

id

住友電工グループ・未来構築マガジン

vol. 19

Innovative Development,
Imagination for the Dream,
Identity & Diversity



特集

再生可能エネルギーを支える。

「ドックスフロー電池」
が担う使命

2021年イギリスのグラスゴーで、「国連気候変動枠組条約第26回締約国会議」(COP26)が開催された。2015年の「パリ協定」では、産業革命前からの世界平均気温の上昇を2℃未満にするともに1.5℃に抑制することを努力目標としたが、今回は「努力を追求」と宣言、世界の目標は「2℃」から「1.5℃」に、事実上強化された。実現のためには、国際的な合意になりつつある「脱炭素」、すなわち2050年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにする必要がある。脱炭素社会の実現に極めて有効なのが、化石燃料の使用の極小化だ。そしてそのためには、太陽光、風力をはじめとする再生可能エネルギー導入の拡大が必須である。

しかし、課題も少なくない。再生可能エネルギーは自然現象に発電を依存することから、需要に応じて発電量をコントロールできない。電力の余剰、不足が短時間で発生することで、周波数が変動、安定的な電力供給は難しいとされる。その欠点を補うものとして大きな期待が寄せられているのが「蓄電池」である。住友電気は約40年前から大型蓄電池の開発に着手している。当初は時間帯などで異なる電力負荷の平準化を目的としていたが、再生可能エネルギーの導入が世界的に進展する中、電力系統安定化対策として大容量蓄電池「レドックスフロー電池」の開発を推進、2022年4月より北海道電力ネットワーク株式会社で本格的な運用が開始された。また米国カリフォルニア州で大規模な実証事業を行い、着実に成果を上げている。今回は、再生可能エネルギーを支える蓄電池「レドックスフロー電池」の全容を紹介する。

脱炭素社会の実現に向けて求められる 大容量蓄電池

～再生可能エネルギーの普及拡大を加速させるために～



長寿命で安全、使いやすいを追求した蓄電池

～住友電工の英知を結集したレドックスフロー電池～

再生可能エネルギーを支える。「レドックスフロー電池」が担う使命

イオンの酸化還元反応による画期的な大型蓄電池

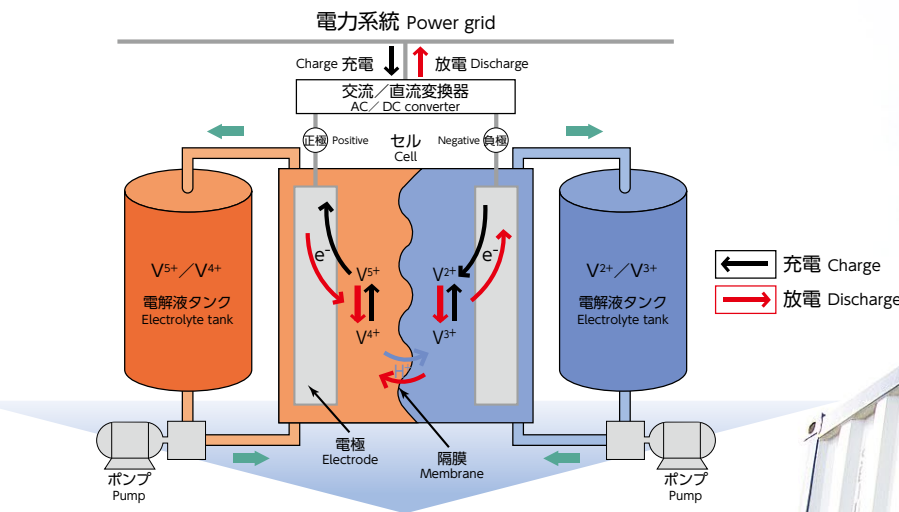
最初に、「レドックスフロー電池」について、その構造や原理を見ていきたい。「レドックスフロー」の「レドックス (Redox)」とは、活物質 (化学変化により電気を起こす物質) の還元 (reduction)、酸化 (oxidation) から作られた言葉であり、「フロー (Flow)」は外部タンクに貯蔵した活物質の溶液 (電解液) をポンプで循環 (flow) することを指している。この名称が示すように、レドックスフロー電池は電解液をポンプで循環させ、イオンの酸化還元反応によって充放電を行う大型蓄電池である。基本的な構成機器としては、セルスタック (液体還流型のセルを積層したもの)、電解液、電解液を貯蔵するタンク、電解液を循環させるポンプや配管、と極めてシンプルだ。電解液には硫酸バナジウム水溶液が用いられている。レドックスフロー電池は、電流を流した際に正極と負極それぞれでバナジウムイオンが価数 (イオンの電荷の数) 変化する反応を利用している。正極と負極における電子の数を調整するため、両極を隔てている隔膜を通してプロトンが移動し、これによって電流が流れるという原理だ。

電解液は半永久的に利用が可能

大容量の蓄電池として一般によく知られているものとしては、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄 (NAS) 電池などがある。特にリチウムイオン電池は、スマートフォンやパソコン、電気自動車などの民生用として広く使われている。それに対してレドックスフロー電池は、タンクやポンプが必要となることからシステム全体が大きくなるため、主に定置型の電力貯蔵用として提供されてきた。

レドックスフロー電池の特長は、他の電池などに比較して「長寿命」であることだ。電極ではなく、電解液でのイオンの酸化還元反応を利用して充放電を行うため、電極や電解液の劣化が極めて少ない。電解液は半永久的に利用が可能だ。設計寿命は20年以上。寿命は充放電回数に依存しないため、充放電回

レドックスフロー電池の原理

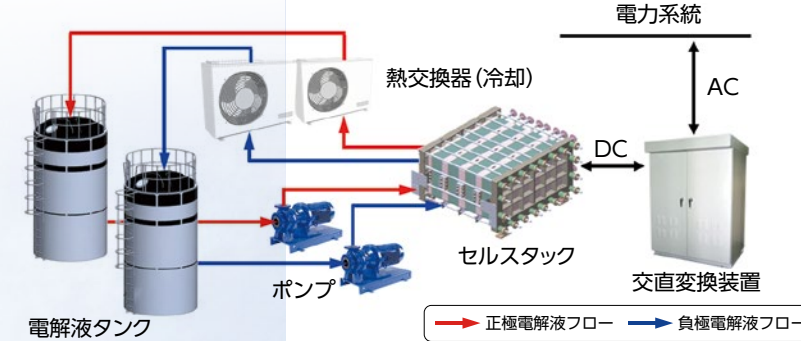


数に制限はない。二つ目の特長は「高い安全性」だ。電解液には不燃性の水溶液を使用しており、各種設備も難燃性の材料で構成されているため、発火リスクは極めて低い。三つ目が「設計自由度の高さ」。電解液の量で放電時間容量が決まり、セルスタックの台数で出力が決まるため、出力と時間容量の独立した設計を可能としている。また、同一タンクから各セルに共通の電解液を供給することから、各セルの充電状態は常に等しいため、運用が容易だ。さらにレドックスフロー電池は充放電中でも起電力の測定が可能であり、不規則に発電する再生可能エネルギー対応や系統安定化などの複雑な充放電に適した性能を持つ。このように、レドックスフロー電池は蓄電池に要求される多様なニーズへの最適な設計を可能としている。

