
カーボンニュートラル実現 に向けた「覚悟」を問う

～トランジションとグレートリセットによる
ビジネスチャンスの創出～

2022年11月

一般社団法人 日本経済調査協議会
Japan Economic Research Institute

序

温室効果ガス排出の大胆な削減が世界的な要請となる中、政府が 2020 年 10 月に打ち出した「2050 年カーボンニュートラル」実現は、待ったなしの課題である。環境問題への対応は、もはやコストではなく成長機会と捉えるべきであり、新たな投資を喚起し、日本の競争力を高めて経済成長を促す仕掛けが必要である。政府も、こうした観点から、「グリーン成長戦略」の実現に向けた取組みを進めている。

すでに多くの日本企業も、2050 年カーボンニュートラルを踏まえた目標を掲げている。研究開発や事業再構築などの取組みを進め、自社でのカーボンニュートラルが実現可能とする企業も少なくない。一方、社会全体のカーボンニュートラル実現は、これまでの施策の延長線上で到達できるような目標ではなく、様々な制約や課題を直視した現実的な議論を積み重ねる必要性が増している。日本は、省エネや化石燃料発電の高効率化などにおいて世界最先端の技術を有しているが、カーボンニュートラルを実現するには、こうした既存の技術を洗練させるだけでなく、新たに革新的技術を開発し、高効率な社会インフラを構築する必要がある。

コロナ禍、カーボンニュートラルを含む気候変動対策、ロシアによるウクライナ侵略を始めとする地政学的な情勢変化や経済安全保障など、日本は立て続けに難題に直面している。一方、こうした変化を、新たなルールの形成やビジネス・エコシステムの構築を進めるグレートリセットと捉え、ビジネスチャンスを見出すことも可能である。そのためには、これまでの常識や目先の展開にとらわれることなく、企業自らが一歩先を見据えた成長戦略を構想していく必要がある。

本委員会では、以上のような問題意識に基づき、2050 年カーボンニュートラル実現を見据え、企業が何のためにどのように行動すべきか、政府や国民に何を求めるべきかについて、2021 年 6 月から 2022 年 9 月にかけて計 15 回委員会を開催し、現実的な議論を積み重ね、検討を行った。具体的には、成長戦略につなげるという心意気をもって、グレートリセットあるいはトランジションに挑戦している企業の経営者や有識者に委員としてご参加いただき、一部の委員からは企業の成長戦略に関する課題や展望についてプレゼンテーションをいただいた。また、外部からも専門家として有識者を招聘し、議論に必要な視点を提供いただいた。ここに関係者の皆様のご協力に対し、心よ

りお礼を申し上げる次第である。

2022年11月

一般社団法人日本経済調査協議会 理事長

カーボンニュートラル委員会 委員長

朝田 照男

「カーボン・ニュートラル委員会」委員名簿

(五十音順・敬称略)

委員長	朝田 照男	一般社団法人日本経済調査協議会 理事長
主査	尾木 蔵人	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 国際アドバイザー事業部 副部長
副主査	吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 経済政策部 主席研究員
顧問	杉浦 哲郎	一般社団法人日本経済調査協議会 元専務理事
委員	幾島 渉	丸紅株式会社 電力本部 副本部長
	市川 芳明	多摩大学 ルール形成戦略研究所 客員教授
	酒井 浩志	昭和電工株式会社 常務執行役員 最高技術責任者 (CTO)
	曾禰 寛純	アズビル株式会社 取締役会長 取締役会議長
	竹ヶ原 啓介	株式会社日本政策投資銀行 設備投資研究所 エグゼクティブフェロー
	辻田 泰徳	芙蓉総合リース株式会社 取締役会長
	長野 浩司	一般財団法人電力中央研究所 特任役員 企画グループ
	西浦 三郎	ヒューリック株式会社 代表取締役会長
事務局	小田 寛一	一般社団法人日本経済調査協議会 専務理事
	木曾 琢真	一般社団法人日本経済調査協議会 顧問
	竹内 信彦	一般社団法人日本経済調査協議会 主任研究員
	小林 桂子	一般社団法人日本経済調査協議会 リサーチアシスタント

外部講師 名簿

(講演順、敬称略、所属・役職は講演当時)

- 中村 公弘 東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT 技師長
株式会社東芝 デジタルイノベーションテクノロジーセンター センター長付
- 吉高 まり 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 経営企画部 副部長
プリンシパル・サステナビリティ・ストラテジスト
- 木南 陽介 株式会社レノバ 代表取締役社長 CEO
- 西村 元彦 川崎重工業株式会社 水素戦略本部 副本部長 執行役員
- 出雲 充 株式会社ユーグレナ 代表取締役社長
- 山本 賢一郎 パナソニック株式会社 ビジネスソリューション本部 CRE 事業推進部 部長
- アリスティア・ドーマー 株式会社日立製作所 執行役副社長
- 奈良林 直 東京工業大学ゼロカーボンエネルギー研究所 特任教授
北海道大学名誉教授
- 星野 昌志 経済産業省 資源エネルギー庁 国際課 海外エネルギーインフラ室長

エグゼクティブサマリ

地球環境を良好な状態で維持し、次世代へ引き継ぐことは、現在を生きる我々の使命であり、我々自身の日々の生活を守っていくためにも必要不可欠である。そのためには、温暖化ガス排出の大胆な削減に取り組み、脱炭素を前提としたサステナブルな経営、サステナブルな社会への移行が喫緊の課題である。このカーボンニュートラル社会の実現には産学官が一体となってエネルギー、産業構造、国民生活の脱カーボンに向けたトランジションに取り組む必要があり、このトランジションに向けて本委員会では6つの提言を行った。

第一に、脱炭素に欠かせない再生可能エネルギーの導入促進において、リスクをとって挑戦しようとしている事業者を鼓舞する制度設計、基盤整備の必要性である。参入障壁となっている規制や入札制度などを見直し、地元対策やインフラ整備は国主導で取り組むべきである。また、太陽光や風力では劣勢とみられている我が国でも、水素、アンモニア、バイオ燃料など、世界に先行し、国産技術で活路を見いだせる領域もある。こうした領域では大企業、中小企業、スタートアップ企業間の連携を通じて、挑戦する企業を積極的にバックアップし、社会実装を急ぐべきである。

第二は、原発の利用拡大である。脱炭素の実現のみならず、ロシアによるウクライナ侵攻に端を発したエネルギーの供給不安を乗り越えるためにも、ベースロード電源を担うべき原発の利用拡大は必須である。資源の乏しい我が国において準国産エネルギーといえる原子力も、足元では技術やノウハウが継承されず、人材も育たなくなり、サプライチェーンも寸断される危機に瀕しており、放置すれば自力で原発を稼働させることすらできなくなる。東日本大震災で原子力の安全神話は崩壊し、原発推進体制そのものへの国民の信頼も失墜したままである。いまだ解決が難しい多くの問題があることは事実であるが、政府と経済界は国民や原発が立地する地域住民への丁寧な情報提供と積極的な対話を進め、安全性を見直し・担保した上で、少なくとも原発再稼働へ向けて加速的に取り組む必要がある。

第三は、サステナブル経営と地域共生への取り組みである。日本企業は気候変動に関する情報開示が欧米企業に比べて遅れているとの指摘がある。機関投資家や消費者も「グリーンウォッシュ」のような見せかけの脱炭素経営宣言には厳しい目を向け始めており、企業の本気度と覚悟が問われている。再エネ開発に先行して取り組んでいる企業は、地元補償ではなく、地域に提供できる価値を問う地域共生こそが成功へのステップであると説いている。なお、我が国にはこれまで日本経済を牽引し、経済発展に貢献してきた重厚長大産業や中小製造業のサプライチェーンが存在する。金融機関や総合商社などには、これらの産業群がサステナブル経営へとトランジションするためのバックアップを期待したい。

第四は、カーボンゼロと廃棄ゼロの両立である。太陽光パネルの寿命は25～30年とされており、耐用年数を過ぎた大量の太陽光パネルの取り扱いは事業者任せとなっており、いずれ社会問題化するであろう。脱炭素への取り組みが新たな環境問題を生じさせることは許されず、リサイクルやアップサイクルへの取り組みを求めるなど立法措置も検討すべきである。また、日本には競争力のある素材産業の集積があり、パネル廃棄も含めたサーキュラーエコノミーの国際的規範となるようなビジネスモデルを構築し、パッケージシステムとしてアジア諸国を巻き込みながら普及拡大させるなど、ビジネスチャンスにつなげるべきである。

第五は、サプライチェーンの再編とルール形成の重要性である。我が国の基幹産業である自動車産業がガソリン車からEV車へとシフトすれば、当然、サプライチェーンの再編は避けられない。洋上風力発電を支えるための新たなサプライチェーンも必要となろう。こうした動きを先取りして、産業界は企業規模や産業の垣根を越えた新たなものづくりのエコシステムを構築すべきである。その際には、機動力のあるスタートアップとの連携も視野に入れるべきである。また、優れた技術だけでは世界をリードするような市場を形成することは不可能であり、仲間を増やす“共創”の仕掛けとなるルール形成の視点を戦略に織り込むことが極めて重要となる。経営者はルール形成の重要性を認識・理解し、傍観者となることなく、自ら積極的にかかわるべきである。

第六は、国民との対話である。脱炭素をはじめとする環境問題は総論賛成、各論反対に陥りやすい。これは国民に対する真摯な情報開示が不足しているからであり、特に国民生活へ大きな影響を及ぼすエネルギー問題については可能な限りコストも試算・開示し、国民が受益と負担について当事者意識をもって判断できるような素地をつくる必要がある。脱炭素にかかるあらゆる情報を「見える化」することで国民のリテラシーが向上し、それが脱炭素に向けた行動変容へとつながっていくはずである。そのための努力を政府も企業も惜しむべきではない。

経済成長が鈍化した先進国では、カーボンニュートラルはさらなる成長の機会である。企業は、カーボンニュートラルというメガトレンドがもたらす変化を的確に捉え、積極果敢な投資や研究開発を通じ、価値創造に向けた歩みを加速していかなければならない。

日本が目指すカーボンニュートラル社会に向けたトランジションへの適切な支援

エネルギーのトランジション

- エネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーを2050年の主力電源としつつも、原発、水素、アンモニア、バイオ燃料など多様なエネルギー源を効率よく組み合わせるエネルギーミックスを追求すべき

産業構造のトランジション

- 産業の脱炭素化は、2030年に向けた既存産業のトランジションを支援しつつ、2050年目標に向けて革新的なイノベーションを社会実装するという2段階ステップを踏むべきであり、そこに果たす金融の役割は大きい
- イノベーションを牽引するスタートアップの育成及び既存企業とのオープンイノベーションも活性化すべき
- 国際的なルール形成を仕掛ける上ではトランジションにおいて親和性の高いアジア諸国への支援・連携も重要

国民生活のトランジション

- 省エネを越えた、生活基盤そのものの見直しが必要
- “サステナブルタウン”という街づくりを通して、カーボンニュートラルに適合した国民生活への転換を促すと同時に、多くのビジネスチャンスを生み出していくべき

産学官がゴールを共有して取り組むべき

提言1:
再生可能エネルギー、水素、アンモニアなどの導入を支える基盤の整備

- 再生可能エネルギービジネスの取組みを進める上の様々な障壁を取り除き、政府が利害関係者や地元住民との調整を主導するとともに、入札制度を見直すなど、事業者のリスクを減らし、先行投資の回収を早めることのできる仕組みを整備して、挑戦する事業者を鼓舞すべき
- 水素・バイオ燃料など日本企業の挑戦的な取組を積極的にバックアップすべき

提言2:
カーボンニュートラル達成には原発の活用拡大も必要

- 電力需給ひっ迫やエネルギー価格の高騰などへの備えは急務で、ベースロード電源を担うべき原発の活用拡大は避けて通れない
- 原発の再稼働や新設は切迫した課題であり、政府は政治的なリーダーシップを発揮し、国民の理解と協力が得られるよう取り組むべきであり、経済界も政府や電力事業者と連携し、原発の活用拡大に向けたアクションプランづくりを働きかけるべき
- 原発に関わる優秀な人材の育成・確保が急務である

提言3:
サステナブル経営と地域共生への取組み

- 非財務的価値などの新たな価値基準も考慮した経営への移行を
- 地元補償という穴埋め的な考え方ではなく、電源立地を通じて地元を提供できる価値とは何かを問い直し、地域との共生を図っていくべき
- ものづくりを支える中小製造業の円滑なトランジションを具現化すべく、金融機関、総合商社、商工会議所などが連携してワンストップの支援体制を

提言4:
カーボンゼロと廃棄ゼロの両立

- 太陽光パネルの導入が新たな環境問題を生じさせないように、リサイクルやアップサイクルにより廃棄ゼロを目指す必要があり、立法措置も検討すべき
- カーボンゼロと廃棄ゼロを両立させるサーキュラーエコノミーという新たな資源循環の仕組みを作り上げ、これを国際的に通用するビジネスモデルとして国際規格としてパッケージ化し、アジア諸国を巻き込んで普及拡大を図るべき

提言5:
サプライチェーンの再編とルール形成の視点

- トランジションに向けたサプライチェーンの再編においては、大企業と中小企業が連携して新たなものづくりのエコシステムを構築したり、グレートリセットの担い手として期待されるスタートアップも含めた強靱なサプライチェーンの構築を進めるべき
- 既存インフラを有効活用し、トランジションをより低コストで円滑に進めることも重要
- 世界をリードするにはルール形成の視点を戦略に織り込む必要あり、経営者はその重要性を認識・理解し、ルール形成に積極的にかかわるべき

提言6:
国民との対話に関する取組み

- 国民が当事者意識をもって判断を行うためにも、具体的な受益とそれに対する国民負担の水準について、積極的に情報を開示・発信すべき
- GX(グリーントランスフォーメーション)とDX(デジタルトランスフォーメーション)を一体的に推進し、脱炭素に関連するあらゆる情報を「見える化」することにより、国民のリテラシー向上と行動変容につなげていくべき

挑戦している企業経営者からのメッセージ

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、先駆者としてのリスクをとりつつ、今できることから実直に取り組んでいる企業経営者からのメッセージを伝えたい。政府には挑戦者を鼓舞する強力な政策的支援を、アカデミアには学術的な支援をお願いしたい。そして、全国の企業経営者にもぜひ後に続いてもらいたい。

- ✚ 再エネ発電事業を通して学んだことは、地域との共存を達成するモデルを地域ごとにカスタマイズしてつくることである。地元は電源だけを求めているのではなく、雇用創出や環境教育なども求めている。地元の会社と競合するのではなく、意欲はあるがノウハウや資金が足りないという会社と一緒に事業を手掛け、地域還元率の高い事業に仕立てることも重視している。
- ✚ 再エネ設備の新規投資と直接供給により自社グループ完結型のコーポレートPPAモデルを進めていく。これにより、非FIT発電所（再エネ賦課金に頼らない発電事業）の投資回収と、建物への再エネ供給の安定化の両立を実現する。このように、自社で再エネ電源を持つことで長期的に安定した再エネ供給を実現できると考え、再エネ施設100%自社保有電源によるCO2排出量ネットゼロ化を実現する。
- ✚ 水素サプライチェーンの産業競争力向上には「技術」「知財」「ルール」の三位一体の取組が重要であるが、日本は「ルール」が圧倒的に弱い。運用や安全にかかわるルール形成の発言力を高めるためにも、一気通貫での開発を行い、ルール形成にもしっかり参画できるよう足場固めをしている。
- ✚ 自立共生型のエネルギーマネジメントをコンセプトとするサステナブル・スマートタウンのようなまちづくりは1社では実現できない。パートナー企業と共同でタウンマネジメント会社を設置し、地域に根差しながら進化し続ける街を運営・先導し、住民の声も吸い上げながらパートナーと一緒に新たな価値創造に挑戦し続けている。
- ✚ グリーンエネルギーとグリーンモビリティをIT能力と組み合わせ活用しGX（グリーントランスフォーメーション）をリードしていくことを目指し、今後3年にわたり新たなテクノロジーとイノベーションの実現に向けた研究開発に1兆円を超える投資を行う。我々は今大きな課題を抱えているが、同時に、我々の世代にとって最大の難問を解決できる大きなチャンスも与えられていると捉えている。
- ✚ グリーン市場の規模は日本だけでも10兆円、そのうちジェット燃料の規模は1兆円と言われる。これだけの市場規模があれば、大企業、大学、ベンチャー企業にとっては大きなチャンスであり、是非、一緒に取組んで頂ける企業があれば願っている。
- ✚ 風力に限らず、太陽光、水力、バイオマスも含めた今後の課題は「方策」にある。送電線は政府主導でやるべきであり、許認可プロセスの短縮も必要である。洋上風力では欧州のようなセントラル方式の入札の導入が望まれる。そして政府主導で地元住民への協力要請を働きかけ、再エネの重要性や地元へのメリットもある点を子どもの頃から教育するなど国民への啓蒙も重要である。

