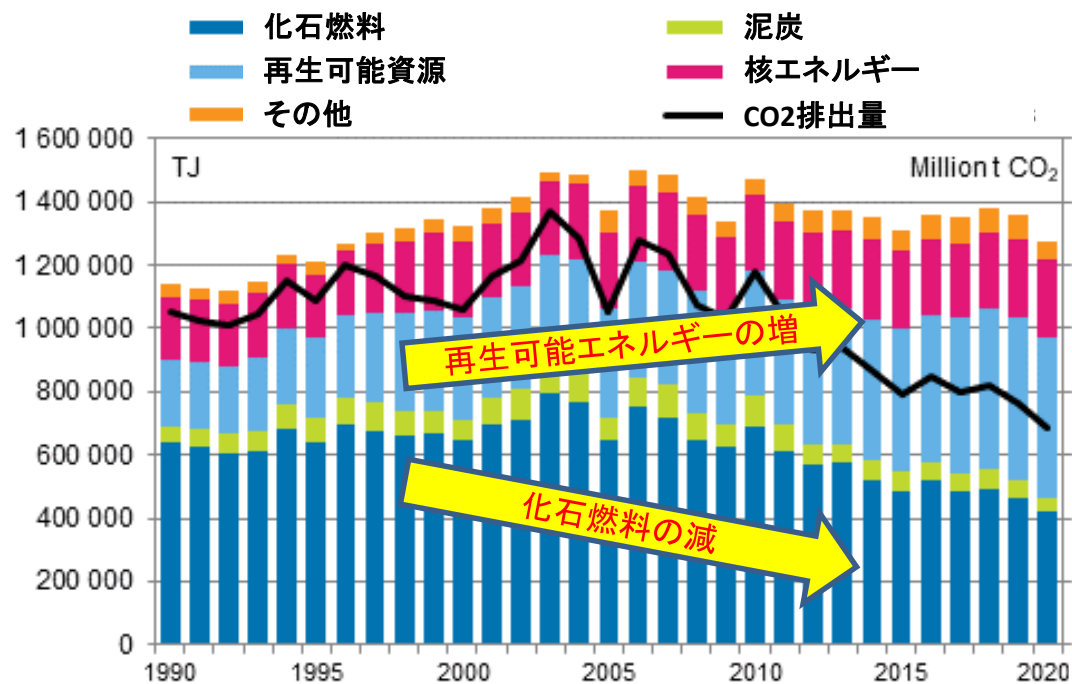


4. トピックス

(1)エネルギー ①全般

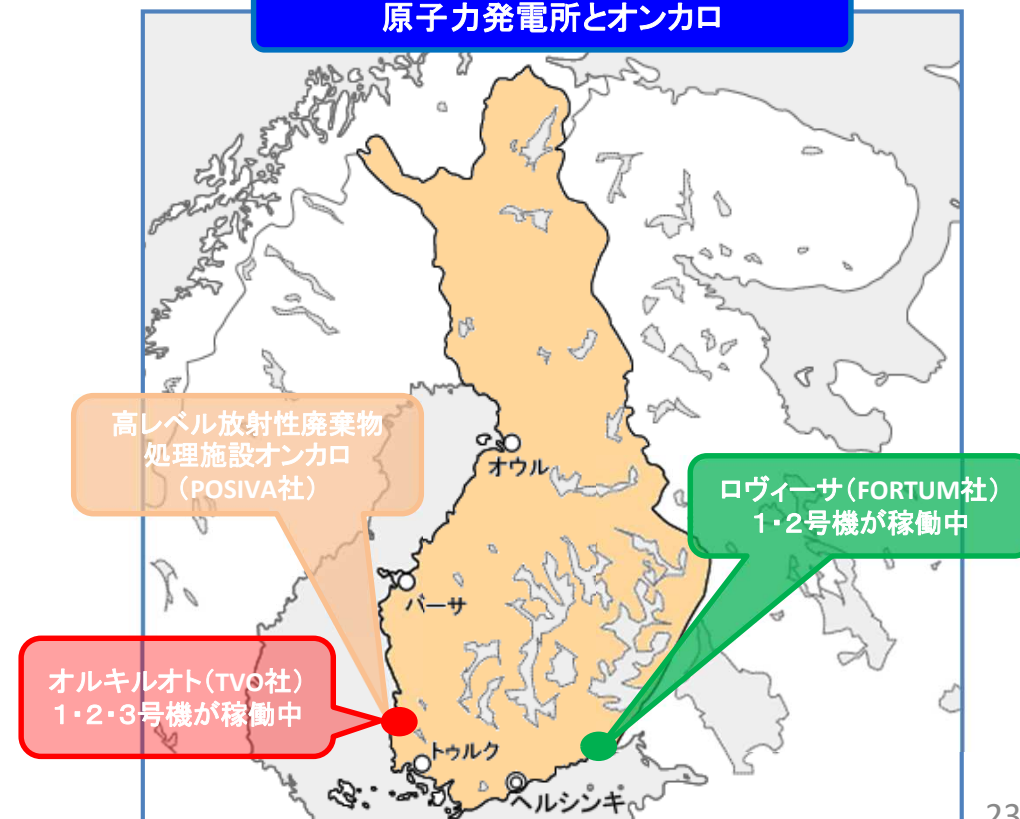
- 総エネルギー供給は近年、化石燃料使用率が減少し、木質燃料を含む再生可能エネルギー使用率が増加傾向にある。
- 特に化石燃料からの脱却を目指し、2020年代に石炭発電を全廃、2030年初頭までに化石燃料の暖房への利用からの脱却を目指している(政府は、税制改正及び助成金により取り組みを推進)。
- 国内の稼働している原子力発電施設は5基(5基目の商用運転は2023年4月に開始)。また、世界初となる高レベル放射性廃棄物の最終処分場(オンカロ)を2016年から建設中であり、2025年の運用開始を計画。

