

2020年9月18日 2020年日本原子力学会秋の大会ネット発表

グラントチャレンジ

日本の原子力の大挑戦

原子力政策と課題

内閣府原子力委員会委員長

岡 芳明

本講演は原子力学会会員（原子力関係者）向けの発表です
本講演の一部または全部を録画等により第三者に配布することは
禁止されています
本資料には講演者の個人的視点に基づく内容が含まれています

目次

- 見直し後の原子力委員会
- グランドチャレンジ
- 原子力委員会作成文書
- プルトニウム、高速炉、核燃料サイクル
- 人材育成・大学原子力教育
- 軽水炉利用と自主的安全性向上
- コミュニケーションとそのインフラ
- 原子力利用の知識基盤、原子力関係組織の連携
- 原子力発電の役割
- 放射線・加速器・アイソトープ利用
- まとめ

見直し後の原子力委員会

- 見直し有識者会議：**原子力に関する諸課題の管理・運営の視点**から、原子力利用に関する重要事項に取り組む。
- 形骸化している事務などを廃止・縮小した。
- 研究開発機関や産業界からの出向者は禁止。
- **原子力を利用することは設置法上の前提**
- 原子力長期計画や原子力政策大綱は作らない。
- 中長期的な視点から、**羅針盤の役割**、原子力利用の基本的考え方を作る。
- 90年代以降の日本の原子力の停滞を考えると、**原子力委員会が今までと同じようなやり方をし**ては、**失敗するのは証明されている。**

原子力委員会はなぜ司令しないのか

- 司令塔ではなく羅針盤（委員会見直しの結果）
- **司令すると、責任があいまいになる。**自ら考えること、自ら行うことを放棄してしまう。
- 各組織が置かれた状況のすべてを、原子力委員会は知ることはできない。
- 国依存の思考や行動からの脱却が必要だから
- 事故や90年代以降の停滞の原因の反省から
- 国の役割は、企業や研究開発機関を生き延びさせることではなく、事業環境を整えること、企業ではできないことを行うこと（知識基盤構築など）
- 課題を共有し、個々の責任を明確にしつつ協力し、組織や個人が、必死で考え、努力する状態を作るのに支障があるから
- **原子力委員会は、司令ではなく、課題とその解決策を、根拠を確認しつつ考える。改善の提案をする。**
- なお、行政改革は原子力委員会の所掌ではない。

グランドチャレンジ (日本の原子力の大挑戦)

- グランドチャレンジとは？：大胆で、横断的で、破壊的で、方向性があるもの
- 野心的で、ある期間内に、非現実的ではなく、イノベーションと変化を生み出す、多数のボトムアップ型の解決策を含むもの
- 既存の連続的な改良のことではない。従来のビジネスや仕事の一環としての効率向上でもない。
- **変革の必要性を感じていても、実行できていないことは多い。課題を認識し、組織的に実行するのは日本ではグランドチャレンジ。**

明らかになっている課題の例：

- プロジェクト型の開発の行き詰まり：従来の期待のリセット、国と国の機関の役割の变革
- 知識基盤とその運営の新機軸：協力と役割分担
- 縦割りや集団主義のマイナス面の解消
- 原子力安全（リスクコミュニケーション）の心理面の理解

**方向性：課題を共有し、個々の責任を明確にしつつ協力し、組織や個人が、必死で考え努力する状態を作る（国や相互に依存するのではなく）
(グローバルには当然のこと、日本だけが変)**

目標：組織や個人の国際競争力・価格競争力・能力・生産性の向上による国民の雇用、経済、福祉への貢献

グラントチャレンジは 見直し後の原子力委員会の活動でもある

- **原子力委員会、省庁、電力業界、メーカ、研究開発機関、大学等の組織と個人に、それぞれのグラントチャレンジがある。**
- 日本の電力業界のグラントチャレンジとは？（民間企業なので、自ら決めることですが）、たとえば
エネルギービジネスの国内外の変化への対応、自由化（競争化）への対応、国際的に割高な電気料金の低減
- 日本の電力業界原子力部隊のグラントチャレンジとは？たとえば
自主的安全性向上による発電電力量増大・事故率低減（規制との対話はその中に含まれる）、
原子力利用の中性化（普通にある状態にすること。安全や放射性廃棄物については特に）
なお、**再稼働**は、従来のビジネスの延長上の課題なので、グラントチャレンジではないが、現在、最も重要な課題。
その先で重要な課題は、**運転期間延長と新規建設**。いずれも政治の理解が必要。そのためには国民の原子力発電の便益の理解に努力が必要。新規建設では欧米のような大幅遅延・建設費上昇を生じないように。国民理解はグラントチャレンジ。
- **日本特有のグラントチャレンジの最大の課題は、関係者が問題を認識できるかどうか。共有・協力できるかどうか。**
- 担当省庁を含めて少しずつ認識と政策が進んでいるけれども。

研究開発機関や大学のグランドチャレンジの例

それぞれの組織が考え・実行する事項ですが

気が付いていても、組織的に実行できてないことはグランドチャレンジです

研究開発機関

- 旧動燃モデル（国が開発して民間が実用化する）から、知識基盤構築へ
- 研究論文作成から知識の体系化へ
- 縦割りから、それぞれの責任・役割を明確にした協力・連携へ。
- 研究開発・仕事を通じた人材育成（人事・組織管理）
- 経営と管理（改善メカニズムを機能させること、経営リスク対策など）

大学（原子力系）

- 研究と教育での国際的プレゼンスの向上
- 国内外の優秀学生の獲得（大学の優秀人材を集める機能の向上）
- 被引用数の多い研究論文の作成
- 研究成果の実用化など
- アカデミアとして第3者的な役割を果たせる能力の向上
- 専攻の経営と管理（教員人事、営業活動など）
- 改善メカニズムの導入（例えばJABEE)

原子力政策を考える方法

- 根拠やエビデンス：根拠を挙げてまとめられた文献・報告書、レビュー、会計検査院（行政監察院）報告書等。
- 国内外の原子力利用の歴史（先行例と環境変化）
 - 米国等の様々な原子炉型開発（1950－60年代）
 - 軽水炉の利用と改良（米・仏・日・独など）
 - 高速炉、商業用再処理（米、仏、英など）
 - 研究開発機関の役割の変化（英・米・加など）
 - 電力業をめぐる環境変化（自由化、投資リスク）
 - 発電技術の進歩（CCGT、再生可能エネルギー等）
 - 地球環境問題

原子力は欧米の先行例・根拠情報で参考になるものが多い。英語で検索する必要がある。それを参考に日本の課題と解決策を考える。

伝聞ではなく、エビデンスに基づいて考える。話を伺ったことも、根拠を確認して、考える。

推進側（予算をもらう側）が自分の研究・課題を重要というのは当たり前。海外の先行例などから国民の負担と便益の視点で論理的に考える。

日本の原子力：成果と停滞

- 成果の例：**軽水炉による原子力発電の国内展開**、原子力発電プラントの**計算機援用設計・建設・保守技術**（世界初で、他国にも普及）
- 停滞の例：**1990年代からの事故・故障、長期停止。**”もんじゅ”など。社会に対する**対応が悪かった。**原発輸出も努力はしたが、未だ。**日本の停滞と原子力利用の停滞が重なる。**
- 東電福島第一原発事故、JCO事故（停滞ではなく失敗）
- 原子力計画は長期にわたる。その間に状況が**変化**することがある。**計画の中止や変更は失敗ではない。** Stop Champion を持て (Nigel Lowe, ダンジネス A 廃止措置での講演、メルマガ2020年1月24日参照)
- 欧米の**経験や事実、根拠**を明示した**報告書**等を理解し、似た**失敗**を繰り返さない必要がある。

原子力発電所の輸出（最初の輸出原発の商用運開年）

原発国産化（大規模に国内利用）国で輸出してないのは日本とインドだけ
日本が輸出を考えるべきだった時期は1970年代

- 米国(PWR):ベルギー1962、イタリア1965、ドイツ1969、スペイン1969、スイス1969、日本1970、スウェーデン1975、韓国1978、スロベニア1983、台湾1984、ブラジル1985、英国1995、中国2018
- 米国(BWR)：イタリア1964、オランダ1969、インド1969、日本1970、スペイン1971、スイス1972、台湾1978、メキシコ1990
- **英国（GCR）：イタリア1964、日本1966**
- **フランス（PWR）：ベルギー1975、南アフリカ1984、韓国1988、中国1994**
- **カナダ（CANDU）：パキスタン1972、インド1973、韓国1983、アルゼンチン1984、ルーマニア1996、中国2002**
- **ドイツ（PWR）：オランダ1973、スイス1979、スペイン1988、ブラジル2001、（圧力容器型重水炉）：アルゼンチン1974**
- **スウェーデン（BWR）：フィンランド1979**
- ロシア（旧ソ連）(RBMK)：ウクライナ1978、リトアニア1985、(VVER)：ブルガリア1974、フィンランド1977、アルメニア1977、スロベキア1980、ウクライナ1981、ハンガリー1983、チェコ1985、中国2007、イラン2013、インド2014
- **中国（PWR）：パキスタン2000**

