

中長期ビジョン
～2050 年に向けたエネルギー技術展望～
(要約)

2019 年 1 月
エネルギー総合工学研究所
The Institute of Applied Energy (IAE)

1. はじめに

- ・当研究所ではこれまで 5 年毎に中長期ビジョンを策定している。創立 40 周年にあたる 2018 年より検討を行い、本年 1 月に賛助会員等向けに「中長期ビジョン～2050 年に向けたエネルギー技術展望～」報告書を取り纏めた。本資料はその要約である。
- ・所内にタスクフォースを設け原案を作成し、当研究所企画委員会、国際エネルギー機関 (IEA)、国際応用システム分析研究所 (IIASA)、米国再生可能エネルギー研究所 (NREL) 等との意見交換、2018 年 10 月の当研究所シンポジウムでのパネルディスカッション等を経て策定した。
- ・パリ協定に基づき国内外で温室効果ガス削減の長期戦略策定をはじめとしてエネルギー地球環境問題について議論がなされているところ、その際の素材として活用されることを期待している。

2. 2050 年のエネルギー需給構成(モデルによるケーススタディ)

(1) モデルと技術シナリオ

- ・当研究所で開発、運用を進めてきた、GRAPE 及び TIMES-Japan モデルを用い、エネルギー需要見通し、主要技術の導入量・コスト等の前提条件を与え、CO₂ 排出制約の下で想定期間中のエネルギーシステムコストが最小となるようなエネルギー需給構成を求める。
- ・2050 年に CO₂ 排出量を 2015 年比 8 割削減するという条件を設定し、(表 1) の技術シナリオに基づきケーススタディを行った。太陽光・風力の再生可能エネルギーの導入度合、原子力の利用の有無、CCS の有無、及び再生可能エネルギーの高位導入と原子力の高位活用という分析ケース(参考)を検討の対象とした。なお、技術シナリオはそれ自身として意味を有するものではなく、後述されるエネルギー需給構成等への影響を分析するための仮定であることに留意する必要がある。

表 1 技術シナリオとケース設定

ケース	再生可能エネルギー	原子力	CCS
1. 標準ケース	高	標準	有
2. 太陽光・風力限定ケース	中	標準	有
3. 原子力利用なしケース	高	なし	有
4. 2 及び 3 の組合せケース	中	なし	有
5. 原子力分析ケース(参考)	高	高	有
6. CCS なしケース	高	標準	無

(2) ケーススタディの結果

- ・一次エネルギー供給、発電量構成、各部門別エネルギー消費、CO₂ 排出量、エネルギーシステムコスト等についてケーススタディを実施した。図 1 に 2030 年及び 2050 年の発電電力量の試算結果を示す(なお、CCS なしケースでは CO₂ 排出目標を達成する解が得られなかったため割愛している)。
- ・いずれのケースにおいても、電力化が進展するとともに電力部門では概ねゼロエミッションに向かう。標準ケースでは、太陽光、風力、原子力、水力が太宗を占めるが、再生可能エネルギーや原子力に制約をかける場合、主に輸入水素による発電に代替される。
- ・CO₂ 排出量は、運輸部門では電化や水素化の着実な進展、民生部門では電化の進展により大幅に削減される一方、産業部門では素材産業における化石燃料の代替が容易ではないため、現状では 2050 年の主要な排出部門と試算される。

