KEC情報

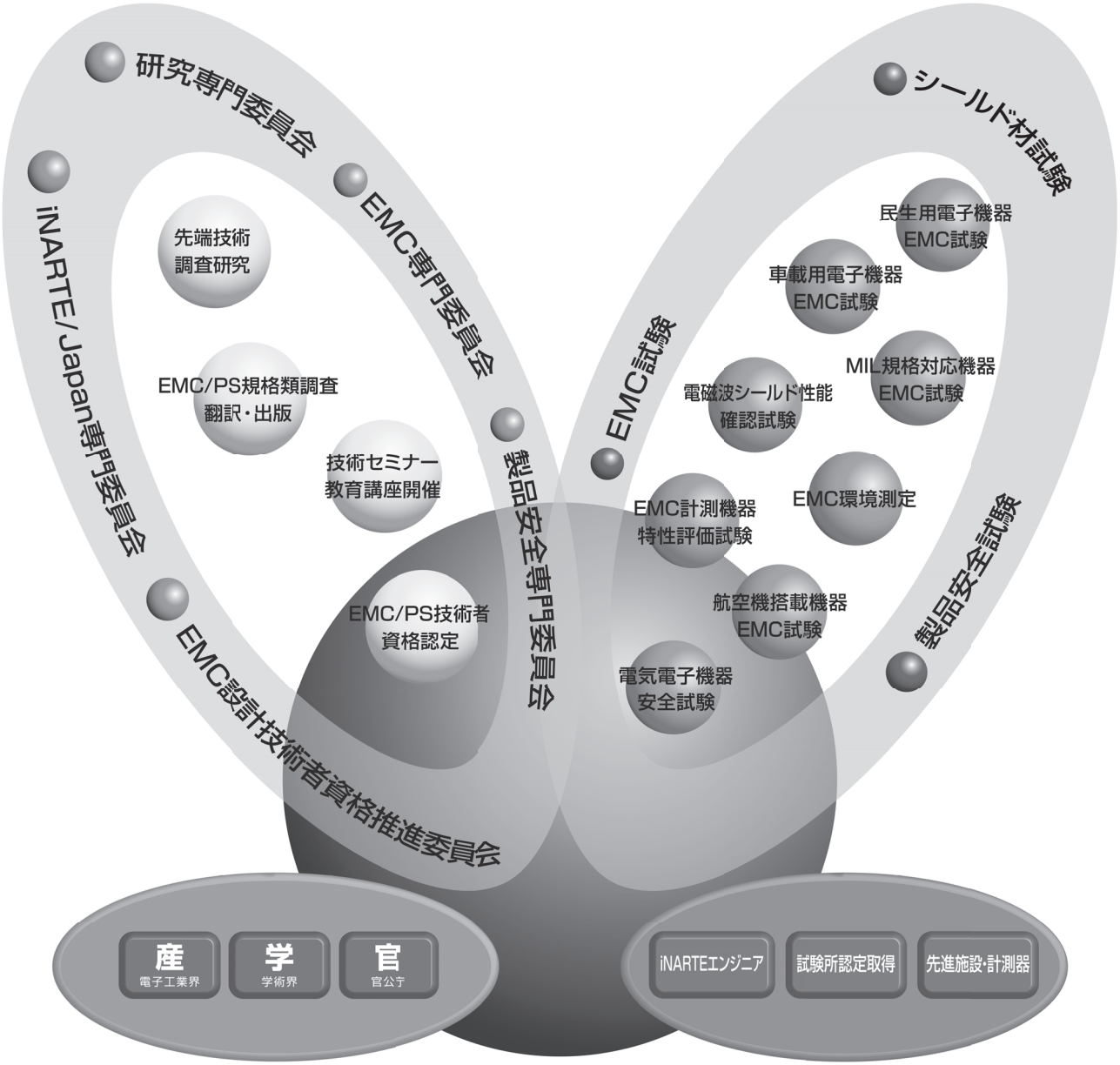
No. 266
July. 2023

「DX時代の製品安全の取組み」

- Safety-ⅠとSafety-Ⅱからみた製品安全
- コンクリート構造物の維持管理へのAI活用
- 大型蓄電池の安全性に関する国際標準化
  および安全性評価法の動向

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

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/

KEC情報

No.266
July. 2023

今回の特集記事は、2023年2月に開催した製品安全フォーラム**「DX時代の製品安全の取組み」**です。

次号（10月号）は、「新技術特集　－生産性革新－」の特集を企画しています。

目　　次

○ **第64回通常総会開催される** ---------- 1

○ **2023年度事業計画** ---------- 8

○ **トピックス**

■ 試　験　事　業 ---------- 10

■ 委 員 会 活 動 ---------- 14

○ **DX時代の製品安全の取組み**

■ Safety-ⅠとSafety-Ⅱからみた製品安全

早稲田大学理工学術院　小松原 明哲 ------ 17

■ コンクリート構造物の維持管理へのAI活用 ---------- 山口大学大学院　中村 秀明 ------ 23

■ 大型蓄電池の安全性に関する国際標準化および安全性評価法の動向

一般財団法人 電気安全環境研究所　本多 啓三 ------ 30

○ **センターニュース**

■ 委員会等の動き ---------- 36

○ **お知らせコーナー**

■ 出版物のご案内 ---------- 42

■ 会 員 動 向 ---------- 46

■ 会 員 一 覧 ---------- 47

■ 2023年度 KEC行事予定・実績 ---------- 50

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

第64回通常総会開催される

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター　第64回通常総会は、去る6月9日(金)10時30分からNCB会館にて、総勢60名にて盛大に開催されました。

会議の冒頭、小川会長(パナソニック ホールディングス株式会社　執行役員 グループCTO)から以下の挨拶がありました。

＜小川会長挨拶＞

会長を務めさせていただいておりますパナソニックの小川でございます。本日は、ご多用の中、通常総会にご参集いただきまして、本当にありがとうございます。御礼を申し上げます。

第64回通常総会　会長挨拶

世の中全体がコロナ後の世界へと加速していく中、総会へたくさんの方にリアルでご参加いただけておりますことをうれしく思いますと共に、我々KECの役割が増々大きくなると感じています。KECは、1社だけでやれないことを、皆で知恵やお金や考えを持ち寄って互いに使えるようにする社会的共通資本、コモンズの役割を果たしていると常々思っています。

ご存じのように、社会的共通資本には、自然資本、制度資本、インフラ資本という分類があると言われておりますが、我々はこの制度資本とインフラ資本の一部を担っていると思っています。また、コロナ後の世界で人々の豊かさをどのように創っていくかが、KEC活動の大きなポイントではないかと考えています。我々の責任を改めて痛感するとともに、皆様のご協力をいただいて、何としても豊かなものにしていきたいと思っています。

けいはんな地区で建設を進めています新試験棟は、2024年の3月には竣工し、4月から正式に運用していく予定です。充実した設備群でEMC分野の人を育てて開発を助け、関西のみならず日本全国の皆様にお使いいただいて、産業の振興に尽くしていければと思っています。その一方、コモンズを豊かにしていくという基本の心意気も忘れずに尽力していきたいと思います。

本日、様々な議案の議論がありますが、引き続き皆様のお知恵とご支援をいただいて力強く進んでいきたいと思いますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。以上でご挨拶とさせていただきます。

会長の挨拶の後、議案審議に入り、柳川専務理事から説明がなされ、審議の結果全議案が承認されました。

議案の要点は以下のとおりです。

□第1号議案　「2022年度事業報告及び決算に関する件」

柳川専務理事より、2022年度は、2020年度にスタートした「中期計画」(“強みを活かした業界への貢献拡大と事業基盤強化の継続”)の最終年度且つ次期中期計画(2023～2025年度)でのさらなる成長を目指した「地盤固め・仕込みの年」であったとの説明がなされました。

第64回通常総会　会場風景

EMC/製品安全のリアルな現場・現物での強みを梃子に、事業を通じた業界貢献の拡大と将来に向けた事業基盤強化、さらなる成長に向けた探索を強化し、社会・業界へのお役立ち・貢献を体現する『過去最高 収入 / 業界貢献 の実現』(一般社団法人化以降)を目標として取組みを進め、その結果、試験料収入、総収入共に過去最高を記録し、計画・前年共に達成したとの総括と共に、議案書に基づき各部門の活動結果及び決算について説明がなされました。

また、本報告の最後に、小路山監事より、2022年度の監査結果の報告があり、事業報告書、計算書類及びその附属明細書並びに公益目的支出計画実施報告書について、その内容が真実かつ妥当であるとの報告がなされました。

□第2号議案　「2023年度事業計画(案)及び予算(案)に関する件」

柳川専務理事より、2023年度から2025年度にかけての次の3年間は、新中期計画「脱炭素社会への価値確立(Green Value Creation & Acquisition)」に取り組み、「大型・大電力EMC試験の確立」、「専門技術のプレゼンス確保」、「運営業務の生産性向上」に注力するとの説明がなされました。2023年度は、新中期計画の初年度であり、今まで培ってきた事業基盤を活かし、事業を通じた業界貢献拡大と、将来に向けた事業基盤強化に取り組む年度となるとの方針説明の後、議案書に基づき各部門の活動計画及び予算について説明がなされました。

□第3号議案　「役員選任(案)に関する件」

柳川専務理事より、現役員(理事・監事)が本日(2023年6月9日)の通常総会にて任期満了となり、新たに役員(理事16名、監事2名)を選任する旨の説明がなされました。

〇退任役員:理事3名

区　分	役　職	氏　名	会社名
退　任	理　事	竹内 一弘	TOA株式会社
〃	理　事	宮部 義幸	パナソニック ホールディングス株式会社
〃	理　事	竹下 伸夫	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

〇新役員:理事16名(重任14名、新任2名)、監事2名(重任2名)

区　分	役　職	氏　名	会社名
重　任	理　事	小川 立夫	パナソニック ホールディングス株式会社
〃	理　事	海藤 克明	株式会社島津製作所
〃	理　事	古橋 健士	ホシデン株式会社
〃	理　事	岩坪　浩	株式会社村田製作所
〃	理　事	吉村　元	株式会社三社電機製作所
〃	理　事	高橋 良典	新コスモス電機株式会社
〃	理　事	岩野 功史	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
新　任	理　事	谷口 方啓	TOA株式会社
重　任	理　事	古矢 勝彦	ニチコン株式会社
〃	理　事	田中 英二	日本電音株式会社
〃	理　事	船越 秀明	船井電機株式会社
〃	理　事	石原 眞次	古野電気株式会社
〃	理　事	朝日 宣雄	三菱電機株式会社
〃	理　事	大久保 稔	ヤンマーホールディングス株式会社
〃	理　事	柳川 良文	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
新　任	理　事	時岡 秀忠	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
重　任	監　事	小路山 憲一	アイコム株式会社
〃	監　事	大島 敬二	エスペック株式会社

□第4号議案　「役員関連規程改定に関する件」

柳川専務理事より、役員関連規定について、本センターの常勤役員報酬規程、役員退任手当支給規程及び常勤役員の報酬上限額を改訂するとの説明がなされました。

第64回通常総会の直後に行われた第271回理事会において、役付役員選定(案)が審議され、承認されました。この結果、2023年度の役員体制は以下となりました。

2023年度　役員一覧表

（2023年6月9日）

会　　長	小　川　立　夫	パナソニック ホールディングス株式会社
副 会 長	海　藤　克　明	株式会社島津製作所
〃	古　橋　健　士	ホシデン株式会社
〃	岩　坪　　浩	株式会社村田製作所
専務理事	柳　川　良　文	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター
常務理事	時　岡　秀　忠	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター
理　　事	吉　村　　元	株式会社三社電機製作所
〃	高　橋　良　典	新コスモス電機株式会社
〃	岩　野　功　史	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
〃	谷　口　方　啓	TOA株式会社
〃	古　矢　勝　彦	ニチコン株式会社
〃	田　中　英　二	日本電音株式会社
〃	船　越　秀　明	船井電機株式会社
〃	石　原　眞　次	古野電気株式会社
〃	朝　日　宣　雄	三菱電機株式会社
〃	大久保　　稔	ヤンマーホールディングス株式会社
		以上16名
監　　事	小路山　憲　一	アイコム株式会社
〃	大　島　敬　二	エスペック株式会社
		以上2名
		総合計18名

総会及び理事会終了後に懇親会が開催されました。開会にあたり挨拶に立った柳川専務理事からは、総会にて全ての議案をスムーズに審議・承認いただいた会員各社のご代表の方々に対しての謝辞に続き、総会直後に行われた第271回理事会において選定された役付役員並びに新体制の役員紹介がありました。

続いて、ご来賓として、近畿経済産業局地域経済部長の大木 雅文様よりご挨拶をいただきました。

＜大木地域経済部長ご挨拶＞

本日総会を開催され、引き続き小川会長様のリーダーシップの下で、皆様方が取り組まれることになりましたこと、お喜び申し上げます。

私からは皆様方への感謝と期待などについて、お話をさせていただきます。

近年、コロナ禍で私たちの社会、制度、インフラのデジタル化、所謂DX(デジタルトランスフォーメーション)が相当進みました。デジタル化社会の中で様々な製品、サービスを安心して享受できるのも、皆様方の取り組みのおかげであり、感謝しております。

懇親会　近畿経済産業局 地域経済部長　大木様 ご挨拶

電子機器、通信機器の分野では技術革新が進み、適用範囲が拡大しております。機器利用の現場では、小型化、省エネ化、ウェアラブル化が進められています。現在国が後押ししている半導体分野では、シングルナノ化と共にチップレット技術が開発されつつあります。チップレットは最適なメモリとロジックを積層で組み合わせるので、層間での電磁気的干渉が問題になると考えています。また、IoT、デジタルツイン等の活用が拡がりますと、開発当初の狙いとは違った利用を想定する必要が生じます。新しい技術が開発された場合、実際に利用されるような試験環境を整える必要があり、製品開発と試験はまさに車の両輪であります。最新の国際規格に対応したパワエレ関連の試験棟建設が進んでいると伺いましたので、皆様方の取り組み、貢献に大いに期待しております。

大阪万博について触れさせていただきます。開催まで2年を切りました今年は、会場の建設など見える形の進展に加え、DXの推進も期待しております。皆様方も引き続き盛り上げて頂ければ幸甚です。

最後、結びになりますが、皆様方、本センターのますますのご繁栄と、本日お集まりの皆様方のご健勝を祈念いたしまして、挨拶とさせていただきたいと思います。本日はおめでとうございます。ありがとうございました。

引き続き、大阪府商工労働部中小企業支援室ものづくり支援課　課長　柏村 幸一郎様のご挨拶並びに乾杯のご発声で歓談が晴れやかにスタートしました。

＜柏村課長ご挨拶＞

ただいま、ご紹介いただきました大阪府商工労働部ものづくり支援課課長の柏村でございます。KEC関西電子工業振興センターの通常総会、懇親会が開催されましたこと、誠におめでとうございます。また、日頃から大阪府政にご指導、ご協力いただきまして、この場をお借りしまして改めて御礼申し上げます。

電子工業界では、自動化技術、5G、6G、AIという言葉を頻繁に耳にするようになりました。新しい技術がどんどんと生まれてくる中で、KECはいろいろな情報をキャッチしながら皆様に情報を発信し、技術者を育成されています。

