

KEC情報

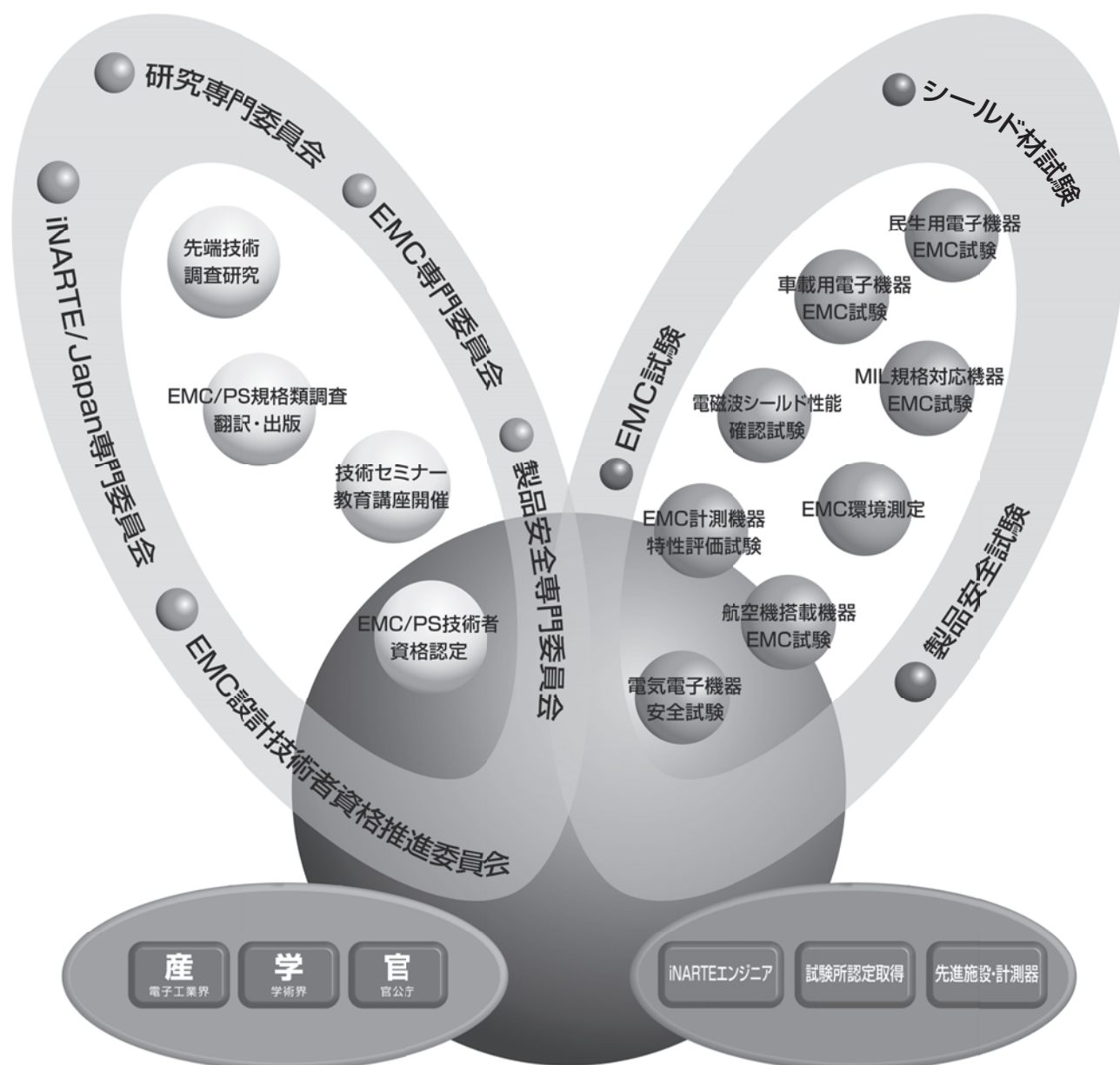
No. 272

Jan. 2025

「未来を創るAI ビジョンと挑戦」

- 生成AI時代の認知とロボティクス
- 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
- 「インクルーシブAI開発」スキームを用いたケーブル製品の詳細評価
- 生成AIの進展と活用可能性

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、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**」です。

次号(4月号)は、EMC関西2024「**脱炭素化を実現するパワエレ技術とEMC課題**」の特集を企画しています。

目 次

○ 新年のご挨拶	----- 一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 会長 小川 立夫 -----	1
○ 年 頭 所 感	----- 近畿経済産業局長 信谷 和重 -----	2
○ 未来を創るAI ビジョンと挑戦		
■ 生成AI時代の認知とロボティクス	京都大学大学院/立命館大学 谷口 忠大 -----	4
■ 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 豎山 智博 -----	9
■ 「インクルーシブAI開発」スキームを用いたケーブル製品の詳細評価	住友電気工業株式会社 星名 豊 -----	17
■ 生成AIの進展と活用可能性	株式会社松尾研究所 金 剛洙 -----	24
○ Information		
■ 委員会活動	-----	31
○ センターニュース	-----	33
■ 委員会の動き		
● 出版物のご案内	-----	48
● 会 員 動 向	-----	52
● 会 員 一 覧	-----	53
● 2024年度 KEC行事予定・実績	-----	56

新年のご挨拶

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

会長 小川 立夫



新年明けましておめでとうございます。

会員の皆様におかれましては、清々しい新春をお迎えのことと心よりお慶び申し上げます。

さて、昨年の世界経済は、コロナウイルス感染症のパンデミックやウクライナでの戦争などに起因した物価上昇に、金融引締め、労働市場正常化、賃金と物価の好循環などで対応してきました。同時に、気候変動、保護主義的な政策などのリスクも高まるとともに、中東情勢緊迫化や中国・中南米・欧州連合(EU)の景気減速への懸念なども顕在化してきています。その一方で、サステナブルな社会を目指した脱炭素・カーボンニュートラルに向けた活動はさらに深まり、様々な産業においてエコシステムやビジネスモデルの変化が拡大しています。

このような中、各企業は経営環境が激しく変化することをリスクとして抱えながらも、一方で、この困難な時代を乗り越え、革新的な製品やサービスを世に送り出すことが期待されています。より良い社会、より豊かな社会に向けて、各企業は各々のコアコンピタンスを活かしつつ、時代の変化を先取りしてお客様価値を創っていくことが重要です。AI技術、衛星通信技術、電池技術、半導体技術など、多岐にわたる分野で様々な技術革新が益々進展し、xEV、自動運転などに加え、生成AI、低軌道衛星通信、ペロブスカイト太陽電池、全固体電池、チップレット半導体・高帯域メモリなどのイノベーションも出てきています。さらに、社会インフラも電気を軸にグリーンエネルギーに大きく変わっていきようとしています。こういった新規分野・成長分野への挑戦こそが、各々の企業の未来、ひいては、日本の未来を創っていくものと考えます。

私どもKECといたしましては、電子業界を取り巻く共通課題、並びに会員の皆様が取り組まれる新規・成長分野を中心とした商品の開発に対して、少しでもお役に立つ活動をしてまいりたいと考えております。委員会活動につきましては、学界・産業界の皆様のご協力をいただきながら、新規・成長分野の最先端技術情報や応用・実用展開情報などのタイムリーかつ分かり易いご提供、並びにiNARTE資格オンライン試験の受験資格拡大などの技術者育成・地位向上の取組みをさらに進化させ、業界へのお役立ちを拡大してまいります。また、試験事業につきましては、これまで培ってきた幅広い分野のEMC技術・製品安全技術や、リバブレーションチャンバーをはじめとする業界有数の保有施設・測定器などを活かし、新たなEMC・製品安全の課題にも、迅速かつ的確に対応できるよう、測定・試験技術のレベルアップを継続してまいります。

2025年度は、KECの更なる進化を目指し、大型・大電力EMC試験、専門技術のプレゼンス、業務生産性の、3つの価値に注力する中期計画「脱炭素社会への価値確立」の最終年です。昨年、操業を開始した、大型・大重量・大電力の試験品及び最新国際規格に対応する大型10m法電波暗室を備えた新試験棟(E3ラボ)のご活用をさらに推進するとともに、挑戦と改善の両軸でさらなる活動強化を図り、会員の皆様から信頼され必要とされ続ける集団を目指し、職員一丸となって一層精進してまいります。

会員の皆様、活動を支えてくださっている大学関係者・関連研究機関・関係官庁・団体の皆様には、本年も変わらぬご支援ご協力を賜りますよう、お願い申し上げますとともに、皆々様のご健勝とご発展をお祈り申し上げ、年頭のご挨拶とさせていただきます。

年 頭 所 感

近畿経済産業局長

信谷 和重



令和7年の新春を迎え、謹んで新年のお慶びを申し上げます。

2025年の関西経済の展望

我が国経済は、名目GDPで600兆円を超える規模となりました。設備投資は100兆円を超え、昨年の賃上げ率は33年ぶりの高水準となり、成長と分配の好循環が動き始めています。他方で、国内では、人手不足や物価の上昇の課題があり、国外では、第2期トランプ政権の今後の政策動向、中東、ウクライナ情勢など十分に注視する必要があります。

我が国全体としては、昨年11月に決定された「国民の安心・安全と持続的な成長に向けた総合経済対策」を活かし、賃金と投資が牽引する成長型経済に確実に移行しなければなりません。

関西では、今年、万博が開かれます。関西経済発展の大きな刺激となることが期待されます。

中小企業を取り巻く経営環境と近畿経済産業局の取組

関西の経済は、流通、小売、サービス業から、世界的技術を有する企業まで、幅広い中小企業によって成り立っています。活気づく経済にあって、中小企業は、賃上げと人材確保、物価・エネルギー価格上昇と価格転嫁、金利への配慮など、様々な課題に向き合わなければなりません。

そうした中で、ロボット導入など省力化投資、人的投資で生産性を高める動き、DX(デジタル・トランスフォーメーション)で経営のあり方を変え収益を高める動きなど、先進的な動きが見られるようになってきています。

近畿経済産業局としては、経済対策に盛り込まれた支援策の普及、下請Gメンによるヒアリング、パートナーシップ構築宣言の拡大、よろず支援拠点の活用、下請振興法の改正による資金繰りの改善などによって、中小企業を支援してまいります。

新たな地方創生

昨年は、地方創生の取組が本格的に始まった「地方創生元年」から10年の節目を迎えました。昨年11月に閣議決定された経済対策では、地方創生の交付金が倍増され、地域の独自の取組を、計画から実施まで強力に後押しすることとしております。またGX投資の予見可能性を高めるため、国として20兆円規模の先行投資支援を行い、官民で150兆円を超えるGX投資を行っていきます。加えて、中堅企業成長ビジョンを策定

しつつ、地域経済の担い手として中核的な役割を果たすことが期待される中堅企業の自律的な成長の実現等を通して、地方創生の後押しになるよう取り組んでまいります。

大阪・関西万博と関西経済

大阪・関西万博では2800万人を超える来場者が見込まれており、うち350万人は海外からと予想されています。

近畿経済産業局では、万博来場者が地域を訪れ、関西全体が活気づくよう施策を講じています。例えば、地域活性化の取り組みを紹介する「360° EXPO拡張マップ」、地域企業を紹介する「オープンファクトリー」、アジアの有力旅行代理店を招いた万博＋地域の旅行プランづくり支援などを行っています。

また、10月の万博終了後も、関西は世界の注目を浴びる地域であり続けなければなりません。万博では「未来社会の実験場」として様々な取組が披露されます。それらを関西に実装して、経済発展の原動力とすることが重要です。

例えば、万博では、スタートアップが、世界の投資家等と一緒に、地球規模の課題に挑戦するイベントが開催されます。万博後の関西も、人類の課題に挑むスタートアップの世界的拠点となることが期待されます。また、水素や次世代空モビリティなど、新しい技術の社会実装を進めなければなりません。近畿経済産業局ではこうした動きを支援してまいります。

以上より、近畿経済産業局は、関西のみならず日本経済、ひいては世界全体の持続的な発展に繋げていくために取り組んでいきます。

結びに、経済産業行政への御理解と御協力をお願いするとともに、皆様の御多幸と御健勝を祈念いたしまして、新年の御挨拶といたします。

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 教授
立命館大学総合科学技術研究機構 客員教授
谷口 忠大

本稿では、生成AI時代における認知とロボティクスの展望について述べる¹。2022年のChatGPTの発表から世界は生成AIの時代へと突入した。一方で、人間の認知や発達に学び、それを理解する認知ロボティクスは身体性に重きを置いてきた。筆者の開拓してきた記号創発ロボティクスでは言語は身体に基づき創発すると考える。2024年KECセミナーでは身体を持った認知システムの視点から生成AI時代におけるロボティクスの展開と展望について議論した。特に、世界モデルと予測符号化、大規模言語モデルとロボティクスの統合、そして集合的予測符号化とヒューマノイドという3つの観点から論じた。本稿では、大規模言語モデル(LLM)とロボティクスの融合による新たな可能性と、言語そのものが持つ集合的予測符号化としての性質に注目し、人間の認知や言語の本質に迫る理論的考察についても議論する。

1. はじめに

2022年末に発表されたChatGPTは世界中に生成AIのブームを巻き起こした。2022年はそのはじめからChatGPTに至る予兆のように生成AIに関わり注目を集める出来事が起きていた。テキスト生成や対話AIに関しては、夏頃にGoogleが「AIが意識を持っている」と主張したエンジニアを解雇したというニュースが報じられた。画像生成AIに関しては、Diffusion model(拡散モデル)に基づく画像生成手法が広まり、画像生成AIのMidjourneyが生成した画像がアメリカのアートコンテストで優勝して物議をかもすなどした。日本国内においてもイラスト生成AIが人気を博しアニメ調の画像生成がインターネット上で広まった。そして冬にはOpenAIよりChatGPTがリリースされ、その卓越した性能と、ログインすれば誰でも何の準備もなくブラウザから利用可能であるというインタフェース上の利便性から、あっという間にそれまでAIと縁遠かった

ユーザまで取り込んだ。2023年3月には大いに性能が改善され画像情報まで扱えるようになったGPT-4がリリースされた。2023年の生成AIブームは間違いなくOpenAIのChatGPTによって引っ張られたと言えるだろう。

ロボティクス分野ではどうだろうか？世間のなんとなくの感覚としては「AIとロボティクスの関係は似たような分野」と見られる向きもある。しかし、実際のテクノロジーや専門分野としてはこれまで距離感があり異なる発展を遂げてきた部分も大きい。物理を扱う機械工学と、情報を扱う情報工学の間には学問的な世界認識や教養においても大きな開きがある。ロボティクスは実世界での物理的な相互作用を扱う必要があり、従来のAI研究とは異なる課題に直面してきた。しかし、2023年に入ってから、大規模言語モデル(LLM: Large Language Model)とロボティクスを融合しようとする試みが活発化してきた。

LLMは言語における単語(実際にはトークン)の並びを予測するタスクに基づいて学習する。その後、Instruction Tuningとも呼ばれる追加学習が行われるが、これもやはり言語的な応答や出力生成に関わるものである。その意味

¹ 本稿は2024年7月5日に同題名で行った講演内容に関する概要を記したものである。本分野における状況は激しく変化しており、文中の記述の一部がすでに古いものとなっている可能性に関してはご容赦いただきたい。

でLLMはやはり言語の世界に閉じており、世界の認識や運動、それを通じた環境中での振る舞いを重視するロボティクスにおいては、実際の身体的動作とLLMの間にギャップが存在する。このギャップを如何に埋めるかが重要になる。

このギャップに相当する部分の知能を担うのが世界モデル(World Model)と呼ばれる感覚と運動に基づくロボットの内部モデルだというようなことが語られることがある。世界モデルは2010年代末から注目が集まってきたアプローチであり、深層学習に基づき視覚等の感覚情報と運動情報から直接的に制御のためのモデルを学習しようというアプローチである。これについては次章で触れる。

一方で、LLMがある意味での世界モデルを持つのではないかという議論も生まれている。色の類似性をはじめ、LLMがどうにも身体を持っているかのように、世界を理解しているように見えるのだ。なぜLLMはこれほどまでに「世界を理解している」ように見えるのだろうか？また、その理解の本質は何なのか？その探求は人間の認知発達や言語獲得のメカニズムに遡及する。

筆者らは「記号創発ロボティクス」という研究アプローチを提唱してきた。これは、人間の子供が自らの身体的経験や感覚運動情報の統合を通じて機能を獲得し、言語を習得し、コミュニケーション能力を発達させていく過程に着目したアプローチである。実世界経験に基づく発達・言語獲得ロボットの実現を目指すとともに、それを通して人間の認知発達の構成論的理解を深めることを目標としている。

この記号創発ロボティクスの視点から見たとき、現在の生成AI、特に大規模言語モデルの持つ能力と限界、そしてロボティクスとの統合の可能性について、新たな洞察が得られる。本稿では、世界モデルと予測符号化、大規模言語モデルとロボティクスの統合、そして集合的予測符号化とヒューマノイドという3つの観点から、生成AI時代における認知とロボティクスの展望について論じていきたい。

2. 世界モデルと予測符号化

世界モデルとは、ロボットが実世界における経験を通

じて学習する内部モデルであり、その内部モデルによるセンサ情報の予測に基づき、行動計画を可能とするために主に学習されるモデルである^[1]。特に注目すべきは、画像などの実センサ情報の予測モデルを学習し、潜在変数の表現学習とダイナミクス学習を行うことで、効率的な強化学習や模倣学習を実現できる点である。

この分野での重要な研究として、Hafnerらによって提案されたPlaNetやDreamerがある^{[2][3]}。これらは、画像などの高次元の感覚情報を低次元の潜在空間に圧縮し、その空間上でのダイナミクスを学習する。そのダイナミクスを所与として、強化学習やモデル予測制御を行うことで、事前の人手による状態空間設計を要せずに、行動計画を可能にする。

筆者らの研究グループでも、いくつかの関連研究を行ってきた。二つほどの研究を紹介しよう。

一つ目はDreamingと呼ばれる手法だ^[4]。PlaNetを始めとする多くの世界モデルの従来手法では、視覚の予測において画像をうまく再構成できるように、画素単位で予測誤差を計算していた。しかし、この手法では、小さな対象物体が消えても画素単位での予測誤差が小さくて済むことから制御に重要な小さな対象物体が消えてしまうという問題があった。これを、物体の消失問題(object vanishing)と呼ぶ。従来の再構成誤差に基づく学習ではなく、対照学習(contrastive learning)を用いることで、タスクに重要な物体の表現を維持しつつ、効率的な学習を実現している。さらに、DreamingV2では、離散的な潜在変数を導入することで、より豊かな表現学習を可能にしている^[5]。

