

『2025年度JPECフォーラム開催』

5月13日（火）、当センター主催による「2025年度JPECフォーラム」を開催いたしました。本年度は、特別企画として、カーボンニュートラル社会の実現に向けた技術開発の基盤となる分析技術に焦点を当て、2002年にノーベル化学賞を受賞された島津製作所 田中耕一氏、脱炭素社会に向けバイオマス変換技術開発に取り組む京都大学 西村裕志氏のお二人に質量分析技術をはじめ最先端の分子構造解析技術に関するご講演いただくとともに、JPECの保有するFT-ICR MS、LC TOF-MSといった高分解能質量分析機器を活用した分子構造解析への取り組みについて報告いたしました。また、昨年度当センターが実施した事業成果として、カーボンリサイクル液体合成燃料の技術開発、製油所の脱炭素化に関わる技術開発、ケミカルリサイクルによるプラスチック資源循環技術開発、技術開発に関わる戦略的取組み、水素エネルギー普及拡大に向けた研究開発事業、海外主要国のカーボンニュートラルに向けた政策・市場動向やプロジェクト最新動向の調査について、7つのセッションから報告し、出席者の皆様のご意見・ご指摘を伺いました。当日は、企業、大学、公的機関等の関係者合わせてオンラインを含め700名近い方々にご参加いただきました。



1. オープニング

＜主催者挨拶＞

主催者を代表して、当センター理事長の宮田知秀より、開会の挨拶を行いました。

皆様におかれましては、当センターの活動に対しまして、平素より格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。本日は、「2025年度JPECフォーラム」に、オンラインを含め600名を超える多数のご参加をいただき、誠にありがとうございます。

世界情勢が日々激しく動く中において、アフォーダブルで安定したエネルギー供給は、社会における重要な役割と認識しております。現時点では化石燃料を軸としつつ、将来的な低炭素、脱炭素へのトランジションをS+3E（安全性と安全保障、経済効率性、環境適合）の原則のもとで着実に進めていく必要があります。その過程において、当センターが果たすべき役割は一層大きくなっており、技術開発を通じてレジリエ



ンスと安定性の両立を図ることが求められています。

本フォーラムでは、この1年間センターが取り組んでまいりました合成燃料の製造・利用技術、製油所における脱炭素・低炭素燃料の製造、あるいは水素の利活用の技術開発、さらには海外の合成燃料、バイオ燃料の導入状況の調査結果を報告し、皆様と活発な意見交換を行う場といたします。

また、「カーボンニュートラルに向けた革新的分析・解析技術の動向と期待」をテーマに、基調講演にはソフトレーザ質量分析でノーベル化学賞を受賞された田中耕一様、特別講演には京都大学の西村裕志様をお迎えし、ご講演をいただきます。

最後に、当センターの事業活動を力強くご支援くださっている経済産業省をはじめ賛助会員・関係各位に改めて深く御礼申し上げるとともに、本日のフォーラムがカーボンニュートラル社会の1日でも早い実現に貢献し、エネルギーに関わる研究・技術への皆様の理解がさらに深まれば幸いです。

<ご来賓挨拶>

ご来賓として、経済産業省資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料供給基盤整備課長 永井岳彦様より、ご挨拶いただきました。

JPEC は昨年4月にカーボンニュートラル燃料技術センターとなり、石油だけではなく脱炭素社会を目指した新たな燃料についても、意見交換や技術情報交換をしていく場として活動されていること大変心強く思っています。

日本のCO₂排出は、世界で5番目、シェアにすると3%程度で、CO₂の排出量としては大きくはありませんが、日本の技術や日本の行動が世界に広がって、世界の脱炭素や低炭素が進んでいけば良いと考えています。

日本は島国のためエネルギーは外から輸入してこななければいけない。その時に気体で持って来るのは大変で、特に水素が一番運ぶのが大変な物質である。燃やした時にCO₂は出ないが、水素を作って持ってくるのはなかなか困難である。そのような中で、液体燃料の形で持ってくれば、保存もできエネルギー密度も非常に高いということで、液体燃料はこの先も続いていくと考えています。

