快適以上を、世の中へ。

TOENEC

中部電力グループ

TD Report

Technology Development Report

2024.10

vol.40

CONTENTS

はじめに	“誇り” や “喜び” を胸に、創立100周年をめざして 代表取締役 副社長執行役員　山崎 重光	3
特別寄稿	ラージデザインからスモールデザインまで、ビジネスにおけるデザインの価値 名古屋大学 客員教授　伊藤 義人	4
技術報告	アクティブフィルタと自動力率調整装置の協調制御による力率改善システム 技術研究開発部 研究開発グループ　藤田 悠	10
	バリューチェーン強化を目的としたパッケージ版ToEMSの開発 技術研究開発部 研究開発グループ　小林 野亜	14
	柱間切分工具Ⅱ型の開発 配電本部 配電技術部 工法･用品グループ　黒田 圭一	20
	屋外高圧キュービクルにおける焼損事象原因の推定 営業本部 内線統括部 品質･技術グループ　山下 絢也	26
施工事例	東海道新幹線電力ケーブル張替工事における効率的な施工方法について 配電本部 地中線部 再生可能エネルギー･地中インフラ工事グループ　福森 拓也	32
	機器更新における搬入ルート及び搬入方法の検討について 中部本部 内線部 工事第三グループ　古寺 宏章	36
	データ保護ソリューションによるランサムウェア対策 中部本部 情報通信部 ICTシステムグループ　半田 史	38
	らくらくアルミケーブル採用による省力化・コスト削減 中部本部 名西営業所 工事グループ　高木 雅典	42
	病院建設工事における電気室の分散化 中部本部 名南営業所 工事グループ　児玉 明広	44
	病室の照明・コンセント回路のユニットケーブル化による省力化事例 東京本部 営業部 積算グループ　諸星 拓也	48
	現場支援業務の計画および運用について 東京本部 営業部 積算グループ　松家 武史	50
	計量計検針の信頼性向上と省力化の事例 東京本部 内線部 工事一グループ　松本 信二	52
	進捗状況管理の効率化の一事例 東京本部 内線部 工事二グループ　多賀谷 充宏	56
	大規模物流倉庫の施工事例 東京本部 空調管部 技術グループ　戸谷田 和徳	60
	物流倉庫新築現場における省施工化事例 大阪本部 営業部 工事第一グループ　大貫 俊哉	62
	テレハンドラを用いた搬入・搬出について 大阪本部 営業部 工事第二グループ　白石 和人	64
	JRE第二中九州大仁田山風力発電所建設工事のうち電気工事 静岡支店 配電部 市場開発グループ　近藤 良公	68
	テレビFM放送所における雷対策施工事例 静岡支店 掛川営業所 工事グループ　望月 博斗	72
技術研究開発部だより	①グループ編成 ②研究開発テーマ ③現業支援業務 ④研究成果報告会 ⑤全社技術研究発表会 ⑥社外講師･セミナー講師 ⑦学との交流 ⑧受賞･表彰記録 ⑨学会･雑誌への発表･投稿⑩展示会 ⑪第42回電気設備学会全国大会に参加して	74
編集後記		84

“誇り”や“喜び”を胸に、創立100周年をめざして

代表取締役　副社長執行役員
山崎　重光

当社の「使命（パーパス）」は、『いかなる時も、人や社会に“活力と豊かさ”を生み出す快適環境を創り、守る』こと。そして私たちが「大切にすべきこと（バリュー）」は、「技術の追求」「チームワーク」「仕事への情熱」「誠実さ」です。

この言葉を紡ぎだすために、みなさまと足掛け二年にわたり議論を重ねてきました。それは皆で目標を共有し一歩踏み出すことが必要であり、価値観や社会的使命、更にはそれを果たすための姿勢や想いを、お互いに確認する作業であったと感じています。みなさま一人ひとりの頑張りによって、これまでも、これからも当社は使命を果たすことができます。特に、当社が持続的に成長し続けるためには、お客さまから信頼を得て、コストに見合ったより良い品質のものを施工し、喜んでいただくものをつくり続けること。そのためには技術を追求し続けなければなりません。

そのことを考えたとき、これまでもいろいろな機会を通じて、人材育成の努力を継続していたと感じます。研究や現場の設計・施工に携わる技術者には、全社技術研究発表会、設計・積算競技会など社内での発表に加え、電気設備学会など各種学会、ゼネコンによる改善提案・QC活動など社外での発表があります。その他、本TDレポートや架空線部門における改善意見・要望活動など多種多様となっています。また、「かいぜん活動」については2016年度に架空配電線部門からスタートし、今年度より支店・方面本部まで活動の輪を広げ、多くの方にも活動推進をしていただいています。

このような機会を通じて、①各自が取り組んでいる仕事に目標をもち効率化などを推進する②その内容を一つの資料にまとめ評価する③人前で発表し技術・業務の共有化を図る④質問・意見を参考に更なる品質向上・業務効率化などを推進することができ、技術力の向上、チームワーク醸成、人材育成・教育になると考えます。

「技術者であれば人に語れる自分の足跡を残したい」これは、入社した時の私の想いです。幸いに都内の大型工事にも従事させていただき、施工記録なども残してきました。また、ありがたいことにある現場では施主のご配慮により定礎石に関係者の記名をいただけることとなり、自身の名も入り感激したことを覚えています。どこかにやりがいを持てるのはとても大切なことと感じました。

部門の品質管理責任者時代は、施工担当者の創意工夫を見つけ出すことを楽しみとし品質パトロールを実施。指摘だけではなく良い施工方法・事例などを探しだし部門内に共有、部門全体の技術レベル向上を目指しました。今でも施工担当者のみなさまの工夫・努力などを記録に残したりすることが大好きです。

東京本部長時代は、本部独自で技術発表会を始めました。総務・内線・空調・情報通信・支社の各部署がそれぞれの取り組みを発表する場です。部署により取り組み内容が違うことと、余分な業務が舞い込んできたようなイメージもあり最初は嫌がっていたようですが、実施が決まったあとは一生懸命に発表資料の作成や練習に取り組んでいただきました。当日、緊張しながら発表する姿と、チームのみなさまが発表後に満足した表情をされていることに感激しました。今も継続していただいているようですので嬉しい限りです。もっともっと良い職場になることを期待しています。

いずれの時も、それぞれが努力したものを形として残すことが必要であり、それにより一人ひとりが自信とやりがいを持って今の仕事に取り組める、いわゆる「仕事への情熱」が醸成されると考えています。今回のTDレポートにも様々な研究や施工事例が掲載されており、学ぶべきものも多くなっています。みなさまもいろいろな機会は用意されていますので、是非とも積極的に挑戦していただきたいと思います。

当社は、この10月に創立80周年を迎えることができます。「快適以上を、世の中へ。」をコーポレートスローガンとして、暮らしを支え続ける“誇り”や、信頼される“喜び”を共有し、これからも先も当社の使命を果たしながら、創立100周年をめざしてまいりましょう。

ラージデザインからスモールデザインまで、ビジネスにおけるデザインの価値

名古屋大学　客員教授
伊藤　義人

1　はじめに

米国のデザインコンサルティング会社IDEOが、スタンフォード大学で「Design　Thinking（デザイン思考）」を経営者に指導したことがきっかけで、デザイン行為やその効果が広く理解されるようになった。また、2018年に経済産業省が出した「デザイン経営」宣言では、産業競争力とデザインの関係が議論され、デザインを経営に取り入れたデザイン経営を行うことで、「ブランド構築」と「イノベーション」が促進されることが述べられている。しかし、あらためて宣言が出されるまでも無く、経営に影響を与えるデザイン活動は古くから日本でも行われていた。

私自身、株式会社デンソーで長年デザイン部門長を務め、デザイン行為やデザイン手法でデンソーの経営を左右するようなプロジェクトに関わってきた。技術ドリブンな企業であり、開発する製品も車両内部に取り付けられユーザが目にすることはほとんどないものが大多数だが、そのような企業でもデザインが重要な役割を果たすことをリアルに経験してきた。デザインが関わることで、商品・サービス・コミュニケーションの完成度が格段に向上する。また、デンソー退職後の現在も大企業から個人商店まで様々な規模・職種の事業者や大学で、デザイン手法を用いた経営改善・プロジェクト促進を支援しており、年々デザイン活動が経営に浸透し、功を奏しているのを感じている。その経験から、ビジネスにおけるデザインの価値を考えてみよう。

「デザイン経営」の効果＝
ブランド力向上+イノベーション力向上
＝企業競争力の向上

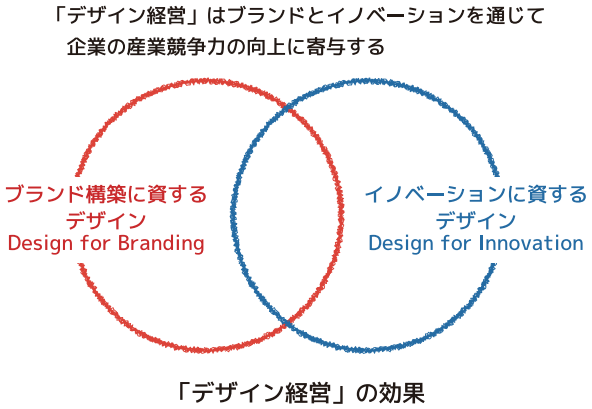


図１：デザイン経営の効果
出典：経済産業省「デザイン経営」宣言

2　経営者を巻き込むことで実現するラージデザイン

急速に円高が進んだ90年代半ばから、日本では効率化が強く叫ばれるようになった。効率化は企業にとっては生命線であるが、表層的な効率化が進むと「自部署最適」が進み、プロジェクトや事業全体の最適化が図りにくくなる。また分業化が進むと前工程／後工程のインプット／アウトプットのフォーマットが決められてしまうので、自部署だけでは新しい試みがしにくくなる。時代の変化により社会や顧客のニーズは変化していくので、時にプロジェクト全体、事業全体で仕事の流れや仕事のあり方を見直す必要がある。当然新しいプロジェクトを開始するときは構想をデザインしなければならない。このように、ビジネスの進化や事業の拡大を図るために、広範囲で様々なデザインを一つの大きなストーリにすることをここではラージデザインと表現しよう。

ラージデザインには、目標とするビジョンのデザイン、社会に生み出す価値のデザイン、自社が選ばれる理由を生む差別化のデザイン、実現に結びつけるバリューチェーンや仕事の進め方のデザイン、働く人の自律と活性化を図るモチベーションのデザインや人材育成のデザイン、市場を活性化させるコミュニケーションのデザイン、上手く活用してもらうためのユーザーエクスペリエンス（UX）のデザイン、収益を生むマネタイズのデザインなど、様々なデザインが必要で、これらのデザインを矛盾のないストーリとして語ることが求められる。

事業やプロジェクトを矛盾のないストーリにする

上で、最も重要となるポイントが、「どんな顧客」に「どんな顧客価値」を提供するかを定義することである。一つのプロジェクトにも様々なデザインが必要になるが、「どんな顧客にどんな顧客価値を提供するか」は常に一貫していなければならない。実は、日頃からユーザ視点を意識しているデザイナは「この顧客ならばこういった価値観ではないか？」ということを常に考えながら仕事を進めているため、この「どんな顧客」に「どんな顧客価値」をということを定義するのが上手い。近年、経営活動にデザイナが参画要請されることが増えたのは、この点にある。

2.1 「顧客価値」と「提供機能」

では、この「顧客価値」とは一体どのようなものか？ 厄介なことに、この顧客価値というのは、顧客自身も無意識であったり、言語化できていないことが多い。例えば、目覚まし時計の顧客価値は何だろう？「なぜ目覚まし時計を買ったのですか？」と聞くと、「朝きちんと起きるため。」と答える人が大半だろう。

しかし、よく考えると「目を覚まさせる」は目覚まし時計が持つ機能でしかない。目覚まし時計が必要な人はどのような人か？ 強くニーズを感じている人はどんな人か？ 受験生のように睡眠が短時間になっている人、海外出張等で時差に悩んでいる人、睡眠時間が日によって大きく異なる人、時間までに必ず起きなければならない人、不眠症の人など。そうした人が目覚まし時計に求める価値は何であろうか？ 本当は「起こしてくれること」では無く、「起床時間まで、ぐっすり眠ること」を価値として感じているのではないか。そう捉えると、目覚まし時計には、「短時間で深い睡眠に誘う機能」「睡眠を邪魔しない機能」「起床時間に快適に目覚める機能」など、睡眠時間をより有効なものにする機能が求められていることに気づく。

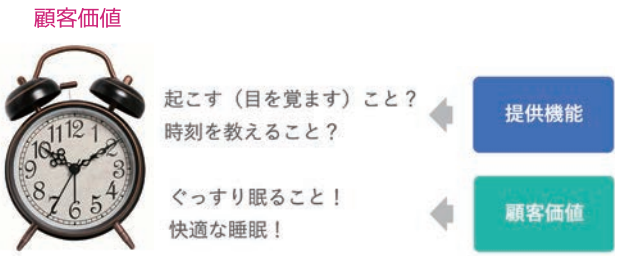


図２：顧客価値とは

また、車椅子を必要とする人が求めているのは何だろう？ はたして高性能で扱いやすい車椅子だろうか？ 車椅子を必要とする人が求めているのは、「自由な移動」であり、車椅子はその手段でしかない。自由な移動こそが求めている価値であり、車椅子無しで移動できるのが理想の状態なのだ。

言われると当たり前のことである。しかし、機能品の開発設計を生業としている企業がよく陥りがちなのが、「提供機能 イコール 顧客価値」と捉えてしまう現象だ。提供機能と顧客価値は別物であることを再認識したい。ここがデザイン思考の出発点となる。「どんな顧客価値を提供するか」が上手く定義できると、目指すべきあるべき姿が見えてくる。そして、競合とは一味異なるプロダクトを生み出せる。

2.2 イノベーションを生むラージデザイン

経済産業省「デザイン経営」宣言では、デザイン経営がイノベーションを促進することが述べられている。それは何故だろう。理由はいくつかあるが、私はデザイン活動が「イノベーションの風土を生み出す」からと考えている。

社会思想家の山口周氏は、「現代は、問題を解決する力よりも、問いを建てる力がより強く求められる時代になった。」と述べている。情報科学者であり発明家でもある暦本純一氏は、「これからの時代に必要なのは『フィクションを創る力』と『フィクションをノンフィクションにする力』だ。」と述べている。「問いを建てること」と「フィクションを創ること」は、イノベーショナルな活動を進める原動力になる。しかもこの二つはデザイナやデザイン思考の得意技だ。そもそも顧客価値は暗黙知であることが多く、デザイナは価値をインサイト（洞察）し、仮説としてそれを提示する。まだ暗黙知・仮説でしかない価値や課題を形式知化するのに、デザインの持つ可視化能力（スケッチをはじめとしたプロトタイプ）が役に立つ。インサイトし、問いを建て、フィクションでありたい姿を具体化し、可視化する。こうしたデザイナの行動の繰り返しが、周囲に課題意識を生み、課題に取り組む面白さに気づき、試してみる風土が生まれる。自主的に育った内発的エネルギは強い。デンソーでも、「デザイナが入るとプロジェクトが一気に活性化する。」と良く言われたものだ。知識創造論で有名な経営学者野中郁次郎氏が説く「SECIモデル」を回すのにデザイナは大きな役割を果たす。

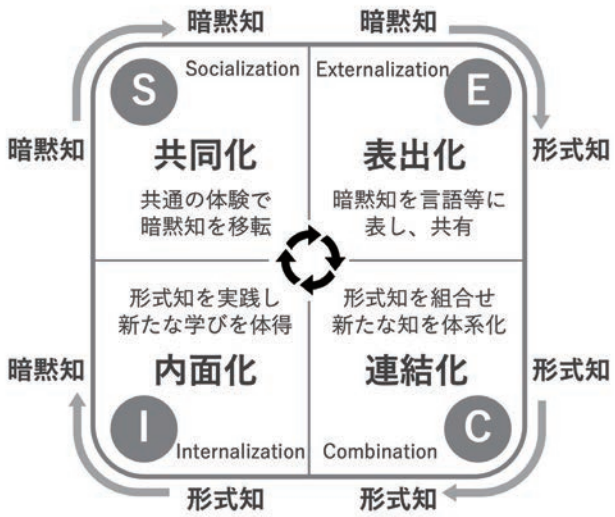


図３：知識創造論「SECIモデル」

2.3 構成型のアイデア創造

ここで、デザイナはじめクリエータと呼ばれる人がしばしば用いる手法を紹介しよう。デザイン思考を研究している鷲田祐一氏がこの手法を分かりやすく説明している。

現在現れている事象、ここではその事象が好ましくない事象、つまり「問題」だとする。この問題を無くすために、問題を構成する要素に分析する。そのうちの一つの要素を消失させれば、その問題は発生しなくなる。要素を消失させるために、さらにその要素を分析し、消失させるべき要素を見出していく。これは、分析（analysis）による問題解決法で、広く知られ使われている手法である。多くの職場で「分けると分かる」「なぜ、なぜ、なぜ、を繰り返す」などの言葉と共に良く使われていると思う。特にエンジニアやサイエンティストは、この手法を徹底することで、複雑な問題を解決することも多く、とても問題解決に有効な強いフレームワークである。

