

シンビオ社会研究会研究談話会

2019.10.25 於 京都大学百周年記念時計台会館

福島第一事故をシステミックに 捉えて教訓を抽出する

原子力安全推進協会 国際連携室長

久郷明秀

概要

- 福島第一事故を振り返る
- 経験から学ぶとは
- 出来事の振り返り

1)地震・津波の知見、 2)運転経験、 3)シビアアクシデントに関する知見の進展

- 構造要因とメンタルモデルの要素
- 因果関係/相互関係のループ図
- システム思考から見えてくる隘路（支点）
- まとめ

福島第一事故に関わる事故報告書の発行年

2011 福島第一発電所 事故

2012 { 政府事故調査報告書
国会事故調査報告書
民間事故調査報告書



2013 { IRSN(フランス)事故調査報告書
OECD/NEA 事故調査報告書
INPO 事故調査報告書
WANO/SOER(重要な運転経験報告書)

Report: Fukushima, one year later - Initial analyses of the accident and its consequences

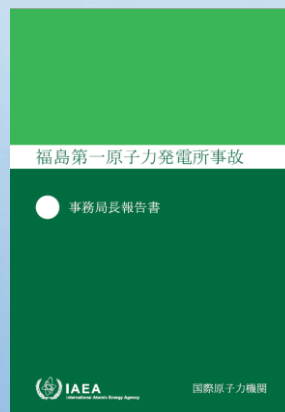
Timeline of IRSN actions



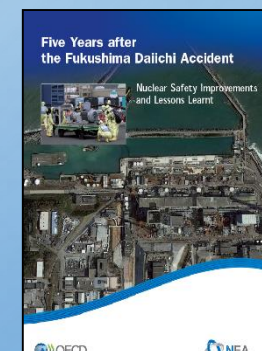
この時間の意味は？

2015 IAEA事故調査報告書2015

2016 IRSN事故調査報告書2015
OECD/NEA事故調査報告書2016



A Human and Organizational Factors Perspective on the Fukushima Nuclear Accident



Five Years after Fukushima

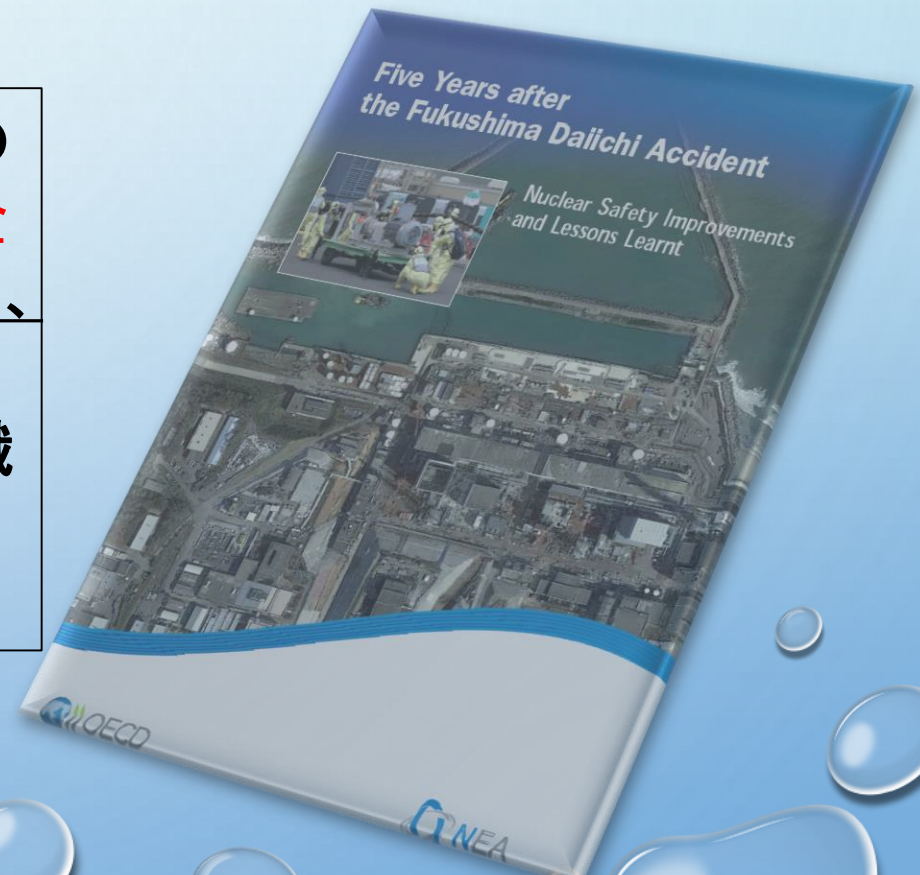
(参考) OECD/NEA事故報告書

“人と組織の要素を含めた安全文化の特性について幅広い検討の開始推奨”

