

— 環境省若手職員による政策提言 —

# 脱炭素イノベーションへの挑戦

～目の前のリスクをチャンスに変える、

発想の転換で未来を築く～

2018年7月23日

## 若手メンバーリスト

井上 有希子 地球環境局 地球温暖化対策課

併任 水・大気環境局 自動車環境対策課 課長補佐

河田 陽平 地球環境局 総務課 低炭素社会推進室

併任 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室 室長補佐

池本 忠弘 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室

室長補佐

新原 修一郎 地球環境局 地球温暖化対策課 市場メカニズム室

室長補佐

泉 知行 大臣官房 環境影響評価課 課長補佐

# 1. 背景と問題意識

## (1) 世界の潮流と日本

昨今、世界の大きな潮流として、あらゆる分野における共通の目標として「SDGs<sup>1</sup>」が明確に掲げられるようになり、世界経済の規範が大きく変化しつつある状況にある。また、世界的な気候変動問題の急速な台頭を受け、「パリ協定」が発効された。SDGs 達成や脱炭素社会に向けた社会・経済システムの変革が不可避となるなど、今後数十年にわたる社会経済活動の方向性を根本的に変える「ゲームチェンジ」の動きが加速化している。

こうした重要な変化を機敏に捉まえ、アップルやフェイスブックのようなグローバル企業の「RE100<sup>2</sup>」プロジェクトへの早々の参画、「ESG 投資<sup>3</sup>」を通じた再生可能エネルギー（再エネ）等への急速な投資拡大、イギリス・フランス政府による 2040 年までのガソリン車・ディーゼル車の販売禁止宣言やダイムラー等の「CASE<sup>4</sup>戦略」に象徴されるように、世界は次々に脱炭素に舵を切り始めている。その一方で、日本において、こうした取組は非常に限定的なものにとどまっているのが現実だ。

今や日本は、このような国際社会の大きな変化の波に取り残されつつあるだけではない。人口減少・少子高齢化、地方の衰退、産業の生産性・競争力低下、各地のインフラ老朽化といった、固有の社会的課題（衰退の兆候）にも同時に直面している。その上、これら社会的課題の解決は待ったなしの状況なのである…。

つまるところ、日本は、課題山積。まさに「ピンチ」の状態に陥っているのだ！



<sup>1</sup> 「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）」の略称。2015年9月の国連サミットで採択されたもので、国連加盟193か国が2016年～2030年の15年間で達成するために掲げた目標。

<sup>2</sup> 事業運営を100%再生可能エネルギーで調達することを目標に掲げる企業が加盟するイニシアチブで、「Renewable Energy 100%」の頭文字をとって「RE100」と命名。2014年に発足、2018年1月28日時点で、世界全体で122社が加盟。

<sup>3</sup> 環境（Environment）、社会（Social）、統治（Governance）に対する企業の対応を考慮して行う投資。

<sup>4</sup> Connected（接続）、Autonomous（自動化）、Shared（共有サービス）、Electric（電動化）の頭文字をとったもの。ダイムラーが2016年パリモーターショーで提唱。

## (2) 昨今の国内の動き

国際的な変革の流れに後れを取りつつある日本ではあるが、昨今、世界の潮流と整合する新たな国内政策の「芽」が次々と発信され始めた。本年6月4日に開催された未来投資会議において、総理大臣からも、「もはや温暖化対策は、企業にとってコストではない。競争力の源泉である」とのご発言があり、「環境と成長の好循環というパラダイム転換」の必要性が指摘されたところである。

### <主な国内関連施策と新たに発信されたキーメッセージ>

環境インフラ海外展開基本戦略  
(2017年7月25日策定)

「日本の強みである環境技術等の輸出ビジネス・チャンスの拡大」

第5次環境基本計画

(2018年4月17日閣議決定)

「SDGs・パリ協定、イノベーション、経済・社会的課題の同時解決、地域循環共生圏、幅広い関係者とのパートナーシップの充実・強化」

未来投資戦略2018

(2018年6月15日閣議決定)

「エネルギー転換・脱炭素化に向けたイノベーションを推進」

廃棄物処理施設整備計画

(2018年6月19日閣議決定)

「人口減少等の社会構造の変化、地域エネルギーセンター、地域の新たな価値創出」

環境省再エネ加速化・最大化促進プログラム2018版

(2018年3月20日発表)

「再エネを主力エネルギーに、地域が主役、再省蓄をパッケージで」

経済財政運営と改革の基本方針2018(骨太の方針)

(2018年6月15日閣議決定)

「2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化に挑戦」

第4次循環型社会形成推進基本計画

(2018年6月19日閣議決定)

「地域循環共生圏、資源循環(資源効率性)、シェアリング、循環産業の海外展開」

第5次エネルギー基本計画

(2018年7月3日閣議決定)