総エネルギー消費量とCO2排出量(1990-2020)



出典: Statistics Finland

原子力発電所とオンカロ



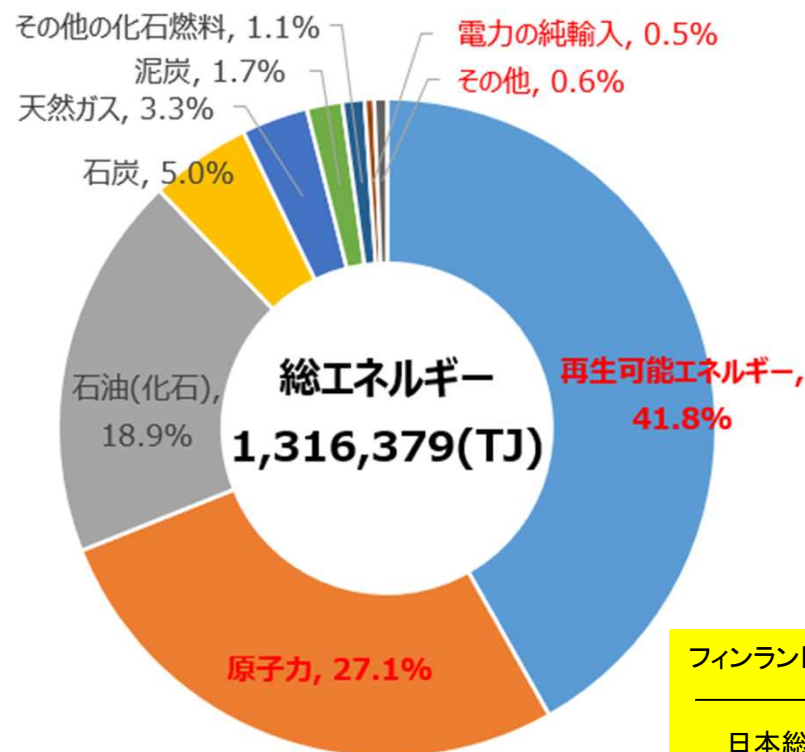
(1)②フィンランドのエネルギーの現状（総エネルギー）

●フィンランドの総エネルギーは、日本の消費総エネルギーの約7.5%である。フィンランドの人口(558万人)は日本の人口(1億2600万人)の約4.4%であることから、フィンランドの方が一人あたりのエネルギーを多く使用している状況。

