

低炭素社会戦略センター 年度報告書(平成27年度)

国立研究開発法人 科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

平成28年4月

低炭素社会戦略センター 年度報告書（平成 27 年度）

目 次

はじめに

1. LCS の設立主旨と平成 26 年度までの活動	i
2. 平成 27 年度の活動	i
3. 今後の活動に向けて	ii

第 1 部 低炭素社会戦略センターについて

1. ビジョン	1
2. 基本方針	1
3. 「次期 5 年間事業計画案」を踏まえた事業推進	3
4. 体制	8
5. 低炭素社会戦略センター評価委員会（第 2 回）	9

第 2 部 平成 27 年度の主な成果と活動

1. 低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ	11
2. 「明るく豊かな低炭素社会の構築」に向けた社会シナリオ研究の推進	12
2. 1 「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」の統合的な推進	12
2. 2 低炭素技術が実社会・実生活につながる方策を設計・評価する「低炭素社会システムの構築」	14
3. 低炭素社会の普及拡大に向けて	17
3. 1 震災復興に関する取組み	17
3. 2 社会実証実験	18
3. 3 地球温暖化への適応戦略	20
3. 4 理解増進	20
4. 関係機関等との連携	21
4. 1 科学技術振興機構事業への貢献	21
4. 2 国への貢献	23
4. 3 研究機関、関連組織等との連携	25
4. 4 地方自治体への貢献	26
4. 5 海外研究機関等との連携	27
5. 情報発信	32
5. 1 講演会、展示会等を通じた情報発信	32
5. 2 広報活動	39
6. 論文、学会発表、講演等	40
6. 1 論文	40
6. 2 学会発表	41
6. 3 シンポジウム、ワークショップ	44

6. 4 講演	44
6. 5 出版物、雑誌寄稿等	46
6. 6 その他の成果	46
7. 委員会活動等、研究者との情報交換（LCS 講演会等）	47
7. 1 委員会活動等	47
7. 2 研究者との情報交換（LCS 講演会等）	50

付録

1. 低炭素社会戦略センター メンバーリスト	51
2. 報道機関による LCS 関連記事	52
3. 平成 27 年 12 月 24 日開催 LCS シンポジウム 研究発表ポスター	62
3. 1 「明るく豊かな低炭素社会」の実現を目指して	
－JST 低炭素社会戦略センターの取組み－	62
3. 2 （経済性・環境負荷の定量的評価を可能とする）	
低炭素技術評価プラットフォームの概要	
－要素技術構造化に基づく定量的技術シナリオの構築－	63
3. 3 太陽光発電システムのコスト構造と技術シナリオ（3）	
－化合物系半導体太陽電池の構造と経済性評価－	64
3. 4 燃料電池システムのコスト構造と技術シナリオ（3）	
－固体酸化物形燃料電池の性能評価と将来の電源構成における役割－	65
3. 5 蓄電池のコスト構造と技術シナリオ（3）	
－リチウム空気電池－	66
3. 6 電気自動車（EV）の電力システムとしての可能性の検討	67
3. 7 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－	68
3. 8 北海道下川町の低炭素社会の実現に向けて	
－森林バイオマス熱電併給事業－	69
3. 9 バイオマス廃棄物のメタン発酵（3）	
－要素技術構造化に基づく定量的技術シナリオの構築－	70
3. 10 地熱発電（2）	
－高温岩体発電の発電コスト試算－	71
3. 11 データ活用型材料研究（2）	
－「使われてこそ材料」のデータ空間－	72
3. 12 CCS（二酸化炭素回収貯留）の概要と展望（2）	
－CO ₂ 分離回収技術の評価と課題－	73
3. 13 低炭素排出水素の経済性と CO ₂ 排出量	74
3. 14 原子力発電所の安全性と活用可能性	75
3. 15 戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発	76
3. 16 将来の技術進展による経済・社会への影響（2）	
－技術シナリオ・将来ビジョン（需要）からどのような未来が描けるのか？－	77
3. 17 民生部門における節電・省エネ推進（2）	
－家庭部門の低炭素化に向けた LCS の取組み－	78
3. 18 朝型生活による健康と省エネの両立の可能性	79

3. 1 9	脳活動計測に基づく温冷感の客観的評価の試み ー個人の温冷感に基づいた省エネルギー型空調の実現に向けてー	80
3. 2 0	荒川区の低炭素地域づくりの取組み ー環境区民みんなで取り組むCO ₂ の少ないまちづくりー	81
3. 2 1	多様な主体との連携で低炭素を目指す ー地球にやさしいひとのまち足立区ー	82
3. 2 2	出力抑制が太陽光発電事業にあたえる影響評価	83
3. 2 3	「電気代そのまま払い」実証実験と社会実装 (2) ー小さな低炭素の種を大きな低炭素投資の流れにー	84
3. 2 4	国際戦略：温暖化枠組への統合的貢献アプローチ応用 (2) ー世界の中で日本が進むべき持続可能で発展する低炭素社会への道ー	85
3. 2 5	地域スナップショットモデルによる地方自治体の将来社会・環境ビジョンの構築	86
3. 2 6	再生可能エネルギー大量導入時の基幹系統事故に対する系統セキュリティ評価	87

はじめに

1. LCSの設立主旨と平成26年度までの活動

低炭素社会戦略センター（以下、LCS）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・戦略の提案を行っている（平成 21 年 12 月設立）。

平成 22 年度は、研究体制の構築と研究活動を軌道に乗せることに重点を置いた。平成 23 年度は、福島第一原子力発電所の事故の影響を踏まえ、「将来のエネルギーシナリオと低炭素化の可能性」を検討・公表し、「停電予防連絡ネットワーク」システムを構築した。平成 24 年 7 月には、発足から約 2 年間の活動を「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）として提案し、低炭素技術の製造プロセスにおける要素技術とコスト構造の定量的な評価を通じた今後の研究開発の方向性・具体的技術発展性を示した定量的技術シナリオ、社会の低炭素化と経済発展の両立を図るための定量的経済・社会シナリオを提示して、「明るく豊かな低炭素社会」の実現に貢献するための基本的な考え方を示した。平成 25 年度に、これまでの社会シナリオ研究から見えてきた低炭素社会構築のための重要事項、新たな課題や方策等を対象として「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」（以下、イノベーション政策立案提案書）を研究・調査テーマごとに分冊形式で順次公表するスキームを開始した。平成 26 年 6 月にはテーマごとの進捗を反映して「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）を公表した。

事業運営においては、平成 25 年 7 月には低炭素社会戦略センター評価委員会による第 1 回事業評価に係る報告書を受け、指摘事項等を以降の事業活動に反映させている。平成 26 年度は、事業開始 5 年度目を迎え、社会環境の変化も踏まえ LCS として今後取り組むべき課題について内外の有識者・自治体関係者の参加を得て「次期 5 年間事業計画検討会」を設置・開催、「次期 5 年間事業計画案」の検討を行った。

2. 平成27年度の活動

平成 27 年度は、平成 26 年度までの活動と課題を踏まえ、以下の活動を展開した。

（1）社会シナリオ研究の推進

平成 27 年度は、JST の国立研究開発法人化およびその第一目的である「研究開発成果の最大化」に向け、低炭素社会戦略センター評価委員会による第 2 回事業評価（平成 27 年 6 月）、平成 26 年度後半に議論した「次期 5 年間事業計画案」、環境エネルギー科学技術の状況等を踏まえた事業推進の在り方等に関する戦略推進委員会での討議を事業運営に反映して、「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の構築を図り、社会実装に向けて展開、国、地方自治体、大学・研究機関、企業等の協力を得て、社会シナリオ研究を推進した。

「定量的技術システム研究」として、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、二酸化炭素回収貯留（CCS）、水素の役割等の低炭素技術・構成技術の定量的な評価を行い、その結果を電力等エネルギーシステムとしての評価に用いて、2030 年のコ

スト構造・CO₂排出量等を解析、開発目標と研究課題を提示している。「定量的経済・社会システム研究」として、これら低炭素技術を社会に導入した際の経済・環境への効果を算定、「電気代そのまま払い」等社会実証・社会実験や九州大学 COI「共進化社会システム創成拠点」・東京大学 COI-S との連携等、「エネルギー供給源の多様化に対応した低炭素技術の統合的な評価」や「低炭素化につながる個人の消費行動・市場の変化の検討」を行っている。

（２）社会シナリオ研究の成果、成果の活用状況

社会シナリオ研究の成果をイノベーション政策立案提案書（計 19 冊）として提案した。加えて、①CSTI エネルギー戦略協議会での成果発信、②関連分野の委員会活動、③ALCA ボトルネック課題検討への参画、④NEDO-TSC 共催ワークショップの企画・開催、⑤COI-S ワークショップの企画・共催等、研究成果の機構内外での活用を図るとともに、LCS シンポジウム「低炭素技術実現のための課題と展望」で広く国民へ成果を発信している。

３．今後の活動に向けて

「定量的なシナリオ」のポイントは、対象とする低炭素技術課題の「数の増加」とともに、「シナリオの定量化の精度を上げる」ことにある。現在から将来の技術展望も含めて常に最新の研究成果を反映して新しい評価結果を創出し、それをシナリオに取り込んで「定量化の精度を向上」する。さらに短期的・中長期的に低炭素技術の見直しを見直して「新しく取りあげるべき課題」を明確にする。

また、低炭素社会の構築に向けて、「社会シナリオの実現に向けた戦略」を立てることが重要なポイントとなる。特に「シナリオ実現に必要な研究開発が着実に進められるための課題の明確化」と、「実現の推進に向けた方法論の提示・社会実証」に留意して、社会シナリオ・戦略の深化を進めたい。

地球温暖化の防止は依然として人類共通の課題である。2015 年末の COP21（パリ）に先立ち、我が国は 2030 年に 26%の温室効果ガス排出削減目標とした約束草案を提出した。LCS では、COP 21 でのパリ協定の採択を踏まえ、引き続き社会シナリオ研究を進化させ、発信を続けていく。

なお、シンポジウムの開催や論文等での成果発表、シンポジウムでの意見収集等を通じて、国民や専門家との双方向の情報発受信にも努めており、今後も LCS のホームページ (<http://www.jst.go.jp/lcs/>) 等で積極的に発信していく。

本報告書を発刊することにより、これまでの活動の評価を仰ぎ、助言、意見等をいただければ幸いである。皆様の声は今後の運営に活かしていくこととしたい。

第1部 低炭素社会戦略センターについて

1. ビジョン

持続可能な明るい低炭素社会の姿を具体的に示すことが、低炭素社会戦略センター（以下、LCS）の役割であると同時にビジョンである。そのために必要な要素技術・システムを取り込んだ中長期シナリオを提示する。また、低炭素社会構築のためには投資が必要であり、最終的にはその投資が回収され、経済成長も促すようなシステム等も含めた幅広い社会シナリオを提示する。

2050年の長期目標を描くには、途中段階である2030年におけるシナリオの構築が重要であり、それらを明らかにすることにより、その後につながる将来開発すべき技術の具体的内容が見えてくる。低炭素社会では、個人・家庭の生活、街、都市、国家、世界がどのような形で具体化されるのか、そのためにはどのようなブレークスルー技術、イノベーションが取り入れられていくかも見えてくる。

2. 基本方針

LCSは「科学技術を基盤に新しい日本の経済・社会の発展に寄与する持続可能で明るく豊かな低炭素社会づくりに貢献する」ことを目的とし、その達成に向けて次の基本方針の下で研究・活動を行い、成果を広く発信する。

なお、東日本大震災による状況の変化を把握して前提条件を見直し、より幅広い観点から低炭素社会への移行の可能性を検討している。

- （1）我が国の経済・社会を持続可能な形で発展させる社会システムの構築を目標とし、日々の暮らしの中で低炭素化を成し遂げていく社会を設計する。

日本は、先端的で多様な裾野の広がりを持つ高水準な科学技術と、大きな経済規模と有力な産業および企業を持ち、同時に比較的安定ながらも超高齢化という人類史上初の課題に直面している国である。

LCSにおいては、このような日本の経済・社会を前提とし、持続可能な発展をする社会シナリオを設計する。そのためには、産業・供給側からの見方が中心であった従来の発想法を変えて、消費者の日常行動が自然と低炭素化に向かって進展する「良循環」をつくり出していくことが必要である。高齢化をプラスの要素として取り組むことで新しい可能性が生まれる。各地域に適した高齢者の活力を引き出し、日々の暮らしの中で低炭素化を自然に成し遂げていけるような社会を設計し、課題解決につながるシナリオを作成する。科学技術を進展させながら世界に先例のない低炭素社会を模索するため、シナリオの検討のため社会実験を実施しながら実効性の高いシナリオをつくる。

- （2）時間軸に対する不確実性を乗り越え、低炭素社会への移行を促進するシナリオと戦略を示す。

科学技術の革新が製造業のプロセスイノベーションを喚起し、それが社会の持続的発展を支えるという従来の構図が成り立たなくなっている。そこで、（1）で述べた日本の経済・社会の前提の下で、それぞれの地域の特性に応じた日常生活と結び付いたイノベーションを、豊かな低炭素社会につなげていく。

イノベーションの基盤の一つである科学技術は、成熟時においても政府の補助や援助なしでは

成り立たないものは前提としない。技術導入の初期段階はともかく、ある時期から自律的展開ができる経済性がないと持続性のある科学技術とはなりえず、持続性のある低炭素社会の実現には貢献できない。したがって、企業、個人、地方自治体、そして、日本国政府にとっても「採算」が取れている状況が望ましい。そのためにはコストを超える価値が要求でき、その価値に応じた価値を生み出す社会像を設計する必要がある。そこで、コスト構造の徹底的解明によって何がコスト・利益を左右するパラメータであるかのダイナミックなメカニズムを明らかにする。さらに、需要側にとって当該技術のコストを超える価値（支払い意思額）が認められるためのシステム設計やビジネスモデルの創成も考慮に入れる。

構造化された定量的知識基盤の下で作成された要素技術の経時発展予測、開発展望（性能、コスト、環境負荷）を技術シナリオにまとめ、それを経済・社会シナリオと結び付ける。シナリオ作成にあたっては科学技術、経済、社会、法規制等、関連する様々な分野の知識を構造化させ、収集、蓄積したデータによる統合的データベースを構築する。

（３）低炭素社会を実現するためのシナリオに基づき個人・地域社会・国家レベルの戦略を提言する。

（１）（２）で述べたように、豊かな低炭素社会を構築するには、革新的な技術やシステムを広く社会に導入していかなければならない。そのためには、５種類のイノベーション、すなわちプロセスイノベーション、プロダクトイノベーション、マーケットイノベーション、サプライチェーンイノベーション、ビジネスモデルイノベーションを、低炭素社会の実現という観点から適切に組み合わせる必要がある。

例えば、太陽光発電システムの開発と普及の過程では、科学技術そのものの革新による性能向上、コスト低下とともに、固定価格買取制度というマーケットの革新が組み合わされている。また、中小企業、業務、家庭等への省エネ製品の普及には、製品そのもののコスト低下のみならず、国内クレジット等新たな制度改革が複合的に機能している。スマートグリッド、スマートエネルギーネットワークの普及に際しては、スマートメーター、蓄電池、電気自動車等の技術革新とともに、家庭間での電気・熱の融通等、規制緩和によるビジネスモデルの革新が必要であろう。

このように複数のイノベーションを適切に組み合わせることにより、政府の補助金に頼ることなく自立できる低炭素社会システムが実現できる。そして、それは国民が低炭素社会の中で豊かな生活を送ることにつながる。

経済・社会活動は国境を越えて広がり、市場は内需や欧米から新興国・発展途上国にシフトしている。そのため、製造業では国内に基盤を残しつつもグローバルに活動できる国際競争力強化の課題がある。一方、国内ではサービス業を中心とする第三次産業が拡大したが、高齢化社会への対応が十分でない等、潜在需要に応えられるよう内需を拡大する課題がある。

国際競争力の強化と内需の拡大等、それぞれの産業が抱える課題に対して低炭素化の影響は異なるが、より低炭素型の産業構造に、家計においてはより低炭素型の消費構造へ導くことで世界の低炭素化に資するとともに、経済発展を実現し得る国際戦略を提言していく。さらに現在検討が進んでいる二国間クレジット等の動向を考慮しつつ、世界最高水準といわれる日本の省エネルギー技術や低炭素社会に貢献し得る技術を海外に移転することにより、世界的な低炭素社会への移行を促進する。

LCS では、複数の社会実装実験を計画しているが、これは、従来の実証実験のように政府の補助金がなくなると同時に消滅するようなものではなく、むしろ上述した多様なイノベーションを適切に組み合わせることにより、補助金なしでも自立して発展していけるシステムを提示するためのもので、換言すればイノベーションの社会実装実験を志すものである。これにより地域の多様な条件と合致した、豊かな低炭素社会システムを実現するための具体的な戦略を提言できる。

3. 「次期5年間事業計画案」を踏まえた事業推進

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いる。平成26年度には本事業の実施5年目に当たり、LCSでは平成27年度から31年度までの次期5年間のLCSのあり方および本事業の推進についての意見を求めるため、機構内外の有識者・自治体関係者等の参加を得て、「次期5年間事業計画検討会」を設置、計4回の検討会を開催した。

ここでは、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および関係機関との協力のあり方について議論した。

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。

平成27年度からの事業推進では、第2回事業評価および「次期5年間事業計画案」を反映し、各々の取組みがより社会実証・社会実装につながるよう、社会シナリオ研究を推進する（7頁図1）。

（1）「次期5年間事業計画案」の基本理念

経済・社会の持続的発展を伴う、科学技術を基盤とした2050年の「明るく豊かな低炭素社会」に、どのように移行していくか。国際社会の動向を踏まえつつ、我が国の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をどのように発信していくか。LCSとしてこのような問いに答えていくため、次期5年間の事業の取組を通じて、今後取り組むべき課題、それらを克服すべき時期、それを解決する手法等を提示しながら、事業全体として、低炭素技術が実社会・実生活につながる方策を設計・評価する「低炭素社会システム構築」をさらに進め、社会に実装される社会シナリオ・戦略を提案する。

（2）平成27年度からの社会シナリオ研究の進め方

「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する。具体的には、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とともに、低炭素技術の電力等エネルギーシステムの一環としての評価、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。併せて、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。

「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」では、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。併せて、我が国の低炭素社会構築に反映できる国際戦略として、技術革新・開発・普及につながる国際的枠組みのあり方を検討する。

(3) 「次期5年間事業計画案」の構成要素

社会に実装される社会シナリオ・戦略を提案するため、

目的1…明るく豊かな低炭素社会の姿とそれに至る道筋を明らかにする

目的2…低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示する

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

目的4…多様な地域の発展を起点とした低炭素社会システムを検討する

◆目的1：明るく豊かな低炭素社会の姿とそれに至る道筋を明らかにする

○ 2050年の社会の具体性のある選択肢の提示：

新しい科学技術が活用され、日々のくらしからの社会の低炭素化が図られ、産業の生産性が上がるとともに、新たな産業が創成され、経済が拡大していく「社会のイノベーション」が創出する、2050年の「明るく豊かな低炭素社会」の姿について、具体性のある複数の選択肢として提示する。

○ 2030年の社会へ向かう道筋の明示：

2050年の社会の姿から見て、「明るく豊かな低炭素社会」の基盤となる低炭素技術の、2030年の社会へ向かう道筋を明らかにする。

選択肢等の提示にあたっては、社会シナリオの実現可能性を担保する意味から、シナリオを一般市民に分かりやすく伝えることに留意する。

◆目的2：低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示する

【今後の新たな取組】

○ エネルギー供給源の多様化に対応した、低炭素技術の統合的な評価：

エネルギー供給源の多様化に対応し、低炭素技術の統合的な評価を開始する。低炭素技術を組み合わせた、低コストで安定的な需給を実現する電力・エネルギーシステムを比較・検討する。特に、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」に向けた課題について分析を進め、提言を行う。具体的には、再生可能エネルギー大量導入に伴って生じる電力系統の周波数、電圧、過渡安定度の問題に対し、送電線、連携線の強化、系統制御技術の向上、蓄電池等の導入、需要側のデマンドレスポンスの導入による問題解決を検討する。

エネルギー供給源については、再生可能エネルギーに加え、火力・原子力等、幅広くさまざまな供給源を前提として、低炭素化・経済性・供給安定性、社会とのつながり・技術的可能性を含めて検討する。なお、原子力発電の比率・コスト構造等については、2030年の電源構成（エネルギーミックス）について、経済産業省が中心となって検討が行われており、その他の意見も参考にしながら国全体で意思決定がなされるものとする。次期5年間事業計画の成果は、これらのプロセスにも資する形で情報発信を行っていく。

○ 技術評価と社会実装の現場の間のフィードバック：

本事業の成果が企業や自治体等の取組に取り入れられた事例で得られる知見・データから、その普遍的要素や特殊な要素を分析するなど、社会実装の現場で得られる課題をシナリオにフィードバックする。

【継続して発展させていく取組】

○ 社会シナリオの精度、取り込み速度の向上：

2050年の社会では、現在普及している技術だけでなく、萌芽段階の新しい技術が基盤となることを考慮する必要がある。

低炭素技術の性能やコスト、CO₂排出削減効果等の、将来の技術進展を見込んだ経時発展について、最先端の研究開発の技術・システムに関する知見・データ等を取り入れることにより、技術の進化、社会情勢の変化に対応した精度の高いシナリオに進展させ、低炭素社会システム

の社会実装の実効性を高める。併せて、「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」を発展させる。

また、常に最先端の研究開発の動向を取り入れ、社会の低炭素化及び経済活性化の見通しの定量化、実社会・実生活につながる方策の検討をより早く・広く・正確に進めることのできる仕組みづくりを行う。

- 短期的・中長期的な見通しによる、評価対象とする低炭素技術の拡張：

2030年の社会へ向かう低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示するために、太陽電池や蓄電池、燃料電池、風力、中小水力、地熱等の再生可能エネルギー関連技術及び再生可能エネルギーを安定的に供給する技術に加え、短期的に重要とされている化石燃料の高効率利用技術、中長期的に重要とされている CCS、継続的な取組が必要とされている省エネルギー技術等まで評価の対象を拡げ、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。

- 低炭素社会実現に向けてコアとなる重要研究課題の特定：

我が国として取り組むべき研究開発課題、それらを克服すべき時期、それを解決する手法等を提示する。さらに、ボトルネックとなる具体的な課題を抽出することにより、低炭素社会実現に向けてコアとなる重要研究開発課題を特定する。

- 科学技術・研究開発戦略の策定に資する取組：

低炭素技術の導入・普及が促進される技術進展の在り方、研究開発の方向性・具体的な課題・戦略を提示するとともに、関係機関・組織との連携・協力において、科学技術・研究開発戦略策定の効率的な推進に資する知見を提供する。

◆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

【今後の新たな取組】

- 《社会システムの構築 1》低炭素化につながる個人の消費行動や市場等の変化が期待できる仕組みづくり：

より良い暮らしと低炭素化が同時に実現する社会のイノベーションの創出を目的として、人文・社会科学等の知見を幅広く取り入れる。関係機関・組織、低炭素技術の実社会・実生活への導入・普及に資する知見を有する専門家等との連携・協力の推進、社会実装に向けたネットワークの拡大等により、低炭素化につながる個人の消費行動や市場等の変化が期待できる仕組みを設計する。

- 《社会システムの構築 2》家庭部門におけるエネルギー消費量の増大を効率的に抑えることのできる仕組みづくり：

社会実装に向けた実効性のある取組の一つとして、家庭部門におけるエネルギー消費量の増大を効率的に抑えることのできる、ICT による電力・エネルギーネットワーク技術等を活用した、安全かつ安定的で社会の負担の少ない需給制御システムを設計する。

【継続して発展させていく取組】

- 《社会システムの構築 3》技術と経済・社会の相互のフィードバックを図りながら、低炭素社会システムをトータルで検証：

低炭素社会システムの構築にあたり、定量的技術シナリオ研究を定量的技術システム研究として、定量的経済・社会シナリオ研究を定量的経済・社会システム研究として、各々を展開するとともに、それらから得られる知見・データによる裏付け、相互のフィードバックを継続、統合的に推進する。

革新的技術を含む低炭素技術の性能やコスト、CO₂ 排出削減効果等の将来の技術進展を見込んだ経時発展と、その経済活性化の見通しを低炭素社会システムの構築に反映、社会実装に向けた取組で得られた知見・データを取り込む等、トータルで検証するとともに、定量的技術システムと定量的経済・社会システムを統合する統合モデルシミュレーションの開発・活用を継続

する。

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変化・影響を評価し、シナリオに反映させることにより、低炭素社会システムの社会実装の実効性を高める。

◆目的4：多様な地域の発展を起点とした低炭素社会システムを検討する

【今後の新たな取組】

○ 地域の発展を起点とした仕組みづくり：

地域の低炭素化に向けた取組が、低炭素技術導入の短期の誘導策に頼らずに経済的に自立したものに発展し、それら取組の経済性の高さをもち国全体として大きな力を発揮できるよう、地域特性が活かされ、地域産業の振興・雇用創出等により地域経済が活性化し、市民のより良いくらしと地域の低炭素化が同時に実現される仕組みを設計する。

自治体等と連携・協力して低炭素技術が実社会・実生活に導入・普及する方策を検討するなかで、普遍的要素を見出すこと等により他地域にも展開できる、経済性の高い方策に発展させていく。

【継続して発展させていく取組】

○ 海外研究機関等との知見の共有：

海外研究機関等との連携・協力を通じて、国内外における地域特性を考慮した低炭素化の実現につながる知見等を共有することにより、我が国及び他国双方の課題の整理・検討に役立てるとともに、解決に向けた道筋を提示する。

○ 低炭素技術の国際展開の在り方の検討：

低炭素技術の導入・普及による経済効果・CO₂排出削減効果の評価結果等を活用して、我が国を含む世界の低炭素化と経済活性化につながる、低炭素技術の国際展開の在り方を提案、シナリオに反映させる。

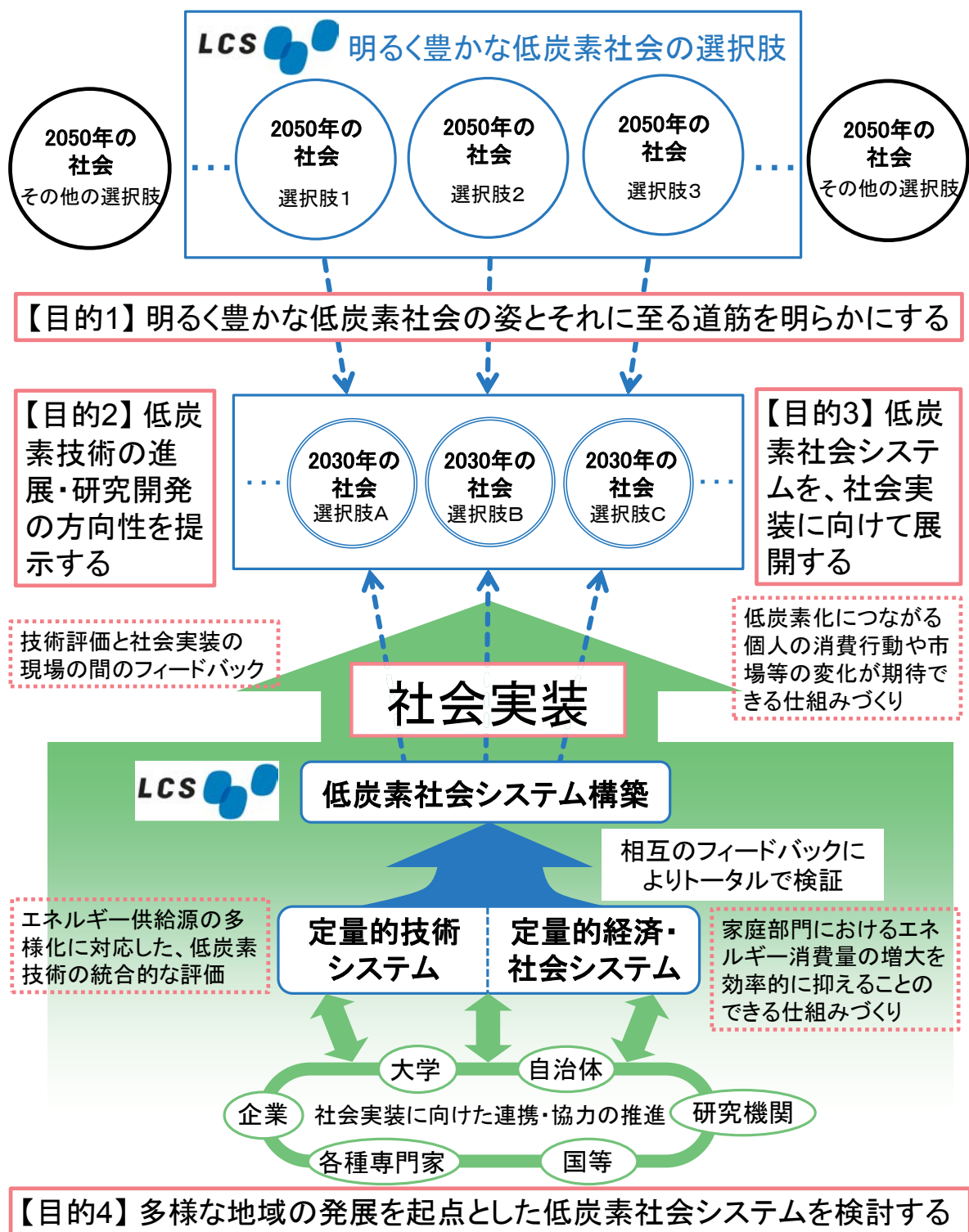


図1 平成27年度からの社会シナリオ研究の進め方

4. 体制

(1) メンバー構成

センター長 小宮山宏、副センター長 山田興一、研究統括 松橋隆治、さらに化学プロセス工学、経済学、システム工学、エネルギー工学、都市設計、材料科学、企業戦略等の人文・社会科学と自然科学の分野の研究者・学識経験者・専門家等から成る（51頁にメンバーリスト収録）。

(2) 低炭素社会戦略推進委員会

LCS では、低炭素社会実現のための社会シナリオ研究の効果的な推進を目的とし、センター長の任務全般について副センター長を補佐するための諮問機関として、エネルギー、環境、経済学、材料科学、ライフスタイル等多様な分野の有識者から成る「低炭素社会戦略推進委員会」を設置している。

戦略推進委員は、主として LCS で推進する研究プロジェクトに対する助言、課題点の指摘等を行い、委員からいただいたアドバイスは、LCS の業務運営および研究の方向性に適切に反映させる。メンバーは下記のとおりである。

役 職	氏 名	所 属
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 副学長/生産技術研究所 教授
委員※)	沖 大幹	東京大学 生産技術研究所 教授
	柏村 美生	株式会社リクルートホールディングス 執行役員
	関根 千津	住友化学株式会社 理事
	野村 浩二	慶應義塾大学 産業研究所 准教授
	藤野 純一	国立研究開発法人 国立環境研究所 社会環境システム研究センター 主任研究員
	藤本 健一郎	新日鐵住金株式会社 環境部地球環境対策室長（部長格）

※) 委員は 50 音順、敬称略

所属は委員会の開催日を基準とした

平成 27 年度は、平成 28 年 1 月 18 日に委員会を開催、環境エネルギー科学技術をめぐる最近の状況、国立研究開発法人という新しい枠組みと事業環境、LCS の事業推進状況を踏まえた事業推進のあり方等について討議を行った。

委員からは「地球温暖化対策計画を軸に経済産業省、環境省が全体を牽引するなか、各省庁とのリンケージを考えて政策を打ち込むこと」「家庭部門での大幅な低炭素化には『新しいビジネスをどのようにつくるか』という視点が重要」等の意見をいただいた。これらの意見は適宜、事業運営等に反映を図っていく。

5. 低炭素社会戦略センター評価委員会（第2回）

（1）目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針 IV. 研究開発機関等の評価」では「3. 評価の実施時期：研究開発の実施・推進の面から実施する評価は、中期目標期間等を踏まえ、3年から6年程度の期間を目安として、一定期間ごとに評価を実施する」とされている。これを受けて、平成26年度はLCS事業開始から約5年目となることから、約5年間の社会シナリオ研究事業の取組みに対して中期計画の「達成すべき成果」に照らして評価を行うこと、および「次期5年間事業計画案」の審議を目的とし、「低炭素社会戦略センターに係る研究の実施体制に関する規則」に則り、低炭素社会戦略センター評価委員会（第2回）を開催（平成27年3月13日）、平成27年6月8日に「評価報告書」による報告を受けた。

低炭素社会戦略センター評価委員会は、経済学、環境・エネルギー施策、技術開発戦略、材料研究等の多様な分野からの外部有識者、専門家で構成される。

（2）評価者

役 職	氏 名	所 属
委員長	石見 徹	流通経済大学 経済学部 教授
委員※)	浅野 浩志	一般財団法人 電力中央研究所 副研究参事
	甲斐沼 美紀子	独立行政法人 国立環境研究所 社会環境システム研究センター フェロー
	北畑 隆生	株式会社神戸製鋼所 社外取締役
	倉田 健児	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 副理事長
	栗原 和枝	東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授
	小林 裕明	東京ガス株式会社 常務執行役員/技術開発本部長
	田上 英樹	住友商事グローバルリサーチ株式会社 産業部長
	辰巳 菊子	公益社団法人 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

※) 委員は50音順、敬称略

所属は評価委員会の開催日を基準とした

（3）評価項目・方法

社会シナリオ研究の実施・推進面およびLCS機関運営面で評価を行い、それぞれで中期計画の達成すべき成果に照らして評価を実施した。

1) 社会シナリオ研究開発の実施・推進面

■評価項目

- ① 社会シナリオ・戦略が低炭素社会実現に資する質の高い成果であるか

具体的には、LCS の活動が、低炭素社会づくりに向けた社会システム改革の方向性を示すとともに、「明るく豊かな低炭素社会」の実現に資する社会シナリオ研究として質の高いものであり、日本の経済・社会の発展に寄与するグリーンイノベーションを目指した研究開発につながるものであるか。

② 社会シナリオ・戦略が国、地方自治体等の政策立案等に活用されているか

具体的には、LCS の発足からこれまでの約 5 年間の取組みや活動の結果が、国や地方自治体等との連携につながるとともに、今後もその協力関係を維持加速できる展望を有することで、国や地方自治体等と協力しながら政策立案に活用される社会シナリオ研究に資するものであるか。また、LCS の取組みや活動の結果が機構の業務の効果的・効率的な運営に活用されているか。

2) LCS 機関運営面

■評価項目

研究開発目標の達成に向けた取組みや研究環境・事業実施の整備等について、機関運営は適切か。事業推進を通じた業務運営の効率化・国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上等に関する事項について適切であるか。

3) 「次期 5 年間事業計画案」の審議、今後の「LCS 事業推進全体」への提言等

LCS は、平成 26 年度、事業開始 5 年度目を迎え、社会環境の変化も踏まえ LCS として今後取り組むべき課題について内外の有識者・自治体関係者の参加を得て「次期 5 年間事業計画検討会」を設置・開催、「次期 5 年間事業計画案」の検討を行った。

「次期 5 年間事業計画検討会」では、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および関係機関との協力のあり方について検討している。