9項目の結論の一つに、「安全の基本的観点としての人間の要素」について言及

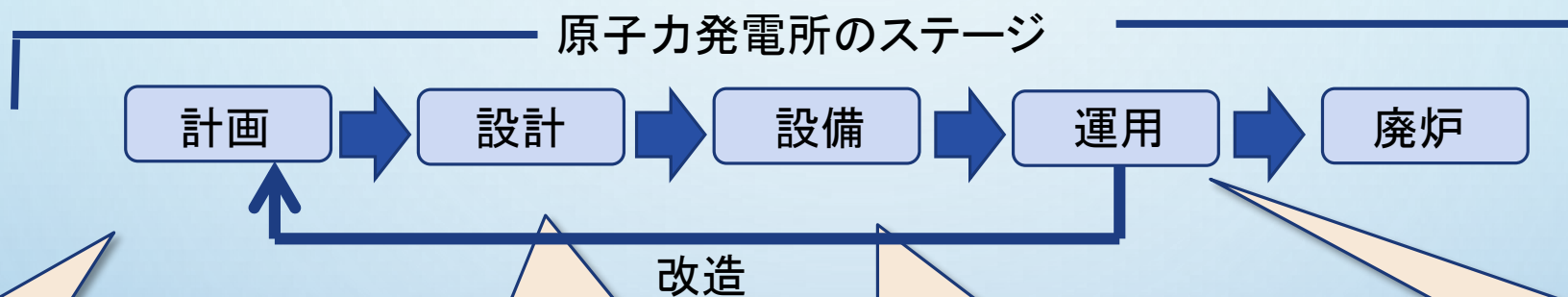
結論(抜粋) 安全の基本的観点としての人間の要素

人および組織の要素と安全文化は、潜在事象や事故の対応における設計、建設、運転等の**原子力安全に係る全ての基本**である。(中略) いくつかのNEAのメンバー国は、人と組織の要素を含めた安全文化の特性について幅広い検討を始めている。これらは、安全に対する姿勢、組織的能力、意思決定過程、経験から学ぶことに対するこだわりなどを含んでいる。



1. 福島第一原子力発電所事故をふり返って

地震と津波が発電所を襲った時にどこに拙さがあったのか？をふり返り、それはどの段階で防ぐべきだったのかを考えると・・・



- 事故の起回事象（稀な事象）の想定が甘かった

- 炉心溶融事故の備え（炉心冷却能力の多重設計、多様性確保）が不足していた

- シビアアクシデントを想定した設備の動力源の備えが甘かった

- 全体を把握・指揮するリーダーシップが不足
- 複数同時に施設に与える影響への備えが不足
- 事故の情報（進展予測）を的確に発信できなかった

ではそれらは何故、起きたのか？

対策と教訓は違う！！

教訓とは普遍化された「次に備える」ヒント！
Lessons Learned

経験から学ぶ

どんな業界で起こるミスも、その多くは一定の「パターン」を辿っている。それは組織文化に関わる潜在的なもの。

失敗の科学 (Black Box Thinking)
マシュー・サイド, 2016



2002 Davis-Besse
Reactor Pressure
Vessel Head
Degradation
Knowledge
Management Digest



The Gulf Oil Disaster and
the Future of Offshore Drilling

福島第一事故の教訓

Large scale **common cause failures** due to extreme natural hazards led to long lasting **SBO / LUHS**, resulting in **severe accidents**.