●化石燃料の割合は、日本は消費総エネルギーの80.8%、フィンランドは消費総エネルギーの30.0%と、フィンランドの方が日本より約4割低い。

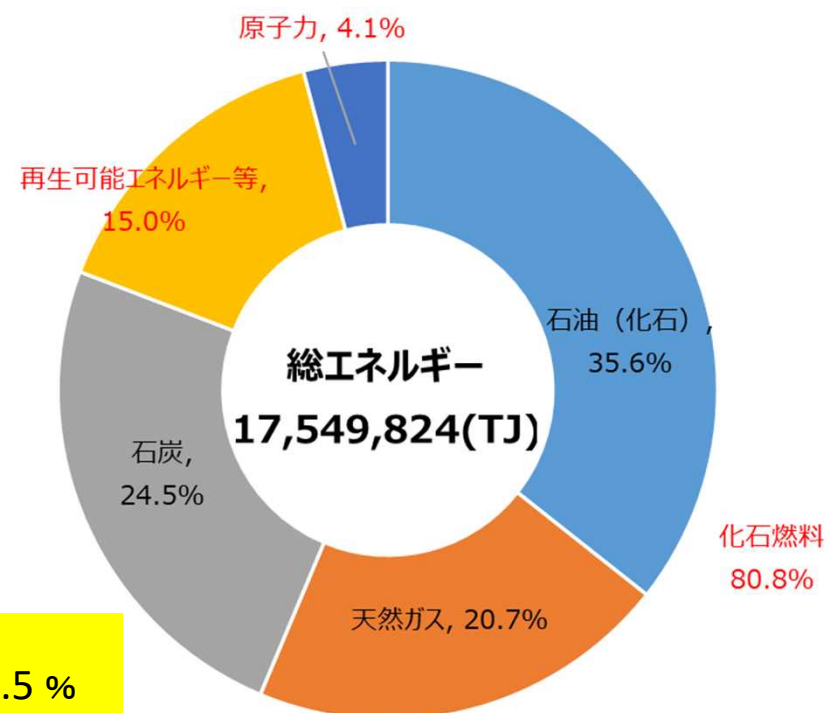
●フィンランドは、再生可能エネルギー及び原子力発電によるエネルギー割合が約7割と高く、脱炭素化が進み自国でのエネルギー供給が高い。若干であるが電力の純輸入も行っている。

フィンランドの消費総エネルギー割合(2023年)



出典: Statistics Finlandより作成

日本の消費総エネルギー割合(2023年)



