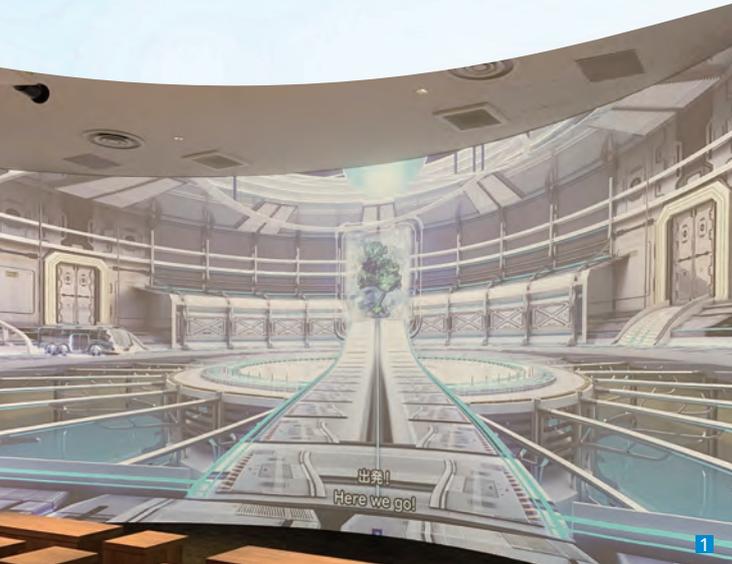


エコひょうご

Summer 2025

夏号

No.114



グリーントランスフォーメーション(GX)の 実現に向けて

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)主席研究員・東京科学大学 特任教授 秋元 圭吾 氏

未来を創るカーボンリサイクル技術:大阪・関西万博での挑戦

エア・ウォーター株式会社 谷川 実菜 氏

写真提供: 1,2 兵庫県万博推進局、3,4 個人、5 関西広域連合

理事長就任にあたってのご挨拶

このたび、理事長に就任いたしました菅です。

平素より、本協会の事業に多大なご支援、ご協力を賜り、厚くお礼申し上げます。

さて、本協会は、地球規模から地域レベルまでの幅広い環境問題の解決に向け、県民、NPO、事業者、行政の皆さまとともに総合的に取り組む団体です。「環境適合型社会」の実現を目指して、環境創造事業、循環型社会推進事業、環境調査・測定分析事業、太陽光発電事業、環境研究事業など様々な分野の事業を展開しています。

環境創造事業としては、家庭や中小事業者を対象に脱炭素化の支援や相談事業に取り組んでいます。また、民間事業者と共同し、初期投資なしに太陽光発電施設を設置するための電力契約（いわゆるPPA方式）を進めています。

環境学習では、高校生を対象とした「ひょうご高校生 環境・未来リーダー育成プロジェクト」や持続可能な地域づくりを担う人材育成として「脱炭素×SDGsオーガナイザープログラム」を実施しています。また、「ひょうご環境体験館」（播磨科学公園都市内）の運営等を通じた学習機会の提供を進めています。

循環型社会推進事業としては、近畿唯一の取組として、セメント製造事業者と共同し、焼却灰やばいじんをセメント原料にする事業を実施しています。また、廃棄物の最終処分として、大阪湾フェニックス事業の搬入基地を運営し、広域的・効率的な処分に寄与しています。

環境調査・測定分析事業としては、土壌汚染やアスベスト、PM2.5など測定分析技術の高度化を図るとともに、自然環境の保全・再生に向けた調査・解析等の環境調査事業を実施しています。また、環境DNA分析など先進的な分析事業も展開しています。

太陽光発電事業としては、管理型最終処分場に、エコひょうご尼崎発電所（尼崎沖フェニックス用地）を建設し、その売電収益を環境保全事業の財源に活用しています。

環境研究事業としては、「豊かな海の創造に向けた栄養塩管理」、「PM2.5等の大気汚染対策」、PFASをはじめとする「有害化学物質対策」などの環境研究を展開しています。

本協会は、公益法人としての使命と役割をしっかりと自覚して、環境創造と環境保全のための取組を積極的に進めてまいりますので、引き続きのご支援、ご協力をよろしく申し上げます。

公益財団法人ひょうご環境創造協会 理事長 菅 範昭



寄稿

グリーン トランスフォーメーション (GX)の実現に向けて

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

主席研究員・東京科学大学 特任教授 秋元 圭吾 (あきもと けいご)

横浜国立大学 大学院工学研究科 博士課程後期修了、博士(工学)。1999年4月 地球環境産業技術研究機構 入所、2012年より同 システム研究グループグループリーダー・主席研究員(現職)。2010~15年 東京大学 総合文化研究科 客員教授、2022年~東京科学大学 総合研究院 特任教授(兼務)。総合資源エネルギー調査会、産業構造審議会、調達価格算定委員会等、多くの政府審議会委員を務めている。



はじめに

2015年に開催された国連気候変動枠組条約の第21回締約国会議(COP21)において「パリ協定」が合意され、2016年11月に発効しました。パリ協定では、全球平均気温上昇を産業革命以前比で2℃を十分に下回るようにし、1.5℃未満も追求するとしています。日本政府は、2020年10月に「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と宣言しました。2050年カーボンニュートラル(CN)は、2100年に1.5℃未満の気温上昇の実現と整合的な目標とされ、世界でも多くの国が2050年頃までのCNを目指すとしています。

他方、2022年になると、世界的に天然ガスの掘削など化石燃料供給に対する投資の急速な減少が見られてきた中、ロシア・ウクライナ情勢が加わって、化石燃料価格が高騰しました。また、2022年3月22日には、この時期としては異例の寒さとなり電力需要が増大する一方、天気が悪く太陽光発電が発電できず、風況も良くなく風力発電も低位となって、関東・東北地域で電力需給逼迫となりました。節電の強い呼びかけでぎりぎりのところで回避できましたが、大停電寸前となりました。このように、改めてエネルギー安全保障・安定供給の重要性を再認識することとなり、2023年2月に「GX(グリーントランスフォーメーション)実現に向けた基本方針」が策定されました。GXとは、化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をグリーンエネルギー中心の社会へと転換するというものです。そして、これを通して、脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の3つを同時に実現するという方針です。

この後、GX実現のための方向性と課題を解説したいと思いますが、まず課題意識として知っておいて頂きたいことがあります。日本を含め先進国では温室効果ガス

(GHG)排出量は低減してきています。しかし世界全体では排出量の増加は続いています。主要な原因は、鉄鋼や化学など、製造工程でエネルギーを多く使用する産業(エネルギー多消費産業)が先進国から途上国へと移転し、途上国の排出量が增大しているためです。先進国で化石燃料消費量は減っても、途上国で化石燃料を使って製品製造を行い、その製品を先進国が購入する構造になってきています。CO₂は世界のどこで排出しても同じように世界の気温上昇につながります。世界全体で排出削減ができれば気候変動を抑制できません。したがって、日本で、脱炭素化を進めながらも、エネルギー価格は少なくとも海外に比べて遜色のない低廉な価格を維持し、製造業の国際競争力を確保する必要があります。ロシア・ウクライナ紛争、イスラエル情勢、米国トランプ政権など、分断されてきている世界において、世界協調が必要な気候変動対策は一層難しくなっています。このような中、深刻さを増してきている気候変動問題に対して、できる限り有効な対策をとっていく必要があります。

