

国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau National Diet Library

論題 Title	「脱炭素」をめぐる動向と課題
他言語論題 Title in other language	Trends and Issues of “Decarbonization”
著者 / 所属 Author(s)	石渡 裕子 (ISHIWATARI Hiroko) / 国立国会図書館調査及び立法考査局専門調査員・文教科学技術調査室主任
書名 Title of Book	脱炭素社会の技術と諸課題 科学技術に関する調査プロジェクト報告書 (Technologies for Decarbonized Society and Related Issues)
シリーズ Series	調査資料 2021-5 (Research Materials 2021-5)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2022-03-29
ページ Pages	7-25
ISBN	978-4-87582-892-1
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	2015年の「パリ協定」を契機として、我が国を含め各国が「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。地球温暖化に対し脱炭素に向けた可能な限りの対策を取ることが求められている。

* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

「脱炭素」をめぐる動向と課題

国立国会図書館 調査及び立法考査局

専門調査員 文教科学技術調査室主任 石渡 裕子

目 次

はじめに

I 脱炭素に向かう経緯

- 1 地球温暖化に対する目標の設定
- 2 地球温暖化への対策と各国の動き
- 3 我が国の対応—低炭素から脱炭素へ—

II 脱炭素技術の範囲と評価手法

- 1 脱炭素技術とは何か
- 2 脱炭素技術の評価手法（ライフサイクルアセスメント）

III 脱炭素技術の具体例と課題

- 1 CO₂ 部門別排出量
- 2 電力
- 3 産業界
- 4 運輸
- 5 建築（省エネルギー）

おわりに

【要 旨】

2015 年の国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）で「パリ協定」が採択され、締約国は世界の平均気温の上昇を、産業革命前を基準として 2℃以下に抑え、更に 1.5℃未満を目指すことになった。気候変動に関する政府間パネルは、1.5℃未満を目指すのであれば、2050 年には CO₂ の排出量を正味ゼロにする必要があるとした。各国が 2050 年カーボンニュートラルを表明する中、我が国も 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」と宣言した。

脱炭素化に向けて、例えば電力は再生可能エネルギーの主力電源化を図り、鉄鋼業は CO₂ の分離・回収技術の開発等を行い、自動車は電気自動車・燃料電池自動車への転換を進め、建築は省エネルギー化を目指している。脱炭素技術の社会受容には、地域や社会に与える影響を評価し、専門家と市民との議論を経る必要があるが、「疑う余地のない」地球温暖化に対し、可能な限りの対策を取ることが求められている。

はじめに

「脱炭素」⁽¹⁾を合言葉に、世界各国で多くの技術開発が行われ、様々な施策が実施されている。この潮流が生じた契機となったのは何か、各国ではどのような目標が掲げられ、我が国で行われている取組は何かについて第 I 章で述べ、第 II 章では脱炭素技術の範囲と評価手法を、第 III 章では二酸化炭素の排出量が多い各分野における脱炭素技術の具体例とその課題を取り上げる。

I 脱炭素に向かう経緯

1 地球温暖化に対する目標の設定

地球温暖化対策の推進に関する法律（平成 10 年法律第 117 号）の第 2 条において、「地球温暖化」を「人の活動に伴って発生する温室効果ガスが大気中の温室効果ガスの濃度を増加させることにより、地球全体として、地表、大気及び海水の温度が追加的に上昇する現象」、「地球温暖化対策」を、「温室効果ガスの排出の量の削減並びに吸収作用の保全及び強化その他の国際的に協力して地球温暖化の防止を図るための施策」と定義している⁽²⁾。ここに至るまでには地球温暖化に対する数多くの国際的な議論・検討が行われてきた。

(1) 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

人為起源による地球規模の気候変動、影響、適応及び緩和方策について、科学的、技術的、社会経済的な見地から包括的な評価を行い、各国政府の政策に科学的な基礎を与えることを目的として、世界気象機関（World Meteorological Organization: WMO）及び国連環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）により、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）が設立されたのは、1988 年のことであった。2021 年 8 月現在、195 の国と地域が参加している⁽³⁾。

IPCC は 1990 年の第 1 次評価報告書以降 5 回にわたり評価報告書を公表しており、2021 年 8

* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和 3（2021）年 12 月 20 日である。

(1) 地球温暖化の原因となる二酸化炭素などの温室効果ガス（後掲注(7)参照）の排出量を実質的にゼロにすること。

(2) 地球温暖化は様々な気候の変化を引き起こすことから、「気候変動」をほぼ同義として用いる場合がある。

月には、第6次評価報告書のうち、第1作業部会報告書（自然科学的根拠）がIPCC第54回総会で受諾され、公表された⁽⁴⁾。気候の現状について、「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことは疑う余地がない。大気、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている」、「人為的な地球温暖化を特定の水準に制限するには、CO₂の累積排出量を制限し、少なくともCO₂正味ゼロ排出を達成する必要がある」と記している⁽⁵⁾。

(2) COP(京都からパリへ)

IPCCが第1次評価報告書を公表した後、1992年6月の国際連合環境開発会議（リオ地球サミット）で、人為的な理由による地球温暖化の防止を目的とする国連気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC）⁽⁶⁾が採択された。条約の最高機関として締約国会議（Conference of the Parties: COP）が設置され、1997年に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において、温室効果ガス⁽⁷⁾削減を義務付けた「京都議定書」⁽⁸⁾が採択された。

京都議定書の後継として、2015年12月のCOP21で採択されたのが「パリ協定」⁽⁹⁾である。同協定には、気候変動対策の長期目標として、産業革命前を基準に世界の平均気温上昇を2℃より十分低く抑え、更に1.5℃未満を目指す努力を追求することが明記された⁽¹⁰⁾。

2018年、IPCCは「1.5℃温暖化に関する特別報告書」を公表し、1.5℃未満を目指すのであれば、今世紀半ばには二酸化炭素（CO₂）の排出量を正味ゼロにする必要があるとした⁽¹¹⁾。

2021年11月、英国グラスゴーで開催されたCOP26では、「世界の気温上昇を1.5度に抑え

- (3) “About the IPCC.” IPCC Website <<https://www.ipcc.ch/about/>>; 「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」気象庁ウェブサイト <<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/>> IPCCには三つの作業部会と一つのタスクフォースが置かれている。
- (4) “Climate Change 2021: The Physical Science Basis.” IPCC Website <<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>>
- (5) Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers*, IPCC, 2021, pp.SPM-5, SPM-36. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf>; 「IPCC第6次評価報告書 第1作業部会報告書 気候変動2021：自然科学的根拠 政策決定者向け要約（SPM）暫定訳（2021年9月1日版）」pp.4, 33. 気象庁ウェブサイト <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WGI_SPM_JP_20210901.pdf>
- (6) United Nations, “United Nations Framework Convention on Climate Change,” FCCC/INFORMAL/84; GE.05-62220 (E) 200705, 1992. 発効は1994年。気候変動に関する国際連合枠組条約（平成6年条約第6号）
- (7) 後掲注(8)の京都議定書附属書Aでは、温室効果ガス（Greenhouse Gas: GHG）を二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）、ハイドロフルオロカーボン（HFCs）、パーフルオロカーボン（PFCs）、六ふっ化硫黄（SF₆）と規定。2011年のCOP17等において、2013年以降は三ふっ化窒素（NF₃）を追加することが合意された。
- (8) United Nations Framework Convention on Climate Change, “Report of the Conference of the Parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December 1997,” FCCC/CP/1997/7/Add.1, 25 March 1998. 先進国に対し、拘束力のある温室効果ガス削減目標（2008～2012年の5年間で1990年に比べて日本は6%減、米国は7%減、EUは8%減等）を明確に規定する。気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書（平成17年条約第1号）（2005年に発効するが、世界の排出量の半分を占める米国（2001年に京都議定書から離脱）、中国の削減義務がない枠組みとなった。）
- (9) United Nations Framework Convention on Climate Change, “Adoption of the Paris Agreement,” FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1, 12 December 2015. 発効は2016年。途上国を含む全ての参加国に温室効果ガス排出削減の努力を求める枠組み。パリ協定（平成28年条約第16号）
- (10) 第2条第1項(a)号において、「世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏二度高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏一・五度高い水準までのものに制限するための努力を、この努力が気候変動のリスク及び影響を著しく減少させることとなるものであることを認識しつつ、継続すること。」と規定されている。
- (11) IPCC, *Global Warming of 1.5°C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, 2018, pp.12, 33, 95. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf>; 江守正多 「気候危機の現状と文明の「卒炭素」」『哲学』71号, 2020.4, p.11.

