

本論文は

世界経済評論 2022年3/4月号

(2022年3月発行)

掲載の記事です



世界経済評論 定期購読のご案内

年間購読料

1,320円×6冊=7,920円

6,600円

税込

17%

送料無料

OFF

富士山マガジンサービス限定特典

※通巻682号以降

定期購読
期間中

デジタル版バックナンバー読み放題!!



世界経済評論 定期購読



☎0120-223-223

[24時間・年中無休]

お支払い方法

Webでお申込みの場合はクレジットカード・銀行振込・コンビニ払いからお選びいただけます。
お電話でお申込みの場合は銀行振込・コンビニ払いのみとなります。

Fujisan.co.jp
雑誌のオンライン書店

世界のエネルギー情勢 の転換点 ：多様な課題への取り組み



東京国際大学教授 武石 礼司

たけいし れいじ 東北大学法学部卒業。早稲田大学大学院社会科学研究科博士課程単位取得退学。博士（学術）。アラビア石油（株）、（財）日本エネルギー経済研究所、（財）石油開発情報センター、（株）富士通総研・経済研究所を経て、現職。

世界のエネルギー消費量の推移を見ると、化石燃料である石油、石炭、天然ガスの合計が、他のエネルギー源を圧倒してきており、2020年において83%を占めている。発電電力量について見ても、化石燃料の世界での比率は61%である。パリ協定の発効に伴い、化石燃料消費量の削減と再生可能エネルギーの導入促進が目指されているが、多量に使われている化石燃料の市場（石油市場、天然ガス市場、石炭市場）のそれぞれの特性を考慮して、市場機能を最大限活かしながら転換を図ることが必要となっており、投資金額を絞る等の大幅な削減策をとれば供給量の大幅減と価格の急上昇が生じ、さらには途絶が容易に生じることとなる。必需品としてのエネルギーの供給において、混乱を避けるためには、化石燃料市場の役割と機能の分析と理解が欠かせない。

はじめに

脱炭素（カーボンニュートラル）のかけ声の下、化石燃料への依存を低減させる試みが始まっているが、他方、再生可能エネルギーの導入については、増大しているものの、石油、天然ガス、石炭等を上回って最大のエネルギー源になるまでには、未だ多くの年月を要する見込みである。

本稿では、エネルギー供給源として、化石燃料への依存度が世界的に見ると依然として圧倒的に高く、消費量も極めて大きく、したがって、まずは石炭市場、石油市場、天然ガス市場

の特性をより深く知り政策のあり方を考察することが必要である点を指摘する。

I 世界のエネルギー消費動向と新たな変化

1. 世界のエネルギー需給

脱炭素を目指した動きが加速しており、世界のエネルギー需給に関して大きな変化が生じようとしている。ただし、こうしたエネルギー転換の議論において重要でもあるにも拘らず検討が不足している分野がある。それは、エネルギー生産・消費量が膨大であって、その大幅な変更は即座には進まないという点である。

現在消費されているエネルギー資源量は膨大で、例えば、日本の石油消費量（2020年）だけを見ても、日量320万バレルに達しており、1日のみでドラム缶8分目ほどの量（1バレル）を320万本、毎日毎日、欠かさずに海外から運び込んで日本国内で消費している。

世界全体で見ると、1億バレル（1億本のドラム缶）に達する量の石油を毎日消費している。そして、この生産量に見合うだけの生産設備、運搬設備・船舶、港湾施設、精製設備、配送設備、消費機器・エンジン自動車等が、巨額の資金を費やして配置されている。

日本においては、プロジェクトや製品の採算を合わせるためには、コストを削り、より小さく精巧な設備を作ることを目指す場合が多く見られるが、化石燃料の生産コストを引き下げするために世界で行われているのは、採算が合うところまで設備規模を大きくするという集配設備の大規模化である。このようにして、巨大な陸上・海上設備が設置されて、コストを引き下げ、競争力を増した多量の石油の供給が行われ

