

日立東大ラボ 産学協創フォーラム Society 5.0 を支えるエネルギーシステムの実現に向けて(第三回)

カーボンニュートラルにおける社会経済的課題と構造転換

大橋 弘

東京大学 公共政策大学院 院長 小野田 学

日立製作所 エネルギー業務統括本部

2021年1月18日

Contents

- 0. 報告概要ーこれまでの提言と第3版との関係
- 1. パフォーマンス駆動型政策の発展
- 2. 市場原理の定着と脱炭素化に向けての国際的枠組み
- 3. まとめ

0.1 これまでの提言と第3版の関係



以降の発表において、詳細に説明

第1·2版(CO₂ ▲80%)

シナリオ

- 再工ネ主電源化を実現する 技術転換シナリオ
- 東大 技術選択モデルを活用した 技術転換シナリオの定量分析

基幹 システム

- 再エネの主力電源化を実現するための 電力ネットワーク制御と強靭化
- 安定性まで考慮した電力システムの 評価プラットフォーム

地域 社会

- 地域ごとに特色あるシステムが構築され、新たな価値を流通
- 各種インフラ間における データ共有と新サービス事業の創生

制度 ·政策

- 継続的投資を可能とする パフォーマンス駆動型政策
- パフォーマンス駆動政策における 将来価値を反映する費用便益評価

カーボンニュートラルに向けた取り組み

- 2050年あるべき姿に向けた 全ドメイン参加のトランジションシナリオ
- 多様化する人々の価値観を踏まえた エネルギーシステムにおける新たな価値
- 電力とともに、水素や新燃料まで考慮したエネルギーバリューチェーン
- 上記エネルギーバリューチェーンの 統合運用/評価プラットフォーム
- 新しい価値の流通と脱炭素化に伴う 新規プレーヤやステークホルダの登場
- 価値を産むデータ共有を実現するための コンセンサス・セキュリティ・トラスト
- グリーン成長戦略の実現に向けた パフォーマンス駆動型政策の発展
- 市場原理に基づいて脱炭素を促進する カーボンプライスなどの国際的枠組み

0.2 発表の目次



- 1.パフォーマンス駆動型政策*1の発展*1) 政策の実施効果を定量化し、改善を図る仕組み
 - 技術革新を促す経済的手法
 - エネルギーシステムの社会・経済的課題
 - エビデンスを重視した政策立案 (EBPM*2) *2) Evidence Based Policy Making
 - 戦略・政策の評価プラットフォーム
- 2. 市場原理の定着と脱炭素化に向けての国際的枠組み
 - 市場原理に基づくエネルギーシステムのありかた
 - 脱炭素を促進する国際的枠組み

Contents

- 0. 報告概要一これまでの提言と第3版との関係
- 1. パフォーマンス駆動型政策の発展
- 2. 市場原理の定着と脱炭素化に向けての国際的枠組み
- 3. まとめ

1-1. エネルギーシステムの将来における社会・経済的課題 H-UTokyo Lab.



- カーボンニュートラル実現に向けて、「基幹システム」と「地域社会」のあり方を検討
- 課題は「再エネ導入の地域偏在の解決」と「消費者への脱炭素選択の動機付け」

基幹システムのあり方

地域社会のあり方

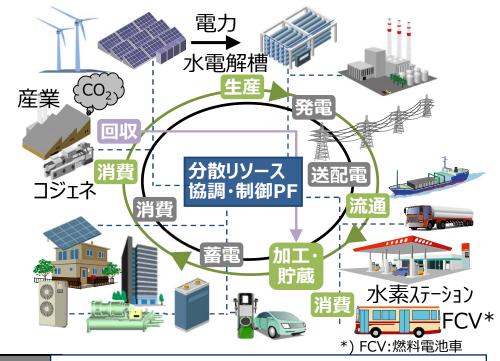
洋上風力等の進展 国土利用の変化

再エネ適地

人口分散化 コンパクト&ネットワーク

再エネ適地

データ駆動型社会 新しい交通システム



電源(再工ネ、脱炭素)、送電系統、水素製造

再エネの地域偏在をどのように解消するか?

