
原子力学会
社会技術としての原子力リスクマネジメント

2020年10月24日

横浜国立大学 リスク共生社会創造センター
客員教授 野口和彦

本日の論点

- 原子力に関する多様なリスクとその対応
- エネルギー社会技術の要件
- 社会技術要件における安全
 - 規制の位置づけ
 - リスク概念の活用
- まとめ

原子力に関する多様なリスクとその対応 ①

- 社会の多様なリスクに応える必要がある社会技術
- 原子力固有の安全の関する個別リスクマネジメント
 - CDF/CFF等の個別リスクシナリオを評価
 - 必要条件であるが、十分条件ではない
 - 発生確率の分散が大きなリスクや人間の意思によるリスクへの対応の検討
- 原子力システムに影響を与えるリスクマネジメント
 - システムに与える多様な影響とリスク源・条件の体系的検討
 - 一般工学システムとしての安全への対応
- 原子力事業所運営のリスクマネジメント
 - 労働災害、コンプライアンス等も評価
 - 組織のガバナンス力の評価

原子力に関する多様なリスクとその対応 ②

- 原子力立地地域のリスクマネジメント
 - 原子力防災、経済振興等も評価対象
 - 事業者・行政・市民の総合力の評価
 - 社会コストの低減も課題
- 原子力事業の運営に関するリスクマネジメント
 - ライフサイクルとしての成立性の検証が必要
 - 業種横断的な対応の協力が必要
- 原子力産業としての成立に関するリスクマネジメント
 - 競合システムとの相対評価のため、競合システムのリスク評価も必須
- 社会技術としての原子力のリスクマネジメント
 - 上記を社会要求に照らし合わせて総合的に評価
- 全てのリスクマネジメントに重要な安全の視点

エネルギー社会技術のリスク判断要件

■ 多様な社会構成要素

- 社会の視点は複数ある: 視点によって異なる要件
- 全てに整合性があるわけではない
- 専門家視点と社会マネジメントの視点の組合わせが必要

■ 社会に与える影響も多様

- 客観的に評価できる影響、出来ない影響(心理、価値観)
- 客観的に評価できる対象しか議論できない技術者の課題
 - 学術会議でも、安心(感)の議論が始まっている
- 明らかになった課題だけの議論は、別のリスクを生み出す

■ 技術進展と社会構築

- 望ましい社会は、各技術推進のための、自分の分野に都合の良い条件による議論では、構築できない
- 対立構造で影響の整理は、社会構築に好ましくない

エネルギー社会技術のリスク要件例 ①

■ 安定供給

- 必要な時に必要量の供給
 - 年間供給量と必要時に必要な量の供給
 - 状況変化への対応力
- 適正価格での提供
 - 発電コスト
 - 社会コスト
- 安全性(別途展開)
 - 安全は、安定供給の前提

