

低炭素社会戦略センター 年度報告書(平成30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

令和元年11月

低炭素社会戦略センター 年度報告書（平成 30 年度）

目 次

はじめに

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. 体制	2
4. 委員会	3
4.1 低炭素社会戦略推進委員会	3
4.2 低炭素社会戦略センター評価委員会	4
4.3 次期 5 年間事業計画検討委員会・次期 5 年間事業計画評価委員会	6

第 2 部 平成 30 年度の主な活動および成果

1. 低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ	9
1.1 「定量的技術システム研究」	10
1.2 「定量的経済・社会システム研究」	12
1.3 「低炭素社会システムの構築」	12
2. SDGs への取り組み	12
3. 関係機関等との連携	13
3.1 科学技術振興機構事業	13
3.2 研究機関、関連組織等	13
3.3 海外機関	14
4. LCS 主催の講演会	16

第 3 部 成果の活用と発信

1. 成果の活用	17
1.1 国際的貢献	17
1.2 国の政策への貢献	18
1.3 科学技術振興機構事業への貢献	18
2. 成果の発信	19
2.1 LCS シンポジウム『「明るく豊かな低炭素社会」に向かう 2050 年の姿」	19
2.2 サイエンスアゴラ 2018 ワークショップ「シナリオプランニング ー対話で作る、明るく豊かな低炭素社会シナリオ 2018 ー」	21
2.3 シンポジウム「2050 年の日本社会を展望した産業・エネルギー・電力 脱炭素化社会に向けて」	22
2.4 その他ワークショップ、講演会等	22
2.5 メディアへの情報提供	23
2.6 広報カフェ	24
3. 論文、学会発表、講演等	24

3.1 論文	24
3.2 学会	24
3.3 講演	24
4. 委員会活動	24

付 録

1. 低炭素社会戦略センター メンバーリスト（平成 31 年 3 月時点）	27
2. 2020 ～ 2024 年度事業計画の概要と構成	28
3. 平成 30 年度イノベーション政策立案のための提案書概要集	31
4. 論文、学会発表、講演等リスト	53
5. 委員会活動リスト	58

はじめに

低炭素社会戦略センター（以下、LCS）は、地球温暖化防止という人類共通の課題に対応するため、持続的な経済社会の発展を実現しつつ温室効果ガス削減の長期目標を確実に達成する科学技術イノベーション戦略の提示に向けた「低炭素社会実現のための社会シナリオ研究事業」を担う組織として、平成 21 年 12 月に科学技術振興機構（以下、JST）に設置された。

LCS は平成 27 年度から「次期 5 年間事業計画案」（平成 27 年度～31 年度）の下、低炭素技術が社会実証・社会実装につながるよう、「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ている。そして、これらの研究に基づき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 年の低炭素社会への道筋と 2050 年の低炭素社会像の選択肢を提示すべく「低炭素社会システム構築」に取り組んでいる。

JST 全体としては平成 29 年度からの第 4 期中長期目標・計画の下、「未来を共創する研究開発戦略の立案・提言」、「知の創造と経済・社会的価値への転換」、「未来共創の推進と未来を創る人材の育成」を柱として、未来共創イノベーションを先導すべく総合的に取り組んでいる。こうした取り組みの中、LCS は未来共創に向けた研究開発戦略を立案・提言するシンクタンクの一つとして位置付けられている。また、JST は我が国における「持続可能な開発目標（SDGs）」への科学技術イノベーションの貢献（STI for SDGs）を牽引すべく積極的に取り組みを進めている。LCS の各活動は、JST が実施する SDGs 達成への貢献に向けた多様なステークホルダーの対話・協働の場の構築や、課題解決や社会的期待の実現を目指したプログラムの一翼を担っている。

平成 30 年度には、低炭素化に向けて国内外の情勢も進展した。2030 年に温室効果ガスの排出を 2013 年度比 26%削減、2050 年に同 80%削減するという我が国の目標の実現に向け「長期大幅削減に向けた基本的考え方」（環境省）が示され、「環境基本計画」や「エネルギー基本計画」も閣議決定された。また、パリ協定で提出が求められている「温室効果ガスについて低排出型の発展のための長期的な戦略」の策定に向けた取り組みも進められた。他方、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が採択した「1.5℃特別報告書」では地球温暖化を 1.5℃に抑える場合、CO₂ 排出量が正味ゼロになる時期が 2050 年前後に早まるとの予測が示された。

こうした情勢の進展を背景に、定量的な科学的分析に基づき「明るく豊かな低炭素社会」像を描き、その実現に向けたシナリオ、必要な科学技術イノベーション戦略を明らかにする LCS の取り組みの重要性は従前にも増して大きくなっている。

本報告では、「明るく豊かな低炭素社会の構築」に向け平成 30 年度に LCS が実施した社会シナリオ研究とその成果の我が国の政策や研究開発での活用、社会シナリオ研究に際して築いた国内外の研究機関等との連携やネットワーク、また、LCS シンポジウムを始めとするアウトリーチ活動を通じた「明るく豊かな低炭素社会」に向けた国民の意識醸成に関する取り組みについてとりまとめた。

さらに、「次期 5 年事業計画案」（平成 27 年度～31 年度）に引き続き、「明るく豊かなゼロエミッション社会像」の提案に向けた LCS の取り組みの方向を示した「2020～2024 年度事業計画」の検討状況についてもとりまとめた。

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、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。

- (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、日々のく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、同時に比較的安定してい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。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、エビデンスに基づいた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。

科学技術に基づく持続性のある低炭素社会の実現に当たっては、低炭素技術の経済性が実現し、自律的展開が図られることが必要である。LCS では国内外のコスト算出を行うことによって、日本がどのような取捨選択をすればより良いかを導き出すことで、様々な変化に対応しうる多様なシナリオを作成することができ、シナリオ個々の精度も高めている。

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ていく。

- (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。

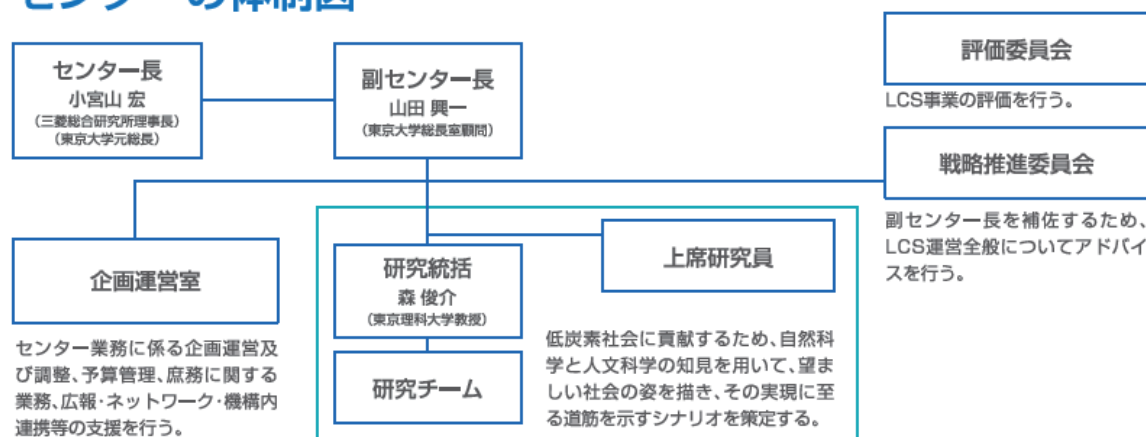
低炭素社会を実現するためには、国際競争力の強化と内需の拡大等、それぞれの産業が抱える課題に対して低炭素化の影響は異なるが、産業においてはより低炭素型の構造に、家庭においてもより低炭素型の消費構造へ導くことで世界の低炭素化に資するとともに、経済発展を実現し得る国際戦略を提言していく。さらに世界最高水準といわれる日本の省エネルギー技術や

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。

3. 体制

LCS はセンター長 小宮山宏、副センター長 山田興一、研究統括 森俊介、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（27 ページにメンバーリスト収録）。

センターの体制図



※2019 年 3 月 31 日時点

図 1 センターの体制図

4. 委員会

4.1 低炭素社会戦略推進委員会

4.1.1 目的

LCS では、センターの業務全般について意見を述べるため、「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、「低炭素社会戦略推進委員会」（以下、戦略推進委員会）を設置している。戦略推進委員は下記の通りであり、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、専門家から構成されている。

4.1.2 委員

役 職	氏 名	所 属・職
委員長	森 俊介	JST-LCS 研究統括、東京理科大学 理工学部 経営工学科 教授
副委員長	野城 智也	東京大学 生産技術研究所 教授
委員	上野 さやか	TMI 総合法律事務所 弁護士
	柏村 美生	株式会社リクルートスタッフィング 代表取締役社長
	野村 浩二	慶應義塾大学 産業研究所 教授
	藤井 康正	東京大学 大学院工学系研究科 原子力国際専攻 教授
	藤野 純一	公益財団法人地球環境戦略研究機関 上席研究員・ 都市タスクフォース プログラムディレクター 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）
	横山 広美	東京大学 国際高等研究所 カブリ物数連携宇宙研究機構 教授

敬称略、50 音順。所属は委員会の開催日時点。

4.1.3 戦略推進委員会による意見等

平成 30 年度は、2 月 26 日に第 12 回戦略推進委員会を開催した。平成 30 年度の社会シナリオ研究の成果、平成 31 年度計画案等について報告し、「低炭素社会実現のための社会シナリオ研究事業」の成果の最大化に向けた意見交換を行った。委員からは「技術の評価そのものに関しては素晴らしい一方で、経済学として見た際に、定義が明確ではない部分があり、一部参照しづらいものがある。」、「シナリオ構築をする際には、産業の意見をぜひ反映していただきたい。産業界も協力できる。」、「G20 シンクタンク会議にかなり深く関わることができるということは、この活動が 10 年続いた一つの大きな成果。」、「この領域における次のリーダー人材を 2025 年までにどう育成できるかは、大切だと思う。」、「アウトリーチという観点でボトムアップのデザインも含めた形で STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) を少し意識すると研究成果を早く拡散できる可能性がある。」、「情報発信とその先というようにところも社会に活かせるように具体的な取り組みとしてやって頂きたい。」といったコメントをいただいた。

いただいた意見については、今後の事業運営および社会シナリオ研究の内容・構成等に反映を図っていく。

4.2 低炭素社会戦略センター評価委員会

4.2.1 目的

LCS ではセンターに係る評価その他必要な事項を審議するため、「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（以下、評価委員会）を設置している。評価委員は下記の通りであり、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、専門家によって構成されている。

4.2.2 委員

役 職	氏 名	所 属・職
委員長	大橋 弘	東京大学 公共政策大学院 副院長
委員	浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究参事
	甲斐沼 美紀子	公益財団法人地球環境戦略研究機関 研究顧問
	北畑 隆生	株式会社神戸製鋼所 取締役会議長
	栗原 和枝	東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授
	高村 ゆかり	東京大学国際高等研究所 サステナビリティ学連携研究機構 教授
	山上 伸	東京ガス株式会社 アドバイザー
	渡邊 政嘉	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事

敬称略、50 音順。所属は委員会の開催日時点。

4.2.3 評価項目・方法

2つの評価項目（1）LCS の業務プロセス、（2）社会シナリオ研究開発の成果について中長期目標の達成すべき成果、評価軸・評価指標に照らして評価を実施した。

（1）LCS 業務プロセス

①評価方法

評価は、調査・分析の取り組みの進捗に関し、調査・分析のための体制構築、多様なステークホルダーの参画、JST 内外との連携、ネットワーク構築、研究成果等の情報発信についての定量的・定性的指標を総合して判断する。

評価の視点としては、LCS 運営の妥当性や必要性、今後の進展を踏まえた有効性、運営の効率性、その他必要な事項を踏まえるものとする。

②評価軸

社会シナリオ等の立案に向けた活動プロセスが適切か。

（2）社会シナリオ研究開発の成果

①評価方法

LCS 活動の成果である社会シナリオ・戦略の発信、学会発表、論文発表、講演およびプレスリリース数等の定量的指標と、関係する委員会等への LCS メンバーの委員としての参加や自治体等との連携協力の実績、成果発表に対する社会的インパクト等の定性的指標を総合して評価する。

評価の視点としては、LCS 活動の妥当性や必要性、今後の進展を含んだ有効性、中期目標との整合に基づく合理性、その他必要な事項を踏まえるものとする。

②評価軸

(i) 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科学技術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。

(ii) 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。

LCS のこれまでの取組や活動の結果が、国・地方自治体等の政策立案主体、大学・企業等の関係機関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、政策・施策や研究開発等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・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。

4.2.4 評価委員会による意見等

平成 30 年度は、3 月 14 日に第 4 回評価委員会を開催し、平成 29 年度から 30 年度における LCS の運営について評価を受けた。委員からは、『評価項目「LCS の業務プロセス」については、LCS は定量的技術システム研究と定量的経済・社会システム研究から技術の社会実装、低炭素社会システムの構築を検討する活動を着実に進展させており、そのうえで必要な研究が実施されている。また、研究に際して他機関との連携や交流が積極的に行われている。得られた研究成果を提言や報告書の形で公表するとともに、シンポジウム等の開催、政策官庁・ステークホルダーとの意見交換、市町村との連携を通じて、政策官庁、ステークホルダーおよび国民など多方面に向けて発信している。これらのこと及び全般的に計画に基づく運営と 2020-2024 年度計画の策定が着実に進められていることから、社会シナリオ等の立案に向けた取組や研究環境・事業環境の整備や各種の取組および国民に対して提供するサービスの向上等、シンクタンクとしての業務プロセスと機関運営は適切であると評価できる。

評価項目「社会シナリオ研究開発」のうち、評価軸「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」については、まず、コストなど社会実装に重要な観点を取り入れた LCS の定量的な技術評価は、多様な観点での技術比較や達成可能性を議論できるレベルの高いものであり、科学的な分析を通じて低炭素化と「明るさ」、「豊かさ」を両立する方向を示すことはきわめて意義が高い。そして、エネルギーシステムについての質の高い研究を実施し、2050 年における電力の低炭素化に向けた道筋が示されていることは評価できる。社会シナリオ・戦略面では、情報化社会の電力消費および電力管理等のエネルギーシステムについても適切に評価研究が進めるとともに新たに産業連関分析にも取り組むことにより、経済と環境との関係性についても定量的に分析できる土台ができつつある。このように、定量的技術分析をはじめとする科学的分析と産業連関分析の組み合わせにより社会システム改革の方向性が示されており、低炭素社会実現に資する質の高い成果が生まれていると評価できる。

評価軸「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」については、国際的には、T20 等国際的な場への継続的参画とポリシーブリーフへの貢献、国内では総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI) 戦略推進会議および文科省の気候変動適応技術社会実装プログラムをはじめとする国内での様々なプロジェクトへの参加、地方自治体との意見交換等を通じて、LCS の社会シナリオ・戦略は、国際、国、地方自治体等に発信され、政策立案等に活用されていると評価できる等の評価をいただいた。評価結果・指摘事項は評価報告書として取りまとめの上、今後、所定の手続きを経て事業運営に反映する。

4.3 次期5年間事業計画検討委員会・次期5年間事業計画評価委員会

4.3.1 目的

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年目にあたり、平成27年度から31年度までの「次期5年間事業計画案」を策定した。

平成30年度は、2020年～2024年度の5年間事業計画を検討することとし、計画策定にあたり助言を受けるための次期5年間事業計画検討委員会（以下、計画検討委員会）および計画案のレビューを行う次期5年間事業計画評価委員会（以下、計画評価委員会）を設置して、計画案を検討した。

4.3.2 委員

（1）低炭素社会戦略センター次期5年間事業計画検討委員会

役 職	氏 名	所 属・職
委員長	森 俊介	JST-LCS 研究統括、東京理科大学 理工学部 経営工学科 教授
委員	浅野 光基	JST 社会技術研究開発センター 企画グループ 調査役
	荒巻 俊也	東洋大学 国際学部 教授・学部長
	井上 智弘	JST-LCS 研究員
	江守 正多	国立環境研究所 地球環境研究センター 副研究センター長
	江森 正憲	JST 未来創造研究開発推進部 調査役
	栗原 和枝	東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授
	黒沢 厚志	JST-LCS 客員研究員、 エネルギー総合工学研究所プロジェクト試験研究部 部長
	高瀬 香絵	JST-LCS 特任研究員、東京大学 客員研究員
	田中 加奈子	JST-LCS 主任研究員
	谷口 昇	パナソニック株式会社 資源・エネルギー研究所 副主幹研究長
	端谷 隆文	富士通株式会社 環境・CSR 本部 エキスパート
	平沼 光	JST-LCS 特任研究員、東京財団政策研究所 研究員・政策オフィサー
	本郷 尚	株式会社三井物産戦略研究所 国際情報部 シニア研究フェロー
	鷺田 豊明	上智大学 大学院地球環境学研究科 教授

敬称略、50音順。所属は第1回開催日（2018年4月10日）時点。

(2) 低炭素社会戦略センター次期5年間事業計画評価委員会

役 職	氏 名	所 属・職
委員長	高村 ゆかり	名古屋大学 大学院環境学研究科 教授
委員	浅野 浩志	電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究参事
	大橋 弘	東京大学 大学院経済学研究科 教授
	金子 隆一	明治大学 政治経済学部 特任教授
	佐藤 順一	JST 研究開発戦略センター 上席フェロー、日本工学会 会長
	次田 彰	JST 経営企画部長
	殿岡 貴志	株式会社日立製作所 投融資戦略本部事業開発室 部長代理
	野村 浩二	慶應義塾大学 産業研究所 教授
	日比野 剛	みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第1部 次長
	藤野 純一	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、公益財団法人地球環境戦略研究機関 プログラムディレクター
	山上 伸	東京ガス株式会社 アドバイザー
	横山 広美	東京大学 国際高等研究所 カブリ物数連携宇宙研究機構 教授

敬称略、50音順。所属は第1回開催日（2018年6月7日）時点。

4.3.3 委員会の内容等

外部有識者の参加も得た4回の計画検討委員会にて計画案を作成し、3回の計画評価委員会での意見交換・審議等を通じて最終案とした（28ページから2020年～2024年度事業計画の概要と構成を収録）。

(1) 計画検討委員会

第1回 2018年4月10日（火）10:00－12:00

- ・各分野における低炭素社会に向けた課題及び展望について
- ・計画案策定に当たり考慮すべき観点・計画に取り込むべき事項について

第2回 2018年5月7日（月）15:00－17:15

- ・各分野における低炭素社会に向けた課題及び展望について（続き）
- ・計画案策定に当たり考慮すべき観点・計画に取り込むべき事項について（続き）

第3回 2018年5月22日（火）16:00－18:00

- ・計画素案について

第4回 2018年7月17日（火）13:30－15:30

- ・次期5年間事業計画評価委員会（第1回）のコメントを踏まえた計画案の改訂について

(2) 計画評価委員会

第1回 2018年6月7日(木) 10:00 - 12:00

- ・次期5年間事業計画検討委員会(第1回～第3回)における検討状況について
- ・計画案へ盛り込むべき内容について

第2回 2018年8月14日(火) 15:00 - 17:00

- ・次期5年間事業計画検討委員会(第4回)において検討された計画案の評価について

第3回 2018年9月20日(木) - 10月22日(月) [メール審議]

- ・前回のコメントを踏まえて改訂された計画案の評価について

第2部 平成30年度の主な活動および成果

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。

平成30年度は、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した。

定量的技術システム研究では、これまで検討してきた太陽電池、蓄電池、燃料電池等の低炭素技術について調査・分析を行い、低炭素社会実現に向けてコアとなる重要研究課題、またそれらを通じて、低炭素技術にかかる科学技術政策上対応すべき重要課題を特定した。さらに、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。低炭素技術を組み込んだ個別エネルギーシステム（CCS、蓄エネルギー、カーボンフリー水素の役割等）の調査分析を行った。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、及びエネルギーシステム全体の視点での評価を行った。

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とともに、将来の低炭素社会構造の変化を幅広く定量的に示すなど、社会シナリオの充実につながる研究を推進した。

低炭素社会システム構築では、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とともに、産業構造・技術システムの評価、地域の発展を起点とした仕組みづくりを行う。また、世界各国における温室効果ガス排出削減の施策・省エネルギーの施策の調査・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の作成を継続する。