「再エネの主力電源化」



### (3) イノベティブで柔軟な視点からの政策の必要性

- 世界の潮流に乗り遅れることなく、日本においてもようやく意識醸成がされ始めた脱炭素に向けたモメンタムをチャンスと捉える必要がある。このチャンスを逃すことなく新たな成長を実現するためには、柔軟な発想の下でのスピード感をもった政策アクションとして、SDGs や脱炭素を明確なゴールに見据えたイノベーションを社会に実装していくことが必要だ。
- 脱炭素に向けた取組の中でも中核的な存在である、再エネ・省エネ・蓄エネは、エネルギー政策における重要な位置づけを占めるだけでなく、社会経済システム全体に影響力を有するエッジの効いた政策ツール（産業競争力の強化、新ビジネスの創生、地域循環共生圏の具現化など）へと進化・深化している。
- 本提言は、若手職員として、2050 年温室効果ガス 80%削減や脱炭素社会の構築のためには、今まさに具体的な取組を開始しなければ間に合わない、という強い危機意識の下、柔軟かつイノベティブな発想で政策提言としてとりまとめたものである。
- 未来を予測する最良の手段として、リンカーンが「自ら未来を創ること」と答えたときのように、未来のあるべき社会を想像し、バックキャストで今すべきことを考え、そしてあるべき未来の社会を自ら創造する気概が肝要だ。何を大それたことをと思われるかもしれないが、環境省では、例えばわずか 10 年前には価格等の問題のため「こんなものを誰が使うのか」とまで言われた LED を、高効率・低コスト化の技術開発により現在のように一般に広く認知され、社会実装されるよういち早く支援した。
- また、クールビズは行動変容やライフスタイルイノベーションの成功例として、行動科学に関する会議で海外の有識者に取り上げられている。このように、環境省には、俗に言う破壊「的」イノベーションではなく、産業社会経済を実際に破壊し、再構築するパラダイムシフトを強力に推進した実績がある。こうしたビッグバン・イノベーション<sup>5</sup>は、しがらみのない環境省であればこそできることだ。

<sup>5</sup> ラリー・ダウズとポール・F・ヌーネスが提唱する、これまでの常識や産業社会経済構造を根底から覆す「超破壊変化」。

- さらには、青色 LED の素材である窒化ガリウム (GaN) の半導体への活用により超省エネ社会の実現に向けた事業を 2014 年 4 月に開始すると、その秋には、当該事業に参画する天野浩・名古屋大学教授がノーベル物理学賞を、また、自らの行動を見つめるきっかけをもたらし、自発的な行動変容を促進するナッジ等の行動科学の知見を活用する事業を 2017 年 4 月に開始すると、その秋には、以前より交流のあったリチャード・セイラー (シカゴ大学教授) がノーベル経済学賞をそれぞれ受賞することとなった。こうした実績が証明するように、社会的な評価よりも先行して、あるべき未来を見据え、その実現に向けて柔軟かつイノベティブな発想をし、実際に実践することを認める風土が環境省にはある。
- 本提言では、最近注目されている「Utility 3.0<sup>6</sup>」のような社会インフラシステムの再構築までをも視野に入れた、新しい視点も取り込んだ。
- 本提言が単なる提言で終わることなく、来年度の重点施策や予算要求の場面で実際に活用されるよう、引き続き内容をブラッシュアップしていきたい。

---

<sup>6</sup> 竹内ほか「エネルギー産業の 2050 年 Utility 3.0 へのゲームチェンジ」より。Utility 3.0 とは「Decarbonization (脱炭素化)」「Decentralization (分散化)」「Digitalization (デジタル化)」などの変革ドライバーによって電力など公益事業の担い手である「Utility」が社会インフラを総合的に担う形態に進化した状態を示すコンセプト。電力事業が誕生し、制度的に守られ経済成長を支えられてきた時期が「Utility 1.0」、電力システム改革により発電や小売りによる競争が始まった時期が「Utility 2.0」(現在)。

## 2. 政策提言にあたっての視点

脱炭素社会の実現に向けた取組として、本提言では脱炭素イノベーションの創出に向け、以下の3つのアプローチに注目し、政策を検討した。その上で、それぞれのアプローチに基づいた具体的なプロジェクトのイメージについても踏み込んで提案を試みた。その中でも、特に強調したいのが、(1) 社会インフラの視点からの大胆な脱炭素イノベーション創出の必要性だ。

(1) 社会インフラ、(2) 新技術、(3) 脱炭素ビジネス

### (1) 「脱炭素」×「社会インフラ」

人口減少をはじめとする、今後社会が直面する重大な課題に対応しながら、同時に脱炭素社会を実現するためには、地域における電気やガス、熱等のエネルギーの統合的制御や電気自動車 (EV) の持つ大容量バッテリーを活用した再エネ需給調整、自動車 CASE 活用による地域交通網の脱炭素化等の「社会インフラ」の抜本的なイノベーションを早期に起こすことが不可欠である。脱炭素社会の実現に向けたこうした取組は、今まさに始めなければ間に合わない！

環境省若手職員として温暖化対策に向けた政策を考えると、その最も明確な目的は、2050年温室効果ガスの80%削減（長期目標）や脱炭素社会構築の実現である。それは、決して現在の取組の単なる延長線上にあるものではなく、抜本的な、世の中の仕組みをあらゆる側面から作り替えるような取組の先にあるものだと私達は考える。

そして、2050年に向かう中で、Decarbonization（脱炭素化）の潮流のみならず、Depopulation（人口減少）、Decentralization（分散化）、Deregulation（自由化）、Digitalization（デジタル化）といった既存の社会経済システムを大きく変えていくであろう社会トレンド（5つのD）もしっかりと視野に入れておくことが不可欠だ。

