

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、 私たち電気技術者が出来ること

西野 歩 (熊本高専 情報通信エレクトロニクス工学科 3年)

1. はじめに

1.0 はじめに

カーボンニュートラルの実現は、気候変動の抑制と持続可能な社会構築に向けた必要不可欠な目標である。これに対し、電気事業連合会はS+3Eと呼ばれる、「安全性」を前提とした「安定供給」「経済効率」「環境保全」の同時達成を目指し、供給側での「電源の脱炭素化」と需要側での「電化の推進」を掲げている。この宣言を背景に、本論文ではこれらに対する取り組みについて、S+3Eの観点から評価しつつ、私たち電気技術者がカーボンニュートラルの実現に向けて今後果たすべき役割を考察していこうと思う。

2 供給側の電源の脱炭素化に向けて

2050年までにカーボンニュートラルを達成するには、供給側の電源の脱炭素化が不可欠である。特に再生可能エネルギーの利用と原子力発電の稼働は、その中心的な役割を果たすと考えられる。ここではそれら二つのテーマについて自分の意見を述べようと思う。

2.1 再生可能エネルギー発電の最適化

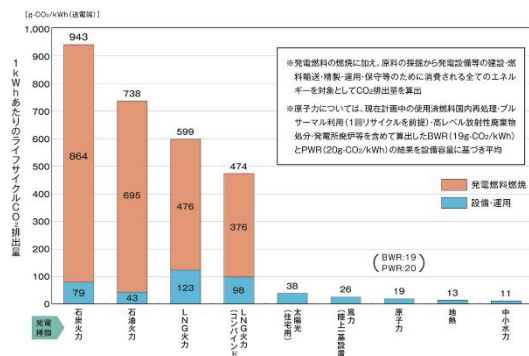
日本は豊かな自然環境に恵まれており、各地に適した再生可能エネルギーの発電方法(再エネ発電)が存在する。例えば、長崎県五島市沖では水深が深く、好風況で安定した風が得られるという環境を

利用した浮体式洋上風車が開発され、北海道では冬季に大量に積もる雪を利用した雪熱エネルギー発電の開発が進められている。このような地域資源を活用した最適な発電方法の開発には、その地域に精通した電気技術者の協力が不可欠である。再生可能エネルギーの発電技術が各地域で確立され

ば、エネルギー供給だけでなく観光振興や地域経済の活性化にも大きく貢献するだろうと予測できる。このような取り組みは、S+3Eのほとんどの項目を容易に達成できる可能性が高い。しかし、再生可能エネルギーはその特性上、発電量が環境条件に依存しやすいため「安定供給」に関しての課題が残る。例えば、雪熱エネルギー発電は夏季に利用することが出来ないためメインの電力源としてその役割を担うことは難しい。このような課題を克服するために、発電量の調整が可能な「中規模の火力発電」と消費者のエネルギー需要をリアルタイムで監視・予測できる「スマートグリッド技術」を組み合わせたことが効果的であると考えられる。スマートグリッド技術を活用すれば、家庭や企業のエネルギー消費をリアルタイムで分析し、再エネ発電によるエネルギー供給が間に合わない時間帯において中規模の火力発電所を柔軟に稼働させることによって、無駄のないエネルギー供給が可能となる。地域の特性を生かした再エネ発電技術の開発の難しさを乗り越えることが出来れば、上で述べた「スマートグリッド技術」の導入によって再エネ発電の「安定供給」に関する課題を補完し、容易にS+3Eを満たすことが期待できる。この再エネ発電の最適化において、我々電気技術者は私たちの住む地域の特性を生かした再エネ発電の考案・開発やスマートグリッド技術を用いたエネルギー管理において大きな貢献ができると私は考える。