行動(思考)パターン

政府事故調査報告書：

“... 更に問題を遡っていくと、東京電力を含む電力事業者も国も、わが国の原子力発電所では深刻なシビアアクシデントは起こりえないという安全神話に囚われていたがゆえに、**危機を身近で起こり得る現実のものと捉えられなくなっていたことに根源的な問題があると思われる。**”



政府事故調査委員会 畑村委員長の所感と 自分の戒め



(1) あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。

(2) 見たくないものは見えない。見たいものだけが見える。

(3) 可能な限りの想定と十分な準備をする。

(4) 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。

(5) 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。

(6) 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。

(7) 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要である。

想定外のことが起こることに気づき、
自信過剰を戒めるべし。

複雑系の社会

表層の形にいつ
までもこだわっ
てはいけない。

システム思考

不確実さから逃げない。

人間を知る

地震・津波に関する知見の歴史

福島第一 1号機 設置許可申請(津波想定3.1m)

1966

1986 貞観地震の津波堆積物発見

1993 北海道南西部沖地震

1995 阪神・淡路大震災

1997

1999 ルブレイエ原発(仏)高潮による電源喪失、緊急停止

2002 土木学会「津波評価技術」を策定

地震本部「長期評価」公表 福島沖の津波地震の可能性を指摘

2004 マドラス原発(印)スマトラ沖津波で海水冷却施設が損傷、緊急停止

2006 安全委員会 耐震指針全面改訂(津波は随件事象とされる)

地震本部 「長期評価」信頼度C評価

2007 中越沖地震で柏崎刈羽原発が設計想定との4倍の振動を観測

2008

東電 地震本部長期評価手法で津波高さ15.7mになると計算

東電 土木学会に上記手法の確認を依頼

2009 国の耐震関係会合で、「バックチェック」の中間報告に対し「貞観津波を想定していない」と指摘される

2010 福島県知事 プルサーマル同意条件として福島第一3号機の耐震「バックチェック」を要求

東電 耐震「バックチェック」結果報告で「津波」に触れず

福島第一3号機でプルサーマル運転開始

2011. 3.7

東電 長期評価手法の津波高さ(15.7m)を保安院に報告

3.11 東北地方太平洋沖地震 大津波発生

(参考) 耐震・津波に関する知見の扱い

2006.9 原子力安全委員会 耐震設計審査指針改定

地震随件事象に対する考慮:

施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定することが適切な**津波**によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。

2006.9 原子力安全委員会 耐震設計審査指針改定と同時に出された見解書

『指針類の改定等がなされたからといって、既設の原子炉施設の耐震設計方針に関する安全審査のやり直しを必要とするものでもなければ、個別の原子炉施設の設置許可または各種の事業許可等を無効とするものではない。すなわち上述の既設の原子力発電施設に関する耐震安全性の確認は、あくまで**法令に基づく規制行為の外側**で、原子炉設置者等の原子力事業者が**自主的に実施すべき活動**として位置づけられるべきであるものの、当委員会としては(中略)行政庁による対応について、その着実な実施を特に求めるものである。

2009.1 原子力安全委員会

『新耐震指針の策定後、既に約2年4か月が経過しており、当委員会は国民への責任を果たすため、検討を加速し、確認結果を可能な限り早期に公にすることが必要と考える。...』

シビアアクシデント対策(深層防護)の歴史

1979 TMI事故

1986 チェルノブイリ事故 これらを契機に世界的にシビアアクシデント解析コードの開発に着手

1991 原子力安全委員会共通問題懇談会報告書

「アクシデントマネジメント(AM)は、(中略)安全規制によりその具体的内容が要求されるものではない」

1992 保安院 AMの自主的な整備を促進要請

1994 事業者 確率論的安全評価を行った報告書提出

保安院は概ね2000年を目途にAMを整備を要請

1995 原子力安全委員会「軽水型原子力発電所におけるAMの整備について」

『我が国の原子炉施設の安全性は、(中略)多重防護の思想に基づき厳格な安全確保対策をおこなうことによって十分確保されている。これらの諸対策によってシビアアクシデントの発生可能性は工学的に起こるとは考えられないほど十分小さいものとなっており、原子炉施設のリスクは十分低くなっていると判断される。』