2022年、本格的な市場開拓が始まった

レドックスフロー電池の構造はシンプルであるものの、20年間の長期信頼性を保証することは容易ではない。20年間液漏れしないセルの開発、薄肉大面積の平板状部材を約100セル積層する構造設計、さらにセルスタックを構成する電極や隔膜、双極板といった機能材料など、住友電工に蓄積された知見が投入された。開発に着手したのは1985年、そして2001年にレドックスフロー電池は事業化

レドックスフロー電池の構成



滑化できる。さらに、周波数制御にも有効だ。需給変動に応じて、蓄電池を適用することで瞬時に需給均衡を図り、周波数を保持するよう制御することができる。

レドックスフロー電池の開発は欧米、中国で急速に活発化した。だが、住友電工にはすでに実フィールドでの知見があった。住友電工のレドックスフロー電池事業が節目を迎えたのが2015年。北海道と米国カリフォルニア州で開始された大規模実証事業だ。現在、これらの実証事業は終了し、実運用のフェーズに入っている。言い換えれば、満を持して本格的なレドックスフロー電池の市場開拓活動がスタートした。

国内外で推進されるレドックスフロー電池の拡販

住友電工で、レドックスフロー電池事業を担うのがエネルギーシステム事業開発部である。「再生可能エネルギーの導入に伴って拡大する、新しいエネルギー市場に対応する製品・ソリューション群の開発および事業化」を目指している (同部長・矢野孝)。中でも、最大のミッションがレドックスフロー電池の事業化である。そのためには何が求められるのか。

「蓄電池自体は電気エネルギーを生み出さず、従来のkWh価値という尺度で評価する場合、蓄電池は単にコストでしかありません。しかし、再生可能エネルギーの導入が進むに従い、電力ネットワークの電力需給バランスを維持することは次第に困難となり、蓄電池の導入が不可欠となる中で、メーカーの取り組むべき最重要課題はまず、蓄電池コストの

低減です。加えて、ステークホルダーとともに、電力需給バランスの維持という蓄電池の新しい使い方の価値を発掘し、これを電力市場および制度の下に積極的に定義付けること。最終的には、その導入目的とコストについて、利用者の理解と合意を得ることです。また、系統用の蓄電池は長期間使うインフラ設備ですので太陽光発電設備のPPA契約のように、設備売り切りではない、サービス事業としての展開も可能です。実際、海外では蓄電サービスとしての提供も始まりつつあります。電池という箱から、新たな使い方と価値を生み出していきたくと考えています」 (矢野)

具体的な市場戦略はどのような展望を描いているのか。

「国内では再生可能エネルギーを多く導入している電力事業者や再生可能エネルギー導入に積極的な需要家に重点的にアプローチしています。海外はまず、世界最大市場である北米です。カリフォルニア州では実証実験を終え、商用運転を開始しました。多数の電力会社が長時間用途の電池に関心があり、長寿命で安全なレドックスフロー電池に対する大きな期待を感じます。特に電解液は半永久的に使用可能で、長期間使う程、コストだけでなく環境負荷も低減できます。また、バナジウムの主要産地の一つである豪州では、いわゆる地産地消のモデルとして、現地でパートナーシップを構築しながらレドックスフロー電池を提供する活動を行っています。豪州は環境意識が高く、脱炭素の取り組みが進む地域ですが、雇用も当然重要です。長期的に石炭産業縮退の穴を埋める候補の一つとして、バナジウム関連産業へ大きな期待があります。また欧州でも、ベルギーの工場向けに納入実績があり、欧州各国への拡販を目指しています。今後、コストダウンをさらに進め、レドックスフロー電池を世界中の電力ネットワークでお使いいただき、脱炭素社会構築に貢献したいと思えます」 (矢野)



レドックスフロー電池は、1F部分に正極と負極の電解液コンテナ、2F部分にセルスタックが設置された電池盤コンテナで構成される



エネルギーシステム事業開発部長 矢野 孝



再生可能エネルギーを支える。
「レドックスフロー電池」が担う使命

40年にわたって持続した蓄電池への想い ～レドックスフロー電池開発、苦闘の軌跡～

(左)社内実証のため横浜製作所に設置(2012年～)、(中)導入事例：ベルギー・John Cockerill社(2019年)、
(右)導入事例：モロッコ・UNIDOモロッコプロジェクト(2019年)

1980年代に始まった レドックスフロー電池の開発

レドックスフロー電池の原理が提案されたのは、1974年の米国・NASAが最初である。日本でも同時期に産業技術総合研究所(産総研)*1において基礎研究がスタートしている。1980年頃、日本ではエアコン普及に伴い、昼夜間の電力需要差が課題となっていた。その対策として考えられたのが、夜間に余剰電力を貯蔵し、昼間の消費をまかなう「負荷標準化」だ。そして国家プロジェクト「ムーンライト計画」が立ち上がり、電力貯蔵用としてレドックスフロー電池を含む4種類の新型蓄電池の開発がスタートした。この時期、住友電工では電力ケーブル依存の事業体質からの脱却を目指して、新規テーマが模索されていた。その一つが電力貯蔵用電池であった。発電、送電に加えて、将来は蓄電が必要になる

と考えられたからだ。そして、「材料」に開発課題を有するレドックスフロー電池が新規開発テーマに採択された。その開発担当に抜擢されたのが、当時新人だった重松敏夫である。1982年のことだった。

「当社グループには電池開発の経験はなく、まったくの素人。手探りでスタートでした。同時期、関西電力株式会社もレドックスフロー電池を研究対象として選定したことで、当社グループとの共同研究開発が始まりました。当時は電解液に鉄-クロムを選択、見様見真似でミニセル(電極面積10cm²)の試作から始まりました。スケールアップを試みたところ、液漏れや性能不足など、トラブルの連続。1989年には60kW(電極面積3000cm²)のセルを試作したものの、水素ガス発生に起因する電池容量低下が生じ、長期間性能は維持できませんでした。その段階では、実用化困難と認識せざるを得なかったのです」(重松)