いきなり合成燃料では高価のため、なかなか社会に供用されにくい。一定程度しばらくの間は合成燃料に行く前に、トランジション燃料もしくは基礎的な燃料としてのバイオというものの役割が見直されてくるのではないかと期待しています。

資源エネルギー庁としても合成燃料に一足先に飛ぶのではなく、バイオエタノールをもう少しガソリンに混ぜて入れていくことが、コスト的にも環境的にも優しいと考えます。

エネルギー政策の基本はS+3Eということで、安全性を第一に環境適合、経済効率性、エネルギーセキュリティ（安定供給）を同時に進めていかなければ成り立たない。このようなフォーラムに集まれる産学官の皆様と情報交換しながら、日本の技術を世界に広めて、しっかり日本に技術を導入していくことが重要と考えています。

本日は貴重な講演を聞かせていただきながら、午後の部ではブロックに分かれてカーボンニュートラルや石油精製効率化の話もあり、実りある一日となることを祈念しています。



2. 特別企画 『カーボンニュートラルに向けた革新的分析・解析技術の動向と期待』

<基調講演>

JPEC フォーラムの基調講演として、2002 年ノーベル化学賞受賞者である株式会社島津製作所 エグゼクティブ・リサーチフェロー 田中耕一記念質量分析研究所所長より、「質量分析を中心とする分析機器のバイオ分野への展開」と題したご講演が行われました。

冒頭では、カーボンニュートラルをはじめとする多様な燃料に対して、質量分析や分析機器がどのような貢献を果たし得るかを考える機会にしたいとの主旨を述べられました。質量分析はライフサイエンス分野で活用が進んでいますが、起源は元素や同位体の分析であり、現在はタンパク質のような揮発性のない分子までを対象とするに至っています。カーボンニュートラル分野での応用は、元素、低分子、中分子が対象となり原点回帰とも言えますが、当時とは比較にならない高い感度・精度・再現性が求められるため、さらなる技術開発が必要であることが強調されました。また、質量分析は多様な学術領域にまたがる特性を持ち、出自が電気系の研究者でも化学的発見に至ることが可能であったという田中フェローのご経験も共有されました。



質量分析とは、元素や化合物分子 1 個 1 個の重さという、極めて基礎的な物理量を測定する手法です。そのために、分子を壊さずにイオン化し、質量電荷比 (m/z) を測定する技術が用いられます。MALDI (マトリックス支援レーザー脱離イオン化法) は、分子の破壊を避けてイオン化するために開発されました。この手法では、パルスレーザーによる直接照射の代わりに、光を吸収するマトリックスが試料を包み込むことで、衝撃を緩和しつつイオン化を実現します。これがいわゆる「ソフトレーザー脱離法」であり、ノーベル化学賞の受賞対象ともなりました。

また、質量分析の中核技術である TOF-MS (飛行時間型質量分析法) は、電圧差による加速を通じてイオンの運動エネルギーを生じさせ、その飛行時間から質量を導きます。その原理より、水素からタンパク質のような高分子まで、イオン化できれば全量検出が可能であり、極めて高い感度と高速測定性能を持ちます。

近年、バイオ分野では構造情報を得るための化学修飾や、新たなマトリックスの開発により、これまで検出不可能であった分子の可視化が進んできました。こうした改良の積み重ねにより、課題の明確化が技術開発を後押しするという事例が蓄積されています。また、以前は検出を避けていた成分を敢えて検出するという逆転の発想により、装置の感度を飛躍的に向上させた事例も紹介されました。

カーボンニュートラル分野に適用できる応用事例として、不飽和脂肪酸に対し、二重結合をラジカルで特異的に解離することで、全く同一質量の構造異性体の差異を見分ける手法や、試料全体をホモジナイズすることで全体を均質に分析可能とする技術が挙げられました。また、医療分野の研究で用いられている質量顕微鏡が、微生物による燃料の生合成経路の解析に活用可能との考えが示されました。

さらに、院内感染対策の一環として構築が進んでいる微生物由来タンパク質のデータベースも、バイオマス起源の化合物同定などに資する情報源であること、2次元 GC についても化合物群ごとに特徴的なイオンが検出できるため、SAF (持続可能な航空燃料) の分析に活用できるとの見解が

示されました。メタネーションガスの分析では、水素や酸素の分離に適したカラムを並列で用いることで高い信頼性が得られます。さらに、同位体の質量差を利用すれば、同じ酸素分子でも生体由来か燃焼起源かの判別が可能となります。質量分析以外にも、CRDS（共鳴リングダウン分光）など、微量 C14 検出に適した手法も存在します。

飛行時間型質量分析法の時間分解能向上により、空間分解能を有する装置として PET（陽電子放射断層撮影）が開発されたことも紹介されました。これは測定精度・感度の高度化が異分野への展開を生んだ好例であり、質量分析が社会の多様な課題解決に資する基盤技術であることが示されました。

まとめとして、質量分析は「重さ」という普遍的な物理量に基づく技術であるからこそ、さまざまな学術領域や産業分野に貢献できると述べられました。分野を越えた融合的視点や、日常における現場の気づきが、次なる技術革新を生む原動力となります。最後に、本講演が参加者にとって、現場に立つ自信やそれを通じた発見のきっかけとなることを願うと述べられ、ご講演を締めくくりました。

※ 基調講演の動画は、[一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター \(JPEC\) の YouTube 公式チャンネル](#)にて公開しています。

<招待講演>

JPEC フォーラムの招待講演として、京都大学 生存圏研究所 生存圏未来開拓研究センター 特定准教授 西村裕志様より、「植物バイオマスの分子多様性が拓く循環型社会」と題したご講演が行われました。

冒頭では、今後の社会を築いていくため、バイオマスと言うのは非常に有望で使わなくてはならない大事な資源で、カーボンニュートラルを始めとした循環型社会の実現に貢献するため、本日も集りの皆様と一緒に考えたいと述べられました。

地球環境としては CO₂ を始めとした温室効果ガスが急増しており、ある程度の急激な変化に対してはバランスを取るシステムがありますが、ここ 100 年あまりの急激な変動に対して大きなアンバランスが起こっていることが非常に深刻な問題になっており、将来に対する不安が広がっています。持続可能なサステナブル循環型の未来社会は、ほんとうに人類存続をかけた地球規模のミッションと考えており、ここに正面から取り組みたいと考えています。

バイオマスで一番多いものは樹木で、植物バイオマスは私たちの文化に密接に根付いています。植物資源を上手に使うということは単なるエネルギーとか資源の議論にとどまらず、一番大事なのは良い自然環境を作ると言うところが非常に大きい。充実した豊かな自然環境を作りつつ、それと調和した産業体系にしていくことに意義が大きいと思っています。

植物バイオマスの中でも、特に注目すべき成分がリグニンであり、植物の中に 20～30%入っており非常に豊富にある有機資源です。セルロースの次に多い天然高分子ですが、構造が複雑で分解や利用が困難なため、これまでの工業利用は限定的となっています。近年の高分解能質量分析（FT-ICR-MS）や NMR 法などの手法により、その多様性の解明が進んでいます。

紙パルプ業界では年間 5000 万トン以上のリグニンが副生しますが、実際に物質利用されているの



は 100 万トン位であり、エネルギーとして燃やされることが多いです。

自然界では、白色腐朽菌（陸上）やバクテリア（海洋）などの微生物が、常温常圧でリグニンを分解するメカニズムを持っています。これを人為的に再現し、酵素や補助因子を用いた温和な条件での分解や変換技術の開発を進めています。

植物バイオマスの産業利用における課題としては、原料の多様性・分散性・輸送コストの高さが挙げられます。解決策としては、現地で環境調和型の有価物に変換し、地産地消に近い形で利用することが有効と考えます。

植物バイオマスの使い方としては、「高分子をモノマーに落とすルート」と「高分子のまま使うルート」を新しく作って、うまくベストミックスさせて産業化に繋げていきたい。

最後にまとめとして、木質バイオマスの分子構造解析から始まり、自然に学んだ温和なプロセスでリグニンとセルロースを分ける技術を確認し、社会実装へと繋げる取り組みを段階的に進めており、カーボンニュートラル社会実現に向けて貢献していきたいと述べられ、ご講演を締めくくりました。

<JPEC の取組>

特別企画最後の講演として、JPEC 製造プロセス技術部加藤より、『分析技術を活用したカーボンニュートラル技術開発への取組』と題し、当センターの活動について、以下要旨のとおり、紹介させていただきました。

JPEC は 2011 年から 2020 年にかけて、製油所の競争力とエネルギーセキュリティ強化を目的に、重質油の高度利用技術「ペトロリオミクス技術」の開発に取り組んだ。これは、主に FT-ICR-MS（質量分析）と CID（衝突誘起解離分析）を用いて、数万種以上存在する重質油の成分を高精度で解析するものである。得られた成分情報は、装置での反応挙動の解析や触媒開発に活用される。今後はこの技術と AI を融合させ、製油所の脱炭素化に貢献する研究を進めていきます。

製油所の脱炭素に向けた取組みは二つの軸で進行中です。第一は製油所の操業最適化の高度化により、事業活動に伴う省エネと CO₂排出削減（Scope1、2 対応）を目的とするものです。ここでは、機械学習により、即時性の高い FT-IR の測定結果をもとに、原油成分をリアルタイムで予測し、運転最適化に繋げて省エネルギーを達成します。第二は、バイオマス熱分解油や廃プラスチックを油化したものなどと原油の混合処理（コプロセッシング）により、製品の脱炭素化（Scope3 対応）を図るものです。特に木質バイオマス熱分解油の成分分析には課題が多く、JPEC では新たに LC-TOF-MS（液体クロマトグラフ飛行時間型質量分析）を導入してその成分特性の解明と評価データベースの構築を進めています。現在ロットによる性状のばらつきや酸価の高さが従来型原料と異なるといった組成情報を取得中です。

将来的には、得られた組成情報を活用し、反応性予測や操業最適化に応用することを目指しており、JPEC は成分解析技術の高度化と、新しい AI 技術の開発を通じて、カーボンニュートラル社会への貢献を図っていく方針です。

3. 口頭発表セッション

午後には 4 会場に分かれて、7 つのセッションを開催しました。

【セッション 1】 カーボンリサイクル液体合成燃料

カーボンニュートラル（CN）の実現に向けて、再生可能エネルギー由来電力等から得られるグリーン水素と CO₂ を原料とする液体合成燃料が期待されています。

本セッションでは、2021 年より開始した NEDO 委託事業「次世代 FT 反応と液体合成燃料一貫製造プロセスに関する研究開発」の概要と成果について報告しました。発表テーマは以下のとおりです。

