

日立東大ラボ活動(エネルギー分野)のご紹介
Society 5.0 を支えるエネルギーシナリオと電力システム

Electricity Systems to Support Super Smart Society, Society 5.0

吉本 尚起

株式会社日立製作所 研究開発グループ
(日立東大ラボ)

2019年12月 6日

日立東大ラボにおける産学協創の取組み

- ◆ Society 5.0(超スマート社会)の実現に向けたビジョン創生
- ◆ 社会課題解決モデルの発信(技術開発、法制度・政策提言)

【日立的強み】：高度インフラ技術の蓄積(スマートシティ事業など)、OT×IT技術

【東大の強み】：先端研究、人文知、様々な研究実証フィールド、国・自治体との政策連携

2016.6～
テーマ「まちづくり」

2016.11～
テーマ「エネルギーシステム」



2017.4～

ハビタット・イノベーションPJ

- ・ものづくりとまちづくりの統合的アプローチ
- ・未来都市ビジョン形成

共同研究・フォーラム・書籍

- ・データ駆動型社会を支えるエネルギーシステム
- ・技術的、政策・制度的検討

フォーラム・提言



提言書DLサイト



日立製作所

Society 5.0の実現に向けて

東京大学

- ・新産業創出による経済駆動
- ・新たなビジネスモデルの構築

- ◇ 知識集約型社会システムの実現
- ◇ リアルタイムなデータ利活用の基盤整備

- ・大学の多様な学知、人材の育成・活用
- ・新たな学術研究の創出

Society 5.0 を支える電力システムの実現に向けて

Society5.0を支えるエネルギーシステムのビジョン・ゴールを提言

従来の電力システム

大規模電源が主体

不可避的な
移行



新しい電力システム

**再生可能エネルギー導入拡大、
分散化、デジタル化、
電化/電動化などの取り込み**

Society 5.0を支える電力システムの将来に関して

国内外の情勢を踏まえつつ、技術的課題や政策・制度的課題を抽出し、

関係者と問題意識を共有して、その成果を提言として公開する

これまでの活動経緯

各種ステークホルダとの議論により、次世代システムの方向性を模索

■ ワークショップ (クローズド)

■ 2017/09/19

■ 参加人数 約50名
資源エネルギー庁、
電力会社、
電力中央研究所、
OCCTO、IEA他



■ 第一回フォーラム (オープン)

■ 2018/04/18
(東京大学
伊藤謝恩ホール)

■ 参加人数 約400名
資源エネルギー庁、
電力会社、
電力中央研究所、
OCCTO、
三井不動産、
CIGRE他



■ ワークショップ (クローズド)

■ 2018/10/1

■ 参加人数 約80名
資源エネルギー庁、
環境省、
電力会社、
電力中央研究所、
OCCTO、JWPA、
ガス事業者、メーカー他



■ 第二回フォーラム (オープン)

■ 2019/04/17
(東京大学
安田講堂大講堂)

■ 参加人数 約700名
資源エネルギー庁、
電力会社、
電力中央研究所、
OCCTO、
積水ハウス、JWPA、
JR東日本、MIT他



1-1. エネルギーシステムの全体像（提言書第一版より再掲）

- ✓ 地域社会と基幹システムは、共存を前提として再構築
- ✓ 急増する分散リソースを統合する協調メカニズムの確立

社会全体の3E+Sを最適化



1-2. 具体的な論点（提言書第一版より再掲）

産学官で議論を重ねつつ、日本の技術優位性と人財を活用してあるべき姿を実現

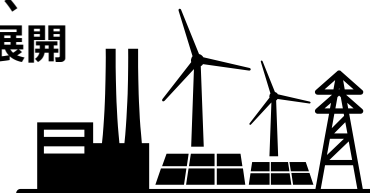
地域社会で挑戦すべき新しい方向性

- ・エネルギーの価値が多様化する中、独自の価値を創造/流通/取引するための技術革新と制度整備
- ・電力/ガス/水道/ICT/自動車などの各種インフラ情報を公共的なものとして共有する仕組みを構築
- ・社会価値を軸に、都市・街区のエネルギー性能、環境性能を指標化、共有



基幹システムの変革を支える枠組み

- ・産学官の協力で社会全体のエネルギーシステムを評価するプラットフォームを構築し、あるべき姿を議論（解析ツール・標準データの開発と共有）
- ・基幹システムと地域社会をデジタルでつなぐ新しい制御技術を組み込み、実践し、その技術と経験をグローバル展開



挑戦と変革に向けた制度・政策

- ・多くの不確実性を抱える時代に対し、日本の社会にとっての大きな変化要因を評価軸とし、複数のシナリオや選択肢で制度・政策を議論
- ・日本で確立した先進的なエネルギーシステムをグローバル展開して、国際社会に貢献
- ・サプライチェーン全体としてのサイバーセキュリティ確立