セルスタック組立工程の様子

しかし、重松ら開発陣はここで挫折することはなかった。豪州の大学発案のパナジウム系電解液に変更することに挑戦したのである。試験を実施すると、それまで蓄積したセル材料技術も功を奏し、瞬く間に成果が出た。鉄-クロム電解液に比べて起電力で1.4倍、出力は2倍、エネルギー密度も3倍程度になり、水素ガスも大幅に減少。事業化の光が見えた。

*1 当時は電子技術総合研究所

再び生き返ったプロジェクト

時代も変化していた。1990年代後半から電力自由化が進展し、電気料金も低下していった。電力会社は深夜電力有効活用の観点から蓄電池を需要家に設置して安価な深夜電力を販売する方針が変わっていった。こうしたニーズを受け、住友電工は2001年、大学や工場向けにレドックスフロー電池の製品納入を開始。しかし、重松らの願いは叶わなかった。当時のレドックスフロー電池は耐久性が低く、しばらく使用すると電解液が漏れ始めるなど故障が相次いだのだ。この問題の解決は難しく、2005年、経営陣はレドックスフロー電池からの撤退を決定した。その後はトラブルシューティングが業務の中心となっていた。

潮目が変わり始めたのが2009年。米国がグリーンニューディール政策を打ち出し、再生可能エネルギーを蓄電する大容量電池が求められるようになったのだ。国内でも再生可能エネルギー導入の機運が高まった。住友



フェロー
新領域技術研究所 兼務 パワーシステム研究開発センター
担当技師長 重松敏夫

電工は、設備撤去などの事業終息のための業務に従事しながらも、過去のトラブルの原因究明と対策検討に取り組んでいた。RF電池開発部長の山西克也は「機は熟した」と感じたと言う。

「レドックスフロー電池からの撤退は、悔しさはありませんでした。しかし、エネルギーを取り巻く環境が大きく変化する中、私たちは、レドックスフロー電池の復活が住友電工の事業拡大に確実に貢献することを経営陣に訴え続けました。その結果、2009年、レドックスフロー電池事業は復活。本格的な研究開発が再開されたのです。最大のテーマはセルスタックの長期信頼性の維持。液漏れの完全排除に加え、性能を最大限に引き出すための材料開発を進めました」(山西)

さらなる高出力の実現、 新電解液開発へ

2012年、横浜製作所に1000kW級の試験システムが構築され、開発技術の検証試験



エネルギーシステム事業開発部
RF電池開発部長 山西克也

が実施された。この設備は多くの反響を呼び、市場との対話でも活躍した。2015年に資源エネルギー庁の補助を受けて北海道電力株式会社(以下、北海道電力)での大規模実証実験へ、さらに国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization 以下、NEDO)と行った米国カリフォルニア州での実証事業、北海道電力ネットワーク株式会社(以下、北海道電力ネットワーク)によるレドックスフロー電池設備採用へとつながった。

一方で、レドックスフロー電池開発への果敢なチャレンジは現在も継続している。最大の課題は、お客様に満足いただける価格の実現である。コスト低減のための取り組みとして、高出力化や高エネルギー密度化、さらに、安価な電解液の開発にも挑んでいる。

コスト低減の重要な要素が「高出力化」だ。カギを握るのはセルスタックである。山西らは、「高出力化」という性能向上への取り組みを進めている。

「電極材料や隔膜材料の改良、電解液循環時の圧力損失を低減するセル構造の開発などによって高出力化を図っています。電解液開発と高出力化は表裏一体のもの。電解液の特性に合わせて、セルスタックの最適な材料の開発、及び構造設計を目指しています。また、コンテナによる構成設備の一体収納など、システム全体を俯瞰でとらえコンパクト化していくこともコスト削減には必要です。全体最適を目指したシステム開発も進めています」(山西)



パワーシステム研究開発センター
二次電池部 電解液開発グループ長 董 雅容

また、次世代に向けた安価な新電解液の開発にも力を入れている。電解液開発グループ長の董雅容は入社以来、新電解液の開発に携わってきた。

「現在採用されているバナジウムは、高価格であり、価格変動リスクや資源の偏在などの課題を有しています。より安価で安定的に入手できる電解液原料で、バナジウムに匹敵するような高性能なレドックスフロー電池の実現を目指しています」(董)

レドックスフロー電池の進化に、終わりはない。



出来上がったセルスタックを厳重にチェックする



電力安定供給のための系統側蓄電池

～北海道電力ネットワーク・南早来変電所～

北海道電力ネットワーク株式会社
南早来変電所

系統側蓄電池導入の意味

北海道勇払郡安平町——ここにある北海道電力ネットワーク南早来変電所にて、系統側蓄電池（レドックスフロー電池）の運用が、2022年4月から開始された。約150m×45mの広大なフィールドにおよそ40基のレドックスフロー電池設備が立ち並ぶ姿は壮観だ。容量は1.7万kW×3時間：5.1万kWh。世界最大規模のレドックスフロー電池施設だ。

北海道エリアの接続可能量が限界に達して以降、風力発電や太陽光発電の出力変動は、発電事業者自らが緩和する方法で個別に行い、多くの事業者は蓄電池を併設してきたが、今回設置された蓄電池は、送配電事業者が電力系統側へ設置したものである。電力系統側に大型の蓄電池を設置することにより、発電事業者側で個別に蓄電池を併設する必要がなくなり、系統全体の電池台数が少なくて済むため、経済合理性が高い。さらに、出力変動緩和を発電事業者側が行う必要がなくなるので、運用管理の負担が減るといった具合に発電事業者のメリットは大きい。

そもそも北海道の系統規模は他の電力会社に比べて小容量であり、再生可能エネルギーの導入拡大にあたっては、従前は調整力の限界という問題があった。そのため、北海道電力ネットワークでは、再生可能エネルギーの接続に対しては段階的にその接続可能量の拡大を行ってきた。今回の系統側蓄電池の導入

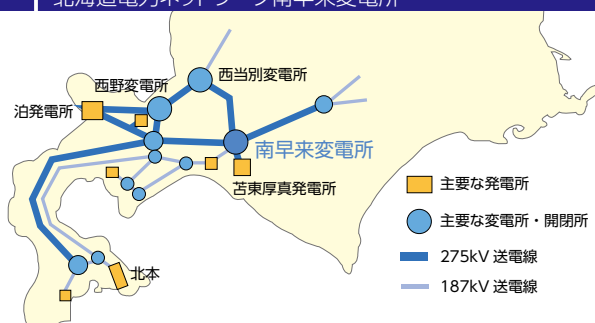
は、その課題解決の有効な手段といえる。電力系統の計画業務を担当し、蓄電池導入プロジェクトに携わった北海道電力ネットワークの中本涼介氏は、この経緯について次のように語る。

