

第5回 IEEJ/APERC 国際エネルギーシンポジウム 開催報告

(一財)日本エネルギー経済研究所(IEEJ)
 (一財) アジア太平洋エネルギー研究センター(APERC)

1. 日時： 2020年9月18日(金) 9:00-10:25 および 15:00-18:20
2. 開催方法：Zoom ウェビナー
3. テーマ： 「ポストコロナのエネルギー・トリレンマ：
技術革新とソフトパワーは解決策となるのか？」
4. プログラム：

9:00-9:10	開会挨拶	(一財)日本エネルギー経済研究所 理事長 豊田 正和
9:10-10:25	セッション 1 2050年までに、エネルギーのゼロエミッション達成は可能か？ ～再生可能エネルギーと原子力、省エネの役割～ 講演 9:10-9:40 パネル ディスカッション 9:40-10:25	<ul style="list-style-type: none"> ➢ CO2削減の主力と期待される非化石エネルギー技術等(再エネ・原子力・省エネ)の役割ならびに可能性と限界について、どう見るべきか？ ➢ 2050年までに、エネルギーのゼロエミッション達成は可能か？ 司会 (一財)日本エネルギー経済研究所 常務理事 山下 ゆかり 講演・パネリスト 米 コロラド大学環境学部 教授 ロジャー・ペルギ* 米 ライス大学ベーカー研究所 シニアディレクター ケン・メドロック* 米 原子力エネルギー協会 (NEI) 副会長 ジョン・コック
15:00-16:15	セッション 2 化石燃料は、気候変動対策の敵か、味方か？ 講演 15:00-15:40 パネル ディスカッション 15:40-16:15	<ul style="list-style-type: none"> ➢ CO2大幅削減に有効と期待される、化石燃料の脱炭素化に向けた革新的なイノベーション技術に対する見方や考え方、戦略はどうあるべきか？ ➢ 化石燃料は、気候変動対策の敵か、味方か？ 司会 (一財)日本エネルギー経済研究所 理事 工藤 拓毅 講演・パネリスト 経済産業省資源エネルギー庁 次長 兼 首席エネルギー・環境・イノベーション政策統括調整官 飯田 祐二 「革新的環境イノベーション戦略」 アブダビ国王石油調査研究センター (KAPSARC) シニア G20 アドバイザー エリック・ウイリアムズ 国際エネルギー機関 (IEA) 持続可能性・技術・見直し局長 メウチルド・ヴェルストルファー シェル・インターナショナル 首席エネルギーアドバイザー ウィム・トーマス*
16:15-16:45	特別講演 エネルギー政策の現状について	経済産業省資源エネルギー庁 長官 保坂 伸
16:45-16:55	休憩	
16:55-18:10	セッション 3 中東の安定化に貢献するのは、ハードパワーか、ソフトパワーか？ ～日本のソフトパワーの役割は？～ 講演 16:55-17:25 パネル ディスカッション 17:25-18:10	<ul style="list-style-type: none"> ➢ パンデミックは、中東の安定化にどのような影響を与えたか、与え続けるのか？ ➢ 国際エネルギー市場、ひいては中東地域の安定化において、関係各国・機関(米国・ロシア・中国等)に期待される役割とは？そして、日本はどのような役割を果たせるか？ ➢ 中東の安定化に貢献するのは、ハードパワーか、ソフトパワーか？ 司会 (一財)日本エネルギー経済研究所 専務理事 首席研究員 小山 堅 講演・パネリスト 英 王立国際問題研究所 特別上席フェロー ボール・スティーンズ* 露 スコルコボ・ビジネススクール エネルギーセンター所長 タチアナ・ミトロバ* (公財) 笹川平和財団 顧問 田中 伸男*
18:10-18:20	閉会挨拶	(一財)アジア太平洋エネルギー研究センター 代表理事・所長 入江 一友

* 当研究所の特別客員研究員

※ 発言は議事録掲載について許可をいただいた登壇者のみ掲載

セッション 1

セッション 1：2050 年までに、エネルギーのゼロエミッション達成は可能か？

～再生可能エネルギーと原子力、省エネの役割～

司会：山下ゆかり（弊所 常務理事）

講演 1：ロジャー・ピールキ氏（米 コロラド大学環境学部 教授）

タイトル：2050 年までのゼロエミッション達成についての良いニュースと悪いニュース

2050 年までのゼロエミッション達成について、良いニュースを 2 点、悪いニュースを 2 点取り上げる。

良いニュースの一点目は、我々は一人当たり GDP と二酸化炭素排出量を過大推計していたことである。IPCC の 2005 年から 2020 年までの SSP シナリオ（Shared Socioeconomic Pathways, 共有社会経済パス）予測値と実測値や最新の予測値を比較すると、上記 2 項目については過大推計している。2020 年から 2040 年までの SSP の予測値を IEA の CPS(現行政策シナリオ)と比較しても、一人当たり GDP と二酸化炭素排出量は大きくなっており、過大推計している可能性がある。このことは課題の解決が以前ほどの困難さではないということの意味している。

良いニュースの二点目は、世界の二酸化炭素排出の伸びが止まったかもしれないということである。新型コロナウイルス（COVID-19）の影響により足元で CO₂ 排出量は大きく減少しており、GDP の伸びの鈍化と、脱炭素化が進むことで、CO₂ 排出量は 2019 年でピークを打つ可能性がある。SSP の 2024 年までの一人当たり GDP の予測値を IMF と比較すると、SSP の方が大きくなっている。

悪いニュースの一点目は、化石燃料消費量はカーボンフリーの燃料消費よりも速く拡大していることである。新型コロナウイルスは、2020 年の脱炭素化比率（CO₂ 排出量/GDP）にはほとんど影響を与えていなかった。

悪いニュースの二点目は、どの国も排出量削減に向けた現実的で実行可能な化石燃料施設の廃止計画を持っていないということである。米国の電力部門における 2035 年ネットゼロ目標の達成には、2 週間ごとに原子炉 1 基あるいは 1700(2MW)の風力発電所を新設する必要があり、これは規模としてはガス火力や石炭火力 1 基分にあたる。どんなゼロエミッション目標もカーボンフリーの設備の配置計画と化石燃料施設の廃止計画が必要であるが、このようなペースは現実的ではない。バイデン候補はゼロエミッションを掲げているが、これは政治家としては世界でも稀である。