カーボンニュートラル実現に向けた対策

図1は、CNの実現をどのようなエネルギーで実現する必要があるのかを示しています。CNはエネルギーの脱炭素化が不可欠ですが、そのすべてのエネルギーにおいて、技術的、社会的、経済的な制約があります。とりわけ、日本はすべてのエネルギーにおいて、世界の多くの国と比べて比較的大きなハンディキャップがあります。ハンディキャップを良く理解することが、他国とできる限り遜色のないエネルギー価格を実現していくためにも、また、それぞれのハンディキャップをいかに小さくしていけるかを考えるためにも重要です。

低エネルギー需要社会

エネルギー安全保障・安定供給を目指しながら、エネルギーコスト全体を抑制の視点も踏まえると、省エネルギー(省エネ)はCN実現においても重要です。様々な機器、設備の省エネを一層進めることは重要です。エネルギー利用の見える化はその第一歩であり、なるべく多くの方に取り組んで頂きたいです。見える化することで、どこに排出削減余地があるかを理解できます。これに加えて、シェアリング経済、サーキュラー経済の実現をもたらすような、デジタルトランスフォーメーション(DX)による社会変化も重要になります。政府は科学技術・イノベーション基本計画において、Society 5.0の実現を目指すとしています。それは、「持続可能性と強靭性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」とされています。超スマート社会の実現を目指すものでもあり、それは、デジタルの力を活用しながら、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられる」社会です。あわせて、エシカル消費のように消費者の選好の変化も重要です。Society 5.0の実現は、GX実現の肝となるでしょう。

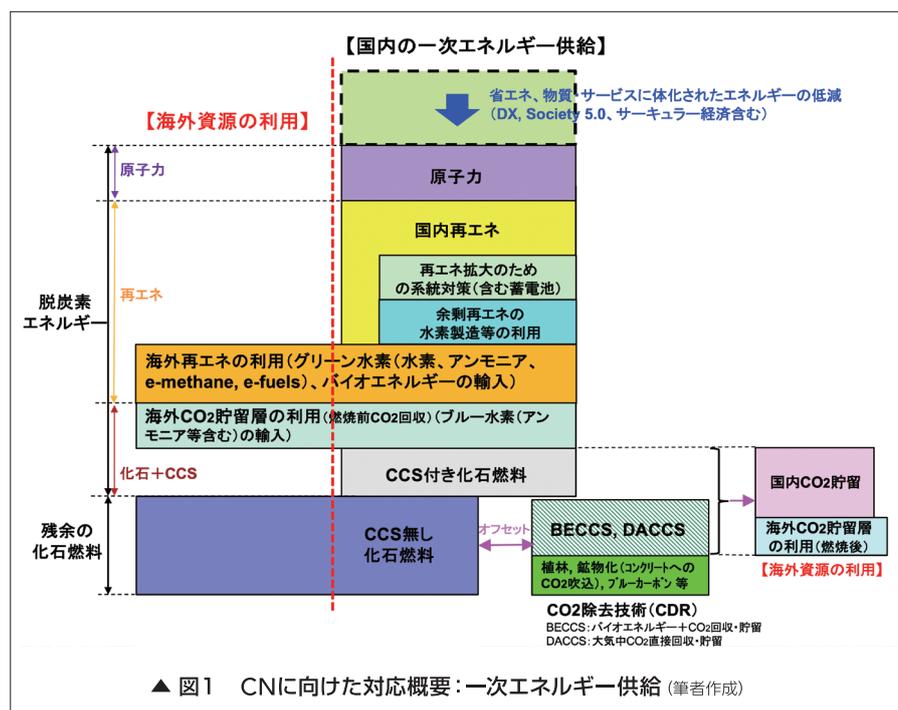
エネルギーのカーボンニュートラル化

その上で、一次エネルギーとしては、原則、再生可能エネルギー(再エネ)、原子力、もしくは、化石燃料を利用す

る場合は、燃焼して発生したCO₂を大気に放出する前に回収し貯留する(CCSと言います)や大気に放出された後に大気から回収し貯留する(CDR)が必要となります。そして、最終エネルギーとしては、電化を進めることが重要なCN対策となります。ヒートポンプ給湯器や電気自動車など、電化を促進することは重要です。しかし、実際には単純ではなく、電化に不向きな高温の需要用途も多く存在すること等により、エネルギー種を適切に組み合わせることが重要となります。

太陽光や風力発電の変動性の再エネは、大量に導入すると時間帯によっては余剰になることが多いため、蓄電池等への貯蔵とともに、水素エネルギーへの転換も重要な対策となります。ただ、国内の太陽光、風力発電は、一般的に、海外に比べてコストや量の制約が大きいいため、外の再エネやCCS付きの化石燃料を水素に転換した上で活用することも考えられます(前者はグリーン水素、後者はブルー水素と呼ばれます)。更に、利便性を高めるため、窒素や回収したCO₂の炭素を水素に付加して、アンモニアや合成メタン(e-メタン)・合成液体燃料(e-fuels)にして利用することも重要です。e-メタンやe-fuelsは、水素の直接的な利用に比べて、CO₂を回収し合成するプロセスが追加的に必要となりますが、変わりに水素よりも安価に運ぶことができます。また、既存のガス・石油インフラ、そして既存のガス機器や内燃機関自動車等を利用しながら、CNを実現できるという長所もあります。いずれにしても、水素や水素系エネルギーは、電力同様、二次エネルギーとして様々な一次エネルギーから製造でき、また多くの利用先があり、そして実質ゼロ排出を実現できるので重要な対策です。

再エネは、世界的には発電コストが急速に低減し、化石燃料発電と比べてもコスト競争力のある電源となっており、導入量が急増してきています。我が国においても、2012年の再エネ固定価格買取(FIT)制度の導入以降、大幅に増加しました。CN、GXの実現に向けて更なる再エネの拡大が求められます。ただ、再エネは国民負担によって増大してきたもので、現在、電気料金に4円/kWh程度も上乗せされています。過度な再エネ導入は、家計の圧迫のみならず、産業の国際競争力低下、ひいては所得の減少につながります。また、日本は平地が少ないため、平地面積当たりの太陽光の導入容量は主要国の中では世界一の水準です。再エネは希薄な



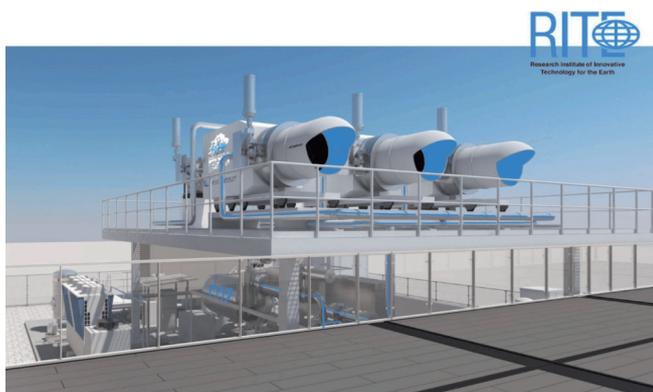
▲ 図1 CNに向けた対応概要：一次エネルギー供給 (筆者作成)

エネルギーを活用するため、どうしても大きな土地面積が必要となります。地域との共生を図った設置が重要になってきています。また太陽光、風力発電のための新たな送電線の建設も必要ですし、天気にも左右されるため、大量に導入されると、バックアップの電源が必要となります。そのため、バランスのとれたエネルギー構成を図ることが求められます。