「風力発電をはじめとする再生可能エネルギーという大きなポテンシャルを北海道は有しています。そのため、当社は段階的に再生可能エネルギーの導入拡大に向けて取り組んできました。それでも調整力は限界に達していた状況だったので、風力発電事業者様に出力変動緩和の要件を定めさせていただきました。つまり、個別サイト側に蓄電池を設置し、出力変動平滑化を行ってもらうというものです。しかし、風力発電事業者様の増加とともに、集中的に系統側で蓄電池を運用した方が効率的ではないかと国の審議会でも答申があり、共同負担という形で蓄電池を設置すべく、風力発電事業者様を募集し、今回の大型蓄電池導入を決定しました」（中本氏）

こうして、北海道電力ネットワークが声を掛け、風力発電事業者が共同で参画する系統側蓄電池導入のプロジェクトが始まった。

コロナ禍、極寒、悪天候の中で進められた建設工事

住友電工は2015年より、北海道電力と共同で、南早来変電所において、3年間にわたってレドックスフロー電池の大規模実証試験を行っている。その時から技術責任者として関



わってきたのが、RF電池技術部 第一蓄電技術グループ長の林修司である。

「レドックスフロー電池の性能評価を行うとともに、再生可能エネルギーの電力変動によって系統に生じる影響を緩和し、かつ効率や寿命の最大化を実現する系統側蓄電池の最適な制御・運転技術の確立に取り組み、安定・安全の運転を実現しました。そして2019年、北海道電力は系統側蓄電池の導入・運用を決定し調達に向けた公募を開始。私たちは、入札に臨みました」（林）

実証実験を共同で行ったとはいえ、住友電工にアドバンテージがあったわけではない。「高い公平性・透明性」の下に入札は行われた。北海道支店長の橋本誠が当時を振り返る。「一番の問題は、レドックスフロー電池のコスト。ただ価格面は厳しいと感じていたものの、それまでの北海道電力とのコミュニケーションを通じて、技術力に一定の評価・信頼は得られているという手応えはありました。だから落札したときは、安堵感が大きかったです

ね。同時に、実運用に向けてここからスタートする、という気の引き締まる思いでした」（橋本）
こうして2020年7月、レドックスフロー電池設備は着工した。林は引き続きプロジェクトマネージャーとして現場をマネジメントした。すべての工程において時間、費用の無駄を省いた。だがコロナ禍が大きな壁として立ちふさがった。そんな中、現場代理人として建設に臨んだのが、第一蓄電技術グループの三谷一豊である。

「コロナ禍で、港湾機能が停止となり、コンテナなどモノが入ってこなくなり、人員も制限されました。着工当初から工程は遅延、竣工予定の2022年3月はどんどん迫ってくる。不安を抱えつつ現場と向き合いました。さらに冬季に入ると、現場は極寒となります。早朝から作業を開始しましたが、気温はマイナス25℃。観測史上最大積雪、台風並みの暴風雨と悪天候にも悩まされました。工程の遅れを取り戻す闘いが続きました」（三谷）

北海道・再生可能エネルギーのポテンシャル向上のために

建設工事がほぼ完了したのが2021年11月。それから引き渡しまで試験が実施された。担当したのが第三蓄電技術グループの福元翔平である。福元は大学でも蓄電池を研究対象とし、入社以来、主にモロッコや台湾、ベルギーなど海外で展開されたレドックスフロー電池に

関わってきた。試験過程では、PCS（Power Conditioning System）に関する問題が発生した。

「PCSは、直流の電気を交流に変換し、家庭用の電気機器などに利用できるようにするための装置です。発電電力を系統電力に変換する役割を担っており、レドックスフロー電池設備の中で極めて重要な装置。しかし、トラブルが発生し安定しない事態に陥りました。外国製を採用したため、技術者に来日して調整してもらう必要がありましたが、コロナ禍で不可。リモートでコミュニケーションを取り、問題をクリアしたことが強く印象に残っています」（福元）

福元をはじめ多くのメンバーの力を結集した結果、計画通り、2022年3月31日に竣工。三谷は納期に間に合ったことが「奇跡」のように思えた。プロジェクトマネージャーの林は、蓄電池設備が系統連系された瞬間「目頭が熱くなった」と言う。「住友電工の総合力を発揮したプロジェクト」（林）だった。こうして、レドックスフロー電池設備は北海道電力ネットワークに引き渡された。前出の中本氏は「コロナ禍の中で予定通りプロジェクトを完遂させたことに、住友電工の底力を感じた」と感謝の気持ちを抱き寄せた。

このプロジェクトは、北海道電力ネットワークが系統側蓄電池を設置し、係る費用は風力発電事業者の共同負担となる（約9割）。北海道電力ネットワークは、はじめに「系統側蓄



北海道電力ネットワーク(株) 工務部 系統計画グループ 主任 中本涼介氏

電池による風力発電募集プロセス（I期）を実施。この募集で優先系統連系事業者15件、16.2万kWが決定した。今後の展開について中本氏は次のように語る。

「系統への影響を確認しながら段階的に風力発電の導入量を拡大していくため、I期とII期に分けて募集を行い、I期募集としては技術的に確実性が見込める規模として募集容量を60万kWとしました。したがって残容量が43.8万kWあり、現在追加の募集プロセスが進行中です。今後さらに蓄電池の導入を進め、北海道が持つ再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限に引き出していきたいと思っています」（中本氏）

北海道エリアにおけるレドックスフロー電池のプレゼンス確立を目指した、住友電工の挑戦ははじまっている。



エネルギーシステム事業開発部 RF電池技術部 第一蓄電技術グループ長 林 修司



エネルギーシステム事業開発部 RF電池技術部 第一蓄電技術グループ 三谷一豊



エネルギーシステム事業開発部 RF電池技術部 第三蓄電技術グループ 主査 福元翔平



電力システム営業部 北海道支店長 橋本 誠



蓄電池建屋外観
2015年に北海道電力株式会社と共同で実施したレドックスフロー電池の大規模実証試験施設



建屋内の電解液タンク



電池盤



カリフォルニア州に設置した
レドックスフロー電池設備:2千kW×4時間(8千kWh)



