

# 原子力規制の現状と今後の見通し

2015年11月7日

特定非営利活動法人パブリック・アウトリーチ (PONPO)  
上席研究員  
科学技術コンシェルジュ

諸葛宗男

1

## 目次

1. 事故で浮き彫りになった安全規制の問題点
2. 事故後の安全規制はどう改善されたか
3. それで原子力発電所は安全になったのか？
4. 事故前の安全規制は国際的にどう評価されていたか？
5. 我が国の規制基準は世界で最も安全か？
6. 事故後の安全規制に改善の余地はあるか？
7. 今後の安全規制はどうあるべきか。

2

## 1.1 どこで何が起きたか (事故で露呈した問題)

No.	事故原因となった事象及び 事故後の対応の障害となった 事象	福島第一原子力発電所				オフサイト センター	原子力災害 対策本部
		重要 免震 棟	中央 制御 室	1号機	2号機		
1	地震で外部電源停電	屋外から給気や人の出入りを 経ず。全停電で照明、通信が 使用できず。 ↓	○	○	○	—	下記が原因で原災本部は東電本 店に移動する3/15まで、オフ サイトセンターは最後まで機能 せず。
2	津波で非常用電源停止		○	○	○	—	
3	津波で直流電源停止		○	○	○	—	
4	津波で冷却系統停止		○	○	○	—	
5	停電でICの隔離弁閉止		○	—	—	—	
6	建屋の水素排気出来ず		○	—	○	○	
7	ベント排気が逆流		—	—	—	○	
8	ベントシステムの破裂弁開かず		—	○	—	—	
9	地震で建屋間のダクト亀裂		○	○	○	—	
10	放射線量増加	△	○	○	○	○	—
11	通信機能途絶	△	△	—	—	—	○

3

## 1.2 事故で浮き彫りになった安全規制の問題点

1. 直接的事故原因 (ハードウェアの問題点)
  - ①津波対策、②停電対策、③冷却源喪失対策、が不十分だった  
ことに加え、
  - ④過酷事故への備え、⑤原子力防災の備え、が不十分だった。
2. 事故の根本原因 (直接的事故原因を招いた背景要因)
  - ①規制が事業者の虜になっていた、
  - ②安全神話 (事故は起きない) が存在していた
  - ③政府の規制官の専門性が不十分だった
  - ④事故時マネジメント (ソフトウェア) の備えが不十分だった