講演 2：ケン・メドロック氏（米 ライス大学ベーカー研究所 シニアダイレクター）

タイトル：エネルギーの移行：レガシー、スケールとテクノロジーの重要性

エネルギー需要は主に化石燃料に牽引されて、途上国において急速に増加している。人口と経済成長の予測は、この傾向が続く可能性が高いことを示している。化石燃料のシェアを考えることは重要であるが、需要が拡大していることを忘れてはならない。同じシェアであっても需要が伸びていれば二酸化炭素排出量は増大するからである。

地域によって様子が大きく異なっているということも重要である。非 OECD 諸国の CO₂ 排出量は過去 20 年間で大幅に増加したが、2000 年を転換点として OECD 諸国の排出量は横ばいから減少に転じている。たとえ OECD 諸国の排出量がゼロになったとしても、世界の CO₂ 排出量は 1995 年のレ

セッション 1

ベルを超える。「更なる脱炭素化」には途上国の脱炭素化が不可欠であり、既存の燃料の利用効率を高め、新たなエネルギーを導入することが重要である。

それに加えて、経済性が重要である。基本となる比較優位の原則とは、チャンスがあった時に、最も低いコストで成長を手に入れられるかどうかであり、各国固有の条件（どのようなインフラ、資源を有しているか）にも依存する。世界によって状況は異なるが、比較優位の原則を無視できない。

現在再生可能エネルギーはエネルギー転換の議論の主要な焦点であり、急速に増加しているが、風力及び太陽光発電の絶対量は少なく、総エネルギーミックスに占める割合は依然として小さい。足元の急増傾向が継続しても、大きな変化を起こして化石燃料に代替する「移行」は挑戦的である。総エネルギー需要は引き続き増加するため、既存の燃料需要を代替するだけでなく、同時に新しい需要を満たすことができなければならない。将来の予測は難しいが、OECD の既存インフラは古く、更新が比較的容易な点で非 OECD のそれとは異なる。例えば、中国の石炭火力は若く、置き換えるには時間がかかる。

電化の拡大も課題である。エネルギー消費における電力の割合は 1985 年の約 30%から 2019 年には 41%まで拡大した。しかし電化トレンドの継続は困難であり、輸送における大規模な「移行」、そして重工業における「移行」が必要となる。また非電力エネルギーの 99%を占める炭化水素の直接燃焼にも留意が必要である。

一次エネルギー構成（シェア）の変化は、需要の伸びに比べてゆっくり進む。脱炭素化は、再生可能エネルギー利用の促進だけでは達成できない。化石燃料の燃焼方法の変更、炭素回収、原子力、炭素吸収源の拡大といった全ての手段の活用が必須。そしてソリューションは地域によって異なる。

講演 3：ジョン・コテック氏（米 原子力エネルギー協会（NEI）副会長）**タイトル：2050 年までのグローバルな脱炭素化は本当に可能か？**

原子力は米国のカーボンフリー電力の半分以上を供給した。2019 年の米国の電力のうちカーボンフリーは 37%であった。米国の原子力発電は費用も効率的である。2018 年から 2019 年にかけて、合計の発電コストは 7.6%も減少した。ただし、米国の電力卸価格も低下が続いており、2020 年 - 2023 年にかけて 24-32 ドルのレンジになる見込みである。競争力の高い市場では、卸価格が原子力の発電コストと同等かより低いいため課題がある。

電力・エネルギー企業の公約に基づく 2050 年までの大幅な排出量削減目標の実現を可能にするのは、堅実な低炭素技術の導入。脱炭素化に向けたシステムコストは再生可能エネルギー電源の増加で増大し、ゼロエミッションに近づくほど高くなる。給電調整可能な原子力を導入することが必要であるという研究結果が出ている。企業による分析研究も増えており、例えば Duke Energy は、2050 年までにネットゼロを実現するために、11,000MW の原子力を継続的に使用できることが重要としており、運転寿命を 60~80 年に延長することを求めている。

SMR とした次世代原子炉についても、いくつかの企業が関心を示している。Energy Northwest では、ワシントン州法で定められた電力部門の脱炭素化目標を達成するにはどうすべきかを分析し、SMR の稼働が再エネのみのケースよりも系統費用を安く、安定的に運用できることを示した。ワシントン

セッション 1

州には水力もあるが、原子力を加えることに大きな価値がある。

自主的取り組みとして供給チェーン全体での排出削減を進める米国の企業（消費者）と政策立案者は、低炭素電力をますます求めている。州政府と公益事業者は、脱炭素化の目標に対応している。原子力は脱炭素化に向けたシステムの移行に極めて価値のあるエネルギーであり、最小の費用で、最も信頼のおける低炭素システムには原子力が必要。州や国は初号機コストの障壁を乗り越えるべきである。朗報として、米国の政権が原子力の研究開発を進めようとしており、おそらくエネルギー省から近々発表がある。政治にも変化が見えており、特に民主党が原子力の役割を認識し始めている。

パネルディスカッション

山下氏：皆様のプレゼンを拝聴し、明確しておくべき点について質問したい。まずピールキ様、2050年までの脱炭素のイメージを原子力発電や風力発電の建設を例にご説明いただいたが、足元はどのようなペースであるか。

ピールキ氏：2050年までのイメージはあくまで概算であるが、重要な点は、新たなエネルギー需要も高まっている中、カーボンフリーエネルギーは追加的であるということ。単に化石燃料のインフラをそのペースで置き換えるということではない。カーボンフリーエネルギーの割合は10年前13%程度であったところ、現在14.5%と微増にとどまっており、非常に大変だということが分かる。