韓国の原子力研究開発と国際展開

- 産業通商資源部と未来創造科学部の2省庁体制
- 原子力R&Dは両省庁が相互に相手の省に役人を出して、一緒に議論し、決定するようにした。
- 大議論となり、検討の結果、**APR1400**を開発した。KAERIが、その研究開発に参画した。大型熱流動ループ**ATLAS**等を作った。実験や、過酷事故研究等を行った。KAERIの人材（7割が一流大学出の博士）と設備は、韓国の軽水炉利用の基盤となっている。
- 産業界は、国内に**APR1400**を建設し、**UAE**に4基輸出
- ヨルダンに研究炉を輸出
- 小型軽水炉**SMART**はKAERIの検討結果を産業界が引き継いで、サウジアラビアと共同開発
- 国産計算コードはKAERIが開発済み。(中国も開発済み)

日本は？

日本は？

- JAEAの実験装置（たとえば大型熱流動ループLSTF）と人材を軽水炉の改良開発に使ったか？使ってなければ役立つ人材も育たない。
- NUPEC（原子力発電技術機構、1976年原子力工学試験センターとして発足、2008年解散）の装置とレポートは残っているか？
- 国産で皆が使える軽水炉プラント挙動計算コードはあるか？知財の点のみならず、知識基盤としても米国計算コード依存でよいのか？現在は、米国計算コード（例えば過酷事故解析のMELCORコード）利用に米国から制限がかかりつつある。
- 原子力利用は、原子炉メーカー・産業界のみでは無理だったことは証明されているのでは？
- 国が開発して民間が使うことを仮定したモデル（旧動燃モデル）はうまくいかなかった（欧米では研究開発機関の役割は変わっていたのに）、
- 国の研究開発機関の役割の変革の認識がまず必要。そのうえで
- たとえば、原子力委員会提案の連携プラットフォームを役立ててほしい。産業界の注文を聞くのではなく、課題の議論・共有から
- **お客さんは？** 海外は、想定した市場（お客さん）があって初めて、メーカーの開発炉に予算が付く。その場合も国が開発するわけではない。
- 海外の研究開発機関の大きい実験装置やプロジェクトは、**自国以外の資金獲得が要件**になっている。たとえば、フランスのJ.Horowitz炉, ASTRID。日本は？

日本と日本の原子力の1990年代からの 停滞の原因と対策：まず課題の認識を

- (国民、産業界、研究開発機関)の国の予算と制度への依存、小集団の国内での生存競争、個人と組織の経験の幅が狭い(終身雇用、乏しい国際経験、狭い知識等)、集団思考(事実を記憶はするが、自分で考えていない・考えられない、乏しい根拠の情報など)
- 国民の負担と便益の視点が乏しい。改善の仕組みが弱い・あっても骨抜きになっている(まずは自己改善を機能させるのがよいのでは。評価委員を評価側が選ばない。外部の声を経営に生かす仕組みが必要)
- 日本の国際競争力が落ちている。モノに固執せず、雇用と、高給与の仕事を生み出す方向性は？
- 問題や知識基盤を共有して、**個人と組織が必死で経営に努力する状態を生み出せるようにはできないか？**グローバルにはこの状態。日本だけが世界とは別の狭い世界に生きていないか？

なぜグラウンドチャレンジが必要か？

- 米国原子力産業界は、TMI事故後、INPOを作っ
て、安全性向上と発電量向上を成し遂げて、責任
を果たした。規制の改善も行われた。
- 東電福島原発事故はTMIよりはるかに大きい影響を
国民に与えた。責任は日本の原子力関係者すべて
にある（多少の差はあるが）。
- 結果で応える必要がある。グラウンドチャレンジを
成功させると責任が果たせるはず。
- そのためには、過去から教訓を学んで、まず課題
を認識する必要がある。意識改革が必要。
- **伝聞ではなく、英語で検索して、根拠を見つけて
自ら考える事から始める必要があるのでは？**
- 日本の原子力の国際音痴、根拠情報音痴、知識基
盤音痴などに気が付く必要がある（厳しい言葉を使わない
と伝わらないと考えたので、あえて”音痴“という言葉を使った。）。

なぜ英語で検索する必要があるか

- 日本で流通している情報が偏っているため

例：日本に伝わっていないテスラの圧倒的な「ユーザー視点から見た価値」という論考がある。テスラから見た視点から見た価値」という論考がある。テスラが価値の土俵を変えていることを、シリコンバレーに来る日本企業や政府関係者が、全員知らなかった。”と述べている（参考）。

- 原子力利用は欧米に先行例が多いため
- 欧米では行政のHPや報告書による説明・情報開示が進んでいるため、会計検査院、行政監察院、科学アカデミー等の報告書等も参考になる。
- ただし、検索には土地勘（欧米の原子力利用の歴史のようなもの）と、根拠を確認する科学的態度が必要。
- 政策（これは調査されている）だけではなく、その背後にある論理・活動内容等を日本の課題との関連で理解する必要がある。

（参考） 榎田健児 ”日本に使わっていないテスラの圧倒的な「ユーザー視点から見た価値」 「価値」の土俵をここまで変えている、さまざまな業界デスラプシヨンの予兆を見逃すな！
キャノングローバル研究所HP, 2020年4月23日掲載

主な原子力委員会作成文書

- **原子力利用に関する基本的考え方**（平成29年7月21日閣議決定）、おおむね5年毎に作成する。
- **技術開発研究開発に対する考え方**（平成30年6月12日）
- プルトニウム利用の基本的考え方（平成30年7月31日）
- 高速炉開発見解（平成30年12月18日、平成29年1月13日）
- JAEAの中長期目標の変更について（平成31年2月27日答申）
- 人材育成見解（平成30年2月27日）
- 軽水炉利用見解（平成28年12月27日）
- 根拠に基づく情報体系の整備見解（平成28年12月1日）
- 試験研究用原子炉施設の在り方見解（平成28年4月26日）
- 原子力白書（平成28年度版より毎年度、翌年度9月頃公開予定）

原子力利用に関する基本的考え方 (平成29年7月21日閣議決定)

- 羅針盤として、中長期的な考え方を示したものの。
- 具体的な政策は、エネ基など各省庁の文書が記載。

基本目標

- 責任ある体制のもと徹底したリスク管理を行った上で**の適切な原子力利用は必要**である。
- 平和利用を旨とし、安全性の確保を大前提に国民からの信頼を得ながら、**原子力技術が環境や国民生活及び経済にもたらす便益とコストについて十分に意識して進めることが大切**である。

重点的取り組みとその方向性：8章に分けて記載、参考資料としてスライドコピーを付けてある。：原子力白書は、この章の構成に従って、その後のフォローをしている。

技術開発・研究開発に対する考え方

(平成30年6月12日原子力委員会決定)

- 国民の便益と負担の観点から、原子力発電の安全確保を図る。電力の供給を確保し、電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。
- 国民の便益と負担の観点から、原子力発電の安全確保を図る。電力の供給を確保し、電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。
- 国民の便益と負担の観点から、原子力発電の安全確保を図る。電力の供給を確保し、電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。
- 国民の便益と負担の観点から、原子力発電の安全確保を図る。電力の供給を確保し、電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。電力の需給バランスを確保し、電力の安定供給を図る。

技術開発・研究開発に対する考え方

各ステークホルダーの果たすべき役割

- 政府は長期的なビジョンを示し、その基盤となる技術開発・研究開発のサポートをする役割を担うべきである。
- 国立研究開発機関が行う研究開発とは、本来、知識基盤を整備するための取組であり、今後は一層、民間による技術開発・研究開発の努力を支援する役割が期待される。
- 産業界は、今後何を研究開発し、どの技術を磨いていくべきかの判断を自ら真剣に行い、相応のコスト負担を担い、民間主導のイノベーションを達成すべきである。

プルトニウム利用の基本的考え方

(平成30年7月31日原子力委員会決定)

国際社会と連携し、核不拡散の観点も重要視し、平和利用に係る透明性を高める。プルトニウム保有量は、以下の措置に基づき、現在の水準を超えることはない。

1. 再処理等の計画の認可（再処理等拠出金法）に当たっては、フルサーマルの着実な実施に必要な量だけ再処理が実施されるよう認可を行う。
2. プルトニウムの需給バランスを確保し、再処理から照射までのプルトニウム保有量を必要最小限とし、再処理工場等の適切な運転に必要な水準まで減少させるため、事業者に必要な指導を行い、実現に取り組む。
3. 事業者間の連携・協力を促すこと等により、海外保有分のプルトニウムの着実な削減に取り組む。
4. 研究開発に利用されるプルトニウムについては、情勢の変化によって機動的に対応することとしつつ、当面の使用方針が明確でない場合には、その利用又は処分等の在り方について全てのオプションを検討する。
5. 使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた取組を着実に実施する。

高速炉開発について（見解）

平成30年12月18日、平成29年1月13日

- 高速炉は発電に用いられるので、技術的に成立しても、全体の発電コストが高いと、電力競争環境では、商業利用は困難である。
- また、再処理技術が確立していることが前提である以上は、軽水炉核燃料サイクル技術の実用化の知見を十分に生かすことも重要である。
- 再処理技術は核不拡散と関連する機微技術であり、知見や人材も極めて限定的である。日本原燃は、自らの技術的能力を磨き、向上させる必要がある。
- ウラン資源量：石油や天然ガスの埋蔵量は探査技術、採掘技術の進歩とともに増加してきた。ウランなど金属元素についても同様であるとの見方がある。
- 高レベル廃棄物の管理・処分に対して分離変換の効果には限界があり、高レベル廃棄物あるいは地層処分対象廃棄物を完全に無くすることは困難であることも認識すべきである。