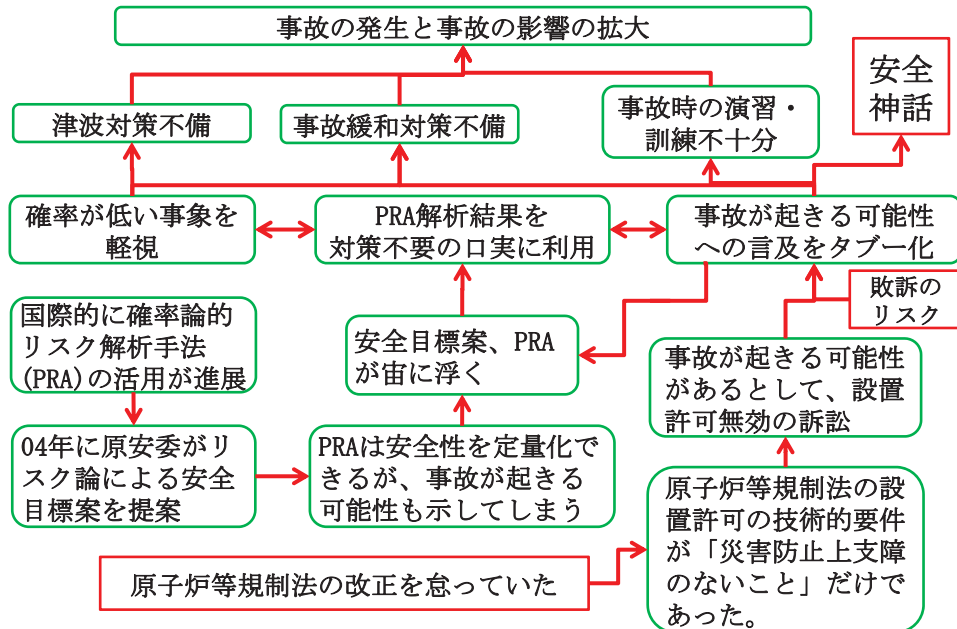
4

### 1.3 規制はなぜ事業者の虜になったのか

1. 我が国の原子力発電は技術導入からスタート
2. 設計思想が不案内の中、お手本通り作ることが優先された
3. 規制基準がハードウェア仕様の規定（構造・強度）が中心となり、ソフトウェア仕様の規定（性能・機能）は限定的となった。
4. 基準に規定された通りにハードウェアが作られていることを審査、検査するスキルは他分野と共通であることから、他分野からの人材登用が容易であり、官僚特有のローテーションにも好都合であった。
5. 専門性を求められるソフトウェア仕様の規定（性能・機能）は事業者任せの傾向が定着し、ハードウェア仕様の審査、検査に特化した規制側が事業者の虜にされるようになった。

5

### 1.4 安全神話がなぜ生まれたのか



6

### 1.5 原子力防災がなぜ不十分だったのか？

1. 事故前の原子力防災はJCO事故を想定したものだった
2. 「安全神話」の存在で過酷事故は起きないとされていた
3. 事故前も防災訓練は実施されていたが、過酷事故を想定したものではなかった。
4. 2006年に原子力安全委員長がIAEAの深層防護基準に沿って我が国の防災指針の見直しに着手したが、原子力安全・保安院長から「寝た子を起こすな」との抗議を受け、作業を中止させられた。
5. 原子力防災は過酷事故に対する備えとして深層防護の第5層に位置付けることがIAEAの安全基準に定められ、各国とも国内基準にそのように規定していたが、我が国は原子力白書でも原子力安全とは独立の章で記述されているとおり、原子炉の事故とは独立した位置づけにされていた。

7

### 2.1 安全規制の問題点は改善されたか？

1. 直接的事故原因（ハードウェアの問題点）
  - ①津波対策、②停電対策、③冷却源喪失対策、④過酷事故への備え、→「新規制基準」に抜本的強化策が定められた。
  - ⑤原子力防災→「原子力災害対策指針」が全面的に改訂された。
2. 事故の根本原因（直接的事故原因を招いた背景要因）
  - ① 虜の問題→新設の原子力規制委員会を三条委員会に位置付けて独立性を強化。
  - ② 安全神話→事故対策を法律に明記してタブーを払拭。
  - ③ 専門性→ノーリターンルールとJNESとの統合により専門性を強化。
  - ④ 事故時マネジメント→事故時訓練を大幅に強化。シナリオレス訓練も実施するようになった。

⇒ 直接原因、根本原因とも抜本的に改善された

8

## 2.2 事故後の主な改善策と深層防護の関係

		事故前	事故後	評価		事故前	事故後	
1	規制基準	NSAの審査指針とMETI省令の2本立て	規制委の規制基準に1本化	○	深層防護	第1層 正常運 転維持	○	○
2	独立性	事業者の虜	独立性強化	△		第2層 異常 検知	○	○
3	3つのSの統合	NSA、MEXT、METIに分散	規制委に一元化	○		第3層 事故 防止	○	○
4	津波対策	不十分	津波PSA、基準津波、防潮堤、水密化等により強化	○		第4層 事故影 響緩和	×	○
5	過酷事故対策	自主としていたためほとんど実施されず	規制要件化するとともに電源、冷却系を大幅強化	○		第5層 防災	△	○
6	過酷事故マネジメント	マネジメントの重要性の認識が希薄	事故時マネジメントの訓練を大幅に強化	○				

