

21世紀 ひょうご

巻頭言 気候変動 今なすべきことは？

(公財) ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究戦略センター参与

川口 順子

特集

脱炭素社会を創る - 気候変動への対応 -

・気候政策に基づく脱炭素社会転換の進め方

地球環境戦略研究機関 参与

西岡 秀三

・カーボンニュートラルに向けた経済・産業の転換

京都大学大学院経済学研究科 地球環境学堂 教授

諸富 徹

・グリーンニューディール：現実となった環境と経済の両立

東北大学東北アジア研究センター・同大学院環境科学研究科 教授

明日香 壽川

・脱炭素社会への途：気候正義から考える

京都大学大学院地球環境学堂 教授

宇佐美 誠

・気候変動の歴史と人間社会の適応可能性

名古屋大学大学院環境学研究科 教授

中塚 武

トピックス

- ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究成果報告会
- 21 世紀文明シンポジウム
- 第 24 回アジア太平洋フォーラム・淡路会議

C CONTENTS

巻頭言 気候変動 今なすべきことは?..... 1

(公財) ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究戦略センター参与 川口 順子

特集

脱炭素社会を創る - 気候変動への対応 -

- 気候政策に基づく脱炭素社会転換の進め方..... 3
地球環境戦略研究機関 参与 西岡 秀三
- カーボンニュートラルに向けた経済・産業の転換..... 22
京都大学大学院経済学研究科 地球環境学堂 教授 諸富 徹
- グリーンニューディール：現実となった環境と経済の両立..... 36
東北大学東北アジア研究センター・同大学院環境科学研究科 教授 明日香 壽川
- 脱炭素社会への途：気候正義から考える..... 49
京都大学大学院地球環境学堂 教授 宇佐美 誠
- 気候変動の歴史と人間社会の適応可能性..... 59
名古屋大学大学院環境学研究科 教授 中塚 武

- トピックス
- ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究成果報告会..... 70
 - 21 世紀文明シンポジウム..... 73
 - 第 24 回アジア太平洋フォーラム・淡路会議..... 77

21 世紀
ひょうご
2023
vol. 35

気候変動 今なすべきことは？

(公財) ひょうご震災記念21世紀研究機構
研究戦略センター参与

川口 順子



この夏、久しぶりに北海道を旅した。着陸した旭川空港に大きな「函館でブリ料理を！」の看板。「えっ、函館の名物料理はイカじゃないの？」北海道の友人は、「北海道でもブリが獲れるようになったけど、皆食べ慣れていないので、あまり食べない。」と言った。気になって、ネットで調べると、北海道のブリの漁獲量は都道府県別で一位、漁獲されるようになったのは2010年くらいからである。恐らく気候変動の影響だろう。

今から20年以上前のCOP6とCOP7では、京都議定書の運用ルールに関する熾烈な交渉が行われた。合意なくしては京都議定書を締結することはできず、気候変動は野放しになる。私は環境庁長官/環境大臣として、日本代表団を率いる交渉責任者だった。気が遠くなるような数の対立点があった。森等のシンクはどこまで認めるか、原発建設を削減と認めるか、目標を達成できなかった国にはどのようなペナルティーを課すべきか、何を発展途上国への支援と認めるかなどである。米国はブッシュ大統領が京都議定書離脱を発表し、EUは原発に関する議論はテーブルに乗せることも認められない、削減の抜け道になりかねないシンクはできるだけ厳しくと強固に主張していた。日本国内では産業界は合意に反対し、環境NGOは世界のNGOと共に京都議定書を殺すなと呼びかけていた。「前門

のトラ。後門の狼」状況である。

COP6及びその再開会合の二度にわたる失敗の後、マラケシュで開かれたCOP7では、当初日本が妥協できることはほとんどないように見えた。日本が実行可能な案でなければ合意してはならない。同時に、日本が「チャブ台をひっくり返し」国際社会の悪役になってはならない。徹夜に次ぐ徹夜をし、主張すべきは主張し、情報を取り、根回しをし、日本代表団は一つのチームとしてよく頑張ったと思う。幸いにも合意が成立し、真夜中のマラケシュの街を車でホテルに戻った。野犬の群れが吠えながら車を追いかけてきた。「マラケシュでは夜の街を歩くことはできないのだ」と疲労困憊した頭でぼうっと思っていた。

この当時、日本は世界一の省エネ国だった。GDPあたりの二酸化炭素の排出量が世界で一番低かったのである。「日本は温暖化対応先進国」と世界中が認めていた。この認識が交渉での日本の立場を強くした。日本が「できない」と言えば、世界はあの省エネ国日本がそういうからには無理なのだろうと認めてくれた。米国離脱の後でEUが日本を仲間に入れることを必要としていた点もあった。

世界はその後、発展途上国も削減義務を負うパリ協定に合意することができて、京都議

定書は過去のものとなった。もう一つ過去のものとなったことがある。温暖化対応先進国だった日本の地位である。

現在日本は再生エネルギー導入量では世界に大きく遅れをとっている。GDPあたりのCO₂排出量もヨーロッパに比べ、遅れをとってしまった。不幸な東日本大震災の影響は勿論ある。遠浅の海がほとんどないなど、再生エネルギーに恵まれていない事情もある。土地も狭小であるし、省エネもすでに相当程度進んでしまった。遅れをとった理由は色々あるだろう。しかし、2050年ネットゼロは待たないで、日本は温暖化対策を一層強化・加速化して遅れを取り戻さなければならない。

広島G7サミットでは、2030年までに43%削減、35年までに60%削減が強調された。(2019年比) また、遅くとも2035年までに電力を完全にまたはその大宗を脱炭素化するとの目標も再確認された。

先日国際エネルギー機関(IEA)が再生可能エネルギーの設備容量を2030年までに3倍に拡大するよう提言した。これにより、化石燃料の需要は2030年までに25%減という。化石燃料の偏在から来る安全保障リスクを下げることにもつながる。広島で開かれたG7では太陽光発電の30年の導入量を現在の3倍強にすることが合意されているし、インドで開かれたG20でも再生エネルギーの3倍目標が宣言に盛り込まれた。

今後日本がまず取り組まなければいけないことは温室効果ガス削減目標の強化とそれに

統合的な対策の策定であろう。日本の現在の削減目標は2030年46%削減(2013年比)であるが、日本の排出量は2013年から19年にかけて約14%減少したので、広島サミットと統合的な目標は、2013年比で考えると66%削減となるとの試算もある。「箱の外に出て」発想し、スピード感を持って実行する事が必要である。

対策として是非真剣に取り組んで欲しいと思うのはカーボンに価格をつけるカーボンプライシングである。特定のものが高ければ、人は買わなくなり、代替物を探す。炭素を排出することが高くつくのであれば、人や企業は排出量を減らす方向で努力する。排出量取引により排出削減が効率的に行われ、削減コストが「見える化」される。消費者が購入する商品に、炭素の排出量が明記されていれば、消費者はそのコストを選択の基準に加えて行動するようになるだろう。再生エネルギー、省エネ、電力の脱炭素化、研究開発、CCUS、生物多様性の維持、循環型社会の構築、発展途上国への支援、国際協力等、1.5度目標に向けて今後日本は膨大なコストを負担することになる。費用対効果の高い政策を合理的に選択する必要がある。

気候変動への取り組みは国だけが行うものではない。地方自治体、民間企業、国民の一人一人の問題認識と行動があって初めて取り組みが実を結ぶ。我々は今大きなリスクに直面している。リスクは同時に大きな機会である。皆の叡智を結集して前進していきたい。

以上

気候政策に基づく脱炭素社会転換の進め方



地球環境戦略研究機関参与

西岡 秀三

1. はじめに

日本では「気候政策」が語られることが減多にない。気候変動をもたらしているのは人類の生活・生産活動による化石エネルギー使用であり、気候変動の影響は人間社会のあらゆる面に及び、さらには人類の持続可能性にもかかわってくる。気候安定化の手段は脱炭素世界への転換しかないが、それはこれまでの経済発展の基盤となってきた産業システムを、ひいては経済システムを大きく変える。人類社会は自然への配慮のない発展で自ら引き起こした気候変動を止めるため、自然の理を学んで発展の方向を急ぎ変えねばならない。気候変動は世界すべての国の一致なしには止められない。また脱炭素社会転換は次世代以降にまで続く。気候安定化は、国や世代間の「分捕り合い」や「競争」ではなく、「協力」がなくてはできない、人類の存亡を掛けた挑戦である。

気候政策は、そうした地球規模に広げた世代にわたる長期的視野で統合的に構築されねばならない。

本稿ではまず、気候政策の対象である気候変動の性質を理解し、自然の理から導かれる気候安定化政策のフレームを明らかにする。すでに気候安定化を実現するに十分な知見が得られており、世界は脱炭素化に踏み出した。しかし、気候変動は科学の予測以上に急速に顕在化してきており、これまでの対応遅れも

あって今世界は「気候危機」に至っている。危機を乗り切るためには、この10年での迅速で大幅削減の道しか残されていない。これから10年での世界の結末が人類の存亡を決めることになる。

気候政策の3つの柱は、それぞれの国や主体による脱炭素化（抑止策）、気候変動影響への強靱化（適応策）と世界の一致行動推進への貢献（国際協力）である。いずれも不可欠な政策であり併行して進めねばならないが、本稿は気候政策の要である脱炭素社会転換による抑止策に焦点を当てて論じる。

2. 自然の理に基づく気候政策

安定な気候は人類と生態系の生存基盤であり、代替物のない人類の共有財産である。気候安定化に向けてエネルギー転換や適応策を考える時、なぜそれが必要か、どのような対応が有効で、いつまでに対応しなければならぬかは、制御対象である気候変動の性質から決まる。それぞれの政策はその自然の理が示すフレームワークに従ったものでなくてはならない。

ほぼ半世紀にわたる科学的活動を総括して、2022年に「気候変動に関する政府間パネル第6次報告（IPCC/AR 6）」の統合報告書*（Synthesis Report）（IPCC 2023）が出された。気候変動対応が緊急性を強めていることを反映して、この報告は気候変動の危

機的現状と気候政策に直結する知見を端的に取りまとめている。この報告を中心に、自然が要請する気候政策のポイントを見てゆく。

*脚注：IPCC/AR 6/Synthesis Report (2023). 本文中【 】は、その「政策決定者向け要約 (SPM)」の項目番号。「政策決定者向け要約」和訳と解説のURLを末尾参考文献 (IPCC 2023) に記す。

気候変動の進行：「人間活動が温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こして来たことには疑う余地はない。地球表面温度は2011–2020年で産業化以前（19世紀後半から1900年頃まで）から1.1℃上昇した【A.1】。気候変動が急速に進みつつあり、大気・海洋・雪氷圏および生物圏に広範かつ急速な変化が起こっている【A.2】」。わずかな変化のようであるが、いまや世界のあらゆる地域で高温、山火事、異常気象、氷河の融解、農林水産物を含む生態系の変化の増加が観測され始め、それらのいくつかは温暖化がなければ生じなかったと分析されている。「全ての地域において極端な暑熱が人間の死亡や疾病を引き起こしているし、陸域や海洋における動物の大量死の現象が陸域及び海洋において記録されている【A.2.3】」。このままの温室効果ガス排出が続けば、気候システムが暴走して止められなくなる可能性も排除できない。そうなることは人類と生態系の持続性・存亡の危機である。出来ることならグラスゴーで決めた1.5℃以下にとどめたいところであるが、2023年9月の世界気温は産業化以前より1.75℃高い観測史上最高温を記録するなど、1.5℃は目前である*。

*脚注：<https://public.wmo.int/en/media/news/september-smashes-monthly-temperature-record>

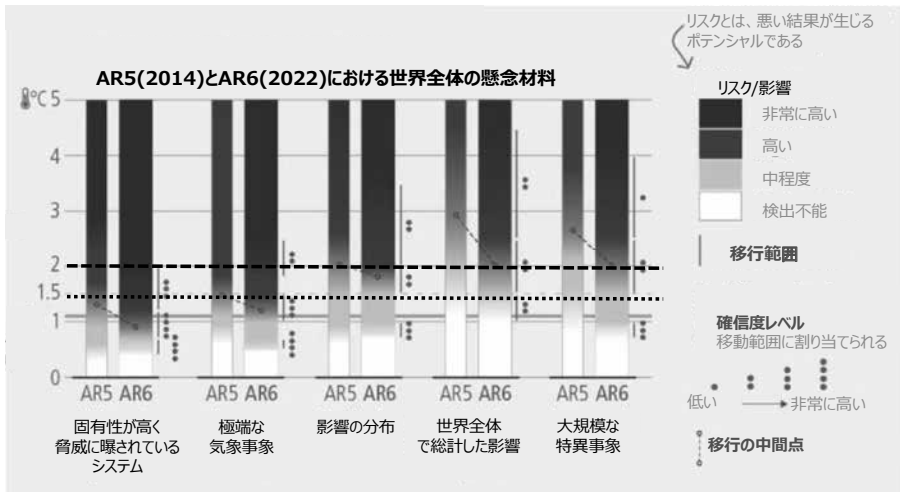
予測を超えた気候変動影響の深刻さ：「気候変動に起因するリスクと予測される悪影響、及び関連する損失と損害は、地球温暖化が進行するにつれて増大する。気候及び非気候変動リスクはますます相互作用し、より複雑で管理が困難な、複合的かつ連鎖的なリスクを生み出す【B.2】」

気候変動リスクは被害を受ける対象によって異なる。図1に示すように、温水性サンゴのような脆弱なシステムはすでに非常に高いリスクにさらされている。いまの1℃上昇で極端な気候現象が増え危険レベルに入りつつある。農業のように温暖化で生産が増える地域もあり影響は一律でないし、貿易などで世界全体では影響はやや緩和される。2℃に上がると南極氷床の崩壊による海面上昇や海洋熱塩大循環の停滞などの大規模な特異現象変化が生じるリスクが高まる。こうした気候変動は自然及び人間システム全般にわたって影響の深刻さを増大させ、地域間の差異を拡大させる。

気候変動リスクは、この数十年の研究がすすみ、ますますその深刻さが認識されてきている。本図が示すようにAR 6では「将来のいかなる温暖化の水準においても、多くの気候関連リスクはAR 5で評価されたものよりも高く、予測される長期的影響は現在観測されている影響よりも最大で数倍高い。」として、気候変動リスクはこれまでの予測を大きく上回るものである、と修正している。この様な科学的認識を受けて、2015年パリでの2℃目標が2021年グラスゴーでの1.5℃目標へと強化された。

気候変動は不可逆：「いまからすぐに急速で大幅なGHG（温室効果ガス）排出削減を

気温上昇と世界全体の懸念材料



(出所) IPCC AR6 SYR SPM Figure SPM.4 a) 国立環境研究所による解説資料

図1. 気候変動のリスクは想定より大きくなりつつある

続けてゆけば、温度上昇をある温度で止め気候を安定化することができる【B.3】」。しかし一旦上がってしまった温度をすぐ下げるとか元の気候に戻すことはほぼできない。温度上昇によって気候メカニズムの主要要素が不可逆に変化してしまう事や、一旦大気に排出したCO₂（二酸化炭素）を人工的あるいは自然を利用して大量に回収して地中に埋めこんだりする吸収技術の効果がいまだ未知だからである。

パリ協定で決めた2℃上昇あたりで止められたとしても、将来の世代は産業化以前の高温日数の6倍近くの高温日のもとでの生活が日常となり、暑い暑い世界に永遠に住むことになる（IPCC 2021 Fig. SPM.6）。いまだ確立していない技術の実現に期待して削減を先送りしているとそれだけで温度をあげてしまう。それだけでなく、「突発的かつ/又は不可逆的な変化が起こる可能性は、地球温暖化の水準が高くなるにつれて増加する。同様に、可能性は低いが潜在的に非常に大き

な悪影響を伴う結果が起こる確率は、地球温暖化が進むにつれて増加する【B.3】」。

この日常生活から人類生存基盤にまで及ぶ気候変動の深刻な影響とそれが不可逆であることを考慮すれば、何としても早期に気候を安定化しなければならない。

オーバーシュートのリスク： 安定化の道筋として、一旦目標温度以上に上がって（オーバーシュート）も、そのあとで吸収力を強化して大気中のCO₂の濃度を減らして温度をさげて、目標温度に戻せば、という案も提案されている。将来大気中のCO₂を大量に回収する技術が確立されていれば、時間はかなりかかるが温度は低下する。しかしこれはオーバーシュートしている期間の被害増とそうした回収技術が実際に確立できるのかへの懸念を増加させる【B.7】ことと、気候変動がほぼ不可逆であることを考えると、人類の存亡を掛けての大転換にそうした一か八かの「賭け」は避けねばならない。

ゼロエミのみが止める手段： それではどうすれば安定化できるであろうか。人為的な地球温暖化を抑制するには、CO₂排出量を正味（人為的排出量－人為的吸収量）でゼロにする必要がある【B.5】。理由は簡単である。化石エネルギーを燃やしたり森林伐採で大気に放出されたりする人為的CO₂は、温室効果ガスの3/4を占める。その約半分がその年のうちに森林・土壌や海洋に吸収されるが、残り半分は大気中に残留し、しかも数世紀消えることなく溜まり続け、大気中のCO₂量（濃度）を増やし続ける（図2）。そして、溜まり溜まったCO₂の量（累積排出量）にほぼ比例して温度が上がっていることがAR 6で図3のように定量的に示された（IPCC 2021:

SPM Fig. SPM 10)。これは、とにかくCO₂を排出している限り温度は上がる、逆にいえば温度が上がるのを止めるには排出をいつか減らし始め（ピークアウトさせ）、最終的には、排出ゼロ（ゼロエミ）にするしかない、ということである。

脱炭素社会転換は必至： このような自然の理に従い、気候安定化のために我々の世界を「化石エネルギー依存社会」から人為的CO₂を実質ゼロにする「脱炭素社会」「炭素中立社会」に転換せざるを得なくなった。そして、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）が2015年パリ協定で、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃

人為的CO₂排出の年間収支

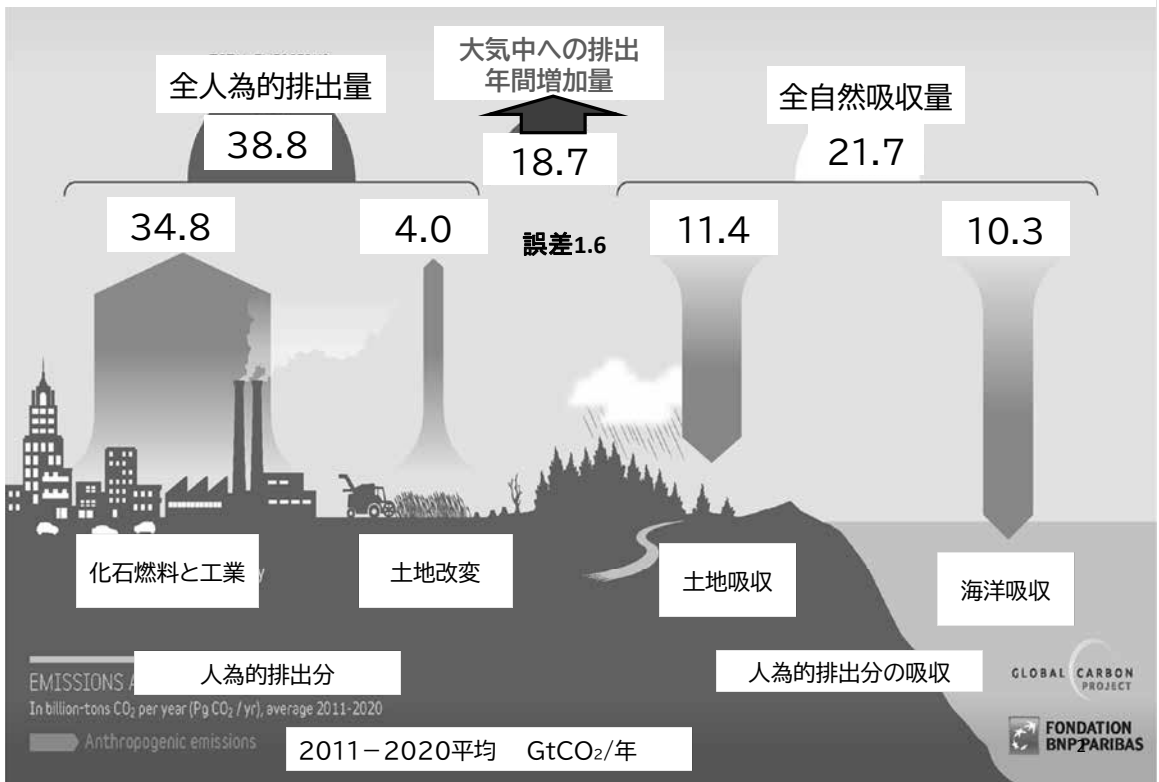


図2. 人為的排出CO₂の半分が大気中に溜まり続け、温度をあげている

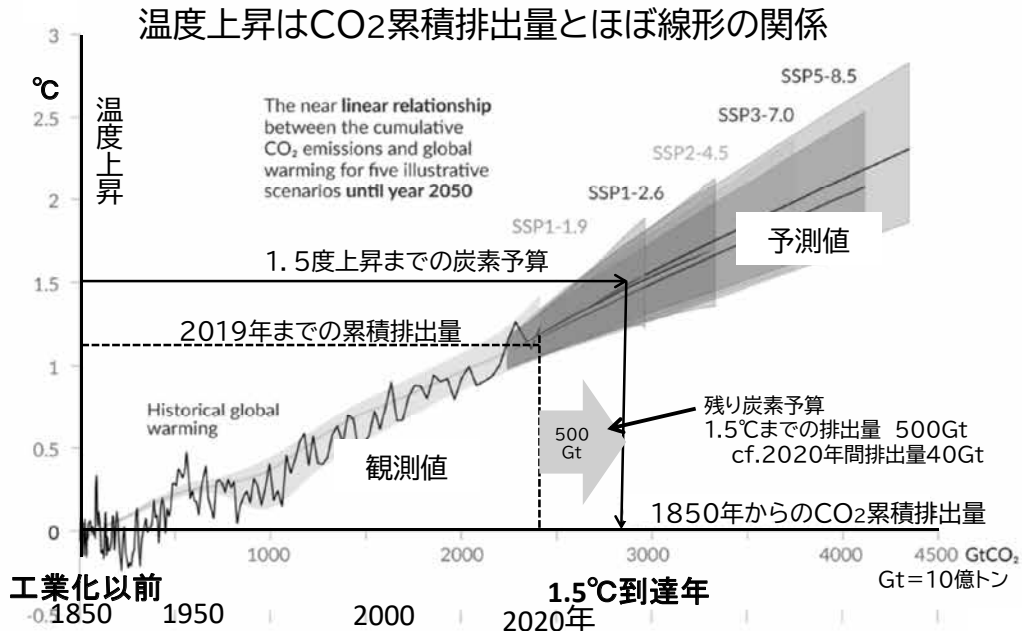


図3. 炭素予算の使い方で転換の「工期」が決まる

に抑える努力をするとし、そのため、できるかぎり早く世界の温室効果ガス排出量をピークアウトし、21世紀後半には、温室効果ガス排出量と（森林などによる）吸収量のバランスをとるゼロエミにすることを決めたのである。

このように「ゼロ排出・ゼロエミ」は気候安定化のための唯一の基本対策である。すべての政策・対策・技術はどれだけ実際にCO₂排出を減らせたか、ゼロ排出に近づいたかの定量的尺度で評価されねばならない。気候変動政策の進展を示すのは、世界の二酸化炭素削減量を見ればよい。将来世界は「SDGs社会」や「デジタル社会」や「人新世」になるともいわれるが、それらは「人類の持続可能性」あつての話であり、まずは現在の気候変動を「CO₂排出ゼロ」で安定化しなければそこまで行きつけない。

世界中の合意がなければ安定化できない：
気候政策を規定するもう一つの重要な気候変動の特性は、気候が地球公共財であることからくる。気候は地球表面で世界中でつながっていて、たとえほんのわずかであっても誰でもCO₂排出量を変えることで地球気候を変えることができる。一方で地球気候は人類のだけれどもがタダでその恵みを受けて生活しており、ほかの誰もその利用を容易にはやめさせられない。どこかの国が何かの理由でGHGを出し続けていたら、他の全ての国が排出をやめても温度は上がってゆき、人類滅亡の世界に進み続ける。だからUNFCCCですべての国がゼロ排出を約束し、各国政府が国民の生活をゼロ排出に変えねばならない。IPCCによって人類の科学的知識を結集した気候安定化策が提案されているので、これからは世界の全ての国の一致した削減協力行動

でその提案実施に向かわねばならない。

転換の「工期」と道筋は「炭素予算」の使い

方次第： それではこの転換にかけられる時間—「工期」はどれだけあるのだろうか。これも気候変動のメカニズムを踏まえて決まる。

気候変動影響のリスクを考慮して、世界は産業化以前から1.5°C上昇以下にとどめると目標を決めた。いつになったら1.5°Cに到着するかは、図3が示す累積排出量と温度上昇がほぼ比例関係にあるというグラフから読み取れる。1.5°Cに対応する累積排出量は、2,890Gtであり、すでに2020年までに2,390Gt排出して1.1°C上昇している。すなわちあと500Gt排出すれば1.5°C上昇に達する*。2020年のCO₂排出量は年間約40Gtと見積もられるから、今の排出を12.5年続けると500Gt出しきって1.5°Cに到達するのである。だけどこれから排出を減らし始め直線的にゼロエミに向かうとすれば、その倍の25年で500Gt出しきって1.5°Cに到達する。だから「工期」はこの500Gtの排出の仕方で決まる。12.5年間や25年間ではとても脱炭素転換は出来そうもない。少なくとも30—50年はかかるであろう。さらに時間稼ぎしたいのなら、今すぐ直線降下を下回る大削減をこれからの10年間にして排出を50年にも長引かせる道筋での排出にするしかない。

なお、この500Gtは、2020年から1.5°Cの「工期」間に世界が脱炭素世界転換に使えるCO₂総量でもあることに留意しなければならない。いわば転換のための「財布の中身」であるから「(いまから1.5°C迄の)炭素予算(Carbon Budget)」とも呼ばれる。世界の国が分け合って転換に向かうための原資であ

り、転換に無関係に浪費していると「炭素予算」も「工期」もどんどん減って行き、目標達成が厳しくなる。

公平性の議論はあるが、仮に500Gtを現存人口79億人で割ると世界一人当たり62t/人、日本国の割り当ては約7.6Gtとわずかである。今の政府計画の2013年から2050年への直線降下だと、2020年からの総排出量は約15Gtであり、この割り当ての約2倍の排出となり応分の削減分担とは言い難い。

*脚注：これは達成確率50%時。67%時では400Gt。2°C目標ではそれぞれ、1,350Gt, 1,150Gt。

IPCCの統合評価モデルグループは、いくつかの世界社会経済発展ケースをベースに、こうした炭素予算の制約の下で1.5°Cや2°C目標達成を可能とする排出道筋シナリオを示している。その結果、「1.5°C (>50%)に抑える、そして温暖化を2°C (>67%)に抑える全てのモデル化された世界全体の経路は、この10年の間に全ての部門において急速かつ大幅な、そしてほとんどの場合即時のGHG排出量の削減を伴っている【B.6】」とした。これによると、1.5°C目標には2019年から2030年までにGHG 43%削減、2035年までに60%削減、そして2°C目標にはそれぞれ21%、35%削減、をめざさねばならない。

この様に1.5°Cへの道は今すぐ迅速にこの10年の間に大幅削減するという、きわめて細い道しか残っていない。UNFCCC(UNFCCC 2023)はこれを図7のようにまとめ、各国に政策の加速をもとめている(本稿4.「気候の危機」参照)。

3. 脱炭素社会への転換

ここまで気候変動の性質の分析から、気候安定化の重要性、ゼロエミによる安定化の可能性と脱炭素社会転換の必然性、気候変動の不可逆性、脱炭素転換の切迫度、国際協力の必然性という、気候安定化政策が踏まえるべきフレームワークが決まり、気候政策は人間社会による「実行」の段階に入った。それではどのようにして脱炭素転換を進めてゆくか。

脱炭素社会の骨格：京都議定書によって先進国に削減の義務が課されて以来、4半世紀の間に「低炭素」化の動きがゆっくりではあったが確実に進んできた。2015年パリ協定で

すべての国の削減努力、そしてゼロエミ目標が定まり、先見的な国や産業界、金融界、起業家たちの有志連合が脱炭素化という約束された市場に向かって活発に動き出し、この10年の間に急速に「脱炭素」化の動きがすすんできて、脱炭素社会の骨格が見えてきた。

社会全体は、地球限界を意識した自然共生社会、モノ離れの進んだ循環型社会、情報とネットワークで結ばれたデジタル化社会が前提にある。エネルギーが化石燃料から自然エネルギーへ変わること、油田や発電所が無価値になり土地、森林、地域気候などの自然資産が価値を高める。森林土地などは吸収源としても重要である。自然エネルギーは主に電力として自家発電、地域グリッド、全国配

エネルギーフローから見た脱炭素転換がもたらすエネルギー/技術/社会/経済構造変化

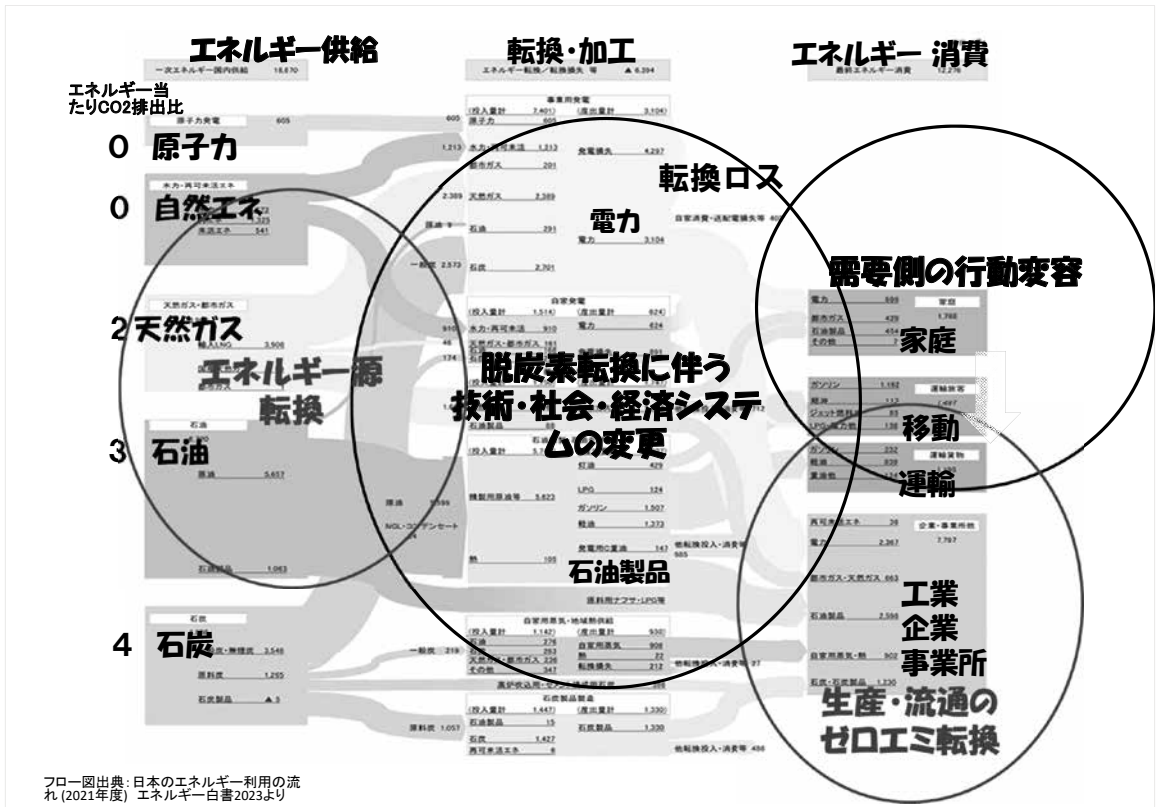


図4 エネルギーフローと脱炭素に向けて必要な行動

電網を通じて、需要側と一体化して運用される。巨大発電設備の代わりにこの配電ネットワークがエネルギー需給運用の中核となる。原子力利用についてはコスト・安全性・放射性廃棄物処理についての更なる論議がある。