これらの成果については、LCSシンポジウム（2018年12月12日）においてポスターを展示するとともに、技術開発編（15冊）、技術普及編（1冊）、社会システム編（4冊）、国際戦略編（1冊）の計21冊のイノベーション政策立案提案書として発行・公表した。

(<https://www.jst.go.jp/lcs/proposals/index.html>) (31ページ以降に平成30年度イノベーション政策立案のための提案書概要集収録)

技術開発編

- 炭素電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する提案
- アンモニア直接燃焼によるガスタービンシステムの提言
- 地熱発電（Vol.5）
 - ー水圧破砕による誘発地震の低減に関する提言ー
- 固体酸化物形燃料電池システム（Vol.6）
 - ーセルデザインおよび新型燃料電池の包括的評価ー
- 蓄電池システム（Vol.6）
 - ーリチウムイオン電池のエネルギー密度向上の可能性と研究課題ー
- 酸化ガリウムの新規ワイドギャップ半導体としての電子デバイス応用へ向けた技術開発課題
- 日本における蓄電池システムとしての揚水発電のポテンシャルとコスト
- 造林コスト低減のためのコンテナ苗の活用

- 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」による分析手法の提案
ー設計型機能への展開ー
- 木質バイオマスエネルギーポテンシャルの地域分布 (Vol. 2)
ー不均一に分布する人工林の伐採作業のコストー
- 小規模型カーボンフリー NH₃ 製造技術に向けた新規プロセスの提案
- 石炭ガス化による水素、アンモニアの経済性と CO₂ 排出量
ー石炭ガス化 (CCS を含む) による水素、アンモニア製造・物流システムの比較検討ー
- GaN 系半導体デバイスの技術開発課題とその新しい応用の展望 (Vol. 3)
ー市場規模と省エネルギー効果ー
- 太陽光発電システム (Vol. 5)
ー定量的技術シナリオに基づく結晶系シリコン太陽電池とペロブスカイト型太陽電池のコスト低減技術評価ー
- 低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価 (Vol. 3)
ー 2050 年の低炭素電源システムの技術開発課題ー

技術普及編

- 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol. 1)
ー IT 機器の消費電力の現状と将来予測ー

社会システム編

- 2020 年東京五輪・パラリンピック「カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォーム」の提案
- 低炭素社会に向けた技術革新の影響評価のための動学エネルギー経済モデルの開発
- 東京都の消費活動に内包される CO₂ 排出量の評価
- 鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会のための課題検討にむけて (Vol. 2)

国際戦略編

- 世界の水需給評価

1.1 「定量的技術システム研究」

平成 30 年度、定量的技術システム研究では、主に下記の新たな知見が得られた。

水素関連では、水素製造や輸送方法について水素関連技術マップに示すような検討範囲において、水素の製造、輸送を経て最終利用時点でのコストや CO₂ 排出量について検討した。具体的には、海外産炭地での CCS を伴う石炭ガス化プロセスにより製造された水素を、湾岸部までパイプライン輸送し、湾岸部にて液体燃料（液体水素ならびにアンモニア）に変換した後、タンカーにて国内の基地に海上輸送し、隣接する発電所で利用する場合のコストと CO₂ 排出量について検討した結果、次の知見を得た。

- (1) CCS プロセスの CO₂ 捕集率を 88% として検討したところ、アンモニア、水素ともに、国内発電所入口にて、約 40g/MJ の CO₂ 排出量となり、これは天然ガスを直接燃焼した場合の CO₂ 排出量である 56g/MJ に対して、約 70% 相当の高い値であることが分かった。カーボンフリー燃料の実現には、99% 以上の高い捕集性能を有する低コスト CCS プロセスの開発が必要である。
- (2) 現状の石炭価格体系では、原料（褐炭、瀝青炭）の違いによる水素の製造コスト、CO₂ 排出量への影響は少ないことが分かった。

- (3) 発電用燃料の選択肢の一つである、アンモニアならびに水素の利用について、価格とCO₂ 負荷の点から、アンモニアの利用可能性が示された。

また、カーボンフリー燃料の代表例として「アンモニア」を取り上げ、その特異な燃焼特性を適用した新しい燃焼システムを提案し、さらに大規模発電用燃料の利用可能性について予備的な検討を行った。

アンモニアは、エネルギー密度が高くかつ容易に液化可能という特長がある反面、着火し難く、かつ燃焼速度が遅いという欠点の為に、これまで燃料としての認知度は高くなかった。ここではカーボンフリー燃料の特長を生かせる可能性を期待して、その燃焼特性を、新たに構築したより精度の高い詳細反応機構を用いて検討した。その結果、燃料リッチ範囲で、低NO_x かつ水素を生成できる燃焼が実現可能な操作条件を見出すことが出来た。

この知見に基づき、排ガス再循環の仕組みを組み合わせたコンバインドサイクル発電システムの概念を提案する。熱力学モデルを用いて効率と出力を予測し、予備的な経済性検討も行なった。

提案するアンモニアリッチ燃焼コンバインドサイクルは、水素タービン発電システムと同程度の出力を出すことが可能であり、経済性も同程度である。アンモニア直接燃焼発電システムが低NO_x 燃焼であること、および取り扱いの容易さなどから、水素発電システムに対する優位性を示した。

低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価では、送電網強化を含む低炭素電源システムの系統安定性に寄与する技術とその経済性を評価し、電源起源のCO₂ 排出量 80 ~ 100%削減を実現可能とする道筋を示した。再生可能エネルギーが大規模に導入されると系統安定化対策が必要であり、火力発電が持つ同期発電機の割合が低下することにより、特に慣性力の低下による影響が懸念されている。このため、系統安定度の対策として、蓄電池の普及、送電網の強化、慣性力の供給技術について評価し、低炭素電源システムの経済性を示した。また、CO₂ 排出量を90%削減するケースでは、慣性力を持つ同期発電機の割合を半分とすることにより、年間総経費約5兆円の差が生じることを示した。同期発電機の割合を減らしてかつ系統を安定化させるための技術開発が重要である。特にCO₂ 排出量を90%以上削減するには、慣性力の供給制約による発電コストへの影響が大きく、系統安定化のための新しい技術開発が必要となることを示した。

蓄電システムでは、今後開発可能な日本の揚水発電のポテンシャルと、そのコストを計算した。日本では、既存の揚水発電所の蓄電容量は130GWh であるが将来については十分ではなく、また現在の設備利用率も3%程度と低い。今回の計算では、1プラント当たり蓄電容量50MWh (10MW、5時間/回) の揚水発電所が20,000か所建設可能で、合計1,000GWhの蓄電容量が期待できることが分かった(設備容量200GW、設備利用率17%の場合、300TWh/yの蓄電量)。この結果は、将来の低炭素電源システム(2050年電源起源のCO₂ 排出量現状比80~85%減)に必要な試算された蓄電池容量(360~510GWh)以上であり、新規の揚水発電のポテンシャルが十分にあることが示された。発電コストについては23円/kWhと計算された。これは蓄電池のコストの1.4倍であるが、蓄電池にはない慣性力を有するため、慣性力制約条件や電源構成によってはシステム全体のコストが有利になる場合がある。

半導体デバイスでは、電子デバイスおよび光学デバイスの将来市場について考察するとともに、これらの中でのGaN市場について調査し、その市場規模と用途別省エネルギー効果について検討し、以下の結果を得た。

- (1) 光学デバイス市場におけるGaN系LEDの省エネルギー効果は照明用途を中心に、200TWh程度ときわめて大きい、大部分の用途で既存の市販LEDで十分である。
- (2) 次世代半導体としてのレーザーや高輝度LEDは、大きな新規市場を作り上げる可能性が

あるものの、新分野のために省エネルギー効果の推算是困難である。

- (3) パワーデバイス市場では GaN 素子はその特性からインバータなどによる省エネルギー貢献のポテンシャルが 120TWh 程度と大きい。
- (4) 価格 / 性能指数が低いことが最も重要である。炭化ケイ素 (SiC) や Si 系半導体と競合するため、GaN 素子が省エネルギーに貢献する程度に普及するためには、性能向上とともにコストダウンの必要性が高い。

1.2 「定量的経済・社会システム研究」

平成 30 年度定量的経済・社会システム研究では、「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol. 1) - IT 機器の消費電力の現状と将来予測 -」を行った。具体的には、情報化社会の進展に伴って、従来の予想を超える膨大なデータが取り扱われるようになり、この傾向は今後も拡大すると考えられる。これに伴い、エネルギー消費がどのような影響を受けるかを 2050 年までを視野に入れ、調査、ヒアリングなどにより検討した。その結果、世界の情報量 (IP トラフィック) は 2030 年には現在の 30 倍以上、2050 年には 4,000 倍に達すると予想され、現在の技術のまま、まったく省エネルギー対策がなされないと仮定すると、情報関連だけで 2030 年には年間 42PWh、2050 年には 5,000PWh と、現在の世界の消費電力の約 24PWh を大きく上回る予測となった。すなわち、技術進歩がなければ情報関連だけで世界の全てのエネルギーを消費してもまだ不足するという事態になりうることを示した。

1.3 「低炭素社会システムの構築」

平成 30 年度、低炭素社会システム構築では、主に「鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会のための課題検討にむけて (Vol. 2)」において、鉄鋼業における低炭素化方策としての「リサイクル鉄の利用」の可能性について調査、分析を進めた。まず、マクロ的試算による将来の日本社会における鉄の循環について整理した。将来のスクラップ発生・利用量を考えるうえで重要な情報である、スクラップの需給や利用の流れ、輸出量に影響する世界のスクラップ市場についてデータをまとめた。また、日本と主要先進国および途上国の鉄鋼蓄積量と純内需の発展レベルとの関係を検討した。将来シナリオ策定のための要点が整理された。

2. SDGs への取り組み

SDGs の達成に科学技術イノベーションが貢献 (STI for SDGs) していくためには、政府はもとより、大学、研究開発機関、NGO や企業等を含めた多くのステークホルダーが、共通価値の創造 (Creating Shared Value) を意識して行動することにより、目標の達成を図ろうという新たな社会的潮流を産み出していくことが重要である。この考え方の下 JST は以下の 3 つの柱の取組を通じて、我が国の STI for SDGs を牽引するとともに、未来共創社会の実現に向けて、国内外の新たなイノベーション・エコシステムの構築を推進している。

(1) 広報・啓発活動の推進 (SDGs for all, STI for All)

JST は、SDGs に関する国内外の動向把握に努め、その情報発信等を通じて、国内における SDGs の認知度の向上、特に STI を通じた SDGs 達成に向けた取組の普及を推進する。

(2) SDGs 達成に貢献するプログラムの実施 (STI for SDGs)

多様なステークホルダーの対話・協働の場の構築や、課題解決や社会的期待の実現を目指したプログラムを実施し、SDGs 達成への貢献を目指す。

(3) SDGs の視点を踏まえた業務の推進 (SDGs for STI)

SDGs 達成に貢献しうるプログラムや成果等について、SDGs の視点を踏まえ、研究成果の最大化や成果の展開を図る。例えば、世界共通言語である SDGs アイコンを利用し、多様なス

テークホルダーとの連携（異分野連携、産学官連携、国際協力を含む）に活用する。

LCS の取組は JST の取組の低炭素社会実現のための社会シナリオ研究事業は SDGs の目標 7. 「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」及び目標 13. 「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」に対応するものであり、前述の STI for SDGs に向けた取組（2）SDGs 達成に貢献するプログラムの一つに位置付けられている。また、「明るく豊かな低炭素社会の実現」はこれら 2 つの目標に限らず多くの目標にも貢献するものであることから、LCS では、SDGs に掲げられた 17 の目標と LCS の取り組みの関連付けを行い、LCS の Web ページや LCS 主催シンポジウムにおいて広く周知を行った。また、サイエンスアゴラにおけるシナリオプランニング、T20 のポリシーブリーフ作成においても、SDGs を念頭に置いたプログラム作成や発信を行った。

3. 関係機関等との連携

3.1 科学技術振興機構事業

3.1.1 JST 社会技術研究開発センター（RISTEX）

平成 27 年度より、LCS は JST 社会技術研究開発センター（RISTEX）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）の「気候変動適応技術社会実装プログラムにおける社会実装の着実な推進」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。

平成 30 年度は、LCS 研究員らがアドバイザーとして参画し、LCS が社会実装機関メンバーとして活動した。LCS メンバーが木村 PD をはじめとする SI-CAT のコアメンバーに LCS の取り組み・成果等について紹介するとともに、関連する会議等に参加した。PO・PD クラスとの意見交換が相互のプログラム主旨や事業成果の理解、新たな課題形成につながっている。川崎市、さいたま市といった自治体を訪問し、SI-CAT の事業計画に沿い、自治体の温暖化対策（緩和・適応）について話しを伺うとともに、LCS の社会シナリオ研究の成果・活動を紹介、意見交換を実施した。

また、研究開発成果を社会に展開するため、社会での実証と普及を図る RISTEX の「研究開発成果実装支援プログラム」では LCS の研究成果を活用した研究提案「低エネルギー消費型製品の導入・利用ならびに市民の省エネ型行動を促進するシステムの実装」（責任者：東京大学・吉田好邦教授）が研究推進中である。

3.2 研究機関、関連組織等

3.2.1 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所（森林総研）

LCS の「自立した林業と木質バイオマスの利用」のコンセプトをベースに、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターの「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」に研究開発課題「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発（森林総研）」が採択された。LCS はこのコンソーシアムに協力研究・普及機関として参画、課題運営に知見を提供している。また森林総研と LCS で勉強会（平成 30 年 6 月 14 日）を行い、日本産業界全体の中での林業の求められるあり方を議論、具体性のある問題点を抽出し、研究による解決方法を討議した。

3.2.2 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

NEDO 技術戦略研究センター（TSC）と LCS は、エネルギー・環境問題の解決という目的に対して異なる視点・方法で再生可能エネルギー等の低炭素・エネルギー技術の普及に向けた方策について研究を行っている。LCS では「河津圧縮空気エネルギー貯蔵試験設備」を視察、意見交換を行っ

た（平成 30 年 7 月 18 日）。

さらに「平成 30 年度低炭素イノベーション政策研究会」（7 月 19 日）を企画・開催して、LCS から平成 29 年度に発行した提案書のうち 4 件を紹介、TSC から資源環境分野および再生可能エネルギー分野の動向について紹介を行い、それぞれ質疑等を行った。低炭素に関する研究領域は非常に早いスピードで変化しており、それぞれの強みを活かす形で協力関係を維持・強化する方向で一致した。

3.2.3 センターオブイノベーション (COI) プログラム「共進化社会システム創成拠点」

10 年後の目指すべき社会像を見据えたビジョン主導型の研究開発プログラムである COI において「共進化社会システム創成拠点」（九州大学）との連携を継続。東京大学 COI- サテライトワークショップ「再生可能電源大量導入に伴うエネルギーシステムのイノベーションと電気代そのまま払いの新たな展開」（平成 30 年 12 月 20 日）を共催し、松橋特任研究員が「電力システムのイノベーションと電気代そのまま払いの相乗作用」、高瀬特任研究員が「節電払い / 電気代そのまま払いのこれまでとこれから」と題して講演を行った。

3.3 海外機関

3.3.1 フランス Lyon Institute of Nanotechnology (INL) 等との先端技術についての調査研究

低炭素社会技術シナリオ構築のため、太陽光発電・蓄電池・水素製造等の技術開発研究所であるフランスの INL、The French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA) -Le Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies nouvelles et les Nanomatériaux (LITEN)、Air Liquide の訪問および先端技術の現状と展望について意見交換を行った（平成 30 年 5 月 26 日 -5 月 31 日）。LCS は低炭素社会シナリオ構築の研究成果を講演した。

3.3.2 スイス Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL) との太陽電池および水力発電についての調査研究

太陽光発電の発電コストの鍵となるエネルギー変換効率の向上などに関して、ペロブスカイトとタンデム型の現状と今後の動向について、先進的な研究を行っている太陽光発電研究室 (EPFL-PV-LAB) および化学・化学工学研究所 (EPFL-ISIC) 基礎科学グループのメンバーと意見交換を実施した。（平成 30 年 8 月 6 日 -8 月 8 日）

また、水力発電の発電効率向上のため継続的な研究を行っている水力機械研究室 (EPFL-LMH)、水力発電のコンサルタント組織である小水力発電研究室 (EPFL-MhyLab) メンバーと意見交換を行い、それらの試験装置を見学した。（平成 30 年 8 月 9 日）あわせて、現在建設中の Nant de Drance 揚水式水力発電所 900MW の建設現場を見学した。

3.3.3 オーストラリア荒漠地システム植林地 (Sturt Meadows Research Station) の調査

オーストラリアで実施した、炭素固定を目的とした乾燥地植林の実証試験 (CREST、平成 10 年度課題) について、現地を訪問し、植林後 20 年経過時における追跡調査を行った（平成 30 年 9 月 15 日 -16 日）。

また、Murdoch University の Harper 教授（農学部長）と意見交換を行った。（平成 30 年 9 月 17 日）オーストラリアにおいても多くの研究者は温暖化緩和策を重要と考え、炭素固定に関する基礎研究ないし応用研究を行っているとのことで、オーストラリアの低炭素社会への取り組みの知見が得られた。

3.3.4 スイス EPFL およびドイツ National Academy of Science and Engineering (acatech) 等との産業構造とエネルギーシステムに関する調査研究

2050 年に向かう中での社会・産業構造の変化と、その変化に対応した低炭素社会実現に向けてどのような社会像を描くか、またその実現に向けた技術・コスト課題などについて知見を得るため、スイスの EPFL で将来の産業構造とエネルギーシステムに関する話題を中心にプレゼンテーションおよび議論を行った（平成 31 年 1 月 21 日）。また、ドイツの acatech では再生可能エネルギー導入の道筋やコスト推移などについて、プレゼンテーションおよび議論を行った（平成 31 年 1 月 22 日 - 1 月 23 日）。

3.3.5 アメリカ Stanford 大学 44th Stanford Geothermal Workshop への参加

アメリカの Stanford 大学で行われた 44th Stanford Geothermal Workshop（平成 31 年 2 月 11 日 - 2 月 13 日）において、山田副センター長と石川主任研究員が高温岩体発電の水圧破碎による誘発地震の大きさに与える地下構造の影響をエネルギー収支の観点から解析した結果“Induced Earthquakes by Hot Dry Rock Power Generation: Influence of Injection Energy and Underground Structure”を発表した。ワークショップには約 200 名の参加者があり、3 会場に分かれ、3 日間で 94 件の発表が行われた。

また、Engineering Geothermal System の開発状況調査として、Sanford Project（Utah 大学主導）についてフォローした。Project のテーマは多岐にわたり、地質調査、坑井地温調査、坑井内画像調査、水圧破碎など多岐にわたって計画的に実施されていることが分かった。

3.3.6 スイス EPFL との CO₂ 排出量削減についての調査研究

エネルギーと経済の関係を研究している EPFL の Favrat 教授、Marechal 教授、Dr. Moreau の研究成果の説明を受け、LCS からは産業連関分析を行い導き出した GDP と CO₂ 排出量の計算結果を紹介し、2050 年に CO₂ 排出量 80%削減（2013 年比）のための方法論について議論を行った（平成 31 年 3 月 27 日 - 3 月 31 日）。

4. LCS 主催の講演会

外部等の研究者を招聘して2件のLCS講演会を行い、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の議論を通じ、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（敬称略）	講演タイトル
1	2018. 9. 20	名古屋大学 教授 高村ゆかり	パリ協定の実施と脱炭素化にむけた政策ニーズとイノベーション
2	2019. 2. 27	INSA de Lyon (University of Lyon) Alain Fave	Crystalline Thin film Silicon and Silicon based tandem solar cells

第3部 成果の活用と発信

1. 成果の活用

LCS の社会シナリオ研究事業の成果は、G20 のエンゲージメント・グループの一つである G20 シンクタンク会議 (T20) のタスクフォースへの参画や、パリ協定に基づく長期戦略への情報提供を目的に文部科学省と経済産業省が開催した「エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会」での報告、文部科学省環境エネルギー課と機構の未来創造研究開発推進部・CRDS 環境・エネルギーユニット・LCS がメンバーとして参加する 4 者会議「MEXT EED - JST 研究開発推進会議」への参画、機構内事業 (未来社会創造事業・先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 等) や研究開発戦略センター (CRDS) への情報提供等、多方面で活用した。

