

IISE 調査研究レポート (No.4)

「国内における GX の動向と ICT の活用ポテンシャル」

(2023 年度「地球温暖化／脱炭素化における課題探索と政策動向に関する調査研究」報告書より抜粋)

2024 年 7 月

国際社会経済研究所 主任研究員 藤平 慶太

GX (グリーン・トランスフォーメーション) は、地球環境を改善するための環境対策であると同時に、グローバル市場の中で日本が生き残るための産業政策でもある。その中において、DX (デジタル・トランスフォーメーション) は、GX をより効率的・効果的に進めるうえで両輪となる。企業にとっては、GX と DX を一体で進めることが今後のビジネスの主流になっていく。

本稿では、日本国内の GX の政策・市場動向のトピック、および GX に対する ICT 活用のポテンシャルについて概説する。GX の中でも特に、①エネルギー、②サーキュラーエコノミー、③カーボン・クレジット、④気候変動適応、⑤ネイチャーポジティブの 5 つの分野を対象として概説する。

1. エネルギー

日本政府は 2050 年のカーボンニュートラルを目指し、GHG (温室効果ガス) 削減に関する政策を進めている。特に「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」¹では、地球温暖化対策を経済成長の機会ととらえ、環境関連産業の振興を経済政策の柱として位置づけている。エネルギー分野をはじめとして成長が期待される産業 14 分野を抽出し、重点的に予算や政策が導入されていく方針が示されている。2023 年に成立した GX 推進法²や脱炭素成長型経済構造移行推進戦略 (GX 推進戦略)³では、今後 10 年間で 20 兆円規模の GX 経済移行債を発行する方針が盛り込まれた。グリーンイノベーション基金などを活用したエネルギー関連の技術開発も加速している。

このような動きの中、エネルギー問題の解決をはじめとした気候変動緩和策に対する、ICT を活用したソリューションの適用が期待されている。World Economic Forum (WEF) によると、緩和策に対して ICT を活用することで、特にエネルギー産業、素材産業、モビリティ産業といった GHG 多量排出セクターで 2050 年までに 20%分の削減に寄与すると見込まれている⁴。特に AI は、電力、GHG モニタリング、製造業、材料開発、食料生産、輸送などの各分野での緩和策にお

¹ 経済産業省、2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、
https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html

² 経済産業省、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、
<https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210004/20230210004.html>

³ 経済産業省、脱炭素成長型経済構造移行推進戦略、
<https://www.meti.go.jp/press/2023/07/20230728002/20230728002.html>

⁴ World Economic Forum、Digital Solutions Explorer、
<https://initiatives.weforum.org/digital-transformation/digital-solutions-explorer>

いて大きな力を発揮する⁵⁶。例えば、電力セクターにおいては、AIによる天候予測によって変動電源である太陽光発電や風力発電の出力を予測し、それをもとに電力系統の運用計画を最適化できるようになる。再エネや蓄電池の技術を支える材料開発においても、AIを用いることで新素材の開発を促進できる。AIモデルに過去にテストされた材料の大規模なデータベースを学習させ、原子構造と物性との間の定量的な関係を学習し、素材の開発速度を速めることができる。

国内の電力分野では、地域内の分散型エネルギーリソース（太陽光や蓄電池など）をICTの活用で統合・制御するVPP（Virtual Power Plant）の市場が本格化しようとしている。ここ数年でVPP実証による知見蓄積、再エネ価値取引市場の開設、FIP制度の導入、需給調整市場の開設など、VPP関連の制度設計が進められてきた。特定卸供給事業者（アグリゲーター）のライセンス制度も2022年から施行され、2024年7月時点で約70社が登録されている⁷。これまでは蓄電池の設置が加速するための「ストレージパリティ」の到来時期が見通せず、収益化が見込めるVPPの事業モデルを構築することが困難だった。これに対し、2023年度から始まった長期脱炭素電源オークションによって、系統用蓄電池活用の事業性を確保できるスキームが構築できるようになり、VPPに必須となる蓄電池の導入が本格化する可能性がある。