#### 『「社会インフラ」の大胆なイノベーションの必要性』

こうした社会トレンドに対応しながら、2050年に向け、社会経済システムを抜本的に革新していくに当たって着目すべき重要な視点の一つは、高度経済成長から現在まで社会経済を支えてきた電気やガス、熱等のエネルギーや上下水道等の公共施設、地域交通網等の「社会インフラ」を統合的アプローチで大胆に効率化することを目指すイノベーションの実現であろう。そのためには、都市のダウンサイジングや電源、モビリティのゼロエミッション化等を進めるとともに、従来の活用方法を超えた、社会インフラの多面的有効活用という柔軟なアプローチが期待される。

#### 『イノベーションの鍵を握る「蓄エネ」システム』

社会インフラのイノベーションを実現させる上で、最も重要なピースとなるのが、エネルギーの「貯蔵」である。先に述べた5つのDのトレンドを踏まえて2050年にあるべき社会を考える際、大半の「社会インフラ」の動力源については、地産地消・自立分

散型エネルギーであることが最適であろう。また、地産地消・自立分散型エネルギーとしては、太陽光、風力等の自然変動電源（VRE）がその中心になるものとする。

一方で、こうしたエネルギー源は自然が相手であるため、発電電力量が季節、時間、天候等によって左右されることが最大の課題である。こうした不安定なエネルギーを安定的に利用するためには、まさにエネルギーを「貯める」、「需要を能動化させる」という発想が不可欠である。上述の社会インフラのイノベーションを可能とする統合的アプローチとは、太陽光、風力等の自然変動電源から得られる電気をそのまま使うのか、一度電気のまま「貯める」（蓄電）のか、あるいはガスや熱といった異なるエネルギーに転換してから「貯める」（蓄エネ）ことにして、そのまま活用することはもちろん、発電量が少ないときはもう一度電気に戻し、電気として活用するのか、というように状況に応じて臨機応変に判断することで化石燃料への依存度を最小化することを想定している。

### 『地方にこそ存在する再エネポテンシャル』

人口減少は都市よりも地方でより深刻である。地方の人口減少は将来に向けて拍車がかかる見込みだ（図1参照）。社会インフラの立て直しは地方にとって喫緊の課題となる。幸いなことに、太陽光・風力発電施設等は地方に多く設置されており、地方にこそ、イノベーションを起こす土台が整っているとも見ることができる。例えば千葉大学及び認定NPO法人環境エネルギー政策研究所の『永続地帯 2017年度版報告書』によると、再エネで需要を100%以上カバーできる自治体（エネルギー永続地帯）は82市区町村（すべて地方）あり、その数は年々増加している。

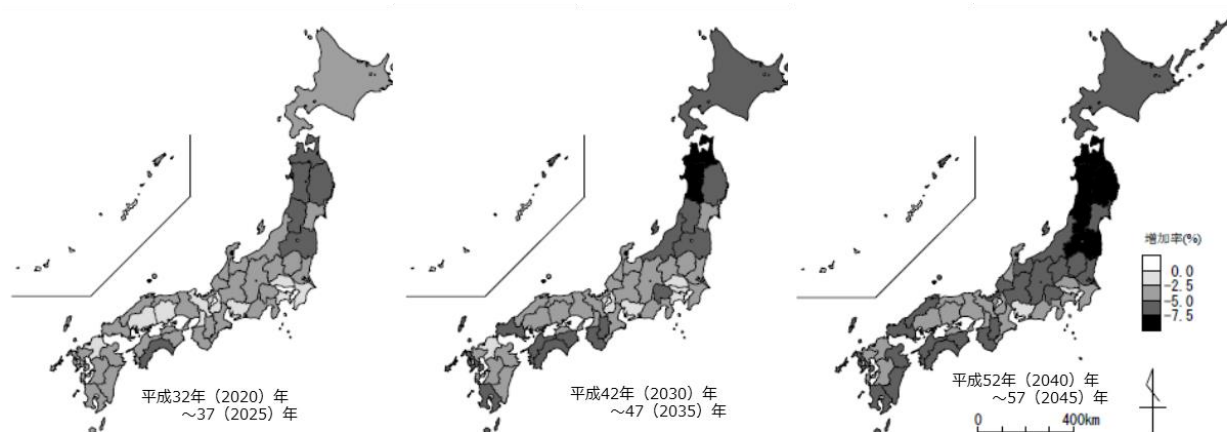


図1 都道府県別総人口の増加(減少)率

出典:国立社会保障・人口問題研究所 日本の地域別将来推計人口(平成30(2018)年推計)

しかしながら、エネルギー永続地帯は域内の需要量と供給量を単純に比較したものであり、実際は電力系統の中で再エネの存在感は薄められ、エネルギー永続地帯で消費される電力は化石燃料由来のものが都市部と等しく含まれている。また九電ショック<sup>7</sup>でも

<sup>7</sup> 2014年4月からFITの価格が値下がりすることを受け、系統接続の申込みをしようとする事業者が各電力会社に殺到（特に九州電力）。電気使用量が少ない時では、太陽光・風力の発電量が管内の全消費電力を上回ることが判明し、九州電力では電力の需給バランスが崩れるとして、9月24日、既存・新規含め系統接続の回答をすべて、一



見られるように、再エネ供給量はあっても電気の安定供給のため出力抑制または制御が行われ、そのポテンシャルを最大限発揮できているとは言えない状況が顕在化している。ポテンシャルを活かすために自立分散型であることと、エネルギーを「貯める」、そして必要なところに「融通する」ことが必要なのだ。