ている。その他、天然ガス、石炭なども同様の大規模施設を経由して供給されている。

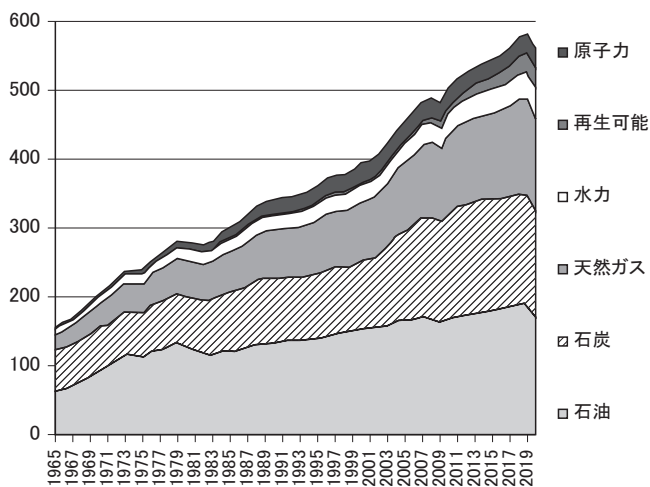
エネルギー貿易量を見ると、化石燃料（石油、石炭、天然ガスの合計）の貿易額は、世界の貿易額の10%程度を占めており、輸送用機器（自動車ほか）が同じく10%程度を占めるのと並んで、世界経済を左右する極めて重要な貿易財となっている。しかも、経済発展、世界人口の増大とともに、図1で示すように消費量は増大してきている（データはBP統計2021年版より）。

2020年でエネルギー消費量の比率は、石油が31%を占め、石炭が27%、天然ガスが25%、水力が7%、再生可能エネルギー（水力以外）が6%、原子力が4%となっている。

このように化石燃料の合計が83%に達しており、他方、水力を含めた再生可能エネルギーは合計で13%に過ぎない。

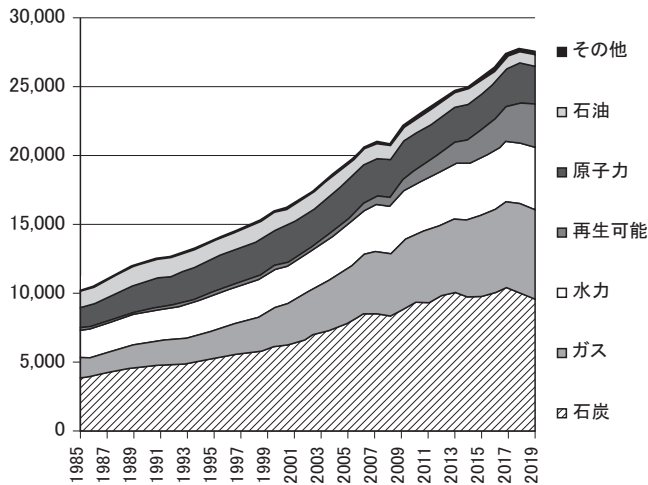
原子力と合わせて、ノーカーボン・エネルギーの比率は合計で17%に過ぎない。脱炭素導入に必要なノーカーボン・エネルギーを

図1 世界のエネルギー消費量の推移（1965年から2020年）（単位：エクサジュール）



（資料）BP統計データより筆者作成

図2 世界の発電量の燃料・電源別の推移（1990年から2021年）（単位：テラワット・アワー）



（資料）BP 統計データより筆者作成

100%にすることは、目標年を設定して逆算しながらの達成を目指しても、余程、画期的なエネルギー貯蔵技術等が実現しない限り難しい。

2. 世界の発電量推移

世界の発電量の推移を図2で見ると、エネルギー総量の消費推移と同じく、右肩上がりが増大しており、今後も電力化率が電動化の進展により増えると予測される以上、世界の電力消費量は増大する。そのため、発電に必要なエネルギー源の開発を急ぐ必要が世界的にあり、ノーカーボン・エネルギーによる発電への転換を、既存発電設備を代替しながら、新規設備を大規模に導入する必要が生じている。

燃料別の発電量の比率は2020年で見ると、石炭が35%と最も大きく、次いでガスが23%、水力が16%、再生可能エネルギーが12%、原子力が10%、石油が3%、その他が1%となっている。化石燃料による発電量の合計は、61%と過半を占めている（データはBP 統計2021年版より）。