一方、この生じている問題も一つの要素として考え、他の要素と掛け合わせることで、好ましい事象を生み出す手法もある。この手法を鷲田氏は、構成（synthesis）によるアイデア開発と呼んでいる。これはデザイナがしばしば用いる手法であり、問題解決や要因分析が行い難い難しい問題、因果関係が定かでない問題が生じている場合に、効果を生む手法でもある。ただしこの手法は、生み出すアイデアの着地点をあらかじめ予見することが非常に難しい。そこでデザイナは分析（analysis）と構成（synthesis）を上手く使い分けながら、アイデアを創出していく。

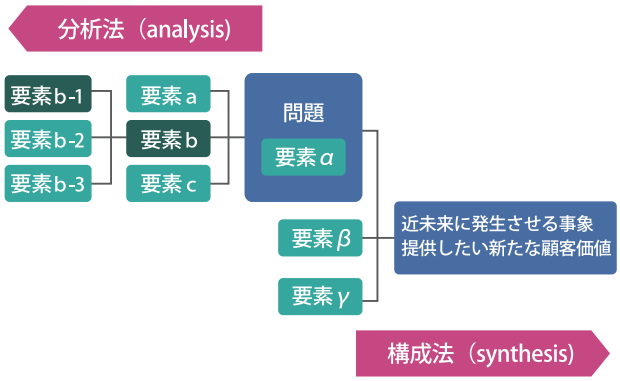


図４：分析（analysis）と構成（synthesis）
一橋大学鷲田祐一教授の資料を編集して作成

コロナ禍Covid19の事例で当てはめると、「ワクチンの接種」「マスクの着用」「三密の回避」「消毒の徹底」などが分析法による対処であり、「テレワーク・在宅ワークの促進」「キャッシュレスの普及」などが構成法で生み出した社会現象だと捉えることができる。

2.4 ラージデザインがもたらすもの

以上はラージデザインの一部であるが、問いを建て直し、顧客価値を探り、フィクションでありたい姿を具体化し、可視化し、様々な視点でアイデアを練るというクリエイティブな風土を創り出すことがデザイン経営の要諦であり、企業経営においても重要な施策となる。働く人の自律・自立も促進する。ラージデザインの活動は、組織風土を醸成し、組織文化を再構築し、組織能力を向上させる。

デンソーはかつて「最強の黒子」「隠れた巨大企業」などと呼ばれ、どんな会社なのか社会にあまり理解されない状況が長く続いていた。20年ほど前から、ラージデザインが浸透することで社内文化をアップデートし、社外に対するブランド活動をここ10年で一気に推し進め、今では、社会の全面に出て責任を果たす企業へと変わってきた。10年ほど前から、デンソーのホームページや統合報告書が主体性を重視したメッセージに変わっていることからも、お分かり頂けると思う。

3　レバレッジ効果が高いスモールデザイン

ラージデザインとは逆に、色・形といった小さな創造でビジネスに大きな効果をもたらすデザインを、スモールデザインと呼ぼう。小さなきっかけにレバレッジをかけ大きな成果をもたらすので、大変効率が良い。このレバレッジの大きさがスモールデ

ザインの醍醐味である。色・形は昔からデザイナの専門領域とされていたが、ラージデザインが世の中に広く知られるようになってきた今こそ、デザイナはスモールデザインで本領を発揮したい。スモールデザインは、ラージデザインの構造や効能を知った上で策を施す。どこにどうスモールデザインを施すと、大きなレバレッジ効果を生むのか、優れたデザイナほど、これを見通すのが上手い。

スモールデザインは事例を見ることで、簡単に理解できる。例えば、バンクシー。街に落書きをすることで、世界中の人々に課題意識を植え付けている。

図５：バンクシー作品　出典：PR TIMES

もう少し身近な事例では、ヘルプ・マーク。このマークを生み出したことで、病気や障がいで困っている人たちを助ける「優しい社会」を作り出している。

図６：ヘルプマーク

私が行った事例では、「ツーフィンガー」「まめぞう携帯」と呼ばれた携帯電話のデザインが、事業を大きく左右した事例として挙げられる。

1994年携帯電話の自由化・販売が始まり、携帯電話市場が一気に活性化した。そのタイミングでデンソー（当時：日本電装）が売り出したのがIDO（現：au）のT204(通称：ツーフィンガー)である。一列キー配列というユニークなデザインの携帯電話である。自動車部品メーカのデンソーが通信業界に本格参入し存在感を示すために作成したデザインだ。

通信業界では、NTTがまだ電電公社であった時代からNTTと協力して製品を製造していたメーカ以外は、全くの新参者扱いで、ソニーやパナソニックですら業界の中心入っていくことに苦労していた。自動車部品メーカのデンソーはなおさらである。とにかくデンソー参入のインパクトが必要であった。しかしデンソー社内では開発部門も営業部門もこのツーフィンガーデザインを選ばず、他のデザインを推しており、デザイン部門だけがこのデザインでいくことを主張していた。

世に出してみると、このツーフィンガーデザインのインパクトは、通信業界で大きな話題となり、数々のメディアに取り上げられ、IDOの一押し携帯電話のポジションを取ることができた。デザイン業界でも賛否両論の議論が巻き起こり、デンソーの狙いは見事に達成された。

そして次に、今では当たり前になった携帯電話でのデータ通信。これを牽引したのがJ-Phone（現：SoftBank）のJ-DN01/02/03（通称：まめぞう携帯）である。音声通話が主な使い方だった時代に、「まめぞう」というキャラクタを使って、インターネットを活用することを広めた携帯電話であり、この電話のヒットによりデンソーの通信事業は黒字化した。「まめぞう携帯で、携帯電話デビューした。」という若者も多かった。まめぞうの企画や機能は、デザイン部門が遊び心で考案し提案したものである。

図７：T204(ツーフィンガー)／
J-DN02（まめぞう携帯）／まめぞう

こうした「一列キー配列デザイン」「キャラクタデザイン」で通信業界の景色を変えた事例から、デンソーは米国はじめ海外の通信事業者からも注目されるようになった。実際、米国でもユニークなインターフェイスデザインの携帯電話を売り出し、事業として大成功を収めた。

しかしその後、デンソーは2001年、携帯電話事業から撤退する。わずか7年で通信業界でのプレゼンスを獲得したデンソーは、その技術と地位を活用し、当時ITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）と呼ばれていた業界に注力することとなった。それが今、自動車業界で注目されている自動運転やコネクテッドと呼ばれる技術に繋がっている。これらの開発や実装には、通信がコア技術となる。デンソーが現在、開発の主軸を握れているのは、ユニークな携帯電話のデザインがバタフライ・エフェクトを起こした結果と言えよう。

4　ラージデザインとスモールデザイン

では、ラージデザインとスモールデザインはどのように組み合わせるとビジネス効果が生まれるのか？ 具体的な事例で見てみよう。取り上げる事例は、従業員10数名の精密切削加工会社「株式会社入曽精密」での事例である。

入曽精密は微細で難しい切削加工の最先端企業であり、４年前からコクヨ株式会社で椅子のチーフデザイナを務めている木下洋二郎氏、デザインコンサルティングファームとして活動しているトリニティ株式会社のリサーチャ中森志穂氏、そして私の３名でデザイン経営の支援をしている。入曽精密は技術レベルがダントツで志も高い日本が誇るべき企業である。出会いは、トリニティが企画した「DXDキャンプ」というデザイン経営普及事業の構想にあたり、入曽精密・トリニティ・木下氏・私の４者で、そのプロトタイププロジェクトを行ったことに始まる。

入曽精密社長の斎藤清和氏は、微細加工の世界では知る人ぞ知る研究者・経営者であるが、切削加工請負事業においては、相見積もりで商売を決められてしまい、斎藤社長が描いている高度切削加工技術の普及を実現する事業につなげられていない状況にあった。「難加工なら入曽精密！」と指名で仕事が入る状況を目指して、我々がデザイン視点で経営や事業運営を支援している。

ラージデザインの視点から、まず我々が行ったのは、社内コミュニケーションの見直しである。社長は、次から次へと意欲的に施策を実行するタイプであり、なおかつ収益事業だけでなく、最先端の研究や業界の技術水準向上のために同業他社の支援や技術指導も積極的行っている。種々様々な活動が同時並行して進んでいる。そのため、従業員にとっては、目的や何をどう判断基準にすべき活動なのかが理解されないまま実行に移されている活動もあり、まずはここからリ・デザインする必要性を感じた。

「デザイナが協力してくれるのだから、何か新商品でもデザインしてくれるのだろうか？」と当初入曽精密は考えていたかもしれないが、デザイナの活動がラージデザインまで広がっていることを理解頂き、当初から良好な関係を築くことができた。よって我々もあえて苦言を社長に述べなくてはならない場合も躊躇することなく議論できたので、課題や問題の炙り出しは速かった。

社内コミュニケーションを整えるためには「言語や表現の統一化」が重要な要素となる。が、自社の製品や技術を説明する場合、社内に対しても社外に対しても様々な言葉や表現が飛び交っており、言葉の整理・統一が成されていないため、顧客や将来顧客はじめステークホルダは、同じことを言っているのか、違うことを言っているのかが分かり難い状況にあった。ホームページとパンフレットで言葉や表現や訴求点が違っていたり、次々と新しい表現が生まれたりしていた。我々デザイナが入ることで、言葉の定義が徐々に明確になる。

この活動には入曽精密の将来リーダ候補者にも入ってもらうことにより、「社長の真意の伝達（社内コミュニケーション）」「社外への説明での留意点（社外コミュニケーション：マーケティング）」「職場活性化と次世代リーダの育成」が同時に進められた。入曽精密の社外コンサルタントやホームページ作成デザイナにも入ってもらうことで、入曽精密が持つ様々なマテリアルの表現が整理・統一されていった。

この時点で我々が入曽精密に提案したのが、「会社マークの刷新」というスモールデザインである。このレバレッジ効果はとても大きかった。

提案したマークは切削加工の原点「矢じり」を表現したもので、木下氏の作である。斎藤社長は「切削加工の進化は『矢じりのエッヂ』にある。」と唱えており、その矢じりが最先端を切り開く姿を表現している。社長の即決で会社マーク変更が実現し、早速、名刺・ユニフォーム・ホームページ・パンフレット等会社資料に反映される。社外に対して会社

マークのデザインを話題にすることで、切削加工の原点が理解され、最先端切削技術で出来ることに顧客から興味を持たれ、従業員の士気は上がり、プライドが醸成される。なにより、入曽精密ブランドが世界観として語れるようになった。

図８：入曽精密の会社マーク
切削の原点「矢じり」をモチーフに、
最先端を切り開く姿を表現している

こうしたラージデザインとスモールデザインの組み合わせで、入曽精密の存在や技術も社外から認知・理解されていった。受注状況も良くなり、社長が描く「日本の加工技術の底上げ」というビジョン実現に向け、着実に進んでいるのを感じる。

5　最後に

社会インフラを支えるトーエネックの事業は、公共性が求められ、簡単には撤退できない責務を負っている。したがって、安易な取り組みは許されず、企業の個性を出すのも難しい。しかし、そうした企業こそ、「小さな違いだが、大切な違い」を上手くデザインすることが求められる。デザインには「見えない損失」を防ぐ機能も持ち合わせている。

ラージデザインとスモールデザイン、両者の視点で皆さんが仕事の完成度を上げることを願っています。

【略歴】
1981年　東京理科大学工学部機械工学科 卒業
　　日本電装(株)(現：株式会社デンソー)入社
2001年　デンソーデザイン室 室長
2012年　デンソーデザイン部 部長
2014年　デンソーデザイン 技師
　　グッドデザイン賞　大賞受賞
2018年　価値創造プロジェクト 担当部長
2021年　事業構想大学院大学 修了
　　事業構想修士（MPD）
　　一般社団法人ビジネス･ローンチアウト設立
　　同　代表理事
　　個人事業主 デザイン･オンサイト として
　　ビジネスデザイナ／新規事業創造活動開始
2023年　デンソー 退社
　　名古屋大学未来社会創造機構　客員教授
　　岐阜大学航空宇宙生産技術　非常勤講師
2024年　ビジネスコミュニケーション心理士

アクティブフィルタと自動力率調整装置の協調制御による力率改善システム

技術研究開発部
研究開発グループ
藤田　悠

1　はじめに

近年、太陽光発電システム（PV）の普及により、PVからの逆潮流による配電系統の電圧上昇が課題となっている。また、大部分の高圧需要家では、進相コンデンサ（SC）を常時配電系統に接続しているため、軽負荷時に配電線の力率が過剰な進みとなり、フェランチ効果による配電系統の電圧上昇も課題となっている。

この対策として、負荷変動に応じてSCを開閉する自動力率調整装置（APFC）の設置が推奨されているものの、設置コストがかかることから、中小規模の需要家では普及が進んでいない。

そこで、当社では中小規模の需要家をターゲットとし、他社製品より低コスト化したAPFCである「SmartAPFC®」を開発した[1]。ただしAPFCはSC1バンク単位でしか無効電力を調整できないため、受電点力率を100%に維持できないという課題がある。

一方で、インバータ空調機の高調波対策用アクティブフィルタ（AF）の余剰能力を用いて無効電力を連続的に可変出力し、受電点力率を100%に維持する技術が検討されている[2]。しかしながら、必要なAF容量が過大になることから実用化に至っていない。

そこで、これらの技術を組み合わせることで配電系統の電圧上昇をより抑制しつつ、需要家のAF容量やSC台数削減が可能であると考え、AFとAPFCの協調制御手法を用いた力率改善システムを開発した。

本報告では、まずはAFとAPFCの協調制御手法について述べる。次に実機による検証試験結果を示したのち、系統シミュレーションにより、本手法で配電系統の電圧上昇を抑制可能であることを示す。最後に本システムによるコスト削減効果試算結果と今後の方針を報告する。

2　従来制御手法と協調制御手法

2.1　従来のAPFC制御

AFとAPFCを設置した高圧需要家設備の概略単線結線図を図1に示す。APFCは、受電点の無効電力がしきい値を超過した際にSCを投入・開放する。以下に三菱電機製のAPFC(VAR-6A)[3]の目標力率

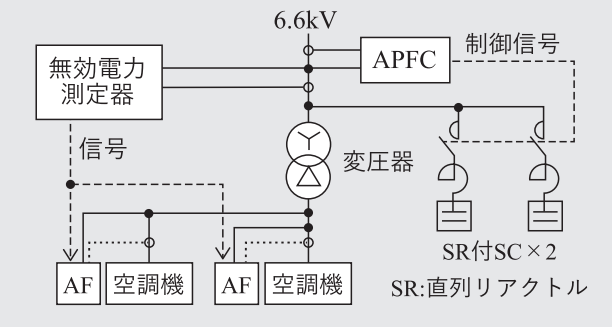


図1　AFおよびAPFCを設置した高圧需要家設備の概略単線結線図

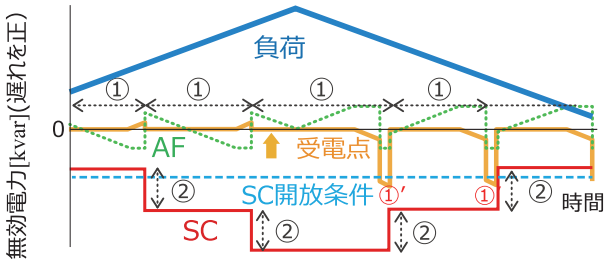


図2 協調制御手法による無効電力変化

100%でのしきい値を示す。

- SC投入しきい値：0kvar
- SC開放しきい値：SC容量 1バンク ×1.2kvar

上記のAPFCでは、投入時に対し開放時には、SC1バンク容量の20%の余裕を見て開放するように設定されている。そのため、SC開放後も受電点の力率は進みとなる。

2.2　従来のAF制御

従来の一般的な空調機用AFは、インバータ空調機から発生する高調波電流に対し逆位相の高調波電流を出力して高調波を打ち消す。この機能に加えて、受電点の無効電力を測定した信号をAFに入力して、連続的に補償する手法が検討されている[2]。