試験事業では安全性も含めまして試験を繰り返し実施していただいております。

新国際規格に対応した大型電波暗室が整備されることが電子工業界の強みになり、KECの存在する意義が増すと感じております。小川会長を初め会員各位の皆様のご尽力に改めて敬意を表する次第でございます。

大阪府は、大阪万博に大阪ヘルスケアパビリオンを会場内に設置することになっております。万博はものづくりの技術力、企業様の魅力を発信する非常にいい機会であり、大阪府、関西全体で盛り上げていきたいと考えています。KECと関連しておられる企業の皆様、業界の皆様の今後の発展と、大阪の増々の成長を考えながら大阪府も事業を進めてまいりたいと思っておりますので、引き続きのご協力を賜りたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

懇親会　大阪府商工労働部　中小企業支援室
ものづくり支援課　課長　柏村様　ご挨拶

歓談中に、新コスモス電機株式会社代表取締役社長の高橋理事が、令和4年秋の褒章で黄綬褒章を受章されたことが報告されました。

続いて、長年にわたりKEC会長、副会長を務めていただきました宮部前会長からご挨拶をいただきました。

＜宮部前会長ご挨拶＞

ただいま、ご紹介いただきました宮部でございます。本日の総会をもって2009年以来の14年務めていました理事を退任させていただくことになりました。また、2013年から2022年まで9年間、会長として務めさせていただきまして、本当にお世話になり、ありがとうございました。

私が理事を拝命した頃は生駒に試験場があるだけでした。その後、けいはんな地区に新しい試験棟ができ、さらにもう一つ試験棟を建設しています。規模を追いかけるだけが存在意義ではありませんが、着実に世の中の期待に応えながら発展をしてきたと感じております。これはひとえに、非常に高い専門性を維持してご活躍いただいている職員の皆さん、歴代の専務理事、常務理事の方々のおかげと思います。本当にどうもありがとうございました。

懇親会　宮部前会長　ご挨拶

KECの理事は現役の経営者の方々で、大所高所からご指導いただいております。この体制が、KECの皆さんが日々大きい成果を出す環境をつくり上げている1つの要因ではないかなと思いますので、ここにおられる理事の皆様方には、引き続きKECをサポートいただければ幸甚です。また、KECは関西のエレクトロニクス業界の課題に対して議論できる数少ない場でもありますから、創設者の松下幸之助さんの思いを受け継いでいくことを祈念します。本当に長い間ありがとうございました。

引き続き、竹内前理事、谷口新理事からご挨拶をいただくとともに、竹下前常務理事、時岡新常務理事が挨拶を申し上げました。

最後に、岩坪副会長(株式会社村田製作所　取締役専務執行役員)に、中締めとして、今後の展望も含めたご挨拶をいただいた後、関係者一同並びにKECの今後の発展を祈念しての全員での一本締めで締めくくっていただきました。

懇親会　会場風景

懇親会　岩坪副会長　中締め挨拶

以上のとおり、KEC第64回通常総会は盛会裏に終了することができました。

2023年度事業計画

1. 新中期計画

2023年度から2025年度にかけての次の3年間は、さらなる成長に向けて、持続可能な社会を目指し、脱炭素を基軸にKECの活動進化に注力する、新中期計画**「脱炭素社会への価値確立（Green Value Creation & Acquisition）」**に取り組みます。新中期計画では、「大型・大電力EMC試験の確立」、「専門技術のプレゼンス確保」、「運営業務の生産性向上」の3つの価値に注力し、新試験棟の本格稼働による増収効果により、2025年度 試験料収入800百万円（2022年度比113%）、総収入948百万円（2022年度比115%）を目指し、新試験棟建設の投資を乗り越えて、税引後収支黒字を目標とします。

2. 2023年度 事業方針

2023年度は、新中期計画**「脱炭素社会への価値確立（Green Value Creation & Acquisition）」**の初年度です。今まで培ってきた事業基盤を活かし、事業を通じた業界貢献の拡大と、将来に向けた事業基盤強化に取り組むことはもちろんのこと、さらなる成長に向け、価値の「探索」から価値の「具現化・増強」に活動の重点を進化させ、2023年度 事業方針**「脱炭素社会への価値の具現化・増強（Green Value Creation）」**として、KECの価値実現に向けた「挑戦」と「改善」の2つの活動で取り組むとともに、産業分野及び依頼試験の強化に注力し、「総収入 830百万円（前年比101%）」を目標に取り組みます。

2.1 総務事項

「KEC基盤強化」の一環として、新試験棟建設は2023年12月に竣工、同時に事業拠点としてのインフラも構築します。DKビル等の他拠点についても、活用最大化に向けて検討を進めます。過去10年以上変わっていない制度・規程・運営や仕組みについても、デジタル技術やオンライン技術の活用を前提に進化させ、業務生産性を向上させます。

「KECプレゼンス強化」の取組みでは、2024年春に稼働する新試験棟を中心に、プレスリリース、展示会出展等で訴求を強化します。ウェブサイトの刷新、技術情報発信強化に向けたKEC情報誌の刷新、企業訪問活動の強化等により、関西圏以外へも訴求を強化し、KECのステータス向上と会員数の拡大に取り組みます。

2.2 委員会活動

重点取組みとして、以下の2点の取組みを進めます。

1点目の「EMC・製品安全 技術力向上へのさらなる貢献拡大」では、国際規格や業界への貢献を目指します。EMC専門委員会では検討テーマの拡大・深堀に注力し、製品安全専門委員会では、他社事例の共有強化と製品安全のレベルアップに取り組みます。規格策定国際会議への意見反映、学会発表やセミナー等での講演、KEC情報誌、KECウェブサイトでのタイムリーな発信等で、業界や技術進化に貢献します。

2点目の「EMC・製品安全 技術者の育成・地位向上」では、技術講座についてはオンライン形式を基本として参加者数の拡大に取り組みます。セミナーについてはハイブリッド開催も試行し、リアル会場の価値を検証します。

iNARTE資格試験においては、受験資格の緩和策構築に取り組み、オンライン試験のメリットを活かして受験者数の

拡大に取り組みます。また、米国EG社との連携を図り、資格のデジタル認証導入についても具体的な方法を構築します。

2.3 試験事業部門

重点取組みとして、以下の2点の取組みを進めます。

1点目の「試験の強化・拡大」では、新試験棟関連の計測器導入、国際規格改定に伴う新規試験対応、大型試験の能力拡大、自主代行の対応強化、省電力化、老朽化設備の更新を行います。同時に、民生・産業機器EMCで10規格以上の認定拡大に取り組み、ISO/IEC17025認定維持、技能試験プロバイダとしてのISO/IEC 17043の認定更新も行います。

2点目の「技術の貢献強化と新技術/新事業の創出」では、計6つの技能試験に加え、「放射エミッション(30MHz以下)技能試験」を実施し、放射エミッション(6-18GHz)の技能試験開発にも取り組みます。リバブレーションチャンバーについては、ISO/IEC 11452-11認定と80MHzからの試験に対応できる強みの訴求強化・ご利用促進と共に、テストベンチとしての共同実験を推進します。GHz KEC法の5-18GHzへの周波数拡大は、2023年度より本格運用を開始します。

2.4 2023年度事業計画

2023年度の収支差額は88百万円の計画とし、新試験棟建設関連の消費税の還付を含めた税引前収支(税引前の正味財産増減額)は263百万円、税引後の正味財産増減額は138百万円の計画とします。2023年度は、本年度のみに生じる消費税還付を除いた収支(収支差額)で、前年度同等の収支を確保します。

＜2023年度　事業計画＞

(単位:百万円)

		2022年度		2023年度	前年比/差
		計画	実績	計画	(%)
収入	会費収入等	41	41	42	102%
	試験料収入	700	707	715	101%
	その他収入	71	75	73	97%
	計	812	823	830	101%
支出	人件費	287	300	308	103%
	管理費	274	260	287	110%
	減価償却費	150	148	132	89%
	退職給付費用	13	13	15	115%
	計	724	721	742	103%
収支差額		88	102	88	△ 14
消費税還付金等		0	0	175	175
税引前収支		88	102	263	+161

2023年度 EMC試験法講習会開催のお知らせ

KECでは毎年恒例のEMC試験法講習会を下記の日時と場所で実施いたします。

民生・産業・車載電子機器のエミッション試験やイミュニティ試験を実施される方々、あるいは社内でこの種の業務をご担当の方々等を対象に、当センターの施設を使用し、体験学習していただく講習会です。

座学については、EMC分野でご活躍されているエキスパートの方を講師にお招きし、ご講演いただきます。

ぜひこの機会に本講習会を受講され、貴社の電気・電子機器設計や品質保証にお役立ていただきたくお勧め申し上げます。

開催日時

【実 習】　車載機器コース　　10月25日(水)　13:00～17:10

【座 学】　EMC基礎・規格動向　10月26日(木)　10:30～16:40

　　17:00～18:00(交流会)

【実 習】　民生機器コース　　10月27日(金)　9:15～17:10

（実習はコースによって開催日時が異なりますので、ご注意ください。）

開催場所

【座 学】　けいはんなプラザ　3F大会議室

【実 習】　一般社団法人KEC関西電子工業振興センター　けいはんな試験センター

募集人数

【座 学】　定員 50名

【実 習】　定員 各コース12名

プログラム（予定）

【実　習】（車載機器コース）　【10月25日（水）】

13:00 ～ 13:10	オリエンテーション
13:15 ～ 16:15 （休憩時間を含む）	・CISPR 25 放射エミッション（150kHz～2GHz）／伝導エミッション（150kHz～108MHz） ・ISO 11452-2, -4 放射イミュニティ ALSE（200MHz～2.5GHz）／ BCI（1MHz～400MHz）
16:20 ～ 16:35	質疑応答
16:35 ～ 17:10	リバブレーションチャンバー見学会

【座　学】【10月26日（木）】　※講演者と題目に関しては8月にウェブサイトに公開いたします。

10:30 ～ 10:40	オリエンテーション
10:40 ～ 16:40 （休憩時間を含む）	車載規格動向
	民生規格動向
	EMC対策基礎
17:00 ～ 18:00	交流会

【実　習】（民生機器コース）　【10月27日（金）】

9:15 ～　9:25	オリエンテーション
9:30 ～ 16:45 （休憩時間を含む）	放射妨害波測定（30MHz～6GHz） 伝導妨害波測定（150kHz～30MHz） 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
16:50 ～ 17:10	質疑応答

募集開始日

・受講申込書は8月1日にウェブサイトに掲載いたします。

・会員、非会員で募集開始日が異なりますのでご注意ください。

・募集開始日時前のお申込みは受付できません。

会　員:8月　1日（火）

非会員:8月22日（火）

注意事項

・実習は、1社あたりのお申込みを各コース1名様までとさせていただきます。

・実習は、同業のお客様のお申込みをお断りさせていただきます。

・都合により時間や内容が変更となる場合がありますのでご了承ください。

・参加者数により実習スケジュールが一部変更となる場合があります。

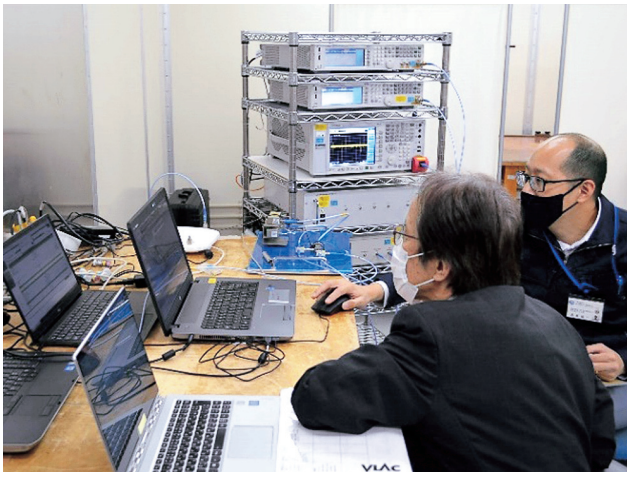
VLAC認定範囲拡大の取組み

2023年5月16, 17日に、株式会社電磁環境試験所認定センター（VLAC）による国際規格ISO/IEC 17025に基づく試験所認定審査を受審いたしました。

本年度もKECの会員企業にお役立ちするため、従来からの認定範囲に加え、下記の認定範囲拡大をいたします。

EMC（エミッション、イミュニティ）試験認定範囲拡大規格　（2023年7月頃認定取得予定）

地　域	認定試験規格	備考（対象製品等）
国際規格	IEC 61000-4-39	基本規格　近接した放射フィールドイミュニティ試験（30MHz未満拡大）
	IEC 61131-2	産業プロセスの測定と制御-プログラマブル コントローラー -パート 2:機器の要件とテスト
	IEC 60947-5-1	低圧開閉装置及び制御装置-第 5-1 部:制御回路装置及びスイッチング素子-電気機械制御回路装置
	IEC 60947-5-2	低圧開閉装置及び制御装置-第 5-2 部:制御回路装置及びスイッチング素子-近接スイッチ
	IEC 61800-5-2	可変速電力駆動システム-パート 5-2:安全要件-機能
	IEC 60533	船舶内の電気及び電子設備-電磁適合性（EMC）-金属製の船体を備えた船舶
欧　州	EN 61131-2	産業プロセスの測定と制御-プログラマブル コントローラー -パート 2:機器の要件とテスト
	EN IEC 60947-5-1	低圧開閉装置及び制御装置-第 5-1 部:制御回路装置及びスイッチング素子-電気機械制御回路装置
	EN 60947-5-2	低圧開閉装置及び制御装置-第 5-2 部:制御回路装置及びスイッチング素子-近接スイッチ
	EN 61800-5-2	可変速電力駆動システム-パート 5-2:安全要件-機能
	EN 12895	産業用トラック-電磁適合性
	EN 12016	電磁両立性-エレベーター、エスカレーター、動く歩道の製品群規格 -電磁耐性
日　本	JIS F 8081	船用電気設備及び電子機器-電磁両立性（EMC）-金属製船体の船舶



VLACによる審査風景

審査後の記念撮影

今後とも安心かつ高精度な新たな試験サービスのご提供、及び納期短縮に努め、皆様のお役に立てればと思っております。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　試験事業部
TEL：0774-29-9139　E-mail：inquiry@kec.jp

第28回 EMC関西2023

『コネクテッド社会を支えるEMC技術と課題』

昨今、IoT/5G高速通信により各種センサー類、自動車、産業用ロボットなど様々な機器がネットワークで繋がり、益々 便利になると共にEMC課題も増しております。電磁障害による誤動作により、人命にも関わる重大な事故の発生も懸念されております。通信の多様化による利便性の向上と共に誤動作による重大事故を抑制し、未来社会の発展にどのように貢献していくのか、このような観点で、今年のEMC関西2023は『コネクテッド社会を支えるEMC技術と課題』を主題に、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をいただきます。

日　時	2023年10月13日［金］ 10:30～17:00	開催場所	グランフロント大阪北館タワーＣ８階 ナレッジキャピタルカンファレンスルーム タワーＣ　ＲｏｏｍＣ03+04 ハイブリッド形式（会場とオンライン併用）
主　催	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター	参 加 費 （税 込）	会員　：　9,900円 非会員　：　13,200円

プ　ロ　グ　ラ　ム

10:30	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
10:35～11:30	**[基調講演]** **通信ネットワークのQoS（仮題）** 名古屋工業大学大学院工学研究科　未来通信研究センター　伊藤　嘉浩 氏
11:35～12:30	**FA機器（産業用ロボット）のEMC課題・対策（仮題）** 三菱電機株式会社　名古屋製作所　開発部　電子制御技術グループ　関本　安泰 氏 ロボット製造部　開発第一課　宇田　寿人 氏

