

KEC情報

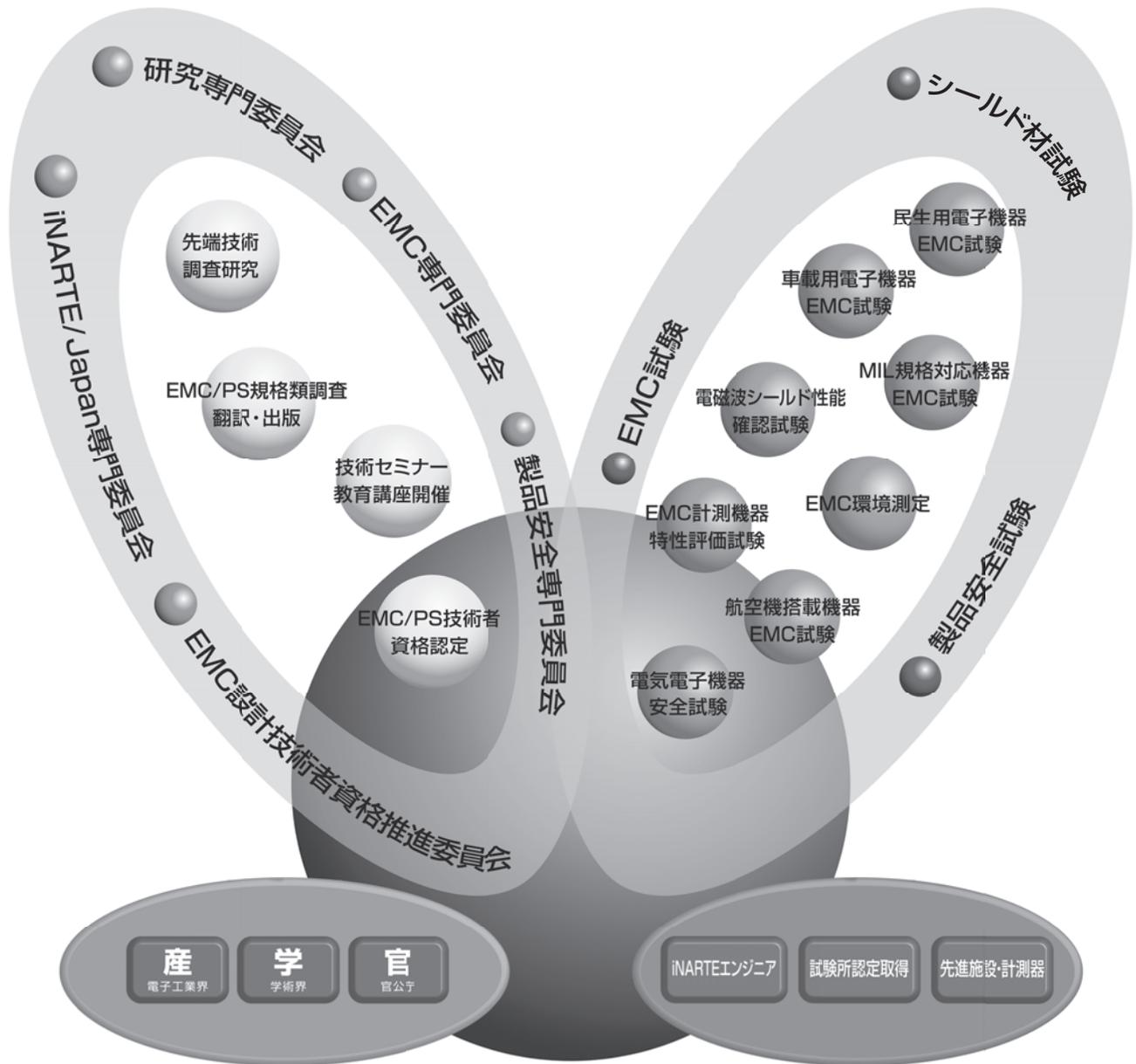
No. 271

Oct. 2024

「持続可能な社会を目指す環境関連技術」

- バイオものづくりによる脱炭素社会への貢献
- 間隙水ECを計測可能にした土壌センサ
- グリーン水素製造によるCO₂削減貢献

ソフト&ハード両面で 電子業界の技術力向上を支援します



委員会事業

委員会活動は、広く産・学・官の方々のご協力を得て、電子関連の先端技術の調査・研究や各種セミナー・技術講座の開催及び規格解説書・ガイドブック出版等を通じ、電子業界の技術力向上や人材育成を支援しています。

EMC・製品安全試験事業

試験事業部は、試験品質システム規格であるISO/IEC 17025に基づく試験所認定を取得しており、世界に認められたEMC総合試験機関として充実した設備群を有し、ご利用者の製品開発におけるEMC及び安全試験を支援しています。

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

KEC Electronic Industry Development Center

<https://www.kec.jp/>

今回の特集記事は、「**持続可能な社会を目指す環境関連技術**」です。
次号(1月号)は、2024年7月に開催したKECセミナー「**未来を創るAI ビジョンと
挑戦**」の特集を企画しています。

目 次

○ 持続可能な社会を目指す環境関連技術

- バイオものづくりによる脱炭素社会への貢献

株式会社島津製作所 近藤 伸彦 ----- 1

- 間隙水ECを計測可能にした土壌センサ

株式会社村田製作所 伊藤 吉博 ----- 8

- グリーン水素製造によるCO₂削減貢献

パナソニック ホールディングス株式会社 可児 幸宗 ----- 12

○ Information

- 委員会活動 ----- 17

○ センターニュース ----- 19

- 委員会等の動き

● 出版物のご案内 ----- 30

● 会員一覧 ----- 34

● 2024年度 KEC行事予定・実績 ----- 37

バイオものづくりによる脱炭素社会への貢献

株式会社島津製作所
分析計測事業部 ダイアグノスティクス統括部 細胞ビジネスユニット
近藤 伸彦

近年のバイオテクノロジーとデジタル技術の発展により、自然由来の原料から常温常圧で物質を生産可能なバイオものづくりが革新している。島津製作所は神戸大学とともに2016年からNEDOのスマートセル事業に参画、2021年からはスマート事業の社会実装を担う神戸大学発のベンチャー企業:バックス・バイオイノベーションと業務提携し、バイオものづくりでの有用物質の生産評価に関する装置開発を進めてきた。本稿では、バイオものづくりの概要と分析技術の活用例を紹介し、脱炭素社会実現への展望について述べる。

1. はじめに

2009年、経済協力機構(以下OECD)はバイオテクノロジーが経済活動に貢献するバイオエコノミーの概念を提唱し、世界規模で2030年に約200兆円以上の市場規模にまで成長が見込まれると発表した^[1]。2010年代にはCRISPR-Cas9によるゲノム編集やゲノム合成技術といったバイオテクノロジーの進歩が実現され、現在、医療・健康、環境・エネルギー、材料、食糧分野などの多数の分野に活用が広まっている。今後も発展が予想されるバイオエコノミーに向けた政策として、日本政府は2019年6月に「バイオ戦略」を発表し、2020年6月に「バイオ戦略2020」として基盤的施策を取りまとめるなど、2030年に向けた目標設定と施策を決定した。この中で合成生物学を産業利用し、バイオテクノロジーによるものづくりの手法を確立する第五次産業革命に相当する方針が示された(図1)^[2]。

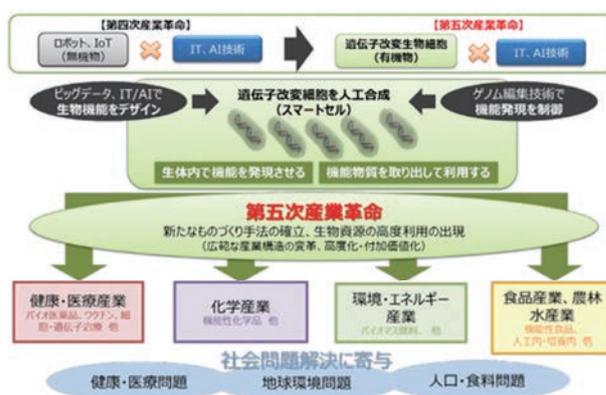


図1 バイオテクノロジーが拓く『第五次産業革命』

この方針の実現には目的の物質を大量に生産する有用な微生物を高速で育種する仕組みが必要であり、

- ① 目的物質を生産させるためにゲノムスケールで代謝経路を設計するDesign
- ② 設計した代謝経路を実現する遺伝子構築や、その遺伝子を導入した微生物を創出するBuild
- ③ 作成した微生物の物質生産能力や、培養条件を評価するTest
- ④ 評価結果をもとに生産を高効率化するための知識を抽出するLearn

ム結合サイトなどの各種の遺伝子のパーツを組み合わせて、その遺伝子を微生物に導入する(図4)。

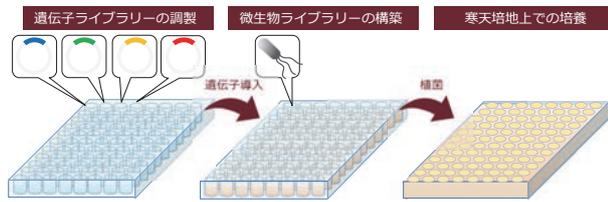


図4 微生物構築のワークフロー

残念ながら今日までの分子生物学研究ではこれらパーツを自在に取り扱える段階には到達しておらず、確認のため各種パーツを実際に微生物に組み込んで検証する必要がある。このためBuildでは多数の遺伝子配列の組み合わせを十分に検討できるよう、ハイスループット化が必要となる。ハイスループット化に向けて大きく2つの技術が活用され、1つ目が複雑な経路を実現する遺伝子の組み込みにおいて、必要な遺伝子群を断片的に組み込むのではなく、1つの遺伝子として合成する長鎖DNA合成技術である^[6]。もう一つの技術はDNAの合成から微生物への組み込みまでの一連の作業を機械化し、手作業では不可能な精度、作業効率で微生物を構築するロボティクス技術である。今日までに主要な作業を分割し、DNA自動合成装置、液体分注装置、コロニーピッカーといった機械化が実現されている。この2つの技術を統合することで、微生物構築のハイスループット化を実現した例として1000種以上の微生物株を一日で構築したことが実績としてあげられる。

2.3 Test

大量の候補微生物を構築するBuildの後、TestではDesign通りに酵素や目的物質を生産しているものを絞り込むスクリーニング、スクリーニング後の候補微生物を培養し、培養中の代謝産物を測定・分析するメタボローム分析の2つを主に実施する。1つ目のスクリーニングではBuildで構築された数千にも及ぶ微生物を迅速に分析するためにハイスループット化が必要となる。2つ目のメタボローム分析では、微生物の良好な生育が実現される温度、pH、溶存酸素濃度(以下DO)、酸化還元電位(以下ORP)

等の培養条件のモニタリングと経時的な代謝産物の測定が必要となる。培養条件のモニタリングは日本が古来より研究してきた発酵技術によって測定対象に応じたセンサーや分析装置が開発されており、それらを組み合わせることによって実現されている。一方、代謝産物を測定する際には、分析対象外となるタンパク質などの夾雑物質を取り除き、目的の代謝産物のみを抽出する作業が必要だが、この作業は非常に煩雑であり、作業時間も要する。このためサンプリングから代謝物の抽出までの機械化が求められてきた。さらにDesignで設計された代謝経路がどのように反応しているのかを確認するために、多数の代謝物を一斉に測定可能な手法が必要となる。島津製作所と神戸大学は共同研究を実施し、代謝物の測定における3つの課題を解決可能な新規装置、分析手法を開発した。(図5)。

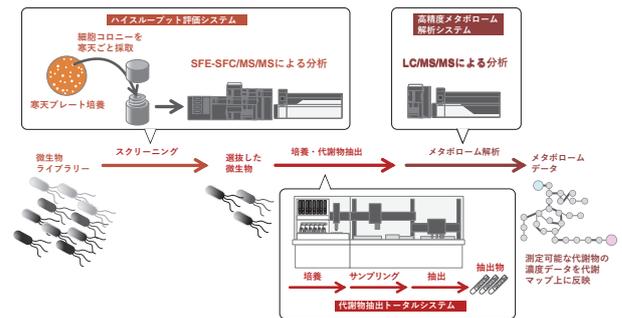


図5 メタボローム解析システムの概要

本成果については次項で詳細を説明する。

2.4 Learn

得られたデータを解釈するLearnでは、目的物質の生産でボトルネックとなっている要素を特定する。DesignからTestまでに得られるデータは設計した遺伝子・代謝経路情報、測定された目的物質や代謝物の経時変化、モニタリングしたpHやDO、ORP、温度など多岐にわたる。すべてのデータを人の目で網羅的に考察することは困難であるため、多変量解析や機械学習による分類や回帰を活用することで、構築した微生物間で異なる特徴量を抽出する。そして抽出した特徴量と目的物質生産量との関係性を解析することによって、目的とした物質の生産量を向上させるための要素を推定する(図6)。

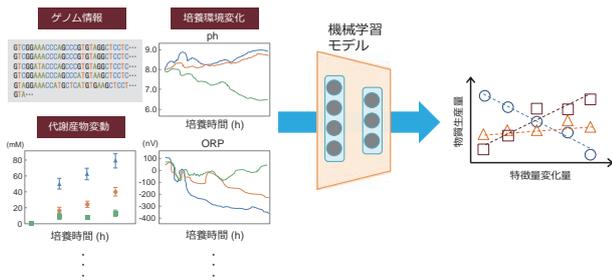


図6 機械学習モデルを用いた物質生産に寄与する要素の解析

また機械学習等によるデータの解析だけでは判断できなかった結果については、その生物学的な意義や類似の実験結果がどういった微生物、遺伝子配列、培養条件、機器条件で得られているかを文献から調査する。この際の文献調査においても数百万あるいはそれ以上にわたる文献を人の手で検索し、内容を理解するのは不可能であることから実験データの解析と同様に、多変量解析や機械学習による分類が活用されている^[7]。

