

id

住友電工グループ・未来構築マガジン 第3号

vol. **03** 2018

Innovative Development,
Imagination for the Dream,
Identity & Diversity

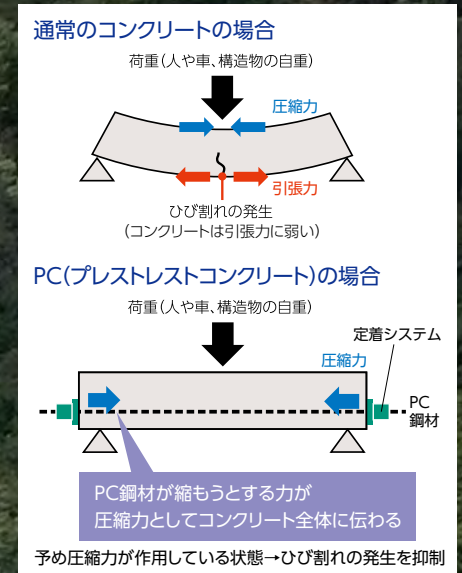
特集 世界の社会インフラを支える
PC鋼材の持つ
パワーとその可能性

世界の社会インフラを支える PC鋼材の持つパワーとその可能性

長大橋梁建設に不可欠 知られざる「PC 鋼材」のチカラ

PC 鋼材とは、PC（プレストレストコンクリート）に使用される材料で、高い張力と優れた靱性（材質の粘り強さ）を兼ね備えた高強度鋼材である。通常のコンクリートでは、圧縮力に強い反面、引張力に弱いという弱点がある。

この課題解決に極めて有効なのが、鉄筋の5～7倍の強度を持つPC 鋼材であり、現在、コンクリートの長大橋梁建設においては、ほとんどPC が採用されている。PC構造では油圧ジャッキでPC鋼材に引張力が与えられる。そのPC鋼材が縮もうとする力をコンクリートに伝えることでひび割れの発生を抑制し、構造物の強度と健全性を確保するという原理だ。



プロジェクト id 社会課題への挑戦

経済活動や社会生活の基盤となる道路網。日本は高度経済成長期に高速道路の整備を急速に進めた。現在では、経年劣化に伴う改修の必要がある一方で、持続可能な社会インフラとしての新たな開発要請も高まっている。日本の高速道路は山間部や河川などを通過することから、必然的に橋梁が必要とされるが、現在、橋梁建設には多岐にわたる社会的課題が存在する。安全性はもちろんのこと、省力化・省人化、工期短縮などによる生産性向上、さらには長寿化や環境負荷低減など、かつてのインフラ整備とは異なる新たな課題が山積しているのだ。住友電工は、橋梁建設に際してこれらの課題解決を支援する取り組みを推進。それが、高強度・高耐久の特性を有する高機能「PC 鋼材」の供給である。

持続可能な社会の実現に向けて インフラを整備せよ

～新名神高速道路から東北復興支援、そして海外へ～

建設が進む新名神高速道路（楊梅山高架橋）
移動作業車 32 基同時施工の様子は一刻を争う工事
現場を物語る。（写真提供：三井住友建設（株））



新名神プロジェクトを支えた PC 鋼材技術 ～武庫川橋・安威川橋・楊梅山高架橋～

橋梁の軽量化に求められた スーパーハイテンシステム

関西・中部間を繋ぐ ダブルネットワークの誕生

日本の重要な交通インフラとして東西の主要都市を結ぶ大動脈の一つが、名古屋～神戸間の名神高速道路だ。日本の経済・生活を支える基幹道路だが、交通量の増大に伴う慢性的な交通渋滞や災害などの緊急時に路線機能が停止するなどの課題を抱えていた。そこで求められたのが新たな交通インフラである全長 174km におよぶ新名神高速道路だ。これにより、関西と中部を結びダブルネットワークが形成される。渋滞緩和や緊急時の代替路として円滑な交通確保

を実現するものであり、さらには時間短縮による経済効率化、地域貢献にも資するビッグプロジェクトである。

世界最高強度の PC 鋼材 高耐久性と定着システム

新名神高速道路建設において、住友電工スチールワイヤー（株）^{※1}（以下、住友電気工業（株）含め総称して住友電工）が提供した PC 鋼材が多数採用されている。住友電工は昭和 30 年代に、当時の西ドイツ・ディビダーク社から長大 PC 橋梁の建設工法のライセンスを取得し日本に導入、高度成長

期とともに PC 鋼材関連事業を成長させてきた。その後、一層の高強度化を追求し、JIS 規格の従来型と比べ、約 20% 強度を高めた世界最高強度 PC 鋼材^{※2}を生み出している。重要なポイントは、PC 鋼材自身の強度を向上させることにより、従来とほぼ同径で高強度化を実現した点にある。また、PC 鋼材の高機能化も推進。その一つが高耐久性（防食性）PC 鋼材の開発である。予め工場で PC 鋼材にエポキシ樹脂や PE（ポリエチレン）樹脂を被覆した PC 鋼材の開発で長期信頼性も飛躍的に向上させている。