(4) 評価委員会による事業評価

事業開始約 5 年目の社会シナリオ研究の評価および「次期 5 年間事業計画案」の審議を目的として、経済学、環境・エネルギー施策、技術開発戦略、材料研究等の専門分野の有識者からなる低炭素社会戦略センター評価委員会による事業評価を実施した。LCS の社会シナリオ研究の活動・社会シナリオ研究の成果や成果の発信は質が高く、また、政策立案者に向けた成果発信、関連機関・組織との連携体制の構築、国や地方自治体との連携を進める取組みや機構内での連携が活発に行われたこと、社会環境の変化も踏まえ LCS として今後取り組むべき課題について内外の有識者・自治体関係者の参加を得て「次期 5 年間事業計画案」の検討を行ったことが高く評価された。

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、今後の取組みに対する期待が示された。

これら主要な事項を事業運営に反映し、社会シナリオ研究のさらなる推進、国、地方自治体等の政策立案等に活用される事業運営を行っていく。

評価結果は、とりまとめ後に委員長の確認を経て平成 27 年 6 月 8 日の業務運営会議・理事会議に付議、承認を得た。「評価報告書」については、LCS のホームページ上で公開している。

http://www.jst.go.jp/lcs/about/item/20150608_lcs-hyouka.pdf

第2部 平成27年度の主な成果と活動

1. 低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ

LCS 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、2030-2050年の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、社会シナリオ・戦略の提案を行っている。具体的には、日々のくらしに着目、現状および将来の科学技術を定量化するとともに、これらの技術を社会に導入した際の経済性を評価することにより、2050年までの低炭素社会像の選択肢を提示し、実現すべきことを明らかにするための取組みを推進している。

平成24年7月には、LCS発足からの約2年間の活動を「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）として発行、LCSのホームページに掲載した（<http://www.jst.go.jp/lcs/>）。社会シナリオ第1版は、低炭素技術の製造プロセスにおける要素技術とコスト構造の定量的な評価を通じた今後の研究開発の方向性・具体的技術発展性を示した定量的技術シナリオ、社会の低炭素化と経済発展の両立を図るための定量的経済・社会シナリオを提示するとともに、「明るく豊かな低炭素社会」の実現に貢献するための基本的な考え方を示したものである。

平成25年度より、これまでの社会シナリオ研究から見てきた低炭素社会構築のための重要事項、新たな課題や方策等を対象として「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」（以下、イノベーション政策立案提案書）を研究・調査テーマごとに分冊形式で順次公表している。イノベーション政策立案提案書は、その時点の各研究・調査の成果に基づいた、低炭素社会実現に向けた政策立案のための具体的な提案を示している。同じ技術を継続して研究・調査を進め、新たにイノベーション政策立案提案書としてまとめる場合もあり、研究テーマによっては着手段階のもの、ロードマップとしてまとめたもの等がある。

平成26年6月に、平成25年度末までに公表した9冊のイノベーション政策立案提案書の要点、LCSが実施する社会シナリオ研究の概要および進捗状況を「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）として提案、ホームページで公表した（平成26年7月）。

平成27年度は、技術開発編「太陽光発電システム（Vol.3）」「蓄電池システム（Vol.3）」等9冊、社会システム編「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）」等4冊を含む、計19冊のイノベーション政策立案提案書を発行・公表して、社会シナリオ・戦略の機構の業務への活用、国・大学・企業・地方自治体等の関係機関および国民の幅広い活用を促進した。

引き続き、より詳細なデータ整理や活動の幅を広げることで、精緻なシナリオとして改訂していく。

技術開発編

- 太陽光発電システム（Vol.3）
一定量の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）－
- 蓄電池システム（Vol.3）
－リチウム空気電池のコスト評価と技術開発課題－

- 固体酸化物形燃料電池システム (Vol. 3)
 - ー将来の電源構成における SOFC の役割と技術開発課題ー
- 固体高分子形燃料電池用非白金触媒の特徴と課題
- 地熱発電 (Vol. 2)
 - ー高温岩体発電の発電コスト試算ー
- 木質バイオマス燃料のコスト低減
 - ー林業素材生産コストの機械化推進による低減効果ー
- バイオマス廃棄物のメタン発酵 (Vol. 3)
 - ー反応解析によるプロセス合理化の検討
- CCS (二酸化炭素回収貯留) の概要と展望
 - ーCO₂ 分離回収技術の評価と課題
- 低炭素社会実現に向けたデータ活用型材料研究 (Vol. 2)

技術普及編

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

社会システム編

- 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)
- 持続可能な社会に向けた施策の有効性判断に資する指標評価の構築
- 太陽光発電における出力抑制が与える事業影響評価
- 省エネルギー型空調の実現に向けた脳活動計測による温熱感覚の評価

2. 「明るく豊かな低炭素社会の構築」に向けた社会シナリオ研究の推進

社会シナリオ研究の推進にあたっては、低炭素技術の導入・普及による社会の低炭素化および経済活性化の見通しを定量的に示すことが必要である。低炭素社会が進んで、かつ経済も活発化していくシナリオを提示する。シナリオの重要な点は、どのような技術が必要となるか、どのような産業構造の変化が起きるかを、幅を持って示すことである。

ここでは、最先端の科学技術・研究開発の知見・データ等を取り入れながら、低炭素技術の開発目標と研究課題を定量的に提示する「定量的技術システム研究」と、低炭素技術の導入・普及促進の経済・社会制度を定量的に提示する「定量的経済・社会システム研究」の統合的な推進と、低炭素技術が実社会・実生活につながる方策を設計・評価する「低炭素社会システム構築」について紹介する (30 頁図 4、31 頁図 5 参照)。

2. 1 「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」の統合的な推進

① 「定量的技術システム研究」～低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示する

一般に、新しく開発された技術が社会に導入・普及するには 10 年、20 年という時間を要する。

2020年や2030年の社会で利用される低炭素技術の多くは、現在利用されている技術が進展したものや、現時点でその実用化の目途が立っている技術である。現在、先端技術として開発段階にある技術は、2030年頃にその実用化への見通しがある程度成立してくれば、2050年頃の社会への導入・普及が期待できる。

「定量的技術システム研究」では、社会の低炭素化を導く技術（低炭素技術）を対象として、その性能およびコストの将来見通しを経時的かつ定量的に示すとともに、技術進展を図るため、今後取り組むべき研究開発目標を提示する。具体的には、低炭素技術を原理から製品製造プロセスまでを階層的に構造化して定量的に分析を行い、最新の研究開発動向も含めて低炭素技術の性能・経済性・環境性の経時発展を見通し、将来の低炭素技術の性能向上と低コスト化を達成するために今後取り組むべき研究開発の目標と技術課題を提示する。

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様々な工夫と開発がなされている。LCSは定量的技術システム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（「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」（平成24年7月、社会シナリオ第1版）、他）。

平成27年度は、最先端の科学技術・研究開発の知見・データ等を取り入れ、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、二酸化炭素回収貯留（CCS）、水素の役割等の低炭素技術・構成技術について調査・分析を行うとともに、電力等エネルギーシステムの一環として評価を行い、2030年のコスト構造・CO₂排出量等を解析、低炭素技術の開発目標と研究課題を定量的に提示した。併せて、「既存の低炭素技術」だけでなく「将来の新しい低炭素技術」に対してもその設計と評価を迅速に実施することが可能となる「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築に取り組んだ。

個別テーマについては、下記の新たな知見等が得られた。

太陽電池では、構造の異なる4端子型・2端子型・タンデム型を含む高効率化合物系（CIGS等）太陽電池を対象とし、コスト低減技術の開発達成時期を明確にした定量的技術シナリオを構築し、将来の経済性を評価した。

蓄電池では、リチウムイオン電池より更なる高いエネルギー密度が期待されているリチウム空気電池についてコスト評価と技術開発課題の検討を行った。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2,000mAh/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およびコストを試算した。

燃料電池では、固体酸化物形燃料電池（SOFC）システムの性能予測・コスト評価を基に、将来の電源構成におけるSOFCの役割と技術開発課題について検討を行った。これまでの家庭用および中・大型機のSOFCシステムのコスト削減シナリオに基づき、感度解析による今後の普及拡大に向けた条件と役割（ベース電源、変動調整、水素製造・貯蔵）について明らかにしたうえで、今後の技術開発課題について検討を行った。また、自動車用燃料電池等に実用化されている固体高分子形燃料電池は、高価な白金を触媒に使う必要があり、コストや資源の面でも大きな課題がある。これらの炭素系触媒を中心とした世界的な研究の動向を明らかにし、それぞれの触媒の特徴や課題をまとめ、研究開発の方向性を示した。

地熱発電では、実証実験が行われているものの未だ実用化されていない、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。

バイオマスでは、廃棄物の嫌気性メタン発酵によるバイオガス製造プロセスの合理化を検討するために、嫌気性発酵の反応シミュレータを作成した。また、木質バイオマス燃料の利用については、木材生産コストの低減可能性をコスト構造に基づき、主伐費の機械化による低減可能性と

今後の普及可能性を示した。

CCS は、化石燃料源電力の低炭素化のために、発電所排ガス等から CO₂ を分離回収して地中内部に貯留する方法である。化学吸収法と物理吸収法についてプロセスを検討し、CO₂ の分離回収コストを評価した。引き続き、貯留輸送注入工程の検討と膜分離法等の評価を行っていく。

低炭素社会実現に向けたデータ活用型材料研究として、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した。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である。

低炭素技術は常に進展しており、低炭素技術による経済性や環境負荷の将来を見通すには、最新の研究開発成果や次世代研究開発の進捗状況等の研究開発動向を、定量的技術システム研究に随時取り入れていくことが重要である。

② 「定量的経済・社会システム研究」～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」では、これら低炭素技術を社会に導入した際の経済・環境への効果を算定する。更に、低炭素技術の導入や省エネ行動等による経済効果・暮らしへの影響を見通し、社会の低炭素化と豊かな暮らしを両立させる経済・社会制度を提示する。

具体的には、自治体との共同研究「家庭の電力使用量見える化」社会実験、停電予防連絡ネットワークのシミュレート、「電気代そのまま払いと、それを支える事業体グリーンパワーモデレータ」等の社会実証・社会実験を行い、社会シナリオの充実につながる定量的経済・社会システム研究を推進している。

平成 27 年度は、「家庭の電力使用量見える化実験」にて、継続的な節電行動を促すためには、単に電力使用量を表示するのではなく、他者との比較による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) の概念を取り入れることで低炭素化行動を支援する必要があることが明らかとなった。また、民生部門の省エネへ向けた「電気代そのまま払い」では、家庭部門および業務部門の大幅な省エネを目的とするシステムの実装に向けて実証実験をスタート、LCS・東京大学 COI-S・プラチナ構想ネットワークにて実証実験を実施している。併せて、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した。

更に、地球規模で進む環境変化・国際化・人口問題等に対応できる持続可能な共進化社会システムの創成へ向けて「新たな都市 OS の社会実装」を目指す九州大学 COI「共進化社会システム創成拠点」と連携、東京大学 EMS サテライトと共催にてワークショップを企画・開催し、社会シナリオ研究の成果を活用するとともに、LCS 研究員等が議論に参加する等、エネルギー供給源の多様化に対応した低炭素技術の統合的な評価や、低炭素化につながる個人の消費行動・市場の変化の検討を行っている。

2. 2 低炭素技術が実社会・実生活につながる方策を設計・評価する「低炭素社会システムの構築」

低炭素技術の研究開発と導入・普及が進むことによる社会の低炭素化と経済の拡大を見通し、低炭素社会の実現に向けた社会シナリオを提示する。社会シナリオ研究の基本となる分析モデルとして応用一般均衡モデルを用い、「低炭素技術の評価」を「社会・経済のモデル」にインプットすることで、経済の持続的発展と社会の低炭素化の両立を定量的に算定した。LCS の経済モデルでは、定量的技術シナリオの研究から得られた太陽電池や燃料電池、再生可能エネルギー・蓄電技術等のコストシナリオを導入することにより、将来の省エネを織り込んだシナリオを描くことができる(16頁図 2)。

低炭素社会システムの構築には、「多様な地域の発展を起点とした低炭素社会システムを検討する」ことが重要なポイントとなる（7 頁図 1 参照）。地域の低炭素化に向けた取組みが、低炭素技術導入の短期の誘導策に頼らずに経済的に自立したものに発展し、それら取組みの経済性の高さをもって国全体として大きな力を発揮できるよう、市民のより良い暮らしと地域の低炭素化が同時に実現される仕組みを設計する。自治体等と連携・協力して低炭素技術が実社会・実生活に導入・普及する方策を検討するなかで、普遍的要素を見い出すこと等により、他地域にも展開できる経済性の高い方策に発展させていく。

さらに、「次期 5 年間事業計画案」に示したように、低炭素技術の進展・研究開発の方向性を提示する新たな取組みとして、「エネルギー供給源の多様化に対応した、低炭素技術の統合的な評価」が重要な視点となる。すなわち、低炭素技術を組み合わせた、低コストで安定的な需給を実現する電力・エネルギーシステムを比較・検討する。特に、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」に向けた課題について分析を進め、提言を行う。具体的には、再生可能エネルギー大量導入に伴って生じる電力系統の周波数、電圧、過渡安定度の問題に対し、送電線、連携線の強化、系統制御技術の向上、蓄電池等の導入、需要側のデマンドレスポンスの導入による問題解決を検討する。

発展途上国を含む世界各国の省エネルギーを通じたエネルギーコストの削減の調査・分析、各国における温室効果ガス排出削減の施策の調査・分析等を行い、その結果が我が国の低炭素社会構築に反映できる国際戦略研究を推進している。

平成 27 年度、個別テーマについては、下記の新たな知見等が得られた。

「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」として、日本のエネルギー需要予測モデルを用いて、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で、2030 年までに経済は堅調に回復するというシナリオの下、2030 年までの日本のエネルギー需要を予測し、低炭素社会に向けた課題と展望を明らかにした。

「持続可能な社会に向けた施策の有効性判断に資する指標評価の構築」として、環境を考慮した厚生指標による国別比較によって、低炭素な社会の姿を明らかにすることを目的に、各国の不平等や平均寿命に加え、環境汚染や気候変動による影響を踏まえた国別の効用水準を計算した。従来、所得で評価していた人間の幸福/福祉（社会厚生）に環境を考慮することにより、より実態に近い「明るく豊かな低炭素社会」の評価指標としての活用が期待される。

「省エネルギー型空調の実現に向けた脳活動計測による温熱感覚の評価」として、民生消費エネルギーの 1/3 を占める空調制御を高度化し、省エネルギーを実現する将来的な手法として、近赤外分光法（NIRS）による脳活動の計測から居住者の温熱感覚を評価、空調制御への応用を提案している。

「電力系統・安定化関連」としては、「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」として、再生可能エネルギーの大量連系時における需給制御システムへの対策について、負荷周波数制御において、石炭火力発電や蓄電池等の異なる応答特性を有する LFC リソースの適切な制御分担を提案した。

「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」として、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している。

「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」として、PV 大量導入時における、系統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系統のマネジメント手法を提案している。九州を 4 つの地域に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2つの地域について水素エネルギーシステム等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」として、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した。

「太陽光発電における出力抑制が与える事業影響評価」では、太陽光発電の大量導入等による電力系統への影響、系統接続制約について、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し、改正された FIT 制度によって事業リスクが大きくなることを明らかにした。

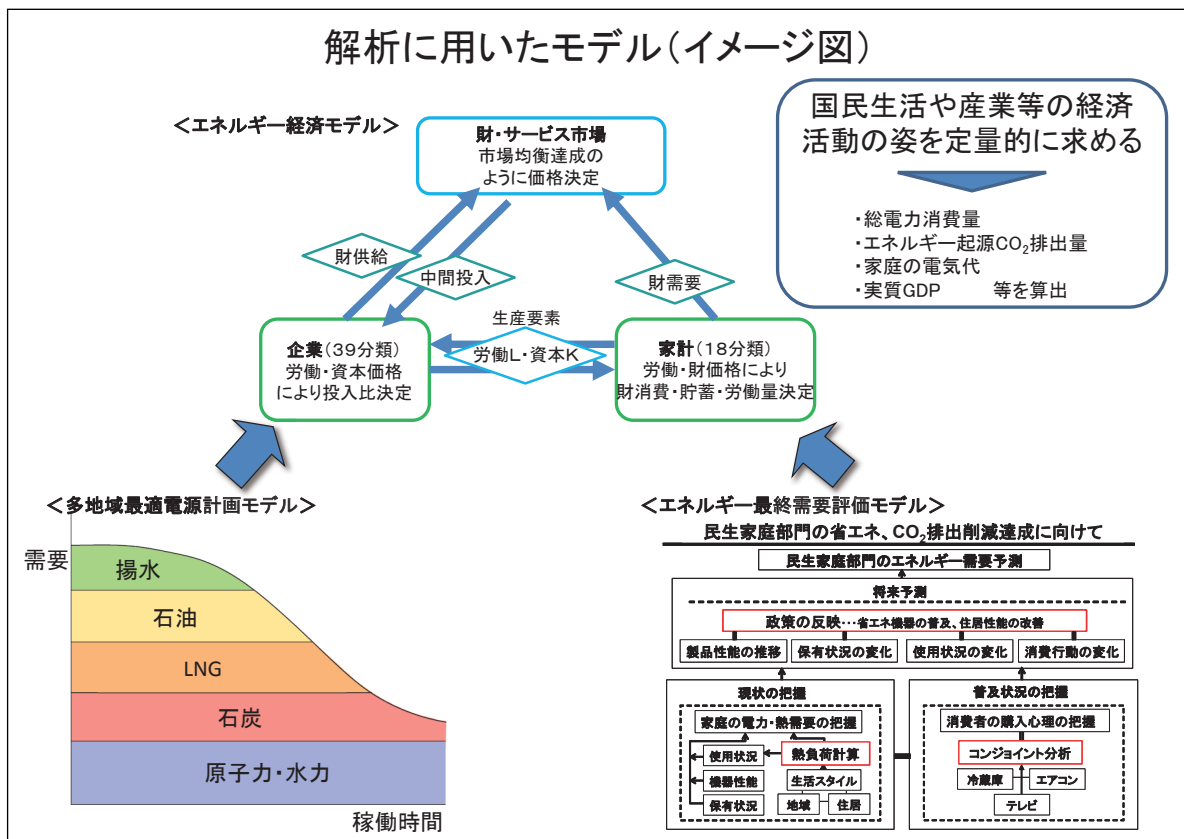


図2 LCSの解析モデル(イメージ図)

3. 低炭素社会の普及拡大に向けて

3. 1 震災復興に関する取組み

東日本大震災の被災地である宮城県には、太陽電池の技術シナリオを中心とした「明るく豊かな低炭素社会構築型の復興シナリオ」を提案、宮城県の復興計画の中で「再生可能なエネルギーの活用」として検討がなされてきた。具体的には、太陽電池の発電材料として、プラント建設費、技術発展によるコスト低減の可能性の両面からその優位性が高く評価される CIS 系薄膜太陽電池について、優れた技術開発力・生産技術を有するソーラーフロンティア社の工場誘致を宮城県に提案した。ソーラーフロンティア社に対しては、LCS で試算したコストシナリオに基づいて、モジュールおよび発電システムの優位性を説明するとともに、宮城県から工場用地取得、環境整備等の点で優遇されるメリットがある旨を示唆した。ソーラーフロンティア社は宮城県大衡村に工場を建設し、平成 27 年 4 月に稼動を開始した。同社からは、CIS 系薄膜太陽電池の将来性の検討、宮城県への働きかけに際して LCS との連携や技術評価がとても有効であり、結果として工場建設に至ったとの謝意が示された。国の支援、県の取組みと、参画企業の東北の復興に少しでも貢献したいという思いや、新しい技術の導入によりコスト競争力のある太陽光発電パネルの生産を目指したいという意欲が一体となって、工場建設が実現した事案である（写真 1）。



写真 1 ソーラーフロンティア「東北工場」竣工式に出席する
LCS 山田興一 副センター長（右から 2 番目）（同社提供）

平成 23 年夏季より開始した「停電予防連絡ネットワーク」（東日本大震災に端を発する電力不足による大規模停電を未然に防止するために、電力不足が予想される時刻や効果的な節電につながる行動リスト等の情報を、自治体が保有する緊急連絡網を通じて市民に直接通知する取組み）は、平成 25 年度の夏季より、政府からの 9 電力会社の全てにおいて安定供給のために最低限必要とされる供給予備率 3%以上が確保できる見通しであるとの発表に基づき、同ネットワークの運用は休止した。引き続き LCS として、研究利用を目的としたシミュレートを行うとともに、仮に緊急性が高い状況に陥った場合には、参考情報として、希望する参加自治体に情報提供を行う体制を整えている。本取組みは、各家庭の電力消費量をオンタイムで観察・データ収集でき、LCS と家庭相互が連携するシステムの構築という自治体との共同研究に展開している。ここでは、社

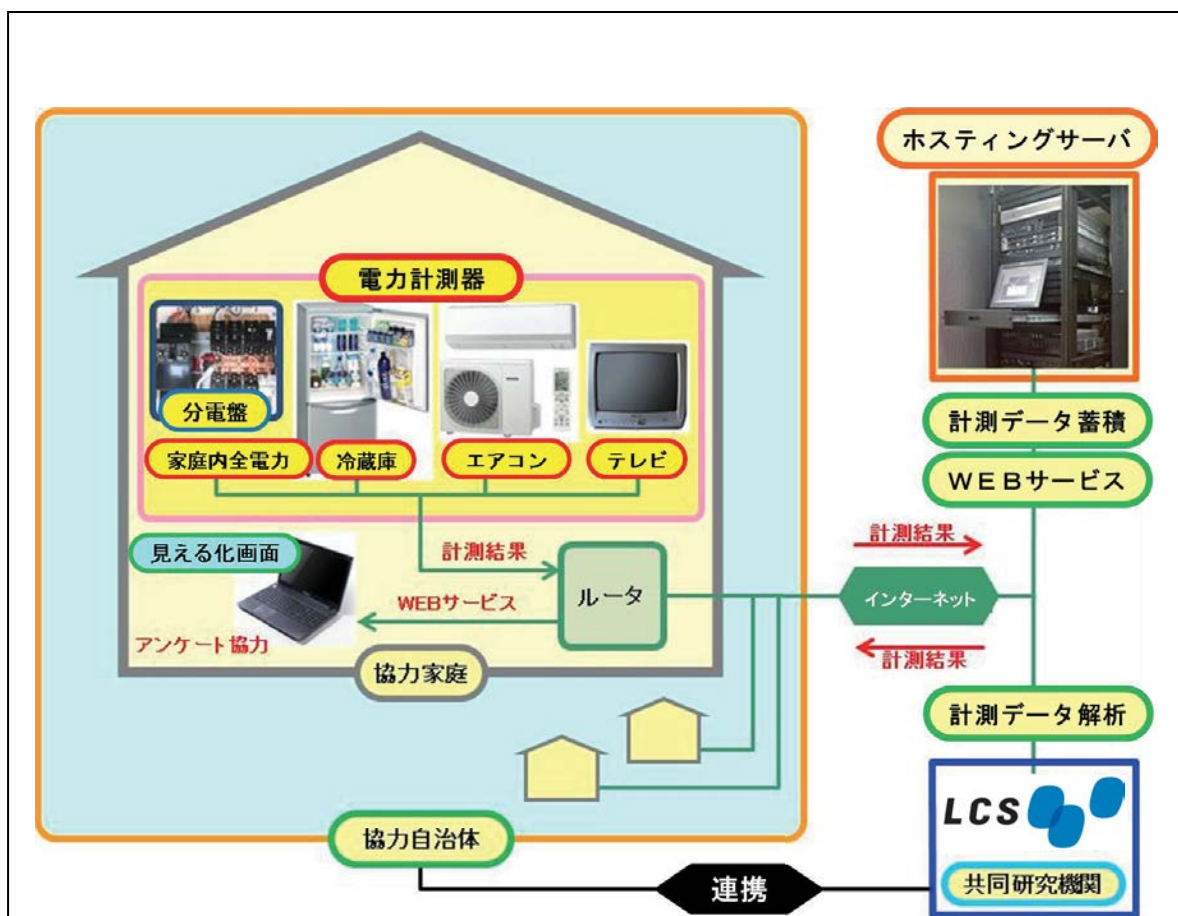
社会シナリオ研究の成果を導入するとともに、ライフスタイルの変化を促す対策と技術導入のあり方に関する研究を実証的に推進している（家庭の電力使用量見える化実験、詳細は3. 2. 1 参照）。

3. 2 社会実証実験

3. 2. 1 家庭の電力使用量見える化

停電予防連絡ネットワークを発展させ、各家庭の電力消費量をオンタイムで観察・データ収集でき、LCS と家庭相互が連携するシステムを平成 25 年度に構築した。23 自治体の協力の下、各家庭に設置する装置から、クラウドサーバー、インターネットを通じてデータをリアルタイムで収集する実験を進めている。社会シナリオ研究の成果を導入するとともに、ライフスタイルの変化を促す対策と技術導入のあり方に関する研究を行っている（図 3）。

平成 26 年度末には、データ収集開始後 1 年が経過したことから、自治体の要望に応え、1 年間の電力計測データを整理・解析した結果を報告書として全 23 自治体および希望のあった実験協力家庭に送付した。さらに平成 27 年度は、実際の電力計測データに基づき、個々の家庭に最適な節電アドバイスを自動選択・表示するシステムと、翌週の節電目標を自動算出・表示するシステムを実装した。今後、節電意識の向上や実際の消費電力低減にもたらした効果を検証するとともに、引き続き協力自治体ごとの環境施策立案にも資するかたちで情報発信する。



LCS

1分データを用いて・・・

- ・電力需要の平準化効果予測
- ・PV／燃料電池普及時の逆潮流予測
- ・蓄電池（EV含む）最適導入量の検討

電力データと属性データ（意識調査結果含む）を用いて・・・

- ・日本版グリーンディール、カーボンオフセット事業などの導入による家庭および社会全体の低炭素化効果の推計
- ・デマンドレスポンス（啓発、料金操作等）の導入による低炭素化効果の推計

図3 「電力使用量見える化」社会実証実験の仕組み

3. 2. 2 電気自動車（EV）のカーシェアリングに関する研究

静岡ガス株式会社と共同で、太陽電池と燃料電池を備えたダブル発電住宅との組み合わせを考慮した電気自動車（以下、EV）によるカーシェアリングの実現可能性・環境性・経済性に関する研究を実施している。

本共同研究では、低炭素型交通システムの普及促進に向けた社会実証試験の一つとして、次世代型・低炭素型住宅街区に、EVを活用したカーシェアリングのシステムを試験的に導入し、利用行動分析および需要調査を実施することにより、カーシェアリング普及モデルを考察する。また、発電システムを搭載した住宅とEVの組み合わせに関する制度設計の研究を行う。

具体的には、EV を活用したカーシェアリングのシステム導入時における、住民の利用状況、利用形態および充電器における充電データを基に、利用行動分析および需要調査を実施し、持続可能なシステムの制度設計を行う。また、EV を活用したカーシェアリングの利用期間に、住宅のエネルギー消費をモニターすることにより、太陽光発電と燃料電池発電の地産地消の可能性等を含む、環境性・経済性評価を行っている。

平成 27 年度は、低炭素交通システムのあり方を検討するための第二段階として、EV の基本性能の推移を把握するとともに、平成 25 年度から継続し、EV の利用時間帯に応じた従量課金による利用の変化を観察した。

具体的には、車両に搭載されたカーシェア端末から利用時間、使用電力、走行距離を情報収集して利用分析を実施した。今年度は、夏期と冬季に課金を実施し、課金を実施しなかった期間との利用変化を確認した。今年度の料金設定においては、平日 10 時から 20 時までを課金時間帯とし、料金は 10 円/15 分とした。これは、電力需給逼迫時のみならず、常時 VtoG による電力販売を行う想定の下、日本卸電力取引所（JEPX）における電力取引価格の実績と、本研究で得られた EV の基本性能を用いて設定したものである。

料金設定の違いによる利用者の行動に大きな変化はなく、EV の利用時間帯がシフトするよりも利用自体が消失することが確認できた。一方 EV の電源としての利用可能性については、VtoG による電力販売が可能な時間帯であっても利用率が 80% 超となることがあったことから、EV を電源として活用するためには、それを補助する安定的な電源と組み合わせる必要があることが分かった（67 頁に関連資料収録）。

3. 3 地球温暖化への適応戦略

日本の国土の 2/3 は森林であり豊富な森林資源に恵まれているが、木材の自給率は 25% に留まり、他は輸入している。現状の国内での木材生産コストは市場価格を大きく超えており、豊富な国内森林資源を有効に活用するためには大幅な木材生産コストの削減が急務である。さらに、木材生産コストが適正になれば、製材やパルプだけでなく木質バイオマス燃料として広く利用でき、エネルギーの自給率向上、CO₂ 削減による地球温暖化への対応に資することができる。木質バイオマスの検討は、林業に係るバイオマス研究等の緩和策の検討に適応戦略が強く影響する分野であること、また、低炭素社会システムを社会実装に向けて展開する際の適応策との相互連関や相乗効果に関する技術的検証の観点も踏まえて、研究を推進している。こうした木質バイオマス利用・林業自立の課題について、平成 27 年度は、コスト削減において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検討を進めるとともに、農林水産省・林野庁との連携体制を構築した（7 月 1 日打合せ等）。引き続き社会シナリオ研究の推進・社会実証課題の形成等に反映を図る。

また、本年度より、LCS は JST 社会技術研究開発センターが社会実装機関として取りまとめを担当する文部科学省事業「気候変動適応技術社会実装プログラム」(SI-CAT : Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology) へ参画、これまでの社会シナリオ研究から得られた知見の提供等を行っている。

3. 4 理解増進

「家庭の電力使用量見える化」社会実験の参加自治体であり、平成 27 年度の LCS シンポジウムにおいても成果報告（ポスター発表）をいただいている足立区が 5 月 30 日～31 日に開催した「地球環境フェア 2015」に出展した。同フェアでは、ポスター展示（LCS および「電力使用量見える化」社会実験の取組みを紹介）や、省エネハウスの模型の展示を行い、LCS の取組みを紹介。省エネハウスの模型は、LCS シンポジウム（12 月 24 日開催）の際にも紹介している。

日本科学未来館の 5 階フロアの新しい企画「未来逆算思考」について、LCS 松橋研究統括が「エネルギー分野」の監修として参画、LCS の社会シナリオ研究の成果を発信している。また、横山

禎徳上席研究員による科学コミュニケーションセンターと連携したセミナー「社会システム・デザイン論から学ぶ、『社会と科学の関係深化』へのインプリケーション」の共催、広報課と連携し JST 広報カフェで「2015 年度日独若手専門家交流『再生可能エネルギー（特に発電）分野』に参加して」（10 月 20 日、中島主査）および「COP21〜パリ協定後の日本のエネルギー戦略を考える〜」（平成 28 年 2 月 26 日、松橋研究統括）の講演等を行った。

こうした活動を通して、広く一般の方にも低炭素社会実現へ向けた LCS の取組みへの理解・参加を促している。

4. 関係機関等との連携

4. 1 科学技術振興機構事業への貢献

4. 1. 1 経営企画部との連携

経営企画部イノベーション企画推進室グリーンイノベーション分野戦略プログラムパッケージの検討において、LCS 研究員が継続的に参画、LCS の社会シナリオ研究の成果の共有を図るとともに、データ提供を行っている。グリーンチームの古賀研究監から要請を受け、「LCS の系統電力安定性」の取組みについて山田副センター長らと（4 月 4 日）、「電源構成・LCS 試算の考え方」について松橋研究統括らと（8 月 26 日）技術的な打合せを行った。LCS から再生可能エネルギーのコスト展望、個別の低炭素技術の課題および再生可能エネルギー大規模導入時の系統安定化技術等について説明、当該分野への情報をインプットする等、同チームの活動に貢献した。

4. 1. 2 研究開発戦略センター（CRDS）との連携

LCS の次期 5 年間事業計画案については、検討開始時に進め方・メンバー等につき CRDS 環境・エネルギーユニット 笠木副センター長/上席フェローにご意見をいただき、次期 5 年間事業計画検討会メンバーとして緒方フェローの参加を推薦いただいた経緯がある。4 月 23 日の CRDS 環境エネルギーユニットとの打合せでは、LCS にてとりまとめ中の次期 5 年間事業計画案および最近の LCS の社会シナリオ研究の成果・活動状況について、LCS の古旗企画運営室長等から、検討会に参画いただいた CRDS 環境・エネルギーユニット緒方フェローおよび新たにユニットリーダーとして着任された島津フェローに報告するとともに、意見交換を行っている。

4. 1. 3 ALCA との連携

橋本 PD からの要請のもと、先端的低炭素化技術開発（ALCA）の平成 27・28 年度募集にて、「技術のボトルネック抽出」に LCS として参画している。平成 27 年度「革新的低炭素化技術領域」の公募において「ALCA 課題の実用化に向けてボトルネックとなっている課題解決を目指す提案」の対象となる課題について、社会シナリオ研究の成果を活用し、山田副センター長・三森上席研究員・岩崎上席研究員らが中心となって検討を実施、具体的な課題案とその根拠資料等について ALCA 側に提案した。検討結果は募集要項の案文として取りまとめられ、第 17 回 ALCA 事業推進委員会（4 月 29 日）に付議された。結果として、ALCA 平成 27 年度公募革新技术領域 4 分野のうち「高効率 2 端子型太陽電池の接合界面の解明と技術開発」「太陽電池用 Si 単結晶の薄肉化技術」2 分野を LCS から提案した。併せて「CO₂分離・回収エネルギーの最小化を目指した革新的 CO₂分離技術」の設定に対して知見を提供している。

また、第 18 回委員会（9 月 26 日）に古旗室長が出席し、ボトルネック課題の抽出における ALCA-LCS 連携について報告。さらに、ALCA 橋本 PD と LCS 山田副センター長が「低炭素ファンディングの方向性」「ボトルネック課題の抽出」に関して意見交換を実施、平成 28 年度の取組みについて打合せを行った（平成 28 年 2 月 18 日）。「ALCA ボトルネック抽出会議」（3 月 18 日）に古旗室長らが参加、平成 28 年度募集要項作成に際して、ボトルネック課題の抽出方法や課題の絞込

み方法等について意見交換を行った。

4. 1. 4 「革新的エネルギー研究開発拠点形成事業（FUTURE-PV）」との連携

環境エネルギー研究開発推進部再生可能エネルギー研究担当が産業技術総合研究所内で拠点形成支援を担当する「革新的エネルギー研究開発拠点形成事業（FUTURE-PV）」では、LCS は発足時から研究テーマの打合せ、FUTURE-PV 事業運営委員会・成果報告会等へ LCS メンバーが参加・情報共有等を実施している。平成 27 年度は、FUTURE-PV 拠点施設見学・打合せ（6 月 5 日@郡山）に参加、第 7 回事業運営委員会（9 月 4 日@JST）、第 8 回事業運営委員会（平成 28 年 2 月 3 日@JST）に陪席した。