目次

1. 日本が目指すカーボンニュートラル社会に向けたトランジションへの適切な支援	1
◆エネルギーのトランジション	1
◆産業構造のトランジション	3
◆国民生活のトランジション	4
2. カーボンニュートラル社会実現に向けた提言	7
提言 1:再生可能エネルギー、水素、アンモニアなどの導入を支える基盤の整備	7
挑戦する事業者を鼓舞する制度設計を	7
新たなエネルギーの導入に必要なインフラは政府主導で整備	9
国産技術の競争力底上げ	9
水素、バイオ燃料の強みを活かす	10
提言 2:カーボンニュートラル達成には原発の活用拡大も必要	14
ベースロード電源としての原発活用推進	14
政府と経済界は国民への丁寧な情報提供を	17
急務となる人材の育成・確保	17
提言 3:サステナブル経営と地域共生への取組み	19
サステナブル経営の潮流を的確に把握する	19
地元補償よりも地域共生が成功へのステップ	20
トランジションを支援する	21
提言 4:カーボンゼロと廃棄ゼロの両立	23
サーキュラーエコノミーでカーボンニュートラルをビジネスチャンスに	23
太陽光パネルの回収・リサイクル	23
アジア諸国を巻き込んで新たなエコシステムを構築する	25
提言 5:サプライチェーンの再編とルール形成の視点	26
スタートアップを含めたサプライチェーンの再編	26
ルール形成の重要性	27
提言 6:国民との対話に関する取組み	29
コストに関する議論は不可避	29
「見える化」で国民の意識を高める	29
3. おわりに	30
政府への提言	31
講師によるプレゼンテーション	33

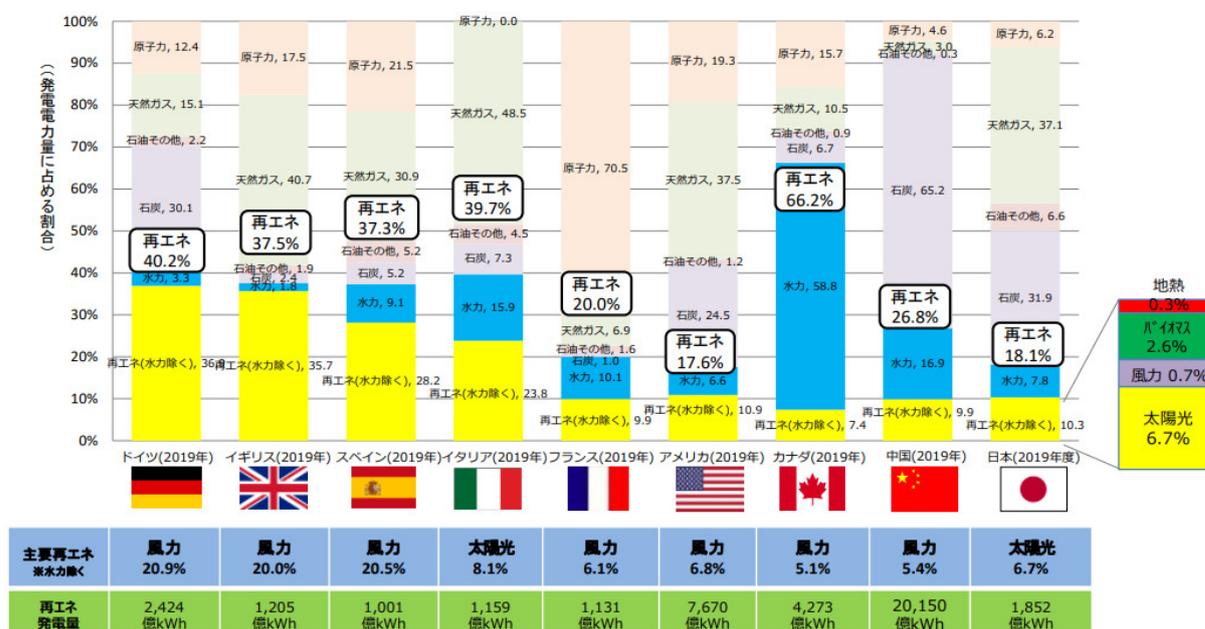
1. 日本が目指すカーボンニュートラル社会に向けたトランジションへの適切な支援

環境省及び国立環境研究所によると、日本の 2020 年度の温室効果ガス総排出量は 11 億 5,000 万トンに上る。部門別の CO2 排出量は、産業部門が一番多く、次に運輸部門が続く。日本は CO2 排出量の多い製造業の割合が高く、すべての産業が一足飛びに脱炭素を実現することは難しいため、トランジション（移行）の支援が不可欠である。そこで、2050 年カーボンニュートラルを実現するにあたり、まず、日本が目指すカーボンニュートラル社会の実現に向けたトランジションを、①エネルギー、②産業構造、③国民生活の観点から提示したい。

◆エネルギーのトランジション

日本では、東日本大震災以降、石炭及びガス火力発電への依存が高まり、原発再稼働への道筋も明確にはなっていない。一方、世界は急速に脱炭素に向けて動き出し、再生可能エネルギーへとシフトしつつある（図表1）。

（図表1）世界の動向：再生可能エネルギーの発電比率



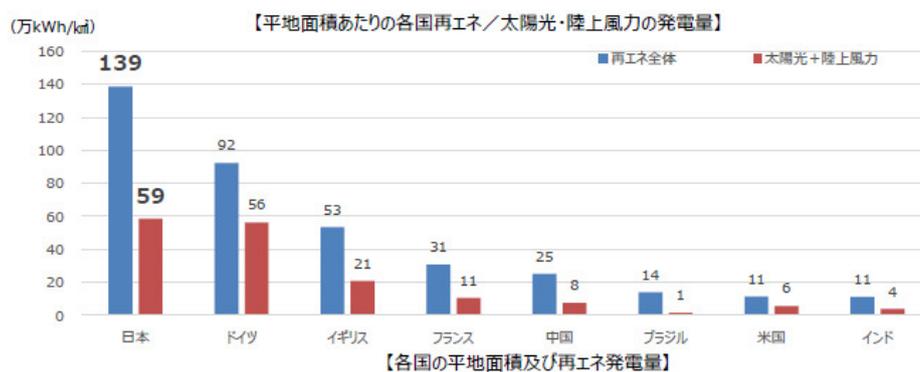
（出典）資源エネルギー庁「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」（2021年10月）

エネルギー源のほぼ全量を輸入に依存する化石燃料から再生可能エネルギーへのシフトを進めたとしても、日本がエネルギー資源小国であることに変わりはない。日本はすでに国

土面積当たりの太陽光発電能力では世界一だが、2020年度の電源構成に占める再生可能エネルギーの割合は19.8%、うち、太陽光は7.9%と全電源の1割にも満たない。

日本の国土の約7割は急峻な山々で覆われており、太陽光パネルや陸上風力発電設備を設置できる面積は限られている(図表2)。

(図表2) 平地面積あたりの各国再エネ発電量



	日	独	英	仏	中	伯	米	印
国土面積	38万km ²	36万km ²	24万km ²	54万km ²	960万km ²	851万km ²	963万km ²	329万km ²
平地面積※ (国土面積に占める割合)	13万km ² (34%)	25万km ² (69%)	21万km ² (88%)	37万km ² (69%)	740万km ² (77%)	355万km ² (42%)	653万km ² (68%)	257万km ² (78%)
再エネ発電量 (億kWh)	1,853	2,272	1,112	1,128	18,563	4,947	7,502	2,882
うち太陽光+陸上風力発電量 (億kWh)	767	1,384	433	387	5,556	519	3,650	974

(出典) 資源エネルギー庁「今後の再生可能エネルギー政策について」(2021年3月)

近年、洋上風力発電への期待が高まっているが、日本近海には欧州のような遠浅の海は少なく、技術的困難が伴う上、コスト高や漁業権の問題など課題が多い。森林資源も豊富に見えるが、急峻な地形に加えて、林業の衰退などがネックとなって間伐材などの原料調達が難しく、バイオマス発電にも課題が多い。また、火山が多くポテンシャルが高いとされる地熱発電は、国立公園保護の観点から開発が難しく、温泉地との軋轢もある。太陽光パネルの設置についても、近年は国土保全や景観保護の観点から地域住民による反対運動もみられるようになり、条例で太陽光パネルの設置に規制をかける自治体も増えてきた。自然災害が多く、かつ島国として欧州のような国境を越えた送電網の整備が難しい日本において、気象条件からも大きな影響を受ける再生可能エネルギーを2050年の主力電源とするためには、まず、これらの国内の障壁を克服する必要がある。

昨今はロシアによるウクライナ侵略によるエネルギー価格の高騰により、欧州ですら原発への回帰を迫られており、ましてや独自のエネルギー資源を持たない日本は様々な形でリス

クをヘッジしておく必要がある。すなわち、日本は、エネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーだけではなく、水素、アンモニア、バイオ燃料、そして原発も含む多様なエネルギー源を効率よく組み合わせるエネルギーミックスを追求すべきである。

また、日本はエネルギー・トランジションに向けた戦略として、アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブを発信している。そこでは、あらゆる技術・エネルギー源を活用した多様かつ現実的なエネルギー・トランジションのために、ASEAN 各国の取組みを支援している。今後、現実的なトランジションの必要性に関する考え方やその実践を国際社会に広げていくことを期待したい。

◆産業構造のトランジション

製造業は日本のGDPの2割程度を占める基幹産業であり、依然として鉄鋼、化学、機械、セメント、紙・パルプといったCO2排出量の多い産業が揃っている。また、自動車や工作機械といった機械産業に加えて、サプライチェーンを支える様々な部素材産業も存在する。

日本は、このような裾野の広い産業構造を有しつつも、資源小国であるが故に、早くから省エネやリサイクル技術の開発に取り組むなど、効率的な資源利用に努めてきた。CO2などの温室効果ガス削減に向けた取組みも進めてきており、世界トップクラスの高効率を誇る火力発電システムやCCUSのようなCO2回収・固定技術、低品位炭からCO2フリー水素を製造する技術なども実用化している。基幹産業の1つである自動車では、ハイブリッドエンジンの開発がすすめられ、PHEV(プラグインハイブリッド車)のように環境にやさしい車も生み出した。

日本は脱炭素化に向けて、こうした優れた技術を活用しながら産業構造のトランジションを進めていくことで、経済のソフトランディングを追求していくべきである。ただし、脱炭素社会はこれまでの延長線上にはなく、政府も企業もグレートリセットが必要であることは念頭に置く必要がある。かつての石油ショック後の構造不況業種対策や、産業空洞化を受けた受動的な産業政策といった発想ではなく、革新的なイノベーションへの挑戦が求められる。

脱炭素に向けてファイナンスが果たす役割は大きい。足元のESGマネーの拡大は大いに歓迎すべきことだが、一足飛びに脱炭素化が可能な産業・企業だけを選別することは、かえって脱炭素化への歩みを遅らせるおそれがある。これまで日本を牽引してきた基幹産業の脱炭素化に向けたトランジションを含め、グリーン、トランジション、イノベーションにバランス良く投資していくことが望ましい。

こうした中、経済産業省、金融庁及び環境省は 2021 年 5 月、「クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本指針」を発表したほか、CO2 多排出産業の鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメントの 7 分野について、トランジションの適格性を判断するための参考として技術ロードマップを策定し、12 件のトランジション・ファイナンスのモデル事業も実施している。また、政府は、2020 年度第 3 次補正予算において、2 兆円のグリーンイノベーション基金を NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）に設け、企業のトランジションを支援している。

一方、IEA（国際エネルギー機関）によると、2050 年のカーボンニュートラルの実現に必要とされる年間投資額は世界で 4 兆ドル（約 520 兆円）であり、このうち日本が必要とする年間投資額は 15.6 兆円に上る。この膨大な資金需要を賄うためには、グリーンイノベーション基金を呼び水に、民間投資を喚起していくことが不可欠である。

このように、産業の脱炭素化を進める上では、まず 2030 年に向けたトランジションを支援しつつ、2050 年目標に向けて革新的なイノベーションを社会実装するという 2 段階のステップを踏むことが重要になる。そして、グレートリセットに必要なイノベーションを創出するため、機動力のあるスタートアップを育成し、スタートアップと既存企業とのオープンイノベーションも活発化させるべきである。政府は、こうした取組みを支える産業社会の制度設計やインフラ整備を進め、企業も自らゲームチェンジやルール形成を仕掛けていく必要がある。

なお、この 2 段階のシナリオはアジア諸国の状況とも親和性が高いと考えられる。経済成長に伴って CO2 排出量の増加が見込まれるアジアの新興国や発展途上国では、脱炭素への性急なシフトは難しく、まずは各国の実情に合わせたトランジションを進めていくことが現実的である。国際的なルール形成の観点からも、アジア諸国への支援と連携は重要である。

◆国民生活のトランジション

カーボンニュートラルをめぐるのは、エネルギー資源という供給サイドの問題ばかりが目されがちであるが、需要サイドの取組みも重要である。そして、需要家として、大口の電力ユーザーである企業のみならず、1 億 2 千万人の国民の生活をどう見直すかという議論も避けて通れない。

省エネ、リサイクル、リユースといった環境への意識は、日本国民には馴染みが深く、また、「もったいない」精神に代表される節約志向は生活の中に定着している。しかし、世界規模で進むカーボンニュートラルの潮流には、今まで培ってきた省エネ努力に加えて、さらなる新し

い取組みも必要となる。省エネが現在の生活基盤をベースにした考え方だとすれば、脱炭素はこれまでの生活基盤そのものを見直すものであり、国民生活にも大きなインパクトをもたらす。いかに国民の意識を転換し、地球環境と共存する新しい生活基盤を築くかという知恵が問われている。

これまでの省エネを越えた新たな課題解決のアプローチの一例として、神奈川県藤沢市の『Fujisawa サステナブル・スマートタウン (Fujisawa SST)』がある。SST では、「進化しつづける街」、「イノベーションの創出」、「パートナーとの新たな価値創造」をコンセプトに、事業者同士が連携し、行政や市民も巻込んで、街ぐるみでサステナブルな都市の実現を目指しており、新たな技術・サービスの社会実装に向けた実験場としての役割も果たしている。こうした取組みに参加することで、住民もサステナブルなライフスタイルへの意識をさらに高めていくと考えられる。

自立共生型のエネルギーマネジメントタウンであるサステナブル・スマートタウンを運営する
パナソニック株式会社

パナソニック株式会社が作っているサステナブル・スマートタウン (SST) は Security、Mobility、Energy、Community、Wellness という 5 つの分野横断型サービスを展開し、産官学・住民参加による進化し続けるまちづくりを目指すものである。そこでは、当該地域に住む住民のスマートライフをどのように実現するか、住民の生活をいかにサポートするかという視点で、まちづくりが行われている。その最初が、神奈川県藤沢市に 2014 年に作られた Fujisawa SST である。

Fujisawa SST では、環境目標として「1990 年比で CO2 の 70% 削減、生活用水 30% 削減」、エネルギー目標は「再生可能エネルギー利用率 30% 以上」が掲げられている。その他の分野の目標も持っているまちづくりは 1 社では実現できないことから、パナソニックはこの事業に賛同した多種多様な 18 の企業・団体と連携し、協議会を作ってこの SST を運営している。

SST のコンセプトの一つは、自立共生型のエネルギーマネジメントタウンであり、すべての戸建て住宅には太陽電池と蓄電池が装備されているほか、EV 用の充電コンセントが標準採用されている。エネファームの導入率も 75% 以上とほぼ標準実装されている状況である。そして、スマート HEMS (ホーム・エネルギー・マネジメント・システム) も導入されており、街全体でエネルギー情報が可視化・分析されており、各住宅にはエコライフレコメンドレポート※が毎月届けられ、住民の省エネ意識の向上が図られている。

※エコライフレコメンドレポートは入居後 2 年間の限定で、各戸のエネルギーの利用状況や、保有家電、ライフスタイルなどに応じた、省エネアドバイスをを行うもの。

日本には GAFAM のようなプラットフォーム企業は残念ながら存在しないが、“カーボンニュートラルなサステナブルタウン”というプラットフォームの構築に必要なプレイヤーや環境意識の高い住民は存在する。企業と住民が連携しながらカーボンニュートラルの実現に向けて取り組む過程で、新たな技術やサービスが生み出されるという好循環を生み出すプラットフォームの創造は、日本企業に求められる今後の取組みの一例ではないか。