もう一つは、触覚情報を活用したTactile Sensitive NewtonianVAE(TS-NVAE)と呼ばれる手法だ^[6]。世界モデルの研究を通して明らかになってきたことは、シミュレーションの世界では上手くいく世界モデルも実ロボットへの応用がなかなか難しいということだ。特に産業応用の観点からは安全に学習データを集めて、さらに少数データで学習が完了することが重要であるがPlaNetのようなアプローチでは膨大な試行錯誤が求められてしまう。そこで、ニュートン力学の構造を潜在空間の制約として組み込むNewtonianVAEと呼ばれる特殊な世界モデルに着目した。さらにこれの精度を高めるために触覚センサ

情報と融合し高精度な物体操作を実現した。この手法では、わずか30エピソード(5分程度)のロボット操作データから、サブミリメートル精度での位置決め作業を可能にしている。

これらの世界モデルの研究とは独立して、予測符号化(もしくは深層予測学習)によるアプローチが大きな成果をあげている。模倣学習を軸とした予測符号化のアプローチではより少数のデータで、実世界のタスクをこなすロボットが実現されている。近年、筆者らの議論においてもそれらの2つのアプローチの近接性が明らかになってきている^[7]。

このように、世界モデルと予測符号化の枠組みは、ロボットの自律的な学習と適応において重要な役割を果たしている。しかし、実世界での応用においては、サンプル効率性の問題や、複雑なタスクへの対応など、まだ多くの課題が残されている。

3. 大規模言語モデルとロボティクス

大規模言語モデル(LLM)の出現は、ロボティクス研究に新たな可能性をもたらしている。特に注目すべきは、言語による高次の指示をロボットの具体的な行動命令系列に変換する能力である。

LLMのロボティクス活用で最もスタンダードなものは、ロボットの言語理解や対話とプランニングにLLMを活用するというものである。LLMは人間の言語を受け取り、それに対する応答を返すことができる。この意味で前者の「言語理解や対話」に関しては、容易に理解できるだろう。しかしこれは身体を持つロボットの行動には影響を与えない。一方で、Code as Policiesに代表されるアプローチでは、ロボットの行動計画をLLMに実行させる^[8]。LLMがプログラミングのソースコードを書くことが出来ることはご存知な読者も多いだろう。ロボットの行動計画とはある意味で、ロボットの行動命令のためのプログラミングと見なすことができる。Code as PoliciesはLLMによりロボットのプランニングを代行させるというアプローチである。

一方で、大規模言語モデルのような大量データの予測学習をロボティクスの文脈に拡張しようという取り組みもある。口火を切った研究として、GoogleのPaLM-EやRT-1(Robotics Transformer 1)、そしてOpen X-Embodimentに

よる複数拠点ロボティクス基盤モデルの開発などが挙げられる。GoogleのPaLM-Eは、画像の基盤モデルと大規模言語モデルを統合し、より柔軟なロボット制御を目指している^[9]。RT-1では、13万エピソード、700種類のロボットタスクを学習させることで、汎用的なロボット制御を実現している^[10]。また、Open X-Embodimentでは、22の異なるロボットから収集したデータを用いて、より汎用的な基盤モデルの構築を進めている^[11]。

さて大規模言語モデルで命令を理解させて、実世界においてロボットを動かせばロボットの言語理解やその知能としては十分だろうか。実は言語の理解そのものに実世界の情報が必要であるという問題もある。典型例は外部照応解析の問題である。日常会話でもよく見られる「それを取って」というような発話の「それ」が何を意味しているのかは、実世界の物体配置の情報を参照しない限りは判別できない。筆者らの研究グループでは、このような指示語を含む曖昧な発話から、具体的なロボットの行動を生成する技術の開発を行ったりもしている^[12]。

4. 集合的予測符号化とヒューマノイド

最後に、より本質的な問いとして、なぜ大規模言語モデルがこれほどまでに世界を理解しているように見えるのか、という点について触れたい。筆者は、この現象を集合的予測符号化(Collective Predictive Coding)という視点から理解することを提案している^{[13][14]}。この仮説によれば、言語そのものが集合的な予測符号化によって形成されており、そのため世界の情報が言語の分布の中に自然とコーディングされているという考え方である。詳細は関連文献に譲るが、私たち人間の身体を通して得た経験が、言語の分布情報の中にコーディングされているのではないかと筆者は考えている。だからLLMはこれほどまでに賢いのだ。

2024年に入り、世界はヒューマノイドのブームに突入してきて、開発競争がおきている。この視点は、最近注目を集めているヒューマノイドロボットの開発とも密接に関連している。例えば、大規模言語モデルを用いたヒューマノイド「オルタ3」は、追加学習なしで様々な動作を生成できるという^[15]。ここにも実は「オルタ3」自体が人間の身体に似た構造を持っているヒューマノイドだ

ということが重要な意味を持っていると考えられる。言語自体が人間の身体性に基づいて形成されているため、そのような一見困難に見えることが可能なのだ。

言語自体が人間の身体性に基づいて作られているということは、なんとなく理解はできるかもしれないが、これを明示的に理論的・科学的に語ることは容易ではない。この流れの中で、集会的予測符号化の考え方は、言語とロボティクスの融合における理論的な基盤を提供する可能性があるかと筆者は考えている。

記号創発ロボティクスが行ってきた研究の延長線上で、言語の創発と動態についての理解を深めることは、単なる技術的な課題を超えて、人間の認知や社会システムの本質に迫る重要な研究テーマであるだろう^[16]。

5. おわりに

本稿では、生成AI時代における認知とロボティクスの展望について、世界モデル、大規模言語モデル、そして集会的予測符号化という三つの視点について触れた。2022年11月末にChatGPTがリリースされて以来、人工知能研究の潮流は大きく変わり、様々な分野へと影響を与えている。ロボティクスもその一つである。大規模言語モデルが示す驚くべき言語理解能力は、人間社会が長い時間をかけて形成してきた言語という叡智の結晶を反映したものであり、それは身体性を持った人間の経験に基づいている。2024年に入ってからヒューマノイドロボットブームは、これを考えると、また違った形でその意味を私たちに提示する。集会的予測符号化の観点からすれば、ヒューマノイドロボットの開発は、単なる人型ロボットの製作という工学的課題を超えて、人間の認知、知能や身体性の本質に迫る重要な研究テーマとなる可能性があるだろう。

生成AI時代において人間の認知を理解する視座と、工学的にロボットを実現する視座は、あらためて交錯しながらも、新たなフェーズへと進んでいる。この開拓の時代において広範な分野における様々な読者が、固定概念に縛られず、本質的な洞察に基づいて、多様な新展開を産むプレイヤーとして参画されることを期待して本稿を閉じたい。

参考文献

- [1] 谷口忠大, 岡田雅司, 前山功伊, 奥村亮, 黄瀬輝「世界モデルと予測学習によるロボット制御」、日本ロボット学会誌、40巻9号、pp.790-795、2022.
- [2] D. Hafner, T. Lillicrap, J. Ba, M. Norouzi, 「Learning latent dynamics for planning from pixels」、Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning、97 巻、pp.2555-2565、PMLR、2019.
- [3] D. Hafner, T. Lillicrap, M. Norouzi, J. Ba, 「Dream to control: Learning behaviors by latent imagination」、arXiv preprint arXiv:1912.01603、2019.
- [4] M. Okada, T. Taniguchi, 「Dreaming: Model-based reinforcement learning by latent imagination without reconstruction」、IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)、pp.7520-7526、2021.
- [5] M. Okada, T. Taniguchi, 「DreamingV2: Reinforcement learning with discrete world models without reconstruction」、IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)、pp.2809-2816、2022.
- [6] R. Okumura, N. Nishio, T. Taniguchi, 「Tactile-Sensitive Newtonian VAE for High-Accuracy Industrial Connector-Socket Insertion」、IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)、pp.2617-2623、2022.
- [7] T. Taniguchi, S. Murata, M. Suzuki, et al., 「World Models and Predictive Coding for Cognitive and Developmental Robotics: Frontiers and Challenges」、Advanced Robotics、37巻13号、pp.780-806、2023.
- [8] J. Liang, L. Hao, K. Stone, et al., 「Code as policies: Language model programs for embodied control」、IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)、2023.
- [9] D. Driess, Z. Huang, Y. Li, et al., 「PaLM-E: An Embodied Multimodal Language Model」、arXiv preprint arXiv:2303.03378、2023.

- [10] A. Brohan, N. Brown, J. Carbajal, et al., 「RT-1:Robotics transformer for real-world control at scale」、arXiv preprint arXiv:2212.06817, 2022.
- [11] A. O'Neill, et al., 「Open x-embodiment:Robotic learning datasets and RT-X models:Open x-embodiment collaboration 0」、IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)、2024.
- [12] A. Oyama, S. Hasegawa, H. Nakagawa, A. Taniguchi, Y. Hagiwara, T. Taniguchi, 「Exophora Resolution of Linguistic Instructions with a Demonstrative based on Real-World Multimodal Information」、IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)、pp.2617-2623、2023.
- [13] T.Taniguchi, 「Collective predictive coding hypothesis:Symbol emergence as decentralized bayesian inference」、Frontiers in Robotics and AI、11巻、pp.1353870、2024.
- [14] 谷口忠大, 「集約的予測符号化に基づく言語と認知のダイナミクス:記号創発ロボティクスの新展開に向けて」、認知科学、31巻1号、pp.186-204、2024.
- [15] T. Yoshida, A. Masumori, T. Ikegami, 「From Text to Motion:Grounding GPT-4 in a Humanoid Robot "Alter3"」、arXiv preprint arXiv:2312.06571、2023.
- [16] 谷口忠大(編), 「記号創発システム論」、新曜社、2024.



谷口 忠大(たにぐち ただひろ)

【経歴】

2006年 京都大学工学研究科博士課程修了、博士(工学・京都大学)取得

2005年～ 2006年

日本学術振興会特別研究員(DC2)

2006年～ 2008年

日本学術振興会特別研究員(PD)

2008年～ 2010年

立命館大学情報理工学部助教

2010年～ 2017年

立命館大学情報理工学部准教授

2015年～ 2016年

Imperial College London客員准教授

2017年～ 2024年

立命館大学情報理工学部教授

パナソニック客員総括主幹技師としてAI研究開発に従事

2024年～現在

京都大学大学院情報学研究科教授

現在:専門分野:人工知能、創発システム、認知発達ロボティクス、コミュニケーション場のメカニズムデザインなどの研究に従事。書評ゲーム「ビブリオバトル」の発案者としても知られる(一般社団法人ビブリオバトル協会代表理事)。システム制御情報学会学会賞奨励賞、論文賞、砂原賞等を始め受賞多数。

主著:「記号創発システム論」(新曜社)、「心を知るための人工知能:認知科学としての記号創発ロボティクス」(共立出版)、「僕とアリスの夏物語」(岩波書店)、「賀茂川コミュニケーション塾」(世界思想社)、「コミュニケーションするロボットは創れるか」(NTT出版)、「ビブリオバトル」(文藝春秋)、「記号創発ロボティクス」(講談社)、「イラストで学ぶ人工知能概論」(講談社)、他多数

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
豎山 智博

マテリアルズ・インフォマティクス(MI)を活用した電力機器向け絶縁樹脂の探索に関する開発を進めている。絶縁材料の物性予測にBERTベースのモデルを使用し、少数データでも高精度な予測を実現した。また、深層強化学習を用いて分子構造の修正を行うスキームや、説明可能AIで予測根拠の説明性を付与する検討も行っている。これらの検討について本報で紹介する。

1. はじめに

電力機器内部には、高圧導体の絶縁や支持・固定のために多くの絶縁材料が使用されている。昨今の電力機器の小型化・高性能化に伴い、絶縁材料に要求される物理特性の過酷化かつ複合化が進んでいる。図1に示す固体絶縁スイッチギヤ(SIS: Solid Insulated Switchgear)^[1]を例にとると、SISは充電部全体が絶縁樹脂で被覆・保護される全固体絶縁方式が採用されている。このような絶縁樹脂には、絶縁破壊耐力などの電気的特性、引張・曲げ破壊応力などの機械的特性、ガラス転移温度などの熱的特性などといった複数の要求値が課せられる。さらに、近年では環境負荷特性やカーボンニュートラル・サーキュラーエコノミーを見据えたりサイクル性も重要視されており、これらに対応できる現行樹脂材料の代替候補は現状ほとんど探索されていない。

一方、計算機の発展や材料データベースのビッグデータ化を背景に、データ駆動型の材料開発手法であるマテリアルズ・インフォマティクス(MI: Materials Informatics)が金属、無機材料を中心に急速に普及してきている。絶縁材料に焦点を当てると、機械学習を用いてセラミックスや高分子材料の誘電率を予測した例^[2]や機械学習と量子

化学計算を併用してガスの絶縁破壊電界強度と沸点を予測した例^[3]はあるものの、絶縁材料を対象にMIを活用した事例はまだ少ない。その理由として、絶縁破壊現象は様々な要因が複雑に相互作用しており、従来の実験的評価手法やシミュレーションではその現象を定量的に記述し予測することが困難であること、絶縁特性に関するデータベース化が他の物性値と比較して進んでおらず、絶縁特性を予測するのに十分なデータ数がないこと等が挙げられる。さらに、電力機器などの絶縁材料として使用する材料に対しては、絶縁特性だけではなく、例えば固体材料であれば機械的特性や熱的特性についても実用上十分な特性を有することが要件として課される。これらの特性をすべて満足する材料は限られており、実験的に最適な材料探索を行うことは困難である。特にデータベースについては絶縁性能に関しては実験的に取得されるべき物性値が多く、急激なデータベース拡充が期待できない。そのため、少数データだけでも精度の高い予測が可能となれば、絶縁分野における積極的なMIの活用が期待できる。さらに言えば、第一原理計算などの計算によって得られるようなミクロスケールの物性値を一切介さない“End-to-End”な物性予測が可能となれば、絶縁分野に限らず、

MI活用によって材料開発のリードタイムはさらに短縮すると考えられる。

そこで、少数データを用いた絶縁材料の物性予測手法を確立し、この予測モデルに基づく新たな絶縁材料の探索手法等について検討を行った事例について紹介する。



図1 固体絶縁スイッチギヤ^[1]

2. 自己教師あり学習による絶縁樹脂の物性予測

2.1 分子情報の入力方法

本報では、分子構造から観測可能なマクロ物性値を直接予測するモデルをベースとする。分子構造の情報を予測モデルに入力するために、様々な分子構造の表現方法が提案されている。ここでは取り扱いが容易なSMILES (Simplified Molecular Input Line Entry System)を用いた。SMILESはグラフ理論に基づき分子構造を文字列で表現した線形表記法であり、原子や結合、分岐、環情報などが含まれている。同じ分子でも数え上げの開始点によって複数の表記が存在するため、表記ルールを一意に定めて分子表現の揺らぎを避けたCanonical SMILESを用いるのが一般的である。

2.2 物性予測モデル

本報では、少数データの予測に有効な自己教師あり学習を用いた。自己教師あり学習は、事前学習として教師ラベルのない大量のデータセットから疑似的なラベルを

自動生成してデータセットの特徴的な傾向を学習し、その後教師ラベルのあるデータセットを用いて教師あり学習を行うことで、少数データでもうまく学習を収束させる学習手法である。ここでは、2種類の手法について検討を行った。

(1) MolPMoFiT

MolPMoFiT (Molecular Prediction Model Fine-Tuning)^[4]は言語モデルのULMFiT (Universal Language Model Fine-tuning)^[5]をSMILESに応用したモデルであり、基本的な学習プロセスはULMFiTと同一である。モデルは、入力データ長さを調整するEmbedding層、特徴抽出を行うEncoder層およびタスクに応じた全結合層の3つからなる。MolPMoFiTでは、ある分子のSMILES文字列の最後のトークン(意味のある最小単位。SMILESでは元素を表すアルファベット1~2文字や結合を表す“=”や“#”などの記号がトークンになる場合が多い)をマスクしたものを入力とし、マスクしたトークンが何だったのかを当てる分類問題を事前学習とする。その後、事前学習済モデルに対して予測したいタスクのデータセットを用いてモデルのファインチューニングを行う。学習後、最終層だけをタスクに応じた層に置き換え、教師あり学習として少数の教師ありデータセットで再度ファインチューニングを行う3段階のプロセスを経る。MolPMoFiTはLSTMベースのモデルを用いてることから、トークン間の隣接関係を中心に特徴量抽出を行う。

(2) RoBERTa

RoBERTa (Robustly Optimized BERT Pretraining Approach)^[6]は、自然言語処理のモデルの一種であるBERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)^[7]をチューニング・改良し、BERTの汎用性を高めたモデルである。RoBERTaはBPE (Byte-Pair Encoding)によるサブワードレベルのトークン化を行うEmbedding層と特徴量を抽出する多層のTransformer層からなる自然言語処理向けのモデルである。入力されたトークンのうちの一部をランダムにマスクし、そのトークンが何なのかを当てるタスクを事前学習とする。MolPMoFiTでは文字列の最後のトークンだけを当

てるタスクであるのに対し、RoBERTaでは文字列の中のランダムな複数のトークンを当てるタスクであること、またRoBERTaではAttentionを用いているため、MolPMoFiTよりもより効率的な特徴量抽出が行えることが期待できる。

2.3 学習と評価方法

事前学習では、PubChem^[8]から抽出した約100万種の分子を用い、MolPMoFiTではSMILES文字列の最終トークンを予測する分類タスク、RoBERTaではSMILES文字列をランダムに15%マスクし、そのトークンを予測する分類タスクについて事前学習を行った。その後、各物性値を予測するモデルにモデルを転移させ、教師ありデータセットを用いてファインチューニングを行った。教師ありデータセットについては、PoLyInfo^[9]から取得したデータ数100程度の4物性(密度、ガラス転移温度、溶解温度、引張破壊応力)のデータセットを用いた。各物性に対して標準化を行ったものを目的関数とし、入力については、ポリマーの代表構造であるモノマーのSMILES文字列とした。学習データとテストデータのR²決定係数とMSE(平均二乗誤差)をそれぞれ算出し、比較を行った。R²決定係数とMSEはそれぞれ以下の式で得ることができる。