9

## 2.3 安全規制の改善点

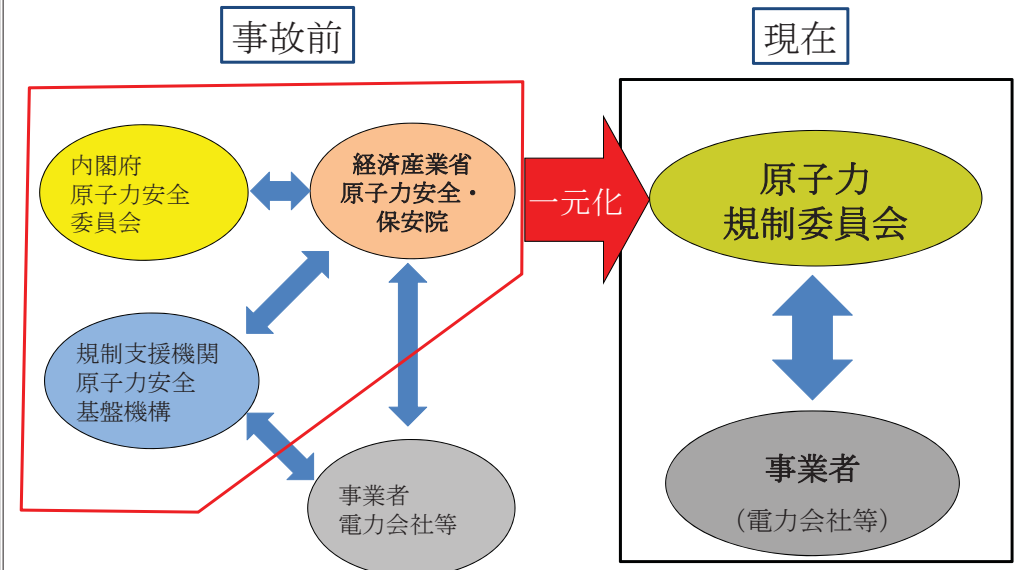
- 専門家の有効利用**→原子力安全委員会と原子力安全・保安院を規制委に統合
  - 事故の教訓の一つ「不十分だった安全規制組織の専門性」の改善対策
  - 原子力安全委員会のスタッフ100名、原子力安全・保安院のスタッフ330名を統合
- 推進と規制の分離**→規制委を独立性の高い三条委員会に位置づけ
  - 諮問しかできない八条委員会から独立した行政組織の委員会に格上げ
- 炉規法と障防法の統合**→MEXTとMETIの規制を規制委に統合
  - 放射線規制と原子力施設規制が初めて統合された
- 3Sの統合**→安全規制、保障措置、核セキュリティの規制を規制委に統合
  - 相互に密接な連携が必要な3Sの規制が初めて統合された
- 電事法と炉規法の統合**→電事法への委任条項を廃止し原子力規制を一元化
  - 入り組んでいたモザイク規制が初めて解消された
- 技術基準を法制化**→原安委の指針で規定していた技術基準を規則として法制化
  - 長年の課題だった安全基準の政省令化が初めて実現した
- 分散していた専門家を集約**→独法のJNESの専門家を公務員にして規制庁に統合
  - 専門性の高いJNESの人材の有効活用が実現

10

## 2.4 原子力規制委員会新設の意義

- 独立性の強化**  
原子力規制委員会を新設し、独立性の高い三条委員会とした。
- 規制組織の統合化**  
内閣府の原子力安全委員会と各省庁の原子力規制組織を統合した。
- 原子炉安全規制を原子炉等規制法に一本化**  
電気事業法が担っていた原子炉の規制を原子炉等規制法に一元化した。
- 3つのSの規制を原子力規制委員会に一元化**  
各省庁に分散化していた3つのSの規制を一元化した。
- 規制支援機関の統合**  
分散化していた規制支援機関を原子力規制委員会のもとに統合した。
- 原子炉等規制法と放射線障害防止法の規制の統合化**  
これまで文科省と経産省に分散されていた両法の規制を統合した。

11



出典：原子力規制委員会ホームページ資料に筆者が加筆

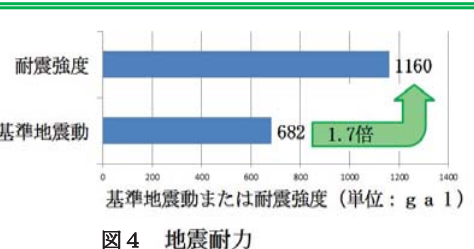
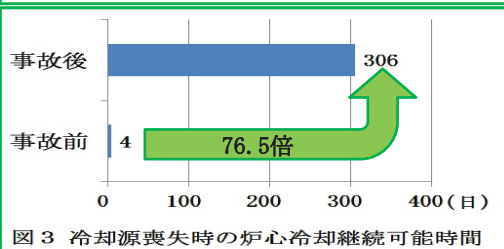
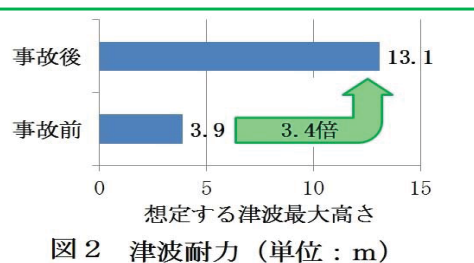
12

