『世界』６月号　特集「気候変動とエネルギー」の紹介

2021 年 5 月 29 日＠核問題研究会

三好　永作

１ 高村ゆかり「カーボンニュートラルへ日本の課題」（論点は何か）
２ 伊代田昌慶「革新的技術は気候を救うか」（新技術をめぐる７条件）
３ 山家公雄「どうして海外は再エネが普及しているのか」（実践に学ぶ）
４ 飯田哲也「すぐそこにある再エネ社会−誰がこの転換を妨げるのか？」（政策提言）

１ 高村ゆかり（東大未来ビジョン研究センター教授）「カーボンニュートラルへ日本の課題」

菅首相「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」（2020.10.26）
「2030 年度に，温室効果ガス排出量を 2013 年度から 46%削減を目指す」（2021.4.22）

・気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の 1.5℃特別報告（2018 年）：気温上昇を 1.5℃に抑えるには，CO_2 を 2010 年比で 2030 年までに約 45%削減し，2050 年頃に CO_2 排出実質ゼロにする必要がある．
・日本における現状の対策の水準と実現したい脱炭素社会の間には大きなギャップ．
・日本の温室効果ガス排出量の 85%はエネルギー起源の CO_2 排出量．2050 年カーボンニュートラルの目標は脱炭素化したエネルギーシステムへの革新的転換が必要．
・日本での一次エネルギー供給の約 90%は，海外から輸入による化石燃料である．また，水力を含む再エネの割合は 10.4%（2011 年）から 18.0%（2019 年）と拡大しているが，主要国の割合（カナダ 66.3%，イタリア 39.7%，スペイン 38.2%，ドイツ 35.3%，英国 33.5%，中国 25.5%，米国 16.8%）と比較すると比較的少ない．

＜2030 年の温暖化目標（注１）を定めた 2015 年からの変化＞
①経済は一定成長しながら，エネルギー需要，電力需要とも伸びていない．
②世界的に再エネへのエネルギー転換が進行している．原因は再エネのコスト低下．将来の日本の事業用太陽光発電のコストは 2019 年の 13.1 円／kWh から 2030 年には 5.8 円／kWh に，陸上風力は 2019 年 11.1 円／kWh から 2030 年には 6.6 円／kWh になる見通し
③再エネの導入により，エネルギーコストの低減，途上国のエネルギー需要への対応，大気汚染の改善，雇用創出，産業振興などの効果が出てきた．2019 年に世界において再エネ分野で 1150 万人の雇用が創出された（IRENA）．

（注１）2013 年度比で 26%削減

＜自治体や企業での脱炭素化の取り組み＞

・パリ協定（2015 年）後の大きな変化は，自治体や企業が脱炭素社会に向かう取り組みを先導していることである．日本でも東京都，横浜市，福岡市をはじめ 1 億 1000 万人を超える人口をカバーする 372 の自治体が 2050 年に CO_2 排出実質ゼロを宣言している（2021 年 4 月 20 日現在）．

・企業でも米マイクロソフトは，2020 年 1 月に 2030 年までに自社の排出量以上に削減する「カーボンネガティブ」を目指すと発表した．2025 年までに自社の消費エネルギーをすべて再エネとし，2030 年までにスコープ３（注２）の CO_2 排出量を半分以下にするという目標を掲げる．米アップルもすべての事業，製品のサプライチェーンとライフサイクルからの排出量を 2030 年までに実質ゼロとする目標を発表．

（注２）スコープ３とは，スコープ１（企業が直接排出した温室効果ガス）とスコープ２（オフィスなどで電力等により間接的に排出した温室効果ガス）以外の企業が間接的に排出するサプライチェーンでの温室効果ガス排出量をいう．

・このように自社の事業活動からの直接の排出量だけでなくスコープ３からの排出量を削減する動きが世界で広がるとともに，企業をゼロエミッションに動かすもう一つの要因は，ESG 投資の「E」（Environment），特に気候変動を投資判断に組み入れる動きがあることである．

・気候変動問題は，企業にとって「社会貢献」ではなく，取締役会が扱うべき企業経営の問題，本業の問題となっている．

＜原発とゼロエミッション火力の位置＞

・再エネのコスト低下によって，気候変動対策の選択肢としての原発は追加的安全対策費などでコスト競争力を失う．将来のエネルギーシステムとして役割が残るとしても，これまでとは相当異なる姿となるだろう．