2.3　協調制御手法

(1) AFが1バンクの場合

負荷の無効電力が時間とともに増減する場合を例に、協調制御手法の動作を図2に示す。AFは負荷無効電力（青線）増加時には、受電点無効電力（黄色線）を0にするため、AFから無効電力（緑点線）を出

力する。ただし、AF合計無効電力をSC容量の0.5倍以上に増加させない（出力上限：①）。

その結果、さらに負荷無効電力が増加すると、APFCによりSCが投入される（②）。これにより、受電点力率を100%（受電点無効電力=0）に制御可能となる。

負荷の無効電力減少時は、AF出力が遅れ側の上限に到達しても、SC開放条件（水色点線：受電点無効電力がSC1バンクの1.2倍））よりも受電点無効電力が進み側になるまでSCが開放されない。

そこで、「AF無効電力出力を進み側に反転すると、水色点線で示すAPFCのSC開放条件を満たす」場合は、AFの遅れ無効電力を進み側に反転し、APFCがSCを開放するまで無効電力出力を維持する（Q反転：①′）。

この動作により、負荷減少時において不要なSCが早く開放され、AF出力が上限以下に減少するため、さらに負荷が減少する場合でも受電点力率を100%に制御可能となる。

(2) AFが複数台の場合

実際の高圧需要家設備では、空調機の室外機にAFを設置するため、数台～数十台のAFがある。

しかし、これらすべてのAFを通信線など用いて監視・制御するシステムを構築するのはコストが高くなり現実的ではない。そこで、複数のAFを自律的に協調させるため、各AFを以下のように設定した。

①AFの無効電力分担率の設定

AFごとの無効電力分担率S_n(n=1、2、…、AF台数、合計＝1)を設定する。

なお、AF1台の容量は同じであるため、分担比率は基本的に各AFすべて同じとする。(例：AFが10台であればS_n=0.1とする)

②AFの無効電力出力Q_{AF}の制約範囲の設定

各AFの無効電力出力Q_{AF}の制約範囲を以下のように設定する。なお以降は遅れ無効電力を正とする。

$$-\frac{1}{2}\ Q_{SC1}S_n \leqq Q_{AF} \leqq \frac{1}{2}\ Q_{SC1}S_n \quad \cdots（2-1）$$

ただし、Q_{SC1}：SC1バンクの容量

③Q反転時の条件設定

すべてのAFがQ反転した際にSCが開放されるように、各AFの「Q反転」を実施する条件を以下の通りとする。

$$Q_R - 2\frac{Q_{AF}}{S_n} < -1.2Q_{SC1} \quad \cdots（2-2）$$

ただし、Q_R：受電点無効電力

④Q反転時の出力

Q反転時の各AFは以下の無効電力を出力する。

$$Q_{AF} = -\frac{1}{2}\ Q_{SC1}S_n \quad \cdots（2-3）$$

なお、空調機の稼働率が高くなるほどAFで補償する高調波電流が大きくなるため、AFから無効電力を出力できる量は少なくなる。その結果、「Q反転」でSCを開放できない可能性がある。

そこで、空調機の稼働率が高い時間帯にバラツキがあることから、「Q反転」実施時の、各AF無効電力出力の指令値を（2-3）式の値よりも徐々に大きくする。その結果、無効電力を出力できないAFの代わりに出力に余裕のあるAFから進み無効電力を多く出力するため、「Q反転」により、SCを開放できる。

なお、AF無効電力出力指令値を徐々に大きくして、受電点進み無効電力がSC開放に必要な分を超過した場合に、増加量を低減することで、受電点の過剰な進み力率を防止する機能も設けている。

3　動作検証試験

3.1　試験条件

図3の構成で実機にて動作を検証した。試験時の写真を図4に示す。試験条件は以下の通りである。

- 1kvarのSC×4バンクの投入・開放を三菱電機製のAPFC（VAR-6A）で制御する。
- 受電点の無効電力に応じてAF×2台の無効電力出力を、2.3節に記載のアルゴリズムで制御する。なお、AFの無効電力出力の制約範囲は、それぞれ−0.25kvar ～ 0.25kvarまでとした。
- インバータ空調機は4kW出力一定とした。
- 無効電力負荷から遅れ無効電力を0kvarから4kvarまで60分かけて増加後、10分維持し、その後、0kvarまで60分かけて減少させた。

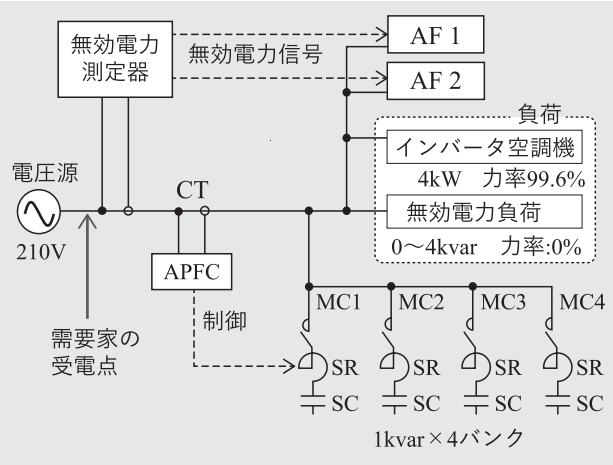


図3 試験時の回路構成

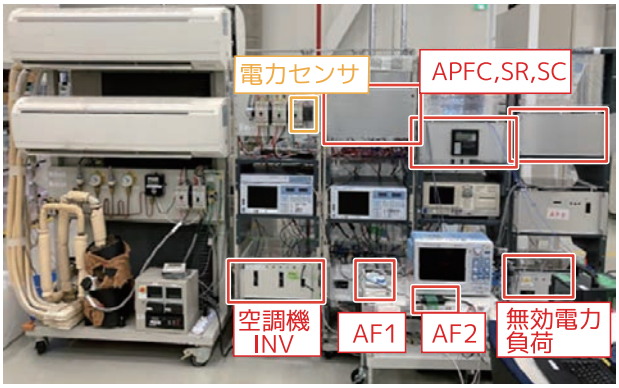


図４ 試験時の様子

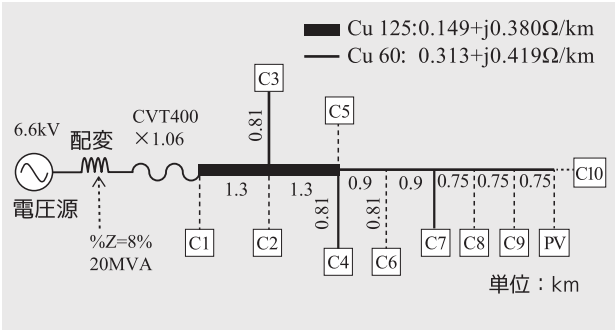


図6　配電系統モデル（農村地区）

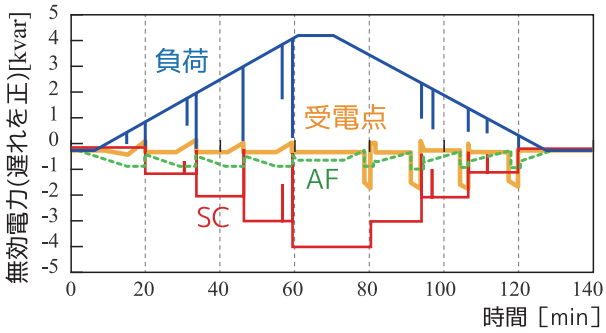


図5 協調制御手法の動作試験結果

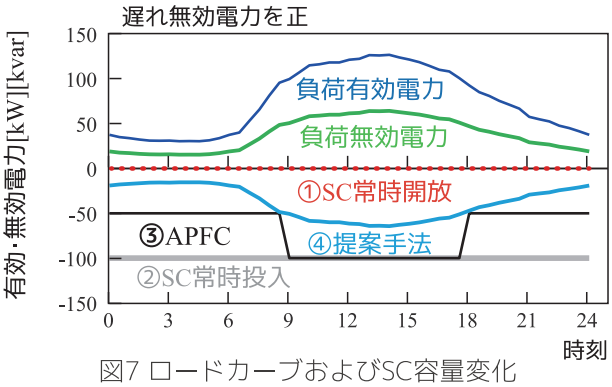


図7 ロードカーブおよびSC容量変化

3.2　試験結果

協調制御手法の動作試験結果を図5に示す。図5より、SC開放時には、一時的に受電点無効電力が進みになるものの、それ以外の時間帯では、受電点の無効電力を0（受電点力率=100%）に維持できていることが確認できる。

4　配電系統の電圧上昇抑制効果

協調制御手法による配電系統の電圧上昇抑制効果を系統シミュレーションにより検証した。農村地区（配電線亘長：7.67km)を模擬した配電系統モデルを図6に示す。高圧需要家 C1～C10のロードカーブを図7のとおりすべて同じとした。SC制御パターンを以下の4通りとし、SC容量の変化を図7に示す。

①SC常時開放：SCの投入なし
②SC常時投入：SC100kvarを常時投入
③APFC：SC 50kvar×2バンクを目標力率100%で制御
④提案手法：協調制御手法で受電点力率100%維持

図7のロードカーブには高圧需要家における過去の実測平均値を用いた。なお、電圧上昇量が大きくなるように軽負荷季の実測データを用いた。

末端付近に配置した定格出力1MWのPVがない場合とある場合で、上記のSC制御パターン別に、晴天時における配電系統の末端（C10）の電圧を比較した。結果を図8に示す。図8より、PVなしの場合は、APFCおよび提案手法のどちらも6600V付近に抑制できている。しかし、PVありの場合には、APFCではPVの逆潮流に起因する昼間の電圧上昇を

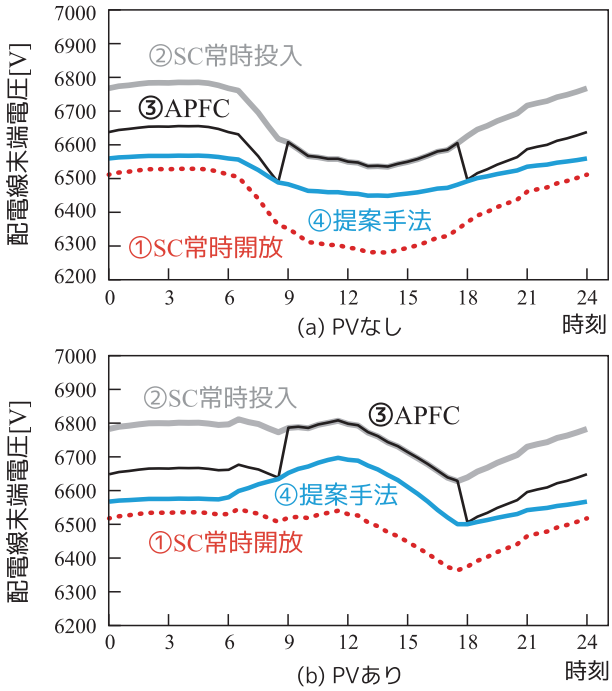


図8 配電系統末端（C10）の電圧変化

抑制できず6800V程度にまで上昇している。対して提案手法では、昼間の電圧をAPFCと比較して100V程度抑制できている。以上より、提案手法ではAPFCと比較してPVの逆潮流に起因する電圧上昇を抑制できることが確認できた。

5　コスト削減効果の試算

当社の営業本部と空調管本部の設計部に、協調制御手法のコスト削減効果をヒアリングした。その結果、APFCを設置する場合、SCを3バンクで選定するケースが多く、2バンクに削減できれば、キュービクルの面数を少なくできるため、コスト削減効果が大きいことを確認した。そこで、力率改善システムによりSC合計容量を変えずにSCバンク数を削減できるか検討した。具体的には、AFの余剰能力がSC1バンク容量の半分より大きい場合に本システムで受電点力率を100%に維持できる。そこで、上記の条件がSC2バンク構成で成立することを以下の手順で確認した。

①：「新築ビルディング電気設備データ」[(4)]より、事務所ビルの延床面積に対するSCや空調機などの容量を延床面積2,000㎡～30,000㎡の範囲で1,000㎡ごと設定した。

②：SCの一般的なラインナップから①の直近上位となる容量の半分を「SC2分割容量」とした。ただし、同一容量2バンクで構成できない場合は、SC容量の差が最も小さい組合せとし容量の大きい方を「SC2分割容量」とした。

③：①のビルで、高調波流出電流を上限値以下に抑制可能な空調機のAF搭載率を計算した。延床面積10,000㎡での結果を図9に示す。図9より、5次、7次ともに上限値以下とするにはAF搭載率を40%以上にすれば良いことを確認した。なお、上記以外の延床面積でも同様の結果を得た。

④：③よりAF搭載率40%、空調機の最大稼働率55%でAFの余剰能力Q_{AFS}を求めた。Q_{AFS}がSC 1バンクの容量の半分を補償できれば良いため、Q_{AFS}の2倍を「協調制御可能なSC容量」とした。

④：②の「SC2分割容量」と④の「協調制御可能なSC容量」の比較結果を図10に示す。図10より、「協調制御可能なSC容量」が「SC2分割容量」より大きいため、SC2バンクで構成可能である。

上記の結果をもとに、SCバンク数の削減によるキュービクル製作コスト低減効果の試算を

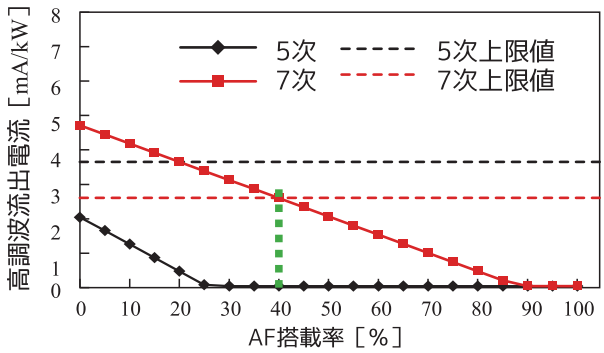


図9 AF搭載率と高調波流出電流（延床面積1万㎡）

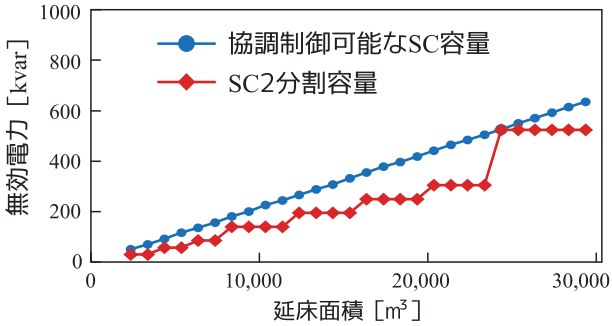


図10 延床面積別のSC1バンク容量と協調制御可能なSC容量の比較

メーカに依頼した。その結果、力率改善システムによりSCを3バンクから2バンクに削減した場合、変圧器合計容量500kVAでは15%（約120万円）、800kVAでは12%（約150万円）のコストを低減できることを確認した。

6　おわりに

今後は、展示会や学会発表を通して本システムのPRを進めるとともにAFの具体的な販売スキームを検討する。なお、本研究はダイキン工業株式会社と共同で実施した。

参考文献
(1)藤田 悠、小林 浩、青木 睦
「制御方式を簡素化した自動力率調整装置の開発と評価」電気設備学会誌Vol.37、No.2、pp.9 -16 (2018)
(2)河野 雅樹、 太田 圭祐、小嶋 広幹、川嶋 玲二
「空調機内蔵アクティブフィルタによるビル全体の力率制御」電学論D Vol.141 No.4 pp.339-344 (2020)
(3)三菱電機株式会社「三相自動力率調整装置（VAR-6A・VAR-12A）取扱説明書」(2021)
(4) (一社)日本電設工業協会、(一社)電気設備学会：「新築ビルディング電気設備データ」(2020)

バリューチェーン強化を目的としたパッケージ版ToEMSの開発

技術研究開発部
研究開発グループ
小林　野亜

技術研究開発部
研究開発グループ
成瀬　仁

技術研究開発部
品質マネジメントグループ
古田　涼亮

1　はじめに

当社の問題点の一つとして、完工後にお客さまと疎遠になり、優位な立場となれるはずの受注機会を失うことが挙げられている。この問題点の解決のため、建物完工後の保守段階における付加価値を増やす（バリューチェーンを強化する）ことでお客さまと継続的な関係を構築する必要がある。