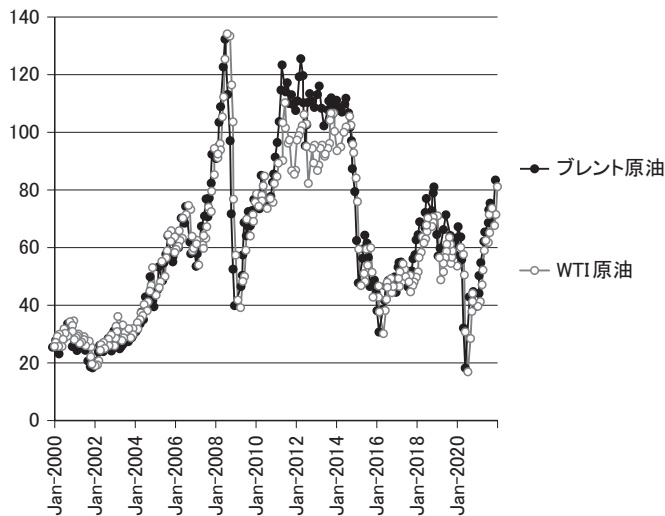
石炭火力による発電量が世界の中で最大の比率を占めており、2019年に至ってコロナ禍の下で減少したが、今後もしばらくの間は石炭が発電部門において最大の役割を占めることは間違いない。

3. エネルギー価格推移

今までの分析から明らかなように、世界のエネルギー供給は、圧倒的に化石燃料に依存してなされてきた。この状況の下でエネルギー転換を図るとすると、課題となるのは、市場の役割を有効に活用しつつ転換が進むのかという点である。例えば、電力供給においては、発電コストの引き下げ競争が行われる中、既存企業の退出と新規企業の進出が粛々と進むような状況になっているかが検討されなければならない。

図3で、原油価格の動向を見ると、実に激しく変動してきていることがわかる。石油先物市場の参加者を見ると、石油会社、船会社、航空会社などの実需筋に加えて、金融機関や投資家等の投機筋が参加している。石油価格は、政

図3 原油価格の推移（1990年から2021年）（単位：ドル／バレル）



（注）ブレント原油はスポット価格，WTI原油は先物価格（期近限月）

（資料）US, DOE EIA データ

治動乱あるいは紛争の発生などの地政学的な要因に加えて、景気動向、金融情勢など様々な要因により頻繁に変動している。中東の OPEC 加盟国のように、国営企業が国の歳入を担って国が生産を行っている諸国が、私企業では許されないはずのカルテル行為を行って需給調整をすることで、価格高騰と暴落の行き過ぎを押さえている状況がある。

それでも世界的な影響力を持つ先物市場が存在し、価格発見と、それに価格指標となるスポット価格と先物価格を示すことで、個別の企業においては、利益の獲得、損失の発生、参入と退出が、納得できる形で機能するようになっている。

産油国と消費国というように立場に大きな差が生じてしまっているが、こうした各国間の運・不運はあっても、石油市場での取り引きという点では公平性が確保される世界的なシステムが運用されていると言える。

次に、天然ガス市場を見ると、価格指標は米

国と欧州の先物市場、それに原油価格リンクのアジアのガス市場というように価格指標が存在する。

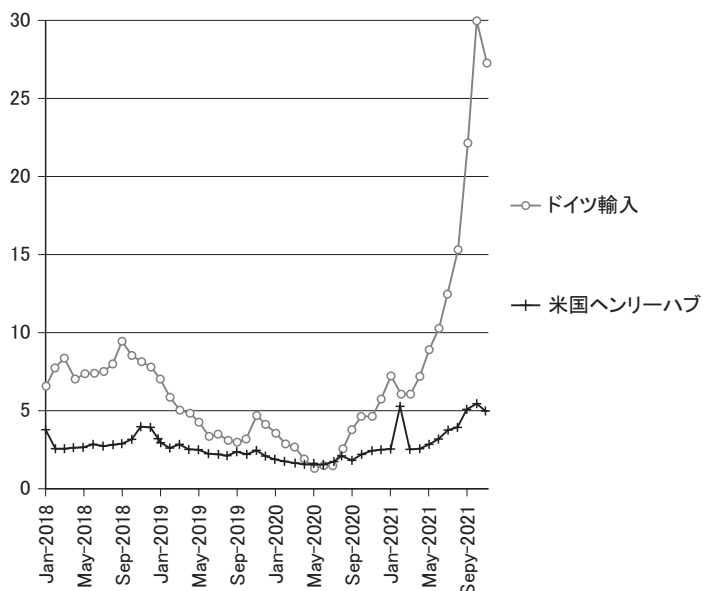
北米のガス価格が安価で取り引きされてきており、欧州のガス価格のほうが高く、さらに液化して LNG 専用船で輸送される貿易量の比率が高いアジア向けのガス価格は、欧米と比べ高いという状況が基本的に続いてきた。