スマートタウンをめぐっては、国際標準化などのルール形成に向けた動きが活発化しているが、各国の駆け引きが激しく、具体的な議論は進んでいないという。こうした中、日本主導で“カーボンニュートラルなサステナブルタウン”を仕掛けていくことは、国民生活のトランジションを促すとともに、多くのビジネスチャンスをもたらすと期待できる。

このように、カーボンニュートラル社会の実現のためには、脱炭素に向けたエネルギーミックスへの道筋に加えて、産業構造のトランジション、さらには国民も巻き込んだカーボンニュートラルに適合した国民生活への転換も行わなければならない。そのためには、日本の強みを生かせるルールを形成すべく、国際的な議論に積極的にコミットすべきである。脱炭素イノベーションにはアカデミアの知見や協力も欠かせず、産学官がゴールを共有して一体となって取り組むことで、点（技術）から線（システム）へ、そして面（社会実装）へとステップアップすることができるだろう。

2. カーボンニュートラル社会実現に向けた提言

前述した「日本が目指すカーボンニュートラル社会に向けたトランジションへの適切な支援」を実現するための提言として、エネルギー、産業構造、国民生活のトランジションに関するものを以下に示す。

提言 1:再生可能エネルギー、水素、アンモニアなどの導入を支える基盤の整備

- 企業が再生可能エネルギービジネスの取組みを進める上で、国内には様々な障壁が存在する。政府が利害関係者や地元住民との調整を主導するとともに、入札制度を見直すことにより、事業者のリスクを減らし、先行投資の回収を早めることのできる仕組みを整備していく必要がある。
- 水素エネルギーの社会実装と国家戦略策定では日本が世界に先行している。政府は新たなエネルギーのあり方に合致したインフラ整備を主導し、その導入に一気に弾みをつけるべきである。

挑戦する事業者を鼓舞する制度設計を

企業がカーボンニュートラル実現に向けた取組みを進める上で、国内には様々な障壁が存在する。とりわけ、再生可能エネルギーの導入においては、利害関係者との調整（農地利用、水利権、漁業権、温泉利用など）や環境関連規制への対応（環境アセスメント、地熱発電における環境規制、太陽光パネルや風力発電の設置に伴う景観・国土保全の問題など）の負担が大きいほか、各エネルギーに特有の参入障壁がある。洋上風力発電のような大型事業は公募に係る事務及び開発費負担も大きい。

海外では、政府が立地調整を主導するセントラル方式による入札も行われている。特に欧州ではセントラル方式の導入が進み、政府が環境アセスメントや系統接続などに責任を負い、事業者の開発リスクを最小化している。その結果、事業者間の競争も激しくなり、業界全体として経験・知見の蓄積が進んでいる。台湾でも政府が洋上風力発電のゾーニング（海域設定）を行い、各ゾーン先着で環境許認可を取得した事業者に入札参加権を付与するなど、欧州の事例を参考にしつつ、地域特有の事情に合わせた制度設計を行っている。

再生可能エネルギーのコストダウンを図るには、参入者を増やし、業界全体の経験・知見を蓄積し、習熟度を上げることが極めて重要である。政府が利害関係者や地元住民との調整を主導するとともに、入札制度を見直して、様々な障壁を取り除くことによって事業者のリスク・負担を減らし、先行投資の回収を早めることのできる仕組みを整備していく必要がある（図表3、4）。

(図表3) 現状の課題と方策

課題		方策
太陽光	<ul style="list-style-type: none"> ● 平地が少ない我が国において、地域と共生しながら、安価に事業が実施できる適地が不足している。 ● 環境影響評価手続きの期間が長い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政府主導の送電線増強 ・ 許認可プロセスの短縮 ・ 洋上風力：セントラル方式の導入 ・ 政府主導の地元住民への協力要請 ・ 国民への啓蒙活動
水力	<ul style="list-style-type: none"> ● 許認可手続きが多く、事業開発に長時間を要する ● 自然破壊のイメージがあり、地域合意が得にくい ● 自治体による支援が少ない ● 巨額の費用・長期の回収期間により資金調達が困難 	
風力	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発・許認可プロセスが一元化されておらず、環境アセスに時間を要する。占用許可の年数が短い。 ● 据付船の拠点港に必要なスペックを備えた港が無い。 ● 適地での系統キャパシティ不足 	
バイオマス	<ul style="list-style-type: none"> ● 長期燃料調達契約の整備 ● 発電所サイト近傍の適切な燃料荷揚港の確保 ● 発電所サイト近傍での送電系統接続（送電コスト抑制）及び接続先容量のキャパシティ 	

(出典) 第3回委員会資料より(幾島委員作成、2021年9月)

(図表4) 洋上風力発電 国内での制度・開発環境面の課題と方策

課題			方策
制度 環境	開発・許認可プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ● 許認可取得やステークホルダー合意形成のプロセスが一元化されていない ● 占用許可の年数が短い ● 撤去に関するルールが無い ● 環境アセスに時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洋上風力に適した根拠法/ガイドライン制定 ● (事業計画認定の導入、海域占用許可、部分撤去の許容) ● 国による一元化の開発プロセス策定
	港湾インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ● 据付船の拠点港に必要なスペックを備えた港が無い 	
	系統連系	<ul style="list-style-type: none"> ● 適地での系統キャパシティ不足 	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 開発が進まない 2. ファイナンス組成に悪影響 3. 事業の不確実性 4. 開発期間長期化 5. 工事の不確実性 6. 高コスト 			<ul style="list-style-type: none"> ● 国主導での拠点港選定、港湾インフラ整備、基盤データの蓄積(事業実施海域の地盤データ等) ● 国主導での系統対策(系統増強の必要性判断のあり方を明確化)

(出典) 第3回委員会資料より(幾島委員作成、2021年9月)

新たなエネルギーの導入に必要なインフラは政府主導で整備

再生可能エネルギーは、自然条件が整う発電適地に地域電力会社の送電網が到達していない、といった根本的な問題が存在する。日本の送電網は主として火力発電所や原子力発電所といった大規模電源と需要地を結ぶ形で形成されてきており、再生可能エネルギーを想定して構築されていない。また、送電容量の制約から、再生可能エネルギーによって発電した電力の電力系統への受入れコストが増大する。従って、再生可能エネルギーの普及促進には送電網の整備が不可欠である。その際は、負担と受益を適正化しつつ、再生可能エネルギーの大量導入を実現していくことが必要となる。

また、再生可能エネルギーは発電量の変動が大きいいため、系統安定化のため蓄電などによる調整力の拡大も必要となる。出力の不安定な再生可能エネルギーが普及するとより精緻な需給調整が必要となり、発電事業者と送電事業者の適切な役割分担や、蓄電池などの調整力を効率的に確保することが肝要になる。とくに再生可能エネルギーの出力変動は大きく、発電が必要と一致するとは限らないため、出力抑制などを通じて設備利用率の低下につながりうる。そのうえ再生可能エネルギー導入量の増加に伴って火力発電が減少すると、調整力として機能していた火力発電が減る事になるため、調整力の確保が一段と重要になる。

さらにインフラ整備は再生可能エネルギーだけに限られるものではない。例えば、これまでゼロエミッション燃料として期待されているアンモニアの生産には大規模設備が必要とされていたが、特殊な触媒技術を使い、必要な場所で必要な量だけを生産するオンサイト型の生産を手掛けるベンチャー企業も現れた。政府はこうした新たなエネルギーのあり方に合致したインフラ整備を主導し、その導入に一気に弾みをつけるべきである。

国産技術の競争力底上げ

再生可能エネルギーの普及促進に必要な技術のうち、太陽光パネルはコスト競争力のある中国メーカーが市場を席巻している。また、風力発電では国内企業の撤退が続き、部材のサプライヤーも海外に依存する状態が続く。蓄電池の開発では、日本は中国や韓国などと激しい競争に直面している。

各国で拡大する再生可能エネルギー市場の果実を享受し、成長につなげていくには、国産技術の競争力底上げが急務となる。また今後の主力電源のサプライチェーンを特定国に依存し続けることは、経済安全保障の観点からも望ましくない。直ちに自立的な産業基盤を整備することは困難だとしても、既存の強みを生かした製品開発や地域市場への最適化などを通じ、段階的にサプライチェーンに参画していくことは可能であろう。

そのために、政府は魅力的な国内市場の創出にコミットすることにより、国内外からの投資を促すべきである。その上で、企業は積極的な研究開発投資や海外企業とのパートナーシップによって技術力を磨き、国内市場で足場を固め、将来的にはアジアを中心とする海外市場への展開を進めていく必要がある。

特に、世界的に急成長する洋上風力発電は、関連産業への波及効果が大きく、地域活性化にも寄与する重要産業となり得る。日本で拡大が見込まれる浮体式は、着床式に比べて技術的に未成熟であり、造船や建設などで高い技術力を誇る日本の潜在力を発揮し得る分野である。政府は「洋上風力産業ビジョン」などに基づき、企業の実践を引き続き後押ししていくべきである。

水素、バイオ燃料の強みを活かす

水素エネルギーの社会実装において、日本は世界に先駆けて 2014 年に水素・燃料電池戦略ロードマップを策定し、電力、輸送、工業原料、ビルや家庭の空調といったセクター横断での水素利用のあり方をいち早く提示したほか、2017 年には水素基本戦略を策定し、毎年閣僚会議を開催している。これに追随する形で、主要国も水素戦略やロードマップを策定・公表するようになっている。

近年はドイツを中心とする欧州が水素サプライチェーンを構築し、経済発展や雇用創出に結びつけようとしている。日本も第 6 次エネルギー基本計画において、水素は 2030 年に最大 300 万トン、2050 年に 2,000 万トン程度、アンモニア量は 2030 年に 300 万トン、2050 年に 3,000 万トン程度の導入を目指すとして表明している。導入量の拡大を通じて、水素の供給コストを 2030 年に 30 円/Nm³、2050 年に 20 円/Nm³ 以下に低減させ、長期的には化石燃料と同等程度の水準まで低減させることを目指すとし、アンモニアについては 2030 年に 10 円台後半/Nm³ (熱量等価水素換算) を目指すとしている。また、「2030 年度ミックス (野心的な見通し)」では、電源構成に占める水素・アンモニアの割合を 1%としている。この計画の作成過程で議論された 2050 年の目標の 7 つのシナリオのうち、「参考値によるシナリオ」では 2050 年の水素・アンモニアの割合を 10%としており、今後も積極的に社会実装を進める必要がある (図表 5)。

(図表5) エネルギー安全保障も考慮した、脱炭素時代の水素供給の道筋

	短期 (~2025年頃)	中期 (~2030年頃)	長期 (~2050年)
実績・目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
既存供給源 (副生水素等)	主要な水素供給源として最大限活用	供給源のクリーン化 (CCUSの活用等)	
輸入水素	実証・準商用化等を通じた知見蓄積、コスト低減	商用ベースの大規模国際水素サプライチェーンの構築	調達源多様化・調達先多角化を通じた規模拡大
新たな国内供給源 (電解水素等)	実証を通じた知見蓄積、コスト低減	余剰再生エネ等を活用した水電解の立ち上がり	電解水素の規模拡大・新たな製造技術の台頭

(出典) 資源エネルギー庁「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理(案)」(2021年3月)

世界初の市街地における水素 100%を燃料としたガスタービン発電・熱電供給の実証事業

川崎重工業株式会社では「つくる」「はこぶ・ためる」「つかう」という水素サプライチェーンにかかわるすべての製品技術を手掛けるとともに、社会実装に向けた実証に取り組んでいる。神戸ポートアイランドでは水素ガスタービンによるコージェネレーションの実証を手掛けており、市街地で水素 100%を燃料としたガスタービン発電は世界初の試みであり、これまで世界 45 カ国から 3,000 人以上の視察があるという。同社は 5 分以内で水素と天然ガスの混焼率を自由に切り替えられるウェット式の水素噴射燃焼器を開発している。素早い切り替えを可能にした理由は、非石化価値市場という CO₂ を出さない電力の卸売市場の値動きに合わせて、水素専焼/混焼発電や通常の天然ガス発電の切り替えをできるようにするためだという。例えば、CO₂ を出さない電力を買いたいという顧客が殺到し、非石化価値市場の電力卸売価格が上昇した場合は、水素燃料代が多少高くても電気が売れるため、混焼率を上げても利益を確保することができる。一方、工場が停止する夜間や休日など、CO₂ フリーの電力への需要が減り、卸売価格が低下した際は、天然ガスで通常の電気を売ることができる。水素普及の初期段階から天然ガス混焼を併用することで、水素利用の普及促進を図ろうとしている。

安全への取組みとして、同社は「水素を漏らさない、検知したら直ぐに止める、溜めない、着火させない」という安全原則をコンセプトに安全設計を行い、シミュレーションを実施し、有効な機器構造を決定している。また、コンピュータによるシミュレーションだけに依存するのではなく、実験データによる裏付けや検証も行った上で、設計や安全性評価を実施することが必要だと指摘している。福島第一原発で水素爆発が発生したように、一般に「水素は怖い」という感覚がある。市街地で水素発電の実証を行うにあたり、神戸市は実証に先立つ 1~2 年前から市民フォーラムを何度も開催し、温暖化ガス削減や水素の有用性についての対話

を重ねてきたため、この実証事業への住民からの反対は全くなかったという。都合の悪いことを隠したりすると後でかえって不審を招くため、住民には正しく情報を伝え、緊急時に水素を放出するとどのように拡散するか、万一水素が燃えた場合の天然ガスとの比較などの情報を開示している。水素は軽く上空に抜ける性質があるため、福島第一原発の事故後、世界中の原子力発電所では建屋内の自然通風でガスが抜けるようにしたという。このように、水素の性質を正しく理解して安全対策を打てば、他の燃料と同じように安全を担保して水素を利用することができる。

脱炭素の観点から、生物資源を原料とするバイオ燃料が改めて着目されている。特に、大量の CO₂ を排出するため、「フライトシェイム（飛び恥）」として厳しい眼を向けられている航空業界では、植物由来などの持続可能な航空燃料（SAF: Sustainable Aviation Fuel）への切り替えを進める動きが加速するとみられている。政府も国内航空会社が使用するジェット燃料の 1 割を 2030 年までに SAF に置き換えるという目標を掲げている。

日本のベンチャー企業株式会社ユーグレナは 2018 年、横浜市に日本初のバイオジェット・ディーゼル燃料製造実証プラントを設置し、2019 年春から使用済みの食用油や微細藻類ユーグレナ（和名：ミドリムシ）などを原料とした燃料を製造している。この実証プラントで導入しているバイオ燃料アイソコンバージョンプロセス技術は、2020 年 1 月にバイオジェット燃料の製造技術の国際規格である ASTM D7566 規格の新規格を取得し、民間航空機に搭載可能な燃料であると国際的に承認された。

このように、水素発電やバイオ燃料では日本企業の挑戦的な取組みが続いており、政府は企業の技術開発や社会実装への取組みを積極的にバックアップすべきである。

日本をバイオ燃料先進国に～株式会社ユーグレナが『GREEN OIL JAPAN』宣言

株式会社ユーグレナは横浜市にバイオジェット・ディーゼル燃料製造実証プラントを設置したのを契機に、サポーター企業とともに「日本をバイオ燃料先進国にする」ことを目指す『GREEN OIL JAPAN（グリーンオイルジャパン）』を宣言し、「陸・海・空」のモビリティにバイオ燃料を導入し、2025 年までにバイオ燃料の大規模生産と商業化体制を整備、2030 年までにバイオ燃料の産業化を実現させると宣言。その宣言どおり、着々とバイオ燃料の社会実装に向けて取り組んでいる。

2020 年 3 月からは次世代バイオディーゼル燃料の供給を開始し、路線バスや配送トラック、消防車などの車両にも導入され、フェリーやタグボートといった船舶にも導入が進んでいる。2021 年 6 月には同社のバイオジェット燃料を「サステオ」と命名し、サステオを用いた初のフライトを成功させ、2022 年 3 月にはジェット旅客機にサステオを用いたフライトも実施し

ている。2022年6月からはサービスステーション（ガソリンスタンド）で次世代バイオディーゼル燃料の一般向け継続販売を開始した。

同社のバイオ燃料は、使用済み食用油やユーグレナなどの藻類といった、食料との競合や森林破壊といった問題を起こさない持続可能性に優れたバイオマス原料から製造されている。また、光合成によって化石燃料由来のCO₂を吸収して育つため、炭素循環型社会の構築に大いに貢献する。