－－－－－－－－－－　昼食休憩（70分）－－－－－－－－－－

13:40～14:35	**車載機器のイミュニティ近接試験法の開発・規格化（仮題）** トヨタ自動車株式会社　クルマ開発センター　制御電子システム開発部　電子性能開発室　森　晃 氏
14:40～15:35	**最新EMC規格動向（仮題）** 雨宮EMCコンサルティング（IEC/CISPR運営委員会委員）　雨宮 不二雄 氏

－－－－－－－－－－　休　憩（20分）－－－－－－－－－－

15:55～16:45	**[KEC委員会活動報告]** **IEC 61000-4-6における試験法の課題 及び、試験手法の検討（仮題）** 一般社団法人KEC関西電子工業振興センター　EMC専門委員会 新規EMC規格対応WG　高 倉　洋 氏
16:50	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

(*)プログラムは、 事情により変更になる場合がございます。予めご了承ください。

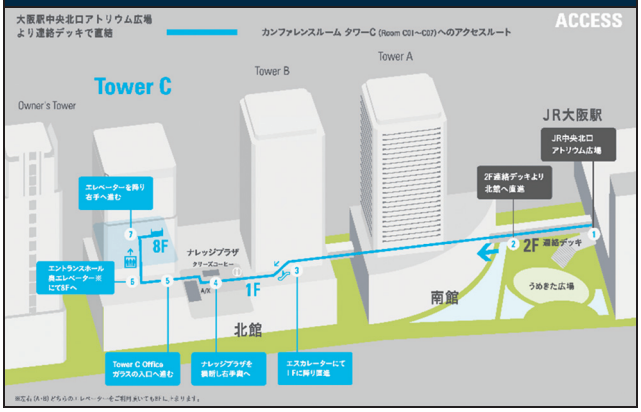
概要・お問い合わせ先

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
〒619-0237　京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2
EMC関西企画WG　事務局　　石住　隆司
TEL：　0774-29-9041　／　FAX：　0774-93-4564
E-mail：　publication01@kec.jp

申込方法：当センター ウェブサイトより
定　　員：100名（会場）
　　100名（オンライン）

8月上旬、募集開始を予定しております。

会場アクセス



■JR大阪駅(中央北口)アトリウム広場から 北へ徒歩約10分

2023年度 製品安全基本教育講座

― 製品安全の基本を学ぶ ―
製品安全に関する最先端の規格動向が身につきます

消費者に電気製品を安心して使用していただくためには、製品が安全であることが前提です。
本講座は製品安全の基本から個別の製品についてのIEC安全規格の具体的な要求事項に加えて、IEC 62368-1や電気用品安全法の技術基準の性能規定化等の最新情報を盛り込んでいます。
全講義を通して受講することにより、製品安全の基本事項を幅広く修得してもらうことを目的としています。また、受講者の担当する製品や知識レベルに応じて、必要な講座だけを選択受講することも可能です。

講座コーディネーター：柴田 恵 氏（IEC TC108 HBSDT エキスパート）

概　要

	開催日時	講義項目	講師
1	2023年 8月31日(木)	製品安全の基本的な考え方と世界の安全法規・規制・認証制度	川口 昇 氏 株式会社UL Japan
2	9月29日(金)	事故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
3	10月27日(金)	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
4	12月1日(金)	機器別IEC規格要求: IT機器（IEC 60950）	柴田 恵 氏 IEC TC108 HBSDT エキスパート
5	12月22日(金)	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
6	2024年 2月2日(金)	機器別IEC規格要求: 電化機器（IEC 60335）	氏田 良太 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
7	3月22日(金)	低電圧機器の絶縁協調について（JIS C 60664）	住谷 淳吉 氏 一般財団法人電気安全環境研究所
		樹脂材料の基礎知識と特性評価方法の解説（UL94, UL746等）	有森 奏 氏 株式会社UL Japan

※プログラムは、事情により変更になる場合があります。予めご了承ください。

開催期間・時間
2023年8月31日(木)～2024年3月22日(金)
（全7回）　時間13:00～17:00

会場
Zoomによるオンライン（全国どこからでも参加可能）

受講対象
品質部門、製品安全、規格認証に関わる方

講師陣
業界の最先端で活躍されているエキスパート

定員
先着50名（定員になり次第募集締切）

受講料（税込）
1講義（1日）当たりの受講料です。

KEC会員　：　7,700円
非会員　：　11,000円

申込・受講方法
KECウェブサイトの申込みフォームからお申込みください。
各講義、申込締切は開講日の1か月前です。
請求書をご送付いたします。期日までに請求書記載の指定銀行口座に受講料をお振込みください。
受講証の発行はしておりません。
後日、ご登録住所にテキストを送付いたします。
開講日の前日までに、聴講用URLが記載された案内メールを送信いたします。

申込先
https://www.kec.jp/seminar/anzen23/

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
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
TEL 0774-29-9041／FAX 0774-93-4564
E-mail publication01@kec.jp

2023年度 iNARTE EMC Engineer/Technician資格試験

【2023年度 iNARTE EMC資格　オンライン試験】

日　　時	エンジニア ： 2023年11月 8日(水) エンジニア ： 2023年11月10日(金) テクニシャン ： 2023年11月 8日(水)	定員:60名 定員:80名 定員:20名	エンジニアは8日または10日のどちらか1日を申込時に選択して受験
	開 始 時 間 ： 8:30～9:00　試験時間は4時間　ただし13時までには終了する事		
募 集 期 間	2023年7月3日(月)～9月29日(金)　ただし定員になり次第締切		
受　験　料	14,300円(消費税込)　なお、合格された方は 別途認証料 12,100円が必要です。		
会　　場	オンライン(ご自宅またはご勤務先等、パソコン/ネット環境のある場所から受験)		

＜申込前の準備＞

スマートフォン・カメラ付きパソコン・本人確認用の顔写真付身分証(ローマ字表記)が必要です。

＜パソコン＞

OS(※)	Windows 10以上 または macOS
CPU	1GHz以上
メモリ	4GB以上
ブラウザ(※)	Google Chrome/Microsoft Edge/Safari
通信速度	1Mbps以上

(※) OS及びブラウザは最新版を推奨

＜スマートフォン＞　試験中電源は常時ON

O S	iOS または Android
ブラウザ	Safari/Google Chrome
アプリ(※)	Google Meet(推奨)

(※) Google Meetが利用できない場合はブラウザでも対応可能

＜試験要領＞

各問3～5者選択肢からの選択方式、解答問題数50問、合格基準70点以上

＜持込可能物＞

参考図書、受験者が作成したノート、関数電卓、筆記用具

※パソコンに資料を入れて閲覧することは出来ません。

＜オープンブック方式と事前整理の必要性＞

参考図書に制限はありませんが、3～5冊程度にし、索引を作っておくなど事前準備を推奨します。

詳細は下記ウェブサイトをご参照願います(2023年7月3日公開予定)

https://www.kec.jp/seminar/narte_emc23/

Safety-IとSafety-IIからみた製品安全

早稲田大学理工学術院
創造理工学部 経営システム工学科 教授
小松原 明哲

最近、産業安全の世界では、安全に対して、Safety-I、Safety-IIという二つのアプローチが強く意識されるようになってきた。前者は信頼性に基づく安全の考え方である。後者は自然や社会環境下において、人の柔軟な行動により安全を求める考え方である。消費生活用製品などにおいての今までの製品安全は、多くは前者の考え方に基づいていたが、今後、増加が見込まれるAI搭載機器においては、後者の考え方に立った製品安全が求められる。

1. はじめに

最近、産業安全の世界では、安全に対して、Safety-I Safety-IIという二つのアプローチが強く意識されるようになってきた。Safety-I、Safety-IIは、ヒューマンファクターズの国際的権威であるE.Hollnagelが提唱した概念である[1]。前者は信頼性(リスク論)に基づく安全へのアプローチであり、リスクを低減することに主眼が置かれる。後者は状況に対する対応能力を向上することで安全と生産を首尾よく成就することに主眼が置かれ、レジリエンス・エンジニアリングを方法論とする。

家電製品等の一般消費生活用製品の使用に関わる製品安全については、今までもっぱらSafety-Iにより取り組まれてきたと思われる。しかし、今後、さまざまな形で展開が予想されるAI(人工知能)の関わる製品においては、むしろSafety-IIのアプローチが適合するように思われる。

本稿では、Safety-I、Safety-IIの概念を簡単に説明する。その上で、Safety-IIとDX技術との関係、製品安全においての課題について展望する。

2. Safety-IとSafety-II

2.1 Safety-I

(1) Safety-Iの考え方

Safety-Iとは端的に言えば、機械の取り扱いに関わる安全へのアプローチである。

機械はそれを設計した設計者がおり、その設計者が意図した通りに機械が機能する限りにおいて安全である。従って、機械それ自体が故障してはならず、かつ、オペレータが操作を誤ってはいけない。そこでこうした不具合(故障や誤操作)を減らす努力が求められる。具体的に言えば、機械の構成要素(部品)の信頼性を高め、安全上、重要な箇所は冗長化する等の対策を講じる。人間側についても同様で、教育訓練などによりオペレータの信頼性を高め、安全上重要な箇所は、フールプルーフやダブルチェックなどの対策を講じる。これらにより、機械(システム)全体の信頼性＝1を目指す活動が展開される(図1)。

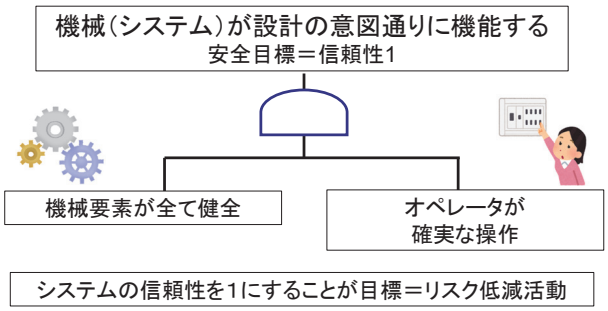


図1　機械安全の考え方（Safety-Iの仮定）

こうした考え方に基づく安全へのアプローチがSafety-Iである。すなわち、故障やヒューマンエラーなど、ものごとをうまく行かなくさせることを限りなく減らすこと（to reduce things that go wrong）[1]が、安全活動となる。

（2）標準化とSafety-I

産業現場において、Safety-Iの考え方は標準化を行きとどかせられる組み立て製造業で採用されている。

まずラインに流す製品は標準化する。その上で、生産設備の信頼性を高める。また、組み立ての正しい手順を定義し、それが実施できるような作業環境（例えば、照明条件や作業台の高さなど）をセットし、作業者には手順書を与えてそれを教育訓練し、定められた手順以外のことを行ってはいけないことを徹底する。ただし、疲労や意欲の低減により、意図せず正しい手順を果たせなくなる場合があるので、そうなる前に、休憩やリフレッシュタイムを与えるなどの使役管理を行う。

しかしながら、何らかの事情により作業者が正しい手順を実施しなければ、それはヒューマンエラーであり、製品は正しく製造されない。従ってヒューマンエラーは撲滅されなくてはならないので、なぜエラーが生じたのかの原因分析がなされ、対策を講じる再発防止活動がなされる。

（3）Safety-Iと製品安全

一般消費生活用製品の製品安全でもSafety-Iの考え方が採用される。製品構成要素の信頼性を高めると同時に、使用においては、メーカの設計者の定めた通りにユーザが「正しく」使用する限りにおいて事故は生じないと期待されることから、「正しい使用」以外の使用（誤使用）の撲滅が重要課題になる。

具体的には、

① ヒューマンインタフェースのユーザビリティの向上
② 取扱説明書や警告表示の改善、ユーザサポートの充実
③ 万一「誤使用」されても重大な事故が生じないように、フェイルセイフ設計を行う

などがなされる。

なお、一般消費生活用製品ではユーザや使用（利用）状況が多様であり、それらをメーカが容易にコントロールできるものではないことから、予想される誤使用を含む「通常の使用」を前提にした製品安全対策が、より丁寧に講じられる必要がある。

2.2　Safety-2

（1）Safety-IIの考え方

世の中、組立工場のように標準化に取り組める現場ばかりではない。というより、そうした現場はむしろ例外的であり、「生きている」産業現場の方が圧倒的に多い。自然や社会に開放された環境においての作業である。

例えば、土木建築、医療、サービスなどはそうであり、作業対象も作業条件も現場ごとに異なり、かつ、変化、変動する。身近な例では自動車運転がそうである。確かに機械としての自動車は正しく操作しなくてはならないが（シフトレバーをPに入れてからエンジンは起動しなくてはならない）、いざ道路に出たのなら、天候や路面環境、交通流などの様々な変動要素に適切に対応した運転を行わなくてはならない。こうした状況に適応した（Adjustした）運転により、安全裏に目的地に到着することができる。このとき、同じ状況であっても、運転者の対応（Adjustment）能力（レジリエンス能力という）が高ければ楽勝であるが、低ければ事故に陥る。つまり、こうした現場では、安全はレジリエンスの能力に依存することになることから、レジリエンスの能力を伸ばすことにより安全を求める必要がある。こうした安全へのアプローチをSafety-IIという。ここにおいては、Safety-Iのように失敗を見つけ出しそれをつぶすという考え方をするのではなく、変化する状況において、うまくいくこと（成功）を増やすことで安全を求めていくこと（to increase things that go right）[1]になる。

(2) レジリエンス能力の構成

E.Hollnagelは、レジリエンス能力の構成として、図2を示している[1]。

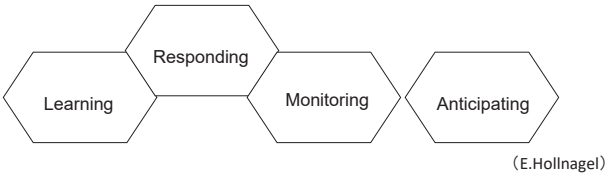


図2　レジリエンス行動を実現するための能力

このモデルを、自動車運転を例に説明する。

例えば子どもの飛び出しがあったときに、それに対応してブレーキを踏む、ハンドルを切るなどの適切な対応(respond)が必要である。それらがうまく行かないと事故が生じる。この適切な対応は事故防止への最後の砦だが、しかしそれ以前に、前方を監視し子どもの飛び出しといった状況の変化に気づくこと(monitor)、さらには、子どもが飛び出してくるかもしれないと予見し懸念していること(anticipate)が重要であり、むしろそれらが安全の鍵になっていることが多い。また、そうした予見や監視、また対応を適切に行うためには、平素からの学び(learn)が必要である。図2のモデルはこうしたことを表している。

余談だが、状況の変化に対応して安全を求めるということについてみると、入試も同じである。その場で鉛筆を転がしていては合格するはずはなく、図2のモデルに沿った行動をとることでのみ良い成果が得られる(図3)。