3. Testにおける分析装置の活用例

3.1 超臨界流体クロマトグラフィー—質量分析を活用した微生物迅速スクリーニング

微生物に生産させる物資の多くは代謝産物と近い構造を持つことから代謝産物の測定に利用している液体クロマトグラフ(以下LC)と質量分析計(以下MS/MS)の組み合わせが測定に用いられてきたが、移動相によるサンプルの希釈と装置の測定下限を考慮すると、スクリーニング前に微生物を数日間培養し、十分に物質を生産させる必要があった。さらに測定時に目的物質の抽出を行う前処理操作も必要となるため、スクリーニングだけで数か月かかってしまいスループット性に課題を抱えていた。そこで神戸大学と島津製作所は超臨界流体二酸化炭素(以下SC-CO₂)を用いた抽出・分析装置、超臨界流体抽出(以下SFE)–超臨界流体クロマトグラフ(以下SFC)にMS/MSを組み合わせたSFE-SFC-MS/MSシステムの活用によってこの課題を解決した。超臨界流体とは、臨界点以上の温度、圧力にある物質の状態であり、気体と同等の拡散性と液体に相当する溶解性を合わせ持っている。この特性から、超臨界流体はコーヒー豆からのカフェインの抽出のように特定の物質を除去、抽出するために工業的に利用され

ている。数ある化合物の中でも二酸化炭素は臨界温度31.1℃、臨界圧力7.38MPaの比較的温和な条件で超臨界流体となり、自然界にも存在する毒性のない化合物であること、引火性も化学反応性も乏しいことなど臨界条件以外のメリットが多数存在することから広く活用されている。SC-CO₂を用いたSFEでは微生物サンプルから直接目的物質を抽出可能であり、下流SFC-MS/MS分析では質量分析へ試料が導入される際にSC-CO₂が気化されるためLC-MS/MS分析で課題であった移動相での希釈による物質濃度の低減を最小限に抑えることができる。島津製作所のNexera™ UCオンラインSFE-SFCシステムではSFEで抽出した物質を直接SFCによって分離させることが可能であり、MS/MSと接続し寒天培地上に生育された微生物を直接分析することで、高速で目的物質の生産有無を確認することが可能となった(図7)^[8]。

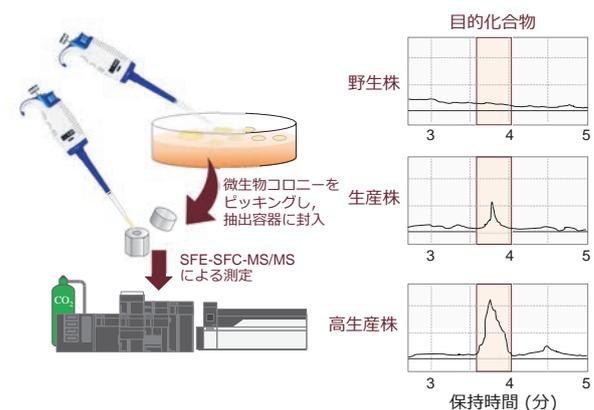


図7 SFE-SFC-MS/MSによる有用物質生産株の迅速スクリーニング

3.2 分析前のサンプル前処理の自動化

スクリーニング後の微生物は、次の改変戦略の検討とデータ蓄積のために細胞内外の代謝産物を網羅的に測定する必要がある。細胞内の代謝産物の測定には前処理作業が必要だが、前処理作業は主に除タンパク、抽出、乾固、測定前の再溶解の4段階で実施され、特に除タンパクや抽出は液体ハンドリングと加温・冷却が伴う煩雑な作業であり、前処理の安定性に課題を抱えていた。また代謝産物の経時変化を取得するために複数の時間でのサンプリングが必要であり、順次抽出を行うスループット性も必要となる。そこで神戸大学と島津製作所は培養から抽出

までのプロセスすべてを自動化した代謝物抽出トータルシステムを開発した。このシステムは微生物の温度、pHといった培養条件の管理を行いながら、サンプリング、抽出までの前処理工程を実施可能なシステムであり、熟練作業でも180分要していた煩雑な作業を75分に短縮した。自動運転によって24時間稼働なことや一度の処理可能なサンプル数が増えたことにより、従来の手法と比較し20倍の処理速度で代謝物の抽出を行うことが可能になった(図8)^[9]。

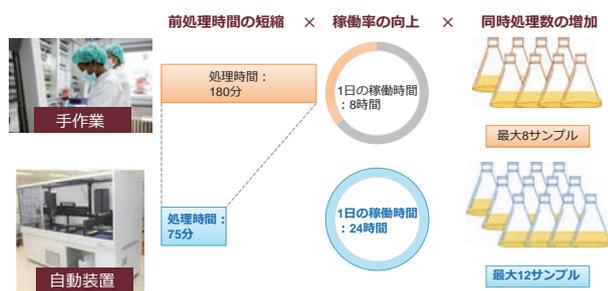


図8 手作業と自動前処理装置での効率の違い

3.3 代謝物の一斉分離・検出法の確立

メタボローム分析において、可能な限り多くの代謝物を測定することはLearnにおける特徴量抽出で対象となる化合物を増やし、微生物の代謝反応の全容を把握することにつながる。しかし、既存の分析手法では99種類が限界であり、どの微生物にも共通している一次代謝物中の化合物、バイオものづくりで重要な化合物双方を拡充する必要があった。測定可能な化合物数を増やす手法としてイオンペア試薬の添加によるクロマトグラフでの分離改善が検討されてきたが、この手法ではイオン対の形成によって質量分析でのイオン化効率が悪化し、感度が低下する、イオンペア試薬が配管、流路内などに吸着することから専用の質量分析計が必要となる等の問題があった。そこでイオンペア試薬を利用せずに141種類の化合物を測定可能な分析条件を新たに検討した。分析条件の改良により既存の分析法より10倍以上の感度で分析を実現可能となった。この成果をもとに島津製作所はLC/MS/MSメソッドパッケージ一次代謝物ver.3を開発した。さらに分析対象の化合物数が増えたことから、分析結果から解析に利用するピーク面積値の取得を支援するソフトウェ

アPeakIntelligence™の利活用を進め、マルチオミックス解析パッケージ内のVANTED^[10]の機能を利用することで、代謝マップ上で解析結果を俯瞰して解析・解釈の妥当性を検討可能とした(図9)。

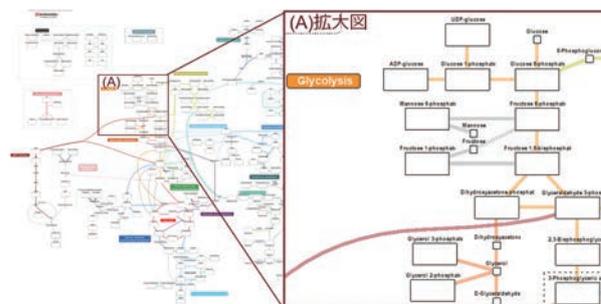


図9 代謝マップによる俯瞰例
(LC/MS/MSメソッドパッケージ 一次代謝物より)

これによりLearnでの機械学習による特徴量抽出の結果と実際の代謝経路を合わせて考察することが可能となった。以上の一連の装置、ソフト開発によって、Testにおけるハイスループット性と網羅的なデータ取得が実現された^[11]。

4. おわりに

本稿で紹介した分析計測技術だけでなく、ゲノム編集、ゲノム合成などのバイオテクノロジーと、AI/IT、ロボティクスのデジタル技術の発展により、バイオエコノミーの実現は間近に迫っている。バイオエコノミーが実現されれば従来の化学プロセスから常温常圧下でものづくり可能なバイオものづくりへの転換は加速するだろう。さらに次なる発展として海外からの供給が必要な糖や油脂ではなく、二酸化炭素を炭素源としたバイオものづくりの研究が近年進んでいる。実例として二酸化炭素を炭素源として活用できるラン藻類を用いて、プラスチックの原料であるコハク酸の生産量を向上させることに成功しており^[12]、今後はラン藻類以外の光合成細菌や水素酸化細菌といった他の二酸化炭素固定能を持つ微生物への応用も期待されている。二酸化炭素を直接炭素源として扱えるようになれば化石燃料からの代替のみならず、温室効果ガスの削減も見込まれ、カーボンニュートラルな社会の実現にもバイオものづくりの貢献が見込まれる(図10)。

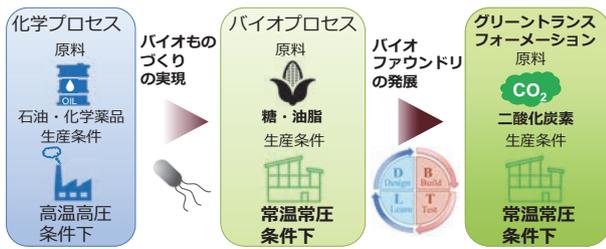


図10 バイオファウンドリの発展による
グリーントランスフォーメーション

島津製作所と神戸大学、バッカス社の協業により、バイオファウンドリの発展がさらに進み、微生物による二酸化炭素を利用したバイオものづくりによる脱炭素社会の実現を期待したい。

5. 謝辞

本稿は2022年に刊行された島津評論第79巻 第1・2号に投稿した内容を一部改稿したものである。原著にあたる島津評論の作成に際してご指導、ご協力いただき、今回の投稿にもご快諾いただいた神戸大学の近藤昭彦教授、蓮沼誠久教授、株式会社バッカス・バイオイノベーションの竹中武蔵様、望月正雄様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

[1] OECD, The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda, OECD Publishing, Paris, 2009.

[2] バイオテクノロジーが拓く『第五次産業革命』:
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shomuryutsu/bio/pdf/20200202_2.pdf

[3] Maciej B Holowko, Emma K Frow, Janet C Reid, Michelle Rourke, and Claudia E Vickers: Building a biofoundry, *Synthetic Biology*, **6**, Issue 1 (2021).

[4] Francis Click: On Protein Synthesis, *Symposia of the Society for Experimental Biology*, **12**, 138-163 (1958).

[5] Christopher J. Vavricka, Shunsuke Takahashi, Naoki Watanabe, Musashi Takenaka, Mami Matsuda, Takanobu Yoshida, Ryo Suzuki, Hiromasa Kiyota, Jianyong Li, Hiromichi Minami, Jun Ishii, Kenji Tsuge, Michihiro Araki, Akihiko Kondo and Tomohisa

Hasunuma: Machine learning discovery of missing links that mediate alternative branches to plant alkaloids, *Nature Communications*, **13**, 1405 (2022).

[6] Kenji Tsuge, Yukari Sato, Yuka Kobayashi, Maiko Gondo, Masako Hasebe, Takashi Togashi, Masaru Tomita, and Mitsuhiro Itaya: Method of preparing an equimolar DNA mixture for one-step DNA assembly of over 50 fragments, *Scientific Reports*, **5**, 10655 (2015).

[7] Shinji Kanazawa, Satoshi Shimizu, Shigeki Kajihara, Norio Mukai, Junko Iida, and Fumio Matsuda: Automated Recommendation of Research Keywords from PubMed That Suggest the Molecular Mechanism Associated with Biomarker Metabolites, *Metabolites*, **12**(2), 133 (2022).

[8] スマートセル・プロジェクト成果集(p53, 高精度メタボローム解析技術の開発_2):
<https://www.nedo.go.jp/content/100923930.pdf>

[9] スマートセル・プロジェクト成果集(p52, 高精度メタボローム解析技術の開発_1):
<https://www.nedo.go.jp/content/100923930.pdf>

[10] Life Science Informatics-Prof. Dr. Falk Schreiber Vanted:
<https://www.cls.uni-konstanz.de/software/vanted/>

[11] Musashi Takenaka, Takanobu Yoshida, Yoshimi Hori, Takahiro Bamba, Masao Mochizuki, Christopher J. Vavricka, Takanari Hattori, Yoshihiro Hayakawa, Tomohisa Hasunuma, and Akihiko Kondo: An ion-pair free LC-MS/MS method for quantitative metabolite profiling of microbial bioproduction systems, *Talanta*, **222**, 121625 (2021).

[12] Tomohisa Hasunuma, Mami Matsuda, Yuichi Kato, Christopher J. Vavricka, Akihiko Kondo: Temperature enhanced succinate production concurrent with increased central metabolism turnover in the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803, *Metabolic Engineering*, **48**, 109-120 (2018).