・火力発電所の炭素回収・利用・貯蔵技術（CCUS）や，アンモニアや水素を利用した発電なども可能性のある選択肢として上がるが，これらの技術の実現可能性や普及の鍵となるコストの見通しはまだ明らかではない．

・省エネを進め，再エネの導入を強力に促進し，いま手もとにある技術の普及によりエネルギーシステムの脱炭素化を加速するのが，日本の取るべき戦略である．

２ 伊代田昌慶（気候ネットワーク主任研究員）「革新的技術は気候を救うか」

菅首相は,「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」と宣言した（2020.10.26）．

・鍵になるのは革新的なイノベーションと首相は強調した．日本はさまざまな新技術の開発，「技術的ブレイクスルー」を目指すべきとの議論が盛んである．それらの中には，炭素回収・貯留（CCS），炭素回収・利用（CCU），CO_2直接回収（DAC），アンモニア発電，小型原子炉・核融合などがある．これらの新技術を検討する．

＜炭素回収・貯留（CCS），炭素回収・利用（CCU）＞

・火力発電所や製鉄所で発生するCO_2を回収し，貯留できる場所へ運び長期間閉じ込め，あるいはCO_2を利用する技術.

・政府の気候変動対策の長期戦略（2019 年）では石炭火力発電について「2030 年までに CCS を導入することを検討する」とあるが，これまでの経過からその保証はない．経産省は北海道苫小牧で CCS の実証実験を行い，2019 年までの 3 年間で 30 万トンのCO_2を地下に注入したと発表した. 安定して閉じ込められるかのチェックが必要．CO_2の貯留に失敗し大気中に放出していたプロジェクトの例もある.

・ CCS 付き石炭火力発電のコスト見込み（経産省による）は 15.2～18.7 円／kWh である．事業用太陽光発電のコストは，2019 年の実績で 13.1 円／kWh，2030 年には 5.8 円／kWh まで下がり，陸上風力発電でも 2019 年の実績で 11.1 円／kWh，2030 年には 6.68 円／kWh まで下がるとの見通しを経産省が紹介している.

・今後，CCS の開発が進んだとしても，再エネとの競争に負けて実際には活用されない可能性が高い．脱炭素で再エネ 100%の産業構造への公正な移行が進むように，対策を急ぐべきではないか.

＜燃料アンモニア＞

・政府は，アンモニアを石炭火力発電への混焼用途として打ち出している．国内のすべての石炭火力発電所で 20%のアンモニア混焼をすれば，2000 万トンのアンモニア（世界の全貿易量に匹敵）が必要．アンモニアは燃焼でCO_2は出さないが有害な窒素酸化物をだす.

・アンモニアの価格も高く（天然ガスの２倍），その実用化は省エネや再エネと比較して有望とは言えない.

・グリーン成長戦略の工程表では，CO_2排出がゼロとなるアンモニア火力の専焼化開始は 2040 年代後半とされている．それまでアンモニア混焼が継続されるようだ.

＜革新的技術の諸条件＞

どのような「革新的技術」の研究開発・普及が推進されるか

① 技術確立の実現可能性．大規模かつ安定的に運用できる見通しが必要.

② すでに確立している対策の実行を遅らせないことが肝要．すでにある省エネ・再

エネ技術の普及促進を広める.

③ 「1.5℃未満」実現のために求められるスピードにその対策規模が間に合うこと.

④ 環境十全性. CO_2 削減だけでなく，社会的・環境的な悪影響を最小限に抑える.

⑤ 経済合理性. 省エネや再エネに対する投資は CO_2 削減だけでなく，エネルギー源を確保するなどの経済的便益がある

⑥ 「革新的技術」をめぐる民主主義やガバナンスの問題. 予期せぬトラブルが生じたとき誰が対処するのか.

⑦ 気候正義の観点. CCS で閉じ込めた CO_2 は極めて長期間にわたり管理する必要がある. 核廃棄物の管理責任を将来世代に押し付けているのと類似である. そのような不正義は受け入れることはできない.

持続可能で民主主義に則った形で進められる省エネと再エネについては，これらの 7 つの条件に適合しているといえる.

＜2030 年に向けた議論と革新的技術＞

米国主催の気候サミットで菅首相は「2030 年度に，温室効果ガス排出量を 2013 年度から 46%削減を目指す」（2021.4.22）

・国際的研究者グループ「Climate Action Tracker」のレポート :「日本の温暖化対策をパリ協定の 1.5℃目標と整合させるには、国内の温室効果ガス排出を 2030 年までに 2013 年比で 60%以上削減する必要がある」

・政府が列挙している「革新的技術」には，2030 年に実用化や普及が間に合わないものが多い. 2030 年までの対策強化では，「革新的技術」はあてにせず，対策を着実に進めなければならない. 最重要な対策は，省エネと再エネの普及である.