ただし、図 4 で示すように、2021 年において生じている欧州のガス価格の急騰は、前例のない事態であり、複合的な要因として、寒波襲来、風力発電量の停滞、ロシアからドイツ向けのガスパイプライン（増設分）の稼働の遅れ等、様々な要因が影響したと見られている。

欧州のガス価格の高騰は、アジアで取り引きされるガス価格の上昇ももたらしている。世界的なエネルギー転換を促す動きが強まると、価格の大きな変動が今後も続く予測される。

世界中で膨大に消費されている化石燃料価格の上下動の動きは、脱炭素に向けた各国の政策

図4 米国と欧州（ドイツ）のガス価格の推移（単位：ドル/MMBTU）



(資料) 米国エネルギー省および Ychart : <https://ycharts.com/>

が今後さらに高まり、生産者が計上する埋蔵資源の可採年数が減少すれば、より激しい価格の乱高下が生じると予測することができる。

II 環境制約とエネルギー需給

OECD の国際エネルギー機関 (IEA) が作成した 2021 年版の世界エネルギー展望においては、2050 年に向けた将来予測シナリオが 4 つ出されており、公表政策シナリオ、宣言シナリオ、持続可能な開発シナリオ、2050 ネットゼロ・シナリオである。

図 5 では世界のエネルギー源別の一次エネルギー消費の 2050 年までの予測を、公表政策シナリオと 2050 ネットゼロ・シナリオの 2 つのシナリオで示している。宣言シナリオと、持続可能な開発シナリオは、図 5 で示した 2 つのシナリオの中間に位置する目標数値となっている。

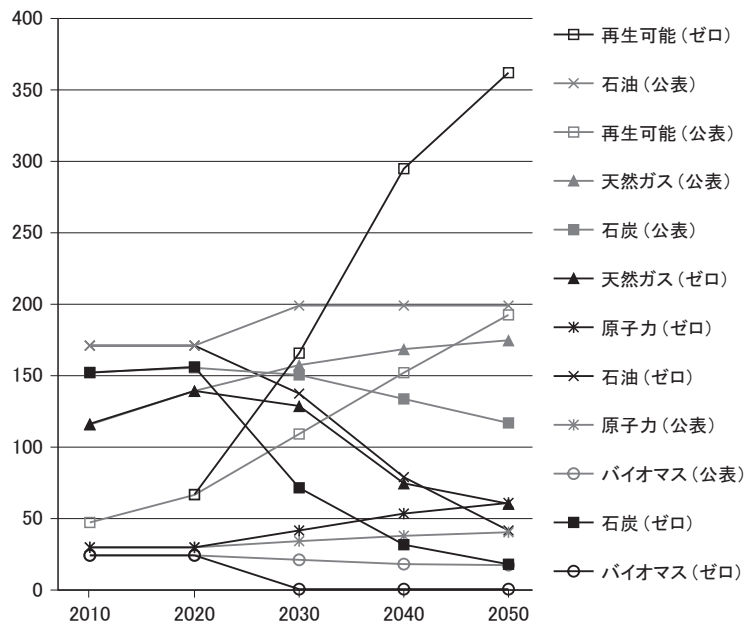
今後、2050 年に向けては、公表政策シナリオの数値に、さらに、パリ協定に従って各国 (特に先進国) が、2050 年に向けて宣言 (pledge) した野心的取り組み目標 (NDC) が何処まで政策に盛り込まれていくか、いかなるレベルまでが達成可能かに従って、化石燃料消費の削減が目指されていくと予測される。

図 5 において、大きく増えると予測されているのが再生可能エネルギー (水力含む) であり、公表政策シナリオにおいて見ても、2050 年に、石油と並ぶ最大のエネルギー源に再生可能エネルギーになると予測されている。

天然ガスについては、公表政策シナリオでは、ゆっくりと増大し、一方、ネットゼロ・シナリオにおいては、年々減少に向かうと予測されている。

石炭については、いずれのシナリオにおいても減少に向かうとの予測となっており、より大きく減少するかどうかの違いとなっている。

図5 世界のエネルギー消費量予測（エネルギー源別）（単位：エクサジュール）



(注) 図中の「ゼロ」は2050 ネットゼロ・シナリオ、「公表」は公表政策シナリオを示す。

(資料) OECD IEA “World Energy Outlook, 2021.” データより

原子力に関しては、微増、あるいは横ばいの予測となっており、2050年に向けては、原子力の役割が大きく伸びることは予定されていない。

結果として、再生可能エネルギーの大量導入に大きく依存する将来が予定されていることになる。

Ⅲ 将来予測と多様な課題

再生可能エネルギーの導入を進めるという点は、世界の殆どの国が一致して取り組んでおり、太陽光発電における効率の向上が可能か、パネル製造において世界シェアの8割をも独占する中国の人権問題がネックとなるのではないかなど、課題はあるものの、パネル用の新素材の開発も進められており、国土が広大で、太陽

光発電に適した土地を持つ諸国においてより広範な導入が目指されることは間違いない。

風力に関しては、平坦な陸上で風況が良い広大な国土を持つ国もあり、導入が進むと予測されている。さらに、水深が浅く、風況が良い海域に面した国においては、一層の導入が進むことは間違いない。浮体式の洋上風力の導入は、コスト面でかなり不利ではあるものの、導入の努力は、日本を含めて進むと予測される。

再生可能エネルギー全般に言えることであるが、最初の導入のブームが始まってから時間が経過したことで、導入にあたっての問題点や課題も見えてきている。

特にバイオマスに関しては、環境負荷や、採集に当たる人びとに関する問題（若年労働）など、課題が多く指摘されるようになってきている。

また、大幅なCO₂排出量の削減を目指すとしても、本稿で指摘してきたように、多量の化石燃料の消費量の抑制と削減を、供給途絶などを生じさせないように達成することは極めて困難である。すでに、欧州で2021年に生じた天然ガス価格の高騰は、こうした課題の序章であった可能性がある。図5で示したゼロシナリオでは、天然ガス消費量も今後減少していくと予測しているが、公表政策シナリオでは、増大していくと予測している。石炭消費量を大幅に削減していき、石油の消費も削減が始まる場合には、繋ぎの役割を果たす役として重要な論点となるのは、今後の天然ガス利用の動向である。

市場メカニズムが機能して膨大な量の取引が行われてきた化石燃料の輸出入において、強権的な割当、課税などの方法で燃料転換を図ることはエネルギー供給の途絶・逼迫、さらには価格の高騰と暴落など、混乱を招くことは間違いない。しかも基本的には、既存の化石燃料が担ってきたエネルギーの供給を、再生可能エネルギーで代替するとすれば、各国とも新たな所得（GDP）を生み出すのではなく、雇用の増大も期待できないままとり得る。

CO₂排出量の削減がCOP会議で鼓舞されても、成長分野を取り込む目処が立たない限り、世界各国の政策の実際の取り組みは、得失を考えながらというものとならざるを得ない。

石炭利用は、自国の石炭資源の枯渇が始まっていればそれに合わせて再生可能エネルギーの導入を進めるといふ、現在のドイツが採用している方式となっていくことが、国民経済的には正しいと言える。