略歴

近藤 伸彦（こんどう のぶひこ）

2017年 株式会社島津製作所 入社

2017年～ 2021年

iPS細胞の分析、培養装置の企画開発、共同研究に従事

2022年 株式会社バックス・バイオイノベーション
出向

2022年～ 2023年

バイオフアウンドリで必要な分析技術の研究開発、自動化に従事

2024年 株式会社島津製作所 帰任

現在: バイオものづくり関連の業務に従事

間隙水ECを計測可能にした土壌センサ

株式会社村田製作所

機能デバイス事業部 機能デバイス商品開発2部 商品開発4課

伊藤 吉博

気候変動などで栽培環境の不確実性が高まるなか、農産物の高品質化や安定多収をはかるためにデータに基づいた栽培管理がますます重視されている。温度・湿度・日射量・CO₂濃度などのモニタリングは先行しているが、土壌環境のモニタリングは土壌物性の不確定さのため、限定的な実用化にとどまっていた。本稿では作物の生長において重要である間隙水EC(電気伝導率)を計測可能にしたことに特徴のある土壌センサを紹介し、それをを用いた継続的土壌環境モニタリングの事例についても紹介する。

1. はじめに

食を支える農業を取り巻く情勢は日本でも世界でも厳しさを増している。日本では高齢化などによる人材の減少、宅地などへの転用や荒廃農地の発生による栽培面積の減少、気候変動による被害、食料自給率の低下などの問題がある。また世界でも農地開拓や耕作サイクルの短期化による環境破壊、過度な農業使用による水不足などがある。

こうした中、ICTを活用した「スマート農業」「データ駆動型農業」の導入が進んできている。従来の農作業は圃場に赴き目で見て、経験や指導員の助言をもとに判断を行ってきた。しかしながら気候変動などで環境の不確実性が高まるなか、農産物の高品質化や安定多収をはかるために、データに基づいた栽培管理がますます重視されている。

圃場や栽培施設の環境モニタリングについては、温度・湿度・日射量・CO₂濃度などのモニタリングが先行し、自動制御システムの開発も進んでいる。しかし、土壌環境のモニタリングは土壌物性の不確定さのため、限定的な実用化にとどまっていた。本稿では土壌環境の不確定さ

を極力排除し、継続的に土壌環境をモニタリング可能とした土壌センサを紹介する。

2. 土壌環境とは

土壌環境の主な情報には、EC(電気伝導率)・体積水分率・温度がある。ここで、土壌で用いる場合のECは土壌に含まれる可溶性塩類の濃度と相関があり、ナトリウムの多い塩性アルカリ土壌を除き、土壌中の水溶性肥料成分の含有量との正の比例関係が強く、土壌中の肥料成分含有量を推定する手段としてよく利用されている^{[1][2]}。

図1に示すように土壌は、土の粒、それを取り巻く水(間隙水)、その間にある空気層で主に構成されている。

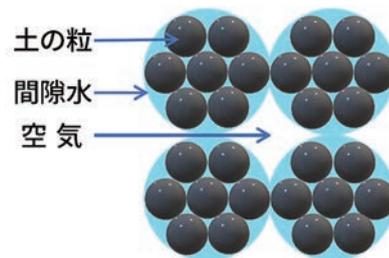


図1. 土壌の模式図

間隙水は植物根が接する水であるため作物の生長において非常に重要である。しかしながら間隙水の採集は容易でなく、日本では土壤に純水を加えた土壤懸濁液のECを目安としてよく用いる^[3]。

一方で電極を土壤に挿入し電氣的に計測する方法の研究も多くなされており、一例としてRhoadesらの研究がある^[4]。Rhoadesらは式1, 2に示されるように、土壤に挿入した電極間の伝導率(ECa)は固相表面が寄与するEC(ECs)、間隙水が寄与するEC(ECw)、体積水分率(θ)及び透過係数(Tc)の関数、またTcも θ の関数であるとした。式2のa, bは土壤固有の定数である。

$$ECa = ECw \times \theta \times Tc + ECs \quad (1)$$

$$Tc = a \times \theta + b \quad (2)$$

土壤によるTc, ECsが既知であり、ECaと θ が計測できれば式1, 2よりECwを求めることができる。

土壤環境としてECと並び重要なのが体積水分率である。体積水分率の計測には採土法^[5]が用いられてきたが、計測に手間がかかるという課題がある。そのため土壤に挿入するだけで計測する方法が開発されている。計測原理としては、土壤の誘電特性を計測するものと土壤水分の保持力を示すマトリックポテンシャルを計測するものが多く用いられている。土壤の誘電特性を計測する方法として、TDR(Time Domain Reflectometry)、FDR(Frequency Domain Reflectometry)、ADR(Amplitude Domain Reflectometry)、TDT(Time Domain Transmissometry)、静電容量法などがある^[6]。

3. 当社土壤センサの特徴

土壤環境を簡易に計測する方法が研究され、土壤センサとして実用化されている。土壤センサには土壤水分率(体積水分率)のみ計測可能なもの、土壤水分率だけでなくEC、温度も計測可能なものなどがある。図2に示す当社の土壤センサは土壤水分率・間隙水EC・地温を計測でき、3つのセンサを1つの筐体内に収めており同時に計測可能である。



図2. 村田製作所の土壤センサ

3.1 間隙水EC計測

作物の生長には間隙水中の肥料の量が重要であり、栽培管理には間隙水EC計測が肝要である。そこで当社は土壤水分率の依存性をなくし間隙水ECを計測できる独自のアルゴリズムを開発した(図3)。

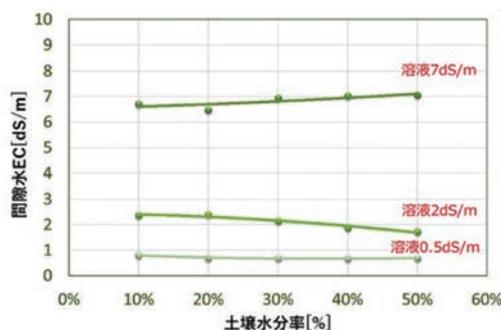


図3. 間隙水ECの土壤水分率依存性

また土壤センサは電極を土壤に挿入するのが一般的であるが、土壤は不確実性が高く、例えば一般的な2電極のセンサでは電極間に石粒や固形の有機物、空気が挟まって正確な計測ができないことがある。そこで当社の土壤センサでは図4(a)に示すようにEC計測部に9電極を配し、図4(b)のように測定に用いる電極を切り替え、測定パターンを工夫することで土壤の不確実性を排除している。

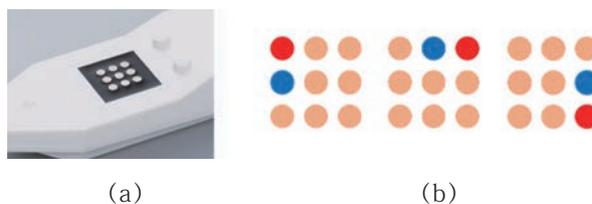


図4 (a). EC計測部(9電極), (b)EC測定パターン例
赤丸と青丸が測定に用いる電極の組み合わせ

3.2 イオン影響を排除した土壤水分率計測

当社の土壤センサの土壤水分率計測には静電容量法を用いている。土壤の誘電率を計測しているセンサでは土壤水分中のイオンの存在により誘電率変化の影響を受ける場合があるが、当社センサでは高周波計測を用いてイオンによる影響を抑制している(図5)。

このように土壤水分率・間隙水EC・地温を計測するセンサを1つの筐体内に収め、それぞれの値を用いて独自のアルゴリズムで解析することで精度の高い計測を可能にしている。またイオンに影響されない土壤水分率計測や土壤水分率の影響を受けない間隙水EC計測ができるようになったことで、土壤中に埋設し継続的な土壤環境モニタリングが可能となっている。

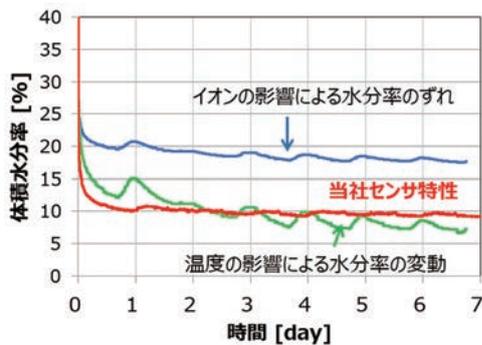


図5. 土壤水分率モニタリングデータ

4. 当社土壤センサの活用事例

従来わからなかった土壤環境が継続的にモニタリングできるようになったことで、さまざまな作物の生産に活用されている。

4.1 ピーマン栽培でのEC制御

ピーマンの施設栽培で安定的に収量を得るためには苗の状態把握が重要である。地上部の状態把握は可能であるが、地下部の状態を把握し、制御することに課題があった。従来は土壤の状態がわからず、結果的に苗が活着する(苗が根を安定させて、地面に落ち着く)前に急激にECが上がっていた。しかし苗が若い段階で高い濃度の肥料と接すると根がやけどしたような状態になり、回復に余計な時間とエネルギーを消費してしまう。そのため作物の状態が悪化し収量が不安定になっていることがわ

かった。そこで苗が活着する前のECを制御し、従来の上昇を抑えることで作物の状態が良くなり収量が安定した。

4.2 糖度向上のための水分率制御

トマトやメロンでは糖度を上げるために水分ストレスをかける栽培方法があるが、過度な低水分になると収量低下が起こることがあり、土壤水分率の管理は非常に重要である。しかし栽培経験が浅いと適切な土壤水分率の調整が困難である。そこで土壤センサのデータを活用することで栽培経験が浅くても糖度の高い栽培が可能となった。

4.3 収穫の適期見極め

従来、キャベツやレタスでは収穫適期の把握が困難であった。しかし土壤水分率を継続モニタリングし、灌水タイミングを制御することで収穫適期を把握し、収穫作業などの人員配員を最適化できるようになった。

この他、土壤モニタリングによる適切な施肥管理で肥料費の削減や肥料のやりすぎによる環境負荷の低減なども期待できる。

5. 人工培養土への適用

土耕栽培を中心に述べてきたが、近年ではロックウールやココピートなどの人工培養土での栽培も盛んに行われている。しかし従来の水分率計測は灌水の前後の培養土バッグの重量を計測する方法で、作物自体の生長による重量変化もあり不十分であった。またEC計測についても供給元の養液とその排水のEC値の差を求める方法があるが、排水が蒸発することにより実際よりも濃度が高く計測されてしまうことがあった。そこで人工培養土に土壤センサを適用できないかの検討を行ったが、人工培養土は一般培土に比べ保水力が非常に高いこと、センサ電極と培養土の接触が難しいことから再現性良く正しい計測ができないことがわかった。そこで電極と培養土の接触を再現性よく確保するため専用のアタッチメントを開発した。さらに保水性が高い状態でも正確に水分率やECが計測できるアルゴリズムとしている。

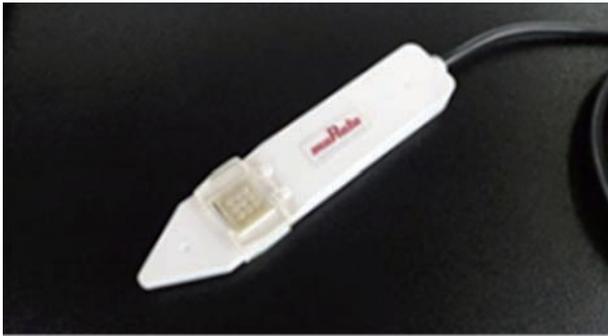


図6. 人工培養土アタッチメントを装着した土壤センサ

6. おわりに

本稿では間隙水ECを計測可能にした土壤センサを紹介した。これにより土壤環境の継続的なモニタリングが実用的に行えるようになり、作物の生育管理が行えるようになった。また圃場ごとの生育バラツキ対策や、後継者・新規就農者への技術伝承、適切な施肥管理による環境対策、海水遡上による塩分量観測、塩害対策試験地における土壤塩分状態の観測などの様々な活用方法が考えられている。今後も活用事例を増やし、持続可能な農業、農業が与える環境負荷の低減に取り組んでいく。

※株式会社村田製作所 土壤センサの製品サイト
<https://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/soil>

参考文献

- [1] 水野直治、「水溶液の電気伝導率に対する各種イオン濃度の影響」、日本土壤肥料学雑誌、55巻2号、pp.103-108、(社)日本土壤肥料学会、1984.
- [2] 岩橋光育、「土壤埋設型ECセンサーによる茶園の施肥管理技術」、農業技術、45巻12号、pp.557-561、(財)農業技術協会、1990.
- [3] 「土壤診断マニュアル 改訂版 Ver.2」、pp.9、山口県農林総合技術センター、2016.
- [4] J.D. Rhoades, P.A.C. Raats and R.J. Prather, "Effects of Liquid-phase Electrical Conductivity, Water Content, and Surface Conductivity on Bulk Soil Electrical Conductivity", Soil Science Society of America Journal 40(5), pp.651-655, 1976.
- [5] 「土地改良事業計画設計基準 計画 農業用水(畑) 技

術書」、pp.160, 農林水産省、2015.

- [6] 中村公人, 大串祥子, 田中宣多, 温承翰, 青木功介、「畑地用水量諸元策定のための土壤水分測定方法の検討」、農業農村工学会大会講演会講演要旨集、S-21-2, (社)農業農村工学会、2016.

略歴

伊藤 吉博 (いとう よしひろ)

1997年 株式会社村田製作所 入社

1997年～2013年

弾性表面波デバイス開発、弾性表面波及び水晶振動子センサの研究

2013年～2022年

磁気センサの開発

現在:土壤センサの開発に従事

グリーン水素製造によるCO₂削減貢献

パナソニック ホールディングス株式会社
技術部門 GX本部 グリーンイノベーションセンター 水素エネルギーデバイス開発部 部長
可児 幸宗

カーボンニュートラル実現に向け、再エネ起源の電力を用いて、水電解によって製造されるグリーン水素への期待が高まっている。希少資源を使用せず、高活性な水電解用電極を開発するため、計算科学を活用して材料探索を実施した。NiとFeからなる層状複水酸化物(LDH)を微細化することによって、水電解における酸素発生反応に対する高い活性を発現できることを見出した。NiFe-LDHは、アルカリ水電解、及び、AEM型水電解の陽極として活用することができ、グリーン水素の普及を通じてCO₂削減に貢献することが期待される。

1. はじめに

気候変動問題に対して、二酸化炭素(CO₂)をはじめとした温室効果ガス(GHG)の排出削減が求められている。

2022年1月、パナソニックグループすべての事業で最優先に取り組んでいくべきは、世界全体の喫緊の課題である気候変動を含む地球環境問題であるとの考えから、長期環境ビジョン「Panasonic GREEN IMPACT(PGI)」を発信した。これは、当社グループや社会のCO₂排出を削減する視点で、取り組み(ACT)を積み重ね、社会とともにカーボンニュートラルを目指す、との思いを込めて策定したものである。またPGIは、私たちの責務として事業活動におけるCO₂排出削減への取り組みを意味する「OWN IMPACT」、そして社会のCO₂排出削減への貢献を意味する「CONTRIBUTION IMPACT」と「FUTURE IMPACT」、さらにはこれらの取り組みと関連するコミュニケーションによって、社会やお客様の行動変容を通じた社会全体のエネルギー変革や脱炭素化にもたらすポジティブな波及効果を意味する「+INFLUENCE」に分類し、すべてを合わせて現在の世界のCO₂排出量の約1%^[1]にあたる3億トン以上の削減インパクトを、2050年までに創出することを目指している^[2]。図1にPGI概念図を示す。

