

id

住友電工グループ・未来構築マガジン

vol. 15

Innovative Development,
Imagination for the Dream,
Identity & Diversity

特集

モノづくりを支える叡智

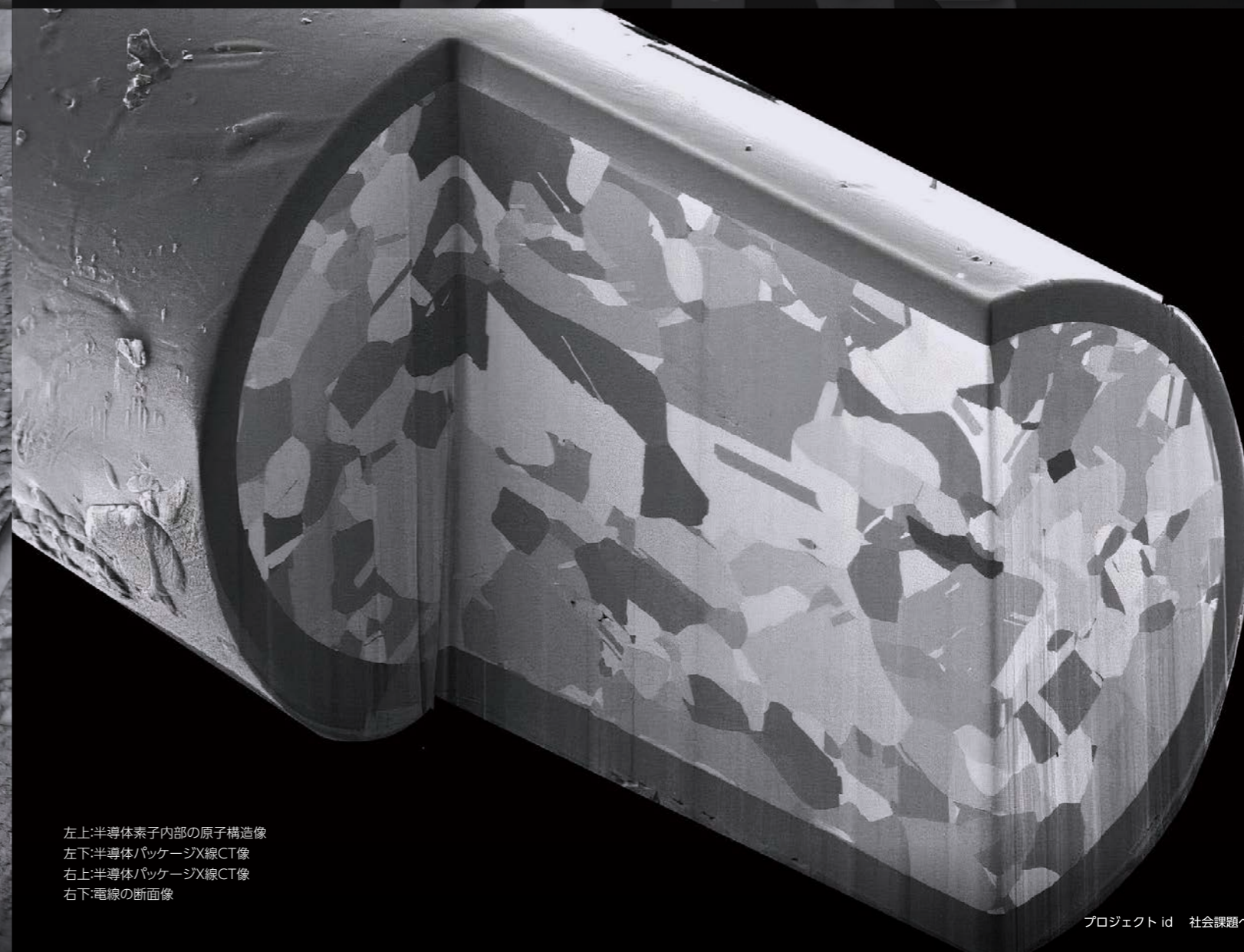
～本質を追求し、解明する解析技術の世界～

「見る、知る、活かす」

～解析技術がもたらす高信頼性の実現～

国連サミットで採択された「SDGs(Sustainable Development Goals 持続可能な開発目標)」。世界が解決しなくてはならない課題に対し、「17の目標」と「169のターゲット(具体目標)」が示されている。「17の目標」では、貧困問題の解消や飢餓の撲滅、気候変動対策、ジェンダー平等、教育・福祉の充実など地球規模のテーマが掲げられているが、その一つに挙げられているのが、9番の「産業と技術革新の基盤をつくろう」だ。すなわち、強靱なインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、技術革新の拡大を目指すというものである。これはモノづくりに関わるすべての企業に課せられたミッションといっても過言ではなく、その持続可能性や技術革新の推進・拡大においては、追究すべき余地が多分に残されている。

住友電工グループは創業以来、多種多様なインフラ製品を社会に供給してきた。その根底にあったのは、社会を支えるという自覚・使命感であり、製品の高い信頼性を実現するための技術革新への取り組みだった。これらの時代に先駆けた製品・技術開発の背景には、モノづくりの課題の本質を解明し解決する「見る、知る、活かす」解析技術があった。持続的に取り組んできた解析技術の進化・発展こそが、住友電工グループのモノづくりを強力に支え、社会が要請する高信頼のインフラ製品を生み出す基盤となっている。その取り組みは「SDGs」のステートメントと呼応するものだ。そして、2050年までに我が国が目指すカーボンニュートラル(脱炭素社会)の実現に大きく寄与するものでもある。今回は、住友電工グループの叡智が結集された解析技術の世界を探り、その具体的な取り組みを紹介する。



左上:半導体素子内部の原子構造像
左下:半導体パッケージX線CT像
右上:半導体パッケージX線CT像
右下:電線の断面像

先進の解析技術がモノづくりを加速させる

TOF-SIMS / 飛行時間型2次イオン質量分析装置。元素と化学種の構造を分析する高感度表面分析装置

分析技術と解析技術の融合

2022年1月に開設20周年を迎えるのが、住友電工グループの「解析技術研究センター」だ。その取り組みは、1960年代に遡る。社内に「試験課」を設置、「特性評価センター」の発足へと深化した。一方、コンピュータを駆使した解析を担う「コンピュータ室」を設置し、「CAE研究センター」へと組織の充実・拡大を遂げてきた。「特性評価センター」に至る取り組みはモノを直接見て評価する「分析」を担い、「CAE研究センター」は理論計算で予測する「解析」を担っていたと言える。CAEとはComputer Aided Engineeringの略であり、製品・材料の開発設計・製造などの段階で、その製品・材料が性能や品質に問題がないかどうか、コンピュータによるシミュレーションによって事前検討するシステムだ。力の状態や流体、熱、電磁場などの物理現象の計算が可能であり、応力、温度、電磁場のように目に見えない物体内外の現象を可視化することができる。これによって、不具合の原因解明や製品の強度・寿命の予測、さらに試作することなく多様な設計検証を可能とする。近年、CAEはモノづくりを担う多くのメーカーに採用されており、製品の信頼性を担保し、競争力を確保する重要なツールになりつつある。「特性評価センター」と「CAE研究センター」は全社に向けて、それぞれソリューションの提

供をミッションとしていたが、より深く、かつより広い各種課題の本質解明を行うために2002年統合、「解析技術研究センター（以下、略称：解析研）」が誕生した。設立の趣旨には「解析技術を変革する」とある。すなわち、単なる分析・解析に留まらず、製品の各種課題の本質を解明し解決するためのソリューションを提供し、そのための解析技術を開発、さらにそのプロセスで得られた知見の横展開による情報共有を促すことで、住友電工グループのモノづくりの基盤強化を果たすことがその使命である。

「見えないものを見えるようにする」技術

では、分析・解析とはどのような取り組みなのか。解析研のセンター長を務める木村淳は、「端的に言えば見えないものを見えるようにする作業だ」と言う。「解析研の中で分析の位置付けは現物（モノ）を直接見ることであり、CAE解析は目に見えない現象や、起こり得る現象を理論で予測する取り組みです。たとえばめっき。一つ