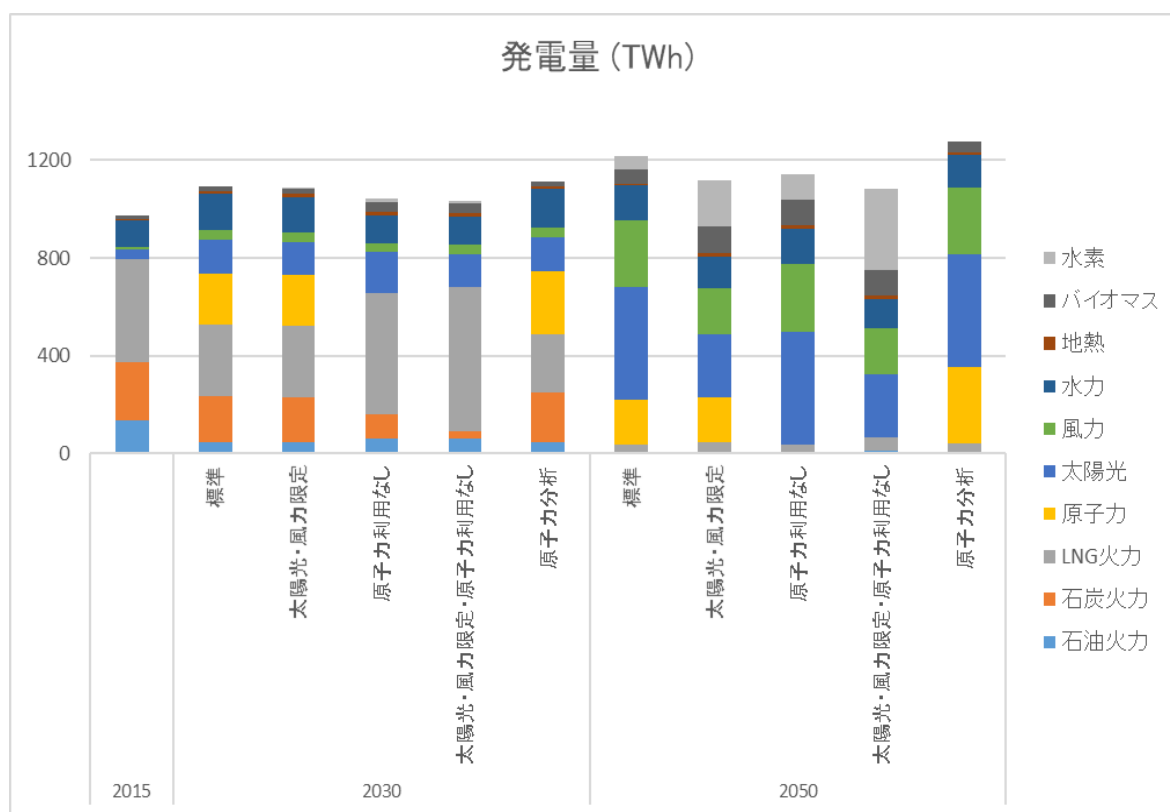


図 1 2030 年及び 2050 年における日本の発電量構成

- ・図 2 に各ケースのエネルギーシステムコスト指標の試算結果を示す。
- ・原子力利用が織り込まれている 3 ケースがそうでない 2 ケースに比し、全期間を通じて経済的に優れていること、いずれのケースにおいても 2045 年以降コスト上昇が著しいことが見て取れる。前者は、原子力を利用しないケースでは既存の原子力発電所の維持費を負担しつつ追加的に天然ガスなどの燃料を購入すること、後者については、発電及び運輸部門における水素利用増に伴い輸入水素のコスト、水素インフラ整備にかかる投資コストが増加したことによるものと考えられる。
- ・CO₂ 制約を厳しくしていけば、モデルの前提条件に依存しつつ、ある時点で限界削減費用の高い技術を導入せざるを得なくなり、結果としてコストが急増することが起こり得る。