電力卸売市場への参入、 マイクログリッドの実証 ～NEDOプロジェクト・米国カリフォルニア州～

州の送電網信頼性を強化する蓄電設備

米国カリフォルニア州——2045年までに電力の100%を温室効果ガスを排出しないエネルギーで賄うとする州法「SB100」を成立させるなど、再生可能エネルギー導入に関して高い目標を掲げている。送電網の信頼性を確保しつつ、この目標を達成するために、カリフォルニア州では、太陽光発電の発電量が落ち込む朝とピーク時の夜とのエネルギー需給変動の調整が急務となっている。その解決策の一つとして、州法「AB2514」が提案され、電力事業者に対して、蓄電設備の導入により再生可能エネルギーの蓄電を支援するよう求めるとともに、蓄電設備で適正な収入を得られるように電力卸売市場の新制度設計を段階的に進めている。

こうした背景を受け、NEDOは2015年にカリフォルニア州と基本協定(MOU: Memorandum of Understanding)を

締結、住友電工を委託先として、サンディエゴに370万人の顧客を有する大手電力会社 San Diego Gas & Electric Company (以下、SDG&E社)の協力を得て、レドックスフロー電池の普及展開に向けた実証事業に着手した。2016年レドックスフロー電池施設着工、翌2017年実証を開始。グローバル企業との大きなプロジェクトで、チャンスでありながらそこに至るまでの道のりは厳しいものだった。Sumitomo Electric U.S.A., Inc. (以下、SEUSA)のSenior Vice Presidentである野波和俊によると、「私たちは2012年頃からNEDOにアプローチし、カリフォルニア州でのレドックスフロー電池実証事業を提案してきました。フィージビリティスタディ(事業可能性の検証)を経て採択されたわけですが、実証事業の契約には、住友電工、SEUSA、NEDO、SDG&E社の4社の合意が必要でした。しかしレドックスフロー電池の実証事業は初めてのことであり、雛型となるものがない。事業リスクの検討をはじめレドックスフロー電

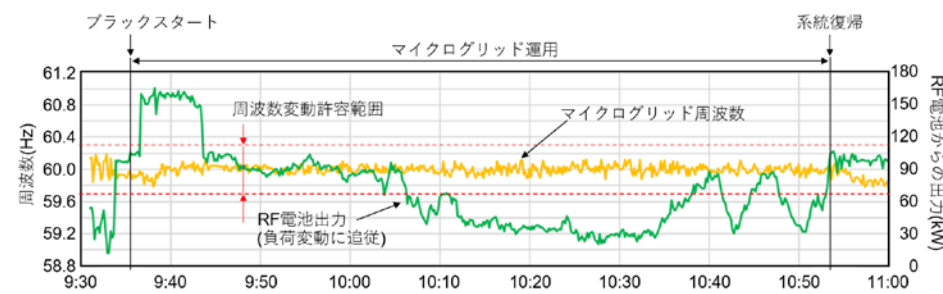
池の性能保証など、関係者とともに一から契約書を作成していきました。この過程で、レドックスフロー電池への期待が大きいことを実感しました」と言う。

2014年、実証事業はスタートした。

電力卸売市場でのレドックスフロー電池の最適運用

今回の実証事業のプロジェクトマネージャーの任に就いたのが、長岡良行である。「実証事業の第一段階では、SDG&E社の変電所内に配置した2千kW×4時間(8千kWh)のレドックスフロー電池の制御モードを活用し、レドックスフロー電池の基礎特性や信頼性評価を行いました。しかし今回の実証事業の目的は送電系電力卸売市場*1での取引も含めてその信頼性を評価することであり、最適な運用方法を確立する必要がありました。そのためにはSDG&E社と信頼関係を構築しつつ、情報を提供してもらう地道な作業を進

■ マイクログリッド試験 (ブラックスタートの運転例:2021/10/22)



マイクログリッド運転中、マイクログリッドの周波数を安定的に維持(蓄電池を主電源とした、実際の需要家が接続されている商用配電網でのマイクログリッドは、少なくとも日米では初めて)

めました。この関係性構築の中に実証事業の醍醐味を感じましたね(長岡)
第二段階のレドックスフロー電池の電力卸売市場での運用とは、カリフォルニア独立系統運用機関(California Independent System Operator 以下、CAISO)の開設する電力卸売市場にレドックスフロー電池を接続することを意味する。この電力卸売市場においては、周波数調整のような短周期の出力を提供する調整力と同時に、エネルギーのタイムシフトのような長時間の電力量の供給が求められた。この電力卸売市場での運用に関わったのが、当時、米国のInnovation Core SEI, Inc.に所属していた、現・RF電池開発部の北野利一である。

「レドックスフロー電池は運用上、充放電の回数に制約がないという特長があるため、短周期の出力と長時間の電力量のいずれの充放電要求にも適しています。市場が必要とする電力を供給するエネルギー市場に加え、周波数調整などのアンシラリーサービス市場*2で複数の取引を柔軟に組み合わせ、季節や時間帯に応じて最適な運用手法を検証した結果、一定の収益を確保。レドックスフロー電池の新たな価値を生み出せたと思います(北野)

日本サイドから実証事業を支えたのがNEDOプロジェクト担当のRF電池開発部の大岡俊夫と経理責任者として契約・費用などに関する執行管理を行った業務部の石黒裕一だ。

「私は、米国側と日本側の技術事項に関わるプロジェクト進捗を総括しNEDOへ実証の進捗報告などを実施しました。実証データをNEDOに迅速、正確に取りまとめ報告し、信頼維持に注力しました。事業の大きな節目となる取り組みに関わることができたので、次は、後輩たちへ受け継いでいきたいと思っ

ています(大岡)

「今回の実証事業は約30億円、約7年以上にわたる非常に規模の大きなプロジェクトであり、当初は工期遅延に伴う予算執行の遅れなどの難局もありましたが、NEDOと北米パートナーとの調整・交渉を行い、執行管理の役割を果たすことができました。責任の重さと同時に達成感もありました(石黒)

*1 送電系電力卸売市場: CAISOが運用する市場。前日市場とリアルタイム市場から構成され、入札にて電力を調達する。
*2 アンシラリーサービス市場: 電力系統の周波数を維持する義務を負う系統運用機関は、周波数調整用の電源を、市場を通じて調達する。同時同量の電力を実現するための、調整力や予備力の市場を指す。