FIB-SEM / 集束イオンビーム・走査型電子顕微鏡複合機。断面加工・観察の主力設備

の製品でめっきの厚さが大きければらつ場合、分析とCAE解析が連携して不具合の原因を解明していきます。分析では、通常は見えないめっきの結晶組織、成長過程を電子顕微鏡で観察、化学分析でめっき液の組成濃度を確認し、めっき液成分の動きが設計通りかを見極めていきます。一方、CAE解析では電圧を与えたときの電界の分布、めっき液の流れなどを可視化。こうした連携によって、問題の本質を解明していきます。このように、分析もCAE解析も『見えないものを見えるようにする』ツールであり、これにより多角的な考察、アプローチが可能となり、課題解決につながる議論が誘発され、ソリューションを導き出していくわけです」（木村）

解析研が対象とする製品は、住友電工グループが扱う全製品に及ぶ。活動拠点は、大



マイクロフォーカス X線CT装置。X線を用い非破壊で試料の内部構造を3次元的に観察



NMR / 核磁気共鳴装置。原子核が持つ固有の磁性を利用し、液体や固体試料に含まれている分子の結合状態や運動性、濃度を解析

阪、伊丹、横浜の3ヶ所。それぞれ、自動車、情報通信、エレクトロニクス、環境エネルギー、産業素材の各分野・各種製品の解析を担当する。さらに、佐賀県鳥栖市にある公的研究機関、九州シンクロトロン光研究センターに専用放射光実験施設を保有。これは高強度のX線を材料に照射することで、詳細な解析を可能とするものだ（詳細・後述）。また、主に中国の生産現場における品質課題ニーズの増加を見込み、特にプリント回路事業を支援するため、2012年、中国・蘇州に中国解析センターを発足させた。

競争力を確保するために重要視される解析技術

モノづくりの世界において、解析技術を持つ意義は年々高まっている。市場優位性を確保する上で極めて重要なファクターになりつつあるのだ。



前処理。化学分析用にサンプルを溶かすノウハウが集約された作業

「最近では、顧客から高度な解析要求を受けようになり、高度な解析を自社で行えることは競争力を保つために不可欠です。顧客の中には、サプライヤーの査定基準の一つに分析・解析能力を挙げているところもあります。査定結果が通達され、それが受注やシェアを決める材料の一つにもなる。たとえば自動車メーカーのコンペ。製品の信頼性試験の結果を提示しますが、最近ではCAE解析データを併せて示すことを要求されています。つまり、信頼性に問題がないというエビデンスが要請されているのです。そのため、当グループの解析技術力や解析体制を顧客へアピールすることも、極めて重要な取り組みと考えています」（前出・木村）

そうした中、解析研の強みの一つは、住友電工グループのモノづくりにジャストフィットした分析・CAE解析のための設備、技術、人材を保有している点だ。たとえば、先に示した専用放射光実験施設は、国内民間企業で保有しているのは3社のみだ。保有する各種設備も業界トップレベル。長年にわたって蓄積された分析・解析技術は、脈々と次世代に継承され現在に至っている。では、一層の解析技術の高度化、能力向上のために何が求められているのか。

「今後強化したいことの一つは情報のHub機能の高度化です。解析で得られた知見の展

開に加え、解析のナレッジデータベース化を進めたい。また、生産現場における分析装置の性能維持・作業者のスキル向上に向けた指導管理も強化していきたいと考えています。一方で、解析業務の分業、プラットフォーム化による事業活動の効率化も求められています。解析する対象も日々変化し、解析技術も進化することから、最先端の技術に関しては、外部機関とのアライアンス・コラボレーションも積極的に活用していきます。世界最高性能の放射光施設である『SPring-8』、大強度陽子加速器施設『J-PARC』をはじめ、各種研究所や大学など、人材も含めた交流を活発化していきたい。こうした取り組みを通じて、文字通り最先端の解析技術によって、住友電工グループのモノづくりを支えていく考えです」（木村）



解析技術研究センター長 木村淳



若手主導で展開される各種ミーティング

解析技術がもたらすソリューションの世界

～構造解析、電磁界解析など、ミクロの世界を見極める～

求められる 原子レベルでの構造解析

それでは、解析研が持つ解析技術にはどのようなものがあるのか。まずは「構造解析」。たとえば、製品の製造工程での「品質」課題が浮上した際、それを受けて解析研は何が原因であるか、その本質解明に取り組むことになる。「見えないものを見る」ために行われる作業の一つが原子サイズ（ナノ）レベルでの構造解析だ。界面（原子間）がどのように結合しているか、原子レベルで結晶構造を観察していく。その結果、界面で歪みが生じていることを解明すれば、その結果が開発・製造現場へもたらされ、最適な界面結合の検討、あるいは新たな材料などの検討が進められることになる。この原子観察技術・結晶方位解析技術は、計算科学との連携も踏まえた各種材料、デバイスなどの開発設計における原理確認、プロセス最適化に必須とされる技術であり、原子レベル評価は競合他社と差別化する重要な要素の一つとなっている。

「5G」時代に対応した 高周波・電磁界解析

「見えないものを見る」という点では、電磁界解析はその象徴ともいえる。昨今の情報通信業界で大きなトレンドである「第5世代(5G)」は、「高周波化」により高速・大容量の情報通信を可能とする。ここでも可視化が重要なポイントだ。放射電磁界や電磁波誘起表面電流

などのCAE解析によって、送信される信号の電界分布（高周波伝播）を可視化。「5G」通信には複数の周波帯が存在するが、周波数ごとのモデル適正化を進め、高周波信号を送り届ける際の信号漏洩、それによるノイズ発生という課題を明らかにした。今後、28GHz帯などの高周波伝送の登場により、ノイズ性能評価が本格化することは自明であり、それに伴い計算の大規模化は避けられない。高い計算能力を備えた設備導入に加え、大規模対応のCAE手法開発を進めていく考えだ。

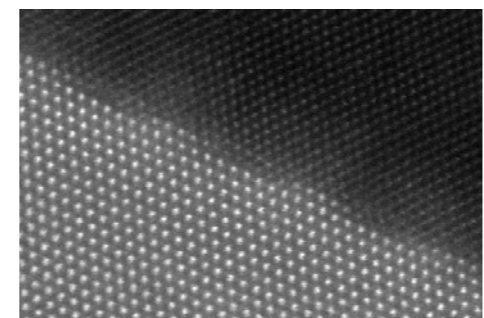
「謎を解明する」、「名探偵」 にも似た解析の探究

解析技術は、絶縁被覆材料の「架橋度・添加剤分析」、電子デバイスの放熱設計解析などの「熱流体解析」、切削工具などの高機能化を実現する「結晶構造・材料解析」、各種光学機器・部品の「光学解析」など多岐に及ぶ。さらに特筆すべきは、電線・ケーブルメーカーである住友電工グループだからこそ、長年にわたって培ってきた電線の「寿命予測技術」だ。自動車のドア、携帯電話のヒンジ部、ロボットアームなど、可動部に採用される電線ケーブルの捻曲による断線寿命をCAEで予測する技術を開発してきた。

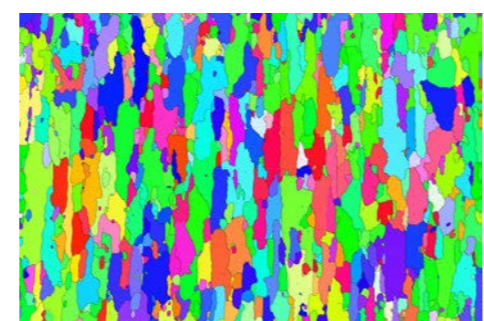
「かつて、コナン・ドイルの推理小説の舞台になった英国、ベーカー街の近くに駐在経験がある当社・会長の松本は、こうした解析研の多彩な取り組みの報告を受け、『シャーロック・ホームズのようなだ』とコメントしました。

事実、我々の行っている作業は、ある前提に基づいて推論し、それをひとつひとつ実証していくものです。それはたとえて言えば、難事件に向き合い、突き詰めて真相を明らかにする名探偵と似ている部分が少なくありません。それを支えているのは、解析研各メンバーの『今、わからないことを理解したい』『謎を解明したい』という学究的な好奇心とサイエンティストとしての矜持。そうした想いや意識を持つ人材が多いのも、住友電工の強みです」(前出・木村)

