

第6回 IEEJ/APERC 国際エネルギーシンポジウム 開催報告

1. 日時：2021年4月23日（金）9:00-10:25 および 15:00-18:25（JST）
2. 開催方法：オンライン形式（ソフト：Zoom）
3. テーマ：「カーボンニュートラル：世界にとって何を意味するのか？」
4. プログラム：* 当研究所の特別客員研究員

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	講演 9:10-9:40	セッション 1 世界は、カーボンニュートラルを実現できるか？ <ul style="list-style-type: none"> ➢ 今世紀半ばまでにカーボンニュートラルを実現できる可能性をどうみるか？ ➢ カーボンニュートラル実現のためのボトルネックを解消するため、政府、企業など各アクターは、今、何をしないといけないか？
パネル ディスカッション 9:40-10:25	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	米 ライス大学ベーカー研究所 シニアダイレクター ケン・メドロック* 加 カナダエネルギー研究所 プレジデント & CEO アラン・フォグウィル 中 北京大学エネルギー研究所 気候変動・エネルギー転換プログラム シニアアドバイザー フチャン・ヤン

15:00-15:30	特別講演	エネルギー基本計画の改定に向けた検討状況 経済産業省資源エネルギー庁 長官 保坂 伸
15:30-16:45	講演 15:30-16:00	セッション 2 途上国は、カーボンニュートラルと経済成長を両立できるのか？ <ul style="list-style-type: none"> ➢ カーボンニュートラルは、途上国にとって単なる足かせか。 ➢ 経済成長と両立させるには、何が必要か。脱炭素技術か。先進国の理解か。
パネル ディスカッション 16:00-16:45	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	前シェル・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* 泰 前タイエネルギー相 現タイエネルギー省 大臣顧問 シリ・チラポンパン 澳 国際応用システム分析研究所 副所長 リーナ・スリバスタバ
16:45-17:00	休憩	
17:00-18:15	講演 17:00-17:30	セッション 3 中東は、世界のカーボンニュートラルにどう対応するのか？ <ul style="list-style-type: none"> ➢ カーボンニュートラルが中東情勢に与える影響をどうみるか。 ➢ 世界がカーボンニュートラルに向かうなか、今後の中東情勢の安定化のための課題は何か。
パネル ディスカッション 17:30-18:15	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・スティーブンス* 前国際通貨基金 中東・中央アジア部門 アドバイザー ラジャー・マルズキー 前クウェート科学振興財団 事務局長 アドナン・シハブエルディン
18:15-18:25	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

セッション 1：世界は、カーボンニュートラルを実現できるか？**司会：工藤拓毅（弊所 理事）****講演 1：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：2050 年までのカーボンニュートラル**

カーボンニュートラルの達成について、我々は複数の転換点に直面しており、適切なソリューションは、地域や状況によってそれぞれ異なる。世界の総人口 78 億人中、先進諸国（OECD 加盟国）域内には 13 億人が、そして中国・インド・ASEAN 域内には 34 億人がそれぞれ居住し、経済成長に伴いエネルギー消費量が増加している。一方、30 億人が居住する中南米、アフリカや中東においては、近代的なエネルギーサービスへのアクセスが未だままならず、“持つ者”と“持たざる者”が世界に存在することを認識しなければならない。

過去 20 年において、CO₂ 排出量は OECD 域内では低下しているが、非 OECD 域内では急増している。世界全体のエネルギー源別供給量をみると、過去 30 年間の石炭・石油・天然ガスの比率は変わっておらず、このままではカーボンニュートラルは厳しいことが分かる。そこで、二酸化炭素回収・貯留（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）や水素技術の利用が重要となる。特に、水素は、欧州や米国など様々な場所で、また様々な方法で生成できる利点がある。現在、再生可能エネルギーが注目されているものの、太陽光や風力の発電規模は未だ限定的である。今後、発電容量の増加が見込まれるが、そのための送電網などインフラ整備が必要となる。

2021 年 4 月、Exxon Mobil が米国テキサス州内での CCS ハブ形成に 1,000 億ドル投資すると発表した。テキサス州は、全米第 2 位の風力発電容量を占め、太陽光発電拡大ポテンシャルを備えており、バッテリー設置容量も多い上に、広大な用地があり、関連事業の法制度が整った環境にある。しかし、世界各地における状況、ソリューション等は地域ごとにそれぞれ異なることを認識する必要がある。

講演 2：アラン・フォグウィル氏（加 カナダエネルギー研究所 プレジデント）**タイトル：二酸化炭素回収を加味した統合型炭素排出削減計画**

カーボンニュートラルについて、技術面では実現可能だが、コスト面が課題となる。温室効果ガス削減において、国レベルで各行政機関の管轄の範囲で、そして国際レベルでは各国の管轄の範囲でそれぞれ何を追求すべきか、ということが大事となる。世界の温室効果ガス排出量はエネルギーセクターが 73% を占める。エネルギー供給面だけでなく需要面を見ると、多くの排出源があり、複線的な経済活動プロセスや環境への波及プロセスも考慮する必要がある。全体的な排出量を減少させるためには、経済成長や貿易バランス、社会基盤といった全てを考慮しなければならないことが、最大の問題点である。例えば、（今冬に大停電があった）テキサス州は独立して管轄された一つの地域ではなく、各地域にまたがり、そして（米国内各地域を超えて）国家間でも、政治的及び経済的に関連している。21 世紀中のカーボンニュートラルの目標達成には、政府の関与がカギとなると同時に企業が緊密に連携する必要がある。

問題は（CO₂ 排出量削減に向けた）取り組みが細分化しており、国際的な取り組みであるパリ協

定遵守においても、管轄された領域つまり国を超えた合意は未だなく、温室効果ガス削減に対する統合的な対策は取られていない。低コストでシンプルなソリューションが望まれるが、複雑な問題には複雑なソリューションが必要で、包括的な目標が必要となる。