### 『EVは移動式の蓄電池』

下記コラムのように、EVのもつ蓄電機能は、大規模蓄電池の課題であるコストと用地の問題を同時解決する。EVは、一般消費者に自動車として購入されるため、自治体や民間企業がコストや用地を準備する必要がないというものである。その上、自家用車が停車している割合は、全時間帯を通じて90%に達する（図2参照）。停車時のEVを地域で共有し、その蓄電機能を地域のエネルギーマネジメントに活用する仕組みを構築することができれば、社会全体で大規模蓄電池の課題の解決に繋げることが可能である。

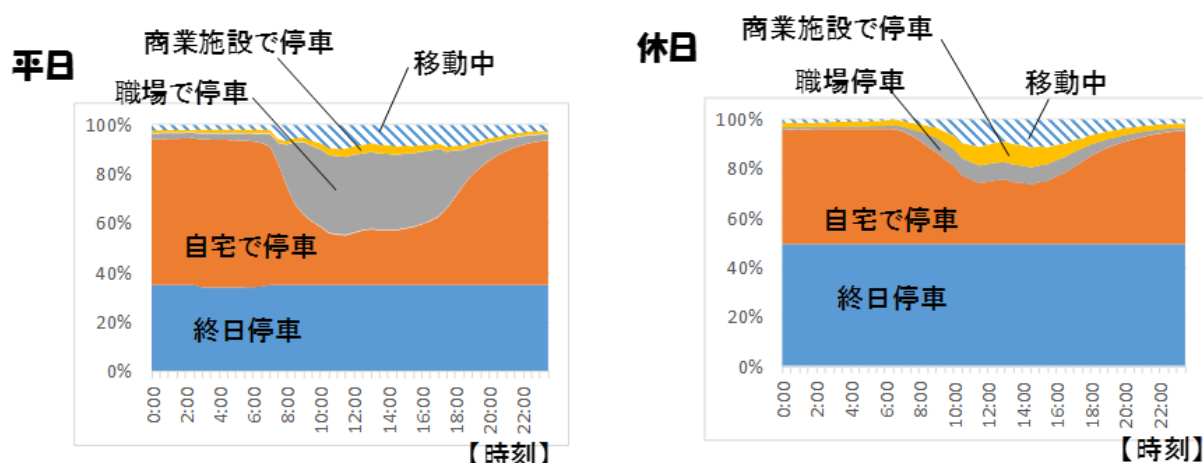


図2 乗用車の時間帯別動向調査結果

出典：篠田幸男（2017）『スマートグリッド2017年1月号』「電気自動車へのこれまでの取組と将来への期待」大河出版

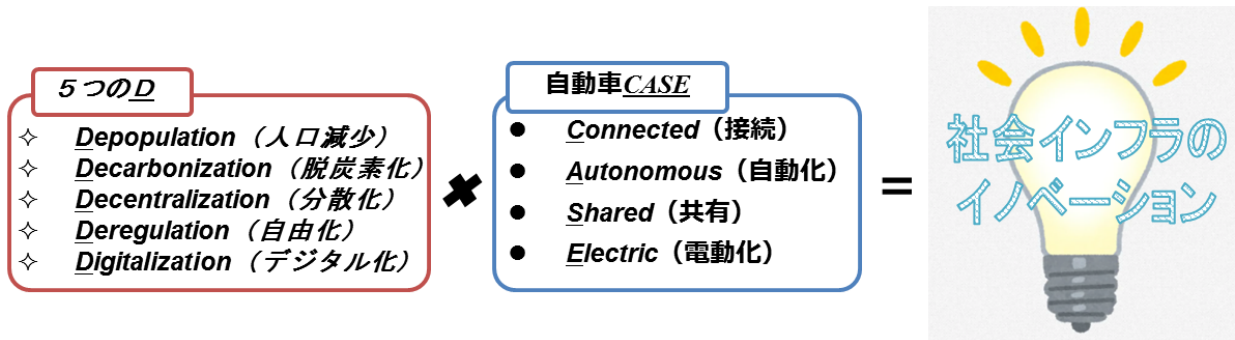
### 『自動車 CASE が社会インフラのイノベーションを引き起こす』

また昨今、自動車業界に CASE というトレンドが生じている。電動化だけではなく、コネクティッドカーや自動運転、カーシェアや MaaS<sup>8</sup>といったビジネスの新たなトレンドが注目されている。こうした自動車の世界で起きている世界的なトレンドは、人口減少等により弱体化しつつある地方の公共交通を見直すきっかけとなるであろうし、上述の地域エネルギーマネジメントにも親和性が高い。私達は、自動車 CASE のトレンドを活用し、自動車を単なる個人所有のモノとしてではなく、蓄電機能や公共の足を社会に提供する、公共財としての「社会インフラ」の一部と捉え直すことで、電力業界と自動車業界の融合（セクターカップリング）による新ビジネス創成や地域主導による社会インフラシステムのイノベーションの火付け役を担わせることが出来るのではないかと期待している。

時的に保留にすることを発表した。その後、立て続けに他電力会社も新規接続契約保留を発表。この一連の出来事のことを九電ショックという。

<sup>8</sup> MaaS: Mobility as a Service

最も重要なことは、上記のような構想を構想のみで終わらせるのではなく、脱炭素社会構築の旗振り役となるべき環境省において、実際に社会にその姿を提示し、社会に向かって明確な目標となるべき 2050 年の姿を提示していくことであろう。