次ページからは、解析技術による課題解決事例を具体的に見ていきたい。



走査型透過電子顕微鏡による工具材料結晶界面の原子観察像。界面での歪みの様子を捉えている



アルミ材の結晶方位解析像(EBSD/電子線後方散乱回折法)。加工プロセスによる結晶の配向を可視化した材料設計に活用

モノづくりを支える叡智

～本質を追求し、解明する解析技術の世界～

中国発、EVなど車載製品の品質向上に向けて

～中国解析センターの取り組み～



EPB電線断線改善取り組み:現地・現物・現実課題解決の第一歩



迅速対応に徹する現品解析



ハーネスに加工されたEPB電線

製造現地で迅速かつ的確に 対応する拠点設立

2012年4月、中国・蘇州市の住友電工（蘇州）電子線製品有限公司内に、住友電工管理（上海）有限公司 解析技術部（通称：中国解析センター）が設置された。その背景について、立ち上げに携わり、現在、解析研・横浜研究部の部長を務める大濱理は語る。

「当時、懸案事項となっていたのは、中国で生産していたプリント回路の品質確保でした。日本のセンター部門の指導を受けていたものの、製品サイクルの短い携帯電話向け製品を短期間で量産化する必要があり、品質問題を現地で迅速に解決する方針・計画が決定し、解析センター発足へとつながったのです。いわゆる、Out-Out化（中国で製造した製品を海外の顧客に販売）が進展していたプリント回路事業では、電子顕微鏡が必要な故障解析などは日本に空輸して対応するケースもありました。サンプル入手なども含め、タイムラグが生じるケースが多々あったのです」(大濱)

当初、プリント回路生産における品質向上、



中国解析センターがある住友電工（蘇州）電子線製品有限公司

リードタイム短縮を目的に設立した中国解析センターであるが、蘇州を拠点としたのは、周辺に関連会社が20社以上存在し、プリント回路事業以外にも潜在的なニーズが予想されたこと、近隣の大学や民間機関との連携も可能であったことなど、品質問題などに対して迅速かつ的確に対応できる環境が整っていたからだった。

EVなど車載向けの戦略的製品 「EPB」電線の課題解決

プリント回路生産がベトナムへ移管されたことを契機に、中国解析センターの解析・分析の対象は自動車、特に中国市場で進展す



解析技術研究センター
横浜研究部長 大濱 理



住友電工管理（上海）有限公司
（蘇州）解析技術部 経理 小泉 俊幸



住友電工（蘇州）電子線製品有限公司
電子線部 経理 大根田 泉

る電気自動車（EV）に向けられていく。具体的には、EV向け電池配線、モーター用巻線、電動パーキングブレーキ（EPB）電線などの生産に対して、解析技術を用いて品質向上に寄与するというものだ。それを担っているのが、大濱の後任でもある解析技術部の小泉俊幸である。

「2017年頃からEV向け製品の解析が始まりましたが、分岐点となったのは2019年。日本の解析研と連携して、品質改善活動を強力に進めたことです。特に競争力の源泉でもある戦略的製品EPB電線では、分析技術を用いた現品解析、CAEを駆使したシミュレーション解析でプロセス設計の最適化を実現したことで、生産過程における断線などの不良を50%削減するという成果を生み出した。EV向け電池用端子タブリードでも工場と一緒に導体検査工程を立ち上げるなど、課題を現地で迅速に解決することで、顧客の厳しい要望にも対応。今後も各種製品の生産プロセスにおいて、原理原則を解明し、品質確保につなげていきたいと考えています」(小泉)

現地メーカーへの 拡販の取り組みと高い評価

実際の蘇州の生産現場を管轄しているのが、住友電工（蘇州）電子線製品有限公司の大根田泉である。小泉らの解析の支援を受けて品質改善・確保を実現する役割を担っている。

「世界最大の自動車市場である中国で競争優位性を得るために、中国解析センターと工場が同じ敷地内にあることでスピーディにやり取りできることが、大きなメリットとなっています。現在、EV向け製品の供給は日系自動車メーカーが中心ですが、すでに中国現地メーカーへの拡販にも着手しています。製品の柔軟性や耐振動性、耐油性などの独自の性能、そして中国解析センターによる現品解析などの取り組みは、現地メーカーからも高い評価をいただいています」(大根田)

設備投資や現地大学とのコラボレーションも含め、中国解析センターの取り組みは、年々充実の度合いを増している。今後は、解析に関わるナショナルスタッフの指導・育成などを通じて、生産拠点の課題解決の取り組みをさらに加速させていく考えだ。

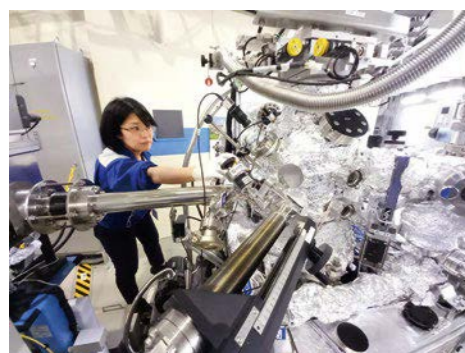


九州シンクロトロン光研究センター内にある住友電工ビームライン(加速器からの放射光を分析に適用するための設備)

高速・大容量の情報通信を実現 ～品質改善のための先進手法～

「5G」時代に不可欠な電子デバイス GaN HEMT

携帯電話に代表される移動体通信は、国内では2020年春から、一部で5Gの商用サービスがスタートした。高速・大容量、低遅延性、



XPS/光電子分光。シンクロトロン光を照射して物質表面の電子状態や化学結合状態などを調べる



九州シンクロトロン光研究センター外観

同時接続性といった特長は、生活や社会に大きな変化をもたらすものとされている。この5Gに必要な不可欠とされるのが、高速・高出力かつ低消費電力での電気信号の処理を可能にするトランジスタ = 電子デバイスだ。住友電工グループは、早い時期から情報通信の未来を見据え、新たな電子デバイスの検討を開始。従来のシリコンに比べて優れた材料物性を有するGaN(窒化ガリウム)という材料に着目し、HEMT(High Electron Mobility Transistor) = 高電子移動度トランジスタと組み合わせることで、高速性と高出力を兼ね備えたGaN HEMTを生み出した。住友電工グループは2007年市場に投入、3G基地局に採用された。市場の評価は高く、その後4G、5Gに対応した進化を遂げて現在に至っている。この進化に大きな貢献を果たしてきたのが、解析研である。

モノづくりで発生するプロセスダメージ

解析研・横浜研究部の主幹、斎藤吉広は入社後16年間デバイス開発に従事しており、その経験を活かして様々な解析に取り組んでいる。デバイス製造における課題の一つに、

品質のバラツキがある。多数の工程を経る間にデバイス特性が微妙に変化する現象が生じるのだ。ちなみにGaN HEMTの製造は、簡単に言えば、基板にエピタキシー(単結晶が結晶方位を揃えて成長する現象)技術によって、GaN(窒化ガリウム)およびAlGaN(窒化アルミニウムガリウム)の単結晶を成長させ、最後に電極を付けるというもの。

「私たちの取り組みの一つは、品質にバラツキが発生する原因の解明です。製造プロセスでは、材料である窒化ガリウムにダメージをもたらす工程がいくつかあります。それがどのようなダメージであるかを探るのが私たちのミッション。たとえば、窒化ガリウムは窒素(N)とガリウム(Ga)の化合物ですが、その組成のズレやGaN表面の酸化、不純物混



解析技術研究センター 横浜研究部 主幹 斎藤 吉広

入、結晶構造の乱れなど、多様なダメージを評価し同定していくわけです。ダメージをもたらすのは、GaN HEMTに期待される特性の劣化であり、原因解明は必須です。その解析結果を踏まえて、製造現場では製造条件の最適化を図り、品質の改善・向上につなげていきます。また製造のみならず、製品特性を高める開発などにおいても、解析技術は貢献しています。結晶構造を原子レベルで解析する際に威力を発揮するのが、佐賀県・鳥栖市の九州シンクロトロン光研究センターに設置した専用放射光実験施設、住友電工ビームライン。競合他社と差別化する要素の一つになっています」(斎藤)