4. 1. 5 CREST-EMS 領域との連携

戦略研究推進部が実施する CREST「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論および基盤技術の創出と融合展開」（EMS）領域とは、同領域の発足当時から藤田政之研究総括への LCS 活動の紹介、同領域の領域会議への参加、研究代表者の研究施設訪問・意見交換、最強チーム再編プロセスへの陪席等、積極的に連携を行っている。

平成 27 年度は、経営企画部イノベーション企画推進室・CREST-EMS 領域による研究内容に関する打合せに参加（5 月 1 日）、同領域の清水建設技術研究所視察（10 月 22 日）に参加する等、連携を図った。LCS シンポジウム「低炭素社会実現のための課題と展望」（12 月 24 日）においては、藤田研究総括にパネリストとして登壇、意見交換に参加いただいている。

4. 1. 6 気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）における RISTEX との連携

LCS は、社会技術研究開発センター（RISTEX）が推進している文部科学省事業「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」に、社会実装機関のグループメンバーとして参加し、各種打合せ等に出席するとともに、平成 27 年度研究計画、同 28 年度研究計画、アドバイザー構成、研究体制等について意見交換を行っている。

技術開発機関の一つ国立環境研究所が主導する「課題 3：気候変動の影響評価等技術の開発」（12 月 8 日～9 日）、同じく JAMSTEC が主導する「課題 1：信頼度の高い近未来予測技術の開発、課題 2：超高解像度ダウンスケーリング技術の開発」（12 月 18 日）のキックオフミーティングに主任研究員等が参加。さらに、コア会議（PD・文科省・JST・JAMSTEC・NIES 等の主要メンバーで構成、12 月 15 日）、プログラム全体会議（12 月 25 日）に上席研究員等が、公開シンポジウム「自治体の適応策を支える技術開発を目指して」（平成 28 年 1 月 26 日）、マネジメント会議（平成 28 年 3 月 29 日）に三森上席研究員（アドバイザーとして）・主任研究員等が参加した。

4. 1. 7 科学コミュニケーションセンターの活動への協力

（1）世界市民会議（World Wide Views）「気候変動とエネルギー」への協力

科学コミュニケーションセンターらが主催する、COP21@パリに向けた世界市民会議（World Wide Views）日本会議（テーマ「気候変動とエネルギー」、6 月 6 日）の企画等について、同会議のアドバイザーである松橋研究統括を補佐した。また、会議当日は LCS メンバーが陪席し、「気候変動への対処の方法」「国際交渉と各国の責任」「取組みの分配と公平性」「気候変動対策の合意と継続」等のテーマについて、一般市民らの理解と意識等に関する情報収集を行った。

世界市民会議（World Wide Views）は、COP における政府間交渉、および今後の世界の気候政策の行方に影響を与える機会を市民に提供することを狙いとして世界の国と地域で同時に開催され、各会議 100 人の市民が COP で交渉される論点のいくつかを討議しつつ自らの見解を形成し、投票を行うものである。

(2) 科学コミュニケーションセミナー「社会システム・デザイン論から学ぶ、『社会と科学の関係深化』へのインプリケーション」の共催

科学コミュニケーションセンターからの依頼に基づき、同センターが主催する、横山禎徳 LCS 上席研究員が講師を務めるセミナーを RISTEX とともに共催した(7月22日)。セミナーでは、同氏が主導する「社会システム・デザイン論」の考え方を紹介するとともに、同センターがサイエンスアゴラ等を通じて取り組んでいる「社会と科学の関係深化」に関して、日本独自の風土や国民性に合致した「Japan Way」の「社会と科学の関係深化」のため「社会システム・デザイン論」がどのように適応可能かを議論した。

4. 1. 8 日本科学未来館での新企画の監修

日本科学未来館の5階フロアの新しい企画、さまざまな課題を乗り越えながら自分が選んだ理想の地球をゴールまで届ける体験を通して、理想の地球を実現していくために必要な科学技術やライフスタイルを考える「未来逆算思考」のなかで、LCS 松橋研究統括が「エネルギー分野」の監修、および家庭の省エネポテンシャルとして「日々の暮らしが豊かになる」省エネでエネルギー需要は1/4になるという解析結果と、「電気代そのまま払い」に関する研究成果を発信した。

4. 1. 9 広報カフェでの発表

(1) 「2015年度日独若手専門家交流『再生可能エネルギー(特に発電)分野』に参加して」

外務省および Japanisch-Deutsches Zentrum Berlin (ベルリン日独センター) が、日独のさまざまな研究機関のネットワーク構築および日独の専門家同士の交流促進を目的として実施している日独若手専門家交流「Junior Experts Exchange Program 2015～再生可能エネルギー(特に発電)分野」に中島主査がLCSの研究成果を基に応募。採択され、ドイツ研修に参加して、同国内の関連機関(フラウンホーファー研究機構太陽エネルギーシステム研究所(FH-ISE)、ドイツ連邦教育研究省(BMBF)、他)を訪問し、情報収集を行った(6月25日～7月7日)。応募から研修参加、同研修で得られた成果等についてJST内で共有すべく、広報カフェ(10月20日)にて発表、活発な質疑応答・意見交換が行われた。

(2) 「COP21～パリ協定後の日本のエネルギー戦略を考える～」

平成27年末に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)では、京都議定書に代わる温室効果ガス削減のための新たな国際枠組みとして、パリ協定が採択された。パリ協定では、地球の気温上昇を産業革命前に比べ「2℃よりも十分低く」抑える等、非常に厳しい長期目標が設定された。これを受けて政府でも、集中するべき有望分野を絞り込み、研究開発を強化する「エネルギー・環境イノベーション戦略」の検討等が進んでおり、JSTの業務とも深く関わるものとなっている。

上記COP21の成果の意義を解説するとともに、パリ協定後の日本のエネルギー戦略への影響等について、LCS 松橋研究統括から広報カフェ(平成28年2月26日)にて発表、活発な質疑応答・意見交換が行われた。

4. 2 国への貢献

4. 2. 1 文部科学省 環境エネルギー課との打合せ、同課の活動への貢献

文部科学省 環境エネルギー課との打合せ(4月23日)では、文部科学省から原環境エネルギー課長ら、LCS から小宮山センター長、山田副センター長、松橋研究統括等が参加し、次期5年間事業計画案の作成に合わせ、「LCS事業を取り巻く状況」「LCS事業への期待、今後の方向性」等について意見交換を行った。また、環境エネルギー課からの依頼に基づき、同課が事務局を務めた「省エネルギーイノベーション」をテーマとした新課題の省内検討に際し、松橋研究統括から

長野環境エネルギー課長ら検討会メンバーに LCS の考え方を説明した（11 月 19 日）。

「環境エネルギー科学技術に関する懇談会」（第 1 回、4 月 28 日）に、LCS から古旗企画運営室長が参加し、懇談会構成員による研究開発のあり方に関するフリーディスカッションに資するため、他の JST メンバーとともに各自の所管事業を中心に紹介を行った。なお、「第 8 期 環境エネルギー科学技術委員会」には松橋研究統括が委員として参加しており、例えば 8 月 20 日の委員会では、「環境エネルギー科学技術に関する懇談会」からの報告や、地球環境情報統融合プログラム（DIAS）、気候変動適応研究推進プログラム（RECCA）等に関して他の委員と議論を行っている。

4. 2. 2 内閣府 CSTI 重要課題専門調査会 エネルギー戦略協議会での社会シナリオ研究成果の発信

「第 5 期科学技術基本計画」策定の検討を軸としている「科学技術イノベーション総合戦略 2015」に示された課題に基づき設置されている内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 重要課題専門調査会 エネルギー戦略協議会からの要請を受け、山田副センター長が、第 12 回同協議会（平成 28 年 2 月 16 日）において、「低炭素社会実現のための定量的なシナリオ研究」と題して、LCS の定量的シナリオ研究の概要、低炭素技術に関する定量的技術評価の結果等について話題提供、質疑を行った。

4. 2. 3 自由民主党資源・エネルギー戦略調査会再生可能エネルギー普及拡大委員会での社会シナリオ研究成果の発信

小宮山センター長が、自由民主党資源・エネルギー戦略調査会再生可能エネルギー普及拡大委員会において、LCS の社会シナリオ研究の成果「バイオマス利用の将来と短中期の課題」（4 月 15 日）を発信した。さらに、「エネルギー自給国家を目指そうー再エネは安い、省エネは儲かるー」（平成 28 年 1 月 15 日）を発信し、同委員会による提言「再生可能エネルギーの普及拡大に向けて（提言）～未来エネルギー開拓！GDP600 兆円に貢献～」（平成 28 年 4 月 8 日）のバックボーンを担った。なお、同提言は、同委員会より安倍総理大臣への提案が行われている。

4. 2. 4 農林水産省・林野庁との連携体制構築

農林水産省・林野庁との打合せ（7 月 1 日）では、農林水産省から波積研究開発官ら、林野庁から堀主席研究企画官ら、東京大学から難波教授、LCS から山田副センター長らが参加した。LCS から、木質バイオマス利用に係る海外との現状コスト比較、研究方法案等について説明。林業自立の課題について意見交換、連携体制を構築した。引き続き社会シナリオ研究の推進・社会実証課題の形成等に反映を図る。

4. 2. 5 東京オリンピック・パラリンピック競技大会「組織委員会街づくり・持続可能性委員会」の活動への貢献

東京オリンピック・パラリンピック競技大会「組織委員会街づくり・持続可能性委員会」の関連テーマ「再生可能エネルギー活用」「水素等スマートエネルギー導入」「街づくり・鉄リサイクル活用」等に、同委員会の委員長である LCS 小宮山センター長を補佐する形で、LCS の社会シナリオの成果が取り入れられるようデータ提供を行っている。

4. 2. 6 「地球温暖化対策」「気候変動」等関連分野での外部委員会委員として貢献

LCS 研究員が「地球温暖化対策」「気候変動」等関連分野での外部委員会委員として貢献している。具体的には、CSTI エネルギー戦略協議会（田中主任研究員）、同エネルギー・環境イノベーション戦略策定 WG（田中主任研究員）、内閣府「防災 4.0」未来構想プロジェクト（高瀬特任研究員、※内閣府「防災 4.0」未来構想プロジェクト＝内閣府が、地球温暖化に伴う気候変動に関す

る科学的知見を踏まえ、今後激甚化が予想される災害の様相を示すとともに、これから必要な「防災のそなえ」について検討し、提言を行うプロジェクト等、外部委員会委員として活動に参画している。

4. 3 研究機関、関連組織等との連携

4. 3. 1 電力中央研究所との打合せ

日時：平成27年4月8日（水）17:00～18:30

場所：（一財）電力中央研究所

概要：

電気事業の運営に必要な電力技術研究・総合調整等を行っている電力中央研究所との連携体制を継続。電中研から秋田理事、北内副研究参事ら、LCS から山田副センター長らが参加し、低炭素技術の電力等エネルギーシステムの一環としての評価の一環で、「2030年・2050年の再生可能エネルギーの大規模導入に向けた系統制御技術」について意見交換、社会シナリオへの反映を行った。

4. 3. 2 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）との連携

（1）事業評価委員会への参画 ～事業評価報告書に関する打合せ等

日時：平成27年5月26日（金）10:00～10:30

場所：ミューザ川崎セントラルタワー

概要：

エネルギー・環境問題の解決および産業技術力の強化に取り組んでいる NEDO との連携体制を継続。事業評価委員をお務めいただいている倉田副理事長と、LCS の古旗室長等が、第2回事業報告書について打合せを実施、今後のNEDOとLCSとの連携のあり方等について意見交換を行った。

（2）技術戦略センター（TSC）との打合せ

日時：平成27年6月10日（水）10:30～11:30

場所：ミューザ川崎セントラルタワー

概要：

NEDO-TSC から及川次長ら、LCS から永井副調査役らが参加し、今後のLCSとTSCの連携活動の一環として、「再生可能エネルギーのコスト構造と低減に向けた方策」ワークショップの共同企画・開催を提案し、意見交換を行った。

（3）技術戦略センター（TSC）と「再生可能エネルギーのコスト構造と低減に向けた方策」ワークショップを共同企画・開催

日時：平成28年2月4日（木）14:00～16:30

場所：JST 東京本部 別館 1階ホール

概要：

社会シナリオ研究の成果を活用し、NEDO 技術戦略研究センター（TSC）と「再生可能エネルギーのコスト構造と低減に向けた方策」ワークショップを共同で企画・開催した（参加者：182名）。事業や研究開発にかかわる関係者を対象に、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、NEDO は産業技術のシナリオ、LCS は科学技術に立脚したシナリオという両者の異なる視点から「太陽光発電およびバイオマス利用技術」を中心にその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、討議して、社会シナリオ研究への知見に反映している（詳細は37頁5. 1. 3参照）。

4. 3. 3 (株) 東芝 水素エネルギー研究開発センター訪問

日時：平成 27 年 6 月 26 日（金）10:00～12:00

場所：(株) 東芝 府中事業所 水素エネルギー研究開発センター

概要：

経営企画部イノベーション企画推進室グリーンイノベーションチームより紹介を受け、CRDS 環境エネルギーユニット・環境エネルギー研究開発推進部・エネルギーキャリア事務所・産学連携展開部等のメンバーに同行し、LCS 研究員等が東芝 水素エネルギー研究開発センターを訪問した。同社の水素インフラ事業について説明を受けるとともに、水電解装置・水素タンク・エネルギー制御システム・燃料電池水素機等を見学し、質疑応答・意見交換を通して情報収集を行った。

4. 3. 4 次世代電力ネットワーク研究会 第 30 回検討会（見学）への参加・情報収集

日時：平成 27 年 12 月 7 日（月）12:30～17:30

場所：東北電力 西仙台変電所

概要：

次世代電力ネットワーク研究会は、次世代電力ネットワークに関連する国内外の情報収集や会員相互の意見交換等に基づき、次世代電力ネットワークのあり方およびその実現に向けた方策等の検討等を行う研究会である。第 30 回検討会として、「西仙台変電所周波数変動対策蓄電池システム実証事業」の見学会に古旗室長が参加し、LCS の社会シナリオ研究に資するため、情報収集を行った。

4. 4 地方自治体への貢献

4. 4. 1 「停電予防連絡ネットワーク」から「電力使用量見える化」への展開

東日本大震災に端を発する電力不足による大規模停電を未然に防止するために、電力不足が予想される時刻や効果的な節電につながる行動リスト等の情報を、自治体が保有する緊急連絡網を通じて市民に直接通知する取組みを平成 23 年度より「停電予防連絡ネットワーク」として東京電力管内で実施した。平成 24 年夏季に、深刻な電力不足が想定された関西電力管内に展開、冬季は北海道電力管内についてもシミュレートし、結果を社会シナリオ研究に活用した（平成 24 年冬季で東京電力管内 49 自治体＋関西電力管内 5 自治体が加盟）。需給逼迫が想定される日時を対象に節電行動を呼びかけ、協力家庭の約 7 割で節電行動がとられる等、省エネ行動を呼びかける情報提供の有効性が得られた。平成 25 年度以降、供給予備率が 3%以上確保できる見通しであるとの発表により、同ネットワークの運用は休止したが、引き続き研究利用を目的としたシミュレートを行うとともに、仮に緊急性が高い状況に陥った場合には参考情報として各自治体に情報提供を行う体制を整えている。

また平成 25 年度には、停電予防連絡ネットワークを発展させ、各家庭の電力消費量をオンラインで観察・データ収集でき、LCS と家庭相互が連携するシステムを構築し（家庭の電力使用量見える化実験）、通常の生活での電力消費傾向を定量的に把握できるようになった（詳細は 18 頁 3. 2. 1 参照）。地方自治体（足立区や柏市等、計 23 自治体）と連携して、住民の省エネ行動促進に関する社会シナリオ研究調査のためのネットワークを構築、地方自治体が行う社会の低炭素化施策の取組みにも寄与した。

実験において LCS の社会シナリオ研究の成果を導入するとともに、平成 26 年度末には、データ収集開始後約 1 年が経過したことから、1 年間の電力計測データを整理・解析した結果を報告書としてまとめ、全協力自治体および希望のあった実験協力家庭に送付した。さらに、実験協力家庭の低炭素行動を促す取組みを行っている。今後も協力自治体ごとの環境施策立案にも資するかたちで情報発信をする。

4. 4. 2 足立区への貢献

停電予防連絡ネットワークおよび「電力使用量見える化」を実施している自治体の一つである足立区と連携の一環として、同区が開催した地球環境に関するフェア（5月30日・31日）に出展した。パネル展示（LCS および「電力使用量見える化」社会実験の取組みを紹介）や省エネハウスの模型展示、参加型の環境クイズを実施し、JST の取組みを紹介する等、低炭素社会実現へ向けた取組みの理解、参加を促した。また、第三次足立区環境基本計画策定の過程に LCS 企画運営室職員が参加した。

4. 4. 3 目黒区への貢献

目黒区は、平成 29 年度を初年度とする新たな目黒区環境基本計画策定に向けた、当該計画の重点プロジェクトや指標群の検討、およびそれに伴う必要事項の調査・検討等のために、目黒区環境審議会専門委員会を設置した。この委員会に LCS 企画運営室職員が委員として参加。第1回（平成28年1月19日）、第2回（2月15日）、第3回（3月22日）各回の委員会において、計画の中で優先して取り組む重点プロジェクトについて、LCS の研究成果を基に情報発信し、議論を深めた。

4. 4. 4 つくば市への貢献

停電予防連絡ネットワークおよび「電力使用量見える化」を実施している自治体の一つであるつくば市との連携の一環として、3 電池（太陽光電池・燃料電池・蓄電池）が街区単位で導入されている事例について、エネルギー消費実態、時刻別のエネルギー需給の詳細について分析した。

4. 5 海外研究機関等との連携

4. 5. 1 Global CCS Institute(GCCSI)

Global CCS Institute(GCCSI)は、CCS に関する実地の経験に基づく知識を獲得、生成し、それを共有することでCCSの利用を加速化することを目的として2009年に設立された国際的な組織である。LCS はGCCSI のアソシエイトメンバーとして参画している。

平成 27 年度は、同組織主催の「JapanCCS フォーラム 2015」（6月18日）に LCS 研究員が参加した。カナダ・オーストラリア・中国における CCS プロジェクトの進捗、および CCS プロジェクト推進における課題と展望（プロジェクトが直面する技術的・制度的課題）について聴講、情報収集・意見交換を実施した。また、「アジア太平洋 CCS 法規制フォーラム」（平成28年1月27日）や、不定期に開催される日本事務所主催勉強会に研究員等が参加し、情報収集・意見交換を行った。

4. 5. 2 日独若手専門家交流「Junior Experts Exchange Program 2015 ～再生可能エネルギー（特に発電）分野」への参加

日独若手専門家交流「Junior Experts Exchange Program 2015 ～再生可能エネルギー（特に発電）分野」（外務省、ベルリン日独センター）に中島主査が LCS の研究成果を基に応募。採択され、ドイツ研修に参加して、同国内の関連機関（フラウンホーファー研究機構太陽エネルギーシステム研究所(FH-ISE)、ドイツ連邦教育研究省(BMBF)、他)を訪問し、情報収集を行った（6月25日～7月7日）。本プログラムは日独のさまざまな研究機関のネットワーク構築および日独の研究者同士の交流促進を目指している。

4. 5. 3 米国 PJM Interconnection 等への経済・社会システムの調査研究

松橋研究統括等が米国に、PJM Interconnection (@フィラデルフィア)、PACE Now (@ニューヨーク) 等を訪問し、アメリカにおける周波数や電圧等の電力品質を維持するために電力系統運用者が日々行っている、周波数制御等の系統運用サービス (アンシラリーサービス) や、初期投資ゼロで再エネ・省エネ投資を行い、返済は固定資産税に付随して支払う枠組み (Property Assessed Clean Energy : PACE) 等について調査した (9月7日~10日)。

4. 5. 4 EU PVSEC2015 への参加・意見交換等

太陽電池を中心とする会議および展示会である EU PVSEC 2015 (31st European PV Solar Energy Conference and Exhibition @ハンブルグ) に山田副センター長と井上研究員が参加。各種太陽電池の技術開発と展望等についての情報収集および有識者等との意見交換を行った。さらに井上研究員が「将来の薄膜太陽電池の経済性評価~プロセス設計を用いたタンデム型高効率化合物薄膜太陽電池のコスト分析~」に関する発表を行った (9月14日~18日)。

4. 5. 5 ドイツ工学アカデミー (acatech) との意見交換

日時：平成 27 年 9 月 28 日 (月) 15:30~17:00

場所：JST 東京本部 4 階 LCS

概要：

日本工学アカデミーを通じてドイツ工学アカデミーから要請を受け、打合せを設定。acatech Glotzbach 博士からはドイツにおけるエネルギー改革の状況や技術動向を説明いただき、LCS 山田副センター長・三森上席研究員らから「LCS の定量的技術シナリオ」、特に主要な低炭素技術の動向、将来コスト等を中心に社会シナリオ研究の成果を紹介した。両者の取組みには互いに関連した分野・課題が存在する。充実した意見交換を行うとともに、今後も交流していくことを確認した。

4. 5. 6 IEA EGRD ワークショップ「Island Energy - Status and Perspectives」への参加・成果発信

日時：平成 27 年 10 月 5 日 (月) 9:00~16:40、6 日 (火) 9:30~16:00

場所：航空会館 5 階 501・502 会議室

概要：

IEA EGRD (International Energy Agency - Expert Group on R&D Priority Settings) が CERT (Committee on Energy Research and Technology) の活動の一環として行ったワークショップ「Island Energy - Status and Perspectives」に、主催のエネルギー総合工学研究所からの要請を受けて、古旗室長と高瀬研究員が参加した。同ワークショップは、エネルギーアクセスが困難な地域におけるエネルギー利用の将来像を探ることを目的に開催。古旗室長が「明るく豊かな低炭素社会」の実現に向けた LCS の取組みについて、国内外から参加したエネルギー政策関係者 (約 30 名) に対してプレゼンを行い、高瀬研究員とともに討論に参加した。

4. 5. 7 英国 Loughhead エネルギー気候変動省主席科学顧問の理事長訪問への陪席

日時：平成 27 年 10 月 7 日 (水) 14:45~16:00

場所：JST 東京本部 10 階 役員会議室

概要：

英国エネルギー気候変動省 主席科学顧問 John Loughhead 氏一行の濱口理事長訪問に、松橋研究統括とともに同席した。相互の紹介に続き、気候変動への取組み、ファンディングや組織のあり方等の全体的な議論に加えて、後半は松橋研究統括と Loughhead 氏らとの間で気候変動省のプ

ログラム、LCS の成果・取組みも交えて、幅広い闊達な意見交換を行った。今後とも情報交換・連携に努める。

4. 5. 8 Innovation for Cool Earth Forum(ICEF) 第2回年次総会の聴講・情報収集

日時：平成27年10月7日（水）、8日（木）9:00～21:00

場所：ホテル椿山荘東京

概要：

ICEF は安倍総理大臣の提唱により平成26年から開催されることになった国際会議で、エネルギー・環境分野のイノベーションにより気候変動問題の解決を図るため、世界の学界・産業界・政府関係者間の議論と協力を促進する国際的なプラットフォームとなることを目的としている。

平成27年度は田中主任研究員・宮川客員研究員がICEFの第2回年次総会に参加、国際戦略・CCSを中心に情報収集を行った。

4. 5. 9 LCS 講演会 “World Outlook for Geothermal Energy and the Technologies Needed to Achieve It”

日時：平成28年1月7日（木）10:00～12:00

場所：JST 東京本部 4階会議室

元 国際地熱学会会長のスタンフォード大学 エネルギー資源工学部 教授 Roland N. Horne 氏を講師として招聘し、世界各国の地熱エネルギー利用の概要・展望や、米国における地熱利用の現状等を紹介いただき、山田副センター長・上席研究員等が討議、社会シナリオへの反映を図った。CRDS・経営企画部イノベーション企画推進室・RISTEX・CREST-EMS 領域・SATREPS の担当者等の参加も得、意見交換を実施した。

4. 5. 10 シンガポール通商産業省未来戦略ディビジョン Pharn 氏との意見交換

日時：平成28年1月20日（水）10:00～11:00

場所：JST 東京本部 4階 LCS

概要：

磐田研究員を通じて、シンガポール通商産業省 未来戦略ディビジョンより LCS の研究内容に強い関心がある旨打診を受け、同省より Deputy Director の LEE Chor Pharn 氏、Sarah Tan 博士等が来訪。山田副センター長らと双方の取組みについて紹介した後、意見交換を行った。未来創造システムチームから小賀坂総括マネージャー・岡山主査が同席。

4. 5. 11 ドイツでの調査研究について

日時：平成28年3月6日（日）～10日（木）

場所：・FH-IWES（フラウンホーファー研究機構 風力エネルギー・エネルギーシステム研究所）ワークショップ [カッセル]

・FH-ISE（フラウンホーファー研究機構 太陽エネルギーシステム研究所）技術打合せ [フライブルク]

・50Hertz Transmission GmbH 技術打合せ [ベルリン]

・acatech（ドイツ工学アカデミー）技術打合せ [ベルリン]

概要：

ドイツとは、平成26年3月の調査研究（FH-ISE、E.ON 社（ドイツ4電力会社の一つ）、BMUB 他）での討議、在ドイツ日本大使館・在日ドイツ大使館の協力を得た日本学術会議と企画・開催した「再生可能エネルギー」国際シンポジウム（平成27年2月）、「Berlin Energy Transition Dialogue 2015」参加や2015日独若手専門家交流プログラム「再生可能エネルギー分野」での意

見交換等を通じて継続的な連携を行っている。今回の調査研究は、平成26年3月の「FH-IAO、FH-ISE、IASS（サステナビリティ研究所）、E.ON社、ドイツ連邦環境・自然保護・建設・原子炉安全省 BMUB（Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety）訪問」に続くものである。

平成27年度は上記研究機関等を訪問し、山田副センター長らがドイツにおける「Renewable Energies（solar system, wind power, etc.）and batteries」「beyond PV research」「decentralization system」「optimization of network and grid integration」等にかかる調査研究を実施、LCSが実施する社会シナリオ研究・定量的技術シナリオについて、山田副センター長から紹介するとともに、ドイツ側各機関の取組みの紹介、両者の視点から討議した。

特に、エネルギー転換の検討が進んでいるドイツにおいて、産業界につながる取組みを行っているフラウンホーファー研究機構（FH）と連携・情報交換を行うことで、将来的な研究テーマ・技術課題のディスカッションが可能となるとともに、LCSの社会シナリオ研究の一層の推進につながる事が期待される。

今回の調査研究により、相互の取組みの理解・課題の共有等、大きなつながりをもつことができた。技術的討議を通じて得られた知見は、LCSの社会シナリオ研究の推進およびイノベーション政策提案立案書に反映していく。

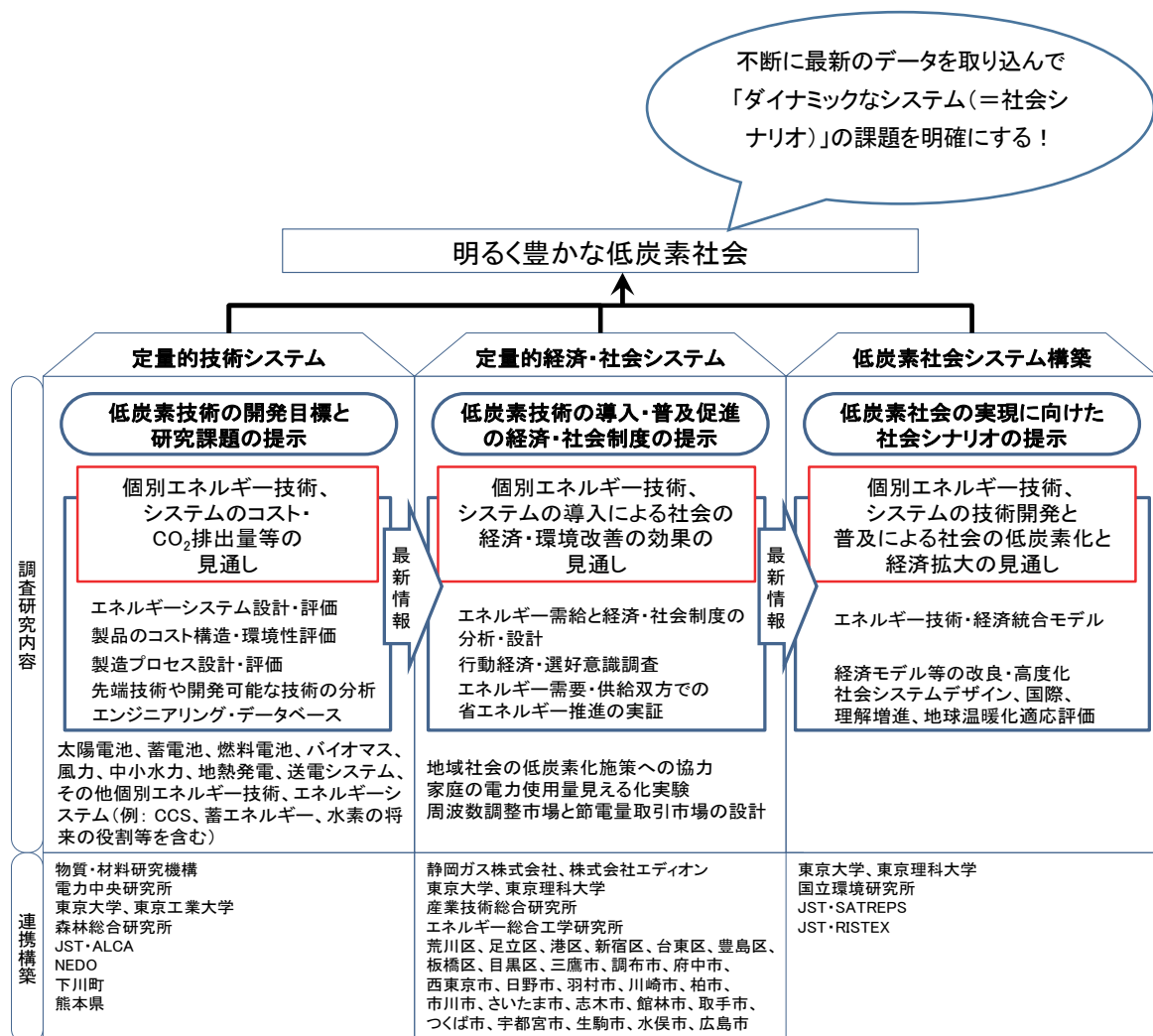


図4 調査・研究の進め方と内容

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年の社会につながる2020-2030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

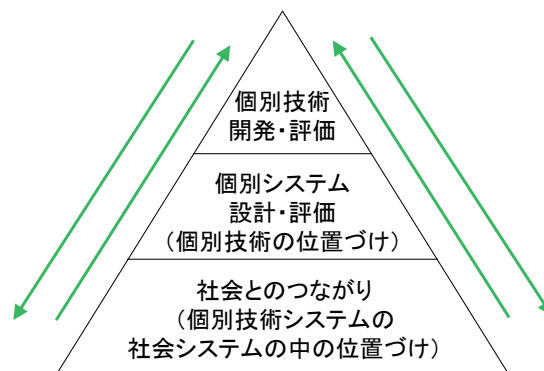


図5 LCSからのメッセージ

5. 情報発信

5. 1 講演会、展示会等を通じた情報発信

5. 1. 1 シンポジウム「低炭素社会実現のための課題と展望」

主催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター（LCS）

日時：平成 27 年 12 月 24 日（木）14:00～17:25

場所：伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール（東京・文京区）

概要：

本シンポジウムでは「低炭素社会実現のための課題と展望」をテーマに、低炭素社会の実現に向けて、低炭素技術の開発や、その技術を取り入れた経済・社会システムの実用化や事業を進めている専門家各位から、低炭素社会実現のための課題や今後の展望等について講演いただき、議論を行った。また、LCS の社会シナリオにつながる技術、経済、社会システムに関する研究の現況・最新の研究成果についてポスター発表で紹介。研究機関や民間企業等から 278 名が参加した（写真 2）。

開会にあたり、山田興一副センター長から、「LCS は発足当初から、低炭素社会に向けて効率的な科学技術の研究開発を促進し、その結果を新しく適用したときに、どのような良いシステムができるかを考え、そのシステムを明るい低炭素社会の構築に向けて役立てようというのが我々の活動の主眼である」と LCS の取組みについて説明した（写真 3）。長野裕子文部科学省研究開発局環境エネルギー課長の来賓挨拶に続いて、小宮山宏センター長が「低炭素社会実現のための課題と展望—LCS の活動と展望—」と題した基調講演を行った。その中で、「日本は今後どうすべきか」というテーマに対し、「明るい低炭素社会のために、エネルギー効率を上げて、エネルギー消費を減らし、再生可能エネルギーを増やしていくことで、日本のように人口密度が高く、面積が狭い国でも、再生可能エネルギーでエネルギー自給国家がつかれるという世界のモデル、特にアジアのモデルになる」との展望を述べた（写真 4）。

招待講演では、石田謙悟北九州市環境局環境国際戦略担当理事より「都市間連携を通じたアジア諸都市の低炭素化」と題し、アジア低炭素化センターを拠点に、北九州市における公害克服から環境都市に至る経験やノウハウを取りまとめた「北九州モデル」を活用して、環境ビジネスの視点から取り組むアジアの低炭素化のための活動を紹介いただいた。特別講演では、宮内義彦オリックス株式会社シニア・チェアマンより「企業と環境活動」と題し、エネルギー問題が日本経済発展のための重要課題の一つになり、民間がより推進力を発揮するには何が課題か、政治との連携にはどんな前提が必要か、経済界の立ち位置等について講演いただいた。

後半では、「低炭素社会実現のための課題と展望」をテーマに、山田興一副センター長がモデレータとなり、パネルディスカッションが行われた。まず、パネリストの関根千津住友化学株式会社理事／LCS 戦略推進委員から、技術者としてどのような技術を開発していくべきかについて、大量生産したときにコストが下がる技術の見極めと、人間が使用したときの快適さ・使いやすさの 2 点が挙げられた。続いて、本林稔彦 NEC スマートエネルギービジネスユニット新事業推進室エグゼクティブエキスパートから「再生可能エネルギー導入を支援する蓄電システムと ICT ソリューション」、藤田政之東京工業大学教授から「分散協調型エネルギー管理システム構築を目指す CREST 研究領域：新たな領域運営への挑戦」、洪儒生台北駐日経済文化代表処科学技術部部長から「台湾のエネルギー事情及び低炭素社会の取り組み」と題したショートプレゼンテーションをいただいた。松橋隆治 LCS 研究統括より「電気代そのまま払い」等を通じた LCS による、低炭素技術普及、実装に関する取組みが紹介された後、パネリストはアカデミア・産業界・行政の各々の立場から意見交換を行い、議論した（写真 5、6）。

ポスターセッションでは、LCS の最新の研究成果について、実際に担当した若手研究員等から来賓や参加者に対して発表が行われた。ここでは、LCS の社会シナリオ研究の最新の成果・デー