くわえて重要なのが、コンクリートに圧縮力を効率的に伝え、緊張した PC 鋼材を橋



世界の社会インフラを支える PC 鋼材の持つパワーとその可能性

梁に据え付ける定着という工程だ。PC 鋼材と定着システム（定着を行うための部品群）をトータルで提供できるのも住友電工の大きな強みの一つである。

※1 住友電工スチールワイヤー（株）は 2002 年 10 月に住友電気工業（株）より分離・独立し、特殊金属線製品の総合メーカーとして発足。海外への販売は住友電気工業、製造・開発・国内への販売は住友電工スチールワイヤーが担う。
※2 JIS 規格 PC 鋼材は 1,860MPa。これは外径 15.2mm の PC 鋼材で乗用車約 25 台の重量に相当。世界最高強度の PC 鋼材は 2,230MPa で、製造できる企業は世界でも数社に限られる。

課題解決を力強く支援した 「スーパーハイテンシステム」

今回、住友電工が提供したのが、前述の世界最高強度の PC 鋼材と定着システムからなる「スーパーハイテンシステム」だった。通常の PC 鋼材と同等の径で高強度を実現できることから、PC 鋼材を束ねたケーブルの本数を減らすと同時に、限られたスペースで適切な定着システムの配置を実現。さらに PC 鋼材にエポキシ樹脂被覆をはじめとし



三井住友建設（株）
水野 克彦氏

た高耐久性防錆仕様を施した。

この「スーパーハイテンシステム」は、新名神高速道路の「武庫川橋」「安威川橋」「楊梅山高架橋」建設において採用されており、長大橋梁建設で高い評価を獲得、省力化・軽量化に大きく貢献した。

武庫川橋に要請された 軽量化と高耐震性という課題

武庫川橋の特徴の一つは、主桁にバタフライウェブ構造^{※3}とエクストラード構造^{※4}を組み合わせた点にあり、これは世界初の試みだった。設計施工を担当した三井住友建設（株）水野克彦氏は語る。

「求められたのは、徹底した軽量化と耐震性の向上でした。バタフライウェブ構造は形状から、エクストラード構造は低い主塔（桁高 4 m）を採用することでコンクリートや鋼材の使用量を低減できます。橋桁を軽量化することで耐震性が高まり、基礎も橋脚もスリム化できることから、経済効率性向上、環境負荷低減も可能となります。これらのニーズを満たすために要請されたのが、高強度 PC 鋼材でした」

主桁重量が軽減したことで、張出し施工（橋脚から左右に橋本体を延ばしていく架設方法で、通常 3 ～ 4 m を 1 ブロックとする）における総ブロック数を低減。施工全体の省力化、工期短縮、それに伴う環境負荷低減にも寄与した。

「高強度 PC とその定着システムがあったからこそ実現した橋梁です。住友電工には、製品提供だけでなく、施工現場における様々な技術的課題にも対応していただきました。頼りになるパートナーと実感しています」

※3 蝶型の薄型パネルに置き換えたもの。

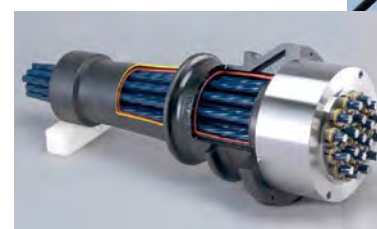
※4 主塔に定着された斜ケーブルにより橋桁を支持する橋梁構造。

武庫川橋

内部充填型エポキシ樹脂被覆 PC 鋼材



ディビダーク®定着システム



プレグラウト防食 PC 鋼材



斜ケーブルを支える主塔定着部



32 基の移動作業車による 同時施工という超大型工事

楊梅山高架橋は、上下線とも橋長 1,100 mを超える長大橋梁である。この施工現場は安威川橋・武庫川橋と同じく移動作業車を使用した張出し施工であるが、他とは異なる特有の大きな課題があった。設計施工を担当したのが三井住友建設 (株) 片健一氏である。

「本橋では、通常は 10 基前後使用する移動作業車を最盛期に 32 基投入、同時に施工するという超大型工事でした。同時施工においてトラブルは許されません。ある現場で工事がストップすれば全体の工程に影響を及ぼすからです。現場の施工能力が試された工事でした。そして工事進捗に欠かせなかったのが、PC 鋼材の的確かつ迅速な供給だったのです」

ジャストインタイムで施工現場に 高強度 PC 鋼材を届ける

PC 鋼材の的確かつ迅速な供給は絶対的
使命だが、大規模な楊梅山高架橋では、高

世界の社会インフラを支える PC鋼材の持つパワーとその可能性



楊梅山高架橋 (写真提供:三井住友建設 (株))

1,000tの高強度PC鋼材を タイムリーに供給せよ

強度 PC 鋼材の使用量が約 1,000t にのぼった。住友電工の高強度 PC 鋼材の総出荷量が 10 年間で合計約 3,000t であったことからその規模がうかがい知れる。加えて、PC 鋼材は生産し輸送すればいいというもの