1.1 国際的貢献

1.1.1 G20 シンクタンク会議 (Think20 ; T20) に向けた取り組み

T20 は、G20 のエンゲージメント・グループ (アジェンダや機能毎に形成された政府とは独立した団体) の 1 つであり、G20 各国のシンクタンク関係者等から構成され G20 の「アイデア・バンク」として位置付けられている。年間を通じて約 10 のタスクフォース (TF) に分かれて議論し、T20 本会合において提言書をまとめ、G20 に提出している。

(1) 平成 30 年 G20 アルゼンチンにおける T20 への参画

LCS は平成 29 年の T20 (ドイツ) に引き続き、平成 30 年も T20 (アルゼンチン) に参画し、山田副センター長・田中主任研究員がタスクフォース「2. Climate Action and Infrastructure for Development」「6. 2030 Agenda for Sustainable Development」へ参画し、以下のポリシーブリーフの作成に携わった。また、9 月 16 - 18 日に開催された T20 サミット (@ブエノスアイレス) に、LCS から田中主任研究員が参加した。

① Author として参画

(i) Improving the G20's coordination on the delivery and monitoring of the 2030 Agenda

② Contributing author として参画

(i) Green Fiscal Reform for a Just Energy Transition in Latin America

(ii) The New Urban Paradigm

(iii) Enhancing climate resilience through urban infrastructure and metropolitan governance



図2 Improving the G20's coordination on the delivery and monitoring of the 2030 Agenda



図3 Green Fiscal Reform for a Just Energy Transition in Latin America

(2) 令和元年 G20 日本における T20 へ向けた活動への参画

日本が G20 議長国となったことを受け、T20 本会合（令和元年 5 月開催）に向けて開かれた、T20 Japan Inception Conference（キックオフ会合）（平成 30 年 12 月 4 日）に出席、ポリシーブリーフ案について説明した。また、気候変動・環境タスクフォース（TF3）会合に出席（平成 30 年 12 月 21 日，平成 31 年 1 月 22 日）。山田副センター長が TF3 の共同議長へ就任し、ポリシーブリーフの作成に加え、これまでの経験を踏まえて、同 TF として提出するポリシーブリーフの意見集約方法・スケジュール等について知見の提供、協議を行い、TF の取りまとめについて積極的に貢献した。さらに「Think 20 GLOBAL SOLUTIONS Summit 2019」（平成 31 年 3 月 18 日 - 19 日 ベルリン）に出席し、T20 に関連する施策・提案について討議、情報収集を行った。

1.2 国の政策への貢献

1.2.1 文部科学省 環境エネルギー課

文部科学省環境エネルギー課と JST の未来創造研究開発推進部・CRDS 環境・エネルギーユニット・LCS がメンバーとして参加する 4 者会議「MEXT EED - JST 研究開発推進会議」（平成 30 年 6 月から平成 31 年 3 月まで、親会議を 2 回、実務者会議を 3 回開催）にて、エネルギー科学技術分野における具体的な研究開発施策立案等について検討、社会シナリオ研究の成果を発信・情報提供を行った。また、文部科学省環境エネルギー課の要請に基づき、次世代半導体の実装・普及に必要な研究開発項目の整理を行う調査研究を実施した。あわせて、消費電力抑制技術、炭素循環利用等の科学技術的知見等についての問合せに対応した。

1.2.2 経済産業省・文部科学省

パリ協定に基づく長期戦略への情報提供を目的に開催された「エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会」（議長：経済産業省産業技術環境局長および文部科学省研究開発局長、平成 30 年 12 月から平成 31 年 3 月まで、合計 8 回開催）に、山田副センター長、岩崎上席研究員等が出席し、「電力部門における CO₂ 排出削減ポテンシャルに影響を与える要素」や、「石炭産出国で水素製造・CCS を行い日本に輸入した場合の経済性や CO₂ 排出量の評価」等、LCS の研究成果を発表した。

1.3 科学技術振興機構事業への貢献

1.3.1 未来社会創造事業（低炭素社会領域）・ALCA

未来社会創造事業（低炭素社会領域）課題募集時の「技術のボトルネック抽出」、先端的低炭素化技術開発（ALCA）の事業運営に LCS として参画している。具体的には、LCS の社会シナリオ研究の過程で得られた知見を活用し、ボトルネック課題の抽出方法・課題絞り込み方法等について提案してきた。未来創造研究開発推進部に協力して、平成 30 年度募集のボトルネック課題に「化学品製造を目指した高効率バイオマスガス化プロセスの開発」「電力／動力変換システムの省エネ・高効率化関連技術」「低炭素技術のコストエンジニアリング」の計 3 件の意見・提案が反映された。

1.3.2 研究開発戦略センター（CRDS）

環境・エネルギーユニットを中心に LCS 社会シナリオ研究の成果の発信を行った。また、LCS メンバーの CRDS 戦略プロポーザル作成チーム「相互進化的社会システムデザイン・システムと法制度両面からのアプローチ」への参加等、連携を図っている。

2. 成果の発信

LCS の成果の発信については、LCS が主催したシンポジウム『『明るく豊かな低炭素社会』に向かう 2050 年の姿』において、講演およびポスター展示を行うとともに、発行したイノベーション政策立案提案書を配布した。その他シンポジウムやワークショップ等を通じて、政策提案者・専門分野の有識者および広く国民に向けて行った。

2.1 LCS シンポジウム『『明るく豊かな低炭素社会』に向かう 2050 年の姿』

主催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

後援：文部科学省、経済産業省、環境省

日時：平成 30 年 12 月 12 日（水）13：30－17：00

場所：東京大学 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：

『『明るく豊かな低炭素社会』に向かう 2050 年の姿』をテーマに、2100 年頃のゼロエミッション（温室効果ガス排出量ゼロ）社会に向かうなかで、我が国が目標として掲げている「温室効果ガスの排出を 80%削減した 2050 年の社会」がどのような姿となるかを展望した。LCS からは、低炭素社会実現に向けて進めている技術、経済、社会システムに関する研究の現状や最新の研究成果について講演した。また各分野の専門家を招き、低炭素社会の実現に向けた技術面、経済・社会制度面の課題や今後の展望等について話題提供いただき、議論を深めた。あわせて、LCS の最新の研究成果についてポスター発表で紹介した。研究機関や自治体、民間企業等から 289 名が参加した。

なお、本シンポジウムは「東京 2020 応援プログラム」（テーマ：持続可能性）として実施した。



各講演者やパネリストの発表資料・要約は LCS のホームページ (<https://www.jst.go.jp/lcs/sympo20181212/index.html>) 参照。



写真1 LCS シンポジウム『『明るく豊かな低炭素社会』に向かう 2050 年の姿』には研究機関や民間企業等から 289 名が参加した



写真2 パネルディスカッション「2050 年、低炭素化の実現と Society5.0」にて議論するパネリスト

展示ポスターと関連するSDGs

低炭素社会戦略センターシンポジウム
2018年12月12日

③ 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の設計型ツールへの展開	
④ 低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価 (3) —2050 年の低炭素電源システムの技術開発課題—	
⑤ 太陽光発電システム (5) —定量的技術シナリオに基づくペロブスカイトを含む新型太陽電池の技術評価—	
⑥ 二層ポーラス Si のソーナーヒートン再結晶化法と急速蒸着法による単結晶薄膜 Si 太陽電池のコスト予測	
⑦ 炭素電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する提案	
⑧ 固体酸化物燃料電池システム (6) —セルデザインおよび新型燃料電池の包括的評価—	
⑨ 小規模アンモニアプラントの技術課題 —主としてアンモニア分離工程—	
⑩ 石炭ガス化による水素、アンモニアの経済性と CO ₂ 排出量 —石炭ガス化 (CCS を含む) による水素、アンモニア製造・物流システムの比較検討—	
⑪ アンモニア直接燃焼によるガスタービンシステム —燃焼機構解明による NO フリー発電システム—	
⑫ バイオマス二段階ガス化法の評価と課題 —メタノール合成—	
⑬ 木質バイオマスエネルギーポテンシャルの地域分布 (2) —不均一に分布する人工林の伐採作業のコスト—	
⑭ 林業を持続的に継続するためのコンテナ苗活用の提案	
⑮ 北海道下川町の低炭素社会の実現に向けて —持続可能な開発目標とともに—	
⑯ 会津地域 13 市町村森林資源活用実現計画策定事業 —木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定から自然共生社会の実現に向けて—	
⑰ 蓄電用の揚水発電のポテンシャルとコスト —既存ダムを下池として利用した揚水発電—	
⑱ 蓄電池の技術シナリオ (6) —リチウムイオン電池のエネルギー密度向上の可能性—	
⑲ 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (1) —IT 機器の消費電力の現状と将来予測—	
⑳ GaN 系半導体デバイスの技術開発課題とその新しい応用の展望 (3) —市場規模と省エネルギー効果—	
㉑ 酸化ガリウムの新規ワイドギャップ半導体としての電子デバイス応用へ向けた技術開発課題	
㉒ 地熱発電 (5) —高温岩体発電による誘発地震と地下天然亀裂密度の関係—	
㉓ 戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発 (Advanced Low Carbon Technology Research and Development Program ; ALCA)	
㉔ エネルギー脱炭素化施策の設計と社会実装	
㉕ 新しいエネルギー変換・貯蔵機器と技術特性を明示した住宅街区分散エネルギーシステムの在り方に関する研究	
㉖ 新しいエネルギー変換・貯蔵機器技術、未利用熱源およびビル省エネルギー技術による低炭素都市エネルギーシステム (2)	
㉗ 日本の部門別エネルギー需給動学シミュレーションモデルの開発	
㉘ 日本の中長期多部門動学的エネルギー経済モデルの開発	
㉙ 2050 年低炭素社会シナリオ構築のための既往シナリオの調査と体系化	
㉚ 鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会にむけて (2)	
㉛ 国際戦略：地球温暖化緩和技術のバリューチェーン評価 —ケーススタディ：太陽光発電システム・CO ₂ 排出量及びエネルギー消費量の評価—	
㉜ 地域の消費活動に内包される CO ₂ 排出量の可視化	
㉝ 富山市の低炭素社会実現に向けた取組 —公共交通を軸としたコンパクトなまちづくりによる“脱”炭素社会の実現—	
㉞ 世界の需給評価 —社会経済シナリオおよび気候変動シナリオの長期的影響—	
㉟ 2020 年東京五輪・パラリンピック「カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォーム」の提案	

2.2 サイエンスアゴラ 2018 ワークショップ「シナリオプランニング対話で作る、明るく豊かな低炭素社会シナリオ 2018 -」

主催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

日時：平成 30 年 11 月 10 日（土）13：00 - 16：00

場所：テレコムセンタービル 20 階会議室 1（東京都江東区）

概要：

JST 主催の「サイエンスアゴラ 2018 越境する」のセッション型企画としてワークショップ「シナリオプランニング対話で作る、明るく豊かな低炭素社会シナリオ 2018 -」を開催した。企業による気候変動に関する取り組みの情報開示の流れを踏まえて、温室効果ガスの削減等、気候変動に対応した経営戦略シナリオづくりに、学生・有識者・LCS 研究員（計 30 名）が参加した。グループディスカッションを行い「将来の温室効果ガス排出量 0（ゼロエミッション）に向けた持続可能な経営戦略シナリオ」の作成に取り組んだ。

なお、本ワークショップは「東京 2020 応援プログラム」（テーマ:持続可能性）として実施された。



写真3 シナリオプランニング「将来の温室効果ガス排出量 0（ゼロエミッション）に向けた持続可能な経営戦略シナリオ」

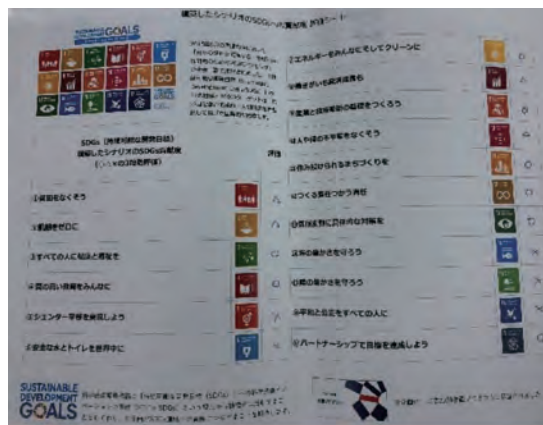


写真4 構築したシナリオの SDGs への貢献度評価シート

2.3 シンポジウム「2050年の日本社会を展望した産業・エネルギー・電力脱炭素化社会に向けて」

主催：公益財団法人 自然エネルギー財団

共催：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

公益財団法人 笹川平和財団

日時：平成31年2月6日（水）14:00－17:30

場所：笹川平和財団 国際会議場

概要：

パリ協定に基づく我が国の長期戦略の策定が進む中、日本におけるエネルギー政策の発展に資することを目指して、国内の複数のシンクタンクが協力し、今世紀後半における脱炭素化の実現を視野に、2050年時点における日本の社会の姿、その下での電力・エネルギー、そして産業構造をテーマにシンポジウムを開催した。

LCSからは小宮山宏センター長が「2050年、脱炭素化への社会ビジョンー新ビジョン2050」と題し基調講演を行った。また山田興一副センター長からは「ゼロカーボン社会に向かう2050年の姿ー産業・エネルギー・電力」についてプレゼンテーションを行った。

2.4 その他ワークショップ、講演会等

2.4.1 JST フェア2018～科学技術による未来の産業創造展～

主催：科学技術振興機構

後援：文部科学省他

日時：平成30年8月30日（木）9:30－17:30、8月31日（金）10:00－17:00

場所：東京ビッグサイト 西3ホール

概要：

「未来の産業創造」を目指した、JST発の研究開発成果が一堂に会するJSTフェアにLCSからは「低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価（Vol.2）ーゼロエミッション電源システム構築に向けた技術開発課題ー」と「カーボンフリー水素の経済性とCO₂排出量（Vol.2）」の2つのポスターと、省エネハウスの模型を展示した。LCSの担当者も会場内に常駐し、来場者との交流などを通じ「成果の最大化」に向けた活動の場として活用した。



写真5 当日のブースの様子

2.4.2 ワークショップ「第3回再生可能エネルギーに関する日独ワークショップ」

主催：一般財団法人エネルギー総合工学研究所

ドイツ航空宇宙センター (DLR)

後援：科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

日時：平成30年10月17日（水）－19日（金）

場所：TEPIA ホール

概要：

本ワークショップは、地域、国内および国際規模でのエネルギーシステムとエネルギーシナリオの分析、ならびに日本とドイツ、さらにはアジアと欧州のエネルギー政策への議論を行うことを目的に開催された。エネルギーシステム分析、再生可能エネルギー、蓄電、蓄熱などの低炭素技術について、日本・ドイツを中心とした各国の研究者から、3日間で40の研究テーマが発表された。LCSからは研究結果としてそれぞれ“FUTURE PV COST STRUCTURE AND IMPORTANCE OF HIGH GENERATION EFFICIENCY”を井上研究員が、“QUANTITATIVE EVALUATION ON INDUCED EARTHQUAKE BY HOT DRY ROCK POWER GENERATION”を石川主任研究員が、“POTENTIAL CAPACITY AND COST OF PUMPED-STORAGE POWER IN JAPAN”を浅田主任研究員が発表した。

2.4.3 講演会「新たな経済理念『バイオエコノミー』で未来を拓く」

主催：秋田県立大学 木材高度加工研究所

共催：森林資源バイオエコノミー推進機構株式会社

後援：科学技術振興機構

三菱総合研究所 プラチナ社会研究会

日時：平成31年1月17日（木）13：30－17：30

場所：東京大学弥生講堂アネックス セイホクギャラリー

概要：

新たな経済的理念「バイオエコノミー」についての定義や国際動向、日本独自の理念の必要性、森林バイオマス利活用とバイオエコノミーの関係性や、低炭素社会構築に向けたバイオマス利活用の方向性が議論された。LCSから浅田主任研究員より、「木質バイオマス燃料コスト低減とポテンシャル」と題してLCSの研究成果を発表した。

2.5 メディアへの情報提供

太陽光発電の専門メディア「PVeye」より、結晶系太陽光パネルのコストについて取材依頼があり、コメントおよびLCS提案書「低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価」のデータを提供した。また、「Yano E plus」では、レドックスフロー電池の動向について取材を受けた。

番号	発行日	媒体	記事タイトル
1	2018. 6. 7	PVeye	コストダウン・サバイバル 太陽光発電編 ついに始まったコスト削減総力戦
2	2019. 3. 15	Yano E plus 2019年3月号 (No. 132)	次世代電池シリーズ (4) レドックスフロー電池の動向 2-2. RF電池関連研究機関 (1) 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

2.6 広報カフェ

社内広報活動の一環として、JST 勤務者同士の交流や意見交換の場として開催されている JST 広報カフェにおいて、LCS の社会シナリオ研究の成果の説明などを行った。

(1)「日本における風力発電システムの役割～経済性評価と技術的課題～」(平成 30 年 9 月 6 日)

プレゼンター：井上智弘研究員

再生可能エネルギー、特に風力・太陽光発電は世界的に大規模な導入が進んでいる。一方で、日本の風力発電は停滞傾向にある。日本における風力発電システムの普及可能性はあるのか。停滞傾向の要因となる、台風・複雑地形や深い海域といった地理的要因、制度の問題に加え、LCS で分析している技術評価に基づき、将来の経済性、技術的課題について、LCS の技術評価に基づき研究内容を分かり易く紹介した。

(2)「日本の木質バイオマス資源の利用可能性と役割－GIS (地理情報システム) を用いた低コスト作業の開発－」(11 月 20 日)

プレゼンター：河原崎里子研究員

木質バイオマスは、日本に豊富にある注目の資源である。しかし、ここ数十年の社会や経済の変化で林業が衰退し、豊富な資源を有効に活用できていない。今後、安定的に木質バイオマス資源を供給できる持続的な林業を育てることが必要である。持続的な林業経営を行うためには、大面積人工林で集約的に作業を行うことが求められる。1. 木質バイオマスの特徴 2. 日本の木質バイオマスの賦存量と日本林業の課題 3. 林業の作業 (地拵えから加工まで) 4. 低コスト化にむけての提案集約化と GIS を利用した計画づくりを中心に、林業の背景や、持続的な林業にむけての LCS の提案について紹介した。

3. 論文、学会発表、講演等

LCS 研究員等が国内および海外の学会等の場で社会シナリオ研究の成果を計 64 件発信した。

3.1 論文

平成 30 年度は国際論文 8 件、国内論文 1 件を発表した。
(53 ページに論文リスト収録)

3.2 学会

平成 30 年度は国際学会において 17 件、国内学会において 22 件の発表を行った。
(53 ページに学会発表リスト収録)

3.3 講演

平成 30 年度は国際講演 2 件、国内講演 9 件の講演を行った。
(56 ページに講演発表リスト収録)

4. 委員会活動

LCS 研究員等が機構、関係府省、および外部機関等の委員会委員の委嘱を計 53 件受け、関連分野の有識者・委員等として情報提供を行った。

(58 ページに委員会活動リスト収録)