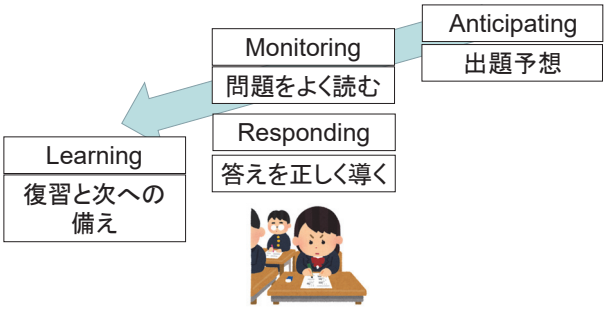


図3　入学試験もレジリエンス行動によりなされる

(3) Safety-IとSafety-IIの関係

Safety-IとSafety-IIは排他的なものではなく、また片方が他方を代替するものではない。先の自動車例に見られるように、両者が必要である。さらにいうと、道路の落石を除去することなく、腕で乗り切れというように、Safety-IでなされるべきことをないがしろにしてSafety-IIで乗り切るのはナンセンスである。要らないところでレジリエンス能力を発揮させる必要はない。つまり現実には、Safety-IとSafety-IIとは密接な関係をもっている(図4)[2]。

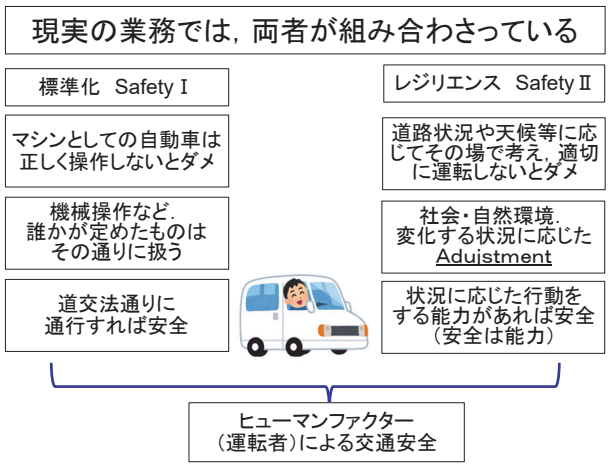


図4　Safety-IとSafety-IIは密接な関係を持つ

3. Safety-IIに対するDX技術への期待

DX技術としてIT、IoT、AIなどのいわゆるデジタル技術を想定すると、レジリエンスな行動による安全のために多くの期待が寄せられる。

① 教育訓練

Safety-Iでは、唯一のものとして存在する正しい手順を教え込むことが教育訓練の目的である。

一方、Safety-IIにおいては、あり得る現実シナリオは無数にあり、しかもあるシナリオにおいての対応の仕方も、One Best Wayが存在するというものではない。シナリオと対応の仕方の組み合わせとをすべてマニュアル化し教え込むことは不可能である。

そこで教育訓練の仕方もSafety-Iの場合とは変わり、「コンピテンシー(よりよい成果につながる行動特性)を伸ばすこと」に力点が置かれる。しかも、教育訓練コストを考えれば従来の徒弟制のように時間をかけることはできず、短期間に効率よく行う必要性がある。

シミュレーターによる訓練、行動記録映像の振り返り

など、DX技術の活用が期待される。

② レジリエンス行動への支援ツール

図2に示した各要素に対する支援を行うことで、コンピテンシーが不足している者も状況に応じた行動を行うことができる。

自動車を考えてみればよい。ルームミラー（monitor支援）、カーナビ（anticipate支援）、アンチスリップ制御装置（respond支援）などは、Safety-Iのための安全装置ではなく、全てレジリエンス行動のための支援装置である。

4. Safety-IIでの事故と製品安全

4.1 Safety-IIで起こり得る事故

Safety-Iでは正しい手順以外のことを行うことがヒューマンエラーであり、それが引き金となって事故が生じえる。正しい手順は定義されているので、エラーも、正しい手順以外の行為として事前に定義することが出来る[3]。

一方、Safety-IIでは、Safety-Iと同じ図式でのヒューマンエラーは存在しない。ただし、その時点では状況に適切に対応しようとしていても、結果的に望ましくない事態が生じたときに、後知恵で後悔することはある。あえて言えば、それがヒューマンエラーということになるが、Safety-I とは異なり、あくまで後知恵である。また、何をもって望ましくない、とみなすか、ということにも依存する。初心者であれば大成功でも、ベテランにとっては大失敗、ということもある[3]。

しかしいずれにせよ、「望ましくない事態」は事故ともいえるものでもあるから、それは減らしていきたい。ではなぜ「望ましくない事態」が生じるのだろうか？

① 能力不足

その人の持つレジリエンス能力の限界を超える事態に遭遇すると、成功は保証されない。実力を伴わないまま入試に立ち向かうようなものである。

能力の限界を超える事態に遭遇すると、人は次の行動をとる。

- 限界能力で何とかしようとする。悪あがきである
- 暴走する。パニックになって支離滅裂な行動をとるようなことである
- フリーズする。どうしてよいか分からずに固まってしまう

② 齟齬

複数人がおり、それぞれ最善を尽くして状況に対応しているのだが、話が噛み合わないようなときに、全体としてみるとちぐはぐの行動がなされ、結果的に望ましくない事態が生じる。図5のように、それぞれが荒波を超えようと必死にオールを漕ぐのだが、そのタイミングなどが合わずに船の速力が出ず、場合によると転覆してしまうようなものであり[4]、機能共鳴型事故と呼ばれる[5]。

それぞれが局所的に良かれと思ってやっていても，
その食い違いにより，事故になる！

要するに話が噛み合わない（同床異夢）

- 前提の齟齬
- 制御の齟齬
- タイミングの齟齬
- 資源の齟齬　etc

図5　機能共鳴型事故の例え

（1）全自動機器での製品安全

全自動を謳い、判断機能が搭載されている機器では、上記のようなトラブルは起こり得る。

【全自動洗濯機での体験】[6]

- 洗濯ものの量に応じて水量が自動調整される。あるとき、その洗濯機の能力の限界を超える大量の洗濯物を投入したところ、最大水量で洗濯がなされ、結果的に全く汚れ落ちがしなかった（洗濯機の悪あがき）。
- 毛布洗いをしたところ、洗濯機がウンともスンともいわなくなった（実際にはつけ置きモード）。私はその洗濯機の対応が理解できず、電源のオンオフを繰り返す操作を行ってしまい、結果として毛布洗いが出来なかった（洗濯機との齟齬）。

（2）AIと製品安全

前述の全自動洗濯機の事例は、洗濯物の状況に応じた

作動を試みている洗濯機が起こした、ユーザにとっては望ましくない事態である。ただし、洗濯機からすれば設計者が事前にプログラムした通りの作動を行っているので、設計者の意図に反する使用をユーザが行った「誤使用」ともいえ、Safety-Iにおいての事故とも言える。

しかし、今後、AIが搭載され、状況に応じてより能動的な判断を自ら行い作動する機器が本格的に出現してきた場合、AIが何をどの程度学習したのかにより、同じ状況を与えても機器により作動の仕方が変わる可能性がある。つまり設計者の意図が無存在に機器が挙動する。そのとき、望ましくない事態が生じた場合に、それを製品安全としてどのように考えるかは、今後の課題ではないだろうか。

ペットを考えれば良く、同じ母犬からから生まれた仔犬も、飼い主次第で賢くもなり、狂暴にもなる。その凶暴な犬が第三者に噛みついた場合には、飼い主責任が問われる(噛みついた犬にも母犬にも責任はない)。

同様に、育て方次第でAIが望ましくない事態をもたらすことはあり得る。その責任はAIにはとりようはなく、またメーカ責任でもない。そうなるとAIを育てたユーザ責任となるのだろうか。

これらを含め、AIのあるべき姿はAI倫理[7]において議論されていることであるが、今後の製品安全の責任分担という点で議論が必要になると思う。

ロボットの安全も、プログラム通りに作動する産業用ロボットの場合と、自然、社会環境下で能動的に挙動する生物型ロボットでは異なる部分があるように思う(図6)。

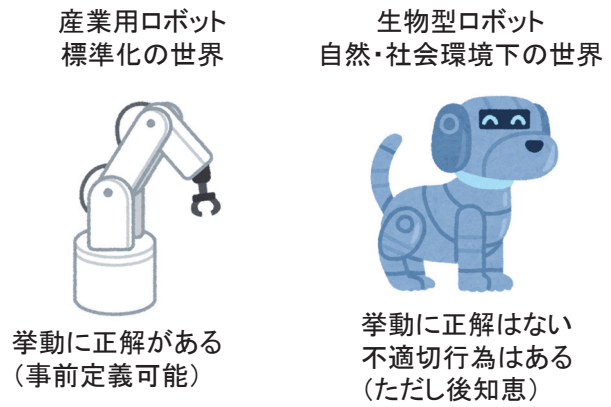


図6　産業用ロボットと生物型ロボットの違い

5. おわりに

消費生活用製品においては、今までの製品は受動的という言い方が出来る。つまり、ユーザに利用されるがままであるから、お願いだから「正しく使ってね」というSafety-I的アプローチが基本であったと言える。そのため、従来の製品安全では、その製品はどのように使えばよいのかを使用者に説明する責任が求められ、それに呼応して使用者は正しい使用を行うという図式のもとに成立している。この図式のもと、「どのように使えばよいのか」について、通常の注意や努力を超える使用をユーザに求める製品は人間工学上の設計の欠陥を有し、またその説明が不足している場合は、説明の欠陥を有することになるから、利用状況を丁寧に把握した上での設計対応や使用説明が求められてきた。

一方、これからは、より能動的な製品の出現が考えられる。つまり、自律的に状況に応じた挙動をする機械、しかも使い込まれるほどに学習する機械が出現する。この場合の製品安全はSafety-II的アプローチが求められると考えられる。能力を超えた事態でどう挙動させるか、機能共鳴型事故をいかに防ぐかなどであり、さらには、如何に賢く育てるか、ということも、望ましくない事態が生じた場合の責任所在との関係で課題になる。

参考文献

[1] E.Hollnagel(北村正晴・小松原明哲監訳)、Safety-I & Safety-II 安全マネジメントの過去と未来、海文堂、2015.

[2] Komatsubara, A.Development of Resilience Engineering on Worksites, (in Advancing Resiliet Performance, ed by Christopher P.Nemth and Erik Hollnalgel), Springer 2021.

[3] 小松原明哲、ヒューマンエラーの考え方―人間工学の立場から(甲斐克典編、医療安全と医事法[医事法講座第11巻　第1章])、信山社、2021.

[4] 小松原明哲、安全人間工学の理論と技術　ヒューマンエラー防止と現場力の向上、丸善出版、2016.

[5] E.Hollnagel(小松原明哲監訳)、ヒューマンファクターと事故防止・”当たり前”の重なりが事故を起こす、

海文堂、2006.
[6] 小松原明哲, 人にやさしいモノづくりの技術　人間生活工学の考え方と方法, 丸善出版、2022.
[7] 高橋利枝、国連『AIのある未来』：人を幸せにする持続可能な社会の創造に向けて、人間生活工学24(1)、pp1-7(一社)人間生活工学研究センター、2023.

略歴

小松原 明哲（こまつばら あきのり） 博士(工学)
日本人間工学会認定人間工学専門家
専門：人間生活工学、安全人間工学
1980年　早稲田大学理工学部工業経営学科卒。産業医科大学医学訪問研究員、金沢工業大学教授を経て、
2004年　早稲田大学理工学術院創造理工学部　経営システム工学科教授

コンクリート構造物の維持管理へのAI活用

山口大学大学院
創成科学研究科 電気電子情報系専攻 教授
中村 秀明

コンクリート構造物の代表例である橋梁やトンネルについては、近接目視による５年に１回の定期点検が法律で義務づけられており、点検の省力化・効率化が求められている。そこで、撮影した画像に対してAIの一手法である深層学習によるセグメンテーション手法を適用し、変状領域の自動抽出を行う手法について検討を行った。

1. はじめに

我が国の膨大な社会インフラは、高度経済成長期に数多く建設され、老朽化の目安とされる建設後50年に到達し、近い将来一斉に更新時期を迎えることが予見されている。さらに、維持管理に必要な財源の不足、熟練技術者の退職や生産年齢人口の減少により、専門技術者の不足も懸念されている。このような社会情勢の中、2012年12月の中央自動車道の笹子トンネルにおける天井板崩落事故をきっかけに、橋梁やトンネル等については、近接目視による5年に1回の定期点検が法律で定められた[1]。この法律改正による市町村への負担増大の影響は大きく、構造物の目視点検の省力化および効率化が求められている。

これを実現するための方策として、高度情報技術の活用が推進されており、特に近年著しく進展している人工知能(Artificial Intelligence:AI)の一手法である深層学習が注目を集め、実用化に向けた研究開発が日々進んでいる。国土交通省では、道路橋等の定期点検要領[2]が2019年2月に改訂され、新技術の活用による点検方法の効率化が図れるようになり、ドローンなど点検ロボットの活用も拡がりつつある。橋梁点検にドローンなどを活用した場合、膨大な数の画像が撮影されることから、撮影された膨大な画像の処理が課題となる。

そこで、本研究では、目視点検の省力化および効率化ならびにドローン等で撮影された画像の効率的処理を目的に、撮影された画像に対して深層学習によるセグメンテーション手法を適用し、変状領域の自動抽出を行う手法について検討を行った。

2. 変状領域の自動抽出

2.1 道路橋の定期点検

一般道路の道路橋に対する定期点検では、国土交通省の橋梁定期点検要領[2]で規定された26損傷(表1参照)が、多くの道路管理者により採用されている。

表1　橋梁定期点検要領における着目損傷

材料	番号	損傷の種類
鋼	[1]	腐食
	[2]	亀裂
	[3]	ゆるみ・脱落
	[4]	破断
	[5]	防食機能の劣化
コンクリート	[6]	ひびわれ
	[7]	剥離・鉄筋露出
	[8]	漏水・遊離石灰
	[9]	抜け落ち
	[10]	ｺﾝｸﾘｰﾄ補強材の損傷
	[11]	床板ひびわれ
	[12]	うき

材料	番号	損傷の種類
その他	[13]	遊間の異常
	[14]	路面の凹凸
	[15]	舗装の異常
	[16]	支承部の機能障害
	[17]	その他
共通	[18]	定着部の異常
	[19]	変色・劣化
	[20]	漏水・滞水
	[21]	異常な音・振動
	[22]	異常なたわみ
	[23]	変形・欠損
	[24]	土砂詰まり
	[25]	沈下・移動・傾斜
	[26]	洗掘

現地での外業は、部位や部材の最小評価単位ごとに変状（損傷）を見つけ、変状の種類ごとに主要な寸法の計測や写真撮影を行い、状況のスケッチ等を行って損傷状況を把握する。その後、損傷に関する客観的な事実により設定された区分に基づき分類を行う。内業では、スケッチを基にCAD等により損傷図の作成を行い、変状写真や所見等とともに橋梁単位で点検調書の取りまとめが行われ、健全性の診断や、維持・補修等の計画の検討に利用する基礎資料として蓄積される。本研究では、これらの工程のうち、図1に示すスケッチに代わる変状領域の抽出自動化について検討を行う。