主要設備

課題

分散化電源、配電系統、電化・新燃料化

消費者に脱炭素の選択をどのように促すか?

課題解決の社会費用を最小化する「パフォーマンス駆動型政策」

1-2. パフォーマンス駆動型政策とは



- パフォーマンス駆動型政策とは、実施効果を定量化し、改善を図る仕組み
- カーボンニュートラル実現に向けて、「行動変容」を促す経済的手法が重要

主要な方向性

評価プラットフォーム

長期 シナリオ 長期エネルギーシナリオの策定

- √将来の開発・投資領域を明確化
- ✓バックキャストでエネルギー政策へ反映

予見性

シナリオ分析

データ活用:

科学的根拠に基づく政策構築

パフォーマンス駆動型政策

制度 政策

3E+Sの目標設定/技術の組合せ

投資促進 +効率化

共通の評価プラットフォームの確立 ② ★ 3E+Sの便益の定量化

アカウンタ ビリティ

技術革新を促す経済的手法

動機付け 社会費用を最小とする政策パッケージで動変容

技術評価 シミュレータ

第1・2版 (CO₂ ▲80%) 費用負担ルールの確立 (公平性)



【今回の目標】 カーボンニュートラル 技術革新を促す経済的手法 (動機付け、行動変容)

1-3. 長期エネルギーシナリオの策定



- 将来の不確実性に対し、あらゆる社会の変革を想定して戦略を策定
- 政策のあり方について、客観的な事実(エビデンス)を重視して議論

統合的な「社会技術シナリオ」の検討

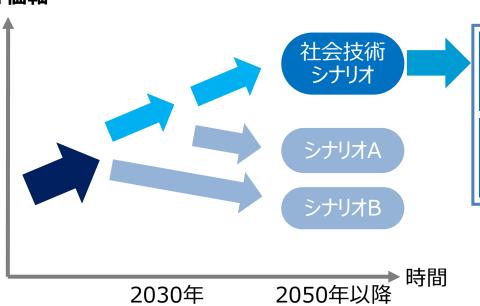
• 「社会」・「公共」・「民間」で生じる重要な変化 等に着目し、「エネルギー」を含めて幅広く検討

パフォーマンス駆動型政策のオプション検討

- カーボンニュートラル実現に向け「3E+S」を設定
- 政策形成プロセスをEBPM*1の枠組みで確立

*1: EBPM: Evidence Based Policy Making (エビデンスを重視した政策立案)

評価軸



社会環境

- ✓新たなライフスタイル/価値観
- ✓産業構造の転換
- ✓環境・エネルギー統合推進

エネルギー システム

- ✓エネルギーの脱炭素化
- ✓ エネルギー・ネットワーク
- ✓イノベーションの進展

制度·政策 移行戦略 [オプション検討]