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (2)$$

なお、損失関数にはMSEを使用した。

2.4 学習結果

MolPMoFiTの予測精度を表1に、RoBERTaの予測精度を表2に示す。各物性値について、予測モデル毎の学習データおよびテストデータのR²決定係数とMSEを記載している。MolPMoFiTおよびRoBERTaを用いることで、全ての物性値に対して高い予測精度を示した。また、各物性値の予測結果に関するパリティプロットを図2(MolPMoFiT)および図3(RoBERTa)に示す。各図(a)は密度、各図(b)はガラス転移温度、各図(c)は溶解温度、各図(d)は引張破

壊応力である。MolPMoFiTではData Augmentationによるノイズ付加のデータ水増しを行っているため、RoBERTaのパリティプロットよりもプロット数が多い。学習のプロットとテストのプロットに大きな乖離はなく、適切な学習が行えている様子が確認できる。一方、ノイズを考慮したData Augmentationを行っているため、予測値=正解値の直線に完全に適合するわけではなく、ある程度幅を持って予測値=正解値の直線に乗っていることもパリティプロットから分かる。R²決定係数について各種予測モデルの比較を行ったグラフを図4に示す。同図は-0.4≤R²≤1の領域を拡大しており、一部の値がグラフから外れていることに注意されたい。また、本検討ではMolPMoFiT、RoBERTa以外の一般的な機械学習および深層学習モデルについても比較検討に含めており、各モデルの詳細については解説書等を参考にされたい。深層学習の適用により全体的な予測精度は大幅な向上を実現できており、とりわけLSTMおよびGCNでは精度の出なかった引張破壊応力について、MolPMoFiTの適用で改善できたことが確認できる。また、単純な深層学習モデルでも比較的精度が高かった他の物性についても、MolPMoFiTおよびRoBERTaの適用でテスト精度に改善の傾向が見られた。このことは、引張破壊応力をはじめとする今回対象とした4物性全において、事前学習による予測精度向上の効果があることを示している。

表1 MolPMoFiTによる各物性値の予測精度

物性値	学習データ		テストデータ	
	R ²	MSE	R ²	MSE
密度	0.885	0.177	0.702	0.133
ガラス転移温度	0.954	0.061	0.795	0.237
溶解温度	0.893	0.179	0.487	0.477
引張破壊応力	0.796	0.217	0.266	0.321

表2 RoBERTaによる各物性値の予測精度

物性値	学習データ		テストデータ	
	R ²	MSE	R ²	MSE
密度	0.972	0.037	0.763	0.124
ガラス転移温度	0.979	0.022	0.787	0.197
溶解温度	0.964	0.047	0.469	0.465
引張破壊応力	0.964	0.040	0.687	0.223

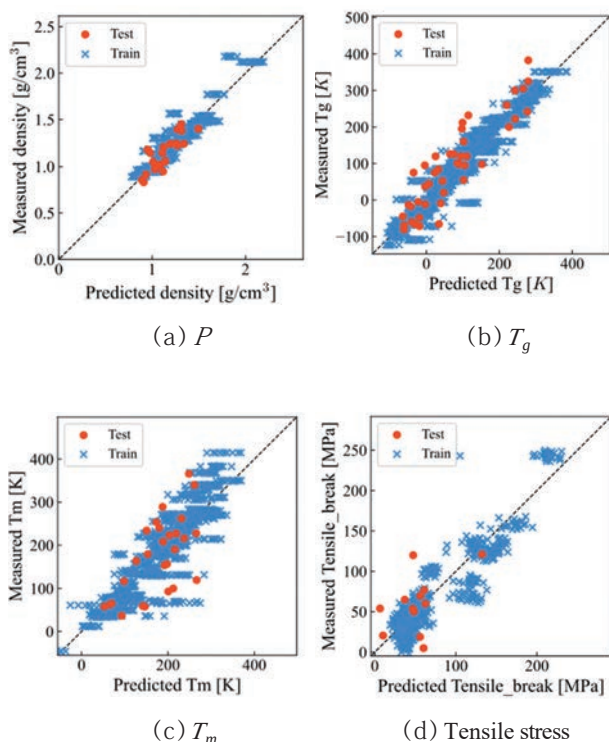


図2 MolPMoFiTによる各物性値のパリティプロット

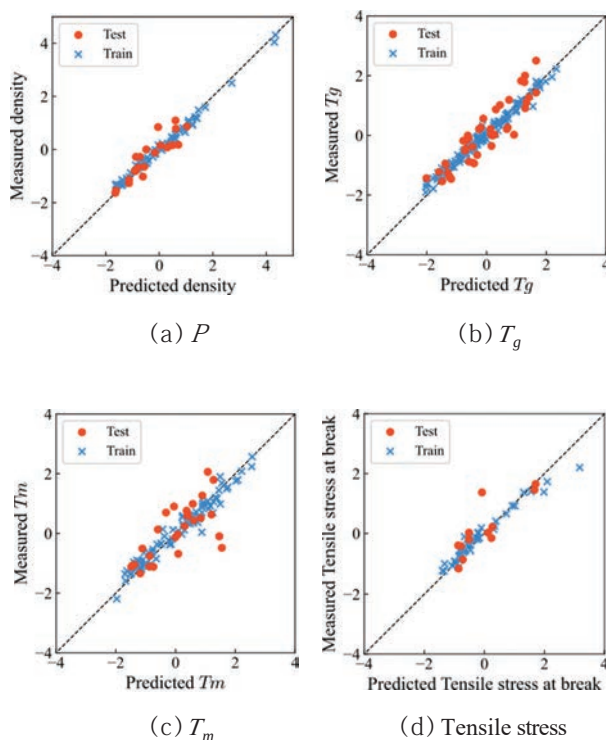


図3 RoBERTaによる各物性値のパリティプロット

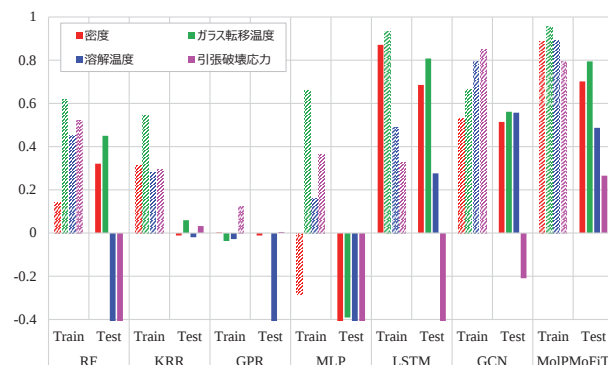


図4 各種予測モデルの R^2 決定係数の比較

2.5 RoBERTaによるSMILES生成

RoBERTaの事前学習にSMILESの構造成立性を学習させるタスクを追加し再学習した。以降、これを修正RoBERTaと述べる。具体的には、RoBERTaの事前学習においてマスクトークンを埋めて出力されたトークン列に対してフィンガープリント変換を行い、変換可能なトークン列については構造成立するもの、変換不可能なトークン列については構造成立しないものと判定し、構造成立度(構造成立したSMILES数の割合)が高くなるよう損失関数を定義し、MLMタスクにおける損失関数の和が最小となるように学習させた。図5に、修正RoBERTaによる仮想データセットから予測された各物性値をプロットしたグラフを、引張破壊応力が最も高い3分子の分子構造を図6に示す。仮想データセットはPubChemから約100万個の分子を抽出し、BRICS(Breaking of Retrosynthetically Interesting Chemical Substructures)によるフラグメント化と結合により、未知分子を含む10万個の分子からなる。修正前のRoBERTaでは密度およびガラス転移温度が高い領域にも分子が生成されなかったが、修正RoBERTaではその領域でも分子が生成されるようになり、生成分子も比較的複雑な構造を示すように改善されることが分かった。RoBERTaの修正により、構造成立度(全生成分子のうちSMILES変換可能な分子の割合)は0.012%から3.14%まで大幅に改善することができた。

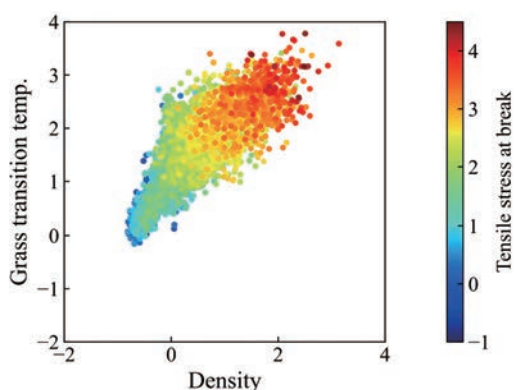


図5 修正RoBERTaにより得られる仮想データセットの物性ヒートマップ

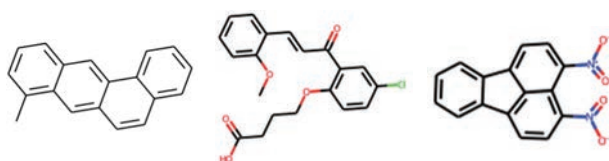


図6 修正RoBERTaにより得られる引張破壊応力が最も高い3分子

3. 深層強化学習による生成SMILESの修正

深層学習による分子構造生成モデルは分子構造成立性が困難であり、誤った分子構造を容易に出力するという欠点がある^[10]。また、既に学習済みのモデルについては再学習が必要となり計算コストが大幅に増加する。そこで、誤った分子構造を事後修正する深層強化学習モデルを構築し、生成モデルを修正・再学習させることなく分子構造の成立性を高める手法について検討した。

3.1 深層強化学習モデル

対象材料はポリマーとし、ポリマーの基本単位であるモノマー構造をSMILESで表記した文字列を用いた。トークン化されたSMILES文字列を入力とするLSTM層および全結合層からなる深層学習モデルによりエージェントの最適行動価値関数を求めるDeep Q Network (DQN)を採用した。エージェントの状態、行動および報酬については、以下のモデルとした。

- (1) 状態: エージェントがどのトークンに注目しているか
- (2) 行動: どのトークンに置き換えるか
- (3) 報酬: 1つのSMILESに対してすべての行動を終えた後に、修正箇所の数と構造成立性に対して得られる利益

入力とするSMILESデータベースはSMILES記法に何らかの誤りがあるものとし、系列長が50以下のものに限定した。入力された1つのSMILESに対してすべての行動を取り終えて報酬を得るまでを1 episodeとし、30,000 episodes、すなわち30,000個のSMILESを用いて学習を行った。

3.2 学習結果

図7に学習時に得られた報酬の遷移を示す。学習の初期では報酬の遷移が不安定だが、学習が進むにつれて報酬が安定して高い値を示す様子が確認できる。本モデルでは、25,000～30,000 episodes程度で報酬が最大値を得るような結果が得られた。すなわち、SMILES系列長が50以下では、数万個程度のデータセットを用いることでSMILESの修正が可能となることを示している。構造成立度は本モデルで4.13%まで改善することができた。

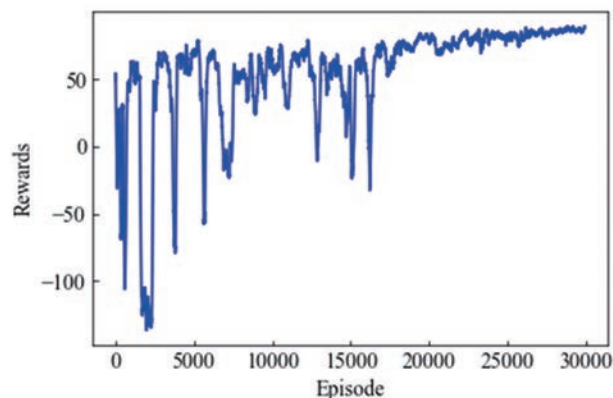


図7 学習時の報酬の遷移

4. 説明可能AIによる物性予測根拠の付与

前章までの検討により、BERTを用いた自己教師あり学習が各種物性予測に高い精度をもたらすことが分かった。しかしながら、BERTを含む深層学習はモデルの学習過程や学習済関数がブラックボックスであるため、高い性能を持つ分子構造を提示した際に、なぜその分子構造が優れているかを説明することができない。そこで、ブラックボックスな予測スキームの説明性を付与・向上させるため、説明可能AI(XAI: explainable AI)と呼ばれる手法を用い、予測プロセスの説明性を付与することを試みた。

4.1 説明性付与の方針

BERTのアーキテクチャであるTransformerに備わっているAttention機構を用いてBERTの性能予測における判断根拠を明らかにすることで、予測根拠の説明性を付与する。BERTは複数層のTransformerを持ち、さらにTransformer内にはAttention機構を有するMulti-head Attentionを持つ。Multi-Head AttentionはScaled Dot-Product AttentionをメインとするAttentionを得るためのネットワークが複数並列で構成される。本検討では、Transformerは6層、Multi-Head Attentionは12並列のものをを用いた。Scaled Dot-Product Attentionにおいては、query(Q)、key(K)、value(V)を受け取ってAttentionが計算される。Attentionは次の式で求められる。

$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \quad (3)$$

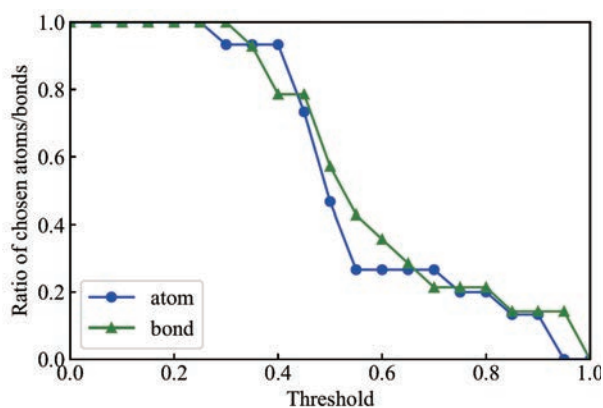
ここで、 d_k は Q および K の次元数である。特に、 Q 、 K および V がすべて同じであるとき、Self-Attentionと呼ばれ、同文字列内のトークン間の関連性を評価するときに用いられる。本検討では、BERT内部で計算されたSelf-Attentionに基づき各トークン間の相関関係を定量化することで、BERTの予測プロセスにおいてどのトークンに注目しているかを明らかにする。

4.2 予測結果の説明性付与に関する検討

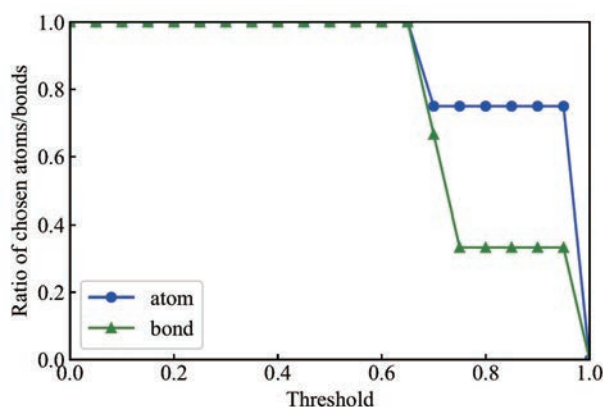
各分子における最終レイヤーのAttentionを最大値で規格化した後、閾値より大きいAttentionを持つトークンを抽出し、分子構造上に描画した。その際、閾値を変化させたときに選択されるトークンの割合の変化を算出各分子におけるAttentionの最大値を用いてAttentionを規格化し、任意に指定する閾値を上回るAttentionを持つトークンを注目トークンとして抽出する。このとき、抽出の閾値を変化させたときに注目トークンの割合がどのように変化するかを観測することにより、優先的に抽出されるトークンにどのようなものが含まれるか検討した。例としてガス分子についてBERTを用いて沸点を予測したものについて、トークン抽出の閾値を変化させたときに沸点予測において注目トークンとして抽出される原子および

結合の割合変化を図8に示す。同図(a)は沸点が最も大きい分子の割合変化、同図(b)は沸点が最も小さい分子の割合変化である。また、同図の横軸はAttentionの閾値、縦軸は原子および結合トークンにおいて注目トークンとして抽出された割合を示している。閾値が1に近い領域で注目トークンとして抽出されると、そのトークンのAttentionが高いということを示す。沸点が最も大きい分子については、原子・結合の注目トークン割合が同等に変遷する傾向が見られた。一方で、沸点が最も小さい分子については原子が注目トークンとして抽出されやすい傾向が見られた。これらの分子について、抽出された注目トークンを可視化した分子構造を図9に示す。同図(a)は最も沸点が高い分子(閾値0.7)、同図(b)は最も沸点が低い分子(閾値0.9)の抽出結果である。沸点の高い分子では主鎖の原子とその結合にフォーカス、沸点の低い分子では原子にフォーカスする傾向が確認できる。沸点は分子間力の大小で決まる傾向があることが一般に知られており、BERTの予測においても人間が沸点の大小を議論するのに近い感覚でトークンを注目している様子が伺える。

次に、樹脂材料に対して物性値が高いと予測した既存樹脂であるポリイミドについて同様に評価した。図10に予測値に寄与すると判断されたポリイミド中の部分構造を可視化したものを示す。同図(a)は溶解温度、同図(b)は引張破壊応力であり、Transformer最終層のAttention上位10組に含まれる原子・結合を可視化している。注目を置いている箇所がイミド基に集中しており、イミド基とその相手となる炭化水素基との結合関係も重要視している。すなわち、イミド基の存在とその相手が物性値を高めている可能性を示唆している。本結果は高分子材料工学における分子構造論と同様の説明^[11]がなされており、本予測モデルが出力した高い予測値の裏付けが正しくできていることを示している。

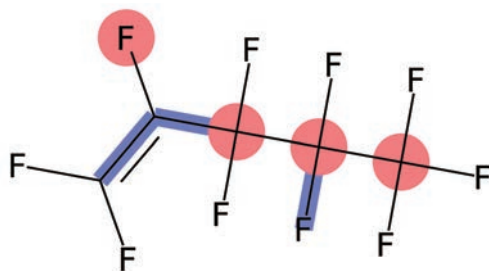


(a) 高沸点分子

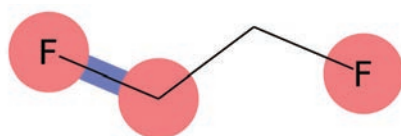


(b) 低沸点分子

図8 沸点予測において注目トークンとして抽出される原子および結合の割合変化

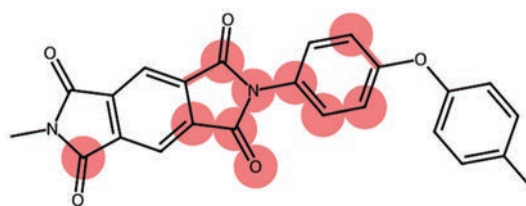


(a) 高沸点分子(閾値0.7)

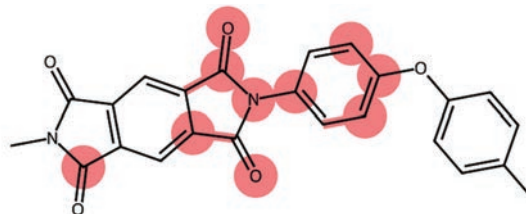


(b) 低沸点分子(閾値0.9)

図9 抽出された注目トークン



(a) 溶解温度



(b) 引張破壊応力

図10 物性値予測値に寄与すると判断されたポリイミドの部分構造

5. おわりに

少数データを用いた絶縁材料の物性予測手法を確立し、この予測モデルに基づき新たな絶縁材料を探索・提案することを目的に、その予測と材料構造探索に関して手法の検討やモデル構築等を行い、その有効性について評価した。しかしながら、分子構造生成の高度化については構造成立性のみの議論で終止しており、合成可能性などの材料開発における後工程の議論には至っていないことから、材料開発プロセス全体を見越した構造生成手法の検討を行う必要がある。また、説明性付与についても限定領域での適用にとどまっていることから、異なる物性に対する評価や定量化検討、さらには分子構造探索への応用等、検討の余地は多く残されており、継続的な検討が必要である。

参考文献

- [1] 東芝インフラシステムズ株式会社、固体絶縁スイッチャカタログ、
<https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/infrasolution/www/infrastructure/social/assets/pdf/KSP-2379.pdf> (accessed 2024-11-20).
- [2] D. J. Scot, P. V. Coveney, J. A. Kilner, J. C. H. Rossiny, and N. Mc N. Alford, "Prediction of the functional properties of ceramic materials from composition

using artificial neural networks”, Journal of the European Ceramic Society, vol. 27, pp. 4425–4435, 2007.