フランスの核燃料サイクル政策

ロバスト(環境変化に対して強靱)

- 90万kW級PWRでプルサーマルを実施中
- **全量再処理ではない**：再処理量は分離プルトニウムの使用量にする方針を2000年代初頭にIAEAの会議で報告。
- 「将来、仮に使用済み燃料再処理を中止する政策変更が行われる場合、例えば**使用済み燃料そのものを処分する必要性が出てきた場合も、フランスの地層処分場CIGEOは対応できる**」とANDRAがHPで述べている
- 多年度エネルギー計画で、**ASTRID計画を中止し、高速炉プロジェクトの再開を少なくとも30年延期した。***
- EdFの軽水炉の建設コストは58基合計で約120Bユーロ、スーパーフェニックスのコストは1基で12Bユーロ**
- CEAの開発した再処理技術をCOGEMA(ORANO)が商業化したので、CEAはORANOの株式を所有（廃止措置費用に当てることができる）**
- 海外再処理を行ったため、EdFのラハーグ再処理費用負担が半減。燃料サイクルコストも低い**

* 仏国家評価委員会報告書、Conclusion, 2020年7月

** “The cost of nuclear power sector, Thematic public report, January 2012”

Cour des comptes,

フランス多年度エネルギー計画 原子力関係

- フッセンハイム炉を含めて4-6基を2028年までに停止、2035年までに14基を停止、電力供給における原子力の割合を50%に（達成時期を2025年は不可能なので2035年に延期した）。地元経済への影響を考慮して全原発を停止するサイトはない。
- **再処理路線はこのPPEの期間を超えて、ラハーグ工場の寿命が来る2040年まで維持する。**そのため、現在90万キロPWRで行っているプルサーマルを（その一部の炉が停止するので）130万キロPWRでも行う。現在の炉（軽水炉）でマルチリサイクルを展開する研究がなされるだろう
- **2040年以降に、燃料サイクルを閉じる政策とそのR&Dをどうするか検討する。**
- 2035年以前は新しい原発建設が必要とは思われない
- **現在の原発を何で置き換えるか、例えば原発新規建設か蓄電付きの再生可能エネルギーか今は決められない。**国内外における原発新規建設の能力は維持する。
- 新規建設に備えて、フランスの新規建設能力（Flamanville3とHinkley Point Cの経験、EPR2の投資リスク低減計画を考慮）、EPR2のコストと他電源とのコスト比較、投資モデルとEU規則への適合、立地地点、公衆関与、フランスの規制と法的枠組みとの適合を考慮した作業計画を2021年までに作成する。
- 研究とイノベーションにおける対応：SMRの2019年の検討結果を受け、その評価を行う。長期的に核燃料サイクルを閉じるための産業界によるR&D計画を決定し支援する。R&D計画とは、中期的にPWRで行うマルチリサイクルと、21世紀後半に高速増殖炉を産業的に展開できる能力を維持のことである、

フランス国家評価委員会報告書2020

SUMMARY – CONCLUSION : IMPACTS OF PPE AND FUEL CYCLE

高速炉関係抜粋(仏語から機械翻訳)

- Several provisions of the PPE (多年度エネルギー計画) profoundly modify the end of the fuel cycle, the material cycle and the studies and research associated with it.
- The Commission takes note of the new PPE guidelines on RNRs(高速炉): stopping the Astrid program and restarting RNR projects at best in 30 years.
- The Commission recalls that studies and research on separation and transmutation are intimately linked to those on RNR since they require similar tools. This research will be drastically slowed down with the end of the Astrid project.
- Given the postponement to the end of the century of RNR projects, and therefore the objective of closing the cycle, it will inevitably be necessary to store a larger quantity of spent fuel before treatment and recycling.

核燃料サイクルと高速炉

- 軽水炉から高速炉に移行すると、日本の多くの原子力関係者が考えたために、使用済み燃料貯蔵がひっ迫した。**軽水炉利用の首を自ら絞っていたことに気が付かなかった。**
- **中期的には再処理と直接処分以外の選択肢がある。**使用済み燃料はプルトニウムを含む資源なので、（プルサーマル分以外は）貯蔵すればよい。（フランスの地層処分場は操業開始から閉鎖までは**120年間**。将来、直接処分に政策変更があっても受け入れられるとフランス政府が述べている）
- 原子力関係閣僚会議（平成30年12月）：「高速炉の本格利用が期待される時期は、**21世紀後半のいずれかのタイミングとなる可能性がある**」として、**実用化時期を延期した。**
- **日本の再処理（プルサーマルで使う量だけ再処理）と高速炉（21世紀後半に延期）の政策はフランスと結果的に同じ。**異なるのは日本原燃の使用済み燃料貯蔵容量が小さいこと。再処理事業の実績も、知識基盤も違う。使用済み燃料政策についてもフランスはロバスト。
- サイクル事業は、日本では1990年代から民間事業。

参考：原子力委員会HP,メールマガジン：2020年7月20日、2018年7月25日
活動報告：日本技術士会講演資料2018年6月15日

全量再処理？

- 日本政府文書で全量再処理という用語をつかったものはない。
- 全量再処理は論理的にとじない、ロバストでない：全量再処理だと分離プルトニウムが貯まる、使用済MOX燃料が貯まる。分離プルトニウムは貯蔵すれば核特性が劣化する。
- 再処理量はMOX燃料使用量に合わせる必要がある。これは日本の政策。フランスの政策。
- 全量再処理は日本特有の言葉。信奉者のスローガン？
- スローガンは政策でない。
- 有害度低減も日本特有の言葉、論理的に閉じない。以前に分離変換を用語にしたのだが、いつのまにか使われるようになっていく。
- 論理的で、ロバストでないと、原子力利用の首が閉まる。応援しているつもりなのかもしれないが。

なぜ日本では偏るか？

- 推進側（予算をもらう側）の情報（たとえば全量再処
理・高速炉路線）が業界誌のなかなが多いのではな
い。それが原子力政策だと考えるか。
- ある調査機関がHPで、フランス国家評価委員会の報
告書、その結論と異なる紹介を*、それを業
界誌（ニューズレターのようなもの）が広めた例がある。
- 紹介する情報は、根拠を確認し記載する必要。
- 紹介者の意見（推進側の情報）と、紹介する情報は、
区別して発表することが科学的態度として必要であ
る。
- 根拠を確認せず流布される情報、偏った情報があり、
それを原子力政策と考えると、偏った理解になる。
- 自分も大学教員だったときは、届けられる業界誌に書
かれていることが原子力政策だと考えていた。
- 欧米政府の会計検査院、行政監察院などの報告書は日
本では、ほとんど紹介されていない。
- 省庁は偏らない情報入手に努める必要がある。

* 海外情報ニュースフラッシュ、「フランスで国家評価委員会（CNE）が第14回評価報告書を公表」、2020年7月28日 原子力環境整備・資金管理センター

3種類の原子力推進の声がある

- ① 中立的推進（国民の負担や便益の視点での原子力利用）：原子力委員会の立場
- ② 国に依存した推進（予算獲得等が目的の推進、必ずしも原子力に限らないが）
- ③ 追従型推進：よく考えていない推進、論理的破綻に気が付かない推進（②の一部？）

②は原子力利用の停滞、日本の長期停滞・国際競争力低下の原因

③は中立的推進の妨げになる場合がある

④米国NEIのコミュニケーションの目的は“原子力のブランド化”。日本にはない？

人材育成見解

平成30年2月27日

- 人材育成は学生や若手を対象とした教育と考えられてきたが、研究開発機関における研究開発や業務を通じた人材育成や、原子力関係機関が連携した研究活動における人材育成も考慮する必要がある。
- 優秀な人材の獲得（魅力を伝えるコンテンツ作成、新興国の優秀人材の獲得、国際的な協力枠組みの活用）
- 大学教育の改善：基礎の体得、実験・実習設備充実、教育の改善導入（JABEE利用等）等
- 仕事・研究開発を通じた人材育成
- 初等中等教育支援、新興国の人材育成支援

大学原子力教育

- 大学教育が人材育成の基本・基盤
- 日本と海外の大学原子力教育をヒアリングして、グッドプラクティスと課題をまとめた

課題の例は

- 教育の質の向上、実験施設の停止・廃止に伴う教育研究機会の喪失、原子力系科目教育の希薄化、学生の人氣の低下など

対策は

- 技術士会の評価を利用した**自己改善**、欧米大学のグッドプラクティスの実行。
- 国内外から優秀な人材を集める大学の機能の強化
- 研究・教育の**国際的なプレゼンスの向上**（教育のグイ研の国際論文作成、多くの海外優秀大学院の**獲得**、数の多い研の国際化、**研究の実用化・国際化**など）。これら**指標**の見える化が必要
- 実験施設の整備、原子力人材育成予算の充実等

軽水炉利用について（見解）

平成28年12月27日

- 原子力発電は、環境負荷が少なく、エネルギー需給構造の安定に寄与するベースロード電源として位置づけられる。
- 事業者が中心となって取り組んでいる自主的安全性向上のための活動については、大いに期待しているところであるが、米国の好事例も参考に、より一層効果的なものとなるような改善も求められる。
- 事業者側と政府側の間で、リスク情報も活用し、対等で建設的な意見交換を透明なプロセスの下で行い、効果的・効率的な安全確保の仕組みを構築していくことが求められる。
- 技術の継承・人材確保
- 産業と研究機関・大学の連携への対応
- 平和利用