放射光とルミネッセンス。積み上げられる分析手法

斎藤が指摘した「放射光」とは、大型の加速器で発生させる非常に強い人工の光であり、ほぼ光速で運動している電子を磁石によって進行方向を曲げたときに放射される、細く

強力な電磁波(X線)のことである。この波長が極めて短いX線を材料に照射すると材料から様々な信号が発生する。それらを解析することで、材料の構造や性質を原子レベルで分析することが可能となる。放射光実験施設では、小型の装置よりも1万倍～1億倍の高強度のX線が使用できることから、より詳細な解析を可能としている。当初は、兵庫県にある世界最高性能の放射光実験施設「SPring-8」などの共用のビームラインを利用してきたが、自社専用のビームラインを佐賀県・鳥栖市に設置、2016年11月から稼働させ、デバイスをはじめとする多様な分析ニーズに対応している。入社後、しばらく放射光分析に関わっていたのが、横浜研究部に所属する米村卓巳だ。現在米村は、放射光をより有効に活用するため、「フォトルミネッセンス」と呼ばれる分析手法に携わっている。

「フォトルミネッセンスとは、物質や材料に光(レーザー)を照射し、励起された電子が基底状態に戻る際に発生する光を観測する方法です。発生する光は、物質中の欠陥や不純物

モノづくりを支える叡智

～本質を追求し、解明する解析技術の世界～

に影響を受けやすいため、得られた発光スペクトルを詳細に解析することで、物質の欠陥や不純物の情報を得ることが可能となります。GaN HEMTにおけるプロセスダメージの評価手法の一つで、フォトルミネッセンスで得られた欠陥などの情報をもとに、それがどのような欠陥で製品特性にどう影響するのかを放射光や透過電子顕微鏡などを活用して解明していくことになります。こうした解析・分析手法の開発において重要なことは、製造部隊と密に連携して数年先の製品課題を把握し、その課題解決に必要な新しい分析手法の導入や分析技術の開発を先取りして進めていくこと。それが良質なモノづくりを支えていくことにつながっていくと確信しています」(米村)

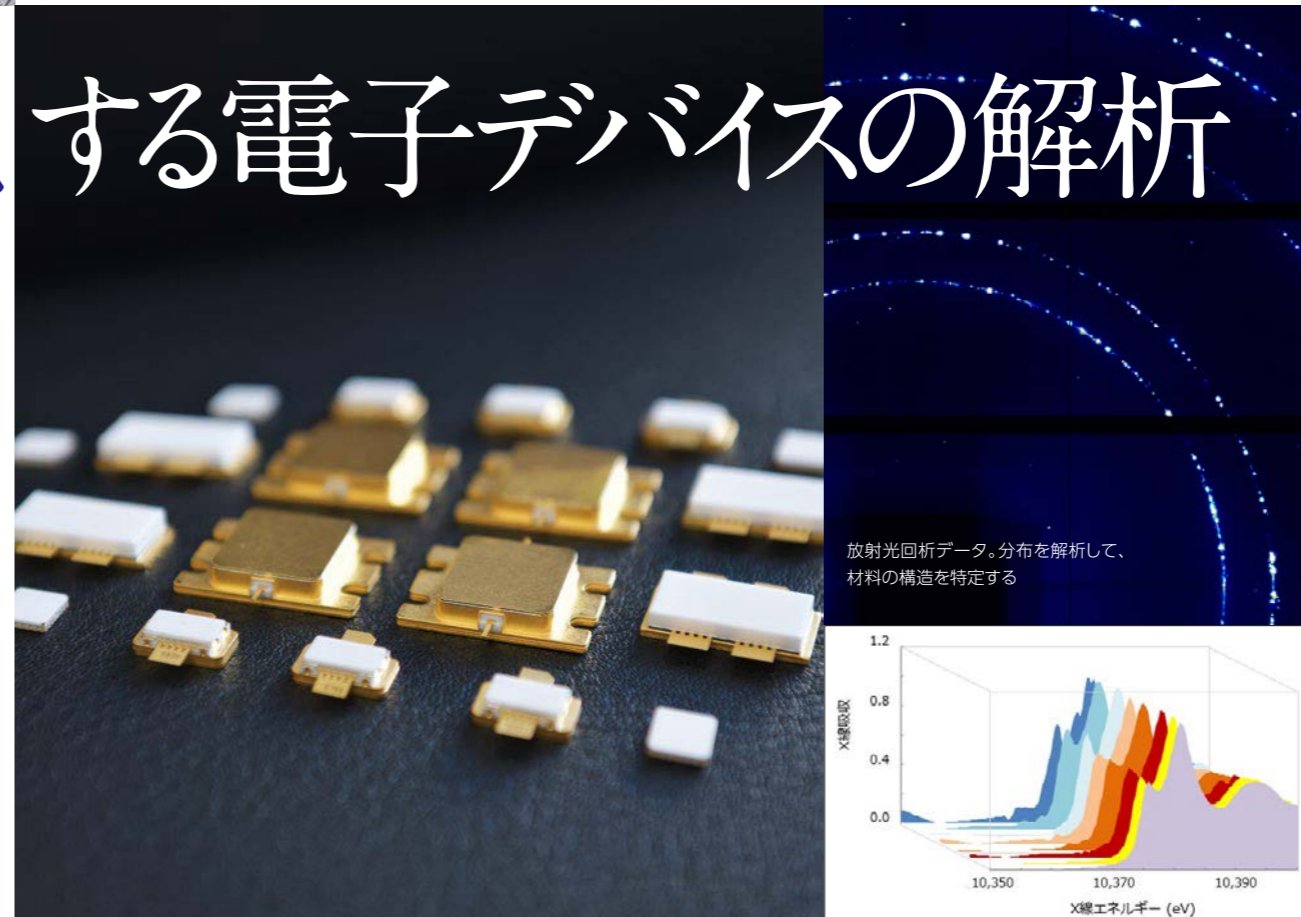
開発・製造メンバーと解析研の強い連携

GaN HEMTの開発・製造を担っているのは、住友電工デバイス・イノベーション(株)だ。斎藤や米村の取り組みも、同社の技術スタッフとの強い連携のもとに進められている。その一人が品質保証部の西山伸也だ。西山は、これから製品化されるものに加え、出荷される製品の品質を確認・評価し、保証する役割を担っている。

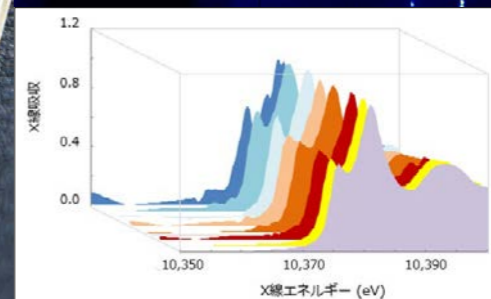
「GaN HEMTは、長年の知見の蓄積がありますから、製品としては完成しているといえます。しかし、多工程にわたるプロセス周辺で何かしらの不具合が生じ、問題が発生することもあります。そうした際に解析研の存在は心強いです。顧客から高い信頼を維持し続けているのも解析研の存在が大きいと思います。現在、市場の支持を受けて、急ピッチで増産を進めています。解析研とはより強い連携を維持して、高性能か

つ高品質のGaN HEMTを市場に送り出していきたいと考えています」(西山)

今、GaN HEMTは、5Gが要請する高周波数帯に対応するため、より一層の微細化が求められている。従来以上に、高出力の実現も要請されている。同時に市場競争力の維持のためには、高い量産性、コスト優位性を確保する必要がある。GaN HEMTのさらなる進化に向けて、解析研の担う役割は大きい。



