

第4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)
アジア太平洋エネルギー研究センター(APERC)

1. 日時： 2019年5月17日(金) 9:30~17:30
2. 場所： グランドプリンスホテル高輪 B1階「プリンスルーム」
3. テーマ： 「エネルギー変革：挑戦か、好機か」
4. プログラム：

9:00-9:30	受付	
9:30-9:40	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
9:40-11:40	セッション1『不確実な地政学情勢の下、エネルギーガバナンスは如何にして確保されるか?』	
	司会	(一財)日本エネルギー経済研究所 常務理事 首席研究員 小山 堅
	パ ネ リ ス ト	米 戦略国際問題研究所 (CSIS) エネルギー・国家安全保障プログラム・上級副理事長 サラ・レディスロー 氏 ----- SIA エネルギー・インターナショナル マネージングディレクター ファリド・モハメディ 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 タチアナ ミトロバ 氏*
11:40-13:00	昼食	
13:00-15:00	セッション2『エネルギー変革のための適切なエネルギーミックスとは?』	
	司会	(一財)日本エネルギー経済研究所 理事 山下 ゆかり
	パ ネ リ ス ト	経済協力開発機構 原子力機関 (OECD-NEA) 事務局長 ウィリアム・マグウッド 氏 英 オックスフォード・エネルギー研究所 天然ガス・リサーチ・プログラム 特別調査研究員 ジョナサン・スターン 氏* ----- 国際エネルギー機関 (IEA) チーフエネルギーモデラー ラウラ・コッツイ 氏
15:00-15:20	休憩	
15:20-17:20	セッション3『気候変動対策に必要な政策、企業戦略、意識改革とは?』	
	司会	(一財)日本エネルギー経済研究所 理事 工藤 拓毅
	パ ネ リ ス ト	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 ウィム・トーマス 氏* 米 ライス大学ペカー研究所 シニアディレクター ケン・メドロック 氏* ----- 中 国家発展改革委員会エネルギー研究所 名誉所長 周 大地 氏
17:20-17:30	閉会 挨拶	アジア太平洋エネルギー研究センター 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

会場のようす



セッション 1



セッション 2



セッション 3

セッション 1

セッション 1：不確実な地政学情勢の下、エネルギーガバナンスは如何にして確保されるか？**司会： 小山 堅（日本エネルギー経済研究所 常務理事 首席研究員）****講演 1：サラ・レディスロー氏（米 戦略国際問題研究所 エネルギー・国家安全保障プログラム・上級副理事長）****タイトル： Global Energy Governance: A Perspective from the United States**

エネルギー・ガバナンスには、短期的な危機をいかに管理するかという視点と、長期的問題に対していかに最適な立場を取るかという視点がある。また、グローバルなエネルギー・ガバナンスにおいて米国は大きなアクターだが、米国内でも様々な紛争や対立があることを念頭に置く必要がある。米国にとってのエネルギー・ガバナンスとは、これまではエネルギー資源の枯渇という危機を管理することが重要であり、だからこそキッシンジャー米国务長官が 1974 年に IEA 設立を提唱した。しかし、今後は大量・多様なエネルギー資源をどのように管理するかが重要となってくるだろう。

現在の短期的な危機としては、経済成長の不透明化、地政学リスクの増加、技術やビジネスモデル、電力市場の変化、大国間競争、制裁、貿易戦争、保護主義などが挙げられる。中長期的には、米中対立によるグローバル秩序の変化がある。また、技術革新と同時に電力施設へのサイバー攻撃などエネルギーシステムの脆弱性は増すと考えられ、柔軟性と強靭性を高めることが重要になる。これから 2040 年にかけて、途上国でのエネルギー需要が急増するとみられる。省エネ技術が普及するとしても、世界のエネルギー需要はほぼ倍増すると考えられ、エネルギー安全保障に大きな影響を与えるだろう。

トランプ政権はポピュリスト的な政策を採る一方で、グローバル・パワーとしての地位を維持することを目指している。米国が石油・ガスの純輸出国へと変化したことは、グローバルなエネルギー・ガバナンスにおける米国の立場を変化させるだろう。エネルギー政策は、米国の外交政策とダイレクトに結びついているわけではない。ただし、トランプ大統領は「エネルギー・ドミナンス」を打ち出しており、今後はエネルギーを外交のレバレッジとして使う可能性がある。米国内でのエネルギー政策に関する議論は、連邦より州レベルで具体的に行われている。気候変動に関する議論は、支持派も否定派も、新しい形でのポピュリズムの表れだと考えられる。

講演 2：ファリード・モハメディ氏（SIA エネルギー・インターナショナル マネージングディレクター）**タイトル： Saudi Arabia: New Directions and Risks**

サウジアラビアはこれまで安定を志向してきたが、新しい方向に向かっており、そこにはリスクもある。サウジの外交・内政においては、常に王家サウード家の安定が第一目標であった。ファイサル国王の時代は近代化が、ファハド国王の時代は米国接近とイスラーム化が、アブドゥッラー国王の時代には安定化が目指された。しかし、2017 年にムハンマド皇太子が実権を握ると、エネルギー、経済産業、外交・安全保障、内政など、様々な分野での変革が行われるようになった。