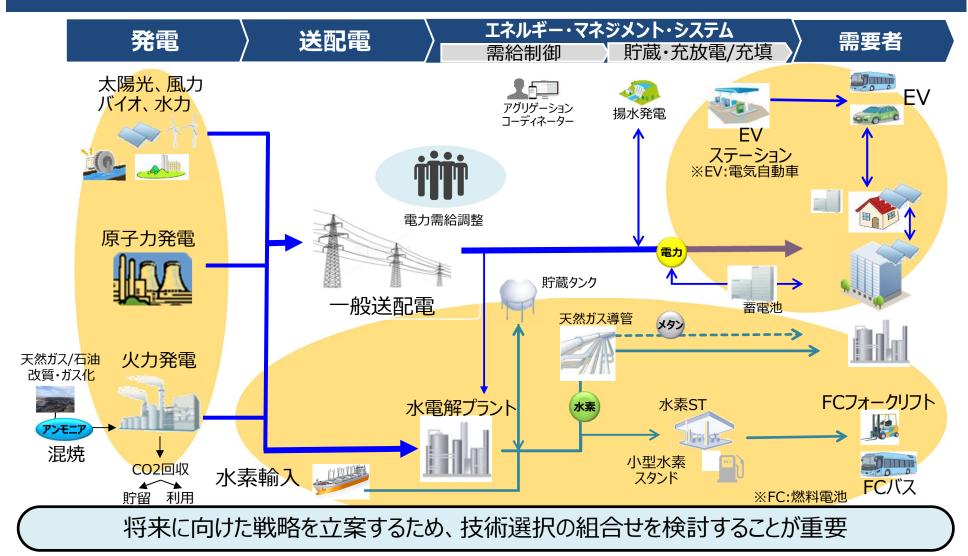
- 脱炭素化の移行戦略
- 投資とイノベーション
- 評価プラットフォームなど

カーボンニュートラル実現に向けた戦略立案に、エネルギーシステムの技術選択の検討が必須

1-4. エネルギーシステムの技術選択の検討



● 社会全体の「3E+S」を最適化するエネルギーシステムへの変革が重要



1-5. 技術選択の組合せによる社会・経済課題の解決



- 「地域偏在」「脱炭素の選択」を解決するため、さまざまな技術の組合せを検討
- それぞれの技術を客観的な事実で定量化し、比較して議論することが重要

再エネ導入の地域偏在をどのように解消するか?

消費者に脱炭素の選択をどのように促すか?

集中電源 水力原子力 分散型電源 太陽光、風力バイオマス、蓄電池 新技術の電源 水素・アンモニア、CCUS火力、 小型原子力(SMR) CCUS:CO2回収・利用・貯留 水素製造

水電解

ガス改質





技術の組合せを考える戦略・政策の立案過程で、EBPMの実践が重要

1-6. EBPMの具体的な進め方



- EBPM*1とは、政策課題を見つけ、複数案を定量化して比較評価するプロセス
- 政策形成の透明性・有効性を高め、実行性あるPDCAサイクルを構築

*1) EBPM: Evidence Based Policy Making (エビデンスを重視した政策立案)

基幹システムの事例:北海道・東日本での再エネ導入拡大と地域偏在解消の対策案を検討

STEP 1 政策課題の把握

● データに基づくエビデンスから問題を理解・評価、問題の構造をモデル化

例) 現状:北海道・東日本にて、風力・太陽光などが大量に導入

問題:再エネ発電量が、送電系統の容量をオーバー

STEP 2 政策案の設計

● 政策の目標、代替の方法が見つかる内容、変えられない制約を把握

例)目標:再エネ導入の地域偏在の解消

政策案:発電出力の抑制対策、余剰電力の活用

STEP 3 政策案の評価

● 政策案の効果・影響の価値を比較・定量化、感度分析を実施

例) 政策:送電設備の増強、水素製造、エネルギー貯蔵

効果:社会コストの最適化、再エネ増、CO2減、産業の創出、・・・

STFP 4 政策の提言

● ステークホルダーと議論 / 新たな課題を分析し、政策案を改善

例) 送電事業者:設備増強・運用の効率化、運営コストの最適化、・・・

水素事業者:国内製造・海外輸入の組合せ、インフラの最適化、・・・

複数案を定量化し議論するため、統合的に評価するプラットフォームの確立が重要

1-7. 共通の評価プラットフォームの確立



- 第三者が検証可能なプラットフォームにて、戦略・政策の効果・影響を評価
- 評価の信頼性を高めるため、客観的な事実を重視した事前評価・事後検証が必須

		明確化すべき項目	シナリオ分析の 評価プラットフォーム	インプット (ステークホルダー)
Æ	期シナリオ	● 長期シナリオの概要 ● シナリオの分岐要因	● シナリオの枠組 料 学 的 -	✓ エネルギー情勢✓ 社会・産業構造変化✓ イノベーションの進展
定量	技術 評価	● システム構成・立地● システムコスト● 需給運用・安定度ほか	● 技術選択モデル ビ	✓ エネルギー価格✓ 技術価格、開発進展✓ CO2排出制約など
定量分析	経済性 評価	● CO2限界削減費用 ● 投資のGDP影響ほか	● 一般均衡モデル ニズム	✓ エネルギーシステム構成✓ セクター毎の投資額✓ 政策

経済的手法 の検討

- 政策案および代替案が与える効果・影響を定量化
- 政策案の評価でEBPM*1を実践、ステークホルダーと合意形成して導入

*1) EBPM: Evidence Based Policy Making (エビデンスを重視した政策立案)

事後検証と コンサルテーション

- 導入した効果・影響を定量化し、ステークホルダーと対話
- 改善案を検討し、複数回のコンサルテーションを経て政策を決定

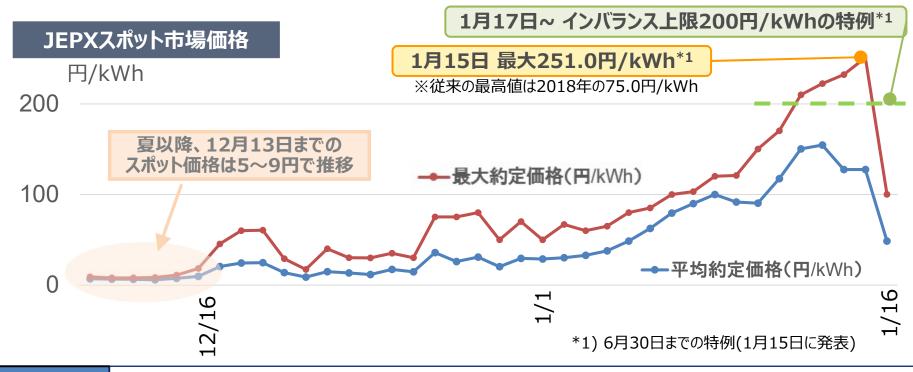
Contents

- 0. 報告概要一これまでの提言と第3版との関係
- 1. パフォーマンス駆動型政策の発展
- 2. 市場原理の定着と脱炭素化に向けての国際的枠組み
- 3. まとめ

2-1. 電力の需給逼迫



電力の需給逼迫、日本電力卸取引所(JPEX)価格が高騰



原因• 懸念

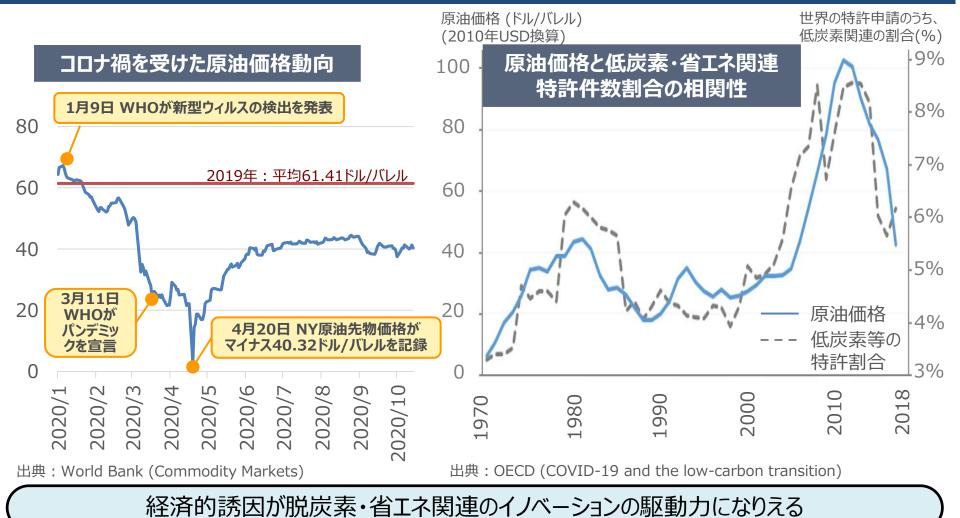
- 強い寒波よる電力需要の増加、天候不順による太陽光発電の伸び悩み、燃料制約等。
- 法的分離で各事業部門・会社(発電・小売)が独自に利潤最大化に向かい始めるな か、安定供給を前提とした全体最適を回復する必要性

電力システム改革が目指した市場原理を定着させる取り組みが必要

2-2. With / After Covid-19の脱炭素イノベーション 🍪 H-UTokyo Lab.



- Covid-19による経済活動の停滞・エネルギー需要の減少
- 資源価格がインセンティブとなって低炭素・省エネ関連のイノベーション推進



2-3. 脱炭素を促す経済的手法のグローバル動向



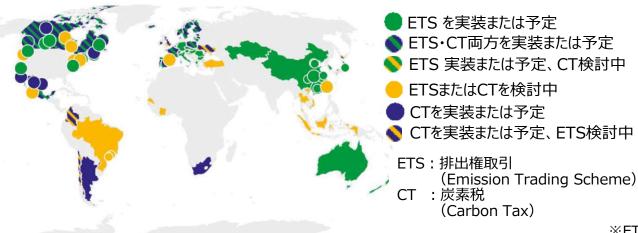
- 脱炭素イノベーションに向けて、日・欧でグリーン政策を推進、米国は今後予定
- 他方で、カーボンプライシングなどが検討されていない国・地域が多数存在

米・欧・日のグリーン政策の動向

37国/地域(ETS+CT)金額

米国	○ 欧州				
トランプ政権: 化石燃料を推進バイデン政権(今月20日就任)環境・気候変動対策を推進		2020年9月 菅政権 発足 2020年12月			

世界各国・地域でのカーボンプライシングの計画・導入状況



出典: Word Bank (Carbon Pricing Dashboard)

順位 USI		D/t-CO2
1	スウェーデン	119
2	フィンランド	68
3	ノルウェー	53
4	フランス	49
5	アイスランド	30
6	BC州(カナダ)	28
7	アイルランド	28
11	ニュージーランド	20
13	カリフォルニア州	17
17	オーストラリア	10
23	埼玉県/東京都	6
<u>31</u>	日本●	<u>3</u> 2
35	メキシコ	2
36	カザフスタン	1
37	ポーランド	0.07

※ETSとCTの合計、エネルギー諸税(暗示的価格)は除く

出典: Word Bank (Carbon Pricing Dashboard) 2020年11月更新のデータより作成

グリーン政策を推進する国・地域が正当に扱われるためにはどうしたら良いか

2-4. 製造業のグローバル化が進展



- 生産に伴うエネルギー消費・CO2排出元がグローバルに多様化
- 脱炭素の抜け道を作らないために、国際的な枠組みが必要

垂直統合

水平分業



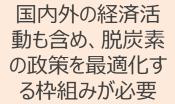








生産





生産





製品・エネルギーの供給側だけでなく、消費側での対策も必要ではないか

2-5. デジタルを活用したCO2トレース見える化



- 上流でのCO2排出量算出は、消費者の行動を変えず、世界的な脱炭素とならない
- CO2削減を消費者に促す、データによる消費側での「CO2排出量見える化」が重要

一般的な製品 でのイメージ	サプライヤ	メーカー	ユーザ	
	製品ライフサイクルトレーサビリティ			
	構成部品	モノ・コト・ヒト	市場	
データ収集	構成部品の CO ₂ 排出量	各工程でのCO ₂ 排出量 (加工、成形、組立、検査など)	運転実績、 充電実績、部品交換等	
データ蓄積	サプライヤ 製造実績DB	ライフサイクルDB (サプライヤ~ユーザ情報の統合)	利用情報DB	
データ共有		トレースフォワード トレースバック	CO ₂ 排出量の 見える化	

「CO2排出量の見える化」によって消費者の行動変容を促進



- 1. パフォーマンス駆動政策と評価プラットフォームの必要性 EBPMの実践
- 2. 社会情勢に伴うエネルギー価値の影響とイノベーション エネルギーの市場原理と、「3E+S」のあるべき姿の模索 脱炭素の国際協調・国境調整
- 3. データ活用した産業構造・脱炭素の見える化

消費者の選択を促す「CO2見える化」と炭素トレースする 産業・社会のデジタルイノベーション