提言 2:カーボンニュートラル達成には原発の活用拡大も必要

- 電力需給ひっ迫やエネルギー価格の高騰などへの備えは急務。再生可能エネルギーのみを主力電源とするのは無理があり、ベースロード電源を担うべき原発の活用拡大は避けて通れない。
- 原発の再稼働や新設は切迫した課題であり、政府は政治的なリーダーシップを発揮し、国民の理解と協力が得られるよう取組むべきである。また、経済界も、政府や電力事業者と連携し、原子力の活用拡大に向けたアクションプランづくりを積極的に働きかけるべき。
- カーボンニュートラルを実現するためにも、原子力発電に関わる優秀な人材の育成・確保を含む対策に改めて取組む必要あり。

ベースロード電源としての原発活用推進

2022年3月に発生した福島県沖を中心とする最大震度6強の地震により、複数の火力発電所が停止を余儀なくされた。一時的に電力需給がひっ迫し、企業や家庭への節電の呼びかけがなされたことは記憶に新しい。また、ロシアによるウクライナ侵略がもたらしたエネルギー価格の高騰は、日本経済全体に深刻な影響を及ぼしている。今後も様々な要因によって引き起こされうる需給ひっ迫やエネルギー資源価格の高騰などへの備えは急務である。

こうした状況を踏まえ、日本に最適なエネルギーミックスのあり方を考えれば、天候に左右される再生可能エネルギーのみを主力電源とするのは無理があり、ベースロード電源を担うべき原子力発電の立て直しは避けて通れない。第6次エネルギー基本計画では、2030年の電源構成の20~22%程度を原子力で見込んでおり、2050年も同様の水準を維持する場合は、現在の原子力発電所の平均的な能力を前提とすると、100万kW換算で40基が必要とされる。しかし、すべての原発を60年運転とした場合においても現存の原発で2050年に稼働可能なのは23基のみであり、少なくとも17基の新設が必要となる。新設は政治的にも高いハードルがあるが、国家プロジェクトとして着実に推進していく必要がある(図表6、7、8、9)。

(図表6) エネルギー政策の基本方針



(出典) 資源エネルギー庁 (<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2021/005/>)
(2021年9月閲覧)

(図表7) 2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント

		(2019年 ⇒ 現行目標)	2030年ミックス (<u>野心的な見通し</u>)
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	約6,200万kl (省エネ前の最終消費: 約35,000万kl)
電源構成	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	1%
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	20~22%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	20%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	19%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源 上記と同等の引上げ)			
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す

(出典) 資源エネルギー庁 「エネルギー基本計画の概要」より作成(2021年10月)

また、安全性の確保を前提に、迅速な再稼働を進めるためには、原子力規制委員会の審査スピードを大幅に早めるべきである。

政府と経済界は国民への丁寧な情報提供を

東日本大震災で原発の安全神話は崩れ、原子力発電の推進体制全体への信頼も失墜した。その後も電力事業者の管理体制の不備やリスク管理の甘さといった問題が発覚し、国民の信頼回復は遠い。小型モジュール炉（SMR）は安全性の観点から注目を集めているが、技術も未実証、かつ発電コストが最終的にいくらになるかといった点について十分な説明がなされないと国民は受け入れ難いと考えられる。

しかし、原発のベースロード電源としての重要性を踏まえれば、原発の再稼働や新設は切迫した課題であり、政府は政治的なリーダーシップを発揮し、国民の納得感の醸成に当たるべきである。また、経済界も、政府や電力事業者と連携し、原子力の活用拡大に向けたアクションプランづくりを積極的に働きかけるべきである。

その際には、過酷事故等への対策として、フィルターベントや耐震補強、さらにはテロ対策としての特定重大事故等対処施設の設置などが講じられていることをもっとアピールすべきである。

原発をめぐっては、放射性廃棄物の処理などのバックエンドの問題に対する懸念も大きい。しかし、再処理施設が完工・稼働して核燃料サイクルが完結し、MOX 燃料がさらに使用され、将来的に高速炉が導入されれば、原子力廃棄物の量を削減出来る。核燃料を再処理して高レベル廃棄物を取り出してガラス固化体という形で地層に埋めると、再処理しない場合の有害度が下がるまでの期間が 10 万年から約 8000 年に短縮される。また、小型高速炉の中には、毒性が高い高レベル廃棄物に高速の中性子を浴びせて別の物質に変え、有害度が下がるまでの期間を約 400 年短縮できるものもある。こうした事実を国民に対し、客観的・科学的に、地道に粘り強く説いていくことが必要である。

急務となる人材の育成・確保

準国産エネルギーである原子力発電は、日本のエネルギー供給の自立性を向上させる。しかし、原発の活用拡大を真正面から議論することなく放置すれば、技術・ノウハウが継承されず、人材も育たなくなり、サプライチェーンが寸断され、いざとなっても原発を安全に稼働させることができない状況に陥る。実際、福島第一原発事故以降、原子力産業からの人材流出が激しい。原子力の必要性が再認識され、再稼働のみならず、新規原発の建設が進み、魅力的な産業とならなければ、新たな人材を確保することは難しい。カーボンニュートラルを実現するためにも、原子力発電に関わる優秀な人材の育成・確保を含む対策に改めて取り組む必要がある（図表 10）。

(図表 10) 原子力発電の課題

課題	課題	方策
安全性の追求 地域との共生	<ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一原発の事故後、原子力発電に対する安全性への懸念が高まった。 ● 原子力に対する信頼の低下、原子力発電所の長期停止や廃炉などの環境変化が生じている中で、立地地域の理解と協力が欠かせない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全性向上の取組み、原子力の必要性に対する理解醸成 ・ 核燃料サイクルの推進 ・ 最終処分の実現に向けた取組み ・ 原子力の安全利用の為の人材・技術・産業基盤の保持 ・ サプライチェーンの維持・強化 ・ 研究開発の推進
持続的な バックエンド システムの 確立	<ul style="list-style-type: none"> ● 核燃料サイクル、最終処分、廃炉に至るまでの持続的なバックエンドシステムの確立 	
人材・技術・ 産業基盤の 維持・強化	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本は、高いレベルの人材・技術・産業基盤を有する一方、足下では原子力人材の減少や一部企業の原子力事業からの撤退などが生じている。 ● 将来的に原子力利用を追求していくためには、更なる安全性・経済性等の追求に向けた取組みを継続していくことが不可欠。世界の動向も踏まえ、原子力イノベーションへの取組みも課題。 	

(出典) 第3回委員会資料より(幾島委員作成、2021年9月)

提言 3: サステナブル経営と地域共生への取組み

- 非財務的価値などの新たな価値基準も考慮した経営への移行を進めることにより、資本調達や売上拡大に向けた訴求力を高めていく必要あり。
 - 地元補償という穴埋め的な考え方ではなく、電源立地を通じて地元を提供できる価値とは何かを問い直し、地域との共生を図っていくべき。
 - ものづくりを支える中小製造業の円滑なトランジションを実現することは、サステナブル経営の具現化。
-

サステナブル経営の潮流を的確に把握する

カーボンニュートラルへの実現には膨大な投資が必要となり、今後は脱炭素に必要な資金の世界規模での争奪戦が繰り広げられるだろう。ソフトランディングのためのトランジション・ファイナンスに加えて、脱炭素を実現するためのイノベーションに必要な投資を日本市場に呼び込む必要がある。政府の財政状況が厳しいだけに、ESG 投資の獲得は極めて重要である。

日本企業は気候変動に関する情報開示が欧米企業に比べて遅れているとの指摘がある。ESG 投資が活発化する中、世界的な潮流として化石燃料などの炭素集約的な産業へのファイナンスや投資が絞られていくことは明白であり、気候変動への対応に関する消費者の目線も厳しくなっている。企業は、最適地生産・最適地調達という従来の戦略観を刷新し、自然資本の最適化や非財務的価値などの新たな価値基準も考慮した経営へと移行することにより、資本調達や売上拡大に向けた訴求力を高めていく必要がある。そのために、投資家や国民に対し、サステナブルな社会の実現に貢献する方策を的確に発信することが重要になる。

都心を中心にビルを所有するヒューリック株式会社は、補助金や FIT (固定価格買取制度) に依存したエネルギー政策には限界があるとの認識の下、脱炭素の取組みを自らの創意工夫により収益性のあるビジネスへと仕立てていく覚悟が必要だと考え、それを実践している。

自社グループ自己完結型コーポレート PPA モデルを目指すヒューリック株式会社

2030 年に全保有建物で CO2 排出量ネットゼロ達成を宣言した同社は、再生可能エネルギー発電促進賦課金に頼らず、非 FIT 再生可能エネルギー発電施設を自社開発・保有し、自社に直接供給することで、2030 年までには同社保有建物で消費する全エネルギーを自家発電した再生可能エネルギーで賄うという、自社完結型コーポレート PPA モデルを実現させる。自社電源にこだわる理由は、再エネの安定供給体制の確保と、再エネ施設の新規開発に伴う CO2 排出総量の削減にある。保有物件の中心が都心・駅近の中規模オフィスであ

ることから、現状の電気料金と変わらない経済性を確保しながら太陽光パネルの寿命・リサイクルコストも加味した採算性を見込んでいる。

また、同社が理想とする環境配慮型建築のモデルビルとして中央区に建築された本社ビルは、自然採光システム、自然換気システム、屋上太陽光発電などの様々な環境配慮技術の導入により、サーバー室を除くビルの消費エネルギー量を標準ビルに比べて49%削減している。さらに、銀座に日本初となる2時間耐火の高層木造商業ビルを造り、木材利用による炭素固定への可能性を広げたり、植林活動→森林再生によるカーボンニュートラルの取組みにも貢献している。

地元補償よりも地域共生が成功へのステップ

太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスといった再生可能エネルギーは、長期にわたり立地先の自然条件を活用した事業を営むことになる。先行して再生可能エネルギー事業に取り組む企業は、地元貢献として自治体と協力しつつ、環境教育や公園整備などに取り組んでいる。例えば、再生可能エネルギー電源に特化した事業を展開している株式会社レノバは、地元企業への出資や雇用を通じ、地域ごとの実情を組み込んだ“地域共生モデル”を実践している。

大規模な発電施設は、供給側と需要側の地域が離れていることが多い。地元対策として電源立地地域交付金が支給されているが、これまでの地元補償という穴埋め的な考え方ではなく、電源立地を通じて地元を提供できる価値とは何かを問い直す必要がある。税金や雇用による地域経済への貢献に加え、地域おこしへの参画や伝統行事などの支援を始めとする様々な実績を積み重ね、地域との共生を図っていくべきである。

また、分散型のインフラ構築は、都市化と少子高齢化による地方の衰退に歯止めをかけ、地方創生を進める第一歩となる可能性がある。デジタル技術を活用した新たな街づくりとの有機的な連携を通じ、人口減少社会におけるサステナブルな発展のモデルを提示することもできよう。

地域共生のグリーンで自立可能なエネルギーシステム構築に取り組む株式会社レノバ

同社は再生可能エネルギー電源（太陽光、バイオマス、洋上風力、陸上風力、水力、地熱）の開発・運営を核に事業を展開しており、2022年8月現在の設備容量は約1.5GW（うち、1.1GWは着工済み）である。同社の特徴は、地元の声やニーズに耳を傾け、地域ごとにカスタマイズした地域共生モデルを作り上げている点にある。地元が求めているのは“電源”だけでなく、雇用創出、環境教育、防災など多岐にわたっており、実際、茨城県潮来町で展開しているメガソーラー（発電容量15.3MW、CO2削減量年間5,500トン）では、環境教育に資する見学用展望台の設置、隣接する道の駅の防災拠点化、地域公園整備など、すべて同社

が寄付することで地元との共生関係を構築している。

寄付活動のみならず、地元資本と共に事業を展開することにより、資金の「地域循環率」を高めることも重要である。同社が秋田市で展開しているバイオマス発電所（発電容量 20.5MW、CO2 削減量は年間 77,000 トン）では、地元企業にノウハウを提供して運営を行っているほか、燃料の約 7 割を地元の秋田杉の未利用材や端材でまかなうことで地元林業者に収益源を提供している。また、周辺産業の従事者も含めると約 100 人の地元雇用を生み出している。

熊本県の南阿蘇村では、地熱案件として国内初のプロジェクトファイナンスを活用した事業を組成しており、地元の温泉事業者との対話を重ねているほか、地熱発電に関する技術ノウハウを地元行政・関係者に提供するなど、地域共生モデルを実践している。

トランジションを支援する

日本は CO2 排出量の多い産業の割合が高いことから、脱炭素化に向けて長期的なトランジション戦略を遂行して行く必要がある。脱炭素の対応はサプライチェーン全体に求められており、目標の設定に向けスピード感が必要である。然しながら人的資源に乏しい中小企業にとってカーボンニュートラルへの対応は必ずしも優先度は高くない。その観点からも、地域・中小企業の CO2 排出量の算出サービスを始め、脱炭素に向けた目標の達成度合いに応じた金利面での優遇措置等、トランジション・ファイナンスの供与は極めて意義深い。また大企業においても温暖化ガスの排出量が多い、鉄鋼、化学、窯業、紙パ等、排出量削減に向けた技術開発・転換をも支援するトランジション・ファイナンスは、カーボンニュートラル実現に向けた新たな資金需要の掘り起こしにも繋がり、求められる役割は大きい。政府は、トランジション戦略の妥当性の根拠となる技術ロードマップを公表するなどしており、これに則り金融機関が資金面のサポートをしていく必要がある。

また、カーボンニュートラルを推進する際は、大企業のサプライチェーンに連なる中小製造業（GHG プロトコルで定義されている Scope3）の脱炭素化も重要になる。日本の強みであるものづくりを支える中小製造業の競争力を維持しつつ、円滑なトランジションを実現することは、まさにサステナブル経営の具現化であり、企業間連携のさらなる促進が望まれる。一方、中小企業ではカーボンニュートラルに関する専門の人材を配置する余裕がなかったり、それゆえに排出量計測・把握方法を知らなかったりすることもある。こうした課題に対して、地域の金融機関や総合商社、商工会議所などが連携してトランジションを進めていくことが求められる。足元では、総合商社がサプライチェーンの幅広い知見を活かして温室効果ガスの排出量を可視化し、削減に向けた取組みをサポートするサービスを始めている。地域の金融機関も提携して取引先の脱炭素の取組みを後押しし、経営計画の策定や設備投資が必要になった場合に相談に応じることなども行っている。商工会議所も、中小企業が円滑にトランジショ

ンを進められるよう、ワンストップで支援を受けられる体制整備や情報提供、資金面での支援拡充などを着実に進めていくべきである。

提言 4:カーボンゼロと廃棄ゼロの両立

- カーボンニュートラル実現には、カーボンゼロと廃棄ゼロを両立させる取組みが不可欠。日本は、サーキュラーエコノミーという新たな資源循環の仕組みを作り上げるべきである。
 - 太陽光パネルの導入が新たな環境問題を生じさせないように、設置事業者に対して適切なメンテナンスや回収を求めるとともに、リサイクルやアップサイクルにより、廃棄ゼロを目指していく必要がある。立法措置も検討すべきである。
 - 日本のサーキュラーエコノミーを国際的に通用するモデルとしてビジネスに生かしていくためには、国際規格としてパッケージ化し、アジア諸国を巻き込んで普及拡大を図るべき。
-

サーキュラーエコノミーでカーボンニュートラルをビジネスチャンスに

カーボンニュートラル実現には、カーボンゼロと廃棄ゼロを両立させる取組みが不可欠である。日本はエネルギー資源こそ輸入に頼っているが、素材・ものづくりの分野で高い技術力を有しており、サーキュラーエコノミーという新たな資源循環の仕組みを提案し、実際に作り上げるべきである。

最近では単なるリサイクルに留まらず、アップサイクルで付加価値を高めることも重視されている。こうした取組みは、高い技術力を有している日本の強みを発揮できる領域である。日本企業は従来、垂直型の企業間連携を推進してきたものの、サーキュラーエコノミーでは異業種を含む水平型の企業間連携も重要となる。競争から「協創」へとギアを入替え、カーボンニュートラルを加速するエコシステムを形成することを通して、新たなビジネスチャンスを創出することも重要になる。

一例として、2021年3月には、サーキュラーエコノミー（循環経済）型ビジネスの普及と定着に取り組むプラットフォームとして一般社団法人循環経済協会が設立され、ISO/TC323（Circular Economy）と歩調を合わせつつ、資源効率性の向上や事業者間連携を実現する新たなビジネスモデルの開発や実装拡大に向けた活動を展開している。

