

脱炭素化に向けた 次世代技術・イノベーションについて

平成30年2月19日
資源エネルギー庁

目次

過去開催回の発言ポイント	p.2
2050年に向けたイノベーションイメージ	p.6
(参考) 個別技術について	p.13

過去開催回の発言ポイント

第2回、平成29年9月29日（金）：資源、地政学、国家戦略

ポール・スティーブンス氏（英国王立国際問題研究所特別上席フェロー）

- 石油の長期需要は過大評価されている。炭化水素から電気へのエネルギー転換はより加速していく。転換の理由は、気候変動と技術革新（再エネ価格低減、EV）。
- トランプ政権による不確実性に加え、世界の中東依存度の低下傾向とこれを背景とした中東各国の財政不安などを受け、中東は不安定性が高まる可能性が高い。

アダム・シミンスキー氏（米国戦略国際問題研究所エネルギー地政学議長）

- 世界の一次エネルギー消費は新興国が牽引。
- 石炭の需要は横ばい（減少の可能性も）、再エネと天然ガスが急伸。原子力遡増。
- 日本の自給率の低さや火力依存は安全保障の観点から深刻。エネルギー源を分散させ、多様性を高めることが重要。
- 米国は京都議定書に署名せずとも大幅にCO₂を削減してきた。パリ協定離脱は大きな問題ではない。

過去開催回の発言ポイント

第3回、平成29年11月13日（月）：温暖化対策

マイケル・シェンバーガー氏（米国 エンバイロメンタル・プログレス代表）

- エネルギー選択のメгатレンドは高密度化（木材⇒石炭⇒石油⇒ウラン）。
- 原発の社会受容性は非常に重要。技術革新（事故耐性燃料等）によって社会受容性が高まる。
- 原発・水力と異なり、太陽光・風力はC O 2 排出原単位との相関が薄い。
(導入がC O 2 削減に繋がっていない)
- ドイツは石炭依存が続き、2020年▲40%達成は困難だろう。

ジム・スキー（英国 インペリアル・カレッジ・ロンドン持続可能エネルギー担当教授）

- 英国は、石炭火力のガスシフトで大幅削減を実現したが、20年半ば以降の削減目標（23～27年▲51%）の達成は現時点では難しい状況。達成のためにはイノベーション（水素・CCS等）が重要。
- 一つの技術に決め打ちせず、「技術間競争」を促すことが大事。
- 英国政府は、国プロで次世代の小型原子炉（SMRs）の研究開発プログラムを民間から提案を募り、支援している。
- ドイツは再エネに必要以上に支援しており、効率化が必要。

※クラウディア・ケンフェルト氏（独国 経済研究所エネルギー・運輸・環境部長）

（資料提出のみ、当日は欠席）

- C O 2 大幅削減に必要なのは省エネ、再エネ、E Vへの投資。
- 再エネ100%のエネルギーシステムは実現可能。
- 余剰電力の水素変換など、分野の垣根を越えた効率化が重要。

過去開催回の発言ポイント

第4回、平成29年12月8日（金）：ゼロエミッション企業の経営戦略

クリス・グールド氏（米国 エクセロン・コーポレーション 企業戦略担当上級副社長）

ラルフ・ハンター氏（米国 エクセロン・ニュークリア 最高執行責任者）

- 原子炉の高稼働ノウハウ（90%以上）が競争力の源泉。
- 被買収企業の原子炉の稼働率向上による企業価値向上が成長の原資。
- 電力はもはや単なるコモディティではなく、信頼性、強靱性、環境性などの価値あり。これらの価値が価格として適正に評価される市場設計が重要。
- Small Modular Reactor (SMR) は、コスト・安全性の両面でメリットがある可能性あり。

マティアス・バウゼンバイン氏（デンマーク オーステッド アジア太平洋局長）

イチュン・シュー氏（デンマーク オーステッド 市場開発部長）

- 洋上風力のグローバル・リーダー。開発・建設・所有・運用を一気通貫で実施。
- ノンコア事業（水力・ガス火力・陸上風力等）の売却資金を戦略事業（洋上風力）に投入することで、事業の選択と集中を実施。
- 洋上風力のコスト削減のポイントは、風車の大型化によるスケールメリット、複数プロジェクトにおける機器・システムの標準化、複数社からのグローバル調達。
- 政府による中期的なマーケット育成に向けたコミットメントと一般海域の明確な利用ルールが必要。適地へのクラスターとしての導入が、その地域でのサプライチェーンの育成に繋がり、更なるコストメリットとなる。

