

id

住友電工グループ・未来構築マガジン

vol. **18**

Innovative Development,
Imagination for the Dream,
Identity & Diversity

特集

脱炭素社会の未来へとつなぐ。

直流送電ケーブル 最前線

再生可能エネルギーの普及と 直流送電ケーブルの使命

～「長距離」「大容量」は直流という事実～

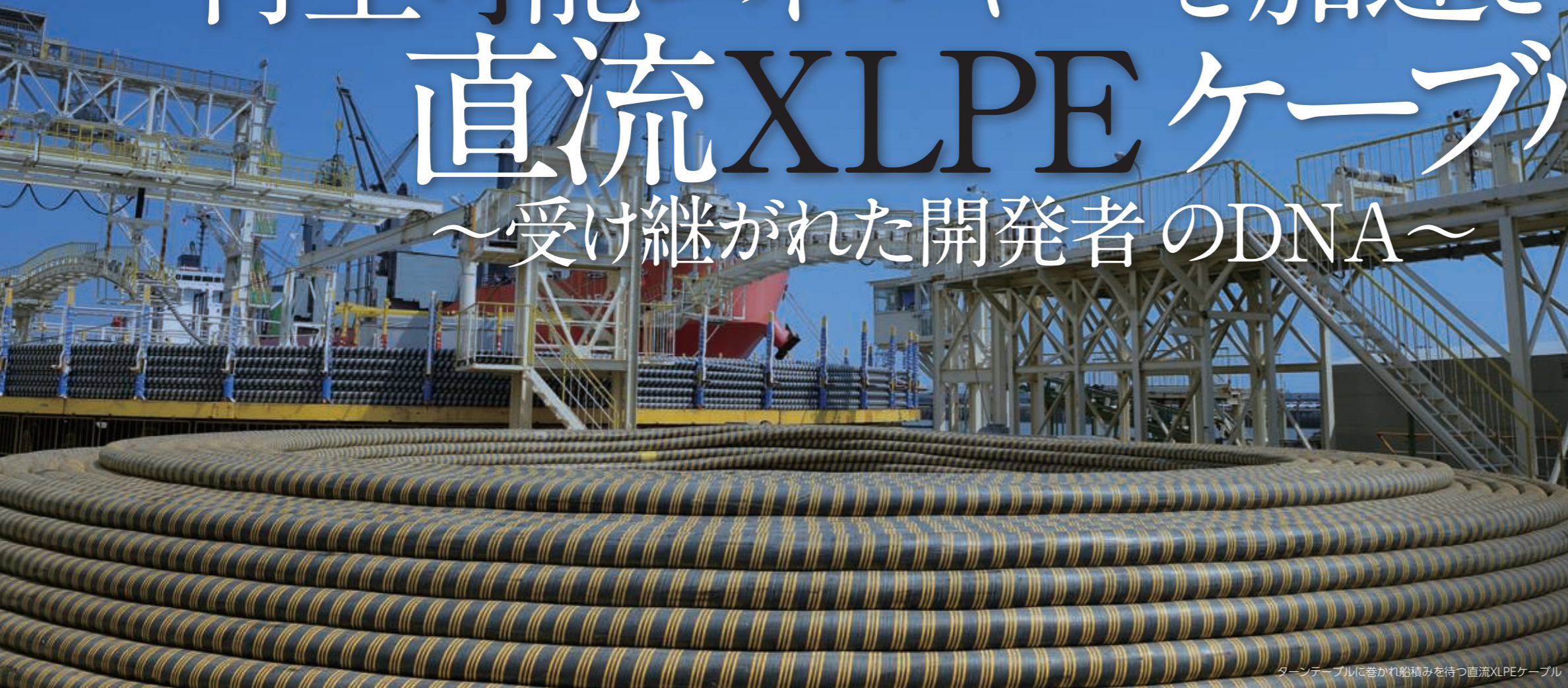
2021年秋、新型コロナウイルスの感染拡大による1年の延期を経て、イギリス・グラスゴーでCOP26が開催された。壇上に登った多くの国が「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、その実現に向けた中間目標を表明した。日本でもその実現のためのグリーンエネルギー戦略が始まっている。

脱炭素社会の実現を図るためには、再生可能エネルギーの拡充が急務だ。期待されている風力発電は、気象状態や環境負荷を考慮して、発電所は洋上をはじめ遠隔地に設置され、大量消費地と結ぶためには「長距離」送電が必要となる。また、昨今の地震、異常気象による停電対策や需要増に対応した電力の安定供給のための地域間連系においても、「長距離」で「大容量」の送電は不可欠である。

今、求められる大量の電気を長距離に送ることができるケーブルとして注目されているのが直流XLPE（Cross-Linked Polyethylene）ケーブルだ。今号では、再生可能エネルギーの普及に欠かせない直流XLPEケーブルで、脱炭素社会のど真ん中で貢献する住友電工の最前線を紹介する。

再生可能エネルギーを加速させる 直流XLPEケーブル

～受け継がれた開発者のDNA～



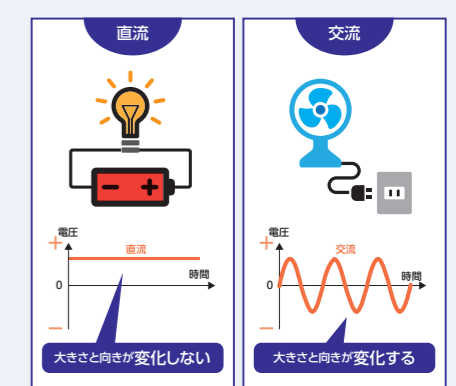
ターンテーブルに巻かれ船積み待った直流XLPEケーブル

コラム 直流・交流の基礎知識

電気の流れは直流 (DC)、交流 (AC) の2種類あります。例えば、乾電池のように、+極から-極に向けて一方通行で電気が流れるのが直流です。一方、交流は+と-を波のように交互に行き来して流れるものです。発電所で発電された電気はこの「交流」で家庭まで届けられるため、家庭で利用する電気は、ほとんどが交流です。