出典: 総合エネルギー統計(資源エネルギー庁)より作成

$$\frac{\text{フィンランド総エネルギー}}{\text{日本総エネルギー}} = 7.5\%$$

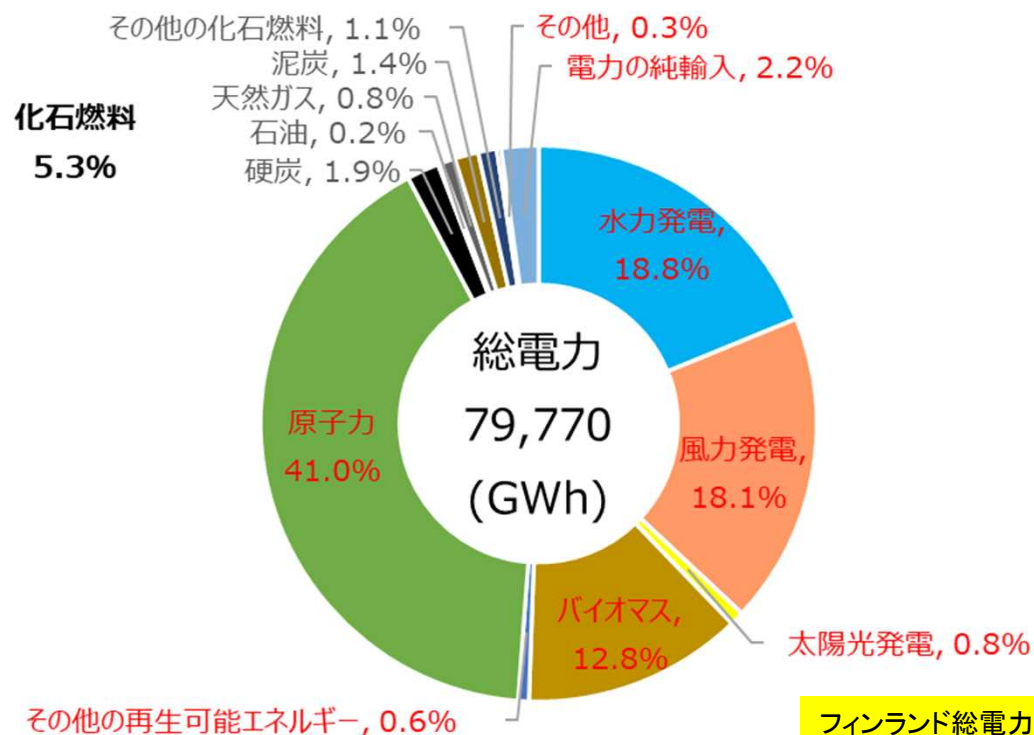
(1)③フィンランドのエネルギーの現状（電気エネルギー）

●フィンランドの総電力は、日本の総電力の約8.3%である。フィンランド人口(558万人)は日本の人口(1億2,600万人)の約4.4%であることから、フィンランドの方が一人あたり電気を多く使用している状況。

●化石燃料の割合は、日本は供給電気エネルギーの62.5%、フィンランドは供給電気エネルギーの5.3%と、約1/12以下と非常に少ない。

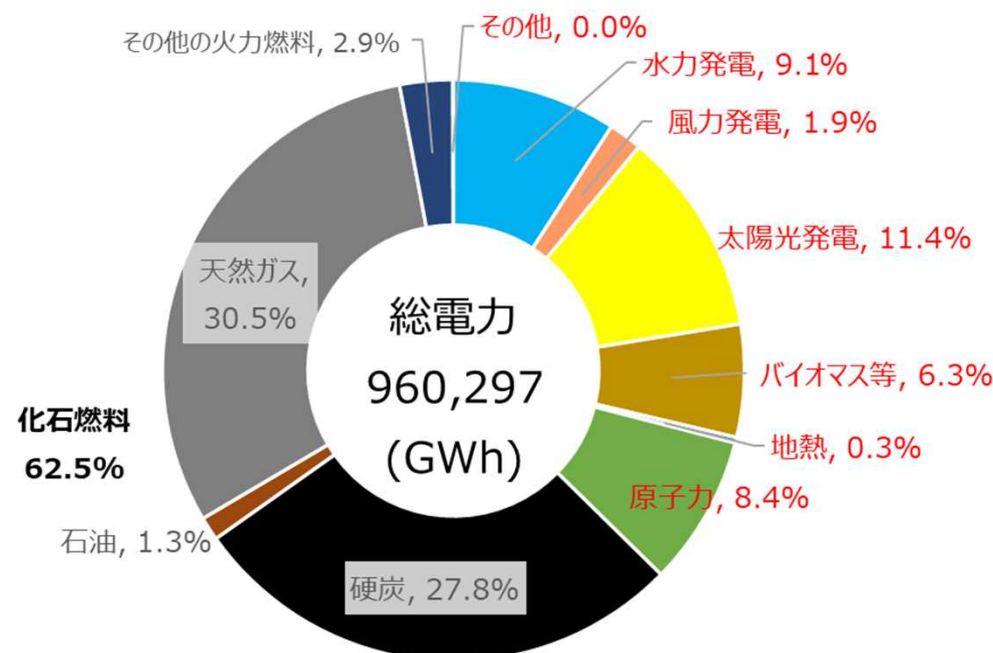
●フィンランドは、再生可能エネルギー及び原子力発電によるエネルギー割合が約92%と高く、脱炭素化が進み、自国でのエネルギー供給が非常に高い、なお、少量であるものの電力供給の約2%を輸入している。

フィンランドの電力供給源割合(2023年)



出典: Statistics Finlandより作成

日本の電力供給源割合(2023年)