◆ 『驚くべきEVの蓄電ポテンシャル』 ◆

エネルギーを「貯める」ための手段はいくつかあるが、「蓄電池」と言えば、通常、定置型の蓄電池を想像されるだろう。確かに普及傾向等から見ても最も有効な手段のひとつだ。しかしながら市区町村レベルで電力の需要と供給をバランスさせるための蓄電容量は非常に大規模なものとなる。参考までにエネルギー自給率の都道府県ランキング1位の大分県を例に、電力を全て再エネで賄うことを前提とした試算をしてみる。エネルギー(電力)需要は約 35GWh/日<sup>9</sup>であり、昼間に貯めた再エネを貯めて夜間にバッテリーから取り出すと仮定すると、およそ 17.5GWh<sup>10</sup>の蓄電池が必要になる。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成 24 年度大型蓄電システム緊急実証事業(西仙台)では大型蓄電池システム(リチウムイオン電池)を使用し、20MWh で 6,000 m<sup>2</sup>の土地を必要としている。またコストは PCS 等も含め 50 億円相当<sup>11</sup>と思われる。これを大分県へ置き換えるとコスト 4.4 兆円、5,250×10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>(東京ドーム 112 個分に相当)の土地が必要であり、現時点では、とても現実的な数字とは思えない状況である。

大規模な蓄電池を用意するためにはコストと用地の問題を同時解決する必要がある。高性能リチウム蓄電池や新たな蓄電池のイノベーションが起こるかも知れないが、起こらないかも知れない。起こらない事を想定して、今ある技術に目を向けてみると、リチウムイオンバッテリーは EV 用にその性能を飛躍的に向上させた。経済産業省の「EV・PHV<sup>12</sup>ロードマップ」(平成 28 年3月 23 日公表)によると、EV・PHV の 2030 年に向けた普及目標は、新車販売市場の 20%~30%とされている。そこで、2030 年の EV の新車販売比率を 30%と仮定した場合、市場には 1,000 万台の EV がストックされていることになる。言い換えると、400GWh の蓄電池が市場にストック(1 台あたり 40kWh の蓄電池を搭載されていると想定)されていることになるのである。

大分県の例に戻ると、大規模蓄電施設は現実的な数字ではなかったが、EV ではどうであろうか。17.5GWh はおよそ 44 万台の EV の蓄電容量に相当する。大分県の登録自動車台数総計は 469,326 台(平成 29 年 3 月現在)であり、今後の EV の普及状況によっては大規模蓄電施設の負担をかなり軽減できるものと考えられる。

<sup>9</sup> 資源エネルギー庁 都道府県別エネルギーバランス表より大分県の年間電力総需要 12898GWh を 365 分割し日間平均電力需要を 35,000MWh=35GWh と仮定

<sup>10</sup> 一般的には夜間の方が電力需要は落ちるがここでは昼間/夜間を 1:1 で仮定

<sup>11</sup> 「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発」(事後評価)分科会資料より 220 千円/kWh と想定し、システムコストを環境省にて試算

<sup>12</sup> PHV: プラグインハイブリッド

## (2) 「脱炭素」×「新技術」

再エネの固定価格買取制度 (FIT) の開始により急激に普及した、個人宅での太陽光発電等の再エネは、来年よりいよいよ順次、買取期限の終了が始まる。買取期間終了後も、本来それ自体として環境価値のある再エネについて、その環境価値を社会として適切に評価していくことが必要だ。そのためには、AI/IoT/Big Data 解析/5G 等の先端情報通信技術やブロックチェーン技術等の「新技術」を活用し、消費者を“プロシューマー”へ変貌させつつ、再エネを社会に浸透させていくアプローチが必要である。また、資源循環に必要な要素技術や革新素材技術にも着目していくべきだ。

2050 年長期目標の達成というチャレンジングな目標に向かっていく過程で、その鍵を握るのは、やはり「新技術」である。とりわけ、AI/IoT/Big Data 解析/5G・ロボティクス等の先端情報通信技術やブロックチェーン技術等は、まさに「不可能を可能にする」重要な新技術であり、未来のあるべき社会を検討する際にも必須だ。

例えば、再エネの固定価格買取制度に「2019 年問題」が迫っており、2009 年の制度開始時から太陽光発電の余剰電力を売電してきた世帯での固定価格での買取りが 2019 年度末に終了する。今後、その対象と言われる 50 万世帯が自ら電気の売り先等を決める必要があり、これは再エネの設置者にとっても電力業界にとっても初めての事態である。

### 『“プロシューマー”を生み出す先端情報通信技術』

従来、自家消費される再エネは、それ自体として当然にエネルギーとしての価値に加えて化石燃料を使用しないという環境価値のある電源であるにも関わらず、技術的な面からも、社会においてその環境価値を適切に評価することが困難であった。しかし、昨今破竹の勢いで進歩している AI/ IoT/ Big Data 解析等の情報通信技術の活用により、(1) で述べたような地域のエネルギーマネジメントのエネルギー供給源として取り込むことや、ブロックチェーン技術との連携により、自家消費される再エネの環境価値を顕在化させることが可能となってきている。