■ 扱いやすさ

エネルギー社会技術のリスク要件例 ②

■ 環境

- 地球環境
- 地域環境
- 自然環境

■ 産業政策

- 事業競争力 安定供給
- 新産業育成 科学技術力
- 事業安定性 投資・投資回収
 - 既存のシステムを中止するコスト、新規投資の回収

■ 社会制度

- 専門性への信頼
- 安全規制への信頼
- 安心要求への適用

■ その他：国際的視点、エネルギー政策以外への影響

リスク判断に影響をもたらす多様な社会の価値観

- 社会の豊かさは、多様な要素により成り立っている
- 社会基盤と生活における様々な価値の存在
- 特定の価値の獲得では、社会要求に応えられない

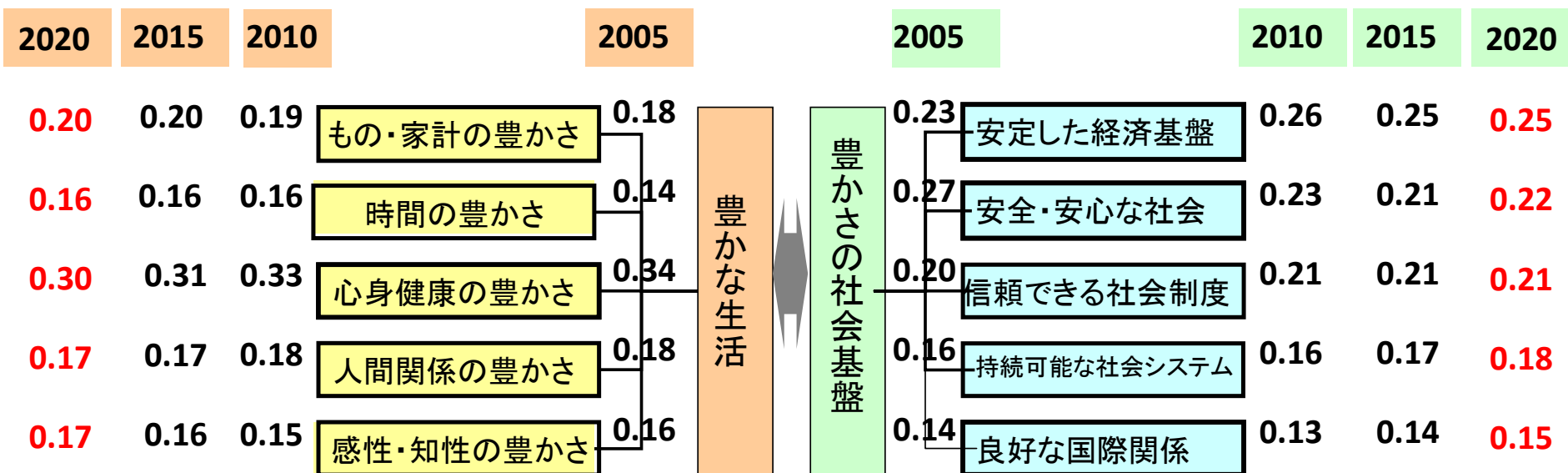


図 豊かさの構成要素と重み係数(AHP手法による評価)
 数値は、豊かさ要素の重み

2005年、2010年の結果は三菱総合研究書科学技術を基盤とした豊国論研究より抜粋(2010)
 2015年横浜国立大学調査
 2020年3月横浜国立大学調査

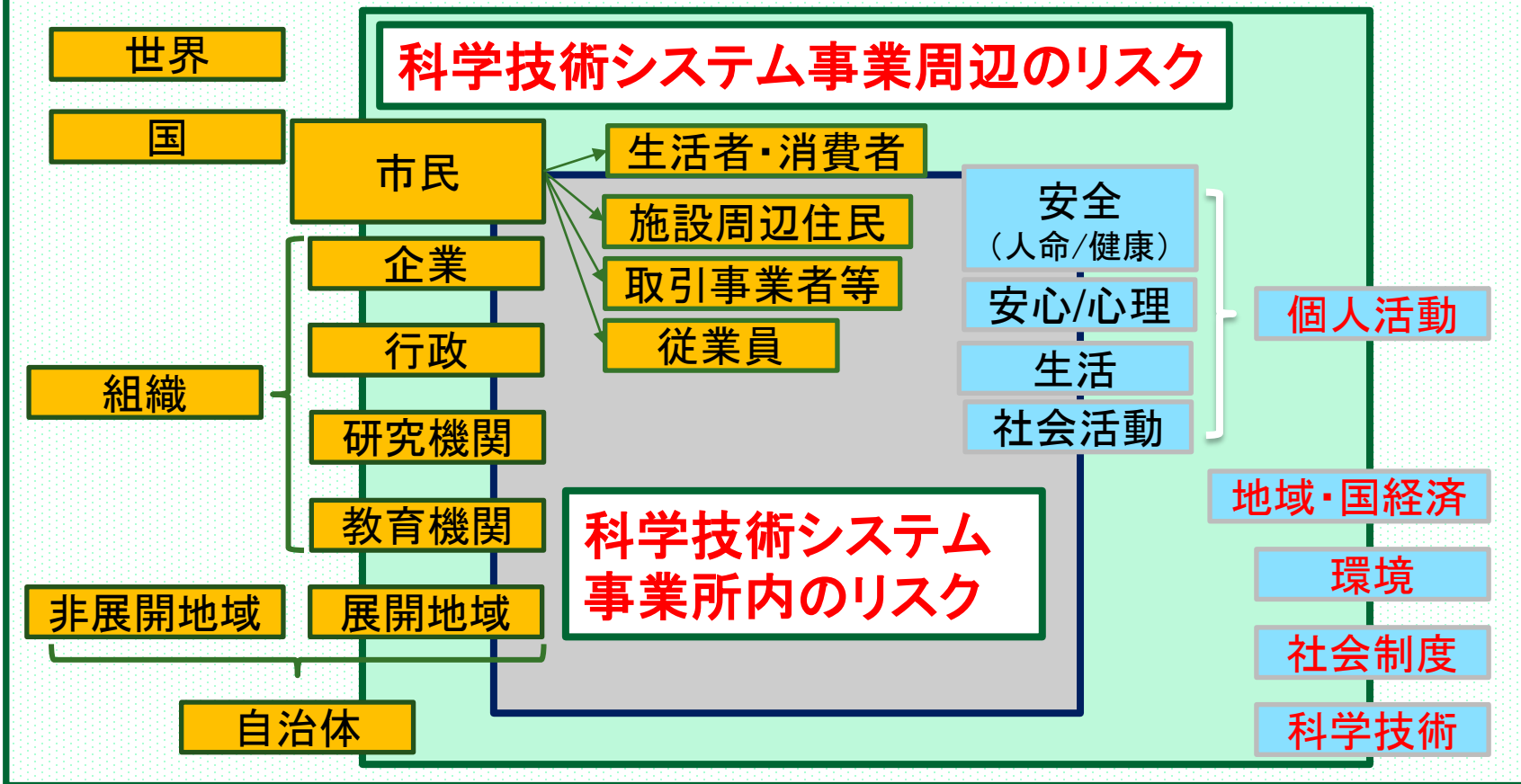
科学技術システムに関するステークホルダと影響

社会総合リスク

生命/健康/環境等の安全に関する影響に加えて、生活や社会活動・価値に影響を与える影響もあわせた、社会の安全と活動に関する総合リスク

科学技術システム事業周辺のリスク

科学技術システム事業所内のリスク



黄色い箱: 主体 青い箱: 影響分野

原子力システム事業経営のリスクマネジメント

- 特定の安全課題を解決しても事業が遂行できるとは限らない
- 事業遂行という視点で、原子力事業としてのリスクの整理が必要