問題解決には、様々な業界や政府や市場を考慮に入れて、一番コストのかからない方法を選択する必要がある。例えば、カナダのエネルギー研究所が試算した CO₂ 換算 1 トン当たりの排出量削減コストによると、北米における二酸化炭素回収コストは 1 トン当たり 50-200 ドルとなっており、管轄する自国だけでなく他の国・地域等における経済面への影響も考慮しなければならない。

講演 3：フチャン・ヤン氏（中 北京大学エネルギー研究所 気候変動・エネルギー転換プログラム シニアアドバイザー）

タイトル：中国のカーボンピークとカーボンニュートラル（2030 年及び 2060 年目標）

中国は、世界最大の CO₂ 排出量（28%）を占め、世界最大の石炭生産国かつ消費国となっている。2020 年 9 月の第 75 回国連総会演説において、習近平国家主席は 2030 年までに CO₂ 排出量をピークアウトし、2060 年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言している。第 14 次五カ年計画においても 2050 年までに最も豊かで強靱な国を実現するとし、マイルストーンを定めている。コールキャッププランでは、石炭消費比率を 48%に減少させ、厳格な排出基準を定め、非化石燃料比率を 21.5%に増やし、CO₂ 排出原単位を 20%削減する計画としている。

石炭について、国内の各省と世界各国を比較すると、7つの省が石炭生産上位 12カ国に入っている。石油について、中国は米国に続き第 2 位の消費国であり、このピークアウトが CO₂ 排出量削減にも寄与する。エネルギー安全保障のためにも、輸入量を低減させることを目指している。石油消費は、輸送部門が 54%、化学産業部門が 19%を占めており、それぞれ輸送部門においては電気自動車の普及を強化し、化学産業部門ではプラスチックを削減していく。天然ガスについては、都市ガス用、産業用、発電用、化学原料の 4 つの用途に分けられる。2030 年までのピークアウトを目指して電化を推進し、発電セクターでは天然ガスから再生可能エネルギーにシフトしていく。

CO₂ 排出量削減について、2023 年までの野心的な目標を定めており、その次のマイルストーンは 2028 年となる。CO₂ 排出原単位は 70%の削減が実現可能とみており、再生可能エネルギー比率を 2030 年までに高めていく。カーボンニュートラル達成のために、CO₂ 以外の温室効果ガスであるメタン、ブラックカーボン、代替フロンについても、2025 年頃のピークアウトを想定している。その為には、「南南協力」と「一帯一路」が極めて重要な役割を果たしていく。

パネルディスカッション

工藤氏：3 名のパネリストからプレゼンテーションをいただいた。他の各位のプレゼン内容について、パネリスト各位から質問・コメントがあればお願いしたい。

フチャン・ヤン氏：新興国に関してはトータル CO₂ 排出量だけでなく、「1 人あたり CO₂ 排出量」を指標として評価すべきと考えている。先進国は依然として 1 人あたりのエネルギー消費量が

きい。他方、インド・ブラジル・中国といった新興国は、CO₂ 排出量削減義務を負い、且つ、迅速に実行しなければならない。未だ未開発の国々に対しては少し余裕を与えてエネルギーへのアクセスを担保しなければならない。アクセス可能なエネルギーはクリーンである必要があり、公平性の視点も重要となる。そこで、全体的な指標だけでなく、「国民 1 人あたり」といった他の指数を見なければならないのではないかといった点について、メドロック氏にご意見を伺いたい。次に、CCUS についてである。CCUS は未来の技術であり未だ多くの不確実性があると思われる。中国では再エネ供給設備を非常に安価に製造できるかもしれず、再エネは CCUS 導入と比べてコスト面での優位性を有すると思われることから、CCUS とは別のオプションとして「100%再エネ」が言われている。不確実性の観点から、CCUS の再エネに対する優位性について、フォグウィル氏にご意見を伺いたい。

ケン・メドロック氏：トータルでの大気中のCO₂排出量とその排出源をみている。国民が何人いるかは焦点ではない。全量（グロス）を把握して初めて排出量を全体で削減するには何ができるのかという話ができる。最も重要なことは貧困の撲滅である。現在先進国が享受している福祉レベルを新興国でも実現することが重要である。

アラン・フォグウィル氏：1 点目の質問について、国家レベルでの構造的な違いが存在することを理解しなければならない。エネルギーは輸出入により国家間でバランスが生じており「国民 1 人あたり」単位でみて有用な情報を得ることは困難である。エネルギーの供給・需要・供給能力、一次エネルギー源等は国毎に異なる。従って、「国民一人あたり」の数字をみても良い指標とはならず、全体費用を考える必要がある。2 点目の質問について、CO₂ 換算あたりのコストを比較する必要がある。運輸部門の CO₂ 排出量削減には大幅な電力網の効率化が必要となる。OECD 諸国では電力網は拡充し続けているが、逆にそれがインフラ面での大きな制約となっている。一方、途上国では経済成長の可能性に取り組む必要があるが、既存の電力網は OECD 諸国のような信頼できるレベルではない。そのため、再エネに頼れない地域も多くあるし、それ以外の課題も多く存在する。

工藤氏：グローバルスケールでのカーボンニュートラルを実現するため、政府・市場が果たすべき役割は何か？パネリスト各位よりコメントをお願いしたい。

ケン・メドロック氏：市場は極めて重要な役割を果たす。2050 年カーボンニュートラル実現を真剣に目指すには市場型アプローチが必要である。政府は政策で役割を果たさなければならないが政府単独では実現不可能である。何をしても市場が決定的な役割を果たす。

アラン・フォグウィル氏：メドロック氏と同意。政府も市場も必要である。政府の介入ももっと受け入れていかなければならない。社会的・経済的な優先順位付けが重要だが、必ずしも市場が下す判断の要素とはならない。そのため、政府は、1. 政策・各種インセンティブ・税制により投資リスクを下げる、2. 政策に一貫性を持つ、3. 国際カーボン市場の創設とそれを可能にするガバナンス体系整備、を行う必要がある。

フチャン・ヤン氏：市場は極めて重要な役割を果たす。市場の仕組みがあり、政府が投資をする、
 或いは、意思決定者が投資・リソースを配分することを効率的にできればより有用である。企業間のカーボンプライシングは普及していないが、企業がどこに投資できるのか分かればより効率性が高まり、CO₂ 排出量をより早く削減することができる。消費者側は価格をみて安心感が生まれる。カーボンニュートラルは経済の発展をもたらすエンジンである。実現のための技術が開発されれば新たなビジネスになる。カーボンニュートラルをもって、我々が経験したことのないニューエコノミーが生まれる可能性がある。カーボンニュートラルはコストだけでなく機会である。

ケン・メドロック氏：補足になるが、カーボンから価値をもたらす「カーボン to バリュー」という概念に関する研究がライス大学でも進んでいる。炭素から新たな製品・化学プロセスを生み出すことが可能である。加水分解により CO₂ を水素と炭素固形物に分解可能であり、その副産物があらゆる先端的材料を作り出す可能性を示している。問題は現時点でのコストが高いことであり、技術的ブレイクスルーが必要ということである。エネルギーそのものというより科学実験の話だが、実現すれば瞬時に状況を変えることが可能である。カーボンを原料として製造された水素については、既存のインフラを使って炭化水素を再エネ資源が限られた地域をはじめ世界のさまざまな場所に運ぶことができる。

フチャン・ヤン氏：メドロック氏に同意である。中国では一部の科学者が炭素を原料にした水素製造に関する議論を展開している。しかし、それにはプラスアルファのエネルギー投入が必要となる。そのエネルギー源は再エネであると個人的には考えている。科学を拡充して新しいアイデアを生み出す必要があり、カーボンニュートラルがチャンスを生み出してくれると思う。

工藤氏：どの方面に利用可能な技術を適用していくのかが今後は非常に重要と思われる。ここからは時間が許す限り視聴者からの質問にお答えいただきたい。世界全体でさまざまな技術オプションが存在するが原子力についての言及が無かった。カーボンニュートラル実現に向けての原子力の位置付けについてパネリスト各位のお考えを伺いたい。

ケン・メドロック氏：原子力は素晴らしいオプションである。エネルギー密度も非常に高く土地利用の観点でのカーボンフットプリントも大きくない。また、エネルギーを安定して取り出すことができる。エネルギー・ジャーナルに投稿されたピーター・ハートリーの推定になるが、増え続けるエネルギー需要を満たす一番低いコストのオプションは原子力発電の増量とその稼働を止めないために必要な蓄電池という分析もある。ゼロカーボンも達成可能であり、コストだけをみれば大きなポテンシャルもある。一方、社会からの原子力への受容性という大きな問題がある。どの国かによってその水準は異なる(事故が起こった日本は社会からの受容性が極めて低い)。モジュール型原子炉の研究開発が進んでいるが、現在は潜水艦といった特定の分野での利用に留まっており、今後はこの技術をいかにスケールアップしていくかを考えていく必要がある。究極的には、社会からの原子力への受容性が問題となる。

アラン・フォグウィル氏：カナダにおいては、原子力に関して歴史的に扱いがゆらいでいる。利用可

能にはなったが低コスト化がうまくいかなかった。良し悪しにつき原子力は一つのオプションとして分析しなければならないと思う。多くの問題があり、受け入れ可能な国民レベルでの議論が必要になる。

フチャン・ヤン氏：原子力は一つのオプションであり否定したくない。中国では安全を第一に考えている。次に考えるべきは、コスト効率と経済的側面である。中国は第三世代原子力発電所を建設中であり、増加ペースはスローダウンしているが、中国では向こう 5 年で 20GW 相当が稼働開始予定である。2050 年までに 200～400GW 規模の原子力発電が建設されるものと一部の専門家がみている。これまでは沿岸部への建設であり問題はなかったが、今後は内陸部にも導入が必要となる。日本の福島事故を踏まえ、安全面とコスト面の両面において課題が大きすぎると個人的には考えている。

工藤氏：その他の重要な技術として再生可能エネルギー(再エネ)がある。再エネは電力系統に接続して利用可能だが発電コストの上昇要因となる。また、テキサスのように蓄電池の活用を考慮することができるが、テキサスにおける蓄電池のイニシアティブについて視聴者からの質問が寄せられている。再エネといったカーボンニュートラル技術の適用における蓄電池の利用は経済的に成り立つか？パネリスト各位のお考えを伺いたい。

ケン・メドロック氏：テキサスでは、ハリケーンによりテキサス全体で 4～5 日間停電したことから、再エネ推進に圧力がかかっているが、過日の停電は電力網レベルの問題と捉えている。再エネ導入量は伸びており、変動幅も拡大している。燃料電池を使うことでシステム全体のバランスを取ることも可能となっているが、問題は放電率である。風況の変化を燃料電池が予め予測して柔軟に放電できないためである。決定論的モデルを使えばコストに誤りが生じる可能性があるため、不確実性のコストを盛り込む必要があり、それにより（燃料電池の）容量のバランスを取ることができる。不確実性のコストを無視することはできない。信頼性の観点では再エネは恩恵を受けている。先進国の電力系統がしっかり整備されている国々であれば既存の系統資産を使い送電可能であり、不確実性のコストは既に sunk cost になっている。再エネをゼロから構築するのであれば、バックアップ電源の能力を備えなければならない。蓄電池は周波数の管理に非常に重要だが、長時間の充放電はできず(蓄電池の充放電時間 6 時間に対して、テキサスの停電は 108 時間に及んだ)、蓄電池がいくらあったとしても問題は解消しない。信頼性が重要であり、社会コストの負担が必要である。

フチャン・ヤン氏：テキサスの電力危機は再エネと直結することはないと思う。地場電力会社の保有する電力系統が他地域の系統としっかり接続していなかったことが要因と思われる。中国ではしっかりと接続しているが、特定の地域で何か問題があった場合、他の地域のグリッドと繋がっていればバックアップとなる。2 点目として、テキサスのみならずどこでも起こり得ることであることから、事前に周到な計画を練ることが重要である。今後も再エネの開発が進むが、中国では幾つかの選択肢を持ち対処している。電気自動車の開発が急速に進み、間もなく多くの車種が市

場に投入されることになる。今後毎年 1,000 万台のペースで増える見通しである。ここで重要になるのが蓄電池である。別のオプションは天然ガスの活用である。米国では天然ガスが広く利用されているが、中国ではあまり使われていない。天然ガスをより多く利用していくことで用途の分散化を目指すと共に、CO₂ 排出削減にもつながる。再エネ普及拡大を進めるにおいて蓄電池は重要である。

ケン・メドロック氏：明確にしなければならないことは、テキサスの問題と再エネを完全に切り離さなねばならないことである。電力システムの相互接続は存在するが、先般の大停電においては周辺地域でも停電が起きたことから、周波数管理のために相互接続が一旦遮断された。今から振り返ると、先般の大停電は、前例のない大規模な危機であったが、送配電システム全体の信頼性が何より重要である。カーボンニュートラルの実現には、個別の地域や資産ではなく、システム全体からアプローチが必要である。

セッション 2 : 途上国は、カーボンニュートラルと経済成長を両立できるのか？**司会 : 山下ゆかり(弊所常務理事)****講演 1 : ウィム・トーマス氏 (前シェル・インターナショナル首席エネルギーアドバイザー)**

シェルにて 2070 年までのエネルギー等を予測した結果に基づき、途上国においてカーボンニュートラルと経済成長を両立させることは実現可能であると申し上げたい。

この問題を考えるにあたっては、経済の発展段階を踏まえて検討することが重要となる。例えば、先進国においては、2070 年まで人口は増加せずエネルギー需要は横ばいに推移するであろう。他方で、サハラ以南が含まれる開発途上国では、人口の増加は著しいが経済成長が一定の水準であるためエネルギー需要は大きくはならない。最も重要となるのは、中国・インドといった新興国であり、経済発展に伴いエネルギー需要は急拡大する。そのため、今後、カーボンニュートラルを目指す上では、先進国と新興国の間で様々な協力が必要になる。

電化の拡大もカーボンニュートラルを実現するためには欠かすことはできない。カーボンニュートラルを目指す上では、供給側においては再生可能エネルギーの増加が必要となるため、需要側においても化石燃料から電力への転換が求められる。電化の拡大にあたっては、経済成長を加速させるためにも、インフラの再構築が鍵となる。需要側の観点からは、エネルギー効率の向上も求められる。高効率な家電は長期的に見れば経済性を有するが、初期投資が必要なため、大規模かつ迅速にエネルギー効率を向上させるためには、政府の果たす役割が重要となる。

なお、2070 年においても、鉄鋼やセメント産業では化石燃料を使用すると考えられることから、バイオマスとの併用を含む炭素回収・有効利用・貯留技術が必要となる点には言及したい。

コストに関しては、太陽光や風力等の再生可能エネルギーは既に安価であることから、十分な競争力を有すると考えられる。化石燃料から再生可能エネルギーへの転換に係る費用は、経済の発展状況によって異なるが、最大でも対 GDP 比 1%未満である。先進国や新興国、開発途上国のいずれにおいても、再生可能エネルギーへの転換によって、化石燃料への支出が減少することによる便益が上回るため、経済性を踏まえた上でも、カーボンニュートラルは実現できると考えられる。

講演 2 : シリ・チラポンパン氏 (泰 前タイエネルギー相 現タイエネルギー省 大臣顧問)

開発途上国において、カーボンニュートラルと経済成長を両立することは可能であるが、それには国際協力が必要不可欠である。

タイでは気候変動対策として、太陽光の用地取得費用が高い点や風力発電の立地条件が限られている問題がある中、再生可能エネルギーの導入拡大や、自動車の電化に取り組んでいる。例えば、今後 10 年間で 2,725MW の水力発電を拡大する計画や、水力発電ダムの上に浮体式の太陽光発電を導入し、コスト低減を実現している。また、国内の自動車産業の集積を活かしつつ、2035 年までにガソリン・ディーゼル車をフェーズアウトし、2050 年までにすべての車両を電化することを計画している。

国や地域単独での取り組みのみでカーボンニュートラルを実現することは可能であろうか。理論上は可能であると考えられる。しかしながら、その実現にあたっては、莫大な費用が必要となる。異なるアプロ

一子として、単独でのカーボンニュートラルの実現ではなく、超高压送電線を整備し国際連携によって、再生可能エネルギーを普及させることが考えられる。

このような枠組みだけでは、すべての開発途上国のニーズを満たすことは、残念ながら、難しいと言わざるを得ない。なぜなら、開発途上国においては、カーボンニュートラルより、電力や教育、医療といった基礎的な社会サービスへのアクセスの確保が優先されるからである。

このような開発途上国では、国際的な支援の下、電力システムの整備を通じて、カーボンニュートラルと経済成長を両立することが考えられる。コストの低減が著しい太陽光と蓄電システムを分散型電源として導入し、大規模な電力網を構築し分散型電源を接続できるようにすることで、カーボンニュートラルを目指しつつも、現地の電力アクセスや雇用や教育といった諸問題の改善にも寄与することになる。

その結果、開発途上国においても、再生可能エネルギーによるカーボンニュートラルと、そのインフラ整備を通じた経済成長の両立が可能となると考えられる。

講演 3 : リーナ・スリバスタバ氏 (現 国際応用システム分析研究所 副所長)

タイトル : カーボンニュートラルは途上国の経済成長を妨げているか ?

開発途上国においても、カーボンニュートラルは理論的に実現できるとする研究は多くある。これに加え、カーボンニュートラルを実現する道筋における経済成長のあり方にも目を向けるべきである。

現在、世界の富の約半数は 0.7%の人々によって占められており、約 70%の人々は日々の生活にも困窮する有様である。このような経済的な格差は、栄養やジェンダー、デジタル・ディバイドといった様々な格差を誘発し、これらの問題はコロナによってさらに拡大している。

このような、不平等が是正されない状況で経済成長を目指したところで、社会を不安定化させる要因は残されたままであるため、経済発展は実現できない。

経済発展を実現するためには、カーボンニュートラルを目指す過程において、過度な不平等を是正する必要がある。すなわち、持続可能な成長を目指すのである。

開発途上国が持続可能な成長を遂げるためには、まず、「共通だが差異ある責任」に基づく国際協力と、公平で透明性のあるガバナンスの担保が必要となる。ガバナンスは所得の再分配といった経済的な格差是正のみならず、AI 等の新たな技術を公平に活用し技術進展を促すといった点からも重要となる。このような視点から、国際協力は資金的な支援のみならず、公平で透明性のあるガバナンスを担保するためにも重要な役割を果たすことになる。

国際協力やガバナンスの向上とともに、持続可能な民間企業の活性化も望まれる。民間企業によるグリーンで持続可能な経済活動が拡大することによって、開発途上国における経済や教育水準の向上が可能となる。人々の教育水準の向上は、政府のガバナンスの透明性や公平性をさらに進展させることになり、その結果、持続可能な経済成長による低炭素化をより促進する好循環を生むことになるであろう。

パネルディスカッション

山下氏：COVID-19は人々の基本的な価値観や考え方に大きく影響を与えたが、カーボンニュートラルの目標達成との関係で指摘したいポイントはあるか。

シリ氏：新型コロナの対策を打つ中で世界はワクチン不足という深刻な問題に直面しており、特に途上国においてそうである。だからこそ国際的な協力が極めて重要な役割を果たす。ワクチンの供給から信頼の醸成を始めていくことはできる。また特定の地域の経済成長から他の地域へと広がっていくということも重要。低開発国は人口の5割から6割が電力へアクセス出来ない状況に置かれている。戦略を立ててニーズを拾い上げていくということが必要である。カーボンニュートラルに関しては国際間の協力が欠かせない。それには意見の相違、ソーシャルニーズの違い、そして文化の違いというものを受け入れることが鍵である。テクノロジーであればそれを使うことで受け入れることが出来る。

リーナ氏：新型コロナウイルスへの対策で私たちが学んだのは急速なイノベーションは達成出来たが、コロナの制限が解除されるとコロナ前の習慣に戻ってしまったということだ。イノベーションはコストが伴う。本来であればその利益を享受するためのコストであり、政府はしっかりとメッセージを発信しなければならない。さもなければ以前の持続不可能な習慣に戻ってしまう。政府の法規制、インセンティブなくしては到底実現することは出来ない。政府が果たす役割を再定義し、今までにないような形で経済発展を実現すべき。

山下氏：パリ合意の目標を世界大で実現するために、我々は経済社会活動においてこれまでと考え方や行動の何を変えなければいけないか。何を変えれば途上国の優先課題を解決しつつ世界大でカーボンニュートラルを実現することができるか。

シリ氏：国際機関、特に（ファイナンス機能を果たす）ファンディングエージェンシーが立ち上がって、イニシアティブを提供するとともに資金を供与すべき。そしてそのプログラムを継続性を持って進めていくべきである。世界中の経済をつなぐことが非常に重要で、新型コロナウイルスに苦しむ中で徐々に培われてきたものがある中、これほどの最高のタイミングは今しかないと思う。国際機関が新しいエネルギーシステムを様々な途上国において始めるべき。そして継続性のあるプログラムを資金供与と共に続けていくことが重要。

ウイム氏：財務面というのは非常に重要。特に発電所に対する財務支援がなければ非常に難しくなる。したがってどの技術を選んでどこに対してお金を振り向けるのかという非常に難しい決断がある段階でなくてはならない。新興国また発展途上国であっても富裕なところはファイナンスができると思う。実際に余剰を生み出しているのだから、地域内で再分配することが可能である。これは既存技術である風力であるとか太陽電池も含めてである。製造能力があってそれがさらに拡大し、海外直接投資が新興国に流れれば、雇用が生まれ、さらに別の新興国での雇用創出につながる。これにより新興国が別の新興国を豊かにするというこれまでとは全く違う力学が生まれてくる。FDIを使って、かつ技術がすでにあるわけなので、新興国内で非常に強力なアクションが取れるようになる。国際的な協力も必要である。また、供給面だけではなく需要面

からも見る必要がある。新興国経済で考えなくてはいけないのは、より良い形でインフラやモビリティの計画をするということ。どんな形でそれを促進しローカーボンの社会を実現するのか。またそれはどうやったらさらに公平性を高めることができるのか。これについては政府のガイダンスが必要。またベストプラクティスをどうやって共有することができるのか、さらにこれまでよりも速いペースでベストプラクティスを実現するにはどうしたらよいかを国際協力を通じて考えるべきである。

山下氏：国際機関、政府の果たす役割は大きいですが、一方民間セクター企業は何をすべきか、あるいは何ができるか。

ウイム氏：民間セクターは、特に新しいバリューチェーンをキックスタートするために非常に重要。エネルギー業界では規制を伴って運用してきたが、民間の方が規制を理解しているということがよくある。特に航空等の新しいバリューチェーンではそうで、そのセクターの中で脱炭素化を進めることが良いアイデアだということが既に分かっているからだ。バリューチェーンでは高いコストを最終的な顧客が払ってくれる限り転嫁することができるので、真の意味でのコストというのはそれほど大きくない。これによりバリューチェーンを一新することが可能となる。規制当局もこれが公正な新しいバリューチェーンの細分化につながるということが明らかになれば、どこかの段階で関与し始め、自然なイノベーションが起こる。従って民間セクターは非常に大きな重要な役目を負っている。