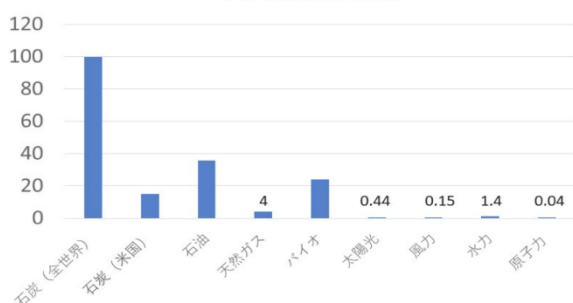
2.2 原子力発電

グラフ1 各種電源別のライフサイクルCO2排出量



2.1 では火力発電だけについて述べたが、カーボンニュートラルの実現を目指す上で、原子力発電の CO₂排出量の低さは非常に魅力的である。上で示すグラフにあるように、原子力発電による CO₂排出量はウランの採掘から発電所の建設・運用・解体に至るまでのライフサイクル全体を考慮しても、約 20g 程度であり火力発電の 1kWh あたり約 1000g の CO₂排出量と比べると、その差は歴然だ。これらより、原子力発電は「環境保全」という観点から見て、極めて優れた選択肢であることは明らかだ。だが、日本における原子力発電への社会的な不安感は根強く、特に 2011 年の福島第一原発事故がその認識を強いものにしたのは事実だ。私自身もこの事故以来、原子力発電に対してネガティブな感情を抱いていた。しかし、日本の環境省や国際環境経済研究所のデータ(グラフ 2)によると、日本の原子力発電は他の発電方法と比較して事故や災害による死亡率ははるかに低く、実際には我々の想像よりも安全な発電方法であることが示されている。

グラフ 2 各種発電方式の発電量当たりの死亡数
(死亡数/billion kWh)



とはいえ、原子力発電について大衆が正しく理解し、それによって支持を得るためには我々電気技術者が率先して原子力発電の短所・長所を正確に伝えることが不可欠である。特に、安全性に関する数値的なデータを示しつつ、万が一のリスクについてしっかりと説明し、その透明性を確保することが重要だ。私が通う高専では原子力関係の講演会や原子力施設の見学会、その他シンポジウムなどの原子力発電について知る機会が多く提供されているのだが、このような機会を現役の電気技術者や関連会社が高専に限らず普通高校や大学など多くの学生に対して積極的に提供することで原子力発電

に対する大衆の理解は一層深まるだろう。そして、これは将来的な原子力発電再稼働の基盤を築くことに直結するに違いない。原子力発電の再稼働はカーボンニュートラルの実現に向けた大きな一歩となる可能性がある。S+3E に関して、「環境保全」「安定供給」の観点からは CO₂排出量を大幅に削減し尚且つ安定的な電力供給ができるため大きなメリットがある。一方で、「安全性」に関しては原子力発電が持つリスクに対する社会的な理解と支持を得る必要があり、そのための取り組みが我々電気技術者には今後求められるだろう。また、再稼働に向けたメンテナンスや安全対策強化にかかるコスト、及び長期的な維持費を考慮すると「経済効率」においては依然として懸念が残り、「安全性の確保」とそれにかかる「費用」のバランスをとりつつ、そのコストを削減することにも注力しなければならない。

3 需要側の電化の推進について

需要側の電化において、自動車産業は大きな転換点を迎えてつつある。EVDAYS によれば、日本における EV の普及率は 2020 年～2022 年にかけて 0.41%、0.60%、1.72%と急速に増加している。プラグインハイブリッド車(PHEV)を含めるとその普及率は 3.58%に達しており、EV が日本全土に普及するのも時間の問題であると私は考える。そのためここでは、私達電気技術者が今後注力すべき開発技術の一つとして V2G (Vehicle to Grid)技術を挙げる。この技術は、EV を単なる移動手段としてだけではなく、エネルギーの供給・貯蔵を行う「移動型蓄電池」として利用するもので、再生可能エネルギーの変動を補完し安定供給を実現させる上で重要な役割を担うだろう。また、これにより街のいたるところで電力の供給が可能となるため、電力の主力化をハッキリと認識できるようになり、自然と需要側の電化も促進されるだろう。以降では EV における V2G 技術の導入において今後必要となる事について自分の意見を述べようと思う。

3.1 自動車用蓄電池の性能向上

V2G 技術の導入においてまず、EV のバッテ

リー技術の大きな成長は必須である。国際エネルギー機関(IEA)によると、現在のEVによる平均航続距離はバッテリー技術の成長に伴い2011年の138kmに比べ435kmと著しく増加している。しかし、ガソリン車の665kmと比較するとまだ改善の余地があり、バッテリーの寿命や充電・放電を繰り返す際の摩耗もV2G技術の普及に対する大きな障壁となっている。EV用のバッテリーとして主に用いられているリチウムイオン電池はこれまで、その技術成長によりEVの性能向上を支えていたが、その寿命や性能には限界がある。そのため、更なるEVの性能向上には次世代の個体電池などの開発が今後必要不可欠になるだろう。また、バッテリーコストの削減も解決すべき課題の一つ