太陽光パネルの回収・リサイクル

政府は太陽光パネルの設置を奨励しているものの、パネルの回収から廃棄に至る取扱いは事業者任せになっている。一般に太陽光パネルの寿命は25～30年とされており、10年後から20年後には耐用年数を経過した太陽光パネルの取扱いが社会問題化するとみられている。特にFIT制度で認められた発電事業が終了する2030年代後半には一斉廃棄が見込まれる。

大半の太陽光パネルは中国を中心とする外国製であり、法令で規制しない限り、国内メーカーによる適切なトレーサビリティやメンテナンスは期待しにくい。カーボンニュートラルのための太陽光パネルの導入が新たな環境問題を生じさせないように、有害物質の流出・拡散を防止すべく、設置事業者に対して適切なメンテナンスや回収を求めるとともに、使用済みパネルのリサイクルやアップサイクルにより、廃棄ゼロを目指していく必要がある。政府は企業の技術開発や業界団体の取組みを支援するとともに、立法措置も検討すべきである。

使用済み太陽光パネルの情報管理プラットフォーム構築を目指す丸紅株式会社

丸紅株式会社は海外 18 カ国で 45 案件もの発電事業を手掛けており、国内 27 案件を合わせ、全世界で約 12,000MW 相当をネット発電容量として運営している。同社では、FIT 終了とともに国内で約 80 万トン（敷き詰めると東京ドーム 1,700 個分に相当）の太陽光パネルが大量廃棄されると見込んでおり、大規模な発電事業を手掛ける企業として、早期に対策に着手すべきと考え、リデュース、リユース、リサイクルに取り組んでいる。

同社は、環境省が公募した「令和 3 年度資源循環に関する情報プラットフォーム実証事業」に協力企業などと共に採択された。改ざんが難しいブロックチェーンで使用済みパネルの使用履歴や性能評価などの情報を一元管理し、トレーサビリティを確保することで、効率的な回収や適切なリユース・リサイクルを図る情報管理プラットフォームの構築に取り組んでいる。

さらに、同社は、使用済み太陽光パネルの強化ガラスを再資源化してガラス発泡剤を製造し、農業用培土の代替とする実証事業にも取り組んでいる。

パネルや架台を含む太陽光発電設備のリサイクルに取り組むヒューリック株式会社

2030 年 CO2 排出量ネットゼロに向けて太陽光発電の開発・稼働に取り組んでいる同社は、太陽光パネルの耐用年数を 20~25 年と設定し、100%リユース・リサイクルする計画である。耐用年数の経過後、利用可能なパネルは輸出し、それ以外は金属やガラスなどに分けてリサイクルする。また、太陽光パネルを設置している架台は、パネル更新後も引き続き使用できるよう耐久性の高い仕様としており、少なくとも太陽光パネルを 2 回設置できる。同社の長期の太陽光発電の採算性は、パネル更新時の交換費用なども織り込んだものとなっている。

アジア諸国を巻き込んで新たなエコシステムを構築する

日本のサーキュラーエコノミーを国際的なモデルとしてビジネスに生かしていくためには、これまで培ってきたノウハウを、ISO などの国際規格としたり、ソフトローとして活用したり、その他のルール形成に活用することで、規範化することが有効である。そのうえで、日本が重視するパートナーであるアジア諸国、特にスマートシティネットワーク構想を掲げる ASEAN などに「日本モデル」としてパッケージ化して輸出することで、各国を巻き込んだエコシステムの普及拡大を図ることが考えられる。1章で述べた”カーボンニュートラルなサステナブルタウン”のように、新たなエコシステムを実装し、これを規格化するなどの取組みも検討すべきだろう。

提言 5: サプライチェーンの再編とルール形成の視点

- サプライチェーンの再編では、スタートアップの役割も重要になる。構造変化を先取りした強靱なサプライチェーンを構築するため、政府の後押しを得つつ、大企業と中小企業が連携し、新たなものづくりのエコシステムを構築していくべきである。一方、既存のインフラを有効に活用し、トランジションをより低コストで円滑に進めることも重要になる。
 - 個別の技術分野で世界をリードするには、ルール形成の視点を戦略に織込む必要あり。経営者はその重要性を認識・理解し、積極的にかかわるべき。
-

スタートアップを含めたサプライチェーンの再編

カーボンニュートラルに伴う産業構造の転換は、サプライチェーンの再編を促進する。例えば、自動車の EV 化により、複雑な内燃機関に必要とされる部品が不要となるため、既存のサプライヤーは変革を迫られる。また、大型風車など、国内に十分な産業基盤が存在しない分野では、新たにサプライチェーンを育成していく必要もある。構造変化を先取りした強靱なサプライチェーンを構築するため、政府の後押しを得つつ、大企業と中小企業が連携し、新たなものづくりのエコシステムを構築していくべきである。

同時に、これまでの日本のものづくりの蓄積を生かしつつ、新たな環境に積極的に適応していくという視点も重要であろう。例えば、バイオディーゼル燃料の一般向け継続販売を開始した株式会社ユーグレナは、バイオ燃料は内燃機関を搭載した現行車両でもそのまま利用できるとして、日本はバイオ燃料先進国になるべきとしている。EV 化の潮流に受け身で対応するだけでなく、既存の強みを生かしたビジネスチャンスの創出を目指すものであり、他分野でも参照し得る考え方であろう。

こうしたサプライチェーンの再編では、スタートアップの役割も重要である。岸田総理は 2022 年を「スタートアップ創出元年」と位置づけたが、世界ではカーボンニュートラルを含むグレートリセットの担い手として、すでに多くのスタートアップが活躍している。日本では、前述の株式会社ユーグレナのほか、オンサイト型のアンモニア製造システムに取組む東工大発ベンチャーのつばめ BHB 株式会社、水素透過金属膜の活用による水素社会実現に挑戦する株式会社ハイドロネクスト、「羽のない風車」を開発している風力発電ベンチャーの株式会社チャレナジー、そして日本初の民間電力取引所「デジタルグリッドプラットフォーム」を運営する東大発ベンチャーのデジタルグリッド株式会社など、多くのスタートアップがカーボンニュートラルの実現に向けて挑戦を続けている。

スタートアップとのオープンイノベーションでは、欧米などが先行している。毎年 6 月にパリで開催される世界最大の革新的技術と革新的スタートアップに特化した見本市「Viva

Technology (VivaTech)」は、単なるスタートアップの祭典ではなく、大企業が社会課題を投げかけ、それにスタートアップが課題解決を提示するという「逆見本市」として知られる。また、北米で最大級とされる気候変動関連テック・インキュベーターであるグリーントウンラブス (Greentown Labs) 社は、ヒューストン市内にスタートアップ・インキュベーション施設「グリーントウンヒューストン」を設置した。同施設では、スタートアップに対し、大手のパートナーやベンチャーキャピタルなどとのマッチング機会を提供することにより、新たなソリューションの創造を後押ししている。

日本では、過小なスタートアップ投資に加え、許認可などへの対応も大きな負担となることから、スタートアップをサポートする大企業、ベンチャーキャピタル、金融機関、官公庁の出先機関などが集積した「Green Tech Town」を創設するのにも一案であろう。

ルール形成の重要性

米国の GAFAM (Google、Amazon、Facebook (現 Meta)、Apple、Microsoft) や中国の BAT (Baidu、Alibaba、Tencent) のようなプラットフォーマーを持たない欧州は、気候変動をテーマに新たな欧州主導の産業エコシステムを構築しようとしている。欧州委員会が 2021 年 7 月に提案した炭素国境調整メカニズム (CBAM; Carbon Border Adjustment Mechanism) はその手段の 1 つであり、気候変動対策という名目の下、域内産業の保護を図ろうとしているとの指摘もある。

産業エコシステムは互いに Win-Win の関係で仲間を増やす“共創”の仕掛けが必要となるが、その際には規格化などのルール形成が重要なツールとなる。これを製品の互換性や品質保証に留まらず、社会課題解決のための仕組み作りにつなげていく必要があり、あるべき産業社会像からバックキャストする構想力が問われる。日本が個別の技術分野で世界をリードするには、新たな産業エコシステムを構築するルール形成の視点を戦略に織込む必要がある。

日本企業はこうしたルール形成を政府の役割と捉えがちであるが、欧米では政府間交渉を含む国際会合に企業が積極的に参加するという。国際ルールは企業の事業そのものに直結するビジネス上の関心事であり、極めてセンシティブな論点を含み得る。経営者はその重要性を認識・理解し、各拠点の人材や情報網を活かして積極的にルール形成にかかわるべきである。

例えば、水素サプライチェーンにかかわるすべての製品技術を手掛ける川崎重工業株式会社では、国際的な水素サプライチェーンのエコシステム形成に向けて仲間づくりを進めるとともに、自社で蓄積した技術やノウハウを生かしたルール形成に重点的かつ戦略的に取り組んでいる。欧州タクソミーはグレー水素のみならず、ブルー水素も排除しようとしているが、同社はブルー水素もクリーンエネルギーであるとの認識を広めるべく、積極的に働きかけを行っている。

グローバルでの水素サプライチェーン構築を主導する川崎重工業株式会社

水素サプライチェーンには多種多様な業種・プレイヤーがかかわるため、2017年1月のダボス会議で民間団体となる Hydrogen Council が発足。加盟企業は発足当初の13社から2022年1月現在で134社まで増えている。メーカーのみならず、商社や銀行、エネルギーメジャーなども加盟しており、全社の売上合計は日本の GDP を遥かに超える規模となっている。2017年11月には“Hydrogen Scaling Up”というレポートを発行し、2050年に向けた水素導入ビジョンを提示（水素市場は2.5兆ドル規模、世界で3,000万人の雇用を創出、エネルギーの18%とCO2削減の20%を担い、CO2削減量は年間60億トン、水素発電量は年間1,500TWh）し、各国に水素ロードマップ策定を推奨した。川崎重工業株式会社は Hydrogen Council の創設メンバーで、2022年1月には同社の金花会長が共同議長に選出されるなどコアメンバーとして活躍しており、国際的な水素サプライチェーンのエコシステムの中で日本は存在感を高めている。

一方、水素をめぐるルール形成では欧州が先行している。欧州では製造過程で温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギーから生成されるグリーン水素を優先的にクリーンエネルギーとし、化石燃料から生成されるグレー水素のみならず、CO2排出を回収・抑制して生成されるブルー水素も劣後させる論調を示してきた（ウクライナ情勢後はブルー水素容認に転換）。

日本は長年にわたりCO2の回収・貯留（CCS）に関する研究開発を手掛けており、オーストラリアともブルー水素のサプライチェーン構築に向けた共同プロジェクトを進めている。褐炭から水素をつくることができれば雇用維持につながる上、クリーンエネルギーの輸出で外貨も稼げるため、オーストラリア政府も本プロジェクトを支援している。また、川崎重工業株式会社は世界初の液化水素運搬船を製造し、オーストラリアで製造されたブルー水素を日本へ輸送する手段も確保している。2014年当時、液化水素を運搬する公海上のルールがなかったため、国交省が2年間かけてルール化するための案を作成し、2016年9月に船舶に関するルールを担う国連の国際海事機関（IMO）に提案。日本の提案がすんなり受け入れられることは少ないというが、液化水素運搬に関しては日本の検討が先行していたこともあり、ほぼそのまま受け入れられたという。まだ暫定的なルールであるため、今後は恒久的なIMOコードに格上げするための取組みが必要となるが、その際には今後の日豪間の液化水素運搬の実績を活かすことも可能とみられる。このように、船舶に関するルール形成においては官民が協力しつつ日本がリードする形で進められており、今後は運搬対象となるブルー水素をクリーンエネルギーと位置付けるべく、他国とも連携しながら欧州に働きかけていくという。

提言 6: 国民との対話に関する取組み

- カーボンニュートラルに向けたコストの全体像や負担のあり方に関する議論を避けることはできない。国民が当事者意識をもって判断を行うためにも、具体的な受益とそれに対する国民負担の水準について、積極的に情報を開示・発信すべき。
 - GX(グリーントランスフォーメーション)とDX(デジタルトランスフォーメーション)を一体的に推進し、脱炭素に関連するあらゆる情報を「見える化」することにより、国民のリテラシー向上と行動変容につなげていくべき。
-

コストに関する議論は不可避

脱炭素には膨大なコストが掛かり、その負担のあり方は国全体の産業競争力や生活水準に大きな影響を及ぼす。そして、こうしたコストは究極的には税や財・サービス価格への転嫁などを通じて国民一人一人が負担することになる。2050年カーボンニュートラルに向けた道筋を明確化する上で、コストの全体像や負担のあり方に関する議論を避けることはできない。国民が当事者意識をもって判断を行うためにも、具体的な国民負担の水準について、政府のみならず企業も積極的に情報を開示・発信すべきである。

なお、コストの問題は、研究開発においても重要である。再生可能エネルギーをはじめ、水素・アンモニア発電やCCUSなどのCO₂回収技術は、長年にわたりNEDOなどによる国家プロジェクトで研究開発が続けられてきたが、コストよりも技術開発に重点が置かれ、費用対効果の観点から社会実装が進まないケースが少なくない。コストダウンはブレークスルーの鍵であることから、産学官が連携して技術の費用対効果も考慮したうえで、技術のパフォーマンスを高めていくべきである。

「見える化」で国民の意識を高める

1章で触れたように、日本は「もったいない」精神の下、諸外国の中ではかなり早い段階でゴミの分別回収に取組み、省エネも生活に根付いている。しかし、今必要とされる環境教育は、脱炭素に伴う産業構造の変化に関する理解であり、エネルギー政策の転換による国民生活への影響を含め、国民一人ひとりがカーボンニュートラルに係るリテラシーを高める必要がある。

本研究会でとりあげた『Fujisawa サステイナブル・スマートタウン(Fujisawa SST)』は、街のエネルギー情報を収集・可視化し、住民がいつでも確認できるようにしている。また、SSTに入居後2年間は、省エネ意識の向上・定着を目的に、電気の使用状況や省エネのアドバイスなどの情報を満載した環境レポート(「エコライフレコメンドレポート」)が毎月入居者に届けられ、各戸に設置されたタブレット端末からも確認することができる。こうしたエネルギ

一の「見える化」は、省エネに結び付くだけでなく、環境意識の高まりにもつながっていく。

今後、スーパーマーケットやコンビニで販売される食品や生活雑貨にもカーボンフットプリントが記載されるようになれば、CO₂ の排出量が「見える化」され、国民の環境意識の向上や行動変容につながることを期待される。GX(グリーントランスフォーメーション)とDX(デジタルトランスフォーメーション)を一体的に推進し、脱炭素に関連するあらゆる情報を「見える化」することにより、国民のリテラシー向上と行動変容につなげていくべきである。

3. おわりに

ロシアによるウクライナ侵略は、各国のカーボンニュートラルに対する覚悟を問い直している。現下の厳しい情勢を踏まえれば、脱炭素の取組みに一定の調整が必要なのは事実だろう。しかし、脱炭素によるサステナブルな社会の追求という世界的な潮流は後退しておらず、むしろ化石燃料から早期に脱却し、自立的・循環的な経済構造を実現しようという動きも活発化している。

経済成長が鈍化した先進国では、カーボンニュートラルはさらなる成長の機会である。経団連は今年5月に発表した報告書において、今後、カーボンニュートラル関連で毎年10.6兆円の追加投資が行われていくと、日本の実質GDPは2050年度まで年平均で2.1%の成長を続けるとの試算を示した。

企業は、カーボンニュートラルという潮流がもたらす変化を的確に捉え、積極果敢な投資や研究開発を通じ、価値創造に向けた歩みを加速していかなければならない。

ディスクレーマー(異議申し立て)

吉本副主査は上記報告書中の提言2「カーボンニュートラル達成には原発の活用拡大も必要」のうち、P17「政府と経済界は国民への丁寧な情報提供を」の第4パラグラフ「原発をめぐっては～原子力廃棄物の量を削減出来る。」という、核燃料サイクルの完結等を前提とした記載については削除を希望した。従って、この点に関しては吉本副主査とは無関係である。

(ご参考) 政府への提言

今まで述べたことに関して政府への提言を中心にまとめると、以下の通り。
企業の覚悟を後押しするためにも、政府には以下を要望したい。

(再生可能エネルギー)

