

特集

## 日本の環境イノベーションのこれから 報告③ 「再生可能エネルギーと脱炭素社会移行の論点」

藤井 秀昭(京都産業大学 経済学部)

京都産業大学の藤井でございます。本日は「再生可能エネルギーと脱炭素社会移行の論点」と題して、七つの論点について説明をさせていただきます。

一つめは、「マクロフレームの変革」です。私たちの今の立ち位置が、COVID-19のパンデミック(新型コロナウイルス感染症の世界的大流行)のなかにあり、グリーンリカバリー、あるいはカーボンニュートラルという新たな計画を策定しているということです。先行きについて不確実性が高いなかでの、ポストコロナ時代の脱炭素社会移行という長期計画を仔細に策定することの意味と意義を考える必要があります。

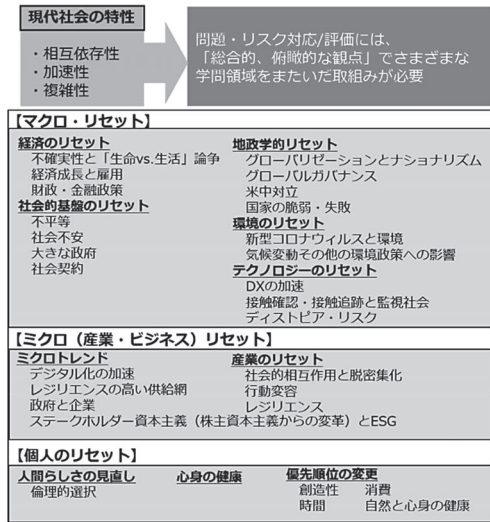
図1は、皆さんもご存じのとおり、世界経済フォーラムが取りまとめた書籍の内容の一部です。The Great Reset という本ですが、2020年7月に英語版が上梓され、続いて7カ国語に翻訳され、日本語版も10月に出版されています。

私たちは、現代社会の特性として、世界的に相互依存性、加速性、複雑性などの領域を跨る問題の解決を迫られています。従来にはなかった解決方法を考えなくてはならず、総合的、俯瞰的な観点からさまざまな学問領域を跨いで取り組み、英知を集結させる必要があります。この書籍の内容を要約すると、図1のようになります。ポストコロナ、アフタ

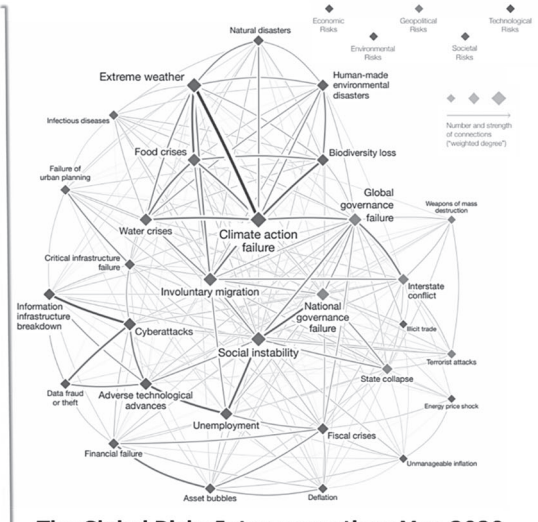
ーコロナ、あるいはウィズコロナとさまざまに表現される状況にあって、マクロリセットを考える必要があるということです。不確実性があるなかで、経済成長、雇用をどう考えていくのか、従来の財政金融政策がどこまで相応しいのか、あるいはどういう形で変更する必要があるのか等々のほか、国際秩序は既に米ソ冷戦終結以降、大きなリセットが起きており、なかでも、コロナ前から俄かに起きていた米中対立の今後の行方が重要です。

一方で、パンデミックにより、いっそう市民レベルの繋がりが地球規模で広がっています。従来の国家という枠組みが従来どおりの国家の機能・役割を果たすのか、財政金融政策の効果とも深く関係すると推察されるし、さまざまなアクター、たとえば非政府組織(NGO)、民間非営利団体(NPO)、企業、市民などの役割も従来とは変わっていくのではないかと推測されます。