付 録

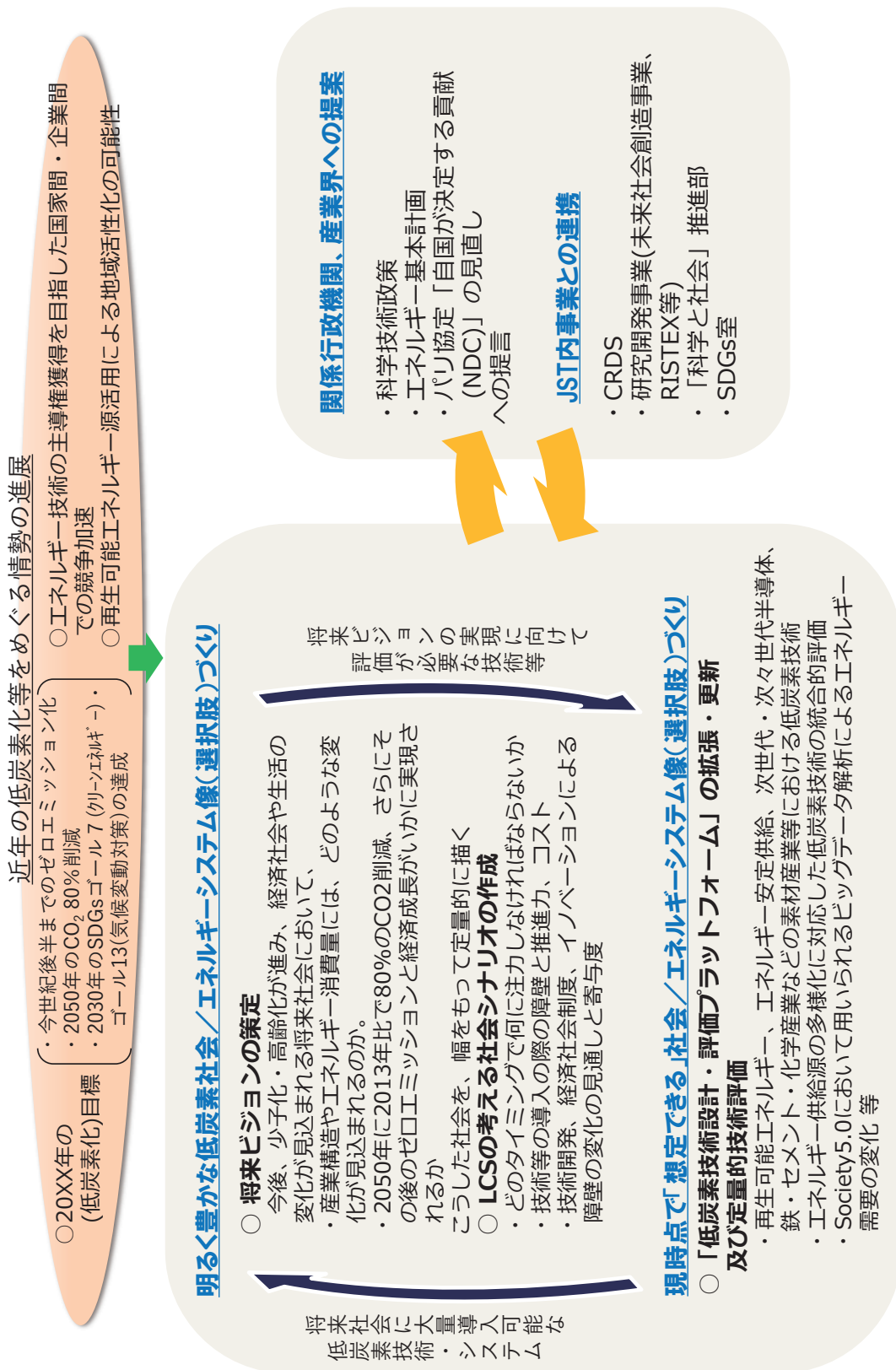
1. 低炭素社会戦略センター メンバーリスト（平成31年3月時点）

センター長	小宮山 宏	客員研究員	吉岡 剛
副センター長	山田 興一	客員研究員	原田 真宏
研究統括	森 俊介	客員研究員	藤本 卓也
上席研究員	三森 輝夫	客員研究員	龍 吟
上席研究員	岩崎 博		
上席研究員	岸 輝雄		
上席研究員	西川 浩	企画運営室長	渡邊 康正
上席研究員	越 光男	調査役	大山 健志
特任研究員	松橋 隆治	副調査役	荒井 喜一郎
特任研究員	大友 順一郎	主査	渡邊 篤
特任研究員	吉田 好邦	主査	坂井 琢磨
特任研究員	脇 慶子	主査	伊藤 綾那
特任研究員	高瀬 香絵	フェロー	渡邊 敬信
特任研究員	門平 卓也	フェロー	植木 健文
特任研究員	伊原 学	フェロー	板谷 利香
特任研究員	喜多 浩之	フェロー	笠水上 祐子
特任研究員	林 誠一	フェロー	下ヶ橋 雅樹
特任研究員	鈴木 敦子	調査員	吉水 恵
特任研究員	平沼 光	調査員	堀内 恵美
主任研究員	三枝 邦夫	調査員	鳥羽 由美子
主任研究員	田中 加奈子		
主任研究員	浅田 龍造		
主任研究員	石川 環		
研究員	井上 智弘		
研究員	米澤 美帆子		
研究員	酒井 正彦		
研究員	河原崎 里子		
研究員	桐山 恵理子		
研究員	篠原 百合恵		
客員研究員	黒沢 厚志		
客員研究員	工藤 祐揮		
客員研究員	西川 富佐子		
客員研究員	岡本 孝司		
客員研究員	磐田 朋子		

低炭素社会戦略センター次期5年間事業計画案(2020～2024年度)の概要

2. 2020 ～ 2024 年度事業計画の概要と構成

2.1 概要



2.2 構成

2.2.1 これまでの LCS の取組と評価

(1) LCS のこれまでの取組

①定量的技術システム研究

主要な低炭素技術について「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の開発、これを活用し定量的技術評価

②定量的経済・社会システム研究

低炭素技術を社会に導入した際の経済・環境への効果の算定、低炭素社会実現に向けた社会実証・社会実験

③低炭素社会システム構築

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等

④成果の活用・発信

JST 未来社会創造事業低炭素社会領域の公募テーマ（ボトルネック課題）、T20（G20 シンクタンク会議）のポリシーブリーフへの貢献等

(2) LCS の取組への評価

外部有識者による評価報告書（平成 29 年 7 月）において、社会シナリオ・戦略の質の高さが認められた。

2.2.2 近年の低炭素化等をめぐる情勢の進展と今後の LCS への期待

(1) 近年の低炭素化等をめぐる情勢の進展

パリ協定の発効、長期戦略の策定に向けた検討、IPCC1.5℃特別報告書「エネルギー基本計画」の改定、国連での SDGs 採択等

(2) 今後の LCS への期待

①新たに「明るく豊かな低炭素社会／エネルギーシステム像づくり」に取り組む必要性

2050 年の低炭素社会の全体像を描きつつ、その実現に向けた重要研究課題の特定や社会シナリオの提示等の活動強化が必要（法人評価）

②LCS での取組が期待されるテーマ

社会が注目する新たな分野のシナリオ・戦略の提案、エネルギー大量消費産業の将来像づくり

③LCS の成果の発信と活用

研究成果の発信を通じた世論の形成に資するような議論の喚起

2.2.3 活動方針

「明るく豊かな低炭素社会」構築に向け、地球温暖化対策計画、エネルギー基本計画、パリ協定における NDC 等へのインプット、またこれらの計画の達成のために必要なチャレンジングな科学技術テーマ、制度、及び新たなイノベーションの可能性の特定への貢献を通じた関係行政機関等への提案、政策・施策（事業）への反映を念頭に、「明るく豊かな低炭素社会／エネルギーシステム像（選択肢）」づくりとして、以下の 2 点を柱に、2020 年度からの 5 ヶ年にわたり取り組む。

(1) 明るく豊かな低炭素社会の「将来ビジョン」と「社会シナリオ」の作成

(2) 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の拡張及び定量的技術評価

2.2.4 活動内容

(1) 明るく豊かな低炭素社会の「将来ビジョン」と「社会シナリオ」の作成

①将来ビジョンの策定

・ IPCC1.5℃特別報告書等の動向を踏まえ、2050年に2013年比で80%よりも十分に大きいCO₂削減、さらにその後速やかなゼロエミッションを達成

・ 安全・安心な生活が維持

・ エネルギーが安定的に確保され、一定の経済成長が実現される豊かな社会像

② LCSの考える社会シナリオの作成

・ どのタイミングでどの技術に注力しなければならないか

・ 技術等の導入の際の障壁と推進力、コスト

・ 技術開発、経済社会制度、イノベーションによる障壁の変化の見通しと寄与度

(2) 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の拡張及び定量的技術評価

①再生可能エネルギー、エネルギー供給関連技術に加え、パワーエレクトロニクスデバイス等の技術の評価

②再生可能エネルギー、エネルギー安定供給、次世代・次々世代半導体、鉄・セメントなどの素材産業等における低炭素技術

③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評価

④ Society5.0において用いられるビッグデータ解析によるエネルギー需要の変化等

(3) JST内事業との連携

CRDS、研究開発事業部署、「科学と社会」推進部、持続可能な社会推進室など、関係部室と連携

(4) 関係行政機関、産業界への提案

「明るく豊かな低炭素社会の達成に近づけるための選択肢」を示し、科学技術政策への提言
エネルギー基本計画策定等に資する、科学に立脚した中立的な情報をタイムリーに発信

2.2.5 活動を推進する上で意識する点

(1) 明るく豊かな低炭素社会の「将来ビジョン」と「社会シナリオ」の作成

①社会的変化と選択

②低炭素化の加速

(2) 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の拡張及び定量的技術評価

①インフラとしてのエネルギー技術

②産業

2.2.6 他機関との連携等を通じた取り組みが期待される事項等

(1) 制度・技術開発・マクロ社会経済等における諸課題の調査・分析

(2) 情報の発信と獲得の場の形成（政策策定のための複数省庁との意見交換とLCSからの提言）

(3) シナリオ成果としてのSDGsの達成への貢献

3. 平成 30 年度イノベーション政策立案のための提案書概要集

(目次)

1. 炭素電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する提案 (LCS-FY2018-PP-01) - 32 ページ
2. アンモニア直接燃焼によるガスタービンシステムの提言 (LCS-FY2018-PP-03) - 33 ページ
3. 地熱発電 (Vol. 5) - 水圧破碎による誘発地震の低減に関する提言 - (LCS-FY2018-PP-04) - 34 ページ
4. 固体酸化物形燃料電池システム (Vol. 6) - セルデザインおよび新型燃料電池の包括的評価 - (LCS-FY2018-PP-05) - 35 ページ
5. 蓄電池システム (Vol. 6) - リチウムイオン電池のエネルギー密度向上の可能性と研究課題 - (LCS-FY2018-PP-06) - 36 ページ
6. 酸化ガリウムの新規ワイドギャップ半導体としての電子デバイス応用へ向けた技術開発課題 (LCS-FY2018-PP-07) - 37 ページ
7. 日本における蓄電池システムとしての揚水発電のポテンシャルとコスト (LCS-FY2018-PP-08) - 38 ページ
8. 造林コスト低減のためのコンテナ苗の活用 (LCS-FY2018-PP-09) - 39 ページ
9. 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」による分析手法の提案 - 設計型機能への展開 - (LCS-FY2018-PP-10) - 40 ページ
10. 木質バイオマスエネルギーポテンシャルの地域分布 (Vol. 2) - 不均一に分布する人工林の伐採作業のコスト - (LCS-FY2018-PP-11) - 41 ページ
11. 小規模型カーボンフリー NH_3 製造技術に向けた新規プロセスの提案 (LCS-FY2018-PP-12) - 42 ページ
12. 石炭ガス化による水素、アンモニアの経済性と CO_2 排出量 - 石炭ガス化 (CCS を含む) による水素、アンモニア製造・物流システムの比較検討 - (LCS-FY2018-PP-13) - 43 ページ
13. GaN 系半導体デバイスの技術開発課題とその新しい応用の展望 (Vol. 3) - 市場規模と省エネルギー効果 - (LCS-FY2018-PP-14) - 44 ページ
14. 太陽光発電システム (Vol. 5) - 定量的技術シナリオに基づく結晶系シリコン太陽電池とペロブスカイト型太陽電池のコスト低減技術評価 - (LCS-FY2018-PP-16) - 45 ページ
15. 低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価 (Vol. 3) - 2050 年の低炭素電源システムの技術開発課題 - (LCS-FY2018-PP-19) - 46 ページ
16. 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol. 1) - IT 機器の消費電力の現状と将来予測 - (LCS-FY2018-PP-15) - 47 ページ
17. 2020 年東京五輪・パラリンピック「カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォーム」の提案 (LCS-FY2018-PP-17) - 48 ページ
18. 鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会のための課題検討にむけて (Vol. 2) (LCS-FY2018-PP-18) - 49 ページ
19. 東京都の消費活動に内包される CO_2 排出量の評価 (LCS-FY2018-PP-20) - 50 ページ
20. 低炭素社会に向けた技術革新の影響評価のための動学エネルギー経済モデルの開発 (LCS-FY2018-PP-21) - 51 ページ
21. 世界の水需給評価 (LCS-FY2018-PP-02) - 52 ページ

炭素電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する提案

ペロブスカイト太陽電池において、低コストで高安定性を有する炭素電極のみを用いても高い効率を得られることが注目されている。本提案書では特にカーボンナノチューブの電極に着目し、研究の動向をまとめると共に、実験的に研究課題を検討した結果に基づいて提案を行った。

■炭素電極ペロブスカイト太陽電池研究動向調査

- ・最近の研究例を文献調査し、それぞれの作製法や効率などについて一覧表を作成し、炭素電極作製プロセスを模式図化した。

■多層カーボンナノチューブ (MWNT) 電極

- ・MWNTに熱処理や酸処理などで欠陥構造を導入し、エッジに官能基を形成させることで仕事関数の制御が可能であった[1]。

■酸処理MWNT (AMWNT) 電極

- ・AMWNT電極を用いた複数のセルについて抵抗の解析を行った結果と共にJsc¹⁾、Voc²⁾、効率、FF³⁾を図1に示す。最も高効率を持つセルは、並列抵抗 (シャントパスの抵抗) R_{SH} が最も大きく、直列抵抗 R_S が最も小さく、効率、あるいはFFは並列抵抗と強い相関があった。電極のキャリアを引き出す性能の優劣議論には、セル作製を工夫し、シャントパスをなくす必要がある。

政策立案のための提案

炭素電極ペロブスカイト太陽電池を次世代太陽電池の有力な技術の一つとして位置づけ、開発対象に含めることを検討すべきである。今後の開発に際しては、特に以下の3点が克服すべき課題として重要である。

- 1) ペロブスカイト材料と炭素材料の接合方法の確立
ナノ炭素との接合界面の緻密化、均一化、大面積化、作製プロセスの最適化。
- 2) ペロブスカイト太陽電池における炭素電極のホール収集効率の検討
電子構造や仕事関数を制御し、電極の仕事関数がホール収集効率に与える影響を明確化。
- 3) 安定性と耐久性の検討
水や光に対する劣化メカニズムについて、セル劣化速度と試験条件の定量的関係を検討、整理。

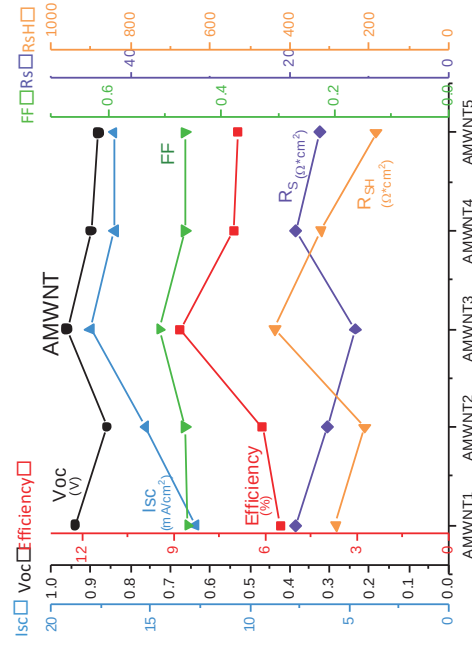


図1 酸処理したカーボンナノチューブ炭素電極の性能特性

1) Jsc: 電流値 (短絡電流); 2) Voc: 光起電力 (開放電圧); 3) FF: 形状因子 (Fill Factor)

[1] Gong et al., Carbon 114, pp. 526-532, 2017.



地熱発電(Vol.5)－水圧破碎による誘発地震の低減に関する提言

地熱発電の割合をさらに高めるうえで有望な高温岩体発電において、人工貯留層を造成するために実施される水圧破碎による誘発地震の抑制が課題のひとつである。本提案書では、水圧破碎が実施された際の結果から、天然亀裂の間隔分布が誘発地震に影響することを示し、地下構造との関係を明らかにすることにより誘発地震の抑制ができることを明らかにした。

■ 誘発地震と天然亀裂

- ・ 水圧破碎が実施された6サイト（肘折、雄勝、Soulitz、Newberry、Basel、Cooper Basin）について、天然亀裂密度と地震エネルギーの関係調べた（表1）。その結果、誘発地震の最大マグニチュード M_{max} は天然亀裂の逆数 $1/D$ の対数に比例すること（図1）、誘発地震エネルギー総和 E_{st} は注水エネルギー E_i と天然亀裂密度の逆数 $1/D$ を用いた簡単な実験式で表せること、最大誘発地震エネルギー E_{max} と誘発地震エネルギー総和 E_{st} を比較することにより天然亀裂の間隔分布が誘発地震の規模に影響することを示した。

表1 6サイトの注水エネルギー、地震エネルギー、天然亀裂密度

	肘折	雄勝	Soulitz	Newberry	Basel	Cooper Basin
注水エネルギー E_i (GJ)	47	189	300	347	288	879
M_{max}	0.3	2.0	2.6	2.6	3.4	3.7
最大誘発地震エネルギー E_{max} (GJ)	0.0002	0.06	0.5	0.5	7.9	22.4
誘発地震エネルギー総和 E_{st} (GJ)	0.0002	0.06	6.8	4.1	12.5	56
天然亀裂密度 D (/m)	24	3.7	0.6	0.5	0.3	0.15
$\text{Log}(1/D)$ 計算値	-1.38	-0.57	0.22	0.30	0.52	0.82

政策立案のための提案

- ・ 水圧破碎による誘発地震を抑制するために、地質コア試料の採取あるいは坑井のBore Hole Tele-Viewer観測により、天然亀裂密度と天然亀裂の間隔分布を調査する必要がある。
- ・ 効率よく水圧破碎を実施するために、誘発地震と地下構造の関係を明らかにし、地下構造に適した水圧破碎条件（流量、圧力、時間）を明確にする必要がある。
- ・ 日本で高温岩体発電を実現するために、国内の数箇所（深度2,000～3,000m）での水圧破碎の実施、誘発地震の測定、および測定結果の解析が必要である。

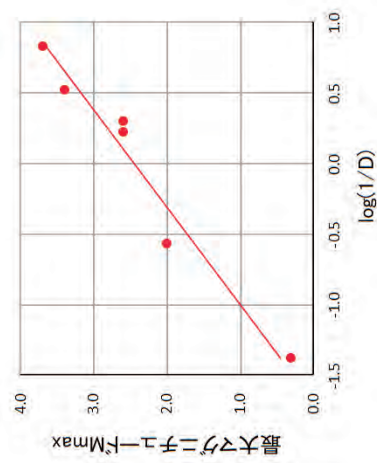


図1 最大マグニチュードと天然亀裂密度D

固体酸化物形燃料電池システム (Vol.6)

ーセルデザインおよび新型燃料電池の包括的評価ー

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は高い発電効率が特徴であり、水素や天然ガスによる高効率発電システムの実現が期待されている。本提案書では、新型デザインである金属支持平板形を含む幅広いセルデザインのコスト評価を進め、材料や製造方法の製造コストに対する影響を検討した。

■セルデザインについて

- ・平板形、円筒縦縞形、円筒平板形、円筒横縞形等を経て発展してきた燃料電池の技術革新の変遷を系統図としてまとめた。また各セルデザインの原材料コストは、金属支持平板形が最も低かった。

■SOFCモジュールの製造プロセスについて

- ・JST-LCSで開発したコスト評価統合プラットフォーム (Modeling Tool) を用いて、SOFC製造プロセスの設備コストや設置面積を算出し、最終的に原材料費、用役費、人件費、建設費の合計として製造コストを算出した。原材料費については、ドライプロセスの寄与により金属支持平板形の利点が大い。一方生産台数が上昇するに従い、いずれのセルデザインにおいても、100円/W以下となった。さらに発電コストを検討したところ、200kW級の中・大型機では、システムコストの低減 (<100円/W) と長寿命化 (>15年) により、系統電力コストの目標値 (14円/kWh) に十分に到達できた (図1)。