では、なぜ交流が主流なのか。この理由は1880年代後半までさかのぼり、発明家エジソンとテスラの来るべき電力システムを直流にするか交流にするかの確執に端を発します。エジソンは世界で初めて電灯用の直流送電を始めましたが、当時の技術では電圧の変換が困難だったこと、送電のために極太の銅線が必要でコストがかかることなど長距離送電に問題をかかえていました。一方、テスラは交流送電を開始。エジソンの電力システムをはるかに超える規模で、かつ電圧を変えることが容易な交流の特性を活かし、高電圧での送電、降圧して受電することで長距離送電を可能にしました。さらに直流に比べ設備コストが割安でメンテナンス負担も少なくインフラ向きだったこともあり、日本を含め世

界のほとんどの送電網が交流となりました。翻って現代。パソコンやスマートフォンのような複雑な制御が必要な精密機器は、交流を直流に変えるACアダプターにより直流で動作します。エアコン、冷蔵庫などで耳にするインバーターも交流から直流に変換する装置で、複雑な制御や省エネルギーを可能にしています。直流は充電との相性が良く、電気自動車や充電設備向き (=再生可能エネルギー向き) ともいわれています。エジソンが実現していたかもしれない時代がようやく始まるようにも思っていて、次世代の電力システムは直流が主役になるかもしれません。



待ち望まれた、直流XLPEケーブル

国と国、あるいは地域と地域との間で電気をやりとりする送電設備を「連系線」という。脱炭素社会に向かって走り出した世界は、連系線が網の目のように張り巡らされた国際送電網や地域間送電網を使い、広域で電気を融通し合う未来を目指している。エネルギー市場のこうした動向を背景に、住友電工では近年、「直流XLPEケーブル」を製造・敷設する連系線プロジェクトの受注が相次いでいる。

直流送電ケーブルは、「長距離」「大容量」送電という利点を持つ。さらに油浸絶縁に比

べて環境負荷が少ないのが、架橋ポリエチレンを絶縁材料とする直流XLPEケーブルだ。そのフロントランナーである住友電工は、従来より20℃高い導体温度90℃での通常運転と送電電圧の極性反転を世界で初めて可能にした。つまり、これにより大容量の送電が可能となり、直流連系線の運用状況に応じて、電圧の向きを変える(プラスとマイナスの極性を反転させ電力を送る方向を変える)ことができる革新的な高電圧直流(HVDC)ケー

ブルが誕生したのだ。世界中の電力事業者がこの送電ケーブルの誕生を待ち望んでいた。しかし、交流では1960年代に実用化されて広く普及したXLPEケーブルが直流で実現できたという報告は21世紀を迎えても聞かれなかった。このような中、住友電工が2012年に敷設した北海道本州間連系設備(以下、北本連系線)の海底ケーブルが世界初のXLPEケーブルによる高電圧直流送電の事例となった。

住友電工はどのようにしてこの開発を成し遂げたのか。長年の夢を叶えたその開発の軌跡をたどってみよう。

挑戦者スピリットの系譜

住友電工は、1897年、別子産銅を原料として銅の板棒線類を製造販売するための住友伸銅場を起源とする。1905年、瀬戸内海に浮かぶ無人島の四阪島に精錬所が移転。安定的な電力供給のために、1922年、新居浜-四阪島間21kmに世界最長の海底ケー

ブルを完成させる。どれほど時間がかかっても、粘り強く、自前でもやり抜くものづくりは、四阪島から受け継ぐ挑戦者スピリットに裏打ちされた住友電工のアイデンティティともいえる。以来、住友電工はさまざまな送電ケーブルの開発をリードしてきた。

世界で初めて直流送電の商用運転が開始されたのは、スウェーデン本土とゴトランド島間に敷設されたもので、1954年のことである。以来、長年直流送電ケーブルの絶縁体には絶縁油を用いるOFケーブル(Oil-Filled cable)やMIケーブル(Mass Impregnated cable)といった油浸絶縁ケーブルが使われてい



海底ケーブル敷設風景と当時の四阪島海底ケーブル(ケーブル断面)

ケーブルの種類

絶縁の種類	油浸絶縁		固体絶縁
	OFケーブル	MIケーブル	XLPEケーブル
構造	絶縁紙に低粘度油を加圧して封入	絶縁紙に高粘度油を含浸して封入	架橋ポリエチレンに電荷蓄積防止用添加剤を配合
長距離	△	◎	◎
大容量	◎	○	◎



XLPEケーブル

た。しかし、世界的に環境問題への意識が高まる中、環境保護の観点から漏油の恐れがない絶縁ケーブルが求められていた。

そこで、1970年代後半に国内での直流XLPEケーブルの研究が始まった。当初はすでに実用化していた交流用XLPEケーブルをそのまま直流用として適用すべく、長期課通電試験が実施されたが、絶縁体中に蓄積する空間電荷(後述)などの影響により、交流用そのままでは直流用として使えないことが明らかになった。この結果を受け、1984年に電源開発(株)(以下、電源開発)からの開発要請を受け、直流用XLPE絶縁材料の基礎開発を進めたのが今の住友電工である。

注) 住友電工は、2001年に日立電線(株)と高圧電力線事業部門を統合し、(株)ジェイ・パワーシステムズ(以下、JPS)を設立。さらに、2014年にJPSを完全子会社化し、2022年にはJPSの電線およびケーブルの製造に係る事業を承継した。

空間電荷という壁

電源開発では、北海道と本州を結ぶ北本連系線の第1次海底ケーブルを1979年に完成し運用を開始していた。しかし、敷設したケーブルは油浸絶縁だったため、増設や更新をすることになった場合は環境保護の観点からも直流XLPEケーブルを使いたいとの希望を持っていた。住友電工とともに開発に取り組んだ電源開発（当時）の浅野光正氏は、「住友電工・開発チームの並々ならぬ粘り強さに、『絶対にやり抜くんだ』という熱意を感じた」と当時の様子を振り返る。

「最大の難関は『どうすれば空間電荷を抑制できるか』でした。電荷というのは目に見えないのですが物体が帯びている電気の量のこと。そして直流電圧を加えた時に絶縁体に蓄積される電荷を空間電荷といいます。これが原因となり絶縁体の性能が十分発揮できず、送電系統に雷を受けた時に絶縁破壊*が起る危険性があります。直流にXLPEケーブルを適用できなかった最大の要因がこれでした。空間電荷をなくそう