タについて発表するとともに、「電力消費の見える化」社会実証実験の共同研究・連携自治体の中から、荒川区より「荒川区の低炭素地域づくりの取組みー環境区民みんなで取り組む CO₂ の少ないまちづくりー」、足立区より「多様な主体との連携で低炭素を目指すー地球にやさしいひとのまち足立区ー」、北海道下川町より「北海道下川町の低炭素社会の実現に向けてー森林バイオマス熱電併給事業ー」、また静岡ガス株式会社は LCS と共同で行っている電気自動車のカーシェアリングに関する社会実験の取組みについて紹介した（写真7、62～87 頁に研究発表ポスター収録）。

また、LCS の社会シナリオ研究の成果をわかりやすく提示するため、「省エネ対策を実施すると家庭のエネルギー需要は 1/4 程度まで減らせる」との研究成果を視覚的・立体的に示した模型を展示して一般の来場者に供した。

シンポジウム参加者アンケートでは「答えではなく、考えを聞きたかったので良かった」「北九州市の取組みは驚くほど活発で、講演での具体的な事例紹介やポテンシャルが印象に残った」「縦割り行政の課題、企業の使命・立場に対する明言は大変参考になった」「文科省系の取組みが社会実装の論理的な支援となっていることがよくわかった」といった意見が寄せられるなど好評を博した。

なお、各講演者やパネリストの発表資料・要約を LCS のホームページに掲載しているので、ご参照いただきたい（<http://www.jst.go.jp/lcs/sympo20151224/index.html>）。

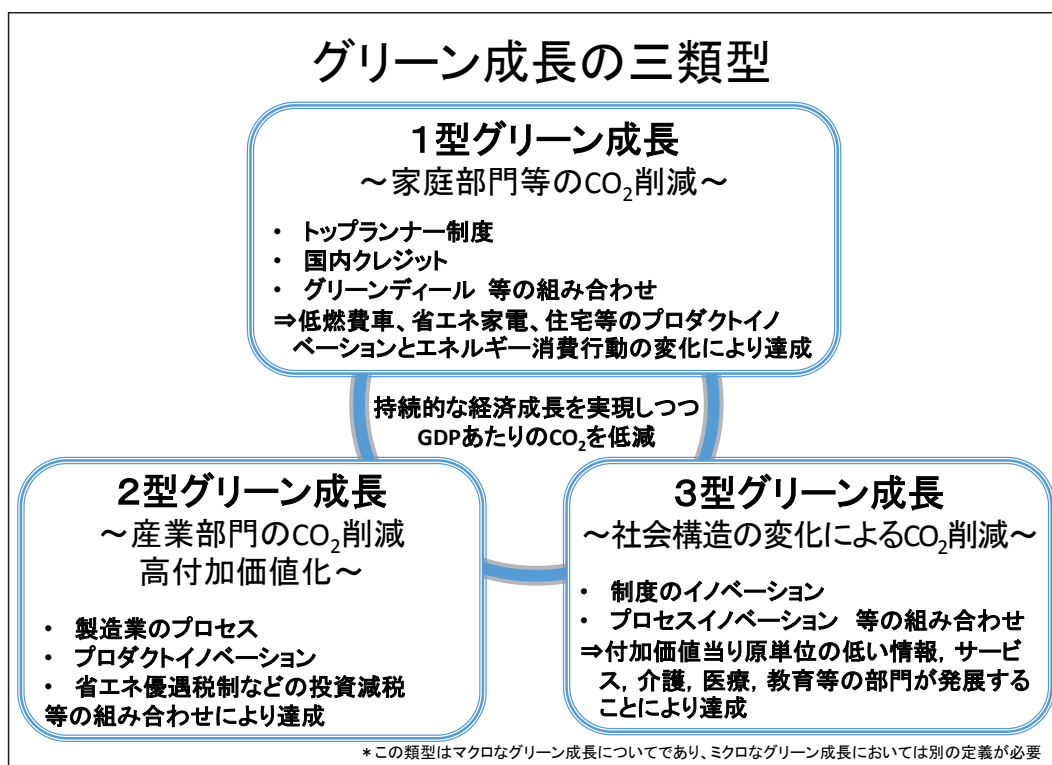


図6 松橋隆治 LCS 研究統括による講演資料より



写真2 研究機関や民間企業等から278名が参加した「低炭素社会実現のための課題と展望」をテーマとした講演会の様子



写真3 開会挨拶にて、LCS の取組みについて説明する山田興一 LCS 副センター長



写真4 「日本が再生可能エネルギー自給国家のモデルになる」と展望を示す小宮山宏 LCS センター長



写真5 「技術と制度のイノベーションで実現する豊かな低炭素社会」をテーマとしたパネルディスカッション



写真6 「電気代そのまま払い」等を通じた、LCS による低炭素技術普及、実装に関する取組みを紹介する松橋隆治 LCS 研究統括

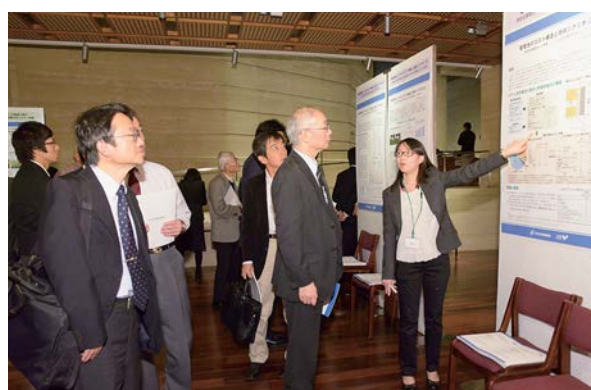


写真7 LCS の社会シナリオ研究の最新の成果・データについて発表したポスターセッションの様子

5. 1. 2 COI-S ワークショップ

(1) 「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」

主催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター（LCS）

東京大学 COI-S (Center of Innovation, Satellite)

日時：平成 27 年 9 月 16 日（水）13:00～16:00

場所：学士会館 202 号室

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、システムの安定運用に必要なアンシラリー・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。

本ワークショップでは、自由化市場のもと、再生可能エネルギー大量導入時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（写真 8、9）。

是久洋一九州大学共進化社会システム創成拠点 (CESS) プロジェクトリーダーより開会挨拶、松橋隆治 LCS 研究統括の趣旨説明の後、第 1 部は、「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」をテーマに、原田達朗九州大学炭素資源国際教育研究センター教授より「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」について、矢島正之電力中央研究所研究アドバイザーより「欧米における自由化市場での再エネ促進方策」について、高瀬香絵 LCS 特任研究員より「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」について、吉岡剛 LCS 特任研究員より「地域エネルギー事業者としての費用負担への意見」について講演が行われた。

第 2 部では、『貯蔵技術としての水素の可能性』をテーマとして、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より「再エネ大量導入における水素の役割と課題」について、三森輝夫 LCS 上席研究員より「再エネから水素を作る技術のコスト展望」について、松橋隆治 LCS 研究統括より「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」について講演が行われた。最後に登壇者および来場者と議論を行った（セミクロード、参加者 91 名）。



写真 8 「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」をテーマとしたワークショップの様子



写真 9 「地域エネルギー事業者としての費用負担への意見」について講演する吉岡剛 LCS 特任研究員

(2)「燃料電池とその利用システムに関するイノベーションの可能性」

主催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター (LCS)

東京大学 COI-S (Center of Innovation, Satellite)

日時：平成 28 年 3 月 9 日 (水) 13:00～17:00

場所：学士会館 202 号室

概要：

近年、固体高分子形燃料電池 (PEFC) を中心とした燃料電池の技術革新が急速に進み、民生用や自動車用に広く利用されるようになってきている。また、電力市場改革が進行し、平成 28 年 4 月からは家庭用小売電気の全面自由化が予定されている。こうした状況の中で、燃料電池を利用した電力融通が開始される可能性がある。一方、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) を開発する事業者もその高い発電効率から市場参入の機会を伺っており、PEFC とはまた別の事業スキームによって導入が進む可能性がある。

本ワークショップでは、自由化市場のもと、燃料電池とその利用システムに関するイノベーションの可能性を検討し、エネルギーシステム全体の中での貢献可能性を展望した。そして、エネルギーシステムのイノベーションにおいて、技術と制度に要求される条件について、実務者・研究者を招聘し、講演とパネル討論を行い、最先端の知見を共有した (写真 10、11)。

是久洋一九州大学共進化社会システム創成拠点 (CESS) プロジェクトリーダーより開会挨拶、松橋隆治 LCS 研究統括の趣旨説明の後、第 1 部は「燃料電池の技術革新と利用システムの革新の可能性」をテーマに、立川雄也九州大学共進化社会システム創成拠点エネルギーモビリティユニット特任助教より「PEFC, SOFC の技術開発動向からみる将来のエネルギー社会実装の方向性」について、大友順一郎 LCS 特任研究員より「SOFC の技術的可能性と将来の発電効率および経済性」について、高瀬香絵 LCS 特任研究員より「戸建て街区による燃料電池電力融通・熱融通の経済性評価」について、松橋隆治 LCS 研究統括より「PEFC による一括受電マンションにおける電力融通の可能性と経済性評価」について講演が行われた。

第 2 部では、パネラーに太田勇ミサワホーム総合研究所環境エネルギーセンター室長、神谷俊之静岡ガス株式会社エネルギー戦略部スマートコミュニティ開発担当マネジャー、小島康一トヨタ自動車株式会社 FC 技術・開発部主査、清水俊克パナソニック株式会社スマートエネルギーシステム事業部燃料電池事業担当、吉岡剛 LCS 特任研究員を迎え、「燃料電池による事業スキームの可能性」をテーマにパネルセッションを行った (セミクロード、参加者 78 名)。



写真 10 「燃料電池とその利用システムに関するイノベーションの可能性」をテーマとしたワークショップの様子



写真 11 「燃料電池による事業スキームの可能性」をテーマとしたパネルセッションの様子

5. 1. 3 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提言に向けた方策」

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）

日時：平成28年2月4日（木）14:00～16:30

場所：JST 東京本部 別館 1階ホール

概要：

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター（JST LCS）と国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター（NEDO TSC）は、エネルギー・環境問題の解決という目的に対し、異なる視点・方法で再生可能エネルギー等の環境・低炭素技術の普及に向けた方策について研究を行っている。

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、両センターの研究員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（発電事業者、エンジニアリングメーカー、機器メーカー、コンサルタント、大学、研究機関、行政機関等）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、太陽光発電およ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にかかる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（参加者182名、写真12、13）。

山田興一 LCS 副センター長の開会挨拶に続き、川合知二 TSC センター長および山田興一 LCS 副センター長より、それぞれのセンターの紹介の後、太陽光発電技術、バイオマス利用技術の2テーマについて、各センターの研究者のプレゼン発表が行われた。

発表者・タイトルは以下のとおりである。

(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）

「太陽光発電技術の現状と課題 ―発電コストに影響を与える要素の整理―」

井上智弘（JST LCS 研究員）

「太陽光発電技術 ―定量的技術シナリオの有用性―」

(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）

「液体バイオ燃料製造の現状と課題 ―液体バイオ燃料の経済性分析―」

浅田龍造（JST LCS 主任研究員）

「木質バイオマスのコスト低減」(図7)

パネルディスカッションでは、渡邊重信 TSC 再生可能エネルギーユニット統括研究員のモデレータのもと、発表者4名と三森輝夫 LCS 上席研究員の5名のパネリストが「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」をテーマに討議した。

閉会の挨拶は、矢部彰 TSC 再生可能エネルギーユニット長により行われた。

参加者アンケートでは、「太陽光発電、バイオマス未利用材の活用アイディアやコスト計算に着目した講演、シンポジウム、興味深く聴くことができ感謝する」「JST と NEDO の共催でのワークショップは技術課題だけでなく、事業化を考慮した点からも大変有意義であった」等、好評を博するとともに、「JST について『エネルギー安定供給』についても確保するための技術やコストについても研究してほしい」といった意見もいただいた。

なお、各発表者の発表概要を LCS のホームページに掲載しているので、ご参照いただきたい（<http://www.jst.go.jp/lcs/events/ws20160204/index.html>）。



写真 12 共催ワークショップの様子。公的機関、企業等から 182 名が参加した



写真 13 「燃料電池による事業スキームの可能性」をテーマとしたパネルセッションの様子

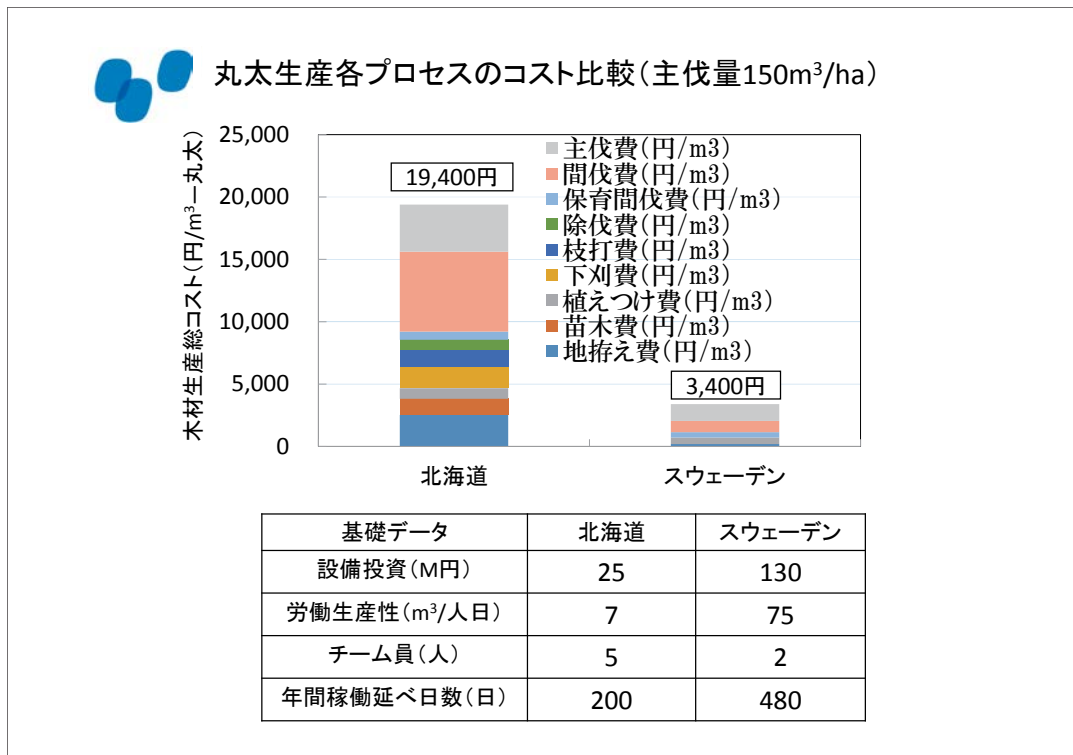


図 7 浅田龍造 LCS 主任研究員の発表資料より

5. 2 広報活動

5. 2. 1 展示会・イベント等への出展

足立区が開催した「地球環境フェア 2015」や、福島県等が開催した「ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェア 2015」等に出展し、LCS および「電力使用量見える化」社会実験の取り組みを紹介するパネル展示等を通して、JST の取り組みを紹介、低炭素社会実現へ向けた取り組みの理解、参加を促した。

番号	掲載日	開催機関／展示会・イベント名	内容
1	2015. 5. 30～31	足立区 地球環境フェア 2015	パネル展示 環境クイズ
2	2015. 7. 29～31	再生可能エネルギー協議会 再生可能エネルギー世界展示会 2015	パネル展示
3	2015. 8. 27～28	科学技術振興機構 JST フェア 2015	パネル展示
4	2015. 10. 28～29	福島県、公益財団法人福島県産業振興センター ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェア 2015 (REIF ふくしま 2015)	パネル展示
5	2015. 11. 12～13	スマートコミュニティ+IoT World 東北 実行委員会 スマートコミュニティ+IoT World 東北 2015	パネル展示 セミナー

5. 2. 2 報道機関による取材・記事

低炭素社会実現に至る道筋を示す「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」研究に関する最新の成果と今後の展開について情報発信するシンポジウム「低炭素社会実現のための課題と展望」（平成 27 年 12 月 24 日に開催）や、「電気代そのまま払い」の実証実験等についてマスメディアで報道された（52～61 頁に関連記事収録）。

番号	掲載日	媒体	記事タイトル
1	2015. 4. 28	日刊工業新聞	省エネ家電 家庭にリース（北海道下川町など各地で実証相次ぐ）－JST と東大 制度確立 CO ₂ 削減
2	2015. 7. 18	朝日新聞 朝刊	温室ガス 26%減決定－家庭など 40%減、産業部門 6.5%減
3	2015. 8. 1	地球環境とエネルギー (2015 年 8 月号)	冷蔵庫の買い替え～アンケートに見る消費者意識～
4	2015. 11. 13	電気新聞 朝刊	仙台でエネ展示会が開幕 産官学約 60 者が出展
5	2015. 12. 27	環境ビジネスオンライン	再生可能エネルギーのコスト削減方法、日本の研究機関が紹介するイベント
6	2016. 1. 6	日経産業新聞	再生エネ技術コスト減へ議論
7	2016. 1. 25	文教ニュース	シンポジウム「低炭素社会実現のための課題と展望」開催

8	2016. 2. 15	文教ニュース	NEDO と共催でワークショップ「再生可能エネルギー」
9	2016. 2. 29	日刊工業新聞	豊かな低炭素社会の実現と省エネルギーの推進策

5. 2. 3 JST 出版物・広報ツールへの掲載

番号	掲載日	媒体	記事タイトル
1	2015. 4. 28	サイエンスポータル	田中加奈子 コラム（インタビュー）「温暖化防止をめぐる国際交渉の舞台裏」第 1 回「各国の思惑うず巻く『要約』作り」
2	2015. 5. 7	JSTnews 2015 年 5 月号	田中加奈子 さきがける科学人「多様なつながりを大事に、技術で未来環境を創造」
3	2015. 5. 12	サイエンスポータル	田中加奈子 コラム（インタビュー）「温暖化防止をめぐる国際交渉の舞台裏」第 2 回「現場で直接学んだ国際交渉」
4	2015. 5. 20	サイエンスポータル	田中加奈子 コラム（インタビュー）「温暖化防止をめぐる国際交渉の舞台裏」第 3 回「目標のある国は、主張も明確で、強い」
5	2015. 6. 24	サイエンスポータル	田中加奈子 コラム（インタビュー）「温暖化防止をめぐる国際交渉の舞台裏」第 4 回「国際社会に評価されるような工夫も必要」
6	2015. 9. 1	JSTnews 2015 年 9 月号	高瀬香絵 さきがける科学人「低炭素社会に向けてエネルギーと経済モデルを役立てる」
7	2015. 11. 2	JSTnews 2015 年 11 月号	加藤大輔 さきがける科学人「低炭素技術を評価するプラットフォームを作る」
8	2016. 2. 1	JSTnews 2016 年 2 月号	陳怡静 さきがける科学人「地球を救う『決め手の一手』を見極める」

6. 論文、学会発表、講演等

6. 1 論文

6. 1. 1 論文（国際）

1. U.Zuhdi, S.Mori and K.Kamegai, 「Forecasting the Influence of Information and Communication Technology on the Structural Changes of Japanese Industrial Sectors :

- A Study Using Statistical Analysis], International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, Vol.9, No.2, 2015, pp531-537, World Academy of Science, Engineering and Technology, 2015.2.
2. X. Li and M. Ihara, 「Ionic Conduction and Power Generation Characteristics of Pr-Doped Ba₂In₂O₅ for Proton-Conducting SOFCs], Journal of The Electrochemical Society, 162(8), 2015, F927-F938, The Electrochemical Society, 2015.6.6.
 3. S.Mori, D.Nakata, T.Kaneda, 「An Application of Gamma Distribution to the Income Distribution and the Estimation of Potential Food Demand Functions], Modern Economy, No.6, pp1001-1017, 2015, Scientific Research Publishing, 2015.9.24.
 4. R.Matsuhashi and K.Takase, 「Green Innovation and Green Growth for Realizing an Affluent Low-Carbon Society], Low Carbon Economy, Vol.6, 2015, pp87-95, Scientific Research Publishing, 2015.12.11.
 5. H.Shiogama, D.Stone, S.Emori, K.Takahashi, S.Mori, A.Maeda, Y.Ishizaki & M.R.Allen, 「Predicting future uncertainty constraints on global warming projections], Scientific Reports 6, 2016, Nature Publishing Group, 2016.1.11.

6. 1. 2 論文 (国内)

1. 見藤俊介, 吉田好邦, 磐田朋子, 松橋隆治, 「省エネ型冷蔵庫のCO₂排出削減効果と普及促進策], エネルギー・資源, Vol.36, No.3, p46, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.5.
2. 高瀬香絵, 「英国グリーンディール政策], エネルギー・資源, Vol.36, No.3, p29, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.5.
3. 松橋隆治, 「日本版グリーンディールの政策デザインーグリーン成長を推進する事業体構想ー], エネルギー・資源, Vol.36, No.3, p34, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.5.
4. 金丹, 森俊介, 「中国のエネルギー・環境政策の影響分析ー動学的多地域多部門統合評価モデル THERESIA による], 北東アジア経済研究, 第21号, pp139-147, 岡山大学大学院 社会文化科学研究科, 2015.8.
5. 井上智弘, 「自然変動電源・蓄電池のコスト低減見通しと大規模普及に伴う系統安定技術課題], エネルギー・資源, Vol.36, No.5, pp295-299, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.9.
6. 吉岡剛, 「電力自由化に向けた地域主導型再エネビジネスの現状と課題], エネルギー・資源, Vol.36, No.5, pp309-313, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.9.
7. 黒沢厚志, 「国際エネルギー機関の水素ロードマップ], 水素エネルギーシステム, Vol.40, No.4, pp243-247, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.12.
8. 黒沢厚志, 「統合評価モデル GRAPE], エネルギー・資源, Vol.37, No.1, pp57-61, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016.1.
9. 田中加奈子, 「IPCC AR5 の論点整理と UNFCCC による国際的なCO₂排出削減の枠組みの現状], 化学工学 第80巻, 第1号, pp22-24, 公益社団法人化学工学会, 2016.1.

6. 2 学会発表

6. 2. 1 学会発表 (国際)

1. Koichi Yamada, 「Technical and Economical Evaluation of Power Generation Systems], Advanced CO₂ Capture Technologies for Clean Coal Energy Generation, Czestochowa University of Technology, 2015.7.6.
2. Shunsuke Mori, Toyoaki Washida, Atsushi Kurosawa and Toshihiko Masui, 「Pathways to be Opened towards Low Carbon Society - Findings on Multi-model Comparison in ICA-RUS Project], Our Common Future Under Climate Change, UNESCO(Paris), UNESCO 他,

- 2015.7. 9.
3. S.Hattori, S.Sugiyama, X.Li, Y.Iida and M.Ihara, 「Effect of Ni in the Anode on the Performance of Pulse-Jet Rechargeable Direct Carbon Fuel Cells」, 228th ECS Meeting Phoenix, Arizona, The Electrochemical Society, 2015.10.14.
4. K. Murakami, K. Yamada, A. Fave and M. Ihara, 「Concept and Nanostructure Control of Plasmonic Porous Silicon Solar Cell」, 228th ECS Meeting Phoenix, Arizona, The Electrochemical Society, 2015.10.13.
5. M. Ihara, 「Nanometer-Distance Control in Plasmonic Dye-Sensitized Solar Cells and Applications of Localized Surface Plasmon to Next Generation of Solar Cells」, 228th ECS Meeting Phoenix, Arizona, The Electrochemical Society, 2015.10.14.
6. R. Matsushashi, 「Proposal of Green Power Moderator to Promote Innovation for an Affluent Low-carbon Society」, 2015 the 5th International Conference on Power and Energy Systems(ICPES 2015), ICPES, Lisbon, Portugal, 2015.11.24.
7. Y.Yamamoto and R.Matsushashi, 「Economic Evaluation of Ancillary Services Provided by Electric Vehicles for Controlling Power System Frequency」, IEEE PES Conference(Chicago), IEEE PES/PELS/IAS, 2016.2.20.
8. S.Takayama and R.Matsushashi, 「Development of Model for Load Frequency Control in Power System with Large-scale Integration of Renewable Energy」, IEEE PES Conference(Chicago), IEEE PES/PELS/IAS, 2016.2.20.

6. 2. 2 学会発表 (国内)

1. 小島紘明, 森俊介, 亀谷和久, 「日射量変化の不確実性を考慮した太陽光発電の導入ポテンシャル評価」, 第34回エネルギー・資源学会研究発表会, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.6.10.
2. 横濱早貴, 森俊介, 亀谷和久, 「天候の不確実性を考慮した9電力事業者への大規模太陽光発電導入の評価」, 第34回エネルギー・資源学会研究発表会, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.6.10.
3. 石井敬時, 森俊介, 亀谷和久, 「計量経済的方法によるアメリカの多部門エネルギー需給モデルの構築とシミュレーション」, 第34回エネルギー・資源学会研究発表会, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.6.10.
4. 近藤直道, 森俊介, 亀谷和久, 「TOPIX-17 株式指数と国際エネルギー価格の動学的連関の解析・将来予測及び最適投資戦略の構築」, 第34回エネルギー・資源学会研究発表会, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2015.6.10.
5. 畑智也, 高橋智哉, 吉田好邦, 井原智彦, 「温冷刺激時の脳活動計測による温冷感の客観的評価」, 日本ヒートアイランド学会第10回全国大会 (ポスター発表), 日本ヒートアイランド学会, 2015.8.29.
6. 張曉梅, 村上和生, 伊原学, 「One-Pot Solution Synthesis of Small Size Indium Nanoparticles and their application for Si nanowires solar cells」, 化学工学会第47回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015.9.9.
7. 和泉貴昭, 島村亮汰, 伊原学, 「プロトン伝導体添加電極を持つ固体酸化物燃料電池を利用した $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ 電解反応特性」, 化学工学会第47回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015.9.9-11.
8. 張茜, 鈴木一馬, 伊原学, 「ペロブスカイト型太陽電池 ($\text{TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Spiro-MeOTAD}$) における構造制御と発電特性の関係」, 化学工学会第47回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015.9.10.

9. 服部紗由理, 飯田雄太, 伊原学, 「パルス噴射 RDC 燃料電池の燃料極反応における Ni の役割と電極劣化の関係」, 化学工学会第 47 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015. 9. 10.
10. 島村亮汰, 李新宇, 和泉貴昭, 伊原学, 「 $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4$ 添加電極を用いた固体酸化物燃料電池のドライメタン燃料における発電特性」, 化学工学会第 47 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015. 9. 10.
11. 村上和生, 山田開理, A. Fave, 伊原学, 「プラズモニックポーラス Si 太陽電池のナノ構造制御と変換効率の予測」, 化学工学会第 47 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015. 9. 10.
12. 黒沢厚志, 森山亮, 杉山昌広, 増田耕一, 石本祐樹, 加藤悦史, 都筑和泰, 「統合評価モデルを用いた太陽放射管理分析」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
13. 櫻木政徳, 松橋隆治, 「太陽光発電大量導入時の過渡安定度を考慮した九州地域における電源運用計画の研究」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
14. 山本有途, 松橋隆治, 「電気自動車を用いた電力システムの負荷周波数制御の分析とその経済性評価」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
15. 前田和希, 蓑川恭子, 大津浩子, 松橋隆治, 「経済性と CO_2 排出量を考慮した一括受電集合住宅内での電力融通システムの設計に関する研究」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
16. 高山真一, 松橋隆治, 「再生可能エネルギー大量連系時における負荷周波数制御システムの設計及び経済性評価」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
17. 磐田朋子, 野村昇, 田中加奈子, 松橋隆治, 「節電アドバイスおよび節電目標表示システムの開発と実装」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
18. 磐田朋子, 松橋隆治, 「3 電池搭載住宅街区のエネルギー需要実績と街区の低炭素化に向けた考察」, 第 32 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 2. 2.
19. 高澤千明, 伊原学, 「リフトオフによる単結晶薄膜 Si 太陽電池作製用 2 層ポーラス Si のナノ表面粗さの低減」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
20. 鈴木一馬, 伊原学, 「ペロブスカイト/Si タンデム太陽電池の高効率化に向けたトップセル各層の薄膜化の検討」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
21. 倉橋佑輔, 伊原学, 「 K_2NiF_4 構造を持つ SrPrAlO_4 の伝導性の評価及び SOFC への応用」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
22. 島村亮汰, 伊原学, 「SOFC 燃料極に添加するプロトン伝導性酸化物の物性と電極特性の関係」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
23. 村上和生, 伊原学, 「プラズモニックポーラス Si 太陽電池における変換効率のナノ構造依存性の理論的検討」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
24. 飯田雄太, 伊原学, 「パルス噴射 RDCFC におけるサーメット燃料極の構成酸化物と発電特性の関係」, 化学工学会第 81 年会, 公益社団法人化学工学会, 2016. 3. 15.
25. 和泉貴昭, 島村亮汰, 伊原学, 「固体酸化物燃料電池を利用した $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 電極反応機構の検討」, 日本化学会第 96 春季年会 (2016), 公益社団法人日本化学会, 2016. 3. 25.
26. 海邊健二, 大友順一郎, 井上雅文, 山田興一, 「木質バイオマスのエネルギー利用プロセスの構築と地産地消モデルの提案」, 第 66 回日本木材学会大会, 一般社団法人日本木材学会, 2016. 3. 29.

6. 3 シンポジウム、ワークショップ

1. COI-S 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」, 学士会館 202 号室, 2015. 9. 16.
 - ・松橋隆治 趣旨説明
 - ・高瀬香絵「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」
 - ・吉岡剛「再エネ大量導入時の電力系統安定化技術とアンシラリーサービス」
 - ・三森輝夫「低炭素排出水素の経済性と CO₂ 排出量」
 - ・松橋隆治「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」
2. シンポジウム「低炭素社会実現のための課題と展望」, 伊藤謝恩ホール, 2015. 12. 24.
 - ・山田興一 開会挨拶
 - ・小宮山宏 基調講演「低炭素社会実現のための課題と展望 –LCS の活動と展望–」
 - ・山田興一 パネルディスカッション「低炭素社会実現のための課題と展望」モデレータ
 - ・松橋隆治 パネルディスカッション「低炭素社会実現のための課題と展望」パネリスト
3. 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提言に向けた方策」, JST 東京本部 別館 1 階ホール, 2016. 2. 4.
 - ・井上智弘「太陽光発電技術 一定量の技術シナリオの有用性」
 - ・浅田龍造「木質バイオマスのコスト低減 –林業素材生産コストの機械化推進による低減効果–」
 - ・井上智弘 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」パネリスト
 - ・浅田龍造 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」パネリスト
 - ・三森輝夫 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」パネリスト
4. COI-S ワークショップ「燃料電池とその利用システムに関するイノベーションの可能性」, 学士会館 202 号室, 2016. 3. 9.
 - ・松橋隆治 趣旨説明
 - ・大友順一郎「SOFC の技術的可能性と将来の発電効率および経済性」
 - ・高瀬香絵「戸建て街区による燃料電池電力融通・熱融通の経済性評価」
 - ・松橋隆治「PEFC による一括受電マンションにおける電力融通の可能性と経済性評価」
 - ・松橋隆治 パネルセッション「燃料電池による事業スキームの可能性」モデレータ
 - ・吉岡剛 パネルセッション「燃料電池による事業スキームの可能性」パネリスト

6. 4 講演

6. 4. 1 講演 (国際)

1. Atsushi Kurosawa, 「Japanese long term energy system analysis using TIMES-Japan」, Ireland-Japan International Energy Modeling Workshop, University of Tokyo and University College Cork, Ireland, 2015. 4. 16.
2. Atsushi Kurosawa, 「Smart Community Demonstrations - Experiences in Japan」, IEA Experts' Group on R&D and Priority- Setting and Evaluation (IEA EGRD) Workshop “Will a smarter grid lead to smarter end users - or vice versa?”, IEA Expert' Group on R&D and Priority- Setting and Evaluation (IEA EGRD), The Research Council of Norway, Oslo, 2015. 6. 4.
3. Atsushi Kurosawa, 「CCS Pilot in Tomakomai - Introduction of CCS and negative

- emissions」, Workshop on Negative Emissions: Bridging societal and mitigation needs, Global Carbon Project (GCP), Hokkaido University, 2015. 9. 2.
4. Kenichi Furuhashi, 「JST's activity towards the realization of a dynamic and affluent low carbon society」, IEA Expert Group on R&D and Priority-Setting and Evaluation (IEA EGRD) Workshop "Island Energy - Status and Perspectives", IEA Experts' Group on R&D and Priority-Setting and Evaluation (IEA EGRD) (ホスト: 一般財団法人エネルギー総合工学研究所), 航空会館 (東京), 2015. 10. 5.
 5. Junichiro Otomo, 「Application of Ion Conducting Materials to Electrical Energy Conversion and Storage Systems」, The 7th China-Japan Symposium on Chemical Engineering, Beijing Conference Center, Chemical Industry and Engineering Society of China and The Society of Chemical Engineers, Japan, 2015. 10. 18.
 6. Manabu Ihara, 「Development of Smart Energy System "ENE-Swallow" toward Low Carbon Society」, International Conference for Energy, Environment and Commercial Civilization, Sichuan University, 2015. 10. 23.
 7. Manabu Ihara, 「Development of Smart Energy System "ENE-Swallow" in Tokyo Tech.」, Lecture for a training program on low carbon green energy, 国立清華大学 (台湾), 2015. 11. 4.
 8. Manabu Ihara, 「Development of smart energy system "ENE-Swallow" and next generation solar cells toward low carbon society」, Lecture for a training program on low carbon green energy, 国立交通大学 (台湾), 2015. 11. 5.
 9. Manabu Ihara, 「Development of smart energy system "ENE-Swallow" in Tokyo Tech.」, Lecture for a training program on low carbon green energy, 国立中央大学 (台湾), 2015. 11. 6.
 10. Manabu Ihara, 「Plasmonic solar cells and smart energy system "Ene-Swallow" at Tokyo Tech」, 第2回ウプサラ大・東工大 合同シンポジウム「持続可能な社会に向けての新たなテクノロジーとシステム」, 東京工業大学, 2015. 11. 16.

6. 4. 2 講演 (国内)

1. 伊原学, 「ナノサイズを利用する次世代プラズモニック太陽電池およびSi ナノ構造太陽電池, 太陽電池発電効率向上用材料の最新動向ー多波長における光電変換性能の向上技術ー」, S&T 出版セミナー 太陽電池発電効率向上用材料の最新動向ー多波長における光電変換性能の向上技術ー, S&T 出版株式会社, 2015. 4. 17.
2. 伊原学, 「ダイレクトカーボン燃料電池に関する招待講演」, 第98回 SOFC 研究会, SOFC 研究会, 2015. 4. 20.
3. 黒沢厚志, 「環境工学としての化学工学ーFuture Earth への貢献」, 第28回環境工学連合講演会, 日本学術会議, 2015. 5. 15.
4. 熊井大, 「学術論文奨励賞: 『輸送事業者と荷主の燃料消費原単位を用いた CO₂ 排出削減ポテンシャルに関する研究』」, 第15回環境情報科学センター賞表彰式および受賞者講演会, 一般社団法人環境情報科学センター, 2015. 5. 22.
5. 伊原学, 「ナノ構造を利用する最新太陽電池開発と新しいエネルギーシステム」, 大田区民大学 (東工大提携講座) 「光・輝く未来のために」, 大田区教育委員会・東京工業大学, 2015. 6. 24.
6. 伊原学, 「エネルギー変換の化学工学ー次世代太陽電池、燃料電池の開発からエネルギーシステムの設計までー」, 神奈川県立希望ヶ丘高等学校, 2015. 7. 14.
7. 大友順一郎, 「エネルギー・環境問題における燃料電池の役割と技術の最新動向」, 東京大学人工物工学研究センター, 2015. 7. 14.