### 3.1 それで原子力発電所はどれだけ安全になったのか？

1. 国民が最も知りたいのはこの問いである。
2. しかし、残念ながら原子力規制委員会はこの問いに対する答えを示していない。
3. 本来は、原子力規制委員会が各発電所ごとに事故前と比べて安全性がどれだけ改善されたのかを国民に説明すべきである。
4. 例えば、旧原子力安全・保安院が事故直後に実施したストレステストでは、各発電所ごとに、津波、全停電、冷却源喪失、地震の4項目について事故前と事故後に実施した緊急対策後の耐力が算出されている。
5. 旧保安院による評価は途中で打ち切られたため、国の評価が未実施のものもあるので、電力会社の報告ベースではあるが、このデータで安全性がどれだけ改善されたのかを筆者が独自に可視化した。

13

### 3.2 ストレステスト実施結果に基づく安全性の改善度



注1: 2014. 8. 31までに実施された30基のストレステスト(一次)報告に基づき30基の平均値で評価  
注2: 30基のストレステスト(一次)データは原子力規制委員会のホームページに掲載されたものを使用。  
注3: 冷却源喪失時の事故前の炉心冷却継続可能時間の平均値は他プラントと比べて数値の大きな志賀1,2号、大飯1,2号機は除外した。  
注4: 基準地震動そのものも各発電所で見直しが進められている。

14

### 3.3 本来は確率論的リスク解析(PRA)結果を示すべき

1. IAEAの安全基準は決定論である。
2. すなわち、基準で定めた安全対策は事故確率の解析結果の如何に関わらず実施すべきだとしている。
3. しかし、IAEAはもう一方で確率論的リスク解析(PRA)の活用を推奨している。
4. 安全性を評価する尺度は存在せず、事故の危険性をどれだけ低下させてあるのかでしか評価できないからである。
5. 事故後、EUが実施したストレステストでも参考値として各発電所のPRA解析結果が示されている。
6. 安全対策を沢山列挙しただけでは、事故のリスクがどれだけ低くなったのかが解かり辛いですが、PRAの解析結果が示されれば、事故の発生確率がどれだけ低下したのかが一目瞭然となる。

15

### 4.1 事故前の安全規制は国際的にどう評価されていたか？

1. 各国の安全規制が適正に実施されているかどうかを国際原子力機関(IAEA)が評価する仕組みが存在している。
2. 総合原子力安全規制評価サービス(IRRS: Integrated Regulatory Review Service)である。これはあくまで「サービス」であり、条約などの法的強制力はなく、指摘事項を改善するかどうかはサービスを受けた国の自主的判断に委ねられている。
3. 我が国は事故前の2007年にこのIRRSを受けている。IRRSでは3段階のコメントが示されるが、その内、最も重要な「勧告」は10項目受けていた。
4. これらの勧告は当時の旧保安院にとっては荷の重いものばかりであり、事故前はほとんど改善された形跡はない。
5. 事故の教訓を受けて発足した新規制体制でどれだけ改善されたのかの客観的評価はないが、筆者の独断ではまだ3項目しか改善されたとはいえない。

16

#### 4.2 2007年のIRRS受検時の10項目の勧告と改善状況

No.	勧告要旨	改善状況	評価
1	安全委と保安院の役割分担明確化	原子力規制委員会と原子力規制庁の役割分担が不透明。以前より悪化。	×
2	運転訓練の強化	福一事故の教訓を受け、訓練を強化	○
3	人員要求の根拠の明確化	検査の委託化等の合理化努力が不十分	×
4	検査時の小さな発見を活かせ	検査過多。報告書チェックに偏重。	×
5	事業者が同業者からの教訓を学ぶプロセスを確保せよ	PWR事業者協議会(JPOG)、BWR事業者協議会(JBOG)が設立されたが実績未知数	△
6	規制要件を継続的に見直せ	新規規制基準が出来たばかりで未知数	△
7	検査官の常時立入・常時検査を実施せよ	事業者からの“レクチャー”無しでの検査を行える検査官はまだ少数。	×
8	発電所の停止権限の根拠を明確化せよ	炉規法に第43条の3の23項「技術基準不適合の場合の停止命令権限」を新設。	○
9	保安院は規制基準の作成に責任を持て	規制委が3条委員会となり、独自に規制基準を制定できることとなった。	○
10	QMSの構築を継続せよ	QMSの水準はまだ不十分	×