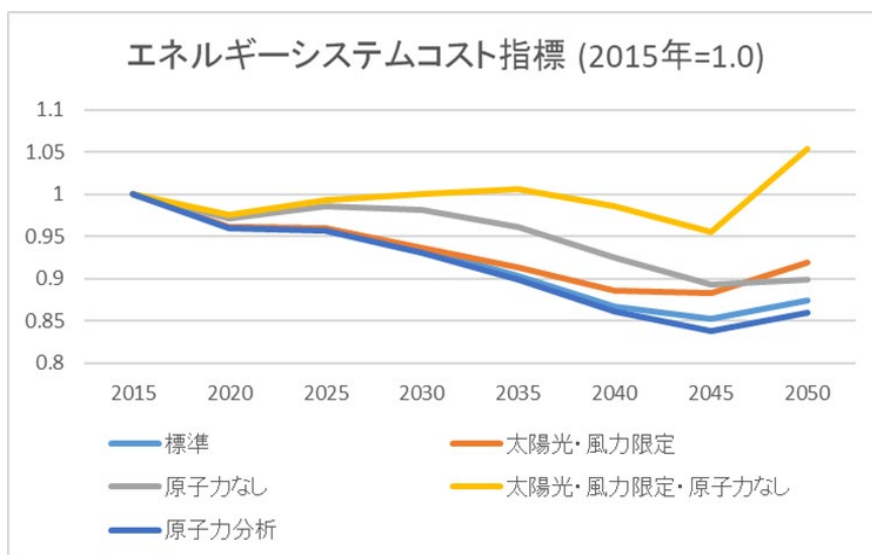


図2 エネルギーシステムコストの経年変化

3. 2050 年超に向けたエネルギーシステムのメガトレンド

ケーススタディの技術シナリオの評価、各ケースに必要な技術の現状と展望等を踏まえ、2050 年超に向けたエネルギーシステムの3つのメガトレンドを提示する。

(1) 電力化・蓄エネルギーシステム(図3)

電力化率、再生可能エネルギーの割合から 2050 年に向けその主力化が進展し、それに伴い調整力等の確保から蓄エネルギーの必要性や利用が高まっていく、これが先行して進むメガトレンドと考えられる。IoT、AI、ビッグデータ等の活用、EV の導入の加速化等とも相まって、現在急速に進展するアグリゲートビジネス、次世代電力ネットワーク社会への動きとも符合する。イメージ的には、

- 再生可能エネルギー立地の適地は一般に都市から離れているため、それらの間を結ぶ送電網の整備が進められ、発電側又は送電側に大容量の蓄電池が設置される
- 都市部では、最終需要の電化が着実に進むとともに電力ネットワークのスマート化が進み多様なビジネスが導入され普及していく
- 再生可能エネルギー発電の適地から大都市への大規模送電技術の整備と並行して、中・小規模の都市においては、「エネルギーの地産地消」の考え方の進展とその動きが具体的に進められる。

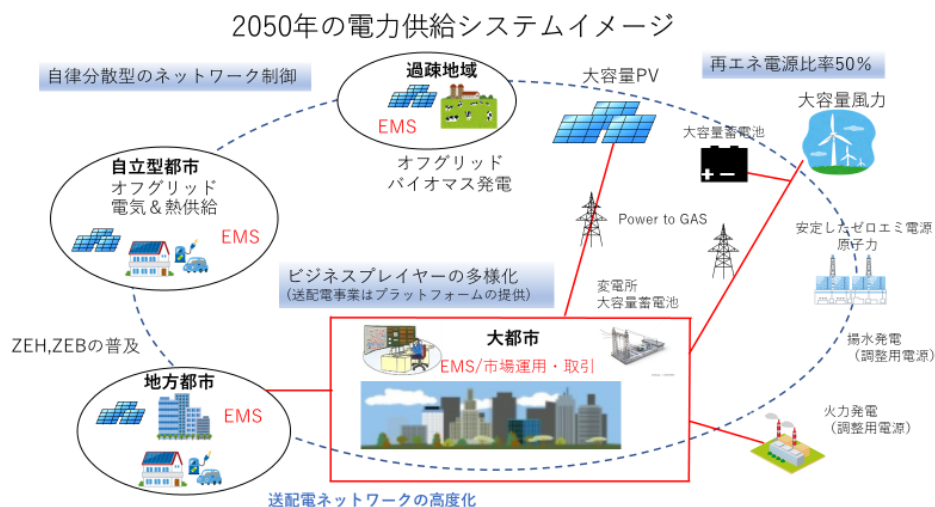


図3 2050 年の電力供給システムイメージ

(2) 水素活用エネルギーシステム(図4)