エネルギーシステムを支える人財・技術の育成

- ・短・中・長期のマルチタイムスケールの戦略立案と人財と技術を育成のための継続的な投資
- ・工学分野に加えて、経済学・経営学・金融工学、社会学などがクロスオーバーする研究と教育の仕組みを構築
- ・貴重な人財であるシニア人財の積極的活用



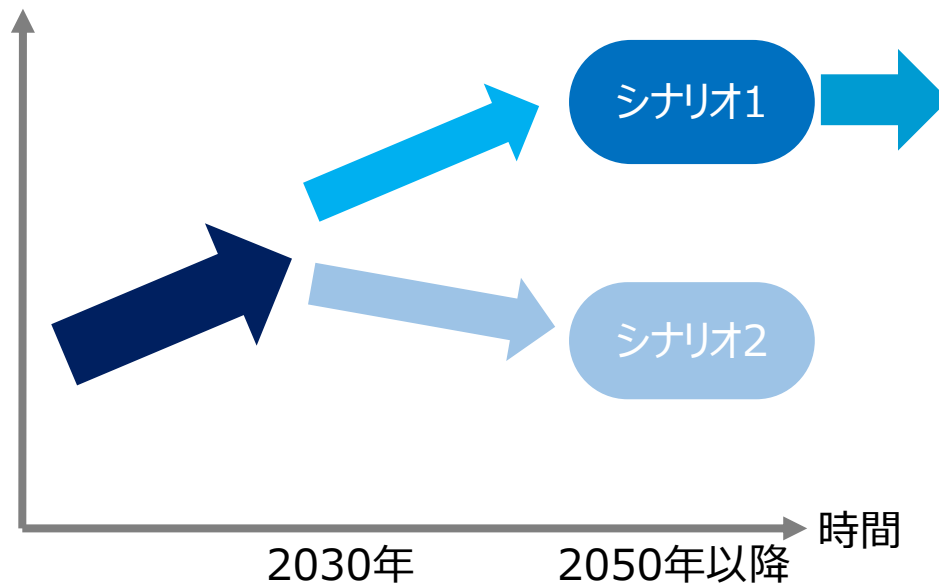
2-1 長期エネルギーシナリオとは

- 長期の不確実性に対応するため、複数のシナリオを想定し、柔軟に対応
- 政策のあり方を客観的な事実に基づいて判断

複数シナリオの検討

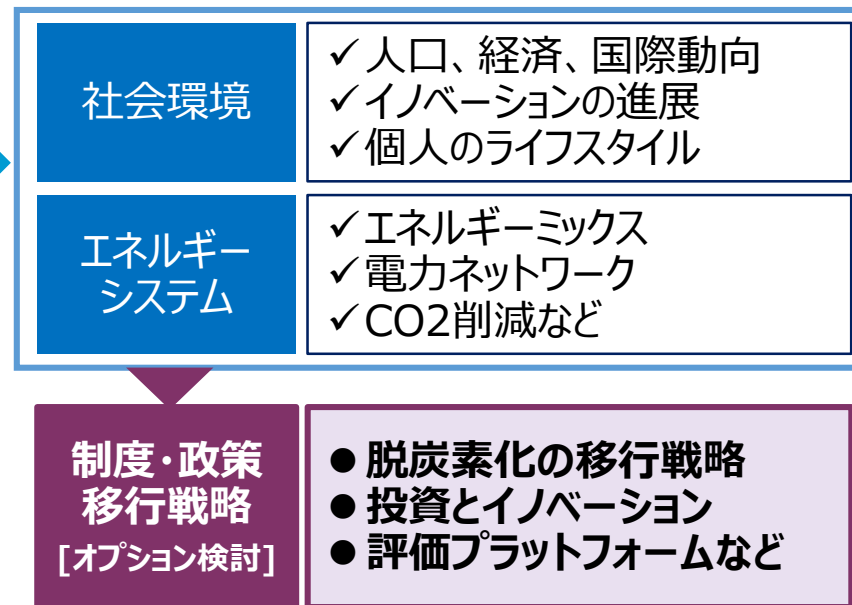
- 日本にとって重要な社会価値に影響を与える変化要素を評価軸とし複数シナリオを検討