当社のバリューチェーン強化には、お客さまの設備運用・管理データ（運転実績、点検記録、修繕記録など）を用いた保守点検や設備更新工事などの提案が効果的だと考えられる。

膨大な運転・管理データを活用するツールとして、顧客のあらゆる設備・装置を監視制御し、データ取得・見える化が可能な「ToEMS（Toenec Energy Management System：トエムス）」がある。「ToEMS」とは、当社で開発したエネルギーマネジメントシステム（EMS）であり、「Joy-WatcherSuite」というSCADA※1（Supervisory Control And Data Acquisition）ソフトをもとに、独自の設備異常検知・診断機能を組み込み構築している。

「ToEMS」はカスタマイズ性が高く、物件ごとに最適なサービスを提供できるメリットがある。しかしながら、カスタマイズ対応に時間がかかることや、専門的な知識が無いと営業提案しにくいなどの問題点があった。そこで、画面デザインと機能を標準化するとともに、データ活用機能（設備台帳，データ分析）を新たに搭載した「パッケージ版ToEMS」を開発した。

本報告では、前半で運転・点検データの活用検討を、後半で開発した「パッケージ版ToEMS」の詳細を報告する。

2　社内保有データ活用状況の調査整理

バリューチェーン強化に向け、お客さま設備の運転・点検データの保有量、活用方法、活用時の課題を整理するため、2022年度に社内関係部署へのヒアリングを行った。ヒアリング結果を表１に示す。

表１から、運転データと点検データを活用した提案を行うかどうかが部署内で統一されておらず個人の裁量に任されていること、双方を活用した提案をしている部署はないことがわかる。この要因は、業務都合やデータ分析困難などであり、専門的な知識を持たない人でも容易に短時間で分析可能なツールの開発が必要である。

3　バリューチェーン強化のためのデータ活用手法

３．１ 運転・点検データ活用手法の調査

２章でのデータ活用状況を整理した結果をもとに、パッケージ版ToEMSに取り入れる、バリューチェーン強化に有効なデータ活用案を策定するために、まず他社の活用事例を調査した。調査対象は、運転・点検データを活用した事例の報告書や雑誌、機器余寿命推定等の研究論文、他社のEMSサービスなどとした。

調査結果から、当社で活用可能と考えられる事例とその課題を整理した。

３．２ 点検データ活用手法の検討

点検データの活用手法を検討するため、空調設備の過去の点検記録データを分析した。その結果、数

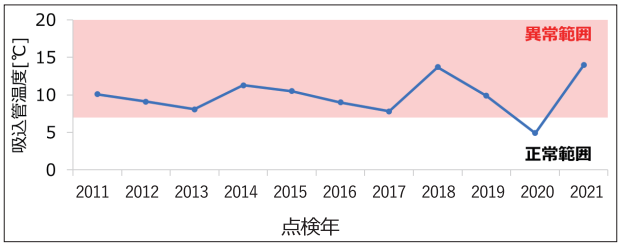


図１ 点検結果の時系列グラフ（マルチエアコンの圧縮機吸込温度）

※1 あらゆる装置･設備から得られる情報を､ネットワークを通じて1か所に集め､一括で監視制御を行うことのできるソフトウェア

年分の点検記録を異常しきい値と共に経年でグラフ化することで、異常値判定が分かりやすくなった。

しかし、図１に示すマルチエアコンの圧縮機の吸込管温度年次点検結果の経年変化のように、正常な範囲である「７℃以下」を超過しているにも関わらず、数年にわたって対策が取られていないデータもあった。このような事例を無くすため、設備の異常を自動診断する機能が必要であることが分かった。

また、より高精度に異常診断を実施するには、点検データと機器の使用環境（周辺外気の温湿度等）や使用状態（負荷率、稼働時間等）などの運転データを組み合わせて分析をする必要がある。

３．３ 運転・点検データ活用案の策定

３．１節で整理した活用事例と３．２節での検討結果をもとに運転・点検データ活用案を策定した。活用案の一覧とその概要を表２に示す。また、活用案①④⑦⑧について、表示画面のイメージを図２に示す。図２に示したイメージ例についての説明は以下の通り。

活用案①の例：消費電力量の経時変化

- 当日1時間ごとの消費電力量を前日、昨年の同日の値と共に表示し、比較する。

活用案④の例：熱源機性能の経日変化

- 熱源機の冷温水流量、出入り口温度等から能力達成率を日ごとに算出し、一定の値を下回る場合に異常と診断する。

活用案⑦の例：変圧器統合による省エネ効果試算

- 低負荷で稼働していた複数の変圧器を統合することで削減できる年間損失電力量や年間コストを試算する。

活用案⑧：更新優先度判断と中長期設備更新計画作成

- 設備故障時に影響が及ぶ時間と故障による被害の大きさから機器の重要性を数値化する。
- 点検結果から総合的な故障の可能性の高さを数値化する。
- 上記2つをもとに設備の更新優先度を判断し、故障リスクの高い設備から更新するよう、中長期設備更新計画を作成する。

表１　運転・点検データ活用状況に関するヒアリング結果（2022年当時）

	活用の有無		意見・要望
	運転データ	点検データ	
部署1	**無** 業務多忙	**有** 設備更新計画案の作成	・ToEMS基本機能のパッケージ化ができると良い ・お客さまから更新費用平準化を求められる ・空調設備は省エネ効果が分かりにくい ・月報の提出だけでも関係性向上に役立つ ・故障時の影響度を評価できると良い ・省エネ余地のあるお客さまはEMS未導入であることが多い ・変圧機負荷率、幹線の余力や不平衡率を表示できると良い
部署2	**担当者による** 運用改善(中電物件)	**無** 業務多忙	
部署3	**担当者による** エアーマイスターの提案等	**ー** 点検業務無	

表２　活用案一覧と概要

No.	活用案	概 要
①	設備・機器の見える化と簡易診断	・各機器の現況と過去の値や目標値、しきい値を同時に表示することで簡易的な分析が容易になる。 ・幹線の余力、不平衡率等も表示・分析評価が可能となる。
②	エネルギー別の内訳表示	・設備やエネルギー毎の内訳を把握し、節電・省エネの対象先の選定判断に活用できる。
③	エネルギー消費原単位の見える化	・エネルギー消費量原単位の時系列表示により、増減傾向の確認ができる。 ・エネルギー消費量も同時に表示することで、生産効率等も評価できる。
④	設備・機器の性能評価	・%電力量やCOPなど天候や負荷の変動に左右されない値を用いて設備・機器の性能評価を行う。 ・不具合や異常を早期に発見し、迅速な設備の修繕や更新提案に活用できる。
⑤	機器負荷率の見える化	・設備機器稼働時の負荷率を把握し、更新時の適正な設備機器容量選定に活用できる。 ・非効率な低負荷で運転している機器を把握し、運用改善の検討に活用できる。
⑥	故障回数と故障率の見える化	・機器別の故障回数とそこから算出した故障率を表示することで故障率の高い機器を見える化し、故障原因の調査やメンテナンスの判断材料とする。
⑦	省エネ効果試算	・機器更新によるCO2排出量やランニングコストの低減効果を見える化し、更新の判断材料とする。
⑧	更新優先度判断と中長期設備更新計画作成	・機器故障時のリスクを点検結果と設備の重要性から総合的に判断し、更新順位を決定する。
⑨	点検結果から余寿命表示	・測定・点検データを時系列表示して余寿命を予測する。(変圧器の部分放電量など) ・中長期保全計画作成時の参考資料として使用可能である。

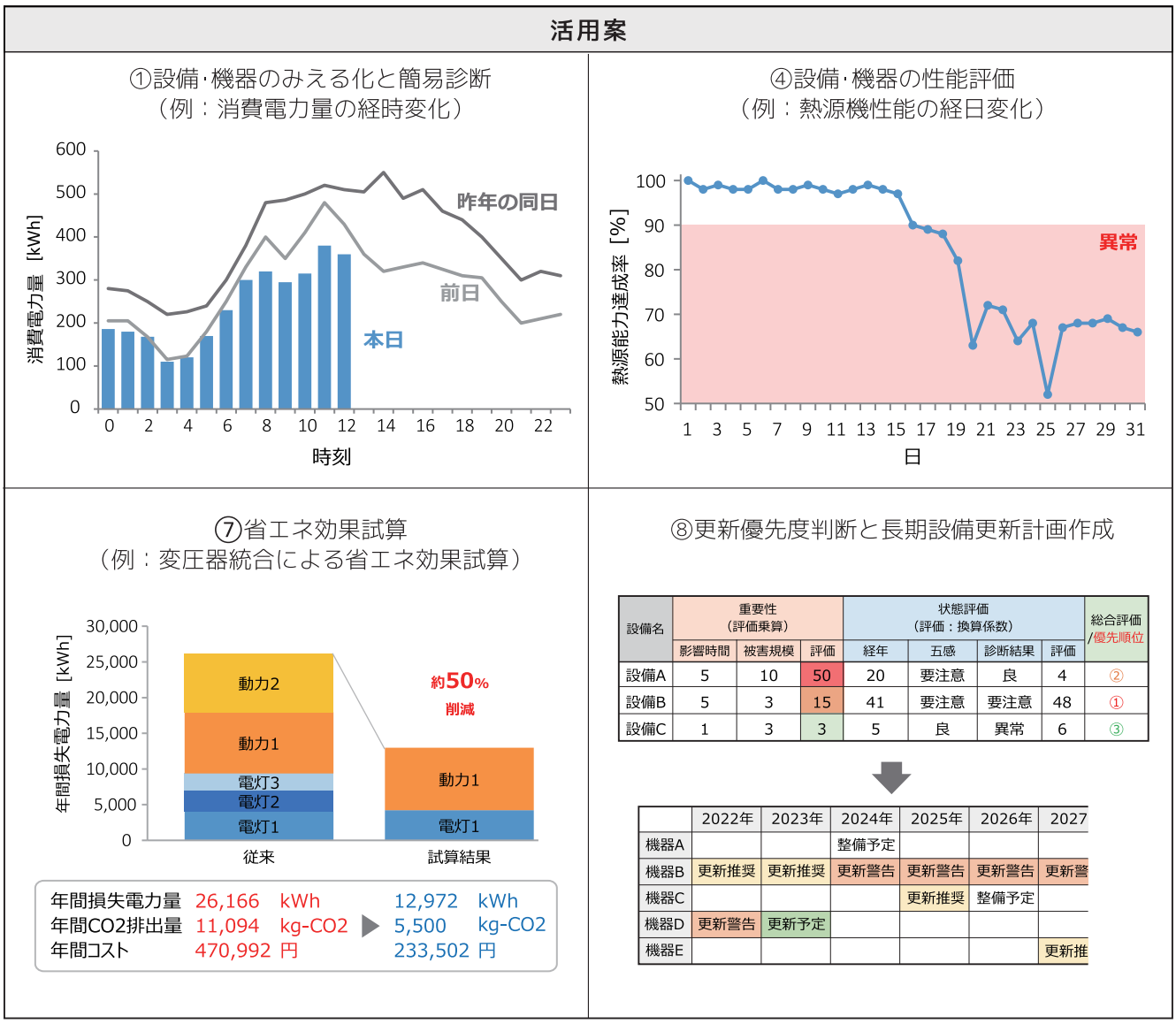


図２　活用案イメージ図

4　パッケージ版ToEMSの開発

４．１ パッケージ版ToEMSに搭載する機能

パッケージ版ToEMSに搭載する機能は、過去に導入したToEMSで採用した機能と他社EMSの機能を比較して選定した。パッケージ版ToEMSに搭載する機能を表３に示す。なお、表中の「追加機能」は新規に搭載した機能であり、表２の活用案①～⑥を含む。

一方、活用案⑦～⑨は、更新工事の提案に使用することでお客さまの囲い込みを狙った内容であり、これをパッケージ版ToEMSに搭載すると、お客さまから当社以外へ関連工事を依頼されることが懸念されたため、搭載を見送った。ただし、活用案⑦～⑨は、今後、社内で利用可能なツールの開発を行う予定である。

４．２ パッケージ版ToEMSの仕様

既存のToEMSに新機能を加える際、新たにAPI（Application Programming Interface）の開発や「JoyWatcherSuite」の標準機能の使い方の工夫が必要である。パッケージ版ToEMSの仕様を整えるにあたり、表３の既存機能および追加機能の画面配色や表示項目などの標準仕様を決定した。同時に、追加機能の内部処理方法や画面遷移の仕様を決定した。

以下に仕様の概要を示す。

（１）既存機能の仕様

新築事務所ビル（洲崎ビル）をモデルとしてパッケージ版ToEMSの仕様を決定した。具体的には計測点、計測機器、計測項目の命名ルール、システム構成、画面構成、画面の表示内容であり、これをパッケージ版ToEMSの標準仕様とした。

表３　パッケージ版ToEMSの機能

大項目	小項目	既存機能	追加機能
状態監視	単線結線図、平面図、警報監視画面、管理点一覧表、トレンドグラフ	●	
デマンド監視	現在値、履歴	●	
データ分析	各設備のエネルギー使用状況と稼働状況、異常検知		●
帳票出力	年報、月報、日報	●	
制御スケジュール	カレンダー、スケジュール	●	
ログ	警報、制御	●	
設備台帳	各設備の仕様(型式、製造年、設置場所 等)、稼働時間、発停		●
サイネージ	使用量、発電量、グラフ、他	●	
設定	アカウント制限、メール送信	●	

画面の表示内容を決定した際、図３の画面例のように「単線結線図」画面にデータ活用案⑤の「機器負荷率の見える化」を適用し、各変圧器の負荷率を表示することとした。

次にデマンド現在値監視の画面例を図４に示す。この図の「調整電力」は当社独自機能として、従来のToEMSから採用していた指標であり、次の式（１）により求める。この値がプラスのときは現在のデマンド30分時限で使える負荷容量(kW)、マイナスのときは遮断すべき負荷容量(kW)を示す。

調整電力=(目標電力-予測電力)×1800/残り秒数　……（１）

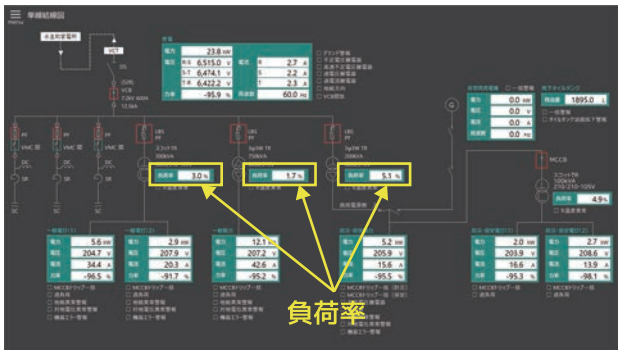


図３　単線結線図の画面例

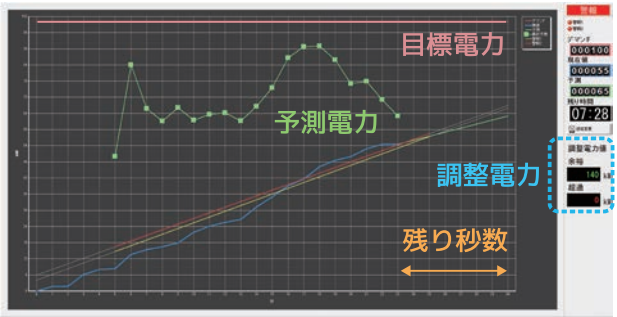


図４　デマンド現在値監視の画面例

（２）追加機能の仕様

a. データ分析

表２のデータ活用案①～④は，データ分析の新機能として搭載した。これらを使用する際の，表示画面を図５、図６に示す。

図５のトップ画面には、集計基準月から表示日までに積算した消費エネルギー量を数値及びグラフで表示する。この数値を内部処理によって前年度の値と比較し、前年度より増加している場合は、図５における「空調　〇kWh」の部分のように赤色で表示する。

BEI実績は設計時に計算されたBEI※2を利用して、日毎の値に按分した基準一次エネルギー消費量と、建物のエネルギー消費実績から算出したBEI実績値※3を表示する。

トップ画面中の数値が表示されている領域はボタン機能を有しており、クリックすると設備の詳細な分析画面へ遷移する。例えば、「消費エネルギー」の「全体」ボタンをクリックすると図６の画面が表示される。

図６では月毎、日毎、１時間毎の消費電力量と外気温を過去の値と共に表示する。図６右上の月毎の消費電力量の累積値を表示したグラフでは、表示日までの累積値に前年度の月ごとの消費電力量を加算する（図６の場合、２０２４年１月までの累積値に