- 重要となる安全の視点
 - 多様な要因による重大事故防止
 - ライフサイクル安全
 - 事故時の早期復旧
- 安定供給の視点
 - 競争力のある価格(安全投資にも限界がある)
- システム事業遂行のためのリスクを総合的に整理する必要がある

地域安全の視点による原子力リスクマネジメント

- **事業所の事故対応と行政の地域防災の総合力**
- 様々な不確かさに対する対応 深層防護の高度化
 - 発生する事故や災害の種類や規模に関する不確かさ
 - 災害・事故発生時の社会環境の不確かさ
 - 交通網、電力等の社会インフラの停止、パンデミック等
 - 事故・災害事象が発生した際の防災組織状況の不確かさ
 - 施策実施に関する実効性の不確かさ
 - 防災教育・訓練の体系的高度化の必要性
 - 施策展開時間に関する不確かさ
 - 施策効果に関する不確かさ
 - 市民動向の不確かさ
- **事故の未然防止と共に、事故発生時の市民安全と早期復旧技術の確立が急務**


リスク判断要件 ① エネルギー社会技術の稼働の基本要件

- 事業として稼働できる 稼働の必要性 + 安全
- 稼働の必要性
 - 原子力でしか実現できない
 - 原子力であっても良い 他のシステムとの競争
 - 数年間原子力無しで社会運営が出来たので、原子力は必要ない？ ↓
 - ある時期で可能であっても継続できる保証はない
- 安全に関する事項
 - 安全の定義・概念の共有無くして進める議論の難しさ
 - 規制を満足する＝安全？
 - 稼働要件は、規制を満足すること？ 皆が安全と思うこと？
 - 参考：ISO/IECガイド51の安全の定義
 - 許容できないリスクからの解放