事実、環境省では 2018 年 6 月に、個人宅での太陽光発電の自家消費量を計測し、その環境価値を、電動バイクを充電中の別の個人に遠隔移転するというリアルタイム P2P<sup>13</sup>取引を、ブロックチェーン技術を用いて記録するライブデモに成功した。社会として、自家消費される再エネに環境価値を適切に評価していくことで、新たな脱炭素ビジネス市場を構築する可能性があるのではないか。こうした取組の先に、これまで、消費者として電気を購入し消費していた私達「消費者（消費者）」が電気を消費しながら同時に創出もする「プロシューマー」となり、再エネが有機的に社会に浸透している未来像が見えてくるのではないか。

<sup>13</sup> P2P (Peer to Peer) : ネットワークに接続されたコンピューター端末同士が直接通信する方式を指す。

また、多（数）対多（数）の高速通信を可能にする 5G は、それを実用化しつつある工事現場などをはじめ社会のあらゆる場面でのより一層の生産性向上と省エネを実現するであろう。もちろん、IoT 社会の進展による情報通信量の指数関数的な増加に伴って、エネルギー消費が単純に増えることのないよう、情報通信の速度や量、種類を状況に応じて柔軟に選択・制御したり、エッジコンピューティング<sup>14</sup>やエネルギーハーベスティング<sup>15</sup>技術等を活用したりすることも重要である。

こうした次世代技術は未来のあるべき社会のキーテクノロジーとしてますます拡がりを持つものとして考えており、脱炭素社会構築へも積極的にその活用方法を検討、検証していくことが必要と考えている。

### 『資源循環スキーム構築の重要性』

8 ページのコラム中で蓄電池のイノベーションについて、起こらないことを想定して検討を前に進めることが重要としたが、もちろんイノベーションを起こすためのアクションも必要である。現在、産学官連携の下、次世代蓄電池についての検討、検証が進められている。既存のリチウムイオンバッテリーは希少資源を含んでいるため、代替素材開発も重要であり、次世代蓄電池や代替素材開発も引き続き重要だ。次世代蓄電池は破壊的イノベーションを起こす可能性を示す一方で、いつ社会全体での実用化が実現するか予測することができないため、資源循環の側面から既存リチウムイオンバッテリーの循環を可能にする資源循環スキームの構築や要素技術の開発の促進も重要だ。

また、既存リチウムイオンバッテリーの循環は市場に蓄電機能を大量にストックさせることにも一役買うことになるであろう。（1）で述べたように大規模蓄電池にはコストと用地といった課題があるが、循環させることができれば、少なくともコストの課題は解決に向かうものと考えている。こうした資源循環システム構築の恩恵は太陽光パネルや燃料電池等、昨今市場に多量に投入されている製品にも同様に行き渡ることとなる。

### 『超省エネを実現する新素材』

さらに、素材そのものに関する技術も注目に値する。例えば、GaN は新たな超高効率デバイスの素材として注目され、将来の省エネ技術の基盤材料として期待されている。バイオマスを原料とする CNF（セルロースナノファイバー）やバイオマスプラスチック等は、エネルギーのみならず素材分野でも脱化石燃料化を実現し、化石燃料由来の材料を代替し得るポテンシャルを発揮することが期待される。また、排出された二酸化炭素を資源化して有機化合物を合成する人工光合成といった技術（CCU<sup>16</sup>）についても、将来の社会実装に向けた検証を重ねていく必要がある。

<sup>14</sup> 端末の近くにサーバを分散配置するネットワーク技法のひとつを意味する。ユーザや端末の近くでデータ処理することで、上位システムへの負荷や通信遅延の解消が可能。製造現場などにおいては、工場内に多数設置されたセンサや測定器から得られる大容量のデータに対し、高速またはリアルタイムなアプリケーション処理（データの見える化）を可能とする。

<sup>15</sup> 周りの環境から微小なエネルギーを収穫（ハーベスト）して、電力に変換する技術のこと。別名「環境発電技術」と呼ばれている。

<sup>16</sup> Carbon dioxide Capture and Utilization の略

### 『多様な先端技術の脱炭素技術への転用』

上述のような、一見すると温暖化対策とは無縁なようにも見える新たな技術の芽を見逃すことなく、アンテナを張り巡らせ、しっかりと社会実装に向けた支援をしていくことが重要だ。さらに、ユニークなアプローチとして、技術そのものの新しさだけでなく、地域の中小企業等が有する優れた要素技術（シーズ）を新たな分野である脱炭素技術として活用していく（ニーズ）ような、「新たな活用方法」についても積極的に検討し、社会実装に繋げていくべきである。

このように、あらゆる技術やその利活用方法の「イノベーション」が社会の至る所で興隆するよう、そのための支援やプラットフォームの整備が不可欠である。

### （3）「脱炭素」×（「社会インフラ」＋「新技術」）＝「脱炭素ビジネス」

脱炭素社会の構築のためには、（1）や（2）の脱炭素イノベーションを一過性の取組に終わらせるのではなく、社会に根ざした持続可能なものにしていくことが不可欠だ。そのためには、こうした取組を経済性をも兼ね備えたビジネスに発展させ、地域活性化やグローバル展開を視野に入れた脱炭素ビジネス創出に繋げていく、「ビジネス」のイノベーションが必要である。

脱炭素社会に向けた（1）や（2）の取組（アプリケーション）を絵に描いた餅に終わらせることなく、実社会（オペレーティングシステム）にインストールし、機能的に始動させていくためには、これらが、社会・経済的価値を有する「ビジネス」に繋げていくことが不可欠だ。