17

#### 5.2 来年1月にIAEAのIRRSを受ける予定

- 来年1月11～22日にIAEAの総合原子力安全規制評価サービス(IRRS)を受ける予定。
- 安全規制の水準を測る物差し例
  1. 国の安全規制の仕組み
  2. 安全文化の醸成度
  3. 規制側、被規制側のコンピテンシー(安全に関する当事者能力)
  4. 安全対策のハードウェアの充実度
  5. 安全対策のソフトウェアの充実度
- 事故後に優先的に改善してきたのは上記の内の4.であるが、残りの4項目には残された課題が山積している。
- 完璧に満たしている国は恐らく存在しない。どの国も継続的に改善努力を続けている。
- 我が国もIRRSで示される「勧告」を率直に受け止め、改善し続けることが肝要。

19

#### 5.1 新規規制基準は世界最高水準か？

世界最高水準なのかどうかは、IAEAの総合原子力安全規制評価サービス(IRRS)で客観的に評価される。次回のIRRSは来年1月に実施される予定。

18

#### 5.3 IRRSの評価項目(2013年に改訂)

- |                       |   |        |
|-----------------------|---|--------|
| 1. 政府の責任と機能           | } | コア評価項目 |
| 2. グローバルな原子力安全体制      |   |        |
| 3. 規制機関の責任と機能         |   |        |
| 4. 規制機関のマネージメントシステム   |   |        |
| 5. 許認可                |   |        |
| 6. 審査と評価              |   |        |
| 7. 検査                 |   |        |
| 8. エンフォースメント          |   |        |
| 9. 規制と指針              |   |        |
| 10. 緊急事態準備と対応         |   |        |
| 11. 追加事項              | } | オプション  |
| 12. 核セキュリティとのインターフェース |   |        |
| 13. 特別化されたモジュール       |   |        |
| 14. 政策事項              | } | コア評価項目 |

出典：原子力規制庁「IAEAの総合的規制評価サービス(IRRS)の受入れに向けた対応について(案)」2014.4.23

20

## 5.4 IRRSの結果は広く国民に周知すべき

2007年のIAEAのIRRSは、貴重な勧告を10項目を受けていたにも関わらず、事故前にはほとんど国民に知らされていなかったことに加え、勧告事項が改善されていなかった。

IRRSは世界的な安全規制のエキスパートによる安全規制のレビューであるから、意義深く、貴重なものである。

次回のIRRS結果およびその改善状況は広く国民に公開すべきである。

21

## 6.1 事故後の安全規制に改善の余地はあるか？

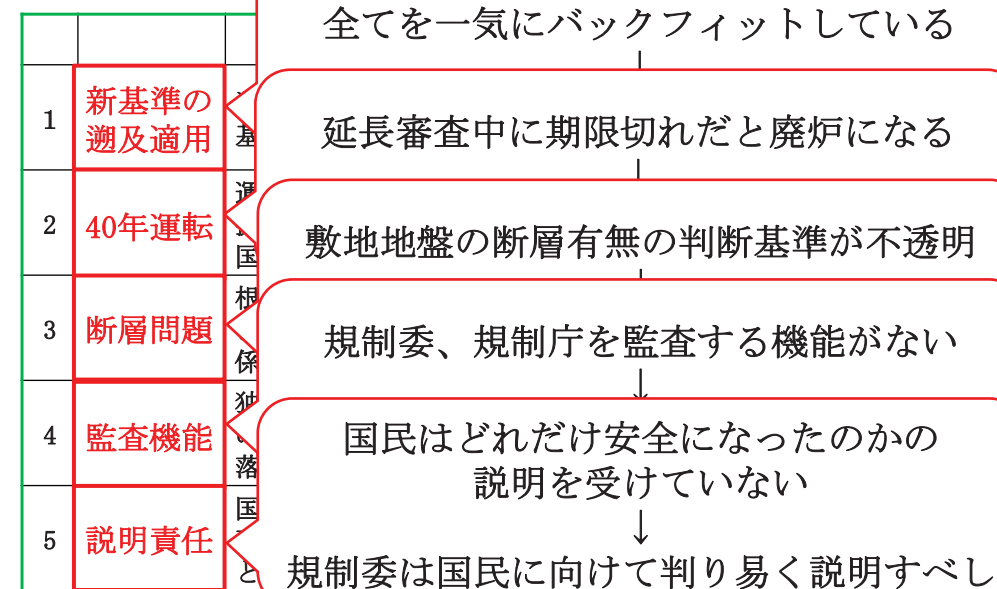
1. 新規制体制は発足してまだ3年しか経っていない。
2. ローテーションによる2,3年の任期では専門性が得られないとしたことを考えれば、まだ改善半ばである。
3. これまでは再稼働に向けた、新規制基準の制定と適合性審査が重点的に進められ、福一事故の教訓の改善は大きな成果が得られているが、その他の課題についてはこれからという段階である。
4. 短期的に解決しなければならない課題に絞っても次葉に示す通り改善すべき課題は山積している。