開発に懸けた想い ～特殊充填剤 開発秘話～

という試していた時、住友電工から「電荷が存在しても、偏りなく均一に絶縁体の中に散らばっていれば絶縁破壊は起らないのでは」という斬新な意見が出てきました。そこで絶縁材料である架橋ポリエチレンに充填

剤を混ぜ合わせる方法を採用してみようということになったのです」（浅野氏）

読みは当たっていた。試行錯誤の末、開発した特殊な充填剤を加えたことで、ついに空間電荷を抑制することができたのだ。250kVを目標としたステージ1（1988～1995年）から、500kVを目標とするステージ2（1993年～2001年）へと研究開発は進み、すべての目標をクリアした。

おりしも最初に北本連系線に敷設したケーブルが老朽化。代替ニーズに対応し、2012年、ついに「直流XLPEケーブル」の世界初の実用化を果たすことになる。

「実際の製造となると、長い距離をつくらなければいけません。試作

と違って均一の品質を保つことが難しくなります。そのためにはどういった品質管理が必要になるのか、製造工程に関しても2社で議論できたことは大きかった」（浅野氏）

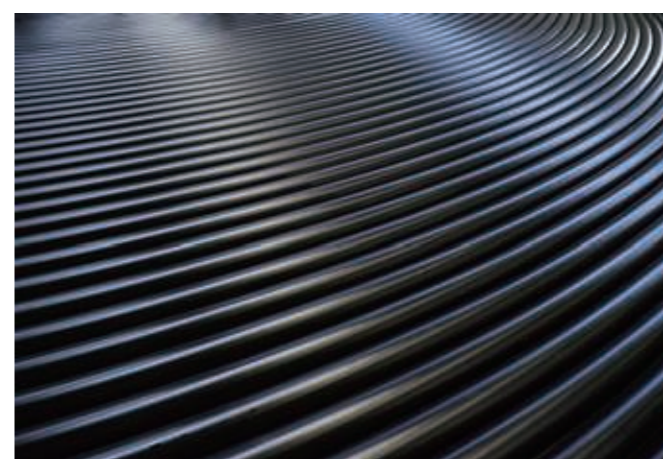
浅野氏は、敷設工事で印象に残っている



電源開発送変電ネットワーク（株）
設備計画部長 浅野光正氏



長期課通電試験場（大阪製作所）



完成したケーブル（イメージ）

シーンにも触れた。

「海から来たケーブルと陸のケーブルをつなぎ合わせる場所は、人間の手で行います。ケーブルの事故が起きるとすれば、この箇所です。それほどこの工程では高い技術を要するのですが、住友電工の作業員の方々は、技能も工事の管理も信頼のおけるものでした」（浅野氏）

粘り強く卓越したスペックを追求する開発エンジニア。製造現場での徹底した品質管理。その品質を活かす切りの丁寧な工事。すべてを高い次元でやり切ろうとする熱意。住友電工

脱炭素社会の未来へつなぐ。 直流送電ケーブル最前線

の総合力が結実しプロジェクトは完遂できた。

* 絶縁体に加わる電界の強さがある値を超えた時、絶縁体が電氣的に破壊し、電気抵抗が急激に低下し大電流が流れること

「混ぜ物を入れる」という逆転の発想

研究職人生を直流XLPEケーブルとともに歩んだレジェンドがいる。電線・エネルギー事業本部に在籍する片貝昭史だ。入社した1980年代から今日まで、一貫して直流XLPEケーブルの研究開発に専心してきた人物だ。

「歯がゆい時代が続きました。それでも、大容量送電が可能でかつ環境負荷が少ないケーブルとして実用化を待つ声は多く、研究開発が途絶えることはありませんでした」（片貝）

片貝が研究を開始した当時は、交流500kV XLPEケーブルの開発の最盛期。その要となる絶縁材料、XLPE（架橋ポリエチレン）とは、架橋といわれる分子構造を変える方法でポリエチレンの高温での軟化を大幅に改善したものだ。

「XLPEをさらに高電圧に対応する絶縁材料とするために、研究開発の現場では『欠陥を入れない、つらない、入っていない』が求められ、『混ぜ物を入れず』に純粋ポリエチレンに限りなく近くすることが理想とされていました」（片貝）

直流送電ケーブルの絶縁体にもこの考え方が当てはまると思われた。しかし交流送電ケーブルでは見られなかった新たな問題が立ちふさがる。前出の空間電荷が蓄積するなどの理由で、従来のXLPEでは、直流電圧に対しては予想をはるかに下回る絶縁破壊強度しか得られなかった。つまり純粋ポリエチレンによる交流用XLPEケーブルのままでは、直流用

として使うことができないのだ。そこで片貝は「混ぜ物を入れる」という方法に発想を転換。



課電試験の様子



電線・エネルギー事業本部 フェロー 片貝昭史

充填剤を使うアプローチに踏み出した。高電圧への対応を可能にするために、充填剤の成分をひとつずつ徹底的に洗い直すという地道な作業を続け、ついに問題を解消できる成分と配合を導き出した。さらに微細化、高純度化、高分散化を進めた結果、特殊充填剤にたどり着く。これをXLPEに均一分散させることで優れた直流絶縁特性を有する材料がついに完成する。これが現在、住友電工が製造する高圧直流送電ケーブルを支える独自のXLPEだ。まさに常識を疑い、粘り強く真実を求めたことによる成果だった。

「『真実を求めよ』——学生時代の恩師から受けたこの教えを、真摯に実践したことがすべてです」と片貝は感慨深い。この成果は2000年代に入り、広く評価を受けるために大学とのコンソーシアムも生まれ、製品化の準備が進んだ。しかし、採用されるプロジェクトが決まらず、実用化まではしばらく時を待たねばならなかった。潮目が変わってきたのは2010年代。2011年の東日本大震災で、電力会社同士の電力融通の必要性が高まったのだ。そして、それに呼応するかのように、2012年、北本連系線で直流XLPEケーブルの運転開始を迎えた。

現在、片貝は住友電工のフェローとして後進の育成に注力するが、開発意欲は尽きない。「世界中で連系線の拡充は進められていますが、まだまだ足りていないのが現状です」（片貝）

