキンググループでは、原子力発電のリスクの特殊性と原子力事業に関わる者がそのリスクにどのように向かうべきか、を出発点に、原子力の自主的安全性向上を巡る反省と課題について、以下の通り整理した。

(1) 原子力のリスクとどう向き合うか

<原子力リスクの特殊性>

リスクとは、米国原子力規制委員会（NRC）の定義によると、「どんな悪い事態が起こり得るのか」、「それは、どの程度起こりやすいのか」、「起こった場合の影響はどのようなものか」を考える3つの質問に対する複合回答である。単純に（被害）×（確率）の掛け算だけでリスクを把握するのではなく、網羅的事故シーケンスの把握や低確率ながら甚大な影響が及ぶ事態に対しても想像力を働かすことを併せて行うことが必要である。

東京電力福島第一原子力発電所事故を経て、原子力発電は、発生する確率が極めて低いと認識されていても、ひとたび事故が発生すると、人命や健康に影響するだけではなく、社会的に甚大な被害を生じさせるリスクを内在することが改めて広く認識された。周辺環境に多量の放射性物質を放出するに至った原子力発電所事故には、チェルノブイリ原子力発電所事故と東京電力福島第一原子力発電所事故があるが、それらは人命や健康を直接的に危険にさらしただけでなく、避難に伴い仕事を失うことや、故郷を失うこと、それに伴う地域社会の崩壊、長期間にわたる避難生活や被ばくへの不安などから生ずるストレス、これらからくる関連死、風評被害など、社会的な側面から大きな被害を生じさせた。また、放射線の健康への影響は不確かさを伴うものであり、広範囲の除染や食品流通管理の実施といった社会的コストも大きい。同時に、長期間が必要となる事故を起こした原子炉の廃炉についても、多額の費用が必要となる。

このように原子力は、事故発生頻度は低いが、事故の影響は甚大であり、事故を発生させた企業だけの問題にとどまらず、地域社会や日本社会全体あるいは他国にまで影響が及ぶ被害をもたらす社会的リスクを内在する。

<原子力に関わってきた者の反省と課題>

これまで、政府、事業者、学会などの我が国の原子力関係者は、規制水準を満たしたうえで積み重ねられた安全の実績により自信過剰になり、継続的安全性向上の努力を怠ってきた。事故発生頻度が低いため、それに対する原子力関係者の感受性も低かった。このような「安全神話」に囚われ、原子力関係者は、原子力の事故リスクについて「極めて小さい」、あるいは「安全か否か」の二元論で問われた時には「安全だ」との説明を行ってきた。しかし、その説明は、地震国である我が国のおかれた自然環境に起因するリスクなど、原子力のリスクを、想像力を十分に働かせ「どんな悪い事態が起こり得るか」を真摯にかつ網羅的に評価した結果に基づくものではなかった。

また、原子力事業者は、確率は低くとも社会に甚大な被害をもたらしうる社会的リスクを内在する原子力特有のリスクと真摯に向き合わなかった。結果、想定外の事象の有無の検討やシビアアクシデント対策など、規制基準を超えた自主的な安全性向上を追求していく姿勢も弱かったと指摘せざるを得ない。

<今後、原子力リスクとどう向き合っていくか>

原子力事業者は、原子力リスクの特殊性を忘れてはならず、合理的に可能な限りリスク低減を追求していくとともに、どこまで安全性が高まっても残余のリスクは存在することを常に意識した事業運営に努めるべきである。

原子力規制委員会が策定した新規規制基準は、原子力事業者が最低限満たすべき基準に過ぎない。社会的なリスクを内在する原子力に関わる事業を実施する以上、規制基準を満たすことにとどまらず、更なる安全性向上に自発的に取り組んでいくことが原子力事業者の社会的な使命である。

まず、想定外の事象を出来るだけ発生させないよう、網羅的なリスク評価を実施するとともに、想定外の事象の発生にも備え、シビアアクシデント対策、重大事故発生後の被害拡大防止策、防災計画・避難計画なども含め、原子力事故がもたらし得るあらゆる被害を想定した重層的な備えが不可欠である。また、事前の備えだけでなく、発生してしまった事故への適切な反応や事故からの早期の復旧に関する能力、すなわち、「レジリエンス」を向上させることも重要である。

（２） リスクマネジメントと組織のあり方

＜適切なリスクガバナンスの枠組みとリスクマネジメントのあり方＞

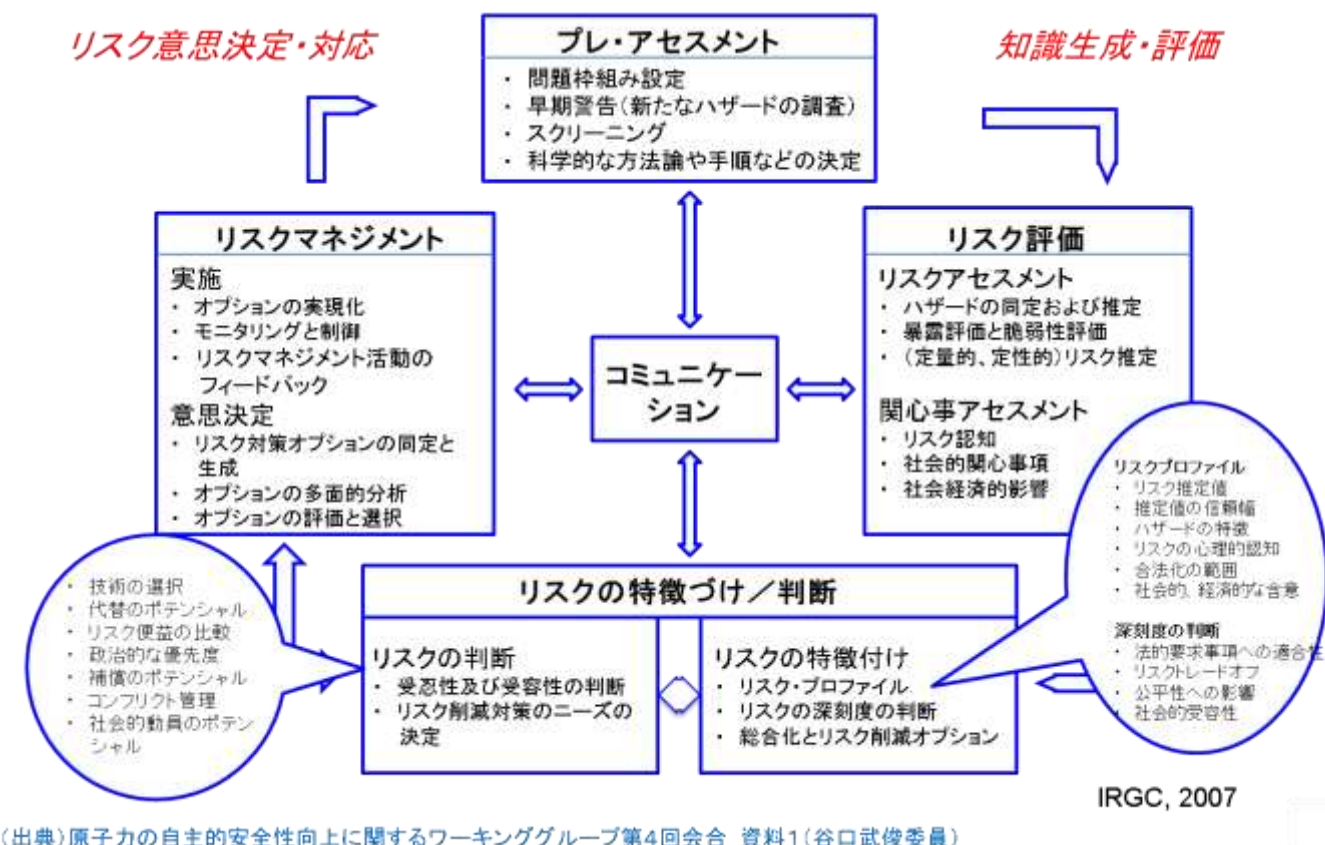
原子力のリスクと適切に向き合っていくためには、各原子力事業者の経営トップのコミットメントの下で、リスク分析、リスク評価、必要な対応策の実施、パブリックリレーション等の内容・手順まで考慮した質の高いリスクマネジメントが行われることが重要である。社会に甚大な被害を与え得る原子力事業において、事故リスクの把握と必要な対応策の選択、実施は経営のトップイシューでなければならず、これを実現するリスクマネジメントの確立は原子力事業の大前提である。

原子力事業は社会的リスクを伴うともなうものであるが故に、そのリスクマネジメントは、個々の企業の事情だけで適切に実現することはなく、規制当局・産業界・一般市民等の様々なステークホルダーの利害や、国際環境、社会的風土等の要因など、幅広い利害や要因と関係付けられた適切なリスクガバナンスの下に位置付けられなければならない。適切なリスクガバナンスとは、リスクのプレアセスメント（原子力事業が置かれたコンテクストの把握と網羅的な被害可能性の調査）⇒リスク評価⇒リスクの特徴付け／判断⇒リスクマネジメント（他の選択肢を検討した上で適切な対策を選択・実施）⇒その効果の検証⇒新たなコンテクストの下でのリスクのプレアセスメントへという循環を通じて動的かつ継続的にリスクの低減を目指すものであって、そのあらゆる機会において、多様なステークホルダーとのコミュニケーションを行うことで日々変化していく国際情勢、社会風土等の要因に整合的な形で進められていく自律的なプロセスのことを言う。（図１参照）

原子力事業者がリスクマネジメントを実践していく上では、このような適切なリスクガバナンス全体の枠組みの下に自らを置き、あらゆる機会において地域住民等のステークホルダーとのコミュニケーションを密にしていく必要がある。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえた今後のリスクマネジメントの在り方として、「レジリエンス」の発想も重要である。原子力の事故の発生確率は極めて低いが、損害が甚大であり、また、多様なシナリオが想定される事故リスクに向き合う際に、特定の事故シナリオを想定した従来のリスクマネジメントの考え方では対処できない可能性を認識すべきであり、事故が発生することを前提に被害を最小限に抑えるための原子力防災の分野で

の対策の強化や、想定外の事象が発生した際にも迅速かつ効果的な対応が可能となるようなアクシデントリスpons策や必要な組織体制の構築、事故が発生した際に迅速に元の状態に復元するための体制整備など、原子力の社会的リスクに対峙する強靱なリスクマネジメントが求められる。



（出典）原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ第4回会合 資料1（谷口武俊委員）

図1 リスクガバナンスの枠組み

＜これまでの反省と課題＞

これまで我が国の原子力事業者は、発生確率は低い社会的に甚大な被害をもたらすという原子力特有のリスクについて、経営層も含め十分なリスクマネジメントを行ってこなかった。このことは、原子力特有のリスクに向き合う経営トップのコミットメントの欠如、非常事態に対応可能なプラントの設計理解・判断能力に長けた人材育成・訓練の不足、原子力の安全性に関するリスク情報の整備・活用の不足、リスクマネジメントへ外部のステークホルダーの積極的な参加を求めるコミュニケーションの不足等に表れている。

また、発電所の設計の理解と各種機器の配置・能力などの情報、発電所の弱

点の把握は安全確保の基礎であるにも関わらず、原子力事業者は、メーカーに過度に依存し、これらの知識・経験の蓄積が十分ではなかったとの指摘がある。各事業者は、非常事態に適切な事故対応が可能となるよう既設原子力発電所の設計に関連する情報を、自らのものとして統合的に維持・把握することが不可欠である。他方、メーカーにおいても、同型原子力発電所の事故情報、安全性向上対策等の積極的共有に貢献するとともに、発注者と請負者という関係性を超え、常に原子力事業者に対して積極的な安全性向上対策を発信していく姿勢が求められる。

また、我が国の原子力事業者は、IAEA のレビューミッション等を積極的に活用していないなど、更なる安全性向上を実現すべく世界から学ぶという姿勢が乏しかった。

<他産業のリスクマネジメント（航空産業の事例）>

他産業のリスクマネジメントの例として、航空産業（日本航空）の事例が挙げられる。日本航空では、ヒューマンエラーを起因とするトラブルが多発して2005 年に業務改善命令を受けたことを契機に、日本航空グループの存立基盤として安全を最優先とし、リスクマネジメント改革が実施されてきた。

業務改善命令を受け、日本航空では、従来から安全の最優先を掲げてきたものの、経営の効率化に取り組む中、①安全が最優先であることを常に強調し浸透させる経営の取組が不十分であった、②安全と定時制を安易に両立させようとする風潮を現場に生じさせた、③経営と現場との距離感及び部門間の意思疎通の不足が生じていた、④現場に対する経営トップの双方向コミュニケーションが不十分であった、という自己分析を行った。

安全を最優先とする企業として再生するため、日本航空は安全担当部門を経営企画部門と並ぶ企業を推進させる両翼のエンジンと位置付け、グループ全体のリスクマネジメントを統括する経営の強力な参謀本部として、社長の直下に安全推進本部を設置した。安全推進本部は運行・整備・客室・空港・貨物の現場に精通したプロスタッフを擁し、現場に設けられている各安全担当組織の安全管理をモニターしている。また、社長、副社長、安全担当役員、運航・整備などの担当役員をメンバーとして安全対策会議を設置し、経営トップのコミットメントの下、安全に関する各種重要事項が決定され、四半期毎にレビューされる体制が整備されている。

また、各部門横断の仕組みとして、安全情報データベースにトラブル情報を

集めるシステムを構築し、収集された情報をリスクマネジメントに活用している。これらの情報等を踏まえながら、起こりうる最悪の事態も想定したリスクマトリックスを整備して、全部門、全社員がリスクマネジメントのために活用できる仕組みとなっている。

更に、事故件数や重大インシデント件数、ヒューマンエラーによる不具合件数などについて安全指標を定め、定量的に情報を収集することで、安全レベルの可視化を図ると共に、PDCA に活用している。定量化されたパフォーマンスに基づく分析も含む形に、安全監査のシステムも変革している。この際、軽微なヒューマンエラーであっても、非懲戒方針の下、安心して報告できる自発報告制度を整えており、各部門合わせて年間 1 万件程度の報告が寄せられている。

安全文化の浸透という面では、過去の事故の風化を防止し、次の世代に事故の教訓を引き継ぐことで、安全を大前提とした企業風土を培っている。例えば、グループ全社員 3 万 6000 人に対し、2 年間にわたって安全意識を高める教育を実施した。

また、航空産業においては、発生した事故や安全性を低下させ得る重大な不具合を分析した結果必要とされる追加的安全対策について、対象となる航空機の設計を承認した国の追加的規制要求が他国と共有され、他国においても規制要求化される仕組みが整っていることも注目に値する。

（３） リスク評価とリスク管理目標

＜リスク評価活用の利点＞

原子力のリスクマネジメントは、確率論的リスク評価（PRA）やストレステストの実施によるクリフエッジの特定等の重層的な評価に基づいて行われるべきであるが、事故に繋がる事象の網羅的な評価、脆弱点抽出、対策の効果の定量化などの効果を持つ PRA は、効果的なリスクマネジメントを実施する上での出発点となる重要なツールであり、諸外国では積極的に活用されている。他方、我が国においては、PRA はこれまで必ずしも積極的に活用されてこなかった。東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓でもあるが、可能性は低いが仮に事態が進展してしまうと社会に甚大な影響を与えてしまう事象に対する想像力、緊急時対応の事前準備等を向上させるためにも、PRA を通じた網羅的なリスク評価は不可欠かつ優先して整備すべきリスクマネジメント・ツールである。

PRA は事故シーケンスに応じた被害の発生確率と結果の網羅的な評価、脆弱点の抽出、対策の効果の定量化ができ、適切な深層防護方法を決定するための情報等、プラントの安全性向上に有用な情報を提供する。また、安全上プライオリティの高い事項に人員・資金等のリソースを適切に配分することや、防災計画立案等の事故が起きた場合への準備等にも役立つ。

また、PRA を実施して終わりではなく、その成果をどう解釈し、どのように具体的な安全対策に係る意思決定に繋げるかが重要である。ここにその組織の持つ価値観や姿勢などリスクマネジメントのあり方が反映される。

他方、PRA はリスク管理の為の技術情報をもたらすものの、原子力事業を実施する組織の姿勢や風土等事故の背後要因になる問題を明らかにするものではない点も留意されるべきである。

<これまでの反省と課題>

我が国の原子力事業者はこれまで確率論的リスク評価（PRA）を一部で使ってきたが、規制がリスクベースになっていなかったことや、リスクがゼロでなく、重大事故が起こり得ることを認めることへの社会の反応に対する懸念、また評価結果が大きな不確かさを持つことなどから、積極的な活用に至らなかった。しかし、リスク評価を行わなければ、不確かさを含めたリスクを明らかにし、効果的な解決策を検討することは出来ない。また、リスク評価をせずに決定論的思考のみで解決策を検討すると、事故シナリオの網羅的な把握や安全要求の効果の比較の機会に欠けるため、結果として、事業者による自律的で適切なリスクマネジメントが阻害される恐れがある。

特に、我が国においては外的事象の PRA の実施が不十分であった。東京電力福島第一原子力発電所の事故や昨今の規制課題を振り返っても、津波をはじめとする外的事象に関する不確かさを含めた客観的な評価の実施は最優先課題である。また、PRA を実施して、その結果を客観的に解釈し具体的対策実施に繋げる上で、我が国において定量的な安全目標が未確立であることも大きな課題である。各原子力事業者による適切なリスクマネジメントを実践するため、まずは自主的に管理目標を設けることから取り組むべきとの指摘があった。

<米国の事例>

米国においては TMI 原子力発電所事故後、規範的な規制を強化する方向に向

かったが、保守的すぎる規制は改められるべきという問題意識の下、1984年に規制課題対応組織として原子力管理人材協議会（NUMARC）（1994年、原子力エネルギー協会（NEI）設立時に合併）が設立され、「安全目標やPRA技術を活用すべき」、「パフォーマンスベースの考え方をもっと取り入れるべき」といった科学的・合理的な根拠に基づく規制への転換を米国原子力規制委員会（NRC）に対して求めた。こうした産業界の働きかけを受けNRCは、1986年、安全目標声明を公表し、1988年、1991年にはそれぞれ発電所の内的事象のリスク評価、外的事象のリスク評価の実施を各事業者に要求した。また、1995年にはNRCが安全規制にPRAの知見を活用する基本的な考え方を示す「PRA政策声明書」を発表し、その後、NRCと産業界が協力してリスクの知見を活用し運転実績に応じて規制の関与の仕方にメリハリをつける原子炉監視プロセス（ROP）の導入等に至った。

このように、産業界による科学的根拠に基づくリスク評価の実施という真摯な取組が、NRCの規制運用の最適化をもたらしたことから、各原子力事業者のリスク部門の発言力の向上やリスクマネジメントに関するサポートサービスの活躍の場の拡大に繋がった。その後現在に至るまで、規制運用の最適化がもたらすインセンティブ、原子力事業者のリスクマネジメントへのコミットメント、原子力事業者内外のリスクリテラシーの高い人材の厚みに支えられ、米国の各事業者においてPRAが有効活用されている。

米国でPRAを活用する事業者においては、会社経営層のトップダウンの決断の結果として、リスク部門の提案が実際の建設・運転・保守のあり方に反映され、プラントの安全性向上に重要な役割を果たしている。例えば、運転部門、保守部門、リスク部門等の責任者を集めた意思決定パネルを設置して、その場で、PRAに基づくリスク評価の手法及び結果を共有し、追加的安全対策の要否等の決定を行っている。すなわち、リスク評価の手法や結果をブラックボックスにすることなく、部門にまたがる共通言語として活用している。また、このためにも、経営トップも含め、PRAに基づくリスク評価に関する幅広いトレーニングが実施されている。

（４） リスクコミュニケーション

<これまでの反省と課題>

政府も原子力事業者も社会も、「安全か否か」の二元論で問われた時に、「安

全だ」と答えてきてしまった。しかし、あらゆる技術にリスクは有り、それは連続的なものである。二元論を容認して「安全」と答える失敗を繰り返してはならず、常にゼロリスクではないことを前提に、地域住民の方々を含めたステークホルダーとのコミュニケーションを行うべきである。

リスク情報の発信の在り方にも課題がある。リスク情報が正しく伝達され、また活用されるためには、リスクの大きさの相場観や、当該リスクを避ける選択をした場合に生じる別のリスクやコスト等のトレードオフ関係も含めた全体像を伝達する必要がある。そのためには、異なる専門分野におけるリスク情報を統合し、客観的な情報発信を行うことが求められる。特に、我が国においては、異分野研究者間、例えば、工学系の専門家と人文系の専門家、産業界と規制当局間、研究者と実務者間、産業界と国民との間等、様々なステークホルダー間でリスクに関するコミュニケーションが不十分だったとの指摘もあった。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故の発生直後においては、低線量被ばくの影響など不確実さを含むリスク情報をめぐって大きな混乱が生じた。科学的知見に不確実さがある領域では、学者、医者などの専門家の意見が大きく異なり、国民にとって何が正しいかはっきりわからなかった。専門家がどこまでわかっている、どこからがわかっていないのか議論し、コンセンサスを形成しなかったことが、国や専門家が国民の信頼を失う一因となったとの指摘もあった。

また、当事者の信頼が失われている状況では、コミュニケーションは成り立たない。信頼を得るためには、ステークホルダーとの価値の共有及びリスクマネジメントのプロセスへのステークホルダーの価値観の反映が必要である。

まず、リスク認知学の観点から、専門家が一般の人にリスクをうまく伝えられるかについては信頼が一つの要因となること、信頼を得るには、コミュニケーションをとる相手と主要な価値を共有して物事を考えることが重要との指摘があった。実際の原子力事業者による地域住民の方々等とのコミュニケーションの現場には、リスクの考えが理解されないとの意見があるが、専門家は、原子力の被害をガンによる死亡と定義するなど被害形態を明確にしてリスクの話をする一方、一般的に人は被害形態について避難生活や職を失うことなど多様な捉え方をしており、多様なリスクプロファイルを描いての議論が必要との指摘があった。ステークホルダーの視点に立ち、価値を共有して対話を行うことで、相互のリスク認識の差異が縮まり、それが信頼の醸成に繋がっていく。

次に、事故により原子力事業者の信頼が低下している中、PA（パブリック・

アクセプタンス) の概念の下、一方的に一つの考え方への理解を求めるのではなく、リスクマネジメントのプロセスに地域住民を含めたステークホルダーの参加を求め、その意見・懸念を聴取し、それを一つ一つ事業者としてのリスクマネジメントに反映させていくことが重要である。適切なリスクガバナンスのあり方としても、プレアセスメントを含め、問題枠組み設定の段階から幅広いステークホルダーとコミュニケーションを行っていくことで、結果として原子力特有のリスクに対応した適切なリスクマネジメントに繋がっていく。このように、ステークホルダーとの緊密なコミュニケーションを通じて、適切なリスクマネジメントが実現し、その結果、原子力事業者の信頼向上に繋がる好循環を実現していくことが信頼回復の第一歩となる。

同時に、地域住民の方々が問いたいのは、「万が一避難が必要になったときに、『私』は逃げられるのか」という点であることを改めて認識すべきである。今後、適切なリスクコミュニケーションを実施していく際には、「万が一の避難」のリスクが存在することを前提に、原子力事業者が防災体制の強化、事故後の避難計画への積極的貢献といった姿勢を示していくことが必須となる。今後、例えば、レベル 3PRA（放射性物質の敷地外への放出による公衆へのリスクを評価）のリスク情報を活用し、防災計画など、緊急事態への備えに原子力事業者が関わっていくことが、リスクコミュニケーション上も必要ではないかとの指摘があった。

＜仏国の事例＞

リスクコミュニケーションにおいては、何をコミュニケーションするかのみならず、透明性の確保が重要であり、立地地域の住民等のステークホルダーとの透明性の高い意見交換の中で、共同で事実確認を築き上げていくことも可能となる。この観点で仏国の地域情報委員会（CLI）制度には、我が国としても学ぶべき点がある。

CLI は原子力施設立地地域の要望を受けて 1981 年の首相通達により設置され、法的根拠を持たない形で始動した。2006 年、原子力事業の透明性を担保するための一連の規制改革の中で、原子力安全及び透明性に関する法律が制定され、原子力安全局（ASN）の独立性強化と同時に、透明性の高い情報共有のメカニズムとして各原子力施設における CLI の設置が義務化された。CLI は政治的な取引を行う場ではなく、原子力施設に関する安全やリスクに関する情報の透明性を確保することを目的とし、多様なステークホルダーとの議論や意見聴

取の場として法的に位置付けられている。

CLI は規制当局である ASN が 50%を出資するが、残りの 50%は関係自治体が拠出し、事業者からの出資は原則禁止されている。CLI は県議会議長を責任者とし、地方議員 50%以上、原子力に対し慎重・反対の団体の多い環境保護団体 10%以上、雇用や経済問題に関心の高い労働組合 10%以上、専門家・有識者 10%以上という構成で、多様なステークホルダーが参画する。

CLI は恒常的に設置されている組織として、平常時は事業者や規制機関である ASN から事業活動、規制活動について聴取や住民との意見交換会の開催、広報誌やインターネットによる住民への情報発信を行い、トラブル発生時には事業者からトラブル情報を受け取り、メンバー間で情報の共有等を行う。原子力施設の増設や運転再開に際しては、CLI は拒否権を持たないが、ASN からの意見聴取は実施される。(要請があった場合、ASN は説明を拒否できない。) また、CLI は自ら調査等を実施し、「何を確認すべきか」、「どの専門家に協力を依頼するか」を含め自ら意思決定をしている。

<米国の事例>

米国産業界においては、ROP 導入の際、パフォーマンス・インディケータのデータ公開に対して躊躇があったが、透明性向上の観点から公開に踏み切り、毎年評価結果が出る度に、NRC 地方局がサイト周辺で開催する公開会議で評価結果を説明する仕組みとなっている。

米国原子力エネルギー協会 (NEI) は、他産業である石油業界のディープ・ウォーター・ホライズンにおける重油流出事故において外部とのコミュニケーションが後手に回ってしまったという事実を対岸の火事とせず教訓とし、東京電力福島第一原子力発電所事故の際にも、透明性、公開性、迅速性を心がけて、議会、財界、プレスに事実に基づく客観的な情報を集めて公表した。こうした努力が功を奏し、事故後 1 ヶ月の 2011 年 4 月の時点で 70%から 48%までに下がっていた原子力発電に対する一般国民の支持率が、同年 9 月には 68%までに回復した。

但し、米国産業界においては、1984 年に規制課題対応組織として NUMARC が設立されているが、広報等も含めたワンストップの組織として NEI が設立されたのは 1994 年であり、広報活動組織として現在の公衆の信頼を獲得するまで紆余曲折を経ていることには留意が必要である。

(5) 自主的かつ継続的な安全性向上に資する原子力産業界全体の仕組み

<原子力産業界全体で取り組む必要性>

PRA の積極的活用、必要な安全対策の実施及びリスクコミュニケーションの実施を含む信頼されるリスクマネジメントの確立、既存の軽水炉の安全性向上研究の効率的実施、これらに関係する人材育成等の原子力事業者の自主的安全性向上の取組は、各原子力事業者のコミットメントに基づくものでなければならぬが、併せて、海外の事例を参考にしつつこうした取組を根付かせるための原子力産業界全体としての仕組みを構築していくことも必要である。

<これまでの反省と課題>

然るべき人的基盤に支えられた産業界における幅広い自主的安全性向上の取組の必要性は、TMI 原子力発電所事故、チェルノブイル原子力発電所事故等を受け我が国においても繰り返し謳われてきた内容である。しかしながら、総花的に必要な対策を羅列することやミッションのはっきりしない新組織を立ち上げることで、自主的な安全性向上が継続的に進展していく望ましい姿が実現しない。

日本の原子力安全推進協会(JANSI)は INPO に倣い 2012 年 11 月に設立された組織であるが、INPO が設立間もない頃と同じく、原子力事業者から独立した形で原子力運営の excellence を追求するリーダーシップを育む途上にある。INPO や世界原子力発電事業者協会(WANO)等のベストプラクティスに学び、一日も早くピアレビューによる各発電所等の評価の手法と体制を確立することが期待される。

一方、日本においては産業界が原子力規制委員会との間で規制課題について科学的かつ建設的なコミュニケーションが十分に出来ていない現状がある。この背景には、安全確保について原子力事業者全体として連合体に依存した「落としどころを探り合う対応」に陥ってしまっていたことがある。a) 安全確保に関する産業界としての情報発信を、全ての参加者が不平を持たない最大公約数としてではなく科学的に説得力ある形で行うための仕組みや、b) 自主的安全性向上に向けた各事業者のリスクマネジメントがより信頼されるよう技術的側面からサポートするような機能が必要とされる。

なお、我が国においては、異分野研究者間、例えば、工学系の専門家と人文

系の専門家、産業界と規制当局間、研究者と実務者間、産業界と国民との間等、様々なステークホルダー間でリスクに関するコミュニケーションが不十分であったため、リスクガバナンスの枠組みが適切に機能しなかったとの指摘もあった。

＜米国の事例＞

自主的かつ継続的な安全性向上に資する原子力産業界全体の仕組みを検討するにあたって、米国産業界の原子力発電運転者協会（INPO）による事業者相互レビューや、原子炉メーカー等を含め、産業界の知見を糾合した原子力エネルギー協会（NEI）による科学的情報発信等の機能、軽水炉安全研究のマネジメントを行う米国電力研究所（EPRI）などの事例が参考になる。（図2参照）

INPOは1979年3月に発生したTMI原子力発電所事故の調査のために大統領指示で設置されたケメニー委員会の勧告を受けて、業界内で監視評価及び支援を行い、自主保安を牽引する組織として1979年12月に設置された。プラント職員の知識とパフォーマンス、系統と機器の状態、プログラムと手順の質、プラント管理の有効性等に着目してプラント運転の安全性、信頼性について評価（5段階）を行い（プラント評価のシステムは1983年に開発され、5段階評価は1985年から導入された。）、年に1度開催される非公開のCEO会議でINPOのCEOが各事業者CEOに評価結果を直接報告することでピアプレッシャーを与えている。INPOのプラント評価の結果が良い場合、原子力発電共済保険（NEIL）の保険料が減免され、経済的なインセンティブも伴う。

INPOが設立間もない頃、スタッフの不足、各原子力事業者トップのコミットメントの不足等から、原子力事業者との関係で十分なリーダーシップは果たせなかった。INPOは、米国海軍で原子炉取り扱いの経験のある職員も登用するなど、有能なスタッフの確保に奔走したが、当初電力事業者は有能な人材を出したがらず、プロパー職員の質向上にも時間を必要とした。こうした中、各事業者のCEOに優秀な人材を送るように直接働きかけを行うとともに、出向職員が実際の稼働率向上に繋がる有益な知識を得て出向元である事業者に戻ったことから、優秀な人材が提供されるようになった。初期においては、職員は業界からINPOに出向し、出身組織に戻っていく前提であったが、1990年頃には、中核となるスタッフや評価の出来る専門家が必要との認識に至り、現在は500名程度の人員の内、約390名はプロパー職員で構成される。

また、INPOによる自主保安牽引だけではなく、米国においては規制課題につ

いて産業界を代表する形で分析を行い、規制当局に対して建設的な代替案を提案する組織として、1984年にNUMARCが設立され、1994年には、NUMARC、議会对応を行う米国原子力協議会（ANEC）及びエジソン電気協会（EEI）の原子力部門、広報活動を行う米国エネルギー啓発協議会（USCEA）を統合し、産業界における唯一の政策対応組織としてNEIが設立された。NEIは約120名のプロパー職員によって支えられ、出向者は数名程度である。

NEIは被規制者ではない独立組織として、規制に対する事業者のポジション・対応方針について25電力CNOの投票により意思決定（80%以上の同意で意思決定を行う）を行い、産業界のワンボイスとして、連邦議会、NRC等に原子力産業界を代表して働きかけるとともに、国民への広報活動も実施する。意思決定に先立ち、産業界の技術およびビジネスの課題を解決するためのフォーラムとして、原子力事業者以外にもメーカー、コンサルタント等が参加する約100の専門家会合で重要課題を検討する。なお、こうした技術課題の検討においては、電力研究所（EPRI）が大概の専門家会合に出席し、国内外の研究機関との連携を媒介してプロジェクトを管理して必要な技術的情報や見地について支援を行っている。このように、NEIは規制・技術課題対応、議会对応、広報活動と、あらゆる解決方策を一つのテーブルで考えることが可能な組織として機能している。

NEIは安全文化について「あなたは自らの問題を発見し解決しようとしているか」と産業界に問いかけ、NEIを中心とする産業界のイニシアチブについてNRCから承認を得、原子力の安全性向上に働きかけるとともに公衆の信頼を得てきた。こうした産業界のイニシアチブによる規制最適化は、ROPを始めとして、1988年からこれまでに20件程度あった。

また、こうした米国原子力産業界全体を支える基盤として、人材の層の厚さ、知的基盤の効率的連携が挙げられる。INPO等においては、原子力発電事業者等以外にも原子力技術の知識を有し、リーダーシップに定評のある海軍出身者が活躍している。軽水炉安全研究をコーディネートするEPRIは、自ら研究開発を実施するだけでなく、エネルギー省傘下の12の国立研究所や規制当局（NRC）、米国原子力学会等の知的基盤を連携させることで研究の質向上に繋げている。原子力事業者、メーカー、政府機関等いずれの組織も、雇用に流動性があり、異なる複数の原子力事業会社や規制当局での経験を有する人材によって立ち上げられたコンサルティング会社やエンジニアリング会社は事業者のPRAの実施やNEIの専門家会合をサポートしている。

こうした米国原子力産業界の体制整備は、1980年、TMI原子力発電所事故に

対応するため設立された事業者による産業界組織である原子力発電事業者監視委員会（UNPOC）、後にメーカー等も参加する形で改編された原子力発電監視委員会（NPOC）において行われた産業界大の自主的な検討に基づくものである。

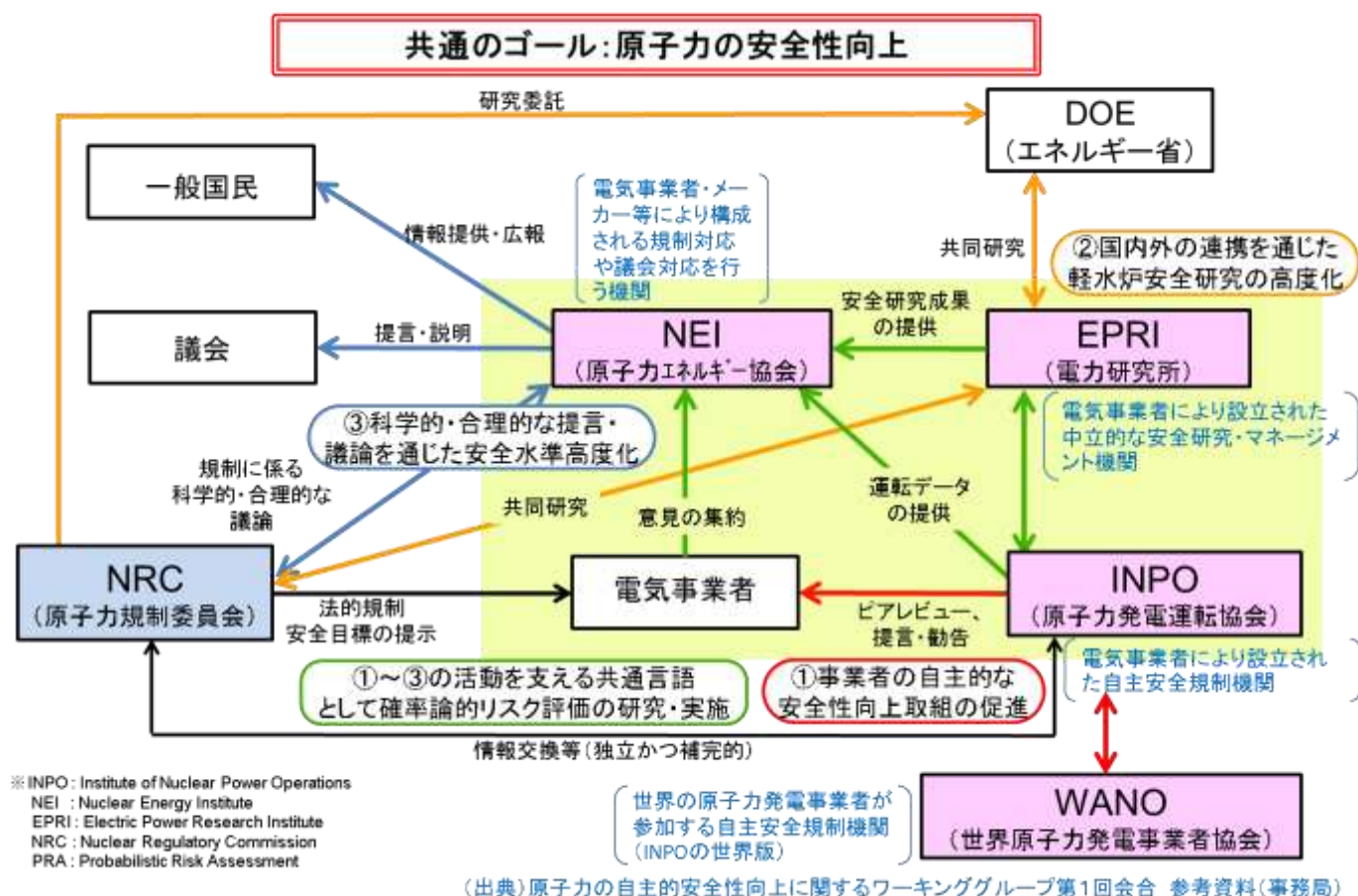


図2 米国産業界による自主的かつ継続的な安全性向上に向けた仕組み

（6）軽水炉の安全研究

<これまでの反省と課題>

軽水炉が我が国に導入されて数十年が経過し、技術が成熟化してきたことから、1990年代以降、研究機関、政府予算によって実施される軽水炉の基礎研究、安全研究は減少してきた。特に、軽水炉のシビアアクシデントに係る研究開発はほぼ実施されてこなかった。このことにより、軽水炉安全研究に係る人材が不足し、研究開発能力が低下したとの指摘があった。

また、産学官が協力し効率的に研究開発を進めるために燃料高度化や高経年化などの分野で技術戦略ロードマップの策定が進んでいたが、軽水炉安全全般に関する技術戦略ロードマップは存在しなかった。そのため、軽水炉の安全性高度化に向け、いつまでにどのような研究開発を実施するか、誰がどの研究開発を実施するかについて、基礎研究を行う研究機関、機器を開発するメーカー、実際に技術を活用する原子力事業者、規制高度化する規制当局などの関係者で共有されてこなかった。結果として、限られたリソース（資金、人的リソース、設備）を効率的に活用することができなかった。また、諸外国では当然に行われている、推進側と規制側に共通する知的基盤に関する共同安全研究も実施されてこなかった。規制側が原子力規制委員会として独立した現在、今後の安全研究のあり方について検討することはより重要となる。

<米国の事例>

米国の軽水炉の安全研究は、主として、電力研究所（EPRI）が中心となり実施されている。EPRI は、産業界のニーズにタイムリーに合致した軽水炉の安全研究を含む各種技術開発ロードマップを作成しており、それに従って EPRI がプロジェクトマネージャーとなる形で研究開発が実施されている。その際、ロードマップ作成段階から EPRI は INPO や NEI、会員等とコミュニケーションを図り、国内外の原子力事業者、NEI、INPO、DOE、NRC、国内外の複数の研究所と連携しつつ研究開発を進めている。なお、任意加盟の国内外の会員による会費で事業運営されており、原子力関連予算の 8 割は既存軽水炉に関する研究開発に投じられている。

また、米国原子力規制委員会（NRC）は民間事業者等と共同研究開発の契約・合意等を行う際に、利益相反の評価を行うことを法律で規定しているが、仮に利益相反が存在する場合でも、その研究開発を実施することで最大の国益が実現される場合は利益相反の緩和を条件とすることで研究開発を行うことが可能となっている。なお、DOE 及び DOE の国立研究所等の場合、正当な事由があれば利益相反を緩和することなく NRC は共同研究開発を実施することが法的に可能となっている。

この規定等に基づき、DOE や EPRI は NRC と原子力安全の共同研究に関する方針を示した覚書を交わし、研究開発成果を規制や規制ガイダンスへ適用することについては共同で結論を導かない等の工夫をすることにより NRC の独立性を確保した上で、規制・推進に共通する各種基盤研究を実施している。

<仏国の事例>

仏国では、原子力・代替エネルギー庁（CEA）、フランス電力（EDF）、メーカー（AREVA）の三者のパートナーシップ合意に基づき、原子炉分野の研究開発計画について定期的に意見交換を行っている。CEA は政府研究機関であるが、産業界にとって有用な研究は産業界が CEA に資金を拠出する。

また、仏国内の原子力研究開発全般をコーディネートするハイレベルの原子力エネルギー委員会があり、CEA 長官、省内幹部他、EDF、AREVA、ASN 等が必要に応じて参加する。

放射線防護原子力安全研究所（IRSN）は規制当局（ASN）の技術支援機関であるが、原子力推進側の政府研究機関である CEA とシビアアクシデント等の分野の共同研究を実施している。IRSN は実機に関する知識を得るため、EDF や AREVA などの産業界にも契約に基づき技術を提供したり共同研究を行ったりするが、産業界からの独立性を担保するため、ASN を支援する専門家と産業界を支援する専門家を内部で区別する。

<安全研究のあり方>

ある分野で優れた安全な機器を構築しても、他の分野で問題があれば、原子力プラント全体としての安全性向上には繋がらない。つまり、安全研究は、一つの分野に特化するのではなく、多くの分野・領域を俯瞰し、それぞれがコーディネートされた形で進めなければならない。今後、我が国においては、軽水炉の安全向上のための研究開発課題を明確にするとともに、学会、研究機関、メーカー、原子力事業者が軽水炉の安全研究に知見を持つ人材や各種実験施設、資金等が分散する中で、政府が中心となり軽水炉の安全研究に関する技術開発ロードマップ等を策定し、各主体間の連携を可能にすべきであるとの指摘があった。また、ロードマップは、最新の知見が反映され、継続的に見直されるものであることが必要となる。

その際、国際的な観点から研究開発の重複を排除するためにも、米国や仏国などの原子力技術開発の動向を踏まえ、効果的に国際協力を実施していくべきであるとの指摘があった。

3. 原子力の自主的・継続的安全性向上に向けた提言

(1) 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に実践が求められる取組

① 低頻度の事象を見逃さない網羅的なリスク評価の実施

東京電力福島第一原子力発電所事故の大きな教訓の一つは、地震津波をはじめとする外的事象を考慮にいれた、施設の置かれた自然環境特性に応じた総合的なリスク評価が欠如していたことである。特に、大規模な地震・津波など、不確実性が大きく、発生確率が極めて低いと見積もられる事象だからといって、リスクマネジメントの対象から外し、対応を先送りにはすることは許されない。適切なリスク評価を実施し、深層防護の考え方の下、不確実性の大きさに応じた適切な安全対策の実施に繋げるべきである。

リスク評価は、確率論的リスク評価(PRA)やストレステストの実施、クリフエッジの特定など重層的に行われるべきであるが、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえれば、事故シーケンスに応じた確率と結果の網羅的評価、脆弱点の抽出、対策の効果の定量化が可能となる PRA の実施に注力すべきである。規制にリスク情報を活用していなかったことや社会のリスクへの反応への懸念などから、我が国において、特に地震・津波などの外的事象に起因するシビアアクシデント対策を中心に、PRA の実践が不十分であったことは事実である。各社経営トップのコミットメントの下、規制や社会の実態を言い訳とすることなく、原子力事業者自らが率先して取り組んでいくべきである。

まずは、PRA を用いたリスクマネジメントのメリットを実感するために、各原子力事業者のリスク情報を扱う部署や人材を拡充するとともに、既設炉での外的事象も含め対象とした PRA を、実機データを用いて実践することが重要である。

その際、PRA が各原子力事業者のリスクマネジメントの一環として位置づけられることを前提に、その質を高めていくため、a) PRA 実施状況のピアレビューによる PRA の質の向上、b) PRA データから読み取れるリスクに関する第三者的警告、c) PRA を通じて抽出される脆弱点の事業者間、多国間での情報共有、d) 国内研究開発や海外との連携を通じた PRA 手法の高度化や機器の耐久力等の PRA 基盤データの共有、e) Level2、

Level3PRA、外的事象 PRA 等の基盤研究の実施等の観点から、我が国の原子力リスク研究の人的、知的蓄積を集約することも検討に値する。

② 深層防護の充実を通じた残余のリスクの低減

これまで我が国においては、規制当局も含めて深層防護の第 4 層以降への対策が乏しかった。また、これまでの内的事象を対象としたシビアアクシデント対策から、地震・津波等の外的事象やテロ等の人為的事象に起因するシビアアクシデント対策についても強化していくべきことは当然である。その際、規制水準を満たすことだけに止まることなく、網羅的なリスク評価を通じて、各原子力施設がおかれた自然環境特性等に応じた最適な対策が実施に移されなければならない。PRA やストレステスト等の手法を用いてリスク管理のための技術情報は入手できても、それだけでは実際に安全性向上に資する対策が講じられ、残余のリスクが低減に繋がることは保証されない。

具体的には、

- a) 各原子力事業者経営トップは、リスク管理のための技術情報を低確率の事象も含めて適切に把握し、安全上プライオリティの高い事項に、人員・資金等のリソースを適切に配分すること、
 - b) メーカーは、他のプラントに横展開すべき安全対策を、積極的に同型プラントを保有する他の原子力事業者に提案するとともに、各原子力事業者は、設計に関する情報を統合的に管理した上でこうした提案をリスクマネジメントの一環として検討すること、
 - c) 原子力事業者、メーカー、学会等が、新型炉の設計や事故情報など国内外の知見をシビアアクシデント対策の向上に常に活かしていくこと、
 - d) 残余のリスクの存在を、地域住民の方々や規制機関を含めたステークホルダーと共有するとともに、継続的な安全性向上の取組の効果を客観的な形で示していくこと、
- 等が不可欠である。

③ 我が国特有の立地条件である地震・津波等の外的事象に着目したプラント毎の事故シーケンス及びクリフエッジの特定と、万が一の事故後のレジリエンスの向上

我が国においては、起因事象としての地震・津波のリスクが相対的

に高いことは自明であり、だからこそ、正面からそのリスクと向き合う必要がある。PRA を用いた事故シーケンスに応じた確率と結果網羅的評価、脆弱点の抽出、対策の効果の定量化に取り組むべきことは言うまでもないが、プラント毎の自然環境特性を前提に外的事象に起因する事故シーケンスとクリフエッジの特定を行い、万が一のシビアアクシデントへの備えを万全なものとする必要がある。メーカーの知見を活用したハード対策のみならず、ソフト面でのシビアアクシデントマネジメントについても想像力を逞しく備えていく必要があるため、Level 2 PRA の高度化研究や各プラントでの実施を進めていく必要がある。こうした備えが万が一の際に役立つよう、その結果を踏まえた各種訓練の実施にも取り組む必要がある。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故を教訓に、多量の放射性物質の周辺環境への放出という事態も想定した備えが必要である。まず、Level 3 PRA の高度化研究を通じ、各プラントの自然環境特性に応じた避難計画策定、意思決定者支援機能の拡充に繋げていくことが必要である。併せて、専門家の知識を利用し議論できる仕組みを整備するなど、こうした技術情報を地方自治体や地域住民の方々に分かりやすい形で共有していく能力を高めていく必要がある。さらには、周辺環境に大きな影響を及ぼす事態からの早期回復のため、実力部隊能力の継続的な向上、国レベルでの防災体制の拡充などを通じ、レジリエンス能力の向上に努めていく必要がある。

原子力事業者においては、こうした備えの一環として特に、各プラントのリスク特性を把握し、実際の設計対応、シビアアクシデント対応の状況を熟知し、万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確にマネージできる判断能力に長けた人材の育成に努めていく必要がある。

これらの取組は、国、産業界の責任境界を明確にしつつ、地域住民の方々をはじめとするステークホルダーにも透明性の高い形で、継続的かつ着実に進めていくべきである。

- ④ 外部ステークホルダーの関与や世界の新知見を取り込みつつ問題枠組みを設定し、リスク管理目標の下で適切なリスク評価とリスク判断を行い、必要な安全対策を実施する、という常に安全性向上の更なる高みを目指す「リスクガバナンス枠組み」の構築、特にその枠組みの下での各原子力事業者の適切なリスクマネジメント実施

リスク評価の実施、残余のリスク低減のための安全対策の実施、万が一の事故の際のレジリエンス能力の向上、といったリスクマネジメントの各段階における取組が、それぞれ独立した形で関係性を無視して進められることになると、部分最適の追求に陥り、我が国の原子力利用全体としての安全性向上の最適解は保証されない。また、原子力事業は、国民、政府、立地自治体、地域住民等との幅広い関係性を有するため、東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した状況にあってはより一層、こうした幅広いステークホルダーとの間でリスク認識と課題を共有する必要がある、こうしたステークホルダーが関与する形での適切なパブリックリレーションの存在が、適切な「リスクガバナンス枠組み」の前提条件となる。