山下氏：関連してコテック様に伺いたい。ピールキ様の発表では、米国の電力部門における2035年の脱炭素化計画に対応するには、例えば原子力だけだと2週間に1基の建設が必要と示された。一方で、SMRなど最先端技術の実証も始まる。様々な物事を早いペースで進める必要があると思うが、米国の電力部門の脱炭素化計画は実現可能か。

コテック氏：原子力の建設ペースは相当のスピードが求められる。電力会社は、2050年ネットゼロを目指すためには、原子力の新設を2030年から2035年くらいまでに行う必要があると考えているが、2035年目標であれば相当に異なる。電力会社のコミットや連邦政府・州の法律を守るためには、今後10～15年くらいの間に、最初のSMRの設計がNRCの安全に関する審査を通る必要があるが、これは商用化までに想定される期間と整合している。必要な投資がなされるという前提だが、電力会社のコミットは守ることができるのではないか。迅速に取り組まなければならないことは確かである。

山下氏：メドロック様への質問として、ネットでの脱炭素化が重要ということだが、もう少し詳しく説明してほしい。

メドロック氏：多くの場合、脱炭素化というときには化石燃料を置き換えることが念頭にあるが、実際に深堀をするとこれが如何に難しいことかが分かる。本当に脱炭素化を実現するなら吸収源を増やすことが必要。CCSは大きなポテンシャルがあるが高価であり、土壌への二酸化炭素の吸収も考えなければならない。ある期限までにネットゼロを達成するためには新技術も必要であり、選択肢を広げる必要がある。一般に2050年がターゲットになっているが、実質的にはか

セッション 1

なり難しい。

山下氏：皆様に質問したい。COVID-19 の蔓延によって、輸送部門や経済全般が影響を受けた。これが、今後の CO2 削減に対してどのような影響を与えるか。脱炭素化を加速させるか、それとも遅らせるか。

ピールキ氏：今回学んだことは、行動の変化が排出に与える影響が如何に小さいかということである。COVID-19 の長期的な影響はまだわからない。我々の研究では従前の想定よりも経済成長率が下がると予測しているが、それで脱炭素化が達成できるわけではない。

コテック氏：米国での金融危機の後、クリーンエネルギーへの投資がかなり行われた。原子力に対してはそれほど影響がなかったが、風力・太陽光についてはここ 10 年の成長の原動力として貢献した。大統領選の結果によるが、バイデン候補は、COVID-19 の経済停滞から回復にグリーンエネルギーへの投資を求めている。

メドロック氏：更なる脱炭素化が如何に難しいかがわかる。世界経済を何か月も閉鎖したにもかかわらず、排出が劇的に減ったわけではない。金融危機後のグリーンエネルギーへの投資は、確かに風力や太陽光を拡大するのに役割を果たしたが、ネットでは再エネは少ししか伸びていない。米国で石炭火力が減少した大きな理由はインフラが老朽化しているためである。米国では天然ガス、再エネも安くなっており石炭を代替することは簡単だが、他の地域では石炭火力は新しく、同じようにはいかない。

山下氏：米国では石炭火力は古く、コストの要因もありリプレースされつつあるとのことだが、新しいインフラを持つ途上国が脱炭素化の主なターゲットである。途上国のゼロエミッション化の道は開けるのか。また、SDGs との両立はどうすればよいか。

メドロック氏：途上国では排出が増加しているが、経済性、エネルギーアクセスが重要であるため、高価な技術を採用する余力がない。一方、非常に重要なことは、ここ 10 年で貿易の制限、資本投資フローへの制裁など反グローバル化の動きがあったが、技術が国境を越えて拡がることを考えると、このような動きは大きな問題となる。途上国を考えると開かれた経済に関する議論が必要であるが、世界はその方向に向かっていない。

山下氏：原子力の可能性はあるか。

コテック氏：多くの先進的な原子炉の開発状況を見ると、その設計は技術的に進んでいない国を念頭に置いている。米国における投資家の動機は、世界をエネルギーの貧困から救うということである。原子力が今後 10~20 年間ですべての国で適切に使えるということにはならないが、原子力の新参国でも技術を購入・利用しやすいようにするための努力がなされている。

山下氏：省エネについて誰からも話がなかったが、省エネの貢献余地はあるか。

ピールキ氏：省エネはもちろん重要であるが、リバウンド効果がある。また、世界のエネルギー効率が 2 倍になったとしても、炭素原単位は 95%減少させる必要があり、更なる脱炭素を考える

セッション 1

と、省エネを最優先の手段として使うのは難しい。

メドロック氏：省エネは仮想的な供給源になる。エネルギー需要が増えている中、省エネはさらに重要になっているが、それだけでは不十分である。省エネもポートフォリオの一つであることは間違いない。省エネはエネルギーコストを下げ、経済成長にも資するものである。

コテック氏：チャットで最初に見た質問に答えたい。米国における排出削減に対する原子力の貢献の割合について、大半は運転期間の延長に起因するだろう。米国では今 94 基の原子炉が稼働しているが、ほとんどが少なくとも 60 年、もしかすると 80 年運転するとみている。特に、市場で炭素に価格がつけばそうなるだろう。規模を考えると、既存の原子炉の貢献は、今後 10 年くらいの間は SMR の貢献を上回る。長期的には次の大規模な新設の波を期待するが、数十年先になるだろう。

山下氏：チャットの質問で、日本では今後 IT 関係の電力消費が大幅に増加するとの見通しがあり、世界の先進国でも同様だと思う。経済や人口の見通しは上振れしていて、もう少し下がるのではないかという見解もあったが、IT に伴う電力需要の増加はどう見るか。

ピールキ氏：最近の調査によると、35 億の人が信頼性の高いエネルギーにアクセスできておらず、これから継続してアクセスが求められていくため、将来エネルギー需要は増えていく。何のエネルギーを用いるにせよ、想像できないくらいの規模とスピードが必要である。政策分析の面での良いニュースは、2025 年、2030 年の目標は政治的なタイムスケールと合致することである。米国ではバイデン氏が選出された場合、4 年後本当に進捗したかどうか分かる。我々はこれから、気候変動政策の説明責任の時代に突入し、それは議論を再形成すると考える。