本報告書「3. 2050 年に向けたエネルギー技術展望」にも記されているように、再生可能エネルギーの導入普及にも不確実性が伴う。その結果として、発電電力量の構成、エネルギーシステムコスト指標にも示されるように水素導入が期待され、また、そのコスト低減、大量導入への取組みが精力的に進められる。これを 2 つ目のメガトレンドとして捉えている。具体的には、

- 海外の適地で豊富で安価な再生可能エネルギー等により製造した CO₂ フリー水素を輸入して利用する社会が想定される
- 液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、或いはメタンに変換して輸送すること、輸入した水素は、FCV、定置用燃料電池、LNG ガスタービンへの混焼や水素ガスタービンによる大規模発電分野等において利用されることが想定される
- 水素活用社会を実現するには、サプライチェーンの構築が不可欠であり、製造～貯蔵・輸送～利用の各段階において関係者が一体となり同時並行的に開発・普及を進めることが求められる。

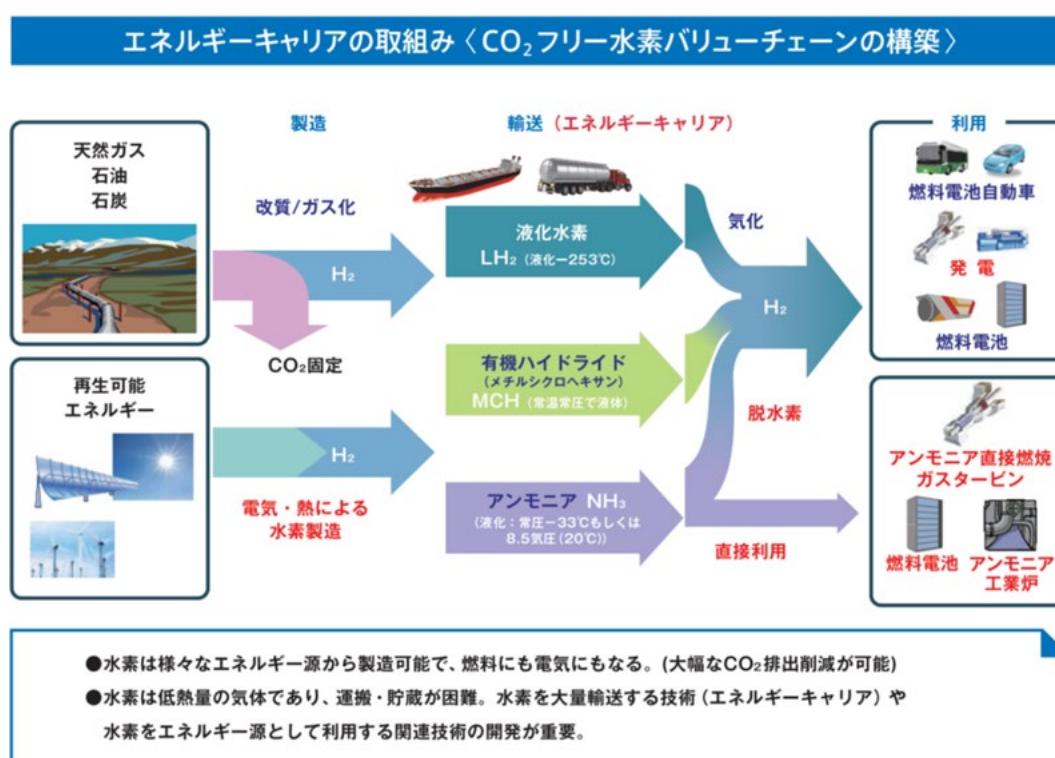


図 4 水素サプライチェーンのイメージ図 (IAE: CO₂フリー水素普及シナリオ研究会)

(3) 炭素循環社会エネルギーシステム(図5)