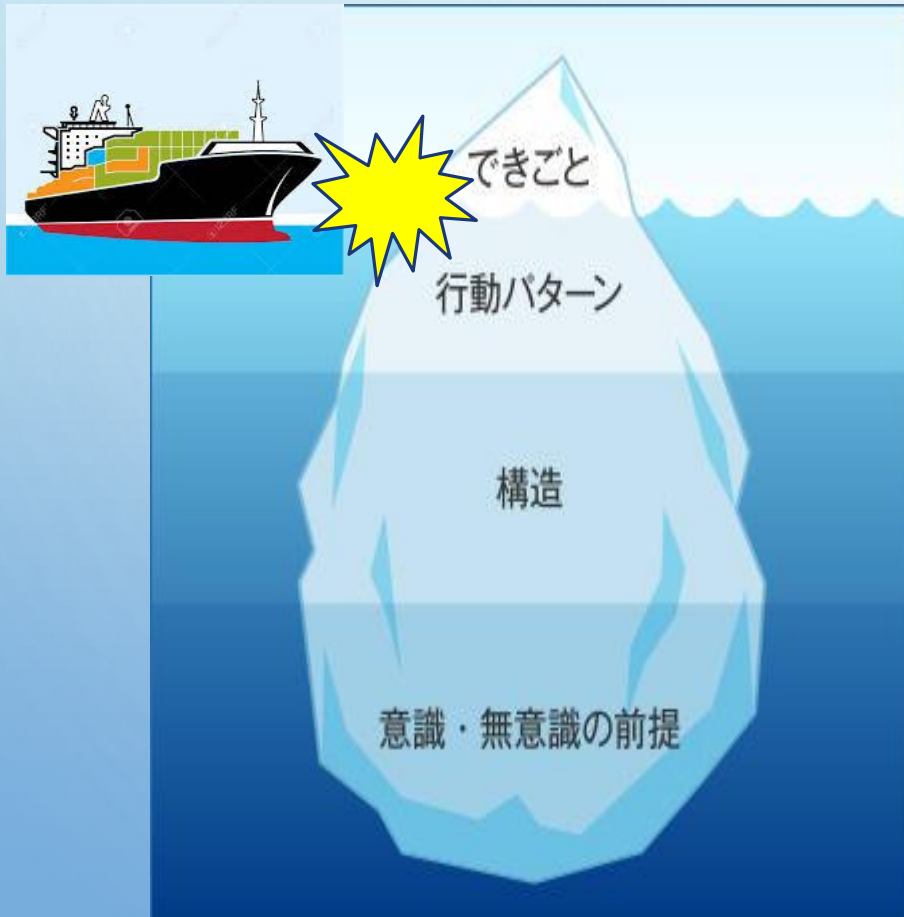
2001 米国同時多発テロ発生(原子力発電所も攻撃目標の一つだった?)

2002 AMの整備完了報告の確認(保安院から安全委員会へ報告)

2011 福島第一原子力発電所 炉心溶融、放射性物質放出事故(シビアアクシデント)発生

冰山モデル(システム思考のフレームワーク)

表層の形にいつまでもこだわってはいけない。



出来事: 表面にあって観測される事象

行動パターン: 繰り返し起こることで見える傾向

構造: パターンを生み出す構造
(複雑な因果関係を捨捨しない)

意識、無意識の前提: 構造を創り出す価値観
(メンタルモデル)