る努力を追求することを決意」し、この目標の実現に向けて「2030年までに二酸化炭素の排出量を2010年比で45%削減し、今世紀半ばには正味ゼロにする」と明記した「グラスゴー気候合意」を採択した⁽¹²⁾。

2 地球温暖化への対策と各国の動き

(1) 2050年実質排出ゼロ

国際エネルギー機関（International Energy Agency: IEA）は、2021年5月に、2050年に温室効果ガスの実質排出ゼロを達成する道筋を示す報告書を公表した。2021年までに二酸化炭素の回収・利用・貯留設備（Carbon Capture, Utilization and Storage: CCUS）対策が取られていない石炭火力発電所開発承認の禁止、2030年までに全ての新建築物をCO₂排出ゼロ仕様に、新車発売の60%を電気自動車に、先進国におけるCCUSのない石炭火力の廃止、2035年までに内燃エンジン車の販売禁止、先進国全体で発電からの温室効果ガスの排出を実質ゼロに、2040年までに既存建物の50%をCO₂排出ゼロ仕様に、2050年までに重工業生産の90%以上をCO₂低排出に、全世界の発電の70%を太陽光・風力に、などの脱炭素社会を実現するための中間目標を提示した⁽¹³⁾。

(2) 各国の動き

パリ協定では、第4条において各締約国が温室効果ガスの排出削減目標である「国が決定する貢献」（Nationally Determined Contribution: NDC）を作成・提出・維持すること及び削減目標を5年毎に更新・提出し、従前の目標を超える前進を示すこととしている。

先進国では、2050年までに温室効果ガスの増加を正味ゼロにする「カーボンニュートラル」⁽¹⁴⁾に向けて、2030年までの削減目標を相次いで引き上げたほか、最大のCO₂排出国である中国、世界第4位であるロシアも2060年までにカーボンニュートラルとすることを表明した⁽¹⁵⁾。表1は主要国の2030年温室効果ガス排出削減目標である。

2021年10月末から英国グラスゴーで開催されたCOP26では、世界第3位のCO₂排出国であるインドが2070年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロとすることを目指す考えを表明した⁽¹⁶⁾。

(12) United Nations Framework Convention on Climate Change, “Glasgow Climate Pact,” FCCC/PA/CMA/2021/L.16, 13 November 2021.

(13) IEA, *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021, pp. 13–27. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/beceb956-0dcf-4d73-89fe-1310e3046d68/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf>

(14) 温室効果ガスについて、排出せざるを得なかった分については同じ量を「吸収」又は「除去」することによって差し引きゼロ（正味ゼロ、ネットゼロ）を目指すことを「ニュートラル（中立）」と表現。

(15) 「世界のエネルギー起源CO₂排出量（2018年）」環境省ウェブサイト <http://www.env.go.jp/earth/201222_co2_emission_2018.pdf>; 「中国：中国「CO₂、60年実質ゼロ」初の期限目標 国連総会演説」『毎日新聞』2020.9.24; 「ロシア「60年脱炭素」 プーチン氏 欧州にガス供給増も」『日本経済新聞』2021.10.14.

(16) Ciara Nugent, “India Sets a Surprise Net Zero Goal for 2070,” *Time*, 2021.11.1. <<https://time.com/6112672/india-net-zero-2070-cop26/>>; 「インド「70年までに排出ゼロ」 温室効果ガス モディ首相、COP26で」『朝日新聞』2021.11.2, 夕刊.

表1 主要国・地域の2030年温室効果ガス排出削減目標

国・地域	2030年削減目標	基準年	2030年削減目標の表明時期	カーボンニュートラルの目標年
日本	46%(50%に向け挑戦を続ける)	2013年度	2021年10月22日NDC提出	2050年
ブラジル	43%	2005年	2020年12月9日NDC提出	2050年
カナダ	40～45%	2005年	2021年7月12日NDC提出	2050年
中国	GDP当たりCO ₂ 排出量を65%以上	2005年	2021年10月28日NDC提出	2060年
EU	55%以上	1990年	2020年12月18日NDC提出	2050年
韓国	24.4%	2017年	2020年12月30日NDC提出	2050年
ロシア	30%	1990年	2020年11月25日NDC提出	2060年
英国	68%以上	1990年	2020年12月12日NDC提出	2050年
米国	50～52%	2005年	2021年4月22日NDC提出	2050年

(出典) “NDC Interim Registry.” UNFCCC Website <<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>>; 「各国の2030年目標」2021.7.6. 外務省ウェブサイト <https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000121.html> 等を基に筆者作成。

3 我が国の対応—低炭素から脱炭素へ—

(1) 国の方針・政策

(i) 京都議定書採択(1997年)以後

COP3(1997年)での京都議定書の採択を受け、我が国の地球温暖化対策の第一歩となる「地球温暖化対策の推進に関する法律」(以下「地球温暖化対策推進法」)が1998年10月に成立した。

2008年6月には、福田康夫首相(当時)が『「低炭素社会・日本」をめざして』と題するスピーチを行い、長期目標として2050年までに世界全体で温室効果ガス排出量を半減する目標をG8及び主要排出国と共有し、具体的な政策として①太陽光発電導入量の大幅引上げを含む革新技術の開発と既存先進技術の普及、②環境税の導入などを含む国全体を低炭素化へ動かす仕組み、③「環境モデル都市」の選定など地方の活躍、④国民主役の低炭素化の四つを掲げた⁽¹⁷⁾。

また、2009年7月成立のエネルギー供給構造高度化法⁽¹⁸⁾で、再生可能エネルギー⁽¹⁹⁾が我が国の法律上初めて明確に定義された⁽²⁰⁾。2011年には、再生可能エネルギー源の利用が内外の経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的な確保及びエネルギーの供給に係る環境負荷低減を図る上で重要であるため、電気事業者による再生可能エネルギーの調達において価格・期間等に特別措置を講ずるとした再エネ特措法⁽²¹⁾が成立した。

(17) 『「低炭素社会・日本」をめざして—日本の目標提示』『日本の国際協力—政府開発援助(O DA)白書—2008年版』外務省, 2009, pp.5-6. <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hakusyo/08_hakusho_pdf/pdfs/08_hakusho_01.pdf>

(18) エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律(平成21年法律第72号)

(19) 第2条第3項で「政令で定める」としたことを受け、同法施行令(平成21年政令第222号)で、再生可能エネルギー源の範囲を、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、(太陽熱、地熱以外の)大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマス(原油、石油ガス、可燃性天然ガス、石炭などの化石燃料以外で、動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの)と定めた。

(20) 小林信一「再生可能エネルギーの政策史」国立国会図書館調査及び立法考査局『再生可能エネルギーをめぐる諸相—科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書—』(調査資料2013-4)国立国会図書館, 2014, pp.6-7. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_8563845_po_20130403.pdf?contentNo=1>

(21) 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成23年法律第108号)同法に基づき再生可能エネルギーで発電した電力を、国が定める価格で一定期間、電気事業者が買い取ることを義務付ける「固定価格買取制度(Feed-in-Tariff: FIT)」が平成24(2012)年7月から実施された。

一方、2011年3月の東日本大震災以降、火力発電の増加による化石燃料消費量の増大等で我が国の温室効果ガス排出量が増加した⁽²²⁾。エネルギーの安全保障の確保と温室効果ガス排出削減の課題を同時に解決するためには既存のエネルギー供給構造を変革し、新たなエネルギーシステムへの移行が必要であることから、その「切り札」として水素に着目し、2017年には世界初の国家的な水素戦略である「水素基本戦略」を策定した。ここでは、水素利用の低コスト化、国際的な水素サプライチェーンの開発、国内再生可能エネルギー由来水素の利用拡大、電力・運輸での利用などの戦略を挙げている⁽²³⁾。

(ii) 脱炭素社会

2019年6月には「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」を閣議決定し、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、21世紀後半のできるだけ早期の実現を目指し、2050年までに80%の温室効果ガス排出削減に向けて大胆に取り組むとした⁽²⁴⁾。

2020年10月26日、菅義偉首相（当時）による所信表明演説において、「我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」という宣言がなされた⁽²⁵⁾。翌月の11月19日に衆議院、11月20日には参議院において「一日も早い脱炭素社会の実現に向け、国を挙げて実践していく」という気候非常事態宣言決議が採択された⁽²⁶⁾。

さらに2020年12月には2050年までの脱炭素化に向けた「グリーン成長戦略」を経済産業省が策定し、第6回成長戦略会議で報告した⁽²⁷⁾。成長につながるカーボンプライシング⁽²⁸⁾とは何かについて幅広く議論するため、翌2021年2月、環境省が「カーボンプライシングの活用に関する小委員会」での議論を再開させ⁽²⁹⁾、経済産業省は「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会」⁽³⁰⁾を発足した。

2021年4月に米国が主導して40の国・地域の代表が参加した気候変動に関する首脳会議（サミット）において、菅首相（当時）は、我が国は温室効果ガスを2030年度に2013年度比で46%削減し、50%削減への挑戦を続けると表明した⁽³¹⁾。5月には改正地球温暖化対策推進法が

(22) 「2012年度（平成24年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について（お知らせ）」2014.4.15. 国立環境研究所ウェブサイト <<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2014/20140415/20140415.html>>

(23) 再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議「水素基本戦略」2017.12.26. 内閣官房ウェブサイト <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/pdf/hydrogen_basic_strategy.pdf>

(24) 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月11日閣議決定）p.4. 環境省ウェブサイト <<https://www.env.go.jp/press/111781.pdf>> 当戦略では、「脱炭素社会」を「今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡（世界全体でのカーボンニュートラル）を達成すること」と定義している。

(25) 第203回国会衆議院会議録第1号 令和2年10月26日 p.4; 第203回国会参議院会議録第1号 令和2年10月26日 p.4.