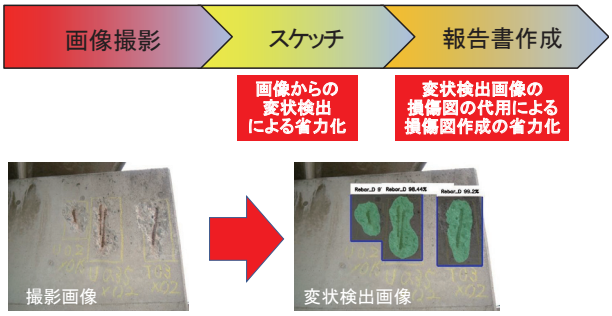


図1　コンクリート橋点検の省力化イメージ

2.2 本研究における対象変状

橋梁定期点検要領で規定された26損傷のうち、コンクリートの変状は全部で7種類ある（表1参照）。本研究では、この7種類の損傷のうち、「ひびわれ」、「剥離・鉄筋露出」、「漏水・遊離石灰」に着目して、損傷状況の把握を行う。損傷状況の把握では、損傷程度の区分（ランク）に応じて表2に示すように8クラスを設定し、クラスごとに変状領域をピクセル単位で分類（セグメンテーション）する。なお、8クラスに設定した理由として、「ひびわれ」については、撮影距離や比較対象など、画像以外の定量的情報がないと画像のみからではひび割れ幅は算出できないため、ひび割れの有無のみのクラスとした。また、学習に用いる画像が少ない「抜け落ち」や、打音などが必要であり、画像のみからでは判断が困難な「うき」、床版特有の条件を加味した画像が少なく、「ひびわれ」と外観が類似する「床版ひびわれ」は対象から除外した。

2.3 変状領域自動抽出の概要

変状領域の自動抽出は、点検時の変状箇所のスケッチに代わるものであり、その出力イメージを図2に示す。

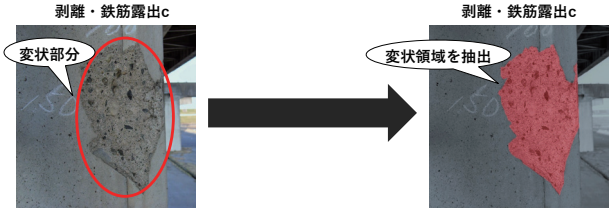


図2　変状領域自動抽出のイメージ

変状領域の自動抽出では、表2に示す分類クラスごとに、変状領域をピクセル単位で分類（セグメンテーション）する。

表2　対象損傷の損傷程度の区分と分類クラスの関係

損傷種類	区分	一般的状況		分類クラス
ひびわれ	a	損傷なし		－
	b	最大ひびわれ幅：　小	最小ひびわれ間隔：小	クラス1
	c	最大ひびわれ幅：　小	最小ひびわれ間隔：大	
		最大ひびわれ幅：　中	最小ひびわれ間隔：小	
	d	最大ひびわれ幅：　中	最小ひびわれ間隔：大	
		最大ひびわれ幅：　大	最小ひびわれ間隔：小	
	e	最大ひびわれ幅：　大	最小ひびわれ間隔：大	
剥離鉄筋露出	a	損傷なし		－
	b	－		－
	c	剥離のみが生じている。		クラス2
	d	鉄筋が露出しており、鉄筋の腐食は軽微である。		クラス3
	e	鉄筋が露出しており、鉄筋が著しく腐食又は破断している。		クラス4
※漏水遊離石灰	a	損傷なし		－
	b	－		－
	c	ひびわれから漏水が生じている。 錆汁や遊離石灰はほとんど見られない。		クラス5
	d	ひびわれから遊離石灰が生じている。 錆汁はほとんど見られない。		クラス6
	e	ひびわれから著しい漏水や遊離石灰（例えば、つらら状）が生じている。		クラス7
		漏水に著しい泥や錆汁の混入が認められる。		クラス8

※）打継目や目地部から生じる漏水・遊離石灰についても、ひびわれと同様の扱いとする。

3. 変状領域のセグメンテーション

3.1 セグメンテーションの概要

セグメンテーションとは、画像内の対象とする物体と背景の領域をピクセル単位でクラスごとに色を変えて塗り分けし、画像内のどこにどの様な物体が写っているかを把握する、領域抽出とクラス分類を同時に行うタスクを意味する。セグメンテーションの手法については、種々の処理手法があるが、本研究では、以下の2つの処理手法について検討を行った。

手法1:U-Net[3]によるセグメンテーション

手法2:物体検出とU-Netによるセグメンテーション

以下にそれぞれの手法の概要を示す。

3.2 U-Netによるセグメンテーション

U-Netは主に医療分野での活用実績が多いセグメンテーション手法である。本研究では、図3に示すように変状ごとに9色(8つの変状＋背景)に色分けを行う。この手法では、同じクラスの変状が隣接する場合、これらを個別には認識できず、同じ色で色分けされる。

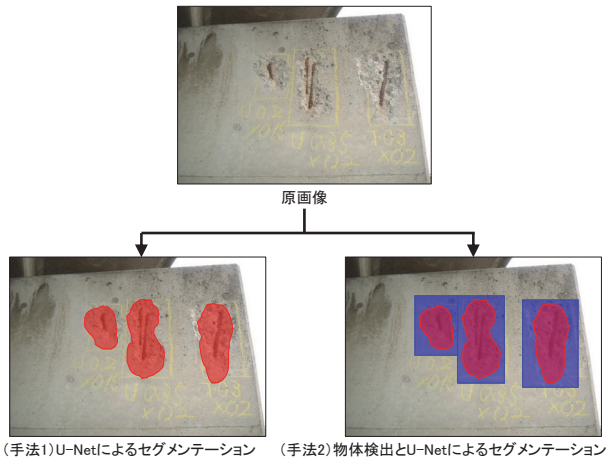


図3　剥離・鉄筋露出dのセグメンテーションイメージ

3.3 物体検出とU-Netによるセグメンテーション

物体検出手法であるYOLOv3[4]とU-Netを組み合わせたセグメンテーションは、図4に示すように、まず物体検出手法であるYOLOv3を使って変状のクラス分類とその位置を検出する。そして検出された矩形領域に対して、

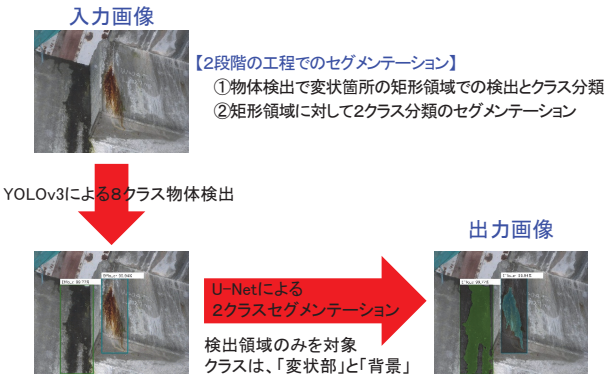


図4　物体検出とU-Netによるセグメンテーション

変状領域と背景の2クラスでセグメンテーションを行う。

3.4 ハイパーパラメータと使用したデータセット

手法ごとの主要なハイパーパラメータを表3に示す。これらのハイパーパラメータは事前検討で計算を繰り返した中で最も精度が高かったときの値を採用している。

表3　手法ごとのハイパーパラメータ

		画像サイズ	エポック数	学習率	最適化アルゴリズム
手法1	U-Net(9クラス)	240×240	150	0.001	Adam
手法2	YOLOv3(8クラス)	416×416	100	0.0001	Adam
	U-Net(2クラス)	240×240	80	0.001	Adam

本研究で用いるデータセットは、道路橋点検時に撮影された画像に対して、道路橋点検士有資格者により正解クラスおよび該当領域のアノテーションを行なって作成した。セグメンテーションで使用する教師データは、入力画像xに対して、変状領域をピクセル単位で色付けした画像yのペアで構成される。データセットは、各クラスのデータの約13%を評価のためのテストデータとし、教師データ130画像、テストデータ20画像とした。なお、色付けの際には、対象とする変状領域以外は、背景(黒色)として色付けを行った。各変状の入力画像と教師画像(正解画像)の一例を図5に示す。教師画像は、8クラスに色分けするが、実際には、これに背景を含めた9クラスで

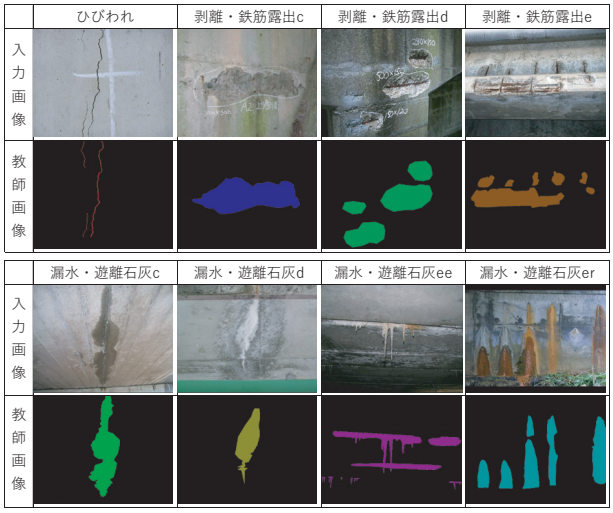


図5　各変状の入力画像と教師画像

色分けする。1枚の教師画像は、各クラスの変状部分以外は、背景1クラスのみとしている。なお、画像の前処理として、入力画像に対する正規化処理、入力画像および教師画像ともに表3に示す画像サイズで処理を行っている。また、教師データの数が十分でないことから、データ拡張を行い、元データを5倍に拡張している。

手法2では、物体検出にYOLOv3を用いているが、物体検出に使用する教師データは、元画像xと正解クラスの他に、物体が存在する矩形領域の座標情報(矩形の中心位置と矩形の幅と高さ)が必要である。そこで、セグメンテーションに使用する教師データと同様に各クラスそれぞれ150画像の教師画像を用意した。また、教師画像とは別に、あらかじめ正解の矩形領域とその領域についての変状の正解クラスを設定した教師データセットの作成を行った。実際の学習では、データ量が十分でないことから、学習中にランダムに反転処理や回転処理、平行移動などの水増し処理を行い、データ拡張を行っている。

4. 各手法におけるセグメンテーション結果

4.1 評価指標

本研究での変状領域抽出における評価は、IoU(Intersection over Union)で行った。セグメンテーションについての評価は、Mean IoUを用いて行われるのが一般的である。IoUは、式(1)で表されるオーバーラップ率で、ピクセル単位の分類予測の正解率(Accuracy)を意味する。この値が100%であれば、正解領域と予測領域は完全に一致する。式(1)中のTP、FP、FNの定義を表4に示す。個々の画像におけるIoUをクラス毎に平均したAverage IoUを、さらに全クラスで平均した値がMean IoUとなる。ただし、本研究では、分類するクラス数が少ないため、例えば、ひびわれに対する背景のように、広い面積となる背景についてのIoUが、平均値を算定する際に支配的となり、Mean IoUで評価を行うと変状領域の検出結果の評価が不明瞭となる。そのため、変状ごとのIoUに着目して評価を行うこととした。

$$\mathrm{IoU} = \frac{TP}{TP + FP + FN} \tag{1}$$

表4　分類問題の混同行列の定義

		予測	
		Positive (該当と予測)	Negative (非該当と予測)
正解	Positive (対象の変状が該当)	真陽性 TP (True Positive)	偽陰性 FN (False Negative)
	Negative (対象の変状は非該当)	偽陽性 FP (False Positive)	真陰性 TN (True Negative)

4.2 セグメンテーション結果

2手法のセグメンテーション推測画像の一例(それぞれの変状について2例ずつ)を図6に示す。これらの図は、上の段から順に、入力画像、教師(正解)画像、手法1、手法2の推測画像となっている。教師画像は、入力画像をもとに変状領域を人間が手作業で塗り分けた図であり、これを正解としている。また、2手法のセグメンテーションに対するIoUの評価結果を表5に示す。なお、表中の黄色網掛けは、項目ごとに最大値となっているものである。

表5　セグメンテーションに帯するIoUの評価

クラス	手法1	手法2
	U-Net	YOLOv3+U-Net
ひびわれ	21.3%	42.0%
剥離・鉄筋露出c	48.7%	86.6%
剥離・鉄筋露出d	53.2%	72.3%
剥離・鉄筋露出e	62.0%	61.0%
漏水・遊離石灰c	47.1%	78.4%
漏水・遊離石灰d	40.9%	72.1%
漏水・遊離石灰ee つらら	33.8%	61.2%
漏水・遊離石灰er 錆汁	50.0%	75.8%
クラス全体の平均IoU	44.6%	68.7%

(1)U-Netによるセグメンテーション結果の考察

まずは、手法1のU-Netによるセグメンテーションの結果について考察を行う。手法1の推測画像を見ると、全体的に変状領域の抽出は概ね行われているが、小さい領域で背景の部分を変状として誤抽出する場合が多かった。図6の「ひびわれ-2」では、チョークで書かれた文字を、漏水・遊離石灰dと誤抽出しており、変状の特徴を十分に学習しきれていないことが分かる。また、「剥離・

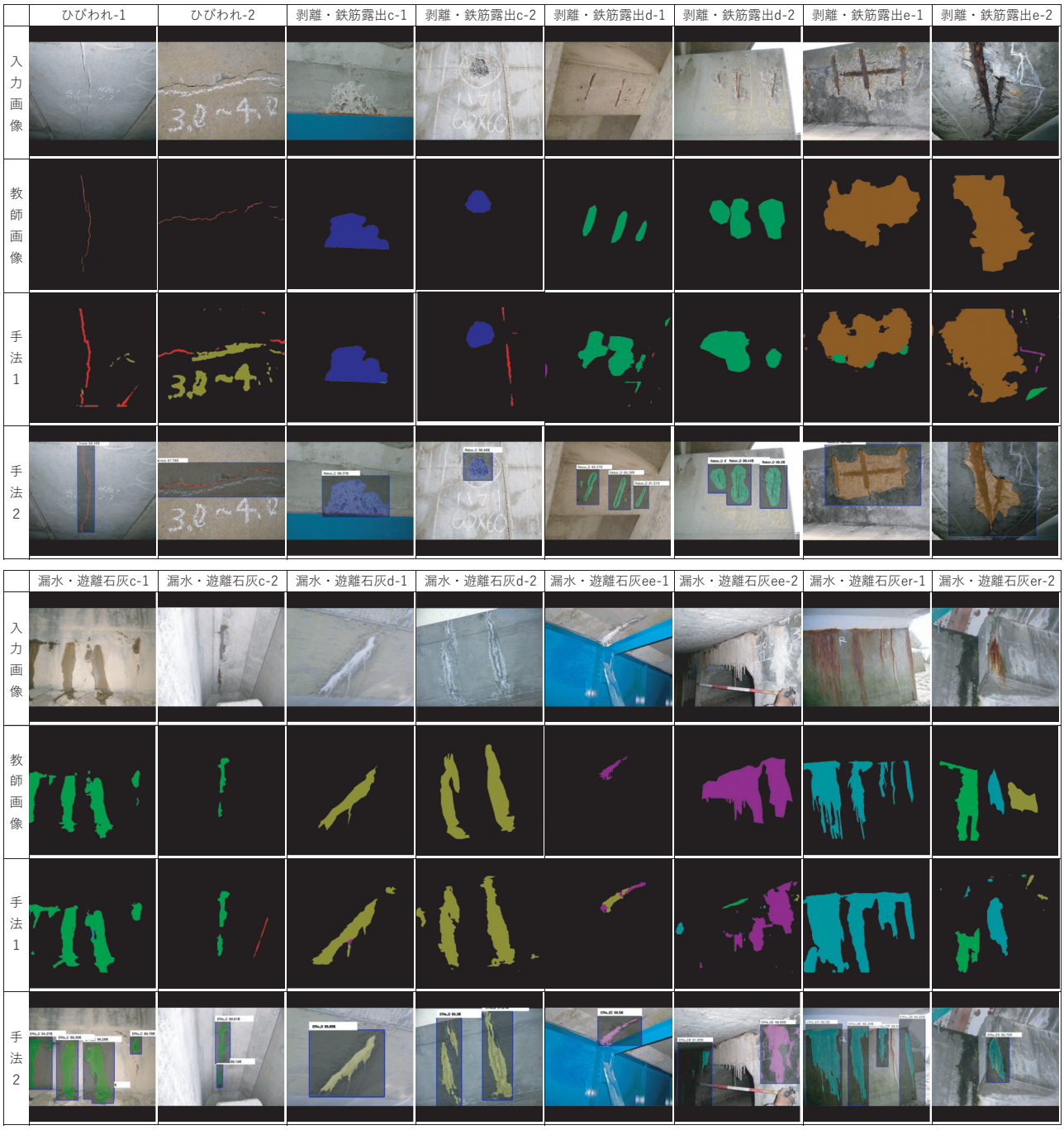


図6　セグメンテーション結果の比較

鉄筋露出e-1」や「漏水・遊離石灰ee-1」のように、変状の種類は検出できているが、領域内で変状の区分を適切に分類できていないケースが多かった。例えば、剥離・鉄筋露出であれば、図7に示すように、dランクであっても部分的にcやeランクと判定されており、dやeであっても、鉄筋が露出した箇所の周囲はcランクと同様のコンクリートが剥離した領域がある。また漏水・遊離石灰であれば、錆汁によるeランクであっても、錆汁の周囲にcランクと同様の漏水や、dランクと同様の遊離石灰の析出が見られる領域がある。このような経年的な劣化によ