三井住友建設 (株)
片 健一氏



三井住友建設 (株)
永元 直樹氏

新名神高速道路の 橋梁プロジェクトを支えた 住友電工の若手社員

設計施工を担当した三井住友建設 (株) 永元直樹氏もその点を指摘する。

「軽量化は我々橋梁技術者にとって、変わらない大命題なのです。いかにコンクリート量を減らすことができるか。それは、我々がコンクリート橋のパイオニアとして、長年にわたって取り組んできたテーマでもあります。安威川橋の場合、支間が非常に長く、その自重を支えるために必要な PC 鋼材本数が非常に多くて配置が困難でした。そこで、スーパーハイテンシステムを活用することにより鋼材本数を約 2 割減らし、世界最長の構造を実現することができました」

安威川橋——世界最大の 支間長・橋桁高への挑戦

安威川橋では、PC 鋼材の高強度化が求められた。安威川橋は上り線で 179 m、下り線で 170 mの支間長 (橋脚スパン) を有しており、橋脚部の最大桁高は 11.5 mになっている。これは、桁橋形式の波形鋼板ウェブ橋として支間長・桁高ともに世界最大の橋梁だ。安威川橋の構造形式を成立させるためには、軽量化が大きな課題であった。



岸本 祐香
「高強度 PC 鋼材の新技術開発を担当。今後
も生産技術の革新や新製品開発に取り組んで
いきます」

中上 晋志
「PC 鋼材を定着させる
部品の設計開発を担当。今
後も生産技術の革新や新
製品開発に取り組んで
いきます」

中谷 尚史
「楊梅山高架橋の営業
と製品管理を担当。橋
脚ができたときから携
わっていますから感慨
もひとしおです」

田中 秀一
「高強度 PC 鋼材の生産技
術・量産化を担当。市場
への大幅な普及に貢献
できたことに、技術者としての
やりがいを感じます」

ではなかった。それだけの物量を保管しておく場所が施工現場にはないため、「必要な時に必要な量」を供給する必要があった。文字通り、ジャストインタイムの対応が求められたのだ。それに応えるため、陸上輸送における不測の事態も考慮し、綿密な生産・輸送計画を立て、施工の進捗状況を見極めながらデリバリーをコントロールした。

「見事に応えてもらいました。両社のこれまでの信頼関係の賜物と感じています。今後の課題は施工現場の PC 周辺機材の小型・軽量化。大規模工事になれば全体の物量が増えますから、それが、施工現場の生産性向上をもたらすトリガーにもなると思います。住友電工と共に、施工現場をドラスティックに変えるイノベーションを起こしていきたいと思っています」 (前出・片氏)

東日本大震災からの復興 進む交通インフラ整備

2011年3月に発生した東日本大震災は、甚大な被害を及ぼした。被害は多方面に及んだが、中でも、鉄道、道路などの交通ネットワークが寸断されたことは、地域社会に大きなインパクトをもたらした。しかし、道路は人的支援や物資の緊急輸送路として不可欠であり、被災地と内陸部を結ぶ重要性が再認識されたのである。今回、住友電工は、震災からの早期復興を図るリーディングプロジェクトとして位置付けられている東北中央自動車道 相馬福島道路の「月舘高架橋」にPC鋼材を供給した。

塩害・凍害という課題 長寿命化の実現に向けて

月舘高架橋は橋長462m、相馬福島道路において最大規模のPC橋梁である。この施工管理を担ったのが鹿島建設（株）盛田行彦氏だ。

「求められた要素の一つが長寿命化。地域的に塩害、凍害のリスクが高く、将来的



東北中央自動車道 相馬福島道路

月舘高架橋 (写真提供：鹿島建設（株）)