よって、原子力の活用も重要です。東日本大震災・福島原子力発電所事故以降のエネルギー基本計画では「原子力依存度を可能な限り低減する」と記載されていました。しかし、2025年2月に閣議決定された第7次エネルギー基本計画では、「再エネ、原子力などエネルギー安全保障に寄与し、脱炭素効果の高い電源を最大限活用することにより、エネルギー自給率を向上させる」と大きな変更がなされました。福島で取り返しのつかない大事故を起こした原子力については、国民に多様な意見が残っていますが、GX推進において不可欠との判断の下で方針転換となったものです。

CCSも有望な対策オプションです。CCSは、発電所や製鉄所などから排出されるCO₂を回収して、地中深く(1,000~2,000m程度)に貯留することでCNにします。CNの実現のためにはCCSも必須と見られます。ただ日本の場合、海外に比べ、CO₂貯留に適した地層が少なめです。

分散的な排出源など、水素系エネルギーの利用も技術的、コスト的に難しい部門も存在します。そのため、一度大気に放出されたCO₂を回収・固定する対策としてCDRがあります。CDRには植林やコンクリートへのCO₂固定などがあり、これらは相対的には安価な費用で実現できる可能性があります。しかし大量に排出しているCO₂を除去するためには、コストは高くなりますが、大気中CO₂直接回収貯留(DACCS)などの活用も必要です(図2は大阪関西万博の未来社会ショーケースにおけるDAC設備「RITE未来の森」)。



▲図2 大阪関西万博の未来社会ショーケースにおける RITEによるDAC設備 (出典:RITE)

定量的なシナリオ例

万能な技術は存在しないため、様々なエネルギー・対策技術を組み合わせ、できる限り費用効率的にCNを実現していくことが重要です。

第7次エネルギー基本計画では、2040年のエネルギー需給見通しが示されました。そこでは、筆者らRITEのシナリオ分析結果が主に採用されています。それを簡単に紹介します。ここで示すシナリオは、世界全体では1.5℃目標を達成しつつ、日本は、既往の2030年の排出削減目標である▲46%(2013年比)、そして2050年CNへの線形削減となる2040年▲73%(2025年2月に国連に日本の排出削減目標として2035年▲60%とともに提出)を実現するエネルギー対策シナリオです。その上で、主に技術進展の展望の違い、社会・地域共生制約の強度の違いによって、1)成長実現、2)再エネ、3)水素系燃料、4)CCS、5)低成長シナリオを想定しました。「成長実現シナリオ」では、様々な排出削減技術の広範かつ急速な技術進展、技術普及を想定しています。「再エネシナリオ」では再エネの進展を、「水素系燃料シナリオ」では水素や合成メタン等の進展を、「CCSシナリオ」ではCO₂貯留の障壁が小さいことを想定しています。「低成長シナリオ」は、いずれの技術も保守的で漸進的技術進展を想定しています。これに加えて、技術進展が停滞するリスクを考え、経済とのバランスを踏まえ、排出量の上振れを許すケースとして、6)排出上振れシナリオを想定しました。シナリオ分析は、世界との相対的なエネルギー価格の影響なども評価できるような世界全体を対象にしたエネルギー量と価格の需給均衡を算定できるモデルを用いています。

発電電力量を図3に、最終エネルギー消費量を図4に示しています。「成長実現シナリオ」では、原子力、CCS、水素系エネルギーの広範な活用によって、またCNに資する技術・製品の海外市場の獲得も伴って「経済と環境の好循環」を達成できると見られます。このとき、国内電力需要も大きく伸びる可能性が高いと推計されます。他方で、技術進展・普及があまり進まないリスクが発現した場合(「低成長シナリオ」)、日本のエネルギー価格は、絶対的な水準のみならず、海外との相対的な価格も高くなることで、電力需要も伸びず、GDP成長率も低く、とりわけ、鉄鋼、化学、自動車等の産業の生産量は大きく落ち込む可能性もあります。

重要なことは、様々なエネルギー・排出削減対策を組み合わせ、CNを目指すべき点です。グラフでも様々な技術の組み合わせが見られます。一方、技術革新が意図したように実現しない恐れもあり、その場合でも、エネルギーの安定供給は実現する必要があります。技術革新停滞の

リスクに備えた「排出上振れシナリオ」ではCN実現の時期は2050年よりも少し後ろ倒しになります。

日本政府のGX政策動向

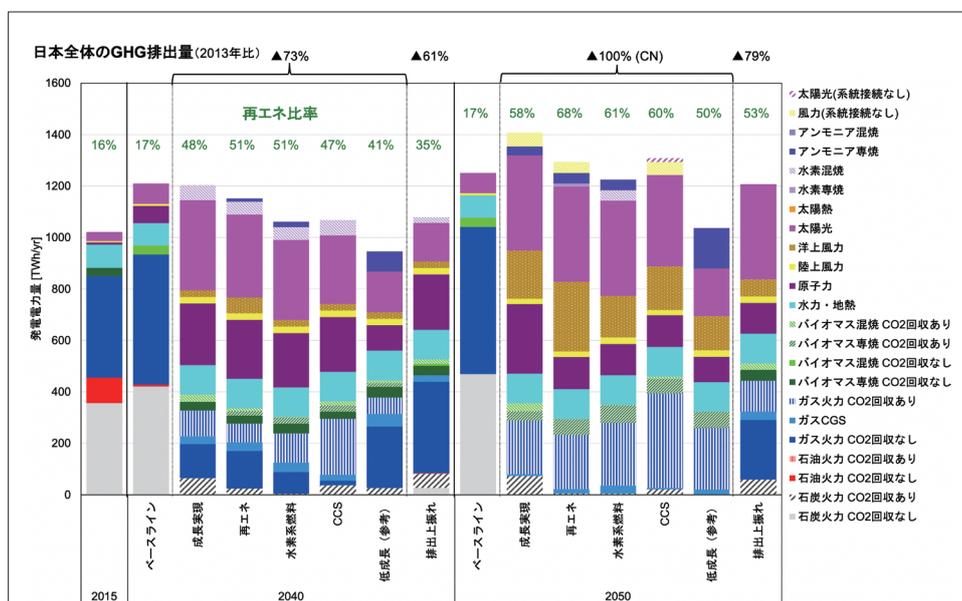
日本政府は、「GX実現に向けた基本方針」に基づいて、2023年5月に「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律(GX推進法)」を成立させました。GX推進法では、①GX推進戦略の策定・実行、②GX経済移行債の発行、③成長志向型カーボンプライシングの導入等が規定されました。20兆円規模のGX経済移行債を発行し、それを呼び水として、官民合わせて150兆円規模のGX投資を促していく方針となっています。