サウジアラムコはムハンマド皇太子による変革の核心であり、IPO による短期的な利益だけでなく、長期的な戦略に基づいていると考える必要がある。例えば、下流部門の開発によるアジア市場への参入、石油化学・製造業の促進、他社の買収、産業都市・インフラの開発などが進められている。

セッション 1

サウジが安定する条件は、王族トップの調和と反体制派の不調和、石油価格の高値維持（少なくとも 60 ドル/バレル以上）が挙げられる。しかし、現在ムハンマド皇太子が主導する急速な変革はサウジの安定性へのリスクを抱えている。それは王族トップ間での不調和、国内産業の保護政策に伴う外資の逃避、トランプ政権の支持を受けた拡張主義的な外交・安全保障政策に伴う人命・戦費の損失などである。

講演 3 : 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 : Global energy governance from Russia`s perspective

ロシアの立場からは、グローバルなエネルギー・ガバナンスの確立に対して悲観的である。このような立場をとる背景としては、制裁、ボイコット、紛争などの経済以外のファクターの存在が大きい。例えば、ノード・ストリームへの投資が規制されるなど、ロシアにとっては、「ゲームの最中にルールが変わる」状況が生まれている。ロシアのアプローチは“one size doesn't fit all”である。全ての問題を解決できるシステムは無いため、多極化を進め、地域間協力を進める必要がある。ロシアは国際的に大きなエネルギー・プレイヤーであり、原油とガスの生産では世界 2 位、石炭生産は 6 位、発電量は 4 位となっている。しかし、ロシアの対外的なエネルギー政策は、国際的な孤立や制裁によって大きく影響を受けている。

このような状況下で、ロシアの米・中・OPEC、そして日本との関係はどう動いているのか。米国による対露制裁や石油・ガス市場における競争など、米露のせめぎ合いが強まっている。ソ連時代には米国との間でエネルギーを巡る競争はなかったが、現在の米露間の競争ではエネルギーが重要な位置を占めているのが特徴である。中露間のエネルギー協力は 2014 年以降ほとんど具体的に進んでおらず、相互の投資程度である。ロシアとしては、中国に過度に依存しないように注意している。また、ロシアにとっての OPEC とは、石油価格を維持するための戦術的な同盟相手ではあるものの、戦略的なパートナーではない。また、OPEC 加盟国は国際石油市場における競争相手である。ロシアは中東諸国に関する知識を深めながら外交ゲームを行っている。

日露はエネルギー面では強固なパートナーになる潜在性を秘めている。両国はエネルギー協力に関する交渉の長い歴史を持つが、具体的な事業はほとんど進んでいない。ロシアは日本からのクリアなメッセージを待っている。

パネルディスカッション

小山堅 : まず、3 人それぞれに質問をしたい。レディスロー氏へ、エネルギー・ドミナンスは具体的にどのような形をとっていきそうか？ エネルギー・ドミナンスの戦略の中で、米国の LNG 輸出はどのように使われていくと思うか？ モハメディ氏へ、次回の OPEC、OPEC+ の会議は、サウジアラビアの観点からどのような会議になるだろうか？ ミトロバ氏へ、ロシアの原油生産は増加の一途を辿っている中で、OPEC との協力はどのような意味合いを持つのか？

サラ・レディスロー氏 : 米国人にとって、エネルギー・ドミナンスは高圧的な響きを持つため、特に人気があるわけではない。この戦略の中核にあるのは、米国が莫大なエネルギーを保有しているというプライドである。このプライドが、誤ったところに置かれているのではないかと思う。エネルギー・

セッション 1

ドミナンスは、エネルギー供給に関するプロモーションだと考える。エネルギー省長官あるいは国務省長官も、エネルギー・ドミナンスについてあまり言及していない。今後、米国のエネルギー需給に関して、米国は自身の優位性を多国間関係の中で利用していくのか、また自国のセキュリティや安定供給の確保を達成していくのか、が注目される。エネルギーと外交政策のリンケージを考えると、米国はより強硬な外交政策を取れることになる。イラン制裁はその実例であろう。今後は、米国がエネルギー面で他国に左右されない環境下で、いかに自国の利益を最大化するかということに焦点が当てられるだろう。

ファリード・モハメディ氏：現状、原油価格はサウジにとって満足いくものになっている。イランに対する新たな制裁は考えられておらず、米国の急激な原油増産はないと見られている。それが市場に大きな影響を与えている。イランによる減産分が他国によって増産されているが、米国はより強硬な対応をとると考える。サウジはマクロ経済が不安定な中で脱石油改革のための費用を賄わねばならず、数百億の民間資金が自国に流れ込めば、雇用や経済の安定がもたらされる。

タチアナ・ミトロバ氏：OPEC+はロシアにとって非常に有益であるが、これはロシアが石油収入を増やすための単なる手段であり、制度化することはないだろう。第1に、歳入面での成果がある。ロシアの連邦歳入の50%は石油収入が占め、財政の安定性の重要な点を担っている。ロシアは、原油価格低迷時期に財政をどのように安定化させるかというマクロな取組みを実施してきた。その結果、ロシアの競争力が高まり、歳入も影響を受けなかった。第2に、OPEC+を通じて世界的な大国としてのロシアの役割を改めて確立することが出来るという成果である。OPEC+がなくてもロシアは生き残っていけるが、OPECとの協力によって石油価格が上がるのであれば、協力しない手はない。OPEC+は具体的な枠組みというより、供給過多の時期において短期的な手段として用いるということだと思う。