放射光回折データ。分布を解析して、材料の構造を特定する



GaN HEMT

放射光(X線吸収法)によるHEMT動作中の絶縁膜/半導体界面状態の“その場”測定



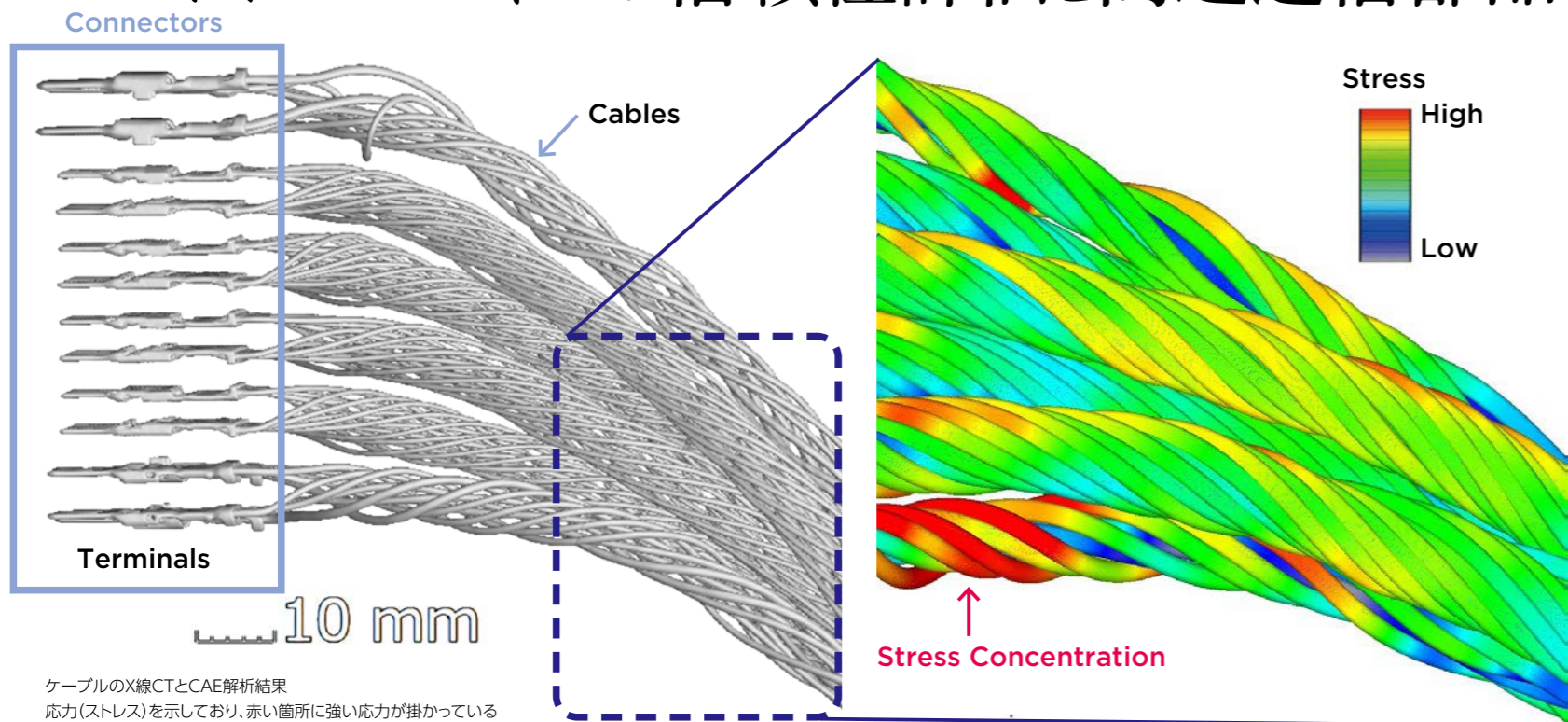
解析技術研究センター 横浜研究部 フォトニクス解析グループ 主査 米村 卓巳



住友電工デバイス・イノベーション(株) 品質保証部 電子デバイス品質保証課 主席 西山 伸也

自動車業界の変革「CASE」に向けた挑戦

～ワイヤーハーネスの信頼性評価と高速通信部品的设计～

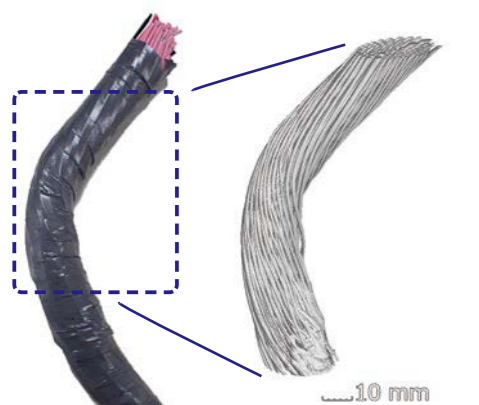


ケーブルのX線CTとCAE解析結果
応力(ストレス)を示しており、赤い箇所には強い応力が掛かっている

求められた CAE 技術による 断線寿命予測

100年に一度の変革期を迎えているといわれる自動車業界。その動向を示すキーワードとされているのが「CASE」、Connected（コネクティッド）、Autonomous（自動運転）、Shared & Services（カーシェアリングとサービス）、Electric（電気自動車）だ。住友電工グループは、総合的な自動車部品サプライヤーとして「CASE」に対しても様々な取り組みを進めているが、ここでは主力製品であるワイヤーハーネスとそれを接続するコネクタのCAE解析の取り組みを取り上げたい。

ワイヤーハーネスは、自動車の車内配線に多く用いられており、エネルギーと情報の伝達を行う、いわば人体の神経や血管に相当する役割を担う伝送システムである。その信頼性評価は大きな課題の一つになっていた。信頼性の一つに断線までの寿命がある。特に、



ケーブル外観とX線CT3D画像。CAE解析に必要な知見を提供

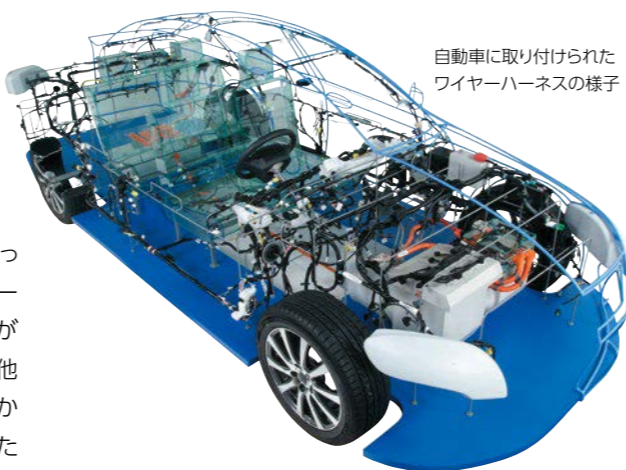
頻繁に開閉するドアの可動部のワイヤーハーネスの信頼性評価は大きなテーマだった。住友電工グループは1990年代に屈曲（断線）寿命予測のシミュレーションに着手。当時から、CAE解析に関わってきたのが、大阪研究部・部長の島田茂樹だ。

「自動車メーカーから、信頼性要求が高まってきたのは2000年頃でした。同時にワイヤーハーネスメーカー間のCAE技術開発競争が激しくなり、屈曲（断線）寿命予測技術で他社に逆転される状況となったのです。顧客からは10年遅れていると厳しい指摘を受けたものです。そうした中、分析とCAE部隊が一体化した解析研が発足し、実験・検証を担当する住友電装（株）と共同で、より高精度なCAE開発に着手。節目となったのは、X線CTを活用してケーブル内の素線の形状を可視化し、ケーブル内のダメージの入る箇所や、屈曲寿命を支配する因子を明らかにするなど、新たなCAE手法を確立したことでした」（島田）

現在では、顧客であるカーメーカーより、



解析技術研究センター 大阪研究部長
島田 茂樹



自動車に取り付けられた
ワイヤーハーネスの様子

業界トップクラスのCAE技術という高い評価を獲得している。

電気自動車という大きな潮流が ワイヤーハーネスを変える

ワイヤーハーネスの信頼性評価が重視されるのは、それがクルマの安心・安全に直結す



解析技術研究センター 大阪研究部 CAE2グループ
主査 奥村 宗一郎

るからだ。言い換えれば、「断線せずに、クルマがそのライフを終えることができる」信頼性が求められている。そう語るのは、住友電装（株）の開発実験部・W/H信頼性グループ長の田中有紀だ。