光ファイバが橋梁の健全性を見守る ～復興支援道路・月舘高架橋～



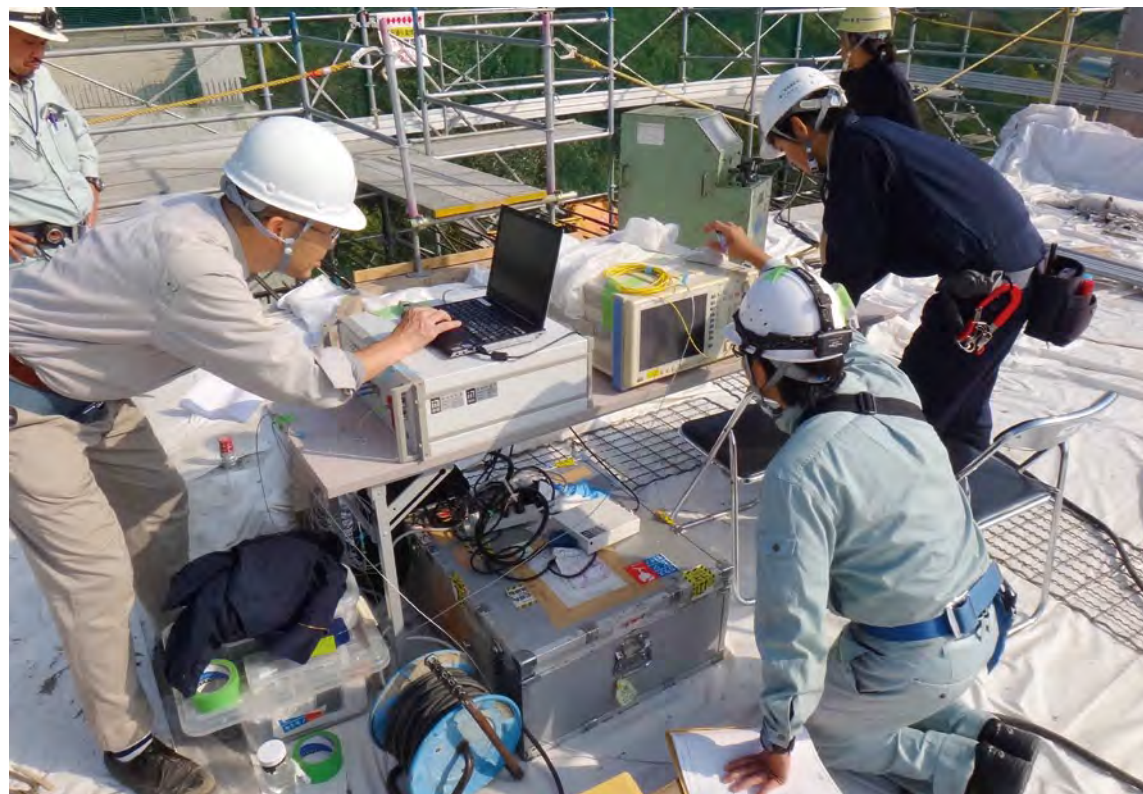
鹿島建設（株）
盛田 行彦氏

なライフサイクルコストを低減するための高耐久性が要請されたのです。コンクリートそのものの品質に加え、高耐久のPC鋼材は必須でした」

こうしたニーズに応じて住友電工は、通常の防食PC鋼材に加えて、PEで被覆した二重防食PC鋼材を供給。定着システムもエポキシ粉体塗装などの塩害対策仕様の製品を供給した。

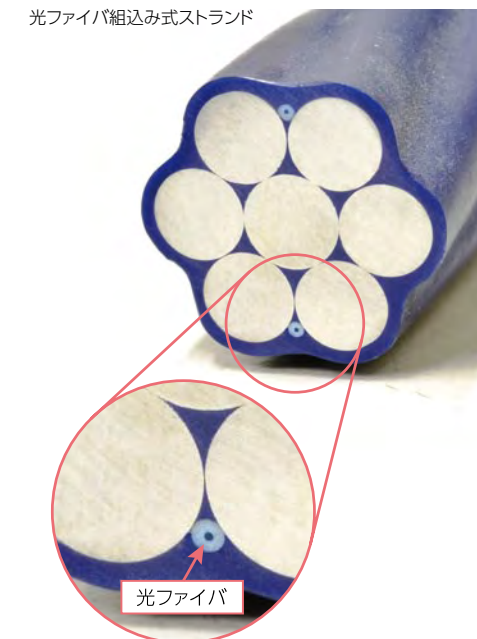
PC鋼材の張力を モニタリングする

今回の施工において、住友電工は画期的な技術も導入している。それが光ファイバセンサーを組み込んだPC鋼材「光ファイバ



計測の様子 (写真提供：鹿島建設（株）)

世界の社会インフラを支える PC鋼材の持つパワーとその可能性



組込み式ストランド」だ。光ファイバに生じるひずみを計測することで、従来技術では難しかったPC鋼材にかかる張力の全長にわたる分布の把握が可能となった。エポキシ樹脂被覆内に組み込まれているため、施工時に光ファイバが損傷するリスクもなく、長期間の計測を可能としている。本製品は、鹿島建設（株）とヒエン電工（株）および住友電工の3社共同開発によって生み出されたものだ。鹿島建設（株）曾我部直樹氏は開発を牽引したメンバーの一人である。

「月舘高架橋などのPC橋梁の施工・維持管理におけるニーズの一つに、PC鋼材の張力管理がありました。そのために、鹿島建設（株）が以前から持っていた、光ファイバで張力を測定する構想を具現化しようと考えたのです。光ファイバとPC鋼材を一体化させるという課題を解決するには、PC鋼材のプロである住友電工の技術力が不可欠だったのです」

PC鋼材と光ファイバの一体化 施工現場で直面した問題

住友電工側で開発を担ったのが及川雅司



及川 雅司



鹿島建設（株）
曾我部 直樹氏

だ。「エポキシ樹脂の中に光ファイバを組み込み、完全に一体化させる生産技術を開発したことで、PC鋼材の高耐久性を維持した上で長寿命のセンサー機能を付与することを可能としました。しかし、被覆が強固であるため、計測器と接続する光ファイバをPC鋼材から取り出す作業は困難を極めました。当初は人手で削りだすなど、工事の進捗に影響する程の作業時間がかかっていました」

及川らは、今までの技術開発で積み重ねてきた知見を結集。PC鋼材の被覆をはがして光ファイバを取り出す工具や方法を何度も検討し、ついに実用に耐えうる大幅な作業時間短縮を実現した。

「光ファイバセンサーによる張力管理は、極めて画期的なものです。今後は、モニタリングデータをどのように活用していくかが問われます。住友電工のスタッフと共に、トータルな視点で、維持管理技術の高度化に取り組んでいきたいですね」（前出・曾我部氏）

また、住友電工が開発した張力をピンポイントで測定する磁気張力センサー「SmART Cell®」も月舘高架橋に適用されている。PC鋼材や定着システムの開発・供給に留まらない周辺システム製品群の充実が、PC技術の信頼性向上をもたらしている。