評価軸：変化要因



政策のオプションの検討

- 政策形成プロセスを**EBPM***1の枠組みで確立制度のあり方を客観的な根拠に基づいて判断



将来の脱炭素化のゴールに向けた戦略構築が可能となる

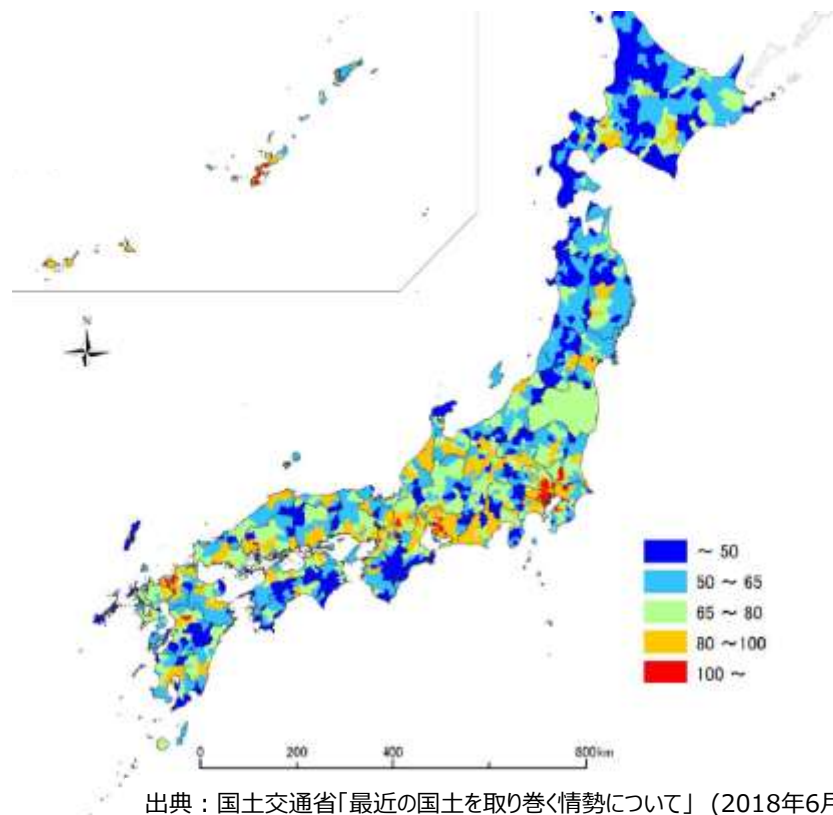
*1：EBPM：Evidence Based Policy Making（証拠に基づく政策立案）