そして、2024年5月には「脱炭素成長型経済構造への

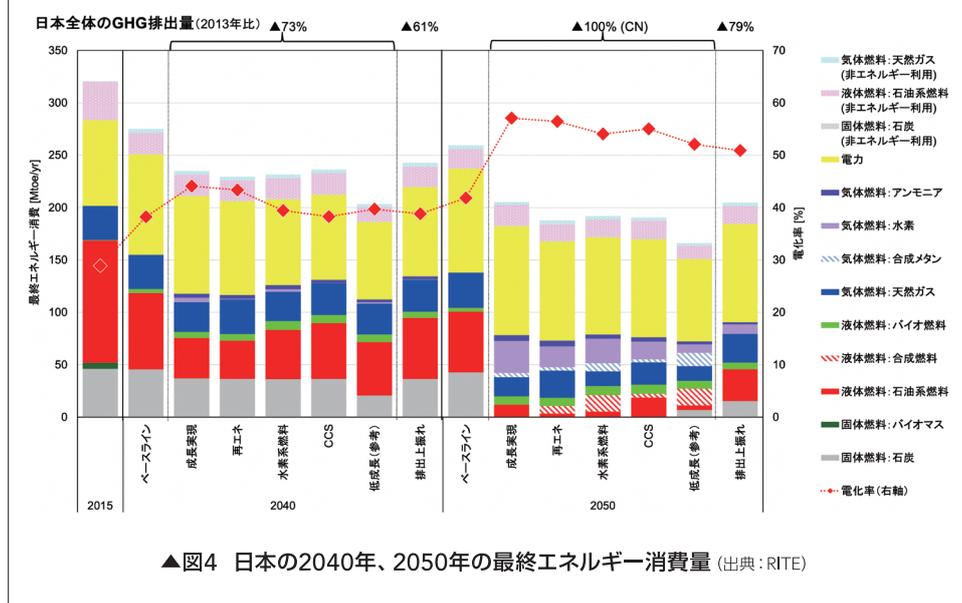
円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律(水素社会推進法)及び「二酸化炭素の貯留事業に関する法律(CCS事業法)」も成立しました。水素社会推進法では、GXを進めるためのカギとなるエネルギー・原材料として、安全性を確保しながら、低炭素水素等の活用を促進することが不可欠とした上で、国が前面に立って、低炭素水素等の供給・利用を早期に促進するため、基本方針の策定、需給両面の計画認定制度の創設、計画認定を受けた事業者に対する支援措置や規制の特例措置を講じるとされました。計画認定を受けた事業者は、化石燃料と水素等のエネルギーとの価格差の補填や、水素等の拠点整備等について政府からの助成金を受けられることになっています。

おわりに

2025年2月には、エネルギーの展望・方針を記した第7次エネルギー基本計画、GHG排出削減目標や取り組み方針を記した地球温暖化対策計画の改定、そして、GX実現の産業等における対応の方向性を示したGX2040ビジョンを閣議決定しました。化石エネルギー中心の産業構造・社会構造から、クリーンエネルギー中心の社会への転換が図られてきています。より良い社会を残すために、気候変動対策を強化していく必要があります。他方で、日本だけが突出した対策をとっても、産業の海外移転を生み、日本における将来の雇用の消失になりかねないばかりか、世界排出量の低減にはつながりません。CN実現の方向性はしっかり堅持しつつ、他方で複雑化する国際情勢にも柔軟に対応しながら、柔軟性も持ちながら、脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の3つを同時に実現するGX政策が進展してきているところです。多くの国民、企業、自治体等が、大きな対策の方向性を共有しつつ、連携を強化してGXを実現していくことが重要と考えています。



▲図3 日本の2040年、2050年の発電電力量の展望 (出典:RITE)



▲図4 日本の2040年、2050年の最終エネルギー消費量 (出典:RITE)

特集

未来を創る カーボンリサイクル技術 ：大阪・関西万博での挑戦

エア・ウォーター株式会社 谷川 実菜

エア・ウォーターとは

エア・ウォーター株式会社は、「地球の恵みを、社会の望みに。」というパーパスのもと、国内外の拠点やグループ会社が一丸となって社会課題の解決に取り組んでいます。ものづくりの現場で活躍する産業ガス、人々の生命を支える医療、暮らしに関わるエネルギーや農業・食品など、幅広いビジネス領域を通じて、豊かな社会を実現していきます。近年は、デジタル・半導体関連産業向けの事業の拡大や、祖業の産業ガス事業で得たノウハウを活かして市場成長が著しいインド、世界最大の産業ガス市場でありイノベーションが盛んな北米をはじめとした海外展開にも注力しています。

当社は2030年度に向けた長期ビジョン「terrAWell 30」において、「地球環境」と「ウェルネス」という2つの成長軸を定め、社会課題解決を通じた新たな企業価値の創造を目標に掲げています。その中で、重要な柱のひとつとして位置づけているのが、カーボンニュートラルです。

カーボンニュートラルに向けた取り組み

2015年のパリ協定採択を契機に、2050年に温室効果ガスの排出量を実質ゼロに抑えるカーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組みが世界的に進められています。日本政府は2020年にカーボンニュートラル宣言を発表し、目標達成に向けた施策を積極的に推進しています。

当社では、自社工場での温室効果ガスの排出削減のため、再生可能エネルギーの利用促進を行うと同時に、当社の製品や事業を通じて社会の温室効果ガス削減に貢献する取り組みも進めています。産業ガス事業で培った、ガス分離・精製・液化・貯蔵などのガス制御技術を用いて、

牛ふん由来のカーボンニュートラル燃料であるバイオメタンの製造、排ガスに含まれるCO₂を回収・利活用する「ReCO₂ STATION」※1、雪国でも高い発電効率を実現する垂直ソーラー発電システム「VERPA」など、様々なカーボンニュートラル貢献商材を取り揃えています。

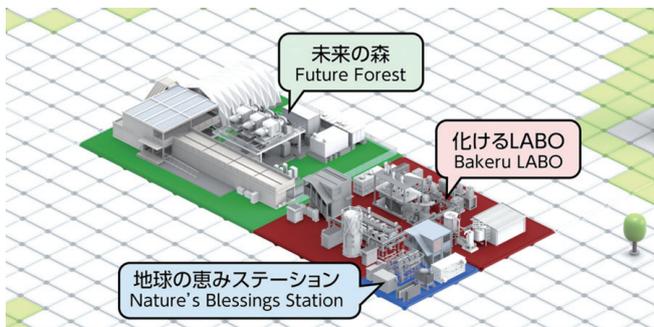
また、「バイオマスガス化発電」「メタン発酵発電」「スマート陸上養殖プラント」「スマート農業ハウス」の4施設で構成された地球の恵みファーム・松本では、地域の未利用材を活用して発電を行うとともに、発電時に発生するCO₂を陸上養殖や農業で利用し、養殖魚や植物の成長を促進します。さらに、養殖排水は農業で利用、養殖・農業の廃棄物は発電原料に使用するなど、それぞれの排出物を施設内で循環させています。資源とエネルギーの循環モデルを実現するとともに、養殖魚、農作物、電気、炭酸ガス、肥料などを地域に還元することで地産地消も図っています。

※1：小型CO₂回収・ドライアイス製造装置「ReCO₂ STATION」の開発および木質バイオマス発電の燃焼排ガスを活用したドライアイスの事業実証について | 事業製品ニュース | 事業紹介 | エア・ウォーター株式会社

グリーン万博

近年、様々な脱炭素・資源循環の取り組みが進められており、そのひとつがカーボンリサイクルです。カーボンリサイクルとは、CO₂を回収し資源として有効活用する技術であり、カーボンニュートラル社会の実現に重要な横断的分野です。2025年4月13日から10月13日の期間で開催される大阪・関西万博では、未来社会ショーケース事業「グリーン万博」において、先進的なカーボンリサイクル技術を集めて万博会場内のCO₂を回収・利活用する「カーボンリサイクルファクトリー」を展示します。CO₂と聞くと、地球温暖化の原因物質というネガティブイメー

ジを抱く方も多いと思いますが、見方を変えれば、植物の光合成に不可欠な物質であることに加え、炭酸飲料、ドライアイス、溶接などにも使われる資源でもあります。大阪・関西万博での展示を通してCO₂を地球の恵みとして活用していく未来の循環モデルを実現していきます。具体的には、空気から直接CO₂を回収するDAC (Direct Air Capture) や、燃焼施設の排気ガスからCO₂を回収するCO₂回収装置を設置し、CO₂の回収を実施します。回収したCO₂はメタネーション※2実証施設に送られ、合成メタン(e-メタン※3)の原料となります。メタネーション実証施設では、このほかにも会場内で発生する食品残渣から発生するバイオガスに含まれるCO₂も原料としてメタネーションを実施、カーボンニュートラルなガスとして迎賓館の厨房や熱供給施設で燃料として使用します。