SmART Cell®



海上で進められる張出し架設



橋の内部に張り巡らされた防食 PC 鋼材
(写真提供：三井住友建設 (株))

ベトナム経済を支える海上橋梁 高い防食性と工期短縮の要求

ベトナムは新興経済アジア諸国の中でも、毎年高い GDP 成長率を示し続けている国の一つだ。近年、首都ハノイ市北部に多くの外国企業が進出しており、その経済発展を受けて、日本の JICA（独立行政法人 国際協力機構）資金で着手されたのが、ハイフォン市ラックフェン地区国際大水深港の建設であり、そのアクセス道路の一部として建設された「ラックフェン橋」だ。現地建設会社と共に施工を担当した三井住友建設（株）西村一博氏に話を聞いた。

「ラックフェン橋は橋梁区間 5.4km を超える、ベトナムで最長の海上橋梁です。海上であることから、PC 鋼材には高い防食性能が求められました。そのニーズに応えたのが、住友電工の防食 PC 鋼材です。二重被覆による耐食性と堅牢性を持ち、作業現場でのグラウト（セメントミルクや樹脂などの

防錆材料）注入作業や PE 管接続が不要となるため、工期短縮や省力化にも大きく寄与しました」

だが、実際の現場への輸送、そして導入までには大きな課題があった。

現地でのケーブル加工という難問 地道かつ粘り強い取り組みが 実を結ぶ

国内では通常、鋼材メーカーが工場所で所定の長さに切断し、複数の PC 鋼材を一本に束ねたケーブル加工を行った状態で納入する。しかし、その方法でベトナムに輸送することは、コスト面で著しく効率が悪い。検討を重ねた結果、切断前の製品を現地に納入し、現地での切断・加工を行う方法が採用された。ベトナムに出向き、現地指導にあたったのが住友電工の草野初司である。

「課題は、加工から桁内挿入まで PE 被覆されたエポキシ樹脂被覆 PC 鋼材の表面を



海を渡った高機能 PC 鋼材、実現した長大海上橋 ～ベトナム・ラックフェン橋～

ラックフェン橋 (写真提供：三井住友建設 (株))

決して傷つけないということでした。現地での加工は、木製ドラムに巻きつけられた 1 本のケーブルから 60m 単位で切断し 19 本に束ねるという作業。しかしベトナムの作業者は PE 被覆された防食 PC 鋼材を予め束ねて挿入した経験がありません。コンクリートや鉄筋の角などで損傷させないように、細心の



三井住友建設 (株)
西村 一博氏

の注意が必要であることを理解・納得してもらい、粘り強く指導。さらに、60 m の長さ確保する設備や加工に必要な器具開発など、様々な工夫を重ねたことで、現地でのケーブル加工・挿入が実現しました」
こうした人の手による地道な取り組みが、ベトナム経済の新たな動脈の誕生を支えたのだ。

PC 技術の未来展望 日本発の高機能 PC 鋼材を 世界へ

PC 技術が採用されているのは橋梁ばかりではない。大規模 LNG タンクや上下水処理タンク、線路のコンクリート枕木、グラウンドアンカーなどにも適用されてきた。また柱のない広大な空間を実現できることから、体育館やホールなどの建築物のほか、最近では、風力発電のシャフトにも採用されている。住友電工の PC 事業を統括する山田真人

は語る。

「過去に蓄積された社会インフラを、最新の技術を用いてより健全な状態で長寿命化を図ること、それが我々の社会的使命です。そのためにも、PC 鋼材の高機能化・高付加価値化を進め、周辺技術をパッケージにしてトータルにソリューションを提供すると共にさらなる用途開発を進めていきたいです」

同時に視野に入れているのが海外展開である。

「先進国ではインフラの老朽化が進み、新興国では旺盛な開発ニーズが高まっています。このため、現在、米国 3 ヶ所とインドネシアに製造拠点を有するなど、グローバル展開を推進しています。高機能 PC 鋼材がインフラの長寿命化に資することを訴求する一方、世界に先んじて住友電工の技術開発力が生み出した高強度・高耐食性 PC 鋼材や光ファイバセンシングなどを、国際的スタンダードとする標準化戦略も推進していく考えです」

日本発の PC 鋼材を世界へ。その取り組みが世界のインフラ整備への貢献、ひいては世界の人の豊かな生活の実現に寄与することを、住友電工は確信している。



山田 真人

通信用光ファイバは近赤外光を用いるため通常は可視光を放ちませんが、本写真では写りやすくするために当社フルカラーレーザーモジュール「RGB-One」の駆動ユニットを光源として光ファイバを光らせています。

「未知なもの、新しい現象に出会った時、それがどんなに困難な壁であっても、明らかにするために徹底して考え抜くこと。その先に見える光が、新たな地平を照らす」

林 哲也

光通信研究所
情報伝送技術研究部 主査

2006年 住友電気工業(株)入社。光通信研究所配属。以来、現在に至るまで一貫して光ファイバの研究開発に従事
2009年 マルチコア光ファイバの研究開始
2013年 マルチコア光ファイバの研究で博士号取得
2016年 「長距離大容量伝送に適した結合型マルチコア光ファイバの開発」により、米国光学会で、日本人として二人目となる「The Tingye Li Innovation Prize」*を受賞