小山堅：イランの問題について、米国は今後イランに何を求め、対イラン政策を進めていくつもりと見ているか？それは中東の安定にどういう意味を持つか？レディスロー氏には米国の観点、モハメディ氏にはイランの観点から中東の安定や石油市場にどう影響があるか、ミトロバ氏にはロシアの対応を聞きたい。

サラ・レディスロー氏：トランプ政権の一部は、JCPOAを含む従来のイラン政策を誤った戦略に基づく「悪いディール」で、イランの民生用・軍事用核開発のすべてが核合意の範疇に入るべきであったと考えている。トランプ政権は新たな合意を結ぼうとしており、そのための最大の圧力（軍事的、経済的）をかけるとしている。個人的に、イランが（ポンペオ国務長官が提示した）12項目の要求リストすべてを履行するとは思えず、米国がイランの履行状況を確認できるかも疑問である。トランプ大統領は誰よりも強硬な姿勢を示したいのと思うが、イランがディールによる利益を見出さなければ、実現しないだろう。

小山堅：イランに対する米国の厳しいスタンスは、エネルギー・ドミナンスと関係があるのか？

サラ・レディスロー氏：関係はあると考える。トランプ政権は現状に満足している。イランに対して

セッション 1

厳しい対応を行っても、エネルギー供給に問題が発生していないからである。また、トランプ政権としては、サウジアラビアが米国にとって都合の良いよう行動するだろうと考えている。サウジアラビアは米国と協力しており、米国としては、OPEC をカルテルとして提訴することはない。エネルギー地政学の観点から、多くのことが動くと考えられる。

ファリード・モハメディ氏：イラン外相のスピーチでは、米国がまたネオコンの時代に突入したと考えているようであり、12 項目の要求リスト提示は米国自身の国益を損ねる行為であるとみている。米国による多くの企業への制裁や、高濃縮ウランへの制裁について、イランとしては「やりたいならどうぞ」と言っている。イランは JCPOA の履行を止めてしまうわけではない。2020 年に米国で新たな政権が生まれて、イランに対してより柔軟な対応が取られる機会を待っている。イランは、米国との一騎打ちになってはいけないということをきちんと理解している。

小山堅：イラン原油の全面禁輸措置は、イラン経済にとってどれくらいクリティカルなのか？

ファリード・モハメディ氏：現在は中国やインドもイランからの原油輸入を止めた。中国は米国との貿易戦争の最中であり、余計なトラブルは抱えたくない。また、サウジアラムコとも協力交渉中である。インドは、中国やパキスタンとの関係から、イランと戦略的に良い関係を維持していきたいが、米国との関係悪化は回避したい。日韓も米国に追従すると考えられるため、イランは厳しい状況に置かれるだろう。イランの国家収入は石油に依存していないが、他国との貿易が止まることは国内経済の減速につながる。国家機能にも問題が出るだろうが、革命にはつながらないと考える。

タチアナ・ミトロバ氏：米・イラン対立は、ロシアには直接的には影響せず、ロシアが関与しようとするかもしれないだろう。イランからの石油が市場に出なければ、ロシアにとっては新しい市場開拓の可能性が生まれる。ただ、米国の対外政策は破滅的といえる。今後ロシアは、この状況を利用し、中東との議論や他のプレーヤーとの議論を増やし、国際的な影響力を拡大させていこう。

小山堅：アジアとのかかわり、特に中国とのかかわりは重要なテーマになると思う。中国との関係を中期的・長期的にも構築していくのが重要と考えるか？ グローバルなエネルギー・ガバナンスの観点から、一帯一路をどのように見ているのか？

タチアナ・ミトロバ氏：中露間には、2009～2012 年に短期的な蜜月関係があった。しかし、中国は制裁のリスクを取ることがなく、ロシアへの投資は限定的にしか行われなかった。ロシアにうまみはなく、中国からの投資は中国が equity をとれるプロジェクトのみであった。これによって、ロシアは、中国との戦略的協力は生まれないということを認識した。ロシアの中国依存度は、それほど高まっておらず、ロシアとしては中国に過度に依存しないように気をつけている。

小山堅：LNG の観点では、過去 2 年ほど中国の LNG 市場の拡大は、世界のサプライヤーの注

セッション 1

目的だった。中国の市場をどうみているか？

タチアナ・ミトロバ氏：現在の世界のガス市場を理解する上で、中国は鍵となっている。彼らの動向が欧州のガス価格にも影響を与える。中国が石炭をガスにどの程度転換するのか注目している。ロシアから中国に直接物理的に LNG を輸出することはないが、需給に大きく影響を与えることは必至であり、エネルギー価格にも影響を及ぼす。また、ロシアは LNG 販売の最適化も考えるべきである。サハリンプロジェクトは、中国を販売のポートフォリオから外すことはできない（地理的な意味でも、市場の規模という意味でも）。ロシアは戦略的に、パイプラインと LNG をいかに調整するか、そのうえで LNG のキャパシティをどう考えるかということを検討しなければならない。むしろ中国の方が、ロシアとの駆け引きの材料にしている。