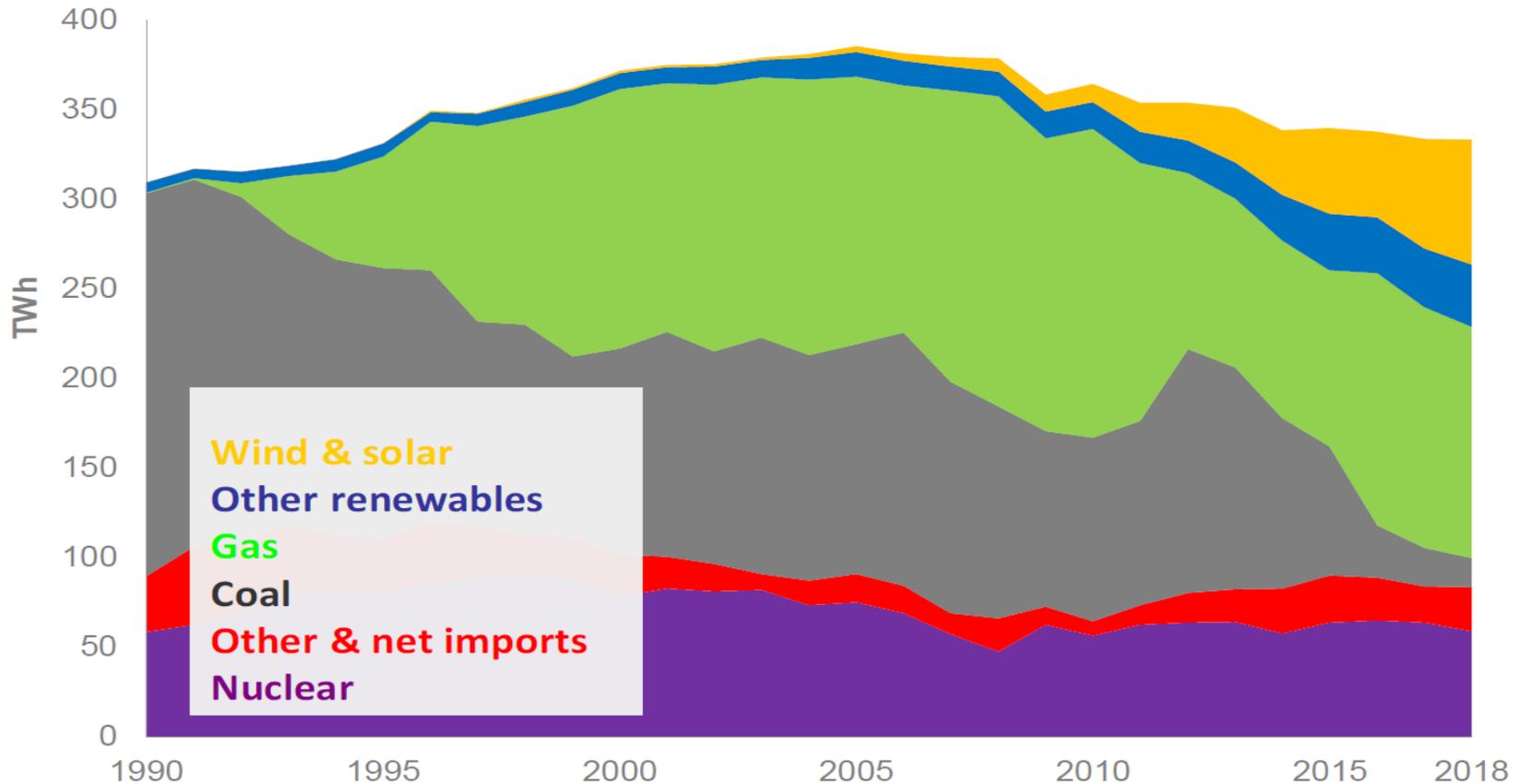
なぜ自主的安全性向上が重要か

- 原発運転管理・安全確保の一義的責任は電力会社にある
- 経営の中で安全を見ることで、包括的になる
- 米国の実績の事実がある（安全だけでなく、事故率低減と発電電力向上の図を並べて理解する必要。）
- PRA（確率論的リスク評価法）を含む運転管理経験のデータは電力会社にある
- 研究炉（東大炉）の運転管理の経験から。
- 安全を頭で考えるだけではだめ。**帰納的に考える必要**
- 米国では、規制の改善（1995年以降）より、自主的安全性向上の実績（1990年から）が先にあった。
- なお、東電事故後、米国原子力発電業界は発電コスト30%低減計画を実行し、2012年比で2019年は31.7%減を達成している（参考）

英国の発電量の変遷

1990年頃から天然ガス火力が、2005年頃から風力と太陽光が増加
小さい投資で建設でき、電力自由化後の投資環境に適していた

Electricity supplied by fuel type, 1990 to 2018



米国の発電設備容量と発電電力量の変遷

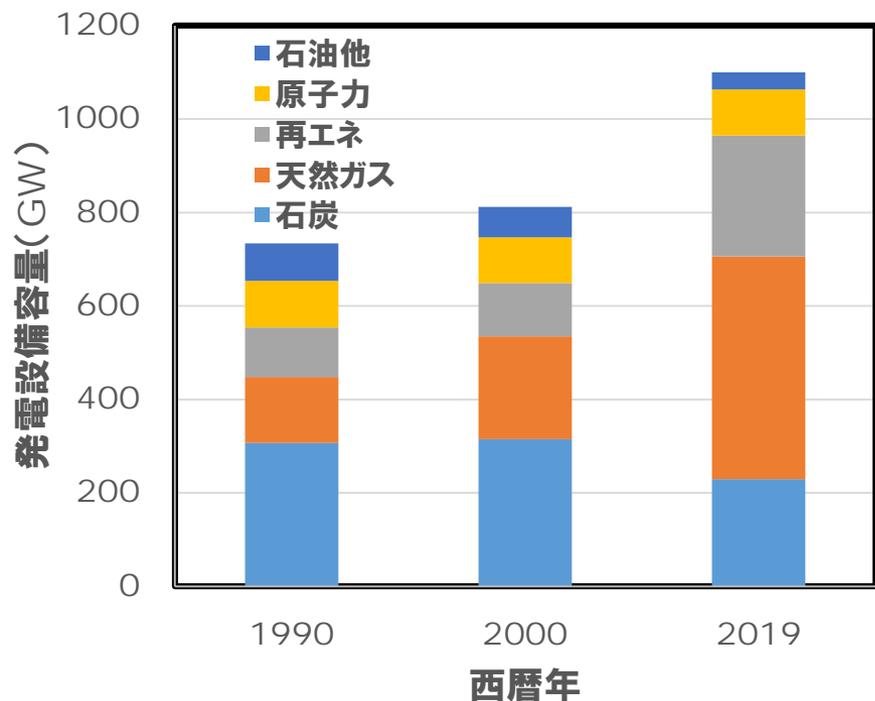


図 米国の発電設備容量の変遷
(出典を基に内閣府で作成)

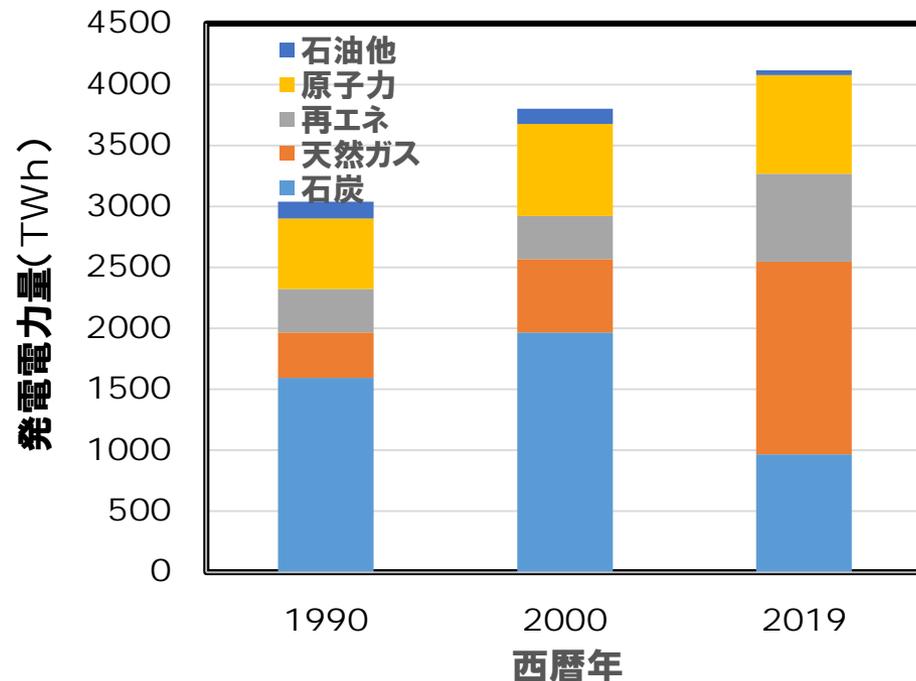


図 米国の発電電力量の変遷
(出典を基に内閣府で作成)

- 電力自由化後、天然ガス火力と再エネが増加
- 原子力発電は設備容量は増えてないが、発電電力量は再エネより多い(稼働率が高い)