・石炭火力発電ゼロの実現，カーボンプライシングの強化，自動車の脱炭素化，建築物のゼロエミッション（ZEH, ZEB）化の前倒し，代替フロンなど（F ガス）の禁止や自然冷媒への移行促進など

＜おわりに＞

・政府や産業界がこれまで述べた「革新的技術」にこだわるのは，その主眼が気候変動対策にあるのではなく，経済成長や国際競争力にあるからではないか.

・ 実現性も不確かな「革新的技術」に莫大な政策資源を投入することは，人々が省エネや再エネの普及に取り組み，エネルギー貧困をなくすために使えるお金を化石燃料産業が搾取することになっているのではないか.

・莫大な政府資金が省エネや再エネの普及に使われていたなら，地域の再エネ資源を活用した循環型経済が作られ，雇用も増え，大気汚染は改善され，断熱性能の高い住宅でエネルギーを使うことなく快適に過ごせる社会になっていたのではないか

Climate Action Tracker のレポート

「日本の 1.5℃ベンチマーク～2030 年温暖化対策目標改定への示唆～」

・パリ協定の 1.5°C 目標達成に向けた日本の 2030 年とそれ以降の経済全体及び部門レベルの基準を提示している．国内の温室効果ガス（GHG）排出を 2030 年までに 2013 年比で 60%以上削減する必要がある．

・（省エネ）エネルギー効率の上昇やインフラ改革によるエネルギーサービス需要を低減する．行動変容によってエネルギー需要を削減する．

・エネルギー最終消費部門の電化を促進する．変動性のある再エネを統合する方法も増えつつある．再エネ由来の水素は，電化の困難な産業プロセスや貨物輸送・航空の脱炭素化に向けたカギとなる．水素は再エネのみで生産し，他の代替手段がない場合に限り使用されることが大切である．

・日本のグリーン成長戦略による革新的技術の開発・展開は、脱炭素化への後押しとなり得る. しかし, 既に存在する技術（洋上風力を含む風力, 太陽光発電, ZEB/ZEH, EV 等）をまずは 2030 年までに徹底的に展開することが、2050 年 GHG 排出実質ゼロ目標の達成に重要である．

３ 山家公雄（京都大学特任教授）「どうして海外は再エネが普及しているのか」

・2050 年カーボンニュートラルに向けて確立された低コスト技術の本命は，再エネである．再エネが世界で普及する理由は，それが「3E」（Energy Security エネルギー安全保障，Environment 環境適合性，Economic Efficiency 経済効率性）のすべてを備えているからである．

・変動する再生可能エネルギー（Variable Renewable Energy, VRE）である風力，太陽光は天候次第の出力であるため，出力調整が容易な別の電源が重要になる．現状では火力発電や揚水を含む水力発電に依存している．

＜EU が再エネ普及に成功した理由＞

・EU 諸国では，固定価格買取制度（FIT）の導入だけでなく，再エネに関して「優先接続」「優先給電」「送配電事業者の系統増強義務」を設定して，再エネの新規参入が容易になるようにした．

・さらに電力自由化，取引市場整備を積極的に進めたことが，再エネ普及に大きな役割を果たした．自由化により垂直統合的な組織は分離され，送電会社は独立し，発電と小売も分離され，それぞれが利益最大を目指すことになる．そして透明で被差別的な取引市場が整備された．取引市場で燃料費ゼロの再エネが最初に落札される

・「電力市場の革新」により VRE の課題克服大きく進展している．欧米の卸取引市場では，運用が 15 分～1 時間単位であり（日本は 30 分単位），実際の電力の授受が行われる 5 分～1 時間前まで調整が実施される（日本は 1 時間前）．天候や需要の予測はまず外れない．

＜EU の優等生ドイツの例＞

・2011 年 12 月には再エネ普及や省エネ推進に関わる目標値・スケジュールの設定，FIT の改正，再エネの優先接続・優先給電などが実施された．また，当日市場において短時間商品の投入など，変動する再生可能エネルギー（VRE）の需給調整を支援する仕組みを整えた．