2. サークュラーエコノミー

国内においては、2000年の循環型社会形成推進基本法の制定以降、サーキュラーエコノミーに向けた取組が進んできた。「成長志向型の資源自律経済戦略」⁸（2023年）では、サーキュラーエコノミーを成長機会と捉えての政策支援が掲げられている。環境政策で先行するEUでは、サーキュラー政策のアプローチとして、デジタル・プロダクト・パスポート（DPP）政策⁹が進められており、EUへ輸出をおこなっている日本企業へもインパクトを与える。

EUは、重要鉱物やそれらを含む製品について、EU域内でのリサイクルなどを通じ資源を確保すべく、規制を強化しようとしている。背景には、ルール形成を通じたEU地域の競争力・経済安保の強化という目的がある。EUでは、サーキュラーエコノミーの基軸となる循環型経済

⁵ Innovation for Cool Earth Forum、「Artificial Intelligence for Climate Change Mitigation」（2023）、<https://www.icef.go.jp/pdf/summary/roadmap/AI-Climate%20Roadmap%20ICEF%20Dec%201%202023.pdf>

⁶ 注釈：AIは緩和策に寄与する一方で、その急速な普及はデータセンターの電力消費を増加させるため、GHG増の要因となることが社会課題となりつつある。この課題については、今後の調査テーマとする方針である。

⁷ 資源エネルギー庁 特定卸供給事業者一覧、https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electricity_measures/009/list/aguri-list.html

⁸ 経済産業省、成長志向型の資源自律経済戦略、<https://www.meti.go.jp/press/2022/03/20230331010/20230331010.html>

⁹ EU、Ecodesign for Sustainable Products Regulation、https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en

行動計画（CEAP）¹⁰（2020年）に関連する規制として、バッテリー規則、エコデザイン規則、ELV（End-of-Life Vehicles）規則案、包装・廃棄物規則案、Right to Repair 指令案、グリーン・クレーム指令案などが順次提案・制定されている。これらさまざまなサーキュラー政策に共通するアプローチとして、DPP 政策が進められている。

エコデザイン規則では、環境に関する情報を入手しやすくし、製品の修理やリサイクル、製品中の懸念物質の追跡を容易にするため、製品固有情報の可視化に関する要件が設定されている。製品固有情報を電子的に提供する DPP を、製品やラベルなどに QR コードやバーコードなどのデータキャリアとして貼付することが求められる。日本企業も EU 市場で製品を販売する際に、DPP の導入が必要となる。日本国内でもこれに呼応した仕組みが検討されている。企業間・産業間・地域間のデータ連携を実現するためのイニシアチブとして、Ouranos Ecosystem¹¹や DATA-EX¹²が打ち出されている。

DPP に限らず、動脈産業と静脈産業の連携のための ICT 活用は広範にわたり、AI、デジタルツイン、シミュレーション技術、可視化、データ連携などの活用ポテンシャルがあると考えられる。例えば、製品の設計段階においては、資源循環に配慮した設計やリサイクル素材の強度評価に対し、AI・デジタルツインが活用できる。製造段階においては、モデルベース開発においてシミュレーション技術などが活用できる。販売段階においては、循環資源利用の可視化によって製品の環境特性を示すことができ、その環境特性をデータ連携で共有できる。使用後の回収段階においては、AI・デジタルツインの活用などで使用済製品の回収を効率化・低コスト化できる。リサイクル段階においては、AI などの活用で、廃棄物の性状に応じた最適なりサイクル手法の選択や、選別・リサイクル技術の高度化をおこなうことができる。

3. カーボン・クレジット

GX 推進法では、「成長志向型カーボンプライシング構想」¹³が盛り込まれた。具体的な政策手段は、排出量取引（GX-ETS）と炭素賦課金の導入である。GX-ETS は、2026 年から本格稼働される方針となっている。脱炭素に取り組む企業の団体である GX リーグ参加企業の約 750 社（2024 年 4 月時点）が、GX-ETS に参加することになる。国内のカーボン・クレジットである J-クレジットは GX-ETS のもとで活用されるようになり、流通が活発になる可能性がある。

J-クレジットの課題は、MRV（測定：Measurement、報告：Reporting、検証：Verification）と認証のための事務コストが大きく、クレジット創出と流通に社会的コストがかかることにある。このような課題に対応するため、環境省では 2023 年度、太陽光発電の方法論を対象に、IoT 機