(26) 第203回国会衆議院会議録第6号 令和2年11月19日 pp.2-3; 第203回国会参議院会議録第4号 令和2年11月20日 p.1.

(27) 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました」2020.12.25. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>>

(28) 二酸化炭素の排出に価格をつけて削減を促す仕組み。排出量に応じて課税する炭素税、事業者ごとに排出量の上限を決めて過不足分を取引する排出量取引、削減対策が不十分な国の製品が輸入される際に関税をかける炭素国際調整措置などがある。

(29) 「カーボンプライシングの活用に関する小委員会」環境省ウェブサイト <<https://www.env.go.jp/council/06earth/yoshi06-19.html>>

(30) 「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会」経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_neutral_jitsugen/index.html>

(31) 「米「持続可能な未来へ行動」気候サミット 先進国と途上国溝も」『日本経済新聞』2021.4.23, 夕刊。

成立し、「2050年までに」と具体的な年限を明記して温室効果ガスの排出を実質ゼロにすること、都道府県及び中核市以上の自治体に対し、再生可能エネルギーの導入目標の設定を義務付けること等が盛り込まれた⁽³²⁾。10月には地球温暖化対策計画を改定し、燃料の燃焼で発生・排出されるエネルギー起源CO₂につき、2013年度比でエネルギー転換部門（発電所・製油所等）は47%、産業部門は38%、運輸部門は35%、家庭部門は66%、業務その他部門は51%削減することを、2030年度の目標・目安として設定した⁽³³⁾。

(2) 地方自治体の取組

2019年9月、集中豪雨による災害や水不足などの異常事態が発生し、藻場が減少して基幹産業である漁業も深刻な影響を受けているとして、国内の自治体では初めて長崎県壱岐市が気候非常事態宣言を行った⁽³⁴⁾。都道府県として初となったのが、同年12月に気候非常事態を宣言するとともに、2050年には二酸化炭素排出量を実質ゼロにすることを決意し、徹底的な省エネルギーと再生可能エネルギーの普及拡大の促進等を行うとした長野県であった⁽³⁵⁾。

2050年二酸化炭素排出実質ゼロを表明した自治体は、2021年11月30日時点で492自治体（40都道府県、295市、14特別区、119町、24村）となっている⁽³⁶⁾。

(3) 産業界の取組

自らの事業で使用する電力を100%再生可能エネルギーで賄うことを目指す企業による国際イニシアティブである「RE100」⁽³⁷⁾を、2014年に英国のシンクタンクが設立した。2017年4月、株式会社リコーが日本企業として初めてRE100への参加を表明し、以降2021年11月現在62社が参加しており、国別では米国に次ぎ世界第2位の参加社数となっている⁽³⁸⁾。

また、2015年には金融システムの安定化を図る国際機関である金融安定理事会（Financial Stability Board: FSB）が、気候関連の情報開示及び金融機関の対応をどのように行うかを検討するため、「気候関連財務情報開示タスクフォース」（Task Force on Climate-related Financial Disclosures: TCFD）を設立した。TCFDは2017年6月に公表した最終報告書において、企業等に対して、気候変動関連リスク及び機会に関する情報を開示することを推奨した⁽³⁹⁾。経済産業省がその解説書である「気候関連財務情報開示に関するガイダンス」を2018年12月に公表した後、TCFDの提言に対応する機運が高まり、2019年5月に設立されたTCFDコンソーシアムが、ガイダンスの改訂版である「TCFDガイダンス2.0」を2020年7月に公表した⁽⁴⁰⁾。

⁽³²⁾ 地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律（令和3年法律第54号）

⁽³³⁾ 「表1 温室効果ガス別その他の区分ごとの目標・目安」『地球温暖化対策計画』（令和3年10月22日閣議決定）p.19. 首相官邸ウェブサイト <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai48/pdf/keikaku_honbun.pdf>

⁽³⁴⁾ 「気候非常事態宣言」2019.9.25. 長崎県壱岐市ウェブサイト <https://www.city.iki.nagasaki.jp/material/files/group/40/Climate_Emergency_Declaration_Jap.pdf>

⁽³⁵⁾ 「気候非常事態宣言—2050ゼロカーボンへの決意—」2019.12.6. 長野県ウェブサイト <<https://www.pref.nagano.lg.jp/ontai/documents/kikohijyojitaisengen.pdf>>

⁽³⁶⁾ 「2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明自治体 2021年11月30日時点」環境省ウェブサイト <https://www.env.go.jp/policy/zero_carbon_city/01_ponti_211130.pdf>

⁽³⁷⁾ RE100 Website <<https://www.there100.org/>> なお、RE100は「Renewable Energy 100%」の意味である。

⁽³⁸⁾ 「RE100・EP100・EV100 国際企業イニシアティブについて」日本気候リーダーズ・パートナーシップウェブサイト <<https://japan-clp.jp/climate/reoh>>; 「脱炭素経営に向けた取組の広がり 2021年11月30日時点」環境省ウェブサイト <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/datsutansokeiei/datsutansokeiei_mat01_20211130.pdf>

⁽³⁹⁾ 「TCFDとは」TCFDコンソーシアムウェブサイト <<https://tcfid-consortium.jp/about>>; TCFD, *Final Report Recommendation of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*, 2017. <<https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf>>

2021年11月現在、国内の601機関がTCFDへの賛同を表明しており、賛同機関数は世界第1位である⁽⁴¹⁾。

II 脱炭素技術の範囲と評価手法

1 脱炭素技術とは何か

グリーン成長戦略や2021年10月策定の第6次エネルギー基本計画⁽⁴²⁾及び地球温暖化対策計画では、特に定義を付さずに「脱炭素技術」という表記が使用されているが、具体的にはどのような技術を指すのであろうか⁽⁴³⁾。

「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」及び「統合イノベーション戦略2019」⁽⁴⁴⁾に基づき、温室効果ガスの国内外での排出削減に資するため2020年1月に策定された「革新的環境イノベーション戦略」には、「世界のカーボンニュートラル、更には、過去のストックベースでのCO₂削減を可能とする革新的技術」という表現がある。この技術を2050年までに確立することを目指し、①エネルギー転換、②運輸、③産業、④業務・家庭・その他・横断領域、⑤農林水産業・吸収源の5分野につき、我が国の技術力による大きな貢献が可能な39テーマ(太陽光発電、浮体式洋上風車技術、次世代蓄電池、CCUS、水素還元製鉄技術、人工光合成を用いたプラスチック製造等)を掲げている⁽⁴⁵⁾。

2050年カーボンニュートラル目標に向けて、令和2年度第3次補正予算で2兆円の「グリーンイノベーション基金」が創設された。同基金の効率的・効果的活用のために経済産業省は2021年2月にグリーンイノベーションプロジェクト部会を設置した⁽⁴⁶⁾。部会は同年4月に分野別資金配分方針を作成し、18件の想定プロジェクト名を挙げた⁽⁴⁷⁾(表2参照)。

(40) TCFD コンソーシアム「気候関連財務情報開示に関するガイダンス2.0—TCFDガイダンス2.0—」2020.7. <<https://tcfd-consortium.jp/pdf/news/20073103/TCFD%20Guidance%202.0.pdf>>

(41) “Support the TCFD.” TCFD Website <<https://www.fsb-tcfd.org/support-tcfd/>>;「脱炭素経営に向けた取組の広がり」2021年11月30日時点)前掲注38)

(42) 「[第6次] エネルギー基本計画」(令和3年10月22日閣議決定) 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf>