- [3] M. Rabie, D. A. Dahl, S. M. A. Donald, M. Reiher, and C. M. Franck: “Predictors for Gases of High Electrical Strength,” in IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol. 20, pp.856–863, 2013.
- [4] X. Li and D. Fourches, “Inductive transfer learning for molecular activity prediction:Next-Gen QSAR Models with MolPMoFiT”, in Journal of Cheminformatics, 12, 27, 2020.
- [5] X. Howard, and S. Ruder, “Universal Language Model Finetuning for Text Classification”, in Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, vol. 1, pp. 328–339, 2018.
- [6] Y. Liu, M. Ott, N. Goyal, J. Du, M. Joshi, D. Chen, O. Levy, M. Lewis, L. Zettlemoyer, and V. Stoyanov, “RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach”, in arXiv:1907.11692, 2019.
- [7] J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, “BERT:Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding”, in arXiv: 1810.04805, 2018.
- [8] PubChem, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- [9] PoLyInfo, <https://polymer.nims.go.jp/>
- [10] W. Jin, R. Barzilay, and T. Jaakkola, “Junction Tree Variational Autoencoder for Molecular Graph Generation”, in Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning, vol. 80, pp.2323–2332, 2018.
- [11] 今井淑夫, 「ポリイミドの構造と物性」、エレクトロニクス実装学会誌、4巻、7号、pp.640–646、一般社団法人エレクトロニクス実装学会、2001.



豎山 智博（たてやま ちひろ）

【経歴】

2016年 株式会社東芝入社

2016年～2018年

真空絶縁技術開発および電力系統解析業務に従事

2018年 東芝インフラシステムズ株式会社に事業承継

2018年～現在

スイッチギヤ向け絶縁技術開発および気中沿面絶縁技術開発に従事

「インクルーシブAI開発」スキームを用いた ケーブル製品の詳細評価

住友電気工業株式会社
解析技術研究センター 主席

星名 豊

2024年KECセミナー「未来を創るAI ビジョンと挑戦」において、「計測インフォマティクス」の取り組みとして画像解析およびスペクトル解析の事例を取り上げた。後者、具体的にはベイズ推論を用いて表面分析データから試料の内部構造の情報を引き出す取り組みについては別途 *Japanese Journal of Applied Physics* (JJAP)^[1] にて報告とさせていただき、本報告では前者を詳しく取り上げる。住友電気工業株式会社では、主力製品のひとつである各種ケーブル製品の高品質化、および障がい者活躍推進の両方に寄与する取り組みとして、「インクルーシブAI開発」によるケーブル評価スキームを運用している。ケーブルを構成する素線1本1本の実形状を深層学習等によりすべて抽出するが、その全工程を知的障がい者の方々が実施できるようになってきた。本論文の内容が、「AI」に関する新たな将来像を考察するヒントとなれば幸いである。

1. はじめに

「第3次AIブーム」という単語が世を飛び交うようになって久しく、住友電気工業株式会社(以下「当社」)でも各方面でAIを用いたデータ利活用を推進している。著者の所属する解析技術研究センター(以下「解析研」)は、各種機器分析を活用した社内の事業課題に対するソリューション提供を主業務のひとつとしている。昨今の分析機器の高性能化に伴い大容量・高次元の測定データが容易に得られるようになったため、深層学習をはじめとした種々のデータ分析手法を活用した情報抽出が必須となっている。その一方で、それらデータ利活用を含むデジタルトランスフォーメーション(DX)を推進する人材は慢性的に不足しがちであり、さらにわが国における今後の労働人口大幅減少を見据え、DX推進のためのより効率的な人材活用スキーム構築も喫緊の課題といえる。

当社では上記課題への対応として、特例子会社すみでんフレンド株式会社(以下「フレンド」)とともに、フレンド

ド所属の知的障がい者の方々(本論文の業務にあたる方はすべて知的障がい者の方々であるが、以下単に「障がい者」と記載する)が主戦力となって深層学習を用いたデータ分析タスクを実行するスキーム構築を推進している。法定雇用率が今年2024年4月から2.5%、2026年7月から2.7%と段階的に引き上げられていく中^[2]、フレンドにおける従来の主業務を超えた新規業務開拓の一環として、障がい者が当社の「本業」であるケーブル製品の設計や品質評価において主戦力として活躍できる取り組みである。

本論文ではまず、当社の主力製品である各種ケーブル製品を評価する独自技術「素線追跡」に関して説明する。後半では「インクルーシブAI開発」(Inclusive Artificial Intelligence Development:以下“InAID”と表記)の第一歩として、その素線追跡の全工程を障がい者に移管した取り組みについて紹介する。

2.「素線追跡」によるケーブル製品定量化

当社の主力製品のひとつである各種ケーブル製品(電線ケーブル、光通信ケーブルなど)は一般的に、数百本、数千本など大量の「素線」(電線ケーブルなら銅やアルミのワイヤ、光通信ケーブルなら光ファイバ)の集合体であり、それら1本1本の性能が積み重なってケーブル全体の特性が決まっている(図1)。その1本1本の素線形状を実測するため、当社では「素線追跡」^{[3][4][5]}という独自技術を開発し運用している。

なお、本論文では素線追跡の技術そのものについては概要を述べるにとどめる。素線追跡の一般向け技術解説は文献^[4]にあり、フリーでダウンロード可能となっているためご興味のある方はそちらを合わせて参照されたい。

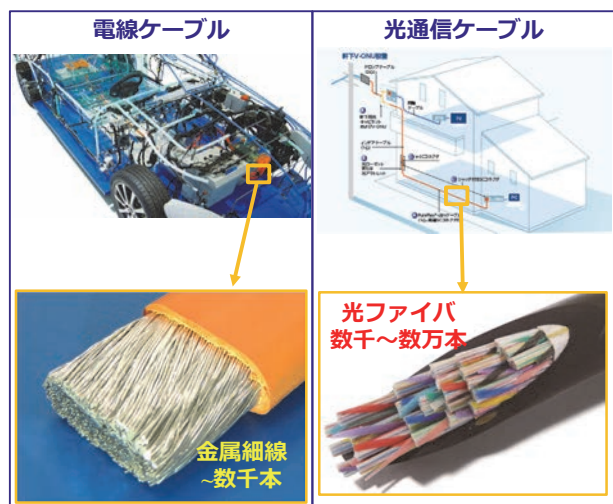


図1 ケーブル製品の例

2.1 ケーブル素線追跡の概要

素線追跡の全体スキームを図2に示す。まずケーブル試料のX線CT観察を行い、得られた断面CT画像群において、素線すべての座標を深層学習(U-Net^[6])により抽出する。抽出した座標群を画像間で連結し、最終的な素線すべての「軌跡」データを得る。

素線追跡の品質を大きく左右するのが、U-Netによる(しばしば不鮮明な)CT画像からのセグメンテーション工程である。素線座標を抽出するU-Netのモデル作成は一般的な画像解析タスクと同様、人手でのアノテーションによる訓練データの作成⇒訓練データを用いた学習⇒学習済モデルによる画像データの推論⇒推論結果の確認/修正⇒修

正結果を訓練データに追加…というスキームに沿って進む(図3)^[5]。このループのたびに新たな訓練データが追加されるが、その際画像に映る全ての素線に対してゼロからアノテーションするのではなく、仮のU-Netモデルによる推論結果をベースとして、推論が正しいと思われる箇所はそのまま残し、推論が誤っているような箇所のみを人間がチェックしアノテーションを行う。これは典型的な能動学習のスキームに相当する。

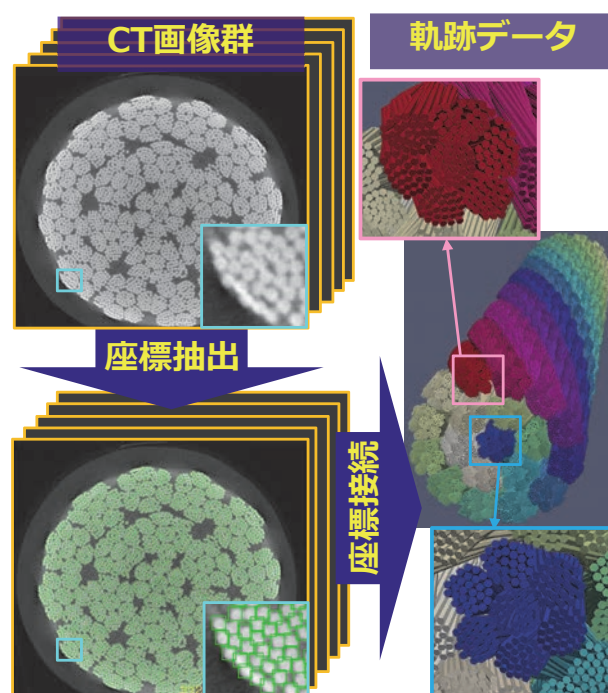


図2 素線追跡の全体スキーム

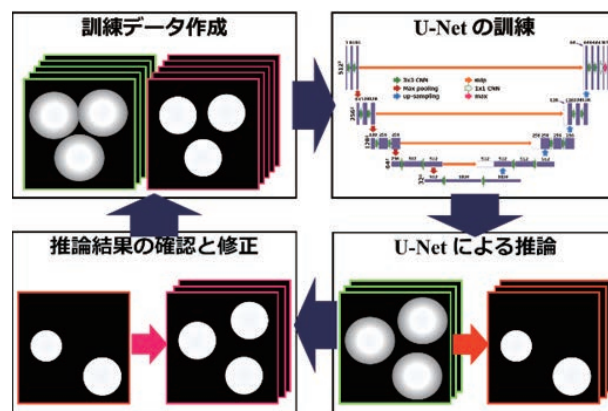


図3 素線追跡における能動学習スキーム^[5]

2.2 素線追跡の活用例

得られた素線の軌跡データは様々な用途に活用できる。最も素直な応用のひとつは素線ごとの曲率評価であり、

光通信ケーブルを冷却した際の素線(光ファイバ)の曲率評価から低温環境下での伝送ロス増の議論につなげた事例^[3]を報告済である。また複雑な構造の電線ケーブルにおいて、構成する素線を撚り束ごとに自動分割した例^[4]や、曲がった状態の電線ケーブルの評価事例^[5]なども報告済である。これらの評価はいずれもケーブルの単純な外観検査などでは行えず、ケーブルを構成する素線に対する素線追跡を用いて初めて実現する。当社では今後も本技術を用いて、各種ケーブル製品の詳細な品質評価や知財化による製品競争力向上を推進していく。

本論文では技術の紹介はここまでにとどめ、以降は素線追跡の障がい者移管をメインに述べていく。大きく曲がった状態でのケーブル観察など、当社で推進している最新のケーブル観察・データ解析技術については近く「テクニカルレビュー」(当社のいわゆる「技報」に相当し、過去報告^[3]もそのひとつ)などで報告予定^[7]である。

3. 「素線追跡」の障がい者移管

2章で述べた「素線追跡」は当社のケーブル製品評価に欠かせない工程となっているが、解析研内における限られたリソースのみで、当社グループの多種多様なケーブル評価ニーズに応えていくことは容易ではない。そこで2022年よりフレンドと協力し、素線追跡の作業を障がい者に移管する取り組みを開始した。一般的な特例子会社において、文書管理やデータ入力の業務は主業務となっていることが多いが^[8]、本論文のような深層学習モデル作成を主業務としている報告例は見当たらなかった。そのため参照する過去資料等が無い中試行錯誤を繰り返し、移管を進めていった。以下その移管の詳細について紹介する。

3.1 訓練データの作成+接続結果の修正

まずは、それまで著者がすべて一人で行っていた素線追跡の全工程を細かく分解し、障がい者に比較的容易に実行可能と考えられる作業を抽出することから開始した。真っ先に移管ターゲットとしてあがったのは、図3のU-Netモデル作成工程のなかでも人的工数が膨大で、かつ機械学習に関する専門知識が比較的要求されない、アノテ

ションおよび推論結果の確認/修正の工程であった。フレンド事務所での現地ヒアリングや種々の汎用的なソフトウェアによる作業テストを重ねていき、最終的には本作業を行う専用ソフト^[4]を株式会社クオルテックと共同開発し、作業の完全移管に至った。

図4は開発した専用ソフトを用いた推論結果の確認/修正を行う画面の例である。CT画像上での直感的なマウス操作によって素線の座標を示すアノテーション作業、およびU-Netによる推論結果を確認/修正する作業が可能である。漢字を苦手とする作業者を想定しメニューはすべて平仮名表記とし、また作業者がなるべく混乱しないよう、メニュー自体も最低限の数に絞っている。

移管に際し、実際のアノテーション作業の速度を、著者と障がい者として比較し、後者のほうが2倍程度早く、かつ品質も十分である、という実験結果が得られた(これは著者自身も当初全く想定していない結果であった)。つまりこの移管は「健常者の作業を障がい者に分け与える」という位置づけではなく、あくまで当社グループ全体のなかでの作業効率化の最適解となっている。

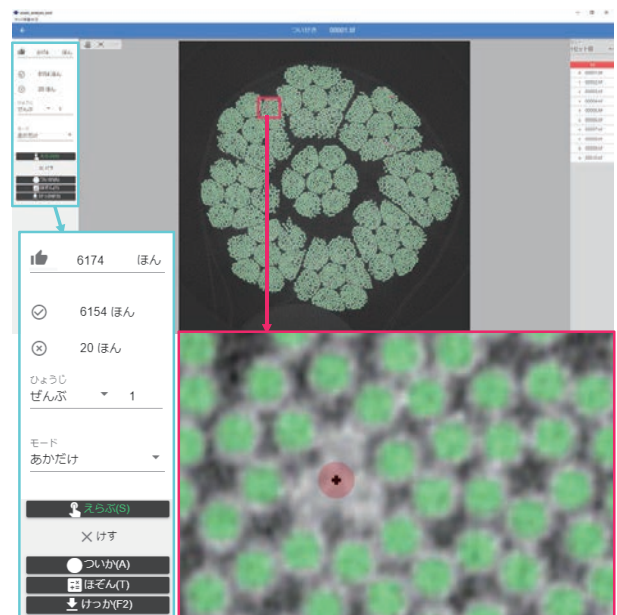


図4 推論結果の確認/修正画面の例^[4]

また、本ソフトでの「座標接続」はU-Netにより抽出された座標群の接続ミス箇所を探しながらそれをつぶしていく、という一種のゲームのような作業となっている。

図4のケースでは全素線6174本のうち6154本が接続に成功し、残り20本は区間のどこかで接続に失敗している。ここから接続ミス箇所を修正するごとに追跡成功本数の数字が増えていき、それが「正解」である6174本に達したらこのゲームはクリアとなる。作業される方は本作業をかなり楽しんでおられる様子である(3.3で後述)。ゲームにより数理的に困難な問題を解決した最高峰の事例としては、タンパク質の立体構造予測をゲーム化した「Foldit」^[9]が知られている。我々も大量のデータ解析業務を捌いていく中で、少しでもデータ解析作業を快適にするため、遊び心も重要である。

3.2 深層学習モデルの作成

アノテーションおよび推論結果の確認/修正作業の移管が完了したところで(ケーブル評価の需要が増加し、著者一人ではいよいよ手が足りなくなったこともあり)、「U-Netモデル構築自体もフレンドに移管できるのでは」と考えるようになった。ただし、いくらアノテーション作業等でケーブルCT画像の扱いに慣れているとはいえ、障がい者自身でプログラム言語を駆使して深層学習モデル構築を行うのはさすがにハードルが高いと考えられた。

そこで、「ケーブルCT画像からの素線座標抽出のためのU-Netモデル構築」に関わる最低限の機能だけを実行するソフトウェア試作品(図5)を構成した。細かなハイパーパラメータ調整を諦めることで(図5の操作画面にあらわに表示していないだけで、隠しメニューで調整すること自体は可能)、このシンプルな操作画面を実現している。図4と同様、すべてのメニューを平仮名表記とし、かつメニューの数も最低限に絞っている。