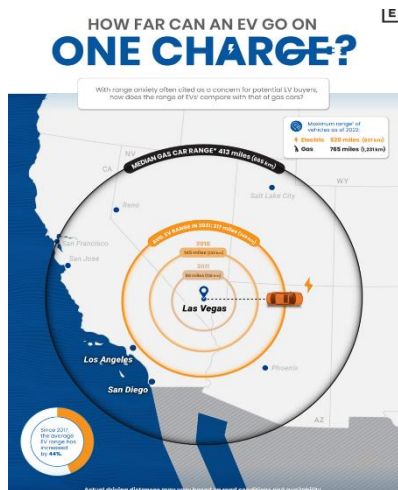


図2 ガソリン車とEV車の航続距離比較

3.2 ニーズに沿ったインフラ整備

次に重要なのは、EVと電力網を効率的に接続するためのインフラ整備である。2035年までに政府は新車販売で電動車100%を目指すとして表明しているが、この目標を達成するためには充電ステーションやV2G対応のインフラ整備が急務となる。充電速度やインフラの利用状況を考慮した設計が求められ、充電ステーションの出力や配置計画を的確に行う必要がある。特に都市部や郊外、地方などそれぞれのニーズに応じたインフラ設計が求められ、これにはリアルタイムのデータを活用したスマートグリッド技術が欠かせない。この活用によりエネルギーの効率的な管理が可能となり、ピーク時の負荷分散やエネルギーロスの削減も期待できるだろう。

3.3 S+3Eの観点からの評価

V2G技術の導入は、EVの普及にとってもカーボンニュートラルの達成に向けても重要なステップである。今後、我々電気技術者はバッテリー技術の向上とインフラ設備の整備に注力し、持続可能なエネルギーシステムを構築するためにその専門的な知識と技術を提供していかなければならない。この需要側の電化に向けたEVにおけるV2G技術の導入では、CO₂排出量の削減はもとより、再生可能エネルギーの変動を補完し電力供給の安定化に寄与することが可能となる。また、初期コストとしてバッテリー技術の開発やインフラ整備に多くの投資が必要となるが、長期的にはエネルギー供給の効率化によりコスト削減が見込まれるため、3Eについて懸念されるべき点は少ない。ただ、Sである「安全性」について、バッテリーの充放電による摩耗や発火リスクは依然として重要な課題であり、インフラの整備においても使用時の電力負荷に対応できる設計や万が一の障害に備えたバックアップ体制が必要となる。特に今述べたバッテリー技術は、EVの性能に直結するためその重要度は非常に高く、性能の向上のみならず安全性の強化、コスト削減にも努める必要があるため、この課題は電気技術者にとって解決が困難なものになるだろう。

4 自律型エコシティの形成

これまで「需要側の電化」と「供給側の脱炭素化」について述べてきたが、ここではこの二つの課題を解決する手段として「自律型エコシティの形成」を提案する。自律型エコシティとは、エネルギーの自給自足を実現し都市内でエネルギーが循環する持続可能な都市のことだ。台湾のGogoro社が展開している電動バイク用バッテリーのサブスクリプションシステム(Go Station)を参考に、これをEV向けのシステムへと拡張させ、3で述べたV2G技術を組み合わせることで、エコシティ実現への大きなステップになると私は考える。



図3 Gogoro社のGo Station

4.1 分散型エネルギーシステムの導入

このシステムでは、2.1で述べた地方独自の再生可能エネルギー発電を活用したバッテリー蓄電設備を街中に分散設置する。これにより、災害時の耐性が高まるだけでなく、送電によるエネルギー損失も抑制することが出来る。また、分散型エネルギーシステムにおいて、各家庭や企業が自分たちで発電した余剰エネルギーを街のインフラに供給し、相互にエネルギーを共有することが出来るようになれば、街全体のエネルギー収集効率をさらに向上させることが期待できる。

4.2 スマートグリッド技術とエネルギー管理

4.1で述べたことに加え、2.1同様にスマートグリッド技術を導入すれば、天候や需要の変動に応じてエネルギー供給をリアルタイムで調整することが可能となる。これにより、街へのエネルギー供給は安定し、再生可能エネルギーの活用率を最大化できる。要するに、スマートグリッド技術の導入により、エネルギー供給の不足が発生した場合に、バッテリー蓄電設備に蓄えられたエネルギーを利用することによって、火力発電所に依存せずとも持続可能なエネルギー循環を実現することが出来るのだ。