¹⁰ EU、Circular economy action plan、https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

¹¹ 経済産業省、Ouranos Ecosystem、https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/ouranos.html

¹² 一般社団法人データ社会推進協議会、DATA-EX、<https://data-society-alliance.org/>

¹³ 経済産業省、成長志向型カーボンプライシング構想、https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/GX-league/gx-league.html

器・ブロックチェーン技術を活用したクレジット認証・発行の簡易化の実証試験を実施した¹⁴。J-クレジットへのICTの活用については、①デジタル技術を活用した各種手続の電子化やモニタリング・クレジット認証手続の簡素化・自動化、②ブロックチェーンを活用したJ-クレジット取引市場の創出、といった方向性がある。実証試験の結果も踏まえてこれらの実装が進められるとともに、太陽光以外の方法論への活用も検討されていくとみられる。

海外のカーボン・クレジット市場においては、クレジット市場の信頼性の担保が重要視されるようになっている。TSVCM (Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets) は、クレジット認証時間の短縮、方法論の正確性や二重カウントの防止による品質向上のためにブロックチェーンなどを活用したデジタル化を推奨している¹⁵。それに向けて、クレジット取引のプラットフォーム運営者とクレジット創出者の双方において、IoT やブロックチェーンなどのデジタル技術を活用することが期待されている。

4. 気候変動適応

気候変動適応については、2023年のCOP28において「グローバルな気候レジリエンスのためのUAE枠組」¹⁶が採択され、国際社会における適応策推進への大まかな方向性が示された。このような流れの中で、世界全体での適応の取組が加速されることが期待されている。

気候変動適応におけるICTの活用には、次のようなポテンシャルがある¹⁷。第一に、予測や対策のベースとなるデータの収集を効率的かつ正確におこなうことができる。衛星による地球全体のデータ収集、IoTによる局地的なデータ収集、AIによるデータ分析などがある。第二に、災害への対処に関わる意志決定の強化につながる。AIによる将来の気候変動影響予測、AIによる適応策の優先順位付け、災害発生時の早期警報システムなどがある。第三に、災害対応をリアルタイムで最適化できる。気候変動リスクを下げる海運ルートの特典、気候災害からの避難時の移動経路の最適化などがある。第四に、適応行動を促進できる。例えば、AR/VRによって気候変動の影響のシミュレートすることで、抽象的な概念を直感的なものに変え、生活者などの行動変容を促すことができる。

適応策の実行にあたり、資金のニーズと投資とのギャップが課題となっている。世界における気候変動対策に対する民間・公的資金の投資(2021-2022年の平均)のうち、緩和への投資は1兆1,500億ドル/年であった。これに対して適応への投資は630億ドル/年と、緩和の18分の1と

¹⁴ デロイトトーマツコンサルティング合同会社、令和5年度J-クレジット×デジタル公募結果、<https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/public-sector/articles/gv/jcredit-digital-trial-result-2023.html>

¹⁵ The World Bank、「Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets, Final Report」(2021年)、https://www.iif.com/Portals/1/Files/TSVCM_Report.pdf

¹⁶ UNFCCC、「Glasgow-Sharm el-Sheikh work programme on the global goal on adaptation referred to in decision 7/CMA.3」(2023年)、<https://unfccc.int/documents/636595>

¹⁷ World Economic Forum、「Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal」(2024年)、https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

なっている¹⁸。さらに、今後も適応に必要な資金需要は増え続け、2030年には特に途上国から最大3,870億ドル/年の適応資金の需要が見込まれるとされている。今後重要性を増す適応に対して資金を回していくことが求められており、そのための適応ファイナンスの仕組みが注目されている。損害保険、ボンド、ローン、官民ファンドなど多様な手法が想定されているが、その原則やガイドラインなどの開発は十分に進んでいるわけではなく、まだ検討の途上にある。適応ファイナンスのプロセスで特徴となるのが、「物理リスク・財務影響の評価」と「インパクトのモニタリング・測定」という気候変動に伴う影響の評価・監視・測定の仕組みである²⁰。リモートセンシング、AI・デジタルツイン、防災シミュレーション、インフラ監視シミュレーションなどのICTは、これらに活用できることが期待されている。