* The Tingye Li Innovation Prize：光通信関連で世界最大の国際会議である OFC (Optical Fiber Communication Conference) と、レーザー・光エレクトロニクス関連で世界最大規模の国際会議である CLEO (Conference on Lasers and Electro-Optics) において、それぞれ毎年 1 名の最も革新的なアイデアを提示した 39 歳以下の若手研究者に授与される賞

定説は疑ってかかり、自ら考え抜く
次世代通信の世界を拓くマルチコア光ファイバの開発

2016 年 日本人として二人目となる
「The Tingye Li Innovation Prize」を受賞



光の通り道の違いによって受信する信号にタイムラグが生じ、情報の復元に多大な計算を要することが大きな課題でした。そこで独自に、信号のタイムラグを大幅に抑制可能な MCF 設計を実施し、試作検証により 10,000km を超えるような超長距離伝送においても十分実用に耐え得ることを実証しました。また、この試作においては当社が得意とする極低損失光ファイバ製造技術を適用可能な設計をおこなうことで、製造技術者の尽力により、高品質な極低損失 SMF に比類する低損失も同時に実現することができました。

このような光学特性の面でも優れた長距離大容量伝送に適した結合型マルチコア光ファイバを、標準的な 125 μm の光ファイバ外径で実現したことが、伝送性能の面でもガラスファイバの機械的信頼性の面でも将来の通信トラフィック増大に対して、十分に実用に耐えうる現実的な解を提示したものと評価され、米国光学会からの受賞につながったと考えています。研究者としての一つの節目となった研究であり、現在は、これら研究成果の実用化・量産化に向けた取り組みを進めています。

私が研究者として常に意識していることは、新しい事象や課題に突き当たったときに、定説や、教科書となるような論文・書籍などにも、見落としや抜けがないか、自分が理解・納得するまで検証し、考え抜くことです。

研究は、常に未知なものや新しいことと出会い、それを明らかにしていく世界です。時には、困難な高い壁が目の前にそびえていることもあります。それらを突破するためには、とことん考え抜き、物事にこだわり続けること。それが私の研究者としての流儀です。そうしたスタンスで、技術の進化を促し、広く社会を支える技術・製品を生み出す研究者に成長していきたいと考えています。

研究者として成長できる環境

大学院では光ファイバセンサーの研究に取り組みました。光ファイバセンサーは、光ファイバ中を伝搬する光の反射成分の変化を読み取ることで、光ファイバに沿った連続的な分布情報、たとえば温度や歪みなどをリアルタイムで正確に測定することを可能とするセンサーです。光の波長の性質に、科学的な面白みを感じて取り組んだ研究でした。修士課程を修了後は、アカデミアとは異なるフィールドで研究に取り組むことが、自身の成長を促すと考え、民間で研究者になる道を志向しました。

入社後、大学院の研究室の延長で光ファイバセンサーの研究開発に携わりましたが、結果の予測できる開発に物足りなさもありました。自分にとっての未知なるもの、新たなものに取り組みたい、そんな気持ちを抱いていたとき、光ファイバ自体の研究にアサインされたのです。現状の通信用光ファイバの性能向上の研究開発を経て、現在に続く研究テーマである、マルチコア光ファイバ (MCF) の研究につながっていきます。

通信伝送容量拡大への挑戦

光ファイバは、周知のように光信号を伝送するための非常に細い線です。光ファイバの登場によって、情報伝達のスピード、容量は飛躍的に拡大し、インターネットに代表される、今日の高度情報化社会の根幹を支えています。しかし動画配信やスマートフォンなど、様々なネットワークサービスの登場により、ネットワークを流れるデータ量は年々増加しています。これまで、波長分割多重*など多様な革新的技術によって、伝送量拡大に向けた改善が続けられてきましたが、従来のシングルモード光ファイバ (SMF) では伝送容量の限界に近付きつつありました。SMF はコアと呼ばれる中心部をクラッドと

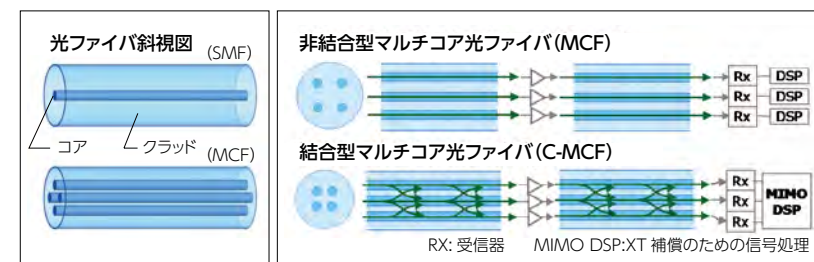
呼ばれる層で覆った同心円状になっており、光はコアの中にただ一つあるモード (光の通り道) に閉じ込められて伝わっていきます。SMF の限界を打破するために、光ファイバの中の光の通り道を増やす「空間分割多重」の研究がはじまりました。このような研究動向の中で、私は MCF に着目し研究開発を進めてきました。クラッド内に一つのコアを有する従来の光ファイバに対して、MCF は一つのクラッド内に複数のコアを備えたものであり、飛躍的に伝送容量の拡大が見込まれます。しかし複数のコアを備えることから、SMF には見られなかった特性劣化が懸念され、それを抑制できるかどうか、実用化に向けた大きな課題となりました。