米国の政策が今後どのようなようになるか、欧州はどうか、また中国政府の国外・国内向けの強硬

姿勢が今後も続くのか等、様々な要因によりエネルギー政策は、今後も翻弄され、エネルギーの需給状況と価格水準も大きな変動を繰り返さざるを得ないと予測される。

IV 本特集の分担内容の紹介

以下では、本特集に寄稿して頂いた7人の論者の方々の論文の内容につき、簡略な紹介を行う。

橋川論文は、「カーボンニュートラルと第6次エネルギー基本計画の問題点」との標題で、日本政府の第6次エネルギー基本計画（2021年10月閣議決定）の問題点を指摘している。特に、電源構成において、再生可能エネルギーの達成目標と原子力比率が高すぎ、火力比率の過度の引き下げでエネルギー供給上の懸念が生じており、さらに、総発電電力量（分母側）を減らしたために、「産業縮小」の可能性が生じており、日本の未来が危うくなっていると指摘している。

蓮見論文は、「欧州グリーンディールの隘路」との標題で、欧州で成長戦略の一環として2050年の気候中立を実現するべく、政策パッケージが打ち出されている状況を説明している。しかし、2021年末に生じている欧州の天然ガス価格の高騰からもわかるように、2050年の目標と、それに向かって着実に実行するシーケンシングを考え、かつステイクホルダーの合意形成を図りながら、具体的な移行経路を策定することができていない状況がある。このように、2050年に向けて、出だしの段階で躓いている状況とその課題が検討されている。

杉山論文は、「脱炭素のグレート・リセット・シナリオ」との標題で、パリ協定により、日本を含めた G7 諸国が達成が難しいと考えられる CO2 排出量の削減目標に取り組み始めた状況が今後どのように進む可能性があるか、3 つのシナリオを提示している。2050 年の CO2 排出量ゼロという「脱炭素」シナリオは達成が極めて困難であり、企業においては、ありそうにない将来像に基づいて事業を計画・実施することが危険であると述べている。

竹原論文は、「中国のエネルギー危機と低炭素化への動き」との標題で、計画経済である中国の上意下達で動くシステムにおいて、コロナ禍からの経済の回復傾向が出現する中、サプライチェーンを始めとして供給面での逼迫が多くあるにもかかわらず、中央政府は 14 次五カ年計画（2021～2025 年）を定め各省市自治区政府に拘束性の目標を設定し、さらに 2030 年の CO2 排出ピークアウト、2060 年のカーボンニュートラルの達成を宣言するなどしている状況を説明している。

上山論文は、「中東産油国の経済動向とエネルギー政策」との標題で、中東産油国の多くは油価変動に経済動向が依存する脆弱性を持っており、しかも、脱炭素化に向けた世界の動向がある中、これら中東産油国の多くがクリーンエネルギーの導入に取り組み始めている状況を説明している。特に、主要国として、サウジアラビア、アルジェリア、アラブ首長国連邦の 3 カ国の動向を詳しく説明している。

星野論文は、「エネルギー需要のトレンド」

との標題で、日本、英国、ドイツの 3 カ国とも経済成長と電力需要の関係に変化（デカップリング）が生じており、それは電力価格の上昇によりもたらされていると指摘している。しかも、日本で 2030 年までの長期需要見通しで、2013 年比で温室効果ガスを 46%削減する目標が設定されたことで、このデカップリングは今後も継続する見込みだと説く。エネルギーの議論において、従来までの供給側中心ではなく、エネルギーコスト上昇の影響と需要側の多様性を踏まえた議論が必要と述べる。

丸田論文は、「水素・燃料アンモニア・合成メタン・合成燃料の現状と将来」との標題で、2050 年に向けて多くの国・機関で進められている水素（水素由来合成燃料とアンモニアを含む）燃料が、エネルギー消費全体の 1～2 割をも占める目標が達成されるのか、その可能性につき検討している。また、世界的にはアンモニアは船舶用燃料としての使用が検討されており、日本のみで発電用の利用が検討されているとの指摘がなされている。化石燃料由来 CO2 を用いた合成燃料の使用に対して、欧州では上流責任となる可能性が大であるとの指摘がなされており、十分な検討が必要な課題となっている。

今回の特集で特に明らかなのは、杉山論文と竹原論文を読み比べて頂くと分るように、中国が自由主義経済圏の諸国とは全く異なった行動原理、市場の利用に対する理解の下で自国の利益のみを考えて対外行動に出ているという点である。G7 諸国が 2050 年目標を宣言している際に、2060 年目標を中国が宣明すれば、これは明らかに G7 諸国の CO2 削減とエネルギー転

換の実施状況を高みの見物する立場に中国が立つことを意味している。また、竹原論文で指摘されているように、中国は2030年までは石炭火力の増強を進めており、安価な電力価格を維持して製造業でより大きな世界シェアの獲得を目指している。さらに、石炭火力の増強は、CO2排出削減の余地を拡大させており、後ほど排出権を売る量を増やしていると言える。

現在のエネルギー需給と地球環境を巡る問題に関しては、環境科学者の主張を超えた、世界の政治と経済の成り立ちという面からの歴史認識が必要だと考えられる。蓮見論文で指摘されているように、昨今の欧州でのガス価格高騰と混乱は、将来のエネルギー需給に関する具体的な移行経路を提示できないことから生じていると言える。英国が離脱し、またドイツのメルケ

ル首相が退任したあとのEUが、世界のリーダーシップをとった立ち位置を本当に確保し続けることができるかは、不確定と言わざるを得ない。

世界の仕組みがいかに機能しており、その支えとなる理念がどのようなものであり、さらに少なくとも人権などの規範を踏まえる必要は勿論あり、そして時間をかけた着実な対応が必要となっていると言える。実現性が乏しい国際的取り決めの義務化は避けるとともに、現実的な取り組みの積み重ねが求められる。

【参考文献】

- BP statistical review, 2021
- OECD IEA, "World Energy Outlook, 2021"
- U.S. Energy Information Administration, Natural Gas Prices
- Ychart : <https://ycharts.com/>



世界 Econo.Biz セレクト

YouTubeで語る 世界経済評論の著者を囲むオンライン座談会

論文著者の生の声で国際知の深読み、深掘りを！

ご参加大歓迎！（無料、ITIのホームページで各号発売の偶数月に申し込みご案内をします。）

ITI ホームページ (<http://www/iti.or.jp>) の「世界 Econo.Biz セレクト」から過去の座談会をご視聴できます。

<p>「世界経済評論」2022年1-2月号</p> <p>【参加の著者】 中山俊宏（慶應義塾大学総合政策学部教授）／安井明彦（みずほリサーチ&テクノロジーズ首席エコノミスト）／瀧井光夫（桜美林大学名誉教授）／松下和夫（京都大学名誉教授）／大橋英夫（専修大学経済学部教授）／古城佳子（青山学院大学国際政治経済学部教授）</p>	<p>「世界経済評論」2021年11-12月号</p> <p>【参加の著者】 大庭三枝（神奈川大学法学部教授）／篠田邦彦（政策研究大学院大学政策研究院教授・参与）／若松 勇（日本貿易振興機構海外調査部長）／堀本武功（岐阜女子大学客員教授）／石川幸一（亜細亜大学アジア研究所特別研究員）</p>
<p>「世界経済評論」2021年9-10月号</p> <p>【参加の著者】 田中素香（東北大学名誉教授）／田中 理（第一生命経済研究所首席エコノミスト）／中空麻奈（BNPパリバ証券グローバルマーケット統括本部副会長）／八十田博人（共立女子大学教授）／上垣 彰（西南学院大学名誉教授）／平石隆司（欧州三井物産戦略情報課 GM）／鶴岡路人（慶應義塾大学准教授）／赤川省吾（日本経済新聞社欧州総局編集委員）</p>	<p>「世界経済評論」2021年7-8月号</p> <p>【参加の著者】 椋 寛（学習院大学教授）／浦田秀次郎（早稲田大学名誉教授）／水上武彦（CSV開発機構副理事長）／今川智美（ビジネス・ブレイクスルー大学院助教）／高橋俊樹（国際貿易投資研究所研究主幹）</p>

一般財団法人 国際貿易投資研究所 (ITI) TEL : 03(5148)2601 / FAX : 03(5148)2677
 〒104-0045 東京都中央区築地 1-4-5 第37 興和ビル3 階 E-Mail : jimukyoku@iti.or.jp / URL : <http://www.iti.or.jp/>