(43) IEAは、エネルギー転換、運輸、産業、建築、CO₂インフラ(回収・輸送・貯留)の大分類の下、CO₂排出量の削減に貢献する約400の技術について、その成熟度に関する情報等を国や技術を絞り込んで確認できるツールを公開している。“ETP Clean Energy Technology Guide.” 2021.11.4. IEA Website <<https://www.iea.org/articles/etp-clean-energy-technology-guide>> 以下の文献は、発電、輸送、建物の脱炭素化が注目される中、エネルギー集約型産業の脱炭素化も重要であるとして鉄鋼、セメント、アルミニウム、化学薬品、プラスチックなどの製造業を脱炭素化する技術を集約する。Chris Bataille et al., “A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement,” *Journal of Cleaner Production*, vol.187, 2018.6, pp.960-973. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618307686?via%3Dihub>> また、長距離貨物輸送、空輸、製鉄、セメント製造など脱炭素化が困難とされる分野は、個々の技術開発に加え、エネルギー部門と産業プロセスを結合することが必要と述べる文献もある。Steven J Davis et al., “Net-zero emissions energy systems,” *Science*, vol.360 Issue 6396, 2018.6.29. <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aas9793>>

(44) 「統合イノベーション戦略2019」(令和元年6月21日閣議決定)内閣府ウェブサイト <https://www8.cao.go.jp/cstp/togo2019_honbun.pdf>

(45) 「革新的環境イノベーション戦略」(令和2年1月21日統合イノベーション戦略推進会議決定)pp.4-5, 12-15. 同上 <<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/kankyo.pdf>>

(46) 「グリーンイノベーション基金事業の基本方針を策定しました」2021.3.12. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2020/03/20210312003/20210312003.html>>

(47) グリーンイノベーションプロジェクト部会「分野別資金配分方針の変更について」(第4回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会 資料4) 2021.8. 同上 <https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/pdf/004_04_00.pdf>

表2 グリーンイノベーション基金の分野別資金配分方針

分野名	想定プロジェクト名
グリーン電力の普及促進分野	①洋上風力発電の低コスト化、②次世代型太陽電池の開発
エネルギー構造転換分野	③大規模水素サプライチェーンの構築、④再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造、⑤製鉄プロセスにおける水素活用、⑥燃料アンモニアサプライチェーンの構築、⑦CO ₂ 等を用いたプラスチック原料製造技術開発、⑧CO ₂ 等を用いた燃料製造技術開発、⑨CO ₂ を用いたコンクリート等製造技術開発、⑩CO ₂ の分離・回収等技術開発、⑪廃棄物処理のCO ₂ 削減技術開発
産業構造転換分野	⑫次世代蓄電池・次世代モータの開発、⑬電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発 ^(注) 、⑭スマートモビリティ社会の構築、⑮次世代デジタルインフラの構築、⑯次世代航空機の開発、⑰次世代船舶の開発、⑱食料・農林水産業のCO ₂ 削減・吸収技術の開発

(注) ⑬は、2021年8月に名称変更。

(出典) グリーンイノベーションプロジェクト部会「分野別資金配分方針の変更について」(第4回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会 資料4) 2021.8. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/pdf/004_04_00.pdf> を基に筆者作成。

2 脱炭素技術の評価手法(ライフサイクルアセスメント)

CO₂排出削減を促進する上では、当該脱炭素技術の効果を定量的に示すことが重要である。例えば、自動車に用いる部材を新しい素材に置き換えて軽量化した場合、走行段階での燃料消費抑制とそれに伴うCO₂排出削減のみならず、当該部材の生産や自動車の製造・廃棄・リサイクルも含めたライフサイクル全体で排出量がどのように変化するかを分析する必要がある⁽⁴⁸⁾。

人間の活動が環境に対してどのような影響を持つかを、時間的、空間的な視野から認識することを「ライフサイクル思考」と呼ぶ。この思考に基づいて、製品やサービス等を対象に、資源の採取から原材料への加工、製品の生産、運搬、販売、消費を経て廃棄又はリサイクルに至るまでのライフサイクル全体又は特定段階における環境負荷を定量的に評価する手法がライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment: LCA)である⁽⁴⁹⁾。例えば地球温暖化という環境へのインパクトを評価する場合、CO₂などの温室効果ガスを環境負荷として取り上げることになる⁽⁵⁰⁾。

TCFD ガイダンス 2.0 においては業種別の開示推奨項目を挙げており、自動車の開示例の一つが「車両製造1台当たりの温室効果ガス排出量の目標及び実績」である。車両の設計段階からライフサイクル全体での環境負荷の評価を行い、設計に反映することが、製造段階のみならず使用段階や廃棄段階を含めたライフサイクル全体での排出量削減につながるため重要であるとしている⁽⁵¹⁾。なお、様々な主体が独自の評価方法に基づいて評価を行った結果が乱立すると、グリーンウォッシュ⁽⁵²⁾の横行や評価結果に対する社会の信頼の失墜が懸念されるため、温室効

(48) 醍醐市朗ほか「温室効果ガス排出削減貢献量評価に関連するガイダンス等とその特徴」『日本LCA学会誌』17(2), 2021.4, p.74.

(49) 玄地裕ほか編『地域環境マネジメント入門—LCAによる解析と対策—』東京大学出版会, 2010, pp.9-10; 「環境技術解説 ライフサイクルアセスメント(LCA)」環境展望台ウェブサイト <<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=57>> LCAは国際化標準機構(ISO)により規格が策定されている。“ISO 14040:2006.” ISO Website <<https://www.iso.org/standard/37456.html>>; “ISO 14044:2006.” *ibid.* <<https://www.iso.org/standard/38498.html>>

(50) 玄地ほか編 同上, p.22.

(51) TCFD コンソーシアム 前掲注(40), p.68.

(52) 「うわべの飾り、ごまかし」を意味する whitewash のホワイトをグリーンに置き換えた造語。企業などがあたかも環境に配慮しているかのように装いごまかすこと。

果ガス排出削減貢献量を評価するための汎用性のあるガイドライン等⁽⁵³⁾が公表されている⁽⁵⁴⁾。

開発途上で、社会的受容に至っていない新興技術については、LCAの手法を取り入れ、技術の導入が地域や社会の環境に与えるインパクトを考慮して、科学的根拠に基づいた脱炭素実行計画を策定する必要があるとされる⁽⁵⁵⁾。

Ⅲ 脱炭素技術の具体例と課題

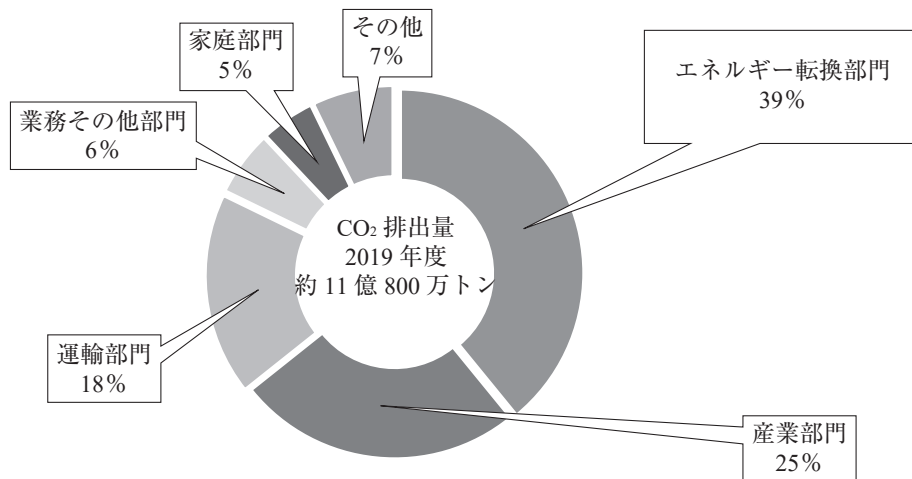
地球温暖化対策として、脱炭素社会に向けた取組について述べてきたが、我が国で二酸化炭素排出量が多い部門はどこかを図1及び図2で示した後、各部門ではどのような対策を講じているかについて概観し、技術や課題を例示する。なお、2019年度の温室効果ガスの総排出量は、CO₂換算で12億1200万トンであり、そのうちCO₂が11億800万トンで91%以上を占める⁽⁵⁶⁾ことから、本章ではCO₂の排出量に基づく数値を取り上げる。

1 CO₂部門別排出量

(1) 電気・熱配分前のCO₂部門別排出量

化石燃料の燃焼によるCO₂の排出量には、電気・熱の配分前と配分後の二通りの値があり、その違いは発電や熱の生産のための化石燃料の燃焼による排出量をどの部門に配分するかによる。電力や熱の生産者からの排出として計算した場合の部門別CO₂排出量は図1のとおりである。

図1 CO₂の部門別排出量（電気・熱配分前）2019年度



(注) 電気・熱配分前排出量は、発電や熱の生産に伴う排出量を、その電力や熱の生産者からの排出として計算した値。電力会社の発電に伴う排出量はエネルギー転換部門に、自家用発電に伴う排出量は産業又は業務その他部門に計上。