とことん考え抜き、
こだわり続ける流儀

問題の一つはコア間で信号が干渉し合うクロストーク (XT) が発生し、通信品質が劣化することでした。実験から、従来の理論予測よりも遥かに大きな XT が発生することを発見し、これがファイバの曲げにより生じるコア間での光の波のずれに起因することを見だし実証した上で逆に、曲げによる光の波のずれを活用することで XT を抑制する手法を開発し、2011 年に情報通信研究機構ほかと共同で世界で初めて SMF の容量限界とされる 100Tb/s を超える容量での伝送実験に成功しました。最新の成果では、(株) KDDI 総合研究所との共同研究において、XT の抑制に加えて、各コア内のモードを増やしてモード分割多重をおこなうことにより、SMF の容量限界とされる 100Tb/s のさらに 100 倍 (10Pb/s) を超える大容量伝送を実現するに至っています。

このほかに、Bell Laboratories (現 Nokia Bell Labs) と取り組んだのが、XT を許容して、受信器で元に戻す方法です。XT を許容することでコアをより近づけられ

るため、現在の標準的な光ファイバと同じ太さでも大きな容量を実現できる利点がありますが、

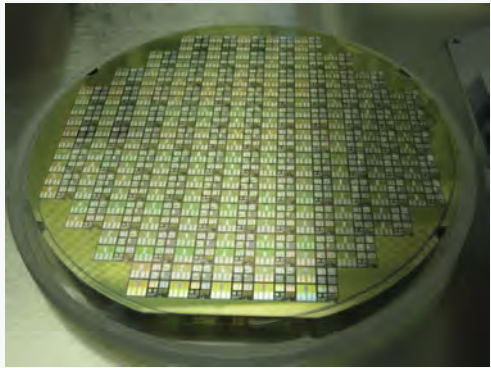


*波長分割多重:複数の信号をそれぞれ異なる波長の光で搬送し、光ファイバ 1 本当たりの伝送容量を増加させる伝送技術。

次世代素材と独自の技術開発で省エネルギー社会に貢献！ ～高品質SiCエピタキシャル基板「EpiEra®」の量産開始～



SiC エピタキシャル基板「EpiEra®」



6 インチ EpiEra® に形成されたデバイス

電気を使う機器に必ずと言っていいほど搭載されているパワーデバイス。電圧、周波数、交流と直流の変換など、電力変換をおこなう半導体のことです。世界のエネルギー消費量は、人口増加と新興国の経済成長により今後いっそう増加することが見込まれます。この中で、パワーデバイスの放熱によるエネルギーロスは、全世界で消費されるエネルギー量のおよそ5%と言われています。この損失の低減に必要なのは「大きな電力」を「効率よく変換する」ことで、この実現が、省エネルギー社会のための大きな力を握っています。

通常パワーデバイスはウエハと呼ばれる基板の上にエピタキシャルと呼ばれる薄膜の層を積み（エピタキシャル基板）、その上に微細加工をおこない作られます。従来使われていた単素材「Si（シリコン）」に代わり、次世代素材として注目されているのが化合物「SiC（炭化ケイ

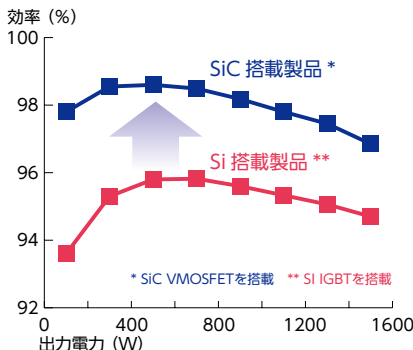
素）」。ダイヤモンドとシリコンとの中間的な性質を持つSiCは、硬度、耐熱性、化学的安定性に優れ、高電圧に耐えられる特長があります。これによりエネルギーロスの低減、製品の小型化が可能になると見込まれます。一方で、SiCは、欠陥がないエピタキシャル基板をつくることが技術的に難しいとされていました。

しかし、住友電工は長年培ってきた化合物半導体の技術に加え、独自開発の高精度シミュレーションに基づく成長技術（MPZ®）を取り入れ、高品質で信頼性の高いSiCエピタキシャル基板「EpiEra®」の量産化に成功。欠陥などが存在しない使用可能な面積率（DFA率）を指標に、業界最高レベルの99%以上を達成しました。住友電工では、さらに欠陥ゼロ（DFA率100%）の「無欠陥エピタキシャル基板」の実現を目指し、省エネルギー社会の実現に貢献します。

SiCを使用したことによる効率の変化について

住友電工の「家庭用蓄電システム POWER DEPO® II」に実験的にSiCパワーデバイスを搭載。現行のSiパワーデバイス搭載時に比べ、全出力範囲にわたり、2ポイント強の効率が向上しました。SiCパワーデバイスは、EV化が進む自動車や、エネルギー効率と軽量化が求められる鉄道など交通分野、エネルギーロスの大きな発電所などのエネルギー分野、データセンターなど電力の安定性と省スペース化が求められる情報通信分野での活用が期待されています。日本で使われているすべてのモーターで同様の結果が得られると仮定すると、約110億kWhの節電となり、300万世帯分の電力に相当する量となります。