エネルギーシステムの転換： 脱炭素社会転換の「キモ」は当然、化石エネルギーシステムをゼロエミエネルギーシステムに置き換えることである。2021年度の日本の温室効果ガス総排出量はCO₂換算で1,170百万トン。内訳はエネルギー起源CO₂ 84.5%、非エネルギー起源CO₂ 6.5%、メタン2.3%、N₂O 1.7%、代替フロン等 5.1%である。森林吸収は47百万トンで、総排出量の4.3%と見積もられている。

日本のエネルギー利用状況は、図5のエネルギーフロー図（エネルギー白書2023）で示される。このフローにあるエネルギーシステムを脱炭素化するために何をすべきかを考える。

将来の炭素中立社会には、①エネルギー需要量を減らす、②化石エネルギーをゼロエミエネルギーに置き換える、③吸収技術を開発する、ことを並行してやることで達成される。

まず第一に、右側の需要側でエネルギー最終需要量を可能な限り切り詰める必要がある。ゼロエミエネルギー源も量に限りがあるし普及するには時間がかかるからである。需要の大元は国民生活の維持であり、産業はそれに合わせて製品やサービスを提供するためにエネルギーを消費する。最終需要である個人の行動変容や家庭での節エネが、産業生産や流通でのエネルギー削減にもつながる。節エネは、交通など都市インフラ運営や、企業活動でも進めなければならない。後述するよ

うに、需要側では導入すれば経済的に得をする既存技術が多くあり、需要家による早急な取り入れが望まれる。重工業生産セクターでは、鉄鋼のように化石燃料の高熱を利用する製造工程をどうゼロエミ化するかが大きな課題であるが、いずれはゼロエミにしなければならない。

第二は、供給エネルギーのクリーン化である。図4の左側には現在使われているエネルギーとその量が帯の幅で示されている。現在、石炭・石油・天然ガスの輸入化石燃料が大半を占めているが、日本のエネルギー自給率は12%（2019年）にとどまり、毎年約20兆円程度が国外に支払われている。これを自然エネルギーなどの国産エネルギーに転換することでエネルギー安全保障と貿易収支が大きく改善される。

最終的には化石燃料すべてをCO₂を発生しないクリーンエネルギーに置き換える必要がある。左端に示すように、エネルギー当たりのCO₂排出量（炭素強度）は、おおむね原子力・自然エネルギーはゼロ、化石燃料では天然ガスに対して石炭はカロリー当たり約2倍のCO₂を排出するから早々に操業停止すべきである。石油・天然ガスも漸次削減され、長期究極的には自然エネルギーや原子力に置換され、化石燃料は不要になる。

第三は、吸収能力の開発である。最終的に残るCO₂以外のGHG排出を相殺するためにいくらかのCO₂吸収能力が不可欠である。発電所で煙突から排出されるCO₂を化学的に吸収・分離して回収し地中に圧入して貯留するCCS（二酸化炭素Carbon-dioxide Capture & Storage）は日本でも開発中である。膨大なエネルギーや広大な面積を必要とするためいまだ確立した技術とは言えないが、CCS

付きバイオエネルギー（BECCS: Bio-energy with CCS）等の提案もある。さらには、大気中の空気からCO₂を吸い込み濃度を下げ、温度を下げる直接空気回収（DAC: Direct Air Capture）なども研究が始まっている。こうした技術は実現するにしても2030年以降とみられ、差しあたり的大幅削減には期待できない。むしろ、高齢化したり温暖化で失われる森林などの吸収能力を植林、育林で維持することが重要であろう

エネルギーシステムの組み替えがもたらす技術・社会・経済改革： 第四に、その変化する需給両側をつなぐ帯の流れの組み合わせの全面的な変更が必要になってくる。それは単にエネルギーシステムの改革にとどまらず、技術・社会・経済システムの大きな改革を伴うものである。その全体システムをどう再構築するかがこの歴史上の大転換の「カギ」なのである。

転換のキーワードは「分散・ネットワーク・ボトムアップ」である。主流となる自然エネルギーは基本的に太陽エネルギーであり、どの土地にも降り注ぐ分散型エネルギーである。自宅の屋根にソーラーパネルを乗ければ、誰でも発電ができる。配電網に売ればこれまでの消費者が生産者になる。EV搭載の蓄電池を地域のグリッドにつなげれば、配電網に調整者として参加できる。火力発電所はいずれはなくなり、巨大発電所を中心に構築されたハードタイプ配電網が、分散型自然エネルギーネットワークで形成された家庭・企業・地方公共体が参加するソフトタイプの配電網に変わる。いわばタナボタ的に転がり込んできた地域の太陽エネルギーを使って、地域資本・地域労働力で発電所を作り地

産地消すれば、自然共生型地域振興にもなる。

一方で、EVの出現によって、これまで自動車技術の心臓部であったエンジンがモーターに変わり、これまでエンジン作りで安泰だった企業城下町は、産業転換に迫られる。積極的に脱炭素化に必要な新産業への転換を図る必要がある。

エネルギー技術のみでなく、森林土壌による吸収能力利用も必要であり、気候変動影響への適応策はそれぞれの地域でなされねばならないこともあって、個人や地域が気候安定化の主体となって、ボトムアップでの転換のダイナモとなる。この様に脱炭素化は、産業構造だけでなく社会的アクターの入れ替えを伴う。

脱炭素転換を実現する技術： 転換のためのエネルギー転換、節エネ、吸収を実現するための技術は、気候変動が懸念され始めてから30年の間に急速に進歩し、普及してきている。「いくつかの緩和策、特に太陽エネルギー、風力エネルギー、都市システムの電化、都市グリーンインフラ、エネルギー効率、需要側管理、森林や作物・草地管理の改善、食品廃棄物や損失の削減は、技術的に実行可能で、費用対効果が高まっており、一般大衆からも支持されている。2010年から2019年にかけて単価が持続的に、太陽光発電は85%、風力発電 55%、リチウムイオン電池 85%低下しており、地域によって大きく異なるが普及は、太陽光発電では10倍以上、電気自動車（EV）では100倍以上というように大幅に進んだ。コストを削減し、導入を促進する政策手段には、公的研究開発、実証実験やパイロットプロジェクトへの資金提供、規模拡大のための導入補助金などの需要喚起手段が含まれ

る。地域や分野によっては、排出集約型のシステムを維持する方が、低排出システムへ移行するよりもコストが高くつく可能性がある【A.4.2】。

IPCC/AR 6 は、差し当たって2030年までに大至急なさねばならない世界で2019年から50%以上の削減を実現するために必要な緩和オプションは、100米ドル/tCO₂-eq以下のコストで十分であることを示している。エネルギー供給側（図5.1）は、いまの年間世界CO₂排出 40Gtに対して、風力・太陽光発電技術でそれぞれ4 Gt程度の削減ポテンシャルが期待される。これらは近年の大幅コスト低下もあり、うち半分はマイナスコ

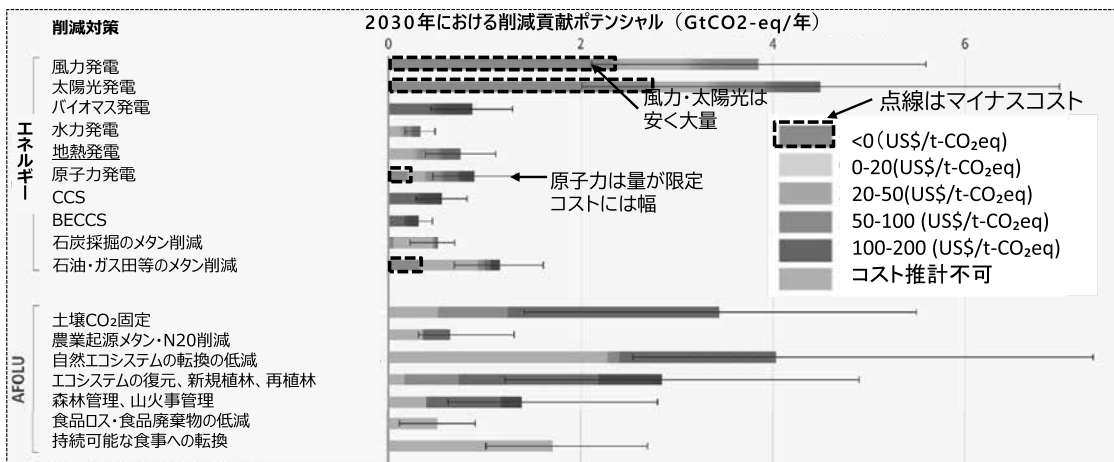
ストすなわち入れれば利益になる技術である。原子力は放射性廃棄物処理や新設時の安全性確保のコスト増から再生エネルギーとの競争力を失いつつあり、1 Gtほどの利用にとどまる。CO₂の80倍の温暖化力を持つメタンの化石燃料採掘時発生排出削減も2 Gtほど寄与する。バイオマス、CCS、BECCSはコスト高である。農林業・土地利用での削減は大きなポテンシャルがあるが、農業等との競合や広大な土地管理などにコストがかかる。食生活をベジタリアンに変えるなどの効果は2 Gt程あるがそのコスト推定はむつかしい。

一方、需要側（図5.2）は、業務・家庭で

2030年における排出削減対策と削減費用別の削減ポテンシャル（供給側）

化石エネルギーに替わるエネルギーは十分にある

- ・2030年半減を実現するための対策オプションは存在する。20米ドル/tCO₂未満の技術がその半分以上を占める。
- ・全ての部門・地域において早期に野心的な削減を実施しないと1.5°Cを達成することはできない。(IPCCAR6WG3)



(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.7

図 5.1 2030年に使える経済的な技術の潜在利用可能量（供給側）

2030年における排出削減対策と削減費用別の削減ポテンシャル（需要側）

2030年における削減貢献ポテンシャル (GtCO₂-eq/年)

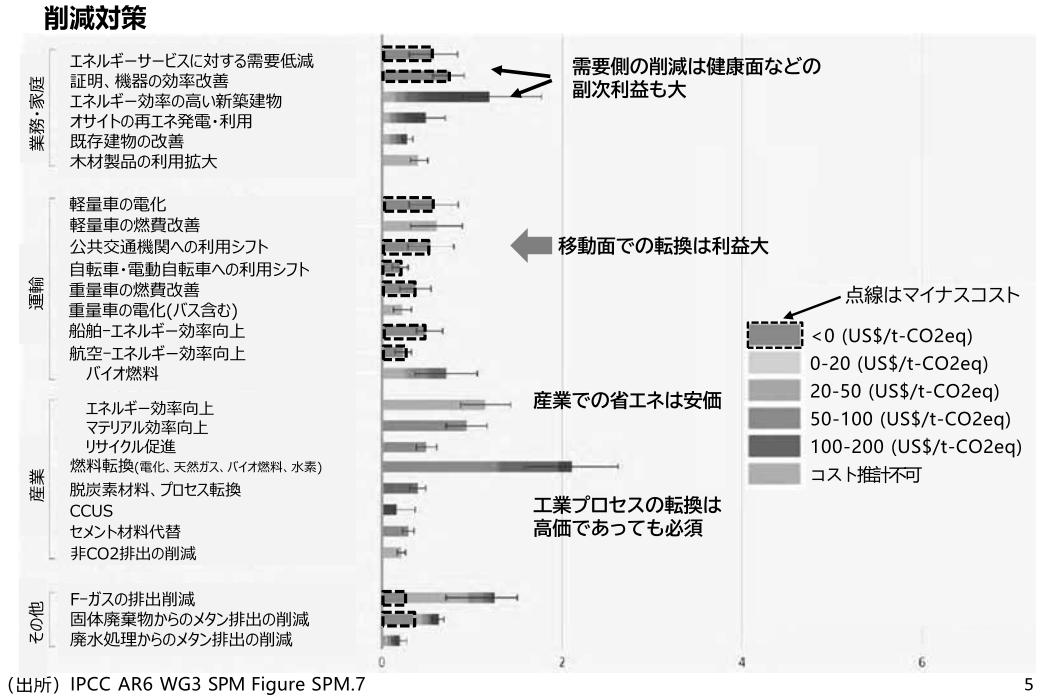


図 5. 2 2030年に使える経済的な技術の潜在利用可能量（需要側）

のマイナスコストでの節エネルギー余地がまだまだある。ポテンシャルが高いのは、新築建物の断熱化エネルギー効率化だが、初期投資が高いためCO₂削減の観点から見たコストは高い。しかしそれは、快適な住空間で一生健康な生活を過ごすことのメリットで十分相殺される。移動については、航空用のバイオ燃料を除けば、EVをはじめとする自動車の電化や公共交通へのシフトなどで概ねマイナスコストでのポテンシャルが十分にある。産業分野では、製鉄での水素還元など工業プロセスでの燃料転換はコスト高であってもやらなければならない。様々な代替材料やプロセス転換が始まり、循環経済の下でリサイクルやマテリアル効率向上が図られるが、CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization

and Storage) はまだそれほどの量にならない。

このように世界で40Gtを半分に削減する経済的な手段は十分あるので、各国がそれぞれの国情に合わせて適切な技術の組み合わせ技術を普及して2030年の大幅削減を達成することが可能である。

必要とする技術オプション群と政策の選択：
エネルギーフロー図の需要端で必要とするサービス需要から積上げて、目標年での削減量を実現する技術のラインアップを最小コストで選択することで、国の削減対策全体が描かれ、それを推進するために必要な政策が構築できる。まず最初に2030年の産業構造を定め、需要側各部門でどれだけのエネルギー

を必要とするサービス量（たとえば旅客移動量（人・キロ））がいるのかを推定する。そしてそれぞれのサービス量を充足させるCO₂発生量の少ない削減技術（例えばEVや高効率太陽光パネル）をリストアップする。それらを安価な順に並べそれぞれの普及ポテンシャルから得られるCO₂削減量を削減目標値まで積み上げてゆくことで、コスト最小の技術ラインアップが得られる。

図5.1、図5.2で見たように、安価な技術のいくつかはマイナスコスト、即ち入れたら得になる技術であり、需要者は追加的な経済的インセンティブがなくとも採用する。多くの新技術はCO₂発生量の多い旧製品との価格競争を乗り越えるのに苦労してるから、適切な炭素税の導入で後押しすることで導入が進む。さらに高コストでポテンシャルの大きい新技術については、よく計画された支援策が必要となる。

転換計画：ロードマップの作成： 以上のようにフレームワークが定まり、技術や推進政策の見通しがついたところで、政府は長短期の脱炭素転換計画策定をしなければならない。その根幹は目標年までにゼロエミを達成するために、どのような対策をどのような政策を使っていつまでにやらねばならないかを示すロードマップである。

図6（IGES 2021）は、世界レベルでのセクター別ロードマップ例である。これから10年間で大幅削減のために、化石燃料ボイラーの販売停止、CCSなしの石炭火力新設停止など今すぐできる対策を優先し、2030年までに自然エネルギーの大幅増、新築建物のゼロエミ仕様、自動車販売の60% EV化、重工業の新規クリーン技術の大規模実証をすまし、2035年には内燃機関自動車の販売終了、2040年すべての電力をネットゼロとし、そして一番困難とされる重工業生産の低炭素

建物、運輸、産業、電力部門でのマイルストーンを設定し、そこに供給するための電力・熱の脱炭素マイルストーンもそれらに整合するように、2050年ゼロからバックキャストで設定されている。

世界のセクター別の政策、インフラ、技術開発に関するマイルストーン

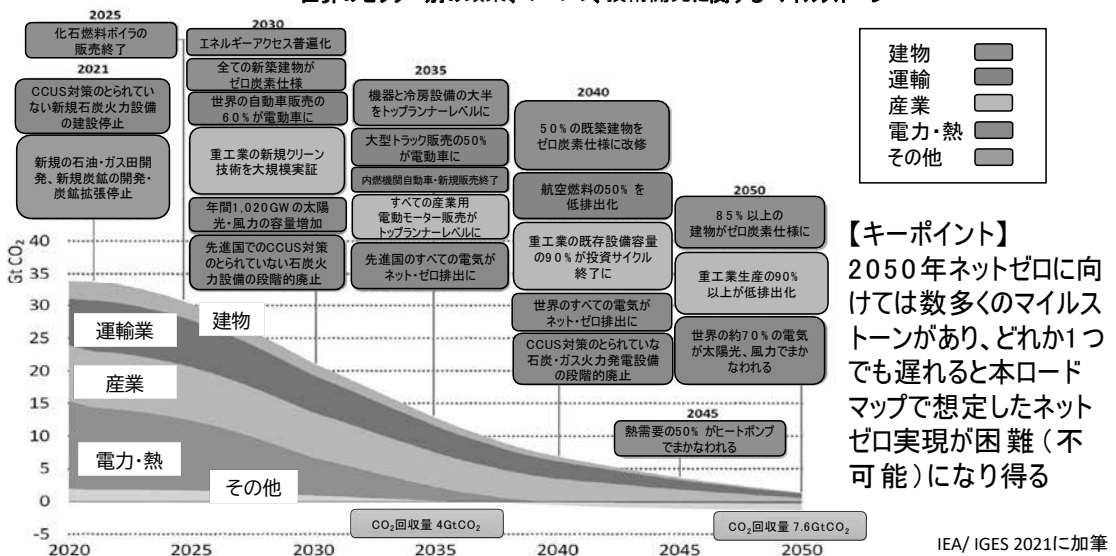


図6. IEA 2050年ネットゼロに向けたセクター別ロードマップ

化を2050年に90%まで進めるとしている。

各国は自国のエネルギー事情に合わせて、世界政策の優先度、削減技術の成熟度、コスト、潜在量を勘案しながらロードマップを作成し、目標年でゼロエミ達成を確実にするための政策をいつからどのように打ってゆくかをバックカスティングで設定してゆくことになる。

国レベルで作られるロードマップは、UNFCCCに提出される「国が決定する貢献(NDC)」のもととなり、国内では他の現場での削減当事者である地方公共団体、産業、企業、家庭への指針ともなる。自治体・企業もそれぞれにロードマップを作成することで、今後の脱炭素化の方針が定まる。

* 脚注：2023年10月IEAは先進国の目標年を2045年とする新たな加速シナリオをUNFCCCで発表している。

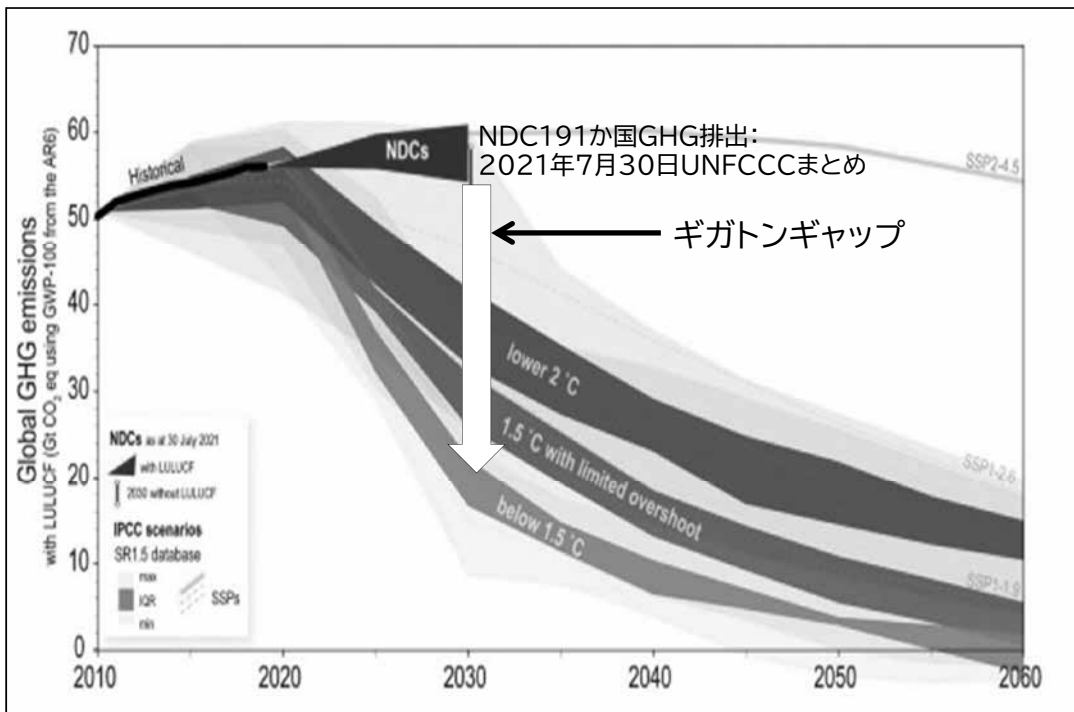
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC%20Poster-FINAL_page-0001.jpg

4. 「気候の危機」：残された細い一筋の道

今我々は「気候の危機 (Climate Crisis)」あるいは「気候非常事態 (Climate Emergency)」にあるといわれる。

IPCC AR6 統合報告書は、「気候変動は人間の幸福と惑星の健康に対する脅威である。全ての人々にとって住みやすく持続可能な将来を確保するための機会の窓が急速に閉じようとしている。これからの10年間に行う選

1.5°Cおよび2°C目標を達成するための道筋と各国計画集計との大きな乖離



出典：UNFCCC (2023): UNFCCC NDC Report 2022

図7. 1.5°Cへの大幅削減の道と各国計画集計との大きなギャップ

択や行動が、現在から数千年先まで影響をおよぼす【C.1】として、「気候の危機」「気候非常事態」をつたえている。

また、「2021年10月までに発表された『国が決定する貢献 (NDCs)』によって示唆される2030年の世界全体のGHG排出量では、温暖化が21世紀の間に1.5°Cを超える可能性が高く、温暖化を2°Cより低く抑えることが更に困難になる。実施されている政策に基づいて予測される排出量と、NDCsから予測される排出量の間にはギャップがあり、資金フローは、全ての部門及び地域にわたって、気候変動目標の達成に必要な水準に達していない【A.4】。」としている(図7 (UNFCCC 2023))。

今人類がおかれている危機の状況： 気候変動が予想以上の早さで進んでいる。将来被害がこれまでの予測をずっと超えたものになることが最近わかった。2015年に2°C以下に止めると決めたが、2021年には1.5上昇へと厳しくした。気候変動は人類が起こしている。ゼロ排出にするまで温度は上がりっぱなし、ゼロエミ・脱炭素世界に変えなければ温度上昇は止まらない。一旦上がった温度は下げられない。暑い暑い日々が加速しながら日常化してゆく。その結果人の手で止められない気候の暴走が始まる可能性もある人類の持続可能性の危機である。今の排出が続くと10年プラスで1.5°Cに到達してしまう。脱炭素転換には30-50年はかかる。時間が全く足りないが、1.5°C目標達成にはこれから10年に迅速に大幅削減する細い道が唯一残されている。それなのに世界は今まで通りの排出を続けようとしている。人類はおのれの生存の道を自ら閉じようとしている。

「気候の危機」は、気候変動が進むと大災害が起こるというだけの話しではない。人間滅亡に至るかもしれない気候変動を、それを引き起こした人間自身が止められないという「人間の知性の欠如」による「人間社会の危機」なのである。危機感は、それだけでなく、いったい人間社会にはさまざまな人類存亡をかけた危機へ対応する理性・能力・気力があるのだろうかという懸念からもたらされている。

グテーレス国連事務総長は、2022年COP27の開会時に「機会の窓はまだ開いているが、一筋の細い光しか残されていない。地球規模の気候変動との闘いは、(2030年までの)極めて重要な十年間で、勝敗が決することになる。」とも述べている。その後2023年の観測史上最高温度になった夏には、「地球沸騰の時代が来た。もう言い訳したり、他の人が動き出すのを待っている時間はない」と今すぐの行動を呼びかけ「気候崩壊」の懸念まで示した。さらに、9月20日の国連総会気候野心サミットでは「人類は地獄の門を開いた。」とまで危機感をあらわにしている。

5. 今後なすべきこと：ボトムアップからの転換推進

ここまで、気候政策が踏まえるべき気候変動の性質、脱炭素転換の手順、そして遅れ気味の政策がもたらしている気候危機の懸念についてみてきた。今後我々はどのように対処すべきなのだろうか。

成果をあげつつあるこれまでの政策： 気候安定化への諸手段としては、これまでも省エネから気候工学的対応迄、IPCCでの議論が充分になされており、今後も更なる手段の出

現を期待するが、今から10年の削減に向けては、おおむね出尽くしており、いわゆる「万能薬」「黄金の弾丸」「魔法の杖」はない。

すでにこれまでの諸国政策は削減に成果をあげつつある。「UNFCCC、京都議定書、そしてパリ協定は、各国の野心レベルの上昇を支えている。パリ協定は、ほぼ全世界の参加を得て、特に緩和に関して、国や地方レベルでの政策立案や目標設定につながり、気候変動対策や支援の透明性も向上した」「多くの規制・経済的手段が既に成功裏に展開されている。多くの国において、政策によりエネルギー効率が向上し、森林破壊の割合が減少し、技術開発が促進された結果、排出が回避され、場合によっては削減または除去された。複数の証拠から、緩和政策により、数GtCO₂-eq/年の世界排出が回避されたことが示唆される。【A.4.1】」

しかし世界の対応が手遅れになってしまっていて、今すぐの大幅削減がなければ、その後の政策がさらに困難になり、1.5°Cや2°C目標の達成が一層難しくなることが判明している。今時点での政策の重点はこれからの10年のいわばなりふり構わぬ大幅削減に集中されねばならない。

危機を乗り越える：UNFCCCは2023-24年に、各国の排出計画を点検(Global Stocktake*)し2035年での2020年から60%削減に向けて削減を強化するとしている。これが1.5°C目標達成可能性を論じる最後のチャンスになろう。

* <https://unfccc.int/news/new-synthesis-report-previews-parties-blueprint-for-decision-on-global-stocktake-at-cop28>

「これからの10年の間の大幅で急速かつ持続的な緩和と加速化された適応行動は、人間及び生態系に対して予測される損失と損害を軽減し、とりわけ大気の本質と健康について、多くの共便益(コベネフィット)をもたらす。緩和と適応の行動の遅延は、排出量の多いインフラのロックインをもたらし、座礁資産とコスト増大のリスクを高め、実現可能性を低減させ、損失と損害を増加させる。短期的な対策は、高い初期投資及び潜在的に破壊的な変化を伴うが、それらは様々な可能とする政策によって軽減しうる【C.2】」。

需要側からの削減への期待：計画策定や合意形成や法制度整備に時間のかかる上意下達・トップダウンでの削減だけでは、この10年の大幅削減が間に合わないのではないかと懸念もある。第6次報告書では実行段階における障壁は、技術や社会的受容性に関してはそれほど高くないが経済的事由あるいは制度面でのハードルが高いと指摘している(Brutschin E. et al. 2021)。それならば今後は制度で固まった政府からのトップダウンの計画に並行して、直ちに現場での削減ができる個人・家庭・企業・地方自治体といった削減の前線にいる当事者たちによる上意下達を待つことのないボトムアップでの実質削減でde factoとしての削減を実現させようとする動きが始まっている。

IPCC AR6 第3作業部会報告(IPCC 2022)は「転換には、低排出量またはゼロエミッション技術の展開、インフラの設計とアクセス、社会文化や行動の変化、技術の効率化と普及を通じた需要の削減と変化、社会保護、気候サービスまたはその他のサービス、生態系の保護と回復が含まれる【C.3】」。

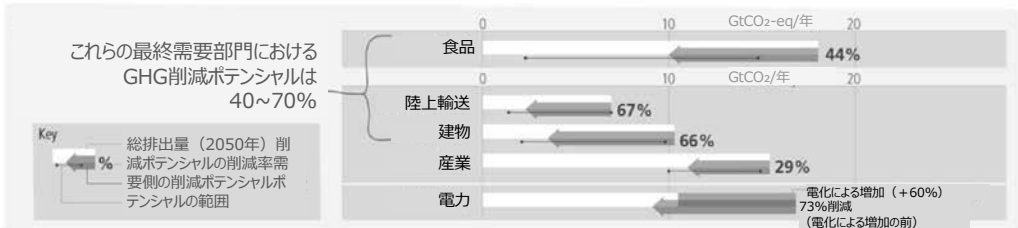
需要側対策の具体例

食	産業	陸上交通	建物
栄養	製造品	モビリティ	住まい
■ 社会・文化的要素 - 食のシフト (バランスのいい持続可能な健康な食へのシフト) - 食料廃棄物 - 過剰消費の抑制	■ 社会・文化的要素 - 持続可能な消費へのシフト (長寿命・修理可能な製品の優先使用など)	- テレワーク、在宅勤務 - アクティブモビリティ (徒歩・二輪)	- 省エネルギーにつながる社会的取組 - ライフスタイル・行動変容
■ インフラ利用 - 食の選択をガイドする情報の提示 - 経済インセンティブ - 廃棄物管理 - リサイクルインフラ	■ インフラ利用 - 金属、プラスチック、ガラスのリサイクル、転用、再製造、リユースのためのネットワーク構築 - 低排出材料・製品に対するラベリング	- 公共交通 - シェア交通 - コンパクトシティ - 空間プランニング	- コンパクトシティ - 生活床面積適正化 - 建築デザイン - 都市計画 (屋上緑化、クールルーフ、都市緑化等)
■ 需要側技術の適用 - 現状では削減量の推計に利用できる文献情報がない (研究ベースの肉や類似の対策は定量的な文献がなく、全体のポテンシャルは社会的要素に含まれる)	■ 需要側技術の適用 - 材料効率の高い製品・サービスに対するグリーン調達	- 電気自動車 - 高効率な輸送手段へのシフト	- エネルギー効率の高い建物・機器 - 再エネへのシフト

(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.6 より作成 国立環境研究所作成

図8. 需要側対策の具体例

2050年までの需要側の緩和オプションのポテンシャル



	排出量 (削減前)	削減ポテンシャル	最大削減率
食品	180 億トンCO ₂ eq	80 億トンCO ₂ eq	44%
陸上交通・輸送	69 億トンCO ₂	47 億トンCO ₂	67%
建物	103 億トンCO ₂	58 億トンCO ₂	66%
産業	154 億トンCO ₂	41 億トンCO ₂	29%
電力	105 億トンCO ₂	77 億トンCO ₂ 追加電化 63 億トンCO ₂	73% (= 77 ÷ 105)

(出所) 上図 IPCC AR6 SYR SPM Figure SPM.7 b), IPCC AR6 WG3 Chapter 5 より 国立環境研究所作成

図9. 最終需要での対策で成り行きシナリオより40-70%削減が可能

需要側の緩和には、インフラ利用の変化、エンドユース技術の採用、及び社会文化的変化及び行動の変容が含まれる（図8）。需要側の対策とエンドユースサービスの新しい提供方法によって、エンドユース部門分野における世界全体のGHG排出量をベースラインシナリオに比べて2050年までに40～70%削減しうる（図9）。需要側の緩和対応策は、全ての人々の基本的幸福の向上と整合的である【C.10】としている。

実際、需要側対策に関する知見は急速に深まっている。需要側の対策は不確実性の高い供給側技術によるCO₂除去対策への依存を下げることにつながる。また供給側からサービス需要に至るまでのプロセスには大きな転換ロスがあり、需要側の効率向上は上流側での大きな削減にもつながる。従来の省エネ技術