8. 伊原学,「プラズモニック太陽電池におけるナノ距離制御と次世代太陽電池としての展望」, 化学工学会第 47 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2015. 9. 9.
9. 松橋隆治,「エネルギーシステムの変革と未来の省エネ・低炭素社会」, 全社環境教育支援プログラム, 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング, 2015. 9. 24.
10. 松橋隆治,「エネルギーシステムにおける水素の位置づけー電力システムと水素エネルギーの関連性ー」, 日本 LCA 学会 2015 年秋のシンポジウム「水素社会とエネルギー・環境問題ーライフサイクル視点で考える」, 日本 LCA 学会, 2015. 10. 14.
11. 大友順一郎,「SOFC の普及拡大に向けた技術開発シナリオ」, 第 100 回 SOFC 研究会 (記念大会), SOFC 研究会, 2015. 10. 26.
12. 黒沢厚志,「INDC の提出状況とその評価事例」, 第 7 回温暖化リスクメディアフォーラム, 国立研究開発法人国立環境研究所, 2015. 11. 5.
13. 黒沢厚志,「中長期的技術開発のあり方」, プレ COP イベント COP21 に向けて, 一般社団法人日本エネルギー経済研究所, 2015. 11. 10.
14. 古旗憲一,「明るく豊かな低炭素社会実現のための社会シナリオ研究」, スマートコミュニティ+IoT World 東北, スマートコミュニティ東北実行委員会, 2015. 11. 12.
15. 伊原学,「エネルギーデバイス・システムにおける化学工学講座, 化学技術基礎講座『知っておきたい化学プラントの基本原理、工業化プロセスの要諦を学ぶー化学技術者のための化学工学ー』」, 日本化学会産学交流委員会, 2015. 11. 13.
16. 大友順一郎,「①SOFC の普及拡大に向けた技術開発シナリオ」「②イオン輸送現象の解明と燃料電池および化学ループへの展開」, SOFC 技術懇談会, 三菱重工業(株) 技術統括本部 総合研究所, 2015. 12. 4.
17. 松橋隆治,「民生部門の省エネルギー推進と ESCO の可能性」, 「ESCO 推進協議会」セミナー, 一般社団法人 ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会, 2015. 12. 17.
18. 黒沢厚志,「COP21 とパリ協定の概要ーエネルギー環境技術に対する期待」, DME シンポジウム 2016, 一般社団法人日本 DME 協会, 2016. 3. 10.

6. 5 出版物、雑誌寄稿等

1. 森俊介,「スマートサステナブルシティの動向と ICT」, CIAJ ジャーナル, No. 646, pp12-17, CIAJ 協会誌, 2015. 6.
2. 平沼光,「エネルギーミックス構築に必要な視点」, サイエンスポータル コラム (オピニオン), 科学技術振興機構, 2015. 6. 29.
3. 森俊介,『シリーズ環境政策の新地平 3』序章(P. 1-10)・第 1 章(pp11-32)「エネルギー転換をどう進めるか」, 岩波書店, 2015. 10.
4. 平沼光,「水素利用本格化させる欧州 エネルギー多元化に向け」, サイエンスポータル コラム (オピニオン), 科学技術振興機構, 2015. 10. 9.
5. 横山禎徳, 松橋隆治, 吉岡剛, 高瀬香絵, 一般社団法人エネルギー・資源学会 2016 年新春座談会「再生可能エネルギーと電力自由化」, エネルギー・資源, Vol. 37, NO. 1, pp3-16, 一般社団法人エネルギー・資源学会, 2016. 1.

6. 6 その他の成果

1. 高瀬香絵,「冷蔵庫の『電気代そのまま払い』に向けた買替おすすめロジックの提案 (アプリ版)」, LCS ディスカッションペーパー (LCS-FY2015-DP-02), 2016. 1. 12.
2. 坂本智幸, 奥村清香, 前田怜那, 高瀬香絵, 松橋隆治,「実測データを用いた冷蔵庫の電力消費に関する分析」, LCS ディスカッションペーパー (LCS-FY2015-DP-03), 2016. 3. 11.
3. Tomoyuki Sakamoto, Kae Takase,「Evaluation of Japanese Energy Policy When Undergoing

the Structural Change in Energy Demand」, LCS ディスカッションペーパー (LCS-FY2015-DP-04) , 2016. 3. 11.

7. 委員会活動等、研究者との情報交換 (LCS 講演会等)

7. 1 委員会活動等

番号	任期・活動日	主催者	委員会・委員名	就任者
1	2002. 7～	一般社団法人日本経済団体連合会	環境自主行動計画第三者評価委員会 委員	松橋隆治
2	2005. 4～	社団法人日本動力協会	日本動力協会 技術委員会 委員長	松橋隆治
3	2006. 5～	一般社団法人エネルギー・資源学会	エネルギー・資源学会 企画実行委員会 委員	松橋隆治
4	2012. 12. 13～ 2015. 12. 15	経済産業省	産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会 鉄鋼ワーキンググループ 委員	松橋隆治
5	2013. 8. 21～ 2016. 3. 31	経済産業省	総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 委員	松橋隆治
6	2013. 9. 4～	みずほ情報総研株式会社	J-クレジット制度認証委員会 委員長	松橋隆治
7	2013. 9. 24～	株式会社三菱総合研究所	J-クレジット制度運営委員会 委員	松橋隆治
8	2013. 11. 4～ 2017. 11. 3	文京区	文京区地球温暖化対策地域推進協議会 副会長	松橋隆治
9	2013. 12. 14～ 2017. 2. 21	経済産業省	産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会 自動車・自動車部品・自動車車体ワーキンググループ 委員 (座長)	松橋隆治
10	2014. 3～ 2015. 8. 31	国立研究開発法人科学技術振興機構	地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム 国内領域別評価会 外部有識者	松橋隆治
11	2014. 4. 1～ 2016. 3. 31	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE)	科学技術諮問委員会 委員	松橋隆治
12	2014. 5. 1～ 2016. 3. 31	文部科学省	国際リニアコライダー (ILC) に関する有識者会議 委員	森俊介

13	2014. 5. 28～ 2016. 3. 31	経済産業省	産業構造審議会 臨時委員	森俊介
14	2014. 12. 13～ 2017. 2. 21	経済産業省	産業構造審議会 地球環境 小委員会 委員	松橋隆治
15	2015. 2. 1～ 2017. 1. 31	公益財団法人日本適合性 認定協会	温室効果ガス (GHG) 認定委 員会 副委員長	松橋隆治
16	2015. 2. 1～ 2015. 11	国立研究開発法人新エネ ルギー・産業技術総合開 発機構 (NEDO)	地球温暖化対策技術普及等 検討委員会 NEDO 技術委員	松橋隆治
17	2015. 2. 1～ 2017. 1. 31	内閣府	総合科学技術・イノベーシ ョン会議 評価専門調査会 専門委員	松橋隆治
18	2015. 4. 1～ 2016. 3. 31	株式会社国際協力銀行 (JBIC)	地球環境保全業務における 温室効果ガス排出量削減の 測定・報告・検証にかかる ガイドライン (J-MRV ガイ ドライン) アドバイザリー・ コミッティ 委員	松橋隆治
19	2015. 4. 1～ 2016. 3. 31	一般財団法人日本規格協 会	環境管理規格審議委員会 委員長	松橋隆治
20	2015. 4. 1～ 2017. 3. 31	北九州市アジア低炭素化 センター	北九州市低炭素新メカニズ ムコミッティ 委員 (座長: 統括)	松橋隆治
21	2015. 4. 16～ 2017. 2. 14	文部科学省	科学技術・学術審議会 環境 エネルギー科学技術委員会 委員	松橋隆治
22	2015. 5. 9～ 2018. 3. 31	環境省	第Ⅲ期環境経済の政策研究 審査・評価会委員	森俊介
23	2015. 6. 1～ 2016. 5. 31	国土交通省	国土審議会 専門委員	松橋隆治
24	2015. 6. 1～	一般社団法人エネルギー・ 資源学会	エネルギー・資源学会 副会 長	森俊介
25	2015. 6. 9～ 2016. 3. 31	公益財団法人地球環境産 業技術研究機構 (RITE)	気候変動に関する政府間パ ネル (IPCC) 第三作業部会・ 国内連絡会 幹事会委員・国 内連絡会 メンバー	田中加奈子
26	2015. 6. 22～ 2016. 3. 31	環境省 温室効果ガス削 減中長期ビジョン検討会	温室効果ガス削減中長期ビ ジョン検討会 委員	伊原学
27	2015. 7. 1～ 2016. 2. 29	一般財団法人エネルギー 総合工学研究所	ISO/TC242、ISO/TC257、 JIS50003JIS 原案作成合同 国内審議委員会 委員長	松橋隆治
28	2015. 7. 1～ 2017. 6. 30	目黒区環境清掃部環境保 全課環境計画係	目黒区環境審議会 委員	伊原学

29	2015. 7. 7～ 2016. 3. 31	株式会社日本総合研究所	「まち・住まい・交通の創 蓄省エネルギー化モデル構 築支援事業タスクフォー ス」有識者委員	磐田朋子
30	2015. 7. 13～ 2016. 3. 31	国立研究開発法人科学技 術振興機構	科学技術戦略推進費評価作 業部会 委員	山田興一
31	2015. 7. 21～ 2016. 3. 31	株式会社三菱総合研究所	「CO ₂ 削減ポテンシャル診 断事業に係る検証・評価委 員会」委員	田中加奈子
32	2015. 7. 23～ 2016. 3. 31	国立研究開発法人国立環 境研究所	環境研究総合推進費 2- 1402 アドバイザリボード	森俊介
33	2015. 7. 27～ 2015. 9. 30	足立区環境部	足立区環境部プロポーザル 選定委員会 委員	中島章光
34	2015. 8. 5～ 2015. 9. 14	足立区環境部	足立区環境審議会公募委員 候補者選考委員会 委員	磐田朋子
35	2015(許可日) ～2015. 8. 31	国立研究開発法人科学技 術振興機構	世界市民会議「気候変動と エネルギー」アドバイザー	松橋隆治
36	2015(許可日) ～2017. 5(定時 総会開催日)	一般社団法人環境情報科 学センター	環境情報科学センター 企 画委員会 企画委員	松橋隆治
37	2015. 9. 3～ 2016. 3. 31	東日本旅客鉄道株式会社 (JR 東日本)	水素有識者懇談会 委員	松橋隆治
38	2015. 9. 14～ 2016. 3. 31	公益財団法人地球環境産 業技術研究機構 (RITE)	統合モデル WG 主査	森俊介
39	2015. 10. 1～ 2016. 3. 31	環境省	平成 27 年度環境市場規模 検討会 委員	森俊介
40	2015. 10. 1～ 2016. 3. 31	みずほ情報総研株式会社	「使用済プラスチック由来 低炭素水素を活用した地域 循環型水素地産地消モデル 実証事業」事業検討委員会 委員長	伊原学
41	2015. 10. 23～ 2016. 3. 28	みずほ情報総研株式会社	「日本の技術を通じた国際 貢献の在り方研究会」委員	田中加奈子
42	2015. 10～ 2016. 3	三菱総合研究所	再生可能エネルギー大量導 入時の電力需給対策ワーキ ンググループ (集中ヒアリ ング)	高瀬香絵
43	2015. 11. 12～ 2016. 3. 31	経済産業省平成27年度中 小企業等省エネルギー型 クラウド利用実証支援事 業	「省エネ型データセンター 構築実証」有識者会議 委員	森俊介
44	2015. 11. 17～ 2017. 11. 16	経済産業省産業技術環境 局環境経済室	産業構造審議会 臨時委員	田中加奈子

45	2015. 12. 21～ 2016. 9. 30	内閣府 (科学技術・イノベーション担当)	内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 重要課題 専門調査会 エネルギー戦略協議会 構成員	田中加奈子
46	2015. 12. 14～ 2016. 9. 30	内閣府 (科学技術・イノベーション担当)	内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 重要課題 専門調査会 エネルギー・環境イノベーション戦略策定 ワーキンググループ 構成員	田中加奈子
47	2015. 12. 17～ ～プロジェクト終了まで	内閣府 (防災担当)	「防災 4.0」未来構想プロジェクト 有識者委員	高瀬香絵
48	2016. 1. 1～ 2016. 3. 31	目黒区環境清掃部	目黒区環境審議会専門委員会 委員	中島章光
49	2016. 3. 23～ 2016. 3. 25	一般社団法人環境・文化創造機構内 グリーンイメージ国際環境映像祭実行委員会	第3回グリーンイメージ国際環境映像祭 審査委員	田中加奈子
50	2015. 9. 14～ 2016. 3. 31	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE)	地球温暖化対策国際戦略技術委員会 委員	森俊介
51	2015. 10. 23～ 2016. 3. 28	みずほ情報総研株式会社	「日本の技術を通じた国際貢献の在り方研究会」委員長	松橋隆治

7. 2 研究者との情報交換 (LCS 講演会等)

外部等の研究者を招聘して3件のLCS講演会等を行い、低炭素社会実現のための科学技術、社会および経済の課題を議論する中で、今後のシナリオ研究推進のために貴重な意見を得た。

番号	開催日	講演者所属・氏名	講演タイトル
1	2015. 5. 14	低炭素社会戦略センター 客員研究員 黒沢厚志 特任研究員 門平卓也	ARPA-E について
2	2015. 7. 22	低炭素社会戦略センター 上席研究員 横山禎徳	社会システム・デザイン論から学ぶ、 「社会と科学の関係深化」へのイン プリケーション (科学コミュニケーションセンター 主催、LCS・RISTEX 共催)
3	2016. 1. 7	Stanford University Earth Science Energy Resources Engineering, Professor Roland N. Horne	World Outlook for Geothermal Energy and the Technologies Needed to Achieve It

付 録

1. 低炭素社会戦略センター メンバーリスト（平成 28 年 3 月時点）

（敬称略）

センター長	小宮山 宏	研究員	磐田 朋子
副センター長	山田 興一	研究員	加藤 大輔
研究統括	松橋 隆治	研究員	井上 智弘
上席研究員	横山 禎徳	研究員	陳 怡静
上席研究員	三森 輝夫	研究員	坂本 智幸
上席研究員	岩崎 博	研究員	植木 健文
上席研究員	岸 輝雄	研究員	板谷 利香
上席研究員	西川 浩	客員研究員	黒沢 厚志
特任研究員	大友 順一郎	客員研究員	宮川 俊彦
特任研究員	吉田 好邦	客員研究員	工藤 祐揮
特任研究員	脇 慶子	客員研究員	西川 富佐子
特任研究員	吉岡 剛	客員研究員	橋本 侑樹
特任研究員	森 俊介	客員研究員	小澤 暁人
特任研究員	高瀬 香絵	客員研究員	平沼 光
特任研究員	井原 智彦	客員研究員	熊井 大
特任研究員	水崎 純一郎	客員研究員	古里 亮太
特任研究員	下山 淳一	理事長	濱口 道成
特任研究員	門平 卓也	副理事	伊藤 宗太郎
特任研究員	伊原 学	企画運営室長	古旗 憲一
特任研究員	宇都木 玄	副調査役	深井 幸代
特任研究員	井上 雅文	副調査役	南 裕一
特任研究員	越 光男	主査	渡邊 篤
特任研究員	岡本 孝司	主査	中島 章光
主任研究員	田中 加奈子	フェロー	甲斐田 磨美
主任研究員	松田 成信	フェロー	原 小夜子
主任研究員	浅田 龍造	主任調査員	榊原 由人
主任研究員	石川 環	調査員	笠水上 祐子
		調査員	吉水 恵
		事務補助員	堀内 恵美

2. 報道機関によるLCS関連記事

著作権上の理由から Web 上では掲載しておりません。

ご覧になりたい方は以下よりお問い合わせ下さい。

<https://form.jst.go.jp/enquetes/lcsinquiry>

「明るく豊かな低炭素社会」の実現を目指して

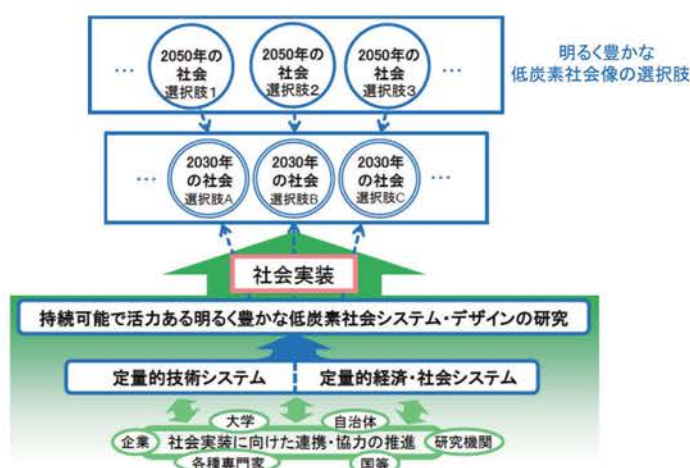
JST 低炭素社会戦略センターの取組

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015 年 12 月 24 日

科学技術を基盤に新しい日本の経済・社会の発展に 寄与する持続可能で明るく豊かな低炭素社会づくりに貢献

目標

- 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、低炭素社会実現のための社会シナリオの提案を行う。
- 2030・2050年の社会につながる2020－2030年の望ましい社会の姿を描き、社会の変化に柔軟に対応しつつ、その実現に至る複数の道筋の定量的選択肢を示す。



LCSの研究・活動紹介

明るく豊かな低炭素社会

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

- 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。

定量的経済・社会システム研究

- 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。

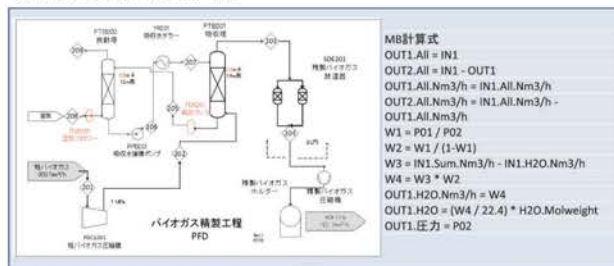
相互にフィードバックを図りながら統合的に推進

(経済性・環境負荷の定量的評価を可能とする) 低炭素技術評価プラットフォームの概要

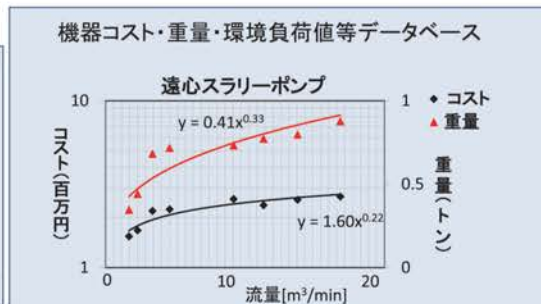
要素技術構造化に基づく定量的技術シナリオの構築

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

低炭素技術に関連する生産プロセスの組立て用に、多くの標準モジュール(化学系、組立加工系)が整備されている(利用者が追加可能)
標準モジュールには①Process Flow Diagram②物質収支など計算式が格納されている。

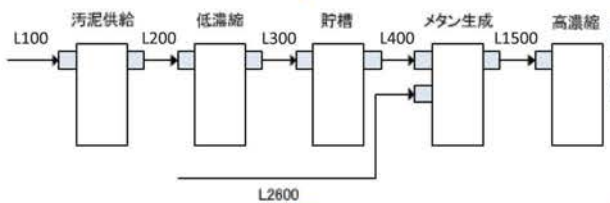


コスト等データベースには、分類された機器種類ごとのコスト・重量・環境負荷値等を算出する仕組みが組み込まれている。



Visioを利用して、必要な標準モジュール図形を取り出し配置すればBlock Flow図が完成する。

システムはデータベースを利用して、機器コスト、用役、CO₂排出量等を計算する。



Unit	Module	機器	Material	PortName	VolFlow	HeatArea	Head	Efficiency
U100	M貯槽_供給	FPA1	SUS	OUT1	16218.75		30	0.8
U100	M貯槽_供給	FDA1	SUS	IN1				
U100	M貯槽_供給	FPA2	SUS	IN1	1500		30	0.8
U200	M低濃縮	SBa1	SUS	IN1	648.75			

Modeling ToolはVisioで作成されたBFDを解釈し、Excel Sheetsに計算式、機器一覧表、環境負荷計算表などを作り出す。

Parametersを与えて計算をExcelで実行させる。

利用者は、Visioでプロセスの一部を変更したり、Excel Sheetで転化率などのParametersの値を変えてシミュレーションすることでプロセスの定量的評価を得ることができる。

● 利用者
● System (Modeling Tool)

MB	L100	L100	L200	L200	L300	L300	L400	L400	L2100	L2100
含水率										
圧力										
	kg/h	Nm3/h	kg/h	Nm3/h	kg/h	Nm3/h	kg/h	Nm3/h	kg/h	Nm3/h
水	133000		133000		38568		38568		730	
汚泥	2130		2130		2030		2030		0	
生ごみ	0		0		0		0		270	
消化汚泥	0		0		0		0		0	
CH ₄	0		0		0		0		0	
CO ₂	0		0		0		0		0	
空気	0		0		0		0		0	
Total	135130	0	135130	0	40598	0	40598	0	1000	0

太陽光発電システムのコスト構造と技術シナリオ(3)

化合物系半導体太陽電池の構造と経済性評価

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

概要

LCSでは、太陽光発電システムの定量的技術シナリオを構築している。これまで、2030年にむけた各種太陽電池システム導入原価の低減可能性を示してきた^[1]。化合物系半導体薄膜太陽光発電システムでは、2030年にむけて更なる高効率化が不可欠であり、多層のタンデム構造が重要技術開発項目となる^[1]。本研究では、単層、多接合(タンデム)、2端子、4端子の構造の異なるCIGS薄膜太陽電池モジュールを対象として現在の製造コスト再評価し、将来のコスト低減効果を評価した。また高効率を実現しているIII-V族の薄膜太陽電池の経済性も評価した。

高効率化合物系半導体太陽電池

図1に、対象としたCIGS太陽電池の構造を示す。更なる高効率化のため、幅広い波長を吸収できるタンデム構造として、②4端子型と③2端子型を対象に製造コストを比較した。製造コスト構造を分析するためにLCSが手法を開発しており、製造工程の生産プラントを設計し、CIGS太陽電池モジュール製造の変動費(原材料費・用役費)・固定費(設備費・人件費)を算出した。太陽光発電システムは、プラント生産規模、製造技術水準、性能などの指標に基づき、将来の技術水準を推計し、その経済性を評価した。

結果

現状および将来のCIGS太陽光発電システムのコスト構造を図2に示す。2015年の技術水準として再評価した結果、システム導入コストは128円/Wと試算された。挑戦的な技術課題を達成した2030年技術水準においては、51~70円/Wと試算された。②4端子型は製造が容易である一方、材料が多種必要となる。③2端子型は積層技術などの開発課題が多い。コスト低減には、界面制御や光閉じ込め技術、接合界面の制御など、高効率化に寄与する技術開発が必要である。また、将来のために並行して資源量の多い化合物元素を用いた新しい技術開発も必要となる。

III-V族タンデム太陽電池では、近年は効率が向上されていない。図3の結果に示すように、タンデム化により高効率化する一方で、積層するための製造コストが増加してしまう。原材料費、設備費ともに高く、一桁以上の生産性の向上が必要である。

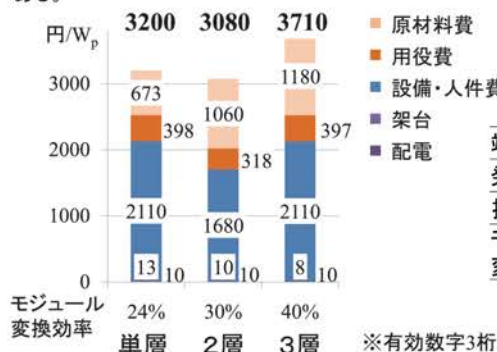


図3: 将来のIII-V族タンデム太陽電池のコスト構造

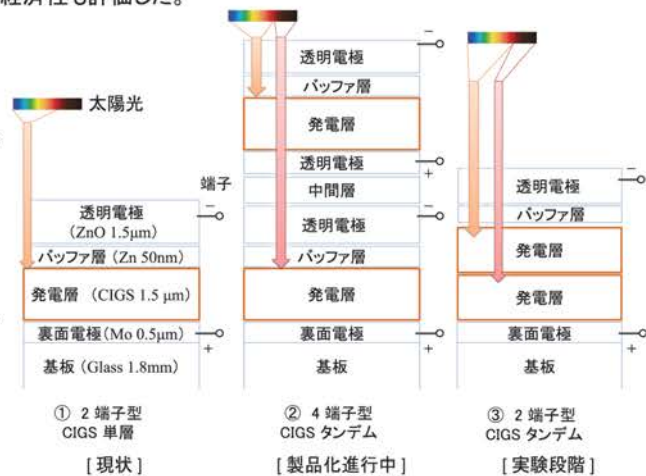


図1: CIGS薄膜太陽電池の構造

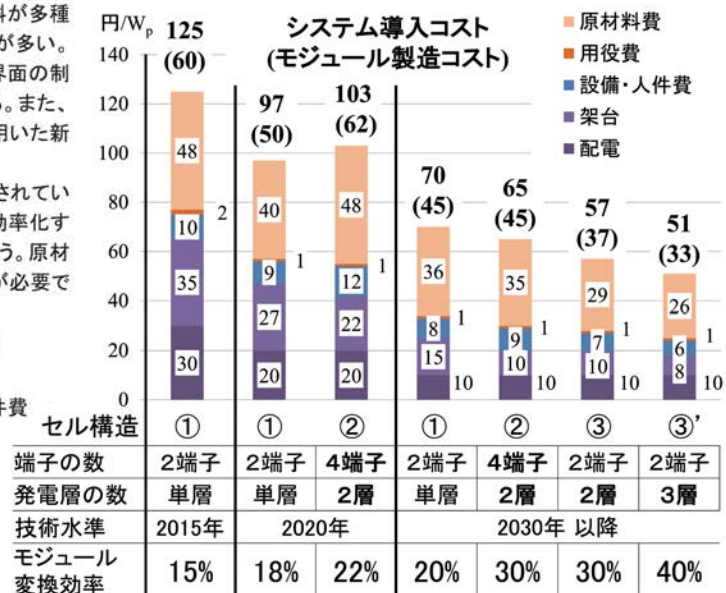


図2: 現状および将来のCIGS太陽光発電システムのコスト構造

References
[1]「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 技術開発編 太陽光発電システム—要素技術の構造化に基づく定量的技術シナリオと科学・技術ロードマップ」, LCS, FY2013-PP-02, 2014

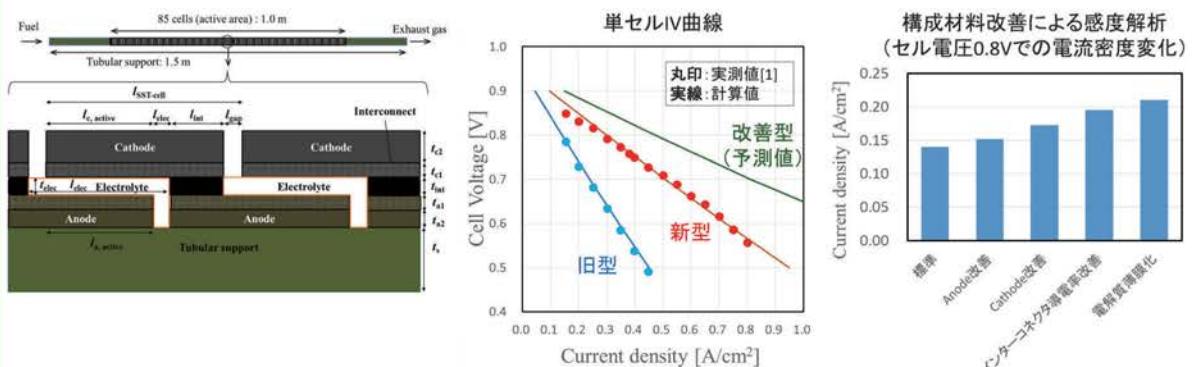
燃料電池システムのコスト構造と技術シナリオ (3)

固体酸化物形燃料電池の性能評価と将来の電源構成における役割

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

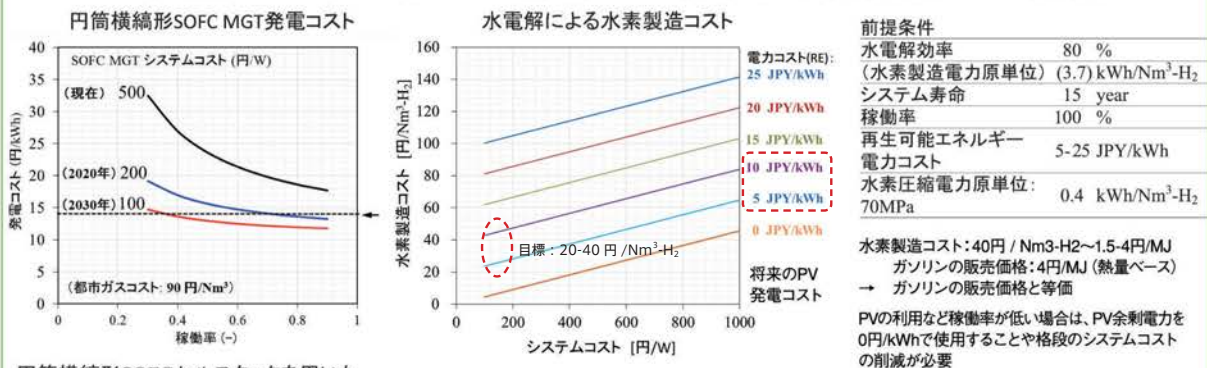
概要: 固体酸化物形燃料電池(SOFC)システムの普及に向けて、発電性能と発電コストの解析を行った。今回の検討では、中・大型機で使用が期待される円筒横縞形SOFCセルスタックの発電性能について、数値シミュレーションによる詳細な解析を行い、円筒横縞形SOFCセルスタックの発電性能の改善にむけた開発項目について議論した。また、システムコスト、稼働率、燃料費、発電効率の観点から、運用面を含めて発電コストを検討し、14円/kWh程度(業務用電力価格)以下に低減できる道筋を示した。また、水電解による水素製造コストを試算することで、将来の電源構成の中でのSOFCの役割についても検討を行った。

円筒横縞形SOFCセルの発電性能評価



有限要素法数値シミュレーションに基づく発電性能の評価を行い、現状の新型セルと比較して1.5倍程度の出力密度の改善が可能であることが示唆された。感度解析の結果、現状のセルスタック性能を考慮すると、電解質薄膜化(オーム損低減)の効果が大きい。また、インターコネクタ長やセル径などセルデザインの検討も重要である。

中・大型SOFCシステムの発電コストおよび水素製造コスト評価



円筒横縞形SOFCセルスタックを用いた220kW SOFC/30 kW MGTの発電コストの稼働率およびシステムコストに対する依存性(発電コストは廃熱利用も考慮している)

前提条件:
発電効率: 60%
総合効率: 90% 寿命15年
システムコスト:
現在 500円/W → 将来 100円/W

まとめ: 中・大型SOFCシステムは、将来200~100円/W程度のシステムコストを前提とすると、14円/kWh程度(業務用電力価格)以下に低減できる。一方、稼働率の向上が必要であり、将来のスマートグリッド内での太陽電池等の再生可能エネルギーと組み合わせたベースロード電源としての活用(逆潮)も期待される。さらに、再生可能エネルギーの余剰電力を用いた水電解による水素製造コストを試算したところ、今後の技術革新の進捗によるが、今後の技術革新の進捗によるが、水素の輸送を伴わない再生型燃料電池としての活用も可能であることが示唆された。

蓄電池のコスト構造と技術シナリオ (3)

リチウム空気電池

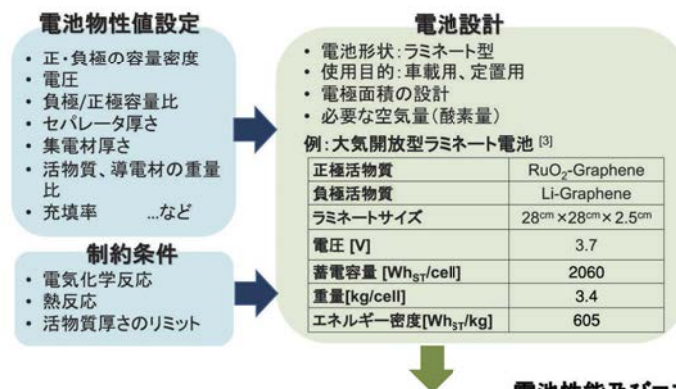
低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

概要

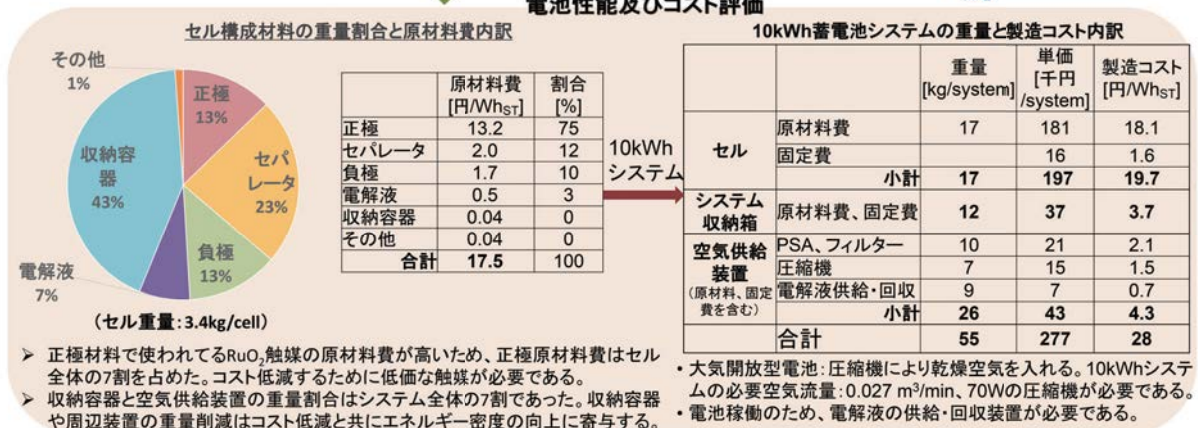
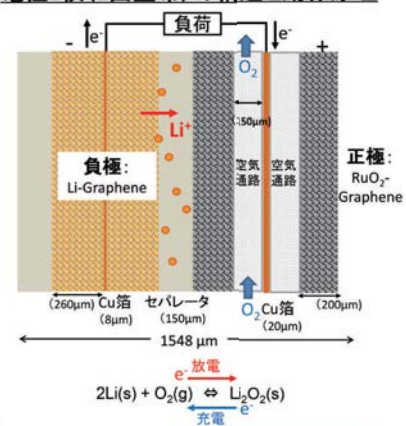
LCSではこれまで、従来のCo、Mn、Ni系や新規 Li_2O 正極活物質と黒鉛、シリコン系負極活物質を組み合わせたリチウムイオン電池を設計し、2030年に高容量化活物質を用いた蓄電池のコストは5円/Wh_{ST}*まで削減可能であることを示した^[1]。一方、低炭素社会の実現には、様々な低炭素システムを社会への導入・普及を進めるために、高出力・高容量、低コストな蓄電技術の必要がある。ここでは、高いエネルギー密度が期待されているリチウム空気電池について検討した。具体的には、リチウム・グラフェン負極と実験結果で報告されている容量密度2000mAh/gの多孔質グラフェン正極^[2]を用いて、10kWhの定置型電池システムの設計と性能及びコスト評価を行った。評価結果により、空気電池の製造コストは28円/Wh_{ST}となった。

*Wh_{ST}: 蓄電池1回の充放電容量(単位: Wh)を示す

リチウム空気電池の設計と評価枠組みの構築



電極1枚(2面塗布)の構造と動作原理



考察と展望

- 空気電池のセルエネルギー密度が現状Ni系LiBより約2.6倍高いが、電池稼働には圧縮機など空気供給装置が必要のため、システムエネルギー密度は現状Ni系LiBより1.8倍高い180Wh_{ST}/kgとなる。一方、空気電池のシステムコストは現状Ni系LiBより約1.6倍高い結果となった。
- 将来空気電池を普及するためには、さらなる高エネルギー密度と低コストを実現できる正極、負極材料の基礎研究と共に、電極構造設計や電池システム製造技術の開発が必要である。

10kWhリチウム空気電池とイオン電池システムの比較

用途	円筒型		ラミネート型	
	現状Ni系LiB	定置型	現状Ni系LiB	定置型
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

Reference

- [1] 『低炭素社会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: 蓄電池システム(2)—高容量化活物質を用いた蓄電池のコスト試算と将来展望—』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(LCS), 平成27年3月
- [2] Xianwei Guo et al. "3D Nanoporous Nitrogen-Doped Graphene with Encapsulated RuO_2 Nanoparticles for Li-O₂ Batteries". Advanced Materials, 27(40), 2015, p. 6137-6143
- [3] Kevin G. Gallagher et al. "Quantifying the promise of lithium-air batteries for electric vehicle". Energy & Environmental Science, 7, 2014, p.1555-1563

電気自動車(EV)の電力システムとしての可能性の検討

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

目的

- ・W発電(太陽光と燃料電池)とエネルギーの見える化ユニットを採用した次世代・低炭素型住宅街区に、電気自動車(EV)のカーシェアリングシステムを導入。
- ・EVカーシェアリングシステムの利用行動分析および需要調査を実施。
- ・2016年電力全面自由化、これによる電力需給逼迫時の需給調整や、再エネ普及による系統安定化の対策として、EVのVtoGとしての活用を想定し、2014年5月、7月～9月、2014年12月～2015年2月に仮想的な課金を行い、利用変化を分析。

研究概要



研究体制

- LCSと静岡ガスとの共同研究

システム

- EV(日産リーフ)を2台導入(ブルー、シルバー)
- 研究参加宅18軒に充電用コンセント(200V)を設置
- “自宅での満充電返し”を基本ルールとして充電電力の計測、充電時間帯の調査

HP・携帯サイト

- 電気自動車予約システムを用意
- ⇒ 利用頻度、利用時間帯の調査

課金設定

- 40円/15min
- 5月、7月～9月: 13時～16時の3時間
- 12月～2月: 17時～20時の3時間※1
- ※1 利用者に対し、ガソリン車とEVカーシェアの利用コスト比較情報を提供。

〈設定条件〉

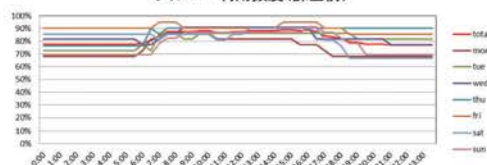
充放電効率	①	0.66
ナイトタイム価格	②	5.9円/kWh
充電電力原価	③=②/①	9円/kWh
放電出力※2	④	4kW
北九州CPP	⑤	50円/kWh
差額	⑥=⑤-③	41円/kWh
課金	⑦=⑥×④	160円/hr = 40円/15min

※2 課金時間帯の3時間で蓄電容量24kWhの半分(12kWh)を放電するものとする。

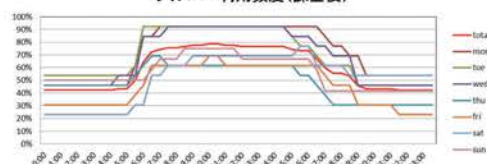
結果

- 課金前後での時間帯別利用度数をまとめた。(EV2台のうち1台の結果をグラフに示す。)
- 主なブルー利用者は、自家用車を1台保有。
⇒ 課金後は自家用車の使用を優先。
- 主なシルバー利用者は、自家用車を2台保有しているが、常に夫が通勤に使用。
⇒ 課金後もEVカーシェアリングを利用

シルバー利用頻度(課金前)



シルバー利用頻度(課金後)



課金前後の利用頻度

課金前は2014年4月、6月、10月、11月の4ヶ月間
課金後は12月～2月の3ヶ月間のデータ

課金前後の総利用率の変化

総利用率	ブルー	シルバー
課金前	21%	82%
課金後	14%	52%
差	-7%	-30%

考察と今後の展開

- 2013年度より課金を継続し、また、2015年度においては、ガソリン車とEVカーシェア利用時のコスト比較情報を利用者に提供したことから、EVの電力システムとしての活用について社会受容性が確認できた。
- 今後はLCSとVtoGシミュレーションによる経済性検討を実施し、EVの電力システムとしての実用化に向けた検討を進める。

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

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

木質バイオマス燃料のコスト構造と低減

今後、木質バイオマス燃料の主なもの、持続的に十分な量を供給できる森林からの原木であろう。日本では森林資源は十分あるが(約50億 m^3)、植林から伐採までの木材生産総コストが高く、エネルギー利用には、大幅なコストダウンが必要である。国際的なエネルギーコストの競争には、日本の木材生産総コストは従来の1/5程度にすることが必要である。このうち主伐費については機械化の推進と持続可能な単位事業量(1万ha/50年程度の森林面積)の確保により、国際的なコストと同程度にできる計算結果を得た。

図1に主伐単位体積当たりの木材生産総コスト(地植え～主伐)と構造を、北海道とスウェーデン(*1)について比較した結果を示す。北海道の木材生産総コストに対しスウェーデンでは約1/5である。木材生産総コストは育林コスト(植林、下刈など)と素材生産コスト(間伐、主伐)からなるが、ここでは特に機械化の影響が大きい主伐費の低減可能性を検討した。主伐費についての両者の違いは、スウェーデンの方が、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、単位体積あたりの人件費と設備償却費を低減していることである。スウェーデンと同様の作業システムを導入すれば、主伐費の低減は可能であるが、路網の整備と機械の運転習熟、および集約した事業量の確保などが必要となる。

主伐費低減の方法

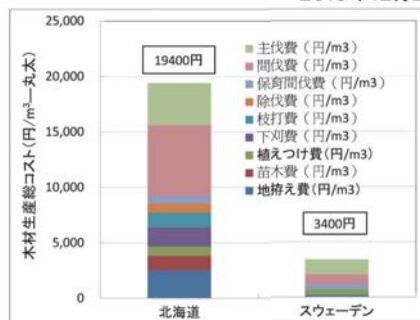
図2は高性能林業機械を導入した場合の、主伐費低減に必要な年間稼働延べ日数と対応する年間可能伐採面積との関係を計算したものである。作業システムとしては、路網整備等の現状を考慮し、スウェーデンの作業システムにフォアワダーを1台加え(設備投資額1.6億円、3名作業)、労働生産性を33(m^3 /人日)とした。労働生産性が同じであれば、年間稼働延べ日数の増加とともに、主伐単位体積当たりの人件費と燃料費は変わらないが、設備償却費とメンテナンス費は低減する。適切な設備投資と稼働日数の増加がコスト低減に効果的である。

図3は運転習熟や材積の多い森林の選択などにより労働生産性が向上した時の主伐費と年間可能伐採面積との関係を計算したものである。主伐量は日本の平均 300 m^3 /ha とし、2交替制(年間延べ480日)での運用としている。労働生産性が40~50 m^3 /人日の場合、主伐費は1500(円/ m^3 -丸太)程度になり、スウェーデン並みに低減できる。この時、年間の可能伐採面積は200~250ha/年程度であり、持続可能な単位事業量として1万ha程度の森林の確保が必要である(50年伐期)。

今後の課題

主伐費低減の方法と可能性について示したが、育林にかかる費用も低減する必要がある。また関東以西では急峻で複雑な地形が多く、北海道のようにハーベスタとフォアワダーの組み合わせでは伐採が難しい地形もある。今後育林方法の検討、急峻な地形に適した林業機械の検討を加え、地域に適した作業システムを提言していく。また、持続的な運営には1万ha単位程度の施業の集約化や、継続的な木材需給システムの確立も必要であり、日本の林業改善への包括的な検討を行っていく。

(*1) 北海道平成24年度造林事業標準単価(北海道水産林務部)およびLCS現地調査による



	地域	
基礎データ	北海道	スウェーデン
設備投資(M円)	25	130
主伐量(m^3 /ha)	150	150
間伐量(m^3 /ha)	130	45
システム生産性(m^3 /日)	35	150
労働生産性(m^3 /人日)	7	75
年間稼働延べ日数(日)	200	480(2交替)
チーム員(人)	5	2
人件費(k円/日)	16	30

図1 丸太生産各プロセスのコスト比較

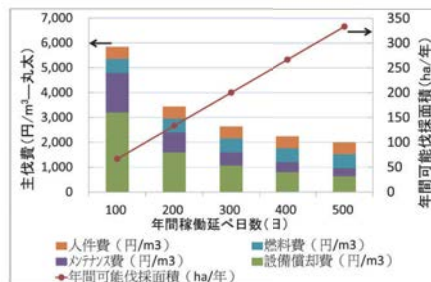
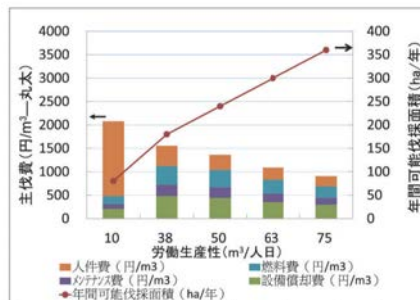


図2 年間稼働延べ日数と主伐費用および年間可能伐採面積との関係(同作業システムでの比較)

(チーム員:3人、労働生産性:33 m^3 /人日、主伐量:150 m^3 /ha
設備投資:1.6億円(ハーベスタ1台、フォアワダー2台))



労働生産性(m^3 /人日)	10	38	50	63	75
システム生産性(m^3 /日)	50	114	150	189	225
チーム員(人)	5	3	3	3	3
設備投資額(M円)	25	130	160	160	160
年間稼働延べ日数(日)	480	480	480	480	480
必要森林面積(ha)/50年	4020	9000	12000	15000	18000

図3 労働生産性と主伐費 および年間可能伐採面積との関係
(共通データ:主伐量:300 m^3 /ha、耐用年数:5年、メンテナンス費:年償却費の50%、燃料費:投資額10MYあたり軽油35L/日、年間稼働延べ日数480日は年間240日の2交替を示す)

北海道下川町の低炭素社会の実現に向けて

森林バイオマス熱電併給事業

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

北海道下川町の取り組み

下川町は、北海道北部に位置し、人口は約3,430人、面積は64,420ha（東京都23区とほぼ同じ）を有し、その内約58,000haが森林である。

下川町は伐採と植林を繰り返す循環型森林経営を基本として、雇用の場の確保や地元製材工場への木材の安定供給を行っている。

木材は、住宅部材など用材として利用することが基本であるが、平成13年度から新たな利用として木質バイオマスの調査・研究に着手し、平成16年度、公共の温泉「五味温泉」に木質ボイラを導入し、二酸化炭素と燃料費の削減、更には燃料費の地域内経済循環を実践している。

また、市街地より東へ約8kmに位置する人口約150人の小規模集落である一の橋地区では、森林バイオマスを中心にした低炭素な社会を実践する「一の橋バイオビレッジ」がある。

一の橋バイオビレッジでは、森林バイオマスにより木質ボイラで熱（温水）を作り、26戸の集住化モデル住宅や知的障がい者施設、住民センター、農業用ハウス等の暖房や給湯として利用している。

また、余剰熱を利用し、王子ホールディングス株式会社が「医療植物研究室」を設置して、薬用植物の栽培を開始している。更に町では、シイタケの栽培も行い新たな産業と雇用創造が行われている。

現在、9ヶ所の公共施設に10基の木質ボイラを導入し、公共施設の熱需要量の内、約6割を森林バイオマスで賄い、約1,700万円の燃料費の削減と約3,000t- CO_2 の二酸化炭素を削減している。一方、民間でも木材乾燥のボイラを重油ボイラから木質ボイラに更新し、約2,400t- CO_2 の二酸化炭素を削減している。

また、家畜糞尿を利用したバイオガスプラント（発電出力100kW、熱出力121kW）が完成し、平成27年11月から稼働している。



一の橋地区地域熱供給システム施設



松岡牧場バイオガスプラント

森林バイオマスによる低炭素社会の構築を目指して

下川町では、先駆的に地域資源である森林バイオマスを利用し、低炭素な社会の構築を目指しているが、電気なども含めて約29,000t- CO_2 の二酸化炭素が排出されている。

北欧では、エネルギー効率が高く再生可能エネルギーによる地域熱電併給事業が盛んであり、デンマーク王国の首都、コペンハーゲンでは、99%を地域熱供給でカバーしている。

こうした先進国の技術やノウハウを参考としながら、地域内の経済循環による地域の活性化、災害時にも対応可能なエネルギー供給の実現による町民の安心・安全、そして、低炭素な社会の実現のため、森林バイオマスによる地域熱電併給システムの導入を目指している。

低炭素社会戦略センターとの連携

下川町が目指す森林バイオマスを中心とした低炭素社会の実現には、高度な科学技術が必要不可欠である。そうしたことから、低炭素社会戦略センター（LCS）の協力のもと、低炭素社会の実現に向けた技術及び経済・社会の定量的なシナリオに基づくイノベーション政策など助言を得ながら、森林・林業地のモデルとなるよう推進する。



バイオマス廃棄物のメタン発酵 (3)

要素技術構造化に基づく定量的技術シナリオの構築

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

概要

バイオマス廃棄物からのメタン発酵プロセスについて、実装業データの結果も再現でき、広範囲な合理化の検討に使える反応シミュレータを作成した。シミュレータを用いた解析の結果、加水分解過程の反応速度の促進はメタン生成効率の向上につながり、メタン生成過程の反応速度の促進は安定的なメタン生成や滞留時間の短縮になる。

1. 解析の内容

国際水協会 (IWA) による嫌気性消化モデル (ADM1) を基にメタン生成反応シミュレータを作成した。発酵反応は図1に示すような、微細化・加水分解、酸・酢酸生成、メタン生成の各過程からなる。解析では連続式、固形分 (TS) 濃度 5% の運転条件について、中温 (～35℃) 条件における下水汚泥発酵の実装業データの結果を再現するパラメータ値を標準ケースとして、各パラメータの変化が反応に与える影響を調べた。

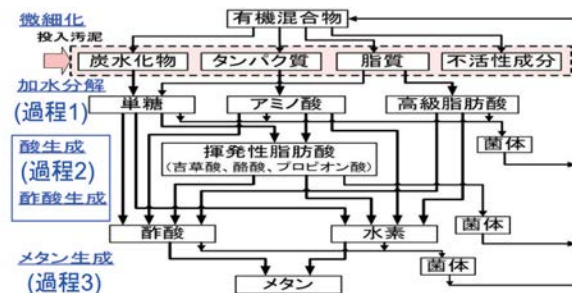


図1: メタン発酵反応の概要(有機成分のみ)

2. 解析結果

図2に加水分解 (以下、過程1と表記)、酸・酢酸生成 (過程2)、メタン生成 (過程3) の各過程の反応速度定数を標準ケースに対して増大させた場合のメタン収率を示す。過程1の速度定数を10倍するとメタン収率は標準ケース (黒線) と比べて増加した (赤線)。過程3の速度定数を10倍すると短い滞留時間でもメタン生成が進んだ (緑線)。過程1と3の速度定数を10倍すると短い滞留時間でも高いメタン収率が得られた (青線)。過程2の速度定数を10倍してもメタン収率はほとんど変化しなかった (黄線、黒線と重複)。前処理導入想定ケースは過程1と3の速度定数を10倍し、不活性成分を半減している (桃線)。

図2に示す以外の主な結果は以下の通りである。(1) 投入汚泥に含まれる有機物に占めるタンパク質の割合や無機の窒素・炭素濃度が高いほど pH が下がりにくくなった。(2) 投入汚泥の TS 濃度を 20% 程度まで大きくした場合のメタン収率は標準ケースの TS 濃度 5% の場合とほぼ同じであった。

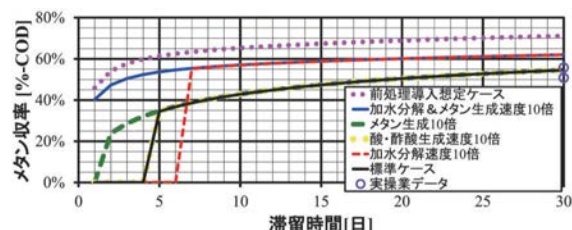


図2: 各過程の反応速度定数を増大させた場合のメタン収率

3. 考察

○加水分解過程とメタン生成過程の反応速度

加水分解過程の反応速度の増大はメタン収率を向上させ、メタン反応過程の反応速度が増大すると短い滞留時間でもメタン生成が進む。加水分解とメタン反応両過程の反応速度が増大すると、短い滞留時間でも大きなメタン収率を得られる。

○pHに影響を与える要員

メタン生成過程のうち、酢酸→メタン生成反応は最も pH に敏感であると同時に、酸を分解して pH を中性域に保つのに重要な役割を果たす。また、投入汚泥中のタンパク質は分解時にアンモニウム塩が生成されるため、タンパク質比が大きいくほど pH が下がりにくい。投入汚泥中のアンモニウム塩は pH を下げ、炭酸塩は緩衝液として働く。今後、これらの要因を組み合わせることで pH を中性域に保ち、反応促進する条件を検討する。

○高固形分 (TS) 濃度発行

嫌気性発行で広く採用されている投入汚泥の固形分 (TS) 濃度は約 5% だが、高い TS 濃度でも同程度のメタン収率を維持できれば、メタン製造コストは TS 濃度に反比例して下がる。解析では、TS 濃度～20% でも 5% とほぼ同じメタン収率を得た。

今後、高 TS 濃度でさらなる反応促進の条件を検討する。

○前処理技術の検討

熱処理や機械処理などの前処理には、加水分解速度を促進すると同時に、下水汚泥に多く含まれる難分解性の微生物 (モデルでは不活性成分として扱う) を分解する効果もある。以下、前処理技術を導入した場合としない場合のバイオガス製造コストを比較する。

まず、前処理の導入によって加水分解過程の反応速度 10 倍と不活性成分比半減 (23 → 12%) を実現できると仮定し、滞留時間 10 日で標準ケースの滞留時間 20 日よりも 28% 高いメタン収率を得られるとする (図2の桃線: 前処理導入想定ケースを参照)。

生産規模 117TJ/年のバイオガス製造プロセスに前処理技術としてピーズミルによる粉碎処理を導入すると仮定してプロセス設計を実行すると、バイオガス製造量は 150TJ/年となり、バイオガス製造コストは 3.3 円/MJ から 2.6 円/MJ へ 22% 低減した。

4. 今後

中温条件 (～35℃) と高温条件 (～55℃) について詳細なシミュレーションをおこない、反応促進の条件を探る。

今後、コスト削減に有効な前処理技術を明らかにするため、様々な前処理技術の定量的な評価を進める。

地熱発電(2)

高温岩体発電の発電コスト試算

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

概要

大きな賦存量を持つ高温岩体発電について、人工貯留層に注入する水を河川から取水し、地上設備はシングルフラッシュ型発電として、発電出力と発電コストを明らかにする。検討の結果、資源量は十分にあり、発電コストは低くなる可能性があることが分った。

高温岩体発電のプロセス

高温岩体発電の概要を図1に示す。水圧破砕により造成した人工貯留層に注水井と生産井を掘削する。河川から取水した水を注入井に注入し、人工貯留層で加熱された熱水を生産井から取り出す。

熱水は生産井を上昇して沸騰し、二相流となる。坑口から取り出した二相流はフラッシャーで減圧され、蒸気と熱水に分離される。蒸気はタービンに投入され、発電する。気水分離後の熱水と冷却塔の余剰水は注入井に戻される。回収率を次のように表す。

回収率=(生産井からの二相流の量)/(注入井への水の総量)

取水可能流量

試算にあたりA:岩手県の葛根田エリアとB:秋田県の皆瀬エリアを選定した(図2位置図)。熱源の深さは、両者とも深度2000~4000mの範囲にあると推定され、平均深度3000m、平均温度300℃とした。2地点の取水可能流量を表1に示す。取水する河川の流域面積を地図から概算した。取水地点の下流にある観測所または水力発電所の流域面積と低水流量のデータから、取水可能流量を流域面積に比例するとして求めた。

表1 取水可能流量

	A	B
取水する支流の流域面積	13 km ²	69 km ²
下流の観測所、発電所の流域面積	101 km ²	1240 km ²
低水流量	3.0 m ³ /s	27.0 m ³ /s
取水可能流量	0.4 m ³ /s	1.6 m ³ /s

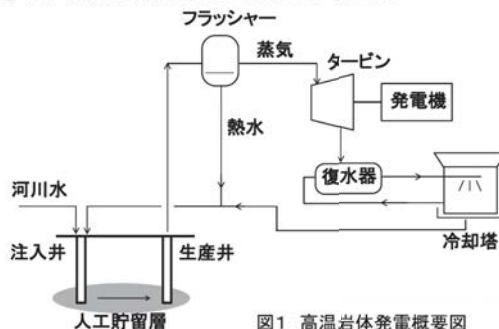


図1 高温岩体発電概要図



図2 位置図

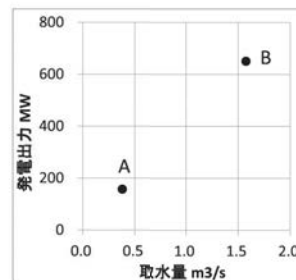


図3 発電出力

発電出力と発電コスト

(1)発電出力と必要水量 回収率98%として発電出力を計算した結果を図3に示す。発電出力は取水量にほぼ比例する。日本の河川の水量は2400億m³/年で、このうち農業用水、工業用水、生活用水に800億m³/年が使用されている。全国発電量の20%(30GW)を高温岩体発電で発電するのに必要な水量は約22億m³/年程度である。

(2)発電コスト 回収率50%と98%の場合について、発電コストを試算した例を表2に示す。生産井1本あたりの流量を計算し、二相流の流量から必要な生産井本数を算出した。回収率を高めるため注水井1本の周りに生産井4本を配置することとし、注水井の本数を決定した。人工貯留層造成の水圧破砕費は100M¥/本、坑井掘削費は注水井、生産井とも210M¥/1000m/本とし、掘削深さは4000mとした。年経費率10%、稼働率75%、所内率20%とした。用地取得費、送電設備費は含めない。

比較として、熱水系シングルフラッシュ型地熱発電50MWの発電コスト試算例を表3に示す。稼働率80%、所内率10%とする。

高温岩体発電の回収率を98%に高めると発電コストは熱水系フラッシュ型地熱発電に近づく。

表2 高温岩体発電 発電コスト

地点	A		B	
河川から取水量	1,400 t/h (0.4 m ³ /s)		5,670 t/h (1.6 m ³ /s)	
回収率	50%	98%	50%	98%
生産井坑口温度	280℃		280℃	
発電出力	38MW	157MW	155MW	650MW
注水井本数	1	7	7	38
生産井本数	4	14	14	52
建設費	186億円	575億円	594億円	2,290億円
発電コスト	10.9円/kWh	7.3円/kWh	8.5円/kWh	7.0円/kWh

表3 熱水系地熱発電 発電コスト

地点	—
地熱流体流量	1300 t/h
—	—
フラッシュ温度	147℃
発電出力	49 MW
生産井本数	12
還元井本数	15
建設費	208億円
発電コスト	6.8円/kWh

熱水系地熱発電は葛根田地熱発電所1号をモデルとし、地熱流体流量、フラッシュ温度、生産井と還元井の本数は「わが国の地熱発電所設備要覧2000年」日本地熱調査会によった。

まとめ

高温岩体発電にダブルフラッシュ型を組み合わせることによる出力増加と発電コスト低減、および回収率を高める方法の検討に取り組む。地熱資源探査リスクを軽減するため深部地熱資源の探査技術の高精度化が必要である。

データ活用型材料研究 (2)

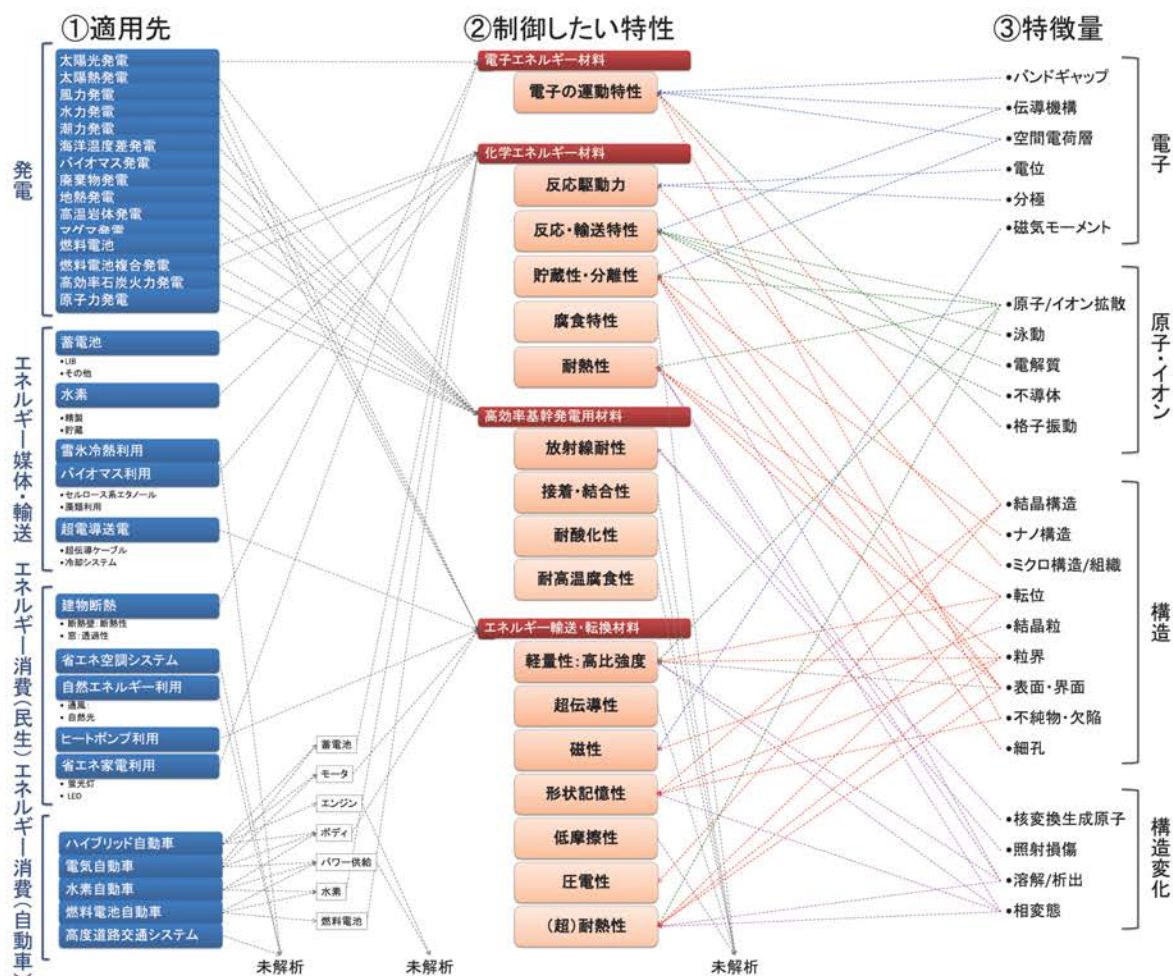
「使われてこそ材料」のデータ空間

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

「使われてこそ材料」のデータ空間を俯瞰する

低炭素化社会構築に資する材料の開発で用いられるデータ空間構造を試行的に概観した。データ空間は、①適用先、②制御したい特性、③特徴量、の3軸で整理可能であり、また、機能材料・構造材料の分類を超えて統一的に記述を行うことが可能である。例えば、太陽光発電を材料の適用先とした場合、制御したい特性は電子の運動特性であり、それを司る特徴量として、バンドギャップ・伝導機構・空間電荷層・格子振動・結晶構造・不純物・欠陥などが挙げられ、他の適用先にも同様の分解を行うことができる。①-②の連関を分析するLCSの視点は、「使われてこそ材料」のコンセプトを具現化するのに極めて重要である。①の適用先に依らず、制御したい特性を司る特徴量は共通性が高く、③に関するデータ統合と蓄積が、インフォーマティクス手法等を活用したデータ分析により、思いもよぬ知見をもたらす可能性を示している。そうした知見を効果的に得るためには、現在、記述が不十分な②に対し、「技術の利用」と「技術の確立」の両面から共有可能で、より詳細なデータ構造を描き出すことが急務である。

(JST-LCS総合戦略とシナリオ(2012)、環境・エネルギー材料ハンドブック(NIMS編、オーム社、2011)の情報をもとに構成)



データ空間の分析

特に②-③の相関関係をデータ解析によりモデル化する試みについて、内閣府SIPプロジェクト「革新的構造材料」において、先行的に研究プロジェクトが2014年10月に開始され、その後、文科省、経産省でもマテリアルズ・インフォマティクスとしてファンディングが活発化している。

図1: マテリアルズインテグレーションの概念図(内閣府SIPプロジェクト)

図2: 情報統合型材料開発イニシアチブ(JSTイノベーションハブ事業)



図1

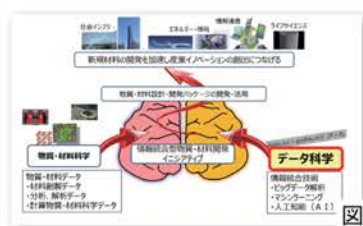


図2

CCS (二酸化炭素回収貯留) の概要と展望 (2)

CO₂ 分離回収技術の評価と課題

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

1. アミン吸収法と物理吸収法の評価

化石燃料を使用した発電所の低炭素化のため、発電所排ガスから CO₂ を分離回収して地中内部に貯留する方法がある。CO₂ の分離回収方法として、燃料をボイラーで燃焼し、除塵・脱硫処理した後に、CO₂ を分離回収する Post-Combustion 方式と 300℃、6MPa の条件下で O₂ を用いてガス化し、洗浄・変性反応 (CO+H₂O→H₂+CO₂)・脱硫処理した後に CO₂ を分離回収し、その後 H₂ を燃焼後発電もしくは精製して製品とする Pre-Combustion 方式がある。Post-Combustion 方式 には、常圧近傍で分離回収できるアミンによる化学吸収法、Pre-Combustion 方式には高圧下で分離回収できる Selexol 液 (Dimethyle ether of polyethylene glycol) などによる物理吸収法がある。今回化学吸収法と物理吸収法についてプロセスを検討し、CO₂ の分離回収コストを評価した。検討した範囲は、脱硫処理後 CO₂ 液化までとし、貯留輸送コストは含んでいない。

1) 想定プロセス

アミン吸収法である、Shell/ Cansolv process (MDEA+DEDA*¹),物理吸収法である UOP/Selexol process について、検討した。Fig1に Cansolv プロセス、Fig2に Selexol プロセスを示す。

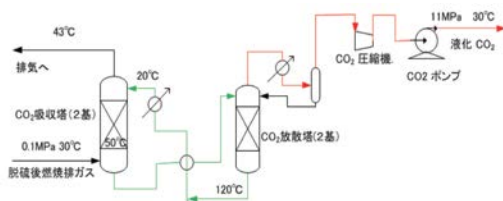


Fig 1 Cansolv process

* 1 MDEA: methyl diethylamine
DEDA: N,N-diethylenediamine

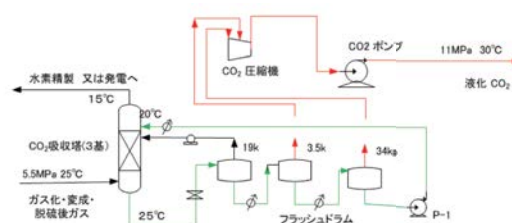


Fig 2 Selexol process

2) CO₂ 分離回収コスト

両ケースとも、燃料は石炭である。主なるプロセス条件と 建設費、CO₂ 分離回収コストなどの検討結果を、Table1に示す。

Table 1 CO ₂ 分離回収コスト 比較					
	アミン吸収法 (Shell/Cansolvプロセス)		物理吸収法 (UOP/Selexol プロセス)		備考
条件	燃料／石炭、発電規模／1000MW、CO ₂ 捕集率／90%(捕集量 700t/h)				年間捕集量 5600kt/y
吸収塔入り口ガス条件	0.1MPa 2900KM3/h		5.5MPa 18 KM3/h		
組成	CO ₂ 14% ,N ₂ 71% ,O ₂ 3% ,H ₂ O 11%		CO ₂ 42% ,H ₂ 55% ,CO 1%		
設備費用					
主要機器費	9.3B ¥		10.4B ¥		
その他設備及び工事費	34.8B ¥		38.9B ¥		
建設費	44.1B ¥		49.3B ¥		主要機器費×4.74(Lang係数)
CO2分離回収コスト(¥/kg-CO ₂)					
変動費(¥/kg-CO ₂)					
	原単位		原単位		
電力	0.14 KWH	1.7¥	0.21KWH	2.5¥	単価:12¥/KWH
スチーム	2.5MJ	0.8¥	0.31MJ	0.1¥	単価:0.3¥/MJ
吸収液等		0.4¥			
(小計)		(2.9¥)		(2.6¥)	
固定費(¥/kg-CO ₂)					
設備費		1.2¥		1.3¥	(建設費×0.15)/5600kt/y
労務費		0.01¥		0.01¥	(8名×4MW・y・名)/5600kt/
(小計)		(1.2¥)		(1.3¥)	
計(¥/kg-CO ₂)		4.1¥		3.9¥	

アミン吸収法と物理吸収法では、CO₂ 分離回収コストはほぼ同じである。ただ前者は アミンからCO₂を分離するのに必要な分離エネルギーが高い。後者は高圧のため設備費用と多量の吸収液を取り扱うための電力量が高い。

CO₂ 分離回収コストは、発電コストに上積みされる。このままでは将来の再生可能エネルギー発電との競争は厳しい。

2. 今後の検討課題

さらなる分離回収コストの低減のために、次の技術開発が必要である。

- ・化学吸収法: CO₂分離エネルギーが 2.0MJ/kg 以下の吸収液の開発と、安価で吸収性能のよい充填物などの開発
- ・物理吸収法: 物理吸収性能の高い吸収液の開発と、安価で吸収性能のよい充填物などの開発

今後、膜分離法などの評価と貯留輸送工程の検討をおこなう。

低炭素排出水素の経済性とCO₂排出量

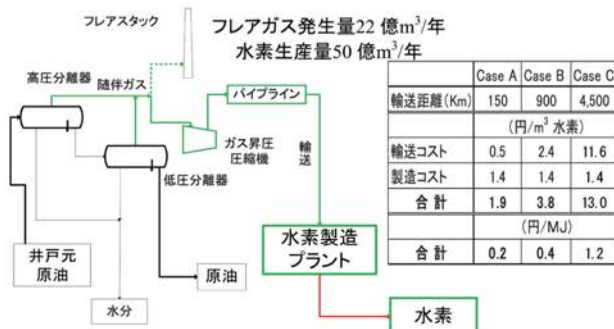
低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

水素社会の将来の姿について、最終活用段階での低炭素排出という観点からの、利用先や最終利用者への供給方法などの議論がなされているが、低炭素排出型原料水素製造の評価も必要である。いくつかの低炭素排出型水素製造プロセスの経済性とCO₂排出量について、エネルギー輸送手段を含めて検討した。
現状のガソリンコスト(1.5円/MJ:税抜き製油所渡し)に比べ、いずれも高いことがわかった。ただし、ガソリンの場合、CO₂排出量は70g-CO₂/MJである。

低炭素排出型水素製造プロセスのコストとCO₂排出量

1. フレアガスからの水素製造と輸送

油田地帯で燃焼放出されている伴生ガスを回収、従来法で水素を製造し、日本へ輸送する。



1-1 トルエン-MCH(有機ハイドライド)法による水素輸送

$C_7H_8 + 3H_2 = C_7H_{14}$ (MCH)
 $\Delta H^0 = -67.4 \text{ kJ/mol-H}_2$
MCHからH₂を発生させるエネルギーは、H₂燃焼熱(LHV)241.8kJ/molの27.8%に相当する。

MCH:
(メチルシクロヘキサン)

	(円/m³)
水素添加プラント	4.4
海上輸送	5.0
水素脱離プラント	7.6
合計	17.0



1-2 液化水素による輸送

水素を液化し、タンカーで輸送する。液化プラントのエネルギー原単位は、11kWh/kg-H₂、従来電源を利用し、6円/kWhとした。

	(円/m³-H ₂)
液化プラント	6.5
海上輸送	9.1
積出・受入基地	2.8
合計	23.3

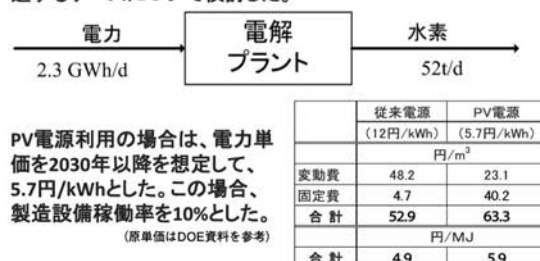


5. まとめと課題

- 1) フレアガス原料からの水素の場合、液化水素に比べ、MCHケースがCO₂排出とコストの両面で優位である。
- 2) 電解プロセスを用いた水素製造は、現時点では、他の方法に比べ、コストが高い。
- 3) バイオマスガス化水素製造プロセスは、CO₂排出量と製造コストの両面から優位性がある。特に、バイオマス原料コスト低減の影響が大きいことから、国内林業の技術システムの国際水準への向上が必要となる。
- 4) エネルギーを最終利用する地点での効率やコストが重要であり、輸送・貯蔵形態の合理的な選択が求められている。今後、上記以外のいくつかの媒体について、エネルギー効率や物流コストの観点から整理検討を行う。

2. 電解プロセスによる水素製造

アルカリ水電解による水素を従来電源とPV電源を用いて製造するケースについて検討した。



PV電源利用の場合は、電力単価を2030年以降を想定して、5.7円/kWhとした。この場合、製造設備稼働率を10%とした。
(原単価はDOE資料を参考)

3. バイオマスガス化による水素製造

木質バイオマスチップのガス化により水素を製造する。原料チップ価格について、現状10円/kgと、将来3円/kgのケースについて製造コストを示した。



50億m³ H₂/年に要する原料バイオマス量は、約550万t/年である。(原単価はDOE資料を参考)
国内年間バイオマスのポテンシャルは、概略8,500万トンとされているから、資源制約は低い。

4. CO₂排出量と水素製造コスト

フレアガス原料の水素を日本に輸送するケースと、国内での低炭素排出型水素のCO₂排出量とコストをまとめた。

	MCH	液化水素	水電解 従来電源 PV電源	バイオマス 現状 10円/kg 将来 3円/kg
			(g-CO ₂ /MJ)	
プラント (*1)	61	222	14	6
輸送	13	20	-	-
計	13	81	222	6
(*1) 自己水素利用				
			(円/MJ)	
コスト	2.0 (*2)	2.5 (*3)	4.9	1.7
(*2) (*3) Case Bの原料水素費用を計上				

原子力発電所の安全性と活用可能性

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

はじめに

日本国政府は、安全が確保された原子力発電所を活用していくが、将来的には原子力発電の寄与を下げていくことを表明している。一方、日本における現在の総発電量は年間約1000TWhである。経済の鈍化と人口減少、さらには天候に恵まれたことにより、年0.4～3.0%の比率で発電量が減少してきている。この中で、福島第一原子力発電所事故前には30%を占めていた原子力発電が天然ガスに置き換えられ、発電コストが高額にシフトするとともに、二酸化炭素排出量が増加してきている。このような背景の中、2030年における原子力発電の割合は20～22%という数字が政府によって提示された。

一方、原子力規制委員会は、当初半年程度で審査を進める予定であったが、最初の川内1号機の審査にも2年以上の期間がかかっている。今後、審査が標準化されて期間が短くなることも考えられるが、その想定はなかなか難しく、どれだけの原子力発電所が再稼動するかの見積もりは難しい。また、非科学的な根拠に基づき、寿命を40年と想定したため、寿命延長の審査もその状況はよくわからない。このような背景の中で、日本の原子力発電は、二酸化炭素削減にどの程度貢献できるのかの不透明な状況が続いてきている。ここでは、日本を含む東アジア地域の原子力発電の現状を取りまとめる。さらに、安全性を評価する指標として、世界的に使われている確率論的リスク評価に関して、日本における現状をまとめる。

原子力発電所の現状

東アジア地域における原子力発電所の現状を図にまとめる。福島第一の事故後も、韓国では3基、中国では10基新たに運転を開始している。韓国標準型のAPR1400の間もなくの運転開始、中国でのCAP1400、華龍1号開発など、安全性をより高めた新型軽水炉の開発が積極的に進められている。このように日本近辺国での原子力発電所の増加、開発状況を注視する必要がある。日本で現在、原子力発電所として設置許可が認められ、かつ、運転停止を宣言していない原子炉のリストを示す。沸騰型原子炉(BWR)が24基、加圧型原子炉(PWR)が21基の合計45基(内建設中2基)である。全設備容量の合計は4480万kWとなる。しかし、現状では、川内1,2号機のみが起動しており、178万kWの電力を供給しているだけである。

原子炉名称	方式	出力 (万kW)	運転 年数	原子炉名称	方式	出力 (万kW)	運転 年数
泊3号	3ループPWR	91	7	大間	ABWR	138	建設中
玄海4号	4ループPWR	118	19	島根3号	ABWR	137	建設中
伊方3号	3ループPWR	89	22	志賀2号	ABWR	121	10
玄海3号	4ループPWR	118	22	東通	BWRS/マークII	110	11
大飯4号	4ループPWR	118	23	浜岡5号	ABWR	138	12
大飯3号	4ループPWR	118	24	女川3号	BWRS/マークII	83	14
泊2号	2ループPWR	58	25	柏崎刈羽7号	ABWR	136	19
泊1号	2ループPWR	58	27	柏崎刈羽6号	ABWR	136	20
敦賀2号	4ループPWR	116	29	女川2号	BWRS/マークII	83	21
川内2号	3ループPWR	89	31	柏崎刈羽4号	BWRS/マークII	110	22
高浜4号	3ループPWR	87	31	浜岡4号	BWRS/マークII	114	23
高浜3号	3ループPWR	87	32	志賀1号	BWRS/マークII	54	23
川内1号	3ループPWR	89	32	柏崎刈羽3号	BWRS/マークII	110	23
伊方2号	2ループPWR	57	34	柏崎刈羽2号	BWRS/マークII	110	26
玄海2号	2ループPWR	56	35	柏崎刈羽5号	BWRS/マークII	110	26
大飯2号	4ループPWR	118	37	島根2号	BWRS/マークII	82	27
大飯1号	4ループPWR	118	38	浜岡3号	BWRS/マークII	110	29
伊方1号	2ループPWR	57	39	福島第二4号	BWRS/マークII	110	29
美浜3号	3ループPWR	83	40	柏崎刈羽1号	BWRS/マークII	110	31
高浜2号	3ループPWR	83	41	福島第二3号	BWRS/マークII	110	31
高浜1号	3ループPWR	83	42	女川1号	BWRS/マークII	52	32
				福島第二2号	BWRS/マークII	110	32
				福島第二1号	BWRS/マークII	110	34
				東海第二	BWRS/マークII	110	38

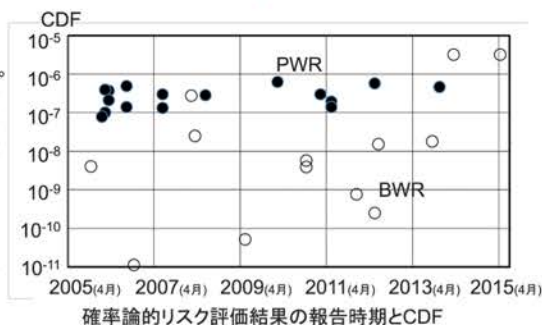


東アジア地域の
原子力発電所

原子力発電所のリスク評価

政府は、原子力規制委員会が安全と判断した原子炉は再稼動するという方針である。一方、原子力規制委員会は、法令に対する判断しかないと明言している。では、安全な原子炉とは何であろうか？ 世界標準では、総合的リスクを十分低減することを継続して求めている。そのリスク評価に参考となる手法の一つが確率論的リスク評価(PRA)である。なお、この値のみをもって原子力発電所のリスクと考える事はできない。参考的指標として、原子力規制委員会は、年間炉心損傷確率(CDF)を 10^{-4} 以下、格納容器破損確率(CFF)を 10^{-5} 以下、放射性物質放出量が100TBqを超える事故の確率が 10^{-6} 程度などと提示している。一般的にはCDFが $10^{-5} \sim 10^{-7}$ 程度を目安にしている。一方、PRAを用いてリスク評価を行う目的は、安全性の高低を示すものではなく、より安全性を高めるために行うべき改造や改善を判断するための指標を与える事である。

日本でも、安全を高めるための指標としてPRAを用いる事が検討され、10年毎の定期安全レビューの中で、各発電所の責任で参考情報として示されてきた。図に報告された時期と運転中内の事象に起因する炉心損傷確率(CDF)の関係を示す。点ごとに一つの発電所を示す。PWRは 10^{-6} 程度であるが、BWRでは小さな確率の発電所もある。これらは、日本におけるリスクの検討がまだ途上であることを意味しているとも言える。福島第一原子力発電所事故後、世界標準に近づけるべく研究が進められ、最近では 10^{-6} 程度と世界と同等の報告も出てきた。地震や断層などの外的事象PRAを含め、PRAに関する研究をさらに推進することにより、原子力発電所の安全をより高めるツールとして活用することが必要である。



原子力エネルギーの活用可能性

政府は2030年の電源構成の原子力発電比率は20～22%と決めた。現在、原子力規制委員会の審査に合格した原子炉は5基であり、審査中が21基、残19基は申請準備中である。審査が長引いている状況もあり、今後原子力発電量がどう変化していくかの道筋は不明である。

しかし、現実的な原子力発電による今後の電力供給量変化を明らかにすることは重要な課題である。

そのために、適正なリスク評価方法、経済性の明確化、技術進歩の明確化、今後の再生可能エネルギーとの時間変化を入れた経済・環境性の比較評価、人材育成の必要性、社会の受容性などを明らかにして行く予定である。

戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発

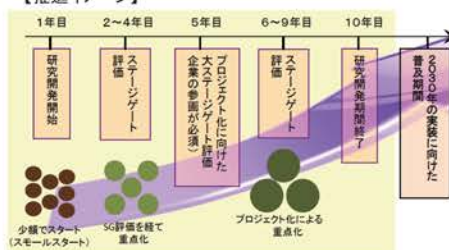
低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

事業概要

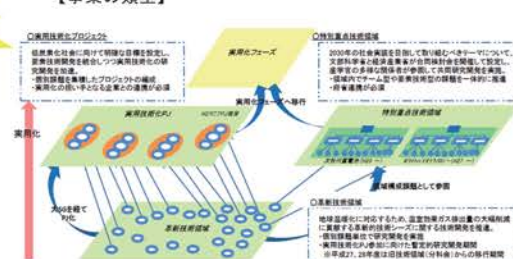
【概要】

リチウムイオン蓄電池に代わる革新的な次世代蓄電池やバイオマスから化成品等を製造するホワイトバイオテクノロジーなど、温室効果ガス削減に大きな可能性を有し、かつ従来技術の延長線上にない、世界に先駆けた画期的な革新的技術の研究開発を省庁連携により推進。
同時に、地球温暖化に対応するため、温室効果ガス排出量の大幅削減に貢献する革新的技術シーズに関する技術開発を推進。大ステージゲート評価を経て、低炭素化社会に向け明確な目標を設定し要素技術開発を統合しつつ実用技術化の研究開発を加速するプロジェクトへ移行。

【推進イメージ】



【事業の類型】



【実施体制】

事業統括(PD)	運営統括(PO)	担当領域・PJ (【技】:技術領域 【PJ】:実用技術化プロジェクト 【特重】:特別重点技術領域)
橋本和仁 東京大学教授	小長井 誠 東京都市大学 教授	【技】太陽電池および太陽エネルギー利用システム
	大崎 博之 東京大学 教授	【技】超伝導システム、【PJ】液体水素冷却による超伝導電気機器の開発
	逢坂 哲彌 早稲田大学 教授	【技】蓄電デバイス
	花田 修治 本多記念会 理事長	【技】耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料
	近藤 昭彦 神戸大学 教授	【技】バイオテクノロジー、【PJ】生物資源の制御によるバイオマス・有用成分の増産
	辰巳 敬 製品評価技術基盤機構 理事長	【技】革新的省・創エネルギー・化学プロセス
	谷口 研二 奈良工業高等専門学校 校長	【技】革新的省・創エネルギーシステム・デバイス、【PJ】高品位大口径GaN基板の開発
	魚崎 浩平 物質・材料研究機構 フェロー	【特重】次世代蓄電池
	土肥 義治 高輝度光化学研究センター理事長	【特重】ホワイトバイオテクノロジーによる次世代化成品創出、【PJ】バイオマスの化成品化およびポリマー化のための高効率生産プロセスの開発
出来 成人 神戸大学 名誉教授		【PJ】自律分散型次世代スマートコミュニティ
原田 幸明 物質・材料研究機構 特命研究員		【PJ】低CO ₂ 排出型次世代火力発電用新規耐熱材料の開発、【PJ】省エネルギー社会に向けた革新的軽量材料の創製

主な成果

低コスト高性能MgB₂線材の開発 (研究開発代表者: H22採択 物質・材料研究機構 熊倉 浩明) 得たのクリーンエネルギーとして期待される(液体)水素エネルギー利用技術と超伝導技術とを組み合わせると相乗効果が期待される高効率な電力システムが構築でき、温室効果ガスが排出されず、かつ量から住みやすい未来社会が実現すると期待される。そのためには低コストで高性能な超伝導線材の開発が必要不可欠。本課題は液体水素冷却超伝導機器の要となる、実用レベルの低コスト高性能MgB ₂ 超伝導線材を開発。写真はパウダー・イン・チューブ法によって作製したMgB ₂ 線材を用いて試作した小型コイル。MgB ₂ 線材は長尺化が比較的容易であることと高価な希土類を用いていないことから実用化が有望視される。 写真: MgB ₂ 線材コイル	微生物バイオマスを用いた超付加価値材料の開発 (研究開発代表者: H22採択 北陸先端科学技術大学院大学 金子達雄) 芳香族アミンを大量生産する微生物の育種・生産システムを確立し、超付加価値のスーパーエンブラ開発およびその生分解系の構築を行う。これにより、高効率なカーボンストックおよび金属代替材料としてのバイオプラスチック開発を進め、輸送機器軽量化による大規模な二酸化炭素排出削減を目指す。本事業において耐熱性の高い(390℃超)バイオプラスチック(ポリイミド)を創製に成功。耐熱性を克服したことで、バイオプラスチックの電装部材への応用が期待される。 写真: 開発されたバイオプラスチック
超軽量高性能汎用型マグネシウム合金の創製 (研究開発代表者: H24採択 長岡技術科学大学 鎌土重晴) 輸送機器の軽量化を一層促進し、CO ₂ 削減に大きく貢献することを目的に、押出加工性に優れた軽量のマグネシウム合金を設計開発。開発した合金を新幹線構体などへ適用することで、省エネルギー型輸送システムの一翼を担うことが期待される。 写真: 新幹線構体に応用可能なMg合金	大口径/高品質なGaNウエハ作製技術による白色LED及びパワーデバイスの高性能化 (研究開発代表者: H24採択 大阪大学 森勇介) Naフラックス法を用いて、原子レベルの欠陥である「転位」の密度が低い高品質GaN基板の大口径化を作製した。現在、4-inch径を実現、将来的には8-inch大口径を目指す。損失の低い省電力パワーデバイスへの展開が有望視されている。 写真: 4インチ径GaNウエハ

将来の技術進展による経済・社会への影響 (2)

技術シナリオ・将来ビジョン(需要)からどのような未来が描けるのか？

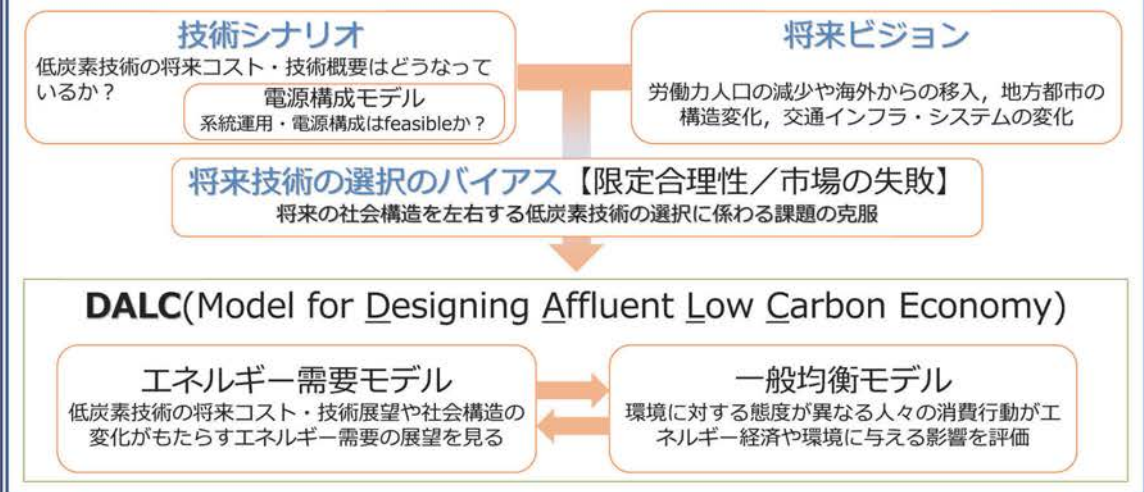
低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

【研究の目的】

低炭素技術の選択のメカニズムを考慮した将来の環境と経済への影響をシナリオ分析する社会・経済モデル(DALC: Model for Designing Affluent Low Carbon Economy)の構築

【研究内容・期待される成果】

- ・ 技術情報や将来ビジョンを反映させることが可能なモデルの開発
- ・ 将来技術の選択バイアスに注目し、低炭素社会の実現に向けたシナリオ分析と政策提言



【これまでの研究結果】

- DALCによる評価のためのエネルギー需要モデルの開発[†]

【今後の研究課題】

- 省エネ技術の選択バイアスについて、データに基づく検証、経済・社会への影響評価、克服に向けた政策研究を行う
- LCSが提案する省エネ・再エネ技術の普及がもたらす新しい社会の豊かさを評価する指標の開発と科学的な計測（省エネを考慮した社会厚生、新しい国富指標、幸福度指標等の開発と計測）

参考文献

† Sakamoto, T. and K. Takase (2015) "Future energy demand in Japan: assessment and impact of determinate energy policy.", mimeo.

【試算結果[†]】

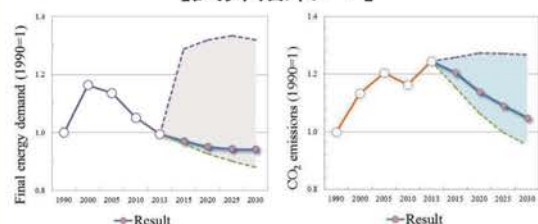


図. リファレンスシナリオにおける最終エネルギー消費（左）とCO2排出量（右）の見通し（1990年を1に指数化）
注）破線で囲まれた領域は、複数の関連研究機関から公開されている将来予測値のうち、最大/最小値に基づく予測の幅を表す

- 電源構成、人口・世帯、国際エネルギー価格の将来シナリオを前提に将来のエネルギーの需要を予測
- 現状のエネルギー原単位（効率）改善が続くとエネルギー消費は減少
- 今後は、技術選択による将来のエネルギー消費に与える影響の詳細な分析

民生部門における節電・省エネ推進(2)

家庭部門の低炭素化に向けた LCS の取り組み

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

家庭部門の低炭素化実証フィールド “i-cosmos”

省エネ家電への買換えや低炭素設備の導入によって、家庭のエネルギー消費量はより一層削減される。また、太陽光発電や蓄電池、スマートメーター等の普及が進む社会において、家庭が日本全体のエネルギー需給調整に直接関与することが可能となりつつある。LCSでは、家庭が社会の低炭素化にどのような形でどの程度貢献し得るのか検討するための研究フィールドとして、2013年より「家庭の電力使用量見える化実験」を実施し、一般家庭約230世帯の電力使用状況(主幹電力、冷蔵庫・テレビ・エアコン各1台の消費電力)をリアルタイムで計測すると同時に、LCSと家庭が双方向に情報交換するためのWEBサービス“i-cosmos(アイコスモス)”を提供している。

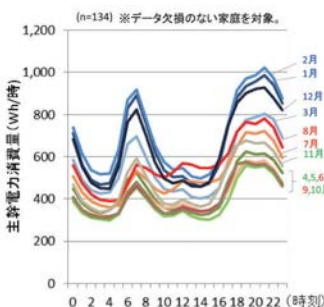
実験の目的

本実験では、一般的な節電アドバイスではなく、電力計測データに基づいて個々の家庭に最適なアドバイスを提供することが、家庭の節電意識の向上や実際の消費電力にもたらす効果を調査することを目的とした。具体的には、過去の電力計測データとi-cosmos上で回答したアンケート調査に基づいて、その家庭が実施していない節電対策の中で最も節電効果の高いアドバイスを自動選択し、直感的にわかりやすい4コマストーリーで表示するシステムを開発した。また、目標値を提示することによる節電効果を調査するために、過去の2ヵ月分の電力計測データと翌週の天気予報に基づき、家庭別に翌週の節電目標を自動計算・表示するシステムを開発した。

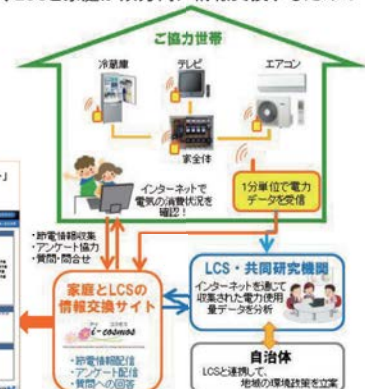
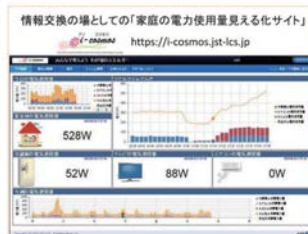
家庭の電力使用量分析結果

2014年1月～12月におけるi-cosmos計測結果の概要を示す。

① i-cosmos世帯の平均消費電力 (平均世帯人数3.0人)



- 年間平均消費電力は4,391kWh/世帯であった。内訳は夏期(3～9月)が31%、冬期(12～3月)が41%、中間期(4,5,10,11月)が28%であった。
- 約8割の家庭において1年のうちで最も消費電力が多い季節は冬期であり、冬の節電対策の重要性が示された。



② 冷蔵庫の消費電力

- i-cosmos世帯が所有する冷蔵庫の平均製造年は2006年、平均消費電力は578kWh/年であった。消費電力は容量によらず製造年が新しい程小さかった。
- およそ10年で投資回収ができる買換え条件(消費電力 ≥ 600 kWh/年かつ製造年 ≤ 2005 の冷蔵庫)を満たす世帯数は49世帯(183世帯中)であり、その冷蔵庫の平均消費電力は804kWh/年であった。新しい冷蔵庫(消費電力200kWh/年)へ買換えた場合、冷蔵庫の電気代が1/4になると試算された。
- 冷蔵強度を“強”から“標準”に、“標準”から“弱”に変更すると、それぞれ平均約27%の節電効果があると試算された(容量1Lあたりに換算して算出)。

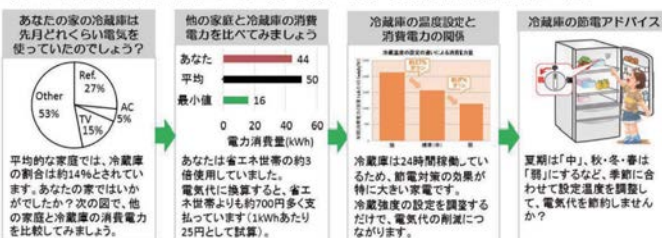
③ テレビの消費電力

- i-cosmos世帯の平均視聴時間は1日6.7時間であり、アンケートに基づく統計値(1日3.8時間)よりも長く、視聴意識と実態に乖離があることが示唆された。
- 画面輝度を“明るい”から“標準”に変更すると平均約37%の節電効果が、“標準”から“暗め”への変更で平均約12%の節電効果があると試算された(画面サイズ1インチあたりに換算して算出)。

節電アドバイス、節電目標の表示

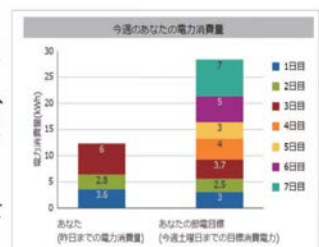
上記分析結果に基づき、節電アドバイスおよび節電目標の自動選択・表示システムを開発し、i-cosmosに搭載した(2015年12月リリース)。

【例1】買換え条件(消費電力 ≥ 600 kWh/年かつ 製造年 ≤ 2005 の冷蔵庫)は満たさないが、冷蔵強度を“弱”にしていない家庭に対する冷蔵庫の節電アドバイス



【例2】節電目標の表示

節電目標値 $E_{target} = (a1 \times T + a2 \times (平日 \cdot 休祝日フラグ0,1) + b) \times 0.9$
※a1,a2,bは過去2ヵ月分のデータに基づく回帰式から算出。
※電力消費予測値の1割削減値を目標値として表示。



まとめと今後の予定

実際の電力計測データに基づき、個々の家庭に最適な節電アドバイスを自動選択・表示するシステムと、翌週の節電目標を自動算出・表示するシステムをi-cosmosに搭載した。今後、家庭の節電意識の向上や実際の消費電力にもたらした効果を検証する。また、太陽電池や蓄電池、燃料電池など各種低炭素設備普及時の家庭部門のエネルギー需要および需給調整能力について、実測データに基づき分析を進める。

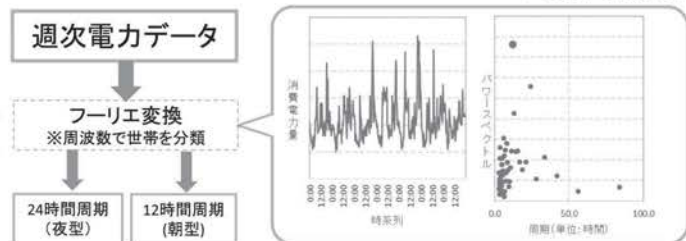
朝型生活による健康と省エネの両立の可能性

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

研究の背景と目的

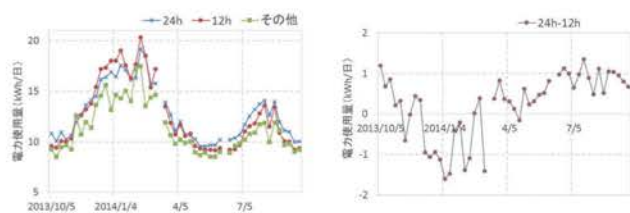
「朝型生活」の省エネ性

フーリエ変換による家庭電力データの分析により、朝型生活(12時間周期)の世帯は夜型生活(24時間周期)の世帯と比較して特に夏季の電力消費量が少ないことが明らかになった。



朝型生活の生活快適性の客観的な評価

今後HEMSを活用した「省エネアドバイス」等によって、夜型生活の世帯には朝型生活への転換を推奨することも考えられるが、その際朝型生活の持つ「健康的」「過ごしやすい朝の時間の活用」といった良い印象は行動変容の動機となると考えられる。本研究では実際の生活行動変容によって、省エネが実現するか、ならびに睡眠等の健康への影響がどの程度であるかについて検証することを目的とし、被験者実験を行った。



左図: 周期別(24h, 12h, その他)平均電力消費量の比較
右図: 24h周期世帯と12h周期世帯の平均電力消費量の差

調査概要

- 対象..... 都内の6世帯の代表者各1名
- 期間..... 2015年10月4日(日)～2015年10月17日(土)
※2週目は、1週目と比較して1時間程度の早寝早起き生活への転換を依頼
- 快適性評価方法... 睡眠時体動をベースとした客観的指標による評価、および起床時のアンケート調査による主観的調査
- 省エネ性評価方法.. i-cosmosによる1分ごとの電力消費量の自動計測

快適性の評価

客観的評価方法

睡眠の質を生活快適性の客観的な指標とした。睡眠時体動計¹⁾により眠りの深さ/浅さの判定に基づく睡眠効率を計測し、早寝早起き生活を始める前後で変化があるかを評価する。また、昼間の活動量・寝室の温湿度を睡眠の質に関わる数値として考え、これらの影響を考慮した上での分析とする。

名称	睡眠時体動計 (タニタスリープスキャン)	昼間活動量計 (デイカロリ)	温湿度計 (おんどとり)
計測データ	睡眠時の体動	昼間の活動量	温湿度(10分値)

主観的評価方法

起床時睡眠感調査票²⁾と前日の活動に関するアンケートに毎朝記入してもらう。

起床時睡眠感調査票は、睡眠及び起床時の感覚に関する質問から各被験者の主観的な快適性の評価を行うものである。前日の活動に関するアンケートでは、前日の体調等生活快適性に関わる項目に関する質問を行い、評価を行う際の参考とした。

今後の進め方

得られたデータを解析し、朝型生活によって実際に省エネ(電力消費量の減少)となっているか、朝型生活へのシフトによる睡眠等の生活への影響がどの程度であるかについて、検証を行う。また平成28年度は7月あるいは8月の夏季に同様な実験を実施する予定である。

1) 小西内, 中西純子, 西田佳世: 高齢者の睡眠/覚醒判定におけるセンサーマウント型睡眠計の有用性. 愛媛県立医療技術大学紀要第9巻第1号: pp5-9, 2012.

2) 山本由華史, 田中秀樹, 高瀬美紀, 山崎博男, 阿住一雄, 白川修一郎: 中年・高齢者を対象としたOSA睡眠感調査票(MA版)の開発と標準化. 脳と精神の医学 10: 401-409, 1999.

脳活動計測に基づく温冷感の客観的評価の試み

個人の温冷感に基づいた省エネルギー型空調の実現に向けて

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

近赤外分光法 (NIRS) による脳活動計測

近赤外分光法(Near-infrared spectroscopy, NIRS)は、大脳皮質血流のヘモグロビン濃度変化を、光の波長の違いによる吸収率の変化で計測する、脳機能イメージング技術の1つである。脳機能を非侵襲的に計測することが可能であり、脳機能イメージングでよく用いられるfMRI(functional magnetic resonance imaging)と比べて、被験者の拘束性が少ないのが特徴である。

温冷感に関わる脳の反応機構を解明しようという研究の多くは、fMRIで実施されてきた。NIRSによる研究も少数存在¹⁾するが、活動位置の特定などがおこなわれておらず、十分な評価が進んでいない。

本研究の目的は、温冷刺激に対して脳のどの部位がどのように反応するのか、NIRS計測を用いて解明することである。脳の反応機構の解明は、個人の温冷感に基づいた省エネルギー型空調制御の実現に大きく寄与すると考えられる。



NIRS計測装置装着時の様子

計測実験

実験概要

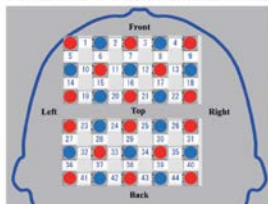
- 内容—右足甲への温冷刺激
- ・被験者: 男子学生8名
- ・実験環境: 実験室内(室温約24.5℃、湿度約37%)にて座位・安静状態



実験風景

○計測項目

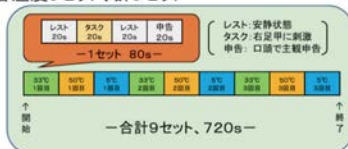
- ・脳血流: NIRS計測装置(全44ch + 皮膚血流3ch)
- ・主観申告: 温冷感(7段階)、快適感(4段階)



チャンネルの位置(前頭部22ch・後頭部22ch)

○プロトコル

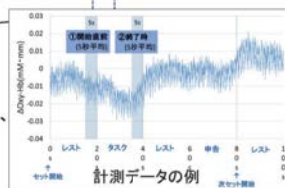
- ・刺激温度: 33, 50, 5℃の3種類
- ・刺激方法: 温冷水を封入したビニール袋を接触
- ・各温度3セット、計9セット



実験ブロックデザイン

○計測データの解析手法

- ・前処理—皮膚血流除去、Z-score化、傾き補正
- ・評価値—差分(刺激終了時-開始直前)、8名の平均
- ・有意性評価—t検定、分散分析



実験結果

- * : t検定で有意な結果
- : 分散分析で有意なチャンネル

○前頭部(ch1~ch22)

- ・50℃でプラス、5℃でマイナスの傾向
- ・個人差は大きく、有意な結果は少ない
- ・額側で有意な結果
50℃—ch1, 2, 3, 4, 8, 9, 13
5℃—ch1, 2, 5, 7
- ・温度間の有意差も額側
ch1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12

- ・額側は前頭前野(思考や感情に関与)
- ・温冷刺激とfMRIによる研究²⁾
前頭前野周辺の血流反応は、快適感評価と相関

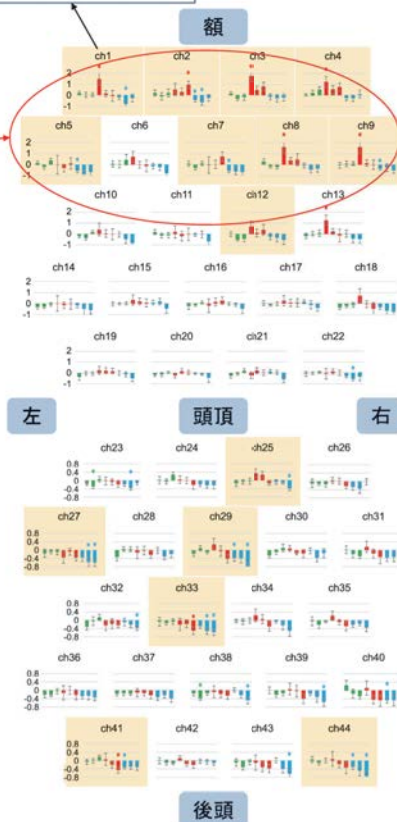
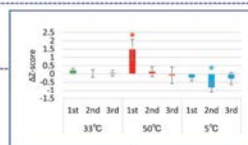
前頭部 { 温度の識別
情動反応

○後頭部(ch23~ch44)

- ・温度に関わらず全体でマイナス傾向
- ・前頭部と同じ個人差が大きい
- ・マイナスに有意な結果
ch23, 25, 27, 29, 32, 33, 38, 39, 40, 41
- ・温度間の有意差
ch25, 27, 29, 33, 41, 44

- ・後頭部は主に体性感覚野
- ・温冷刺激とfMRIによる研究²⁾
体性感覚野周辺の血流反応は、刺激強度への評価と相関

後頭部 { 刺激への反応
温度別の反応なし



○NIRS計測装置により、温冷刺激時の反応傾向を把握できた。

- ・前頭部と後頭部で反応が異なり、額側では温度を識別している可能性が高いと考えられる。
- NIRS計測装置を用いて客観的評価ができる可能性が示された。

今後、同一被験者に対する試行数および被験者数を増やした実験をおこなうことにより、個人内および個人間の傾向差を分析する予定である。

1) 近藤祐樹ほか、NIRSを用いた室内空調の温熱的快適性評価。日本機械学会論文集、Vol.79, No.807, pp.4075-4083, 2013.
2) Rolls ET et al., Warm pleasant feelings in the brain. NeuroImage, Vol.41, No.4, pp.1504-1513, 2008.