このような「脱炭素ビジネス」を成立させ、それを契機として地域を活性化させるためには、脱炭素ビジネスを担う地域のプレイヤーや脱炭素ビジネスへの積極的な資金の流れ、脱炭素ビジネスが評価される革新的なマーケット・メカニズムの創出が不可欠である。

例えば、グリーンボンド等の ESG 金融を積極的に活用しつつ、地域で既にインフラ事業を担っているプレイヤーに新たなビジネスに挑戦してもらうことや、地域新電力やまちづくり会社等のプレイヤーにこうした役割を新たに担ってもらうなどが考えられる。

### 『「脱炭素ビジネス」が地域課題を解決』

地域内総生産に対するエネルギー代金の収支を見ると（図3参照）、9割以上の自治体において、エネルギー収支が赤字になっている。これは見方を変えると、エネルギーを地産地消し、かつ、そのサービスを地域の会社が担うことで、地域の財政収支を大幅に改善し、経済的メリットをもたらすポテンシャルが極めて高いことを意味する。その上、地産地消電源は、都市部よりも地域において豊富であることから、こうしたエネルギーを核とする「脱炭素ビジネス」を地方で興すことは、脱炭素社会と地域活性化の同時解決を可能とするキービジネスになるのではないかと考えられる。

凡例	地域内総生産に対するエネルギー代金の収支の比率
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red;"></span>	赤字額が10%以上
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span>	赤字額が5%～10%以上
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow;"></span>	赤字額が0%～5%以上
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue;"></span>	黒字

2013年では、化石燃料の輸入に伴い約27兆円が海外に流出し、経常収支を圧迫。  
 現在は原油価格の下落でその状況は緩和されているが、将来的には原油価格の上昇の可能性が指摘されている。

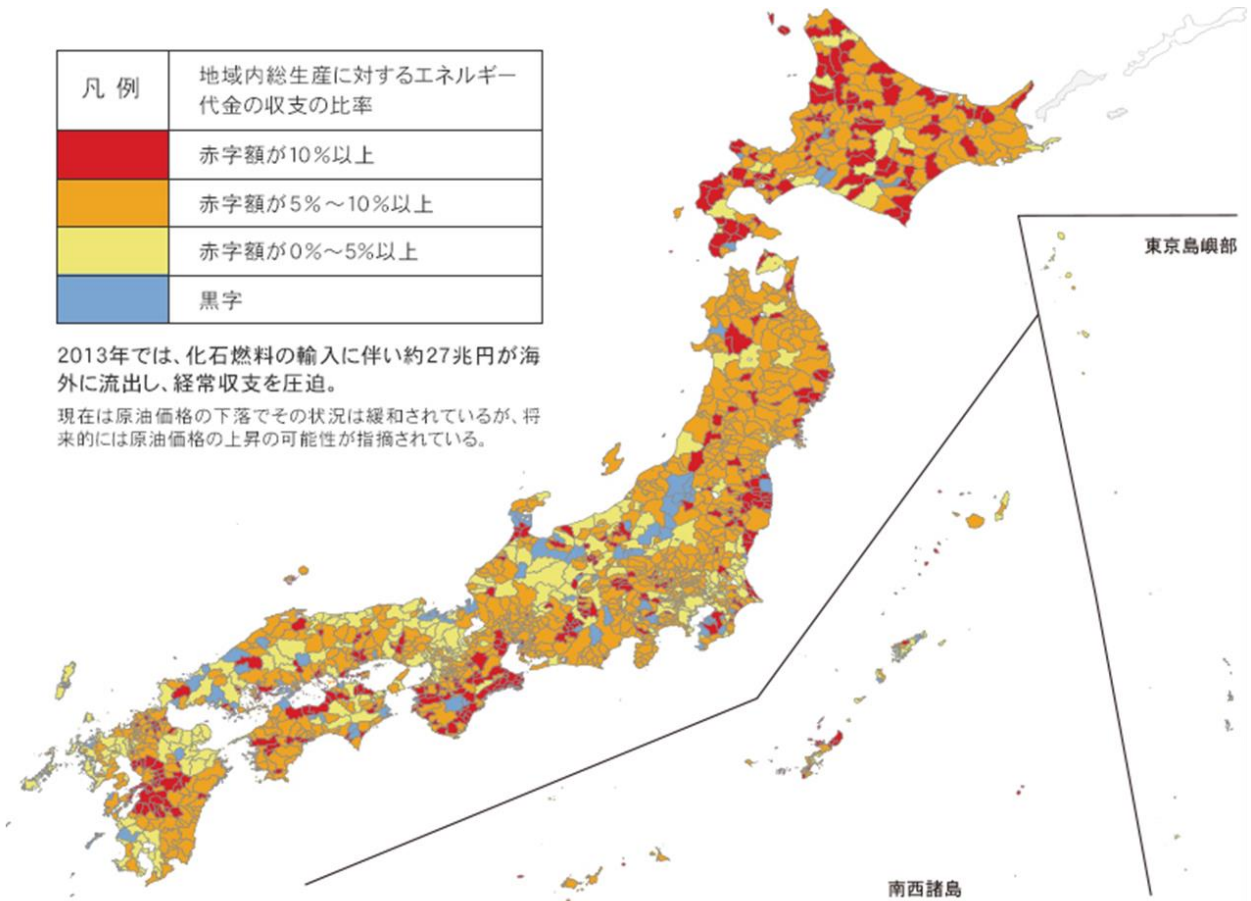


図3 地域内総生産に対するエネルギー代金の収支比率

出典：『我が国の温室効果ガス排出量及び炭素・エネルギー生産性の現状等』（カーボンプライシングのあり方に関する検討会（第三回）配布資料 平成29年8月1日）

### 『我が国環境技術の輸出ビジネス』

その他、グローバルで競争力を有する「脱炭素ビジネス」をオール・ジャパンで促進支援していくとともに、今後、都市化と産業集積による環境問題が重要な課題となってくる海外も事業視野に入れた環境技術の輸出ビジネスの展開も積極的に進めていく必要がある。