日米初、マイクログリッドの実証

最終の第三段階となるのが、世界初のレドックスフロー電池を用いた平常時・災害時の併用運転(デュアルユース)の実証事業だった。レドックスフロー電池は大容量化が容易で長時間の放電にも対応できるため、災害時のBCP(事業継続計画)対策やレジリエンス(回復力)向上に非常に有効と期待される。あらかじめ決められた地域の家庭や企業などのコミュニティへのエネルギー供給源を持つ「マイクログリッド」の実現に、レドックスフロー電池は大きな力を発揮するのだ。商用連系運転から切り離し、実際の配電網を使ってレドックスフロー電池を電源とするマイクログリッドを形成。実系統での試験であり、SDG&E社は住友電工のレドックスフロー電池を信じ、一般市民の不便を解消するために万全の準備を行って試験を敢行した。見事、自立電源として停電地区に電力供給を継続できることを日米初で実証した。こうして、一連の実証事業は2021年末に終了、現在はSDG&E社の実運用設備として稼働している。

SDG&E社のDistributed Energy Resources ManagerであるLaurence Abcede氏は、実証事業を次のように振り返る。

「レドックスフロー電池は、エネルギーとアンシラリーサービス市場で電力網をサポートし、長時間の系統障害時に回復力を発揮する蓄電池システムとして高い性能を

再生可能エネルギーを支える。 「レドックスフロー電池」が担う使命



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主査 大嶺英太郎氏

証することができました。今後もSDG&E社は、データを収集し運用と入札戦略の最適化を図っていきます。住友電工には、レドックスフロー電池をさらに進化させていくことを期待しています(Abcede氏)

NEDOの担当者である大嶺英太郎氏も次のように高く評価する。

「住友電工に尽力いただき、成功裏に終わることができました。系統安定化に有効であることに加え、稼働率がほぼ100%であったことで高い信頼性も証明。マイクログリッドの実証成功も重要な成果です。日米協力のGood Caseともなりました。蓄電池の社会実装のためにも、住友電工にはレドックスフロー電池の低コスト化を進めてほしいですね(大嶺氏)

プロジェクトの司令塔として全体を牽引してきたのが、RF電池技術部長の柴田俊和である。「再生可能エネルギーの導入が加速していく中、レドックスフロー電池は大きなポテンシャルを秘めています。住友電工のレドックスフロー電池は技術的に世界最高レベルという自負があります。課題を一つずつクリアし、市場開拓に貪欲に臨んでいきたい。レドックスフロー電池の存在が再生可能エネルギー導入を加速させ、脱炭素社会実現の一助となることを目指します(柴田)

住友電工のレドックスフロー電池の普及は、持続可能な未来への大きな一歩となることは間違いない。



エネルギーシステム事業開発部 RF電池技術部長 柴田俊和



Sumitomo Electric U.S.A., Inc. Senior Vice President 野波和俊



エネルギーシステム事業開発部 RF電池開発部 主幹 長岡良行



エネルギーシステム事業開発部 RF電池開発部 システム設計グループ 主幹 北野利一



エネルギーシステム事業開発部 RF電池開発部 システム設計グループ 主幹 大岡俊夫



エネルギーシステム事業開発部 業務部 業務グループ長 石黒裕一



San Diego Gas & Electric Company Distributed Energy Resources Manager Mr. Laurence Abcede

「グリーンな地球と安心・快適な暮らし」 の実現へ技術で挑戦

大変革の時代にあって、住友電工グループの成長の方向性を示すとともに、社会への一層の貢献を同時に果たしていくことを基本的な姿勢として、2030年に目指す姿「住友電工グループ2030ビジョン」を策定しました。

住友電工グループは、「グリーンな地球と安心・快適な暮らし」の実現に向けて、これからも技術で挑戦し続けていきます。

社長

井上 治

存在価値(パーパス)

「トップテクノロジーを追求し、つなぐ・ささえる技術を
イノベーションで進化させ、グループの総合力により、
より良い社会の実現に貢献していく」

大変革の時代に 住友電工グループの針路を示す

社長に就任して2022年で5年の節目を迎えました。この間、2019年に発生した新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大、直近ではロシアのウクライナ侵攻など、経営を取り巻く環境は、未曾有の逆境にさらされました。種々の困難な状況を打開すべく、グループ社員一丸となって事業にまい進してきた5年間であります。

当社グループは、2018年に5か年の中期経営計画「22VISION」を発表。そのコンセプトは「総力を結集し、つなぐ、つたえる技術で、よりよい社会の実現に貢献する」であり、その実現のための戦略として、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5つの事業セグメントの強化・伸長、イノベーションによるさらなる成長を打ち出し、5つの事業セグメントのバランスのとれたポートフォリオを目指しました。2021年度の連結営業利益は、自動車以外の4分野合計が過去最高となり、全体を成長させながら「ありがたいポートフォリオ」に近づきつつあります。特に、GX^{*1}という追い風も受け、環境エネルギー事業は過去最高益を達成しました。蓄積してきた技術力、営業力により、顧客ひいては社会の要請にお応えできたものと思っています。

一方、あらゆる面でグローバル化が進化した現代社会においては、地球温暖化、新型コロナウイルス等の感

染症、自然災害、ウクライナ侵攻等の地政学的リスクの顕在化は、事業活動に直接的に大きな影響を及ぼすとともに、これらがトリガーとなり、個人のライフスタイルをはじめ、グローバルな社会や産業において様々な変革を加速させます。

こうした変革に的確、迅速かつ柔軟な対応が求められる中、当社グループのありがたい将来像「Glorious Excellent Company」の実現に向けて、2030年を節目として、当社グループが目指す大きな方向性を示すべく策定したのが、「住友電工グループ2030ビジョン」です。

住友事業精神と 住友電工グループ経営理念を堅持

「住友電工グループ2030ビジョン」は、■経営方針、■社会像と事業領域、■事業の方向性、■基盤と目標で構成しました。

経営方針では、大変革の時代においても、不易の基本精神である住友事業精神と住友電工グループ経営理念を堅持し、事業を通じて公益に資するという経営哲学のもと、常に公益を重視し、ステークホルダーの皆様との共栄を図っていくことを改めて明文化しました。そして、この基本思想のもと、「トップテクノロジーの追求」、「グローバルプレゼンスの向上」、「ダイバーシティ&インクルージョン」、「サステナビリティ」という重要な経営方針を総括して、存在価値(パーパス)を掲げました。

当社グループは、創業以来、「安心」「快適」な社会の実現に資する製品・サービスの提供に取り組んできました。2030年に向けては、持続可能な地球環境への取組みがますます重要になります。そこで、2030年の実現したい社会像に、「グリーンな環境社会」を加えました。この目指す社会像の実現に向けて、これからも引き続きインフラや産業をささえる幅広い製品・サービスを提供していきます。特に、「エネルギー」「情報通信」「モビリティ」を3つの注力分野と位置付け、これらが融合する分野も含めて、GXやDX^{*2}、CASE^{*3}などのニーズを捉え、グループの総合力をもって取り組む所存です。