(出典) 「[5] CO₂の部門別排出量のシェア（電気・熱配分前後のシェア）確報値電気・熱配分前2019年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス『日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2019年度確報値）』2021.9.24. <https://www.nies.go.jp/gio/archive/ghgdata/jqjm1000000x37h1-att/L5-7gas_2021_gioweb_ver1.2.xlsx>を基に筆者作成。

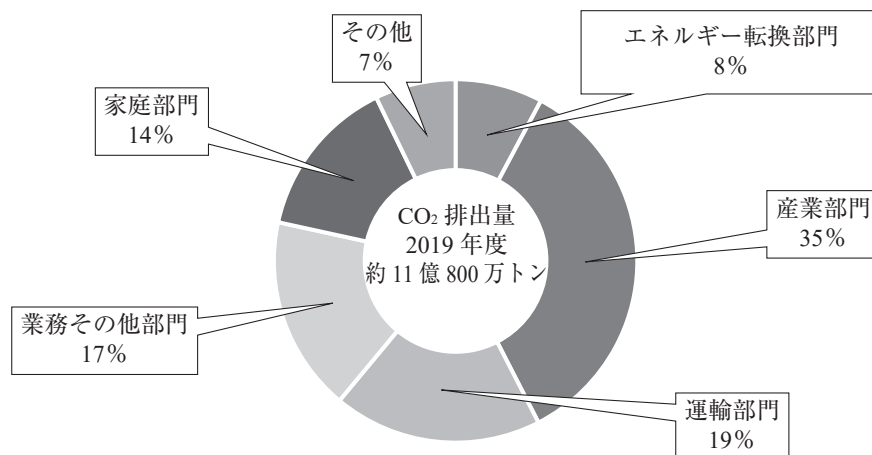
⁽⁵³⁾ 例えば、日本LCA学会「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン 第1版」2015.2.24. <<https://www.ilcaj.org/lcahp/doc/guideline20150224.pdf>>; 経済産業省「温室効果ガス削減貢献量定量化ガイドライン」2018.3. <<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11402477/www.meti.go.jp/press/2017/03/20180330002/20180330002-1.pdf>>

⁽⁵⁴⁾ 醍醐ほか、前掲注(48), p.75.

(2) 電気・熱配分後の CO₂ 部門別排出量

発電や熱の生産に伴う排出量を、電力や熱の消費量に応じて各部門に配分した場合の部門別 CO₂ 排出量は図 2 のとおりである。

図 2 CO₂ の部門別排出量（電気・熱配分後）2019 年度



(注) 電気・熱配分後排出量は、発電や熱の生産に伴う排出量を、電力や熱の消費量に応じて各部門に配分した後の値。

(出典) 「[5] CO₂ の部門別排出量のシェア（電気・熱配分前後のシェア）確報値 電気・熱配分後 2019 年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス『日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2019 年度確報値）』2021.9.24. <https://www.nies.go.jp/gio/archive/ghgdata/jqjm1000000x37h1-att/L5-7gas_2021_gioweb_ver1.2.xlsx> を基に筆者作成。

2 電力

図 1 のとおり電気・熱配分前の CO₂ 排出量は、エネルギー転換部門（発電所、製油所等）が約 4 割を占める⁽⁵⁷⁾ことから、まずは発電に伴う排出量削減対策を見ていくこととする。

(1) 再生可能エネルギー

温室効果ガスを排出しないことから注目が集まる再生可能エネルギーの「再生可能」とは、英語の renewable の和訳であり、自然現象の中で更新されていくという意味である。潜在的な資源の大きさよりも、いかにして経済的に有効なエネルギーに変換するか、自然変動する出力にどう対応するかが課題とされてきた⁽⁵⁸⁾。再生可能エネルギーをコスト競争力のある主力電源にして、その大量導入を持続可能なものとする必要があるとして、2017 年 12 月、資源エネルギー庁は「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」を設置し、具体化に向けた検討を開始した⁽⁵⁹⁾。2021 年 9 月には中間とりまとめを公表し、電力系統⁽⁶⁰⁾

(55) 寶毅ほか「地域への社会実装に向けた新興技術のライフサイクルアセスメント」『日本 LCA 学会誌』17(3), 2021.7, pp.167-171.

(56) 「2019 年度（令和元年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について」環境省ウェブサイト <<https://www.env.go.jp/press/files/jp/116118.pdf>>

(57) 「[5] CO₂ の部門別排出量のシェア（電気・熱配分前後のシェア）確報値 電気・熱配分前 2019 年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス『日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2019 年度確報値）』2021.9.24. <https://www.nies.go.jp/gio/archive/ghgdata/jqjm1000000x37h1-att/L5-7gas_2021_gioweb_ver1.2.xlsx>

(58) 山地憲治「再生可能エネルギーに関する基礎知識」『再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策—科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書—』（調査資料 2013-5）国立国会図書館, 2014, pp.225-227. <<https://dl.ndl.go.jp/view/prepareDownload?itemId=info%3Andljp%2Fpid%2F8563872&contentNo=1>>

の新設・増強、既存系統の有効利用と利用ルールの見直しについて整理し、課題を挙げた。また、再生可能エネルギー電源の適切な立地誘導を行うために、電源や系統に関する情報の公開・開示が重要であることを指摘した⁽⁶¹⁾。

エネルギー政策基本法（平成14年法律第71号）で政府が策定すると定められているエネルギー基本計画の第6次計画において、大量導入やコストの低減が可能であり、経済波及効果が大きいことから、洋上風力が「再生可能エネルギー主力電源化の切り札」とされた⁽⁶²⁾。その導入拡大を目的とした再エネ海域利用法⁽⁶³⁾が2019年4月に施行され、経済産業省は2020年7月、洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会を開催し、同年12月には「洋上風力産業ビジョン（第1次）」を公表した。政府は洋上風力の導入目標を、2030年までに1000万kW、2040年までに3000万kW～4500万kWと設定し、産業界は2030～2035年までに着床式⁽⁶⁴⁾の発電コストを8～9円/kWh、2040年までに国内調達比率を60%にする⁽⁶⁵⁾とした。風車の製造について、現時点で日本メーカーは全て撤退している⁽⁶⁶⁾ことから、洋上風力産業の育成、漁協など地元団体との調整、都市部まで電気を送る送電線の確保などが課題とされている⁽⁶⁷⁾。

(2) 火力発電

化石燃料を燃料とする火力発電由来のCO₂排出量を削減する技術として、二酸化炭素回収・貯留（Carbon Capture and Storage: CCS）技術が位置付けられている。これは発生したCO₂を回収し、パイプラインや船舶で輸送し、地下数百m以深の地層に貯留する一連のプロセスを指す⁽⁶⁸⁾。CO₂の分離回収技術はその分離原理によって、①（液体）吸収法、②（固体）吸着分離法、③膜分離法、④深冷分離法の四種類に分けられる。アミン系吸収液によるCO₂分離回収技術は、現状では最も有力な技術であり、大規模設備建設も進められている⁽⁶⁹⁾。CCSはCO₂を効率的に削減できる技術であるが、貯留や経済性が不確実であり、社会的受容及び認知度が低く、期待どおりの普及には至っていないとされる⁽⁷⁰⁾。また、我が国にはCCSに特化した法律がないため、今後産業化を目指すに当たり、法規制と事業環境の整備が必要とされている⁽⁷¹⁾。

他のCO₂排出削減技術として、燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアの混焼⁽⁷²⁾がある。

59) 資源エネルギー庁「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会の設置について」2017.12. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/001_01_00.pdf>

60) 電気を各地へ送るためのシステム。送電網・配電網を指す。

61) 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代型電力ネットワーク小委員会「電力ネットワークの次世代化に向けた中間とりまとめ」2021.9. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/20210903_2.pdf>

62) 「[第6次] エネルギー基本計画」前掲注42, p.34.

63) 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（平成30年法律第89号）

64) 着床式の洋上風力発電は、発電設備を支える基礎部分を海底に固定する。一方、浮体式は、風車を設置した浮体を海底とワイヤー等でつないで係留する。

65) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「洋上風力産業ビジョン（第1次）」2020.12.15. pp.4, 8. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/pdf/002_02_02_01.pdf>

66) 「風力発電機の生産撤退 日立、外部調達に運営・保守に特化」『日本経済新聞』2019.1.25, 夕刊；「風力発電機：日本総崩れ 生産撤退相次ぐ 世界大型需要取り込めず」『毎日新聞』2019.2.28；「三菱重工、自前路線を転換 洋上風力、開発から「撤退」 販売専念 アジア市場特化」『日経産業新聞』2020.11.12.

67) 「洋上風力3000万～4500万kW 官民合意 2040年目標値 原発30～45基分」『朝日新聞』2020.12.15.