効率グラフ（放電方向）
DC100V入力 AC100V出力 デバイス比較



「家庭用蓄電システム
POWER DEPO® II」

入力：100V 1kW
出力：100V 1kW
周波数：20kHz

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

モルドバに新工場設立、本格稼働開始！ ～自動車用ワイヤーハーネス33か国目の進出国～



左から（5人目）住友電工 副社長 西田光男、（6人目）パヴエル・フィリプ首相、（8人目）駐モルドバ日本国大使 好井正信氏、（9人目）住友電装（株）社長 川井文義、S.R.L. SE Bordnetze 関係のみなさん

人口およそ350万人、欧州内陸部でウクライナとルーマニアの間に位置するモルドバ共和国。

住友電工のドイツ子会社で、自動車用

ワイヤーハーネス事業を行う Sumitomo Electric Bordnetze SEは、2017年10月、このモルドバの中心部オルヘイにS.R.L. SE Bordnetzeの本工場を新設し、開所式を執り行いました。

自動車産業は大きな変革期にあり、当社も安定した生産・納入体制を構築し、欧州地域における一層の競争力強化を目指します。

S.R.L. SE Bordnetzeは、現在約470人で操業していますが、2019年には約

2500人まで拡大させる計画です。開所式にお越しいただいたモルドバのパヴエル・フィリプ首相から「2500人が母国モルドバで働くことができる。つまり、S.R.L. SE Bordnetzeの本稼働によって、モルドバの2500組の家族が幸せになるでしょう」とのお言葉をいただきました。開所式の様子は、地元のニュースでも紹介され、現地での期待の高さがうかがえました。

S.R.L. SE Bordnetzeが順調に拡大し、お客様の期待に応え、モルドバや欧州地域の雇用促進、産業発展に貢献できるよう努めます。



開所式にご出席いただいたパヴエル・フィリプ首相（右）と Sumitomo Electric Bordnetze SE 社長 三宅 哲之



住友電工は、びわ湖毎日マラソン大会を応援します ～日本で最も長い70年以上もの歴史と伝統を誇るマラソン大会～

2018年3月4日（日）に滋賀県大津市で第73回びわ湖毎日マラソン大会*が開催されます。1946年から毎年開催されてきた本大会は、これまで幾多の名勝負が繰り広げられた歴史と伝統を誇ります。今回は2020年開催の東京オリンピックの日本代表選手選考会も兼ねており、注目の一戦です。また、びわ湖毎日マラソン大会は、「環境問題」をテーマに掲げており、大会を通じて環境保全活動のキャンペーンにも取り組んでいます。私たち住友電工は、その取り組みや思いに共感し、2013年からびわ湖毎日マラソン大会のメインスポンサーを務めています。今後もマラソンをはじめとしたスポーツ支援活動を通じて、地域社会の発展に貢献します。

びわ湖毎日マラソン大会 2018 住友電工 SPECIAL SITE：http://www.sei.co.jp/lakebiwa-marathon/



写真提供：毎日新聞社

第73回びわ湖毎日マラソン大会
2018年3月4日（日）12時30分スタート
滋賀県大津市皇子山陸上競技場

※ 第73回びわ湖毎日マラソン大会 兼 ジャカルタ 2018 アジア競技大会日本代表選手選考競技会 兼 マラソングランドチャンピオンシップシリーズ 2017-2018
～東京 2020 オリンピック日本代表選手選考競技会～

住友電工の1枚——あの日、あの時

1922

世界最長 海底送電線の敷設



四阪島へのケーブル端引き揚げ

いくつもの困難を乗り越えて —愛媛県新居浜～四阪島間をつないだ技術—

1922年、当時の技術では不可能とされていた事業を住友電線製造所*が成功させた。愛媛県新居浜から沖合の「四阪島」まで、21kmに及ぶ海底ケーブルの敷設である。

煙害対策のため、無人島であった四阪島に精錬所が移転されたのは1905年。以来、島内にある火力発電所の燃料用石炭の輸送費用に苦しんでいた。対岸の新居浜には大きな水力発電所があり、送電できれば費用は5分の1で済む。しかし、当時海底ケーブルの最長距離はサンフランシスコに敷設された約11km（7マイル）。その約2倍弱となる技術は世界中のどこにもなかった。

おりしも、火力発電所が損傷。新居浜から送電線を引くことが決定され、住友電線にケーブルの設計製造から敷設までの一切が委ねられた。住友電線は欧米の海底ケーブルを徹底的に調査、経験や知見を結集し創意工夫に満ちた高性能ケーブルを完成させる。暴風雨による工事の中断、ケーブル不良の発生など度重なる苦難を乗り越え、当時としては世界最長の海底ケーブルの敷設を20日以上かけてついに成し遂げた。この経験が、住友電線製造所の海底ケーブル技術を飛躍的に高めることとなったのである。

※現在の住友電気工業株式会社

id

住友電工グループ・未来構築マガジン
vol. 03 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/>



発行月
企画・発行

2018年1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）
堀葉 祐一郎
ユニバーサル・コンポ有限公司

編集発行人
編集・制作