『直接 FT 反応の基盤技術の研究開発』（成蹊大学）

『CO₂ を原料とした直接 FT 反応の研究開発』（ENEOS）

『FT 合成に用いる選択性制御触媒の研究開発』（名古屋大学）

『選択性制御の研究開発 ～計算科学的手法の導入～』（広島大学）

『FT 生成油の分解・改質の研究開発』（横浜国立大学）

『再エネ利用合成ガス製造と FT 反応を組み合わせた液体燃料製造プロセスの基礎研究開発』（産業技術総合研究所）

『再エネ由来電力を利用した合成ガス製造技術の研究開発』（出光興産）

『SOEC 共電解セルの基本設計』（東北大学）

『溶射法を用いた大容量化のための金属支持 SOEC 開発』（東京科学大学）

『加圧条件での SOEC 共電解による合成ガス製造技術の開発』（電力中央研究所）

『100kW 級 SOEC 電解モジュールの概念設計』（日本特殊陶業）

『100kW 級 SOEC 共電解システム概念設計の研究開発』（三菱電機）

『合成燃料の燃料性状の特徴把握』（JPEC）

『FT 合成燃料（粗油）の規格適合化処理技術の開発』（コスモ石油）

『将来ガソリンエンジンを想定した合成燃料利用技術の研究開発』（産業技術総合研究所）

『将来ディーゼルエンジンを想定した合成燃料利用技術の研究開発』（北海道大学）

『合成燃料研究開発における JPEC 基盤技術研究所の取り組み ～SOEC 共電解による合成ガス製造と次世代 FT 触媒設計～』（JPEC）

【セッション 2】 製油所脱炭素化

地球温暖化問題の深刻化に伴う世界的な脱炭素化の流れにより、石油精製プロセスにおける GHG 排出の大幅な削減に加え、石油製品の低炭素化による製油所の脱炭素化を実現することが求められています。本セッションでは、令和 6 年度の経済産業省補助事業として実施した「製油所の脱炭素化研究開発事業」並びに NEDO 委託事業として実施した「バイジェット燃料生産技術開発事業」について研究成果を報告しました。発表テーマは以下のとおりです。

『処理原油成分リアルタイム予測技術開発』（JPEC ペトロリオミクス技術研究室）

『石油系残油留分の高沸点成分外挿に関する研究開発』（静岡大学）

『ファウリング解析モデル開発』（JPEC ペトロリオミクス技術研究室）

『バイオオイルと重質油の混合接触分解における生成物組成を予測する機械学習モデルの構築』（信州大学）

『含酸素化合物の共存下でのジベンゾチオフェンの水素化脱硫反応に関する研究』（東京農工大学）

『Co-Processing による SAF 製造技術動向調査』（JPEC 製造プロセス技術部）

【セッション 3】 ケミカルリサイクルによるプラスチック資源循環技術開発

世界的に大きな問題となっている廃プラスチックを、石油精製プロセスを利用して大規模に資源循環するための新規技術開発事業を実施してきました。本事業は、汚染や異種プラスチック混合のため、マテリアルリサイクルに適さない廃プラスチックを対象に、基礎化学品や石化原料に転換できる革新

的な廃プラ触媒分解プロセスを構築するために必要な要素技術を開発することを目的としています。本セッションでは、NEDO 委託事業として実施したケミカルリサイクル技術の研究開発成果について報告しました。発表テーマは以下のとおりです。

『国内外のプラスチックケミカルリサイクルの状況』（JPEC プラスチック資源循環研究室）

『触媒分解によるケミカルリサイクルプロジェクトの成果』（早稲田大学）

『廃プラパイロットプラントプロセス開発について』（JPEC プラスチック資源循環研究室）

『石化収率向上に向けた廃プラ触媒分解油の FCC 処理検討』（コスモ石油）

【セッション 4】 技術開発に関わる戦略的取組

JPEC が戦略的取組として実施している以下について研究成果を報告しました。

＜福島国際研究教育機構（F・REI）＞

『バイオ統合型グリーンケミカルプロセスによる CO2 資源化』（JPEC 技術企画部）

＜保安情報活用＞

『AI 解析技術を用いた保安情報活用プラットフォーム構築』（JPEC 技術企画部）

＜JPEC 若手研究者基盤研究委託事業＞

石油産業において次世代のイノベーションを担う人材を育成するとともに、新たな研究シーズを発掘するため、満 40 歳未満の研究者を対象に採択されたテーマの研究成果を報告しました。