### 3. 具体的な政策コンセプト

上記「2. 政策提言にあたっての着眼点」に基づき具体的に推進すべき政策として、以下の分野におけるイノベーションが不可欠（具体的なプロジェクトイメージも例示として掲げた）。

#### (1) 社会インフラのあり方の視点からの脱炭素イノベーション

～2050年を見据えた脱炭素社会インフラのビルトイン～

- ① 地域主導による電力・ガス・熱供給等を統合した自立分散型エネルギーシステム構築に向けたグランド・デザイン検討事業
- ② 平時におけるエネルギー自家消費の推進や災害時の非常用電源としての活用等を見据えた、今後急速な拡大が見込まれる電動化された移動体の蓄電機能の活用に向けた実証事業
- ③ 既存の公共交通が空白化する地域等における、自動車 CASE や多様な電動モビリティ（グリーンスローモビリティ<sup>17</sup>・超小型モビリティ・電動バイク・EV等）を活用した地域交通体系のゼロエミッションモデル構築事業
- ④ 地方公共団体の庁舎・清掃工場・上下水道施設・公共交通設備等のエネルギー供給機能・蓄熱発電技術・自営線（無電柱化事業との連携等）などを活用した、防災拠点機能をも兼ね備えた地域エネルギーセンター構築事業

#### (2) 尖った技術の発掘・活用の視点からの脱炭素イノベーション

～尖った技術を埋没させない。見逃さず、未来へ実装する～

- ① AI/ IoT/ Big Data 解析/ 5G やロボティクス等の先端情報通信技術の積極的な活用を梃子とした、産業部門等における業務効率の劇的な向上、超省エネ化に向けた実証事業
- ② 行動変容促進のための情報発信手法（ナッジ）による脱炭素行動促進モデルの構築やブロックチェーン技術を活用した再エネ価値可視化による脱炭素ビジネスの実証事業
- ③ 革新的な省エネを実現するための GaN デバイスの実用化や素材本体の脱炭素化を実現する CNF、CLT、CCU、バイオプラスチック等の素材開発・社会実装の促進による新たな市場創出事業
- ④ 今後、加速度的な普及が見込まれる脱炭素関連製品（蓄電池、燃料電池、太陽光パネル等）のリユース・リサイクルを可能とする技術開発及び新たなビジネスモデル創出の土台となる資源循環システム構築事業
- ⑤ 従来、必ずしも環境分野での活用が想定されていなかった世界的な競争力を有する尖った技術（地域に根差した中小企業等が守ってきた技術）の脱炭素技術としての活用支援（シーズとニーズのマッチング支援のためのプラットフォーム作り）事業

<sup>17</sup> 電動で、時速 20km 未満で公道を走ることが可能な 4 人乗り以上のモビリティ

### (3) 新たなビジネスの視点からの脱炭素イノベーション

～脱炭素イノベーションによる地域活性化と海外輸出ビジネス拡大～

- ① 再エネ・省エネ・蓄エネ、移動サービス（交通システム）等を包含した地域循環共生圏の構築促進に向けて、プラットフォームとしてのローカルプレイヤー（地域新電力や街づくり会社等）の育成・支援事業
- ② 脱炭素社会の基盤を担う道路、橋、上下水道、鉄道・LRT、エネルギーシステム等について、グリーンボンドなどの ESG 金融を活用した地域社会インフラのダウンサイジング・グリーン化ビジネスの創生事業
- ③ IoT やブロックチェーン技術等を活用した家電等の効率的なシェアリング／レンタルビジネスの取り込みによるライフスタイルの抜本的な脱炭素化ビジネスの創生事業
- ④ 廃棄物処理・リサイクル技術、公害対策技術といった都市化と産業集積による環境問題を克服し「きれいなまち」を実現する技術の海外展開ビジネスの拡大
- ⑤ 途上国等の急速な社会環境変化を意識した、最先端の環境技術や社会経済システム等のスピード感のある早期導入ビジネスの創生事業

## 4. 今後の更なる政策議論に向けて

日本が今後も SDGs を踏まえた成長を続けながら、脱炭素に向けた取組をリードしつつ、人口減少・高齢化等に伴う喫緊の社会的課題を解決していくためには、長期的な視点も踏まえつつ、イノベーションによる社会経済システムの大胆な変革を通じた「産業競争力の強化」と「地域循環共生圏の実現」が不可欠である。

そのためには、お金・人・モノといった資源の配分の戦略的な「シフト」の加速化が今まさに必要であることを強く提案したい。

今後数十年にわたり、環境省において政策を主導していく責務を有する若手職員として、今後も引き続き、既存の枠組みにとらわれない自由で柔軟な発想による、チャレンジな政策推進の必要性を様々な場面で発信し続けていきたい。