具体的には、エネルギー分野では脱炭素社会に向けて、一層の導入が進捗するであろう太陽光や風力などの再生可能エネルギーへの対応が鍵です。発電地と需要地間の効率的な長距離送電を可能にする直流送電網や、出力が自然条件に左右されるため、需給バランスを調整する蓄電池、さらに太陽光発電や蓄電池、EV等の分散型電源の大量導入による制御などが必要になるとみえています。そして、当社グループでは、電力ケーブルから受送電・蓄電設備やエンジニアリングまでの幅広い製品・サービスで、こうしたニーズに対応していきます。

2022年4月には、北海道電力ネットワーク(株)で大規模蓄電池「レドックスフロー電池」の運用も開始しています。大規模風力発電に必要な系統接続に対応するものであり、使用されるバナジウム電解液は半永久的に使用可能であることから、環境にも優しい蓄電設備です。今後、積極的な市場開拓を図っていきます。また、再生可能エネルギーの一層の導入進展、広域電力取引の拡大、電力供給の信頼性向上などニーズの増加を背景に、世界で導入が加速している超高压直流ケーブル分野では、市場で高い優位性を誇っており、生産能力の増強も含めて、力を注いでいく考えです。

^{*1} GX: グリーントランスフォーメーションの略。温室効果ガスを発生させないグリーンエネルギーに転換し、産業構造や社会経済を変革させること。
^{*2} DX: デジタルトランスフォーメーションの略。デジタル技術を活用し、ビジネスや企業風土、あるいは人々の生活をより良いものへと変革すること。
^{*3} CASE: 自動車業界の動向を示すキーワード。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)の頭文字を組み合わせた略称。





「利益至上主義に陥ることなく、
社会が必要とする製品の供給を行ってきた。
社会の要請に応え、社会に貢献する
会社としての在り方は、今後も変わることはない」

情報通信分野では、データ通信のさらなる高速・大容量化が進み、無線・光ネットワーク網が拡充、データセンタが増設される中、低消費電力化のニーズが高まると考えています。今、世界で5G基地局が設営されていますが、6Gを見据えた取組みも開始しています。低消費電力の大容量通信と広域カバレッジを可能とする基地局用 GaN デバイス、大容量光通信を可能とするマルチコアファイバや超多心ケーブル、省電力化を実現する光電融合配線など、オリジナリティある材料・デバイスの開発に挑戦し続けます。

モビリティ分野については、2030年には、ハイブリッドやプラグインハイブリッドを含めた電動車が新車販売台数の過半を占め、自動運転は Level3 へと進化し、超小型モビリティや空飛ぶクルマなど多様なモビリティの出現が予想されています。また、クルマと外部サービスの連携がさらに拡大するものと予想されます。

こうした事業環境の変化に対して、まずはワイヤーハーネ

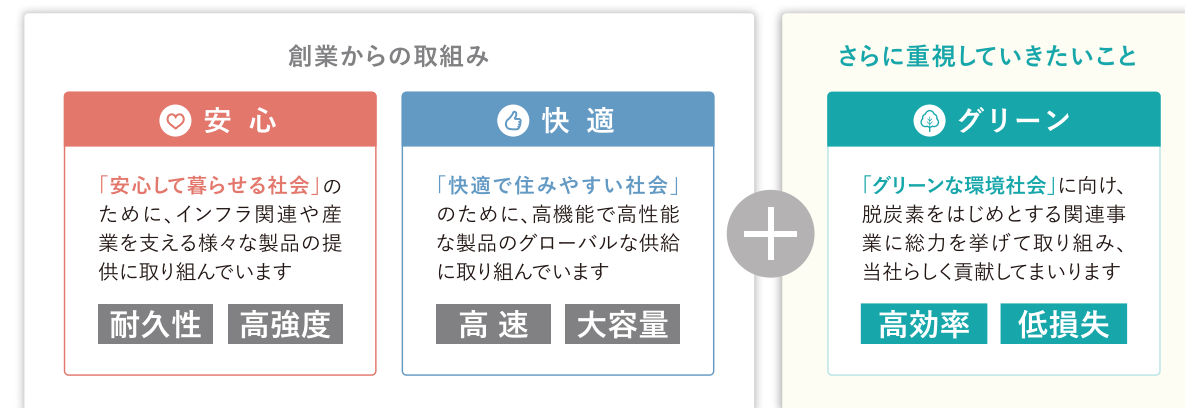
スをコアとして、同一製品同一品質を世界中で可能にするグローバルなモノづくり力と高度な技術・技能人材により、新たな価値を提供していきたいと考えています。さらには、エネルギー、情報通信など、住友電工グループの多彩な技術力を融合し、電動化・高速通信化に挑戦します。電動車向けの高電圧ハーネスや高速通信用のコネクタといった、いわゆる「CASE」関連の新製品を創出していきます。特にワイヤーハーネスに並ぶ中核事業の一つに育てたいと考えている車載用モーター平角巻線は、生産能力を大きく増強しました。

これら3つの分野の成長で、合わせて1兆円以上売上を伸ばし、連結売上高5兆円以上を目指します。また、3か年ごとに中期経営計画を見直すことで、不確実、非連続な状況に的確かつ迅速・柔軟に対応していく考えです。