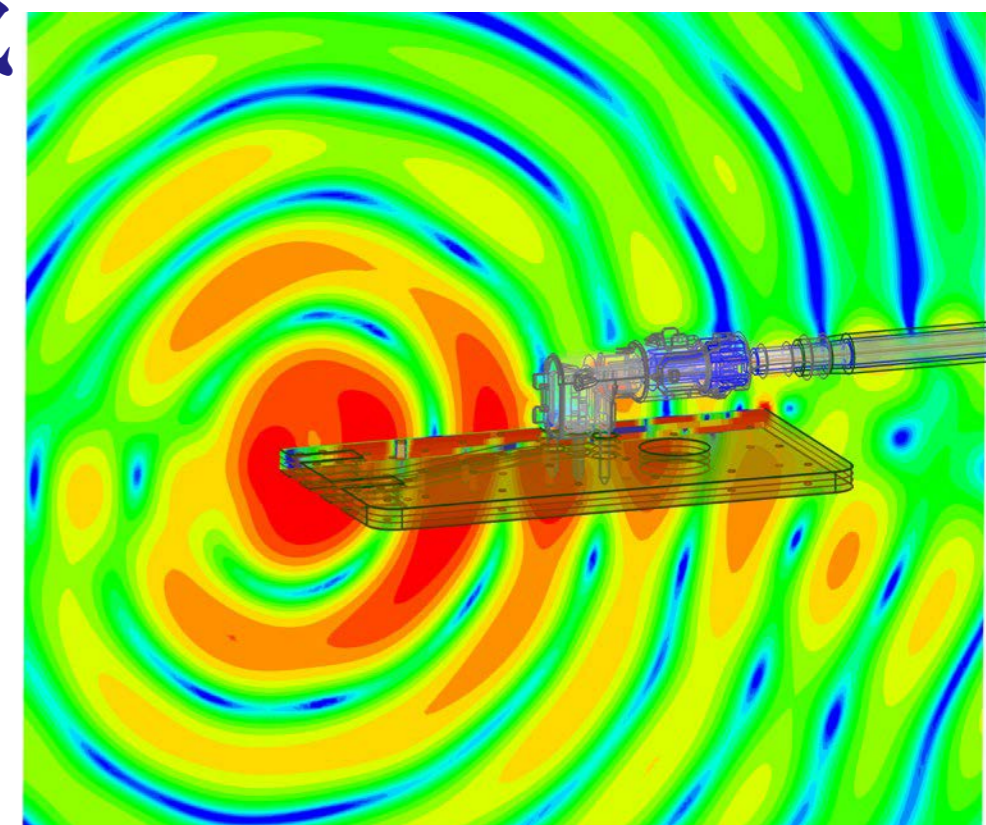
「近年、新車開発は、より短期間化しつつあります。その中でワイヤーハーネスに対する屈曲耐久性の要求も高くなっています。私たちワイヤーハーネスメーカーは手戻りの時間を取れなくなっています。そのため設計段階でのCAE活用は不可欠であり、シミュレーションによって早期に問題点を潰していくことが、重要な役割の一つになっています。また、受注コンペでもシミュレーション技術を活用した信頼性確認が要件化されています。今後、シミュレーション技術をさらに進化させると同時に、その技術を活用できる人材育成を進めることで強いCAEチームを作っていきたいと考えています」（田中）

大阪研究部でCAE解析を担っている奥村宗一郎は、島田とともにCAEによるワイヤーハーネスの断線寿命予測技術に取り組んできたが、CASEの動向はワイヤーハーネスのCAEにも新たな局面をもたらしていると言う。

「CASEの一つに挙げられるElectric（電気自動車）には、大電流が必要とされます。そのため必然的にケーブルは太径にならざるを得ません。従来、車内に張り巡らされたエネルギー伝達のためのケーブルは、数十本の素線で構成されていましたが、電気自動車で採用されるケーブルは、多いものでは数千本の素線で複雑な構造をしています。どこにダメージが入り断線の可能性があるかシミュレーションによって見極めていくわけですが、それは同時に長寿命化のケーブルを実現するノウハウ確立のためともいえます。素線の撚り方、曲げ方は多様であり、それらが性能や製造工程の効率性にも関わってきます。実物の実験ではできない世界で、CAEを駆使し、電気自動車に求められる信頼性の高いケーブルを実現したいと考えています」（奥村）



住友電装(株) 技術統括部 開発実験部
W/H信頼性グループ長 田中 有紀

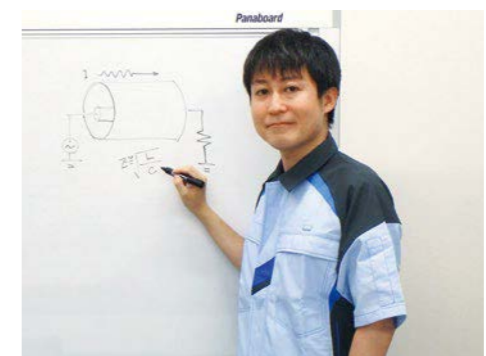


高周波CAE解析による電磁ノイズの放射図
コネクタ部における電磁放射時の波の強度を示しており(赤=強い)、強弱しながら伝搬

CAE 解析を駆使した 高速通信コネクタの開発

「CASE」で示されたConnected＝コネクティッドとは、車両の状態や周囲の道路状況など様々なデータをセンサーによって取得し、多彩な価値を生み出す「つながるクルマ」を指す。つながるための情報の伝送を車内で担うのがワイヤーハーネスだ。重要なポイントは、通信の高速化・大容量化に伴い流通する信号が高周波化することである。その信号のスムーズな伝送は、「コネクティッド」実現のために不可欠とされている。これを実現するのが、自動車事業本部でコネクティッド開発推進部に所属する山下真直の取り組みである。

「車内に張り巡らされたワイヤーハーネスを接続する部品にコネクタがあります。高周波では非常に短い時間で極めて波長の短い電気信号で通信しますが、信号はコネクタに少なからずストレスを感じてしまい、反射などにより信号が弱まり、通信の不整合が生じてしまう可能性があります。そこで、信号がコネクタをスムーズに通過する形状設計が求められて



自動車事業本部 CAS-EV開発推進部
コネクティッド開発推進部 山下 真直

います。その際に活用するのがCAE。CADで形状を設計し、コンピュータ上の解析ソフトに取り込んで通信条件を設定した後、CAEの手法の一つである、解析対象物を単純な要素に細分割したメッシュの計算で、コネクタの最適な形状を導き出す。それが、コネクティッド実現手段の一つとなります」（山下）

山下が取り組む「計算」は課題の一つだ。CAEでは、波長の短い高周波を表現するためにメッシュサイズは細かくする必要があり、解析で行う計算、データ量は年々大規模化しつつある。計算技術開発に注力するとともに、設備増強など、次代のCAE解析を見据えた体制構築が進められている。

ここまで紹介した住友電工グループの解析技術の取り組みは、一つの事例に過ぎない。解析研が対象とするのは、全事業分野の全製品だ。優れた解析技術は、競争優位性の確保につながる。そして、解析技術の進化を促しているのは、製品の高い信頼性を担保し、より良いモノづくりに貢献するという研究者一人ひとりの使命感だ。それを遂行するための挑戦に終わりはない――。



高周波CAE解析を支える大規模計算サーバー
(伊丹製作所)

岩井 圭子

住友電工デバイス・イノベーション(株)
光デバイス事業部 製造部 横浜工場 工場長

- 1993年 住友電気工業(株)入社
オプトエレクトロニクス研究所(現・伝送デバイス研究所) 光機能部品研究部
- 1995年 オプトエレクトロニクス研究所 半導体光デバイス研究部
- 2003年 伝送デバイス研究所 量子デバイス研究部 レーザ量産技術プロジェクト
- 2007年 伝送デバイス研究所 光通信デバイス研究部 デバイス解析・信頼性グループ
兼 光伝送デバイス事業部 光デバイス製造部 光プロセス生産技術グループ
- 2010年 住友電工デバイス・イノベーション(株) 出向
光デバイス事業部 第一製造部 プロセス技術課
- 2013年 同社 光部品事業部 横浜製造部 第一品質管理課 課長
- 2020年 同社 光部品事業部 製造部 横浜工場 工場長
- 2021年 同社 光デバイス事業部 製造部 横浜工場 工場長
現在に至る