山下氏：今意思決定をしているのは、国、地方自治体、民間企業のいずれにおいてもその多くが中高年世代である。若い世代に期待することは。

シリ氏：若い世代は開発に関わることができるという意味でまさにチャンスがある。脱炭素化には投資が必要であり、それを持ってエネルギーシステムあるいは電力システムを作ることが必要。様々な地方自治体における電力に対するアクセスブリッジを高めるというニーズは極めて高い。新しいマイクログリッドについてもこれを学ぶことができ、そしてネットワーキングをすることもできる。専門知識と技術が20年後30年後にこういったシステム作りそして地方自治体へ恩恵をもたらすことが出来る。これは非常に包摂的なシステムを作るチャンスだと捉えられる。従って教育が今から必要。私たちが若い世代を巻き込んで地方のコミュニティに参加してもらって、そして据付、運転、保守にもかかってもらうことができる。従って人への投資が非常に重要。

リーナ氏：若い世代はグローバルそしてサステナビリティの課題において大きな役割を果たすことができる。世界各国、特に途上国において若い世代が消費者の大半を占めており、彼らの需要が市場を決定する。若い世代の選択がどのような産業が存続するのか消滅するのかを決定するのでそういう観点からもかなり力を持っていて、経済成長の方向性を定めることになる。残念ながら現在の意思決定の大半というのは依然として最も高齢な世代の手に委ねられている。必要な意思決定の性格は10年20年30年前とは異なる。教育の水準も我々の世代が生まれ育ったその環境とは異なる。現在意思決定する立場に置かれる人間の再教育が必要。あるいは若い世代を意思決定の場に動員することが必要。

山下氏：会場からの質問。2050年のネットゼロ目標というのはパネリストの皆さまが指摘されたように先進国や新興途上国あるいは途上国の間のエクイティとかCDRの観点避けられないと思う。今のところ先進国はネットゼロをコミットしているが、エクイティの観点を考慮すると途上国は例えば2070年ゼロも許されるのではないかと。中国は事実2060年ネットゼロと言っている。しかしこの場合、先進国は2040年にネットゼロにしなければならないが、これはとても出来ないと思う。これについてどう考えるか。

リーナ氏：非常に興味深い質問。カーボンニュートラル、つまり脱炭素化を果たすということはグローバルな観点から重要。責任は差別化すべきで、国ごとの対応をしなければならないが、共通の課題と国ごとの異なる責任という視点が必要。先進国は既に途上国に対して資金を提供しサポートすることについてコミットしている。そして昨日のバイデン大統領が始めたサミットにおいてはコミットメントの割合を倍増する約束をしている。しかしながら途上国はカーボンニュートラルについては年間1000億ドル、コロナ対応については数兆ドルについてもなかなか手当てができないような状況に置かれている。リソースが十分にはない中で、何が最も重要とみなすのか。世界各国で数万人が今コロナで命を失っているが、ワクチンは特許権がつきまとう。利益を上げるのをどこまで許すことできるのか、本当どこまでその特許というのは権利が保護されるべきなのかというところの議論が必要。

シリ氏：まずカーボンニュートラルを実現すること、これは世界共通の課題で、特定の国が単独で実現することはできない。しかし二酸化炭素の排出量を削減することは責任として全ての国が負うべき。その二つの側面を忘れてはいけない。

山下氏：会場からウイム氏への質問。どのような計算をしてそのような考え方となったか。

ウイム氏：すべての国について各国別に算定方法を示すことはできないが、例えば太陽光や風力などの再エネは断続性があるので難しい。IAEAと比較すると我々の数字はかなり控えめな数値となっている。コストの算定も、インフラのコスト評価をグローバルに行うのは難しく、保守的な数値である。相対的な数字としてご理解いただきたいと思う。とはいえ経済性の算定をすることで再エネというのは魅力度が増す。これが主たるメッセージである。

セッション3：中東は、世界のカーボンニュートラルにどう対応するのか？**司会：小山堅（弊所 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）**

パリ協定の目標達成には、温室効果ガスの削減が必須である。そして、世界のカーボンニュートラルの動きが意味するところは、将来の石油需要は減るということである。エネルギー転換は徐々にしか進んでいかないという議論もあったが、COVID-19 のパンデミックはエネルギー転換のスピードを早めた。人々の働き方や、人々の行動変容がありこれは元には戻らず、石油需要は既にピークに達したとも言える。

このような世界的な石油需要の減少が MENA エリアの産油国にもたらすものは、財政的な困難さである。それにより雇用や社会保障、補助金という社会契約を維持することも難しくなる。また、需要が減る中でマーケットシェアを巡る競争が激化し、不確実性は高まり地域での紛争につながる恐れもある。

エネルギー転換を無視することは、選択肢とはなり得ないため、よりクリーンなエネルギー供給（CCS や水素等）が必要になる。中東からのクリーンなエネルギー供給実現の課題は、コストの高さである。中東でのクリーンなエネルギー供給は仮に開発できたとしても、石油のような「Super Normal Profits」は無く、経済的なレントをもたらすことができない。

唯一の効果的な解決策は、経済を多様化することである。経済多様化の取組は過去より推進されてきたが、財産権や法的整備が欠けており、民間セクターが育たず失敗に終わっている。将来的な解決策としては、政治的な自由化（グラスノチ）による経済の自由化（ペレストロイカ）により政治改革を行うことである。それができなければ、国家の破綻に直面する可能性もある。

講演2：ラジャー・マルズキー氏（前国際通貨基金 中東・中央アジア部門 アドバイザー）

スティーブンス博士のご指摘にもあったとおり中東は政治・経済面で改革を必要としている。中東では、産油国もそうでない国にとっても、石油からの収入が地域の成長・発展の原動力になってきた。そのため油価の変動、為替に経済が大きく左右されており、過去から、改革のためにさまざまな取組がなされてきたが、そのあり方を大きく変えることはできていない。税制など長期投資に対する不確実性が高く、中東では民間セクターが育たなかった。