22

## 6.2 今後の安全規制の課題

		事故前	事故後	残された課題
1	新基準の遡及適用	バックチェックによって実施	バックフィットにより強制的に遡及適用	遡及適用の対象選定基準が不明確
2	40年運転	運転期間の制限はないが30年で経年劣化を評価	40年運転を明記した。基準に合致すれば20年の延長が認められる	運転期間の科学的根拠を明確化せよとの国会付帯決議未実施
3	断層問題	法的根拠のある炉安審で専門家が審査	法的根拠のない有識者会議で審査	根拠が明示されないまま、過去の審査に係った専門家を排除
4	監査機能	安全委が保安院を監査していた	規制委、規制庁を監査する機能が無い	独立性が高い規制委のチェック機能が欠落
5	説明責任	一次、二次公開ヒアリングが実施されていた	国会で自治体との対話の仕組みの付帯決議がされたが、未実施	国民に向けた安全性改善の説明機会がほとんど皆無

23



24

## 7.1 今後の安全規制はどうあるべきか

### 1. 安全原則の明確化

「お手本通り作ってあれば安全」という技術導入時代の名残を払拭し、規制基準を階層化し、その最上位に「安全のために守るべき原則」を明確化すべき。

### 2. 深層防護の明確化

安全原則の中に我が国の安全規制の根本理念としての深層防護の考え方を明記すべきである。そして、各層に属する設備、機器をどこまで明確化するか、深層防護の特性である前段否定や独立性をどこまで厳格に求めるのかを明確化すべきである。

### 3. 米国の規制制度に学ぶ

- ① 米国では全ての案件でNRCとACRS（原子炉安全諮問委員会；Advisory Committee on Reactor Safeguards）が同時並行的に審査している。
- ② 全てのプロセスで「公聴会」を実施し、公衆の意見を聴取している。
- ③ 公開性（openness）、実効性（Effectiveness）、Operational excellence（組織としての優秀性）により存在価値を高めている。