フィンランド総電力

=8.3%

日本総電力

出典: 発電実績(資源エネルギー庁)より作成

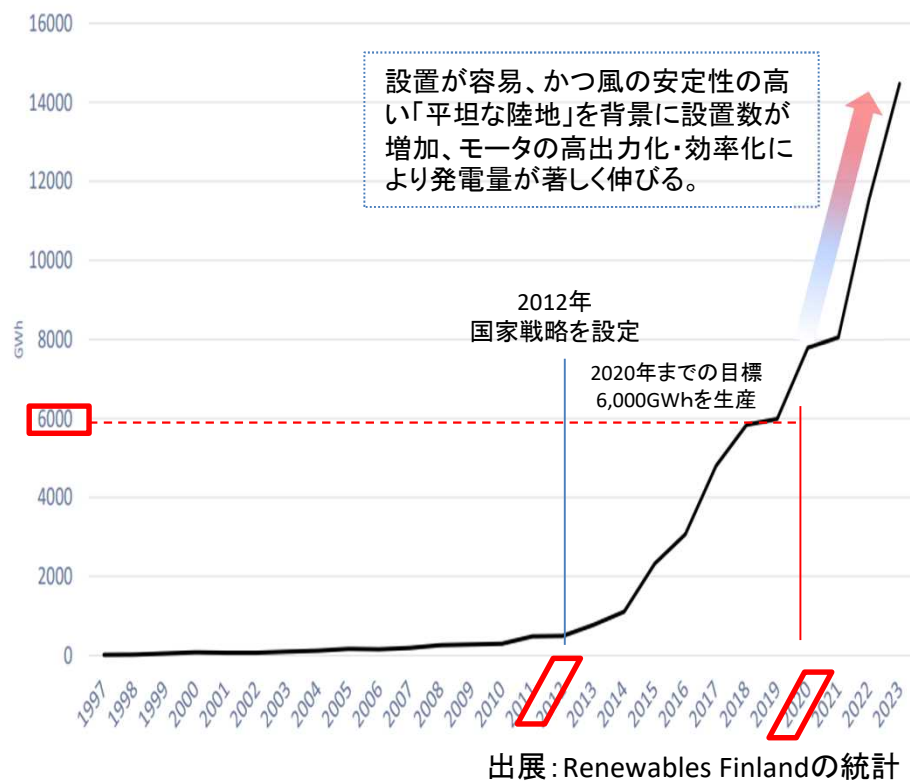
※速報値

・電力事業者から報告及び電気事業者以外の受電電力を含めて計上しているが二重計上されている部分等は排除している。(参考値)