「組織づくりに必要なのは、心理的安全の確保。そのために、地道なコミュニケーションを実践すること。これによりメンバーが力を発揮し、『強い工場』に進化させていく」

前向きに、ポジティブであり続ける

仕事と家庭の両立、自分らしくあるために

徹底して突き詰めてモノを考えた研究開発の頃

学生時代は物理学を専攻、修士課程では「磁性体混晶の挙動研究」という基礎研究に取り組みました。研究室の教授の科学に向き合う姿勢に触れたことは、とても貴重な経験でした。それは、徹底的に突き詰めて考えるということであり、入社後に携わる光通信関連の研究においても、その姿勢を堅持できたと思います。就職に際して考えたことは、同じ学部先輩がいない会社に入りたいということでした。比較される環境ではなく、自分の力を評価される場を考えたのです。企業説明会で出会った住友電工は、人を大切にする会社であり、多くのことに挑戦できる点が魅力的でした。それ以上に、就活を通じて出会った社員の人柄に惹かれたことが、入社を決めた大きな理由です。

入社後、オプトエレクトロニクス研究所に配属、光通信関連の研究開発業務を担当することに。大学での専攻とはまったく異なる世界で、「光」を一から勉強しつつ、研究を進めました。印象に残っているのは、光デバイスの伝送特性評価。事前のデータから結果を予測できる仕組みを活用し、それに定量化したパラメーターを導入することで、伝送不良を早期に明らかにするというもの。これによって製品の品質向上に寄与できた手応えを感じました。他にも、当時、黎明期だった光通信の送信モジュールの製品化に向け取り組むなど、非常に充実した研究者生活だったと思います。

子育ての世界と仕事社会をダブルで生きる

入社当時は、今に比べれば技術系女性社員は少ない時代で、女性社員のキャリアに関して、現在のように語られることも少なかったと思います。私自身も自分の将来を思い描いて仕事をするタイプではありませんでした。今、目の前に起こっていることが大事であり、それをいかに適切に、そして楽しく処理・対応するかが重要と考えていました。この先、女性特有のライフイベントがあっても長く仕事を続けていきたい、研究職で大きな成果を生み出し

たいなど、仕事や人生の将来ビジョンを考えて行動してきたわけではありません。今、やるべきことをポジティブに楽しくやる、それが行動規範だったと思います。そして入社3年目に結婚、2年後に第一子出産、さらに2年後第二子、その3年後には第三子出産と、5年間で3人の子の親となり、仕事と育児を両立するという新たな局面を迎えることになりました。仕事にやりがいを感じており、退職するという選択肢はまったくありませんでした。

第一子のときはまだなかった時短制度が、第二子のときには整備されました。しかし時短勤務とはいえ、仕事との両立は決して安易な



工場メンバーとともに

ものではありません。子どもの体調変化など、保育園からの呼び出しがいつあっても大丈夫なように、日常的に仕事の効率化を図り、メンバーと情報を共有することで、周囲に迷惑をかけないことを心がけました。子育て中は、思い通りに時間と体を使えないもどかさもありましたが、子どもとともに自身も成長できたことが今の仕事にも活かされていると感じています。子どもは母親が絶対的味方であることを前提に、地域や他者など社会とのつながりの中で育つことが大切です。これはメンバーとの関係においても同じことがいえます。上司が見守り、要所ごとに話を聞くことで、メンバーは自立していくのだと思います。

いかに手を挙げ、声を上げてもらうか

入社18年目の2010年、住友電工デバイス・イノベーション(株)への出向という、大きな転機を迎えました。品質管理業務を担当

しましたが、印象深いのは「体質強化活動」の一環として、品質改善を目指す「品質異常低減ワーキンググループ」のグループ長を任されたことです。これが、その後のマネジメント職、現在の工場長のミッションにも関わってくるターニングポイントともいえる経験でした。品質改善は、工場で生産する製品の品質を向上させる取り組みです。研究職とは大きく異なり、生産の現場である工場とダイレクトに向き合う必要がありました。品質改善のための大切な第一歩は、異常が発生した際、何かしらの不具合が起こった際、早急に事態を発信し共有することです。少なからずどこか

で目詰まりは必ず起こります。必要なことは、工場のメンバーが手を挙げて発言すること、「話をする」環境・風土をつくることです。私は会話することから始めましたが、反発も少なからずあり、私自身の中にも壁がありました。「こう言ったらどう受け取られるか? 提案して大丈夫だろうか?」といった、一歩前に出ることを躊躇する気持ちでした。それをクリアしていくことが、私のやるべきことであり、その後課長職を経て、工場長に着任後も、課題の一つとなっています。そのため、工場のメンバーとコミュニケーション

を継続し、「話して、聴き、伝える」ことを大切にしてきました。そこで生まれるのが安心感(心理的安全)であり、それが前に進む原動力の重要な要素の一つと感じています。

私が工場長として目指しているのは、生産性や品質において高いレベルを維持する「強い工場」。その実現は、一人ひとりのメンバーの意識にかかっています。「何を話しても大丈夫、否定はしない」という心理的安全を確保すれば、みんなが自主的・自立的に声を上げ、意見を述べ、自分たちの場所を良くしたいと思い、行動するはず。そのために日々のコミュニケーションを積み上げて、相手を理解し、背中を押してあげられる工場長になりたい。私自身まだまだ試行錯誤ですが、若い人たちに伝えたいのは、女性でも男性でも、自分はどうありたいのかを明確にし、ポジティブであれば、どのような局面でも答えは見つけられ、乗り越えられるということ。それが、仕事を、そして人生を豊かで楽しいものにする信じています。

モノづくりの高能率化を実現する 3つの切削工具を新たに開発、販売開始

機械部品加工において、リードタイム短縮、加工コスト低減を実現するにあたり、切削工具に対しては高能率化や長寿命化の要望が益々高まっています。これらのニーズに応えた、モノづくりを実現する3つの新製品の切削工具をご紹介します。

1 鋼旋削用コーティング新材種 [AC8020P]

自動車、重電、鉄鋼、建設の機械部品加工において「鋼旋削加工」の高能率化に最適なインサート。

耐チップング性は従来比 2.5 倍以上に向上し、特に中高炭素鋼の高能率加工において優れた安定性と長寿命を実現します。



2 難削材旋削用コーティング新材種 [AC5005S]

航空機や医療産業分野での機器部品加工において、耐熱性及耐食性に優れることから多く用いられる、Ni (ニッケル) 基、Co (コバルト) 基、Ti (チタン) 合金などの難削材の加工に最適なインサート。「難削材旋削加工」において、従来比 1.5 倍の高能率で、工具交換頻度の低減と工具使用量の低減が可能となり、加工コストの削減に貢献します。



QUARTERLY
id

未来を築く住友電工グループの
トピックスをお届けします

3 粗加工用高送りカッター [SEC-スミデュアルミル® DMSW 型]

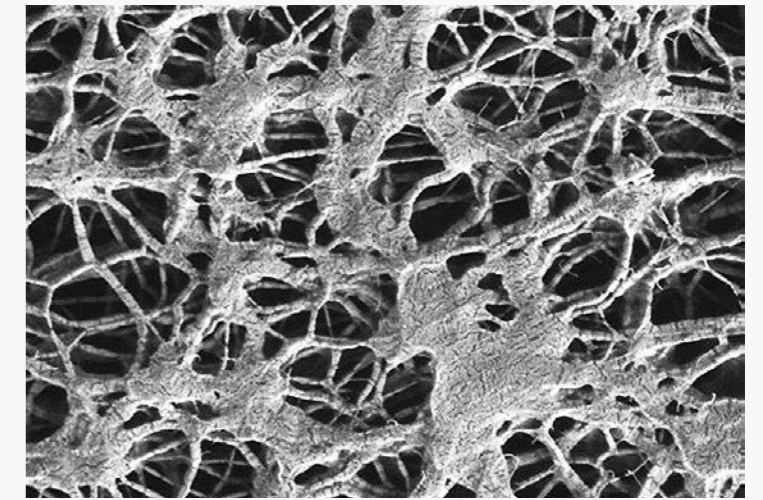
自動車や航空機、造船、産業機械、金型分野などの様々な加工に対応可能な、高能率・粗加工用高送りカッター。

高度なインサート造形技術により実現できる、複数の円弧が連なった複合円弧形状の切れ刃形状により、超高送り・高切込みの高能率加工に対応、優れた面粗さを実現します。工具突出し量が高い加工でも、びびりが発生せずに安定した加工が可能です。