ファリード・モハメディ氏：サウジのアジア戦略において中国は中心的な位置を占める。アブドゥッラー国王の時代から中国との交渉が進められ、サウジアラムコがリードをとって、様々な契約を取り決めようと動いている。一帯一路について、MBS のビジョン 2030 においても中国は完璧なパートナーとみられている。MBS は何度も中国へ赴き、エネルギー分野に限らないサウジへの投資を呼びかけており、重要な関係である。中国は中東で米国を刺激しないようにしてきた。中国は中東の安定を欲するが、その安定のために資金を拠出することはなく、米国の努力にフリーライドする形で自国のエネルギー安全保障を確保してきた。

サラ・レディスロー氏：オバマ政権においても、知的財産や南シナ海等について米中で対立があったが、その中で気候変動における協力を二国間での最優先事項に置いた。トランプ政権は、中国と交渉して国際主義に引き入れるという立場から、中国との戦略的競争に舵を切った。現在は、中国との摩擦において共通項が見出せておらず、互いを信頼できない状況にまでエスカレートしている。そうすると、二国間の経済関係もこれ以上進むとは考えにくい、米国の同盟国が米国と同様の対中政策を採用するとは考えにくい。

一帯一路について、米国では懸念の声が強い。しかし、具体的なプロジェクトをよくみると、一帯一路を掲げずとも実施されていそうなプロジェクトが多く、一帯一路が決定的に大きな要素だとは思わない。米国にはアジアに対する大きな経済的戦略がない状況であり、例えば中国のインフラ建設を望んでいる国々に対してより質の高いインフラを提供するなど、関わり方を考える必要がある。

小山堅：グローバルなエネルギー・ガバナンスを確保するときに、日本の果たすべき役割は？

ファリード・モハメディ氏：まずは米国に対する教育的な役割だろう。中東への外交政策は、国際社会やアジアの安定にも影響し、日本もその一部である。日本の冷静な立場はアジアでの役割を高めているので、米国のバランスとなれるのではないかと。

サラ・レディスロー氏：米国を抑制するような役割だろう。エネルギーの供給過多という状況はエネルギー・ガバナンスにとって健全ではない。日本はこれまでグローバルなエネルギー安全保障において重要な役割を果たしてきた。米国が問題解決を放棄する中で、日本の役割は拡大するだろう。

セッション 1

タチアナ・ミトロバ氏：単にエネルギー安全保障だけではなく、例えば水素経済への移行など、新技術の開発も重要である。色々なチャンスやアプローチがあるということを教育するとともに、新技術を展開してほしい。

会場の聴講者：米国メキシコ湾岸において多くの LNG 輸出プロジェクトが計画されている。中国としては大量の LNG を米国から買いたいと考えているが、はっきりしていない。欧州ではロシアのパイプラインと競合する。日本が（アジア EDGE（米国によるインド太平洋地域でのエネルギー市場の育成構想）によって）アジア向けガスをファシリテートしようとしているとも聞く。このような状況について、レディスロー氏の意見を聞きたい。

サラ・レディスロー氏：米国としては、様々な市場でチャンスを探索しようとしている。個人的には、米国の LNG プロジェクトの成功には懐疑的である。国際的に見ると、LNG 輸出はパイプラインガスや石炭との競争にさらされる。アジア EDGE についても、どのように進めていくか、市場を開拓していくかはまだ課題があるし、中国市場も、あまり順調ではない。米国の輸出が伸びるかは懐疑的であり、必ずしも米国のプロジェクトが大きな役割を果たすということはない。欧州にプレッシャーをかけていくこと、東南アジアに適切なインフラをつくり LNG 輸出をするというのは、米国政府にとって適切なやり方ではある。米国の LNG は、必ずしも競争力があるわけではなく、本当に米国が LNG を輸出したいならば、努力が必要である。

会場の聴講者：ロシアは LNG のスーパーパワーになろうとしているのか？ロシア政府は LNG プロジェクトに税制面での優遇措置を続けるのか？また、ロシアの LNG 上流プロジェクトに、サウジアラビアが関与するポテンシャルはあるか？

タチアナ・ミトロバ氏：ロシアの場合は、ノバテックがガス事業の中心であり、2016 年より国から大きな支援がある。輸出関税が課されず、LNG にとって追い風となっている（パイプラインは 30%課税）。新しい産業を創出したい、マクロ経済的な成果をあげていきたいとロシアは考えている。エネルギープロジェクトは税制上の優遇措置なしでもやっていけると思うが、この状況は続くと考えられる。

ファリード・モハメディ氏：サウジアラビアとロシアとの関係は、ガスではなく石油であるということが分かる。サウジアラビアは、現在ガス戦略を策定中である。アラムコはガス事業には関わってこなかった。90 年代後半まで遡るが、ファイサル外相がサウジアラムコにガス事業への投資をさせようとしたが、うまくいかなかった。今後アラムコは、ロシアとの協力を通してガス事業にも参入するかもしれない。これはより大きな変革構想の中の一部だと考えたほうが良い。

セッション 2

セッション 2 : エネルギー変革のための適切なエネルギーミックスとは？**司会 : 山下ゆかり (日本エネルギー経済研究所 理事)****講演 1 : ラウラ・コツツイ氏 (国際エネルギー機関 チーフエネルギーモデラー)****タイトル : Presentation for IEEJ / APERC International Energy Symposium**