※2 建物の省エネ性評価指標。「設計一次エネルギー消費量[GJ/年]/基準一次エネルギー消費量[GJ/年]」で表される
※3「一次エネルギー消費量の実績値[GJ]/基準一次エネルギー消費量[GJ]

２０２３年２月と３月の値を加算する）ことで年度末までの予測値も表示する。

b. グラフ表示方法

従来のＴｏＥＭＳでグラフ表示に利用していたJoyWatcherSuite標準の「トレンドモニタ」には以下の問題があった。

・描画可能なグラフの種類が、折れ線、棒、ガントチャートのみであり、種類が少ない
・レイアウト変更不可、フォントの種類・サイズが一部しか変更できない 等によりデザイン性が悪く、内容を認識しづらい

これらを解決するために、データベースからAPIによりデータを取得し、Excelでグラフ画像を作成して画面に表示する方法を考えた。グラフ表示のフローを図７に示す。データを取得するためのAPIはVB.NETを用いて新たに開発した。

なお、API開発前には、市販のBI（Business Intelligence）ツールやJoyWatcherSuiteが有するExcel連携機能の利用も検討したが、BIツールはコストとセキュリティ面の問題があり、Excel連携機能は画面の大きさを変更できない、散布図が表示できない、Excel上のグラフと異なる色で表示されることがある、など制約が多かったために利用を断念した。

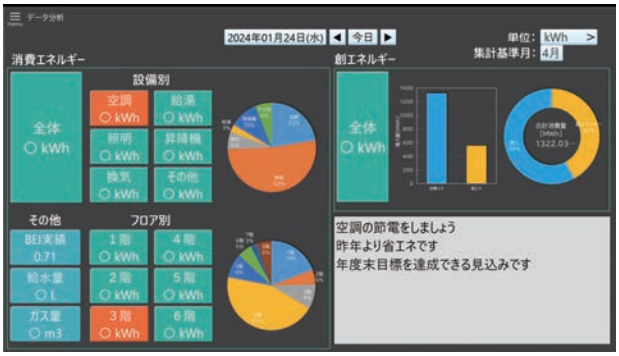


図５　データ分析トップ画面

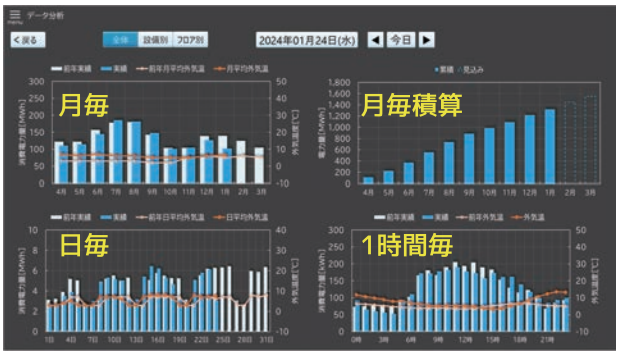


図６　建物全体の消費エネルギー分析画面

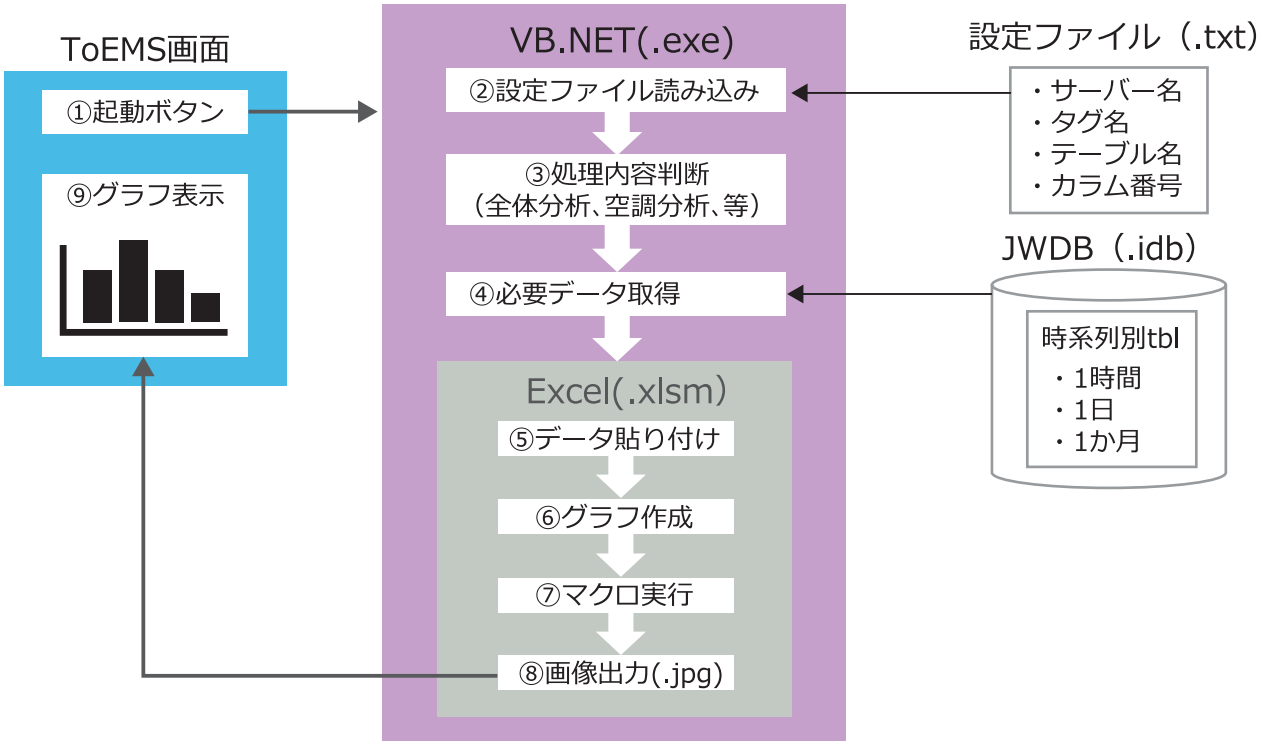


図７ パッケージ版ToEMSにおけるグラフ表示フロー

No	機器種別	設置場所	盤・回路名	型式	製造番号	製造年	製造者	更新年	更新年根拠	警報回数	警報履歴	メンテナンス…	マニュアル
1	過電流継電器	B1F電気室	高圧操作盤・受電	K2CA-HV	0Z0138	2000	オムロン	2023	JEMA		→	→	→
2	過電流継電器	B1F電気室	高圧操作盤・F1フィーダー・動力(2)以外	K2CA-HV	0Z0177	2000	オムロン	2024	JEMA		→	→	→
3	過電流継電器	B1F電気室	高圧操作盤・F2フィーダー・動力(2)用	K2CA-HV	0Z0181	2000	オムロン	2025	JEMA		→	→	→
4	地絡継電器	B1F電気室	高圧操作盤	K2GA-V	080006	2000	オムロン	2026	JEMA		→	→	→
5	漏電火災警報器	B1F電気室	低圧動力盤(1)Tr 3φ150kVA	EL25PO	00	0	富士電機	2030	メーカ		→	→	→
6	漏電火災警報器	B1F電気室	低圧電灯盤(1)Tr 1φ150kVA	EL25PO	00	0	富士電機	2030	メーカ		→	→	→
7	漏電火災警報器	B1F電気室	低圧電灯盤(2)Tr 1φ150kVA	EL25PO	00	0	富士電機	2030	メーカ		→	→	→
8	漏電火災警報器	B1F電気室	低圧動力盤(2)Tr 3φ300kVA	EL25PO	00	0	富士電機	2030	メーカ		→	→	→

図８ 設備台帳画面

c.設備台帳

設備保全の効率化を目的として、パッケージ版ToEMSに設備台帳機能を追加した。表３のデータ活用案⑥はこの設備台帳機能として搭載し、故障や警報の発生数をグラフで表示する。その他の仕様は以下の通りとした。

- 機器の稼働時間・発停回数等を自動集計する
- メンテナンス実施日と内容を画面から入力し、表示する
- あらかじめ登録した更新予定年に近づくと、画面にポップアップで通知する
- BIM等の外部システムと連携できるように、設備仕様、警報履歴をデータベースに保存する

設備台帳画面を図８に示す。機器種別によって管理項目が異なるため、画面上部のタブで機器種別を変更できる仕様とした。

5　各種資料の作成

パッケージ版ToEMSを営業ツールとして活用し、お客さまとの継続的な関係を構築することがバリューチェーン強化につながる。ToEMSの営業強化には、冒頭で述べた「専門的な知識がないと営業提案しにくい」との課題を解決する必要があるため、各種資料（ロゴ、カタログ、提案時用のヒアリングシート、標準設計図面、標準仕様書）も整備した。

これら各種資料の作成については、ToEMS展開強化に係る社内体制を全社的に検討したToEMS戦略プロジェクトと連携して行った。

作成した各種資料は、営業本部　営業部　技術提案グループに共有済みであり、当部の品質マネジメントグループが協力しながら、今後の運用を通じて継続的に資料を洗練していく予定である。

6　おわりに

今回、バリューチェーン強化を目的としてデータ活用機能を新たに追加したパッケージ版ToEMSを開発した。

今後、自社事業所である洲崎ビル、新長野支店、新本店へパッケージ版ToEMSを導入し、追加機能の有効性などの検証を行う。また、継続して改良を行い、より高度な分析機能など独自の機能を追加することで他社のEMSとの差別化を図り、パッケージ版ToEMSを展開していく。

柱間切分工具Ⅱ型の開発

配電本部　配電技術部
工法・用品グループ
黒田　圭一

1　はじめに

架空配電部門では、これまで先人から受け継ぎ洗練された高い技術力と豊富な経験をもつ熟練技術者が架空配電線工事の現場を支えてきた。しかし、昨今の労働力人口の減少が危惧される中、身体的負担の大きい現場作業での人材の確保は、当社架空配電部門の大きな課題である。

このような状況のなかで、2013年度より「感電リスクの排除」「労働環境改善」を目的に、高圧配電線から距離をとって作業する間接活線工法にて電線を切断する柱間切分工具を使用した柱間切分工法を全社で運用を開始した。現在では多くの現場技術者に深く浸透している工法となっている。

今般、更なる作業環境改善による作業負担軽減に向け、柱間切分工具の「こんなのが欲しい」という現場技術者の声を形にするため、意見や要望を確認しながら「工具の取り付けやすさ」・「作業のしやすさ」を追求した柱間切分工具Ⅱ型の改良に関して、概要および改良点を報告する。

2　柱間切分工具Ⅱ型の概要

当部門では、中部電力パワーグリッド株式会社が保有する電気設備の新設や経年劣化に伴う改修などの配電線工事を日々行っている。高圧配電線の工事を実施する場合は、工事個所を停電させる必要がある。

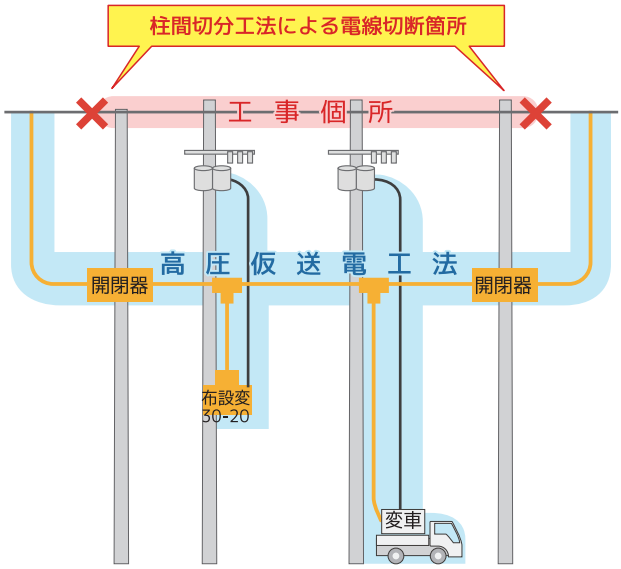
しかし、工場や店舗などお客様の停電が出来ないケースも多いため、一時的に仮の配電線路を形成し、送電を行うことで停電を回避する工法を行っている。

この工法は「仮送電工法」と呼ばれ、専用の高圧ケーブル・高圧開閉器・ケーブル接続器・低圧ケーブル・工事用変圧器等の様々な機材を用いて仮の配電線路を形成し施工している。

【図１】

柱間切分工法は、仮送電工法にて仮の配電線路を形成した後、工事個所を囲む架空部分の高圧電線を間接活線工法で切断する工法であり、これに使用するのが柱間切分工具である。

【写真１】



【図１】　仮送電工法のイメージ

【写真１】　柱間切分工具Ⅰ型

この柱間切分工具は全社で2013年度に初期型である柱間切分工具Ⅰ型【写真２】を全社へ配備し、年間約36,000件と非常に多くの使用実績がある。

近年、中部電力パワーグリッド株式会社との協議により、感電リスクの徹底排除を目的に、2025年度の間接活線工法全面移行を決定したことから、間接活線工法である柱間切分工法の適用箇所は益々増加する。

そこで、作業負担の軽減かつ作業効率の向上を目指し、柱間切分工具Ⅱ型**【写真２】**の開発を検討した。

3　柱間切分工具Ⅰ型の課題

柱間切分工具Ⅰ型の課題抽出を目的に、現場作業で柱間切分工法を実施している現場技術者への意見要望の確認に加え、全社配備後１０年間の修理実績（部品の経年劣化を除く）の調査を実施した結果は下表のとおり。

【表１・表２・写真３】

【表１】現場技術者の意見要望

№	現場技術者の意見要望内容
1	柱間切分工具を楽に電線に取付けしたい
2	圧縮器が入るスペースが狭い
3	電線カムラーがうまく固定できない
4	柱間切分工法開始から終了までの作業時間が長くて疲れる（1線18.15分）

【表２】主なメーカー修理実績

№	主要なメーカー修理実績
5	電線支持具のボルト外れ
6	カムラーの破損
7	ガイドキーの破損

4　工具Ⅱ型開発コンセプト

調査により抽出された課題解決に向け策定した柱間切分工具Ⅱ型の開発コンセプトは以下の通り。

（１）電線支持具改良検討

①電線支持具形状の改良

②電線支持具のワンタッチ開閉化

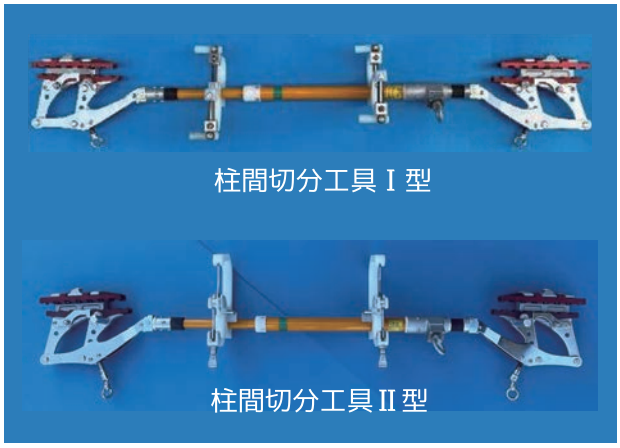
（２）カムラーの改良検討

①カムラー把持レバーの追加

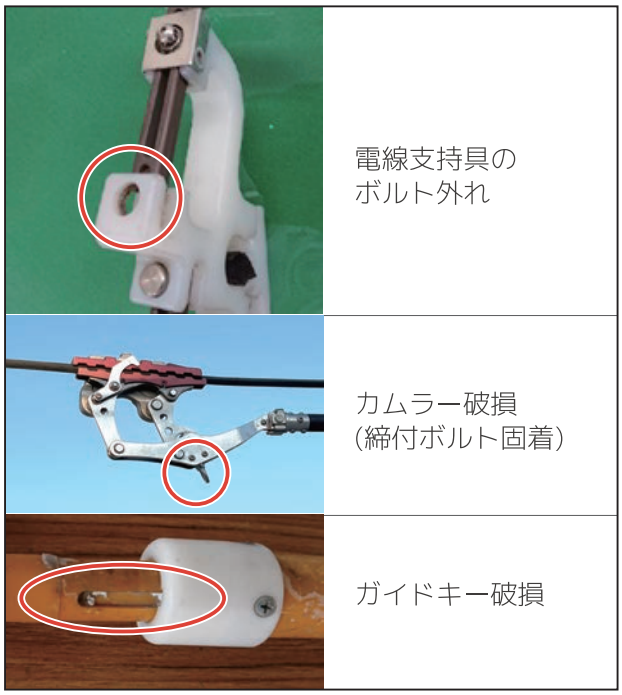
②カムラー締付ボルトの改良

（３）ガイド構造の改良

①ガイドキーレス化の検討



【写真２】　柱間切分工具Ⅰ型・Ⅱ型



【写真３】主な破損状態

5　電線支持具の改良検討

５．１　電線支持具形状の改良

（１）電線支持具形状の問題点

柱間切分工具を高圧電線に取付けする際、電線支持具の間口が狭いため、経験の浅い若年技術者の中には取付けに手間取る姿が見受けられた。これは、電線を電線支持具内に固定する際に、間口が狭いことで上手にアプローチできていないことが分かった。また、電線圧縮する際、圧縮器を柱間切分工具の裏側から折り曲げて圧縮しており、技術者は前かがみの体勢での作業が必要となり、作業負担が多い状況であった。

【写真４】

（２）電線支持具の大型化

電線支持具の間口を30㎜広くすることで、電線を電線支持具内に固定する際のアプローチがし易くなり、電線への取付作業のスキルレス化を実現した。また、圧縮作業時に圧縮器が電線と柱間切分工具の隙間に入る最適な形状へ変更したことで、技術者は安定した姿勢での作業が可能となり、作業負担の軽減を実現した。

【写真５】

５．２　電線支持具のワンタッチ開閉化

（１）電線支持具の開閉レバーの課題

電線支持具へ電線を把持し固定するためには、開閉レバーを絶縁ヤットコ**【写真６】**という工具を使用して手動で操作しロックさせる動作がある。

【写真４】柱間切分工Ⅰ型の作業の状況

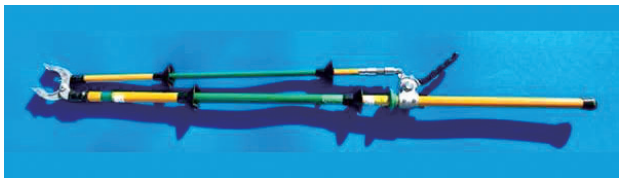
【写真５】柱間切分工Ⅱ型の作業の状況

【写真７】

しかし、開閉レバーが固着し開閉操作がスムーズに行えない事象や開閉レバーのボルト外れによる修理が多く発生していた。

（２）電線支持具のワンタッチ開閉化

電線支持具へ電線を把持する際、１つの動作のみで電線を固定するために、バネの力を利用してロックするワンタッチ開閉バーを採用した。これにより、標準的な作業手順から開閉レバーの手動動作の１つの工程を無くすことにより、作業効率の向上・作業負担を軽減することができた。また、部品点数を最小化することで修理発生リスクの低減を図った。**【写真８】**



【写真6】　絶縁ヤットコの外観

【写真７】柱間切分工Ⅰ型電線支持具開閉部

【写真８】柱間切分工Ⅱ型電線支持具開閉部

6　カムラーの改良検討

6．1　カムラー把持レバーの追加

（1）カムラー締付の課題

カムラーとは、高圧電線を掴む部品で、高圧電線を軽く挟んだ後、柱間切分工具本体側に電線の張力が加わるとカムラーの電線との接触部分が高圧電線をしっかりと把持する機能がある。

【写真9】

標準的な作業手順では、絶縁ヤットコを使用してカムラー本体を押し込み、高圧電線を軽く掴む作業がある。しかし、カムラーは絶縁ヤットコで押し込み難い形状であり、実現場ではヤットコでカムラーを叩くといった行為も見受けられた。ヤットコでカムラーを叩く行為は、高圧電線を掴んでいるカムラー本体を破損させる恐れがある事から、禁止行為として現場指導しているが、カムラーを叩いたほうが、作業が早いことが実態である。

（2）カムラー把持レバーの追加

叩く行為の根本原因は、カムラーを絶縁ヤットコで押し込む作業性の悪さと整理し、絶縁ヤットコで掴みやすいカムラー把持レバーを追加することで作業性が向上する仕様とした。

【写真11】

また、カムラー把持レバーに使用する金属がカムラー本体に使用されている金属より意図的に強度が低く粘りのある材料を採用した。その理由は、カムラー本体と把持レバーの破断強度差を設けることで、カムラー本体の破損を防止するとともに、カムラー把持レバー単体で部品交換できる仕様としたことでメーカーでの修理を不要とし、修理費用が安価で当社での修理が可能となった。

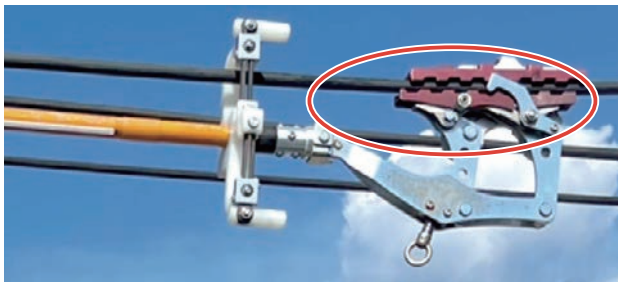
6．2　カムラー締付ボルトの改良

（1）カムラー締付ボルトの問題点

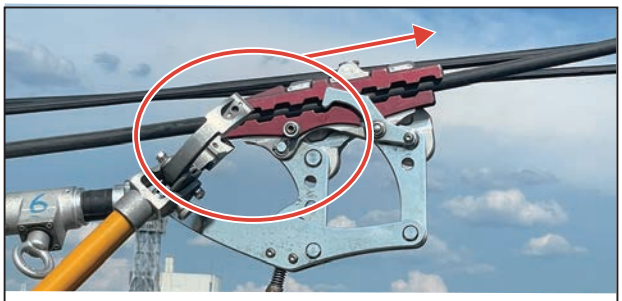
高圧電線をカムラーで軽く掴んだ後、カムラー締付ボルトを電動回転工具で締め付けロックさせることで、高圧電線からカムラーが外れなくする作業がある。カムラー締付ボルトはアイボルトが採用されており、電動回転工具のフックを引っ掛けて回転させることでカムラーの締め付け作業を行っている。

【写真12】

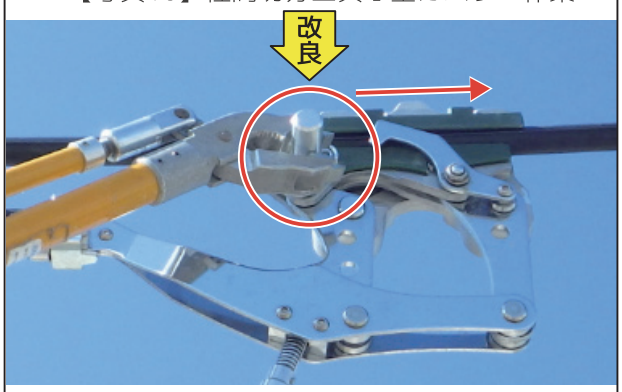
しかし、カムラーの直下からのみ作業可能なため、技術者の作業位置が制限される。このため技術者は、高所作業車のバケット位置を微調整させる必要があった。また、電動回転工具でカムラー締付ボルトを締めきった際に、アイボルトが固着し動かなくなる事象が多く発生した。



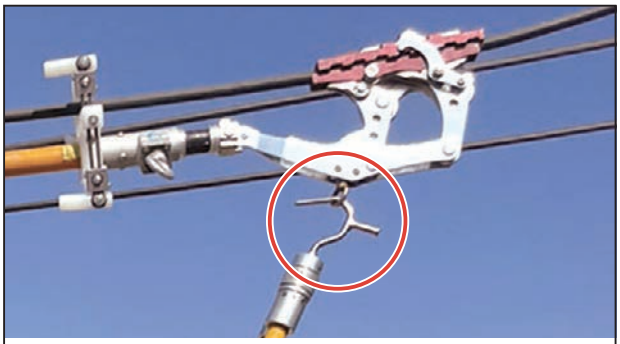
【写真９】カムラーが電線を掴んでいる状態



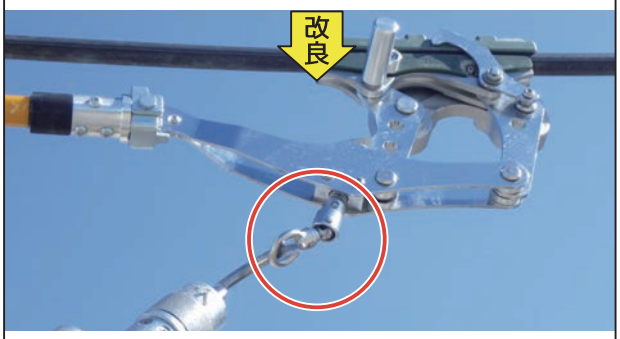
【写真10】柱間切分工具Ⅰ型カムラー作業



【写真11】柱間切分工具Ⅱ型カムラー作業



【写真12】柱間切分工具Ⅰ型カムラー締付



【写真13】柱間切分工具Ⅱ型カムラー締付

（２）カムラー締付ボルトの改良

カムラー締付ボルトの主軸リング部が可動するようにボールタイプのユニバーサルジョイントを採用することで、様々な角度から電動回転工具による締め付けできる仕様とした。

【写真13】

これにより、技術者は作業位置に裕度が出て様々な装柱へのアプローチや、高所作業車のバケット位置の微調整回数の削減など作業効率を向上することができた。

また、カムラー締付ボルトの固着原因が充電式回転工具での過度な締め付けにより発生することが分かった。そこで、結合部にフランジを設けボルトで締め付ける構造へ変更したことで、カムラー締付ボルトの固着を防止することとした。

7　ガイド構造の改良

７．１　ガイドキーレス化の検討

（１）ガイドキーの課題

柱間切分工具は本体が伸縮する機能を有している。これは、両サイドのカムラーで高圧電線を把持し縮めることで高圧電線の張力を柱間切分工具に移し高圧電線を切断する機能である。

【写真14】

柱間切分工具Ⅰ型は、工具本体を伸縮させる際に、伸縮するFRP部材の捩れを防止するために、ガイドを設けている。これが、ガイドキーである。

【写真15】

このガイドキーは強力な接着剤によりFRP部材に接着され固定されているが、柱間切分工具Ⅰ型の多くは、現場での外部衝撃等により、剥離や破損に至っており、メーカーによる修理が必要となっている。

（２）ガイドキーレス化の検討

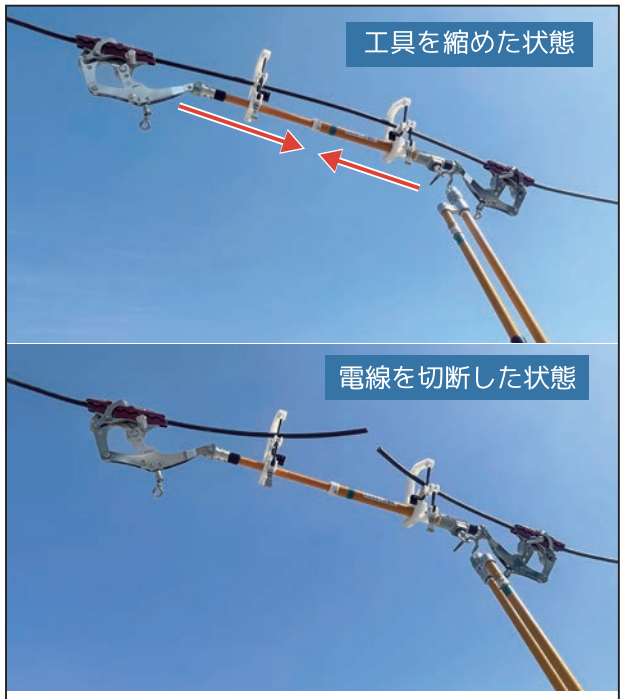
破損の主な原因は、ガイドキーが露出していることで外部衝撃を受けやすいこと、また、捩れによる応力がガイドキーに集中していたことである。そこで、ガイドキーの機能を内部構造化し、FRP部材全体で捩れによる応力を受けることで耐久性の向上を実現した。

【写真16】

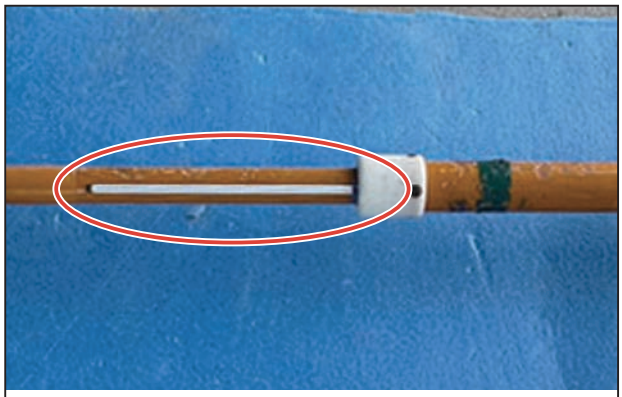
8　導入効果

８．１　作業時間比較と導入効果

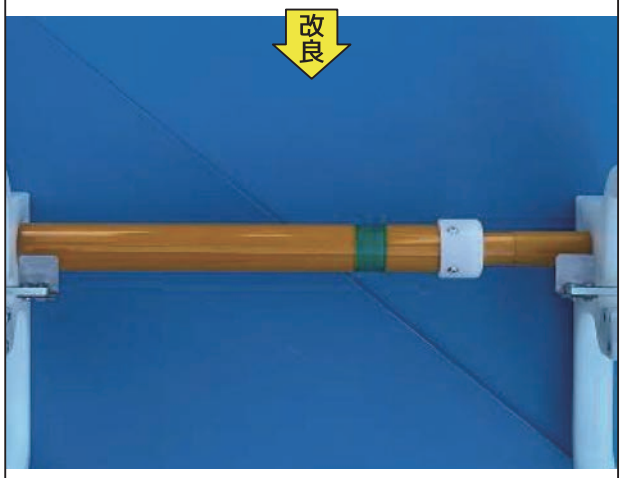
柱間切分工具Ⅱ型への改良により、各作業工程での作業手順の見直し・作業効率の向上により、高圧



【写真14】柱間切分工具締め・電線切断状態】



【写真15】柱間切分工具Ⅰ型ガイドキー



【写真16】 柱間切分工具　Ⅱ型ガイドキーレス

電線１線あたり、1.66分の時間短縮となり、現場技術者の身体的な負担軽減を実現した。

【表３】

柱間切分工法は監視者を含めた２人作業であること、また高圧配電線路の設備は２線または３線であることから設備比率を考慮し、柱間切分工具Ⅱ型（検討完了）による年間作業時間削減効果は、3.39（人･年）となった。

【表４】

【表４　効果算定】

作業時間（箇所単位）	年間実績	年間作業人工
▲3.32(人･分)	36,605(件)	▲3.39(人･年)

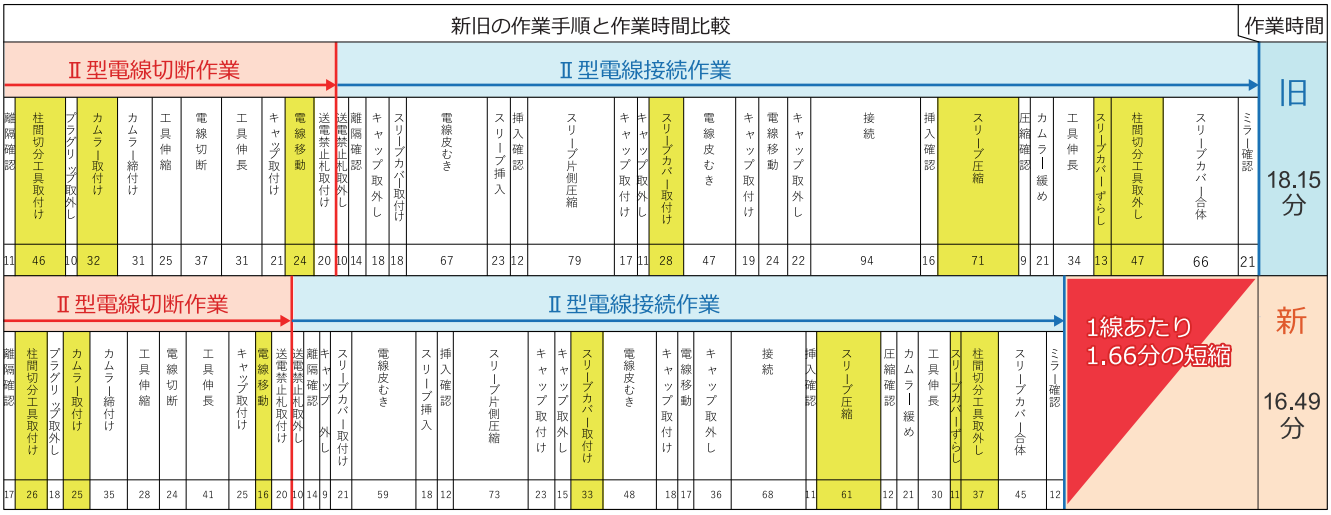
9　おわりに

柱間切分工具Ⅱ型は現在に至るまでに、全社へ約2,500本を配備し、広く現場で使用している。今回、改良検討を実施した柱間切分工具Ⅱ型は、あくまで間接活線工法の一端であり、2025年度間接活線工法への全面移行に向け、現在、様々な工法・工具を開発し現場導入を予定している。