等の適用に加え、行動変容等の社会文化的要素やコンパクトシティ等のインフラ利用なども含まれる。需要側対策を進めるには個人の行動、社会文化ビジネス・企業、制度、技術インフラの5つの要素の変化が不可欠である。温暖化に傾いた流れを反転させるためにそれぞれの立場でできることがたくさんある（図10、図11）。

気候変動で被害を受けるのも日々の生活から排出で気候変動を起こしているのも、もともと生活者市民であり、最終的に削減政策の下で削減するのも市民である。市民は賢い消費者として削減に努力するだけでなく、投資家としても企業専門家としても脱炭素案件に取り組めるし、民主主義化の市民として「市民気候会議」を提案してインフラ改善意思決定プロセスに参加することもできよう。今は

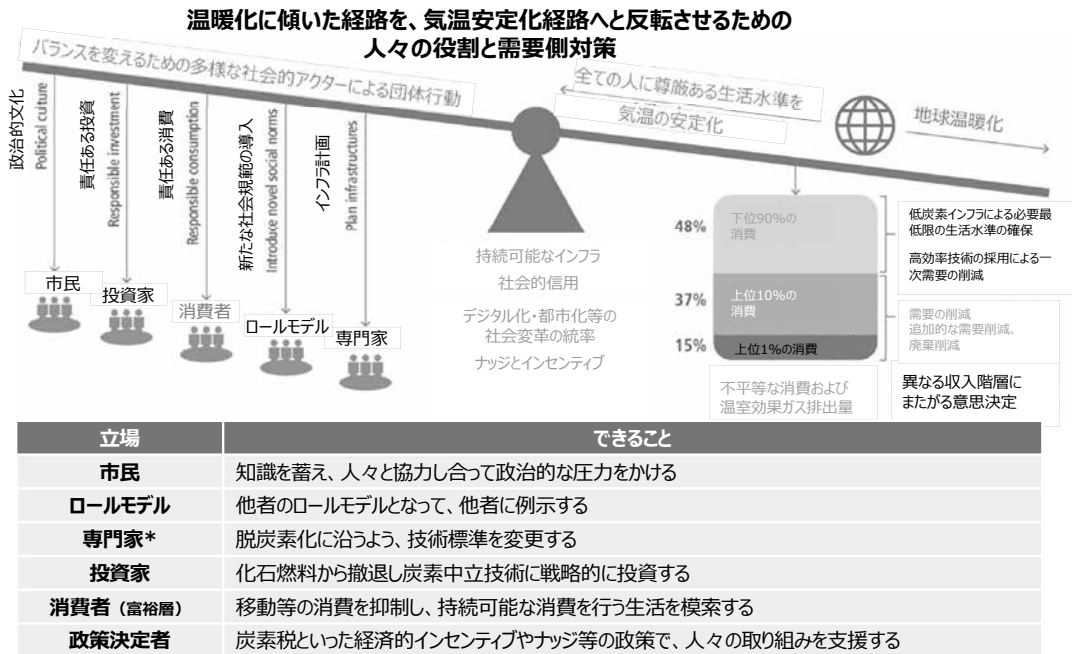
需要側対策の5つの要素の変化を阻害する障壁とその対策例

社会変革の5要素		障壁(現状バイアス)	具体的対策例
個人	行動	<ul style="list-style-type: none"> 多様な状況下で形成された習慣や日課 エネルギー高効率化投資の初期コスト 気候変動問題の認識 原子力および事故に対する心理的恐怖 	<ul style="list-style-type: none"> 「ロールモデル」の力の活用 社会規範の変化を伝達 教育のアップデート グリーンデフォルトの設定 金銭的インセンティブとナッジの組み合わせ
社会	社会・文化	<ul style="list-style-type: none"> 文化的規範(ステータス、快適性、利便性) 社会的信用の欠如 社会的な承認欲求(新しい行動の回避) 政治への参加機会の欠如 気候変動への悲観的認識 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネの「ステータス」化 ナラティブ(物語)の導入 地域の文化等への配慮 市民やステークホルダーの参画 新しい社会規範の創出 社会活動への参加
構造	ビジネス・企業	<ul style="list-style-type: none"> 保有技術、スタッフや工場への埋没投資、座礁資産によるロックインメカニズム 	<ul style="list-style-type: none"> 目標へのコミット 法的責任リスクの認知 「仲介者」の役割の有効活用
	制度	<ul style="list-style-type: none"> 権力闘争、ロビイング、政治経済に関連したロックインメカニズム 	<ul style="list-style-type: none"> 社会的信用の確保 政策の順序・組み合わせに対する配慮 カーボンプライシングの税収の使途
	インフラ	<ul style="list-style-type: none"> 埋没投資、技術、ライフスタイルや日課に組み込まれたものなど様々なロックインメカニズム 	<ul style="list-style-type: none"> 電力システムのデザイン 徒歩・二輪の交通インフラの整備 公共交通機関の整備

(出所) IPCC AR6 WG3 Chapter5 5.4本文およびTable 5.4 より国立環境研究所作成

図10. 需要側対策の5つの要素の変化を阻害する障壁とその対策例

需要大幅削減と人々の幸福度向上の両立に向けたトランジション（社会変革）



*エンジニア、都市計画家、教師、研究者等

(出所) IPCC AR6 WG3 Chapter5 Figure 5.14およびFAQ5.1 より国立環境研究所作成

図11. 需要側での削減を実現するための社会変革

心底から気候変動を憂う市民も多くなってきている。ボトムアップの原動力として、市民力を結集することが望まれる（図11）。

需要側の対策のポイントのひとつは、上位1%の消費が排出量の15%を占め、上位10%の消費が37%の排出、90%の消費が48%の排出しかないという不平等の解消である。下位の消費層にはむしろ最低限の生活保障策が必要であり、上位の消費層には需要削減策を強化することで、この際格差を解消する方向での対策が打たれることが望まれる。

6. おわりに

気候変動への考察から ①安定な気候は人類の持続可能性の基盤であり、脱炭素社会への転換はなんとしてもやりとげねばならな

い。②そのためにはすべての人類の知恵をしぼり、排出ゼロにむけた削減行動のために世界は一致協力せざるを得ない。③脱炭素社会転換は可能であり、そこへ到達するための道筋も示されている。④しかし知識集約、国際合意形成、実施行動の各段階で人間社会の対応が遅れており、これからの10年に大幅削減ができるかどうか、その後の人類の将来を大きく左右する。

我国の炭素中立化政策に関しては、①経済発展戦略に矮小化することなく、人類の持続可能性を問う「気候政策」として長期統合的に取り組むこと ②1.5℃安定化に向かう世界の道筋がこの10年の大幅削減を必要としているのに合わせて、現存技術での2030年削減目標を一段と強化すること ③世界の残

り炭素予算はわずかしかない。石炭利用や脱炭素に寄与しない投資を減らし脱炭素化を経済に主流化させ、自国内での削減で応分の世界貢献をすること ④政府主導の上意下達型対応だけでは気候の危機は乗り切れない。気候変動被害と炭素削減の最終当事者である国民・企業・地域からの自主的削減活動を推奨し、トップダウンとボトムアップの熟議に基づく協働を早期に推進しておくこと、が望まれる。

転換は、これまで化石エネルギー文明の下で進められてきた量的拡大型経済社会発展の在り方を見直すことから始めなければならないが、既に目前に危機が迫っていてそれには時間がない。気候変動は近代人類にとって初めての経験であり、転換は learning by doing での手探りで進められている。気候変動に追いつけられながら一つ一つ改革してゆくことで、脱化石文明下での人類発展の方向が決まってゆくのではなかろうか。

転換は現世代とこれからの1 - 2世代の全ての人々が当事者となったの仕事である。それぞれの役割の中で、自然の理に則って示された世界の脱炭素社会転換へ応分の貢献をしなければならない。困難が予想される挑戦であるが、いつか気候安定化を達成した暁には、人類が起こす様々な持続可能性への危機も、全人類が一致すれば乗り越えられる、という希望がもたらされるだろう。

以上

参考文献：

- ・IPCC (2023)： IPCC 第6次報告 統合報告書 政策決定者向け要約：和訳：<https://www.env.go.jp/content/000127495.pdf>
- ・IPCC (2023)： IPCC 第6次報告 統合報告書 (政策決定者向け要約) 解説資料 (国立環境研究所)：パワーポイントで

政策決定者向け要約を簡潔に紹介

https://www-iam.nies.go.jp/aim/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM_230324.pdf

- ・IPCC (2021)： IPCC 第6次報告 第1作業部会報告書
- ・UNFCCC (2023)： NDC Synthesis Report 2022
https://unfccc.int/sites/default/files/2021-09/Fig7_NDC4Scencomparison_15Sep_0.jpg
- ・資源エネルギー庁 (2023)： エネルギー白書 2023
- ・地球環境戦略研究機関 (2021)： IEA (国際エネルギー機関) による2050年ネットゼロに向けたロードマップの解説
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/iea-2050netzero/ja>
- ・IPCC (2022)： IPCC 第6次報告 第3作業部会報告書
- ・Brutschin E. et al. (2021)： A multidimensional feasibility evaluation of low-carbon scenarios, Environmental Research Letters, Volume 16, Number 6, IOP Publishing Ltd DOI 10.1088/1748-9326/abf0ce

カーボンニュートラルに向けた 経済・産業の転換



京都大学大学院経済学研究科
地球環境学堂教授

諸富 徹

1. GX推進法の意義と課題

1.1. カーボンニュートラル実現に向けた

GX推進法の骨子

GX推進法案が、本年5月12日に衆院本会議にて可決・成立した。これは、2030年に2013年比で温室効果ガス排出の46%削減、そして2050年の正味排出ゼロ（カーボンニュートラル）実現という日本の気候変動政策目標を実現することを目的としている。そのために、（1）補助金を用いた産業の脱炭素化支援、（2）そのための財源を当面調達する国債（GX経済移行債）の発行、そして、（3）国債を将来償還するための財源としての「カーボンプライシング（CP）」（排出量取引制度と炭素賦課金）の導入、この3点が主たる構成要素となっている。

具体的には、20兆円の公的資金で産業の脱炭素化に向けた支援を行う。鉄鋼業であれば「水素還元製鉄」、セメント産業であれば「グリーン・セメント」など、産業にCO₂を排出しない製法への転換を促し、政府が補助金を出して支援する。支援のための補助金は当面、政府が「GX経済移行債」という名前の国債を発行して賄う。

この国債の償還財源を調達する手段が、「カーボンプライシング（CP）」だ。これには2種類あり、その第1は「炭素賦課金」といい、炭素税の代わりに導入される。賦課金の方が、税率変更など制度設計が税よりも柔

軟だと言われている。これは、化石燃料の輸入業者に、炭素比例的に負担を課すものだ。

第2は、「排出量取引制度」だ。制度参加企業がCO₂の排出削減目標を自主的に決め、それを達成できなかった場合に、目標を上回って削減できた他企業から、余った排出枠を取引市場で購入することで目標を満たすことができる。これが、「排出量取引制度」の名称の由来だ。

2033年以降に、政府は電力会社のCO₂排出に対して排出枠を有償で配分する制度を開始する予定だ。その売却益も、政府の収入となる。炭素賦課金収入とともに、これもGX経済移行債の償還財源となる。

1.2. GX推進法で目標を達成できるのか

こうして長年、検討されながら導入できなかったカーボンプライシングが本法案でついに実現の運びとなり、それを財源に産業の脱炭素化が推進されることになった点は評価したい。

カーボンプライシングは、排出量取引制度と炭素賦課金の組み合わせで経済全体をカバーし、それぞれの導入年限も明示されている。排出量取引制度は、自主的な枠組みながらそれなりに意欲的で優れた設計となっている。これらカーボンプライシングの制度設計の詳細については注文を付けるべき点があるが、ともかくこれを財源に産業の脱炭素化を

推進する枠組みが整えば、日本の気候変動政策上、量・質の両面で大きな前進となることは間違いない。

この法律を経産省が主導している点に象徴されるように、気候変動政策はもはや単なる環境政策を超えて、産業政策と融合し始め、21世紀の一国の経済と産業を左右する重要性を帯びつつある。これは日本だけでなく、欧州やアメリカも同様だ。

しかし、法律の中身を子細に検討してみると、次の2つの点で課題が浮かび上がる。第1は、これで2030年排出削減目標（2013年比で46%排出削減）、あるいは2050年に正味排出ゼロという日本の排出削減目標を達成できる保障がないことだ。

不思議なことに、GX推進法で日本の温室効果ガス排出がいくら削減されるのか、政府は一切明らかにしていない。参照基準となるのは、2021年10月に決定された「地球温暖化対策計画」だ。表1には、2030年の目標

排出量と2013年比の部門別削減率が示されている。

本来なら、ここに掲げられた削減率を達成する具体策をまとめたものが、GX推進法のはずだが、これらの削減率がGX推進法ではたして実現できるのか、試算やシミュレーション結果、その実現に必要な国民負担などの情報は公表されていない。

さらに問題なのは、現行の政策で2030年までに排出削減目標が実現できそうにないと判明した場合だ。目標と実績のギャップを埋めるには、追加的な政策手段の導入が必要になる。GX推進法にはカーボンプライシングとして「炭素賦課金」（2028年導入）と「排出量取引制度におけるオークション制度」（2033年導入）の導入が謳われている。だがその導入時期は2020年代末から30年代前半にかけてであり、2030年目標の達成には間に合わない。

このままでは、2030年が近づいて目標が

表1 2030年排出削減目標を達成するための部門別削減率

温室効果ガス排出量・吸収量 (単位：億t-CO ₂)		2013年排出実績	2030年排出量	削減率	従来目標
		14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO ₂		12.35	6.77	▲45%	▲25%
部門別	産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
	業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
	家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
	運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
	エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO ₂ 、メタン、N ₂ O		1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）		0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源		-	▲0.48	-	(▲0.37億t-CO ₂)
二国間クレジット制度（JCM）		官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO ₂ 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

【出所】「地球温暖化対策計画」（2021年10月）。

達成できそうにないことが分かって、何の手も打てず、そのまま漂流する事態に陥りかねない。

1.3. 脱炭素化に向けて大きく変化する市場のルール

こうした状態は、日本にとって決して望ましくない。日本は、責任をもって温室効果ガスの排出を削減する気がなく、成り行きに任せる国だと国際的にみなされる可能性があるからだ。より深刻なのは、脱炭素化の遅れが日本経済と産業を凋落させかねない点だ。

かつて環境保全と経済成長はトレード・オフの関係にあると捉えられていたが、2015年のパリ協定以降、世界経済のゲームのルールは大きく変わった。単純化して言えば、脱炭素化を実現した者は市場で迎え入れられ、そうでない者は拒絶される。それが新しい市場のルールだ。

金融市場や投資市場もすっかり変わり、ESG投資が主流化したほか、東京証券取引所のプライム市場上場企業には、TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures: 気候関連財務情報開示タスクフォース) 基準に準拠した情報開示が求められるようになった。

今日、労働者を低賃金で酷使すれば「ダンピング」とみなされる。それと同じ変化が、21世紀の脱炭素化に関しても起きるだろう。つまり、大量のCO₂を排出しつつ生産を続けることは「ダンピング」であり、公正な市場競争を害する行為だという観念が形成されつつある。脱炭素化は、公正な競争ルールとし

て市場競争の前提条件になる。

こうした根本的な変化が進行しているにもかかわらずGX推進法は、日本の2030年排出削減目標の実現を必ずしも担保していない。日本経済を脱炭素化に向けて後押しできないなら、それは気候変動政策としての失敗だけでなく、21世紀の新しい経済ルールに向けた日本経済と産業の構造転換の失敗をも意味する。

2020年代にGXの最大の政策手段となるのは、GX移行債で調達される資金を原資とした産業補助金である。補助金の交付先は、いわゆる「ロードマップ」に記載されている¹。

これを見ると、(1) いつまでにどのような脱炭素技術・製品・サービスを確立すべきなのか、(2) それらの市場シェアをいつまでに、どの水準まで拡大すべきなのか、これら2点に関する数値目標が再エネ分野を除いて、ほとんど示されていないことに気づく。

年限を示さないのは業界への配慮にみえて、実際には逆効果だ。政府が脱炭素化に向けた明確なスケジュールと達成すべき目標を示さないから、日本企業の脱炭素投資が遅れる。21世紀の脱炭素経済では、この遅れが企業の国際競争力の喪失に直結する。

2. 脱炭素技術開発競争の国際的な加速

2.1. 脱炭素経済への転換に踏み込むEUと米国

これに対してEUと米国はそれぞれ、巨額投資をともなう脱炭素化法案を成立させ、2020年代のうちに大幅な排出削減に踏み出した。EUは、2030年までに1990年比で排出

1 内閣官房 GX 実行会議「GX に向けた基本方針 参考資料：今後 10 年を見据えたロードマップの全体像」(https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/pdf/kihon_sankou.pdf)

量を少なくとも55%削減する目標を欧州議会で可決、復興基金を財源とする「グリーンディール政策」で巨額投資を行い、すでに脱炭素経済への転換を図っている²。

これに対して米国は、2030年までに2005年比で50-52%削減することを決定している。バイデン政権が成立させた「インフレ抑制法案（IRA）」は、現状の排出削減水準を大幅に深掘りし、2030年に50-52%減という彼らの排出削減目標を視野に収める削減効果をも

つことが、シミュレーション研究で明らかにされている³。

これらの動きは欧州のみならず米国もまた、2050年に正味排出ゼロの達成に向けて、2020年代にアクセルを踏むことを意味する。図2を見れば、今後10年でインフレ抑制法が現状（図の左側）と比べて、大幅な投資増加をもたらすことが分かる。その圧倒的な部分は太陽光発電と風力発電によって占められている。2030年以降になると、再エネの増

Annual Capital Investment in Energy Supply Related Infrastructure

billion 2022 USD per year¹

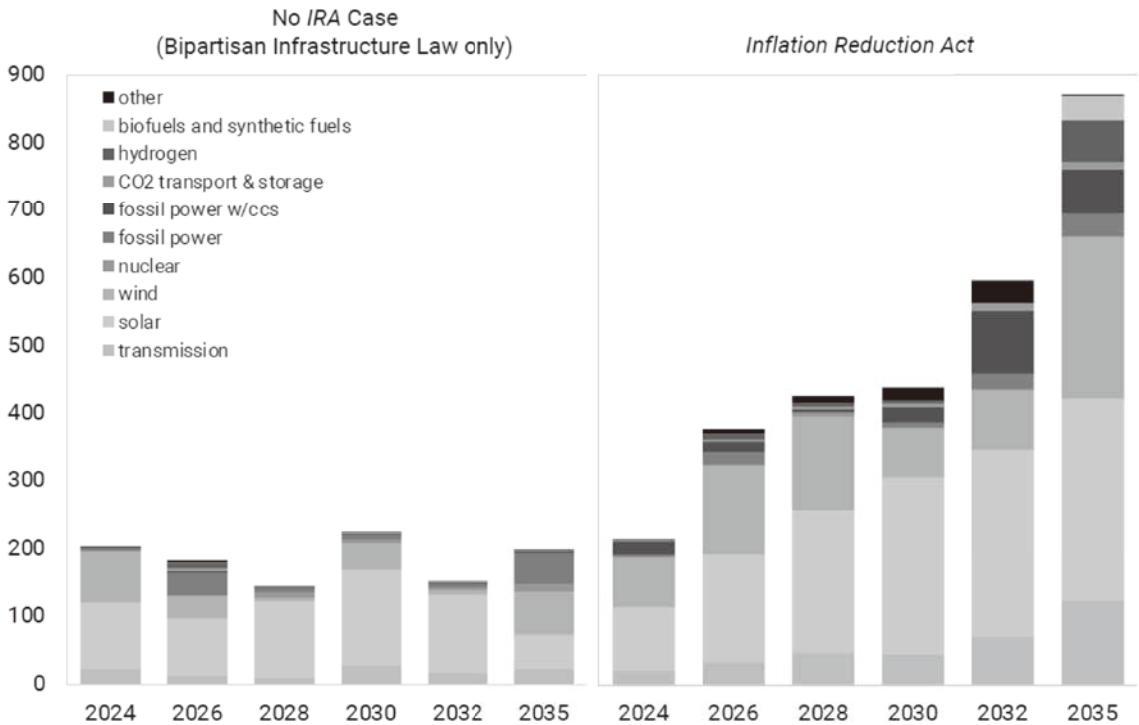


図2 インフレ抑制法がもたらす投資増加効果

【出所】 Jenkins, J.D. et al. (2022), p.16 (https://repeatproject.org/docs/REPEAT_IRA_Preliminary_Report_2022-09-21.pdf).

2 詳細は、拙稿「『グリーンディール』から『緑の産業政策』へ―気候中立を目指す欧州の気候変動政策―」『RESEARCH BUREAU 論究』第17号(2020年12月), 10-24頁を参照 ([http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Shiryo/2020ron17.pdf/\\$File/2020ron17.pdf](http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Shiryo/2020ron17.pdf/$File/2020ron17.pdf)).

3 King, B., Larsen, J. & K. Hannah (2022), *A Congressional Breakthrough*, Figure 1 (<https://rhg.com/research/inflation-reduction-act/>), および Jenkins, J.D. et al. (2022), *Preliminary Report: The Climate and Energy Impacts of the Inflation Act of 2022*, p.16 (https://repeatproject.org/docs/REPEAT_IRA_Preliminary_Report_2022-09-21.pdf) を参照。

加に合わせて電力系統投資が台頭し始め、さらに2035年になると水素投資が顕著になる。再エネに比べれば、原子力投資は微々たる規模でしかない。米国もまた、21世紀の脱炭素経済を再エネ、電力系統、そして水素への集中投資で構築しようとしていることが見て取れる。これは、EUがグリーンディール政策で重点を置いている領域と見事に重なり合っている。

2.2. 2020年代が脱炭素経済への分水嶺に

重要なのはEU、米国ともに大幅な排出削減で成果をあげるのは2030年代ではなく、2020年代だという点だ。この点、日本のGX

推進法案からは、自国の排出経路を真剣に1.5°Cもしくは2°C目標の経路に近似させるという迫力が感じられない。これでは、たんに気候変動政策としてだけでなく、産業政策としても失策になりかねない。というのは、21世紀の産業競争力を大きく左右するのは、脱炭素技術とそれを活用したビジネスの巧拙になるからだ。

「21世紀の新しい競争軸としての脱炭素化」の側面を強調しているのが、『スターン報告 (Stern Review)』で有名なロンドン・スクール・オブ・エコノミクス (LSE) 教授のニコラス・スターンらによる最新の報告書だ⁴。この報告書のポイントは、(1) 脱炭素

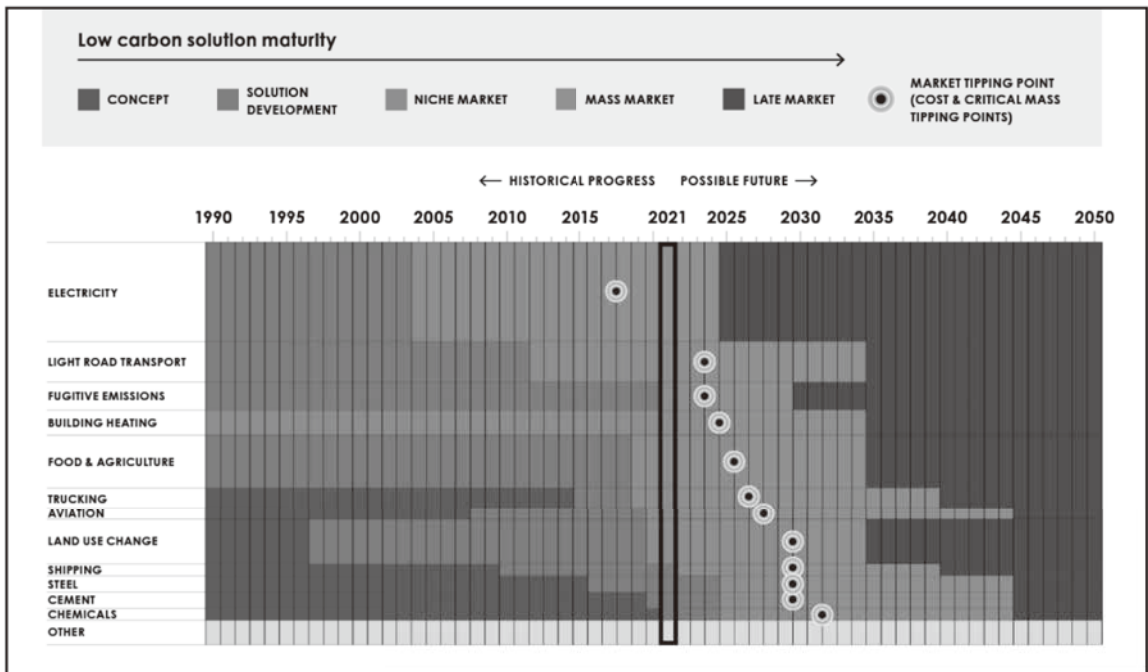


図3 脱炭素転換点は想像以上に早く来る

【出所】Stern & Romani (2023), p.5, Figure 1.

4 Stern, N. and M. Romani (2023), *The global growth story of the 21st century: driven by investment and innovation in green technologies and artificial intelligence* (<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2023/01/The-global-growth-story-of-the-21st-century-driven-by-investment-in-green-technologies-and-AI.pdf>).

投資が21世紀の経済成長をめぐる新しい地政学的含意をもたらす(脱炭素技術を確立し、ビジネス化した国・地域が繁栄する)、(2) AIをはじめとするデジタル技術が新たな産業融合を生み出しつつ、脱炭素転換を加速する、という2点の主張にある。

脱炭素経済は、我々が想像するよりも早くやってくる。スターンらの報告書に載っている興味深い図をご覧ください(図3を参照)。これは再生可能エネルギーや鉄鋼業の脱炭素製法である「水素還元法」、そしてCO₂を出さないグリーン・セメントなどの脱炭素技術が確立し、市場拡大が始まるのは2030年代ではなく、2020年代後半だということを示している。脱炭素技術がニッチ市場向けの高価な技術から、大量市場向けの普及技術に切り替わる点を、報告書は「転換点(Tipping Point)」と呼んでいる。図3は、ほとんどの脱炭素技術が2030年までに転換点を迎えることを示している。

報告書は、世界各地で2020年代後半から30年代前半にかけて次々と、大規模な脱炭素技術プロジェクトが立ち上がり、操業が開始される予定だと伝えている。脱炭素技術の確立とそのビジネス化という点でも実は、勝負は2020年代なのだ。

欧米のこうした動きを踏まえると、「脱炭素経済への移行には2050年まで時間的余裕がある」という発想では、判断を大きく誤ることになる。気候変動対策の面だけでなく、これから始まる脱炭素技術／脱炭素経済をめぐるグローバルな競争は、すでに始まっている。この面でも日本のGX法案の時間軸はあ

まりにも遅すぎて、このままでは日本経済の進化を10年遅らせる結果となるだろう。

「脱炭素化」こそ、21世紀の経済・産業における最重要の競争軸になりつつあることへの危機感を我々にはもつ必要がある。いまだ「脱炭素化のコストが産業の足を引っ張る」という認識に囚われていては、21世紀の新しい経済競争を勝ち抜くことはできない。

3. 日本は2035年までに電力部門の脱炭素化可能

3.1. ローレンス・バークレー研究所のシミュレーション結果

日本でも、電力部門の脱炭素化は可能である。筆者も参加した米国ローレンス・バークレー国立研究所の共同研究は、まさにこの点に焦点を当てたものだ⁵。以下では、その結論を簡潔に紹介したい。

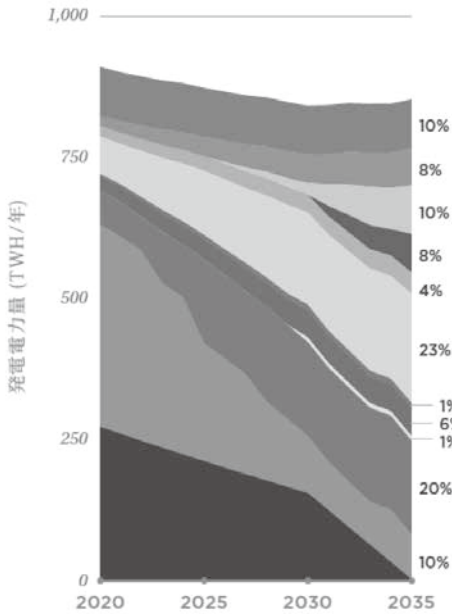
日本では、電力を含む「エネルギー転換」部門が温室効果ガス排出の4割以上を占め、最大の排出部門となっている。しかも1990年代以降、石炭火力発電所の新增設にともなって、電力部門の排出は2013年までほぼ一貫して増大してきた。

電力部門の脱炭素化、なかんずく石炭火力発電からの排出削減は、日本の脱炭素化の成否を握っている。課題は、石炭火力を含む火力発電をどうフェーズアウト(段階的廃止)させ、再エネを中心とする非化石電源で置き換えつつ、電力供給の安定性を図るか、である。

ローレンス・バークレー研究所が開発したモデルによるシミュレーションの結果、電力

5 白石賢司, Park, W.Y., Abhyankar, N., Paliwal, U. Khanna, N., 諸富徹, Lin, J. and A. Phadke (2023), 『2035年日本レポート—電力脱炭素化に向けた戦略』米国ローレンス・バークレー国立研究所 (<https://emp.lbl.gov/publications/2035-japan-report-plummeting-costs>).

電源構成



総設備容量

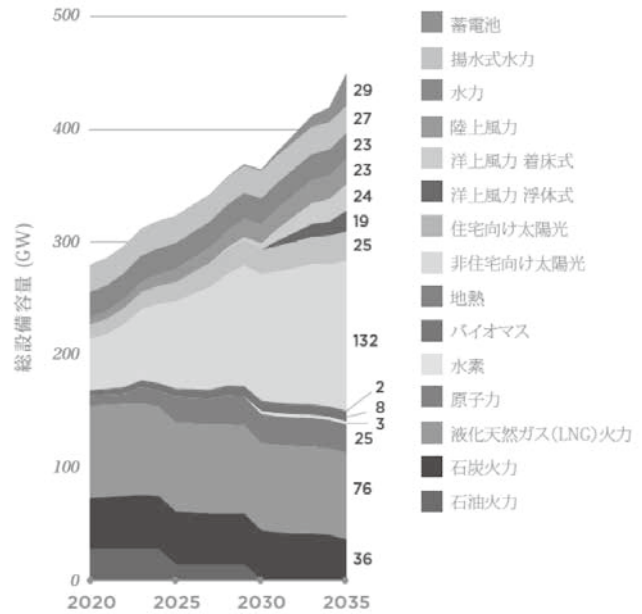


図4 2020～2035年までの電源構成および総設備容量

【出所】白石ほか(2023), 25頁, 図6.