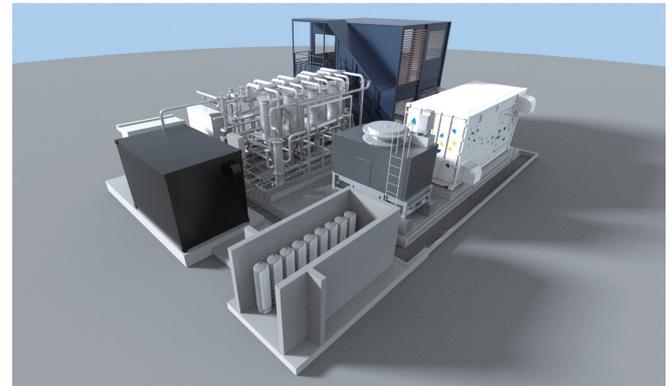


▲図1：カーボンリサイクルファクトリー イメージ図

(未来の森：公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) 実証エリア※4)
 (化けるLABO：大阪ガス株式会社実証エリア※5)
 (地球の恵みステーション：エア・ウォーター株式会社実証エリア※6)

当社は、カーボンリサイクルファクトリーにおいて、排気ガスからCO₂を効率的に回収する装置を設置します。このCO₂回収装置は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) のグリーンイノベーション基金事業として研究開発を進めている革新的CO₂分離回収技術を用いています※7。戸田工業株式会社、埼玉大学と共同開発した酸化鉄系材料「ナトリウムフェライト (NaFeO₂)」を基本組成とするNa-Fe系酸化物をCO₂吸収材として使用しています。本CO₂吸収材は常温状態でCO₂を選択的に吸収し、約100℃でCO₂を脱離します。吸収・脱離を繰り返しても特性の劣化が少なく長期間の連続使用が可能であることや、除湿などの前処理が不要となることなどが特徴です。また、これまでのCO₂回収プロセスでは活用されていなかった排ガスの熱をCO₂脱離に利用することでエネルギーを大幅に削減しています。

回収したCO₂はCO₂液化装置で液化した後、高純度CO₂ガスとドライアイスを製造します。高純度CO₂ガスはメタネーション実証施設で、ドライアイスは万博会場の冷却用途で再利用されます。



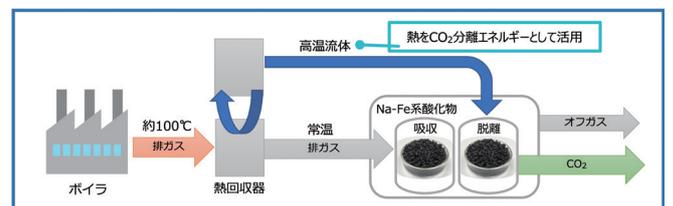
▲図2：地球の恵みステーション イメージ図



▲図3：新規CO₂吸収材「Na-Fe系酸化物」



▲図4：CO₂回収・利活用フロー



▲図5：Na-Fe系酸化物を用いた排熱利用型 除湿レスプロセス

- ※2：CO₂と水素からメタンを合成する技術
- ※3：CO₂と再生可能エネルギー由来の水素を原料として製造される合成メタン
- ※4：NEDO委託事業「大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発」のもと実施
- ※5：環境省委託事業「既存のインフラを活用した水素供給低コスト化に向けたモデル構築実証事業」のもと実施
- ※6：NEDO委託事業「Na-Fe系酸化物による革新的CO₂分離回収技術の開発」のもと実施
- ※7：「Na-Fe系酸化物による革新的CO₂分離回収技術の開発」がNEDOグリーンイノベーション基金事業に採択 | 事業製品ニュース | 事業紹介 | エア・ウォーター株式会社

カーボンリサイクルの社会実装に向けて

カーボンリサイクルは、鉄・セメント・化学・石油精製といった電化や水素などの非化石転換を用いてもCO₂排出ゼロを達成することが難しい分野で必要とされています。日本政府の試算によれば、2050年には国内で利用されるカーボンリサイクル製品の量が最大約1億～2億トンに達すると見込まれています。この目標を達成するために、日本政府は技術開発や実証を進め、早期の技術確立、低コスト化、普及を目指しています。カーボンリサイクルの拡大を図るには、CO₂排出者とCO₂利用者の連携が不可欠なため、産業界の協力が重要です。また、CO₂の需給バランスなどサプライチェーン全体を調整するCO₂マネジメント事業者の必要性も議論されています。当社は産業ガスメーカーとして、CO₂に関する豊富なノウハウと広範な販売網を保有しています。この強みを活かし、カーボンリサイクル技術の研究開発に加え、CO₂回収・利活用のマネジメントを行うことでカーボンリサイクルの社会実装に貢献していきます。

グリーン産業ガス

大阪・関西万博でのCO₂回収・利活用実証に加えて、当社が2025年から新たに実施する取り組みが、製造時のCO₂排出量を実質ゼロにする「グリーン産業ガス」の商品化です。この取り組みは、産業ガス業界では初めての試みで(当社調べ)、液化酸素・液化窒素・液化アルゴンを対象としています。産業ガスのグリーンメニュー拡充の背景には、お客様からのCO₂削減製品への関心が高まっていることがあります。産業ガスの製造には、原料空気の圧縮や冷却などのプロセスで大量の電力を使用します。そのため、産業ガス製品のグリーン化には、購入電力のグリーン化が求められますが、再生可能エネルギー由来電力や非化石証書の購入など、手段が限られていることが課題でした。

そこで注目したのが、当社が保有するバイオマス発電事業です。バイオマス発電から創出される環境価値を産業ガス製造時に発生する電力由来のCO₂に対してマスバランス方式でオフセットします。マスバランス方式とは、特性の異なる原料が混合される場合に、ある特性を

持つ原料の投入量に応じて生産する製品の一部にその特性を割り当てる手法です。例えば、5トングリーン原料、10トン化石燃料由来の原料で15トンの製品を製造するとします。するとグリーン原料と化石燃料由来の原料が混合している製品ができ、グリーン原料の配合率は33%になります。ここでマスバランス方式を用いると15トンのうちの5トンは100%グリーン原料由来の製品、10トンは100%化石燃料由来の製品として扱います。グリーン産業ガスにおいても、すぐに全てのガスをバイオマス由来で製造することはできませんが、マスバランス方式を用いることで段階的にグリーン化を進めていくことができます。この方式を活用したグリーン産業ガスを使用いただくことで、お客様のCO₂排出量削減に貢献することを目指します。

マスバランス方式の活用において、透明性の確保が必要不可欠です。当社はグリーン産業ガスの製造・販売を推進するだけでなく、公正に運用するためのルール策定や、第三者機関による検証を進めています。

多様な事業を持つ当社のリソースを最大限に活用し、自社の環境対策だけでなく、お客様のCO₂排出削減ニーズにも応える製品やソリューションを創出することで、グリーン製品市場の形成、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していきます。