図5 障がい者がU-Netモデル構築を行うための「フレンドU-Net」(社内通称)試作システム画面

データのフォルダを選び、図4のソフトウェア等を用いて準備した訓練データを「がくしゅう」ボタンで学習させ、その後「すいろん」ボタンで推論、さらに同じく図4のソフトウェア等で推論結果を確認/修正した結果を「つか」ボタンで訓練データに追加し、再度「がくしゅう」ボタンを押して再学習…、という能動学習フローを、図5の画面操作だけで直感的に行うことが可能となっている。

この試作システムを用いて障がい者へ現地指導を重ね、素線追跡全工程をフレンドのみで実行することが可能となった。ここでは図6に示す光ケーブルのCT画像群からの素線追跡を例として取り上げる。このようなCT画像1898枚(図6はその1枚目)に対して、フレンドでの素線追跡を実行した。

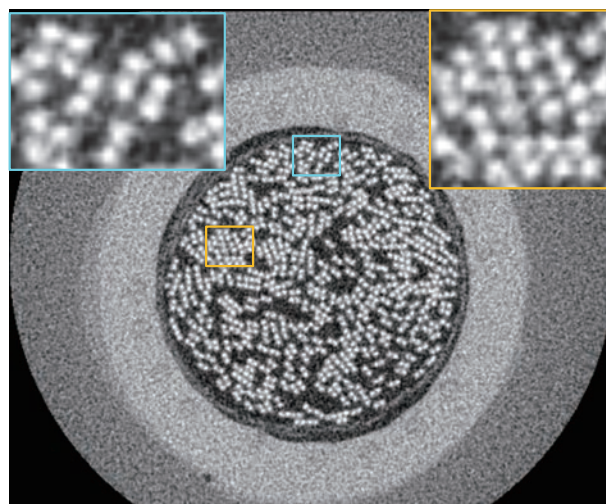


図6 光ケーブルの低温CT観察データ^[3]

まず著者がケーブル試料のX線CT画像データ(典型的には数千～5千枚程度)を所定のフォルダに置く。それ以降はすべてフレンドでの作業となり、訓練データの作成からU-Netモデル作成、最終的な軌跡データの構築までを一貫して実行する(図7)。最終的に軌跡データに相当するCSVファイルおよびその構築に用いたU-Netモデルを、フレンドにて所定の場所に置き、業務は完了となる。結果の一例を図8に示す。この例では元の(低温観察^[3]にともなう)不鮮明な画像(図6)から864本の光ファイバ座標を捉えて接続し、864本分の軌跡を構築できた。図6には例として番号1番と864番が付与されたファイバの近傍を拡

大図として示している。

実はこのデータは、本論文の主題であるInAIDに関する最初期の取り組み報告^[3]で取り上げたものと同じデータである。この当時、フレンドでは画像のアノテーション作業のみを受け持ち、それ以降の深層学習モデル作成や推論結果修正などの工程はすべて著者が行っていた。現在ではこれをさらに進め、障がい者がモデル構築および推論工程を含めた素線追跡の全工程を実行する状態まで到達させることができた。



図7 フレンドにおいて実際に障がい者の方が図6の画像データに対する素線追跡作業を行う様子
(左:U-Netモデル構築 右:推論結果修正)

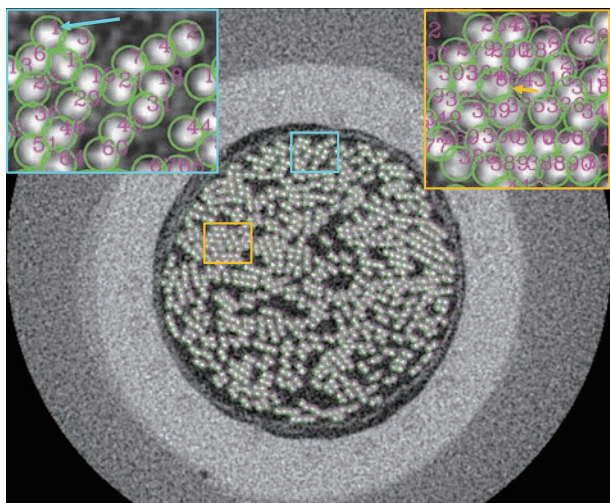


図8 光ケーブル素線追跡の結果
(例として1枚目の結果を示すが、全1898枚に対して同様の結果が得られている)

作業移管にあたって、著者とフレンドの監督者および実際に作業にあたる方々と現地協議を重ね、作業標準資料を作成した(図9)。図4や図5のシステムがすべて平仮名表記なのと同様、作業標準資料もすべて振り仮名をふって記載しており、アクセシビリティに配慮している。

フレンドにおける最初の素線追跡全工程実施の成功後、現在はこのスキームに関するスキルアップ&作業可能な人員増の取り組みを進めている。今後は本論文で取り上げたものより高難易度(画像がより不鮮明)なケースなどにも、フレンドにて短納期で対応できる体制を構築していく。

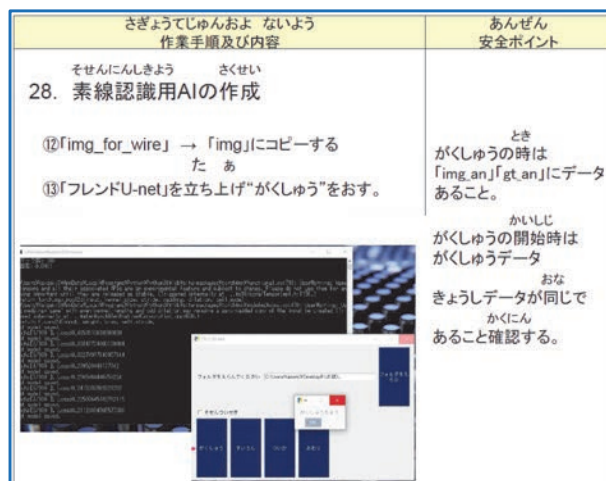


図9 フレンドにおける素線追跡の作業標準資料の一部

3.3 フレンド移管によるメリットと所感など

決して少なくない人的工数を要する素線追跡の全作業をフレンドに移管できたことにより、解析研ではその軌跡データの活用(ケーブル品質の議論や知財化等)に注力することができ、組織全体としての業務効率化および高度化が推進できる。アノテーションなどの深層学習タスクの一部を「外部業者に委託」する、という事例をしばしばみかけるが、フレンドの障がい者の方々はあくまで当社グループ内社員であるため、設計情報などの極秘事項をふくむCT画像を扱いやすいという大きなメリットがある。

本論文のここまでの文書は、障がい者の方々に業務を依頼する側(著者)の立場から記載してきたものである。本取り組みをさらに進めていく上での調査として、実際に素線追跡スキームに携わっている、フレンド所属の障がい者の方々に、「素線追跡」について思うところをフリーで記載してもらった。その一例を図10に示す。意外と言っては大変失礼だが、この方は図3の能動学習スキームをかなり正確に把握されており、個々の作業をただ請け負っているわけではなく、その位置づけを理解して実

行していることがわかった。依頼する側として驚くとともに今後に向け大変励みになった。

図4の修正作業でミスゼロを達成するゲームに達成感を感じていただいている一方で、当初から懸念されたことではあったが、やはり目が相当疲れるという意見があがっている。作業可能人員を増やし複数人で作業を分担する、さらに一日あたりの作業従事時間制限などの管理を設けることなどが重要である。

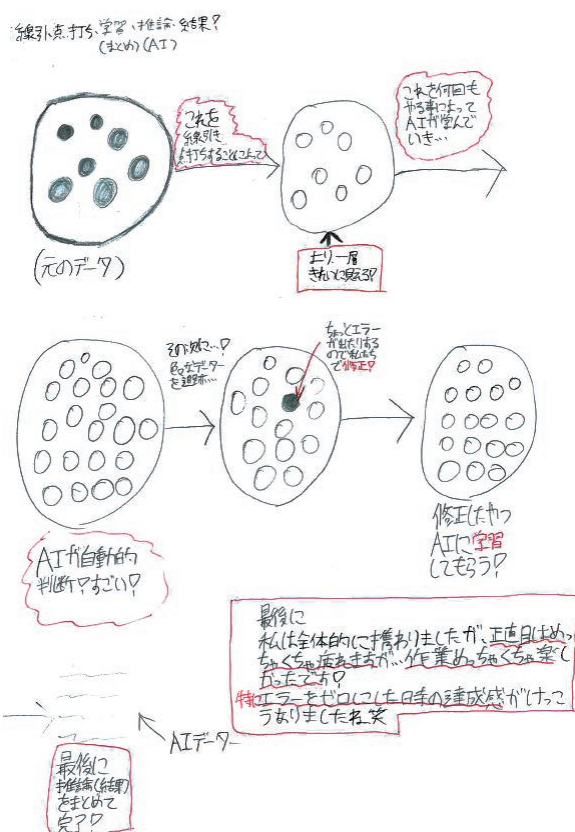


図10 フレンドの方が描いた「素線追跡」のイラスト例1

図10と同じお題に対して別の障がい者の方が描いたイラストを図11に示す。この方はもともと絵が得意な方で、深層学習を活用した素線追跡について可愛いイラストを描いてくださった。こちらはいろいろな場面で、本取り組みを紹介する際の挿絵として活用していく。障がい者の方々自身に、本論文のような対外発表の場においても「当事者」となってもらうことで、本取り組みについてより一層エンゲージメントを高めてもらう狙いがある。

また、実施してみての新たな気づきとして、図10や図

11のようなイラストを描いてもらうこと自体が、作業者がこの素線追跡・InAIDの取り組みをどう理解しているかを評価する上でも有意義であった。

本論文のような取り組みに関して「障がい者の雇用」「障がい者にできることを探す」を最優先事項に位置づけてしまうとどうしても二の足を踏んでしまう。この取り組みの元々のモチベーションは、あくまでデータ分析を行う人材不足への対応であり、待ったなしの状況であったため高いモチベーションで推進できた。今後はさらに障がい者だけで対応可能な業務を広げ、まずはケーブル製品以外の画像解析案件にも着手し、さらに将来的には画像解析以外のタスクへの展開も検討中である。

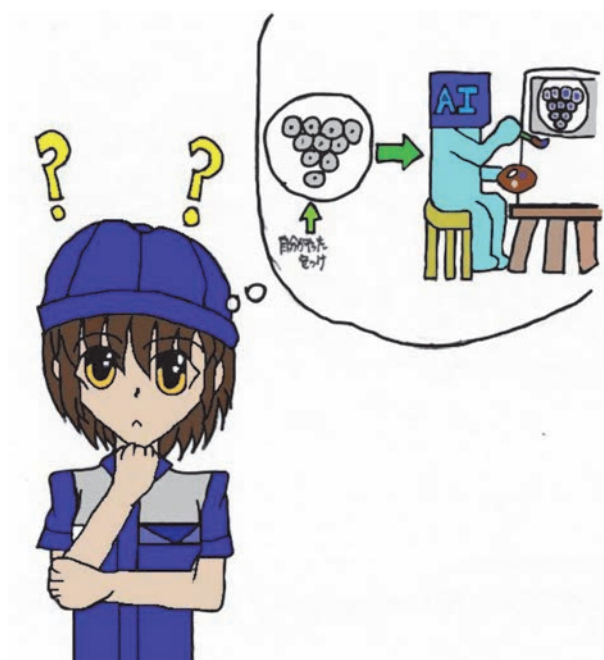


図11 フレンドの方が描いた「素線追跡」のイラスト例2

4. おわりに

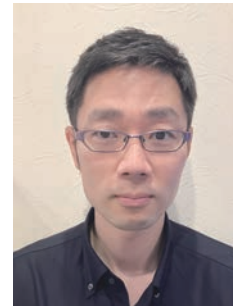
障がい者をふくむあらゆる人々がAI開発に参加する「インクルーシブAI開発」(Inclusive Artificial Intelligence Development: InAID)の第一歩として、住友電気工業の主力製品のひとつ、各種ケーブル試料に関する独自の評価技術「素線追跡」に関して、その全工程を特例子会社すみでんフレンド所属の知的障がい者の方々に移管した取り組みを紹介した。

深層学習モデル構築を含む素線追跡の全工程を障がい

者へ移管することは、著者自身も発案はしたものの当初は困難であると思いこんでいた。しかし試行錯誤およびフレンドの方々の多大な尽力の結果、素線追跡の全工程移管に成功し、現在では障がい者の方々が当社ケーブル製品の設計DXをけん引する役割を担っている。今後、新たな効率的開発スキームのひとつとして障がい者参加を捉える企業様が増えてくれることを願っている。

参考文献

- [1] Yutaka Hoshina, “Nondestructive evaluation of thermal-process-induced change of Sn/Cu/Ni plating thin film stacks based on EDX measurement and Bayesian inference”, *Japanese Journal of Applied Physics*, DOI:10.35848/1347-4065/ad9283.
- [2] 「障害者の法定雇用率引上げと支援策の強化について」、厚生労働省リーフレット、2023年1月18日
<https://www.mhlw.go.jp/content/001064502.pdf>
- [3] 星名豊、山本琢磨、塩崎学、真鍋賢、中村聡、佐藤文昭、「光通信ケーブルの常温/低温形状評価」、住友電工テクニカルレビュー、No.202、pp.62-67、2023.
https://sumitomoelectric.com/jp/sites/japan/files/2023-01/download_documents/J202-13.pdf
- [4] 星名豊、加藤馨、中村聡、山本琢磨、上村重明、植木竜佑、「障がい者参加型能動学習スキームを用いた電線ケーブル製品の素線追跡と詳細品質評価」、人工知能学会第二種研究会資料 2023 巻 (2023) SAI-048号、2023.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsaisigtwo/2023/SAI-048/2023_01/_article/-char/ja
- [5] Yutaka Hoshina, Takuma Yamamoto, and Shigeaki Uemura, “Wire-tracking of bent electric cable using X-ray CT and deep active learning”, *Microscopy*, Vol.73, Issue 6, December 2024, Pages 499-510, <https://doi.org/10.1093/jmicro/dfae028>
- [6] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”, arXiv:1505.04597 (2015).
- [7] 星名豊、上村重明、山本琢磨「ダイナミックX線CTによるケーブル評価」、住友電工テクニカルレビュー No.206、pp.121-126、2025.
https://sumitomoelectric.com/jp/sites/japan/files/2025-01/download_documents/J206-23.pdf
- [8] 長谷川珠子、石崎由紀子、永野仁美、飯田高、「現場から見る障がい者の雇用と就労」、pp.77-78、弘文堂、2021.
- [9] S.Coopers, F.Khatib, A.Treuille, et al., Predicting protein structures with a multiplayer online game, *Nature* 466, 756-760 (2010), <https://doi.org/10.1038/nature09304>



星名 豊 (ほしな ゆたか)

略歴

- 2012年 東京工業大学(現・東京科学大学)大学院電子物理工学専攻博士課程修了(工学博士)
- 2012年～2016年
シャープ株式会社にて太陽光発電モジュールの開発に従事
- 2016年～2018年
株式会社クオルテックにて各種機器分析の業務に従事
- 2018年～
現職・住友電気工業株式会社にて引き続き機器分析に従事しながら、本論文で一例を述べたような計測インフォマティクスに関する研究開発に従事

生成AIの進展と活用可能性

株式会社松尾研究所
取締役 経営戦略本部ディレクター
金 剛 洙

本稿は生成AI技術、特にChatGPTに代表される大規模言語モデル(LLM)の技術的進展と経済・社会への影響を分析する。特に、技術革新の現状と政策対応の特徴を整理した上で、企業における社会実装の課題を考察する。これらの分析を踏まえ、日本の構造的特徴を活かした戦略的アプローチや、国際競争力強化に向けた施策を論じる。

1. はじめに

生成AI技術は近年急速に発展を遂げており、その一例が2022年11月に公開されたChatGPTである。ChatGPTは公開から2ヶ月で月間アクティブユーザー数が1億人を超え^[1]、史上最速でのユーザー増加を記録するなど、その社会的影響力は計り知れない。

生成AI技術は、大規模言語モデル(LLM: Large Language Model)による自然言語処理や、拡散モデルを用いた画像生成など、従来人間にしか対応できないと考えられていた創造的なタスクにおいても人間の能力に匹敵、あるいは凌駕する性能を実現するに至っている。LLMは、文章生成、翻訳、コードの自動生成など多岐にわたるタスクで高い性能を発揮している。さらに、画像や音声を統合的に処理するマルチモーダルAIや、自律的に課題解決を行う自律型AIエージェントといった新たな技術革新も進展している。

これらの生成AI技術は医療診断支援、教育の個別最適化、金融リスク分析、製造プロセスの最適化など、幅広い領域において新たな価値創造の可能性を示している。本稿では、急速に進展する生成AI技術の現状を概観しつつ、日本における政策対応の特徴と課題、さらには社会実装に向けた具体的な展望を示す。その上で、日本固有

の特徴を踏まえた戦略的アプローチについて、実践的な示唆を提供することを目的とする。

2. 生成AI技術の進展と現状

2.1 技術革新の加速

生成AI技術、特にLLMは、2022年以降、急速な進化を遂げている。ChatGPTの登場から約2年の間に、GPT-4^[2]、Claude^[3]、Gemini^[4]、Llama3^[5]といった高性能なモデルが次々とリリースされ、その能力は着実に向上している。特筆すべきは、これらのモデルが単なる言語処理にとどまらず、以下の特徴を持つ統合的なシステムへと進化している点である。

- ・マルチモーダル化: GPT-4V^[6]、Gemini等による画像・音声・テキストの統合的処理
- ・推論能力の向上: 数学的問題解決や論理的思考における性能向上
- ・領域特化LLM: 医療、金融、コード生成等さまざまな領域に特化したLLMの開発
- ・AIエージェント化: AutoGPT^[7]等自律的なタスク実行と意思決定が可能なシステムの実現