- 再生可能エネルギーの導入において、政府が利害関係者や地元住民との調整を主導するとともに許認可プロセスを一元化するなど、事業推進の障壁を取り除き、事業の開発期間を早め、開発費負担を減らす仕組みを整備していくべきである。
- 再生可能エネルギーの普及促進には送電網の整備や、蓄電池などによる調整力の確保が不可欠である。社会コストを最小化しつつ、再生可能エネルギーの大量導入を実現すべく、政府主導で整備していくべきである。
- 洋上風力建設に必要な据付船の拠点港やバイオマス発電所サイト近傍の適切な燃料荷揚げ港の確保など、産業界が確実に事業を推進できる環境整備を進めるべきである。
- 太陽光パネルの設置事業者に対して適切なメンテナンスや回収を求めるとともに廃棄ゼロを徹底すべきである。政府は企業の技術開発や業界団体の取組みを支援するとともに、立法措置も検討すべきである。

(原子力)

- 安全性を大前提とした上で、原子力発電所の再稼働及び新設を着実に推進すべきである。
- そのために、政府は政治的なリーダーシップを発揮し、原子力の必要性に対する国民の納得が得られるよう丁寧な情報提供を行うと同時に、安全性を確保しながら迅速な再稼働を進めるべく原子力規制委員会の審査スピードを大幅に早めるべきである。
- 原子力発電に関わる人材の育成、産業基盤の維持・強化を推進すべきである。また、核燃料サイクルや最終処分の実現に向けた取組みなどバックエンドシステムの確立も急務である。

(スタートアップ)

- 産業構造の転換には、スタートアップの役割も重要になる。政府は、スタートアップと協業する大企業やベンチャーキャピタル、金融機関、官公庁の出先機関などを集積させた「Green Tech Town」の創設を検討すべきである。

(脱炭素に係るコストへの国民の理解)

- 脱炭素に係るコスト負担のあり方について国民が当事者意識をもって判断を行うためにも、政府や企業は積極的に情報を開示・発信すべきである。また、コストより

も技術開発に重点が置かれ、費用対効果の観点から社会実装が進まないケースが少なくないため、産学官が連携して技術の費用対効果も考慮したうえで、技術のパフォーマンスを高めていくべきである。

講師によるプレゼンテーション

ESG の世界的潮流と日本の状況

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 経営企画部 副部長
プリンシパル・サステナビリティ・ストラテジスト 吉高まり氏

EU のサステナブル投資関連の規制の動きが加速している。EU では非財務情報開示指令が2014 年に出てから、各国で非財務情報開示が義務化された。2021 年度にこれの改正案が公表され、気候変動のリスク開示が強化されている。米国サステナビリティ会計基準審議会 (SASB) は米国証券取引委員会の年次報告書にどのような情報を開示するかをサステナビリティの視点で検討している機関で、SASB と国際統合報告フレームワーク (IIRC) が合併して新たな団体を設立し、包括的なフレームワークづくりをしている。また、国際会計基準 IFRS で、サステナビリティに関する報告基準などを作り始めており、非財務情報の開示について統一化する動きが始まっている。一方、日本でも運用会社が投資先の気候変動による財務的インパクトを評価し始めている。

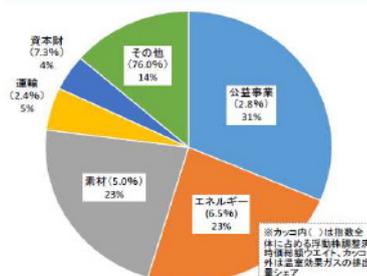
なお、ESG 投資家は CO2排出量の財務的インパクトを知りたがっている。例えば、年金積立金管理運用独立行政法人 (GPIF) が採用している、スタンダード・アンド・プアーズのカーボン・エフィシエント指数は、排出量を売上高で割った値が小さく (つまり炭素効率が高く)、かつ情報開示ができていない企業に着目して投資ウエイトをかける指数となっている。生産量が伸びればエネルギー消費量も増えるが、炭素効率上がり、最終的に排出ゼロになればよく、そこへ向けたトランジションがどうなるのかを説明することが求められている。しかしながら、日本企業はこの点の情報開示が遅れていると言われている。例えば、クリーン技術関連の製品の売上高の開示が不十分だったり、投資家が見たいサプライチェーン全体での情報開示も不十分だったりする。開示する情報に関して、企業側と投資家側の考え方のギャップが生じている。

S&P カーボン・エフィシエント指数

- 同業種内で炭素効率性が高い (企業の温室効果ガス排出量を売上高で除した値が小さい) 企業と温室効果ガス排出に関する情報開示を行っている企業の投資ウエイト (比重) を高めた指数
- 石炭採掘企業や電力会社などの環境負荷の大きい企業について形式的に銘柄除外を行うのは、「ユニバーサルオーナー」を志向するGPIFの方針と合致しない。
- ポジティブスクリーニングによる指数、業種内での相対評価を行う指数が望ましい。

- 企業の温室効果ガス排出量やクリーン技術関連製品の売上高の開示が不十分
- 環境株式指数の場合、完全に開示情報のみで指数構築を行うことは困難
- 日本は欧米に比べ遅れている。
- サプライチェーン全体でGHG排出量をみることは現状は限界
- ダイベストメントよりも、同業種内での競争原理を働かせ、気候変動リスクを抑制していくことに意義

S&Pグローバル大中型株成銘柄全体に占める業種別の温室効果ガス排出量のシェア



(出所) GPIF「グローバル環境株式指数を選定しました」<https://www.gpif.go.jp/investment/esg/>

(出典) 吉高講師プレゼン資料より (2021.7.29)

カーボンニュートラルと国際標準をめぐる論点

多摩大学ルール形成戦略研究所 客員教授

一般社団法人企業間情報連携推進コンソーシアム 代表理事 市川芳明氏

これからは、フィジカル空間において単独企業でやるのではなく、サイバー空間でパートナーと一緒にやっという大きな方向性に成長ベクトルがある。差別化や規模の経済といった市場競争の優位性を問うのは過去の成長戦略であり、これからの企業の成長戦略というのは、例えばカーボンニュートラルというアジェンダ (Agenda) を考えて、社会課題をどう解決するかを皆で一緒に考え、そして世界に通用するためのルールを作るという市場形成力が問われる。さらに、カーボンニュートラルを成長に結び付けるには、まず国際的なエコシステムの主導が必要なので、条約、標準、ファイナンス、格付け、情報開示等、これら全てを日本が主導的な立場で動かしていく必要がある。

そして今のままでは欧米のゲームになってしまうので、日本はゲームチェンジを仕掛けなければならない。そのために必要なことは体制強化で、ルール形成をしかなることができないゲームチェンジャー

を育成する専門ファームをつくるべきである。また、やはり国策や業種横断的なルール作りは一企業にできるものではないので、政府主導で取り組むべきである。

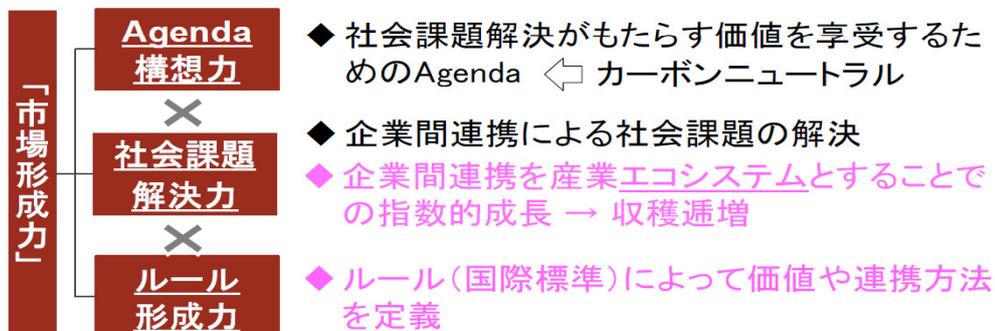
日本から仕掛けられそうなテーマとしては、①トランジション (移行) というコンセプト、②人間中心主義というアプローチ、そして③Society5.0 のコンセプトがある。①において、欧米は厳密なゼロ・エミッションを求めているが理想的なところがあるので、日本はブルー水素や Low エミッションの技術などで発展途上国が無理なくゴールに到達するための有益な技術の基準を国際合意へともっていく道筋を描くべきである。さらに、これを国際ルールにしてゲームチェンジしてはどうか。②については、人々に苦渋や我慢を強いるサステナビリティではなく、人のウェルビーイングを大切にしながらサステナビリティを目指すというアプローチも新しく日本が仕掛けられるコンセプトではないかと思う。

これからの企業の成長戦略

過去の成長戦略＝市場競争の優位性

- ◆ 差別化 (性能／機能／個性／ブランド)
- ◆ 規模の経済 (高生産性／低コスト) → でも収穫逡減
- ◆ 寡占市場に近づける (売り手の優位性) → M&Aしかない

これからの成長戦略＝市場形成力 (競争しないで儲ける力)



出典: Owls Consulting Group 羽生田氏
(出典) 市川講師プレゼン資料より (2022.1.25)

カーボンニュートラルを目指すドイツの再生可能エネルギー導入

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

国際アドバイザー事業部 副部長 尾木蔵人氏

再生可能エネルギーの導入は欧州グリーンディールの中の大きな目玉となっており、ドイツはこの欧州グリーンディールの実質的なブレーンとしての役割を果たしている。そして、ドイツ政府は石炭火力発電所を2038年までに全廃し、2022年12月には原子力発電所の全廃も表明している。そして、ドイツ政府が明確にフォーカスしているのは水素によるイノベーションであり、石炭産業からの水素や蓄電技術等を活用した再生可能エネルギーをベースにした産業のトランジションへの取組みに、日本円にして約4兆8,000億円もの国(連邦)の予算を投入することが表明されている。

一般に、カーボンニュートラルへの取組みは、発電サイド、エネルギー供給サイドの立場で議論されるケースと、電力を必要とする需要サイドの立場で議論されるケースに大別されるが、ドイツでは、この供給部門と需要部門を合算した、いわゆるプ

ロシューマーが増加しつつある。このプロシューマーの拡大はドイツの再生可能エネルギーの導入推進のドライバーとなっており、今度、ドイツでは製造メーカーが太陽光発電などで発電することは一般的になっていくであろう。

デジタル技術を活用した仮想発電所(VPP)は数多くある再生可能エネルギーの発電設備を束ねて、あたかも1つの発電所のように運営するもので、すでにネクストクラフトベルケ社のようにドイツを代表するプレイヤーも登場している。

また、FIT(固定価格買取制度:フィード・インタリフシステム)からFIP(フィード・イン・プレミアムシステム)への移行も進んでおり、ドイツに遅れてこれからFTPへ移行する日本としては、FIPにより電力市場がどう変化したかを分析するのにドイツがよいベンチマークとなるだろう。

ドイツ再生可能エネルギー導入を推進するドライバー

コメントは、別の色で外側に枠追加

- 1 プロシューマーの拡大 電力需要部門が製造部門に**
☞ 企業と一般住宅
- 2 VPP デジタル技術を活用した仮想発電所 再エネ拡大と安定需給調整**
ネクストクラフトベルケ社 ロイヤルタッチシェル100%出資(2020年5月発表) ☞ 東芝エネルギーシステム合弁設立
- 3 市場デザインと進化 FIT → FIP (2012年導入 ~14年改訂)**
☞ 電力コスト低下に貢献
- 4 需要サイドと供給サイドの直接取引 PPA (Power Purchase Agreement) 電力購入契約**
☞ ファイナンス機能
- 5 再生可能エネルギー法による優先電源化ルール導入**
- 6 太陽光・スマートメーター・蓄電池 導入 新規住宅8%→80%(2030年目標)**
- 7 バイオガス ドイツ電源構成比率 9% (2020年) 安定供給、調整電源に貢献**

(出典)尾木講師プレゼン資料より(2021.7.29)

カーボンニュートラル時代に向けた世界の「新たな社会・産業基盤構築」の動きにどう向き合うか？

東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT 技師長
株式会社東芝 デジタルイノベーションテクノロジーセンター センター長付 中村公弘氏

主要国、特に欧州と中国はコロナ復興政策として、カーボンニュートラルとデジタルに史上空前の大規模復興投資を行い、戦略的に世界のイニシアティブを握る動きを始めている。

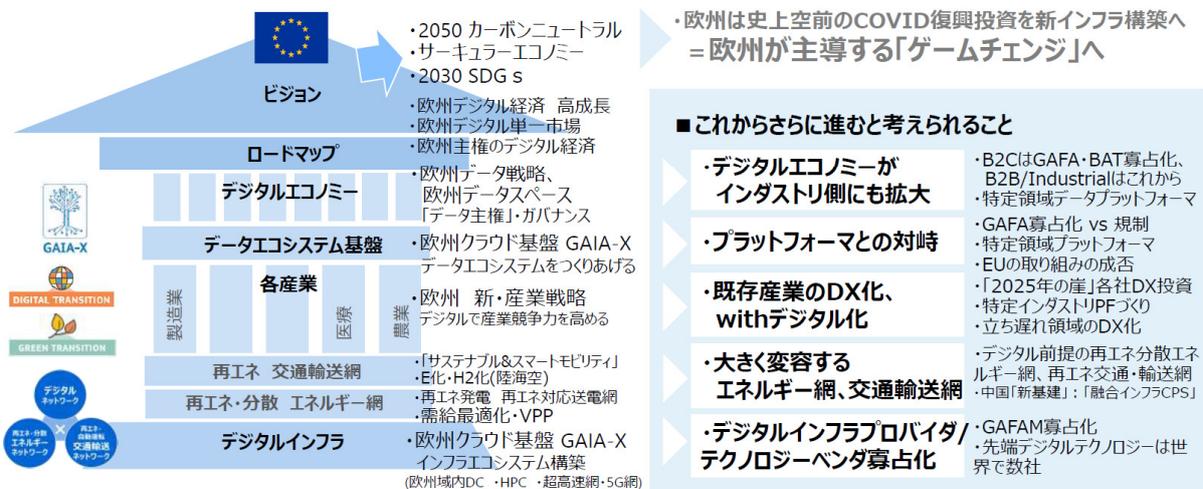
欧州がコロナ禍からの復興と位置づけている「グリーンリカバリー」では合計 200 兆円超の大規模投資が予定されている。風力、太陽光、水素などの再生可能エネルギーに大きく投資し、交通輸送網を再エネベースでサステナブルにしたり、グリーンな建築・建設、そしてデジタルエコミーをつくっていくところに大きく配分していく計画で、全体として目指しているのはサーキュラーエコミーへの転換である。サーキュラーエコミーでは製品寿命を長くしたり、修理可能な製品にしたり、量で稼ぐモデルから期間（シェアリング）で稼ぐモデルになったりとビジネスモデルも変わっていく。欧州はすでにカーボンニュートラル、サーキュラーエコ

ミー、そしてデータエコミーという領域で法規制、ガイドライン、欧州指令などの法制度やルール整備に着手しており、「欧州のための」ルールメイキングが着々と進められている。

米国や中国も含めて、世界主要国はカーボンニュートラル、サーキュラー、デジタル化という不可避の新たなパラダイムに向けた戦略的な取組みをはじめている。「集中、垂直統合型」だったインフラは「分散×ネットワーク型」に変わり、サーキュラーになり、そして自動走行をはじめとしたスマートなものに変わり、物理的なモノよりもソフトアセットに大きく変わっていくと思われる。この新たなパラダイムへの移行期に旧来のインフラに投資すべきか、化石燃料に依拠していたアセットをどうするかも含め、併存期間の過ごし方が極めて重要なポイントとなる。

欧中・米の戦略・取り組みからの気づき

・カーボンニュートラル、サーキュラーエコミー、デジタル・データエコミーは「不可避」の新たなパラダイム。
・欧中・米は、新たな時代に向け、包括的なビジョンに基づき、各層での戦略・取り組みをスタートした。



(出典) 中村講師プレゼン資料より (2021.6.30)

「2050年カーボンニュートラル」への挑戦—日本の課題と電中研の取組み— 一般財団法人電力中央研究所 特任役員 企画グループ 長野浩司氏

カーボンニュートラルは、需要側を徹底的に電気に置き換える電化と、電源構成の低炭素化、つまり化石燃料で発電するのではなく、再生可能エネルギーや原子力に置き換えていくことの組み合わせで達成するというのが王道である。一方で、どうしても化石燃料を燃やさなければいけない場合は、正の排出と同量の負の排出で相殺しなければならない。よって、今後は特に需要側をいかに電化していくかという対策の重要性が高まっていく。

電力中央研究所では、2019年度に、2050年の目指す姿として「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」というものを掲げ、その実現に必要な7つの目標を打ち立てた。再生可能エネルギーの主力電源化、広域システムの形成、地域エネルギー需給基盤の構築、ゼロ・エミッション火力、高安全・低コストの原子力、電化社会、そしてレジリエントなエネルギーシステムである。つまり、カーボ