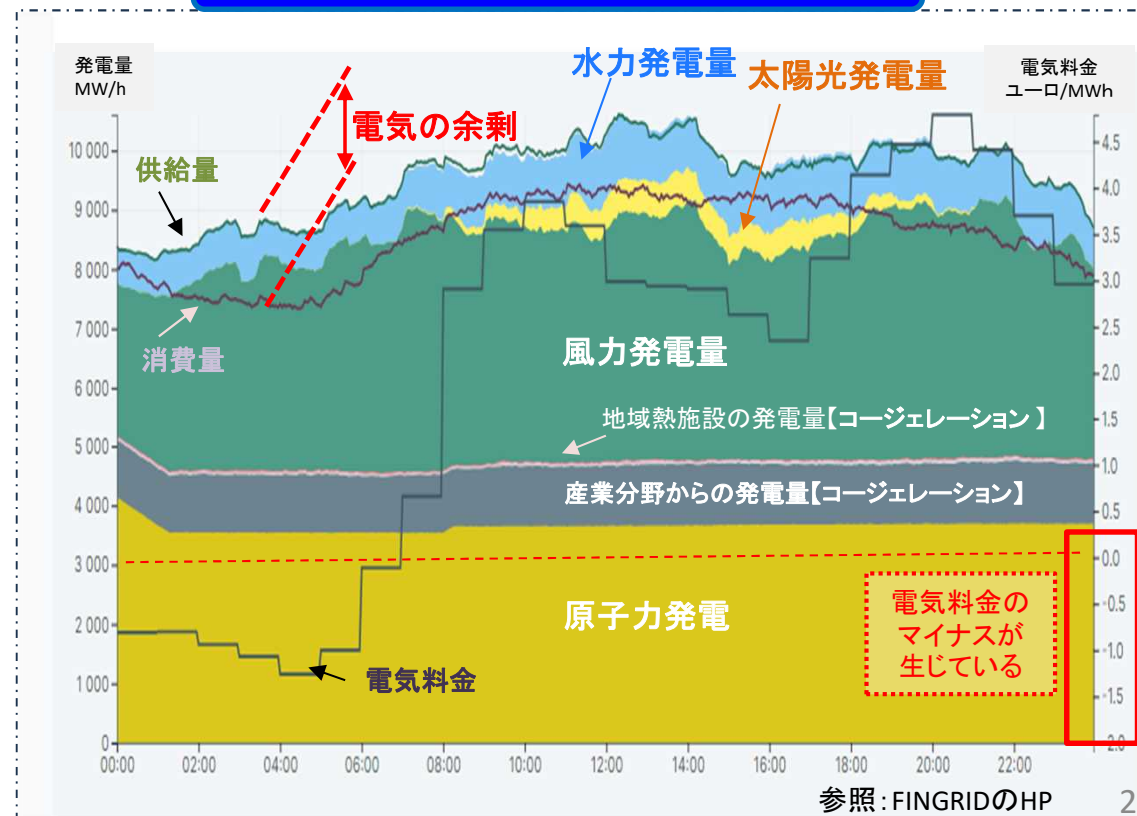
(1)④電気の余剰とエネルギーの貯蔵

- 2012年に設定された風力発電に関する国家戦略に基づき、風力発電の建設は急速に増加。
- 自然条件が良い日(風が強い日等)には、電気の余剰が発生する場合もある。
- 一方で、自然条件が整わない時には電気が不足するため、安定供給の確保に向けて、エネルギーの貯蔵の必要性が増している。
- エネルギーの貯蔵方法は、バッテリーによる蓄電、水の電気分解により得られる水素の保存等が考えられるが、それぞれに長所と短所があり、デメリット解消のための検討が進められている。

風力による発電量



ある一日の電気の状況(2024年8月30日)



(1)⑤バッテリーと水素の動向

●バッテリーに関しては、2021年1月に経済大臣より国家バッテリー戦略が提出され、「2025年までにフィンランドが国際的な電池産業において競争力をもち、有能で持続可能なプレイヤーになるための手段を提示する」とされているが、近年の不安定な国際情勢や、特定の国に頼るサプライチェーンの脆弱性等の影響が懸念されている。

●水素に関しては、2023年2月、政府は「バリューチェーン全体において、水素経済における欧州のリーダーになること宣言し、2030年にEUのグリーン水素の10%を生産する目標とする決議」を採択し、産学官でイノベーションを推し進めている。

日本企業と地方自治体における水素の連携



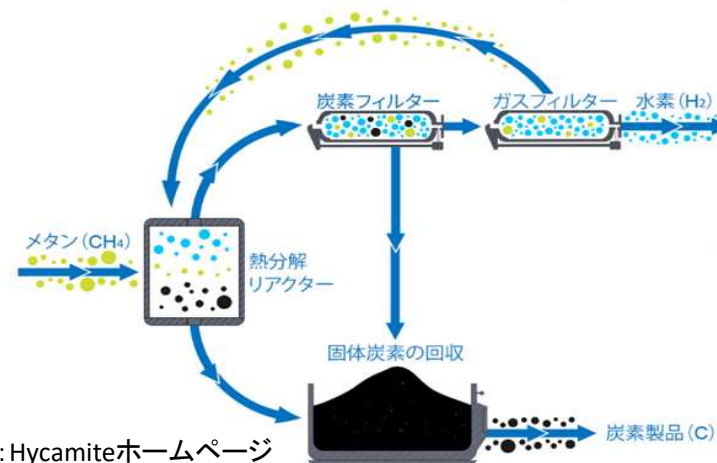
2023年8月、ユヴァスキュラ市とTOYOTA GAZOO Racing World Rally Team(TGR-WRT)、トヨタモビリティ財団(TMF)が、人と自然と共生するまちづくりを通じて、カーボンニュートラルで持続可能かつ多様な社会の実現を目指す、今後の連携に向けた基本合意書(LOI)を締結。



このMOUに基づき、上記3者が、2024年1月に新たな財団「Central Finland Mobility Foundation」(Cefmof)を設立し、クリーン水素を活用したユヴァスキュラの都市計画プロジェクトを推進している。