これらの技術革新の背後には、主要テクノロジー企業による熾烈な開発競争と大規模な投資がある。

2.2 主要プレイヤーの動向

米国の主要テクノロジー企業は、莫大な投資を行いながらAIの開発競争を展開している。

- ・OpenAI: GPT-4を基盤とした統合的AIシステムの開発を進めており、マルチモーダル対応。さらにより高い推論能力を備えたOpenAI o1モデル^[8]を提供。DALL-E3^[9]による高品質な画像生成機能の強化や、Whisperモデル^[10]による高精度な音声認識・翻訳機能の提供、Advanced Data Analysisによるコード実行環境の統合も実現。
- ・Google: Geminiを中核とした包括的なAIサービスの展開を計画しており、検索やクラウドサービスなど多様なプロダクトに生成AI技術を統合。DeepMind部門との統合によるAI研究開発の加速や、Med-PaLM^[11]によるヘルスケア分野への特化型モデルの開発も実施。
- ・Meta: オープンソースモデルLlama3^[5]の公開による技術革新を促進。Code Llama^[12]による高性能なコード生成モデルの提供やSegment Anything^[13]による画像セグメンテーション技術の公開、メタバース向けAI技術の研究開発を実施。
- ・Microsoft: Azure OpenAI^[14]を通じた企業向けAIインフラを提供。GitHub Copilot^[15]の開発・展開によるコード支援や、Microsoft 365 Copilot^[16]によるOS統合型AIアシスタントの提供も実施。

世界の生成AI動向

海外のピックアップ等から、次々と生成AI・LLMのサービスがリリース		
	代表的LLM/AIサービス	特徴
OpenAI	ChatGPT, GPT4-o, Sora	ChatGPTをはじめとしたLLM開発をリード 2024年5月には最新のGPT4-oをリリース
Google	Google Gemini	2024年5月の基調講演では自社サービスを Geminiを搭載していくことなどAIに力を入れる
Meta	Llama3, Llama2	Llama3をはじめとした、OSSのLLMを リリースしている
Apple	OpenELM	iphoneへのLLMの搭載など自社プロダクトへの LLM組み込みを進めている
amazon	AWS Bedrock, Amazon Titan	AWS Bedrockを通して、セキュアなLLM利用を 可能とするサービスを提供
Microsoft	Azure, phi-3	Azure上でセキュアにOpenAIのLLMを利用できる 環境を提供、自社サービスへのLLM組み込みも実施

図1 主要テクノロジー企業の動向

さらに注目すべきは、これらの企業による計算資源への大規模な投資である。例えば、Metaは包括的なインフラ整備計画の一環として、2024年末までにNVIDIA H100 GPU約35万台を含む計算資源の導入を進めており、総計

算能力はH100 GPU約60万台相当となる見込みである^[17]。これは、日本の国家プロジェクトであるAI橋渡しクラウド(ABCI2.0^[18])の計算能力が、NVIDIA V100が4,352台とNVIDIA A100が960台(いずれもH100より前期型)であるので、大きく上回る規模である。(なお、ABCIは2025年1月中旬を目処ABCI3.0となり、従来のシステムの7～13倍に増強予定である)

3. 日本の政策対応と戦略

3.1 迅速な政策対応

生成AI技術の台頭に対する日本政府の対応は諸外国と比べても迅速と言える。2022年11月のChatGPT登場からわずか数ヶ月のうちに、政府はAI戦略会議を設置し、関連施策の立案や政策の策定を実現させた。この迅速な対応は、政府の危機感と積極性の表れとも言える。

注目すべきは、政策対応における「バランス」の取り方である。EUは「AI法」を通じて規制を強化し、リスクの高いAIシステムに対する厳格な規制を導入している一方、米国は市場主導のアプローチを採用し、企業のイノベーションを促進しつつも、一部のAI企業に安全性の報告を義務付けるとしている。これに対し、日本は利活用促進と適切な規制のバランスを重視する立場を確立している。これは、AI戦略会議での議論を通じて形成された「AIに関する暫定的な論点整理」^[19]に明確に表れている。同文書は、AIのリスクへの対応、利用促進、開発力強化という三位一体のアプローチを提示し、包括的な政策枠組みの基礎を形成している。また、経済産業省と総務省が連携し、企業向けのAIガイドライン^[20]を2024年4月に公表したが、あくまで法的拘束力のない指針という形にとどまっている。このように、日本は規制と利活用のバランスを取りながら、AIの健全な発展を目指している。

3.2 計算資源とデータ基盤の整備

前述の「AIに関する暫定的な論点整理」に基づき、日本政府はAIの開発力強化に向けた具体的な施策を展開している。その一環として、政府は2024年度のAI関連予算として約1,640億円を計上し、以下などの施策を推進している^[21]。

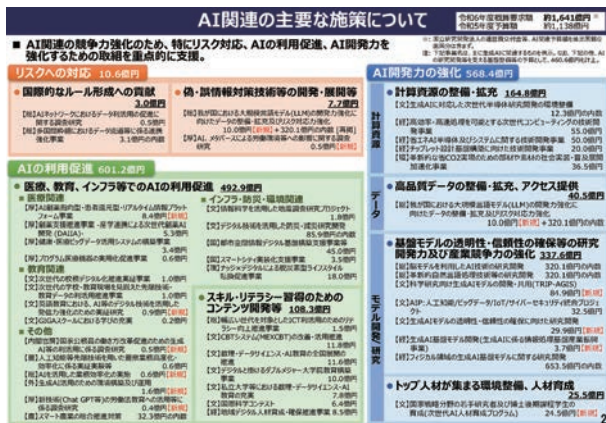


図2 AI関連の主要な施策について^[22]

- ・ ABCI(AI橋渡しクラウド)の計算能力増強:国内最大級のAI専用スーパーコンピュータであるABCIの性能を強化し、研究機関や企業による大規模AIモデルの開発・学習を支援
- ・ クラウドプログラム:AI開発者が利用可能な計算資源を国内に整備する事業者を公募。計算資源の整備費用の補助を実施
- ・ 生成AIの開発支援(GENIACプロジェクト):基盤モデルの開発について、スタートアップを含む民間企業に対して計算資源の支援、データ保有者との連携促進

これらの施策により、日本全体のAI開発力と競争力の強化を目指している。しかし、これらの投資規模は海外の主要テクノロジー企業による投資と比較すると依然として小規模であり、さらなる拡充が求められている。

3.3 国際協調における主導的役割

日本は国際的なAIガバナンスの形成においても主導的な役割を果たしている。2023年に開催されたG7広島サミットでは、「広島AIプロセス」^[23]を提唱し、各国の合意形成を主導した。このような国際的なイニシアチブは、日本の外交的影響力を示すと同時に、グローバルなAIガバナンスの形成に向けた実践的なアプローチと言える。特に、G7での合意形成を主導し、AI開発者向けの行動規範を含む包括的な政策枠組みを確立した点は、国際社会から高い評価を得ている。

4. 企業における社会実装の課題と展望

4.1 生成AIの本質的理解とその応用

生成AI、特にLLMの社会実装における本質的な価値は、単なる対話機能ではなく、「情報変換器」としての機能にある。これは、企業における実装戦略を考える上で極めて重要な視点である。

従来のAIは特定のタスクに特化した「点」としての機能を提供していた。例えば、画像認識や音声認識など、特定の入力に対して特定の出力を生成していた。一方、生成AIは異なる形式の情報間を自在に変換する「面」としての機能を持つ。つまり、テキスト、画像、音声、数値データなど、多様な情報を相互に変換することが可能だということである。これにより、企業の業務プロセス全体を横断的に最適化する可能性が開かれているのである。

例えば、会議体の録音・録画によって得られる非定型の音声・動画データをもとに、定型フォーマットの報告書を作成するといった業務は、音声を文書に変換する「情報変換」の例と言える。生成AIは、これらの変換を高速かつ大規模に実行することで、業務効率の飛躍的な向上を実現する。さらに、カスタマーサポートにおけるチャットボットの高度化や、マーケティングデータの分析結果を自然言語で報告書化するなど、多岐にわたる応用が可能であり、生成AIの本質は「情報変換器」としての機能にあることが分かる。

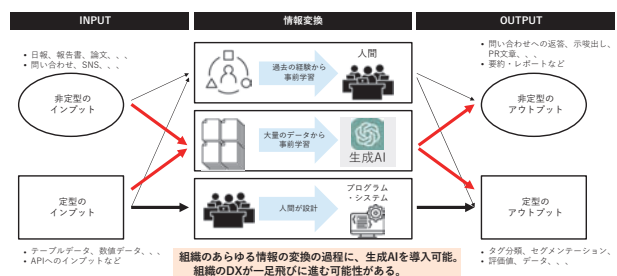


図3 情報変換器としての生成AI

4.2 実装における課題の構造的理解

企業が生成AIを実導入する際に直面する主要な課題として、「活用領域の特定が困難である点」「導入後の利用率が低迷する傾向」「精度の壁」が挙げられる。しかしながら、これらの課題の根底には、より本質的な組織

構造上の問題が存在している。

第一の「活用領域の特定が困難である点」は、多くの場合、経営層や現場のリーダーの生成AI技術の本質的理解の不足に起因する。この課題に対しては、単なる事例研究やベンダーからの提案に頼るのではなく、リーダー自身が生成AIの「原体験」を獲得することが重要である。リーダー自らが十分に生成AI技術に触れ、実際の活用を通じて得られる直感的理解は、戦略的な判断の基礎となる。

第二の「導入後の利用率が低迷する傾向」は、生成AIと既存の業務プロセスとの統合が不十分であることを示唆している。これは、社内情報との連携を強化することで解決できる。具体的には、社内文書やナレッジベースとの連携を通じて、生成AIの回答精度を向上させ、実用的な価値を確保することが重要である。また、利用率向上のためには、社員も生成AIの効果的な使い方を学ぶことも重要である。これにより、利用への心理的ハードルを下げ、生成AI使用の成功体験を創出させることができる。

第三の「精度の壁」は、より根本的な組織的課題を反映している。多くの企業では、長年の業務遂行過程で膨大な文書が蓄積されているが、これらは必ずしも体系的に整理されていない。生成AIの精度向上には、この文書体系の整理と、適切なプロンプトエンジニアリングの組み合わせが不可欠である。

また、生成AIの精度は必ずしも100%に達しない点を踏まえた導入も鍵となる。特に重要な判断や専門性の高い業務では、人間による適切な確認と修正が重要である。そのため、生成AIを補助ツールとして位置づけ、人間の専門知識や判断と組み合わせる「ヒューマンインザループ」型の運用が重要となる。例えば、法務部門での契約書作成や、財務部門での分析レポート作成では、生成AIによる下書きを人間が確認・修正する形で活用することで、業務効率と品質の両立が可能となる。こうした人間とAIの適切な役割分担を組織内で確立することが、生成AI活用の成功には不可欠である。

これらの主要な課題に加え、データプライバシーやセキュリティの確保、人材不足、倫理的な問題も重要な課題として挙げられるが、これらに対しては、データガバ

ナンスの強化や専門人材の育成、AI倫理ガイドラインの策定など、組織全体での取り組みが必要である。

4.3 DX推進における位置づけ

生成AIの導入は、より広範なDX戦略の文脈で捉える必要がある。日本企業のDX導入率は依然として低いものの、日本企業のDX余地の大きさ(GDP比で米国の37%相当)は、逆説的に大きな機会を示している。

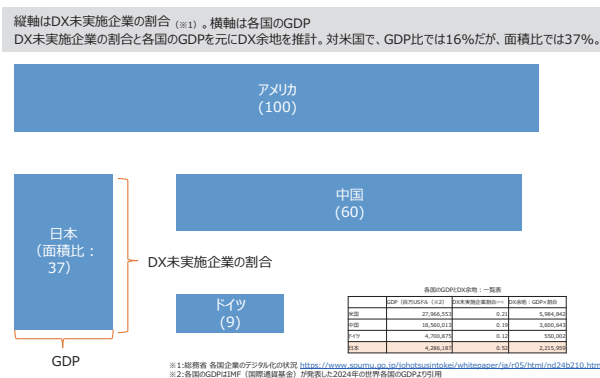


図4 各国のDX余地推計^[24]

生成AIは、この「DXギャップ」を一気に解消する可能性を秘めている。

特に注目すべきは、生成AIが持つ「カスケード効果」である。一つの業務プロセスでの成功は、類似プロセスへの展開を容易にし、組織全体のDXを加速する触媒として機能する。この効果を最大化するためには、以下の三段階のアプローチが有効である。

1. 特定業務での実証(ChatGPTの導入): まずは特定の業務領域で生成AIの効果を検証する
2. 組織知との統合(RAGの実装): 次に、RAG(Retrieval-Augmented Generation^[25])を用いて、生成AIと社内のデータベースやナレッジベースを統合し、回答の精度と有用性を高める
3. 業務プロセス全体の再設計(AIエージェントの活用): 最終的には、業務プロセス全体を再設計し、AIエージェントを活用した業務の自動化や新たな価値創出を目指す

これらのステップを踏むことで、企業は生成AIの導入効果を最大化し、競争力の向上につなげることができる。

5. 今後の展望

5.1 日本の可能性

日本のAI戦略を考える上で重要なのは、現状の制約をむしろチャンスとして捉え直すことである。情報通信白書「各国企業のデジタル化の状況」^[24]によれば、日本企業のDX未実施率は52%と、米国(21%)や中国(19%)と比較して顕著に高い数値である。しかし、これは裏を返せば大きな成長機会の存在を示唆している。実際、各国のGDPの規模とDX未実施企業の割合を乗じることで推計されるDXの潜在余地は、米国を100とした場合の日本は37と、その規模は決して小さくない。

特に日本は、製造業、医療、金融といった既存産業が諸外国と比べても非常に大きな規模である点も見逃せない。これらの産業は数十兆円規模の市場を有しており、生成AIの導入による業務効率化や新規サービス創出の余地が大きい。例えば金融分野では、生成AIによる与信判断の高度化や、リアルタイムでの金融商品提案など、既存のビジネスモデルを質的に転換させる可能性を秘めている。また、製造業では生成AIによる設計最適化や予知保全、品質管理の高度化が期待されるほか、医療分野では、患者データの解析による個別化医療の推進や、高度な診断支援、新薬開発の迅速化などが挙げられる。

このようなポテンシャルを最大限に活かすためには、戦略的な取り組みが不可欠であるため、次節に、その具体的なアプローチについて検討する。

5.2 戦略的アプローチ

日本のポテンシャルを現実の競争力に転換するためには、以下の4つの方向性での取り組みが重要となる。

第一に、計算資源の拡充と効率的な活用である。現在、政府は、前述のABCIの計算能力を大幅に増強する計画を進めている。しかし、これは海外ビッグテックの投資規模と比較するとまだ十分とは言えない。日本としては、この「計算資源ギャップ」を認識しつつ、限られたリソースを効率的に活用する戦略が求められる。

第二に、活用の促進である。生成AIの導入は日本全体として進んできているが、前述の通りいくつかの障壁がある。この課題に対しては、AIスタートアップなどの外

部のAI専門家の活用、そして自社内のAI人材育成を並行して進めることが有効である。特に、業界特有の規制や慣習に精通した内部人材とAI技術の専門家が協働することで、より実効性の高いソリューションを生み出すことができる。このような取り組みを通じて生成AI活用の好事例を創出することで、日本全体のDXを加速することが期待される。

第三に、地方への展開である。日本の特徴として、地方における産業集積と、それを支える高等教育機関(特に高等専門学校)のネットワークがある。この基盤を活用し、地域におけるAI人材育成とスタートアップ創出を同時に進めることで、全国規模でのイノベーション創出が可能となる。地場産業のニーズに合わせたAIソリューションの開発や、地域産業の活性化につながる取り組みが重要である。

第四に、アジア市場への展開である。シンガポールの事例が示すように、アジア各国はAI技術の社会実装に積極的である。日本は技術力と産業基盤を活かし、特にアジア圏におけるリーダーシップを確立できる可能性がある。例えば、シンガポールが計画する東南アジア言語に特化したLLM開発(約80億円規模)^[26]との連携は、地域全体のAI基盤構築における重要な一歩となりうる。日本企業が持つ高度な技術とノウハウを提供し、共同プロジェクトを推進することで、アジア市場での存在感を高めることができるのである。

6. おわりに

本稿では、生成AI技術の急速な進展と、それに対する日本の政策的対応、企業における社会実装の課題と展望、そして今後の戦略的アプローチについて詳述してきた。生成AI技術は、社会システムを根本から変革する可能性を秘めており、日本は技術開発、政策整備、社会実装の各分野で積極的に取り組んでいる。

今後、日本が持つポテンシャルを現実の競争力に転換するためには、計算資源の拡充、活用の促進、地方への展開加速、そしてアジア市場への積極的な進出などを総合的に取り組むことが重要である。

これらの取り組みを通じて、日本は生成AI時代におけ

る世界の先駆者として、持続的な経済成長と社会発展を実現し、国際社会における存在感を一層高めることが期待される。未来を切り拓くために、今こそ日本全体で力を結集し、次世代への礎を築いていくことが求められている。

参考文献

- [1] 野村総合研究所、「日本のChatGPT利用動向(2023年4月時点)」、2023年5月26日、
https://www.nri.com/jp/knowledge/report/lst/2023/cc/0526_1
- [2] OpenAI、「GPT-4」、
<https://openai.com/index/gpt-4/>
- [3] Anthropic、「Claude」、
<https://www.anthropic.com/claude>
- [4] Google DeepMind、「Gemini」、
<https://deepmind.google/technologies/gemini/>
- [5] Meta、「Llama 3.2」、
<https://www.llama.com/>
- [6] OpenAI、「GPT-4V」、
<https://openai.com/index/gpt-4v-system-card/>
- [7] AutoGPT、
<https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>
- [8] OpenAI、「OpenAI o1」、
<https://openai.com/o1/>
- [9] OpenAI、「DALL-E3」、
<https://openai.com/index/dall-e-3/>
- [10] OpenAI、「Whisper」、
<https://openai.com/index/whisper/>
- [11] Google、「Med-PaLM」、
<https://sites.research.google/med-palm/>
- [12] Meta、「Code Llama」、
<https://www.llama.com/code-llama/>
- [13] Meta、「Segment Anything」、
<https://segment-anything.com/>
- [14] Microsoft、「Azure OpenAI Service」、
<https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/ai-services/openai-service>
- [15] Microsoft、「Azure GitHub Copilot」、
<https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/github/copilot>
- [16] Microsoft、「Microsoft 365 Copilot」、
<https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/copilot/copilot-for-work>
- [17] Meta、「Building Meta's GenAI Infrastructure」、
<https://engineering.fb.com/2024/03/12/data-center-engineering/building-metas-genai-infrastructure/>
- [18] AI橋渡しクラウド、「ABCIとは」、
https://abci.ai/ja/about_abci/
- [19] 内閣府 AI戦略会議、「AIに関する暫定的な論点整理」、
https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ronten_honbun.pdf
- [20] 経済産業省、「AI事業者ガイドライン」、
<https://www.meti.go.jp/press/2024/04/20240419004/20240419004.html>
- [21] 内閣府 AI戦略会議、「第9回 資料1-1」、2024年5月22日、
https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_senryaku/9kai/shiryo1-1.pdf
- [22] 内閣府 AI戦略会議、「第5回 資料2」、2023年9月8日、
https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_senryaku/5kai/shisaku.pdf
- [23] 総務省、「広島AIプロセス」、
<https://www.soumu.go.jp/hiroshimaaiprocess/>
- [24] 総務省、「令和5年版 情報通信白書 各国企業のデジタル化の状況」、
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/html/nd24b210.html>
- [25] P. Lewis et al., “Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks”, in NeurIPS, 2020.
- [26] シンガポール、「情報通信メディア開発庁」、
<https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2023/sg-to-develop-southeast-asias-first-llm-ecosystem>