参考 電力自由化の経緯

- | | |
|---------|-----------|
| 1992年 | 卸電力市場自由化 |
| 1996年 | 発送電部門分離 |
| 1999年 | ISO/RTO成立 |
| 2000年以降 | 小売市場自由化 |

米国の発電コストと天然ガス価格の変遷

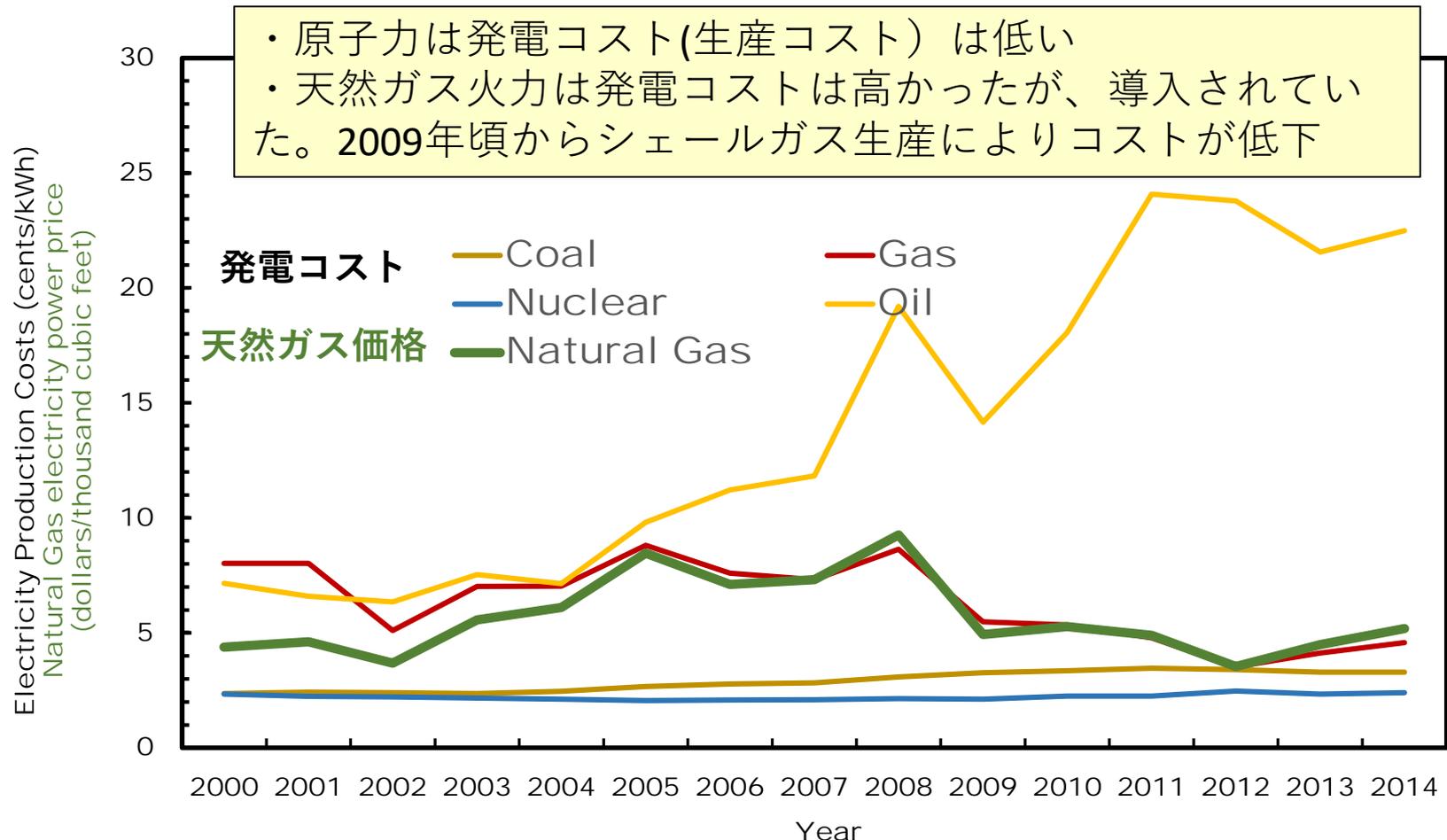


図4 米国の発電コストと天然ガスの価格の変遷（出典を基に内閣府で作成）

出典 1) Statista, "U.S. electricity production costs from 2000 to 2014, by source (in cents per kilowatt hour)"
 Published by Statista Research Department, Jun 15, 2015.
 2) EIA, NATURAL GAS, Natural Gas Prices, Annual average natural gas electric power price, June 30, 2020.

電力自由化による投資環境変化と、 政治による原子力発電廃止リスク は、新規建設や利用上の課題

- 1980年代から自由化の進んだ欧米では、発電コストは高くても、建設費が少額な（投資リスクの小さい）ガスタービン複合発電（1990年頃以降）や再生可能エネルギー（2005年頃以降）に新規建設投資がなされている。
- 環境問題を取り上げ、再生可能エネルギー支持の運動が欧州で政治力を得た歴史がある。
- 原子力発電所を長期間安定に使っている米国では原子力発電コストは低い
- 電力自由化（競争化）でも、長期的に安定に安価に電力を供給できるので、政府は原子力の新規建設を支援している（英国の例）。

今後の軽水炉の製造・建設において重要 と考えること

- 中国やU A E では新規原発建設がほぼ順調に進んでいる。
- **フィンランド、フランス、米国等の新規建設の遅延から教訓を学び対策する必要がある。**
- 建設期間が遅延し・長期化すると、コスト増になって電力会社の経営を圧迫する。

教訓は例えば：

- 土木工事管理（例えば、基盤耐震工事の鉄骨のくみ上げノウハウの継承失敗）
- 製造管理（圧力容器、計装制御系、コンポーネントサプライヤーなど）
- プラント建設管理・試験・運転開始のノウハウなど
- 規制の予見性（耐震・津波・テロ対策などのバックフィット）
- 訴訟、地元の理解など

これらのリスクを分析し、対策・実行する必要がある。

- **新規規制基準に対応して、軽水炉を所定の期間内に設計製造し、運転を開始することが重要。**
- 新型炉より、設計製造経験・設計図がすでにある大型軽水炉が建設遅延リスクが少ないと思われる。
- 日本が世界に先駆けて開発した原発の計算機援用設計・製造・保守システムに、土木工事・製造管理・部品供給等のノウハウ・遅延要因を組み込むとどうか？

根拠に基づく情報体系の整備見解

平成28年12月1日

- コミュニケーション活動と情報体系の整備の2つの活動のうち、まず、基盤的な情報体系の整備について取り上げる。
- 米国や英国では、「なぜか」を調べたいときに、根拠に基づく情報、その解説または要約が、行政や国際機関、原子力関係機関等で多数作成され、インターネット等により開示され、組織横断的に関連づけられているとともに、検索性にも配慮されているので、必要な情報を探し当てて根拠を理解できることが多い。
- 原子力関係機関が、「根拠に基づく情報体系」を整備することにより、国民が自らの関心に応じて自ら見つけた情報を自ら取捨選択し、納得すると、国民が「腑に落ちる」状態になると考えられる。
- 「根拠に基づく情報体系」の整備は、地球環境・経済性・エネルギーセキュリティ関連や、安全・防災、放射性廃棄物、放射線被ばくりスクの4点をまず取り上げることが考えられる。
- 連絡協議会を立ち上げ、課題・進め方の整理や情報共有³⁹を行う等、連携しながら進めることを強く期待したい。

日本のコミュニケーションの課題例

- 原子力利用の利点にかかわる**情報発信とその継続**
- 広告代理店依存の広報からの脱却・変革
- 地元対話活動の**経験の継承・後継者育成**
- 日本では、原子力対話活動そのものを生業にできる雇用は、電力会社の広報部隊以外ほとんどない。
- 対話の技術はファシリテーション訓練で習得できる
- **ファシリテータの育成**：餅は餅屋に、餅屋がいなければ育成し、飯が食えるようにする必要がある。
- **他分野との協力**(例えばビジネススキルの訓練を仕事にしている集団、環境・健康分野など)、調査・情報収集を知識基盤に育成に利用するなど。英国の地層処分の例が参考になる
- 実践的学者：福島事故後の対応で活躍する若手大学教員は、実践的な方が多く、潜在的に層の厚みが増す(推進側への協力を期待しない)
- 推進側以外の活動集団の認識：福島県の放射線被ばくリスクコミュニケーションは推進側ではない

原子力は極めて危険？

自分で自分の首を絞めていないか

- 原子力安全や放射線被ばくリスクの情報は、原子力関係者の側にあるのに、極めて危険と思われるようになったのはなぜか？
- 原子力技術者が、自分の理解している安全性を国民に理解させようとして努力したのが逆効果になっただけでは？ 安全の話ばかりしてきたのでは？ 安全の話は危険の話です。
- 原子力の専門知識を習得するのに、何年かかったか？ 公衆に専門家と同じ理解を期待するのは無理。
- 「このような事故を2度とおこしてはいけない」という言い方は、原子力特有。他産業では「今後はもっとうまく対応できる」という。
- **コミュニケーションの心理面に注意。**
- **原子力の安全性や放射性廃棄物問題は、賛成でも反対でもなく、中性化するのがよいのでは？**（英国の地層処分は中性化が方針）