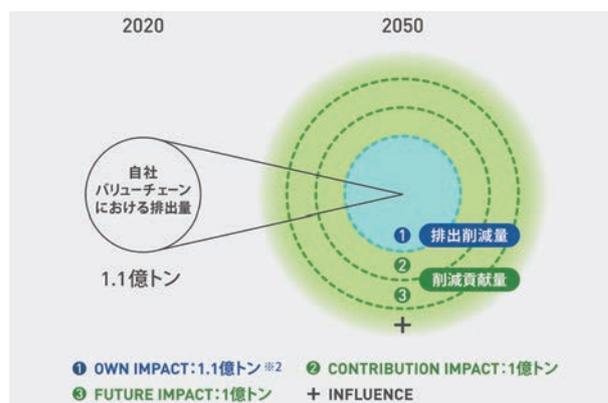


図1 PGI概念図

なお、社会全体のCO₂排出削減に貢献する「CONTRIBUTION IMPACT」と「FUTURE IMPACT」では、削減貢献量という指標を用いている。削減貢献量とは、お客様にパナソニックグループの製品やサービスを導入していただいたとき、導入されなかった状態と比較して、お客様や社会のCO₂排出の削減に貢献した量を価値として数値化したものである。これにより、導入することでどれほどのCO₂排出削減につながるのかを評価することができる。現時点では、削減貢献量には国際的に統一された規格はないため(2023年8月現在)、政府部門や企業との共創を通じて、削減貢献量の必要性について対話を進めている。

図2に削減貢献量の概念図を示す。

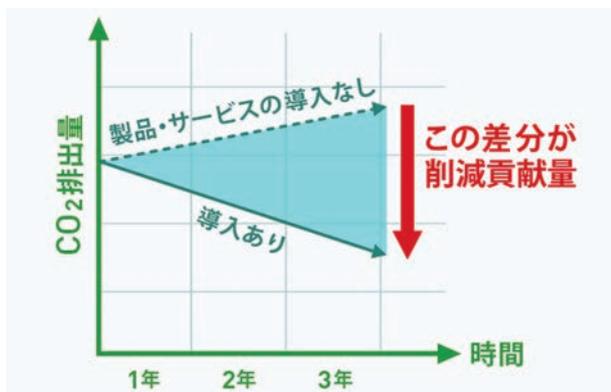


図2 削減貢献量概念図

カーボンニュートラルを達成するためには、省エネルギー・エネルギー効率の向上、CO₂排出原単位の低減、非電力部門の電化・間接電化、ネガティブエミッション、それぞれを着実に推進することが必要である。電力のCO₂排出原単位の低減方法として、一次エネルギーとして再生可能エネルギーを用いた太陽光発電、風力発電等があげられる。太陽光や風力等の再生可能エネルギーは、時間や季節による変動や、地域による偏在が大きい特徴がある。天候や風況によって発電量が変動するため、電力需要に合わせるためには、一定範囲内の時間や距離に対する需給調整手段が必要であり、蓄電池やエネルギーマネジメントシステムが果たす役割は大きい。エクセルギー率(物質の持つエネルギーのうち、仕事として取り出すことができる割合を示す)100%の電気は質の高い二次エネルギーであり、できるだけ電気のまま活用することが望ましいが、大陸間等の長距離での需給調整や、長期間にわたって需給調整をするといった場合には、輸送や貯蔵が困難であるため別の手段が必要である。また、非電力部門のGHG削減において、電化が難しい領域への手段も必要とされている。それらの対応手段として、水素、および、アンモニア(NH₃)に代表される水素の誘導体を活用することが期待されている^[3,4]。

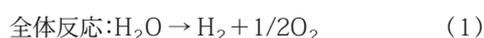
現時点における水素の用途として、石油精製、NH₃等の化学品合成原料、製鉄(還元材)等があげられ、天然ガスや石炭等からCO₂排出を伴って製造されるグレー水素が使用されている。2020年のデータによれば、グローバ

ルで9000万トンの水素製造に伴い9億トンものCO₂排出が生じている^[5]。今後、CO₂回収・貯留を行うブルー水素や、再生可能エネルギーを用いてCO₂排出を伴わずに製造されたグリーン水素に置き換えることでCO₂削減を進めることができる。また、新たに燃料合成へ利用され、船舶、航空機をはじめとする移動体のCO₂削減へ貢献する他、熱用途や発電用途において燃料としての水素の直接利用が広がる見込みである。

水(H₂O)を水素源とし、再生可能エネルギーを用いた水素製造方法について、水電解、太陽光と光触媒による直接分解、熱化学法(例:ISプロセス)があげられる。これらのうち、水電解は、電力により水を水素と酸素に分解する技術であり、大別すると、アルカリ水電解、アニオン交換膜(AEM)型水電解、プロトン交換膜(PEM)型水電解、水蒸気電解の4方式がある。アルカリ水電解、PEM型水電解については、社会実装可能な技術成熟度(TRL: Technology Readiness Level)に到達していることから、工業的な水素製造方法として水電解への期待が高まっている。

今後の水素需要予測には、幅(2050年の例:430Mt^[6]、660Mt^[7])があるものの、2022年の水素生産量95Mt^[7]に比して、需要が増加していく見通しであることがわかる。水素需要に対応し、水電解についても莫大な需要が生じると予想されていることもあり、世界中で苛烈な開発競争が繰り広げられている。水電解設備がどの程度必要とされるか、について、例えば、国際エネルギー機関(IEA)のネットゼロシナリオ(NZE)において2050年までに累積3300GWの設備容量が見込まれている^[6]。なお、グリーン水素製造を目的とした水電解の稼働には、再生可能エネルギーを起源とした電力が必要であり、太陽光発電、風力発電等の設備容量を増加させ、電力量を確保する必要がある。

各方式のセル模式図を図3に示す。反応式は方式によらず式1で表され、標準状態(25°C、1atm)における熱的平衡電圧は1.481V、理論分解電圧は1.229Vである。熱力学的な解説は本稿では割愛するが、興味を持たれた方は文献を参照されたい^[8]。



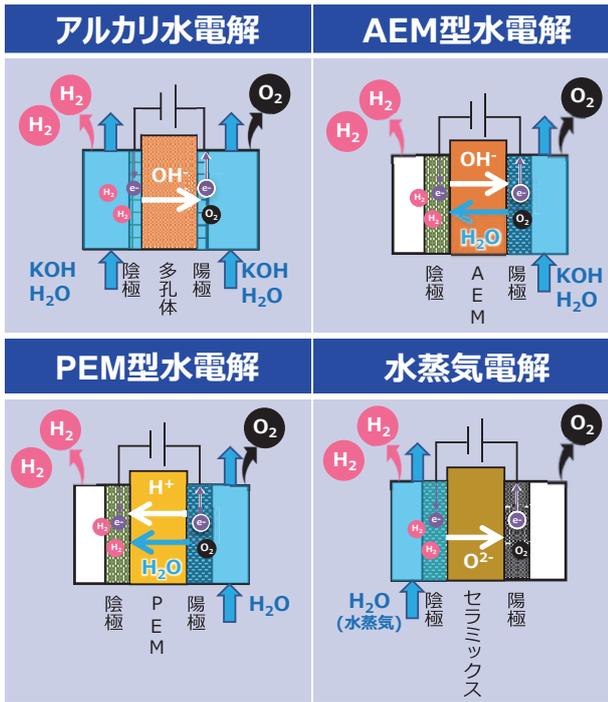
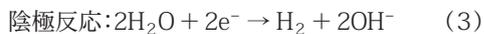


図3 水電解セル模式図

アルカリ水電解のセルは、陰極、隔膜(多孔体)、陽極から構成され、7 mol/L程度の濃KOH水溶液が両電極に供給される。各電極反応は式2、式3で表される。

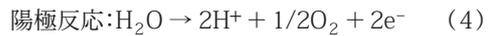


アルカリ水電解は長い歴史を持つ技術であり、その他の水電解方式に比して設備費用が安いことが特徴である。陽極と陰極にほぼ差圧をつけない状態で運転される。

AEM型水電解のセルは、陰極、アニオン交換型の電解質膜、陽極から構成される。AEM水電解においては、KOHを用いず、純水環境で電解を行うことも理論上は可能だが、技術難易度が高く、現時点では十分な性能を実現できていないため、1 mol/L程度の濃度のKOH水溶液を用いることが一般的である。セル構成としては、アルカリ水電解における多孔体をOH⁻が伝導する特性を持たせたAEMに置き換えたものが、AEM型水電解であると捉えることができ、陽極、陰極反応はアルカリ水電解と同一である。アルカリ水電解で用いられる多孔体に比して、AEMはガス透過性が低いことから、AEM型水電解で製造される水素の純度はアルカリ水電解に比して高い。また、アルカリ水電解とは異なり、陽極側のみにKOH水溶液を供給する、片側給水と呼ばれる状態で動作させることができ

る。更にセル構造の工夫によって差圧運転も可能であり、水素側の圧力を高くすることもできる。これにより、陰極側から発生する水素の純度を更に高めることが可能である。

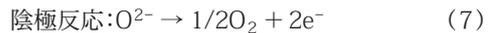
PEM型水電解のセルは陰極、プロトン交換型の電解質膜、陽極から構成される。各電極反応は式4、式5で表される。



PEM型水電解セルの構成は既に実用化されている固体高分子型燃料電池に似ており、実用化、低コスト化が進められている技術である。陽極側の酸素圧力に比して、陰極側の水素圧力を高め、差圧をつけた状態での運転も可能である。一般的に、陽極は酸化イリジウム(IrO₂)、陰極は白金(Pt)が用いられる。Irは白金鉱山の副産物であり、年間供給量は7.0トン(2023年)である。Ptの年間供給量は218.2トンであり、Ptに比べるとIrの希少度が高いことが分かる^[9]。PEM型水電解によるIr需要が増大すると、Ir不足が起きる懸念があることから、耐久性や電解性能を維持しつつ、Ir使用量を低減するための研究開発が盛んに行われており、長期的には非貴金属材料への代替が望まれている。

水蒸気電解は、液体の水ではなく、気体の水蒸気を電解する方式である。600~800°C程度の高温で駆動することにより、理論分解電圧を低減することが可能であり、水素製造に係る電力原単位(kWh/H₂-kg)を低減できる。

電解質にイットリア安定化ジルコニア等の酸素イオン伝導体を用いた場合における陽極、陰極の各反応は以下の通りである。



電解質にプロトン伝導体を用いる場合は、PEM型水電解の電極反応と同一である。

2. 希少資源を使用しない高活性電極材料探索

多くの水電解設備容量を実現するためには、供給量が限られる希少資源をできる限り使用しないことが重要である。計算科学を活用して材料探索を実施した結果、Ni

とFeからなる層状複水酸化物(LDH:Layered Double Hydroxide)を10nmレベルまで微細化することによって、貴金属を使用せずに酸素発生反応に対する高い活性を発現できることを見出した。NiFe-LDHは、アルカリ水電解、及び、AEM型水電解の陽極として活用することができる。なお、LDHは2価の金属水酸化物に3価の金属イオンが固溶した複水酸化物である。図4にNiFe-LDH構造図を示す。

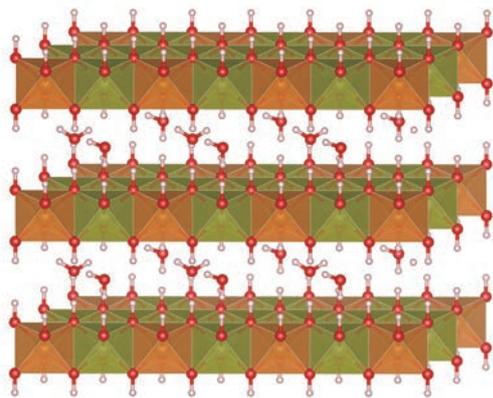


図4 NiFe-LDH構造図

3. AEM型水電解への展開

AEM型水電解セルの電極・電解質の構成をより詳細に分類すると、ガス拡散電極型とCCM(Catalyst Coated Membrane)型に分類することができる。それぞれの模式図を図5に示す。以下、ガス拡散電極型、CCM型へのNiFe-LDHの適用例を示す。

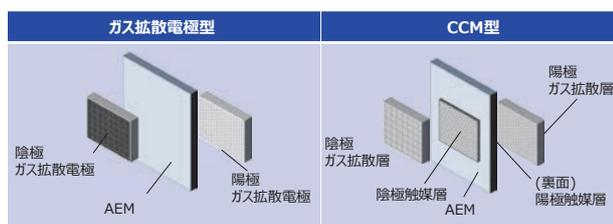


図5 CCM型とガス拡散電極型模式図

3.1 ガス拡散電極へのNiFe-LDH適用

NiFe-LDHを用いたガス拡散電極の外観例を図6に示す。



図6 AEM型水電解用ガス拡散電極外観

水電解条件として、温度80°C、KOH濃度1 mol/Lとし、 IrO_2 を比較対象とした初期性能比較結果を図7に示す。高活性な貴金属触媒 IrO_2 に比べ、NiFe-LDHを用いた方がより高性能(低電位)であることがわかる^[10]。

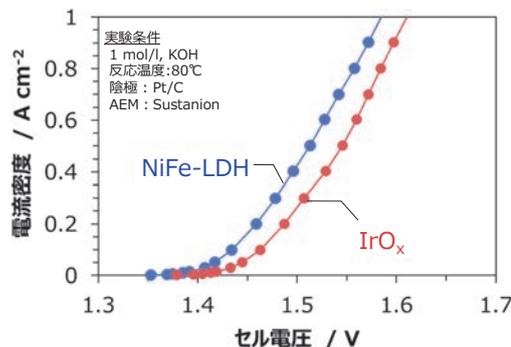


図7 水電解性能例

3.2 CCM型へのNiFe-LDH適用

NiFe-LDHをAEMへ塗工して得られたCCMの外観を図8に示す。CCM型においても、良好な性能を発現することを確認できている。

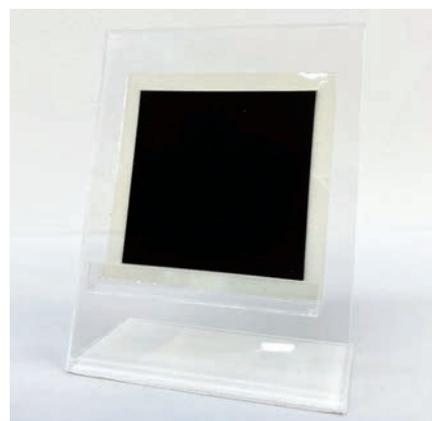


図8 NiFe-LDHを陽極として塗工して得られたCCM外観

4. アルカリ水電解への展開

アルカリ水電解のガス拡散電極基材として一般的に使用されているエキスパンドメタルを採用した場合のNiFe-LDH電極を図9に示す。AEM型水電解と同じく、アルカリ水電解用のガス拡散電極(陽極)としてNiFe-LDHを用いることで良好な性能が発現されることを確認できている。

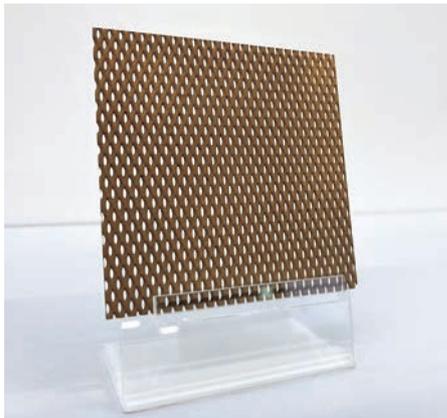


図9 アルカリ水電解用陽極外観

5. おわりに

NiFe-LDHを用いた陽極は、Ir等の希少資源を使用せず10nmレベルまで微細化することにより活性を高めていることが特徴である。ガス拡散電極とした場合には、アルカリ水電解、AEM型水電解への適用が可能であり、CCMとした場合には、AEM型水電解への適用が可能である。

NiFe-LDH電極の耐久性検証等、実用化開発を着実に進め、水電解設備へ実装いただくことにより、グリーン水素の普及とCO₂削減に貢献していく。

6. 謝辞

AEM型水電解の研究開発の一部は、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)「水素利用等先導研究開発事業(P14021)」の委託業務により実施した。

参考文献

[1] Greenhouse Gas Emissions from Energy, IEA, 2022.

[2] Panasonic GREEN IMPACT.

[https://holdings.panasonic.jp/corporate/panasonic-](https://holdings.panasonic.jp/corporate/panasonic-green-impact.html)

[green-impact.html](https://holdings.panasonic.jp/corporate/panasonic-green-impact.html)

[3] 水素基本戦略, 2023.

[4] International trade and green hydrogen: Supporting the global transition to a low-carbon economy, 2023, IRENA and WTO.

[5] Global Hydrogen Review 2021, IEA.

[6] Net Zero Roadmap, A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach, 2023 Update, IEA.

[7] Hydrogen for Net-Zero, 2021, Hydrogen Council.

[8] 光島重徳, 松澤幸一, 水電解技術の現状と課題, 水素エネルギーシステム 2011, Vol.36, No.1.

[9] PGM market report, 2024, Johnson Matthey.

[10] ACS Catal. 2020, 10, 1886-1893.

略歴

可児 幸宗 (かに ゆきむね)

2002年 松下電器産業株式会社 入社

2002年～2010年

エネファーム用燃料改質器・脱硫器開発を担当

2010年～2013年

ドイツにて欧州向け燃料電池システム開発を担当

2013年～2022年

SOFC、PCFC、電気化学式水素圧縮機開発を担当

2023年～

水電解、燃料電池の研究開発マネジメントを担当



第15回 光・電波フォーラム

進化する防災テックの最先端

最新テクノロジーを活用した防災に関する研究開発や社会実装が日本中で進んでおり、一人でも多くの人が身近なことから防災・減災を考えることが求められています。地震予測や災害対応ロボティクス、ドローンの利活用に注目し、これらの第一線でご活躍の方を講師にお招きして、技術動向や将来展望についてご講演いただきます。

参加費 無料
先着 100名
(定員になり次第募集締切)

Zoom
全国どこから
でも参加可能

日時 ▶▶ 2024年 11月 19日(火) 13:30~17:00

13:30 開催の挨拶 光・電波技術融合企画ワーキンググループ 主査 永妻 忠夫

13:35 南海トラフ大地震が来る1時間前に何ができるか?

14:35 - プレスリップを検出するOHB(One Hour Before)システムの構築について -

京都大学 情報学研究科

教授 梅野 健 氏

南海トラフ大地震が確実に来ることは解っている。ただ、現状の科学技術では地震予知ができないとまことしやかに囁かれている。そこでいつもの様に傍観者でただ単に被害を見るだけなのか?それともアクティブに最新の科学及びセンシング・データ解析技術により異常を捉えることができるか?講演者は後者に賭けている。講演では、その1時間前に大地震の前兆をセンシングしてアラートを発信する仕組み(One Hour Beforeシステム)の科学的背景や今どこまでできているのかを数々の事例を基に分かりやすく説明したい。

14:35 災害対応ロボティクスの現状と未来

15:35 大阪工業大学 工学部 電子情報システム工学科

教授 松野 文俊 氏

日本において、ロボット学が初めて経験した大規模災害は1995年の阪神淡路大震災であり、同じ年に地下鉄サリン事件もあり、自然災害だけでなくテロのような人為災害に対する備えも大きな社会的課題となった。それ以降ロボット技術を災害対応に適用するための研究開発が進められてきた。2011年に発生した東日本大震災は、阪神淡路大震災とは全く様相が異なる災害であり、地震動や津波による被害だけでなく福島第一原発の事故など、多くの課題が浮き彫りになった。これらの多くの災害現場では人が立ち入ることが困難であり、ロボット技術の適用が必須の過酷環境である。本講演では、これらの災害から見えてくる課題とそれを解決するために必要となる技術を考察し、ソリューションとしての災害対応ロボティクスの現状と未来について述べ、これまで講演者が開発してきたロボットを紹介する。

休憩 (15分)

15:50 移動通信の未来 - 災害時における移動通信の活用 -

16:50 東京科学大学 工学院 電気電子系(旧東京工業大学 工学院 電気電子系) 特任教授 藤井 輝也 氏

災害時の遭難者の人命救助では一刻も早く遭難者の位置を特定することが重要である。遭難場所が携帯通信のサービスエリア内であれば携帯端末の位置情報(GPS情報)を捜索関係者に通報することが可能だが、雪、土砂、瓦礫の下では地上基地局のサービスエリア外となり、GPS情報を捜索関係者に通報できない。ドローンに搭載した無線中継局によりサービスエリア外の空間を「臨時にサービスエリア化」する「ドローン無線中継による遭難者捜索支援システム」が提案されている。本講演では、その概要を説明する。

※プログラムは、事情により変更になる場合があります。あらかじめご了承ください。

主催 一般社団法人
KEC関西電子工業振興センター

協賛 IEEE通信ソサイエティ 関西チャプター
(予定) 一般社団法人電子情報通信学会 関西支部

お問い合わせ・お申込み

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 専門委員会推進部 事務局 河上 茜
〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2 ㊚ publication01@kec.jp ☎ 0774-29-9041

<https://www.kec.jp/seminar/hdf15/>





第28回 KECテクノフォーラム

量子センシング技術の展望と社会的インパクト

量子効果を利用して物理量を高精度に計測する量子センシング技術が大変注目されています。初期の量子センシング技術は動作環境が厳しく、特定の用途に限られていましたが、近年、大きく進化し、医療、資源探査、非破壊検査等、さまざまな分野へ応用されています。今回のフォーラムでは、ダイヤモンド量子センシング技術を中心テーマとして取り上げ、その現状と課題、今後の展望等について、これらの分野の第一線でご活躍の方々を講師にお招きし、ご講演いただきます。

日時	2025年1月28日(火) 14:00~16:40	開催場所	Zoomによるオンライン (全国どこからでも参加可能)
定員	先着 100名(定員になり次第募集締切)	参加費	無料
主催	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター	協賛 (予定)	センシング技術応用研究会

【プログラム】

14:00	開催の挨拶	研究専門委員会	委員長 岡村 康行
14:05 ~ 15:15	ダイヤモンド量子センシングが人類の知覚の地平線を広げる	東京科学大学 工学院	准教授 荒井 慧悟 氏
量子センシングは、量子系を環境の物理量に対して最も変化しやすく設計した計測技術である。数ある量子センシング技術のなかでも、ダイヤモンド中の窒素・空孔欠陥に付随する電子スピンを用いた技術は、極限環境での安定性や、空間分解能及び計測感度の高さから、人類がこれまで到達していない領域の情報を得られると期待されている。本講演では、ダイヤモンド量子センシングについて、過去20年に渡る研究の歩みや、直近の応用例及び将来の社会実装の道筋を、専門外の方々にもわかりやすく概観する。			
----- 休憩 (15分) -----			
15:30 ~ 16:40	ダイヤモンドNVセンターを用いた量子センサシステムの開発動向	住友電気工業株式会社 日新任電エネルギーシステム開発センター ビーム・プラズマ技術開発部	主幹 出口 洋成 氏
量子コンピュータや量子中継器など量子アプリケーションが活発に研究されている。その中でも量子センサは近い将来の社会実装が期待され具体的な用途が多数提案されている。特にダイヤモンドNVセンターは、そのスピンのコヒーレント時間が室温においても非常に長いことから着目され、NMR、心磁・脳磁センサ、車載バッテリーセンサ、細胞/生体センサ、素粒子物理センサ等、さまざまなセンサ応用が熱心に研究され、発展が期待される。ここではダイヤモンドNVセンターを応用した量子センサシステムの開発動向を紹介する。			

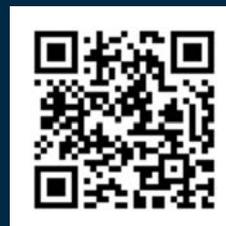
※プログラムは、事情により変更になる場合があります。あらかじめご了承ください。

■問い合わせ先

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
専門委員会推進部 事務局 河上 茜
〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2
☒ publication01@kec.jp ☎ 0774-29-9041

■案内詳細・申込先(10月中旬公開予定)

<https://www.kec.jp/seminar/ktf28/>



委員会等の動き(2024年6月～2024年8月)

(各議事録より抜粋。所属等は記載日時の情報)

◇◇◇◇◇ 研究専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

(1) 研究専門委員会 委員長 岡村 康行(大阪大学)

[第28回KECテクノフォーラムの企画]

内容(日時、テーマ、題目、講師)を確定

日 程:2025年1月28日(火)

場 所:オンライン開催

テーマ:「量子センシング技術の展望と社会的インパクト」

No.	題 目	講 師	所 属
1	ダイヤモンド量子センシングが人類の知覚の地平線を広げる	荒井 慧悟 氏	東京科学大学 (旧 東京工業大学)
2	ダイヤモンドNVセンターを用いた量子センサシステムの開発動向	出口 洋成 氏	住友電気工業株式会社

(2) 次世代ワイヤレス技術講座 講座長 岡田 実(奈良先端科学技術大学院大学)

[次世代ワイヤレス技術講座第2講の開催] 2024年7月19日(金) オンラインセミナー

受講者:43名

No.	題 目	講 師	所 属
2	次世代無線システムの実現に向けたMIMO無線通信技術	安達 文幸 氏	東北大学

(3) KECセミナー企画WG 主査 佐藤 和郎(地方独立行政法人大阪産業技術研究所)

[6月度WG] 2024年6月7日(金) オンライン会議

- 2024年KECセミナー当日段取り説明(主催者挨拶、司会等)
- 2024年KECセミナー状況報告(申込状況等)
- KEC状況報告(次世代ワイヤレス技術講座等)
- 2025年KECセミナー企画検討

[2024年KECセミナーの開催] 2024年7月12日(金) オンラインセミナー

テーマ:「未来を創るAI ビジョンと挑戦」

～生成AI・ロボティクス・機械学習・画像解析の最新動向～

受講者:167名

センターニュース

No.	題 目	講 師	所 属
1	[基調講演] 生成AI時代の認知とロボティクス	谷口 忠大 氏	京都大学
2	マテリアルズ・インフォマティクスを活用した 電力機器向け絶縁樹脂探索	豎山 智博 氏	東芝インフラシステムズ 株式会社
3	住友電工における計測インフォマティクスの取組み	星名 豊 氏	住友電気工業株式会社
4	生成AIの進展と活用可能性	金 剛 洙 氏	株式会社松尾研究所 株式会社MK Capital

(4) 光・電波技術融合企画WG 主査 永妻 忠夫 (東京大学)

[第15回光・電波フォーラムの企画]

内容(日時、テーマ、題目、講師)を確定

日 程:2024年11月19日(火)

場 所:オンライン開催

テーマ:「進化する防災テックの最先端」

No.	題 目	講 師	所 属
1	南海トラフ大地震が来る1時間前に何ができるか? ープレスリップを検出するOHB (One Hour Before) システムの構築についてー	梅野 健 氏	京都大学
2	災害対応ロボティクスの現状と未来	松野 文俊 氏	大阪工業大学
3	移動通信の未来 ー災害時における移動通信の活用ー	藤井 輝也 氏	東京科学大学 (旧 東京工業大学)

◇◇◇◇◇ EMC専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

(1) EMC専門委員会 委員長 和田 修己 (名古屋工業大学)

9月19日(木)の「2024年度第1回EMC専門委員会」開催準備

主な議題:予算執行状況、上半期のWG活動状況及び情報共有

(2) EMCラウンドロビンテストWG 主査 橋本 寛次 (株式会社リケン環境システム)

[7月度WG(実験)] 2024年7月5日(金) アドバンテスト群馬R&Dセンタ+オンライン会議

1. 30MHz以下の放射エミッションラウンドロビン試験

[7月度WG] 2024年7月16日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 7月度実験結果考察

2. ラウンドロビン試験測定マニュアル作成

3. 実験計画検討

(3) 車載EMC計測技術開発WG 主査 貝山 光雄 (株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス)