金 剛洙（きむ かんす）

【経歴】

2020年 株式会社松尾研究所 入社
AIの社会実装の活動に従事

2022年 同社取締役就任
社内外の特命プロジェクトを推進する経営戦略
本部を立ち上げ・統括

2022年 株式会社MK Capital設立／代表取締役就任
AI・知能化技術に特化したVCファンドを設立、
PKSHA Technologyと共同運営

他、東京大学松尾研究室 学術専門職員、金融庁特別研究員



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活躍の方を講師にお招きし、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 ▶▶▶ 2025年 **1月28日** (火) 14:00~16:40

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 日新住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。

主催 ▶▶▶ 一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

協賛 ▶▶▶ センシング技術応用研究会

ご参加いただくには
事前登録が必要です

① QRコードもしくは下記URLよりお申込みください。

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

第28回 KECテクノフォーラム

② 聴講用URLが記載された案内メールを送信いたします。

開催日時に、聴講用URLよりログインいただき、ご受講ください。

聴講には、パソコン等の情報端末とインターネット環境が必要です。

最新版のZoomアプリでご聴講ください。ウェブブラウザでも聴講は可能ですが、複数端末での聴講はできません。



※その他注意事項を案内サイトでご確認ください。



一般社団法人
KEC関西電子工業振興センター

お問い合わせ 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@cec.jp ☎ 0774-29-9041



第6回 KEC製品安全フォーラム

安全施策の原点とデジタル化時代に向けたあらたな挑戦

IoT時代やDX時代と呼ばれる社会の変化により、製品のカテゴリの多様化に始まり、生産、調達、流通、ひいては消費者の意識までもが変化しています。これに伴い、安全性やリスクに対する考え方も大きく変化する時代にあります。

今回のフォーラムでは、変化する技術・社会に対し、これまで徹底されてきた安全施策を再確認するとともに、デジタル化時代の製品安全のあらたな取組みについて考える機会となるよう、製品安全分野の第一線でご活躍の方を講師にお招きし、ご講演いただきます。

日 時	2025年2月21日(金) 13:00～(会場)19:00/(オンライン)17:00	開催場所	CIVI研修センター新大阪東 5F E5 Hall ハイブリッド形式(会場とZoomオンライン併用)
主 催	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター	参加費	会 員 : 5,500円 非会員 : 7,700円 (消費税込)

プ ロ グ ラ ム

13:00	開会の挨拶	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター	専務理事 柳川 良文
13:05 ～ 13:55	【基調講演】 社会・技術の変化が要請する安全探求方策のパラダイムシフト	東北大学 名誉教授	北村 正晴 氏
----- 質疑応答 (10分) -----			
14:05 ～ 14:55	【基調講演】 製品安全行政の概要と今後の動向	経済産業省 大臣官房 産業保安・安全グループ 製品安全課	佐々木 文人 氏
----- 質疑応答 (10分) / 休憩 (10分) -----			
15:15 ～ 15:55	労働者不足に対する人と機械の協業のための協調安全	国立研究開発法人産業技術総合研究所	谷川 民生 氏
----- 質疑応答 (10分) -----			
16:05 ～ 16:45	リスクアセスメントで製品安全市場を創出	独立行政法人製品評価技術基盤機構	酒井 健一 氏
----- 質疑応答 (10分) -----			
16:55	閉会の挨拶	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 部長	岸本 隆
17:15～	懇親会 (CIVI研修センター新大阪東 7F E704) ※懇親会は会場参加の方のみ		

■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 藤田 泰男
〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2
E-mail : publication01@kec.jp TEL : 0774-29-9041

■申込み・詳細はこちら

<https://www.kec.jp/seminar/psf24/>



委員会の動き(2024年9月～2024年11月)

(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)

[2024年度第2回研究専門委員会] 2024年9月6日(金) メール報告

1. KEC状況報告(第28回KECテクノフォーラム、2024年KECセミナー、次世代ワイヤレス技術講座等)

[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
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3講の開催] 2024年9月20日(金) オンラインセミナー

受講者:44名

No.	題 目	講 師	所 属
3	無線通信のためのアンテナの基礎 ～基礎技術から設計思想、評価まで～	長 敬三 氏	千葉工業大学

[次世代ワイヤレス技術講座第4講の開催] 2024年11月15日(金) オンラインセミナー

受講者:33名

No.	題 目	講 師	所 属
4	空間伝送型ワイヤレス給電システム開発のための技術概要と世界の研究開発状況	篠原 真毅 氏	京都大学

(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)

[10月度WG] 2024年10月31日(木) DKビル8階オフィス

- 2024年KECセミナー開催報告
- 2025年KECセミナー企画検討(テーマ、講師について)
- KEC状況報告(次世代ワイヤレス技術講座、光・電波フォーラム)

(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・電波フォーラムの開催] 2024年11月19日(火) オンラインセミナー

テーマ:「進化する防災テックの最先端」

受講者:97名

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)

[2024年度第1回EMC専門委員会] 2024年9月19日(木) オンライン会議

1. 報告事項

- (1) 事務局報告(全体の活動状況、予算執行状況)
- (2) 各WG主査からの報告(2024年度上半期状況と下半期計画)

2. 審議事項

- (1) 即応対応費拠出について
- (2) WG全体の参加者名簿共有について
- (3) 今後のWG活動について

(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)

[10月度WG] 2024年10月15日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 2024年度第1回EMC専門委員会内容共有
2. 30MHz以下放射エミッションラウンドロビン試験進捗確認
3. 測定手順一部修正、注意点確認

(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)

[9月度WG] 2024年9月20日(金) オンライン会議

1. 下半期活動スケジュール確認
2. 上半期活動内容共有

[10月度WG] 2024年10月9日(水) オンライン会議

1. 8月度実験データまとめ
2. 11月度実験計画検討

[11月度WG(実験)] 2024年11月1日(金) リケン環境システム+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(測定サイト追加)
 - ・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

[11月度WG(実験)] 2024年11月21日(木)、22日(金) パナソニック門真+オンライン会議

1. GHz帯サイト検証
 - ・ロングワイヤアンテナ法によるGHz帯サイト検証の予備実験
2. 2サイト(KECとリケン)でのエミッション測定データまとめ/比較

(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)

[11月度WG] 2024年11月21日(木) オンライン会議

1. サブWG(タイムドメインSVSWRサブWG、IEC 61000-4-6サブWG)詳細情報共有
2. 12月度実験計画検討
3. EMC規格審議状況共有

(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)

[10月度WG] 2024年10月22日(火) オンライン会議

1. EMC規格審議状況共有
2. 下半期実験計画検討

(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)

[9月度WG] 2024年9月26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. カナダEMC規格翻訳作業について
3. IEC 61000-6-2(共通規格・工業環境のイミュニティ)勉強会の企画検討

[11月度WG] 2024年11月14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. カナダEMC規格翻訳作業進捗確認
3. IEC 61000-6-2(共通規格・工業環境のイミュニティ)勉強会準備
4. 第18回NICT/EMC-netシンポジウム(成層圏通信プラットフォーム(HAPS)の最新動向)参加報告

(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)

[10月度WG] 2024年10月15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. 韓国EMC規格最新動向勉強会の企画検討

[韓国HCT社セミナーの開催] 2024年11月12日(火) DKビル8階オフィス+オンライン

参加者:36名

1. HCT社紹介(会社概要、試験設備、校正設備)
2. KC認証制度の概要

センターニュース

3. 自己適合確認制度の解説
4. 韓国のサイバーセキュリティ最新動向(ISMS認証、ISMP-P認証)
5. 韓国の産業機に関する安全認証について

(8) EMC関西企画WG

〔EMC関西2024の開催〕 2024年10月4日(金) 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」

受講者:110名

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4講の開催〕 2024年9月6日(金) オンラインセミナー

受講者:37名

No.	題 目	講 師	所 属
6	対策部品の基礎と応用2; フェライト等磁性体系デバイス	菊池 浩一 氏	TDK株式会社

〔設計者向けEMC技術講座第5講の開催〕 2024年10月23日(水) オンラインセミナー

受講者:36名

No.	題 目	講 師	所 属
7	パワーエレクトロニクスの基礎	舟木 剛 氏	大阪大学

〔設計者向けEMC技術講座第6講の開催〕 2024年11月8日(金) オンラインセミナー

受講者:36名

No.	題 目	講 師	所 属
8	電磁シールド技術の基礎	山本 真一郎 氏	兵庫県立大学
9	シールド部品、実用例	佐野 一弥 氏	星和電機株式会社

[設計者向けEMC技術講座第7講の開催] 2024年11月18日(月) オンラインセミナー

受講者:37名

No.	題 目	講 師	所 属
10	静電気試験と対策	井上 竜也 氏	パナソニック インダストリー 株式会社

◆◆◆◆◆ 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2回製品安全専門委員会] 2024年10月28日(月) オンライン会議

1. 第6回KEC製品安全フォーラム企画検討

[第6回KEC製品安全フォーラムの企画]

内容(日時、テーマ、題目、講師)を確定

日 程:2025年2月21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:「安全施策の原点とデジタル化時代に向けたあらたな挑戦」

No.	題 目	講 師	所 属
1	[基調講演] 社会・技術の変化が要請する安全探求方策の パラダイムシフト	北村 正晴 氏	東北大学
2	[基調講演] 製品安全行政の概要と今後の動向	佐々木 文人 氏	経済産業省
3	労働者不足に対する人と機械の協業のための協調安全	谷川 民生 氏	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
4	リスクアセスメントで製品安全市場を創出	酒井 健一 氏	独立行政法人 製品評価技術基盤機構

[製品安全基本教育講座第1講の開催] 2024年9月13日(金) オンラインセミナー

受講者:47名

No.	題 目	講 師	所 属
1	製品安全の基本的な考え方と 世界の製品安全法規・規制・認証制度	川口 昇 氏	株式会社UL Japan

[製品安全基本教育講座第2講の開催] 2024年9月27日(金) オンラインセミナー

受講者:21名

No.	題 目	講 師	所 属
2	事件事例とリスクアセスメント	酒井 健一 氏	独立行政法人 製品評価技術基盤機構

センターニュース

[製品安全基本教育講座第3講の開催] 2024年10月25日(金) オンラインセミナー

受講者:51名

No.	題 目	講 師	所 属
3	電気用品安全法の技術基準(省令)及びIEC規格の基礎	住谷 淳吉 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所

[製品安全基本教育講座第4講の開催] 2024年11月29日(金) オンラインセミナー

受講者:36名

No.	題 目	講 師	所 属
4	機器別IEC規格要求:AV・IT・CT機器(IEC 62368-1)	近藤 孝彦 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所

(2) 信頼性分科会 主査 藤本 恵一 (エスベック株式会社)

[9月度定例会] 2024年9月30日(月) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 勉強会

- ・最尤推定法によるケーブル屈曲寿命の適合分布評価
- 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
 - ・ベイズ信頼性データ解析 ～実例～
 - ・時系列解析に基づく故障検知の推論法

[10月度定例会] 2024年10月10日(木) オンライン会議

1. 勉強会

- ・屈曲疲労に対する解析評価方法の運用について
- ・信頼性試験と市場信頼性予測のためのワイブル解析の紹介
- ・外部講師による勉強会(9/30開催)の内容復習

[11月度定例会] 2024年11月14日(木) オンライン会議

1. 勉強会

- ・ベイズ推定について
- ・ベイズ推定による重回帰分析_HALT結果について

2. 2025年度事業計画について

(3) 安全規格分科会 主査 後藤 英二 (パナソニック株式会社)

[9月度定例会] 2024年9月25日(水) 日本ガス機器検査協会大阪検査所+オンライン会議

- トピックス:一般財団法人日本品質保証機構(JQA)総合製品安全部門業務紹介
- 調査・研究テーマ報告
 - ・アドバンテストの取組み紹介
- IEC 62368-1試験手引書解説セミナーの準備
- 日本ガス機器検査協会大阪検査所見学会

[11月度定例会] 2024年11月27日(水) パナソニック株式会社草津工場+オンライン会議

1. トピックス:欧州IoTサイバーセキュリティ規制動向について
～無線機器指令(RED)セキュリティ要件及びサイバーレジリエンス法(CRA)概要～
2. 調査・研究テーマ報告
・パナソニック空質空調社紹介(事業内容、研究開発/品質への取組み等)
3. IEC 62368-1試験手引書解説セミナーの準備
4. 草津工場見学会

(4) 安全技術研究会 主査 内田 徳昭(任天堂株式会社)

[9月度定例会] 2024年9月20日(金) DKビル8階オフィス

1. 各委員からの情報共有
・製品安全法令改正説明会(10/25、近畿経済産業局主催)紹介
・「関西の見学可能な産業施設一覧」(近畿経済産業局ウェブサイト)紹介
2. SSM(Stress-Strength Model)による知識構造化マネジメントについて

[10月度定例会] 2024年10月17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
・リコール事例紹介
・梱包用ビニール袋への穴あけ(窒息防止)対応について
・「リスクアセスメント:リスク低減のルール」について
・小部品のリスク紹介
等
2. 第6回KEC製品安全フォーラム企画検討

[11月度定例会] 2024年11月21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
・電気温水器のリスクアセスメント(温水による熱傷)について
・「消費生活用製品安全法等の一部を改正する法律の施行に伴う経済産業省関係省令の整備に関する省令(案)」等に対する意見公募
・第57回安全工学研究発表会紹介
等
2. 2025年度事業計画について

◇◇◇◇◇ iNARTE/Japan専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

(1) 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)

[分科会] 2024年10月22日(火) オンライン会議

1. 資格試験制度に関する議論

センターニュース

[iNARTE EMC資格試験の実施] 2024年11月6日(水)、8日(金) オンライン試験

受験者:131名 (エンジニア :100名、アソシエイトエンジニア: 24名、
テクニシャン: 7名、アソシエイトテクニシャン: 0名)

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

[分科会] 2024年11月13日(水) オンライン会議

1. 2024年度PS受験講習会/PS資格試験実施報告
2. 2025年度PS受験講習会/PS資格試験実施予定
3. EG社との定例会議内容報告
4. 今後のPS分科会体制について

◇◇◇◇◇ 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2回EMC設計技術者講習会の開催] 2024年10月2日(水)、16日(水)、30日(水)

オンラインセミナー

受講者:3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・SIPI信号・パワエレ		

MAZDA MES規格認定取得のお知らせ

－ MES PW 67602E / 67603 認定取得 －

2024年5月29日付で、評価部品がMES PW 67602E 及び 67603 で意図された品質を、確保可能な評価環境、運用プロセス、体制であることがマツダ株式会社より認められ認定を取得しました。

認定範囲は以下の通りです。なおE版以前の規格についても認定は維持しています。

MES PW 67602E

試験項目	試験ID
電磁界	RI110, RI112, RI114, RI115
磁界	RI140
カップリングノイズ	RI130, RI150
過渡ノイズ	CI220
静電気放電	CI280
電界	RE310
低周波磁界	RE320, RE330
過渡	CE410(12/24Vのみ)
RF	CE420(レベル2のみ), CE421, CE422

MES PW 67603

試験項目	試験ID
連続ノイズ	CI210
過渡ノイズ	CI221
パワーサイクル	CI230
電圧降下	CI260
電源オフセット	CI250
DCストレス	CI270

今後とも、安心かつ高精度な新試験サービスの提供、及び納期短縮に努め、皆様のお役に立てるよう尽力します。ぜひともご相談ください。

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 EMC第二チーム
E-mail: inquiry@kec.jp TEL: 0774-29-9139

S-JQA登録ラボ更新のお知らせ

－ JQA総合製品安全認証制度(S-JQAマーク認証制度) －

2024年10月4日付で一般財団法人 日本品質保証機構(JQA)による総合製品安全認証制度に基づく登録ラボとして、適格であることが確認され、登録範囲を更新しました(登録番号:JQLAB-1003)。



今回の登録ラボ審査の結果、下記内容のとおり登録されました。

登録番号	JQLAB-1003	
製品カテゴリー	7類	電動力応用機器類
	8類	電熱応用機器類
	11類	電子応用機器類
品目カテゴリー名	7-05	扇風機／換気扇
	8-05	理髪関係機器(ヘアドライヤー等)
	11-01	音響機器
	11-02	ビデオ機器
対象規格	「電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈」別表第八	
	1. 共通の事項 2. 個別の事項 (16)電気髪ごて (41)扇風機、換気扇、サーキュレーター及び送風機 (94)テレビジョン受信機 (94の4)その他の音響機器	
	「電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈」別表第十二 J55032(H29)	

※当センターが発行する試験報告書を、S-JQAマーク認証取得において活用することが可能です。

(事前申請が必要です)

※上記の登録範囲に含まれていない製品の場合は、一度ご相談ください。



※S-JQAマークは、Sマーク認証制度における認証機関である、一般財団法人日本品質保証機構(JQA)による総合製品安全認証制度に基づき確認された電気・電子部品に付けることができる安全認証マークです。

今後とも、安心かつ高精度な新試験サービスの提供、及び納期短縮に努め、皆様のお役にたてるよう尽力します。ぜひともご相談ください。

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 安全試験チーム
E-mail: inquiry@kec.jp TEL: 0774-29-9139