上記 2 つのメガトレンドと並行して、化石燃料が国内外で 2050 年に至るまでなお重要な役割が期待されている実情を踏まえ、再生可能エネルギーの主力化と同時に CCUS も含めた化石エネルギーの活用の探求が進められると考えられ、CO₂を有効活用する炭素循環という 3 つ目のメガトレンドに繋がっていくのではと捉えている。具体的には、

- 発電部門や産業部門における CO₂ 排出量の削減や燃料代替が容易でない船舶、航空機などでの化石燃料利用の継続を図るため、CCS と同時に CO₂ を有効活用し循環させる
- CO₂ を原料とした化学製品への応用に加えて有意な規模で CO₂ 削減に寄与するため火力発電所や産業部門の燃料へ適用が考えられる
- このシステムは、水素活用システムに比し炭化水素の生成に追加的なエネルギーや費用を要する一方、需要側の既存インフラの活用可能という利点もあり総合的な有利性も示唆される。

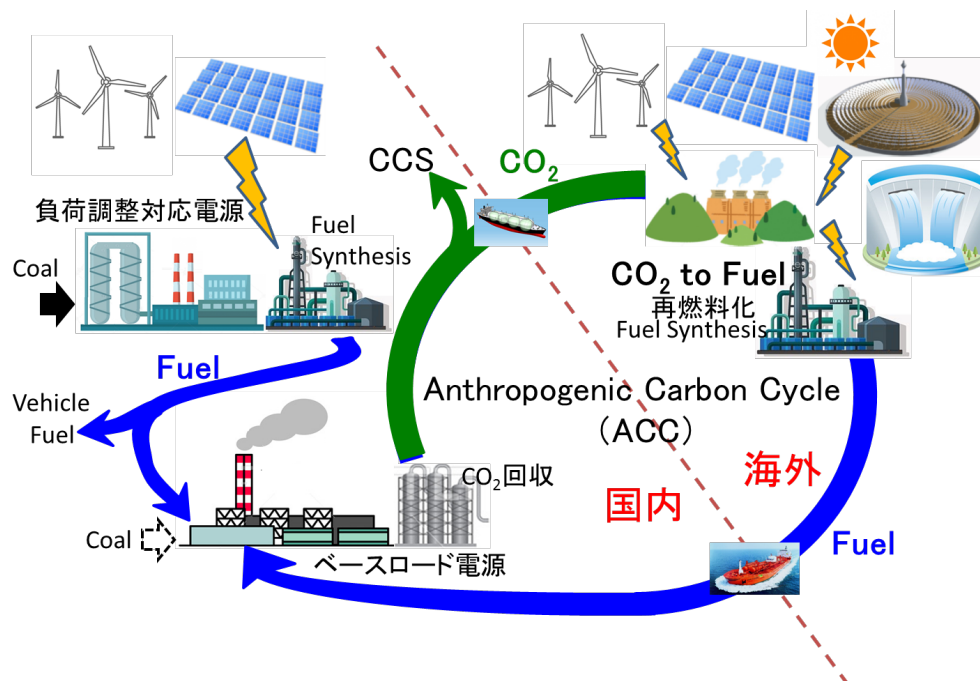


図5 人為的に燃料合成を促す炭素循環フロー

4. あとがき

- モデルによるケーススタディにおいて、産業分野での革新技术のモデル化、運輸部門での電化・燃料転換のモデル化、再エネ普及時における需給安定に要するインフラ整備・運用費用等の組入れ等、モデル分析にあたっての改良、改善が求められる。
- 当研究所では、本検討も踏まえエネルギー地球環境シナリオ分析モデル分野、再エネ主力電源化に向けた次世代電力システム構築技術分野、CO₂有効利用技術分野、水素社会構築技術分野、及び原子力分野の調査研究、実証試験等を行うとともに、情報共有、プロジェクトの企画提案等関係機関との連携強化を図るプラットフォーム的な機能を果たすべく取り組んでいくこととしている。

以上