荒川区の低炭素地域づくりの取組み

環境区民みんなで取り組むCO₂の少ないまちづくり



低炭素社会戦略センターシンポジウム
 2015年12月24日

区民・事業者・区（行政）の協働事業

元祖・本家 あらかわ街なか避暑地 ／ あらかわ街なかほっとサロン

家庭の冷房や暖房を消して、区の施設をご利用いただくことで、家庭の電力・エネルギー使用量を減らすことができる「元祖・本家 あらかわ街なか避暑地」「あらかわ街なかほっとサロン」を開設。

平成27年度「街なか避暑地」では、省エネや熱中症予防を目的として、7月から9月に53施設で実施し、延べ約70万人が利用した。



▲街なか避暑地に集まる区民



▲氷柱イベント

元祖・本家 あらかわ街なか避暑地 民間事業者

荒川区低炭素地域づくり協議会の提案により、今年度初めて民間事業者15店舗に、避暑地として開設にご協力いただいた。

避暑地に参加することで、区民だけでなく事業者の省エネ意識を高め、荒川区全体で節電を推進した。



▲民間事業者による街なか避暑地

荒川区低炭素地域づくり協議会

地球温暖化対策を協議および実践し、低炭素社会（CO₂の少ない社会）を実現するために、区民・事業者・区（行政）で構成された協議会。協議会を中心とした協働により、様々な活動の実施・普及に取り組んでいる。



あらかわセタライトダウンキャンペーン

（共催：荒川区低炭素地域づくり協議会）

「クールアース・デー」の7月7日、夜8時～10時まで、区と協力してライトダウン（消灯）を呼びかけた。



▲今年度初実施のフォトコンテスト
 家庭の電気を消してキャンドルで過ごしている様子など、楽しみながら節電に取り組んでいる写真が集まった。



▲おうちでライトダウン宣言

環境特別講演会

（主催：荒川区低炭素地域づくり協議会）

▼客席で話す講師

園芸家の深町貴子さんを招いて、講演会を開催した。（11月7日）講師と来場者が対話しながら、ガーデニングを通じて、一人ひとりが環境問題について考える大切さを再認識する講演となった。



省エネマイレージコンテスト（7月～9月）

区民の方々に、無理なく楽しみながら省エネ・節電に取り組んでいただくため、省エネマイレージコンテスト2015を実施。前年同月比で電気やガスの使用量を削減できた世帯に、「区内共通お買物券」を贈呈した。家族で1つの部屋に集まって、冷房や電気の使用数を減らすなど、省エネのアイデアも集まった。

※荒川区は、LCSの低炭素社会実現に向けた「家庭の電力見える化実験」に参加協力している。

多様な主体との連携で低炭素を目指す

地球にやさしいひとのまち足立区

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

足立区の現状と課題

東京北部に位置する足立区は、人口約、67万人で、住宅都市と中小企業を中心とした商工業都市の性格をあわせ持つ。

区内の二酸化炭素排出量を部門別にみると、家庭、業務、自動車で全体の83%を占めている。特に家庭、業務部門の排出量は増加傾向にあり、また、自動車からの排出量が東京都内の62市区町村で最多であり、これらが課題となっている。



2012年度の部門別CO₂排出量増減率（1990年度比）

家庭	39.3%増
業務	38.0%増
自動車	20.9%減
製造業	62.6%減

区民・事業者と連携した低炭素を目指す取組み

◆省エネ家電製品の普及促進

家庭部門の低炭素化を推進するため、2011年度から省エネ性能の高い家電製品の購入費補助を実施している。これは、省エネルギーセンターが定める省エネ性能ラベルが最高水準の5つ星の家電購入者への助成制度で、全国的にもあまり例のない取組みである。太陽光発電の導入や大規模な設備改修が難しい賃貸住宅や集合住宅の居住者も利用でき、家庭部門の省エネに大きく貢献している。

特に平成27年度は、国の臨時交付金を活用し、予算を大幅に拡大。区内の電気店とも連携し、2,675件の補助を行い、地域経済の活性化にも寄与した。



◆資源化の推進

区内に廃棄物関連事業者が多く立地する地域特性を活かし、事業者との連携による資源化を推進している。

木製家具などの粗大ごみは、不純物を取り除いてチップ化し、住宅の床材や壁材となる「パーティクルボード」として再利用する全国初の取組みを導入し、資源循環に貢献している。

また、区内で収集した「燃やさないごみ」を事業者に搬入し、18種類に手分別し、資源として再利用。これにより「燃やさないごみ」の約91%を資源化しているため、東京湾の最終処分場への埋め立て処分量は、23区で最も少なくなっている。



他の地域や研究機関との連携

区民、事業者だけでなく多様な主体との連携を積極的に推進しており、毎年春の環境イベント「地球環境フェア」には、LCSをはじめ、さまざまな事業者、団体、自治体が出展している。

平成27年度は、新潟県阿賀町と連携し、区内を走る清掃車66台が一年間に排出するCO₂520トンについて、森林吸収クレジットで相殺するカーボン・オフセットを実施。区内を走る清掃車で区内では難しい森林を守る活動と、カーボン・オフセットの仕組みを広くPRしている。

LCSが行う先進的な実証試験や、科学的知見に基づく効果的な低炭素施策等での連携を強化し、区の低炭素化を進めていく。



出力抑制が太陽光発電事業に与える影響評価

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

背景・概要

2012年7月から開始された固定価格買取制度(FIT制度)により、特に太陽光発電の導入が進んでいるが(導入された再生可能エネルギーの約96%が太陽光発電(2015年6月末時点)、地域によっては系統接続制約の問題が発生している。この解決策としてFIT制度が改正(2015年1月)され、指定電気事業者制度のもと、従来の上限枠を超える「無制限・無補償の出力制御」が行われることで、系統接続可能量が增大することができることとなった。

しかし、発電事業者にとっては、発電した電力の売電量の下限リスクが不透明となり、事業リスクが高まることが懸念される。

そこで、将来のキャッシュフローを固定しなければ評価できない従来型のDCF法(ディスカウントキャッシュフロー法)ではなく、将来の不確実性要因を確率分布によってモデル化して評価するモンテカルロDCF法により太陽光発電事業のIRR(内部収益率)を算出し、出力制御が事業性にどのように影響を与えるかを定量的に評価した。

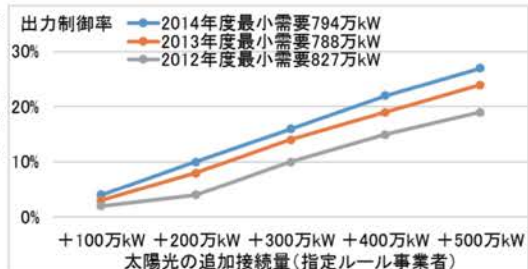


図 一律制御による太陽光の出力制御見直し【実績ベース方式】(九州電力)
出典: 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会
系統ワーキンググループ(第7回)2015年11月10日-配布資料を元に作成

評価条件の設定

太陽光発電の発電電力量は、日射量に依存するが、20年という長期の事業期間で見れば、毎年の日射量は平均回帰的であり、他の再生可能エネルギーに比べて比較的生産電力量の変動は小さいと考えられる。しかし、電力会社による出力制御が実施されると、売電電力量は、設備利用率×(1-出力制御率)となり、事業リスクが大きくなる。そこで、このリスクの度合いを把握するにあたり、下記に示す評価対象事業に対して、設備利用率の変動と出力制御の変動を確率モデルの仮定条件として設定し、収支計画シート上でモンテカルロシミュレーションを行って、太陽光発電事業のIRRを算出する。

評価対象事業

対象事業規模	1000kW	
売電価格	27円/kWh	
資本費	システム費用	29万円/kW
	土地造成費	0.4万円/kW
	接続費用	1.35万円/kW
運転維持費	0.6万円/kW	
土地賃貸料(土地面積)	150円/㎡(15,000㎡)	
設備利用率	14%	
発電電力量劣化率	0.3%/年	
評価ケース	・ ケース1: 出力制御なし	
	・ ケース2: 出力制御あり (上限10%)	
	・ ケース3: 出力制御あり (無制限)	

仮定条件

(1)設備利用率の確率モデル

設備利用率は、正規分布すると仮定し、指定電力事業者である九州電力管内の福岡県の「福岡」地点の全天日射量データから、1995年から2014年の20年間のデータの変動をもとに、以下のように設定した。

・確率モデル: 正規分布、平均値: 14%、標準偏差: 5%

(2)出力制御変動の確率モデル

出力制御率は非負かつ右に裾が長い分布となること、指定電気事業者管内の最小電力需要やベースロード電源容量等によっても変動することから、今回は次の幾何ブラウン運動に従うものと設定した。

○幾何ブラウン運動: $dS(t)/S(t) = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz(t)$

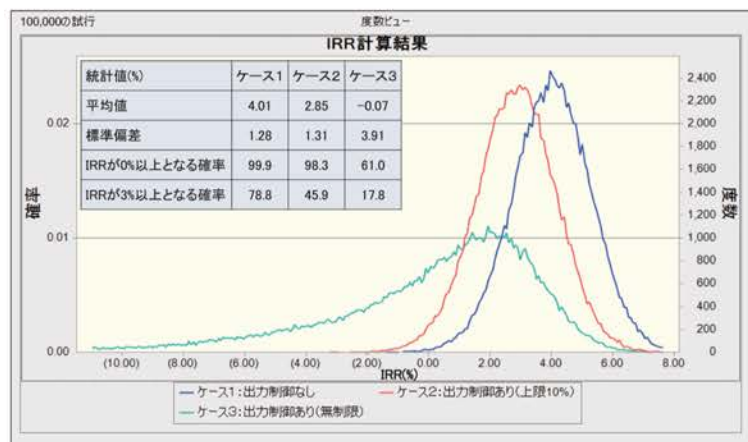
・ $S(t)$: 出力制御率、 $dz(t)$: 標準ブラウン運動、 μ : 出力制御率の伸び率1%/年、 σ : 出力制御率の変化率の標準偏差9.43%(電力需要の変化に依存するとして、九州電力の1998年度から2014年度の電力需要の変化率)、 t : 時間(ステップ期間 $\Delta t=1$ 年とした)

モンテカルロDCF結果

リスク分析ソフト「Crystal Ball」(株式会社構造計画研究所)を用いてモンテカルロDCF(試行回数10万回)を行い、各評価ケースにおいて対象事業のIRR分布を算出し、FIT制度下における出力抑制の影響を定量的に示した。

ケース1、ケース2のように、出力制御がない、または限定的であれば、IRRの標準偏差も小さく、事業の下方リスクが限定される。一方、ケース3では、IRRの平均値が小さいだけでなく、標準偏差も大きく、無制限・無補償の出力制御のもとで行われる太陽光発電事業は、下方リスクが大きい事業となることが示された。

今後は、出力制御の見直しを精査するとともに、事業性の観点からFIT制度と出力制御の関係を評価し、FIT制度のあり方について提言をしていく予定である。



「電気代そのまま払い」実証実験と社会実装(2)

小さな低炭素の種を大きな低炭素投資の流れに

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

進まない小さな低炭素化→電気代そのまま払い

大きな工場やビル、新築住宅については、ゼロエネルギーの技術が市場化に成功しつつある。

一方で、小さな工場や事業所、既築の住宅には、なかなか大きな投資はできない。

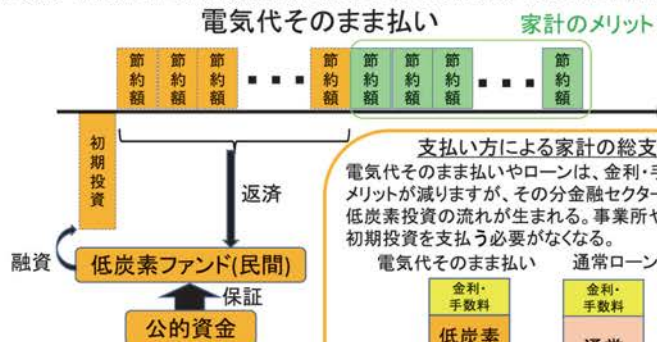
「電気代そのまま払い」は初期投資なしで、節約分・発電分のみを長期返済していく購入スタイルである。

長期で信用がつかない小さな工場・事業所・個人に、公的保証を入れることで、この枠組みの実現を目指している。

小規模事業所・家庭



初期投資額の大きな低炭素投資は、長期でメリットがあっても小規模事業所や家庭は信用が得にくいという現状がある。



初期投資を低炭素ファンドが融資し、節約額を長期で返済する。

よって、返済終了まで、出費も節約メリットも両方生じない。

返済終了後、節約額分を享受できる。

(メリット総額は手数料分以外同じはずだが、

負担感や信用(公的資金による保証)に違いが出る。)

支払い方による家計の総支出・メリット

電気代そのまま払いやローンは、金利・手数料分メリットが減りますが、その分金融セクターの収入となり、低炭素投資の流れが生まれる。事業所や家計は初期投資を支払う必要がなくなる。

電気代そのまま払い	通常ローン	一括払い
金利・手数料	金利・手数料	一括払い
低炭素ファンド融資	通常融資	
家計のメリット	家計のメリット	家計のメリット

実証実験から社会実装へ

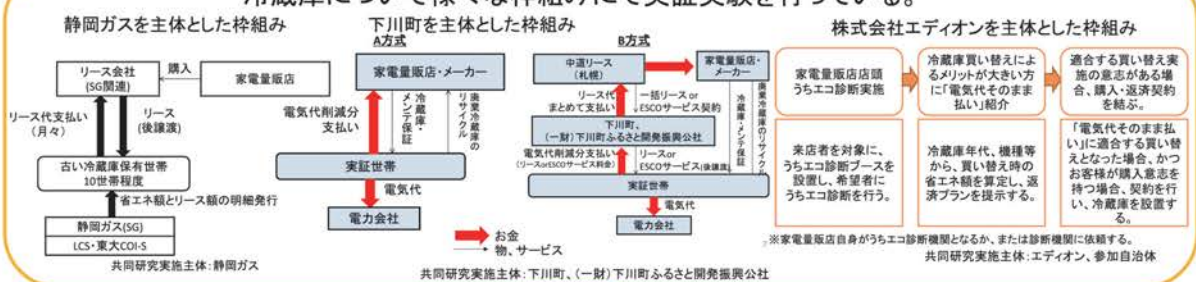
現在、静岡ガス・下川町(北海道)・水俣市(熊本県)・株式会社エディオンとそれぞれ実証実験の取り組みを行っている。

(実証実験は、LCS・COI-S東大松橋研・プラチナ構想ネットワーク三者の協働にて実施し、各主体の協力を得ている。)

また、個々の家庭や家電販売店等で利用可能な実測データに基づく買い替えシミュレータ付アプリ開発も行っている。

まずは、冷蔵庫について、i-cosmos(LCS)による実測データからシミュレータを開発している。

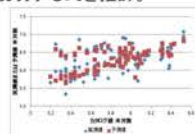
冷蔵庫について様々な枠組みにて実証実験を行っている。



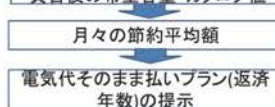
今後、各事業者・主体の事業化について支援を行う予定である。

今後の計画: 冷蔵庫買い替えシミュレータの開発

① i-cosmos冷蔵庫実測データを解析
カタログ値、家庭属性によって実測値を
説明する式を推計。



② おすすめ冷蔵庫ロジック開発
現在お使いの冷蔵庫、家庭属性
買替後の希望容量・カタログ値



③ 環境家計簿アプリ(開発中)に
冷蔵庫買替シミュレータを搭載



家計簿+環境家計簿+簡易エコ診断アプリ
(広島市の発案の元、東大松橋研にて開発中)
※協力: ノイアンドコンピューティング

④-1 環境家計簿データ利用
自治体によるコンソーシアム
を設置。

④-2 各事業主体が公的な
立場でのシミュレータを
利用し、事業を行う。

国際戦略：温暖化枠組への統合的貢献アプローチ応用(2)

世界の中で日本が進むべき持続可能で発展する低炭素社会への道

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

提案の基本となる4つの視点

温暖化は地球規模の問題であり、LCSでは、以下に示した4つの視点から、世界経済の成長と地球温暖化の克服の両立に向けた我が国の国際戦略を検討している。

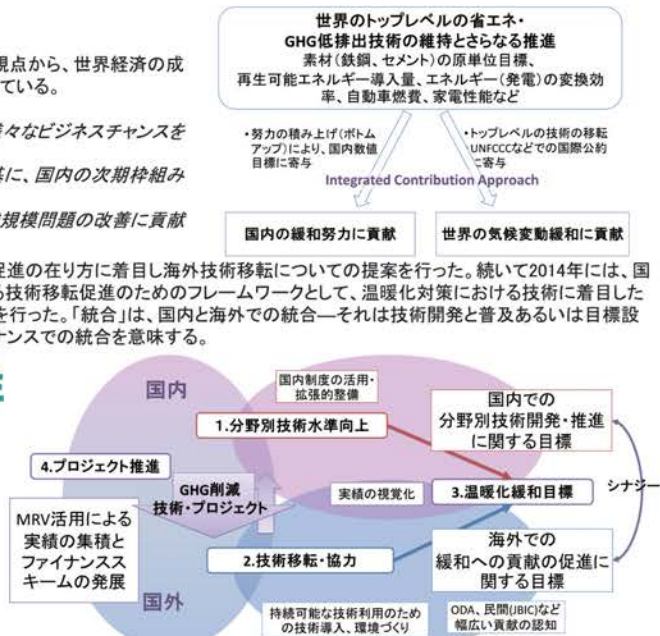
- ・ 実質的にGHG削減につながる、公平かつ実効性のある仕組み
- ・ 民間の投資インセンティブを促進し、途上国の経済発展にある様々なビジネスチャンスを活用する仕組み
- ・ セクター別エネルギー効率、GHG排出原単位の改善と評価を基に、国内の次期枠組みと国際的な技術移転の枠組みの双方に展開できる戦略
- ・ オールジャパンとして力を集結し、日本の持続可能な発展と地球規模問題の改善に貢献する仕組み

2013年には気候変動緩和と技術の海外移転とそのための投資の促進の在り方に着目し海外技術移転についての提案を行った。続いて2014年には、国内外の気候変動緩和に関する努力を一つのスキーム下で統合する技術移転促進のためのフレームワークとして、温暖化対策における技術に着眼した Integrated Contribution Approach (統合的貢献アプローチ) の提案を行った。「統合」は、国内と海外での統合—それは技術開発と普及あるいは目標設定としての統合と、各種スキームの統合、例えば、制度面やファイナンスでの統合を意味する。

統合的貢献アプローチの4つの柱

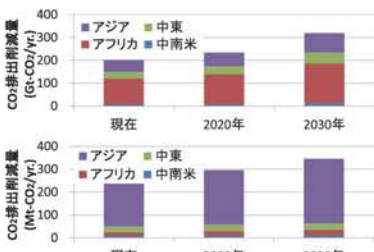
このアプローチは、端的にいうと、「日本の技術力の高さを最大限に利用するもの」であり、4つの柱により成り立つ。

1. 分野別・技術別の技術の目標値を削減行動目標として掲げるもの(技術R&D)
2. 技術協力・移転を通じ、地球規模の気候変動緩和に貢献(技術普及)
3. 国内外の技術に関する努力を国レベルの温暖化目標に位置づけ(気候変動枠組関連)
4. 国内外の温暖化緩和実績に関する知見を一元的に蓄積し、プロジェクト推進へ応用(経済活動貢献)

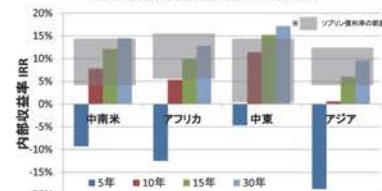


途上国における技術によるCO2削減の可能性

系統連携する大規模導入型の太陽光発電(PV)を例にとり、途上国における導入ポテンシャル、CO2削減量を試算し、統合的貢献アプローチの概念に沿った技術移転を考慮した場合の途上国への技術普及によるメリットを試算し、検討した。



PV導入による技術的ポテンシャル(上)と社会経済的ポテンシャル(下)



2030年時PV導入による、その後の内部収益率

- ・ LCS/JST (2014)が発表したセルモジュール効率を用い、現在(2013年時点効率利用)と2020年(予測値)について、各地域の太陽光発電の技術的ポテンシャルを試算。土地利用情報は、Hoogwijk (2004)が利用した土地情報を利用。
- ・ 太陽光発電設備容量はHoogwijk(2004)の用いた各地域の年間日射量(W/m2)から推定した日本と他国の年間日射量との比を用い、各地域の発電容量当たりの年間発電量(kWh/W)を想定し、設備容量を計算。
- ・ 系統の安定性を確保するために、日本では発電容量に対し、太陽光発電量の割合は1割程度とされている(経産省低炭素電力システム研究会、2009年1月)。本LCS試算では、全電源設備容量に対し、1割まで太陽光発電設備が導入可能と仮定して試算。

結果から示唆されるPVの途上国導入の重要ポイント

- ・ PVのコストダウンのための効率向上、技術革新
- ・ 現地生産拠点へのシフトも含めた発電コストの低減
- ・ 電力貯蔵の開発利用による需要量を超えた導入
- ・ 寿命までの運用を可能とする現地での管理・能力育成
- ・ 海外技術移転・貢献プロジェクトにおいて、より低利率での貸し付けが利用できる。

地域的差異から得られた結果

- ・ 技術的ポテンシャルではアフリカ、次いでアジアが大きく、それぞれ、CO2削減量で途上国全体のポテンシャルの5割強、3割弱であった。
- ・ 社会経済的ポテンシャルでは、アジアがCO2削減量で全体ポテンシャルの8割強で最も高く、続く中東は1割程度であった。
- ・ 地域の代表的電気料金、日射量から求めた内部収益率からでは、中東、中南米地域が導入のメリットが高かった。

統合的貢献アプローチの観点からの温暖化緩和への貢献案

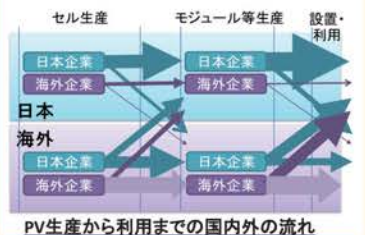
- ・ 技術水準向上目標として、2020年、2030年のセルモジュール効率及びコストあるいは蓄電池技術の向上の具体的な目標を掲げる。
- ・ 国内制度への反映として：PV設備を(効率のみでも)トップランナー基準等の対象にする。
- ・ 途上国支援として：2020年、2030年時の海外へのPV設備設置の具体的な目標値を定める。
- ・ 世界の温暖化貢献として：MRVを通じて各設備設置プロジェクトの貢献度を定量化し、公的金融機関の低金利枠などを利用し、実際に貢献度を増やす。定量化した情報は総量ベースで公開する。

ポテンシャルの定義

- ✓ 物理的ポテンシャル：太陽光エネルギーの理論到達エネルギーに対し、PVが設置可能な土地のみ設置とした場合のポテンシャル。
- ✓ 技術的ポテンシャル：現状・将来見込まれる発電効率を考慮した場合の発電量としてのポテンシャル。
- ✓ 社会経済的ポテンシャル：社会的制約などを考慮したポテンシャル。この評価では電力供給量を上限制約として算出。
- ✓ 経済的ポテンシャル：現在の設置地域の電力料金から導入可否予測を考慮した場合のポテンシャル。

展開：バリューチェーンで評価

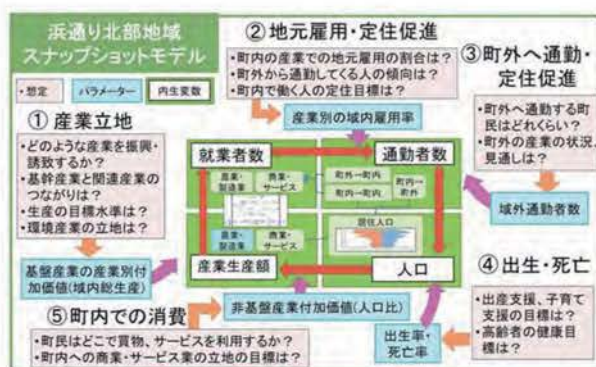
社会での技術利用が進むことで、設置場所での利用の効果のほか、材料採掘、製造、運搬、廃棄等のサプライチェーン全体にわたり、経済面・環境面の影響がある。PVを例にした下図に示すように、様々な「日本」に関するフローがある。PV、周辺設備(パワコン等)について、これらフローを定量的にとらえ、技術移転のバリューチェーン評価を行っている。例えば日本企業が他国で製造し、日本に輸入されるPVは日本の全出荷量の3割を占める。このような流れを評価することで、技術移転・協力に関する新しい示唆が得られる。



地域スナップショットモデルによる 地方自治体の将来社会・環境ビジョンの構築

統合評価モデル：「浜通り北部地域スナップショットモデル」によって地域の将来像を描き出す

- 震災から地域社会が復興し発展を続けていくためには、将来の望ましい姿を明らかにして、そこに至るシナリオと実現の道筋を描くことが重要です。
- 複雑な社会や経済の仕組みをシミュレーションできる統合評価モデルを用いることで、地域の社会・経済状況の見直し分析や、制度・政策の影響の評価によって有用な知見を得ることができます。
- 福島県新地町の人口、通勤、産業、エネルギーの将来シナリオを構築するための統合評価モデル「浜通り北部地域スナップショットモデル」を開発しました。



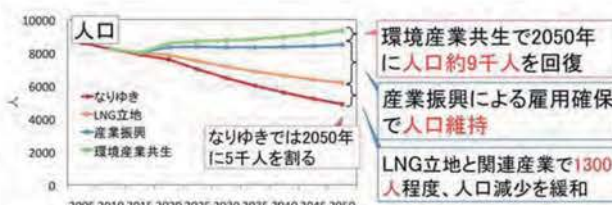
福島県新地町 経済活性化・人口維持・低炭素社会を両立する復興へのシナリオ

福島県新地町。福島県新地町を対象として2050年までの4つのシナリオを作成し、人口を維持しながら復興・地域発展を続けていくために必要な産業のあり方や雇用の状況、新たなエネルギー供給システムの姿を具体的に・定量的に示してきました。

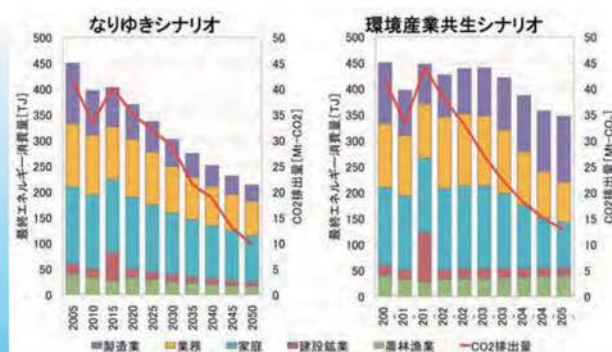
- **「なりゆき」**：震災からの復旧が完了すると、現在の建設需要などがなくなり、震災以前の傾向が続くと、少子化と人口流出の影響で2050年頃に人口が現状の半分近くまで減少してしまいます。エネルギー需要は減ります。
- **「LNG立地」**：新地町に建設中のLNG(液化天然ガス)輸入基地が操業し、ガス関連産業も立地すると雇用が生まれ、人口減少を緩和することが出来ますが、減少傾向は続きます。
- **「産業振興」**：さらにこれまでのような産業誘致の活動が今後も成功し、主に製造業の生産が増加し続けると、長期的に人口維持が可能になりますが、エネルギー需要は増加します。
- **「環境産業共生」**：省エネ・省資源となる産業共生型のまちづくり推進のため、エネルギーを効率的に融通し合う製造業や野菜工場を戦略的に誘致し、スマート・コミュニティなどの地域エネルギー産業への投資が成功すればさらに雇用が増え、生活利便性の改善等の定住促進策によって人口を以前と同じ水準に回復できます。

さらに、環境産業共生シナリオでCO₂排出量削減も同時に目指すと想定し、将来のエネルギーシステム像を検討しました。人口増加や産業活動の活発化により、そのままではエネルギー需要が増加しますが、エネルギー効率の高い技術の導入、都市ガスを利用した地域熱供給の実施などによるエネルギー効率の向上と、累計34MWの太陽光発電の導入によりCO₂排出量は2005年比で70%減まで到達できることが示されました。

人口と経済の計算結果 2015年～2050年



エネルギー消費量と二酸化炭素排出量



再生可能エネルギー大量導入時の 基幹系統事故に対する系統セキュリティ評価

電力中央研究所システム技術研究所

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2015年12月24日

概要

太陽光発電(PV)や風力発電(WT)などに代表される再生可能エネルギー(以下、再エネ)の導入可能量は、現在、主に平常時の需給バランスのみを考慮して決定されている。しかしながら、多くの大規模停電は落雷などにより基幹系統の送電線が一時的に使えなくなった場合に発生しているため、再エネ大量導入時における電力系統の安定性、すなわち周波数・電圧・系統安定度を保つこと(系統セキュリティ)が極めて重要である。(一財)電力中央研究所では、アナログ試験設備「電力系統シミュレータ」、系統解析ツール「CPAT」を活用し、この系統セキュリティ評価に取り組んでいる。

■ 電力系統の安定運用を維持するために必要な条件

1. 周波数を一定に保つ
2. 電圧を一定に保つ
3. 系統安定度を維持する

電力系統シミュレータ試験によるPV大量導入時の影響評価

当所(狛江地区)に設置されている、発電機、送電線、変圧器およびPVなどの大形アナログモデルを有する試験設備「電力系統シミュレータ」において、落雷による地絡や短絡などの系統事故を模擬することにより、PV大量導入が基幹系統の系統セキュリティへ与える影響について実験的に評価した。

参考文献: 白崎・北内「PV大量導入が系統事故時の基幹系統に与える基本的な影響に関する実験的検証」, 平成25年 電気学会全国大会。(2013)



同期発電機模擬装置



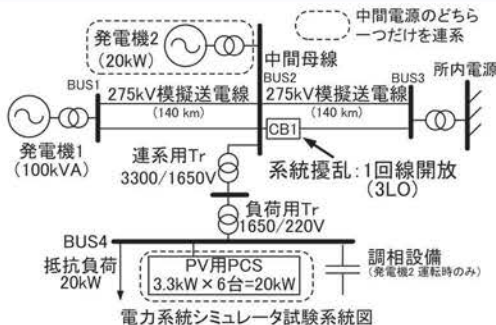
275kV送電線模擬装置



PV用パワーコンディショナ



PVパネル模擬電源装置



電力系統シミュレータ試験系統図

大容量発電機の系統セキュリティ維持への貢献

大容量発電機の特長	系統セキュリティへの貢献
■ 周波数に応じて出力調整が可能	周波数
■ 同じ速度で回ろうとする力(同期化力)がある	周波数 系統安定度
■ 慣性力を持っている(慣性定数が8秒程度)	周波数 系統安定度
■ 系統事故時の瞬時電圧低下時(瞬低時)に停止しない	電圧 系統安定度
■ 基幹系統の電圧調整が可能	電圧 系統安定度

CPATを用いたシミュレーション解析によるPV大量導入時の影響評価

当所は、電力広域的運営推進機関(OCCTO)や一般電気事業者で利用されている系統解析ツール「CPAT」の開発元であり、電力系統シミュレータ試験により得られたPVの動特性に関する知見を活用することで、CPAT用PVモデルを開発した(右表)。

さらに、このPVモデルを用い、CPATシミュレーション解析により、PV大量導入時における基幹系統の系統安定度への基本的な影響を評価した。

参考文献: 白崎・北内「再生可能エネルギー大量導入時の各種系統条件が基幹系統の系統安定度に及ぼす基本的な影響」, 電力中央研究所 研究報告, R14013. (2015)

CPAT用PVモデルが具備している機能

分類	具備している機能
事故時運転継続性能	停止特性 復帰特性
制御要素	有効電力制御 無効電力制御 直流制御 電圧上昇抑制機能
保護要素(機器保護・系統連系保護)	過電圧リレー 瞬時過電圧 周波数リレー
保護要素(単独運転検出リレー)	電圧位相跳躍方式 周波数変化率方式 無効電力変動方式 周波数シフト方式 ステップ注入付周波数フィードバック方式

「低炭素社会戦略センター 年度報告書（平成 27 年度）」

平成 2 8 年 4 月

国立研究開発法人 科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4F
電 話 03-6272-9270
ファックス 03-6272-9273
<http://www.jst.go.jp/lcs/>
©2016 JST/LCS

許可無く複写／複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。



この印刷物は、FSC®の基準に従って
認証された適切に管理された森からの
木材を含んだ用紙で印刷しています。