・再エネ比率は，2000 年の 6.6%から 2020 年には 44.4%（陸上風力 19%，太陽光 9%，バイオマス 8%，洋上風力 5%，水力 3%）に上がる．

・ドイツの再エネ普及には，FIT だけでなく系統運用や卸市場革新が大きな役割を果たしている．バイオマス発電や蓄電池を利用し調整力を提供する仮想発電事業（Virtual Power Plant, VPP）が登場している．

・変動性のため VRE 比率の拡大には限界があるとされてきたが，急激に再エネ比率が上がるドイツでは，短時間では 100%近い数字も出ている．

＜2030 年再エネ 7 割を公約したアイルランド＞

・ 日本では第 6 次エネルギー基本計画の改訂議論の中で，慣性力の制約により再エネの電力需要（供給？）に占める割合は 5 割が限度という説が紹介され，2050 年の再エネ電力割合を 5～6 割とする根拠の一つとなった．アイルランドは再エネ電力目標を 2019 年 6 月に「2030 年 70%」に設定し，その 9 月に長期戦略を策定し，2030 年までにリアルタイムで再エネ比率 95%にて運用する能力を身につけることを義務化した．

＜市場機能で再エネが拡大する米テキサス州＞

＜RE100 への系統課題は克服できる＞

・世界では再エネが急拡大してカーボンニュートラル実現の切り札になっているが，日本では，いまでもコストと天候依存の変動性が課題としてあげられている．

・変動性については，電力ネットワーク（系統）と相性がよくないことが強調され，①送電線容量，②需給調整，③慣性不足の順に問題があるとされたが，①と②は克服されつつあり，③については世界で課題克服のための議論や技術開発が進められている．アイルランドは 2030 年の再エネ電力比率を年間 70%，リアルタイム 95%超を宣言している．

・技術立国の日本は「EU の北海道」アイルランドと同じ目標を設定できるはずだ.

4 飯田哲也（環境エネルギー政策研所長）「すぐそこにある再エネ社会−誰がこの転換を妨げるのか？」

・この 10 年で風力発電は 3.6 倍に拡大しコストは 7 割下がり，太陽光発電は 18 倍に拡大しコストは 9 割下がった．多くの国際機関では，将来の電力も一次エネルギー源も太陽光発電と風力発電がその中心を担うと予測しはじめた.
・しかし，日本ではこのような流れから取り残され，この 10 年で離陸しはじめた太陽光発電市場も崩壊しつつある．1 つの失敗は, 太陽光発電などからの買取価格を, 国が計画を認定した時点で決まるような FIT 制度にしたことであった(FIT 制度は, 建設時点で投資回収が可能な固定買取価格を長期間保証し，再エネ普及を促しコストダウンを狙う制度である).
・もう一つの失敗は，電力会社の送電線問題である．電気会社への規制やルール作りは経産省が行うべきであるが, 数年ごとに人事ローテイションを行う経産省に比べて電気会社は人材・情報・経験・知識で優位にあり，電力会社が実質的な政策決定をしていると見てよい.
・初期の FIT 法には，ドイツなどに倣い再エネ事業への送電線接続を優先する「優先接続」が規定されていたが, 2015 年の電気事業法改正時に「優先接続」を削除した. その結果，休止原発や将来の石炭火力の接続が優先され，再エネ事業者が後回しにされることになった．莫大な「接続負担金」を要求される例もある.
・福島原発事故後の電力市場改革も中途半端となっている.
・いま，第 6 次エネルギー基本計画の中で，2050 年の再エネ比率 5〜6 割と低い目標値が審議されている．これに対して，気候危機を懸念する若者たちがそのような無責任なエネルギー政策は認められないと声をあげている．これからの日本の環境エネルギーの選択は，審議会で無責任に決めるのではなく，若者を含む国民全員が参加して選択すべきである.

斎藤幸平著「人新世の資本論」の中で紹介されているフランスの「市民会議」

・「黄色いベスト運動」（仏）では，化石燃料税引き上げを契機に 150 人規模の「市民会議」が発足し，2030 年までの温室効果ガス 40%削減の対策案を作ることになった．メンバーの選出方法：くじ引き（実際の国民構成に近く）．専門家のレクチャーの後，議論し，最後は投票．結果，約 150 の案を提出（2025 年からの飛行場の新設禁止，国内線の廃止，自動車の広告禁止，気候変動対策用の富裕税の導入，さらに「環境破壊罪」の施行についての国民投票の実施を求めた).