山下氏：セッション 1 では既存の技術で脱炭素化にどれだけ対応できるかを問うた。議論をまとめると、今後エネルギー需要が伸びていく途上国で課題を解決することが重要であること、途上国を中心に化石燃料の増加ペースが速い中、クリーンなエネルギーだけで解決しようとするのはかなり挑戦的であること、原子力も含めた新しい技術に注目すべきということ、さらにネットで脱炭素化するために吸収源の活用も重要であるということ、すべての活用できる技術・エネルギーを組み込んだポートフォリオとして考えることが重要であること、などが挙げられた。

セッション 2

セッション 1：化石燃料は、気候変動対策の敵か、味方か？**司会：工藤 拓毅（弊所 理事）****講演 1：飯田 祐二氏（経済産業省資源エネルギー庁 次長 兼 首席エネルギー・環境・イノベーション政策統括調整官）****タイトル：革新的環境イノベーション戦略**

世界中で、異常気象の広がりにより経済損失額も拡大傾向にあるなど、温暖化対策は喫緊の課題となっている。温暖化対策は温室効果ガスの排出が拡大していくと想定される発展途上国を含めた世界全体で取り組むことが重要であるが、多額のコストが必要であるとの試算もあり大きな障害となると考えられる。世界全体の温室効果ガス排出を削減するためには、イノベーションにより社会実装可能なコストを一刻も早く実現し、環境と成長の好循環を実現することが重要である。

長期戦略に基づき、イノベーションにより世界のパリ協定の目標達成に貢献する具体的行動計画として、2020年1月に①イノベーション・アクティブプラン、②アクセラレーションプラン、③ゼロエミッション・イニシアティブズの3本柱で構成される「革新的環境イノベーション戦略」を策定した。

イノベーション・アクティブプランでは、エネルギー供給や需要に関する5分野にわたる16の技術課題について、社会実装可能なコスト目標の設定や、現実的な実現シナリオを明記した。また、アクセラレーションプランでは、イノベーション・アクティブプランの実現を図るために、研究開発体制や投資促進策等を示した。さらに、ゼロエミッション・イニシアティブズでは、世界の産業界や金融界、研究者等のグローバルリーダーと共に発信・共創していくことを目指す。今後は具体的な投資額や実施主体等の詳細事項を検討し、日本が中心となって温暖化対策の解決に取り組む。

講演 2：エリック・ウィリアムズ氏（アブドラ国王石油調査研究センター シニア G20 アドバイザー）**タイトル：A Guide to the Circular Carbon Economy**

パリ協定の気候変動目標を達成するためには、二酸化炭素を含む温室効果ガスの排出量を管理することができるオプションを追求する必要がある。カーボンバランスやネットゼロ、カーボンニュートラルに必要な世界のエネルギーミックスには、炭化水素を含む全てのエネルギー源が含まれている。その中で、循環型炭素経済（The Circular Carbon Economy、以下「CCE」という）は、世界のエネルギーミックスにおける炭素排出量を管理するために、また排出削減オプションの相互関連を可視化するために、有用な枠組みである。

CCE は循環型経済の延長線上に位置づけられるが、コアコンセプトや枠組み、スコープ、目標が循環型経済とは異なる。循環型経済のコアコンセプトは3つのR（Reduce, Reuse, Recycle）であり、持続可能な生産と消費の枠組みである。さらに、スコープは資源と物質であり、目標は資源消費の最小化である。一方、CCEのコアコンセプトは4つのR（Reduce, Reuse, Recycle, Remove）であり、すべての選択肢を評価する気候変動緩和の枠組みである。スコープはエネルギーと炭素の流れであり、

セッション 2

目標は温室効果ガスの排出量をバランス管理することである。

CCE は炭素管理の総合的なアプローチで、包括的で弾力性があり、持続可能なカーボンニュートラルやネットゼロのエネルギーシステムに向けて、国内外の取り組みを導くことが出来る。さらに、幅広い気候変動緩和の為の様々な選択肢の相互関係を理解するための有用な方法である。また、CCUS が展開されている限り、ネットゼロへの移行プロセスにおいても、炭化水素が重要な役割を果たす。

講演 3 : メクチルド・ヴェルストルファー氏 (国際エネルギー機関 持続可能性・技術・見通し局長)**タイトル : Fuels in transitions**

新型コロナウイルスは、2020 年のエネルギー需要やエネルギー投資に対して大きな影響を与える。エネルギー需要は過去 70 年間で最大の減少幅となり、エネルギー投資も世界各地域で減少する。とりわけ、石油・ガスの主要産出国が大きな影響を受けると想定されている。

石油・ガスと電力への投資状況は 2014 年時点では石油・ガスへの投資額が電力より 50%高い状況であったが、2020 年には電力への投資額が石油・ガスを 25%上回る状況へ転じており、電力部門への投資が拡大していることが分かる。しかし、アフリカを中心とした約 8 億人は、未だに電力へアクセスすることが出来ず、また定期的に停電も発生している。

世界の最終エネルギー消費に占める電力の比率（電力化率）は約 20%であるが、将来的には運輸等の多くの部門において電化が進むことにより、電力比率は増加していくと想定される。しかし、エネルギー部門の一部は電化することが非常に困難である事や、電化が最も費用対効果が高い選択肢ではない場合もあるため、全てのエネルギーを継続して利用する必要がある。

IEA の試算によると、2020 年はエネルギー需要とエネルギー投資の減少により、温室効果ガスの排出量は 2019 年比で 7%-8%程度減少すると期待されている。これは、景気後退による一時的な減少である。今後、各国政府が原子力や水素、CCUS 等の低炭素関連技術に投資を行う様な持続可能なりカバリープランを実施しない場合には、温室効果ガスの排出は増加する事が予想される。しかし、政府が持続可能なりカバリープランを実施した場合には、温室効果ガスを約 45 億トン削減する事が可能となる。

2050 年までにネットゼロエミッションを達成するためには、発電や重工業等の耐久年数の長い資産に関する温室効果ガス排出の削減に取り組む必要があるが、アジア新興国では既存の石炭火力発電設備容量の 80%が過去 20 年間に建設されているなど、地域的な特徴もある。また、温室効果ガス排出の削減に対する消費者行動に大きな変化があった場合でも、太陽光や水素、CCUS 等のクリーンエネルギー技術と関連するインフラを前例のない規模で導入する必要がある。

さらに、EV や FCV、水素をエネルギーとする鉄鋼等のプロトタイプや実証段階にある技術は、温室効果ガスの排出削減に貢献するが、2050 年までにネットゼロを達成するためには、それらの技術を現状の 2 倍の速さで市場へ投入することが必要である。

セッション 2

講演 4 : ウィム・トーマス氏 (蘭 シェル・インターナショナル 首席エネルギーアドバイザー)**タイトル : The Enduring Role of Hydrocarbons for Climate Change Measures**

シェルが策定した Sky シナリオを基に、気候変動対策における炭化水素の将来について説明する。世界の最終エネルギー消費の予測では、産業分野等の脱炭素化や電化が推し進められることで、電力の消費量が拡大する。しかし、全ての分野で脱炭素化や電化を実施することは難しく、炭化水素は今世紀末まで継続的に利用される。

Sky シナリオでは、電力の消費量は通常予測より拡大する事を想定しており、そのためには 2-3 倍の発電設備を建設する必要があると考えている。その中では風力発電に対する期待が高く、世界の新しいエネルギーシステムの重要な一部となるだろう。現在、風力発電の約 90%は新設されたものであるが、2070 年までにはその内約 40%が既存の発電設備のリプレースを迫られる。

世界的な風力発電の拡大により、風力発電設備を建設するために必要な鉄やセメント等の原材料の需要は増加する。原材料を生産するためにはエネルギーが必要であるが、セメントの様に原材料生産に関するエネルギー効率が理論効率に近づいているような場合には、必ずしも現状よりエネルギー効率が向上するとは限らない。そのため、原材料のリサイクル量を増やすことがエネルギー効率向上の鍵となる。リサイクル率が高いほどエネルギー効率も高くなるが、原材料の生産を 100%リサイクルで行うことは難しい。

風力発電設備を建設するためには、原材料のエネルギー効率も考慮しつつ、化石燃料が重要な役割を果たすだろう。今後、風力発電設備の建設に際し、原材料生産において化石燃料を継続使用した場合、2070 年までにガス火力発電と比較して CCS に係る約 6,500 億ドルのコストを削減することができる。温室効果ガスの排出量削減はサプライチェーン全体で考える必要があり、そのために今後も化石燃料は必要となる。

パネルディスカッション

工藤氏 : これまでのプレゼンテーションを踏まえて、まずはパネリスト間でコメントや質問があればお願いしたい。

エリック・ウィリアムズ氏 : ヴェルズドルファー氏への質問だが、気候変動目標を達成するために最も重要かつ不可欠な技術とは何か。換言すると、その技術の普及がないとネットゼロの世界を達成することができないと考えられる技術とは何か。

メクチルド・ヴェルズドルファー氏 : あらゆる技術が必要となると考えているため、それは難しい質問である。国ごとの状況次第だが、どの国もエネルギー効率を高め、再エネ・低炭素エネルギーの導入を促進する必要がある。特に重要となる技術は、水素、CCUS、バイオエネルギー、バッテリーであり、既存インフラを脱炭素化しながら活用する取り組みも欠かせない。技術の組み合わせや必要性の度合いなどは地域や国ごとに異なると思うが、どの技術もネットゼロの世界を実現するためには必要であると考えている。

メクチルド・ヴェルズドルファー氏 : ウィリアムズ氏への質問だが、循環型炭素経済 (CCE) の実現

セッション 2

を促進するためにはどのような取り組みが重要と考えるか。また、どの国がその促進を後押しするか。トーマス氏への質問だが、ネットゼロの世界を実現するために特に重要と考える技術は何かを伺いたい。

エリック・ウィリアムズ氏：サウジアラビアがホストを務める今年 11 月の G20 の中で CCE のコンセプトが提唱されることを受け、サウジアラビアは CCE を全面的に後押しする意向であると考え。同コンセプトの強みは、全てのオプションをみている点である。国ごとの状況や技術発展の経路も異なる中、同コンセプトでは特定の技術による解決を目指すのではなく、温室効果ガスの排出を管理しながら気候変動目標を達成することに焦点を当てている点が特徴。今後も継続的に CCE の研究を続けていくし、同コンセプトはパリ協定と完全に合致するものとする。各国がパリ協定を踏まえどのような取り組みを進めることができるかを考え、障害となるものは何かを見極める機会となる。G20 では、多くの国が CCE の実現に向けた取り組みを行うことに賛同の意を表明することになるであろう。将来的にはより多くの国が同コンセプトを理解し、様々な技術を駆使しながら温室効果ガス排出を管理することで、気候変動の緩和という目標達成に向けて前進することが重要となる。

ウィム・トーマス氏：ほとんどの技術がネットゼロの世界を実現するために必要、というのはその通りであると考え。重要なのは、如何にしてネットゼロの世界を実現するかということ。新型コロナウイルス感染症拡大の影響により世界中で景気後退がみられることに鑑みると、二酸化炭素排出を抑制する動きは当面鈍ると考えられる。そのため、石炭火力発電所の閉鎖や、モビリティ分野における炭化水素の活用などの取り組みが今後重要となる。また、コロナ禍で、我々はシステムの効率性とは何を意味するかという問いを突き付けられた。効率性とは、技術面だけでなく行動面での効率も意味する。こうしたことを踏まえ、最も重要な技術は何かを考えると、第二世代のバイオ燃料がまず挙げられる。航空、トラック、船舶分野などでバイオ燃料の導入を進めていくことが重要。その次に挙げられる技術は水素であるが、コストが高い状況を克服することが必要である。Shell は「North H₂」と呼ばれる 10GW の洋上風力発電を活用した水素プロジェクトをオランダ北部で立ち上げ、10 年計画で工業需要家への供給ネットワーク、さらにはモビリティ向けのネットワークに水素を導入することに取り組んでいる。同プロジェクト実現のポイントは、規模をスケールアップすることである。例えば 500MW 規模の洋上風力発電では、同プロジェクトで描いている構想はコストもかかり過ぎてしまい実現できない。我々の大規模かつ野心的な取り組みの詳細については Shell の HP に示しているので、ご関心のある方は一度ご覧頂きたい。

工藤氏：聴講者からの質問である。脱炭素化を目指すにあたって大規模ソーラーパークを 2 日に 1 基のペースで設置しなくてはといわれたが、それは本当に実現可能か？

メクシルド・ヴェルストルファー氏：2050 年までの IEA シナリオは、2070 年までに世界全体でネットゼロを実現するための取り組みを 20 年前倒した非常に野心的なものであり、その実現のためには技術革新に加えて行動変容も必要になると考える。2050 年まで 2 日に 1 基のペー

セッション 2

スで大規模ソーラーパークを設置することの実現可能性は低いように思えるかもしれないが、これ程までに大々的な挑戦が必要なのだというメッセージと捉えて頂きたい。2020年、2030年と目の前に迫るこの時期からの取り組みが不可欠であり、特に現状のような変革期に政府がどういった分野に投資を行うかは非常に重要となる。

工藤氏：次も聴講者からの質問である。デジタル化はエネルギー消費を増加させてしまい、結果的に気候変動にネガティブとの見方があるがどう考えるか？

ウィム・トーマス氏：確かに、デジタル化により電力をより多く使うことはある。現状、それを全て再エネで賄うことは難しく、蓄電も課題である。エネルギー転換はIT革命と同時に進行していくものであり、両者の間にはポジティブな相乗効果が生み出されていくと考える。

工藤氏：ネットゼロカーボンに向けた取り組みを促進するために、あらゆる技術の普及が必要であるという点は共通認識だと考える。特に各国により資源やエネルギー需給構造等の事情が異なる中、どのような取り組みがネットゼロを促進するために重要となるか？

エリック・ウィリアムズ氏：野心的な政策を国が掲げ、インセンティブを付与する制度を構築することが不可欠であると考え。二酸化炭素の貯蔵可能地域を有する国とそうではない国の間でCCUSを実現するために国際協調を進めることも重要であるが、国レベルで長期的な政策を掲げられ、企業が必要な投資を行いやすい環境を形成することが、パリ協定で掲げられた気候変動目標の実現に資すると考える。

メクチルド・ヴェルストルファー氏：国ごとに化石燃料の状況やその将来は異なるが、各国間で協調しベストプラクティスを共有することは引き続き重要となると考える。石炭が温室効果ガス排出の最大要因であることを踏まえ、排出削減に向けた様々な選択肢を経済面と実現可能性の面から検討することが必要。また、電化や技術革新を加速化させることも重要となる。

ウィム・トーマス氏：IEAがプレゼンテーションで指摘したように、温室効果ガスの排出を下げるためには石油・ガスへの投資を引き下げていく必要がある。石油・ガスへの投資に関しては、供給が不足した場合には価格が上昇し、温室効果ガスの排出が抑制されるが、それと共に、景気後退が引き起こされる。このように供給が引き起こす転換は、規律のとれたものではなく社会全体に良い影響を必ずしも及ぼさないという懸念を抱いている。そのため、規律のとれた形で世界経済に恩恵をもたらす脱炭素化への移行ができるかが重要となると考える。

工藤氏：本日は難しいテーマであったかと思うが、議論を通じて、長期的な脱炭素化を達成するためには、引き続き低・脱炭素化に貢献する技術の開発や普及促進のための努力を進める必要があること、そしてそれらを世界全体にどのようにして広めていったらよいかを継続的に検討することの必要性を改めて感じた。

セッション 3

セッション 3 : 中東の安定化に貢献するのは、ハードパワーか、ソフトパワーか？

～日本のソフトパワーの役割は？～

司会：小山堅（日本エネルギー経済研究所 専務理事 首席研究員）**講演 1：ポール・スティーブンス氏（英 王立国際問題研究所 特別上席フェロー）****タイトル： Covid-19, Oil and Stability in the Middle East**

中東におけるパンデミックの影響に関して、以下大きく2点断言できる。第一に、中東は既にとても不安定な状況にある。第二に、COVID-19 はその不安定性をさらに悪化させるだろう。

一点目の中東が既に不安定な状況にある点に関して以下3つの理由が挙げられる。まず最初に、2011年以來「アラブの春」の発生原因（政府の無能力・腐敗、高まる失業率等による民衆の不満）を処理できていないことがある。第二に、経済の多様化ができておらず、2014年の原油価格暴落後も上昇する失業率から生じる民衆の不安を解消できていないことが挙げられる。第三に、「外部からの介入」が互いに争いあう国々を同地域において創り出しており、それが不安定化に繋がっていると指摘できる。そして、この不安定性はエネルギー転換によって既に悪化している。現在のエネルギー転換とは石油やガスなどの炭化水素資源から再生可能電力への移行である。多くの利権、無知、創造力の欠如により、IEA、OPEC、国際石油会社などの“エネルギー既成集団”によってこの転換は過小評価されている。しかし、政府が介入すればエネルギー転換は加速する。また、エネルギー転換は既に地域の不安定性を悪化させており、石油需要の伸びを遅滞させ、石油収入減少の圧力を生み出している。

二点目の COVID-19 による不安定性の悪化に関して、COVID-19 はエネルギー転換を速めるのかそれとも遅らせるのかという疑問がある。速めるかに関しては、原油需要の減少によって景気停滞が起こるかもしれないが、原油価格の低下が原油需要を増加させるわけではない（例：OECD 病）。遅らせるかに関しては、各国政府が COVID-19 を抑え込むことによって失業率が上昇し、気候変動対策の重要度が低下する可能性がある。また、景気停滞によって EV やソーラーパネルへの補助金が減り、転換が遅れることも想定される。