国内においては、政府がグリーンエネルギー戦略として、洋上風力など再生可能エネルギーの電力を北海道から東北・東京などへと送る次世代送電網の整備計画を発表した。電力自由化を推進する欧州では、スーパーグリッドと呼ばれる国際送電網が世界に先駆けて構築され、再生可能エネルギー導入の動きが加わり、国際連系線の整備に拍車がかかる。地域や国によるカーボンニュートラルの実現に向けた動きが本格化してきた。片貝ら住友電工の技術者たちが開発した「直流XLPEケーブル」は、国内外の連系線プロジェクトに向けて、供給を加速させていく。

電力の安定供給のために地域間をつなぐ

～新北本直流青函トンネルプロジェクト～

避けられたかもしれない大停電

2018年9月、北海道胆振東部地震によって北海道全域に及び大規模停電が発生した。ちょうどこの時、工事の全工程を終えた新北本連系線（以下、新北本連系線）では、2019年3月の運用開始に向けた試験運転が始まるようしていた。北海道と本州の間には、前述した通り電源開発が1979年に運用をスタートした北本連系線（海底ケーブル）がすでに存在し、北海道の電力需要期には本州からの電力融通を受けて安定供給を図ってきた。その後、1993年に第2次ケーブル、2012年には老朽化した第1次の代替として直流XLPEケーブルが敷設されていた（合計送電容量60万kW）。しかし、北海道の電力供給を常時安定化させるために、新たに30万kWを補完するのがこの新北本連系線であり、青函トンネル内の地中送電工事が新北本直流青函トンネルプロジェクトである。北海道電力（株）（以下、北海道電力）で基幹系工事センター所長としてプロジェクトを

指揮していた福島知之氏は当時の心境をこう明かす。「北本連系線の作業停止や将来の大規模改修などへの対応として連系線の拡充は以前から計画されていました。さらに東日本大震災に続く計画停電が契機となって電力融通の強化、連系線の拡充が急がれるようになりました。新北本連系線は震災の2ヶ月後から調査・設計を進め、連系線の工期としてはタイトな、着工から5年というスケジュールで運用開始を目指しました。『新北本連系線ができていれば、北海道全域停電は起きなかったんじゃないか』そういわれるたびに当時の悔しさを思い出します」（福島氏）

過酷なトンネル環境への挑戦

ケーブルを敷設する場所は「青函トンネル」の中。北海道電力にとっても、住友電工にとっても、これは前例のないチャレンジ。福島氏はその基本計画を策定した責任者でもあったが、「本当にできるのか」という漠たる不安が

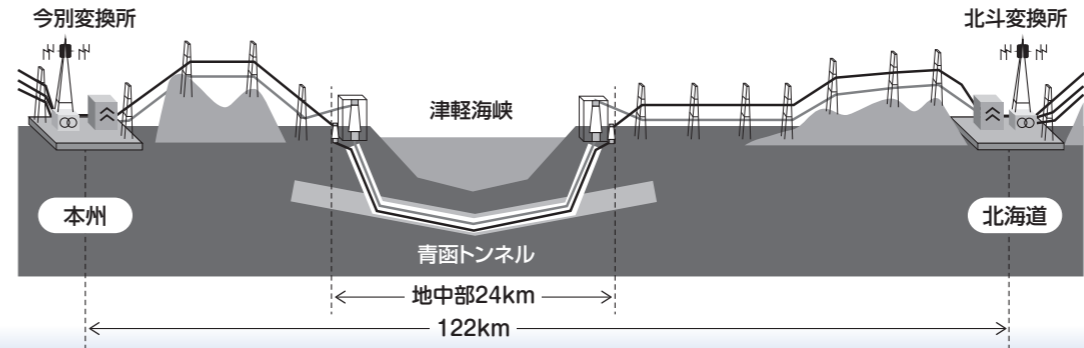
よぎることも正直あったと語る。「それでもなぜ青函トンネルなのかといえば、トンネル内なら運用開始後に人が入ってケーブルを『目で見る』ことができるからです。点検や保守作業がしやすい。ただ青函トンネルといっても新幹線が走っている本坑ではなく、並行しているもっと小さい作業坑です。その天井付近に敷設するのですが、敷設する場所も作業空間もとても狭く、設計・工法・現場管理にはトンネル内の環境に合わせた工夫が必要でした」（福島氏）



公益財団法人北海道科学技術総合振興センター（ノーステック財団）福島知之氏（北海道電力（株）執行役員）



■新北本連系線敷設ルート



新北本連系線ルート断面図（北海道電力ネットワーク（株）より提供）
 （新北本連系線は、北海道側の北斗変換所と本州側の今別変換所を結び、青函トンネル内の地中送電工事24kmが、新北本直流青函トンネルプロジェクトである）

1年かけてトンネル内の環境調査を重ねながらルート計画や設備構成が練り上げられた。住友電工も調査工事の段階から参加し、安全確実に工事を進めるための状況把握を入念に行った。それでも実際に工事が始まると、大小さまざまな問題が毎日のように発生した。「真っ暗な上に海底のため、常にトンネル内の湿度は80%を超える。さらに本坑を新幹線が通過する風圧で塵がもうもうと舞い上がる。そんな工事環境にもかかわらず、通常8年から10年かかる連系線の工事を計画通り5年で完了できたのは奇跡に近い。一言ではいえないのですが改めて考えると、次々出る課題を全体で共有し、どれひとつとして妥協せず、すべての人が力を合わせて解決していった結果だと思います。なにより24kmに及び直流XLPEケーブルを短時間で納品した住友電工の技術力は大きかったと思います」（福島氏）

求められる国内直流連系線

2018年に大規模停電が発生した。これ以降、連系線の重要性が論じられている。新北本連系線では、1990年代に高電圧直流（HVDC）用に開発されたばかりの自励式と



ケーブル接続作業室。過酷な環境下でも防塵対策に尽力した



敷設風景（北海道側：吉岡ケーブルヘッド（引入口））

脱炭素社会の未来へつなぐ。直流送電ケーブル最前線



ケーブルの引入の様子（吉岡布設基地）

連系線では今後、同様の仕様へのニーズが増すでしょう。直流送電ケーブルのトップブランドを自任するにふさわしい実績をつくれたと思っています」（阿部）

連系線というスキームの大きな一歩

新北本連系線の完成を見届けた福島氏は、現在は出向先である公益財団法人北海道科学技術総合振興センター（ノーステック財団）で北海道の産業振興に携わっている。「政府が進める『骨太の方針』のひとつに、『ゼロカーボン北海道』があります。北海道は、洋上風力をはじめとする再生可能エネルギーで全国随一のポテンシャルを誇ります。日本が『2050年カーボンニュートラル』を目指す上でフロントランナーとしての役割を担っていきと考えています。ただ再生可能エネルギーは気象条件に依存するため、供給量の多寡に対応できる強靱な送電網を必要とします。将来さらに連系線が拡充すれば、本州から電力融通を受けるだけでなく、北海道でつくった再生可能エネルギーを本州に送る電力事業がさらに加速するでしょう」（福島氏）