4.4 S+3Eの観点からの評価

分散型エネルギーシステムの採用により、災害時にも都市内でエネルギーの自給が可能となり尚且つスマートグリッド技術の導入によって天候や需要の変動に対応することが出来るため、これらは「安全供給」に大きく寄与する。また、Gogoro社のサブスクリプションモデルをEVに応用することが出来れば、Gogoro社同様に導入コストが低減され、柔軟な料金設定が可能となり、これは「経済効率」の観点からも優れていると言える。「環境保全」については、火力発電への依存を大幅に減らせるほか、

家庭での剰余発電を街のインフラに供給する仕組みによって、エネルギーロスの削減やエネルギー効率の向上が期待できる。「安全性」についても、日本の治安の良さを考慮すると街中にバッテリーステーションを分散配置させ、サブスク型としてバッテリーを貸し出す仕組みは不安要素になりえない。しかし、このシステムにおいてバッテリー管理は最重要となり、トラブル発生時に即座に対応できる整備体制が求められる。また、バッテリー故障時の責任の分界点を明確にするほか、モニタリングやAIを用いた故障予測によってリスクを低減させる仕組みも求められ、主に「安全性」について大きな課題があると考えられる。

5 まとめ

2050年のカーボンニュートラル実現に向け、本論文では供給側の「電源の脱炭素化」と需要側の「電化の推進」に関する様々な取り組みについてS+3Eの観点から評価した。地域の特性を生かした再生可能エネルギーの最適化、原子力発電に対する社会的理解の推進、V2G技術の導入による電力の主力化の認知とその安定供給の実現など電気技術者が果たすべき役割は多岐にわたる。また、「自律型エコシティの形成」においては、分散型エネルギーシステムやスマートグリッド技術、バッテリーのサブスクリプションモデルなど様々な技術・システムを採用し、街内におけるエネルギー自給自足を可能にすることによって、S+3Eを満たした上での地域社会全体の持続可能な発展が望める。この実現は決して容易な道のりではないが、その挑戦にはリスクを大きく上回る価値があり、「2050年のカーボンニュートラル実現」というチャレンジングな目標を達成する上での重要な通過点である。安全で持続可能なエネルギーシステムを構築し、CO₂排出量削減とS+3Eの両立を図ることが、カーボンニュートラル実現に対する私たち電気技術者の責任であり使命である。私も電気技術者としての成長のため、今後とも高専でさらなる努力を重ねて我々の目標達成に少しでも貢献できるよう努めていきたい。

6. 参考文献

CAR-TOPICS（自動車ニュース）

- ・ [電気自動車の航続距離（走行距離）の目安と国産・外車ランキング・新車情報の車ニュースを配信中・中古車のガリバー](#)
- ・ [電気自動車の航続距離（走行距離）の目安と国産・外車ランキング・新車情報の車ニュースを配信中・中古車のガリバー](#)

e-SHARE ブログ

- ・ [gogoro とは？ | e-SHARE ブログ](#)

JETRO（日本貿易振興機構）

- ・ [台湾スタートアップ、チリのエネルギー大手と提携、電動スクーター販売開始を発表\(台湾、コロンビア、チリ\) | ビジネス短信 - ジェトロの海外ニュース](#)
- ・ [ジェトロ台湾スタートアップ、チリのエネルギー大手と提携、電動スクーター販売開始を発表\(台湾、コロンビア、チリ\) | ビジネス短信 - ジェトロの海外ニュース](#)
- ・ [ジェトロ](#)

電気事業連合会

- ・ [2050年 カーボンニュートラルの実現に向けて | 電気事業連合会](#)
- ・ [siryou7.pdf](#)
- ・ [CO2を排出しない - 原子力発電の特徴 | 電気事業連合会](#)

EVDAYS

- ・ [【2024年最新】EVの普及率はどのくらい？日本と世界のEV事情を解説 - EV DAYS | 東京電力エナジーパートナー](#)
- ・ [電気自動車の航続距離の目安は何 km？車種別の航続距離一覧も紹介 - EV DAYS | 東京電力エナジーパートナー](#)

五島フローティングウィンドファーム合同会社

- ・ [五島市協議会資料](#)

国際環境経済研究所

- ・ [原子力発電はなぜ最も危険と考えられるようになったのか？ - NPO 法人 国際環境経済研究所 | International Environment and Economy Institute](#)

海と日本プロジェクト

- ・ [【石狩から世界へ】国内2例目の大規模洋上風力発電、そのインパクトとは？ - 日本財団 海と日本 PROJECT in ガッチャンコ北海道 2024 #04 - YouTube](#)

VISUAL CAPITALIST

- ・ [Visualizing the Range of Electric Cars vs. Gas-Powered Cars](#)