また、「グリーンな環境社会」の実現という点では、水資源の循環、レアメタルの有効活用、CO₂の削減といったテーマにも取り組んでいきます。

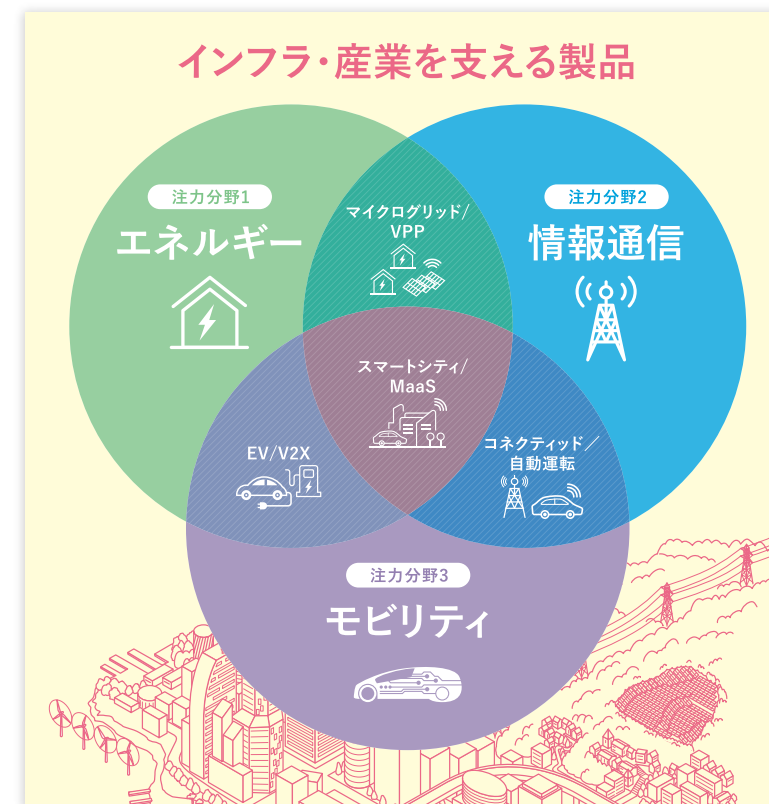
住友電工グループ2030ビジョン(抜粋)

2030年の社会像と実現したいこと



→ 安心・快適な社会をいつまでも持続させるために、グリーンな環境社会の実現に注力します

事業領域—注力分野



「住友電工グループ 2030ビジョン」への思い

住友電工グループは創業120年を超え、5事業それぞれが堅実に成長して幹を太くし、社会に貢献してきました。利益至上主義に陥ることなく、社会が必要とする製品を供給し、社会に貢献するという会社の在り方は、2030年においても変わることはありません。一方で、「住友電工グループ 2030ビジョン」を実践していく中で、次の事業の柱、稼げる製品を生み出したいとも考えています。これまで既存製品の改良・改善などによって、高い評価を獲得した製品も輩出してきましたが、事業の継続性につながる、まったく新しい製品を誕生させたいと思っています。

当社グループは3つの研究開発センターを軸に、海外拠点も含めて広範な分野で研究開発を続けてきました。その中から、先程ご紹介した蓄電池「レドックスフロー電池」も

生まれています。他にも、排水浄化・再利用など特殊なる過膜であるポアフロンを使った水処理事業にも期待しています。現在から未来を見るだけでなく、2050年のカーボンニュートラルの実現からバックキャストした思考で、社会の要請に応えていきたいですね。

「住友電工グループ 2030ビジョン」は、より良い社会の実現に貢献していく当社グループの意志を込めたものですが、その達成のために、何よりも大切なのが、社員一人ひとりの意識の持ち方です。「住友電工グループ 2030ビジョン」という会社の目標と意味を理解し、同じ目的に向かって意識を合わせることが必要です。そのためにも、私自身も積極的に情報発信し、各グループ会社や各部署での「住友電工グループ 2030ビジョン」に対する深い理解と浸透・拡大を図ってまいります。自分たちは「より良い社会の実現のため」に仕事をしているという社員一人ひとりの自覚が、「Glorious Excellent Company」の道へとつながっていくと考えています。

変革という荒波に向かって

私は2008年のリーマンショック後、債務超過に陥ったドイツの現地法人の社長に就任、その後3年間、社員一丸となって再建に取り組みました。帰国後はグループ会社である住友電装(株)の社長としてワイヤーハーネスの新しいプロジェクトの立ち上げにも携わりました。そうした経験を踏まえ、現在、住友電工の社長として思うのは、変化にいかに対応するか、限られた時間の中で決断するための体制をきちんと整えるかがいかに大切かということです。そして変化に素早く対応するために私が心がけているのが、日頃からの正確な情報収集です。日々、周囲のメンバーから報告やレポートを受けていますが、それが本当に正確なことなのか、あるいは情報の一部を省いていないか、徹底して話を聞くことで情報の精度を高める。その上で対話をするのが、想定外や不測の事態、急激な変化が起こっても、経営トップとして適切に対処していくための、的確な決断につながっていくと思っています。

今後、世界の不確実性は増していくと思われます。その荒波の中で、企業価値の向上を目指して、大胆に、そして繊細に、経営の舵を取っていきます。

住友電工の1枚——あの日、あの時

2019

イギリス-ベルギー間 ±400kV 直流ケーブルシステムを完工



NEMOリンク向け船積みされる直流XLPEケーブル

国家間連系線で 直流XLPEケーブルが始動

再生可能エネルギーの普及や国家・地域間連系線建設の活発化により、「長距離」「大容量」送電が可能な直流送電ケーブルの需要が世界的に急増しています。

当時、当社グループは、電源開発株式会社とともに、直流XLPEケーブル技術を開発し、2012年北海道本州間連系設備（以下、北本連系線）に敷設しました。これは世界初のXLPEケーブルによる高圧直流送電の事例で、2012年から無事故の運転実績を有しています。これらの実績が認められ、NEMOリンク*1ではアジアのケーブルメーカーとして初めて、欧州の最重要社会インフラの一部である国家間の連系線建設に採用されました。直流XLPEケーブルでは世界最高電圧となる本システムの完工により、当社の直流XLPEケーブルの技術力・信頼性は、

欧州においてより一層高く評価されるようになりました。以降、ドイツ国内における±525kV超高压直流送電ケーブルシステムや、UAE国内超高压直流送電設備建設など、欧州以外の地域からも受注しています。

当社は、直流XLPEケーブルの運転実績を持つ唯一の国内ケーブルメーカーとして、長年の研究開発と数々の納入実績を基に培った最先端技術を活かし、世界中の重要送電インフラ構築に引き続き貢献していきます。

*1 NEMOリンク：イギリス-ベルギー間をつなぐ高圧直流送電システム

- ・[id] vol.01 特集：「国と国を結ぶ海底ケーブルプロジェクト」
<https://sei.co.jp/id/2017/07/project/>
- ・[id] vol.18 特集：「脱炭素社会の未来へつなぐ。直流送電ケーブル最前線」
<https://sumitomoelectric.com/jp/id/project/v18/01>
もご覧ください。

前月号 [id] vol.18 「2010年 アルミワイヤーハーネス販売開始」において、記載内容の一部に誤りがありました。以下の通り、訂正して改めてお知らせいたします。ご迷惑をお掛けしましたことを、深くお詫び申し上げます。
<訂正前>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。→ <訂正後>同じ通電性能で銅電線の重量を半分に抑えることに成功しました。

住友電工グループ・未来構築マガジン
id vol.19

「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://sumitomoelectric.com/jp/id>



発行 2022年8月（季刊）
企画・発行 住友電気工業株式会社 広報部
大阪府中央区北浜 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・コンボ有限公司