ンニュートラルの実現に向けて、供給サイドでは再エネ、およびそれを接続したときの系統安定化、原子力、火力、CO₂除去・固定に関する技術開発が不可欠であり、需要サイドでは何よりも電化の促進が重要になる。ただし、こうした技術が揃えばよいという問題ではなく、特に社会全体でどう費用負担をするかという問題がある。

また、原子力の課題の1つに、少なからぬ日本人が過去に原子力を社会的に選択した記憶を持たず、「押し付けられた(involuntary)」ものと受け取っているため、voluntaryなもの(自家用車、スキーなどのレジャー、航空機利用など)に比べてメリットの認識は低く、リスクなどデメリットの認識は低くなりがちである。カーボンニュートラル達成に向けた系統安定化のためにも原子力が必要と考えられるが、日本国民は原子力をこれから先新たにもう一度選び直すだろうか、という課題が残る。

2050年「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」実現に向けた7つの目標

再生可能エネルギーの主力電源化	再生可能エネルギー発電の量・効率・多様性を向上。再生可能エネルギーの導入拡大に必要な系統安定化技術を開発し、主力電源化に貢献
新たな広域システムの形成	複雑化する電力システムにおいて、経済的で信頼性の高い運用を実現する状態監視・制御技術を確立。さらに、デジタル化の進展や事業者の多様化によりリスクが高まるサイバー攻撃等に対応するための技術を確立
地域エネルギー需給基盤の構築	多様な主体(事業者・需要家・アグリゲーター等)間における日常的な電力取引を可能とする配電システムのプラットフォーム化に関わる技術を確立。さらに、電力以外の部門との相互取引(セクターカップリング)を支援する技術を開発
ゼロエミッション火力	火力発電のゼロエミッション化に向けて、水素やアンモニアの製造・供給・燃焼技術や、CCUS技術を開発
高安全・低コストの原子力	原子力発電所の安全性の定量化や長期運転を実現するための技術を確立。さらに今後の新增設・リプレイスで採用される次期原子炉に必要な技術を開発
電化社会	カーボンニュートラルの実現には電源の脱炭素化のみならず、エネルギーの最終消費の電化が不可欠であることを踏まえ、産業・運輸・家庭の各部門における電気利用拡大に向けた技術を開発
レジリエントなエネルギーシステム	激甚化・頻発化し広域に影響が及ぶ自然災害に対する効果的な防災・減災・復旧技術を確立。高経年設備や新たに導入される機器に対し、デジタル技術やセンシング技術を活用して低コストかつ効果的なアセットマネジメント手法を開発

(出典) 長野講師プレゼン資料より(2022.2.8)

再エネの限界と原子力活用に向けた諸課題とその解決法

東京工業大学ゼロカーボンエネルギー研究所 特任教授 北海道大学名誉教授 奈良林直氏

現在ウクライナ問題で天然ガスが高騰している。日本のエネルギー安全保障をしっかりと考え、国益を守ることが重要である。

再生可能エネルギーは非常に不安定でコストが高いという問題がある。雪や台風が来ると大停電のリスクが避けられない。また、フィード・イン・タリフ(FIT:再エネ賦課金)で約90兆円の予算を使うため、国民負担が非常に大きくなっている。さらに、変動電源がある限りは、その変動の谷を埋めるために火力発電所が必要になってくるため、電力を100%再生可能エネルギーに置き換えることは技術的に不可能なのである。

日本で太陽光パネルを敷き詰めると、太陽光パネルの大半が中国製なので中国に資金が流出してしまうが、原子力の技術は100%国産技術で成り立っており、諸外国からいろいろな資源を輸入しなくても、鉄とモーター、発電機などの電気品などがあれば日本の技術でつくることができる。世界

の潮流をみても、フランスを筆頭として欧州は原子力回帰に向かっており、経済性に優れた国産技術の原子力を安定した電源にすることが望ましい。福島事故の反省として、事故後再稼働した原子力発電所は安全対策が強化され、リスクは当時の1,000分の1ぐらいまで下がっている。今後は原子力発電所の長期運転と新增設への道を開き、原子力の技術や人材を確保すべきである。中小企業も含めて、サプライチェーンがどんどん衰退している点が懸念される。

国産技術の原子力に限らず、カーボンニュートラルは国益重視で進めるべきである。たとえば、日本は石炭火力に関しては非常に高効率の技術を保有しており、現在の発電所の3~4割を占める火力発電所の効率を上げるだけでも、世界的な二酸化炭素の排出を大幅に削減できる。海外貢献による二酸化炭素クレジットもあるので、むやみに火力発電所を否定すべきではない。

国家基本問題研究所 エネルギー問題研究会の政策提言

1. エネルギー政策の基本は国益と現実主義だ

エネルギー安全保障を堅持し、原子力政策をめぐる閉塞状況の打破が不可欠だ

2. 再エネは不安定で高コストだ

- (1) 大停電のリスクは避けられない
- (2) 国民負担が非常に大きい
- (3) 電力の再エネ100%充当は技術的に不可能だ

3. 国産技術である原子力を活用すべきだ

- (1) 世界の潮流は原子力活用だ
- (2) 原子力こそ経済性に優れた国産技術だ
- (3) 福島第一原発事故の反省から安全対策は飛躍的に強化されている

4. 政策提言

- (1) 原発の長期運転、新增設の道を開け
- (2) 我が国の原子力技術、人材、サプライチェーンを守れ
- (3) 再処理施設・核燃料サイクルと高速炉の役割を見直せ
- (4) 高レベル廃棄物の地層処分は、国が中心となり進めよ
- (5) 原子力安全規制を合理化せよ
- (6) カーボンニュートラルには国益重視で柔軟に対処せよ
- (7) 国際的な排出削減に貢献せよ

出典 <https://iinf.jp/suggestion/archives/34000>

(出典) 奈良林講師プレゼン資料より(2022.3.9)

丸紅の再生可能エネルギーへの取組みとその課題

丸紅株式会社 電力本部 副本部長 幾島渉氏

丸紅の電力本部は海外・国内において再生可能エネルギー（太陽光、バイオマス、小水力、風力等）を中心に電力事業を展開しており、全世界で約12,000MW相当をネット発電容量として運営している。恐らくこれは日本企業で最大の規模となる。海外では、アラブ首長国連邦で運営しているスイハン太陽光発電の出力は1,177MWと規模の大きい原子力発電所1基分に相当し、世界最大規模である。国内におけるトピックスは秋田県の秋田港・能代港の洋上風力発電で、これは日本で最初の商業ベースの洋上風力である。

現在、欧州においては政府による事業者の開発リスクの最小化が図られており、その結果、急速に洋上風力にシフトしている。「制度」面では、国が海域を押さえて住民を説得して全ての許認可を取得するセントラル方式の入札が導入されており、事業者は自分で洋上風力発電をつくると幾らになるかを入札するだけで済み、リスクが大幅に軽

減されている。「技術」面では風車や建設インフラの大型化が進み、規模の利益によるコストダウンが可能となった。港湾の整備も国主導で進められインフラが整ったことで、いろいろな事業者がチャレンジしやすい環境が整った。「経済」面では洋上風力産業やサプライチェーンの成熟によるリスクの低下、プロジェクトマネジメント、契約スキーム、ファイナンススキーム等の確立による完工リスク、運用リスクが大幅に低下した。

風力に限らず、太陽光、水力、バイオマスも含めた今後の課題は「方策」にある。送電線は政府主導でやるべきであり、許認可プロセスの短縮も必要である。洋上風力では欧州のようなセントラル方式の導入が望まれる。そして政府主導で地元住民への協力要請を働きかけ、再エネの重要性や地元へのメリットもある点を子どもの頃から教育するなど国民への啓蒙も重要である。

現状の課題と方策

	課題	方策
太陽光	<ul style="list-style-type: none">● 平地が少ない我が国において、地域と共生しながら、安価に事業が実施できる適地が不足している。● 環境影響評価手続きの期間が長い	<ul style="list-style-type: none">● 政府主導の送電線増強● 許認可プロセスの短縮● 洋上風力：セントラル方式の導入● 政府主導の地元住民への協力要請● 国民への啓蒙活動
水力	<ul style="list-style-type: none">● 許認可手続きが多く、事業開発に長時間を要する● 自然破壊のイメージがあり、地域合意が得にくい● 自治体による支援が少ない● 巨額の費用・長期の回収期間により資金調達が困難	
風力	<ul style="list-style-type: none">● 開発・許認可プロセスが一元化されておらず、環境アセスに時間を要する。占用許可の年数が短い。● 据付船の拠点港に必要なスペースを備えた港が無い。● 適地での系統キャパシティ不足	
バイオマス	<ul style="list-style-type: none">● 長期燃料調達契約の整備● 発電所サイト近傍の適切な燃料荷揚港の確保● 発電所サイト近傍での送電系統接続（送電コスト抑制）及び接続先容量のキャパシティ	

(出典) 幾島講師プレゼン資料より(2021.9.22)

2050年カーボンニュートラル実現に向けたレノバの取組

株式会社レノバ 代表取締役社長 CEO 木南陽介氏

レノバはグリーンで自立可能なエネルギーシステムを構築し、重要な社会的課題を解決することをミッションとしている。扱っている電源は太陽光、木質バイオマス、陸上・洋上風力、地熱であり、海外では水力も始めている。脱炭素は人類の存続に関わる最大級に重要な問題だと認識しており、日本とアジアにおけるエネルギー変革をリードする存在を目指している。

再エネ発電事業を通して学んだことは、地域との共存を達成するモデルを地域ごとにカスタマイズしてつくることである。地元は電源だけを求めているのではなく、雇用創出や環境教育なども求めている。地元の会社と競合するのではなく、意欲はあるがノウハウや資金が足りないという会社と一緒に事業を手掛け、地域還元率の高い事業に仕立てることも重視している。

レノバの成長イメージは、太陽光電源をベースとして安定収益を確保し、2 段目としてバイオマス

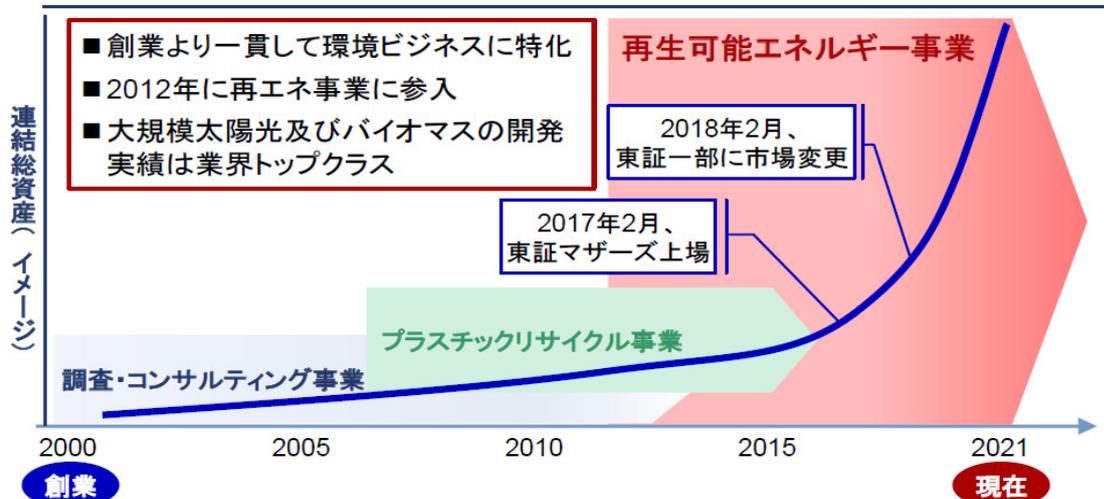
発電を推進して次の収益の柱とし、その先にアジアの再エネ化の支援、さらにその先で洋上風力発電の大規模事業に挑戦し、したいと考えている。

また、レノバは再エネ会社であるが、水素やアンモニアなどの再エネの先にある事業領域も見据えて動いている。欧州においても再エネ比率が40%くらいまで高まり、変動電源の比率が高まると電力供給が安定しづらいという面があり、いかにアンモニアや水素、もしくは蓄電池で調整するかといった議論が非常に盛んになっている。日本も国が提示したエネルギーミックスの数字に近づいてくると同様の問題が発生すると予想される。そこで、レノバは再生可能エネルギー発電事業に次ぐ将来の柱となる事業を創出・育成すべく、2021年4月にインキュベーション室を立ち上げ、社会課題をビジネスベースで解決する領域を開拓中である。(2022年4月にGX本部へと拡大し、体制を強化)

レノバの事業の変遷

- 会社設立以降、環境エネルギー分野の成長領域に特化した事業を展開
- 現在は再生可能エネルギー事業に100%の経営資源を集中

事業の変遷と連結総資産の推移イメージ



(出典) 木南講師プレゼン資料より (2021.10.7)

2030年CO2排出量ネットゼロに向けた取組み

ヒューリック株式会社 代表取締役会長 西浦三郎氏

ヒューリックは2019年にRE100に加盟し、2020年に非FIT太陽光発電所の開発・稼働に着手して、ヒューリック本社ビル、グループ企業入居ビルの再エネ電力供給を開始している。2021年には、2030年に全保有建物についてCO2排出量ネットゼロの宣言を行った。

当社は(株)アドバンスをパートナーとして非FIT太陽光とFIT小水力設備を開発し、そこから再エネを調達して当社保有物件の100%再エネ化を図るため、その間を小売電気事業者としてヒューリックプロパティソリューションが繋ぐ。このような形で、全てを再エネ設備の新規投資と直接供給により自社グループ完結型のコーポレートPPAモデルを進めていく。これにより、非FIT発電所(再エネ賦課金に頼らない発電事業)の投資回収と、建物への再エネ供給の安定化の両立を実現する。このように、自社で再エネ電源を持つことで長期的に安定した再エネ供給を実現できると考え、再エネ施設100%自社保有電源によるCO2排出

量ネットゼロ化を図る。2030年には年間発電量は310GWh、そして年間消費量もやはり同じく310GWhという形となる。

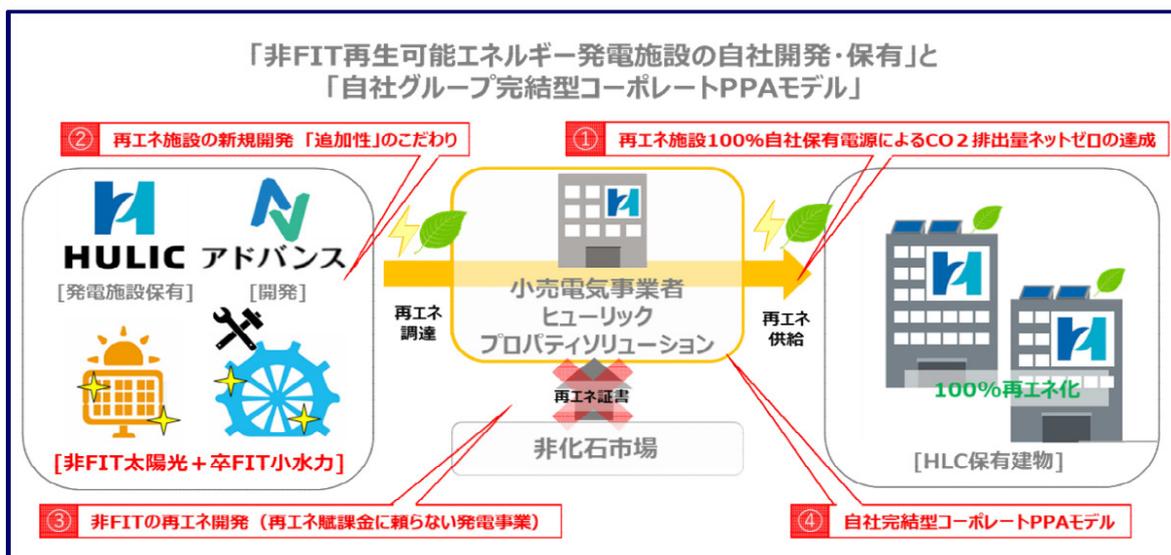
太陽光パネルは20年~25年で更新し、パネルは100%リユース・リサイクルするため、これから太陽光発電を手掛ける国への輸出も検討している。金属とガラスに分離・溶解したりリサイクルも検討している。

小水力発電を組み合わせることで再エネ電源の強靱化にも取り組んでいる。当社はホテルや旅館なども保有し、夜間電力の使用があるため、昼間の太陽光発電のみならず、新規に小水力発電開発を手掛けており、2021年に群馬県の川場谷で1号設備を稼働させた。2026年までに新たに3件、2030年までに14カ所程度の小水力発電所を開発する予定がある。