[6月度WG] 2024年6月21日(金) オンライン会議

1. 全体スケジュール検討
2. テーマ班分け、予算配分検討
3. 8月度実験計画検討

[8月度WG (実験)] 2024年8月22日(木)、23日(金) KECけいはんな試験センター+オンライン会議

1. リバブレーションチャンバーを使用したエミッション測定
 - ・測定法の妥当性 (測定対象から放射するノイズをもれなく測定できるか等) 確認

(4) 新規EMC規格対応WG 主査 高倉 洋 (株式会社堀場エステック)

[7月度WG (実験)] 2024年7月31日(水)、8月1日(木) KECけいはんな試験センター+オンライン会議

1. 各送受信アンテナの組合せ条件におけるタイムドメインSVSWR評価

[8月度WG (実験)] 2024年8月19日(月)、20日(火) KECけいはんな試験センター+オンライン会議

1. IEC 61000-4-6実験 (EMクランプ使用時におけるAE側ケーブル長の影響確認)

(5) パワーエレクトロニクスEMC規格対応WG 主査 井渕 貴章 (大阪大学)

[7月度WG (実験)] 2024年7月19日(金) KECけいはんな試験センター+オンライン会議

1. 大型EUTにおける30MHz以下の放射エミッション測定
 - ・放射メカニズム把握、測定注意点明確化、測定距離依存性把握

(6) EMC欧米規格 調査出版WG 主査 武井 忠庸 (SGSジャパン株式会社)

[6月度WG] 2024年6月13日(木) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 情報共有 (国際関係、EU関係、米州関係)
2. 2024年度活動について

(7) EMCアジア圏規格 調査出版WG 主査 麻場 智明 (株式会社アドバンテスト)

[7月度WG] 2024年7月16日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 情報共有 (中国、韓国、台湾、インドネシア、日本等)
2. 2024年度活動について

(8) EMC関西企画WG

[EMC関西2024の企画]

内容 (日時、テーマ、題目、講師) を確定

日 程: 2024年10月4日(金)

場 所: ハイブリッド開催 (CIVI研修センター新大阪東+オンライン)

テーマ: 「脱炭素化を実現するパワエレ技術とEMC課題」

センターニュース

No.	題 目	講 師	所 属
1	パワーエレクトロニクス機器におけるノイズとその対策	伊東 淳一 氏	長岡技術科学大学
2	脱炭素を推進する自動車電動化のパワー半導体応用技術とそのEMC対策技術	山本 真義 氏	名古屋大学
3	最新電子機器分解、チップ開封から見る現状認識と今後の課題	清水 洋治 氏	株式会社テカナリエ
4	パワーエレクトロニクス機器に関するEMC規格動向	吉岡 康哉 氏	富士電機株式会社
5	パワーエレクトロニクス応用機器のEMC試験法と注意点 ～EMC試験の基本事項を添えて～	峯松 育弥	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

(9) 設計者向けEMC技術講座

[設計者向けEMC技術講座第1講の開催] 2024年7月11日(木) オンラインセミナー

受講者:34名

No.	題 目	講 師	所 属
1	EMCとは	古賀 隆治 氏	岡山大学
2	EMC規制の概要と規格／電磁波障害問題と規制・規格	疋田 修一 西梶 亮	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

[設計者向けEMC技術講座第2講の開催] 2024年7月26日(金) オンラインセミナー

受講者:32名

No.	題 目	講 師	所 属
3	電磁界の放射と伝導	豊田 啓孝 氏	岡山大学
4	EMC対策技術の基礎原理		

[設計者向けEMC技術講座第3講の開催] 2024年8月27日(火) オンラインセミナー

受講者:37名

No.	題 目	講 師	所 属
5	対策部品の基礎と応用1; コンデンサ等誘電体系デバイス	南 真司 氏	株式会社村田製作所

◆◆◆◆◆ 製品安全専門委員会活動 ◆◆◆◆◆

(1) 製品安全専門委員会

[2024年度第1回製品安全専門委員会] 2024年7月3日(水) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. メンバー自己紹介
2. 傘下分科会、研究会の2024年度活動について
3. 第6回KEC製品安全フォーラム企画検討

(2) 信頼性分科会 主査 藤本 恵一 (エスペック株式会社)

[6月度定例会] 2024年6月24日(月) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 勉強会
 - ・自動車用電子部品の信頼性評価について
2. 外部講師 (兵庫県立大学大学院 貝瀬 徹 教授) による勉強会
 - ・信頼性における機械学習の基礎と応用 ～故障診断の技法～

[7月度定例会] 2024年7月11日(木) オンライン会議

1. 勉強会
 - ・外部講師による勉強会 (6/24開催) の内容復習
 - ・ケーブル屈曲寿命のばらつき分布について
2. 製品安全専門委員会内容共有

(3) 安全規格分科会 主査 後藤 英二 (パナソニック株式会社)

[7月度定例会] 2024年7月24日(水) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 調査・研究テーマ報告
 - ・ローランド会社紹介 (事業内容、試験設備紹介等)
2. IEC 62368-1試験手引書の策定、解説セミナーについて
3. 消費生活用製品安全法等の一部を改正する法律の概要紹介

(4) 安全技術研究会 主査 内田 徳昭 (任天堂株式会社)

[6月度定例会] 2024年6月19日(水) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
 - ・高齢者の製品事故対策 (誤使用・不注意による事故リスク低減製品への表示制度) 紹介
 - ・製品安全情報 (製品の安全に関する情報をまとめた標準マニュアル) の提供方法 (紙/電子化) について
 - ・定量的プロセス・ハザード・アナリシスの新手法 (HAZchart手法) 紹介
- 等
2. 製品安全専門委員会報告内容検討
3. IEEE ISPCE 2024参加報告

[7月度定例会] 2024年7月25日(木) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 各委員からの情報共有

センターニュース

- ・ JIS C 6802:2014 (IEC 60825-1:2014、レーザ製品の安全基準) 紹介
 - ・ 安全工学シンポジウム2024参加報告
 - ・ VTA (Variation Tree Analysis) 原因分析手法紹介
- 等
2. 製品安全専門委員会内容共有
 3. 第53回RMS (信頼性・保全性・安全性) シンポジウム参加報告

◇◇◇◇◇ iNARTE/Japan専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

(1) KEC/iNARTE (Exemplar Global, Inc.) 会議

[2024年度第2回会議] 2024年7月26日(金) オンライン会議

1. 2024年度資格試験準備状況報告
2. 資格試験制度に関する議論

(2) iNARTE/Japan EMC分科会

主査 関口 秀紀 (国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所)

[iNARTE EMC講習会の開催]

2024年6月6日(木)、13日(木)、20日(木)、27日(木)、7月4日(木)、10日(水)
オンラインセミナー

受講者:52名 (6日間平均)

No.	題 目	講 師	所 属
1	電気回路 I	渡邊 陽介 氏	三菱電機株式会社
2	電磁気 I	森本 健志 氏	近畿大学
3	電気回路 II	松嶋 徹 氏	九州工業大学
4	電磁気 II	山中 幸雄 氏	国立研究開発法人 情報通信研究機構
5	電子回路	原田 高志 氏	株式会社トーキンEMC エンジニアリング
6	通信方式	宮本 伸一 氏	和歌山大学
7	対策技術 I	坪内 敏郎 氏	株式会社村田製作所
8	対策技術 II	石居 正典 氏	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
9	プリント基板のEMC	金子 俊之 氏	株式会社 オーツァー・パートナーズ
10	実務管理とEMC規格基礎	有田 賢司 氏	パナソニック ホール ディングス株式会社
11	計測技術	吉本 修 氏	ローデ・シュワルツ・ ジャパン株式会社
12	iNARTE資格の紹介	稲岡 浩子	一般社団法人KEC関西 電子工業振興センター

(3) iNARTE/Japan PS (製品安全) 分科会 主査 舟木 剛 (大阪大学)

[iNARTE PS受験講習会の開催] 2024年6月24日(月)、25日(火) オンラインセミナー
 受講者:18名 (2日間平均)

No.	題 目	講 師	所 属
1	iNARTE PS資格制度及び試験概要	石住 隆司	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
2	安全規格と認証制度	東海林 衛 氏	パナソニックオペレーショナルエクセレンス株式会社
3	電気的安全 (絶縁の種類、感電保護、絶縁距離、絶縁の損傷、他)	柴田 恵 氏	IEC TC108 HBSDT エキスパート
4	機器の安全設計 (機器設計、設計のレビュー、危険性の分析、他)	近藤 孝彦 氏	一般財団法人電気安全環境研究所
5	危険の回避「前編」 (電源接続、接地構造、機械(物理)的危険、他)	山口 哲也 氏	株式会社コスモス・コーポレーション
6	危険の回避「後編」 (難燃性能、温度上昇、漏れ電流、異常試験、他)	竜田 純 氏	株式会社コスモス・コーポレーション

[iNARTE PS資格試験の実施] 2024年8月30日(金) オンライン試験
 受験者:26名 (エンジニア:17名、アソシエイトエンジニア:4名、
 テクニシャン:3名、アソシエイトテクニシャン:2名)

◇◇◇◇◇ EMC設計技術者資格推進委員会活動 ◇◇◇◇◇

(1) EMC設計技術者資格推進委員会 主査 福本 幸弘 (九州工業大学)

[2024年度第1回EMC設計技術者講習会の開催] 2024年6月12日(水)、19日(水)、26日(水)
 オンラインセミナー
 受講者:5名 (3日間平均)

No.	題 目	講 師	所 属
1	EMC設計技術者資格制度の概要	細田 一夫	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
2	基礎知識	中村 浩 氏	Master EMC設計技術者
3	部品・規格・測定		
4	回路理論・電磁気学・SIP信号電源品位		

[2024年度第1回EMC設計技術者資格試験の実施] 2024年8月23日(金) オンライン試験
 受験者:27名 (標準:25名、シニア:2名)

「2024年KECセミナー」を終えて <テーマ:未来を創るAIビジョンと挑戦>

2024年7月12日(金)、オンラインで2024年KECセミナーを開催いたしました。ご講演とともに、活発な議論を行うことができ、盛会のうちに終了することができました。

国や地域、組織の大小も関係なく、スピード感と技術力を頼りに様々な企業や研究機関が参画し、AIは驚異的な進展を遂げています。日本においても、AIに関して人材育成、研究開発、社会実装が積極的に進められています。そこで、デジタル革命の先駆けとなる技術の可能性と将来展望について、生成AI、ロボティクス、マテリアルズ・インフォマティクス、深層学習を用いた画像解析において、各分野の第一線でご活躍の方々を講師にお迎えし、ご講演いただきました。

最初に生成AI全般とロボティクス分野の発展と展望をわかりやすく概説していただきました。また、企業2社からはマテリアルズ・インフォマティクスについて具体的な取組みについてご講演いただきました。さらに、今後数年間で予想される生成AIの発展の方向、さらに日本における戦略的な取組みについてご講演いただきました。

これらのご講演を通じて、AIについて最先端の研究、企業での取組み、今後の進展について理解を深めることができましたと考えております。

来年度も、皆様からのご意見等を参考に、より良いセミナーの開催を目指してまいります。

最後にセミナーの企画・運営にご尽力をいただきましたKECセミナー企画WG委員をはじめ、ご多忙の中、ご講演をいただきました講師の皆様には厚く御礼申し上げます。テーマとご講演者は下記の通りです。

開催の挨拶	KECセミナー企画ワーキンググループ 主査 佐藤 和郎	
[基調講演]		
①「生成AI時代の認知とロボティクス」	京都大学大学院 情報学研究科 立命館大学 総合科学技術研究機構	教授 客員教授 谷口 忠大 氏
②「マテリアルズ・インフォマティクスを活用した電力機器向け絶縁樹脂探索」	東芝インフラシステムズ株式会社 インフラシステム技術開発センター 産業システム・材料開発部 絶縁システム・材料技術開発担当	スペシャリスト 豎山 智 氏
③「住友電工における計測インフォマティクスの取組み」	住友電気工業株式会社 解析技術研究センター	主席 部門スペシャリスト 星名 豊 氏
④「生成AIの進展と活用可能性」	株式会社松尾研究所 株式会社MK Capital	取締役 経営戦略本部ディレクター 代表取締役社長CEO・マネージングパートナー 金 剛 洙 氏

JAB認定範囲拡大のお知らせ

2024年8月7日付で公益財団法人日本適合性認定協会(JAB)よりJIS Q 17025:2018(ISO/IEC 17025:2017)に基づく試験所認定が更新され、新たに認定範囲の拡大が認められました。(認定番号:RTL02810)

新たな認定範囲:車載機器EMC試験

規格名(年号)	規格内容
CISPR 25(2021) (2002, 2008, 2016年版も維持)	車輛、小型船舶及び内燃機関-無線妨害特性-搭載受信機の保護のための 限度値及び測定方法
ISO 10605(2008) (2001年度版も維持)	路上走行車-静電放電による電氣的妨害の試験方法
ISO 11452-2(2019) (2004年度版も維持)	路上走行車-狭帯域放射電磁エネルギーによる電氣的妨害のコンポーネント 試験方法:ALSE法
ISO 11452-4(2020) (2005, 2011年度版も維持、 ただし6.2項TWC試験除く)	路上走行車-狭帯域放射電磁エネルギーによる電氣的妨害のコンポーネント 試験方法:ハーネス印加法
ISO 11452-8(2015)	路上走行車-狭帯域放射電磁エネルギーによる電氣的妨害のコンポーネント 試験方法:磁界に対するイミュニティ
ISO 11452-9(2021) (2012, 2016年版も維持)	路上走行車-狭帯域放射電磁エネルギーによる電氣的妨害のコンポーネント 試験方法:可搬型送信機
ISO 11452-11(2011)	路上走行車-狭帯域放射電磁エネルギーによる電氣的外乱のコンポーネント テスト方法:残響室(リバブレーションチャンバ)
ISO 7637-2(2011) (2004年度版も維持)	路上走行車-伝導及び結合による電氣的妨害 第2部:電源線だけに沿う過渡電氣伝導
ISO 7637-3(2016) (2007年度版も維持)	路上走行車-導通及び結合による電氣的妨害 第3部:電源線以外の線を経由する容量性及び誘導性結合による過渡電氣伝導
ISO 16750-2(2012) 4.11, 4.12及び4.13項除く	路上走行車-電氣・電子機器の環境条件及び試験 第2部:電氣的負荷