2-3 シナリオ分析の試行：第2軸：人口分散化の影響（参考）

- 未対策の場合人口は都市に集中。地域創生による中核都市の維持拡大が対策
- 人口分散化度合いはエネルギー需給や電力ネットワークに大きく影響

都市集中（イメージ）

- 2015年を100とした場合の2045年の人口分布（未対策の場合）



地方分散化（イメージ）

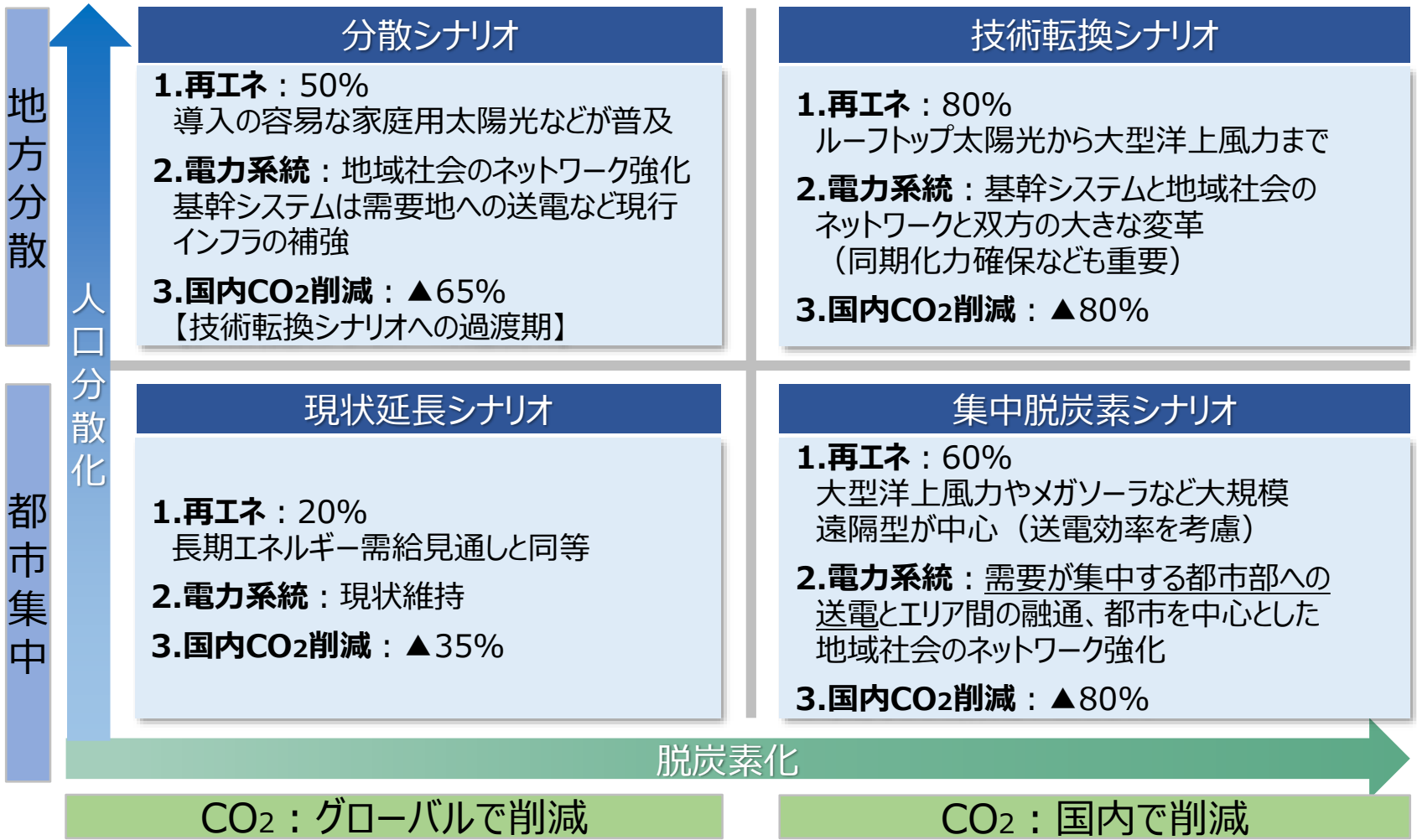
- 地域創生・地域活性化による中核都市数の維持・拡大（人口30万人程度）



出典：中核市市長会ホームページ (<http://www.chuukakushi.gr.jp/>)

2-4 シナリオ分析の試行：将来の脱炭素化に向けた2050年のシナリオ

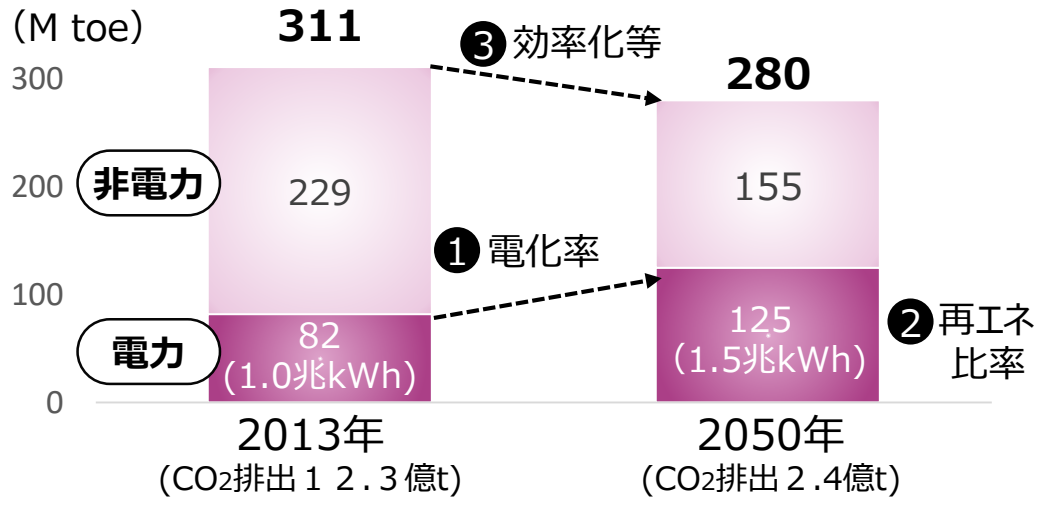
- シナリオによって再エネ導入量やネットワークのあり方が大きく変わる
- 変化を見据えて将来システムのあり方を検討する必要



シナリオは政策目標ではなくオープンな議論のツールとして活用

2-5 シナリオ分析の試行：技術転換シナリオの定量分析：需給（例）

- エネルギーシステムの将来像を探るため、定量分析を試行（技術選択モデル^{*1}）
- ①電化、②電源の脱炭素化、③効率化と総エネルギーコストの削減が進展



エネルギー需給（対2013年）

- ① 電化率：26%→45%^{*2}
- ② 再エネ比率：14%→77%
(VRE60%)
- ③ 効率化等：▲10%

3Eの状況（対2013年）

環境：CO₂排出：▲80%

経済：脱炭素化と経済成長を両立

安定供給：維持（自給率6%→45%）

*1 東大 藤井・小宮山研究室で開発されたモデルを使用

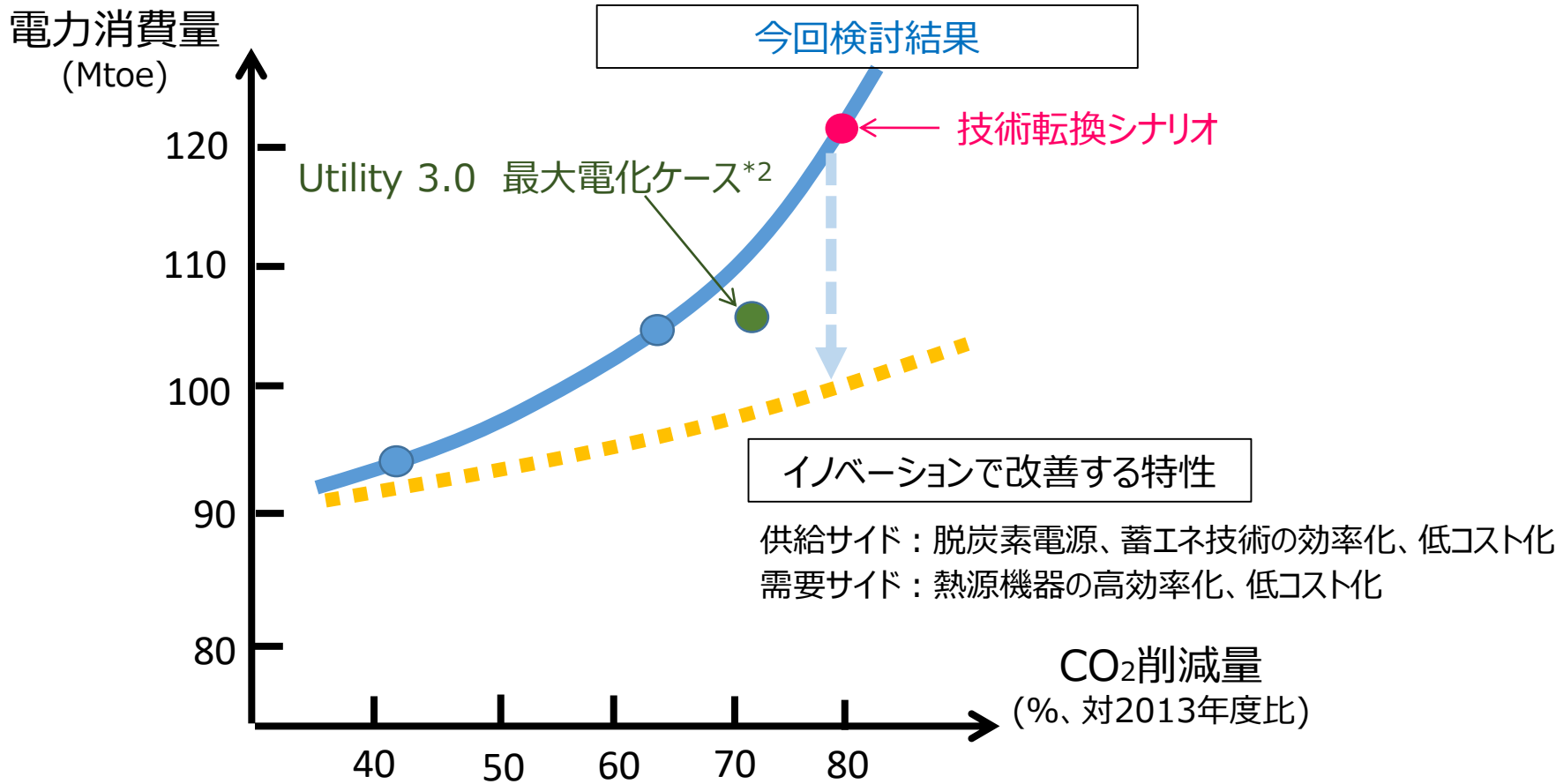
電化	13年	50年	考え方
電力需要	1.0兆 kWh	1.46兆 kWh	ZEV拡大、ヒートポンプ拡大等
総需要	311 M toe	280 M toe	人口減、デジタル技術による効率化など

発電構成	13年	50年	内容
再エネ	14%	77% (VRE60)	太陽光：20% 風力：40%
その他	86%	23%	LNG、原子力他
合計	100%	100%	

*2 Utility 3.0（次紙参照）の最大電化ケースでは電化率70%、再エネ55%相当としている（CO₂削減▲72%）

2-6 シナリオ分析の試行：技術転換シナリオの定量分析：電力需要（例）

- CO₂削減量に対し電力消費は60%付近から大幅に拡大：電化効果の逓減*¹
- 経済合理的な脱炭素化には**需要サイド・供給サイド双方のイノベーションが重要**



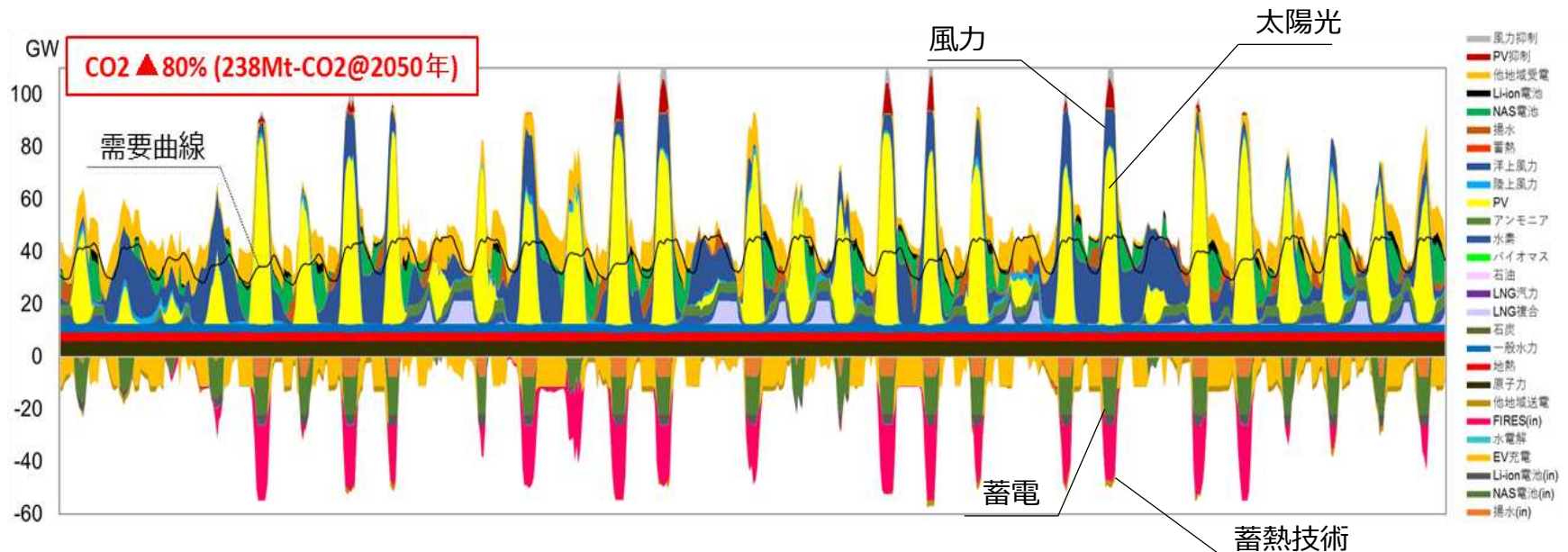
*¹例えば小型の電気炉など相対的に効果が低い技術が拡大していくことが要因

*²「エネルギー産業の2050年 Utility3.0へのゲームチェンジ」(日本経済出版社)の検討ケース

2-7 シナリオ分析の試行：技術転換シナリオの定量分析：需給運用（例）

- 再エネの出力変動により昼間の供給は需要を大きく上回る
- 蓄エネに加え、水素や合成ガス製造など余剰電力を活用したイノベーションや産業創出が重要

2050年5月の電力需給運用（関東地方・1ヶ月間・60分毎）



【余剰エネルギーの活用】

- 水素製造やメタネーション、熱転換、将来的にはDAC*1なども視野に入れて脱炭素化
- 上記も含む新しい産業の創出も検討要

*1Direct Air Capture：大気中の二酸化炭素を直接吸収する技術

2-8 シナリオ分析の試行：シナリオ毎の電力ネットワークのあり方（想定）

- 脱炭素化の推進には電力ネットワークへの投資とイノベーションが重要

区分	対策	現状延長	分散	集中脱炭素	技術転換
前提	再エネ比率	20% (CO2▲35%)	50% (CO2▲65%)	60% (CO2▲80%)	80% (CO2▲80%)
	需要	減少～維持	維持－微増	増 (特に都市部)	増
基幹システム	エリア内送電強化	-	○	○	◎
	エリア間連系強化	-	○	◎	○
	大規模遠隔再エネ →需要地送電	-	○	◎	◎
	同期化力確保	-	○ (エリアによる)	○ (エリアによる)	◎
地域社会	配電容量拡大 (都市部需要対策)	-	-	◎ (都市部)	○
	逆潮対策	-	◎	○	◎
	EV急速充電対応	-	○	◎ (都市部)	◎
	Micro Grid化	-	○	○	◎

【凡例】○対策が必要 ◎より強力な対策が必要

2-9 シナリオ分析：今後の方向性

- エネルギーの将来シナリオ、技術評価、経済影響を一貫して評価する仕組みが必要
- ステークホルダ間でオープンな議論に活用

		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	科学的 レビュー メカニズム	インプット (ステークホルダー)
長期シナリオ		<ul style="list-style-type: none"> ● 長期シナリオの概要 ● シナリオの分岐要因 	<ul style="list-style-type: none"> ● シナリオの枠組 	科学的 レビュー メカニズム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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
定量分析	技術評価	<ul style="list-style-type: none"> ● システム構成・立地 ● システムコスト ● LMP、シャドープライス ● 需給運用・安定度ほか 	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> ● 技術選択モデル </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 価格モデル ● システムシミュレータ 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギー価格 ✓ 技術価格、開発進展 ✓ CO2排出制約など
	経済性評価	<ul style="list-style-type: none"> ● CO2限界削減費用 ● 投資のGDP影響ほか 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般均衡モデル (試算中) 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギーシステム構成 ✓ 部門毎の投資額 ✓ 政策
検討のゴール		<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーシステムの将来像を具体化 ● 必要な投資とイノベーションを実行していく 			

3-1 エネルギーシステムの将来の方向性

- 基幹システムと地域社会双方のエネルギーシステムに対する投資とイノベーションが重要

基幹システムのあり方

- ✓ 再エネ拡大や国土利用の変化に合わせた基幹ネットワークへの投資

2050年
再エネ：最大80%

国土利用の変化

人口分散化
コンパクト&ネットワーク

再エネ適地

再エネ適地

新しい交通システム
リニア新幹線・自動運転技術

全体での事故災害レジリエンス確保

・次世代エネルギーインフラの構築

地域社会のあり方

- ✓ 地域特性を活かしたエネルギーシステム構築
- ✓ 相互補完による社会全体の3E+S最適化

産業促進地域
(経済性重視)

地域社会A

相互補完

地域社会C

再エネ好立地地域
(環境性重視)

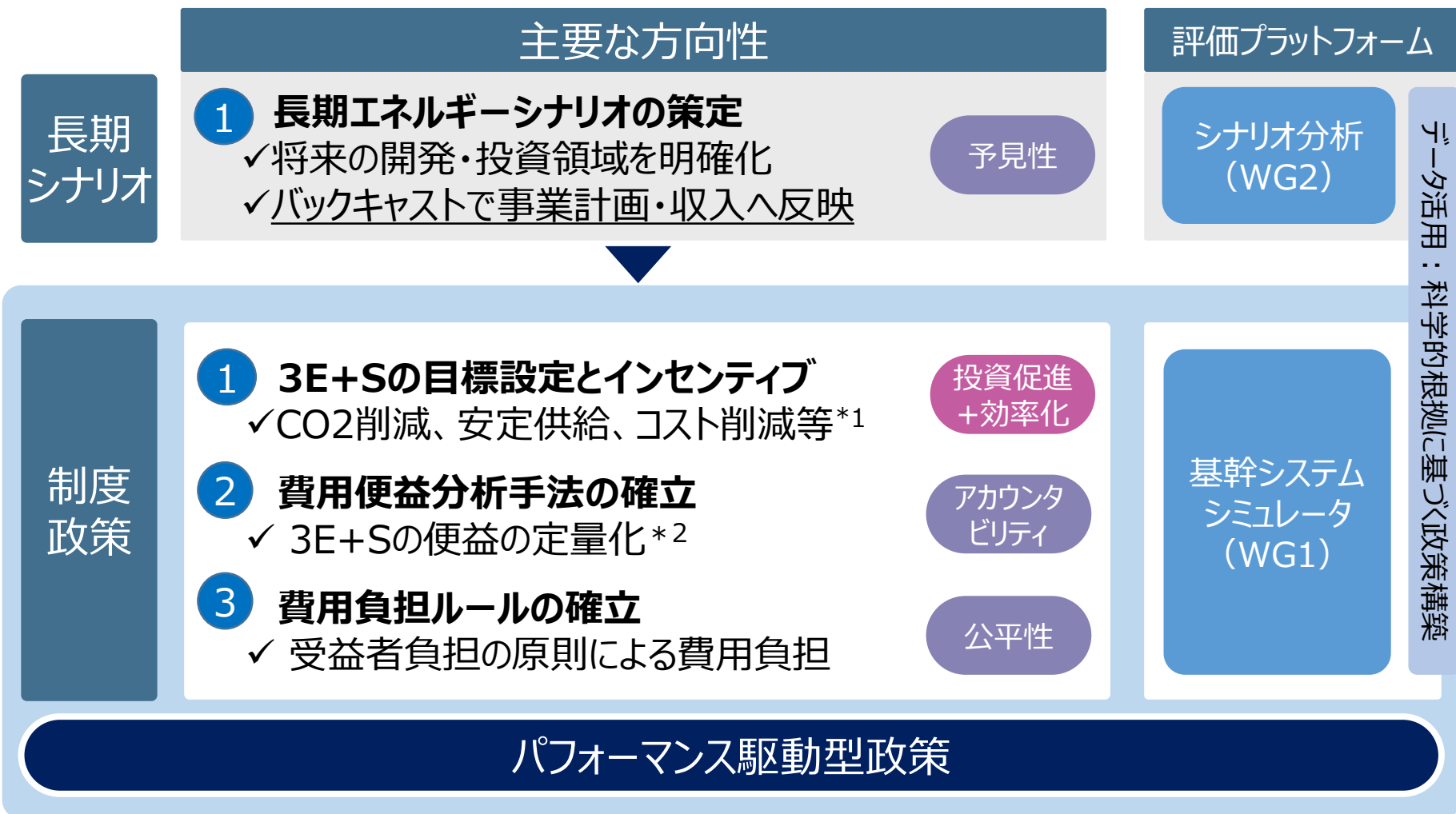
地域社会B

中核地域
(安定供給性・安全性重視)

・地域毎の多様性を実現するインフラ投資
・地域創生のサポート

3-2 基幹システム：社会全体の3E+Sを実現するパフォーマンス駆動型政策

- 基幹システムは計画から建設まで10年、利用は～100年の重要インフラ
- 長期を見据えた投資促進と効率化を両立し、社会全体の3E+Sを支える



*1 設備仕様のグローバル標準化やデジタル化などを含む

*2 経済性については電源とネットワークのトータルコストを考慮する必要

3-3 基幹システムシミュレーターの活用想定

問題意識

エネルギーシステムのあるべき姿を議論するためには、オープン、かつ定量的・客観的に情報交換して討論する枠組みが必要

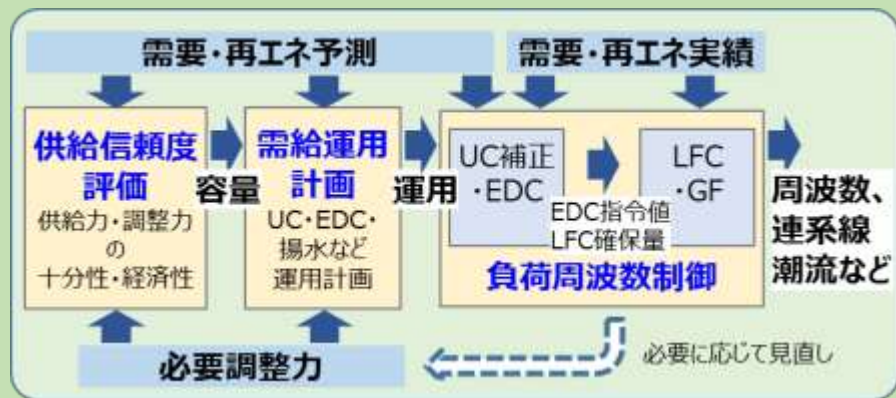
実現に向けた課題

産学官の協力の下、散在するデータやツールを共通化してステークホルダ間でシナリオを議論

需給解析シミュレータ*

(東京大学、電力中央研究所、東京電力、東光高岳)

再エネ導入時の電力需給の柔軟性について需給バランスの対応を解析評価



広域安定度シミュレータ

(日立製作所)

公開データを活用して、各種施策に関する技術の実現性および社会便益を評価



さらなる展開

指数関数的に増える分散リソースの協調メカニズム確立に向けて、基幹システムと地域社会をデジタルでつなぐ新しい制御技術に挑戦

*NEDO電力系統出力変動対応技術研究開発事業

3-4 提言内容のまとめ

項目		提言内容
長期エネルギーシナリオ		① 長期エネルギーシナリオ分析を実施 -複数シナリオによる長期不確実性への対応-
制度政策	基幹システム	② パフォーマンス駆動型政策 -3E+Sのインセンティブによる次世代投資と効率化-
	地域社会	③ 地域社会毎の戦略と相互補完 -地域社会を支えるエネルギーシステムの構築-
	イノベーション	④ イノベーションの推進策 -データ流通と資金循環・産学官の連携-

END

日立東大ラボ活動(エネルギー分野)のご紹介
Society 5.0 を支えるエネルギーシナリオと電力システム

Electricity Systems to Support Super Smart Society, Society 5.0

吉本 尚起

株式会社日立製作所 研究開発グループ
(日立東大ラボ)

2019年12月 6日