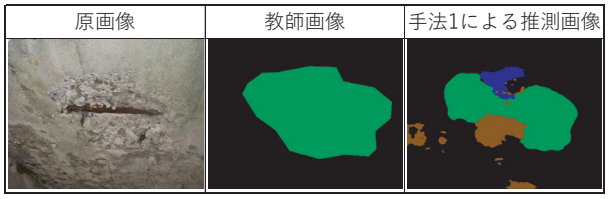


図7　手法1(9クラス分類)の誤抽出例

りクラスが変化する事象では、異なるクラス間で外観上共通する領域も存在するため、専門技術者でもクラスの境界の判断に悩むことも多い。しかし、通常の点検業務においては、連続する領域内で細かな分類を行うことはなく、一番進行している区分をその領域の区分として評価を行う。そのため、9クラス分類の出力は、専門技術者が行う分類とは異なることになる。

(2)物体検出とU-Netによるセグメンテーション

表5より、手法2のYOLOv3とU-Netを用いた物体検出手法ベースのセグメンテーションは、手法1よりも良い結果となった。この理由は主に2つ考えられる。1つ目は、最初に物体検出で変状の分類と位置の検出を行い、その検出された領域に対してのみセグメンテーションを適用したことである。これにより損傷領域のスパース性が解消され、背景ノイズが入りにくくなっており、手法1で課題となった、小さい領域において背景の部分を変状と誤抽出すること、一つの変状領域内で異なったクラスに分類してしまうという2つの課題を解決することができている。U-Netは、変状の領域抽出において、多クラス分類への適用は難しい。YOLOv3を用いて最初に変状箇所の検出とクラス分類を行い、検出された領域に対して、変状と背景の2クラス分類することで、領域抽出の精度向上が図れたものと思われる。

2つ目は、物体検出およびセグメンテーションにおいて、それぞれ最良のネットワークモデルを使用したことである。この手法は、物体検出とセグメンテーションをそれぞれ個別で学習したモデルを用いて段階的な検出を行っている。これにより、作業工程が増え手間や時間は掛かるが、それぞれの段階で、その時点の最良な手法を用いることができる。

本研究で使用したYOLOv3での物体検出は、図6の「漏水・遊離石灰er-2」の事例のように、検出できていないケースがあった。YOLOv3は、誤検出は限りなく少ないが、敏感な検出が不得意であるという特性がある。しかし、深層学習の分野は、技術革新が速く、物体検出およびセグメンテーションの新たな手法が次々に提案されている。特に物体検出では、YOLOv3の改良版である「YOLOX[5]」やTransformerを採用した「DETR[6]」などの新しいモデルが提案されている。そのため、これらの精度の高い新しいモデルを使用することでさらなる精度の向上が期待できる。今後、このような新しいモデルで精度の向上が図れる点においても手法2が有効な手法であることがわかる。

5. おわりに

本研究では、コンクリート橋における目視点検の省力化および効率化を目的に、深層学習によるセグメンテーション手法を用いて、変状領域の自動抽出を試みた。さらに、実際のコンクリート橋での変状画像を用いた検証により、手法ごとの特徴や性能を明らかにした。本研究は、データ数が少ない限られた範囲での検討であるが、得られた主たる知見は以下の通りである。

1) 深層学習によるセグメンテーション手法を用いることにより、変状の自動抽出が行えることが確認できた。
2) 手法1のU-Netによるセグメンテーションでは、9クラスの分類を行っているが、1つの変状を同じクラスに分類して欲しい場合でも別々のクラスで分類する場合があることが確認できた。
3) 変状領域のセグメンテーションでは、手法2のYOLOv3で変状の検出を行い、検出された箇所についてU-Netによる2クラスのセグメンテーションを行うことで、精度の向上が図れ、実際の専門技術者が行う点検に即した変状領域の検出が実現できた。

最後に、今後の課題について述べる。本研究は、データが限られた条件での検討であったため、今後は教師データの充実および多様なテストデータに対する評価・検証を行うとともに、画像処理の工夫等を図って、検出の精度を高めていく必要がある。また、今回は、橋梁定期点検要領における全26損傷のうちの3種類のコンクリート変状を対象としたが、今後は、鋼部材も含む他の変状についての展開等について検討を行う予定である。

参考文献

[1] 道路法施行規則 省令 第四条の五の五(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等), H26.3.31公布.
[2] 国土交通省道路局国道・防災課:橋梁定期点検要領,

2019.
[3] Ronneberger, O., Fischer, P.and Brox, T.:U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmen-tation, International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI) , pp.234-241, 2015.
[4] Redmon, J. and Farhadi, A.:YOLOv3:An Incremental Improvement, arXiv:1804.02767v1, 2018.
[5] Zheng Ge, Songtao Liu, Feng Wang, Zeming Li, Jian Sun:YLOX:Exceeding YOLO Series in 2021, arXiv: 2107.08430, 2021.
[6] Nicolas Carion, Francisco Massa, Gabriel Synnaeve, Nicolas Usunier, Alexander Kirillov, and Sergey Zagoruyko:End-to-End Object Detection with Transformers, arXiv:2005.12872, 2020.018.

中村 秀明（なかむら ひであき）

略歴

1988年　山口大学工学部土木工学科助手
1998年　山口大学工学部知能情報工学科助教授
2007年　山口大学工学部知能情報工学科教授
2016年　山口大学大学院創成科学研究科大学院担当教授（現職）
現在：インフラのメンテナンスへの情報技術の活用に関する研究に従事

大型蓄電池の安全性に関する国際標準化および安全性評価法の動向

一般財団法人 電気安全環境研究所
技師長
本多 啓三

カーボンニュートラルの実現に向けて、益々の普及が期待される家庭用をはじめとした定置用蓄電システム、さらに電気自動車(以下EV)など、リチウム二次電池を搭載した機器の安全性に関心が高まっており、安全規格、とりわけ国際規格(IEC規格)の制定が急がれている。その現状を紹介すると共に、近年、特に重要性が認識されている類焼試験(Propagation test)の実際について述べる。またリチウム二次電池の用途の広がりに伴い、新たに検討すべき蓄電システムの運用中の安全性問題、電池の劣化に伴う安全性低下の見える化技術についても言及する。

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)は、マグニチュード9.0という過去に類を見ない巨大地震であり震災による被害は甚大なものであった。その影響はわが国のエネルギー機器、すなわち発電施設にも大きな影響を与えた。結果として震災前後の日本におけるエネルギーバランスは大きく変貌し、化石燃料への依存度が著しく高い電源構成となっている。これを改めるべく政府は、新たなエネルギー基本計画(第6次)を閣議決定し、エネルギーミックス(発電の電源構成)においても、2030年度には再エネを2019年度実績値の2倍に増強し36～38%にする野心的な方針を策定した[1]。これを実現するためには、再生可能エネルギーの増強と共に蓄電池の利用促進が重要であり、すでに数kWh(家庭用)から百MWh(電力用)にも及ぶ多様な容量のリチウム二次電池を搭載した蓄電システムが、実証試験等を経て展開されている。

低圧領域で運用される需要家向けの蓄電システム(家庭用および産業用)は、東日本大震災後に進められた補助金政策などもあって実用機として普及が進みつつあり、家庭用蓄電システムはすでに70万台(累計容量500万kWh)を越える機器が国内に設置されている。加えて、2019年から10kW未満の太陽光発電システムにおける余剰電力買取期間(10年間)が終了する案件(卒FIT)が出始め、2023年には卒FITを迎える太陽光発電は累積165万件に達する[2]ことから、自家消費を目的とした蓄電システムの設置がさらに促進される状況にある。一方、再エネの導入拡大に伴い、電力の安定供給と需給逼迫時の供給力として、単独で設置し電力系統に直結される大型の系統用蓄電池(MWh級)の位置付けを明確化する政策が打ち出された[3]。2022年末には電気事業法に「蓄電所」が追加され、大型の蓄電池から放電する事業が火力発電や大規模太陽光発電と同列の発電事業として位置付けられた。これに呼応して、経産省により令和3年度補正予算及び令和4年度補正予算を充当する系統用蓄電池導入補助金事業が実施されており、MWh級の大型蓄電システムは本格導入の時期を迎えている。

需要サイドの取り組みとしては、グリーン成長戦略の重点分野として2035年までに乗用車新車販売を電動車100%とする方針が示されており、電動車の導入拡大が

最優先課題となっている[4]。旧来の携帯電話、PC、さらにコードレスの各種家電機器等を用途とする小形民生用電池に代わり、大型蓄電池が2050年カーボンニュートラルに向けた重要コンポーネントとなることは明らかである。

近年、海外において電力政策転換をトリガーとしてリチウム二次電池からなるMWh級蓄電システムの導入が急速に進み、これに伴い蓄電池火災が頻発する事態に至った[5]。また2021年には、国内でも家庭用蓄電システムに関係する火災が発生し、リチウム二次電池を搭載した当該蓄電システムがリコールとなった[6]。今後の普及が見込まれる蓄電システムであるが、蓄電池の安全性に対する関心はより一層高まってきている。これらの背景から本稿では、大型蓄電池及びそれらを搭載する蓄電システムの安全規格、とりわけ国際規格(IEC規格)の現状を紹介すると共に、近年とくにその重要性が認識されてきているリチウム二次電池の類焼試験(Propagation test)の実際について述べる。また新たに検討すべき課題として、蓄電システムの運用中の安全性問題、電池の劣化にともなう安全性低下についても言及する。

2. リチウム二次電池搭載の大型蓄電システムにおける安全性規格

リチウム二次電池搭載の大型蓄電システムは、数kWh容量の家庭用から百MWhを越える大容量の蓄電所[7]まで多様な蓄電システムが実用化されている(図1)。リチウム二次電池の安全性に関する規格は、市場導入が先行したポータブル機器等、民生用途の小型リチウム二次電池に関する規格が先に制定され、これに続き大型電池を対象とした規格が順次制定されつつある。リチウム二次電池の安全性に関する規格の概要を図2に示す。

2017年2月に発行されたIEC 62619:2017は日本とフランスの共同提案によるもので、公道を走行する車載用の電池を除く一般産業用途のリチウム二次電池を広くカバーするアンブレラ規格として位置付けられている。定置用蓄電システムに搭載されるリチウム二次電池のセルおよび組電池の安全性試験、認証も当該IEC 62619に基づいて行われる。すでに国内では、IEC 62619を反映したJIS C 8715-2:2019(産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システム-第2部:安全性要求事項)が発行されている。IEC 62619:2017はさらに内容が充実化され、2022年にはIEC 62619:2022がSecond editionとして発行されて現在に至っている[8]。

近年に続発している大型蓄電池火災を背景に、IEC 62619に含まれるリチウム二次電池の安全性試験の中で、とくに注目を浴びている試験が類焼試験である。類焼試験は組電池内のいずれか1つの単電池を加熱などの方法で熱暴走させ、加熱などを停止し、一定時間観察した後の組電池の破裂や発火を確認するシンプルな試験である(観察時間は当初の1時間からSecond editionにおいて8時間に延長された)。熱暴走させるセル(以下、トリガーセル)の熱暴走方法にはヒータ等による加熱法の他、釘刺し法や過充電法が適用されている。しかし昨今の電池技術の改良等により釘刺し法では熱暴走の困難な電池セルもあり、類焼試験におけるトリガーセルの熱暴走を確実に再現性よく行う方法については議論となっている[9][10]。

図1　リチウム二次電池搭載の定置用蓄電システム

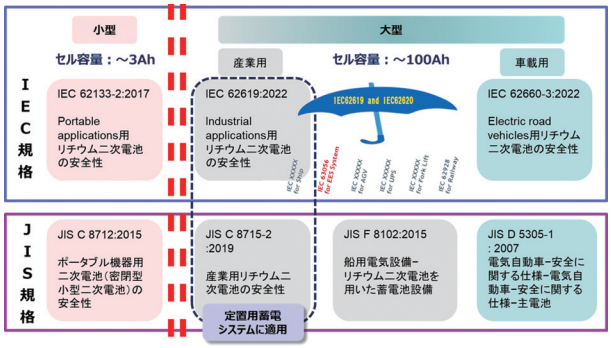


図2　リチウム二次電池の安全性規格マップ(抜粋)

2.1 レーザ照射法による類焼試験の開発

これらの背景から著者等は、種々の電池材料系や電池容量、缶セルやパウチセルなどの各種形状の電池セルについて、確実に再現性よく熱暴走に至らせることのできる「レーザ照射法による類焼試験」を開発した。レーザ照射法による類焼試験の概要を図3に示す。レーザが有する集中熱源としての特性に着目し開発されたレーザ照射法による類焼試験は、①トリガーセル以外の周辺セルの加熱を抑制でき、②非接触プロセスであるため、多様な形状、サイズの電池セルや組電池について適用でき、③ディジタルパラメータの設定により試験を実施するため、技量によらず再現性のよい結果が得られる等の特徴を有している。

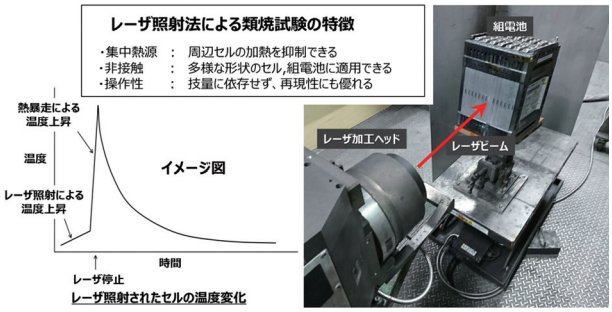


図3　レーザ照射法による類焼試験

類焼試験に先立ち、レーザ照射による単電池セルの熱暴走試験を行った。レーザを種々の単電池セルに照射し、セル表面の温度測定によりセルの熱暴走傾向を評価した。IEC 62619:2022における熱暴走(Thermal runaway)の定義は以下の通りである。