5. ネイチャーポジティブ

ネイチャーポジティブとは、自然や生態系の損失を食い止め、回復させていくことを意味する言葉である。「昆明・モンリオール生物多様性枠組」²¹（2022年）では、「2020年を基準として2030年までに自然の喪失を食い止め、逆転させ、2050年までに完全な回復を達成する」という世界的な社会目標を設定している。

国内ではネイチャーポジティブに関する基本的な計画として、「生物多様性国家戦略2023-2030」²²（2023年）が策定された。2024年3月には「ネイチャーポジティブ経済移行戦略」が策定され、企業などによる自然環境・生物多様性の保全・持続的利用を促進する方針が示されている。また、企業などが経済活動による自然環境・生物多様性への影響を評価し、情報開示するための枠組みである「TNFD最終提言v1.0版」²³が2023年9月に公開された。投資家のESGへの関心の高まりにより、企業の自然関連情報の開示が進むとみられる。企業にとってネイチャーポジティブは、気候変動対策に加えて取り組むべき重要な経営課題として認識されつつある。

ネイチャーポジティブに対しては、AI、生物音響技術、データアナリティクス、ブロックチェーン、IoT、リモートセンシング、ロボティクス、ソーシャルプラットフォームなどのICTを活用することができる²⁴。これらのICTが活用できる分野には次のような例がある。第一に、自然環境管理である。例えば、生物学の知見を元に環境や生態系を修復・改善する技術である生物工

¹⁸ Climate Policy Initiative、「Global Landscape of Climate Finance-2023」（2023年）、<https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2023/11/Global-Landscape-of-Climate-Finance-2023.pdf>

¹⁹ UNEP、「Adaptation Gap Report 2023」（2023年）、<https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023>

²⁰ 環境省、「金融機関向け適応ファイナンスのための手引き」（2021年）、<https://www.env.go.jp/press/109440.html>

²¹ UNEP、「Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework」（2022年）、<https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>

²² 環境省、生物多様性国家戦略2023-2030、https://www.env.go.jp/press/press_01379.html

²³ TNFD、The Taskforce on Nature-related Financial Disclosures、<https://tnfd.global/>

²⁴ Nature4Climate、「The Nature Tech market」（2022年）、<https://nature4climate.wpenenginepowered.com/wp-content/uploads/2022/11/N4C-C4C-nature-tech-market-report-final.pdf>

学に、ICT を活用できる。農業分野では、ICT を用いたスマート農業により、環境影響を最小限に抑えながら収穫量や生産性を向上させることができる。第二に、ICT により自然の状況の測定を効率的かつ正確に進めることができる。例えば、生物多様性の調査・モニタリング・検証を通じて、地域における生態系の現状を評価できる。また、陸域・海域の生息域における気候変動の影響分析や、生態系の状態変化のモニタリングなどをおこなうことができる。第三に、自然の価値の可視化ができる。例えば、森林整備の価値をカーボン・クレジットとして評価し、その価値が流通する際に ICT を活用できる。また、データ連携により、製品のサプライチェーンにおける環境負荷や、資源の投入量・経路などを追跡できるようになる。第四に、自然保護に関わる知見や情報を共有することができる。例えば、インターネット上で情報共有や相互学習のためのコミュニティの創出できる。また、自然保護への資金調達、環境配慮製品、カーボン・クレジット、生態系サービスなどの流通を促進できる。

6. おわりに

本稿では、GX に関わる政策・市場動向のトピックと、ICT 活用のポテンシャルについて概説した。いずれの分野においても、ICT を用いることで環境問題解決に向けた対策の効率化、正確化、監視・予測、最適化、自動化、情報共有などが促進されることが期待されている。近年ではカーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー、ネイチャーポジティブなどの環境課題への取組は、企業にとっての重要な経営課題になっている。企業は、GX に関わる政策の後押しや ESG を重視する市場の期待に対応し、ICT を含めた技術や仕組みを総動員してそれらの課題解決に向けた行動を取ることが求められている。