需給のバランスを保ちつつ、2035年までに発電電力総量のうちクリーンエネルギー（再エネ+原発）の比率を、なんと90%以上にまで高めることは可能だということが分かった。

この結果、2035年の電源構成は2019年時点と比較して大幅に変化する。図4の左側に示されているように、風力発電は2019年の0.7%から2035年の26%（陸上風力8%+洋上風力着床式10%+洋上風力浮体式8%）へ、太陽光発電は同6.7%から27%（住宅向け太陽光4%+非住宅向け太陽光23%）へと大幅に増加する。再エネ全体では、2019年の19%から2035年の70%への大幅増である。

化石燃料の比率は逆に、大幅に減少する。天然ガスは2019年の37%から2035年の10%へ減少、石炭火力はフェーズアウト政策によって0%となる。なお、原子力は2019年

の6%から2035年の20%へと増加する。

3.2. 脱炭素化の経済的メリット

電力部門の脱炭素化で、2つの経済的メリットがもたらされる。第1は、電力コストの削減である。再エネ増加にともなう諸費用の増加の方が、火力発電所を稼働させるのに必要な費用よりも小さいためである。ローレンス・バークレー研究所のモデルには、費用最小化のメカニズムが組み込まれている。圧倒的に再エネが増える結果となったのは、モデルが各時点でもっとも安価な電源から順に選択していった結果、再エネが選ばれたからに他ならない。

第2に、再エネが国産なのに対し、現在、化石燃料はほぼすべて輸入に頼っている。このため、再エネを中心とするクリーンエネルギーにシフトすれば、貿易収支が改善される。

シミュレーションによれば、日本はこれにより化石燃料の輸入を、85%も削減できる。これは、日本のエネルギー安全保障に大きく貢献する。

3.3. 再エネ関連投資の強化と石炭火力のフェーズアウト

総発電電力量に占めるクリーンエネルギーの比率を90%以上に高めるには、再エネ設備、蓄電池、そして電力系統に多額の投資が必要となる。再エネについては2020年から2035年まで、毎年10GWずつ再エネの発電設備を増加させ、石炭火力発電については段階的に廃止していく必要がある。

再エネによる発電の変動性を吸収する仕組みも強化しなければならない。それが蓄電池と地域間連系線の役割だ。蓄電池は、2030年に1.5GWに、そして2035年には29GWにと大きく増やす必要がある。地域間連系線についても、現在政府が2028年までに計画している5.5GWの拡充に加え、さらに6.3GWを上乗せする必要がある。

こうした変化を引き起こすには、カーボンプライシングを現在の税率である289円/t-CO₂から、2035年には6,000円/t-CO₂に達するよう直線的に引き上げていくことがもっとも効果的である。

4. 「日本型脱炭素化」の道で大丈夫か

ところが日本の実際の進路は、前節のシミュレーション研究が示した道とは異なっている。それが顕在化したのが、2023年5月19 - 21日に開催された広島サミットに至る

一連のプロセスであった。そこでは、日本の気候変動政策の特異性が浮き彫りになった。とくに、次の3点である。

- 1) 石炭火力発電の「フェーズアウト（段階的廃止）」明記への抵抗
- 2) アンモニア混焼による石炭火力発電の延命
- 3) EV導入目標明記への抵抗

広島サミットに先立つG7気候・エネルギー・環境大臣会合（札幌市：2023年4月15-16日）では、日本は議長国ながら上記1)と3)に関する欧米諸国の求めに抵抗し、共同宣言にこれらを明記させないことに「成功」した。同時に、上記2)に関して石炭火力発電の脱炭素化に、日本が求めるアンモニア混焼を明記することにも「成功」した。

もっとも上記1)～3)の立場をとったのは日本だけで、交渉過程では、日本が防戦一方で孤立していたことが報じられている。共同声明では、アンモニア混焼に何重にも歯止めがかかった。しかも「水素並びにその派生物（アンモニア）の使用を検討している国があることにも留意する」との表現により、G7が一致して賛成したわけではないことが露わになった⁶。

現在では、(1) 電力部門で石炭火力発電のフェーズアウトを進めると同時に、再エネを中心とする非化石電源の拡大を図ること、(2) 自動車については、EVへの移行を速やかに進めること、これら2点が気候変動政策として国際的なコンセンサスを形成しつつあ

6 G7 気候・エネルギー・環境大臣会合共同声明（コミュニケ），22頁，第67段落。
原文 (<https://www.env.go.jp/content/000127828.pdf>)
仮訳 (<https://www.env.go.jp/content/000127829.pdf>)

る。

日本は、あえてこれらに反旗を翻しており、その特異性が広島サミットに至る一連のプロセスで可視化された。1)と2)は、石炭火力発電を使い続けることで投資回収したい電力会社の利害に沿った方針である。3)は内燃機関車(ガソリン車、とくにハイブリッド車(HV))への投資を回収したい日本の自動車メーカーの利害に沿った方針とみられる。実際、自工会は「電動車」の定義にHVを含ませよう働きかけ、成功している。日本の電動車化政策はEV化だけを意味するのではなく、HV化を含むのだ。

5. 脱炭素化と日本の産業の命運

5.1. 石炭火力発電のアンモニア混焼―合理性のない選択になぜ突き進むのか

GX推進法に書き込まれた政策の方向性は、先述のローレンス・バークレー研究所のシミュレーション結果や、G7会合における欧米諸国の主張とは大幅に異なっている。とくに、G7会合で顕在化した日本の気候変動政策の特異性をもっとも強く表れたのが、石炭火力発電におけるアンモニア混焼である。

一般にアンモニアはその燃焼時に温室効果ガスをほぼ排出しないとされ、既存の火力発電設備を改修するだけで混焼が可能になることから、電力部門における温暖化対策の「切り札」、「勝ち筋」、あるいは「現実解」などと評されることが多い。だが、本当にそうだろうか。

欧米諸国がG7会合であれだけ強くアンモニア混焼による石炭火力の延命に懸念を示すのは、それ相応の根拠があるからだ。具体的には、(1)経済性、(2)排出削減効果、(3)エネルギー安全保障、(4)環境影響の4点である。

(1)の経済性についてはイギリスの研究機関TransitionZeroのレポートが、次の試算結果を示している⁷。それによれば、最も安価な「グレーアンモニア(化石燃料から生成され、その過程で大量のCO₂を排出する)」ですら、その価格は石炭の約4倍、「グリーンアンモニア(再エネ電力を用いた水の電気分解で生成。CO₂を排出しない)」なら、石炭の約15倍に達する。2040年時点でも、石炭を下回ることはないという。再エネのコストが今後さらに低下すると見込まれているのに、なぜこれほど高価な技術を選択するのか、みな理解できないのだ。

また、Bloomberg NEFのレポートは、アンモニア混焼(混焼率50%)の発電コストが、2030年～2050年のどの時点でも再エネを上回るとの試算結果を発表している⁸。

これらの試算結果は、よほどの技術革新がない限り、アンモニア混焼が現時点だけでなく、2050年までの将来においても経済性を獲得できないことを示している。

(2)の排出削減効果についてはTransitionZeroのレポートが、「グレーアンモニア」はその生成過程で大量のCO₂を排出し、ライフサイクルで見ると石炭火力の約2倍の排出量

7 TransitionZero (2022), 『石炭新技術と日本―日本の電力部門の脱炭素化における石炭新発電技術の役割』 (<https://www.transitionzero.org/insights/advanced-coal-in-japan-japanese>).

8 Bloomberg NEF (2022), 『日本のアンモニア・石炭混焼の戦略におけるコスト課題』 (https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Japans-Costly-Ammonia-Coal-Co-Firing-Strategy_FINAL_JAPANESE.pdf).

に達すると指摘している。これを削減するには、より高価な「ブルーアンモニア（排出されたCO₂を二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術を用いて除去する）」か、「グリーンアンモニア」に移行しなければならない。

「グリーンアンモニア」は、再エネ電力で水を電気分解して生成した水素を、窒素と反応させることで創り出される。そのアンモニアを燃やして発電することで、ようやく電力が得られる。発電段階でCO₂を排出しないとはいえ、こうして何度もエネルギー変換を経て生成されるため、そのエネルギー変換効率は22%、つまり約8割のエネルギーが無駄になってしまう、きわめて非効率な電力生産方法である。それなら、最初から再エネ電力をそのまま電力として使う方がよほど安価で、無駄がない。なぜわざわざコストをかけ、これほど迂遠なことを日本がやろうとしているのか、欧米諸国は理解に苦しんでいる。

（3）のエネルギー安全保障は、アンモニア混焼への移行でかえって脆弱になる。再エネ移行なら基本的に国産なのでエネルギー安全保障は高まるが、アンモニア混焼はコスト要因で海外依存となるため結局、日本のエネルギー源の海外依存度を引き下げることができない。

（4）の環境影響については最近、フィンランドの研究機関CREAが驚くべき分析結果を発表した⁹。これは、中部電力の碧南火力発電所をモデルとして、アンモニア混焼が大気質に及ぼす影響を分析したものである。それによれば、石炭のみ燃焼の場合に比べて、アンモニア混焼率20%の場合は汚染物質

（PM2.5+SO₂+NO₂+NH₃）の排出総量が67%増、混焼率50%だとなんと167%増となり、「大気環境に致命的な影響を与える」という。CO₂削減のために国民の健康を危険に曝すアンモニア混焼を押し進めてよいのか、いま一度再考すべきである。

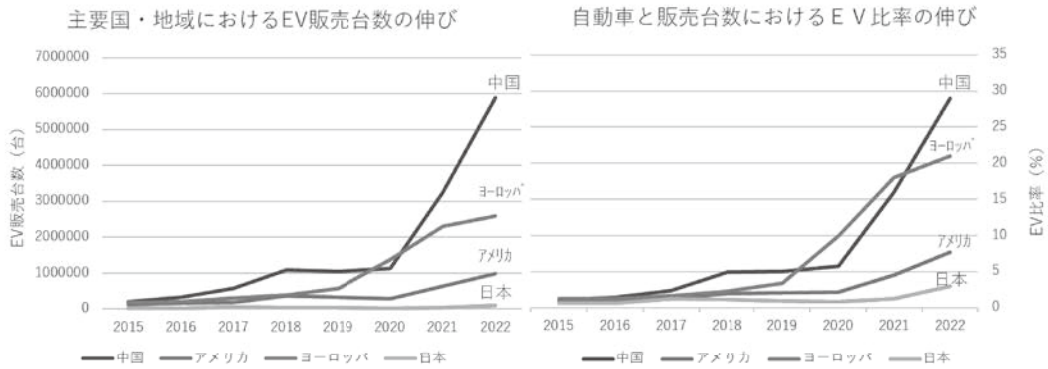
以上、4つの視点のいずれにおいても、日本の脱炭素化にとってアンモニア混焼は合理的な選択肢とは言えない。にもかかわらずこのまま混焼に突き進むならば、日本は次の問題に直面する。第1に、混焼は火力発電のコスト上昇を引き起こし、日本の電力料金に転嫁されるので、企業および国民に負担増となつてのしかかってくる。第2に混焼は、日本に製造拠点をもち製造業にとって、スコップ2（自社使用のエネルギー由来）のCO₂排出削減を困難にする。第3に、仮に電力会社がアンモニア混焼における混焼率引き上げに成功したとしても、100%混焼に達するのは2050年とされており、それまでは石炭火力発電所から膨大なCO₂が排出され続ける。

最悪なのは、2050年になってアンモニア100%混焼がコスト的／技術的理由により不可能であることが判明して断念に至り、残った石炭火力発電に依存せざるをえなくなる事態に陥ることだ。

5.2. EV市場の急拡大と日本企業の地位低下

日本自動車工業会では、G7広島サミットに合わせて自動車メーカー各社のトップが記者会見を開き、脱炭素化に向けた多様な選択肢（HV、燃料電池車、水素自動車など）の

9 Centre for Research on Energy and Clean Air (2023), 『石炭アンモニア混焼による大気質への影響』(https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2023/05/CREA_Air-quality-implications-of-coal-ammonia-co-firing-Briefing_2023_JP_FINAL.pdf).



(出典) International Energy Agency, Global EV Data Explorer (<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>)より作成。
 (注) EV自動車とはバッテリー電気自動車とプラグインハイブリッド電気自動車の合計を指します。

図5 世界の自動車市場におけるEVの急速な台頭

重要性を訴えて、EV導入目標導入に向けたG7会合の議論を牽制した。

もちろん、どの国・地域でもEV化に対する反発はある程度あるが、G7会合で政府が徹底してEV導入目標の明記に抵抗し、どの自動車メーカーも足並みを揃えてそれに反対する構図は、いまやきわめて特異である。

たしかに日本の自動車メーカーはガソリン車、ハイブリッド車が主体の市場で成功をおさめ、とくにトヨタは2022年までの直近3～4年間、連続で新車販売台数一位に輝いている。その事業基盤は、揺るぎないものに見える。

だが多くの人々が関心(懸念)をもってしているのは、自動車の脱炭素化やスマート化(知能化)の大波が迫る産業の激変期において、果たして10年後や20年後も日本の自動車メーカーが現在の地位を保つことができるのか、という点にある。

実際、直近のわずか3～4年ほどの間に、世界の自動車市場は激変した。図5は、中国、アメリカ、ヨーロッパ、そして日本におけるEV(「バッテリー電気自動車(BEV)とプラグイン・ハイブリッド電気自動車(PHEV)

の両者を含む)の販売台数、および総販売台数に占める同比率の伸びを示している。

この図から、それまでは緩やかな上昇にとどまっていた各国・地域のEV販売台数および同比率は2019年以降、日本を除いて急角度で上昇傾向に転じていることが分かる。2022年のEV比率は中国で約30%、ヨーロッパで約20%、そしてアメリカで10%近くにまで急伸している。アメリカは「インフレ抑制法(IRA)」によって今後、さらにEV市場の成長が加速するとみられている。

これらの動向は、日本を除く各国・地域で直近わずか3～4年の間にEV市場が急速に立ち上がり、その主流化が軌道に乗り始めたことを示している。国際エネルギー機関(IEA)は、2030年にはアメリカ、欧州、中国でEVが新車販売の5～6割を占めると予測している。

ところが、2022年のEVの世界販売総数に占める割合は、中国メーカーが4割、米国メーカーが3割、欧州が2割となる一方、日本メーカーは5%以下と、ほとんど存在感を示せていない状況だ。

まだEV市場は自動車市場全体の中では少

数派なので、そこで勝てなくともガソリン車・ハイブリッド車市場で勝てれば、今は問題ない。だが図5が示すように、EV市場が将来ますます拡大し、主役交代が起きるならば、そこで勝てない日本企業はガソリン車・ハイブリッド車市場の縮小とともに存在感を失い、競争から脱落する恐れがある。

実際、EV市場の拡大が世界でもっとも急速な中国市場で、日本企業の苦戦が伝えられている。2023年1-3月累計で、日本企業の中国での乗用車販売台数は前年同期比で3割以上減少、メーカーによっては5割以上の減少となったところもあるという。採算割れに苦しんでいた三菱自動車はついに23年10月24日、中国市場からの撤退を発表した。

背景要因として指摘されているのが、中国市場に占めるEV比率の急速な拡大である。この市場でシェアをとっているのは中国企業のBYD、米国のテスラおよびGM、そしてその他新興中国メーカーなどである。日本企業は、上位20社にも入っていないという。日本企業は車種も少なく、そもそも魅力的なEVを製造・販売できていない。EVを含む中国の自動車販売台数全体では、日本企業はシェアを20年の24%から23年1-3月期には18.5%へと大きく落としている。

中国市場で起きている日本企業の苦境は、EVシフトが進む欧州・アメリカ市場でも起きかねない。日本企業の金城湯池である東南アジア市場やインド市場ですら、近い将来はその例外と言い切ることはできない。なぜなら、これらの国々のEV市場は中国・韓国勢に占められ、日本車は全く存在感がないからである。今は小さい市場だが急速に成長しており、近い将来、ガソリン車市場を浸食するのは確実である。

5.3. 気候変動問題の軽視が競争力低下を招く

アンモニア混焼とEVの事例に共通するのは、いずれも気候変動問題を軽視する結果、産業競争力と企業ブランドを毀損しかねないリスクをもたらしているという点だ。

第1に、アンモニア混焼はそもそも、アンモニア製造自体がCO₂を大量排出するプロセスに他ならないという根本矛盾を抱えている。その問題を避けるために炭素貯留・回収(CCS)に頼ってブルーアンモニアを製造するわけだが、そのコストはきわめて高い。

再エネ電気を用いた水の電気分解で水素を生成し、そこからアンモニアを製造するグリーンアンモニアもきわめて高コストだ。ならば再エネ電気をそのまま電気として用いる方がはるかに安価で、エネルギー効率性も高い。

しかも現在の計画では、2050年になってようやく100%アンモニア混焼が実現するわけで、それまでの間は石炭火力発電所から大量のCO₂が排出され続ける。国際的に前倒しで石炭火力発電所のフェーズアウト(段階的廃止)が進む中、日本が石炭火力発電のフェーズアウトを避け続けるなら、気候変動問題を軽視しているとの指弾を今後も国際的に受け続けることになる。

第2に、日本企業がEVに注力してこなかったのも、気候変動問題の軽視と深い関係がある。これまで、日本企業がEVに注力しない理由として、「EVに移行しても日本では電力生産における火力発電比率が高いため、CO₂の排出削減に貢献しない、それよりもHVなどの燃費効率を引き上げる方が脱炭素化への近道だ」との論拠が挙げられてきた。

しかし、日本もすでに電源構成の脱炭素化

に舵を切っている。将来、発電部門の排出がゼロになったとき、ガソリン車／ハイブリッド車から依然としてCO₂を排出し続けることが正当化されるだろうか。自動車からの排出をゼロにするには結局、電源の脱炭素化とEVの普及を車の両輪として進める以外にない。どちらかが進んでいないことを理由に、他方の努力が否定されるべきではないだろう。

こうした主張が何のてらいもなく飛び出す背景にはやはり、気候変動問題の軽視がある。なぜ日本政府と日本企業は再エネとEVに正面から取り組むことを回避し、「脱炭素化への多様な選択肢」を合言葉にアンモニア混焼やHVのような「迂回ルート」に向かおうとするのだろうか。背景にあるのは石炭火力発電であれ、内燃機関車であれ、現行の技術に投資したコストを回収したいという企業の利潤動機である。

そのために、再エネやEVのようにまったく異なる技術体系に大転換することを避け、現行の技術と産業構造を可能な限り温存し、それを使い続けることで利益確保するという保守的な選択こそが最善となる。その具体的な方途がアンモニア混焼であり、ハイブリッド車ということだろう。

こうして孤高を貫くことは、一見して日本の産業を保護し、その競争力を保つ方途に見える。だが筆者は日本の産業の将来にとって、それはかえって産業衰退につながりかねない、極めてリスクの高い選択肢だと考える。その論拠は、以下のとおりである。

1) 日本の製品・サービスのグローバル市場からの排除につながりかねない

近い将来、あらゆる製品・サービス

についてサプライチェーンで発生したCO₂が集計され、製品・サービスあたりのCO₂排出量に換算され、可視化される世界がやってくる（カーボン・フットプリント）。アンモニア混焼で電力の脱炭素化が遅れ、生産・流通過程のCO₂排出が減少しない日本企業の製品・サービスは、製品・サービスのCO₂含有量が高くなる。それゆえ企業や消費者から選ばれず、競争優位を失う恐れがある。

2) 日本から生産拠点の流出が起きかねない

上記1)の理由により、日本国内に立地して商品・サービスを生産すると、製品・サービスのCO₂含有量が高まるため、グローバル・マーケットで排除されるリスクが高まる。先述の、EUが導入を予定している炭素国境調整措置（CBAM）は、その具体的事例である。ゆえに国内企業が、再エネなどCO₂フリー電源で生産が可能な国・地域に生産拠点を日本から移転する動きが起きてもおかしくない。

3) イノベーションの中心から外れかねない

再エネとEVが国際的に主流化するにつれ、国際的な水平分業体制が構築され、多くの投資、新規参入、そして合従連衡が起きるだろう。両分野は、イノベーションの最も活発な主戦場となり、急速な技術進歩と、他方で猛烈なコストダウンが起きる。それに参加しないということは、日本企業はイノベーションの埒外に置かれることを意味し、激しい競争の中で鍛えられることもなくなる。これは、日本の市場と産業の「ガラパゴス化」への途ではないだろうか。

日本はかつて1970年代に、自動車排ガスの9割以上削減を求める米国マスキー法と同等の規制を国内で実施、日本の自動車メーカーは見事にそれをクリアする触媒技術の開発に成功した。その後もさらに燃費を改善して汚染物質の排出を削減する努力を続け、日本勢が後に、米国市場で成功を収める契機となった。

1970年代の2度の石油ショックも、劇的な省エネを断行することで日本企業のエネルギー生産性は大幅に改善し、むしろ競争力を高めていった。

これらの成功体験から引き出すべきは、環境エネルギー問題が提起する課題に正面から取り組み、困難を突破する中でこそイノベーションが引き起こされ、企業の競争力が高められるという教訓だ。

21世紀の今日、気候変動問題を直視し、それが要求する諸課題の克服なくしてイノベーションもなければ、競争力の向上もない。ここにきて、さすがに国際競争にさらされる日本の自動車メーカーは、米国市場を中心にEVに注力し始めた。転換は遅れたが、まだ手遅れではない。やるからには、成功を期待したい。

グリーンニューディール： 現実となった環境と経済の両立

東北大学東北アジア研究センター・
同大学院環境科学研究科 教授

明日香 壽川



気候危機

世界気象機関（WMO）らは、9月6日、今年6～8月の世界の平均気温が観測史上最も高くなったと発表した。海面水温も過去に例のない高さが続いており、8月の平均水温は過去最高になった。南極の海氷の面積はこの時期としては記録的に小さくなっており、平年を12%下回っているという。国連のグテーレス事務総長は「地球沸騰化」という言葉を発明（？）して、各国の指導者らに温暖化対策の加速を強く促している。

多くの人命も失われている。今年9月に発生したリビア東部での洪水被害（死者1万1千人超、不明者1万人）は日本のメディアでも大きく取り上げられたのでご存じの方は多いと思う。しかし、干ばつが続く東部アフリカ3ヵ国（エチオピア、ソマリア、ケニア）の深刻な状況を日本のメディアはあまり伝えていない。現地に入っている国際NGOのOxfamは、すでに昨年4月の段階で「48秒に一人が飢餓で死亡」と報告している。このような異常気象は世界の多くの地域で見られ、飢餓と大量の避難民を発生させることで、様々な紛争にも結びついている。

状況を少しでも変えるために、多くの人々、特に若者が大きな声を上げるようになった。スウェーデンの環境活動家であるグレタ・トゥーンベリのアクションから生まれた「未来のための金曜日（Fridays for Future）」

や米国の若者を中心とした環境NGOである「サンライズ・ムーブメント（Sunrise Movement）」など、世界中の若者が政府の気候変動対策の遅れに対する異議申し立てのアクションを行うようになっている。今年9月には世界中で同時並行的にアクションが行われ、日本でも9月18日に約8千人が渋谷の街をマーチした。

グリーン・リカバリーとグリーン・ニューディール

猛威をふるったコロナからの回復の際のキーワードとして、グリーン・リカバリー（緑の回復）がある。これは「新型コロナウイルスの感染拡大がもたらした経済停滞からの回復を、気候変動対策とともに進める」というような意味合いで使われている。

このグリーン・リカバリーは、2020年4月頃から、欧米の研究者や国際機関が使い始めた。彼らの念頭にあったのは、2009年のリーマン・ショックの際のブラウン・リカバリーだ。すなわち、2009年に世界の温室効果ガス排出は1%減少したにもかかわらず、2010年は4.5%増加し、その後の5年間平均は年2.4%増加であった。つまり景気回復策によって温室効果ガス排出はリバウンドしてしまった。

したがって、雇用創出や景気回復を達成しつつ、温室効果ガス排出のリバウンドも防ぎ、

気候変動やパンデミックのような危機に対して強靱性（レジリエンス）を持つ社会も作るというのがグリーン・リカバリーの狙いだ。

実は、コロナの前から、グリーン・リカバリーのベースとなる考え方はあった。それはグリーン成長（Green Growth）であり、数年前から本稿のタイトルであるグリーン・ニューディール（Green New Deal）が研究者や政治家によく使われている。

これまでは、世界でも日本でも「環境よりも経済」という考え方が、主流のパラダイムであったことは否定できない。例えば、1967年に日本で制定された公害対策基本法の1条2項には、「生活環境の保全については、経済の健全な発展との調和が図られるようにするものとする」とある。これは環境調和条項と呼ばれ、産業界が入れることを強く要求し、水俣病をはじめ公害問題で日本中が騒然とする1970年に削除された。

そして、今でも環境問題を語る際には、「環境 vs. 経済」というフレーミング（意図的な構図作り）が自称経済重視派からなされ、結局は国民も、自称経済重視派の言説に流される。日本がまさにそうだ。2011年の東日本大震災および福島第一原発事故も、そのような状況を変えることはなかった。逆に、復興という名目のもと、経済優先の機運が強まった。そのこと自体は仕方がないことだと筆者も考える。しかし、多くの人々が「原発や石炭火力のコストは再エネより安い」「原発がないと電気代が上がる」「再エネは発電量が変動するので使えない」「これ以上の省エネはもう無理」という議論を正しいと信じてしまったことは問題だ。それらを信じてしまうと、エネルギーや温暖化問題を選挙の争点にすることは難しく、仮に争点にした場合、精

神論で戦わざるをえなくなる。精神論で戦うこと自体も問題ではないものの、やはり選挙では勝てない。

エネルギー分野でのパラダイムシフト

しかし、「原発や石炭火力のコストは再エネより安くて省エネはもう無理」という議論は、今や世界の常識では全くない。理由は簡単で、エネルギーの世界では、パラダイムをシフトするような大革命が起きたからだ。それは、後述もする再エネのコモディティ（商品）化による価格破壊と雇用創出である。すなわち、すでに多くの国・地域で太陽光や風力が最も安い発電エネルギー技術となっており、国によっては、太陽光や風力の発電設備の導入コストは、既存の化石燃料発電所や原発の運転コストよりも安い。また、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は、2019年の1年間において再エネ関連の雇用は世界全体で約1150万人に達したと報告している。省エネに関しても世界は注目しており、多くの国のグリーン・リカバリー案では、省エネが再エネと同等、あるいは再エネよりも重要な役割を担っている。

一方、日本では「原発や石炭火力のコストは再エネより安い」「省エネは無理」という神話を守るために、様々な政策で意図的に再エネ・省エネの導入を抑えられてきた。ゆえに、日本における再エネの導入量は小さく、そのコストは欧米や中国などに比較して高い。エネルギー効率も他の先進国に比較して停滞している。

具体的に書こう。図1は、1990年から2020年までの世界の再エネ電力割合の推移だ。これより、日本は1990年時点では再エネ割合は比較的高かったものの、2020年に

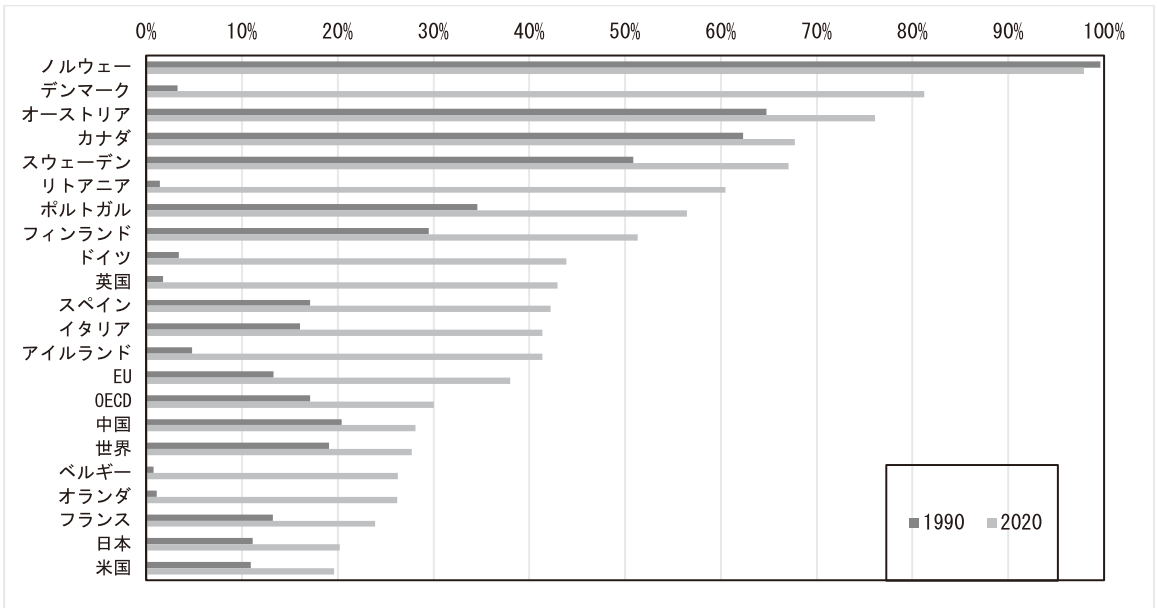


図1 世界の再生電力割合 (1990-2020)

出典：英国石油統計 (2021) から作成

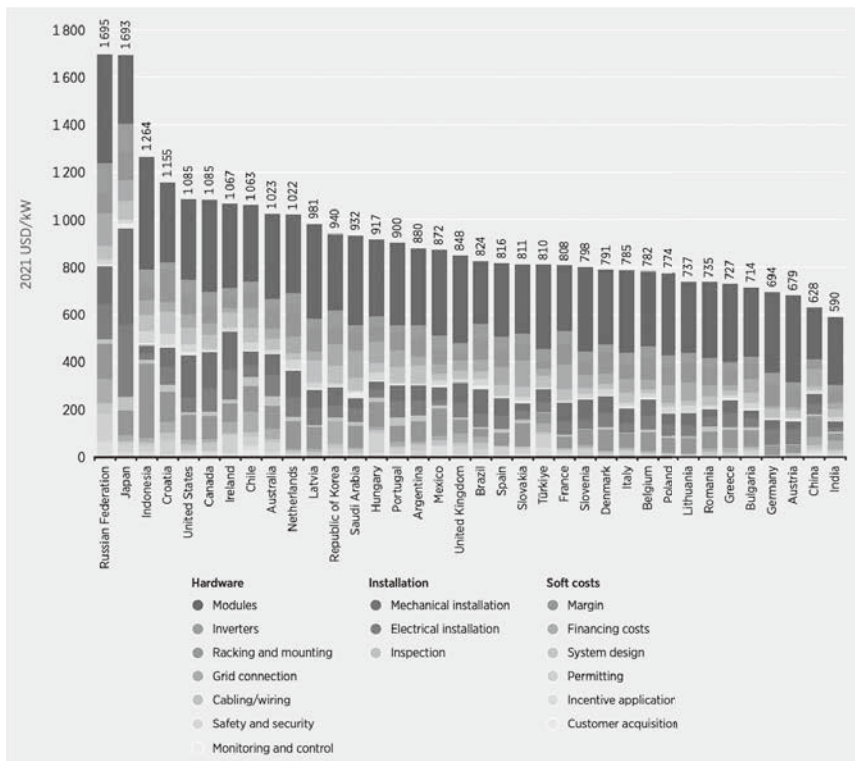


図3 太陽光発電コストの国際比較

出典：IRENA (2022) Power Generation Costs 2021.