68) 下田昭郎「火力発電におけるCO₂排出削減技術として期待されるCO₂回収・利用・貯留（CCUS）の国内外動向」『Business i. ENECO』53(4), 2020.4, pp.68-69.

69) 茅陽一ほか「技術開発の視点から実現性を考察する」『エネルギーレビュー』41(6), 2021.6, pp.7-9. アミンはアンモニア（NH₃）の水素原子を炭化水素基又は芳香族原子団で置換した化合物の総称で、CO₂の吸収材として用いられる。

70) 下田 前掲注68, p.69.

2020年10月に燃料アンモニア導入官民協議会が設置され、2021年2月には中間取りまとめを公表した。短期的（～2030年）には石炭火力発電への20%アンモニア混焼の導入及び普及を目標とする。長期的（～2050年）には、収熱技術開発を含めた混焼率の向上と専焼化技術の開発を進め、既存の火力発電のリプレースによる実用化を行い、火力発電の脱炭素を実現するアンモニア専焼（アンモニア火力発電）を目指すとしている⁽⁷³⁾。

(3) 原子力発電

近年、原子力発電は厳しい事業状況に置かれているが、一方で地球温暖化対策に向けた取組において、多くの国々が原子力を一つのオプションと位置付けている⁽⁷⁴⁾。我が国の第6次エネルギー基本計画においては、低廉かつ安定的な電力供給や地球温暖化への対応が求められる中で、原子力の利用を安定的に進めるためには、再稼働や使用済燃料対策、核燃料サイクル、最終処分、廃炉等の課題に総合的で責任ある取組を進めていくことが必要という認識が示された。また、将来に向けた原子力利用について、安全性・信頼性・効率性を抜本的に高める新技術の開発や人材育成を進め、2030年までに高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉技術の国際連携による実証等を進めることとしている⁽⁷⁵⁾。

日本原子力学会は、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉・サイト修復⁽⁷⁶⁾について報告書をまとめ、放射性廃棄物の処分を含む廃棄物管理に係る対策には社会的合意形成が不可欠であるとして、原子力の専門家が技術的な立場で様々な角度から分析し、その結果を社会に丁寧に説明するとともに提言として発信することが重要であるとした。また、廃炉・サイト修復には世代を超えた取組が必要であり、様々な立場の人々を含めた討議の機会を作り議論を進めること等を提言した⁽⁷⁷⁾。

また、供給安定性、環境適合性、経済性、社会受容性といったあらゆる社会ニーズに応える万能なエネルギー源は存在せず、どのような電源にもリスクはあるとして、社会全体としてリスクが最小になる電源バランスを考える中で、安全性や信頼性を高めた原子力は選択肢になり得るが、リスクを持つ科学技術を使い続けるには社会受容性が不可欠であり、社会との対話の場を増やす必要があるという意見もある⁽⁷⁸⁾。

3 産業界

図2のとおり、電気・熱配分後の産業部門のCO₂排出量は、35%を占めている⁽⁷⁹⁾。産業部

(71) 「CO₂を回収して埋める「CCS」、実証試験を経て、いよいよ実現も間近に（後編）」2020.12.25. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ccs_tomakomai_2.html>

(72) 火力発電所で石炭等の化石燃料とアンモニアを混ぜて燃やすこと。アンモニア専焼は、燃料アンモニア単独で燃焼すること。

(73) 燃料アンモニア導入官民協議会「燃料アンモニア導入官民協議会中間取りまとめ」2021.2, pp.3, 11. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/nenryo_anmonia/pdf/20200208_1.pdf>

(74) 木村謙仁・柴田智文「諸外国における新型炉開発に係る動向」『エネルギー経済』45(4), 2019.12, p.75.

(75) 「[第6次] エネルギー基本計画」前掲注(42), pp.66, 117.

(76) 土壌、地下水などを対象として、放射能汚染の除去によりサイト（敷地）を放射線管理上の措置不要とするための取組のこと。環境修復ともいう。

(77) 日本原子力学会福島第一原子力発電所廃炉検討委員会「国際標準からみた廃棄物管理—廃棄物検討分科会中間報告—」2020.7, pp.32-33. <https://www.aesj.net/uploads/dlm_uploads/hairohaikibutubunkakai_tyukanhoukokusyo0714.pdf>

(78) 小宮山涼「エネルギー情勢の構造的変化と原子力の役割」『学術の動向』25(1), 2020.1, pp.76-77; 「(東日本大震災10年 科学と社会のはざままで) 主力は自然エネ時代に合う「共存」を 小宮山涼一さんに聞く」『朝日新聞』2021.2.25.

門として鉄鋼業と化学工業を取り上げる。

(1) 鉄鋼業

産業部門のCO₂排出量うち約4割が鉄鋼業によるものであり、CO₂総排出量の14%を占めている⁽⁸⁰⁾。

我が国の製鉄技術は既に世界最先端の水準で、生産工程で発生した廃熱や副生ガスの利用による省エネルギーも極限に達していることから、地球温暖化防止に貢献するためには革新的な製鉄プロセス技術開発、すなわち①高炉からのCO₂発生量を減少させる技術及び②発生したCO₂を分離・回収する技術の開発が必要とされた。2008年度以降、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトとして鉄鋼各社の参加によるCOURSE50(CO₂ Ultimate Reduction in Steelmaking Process by Innovative Technology for Cool Earth 50)が進められている⁽⁸¹⁾。

通常の製鉄プロセスでは、高炉内で燃焼するコークス(C)が高い熱を発生して鉄鉱石(Fe₂O₃)を溶かし、鉄鉱石に含まれる酸素(O)と結びついてCO₂を発生させ、鉄鉱石から酸素を取り除く。一方、石炭を蒸し焼きにしてコークスにする際に排出されるガス中のメタン(CH₄)から水素(H)を取り出して、鉄鉱石の酸素と結びつけて水(H₂O)を作ることで鉄鉱石から酸素を取り除く還元を行うのが、①の技術である高炉水素還元技術である。

水素で還元を一部代替させるとしても高温で燃焼させるためには高炉へのコークスの投入は必要であり、CO₂は発生するため、②の高炉から排出されるガスからCO₂を分離・回収する技術として、化学物質で吸収させる「化学吸収技術」と、吸着剤を使用する「物理吸着技術」の開発が行われている⁽⁸²⁾。

なお、鉄製品の安定供給を維持しつつ、プロセスを転換するのは容易なことではない上、鉄鋼のCO₂削減は全ての鉄生産国が関わる課題であるため、CO₂削減技術の開発は国内の業界を超えた共同推進、国際連携の実現が望ましいと言われている⁽⁸³⁾。また、分離・回収したCO₂の貯留地の開発や貯留コスト、法整備などが残課題とされる⁽⁸⁴⁾。

(2) 化学工業

プラスチックなどの製品の原料を製造する化学工業が、産業部門で鉄鋼業に次いでCO₂を排出している⁽⁸⁵⁾。

CO₂と水を原材料に用い、太陽エネルギーを活用してプラスチックなどの原料となる化学品を合成する技術に人工光合成がある。NEDOは、太陽光エネルギーを利用して光触媒によって

(79) 「[5] CO₂の部門別排出量のシェア(電気・熱配分前後のシェア) 確報値 電気・熱配分後 2019年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 前掲注(57)

(80) CO₂総排出量は1,107,940kt、産業部門全体で384,299kt、鉄鋼は154,554kt。「[3] CO₂の部門別排出量(電気・熱配分後)(簡約表) 確報値 2019年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 前掲注(57)

(81) 「環境調和型プロセス技術の開発」新エネルギー・産業技術総合開発機構ウェブサイト <https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100050.html>; 環境部・省エネルギー部「環境調和型プロセス技術の開発」基本計画」同 <<https://www.nedo.go.jp/content/100525415.pdf>>; COURSE50ウェブサイト <<https://www.course50.com/>>

(82) 「水素を使った革新的技術で鉄鋼業の低炭素化に挑戦」2018.6.28. 資源エネルギー庁ウェブサイト <<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/course50.html>>

(83) 有山達郎「CO₂排出削減長期目標達成に向けた鉄鋼プロセスの将来像」『化学工学』85(1), 2021.1, pp.30, 33.

(84) 馬場未希「水素でつくる鉄、開発急ぐーカーボンニュートラル技術解説 鉄鋼の脱炭素化ー」『日経ESG』267号, 2021.9, p.44.