エア・ウォーターが目指す未来

大阪・関西万博での展示やグリーン産業ガスの導入のほかにも当社はカーボンニュートラル社会の実現に向けてさまざまな事業に取り組んでいます。先進技術の社会実装には、コスト低減や高効率化が鍵であるため、より省エネかつ効率的な技術やプロセスの開発を進めています。また、カーボンニュートラルが根付く社会づくりも同時に進めていく必要があります。そのためには、カーボンニュートラル貢献商材を付加価値として評価する市場形成に向けた事業モデルを提示することが重要になります。

エア・ウォーターグループはカーボンニュートラル社会の実現に向けた技術開発と機運醸成の両面で取り組みを進め、社会課題の解決に貢献していくことで、社会になくてはならない存在を目指します。

地域の環境活動

美しい松林に水族館、ホテル エリアの魅力を高めて未来へ

須磨海浜公園



▶新しく生まれ変わった
須磨海浜公園

◆環境を重視した一体的な再整備

開園から30年以上が経過した神戸市立須磨海浜水族園の建て替えをきっかけに大規模な再整備が行われた須磨海浜公園。公園の一部と商業施設「松の杜ヴィレッジ」が2023年9月にオープンし、2024年6月に新しい水族館「神戸須磨シーワールド」と「神戸須磨シーワールドホテル」が開業し、全面オープンとなりました。長く市民の憩いの場として親しまれてきた場所とあって、再整備後はさらに多くの人々が訪れるレジャースポットとしてにぎわっています。

エリア一体の再整備を担ったのは、7社からなる神戸須磨Park+Resorts共同事業体。民間企業のノウハウを生かすPark-PFI制度が活用されました。同事業体の代表企業で、現在は神戸市から指定管理を受ける須磨海浜公園パークマネジメント組織の代表企業でもある株式会社サンケイビルの渡邊薫子さんは「計画時からの大きなテーマとして、地域の方が訪れる公園と観光地をつなぎ合わせた場を作ろうということがありました」と振り返ります。そして今、地域の方が楽しめるのはもちろん、全国、さらには海外から訪れた人も楽しめる新しい“神戸須磨”の魅力を発信しています。

計画当初から環境を大きなテーマに掲げてきたのも、今回の再整備の大きな特徴です。全面オープンに先立つ2024年4月には、建築物の環境性能で評価し格付けする「CASBEE」(建築環境総合性能評価システム)のまちづくり版で街区全体の環境性能を格付けする「CASBEE街区」認証の新基準Sランクを国内で初取得。このほか「建築物エネルギー消費性能向上計画認定」、「BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)」、「サステナブル省CO₂先導事業」、「省



▲CASBEE街区認証を取得

エネ街区形成事業」、「災害時の強靱性向上支援事業」と計6つの第三者認証と補助金制度を取得し、環境面への配慮に力を注いでいます。

◆「熱」「水」「防災」が新たなキーワードに

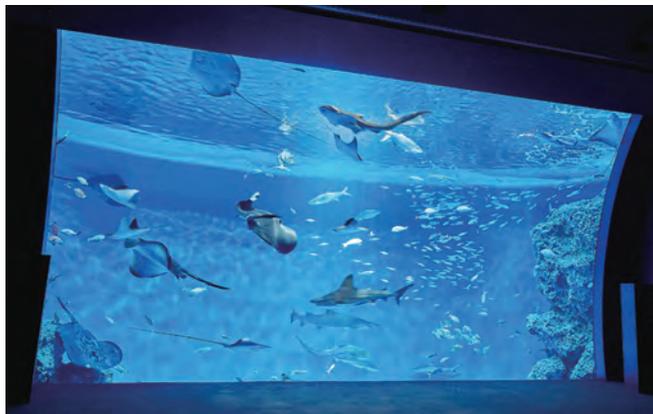
阪神・淡路大震災の教訓を生かすため、災害時への備えにも万全の態勢を整えています。公園全体で「熱」「水」「防災」をキーワードにした取り組みを実施。水族館では震災時にライフラインが途絶したことによって海水を汲み上げるポンプが作動せず、水槽への取水ができなかった経験から、水と電力と熱の自立を重視しました。水槽に海水を送る取水管を自然の潮位で取水できる沖合自然導入方式に変更。ライフラインがストップしても取水できる仕組みを実現しています。

防災の視点では、公園エリアにもマンホールトイレやかまどベンチといった新しい試みを取り入れています。マンホールトイレは災害時に簡易トイレとして使える設備で、かまどベンチはベンチ上部のふたを開ければかまどとして使えます。大鍋で調理ができるかまどベンチは、イベント時に実際に体験してもらおう機会を提供しています。



▲公園に設置されたかまどベンチ

そのほか、水族館内では排水を水槽の温度調節や建物の空調に活用してエネルギー消費量を削減したり、パフォーマンススタジアムの座席下の配管に海水を流して暑熱対策を行ったりといった環境対策にも取り組んでいます。



▲水族館の水槽にも新技術を採用

◆地域とつながって多彩な活動

エリアに関わる取り組みを地域と一緒に進めているのも須磨海浜公園の特徴です。公園の清掃活動を地域の人や団体で行っているほか、「須磨松林クラブイベント」と題した催しでも交流を深めています。イベントは定期的に開催し、公園の象徴でもある松について樹木医のレクチャーを受けたり、松葉の掃除をしたり、集めた松葉を着火剤にして焼き芋作りを楽しんだりしてきました。主催する須磨海浜公園パークマネジメント組織の渡邊さんは「数年後には地域の皆さんで公園を保全していく地域主体の活動になればと考えています」と話します。公園や海岸でもともと清掃活動などを行っていた地域団体とは連携の輪を少しずつ広げ、商業施設のスタッフが一緒にクリーンアップを行うなど関係の強化が進んでいます。

「地域の団体とともにエリアの活性化を考えていく場



▲地域の人とともに活動する須磨松林クラブイベント

を設け、開業前から行われてきた活動や団体といかに協業していくか、定期的に会合を開きながら検討しているところ」と、水族館とホテルを運営する株式会社グランビスタ ホテル&リゾートの月村広之さんは話します。今後、活動を本格化していく予定です。

◆みんなでサステナブルな未来を

全面開業から間もなく1年。水族館やホテルには多くの人が詰めかけ、公園を訪れた人たちは美しい景観を楽しみながらのんびり過ごしています。整備のために伐採した松は再利用され、パークコンシェルジュ棟に設けられた歴史ギャラリーの床材やホテルの家具に取り入れられました。公園にはIoT技術を活用したスマートごみ箱が登場。ソーラー発電で作動し、ごみを5分の1に圧縮できるスマートごみ箱は、放置されるごみの量を減らしています。

ホテルの宿泊者入口には神戸市立須磨海浜水族園の廃材やビーチクリーンで集めたごみを材料にした魚のオブジェが輝いています。水族館では生物保全の重要性や調査研究の成果の発表など、教育・学習イベントの開催にも力を入れていく予定です。フォトスポットになっている「BE KOBE」のモニュメントには、長らく親しまれてきた神戸市立須磨海浜水族園の水槽の亚克力が使われました。環境、そして多くの人の記憶を継承するという工夫がいたるところに散りばめられているのもこの公園の特徴です。

真新しい海辺のエリアで始まっているサステナブルな取り組みの数々。須磨海浜公園という世界に誇れる美しい自然や景観、環境を守り育てるために、須磨海浜公園パークマネジメント組織では今後も地域の人々とともに広げていく活動をさまざまに計画しています。