日本全体が大きな送電網でつながり、いろいろな場所や方法で発電される電気を消費地に送り届ける。新北本連系線は、そんなスキームの実現に向けた大きな一歩だったといえる。現在国内の洋上風力発電プロジェクトを推進する阿部は「直流XLPEケーブル」のこれらについて抱負を語る。「発電量の不安定な再生可能エネルギーを普及させるには、供給量を安定化させるための広域連系が不可欠です。『直流XLPEケーブル』は国内だけでなく、海外の連系線プロジェクトでも存在感を増していくことになるでしょう。海外での経験値と知見を高め、国内の需要増にも応えていきたい」（阿部）

エネルギーの歴史が大きく転換しようとするうねりの中で、直流XLPEケーブルの住友電工は電力事業者の伴走者たる自らの役割を全うしていく。



電力プロジェクト事業部 部長補佐 阿部和俊



工事が進むベルギー側の海岸

欧州で見た 直流 XLPE ケーブルの真価

気候変動対策で世界を牽引してきた欧州では、国境をまたいだ「電気の貿易」がすでに当たり前に行われている。その送電網に住友電工の直流 XLPE ケーブルが採用されている。

イギリス-ベルギー国際連系線 ― イギリスおよびベルギー発の再生可能エネルギーを利用し CO₂ 削減に貢献すると同時に、両国間で、安定かつ安価な電力を供給することを目的とする。住友電工は、National Grid 社（イギリス）と ELIA 社（ベルギー）による合弁会社 Nemo Link 社と 2015 年に契約を締結し、このプロジェクトで欧州の連系線市場への初参入を果たした。全長約 140km、北海をまたぐ海底区間 130km に「直流 XLPE ケーブル」を製造・敷設。送電電圧は 400kV。当時の世界最高電圧を更新し、2019 年 2 月から運用を開始している。本誌創刊号ではそのプロジェクト受注のストーリーを特集したが、今号では「その後」から「現在」までを紹介する。

海底への敷設がイギリス側からスタートしたのは 2017 年 8 月。2019 年初頭までに工事の全工程を終えなければ運用開始には間に合わない。時間に追われるスケジュールだったが、住友電工は百戦錬磨のエンジニアを送り込んだ。工事チームのメンバーとして現場を指揮した電力プロジェクト事業部の宮崎拓哉もその一人だ。

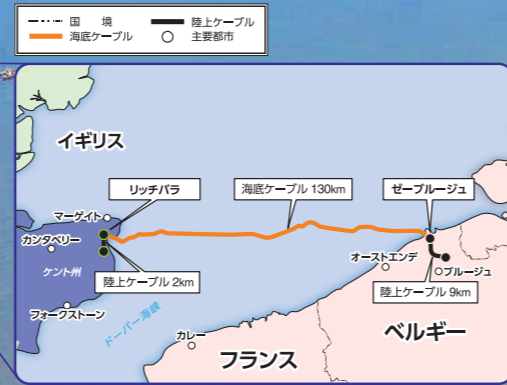
「トラブルの 5 割はケーブルをつなぐ工程で発生します。しかし何が起きたらどう対応し管理すればよいか、私たちは『つなぐ』ということに関しては熟知しています。ノウハウを



電力プロジェクト事業部 海底線部海底工事グループ 主幹 宮崎拓哉



■ NEMO プロジェクトケーブル敷設ルート



イギリスとベルギーをつなぐNEMOの国際連系線(ケーブル埋設前)

蓄積している我々の強みの部分です。ところが順調に工程を消化していくかに見えた工事終盤に、とんでもない事態が起きてしまいました。いよいよベルギー側での陸揚げまで残り 3km というところでケーブルの敷設が止まったのです。上陸予定地は海水浴場。遠浅の海は大型のケーブル敷設船の航行が難しいため、その地形に応じた工法や作業船が必要だったのですが、どうやらこの工程を任された施工会社の作業方法に問題があるようでした」(宮崎)

「ケーブルが届かない!？」 克服した術

根気よく対応してきたこれまでのトラブルとは次元が違っていた。対応策の検討、Nemo Link 社への状況報告、日本の関係部署との協議……そうこうしているうちに現場は海水浴シーズンに重なり、その間作業もできず残された時間はどんどん少なくなっていく。変換所の試験運転をスタートする 12 月上旬までにケーブルの試験を終えなければならない。ピリピリした空気が工事チームに流れた。「工事遅延も頭をかすめた」と宮崎は明かす。

「結局、急遽別の施工会社を手配し、作業船を変えて何度かトライ。綱渡りでしたが

多国籍チームによる快挙、 設備稼働率 99.8%

～NEMO プロジェクト～

2018 年 10 月によく陸揚げは完了しました」(宮崎)

しかし工事チームの欧州メンバーの中にはこの対応に異を唱える者もいた。

「契約が履行されない場合、まずは交渉というのが欧州のやり方。何かあれば交渉中は工事をストップする、ある意味納期が遅れるのは仕方がないというのが普通です。でも私たちは Nemo Link 社と約束した納期を守ることを重視し、工事を止めずに、問題解決に努めました。すべてはお客様のために『自分たちのやるべき仕事』を最優先させよう。欧州のメンバーにはその日本的な顧客第一主義が奇異に映ったかもしれません」(宮崎)

宮崎たちは、心を尽くしてメンバーたちに「住友電工のやり方」を伝えることに努めた。考えや方法は違っても、プロ意識やプロジェクトへの想いは一緒だった。

「工事チームは、イギリスとベルギーを中心とする欧州出身者二十数人と日本人 3、4 人という体制。私たちが指示を出してリードするといった関係性ではなく、それぞれの仕事を高いレベルでやってもらえるように調整するといったほうが正確かもしれません。そこに気を配って信頼関係を築いていたこともあって、最後は私たちの想いを受け止めてくれました」(宮崎)