リスク判断要件②-1 社会技術の要件における安全

- 事故の未然防止
 - 多様な影響の種類と規模への対応
 - 起こりやすさの捉え方
 - 原因 不確かさの大きな事象(自然災害、テロ等)への対応
 - 拡大防止
 - 施設としての拡大防止
 - 地域としての拡大防止
 - 供給継続と復旧の迅速性
 - ライフサイクルとしての安全性(燃料から廃棄物まで)
- ↓
- 特定の安全が満たされれば社会要求を満たすわけではない
 - 安心も含めた議論の必要性

リスク判断要件②ー2社会技術における安全の位置づけ①

- これまでの我が国の安全活動の特徴
 - 大きな事故被害を経験すると、その対応が迅速に行われ対応がなされる仕組み
 - 安全の仕組みが経験した事故の再発防止という視点で検討されることが多いため、新たな事故に対しては、常に後手を引くという状況が続く
 - 発生する事故に関して、経験していない形態や大きさに関しても事前に検討をしておかないと、多様な影響に対処することは難しい
- 
- 多様な適用が考えられるリスクアプローチの採用
 - 何が起きるかという不確かさと同時に対応の実効性の不確かさへの対応も重要

リスク判断要件②ー3社会技術における安全の位置づけ②

- 安全に関する社会価値と事故が起きた際の許容度
 - 獲得して当たり前だと思ふ事項が、得られなかった場合の不安・不満
 - リスク概念採用の二つの意味づけ
 - 可能性を0にできないからリスク概念を採用
 - 再発防止という手法の限界への対応としてのリスク
 - 社会の他のシステムとの関係
 - 影響の大きさに応じて異なる要求の厳しさ
 - 社会判断にリスク概念の活用のために必要な事
 - リスクとして捉える事象の体系化
 - リスク分析の前提の明確化
 - リスク分析でわかることとわからないことの明確化
- ↓
- リスク概念活用の有効性に関する社会としての意識醸成

リスク判断要件③ 社会における規制の位置づけ

- 一般のシステム・製品では、規制を満足することは、**スタートライン**
 - 規制を満足した製品であることは当然であり、そこから販売競争が始まり、消費者視点での開発競争が始まる
 - 規制を変える時は、一定の時間的余裕を与える
- 原子力システムは、規制を満足することが**ゴール**に見える
 - 電力事業も同じような視点を持つ
 - 消費者の要求に応える技術開発競争ではなく、自システムに問題がないことの説明が主となる
 - 規制を満足しないと稼働を許可されない
 - 原子力が稼働しなくても社会に大きな影響がないという前提
- **巨大システムの安全規制のあり方自体が研究課題**
- **社会技術としての成熟が必要**

参考 行政の動向 事後対応にまわりがちな対応

- 大災害や事故が発生するごとに、規制強化や公費投入が実施される

主な事態	主な国の動き
1959 伊勢湾台風 ...	1961 災害対策基本法 ...
1995 阪神・淡路大震災	1995 災害対策基本法改正
1996 O-157集団感染	1998 感染症法
1998 テポドン1号発射	
1999 JCO臨界事故	1999 原子力災害特措法
2001 BSE騒動	2003 食品安全委員会設置
	2003 有事法制
2005 JR西日本脱線事故	2006 鉄道事業法改正
2011 福島第一原発事故	2012 原子炉等規制法改正

安全とリスクマネジメントの関係

- 社会リスクマネジメントの重要な要素としての安全
 - 多様な社会リスクにおける多様な安全のリスク
 - 安全のリスクの不確かさと他の社会リスクの不確かさ
 - 自然災害リスクと科学技術リスクの許容度の差
- 安全の定義にリスク概念を採用
 - ISO/IECガイド51の定義
 - 安全:許容できないリスクからの解放
 - 安全の判断に必要なバランスと精緻化
 - 特定のリスクを評価しても社会安全の判断は出来ない
- 不確かさを扱うリスク論は、安全に適用できない？
 - 未来は、本来、不確かなもの
 - 不確かさに適応できなければ、未来には対応できない
 - 多様な潜在シナリオを検討することができるリスク論