結論として、パンデミックは中東の不安定性を悪化させるであろう。上昇する死亡者数によって政府の無能力が露呈し、予想より早く「石油需要ピーク」が到来し収益を減少させ、石油市場のシェア争いが地域の地政学を悪化させる。しかし、転換が進むにつれて、石油の重要性が低下し、その結果、「外部からの介入」も減り、同地域においてわずかながらの安定性がもたらされる可能性もあるだろう。

講演 2：タチアナ・ミトロバ氏（露 スコルコボ・ビジネススクール エネルギーセンター所長）**タイトル： What can stabilize the Middle East region; Military Power or Soft Power?**

2020年初旬 OPEC+ の枠組みにおいてロシア及びサウジアラビアの方針不一致により協調減産が成立せず、原油市場の暴落が始まった。それを受けて米国も協調減産に参加した。その後、EU も含めた産油国及び消費国が協力し、原油市場の新時代が始まったように見られた。産油国・消費国双方にとって過度な原油価格の低下はエネルギー効率を悪化させまた、再生可能エネルギーの普及の妨げになることを認識した。これは驚異的な折り合いであり、よって、OPEC+ は未だ機能していると思われる。

セッション 3

COVID-19 の影響によって、供給過剰の原油・ガス（石炭）市場やそれらの座礁資産化は長期の低価格に至るだろう。再生可能エネルギーのシェア増加は化石燃料の需要の伸びを抑え、炭化水素資源の輸入量を減少させる。また、炭素課税メカニズムとしての国境炭素調整（BCA）の創設は化石燃料に依存する経済にとって不安定の長期要因になる。銀行及び金融機関は気候リスクを査定し化石燃料プロジェクトへの融資に慎重になっている。

また、国際エネルギー市場のみでなく中東地域における安定に関して以下四か国の役割が期待されている。米国と中国は中東の経済の多様化、脱炭素化、原油市場の安定化のための資金・技術援助が期待されている。日本はソフトパワーとして中東の経済の多様化、脱炭素化のための資金・技術援助が期待されている。ロシアは OPEC+ の枠組みを利用した原油市場の安定化の役割を期待されている。

講演 3 : 田中 伸男氏（笹川平和財団 顧問）**タイトル : Soft Power of Japan in the Middle East**

COVID-19 の前と後では世界が全く変わってしまった。COVID-19 に伴う都市封鎖などの影響により 2020 年の石油需要は大幅に落ち込む見込みである。ただ、限界費用が限りなく 0 に近いことから、再生可能エネルギーのみは伸びる見込みで、これはエネルギー転換の始まりではないかと考えられる。

OECD 及び日本エネルギー経済研究所のシナリオでは需要サイドに大きな変化が起こるのではないかと想定される。また、IEA のデータを参照すると石油の時代が終わり、将来は安価な再生エネルギーの時代が始まるのではないかとと思われる。そして、COVID-19 の影響で「石油需要ピーク」が想定よりも早く、すなわち 2019 年に起こったのではないかとと思われる。

IEA の“持続可能なりカバリープラン”は、重要な技術分野におけるイノベーションを後押しするために①水素、②蓄電池、③二酸化炭素回収・有効利用・貯蔵（CCUS :Carbon Capture Utilization and Storage）、④次世代の小型モジュール炉（SMR）に焦点を当てている。そのなかでも特に水素に対して関心が高まっており、炭化水素から水素だけを取り出し二酸化炭素を地下に埋める「ブルー水素」と風力及び太陽光から製造される「グリーン水素」が注目されている。また、資源会社の中でも Saudi Aramco 社は水素を次世代の必要な資源と位置付けている。

現在サウジアラビアではアンモニア工場が建設されており、風力・太陽光から「グリーン水素」を製造し、アンモニアに変えて日本に輸出するプロジェクトが進んでいる。日本のソフトパワーとして、日本が産油国・産ガス国と協力して水素の需要を創出していくことができると期待できる。

また、世界の女性リーダーが COVID-19 の感染拡大防止において活躍しているように、女性がエネルギー分野で活躍できれば、中東の安定化に貢献できるであろう。

パネルディスカッション

小山氏 : 現在中東諸国が取り組んでいる経済の多様化や構造改革は、どのような役割を果たしているのか。構造改革を進めることは中東地域の安定化につながっていくのか。

ポール・スティーブンス氏 : 経済の多様化は重要である。では、経済多様化を促進するために何が必要なのか。1990 年代のソ連の例を見ると、政治的な自由化と経済的な自由化の両方を

セッション 3

実施した。中国は、経済的な自由化は認めたが、政治的な自由化は必要ないとした。経済的な改革にはダイナミックな民間部門が必要であるため、そのためには政治的な改革も必要である。そのためには、支配するエリートが民間部門に選択肢を与えなければならず、民間部門が効果的に機能するためにエリートが一步引くことが必要であるが、中東ではそれは難しいだろう。「アラブの春」が起きた際にも、そうはならなかった。その点で、経済的な多様化と経済改革について楽観的な展望は持つことは容易でない。ただし、経済改革はますます重要になってくる。

小山氏：経済の多様化の中で、エネルギー面でのポイントとして水素の利活用とそれに関する協力もある。化石燃料に依存している産油国が収益を多様化して、脱炭素化の中で生き抜いていく方策が必要になるが、どう考えるか。

ポール・スティーブンス氏：水素の重要性は認識している。しかし、水素を製造する上で、どれだけ経済的レントがあるのか。原油よりもレントは少ないだろう。産油国は低い収入源で存続していかなければならない。どれだけの経済的レントを水素で得られるのか、が重要である。

小山氏：中東の産油国は需要ピークや脱炭素の世界に直面していくこととなる中で、新しい選択肢としてブルー水素に期待が寄せられているとみている。主力の市場である欧州が強力に脱炭素を進めようとしている中で、ロシアはどのようにみているか。水素の経済的レントは高くないという指摘についても、どう考えるか。