過去開催回の発言ポイント

第5回、平成30年1月31日（水）：総合エネルギー企業の経営戦略

ガイ・オーテン氏（蘭／ロイヤル・ダッチ・シェル 上級副社長）

- 将来は不透明。予測ではなく複数のシナリオ想定が適切。マクロトレンドはエネルギー転換とデジタル化。
- 幅があるシナリオに対応すべく様々な分野に投資（ガス・バイオ燃料・再エネ・水素・CCS等）。
- 従来の化石上流事業も継続しつつ、事業ポートフォリオの組み換えを実施（シェールを優先成長事業に引き上げ、新エネルギーはエマージングな事業として毎年一定額を投資等）。
- カーボンプライシングが世界的に実施された際の準備として、社内の投資判断にあたってはシャドーカーボンプライスを採用（40ドル/tCO₂）。

マリアヌ・レニョー氏（仏／EDF 上級副社長）

- 供給安定・低炭素・競争力をバランスさせるには、原子力と再エネのミックスが重要であり追求。
- 将来の電力システムとしては、スマートグリッドやEVの系統利用などを追求。
- 独は再エネは増えたが石炭依存が続いておりCO₂排出量は変わっていない。脱石炭の流れと逆行。

ディディエ・オロー氏（仏／Engie 上級副社長）

- 脱炭素化、分散化、デジタル化という世界的な潮流を踏まえ、ポートフォリオ見直し・未来技術投資等を実施。
- 天然ガスは、石炭・石油の代替としても、再エネのバックアップとしても重要。将来的には、ゼロエミッションのガスとして、水素やバイオマス由来ガスの市場の広がりを期待。
- 電化は電力を低炭素化してから進めるべきだが、ドイツは順番が逆。

2050年に向けたイノベーションイメーム

2050年に向けたイノベーションイメージ

2050年に向けた要請

- セキュリティ維持：あらゆる技術・選択肢の追求
- パリ協定実現：GHG大幅削減
- デジタル化への対応：Society5.0へ

需要側イノベーション

- ① 運輸：自動化や設計最適化等で消費抑制
電動化(EV・FCV等)の進展
- ② 産業：ロボット・AI等で効率向上
電化、水素利用、非化石原料拡大
- ③ 民生：IoTによる効率化、ZEB・ZEH普及
電化やメタネーションの開発・進展

供給側イノベーション

- ① 電力：データ活用による効率化、
ゼロエミ電源の革新
- ② 水素：供給源ゼロエミ化、低コスト化、
サプライチェーン構築

国際展開による世界大でのCO2削減

- ① イノベーションを世界に先駆け→国際競争力強化
- ② 中国・欧米等の巨大企業に対抗可能な体制構築

分野別CO2排出量と主な個別技術

主な要素		現状	将来
運輸 (2.1億トン)	車体・システム	内燃機関・手動運転 金属車体	電動化・自動運転 マルチマテリアル
	燃料	化石燃料	電気・水素 バイオ燃料
産業 (3.1億トン)	プロセス	スマート化の進展	CCUS・水素還元 更なるスマート化
	製品	化石エネルギー原料	非化石エネルギー原料
民生 (1.2億トン)	熱源	石油・ガス・電気	電気・水素等
	機器	高効率機器	機器のIoT化 M2M制御
電力 (5.1億トン)	火力	石油・石炭・天然ガス	CCUS・水素発電等
	原子力	第3世代+原子炉	次世代原子炉
	再エネ	導入制約 (導入コスト、調整電源コスト・系統等)	蓄電×系統革新

イノベーション

水素
(サプライチェーン・メタネーション)

※ () 内は2015年度の排出量

(参考) 2050年に向けたイノベーションレビュー

	需要側	供給側
これまでの情勢懇 議論	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電力調整源としてのEV活用は有効 (スティーブンス) ✓ デジタル化に伴う消費者新サービスが生まれる (EDF) ✓ 消費者ニーズに伴い分散化が促進 (ENGIE) ✓ 都市部ではデータ活用による省エネが進展 (ENGIE) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 液体リチウム以外の蓄電池開発も重要 (シミンスキー) ✓ 原子力技術開発により社会受容性が向上 (シェンバーガー) ✓ 余剰電力水素転換など統合型アプローチが重要 (ケンフェルト) ✓ 水素は潜在的に重要なエネルギーキャリア (シエル)
エネルギー・環境イノベーション戦略	<ul style="list-style-type: none"> <エネルギーシステム統合技術> <ul style="list-style-type: none"> ✓ デマンドレスポンス ✓ AI・ビッグデータ・IoT活用 <システムを構成するコア技術> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 革新的センサー ✓ 多目的超電導 <省エネ> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 革新的生産プロセス ✓ 超軽量・耐熱構造材料 	<ul style="list-style-type: none"> <蓄エネ> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 次世代蓄電池 ✓ 水素等製造・貯蔵・利用 <創エネ> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 次世代太陽光 ✓ 次世代地熱 <CO2固定化・有効利用> <ul style="list-style-type: none"> ✓ CCUS
主要国の長期戦略	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 運輸・民生・産業部門での電化 (米・加・仏・英・独) ✓ EV普及推進 (仏・英) ✓ 運輸・産業プロセスでの水素活用 (米・加・英・独) ✓ 多排出産業でのCCUS (加・仏・独) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再エネ拡大に資する蓄電池・系統安定化 (米・英) ✓ 次世代原子力への投資・開発 (米・英) ✓ CCS火力の活用 (加・仏)

✓ 政府のイノベーション促進環境整備は重要 (シミンスキー、スティーブンス)
 ✓ 需給両面で多様性を確保していくべき (シミンスキー)
 ✓ 一つの技術に決め打ちしない技術間競争が重要 (スキー)

(参考) 低炭素化のターゲット

2015年 CO2排出量 (単位: 億トン)

	世界	先進国	新興国	(参考) 日本
	合計	323	124	199
電力	127	45	82	5.1
運輸	77	41	36	2.1
自動車 (旅客乗用車、貨物トラック輸送等)	58	31	27	1.9
自動車以外 (航空、船舶等)	19	10	9	0.2
産業	83	23	61	3.1
鉄鋼 (コークス製造等を含まない)	19	3	16	1.3
化学 (石油化学、石油製品等を含む)	9	3	6	0.7
熱 (業務・家庭)	35	14	21	1.2

※先進国はOECD、新興国は非OECDの値

※IEAと総合エネルギー統計の業種別データは定義が完全に一致していない場合がある。

※運輸の国際輸送分は排出量に応じてOECD・非OECDに按分

(出所) IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion, 総合エネルギー統計を基に作成

※第4回資料をベースに日本の数字は総合エネルギー統計の改訂を反映

(参考) 主要企業の研究開発投資

		運輸		産業		民生	
		Volkswagen (ドイツ)	トヨタ (日本)	GE (米国)	日立 (日本)	Google※ (米国) <small>※Alphabet</small>	Panasonic (日本)
企業概要	売上高	28.1兆円	28.4兆円	14.2兆円	10.0兆円	9.0兆円	7.6兆円
	海外比率	80%	70%	55%	48%	54%	52%
研究開発	投資額	1.6兆円	1.1兆円	0.6兆円	0.3兆円	1.5兆円	0.4兆円
	開発分野例	2018.1 IT部門拡大と デジタル製品 開発強化	2018.1 電動車用電池 リサイクル事業	2017.10 IoT アプリケーション 開発	2017.12 自己競争学習 AI開発	2017.12 中国にAI開発 拠点を設置	2017.6 個人の興味に 合わせ助言する AI開発

(参考) 主要企業の研究開発投資

		電力		石油		ガス	
		EDF (フランス)	東京電力 (日本)	シェル (オランダ)	INPEX (日本)	Engie (フランス)	東京ガス (日本)
企業概要	売上高	10.1兆円	6.1兆円	25.0兆円	0.9兆円	9.4兆円	1.9兆円
	海外比率	47%	2%	64% <small>※欧州以外を海外と見做した比率</small>	89%	64%	不明
研究開発	投資額	0.09兆円	0.02兆円	0.13兆円	0.001兆円 (10億円)	0.03兆円	0.01兆円
	開発分野例	2013.9 スマートグリッド 研究所を開設	2017.3 電力設備の ドローン自動点検	2017.10 EV充電サービ ス企業を買収	2017.7 東南アジア 最大級の ガス田開発 調査開始	2017.5 大規模 蓄電システム 発注	2017.5 燃料電池の 高効率化 技術開発