中東は経済成長しているものの、その成長率は低く失業率も高い。国富の蓄積はある一方で、地政学的リスクの高さもあり、投資対象エリアとしての魅力を打ち出せていない。一部の国では、炭素循環経済（Circular Carbon Economy：CCE）といったイニシアチブを提唱し、経済の多様化とカーボンニュートラルへ対応する動きも見られる。しかしながら石油需要減少に伴う石油収入減が見込まれるため、投資が抑制されますますます厳しい環境が予想される。

同じ産油国のノルウェーなどでは、民間セクターが長期プロジェクトに取り組む仕組みがあり、経済を多様化させている。このように安定した制度がないと民間セクターは投資に取り組むことができないため、財政ルールや予算の確保など政府の果たすべき役割は大きい。また、政府系ファンドを使い国外での長期投資を行うこと、国内で民間セクターへ投資し成長を支援することなども求められる。長期的な目標と中

期の財政予算をリンクさせ予測可能性を高めながら、民間セクターが、石油に依存しない長期投資を行えるようにすることが必要だと考える。

講演 3 : アドナン・シハブエルディン氏 (クウェート 前クウェート科学振興財団 事務局長)

カーボンニュートラルの動きは、石油やガスの輸出収入減少につながり、MENA や湾岸諸国にとって存亡に関わる挑戦を突きつけることになる。石油・ガス生産コストの優位性だけでは、これらの収入源の低下を賄うことはできず、早急にビジネスモデルや戦略の転換が求められる。

中東産油国は国ごとに濃淡はあるものの、油価低下や需要減に対し脆弱性が大きい。そのため持続可能性を土台とし、エネルギー転換に対応し経済も支えていかなばならない。そのためには低炭素の石油・ガスや水素輸出を加速させていく必要がある。また持続性の担保や経済の多様化実現には、国富や自国の資産を再評価し、エネルギー・経済政策を考えることが求められている。

収入減を補う機会としては、長年の炭化水素ハンドリング経験や既存インフラを生かしたブルー水素の比較優位性、グリーン水素のポテンシャル、また CCUS・DAC によりカーボン・オフセットした石油・ガス販売などが挙げられる。湾岸諸国も水素戦略の構築をすすめており、G20 サミットを通じサウジアラビアなどは、炭素循環経済 (Circular Carbon Economy : CCE) の提唱などリーダーシップを見せている。

水素市場では、最終的にはグリーン水素 (再エネ由来) が求められるが、コスト面や早期の大規模化、インフラ整備のためにも、移行期にはブルー水素 (化石燃料+CCUS) やブルーアンモニアが重要な役割を果たす。低炭素水素は、産油国にとって恐らく最もコスト効果のあるエネルギー転換対応方法であり、機会と捉えられる。欧州ではグリーン水素に注目しているが、ネットゼロへの道筋にはブルー水素も必要であり、様々な国とパートナーシップを取り、枠組みを作っていきたい。同時に中東では研究開発費の予算が少なく、イノベーションが限られているため、より多くの投資配分を行う必要がある。

パネルディスカッション

小山氏 : 2050 年にかけて主要国がカーボンニュートラルを進めている。この流れを受けて、中東ではその対応への準備ができているか。世界の動き・スピード・取り組みの強さとギャップはないか。国により違いがあると思うので、世界と中東という観点でお答えいただきたい。

ポール・スティーブンス氏 : 国により取り組みにバラつきがある。カーボンニュートラルを実現していくためには、炭素価格の導入が必要。特に国際的な合意と、価格の高さが必要になる。

中東で、水素の取り組みは可能であると思う。一方で水素を大規模に輸出し、利益をあげることができたとしても、それは石油のように社会契約を満たすほどのレントをもたらすものにはならないと考える。

ラジャー・マルズキー氏 : 中東の対応はまだ十分に出来ていない。仮に炭素価格が導入された場合、中東にとっては経済の不安定化要因になると懸念している。経済を安定化していくためには、無理のない形で進める必要がある。

アドナン・シハブエルディン氏：中東諸国は様々な開発段階にある。その中でも成功している国からはじめ、例えば CCE やグリーンイニシアチブなど提唱し、リーダーシップを示している国もあるため、そこに他国が続くとよい。炭素価格は、中東諸国にとっては厳しいものになると思う。

カーボンニュートラルへの対応として、ブルー水素は重要である。20~30 年後にはグリーン水素になっていると思うが、移行の段階では欧州も含めて、ブルー水素やブルーアンモニアが必要になると思う。ブルー水素や CCS を提供し、そのことが中東にとっても裨益するような形が望ましい。それには中東自身が、イニシアチブを取りさまざまなプロセスに関わらなければならない。

中東において、一部の国々だけの取り組みが早すぎ、他の国が追いつけなくなってしまうと破綻してしまう。中東においては、ペレストロイカとグラスノスチが必要である。

小山氏：中東にとってブルー水素・アンモニアはカーボンニュートラルの世界で生きていくうえで重要な選択肢であると思うが、具体的にどのような課題があるのか。コスト削減、炭素価格、インフラ投資など、様々な課題があると思うが、何が最も大きな課題か。

アドナン・シハブエルディン氏：何が課題かを考える上で日本・サウジのプロジェクトが良い例である。日本はブルー水素を必要とし、サウジアラビアはブルー水素を生産できる。ブルー水素については生産だけでなくアンモニアに転換した上での輸送方法についても具体的に話すことが重要である。

R&D の話が少ないことが課題である。たとえば石油をブルー水素に変えるためにはコストが高い。アブダラー国王科学技術大学（KAUST）ではいくつかのアイデアを出しているがどれが成功するかわからない。日本や欧州などによって投資のハブを作らなければならない。

ブルー水素市場に「障壁」を作るべきではない。EU のタクソミーはブルー水素を許容しておらず、これは正しくない。一部の国々は（自動車をはじめとする）内燃機関を禁止させようとしているが、これも最適かわからない。

ポール・スティーブンス氏：ブルー水素には、コスト、技術など課題があり、消費国と生産国が連携しなければならないという意見に同意する。気候変動の議論を見ていると、野心的な取り組みについての多くのリップサービスはあるが、現実的な効力は持たない。腰を据えて何が必要か議論するということが重要である。技術開発への大規模な投資が必要という意見にも同意する。

ラジャー・マルズキー氏：共同のアプローチが必要という点に同意する。産油国にとって R&D は必要で、研究開発に投資しなければ発展しない。湾岸諸国は国際基準で見ても投資が非常に少ない。もっとイノベティブな経済が必要である。

小山氏：中東の安定にとって気がかりなのは、経済の多様化とそれによる雇用の確保の問題である。これから先の雇用にどのように増やすことができるか。

ラジャー・マルズキー氏：シンプルに答えれば各国は雇用対策の準備ができていない。10 年ほどこれを議論してきて、失業から脱却するために競争的な経済をもたなければならないと言われてきた。地域の発展においては石油輸出国が原動力になってきたが、これは持続的でなく、地

域の成長力を生かさなければならない。ビジネス力を強めるために、地域の魅力、FDI の増加が必要となる。原油価格が戻ると改革の必要性を忘れてしまうが、政府の役割、若者、貧困など、ビジネス環境の安定についてしっかりとした政策を考えなければならない。

アドナン・シハブエルディン氏：湾岸諸国では大きなレントを生み出し、インフラなどに投資してきたが、原油に頼らない持続可能な体制ができていない。なぜなら、これまで石油レントの配分によって政府と市民の間の社会契約が構築されてきた。社会契約を変えることは難しいが、政治指導者がエネルギー補助金の廃止など、第一歩を踏み出してほしい。クウェートでは 67 年間議院制を取っているが社会契約を変えることはできていないため、変えなければならない。

ポール・スティーブンス氏：雇用の問題は唯一最大の問題だと思う。まずはダイナミックな民間部門が必要である。外国籍の出稼ぎ労働者の人件費を高くする（ことでそれへの依存度を引き下げる）必要があり、現状はあまりにも安すぎる。そして教育への投資を増やし、教育制度を改革することで、国民のスキルを上げることも必要である。

小山氏：ブルー水素に関して、仮に炭素税が 1 トンあたり 100 ドルという高値であれば、炭化水素資産を（資産価値が大きく毀損する）座礁資産にしないで済むのではないかと、という意見が会場から寄せられた。座礁資産化は避けられると思うが、レントの問題は残るのではないかと。

ポール・スティーブンス氏：問題はどの国が炭素税の収入を得るのかということ。炭素税の収入が消費国のもとに入れば座礁資産の問題は解決しないだろう。炭素税がどの国の税収になるのかについて生産国と消費国の間の議論となる。

水素の潜在力は過大評価されている。10 年前には CCS が全部を解決すると言われていた。水素が構造的な解決になるというのは過大評価だと思う。

アドナン・シハブエルディン氏：炭素税は適切に導入すれば利益になると思う。1 トンあたり 100 ドルであれば良い。ブルー水素を消費国に輸出することで私たちにとって利益になる。そして経済の多様化や持続可能性のための資金となりうる。

日本のイニシアチブに感謝しているが、気候変動の問題は先進国だけでなく、スティーブンス氏の言うように皆が対処しなければならない。しっかり腰を据えて話し合うことで炭素税は中東にとって最大の敵ではなくなる。現在は炭素税の枠組みは中東においてうまく行かないと思う。

小山氏：中東に対する日本の役割にどのような期待を持っているか。

ポール・スティーブンス氏：1 つは協力を始めることで、既に始めていると思う。エネルギーの消費国としてエネルギーの協力を生産国と一緒に行うことができれば大きな貢献となり、解決の一端を担うものになる。

アドナン・シハブエルディン氏：スティーブンス氏の意見に 100% 同意する。それに加えて日本は共同の R & D を行って欲しい。クウェートでも日本は 1967 年にクウェート科学研究センターを設立し、漁業や石油などについて協力したが、素晴らしい先見の明があった。いくつかの技術開発のハブを作ってサウジ、湾岸諸国、モロッコなどとカーボンニュートラル、水素、アンモニアなどに

に関して共同研究を行うということ。人的資源、インフラは 50 年前よりはるかによく、科学者も集まってくる。

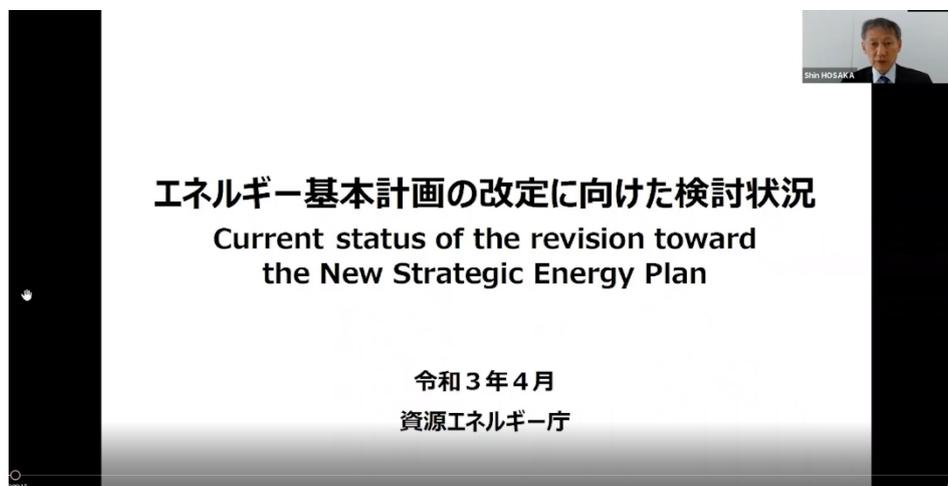
以上



開会挨拶 豊田正和



セッション 1



特別講演



セッション 2



セッション 3



閉会挨拶

以上

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp