

id

住友電工グループ・未来構築マガジン 第5号

vol. **05** 2018

Innovative Development,
Imagination for the Dream,
Identity & Diversity

特集

次世代の ものづくりを拓く マルチドリル

製造現場は、古くから生産性向上、コストダウンを最重要課題の一つとしてきた。そのエンジンとなったのが、急速に進展した ICT^{*1} による技術革新だった。そして今、一層の高能率化や省力化、さらには環境負荷の低減も視野に入れた製造現場革新の試みが始まっている。そのキーワードが「IoT (Internet of Things)^{*2} =モノのインターネット」だ。たとえば、工場の設備や機器などのモノがインターネットにつながり、データを収集・解析することで生産性の向上を実現するという取り組みが加速している。いわば「IoT」による「つながる工場=スマートファクトリー」の実現であり、「インダストリー 4.0」= 第四次産業革命とも呼ばれている。

住友電工グループは、超硬合金をはじめ CBN (Cubic boron nitride) 焼結体およびダイヤモンド焼結体切削工具など、幅広い切削工具製品を提供し生産性向上やコスト低減に貢献してきた。これら製品の中でも今回の特集では「マルチドリル」をクローズアップする。1984年に市場に投入したマルチドリルは世界の製造現場に革新をもたらした画期的製品だった。そのマルチドリルの開発秘話や現在、そして今後の取り組みを紹介する。

*1 Information and Communication Technology : 情報通信技術

*2 あらゆる「モノ(物)」がインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化などが進展し、新たな付加価値を生み出すというもの。

製造現場革新への挑戦

～次世代ものづくりへの社会的要請～

それはイゲタロイ®から始まった ～マルチドリル開発の軌跡～

切削工具に革命をもたらした 製造加工現場を変えた超硬合金

かつて切削工具材料のほとんどは高速度鋼（ハイス）が採用されていたが、ドイツで超硬合金が開発されたことで切削工具の超硬化が進化した。

超硬合金（以下、超硬）とは、硬質の炭化タングステンとコバルトを混合し、焼結して作られる複合材料であり、高硬度、高耐摩耗性、高耐熱性を有することからハイスに比べて高速加工が可能であり、切削加工に革新をもたらした。世界最初の超硬は、1923年ドイツで誕生し、1927年に発売された。同年、住友電工でも研究が始まり、翌1928年、超硬線引きダイス（電線などを所定の寸法径に仕上げるために使用される工具）の試作に成功、1931年に超硬切削用バイトを商品化し、ここに超硬切削工具ブランド「イゲタロイ®」が誕生した。以来、「イゲタロイ®」は進化を遂げ、現在は旋削加工、フライス加工、エンドミル、穴あけ加

工など、機械加工のあらゆるニーズに対応する幅広い製品を提供している。

超硬ドリルの開発 切りくずをデザインする

80年以上にわたる歴史の中でも超硬ドリルの開発と市場投入は、製造加工現場に劇的な進化をもたらしたエポックメイキングな出来事だった。従来、穴あけ加工、すなわちドリルの分野は、強度確保などの面から超硬化が困難とされていた。その壁に果敢に挑んだのが、現在、住友電工ハードメタル（株）の主幹技師である森良克だった。1982年のことである。

「超硬ドリルの開発は鋳物など、比較的穴のあけやすい材料から始まり、1970年代後半には鋼を加工できる超硬ドリルが普及し始めました。しかし、これらは工具の保持部やネジレ溝となる鋼シャンクに、切れ刃となる超硬合金をロウ付けしたもので、直径が12mm以上のものでした。しかし、ハイスドリルの使用状況を調査すると刃径10mm以下のものが圧倒的に多いことがわかりました。そこで、ドリル径の小さなものを開発し、それを大きな径に応用することを視野に入れて開発に着手しました」（森）

ドリルが他の切削工具と異なるのは、切削と同時に生成される切りくずを穴の底から排



初期のイゲタロイ®製品

出する機能を併せ持つ必要がある点だ。これがドリルの超硬化を阻んでいた。製造加工現場でドリルに求められる最大の要素の一つが「折れない」ことだ。切りくずが排出されないとドリルが折れてしまう。切りくずをスムーズに排出するためには溝を広げなければならない。しかしその分、断面積が減るので強度が落ちる。すなわち、強度確保のためドリルの断面積を大きくし、狭くなった溝から、いかにして切りくずをスムーズに排出するか。最大の難問が立ちふさがった。

「着目したのは切りくず。切りくずが大きいとドリルの溝の中に詰まってしまうが、短く細かく切断されていれば排出はスムーズになります。試作評価を繰り返し、ドリルの切れ刃の形状を円弧状にすることで、切りくずが短く細く切断されスムーズに排出されることを発見しました。これが超硬ドリル誕生に向けた最大のブレイクスルーとなりました」（森）

市場を驚嘆させた “午前4時の製品”

こうして2年を費やして生まれた「マルチドリル」は、1984年に生産・販売を開始した。市場は絶賛、大手自動車メーカーを中心に採用が相次ぎ、需要は急速に拡大した。マルチドリルは従来のハイスドリルに比べ、4～10倍の高効率加工を実現、製造加工現場に飛躍的な生産性向上をもたらした。

ただドリルという切削工具は、使われる機械や条件設定、使用方法で本来有する性能を十分に発揮できないケースも発生する。課題解決に向け、ユーザー巡回、教育研修体制の整備、研究会などの啓蒙活動を実施、それらの取り組みが、マルチドリルの拡大普及に拍車をかけた。さらに重要なのが、サービスネットワークの構築だった。ドリルは、使用すると刃先が摩耗し削れなくなってしまふ。再び使用するためには、刃先を元の状態に再研磨する必要がある。当然、新品同様の刃先品質が求められる。同時に安価なコストで、短い納期で対応することも要求される。それらに応えるため、全国各地の研磨加工会社と提携することで再研磨ネットワークという新たなモデルを構築した。併せて、再研磨設備開発、マシンメーカーへのプログラム提供も行っていった。

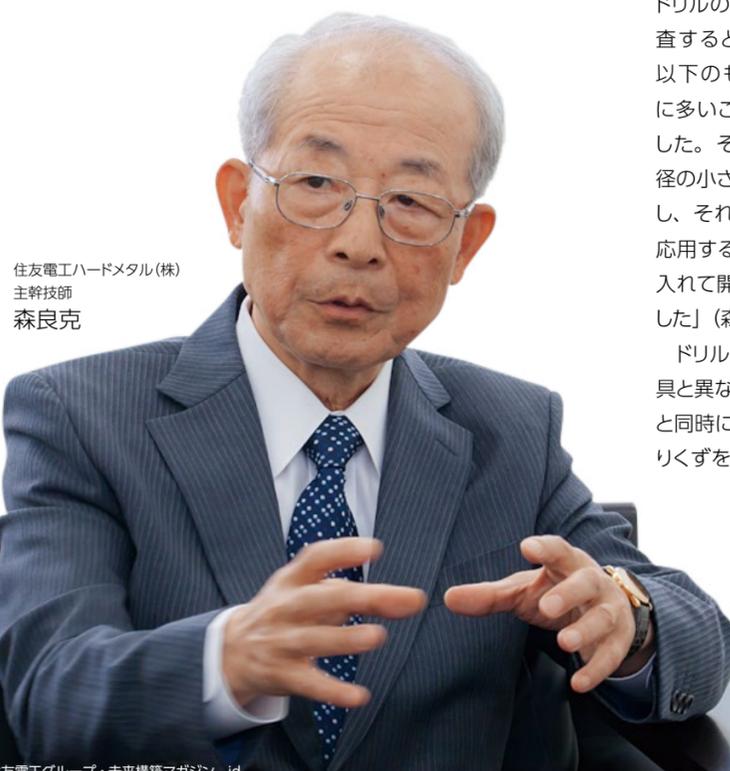
「かつて、マルチドリルは午前4時の製品と言われました。夜明けはまだ遠いと。それも今となっては懐かしい思い出です。紆余曲折の中、仲間とともに夢を追い続けてきたという実感がありますね。今後、これまで蓄積してきた知見を多くの人に伝えていくことで、マルチドリルの進化に寄与していきたいと考えています」（森）



マルチドリル発売当初のカタログ



現在の住友電工の切削工具



住友電工ハードメタル（株）
主幹技師
森良克

更なる深穴、高能率を可能にした「穴付きマルチドリル」

切削液を噴出しながら加工する「穴付きマルチドリル」

次世代のものづくりを拓く
マルチドリル

進化するマルチドリル

～マルチドリル、第二章の幕開け～

超硬合金と コーティングの開発による 三位一体の体制

設計開発と同時に進められたのが、新たな超硬合金の開発であり、コーティング開発である。超硬合金は硬度が高いゆえに柔軟性に欠け"もろい"という特性も併せ持つ。すなわち、使用環境によっては切れ刃の欠損、あるいはドリル本体が折れるというリスクを抱えていた。これらの課題をクリアするため、炭化タングステンとコバルトの最適な組成検討、また炭化チタンなどの添加材の研究をはじめとした超硬合金開発が進めら



住友電工ハードメタル(株) 合金開発部
PVD開発グループ 主幹 瀬戸山誠

れ、より折れにくいドリルへと進化させている。

そして、マルチドリルの更なる長寿命化を目指して開発が進められたのがコーティング技術である。コーティングは端的に言えば、ドリル表面にセラミック薄膜を形成することで、高耐久性を実現するものである。ポイントになったのはセラミック薄膜の材料組成だった。ドリルを含む切削工具で常に求められるのは耐摩耗性および耐熱性の向上である。最初のマルチドリルに適用されたのは、炭化チタンと窒化チタンの組成を最適化して開発された炭窒化チタン。1990年代には、世界初のナノ多層技術を適用したZXコートを開発、飛躍的に超硬ドリルの性能を向上させた。その後、コーティングは進化を遂げていく。

「ZXコートのナノ多層技術に、クロムやシリコンなどの新たな材料を加えることで今もコーティングは進化しています。今後も、マルチドリルが多様な用途へ展開していくのと並行して、製品コンセプトに沿ったコーティング開発を進めていきます」(住友電工ハードメタル(株) 合金開発部・瀬戸山誠)

設計・デザイン、超硬合金、コーティング、



これら三位一体となった果敢な挑戦が、マルチドリルの進化に拍車をかけている。

多様化・高度化する ユーザーニーズに応える

マルチドリルは、市場や時代のニーズに合わせて着実な進化を遂げてきたが、その最初のブレイクスルーとなったのが、1990年代に生まれた「穴付きマルチドリル」である。これはドリル本体に切削液(水・油)を通す穴を設けたものだ。マルチドリルは、切りくずのスムーズな排出を実現したことが重要なポイントだったが、切削液をドリル先端の穴から噴出させることで切りくずの排出性をさらに向上させ、穴径の5～10倍のより



深い穴加工と更なる高能率加工を可能にした。これによりマルチドリルの用途は一気に拡大したのである。次に大きな進化の要因となったのが2000年に入って登場した「深穴ドリル」である。その名の通り、不可能とされていた穴径の20～30倍の高深度穴あけを実現するマルチドリルだった。これらの進化は、多様化するユーザーニーズに的確に対応してきた結果だった。

その過程においても、多彩な取り組みを推進してきた。たとえば、自動車の燃費低減要請に伴う軽量化への対応がある。自動車の軽量化を実現する象徴的なものが鋼からアルミニウムへの転換だ。それに対応して、当初、鋼加工用として開発されたマルチドリルだが、さらなる高能率加工を可能

にするアルミニウム用のマルチドリルが開発された。また軽量化に伴う部品小型化に対応し、最小径φ0.03mmまでのドリルの小径化も進められた。さらに、航空機部品に採用されるチタンなど難削材への対応を始めとし、住友電工グループは多様化する穴あけ加工ニーズに、的確かつ迅速に対応してきた。

一気通貫の生産体制を持つ強み 新たな市場の開拓へ

特許保有期間終了後、競合他社が追随してくるようになったが、現在に至るまで国内外での評価、その市場優位性は群を抜いている。それは超硬ドリルのパイオニアであることに加え、一貫した生産体制を完備していることが背景にある。

「原料となる粉体の生産から、機械加工、コーティングまで、住友電工グループ内でマルチドリル製造を完結しています。それが高品質、高性能を生み出している原動力であり、一番の強みともいえます。またリサイクルにも積極的に取り組んでいます。原料となるタングステンの鉱山は中国に集中して

いますが、安定供給を目指すために、循環型のものづくりの実現を加速させています」(住友電工 ハードメタル事業部 事業部長・村山敦)

グループ内で一気通貫のものづくりができる体制を備えていることが、柔軟な製品開発戦略を可能としてきたが、ここへきて、



住友電工
ハードメタル事業部
事業部長
村山敦



開発の現場では、世代を越えた活発な意見交換が行われている

神代政章
住友電工ハードメタル(株)
デザイン開発部
ラウンドツール開発グループ 主席

高橋弘児
住友電工ハードメタル(株)
デザイン開発部 ラウンドツール開発グループ
「刃先交換式ドリルの開発を担当しています。現在のテーマは高耐久性を実現する刃先の創出。自分が手がけたドリルを世の中に出すことが目下の目標です」

氷川遼
東海住電精密(株)
技術部 設計・技術課
「ユーザー様におけるトラブルシューティングをしています。加工環境やニーズに応じ、加工の最適化を提案することで、お客様の機械加工現場の改善に寄与したいと考えています」

堤湧貴
住友電工ハードメタル(株)
デザイン開発部 ラウンドツール開発グループ
「新製品の開発を担当しています。今のテーマは、加工する上でのマルチドリルの設計精度の向上。グローバルで確かなプレゼンスを発揮する製品開発を自覚します」

マルチドリルの歴史の中でも画期的な新たな取り組みが始まっている。

「マルチドリルは、より高能率、高精度、高深度を目指して他社との差別化を図ってきました。この追求に終わりはなく、一層の高性能を目指していくことには変わりありません。一方、私たちはマルチドリルのユーザー拡大、新たな市場へマルチドリルを投入すべく、新製品開発を進めました。長期的視点に立てば、これまでがマルチドリルの第一章とすれば、第二章の幕が今上がったとい

えると思います」(住友電工 執行役員・住友電工ハードメタル(株) 社長・佐橋稔之)

そしてその新製品開発を託されたのが、入社以来、ほぼ一貫してマルチドリルに関わってきた、住友電工ハードメタル(株) デザイン開発部の神代政章だった。

新たなマルチドリル開発 高能率化から高汎用性まで

高能率化を追求してきたマルチドリルのユーザーは、従来、自動車メーカーをはじめ、いわゆる量産加工メーカーだった。新商品は、その考えを大胆に転換し、ハイスドリル主体の機械加工を行っている少量多品種加工メーカーをターゲットとしたものだった。

「市場が広い少量多品種加工メーカーにマルチドリルを採用してもらおう、そのための製品が求められました。そこで、幅広い用途に対応できる汎用型ドリルの開発を目指しました。ポイントとしたのは低速加工で能率が下がっても、長寿命を実現すること。マルチドリルに関わってきた技術者として、集大成ともいえる取り組みでした」(神代)

神代には今回の新製品に先んじて、中国のユーザーニーズに対応したマルチドリル開発を進め中国市場に投入した実績があった。刃先処理の最適化など、その際に得られた知見も今回の新製品開発に活かされた。



住友電工ハードメタル(株) デザイン開発部次長 阿部誠

こうして生み出された新たなマルチドリルは、2017年、新設された福島県の東北住電精密(株)で生産が開始された。この工場は、従来にない自動化と品質、データ管理を取り入れたIoTコンセプトの工場だ。汎用性の高いマルチドリルの新たな市場創出の試みであるが、現在、着実に新市場への拡大浸透が進んでいる。

「高能率ならびに高汎用性。当グループが提供するこれらマルチドリルに、機械加工の現場のドリルが置き換えられていくこと。そのこと自体が、生産現場にさらなる革新をもたらします。近い将来の生産現場のIoT化によるスマートツールへの進化も見据え、穴あけ加工の世界に確かなソリューションを提供していきたいと考えています」(住友電工ハードメタル(株) デザイン開発部次長・阿部誠)

「マルチドリル」を海外マーケットへ

早く広く受け入れられた
欧州市場
高い支持を背景に
拡販が始まった

1984年に国内生産が開始されたマルチドリルの海外展開は、製品輸出による販売から始まっており、欧州市場拡販の拠点となったのがドイツ・デュッセルドルフだった。「住友の切削工具」の欧州市場拡販拠点である「Sumitomo Electric Hartmetall GmbH (SHG)」の設立は1981年。国内とほぼ同時に、マルチドリルの欧州市場供給が開始されている。しかも、国内より早く、広く売れたのは欧州だった。その背景の一つに、国内生産開始時期にドイツで見本市があり、そこでマルチドリルを発表し、世界初の鋼加工用超硬ドリルに大きな注目が集まったことがある。さらにドイツの製造加工現場の環境も影響した。マルチドリル本来の性能を引き出す高剛性の設備が多く、テスト後、すぐに採用されるケースが相次いだ。大手自動車メーカーや自動車部品メーカーを中心に、圧倒的評価を獲得する中、SHGは国内以上に在庫アイテムを拡充するなど、充実したサービス体制を確立して販売を拡大していったのである。

の関税障壁をクリアする意味でも、現地で早急に生産体制を構築することが課題となった。そして、住友電工グループは、ドイツ南部の都市・ラウハイムの切削工具メーカーが所有する工場の一部を買収、マルチドリルの生産を開始した。1989年のことであり、工具事業として初めての海外製造拠点だった。そのとき現地工場の責任者として赴任したのが、現在、住友電工ツールネット(株)で専務取締役を務める岡本順である。

「ラウハイムは当時人口6,000人程度の町で、日常的に英語を話さないドイツ人スタッフといかにコミュニケーションを取り、安定した品質の製品を製造するかが大きなテーマでした。国民性やビジネス習慣が異なる点から難しさはありましたが、粘り強く対応、相互理解を求めマネジメントしていきました。また、マルチドリルはグローバルレベルで高能率かつ高精度加工を実現していましたが、



住友電工ツールネット(株) 専務取締役 岡本順

ユーザーはさらに高いスペック、性能を求めてきました。いわゆる特殊オーダー品への対応であり、単に製造現場のマネジメントのみならず、ユーザーニーズを的確にキャッチして生産の現場に反映させる取り組みを進めました」(岡本)

ドイツを拠点に欧州全域にその存在を示したマルチドリル。市場投入直後の欧州での爆発的なヒットを受け、同様の取り組みが米国でも進められた。今に至るマルチドリルのグローバルでの高い評価は、ドイツがその嚆矢となったのである。



▲当時のドイツ工場



買収調印式 ▲



▲当時のドイツ工場
(左)住友電工 会長 松本正義
(左から3番目)当時の住友電工 社長 川上哲郎
(左から4番目)現・住友電工ツールネット(株) 専務取締役 岡本順



▲現在のドイツ工場

グローバル市場への挑戦

～常州・上海発マルチドリル拡販戦略～

欧米、中国、東南アジア 世界に展開する マルチドリルの製造拠点

マルチドリルの生産は、ドリル生産会社である東海住電精密(株)の設立に始まり、以後、欧米、東南アジア、中国へと製造拠点を拡大していった。

「マルチドリルの提供によって、穴あけ加工のトータルソリューションを提供するのが我々のミッションだと考えています。時代と



東海住電精密(株) 社長 伊藤 敏明

共に変化する多様なニーズに応え、安定した高品質な製品をユーザーに確実に届けること。そして、世界に広がるドリル製造拠点のマザー工場として、グローバルで住友品質を提供することを常に追求していきたいと思っています。このため、海外製造拠点における技術者向けの研修や、技術指導者の派遣を積極的に行っています」(東海住電精密(株) 社長・伊藤敏明)

マルチドリルの海外生産は、先述したように1989年、ドイツから始まり、米国、東南アジア、中国へと拡大したが、自動車や建設機械の世界的な需要増もあり、現在、国内外の生産・販売の状況は共に極めて順調だ。欧州は安定的な動きで推移しており、米国では自動車メーカーの工場新設に伴い急激に需要が高まっている。東南アジアは、今後の経済発展に伴う生活水準の向上で、自動車の需要が爆発的に増加する可能性を秘めており、それに伴いマルチドリルの需要も高まることが指摘されている。そして注目すべきは、巨大マーケットであり年々市場が

拡大している中国だ。

地産地消を軸に 住友品質を届ける使命

モデル工業都市として発展目覚ましい中国・常州市に、2011年にマルチドリルの製造拠点・住友電工硬質合金(常州)有限公司(SHMC)を設立、翌2012年に本格稼働させた。

「常州のみならず、海外拠点では、現地で製造し現地の製造加工メーカーに供給する、地産地消が基本スタンスです。中国市場の良好な景況感に伴う市場拡大の追い風もあり、生産は順調に推移していますが、中国地場の切削工具メーカーがドリル分野においても頭角を現れてきており、ここに来て競争がより厳しくなりつつある状況です」(SHMC 総経理(社長)・米岡弘滋)

そうした中、SHMCは「製造拠点として安定した品質の製品を届けることが第一であり、それが競争力の源泉」(米岡)という



中国営業の最前線で活躍するナショナルスタッフのメンバーたち

蔡 鈺 住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司 市場部 部長 二次代理店の管理と展示会などのプロモーションやキャンペーンの企画立案を担う。	于 新波 住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司 技術部 技術グループ長 講習会やトラブルシューティングを担当し、その守備範囲は中国全土に及ぶ。	曾 琪慧 住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司 上海第二営業グループ長 営業担当として、代理店のサポートをメイン業務として推進する。
---	--	---

姿勢を崩さない。

「マルチドリルは様々な環境で使用されます。どのような条件下でも、安定した品質の穴あけ加工を実現すること。すなわち、住友品質を維持確保することが、我々製造を担う者にとって最大の使命と考えています。また、住友イズム、住友事業精神を社員と共有する。それが品質の向上維持や現場改善につながっていくと考えています」(米岡)

増で推移しているが、それはシェア拡大を意味するものではない。地場メーカーが猛追する中で、いかにして勝ち抜いていくか。SHMSの総経理(社長)である井戸正之は、汎用性の高い次世代マルチドリルが要請されているこの機会に、地場メーカーにはできないサービスの拡充を進めていきたいと言う。「製造現場は、IoTを駆使したインダストリー 4.0の時代を迎えています。今後、そ

中国全土を網羅する 販売ネットワーク 新たなサービス拡充への模索

中国・上海。その一角にオフィスを構えるのが、マルチドリルをはじめとした切削工具の販売を手掛ける、住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司(SHMS)だ。中国全土に15の販売拠点を有し、およそ50社の代理店を通じて、約7000社のエンドユーザーに製品を販売しているが、重要なのが技術サポートだ。

「いわゆるトラブルシューティングを担当するのが技術スタッフの役割。中国全土を飛び回っていますが、問題発生の原因を見極めて的確に判断し、早急な解決が求められます。その適切で真摯な対応がユーザーとの信頼関係の構築にもつながります」(SHMS 技術部部長・福森哲)。こうした営業戦略を側面から支援しているのが、「ツールエンジニアリングセンター」である。

現在、SHMSは売上が年率10～15%



住友電工硬質合金(常州)有限公司
総経理 米岡弘滋



住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司
技術部 部長 福森哲

次世代のものづくりを拓く マルチドリル

れら最先端の技術を導入していきたい。IoTの導入などによって、製品そのものの使用状況や状態などの情報を得て、それを分析することでお客様の現場改善につなげていく。そうした新しいサービスの提供によって、他社との差別化を図り、中国市場における住友のドリルのプレゼンスを高めていきたいと考えています」(井戸)

前出のハードメタル事業部長・村山敦も口を揃える。

「価格では対抗できないほどの低価格競争が展開されている中、我々がシェア拡大を進めていくにはサービスの向上がカギを握っており、特に中国においては、再研磨体制の充実がポイントになると思っています。再研磨で高品質のドリルを長く使えること、それがコストパフォーマンスを向上させるということへの理解と納得を求めていく、地道な啓蒙活動が必要だと考えています」(村山)

ツールエンジニアリングセンター(TEC)

国内・海外合わせて12カ所の製造拠点に併設するTECは、マルチドリルをはじめとした切削加工に関して、研修や技術相談などを実施することでお客様のものづくりをサポートする拠点である。各種講習の実施は言うまでもなく、お客様の生産工程における課題を把握し最適なソリューションを提案するなど、工程改善まで踏み込んだ活動を行っている。また、ドイツにあるTECは、その名称が「European Design & Engineering Center」。ものづくりサポートに留まらず、デザイン(設計・開発)も含めたサポート体制を整備しており、独自の取り組みを見せている。



中国TEC・講習風景

講習会に参加していたお客様の声



朱 小明氏(自動車部品メーカー)
「住友電工のドリルを採用後は、稼働率が高くなりコストダウンを実現しています。講習会も非常に有意義であり、トラブルへの適切な対応が可能になりました」



劉 紅賓氏(金型メーカー)
「ハイスに比べて4倍の高効率を実現する住友電工のドリルは、加工現場の革命的なツール。講習会も多彩なメニューが揃っており、有益な情報を得ることができました」



住友電工硬質合金貿易(上海)有限公司
総経理 井戸正之

次世代のものづくりとマルチドリル ～「インダストリー4.0」の時代に向けて～

ドイツで開始された第四次産業革命

国内外の市場に投入されて以来約35年、マルチドリルは様々な進化を遂げ、生産性向上やコスト削減など製造現場の革新に大きな役割を果たしてきた。そして今、世界の製造現場は新たな進化のフェーズに入りつつある。18世紀の蒸気機関による機械化、20世紀初頭の電力による大量生産、1970年代以降のコンピュータによる自動化、それらに匹敵する規模の影響を及ぼすとされて

おり、人類史上4回目の産業革命を起こす取り組み、それが「インダストリー4.0」と呼ばれているものだ。そのコンセプトは、「スマートファクトリー（考える工場）」であり、生産工程のデジタル化、自動化、バーチャル化を大幅に進めることでコストの極小化を目指す。その実現に有効なツールの一つとされるのが「IoT」だ。製造現場の設備機械類をインターネットで接続、情報を伝達し合い、生産や供給、製造パフォーマンスを最適化する。ドイツで開始された、これらの政府が主導する産学官共同の取り組みは、

先進国の間に波及。日本においても次世代のものづくりに不可欠な要素として各方面で研究・検討が進められている。

センシングとビッグデータによる「悲鳴を上げる」スマートツール

住友電工グループでも多彩な取り組みが推進されており、その中核となるのがアドバンストマテリアル研究所、IoT研究開発センターである。アドバンストマテリアル研究所は金属材料や無機材料分野の新材料創製、

独自の超高压技術や粉末冶金技術によるプロセス革新をミッションとしているが、材料研究のみならず、加工技術の研究にも取り組んでおり、IoT研究開発センターとの協働で「スマートツール」の開発も進めている。

「マルチドリルはその使用方法や使用環境によって、寿命は変わってきます。寿命とは、マルチドリルの摩耗が進行し、穴加工精度が低下、ドリルの破損リスクが高まる状態のことをいいます。ドリルが加工中に折れてしまうと、折れた刃が加工穴から取りにくくなったり、被削材が傷ついたり、後工程



住友電工 執行役員
アドバンストマテリアル研究所 所長 後藤光宏



住友電工 アドバンストマテリアル研究所
硬質材料研究部 技師長 村上大介

に遅れが生じるなど様々な問題が発生してしまいます。ユーザーは工具の寿命100%まで使い切りたいのですが、使用方法や使用環境によって寿命が変わってくるため、寿命を予測できず、たとえば80%辺りで余裕を見て、新しい工具に交換することが通例となっています。そこで私たちが目指しているのは、寿命ぎりぎりまで使用可能とする“悲鳴を上げるツール”。つまり、工具そのものが自身の寿命を告知するスマートなツールです（アドバンストマテリアル研究所所長・後藤光宏）

その実現に不可欠なのが「IoT」だ。加工時の力や温度、振動などの異常をセンサが検知、それらの情報を無線ネットワークで収集し、ビッグデータとして蓄積・解析することで、切削工具の状態を監視し、寿命を予測するというものだ。これが実現すれば、機械加工の生産コストの大幅な低減、歩留まりの向上が期待できる。硬質材料研究部の技師長である村上大介は、ドリルはその性格上、他の切削工具以上にクリアすべきハードルが多いことを指摘する。

「ドリルは穴底で加工しているため外から加工時の様子が見えません。そこで何が起きているのか。現在検討を進めているのが“見える化”。すなわち、センシング技術や画像技術などを駆使した可視化の実現です。可視化によって寿命の予測も可能になり、それによって生産の無駄を省くのがスマート化です」（村上）

マルチドリルの寿命は、かつて、使用者による長年の職人的五感や感覚に

よって判断されてきた部分が少なくない。そうした判断の確度が高いことも広く知られているが、それらをデジタル化・自動化することで一層の生産性向上を実現するのがスマートツールであり、「インダストリー4.0」時代の要請に応えるものでもある。

「あらゆるものづくりに欠かせないのが穴あけであり、穴あけによってはめ合わせが可能となり、“もの”はできあがっていきます。マルチドリルは鋼加工用からスタートしましたが、現在は多様な材料に適用しています。今後も様々なものづくりに要請される穴あけにマルチドリルは有効であり、なくてはならない、最初には選ばれるドリルであり続けたいと思っています。住友電工グループは切削工具業界において、5年以内にグローバルでトップ3に入ることを目指していますが、その実現の強力なエンジン役となるのがマルチドリルであると確信しています」（前出・ハードメタル事業部 事業部長・村山）

“住友のマルチドリル”は今後も進化を続け、世界各地の生産現場の革新を担い、次世代のものづくりを拓く一翼を担っていくことは間違いなく。



あらゆる使用条件を想定し、テストが繰り返されている



「インダストリー4.0」の時代を担う、若き研究者たち



自 身もかつてアスリートであった取締役会長の松本正義は、世界に通用するトップアスリートを養成するため、2015年に渡辺康幸・前早稲田大学競走部駅伝監督を住友電工陸上競技部監督に招聘、部の強化を進めている。今回は特別企画として、箱根駅伝[®] 4連覇を達成した青山学院大学陸上競技部監督・原晋氏を招き、リーダーの条件や勝ち続けるためのマネジメント、組織のあり方など、それぞれの視点から、3人に大いに語ってもらった。人材の育成、組織運営、目標の設定など、スポーツとビジネスは共通点が多い。

※ 東京箱根間往復大学駅伝競走

勝ち続けるためのマネジメント

箱根駅伝 4連覇の偉業 その背景にある哲学とは

——原監督は、箱根駅伝において、2015年の初優勝以来、史上6校目となる4連覇を達成されました。まずは、4連覇に至るご苦労、指導者としての想いをお聞かせください。

原 私は2004年に青山学院大学陸上競技部の監督に採用され、2018年4月で15年目になりました。就任当初からの指導

■ チームをつくる4ステージ

ステージ1	部員に知識や技術を細かく教えていく段階
ステージ2	スタッフを養成して少しずつ権限を与える段階
ステージ3	部員の自主性を重んじる段階
ステージ4	部員に責任を与えていく段階

を振り返って、組織の進化には4つのステージがあることに気づきました。その間、特に苦労したと感じるのはステージ1となる最初の5年間だけで、それ以降は選手とともに夢を追いかけてきた楽しい時間と感じています。最初の5年間で徹底したことは“哲学”を定着・共有するということでした。具体的には、行動指針として掲げた3カ条「感動を与える人間になる」、「今日のことは今日やる」、「人間の能力に大差はなく差が生まれるのは熱意」です。選手によって課題は千差万別ですが、常にこの行動指針に基づいて様々な角度からやり方を模索し、箱根駅伝を目指してきました。私がずっと言い続けてきたのは、何でも発言していいというこ

と。提案して、意見を言い合える環境・風土の醸成に努めてきました。意見を言い合える土壌であることで組織に安心感が生まれます。私の実感で言えば、哲学を共有すればチームが崩れることはありません。**松本** 私も中学校は野球部、高校は柔道部、大学は体育会陸上競技部に所属し、やり投げでインカレに優勝するなど、スポーツに親しんできました。先ほどのチームをどういう方針で強くしていくかという点で、監督の言われることは理解できますが、実業の世界では一筋縄でいかない部分もあります。当社は、創業から120年を超えましたが、この間、一企業ではどうにもならないことが、本当に色々ありました。第二次世界大戦はもちろん、ニクソン・ショックやオイル・ショック、最近でもリーマン・ショックという

大きなリセッションがありました。そうした中、一つひとつのプロジェクトを進めるにあたっては、原監督が言われる行動指針や哲学の共有は、正しいあり方だと思います。しかし、たとえば住友電工グループは、現在約40カ国に25万人以上の社員を擁していますが、物理的に社員全員と哲学や行動指針を共有することは難しいわけです。そういう中でも、プロジェクトリーダーが、監督の言うようにやっていけば大枠として成功すると思いますが、すべてが成功するとは限らないのが実業の世界。ただ、リーダーがどのようにチームや組織を強くするかという点で、スポーツと実業の世界の違いはあるものの、監督の言われることはよくわかります。**渡辺** 原監督のチームのあり方についての考えには共感します。現在のスポーツの指

も、必死に頑張る社員がいなければ企業の成長はない。その根底にあるのは、あくなき向上心や強い達成意欲といった強靱な精神力であり、それはスポーツ競技でも必要な要素だと思います。

原 私が監督に就任した時、渡辺監督からはいろいろ教えてもらいました。当時我々は弱小軍団で、渡辺監督率いる早稲田大学は常勝軍団でしたから。ライバル関係ではあったものの、一緒に日本の陸上競技を強くしていこうと、様々な場面で意見交換をし、お互いに切磋琢磨してチーム作りを進めてきました。私の考えも、渡辺監督から多くの示唆、影響を受けていると思います。

知力、体力、胆力 「気骨ある異端児」

——スポーツチームにおいても会社組織においても、リーダーは重要なポジションだと思います。リーダーに求められることはどのようなことでしょうか。

原 私が考えるリーダー像は、チームの状態が悪い時に元気を出せる人であり、どうしたらできるか、良くなるか、その理屈を考えられる人。別の側面から言えば、“少年の心を持ったおっさん”というか、“やんちゃ”であることが必要だと思います。また当たり前かもしれませんが、リーダーは性根が悪い人間はダメ。私はこれまで学生目線に立って、歩み寄って一緒に将来の夢を語り合ってきましたが、その継続がリーダーの育成にもつながっていると思います。大前提にあるのは、お互いにハッピーな顔を見ようということ。それを共有することでリーダーは育っていくと感じています。また、チームや組織において、何か方針を決めるうえで、メンバーを束ねていくには、3割の賛同を得て物事を進めていくことがポイントだと思います。チーム内で一つの意見を出すと、3割が賛成、3割反対、3割どうでも

もいい、1割何も考えていないと思います。全員に良い顔はできませんし、ハレーションが起こることもあるかもしれません。しかし、3割の賛同があれば、その方針に基づいて難関を突破していけると思います。**松本** おっしゃる通りで、品性、人柄が悪い人間はリーダーになれません。「徳・仁・礼・信・義・智」という徳目がありますが、その中でも特に、「仁」すなわち「思いやりの心」はリーダーに必須です。原監督は、これら

id
特別企画

原 晋
(青山学院大学陸上競技部監督)

×
松本正義
(住友電気工業取締役会長)

×
渡辺康幸
(住友電気工業陸上競技部監督)

導は、精神論でやみくもに練習するといった旧態依然の方法ではなく、指導者が正確な知識を持ち、正しい練習を効率的に行うことが必要です。原監督はそれを実践されていると思いますし、私も同じ考えです。ただ根底には、根性、努力といった精神面での強さを鍛えることは、絶対必要なことだと思います。実際、青山学院大学の練習も、量、質ともに相当高いレベルでこなしています。そうでなければ4連覇はできない。企業で

勝ち続けるためのマネジメント

の言うように、密なコミュニケーションは不可欠だと思います。ただ最近気になっているのが、アスリートファーストという言葉です。アスリートファーストはともすれば、選手を甘やかすことと捉えられがちな風潮があります。甘やかすことがアスリートファーストではありませんし、その考えでwin-winの関係は築くことはできません。厳しく接することもアスリートファーストの要素の一つなのです。

渡辺 原監督の言う通りで、当たり前ですが苦しくとも練習はやらねばならないのです。練習は基本的に一定の量をこなし、質を上げていく必要があります。ところが最近の傾向として、量は省いて質を上げれば強くなると勘違いしていると

ころがある。量をこなすという、苦しく泥臭い部分の重要性を、選手に伝えていかねばならないと思います。

松本 実業の世界の社会人も同様です。厳しく育てる、そこから這い上がって来て人は成長する、社長にもなれるわけです。甘やかしては、人は育ちません。選手であれ社員であれ、自分の中の甘さを排除し、厳しく自分を律することができるように指導することで一人ひとりが結果を出せるようになり、それがひいては、強いチームや組織をつくることに繋がるのだと思います。



松本正義 Masayoshi Matsumoto

住友電気工業取締役会長。1944年生。1967年住友電気工業入社。1973年米国シカゴ駐在、85年英国ロンドン駐在。帰国後、自動車企画部長、中部支社長を経て、1999年常務取締役、2004年代表取締役社長に就任。その後13年間にわたって経営の舵を取る。2017年、現職に就任。現在、関西経済連合会会長、東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会理事、2025日本万国博覧会誘致委員会の会長代行などの要職も担う。また、公益財団法人日本陸上競技連盟評議員、公益財団法人ワールドマスターズゲームズ2021関西組織委員会会長、一般財団法人大阪陸上競技協会会長も務め、約3万人のランナーが参加する国内最大級の都市型市民マラソン大会「大阪マラソン」の組織委員会会長でもある。

「I have a dream」夢を追いかける大切さ

——原監督は箱根駅伝で4連覇を達成し、松本会長は社長時代、住友電工を大きく成長させました。お二人とも、リーダーとして組織を引っ張り、結果を出してこられました。チームや組織が、結果を出し続けるためには何が大切なのでしょうか。

原 私は、勝利という結果は、プロセスのご褒美だと思っています。あるプロセスを踏んだことで結果が出るわけですが、最善のプロセスであった証、ご褒美として勝利があるのだと思います。

松本 社長在任期間で、売上高を2倍、営業利益を3倍にしました。その根底にあったのは、「この会社を大きくしたい、成長させたい」という一念です。「I have a dream」。キング牧師の有名な演説にもありますが、社員にも、公私ともに夢を持つことの重要性を訴えてきました。組織に関して言えば、「クリスタルなピラミッド組織」を志向しました。それは自律的で適切な緊張感を持った、極めて透明性の高い、安心して働ける組織です。また、トップと社員との距離が近くて、意思の疎通が速く、コミュニケーションが高い密度で行われている組織です。経営の現場では様々な外部環境の変化にさ

渡辺康幸 Yasuyuki Watanabe

住友電気工業陸上競技部監督。1973年生。市立船橋高校時代、全国高校駅伝2年連続1区区間賞を獲得。早稲田大学進学後、大学駅伝総合優勝に貢献、ユニバーシアード競技大会10000mにおいて、93年に銀メダル(リッパフォー開催)、95年に金メダル(福岡開催)を獲得した。1996年エスピー食品入社後、アトランタオリンピック10000m日本代表となる。2002年現役引退後早稲田大学競走部駅伝監督に就任、指導者として箱根駅伝、出雲駅伝、全日本大学駅伝でそれぞれ優勝に導き、大学駅伝3冠を達成。2015年より現職。

詰め込みからゆとりへ、教育の大きな転換でもありました。ただ問題だったのは、こうした指導、教育ができる指導者が少なかったことであり、まずはゆとり教育を理解して、適切に対応できる指導者を養成すべきでした。そこが省かれたため、結果として、さぼり教育になってしまったと思っています。スポーツの分野では、野球の大谷君やスケートの羽生君、テニスの錦織君など、ゆとり世代からスーパースターも生まれています。目標を掲げその実現に向けて取り組むという、ゆとり教育の成果の一つだと思います。一方、団体競技の一部では忍耐力や協調性に欠けるなど、ゆとり教育の欠点が見られた部分もあります。好き勝手と自主性は異なるという認識が欠けている選手も見受けられます。

渡辺 私が実際の指導現場で感じるのは、練習において、効率的と楽をすることを履き違えると、決して強くなることはありません。強くなるためには、より質の高い練習を、他人よりも多くするという努力が必要です。また、その道を究めるためには、自分自身と向き合える、武士道的な精神が根底にあり、その上で良い指導者との出会いが、トップアスリートになる道だと思います。大谷君、羽生君、錦織君も、その点は同様だと思います。

松本 ゆとり世代であるかどうかにかかわらず、彼らは自らを律していく志を持った若者だと思います。Autonomy(自主性・自律性)です。自分の才能を活かし伸ばすためには、

原晋 Susumu Hara

青山学院大学陸上競技部監督(長距離ブロック)。1967年生。広島・世羅高校では主将として全国駅伝準優勝。その後進んだ中京大学では、3年生の時に日本インカレで5000m3位。1989年、中国電力陸上競技部一期生で入部。5年で選手生活を終えた後、ビジネスパーソンとして実績を築く。2004年、チーム育成10年計画プランのプレゼンを買われ、青山学院大学陸上競技部監督に着任。2009年、33年ぶりに箱根駅伝に出場。2015年には、同校を箱根駅伝初優勝に導いた。以後、2018年まで4連覇という偉業を達成している。

自分に対する厳しさが求められます。その必要性を指導者は自覚し、選手に伝えていくことが必要だと思います。先日、米国オレゴン州ポートランドのナイキ本社を訪問したのですが、創業者のフィル・ナイトさんも同じことを言っていました。「世界に通用するランナーを育てるためには徹底的に練習をしなければならぬ」、「自分で練習の内容を考慮することができなければ強くなれない」とも言っていました。彼は元々陸上の選手であるからこそ、よくわかっている。これはスポーツに限らず、実業の現場でも同じことだと思います。

徳目を備えているのだと思いますね。また私は、かねがね「気骨ある異端児」がリーダーに相応しいと申し上げています。「気骨」とは、困難を打ち破る気迫と勇気のことであり、「異端児」とは、目標がある中で他人とは違った角度から物事を柔軟に発想できる人。そして住友事業精神にある「萬事入精」という言葉の通り、徹底的にやり抜き、結果を出ることができる人。リーダーたるもの、己を虚しくして、組織のために働いて結果を出していくものです。これは極めて重要なことであり、それは実業もスポーツも同様だと思います。**渡辺** 私は、世界に通用するランナーを育てることをミッションに、住友電工の陸上競技部監督に就任しましたが、今までの経験を踏まえて言うと、リーダーには鋭敏な感受性が必要だと思います。鈍感な人では務まりません。スポーツ選手、特に個人競技の選手は往々にして、個性が強い人が少なくありません。リーダー、あるいはキャプテン



原監督の著書・サイン色紙のいずれかを計7名の方にプレゼントします。

読者の皆様に向けて、原監督よりサイン付き著書やサイン色紙をいただきました。ご希望の方は、右記いずれかの方法よりご応募下さい。

「フツの会社員だった僕が、青山学院大学を箱根駅伝優勝に導いた47の言葉」(アスコム 2015年)

「人を育て 組織を鍛え 成功を呼び込む 勝利への哲学157」(ぴあ 2016)

「魔法をかける アオガク「箱根駅伝」制覇までの4000日」(講談社 2015年)

(1)はがき
住所・氏名・所属・idの感想/ご意見をご記入の上、本誌奥付に記載の住友電工 広報部宛までお送り下さい。

(2)Webサイト
詳しい応募方法は、住友電工Webサイトidページよりご確認ください。

(3)Twitter
①住友電工陸上競技部(@sei_trackfield)をフォロー
②ハッシュタグ[#住友電工未来構築マガジンid]と、idの感想や当社陸上競技部への応援メッセージを記載しツイートしてください。
※当選者にはダイレクトメッセージにてご連絡させていただきます。

応募者多数の場合は抽選を行います。(締め切り:2018年11月30日消印有効)
プレゼントは選べません。
当選発表は発送をもってかえさせていただきます。
抽選結果に関するお問い合わせはご遠慮ください。

柴田 泰行

常務執行役員
社会システム営業本部長
海外電力システム営業部長

1986年 住友電気工業株式会社入社
2006年 通信営業部 西日本通信営業部長
2010年 通信営業部長
2014年 営業企画部長
2015年 執行役員
2018年 現職



「ビジネスは、人と人の信頼関係で成り立っている。だから、お客様のために、とことん取り組む。それが住友事業精神。この実践が、社会課題の解決につながっている」

インフラを支える矜持を胸に 世界への貢献を目指す電力ケーブル事業

継承されている利他の精神 社会貢献というDNA

インフラを手がけて社会に貢献したいと考え、住友電工に入社しました。配属となったのが大阪の電力営業部。電力会社の担当となり、13年間勤務しましたが、厳しい先輩やお客さまから鍛えられ、今に至る自分の礎を築いた時間だったと感じています。お客様の立場に立つてとことん取り組むこと、どんな小さな約束でも必ず守ること、最後までやり遂げることなど、ビジネスの基礎を徹底して叩き込まれました。印象に残っているのは関西空港開港に向けた配電ケーブルネットワークの構築です。大きな裁量を任せられたプロジェクトでした。安全対策のため電力ケーブルはすべて船で運搬せざるを得ず、効率化のため他社との共同配送を試みるなど、商品を提供するだけでなくお客様の業務・経営ニーズに応える必要がありました。今で言うソリューション提案ですね。「お客様のために」という一心で、東奔西走して成し遂げたプロジェクトでした。

阪神・淡路大震災の復旧対応も記憶に刻まれています。震災直後、お客様には自転車で駆けつけ、陸路が寸断されていた神戸にはチャーター船で渡りました。余震が続く中、電力ケーブル復旧のためにお客様と打ち合わせしたことが忘れられません。被災現場に直面して「何とかしなければ」という想いが自分を突き動かしていたと思います。復旧の象徴として神戸ポートタワーに灯りをともしてほしいという要望を受けてお客様と尽力。また、ポートアイランドにかかる橋の両側に布設された電力ケーブルが切れると全島停電の危険があり、その回避のためにも奔走しました。製造部門のみならず、一丸となって頑張ってくれました。震災復旧を通じて、インフラを支える社会的責任の大きさを痛感。当社に継承されている、利他の精神のDNAを実感した取り組みでした。

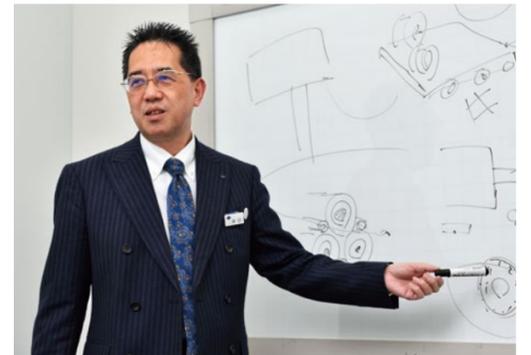
90℃耐熱を実現した世界初のケーブル 世界の電力ケーブル需要に応える

現在は、主に電力ケーブルの海外市場の開拓に力を注いでいます。需要は多様で、

電力インフラが初期段階にあるアフリカなどの国々では架空送電線、ASEAN 諸国では島々を結ぶ海底ケーブル、台湾や韓国、日本ではオフショアウインドファーム（洋上風力発電所）から送電するための海底ケーブルが求められています。さらにヨーロッパで進んでいるのが国家間の電力連系であり、その送電のための電力ケーブルの需要は世界中で高まっています。その中でいかに当社のプレゼンスを高めていけるか——私たちの挑戦が始まっています。

エポックメイキングな取り組みが、イギリス・ベルギーを結ぶ海底ケーブルプロジェクト（NEMO）でした。インドにおいても巨大プロジェクトが進展。北部の水力発電で得られた電力を南部へ送電する取り組みは、地域の生活改善に大きく寄与します。

当社の電力ケーブルが評価されている背景の一つは、その商品力。長距離ケーブルには一般的に直流が採用されていますが、当社直流ケーブルは、優れた材料特性によって、従来の製品と比較して、約20℃高い90℃での連続使用と、極性反転[※]運転を可能としました。他のケーブルより高温で使用できるため、導体サイズを低減できることから、経済性、環境性などに大きなメリットをもたらす世界初の画期的製品です。「お客様のニーズをキャッチして製品を開発する」当社の真摯で真面目な対応と技術力への評価は、徐々に世界に浸透しつつあります。長距離電力ケーブルにおいて当社は、世界トップレベルの技術という自負があります。途上国にそれら電力ケーブルを供給することによる現地の生活向上の実現、ヨーロ



パの国々の多くが再生可能エネルギーにシフトチェンジする中、それらのインフラ構築支援など、私たちの取り組みは、地球規模の課題解決に直結するものと考えています。

※ 運用状況に応じ電圧のプラスとマイナスを入れ替える操作

住友事業精神の実践 信頼関係が仕事を動かす

当社には、インフラの構築で社会を支えているという矜持^{きんじ}があり、それが底力になっていると思います。東日本大震災の時は、通信ケーブルの営業の責任者でしたが、避難所に電話をつなぐため、全員で通信網の復旧に尽力しました。またこの時、APEC会議場であるロシアのルースキー島に電力ケーブルを納品することが決まっていたのですが、出荷の前に工場が大きな被害を受けるなど大混乱の中、「顧客との約束を必ず守る」という住友のスタイルを貫いて期日通りの納品を実現。これにはロシアのお客様から直接感謝の言葉をいただきました。その根底にあるのも、インフラを支える矜持であると思います。

30年以上にわたるビジネスパーソンとしての軌跡を振り返って感じるの、お客様やフィールドは変わっても、仕事の流儀はまったく変わっていないということ。それは、ビジネスは人と人との関係の上で成り立っており、真摯で誠実な姿勢は相手の心に確実に響くということ。そこに築かれる信頼関係が仕事を前進させる力になるということです。だから、お客様のために、とことん取り組む。それが「萬事入精」「信用確実」といった住友事業精神の実践であり、ひいては社会課題の解決に資することへつながっていると確信しています。

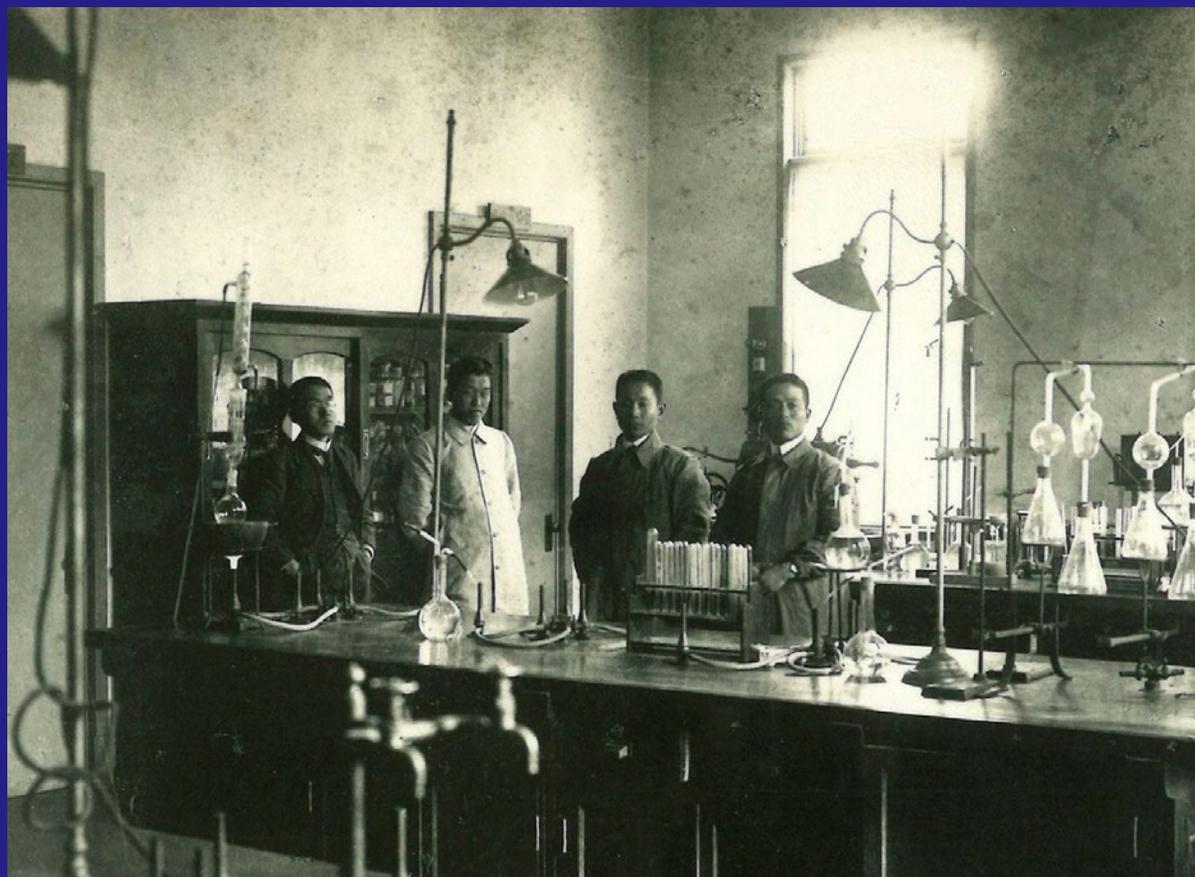


昔お世話になったお客様の方々とともに

住友電工の1枚——あの日、あの時

1930

技術部研究係から研究部を独立



1919年頃の研究係の様子

化学、金属、電気分野で研究開発を進展

1920年代から、住友電線製造所は電線の製造技術を基盤に、様々な新製品開発に取り組んだ。現在も当社の中核事業の超硬工具「イゲタロイ[®]」。当時、銅線を細く伸ばす工具であるダイスの改良が喫緊の課題であった。ドイツでタンブステンカーバイド合金が発明されたことを知りすぐに研究に着手、海外からの技術指導も取り入れ、開発に成功。イゲタロイ[®]発展の基礎を作り上げた。

一方で、特殊金属線の研究にも着手。大半が輸入品で、優良な国産品の開発・生産が求められる中、耐酸ニッケル・銅合金のモネルメタル線の試作に成功。

また、その後不可能とされていたステンレス鋼の線状化にもドイツに次いで成功した。また、コンデンサーについても、OFケーブルの技術を応用することに着想、その研究が結実して、1929年にOF式コンデンサーの製作に成功し、国産化を実現。

1930年には技術部研究係から研究部を独立。化学、金属、電気など電線製造に関係する技術領域の研究開発を加速させ、現在の事業にも繋がる新製品を世に送り出した。1939年には社名を「住友電気工業株式会社」に変更。これは、当社の今後の事業拡大、社業発展への取り組みを強化する強い意志の表れであった。

id 住友電工グループ・未来構築マガジン
vol.05 2018

『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。

<http://www.sei.co.jp/id/>



発行
企画・発行

編集発行人
編集・制作

2018年夏号(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)
堀葉 祐一郎
ユニバーサル・コンポ有限公司