▲ホテルには廃材を活用したオブジェが登場



▲水族園では学習イベントを開催

【神戸須磨シーワールド】

神戸市須磨区若宮町1-3-5

<https://www.kobesuma-seaworld.jp/>

カーボンニュートラルへ 独自技術で低CO₂高炉鋼材



製造時のCO₂排出量を削減したグリーンスチールへの期待が高まるなか、低CO₂高炉鋼材をいち早く商品化した神戸製鋼所。これまでに培われてきた製鉄技術に新たな還元鉄技術を加えて、製鉄工程でのCO₂削減を実現しています。

株式会社神戸製鋼所

〒651-8585 神戸市中央区脇浜海岸通2-2-4 TEL078-261-5111
<https://www.kobelco.co.jp/>

1905年創業。日本を代表する鉄鋼メーカーとして、鉄鋼をはじめとする素材系事業のほか、機械系事業や電力事業の領域で社会に貢献。技術や製品、サービスなど、あらゆる角度からCO₂削減にも取り組んでいる。

高炉工程のCO₂排出量を削減

神戸製鋼所は、鉄鉱石を原料にそこから酸素を取り除き鉄に還元する石炭(コークス)を用いた高炉法で製鉄しています。100年以上続く効率的な製造法ですが、石炭の使用によって多くのCO₂を排出することが課題になっていました。その解決策として開発を進めてきたのがグループ会社である米国ミドレックス社の技術を生かした製鉄法です。

MIDREX[®]プロセスと呼ばれるこの技術は、天然ガスや水素を使って直接還元鉄(HBI)を製造。鉄鉱石の一部をHBIに置き換えることでコークスの使用を減らし、CO₂排出量を20~40%抑制するものです。コークスを減らすことで高炉内の温度が低下するといった問題も同社の高度な操業技術によってクリア。加古川製鉄所の高炉での実証には2020年に成功しています。

2022年5月にはMIDREX[®]プロセスを活用した低CO₂高炉鋼材「Kobenable[®] Steel」を商品化。国内初の製品として販売を開始しました。日本鉄鋼連盟、世界鉄鋼協会によるガイドラインに基づき、CO₂削減効果の第三者認証を取得しています。



◀ 独自技術で製造する直接還元鉄HBI



▲ 加古川製鉄所の高炉

自動車やビル、橋梁などに採用

「Kobenable[®] Steel」は、HBIを高炉に装入し使用コークスを減らして削減したCO₂排出量を環境価値として商品に割り付けるマスバランス方



Kobenable Steel

▲ 「Kobenable[®] Steel」の商標

式を採用。トンあたりの削減率が100%と50%、2種類の製品を提供しています。品質は従来の鋼材と同等で、薄板から厚板、線材、条鋼まで同社が製造するすべての製品に対応しています。

発売直後から低CO₂鋼材を象徴的に使いたいという企業や自治体の採用が続き、自動車やビル、橋梁などに導入されてきました。一方、HBIの製造や高炉での利用にはコストがかかるのが現状です。「製品の価格が割高なので、現在の購入はカーボンニュートラルに取り組む姿勢を示したいというお客様が中心です」と安全・環境部長の泥俊和さん。「ただ、お客様にとっても低CO₂鋼材を導入する意義は増していると感じます。将来的には使用する天然ガスをすべて水素に置き換えられれば、CO₂を一切出さない還元法が可能になりますので、低CO₂高炉鋼材の技術についてはさらなる研究と実証を進めているところです」

グリーンスチールを使ったエコカーへの補助金が決定するなど、グリーンスチール普及が今後さらに進むことが期待されます。同社ではすでに2050年のカーボンニュートラルに向けたロードマップを公開。製鉄工程においては、HBIやスクラップを原料に製鉄する電気炉の導入も視野に入れて脱炭素化に向けた技術検討を進めています。

日本一農業をしやすいまちへ
特区制度で課題解決を目指す

やぶ
養父市



養父郡の八鹿町・養父町・大屋町・関宮町が合併して2004年に誕生。但馬地域の中央に位置し、県内最高峰の水ノ山や鉢伏山、天滝など豊かな自然を誇る名所が点在しています。面積の8割以上を森林が占める中山間地域で、農業では稲作が中心。蛇紋岩米や但馬ビーフ、八鹿豚、朝倉山椒などの特産品も人気です。

- 人口/20,808人 ●世帯数/9,008世帯
- 面積/422.91km² (2025年3月末日現在)

企業による農地取得で担い手を確保

養父市が国家戦略特区(中山間農業改革特区)の第一次指定を受けたのは2014年5月。人口減少と少子高齢化、農業の担い手不足による耕作放棄地の増加が深刻化するなか、特区制度を活用した規制改革で課題解決を目指しました。指定から10年余りが経過した現在、さまざまな成果が生まれています。

その一つが企業による農地取得の特例です。第一段階として農地の権利移動の許可事務を農業委員会から市に移管。農地が流動化しやすい環境を整えた後、農業生産法人の役員要件を緩和する特例を活用し、企業の農業参入を促進しました。さらなる規制緩和となる企業による農地取得の特例は、2016年9月の改正特区法施行とともに動き始めました。企業の経営ノウハウを生かした農業の担い手確保と耕作放棄地の解消が目的で、これまでに要件緩和によって参入した事業者は延べ14社、企業による農地取得の特例を活用した事業者は7社を数えます。

市南部の能座地区では市外から参入した企業が酒米作りを始め、休耕田を再生。美しい棚田風景をよみがえらせました。日本酒の製造・販売にも取り組み、6次産業化が進んでいます。「企業はリースではなく農地を取得することで投資ができる。規制改革が全国に広がり、多様な農業の担い手が増えればと思います」と経営政策・^{まさし}国家戦略特区課主幹の藤原将司さんは話します。



▲農林水産省「つなぐ棚田遺産」に認定された能座地区の棚田風景

中山間地域の価値創造へ続く挑戦

特区の農業分野以外の取り組みでは、道路運送法の特例である自家用車による旅客運送事業「やぶくる」が注目を集めています。交



▲市民ドライバーが利用者の移動を担う「やぶくる」

通網が十分ではないエリアで地域住民がドライバーとなって移動を支援。2018年5月からスタートし、当初は大屋地域と関宮地域を運行エリアとしていましたが、2024年4月に八鹿地域や養父地域にもエリアを拡大し、鉄道駅や中核病院、複合商業施設などへスポット運行を開始したことで利用件数は約2倍に増加しました。利用目的は高齢者の通院や買い物が中心です。さらに利便性を高めてリピーターを増やすとともに、既存の交通事業者と共存を図りながら観光客にも利用してもらえる体制を構築していく計画です。

また、特区の目標の一つである「多様な“農あるライフスタイル”」をテーマに有機農業の推進にも力を入れています。



▲有機農業の普及を進める「おおや有機農業の学校」

2023年6月に「オーガニックビレッジ宣言」を行い、有機野菜の栽培支援や、栽培技術を教える「おおや有機農業の学校」など「日本一農業がしやすいまち」を目指す取り組みを充実させています。さらに今後は、特区制度を絡ませてデジタル化を推進することで少子化や過疎化といった課題の解決を目指す養父市。中山間地域のモデルとして挑戦は続きます。

新しい兵庫県環境基本計画ができました

兵庫県環境部環境政策課

兵庫県では、地球温暖化や生物多様性の損失、海洋プラスチック問題など、環境を取り巻く課題に適切に対応するため、本年3月、「第6次兵庫県環境基本計画」を策定しました。この計画のもと、県民や事業者の方々、市町など多様な主体と連携・協働し、環境施策を推進していきます。