システミックアプローチのスタートポイント — シビアアクシデント対策 —

1. 出来事 (三つの流れ)と時間経過

地震・津波の知見

「電源/冷却機能」の
弱点を突く運転経験

シビアアクシデントに
関する知見の進展

2. 行動パターン

- 新知見導入で**不確実さを避け、予定調和を図る慎重さ**
- **規制側と事業者側の活動を分ける姿勢**

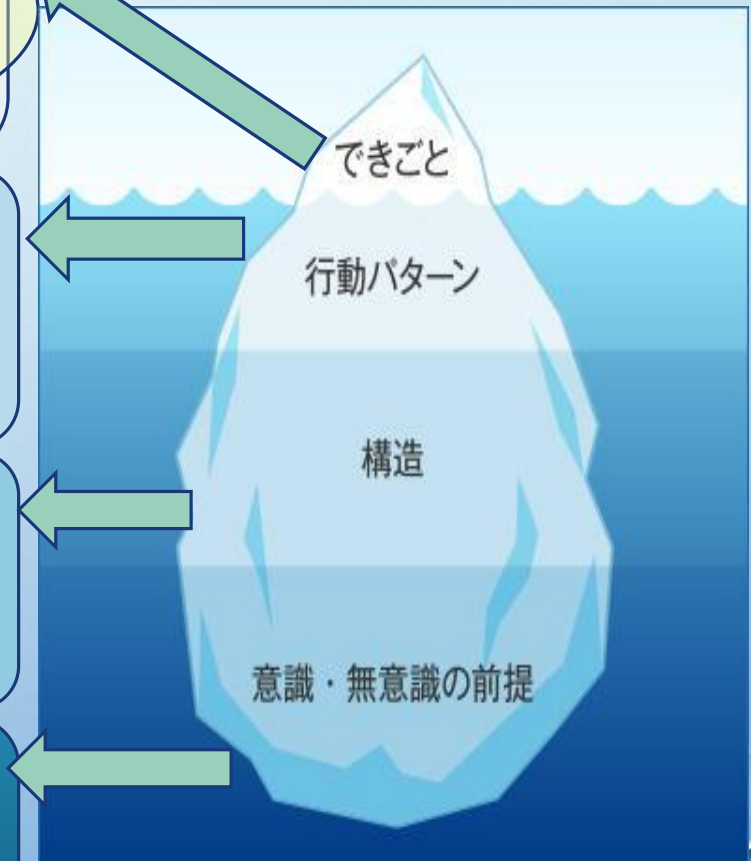
3. 構造

- **規制のリーダーシップ不足**
- **事業者の組織防衛と地域社会への忖度**

4. 意識・無意識の前提 (メンタルモデル)

- **ゼロリスク(絶対)信仰**
- **安全神話に依拠するリスク軽視**

システム思考のフレームワーク



構造要因とメンタルモデルの要素

- 見たいものしか見ない(選択的注意)
- 自分に都合の良い解釈(正常性バイアス)

- 集団主義
- 強い権威勾配

- 不確実さを避ける国民性
- 結果を求めて形式に走る国民性
- 結論を直截に求めない人間関係

- 海外技術の輸入成功体験
- 国情に合わせた付加技術の導入不足

- 本音と建て前のダブルスタンダードの許容
- 中央と地方の二重権威

構造からメンタルモデルを探す

— シビアアクシデント対策 —

環境要因

人的要因

組織的要因

技術的要因

選択的情報収集

確証バイアス

正当性バイアス

集団主義
(組織防衛意識)

集団主義
(反射的服従)

問題の先送り意識

手続きの負荷増大を回避

安全の専門家不足

経営合理性の追求

地元説明責任の回避(経営)

業界横並び意識

経営損失を回避

責任権限の曖昧さ

自然災害(地震・津波)
の不足

基準地震動評価手法の
不確かさ

確率論評価の未成熟(決
定論的思考様式)

安全目標の社会的未整備

絶対安全(リスクゼ
ロ)の心理圧力

安全神話の信奉

完成された輸入技
術を前提にした規
制体系

安全委員会指針
の体系的網羅性
の欠如

レバレッジポイントはどこか？

因果関係/相互関係のループ図を作成



- ゼロリスク信仰
- 他者の過失(失敗)を叩いて自分を守る人間の特性

社会環境の側面

技術的側面



- 自然災害情報に関する不確かさ
- 最新の手法(国際知見)の理解不足

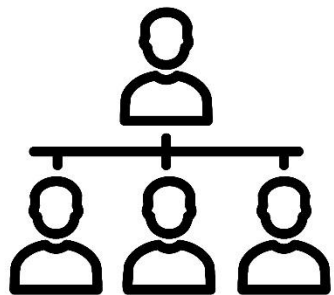
プレッシャー(住民感情優先)

プレッシャー(事業優先)

対策決断の遅れ

隘路(支点)はどこか?

組織文化の側面



- 組織の効率を最優先にする意識
- 経営への影響を気にする意識(組織防衛)
- 立地地域との調和重視
- 他者の経験に学ばない
対岸の火事意識

個人の心理的側面



プレッシャー(同調性優先)

- 自分が間違っているかもしれないと思う謙虚さ(技術に対する自信不足)
- 同僚や上司から過少評価されたくない願望(自己防衛)

システム思考から見えてくる隘路（支点）

因果関係、相互関係のループ図を描くことで見つかる隘路（支点）

1. 社会の「不確かさ」に対する低い許容度（強いゼロリスク信奉）
2. 安全に対する指標の社会的共有の欠如
3. 強いリーダーシップの不足（社会的責任の不明確さ）

対応策（案）

- 発想の転換（禊の必要性和事故時の放射性物質環境放出を起こさない新たな設計炉の提示）
- 国民から信用されていない安全目標（技術）から組織文化指標（組織管理）への制度転換
- エネルギー政策の国民的議論と国策の明示

要 約

- 複雑な現代社会では、**想定外**のことが時々起きるという“ノンリニア”の発想を受け入れる。(モグラ叩きでは済まない)
- **想定外**に備えるために、出来事を細分化するのではなく、システム思考のフレームワーク（冰山モデル）で 表層に現れた時系列からパターンを見出し、暗黙の意識までアプローチすることが重要 (俯瞰的視点が必要)

ご清聴ありがとうございました