水処理ビジネス拡大に向けた膜蒸留の技術開発促進 ～新分野における市場開拓～

住友電工は、フッ素樹脂 PTFE (四フッ化エチレン) の延伸加工による多孔質化技術を世界に先駆けて開発し、多孔質材料「ポアフロン®」として供給してきました。2000 年代初頭には、中空糸状のポアフロン®を用いた水処理膜モジュールを開発し、日本国内のみならず、アジア、北米など様々な地域で、上下水処理用途や様々な産業排水処理用途に納入してきました。このたび、さらなる事業拡大を目指し、米国の KMX テクノロジーズ社と膜蒸留開発に関する基本合意書 (Memorandum Of Understanding) を締結しました。今後両社は共同で技術開発を進め、新分野での市場開拓を目指していきます。



ポアフロン®の微細構造拡大図

■ ポアフロン®とは？

耐薬品性、耐熱性、耐久性に優れた特長を有する PTFE を用いた住友電工オリジナルの多孔質材料です。

PTFE は、本来、水との親和性が低い性質 (疎水性) の強い素材です。当社は、ポアフロン®に独自の親水化処理を施し、水との親和性を高めることによって、膜ろ過による水処理用途での使用を可能にしました。

右上の画像で、黒く写っている部分 (気孔) を水が通り、網目状の白い PTFE の繊維が固形物を高精度に除去することで、高い透水性と除濁性を持つ水処理ろ過膜として活用されています。

■ 膜蒸留とは？

膜蒸留とは、水処理技術の一部であり、原水中の分離対象物と水との沸点の差を利用し、膜に蒸気を透過させる技術です。使用する膜には、膜ろ過用途とは異なり、本来 PTFE 素材が持つ疎水性や耐熱性が求められます。当社が開発したポアフロン®中空糸

膜は、疎水性、耐熱性、耐水性に優れ、膜蒸留システムにおいて、それらの特性を大いに発揮することができます。

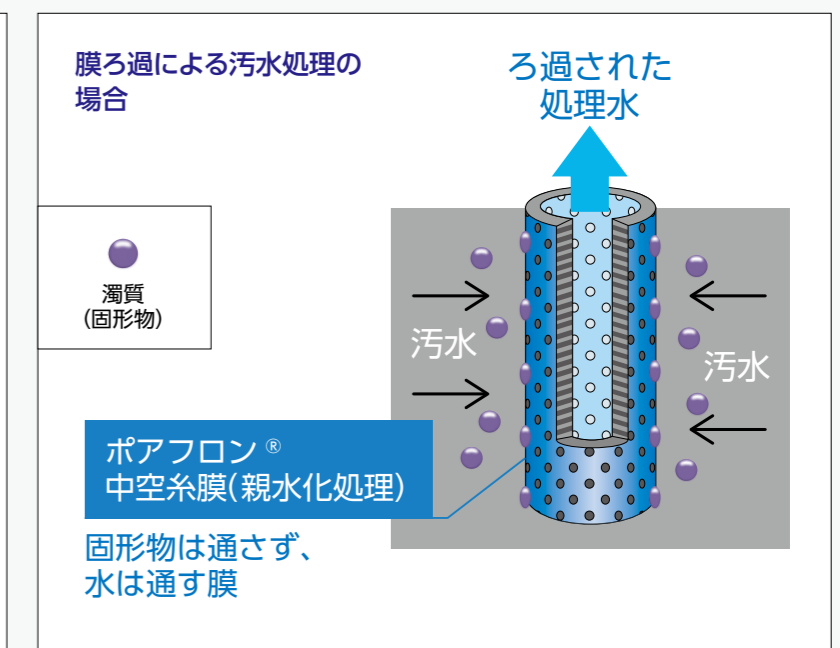
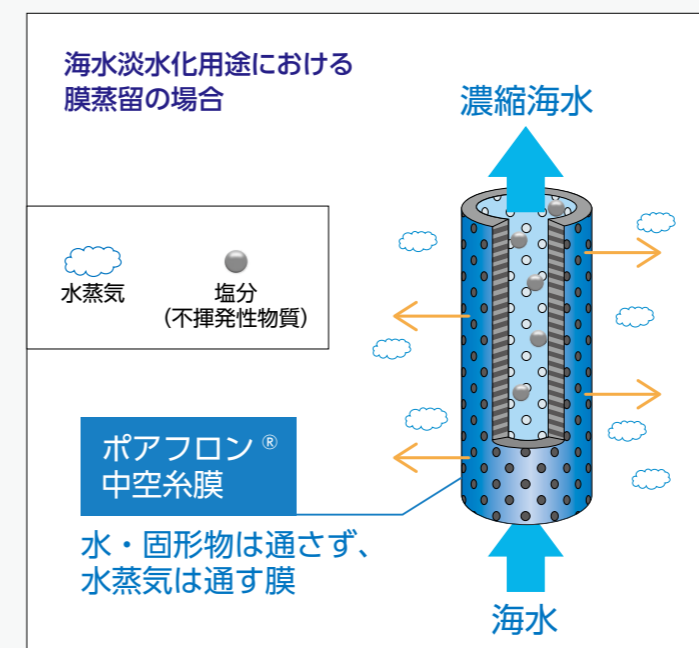
■ 膜蒸留技術による今後の取り組みは？

ポアフロン®を用いた膜蒸留技術は、排水などからの高効率な水・有価物の回収、廃棄物の減量が可能になります。石炭鉱山排水からのレアアース回収や、海水淡水化やその副産物である濃縮海水 (高濃度塩水) の減容など、幅広い用途に使用でき、水資源の確保と環境負荷の低減に貢献します。

また、膜蒸留システムに用いる電力には、発電プラントの廃熱や太陽光など再生可能エネルギーの利用を積極的に進め、持続可能な社会を目指します。

当社は、これまで培ってきた水処理技術を活かし、高品質な製品供給・技術開発を通して、世界各国の水処理問題の解決、地球の環境保全に努めます。

膜蒸留 (左) と膜ろ過による水処理 (右) の違い



住友電工の1枚——あの日、あの時

1975

海外 大規模工事



過酷な条件下で完成したイラン送電線工事風景

イラン送電線プロジェクト

第1次オイルショック後、日本を含め数々の国が低成長に陥る中、中近東では大型プロジェクトが集中しました。当社も中近東市場への参入に注力し、1975年にイランの発送電公社 TAVANIR から大型送電線工事 TS-19 プロジェクトを初受注、1977年には TS-28 プロジェクトを受注しました。同時期に、当社は海外諸国で他にも大型工事を受注しており、送電線と地中線の工事部門を統合して電力工事事業部を発足、事業体制を強化しました。

イランで初受注した TS-19 プロジェクトは、南部ペルシャ湾岸から中央部のサーチェスメ銅山への電力供給を図るもので、南部の大半が砂漠地帯である一方、中央部は標高3,000mを超える高地という極端な条件が重なった過酷なものでした。また、TS-28 プロジェクトは、北部カスピ海沿

岸のネカ発電所から電力不足が続く首都テヘランへ電力供給を図るために約300kmを送電線で結ぶものでした。カスピ海沿岸地区の低軟弱地盤地帯約40km、その後の標高数十mから2,600mまで一気に駆け上がる約30kmの急峻な地区は常に湿潤で、工事は困難を極めました。

これらのプロジェクトは、南部の砂漠地帯では、真夏の炎天下に気温が50℃を超え、中央部は、冬季には気温が-30℃近くまで下がるという、過酷な条件下での工事となり、さまざまな不測の事態に直面するものでしたが、そこからのノウハウもまたその後の当社の工事に大いに活かされるものとなりました。TS-19 プロジェクトは1978年3月に完工、TS-28 プロジェクトはイラン革命やイラン・イラク戦争の影響もあり建設が遅れ、1982年2月に完工しました。

id 住友電工グループ・未来構築マガジン
vol.15

『id』特設サイトでは、本誌に掲載されていない情報や動画もお届けしています。ぜひご覧ください。

<https://sei.co.jp/id/>



発行
企画・発行

編集発行人
編集・制作

2021年8月(季刊)
住友電気工業株式会社 広報部
大阪市中央区北浜4-5-33(住友ビル)
國井 美和
ユニバーサル・コンボ有限公司