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Power_Generation_Costs_2021.pdf?rev=34c22a4b244d434da0accde7de7c73d8

は他国に大きく劣ることがわかる。すなわち、日本は過去30年間、再エネ普及の努力を怠ったと言える。また、図2は、世界の太陽光発電設備の導入コストを比較したものだ。これには、筆者もかなり衝撃を受けたのだが、日本はなんとロシアと並んで圧倒的に導入コストが高い。化石燃料輸出国であり、大統領が温暖化対策の必要性に関して否定的な発言をし、温暖化対策の国際交渉で常に足を引っ張っているロシアと同じなのである。

環境と経済の両立の話に戻すと、今のエネルギーシステムを維持しようとする人々が「経済優先」という場合、それは、一部の企業のための短期的な経済的利益の優先を意味し、必ずしも日本全体の経済を優先するということではない。ゆえに、彼らは自称経済重視派でしかない。例えば、世界では石器の時代から、値段が安くて手頃に入手できて便利で雇用も拡大できる鉄器の時代に移行しようとしているのに、石器を売ったり、使ったりする人たちに配慮してわざと鉄器の導入を抑えているのが日本だ。

ジャスティス（正義）

グリーン・ニューディールには、もう一つのキーワードがある。それはジャスティス（正義）だ。ジャスティス（Justice）の日本語訳は、正義の他にも、公平、衡平など様々な言葉があり、実はどれもじっくり行かない。本稿ではとりあえずジャスティスあるいは正義という言葉を使う。

気候変動の文脈でジャスティスは、主に、1）一人当たりの温室効果ガス排出量が小さい途上国の人々が、一人当たりの温室効果ガス排出量が多い先進国の人々よりも、より大きな気候変動による被害を受ける、2）先

進国の中でも、貧困層、先住民、有色人種、女性、子供が現実としてより大きな被害を受ける、3）今の政治に関わることができない未来世代がより大きな被害を受ける、の三つの意味で使われる（どれも定量的な事実である）。この3つの状況がアンジャスティス（不正義）であり、このような状況を変えることがジャスティスとする。

このジャスティスの問題は、日本ではそれほど語られてこなかった。その大きな理由の一つは、日本は、米国などに比べて、少なくとも表面的には、様々な格差や分断の程度が小さいからだろう。一方、特に米国では、環境問題に関わるジャスティスは常に大きな問題となっていた。それはこれまで米国で積み重ねられた事実が背景にある。具体的には、例えば、2005年8月にニューオーリンズを襲ったハリケーン・カトリーナでの被害者は、まさに上記の貧困層、先住民、有色人種、女性、子供の割合が多かった。また、石油や天然ガスのパイプラインの敷設や鉱山開発などで影響を受ける人の中での先住民の割合も事実として極めて高い。2015年7月に、当時のオバマ政権は、米国大手企業と協力して気候変動対策に取り組む組織（American Business Act on Climate Pledge）を設立した。これに関するホワイトハウスのホームページには、「気候変動は、特に子供、老人、病人、低所得者、そしていくつかの有色人種のコミュニティに属するような脆弱の人々に大きな被害を与える」という記述があった。

実は、コロナでも、同じようなことが起きている。例えば、米疾病対策センター（CDC）は2020年10月20日、米国内で統計などから予想される死者数を実際の死者数が上回る「超過死亡」が、2020年1月下旬～10月上旬

の累計で29万9028人に上ったと発表し、その約3分の2の19万8000人強が新型コロナウイルスによる死者とした。人種別では、白人の超過率が11.9%だったのに対し、ヒスパニックが53.6%、黒人が32.9%、アジア系・先住民が28.9%であり、マイノリティー（人種の少数派）が新型コロナの被害をより多く受けていることが改めて裏付けられた。同じく、米CDCによると、新型コロナウイルスの影響などで2020年前半の米国民の平均寿命は2019年比で1歳、黒人では2.7歳短くなった。

社会システム全体のチェンジ

このようなジャスティスの問題を解決する（少なくとも状況を改善する）ためには、個人の努力だけでは不可能で、今の社会システムの変革が必要だというコンセンサスが気候変動問題を真剣に考える人の間で形成されたのは自然のなりゆきだと言える。今の社会システムを明確に定義するのは難しいものの、少なくとも、化石燃料産業を中心とする大企業が多額の政治的献金で政治家や官僚を動かして、自分たちの短期的な利益のみを求める企業活動には何ら歯止めをかけることなく、格差や分断を容認するような社会システムであれば、ジャスティスの確立も気候変動の阻止も不可能なことは明白だからだ。そのような認識は、特に米国では2010年以降に強くなっている。その流れを作り、自らも流れに乗っているのが、民主社会主義者を自ら標榜するサンダース上院議員やアレクサンドリア・オカシオコルテスのようなプログレッシブ（革新的）な民主党議員である。気候変動のために社会システムのチェンジが必要と説くカナダ人ジャーナリストのナオミ・クラ

インの著作（彼女が批判するのは資本主義や新自由主義）は多くの人に読まれ、前出のサンライズ・ムーブメントという若者グループ（サンライザー）による議員オフィス占拠などのアクションが呼応した。

これまで米国での温暖化問題の優先順位は低かった。しかし、今は違う。バイデン大統領は、2020年8月の民主党大統領候補の指名受諾スピーチで、「米国が直面する問題は、経済、コロナ、人種差別、気候変動の4つだ」と明言している。2020年10月のトランプ前大統領とのディベード（討論会）でも、第1回目は、共和党寄りの報道で知られるフォックス・ニュースのアナウンサーでもある司会者が、若者の抗議を受けて当初は入っていなかった温暖化問題を急遽論点に入れた。第2回目のディベートでは、事前に決められた6つの争点のうちの一つに温暖化問題が入っていた。

すなわち、米国での温暖化問題の政治的な優先順位は非常に高くなっている。その背景には、アメリカ全土において森林火災、熱波、ハリケーンなどによる被害が顕著になっていることもあるものの、前述のアンジャスティスの存在も大きい。そして、ジャスティスの問題は、黒人差別に対するブラック・ライブス・マター（BLM）運動などの抗議運動と結びついて、どんどん大きくなっている。米副大統領のカマラ・ハリスも、民主党の大統領指名候補選挙の際には環境正義を強調してきた。カリフォルニア州司法長官でもあった彼女は、「化石燃料会社から政治献金をもらわない」と宣言し、化石燃料会社への訴訟の必要性を訴えるなど、企業との対決色を強めていた。このように、エネルギーや温暖化問題が国政選挙では争点にならない日

本の状況とは大きな違いがある。

パリ協定と2度目標

今の温暖化対策の最大の目的は、パリ協定の目標を遵守することだ。しかし、そのパリ協定の目標の中身が一般の人々に十分に理解されているとは言い難い。

パリ協定は第21回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）が開催されたフランスのパリにて2015年12月に採択された、気候変動抑制に関する多国間の国際的な協定である。そこで、人為的な温室効果ガス排出による全球平均気温上昇を、産業革命前（つまり温暖化が起きる前）と比べて2°C未満に抑えるという、いわゆる2°C目標が設定された。

温暖化の危険なレベルやリスクをどう認識するかによって今後の温室効果ガス排出削減のあり方が大きく変わる。そのため、その目標の検討は非常に重要な意味を持つ。地球温暖化問題に対処する国際的な取り組みとして1992年に締結された国連気候変動枠組条約は、「人類活動から排出される温室効果ガスの大気中濃度を、気候システムに危険な影響をもたらさない水準で安定化させること」をその究極目的としている。しかし、条文の中には危険な影響が何を意味するかについての具体的な記述や明確な数値はない。そのため、数多くの国際交渉を経て、2010年の第16回締約国会議（COP16）でのカンクン合意に2°C目標が盛り込まれた。そして2015年のパリ協定では、2°Cよりもはるかに低い（well below）レベルで抑制することが目標として設定され、1.5°Cに抑える努力を追求することにも言及された。そして2021年の英国グラスゴーでのCOP26では、2°C目標に代わって、1.5°C目標が主たる目標となった。

2°C目標あるいは1.5°C目標は、予防原則という考え方に基づいた政治的・政策的な判断だ。すなわち、これは科学者が作ったのではなく、政治的に作られたものである。予防原則とは、「深刻な、あるいは不可逆的な被害の恐れがある場合、完全な科学的確実性の欠如が費用対効果の大きな対策を延期する理由として使われてならない」というものであり、その被害の大きさが不確実性も伴う状況において、費用のかかるリスク削減対策に関する意思決定をする場合に用いられる。

いずれにしる科学的知見には不確実性が残り、経済的な分析にも価値観が入る。だからこそ、2°C目標に関する議論のけん引役を果たした欧州連合（EU）では、政策立案者、科学者、利害関係者、そして一般市民が参加する政治と科学の対話プロセスが構築され、多くの議論が重ねられてきた。

では、この2°C目標あるいは1.5°C目標は達成可能なのだろうか。少なくとも現状では否定的と言わざるを得ない。なぜならば、現時点で各国が掲げている温室効果ガス排出削減数値目標は、パリ協定の全体目標である1.5°C目標は言うまでもなく、2°C目標の達成にも全く足りないからだ（各国が今の目標を変えない場合は3°C程度上昇する）。そのギャップは、恐らく一般の人々が考える何百倍も大きい。日本の環境NGOや若者たちが日本政府に要求している数字（2030年に2013年比でCO₂排出を62%以上削減）さえも、一人当たりの排出量や歴史的な排出量の南北格差を考慮すれば、2°C目標の達成にも全く不十分である。

温暖化対策としての原発

2023年2月10日、経産省主導のGX（グ

リーントランスフォーメーション) 基本方針が閣議決定され、同方針に基づいたGX関連法案二つは、深い議論はなされないままに賛成多数で可決された。今、日本政府は、このGXを名目に、2021年の福島第一原発事故以降のエネルギー政策、すなわち原発新設に対しては慎重であった政策を大きく転換しようとしている。

「原発は温暖化対策に必要不可欠」「原発は安い」と聞かされた多くの国民は、それが今でも正しいと思ってしまう。ゆえに、反原発活動をしている人々の中の一部に温暖化の科学に懐疑的な人がある。また、温暖化問題が大きな政治的な争点にならない理由の一つに、温暖化対策イコール原発推進というイメージが共有されてしまっていることがあると筆者は考える。

しかし、前述もしたように、原発などの発電エネルギー技術の発電コストに関しては、過去10年で状況が大きく変わった。すなわち、現時点において「原発は温暖化対策に必要不可欠で、かつ安い」と考えている専門家は極めて少ない。なぜなら、温暖化対策を考慮した場合でも、原発よりも安くても良い選択肢が多くあるからだ。

すなわち、二酸化炭素(CO₂)などの温室効果ガスの排出が少ない発電エネルギー技術はたくさんあり、その中で、原発は経済的に合理的な選択肢でない。実際に、過去10年に太陽光発電の発電コストは約10分の1、風力発電は約3分の1になった。一方、原発は数倍になっている(図3参照)。

この図3が示しているように、現在、再エネと原発の価格差は数倍から十数倍になって

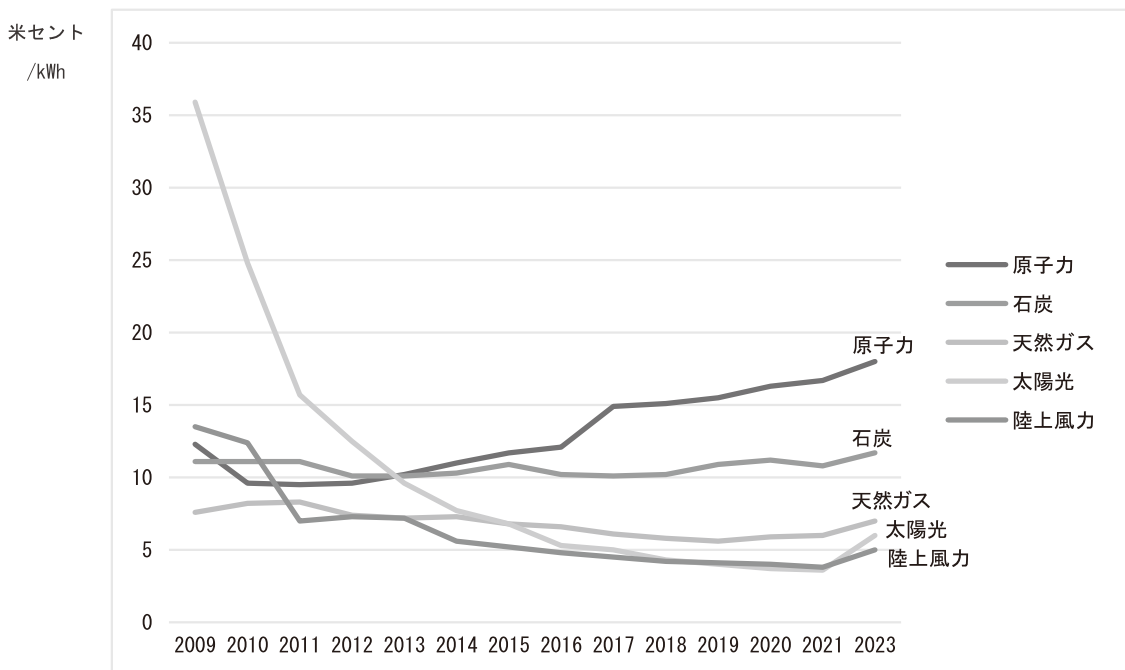


図3 新設の場合における発電エネルギー技術の発電コスト比較

出典: Lazard (2023) Lazard's Levelized Cost of Energy, Levelized Cost of Storage, and Levelized Cost of Hydrogen, April, 2023.

<https://www.lazard.com/research-insights/2023-levelized-cost-of-energyplus/>

いる。つまり、両方ともゼロエミッション電源と考えたとき、同じ金額を再エネや省エネにかけた場合と比べて、原発新設によるCO₂排出削減量はわずか数分の1から十数分の1で、かつそれが実現されるのは十数年後である。

最近では、国際エネルギー機関（IEA）が同趣旨、すなわち温室効果ガス排出削減コスト（温室効果ガス排出を1トン削減するのに必要なコスト）に関して、原発新設は56.2米ドル/t-CO₂、原発運転延長は17.0米ドル/t-CO₂、事業用太陽光は2.9米ドル/t-CO₂という数値を発表している（図4）。

この図4が示しているのは、同じ費用で、事業用太陽光が原発運転延長に比較して約6倍の温室効果ガス排出量の削減を実現することを意味し、雇用創出効果を考慮しなくても太陽光発電を新設の方が温暖化対策としてはるかに経済合理性があることを示してい

る。しかし、多くの日本国民は、このような状況変化に対する認識が乏しい。「原発は温暖化対策とエネルギー安定供給に必要」という声が大きく、世の中に浸透してしまっているからであり、その意味でわたしたちは情報戦に負けている。

世界は原発から手を引いている

世界において、原子力発電は、発電電力量も発電容量も、すでに2000年代にピークを迎えている。約15年前、欧米で「原子カルネサンス」という言葉が生まれ、「原発復活」の機運が世界にひろがった。実際に、米国での新設構想は一時約30基まで積みあがった。しかし、その後、計画の凍結・撤退が相次ぎ、実際に着工したのは4基で、そのうちの2基は、コスト上昇を理由に建設途中で計画が中止された。したがって、いまでも建設工事が続いているのは2基だけだ。この二つも

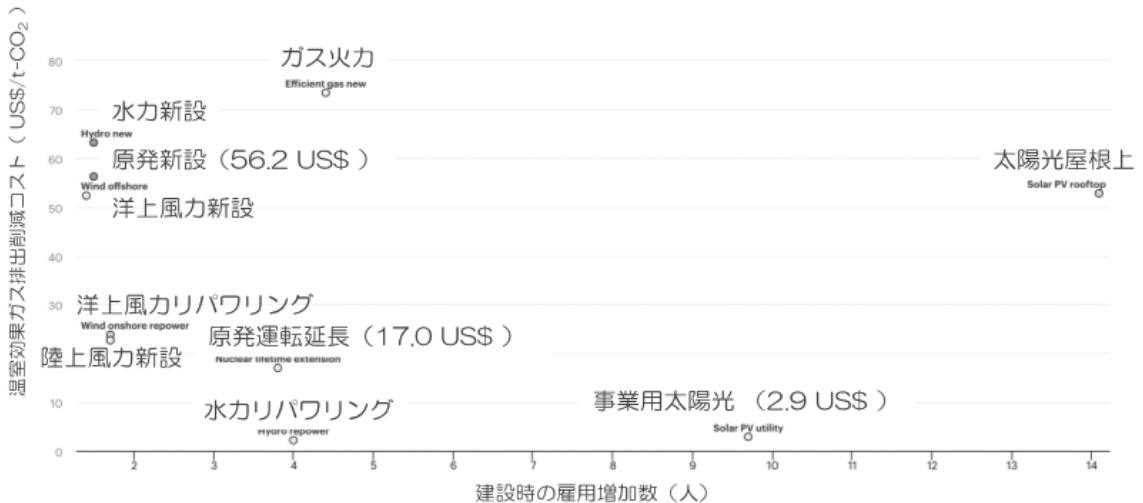


図4 国際エネルギー機関（IEA）による原発運転延長を含めた各発電エネルギー技術の温室効果ガス排出削減コストおよび雇用創出効果

出典：IEA（2022）Job creation per million dollars of capital investment in power generation technologies and average CO₂ abatement costs, 26 Oct 2022.

<https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery/electricity>

2013年着工で稼働予定は2019年だったものの、ようやく2023年7月に1基が商業運転を開始した。すなわち、いわゆる小型炉も含めて原発の新設は、再エネや省エネなど様々な発電エネルギー技術の選択肢がある中、経済合理性の欠如という理由で実現困難になっているのが米国および世界の現状である。

日本でも話題になったEUタクソミーでは、気候変動対策に資する技術として原発と天然ガスがリストアップされた。しかし、これはロシアのフランスへのロビーイングのもと、タクソミーに原発を入れたいフランスと天然ガスを入れたいドイツとの妥協の産物だ。実際には、策定の過程でEU加盟国間で激しい議論があり、いくつかの反原発の国と環境NGOは欧州司法裁判所などへの訴訟を計画している。

また、EUタクソミーは原発の新設に関して、1) 加盟国が、放射性廃棄物の管理と廃炉に関する基金を創設している、2) 加盟国が高レベル放射性廃棄物に関して、2050年に運転している処分場を有する計画がある、3) 加盟国が高レベル以外の放射性廃棄物について、運転している最終処分場を有する、などの厳しい条件がついている。

実は、EUをはじめ多くの国がロシアの核燃料や核技術に依存している。2022年5月、グリーンピースフランスは、天然ガスと原発が入ったEUタクソミーによってロシアが得る利益を、1) 天然ガスでは年間40億ユーロの追加収入(2030年までに合計320億ユーロ)、2) 原発ではロシア国営原子力会社ロスアトム(ROSATOM)の5000億ユーロの売り上げ増加、と推定している。これらをもとに、侵略されたウクライナの活動家や政治家は、「EUタクソミーはプーチンへの贈り物になる」

として欧州議会メンバーに拒否を要請していた。周知のように、現在、2022年からのロシアとウクライナとの戦争によって、エネルギーをめぐる地政学的状況が大きく変化している。戦時においては原発が攻撃対象となるリスクが増大した今、「EUタクソミー」の意義や位置付けも大きく変わっている。

原発推進の理由

原発推進の目的は複数ある。それらの優先順位は人によって違い、単なる建前としての目的の場合もあり、本音としての目的の場合もある。前述のように、これまで、そして今でも、原発を推進しようとする人々は、温暖化対策や経済合理性が原発推進の目的だと主張している。しかし、これも前述のように、実際には原発は効果的・効率的な温暖化対策にはならず、経済合理性もないことを示してきた。このことを実際には日本政府や大手電力会社もある程度は理解しており、原発のコストに関しては「安い」という断定的な言い方ではなく、さすがに最近の国会答弁や資源エネ庁主催の各地でのエネルギー政策に関する説明会では、「高くない」という言い方に変わっている。

では、この脱炭素と経済合理性という、実際には事実と異なる二つの「建前としての目的」以外に考えられるのは何だろうか。それらは、1) 利権確保や既得権益維持、2) 原発推進による核兵器転用技術ポテンシャル維持、核兵器産業保護、原子力潜水艦の開発、3) 火力発電維持の方便、などであり、これらの目的に関する議論や研究は多くある。

実際に、核兵器保有国であるフランス、英国、米国では、原発産業と核兵器産業は密接な関係にあり、そのことを政府や企業は否定

していない。逆に、政府も企業もその関係性の重要さを訴えている。例えば2020年12月8日、マクロン仏大統領は仏東部にある原子炉メーカー・フラマトムの工場での「原子力の未来」と題したスピーチで、「原発なくして核兵器産業なし、核兵器産業なくして原発なし」と話している。

日本では、核兵器を持たないことが国是となっているので、原発が持つ核兵器転用ポテンシャルに関しては表立って議論されることは少ない。しかし、過去においては、断続的ではあるものの議論はあり、政策決定に影響がある人々の中で一定の割合の人々が核兵器転用ポテンシャルを重要視していることは確かだ。例えば、2011年の福島第一原発事故後、自民党の石破茂氏（当時は政調会長）が「日本は原発を放棄すべきではない。原発を持っているということは、一定期間内に核兵器を製造することができ、抑止力になり得るから」とメディアなどで発言している（例えば、SAPIO 2011年10月5日号）。読売新聞も2011年9月7日の社説で同趣旨の主張をしている。

レポート2030

現状の政策を批判すると、必ず「代替案を示せ」という反論がとんでくる。そのため、筆者が関わる研究グループである「未来のためのエネルギー転換研究グループ」は、2021年に「レポート2030：グリーン・リカバリーと2050年カーボン・ニュートラルを実現する2030年までのロードマップ」（以下では「レポート2030」）を政府案の代替案として発表した。この「レポート2030」の中のエネルギーシナリオであるグリーン・リカバリー（GR）戦略の特徴は、2030年に石炭

火力ゼロと原発ゼロを想定していることである。それでも、電気代の上昇や電力需給は問題なく、下記のような投資額、その投資による雇用創出やエネルギー支出削減額などを分野別に定量的に示している。

- ・投資額：2030年までに累積約202兆円（民間約151兆円、公的資金約51兆円）、2050年までに累積約340兆円
- ・エネルギー支出削減額：2030年までに累積約358兆円（2050年までに累積約500兆円）
- ・雇用創出数：2030年までに約2544万人年（年間約254万人の雇用が10年間維持）
- ・GDP効果：2030年までに累積205兆円（政府予測GDPに対する増加額）
- ・大気汚染による死亡の回避：2030年までにPM2.5曝露による2920人の死亡を回避

「レポート2030」の推定では、エネルギー転換で影響を受ける方の現在の雇用数は約20万人である。一方、新規雇用の方は投資額から産業連関表で計算すると2030年までに年間約254万人の雇用が10年間維持される。また、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は、2019年の日本での再エネ産業従業者数は約26.5万人としている（IRENA 2020）。もちろん、現在の雇用数と将来の推算値とを単純に比較するのは問題であるという議論はある。しかし、このような数字によって、エネルギー転換が雇用面でどのような影響を与えるかのイメージや規模感を掴むことは可能だと思われる。なお、同様な分析は、例えば米バイデン政権も自らのエネルギー温暖化政策に対して実施しており、米国の多くの研究機関が、その主張を裏付けるような試算を公表している。

雇用創出とエネルギー支出削減

経済効果の中で重要なのは、再エネと省エネによる雇用創出効果だ。現在、世界では再エネ産業の従業者数は急速に拡大している。例えば、IRENA（2022）によると、世界全体での2021年の再エネ産業における従業者数は約1270万人となっている。そして多くの国で、再エネ産業や省エネ産業の従業者数は、すでに原発や石炭火力産業の従業者数を凌駕している。例えば米国では、2018年時点で、クリーン・エネルギー分野、すなわちエネルギー効率向上、再エネ、系統管理および蓄電、クリーン自動車、クリーン燃料の5つの分野の従業者数は合計で約326万人であり、化石燃料分野および原子力発電分野の従業者数（それぞれ約117万と約6万人）よりもはるかに大きい（E 2 2019）。そして、全体として、クリーン・エネルギー分野の従業者数は増加傾向にあり、化石燃料分野および原子力発電分野の従業者数は減少傾向にある（NASEO and EFI 2019）。

日本も同じ傾向が見られる。前述のように、IRENA（2020）は日本での2019年の再エネ産業従業者数を約26.5万人としている。一方、日本原子力産業協会（2019）によると、2017年度における原子力関係従業者数は4万8538人にすぎない。そのうち電気事業者における従業者数は1万3032人で、鉱工業他の従業者数は3万5506人である。原子力発電所立地地域における地元雇用者数は、原子力関係従業者数全体の約半分の2万3612人となっている。火力発電については単独の雇用者数統計がないので、政府の発電コスト検証ワーキンググループ資料の設備容量あたり人件費より推定すると、例えば石炭火力発電分野の従業者数は2595人になり、日

本の石炭火力発電分野のGDP寄与は約0.04%でしかない（未来のためのエネルギー転換戦略グループ2019）。

すなわち、世界でも日本でも、すでに原発や化石燃料分野の雇用は再エネに比べて小さく、国の雇用者数全体の中の割合やGDP寄与なども小さい。

もちろん、原発や火力発電などに関わっていた人々の雇用転換を何らかの形で社会全体がサポートする必要性はある。しかし、とにかく日本全体では雇用は増える。また、ビジネス環境が大きく変化する中、産業構造変化に伴うある程度の雇用転換は、日本企業が国際競争力を維持していくためには不可欠であることは歴史を見れば明らかである。

エネルギー転換の経済効果として、光熱費などのエネルギー支出額の削減も重要だ。「レポート2030」では、2030年に石炭火力および原発の発電量をゼロとするシナリオにおいて、2030年までに行われた再エネ・省エネ投資の累積額と、それらの投資の効果が続く期間のエネルギー支出削減額（累積額）を比較すると、エネルギー支出削減額は投資額よりもはるかに大きいことを定量的に示している。また、2030年までに「レポート2030」が示すようなエネルギー転換を実施した場合は、実施しない場合よりも、経済効果として国全体の付加価値（GDP）が2030年までに累積で205兆円増加する。さらに、石炭火力発電所からの発電電力量がゼロとなった場合、日本では年間で人口10万人あたり9.74人が石炭火力発電所由来のPM2.5（大気汚染による健康被害の原因となる微小粒子状物質）によって死亡しているという研究結果を用いると、2030年までの累計死亡回避数は2920人と計算される。

「レポート2030」では、2030年に石炭火力および原発をゼロとしても、停電にならず、電気代も上昇しないことを具体的に示している。これに関しても、同様な分析結果は、例えば米バイデン政権のエネルギー温暖化政策に対して、米国の多くの研究機関から出されている。これらは、世界においても日本においてもエネルギー転換が大きな経済合理性を持つことを示している。

省エネ後進国の日本

日本で決定的に欠けている議論の一つに省エネがある。欠けてしまっている最大の理由は、「日本は省エネ先進国」という神話の存在だ。確かに、日本では、1970年代の石油ショック後は省エネが進んだ。しかし、他の国も同様に省エネを進めている。一方、1990年以降は日本の省エネは停滞している。「日本は乾いたタオル」というのは全く正しくない。

具体的には、主要国のGDP比一次エネを1973～90年でみると、日本でも大きく改善しているものの、他の先進国でもこれに近いレベルまで改善している。一方、1990年以降で比較すると、日本の改善率は先進国で最低に近い。この背景には、実質輸入石油単価が1986年頃に第二次石油危機以前に戻ったことがある。すなわち、日本は石油ショック後の省エネを怠った。

例えば、民生部門である日本の住宅の省エネ基準は他の先進国と比較して大きく劣っている。G7の中で、住宅における断熱性能が義務化されていないのは日本だけで、アジアでも、中国や韓国では義務化されている。しかも、現在の住宅業界では1999年に決められた基準を「次世代省エネ基準」として掲げ

ており、かつ義務ではないので、既存住宅において、この基準を満たしているのは1割強程度でしかない。全体の7割弱は80年に設けられた旧基準、ないし無断熱で造られている。

このような中、ようやく2022年6月に「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」（建築物省エネ法）の改正案が可決・成立し、2025年度に施行される運びとなった。今回の改正骨子は、1）原則すべての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合を義務付け、2）住宅トップランナー制度の拡充 3）建築物の販売・賃貸時における省エネ性能表示の推進であり、かなり遅すぎる法律の施行である。

最後に

Lovins (2022)によると、2020年に世界では自然エネルギーが2億7,830万kW（水力発電を除くと2億5,700万kW）導入された。これは同年に導入された原子力発電の782倍である。また、IEAは、世界全体で2026年までの今後5年間で追加される電源の95%は再エネで半分は太陽光と推定しており（IEA 2021）、ベトナムでは2021年の1年間で10万坪の屋根上太陽光パネル（10GW：原発約10基分）が導入された。

しかし、今の日本のエネルギー・温暖化政策は、このような世界の潮流とはかけ離れている。脱炭素やエネルギー安定供給を名目に、あえて言えば、火事場泥棒的に「原発回帰」に舵を切ろうとしており、再エネや省エネの導入に積極的だとはあまり見えない。

いずれにしろ、再エネ・省エネを中心とする気候変動対策によるメリットを、より具体的に明らかにしないと、日本でのエネルギー転換や気候変動対策は前に進まない。ゆえに、

私たちの研究グループでは、本稿で紹介したような日本全体のグリーン・ニューディール案を具体的な代替案として提出した。その結果、多くの市民団体や政治団体が私たちのグリーン・ニューディール案を自らのエネルギー・温暖化政策に取り入れてくれている。

今後は、1) 県や市町村レベルでのグリーン・ニューディール案を多く作成する、2) 化石燃料価格高騰などの最新の状況を考慮して数値などをアップデートする、などによって日本におけるエネルギーや温暖化政策の議論に対して、タイミング良く、かつより大きく貢献できれば幸いである。

年版)」。 <https://www.jaif.or.jp/sangyodoukou2019>

参考文献

- E 2 (2019) Green Jobs America.
<https://e2.org/reports/clean-jobs-america-2019/>
- IEA (2021) Renewables 2021: Analysis and forecasts to 2026.
<https://www.iea.org/reports/renewables-2021>
- IRENA (2020) Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020.
- IRENA (2022) Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2022.
- Lazard (2020) Lazard’s Levelized Cost of Energy, Levelized Cost of Storage, and Levelized Cost of Hydrogen, Oct 19, 2020.
- Lazard (2021) Lazard’s Levelized Cost of Energy, Levelized Cost of Storage, and Levelized Cost of Hydrogen, Oct 28, 2021.
- Lovins A. (2022) US nuclear power: Status, prospects, and climate implications, The Electricity Journal, Volume 35, Issue 4, 2022, 107122, ISSN 1040-6190.
<https://doi.org/10.1016/j.tej.2022.107122>.
- 未来のためのエネルギー転換研究グループ (2019) 「原発ゼロ・エネルギー転換戦略」。
<http://energytransition.jp/>
- 未来のためのエネルギー転換研究グループ (2021) 「レポート 2030：グリーン・リカバリーと2050年カーボン・ニュートラルを実現する 2030年までのロードマップ」。
<https://green-recovery-japan.org/>
- NASEO and EFI (2019) “The 2019 U.S. Energy and Employment Report”.
<https://www.usenergyjobs.org/>
- 日本原子力産業協会 (2019) 「原子力産業に関する動向調査 (2019

脱炭素社会への途：気候正義から考える



京都大学大学院地球環境学学教授 宇佐美 誠

1. はじめに

(1) 気候危機の時代

気候変動は、人類が直面する最も差し迫った脅威の1つである¹。2015年に採択されたパリ協定では、全球平均気温の上昇を産業革命前（1850～1900年の平均）から1.5°C以内に抑えるよう努力することが約束された。ところが、早くも2018年、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は『1.5°C特別報告書』で、2030～2052年に1.5°Cに達しようと述べて、国際社会に衝撃を与えた。その後、事態はいっそう悪化している。WMO（世界気象機関）の2023年版報告書によれば、同年から2027年までに1.5°Cを超える確率は66%に上る。1.5°C上昇はいまや目前に迫り、その後は2°Cをいつ超えるかが人々の口の端に上るだろう。

気候変動は、人間の安全や健康に重大な影響を与えつつある（ウォレス・ウェルズ2020など）。たとえば、全球平均気温が1°C高くなると、レベル5（最大規模）のハリケーン・サイクロン・台風は25～30%増える。また、気温上昇は深刻な水不足をもたらす。今日、約24億人が、利用可能な水を毎年使い切ってしまうているが、2050年までに、さらに10億人がそのような生活を送ること

になる。そして、気温上昇は植物の生育を妨げるので、1°C上昇するたびに、世界の穀物の収穫量は10%減少してゆく。さらに、1°C上昇ごとに、殺人・暴行等が2.4%増加し、暴動・内戦は11.3%発生しやすくなる。多種多様な脅威を目前にして、英語圏では近年、「気候危機」（climate crisis）という語がしばしば用いられる。

(2) 気候崩壊へ？

気候変動は今後どのように推移してゆくか。それは私たちの行動にかかっている。2050年以降に温室効果ガス（GHG）の排出量が増加しないという理想的シナリオにおいては、2100年までに1.0～1.5°Cの上昇となる。他方、排出量が現在までの割合で増加し続ける最悪シナリオでは、4.5～5.0°Cも上がるとされる（1°C上昇ごとの影響について、ライナス2008）。