図1で The Global Risks Interconnections とありますように、過去何年かを見てみると、地球規模でリスクの最上位にあるのが、Climate action failure です。長年、気候変動問題は国連気候変動枠組み条約のもとで取り組みが行われ、かつ議論はされてきたものの、ほとんど解決していません。一方、人口は指数関数的に増えており、CO<sub>2</sub>排出量やエネルギー消費量も指数関数的に増えていま



COVID-19の世界的流行収束後の変化予想図



The Global Risks Interconnections Map 2020

(出所) 左図はクラウド・シュワブ、ティエリ・マルレ（藤田正美・チャールズ清水・安納令奈訳）『グレート・リセット ダボス会議で語られるアフターコロナの世界』日経ナショナル ジオグラフィック社、2020年10月（World Economic Forum, *COVID-19: The Great Reset*, July 2020）をもとに作成。

右図は *World Economic Forum Global Risks Perception Survey 2019-2020* より抜粋。

図1 COVID-19の世界的流行収束後の変化予想図と The Global Risks Interconnections Map 2020

す。私たちが取り組むのに残された時間は長くはなく、今となっては益々短い時間でそれらを解決しなければならない状況になります。本日、私がお話をさせていただくことは、こうしたなかで、日本が取り組む脱炭素社会移行に向けた政策に係る論点です。

ミクロの産業・ビジネスレベルのリセットを考えると、菅内閣総理大臣の政権になってから重点的に進めているデジタル化や、これまで何年か起きている日本の自然災害に対する防災・減災対応、レジリエンスの問題もあるかと思います。

一方で、金融の動きもかなり変わりつつあり、これまでのシェアホルダー資本主義からステークホルダー資本主義へと、利害関係者の範囲を拡げて、資本主義を新たに変わっていく動きが見られます。これはJ・M・ケイン

ズと同時代に活躍されたヨーゼフ・アロイス・シュンペーターが議論していた論点だと思えます。私たちは、このシュンペーターの主張が今なお生きていることを再認識して、あらためて勉強をしないといけないと思っております。

個人のリセットにつきまして、人間らしさの見直しであるとか、心身の健康の大切さ、あるいは、われわれの価値観そのものや生きていくライフスタイルも変えていく必要があるのではないかと考えられるようになってきました。

このような不確実性のなかで、東アジア地域、RCEP（地域的な包括的経済連携）間、及びTPP（環太平洋パートナーシップ）間の連結性などについて、従来の方向に沿ってさらに推進していくべきなのか否か、同時に、

デジタル化をどのように進めるかを十分に検討する必要があります。

エネルギー面でみると、従来の大規模集中型の電力供給から分散化のほうに動いており、分散型社会形成の基盤となるように、電力だけでなくさまざまな利用可能なエネルギーを使用する分散型エネルギーシステムを日本国内で拡張していく必要があります。つまり、エネルギー政策設計の発想転換が必要であるということです。

一方で、2020年10月に菅内閣総理大臣が所信表明演説のなかで示した「2050年カーボンニュートラル」と脱炭素社会を考えていく必要があります。マクロフレームの変革については、日本では過去20年(米ソ冷戦構造終結)、過去9年(東日本大震災)というように、日本を取り巻く外部環境に大きな変化が起きており、その転換周期が短縮化しています。

米ソ冷戦終結以降、グローバリゼーションの動きがあり、2011年には東日本大震災と福島第一原子力発電所事故が起きました。この経験のなかでは非線形・不可逆性・不確実性が強調され、同様に新型コロナのパンデミックのなかでそれを経験しています。これまで日本のエネルギー政策では、3E(経済効率、環境適合、エネルギー安定供給) + S(安全性)が強調されてきましたが、私は、現在世代が将来世代のことを斟酌すべきという意味でSustainability(持続可能性)を加えて「3E + 2S」とすべきと予め主張してきました。