出典：TGR-WRTホームページ

水素とバッテリーの両方にメリットのある技術



出典：Hycamiteホームページ

Hycamite(2020年創業のフィンランドのスタートアップ企業:双日(株)出資)は、天然ガスやバイオガスなどの主成分であるメタン(CH_4)を熱分解し、水素(H_2)と固体炭素(C)を製造する技術を持つ。製造時に二酸化炭素(CO_2)が発生しないことから、次世代水素(ターコイズ水素)として注目されている。また同社は独自に開発した革新的な触媒技術により、低エネルギー消費量で水素を製造するほか、リチウム電池で多く使用される固体炭素の併産もすることができる。

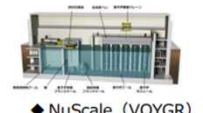
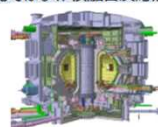
(1)⑥小型モジュール炉(SMR)

- 小型モジュール炉(SMR)は、従来の原子炉よりも小型の核分裂炉であり、一般的な大型原子力発電所の電気出力が1基100万キロワット程度であるのに対して、SMRは30万キロワット以下、または熱出力が1000MWth未満。
- 「小型で低出力」であることを活かし、事故時には原子炉が「自然に止まる」、「自然に冷える」といった安全性により、設備の簡素化が可能になり、故障や人為的ミスによるリスクの低減が可能になる。また、工場でのユニット(モジュール)製造のため、品質の維持・向上、工期の短縮及び建設コストの削減が見込まれる。
- フィンランドでのSMRの利用は、地域暖房の熱源を主たる用途として検討されており、研究開発が進められているほか、住宅地の近くに設置することを可能にするための法整備も進行している。

次世代革新炉の種類(参考)

【参考】次世代革新炉の種類 (各事業者による開発コンセプト)

2024.6.25 第39回
原子力小委員会 資料 1

革新軽水炉	SMR (小型モジュール炉)	高速炉	高温ガス炉	核融合
現行炉のメカニズム・出力規模をベースに安全性を高めた炉	現行炉と比べて小型の軽水炉	冷却材にナトリウムを使用し、高速中性子を用いる炉	冷却材にヘリウムガスを使用し、高温の熱を得る炉	核分裂反応ではなく、核融合反応から熱を得る炉
 ◆三菱重工業 (SRZ-1200)	 ◆GE日立 (BWRX-300)  ◆NuScale (VOYGR)	 ◆三菱重工業 (実証炉)	 ◆三菱重工業 (実証炉)	 ◆ITER (実験炉)
○特長 ✓ 技術成熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり ✓ 受動安全システムや外部事象対策 (半地下化) により更なる安全性向上 ✓ シビアアクシデント対策 (コアキャッチャー、ガス捕集等) による発電所外の影響低減 ○課題 ✓ 初期投資の負担 ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク	○特長 ✓ 炉心が小さく自然循環冷却 ✓ 事故も小規模になる可能性 ✓ 工期短縮・初期投資の抑制 ○課題 ✓ 小規模なため効率が低い (規模の経済性が小さい) ✓ 安全規制等の整備が必要	○特長 ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減 ✓ 資源の有効利用 ○課題 ✓ ナトリウムの安定制御等の技術的課題 ✓ 免震技術・燃料製造技術等の技術的課題	○特長 ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材 (水素爆発なし) ✓ 高温耐性で炉心溶融なし ✓ 950℃の熱利用が可能 (水素製造等に活用) ○課題 ✓ エネルギー密度・経済性の向上 ✓ 安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題	○特長 ✓ 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ ✓ 放射性廃棄物が非常に少ない ○課題 ✓ プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計 (実用化には相当の時間が必要) ✓ エネルギー密度・経済性の向上

出典: 経済産業省HP

SMRの実用化に向けたパイロットプラント



出典: Steady Energy社HP

フィンランドのSMR企業は、2025年にヘルシンキおよびその他2カ所で、実物大のSMRの運用モデルを設置し、運用上の機能テストや、実際のプラントを建設するための各メーカーに必要なサプライチェーンを確立することを目的にパイロットプラントを建設する予定。なお、パイロットユニットでは、核燃料の代わりに電気を使用し、原子炉カプセル内で熱を生成させる。2030年に実際にSMRを操業することを目標としている。