ELIA社CEO パート・マース氏

パートナーシップを強固にした “transparency”

プロジェクト最大の難局となったベルギー側陸揚げだったが、ELIA 社 CEO のパート・マース氏は住友電工への信頼をより深める結果になったと語っている。

「工事終盤での業者変更は大きなリスクを伴う決断でしたが、『なぜ問題が起き、今どう対応しているのか』を日本のメンバーは明確に説明してくれました」(マース氏)

イギリスとベルギーの合弁企業として Nemo Link 社が発足し、このプロジェクトの業者選定を協議していた時、「直流 XLPE

ケーブル」に積極的だった ELIA 社に対して、National Grid 社では欧州での実績を持たない企業に任せることを不安視していたという。その温度差を埋めたのは「日本に来て、製造現場を見てほしい」という住友電工からの熱い提案だった。

「住友電工に海底区間を任せようとしたのは、技術力はもちろんですが、何かあった時の『transparency (透明性)』を確信したからです」(マース氏)

ありのままを見せる。不都合なことを取り繕ったりしない。誇張もしない。最終的な決め手はそこだったとマース氏は語った。

「製造、輸送、工事、いかなるシーンでもその姿勢は揺るぎないものでした。変換所を担当した Siemens 社（ドイツ）とも素晴らしい連携を見せてくれました」(マース氏)

設備稼働率 99.8% という成果

高圧直流ケーブルを担当したのが住友電工なら、送電を直流から交流へと変換するコンバータステーションを担当するのが Siemens 社だ。この 2 社がパートナーを組んだことが、本プロジェクト成功の大きな要因となった。

Siemens 社で HVDC 部門営業総責任者を務めるヨルゲン・クロエメケ氏は、「つなげたのはケーブルだけではなく」とプロジェクトが果たしたもうひとつの側面に触れた。

脱炭素社会の未来へつなぐ。 直流送電ケーブル最前線



多国籍のメンバーが一体となって工事は進んだ

「工事チームは 5 ヶ国が参加する多国籍な編成。日本と欧州はもちろんですが、欧州の国もそれぞれ異なるバックグラウンドを持っています。共通のゴールを目指すには強いパートナーシップが不可欠で、それをどう築くかが課題でした。家族ぐるみで週末旅行に出かけたり、食事に行ったり、仕事以外の時間も大切にしました。互いの文化について理解を深める得がたい機会でした」(クロエメケ氏)

本プロジェクトの成功は 2 社の関係を揺るぎないものとした。現在も高い信頼関係を持つパートナーとして、共同で新たな技術開発や世界中のさまざまな連系線プロジェクトに参画している。

再生可能エネルギーによる電力供給を行うイギリス-ベルギー国際連系線は、2022 年、運用開始から 4 年目を迎えた。洋上風力発電拡充の追い風も受け、すでに EU の電力インフラの重要な位置を担っている。新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、現地入りを断念せざるを得なかった 2020 年を除き、住友電工メンバーは定期点検にも努めている。そして、今年の冬、Nemo Link 社からうれしい知らせが届いた――「2021 年の設備稼働率は、過去 3 年で最高の 99.8% !」。高い稼働率は収益の安定化をも示す。住友電工の直流 XLPE ケーブルは、環境政策先進の地で、確実に真価を発揮している。



強力なベストパートナー
(左)Siemens社 HVDC部門営業総責任者 ヨルゲン・クロエメケ氏、
右)NEMOプロジェクトの現地責任者 川口輝明



イギリス-ベルギー国際連系線(±400kV)

NEMOプロジェクト：2015年受注、2019年完工。

商用運転中の直流 XLPE ケーブルでは世界最高電圧

アジアのケーブルメーカー初となる欧州連系線市場への参入。

ドイツ国内 超高压直流送電ケーブルシステム(±525kV)

Corridor A-Nordプロジェクト：2020年受注、2028年完工予定。

建設中の直流 XLPE ケーブルでは世界最高電圧



ドイツ-デンマーク国際連系線(±400kV)

KONTEK：2021年受注、2023年完工予定。

他励式(LCC)変換器と400kVクラスの直流XLPEケーブルの組み合わせで採用されたのは世界初

北海道本州間連系設備(±250kV)

北本連系線：2009年受注、2012年完工。

完工当時、直流XLPEケーブルでは世界最高電圧

UAE国内 超高压直流送電設備(±400kV)

Lightningプロジェクト：2022年受注、2025年完工予定。

中東地域初の超高压直流XLPEケーブル



インド超高压直流送電ケーブルシステム(±320kV)

PK2000：2017年受注、2021年完工。

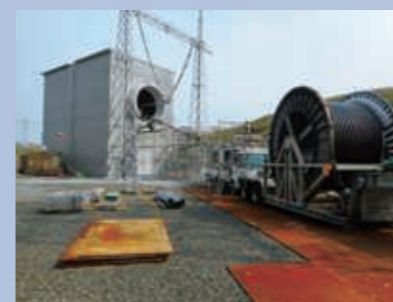
インド初の超高压直流送電ケーブル



新北海道本州間連系設備(+250kV)

新北本連系線(北斗今別直流幹線)：2015年受注、2019年完工。

海峡トンネル内への超高压ケーブル敷設工事としては世界最長



イギリス-アイルランド国際連系線(±320kV)

Greenlinkプロジェクト：2021年受注、2024年完工予定。

再生可能エネルギーの国家間融通による負荷平準化



脱炭素の両翼
「再生可能エネルギー」と
「直流送電ケーブル」

「同時同量」といって、電気は「つくる量＝使う量」を常に維持しながら供給されている。需要より少なくてもいけない、作り過ぎてもいけない。必要十分な量が発電されて安定供給が維持される。そういう特徴を持つエネルギーだ。

発電量が気象条件に左右される再生可能エネルギーの難しさがここにある。地域で発電して地域でその電気を消費するとなると電力供給がどうしても不安定になるのだ。だが広域で連系する送電網でたくさんの発電設備をつなぎ、まとまった供給量が得られれば、余っている消費地の電気を不足している消費地に送り届けることができる。さらに、再生可能エネルギーの発電所は、洋上風力をはじめ、遠隔地にある。これらの理由から脱炭素社会の実現のために絶対に必要になるのが、大容量長距離送電に堪える高電圧直流(HVDC)ケーブルだ。

欧州では今、北海やバルト海の沖合に「エナジーアイランド」と呼ばれる洋上風力の発電拠点を建設し、周辺国で電力をシェアする計画が進んでいる。当然、「直流」の連系線を増強し、国際送電網をさらに拡充していくことになる。

「再生可能エネルギー」と「直流送電ケーブル」は、ふたつでひとつ。世界をカーボンニュートラルに導く両翼といえるだろう。

「直流送電ケーブル」の
スペシャリストとしての使命

欧州だけではない。先の COP26 では、これまで踏み込んだ数値目標に言及することのなかったインドが「再生可能エネルギーの比率を2030年までに50%にする」と表明した。同国では2021年に、住友電工で高電圧直流(HVDC)ケーブルを製造・敷設した連系線が運用を開始している。±320kVの「直流XLPEケーブル」だ。こうした連系線の新設・拡充は世界各地で現在進行形で進んでおり、住友電工への引き合いも年々高まっている。まさに世界が連系線で結ばれるカーボン

ニュートラルの時代も現実味を帯びてきた。

国内外で数々の連系線プロジェクトを見届けてきた常務執行役員で社会システム営業本部長の柴田泰行は、拡大する脱炭素社会の市場環境に対して、メーカーとしての矜持を語る。

「脱炭素社会の実現は、待たなしの状況です。その中で具体的に技術や製品で課題解決できるのが私たちメーカーです。特に再生可能エネルギー普及のためには、直流送電ケーブルが不可欠です。私たちが開発した『直流XLPEケーブル』は、約30年にわたって粘り強く研究を続け、材料技術から自社開発したまさに私たちのアイデンティティを体現した世界に類を見ない製品です。この技術を糧に、社会を支えられることを何よりの誇りに感じています」(柴田)

さらに、カーボンニュートラルにコミットしていく決意を熱く続ける。

「私たちがカーボンニュートラルを実現する、それぐらいの信念を持って取り組んでいきます。今後も製品の品質をさらに向上させ、生産拠点も拡充していきます。持てる専門性を活かして、脱炭素社会のど真ん中でしっかり貢献することで、世界に『SUMITOMO ELECTRIC』の名を刻んでいきたい」(柴田)

グローバルな舞台の主役として、ひとつでも多くの「直流XLPEケーブル」を送り出し、世界中を持続可能な未来へとつなげていく。住友電工の挑戦はすでに始まっている。



常務執行役員 社会システム営業本部 本部長 柴田泰行

電力に国境はなし
～直流XLPEケーブルで、世界の人の未来をつなぐ～



片山 誠

研究企画業務部次長 兼 企画部長

- 1993 入社
- 1993 電力システム技術研究所電磁応用システム研究部
- 1993 播磨研究所
- 2000 横浜研究所光通信研究部
- 2005 光通信研究所光部品研究部光精密実装グループ長
兼 解析技術研究センターフォトニクス解析グループ
- 2008 研究企画部
- 2009 INNOVATION CORE SEI, INC. (米国) 社長
- 2016 研究企画業務部連携推進室長
- 2019 研究企画業務部企画部長
- 2021 研究企画業務部次長
兼 研究企画業務部企画部長

「天の時、地の利、人の和」——この言葉を私は一貫して実践してきた。

「人の和」とは、「仲良しクラブ」ではない。

一人ひとりが自分のやりたい事、信念を持ち、自己研鑽しながら

共感をもって力を合わせていく姿だ。

ゼロを1にするために“共感”を創る

「これまで接したことがなかった人や組織との対話」
それこそが新規事業開拓の道

「Fear(恐れ、恐怖)」を乗り越えるためにすべきこと

「住友電工が放射光の産業応用を研究する組織を立ち上げる。合流しないか」。大学の研究室の先輩が声をかけてくれていなかったら、私は学者として人生を歩んでいたはず。実を言うと、博士課程で核融合の研究をしていた当時、就職した修士時代の仲間が、「つらい」だのなんだのと言いながら、いきいきと仕事の話をするのを内心羨ましく感じていました。「自分ももっと直接的な社会貢献がしたい」そんな思いに駆られて入社を決めたのです。

播磨研究所に配属されると、「若い人にも責任を持たせて仕事を進めさせる企業文化がある」と聞いていた通り、すぐにビームライン*1の企画設計から完成までを任せられました。その後もSPRING-8(スプリングエイト)*2の活用推進の準備といったプロジェクトを経験する中で、「企業における目的基礎研究とは何か」を体得していききました。播磨研究所では、まだ世間に知られていない研究段階のものをいかに事業化するか。どのように社会に還元していくか。つまり「ゼロを1にする」ための模索を続ける毎日でした。研究員たちはアイデア出しのためにいつも必死に情報をインプットしていて、私もビジネス書を読み漁っていました。

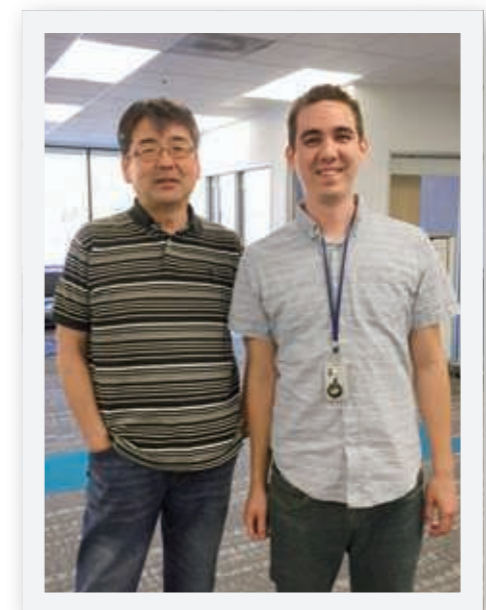
「Fact(既知の事柄), Faith(仮説), Fear(恐れ、恐怖)」という未来洞察のセオリーを知ったのもこの頃です。ここで言う「Fear」とは「知らないことすらわかっていない」ということ。新しいことを始めるにはこの「Fear」を乗り越えなければならず、そのためには「これまで接したことがなかった人や組織と対話」するしかない。「ゼロを1にする」ためにどうあるべきか。これはその答えだと確信しました。しかし後年、それがいかに困難か身をもって知ることになるとは思ってもみませんでした。

*1:ビームライン:放射光を利用するための設備
*2:SPRING-8:兵庫県播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる大型放射光施設

シリコンバレーの憂鬱な金曜日

その後、横浜研究所での光部品の開発を経て、2008年に研究企画部に配属になりました。米国、INNOVATION CORE SEI, INC.