2018 年は、エネルギー業界にとって大きな変革期にあったことを様々なデータが示している。2018 年の世界のエネルギー消費量は前年比で 2.3% 上昇しており、過去 10 年で最も大きな成長となった。その要因の一つは異常気象と考えられ、CO₂ 排出量が増加することで異常気象が発生し、さらにエネルギー需要が大きくなるという負の循環に陥っている。また、エネルギー関連投資額に目を移すと、近年、石油・ガス分野に対する投資が不十分という懸念があったが、2018 年は上昇に転じている。不確実性の高まりから、投資家は小さなプロジェクト及び即効性の高いプロジェクトに関心を向けている。

エネルギーミックスについては、再生可能エネルギー及び天然ガスの消費量は先進国、途上国ともに今後増大する見通しである一方、原子力、石油及び石炭の消費量は途上国において増大するものの、先進国では減少していく見通しである。特に、先進国の原子力については、新規開発が困難な中、既存の施設も老朽化が進んでいる。再生可能エネルギーの導入については、電力供給の安定性の確保が重要となる。蓄電池の投資等、系統フレキシビリティの増強が求められている。

IEA の New Policy シナリオ及び Future is Electric シナリオでは、今後、電力需要の急激な伸びと共に CO₂ 排出量の増加も示されている。すなわち、電化の促進だけではグリーン化を実現できない。パリ協定を遵守するために、単一の解決策が存在するわけではなく、電力貯蔵、CCUS、水素技術等を効果的にミックスしながら展開していくことが求められる。これらの課題解決に対し、各国政府の担う役割は重要であり、その責務の自覚と履行が求められる。

講演 2 : ジョナサン・スターン氏 (オックスフォード・エネルギー研究所 天然ガス・リサーチ・プログラム 特別調査研究員)**タイトル : Challenges to the Future of Natural Gas: decarbonization and affordability**

脱炭素化に対して、欧州と欧州以外の地域(一部の北米地域)では考え方が異なっている。欧州では、かつて石炭から天然ガスへの燃料転換及び再生可能エネルギーの導入拡大論が主流だったが、2030 年以降を見据えた現在では、更なる CO₂ 排出量削減に向けた解決策 (エネルギーミックス) 実現に向けて議論が進められている。また、欧州以外の地域では、CO₂ の削減以上に大気汚染問題等への対応がより大きな課題となっている。

COP21 の遵守を前提に置くと、EU のメタン需要 (2050 年) は 200-300bcm となり、2017 年の 470bcm から大きく減少する。2030 年以降、カーボンニュートラルに取り組みながらガス消費を継続するには、バイオガス、合成ガス、P2G、水蒸気改質 (CCUS 付) 等の技術を使って、ガス自体を脱炭素化していく必要がある。また、欧州の事業者には、脱炭素化が遅れている地域への販売 (LNG 輸出等) を強化することも求められている。

ガス市場が今後生き残り、天然ガスが低炭素のエネルギー源として存在するためには、LNG 取引の

セッション 2

際に LNG サプライチェーンにおける CO₂ 排出量を把握、公表する制度を導入することや、再生可能ガスが様々な地域において合理的な価格で供給される仕組みを構築する必要がある。再生可能ガスや脱炭素化技術の議論は特に欧州において活発になされているが、今後このような動きが欧州以外の地域にも影響を及ぼすかもしれない。

講演 3 : ウィリアム・マグウッド氏（経済協力開発機構／原子力機関 事務局長）
タイトル : Nuclear Energy and the Decarbonization of Electricity: Challenges and Opportunities

（※割愛（登壇者から掲載許可下りず））

パネルディスカッション

山下ゆかり : アジアにおいて、気候変動対策を中心に対応が進む中で、アジアのエネルギーミックスは特定のエネルギーに依存するのか、それともバランスがとられるのか。

ラウラ・コッツィ氏 : パリ協定の削減目標（NDC）は各国が自ら設定し、達成に向けて努力している。中国はおそらく達成するだろうが、インドは他の多くの地域と同様に、目標達成は難しいだろう。気候変動対策への取組みにおいて、最終エネルギー消費の 20%を占める電力部門については対応が進められているが、残りの 80%を占める輸送、産業、民生部門では十分な活動が行われておらず、対応が遅れている。

ジョナサン・スターン氏 : パリ協定の削減目標を達成するために重要なことは、それぞれの国における優先順位と、それを解決するための手段である。私は欧州の北西部に住んでいるが、東に行くほど、気候変動対策に対して段々と熱意が感じられなくなる。日本においても、欧州北西部と比較して熱意が感じられない。例えば、ある地域において石炭火力はエネルギー自給率や発電コストの面で優位性があり、利用を進めたい事情があるかもしれないが、石炭火力を促進すればパリ協定を遵守することはできないため、正しい選択ではない。もし、我々が本気でパリ協定を遵守する気があるならば、他のセクターのようにガスも縮小せざるを得ないかもしれない。

山下ゆかり : 化石エネルギーは終わりの時を迎えているのだろうか、それとも今後も役割を維持するのだろうか。

ジョナサン・スターン氏 : 現在、多くの企業が新たな LNG プロジェクトの開発を進めている。これに対する重要な視点は、これらプロジェクトは 2050 年も稼働しているか、そしてエネルギーミックスの目標と一致しているか、ということである。そして、これらを考える時に注意しなければならないのは、今日の技術を前提にして考えてはならない点である。天然ガスは最後にフェーズアウトされる化石燃料となるが、技術革新や政策的な後押しにより、その時期がいつになるかということに注目する必要がある。