参考：岡芳明「リスクコミュニケーションと原子力安全に対する国民の信頼」原子力委員会メールマガジン 2019年7月26日号

リスクコミュニケーション？

- **コミュニケーションの目的は”信頼構築“。**
- リスクや安全の説明をして信頼を構築するのは容易ではない。
- **リスクコミュニケーションはIAEA文書では規制側の役割**として記載されている。
- 米国NRCには「効果的なリスクコミュニケーション」と題した文書がある。NRC職員がリスクについて話すときのマニュアルである。
- **NRCはリスクコミュニケーションを組織的に行っていない**（コミッショナー経験者に確認済み）。
- NRCはリスクの説明ではなく、**その役割や仕事への取り組み方や方法を説明する基本文書を作り、HPで開示し、国民の信頼を獲得しよう**としている。
- 米国産業界はリスクコミュニケーションを行っていない。トラブル時のメディア対応は各電力が行っている
- NEIは原子力のブランド化に注力していた。
- 日本では推進側に、リスクコミュニケーションに注力するとよいと考えているかたが多いのではないかと？ボタンの掛け違いでは？
- なお、日本でも、**実際に活動しているコミュニケーターは、リスクコミュニケーションに必ずしも注力していない。**
- **リスクコミュニケーションは対話のスキルを身につけた方が、相手の状況によって行うべきもの。**対話の素人が行うと逆効果あり。原子力推進側が、リスクコミュニケーションで、期待する効果が得られると考えているとしたら単純すぎる。

リスクコミュニケーション は容易でない

- たとえば、**安全目標の要点は「リスクの相対化」**
- しかし、「リスクの比較を、むやみに使うと反発されるので注意」との記述が、NRCの”効果的なリスクコミュニケーション“（NRC職員向けの資料）にある。
- 「ある程度の信頼関係がない人々に、原子力発電所のリスクを、ライフスタイルに関するリスク（喫煙）、能動的にか受容しているリスク（自動車の運転）などと比べると、かえって信頼を失う。ある程度信頼関係ができた後なら使える」と述べている。
- リスクの相対比較は、文書化し、検索で見つけてもらえるようにするのがよい（根拠情報作成提供が必要）
- **安全目標は原子力関係者、規制側との対話で使えばよい。**国民の原子力リスク認識の改善に、すぐ役立つと考えないほうが良い。
- リスクコミュニケーションの考察については参考文献2,米国は実践的学者の層が厚い

参考1：Effective Risk Communication (NUREG/BR-0308) pp25

参考2：“Improving risk communication” National Research Council, National Academy press, Washington DC 1989

JAEAの中長期目標の変更について

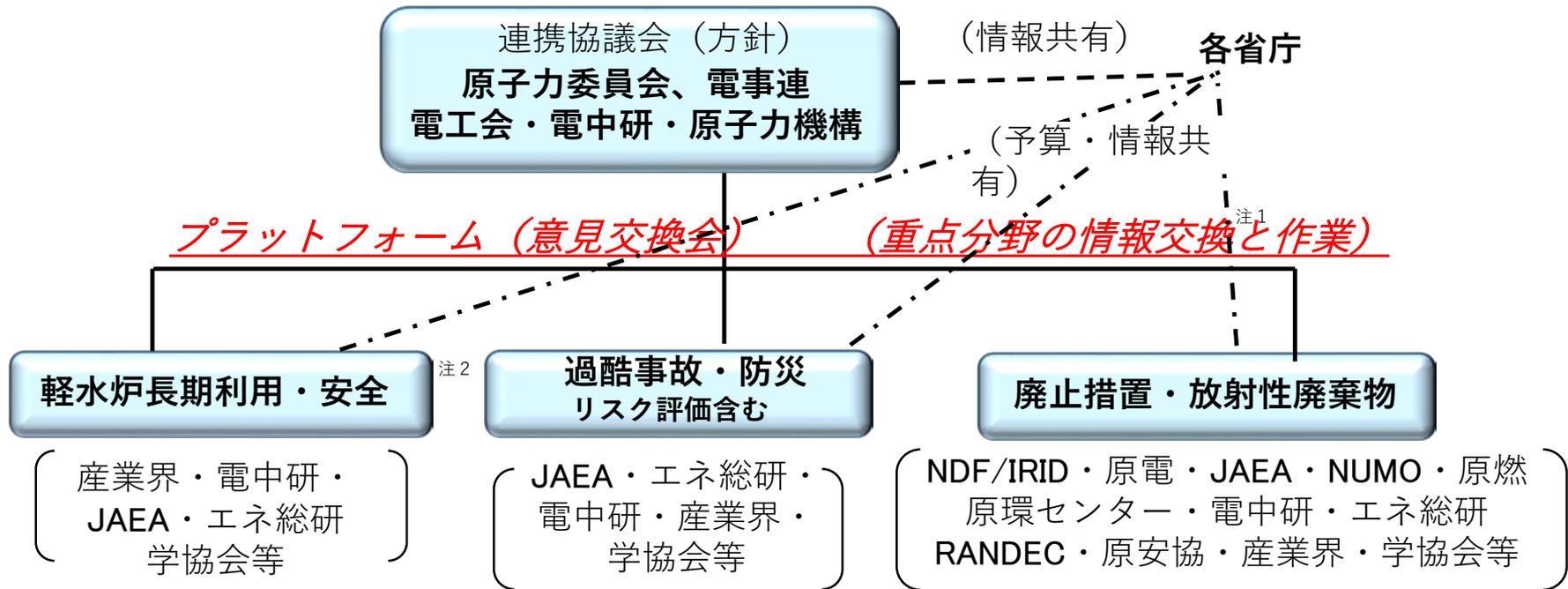
平成31年2月27日答申

- 基本的考え方、技術開発研究開発の考え方、人材育成見解の該当部分への対応検討を求めている
- 機構は①大型研究開発施設建設の運用、②放射性物質が多く、③職員の数、④知識など、国内の他機関にない特徴がある。
- 軽水炉利用長期化、増え電力事業の新しい環境へ原子力施設について、検討すべきである。
- 外部の意見や批判を取り入れる仕組みを再構築する。機構の経営と運営の改善に生かす必要がある。
- 知識基盤構築、大学等との教育研究における連携等への貢献、原子力の魅力の発信や根拠情報の作成提供等
- 研究開発機関と原子力関係事業者の連携・協働の推進を図る

原子力利用の知識基盤

- **日本は学理のわかる専門家と産業利用がつながりが悪い。**原子力利用の知識基盤が日本は弱いことに、多くの方が気付いていない。
- 例：ウラン燃料集合体は注文すれば届くが、使用済み燃料の再処理を同じように考えているとしたら甘い。
- **知識基盤とは、（原子力利用のために）まとめられた知識、知識を身につけた人材、研究開発装置のこと**
- JAEA, 文科の原子力の今後の方向は、大学を含む知識基盤の構築
- 教科書だけでは原子力利用はできない。実用との接点を自ら持たないと、利用できる知識にはならない。
- 規制は手続き問題だが、安全や利用は手続き問題だけではない。
- **知識基盤を作って、各組織と個人が生き残りをかけて努力する状態にするのがよい。**これからイノベーションも生まれるはず。

原子力関係組織の連携プログラム



目標・ビジョンの例：①知識力・技術力向上、②専門家と国民の理解増進、③運営力増進、④研究開発のかじ取り

注1) プロジェクトではなく、プログラム。似た目的の連携活動として欧州委員会のNUGENIAがある。

注2) プラットフォームは意見交換会として開始し、自立を求める。原子力委員会は情報収集・共有しつつ、経過を監視

作業内容：関係者間の意見交換（ギャップについて議論するなど）、国内外の情報の収集と共有・公開
報告書・解説・研修資料等作成。人材育成、役割分担して研究開発。

作業費用：各組織の費用、外部資金（各省庁の予算、競争的資金など）

期待する成果：実務・ニーズに対応する研究開発、国民理解増進、厚い知識基盤の構築、
根拠情報の明示・俯瞰、研究や利用の進展、制度の調和

連携でムラからの脱却を

- 日本は小さいムラ【低い踏台】がバラバラに存在して、情報交換や協力しないので高いところには手が届かない状態である。
- 研究は踏台の材料を作る作業に相当する。
- 解説や総説、研修資料作成は踏台作りにあたる。
- 踏台を集めて、高い台【知識基盤】を作り、成果を持ち寄り情報交換し共同作業することで台【プラットフォーム】をより高く・広く・強くすることが必要。

連携活動で参照を EUのSNETP(NUGENIA)の目的

- 産業界と研究機関、大学、安全技術支援組織等の連携を図る。原子力界に役立つ知識と経験とR&D成果を蓄積する
- 応用R&D、技術情報のアクセスと蓄積、R&Dプロジェクトを実施して最終ユーザに役立つ成果を生み出す
- 専門家間の対話、共同研修、研究インフラへのアクセスを可能にする複合分野のコミュニティを作る
- 各自のコミュニケーションチャンネルとして、各自のプロジェクト成果の開示を支援し、国際イベント、募集、予算支援の情報を提供し、能力向上に寄与し、R&D成果の原子力産業の利益を奨励する。
- オープンイノベーションのアプローチを採用して、新しいプロジェクトのアイデアを見つけ、NUGENIAの優秀さを認識し、最終ユーザーと密接に画し、新しい関係・プロジェクトを構築し、そのプロジェクトの優

根拠に基づいて帰納的に思考する必要がある

エビデンスに基づく政策が大学教育改革に必要

刈谷剛彦 オックスフォード大学教授

- **大学改革の迷走は、演繹型思考法が問題の背景にある。**
- 日本は現実から得た事実から帰納的に思考し、制度設計をしてきていない。先進する外来の制度と理念を抽象的に理解し、適用してきた。
- 事実：学生一人当たりの高等教育費の家計負担は1975年比で約4倍、政府負担は微減。
- 演繹型の未来志向の政策提言は抽象的にならざるを得ない。抽象的であるために受け入れられず、か、具体的な欠いた目標を現場が解釈していき、か、政策の意図は理解できない。その結果「過剰期待と過少支援の矛盾」が繰り返され、放置されてきた。
- これは、**我々が「演繹型の政策思考」に慣れすぎているからである。**

刈谷剛彦：「政府主導の大学改革迷走：根深い演繹型思考背景」日経朝刊 2019年4月1日

佐藤郁也編著「50年目の大学解体、20年後の大学再生」刈谷剛彦 第1章
終わりに、批判的思考力と帰納型の思考

帰納型の思考法が必要：原子力でも

- 日本では「こうあるべき」との演繹型の思考がなされることが多いが、根拠や事実や歴史をもとにする、帰納型の考察が必要である。
- **演繹型の政策思考では、現実より理念が先行し、目標が具体性を欠く。**
- 未来志向の政策提言は、抽象的であるがために受け入れられやすいが、目標が達成できたか測定できない。
- 帰納型政策立案には、エビデンスが不可欠で、目標も具体的である。

日本の原子力政策の考察

- 演繹型ではなく、帰納型の思考を
- 上から目線では帰納型の思考ができない
- 研究や技術や安全の話に偏りすぎ
- 海外情報の紹介は科学の作法に従う必要
- 餅は餅屋に。餅屋がいなければ育てるしかない
- 自己改善の仕組みを持つのが良い
- 生き残りをかけて努力する必要がある
- 負けに不思議の負なし

参考：帰納的に考え、エビデンスに基づく原子力利用を
原子力委員会メールマガジン2020年9月18日号

日本の課題の例

- 少子高齢化：2025年に団塊の世代が75歳以上になる。高齢者人口は増えつづけ、2045年には1人の高齢者を1.4人の生産年齢世代（15-64歳）が支える必要。
- 財政赤字：公債残高は一般会計税収の14年分、国民当たり713万円、4人家族で2852万円、支出では社会保障費が圧倒的に大きく、高齢化の加速で増加する。
- 東南海地震など将来の大災害の克服
- 産業の国際競争力：自動車は頑張っているが、国際的に稼げている産業は？
- 雇用の維持と高給与の産業・雇用の創出
- 女性・外国人の活躍できる社会：日本は周回遅れ。女性の管理職が少ない（欧米30-40%、日本15%）、外国人？（ラグビーWCで、日本チームを応援した方は多いと思いますが、このようなチーム構成ではないと、日本は国際的に戦えないかも考えた方はいますか？、Google CEOはインド生まれ）

エネルギー源の低炭素化

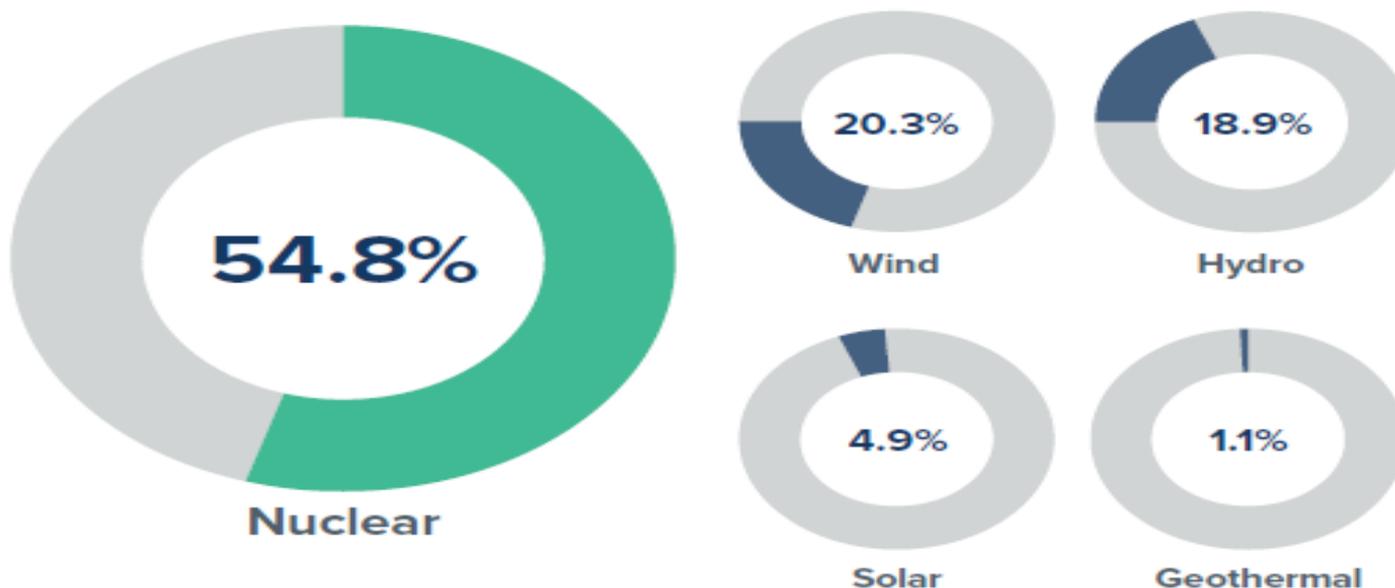
- 地球温暖化防止は世界の課題の一つだが、長期間かけた努力を要する。冷静な対応が必要。ファクトフルネスも頭に置く必要。
- 再生可能エネルギー利用は自給率向上に寄与する。日本では、電気代負担も考慮し、安定供給を図りつつ導入する必要がある。再生可能エネルギーは投資リスクが小さく、電力自由化との相性はよい。
- **再生可能エネルギーの特徴：自然任せのため需要量の变化に合わせて発電できない。大電力消費地と離れたところ（日本では九州と北海道に適地が多い）の分散型のため送配電系統との接続にコストがかかる。タービン密度が低い（広い土地が必要）。**変動コスト（連転コスト）はゼロに近い。小規模投資可能（電力自由化との相性がよい）
- 再生可能エネルギー大量導入には、発電電力変動や集電・送電等の対策が必要で、コストがかかる。
- OECD諸国の温暖化目標達成のためには、発電での排出量を約90%（現在の430 g CO₂/kWhから50gCO₂/kWhに）削減する必要がある。
- 75%を再生可能エネルギーで賄う場合は、発電コストは約2倍になるとの報告書*
- **温暖化防止には、エネルギー源の電化と電気の低炭素化が必要。**発電以外のエネルギーの低炭素化はどうする？
- 電気の低炭素化は蓄電池の低価格化に期待だが。曇りの日が2週間続くかも、セメント産業は？（英国）

* : The cost of decarbonization : System cost of high shares of nuclear and renewables , OECD/NEA No.7335, 2019

米国では原子力発電が温暖化ガス 放出削減に最も貢献している

2019 U.S. Carbon-Free Electricity Fuel Shares

Nuclear power is responsible for more carbon-free electricity than all other sources combined.



原子力発電の特徴と役割

- 原子力発電は建設投資額が大きいが、発電コストに占める燃料費の割合が少なく、長期間利用すればするほど、安価な電力供給に貢献できる。
- 米国など、どの国でも、原子力発電は安価で安定な電力供給に貢献している。
- 東電福島第一原発事故後、原子力発電所が停止し、化石燃料の輸入が増え、国富が海外に流出し、電気料金が高騰した。
- 再生可能エネルギー利用は必要だが、固定価格買取制度による国民の電気料金負担が増加し、今後も累積する。
- 米国では、温暖化ガスを放出しない電源が、既に40%を超え、電力を供給している。その中でも、原子力発電は、50%以上の電力を供給しており、最も貢献している。
- 英国では、再生可能エネルギーと原子力発電所の新規建設を進めるための政策がとられている。

原子力発電所の雇用効果

- 原子力発電所の地元の雇用・経済効果は、①発電所そのものの雇用のみならず、②保守や工事会社などによる雇用、③商店や食堂や宿泊施設の従業員など、極めて大きい。
- 運転終了後も廃止措置や放射性廃棄物処理処分に伴う雇用が継続する。
- 100万キロの発電所1基で、100年間の平均で毎年2000人の雇用効果との国際機関の報告書あり*。
- 日本では複数基立地が多いので、雇用効果はさらに大きい。
- 雇用効果は周辺自治体（おおよそ30km圏）に及んでいる。兼業農家の方が多い。
- 原子力利用について、地元自治体のみならず周辺自治体の理解をお願いしたい。

* “Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector”2018
OECD/NEA,IAEA

原子力発電は日本にとって 重要なエネルギー

エネルギー源の選択において考慮すべきこと

- 発電コスト（家庭用と産業用の安価な電気）
- エネルギー・セキュリティ（中東供給依存の低減、天然ガス価格上昇と円安による輸入代金上昇による経済や生活への影響低減）
- 安定供給（需要に応じられる供給、自然任せでない供給）
- 地球環境問題対応（エネルギー源の低炭素化）
- 将来の電化の進展への対応（移動手段、産業用エネルギーの電化の進展）