水から生成したソーラー水素と工場などから排出された CO₂ を利用して、合成触媒によりプラスチック原料などの基幹化学品（C₂～C₄ オレフィン⁽⁸⁶⁾）を製造するプロセス実現のための基盤技術開発を行っている⁽⁸⁷⁾。

再生可能エネルギーである太陽エネルギーを活用し、工場から排出される CO₂ を原料とするこの技術は、化石燃料を使用する場合と比較して、基幹化学品製造プロセスにおける CO₂ 削減に大きく貢献すると期待されている⁽⁸⁸⁾。

4 運輸

電気・熱配分後の運輸部門の CO₂ 排出量は、19% となっている⁽⁸⁹⁾。自動車、航空機、船舶の状況について概観する。

(1) 自動車

自動車による CO₂ 排出量は、旅客輸送、貨物輸送合わせて、運輸全体の 86% を占める⁽⁹⁰⁾。経済産業省は、2020 年 12 月に策定した「グリーン成長戦略」をさらに具体化した 2021 年 6 月版の同戦略の自動車・蓄電池産業の項において、電動化を推進し、2035 年までに乗用車新車発売で電動車 100% を実現できるよう、包括的な措置を講じるとした。なお、「電動車」とは、「電気自動車、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車、ハイブリッド自動車」⁽⁹¹⁾を指すが、特に軽自動車や商用車等の、電気自動車や燃料電池自動車への転換について、特段の対策を講じていくとしている⁽⁹²⁾。

世界の大手自動車メーカーが電動車の販売戦略と車載用電池の開発戦略を明らかにしているが、車載用電池については現在の主流である液系リチウムイオン電池（Lithium-ion Battery: LIB）（以下「液系 LIB」）から、全固体リチウムイオン電池（以下「全固体 LIB」）への切替えが重要とされる。我が国では NEDO がプロジェクト「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第

(85) 石油製品を含む化学工業の CO₂ 排出量は 56,243kt。「[3] CO₂ の部門別排出量（電気・熱配分後）（簡約表）確報値 2019 年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 前掲注57

(86) 不飽和鎖式炭化水素で、炭素数が 2 から 4 のもの。C₂ はエチレン、C₃ はプロピレン、C₄ はブテンと呼ばれる。

(87) 事業名は、二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発（人工光合成プロジェクト）。新エネルギー・産業技術総合開発機構人工光合成化学プロセス技術研究組合「世界初、100% に近い量子収率で水を分解する光触媒を開発」2020.5.29. <https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101311.html>; 同「世界初、人工光合成により 100m² 規模でソーラー水素を製造する実証試験に成功」2021.8.26. <https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101473.html>

(88) 「CO₂ を“化学品”に変える脱炭素化技術「人工光合成」」2018.7.5. 資源エネルギー庁ウェブサイト <<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteiky/jinkoukougousei.html>>

(89) 「[5] CO₂ の部門別排出量のシェア（電気・熱配分前後のシェア）確報値 電気・熱配分後 2019 年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 前掲注57

(90) 自動車（旅客）と自動車（貨物）の CO₂ 排出量はそれぞれ 101,516kt、75,829kt。運輸部門の CO₂ 総排出量は 205,956kt。「[3] CO₂ の部門別排出量（電気・熱配分後）（簡約表）確報値 2019 年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 同上

(91) 電気自動車（Electric Vehicle: EV）は外部電源から車載のバッテリーに充電した電気を用い、電動モーターを動力源として走行する。単に EV という場合はこれを指すが、他の電動車と区別するためにバッテリー式電気自動車（Battery Electric Vehicle: BEV）と記す場合もある。燃料電池自動車（Fuel Cell Vehicle: FCV）は、水素と酸素を化学反応させて電気を作る燃料電池を動力源とする。二つ以上の動力源（一般的にはガソリンで動くエンジンと電気で作るモーターの二つ）を備えたハイブリッド自動車（Hybrid Vehicle: HV）のうち、家庭用電源のコンセントなどからモーター駆動用のバッテリーに充電できるようにしたものをプラグインハイブリッド自動車（Plug-in Hybrid Vehicle: PHV）と呼ぶ。バッテリー残量がある間は電動車であるが、バッテリーが空になるとガソリン車となる。そのため、狭義の電動車には HV、PHV は含まないとされている。

(92) 内閣官房ほか「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」2021.6.18, p.60. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf>>

2期)」（2018～2022年度）を立ち上げ、国内の自動車・蓄電池・材料メーカーが共同研究を行っている⁽⁹³⁾。

有機液体電解質を使用した液系LIBに対し、無機固体電解質を使用した全固体LIBは、電気化学安定性が格段に高く、高エネルギー密度化が図れるため1回の充電で走行できる距離を伸ばすことが可能である。また、難燃性・耐高温性もあるため、車載用蓄電池として電池パックに冷却システムが不要となり、安全部品点数を大幅に削減し、低コスト化・コンパクト化も可能とされる。しかしながら、全固体LIBは技術難易度が高く、高イオン伝導性を有した電解質の合成技術や、充放電を繰り返すことにより電極活物質と電解質の界面に抵抗膜が生じて出力密度が下がる⁽⁹⁴⁾副反応の解消技術等の本質的な技術課題の解決には、アカデミアの科学的知見を取り入れた研究開発が必要である。さらに、液系LIBと構造が異なる全固体LIBの量産プロセスには未知な部分が多いことから、ものづくり企業の創意工夫を開発初期から積極的に取り入れる必要もあるとされている⁽⁹⁵⁾。

(2) 航空機

国連専門機関である国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）は、2010年の第37回総会で、2050年までの毎年2%の燃料効率改善と2020年以降総排出量を増加させないという世界的なCO₂排出削減目標（Carbon Neutral Growth 2020: CNG2020）を決定した。2016年の第39回総会では「国際民間航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム」（Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: CORSIA）を採択した。目標達成の具体的な手段として、航空機技術の改善、運航方式の改善、持続可能な航空燃料の活用、市場メカニズムの活用が挙げられている⁽⁹⁶⁾。

国土交通省は2021年3月、「航空機運航分野におけるCO₂削減に関する検討会」を設置し、①燃費向上に資する要素技術など、機材・装備品等への新技術導入、②経路短縮など消費燃料削減に資する新たな運航方式の改善、③持続可能な航空燃料（Sustainable Aviation Fuel: SAF）⁽⁹⁷⁾の導入促進の三項目について具体策の検討に着手した⁽⁹⁸⁾。同年5月の第2回検討会では、全日本空輸（ANA）、日本航空（JAL）とともにCO₂排出削減策としてSAFの活用を挙げ、安定供給と費用削減が不可欠であることから、国産SAFの産業育成、量産体制の構築が課題であるとした⁽⁹⁹⁾。

93) 高木邦子「カーボンニュートラル技術解説 全固体電池 EV戦争の台風の目に」『日経ESG』265号, 2021.7, pp.38-41.

94) 全固体LIBは、正極にニッケルや硫黄など、負極には炭素のほか金属リチウムやシリコンなどを用い、電解質層を通して両極間でリチウムイオンを往来させる。イオン伝導性や化学的安定性などの電解質の性能向上や、正極活物質と固体電解質の界面に被膜を作る活物質コート技術による抵抗低減等が実用化に向けた技術課題とされている。NEDO次世代電池・水素部蓄電技術開発室「プロジェクトの概要（公開）」（「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」中間評価分科会 資料5）2020.10.20, p.28. 新エネルギー・産業技術総合開発機構ウェブサイト <<https://www.nedo.go.jp/content/100927227.pdf>>

95) 高木 前掲注93; 次世代電池・水素部「「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」基本計画」2018.1, pp.2-3. 同上 <<https://www.nedo.go.jp/content/100881230.pdf>>

96) “Climate Change.” ICAO Website <<https://www.icao.int/environmental-protection/pages/climate-change.aspx>>; 国土交通省航空局「航空分野におけるCO₂削減の取組状況（参考資料）」（第16回基本政策部会資料4）2021.3. <<https://www.mlit.go.jp/common/001403137.pdf>>

97) SAFは、ニートSAFと化石由来のジェット燃料を混合したものを指す。ニートSAFは、バイオマス原料等を基に製造されたジェット燃料であり、藻類は10%まで、木質バイオマスは50%まで化石由来のジェット燃料と混合することが可能とされている。「国産SAFを使用した本邦航空会社によるフライトを実施しました」2021.6.18. 国土交通省ウェブサイト <https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku08_hh_000023.html>

98) 「航空機運航分野におけるCO₂削減に関する検討会」同上 <https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk8_000004.html>

(3) 船舶

ICAOと同じく国連の専門機関である国際海事機関（International Maritime Organization: IMO）は、2018年4月、「GHG削減戦略」（Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emission from Ships）を採択した。国際海運からのGHG⁽¹⁰⁰⁾排出量を2050年までに2008年比で少なくとも50%削減し、今世紀の可能な限り早期にGHG排出ゼロを目指すという目標である⁽¹⁰¹⁾。