今後は電源の多様化という形で、他社との共同発電事業や他社保有電源の活用も含めて地熱や蓄電池も検討していく。

取組の特徴

再エネ設備(非FIT) 新規開発 + 自社直接供給



(出典) 西浦講師プレゼン資料より(2021.10.25)

国際水素サプライチェーン構築に向けた取組み

川崎重工業株式会社 水素戦略本部 副本部長 執行役員 西村元彦氏

水素の特徴は大量・長期・長距離の貯蔵・輸送が可能で、セクター間の融通も可能という点にある。再生可能エネルギーの電気が余っているときには水を電気分解して水素を作って貯めておき、再生可能エネルギーの電気が足りないときには、その水素を使って発電することが可能である。水素は輸送用燃料、工業原料およびビルや家庭の空調にも使うことができる。

さらに、水素サプライチェーンと需要先は極めて広い産業とプレイヤーが関与しているため、環境と経済に好循環をもたらす点も注目されている。2017年1月にはエネルギー、運輸、製造業、商社、銀行等の世界的なリーディングカンパニーで構成された Hydrogen Council という国際的な民間団体が設立され、水素利用への移行に向けた共同ビジョンと長期的な目標を提唱しており、当社も創設メンバーとして活動している。

そうした中、当社は11年前に水素サプライチェーンの実現を手掛けると宣言し、現在、当社グループではサプライチェーンに必要なすべての水素

関連製品群を開発・実証している。サプライチェーンの上流では未利用資源の褐炭を使い、ガス化して水素を生産し、副生するCO₂は大気中に排出することなく分離回収して地中に貯留する。水素は港でマイナス253度にて液化し、船で日本へ運ぶ。液化水素は毒性がなく、悪臭もしない。なお、石炭由来の水素であっても、水素の製造から燃料電池車への充填までに発生するCO₂排出量は、国内再生エネルギー由来水素と同等の低排出で済むことがみずほ情報総研により評価されている。将来的には再生可能エネルギーコストも下がると見込まれており、再エネに軸足を置いたサプライチェーンに転換できると見込んでいる。

水素サプライチェーンの産業競争力向上には「技術」「知財」「ルール」の三位一体の取組が重要であるが、日本は「ルール」が圧倒的に弱い。運用や安全にかかわるルール形成の発言力を高めるためにも、一貫通貫での開発を行い、ルール形成にもしっかり参画できるよう足場固めをしている。

CO₂フリー水素チェーンのコンセプト

CO₂の排出を抑制しながらエネルギーを安定供給



(出典) 西村講師プレゼン資料より (2021.11.22)

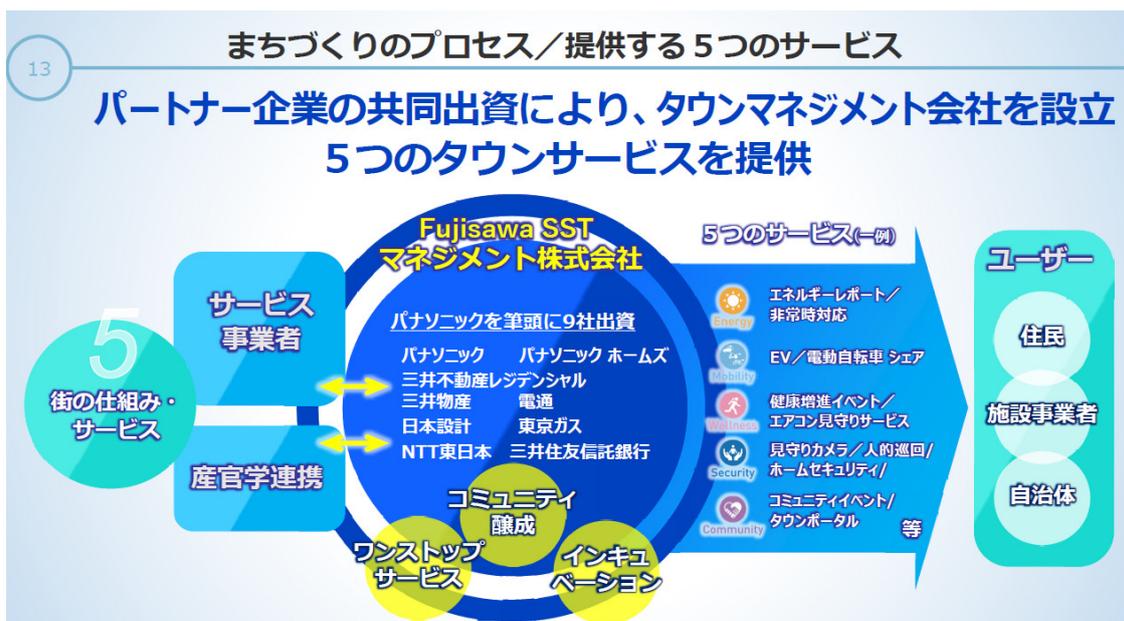
サステナブル・スマートタウン パートナー共創による新たな価値創造への挑戦
 パナソニック株式会社 ビジネスソリューション本部 CRE 事業推進部 部長 山本賢一郎氏

サステナブル・スマートタウン (SST) は Security、Mobility、Energy、Community、Wellness という5つの分野横断型サービスを展開し、産官学・住民参加による進化し続けるまちづくりを目指している。普通のまちづくりはインフラサービスから始まるが、SST はその逆で、そこに住まう住民のスマートライフをどのように実現するか、住民の生活をいかにサポートするか、という視点からまちづくりを設計している。これは、パナソニックが家電の DNA を持つ会社だからこそできる暮らし発想のまちづくりである。すでに Fujisawa SST (神奈川県藤沢市 2014年)、Tsunashima SST (神奈川県横浜市綱島 2018年)、Suita SST (大阪府吹田市 2022年) という3つの SST の街開きを行っている。

それぞれの SST には明確なコンセプトと全体目標を設定しており、Fujisawa SST の環境目標は「1990年比でCO2の70%削減、生活用水30%削減」、エネルギー目標は「再生可能エネルギー利用率30%以上」、安全・安心目標としては非常時に「ライフライン3日間確保」を掲げている。この

ようなまちづくりは1社では実現できないため、本事業に賛同いただいた多種多様な18団体の企業と連携し、協議会をつくっている。さらに特筆すべきことは、当社を筆頭にパートナー企業9社と共同でタウンマネジメント会社を設置し、地域に根ざしながら進化し続ける街を運営・先導している。

SST のコンセプトは自立共生型のエネルギーマネジメントタウンであり、すべての戸建てに太陽電池と蓄電池が装備されており、エネファームの導入率も Fujisawa SST では75%とほぼ標準実装されている。スマート HEMS の導入で、街全体のエネルギー情報を可視化・分析することもでき、各住宅にはエコライフレコメンドレポートを毎月届け、省エネ意識のさらなる向上を図っている。モビリティについても各住宅にはEV用の充電コンセントが標準採用されており、住民向けEVシェアカーも導入されている。Fujisawa SST では70以上の実証プロジェクトが稼働中で、住民の声も吸い上げながらパートナーと一緒に新たな価値創造に挑戦し続けている。



(出典) 山本講師プレゼン資料より (2021.12.23)

日立の環境戦略 持続可能な社会に向けた日立の貢献

株式会社日立製作所 執行役副社長 アリステア・ドーマー氏

日立は、2030年までに自社の事業所においてカーボンニュートラルを実現し、2050年までにバリューチェーン全体でカーボンニュートラルを達成するという野心的な目標を掲げており、今後10年間で840億円の予算を投じていく。すでに、日立のグローバルエネルギー事業は、日立のビジネスユニットとして初めて100%再エネ化を達成しており、現在、日本国内の4つの事業所がテストケースとして、カーボンニュートラル化を実施している。役員が正しい投資を行うよう、2021年4月より環境成果評価を役員報酬の一部にリンクさせる仕組みも導入している。なお、日立がカーボンニュートラルを達成する上でサプライチェーン全体での取り組みは極めて重要であり、取引額で7割に相当するサプライヤーがCO2削減への取り組みを理解し、削減計画を策定してもらっている。

エネルギー事業では、2020年にABBパワーグリッド社の買収によって、日立は電化への取り組みの最前線に立つこととなった。電力網拡大に伴いデータが急増するため、エネルギー×ITの組み合わせが重要となってくる。また、現在化石燃料をベースとするモビリティセクターの電化への転換は、

エネルギーセクターで必要とされる投資の4倍もの投資が必要になると考えており、日立の鉄道事業はこの取り組みの最前線にある。日立Astemoは2025年までにEV向けモーターとインバータ市場のリーダーとなり、E-Axle (EV駆動モーター)市場で競争優位を獲得することを目指している。

このほか、日立は、コンサルタントスキルの向上と、エネルギー管理システムの構築に取り組んでおり、今年4月から日立の2つの工場でエネルギー・アズ・ア・サービスを試験運用している。また、ブロックチェーンを活用し、再生可能エネルギーだけを使用しているかどうかを個別認証できるようなスマートメーターの開発にも取り組んでいる。

このように、日立はグリーンエネルギーとグリーンモビリティをIT能力と組み合わせ活用しGX (Green Transformation) をリードしていくことを目指している。この点に重点を置いて、今後3年にわたり新たなテクノロジーとイノベーションの実現に向けた研究開発に1兆円を超える投資を行う。我々は今大きな課題を抱えているが、同時に、我々の世代にとって最大の難問を解決できる大きなチャンスも与えられていると捉えている。

日立カーボンニュートラル2030

日立は2030年度までに事業所（ファクトリー・オフィス）においてカーボンニュートラルを実現

1) アクション

- エネルギー消費を最小限に抑えるベストプラクティスの展開
- 再生可能エネルギーの地域別一括購入によるコスト最小化
- カーボンプレジット購入必要量の最小化

2) 投資

- 10年間で840億円を投資し、アクションプランを実行
- 今後10年間でCO₂排出量を24%以上、電力消費量を22%以上削減(上場子会社を除く)

3) 外部認定



2018年9月 SBTの取得をコミット
2020年12月 バリューチェーン全体でSBT認定を取得

認定目標(2010年度から2020年度の削減目標):
・スコパ1,2の産室効率増大と総排出量100%削減
・スコパ3の温室効果ガス総排出量40%削減

4) カーボンニュートラル先行事業所

<p>日立ハイテックグループ 4事業所</p> <ul style="list-style-type: none">2020年度にカーボンニュートラルを実現すべての電気を非化石エネルギー由来に切替 	<p>中央研究所 「協創棟」</p> <ul style="list-style-type: none">2021年度にカーボンニュートラル実現予定非化石エネルギーを利用「協創棟」がカーボンニュートラルを実現予定 
---	---

5) インセンティブ

- 2021年4月から環境成果評価を役員報酬にリンクさせる仕組みを導入
- 2019年度に導入した「日立インターナルカーボンプライシング制度」を強化

(出典)ドーマー講師プレゼン資料より(2022.2.16)

栄養からカーボンニュートラルへ
株式会社ユーグレナ 代表取締役社長 出雲充氏

株式会社ユーグレナは、2014年に東証一部に上場した東京大学農学部の大学発ベンチャーである。

私は大学1年生の夏休みにバングラデシュに行き、ムハマド・ユヌス博士が設立したマイクロ・ファイナンスを行うグラミン銀行でインターンシップに参加した。貧困国の中でも少額融資と農民への指導により農家の経済状況が改善されていることを知り、自分も社会課題の解決につながる仕事をしようと考えた。

またバングラデシュでは人々が慢性的な栄養不足に陥っているのを目の当たりにした。日本に帰国し、この栄養問題を解決する素材を探していたところ、出会ったのが微細藻類ユーグレナ(和名:ミドリムシ)である。

微細藻類ユーグレナは、植物と動物の両方の性質を持ち、59種類の栄養素を含んでいる。この多くの栄養を含んだユーグレナをバングラデシュにもっていくため、培養の研究を繰り返し、2005年にこれまで不可能とされていたユーグレナの食用屋外大量培養に成功した。

またユーグレナには油脂を多く含む品種があることが分かり、バイオ燃料の研究開発にも着手した。そして2018年には日本初のバイオジェット・ディーゼル燃料製造実証プラントが竣工し、稼働を開始した。2020年から次世代バイオディーゼル燃料の車・バスへの供給が始まり、2021年にはバイオジェット燃料を使用した飛行機での初フライトが成功した。

現在では一部地域のガソリンスタンドでユーグレナ社の次世代バイオディーゼル燃料が一般向けに販売されている。

グリーン市場の規模は日本だけでも10兆円、そのうちジェット燃料の規模は1兆円と言われる。これだけの市場規模があれば、大企業、大学、ベンチャー企業にとっては大きなチャンスであり、是非、当社と一緒に取り組んで頂ける企業があれば願っている。

(2021.12.9)

講師講演録

【ホームページ <https://www.nikkeicho.or.jp/> に掲載、1(資料)、3、6、7、8、13 は非公開】

※所属・役職は講演当時

1. カーボン・ニュートラル時代に向けた
世界の「新たな社会・産業基盤構築」の動きにどう向き合うか？
東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT 技師長
株式会社東芝 デジタルイノベーションテクノロジーセンター センター長付
中村公弘 氏

- 2-1. ESG の世界的潮流と日本の状況
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 経営企画部 副部長
プリンシパル・サステナビリティ・ストラテジスト 吉高まり 氏

- 2-2. カーボンニュートラルを目指すドイツの再生可能エネルギー導入
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社
国際アドバイザー事業部 副部長 尾木蔵人 主査

3. 丸紅の再生可能エネルギーへの取り組みとその課題
丸紅株式会社 電力本部 副本部長 幾島渉 委員

4. 2050 年カーボンニュートラル実現に向けたレノバの取組
株式会社レノバ 代表取締役社長 CEO 木南陽介 氏

5. 2030 年 CO2 排出量ネットゼロに向けた取組み
ヒューリック株式会社 代表取締役会長 西浦三郎 委員

6. 国際水素サプライチェーン構築に向けた取組み
—Kawasaki Hydrogen Road の進捗—
川崎重工株式会社 水素戦略本部 副本部長 執行役員 西村元彦 氏

7. 僕はミドリムシで世界を救うことに決めました
株式会社ユウグレナ 代表取締役社長 出雲充 氏

8. サステイナブル・スマートタウン パートナー共創による新たな価値創造への挑戦
パナソニック株式会社 ビジネスソリューション本部
CRE 事業推進部 部長 山本賢一郎 氏
9. カーボンニュートラルと国際標準をめぐる論点
多摩大学 ルール形成戦略研究所 客員教授
一般社団法人企業間情報連携推進コンソーシアム 代表理事 市川芳明 委員
10. 「2050年カーボンニュートラル」への挑戦 ―日本の課題と電中研の取り組み―
一般財団法人電力中央研究所 特任役員 企画グループ 長野浩司 委員
11. 日立の環境戦略 持続可能な社会に向けた日立の貢献
株式会社日立製作所 執行役副社長 アリステア・ドーマー 氏
12. 再エネの限界と原子力活用に向けた諸課題とその解決法
東京工業大学 ゼロカーボンエネルギー研究所 特任教授
北海道大学名誉教授 奈良林直 氏
13. カーボンニュートラル実現に向けた国際戦略
経済産業省 資源エネルギー庁 国際課 海外エネルギーインフラ室長
星野昌志 氏

本資料は、信頼できうると考えられる情報・データに基づき作成しておりますが、当法人はその正確性・安全性を保証するものではありません。これらの情報を利用することで直接・間接的に生じた損失に対し、当法人および本情報提供者は一切の責任を負いません。

本資料に掲載された内容は、事前の通知を行うことなく更新、追加、変更、削除されることがありますが、それによって生じたいかなるトラブル・損失・損害に対しても責任を負うものではありません。

本資料を利用する際は出典を記載してください。編集・加工した情報を、当法人が作成したかのような態様で公表・利用しないでください。また本資料の全部または一部を無断で複製（コピー）することは著作権法上での例外を除き禁じられています。

[禁無断転載]

2022年11月9日発行

カーボンニュートラル実現に向けた「覚悟」を問う
～トランジションとグレートリセットによる
ビジネスチャンスの創出～

一般社団法人 日本経済調査協議会
専務理事 小田 寛一

〒106-0047
東京都港区南麻布 5-2-32
興和広尾ビル6階
電話 03-3442-9400
FAX 03-3442-9403
<https://www.nikkeicho.or.jp>

[非売品]

印刷／一般社団法人 日本経済調査協議会