政策立案のための技術開発課題の提案

いずれのセルデザインにおいても製造コスト削減ポテンシャルは大きく、特に製造コストの中で高い割合を占める焼成工程および印刷工程の生産技術の開発が重要になる。金属支持形SOFC技術の進展に向けては、安定な異相接合界面、すなわち、金属-セラミクス界面の形成技術の進展が必要不可欠であり、成膜速度の向上など、生産速度改善に向けた取り組みが期待される。また、低温作動およびDSS (Daily Start and Stop) 運転が課題となる。

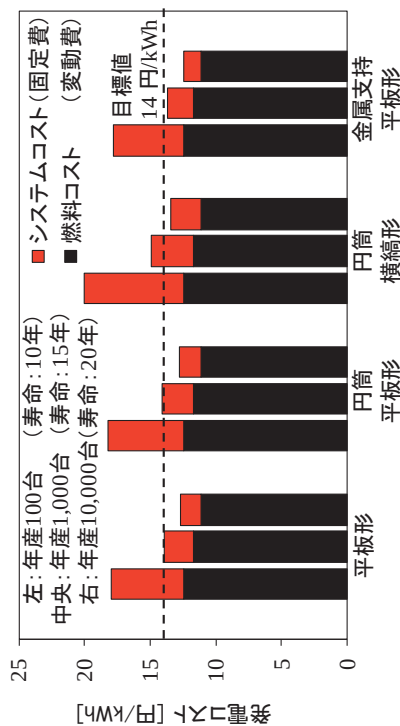


図1 SOFCシステム(220 kW)の発電コスト比較
(燃料価格(都市ガス):90 円/Nm³;稼働率:80%を想定)

蓄電池システム (Vol.6)

ーリチウムイオン電池のエネルギー密度向上の可能性と研究課題ー

2030年までに電気自動車用蓄電池のエネルギー密度を500Wh/kg以上[1]とするには飛躍的な技術革新が必要である。本稿では、リチウムイオン電池の正極活物質にリチウム過剰系材料を使用した場合の高エネルギー密度化と原材料コスト低減の可能性、および研究課題を検討した。

- ・LCSで設計した18650

型円筒形電池仕様に基
づき、各条件(表1)で
エネルギー密度を推定。
・ C_6 負極を用いた場合、
正極をリチウム過剰系
材料(検討1,2)とするこ
とでエネルギー密度は
大幅に増大するが、

正極・負極ともに容量利用率を1とした理想モデルの電池構成でも
最大で422Wh/kg_{battery}程度であった。

- ・一方、Si負極を用いた場合、正極をリチウム過剰系材料(検討5,6)、
かつ負極容量利用率を1とした将来モデル2で500Wh/kg_{battery}近傍
を実現し得ることを示した(図1)。また、このようなCoフリーの
高容量材料を用いることで、原材料コストを基準1の電池の1/3～
1/2まで低減する可能性を示した。

政策立案のための提案

正極・負極の容量利用率=1は困難だが、より高い容量を安定して利用で
きる電池構成の検討が必要。具体的には、①充放電を繰り返しても容
量・電圧がほとんど低下しない高容量正極活物質(又は低下させないよ
うにする方策)の探索、②Si負極の電子伝導性の向上や充電時の膨張抑
制などの早急な進展、及び、③バインダーや導電助剤を含めた電極材の
構成や電解質の最適化、等。

表1 評価用電池の電極活性物質の構成と電池電圧

No.	正極			負極			電池 電圧[V]
	活物質	容量 [mAh/g]	利用率	活物質	容量 [mAh/g]	利用率	
基準1	$LiCoO_2$	148	0.54	C_6	316	0.85	3.6
基準2	$LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$	198	0.71	C_6	316	0.85	3.6
検討1	$Li_{1.2}Ti_{0.8}Mn_{0.4}O_2$	300	0.76	C_6	316	0.85	3.3
検討2	$Li_{1.2}Mn_{1.2}Ti_{1.2}O_2F$	321	0.70	C_6	316	0.85	3.3
検討3	$LiCoO_2$	148	0.54	Si	1,007	0.24	3.3
検討4	$LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$	198	0.71	Si	1,007	0.24	3.3
検討5	$Li_{1.2}Ti_{0.8}Mn_{0.4}O_2$	300	0.76	Si	1,007	0.24	3.0
検討6	$Li_{1.2}Mn_{1.2}Ti_{1.2}O_2F$	321	0.70	Si	1,007	0.24	3.0

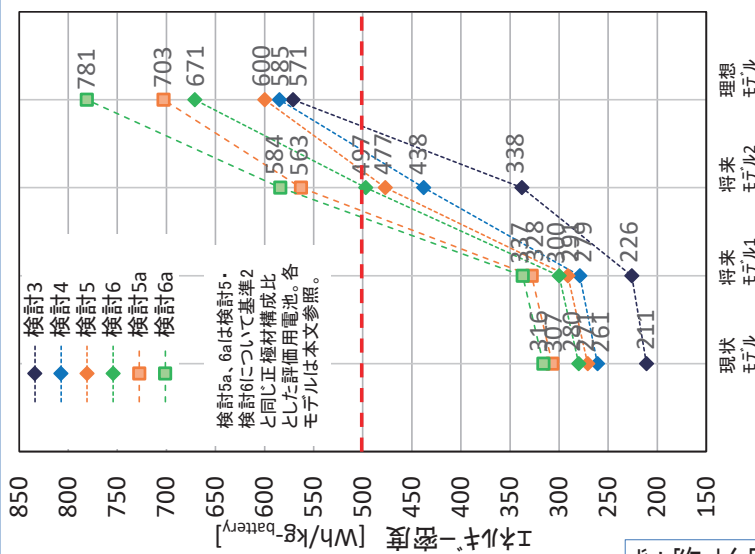


図1 各モデルケースでの各種評価用電池
のエネルギー密度の比較

[1] NEDO, “二次電池技術開発ロードマップ2013 (Battery RM2013)”, 平成25年8月。

酸化ガリウムの新規ワイドギャップ半導体としての 電子デバイス応用へ向けた技術開発課題

酸化ガリウム (Ga_2O_3) は、超高温のパワーデバイスを始めとする新しい分野への応用が期待でき大規模な製造の可能性も有する。本稿では、電子デバイス用の結晶供給技術やデバイス動作実証の現状に基づいて Ga_2O_3 の本格的な産業利用のために残されている技術課題を明確化した。

- 新規ワイドギャップ半導体 Ga_2O_3 と物性
 - ・ Ga_2O_3 の低温・常圧における安定相の β 相と準安定相の α 相の成長技術が確立された (表1)。
- Ga_2O_3 結晶の成長技術と開発課題
 - ・ $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ は欠陥密度低減のためのバルク結晶成長技術が進展すると思われる。エピタキシャル成長ではハライド気相蒸着が成長速度、ドーピング制御両面で期待される。 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ は安価なミストCVD法でサフアイや基板上エピタキシャル成長が実証された。結晶欠陥密度低減が課題。

表1 デバイス開発に用いられている主な $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶成長技術

結晶の種類	$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$		$\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$	
	バルク結晶成長	エピタキシャル成長	バルク結晶成長	エピタキシャル成長
主な成長法	EFG法 (他にCZ、FZ等)	HVPE法 (他にMOCVD、MBE等)	—	ミストCVD法
特徴	融点 $\sim 1800^\circ\text{C}$ ・ 15mm/hr (EFG) ・ 転位密度 $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^{-2}$ ・ 2インチウェーハ市販	・ (001) ウェーハ上のホモエピ ・ 1000°C 付近で平滑な成長 ・ $5\mu\text{m/hr}$ (HVPE) ・ 2インチウェーハ上で実証 ・ $>1 \text{ kV}$ 耐圧 SBD 実証	・ バルク結晶の成長は困難 ・ 大気圧で低コスト ・ $\sim 500^\circ\text{C}$ のサフアイや基板上ヘテロエピ ・ 4インチ基板で実証 ・ 成膜技術が事業化 ・ SBD 製造	
手法概要				

- Ga_2O_3 パワーデバイス開発状況と課題
 - ・ $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ウェーハ上のシヨットキートバーバリアアダイオード (SBD) では、既に 1kV を超える耐圧の実証が行われている。 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 製 SBD は量産開始間近と期待される。
 - ・ $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ の金属-酸化物-半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) 動作の多くは横型構造で実証開始。縦型の動作実証はまだ始まったばかりだが、高耐圧応用に適した縦型構造の研究の本格化が予想される。 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ はサフアイや基板上薄膜で、縦型 MOSFET 構造形成が容易でなく、現在まで横型 MOSFET の試作が実施。 Ga_2O_3 は n 型伝導しか示さずミストCVD法で成長が可能な他の p 型伝導ワイドギャップ半導体探索が進められている。

政策立案のための提案

Ga_2O_3 の今後の本格的な産業化と普及を促進するための課題として、(1) $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶の基礎物性の把握、(2) Ga_2O_3 高品質結晶成長技術、および (3) デバイス形成技術、があげられる。

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-07.pdf>

日本における蓄電池システムとしての 揚水発電のポテンシャルとコスト

再生可能電力の需給調整のための蓄電システムの一つとして多目的ダムを活用した揚水発電所を提案した。今後開発可能な日本のポテンシャルを計算したところ、将来低炭素電源システムに必要と試算された蓄電池容量を超える蓄電容量が期待できることがわかった。またその寿命を40年とすると、設備・発電コストともに寿命10年と仮定した蓄電池の約1.5倍であった。

■ 揚水発電所の規模・仕様と国内ポテンシャル推計

- ・多目的ダムを活用した揚水発電所は、貯水量の一部を揚水して上池へ溜め、必要時に下池（ダム）近くの発電所に水圧管路を通して発電する（図1）。
- ・落差ごとの上池貯水量と蓄電容量の関係、貯水量ごとの落差と設備コストの関係に基づき、最適な揚水発電所の規模を試算し蓄電容量を計算した。その結果、サンプリングした7県については1県あたり平均22GWh/日（1日5時間発電）となり、47都道府県に適用できると仮定すると、将来低炭素電源システムに必要と試算された蓄電池容量（360～510GWh/日）を超える、1,000GWh/日となった。さらに年間300日稼働（設備利用率17%）とすると、全国で300TWh/年の蓄電が可能と推算された。

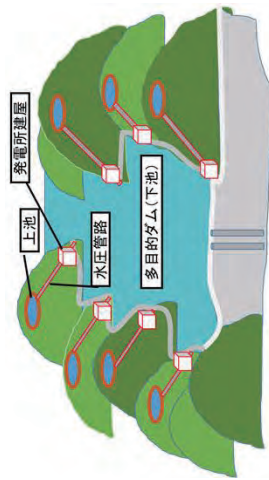


図1 既存の多目的ダムを活用した
揚水発電所の模式図

■ 揚水発電所のコスト試算と評価

- ・50MWh/一か所と仮定した場合のコストを試算したところ、設備コストは48.2円/Wh、発電コストは22.6円/kWhと推算され、設備寿命を40年とすると、蓄電池（寿命10年）[1]と比較して約1.5倍であった。運用面で、揚水回数を増すことや上池の貯水量を増すことなどさらにコストダウンが可能である。

政策立案のための提案

他の再生可能エネルギーによる発電システムとあわせた実証試験、必要な蓄電容量・充放電速度・発電所と送電設備との距離・建設現場までの道路状況などの調査、設備利用率を高めるための検討、決壊防止策や万一決壊しても重大な被害につながらない設計・施工法の確立が必要となる。また、共通の土木工事や道路建設などを伴う他の再生可能エネルギーと連携し、全体の建設費を抑えるような計画立案が有効である。

[1]LCS, 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（Vol.2）」, 平成27年3月。

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-08.pdf>



造林コスト低減のためのコンテナ苗の活用

コンテナ苗の利用は、苗の生産、植え付け、下刈などの造林作業に有効なコスト削減効果がある。本稿は、コンテナ苗の効率的な生産性技術の開発と、植栽後の速やかな成長を促す苗質を明らかにし、造林コストの削減への道筋を提示した。

■コンテナ苗育苗：一粒播種のための充実種子選別技術

- ・発芽率の高い種子（充実種子）充実種子の赤外光吸収特性を利用し、1,730nm付近の3波長の反射率の割合を表す指標(SQI)を開発して、95%という非常に高い確率で充実種子を選別する技術が開発できた[1]（図）。さらに種子を一粒ずつドラムトレーに吸着させ、安価な赤外域分光器を用いて瞬時に分析し、高速に充実種子を選別できる一連のシステムの開発に成功した。

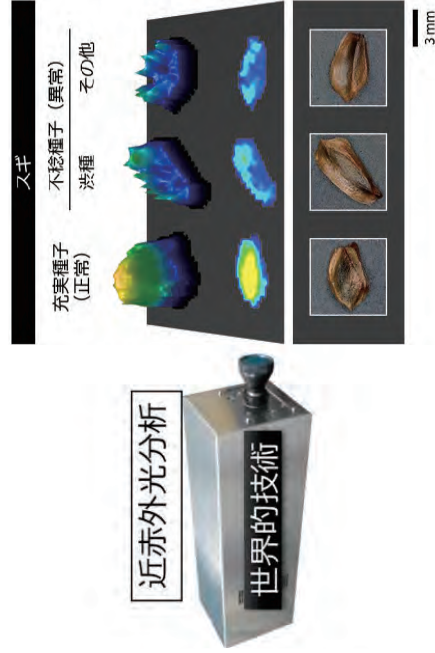


図 近赤外線分光による充実種子と不稔種子の分離[1]

■植栽後のコンテナ苗成績

- ・スギコンテナ苗は日本各地で普通苗に比べて高い活着率を示してきた（例えば[2]）が、極端にコンテナ苗の活着率が落ちる場合も散見される[3]。コンテナ苗は普通苗に比べて植栽可能な時期が延びるが、立地や寒風害、食害なども考慮に入れながら植栽時期や植栽場所を検討する必要がある。
- ・コンテナ苗は形状比（苗高/苗地際直径）が普通苗に比べて高くなる傾向にあり、樹高成長が劣る。可能な限り形状比を低くしたコンテナ苗を植栽し、植栽現場での活着や初期成長の優位性を発揮させるべきである。そのためには育苗時にキャビティ間の間隔を広げ、十分な下枝の発達を促すことが必要である。

政策目標達成に向けた技術開発の提案

- ・開発した全自動充実種子選別システムを利用し、歩留まりの高い効率的なコンテナ苗育苗技術を広める。
- ・マルチキャビティー育苗での徒長傾向（作物や茎・葉や植木の枝がむだに伸びること）を避けるため、新しいキャビティー等を用いて十分に個体間隔を広める。
- ・地域による立地条件によってコンテナ苗のサイズに自由度を持つことができるシステムの開発が必要である。

[1] Matsuda et al., PLOS ONE, DOI: 10.1371/journal.pone.0128358, 2015.

[2] 山川他, 日本森林学会誌 95(4), 214-219, 2013.

[3] 壁谷他, 日本森林学会誌 98(5), 214-222, 2016.

「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」による分析手法の提案 ー設計型機能への展開ー

LCSの「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」は、種々の低炭素技術関連プロセスのコスト及び環境負荷の定量的評価に利用されてきた。解析用に作成した対象プロセスの数学モデルを利用し、製造コストや環境負荷を評価関数として、生産規模や機器サイズ等の決定を支援する設計型機能を追加した。ExcelのアドインSolverを利用しておりプログラミング作業は不要である。

■設計型機能の構成

- ・プロセスを構築する機能(反応・溶解・組立てなど)に関する数学モデルをモジュールとしてデータベース化し、組み合わせる種々の対象プロセスを定義でき、製造コストや環境負荷を計算できる(解析型利用)。設計型は、Solverに対応するExcelシートを自動生成する(図1)。

■設計型機能の検証

- ・解析型モデルとして開発済である水素製造プラント(水素製造・水素液化プラント・液化水素輸送・貯蔵工程)を対象に、評価関数として製品水素コストを、制約条件としてCO₂排出量許容値を与え、生産規模を求めた。Solver能力は、モデルの規模(変数、制約条件の数)及び計算時間に関して全く問題ないことを検証した。
- ・モデルは連続プロセス・組立加工型など、数学的には非線形や整数型など広範囲で今後の検証が必要。

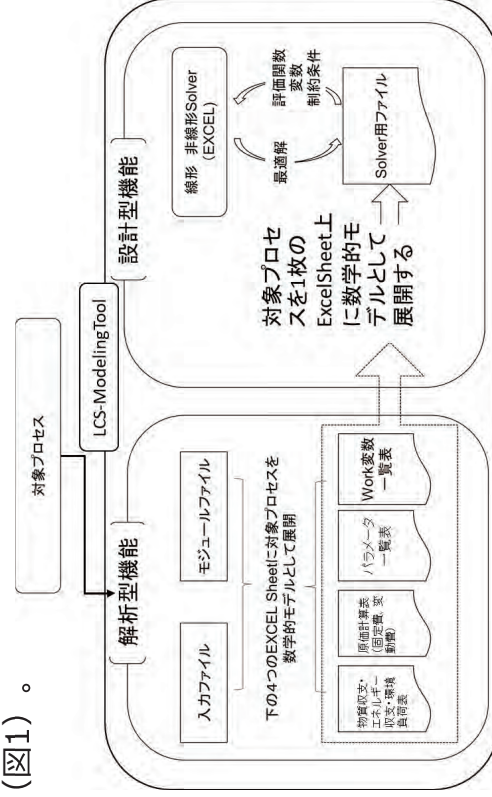


図1 設計型機能の構成

本報告の低炭素社会実現等における意義

プラットフォームは低炭素技術関連のプロセス構成を数学モデルとしてExcel形式でデータベース化できる。さらに定量的評価のための機器コストや環境負荷評価に関するデータベースも備えており拡張も容易である。低炭素技術関連プロセスを俯瞰的に把握するためのプラットフォームとなりえる。

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-10.pdf>

木質バイオマスエネルギーポテンシャルの地域分布（Vol.2）

－不均一に分布する人工林の伐採作業のコスト－

木質バイオマス生産の低コスト化には高性能林業機械による生産性の高い作業が必要である。不均一分布する人工林では主伐作業で林業機械移動コストが生じる。本稿では人工林の分布パターンが異なる2地区を対象とし、GISデータを用いて移動コストを計算した。その結果、移動コストが生産総コストに与える影響は小さく、低コストでの木質バイオマス生産の可能性があった。

■移動コストの計算

- 静岡県天竜地区森林計画区内の2地区の人工林データ（[1]）に基づいて主伐対象林分で作業した林業機械（ハーベスタとフォアワダ）が次の作業対象林分に移動することをGIS上で表現し（図1）、移動コストを計算した。防災と環境保全の観点から皆伐面積の上限を定めた。51～60年生と61～70年生人工林の面積当たり材積差（16%）を考慮し、移動コストの目標を生産総コストの10%以内とした。

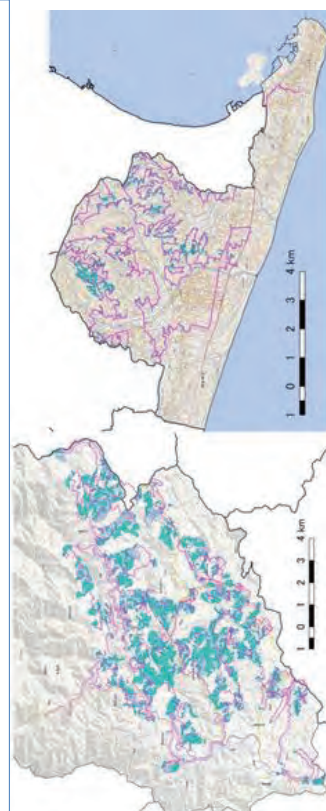


図1 主伐作業のシミュレーション（左：人工林が集中分布する春野地区、右：人工林が分散分布する御前崎市）（■：主伐区、■：緩斜面人工林、－：移動経路）

- 移動時間は主伐本作業延べ時間の2～4%（春野）、10～11%（御前崎）であった。移動コストの木材生産総コストに対する割合は、1%（春野）及び4%（御前崎）であり、いずれもコスト目標を達成した（表1）。皆伐面積が小さいほうが移動距離、移動回数、移動のための時間が増す傾向があったが、その差は顕著なものではなかった。防災と環境保全の観点から皆伐上限積は1haが望ましい。

政策立案のための提案

- 人工林の分布パターンを把握し、適切な施策計画を作成してコストの予測を行うため、GISデータと森林簿等の林分ごとの樹種や作業履歴の属性データの公開が望ましい。
- 皆伐区と皆伐区の距離はどの程度が適切なのか基準がない。今後、なんらかの基準が必要である。

表 移動コストとその木質バイオマス生産総コストに対する割合

林齢	皆伐面積	伐採体積当たり 生産総コストに対する移動コスト	
		の移動コスト 円/m ³	する移動コスト %
春野地区	51～60年	1ha 51	1.3%
	2ha	50	1.3%
	61～70年	1ha 30	0.8%
	2ha	25	0.7%
御前崎市	51～70年	1ha 143	3.8%
	2ha	133	3.5%

[1] 静岡県森林情報共有システム、静岡県H29年度天竜森林計画図および森林簿（<https://fgis.pref.shizuoka.jp/>）（2017年12月1日アクセス）

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-11.pdf>

小規模型カーボンフリー-NH₃製造技術に向けた新規プロセスの提案

低炭素社会では、カーボンフリー水素を原料としたカーボンフリーNH₃を生産する必要がある。本稿では、国産のバイオマス原料からカーボンフリー水素を生産し、次にNH₃を小規模の製造規模で製造することを想定した小規模のプラントを設計し、コストや課題の検討を行った。

■想定したプロセス

- ・国内NH₃需要（1,125kt/年）を国内10カ所程度で生産する小規模型（240t/d、図1）と、プラントへのバイオマス搬入上限（2,000t/d）を加味した大規模型（800t/d、Haber法と開発中の低圧プロセス）（表1）を想定した。

設備費用と製造コスト

- ・大規模（800t/d）での従来法、及び低圧プロセスのNH₃製造コストはそれぞれ約57円/kg-NH₃、及び約51円/kg-NH₃であるが、低圧法の触媒Ru価格（270円/g）が4倍程度に高騰すると低圧法の優位性は約3円/kg程度となる。
- ・小規模型（240t/d）の製造コストは約53円/kg-NH₃であり、大規模型とほぼ同等のコストで生産できる。小規模型を12t/dにスケールダウンすると約77円/kg-NH₃となる。現在の本船積み価格（50～70円/kg）に近いコストで生産可能であった。

政策立案のための提案

提案プロセス実証に向け、以下の技術開発・検証が必要。

- ・低圧低温 NH_3 合成のための、低価格で効率良い触媒
- ・PSA操作で NH_3 の吸収・脱離が可能な吸収材
- ・バイオマスガス化技術の開発・検証とバイオマス原料の低価格化のための、システムづくり

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fv2018-pp-12.pdf>

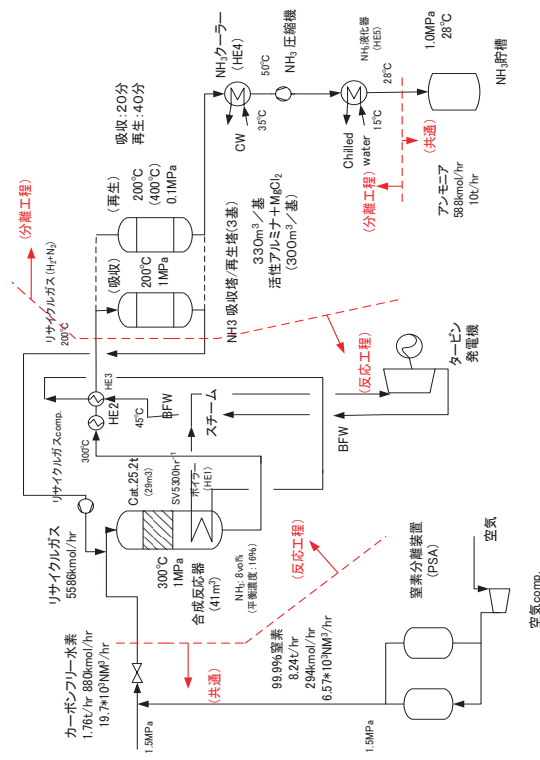


図1 小規模型 新規NH₃プラント
(N₂:PSA-N₂、反応工程/低圧法 触媒 Ru系、分離工程/MgCl₂による吸収法)

表1 プロセス条件の比較

プラント規模	800t/d(大規模型)	240t/d(小規模型)
プロセス	Haber 法	低圧プロセス
原料	バイオマスガス化 1.8tH ₂ /MJ _{HHV}	新規プロセス
N ₂ 源料	バイオマスガス化 1.8tH ₂ /MJ _{HHV}	バイオマス 価格 1.0円/kg-dry -
合成反応条件	深冷分離-N ₂	PSA-N ₂
合成触媒	20MPa, 450°C 鉄触媒	1MPa, 340°C 1MPa, 300°C
NH ₃ 分離法	冷却分離法	Rd(10wt%)/Ba(3at%)-CaNH ₃ 触媒
NH ₃ 貯蔵	0.15MPa, -23°C	吸収/吸着/分離法
	1MPa, 28°C	



石炭ガス化による水素、アンモニアの経済性とCO₂排出量

－石炭ガス化（CCSを含む）による水素、アンモニア製造・物流システムの比較検討－

製造のみならず、運搬、利用に至るまでトータルでのカーボンフリー燃料実現に向け、本稿では海外産炭地でのCCSを伴う石炭ガス化プロセスにより製造された水素を、湾岸部にて液体燃料（液体水素あるいはアンモニア）に変換した後、タンカーにて海上輸送し、国内の受入基地に隣接する発電所で利用する場合を想定し、発電所入口でのコストとCO₂排出量について検討した。

■石炭ガス化による水素製造の原料炭種（褐炭と瀝青炭）の比較

- ・供給量毎時220トンの褐炭（1,215円/トン）あるいは瀝青炭（10,000円/トン）から、水素をそれぞれ年間85,000トン及び200,000トン製造するプロセスを想定した。CCSのCO₂捕集率は88%とした。
- ・褐炭、瀝青炭それぞれ、コストは2.0円/MJ、1.8円/MJ、CO₂排出量は25g/MJ、21g/MJとなり、原料炭種の違いによる、水素製造コストとCO₂排出量への影響は少ないことが分かった。

■褐炭原料の場合のトータルコストとCO₂排出量

- ・豪州内陸で製造された褐炭原料水素をパイプライン輸送して、湾岸部にて液体水素あるいはアンモニアに変換した後海上輸送し、受入基地を経た最終利用までを想定し、技術進展も考慮して、現状技術ベースと将来技術ベースの2通りで計算した（表1）。

- ・CO₂排出量は、液体水素あるいはアンモニアともに、将来技術ベースで約40g/MJとなり、天然ガス燃焼の約57g/MJの70%相当の高い値であることが分かった。
- ・液化水素方式と比較した場合のアンモニア方式の、価格とCO₂負荷の点での優位性が確認でき、発電用燃料としてのアンモニアの可能性が示された。

表1 2つの方式の最終利用時点でのトータルコストとCO₂排出量の比較

面方式の比較	現状技術ベース			将来技術ベース		
	アンモニア方式	液化水素方式	アンモニア方式	アンモニア方式	液化水素方式	アンモニア方式
コスト 【円/MJ】	変動費：2.7 固定費：0.7 合計：3.4	変動費：2.9 固定費：3.5 合計：6.4	変動費：2.5 固定費：0.7 合計：3.2	変動費：2.5 固定費：0.7 合計：3.2	変動費：2.9 固定費：1.9 合計：4.8	変動費：2.9 固定費：1.9 合計：4.8
	原料用役起源：38 設備起源：2 合計：40	原料用役起源：48 設備起源：6 合計：54	原料用役起源：31 設備起源：2 合計：33	原料用役起源：31 設備起源：2 合計：33	原料用役起源：37 設備起源：3 合計：40	原料用役起源：37 設備起源：3 合計：40
	CO ₂ 排出量 【g/MJ】					

今後の検討課題

今回はCCSプロセスのCO₂捕集率を88%にて検討したが、カーボンフリー燃料の実現には99%以上の高い捕集性能を有する低コストCCSプロセスの開発が必要である。コストとCO₂排出量およびCCSの捕集性能の詳細に関して、今後検討を進める予定である。

GaN系半導体デバイスの技術開発課題とその新しい応用の展望 (Vol.3) – 市場規模と省エネルギー効果 –

窒化ガリウム (GaN) は直接遷移型半導体で広いバンドギャップを持つため、高効率発光デバイス材料として期待されているが、基板の製造困難などの技術的課題からまだ開発初期段階である。本稿では光学デバイスおよび電子デバイスの将来市場について考察するとともに、これらの中のGaN市場について調査し、その市場規模と用途別省エネルギー効果について検討した。

■ 光学デバイス分野

- ・ GaN素子は高効率光源としてすでに社会に広く浸透し、高輝度LEDとの境界はあいまいにならざるを得ない。
- ・ 液晶バックライトはすでにLEDが採用され、次世代半導体の効果はあまり大きくない。ヘッドマウントディスプレイ等新しいディスプレイを提供するので社会的影響は大きい。省エネルギーに対する効果は比較対象がないため評価は難しい。自動車用ヘッドライトや照明分野においてGaN LEDの省エネルギー効果は大きい。ほとんどの用途では価格からも既存LEDの使用が見込まれ、次世代LEDのシェアは小さいと考えられる。
- ・ 結局、現在の素子がGaNの特性を生かして達成すべき高効率をほぼ達成しており、次世代半導体素子の省エネルギーに寄与できる余地は少ないと考える。

■ 電子デバイス分野

- ・ 電気自動車や自然エネルギーの普及に伴い直交変換、電圧変換のための高耐久高効率素子が必要となりSiC、GaN等が導入され始めている。インバータの10%をGaN素子とすると120TWh程度の省エネルギー効果が見込める。
- ・ GaNパワーデバイス市場は2030年には1,700億円と考えられる (表1)。
- ・ GaN素子は日本が世界をリードしてきた。パワー半導体は先行するSiC素子にも注目して一定の注力が必要であり、さらに日本の先行性を守る省エネルギー技術という観点からもGaNは注力してよい材料と考える。

政策立案のための提案

- ・ 現在開発中のGaN素子はSi基板、SiC基板、GaN基板などの上に作成され、それぞれ性能、価格で一長一短があるが、いずれも高コストであり、性能的にも改良の余地が大きい。
- ・ 基板の問題の解決と低コストかつ結晶ひずみを抑えたヘテロエピタキシャル技術の開発が必要と考えられる。

表 GaNパワーデバイス市場

(文献[1]をもとに、2020～2030年についてはLQSが推計)

GaNパワーデバイス市場 (百万円)	2016年	2020年	2025年	2030年
民生機器分野	180	2,000	7,000	24,500
情報通信機器分野	950	5,000	10,000	20,000
自動車	0	2,000	11,000	60,500
電鉄車両	0	0	0	0
新エネルギー	300	5,000	13,000	33,800
産業機器	0	500	4,000	32,000
合 計	1,430	14,500	45,000	170,800

[1] 富士経済, “2017年版次世代パワーデバイス&パワーエレ関連機器市場の現状と将来展望”, 2017.

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-14.pdf>

太陽光発電システム (Vol.5)

一定量の技術シナリオに基づく結晶系シリコン太陽電池とペロブスカイト型太陽電池のコスト低減技術評価－

LCSではこれまで種々の太陽光発電システムのコスト構造を分析してきた。本稿では、近年の市場拡大に伴うコスト低下と技術進展を考慮して種々の太陽光発電システムの導入原価を再評価し、2018年版コスト展望として改訂し、技術開発課題を示した。また、結晶系シリコン太陽電池とペロブスカイト型太陽電池について、現状および将来のコスト構造を分析した。

■太陽光発電システムと将来展望

- ・近年の原材料費および製造機器価格低下、最先端技術開発状況などを考慮し、2010年から2030年に向けた各種太陽光発電システムのコスト展望再評価を行った。結晶系シリコン太陽電池ではシリコンウェハの薄型化、高効率化やタンデム構造技術開発、ペロブスカイト型太陽電池では変換効率向上や大面積化が進んでいる。

■太陽電池のコスト

- ・結晶系シリコン太陽電池では、大規模化、ウェハ薄型化、高効率化により、2030年に向けてさらにコスト半減が見込まれた。
- ・ペロブスカイト型太陽電池では高効率化、大面積化により、2030年に向けて現状のシリコン太陽電池と同等の製造コスト（22円/W）に低減する（図1）が、耐久性が低く、発電コストは1.5倍と高くなるため、耐久性向上が重要である。

政策立案のための提案

- ・単結晶シリコン太陽電池コスト低減には高効率化、生産性向上、ウェハ薄型化、原材料費低減等が寄与する。
- ・ペロブスカイト太陽電池は、高効率化、大面積化とともに、耐久性の課題解決が重要となる。
- ・太陽電池設置可能箇所拡大とモジュール変換効率向上が必要であり、具体的には変換効率30%以上のタンデム型の技術開発が重要となる。

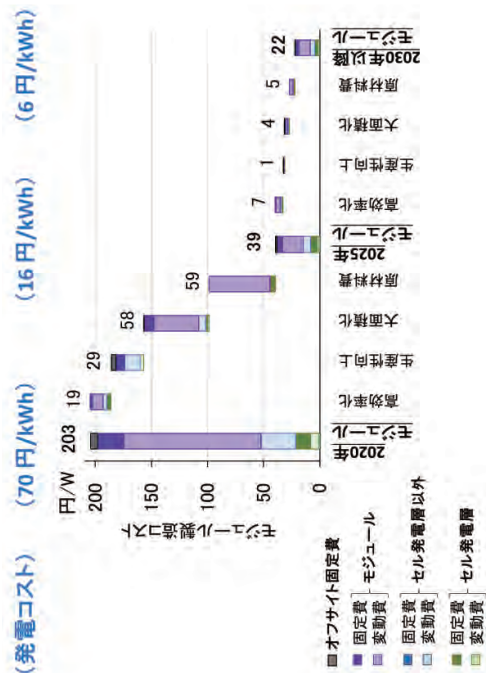


図1 ペロブスカイト太陽電池の発電コストとコスト低減要素技術

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-16.pdf>

低炭素電源システムの安定化と技術・経済性評価 (Vol.3)

—2050年の低炭素電源システムの技術開発課題—

LCSでは多様な再生可能エネルギー技術開発評価に基づく定量的技術シナリオを構築し、電源構成への影響を評価している。本稿では再生可能エネルギー技術開発の前提で、送電網強化、同期発電機割合低減、高温岩体地熱導入可能性を比較し、電力需要と系統技術の相互影響を示した。

■ 系統安定化技術の経済性評価

- 電力需要を現状より15%削減した場合の、系統安定化対策を考慮した低炭素電源システムの経済性を評価した (表1)。
- 再生可能エネルギーの技術開発により、2050年のCO₂排出量削減80%は現状と同等のコストで構築可能である (ケースA)。慣性力を持つ高温岩体地熱発電システムを導入したケースBも現状と同程度のコストで実現可能である。CO₂排出量100%削減は実現可能であるが発電コストは2倍程度高くなる (ケースC)。さらに系統安定化対策を実施し慣性力を持つ同期発電機の割合を低減すると発電コストが大きく低下する (ケースCとDの差は年間約5兆円)。

■ 電力需要とCO₂排出量削減率の評価

- 図1に電力需要と技術的に可能なCO₂排出量の削減ポテンシャルの関係を示す。電力需要1,000TWhまでは、慣性力割合低減により、電源システムからのCO₂排出量ゼロエミッション化も実現可能である。

政策立案のための提案

- 重要技術 (太陽光発電、風力発電と蓄電池システム) の大規模普及に向けた政策支援や高温岩体地熱発電等、資源制約が少なく、かつ系統安定性に寄与する低炭素電源の技術開発が必要となる。
- 送電網の強化に加え、系統安定化のための技術開発が必要となる。
- 将来の産業構造変革も含めた電力需要の総合的評価を進める必要がある。

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-19.pdf>

表1 ゼロエミッションに向けた電源システムの技術シナリオと経済性評価 (2050年の電力需要800TWh/yrのケース)

ケース	2013年	A	B	C	D
CO ₂ 排出量削減率 (2013年比)	—	80%	90%	100%	100%
計算条件	—	なし	あり	あり	あり
高温岩体地熱 (HDR)	—	なし	あり	あり	あり
地域間送電網の強化	—	現状	強化	強化	強化
同期発電機 (慣性力) の比率	—	50%	50%	50%	25%
年間電力需要 [TWh/yr]	980	800	800	800	800
発電設備 [TWh/yr]	357	16	0	0	0
LNG	443	277	159	0	0
石油、他	179	0	0	0	0
太陽光	9	327	412	692	467
風力	5	77	141	460	306
地熱	0	12	112	112	112
バイオマス	3	31	31	31	31
水力	85	130	130	130	130
原子力	9	0	0	0	0
総発電量	1,090	870	985	1,425	1,046
発電コスト [円/kWh]	12.9	11.5	12.5	20.7	14.0
水系利用量 [TWh/yr]	—	0	43	186	62
蓄電池 利用量 [TWh/yr]	—	135	173	322	199
蓄電池 設備容量 [GWh]	—	451	591	1,061	656

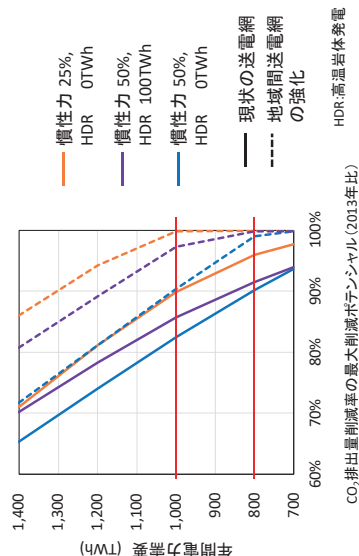


図1 CO₂排出削減ポテンシャルと電力需要

情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.1)

ーIT機器の消費電力の現状と将来予測ー

情報化社会の進展に伴って、従来の予想を超える膨大なデータが取り扱われるようになり、この傾向は今後も拡大すると考えられる。これに伴い、エネルギー消費がどのような影響を受けるかを2050年までを視野に入れ、調査、ヒアリングなどにより検討した。

■ データ処理量（トラフィック）の増大

・わが国では、特に2014年以降急速に伸びた。今後もオンラインサービスは増加しつづけると考えられる[1]。世界での今後5年間年平均成長率は24%と見積もられ、特にモバイルデータの急増が推定されている[2]。

■ 主要IT機器の消費電力予測

・IT関連消費電力について、文献[1]から情報関連機器のみを抜き出して、LCS推計値と比較した（表1）。これらのうち、TV/モニタおよび複合プリンタを除く全ての機器はデータ処理量と消費電力は比例関係にあると仮定し、IPトラフィックに比例して消費電力が増大すると推定した（表2）。世界のIPトラフィックは2030年には現在の30倍以上、2050年には4,000倍に達すると予想され、まったく省エネルギー対策がなされない、情報関連だけで2030年には現在の世界の消費電力の約24PWhを大きく上回ると予測された。

政策立案のための提案

- ・IT機器の省エネルギー対策が全くなされないと、極端な消費電力となり、その対策が必要なのは明らかである。
- ・回路の微細化に伴って消費電力も低減されるという経験則もあるが、今後の微細加工がこの経験則に従うかは定かではなく、また3次元化する場合に除熱の問題もある。
- ・冷却方法の工夫やスマート化など、様々な工夫による節電は進められると思うが、このような技術だけで対応できるのか、種々の面から慎重な検討が必要である。

表1 IT関連の消費電力予測
(PUE: データセンター全体の消費電力/IT機器の消費電力)

	グリーンIT 推進協議会 [3] (2005) PUE=1.9	LCS推計値 (2016) PUE=1.5	グリーンIT 推進協議会 [3] (2005) PUE=1.9	LCS推計値 (2016) PUE=1.5
データセンター	15	16	111	238
サーバ	6.3	7.4	43.3	111
ストレージ	0.9	3	9.3	37
ネットワーク	0.5	0.5	5.7	10
空調その他	6.9	5.5	52.5	79
エンドユーザー	18	21	326	570
PC	2.2	6.8	32.2	150
TV・モニタ	15.5	8	293.3	300
複合プリンタ	—	6	—	120
ネットワーク	10	18	164	783
ルータ・スイッチ	10.2	10.7	163.8	263
無線送信・端末	—	7.4	—	520
合計	43	55	601	1,590

表2 IT関連の消費電力予測

IT関連消費電力予測	2016年	2030年	2050年
IPトラフィック (ZB/年)	4.7	170	20,200
消費電力 (国内: TWh/年)	41	1,480	176,200
消費電力 (世界: TWh/年)	1,170	42,300	5,030,000

[1] 総務省 “平成29年度版情報通信白書 特集 データ主導経済と社会変革”, 2017.
[2] Cisco, “Cisco Global Cloud Index: 予測と方法論, 2015～2020年”, 2016.
[3] グリーンIT推進協議会調査分析委員会, “総合報告書 (2008年度～2012年度)”, 2013.
<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-15.pdf>

2020年東京五輪・パラリンピック 「カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォーム」の提案

現在までにさまざまな企業、団体から2020大会へ向けた環境取組の提案が集まっている。特に、「史上初のカーボンマイナス」に向けては、多数の提案が集まっている。ただし、提案の内容は玉石混濁の感が否めない。そこで、関係者間で議論し、優良な取組を選別して効果を最大化するための産官学民連携のプラットフォーム形成の可能性について検討・整理を行った。

■カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォームの提案

- ・環境に関する団体や学識経験者、事業家、NGO、NPO等のネットワークによる活動が功を奏し、現在までにさまざまな環境取組の提案が集まっている。特に「史上初のカーボンマイナス」に向けては、確実に実現しそうな提案だけを慎重に選んでも6件にのぼる。
- ・これらの提案を実現する仕組みとして「東京2020カーボンマイナス応援プラットフォーム（仮称）」（図1）を立ち上げ、2020大会組織委員会の公認のもとで団体や個人を集めることを提案する。その役割は、産官学民多方面から集まる優良な協働提案を集約、スクリーニングし、実現に向けて必要なマッチングを図り、事業化を助けることであり、2020大会以降の「明るく豊かな低炭素社会」に向けた持続的な国民行動の礎とする。

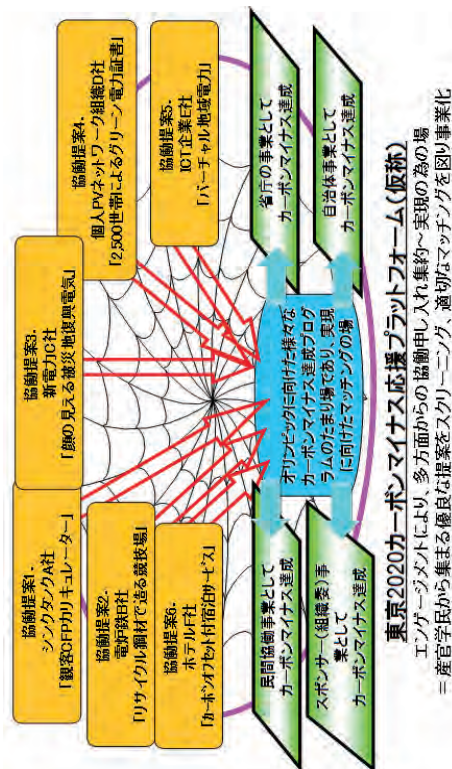


図1 2020年東京五輪・パラリンピック「カーボンマイナスのための国民参加型プラットフォーム」

今後の課題と展望

現状、組織委員会の公認プログラムでは、オフィシャルスポンサー以外の営利企業が社名を挙げる仕組みが無い。組織委員会と切り離し、例えば公益的な団体が社会実験として2020年以降を見据えた上述のプラットフォームを創設し、そこに資金や労力・クレジット等の現物の寄付の事実を公表可能な形で企業や個人から集め、組織委員会との協働事業等2020の持続可能性配慮施策に投じることは、現実的な選択肢と考えられる。

鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会のための 課題検討にむけて (Vol.2)

LCSでは、将来の低炭素社会における鉄鋼生産、スクラップ鉄発生量と利用量などを考慮したシナリオを策定し、産業構造などを含めた社会シナリオ研究に活かすことを目的とした研究を進めている。本稿ではマクロ的試算による将来社会の鉄循環を整理し、日本と各国の鉄鋼蓄積量と純内需から発展レベルとの関係を検討しつつ、スクラップの需給や利用の流れ等に影響する世界のスクラップ市場をまとめた。

■マクロ的試算による将来の鉄の循環量

- ・現在の日本における鉄の循環量[1] をもとに、いくつかの前提（詳細は本文参照）のもとでの将来の鉄循環量を試算した（図1）。このバランスではCO₂排出量は56%減にしかならない。80%削減には、例えば追加削減のためCCCS利用、鋼材製品輸出ゼロ化などの追加方策が必要である。

■世界の鉄鋼需要

- ・各国の一人当たり鉄鋼純内需、鉄鋼蓄積量とGDPの関係を図2にまとめた。先進国では蓄積量が十分あり、純内需が安定化している国が多いのに比べ（Aグループ）、途上国では蓄積量は低いが純内需が高い傾向がある（Bグループ）。このBグループで特記すべきは2016年の日本からの鋼材輸出先の上位3カ国である韓国、中国、タイで、発展に伴う需要増に応えるため、今後も日本からの鋼材輸出が続く可能性が高いことを示唆している。今後、これらのBグループの国の純内需と社会蓄積量が2050年、2100年までにどのように変化するかを検討する必要がある。

政策立案のための提案

- ・スクラップの利用率向上に向け政策的取組が必要な事項は以下のとおり。市中スクラップ、特に老廃スクラップについて中間処理の高度化改革
- ・スクラップ未回収分を定量的に把握するシステムと効率的な改善方策
- ・環境規制のために鉄スクラップ利用が進まないケースの把握と対策
- ・解体物のガス切り工の要員の確保対策につながる制度

[1] 日本鉄鋼連盟、鉄鋼循環図（2014年度）

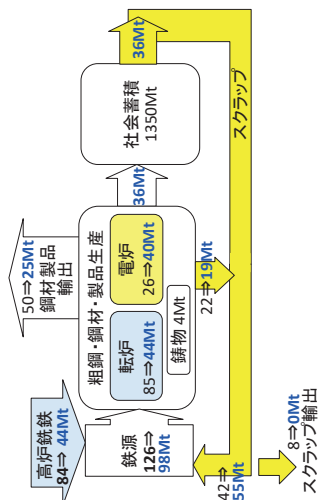


図1 低炭素社会における日本の鉄の流れ

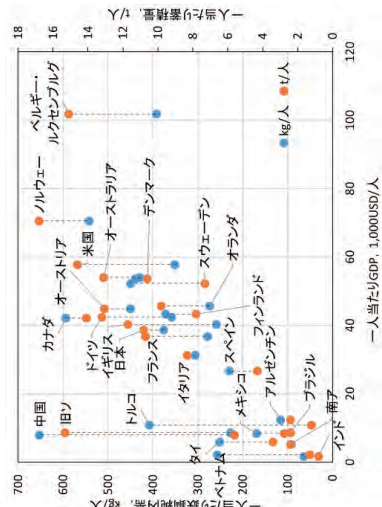


図2 一人当たり鉄鋼純内需、鉄鋼蓄積量とGDPの関係

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-18.pdf>

東京都の消費活動に内包されるCO₂排出量の評価

製品製造や消費段階でのCO₂排出にも配慮するScope3排出管理が広まりつつある。カーボンフットプリントによるライフサイクルCO₂排出量推計は数多くあるが、地域を対象とした直接・間接のCO₂排出量の評価例は少ない。本稿では、2011年の東京都産業連関表を用いて東京都の最終需要（主に家庭の消費活動）に内包されるCO₂排出量を導き出し、直接の排出量との比較、部門別の排出の傾向を示した。

■ CO₂排出量の評価手法

- ・現在利用可能な最新版である2011年東京都産業連関表を利用し、吉田ら[1]の方法によりCO₂排出量を分解した。これにより需要起源別、産業・地域別の国内生産の構造を知ることができる（図1）。
- ・地域ごとの需要と生産の各項目について、それぞれ各産業部門への化石燃料の投入係数を乗じて、消費財 j の最終需要によって誘発される産業部門 i でのCO₂排出量 C_{ij} を求め、 i, j についての加算の方向によって、最終需要である消費財に内包させる排出量と、各産業部門の直接排出として求める排出量の2通りに分類した。

■ CO₂の排出構造

- ・東京全体の直接排出量は18.91MtC（全国の6%）である一方、最終需要に内包される排出量は27.24MtC（同9%）と推計された。表1に最終需要に内包されたCO₂排出量ならびに直接排出量の地域別内訳を示す。
- ・東京都消費活動のCO₂排出の他地域へのリーケージ割合が際立っている。
- ・東京都の消費活動内包排出では、電力、サービス、建設によって誘発された排出量が多く、省エネルギーや建設物長寿命化などが効果的な対策となる。家計調査分析では、エネルギー消費が多い高齢世帯の省エネが課題であることが示された。

政策立案のための提案

- ・東京都における直接排出量の最大の排出産業は運輸となり、物流部門の燃料消費効率の向上等が重点課題といえる。
- ・産業連関表を利用して地域ごとのCO₂排出量構造を把握すること、温室効果ガスの排出削減に向けた政策立案に有益である。

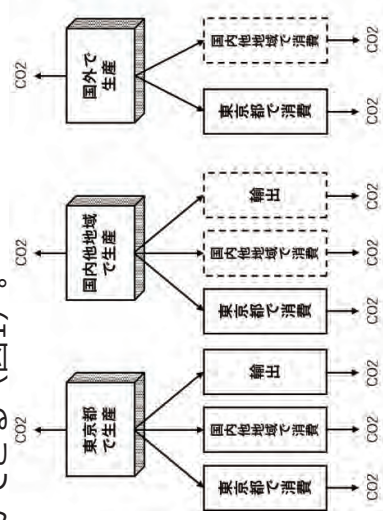


図1 東京都のCO₂排出量の分類

表1 最終需要に内包されたCO₂排出量
ならびに直接排出量の地域別内訳

	最終需要に内包される排出量									
	東京都					その他地域				
	家庭消費	その他消費	投資	輸出	合計	家庭消費	その他消費	投資	輸出	合計
東京都での直接排出量	8.3	5.1	3.5	1.1	18.91	1.1	0.1	1.0	0.2	2.4
他地域での直接排出量	6.3	1.2	1.6	0.2	9.3	152.9	30.7	49.7	69.9	243.5
排出計	14.5	6.3	5.2	1.3	27.24	153.9	30.8	50.7	70.2	245.6

低炭素社会に向けた技術革新の影響評価のための 動学エネルギー経済モデルの開発

温暖化対策が社会に持続可能な形で受け入れられるためには、対策の社会経済影響の事前評価が重要である。本稿では、過去のエネルギー需要の部門別推移を統計的に解析した計量経済モデル（短期エネルギーシステムシミュレーションモデル）と、中長期多部門動学的エネルギー経済モデルの開発を行った。

■ 短期エネルギーシステムシミュレーションモデル

- ・モデルは、基本的に産業の生産額あるいはGDPとエネルギー価格によりエネルギー需要が与えられる第一段階と、エネルギー種類の相対価格により投入シェアが決まる第二段階からなる。経済活動を資源エネルギー庁の総合エネルギー統計簡易表に従い、化学製品、食品、紙・パルプ、鉄鋼業、非鉄金属業、窯業・土石、繊維・革製品、機械産業、他製造業、他産業の10産業部門、家庭、業務の2民生部門、貨物、旅客の2運輸部門計14部門に分割した。その結果、単純な構成ながら過去の推移をよく追従するモデル式を推定でき、過去の延長からは短期的にどのような姿が得られるかを信頼性のある方法で示し得た。

■ 動学的多部門エネルギー経済モデル

- ・Moriらが開発したTHERESIAモデル[1]の日本地域モジュールに対して予備的シミュレーションを行った。対象は、非エネルギー産業12部門、一次エネルギー6部門、二次エネルギー3部門、最終需要3部門とした。その結果、12期シミュレーションを1時間以内に計算可能なことを確認できた。図1は結果の一例である。鉄鋼業、輸送機械製造業においては、炭素排出制約の導入により製品輸出額が低下し、一般機械製造業では増加した。現段階ではデータが最新のものではなく試算の段階を出るものではないが、投資など中長期視点から部門別の貿易への影響を評価できる点を特徴に持つ。

政策立案のための提案

本提案は、新技術開発の産業部門別影響の動学的経路やボトルネック課題の抽出のために、これまで例のほとんどないエネルギーフローモデルと多部門経済モデルを統合したモデルの構築を目指すものである。今後、特に低炭素社会の実現のうえでボトルネックとなる技術開発課題の探索は政策立案に資すると思われる。

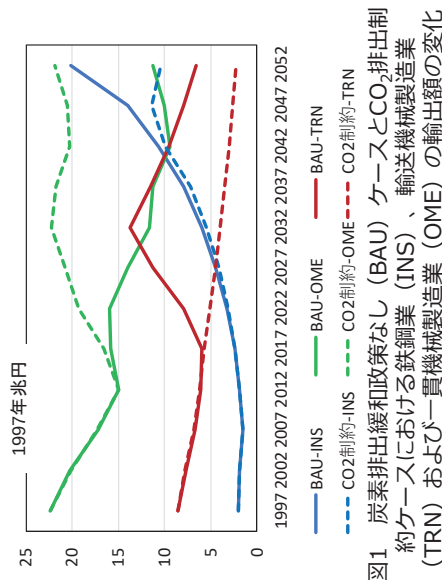


図1 炭素排出緩和政策なし（BAU）ケースとCO₂排出制約ケースにおける鉄鋼業（INS）、輸送機械製造業（TRN）および一般機械製造業（OME）の輸出額の変化

[1] S. Mori et al., Journal of Applied Input-Output Analysis 16, 21–40, 2011.

<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-21.pdf>

世界の水需給評価

水需給の持続可能性について、地球環境統合評価モデルとリンクした水資源需給のマクロバランスの予備的評価を行った。また、水・エネルギー・水需給に関する文獻調査により論点を整理し、水需給とエネルギーの関係を含めた持続可能性について課題を整理した。さらに水・エネルギー・水需給問題解決への支援、および各種のストレスに強靱な水システムの基盤整備についての政策提言を行った。

■ マクロバランスからみた世界水需給

- ・ 水資源評価簡易モジュールを地球環境統合評価モデルGRAPE[1]に組み込み、社会経済軸 (SSP; Shared Socioeconomic Pathways) と気候変動軸 (RCP; Representative Concentration Pathways) の2次元での水需給の感度分析を行った。
- ・ 合計取水量 (図1) は、SSP2では気候変動に制約を設けないbaselineシナリオでの生活用および産業用取水量は同一となり、農業取水需要の差が全体の差となって現れた。産業用水取水量は、SSP1では、今世紀前半はSSP2と同程度、後半には人口減少のため低下した一方、SSP3ではGDP成長が相対的に低いため、最も低位となった。
- ・ RCP間でもCO₂肥化効果¹⁾の違いなどに起因して農業用水需要が異なり、結果として合計取水量についても差異が見られた。

■ 水・エネルギー・水需給

- ・ 文獻[2,3]をもととして、エネルギー供給の水利用、ならびに水利用システムのエネルギー利用における課題の例を整理した。

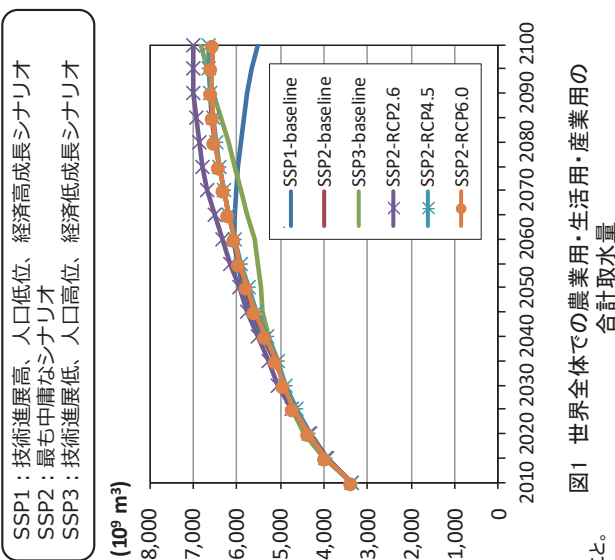
1) CO₂肥化効果: CO₂濃度上昇に伴い、植物成長が従来と比較して促進されること。

政策立案のための提案

質および量の両面で持続可能な水供給システムに向け、2つの国際支援に通ずる支援政策強化を提言する。

- ・ ストレスに強靱な水供給システムの基盤整備: 気候変動、自然災害などの自然要因、水需要からの社会経済要因を考慮し、ストレスに強靱で質の高い水供給システムの確立を、特に脆弱性の高い途上地域で進める。
- ・ エネルギー・水需給問題解決への支援: 水節約型のエネルギー需給システム、およびエネルギー節約型の水需給システムの両者の確立のため、国際協力を含めた政策支援強化が必須である。

[1] Kato et al., Energy Procedia 114, pp. 6115-6123, 2017.; [2] International Energy Agency, World Energy Outlook 2016.; [3] 花崎, エネルギー・資源, Vol.39, No.4, pp. 238-241, 2018.



4. 論文、学会発表、講演等リスト

4.1 論文

4.1.1 論文（国際）

1. Kanako Tanaka, Toshihiro Inoue, Ryuji Matsushashi, Koichi Yamada, "Global value chain assessment based on retrospectively induced economic costs associated with technology application: A case study of photovoltaic power system in Japan", Journal of Cleaner Production, Vol.181, pp.460-472, Elsevier, 2018.4.20.
2. Yin Long, Yoshikuni Yoshida, Runsen Zhang, Lu Sun, Yi Dou, "Policy implications from revealing consumption-based carbon footprint of major economic sectors in Japan", Energy Policy Vol.119, pp.339-348, Elsevier, 2018,8.
3. Ryuji Matsushashi, Tsuyoshi Yoshioka, "Optimal design of a coproduction system of electricity and hydrogen to manage imbalances resulting from forecast errors in photovoltaic outputs", E3S Web Conferences, Vol.64, 2018, 2018 3rd International Conference on Power and Renewable Energy, EDP Sciences, 2018.9.21-24.
4. Nguyen Nhut Tien, Ryuji Matsushashi, "A Sustainable Energy Model for Shrimp Farms in the Mekong Delta", Energy Procedia, Vol.157, pp926-938, Elsevier, 2019.1.
5. I-Ching Chen, Hiroyuki Hamano, Hiroshi Iwasaki, Koichi Yamada, "An Economic-Environmental Analysis of Lithium Ion Batteries Based on Process Design and a Manufacturing Equipment Database", Journal of Chemical Engineering of Japan, vol.52(1), pp.111-120, The Society of Chemical Engineers, Japan, 2019.1.20.
6. Ryuji Matsushashi, "Development of an Optimization Model to Manage Imbalances in Power Systems by Local Power Retail Companies", MATEC Web Conferences, Vol.260 (5), 2018 7th International Conference on Power Science and Engineering (ICPSE 2018), EDP Sciences, 2019.1.25.
7. Yin Long, Yoshikuni Yoshida, Kai Fang, Haoran Zhang, Maya Dhondt, "City-level household carbon footprint from purchaser point of view by a modified input-output model", Applied Energy Vol.236, pp.379-387, Elsevier, 2019.2.
8. Michael Jakob, Rafael Soria, Carlos Trinidad, Ottmar Edenhofer, Céline Bak, Daniel Bouille, Daniel Buira, Hernan Carlino, Veronica Gutman, Christian Hübner, Brigitte Knopf, André Lucena, Luan Santos, Andrew Scott, Jan Christoph Steckel, Kanako Tanaka, Adrien Vogt-Schilb, Koichi Yamada, "Green fiscal reform for a just energy transition in Latin America", Economics, Vol.13, 2019.3.7.

4.1.2 論文（国内）

1. 海邊健二, Martin Keller, 井上雅文, 山田興一, 大友順一郎, "木質バイオマスのエネルギー利用拡大に向けた技術評価ーコストモデルの構築と技術シナリオの策定ー", 日本エネルギー学会誌 第97巻, 第10号, pp. 284-299, 一般社団法人日本エネルギー学会, 2018.10.