従来の予測モデルにおいては、GHG排出量にもとづく各シナリオで、気温上昇の確率の正規分布が想定されてきた。だが、大幅上昇の確率が正規分布よりも大きいファット・テールを示唆する専門家は、最近では少なくない。その理由の1つは、ポジティブ・フィードバックにある。気候変動でのポジティブ・

1 本稿では、読者の便宜を考慮して邦語文献のみを引証している。そのため、原論文が欧語で執筆された科学的知見については、出典を挙げていない。

フィードバックとは、気候システムの外部にある要因が気温を変化させると、システム内部の要素が作用して、同じ方向に気温を変化させることである。たとえば、二酸化炭素(CO₂)などのGHGの大量排出という外部要因が気温を上昇させると、海水の蒸発という内部要素が促進されて、大気中の水蒸気濃度が増加する。水蒸気は大気中に最も多く含まれるGHGだから、その増加は気温をいっそう上昇させる。

ファット・テールが懸念される理由として、ティッピング・ポイントも重要である。ティッピング・ポイントとは、小さな変化から大きな変化へと急に変わる転換点をさす。たとえば、西南極氷床はこれまで加速度的に融解してきたが、融解がさらに進んで永久凍土が露出すると、そこに埋蔵されている膨大な量のメタンが放出されるだろう。メタンは、CO₂の約30倍の温室効果をもつから、気温をいっそう上昇させ、その結果として氷床の融解が急激に昂進する可能性がある。さらに、あるシステムがティッピング・ポイントに達すると、別のシステムも同様になるというティッピング・ポイントの連鎖が生じるかもしれない。ブラジルやナイジェリアでは、熱帯林の大規模な破壊が進んできた。氷床の融解がティッピング・ポイントを迎えると、気温上昇により熱帯林が乾燥化して、山火事が頻発し、熱帯林の破壊もティッピング・ポイントにいたりやすくなる。そうなれば、樹木に含まれていた大量の炭素が放出されるとともに、CO₂吸収力が急減してしまう。

ポジティブ・フィードバックや、ティッピング・ポイントとその連鎖の先には、「気候崩壊」(climate breakdown)と呼ばれる悪夢的事態が待っているかもしれない。気候崩壊

が仮に起こるならば、人類全体の安全や文明の存続が脅かされる。実際、気候変動は、海外では存亡リスクの1つに数えられている。存亡リスクとは、人類の大半がもつ文明発展の潜在力を長期的に破壊するような大惨事が発生する可能性である(宇佐美 2021b)。核兵器は、人類が自らを破滅させようとする科学技術を創った史上初めての例だが、それに次いで現れたのが気候変動だとされる。

(3) 気候変動をめぐる不正義

現在の気候変動が人間活動を原因とすることについて、世界の気候科学者の見解は一致している。2013年に発表された著名な研究は、約1万2000編の査読付論文を調査して、気候科学者の97%が気候変動の人為起源性を認めていることを明らかにした。2021年の研究は、8万8000編を超える近年の論文を調べて、この割合が99%を超えていることを示した。同年に公表されたIPCCの第6次評価報告書も、「人間の影響が大気・海洋・陸域を温暖化させてきたことに疑いの余地はない」と明言している。気候変動の最大の原因は、周知の通りGHGの大量排出だが、それに次ぐ要因として熱帯林の破壊がある。

GHGの大量排出が存亡リスクをもたらししている以上、このリスクを縮小するためには、脱炭素化が不可欠である。脱炭素化は核軍縮とならんで、人類にとって最優先の安全保障策だと言ってよい。だが、これは問題のすべてではない。人類全体からその内部の集団間関係へと視線を移すならば、気候変動をめぐる種々の不正義が姿を現してくる。第1に、北側諸国は産業革命以降、大量排出を続けてきた一方で、排出量のごくわずかである南側諸国は、気候変動の悪影響をはるかに深刻に

受ける。大量排出をともなう富裕・利便という受益と、気象災害や砂漠化などの受苦の両面で、分配的不正義がまぎれもなく存在する。

第2に、CO₂には、長期残留性という化学的特徴がある。大気中のCO₂の一部は数年以内に植物や海水に吸収されるが、別の部分は数十年、数百年かけて徐々に吸収され、さらに別の部分は1000年以上も大気中にとどまる。したがって、現在世代が日々放出しているCO₂は、遠い将来世代にまで温室効果を及ぼす。しかも、前述のポジティブ・フィードバックやティッピング・ポイントによって増幅された甚大な影響が、未来の人々に生じる恐れがある。ここには、現在世代による将来世代への加害という不正義が見出される。

第3に、各社会の内部では、先住民・人種的マイノリティ・低所得層が、気候変動からの悪影響をとりわけ深刻に受ける。たとえば、アメリカのアラスカ州やカナダのヌナブト準州に住むイヌイットは、気温上昇によるアザラシなどの急減のゆえに食糧難に直面し、移住を余儀なくされつつあり、伝統文化の継承も危うくなっている。だが、イヌイットのGHG排出量は無視できるほど小さい。このように、排出および被害の分配的不正義は、一国の同時代人のあいだにも存在する。それに加えて、先住民や人種的マイノリティは、気候変動の緩和策・適応策のなかで十分に認知されず、意思決定プロセスから排除されがちだった。以上3つの不正義を踏まえるならば、人類全体の安全保障の観点だけでなく、社会間・世代間や社会内集団間の正義という観点からも、脱炭素化を考察する必要がある。

(4) 気候正義から脱炭素化を考える

グローバルな次元、世代間関係、社会内の

集団間関係における3つの不正義に着目して、脱炭素化の意義を理解し、その具体的な方策を検討する際には、「気候正義」(climate justice) というキー・ワードが役立つと思われる。この語は、20世紀末以来、海外の気候活動家のあいだでスローガンとして用いられてきた。21世紀に入ると、気候変動や気候政策をめぐる道徳哲学的・政治哲学的な研究テーマ群をさすためにも使われるようになる(宇佐美 2021a)。理論家は、何よりもまずグローバル不正義を、次いで世代間不正義をおもな動機としつつ、哲学的分析を進めてきた。他方、活動家は、おもに社会内の不正義を告発しながら、化石燃料企業に反対し、政府に抜本的対策を要求するため、社会的・政治的な運動を行っている。

こうした背景の下、本稿は、気候正義研究と気候正義運動をともに視野に入れることによって、脱炭素社会はどのような意味で正義を促進するかを明らかにするとともに、新たな不正義を創出しない脱炭素社会のあり方について考える。以下ではまず、南北間の排出格差・被害格差を矯正する対策として、脱炭素社会がもつ意義を説明する(2.)。次に、現在世代による将来世代への加害の中止という脱炭素化の機能を考察するとともに、現在世代における年齢集団間の不権衡の是正という機能にも論及する(3.)。他方、脱炭素化には、各社会で脆弱層に負担を強いる危険性があるから、それをどのように防ぐかを検討する(4.)。最後に結論を述べる(5.)。

2. グローバル正義

(1) 南北間の排出格差

北側諸国と南側諸国のあいだには、GHG排出量について目もくらむような巨大な格

差がある。まず、個人単位で見てもよい。NGO（非政府組織）のオックスファムによれば、世界人口の上位10%の富裕層は、1990～2015年にGHG全排出量（CO₂換算値）の52%を排出した。なかでも、上位のわずか1%が、貧困な下位50%の2倍を超える15%も排出していた。また、1990年から2015年までに、世界の年間排出量は60%増えたが、上位5%の富裕層は増加分の37%を占め、さらに上位1%は下位50%の3倍を超える増加分を示したのである。

国単位ではどうだろうか。プラネタリー・バウンダリー（地球の限界）を維持できる1人当たりGHG排出量を基準とした上で、1850～1969年の各国における現実の排出量と、1970～2015年の消費ベースの排出量をもとに、プラネタリー・バウンダリー超過への各国の寄与度を測定した研究がある。その結果によれば、アメリカは超過分の40%、ヨーロッパ連合（EU-28）は29%を占め、日本を含む北側諸国全体では92%に上った。他方、中国・インドを含めた南側諸国の大半は、基準値を下回っている。南北間の巨大な排出格差を直視すれば、気候変動を引き起こしてきた責任の大半は、明らかに北側諸国にある。

（2）南北間の被害格差

気候変動がもたらす悪影響には、熱波・旱魃・豪雨等の気象災害、砂漠化・乾燥化、熱帯伝染病の拡大、海面上昇などが含まれる。南側諸国では北側諸国と比べて、これらの脅威への脆弱性がより高い、すなわち人々の生存・安全・健康がいっそう深刻にそこなわれがちである。たとえば、2020～2023年にアフリカの角（エチオピア・ケニア・ソマリアなど）で発生した旱魃においては、3600万

人以上が水不足・食料不足におちいった。ところで、特定の気象災害に対して、気候変動がどこまで影響を与えたかを測定するアトリビューション・サイエンスが、近年発達してきた。その知見によれば、アフリカの角での旱魃は、気候変動によって100倍も発生しやすくなっていたのである。

南側諸国では、気候変動のゆえに土地を棄てざるをえない人々が、増加の一途をたどっている。2011年のシリア内戦を契機として、多くの難民がヨーロッパに流入し、移民排斥を唱える右派政党の伸張を招いたことは、記憶に新しい。このシリア難民の背景に気候変動の影響があったことが判明している。世界全体では、2050年までに、気候難民は1億4000万人に、また気候変動による国内避難民は2億2000万人に上るとされる。さらに、気候変動によって国内外への移住を強いられる人は、2050年までに12億人に上るという推計さえある。

（3）グローバル正義の促進策としての脱炭素化

1992年、地球サミット（環境と開発に関する国際連合会議）がリオデジャネイロで開催され、気候変動枠組条約（気候変動に関する国際連合枠組条約）が採択された。それと相前後して、一握りの道徳哲学者・政治哲学者は、気候変動や気候政策をめぐるさまざまな原理的論点を考察し始めた。この研究は急速な拡大と発展をとげて、2000年代には「気候正義」と呼ばれるようになる。理論家たちは、北側諸国の緩和策とりわけ許容可能な排出量の限定や、排出者の現在世代が被害者の将来世代に対して負う責任などについて、正当化や分析を行ってきた（宇佐美 2013、

2019)。

気候正義研究は、地球規模での便益・負担の分配を考察するという点で、それに先立って発展していた学問領域と連続している。1970年代初め、途上国での広範かつ深刻な貧困を前にして、地球規模の分配的正義に関する哲学的分析が緒についた。この研究は大きく進展し、やがて「グローバル正義」(global justice)と呼ばれるようになる(宇佐美 2014 など)。

日本を含む北側諸国が脱炭素社会をめざすことは、南北間の排出格差を縮小するという意味で、グローバル正義としての気候正義の理念に資する。グローバル正義の促進は、脱炭素化がもつ重要な意義の1つである。もともと、国内での脱炭素化のみでは十分でない。大量の1人当たり排出を継続してきた北側諸国は、南側諸国での負担や被害に対して補償責任を負うと考えられるからだ。補償責任の1つの具体化は、南側諸国での適応策費用の部分的負担である。また、適応策を実施してもなお生じる損失と損害への対処法が、国際交渉、各国の気候政策、さらには気候変動訴訟などで論じられている。気候難民・国内避難民に典型的に見られる損失と損害も、北側諸国の補償責任の射程に含まれるべきだと思われる。それゆえ、気候正義研究は、分配的正義とならんで匡正的正義もあつかうべきだろう。匡正的正義とは、盗品の返還や加害行為に対する賠償などで作用する正義である。北側各国での脱炭素化は、南側諸国に対する対外的補償と組み合わせられて初めて、グローバル正義の理念に十全に合致する。

3. 世代間正義

(1) 遅れて生じる被害

すでに述べたように、CO₂は数百年、さらには1000年以上も大気中に残留するから(1. (3))、私たちがいま排出しているCO₂は、遠い未来に生きる人々にまで温室効果を及ぼす。その上、ポジティブ・フィードバックやティッピング・ポイントが気温上昇を増幅させるならば(1. (2))、未来の温室効果は加速度的に昂進しうる。したがって、気候変動の悪影響が幾何級数的に推移し続けるだろうと想定するのは、危険である。悪影響はどこかの時点から指数関数的に拡大してゆく恐れがあり、その時点は近い将来に到来するかもしれない。

降水パターンの変化のように、世界各地ですでに生じている影響の他に、数百年から数千年にわたって進む海面上昇のように、きわめて長期の影響も顕在化してゆくだろう。では、海面上昇が進行した未来の地球はどのような姿となるか。未来の状況を予想する上で役に立つのは、過去の事実である。約2万1000年前の最終氷期最盛期には、地球全体の海水面は現在よりも120～130メートル低く、そのため本州・四国・九州は1つの島を形成し、北海道はシベリアと地続きで、またベーリング海峡は存在しなかった。当時の全球平均気温は、現在よりも4～5℃低かったとされる。ここから予想すると、4～5℃上昇が仮に生じるならば、現在とはまったく異なった光景が世界中で現れているに違いない。東京・上海・ニューヨーク・ムンバイなど、世界の多くの大都市は水没している。そのはるか以前に、膨大な数の人々が、大陸内部や丘陵地への移住を余儀なくされるだろう。

気候変動は、現在世代のなかで年齢集団ごとに大きく異なった悪影響を及ぼす。老年層よりも壮年層が、壮年層よりも若年層が、そして若年層よりも幼年層が、いっそう深刻な被害をより長期にわたって受けるのだ。たとえば、2020年生まれの人たちは生涯のあいだに、祖父母世代にあたる1960年生まれと比べて、世界平均で4（±2）倍も多い熱波を経験する。気候変動をめぐっては、現在世代がGHGの大量排出を通じて将来世代に害悪をもたらすという世代間不正義が生じるだけではない。現在世代のなかで、先行する年齢集団が後続の集団に対して悪影響を押し付けてゆくという年齢集団間不正義もまた起こる。

（2）世代間正義の促進策としての脱炭素化

1970年代の初め、グローバル正義が研究され始めたのとほぼ同じ時期に、環境問題をおもな素材として、現在世代と将来世代のあいだで成立しうる正義に関する研究が緒についた。この研究テーマ群はかつて「将来世代への責務」と呼ばれたが、後に「世代間正義」(intergenerational justice) という名称が定着する。世代間正義での一大論点は、私たちが未来の人々を配慮する道徳的根拠は何かである（宇佐美 2016 など）。

気候変動がもつ超長期的な影響を踏まえて、気候正義研究では、現在世代と将来世代の関係が一大テーマとなってきた²。そこで、世代間正義とグローバル正義が交差する地点に、気候正義は位置すると言うことができる。それとは対照的に、現在世代のなかの年

齢集団間関係は、環境問題を素材とする世代間正義論ではほとんど論じられてこなかった。他方、経済学・社会学での世代間衡平 (intergenerational equity) の研究においては、世代間関係だけでなく年齢集団間関係についても、モデル分析や実証的調査が行われてきた。

脱炭素社会が実現するならば、現在世代による将来世代への加害は縮小してゆくだろう。その意味で、脱炭素化は世代間正義としての気候正義を促進する。また、現在世代のなかで幼年層・若年層・壮年層・老年層のあいだにある被害の不権衡も是正するから、年齢集団間の正義を推進する。これら2つの機能は、全体論的観点から捉え直すと、持続可能性に資すると言える。世代間正義は長期的な持続可能性を、年齢集団間の正義は短期的な持続可能性をそれぞれ向上させる。

4. 社会正義

（1）一国内の排出格差と被害格差

世界的に見ると、富裕層のGHG排出量が突出しているが（2.（1））、これに似た現象は各国内でも多かれ少なかれ見出される。その顕著な一例は、先進国のなかで国内の所得格差がとくに大きいアメリカである。上位10%の高所得層は、全国の課税前所得の46%を得ており、そのうち上位1%だけで、全所得の19%を占める。このように経済格差が著しい大量排出国のアメリカでは、上位10%の高所得世帯による排出量が総排出量の40%以上を占め、さらに上位0.1%だけで7~8%を排出している。所得階層間に見ら

² それとならば別のテーマは、先進国の過去世代が行った大量排出について、現在世代はどのような理由で責任を負うかである（宇佐美 2020 など）。

れる排出格差は人種間の格差でもある。上位1%の高所得層のうち、白人が76%を占めるのに対して、ヒスパニックは8%で、黒人はわずか3%にすぎないから、膨大な排出量の大半は白人によるものだ。すべての所得階層に視野を広げても、黒人世帯の平均排出量は白人世帯と比べて、計測法次第で48%または53%にとどまる。これらは驚くべき排出格差である。

気候変動がもたらす損失と損害は、各社会で先住民・人種的マイノリティ・低所得層に集中しがちである。先住民は約3億7000万人で、世界人口の4.6%にあたる。今日、多くの先住民が、熱波・暴風雨・洪水などの気象災害、砂漠化と乾燥化、そして海面上昇による高潮や塩害などにさらされている。同じ傾向は人種的マイノリティについても見られる。アメリカでは、2050年までに、住民全体に占める黒人の比率が高い上位20%の地区における洪水リスクは、黒人の比率が低い下位20%でのリスクの2倍となる。

低所得層が気候変動からとくに深刻な被害を受けるという傾向は、日本を含む他の国々にも広く見出される。低所得者は海拔が低い地区に住む傾向を示すので、洪水や高波に直面しやすい。また、エアコンを保有していないか、あるいは電気料金を節約するためにエアコンの使用を控えがちだから、自宅で熱中症になりやすい。さらに、南側諸国に散見される家父長主義的な社会では、女性は男性よりも深刻な被害をしばしば受ける。たとえば、サヘル地方で伝統的生活を営む地域では、井戸から集落までの水運びは女性の役割とされる。砂漠化が進んだ結果、より遠方の井戸に行かねばならず、女性の重労働はいつそう苛酷になっている。

(2) 気候正義運動

各社会において、巨大な排出格差・被害格差が存在し、被害が先住民・人種的マイノリティ・低所得層にしばしば集中するという現実を前にして、1990年代以来、気候変動に関して不正義を告発する運動が展開されてきた(近年の状況について、クライン 2017, 2020)。この運動でスローガンとされてきたのが、「気候正義」である。1999年、アメリカのNGOである超国家資源・行動センターは、『温室ギャングと気候正義』と題する報告書を公表した。温室ギャングとは石油メジャーをさしている。2000年代に入ると、環境NGOの国際会議で、気候正義のバリ原則が採択された後(2002年)、今こそ気候正義を！(2007年)、気候正義行動(2009年)など、NGOの国際ネットワークが矢継ぎ早に結成された。より最近では、2018年に若者によって設立された未来のための金曜日も、「気候正義」をスローガンの1つとする。気候正義運動が若者のあいだで広がった背景には、若年層は壮年層・老年層よりも長期にわたって気候変動の悪影響を受け続けるという基本認識がある(3.(1))。

日本では、未来のための金曜日が知られており、その結成の契機である学校ストライキを始めたグレッタ・トゥーベリが注目の的となってきた。だが、若者の気候運動は、じつはかなり以前に興ったものである。2006年、カナダとオーストラリアで青年気候連合が産声を上げ、2008年にはイギリスやインドが続いた。その後、2016年には、若者と先住アメリカ人が、ダコタ・アクセス・パイプライン抗議運動で共闘した。また、未来のための金曜日は海外でも著名だが、数多くの団体の1つにすぎない。2023年に公表された調

査では、5大陸で合計292団体が確認され、改革派と急進派に大別されている。改革派は、受動的な政治家を問題とし、科学的知見に依拠した上で、グリーン・エコノミーなどの現実的目標を定めて、平和的集会や気候変動訴訟などの合法的活動を進めている（プラカシュ＝ジルジェンティ 2021 も参照）。他方、急進派は、資本主義経済を問題の根源として捉え、社会の大転換を求め、非暴力の直接行動に出るとされる。もっとも、資本主義からの脱却をめざさない一方で、直接行動をいとわない活動家もいるなど、改革派も急進派もじつは一様でなく多彩である。

若者にかぎらず多くの気候活動家がかかげる「気候正義」は、「環境正義」(environmental justice)を母体としている。アメリカ各地で、BIPOC（黒人・先住民・有色人種）が多く住む地域に廃棄物処理施設が建設され、また住民がともすると意思決定プロセスから排除され、企業や地方政府によって軽視されてきた。このような分配的・手続的・認知的な不正義を告発し打開するため、各地の環境活動家は、「環境正義」の旗印の下に運動を続けた（シュレーダー＝フレチェット 2022 など）。こうした環境運動史を背景として、気候変動をめぐる排出格差・被害格差を告発し、脆弱層と連携したりその要求を代弁したりしつつ、GHGの大量排出を阻止しようとするのが、気候正義運動なのである。

(3) 正義にかなった脱炭素化を

各国の内部には大きな排出格差・被害格差が見られるが、これらが格差のすべてではない。対策格差と呼ぶべきものも厳然と存在する。対策格差とは、気候変動の緩和策や適応策が、多数派に便益を与える半面、先住民・

人種的マイノリティ・低所得者等に負担を課すという傾向である。脱炭素社会という本稿のテーマからは、緩和策での対策格差が重要となる。

エネルギー転換を供給・需要の両面で考えてみよう。まず、供給側を見ると、たとえばアメリカでは、緩和策の一環で石炭採掘場が閉鎖された結果、多くの先住アメリカ人や黒人を含む低賃金の労働者が職を奪われるという事態が見られてきた。アジアに目を向けると、インドでは低いカースト出身の労働者が、また中国では内陸部の貧困な労働者が、石炭採掘場の閉鎖による失業リスクにさらされている。世界では、2050年までに石炭産業での失業者が100万人に達する見込みである。こうした深刻な影響が脆弱層に生じるのを防ぐため、「正義にかなった転換」(just transition)が近年語られるようになっていく。

次に、需要に目を移すと、所得上の貧困層は、家庭でのエネルギー消費上も貧困に陥りやすいというエネルギー貧困が、ヨーロッパ諸国で観察されてきた。同様の現象は日本にも見出される（地域間比較として、奥島 2017; 宇佐美・奥島 2021）。その上、エネルギー貧困層は、緩和策によっていっそう不利な立場におかれやすい。たとえば、太陽光パネル設置に対する補助金の制度では、設置費用を負担できる中所得以上の世帯は、設置時に補助金を受けられ、その後は余剰電力を売却して利潤を得られる。それとは対照的に、設置費用を捻出できない低所得世帯は、補助金の受給も電力売却の利潤もとうてい望めない。同様に、電気自動車への補助金も低所得世帯には無縁である。別の例として、炭素税の導入やその税率の引上げを挙げるこ

ができる。周知のように、炭素税は逆進的だから、その導入は低所得者層に新たな負担を課し、税率の引上げは負担を増すことになる。

緩和策における対策格差の厳しい現実と見通しを踏まえると、脱炭素化が脆弱層をいっそう不利な立場に追いやるという不正義を防ぐため、種々の政策的装置が要請される。たとえば、低所得者用の集合住宅での公的資金による太陽光パネルの設置や、炭素税と組み合わせられた低所得世帯向けの経済支援などが求められる。また、各社会で脆弱層の社会的認知を進めることや、意思決定プロセスへの参加を促すことも必要となる。たしかに、北側諸国での脱炭素化は、グローバル正義を促進し、世代間正義や世代間衡平を推進する。しかしながら、これらの代償として、各国内の脆弱層が新たな負担を強いられてはならない。いわば正義にかなった脱炭素化（just decarbonization）をめざすべきである。

5. おわりに

前節までの考察は次のように要約できる。初めに、悪化の一途をたどる気候変動が人類全体の存亡リスクとして数えられていることを紹介し、脱炭素社会は重要な安全保障策だと指摘した。だが、人類の内部にある北側諸国と南側諸国、現在世代と将来世代、さらには各国内の非脆弱層と脆弱層の関係を見るならば、これらの集団間における正義という観点からも脱炭素化を捉える必要がある。このような基本認識の下、「気候正義」をキーワードとして、学術研究と政治運動の双方を視野に入れつつ脱炭素化を考察することが、本稿の目的だった（1.）。

次に、気候正義研究のおもな背景となってきた南北間の巨大な排出格差・被害格差の現

実を確認した。北側各国での脱炭素化は、南北間の排出格差を縮小するという意味で、気候正義の一部をなしているグローバル正義の理念に合致する。だが、脱炭素化のみではグローバル正義の責任を果たせず、南側諸国が必要となる適応策や、適応策にもかかわらず発生する損失と損害に関する補償もまた必要になる（2.）。

続いて、気候正義研究の別の文脈である世代間関係に目を移し、現在世代によるGHG排出が将来世代に及ぼす重大な危害の一端を紹介した。また、年少集団であるほど、より長期にわたって、気候変動の被害を受けるという不権衡にも論及した。脱炭素化は、将来世代や年少集団への加害を中止するという意味で、世代間正義と世代間衡平を促進する（3.）。

さらに、気候活動家が批判してきた一国内の排出格差および被害格差の現状を確認した。また、気候正義運動の歴史を短く回顧するとともに、その母体が環境正義運動にあると指摘した。その上で、緩和策での対策格差を防止または縮減するために、正義にかなった脱炭素化という新たな理念を提案した。その具体的方策には、低所得世帯を対象とした公的資金による再エネ普及や経済支援、意思決定プロセスへの脆弱層の参加促進などが含まれる（4.）。

気候危機の時代において、脱炭素社会は、人類全体にとって必須の安全保障策である。だが、人類の共通利益のみに目を奪われるならば、その内部で発生しているグローバルな共時的不正義や、世代間・年齢集団間の通時的不正義を見落としてしまう。これらの不正義の矯正は、脱炭素化がもつ重要な意義である。他方、脱炭素化が、各国内の脆弱層に対

する新たな共時的不正義をもたらさないよう政策的対処が求められる。誰も置き去りにしない正義にかなった脱炭素社会こそが、私たちが今後めざすべき社会像である。

引用文献

- ウォレス・ウェルズ、デイビッド（藤井留美訳）2020『地球に住めなくなる日：「気候崩壊」の避けられない真実』NHK出版
- 宇佐美誠 2013「気候の正義：政策の背後にある価値理論」『公共政策研究』13号7-19頁
- 編 2014『グローバルな正義』勁草書房
- 2016「世代間正義の根拠と目標」榊澤能生編『持続可能社会への転換と法・法学』成文堂、71-95頁
- 編 2019『気候正義：地球温暖化に立ち向かう規範理論』勁草書房
- 2020「気候正義：グローバルな正義と歴史的責任の交差」『思想』1155号6-23頁
- 2021a『気候崩壊：次世代とともに考える』岩波書店
- 2021b「存亡リスクの公共政策学・序説」『公共政策研究』21号111-123頁
- 宇佐美誠・奥島真一郎 2021「公平なエネルギー転換：気候正義とエネルギー正義の観点から」小端拓郎編『都市の脱炭素化』大河出版、139-150頁
- 奥島真一郎 2017「「エネルギー貧困」・「エネルギー脆弱性」・「エネルギー正義」：日本における現状と課題」『科学』87巻11号1019-1027頁
- クライン、ナオミ（幾島幸子・荒井雅子訳）2017『これがすべてを変える：資本主義vs.気候変動』岩波書店
- （中野真紀子・関房江訳）2020『地球が燃えている：気候崩壊から人類を救うグリーン・ニューディールの提言』大月書店
- シュレーダー＝フレチェット、K.（奥田太郎・寺本剛・吉永明弘監訳）2022『環境正義：平等とデモクラシーの倫理学』勁草書房
- プラカシユ、ヴァルシニ、ギド・ジルジェンティ編 2021『グリーン・ニューディールを勝ち取れ：気候危機、貧困、差別に立ち向かうサンライズ・ムーブメント』那須里山舎
- ライナス、マーク（寺門和夫監・訳）2008『+6°C：地球温暖化最悪のシナリオ』ランダムハウス講談社

気候変動の歴史と 人間社会の適応可能性



名古屋大学大学院環境学研究科教授 中塚 武

1. はじめに—「適応」の進化系としての「緩和」

温室効果ガスの増大による気候変動に対して我々が取るべき対応には、良く知られているように、「これから起きることが避けられそうもない気候変動」に「適応」することと、「これから起きる可能性のある気候変動」を「緩和」することの、2つがある。本巻の主題である「脱炭素社会を創る」ことは、もちろん後者、すなわち主な温室効果ガスである二酸化炭素の排出量を減らすことによって、気候変動を「緩和」するための取り組みである。

一方で私が頂いたテーマは、「気候変動の歴史と人間社会の適応可能性」である。気候は温室効果ガスによる人為的な温暖化が起きる前から、様々な自然の原因により様々な時間スケールで変動を繰り返しており、私たちの先祖はそれに対して、時には適応に成功し時には適応に失敗してきた。私は過去10年ほどの間に、自らの専門である樹木年輪を使った高時間分解能の古気候復元によって得られた、弥生時代から現在までの年単位の夏の気候変動のデータを、日本の多くの歴史学者や考古学者と共有することで、日本列島の歴史の全体において人々がどのように気候変動に適応してきたのかを明らかにするための「気候適応史プロジェクト」を、京都にある総合地球環境学研究所において実施して

きた（中塚監修、2020–21）。本論では、主にそのプロジェクトで得られた日本列島における気候変動への「適応」の歴史を紹介するが、それは本巻の主題である「脱炭素社会を創る」こと、つまり「緩和」とどのような関係があるのだろうか。一見すると矛盾するこの関係性について読者の誤解を避けるために、最初に本論のスタンスについて述べておきたい。

本論で詳しく紹介するように、日本史の様々な時代の人々の気候変動、特に気候の悪化への適応の中には、「飢饉と戦乱によって為すすべもなく社会が崩壊した」というような適応の失敗例もたくさんあるが、適応に成功したと考えられる事例の中にも、「出生率の低減による人口の縮小」で何とか乗り切ろうとした消極的な事例から、「農業や治水・利水の技術的改革」や「政治や経済の制度的改革」などからなる社会の本質的な変革を伴う積極的な事例まで、さまざまなものがある。現在の地球温暖化とは違って、前近代の人々にとっては自然の原因で起こる気候変動自体を「緩和」することはできなかったが、気候変動という困難に直面した人々が自覚的か無自覚かはともかくとして、その状況に適応するためにしばしば社会を変革してきたことは事実である。つまり「技術的・制度的な社会の変革」は、歴史上一貫して気候変動への積極的な「適応」の必要条件だったとも言え、

本巻の主題である「脱炭素社会を創る」という「緩和」の取り組みも、その中に含まれるはずである。言い換えると「脱炭素社会を創る」という「緩和」の取り組みは「適応」の延長線上にあり、その進化系であると言える。そのようなスタンスで、本論を読んでいただければ幸いである。

2. 樹木年輪酸素同位体比による気候変動の精密復元

気候変動の歴史を明らかにするためには、近代的な気象観測が行われていなかった19世紀以前の長い期間の気候を何らかの方法で復元しなくてはならない。そのために様々な分野の研究者が気候の様々な代替指標（プロキシ）を用いて、長い間、古気候復元の研究を続けてきた。その中には本論で紹介する樹木年輪以外にも、鍾乳石、アイスコア、サンゴ年輪、湖底・海底堆積物、文献史料など、文理双方の多様な学問分野で扱われている対象が含まれている。こうした多様なプロキシで復元された古気候データの多くは、20世紀のうちは相互の比較や検証もされずに放置されることが多かった。しかし21世紀になって地球温暖化研究の一環として、主に「温室効果ガスの増大が起きる前の地球の気候は、どのように変化していたのか」「未来の温暖化予測に使われる気候モデルは、過去～現在の長期の気候変化を再現できるのか」という2つの課題に答えるために、古気候データの世界的な比較・検証・統合の取り組みが進み、信頼できる過去千年～2千年間の年単位の気候変動のデータセットが作られるようになった（PAGES Consortium, 2013；2019など）。

そうした年単位で長期に亘る古気候データ

の生成に貢献してきた最も普遍的なプロキシが樹木の年輪であり、世界中の寒冷地域や乾燥地域で、樹木の年輪幅、即ち樹木の成長速度の年々変化の記録から、気温や降水量の変動が復元されてきている。しかし、日本のような温暖で湿潤な地域、即ち樹木の成長にとって気候が好適で森林内の樹木個体密度の高い地域では、年輪幅の変化に隣接個体との光を巡る競争が反映されてしまうため、年輪幅を用いた古気候復元は難しいという問題があった。日本でも本州中部のアルプス山系や北海道の大雪山系などの森林限界付近では、年輪幅などを用いた気温の復元が精度よく行われて来ているが、そうした場所に生えている樹木の年齢は江戸時代までしか届かないので、長い間、中世以前の時代を対象にした年輪による古気候復元はできなかった。

私たちは、年輪幅に代わる新しいプロキシとして「年輪に含まれるセルロースの酸素同位体比」を分析することにより、過去数千年間に及ぶ夏の気候の年単位での変動を日本各地で復元しつつある。セルロースの酸素同位体比は、光合成を行う夏の期間の「相対湿度」と「降水同位体比」という2つの気象学的要因によって決まり、日当たりなどの個々の樹木の生息環境の影響を受けない。それゆえ、現生木に加えて、古い建築材や遺跡出土材、自然の埋没木などの元々の生息場所が分からない木材の年輪酸素同位体比のデータを、その変動パターンの相同性に着目して、まず重複する生存期間を推定しながら年単位で繋ぎ合わせることで過去の木材の年輪の年代を正確に決定し、さらに古気候の復元に用いることができるのである。日本では、夏の「相対湿度」や「降水同位体比」は、物理学的に「降水量」と強い関係性があり、夏の「降

水量」と「気温」の間にも、気象学的な逆相関の関係性が有るので、年輪セルロースの酸素同位体比から、夏の降水量や気温の変化が復元できる（具体的には、酸素同位体比が高い年は夏の降水量が少なく気温が高い）。実際には、日本の代表的な長樹齢木であるヒノキなどの針葉樹の場合、樹齢と共に徐々に酸素同位体比が低下する「樹齢効果」が存在するが、酸素と共にセルロースに含まれる水素の同位体比が、酸素同位体比との間で「気候変動」に対しては正相関、「樹齢効果」に対しては逆相関の関係を示すことから、両者の連立方程式を解く形で「気候変動」のデータのみを抽出して、中部日本の過去2600年間の夏の気候の変動を復元することに成功した（図1； Nakatsuka et al., 2020）。その古気候復元のプロセスの詳細についてご興味をお持ちの方は、是非、拙著『酸素同位体比年輪年代法－先史・古代の暦年と天候を編む』（同成社）をご覧ください（中塚、2021）。

3. 数十年スケールの気候変動への人間社会の応答

図1のデータは、明治時代以降の気象観測データや江戸時代の日記の天候記録、平安時代から江戸時代までの気象災害文書、弥生時代以来の住居遺跡の分布、低時間解像度の堆積物による古気候記録などの変動と良く合致していて、図1が年単位から千年単位まであらゆる時間スケールにおける中部日本の降水量や気温の変動を正確に表していることが分かった。また20世紀以降の世界中の気象データとの比較から、図1のデータが梅雨前線活動を反映して、関東から九州、さらに中国の揚子江下流域までの東西に長い領域の夏の気候と相関し、日本だけでなく東アジアの広域の気候変動に対応することも示されている。

一方、この時系列データを数学的な方法で周期毎に分解することで、全く新しいことも分かってきた。図2は「2のべき乗年」の周期の間隔で、図1のデータを分解したものである。64年以上の周期の変動には、約千年

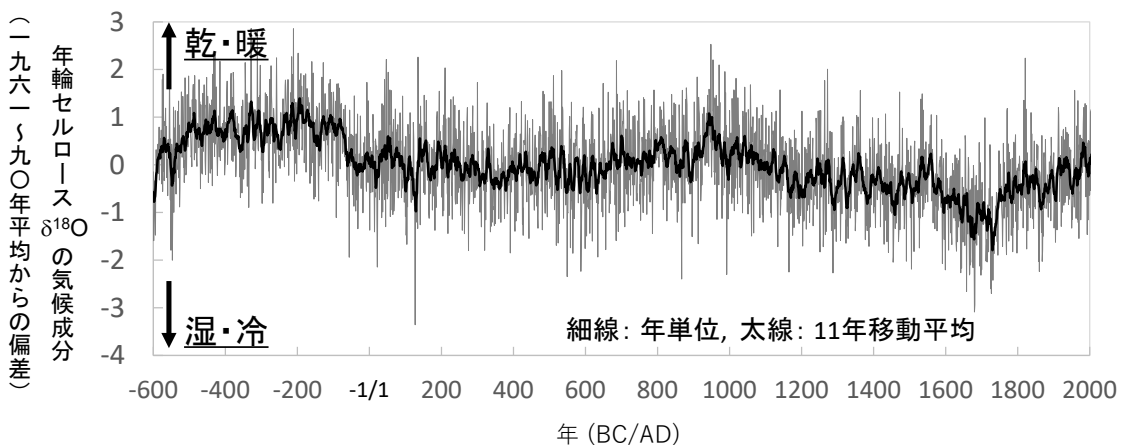


図1. 中部日本における過去2600年間の樹木年輪セルロース酸素同位体比の気候成分の変動（水素同位体比と統合することで、酸素同位体比に含まれる「樹齢効果」を除去して、その「気候変動」の成分のみを示している）。酸素同位体比 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) はウィーンの国際原子力機関 (IAEA) が頒布する国際標準物質 (標準平均海水 VSMOW) の酸素同位体比からの千分偏差である、 $\delta^{18}\text{O}(\text{‰}) = [(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}} / (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{VSMOW}} - 1] \times 1000$ の形で表示している。

周期の長期の変動が含まれているが、酸素同位体比の極大（10世紀付近）と極小（17世紀付近）は、それぞれ世界的に認識されてきた「中世温暖期」と「小氷期」に対応していると考えられる。このデータから発見された全く新しい事実、その下にある32～64年及び16～32年の周期、即ち、数十年周期の気候変動の振幅が、約400年に一度の間隔で拡大を繰り返してきたことである。その傾向は14世紀までが顕著であり、それ以降は現代まで、数十年周期変動の振幅は一貫して比較的大きな状態が続いている。約千年周期の

気候変動が日本列島の人々に与えた影響については、別途、拙著『気候適応の日本史—人新世をのりこえる視点』（吉川弘文館）（中塚、2022）に詳述したので、ご興味のある皆さんにはそちらを見て頂くことにして、ここでは数十年周期の気候変動の半ば規則的な振幅拡大が、人間社会に与えた影響について掘り下げたい。

図3は、中部日本の年輪セルロース酸素同位体比の数十年周期変動の時間変化を、中国と日本の歴史の年表と比較したものである。一見して分かるように、数十年周期の気候変

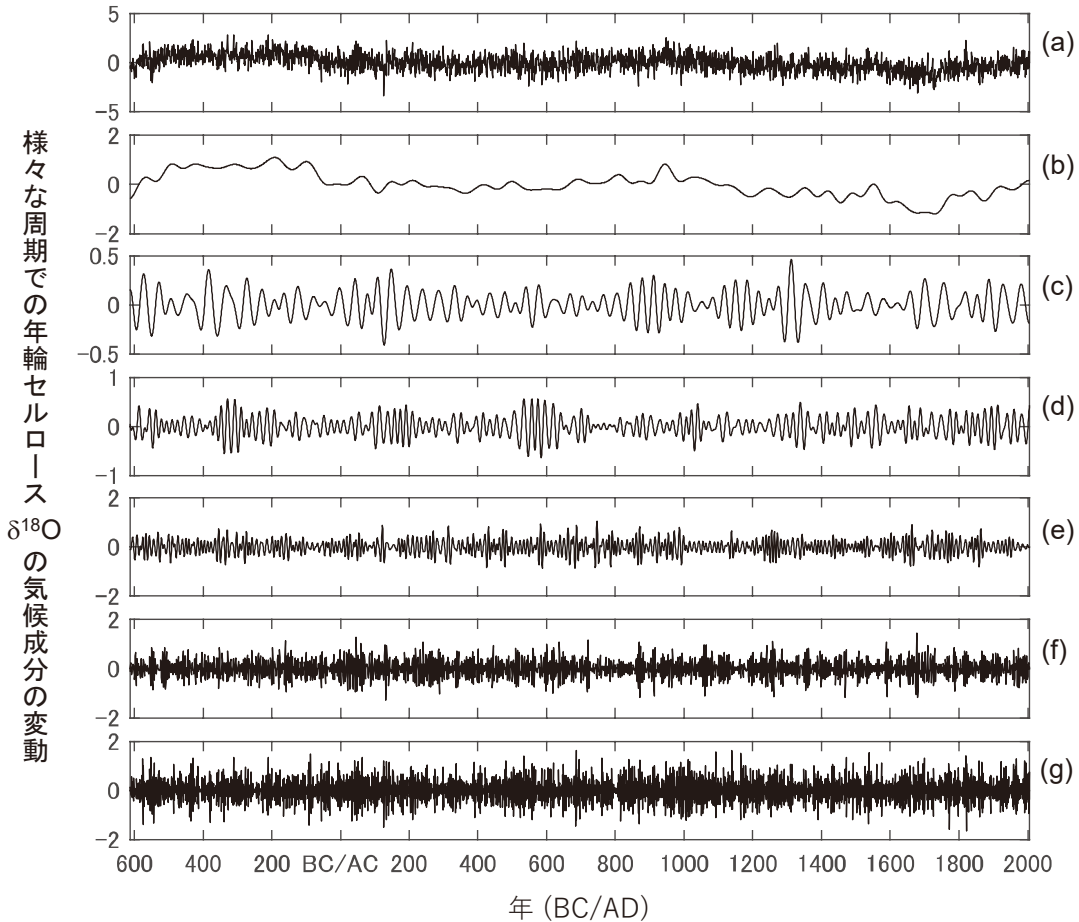


図2. 中部日本における樹木年輪セルロース酸素同位体比の気候成分（図1）の周波数分解（a：元データ, b: 64年以上, c: 32～64年, d: 16～32年, e: 8～16年, f: 4～8年, g: 2～4年）（中塚、2022）

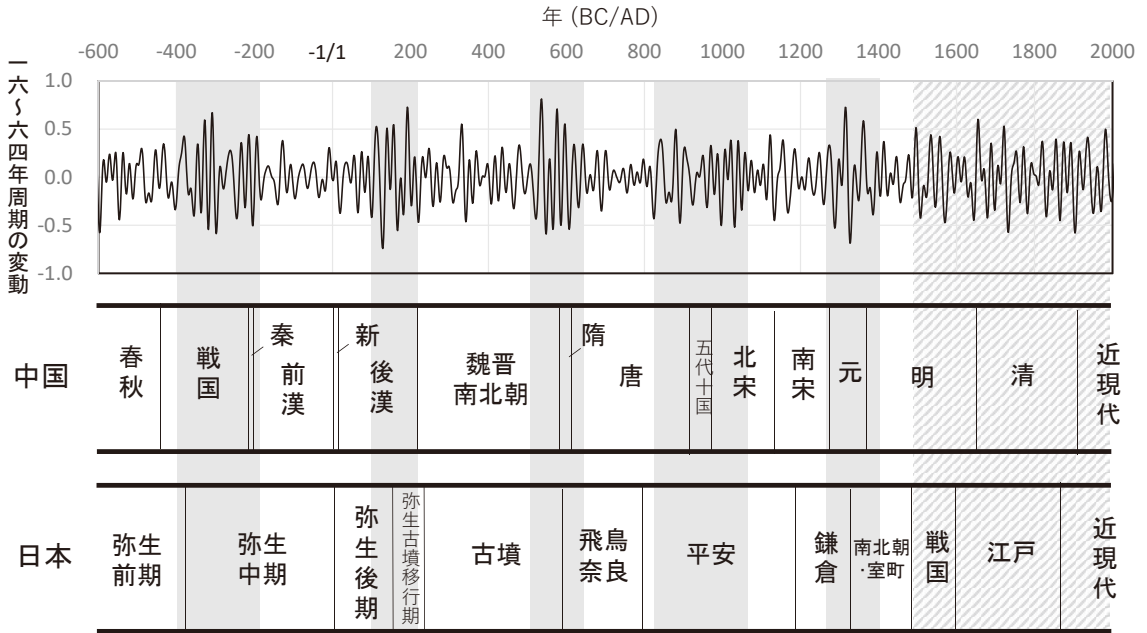


図3. 中部日本における樹木年輪セルロース酸素同位体比の気候成分に含まれる数十年周期の変動と中国と日本の歴史年表の対比

動の振幅が拡大する時期(紀元前4-3世紀、紀元2、6、9-10、13-14世紀)は、中国における王朝交代の時期、正確にはその直前に対応している。中国には「王朝は約4百年で交代する」という王朝サイクル(Dynastic Cycle)という考え方があるが、このデータは、それに関係しているとも考えられる。一方で日本史は、中国史のように王朝の交代を伴わないのでやや分かりにくい、次節で詳しく議論するように日本列島でも数十年周期の気候変動の振幅が拡大した時期には、政治体制の転換を伴うような社会の大きな変化が起きていた。それでは、なぜ数十年周期の気候変動が激しくなると、その影響を人間社会は受けてしまうのか。簡単な作業仮説を立てるところから考察を始めたい。

図4に示すように、どのような社会でもその人口と生活水準は、農業生産量などが規定

する環境収容力の範囲内に収まっている必要がある。この円の大きさは、グローバル化した現代であれば地球全体に対応するが、弥生時代であれば一つのムラに対応していた。ある年、気候が好適化して農作物がたくさん採れるようになったとする。この豊作が1年か2年で元に戻るのであれば、人々は豊作に感謝して備蓄に励むだけだろうが、この豊作が10年や20年続くのが、数十年周期の変動である。豊作が続くと人々はそれが当然と思うようになり、人口や生活水準を拡大させたと考えられる。しかし数十年周期変動の場合、やがて、環境収容力は元に戻ってしまう。その時には豊作の時代に生まれた若い人々が社会に充満しており、自主的に人口を減らしたり生活水準を下げたりすることは難しい。しかし縮小した環境収容力は容赦なく人々を襲い、飢饉や難民の発生を介して半ば強制的に

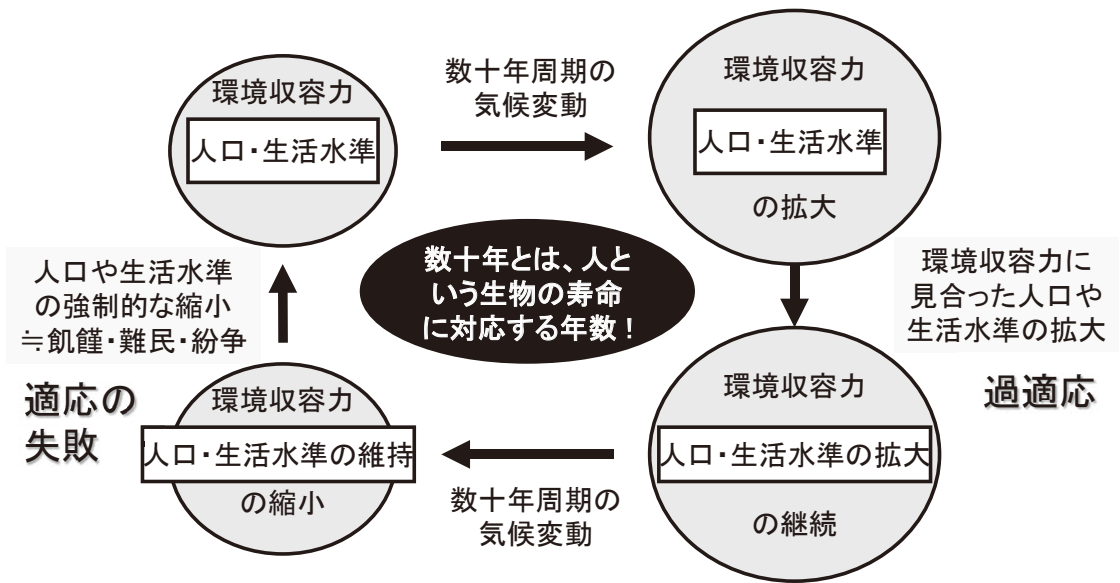


図4. なぜ人間社会は数十年周期の気候変動に対して脆弱なのか（作業仮説）

人口や生活水準は縮小を余儀なくされる。これが数百年周期の変動ならば、環境収容力の縮小に対して、出生率を下げて人口を減らす時間の余裕があり、数年周期の変動ならば、食糧備蓄で対応できるが、そのどちらもが機能しないのが、数十年周期の変動であり、それゆえにこそ、どの時代にも、数十年周期の変動に対して、社会は大きな影響を受けたと考えられる。

ちなみに、気候変動（具体的には図1の変動）が、本当に農業生産量などの環境収容力の変動に繋がっていたのかについて、疑問視する人もおられるかもしれない。この点では、前掲の拙著（中塚、2021、2022）でも詳細な検証を行っている。

17～19世紀の江戸時代から年単位で多数得られる、全国各地の米の収穫量に関する史料の数値データを、図1と比較すると、年輪セルロース酸素同位体比が表す夏の気候と米の収穫量の間には、年単位でも十年単位でも

十分に有意な相関があることが分かる（一般に酸素同位体比が低い年や時代は、水害や冷害のために収穫量が低くなる）。つまり、弥生時代の前期から現在までの日本列島の人々の環境収容力を大きく左右したであろう、主食である米の生産力の変動は、それが夏の作物であるがゆえに、少なくとも数十年以下の時間スケールであれば、夏の気候変動を表す図1から、かなり正確に復元できるのである。

さらに重要なこととして、図1のデータを江戸時代の日本全国の飢饉や百姓一揆の発生件数と比較すると、「飢饉は、数年周期の気候の悪化ではなく、数十年周期の気候の悪化のみに対応して起きたこと」や「百姓一揆は、18世紀前半までは飢饉が発生しても起こらないが、それ以降は飢饉の度に爆発的に起きたこと」なども分かった。これらの関係性は、図4に示した「数十年周期の気候変動と社会応答の本質的な関係」を明示していると共に、「気候変動に伴う社会不安の大小は、その時々

の政治・経済の状況による」ことも示唆している（中塚、2021；2022）。気候変動への広い意味での適応のために、正に「歴史に学ぶべきこと」が多いことが分かる。

4. 歴史に学ぶ—弥生時代から近現代まで

数十年周期の気候変動の振幅が拡大した時期に、中国大陸では主に王朝の交代が起きたが、その時、日本列島では何が起きていたのか。短期的には、ほとんどの時代で多数の飢饉や紛争が発生したが、長期的には、社会の対応のあり方は時代毎に全く異なっていた。図5に示すように、順を追って、それぞれの時代に何が起きたのかを振り返ってみたい。

まず紀元前4～3世紀の日本列島には、当時、戦国時代であった中国大陸から多くの

人々が金属製の農具や武器を持って渡来したが、その影響で西日本では「戦争」が拡大した。列島内では本州の東北北部や関東にまで稲作が広がった、つまり稲作民の大規模な移動が起きたことも、この時期の特徴である。数十年周期の気候変動の振幅拡大の中で、東アジアの広域で大量の難民が何度も発生したが、その背景にあると解釈できる。

次に数十年周期の変動が拡大した紀元2世紀には倭国乱と呼ばれる大きな戦乱があり、邪馬台国の卑弥呼が登場してやがて古墳時代へと移行したことが、中国の歴史書にも記されている。この当時、列島各地の遺跡で遠隔地の型式の土器が多数見つかることから、人々が日本中を頻繁に往来していたことが推察されている。3世紀に奈良盆地で始まった

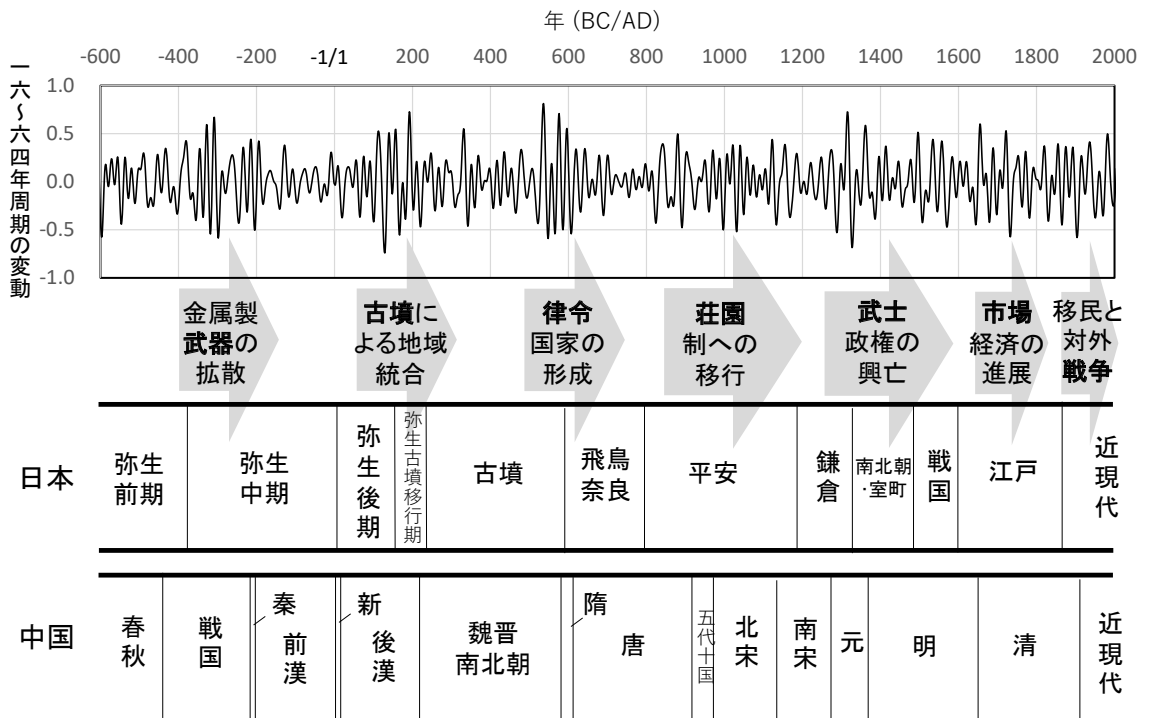


図5. 中部日本における樹木年輪セルロース酸素同位体比の数十年周期変動の振幅拡大期と日本列島における各時期の事象の対比

古墳時代の開始を告げる巨大古墳（前方後円墳）の造営は、その直前の時代に度重なる水害を逃れて、（周囲から流入する大きな河川が無く）地形的に水害に遭いにくい奈良盆地に難民として移動してきた大量の人々に、仕事を与えるための「公共事業」として始まったと考えることができるかもしれない。

その次に数十年周期の変動が拡大した6～7世紀には、大陸からの仏教の伝来や十七条憲法の制定、遣隋使の開始、645年の乙巳の変に始まる大化の改新など、古代国家の黎明期のさまざまな事象が日本書紀に記されている。律令制の先駆けとなる「農地の貸与と戸籍の作成にもとづく土地と人民の国家的管理制度」が中国と日本で相次いで始まったのも、この時期の特徴である。それらは数十年周期の気候変動と周期的にぴったり符合していることから、凶作期に発生した大量の「耕作放棄地」と「流民」を、豊作期に「国営農場」と「その開拓民」という形で結び付ける、新しい取り組みであったと解釈することもできる。このように東アジアの古代律令制の成立の背景にも、6世紀の激しい気候の数十年周期変動があった可能性が指摘できる（中塚、2024）。

その後、図1では振幅はやや小さくなるが、9～11世紀にも数十年周期変動の振幅が拡大し、災害の頻発で耕作放棄地となった全国の律令制の農地を中央の貴族や寺社が再開発する形で、土地の私有を特徴とする荘園制が広がっていった。同じような気候変動が、何故、6～7世紀には、律令制、つまり中央集権制を「成立」させ、9～11世紀には、それを「解体」させたのか。その背景には、国際的な緊張関係の変化、つまり強大な唐王朝の勃興（6～7世紀）と消滅（9～10世紀）

という情勢の変化があったとされているが、それも含めて、気候変動に対する真逆の反応が起きた状況を正確に跡付けることも、今後の歴史研究の大きな課題となるであろう。

数十年周期の気候変動は、平安時代末期の12世紀後半と鎌倉時代末期の14世紀前半にも大きくなる。前者の変動が平家の興亡に対応している可能性が、年単位の古気候データと歴史事象の対応関係から議論できると共に、後者の変動が水害の頻発などを介して地域紛争を激化させ、やがて鎌倉幕府の突然の崩壊や南北朝時代の混乱に繋がった可能性が、鎌倉時代の文献史料の定量的な分析から指摘されている（伊藤・中塚、2017）。この時期の数十年スケールの気候変動は、日本では武士が武力で地域を支配する地方分権の世の到来を招いたが、中国では逆に皇帝が官僚を束ねて国全体を支配する中央集権の専制国家の形成につながった。日本と中国の地政学的状況の違いなどを踏まえて、同じような気候の変動が真逆の反応を引き起こすメカニズムを解明していくことが求められる。

江戸時代の数十年周期の気候変動に対する社会の応答は、前節で議論した通りであるが、その顕著な関係性の背景には、米価の低迷に悩んだ将軍吉宗が18世紀前半の享保期に大坂の堂島に開設した、当時の世界最先端の「穀物の先物取引市場」があったことも知られている。気候変動に伴う米の生産量の変化は、投機的な市場経済の下では、数十年周期の凶作期において必要以上に米価の高騰を招き、それが百姓一揆の発生などを介して、江戸時代後半の社会を極端に不安定にしたことは、当時の人々にも十分に理解されていた。

数十年周期の大きな気候の変動は、明治維新の後も続き、1900年代と1930年代の凶作

期には、開国で海外渡航が解禁されたことで、大量の移民が海外に渡った。特に、経済の不況と農作物の凶作が同時に起きた1930年代には、農村の荒廃（図4の左下の状況に対応する「農村における過剰人口」の発生）が軍部による満州移民の奨励策と結びつき、無謀な侵略戦争の原因となったことは、良く知られている。その根本的な背景には、明治初期の地租改正と松方デフレに端を発し、昭和の敗戦後の占領軍による農地改革まで続く、農村における地主と小作農の格差の拡大、つまり近代日本の特徴である寄生地主制の弊害があった。

このように数十年周期の気候変動は、日本や中国の歴史の転換点に重大なかかわりを持っていただけられるが、こうした研究はまだ始まったばかりであり、「気候変動に対して人々がどう応答したのか。その背景に何

があったのか。」についての知見は、今後の研究によって、益々豊かになって行くものと思われる。

5. 気候適応史から見た「脱炭素社会」の意味

数十年スケールの気候変動が図4のような環境収容力の変動をもたらす際の人々の「適応の困難さ」は、人為的な温暖化をはじめとする地球環境問題一般にも通じる問題である。図6に示すように、数十年スケールでの環境収容力の変動をもたらすものには、さまざまなものがある。「自然の変動」としては、本論の主題である気候変動のほかにも、数十年以上の時間間隔で起こる、地震や津波、火山噴火などの地殻災害が環境収容力に甚大な影響を与えるし、人間が作る「新しい技術や制度」の中にも、化石燃料や化学肥料、投機

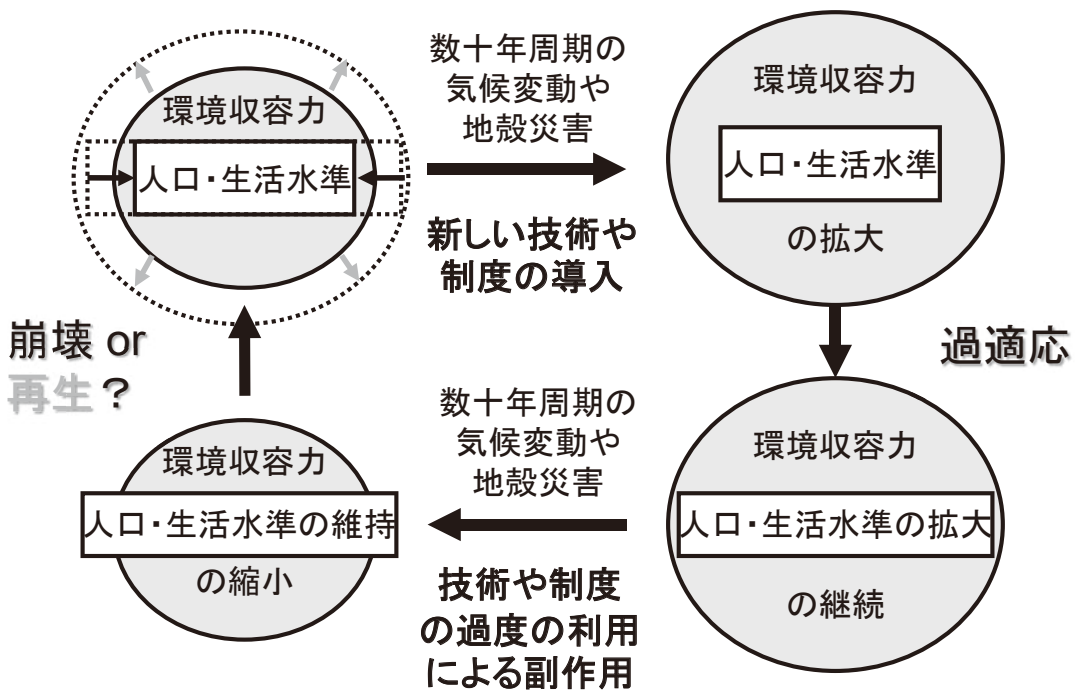


図6. 数十年スケールで起こる環境収容力の変動の多様な原因と結果

的な市場メカニズム等々、その導入の直後には環境収容力を急速に拡大させる一方で、それらの過度な利用が進めば、さまざまな副作用が自然や社会にもたらされ、やがて環境収容力自体が急速に縮小する危険性をはらんでいるものが数多くある。その代表が、「化石燃料の大量消費による地球温暖化」であることは、今や世界中の人々の共通認識である。

いずれにしても、数十年間に亘って安定していた自然の環境や人的な技術・制度の下で培われた豊かな生活に、人生の大半にわたって「過適応」してしまった人々にとっては、その環境収容力が縮小し始めても（やがて縮小することが分かっている）、それに自発的に対応することは難しい。「脱炭素社会を創る」ことが難しい理由もそこにあるが、それは逆に言えば、過去の時代に起きた数十年周期の気候変動、即ち環境収容力の変動に対して、当時の人々がいかに適応できたのか（できなかったのか）を詳細に跡付ける歴史の研究を通して、「脱炭素社会を創る」ためのヒントが得られる可能性を、強く示唆している。実際、過去のさまざまな時代の中には、数十年以上の時間スケールの気候変動に際して、「出生率の縮小」という現代の日本社会の状況とも酷似した「消極的な適応」によって「崩壊」を何とか避けようとした事例が多数ある一方で、「新しい技術や制度の導入」という「積極的な適応」によって、環境収容力の回復、すなわち「再生」を図った事例もたくさんある。もちろん、その新しい技術や制度の多くは、さらに次の「新しい問題」を生む、という歴史の輪廻の一部となったことも事実であるが、地球温暖化による災害の頻発や生産力の低下という、環境収容力の縮小の危機に直面する我々が、「脱炭素社会を創る」という

社会の「再生」に向けて、歴史に学ぶべきことが無限にあることは、間違いない。

図4や図8からは、数十年スケールの環境収容力の変動（広い意味での環境の変動や生産力の変動）に我々が立ち向かう上で、3つの観点が重要であることが分かる。第1に、「過適応を抑制する」こと。前近代の農業社会であれば、日本列島でも地域によっては米にだけ依存するのではなく、多様な農作物をバランスよく育てる取り組みが意識的に行われていた。現代でも、エネルギー生産の多様性や輸入だけに頼らない食糧の地産地消を進めることなどが重要であろう。第2に、「崩壊を回避する」こと。歴史上、格差の拡大した社会では、環境収容力の縮小は社会不安に直結してきた。我々は平和で公正な社会を常に目指していく必要がある。第3に、「再生を促進する」こと。先史・古代から日本社会は、移民や難民を受け入れて新しい技術や制度を学ぶことで、社会の転換を成し遂げてきた。他者に寛容な社会であることが、再生の促進には不可欠であると考えられる。現時点ではこうした観点は、「歴史の事実に基づいた実証的な提言」というには、未だ程遠いレベルにあるが、今後の気候適応史を含む歴史研究の進展から、様々な確固たる知見が得られていくことが望まれる。

6. おわりに—数十年スケール変動の比較史へ

最後に「脱炭素社会を創る」ことを含む、現代の我々の取り組みに資するような、新しい歴史研究の方向性について考えることで、本論を閉じたい。現代の日本では多くの人々が歴史に興味を持っている。その多くは「戦国武将ブーム」や「古代史ロマン」と言った

内容のものだが、人々が歴史に興味をもつ入口が多数用意されていることは、歴史研究者にとっても一般の歴史ファンにとっても好ましいことに違いない。しかし「歴史の知見を現代の問題の解決に応用すること」には、専門家も一般の方々も、とても慎重である。その背景には、「過去の社会と現在の社会は余りにも違うので、現代の社会の問題の解決に過去の社会の教訓は役立たない」という思い込みがあるようである。確かに、過去の社会は現在の社会とは違う。技術や制度の中身、生産力のレベルが全く違うだけでなく、人々の価値観自体が全く異なることは、専門家だけでなく一般の人々にも良く理解されている。しかし、「脱炭素社会」のような未来への展望を語る際には、技術や制度の中身はもちろん、人々の価値観も現代の社会とは質的に異なる未来の社会を、想像できなくてはならない。「過去は現在とは違う」けれども、「未来も現在とは違う」のである。そうした未来を構想していくためには、時代や地域を自由に飛び越えて、多様な社会の多様な人々の価値観に触れることができる歴史の知見は、とても有用なものになるに違いない。

＜現代の我々が目指す未来社会への変革の取り組みを、歴史の全体の中で相対化して理解すること＞。そのことが「脱炭素社会を創る」ためには、不可欠であると思われる。そうした時代と地域を越えた歴史の理解は、「数十年スケールでの自然や社会の環境の変動（環境収容力の変動）」といった、ある意味で「相同な問題」に立ち向かった、歴史上のさまざまな人々の悪戦苦闘の姿を、定量的に比較分析する「比較史」の研究によって可能になるはずである。「数十年スケールの気候変動（より一般的には環境収容力の変動）への

社会適応の比較史」は、史資料が得られる限り、日本列島だけでなく、中国大陸はもちろん、欧州や世界中の「あらゆる地域のあらゆる時代」に対して適用可能な研究のテーマとなる。その手始めとして現在、欧州の環境史研究者ら（Izdebskiら編、2022）と協力して、日本と欧州の比較環境史の取り組みを始めようとしている。新しい研究の成果が期待される。

参考文献

- 伊藤啓介・中塚 武 (2017)『CD-ROM版 鎌倉遺文』に収録された古文書件数と気候復元データの関係の定量的分析。『鎌倉遺文研究』,40, 23-53.
- 中塚 武(監修)(2020-21)『気候変動から読みなおす日本史(全6巻)』臨川書店
- 中塚 武 (2021)『酸素同位体比年輪年代法―先史・古代の暦年と天候を編む』同成社
- 中塚 武 (2022)『気候適応の日本史―人新世をのりこえる視点』吉川弘文館
- 中塚 武 (2024)『律令制の成立と解体の背景としての気候変動』『天変地異と病―古代史をひらくII』岩波書店(近刊)
- Izdebski, A., Haldon, J., Filipkowski, P. (eds) (2022) "Perspectives on Public Policy in Societal-Environmental Crises – What the Future Needs from History", Springer Open Access Book (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-94137-6>).
- Nakatsuka, T., Masaki, S., Li, Z., Xu, C., Tsushima, A., Shigeoka, Y., Sho, K., Ohnishi, K., Sakamoto, M., Ozaki, H., Higami, N., Nakao, N., Yokoyama, M., Mitsutani, T. (2020) A 2600-year summer climate reconstruction in central Japan by integrating tree-ring stable oxygen and hydrogen isotopes. *Climate of the Past*, 16, 2153–2172, <https://doi.org/10.5194/cp-16-2153-2020>.
- PAGES 2K Consortium (2013) Continental-scale temperature variability during the past two millennia, *Nature Geoscience*, 6, 339-346.
- PAGES 2K Consortium (2019) Consistent multidecadal variability in global temperature reconstructions and simulations over the Common Era. *Nature Geoscience*, 12, 643-649.

ひょうご震災記念21世紀研究機構 研究成果報告会の開催

研究戦略センター 研究調査部

平成30（2018）年度から令和3（2021）年度にかけて取り組んだ「南海トラフ地震に備える政策研究」プロジェクトの研究成果報告会を5月10日（水）に開催し、約120人が参加しました。本研究では、南海トラフ地震に備える政策の在り方を「国と社会」「被災社会」の観点から検討し、具体的な復興像が浮かび上がるような諸課題と政策の具体的検討・提言が行われました。研究成果報告をはじめ、南海トラフ地震に立ち向かうためにさらに検討されるべき課題も論じられました。

挨拶

五百旗頭 真

（公財）ひょうご震災記念21世紀研究機構
理事長

本成果は、次に起こり得る大災害である南海トラフ地震への備え—南海トラフ地震の様相、その時に何が起るのか。わが国の社会変動の中で、どのように備えるべきなのか—について、シミュレーションなどに基づく防災工学の観点、行政の実態解明や検証を行う社会科学の観点の双方から検討した、総合的な研究成果であることを紹介しました。南海トラフ地震対策研究には解決すべき多くの課題が残されている



が、本成果を通じて、さまざまな側面から来るべき大災害への備えについて共に考えていきたいという旨を、結びに述べました。

◎基調講演

「南海トラフ地震のこれまでの減災研究と今後の展開」

講師：河田 恵昭

人と防災未来センター センター長

南海トラフ地震を含む国難級災害が、わが国に壊滅的被害を及ぼす可能性を示しました。これまでの大



災害でも甚大な被害を引き起こしてきた「災害の相転移（劇的かつ非連続的な被害拡大を引き起こす社会現象）」の防止が、被害を国難レベルから一般災害レベルに抑えることにつながるので、地震被害に伴う避難の困難化による津波犠牲の拡大など、多岐にわたる被害への警戒と、それらを未然に防ぐ対策の必要性を訴えました。「災害の相転移」を防ぐには、科学的知見に基づく対策の実施だけではなく、経済的な豊かさや文化的な豊かさを通じて養われる防災力の向上も有効だと指摘しました。「災害の相転移」を防ぎ、被害情報などを共有するシステムや部署間連携手法の行政への導入、そして事前の防災対策を行

うことで、被害規模を軽減でき、復旧・復興期間の短縮できることを示しました。防災体制の構築に向けてはまだ課題が存在し、それらの解決には、新たな法整備や、南海トラフ地震対策研究を継続する必要性を訴えました。

◎パネルディスカッション

「国難災害 南海トラフ地震に立ち向かうために」

コーディネーター

牧 紀男 京都大学防災研究所教授

パネリスト

立木 茂雄 同志社大学社会学部教授

飯尾 潤 政策研究大学院大学教授

越山 健治 関西大学社会安全学部教授

永松 伸吾 関西大学社会安全学部教授

阪本 真由美

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
教授

中林 啓修

国土館大学防災・救急救助総合研究所准
教授



本成果をふまえ、南海トラフ地震に備える上で必要なこととして、立木先生は、避難行動の支援が必要な人を特定する方法の標準化とその特定を可能にする制度改正、インクルージョン・マネジメントの活用による部局を越えた連携の業務モデルの制度化などを指摘しました。飯尾先生は、災害時の部局組み替えを容易に行える行政体制づくり、広域対応における市町村や国の対応の限界を踏まえた府県による積極的役割などについての説明をしました。越山先生は、復興シナリオのシミュレーション結果を踏まえた復興における住宅再建の有効性や、復興の初期や中期など時期ごとに効果的な政策の実施、生活再建と地域復興の乖離も念頭におく広域復興などを論じました。永松先生は、国内や国外へのリスク分散や金銭評価によるリスク可視化などを可能にする巨大災害保険活用に向けた保険リスク市場の整備を挙げました。阪本先生は、防災計画における民間企業の位置づけや民間企業への対価支払いなどを明確にすること、大企業と連携しながらも中長期的には地域の中小企業などとも連携を進めることを示しました。中林先生は、送電網への被害で震源域だけではなく広範囲で発生し得る長期停電に伴うライフラインの途絶への対策、猛暑などの季節性リスクを鑑みた停電による災害関連死の防止と災害関連死への未知のリスクを防止する施策などを指摘しました。

先生方はさらに進んで、行政に手を挙げられない人々（e.g. DVから逃れるために避難施設を利用する人々）を支援するサードセクターと行政の連携、事前に幅広い検討と様々な準備の実施、防災・災害対策における府県と市町村の関係など行政の在り方、復興に直結する地域のポテンシャルの向上を目指す



ちづくりの在り方、復興を担う被災地域内の人々を支援する仕組み、地域に関係なく一人一人が防災に

関与できる当事者意識の涵養、企業が災害に直面しても被害を最小限にして事業を継続できる事前計画の在り方、『災害の相転移』の観点を踏まえた大規模停電を防ぐ政策の在り方、災害時の資源活用や配分を応急期以降も見据えて適切なものにする初動体制の在り方など、これらをテーマに南海トラフ地震対策研究を継続する必要性を示しました。

コーディネーターの牧先生がまとめとして、政策研究として本成果で示された知見の意義、南海トラフ地震対策の研究を今後も継続する重要性を述べました。

最後に総括として、五百旗頭理事長が社会全体の在り方を総合的に示す政策研究を通じてこれからも当機構が政策形成に貢献していく旨を述べ、締めくくりました。

21世紀文明シンポジウム

「気候変動・地球環境問題への対応
～今何が起き、どう向き合うべきか～」

ひょうご震災記念21世紀研究機構は2月24日（金）、気候変動・地球環境問題への対応をテーマとした「21世紀文明シンポジウム」を開催しました。TKPガーデンシティPREMIUM大阪駅前からZoom配信し、320人が視聴しました。基調講演とパネルディスカッションの概要を報告します。

◎基調講演

「今、気候変動で何が起き、私たちはどうしたらいいのか」

講師：江守 正多

（東京大学未来ビジョン研究センター教授／国立環境研究所地球システム領域上級首席研究員）

地球の気候は過去1万年ほど安定的に保たれてきましたが、人間が温室効果ガスを排出することにより地球温暖化が進行しているのは疑う余地がありません。産業革命後、地球の平均気温が約1.1℃上昇し、氷の溶解等による海面上昇も進行中です。固有の生態系や文化が失われるなど、今後様々なリスクが顕在化していきます。そして深刻な被害を受けるのは、温室効果ガスを排出している先進国の人々ではありません。発展途上国に住む低所得者であり、



未来の世代です。人間は早急に温室効果ガスの排出を減らし、カーボンニュートラル＝CO₂排出実質ゼロに持っていかねばなりません。日本をはじめ先進国は軒並み2050年前後の達成を目標としていますが、どのような道筋でカーボンニュートラルを達成していくのか。CO₂を排出するエネルギー＝石炭・石油・天然ガスから、排出が少ない再生エネルギー等に転換していく必要があります。

日本では、カーボンニュートラルにすることが生活を脅かすと捉えられがちですが、世界ではむしろ生活の質を高めると考えられています。気候変動対策を「我慢」として受け止めるのではなく、今はエネルギー利用にCO₂排出は仕方がないと思っているのを、CO₂を出さないのが当たり前になるような社会の「大転換」、常識の変化が必要です。たばこの分煙が定着したように、「化石燃料文明を卒業する」という新しい常識をつくって生活の質を高めていきましょう。あと30年で「卒業」できるように、私たちは脱炭素を話題にし、SNS等で発信し、脱炭素に取り組む企業や政治家を応援し、取り組みに参加していきましょう。コロナ禍にしろ、気候変動にしろ、生態系が破壊され、格差が大きく、国同士の関係が悪ければ、いくら対処技術を導入しても解決できません。全地球的な持続可能性の文脈の中で、気候変動問題に取

り組まなければなりません。

◎パネルディスカッション

コーディネーター

江守 正多

パネリスト

井上 雄祐

(環境省地球環境局 脱炭素ライフスタイル推進室長)

正木 明

(気象予報士(一期生) / 防災士)

綿田 圭一

(カゴメ株式会社品質保証部環境システムグループ)

乾 彩海

(Re.colab KOBEメンバー / 関西学院大学人間福祉学部社会福祉学科1年)

井上 環境省は「脱炭素につながる新しい豊かな暮らしを創る国民運動」を立ち上げました。2050年の脱炭素を目指すためには、2030年時点家庭部門で66%、運輸部門で35%、業務その他で51%等のCO₂削減が必要です。環境省は、その実現に繋がる将来の豊かな暮らしの全体像を1枚の絵で示すなどして、脱炭素行動を後押ししています。例えば、太陽光発電や省エネ機器、テレワーク、クール・ウォームビズなどを使って出費や時間を削減し、そのお金や時間を豊かな暮らしに回すことを、様々な企業・自治体・団体に構成する「官民連携協議会」などと連携して提案しています。

従来の啓発方法では、国民が「地球温暖化対策＝苦しみ」のようにマインドセットされています。そこで「国民運動」という形で仕切り直し、我慢ではなく、暮らしを軌道に乗

せていく当たり前の対応として日本中に根付かせようと、お金や時間の「豊かさ」という観点で地球温暖化対策をPRしています。

正木 朝日放送のテレビ番組「おはよう朝日です」の天気予報やラジオ関西の番組「正木明の地球にいいこと」を担当しています。気象予報士、防災士の資格を持ち、気候変動、地球温暖化に関する情報を分かりやすく多くの方々に紹介しようと努めています。例えば、最低気温が25°Cを下回らない「熱帯夜」や1時間に30mm以上の「猛烈な雨」の日が増え、ソメイヨシノの開花日が早くなり、最高気温が35°C以上の「猛暑日」という概念ができた、海水温の上昇のため、猛烈な台風が日本近くで発生するようになっている、ということをお伝えしています。

メディアでの経験を生かし、温暖化対策を次世代と考える「地球ラボ」プロジェクトを実施しています。元々天気予報は生活情報でしたが、今は明らかに命を守る情報になっています。災害が起こる前から気象庁が緊急会見を開き、警報を発令することで被害を防ごうとしています。これからも様々な人と繋がりをしながら、皆さんの暮らしに役立つ情報を発信していきたいと思います。

綿田 カゴメ株式会社は、野菜を原料として飲料や食品を製造・販売しており、気候変動の影響を大きく受けます。日本の緑黄色野菜の消費量の17.9%、野菜全体の消費量の4.7%をカゴメの商品から取っていただいています。ですから、弊社が農産物を調達できず野菜加工品を作れなくなると、日本人の健康維持に貢献できなくなります。そのため、部局横断で気候変動に取り組み、環境先進企業を

目指しています。

まず、気候変動を食い止める「緩和」策として、「2030年に2020年比42%削減する」との目標を設定し、「省エネ・創エネ・買エネ」や植物性素材のプラスチック利用等に努めています。また、進行中の温暖化への「適応」策として、耐病性の高い品種開発や最小限の水で栽培が可能なシステム開発を推進しています。さらに、行政からの省エネルギー法に基づく報告や、投資家からのCDP(カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト)の質問書への回答・情報公開に対応しています。

国連が示す「個人でできる10の行動」の中に「環境に配慮した製品を選ぶ」があります。皆様には、環境対応に積極的に取り組んでいる企業の製品を積極的に購入していただきたいと思います。また、ウクライナ戦争を教訓に、日本の農業を保護し、食糧自給率を上げる政策も必要です。

乾 「Re.colab KOBE」は、関西学院大学の学生を中心としたSDGs推進団体で、神戸市を中心に「海と山」、「人と自然」をコラボレートさせて新しい循環を生み出す活動に取り組んでいます。具体的には、神戸市内の耕作放棄地でゼロカーボン農業を目指す、アマ

モ(須磨海岸)やササバモ(鳥原貯水池)を植えてブルーカーボンに取り組む、SNSやInstagramを使って情報発信する、といった活動です。

私たち大学生は、伝える側と伝えってもらう側、環境問題を考えることが当たり前の世代とそうでない世代の間にいます。大学生がこのシンポジウムのような意見発信の機会をいただくことで、「伝える・伝えてもらう」の関係を広げ、環境に興味を持って行動する人を増やせると思います。

大人には、たとえ小さな取り組みでも「意味がない」と言わずに、若い世代の努力と未来の可能性を信じて応援していただきたいと思います。若者は、選挙に行き、環境を大事にしたいという意思を示して、国を動かしてほしいと思います。

◎意見交換概要 地球温暖化対策の義務化については、みんながそれは必要だという話にならないとできません。民主主義社会では、強制したり、ペナルティを与えたりするのではなく、多数の人の意見に支えられる必要があります。

レジ袋の有料化は、制度実施前からレジ袋を断る人が増え、海洋プラスチック問題が

注目される中、産業界も含め大きな反対がなかったため実行できました。プラスチックのごく一部、1枚数グラムではありますが、制度を始めて消費者の約8割が袋の受け取りを断るようになり、「タ



「ダでもらうのが当たり前」から「要るときだけお金を払って買う」という新しい常識が生まれました。今後は、他のプラスチックも削減できる、プラスチック以外の資源やエネルギーも考えるきっかけとして、人々の認識を広げ、「当たりのレベルを上げて」いきながら新しい制度をつくっていったらと考えます。

エネルギー対策については、再生エネルギーだけで賄えるのか、発電設備をどこに建設できるのか、発電した電気はどのように貯めたり売ったりするのかなど、一人ひとりが今まで考えてこなかったことをリスクやコスト、ライフスタイルとの適応など「自分事化」して考える必要があります。

国や企業、団体、学生など、多様な年代や立場によるコミュニケーションを図り、地球温暖化対策について意見交換していくことが望まれます。

第24回アジア太平洋フォーラム・淡路会議「国際フォーラム」

「SDGsと社会の変革」



「アジア太平洋フォーラム・淡路会議」（事務局：公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構）は、アジア太平洋地域の“多文化共生のビジョン”を明らかにするとともに、その実現に向けて広く社会に政策提言を行うことを目的としており、2000年に設立以来、毎年夏に淡路島で国際フォーラムを開催しています。

今回のテーマは「SDGsと社会の変革」。2019年8月に第20回目を開催後、4年ぶりに淡路夢舞台国際会議場（淡路市）に会場参加いただきました。オンライン視聴も可能としたところ、158人の来場と57人の視聴がありました。ここでは、記念講演と基調提案の概要を紹介します。

第24回アジア太平洋フォーラム・淡路会議「国際フォーラム」プログラム

日時 2023年8月4日（金）

10:30～17:10

内容

あいさつ

五百旗頭 真

（公財）ひょうご震災記念21世紀研究機構理事長

片山 安孝

兵庫県副知事

「アジア太平洋研究賞」受賞者スピーチ、外交官紹介

記念講演

講演1 「SDGsの17の目標を活用し、冷戦2.0と地球温暖化を止めるための日本の重要な国際的役割」

講師：ウィング・タイ・ウー（胡永泰）

講演2 「さらなる女性活躍を目指してー理系、医療分野において」

講師：白井 恵美子

基調提案

提案1 「環境と経済の両立を実現するグリーン・ニューディール」

明日香 壽川

提案2 「アカデミズムとジェンダーー人文科学・社会科学を中心に現在の課題を考える」

講師：井野瀬 久美恵

提案3 「中国のEVシフトの現在地」

講師：湯 進

分科会

第1分科会「脱炭素・グリーンエネルギーと経済活動」

座長：中尾 優

第2分科会「ジェンダー観の歴史と展望」

座長：窪田 幸子

第3分科会「国際社会におけるEVシフトの現状」

座長：梶谷 懐

各分科会報告

第1～第3分科会座長（いずれも、淡路会

議企画研究委員)

総括と謝辞

阿部 茂行

(公財) ひょうご震災記念21世紀研究機構
構参与

記念講演1

「SDGsの17の目標を活用し、冷戦2.0と地球温暖化を止めるための日本の重要な国際的役割」

講師：ウィング・タイ・ウー（胡永泰）

(カリフォルニア大学デービス校経済学名誉教授／国連SDSN（持続可能な開発ソリューションネットワーク）アジア担当副代表)

世界を脅かしている気候変動と新たな冷戦は、「人災」なので人間の力で止めることができます。現在、



中国電子システムの閉鎖性、中国の米国をしのぐハイテクノロジー進化、米国企業へのサイバースパイなどにより、米中間に緊張と対立が生まれています。負の循環を断つには、両国の貿易競争 (trade competition)、技術競争 (technology competition)、戦略地政学的競争 (threat competition) を切り分ける必要があります。米中間の信頼関係が希薄な中、日本がこの問題を解決するリーダーの役割を果たせます。

地球温暖化に対応するグローバルなネット・ゼロ・エミッションを達成するためにも、日本がリーダーシップを取るべきです。私が所属する国連SDSNは、クアラルンプールのサンウェイ大学にアジア本部を置き、

2015年9月国連総会で採択されたSDGsの策定に協力しました。さらに、日本と共に国ごとの持続可能な開発プロジェクトと気候変動のアクションプログラムを企画し、特に炭素吸収源となる熱帯雨林の保全を進めています。日本は韓国やASEANと協力し、南アジアの熱帯雨林保全を促す技術的・財政的援助を行っていただきたいです。そして、2030年ネットゼロを目指す環境先進地・淡路島を舞台とし、アジアの国々への理解が深いこの淡路会議の知見を世界と共有してほしいと思います。

記念講演2

「さらなる女性活躍を目指して ー理系・医療分野において」

講師：白井 恵美子

(一橋大学経済研究所教授)

日本では、特に医療分野と理系分野の職業で男性比率が高くなっています。医師に関しては、労働時間が



長く、肉体労働も多い外科系診療科の男性比率が高く、女性比率の高い診療科でも、出産・育児に関わる年代に取得すべき資格を取得できない現状があります。

2004年に研修医の研修制度が変わり、外科を必修とした複数の診療科で研修を受けられるようになったことで、外科系診療科の女性比率が上がりました。今は、若い世代で医者になりたい女性が増え、女性医師の資格所得・キャリア形成も進み、医師の男女差は改善しつつあります。しかしながら、医師の労働時間の長さや女性の出産・育児時期のキャ

リア支援には依然として課題が残っています。

一方、理系においては、日本では高校1年生で理系か文系かを選択しますが、女子の理系選択比率がとて低い現状です。そこには保護者、特に母親の意識と希望が関わっており、女子の母親が娘を浪人させたくなく、さらに理系学部からどんな就職ができるのかわかっていないことが、女子が理系を選択しないことにつながっています。

改善するためには、母親に女子の理系進学とその後の就職に関心を持ってもらうことと、女子が、高校1年生より前の小中学生の段階で理科科目に関心を持つことが必要です。2007年から始まった「理科支援員配置事業」制度等を活用して小中学校の理科教育を充実させること、保護者の理系学部に対する意識を変革することが、理系分野での女性活躍につながると考えます。

基調提案1

「環境と経済の両立を実現するグリーン・ニューディール」

講師：明日香 壽川

(東北大学東北アジア研究センター・
同環境科学研究科教授)

地球温暖化対策を講じると経済が衰退すると思われがちですが、今は再生可能エネルギー等のコストが安くなっており、グリーンな産業や流通に投資することで景気と環境を良くし、雇用も増やすことができます。それを「グリーン・ニューディール」と定義しています。



日本は地球温暖化対策として原子力発電を復活させようとしています。発電コスト、CO₂排出削減コストとも再生可能エネルギーより高く、事故等のリスクも高いという資料が出ています。また、私も関わる研究者グループで2021年にまとめた日本版グリーン・ニューディール「レポート2030」では、原子力発電所や化石燃料関係の従業員の失業者数より、再生可能エネルギー新設による雇用者数が大きく上回ると試算し、具体的な数値を掲載しています。

自然災害の増加など、温暖化による被害は大きく、CO₂排出削減をためらう猶予はありません。経済復興のためにも早急に再生可能エネルギー等への転換を推進すべきです。

基調提案2

「アカデミズムとジェンダー — 人文学・社会科学を中心に現在の課題を考える」

講師：井野瀬 久美恵

(甲南大学文学部教授)

日本における女性活躍は、理系分野だけでなく文系分野でも課題です。そのことをデータで示すため、細分化された学会を横につなぐ組織として、「人文社会科学系学協会男女共同参画推進連絡会(=GEAHSS(ギース))」を設立しました。

日本では、文系高等教育の女性進学率と文系研究者の女性比率がいずれも低く、世界でも少数派です。元々少ない女性文系研究者は、配偶者の転勤、非常勤勤務の掛け持ちで論文を書く時間がないこと、育児・家事との兼ね



合い等を理由に、途中で辞めていくケースも少なくありません。そもそも人文学の高等教育を受けた女性には、大学の研究職以外の職種があまりないことも課題です。

文系研究者が男女問わず語り合い、研究を続ける上での課題を共有していきたいと思います。

基調提案3

「中国のEVシフトの現在地」

講師：湯 進

(上海工程技術大学客員教授、中央大学兼任教員)

中国は、世界の脱炭素の動きを広げた2015年の「パリ協定」以降、国策としてEV（電気自動車）の普及を進め、生産・販売・輸出とも世界第1位に



なりました。特に2021年以降、有力な車両の登場、輸出の増加、中小都市・農村部への普及等により、新車販売が大幅に増加しています。国はEV購入者に補助金を出し、充電スタンドや電池交換ステーションの整備を進め、企業は低・中・高価格のEVを用意し、コネクテッド機能の付与を進め、電池をはじめEV部品を地場製造しています。

中国の自動車輸出台数はドイツを抜いて世界第2位に上がり、日本に迫っています。ガソリン車が主流の日本は、世界においてEV開発に後れを取っています。日本の自動車産業が世界で勝ち残るためには、ガソリン車の省エネ化・コストダウンだけでなく、多機能を搭載する差別化されたEVの設計・開発・販売が必要です。

ひょうご震災記念21世紀研究機構の研究調査報告書等一覧

※本号の特集「脱炭素社会を創る—気候変動への対応—」に関連するもの（平成23年度以降のもの）

タイトル：地域コミュニティの防災力向上～インクルーシブな地域防災へ～
発表日：平成31年3月

タイトル：地域コミュニティの防災力向上～インクルーシブな地域防災～（中間報告書）
発表日：平成30年3月

タイトル：南海トラフ地震に対する復興ランドデザインと事前復興計画のあり方
発表日：平成30年3月

タイトル：南海トラフ地震に対する復興のランドデザインと事前復興のあり方（中間報告）
発表日：平成29年3月

タイトル：人口減少、少子・高齢化社会におけるライフスタイルと社会保障のあり方について
発表日：平成29年3月

タイトル：災害時の生活復興に関する研究—生活復興のための12講—
発表日：平成27年3月

タイトル：国際防災協力体制構築の検討～アジアを中心に～（中間報告）

発表日：平成25年3月

タイトル：東アジアの災害対策協力のあり方
発表日：平成24年3月

掲載先：<https://www.hemri21.jp/research-strategy-center/research-investigation/r-d-reaserch-result/>

■「21世紀ひょうご」第34号発行以降のもの

○研究戦略センター

タイトル：南海トラフ地震に備える政策研究
発表日：令和4年3月

掲載先：<https://www.hemri21.jp/research-strategy-center/research-investigation/r-d-reaserch-result/>

○人と防災未来センター

タイトル：DRI調査研究レポート【vol.54】巨大災害の縮災現実に向けた体制の創出手法—中核的研究プロジェクト〔2018-2022〕最終報告書—

発表日：令和5年9月

掲載先：<https://www.dri.ne.jp/research/reports/investigation/list/>

○こころのケアセンター

タイトル：令和4年度版 兵庫県こころのケ
アセンター研究報告書

発表日：令和5年3月

タイトル：兵庫県こころのケアセンター 令
和4年度事業報告書

発表日：令和5年5月

掲載先：<https://www.j-hits.org/report/>

バックナンバー

詳細は、ホームページ (<https://www.hemri21.jp/research/research-the21-hyogo/>) をご覧ください。

vol.	発行年月	特 集
34	2023.3	激甚化・頻発化する災害に備える
33	2022.12	コロナで変わる社会
32	2022.3	気候変動と防災・危機管理
31	2021.12	ポストコロナ社会の課題と展望
30	2021.3	東日本大震災10年－防災・復興の課題と展望
29	2020.11	パンデミックと新たな社会
28	2020.3	阪神・淡路大震災25年-防災・減災の課題と展望
27	2019.12	広域経済圏の活性化戦略
26	2019.3	頻発する災害の教訓と備え
25	2018.12	ソサエティ5.0に向けて～人口減少・高齢社会における意識改革と制度設計～
24	2018.3	地域コミュニティの防災力向上に向けて
23	2018.2	地域創生
特別号	2017.9	東日本大震災の復興検証（復興庁委託事業）
22	2017.3	事前復興
21	2017.1	地域創生の理論と実践
20	2016.3	アジア中での高齢化
19	2015.11	人口減少社会と地域創生
18	2015.3	阪神淡路20年 超巨大災害に備える
17	2015.2	阪神淡路20年 創造的復興の今
16	2014.3	グローバル化と多文化共生～異文化コミュニケーションと地域づくり～
15	2013.12	食と農の未来～消費者の目線で日本の食と農を考える～
14	2013.3	新しい家族像と共生社会
13	2012.12	震災復興と共生社会
12	2012.3	東日本大震災からの復興を考える2～東北の風土・特性を踏まえたソフト面での課題と対応～

vol.	発行年月	特 集
11	2011.12	東日本大震災からの復興を考える
10	2011.3	生物多様性
9	2010.12	21世紀型の社会保障のあり方
8	2010.3	阪神・淡路大震災15周年 ～震災関連国際会議の知見～
7	2009.12	再生可能エネルギー
6	2009.3	ワーク・ライフ・バランス
5	2008.11	食の安全安心
4	2008.3	地域資源を活用した都市再生・地域再生
3	2007.12	グローバル化と地域の展望 - 共生社会の視点から
2	2007.3	「公共」を考える
創刊号	2006.12	ひょうご新シンクタンクの発足にあたって

★購入方法★

ご希望の号数、氏名・住所・電話番号を電子メール等でご連絡ください。

定価800円（税込） 発送にかかる送料はご負担をお願いします。

ただし、年間定期購読（1,600円（税込））いただく場合には、当機構が送料を負担いたします。


■お問い合わせ先・お申し込み先■

ひょうご震災記念21世紀研究機構 研究戦略センター交流推進課

住所：〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2

TEL：078-262-5713 FAX：078-262-5122

E-mail：gakujutsu@dri.ne.jp



21世紀ひょうご 第35号

令和5年11月発行

■編集発行

公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構
研究戦略センター学術交流部交流推進課
〒651-0073
神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番2号
人と防災未来センター 東館6階
TEL：078-262-5713 FAX：078-262-5122

■定価

800円（本体価格728円）

ISSN 1345-9368

21世紀ひょうご