『1DCAE とインバリエント分析を用いた低圧水素パイプラインの漏洩検知』（横浜国立大学）

『膜 - 光電極接合体を用いた SPE 光電解による CO2 の資源化』（京都大学）

『Cu プラズモニック光触媒を用いた廃棄バイオマスからの水素製造』（近畿大学）

【セッション 5】 水素エネルギー関連

本セッションでは、水素エネルギーがカーボンニュートラルに向けて今後大きな役割を担うと期待され、利活用の幅がますます広がってきていることを踏まえ、水素の供給・利用促進に向けた JPEC における取組みについて発表・情報提供を行うとともに、新たな取組みとして、2 名の外部有識者をお招きし、それぞれ貴重なご講演をいただきました。

具体的には、2023 年度に開始された NEDO 事業「競争的な水素サプライチェーンの構築に向けた技術開発事業」の中で JPEC が実施中である研究開発の目的や実施内容、検討状況等を中心に以下の 3 件の報告を行いました。

『大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発』

（JPEC 水素エネルギー部）

『水素社会構築に向けた鋼材研究開発』（JPEC 水素エネルギー部）

『HDV 用水素充填プロトコルの研究開発』（JPEC 水素エネルギー部）

また、外部有識者として、内外の充填プロトコルの研究開発・標準化を長年牽引してこられた山梨文徳様（一般社団法人 水素供給利用技術協会（HySUT）技術専門委員）より、『水素充填プロトコル規格』と題し、その重要性やこれまでの研究開発・標準化の変遷について、豊富な経験に基づいたご講演をいただきました。そして、本セッションの最後に、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会（JH2A）の武藤憲一様より、『水素社会実現に向けた JH2A の取組み』と題して、カーボンニュートラルに向けての国の水素戦略の流れや水素の社会実装状況、水素ファンド等、水素を取り巻く様々な状況や今後の展望について、多面的かつ俯瞰的な観点からご講演をいただきました。

【セッション6】 海外主要国におけるカーボンニュートラルに向けた政策・市場動向

調査国際部は、政策、事業方針、技術開発などに係る戦略の策定に資する海外の最新動向について、欧州、米州及び中国の海外拠点を活用し、現地の政府機関、石油・エネルギー関連の業界団体、業界関係者との面談や国際会議への参加などを通じて最新の情報を収集・調査し、適宜発信しています。

本セッションでは、海外主要国で進んでいるカーボンニュートラルに向けた最新の政策・市場動向について、主要国別に報告しました。発表テーマは以下のとおりです。

『米国の政権移行とエネルギー業界の動向』（JPEC 米州事務所）

『中国におけるエネルギー事情とカーボンニュートラルへの取組み』（JPEC 調査国際部）

『カーボンニュートラルをリードしてきた欧州の最新動向』（JPEC 欧州事務所）

【セッション7】 カーボンニュートラルに関わる海外におけるプロジェクトの最新動向

本セッションでは、海外におけるカーボンニュートラルに向けた製油所の転換事例の着眼点およびバイオ燃料および合成燃料の導入状況や支援策、各種製造プロジェクトなど、最新の動向を報告しました。発表テーマは以下のとおりです。

『カーボンニュートラルに向けて転換する海外の製油所の動向』（JPEC 調査国際部）

『米国における輸送用バイオ燃料の動向と支援政策』（JPEC 調査国際部）

『欧米を中心とした合成燃料(e-fuel)製造プロジェクト動向』（JPEC 調査国際部）

4. むすび

今年度の JPEC フォーラムは、700 名近い多くの方々にご参加いただきました。特に『カーボンニュートラルに向けた革新的分析・解析技術の動向と期待』と題した特別企画は参加者が多く、カーボンニュートラルに向けた技術開発における分析・解析技術に対する関心と期待の大きさを改めて認識しました。JPEC では、引き続きカーボンニュートラル社会の実現に向けて、技術開発事業および調査事業を行っていきます。今回の JPEC フォーラムに限らず、JPEC の活動について、ご指導・ご意見、またご支援いただくこと、宜しくお願い致します。

以上

(お問い合わせ先)

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター 技術企画部 jrepo-2@peci.or.jp