タチアナ・ミトロバ氏：中東諸国の中でサウジアラビアは特に水素に関心を示している。同時に CCS や CO₂ 直接回収にも関心を示し、炭素循環経済を描き出そうとしている。これらの技術は、産油国が脱炭素化に取り組む上で解決策となり得る。しかし、そういったものからどうやって収入を得るかが重要である。現在、これらの技術についてビジネスとなりうるケースはない。収益性のあるビジネスをつくるためには、CO₂ に高い価格が必要。現在、EUA は 30€程度で、投資を妥当化するものではない。

技術の進展も必要である。水素は現在、15 年前の太陽光や風力と同じ段階つまり学習の段階にある。さらに投資が拡大し、スケールメリットが働き、効率が上がり、学習曲線をたどれば、補助金がなくても成り立つようになるだろう。そのためには、現場でのパイロットプロジェクトが必要になる。まだ水素は経済的な財にはなっていない。誰もが水素について語り、ロシアでも議論はかなり行われているが、パイロットプロジェクトが一つもないことが問題。水素については、市場も技術も購入者も価格決定メカニズムも存在せず、水素市場は初期段階にある。日本は水素市場の発展をリードしているが、日本以外の国はまだそこまで至っていない。

脱炭素の要請が強いため水素に関心が高まっているが、水素がここ 10 年である程度の「結果」をださなければ世界は待ってられず、すべて電化という方向になってしまう。産油国や消費国は、努力を一致団結するタイミングにある。水素プロジェクトを現実化するように準備するべき。

小山氏：水素に対する関心は大変高いが、これから将来に関わる問題が多く残っていると考える。で

は、どうやって解決していくのか、解決の展望が描けるのかを聞きたい。

田中伸男氏：日本は 10 年以上前から水素に取り組み、世界をリードしてきた。最近では中国や韓国、欧州が高い目標を掲げ、資金を投入している。日本は要素技術を多く有し、輸送方法や利用方法にも多くの種類がある。もし LNG で運ぶのではなく水素で運ぶ方が効率的だとすれば、今後は LNG ではなく水素の形で輸送するというビジネスモデルに転換すべきではないか。今後は、産油国も水素チェーンや需要サイドに投資することで収益を上げていくことが重要であり、それに日本も協力していくべきでないか。グランドデザインを日本が早くつくるべき。

現在、需要サイドの転換が起きている。需要サイドがエネルギーはグリーンでないと困るといって世界になりつつある。産油国はもはや地下資源に資金を投じても儲からない、ということで、産油国と日本がどうすればお互いに儲けられるのかを考えるチャンスだと期待している。

小山氏：需要と利用が拡大していく中で水素のコストが下がるのが見えていない。今我々は何をすればいいのか。

タチアナ・ミトロバ氏：いろいろな措置を合わせる必要がある。今年、来年といった短期的にやるべきことは、20、30 のパイロットプロジェクトを小規模なものでも良いので実施・開始すること。コストの削減は試験やパイロットプロジェクトを実施しないことにはどうにもならない。

一方で、政府は枠組みをつくり水素を魅力的にする。具体的には CO2 に価格をつける、CO2 市場をつくること。その次の段階では、政府の役割は小さくなる。最初の 10 年は規制の枠組みをつくる必要がある。たとえば契約の在り方、技術的な面の安全、安全保障を考えるのは政府が考える領域である。

小山氏：これまで中東地域ではハードパワーが意味を持っていた。米国大統領選挙の結果、民主党政権になった場合、中東にどのような影響があるか。

ポール・スティーブンス氏：中東地域への外部介入のソースは、主に米国であった。トランプ政権下で、介入が一貫性を欠くものとなってしまった。一貫性のなさは今後なくなっていくのかもしれないが、民主党になったとしても米国はこの地域への介入を止めることはないだろう。

小山氏：日本のソフトパワーが中東の安定に貢献することを期待した「キーワード」を一言ずつお願いしたい。

田中伸男氏：エネルギーの世界で日本が中東と取り組むことができるのは、原子力（SMR）。原子力の利用はどうあるべきか、を考えるのがソフトパワー外交の中心となるべき。

タチアナ・ミトロバ氏：日本は、水素、省エネ、原子力といった技術的なリーダーシップを持っている。エネルギーに関係ないかもしれないが、経済そのものの多様化に重要な技術もある。また、直接的な支援や具体的なプロジェクトに関わらずとも、協力の機運のようなものの醸成が重要。地域が取り残されているという感覚をなくしていくことが肝要である。

ポール・スティーブンス氏：日本の比較優位は技術にある。特に、エネルギー効率、さらに効率の

セッション 3

改善に関するもの。それが地域への貢献になり、安定化につながっていると考える。

開催のようす



開会挨拶



セッション 1

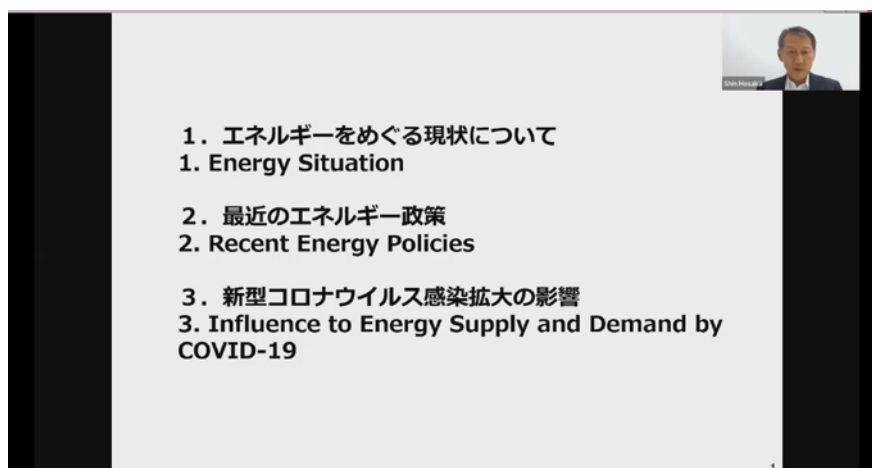


セッション 2 (1)

開催のようす



セッション 2 (2)



特別講演



セッション 3

開催のようす



閉会挨拶

以上

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp