

地球環境問題対応検討・提言分科会 フェーズⅡの報告

2022年8月30日

主査 小宮山涼一、幹事 駒野康男



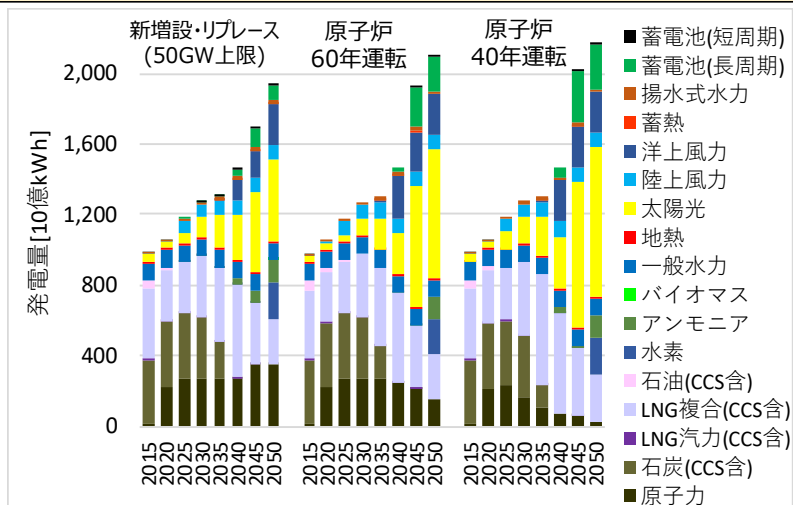
- フェーズⅠとして、地球環境問題のみならず、エネルギーセキュリティや電力市場の観点より提言をまとめた(2020年9月) <https://www.aesj.net/uploads/dlm_uploads/saisyu2020Sept.pdf>
- その後、2020年10月に2050年CN実現の政府方針が打出され、2021年10月に第6次エネルギー基本計画が閣議決定され、さらにウクライナ危機を踏まえ現在エネルギーセキュリティに対する関心が高まっている。フェーズⅡとして、CNに向けた動向や技術の調査と原子力の役割・課題等の検討を行い、2050年CNや目指すべきエネルギー政策の在り方への提言をまとめた(2022年5月) <https://www.aesj.net/uploads/com_agora_gei202206.pdf>

第1章 カーボンニュートラル（CN）に向けた動向とそれに対する考察

主なポイント [エネルギー政策への提言]

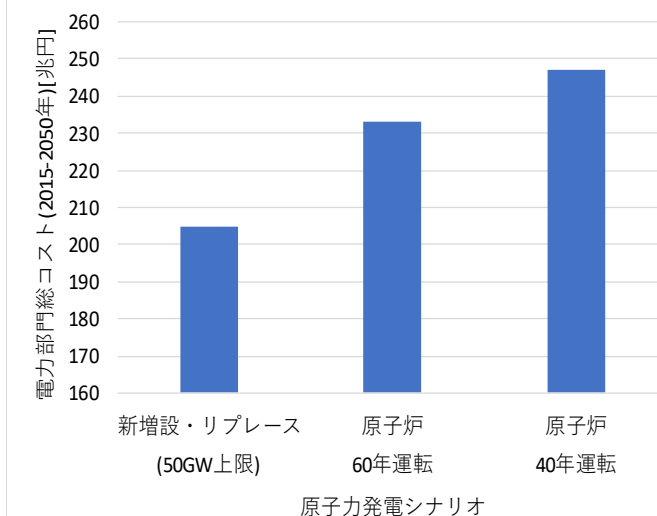
- エネルギーミックスの性能を定量評価する指標が必要。エネルギー選択の評価軸を構築し、エビデンスに基づいた定量的な評価が必要。
- 欧米で実施の科学的レビューメカニズムを働かせながら、革新技术の開発などを進めることが重要。
- 原子力については、新しい規制ならびに自主的安全向上への取り組みにより、安全性が大幅に向上しており、理解の浸透を図る必要。
- 再エネ増大に伴い送配電網、蓄電池などへの投資が必要となることを認識し、システムとしてのコストを評価する必要。
- 原子力は、気候変動問題、経済性、安定性等の面で大きく貢献できる技術。原子力政策の議論を前進させ、原子力発電の安全性と効率性、ならびに社会的受容性を高める努力を追求することが重要。

2050年までの電源構成の展望(発電量の構成)



* 2020年以降は最適化による計算値

電力システム 総コスト(2050 年までの累計)

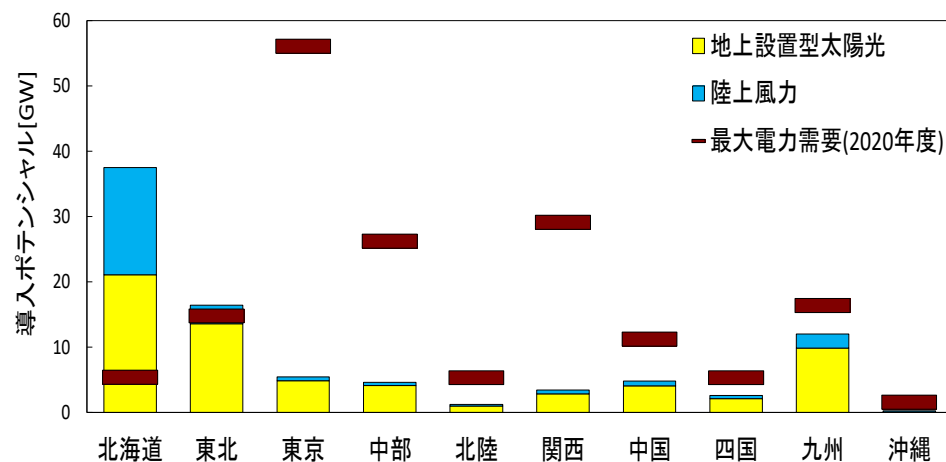


第2章 カーボンニュートラルに向けた技術動向

主なポイント [カーボンニュートラル (CN) 実現に向けた提言]

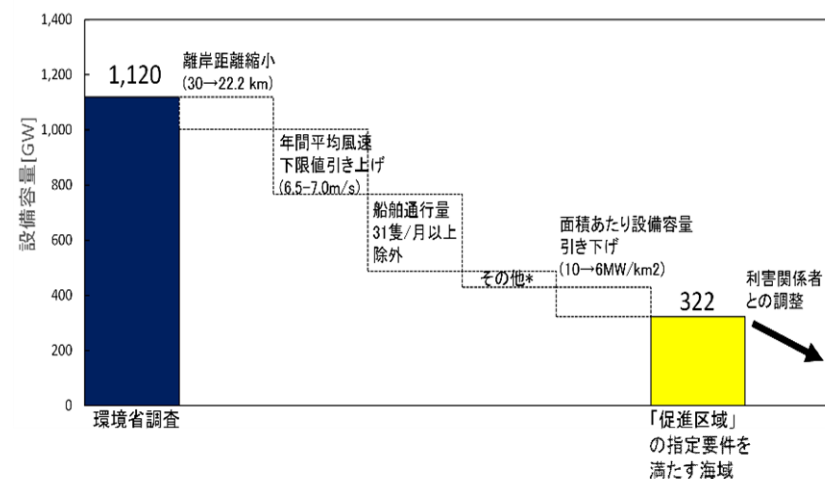
- CN実現には、省エネやCCUS／ネガティブエミッション技術とともに、脱炭素電源である再エネと原子力による（水素や水素化合物の製造も含め）ことが合理的な選択
1. 再エネは、日本の国土面積や社会受容性を踏まれば、導入ポテンシャルには限界がある。
 2. CN実現には、電化ができない分野での燃料の脱炭素化も必要であり、クリーンな水素や水素化合物の製造・供給が有力。再エネ水素と、原子炉電力/熱を利用した水素は相互に貢献しうる。
 3. 電化・水素化等で脱炭素化できない領域やCO2以外の温室ガス削減が難しいことを踏まれば、CCUSやネガティブエミッションも必要。

地上設置型PV太・陸上風力の導入ポテンシャル



出展：電中研 尾羽氏、永井氏他の報告書(2019)

洋上風力の導入ポテンシャル評価（環境省調査との比較）



第3章 CNや社会の持続発展に寄与する原子力

主なポイント [CNや社会の持続発展に寄与する原子力への提言]

➤ 原子力がCN実現に十分な役割を果たすためには、①再エネとの共存、②既設プラントの最大活用、③新增設・リプレース、④高速炉サイクルの確立が肝要

① 再エネと原子力の両立により、電力コスト上昇を緩和し、レジリエンス強化を実現。両者のバランス模索は実現可能で効果が大きい方策。既設炉の出力調整運転や高い出力調整能力もつ新設炉の建設等。

② 既設プラントの再稼働、長期サイクル運転等による設備利用率向上や長期運転(80年運転など)により、原子力の最大限活用が重要。

フランスの出力調整の例



IAEA 2021 「Nuclear Energy for a Net Zero World」 より抜粋

原子力による水素の製造方法

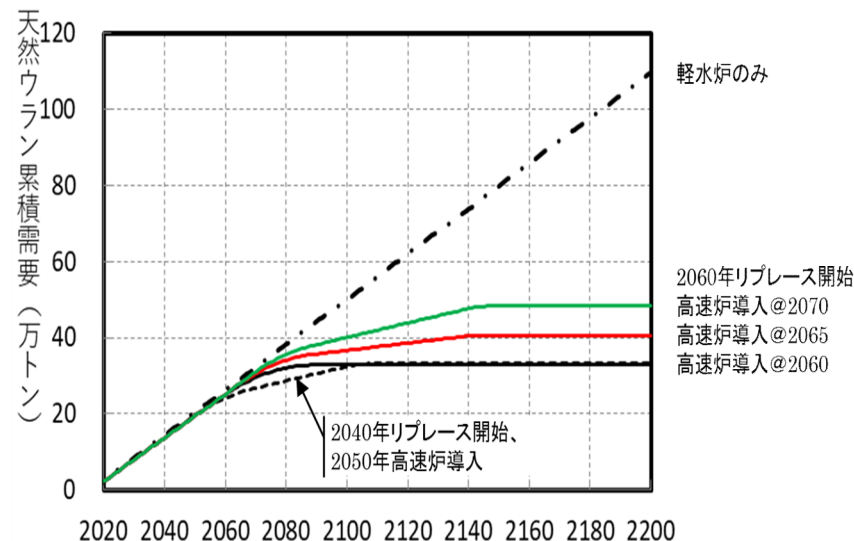
水素製造方法	原料	供給原子力エネルギー		製造プロセス (代表的)
		エネルギー形態	原子炉 (代表的)	
電気分解法	水	電気	軽水炉	アルカリ水電解 固体高分子膜
高温水蒸気 電気分解法	水	電気+熱	高温ガス炉 溶融塩冷却炉	固体酸化物電解 (高温・中温)
熱化学法	水	熱	高温ガス炉	ISプロセス
原子力加熱 天然ガス 水蒸気改質法	天然ガス + 水 - CO ₂ 分離回収	熱	高温ガス炉 ナトリウム炉	高温プロセス 中温プロセス (透過膜改質)
原子力加熱 バイオマス 水蒸気ガス化法	バイオマス + 水	熱	高温ガス炉	高温プロセス 生成する炭素(C)も カーボンニュートラル!