当部門は、現場の安全を最優先とし、更には現場技術者の声を形にした工法・工具を継続して検討するとともに、全国の電工業界で現場３K脱却のトップランナーとして、今後も研究開発を進め、人材の確保に繋げていく。

最後に、柱間切分工具Ⅱ型の開発において、技術検討・更なる作業効率向上ならびに作業負担軽減に向けたアイデア出しにご協力いただいた株式会社永木精機様および関係者各位に感謝申し上げ、本研究の報告とさせていただく。

【表３】新旧作業時間比較



屋外高圧キュービクルにおける焼損事象原因の推定

営業本部　内線統括部
品質・技術グループ
山下　絢也

三重支店　鈴鹿営業所
工事グループ
佐藤　元紀

営業本部　内線統括部
エンジニアリンググループ
中永　和幸

1　はじめに

屋外の高圧サブ変を30ヶ所以上持つ大規模イベント施設において、一つのサブ変から高圧地絡と短絡の発生を知らせる発報があった。当該のサブ変に駆け付けて内部を見れば、１立方メートル程の空間が煤けて各所に焼損痕があり、また、高圧電線の導線の三相全てが端子付近で溶けて、やせ細っていた(写真1～3参照)。この不思議な出来事に関心を持ち、継電器や遮断器の動作記録を参考にして、その発生原因の推定を試みた。結果を以下に報告する。

2　施設概要(図1参照)

(1) 特高設備
・77kV　常用予備受電方式
・特高変圧器　77kV/6.6kV 7.5MVA　2台
　(常時1台運転)
(2) 焼損事故の発生したサブ変の設備
・屋外高圧キュービクル
・三相変圧器　300kVA×1台
・単相変圧器　300kVA×1台

3　継電器と遮断器の動作状況:図1,4,表2参照

(1) 特高設備
・地絡方向継電器67G-Bが警報を発報
・過電流継電器51-Bが動作し、遮断器52-Bがトリップ
(2) 焼損事故の発生したサブ変
・過電流継電器51-Cが動作し、遮断器52-Cがトリップ

4　焼損状況:写真1～3, 図2～3,表1参照

焼損の痕跡は、キュービクルの中央上方でほぼ１立方メートルの空間に広がっていた。一見すると、遮断器52-Cの二次側の高圧母線付近で何かが爆裂したような状況である。しかし、碍子や端子台など部品や器具に爆発や引火の恐れのあるものはなく、また実際に、焦げや融解はあっても爆発物の破片や痕跡はなかった。そこで、目視にて焼損や異状を分類したところ表1のようになった。特に着目したのは、先ず"導線のやせ細り"や"融解"であり、焼損は

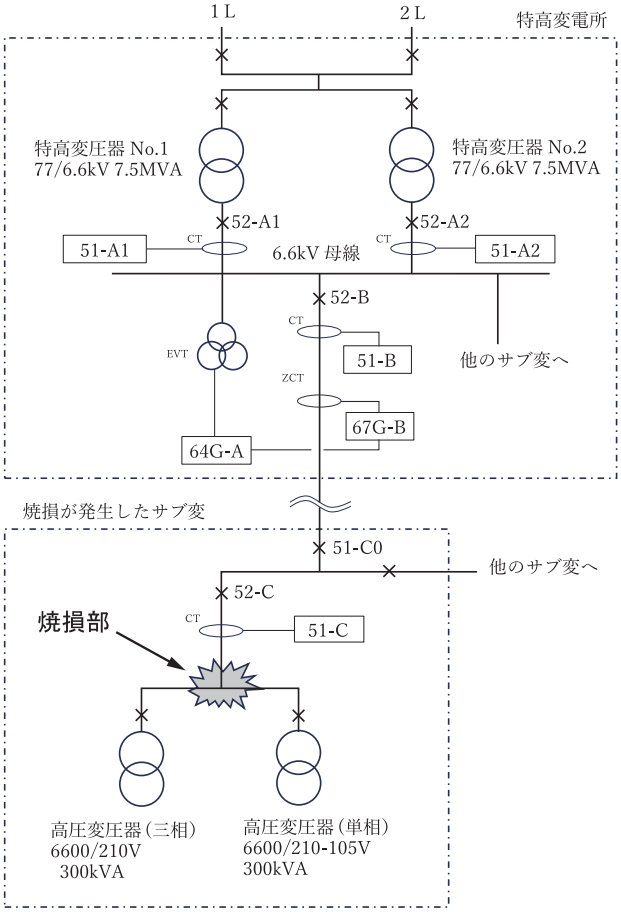


図１　接続概要図

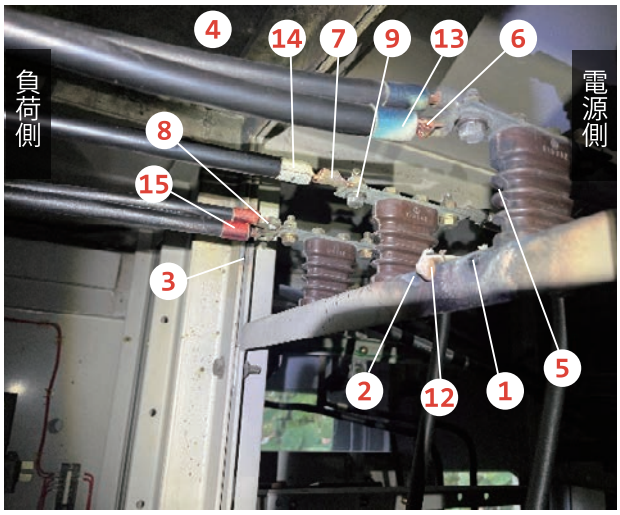


写真１　焼損状況(1/3)

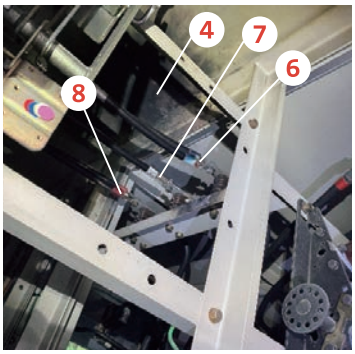


写真２ 焼損状況(2/3)

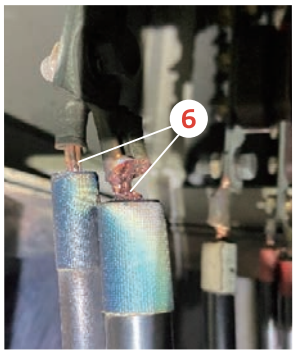


写真３ 焼損状況(3/3)

表１　焼損や異状の種類と箇所

ID	焼損や異状の種類	図3、写真1~3	備考
1	放電痕	①②③	
2	焦げや煤	④⑤	
3	導線のやせ細り(融解)	⑥⑦⑧	
4	3以外の融解	⑨	・導線ｻｲｽﾞ:38sq、14sq ・融解量:10 g (推定)
5	電線ｼｰｽのピンホール	⑩⑪	・裸導体（銅帯）
6	ヤモリの死骸	⑫	
7	相表示テープの変色	⑬⑭⑮	

表２　継電器及び遮断器の動作状況

ID	継電器			中央監視発報記録		遮断器動作	備考
	位置	種類	設定値	時刻	内容		
(1)	特高変 51-A1 51-A2	過電流(OC)	51L:4.5A/1.1 51H:ロック	発報無し		不動作(52-A1) (52-A2)	図5参照
(2)	特高変 67G-B	方向性地絡(DG)	Vos:4V、Igs:1.5mA Ts:0.2s	15°00'28"	Vo:181.23V　Ph:13.33° Ig：46.58mA　T：0.20s	不動作(52-B)	方向性地絡
(3)	特高変 64G-A	地絡過電圧(OVG)	Vo:4V　Ts:2s	発報無し		不動作(67G-B)	地絡過電圧
(4)	特高変 51-B	過電流(OC)	51L:2.7A/1.0 51H:20A/Inst	15°00'29"	I :71.39A　T:0.02s	動作(52-B)	短絡(T相 瞬時)図5参照
(5)	焼損サブ変 51-C	過電流(OC)	51L:4A/0.5 51H:30A/Inst	監視無し(現場継電器で動作表示)		動作(52-C)	短絡(T相 瞬時)図5参照

金属を融かすほどの高温が発生する事象であったこと、次に焼損の位置と広がり並びに形状の異常さであり、焼損は一瞬にして完結したものではなく、多少の時間を掛けて進展したこと、そして、ヤモリの死骸が手掛かりになること等が示唆された。これらの特異性を念頭にして原因調査を行った。

5　原因調査

５．１ 継電器と遮断器の動作状況

中央監視の発報記録から、焼損キュービクルの通電に関係する継電器及び遮断器の動作状況を表2に、また、動作と状況の進展を図4のタイムチャートに示す。表２及び図２～４から次のことが推定された。

(1)地絡継電器67G-B発報時の零相電圧値は181.23Vであり、ほぼ完全地絡である。しかし、発報前には不完全地絡の状態が存在した可能性もある。

(2)過電流継電器51-B発報時の電流値は71.39A×60<変流比>≒4284Aであり、二相短絡と思われる。

(3)(図4から)地絡発生から短絡へ移行するまで時間は1.18秒程度、また、短絡発生から停電までの時間は0.07秒程度である。

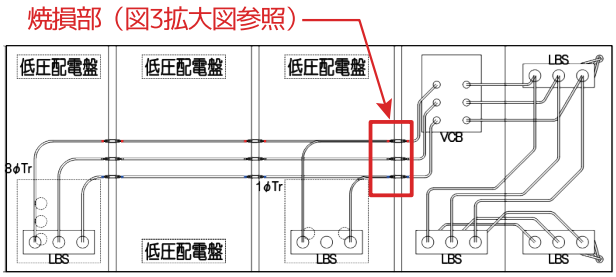


図2　高圧キュービクルの内部概略図

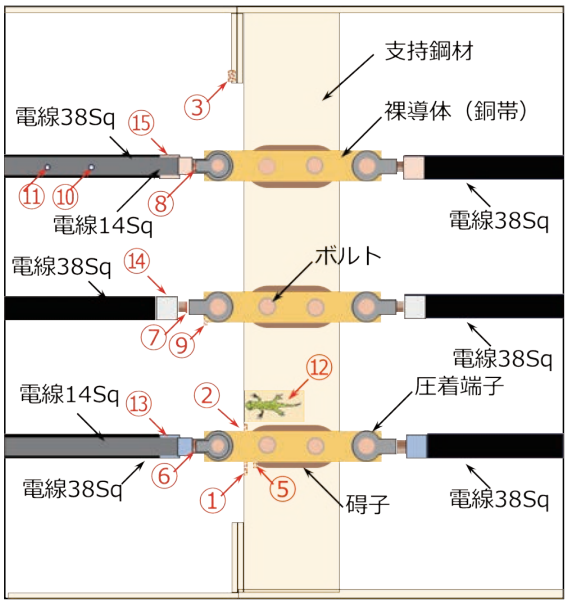


図3　焼損部拡大図

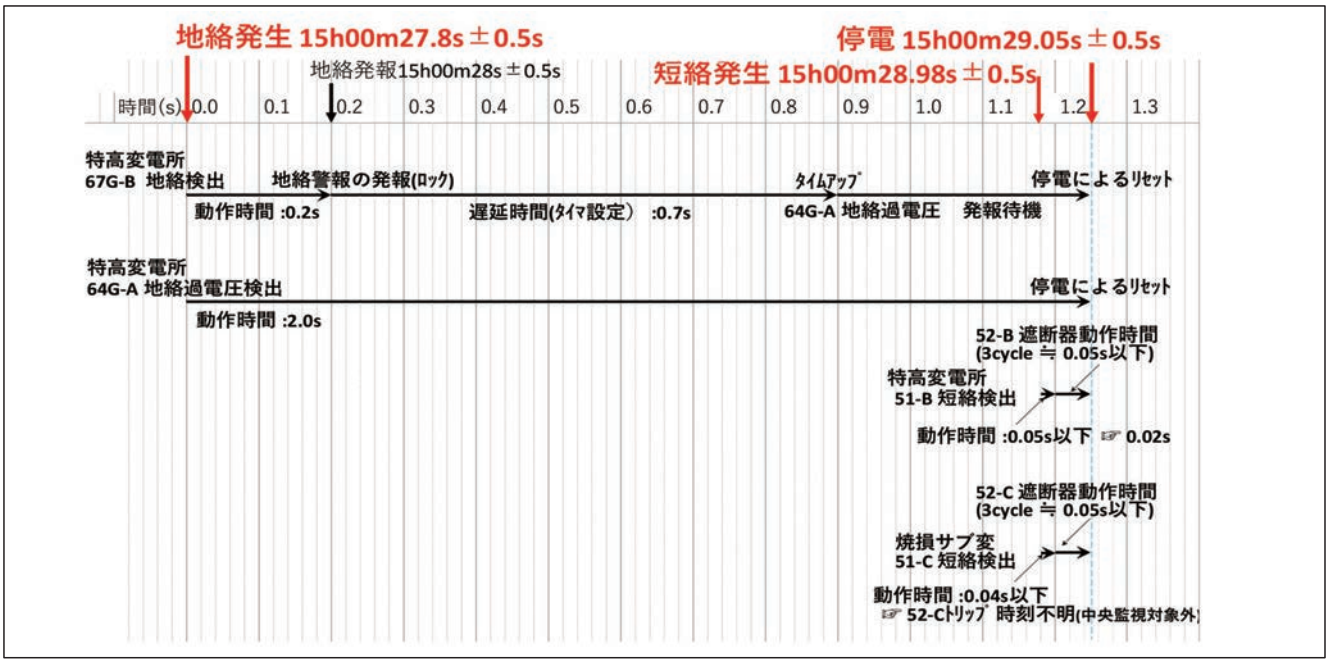


図4　焼損事象のタイムチャート

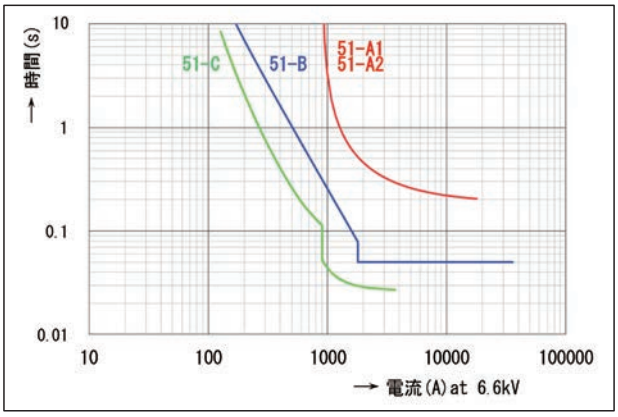


図５　保護協調曲線

５．２ 焼損発生の推移

電気設備において焼損が発生する現象として、一般に次の要因が挙げられる。

a. ジュール熱
b. 亜酸化銅増殖現象
c. 金原現象やトラッキング現象
d. アーク放電

これらの要因を分析すれば、

ａについては、今回の融解形状は内部発熱によるものではなく、明らかに外部要因によるやせ細りであった。

ｂについては、亜酸化銅増殖現象に現れる特有の発色（暗赤色）が見出されなかった。

ｃについては、地絡時間は1秒程度であり、高温を発するまでに至らない時間であった。

上記のことからa, b, cは除外されるので、ｄの疑いが最も高くなる。そこで、上記４の焼損状況において示唆された、高温発生と時間的進展の両方の特異性が充足されるメカニズムについて、次の概略的な仮説を立ててみた。

(1) 概略の仮説

①(何らかの原因で)高圧裸導体と支持鋼材の間でアーク放電が始まった。
②①のアーク放電は磁界の影響を受けて移動し、形状が孤（アーク）となった。
③②のアークは、裸導体から電線の絶縁部に到達して移動を停滞した。
④アーク放電点が停留して金属融解が始まった。
⑤継電器の動作によって遮断器がトリップして停電しアーク放電が終了した。この仮説は、現場の状況に照らしても殆ど矛盾がないので、さらに細かい事象の進展を組み立ててみた。