CISPR SC-D/ ISO TC22/SC32 国際会議参加報告

CISPR SC-D/WG1/WG2とISO TC22/SC32/WG3国際会議が、ブダペスト(ハンガリー)にてISO TC22/SC32/WG3は10月7日から10月11日、CISPR SC-D/WG1/WG2は10月14日から16日の8日間開催されました。会議の参加人数は約60名。両会議に日本エキスパートとして参加しましたので、会議概要を報告します。



会場外観:ティッセンクルップ コンポーネント テクノロジー ハンガリー

審 議 概 要

会議名	審議概要
ISO/TC22/SC32/WG3 ISO11452-2 [10/7～11開催]	改定投票の結果、改定を行うことになったが、現在プロジェクトが重複しており、遅延気味であることから、2026年より審議開始することで合意された。
ISO/TC22/SC32/WG3 ISO11451-1/ ISO11452-1 [10/7～11開催]	2 nd DIS文章の審議を実施した。 - 試験周波数変更及び変調条件に対する提案があり、審議の結果、以下の条件になり、AM及びPM type2の周波数範囲の変更、PM type1が廃止になり、PM type3が新規に規定される。 AM:10kHz-400MHz PM type1:廃止 PM type2:2.7GHz-3.1GHz PM type3:380MHz-2700MHz 及び 3.1GHz-18GHz 1GHz以上で使用するパワーアンプに対する高調波要求が、現規格は基本波の5次高調波まで測定が必要となるが、審議により3次高調波までの規定となる。 - TEMセル試験の周波数制限の修正。 今回の会議でコメント審議が完了し、FDISに移行される。
ISO/TC22/SC32/WG3 ISO11451-2 [10/7～11開催]	DIS文章の審議を実施した。 - 日本より校正方法手順について提案を実施し、各国の理解を得られ、提案文章の内容が採用された。 - TLSの構造図(特に同軸からTLSの変換部)について詳細に記述されることになった。 今回の会議でコメント審議が完了し、FDISに移行される。
ISO/TC22/SC32/WG3 ISO11452-11 [10/7～11開催]	2 nd CDに対するコメントが約200件あり、審議に時間を要している。部品規格に関しては試験台の要求、ワーキングボリュームの定義など部品固有条件が議論されている。試験方法に関してはISO11451-5の内容を反映している。 今回の会議では前回のコメントに審議にふまえ、日本を含めフランス、ドイツ、韓国からも提案があり、さらなる審議時間を要するため、STFを立ち上げ次版に向けた文章案を作成することになった。 作成した文章は次回会議にて審議される。

会議名	審議概要
ISO/TC22/SC32/WG3 (ISO11452-8) [10/7～11開催]	WD文章の審議を実施した。 ・フランス及びドイツからは送信ループアンテナの基準位置の明確化の提案があった。送信ループの中心より受信ループまたは試験品までの距離が50mmとし、図の修正を実施。 ・DEからは試験周波数の拡張提案があった。前回会議では韓国よりモバイルチャージ(Qi規格)対応として、上限周波数が205kHzとなっていたが、新たにモバイルチャージ(Qi2規格)対応のため、上限周波数が400kHzまで拡張される。 今回の会議でどのステージより審議開始かの議論があり、CDVから審議は開始される。
ISO/TC22/SC32/WG3 ISO10605 [10/7～11開催]	非通電試験について、ドイツから試験セットアップ(GNDピンの接地有無)の明確化に関するAmendment提案があり審議を実施したが、継続審議となった。
CISPR/D/WG1 CISPR12 [10/14、15開催]	CDV文章の審議を実施した。 ・日本からの寄与データを含めた限度値導出の根拠文章が付属書に追加。 ・日本より6GHzの測定方法に検討結果の説明を実施したが、次回会議での議論となった。技術的な内容については次版での議論に先送りされた。今回の会議でコメント審議が完了し技術的な内容については次版での議論に先送りされ、FDISに移行される。
CISPR/D/WG2 (CISPR25) [10/16開催]	・CISPR25の安定期間は2025年に修正された。 Amd1 WDの審議を実施した。 ・ANの特性値を100MHzから108MHzへ変更。 ・部品試験(電流法、ALSE法、ストリップライン法)の1MHz帯域幅に対する参考許容値の修正案を提案したが、STFを立ち上げ議論する方向となった。 ・1GHz以上の暗室検証法案は従来の500mmLWと100mmLWを提案していたが、500mmLWにて議論することになり、日本からもラウンドロビン結果及びシミュレーション結果を報告し、各国からもデータを集めることになった。 ・HV部品試験では、e-axleの試験配置について日本より提案を実施した。 ・リバブレーションチャンバーをCISPR25の新たな試験法として、日本含め、各国より提案あり、日本からはパルス的なノイズに対する電波吸収体の有効性について説明を実施した。既存の測定方法と相関性などが議論され、継続的に報告することになった。

国際規格制定までの流れをつかむとともに上記の情報を入手しました。ただし審議中の内容であるため、今後変更される可能性があり、注意が必要です。

会議ではFace to Faceならではの活発な審議が進み、会議の合間も意見交換等で国内外メンバーが交流する光景が見られました。これからも会員企業の皆様の製品開発のお役にたてるよう、情報を精査し、KEC設備の早期増強につなげていきます。



日本からの参加メンバー

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/>

2024年度 EMC試験法講習会 開催報告

本年度の座学(講演)は、EMC分野でご活躍されているエキスパートの方々を講師にお招きし、受講者からは「非常に役立つ講演だった」「知識を深めることができた」「とても分かりやすかった」など大変ご好評をいただきました。

実習は3コースに分かれて実施し、「理解が深まった」「分かりやすい説明だった」「日頃の疑問点が解決できた」などと大変ご好評をいただきました。受講者は関西圏だけではなく、遠方からも多数参加されました。

座学【10月24日(木)】

10:00～10:10	オリエンテーション	
	『車載機器のEMC試験規格の概要』	講師:日産自動車株式会社 木村 肇 氏
10:10～15:50 (休憩時間を含む)	『静電気放電試験規格IEC 61000-4-2第3版の改正概要と過渡イミュニティ試験規格の動向』	講師:株式会社ノイズ研究所 石田 武志 氏
	『ノイズの発生原理と対策について ～フィルタ回路の設計手法も解説～』	講師:EMC村の民 エンジャー 氏
16:00～17:30	情報交換会	

実習【10月25日(金)】

10:00～10:10	オリエンテーション	
	車載機器コース CISPR 25:放射エミッション(150kHz～6GHz) / 伝導エミッション(150kHz～108/245MHz) ISO 11452-2, -4:放射イミュニティ ALSE(200MHz～2.5GHz) / BCI(1MHz～400MHz)	
10:10～16:30 (休憩時間を含む)	民生機器コース (エミッション 又は イミュニティの選択制) ・エミッション:放射妨害波測定(30MHz～6GHz) / 伝導妨害波測定(150kHz～30MHz) ・イミュニティ:放射イミュニティ / 雷サージ / EFT/B試験 / 伝導イミュニティ試験	
16:30～16:40	修了証書授与	



次年度も、皆様にご満足いただけるような企画を立案し、よりよい講習会の開催を目指します。

最後に、ご多忙にも関わらずご参加いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

『EMC関西2024』セミナーを終えて

【テーマ:脱炭素化を実現するパワーエレ技術とEMC課題】

昨今、環境問題・温暖化対策として脱炭素化へのシフトが叫ばれ、自動車業界においても電動化の動きが加速し、自然エネルギー活用推進も進められており、電力変換機器の高電圧化も進んでおります。これらの機器から発生する電磁波の影響は益々大きくなり、EMC課題・対策の重要性も増しております。この技術開発には効率よく電力を変換するパワーエレクトロニクス技術が不可欠です。このような観点で、今年のEMC関西2024は『脱炭素化を実現するパワーエレ技術とEMC課題』を主題として取り上げました。

セミナーは遠方から参加頂く方の利便性を考慮し、会場とオンラインとの併用によるハイブリッド形式で2024年10月4日(金)に開催致しました。

講演1として、「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」と題し、パワー半導体を用いたインバータから発するノイズの発生原因、その種類、対策 及び、最新のアクティブノイズキャンセル技術について解説いただきました。続いて、講演2では「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」と題し、自動車電動化技術に対するパワー半導体応用技術、及びノイズ対策技術を紹介いただきました。さらに、講演3では「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」と題し、昨今話題の生成AI向け半導体チップ 及び、チップレット等の最新半導体技術を分解解析(リバースエンジニアリング手法)によりご紹介いただきました。講演4では「パワーエレクトロニクス機器に関するEMC規格動向」と題し、太陽光発電インバータのEMC規格IEC 62920を中心にパワーエレクトロニクス機器に関連するEMC規格動向を紹介いただきました。講演5では「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～」と題し、EMC試験におけるパワーエレクトロニクス機器固有の課題や測定上の注意点を事例とともに紹介いただきました。

ご多忙の中、ご講演をいただきました講演者の皆様に厚く御礼申し上げます。

本講演会には128名(内訳:講演者5名、座長4名、一般参加者41名、招待参加者64名、KEC職員14名)もの参加をいただき、専門的な質疑・応答が活発になされ、成功裏に終了することが出来ました。

(講演テーマとご講演者は以下の通りです。)

講演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 長岡技術科学大学 大学院工学研究科 教授 伊東 淳一 氏
講演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 名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授 山本 真義 氏
講演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 株式会社テカナリエ 代表取締役CEO 清水 洋治 氏
講演4：パワーエレクトロニクス機器に関するEMC規格動向 富士電機株式会社 技術開発本部 デジタルイノベーション研究所 主査 吉岡 康哉 氏
講演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～ 一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 試験事業部 事業部長 峯松 育弥



iNARTE PS(製品安全)資格 「受験講習会」「資格試験」実施報告



【2024年度 iNARTE PS(製品安全) 受験講習会】

2024年6月24日(月)～25日(火)の2日間にわたり、iNARTE PS(製品安全)資格試験受験予定者を対象にした受験対策講習会をオンライン(Zoomウェビナー)で開催し、18名の方が受講されました。

講義では、演習問題を中心に製品安全試験の項目別に適用される規格要求や規格の解釈を講師の方から詳しく解説していただきました。

(今年度の講習会プログラムと担当講師陣)

月日	時 間	講義内容	講 師	
6/24 (月)	13:00～13:20	iNARTE PS資格制度の概要	iNARTE Japan PS分科会	事務局(石住)
	13:30～15:10	安全規格と認証制度	パナソニック オペレーショナル エクセレンス株式会社	東海林 衛 氏
	15:20～17:00	電氣的安全(絶縁の種類、感電保護、 絶縁距離、絶縁の損傷、他)	IEC TC108 HBSDT エキスパート	柴田 恵 氏
6/25 (火)	10:20～12:00	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)	一般財団法人 電気安全環境研究所	近藤 孝彦 氏
	13:00～14:40	危険の回避「前編」(電源接続、 接地構造、機械(物理)的危険、他)	株式会社コスモス・ コーポレーション	山口 哲矢 氏
	14:50～16:30	危険の回避「後編」(難燃性能、温度上昇、 漏れ電流、異常試験、他)	株式会社コスモス・ コーポレーション	竜田 純 氏

【2024年度 iNARTE PS(製品安全)資格 オンライン試験】

iNARTE資格試験は2021年度からオンライン試験となりました。

オンライン試験4年目となる今年度はPS資格試験を8月30日(金)に実施しました。

試験当日は勢力の非常に強い台風10号が九州に上陸し、日本列島各地で大雨被害をもたらしましたが、受験者全員、ご自宅やご勤務先から受験いただき、全員無事に試験終了いただきました。

又、今年度から業務経験年数不問で資格取得可能なアソシエイト資格を導入し、従来のエンジニア/テクニシャン資格に加え、アソシエイトエンジニア/アソシエイトテクニシャンの4つの資格区分となりました。

PSエンジニア資格に17名、PSアソシエイトエンジニア資格に4名、PSテクニシャン資格に3名、PSアソシエイトテクニシャン資格に2名の合計26名が受験されました。(参考:昨年 18名受験 前年比 144%)

この内、PSエンジニア資格に8名、PSアソシエイトエンジニア資格に1名、PSテクニシャン資格に2名、PSアソシエイトテクニシャン資格に1名の合計12名が合格されました。(合格率:46%(=12/26))

【2025年度 iNARTE PS(製品安全)資格 受験講習会 及び 資格試験 予定】

- ・iNARTE PS 受験講習会：2025年6月下旬頃(2日間)@オンライン(Zoomウェビナー)
- ・iNARTE PS 資格試験：2025年8月下旬頃(1日) @オンライン試験

詳細は2025年4月上旬に弊センターウェブサイト(<https://www.kec.jp>)に掲載予定です。

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

会 員 動 向

※ 新 入 会 員

2024年10月17日 現在
(50音順掲載)

入会年月	会員区分	会 社 名	住 所	事業内容・生産品目等
2024年 10月	正会員	株式会社オンテック	〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3丁目 20番27号	プリント回路事業、システム ソリューション事業
〃	正会員	マスプロ電工株式会社	〒470-0194 愛知県日進市浅田町上納 80番地	TV受信機器、TVアンテナ、 放送中継機器、セキュリティー 機器の開発、製造、販売
〃	特別会員	ヤンマー建機株式会社	〒833-0055 福岡県筑後市大字熊野 1717番地-1	小型建設機械(油圧ショベル・ ローダーなど)の開発、生産、 サービス、販売

【正 会 員】 166社

株式会社アート1
アール・ビー・コントロールズ株式会社
アイコム株式会社
株式会社アイシン
愛知時計電機株式会社
IDEC株式会社
株式会社アイピーエス
I-PEX株式会社
飛鳥メディカル株式会社
株式会社アドバンテスト
アメテック株式会社
アルプスアルパイン株式会社
株式会社イー・エム・シー・ジャパン
株式会社イー・オータマ
株式会社e431
株式会社イシカワ
インクス株式会社
インターテックジャパン株式会社
株式会社インタフェース
株式会社ウインブルヤマガチ
株式会社Wave Technology
EIZO株式会社
エイミック株式会社
株式会社エスアンドエー
SGSジャパン株式会社
エスペック株式会社
株式会社エヌエフ回路設計ブロック
合同会社NKYM
株式会社エフ・エム・アイ
株式会社エムジー
株式会社エンベデッドテクノロジー
オーエムプランニング株式会社
株式会社大阪サイレン製作所
株式会社オートネットワーク技術研究所
沖エンジニアリング株式会社
オムロン株式会社
株式会社オリエントマイクロウェーブ
オリジン工業株式会社
株式会社オンテック
加賀FEI株式会社
加美電子工業株式会社
関西ガスメータ株式会社
キーサイト・テクノロジー株式会社
菊水電子工業株式会社
北川工業株式会社

キヤノン株式会社
株式会社キューセス
株式会社共進電機製作所
株式会社京都科学
京都電測株式会社
株式会社きんでん
株式会社クボタ
株式会社ケーイーアイシステム
株式会社小糸製作所
株式会社高工社
コーセル株式会社
株式会社コスモス・コーポレーション
国華電機株式会社
株式会社コベルコ科研
株式会社サワーコーポレーション
株式会社三社電機製作所
株式会社サン・テクトロ
サンデン株式会社
株式会社サンフREM
株式会社GSユアサ
株式会社島津製作所
株式会社シマノ
シャープ株式会社
Joyson Safety Systems Japan合同会社
新コスモス電機株式会社
真生印刷株式会社
スペクトロニクス株式会社
住友精密工業株式会社
セイコーエプソン株式会社
星和電機株式会社
象印マホービン株式会社
双信電機株式会社
ソリッド株式会社
タイガー魔法瓶株式会社
ダイキン工業株式会社
ダイハツ工業株式会社
株式会社ダイヘン
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
タチバナテクノス株式会社
株式会社ダックス
多摩川精機株式会社
株式会社ティ・アイ・シー
TOA株式会社
ディーシージェイ株式会社
TDK株式会社

株式会社テクトロン	日立 Astemo 阪神株式会社
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	富士フイルム 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	ブライム プラネット エナジー &ソリューションズ株式会社
株式会社テラモト	古野電気株式会社
株式会社デンケン	北陽電機株式会社
株式会社電研精機研究所	ホシデン株式会社
株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス	星野楽器株式会社
株式会社デンソーテン	株式会社ホタルクス
東海電装株式会社	ボッシュ株式会社
東洋ガスメーター株式会社	株式会社堀場製作所
株式会社東陽テクニカ	マスプロ電工株式会社
東洋メディック株式会社	株式会社ミクニ
株式会社トータス	三菱重工業株式会社
株式会社トーヨーコーポレーション	三菱電機株式会社
株式会社戸上電機製作所	三菱ロジスネクスト株式会社
トヨタバッテリー株式会社	ミヨシ電子株式会社
ナブテスコ株式会社	村田機械株式会社
ニチコン株式会社	株式会社村田製作所
株式会社ニッコー	矢崎総業株式会社
NISSHA株式会社	ヤマハ株式会社
日新電機株式会社	山本電機工業株式会社
日本オートマティック・コントロール株式会社	株式会社山本電機製作所
日本航空電子工業株式会社	ヤンマーホールディングス株式会社
日本シールドエンクロージャー株式会社	株式会社UL Japan
日本ジッパージュビング株式会社	ラトックシステム株式会社
日本電音株式会社	株式会社リード
日本電子株式会社	株式会社リケン環境システム
株式会社ニューライトポタリー	株式会社LIMNO
任天堂株式会社	レシップ株式会社
ネクstem株式会社	ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
株式会社ノイズ研究所	ローム株式会社
パーソル エクセル HR パートナーズ株式会社	ローランド株式会社
白光株式会社	ローランド ディー .ジー .株式会社
パナソニック ホールディングス株式会社	ワイエイシイエレックス株式会社
浜松ホトニクス株式会社	
株式会社ピーマックス	

【賛助会員】 40社

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

【特別会員】 43社

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

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。

2024年度 KEC行事予定・実績

2025年1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 25 30	水 木 金 木 水 木 水 木 金 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 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 21	水 金 水 木 金	設計者向けEMC技術講座⑪ 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(CIVI研修センター新大阪東)
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. 272

2025年1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 房安 浩嗣 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