MIL規格対応機器(MIL-STD-461)及び航空機搭載機器(RTCA/DO-160)の認定範囲は維持しています(上記以外の認定範囲の変更はありません)。

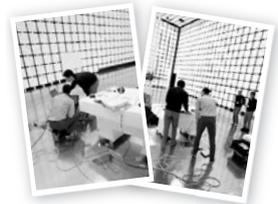
今後とも、安心かつ高精度な試験サービスの提供、納期短縮に努め、皆様の製品開発をサポートいたします。お気軽にご質問、ご相談ください。

お問い合わせ先

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 試験事業部
TEL:0774-29-9139 <https://www.kec.jp/>

テュフ ラインランド 認証更新のお知らせ

2024年8月5日付でテュフ ラインランド ジャパン(TÜV Rheinland Japan)による電磁環境試験所の国際基準(ISO/IEC 17025)適合性審査の結果、認定ラボとして適格であることが確認され、認証が更新されました。(Certification Number:UA 50054524-0019)



認証範囲に含まれるEMC規格は下記の通りです。

民生・産業機器規格	
CISPR	CISPR 11, CISPR 12, CISPR 14-1, CISPR 14-2, CISPR 15, CISPR 32, CISPR 35
IEC	IEC 61000-3-2, -3, -11, -12, IEC 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8, -9, -10, -11, -12, -13, -16, -18, -29, -34, -39, IEC 61000-6-1, -2, -3, -4, -7, IEC 61326-1, IEC 61326-2-1, -2, -6, IEC 61326-3-1, IEC 61547, IEC 62233
EN(欧州)	EN 55011, EN 55012, EN 55014-1, EN 55014-2, EN 55015, EN 55032, EN 55035, EN IEC/EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN IEC/EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN61000-4-2, EN IEC/EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, -5, EN IEC/EN 61000-4-6, -8, -9, -10, EN IEC/EN 61000-4-11, -12, -13, -16, EN IEC/EN 61000-4-18, -29, -34, -39, EN IEC/EN 61000-6-1, -2, -3, -4, EN 61000-6-7, EN IEC/EN 61326-1, EN 61326-2-1, -2, -6, EN 61326-3-1, EN 50130-4, EN 61547, EN 50412-2-1, EN 61547, EN 62233
産業・パワーエレ機器規格	
EN 12015, EN 12016(リフト、エスカレーター), EN 12895(産業車輛), EN ISO 14982(農業及び林業機械), EN 15194(電動アシスト自転車), EN ISO/ISO 13766-1, -2(土木機械・建設機械), EN/IEC 61851-21-1, EN/IEC 61851-21-2(急速充電器), EN/IEC 61800-3(可変速度駆動システム)	
鉄道搭載機器規格	
IEC 62236-3-2, -4, -5, EN 50121-3-2, -4, -5	
医療機器規格	
EN/IEC 60601-1-2	
船舶規格	
EN/IEC 60945	
無線機器規格	
EN 300 328, EN 300 330, EN 300 386, EN 300 440, EN 300 422-1, -2, EN 300 487, EN 301 489-1, -3, -9, -17, -19, EN 301 893, EN 303 417	
無停電電源装置(UPS)規格	
EN/IEC 62040-2, JIS C4411-2	
車載機器規格	
国際規格	CISPR 25, EN 55025(車載機器エミッション測定), ISO 11451-2, ISO 1145-2, -3, -4, ISO 7637-1, -2, -3(サージ試験), ISO 16750-2(電圧変動、ディップ試験), ISO 10605(静電気試験), EN ISO/ISO 13766-1,-2(土木機械・建設機械)
ECE Regulation	ECE Reg.10. 04, ECE Reg.10. 05

今後とも、安心かつ高精度な試験サービスの提供、納期短縮に努め、皆様の製品開発をサポートいたします。お気軽にご質問、ご相談ください。

お問い合わせ先

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 試験事業部
 TEL:0774-29-9139 <https://www.kec.jp/>

「TECHNO-FRONTIER 2024」ブース出展報告

2024年7月24日から26日の3日間、東京ビックサイトで開催された「TECHNO-FRONTIER 2024」に出展いたしました。お客様からのご要望を直接伺うことが出来る良い機会として2012年から出展しています。今年度は行動制限もなく、過去同様の活発さを取り戻した展示会でした。

4月より稼働を開始したKECけいはんな試験センター E3ラボを中心に、各種設備を紹介し、EMC試験や製品安全試験について情報発信に努め、3日間で約120名以上の方にKECのブースへお越しいただきました。全国各地の電気・電子機器、機械・精密機器メーカー様、車両メーカー様等幅広い業種の方にブースへご来場いただき、情報発信、情報交換を行うことができました。

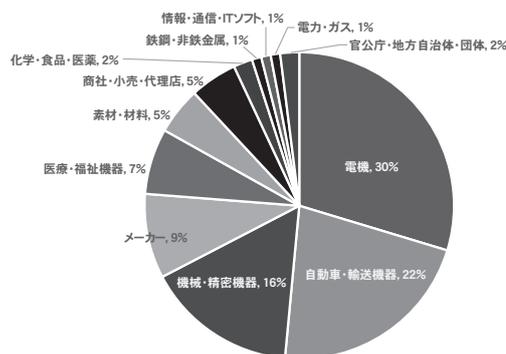
今年度は集客力向上を目指し、株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス様の展示ブースと往来できる出展形態を試みた結果、KECのエンジニアも他の出展者と情報を交換でき、さまざまな知見を得ることができました。

ご来場いただいた皆様からのお声を生かし、各種試験への対応や新規設備導入時の検討材料として、これからもより良い試験事業部運営を目指します。

最後に、ご多忙にも関わらず、遠方からお越しいただいた皆様に厚く御礼申し上げます。



「TECHNO-FRONTIER 2024」出展の様子



KECブースにご来場者の業種

出版物のご案内

◆ 不要輻射ハンドブック FCC規格集 2023年版 FCC Part2/Part15/Part18/MP-5(対訳版)

2020年以降、2023年4月までに追加/改訂されたFCC Part2、Part15、Part18とPart18が引用しているMP-5(測定法)の英語/日本語対訳版で、Wi-Fi 6E関連等が主な追加部分です。

価 格	会員 42,900円(本体価格 39,000円) 非会員 56,100円(本体価格 51,000円)
発 行 日	2024年3月14日
体 裁	A4判 598頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 303 413 第1.1.1版(2017-06)

全地球航法衛星システム(GNSS)などで、周波数範囲が1,164-1,300MHzと1,559-1,610MHzで動作する受信機；
指令2014/53/EUの第3条2の必須要求事項に適用する整合規格。
GPSやBDS、GLONASSなどの受信器に対する技術特性、測定方法の要求事項

価 格	会員 15,400円(本体価格 14,000円) 非会員 20,020円(本体価格 18,200円)
発 行 日	2019年3月28日
体 裁	A4判 68頁 製本

◆ 韓国国立電波研究院 告示 第2018-17号/公告 第2018-128号/告示 第2018-29号(邦訳版)

『韓国国立電波研究院 告示2018-17号 放送通信機資材等の適合性評価に関する告示』、『韓国国立電波研究院 公告 2018-128号 電磁両立性試験方法に関する公告』、『韓国国立電波研究院 告示2018-29号 電磁両立性の基準に関する告示』邦訳版です。原文と併せてご利用ください。

価 格	会員 66,000円(本体価格 60,000円) 非会員 85,800円(本体価格 78,000円)
発 行 日	2019年3月20日
体 裁	A4判 366頁 製本

◆ 米国IEEE/ANSI C63.5-2017 対訳版

9kHz～40GHzまでの範囲で電磁干渉(EMI)コントロールにおける放射エミッション測定を行うために使用されるアンテナファクタ(AF)及びアンテナの関連パラメーターの決定方法

価 格	会員 44,000円(本体価格 40,000円) 非会員 57,200円(本体価格 52,000円)
発 行 日	2018年4月
体 裁	A4判 282頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 893 第2.1.1版(2017-05)

5GHz RLAN; 指令2014/53/EUの第3条2の必須要求事項に適用する整合規格
RLAN装置を含む5GHzワイヤレスアクセスシステム(WAS)に対する技術特性、測定方法及びスペクトラムアクセスの要求事項

価 格	会員 44,000円(本体価格 40,000円) 非会員 57,200円(本体価格 52,000円)
発 行 日	2018年3月31日
体 裁	A4判 238頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 300 328 第2.1.1版(2016-11)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM); 広帯域送信システム; 2.4GHzのISM帯域で運用し広帯域変調技術を使用するデータ送信装置; 指令2014/53/EUの第3.2条の必須要求事項を満たす整合規格

価 格	会員 33,000円(本体価格 30,000円) 非会員 42,900円(本体価格 39,000円)
発 行 日	2017年12月25日
体 裁	A4判 222頁 製本

出版物のご案内

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-1 第2.1.1版(2017-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置及びサービスの電磁的両立性(EMC)規格;パート1:共通技術要求事項;指令2014/53/EUの第3条1(b)及び指令2014/30/EUの第6条の必須要求事項を満たす整合規格

価 格	会員 16,500円 (本体価格 15,000円) 非会員 21,450円 (本体価格 19,500円)
発 行 日	2017年12月15日
体 裁	A4判 90頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-17 第3.1.1版(2017-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置の電磁的両立性(EMC)規格;パート17:広帯域データ送信システムのための特別条件;指令2014/53/EUの第3条1(b)の必須要求事項を満たす整合規格

価 格	会員 11,000円 (本体価格 10,000円) 非会員 14,300円 (本体価格 13,000円)
発 行 日	2017年12月15日
体 裁	A4判 46頁 製本

◆ 欧州官報L41 UNECE規則第10号 Ver.5(対訳版)

2012年9月20日に発行されたL254/L257(UN/ECE R10.04)の改訂版で、電気自動車等の充電モードによる試験条件が追加となっております。

価 格	会員 27,500円 (本体価格 25,000円) 非会員 35,750円 (本体価格 32,500円)
発 行 日	2017年7月1日
体 裁	A4判 280頁 製本

◆ MIL-STD-461G 2015年(邦訳版)

米国軍用機器のEMC規格翻訳版

米軍国防総省インターフェース規格

サブシステム及び機器の電磁妨害特性の管理についての要求事項

価 格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円) 非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発 行 日	2017年3月10日
体 裁	A4判 252頁 製本

◆ 米国IEEE/ANSI C63.4-2014 対訳版

9kHzから40GHzの範囲における低電圧電気電子機器からの無線雑音エミッションの測定方法に関する米国規格。

本規格書はFCC規則の基で規制対象となる無線周波機器の試験方法として必須の規格書です。

価 格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円) 非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発 行 日	2015年3月31日
体 裁	A4判 342頁 製本

◆ 不要輻射ハンドブック(無線受信機、デジタル機器、低電圧無線通信等)北米編(インダストリーカナダ規定集)2015年版 対訳版

2013年9月末日までに発行されたインダストリーカナダ,ICES-003, RSS-Gen, RSS-102, RSS-210, RSS-310の翻訳を行い、英語/日本語の対訳版として発行いたしました。

価 格	会員 27,500円 (本体価格 25,000円) 非会員 35,750円 (本体価格 32,500円)
発 行 日	2015年3月29日
体 裁	A4判 300頁 製本

出版物のご案内

◆ IEEE/ANSI C63解釈集 対訳版

C63シリーズ規格で規定される測定機器の仕様や試験方法等に関する各方面からC63委員会に寄せられた質問に対するC63委員会の回答を対訳版で翻訳・出版したものです。

価 格	会員 16,500円 (本体価格 15,000円) 非会員 21,450円 (本体価格 19,500円)
発 行 日	2014年5月29日
体 裁	A4判 174頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 300 330-1 第1.7.1版(2010-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);短距離機器(SRD);9kHz～25MHzの周波数範囲の無線装置及び9kHz～30MHzの周波数範囲の誘導ループシステム;パート1:技術特性及び試験方法

価 格	会員 19,800円 (本体価格 18,000円) 非会員 25,740円 (本体価格 23,400円)
発 行 日	2014年3月28日
体 裁	A4判 132頁 製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-3 第1.6.1版(2013-08)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置及びサービスの電磁的両立性(EMC)規格;パート3:周波数9kHz～246GHzで運用する短距離機器(SRD)のための特別条件(短距離装置及び付随する補助装置の適切な試験条件、性能評価及び性能基準を規定している規格です)

価 格	会員 8,800円 (本体価格 8,000円) 非会員 11,440円 (本体価格 10,400円)
発 行 日	2014年3月28日
体 裁	A4判 40頁 製本

◆ EMC用語集 -第3版-

EMC技術分科会の委員企業の技術者の執筆により、EMC全般(電気回路、高周波、伝送、規則、規格、略語)に関する用語を簡潔にまとめたもので、これからEMCに関係される設計者や試験技術者にとっての手引き書となるものです。

価 格	会員 2,200円 (本体価格 2,000円) 非会員 2,860円 (本体価格 2,600円)
発 行 日	2013年4月1日
体 裁	A5判 284頁 製本

◆ UL規格実用ガイドライン UL6500/60065 PAG(翻訳版)

UL規格UL6500, 60065, 60950の解説書『Practical Application Guideline(PAG)』を翻訳、編集し、『UL規格実用ガイドラインUL6500/60065PAG(翻訳版)』としてまとめたものです。

価 格	会員 6,820円 (本体価格 6,200円) 非会員 - (日本規格協会よりお求めください)
発 行 日	2011年9月
体 裁	A4判 38頁 製本

◆ UL規格実用ガイドライン UL60950 PAG(翻訳版)

UL規格UL6500, 60065, 60950の解説書『Practical Application Guideline(PAG)』を翻訳、編集し、『UL規格実用ガイドラインUL60950(翻訳版)』としてまとめたものです。

価 格	会員 59,400円 (本体価格 54,000円) 非会員 - (日本規格協会よりお求めください)
発 行 日	2011年9月
体 裁	A4判 423頁 製本

出版物のご案内

◆ IEC対応 安全規格ガイドブック(第2版)-第1版以降に発行されたCTL決定文書-

情報機器(IEC60950-1)、AV機器(IEC60065)、電化機器(IEC60335-1)の最新CTL決定文書について、内容を調査し、各国のCB試験機関間で合意された運用等をまとめたものです。

価 格	会員 6,380円 (本体価格 5,800円)	非会員 8,294円 (本体価格 7,540円)
発 行 日	2010年10月	
体 裁	A4判 68頁 製本	

◆ MIL-STD-461F 2007年

米国軍用機器のEMC規格翻訳版

価 格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)	非会員 49,500円 (本体価格 45,000円)
発 行 日	2008年3月25日	
体 裁	B5判 287頁 製本	

◆ IEC対応 安全規格ガイドブック -CTL決定書の解説を含む-

情報機器(IEC60950-1)、AV機器(IEC60065)、電化機器(IEC60335-1)についてCTL決定文書の中身を製品安全のエキスパートが内容を調べ、製品への影響等をまとめたものです。

価 格	会員 6,380円 (本体価格 5,800円)	非会員 9,570円 (本体価格 8,700円)
発 行 日	2007年6月	
体 裁	A4判 82頁 製本	

お問い合わせ先

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 書籍問い合わせ窓口
E-mail: publication01@kec.jp TEL: 0774-29-9041

【正 会 員】 168社

株式会社アート1	株式会社共進電機製作所
アール・ビー・コントロールズ株式会社	株式会社京都科学
アイコム株式会社	京都電測株式会社
株式会社アイシン	株式会社きんでん
愛知時計電機株式会社	株式会社クボタ
IDEC株式会社	株式会社ケーイーアイシステム
株式会社アイピーエス	株式会社小糸製作所
I-PEX株式会社	株式会社高工社
飛鳥メディカル株式会社	コーセル株式会社
株式会社アドバンテスト	株式会社コスモス・コーポレーション
アメテック株式会社	国華電機株式会社
アルプスアルパイン株式会社	株式会社コベルコ科研
株式会社イー・エム・シー・ジャパン	株式会社サワーコーポレーション
株式会社イー・オータマ	株式会社三社電機製作所
株式会社イシカワ	株式会社サン・テクトロ
インクス株式会社	サンデン株式会社
インターテックジャパン株式会社	株式会社サンフレム
株式会社インタフェース	株式会社GSユアサ
株式会社ウインブルヤマガチ	株式会社島津製作所
株式会社Wave Technology	株式会社シマノ
EIZO株式会社	シャープ株式会社
エイミック株式会社	Joyson Safety Systems Japan合同会社
株式会社エスアンドエー	新コスモス電機株式会社
SGSジャパン株式会社	真生印刷株式会社
エスベック株式会社	スペクトロニクス株式会社
株式会社エヌエフ回路設計ブロック	住友精密工業株式会社
合同会社NKYM	セイコーエプソン株式会社
株式会社エフ・エム・アイ	星和電機株式会社
株式会社エムジー	象印マホービン株式会社
株式会社エンベデッドテクノロジー	双信電機株式会社
オーエムプランニング株式会社	ソリッド株式会社
株式会社大阪サイレン製作所	タイガー魔法瓶株式会社
株式会社オートネットワーク技術研究所	ダイキン工業株式会社
沖エンジニアリング株式会社	ダイハツ工業株式会社
オムロン株式会社	株式会社ダイヘン
株式会社オリエントマイクロウェーブ	ダイヤモンドエレクトリックホールディングス株式会社
オリジン工業株式会社	株式会社竹中製作所
加賀FEI株式会社	タチバナテクノス株式会社
加美電子工業株式会社	株式会社ダックス
関西ガスメータ株式会社	多摩川精機株式会社
キーサイト・テクノロジー株式会社	株式会社ティ・アイ・シー
菊水電子工業株式会社	TOA株式会社
北川工業株式会社	ディーシージェイ株式会社
キヤノン株式会社	TDK株式会社
株式会社キューセス	株式会社テクトロン

株式会社テクノサイエンスジャパン	ビューローベリタスジャパン株式会社
株式会社デバイス	フィトンチッドジャパン株式会社
テュフ ラインランド ジャパン株式会社	富士インパルス株式会社
テュフズードジャパン株式会社	富士フィルム ビジネス イノベーション株式会社
寺崎電気産業株式会社	船井電機株式会社
株式会社テラモト	プライム プラネット エナジー & ソリューションズ株式会社
株式会社デンケン	プライムアースEVエナジー株式会社
株式会社電研精機研究所	古野電気株式会社
株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス	株式会社放送通信機器
株式会社デンソーテン	北陽電機株式会社
東海電装株式会社	ホシデン株式会社
東洋ガスメーター株式会社	星野楽器株式会社
株式会社東陽テクニカ	株式会社ホタルクス
東洋メディック株式会社	ボッシュ株式会社
株式会社トータス	株式会社堀場製作所
株式会社トーヨーコーポレーション	株式会社ミクニ
株式会社戸上電機製作所	三菱重工業株式会社
ナブテスコ株式会社	三菱電機株式会社
ニチコン株式会社	三菱ロジスネクスト株式会社
株式会社ニッコー	ミヨシ電子株式会社
NISSHA株式会社	村田機械株式会社
日新電機株式会社	株式会社村田製作所
日本オートマティック・コントロール株式会社	矢崎総業株式会社
日本航空電子工業株式会社	ヤマハ株式会社
日本シールドエンクロージャー株式会社	山本電機工業株式会社
日本ジッパーチューピング株式会社	株式会社山本電機製作所
日本電音株式会社	ヤンマーホールディングス株式会社
日本電子株式会社	株式会社UL Japan
株式会社ニューライトポタリー	ラトックシステム株式会社
任天堂株式会社	株式会社リード
ネクステム株式会社	株式会社リケン環境システム
株式会社ノイズ研究所	株式会社LIMNO
パーソル エクセル HR パートナーズ株式会社	レシップ株式会社
株式会社ハイレックスコーポレーション	株式会社レスター
白光株式会社	ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
パナソニック ホールディングス株式会社	ローム株式会社
浜松ホトニクス株式会社	ローランド株式会社
株式会社ピーマックス	ローランド ディー . ジー 株式会社
日立 Astemo 阪神株式会社	ワイエイシイエレックス株式会社

【賛助会員】 40社

あいち産業科学技術総合センター 秋田県産業技術センター 地方独立行政法人岩手県工業技術センター 地方独立行政法人大阪産業技術研究所 岐阜県産業技術総合センター 京都府中小企業技術センター 滋賀県工業技術総合センター 静岡県工業技術研究所 浜松工業技術支援センター 島根県産業技術センター 千葉県産業支援技術研究所 中部エレクトロニクス振興会 一般財団法人直鞍情報・産業振興協会 一般財団法人電気安全環境研究所 株式会社電磁環境試験所認定センター 一般社団法人電子情報技術産業協会 徳島県立工業技術センター 地方独立行政法人鳥取県産業技術センター 富山県産業技術研究開発センター 長野県工業技術総合センター 名古屋市工業研究所	奈良県産業振興総合センター 一般財団法人日本ガス機器検査協会 一般財団法人日本自動車研究所 公益財団法人日本適合性認定協会 一般社団法人日本電気計測器工業会 一般財団法人日本電子部品信頼性センター 一般財団法人日本品質保証機構 一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会 兵庫県立工業技術センター 株式会社広島テクノプラザ 一般財団法人VCCI協会 福井県工業技術センター 福岡県工業技術センター 一般財団法人ふくしま医療機器産業推進機構 福島県ハイテクプラザ 三重県工業研究所 公益財団法人南信州・飯田産業センター 地方独立行政法人山口県産業技術センター 山梨県産業技術センター 和歌山県工業技術センター
---	--

【特別会員】 42社

アコース株式会社 E&Cエンジニアリング株式会社 エフティテクノ株式会社 オムロン ソーシアルソリューションズ株式会社 オムロン阿蘇株式会社 オムロンヘルスケア株式会社 株式会社キューヘン サイレックス・テクノロジー株式会社 株式会社ジーエス・ユアサ テクノロジー 株式会社GSユアサ ライティングサービス ダイヤゼブラ電機株式会社 TOAエンジニアリング株式会社 テラメックス株式会社 株式会社東陽EMCエンジニアリング ニチコン亀岡株式会社 ニチコン草津株式会社 パナソニック株式会社 パナソニック インダストリー株式会社 パナソニック エナジー株式会社 パナソニック エンターテインメント&コミュニケーション株式会社 パナソニック オートモーティブシステムズ株式会社	パナソニック オペレーショナルエクセレンス株式会社 パナソニック コネクト株式会社 パナソニックSNエバリュエーションテクノロジー株式会社 パナソニック サイクルテック株式会社 株式会社パナソニック システムネットワークス開発研究所 パナソニック プロダクションエンジニアリング株式会社 株式会社フルノシステムズ ホシデン精工株式会社 株式会社堀場エステック マイクロウェブファクトリー株式会社 三菱重工機械システム株式会社 三菱重工サーマルシステムズ株式会社 三菱電機エンジニアリング株式会社 三菱電機ディフェンス&スペーステクノロジーズ株式会社 三菱電機モビリティ株式会社 矢崎エナジーシステム株式会社 矢崎部品株式会社 ヤンマーアグリ株式会社 ヤンマーエネルギーシステム株式会社 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 ラボテック・インターナショナル株式会社
--	--

備考：会員一覧についてはKECにて一般の閲覧に供しております。

新型コロナウイルス感染症の対応のため感染拡大状況によっては開催を中止、または延期させていただく場合がございます。

2024年度 KEC行事予定・実績

2024年10月1日現在

月	日	曜日	行事名	備考(会場等)
2024年 5	16 17	木 金	第274回理事会 次世代ワイヤレス技術講座①	オンライン開催
6	6 12 13 14 19 20 24 25 26 27	木 水 木 金 水 木 月 火 水 木	iNARTE EMC講習会① 2024年度第1回EMC設計技術者講習会① iNARTE EMC講習会② 第65回通常総会 2024年度第1回EMC設計技術者講習会② iNARTE EMC講習会③ iNARTE PS受験講習会① iNARTE PS受験講習会② 2024年度第1回EMC設計技術者講習会③ iNARTE EMC講習会④	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
7	4 10 11 12 19 26	木 水 木 金 金 金	iNARTE EMC講習会⑤ iNARTE EMC講習会⑥ 設計者向けEMC技術講座① KECセミナー 次世代ワイヤレス技術講座② 設計者向けEMC技術講座②	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
8	23 27 30	金 火 金	2024年度第1回EMC設計技術者資格試験 設計者向けEMC技術講座③ iNARTE PS資格試験	オンライン試験 オンライン開催 オンライン試験
9	6 13 20 27	金 金 金 金	設計者向けEMC技術講座④ 製品安全基本教育講座① 次世代ワイヤレス技術講座③ 製品安全基本教育講座②	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
10	2 3 4 10 16 17 23 24 25 25 30	水 木 金 木 水 木 水 木 金 金 水	2024年度第2回EMC設計技術者講習会① 第204回運営部会 EMC関西2024 2024年度第1回アドバイザー委員会 2024年度第2回EMC設計技術者講習会② 第275回理事会 設計者向けEMC技術講座⑤ EMC試験法講習会(座学) EMC試験法講習会(実習:車載機器コース) EMC試験法講習会(実習:民生機器コース) 製品安全基本教育講座③ 2024年度第2回EMC設計技術者講習会③	オンライン開催 ハイブリッド開催(CIVI研修センター新大阪東) オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 けいはんなプラザ けいはんな試験センター けいはんな試験センター オンライン開催 オンライン開催
11	6 8 8 15 18 19 29	水 金 金 金 月 火 金	iNARTE EMC資格試験 iNARTE EMC資格試験 設計者向けEMC技術講座⑥ 次世代ワイヤレス技術講座④ 設計者向けEMC技術講座⑦ 光・電波フォーラム 製品安全基本教育講座④	オンライン試験 オンライン試験 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
12	6 18 20	金 水 金	設計者向けEMC技術講座⑧ 設計者向けEMC技術講座⑨ 製品安全基本教育講座⑤	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
2025年 1	8 17 21 24 28	水 金 火 金 火	関西電子業界新年賀詞交歓会 次世代ワイヤレス技術講座⑤ 2024年度第2回EMC設計技術者資格試験 設計者向けEMC技術講座⑩ KECテクノフォーラム	NCB会館 オンライン開催 オンライン試験 オンライン開催 オンライン開催
2	5 7 12 13	水 金 水 木	設計者向けEMC技術講座⑩ 製品安全基本教育講座⑥ 設計者向けEMC技術講座⑩(実習) 設計者向けEMC技術講座⑩(実習) KEC製品安全フォーラム	オンライン開催 オンライン開催 東京 東京 ハイブリッド開催(会場未定)
3	6 13 21 21	木 木 金 金	第205回運営部会 2024年度第2回アドバイザー委員会 第276回理事会 次世代ワイヤレス技術講座⑥	オンライン開催

K E C 情 報 No. 271

2024年10月1日 発行

本誌記事からの無断転載、無断引用を禁じます。

発 行	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
発行責任者	専務理事 柳川 良文
編 集 委 員	坂口 申康(株式会社島津製作所) 岩本 篤(パナソニック ホールディングス株式会社) 石川 一郎(ホシデン株式会社) 加藤 千晴(株式会社村田製作所)
事 務 局	時岡 秀忠 岸本 隆 奥野 美郷
印 刷	株式会社昭和プリント



KEC Electronic Industry Development Center



一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

<https://www.kec.jp/>



〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2

TEL:0774-93-4563 FAX:0774-93-4564