エネルギー自給率の向上は、日本にとって必須の課題。再生可能エネルギーのみならず原子力発電を用いる必要がある。

地球温暖化問題だけが重要なわけではない。再生可能エネルギーだけで電力を安定的に賄える状態にはない。猛暑なので、もし停電して、エアコンが使えないと多数の死者が出るのではないか。安価でない電気は経済弱者を直撃する。

原子力は現在の技術で使えるエネルギー。先進国では原子力発電が電気の非炭素化に最も貢献している。

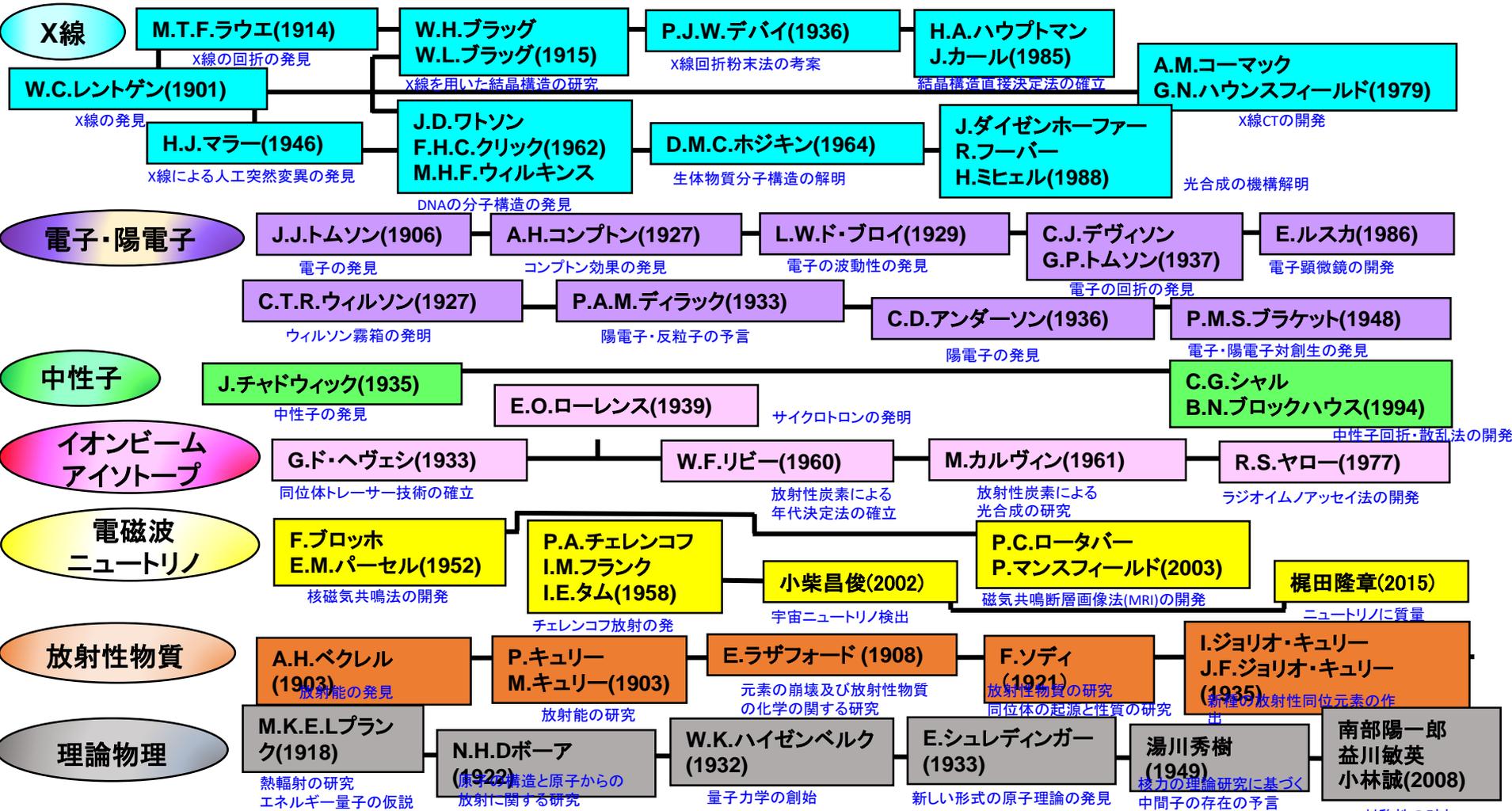
原発が稼働したため電気料金を下げた電力会社があった

日本においては、稼働を進め、できるだけ長く原子力発電所を利用する必要がある。地球温暖化防止にも原子力は大きい役割を果たせる。

放射線・加速器・ アイソトープ利用

原子力分野における歴代のノーベル賞受賞者

▶ 原子力エネルギー・放射線分野の研究によるノーベル賞受賞者は、物理学賞においては25%以上、自然科学(物理、化学、生理・医学)の3賞においても15%程度を占めており、**科学技術の発展に与えた影響は非常に大きい。**



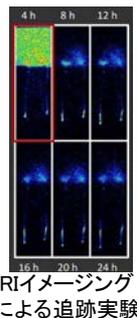
放射線利用の現状

- 放射線は**科学技術、工業、医療、農業、環境保全など幅広い分野**において利用されており、科学技術の進歩、**国民の福祉、国民生活の水準向上**等に大きな貢献をしている。さらに、量子ビームテクノロジーの活用も進んでいる。
- 放射線発生装置や放射線同位体(RI)を利用する事業所は、国内で7,985か所(平成27年3月現在)

主な放射線利用の例

【科学技術】

- X線・中性子・量子ビームによる構造解析や材料開発等
- 放射性同位元素(RI)イメージングによる追跡解析

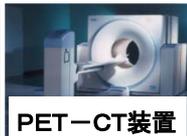
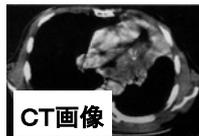


大強度陽子加速器施設J-PARC (出典)日本原子力研究開発機構

【医療】

<放射線による診断>

- レントゲン、X線CT
- PET (陽電子放射断層撮象法)



<放射線による治療>

- リニアック
線形加速器で作り出したX線により治療する方法
- ガンマナイフ
放射性同位元素から発生するガンマ線により治療する方法
- 重粒子線による治療
加速器により加速した重粒子線(陽子線・炭素線)により治療する方法

【環境保全】

- 窒素酸化物、硫黄酸化物等の分解、除去
- ダイオキシンの要因となる揮発性有機化合物の分解等

【工業】

- 精密計測
- 非破壊検査
- 材料の改良・機能性材料の創製 (自動車タイヤ、半導体素子加工プロセス等)
- 滅菌・殺菌等(医療器具等)

【農業】

- 品種改良
耐病性イネの作出
- 害虫防除
ウリミバエの根絶

- 食品照射
ジャガイモ芽止め

【核セキュリティ】

- 核鑑識技術(核物質等の出所、履歴、輸送経路、目的等)を分析・解析)
- 隠匿された核物質の検出

半導体 半導体の製造 ラジアルタイヤの製造



微細加工、不純物導入等、放射線による加工技術を利用して半導体を製造。



電子線照射によりゴムの粘着性の制御を容易にできることを利用。



放射線照射による突然変異を利用して新品種を開発 →188品種を開発 (2008年現在)



放射線を照射し不妊化したオスを大量に放ち、孵化しない卵を産ませ、害虫を根絶



(未照射) (照射済み)
放射線照射によってジャガイモ発芽を防止

出典:平成29年第4回原子力委員会定例会資料第1号「量子ビーム科学・放射線利用の過去・現在・未来」(一財放射線利用振興協会 岡田淑平)、平成29年第7回原子力委員会定例会資料第1号「放射線の利用について」(原子力委員 中西知子)、新大綱策定会議(第20回)資料1号「放射線利用の現状と今後のあり方(改訂版)」に基づき作成

原子力は発展性のある分野

- 原子核科学応用の先端、理工の境界，総合工学
- 安価な電力の安定・安全な供給に貢献できる。
- 地球温暖化防止に貢献できる
- 法文系の課題（コミュニケーション、核不拡散等）が関係する複合分野

まとめ

- 過去の反省を踏まえて、課題を認識し、大胆に変身し結果を示す必要がある。**原子力関係組織と個人にそれぞれのグランドチャレンジがある。** TMI後のINPOの成功を参考に。**自助>共助>公助**
- **伝聞ベースの原子力政策・原子力利用からの脱却**：根拠をもと確認に、帰納的に考える必要がある。英語の根拠情報を検索し、確認する（研究開発機関の協力を得る方法がある）。（日本の国際音痴、根拠情報音痴脱却が必要）
- **コミュニケーション（対話）の目的は信頼構築**である。国民全般に対しては“腑に落ちる”状態や“気にしない状態（中性化）”が目標では？。技術的な安全に偏った対話活動を修正する必要（逆効果にも）。技術的な情報を検索で見つけられる状態にすることは必要。
- **研究開発機関の役割を知識基盤構築に。**（日本の知識基盤音痴の解消が必要）。研究者が自分の研究分野が重要というのは原子力に限らない。そのまま政策にすると、首が閉まることもある。
- **まず課題に気が付く必要がある。**
- **再稼働を進めできるだけ長く原発を利用する必要がある。**
- **世界では中国のみならず、欧米でも新規建設が進んでいる。**日本でも必要ではないか？そのためには、まず国民理解の努力が求められる。
- **原子力は原子核科学応用の先端分野・発展する分野**

ありがとうございました