これを受けて、同年8月、国土交通省は国際海運GHGゼロエミッションプロジェクトを立ち上げた。海運業、造船業、船用工業の各海事産業界や研究機関・公的機関等が参画し、産学官公が連携するプロジェクトである⁽¹⁰²⁾。2020年3月には国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップを作成し、2028～2030年までに商業運航開始を想定した「ゼロエミッション／超低炭素船」として、①水素燃料船、②アンモニア燃料船、③船上CO₂回収システム搭載船、④超高効率LNG⁽¹⁰³⁾＋風力推進船のコンセプト設計を行うとともに、それぞれの技術的課題等の洗い出しを行った⁽¹⁰⁴⁾。

5 建築（省エネルギー）

電気・熱配分後の家庭部門のCO₂排出量は14%を占めている⁽¹⁰⁵⁾。ここではそのうちの建築について、主として省エネルギーに関する取組を取り上げる。

家庭の省エネルギーを進める上で冷暖房エネルギーを少なくすることは重要な要素であり、建築計画の工夫による高断熱化など住宅そのものを省エネ住宅にすることで大きな効果が得られるとされる。ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（Net Zero Energy House: ZEH）とは、「外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロとすることを目指した住宅」である⁽¹⁰⁶⁾。日射遮蔽、高断熱窓、省エネ換気⁽¹⁰⁷⁾、高効率の空調・照明・給湯の採用や、太陽光発電、蓄電システムの設置等が想定されており、環境省等による支援が行われている⁽¹⁰⁸⁾。

ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（Net Zero Energy Building: ZEB）は、「建築計画の工夫に

(99) 全日本空輸株式会社「運航分野におけるカーボン・ニュートラルに向けた課題」（第2回航空機運航分野におけるCO₂削減に関する検討会資料2）2021.5. 同上 <<https://www.mlit.go.jp/common/001407199.pdf>>; 日本航空「2021-2025年度JALグループ中期経営計画抜粋」（第2回航空機運航分野におけるCO₂削減に関する検討会資料3）2021.5.28. 同 <<https://www.mlit.go.jp/common/001407200.pdf>>; 「ジェット燃料脱・石油の挑戦 古着を原料にフライトコストが課題」『朝日新聞』2021.3.18, 夕刊.

(100) 温室効果ガス。前掲注(7)参照。

(101) “Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships,” 2018.4.13. UNFCCC Website <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf>; 丸田昭輝「世界の水素プロジェクト—船舶関係プロジェクトを中心に—」『マリンエンジニアリング』54(5), 2019.9, p.672.

(102) 岡田啓「国際海運における温室効果ガス削減対策に関する近年の進展」『運輸と経済』81(5), 2021.5, p.58; 「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」国土交通省ウェブサイト <https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000026.html> ゼロエミッション（Zero Emission）は、「排出がないこと」を意味する。

(103) 液化天然ガス（Liquefied Natural Gas: LNG）

(104) 「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」（初版2020.3, 第2校2020.12）国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/common/001386774.pdf>>

(105) 「[5] CO₂の部門別排出量のシェア（電気・熱配分前後のシェア）確報値 電気・熱配分後2019年度」国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 前掲注(67)

(106) 「ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）に関する情報公開について」資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/index03.html>

(107) 熱交換換気装置。換気時に熱が移動し、外気が室内温度に近い温度になって取り込まれるため、省エネルギーが可能となる。「2. 換気と省エネを同時実現する技術」環境省ウェブサイト <<http://www.env.go.jp/earth/zeb/ventilation/02.html>>

よる日射遮蔽・自然エネルギーの利用、高断熱化、高効率化によって大幅な省エネルギーを実現した上で、太陽光発電等によってエネルギーを創り、年間に消費するエネルギー量が大幅に削減されている最先端の建築物」と定義されている⁽¹⁰⁹⁾。電気は常に需要と供給とのバランスをとる必要があるが、再生可能エネルギーの大量導入でその調整が困難になる。建物の様々な設備機器を制御している BEMS (Building Energy Management System) の外部通信機能によって電力系統とのコミュニケーションを取ることで、仮想的に発電所による需給調整と同じ効果を果たす VPP (Virtual Power Plant)⁽¹¹⁰⁾を実施することが重要であり、2016～2020 年度には VPP の実証実験が行われている⁽¹¹¹⁾。

おわりに

大型台風の接近など「明日の緊急事態」には注目するが、「数十年かけて進行する緊急事態」に社会が注目することは容易ではないと言われる⁽¹¹²⁾。地球温暖化問題は、研究者や政策決定者だけの問題ではなく、全ての人に関わる問題であるが、脱炭素社会の実現を人々の自由意思に任せて実現することは困難であり、議論を可能とする学習の場と制度的な支援とが必要とされている⁽¹¹³⁾。

2019年3月、北海道札幌市内において脱炭素社会への転換に向けた認識と対策について専門家と市民が議論する「脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル」が行われた。市民の認識は多様であり、我が事として脱炭素化に向けた社会変革を受け入れられるのかという問いへの回答には揺らぎがあったが、様々な声や気持ちの揺らぎを政策立案者に届ける試みとしての可能性が示された⁽¹¹⁴⁾。2020年11月から12月にかけて、同じく札幌において気候変動対策に関する無作為抽出型の市民会議（気候市民会議⁽¹¹⁵⁾）が国内で初めて開催され、行政に対する提言がまとめられた⁽¹¹⁶⁾。

我が国ではエネルギー政策を進める上での大原則として、安全性 (Safety)、エネルギーの安定供給 (Energy Security)、経済効率性の向上 (Economic Efficiency)、環境への適合 (Environment) という「S + 3E」が重要とされている⁽¹¹⁷⁾。これらを相対化し、国内のエネルギー政策や気候

(108) 福田一成「IoT で脱炭素社会を構築する民生需要サイドのエネルギーマネジメント」『化学工学』85 (1), 2021.1, p.43; 「戸建住宅におけるネット・ゼロ・エネルギー・ハウス (ZEH) 化支援事業 (経済産業省・国土交通省連携事業)」『ZEH に対する各省補助金』p.[1] 同上 <https://www.env.go.jp/earth/200310_R2_MOE_ZEHpoint%EF%BC%88HP%EF%BC%89.pdf>

(109) 「ZEB (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) に関する情報公開について」資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/index02.html>

(110) 大規模発電所に依存した従来型のエネルギー供給システムを見直し、工場や家庭などが有する分散型のエネルギーリソース (太陽光発電、家庭用燃料電池など) を束ね、遠隔・統合制御することで電力の需給バランスを調整する仕組み。あたかも一つの発電所のように機能することから「仮想発電所」と呼ばれる。「VPP・DR とは」 同上 <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html>

(111) 福田 前掲注(108), pp.43-45; 「VPP・DR 普及に関する施策 実証実験 (補助金)」 同上 <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/measure.html>

(112) 江守 前掲注(11), pp.14-15.

(113) 増井利彦「日本における脱炭素社会の実現への課題」『環境技術会誌』168号, 2017.7, p.231.

(114) 八木絵香・三上直之「気候変動問題をめぐる市民参加の可能性」『環境情報科学』49(2), 2020, pp.13-16.

(115) 温室効果ガス排出実質ゼロの脱炭素社会をどのように実現すべきかについて、くじ引きなどで選ばれた一般市民が議論し、結果を国や自治体の政策にいかす市民会議。2019年頃から欧州など諸外国で広く行われるようになった。「気候市民会議さっぽろ 2020」citizensassembly.jp ウェブサイト <https://citizensassembly.jp/project/ca_kaken>

(116) 気候市民会議さっぽろ 2020 実行委員会『気候市民会議さっぽろ 2020 最終報告書』2021. 同上 <https://citizensassembly.jp/system/wp-content/uploads/2020/09/sapporo2020ca_final_report.pdf>

変動対策の議論の場に、倫理 (Ethics)、公平性 (Equity) など、より多くの視点を持ち込み、多面的な価値を反映する必要があるのではないかという意見もある⁽¹¹⁸⁾。

2050年脱炭素社会の実現に向けて、時間や天候によって変動する再生可能エネルギーを主流電源とするための電力の貯留技術の開発や需要と供給の偏在解決のための送電線の容量拡充のほか、CCSなどの脱炭素技術やカーボンプライシングの導入、リユースやリサイクルの徹底、植林などCO₂吸収源の確保、これらの基礎となる教育の充実、途上国支援などあらゆる対策を導入する必要がある⁽¹¹⁹⁾。

2050年までに残された時間は多くはない。「疑う余地のない」地球温暖化に対し、次世代以降の人々に対する責任を果たす上で、我が国も可能な限りの対策を取ることが求められている。

(いしわたり ひろこ)

(117) 「[第6次] エネルギー基本計画」前掲注(42), p18.

(118) 江守 前掲注(11), pp.19-20.

(119) 増井利彦「脱炭素社会の実現に向けて取り組むべきこと」『環境技術会誌』182号, 2021.1, pp.10-11.