グリーンイノベーションの社会実装を実現するには、シュンペーターが『経済発展の理論』のなかで指摘しているような「創造的破壊」が起こらざるを得ないと考えます。こう

した破壊が起きるとすれば、今の世界では化石燃料産業関連の座礁資産として約100兆ドル規模の影響があるとの指摘もあります。耐用年数でみれば、まだ十分に価値は残っているけれども、バランスシート上では資産の部から負債の部に移行せざるを得ないような、いわゆる座礁資産の社会的価値をなるべく毀損させない形で吸収整理過程に持ち込む制度設計が重要です。コロナ不況なのか、あるいは今後恐慌に進むのか、不況か恐慌では大きく事態は変わってくるわけで、計画ではなく戦略と捉えて、動学的にマクロフレームのエネルギー政策をどう変えていくべきかを考えなければなりません。

2020年1月に、日本では「革新的環境イノベーション戦略」が公表されました。このなかで5分野、16課題、39テーマのダッシュボードがつくられ、具体的な要素技術に関する戦略が公表されています。これらは要素技術として優れたものばかりであり、個人的には素晴らしい戦略設計だと思います。各要素技術についての膨大な情報を収集して、優れて議論された成果だと思います。

それらの要素技術開発と社会実装のために、今後さまざまな政策支援が必要となりますが、経済学的観点からの脱炭素社会移行の政策設計が不可欠になってきます。

先ほどのシュンペーターの創造的破壊と新結合・旧結合について言えば、イノベーションは「新結合の遂行」です。新結合の市場シェアが3%を占めたとき、旧結合の売上がピークを迎えらるか、世界の電源構成のうち太陽光と風力の割合が14%を超える時点がカーボンバブル崩壊の閾値(threshold, tipping point)であると言われています。

日本の電源構成（2018年）に占める再生可能エネルギーの比率は、水力を含むと16.9%、水力を除くと9.2%です。再生可能エネルギー比率が14%を超えているのは、ドイツ、イギリス、スペイン、イタリア、フランスなどの欧州が該当するかと思います。電力14%ルールの閾値の考え方が正しいのであれば、そろそろ日本も化石燃料関連の座礁資産の回収対策の検討が必要だということになります。

二つめは、エネルギー安全保障リスクが多様化・重層化しており、多国間協力や広域的連携の依らなければ解決ができない問題領域が増えています。一方で、こういった状況であるので、個人的な見解ですが、システムリスク管理が重要だと考えます。とくにエネルギーについては日本国内の地域間連結を優先し、分散型エネルギーシステム構築を推進すべきだと考えます。

日中韓の連系線、北東アジア国際送電網プロジェクトであるとか、あるいは日露ガスパイプライン構想等があります。私は、まず日本国内でエネルギーの「連結」と「分散」を進めることを優先すべきであり、日本のエネルギー自給が実現されたのちに、連結と遮断がスイッチ可能な地域連携が日本にとっての最適戦略と信じています。強調すべき点は、脱炭素社会を目指す日本は、エネルギーの「連結」と「分散（遮断）」の戦略的組合せの選択肢を常に確保していることがますます重要となることです。