Thermal runaway:uncontrolled insensitive increase in the temperature of a cell driven by exothermic reaction

セルにレーザ照射を行い、急激な昇温を確認した後にレーザ照射を停止し、その後の温度上昇を熱暴走によるものと判断した(図3、イメージ図参照)。レーザ照射により、各種材料系のリチウム二次電池について単電池セルの熱暴走試験を実施した。結果、試験に供したリチウム二次電池セルの全てにおいて、10分以内の熱暴走が確認された。電池材料系ではNCA系、NMC系、LMO系正極-黒鉛負極セル、さらに釘刺し法では熱暴走の困難なLFP系正極-黒鉛負極セル等についても10分以内に熱暴走に至った。電池タイプでは、比較的小容量(10Ah未満)の18650円筒型セル、21700円筒型セル、26650円筒型セル、中容量(10Ah以上)のパウチセル、アルミ製角型缶セル、大容量の鉄(SUS)製角型缶セル(50Ah以上)、大容量のパウチセル、大型円筒型セルにおいても10分以内に熱暴走が可能であることが確認された。

次にレーザ照射によりトリガーセルを熱暴走させて行う組電池の類焼試験を実施した。パウチセルからなる組電池の類焼試験におけるセルの表面温度変化とセル電圧(OCV)の変化を図4に示す。レーザ照射によりトリガーセルの表面温度は徐々に高まり、その後、急激に上昇した。これを確認してレーザを停止し、IEC規格どおり8時間の観察を行った。トリガーセルは最高到達温度に達した後、表面温度が順調に低下した。他方、組電池内の隣接セルの表面温度はレーザ停止後、徐々に上昇し、100℃近くまで達してその後はトリガーセルと同温度に収斂した。以上のように当該パウチセルからなる組電池では、周辺セルへの類焼は無く鎮静化した。IEC 62619:2022における類焼試験のクライテリアは組電池として破裂、発火無きこと(“No external fire from the battery system or no battery case rupture.”)であるので、当該試験結果は合格と判断される。さらに、異なるパウチセルからなる組電池において、同様にトリガーセルにレーザ照射して実施した組電池の類焼試験の状況を図5に示す。前述の試験と同様にトリガーセルへのレーザ照射によりトリガーセルの表面温度は徐々に高まり、その後、表面温度の急上昇を確認しレーザを停止した。さらに観察を続けたが、ここではトリガーセルから周辺セルへ熱暴走の連鎖が生じ、

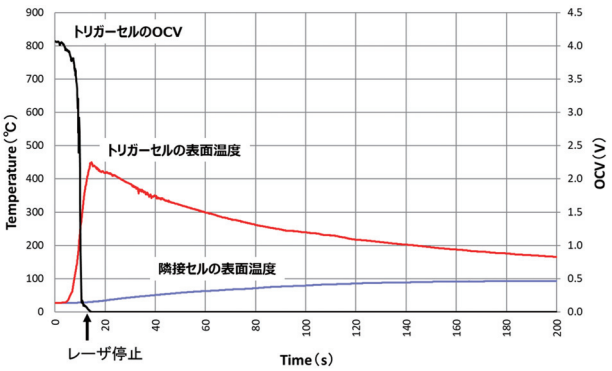


図4　レーザ照射による組電池の類焼試験結果
(類焼しなかった事例)

組電池内にて類焼した。時間経過と共に火炎は組電池全体に広がり、最終的には全セルが焼損した。試験判定として、当該組電池は不合格と判断される。

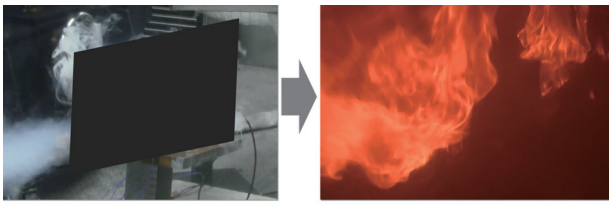


図5　レーザ照射による組電池の類焼試験状況
（類焼した事例）

2.2 大型蓄電池の安全性に関わる新たな課題

蓄電システムに関する国際的な安全性規格としては、国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission、IEC）の電気エネルギー貯蔵システムを担当する技術委員会TC120において「化学電池からなる蓄電システムの安全性規格（IEC 62933-5-2）」が日本より起案され、2020年に発行された[11]。当該規格においては、リチウム二次電池からなる蓄電システムに対し、火災抑止の観点から類焼試験を必須としている点が特筆される。また耐類焼性能を重要視する視点から、これに特化した蓄電システムの「プロパゲーション試験認証」もすでに開始されている[12]。

近い将来、蓄電システムが各住居に設置された太陽光発電設備からの電力自家消費のみならずバーチャルパワープラントとして活用される時代になれば、蓄電システムの充放電時の実効容量や充放電効率等、ユーザ視点での電池情報の一層の開示が求められる。新規の電力ビジネスにおけるキーコンポーネントとして蓄電システムが普及するためには、これら安全性を含む性能仕様を明確に定義して、ユーザに提供されることが望まれる。

小型民生用と呼ばれる携帯電話、PC等、ポータブル機器からその応用が始まったリチウム二次電池であるが、近年、その用途は大幅に拡大し、車載分野ではハイブリッド車（HEV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）、電気自動車（EV）、さらに定置分野では、家庭用蓄電システムから電力系統に直結するMWh超級の大型蓄電システム、すなわち蓄電所まで大きく広がっている。このような用途の広がりに伴い、リチウム二次電池に求められる期待性能にも変化が現れている。小型民生用の代表格である携帯電話では電池寿命は3年程度との認識が一般であるが、車載用途では自動車メーカーは7～8年を電池性能確保の目安としており、定置用途では10～15年が求められている（図6）。著者が今後、最も重要と考える課題のひとつが、蓄電システムを運用中の安全性確保である。蓄電システムを長期に運用する場合、リチウム二次電池の容量が徐々に劣化することはよく知られている。一方、リチウム二次電池の安全性については、「当初の電池容量が最も高く、劣化によって容量は徐々に低下することから、その安全性は運用中も確保される」との認識が、比較的期待寿命の短い小型民生用ポータブル機器向け電池では一般的である。しかし定置用蓄電システムのごとく期待寿命が10～15年と長期化すると、工場出荷時点の安全性確認で運用中の電池の安全性を担保することには無理がある。また従前より運用中に蓄電システムが火災に至る事例はしばしば報告されているが、とくに蓄電池火災が発生後に爆発事故に至った事例[13][14]では、運用期間が2～3年程度と短いこともあり、金属リチウムの発生によるセルの安全性低下が関係する可能性がある[15]。これらを勘案し、運用中もユーザが安心して蓄電システムを稼働できるように、蓄電システムを運用中の電池の内部状態を、電池の残存性能評価技術を適用して把握しようとの動きがある。IEC規格においても運用中の蓄電システムの安全性に関する規格案の審議が進行中である。日本で発達した電池の劣化診断技術は、蓄電システムを運用するユーザの視点から見れば、電池の残存性能評価手法としてたいへん有効な技術と位置づけられる[16]。これらの観点から、蓄電池の運用管理サービスを含めた新たなビジネスを立ち上げる企業も出てきている[17]（図7）。

注目を集めている車載電池のリユースにおいても、残存容量のみによる電池分別では不安全な電池が混在した中古電池がリユース電池として市場に供給される懸念がある。これらの課題を解決するため、リユースに向けた中古電池の認証スキームが検討され、すでにリユース向けの中古電池認証事業が開始されている[18]。電池の劣化

による安全性低下を非破壊診断による電池の内部状態把握によって評価するもので、不安全な電池を除き健全なリユース電池事業の発展に寄与するものと期待している。

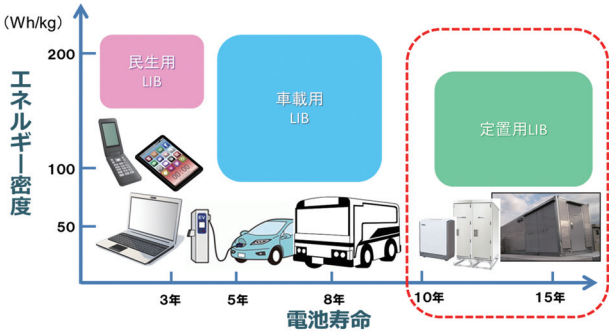


図6　各用途におけるリチウム二次電池の期待性能比較

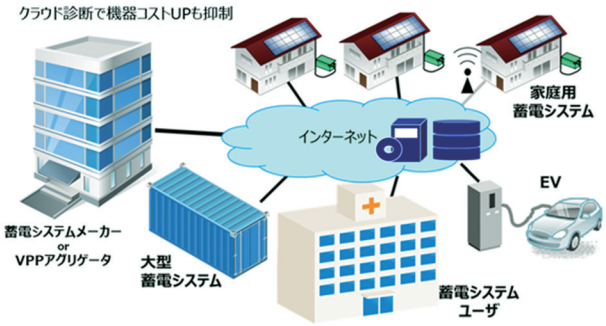


図7　クラウドを応用した各種蓄電システムの運用管理サービス

3. おわりに

カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーを増強して有効に活用し、加えて電気自動車の普及を促進するためには、リチウム二次電池の積極的な利活用が不可欠である。2022年8月には、経産省より「蓄電池産業戦略」が発表され、全固体電池の技術開発に集中投資していた従来の政策を見直し、当面続くと見込まれる液系リチウム二次電池市場に関係する大規模投資への支援を行う旨の基本方針が提示された[19]。また再生可能エネルギー導入拡大を推進する資源エネルギー庁からは、定格出力1MW以上の系統用蓄電システムの導入に対する大型補助金が予算化され、公募実施に至っている[20]。当該補助金事業においては、リチウム二次電池搭載の蓄電システムについて耐類焼性能の確保を補助要件とするなど、これまでの技術的知見に基づき電力インフラとして蓄電池の安全性を確保する政策が展開されている。

今後は安全性や耐久性はもとより、様々な環境でも優れた性能を発揮する電池の開発・実用化と電池利用技術の充実化による持続可能な社会の実現が望まれる。

参考文献

[1] 経済産業省, 第6次エネルギー基本計画の概要, 2021年10月22日, https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf.

[2] 資源エネルギー庁, 住宅用太陽光発電設備のFIT買取期間終了に向けた対応, 2018年9月12日, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/energy_resource/pdf/008_09_00.pdf.

[3] 経済産業省, 安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案の概要, 2022年3月1日, https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220301002/20220301002-1.pdf.

[4] 経済産業省, 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略, 2020年12月25日, https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html.

[5] J.A.Jeevarajan, T.Joshi, M.Parhizi, T.Rauhala, and D. Juarez-Robles, “Battery Hazards for Large Energy Storage Systems”, ACS Energy Letters, 7, 2725-2733(2022).

[6] 消費者庁, 消費生活用製品の重大製品事故:リコール製品で火災等(リチウム蓄電池), 2021年11月15日, https://www.caa.go.jp/notice/assets/consumer_safety_cms202_211119_01.pdf.

[7] 関西電力, オリックスと蓄電所事業へ参入, 関西電力プレスリリース, 2022年7月14日, https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2022/pdf/20220714_1j.pdf.

[8] IEC 62619:2022, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes-Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications.

[9] A.Kriston, A.Pfrang, V.Ruiz, R.van der Aat, L.Brett, Progress on thermal propagation testing, EVS18-E1TP-0200(2019).

[10] J.Lamb, J.Ko, L.Torres-Castro, J.Stanley, C.Grosso, L.Gray, “Li-ion battery propagation trigger technique development/igniter development”, Report No.DOT HS 812 786), National Highway Traffic Safety Administration(2020).

[11] IEC 62933-5-2:2020, Electrical energy storage (EES)systems-Part 5-2:Safety requirements for grid-integrated EES systems-Electrochemical-based systems.

[12] 電気安全環境研究所, 蓄電システムの「プロパゲーション試験認証」を開始しました, 一般財団法人 電気安全環境研究所 ホームページ, 2023年5月15日, https://www.jet.or.jp/common/data/new/press_propagationtest20230515.pdf.

[13] JEPIC, APS Declares Thermal Runaway Event Caused 2019 Battery Explosion, 2020-10-31, https://www.jepic-usa.org/digests/2020/7/31/usa-report-aps-declares-thermal-runaway-event-caused-2019-battery-explosion.

[14] 北京市の25MWh蓄電施設で火災、消防員など3人犠牲に, 2021-4-19, https://ashu-chinastatistics.com/news/703286-26468112270.

[15] 本多 啓三, 釣賀 英樹, 森田 朋和, 小鹿 健一郎, 低温サイクル劣化させたリチウム二次電池のレーザ照射法による熱暴走感受性評価, 第63回電池討論会, 2C05(2022).

[16] 特集リチウムイオン電池の状態把握と寿命評価, 電気化学, 89, 99-156 (2021).

[17] 東京ガス, 運用中の蓄電システムに対する劣化診断技術の適用を開始, 2022年3月28日, https://www.tokyo-gas.co.jp/news/topics/20220328-02.html.

[18] 電気安全環境研究所, 車載用蓄電池等のリユースにおける安全性を確認する「JETリユース電池認証」2月1日に開始, 一般財団法人 電気安全環境研究所 ホームページ, 2022年2月1日, https://www.jet.or.jp/common/data/new/JETReuse_press_20220201.pdf.

[19] 経済産業省, 蓄電池産業戦略, 2022年8月31日, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/battery_strategy/battery_saisyu_torimatome.pdf.

[20] 経済産業省, 令和4年度補正予算案の事業概要, 2022年11月14日, https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2022/hosei/pdf/pr_hosei_221109.pdf.