4.2 学会発表

4.2.1 学会発表（国際）

1. Atsushi Kurosawa, "CCUS - Experiences in Japan", The 6th International Conference on CO₂ Emission Control and Utilization, Hangzhou China, Zhejiang University, Columbia University, 2018.6.15-17.
2. Atsushi Kurosawa, Etsushi Kato, "JAPANESE ENERGY SYSTEM TOWARDS 2050 UNDER LOW CARBON

- SCENARIO – AN ANALYSIS USING TIMES-JAPAN”, Grand Renewable Energy 2018 International Conference and Exhibition, Grand Renewable Energy 2018 Organizing Committee, 2018.6.17-22.
3. Shunsuke Mori, “Some Expansions of the Integrated Assessment Model Formulation – Lessons and Proposals from ICA-RUS Project”, 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE, INFORMS, 2018.6.17-20.
 4. Kenshi Takeda, Masaru Okazaki, Ghuen Tien Nhut, Ryuji Matsushashi, Ryo Ariyoshi and Fumihiko Nakamura, “A Study on Using Electric Vehicles for Load Frequency Control in Power Systems”, Grand Renewable Energy 2018 Proceedings, The Grand Renewable Energy 2018 Organizing Committee, 2018.6.17-22.
 5. Markus Stemmer, Ulrich Wagner and Ryuji Matsushashi, “DEVELOPMENT OF A MODEL TO ESTIMATE SOLAR POWER GENERATION OUTPUT BASED ON WEATHER FORECAST INFORMATION”, Grand Renewable Energy 2018 Proceedings, The Grand Renewable Energy 2018 Organizing Committee, 2018.6.17-22.
 6. Shunsuke Mori, “Potential Contribution of the Low Temperature Waste Heat of Data-center to Heating Energy Conservation; An Enthalpy Approach”, EnviroInfo 2018, EnviroInfo, 2018.9.6.
 7. M. Ihara, “Monocrystalline Si Thin Film By High Speed Zone Melting / Heating Crystallization with Controlling Nano-Surface Roughness for Cost-Cutting Solar Cells with High Efficiency”, AiMES 2018 Meeting (234th ECS and SMEQ2018 Joint International Meeting), The Electrochemical Society, 2018.9.30-10.4.
 8. M. Nukunodompanich, K. Suzuki, K. Hasegawa, and M. Ihara, “Influence of Perovskite Grain Size and TiO_2 Surface States to the Performance of Perovskite Solar Cell”, AiMES 2018 Meeting (234th ECS and SMEQ2018 Joint International Meeting), The Electrochemical Society, 2018.9.30-10.4.
 9. T. Okubo, T. Shimizu, H. Lee, K. Hasegawa, and M. Ihara, “Feasible Energy System with Electrochemical Hydrogen Energy Storage for Leveling the Received Electricity at Large-Scale Solar Cell Installation”, AiMES 2018 Meeting (234th ECS and SMEQ2018 Joint International Meeting), The Electrochemical Society, 2018.9.30-10.4.
 10. Ryuhei Furuta and Ryuji Matsushashi, “Study on Aggregator’s Strategy of Controlling Electric Vehicles to Compensate Imbalances in Power Systems Using Reinforcement Learning”, 2018 International Conference on Renewable Energy and Environment Engineering, Renewable Energy and Environment Engineering (Paris, France), 2018.10.29-31.
 11. Eiji Nishiura and Ryuji Matsushashi, “A Study on Unit Commitment Taking Uncertainties in Forecast of Renewable Energy Outputs into Consideration”, 2018 International Conference on Renewable Energy and Environment Engineering, Renewable Energy and Environment Engineering (Paris, France), 2018.10.29-31.
 12. M. Nukunodompanich, K. Suzuki, K. Hasegawa, and M. Ihara, “Relationship between Surface state of compact TiO_2 , the grain size of Perovskite layer and the performance of Perovskite solar cell”, The 13th AOTULE Annual General Meeting, The Asia-Oceania Top University League on Engineering, 2018.11.21-23.
 13. K. Kameda, K. Hasegawa, and M. Ihara, “Evaluation of Fuel Electrode of Proton Conductive SOFC Considering Ion Transport Number”, The 13th AOTULE Annual General Meeting, The Asia-Oceania Top University League on Engineering, 2018.11.21-23.
 14. T. Okubo, T. Shimizu, H. Lee, K. Hasegawa, and M. Ihara, “Feasible distributed

- energy system using solar cells and hydrogen energy storage technologies”, The 13th AOTULE Annual General Meeting, The Asia-Oceania Top University League on Engineering, 2018.11.21-23.
15. X. M. Zhang, and M. Ihara, “Plasma-Assisted Fabrication and Gate-Tunable Transport Properties of ‘In-Depth’ Doped MoS₂ Vertical Homostructure”, 2018 MRS Fall Meeting & Exhibit, Materials Research Society, 2018.11.25-30.
 16. Shunsuke Mori, “An Assessment of Urban Energy Systems Focusing on the Cooling Energy Demand in Hot Summer Days by an Energy Network Model with 151 Subregions of Tokyo Koto Area”, 3rd AIEE Energy Symposium, Current and Future Challenges to Energy Security, AIEE (IAEE, Italy), 2018.12.10-12.
 17. Ziyang Wang, Ryuji Matsushashi “Research on Thermal Comfort by analyzing LF/HF Value and Heat Flow Rate Considering Energy Conservation”, IEEE Power and Energy Conference at Illinois, IEEE PES/PELS/IAS, 2019.2.28-3.1.

4.2.2 学会発表（国内）

1. 黒沢厚志, “2050 年に向けた低炭素システムの検討：将来の低炭素システムにおける革新技術の役割”, 第 37 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, 2018.6.11-12.
2. 黒沢厚志, “日本とドイツの省エネルギーに関する比較考察”, 第 37 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, 2018.6.11-12.
3. 桐山恵理子, 小宮宗典, 藤村修三, “自然環境と小水力発電の共生のためのローカルナレッジ”, 土木学会全国大会「社会システムのイノベーション創出のために」, 公益社団法人土木学会, 2018.8.29-31.
4. 黒沢厚志, 加藤悦史, “世界水需給と持続可能性に関する一考察”, 環境経済・政策学会 2018 年大会, 環境経済・政策学会, 2018.9.8-9.
5. 黒沢厚志, “CO₂ 利用の世界動向”, 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018.9.18-20.
6. 有賀耀介, 大友順一郎, 西川浩, 酒井正彦, 米澤美帆子, 山田興一, “（ポスター発表）固体酸化物形燃料電池の技術及び経済性評価手法の開発”, 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018.9.18-20.
7. 黒沢厚志, 加藤悦史, “2050 年のエネルギー需給：エネルギーネクサスとモデリング課題”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019.1.29-30.
8. 濱崎航太, 森俊介, 大西悟, “首都圏公共交通の動学的経路選択モデルの構築－東京五輪大会による輸送需要の増加に伴うボトルネック発生の影響評価”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019.1.29-30.
9. 碓田みなみ, 大西悟, 森俊介, “航空連合の料金差を考慮した国際航空ネットワークモデルの拡張及び温室効果ガス排出削減制度導入の影響評価”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019.1.29-30.
10. 西浦英治, 松橋隆治, “再生可能エネルギーの大量導入による系統安定性への影響を考慮した起動停止計画に関する研究”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019.1.29-30.
11. 王子洋, 松橋隆治, “Research on Thermal Comfort by analyzing LF/HF Value and Heat Flow Rate Considering Energy Conservation”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019.1.29-30.
12. 北沢雅光, 吉田好邦, 松橋隆治, “再生可能エネルギーを導入した街区における電力需給の

- 最適化」, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019. 1. 29-30.
13. 岩元和茂, 松橋隆治, " 太陽光発電の大量導入による電力システムのインバランス解消のための電力と水素の結合生産システムの検討 ", 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019. 1. 29-30.
 14. 翁康太, 松橋隆治, " 低炭素機器普及促進手法のインバランス調整資源確保への応用可能性に関する研究 ", 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2019. 1. 29-30.
 15. 有賀耀介, 大石淳矢, 大友順一郎, 西川 浩, 酒井正彦, 米澤美帆子, 山田 興一, " (ポスター発表) 新規セルデザインに基づく固体酸化物形燃料電池の技術及び経済性評価 " 化学工学会第 84 年会, 公益社団法人化学工学会, 2019. 3. 13-15.
 16. 長谷川馨, 細田万吉, 伊原学, " 固体酸化物燃料電池へのカーボンナノチューブ合成技術の導入 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 17. 大久保辰哉, 清水輝之, 長谷川馨, 菊池康紀, 伊原学, " 太陽光発電と水素蓄エネを用いたコスト競争力のある分散型エネルギーシステムの提案 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 18. 松平達哉, 倉橋佑輔, 長谷川馨, 伊原学, " ペロブスカイト関連構造の過剰酸素・酸素欠損とプロトン伝導性の関係 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 19. 細田万吉, 長谷川馨, 伊原学, " 固体酸化物燃料電池の燃料極へのカーボンナノチューブの直接合成法の検討 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 20. 亀田恵佑, 長谷川馨, 伊原学, " 大規模蓄エネルギーを目指した「カーボン空気二次電池」システムの提案 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 21. 鈴木一馬, 長谷川馨, 伊原学, " タンデム化にむけたペロブスカイト太陽電池光吸収層の二次元結晶成長手法と構造解析 ", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.
 22. Nukunudompanich Methawee, Suzuki Kazuma, Hasegawa Kei, and Ihara Manabu, "Correlation between TiO_2 roughness and perovskite grain size effect on solar cell performance", 化学工学会第 50 回秋季大会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 9. 18-20.

4.3 講演

4.3.1 講演 (国際)

1. Andrea Ordóñez, Imme Scholz, Franklin Murillo, Gaurav Sharma, Kanako Tanaka, Koichi Yamada, Elisabeth Hege, Laura Cavalli, "Improving the G20's coordination on the delivery and monitoring of the 2030 Agenda", Task Force: 2030 Agenda for Sustainable Development, G20/T20 Argentina 2018, 2018. 7.
2. Koichi Yamada, "Session Title: Rethinking Society for the 21st Century The importance of technology transfer and investment on social progress", Global Solutions Summit 2019, The Global Solutions Initiative (GSI), 2019. 3. 19.

4.3.2 講演 (国内)

1. 田中加奈子, " 地球温暖化対策のために歩んできたことを振り返って思うこと ", H30 年度化学工学会関東支部若手の会 (ChEC-East) 講演会「化学工学の可能性; 産・官・学をまたいだキャリアパスからの景色, 化学工学会関東支部若手の会 (ChEC-East), 2018. 12. 4
2. 伊原学, "スマートエネルギーシステム" エネスワロー" と水素エネルギー", 第 1 回

- G-RESRC ワークショップ, 岐阜大学 地方創生エネルギーシステム研究センター, 2018. 7. 13.
3. 伊原学, “スマートエネルギーシステム” エネスワロー” における水素 PtoG 蓄エネシステムの可能性”, スマートエンジニアリング TOKYO 2018, 一般社団法人日本能率協会, 公益社団法人化学工学会, 2018. 7. 19.
 4. 伊原学, “ポーラスシリコンのナノ構造を利用した低コスト, 高効率太陽電池へのアプローチー低コスト剥離およびタンデムトップセルを目指してー”, 第 100 回金属のアノード酸化皮膜の機能化部会 (ARS) 例会ー最新技術が拓くアノード酸化による半導体表面微細加工ー, 一般社団法人表面技術協会, 2018. 8. 28.
 5. 大友順一郎, “高効率燃料電池システム実現に向けた取り組みと将来の役割”, 水素エネルギー協会 (HESS) 第 157 回定例研究会, 一般社団法人水素エネルギー協会 (HESS), 2018. 11. 5.
 6. 黒沢厚志, “エネルギーモデルの中での NETs の量的な必要性”, セミナー「ゼロエミッションからネガティブエミッションへ」, LCA 日本フォーラム, 日本 LCA 学会 パリ協定後の産業研究会, 工学院大学, 2018. 11. 8.
 7. 森俊介, “ノーベル経済学賞特別番組 古典的経済モデルの 2 つの拡張による世界的問題への接近ーNordhaus の研究を中心に” (Youtube インターネット TV 中継あり), 科学技術館科学ライブショー「ユニバース」, 科学技術館, 2018. 12. 1.
 8. 大友順一郎, “金属支持型セルスタックのコスト分析”, 平成 30 年度 ASEC 戦略シナリオ検討 招待講演会, 国立研究開発法人産業技術総合研究所 固体酸化物エネルギー変換先端技術コンソーシアム (ASEC), 2019. 1. 24.
 9. 田中加奈子, “IPCC 報告書における産業界への期待”, シンポジウム「気候変動の緩和策について考えようー IPCC1.5°C 特別報告書と第 6 次評価報告書ー」, 経済産業省, 2019. 3. 6.

5. 委員会活動リスト

番号	任期・活動日	主催者	委員会・委員名	就任者
1	2017. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	内閣府（科学技術・イノベーション担当）	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
2	2017. 4. 7 ～ 2019. 2. 14	文部科学省	科学技術・学術審議会 専門委員 環境エネルギー科学技術委員会 委員	田中加奈子
3	2017. 6. 9 ～ 2019. 6. 8	一般社団法人エネルギー・資源学会	エネルギー・資源学会 会長	森俊介
4	2017. 6. 23 (承認日) ～ 2019. 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 2－1702 アドバイザリボード	森俊介
5	2017. 6. 26 ～ 2018. 6 (社員総会開催日)	一般社団法人環境情報科学センター	審議員会議 委員	松橋隆治
6	2017. 11. 1 ～ 2019. 11. 30	板橋区資源環境部環境政策課	板橋区資源環境審議会 有識者委員	磐田朋子
7	2018. 1. 29 ～ 2020. 1. 28	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 委員	田中加奈子
8	2018. 1. 29 ～ 2020. 1. 28	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 電子・電機・産業機械等ワーキンググループ 委員	田中加奈子
9	2018. 1. 29 ～ 2020. 1. 28	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 製紙・板硝子・セメント等ワーキンググループ 委員	田中加奈子
10	2018. 2. 1 ～ 2019. 12. 31	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 委員	田中加奈子
11	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	文部科学省	気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) アドバイザー	河原崎里子
12	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	株式会社国際協力銀行	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) アドバイザリー・コミッティ 委員	黒沢厚志

13	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE)	平成 29 年度 ALPS IIIモデル構築・分析 WG 委員	黒沢厚志
14	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	一般社団法人グリーンファイナンス推進機構	グリーンファイナンス推進機構 審査委員会 委員	黒沢厚志
15	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	国立研究開発法人海洋研究開発機構	統合的気候モデル高度化研究プログラム 炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明 (領域テーマ B) 研究運営委員会 委員	黒沢厚志
16	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	国際航業株式会社、仙台市	平成 30 年度エコモデルタウン事業 (田子西地区) 標準化・展開可能性調査有識者会議有識者委員	磐田朋子
17	2018. 4. 1 ～ 2019. 3. 31	さいたま市見沼区区民生活部総務課	さいたま市見沼区「次期総合振興計画 (区の将来像) に係る見沼区検討懇話会」委員	磐田朋子
18	2018. 4. 1 ～	文部科学省	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 SSPS 外部評価委員	森俊介
19	2018. 4. 9 ～ 2019. 3. 29	経済産業省産業技術環境局環境経済室 環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室	J-クレジット制度認証委員会 委員長	松橋隆治
20	2018. 4. 9 ～ 2019. 3. 29	経済産業省産業技術環境局環境経済室 環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室	J-クレジット制度運営委員会 委員	松橋隆治
21	2018. 6. 1 ～ 2019. 3. 31	柏市環境部廃棄物政策課	柏市廃棄物処理清掃審議会 有識者委員	磐田朋子
22	2018. 6. 1 ～ 2019. 2. 28	一般財団法人エネルギー総合工学研究所	ISO/TC301 国内審議委員会委員長	松橋隆治
23	2018. 6. 8 ～ 2019. 3. 23	環境省 (窓口: デロイトトーマツコンサルティング合同会社)	再エネ等を活用した水素社会推進検討会、分散型水素利活用システム導入検討会委員	伊原学
24	2018. 6. 20 ～ 2019. 3. 29	環境省 (一般社団法人国際環境研究協会)	平成 30 年度 CO ₂ 排出削減対策技術評価委員会 社会システム革新低炭素化技術開発分野分科会 委員	高瀬香絵
25	2018. 6. 25 (承認日) ～ 2019. 3. 31	公益財団法人地球環境産業技術研究機構	IPCC 国内連絡会 メンバー	田中加奈子

26	2018. 7. 1 ~ 2019. 3. 31	国際航業株式会社、国土 交通省総合政策局環境政 策課	平成 30 年度まち・住まい・ 交通の地域エネルギー・環 境に配慮したモデル構想策 定支援事業 タスクフォー ス有識者委員	磐田朋子
27	2018. 7. 1 ~ 2019. 3. 31	一般社団法人地球温暖化 防止全国ネット、環境省	平成 30 年度低炭素ライフス タイル構築に向けた診断促 進事業：家庭エコ診断制度 運営委員会 委員	磐田朋子
28	2018. 7. 26 ~	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
29	2018. 7. 30 ~ 2019. 3. 22	一般財団法人電源地域振 興センター（窓口：みず ほ情報総研株式会社）	敦賀市調和型水素社会形成 計画推進事業に関する意見 交換会 委員	伊原学
30	2018. 8. 3 ~ 2020. 3. 31	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）	NEDO 技術委員会 技術委員	松橋隆治
31	2018. 8. 6 ~ 2019. 2. 29	株式会社テクノバ	トヨタ・モビリティ基金委 託「水素社会構築に向けた 革新研究助成」評価委員会 委員	松橋隆治
32	2018. 8. 6 ~ 2019. 3. 29	環境省（窓口：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
33	2018. 8. 27	佐賀県	水素による電力調整システ ム検討会 出席者	松橋隆治
34	2018. 10. 1 ~	経済産業省	経済産業省 産業構造審議 会臨時委員産業構造審議会 産業技術環境分科会研究開 発・イノベーション小委員 会 座長	森俊介
35	2018. 10. 3 ~ 2019. 3. 29	みずほ情報総研株式会社 (環境省委託業務)	民生部門の温暖化対策・施 策に関するアドバイザー 会合	高瀬香絵
36	2018. 10. 25、 2018. 12. 19	京都府	家庭への省エネ機器導入促 進研究会	高瀬香絵
37	2018. 11. 1 ~ 2019. 3. 29	環境省（委託：インター ジリサーチ）	平成 30 年度省エネ家電等 マーケットモデル事業検 証・分析等に関する検討会	高瀬香絵
38	2019. 2. 8 ~ 2021. 2. 7	環境省	中央環境審議会 地球環境 部会 臨時委員	田中加奈子
39	承諾日~ 2019. 3. 22	環境省（窓口：デロイト トーマツコンサルティング 合同会社）	水素利活用 CO ₂ 排出削減効 果等評価・検証委託業務に 係る有識者会合 委員	松橋隆治

40	承諾日～ 2019. 3. 28	環境省（窓口：三菱UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社）	温室効果ガスの増減要因分 析に関する検討会 委員	松橋隆治
41	承諾日～ 2019. 3. 28	環境省（窓口：みやまス martエネルギー株式会 社）	平成 30 年度低炭素型の行動 変容を促す情報発信（ナッ ジ）等による家庭等の自発 的対策推進事業 委員	松橋隆治
42	承諾日～ 2019. 3. 31	株式会社住環境計画研究 所	エネルギー事業者からの情 報発信による低炭素型行動 促進モデル実証事業検討会 委員	松橋隆治
43	事業許可日～ 2019. 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 温室効果ガス排出削減量の 測定・報告・検証に係るガ イドライン（J-MRV ガイド ライン）に関するアドバイ ザリー・コミッティ 委員長	松橋隆治
44	事業許可日～ 2019. 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、ISO/TC207 戦略諮 問委員会 委員長、環境管理 システム小委員会 委員長	松橋隆治

「低炭素社会戦略センター 年度報告書（平成 30 年度）」

令和元年 11 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
<https://www.jst.go.jp/lcs/>
©2019 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。