三つめは、レアメタル等の安定供給とナフサ代替供給政策の重要性です。これを指摘す

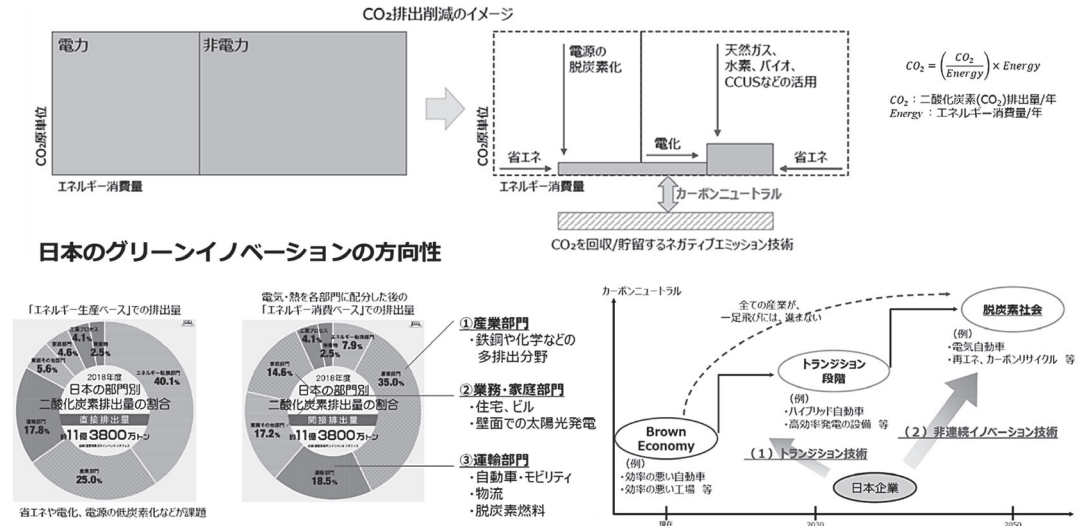
る人は今のところ多くないようです。石油は、エネルギー資源であると同時に物質資源であり、脱炭素を標榜しつつも、現時点で現代社会はあまりに多くの部分を石油に依存しています。日本のグリーンイノベーションの方向性については、統合イノベーション戦略推進会議で秋元先生が2020年11月に発表されています（図2）。

図2では日本のグリーンイノベーションの方向とはどういうものが示されています。2050年までにカーボンニュートラルにするということはCO<sub>2</sub>の排出量を実質ゼロにするということです。同図でCO<sub>2</sub>排出量はエネルギー消費量にCO<sub>2</sub>の原単位を掛けた面積で表され、省エネと併せて、電源の脱炭素化と天然ガス、水素、バイオマス、CCUS（二酸化炭素回収・利用・貯蔵）を利用してCO<sub>2</sub>排出量を削減するが、最終的にはゼロにできないので、ネガティブエミッション技術を踏まえてニュートラルにするということになります。

結局、どういうことが起きてくるのかというと、電化率を高めていくということは、太陽光発電設備だとか、電化製品、電気自動車、電気利用デバイス等を多く利用するわけで、素材・部材で必要不可欠となるレアメタル、レアアース、ベースメタル等の安定供給を大前提として考えているわけです。

世界の主要国が2050年までにカーボンニュートラルを実現する過程で、世界の石油精製量はだいたい減少していくものと推測されます。日本は消費地精製方式で、海外から原油を輸入して、国内の製油所で連産品である石油製品を生産しています。石油精製量の減少により、石油化学原料となるナフサの供給が





**日本の部門別CO<sub>2</sub>排出量(2018年度)**  
(出所) 経済産業省資料「気候変動分野に関するファイナンスの取組について」令和2年10月13日、首相官邸 統合イノベーション戦略推進会議事務局資料「2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性」2020年11月より抜粋。

**図2 日本のグリーンイノベーションの方向性, 日本の部門別CO<sub>2</sub>排出量, クライメート・イノベーションの重要性**

かなり減少しますので、原材料全般にわたるコスト高の局面がいずれ到来することが予想されます。

こうしたことが予想されるなかで、ナフサ代替の素材開発を進める必要があります。一方で、鉄鋼、レアメタル、レアアースなどの素材・部材・資源等のグローバルサプライチェーンの仕組みについて再構築を検討する局面にあると言えます。中国の協力を得る関係を発展させるか、中国以外のサプライチェーンでヘッジするかです。米中対立の対抗措置と報道されていますが、12月1日に中国では「中国輸出管理法」が施行されています。

四つめは、政府は日本の石炭火力について、高効率な超々臨界圧の石炭火力発電所は残り、非効率の石炭火力発電所を段階的に休廃

止していくというような方向で検討しているようですが、石炭は、採掘、輸送、消費といった一連のサプライチェーンにおける環境負荷や温暖化ガス排出を当然考慮する必要があります。