山下ゆかり : 将来の不確実性から石油・ガスの上流投資が滞ることが心配されるが、今後もその投

セッション 2

資が継続し、アジアにおいて 2040 年頃も経済性のある価格で石油・ガスが利用できるだろうか。

ジョナサン・スターン氏：投資不足については心配していない。2040 年代に天然ガスが使われているかはわからないが、現在も大規模投資が行われており、資金回収を目的として必然的に運用が継続されている状況も確認される。

山下ゆかり：アジアにおいて、2040 年までにピークがやってくる化石燃料は何か。

ラウラ・コッツィ氏：アジアにおいては、暖房用の熱需要の観点から天然ガスは残り続けるだろう。また、石炭のピークは石炭火力の動向によって左右される。中国において、石炭火力の設備容量は横ばいであり、東南アジアやインドでは増加傾向、その他の地域では減少傾向にある。

山下ゆかり：今後、必要となる技術や投資について、個々のご意見をいただきたい。

ラウラ・コッツィ氏：太陽光エネルギーに関しては、既に安価な電力の源になっている。特に中国やインドにおいては、2020 年代の中頃までに石炭火力よりも安い電源となるかもしれない。よってコストの議論は終わりを迎えているが、パリ協定を見据えた環境性の観点では、研究開発が不足していると感じる。脱炭素化を実現するためには、CCUS 等、様々な研究開発分野への投資が不可欠である。

ジョナサン・スターン氏：世界では、CCS に関するプロジェクトがいくつか進行しているが、商業ベースでこれらのプロジェクトが進められていなければならない。例え小さなプロジェクトであっても、商業化までを長期的なスパンで考え、行動を起こすことが必要である。他の様々な技術がガスを凌駕する可能性があるため、ガスにおいても新技術の開発ペースを上げなくてはならない。

会場の聴講者：LNG サプライチェーンにおける CO₂ 排出量の検証が、LNG 産業にとって課題であるという見解について、その取り組みはいつ頃に欧州で導入されるのか。また、その取り組みが LNG 市場の柔軟性に対してネガティブな影響を与えるのか。

ジョナサン・スターン氏：この取り組みがいつ頃導入されるかはわからない。産業界は、2、3 年のリードタイムが必要と言っている。この取り組みが始まれば、LNG サプライチェーンに携わる全ての事業者は、各々で発生する CO₂ 排出量を把握する必要がある。LNG 液化プラントにおいては規制により既にそのデータを持っているが、輸送部門においては船によって排出量が異なるため、その把握は難しいかもしれない。いずれにせよ、業界は今から対応を始めるべきである。

会場の聴講者：投資家はより小規模な案件を求めているが、エネルギー業界の中でそのような技術、ビジネスモデルはできているのか。

ジョナサン・スターン氏：LNG 業界においても、今後は小規模な LNG プロジェクト、小型の LNG 輸送船が人気を博していくだろう。大都市を持つ国においても、その周辺の地域に向けて小規模な LNG 供給を必要とするニーズが生まれている。

セッション 3

セッション 3 : 気候変動対策に必要な政策、企業戦略、意識改革とは？**司会：工藤拓毅（日本エネルギー経済研究所 理事）****講演 1：ウィム・トーマス氏（蘭 シェル・インターナショナル 主席エネルギーアドバイザー）****タイトル： Is It Possible to Achieve an Ambitious Energy Decarbonization Scenario?**

本報告では、シェル社のスカイシナリオを用い、将来を展望する。スカイシナリオは、パリ協定に基づき、世界の平均気温の上昇幅を、今世紀末時点で産業革命前から 2℃未満に抑えるという世界共通の長期目標(2℃目標)を達成するための手段を検討するものである。スカイシナリオは経済的、技術的には十分な実現可能性があるが、政治的な面で困難となるおそれがある。

本シナリオの分析結果として、2030 年までに CO₂ 排出量がピークに達することはない。新興国を中心として排出が増加する。所得水準の向上に伴い、中国は 2030 年までに CO₂ 排出量が 3 倍になる。インドも追隨する。アフリカも真の意味での成長は、より大きな CO₂ 排出量の増加を意味する。本シナリオは、CCS や森林吸収を活用し、2070 年までにネットゼロエミッションに到達させることを検討している。これには、技術革新・燃料転換を促進する効果的なカーボンプライスが必要である。スカイシナリオのポイントとしては、電化、CCS、省エネの推進、再エネを含む新たなエネルギーシステムの活用を推進することで挙げられる。特に省エネについて、スカイシナリオにおいては、2100 年に 40%の省エネを見込んでいる。しかしながら、現状では省エネにはエネルギー投資の 13%が向けられている程度であり、スカイシナリオの達成には省エネへの投資を大幅に拡大することが大前提となる。

2100 年を展望した際、エネルギーミックスとして、再エネや原子力等を活用した低炭素電力の割合が半分程度を占めるが、石炭やガス、石油の利用は継続される。家庭や業務部門での電化は可能であるが、運輸部門では特にトラックや航空、船舶での石油依存が継続すると考える。石炭も、本シナリオでは注意を喚起する目的もあって 2100 年まで消費が継続するとしているが、これは CCS の活用を前提としているものである。一方で、都市ガスの改質による水素利用や、石油とバイオ燃料、石炭とバイオマスの混合等がエネルギーミックスに占める割合は拡大してゆく。

最終エネルギー消費に占める電力の割合が全体の 50%を占める様に、電力需要は 2100 年までに現状の 3 倍の水準に至ることに注意が必要である。これは、インフラ整備、政策形成等の対応が必要であることを意味する。

部門別では、建築物は 2050 年までに脱炭素化が進展するものの、運輸部門、特にトラックや船舶、航空については、脱炭素化が難しい。エネルギー事業者は、バイオ燃料の利用や CCS の活用により、こうした課題の解決に貢献できる。

2℃目標の達成に向けて、供給の脱炭素化に議論が終始しがちであるが、重要なのは需要側の対策。全体の 40%を占め、需要側の取り組みと供給側の脱炭素化を共に進めることが必要であるとの認識を深めるべきである。

では、スカイシナリオは Affordable か？ 初期投資は大きいものの、再エネ電源は燃料費を必要としないため、将来的にはスカイシナリオの達成に向けた投資額の GDP に占める割合は、0.5%以下と現状の 1%程度から低減してゆくだろう。

セッション 3

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 : Climate and Energy Discourse in the US: Diversity and Dissent – What is the Path Forward?**

米国は、州によってエネルギー資源の賦存状況や市場制度などが異なる。気候変動対策は、それらの地域性を反映して「ボトムアップ的」に設計されるべきである。例えば、テキサス州では石油・天然ガス産業が巨大であると同時に、州別の風力発電設備容量が全米トップであり、化石燃料産業とクリーンエネルギーが並存している状況である。電力市場は完全に自由化され、他社との差別化のために低炭素電力メニューを販売する事業者もいる。他方で、石炭産業で発展してきた州では、気候変動問題で産業構造の転換を迫られており、トップダウン的な環境規制への反発も根強い。気候変動は地球規模の課題であるが、国・地域が異なれば多様性は高まる。世界全体に適用可能な「特効薬」は存在しないと考えられ、地域毎の事情に応じた政策が重要であろう。

過去 15 年を振り返ると、世界のエネルギー情勢に影響を及ぼした要因は①シェール革命と②中国の需要増加である。シェール革命によって米国はエネルギー自立性を高め、数多くの国に輸出ポジションを取ることができると至った。この出来事はエネルギー分野に留まらず、米国外交分野の優位性・安定性をもたらしており、その意味でも重要であった。なお、米国 LNG 輸出先の一つは中国であるが、2018 年のシェアは 11.18%とそれ程大きくない。米中貿易摩擦が米国 LNG 全体に及ぼす影響は、比較的限定的ではないか。国際エネルギー市場がより流動的になれば、二国間貿易摩擦の影響は少なくなると思われる。

長期的に気候変動対策を成功させるには技術開発が重要である。しかしながら、米国のエネルギー関連研究予算（実質ベース）は、過去 25 年間、減少傾向にある。この現状を危惧して、連邦議会では変化が起きつつあり、改善を期待している。

講演 3 : 周 大地氏 (中 国家発展改革委員会能源研究所 名誉所長)**タイトル : Combat Climate Change China is Acting**

第 13 次 5 年計画の「5 つの発展理念」の一つは「緑の開発」であり、環境適合的な発展が国の重点分野となった。中国はパリ協定発効に重要な役割を果たしたが、今後も国際的コミットメントを堅持し、気候変動対策を実施する意志がある。中国の短期的な目標として、2020 年の炭素原単位目標（GDP 当たり CO₂ 排出量を 2005 年比で 40-45%削減）と非化石燃料比率目標（一次エネルギー消費のうち 15%を非化石燃料とする）があるが、前者は 2017 年に前倒しで達成した。後者については 2018 年に約 14.5%と推計され、達成間近とみられる。中期的には 2030 年頃に温室効果ガス（GHG）排出をピークアウトさせる目標があるが、これも確実に達成すべく、技術面・政策面の研究を進めている。

2025 年やそれ以前の GHG ピークアウト実現には不確実性がある。エネルギー市場には多様な利害関係者が存在する中、野心的な政策・制度等について合意形成を図ることは容易ではなく、時間を要する。また、中国の一人当たり GDP は 10,000 米ドル程度で、未だ途上国の水準である。経済成

セッション 3

長も国家の重要課題であるが、従来型の経済成長モデルでは GHG 排出が増えてしまう。高付加価値で環境適的な新たな成長モデルを構築する必要があるが、直ちに実現できるものではない。

中国は自国内の取り組みに加えて、国際協力を推し進めている。一帯一路協力における石炭火力建設への批判があるが、低炭素電源も積極的に開発していることを忘れてはいけない。例えば、現在までに世界全体で約 320 か所の水力発電所（合計 81GW）が運転開始、又は、建設中である。インフラの設置に留まらず、建設・運転維持に関連した技術移転も実施し、その点でも諸外国への貢献は大きい。

工藤拓毅：トーマス氏からのシェル社のスカイシナリオについては、技術的には可能だが政治的に難しいということ、カーボンプライスの導入、省エネ、エネルギーの低炭素化等、様々な取り組みが必要との指摘があった。メドロック氏からは、米国におけるエネルギーの構造転換と、そこから得られた示唆をご指摘頂いた。気候変動問題、実際には資源エネルギーの課題に対して、エネルギー需要が拡大すれば、技術の革新がなされるのではないかなど、イノベーションのきっかけに関する興味深い分析であった。周氏からは、中国の気候変動対策に対する積極的な姿勢と成果についてご説明があった。2020 年の目標については前倒しで達成されたものもあるなど成果が上がっており、長期的な対応については再エネや様々な取り組みについて検討を行っていることが報告されていた。ここで、まずは、会場からの質問を受けたい。

会場の聴講者：メドロック氏の報告について。米国のガス・石油の生産拡大、LNG 輸出拡大について詳しく説明された。しかし、米国は冬場に北東部で LNG を輸入している。環境という観点から、米国はなぜ LNG をメキシコ湾岸から北東部の基地に輸送できないのか。LNG の最適化を考えると、米国は輸送距離が長いということがアジアへの輸送に向けて足かせになっている。どうしたら最適化できるのか。現時点では、LNG の輸出基地は大西洋のみに存在していると理解している。太平洋側にも建設してはどうか。

メドロック氏：米国において、豊富に天然ガスがあるにも関わらず北東部において輸入しているのかであるが、これは、マルセルのガス資源を北東部にむけて輸送するためのパイプラインが建設できないからである。メキシコ湾岸の LNG を北東部で受け入れできないかについては、Jones Act（※米国内の地点間の物品の輸送を行う船舶は米国船籍で、1）米国人配乗、2）米国人所有、3）米国建造でなければならない、という法律）が阻害要因となっている。米国所有の LNG 船というのは存在しないため、実現ができない。国内のパイプラインについては、規制上の問題から建設できない。LNG 輸送の最適化については、政府は関与しておらず、民間主導でおこなわれている。民間事業者としては、長期的に安定的に供給できる仕向け先に輸送しているため、国内での輸送最適化については検討されていない。

会場の聴講者：スカイシナリオで省エネが 2℃目標への貢献としてとても重要であると指摘していた点は大変良いと思うが、シェル社が省エネの最大化を意図して実施していることを具体的に教

セッション 3

えて欲しい。

トーマス氏：実際には、シェル社として省エネルギー対策を多くは行ってはいない。気候変動のみならず、経営の観点から効率改善をおこなっており、Performance standard を社内で構築して、適宜適用技術の更新・革新をおこなっている。例として、オランダの化学プラントにおいては27MWのPVを設置し、プラント内でのCO₂排出量の削減に努力している。

会場の聴講者：2050年までにネットゼロの達成は可能か。どのような政策をおこなわなければならないのか。

トーマス氏：英国では達成可能との報告書が出されたばかりであり、その他の国も追随している。しかし、グローバルで2070年までにネットゼロを達成するのは難しい。国によって進展は大きく異なる。マスタープランを構築してその道を進展させるということもあるかもしれないが、規制上の課題が大きい。例えば自社での脱炭素化に向けてCCSを推進するにあたって、コストを社会的にどのように負担させるのかという課題、さらには社会的な受容性の問題にも直面した。脱炭素化について最も重要なのは需要サイドのマネージメントであり、エネルギー供給の脱炭素化と同時に調和しておこなわなければならない。

工藤拓毅：2度目標の達成には乗り越えないといけないハードルがあるが、では、どうやってアプローチするべきか。何がAffordableな選択肢なのか。政策、企業としてどうしたことをやらないといけないのか、人々の意識改革も含めてコメントをいただきたい。

周氏：最も重要なのは、科学的根拠が必要であるということであり、人々が知見を共有し、社会的コンセンサスを得て、行動するような仕掛けを作ることが重要である。われわれの国の経験では、貧困の解消がある。5年のうちに8千万人の貧困を解消するという目標があるが、これまで何もなされていない。環境については、外部性にどう対処するか。カーボンプライスではなく、人が行動をとりたくなるような社会システムと政策を形成し、これに市場が追随する形を考えなければならない。

メドロック氏：気候変動について。人類の文明が地球と共生するには、インフラの形成、技術の革新、そして戦略を検討しなければならない。気候変動の影響への対応として、インフラの強靱性が確保される必要がある。一方で、こうした気候変動対策は政策の優先順位として必ずしも高くはないため、今すぐ最重要課題として位置づけて検討される必要がある。エネルギーインフラが30-50年という長期間利用されることから、石油・石炭・ガスの利用が継続すること、新興国における人口の拡大、経済成長に伴うCO₂排出量の増加を考慮するなら、気候変動による災害への対処としてインフラの強靱性を確保し、技術革新をおこなってゆくことである。

トーマス氏：シェル社は、自社が販売する燃料すべてについて、ネットカーボンフットプリント目標を設定している。これは、販売する燃料の原単位目標として設定するものである。2035年までに20%削減、2050年までに50%削減を目標としている。本目標の達成は、トップマネージメン

セッション 3

ト・プロジェクトチームの報酬とリンクしており、バイオ燃料、省エネ、CCS の導入によってコスト効率的な方法で目標を達成しようとしている。企業として、社会的受容性を考慮して現実的な方法を試行している。

以上

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp