

低炭素社会戦略センター

CENTER FOR LOW CARBON SOCIETY STRATEGY



平成28年12月公表

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

平成28年度 総合編
2050年の「明るく豊かな低炭素社会」
実現のための課題と展望（社会シナリオ第3版）
説明資料

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）

低炭素社会戦略センター（LCS）

JSTの事業

研究開発
戦略
の立案

(CRDS,
LCS)

科学技術イノベーション創出の推進

戦略的な基礎研究の推進

産官学が連携したイノベーションの創出

重点分野戦略 戦略プログラムパッケージ

- ❖ グリーンイノベーション
- ❖ ライフイノベーション
- ❖ ナノテクノロジー・材料
- ❖ 情報通信技術
- ❖ 社会技術・社会基盤

科学技術イノベーション創出のための科学技術基盤の形成

オープンイノベーションを支える科学技術情報の循環プラットフォームの整備・提供

イノベーション人材の育成

社会と科学技術をつなぐコミュニケーション

低炭素社会実現のための社会シナリオ研究事業

文部科学省低炭素社会づくり研究開発戦略(抜粋)

[平成21年8月11日文部科学大臣決定]

- 「2050年までに現状から60～80%の削減」(以下「長期目標」という)という低炭素社会の実現を目指すためには、単独技術による温室効果ガス排出量の削減では達成不可能であり、複数の技術の組合せとともに、低炭素社会に適合した生活様式や産業構造の転換により、はじめて実現可能になる。
- 環境とエネルギー資源の制約の下で持続可能な発展を目的として、社会・産業構造改革や技術革新等を統合した戦略的社会シナリオ研究を行う。

研究開発戦略

戦略1: 戦略的社会シナリオ研究の実施

<目標>

持続的な社会発展を実現しつつ、長期目標を確実に達成するため、産業構造、社会構造、生活様式、技術体系等の相互連関や相乗効果の検討等を行い、低炭素社会実現に向けた社会システムの改革や研究開発の方向性を提示する。

<具体的施策>

- 低炭素社会実現のための社会シナリオ研究

科学技術振興機構の取組

- 平成21年12月に低炭素社会戦略センターを設置
- 平成22年4月より「低炭素社会実現のための社会シナリオ研究」開始

中期目標(平成24年4月1日)

低炭素社会実現のための調査・分析及び社会シナリオ・戦略の提案

文部科学省が策定する研究開発戦略に基づき、新規有望技術に着目し、産業構造、社会構造、生活様式、技術体系等の相互連関や相乗効果の検討等を行うことにより、科学技術に立脚した社会システム改革や研究開発の方向性等を提示するための研究を推進し、持続的発展を伴う低炭素社会実現に資する質の高い提案を行う。

中期計画(平成24年4月1日)

機構は、我が国の経済・社会の持続的発展を伴う、科学技術を基盤とした明るく豊かな低炭素社会の実現に貢献するため、望ましい社会の姿を描き、その実現に至る道筋を示す社会シナリオ研究を推進し、低炭素社会実現のための社会シナリオ・戦略の提案を行う。

低炭素社会実現のための社会シナリオ研究

我が国の経済・社会の持続発展を伴う、科学技術を基盤とした持続可能で「明るく豊かな低炭素社会」の実現に貢献するため、

望ましい社会の姿を描き、その実現に至る道筋を示す社会シナリオ研究を推進し、低炭素社会実現のための社会シナリオ・戦略の提案を行う。

「明るく豊かな低炭素社会」とは？

- 地球温暖化の緩和に向けた取組によって二酸化炭素(CO₂)を中心とした温室効果ガス(GHG)排出量が削減し、
- 安全・安心な生活が維持でき、エネルギーが安定的に確保され、
- 経済が拡大して生活の豊かさが増し、若者に将来への展望が開け、高齢者が生きがいを持って暮らすことができる活力ある社会

明るく豊かな低炭素社会に向けたシナリオ

- ・エネルギー効率向上
- ・再生可能エネルギー利用増大
- ・資源リサイクルシステムの構築
- ・コスト削減

- ・温室効果ガス 80%削減
- ・明るく豊かな低炭素社会

2050年の持続可能な社会像
設計から

定量的エネルギーシステム
産業構造の設計

2050年
の社会

2030年
の社会

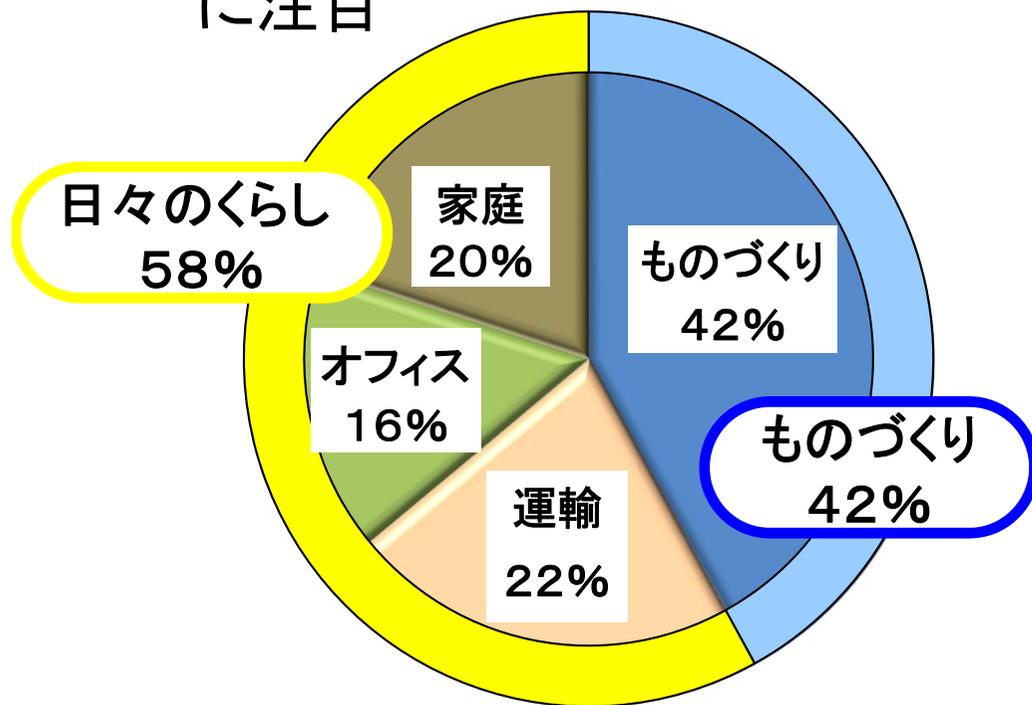
2020年
の社会

現在の
社会

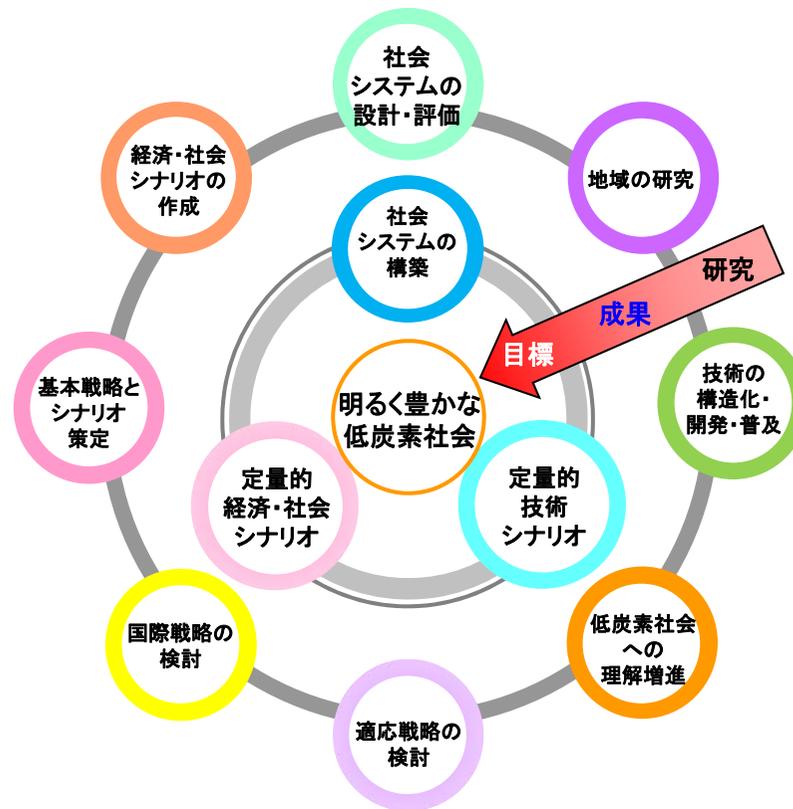
- ・将来の社会へ向けた研究開発課題の明確化
(技術、経済、社会システム)
- ・社会実装推進

低炭素社会実現のための社会シナリオ研究

日々の暮らし
に注目



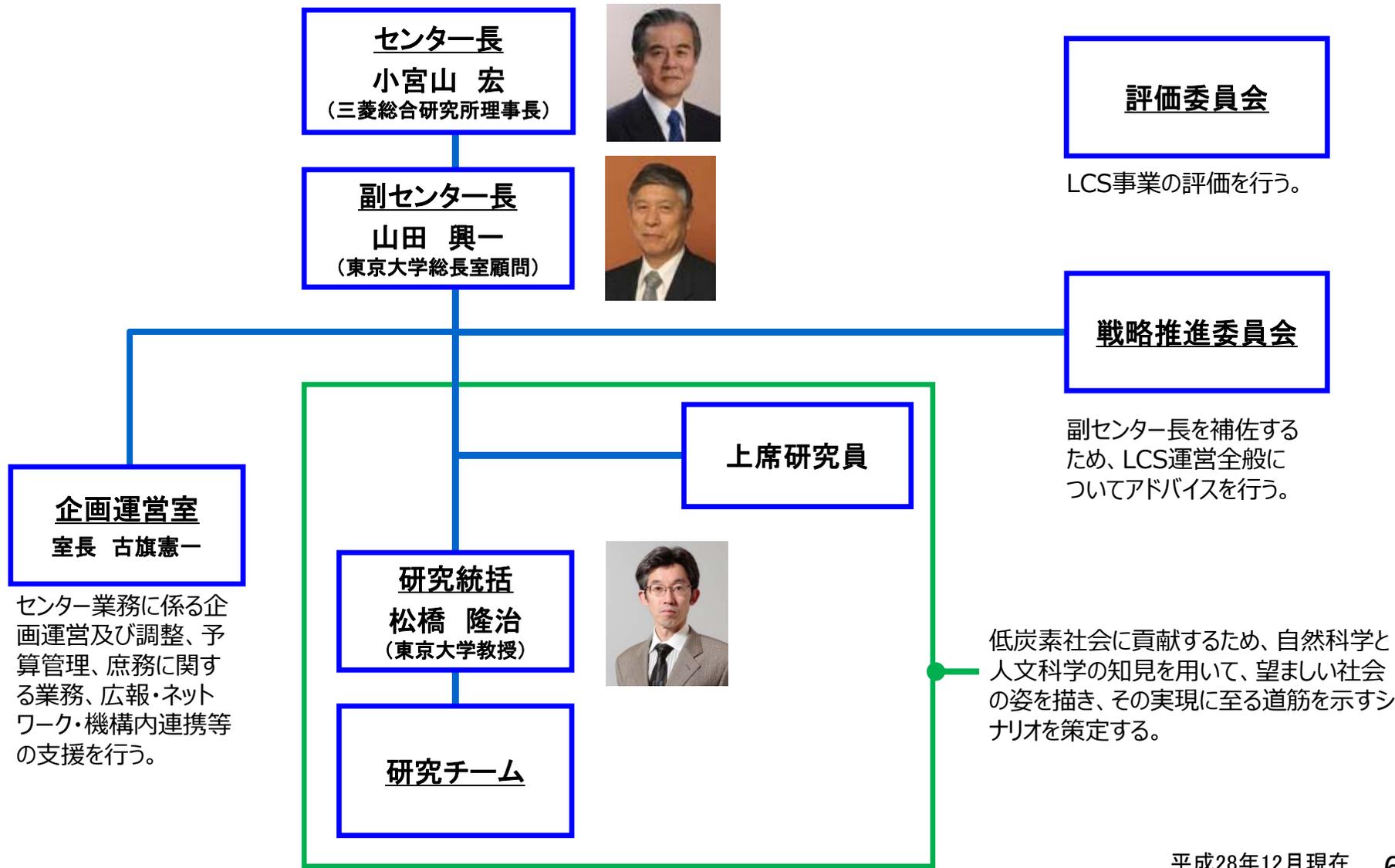
日本の部門別CO₂排出構造(2013年)



LCSの目標・成果(3本柱)・研究テーマ

LCS組織図

設立：平成21年12月



低炭素社会戦略推進委員会

委員長 森 俊介 東京理科大学 理工学部 経営工学科 教授
副委員長 野城 智也 東京大学 生産技術研究所 教授
沖 大幹 東京大学 生産技術研究所 教授
柏村 美生 (株)リクルートホールディングス 執行役員
(株)リクルートスタッフィング 代表取締役社長
関根 千津 住友化学(株) 理事
野村 浩二 慶應義塾大学 産業研究所 准教授
藤野 純一 (公財)地球環境戦略研究機関 上席研究員
(国研)国立環境研究所 主任研究員
藤本 健一郎 新日鐵住金(株) 環境部 地球環境対策室長(部長格)

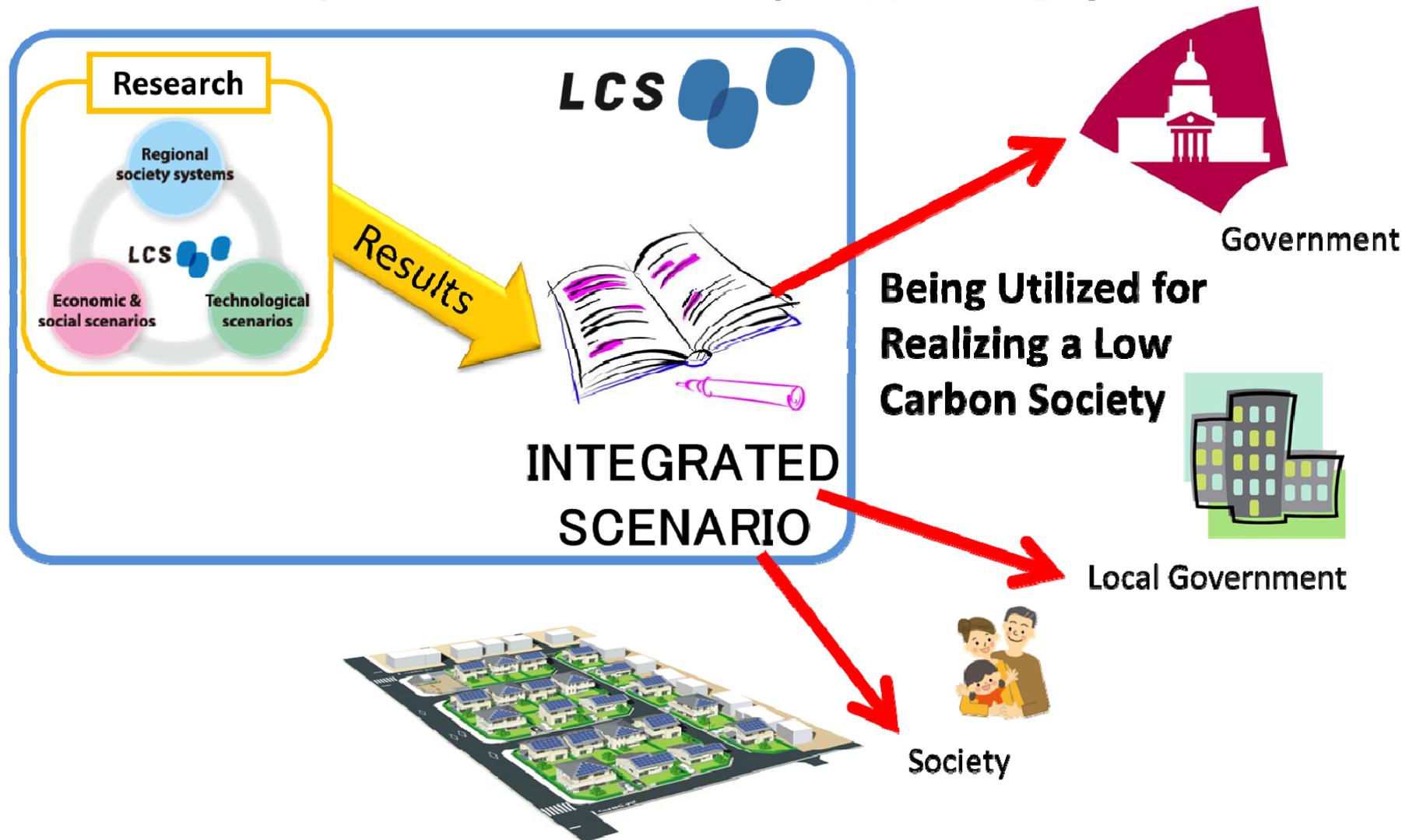
敬称略、平成28年4月1日現在

低炭素社会戦略センター評価委員会

委員長 大橋 弘 東京大学 大学院経済学研究科 教授
浅野 浩志 (一財)電力中央研究所 社会経済研究所 副研究参事
甲斐沼 美紀子 (公財)地球環境戦略研究機関 研究顧問
北畑 隆生 (株)神戸製鋼所 社外取締役
栗原 和枝 東北大学 多元物質科学研究所 教授
田上 英樹 住友商事グローバルリサーチ(株) 産業部長
辰巳 菊子 (公社)日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会 常任顧問
福田 敦史 (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事
山上 伸 東京ガス(株) 常務執行役員 環境部・基盤技術部担当 IT本部長

敬称略、平成28年6月1日現在

国・地方自治体等の政策立案者への 社会シナリオ・戦略の提案



社会シナリオ第3版の位置づけ

【社会シナリオの役割】

- 低炭素社会を目指し、その基盤となる技術を取り込んで2050年までの社会の姿を明確にする
- 国・地方自治体、研究機関、事業体・組織の政策立案に貢献する
- 「明るく豊かな低炭素社会」を構築していくための議論や関係機関等との連携の契機として活用する

社会シナリオの発信

- 「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」(社会シナリオ第1版) (平成24年7月)
- 「平成25年度総合編『明るく豊かな低炭素社会』の実現を目指して」(社会シナリオ第2版) (平成26年6月)

社会シナリオの発信を強化(政策立案提案書の発行)

- 平成25年度より、「低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書」(LCS提案書)を順次発行・公表(平成27年度末までに計43冊)
- 社会シナリオ研究で得た定量的な最新の知見、低炭素社会構築のための新たな課題や方策等を、社会情勢に応じた適切な時期に、国・地方自治体、研究機関、事業体・組織に提供

社会シナリオ第3版の内容

- これまでLCSが取り組んできたLCS提案書等、研究の成果をとりまとめた「平成28年度における総合編」
- 「社会シナリオ第2版」(平成26年6月発行)以降に提案された各LCS提案書の主な研究成果及び最新の研究成果を概説し、進捗状況を提示

低炭素社会戦略センターに対する評価 LCS評価委員会「評価報告書(H25.7.1)」から

- 社会シナリオ研究の活動・成果及び発足以来約2年間の活動をまとめた「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」(第1版)等の情報発信は質が高い成果であり、国・地方自治体との連携、JST内での連携が活発に行われたこと、東日本大震災に伴うエネルギー構成に対する見通しが不透明な中で柔軟に対応し、各種前提条件の元に積極的に社会シナリオ・戦略を発信したことが高く評価された。
- 一方で、
 - * 類似の研究に対するLCS独自の成果の明確化
 - * 国や地方自治体の具体的な要求を知るプロセスの検討、等今後の取組に対する期待が示された。

LCS評価委員会「評価報告書(H27.6.8)」から

- 「平成25年度 総合編(社会シナリオ第2版)」、研究・調査テーマごとに発刊する「イノベーション政策立案提案書」等、社会シナリオ研究の成果は質が高く、政策立案者に向けた成果発信、日本学術会議と共同で企画・開催した国際シンポジウムでの我が国の再生可能エネルギー導入に関する課題抽出、内閣府SIPプログラム連携を初めとする国や地方自治体との連携、機構内の連携(ALCA等)、社会シナリオ研究の成果が宮城県の復興に取り入れられたこと、「次期5年間事業計画案」の検討を行ったことは高く評価できる。
- 一方で、
 - * 再生可能エネルギー導入のために解決すべき「送電網の強化」に向けた課題の具体的な提言を期待
 - * 関係省庁・各政府機関に横断的な提言をして各省庁等が協力して推進する契機となることを期待、等今後の取組に対する期待が示された。

⇒これらの評価は、以降の事業活動に反映させている。

平成28年度総合編 2050年の「明るく豊かな低炭素社会」 実現のための課題と展望 【社会シナリオ第3版】

第1章 低炭素社会実現のための課題と展望

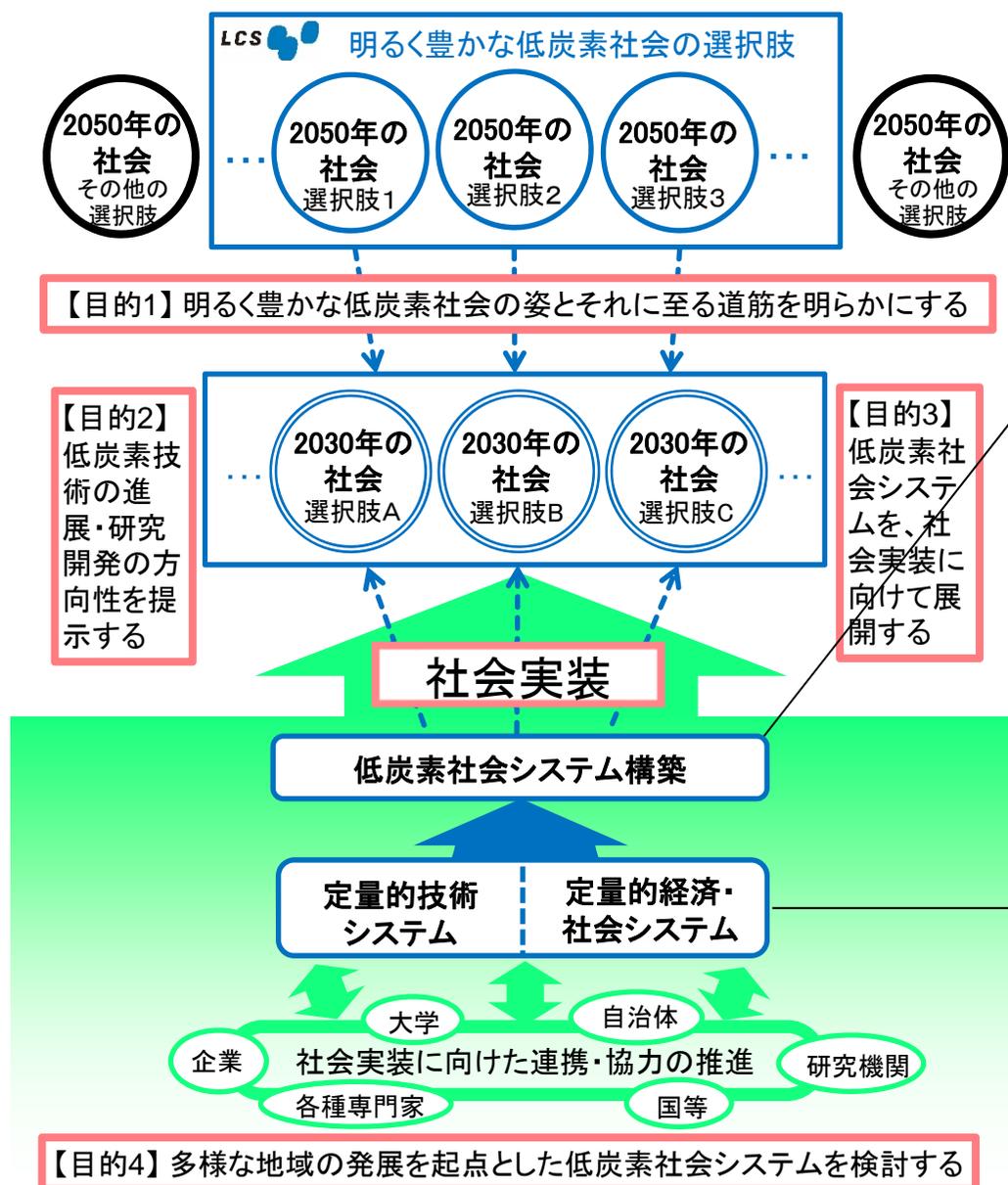
○巻頭言及び第1章では、社会シナリオ研究の枠組みとともに、LCSが2050年までに我が国の温室効果ガス排出量の80%削減という目標に向けた2030-2050年の選択肢を提示すること、我が国における再生可能エネルギーが大量に導入された社会へのトランジション・マネジメント(移行期間のマネジメント)等の課題に取り組んでいくこと、バックキャストに基づく「低炭素社会のシナリオ」に沿った、あるいは、その少し先を見据えた「チャレンジングな技術開発」の必要性、技術開発を後押しする社会制度をつくる必要性について示した。

巻頭言

エグゼクティブサマリー

- 1.1 低炭素社会戦略センターの社会シナリオ研究・活動
- 1.2 次期5年間事業計画案の検討
- 1.3 次期5年間事業計画案を受けた社会シナリオ研究の推進
- 1.4 これまでの主な成果
- 1.5 本文書の位置づけ

次期5年間事業計画案を受けた 社会シナリオ研究の推進



持続可能で活力ある明るく豊かな 低炭素社会システム・デザインの研究

- 新しい方法論の検討・実証を行い、社会実装に向けて低炭素社会システムを展開し、2030年の低炭素社会へ向かう道筋・2050年の低炭素社会像の選択肢を提示する。
- 地域の発展を起点とした仕組みづくりに取り組む。
- 我が国の低炭素社会構築に役立つ国際戦略として、低炭素技術の国際展開・取り組みのあり方を提案する。

定量的技術システム研究と定量的経済・社会システム研究を相互にフィードバックを図りながら統合的に推進し、低炭素社会システムを構築します。

定量的技術システム研究	定量的経済・社会システム研究
<ul style="list-style-type: none"> • 取り組むべき低炭素技術を設定して、「定量的技術システム研究」を実施、個別低炭素技術・システムの開発目標と研究課題を提示する。 • 短期的・中長期的な見通しにより評価対象となる低炭素技術を拡張し、最新の研究成果を取り込む。 • 低炭素技術の電力等エネルギーシステムの一環として評価、低炭素技術を組み込んだエネルギー全体のシステムの検討を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> • 低炭素技術の導入・普及促進の経済・社会制度を提示する「定量的経済・社会システム研究」を実施する。 • 低炭素社会システムの社会実装に向けた取り組みにあたっては、LCSがハブとなって知見・データをステイクホルダーと共有しつつ、低炭素社会システムの実証、事業化、実社会への普及を図る。

次期5年間事業計画検討会

■【趣旨】

JST低炭素社会戦略センター(LCS)は、平成22年度から「低炭素社会実現のための社会シナリオ研究」事業(以下、「本事業」と記す。)を実施し、「日々の暮らし」の視点から「明るく豊かな低炭素社会」の実現に向けた定量的技術シナリオ、定量的経済・社会シナリオ、社会システムの構築の3つの柱から社会シナリオ研究に取り組んできた。平成26年度は本事業の実施5年目に当たる。

LCSでは、平成27年度から31年度までの次期5年間のLCSの在り方および本事業の推進についての意見を求めるため、「次期5年間事業計画検討会」を設置、自治体からの有識者の参加も得て、計4回の検討会を開催した。LCSは、検討会で示された意見に基づいて「次期5年間事業計画(草案)」を取りまとめ、戦略推進委員会(平成27年1月)での意見交換と評価委員会(平成27年3月)の審議、機構内の手続きを経て成案とした。適宜今後の事業運営に反映させる。

■【検討事項】

東日本大震災をきっかけに日本のエネルギー情勢が大きく変化したこと、京都議定書の第一約束期間が終了したこと、米国を中心に気候変動に対する世界の情勢が変化していること等に鑑み、今日の日本および世界が抱える課題を俯瞰し、それら課題の中からLCSが自らの強みを活かして取り組むべき我が国の低炭素化に向けた具体的課題を明確にし、今後5年間の事業の効果的な進め方及び関係機関との協力の在り方について検討する。

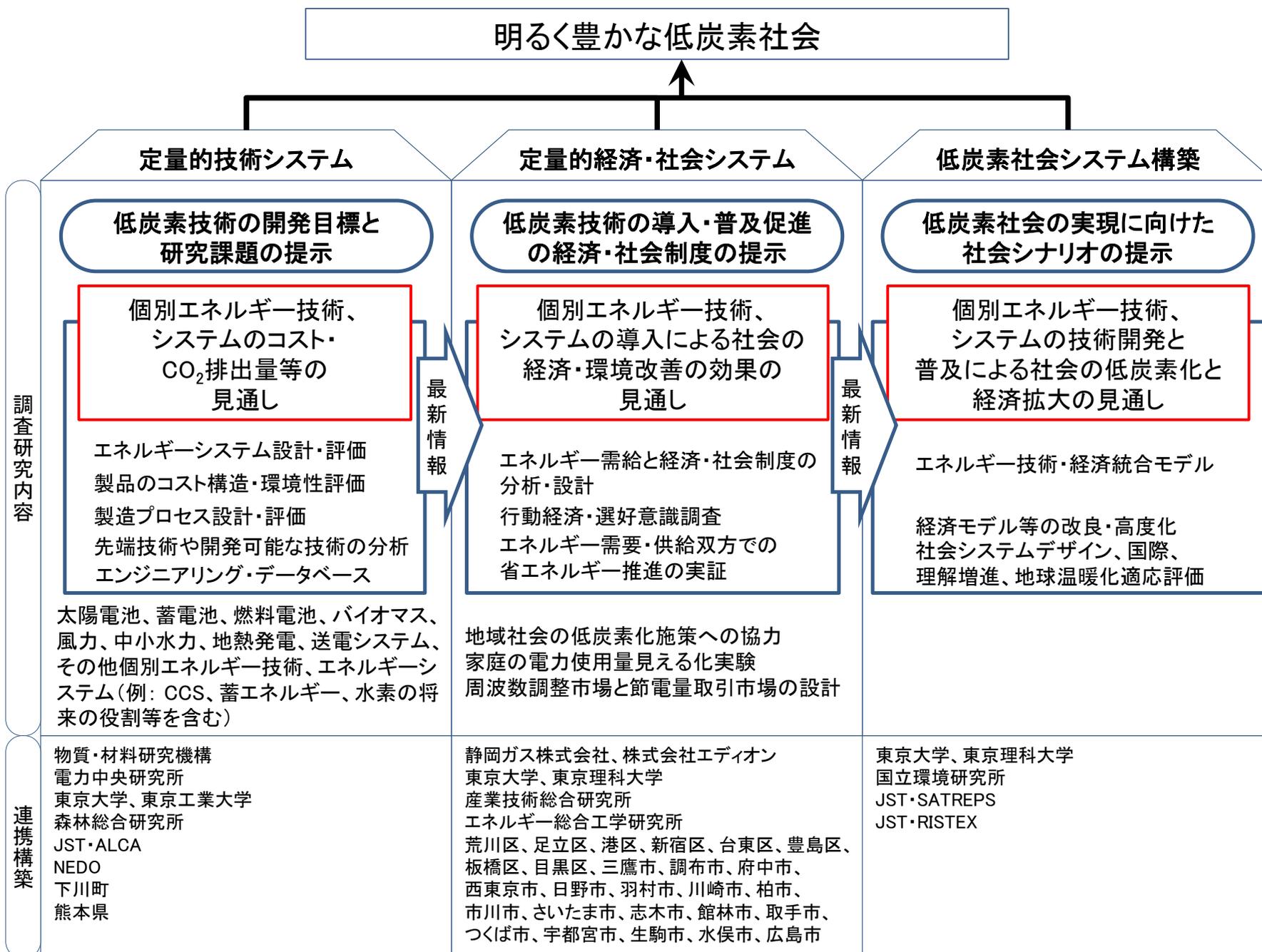
○これまでのLCS事業の総括(LCSが全体として低炭素化にどの程度貢献したのか)

○今後5年間で具体的に何をどのようにすすめ、研究成果を社会に実装していくか(項目、タイミング)

○事業実施体制及び関係機関との協力の在り方

調査・研究の進め方と内容

明るく豊かな低炭素社会



低炭素社会に貢献する技術

LCSが注目する技術

低炭素社会の実現に向けて多くの低炭素技術が提案され、エネルギー供給側と需要側の双方での様々な工夫と開発がなされている。

LCSは定量的技術シナリオ研究の推進にあたり、**エネルギー供給側(再生可能エネルギーの利用、発電効率の向上等)**と**需要側(省エネ・節電、リサイクルの活用等)**の双方の技術に着目し、**低炭素技術の現状**について俯瞰的総合的な検討を行った。

→「低炭素社会構築への貢献が期待される技術」

表2.1-1 低炭素社会構築への貢献が期待される技術

技術分野			低炭素化以外の効果	社会への導入・普及での障壁
大分類	中分類	小分類		
発電	太陽光発電	太陽電池など		やや高価格、期待値ほどのエネルギー変換効率未達成
	太陽熱発電	集熱プレートなど		日本では量的利用可能性低い(適した設置場所少)
	風力発電			立地、供給消費の管理
	水力発電	タービン	治水	大規模新規建設は困難、小規模はコスト高
	波力発電		量的利用可能性高	高コスト、制御難
	潮力発電		計画的発電可能	コスト、生態系、日本で該当場所なし(干満の差8m)
	海洋温度差発電	タービン、配管	世界全体ではポテンシャル高	高コスト、表層と深海の温度差が大きい場所のみ可
	バイオマス発電			バイオマスの確保、多用途(食糧など)、自然保護との競合
	廃棄物発電		ゴミ減量	
	地熱発電			利用可能場所少
	高温岩体発電	タービン、配管	日本で(地熱に比べ)量的利用可能性有 ポテンシャル	場所の特定難 場所の特定難、実証試験なし

「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」(社会シナリオ第1版)(平成24年7月20日発行)

「表2.1-1 低炭素社会構築への貢献が期待される技術」から引用
http://www.jst.go.jp/lcs/documents/item/s05_2-1.pdf

低炭素社会に貢献する技術

今年度の活動

これまで検討してきた太陽電池、蓄電池、燃料電池、バイオマス、風力発電、中小水力発電、地熱発電、二酸化炭素貯留(CCS)等の低炭素技術の研究開発目標と研究開発課題を提示し、低炭素技術の電力等エネルギーシステムの一環として評価、低炭素技術を組み込んだ個別エネルギーシステム(例: CCS、将来的な水素の役割等)、エネルギーシステム全体についてコストやCO₂削減効果、環境性等の将来見通しを定量的に示す。

低炭素技術、エネルギー技術、
システムの進展性

経済性(コスト構造、原価低減 ※)

環境特性、CO₂排出削減効果

※LCSのコスト評価

LCSの定量的技術シナリオ研究では、技術開発の観点からコスト低減効果を評価するために全て原価で表しており、コスト算出にあたっては、製造コスト以外の研究開発費、販売費及び一般管理費、借地料、システムの廃棄やリサイクルに係る費用等を含めていない。

そうした前提で、製造機器レベルにまで分解した製造コストを算出し、コスト構造を示すことにより、製品製造のための要素技術に分解したコスト構造の評価を行っている。

平成28年度総合編 2050年の「明るく豊かな低炭素社会」 実現のための課題と展望 【社会シナリオ第3版】

第2章 低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示する ～「定量的技術システム研究」の視点から

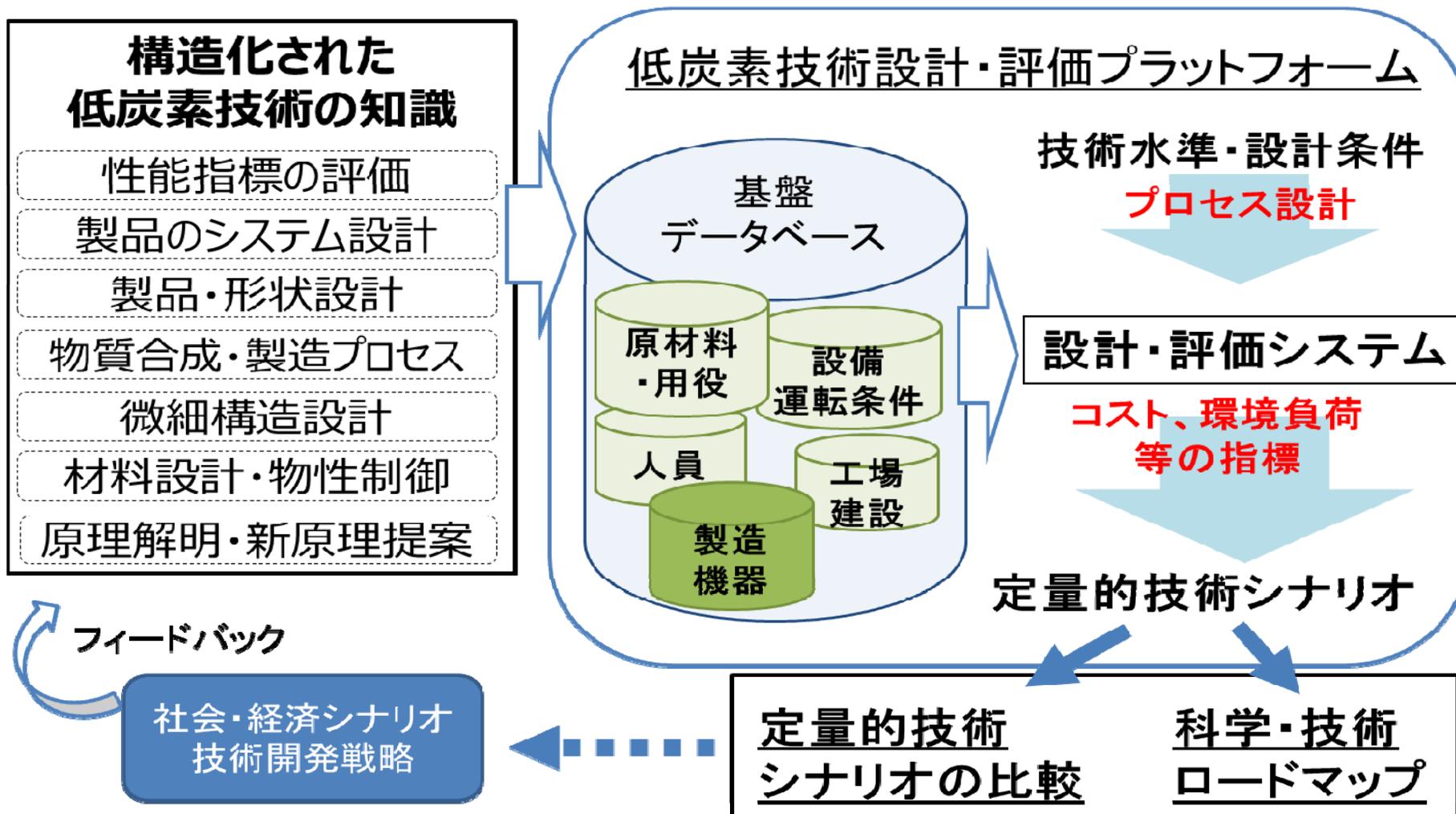
○第2章では、「次期5年間事業計画案」に示された【目的2】「低炭素技術の進展・方向性を提示する」視点から、定量的技術システム研究に基づく技術評価の結果を紹介する。

- 2.1 定量的技術シナリオの構築と活用
- 2.2 太陽電池の定量的技術シナリオ及び燃料電池・蓄電池の新しい課題
- 2.3 エネルギー供給源の多様化に向けた研究開発課題
- 2.4 低炭素型エネルギーシステムに関連した重要技術の評価
- 2.5 低炭素社会実現に向けたデータ活用型材料研究
(マテリアルズ・インフォマティクス)
- 2.6 定量的技術システム研究成果の活用・普及に向けて
- 2.7 定量的技術シナリオの今後の取り組み

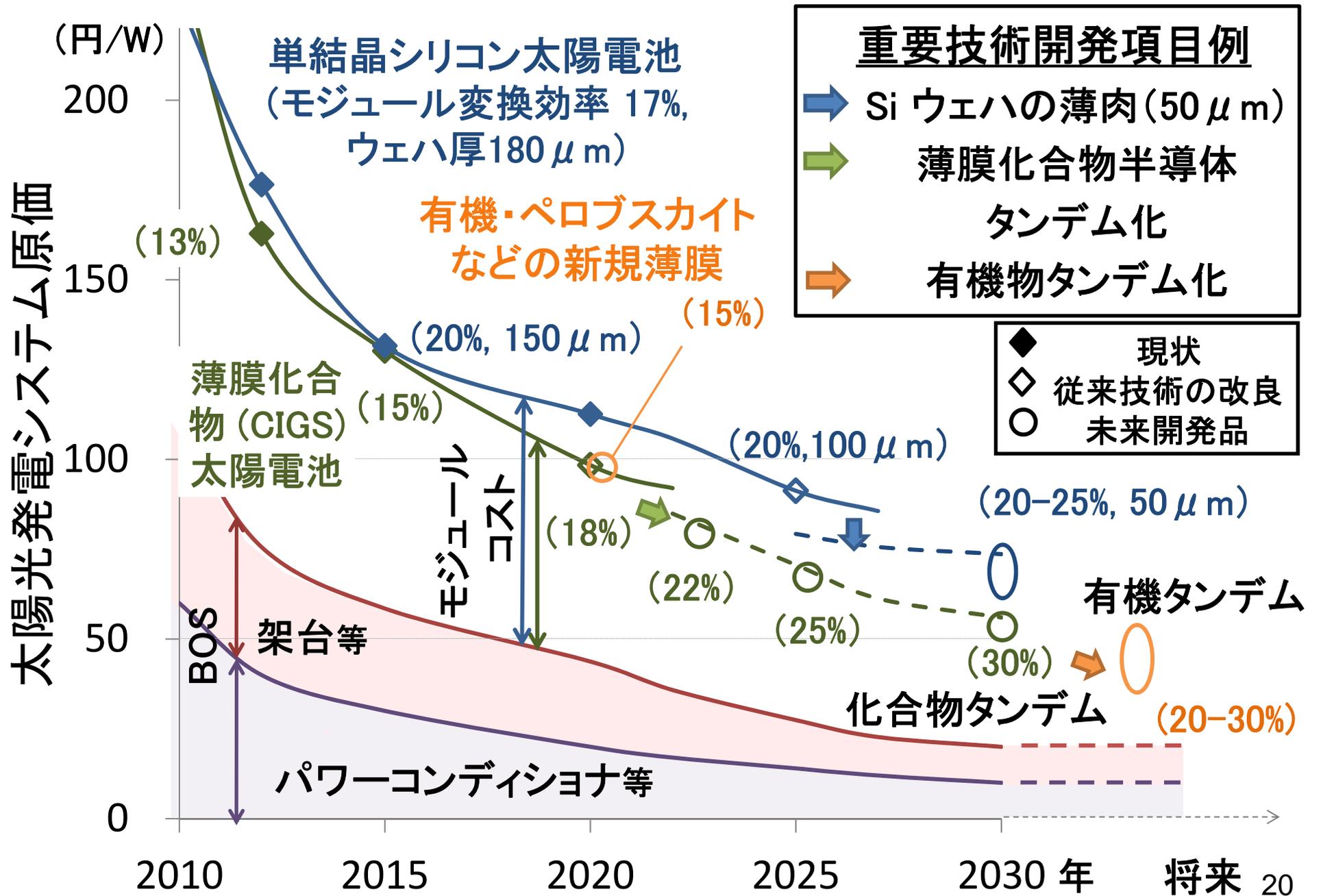


定量的技術シナリオの構築と活用

評価対象技術システムについて



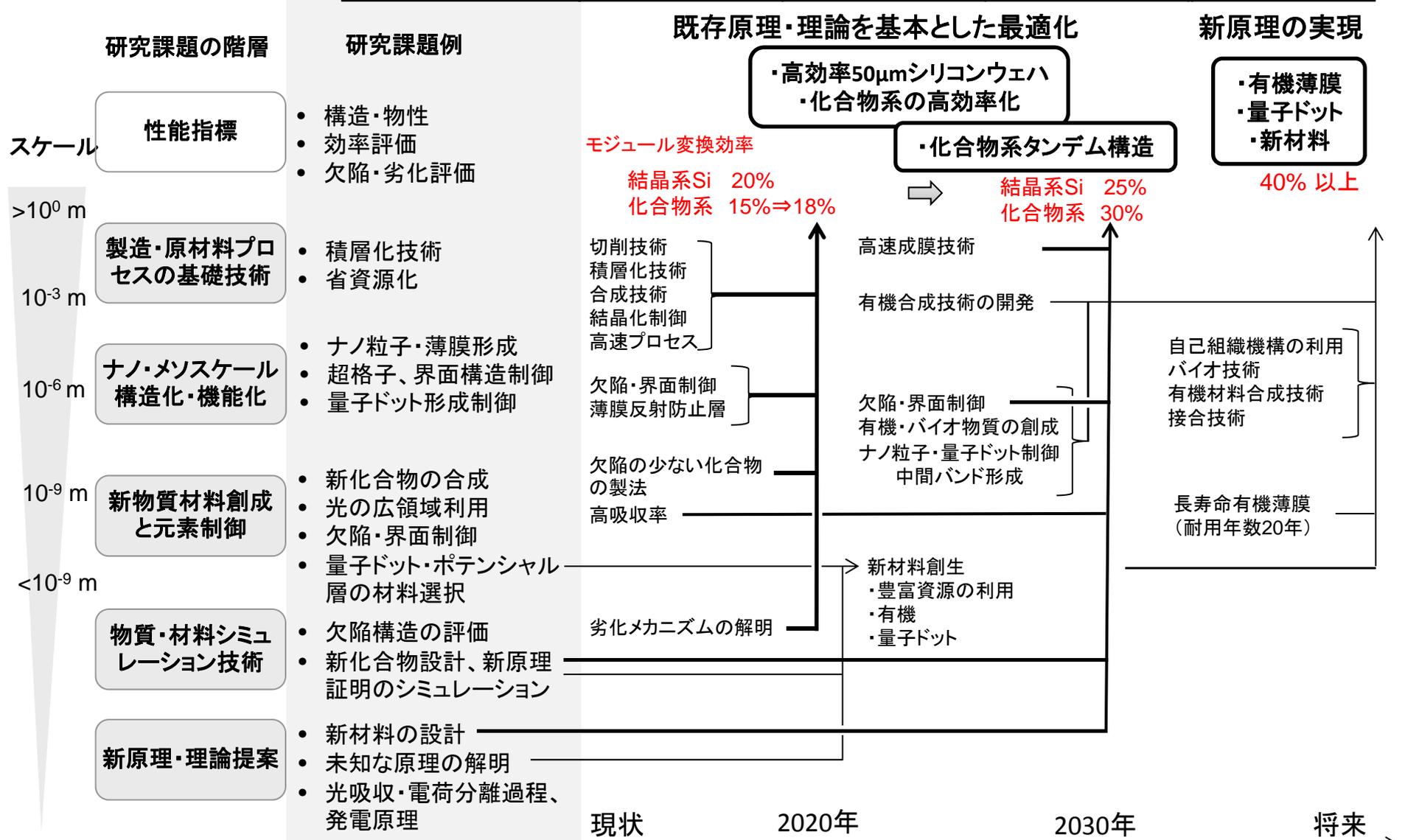
太陽光発電システムの発展と原価の展望



太陽電池の科学・技術ロードマップ

国内の太陽光発電システム原価の展望 (円/W)

	現状	2020年	2030年	新PV
モジュール	80	50	40	20
周辺システム (BOS)	80	50	20	20
システム全体	160	100	60	40

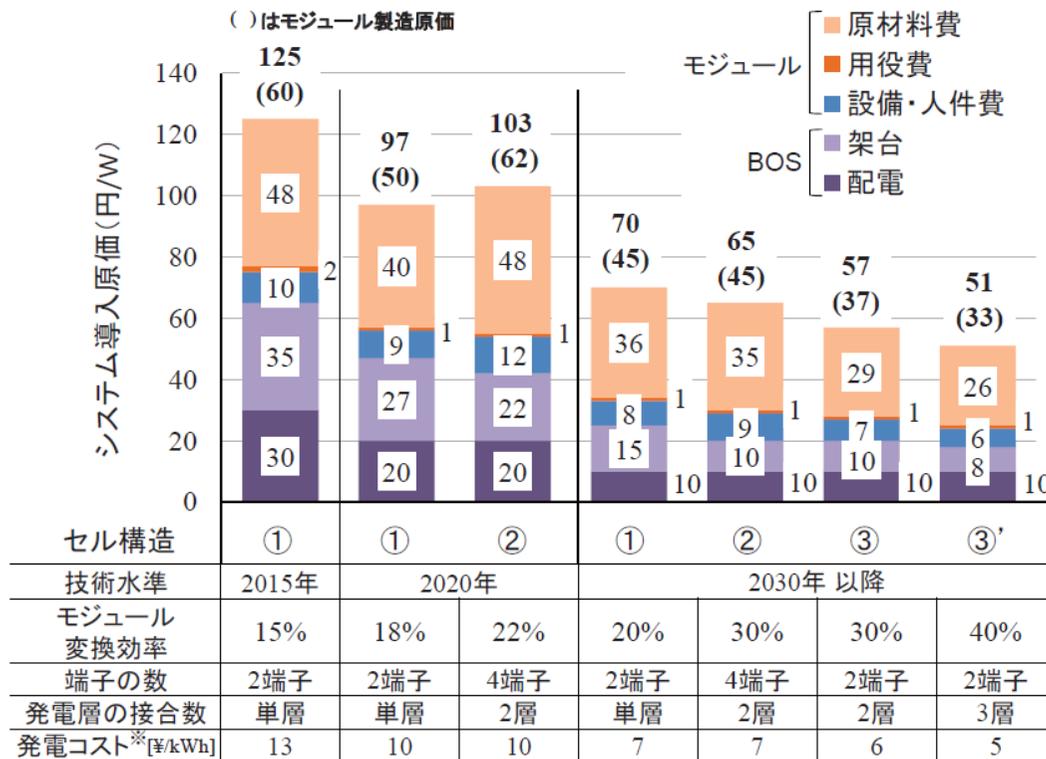


太陽光発電システム (Vol.3) – 定量的技術シナリオに基づくコスト低減技術評価 (タンデム型を含む高効率化合物系太陽電池) –

4端子型・タンデム型を含む構造の異なる太陽電池の定量的技術シナリオを構築
 将来の化合物系 (CIGS・III-V 族) 太陽電池の高効率化技術とその経済性を評価

■ 高効率CIGS 化合物太陽電池の経済性評価

- ・ 薄膜CIGS 太陽電池 (単層) では2030 年に 70 円/W (7円/kWh) が達成可能
- ・ タンデム化により2030 年技術水準に基づくシステム導入原価は51 ~ 65 円/W (5 ~ 7 円/kWh) に達するが、構造により幅がある。



※太陽光発電システムの発電コストは年経費率を0.1、年間発電量を1,000Wh/年/Wとした。

図 現状および将来のCIGS 太陽光発電システムのコスト構造

今後の課題と提案

- ① 化合物系太陽電池の高効率化技術を促進するため、結晶成長技術の加速、柔軟な積層技術の改良、界面制御技術や光閉じ込め技術への注力が必要。
- ② 更なるコスト低減には、タンデム化による高効率化が不可欠。
- ③ CIGS太陽電池では、特に接合法の開発が重要。構造の違いによる各要素技術の経済性および技術開発の見込みを考慮し、達成目標・達成時期を明確にした技術開発戦略が必要。
- ④ III-V 族タンデム型太陽電池では、高効率化の一方で原材料費・設備費ともに高く、10倍以上の生産性の向上が必要である。

固体酸化物形燃料電池システム (Vol.3)

－ 将来の電源構成におけるSOFC の役割と技術開発課題 －

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) システムの性能予測・コスト評価の実施と
将来の電源構成におけるSOFC の今後の役割と技術開発課題の提言

■ 中・大型機用SOFCの数値モデル解析

現在の実証機に相当する新型機、構成部材を改良した改善型の性能評価を行った。セルスタックの出力密度と発電効率の向上を同時に達成することは十分に可能である。

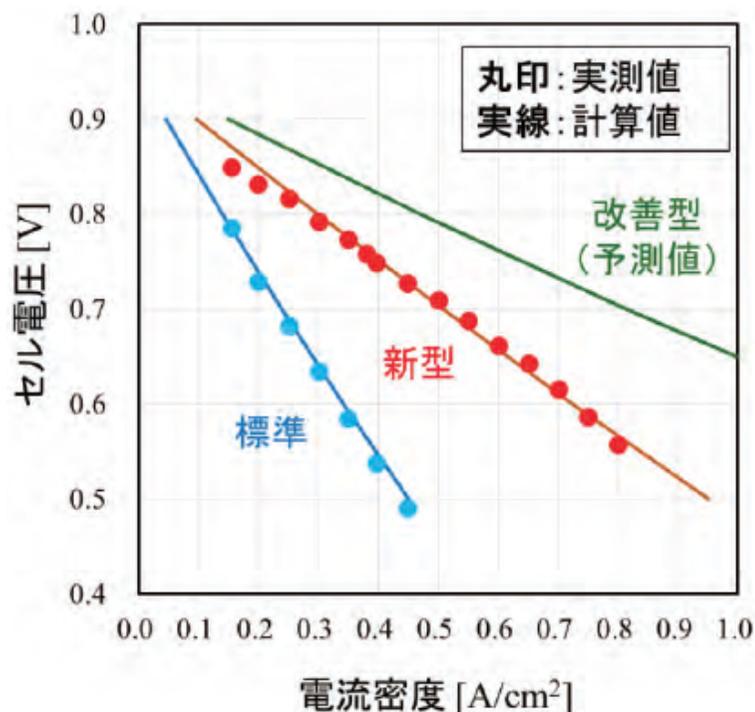


図 円筒横縞形単セルの発電性能評価
丸印: 実測値; 実線: 計算値; 発電温度: 900°C

■ 中・大型SOFC の発電コストの評価

中・大型SOFCシステムで大口径システム電力コスト (14 円/kWh) を達成するための必要条件を明らかにした。

- ・稼働率: 60% 以上
- ・システムコスト: 200 円/W以下

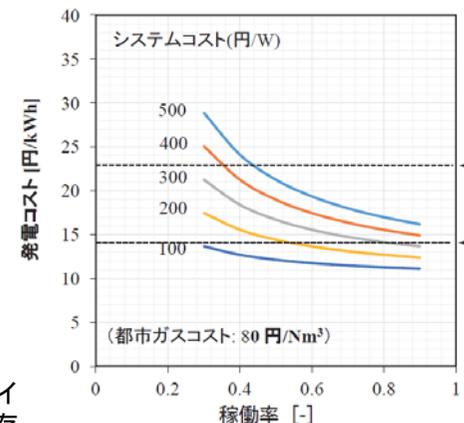


図 中・大型燃料電池 (250kW SOFC コンバイサイクルシステム) の発電コストの稼働率依存...

今後の課題と提案 (定置型SOFCシステム: 小型機および中・大型機)

- ① SOFCシステムの改善点と今後の役割
 - ・家庭用: 燃料コストの低減と稼働率向上
 - ・中・大型機: 発電システムとしての普及とスマートグリッド内の変動調整・逆潮による活用
 - ② SOFCの水素製造システムとしての活用
 - ・電極の性能・耐久性向上と格段のコスト低減
 - ・今後はSOFCを用いた水素製造のセルスタック性能評価を実施
- 以上、今後の技術革新の進展により、太陽・風力等の再生可能エネルギーとSOFCシステムとの共生の可能性もある。

蓄電池システム (Vol.3)

ーリチウム空気電池のコスト評価と技術開発課題ー

リチウム・グラフェン負極と実験結果で報告されている容量密度 2000mAh/g の多孔質グラフェン正極を用いた、10kWh の定置型電池システムの設計と性能及びコストを試算

■ラミネートセルの設計

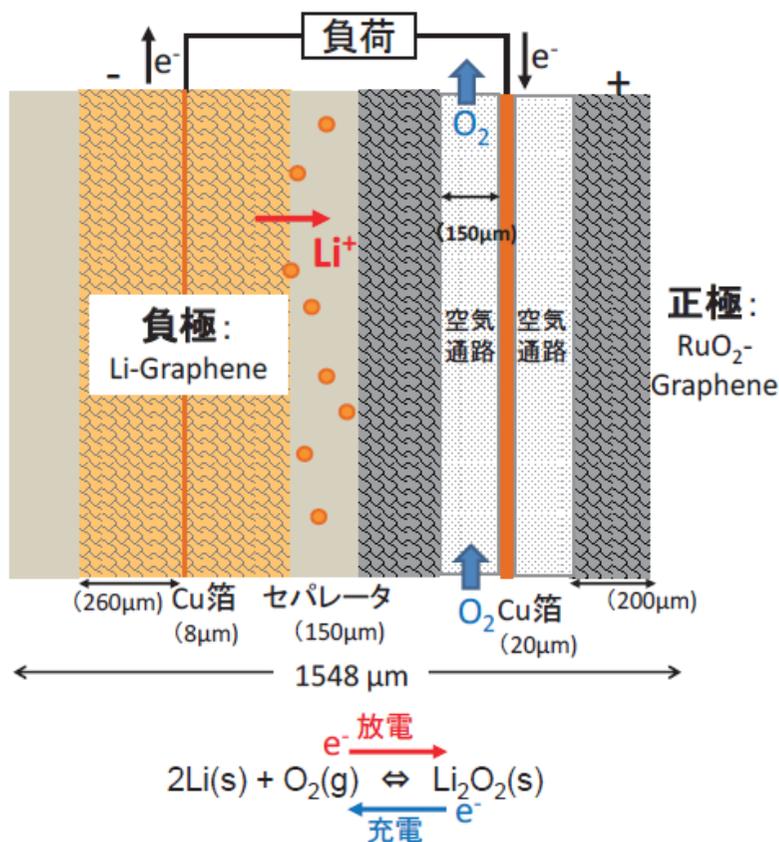


図 電極シート(2面塗布)の構造と動作原理
(ここで、空気通路以外は電解液で満たされている)

■定置用リチウムイオン電池との比較

表 10kWh リチウム空気電池とリチウム電池システムの比較

	円筒型	ラミネート型
	現状 Ni 系 LiB	リチウム空気電池
用途	定置用	定置用
容量 [kWh]	10	10
セル重量 [kg]	43	17
システム重量 [kg]	100	55
セルエネルギー密度 [Wh _{ST} /kg]	230	605
システムエネルギー密度 [Wh _{ST} /kg]	100	180
セルコスト [円 /Wh _{ST}]	13	20
システムコスト [円 /Wh _{ST}]	17	28

今後の課題と提案

- ①本試算によると、リチウム空気電池のセルエネルギー密度は、現状 600Wh_{ST}/kg と高い。
- ②本報告のリチウム空気電池の製造コストは、正極材料で使われる触媒の原材料費が高いため、リチウムイオン電池より1.6倍程度高価である、コスト低減のためには、低価格で高性能な触媒の開発が必要である。
- ③電極材料等の基礎研究だけでなく、この蓄電システムの効率的稼働のための周辺機器の開発も必要である。

地熱発電 (Vol.2)

－ 高温岩体発電の発電コスト試算 －

大きな賦存量を持つ高温岩体発電について、人工的に造成した貯留層に河川水を注入し、地上設備をシングルフラッシュ式とした場合の発電出力と発電コストを明らかにした

■ 計算条件

開発対象地域：A. 岩手県葛根田地域

B. 秋田県皆瀬地域

取水可能量：対象地域の下流流域面積と低水流量に基づき算出

高温岩体：平均深度3,000m
平均温度300℃

地上設備：シングルフラッシュ式
フラッシュ温度150℃

坑井掘削深度：注水井、生産井とも4,000m



位置図

表 高温岩体発電の発電コスト

地点	A		B	
	河川水量（取水可能量）	1,400t/h (0.4m ³ /s)		5,600t/h (1.6m ³ /s)
水回収率 R	50%	98%	50%	98%
貯留層温度	280℃	280℃	280℃	280℃
発電出力	38MW	157MW	155MW	650MW
発電効率 η	16%	16%	16%	16%
注水井の本数	1本	7本	7本	38本
生産井の本数	4本	14本	14本	52本
建設費	185億円	573億円	592億円	2,280億円
建設単価	50万円/kW	37万円/kW	38万円/kW	35万円/kW
発電コスト	10.9円/kWh	7.3円/kWh	8.5円/kWh	7.0円/kWh

■ 結果

- 水回収率を高めることにより高温岩体発電の発電コストを、従来の熱水系地熱発電の発電コストと同程度まで低減できる。
- CO₂排出削減のため、全国年間発電電力量1,000TWhの20%を高温岩体発電30GWで発電するとした場合、必要な水量23億m³/年は河川から確保できる。

今後の課題と提案

- ①地熱資源探査リスクを軽減するため、経済的で高精度な深部地熱資源探査技術が必要である。
- ②高温岩体が賦存する地域を特定し、資源量を算出する方法を確立する必要がある。
- ③高温岩体発電の有望地域に近接した河川から取水できる地点と水量が分るマップを作成し、河川取水可能量を明らかにする必要がある。

木質バイオマス燃料のコスト低減 － 林業素材生産コストの機械化推進による低減効果 －

木材生産コストの低減可能性をコスト構造に基づき検討
主伐費の機械化による低減可能性と今後の普及可能性について検討

■ コスト構造と低減の可能性（スウェーデンとの比較）

スウェーデンの木材生産総コストは日本（北海道）の1/5 以下。

[低コストの要因]

- ・ 日本の5 倍の機械化投資額により約10 倍の労働生産性を得ていること。
- ・ 2 交替制により機械の稼働時間を増すことで単位主伐体積あたりの人件費と設備償却費を低減している。

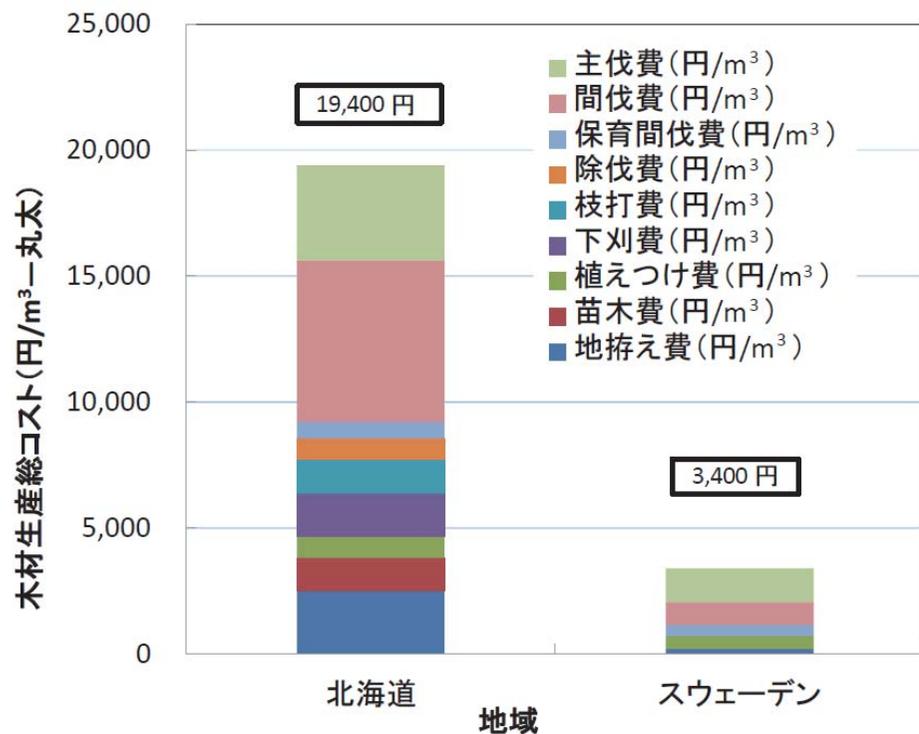


図 北海道とスウェーデンのコスト構造比較

今後の課題と提案

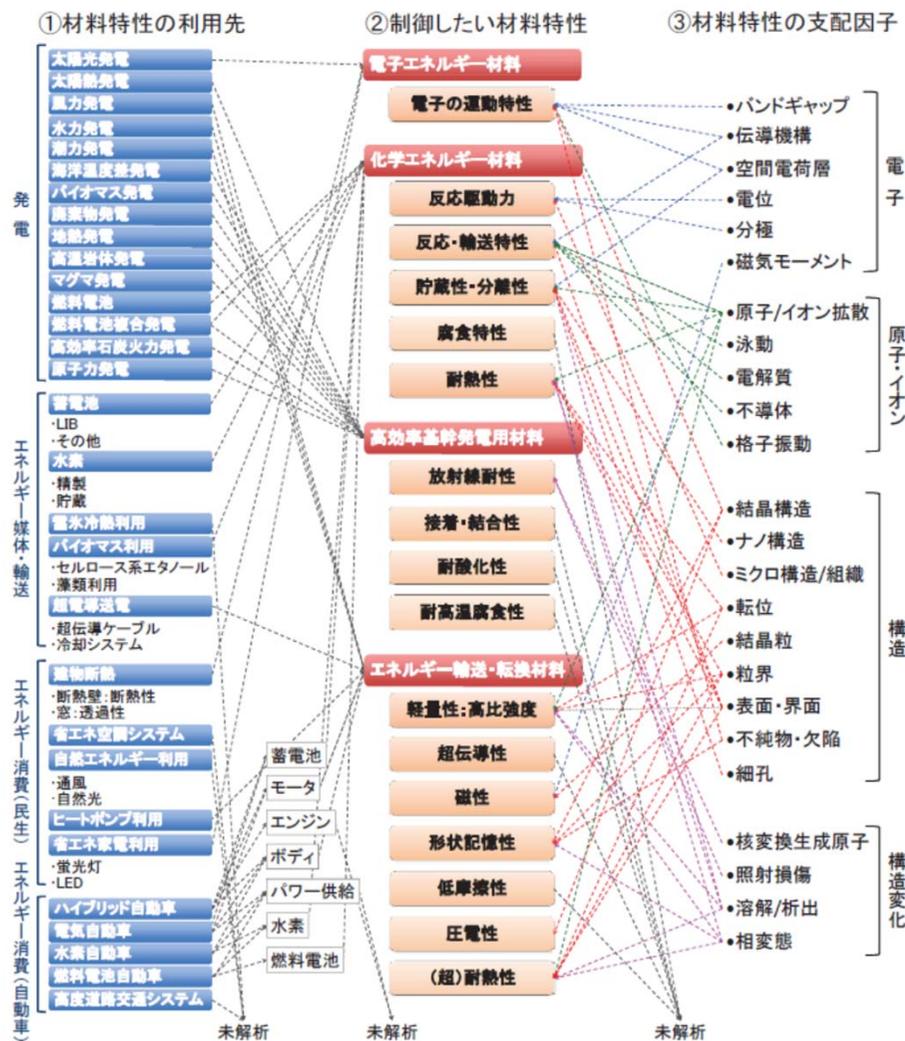
木材生産総コストは育林コスト（植林、下刈、枝打、除伐、保育間伐など）と素材生産コスト（間伐、主伐）からなるが、本稿では特に機械化の効果が大きい主伐費の低減可能性について示した。

- ・ 日本の森林の年間成長量の半分が燃料に使用できれば、現状の木質バイオマス発電に利用されている木質バイオマス燃料の約300倍のポテンシャルを有している。
- ・ 高性能林業機械を導入した場合は、労働生産性の向上が期待できるとともに主伐体積あたりの償却費の負担を減らすため、一定量以上の事業量の確保が重要である。労働生産性が十分に向上できれば、主伐費をスウェーデン並み（1,500 円/m³－丸太）に低減できる。

⇒コスト低減のための機械化の投資の価値はある。

低炭素社会実現に向けたデータ活用型材料研究 (Vol.2)

低炭素社会構築に向けて「使う」段階からバックキャストする材料開発に向け、データ活用型材料研究のコンセプトと定量的技術シナリオの技術分析を接続し、データ空間の俯瞰図を試作



■ 試作した俯瞰図とその特徴

俯瞰したいデータ空間は、「①材料特性の利用先」と「③材料特性の支配因子」の二つの観点から、「②制御すべき特性」を介して結びつけることにより作成でき、様々な材料の利用先によらず、共通の支配因子が効くことを見てとれる。一方で、「②制御すべき特性」について、材料を使う立場からも活用しやすい記述方法について検討の余地がある。

今後の課題と提案

知見を効果的に得るためには「制御すべき特性」が技術の「使用」に結びつけやすい形で整理されていることが極めて重要。

- ①「材料の利用者」「材料の開発者」の両者が共有できる材料特性の記述・分類方法の確立が重要課題であり、引き続き考察を継続する。
- ②①で示される記述・分類方法に基づく語彙集は、効率的な材料開発に不可欠なデータ基盤であり、その整備が望まれる。
- ③ハブ拠点におけるオープンイノベーションの場作りの施策として、材料特性の記述方法の策定と語彙集の整備を推進するようなプログラムの設置と遂行を提案する。

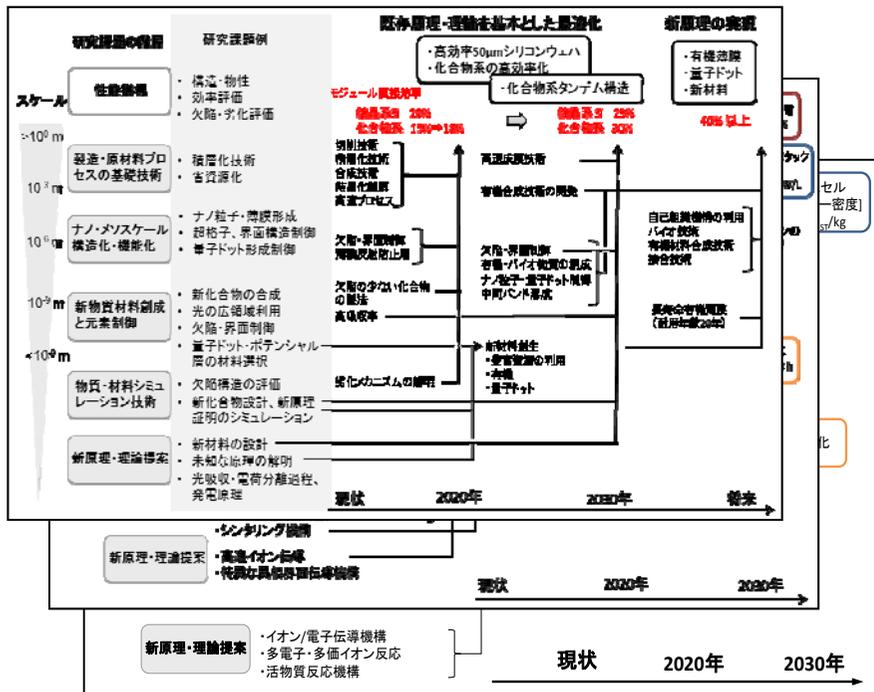
図 低炭素社会構築に資する材料の開発で用いられるデータ空間の俯瞰図 (②-③の相関を示す線は、電子(青)、原子・イオン(緑)、構造(赤)、構造変化(ピンク))

定量的技術システム研究の今後の取組

- ① 正確な再生可能エネルギー量の把握
- ② 太陽電池、風力、蓄電池等各エネルギー技術の進展を考慮したコスト・CO2排出量の時系列変化、生産規模影響、資源量制限の考慮
- ③ 再生可能エネルギー設置容量に関係する各地の日射量、風力などの出力変動の把握
- ④ 出力変動への対応と蓄電池利用(電池寿命との関連)
- ⑤ 上記項目の検討結果を取り入れた電源構成、電力コストの計算
- ⑥ 電力コストを削減するための各エネルギー技術開発項目の明確化と定量的位置づけ及び技術シナリオ作成
- ⑦ CCS及び水素の位置づけの明確化
- ⑧ 技術シナリオを取り入れた経済・社会シナリオ作成
- ⑨ ⑧でのシナリオ結果からの電力消費量の推定
- ⑩ 温室効果ガスを80%削減した場合に変化するエネルギーシステム(供給側と需要側)、産業構造、社会の姿の提示

戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発(ALCA)との連携

- ALCAの平成26年度-28年度募集要項の作成に、低炭素社会戦略センターの研究員が公募ワーキングに参加している。
- 社会シナリオ研究の知見の共有を行い、技術性能向上・製造コスト低減の妨げとなるボトルネックの特定とその解決に向けた研究開発課題を提示するとともに、研究課題提案者に向けた「期待する提案」の作成に協力。引き続き、連携活動を実施。



社会シナリオ
研究の成果の
活用・展開



ALCAの先端
研究の成果を
反映



LCSの研究成果(例):
太陽電池・蓄電池・燃料電池の科学・技術ロードマップ

国際シンポジウム「日本における再生可能エネルギーの利用拡大に向けて」(平成27年2月12日、参加者:289名)

再生可能エネルギー国際シンポジウム	
日本における再生可能エネルギーの利用拡大に向けて	
日時: 2015年2月12日(木) 13:00 ~ 17:45	主催: 日本学術会議
会場: 日本学術会議 議事室	協賛: 独立行政法人科学技術振興機構 再生行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター
定員: 250名(1日1回)申込制	
プログラム Program	
13:00~13:10	開会挨拶 大司 隆一 / 日本学術会議 会長、東京理科大学 学長、東京大学 名誉教授
13:10~13:40	開会式 (基調講演1) ドイツの再生可能エネルギーの現状と今後の展望 Franka Oishi / フランク・オイシブ / 再生可能エネルギー国際シンポジウム 実行委員会 代表、東京理科大学 学長
13:40~14:10	基調講演2 中国のスマートエネルギーの発展と再生可能エネルギーの導入 山田 興一 / 山田 興一 / 再生行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 副センター長、東京大学 名誉教授
14:10~14:40	基調講演3 再生可能エネルギーを中心とした電力系統の可能性 山田 興一 / 山田 興一 / 再生行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 副センター長、東京大学 名誉教授
14:40~15:00	(休憩: 20分)
15:00~15:20	基調講演4 再生可能エネルギーの導入促進と電力系統の安定化 大司 隆一 / 大司 隆一 / 日本学術会議 会長、東京理科大学 学長、東京大学 名誉教授 山田 興一 / 山田 興一 / 再生行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 副センター長、東京大学 名誉教授
15:20~17:40	セッション モデレータ 平沼 光 / 平沼 光 / 日本学術会議 特任連携会員、公益財団法人東京財団 研究員兼政策プロデューサー パネリスト Shikibu Oishi / シキブ オイシ / ドイツ連邦共和国大使館 経済・通商政策担当 上級専門官 パネリスト Jeffrey A. Miller / ジェフリー A. ミラー / 米国大使館 エネルギー 首席担当官 エネルギー省 日本事務所 代表 パネリスト Paul Roberts / ポール ロバーツ / ニュージーランド大使館 一等書記官 パネリスト 山田 興一 / 山田 興一 / 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 副センター長 東京大学 総長室 顧問
17:40~17:45	閉会挨拶 大司 隆一 / 大司 隆一 / 日本学術会議 会長、東京理科大学 学長、東京大学 名誉教授

- 主催: 日本学術会議、低炭素社会戦略センター
- 概要: 日本学術会議と共同で国際シンポジウム「日本における再生可能エネルギーの利用拡大に向けて」を企画・開催。世界各国のエネルギー変革の現状を知り、我が国の再生可能エネルギーに関する現状の問題点・課題・対策について国内外の有識者と議論し、再生可能エネルギー導入の課題抽出、社会シナリオに反映を行った。



モデレータ
平沼 光
日本学術会議特任連携会員
公益財団法人東京財団
研究員兼政策プロデューサー



パネリスト
Shikibu Oishi
ドイツ連邦共和国大使館
経済・通商政策担当
上級専門官



パネリスト
Jeffrey A. Miller
米国大使館
エネルギー 首席担当官
エネルギー省 日本事務所 代表



パネリスト
Paul Roberts
ニュージーランド大使館
一等書記官



パネリスト
山田 興一
独立行政法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター
副センター長
東京大学 総長室 顧問



パネリスト
近藤 道雄
独立行政法人産業技術総合研究所
福島再生可能エネルギー研究所
所長代理兼 上席コーディネータ



パネリスト
大崎 博之
東京大学大学院
新領域創成科学研究科先端工
ネルギー工学専攻 教授



パネリスト
斉藤 哲夫
一般社団法人日本風力発電協会
企画局長



イントロダクション・パネリスト
太田 健一郎
日本学術会議特任連携会員
横浜国立大学工学研究院
グリーン水素研究センター
センター長・特任教授



イントロダクション・パネリスト
瀬川 浩司
日本学術会議特任連携会員
東京大学先端科学技術研究セ
ンター附属産学連携新エネ
ルギー研究施設長・教授

- 参加者アンケートから:
「知見を得るにふさわしいシンポジウムでした」、「海外の事情も含めて、日本のエネルギー事情の中で、いかに再生可能エネルギーを導入していくかの問題点と解決への課題が良くわかった」、等。

<http://www.jst.go.jp/lcs/events/sympo20150212/index.html>

JST LCS・NEDO TSC共催ワークショップ

「再生可能エネルギーのコスト構造と低減に向けた方策」

(平成28年2月4日開催、参加者:182名)

- **主催:** 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター (JST LCS)
新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター (NEDO TSC)
- **概要:**
本ワークショップでは、両センターの取組みの紹介のほか両センターの研究者によるパネルディスカッションを設け、再生可能エネルギーの事業や研究開発にかかわる関係者の皆様を対象に、再生可能エネルギー普及の課題の一つであるコストに焦点をあて、太陽光発電及びバイオマス利用技術を中心にコスト構造やコストに影響を与える要因、重要技術開発項目等の研究成果を紹介するとともに、コスト低減に向けた方策等について討議した。
- **場所:** JST東京本部別館(K's 五番町) 1階ホール
- **オープニング:**
川合知二 (NEDO TSC センター長)、山田興一 (JST LCS 副センター長)
- **プレゼンテーション**
(1)太陽光発電技術: 米倉秀徳 (NEDO TSC 再生可能エネルギーユニット研究員)、井上智弘 (JST LCS 研究員)
(2)バイオマス利用技術: 矢部彰 (NEDO TSC 再生可能エネルギーユニット長)、浅田龍造 (JST LCS 主任研究員)
- **パネルディスカッション:**
「太陽光発電及びバイオマス利用技術を中心としたコスト構造と低減に向けた方策」
モデレータ: 渡邊 重信 (NEDO TSC 再生可能エネルギーユニット 統括研究員)

COIワークショップ「再生可能エネルギー大量導入時の電力システムのあり方と水素の役割」(平成27年9月16日開催、参加者:91名)

●主催:東京大学COI(Center of Innovation)、共催:低炭素社会戦略センター

●概要:

再生可能エネルギーが大量導入した際には、電力システムの運用・制御について、これまでとは異なる技術や観点が必要である。また、電力市場が今後自由化し、小売の全面自由化、発送分離が行われることから、こういったアンシラリー・サービスについてはだれがどの程度負担するか、という枠組みの構築も必要である。さらに、燃料電池車における水素利用を始め、再生可能エネルギーが大量に導入した際には出力抑制ではなく、水素として貯蔵するという方策もあり得る。本WSでは、自由化市場のもと、再生可能エネルギーが大量に導入した場合の電力システム運用・制御について、必要となる技術や経済的負担配分の方法について、実務者・研究者・政府関係者を招聘し、講演・議論を行った。また、水素の製造・貯蔵・利用についても、最先端の知見を共有した。

●第1部:再エネ大量導入時の電力システム安定化技術とアンシラリーサービス

◇「九州地域における再生可能電源導入と電力供給・需要側からみた総合的な対策」(原田 達朗 九州大学 炭素資源国際教育研究センター 教授)

◇「欧米における自由化市場での再エネ促進方策」(矢島 正之 電力中央研究所 研究アドバイザー)

◇「アンシラリーサービスによる価値創成と費用負担に関する米国の調査結果」(高瀬 香絵 東京大学工学系研究科 客員研究員/LCS特任研究員)

◇「地域エネルギー事業者としての費用負担への意見」(吉岡 剛 東京大学工学系研究科 客員研究員/LCS特任研究員)

●第2部:貯蔵技術としての水素の可能性

◇「再エネ大量導入における水素の役割と課題」(土肥 英幸 九州大学 水素エネルギー国際研究センター 教授)

◇「再エネから水素を作る技術のコスト展望」(三森 輝夫 LCS上席研究員)

◇「九州地区における再生可能電源と水素利用事業の分析枠組み」(松橋 隆治 東京大学工学系研究科 教授/LCS研究統括)

平成28年度総合編 2050年の「明るく豊かな低炭素社会」 実現のための課題と展望 【社会シナリオ第3版】

第3章 低炭素社会システムを社会実装に向けて展開する ～「定量的経済・社会システム研究」の視点から

- 第3章では、「次期5年間事業計画案」に示された【目的3】「低炭素社会システムを社会実装に向けて展開する」視点から、新しい要素技術が社会に受容されるための課題となる社会制度を論じる。
- 第2章に記載した低炭素技術の導入・普及を促進し、低炭素社会システムを社会実装に向けて展開し、経済の拡大へと結びつけていく取り組みを紹介する。

- 3.1 低炭素技術の導入・普及促進に向けて
- 3.2 民生家庭部門の低炭素化の促進：電力使用量の見える化
- 3.3 民生部門の省エネへ向けた「電気代そのまま払い」
- 3.4 ビジョン主導型の研究開発プログラムCOIとの連携

民生家庭部門の省エネルギー促進からの低炭素社会実現(Vol.2)

継続的な節電行動を促すためには「社会規範評価の刺激」や「必要最低限の情報を効果的に提供するナッジ (“Nudge”) 概念」で低炭素化行動を支援することが必要

■ 家庭の電力使用量見える化実験

実際に計測されたデータに基づいて節電効果を算定し、低炭素化行動を促すために社会規範評価を刺激する仕掛けを取り入れた「節電アドバイス機能」を開発し、i-cosmos に実装した。

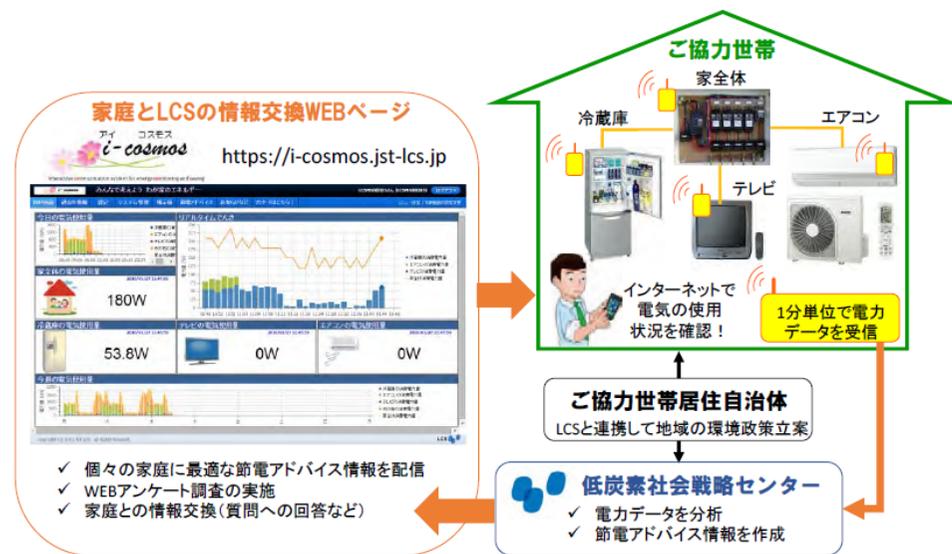


図1 家庭の電力使用量見える化実験および見える化WEB サイト「i-cosmos」の概要

ナッジ Nudgeとは

(注意を引くためひじで)そっと突く、そっと突く、(ひじで)そっと(横に)押して動かす、ひじで押しながら進む、そっと動かす。

■ 節電アドバイス機能の例

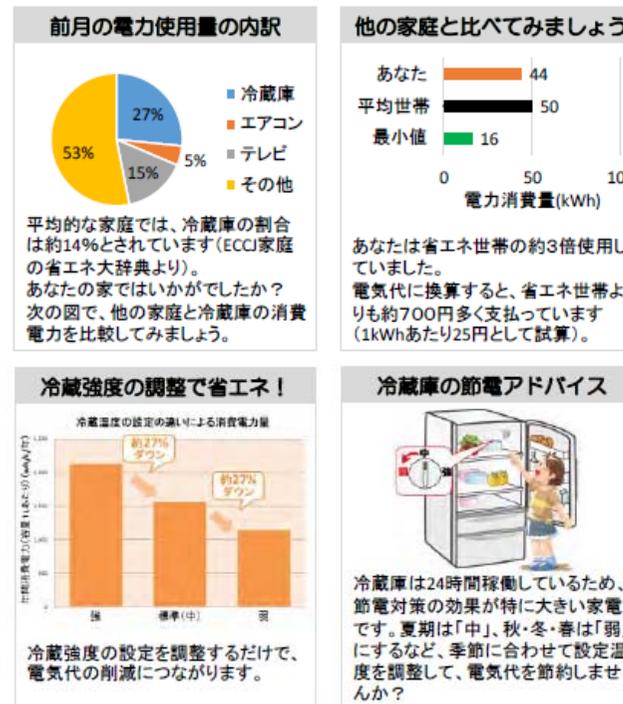


図2 冷蔵庫の節電アドバイスモジュール

今後の課題と提案

今後もデータ分析を進めて節電アドバイスに応用可能な知見を得ると同時に、節電アドバイスや節電目標の提示による実際の節電効果を明らかにし、日本全国に本システムを広める必要がある。

民生部門の省エネへ向けた「電気代そのまま払い」 － 実証実験の経過と日本・世界の動向－

家庭部門及び業務部門の大幅な省エネを目的とするシステム「電気代そのまま払い」の実装に向けて実証実験をスタート、加えて、諸外国における初期投資ゼロの低炭素投資促進施策を紹介

■ 「電気代そのまま払い」実証実験

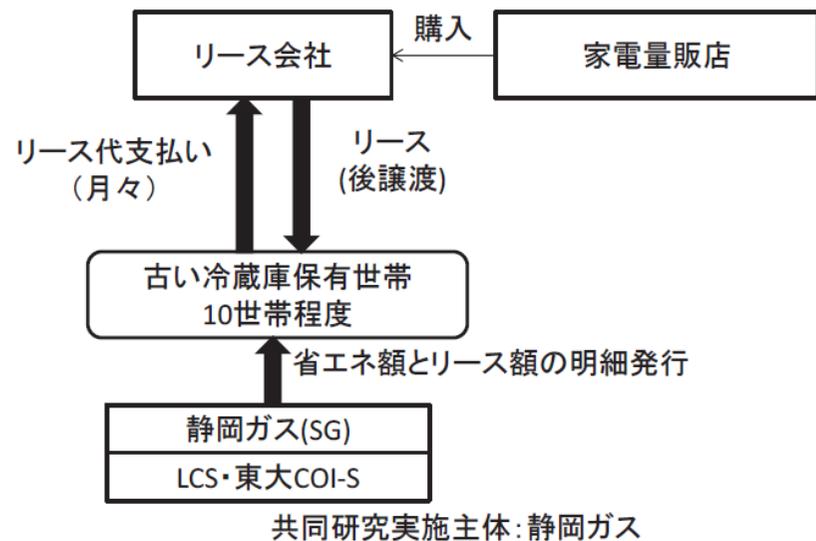
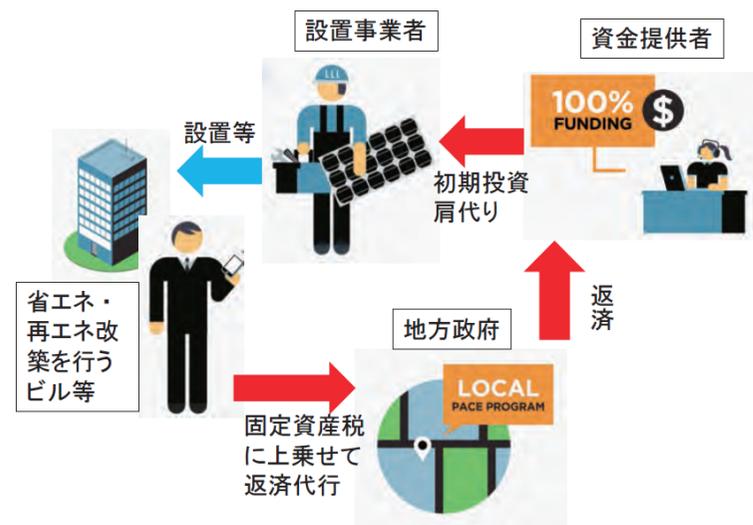


図1 静岡ガスとプロジェクトチームによる実証実験の枠組み概要

■ 諸外国における施策例



出典：PACEnow 提供資料をもとに作成

図2 米国PACE の枠組み

今後の課題と提案

- ・ LCS・東京大学COI-S・プラチナ構想ネットワークにて「電気代そのまま払い」を提案、実証実験を実施している。
- ・ 初期投資のハードルを乗り越えようとする他国の事例も参照しながら、日本の家庭・小規模業務部門の省エネを大幅に進める枠組みについて、実証実験をさらにバージョンアップする。
- ・ 与信を得にくい小規模な家庭・業務・産業部門の事業者に対して、6年目以降の保証を行う公的ファンドの創設や、ソーラーパネル・蓄電池の残価保証をするための公的な買い取り制度の整備についても検討していく。

平成28年度総合編 2050年の「明るく豊かな低炭素社会」 実現のための課題と展望 【社会シナリオ第3版】

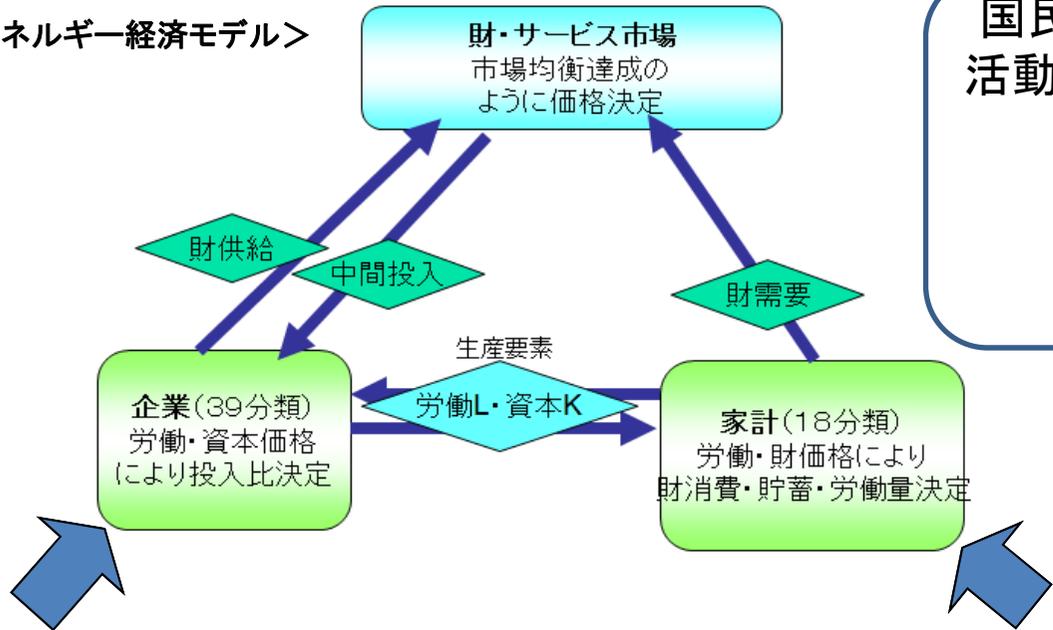
第4章 低炭素社会システムの構築

- 第4章では、低炭素技術の普及・拡大によって変革した社会経済の姿とはどのようなものかを、定量的にモデル分析する。
- また、再生可能エネルギー拡大に必要な、新しいインフラ整備や市場、そこに求められる制度について議論する。

- 4.1 低炭素社会実現のための統合モデルシミュレーション
- 4.2 電力系統・安定化関連
- 4.3 太陽光発電に関する導入量推計と出力抑制が与える事業性評価
- 4.4 気候変動緩和の世界的な取り組みへの日本の貢献

解析に用いたモデル

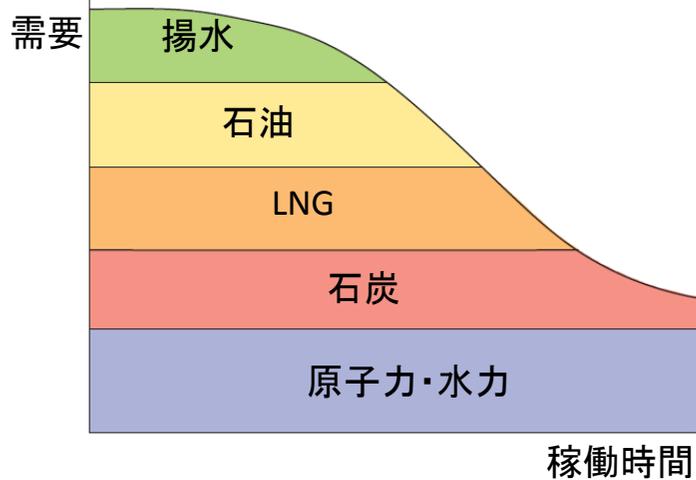
<エネルギー経済モデル>



国民生活や産業等の経済活動の姿を定量的に求める

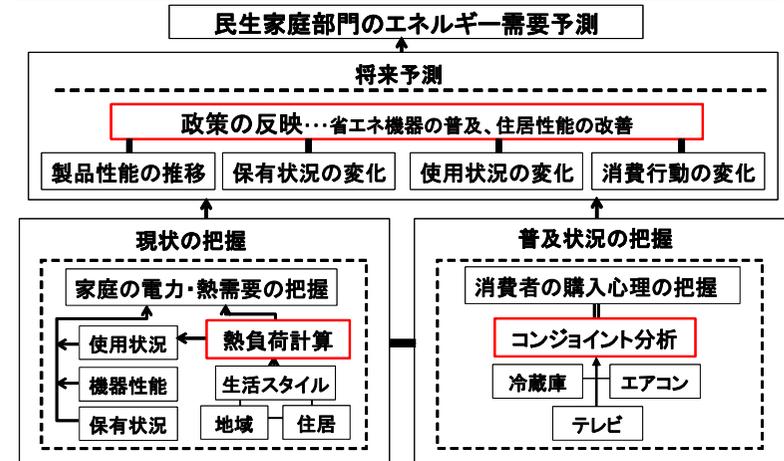
- ・総電力消費量
- ・エネルギー起源CO2排出量
- ・家庭の電気代
- ・実質GDP 等を算出

<多地域最適電源計画モデル>



<エネルギー最終需要評価モデル>

民生家庭部門の省エネ、CO₂排出削減達成に向けて



統合シナリオの開発

エネルギー需要見通しから見る低炭素社会に向けた課題と展望

経済的・社会的な変化による2030年までの日本のエネルギー需要予測を行なうモデルの構築

長期エネルギー需給見通しにおける経済・社会構造や電源構成に関する前提条件を用いて、産業部門別・エネルギー源別に2030年までのエネルギー需要の予測モデルを構築。将来の社会経済要因やエネルギー関連技術の導入によるエネルギー需要を評価を行った。

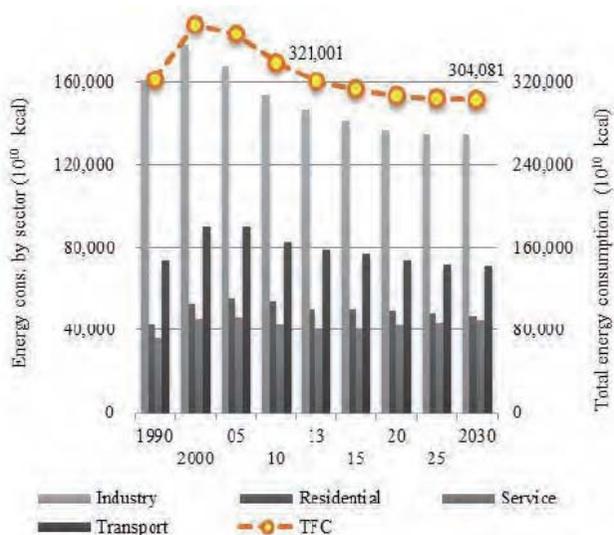
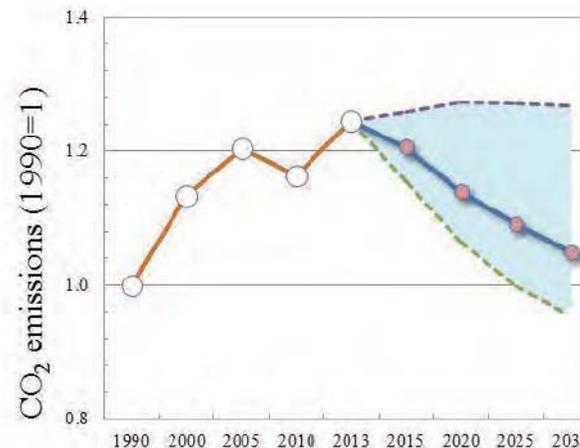


図1 最終エネルギー消費(2030年までの部門別エネルギー需要の推移)

2030年の

産業部門と運輸部門：2013年比 約10%減少
 業務部門：2013年比 約13%増加



● 本予測モデルの結果

図2 CO₂排出量に関する将来予測値

破線で囲まれた領域は、複数の関連研究機関から公開されている将来予測値のうち、最大/最小値に基づく予測の幅を表す。

2030年の

日本のエネルギー需要：2013年比 約5%減少
 エネルギー起源CO₂：2013年比 約16%減少

今後、民生部門、特に業務部門のエネルギー原単位が悪化し、エネルギー消費が増加する可能性がある。

今後の課題と提案

- 社会構造の変化などから経済のサービス化が進むと考えられる中、民生部門における省エネルギー対策を進めていくことが重要である。
- 今後、低炭素技術の導入が経済やエネルギー・CO₂排出量にどのような影響を及ぼすかシナリオに沿った定量分析を進めていく。

再生可能エネルギー大量連系時における 需給制御システムの提案

再生可能エネルギーを大量に導入するために不可欠な、短周期変動増大への対策として、
変動周期別LFC 制御分担決定手法およびEDC とLFC の協調制御システムを提案

■ 再生可能エネルギー出力予測誤差のためのEDC (経済的負荷配分制御) 出力補正システムの提案

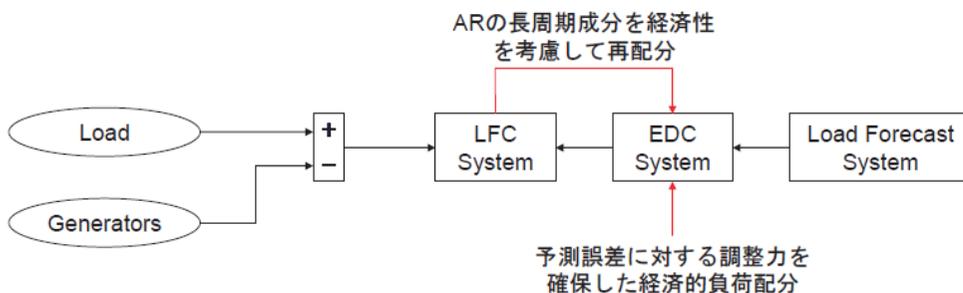


図1 再生可能エネルギー予測誤差を考慮したEDC とLFC の協調制御システムの概念

■ 各LFC (負荷周波数制御) 電源による制御分担のシュミレーション結果 (一例)

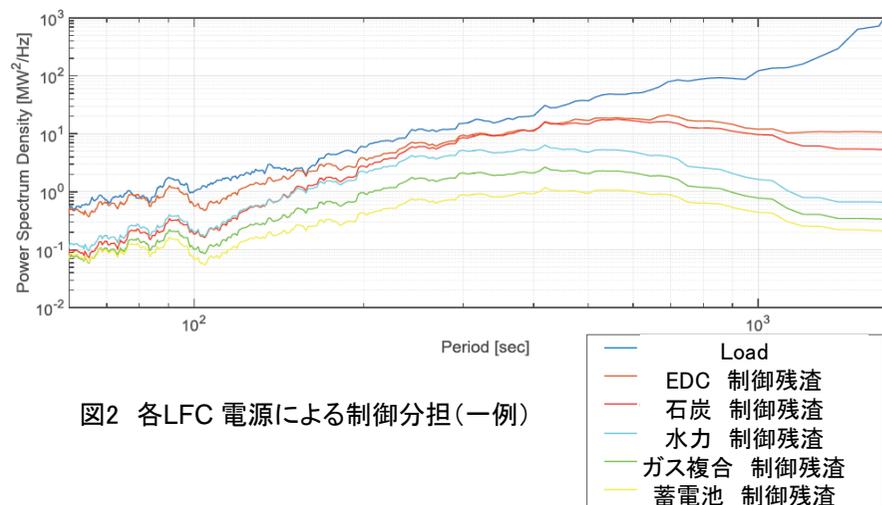


図2 各LFC 電源による制御分担(一例)

今後の課題と提案

太陽光発電や風力発電などの、出力が変動し不確実性を有する電源の大量導入を実現するためには、既存の電力システムの改良が必要である。具体的には、新しいEDC とLFC の協調制御システムのデザインが必要であり、その第一歩を示した。

- EDC によって長周期成分が吸収されており、石炭火力及び水力がそれに続いて長周期成分を吸収している。
- 石炭火力は応答遅れのため、短周期変動に対して、制御分が少なくなっている。
- 蓄電池及びガス複合火力は、長周期成分の残差と短周期変動を吸収している。

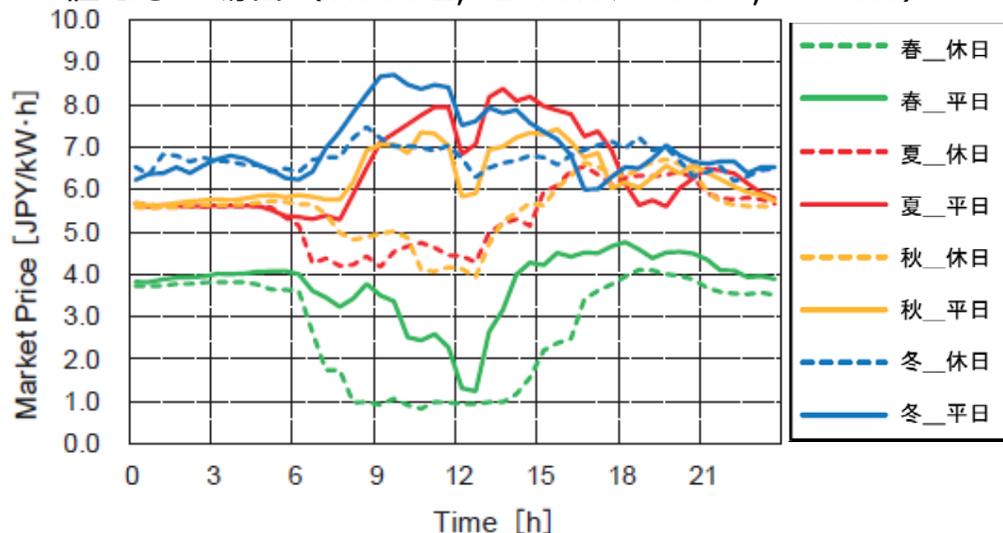
提案手法によって各 LFC 電源の制御分担のすみ分けができていくことが確認できた。

既存電源および電気自動車の活用を考慮した 周波数調整市場の設計とその経済性評価

太陽光・風力発電の大量導入時における系統安定に必要な、発送電分離・電力小売自由化後の周波数調整市場を提案。周波数調整市場下における電気自動車（EV）の普及ポテンシャルを評価

■ 周波数調整市場価格の変化

再生可能エネルギー電源を東北電力による接続可能量算定値とした場合（Wind:2,510MW、PV:5,050MW）

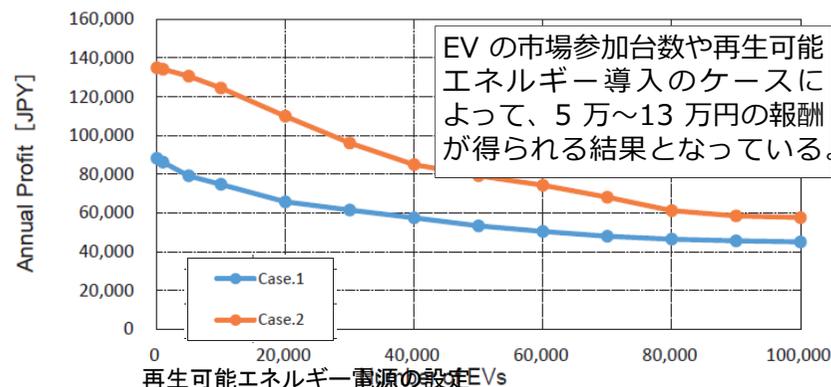


再生可能エネルギー導入量が増加すると、必要LFC容量が増す。それにより、周波数調整市場価格が上昇する傾向があるが、EVの導入により価格の低減効果が認められた。

■ 今後の課題と提案

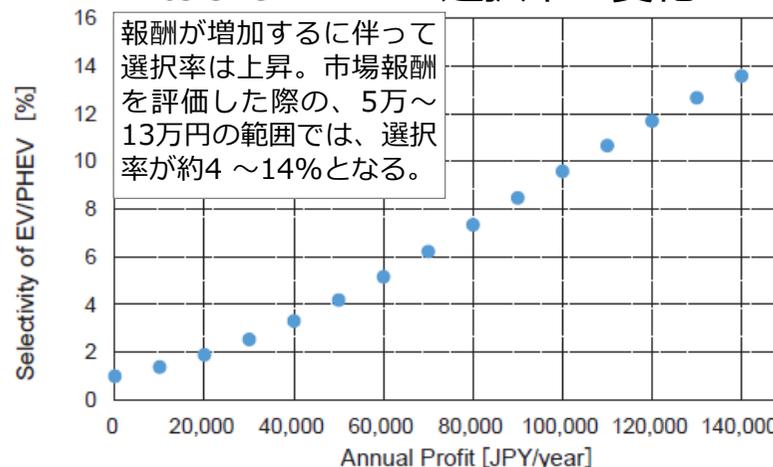
電力自由化後の送配電会社が周波数調整力を確保するための新たな制度設計が必要であり、その第一歩を示した。

■ EV1台あたりの獲得金額（報酬）



Case.1: 2015年10月時点での系統連系済み設備容量
Case.2: 東北電力による接続可能量算定値

■ 周波数調整市場からの年間報酬に対する、EVおよびPHEVの選択率の変化



報酬が増加するに伴って選択率は上昇。市場報酬を評価した際の、5万～13万円の範囲では、選択率が約4～14%となる。

九州地域における太陽光発電大量導入と過渡安定度を考慮した電力システムの新しい経済的負荷配分制御の研究

PV 大量導入時における、システムの安定性を考慮した経済的負荷配分モデルを開発し、過渡安定度を考慮したシステムのマネジメント手法を提案

九州地域のモデル化

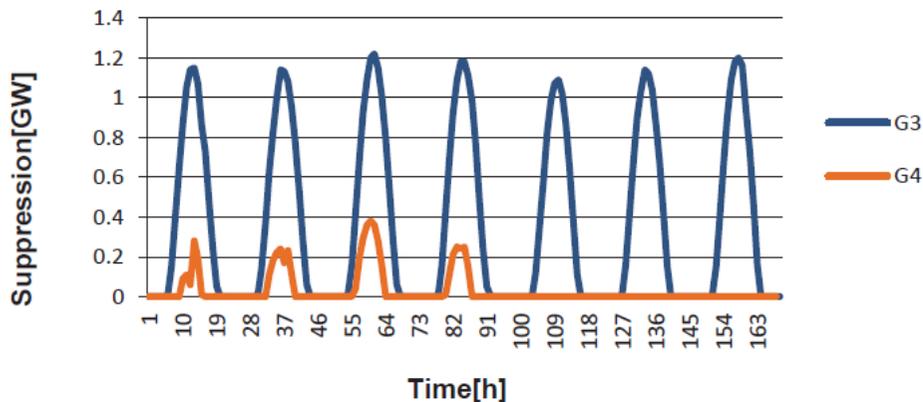
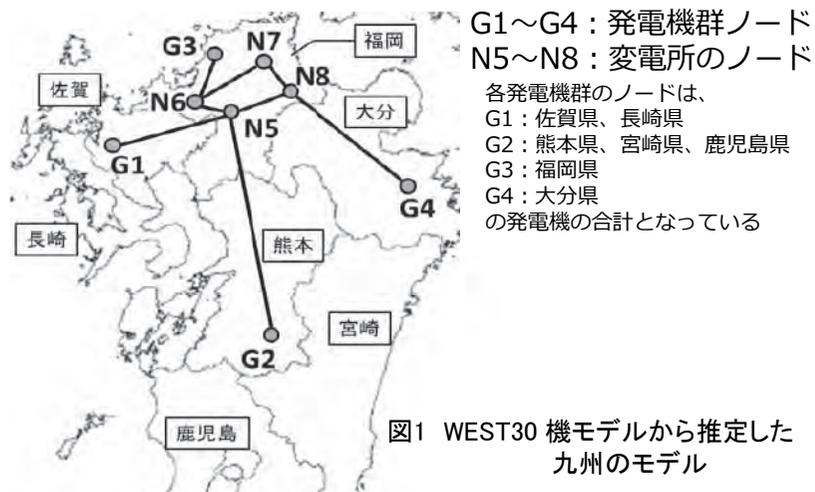
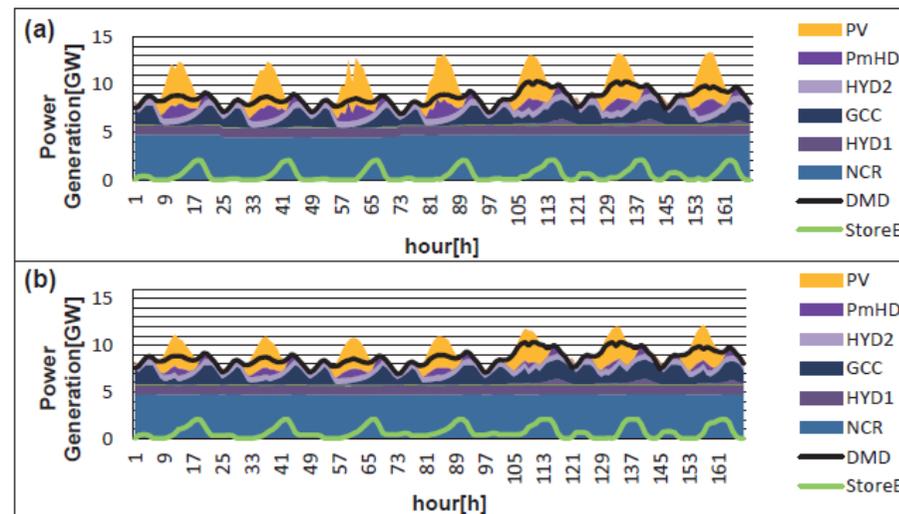


図3 各発電機群ノードでのPV の出力の抑制量(G1 とG2 は抑制なし)

九州地域の評価の結果

九州電力が発電設備接続可能量として掲げている容量である8.17GW のPV が導入された場合の5月の第1週の週間電源運用計画



今後の課題と提案

九州を4つの地域分けて評価した結果、特定の送電線に出力抑制がかかることが分かった。今後は出力抑制されるG3とG4について水素エネルギーシステムなどの利用を提案する予定である。

燃料電池設置型一括受電集合住宅において 電力融通を行う際の経済性の評価

集合住宅内での各住戸間で燃料電池による余剰電力の融通を可能にするシステムを提案
シミュレーションにより燃料電池を設置したマンションの事業性を算出

■シミュレーション結果（一例）

- 余剰電力の融通を行った場合は、融通を行わなかった場合に比べて、すべての場合においてピーク時最大購入電力が低減された。
- マンション全体で年間約6.1トンのCO₂削減効果が得られることがわかった。

表 マンション全体のエネルギー削減効果

	夏期		中間期		冬期	
	平日	休日	平日	休日	平日	休日
ピーク電力削減率	16%	7%	29%	44%	46%	28%
総融通量 [kWh/day]	227.67	219.76	189.99	286.33	197.6	265.76
CO ₂ 削減率	7%	3%	4%	11%	4%	6%

※首都圏近郊の高圧一括受電と燃料電池の各戸設置を採用した38世帯マンションを想定。マンションでの需要は夏期、中間期、冬期の3パターンを用意し、また電力需要は各季節で休日と平日の2パターンとして、計6パターンを用意した。

今後の課題と提案

燃料電池の販売価格は補助金を含めて一台あたり60万円程度に抑えることが望ましい。

⇒量産によって製造コストが低下するまでは、補助金による後押しが必要。

■投資回収期間

ケース1: 従量電灯Bの40A 従量料金に従う。融通した電力量は使用料から割り引かれる。
 ケース2: 従量電灯Bの40A 従量料金に従う。電力量あたりの融通料金は一定。
 ケース3: 電気料金は使用料にかかわらず一定。電力量あたりの融通料金は一定。

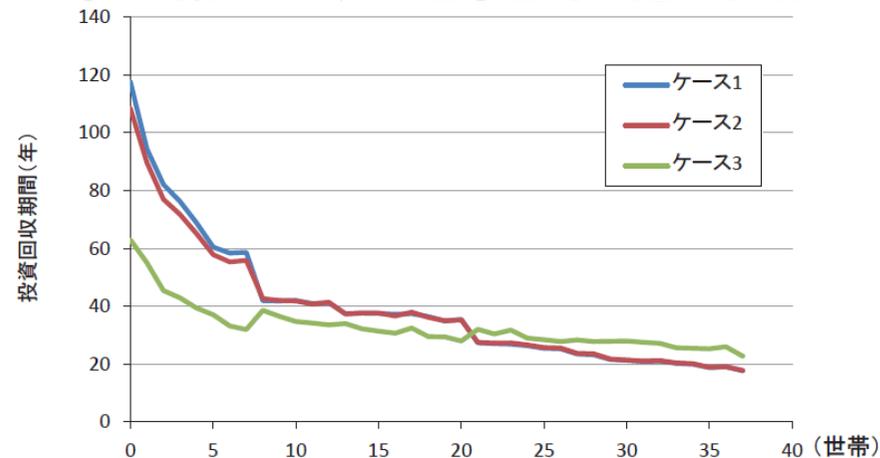


図 各ケースでの投資回収期間

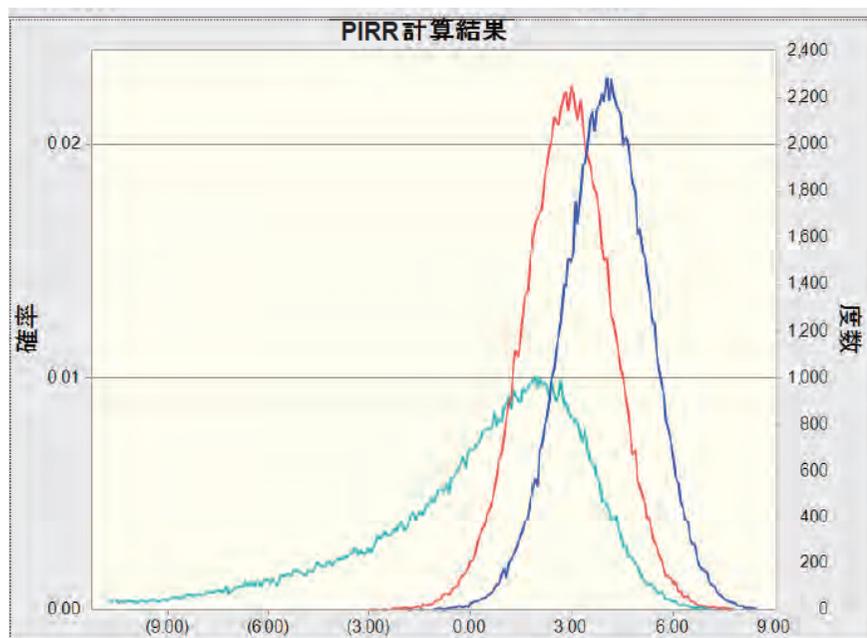
横軸では、対象としている38世帯を、年間エネルギーコストの低い世帯から高い世帯に順に並べている。

- 投資回収期間を10年以下にすることが、燃料電池市場の自立に必要であるとされている
- エネルギー需要が少ない家庭では、投資回収期間が料金ケース①、②では100年を超え、料金ケース③でも60年を超えるなど、経済性が非常に悪いことがわかった。

太陽光発電における出力抑制が与える 事業影響評価

再生可能エネルギーの発電事業者の立場からFITのあり方を検討
出力抑制が太陽光発電の事業性に与える影響をモンテカルロDCF法により定量的に評価

■ 太陽光発電の出力抑制を考慮した太陽光発電事業のリスク分析



- PIRR
試算対象ケース
- 青い線 ケース1：出力抑制なし
 - 赤い線 ケース2：出力制御あり（上限10%）
 - 緑の線 ケース3：出力制御あり（無制限）

図 PIRR分布試算結果グラフ
PIRR: プロジェクトIRR(内部収益率)

- ・ 無制限・無補償の出力制御（改正FIT制度）は、発電事業者にとって事業の下方リスクが高く、結果的に再エネの導入拡大を促す制度となっていない。
- ・ 電気事業者は、再エネの大量導入と電力の安定供給の観点から再エネの出力制御を行わなければならないが、また抑制された発電電力分の保証まで行うことは費用負担の面からも非現実的。

今後の課題と提案

系統連系対策や電力間の連系線の運用見直しや拡充など技術的な対策とともに、新規の接続量は限定しつつも、接続された再生可能エネルギー設備の出力制御などは抑制率を限定するなど、事業の下方リスクが限定される制度が必要。

※モンテカルロDCF法：設備投資の意思決定を行う際には多くの不確実性を考慮しなければならない。ここでは、評価したい事業の不確実性要因を確率モデル化し、モンテカルロシミュレーション（試行回数10万回）を行った。これにより生成されたキャッシュフローをDCF法（Discount Cash Flow）によって将来の不確実性を考慮した事業価値を算出している。

平成28年度総合編 2050年の「明るく豊かな低炭素社会」 実現のための課題と展望 【社会シナリオ第3版】

第5章 今後の課題～2050年の「明るく豊かな 低炭素社会」に至る道筋

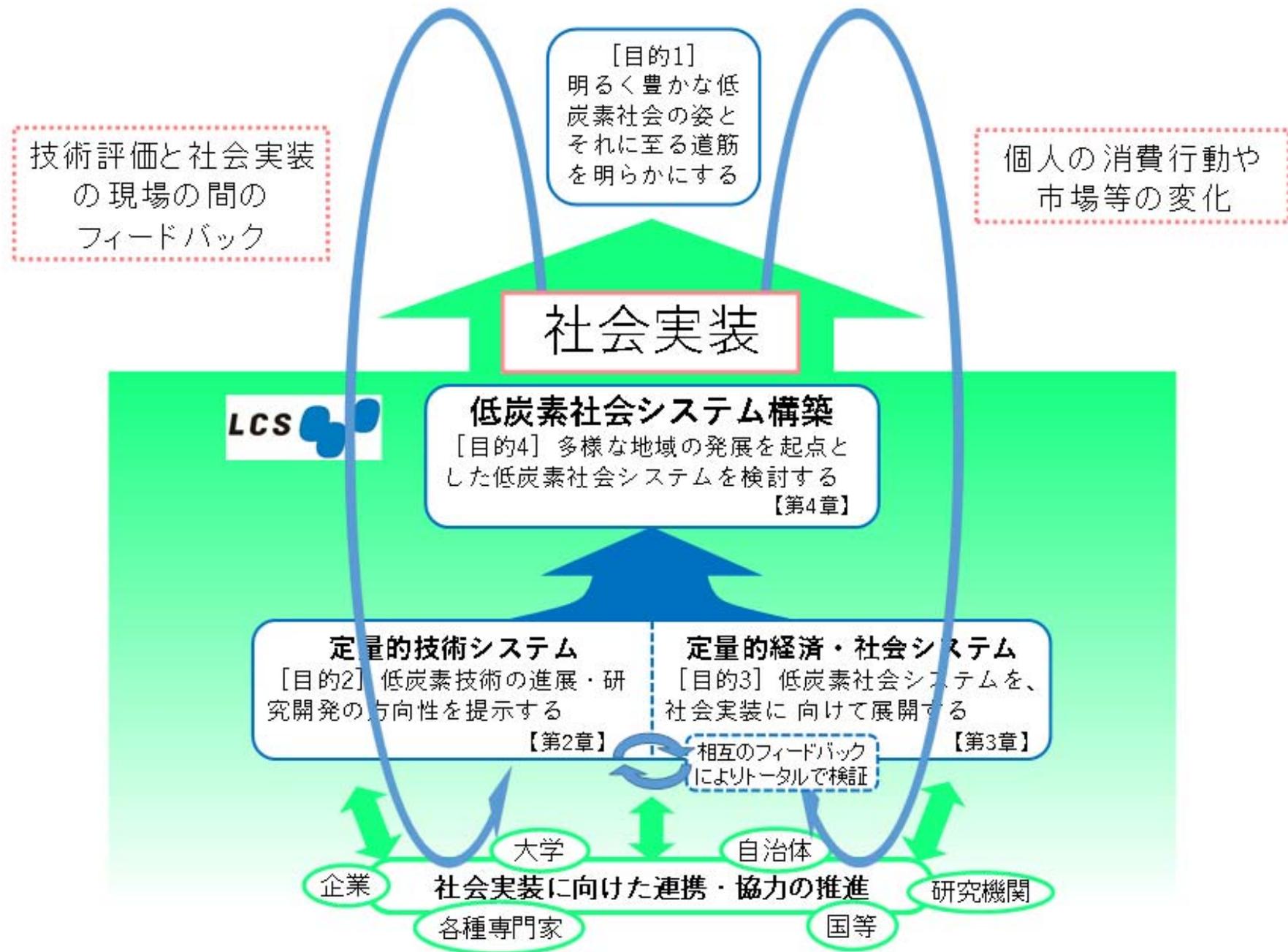
- LCSは、パリ協定の発効等を踏まえた2050年の明るい低炭素社会の達成が可能なシナリオを提案していく。
- 「社会シナリオ第3版」は、文部科学省をはじめとした国、大学、企業、地方自治体等の関係機関に向けて積極的に発信すると共に、シンポジウム等で広く国民へ公表する。

将来の温暖化ガス排出を2050年に80%削減としたときの社会
=エネルギーシステムの抜本的変化、産業構造や技術の変化(想定)
→新たなイノベーションにつながる

今後取り組むべき研究・調査の主な課題:

- 再生可能エネルギーが主流となる将来の電力システムの検討(安定的な運転のため、どう変動を吸収し、過渡安定度の問題をクリアするのが鍵)
- 省エネルギーの推進、電源地域の選定、地域に応じた再生可能エネルギーの発電量、電源構成の割合、電源地域から電力消費地までの距離と送電容量、更に、日本の人口の推移や超高齢社会の進展等、多様な因子を踏まえた定量的な検討を行う必要

このような緻密・かつ包括的な検討を重ねることで、科学技術の開発課題は何か、社会がどう変わっていくのかを示し、研究課題を明らかにする。
→変動する技術と経済・社会に先立つシナリオを作成・提案(LCSの使命)



技術普及と社会変化のダイナミックな時間的プロセスの概念図

LCSからのメッセージ

1. 我が国の経済・社会の持続的発展を伴う、科学技術を基盤とした「明るく豊かな低炭素社会」の実現に貢献するため、2030・2050年の望ましい社会の姿を描き、その実現に至る道筋の選択肢を定量的に示す。
2. 定量的技術システム研究にて、太陽電池や蓄電池、燃料電池、バイオマス、風力発電、中小水力発電、地熱発電、CCS等の低炭素技術の研究開発目標と研究開発課題を提示し、低炭素技術を組み込んだ個別エネルギーシステム(例:CCS、蓄エネルギー、将来的な水素の役割等)、電力等エネルギーシステムの一環として評価、エネルギーシステム全体について、コストやCO₂削減効果、環境性等の将来見通しを定量的に示すとともに、不断に最新のデータを取り込んで「最新の課題」を明確にすることに留意している。
3. 定量的経済・社会システム研究にて、個別エネルギー技術、システムの導入による社会の経済・環境改善の効果の見通しを評価するとともに、低炭素技術の導入・普及促進のための経済・社会制度を提示、低炭素社会システムの実証、事業化、実社会への普及につなげる。

個別技術開発成果を実用化するには システム設計・評価が必要