一方、エネルギー安全保障上、石炭には広域分布性、接近容易性、輸送技術の簡易性、およびその他のエネルギー資源に比べて価格が低いという利点があります。柏木孝夫先生が日本経済新聞の「経済教室」で「日本はあらゆる発電選択肢を維持しながら、革新的な技術開発を主導すべきだ」と書かれておりましたが、私も同じように考えます。日本のエネルギー政策の望ましい考え方は、常に可能な限り多くの選択肢を持つておくということになるかと思います。

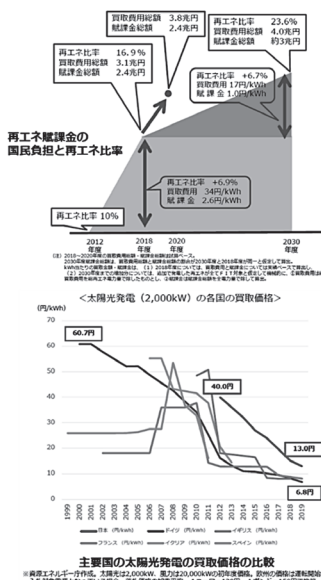
五つめは、発電設備（特に太陽光発電）や送配電網に係る主要部品や部材の調達・再調達の安定供給が、今後の日本のエネルギー安全保障において優先課題になると考えています。2050年までにカーボンニュートラルを実現する方向で進めば、電力化率、電化率が上昇していきます。そうすると、電力という二次エネルギーの安定供給こそが、日本のエネルギー安全保障上の最優先課題になると思われます。

日本では2012年7月から再生可能エネルギー全般を対象に固定価格買い取り制度（FIT）が施行されました（2009年から住宅余剰電力買い取り開始）。私見ですが、このFITというのは、ある意味で最もシンプルであり、非常にうまく制度的に施行されていると思います。FIT、もしくはこれからFIPに変更が検討されておりますけれど、FITにお

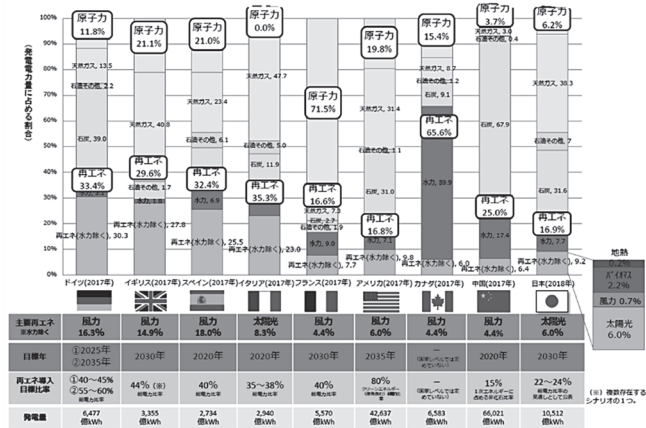
ける再生可能エネルギー賦課金は2020年度2.98円/kWhであり、年間でみると、電力需要家が納めている国民負担が2.4兆円になります。2.4兆円というのは非常に大きな規模の金額であり、図3にあるとおり、今後も再生可能エネルギー賦課金が年間2兆円ないし3兆円レベルで納められるシステムとなっています。

家庭用・産業用の太陽光発電の固定価格買い取り価格は年々下がってきており、現在は電気料金とほぼ変わらないか、あるいは電気料金よりも低い水準になっています。この制度をもっとうまく使う必要があるのではないかと思います。

一方、いま調達されている太陽光発電パネルやモジュール、送電網に係る部品には保証が付いていますが、きちんと調達保証が遵守されているかを厳しくチェックする必要があります。



【二次エネルギーの安定供給問題の論点（筆者私見）】  
事業用太陽光発電設備の維持点検、廃棄費用の積立制度（8割強が積立していない）、事業規律の継続的検証、送電線運用ルール見直し、再エネ賦課金の国民負担、「壊れたら直せない」問題



ります。部品規格の国際標準化を進めるべきだと思えます。部品・部材製造にグリーン電力を使用した発電設備だけに限定する形で義務化することを検討する必要があると思えます。

国内の太陽光パネル市場のシェアを見てみると、ほとんど中国企業が市場を占有しており、三菱電機は2020年4月に太陽光パネルの生産から撤退しています。最近では、太陽光パネル等の発電システムの一部が壊れたときに、部品を調達しようとしてもなかなか手に入らず、太陽光発電設備そのものを止めてしまうケースが現れ始めたと聞きます。これは、日本のエネルギー安全保障の観点からすると、太陽光発電設備が耐用年数経過後に産業廃棄物になる前に、「壊れてしまうと直せない問題」が出てくる可能性もあり、ゆゆしき問題だと考えます。

事業用の太陽光発電設備の維持点検と積立制度については、まだ8割強が積み立てをしていないというのが現状です。事業規律の継続的な検証と、今申し上げた、実際に太陽光発電パネル等の部品について、特に今回のコロナ禍のなかでは、海外からのグローバルサプライチェーンの寸断ということで、ただでさえ入りにくくなっているうえに、平時においても、太陽光発電パネル等の部品を製造した海外の企業と連絡が取れなくなってしまうというようなことも結構あるということです。

○諸富 藤井先生、そろそろお時間が、よろしくお願いたします。

○藤井 失礼しました。

六つめは、「2050年カーボンニュートラル」の実現には要素技術開発だけでは無理であり、ファイナンス戦略、官民の役割の見直し、および新税制の検討というものがなくなってくることも、また先ほど説明した座礁資産の吸収整理過程をいかにソフトランディングさせるかを考えていく必要があるということです。

最後の七つめは、電力安定供給についてですが、adequacyとsecurityの両方、つまり短期・静的な信頼度と動的な信頼度の両方を考えていく必要があるということです。デジタル技術の活用を進めていく一環として、多重受電、これもひとえに配電網の自由化を促すということになるかと思えます。スマートメーターの普及推進であるとか、あるいは既に行われている電気計量制度のさらなる見直し、電力データ活用、こういったようなこと regarding について制度上の対策、検討、あるいは見直しを行っていく必要があるかと思えます。

以上で、私の説明を終わりといたします。ご清聴ありがとうございました。

(報告③終了)

○諸富 先生、ありがとうございました。

藤井先生からは、かなり包括的に、どういう対策を取っていくべきか、エネルギーに特に重点を置いて、脱炭素社会に移行していくための留意点を非常に詳細にご指摘いただいたと思います。どうもありがとうございました。

そうしましたら、ここで3名の先生方の報告を終えましたので、ここでいったん予定通

り休憩とさせていただきたいと思います。当初予定したスケジュールよりも若干後ろに来ておりますけども、休憩時間をいまから10分間とさせていただきまして、いまが15時18分ですかね、ちょっと細かいですけども、15時28分に再開、10分間休憩とさせていただきます。

この後、再開後、李志東先生からご発言をいただくことになっています。では、いったん休憩とさせていただきます。よろしく願いいたします。

(休憩 01:47:20 ~ 01:55:30)

○諸富 時間になりましたので再開させていただきます。前半、第1部ではパ

ネリストの先生方から、グリーンリカバリーや脱炭素化に向けた各国の取り組み、あるいはエネルギーを中心として、脱炭素に向けて何をなしていくべきかということについて、包括的かつ詳細なご報告をいただけたと思っております。

第2部では具体的な討論に入っていきたいと思えます。まず、第2部の冒頭では先ほど申し上げましたように、長岡技術科学大学の李志東先生からご発言いただきたいと思います。

李先生、ご準備の方はよろしいですか。

○李 はい。

○諸富 よろしく願いいたします。

○李 資料の共有は大丈夫ですか。

○諸富 はい、見えております。