各原子力事業者のレベルにおいて、経営トップのコミットメントの下、原子力リスクを原子力部門の問題として押し込めることなく、原子力リスク評価結果を経営上のリスクマネジメントの一環として把握、咀嚼し、実際の安全性向上対策の実施に繋げていくリスクマネジメントを構築しなければならない。そのため、a) PRA 結果をはじめとする定量化されたリスク情報から早期にリスク状態の異変を感知し、経営判断に活かすメカニズムの導入、b) リスク情報の収集、データベース化と積極的活用、c) リスク管理目標の設定と継続的な見直し、d) 第三者的な社内安全監視機能の構築、e) 外部ステークホルダーとのリスク認識と課題の共有、といった抜本的な社内リスクマネジメント体制の改革が求められる。

また、TMI 原子力発電所事故以後の米国の INPO の機能は、原子力事業者間のピアプレッシャーを通じ、より効果的なリスクマネジメントを促す仕組みとして学ぶべきである。その要諦は、具体的なプラント運営を現場任せにすることのないよう、INPO のリーダーシップにより、他の事業者の好事例の横展開、第三者的立場からの警告といったメカニズムの下で、原子力発電所オペレーションの Excellence を追求するというものである。我が国において、2012 年 11 月に JANSI が設立されたが、電力会社から保証された独立性の下で、各社のプラント運営の弱点の指摘、各プラント間の運営状況のランキング付け等に関する米国 INPO 並のリーダーシップを迅速に確立する必要がある。職員のプロパー比率の引き上げ、各原子力事業者の適切な参加を通じたピアレビ

ユーの効果の引き上げ、INPO や WANO との連携強化、財産保険とランキングとのリンケージの確立等が求められる。

さらに、規制課題に関する規制当局や国民とのコミュニケーションのあり方も、適切なリスクガバナンス枠組みを機能させる方向へ改善する必要がある。規制さえ満たせば良いとの意識や全会一致の意思決定プロセスの下で落としどころを探っていく対応と決別し、効果的な安全性向上策を常に見つけていく姿勢と科学的な論拠のない主張は切り捨てる姿勢で、産業界としての意向を一本化していく仕組みが必要である。その意味で、米国において、様々な紆余曲折を経ながら実現した、優秀なプロパースタッフからなる NEI のパブリックリレーションのあり方から、我が国も大いに学ぶべきである。

⑤ 軽水炉安全研究の重点化とコーディネーション機能の強化

我が国全体として、軽水炉安全研究への重点化、事業者、研究機関、メーカー等関係者間の意思のコーディネーションの強化は必要不可欠である。水素を発生しない軽水炉燃料の開発、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた炉心解析コードの改良など、既設原子炉の安全性向上に繋がる研究開発課題は多い。

他方、我が国においては、事故を受けて規制当局と推進当局が分離したところ、規制研究と一般的な安全研究との間の重畳を廃し効率的に安全研究を進めていくための工夫がより一層強く求められる。

米国 EPRI が、エネルギー省（DOE）傘下の国立研究所のリソースや産業界のリソースを効率的に束ねながら、産業界のニーズに合致したタイミングで軽水炉研究開発を効果的に進めていくコーディネーション機能のあり方に学ぶ必要がある。

我が国においては、政府が場を設け、JAEA 等、政府系研究機関、学会、産業界が広く参加する形で「軽水炉安全研究ロードマップ」を策定し、関係者間の重畳を廃した効率的な研究開発を推進するとともに、そのロードマップを規制当局との間での利害相反を廃した効果的なコミュニケーションツールとして位置づけるべきである。また、研究開発成果の中には、規制当局の規制根拠として位置づけられるものも含まれ得るところ、利害相反を廃した形での共同研究の実施の枠組みについても検討が必要である。

(2) こうした取組を着実に進め、根付かせるために特に求められる姿勢

(1)で提案された取組の質には、関係する組織の持つ価値観や安全性向上に向けた姿勢が強く反映される。それぞれの取組提案の中でも触れられているが、それぞれの取組を着実に進め根付かせるために、関係する組織が持つべき姿勢について、特に意識的な対応が求められるものを併せて提言する。

① 批判的思考や残余のリスクへの想像力等を備えた組織文化の実現

原子力事業におけるリスク評価、リスク判断、安全対策の実施等、リスクマネジメントあらゆる段階において、構成員個々人の a) 批判的な思考と疑問を抱く姿勢、b) 残余のリスクへの想像力、c) 発電所の設備・設計への深い知見等、人的な側面への働きかけが必要である。

他産業における取組を参考にしながら、自発的報告制度の導入、原子力発電所オペレーションの質の向上に繋がるタイミングでの効果的な研修の実施など、安全を第一に考える組織文化構築に向けた継続的な取組が求められる。

② 国内外の最新の知見の迅速な導入と日本の取組の海外発信

原子力事業者は、国内外の最新の知見を取り入れるために、IAEA のレビューサービス等、海外の評価制度や国際機関の公表した新知見、考え方などを積極的に活用し、取り入れていくことが必要である。JANSI も INPO や WANO のベストプラクティスに学ぶ必要がある。

またメーカー、研究機関、学会は国内外の最先端の知見を常に収集し、安全性向上の技術開発等にフィードバックしていくことが求められる。

このような活動で得られた幅広い新知見は、積極的に原子力事業者の経営層等に提案し、個社のリスクマネジメント向上のため活用されていくことが求められる。

更に、我が国の各種取組について、様々な場を通じて海外に発信することで、世界の原子力安全に貢献すると共に、諸外国との連携を強化していくべきである。

③ 外部ステークホルダーのインボルブメント

原子力の自主的安全性向上のためには、立地地域などの外部ステークホルダーとのコミュニケーションを密にしていくことが必要である。

例えば、各社がリスクマネジメントを実施していく上で、プレアセメントを含め、初期の段階から幅広いステークホルダーとコミュニケーションを実施していくことは重要であり、このような主体とコミュニケーションを実施し、その意見を個社のリスクマネジメントに反映する体制を構築することが求められる。

また、原子力産業全体の信頼性を向上させていくためにも、自主規制機関である JANSI のピアプレッシャーの有効性を阻害しないといった配慮は必要であるが、可能な限りの透明性を持って各種情報を開示・発信していくべきである。

④ 産業界大での人的・知的基盤の充実

原子力産業界全体としての原子力安全に関する人的基盤を充実させていく必要がある。国内の大学等からの原子力分野への人材供給が停滞する中、原子力への信頼回復に努めることが第一であるが、併せて国内における原子力分野の雇用の流動性を高め、多様な経験を有する人材の層を厚くするとともに、広く人的・知的基盤を海外にも求めていく姿勢が不可欠である。

⑤ ロードマップの共有とローリングを通じた全体最適の追求

本提言で提示された実践すべき取組を担当組織、担当部局に割り当てて、それぞれの部分最適の追求に委ねるのではなく、各取組相互の関係性、進捗状況等を踏まえた産業界全体としてのコーディネーションに常に意を尽くす必要がある。

まずは、本提言の中で策定したロードマップを踏まえ、原子力産業界のそれぞれの主体が個別のアクションにブレークダウンし、取組を着実に実施していくことが求められる。

その上で、政府は、各主体のアクションの進捗状況について適宜のタイミングで共有しコーディネーションを行う場を設けるべきである。

その場で明らかにされる原子力産業界全体の取組の進捗状況や状況変化を踏まえ、関係者と議論した上でロードマップを適宜修正し、関係者と共有していくサイクルを確立することが求められる。

4. ロードマップ

【別添参照】

5. 最後に

用語集

参考資料