25

## 7.2 安全原則のイメージ

- IAEA安全基準は、基準の性質により、以下の階層構成となっている。

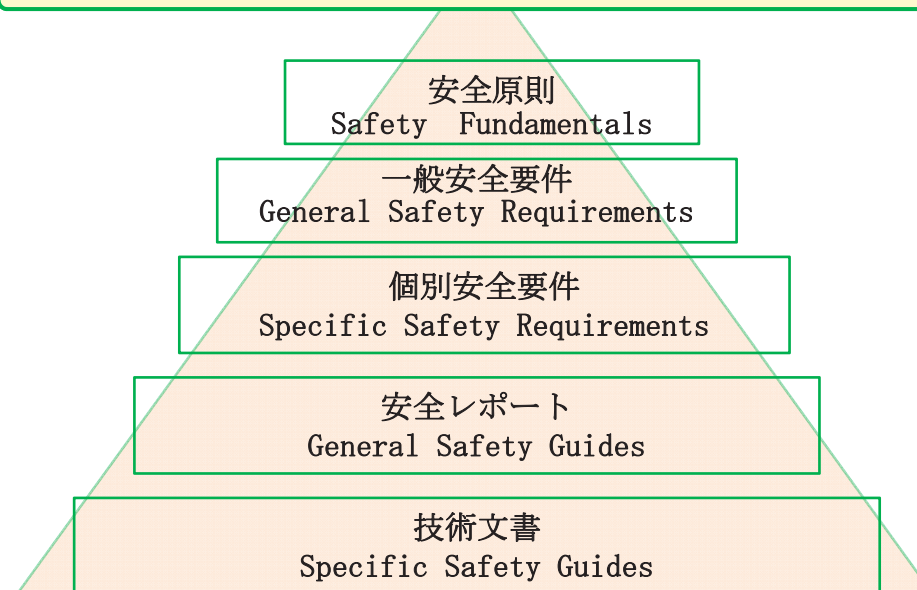
1. 安全原則、2. 安全要件、3. 安全ガイド

- 事故後に作られた規制基準のほとんどは上記の2と3に相当している。

- 今後、1に相当する基準の整備が必要。

26

## 7.3 IAEAの基準体系



27

## 7.4 IAEA安全原則の概要

### ● 原則1：安全に対する責任

安全のための一義的な責任は、放射線リスクを生じる施設と活動に責任を負う個人または組織が負わなければならない。

### ● 原則2：政府の役割

独立した規制機関を含む安全のための効果的な法令上及び行政上の枠組みが定められ、維持されなければならない。

### ● 原則3：安全に対するリーダーシップとマネジメント

放射線リスクに関係する組織並びに放射線リスクを生じる施設と活動では、安全に対する効果的なリーダーシップとマネジメントが確立され、維持されなければならない。

### ● 原則4：施設と活動の正当化

放射線リスクを生じる施設と活動は、正味の便益をもたらすものでなければならない。

### ● 原則5：防護の最適化

合理的に達成できる最高レベルの安全を実現するよう防護を最適化しなければならない。

28

## 7.5 IAEA安全原則の概要（続き）

### ● 原則6：個人のリスクの制限

放射線リスクを制御するための対策は、いかなる個人も害の許容できないリスクを負わないことを保証しなければならない。

### ● 原則7：現在及び将来の世代の防護

現在及び将来の人と環境を放射線リスクから防護しなければならない。

### ● 原則8：事故の防止

原子力または放射線の事故を防止及び緩和するために実行可能な全ての努力を行わなければならない。

### ● 原則9：緊急時の準備と対応

原子力または放射線の異常事象に対する緊急時の準備と対応のための取り決めを行わなければならない。

### ● 原則10：現存又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護対策

現存又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護措置は、正当化され、最適化されなければならない。

29

## 7.6 深層防護の全体像

深層防護という用語は元々は軍事戦略で使われていたものである。いつから使われるようになったのかは定かでない。少なくとも原子力開発の初期のころから原子力安全にも適用しようと言う考え方は存在していた、しかし、深層防護が具体的に何を意味するのかは明確でなく、共通の考え方は存在していなかった。

既に述べたように、ばらばらだった考え方をIAEAが国際的統一基準として纏めたのは96年である。それ以降は各国ともIAEA基準に沿って統一的设计哲学として原子力安全に適用したが、既述した通り我が国は“安全神話”が存在していたため、5層の深層防護の3層までしか使われなかった。

さらに重大なことは深層防護がどのようなものなのかと言う説明が全くされていなかったことである。IAEA深層防護の説明は5層まで全てが説明されており、3層までに限定して説明したものがなかったことが原因と思われる。おまけにわが国の規制図書では深層防護のことを“多重防護”と呼んでいた。このため、我が国では深層防護のことを「多重障壁」或いは「止める、冷やす、閉じ込める」のことだと思い込んでいた人が多かった。（その誤解は今でも蔓延している）

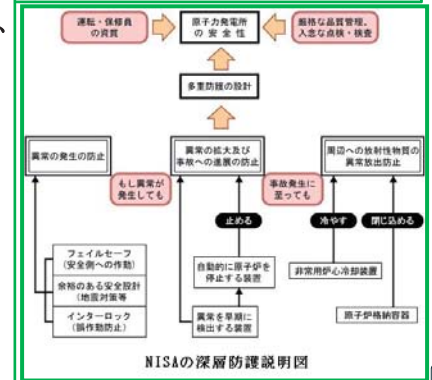
規制委は新規基準はIAEA深層防護に立脚している、と繰り返し説明しているが、深層防護がどのようなものなのかを説明した図書は存在していないため、安全の基本哲学として深層防護の考え方はいまだに浸透していない。

30

## 7.7 誤解されていた深層防護

- 既に述べた通り我が国の安全規制で深層防護のことを“多重防護”と呼んできた。一方、原子力安全の重要な考え方に“多重障壁”が存在する。核物質を①核燃料ペレット、②燃料被覆管、③圧力容器、④格納容器、⑤建屋、の5つの壁で閉じ込めることを意味しており、「5重の壁」と呼ばれている。
- “多重”と“深層”は日本語の意味も少し異なる。“多重”には「単に重ねる」というイメージがあり、“前段否定”“独立性”という深層防護の基本的特性が伝わらない。