本多 啓三（ほんだ けいぞう）

略歴

1980年　株式会社東芝入社, 重電技術研究所に所属
1996年　大阪大学より学位を受領（工学博士）
1998年　電力システム社 知的財産部門長
2003年　エネルギーサービス事業推進室長
2007年　SCiB事業推進室長
2009年　二次電池システム技師長
2014年　一般財団法人 電気安全環境研究所 技師長
電池の安全性に関する試験法及び評価法の開発に従事。NEDO技術委員等を歴任

委員会等の動き（2023年3月～2023年5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) 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6講の開催］　2023年3月17日(金)　オンラインセミナー

参加者：15名

No.	題　目	講　師	所　属
6	ミリ波帯の基板伝送路の評価方法	川内 清 氏	アンリツ株式会社

［2023年度次世代ワイヤレス技術講座の企画］

岡田講座長の企画のもと、全6講の内容（日時、題目、講師）を確定

日　程：2023年5月19日(金)～2024年3月15日(金)

場　所：オンライン開催

［次世代ワイヤレス技術講座第1講の開催］　2023年5月19日(金)　オンラインセミナー

参加者：27名

No.	題　目	講　師	所　属
1	5G技術とBeyond 5Gに向けた戦略	三瓶 政一 氏	大阪大学

(2) 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）

［3月度WG］　2023年3月8日(水)　DKビル8Fオフィス

1. 2023年KECセミナー企画検討
2. KEC状況報告（次世代ワイヤレス技術講座、他）
3. セミナー等の実施方法についての意見交換、情報交換

(3) 光・電波技術融合企画WG　主査　永妻 忠夫（大阪大学）

［3月度WG］　2023年3月1日(水)　DKビル8Fオフィス

1. 第13回光・電波フォーラム実施報告
2. KEC状況報告（次世代ワイヤレス技術講座、他）
3. 第14回光・電波フォーラム企画検討
4. セミナー等の実施方法についての意見交換、情報交換

◇◇◇◇◇　EMC専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) EMC専門委員会　　委員長　和田 修己（京都大学（～2023年3月）、名古屋工業大学（2023年4月～））

［2022年度第3回EMC専門委員会］　2023年3月15日(水)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 報告事項（事務局報告）
   (1) 全体の活動状況
   (2) 予算執行状況
   (3) 2023年度WG参加者募集結果
   (4) オンラインストレージ説明
2. 審議事項
   (1) 2023年度WG参加者再確認
   (2) 2023年度予算最終確認

［2022年度年間Sharedミーティング］　2023年3月15日(水)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

テーマ：2022年度WG活動成果報告と2023年度計画

参加者：83名

No.	題　　目	報　告	所　属
1	EMC専門委員会活動　全体概要報告	KEC事務局	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
2	2022年度WG活動成果報告と2023年度計画	各WG主査	下記 (2)～(7) 参照

(2) EMCラウンドロビンテストWG　　主査　浅地 康志（株式会社村田製作所）

［5月度WG］　2023年5月11日(木)　DKビルA会議室＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について

(3) 車載機器計測精度分析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）

［5月度WG］　2023年5月19日(金)　DKビルA会議室＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について

(4) 新規EMC規格対応WG　主査　中尾 優作（ダイキン工業株式会社、～2023年3月）
主査　石原 悠司（株式会社ノイズ研究所、2023年4月～）

［3月度WG］　2023年3月2日(木)　オンライン会議

1. Sharedミーティング資料内容検討
2. 2023年度テーマ検討

［4月度WG］　2023年4月14日(金)　DKビルA会議室＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について

(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）

［4月度WG］　2023年4月21日(金)　DKビルA会議室＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について

(6) EMC欧米規格 調査出版WG　主査　臼井 崇（ヤマハ株式会社）

［3月度WG］　2023年3月16日(木)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 総務省MRA国際ワークショップ聴講
2. 情報共有（国際関係、EU関係、米州関係）
3. 2022年度活動結果報告
4. 2023年度活動計画検討

［4月度WG］　2023年4月13日(木)　DKビルB会議室＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について
6. 情報共有（国際関係、EU関係、米州関係）
7. その他（FCC翻訳作業、ETSI 303 645勉強会等）

(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）

［5月度WG］　2023年5月11日(木)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 2022年度WG活動アンケート結果報告
2. オンラインストレージ説明
3. メンバー自己紹介
4. 主査、副主査の選出
5. 2023年度活動計画について
6. 情報共有（中国、韓国、台湾、日本等）

(8) EMC関西企画WG

［3月度WG］　2023年3月27日(月)　オンライン会議

1. EMC関西2023具体講演内容・講演候補者検討
2. その他（セミナー開催形態等）

(9) 設計者向けEMC技術講座

［2023年度設計者向けEMC技術講座の企画］

全11講の内容（日時、題目、講師）を確定

日　程：2023年7月6日(木)～2024年2月14日(水)

場　所：オンライン開催（第11講の計測器実習のみリアル開催）

◇◇◇◇◇　製品安全専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) 製品安全専門委員会

［製品安全共通技術セミナーの開催］　2023年3月23日(木)　オンラインセミナー

テーマ：「製品安全の根幹である絶縁と樹脂材料の基礎」

参加者：32名

No.	題　　目	講　師	所　属
1	低電圧機器の絶縁協調について	住谷 淳吉 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所
2	樹脂材料の基礎知識と特性評価方法の解説	有森 奏 氏	株式会社UL Japan

［2023年度製品安全基本教育講座の企画］

全7講の内容（日時、題目、講師）を確定

日　程：2023年8月31日(木)～2024年3月22日(金)

場　所：オンライン開催

(2) 信頼性分科会　主査　藤本 恵一（エスペック株式会社）

［3月度定例会］　2023年3月9日(木)　オンライン会議

1. 勉強会
   - ・2023年信頼性セミナー発表原稿検討
     1) プリント配線板における部分放電開始電圧の予測と高周波域への拡張
     2) SEM-EDXマッピングの主成分分析結果の解釈に関する検討
     3) ケーブル屈曲寿命予測における従来手法と機械学習の比較評価
2. 2023年信頼性セミナー準備について

［4月度定例会］　2023年4月13日(木)　オンライン会議

1. 勉強会
   - ・2023年信頼性セミナー発表原稿検討
     1) 公開データ（リチウムイオン電池）を用いた機械学習による寿命予測作成への試み
     2) SEM-EDXマッピングの主成分分析結果の解釈に関する検討
     3) ケーブル屈曲寿命予測における従来手法と機械学習の比較評価
     4) プリント配線板における部分放電開始電圧・部位予測と高周波域への拡張
2. 2023年信頼性セミナー準備について

［5月度定例会］　2023年5月11日(木)　DKビルB会議室＋オンライン会議

1. 勉強会
   - ・2023年信頼性セミナー発表原稿検討
     1) プリント配線板における部分放電開始電圧予測と高周波域への拡張
     2) ケーブル屈曲寿命予測における従来手法と機械学習との比較評価
     3) 公開データ（電池寿命）を用いた機械学習による寿命評価の試み
2. 2023年信頼性セミナー準備について
3. IEEE ISPCE 2023参加報告

(3) 安全規格分科会　主査　坂口 申康（株式会社島津製作所、～2023年4月）
主査　後藤 英二（パナソニック株式会社、2023年5月～）

［3月度定例会］　2023年3月22日(水)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. ガス機器の遠隔操作・自動運転に関する規制について
2. IEC 62368-1試験手引書の講義資料レビュー

［5月度定例会］　2023年5月24日(水)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. メンバー自己紹介
2. IEC 62368-1試験手引書解説セミナーについて
3. IEEE ISPCE 2023参加報告

(4) 安全技術研究会　主査　内田 徳昭（任天堂株式会社）

［3月度定例会］　2023年3月15日(水)　オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
   - ・IEC 62368-1第3版 熱・放射的要因に対するセーフガードとトピックスについて
   - ・安全に関する取扱説明書の電子化対応について

   等
2. 第4回KEC製品安全フォーラム実施報告

［4月度定例会］　2023年4月19日(水)　オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
   - ・2022年度NITE講座「事業者等における製品安全対策の基礎知識」受講報告
   - ・エラー状態での継続使用による発火・発煙事故事例の紹介
   - ・経済産業省「消費生活用製品のリコールハンドブック2022」の紹介
2. IEEE ISPCE 2023プログラム紹介
3. 安全工学シンポジウム2023紹介

［5月度定例会］　2023年5月17日(水)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
   - ・Sマーク認証制度における認証基準変更について
   - ・パフォーマンスレベル（ISO 13849-1）について
   - ・特定の事象（異常発熱、小部品の誤飲等）を経由する危害シナリオについて

   等
2. IEEE ISPCE 2023参加報告

◇◇◇◇◇　iNARTE/Japan専門委員会活動　◇◇◇◇◇

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

［2023年度第1回会議］　2023年4月12日(水)　オンライン会議

1. 2023年度資格試験計画
2. 2022年度第2回EMC設計技術者資格試験（1/27）実施報告
3. 資格試験制度に関する議論

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

［分科会］　2023年3月29日(水)　DKビル8Fオフィス

1. 2023年度PS受験講習会/PS資格試験実施予定
2. EG社との定例会議内容報告（資格試験制度検討進捗）

出版物のご案内

◆ 不要輻射ハンドブック FCC規格集 2020年版 FCC Part2/Part15/Part18/MP-5(対訳版)

2016年以降、2020年4月までの追記を含めたFCC Part 2、15、18の主要部分と、Part 18が引用しているMP-5(測定法)を掲載

価　　格	会員 35,640円 (本体価格 32,400円)　　非会員 46,332円 (本体価格 42,120円)
発　行　日	2021年3月19日
体　　裁	A4判　578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、GLONNASS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

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

2023年5月11日現在

入会年月	会員区分	会　　社　　名	住　　所	事業内容・生産品目等
2023年 3月	特別会員	GSユアサライティング サービス株式会社	〒601-8319 京都府京都市南区吉祥院 三ノ宮町105	照明器具の製造及び販売
〃	正会員	株式会社安川電機	〒806-0004 福岡県北九州市八幡西区 黒崎城石2番1号	電気機器製造（産業用ロボット、メカトロニクス製品等）
〃	特別会員	株式会社キューヘン	〒811-3216 福岡県福津市花見が浜二丁目 1番1号	変圧器その他一般器具の製造、修理、売買、輸出入
〃	正会員	株式会社ホタルクス	〒105-0014 東京都港区芝1丁目7番17号 住友不動産芝ビル3号館	各種光源、照明器具、その他光技術を利用した関連製品の設計、開発、製造及び販売
2023年 4月	正会員	沖エンジニアリング 株式会社	〒367-8686 埼玉県本庄市小島南4-1-1	信頼性・環境・EMC・製品安全・計測など各分野の各種試験サービス
2023年 5月	正会員	株式会社放送通信機器	〒658-0031 兵庫県神戸市東灘区向洋町東 3-12 ユニエックスNCT六甲物流 センター 2F	ネットワーク関連機器、テレビ関連資材の企画製造及び販売

会　員　一　覧

2023 年 5 月 11 日　現在

【正　会　員】　169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
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
アンシス･ジャパン株式会社
株式会社イー・エム・シー・ジャパン
株式会社イー・オータマ
株式会社イシカワ
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グチ
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
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・システム技研
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
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
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
コーンズ テクノロジー株式会社
株式会社コスモス・コーポレイション
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
株式会社サンフレム
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
住友電気工業株式会社
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
ゾンデックス株式会社
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
株式会社竹中製作所
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
株式会社テイ・アイ・シイ
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

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

【賛助会員】　38社

あいち産業科学技術総合センター
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
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】　39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
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
マイクロウェー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
三菱電機特機システム株式会社
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。

2023年度 KEC行事予定・実績

2023年7月

月	日	曜日	行事名	備考（会場等）
2023年				
5	11	木	第270回理事会	
	19	金	次世代ワイヤレス技術講座①	オンライン開催
6	7	水	iNARTE EMC講習会①	オンライン開催
	9	金	第64回通常総会／第271回理事会	NCB会館
	15	木	iNARTE EMC講習会②	オンライン開催
	22	木	iNARTE EMC講習会③	オンライン開催
	26	月	iNARTE PS受験講習会①	オンライン開催
	27	火	iNARTE PS受験講習会②	オンライン開催
	29	木	iNARTE EMC講習会④	オンライン開催
7	5	水	iNARTE EMC講習会⑤	オンライン開催
	6	木	設計者向けEMC技術講座①	オンライン開催
	7	金	KECセミナー	オンライン開催
	21	金	次世代ワイヤレス技術講座②	オンライン開催
	27	木	信頼性セミナー	ハイブリッド開催(DKビルA会議室＋オンライン)
	28	金	設計者向けEMC技術講座②	オンライン開催
8	23	水	2023年度第1回EMC設計技術者資格試験	オンライン試験
	25	金	設計者向けEMC技術講座③	オンライン開催
	31	木	製品安全基本教育講座①	オンライン開催
9	1	金	iNARTE PS資格試験	オンライン試験
	8	金	設計者向けEMC技術講座④	オンライン開催
	15	金	次世代ワイヤレス技術講座③	オンライン開催
	29	金	製品安全基本教育講座②	オンライン開催
10	5	木	第202回運営部会	
	12	木	2023年度第1回アドバイザリー委員会	
	13	金	EMC関西2023	ハイブリッド開催(グランフロント大阪ナレッジキャピタル＋オンライン)
	19	木	第272回理事会	
	25	水	設計者向けEMC技術講座⑤	オンライン開催
	25	水	EMC試験法講習会（実習：車載機器コース）	けいはんな試験センター
	26	木	EMC試験法講習会（座学）	リアル開催（予定）
	27	金	EMC試験法講習会（実習：民生機器コース）	けいはんな試験センター
	27	金	製品安全基本教育講座③	オンライン開催
11	8	水	iNARTE EMC資格試験	オンライン試験
	10	金	iNARTE EMC資格試験	オンライン試験
	10	金	設計者向けEMC技術講座⑥	オンライン開催
	17	金	次世代ワイヤレス技術講座④	オンライン開催
	20	月	設計者向けEMC技術講座⑦	オンライン開催
11月			光・電波フォーラム	オンライン開催
12	1	金	製品安全基本教育講座④	オンライン開催
	8	金	設計者向けEMC技術講座⑧	オンライン開催
	20	水	設計者向けEMC技術講座⑨	オンライン開催
	22	金	製品安全基本教育講座⑤	オンライン開催
2024年				
1	10	水	関西電子業界新年賀詞交歓会	NCB会館（予定）
	19	金	設計者向けEMC技術講座⑩	オンライン開催
	26	金	次世代ワイヤレス技術講座⑤	オンライン開催
	26	金	2023年度第2回EMC設計技術者資格試験	オンライン試験
1月			KECテクノフォーラム	オンライン開催
2	2	金	製品安全基本教育講座⑥	オンライン開催
	7	水	設計者向けEMC技術講座⑪	オンライン開催
	13	火	設計者向けEMC技術講座⑪（実習）	東京
	14	水	設計者向けEMC技術講座⑪（実習）	東京
2月			KEC製品安全フォーラム	ハイブリッド開催（予定）
3	7	木	第203回運営部会	
	14	木	2023年度第2回アドバイザリー委員会	
	15	金	次世代ワイヤレス技術講座⑥	オンライン開催
	21	木	第273回理事会	
	22	金	製品安全基本教育講座⑦	オンライン開催

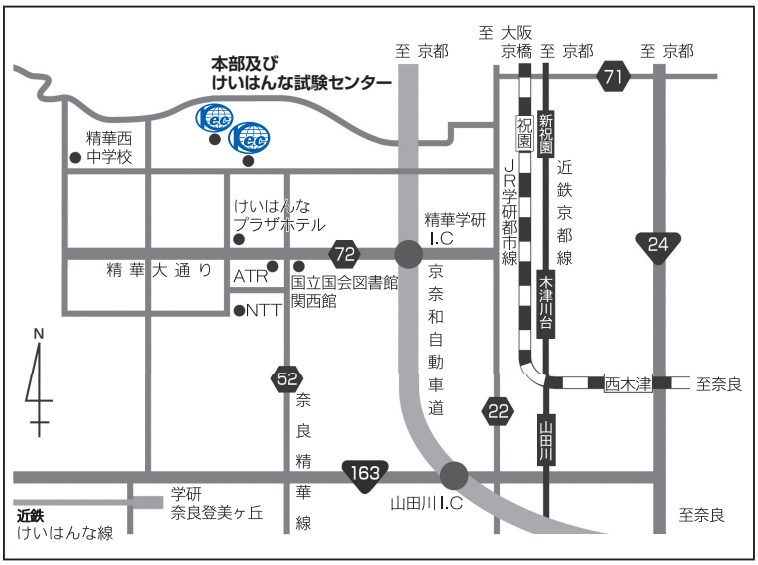
Ｋ Ｅ Ｃ 情 報 No. 266

2023年7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　荒木 將文(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)
峯 啓治(ホシデン株式会社)　加藤 千晴(株式会社村田製作所)
事 務 局　竹下 伸夫　岸本 隆　内橋 健二　奥田 早苗
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