計画の基本理念等

基本理念

将来につなぐ兵庫の自然の恵み～県民と共に創る環境価値～

計画の方針として、「環境価値の創出」を位置づけました。環境施策を展開することで、環境面の課題を解決するだけでなく、経済全体の高付加価値化や地域活性化、さらには歴史文化の継承、景観の保全などにも貢献するような価値(=環境価値)を創出することをめざします。

環境価値の創出・兵庫らしい取組例

●「兵庫のり」のブランディング

養殖ノリにブルーカーボンの価値を上乗せし、「カーボン・ゼロのり」としてのブランディングをすることでCO₂削減、豊かな海づくり、森林保全といった相乗効果を発揮させる取組



カーボン・ゼロのり▲

●環境創造型農業における環境価値

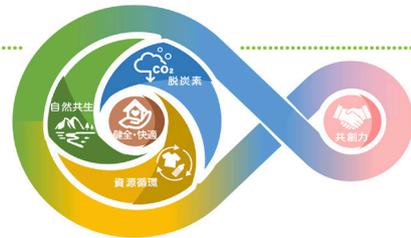
有機農業など環境創造型農業の価値(生物多様性、脱炭素など環境負荷の低減)を農産品のブランディングにつなげる取組



コウノトリ育むお米▶

具体的施策の展開

- ✓「脱炭素」「自然共生」「資源循環」を基軸とし、環境価値を創出
- ✓環境施策等の統合的な展開によって、健全・快適な生活環境を確保
- ✓共創力を発揮するとともに、その担い手を確保



脱炭素分野の主な施策

脱炭素分野では、直接的な温室効果ガス排出量の削減だけでなく、エネルギー源の転換やライフスタイルの変容、環境と共生するまちづくりなど、幅広い視点で取組を進めます。

■ロードマップの作成

“2050年二酸化炭素排出実質ゼロ”の目標に向け、兵庫県が取り得る中長期的な道筋を示すロードマップを作成し、広く共有します。

■脱炭素型ライフスタイルへの転換

身近な脱炭素アクションを実践することで、脱炭素と快適な暮らしの両立を目指す、新しい暮らし方「ひょうご1.5℃ライフスタイル」の普及啓発を図ります。

■ペロブスカイト太陽電池等を活用した地域脱炭素の強化

ペロブスカイト太陽電池の軽くて曲がる特性を生かした営農型太陽光発電の実証実験を実施し、導入に向けた検討を進めます。

■水素の利活用推進

水素ステーションの整備や燃料電池トラックの導入への補助など水素の利活用拡大を図ります。



▲ペロブスカイト太陽電池を活用した営農型太陽光発電設備のイメージ
(出典:積水化学工業(株)・(株)TERRA)

瀬戸内海のCOD上昇の原因究明

兵庫県環境研究センター

1 CODとは

CODは、化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand) の略語であり、有機汚濁指標として全国の海域や湖沼で観測が行われています。CODの値が大きいほど、環境水中に有機物が多く含まれ、水環境を悪化させるリスクが高まることを示します。瀬戸内海では、CODの環境基準 (目標値) を達成するために、1970年代以降、陸域から海に流れ出る有機物や、海の植物プランクトン (有機物) を増殖させる栄養塩類の負荷量が削減されてきました。これらの取組みにもかかわらず、瀬戸内海の多くの海域では、CODは下がりにませんでした。それどころか、CODが上昇して、環境基準を達成できなくなった海域もあります。なぜ、このような現象が起きるのかは、よく分かっていませんでした。

2 兵庫県環境研究センターでの取組み

当センターは、京都大学名誉教授の藤原建紀先生と共同で、瀬戸内海の現地調査や室内実験を行い、また、観測データを解析することで、COD上昇の原因を明らかにしました。

長年の有機物や栄養塩類の負荷量削減は、海水中の粒状態の有機物を減らすことに効果がみられました。この結果は、海の透明度の上昇や、赤潮 (植物プランクトンの異常増殖) の減少にも現れています。COD上昇は、溶存状態の有機物の方に原因がありました (図1)。溶存有機物は、近年、難分解化する傾向がみられています。これには、海の栄養塩類の減少が関係していると考えられます。貧栄養の海では、栄養価値が低くて微生物が食べにくい難分解性の有機物が作られます。有機物の多くは沿岸域で作られますが、分解が進まずに沖合の観測点へと流れていくと、CODの観測値は、過去よりも高くなります (図2)。詳しくは、「閉鎖性海域のCOD上昇。水環境学会誌47(1)、37-46 (2024)」をご覧ください。

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswe/47/1/47_37/_article/-char/ja)



難分解性の有機物は、生物に利用されにくい性質から、水環境に及ぼす変化は小さいといえます。瀬戸内海の多くの海域が貧栄養となり、難分解性が海水中有機物の主体となった現在では、CODは有機汚濁指標として機能していないと考えられます。

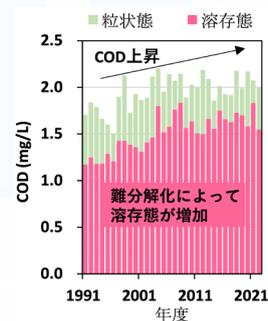
本研究の成果がひとつの根拠となり、令和7年4月から、CODは環境基準の達成評価を必ずしも行わなくてもよいことが、環境省から示されました。当センターは、これからも、有機汚濁の評価を適切に行うために必要な調査研究を続けて参ります。



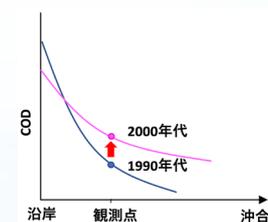
▲ 現地調査 (海水の採水)



▲ COD測定



▲ 図1 瀬戸内海播磨灘の有機物濃度 (年度毎の観測点の平均COD)



▲ 図2 観測点のCOD上昇イメージ

「うちエコ診断Webサービス」 普及キャンペーン」を実施します! (予告)

QUOカードを
プレゼント

当協会では、平成22年から全国に先駆けて、うちエコ診断士との対面によるうちエコ診断を実施していますが、より身近にうちエコ診断を受診してもらい、家庭での省エネ、CO2削減につなげていくため、従来の対面診断に加え、「うちエコ診断WEBサービス」を令和7年夏から本格的に実施します。



ほかの
ご家庭の
平均と比較
できる!

あなたに合った
オトクな
対策が
わかる!

がんばり度が
ランキングで
わかる!

うちエコ診断WEBサービス 🔍 検索

「うちエコ診断WEBサービス」とは?

スマホやご自宅のパソコンなどWEB上で、いつでもお好きな時間に「うちエコ診断」ができるもので、5分程度の簡単な診断が可能です。さらに、おうちの中で気になっているところを詳しく診断したり、省エネ家電に買換えた場合のシミュレーションを行ったりすることができます。

「うちエコ診断WEBサービス普及キャンペーン」

「うちエコ診断WEBサービス」を広く県民のみなさまにご利用いただくため、令和7年度に「うちエコ診断WEBサービス普及キャンペーン」を行います。

WEBでうちエコ診断を受診し、1カ月後に事務局から送付するアンケートに回答すると、先着1,000名様にQUOカードをプレゼントします。

なお、キャンペーンの開始・応募方法等詳細は、**令和7年7月1日(火)**より当協会ホームページにてお知らせします。

キャンペーン概要

- **応募対象者** 兵庫県に在住の18歳以上の方(1世帯1名様に限る)
- **応募期間** 令和7年7月1日(火)～QUOカードが無くなり次第終了
- **プレゼント内容** QUOカード500円分