安全と安心の関係例 安全・安心を用いた社会の見方

- 社会が実感する安全 = 安全 × 安心
 - この場合の安心の定義は、別途検討が必要：ほぼ信頼に近い
- **安心 = 1** 安全と安心のバランスが取れている状況
 - 安心は社会の安全受け取り方の状況を表現する
 - 安全と安心のバランスがとれていることが、社会にとって重要
- **安心 < 1** 不安が増し、社会コスト増
 - 技術者が心配している状況
 - 科学技術の限界への警報でもある
- **安心 > 1** 安全に関する過信
 - 工学システムの供給者が陥ると問題
 - 安心は知識や関心が無いことでも生まれる場合もある
 - 事故が発生すると安全に関する信頼が暴落

安全リスクの議論を「励起する安心」と「阻止する安心」

- **安心できない内容を分析して安全の向上に繋げる議論**
 - 「安全とは何か」の共有が前提
 - 社会リソースと安全の関係を議論
 - 科学技術手法で課題となっている問題を共有
 - **安全の議論を阻止する安心**
 - 反対の論拠として主張される安心
 - 安心論を持ち出すことで、技術者との議論が困難になる場合も
 - 安心問題を非科学的と避ける技術者
 - 技術者は心配を理解しないと技術者との議論を避ける市民
- ↓
- **市民と技術者の分断からは、良い社会は生まれない**
 - **リスクコミュニケーションの推進 市民と技術者の通訳も必要**

原子力リスクマネジメントの リスクコミュニケーションのテーマ対象

- リスクコミュニケーションの対象としての
原子力システム技術の安全性のチェック項目
 - 安全確保の構造
 - 原子力の基礎理論自体の問題
 - 核燃料サイクルとしての問題
 - 施設設計思想、技術の問題
 - 設計に関する審査の問題
 - 施設の施工管理の問題
 - 運用・保守・防災思想の問題
 - 運用・保守・防災制度の問題
 - 運用・保守・防災技術の問題

原子力システムリスクマネジメントの 信頼性に関する技術以外のチェック項目

- 事業者の信用
 - 会社自体の信用
 - 地元サイト経営に関する信用
 - 運用者の個人に対する信用
- 地元行政の信用
- 国の推進行政の信用
- 国の安全行政の信用

リスクに関する判断パターンの寄与要素

受容性	判断要因						
	未知性	リスクイメージ	存在価値	主体者への信頼	自己管理性	外的影響	問題の身近さ
受容パターン	低い	場合による	非常に高い	高い	高い	受けにくい	身近である
非受容パターン	非常に高い	非常に高い	低い	低い	低い	受けやすい	身近でない

まとめ

- 原子力技術が社会要求に応え続けるための技術改革の継続とリスクマネジメントの高度化は、必須
- 社会的要求に応えようとしているのは、原子力技術だけではない
 - 他のシステム技術との競争に生き残るという意識が必要
 - 他の技術分野の理解も必要
- 社会の要求の先取り技術としてのリスクマネジメント
- 事故の経験と技術の進展によって、変化する安全レベルを考えるリスクマネジメント
 - 科学技術の視点に加えて、社会技術の視点の取り込みを
 - 技術的要求と社会的要求に応える
- **科学技術を先導する原子力技術イノベーションを**

参考 リスク論の検討課題①

- リスク分析により、発見されるリスクは事前にわかっていることが多い
 - 何をリスクと捉えるかは、現場の視点だけでは決まらない
 - 人が死ななければ爆発があっても良いか？
 - 大きな音は問題ないか？
- 定量評価ができる内容だけで判断する事の危険性
 - 定量評価が可能な分野に限定したリスク分析の危険性
 - 未来は、もともと不確か
- リスクの存在を示すリスク分析
 - 弱点把握のための手法を結果の担保に使用することの課題
 - 安全のエビデンスとして使うにはシナリオの網羅性が必要
 - 分析したシナリオに限定した目標設定も有効

参考 リスク論の検討課題②

- リスク論を安全確認に使用する時の課題
- リスク分析によって特定のリスクを把握したということは、他のリスクが存在しないことを保障するものではない
- 安全を前提としたリスク評価を実施すると
 - 分析によって許容できないリスクを発見できなくても、そのことが当然として受け止められる
 - 低減できないリスクの存在が許容できなくなる
 - 危機管理の対象とすべきリスクを取り上げない
 - 危機的リスクを「想定外」と捉える
- 継続的に安全を追求するためにリスク概念の活用を
- 安全管理から安全マネジメントへ