(ICS)への赴任を打診されたのは翌2009年春。与えられたミッションは、「世界の実験場であるシリコンバレーで、新規ビジネスを開拓せよ」というもの。それは、社長直轄プロジェクト「住友電工の30年後を考える取り組み」で私自身が提言した「実証事業を推進する事業」にほかならなかったのですが、正直、まさか自分がアサインされるとは思っていませんでした。



日本に帰任して1年後、出張で久しぶりにICS事務所を訪問。同僚だったミラードさんとカジュアルフライデーに再会を果たす

ICSへの赴任後まず取りかかったのは、インテルが主導していたパソコンやテレビなどデジタル家電機器間で使用する次世代通信規格Light Peak(後のThunderbolt)の開発への参入。最初は社名すら覚えてもらえず「SUMIMOTO」と呼ばれる始末でしたが、無理にでも話題を作って営業のメンバーと一緒に毎週金曜午後にはアポイントを入れて訪問。それを何ヶ月も続けました。カジュアルフライデーが根付いていることもあり、訪問しても会えないこともありましたが、それでも決めたからには行く。モチベーションはそれだけで、金曜日があんなに憂鬱だったことはありません。

そんなある時、先方の開発品に不具合が発生したことを知り、その場で「解決策を検討したい」と提案。以前所属していた光通信研究所に相談したところ、わずか2週間足らずで解決策を提案できました。それがきっかけとなり、インテル側の研究者を何人が紹介してもらい良好な関係が構築できました。さらに

「燃線で生じる問題を極細同軸線で解決できる」という提案が評価され、プロジェクトで最初のベンダーとして住友電工が起用されました。多様な技術シーズを持ち、関係部署が速やかに連携して対応できる住友電工グループの総合力の賜物。そう実感しました。

共感しながら協創する「人の和」

もうひとつ、金曜日に自分に課していたことが、ネットワーキングイベントへの参加です。リーマンショックの真っ只中にもかかわらず、シリコンバレーには独特の活気がありました。イベントがどこかしらで開催されていて、初対面のエンジニア同士がグラス片手にオフレコ情報を交換し合う。そんな光景が当たり前でした。人見知りの私は行くまでは憂鬱なのですが、行ってしまえばお酒が入り饒舌になれるので楽しい場所でした。

当時は、後にGAFA(Google, Apple, Facebook, Amazon)と呼ばれる巨大IT企業がスタートアップを吸収合併しながら急成長中で、インドや中国のエンジニアが大量に雇用されていました。サンノゼの公道では、ある企業が自動運転の実験をしているのを見かけたことも。今で言うPoC(概念実証)であり、新しい事業が生まれる最初期の段階です。それはまさに私たちがやろうとしていたことで、あの「Fact, Faith, Fear」の「Fear」への取り組みです。気づけば「ゼロを1にする」ための答えを、シリコンバレーで実践していたのです。外へ出て、人と出会い、やろうとしていることを語り、相手の本音を真剣に話してもらおう。この「初めての人や組織との対話」からすべては始まっていたのです。

昔、大学時代の恩師から、「天の時、地の利、人の和」*3と薫陶を賜りました。いまだ成らずですが、一貫して実践してきたつもりです。「人の和」とは、「仲良しクラブ」ではありません。一人ひとりがやりたい事、信念を持ち、自己研鑽しながら共感をもって力を合わせていく姿のことです。

住友電工がサステナブルに成長していくには、高い能力を持った人材が共感しながら協創する「人の和」が重要であり、そういう活動が新しい事業を生み出していくのだと私は考えています。

*3:「孟子」の言葉。天の与える好機も土地の有利な条件には及ばず、土地の有利な条件も民心の和合には及ばないとする

住友電工の1枚——あの日、あの時

2010

アルミワイヤーハーネス販売開始



自動車のすみずみに張り巡らされているワイヤーハーネス

社会的・地球的課題への取り組み

2010年、住友電工は自動車向けアルミワイヤーハーネスの販売を開始しました。ワイヤーハーネスとは、電力供給や信号通信に用いられる複数の電線を束にして集合部品としたものです。自動車の機能増加に伴い、搭載される電子機器も増加しています。これらの機器をつなぎ、さまざまな電気、信号を車内のすみずみまで伝達します。

住友電工グループは、戦後間もなくこのワイヤーハーネスの開発・生産に着手。1960年代、高度経済成長とそれに伴うモータリゼーションの波を受け、急速に生産を拡大しました。

そして近年、社会的・地球的課題とされるCO₂排出削減として、自動車産業が取り組んだのが、エネルギー消費量の抑制であり、その実現のための燃費の向上です。エンジンの燃焼効率の向上と併せて、車体の「軽量化」が不可欠でした。ワイヤー

ハーネスに使用される電線は、導電性に優れた銅電線が一般的ですが、車体軽量化に因應するため、当社グループは高い強度と高い導電率を両立させた自動車専用のアルミ合金電線を開発し、銅電線と同じ導電性能でかつ重量を半分に抑えることに成功しました。2010年販売時点では、耐振動性が銅電線に劣り、適用範囲がドアなどの室内配線や運転席周りのインストルメントパネル配線などに限定されていました。

2015年、当社グループの技術力を生かし、銅電線を超える強度を持つ高強度アルミ合金電線の開発に成功。これにより、エンジンの周囲など、振動が激しい部位へのアルミワイヤーハーネスの搭載が可能となりました。軽量化に加え、アルミは銅に比べ埋蔵量が数倍多いことから、資源の節約にも貢献しています。

・[id]vol.02 特集:「アルミワイヤーハーネスが変える自動車、そのミライ」もご覧下さい。
<https://sei.co.jp/id/2017/10/project/>

住友電工グループ・未来構築マガジン
id vol.18

「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://sumitomelectric.com/jp/id>



発行 2022年6月(季刊)
企画・発行 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)
編集発行人 堀葉 祐一郎
編集・制作 ユニバーサル・コンポ有限公司