第3章 CNや社会の持続発展に寄与する原子力(続き)

主なポイント(続き) [CNや社会の持続発展に寄与する原子力への提言]

- ③原子力発電所の建設を進めなければ、新增設・リプレースを可能とする技術基盤を喪失し、安全性・信頼性の高い発電所の建設は困難となり、CN実現やエネルギーセキュリティ強化が困難になりうる。
 - ④21世紀後半以降のCN社会の継続には、高速炉及びその核燃料サイクルの実現が肝要。
- SMRは初期コスト抑制、安全性向上が大きな特徴。小規模グリッド実用への期待。高温ガス炉などでの水素製造併用など、SMRは革新技术開発や人材育成面で期待が大きい。
- 原子力・放射線技術は、産業、医療、宇宙等の分野でも目覚ましい貢献。SDGs17の目標に対して、12項目に大きく貢献（間接的をいれると17項目全て）し、原子力の理解促進においても広く発信していくべき。

日本の天然ウラン累積需要

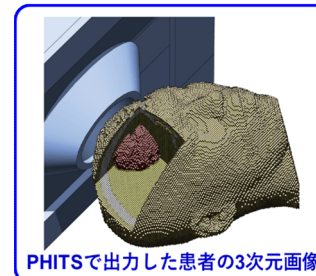


BNCT用治療計画システムの例

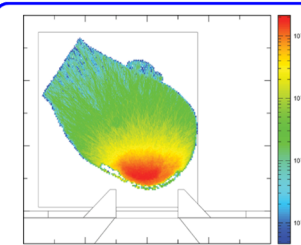
BNCT用治療計画システム：JCDS

JAEA Computational Dosimetry System

- 原子力機構JRR-4で行われていたホウ素捕捉療法（BNCT）用の治療計画システム
- DICOMフォーマットのCTとMRIデータからPHITS入力ファイルを作成
- 腫瘍部分の定義などは、画像を元に各自が判断する必要がある



PHITSで出力した患者の3次元画像



PHITSで計算した発熱量分布

H. Kumada et al. J. Phys.: Conf. Ser. 74, 021010 (2007)

第4章 諸課題

主なポイント [原子力の諸課題への提言]

- 原子力は、規制の強化と事業者の自主的努力の結果、安全性が格段に向上しており、社会の信頼を得ることにより、3E + Rに優れた実績のある技術として持続発展可能なCN社会実現に重要な役割を担う。
- 原子力利用の最大の課題は国民の理解。以下の方策実施が肝要。原子力学会が、客観的立場で事実関係を説明し、マスコミとのコミュニケーションも重要。
 - (1) 原子力と他のエネルギー源とのメリット・デメリットに関するエビデンスに基づいた比較説明
 - (2) 原子力関係者の信頼の確保(丁寧な説明、継続的な安全運転実績の積上げ、高い倫理観の醸成等)
 - (3) 新規制基準に適合する原発の安全性に対する理解の向上
 - (4) 福島第一原発の廃炉作業への取組と周辺地域の復興
 - (5) CN実現やSDGs達成には原子力が重要であることの理解醸成
- 原子力利用の将来ビジョンを明確にすることが、人材・技術の確保の観点から必要。

第5章 カーボンニュートラル社会に向けた提言

主なポイント [まとめ]

- エネルギー情勢では、エネルギー価格高騰、脱炭素化への移行過程のエネルギー安定供給、再エネ大量導入に伴うリスク、グリーンインフレーションリスク、非電力部門の脱炭素化など、新たな課題に直面
- 原子力エネルギーは、エネルギーセキュリティ強化（自給率、電力安定性等）、エネルギーコスト抑制、電力・非電力部門の脱炭素化、再エネとの共存、経済成長の実現、国際的な技術協力機会など、多様な価値を提供
- ネガティブエミッション技術、水素・アンモニアなど、CN実現に貢献しうる技術の大部分が依然として実用化しておらず、不確実性も大きい一方、原子力は現実的にCN実現に貢献可能
- エネルギー問題は2050年の視点に加えて、より長期での対応が必要になる資源枯渇問題や気候変動問題も踏まえて、より将来も見据えた上で検討する姿勢が大事
- S+3Eに加え、日本の国益や安全保障、国際情勢など広範な視点から原子力エネルギーの価値を評価ならびに理解することが重要