- “深層防護”は「単に重ねる」だけでなく、「深く重ねる」というイメージがあり、「深く」の中に「前段否定」「独立性」という深層防護の持つ特性が込められる。
- また、事故前の原子力安全委員会や原子力安全・保安院のホームページ深層防護の説明図は右図が使われている。
- この図によって多重防護（深層防護）が「止める、冷やす、閉じ込める」を意味するとの誤解が生まれたようである。
- 政府事故調委員長を務めた畑村先生もそのように誤解されているようである。



31

## 7.8 国際原子力機関（IAEA）の深層防護

### 第1層 異常発生防止対策

異常の発生を防止し、正常状態を最大限に維持

- 安全文化
- 品質マネジメント（QMS）
- 余裕ある設計
- 多様化、多重化
- 管理者、運転者の高い資質
- 継続的訓練

### 第2層 異常時対策

異常が発生したら、早期に検知し自動的に正常に復帰

- 異常の早期検出対策
- 正常状態に戻す制御システム

### 第3層 事故対策

万一設計想定事故が起きても、その拡大を防止し正常に停止

- 事故の早期検出対策
- 自動的に原子炉を安全に停止（止める、冷やす、閉じ込める）

### 第4層 過酷事故対策

万一設計想定事故を超える事態が起きても、事態の進展を最大限に防止。炉心溶融に至ったとしても放射能放出を最大限に緩和。

- 過酷事故の早期検出対策
- 過酷事故の影響緩和対策
- 過酷事故マネージメント

### 第5層 防災対策

万一、過酷事故に至る可能性が生じた場合、周辺住民の被害を最小限に止めるための避難等の防災対策を実施する。

- 事前準備（演習と訓練）
- ヨウ素剤の配布
- 避難

32



## 7.9 深層防護の重要な特性は「前段否定」「独立性」

### 前段否定

深層防護は元々、軍事戦略で使われていた考えである。多層の布陣を敷いて戦う戦略である。それぞれの層は他に依存せず、敵と戦える布陣にするのである。したがって、第1層が全滅しても第2層は自立して戦えるよう計画する。第3層も同様に、第1層、第2層が全滅しても自立して戦えなければならない。第4層も同様である。第5層のオフサイトで行う防災なので前段否定は適用しない。ここで注意しなければならないのは、深層防護は前段に不安があるから後段を用意するのか、と考えるのは全くの誤解である。それぞれの層は完璧を目指して計画する。後段の準備を限りなく無駄にするという考えである。その意味では後段が準備されていることを全く期待してはならないのである。

### 独立性

前段否定の考えから必然的に求められる特性は独立性である。各層は独立して機能を果たさねばならない。「止める、冷やす、閉じ込める」の機能は基本的に各層が独立して持たなければならない。しかし、格納容器を2重にすることは不可能であることから、一部に例外を設けざるを得ないが、「止める、冷やす」の機能と「閉じ込める」の格納容器以外の機能は基本的に独立性が求められる。

33

## まとめ

1. 事業者依存してきた安全規制が、曲がりなりにも事業者依存せずに自立して安全規制を遂行できるようになったことは評価できる。
2. 規制委は発足してまだ3年である。米国NRC並みのパフォーマンスを期待するのは時期尚早。
3. 米国は原子力発電所100基の他、原子力潜水艦57隻、原子力空母11隻を保有。原子力船には2基以上の原子炉を積載している。艦船搭載原子炉数は136基以上、原子力発電所よりも多い。実地で経験を積んだ海軍経験者が規制で活躍している米国と比較するのは酷である。
4. 数多くの経験に立脚した米国のシステムを可能な範囲で取り入れていくのが最善の道ではないか。

35

## 7.10 米国の許認可プロセス (10 CFR Part 52)

米国ではNRCの審査の品質確保のため

全ての審査とも

原子炉安全諮問委員会 (ACRS) が

並行して安全評価し、NRCの審査の

監査を実施している



監査制度が消失した我が国の安全規制が

最も学ぶべき点でないか

\*1: ...  
\*2: ITAAC: 試験、検査、解析、許容基準 (Inspections, Tests, Analyses and Acceptance Criteria)

34

# END

36