(2) 詳細の仮説

a.キュービクルに侵入したヤモリが支持鋼材からT相の碍子によじ登り、裸導体（銅帯）に接触した。
⇒T相裸導体～ヤモリ表面～支持鋼材を通して、地絡電流が流れた。（不完全地絡）

b.ヤモリがショックで離脱し、T相裸導体～ギャップ～支持鋼材の間にアーク放電が始まった。
⇒地絡発生（完全地絡）

c.アーク放電の片端は、フレミングの左手の法則に従って移動して、T相裸導体端部からT相電線の裸端子に向い、絶縁部で停滞した。＜T相電線導体の融解＞
他端は支持鋼材表面で最短距離の位置に留まった。＜支持鋼材融解＞

d.上記のアーク放電により、放電路周辺の空気がイオン化されて新たなアーク放電が発生しやすい状態となった。
⇒T相裸導体～S相裸導体の間にアーク放電が開始された。⇒二相短絡
上記③と同様、アーク放電はフレミングの左手の法則に従って、S相、T相共に裸導体部から絶縁部に向かって移動し、絶縁部で停滞した。＜T相、S相の電線導体の融解＞

e.上記④と同様、アーク放電路周辺の空気がイオン化されて、R相、S相の導体間にて新たなアーク放電が発生した。
ここで、中央監視の過電流表示には、三相短絡電流相当のものは無かったので、R相、S相、T相間のアーク放電は、三相同時発生の時間は短く、二相間の放電が交互に発生していたものと推察される。

f.上記の各部のアーク放電と空気のイオン化により、キュービクル天井に煤が付着した。

g.現象の進展に伴い、導電部とキュービクルの各所の間で、放電が生じた。＜放電痕＞

h.過電流継電器の動作により、遮断器がトリップして、当該フィーダ停電し焼損事象は停止した。

(3) 仮説の検証

1)放電時間と焼損について

図４のタイムチャートから地絡発生から停電までの時間は1.25秒程度であり、短絡発生から停電までの時間は0.07秒程度であった。この時間で融解が発生した理由については、アーク放電は柱径が極めて小さく、また、熱効率が高いので、対象物の温度を容易に1000℃以上の高温にすることができるからと考えられる。

2）電気エネルギー量と導体の融解量について

投入された電気エネルギー量は、次の計算式で求められる。ただし、アーク放電は三相間と二相間で繰り返し発生したと推定されるが、計算上は値が小さい二相間の短絡電流値を採用し、また、力率は0.3とした。

・投入された電気エネルギー量：
6kV×4284A（短絡電流）×0.3×0.07s = 540ｋJ

この投入された電気エネルギー量（540kJ)は、表1、４の推定10gの銅を融解させるには十分なエネルギーであり、結果として導体は異常な形状でやせ細ったものと思われる。

〔備考〕
銅10gを融解するために必要なエネルギー量Wは、
W= {比熱×(融点－周囲温度)+融解熱} ×重量
= {0.385kJ/(kg・℃)×(1083-20)℃+210kJ/kg} × 0.01kg = 6.19kJである。

3)アーク放電距離及び電圧と電流について

今回、アーク放電が発生した箇所は、碍子間並びに碍子－支持鋼材間であり、前者の放電距離は約10cm、後者は約8cmであった。ここで、Nottinghamの実験式から離隔距離100mmでのアーク電圧及び電流を推定すれば、電圧は112V程度、アーク電流は500A程度となり、今回事象の範囲に収まる。また、アーク電流が3000Aを超えると電流が増加してもアーク電圧の変化は少なく、離隔距離が30mmの時の電圧は90V～105V程になるとの報告があり、今回の事象でもこの傾向があったものと思われる。

4)アーク放電の走行速度について

アーク放電の走行速度は、一般に離隔距離と電流に依存し、離隔距離が小さくほど、また、電流が大きくなるほど速度は増加する。今回の離隔距離（10cm程度）と短絡電流（4284A）では、10m/s以下の速度と推定される。

5) 高圧電線シースのピンホールについて

表1、5の電線シースのピンホールは、高圧架空電線への雷害発生時に見られるストリーマ由来の穿孔に酷似していた。しかしながら、今回のピンホールの発生メカニズムについては、特定に至らなかった。

6) その他

キュービクルの天井面や支持鋼材表面等に、放電痕が見られた。これらは直接的なアーク放電によるものと、放電に起因する金属融解物の飛散の両方が原因であると推定される。

5．3 結論

上記5.2(2)の詳細の仮説については、上記1)～6)の検討事項からも大きな乖離は見当たらず、今回の事象は当該の過程に基づいて進展したものと結論づけられた。

6 おわりに

電気設備において、アーク放電による焼損事故の事例は多くあり、シミュレーション実験の報告もいくつかある。しかし、これらの実験報告の殆どは低圧電源に対するものであり、高圧電源に対する報告は見かけ無い。

今回、高圧キュービクルで発生した焼損事故の原因を仮説に基づいて検証を行った結果、実験報告は見かけないが、焼損は高圧母線のアーク放電によるものと考えるのが順当であると結論づけられた。

今後は、関係資料や情報と共に、出来れば実証実験を行って、アーク停滞時の挙動や焼損進展を含めた検証を更に進めたいと思っている。

なお、今回のようなアーク放電による焼損事故への対策は、裸充電部の絶縁化が最も有効であることは言うまでも無く、機会を通して助言や指導をしていきたい。

最後に、今回、事象の原因調査にご協力いただきました関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

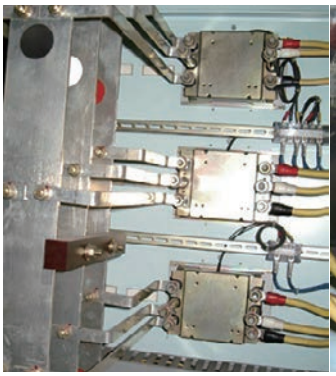
＜参考＞亜酸化銅増殖現象事例

出典：製品評価技術基盤機構　平成23年度業務報告会

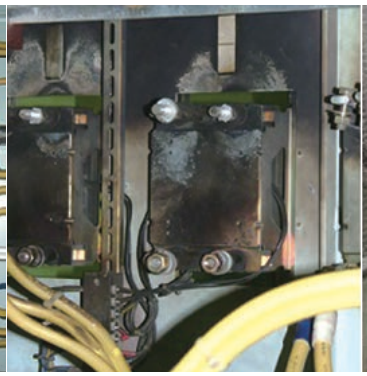
＜参考＞低圧電源設備におけるアーク放電事故例

事故例１

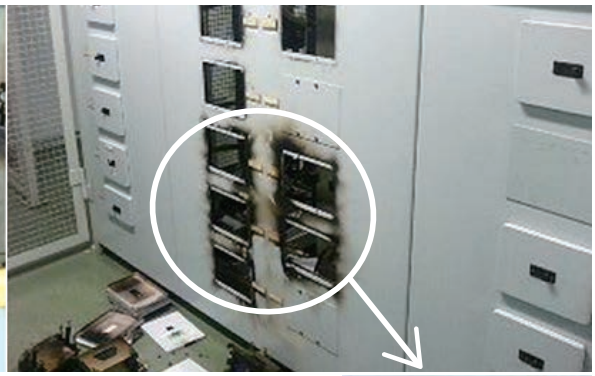
健全な配電盤内部



事故配電盤の内部（導体取外し後）



事故配電盤の前面(化粧カバー、低圧遮断器取外し後)

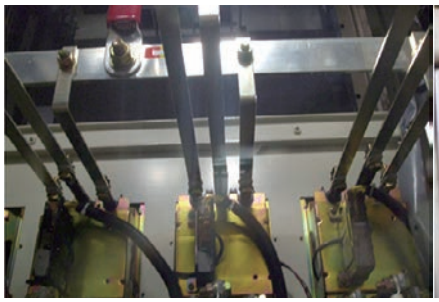


化粧カバーの裏面と表面

清掃後

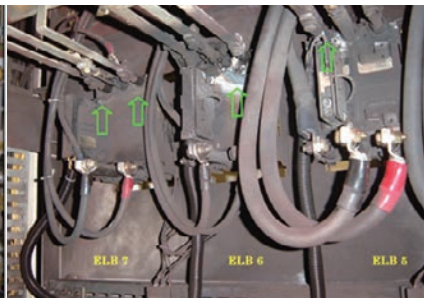
事故例２

健全な配電盤の内部

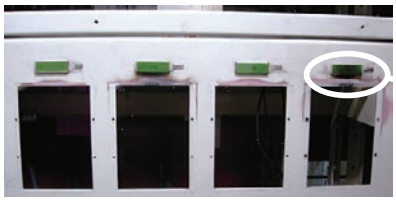


事故配電盤の前部

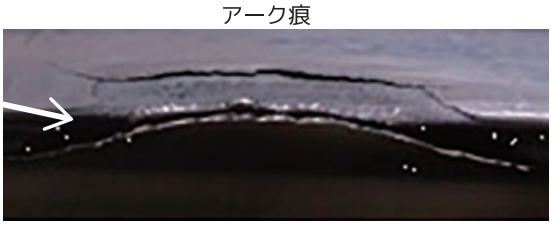
事故配電盤の内部



事故配電盤前面(カバー取外し+清掃)

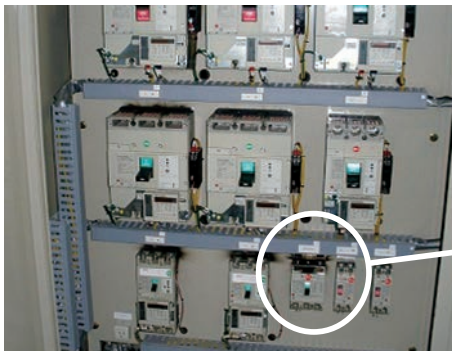


アーク痕



事故例３

事故配電盤の内部



焼損した遮断器前面の拡大

焼損した遮断器背面の拡大

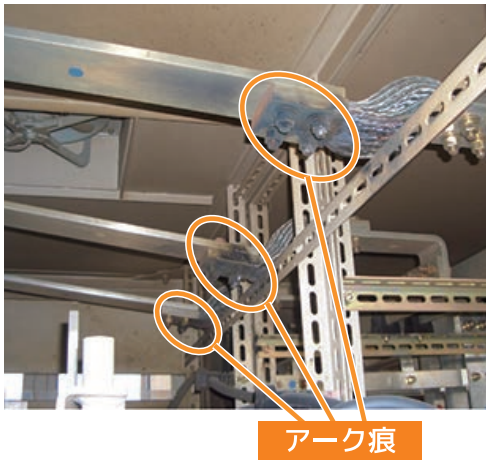
事故例４(社外事例)

事故盤の前面

焼損遮断器

事故盤の前面

事故盤の内部



東海道新幹線電力ケーブル張替工事における効率的な施工方法について

配電本部　地中線部
再生可能エネルギー･地中インフラ工事グループ
福森　拓也

1　はじめに

本邦における旅客輸送の大動脈である『東海道新幹線』は、列車の走行に必要な電力供給のため、富士川以東の区間においては電力会社から受電した50Hzの電気を周波数変換変電所で60Hzの電気に変換し、線路脇の管路内に敷設された電力ケーブル等を経由して沿線の変電所に送電している。

当社は、老朽化により張替対象となった大崎～平塚間(約46km)の77kVケーブルの更新工事の第一期工事として、綱島周波数変換変電所から大崎変電所間(約13.8km×2回線分)をAからDの4工区に分割されたうち、A工区（東京方）の工事を請け負った。

本工事は、新幹線の終電から始発までの限られた時間の中、効率的な施工方法を採用することにより、始発列車に遅れを与えることなく工事を完遂できた。

本稿では、本工事のクリティカルパスであった『ケーブル敷設』の施工における工夫を紹介する。

2　工事概要

2.1　トラフ工事

○既設トラフ砂出し、撤去、新設　約3km
○接続用ピット撤去、新設　3箇所

2.2　ケーブル張替工事

○特別高圧ケーブル張替
　77kV CVTSS 3×600mm²撤去、新設　14条
（亘長　約3.6km×2回線分）
○直線接続
　ゴムブロック絶縁形直線接続箱：RBJ　16組
（本接続：14組、仮接続2組）

3　問題点の把握

3.1　限られた作業時間

本工事における最大ケーブル長は約700ｍと長径間であり、それを一夜で敷設しなければならず、与えられた作業時間は3時間程度しかなかった。

そこで、限られた作業時間内で敷設を完了させるべく様々な検討を行った。なお、当社に与えられた作業時間は表１のとおり。

写真１　トラフ取替状況

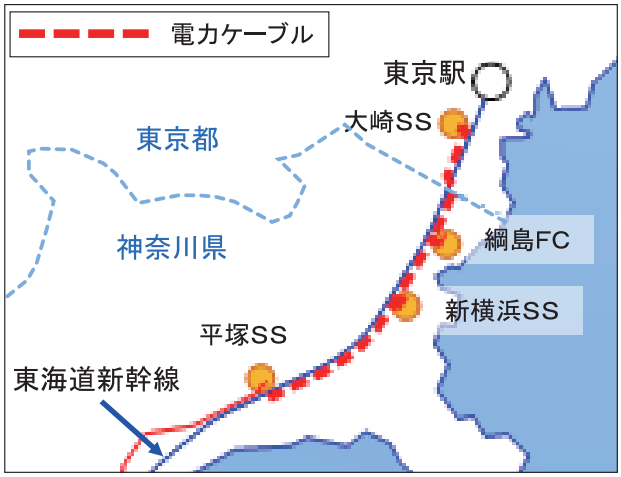


図１　ケーブル張替距離
（出典:東海旅客鉄道㈱様HP）

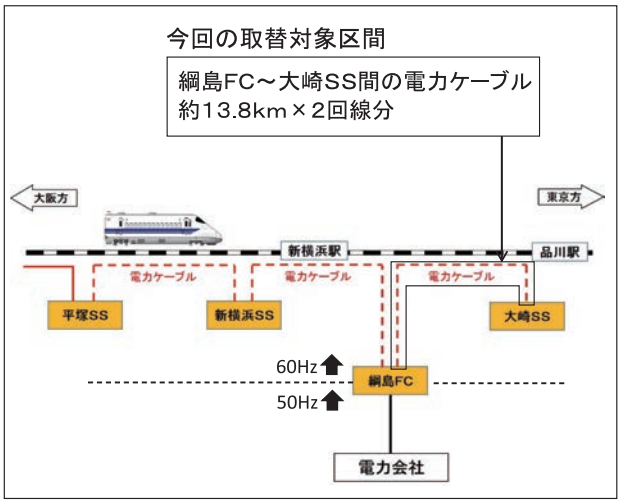


図２　ケーブル張替区間
（出典:東海旅客鉄道㈱様HP）

表１　現場作業時間

22:30 ～ 23:00	作業前点呼・TBM-KY
23:00 ～ 23:45	工具・材料点検
23:45	柵内立入
23:45 ～ 0:00	工具・材料運搬
0:00 ～ 1:00	作業（延線準備）
1:00	延線車現地到着
1:00 ～ 3:00	作業（延線）
3:00 ～ 3:30	片付け（工具搬出等）
3:30 ～ 3:45	ローラー点検
3:45	柵外退出
3:45 ～ 4:15	工具・材料点検
4:15 ～ 4:30	終了点呼

3.2 ケーブル撤去および延線用特殊車両の採用

本工事は、写真２に示す「ケーブル切断撤去装置車」と写真３に示す「撤去ケーブル運搬車」と呼称する、車両を走行させながら線路脇のトラフ内のケーブルを撤去し運搬出来る特殊車両と写真４に示す「ケーブル延線装置車（以下、「延線車」という。）」と呼称する、車両を走行させながら線路脇のトラフ内にケーブルを落し込み敷設ができる特殊車両を施主が開発した。

施主と施工業者で検討を重ね、短時間で効率的にケーブル敷設および撤去ができるような工夫が施された。

3.3 線路内への忘れ物防止

（１）忘れ物が招く重大事故と対応策

本工事は、新幹線線路内での作業であり、工事に使用した工具・材料を線路内へ置いたままにしてしまうと、新幹線走行時の風圧に伴う飛散による第三者災害や最悪の場合、『新幹線の脱線』という極めて重篤な事故を発生させてしまう。

そこで、線路内への忘れ物防止のため、作業を開始する前に現場に持ち込む工具、材料の数量確認を徹底する必要があった。

（２）実施内容

作業開始（持ち込み時）および終了時（持ち出し時）にブルーシート上に当日使用する工具・材料を並べ、工具・材料の数量を確認して、数量の不足が無いかの確認を行った（写真５）。

なお、通常、工事において不測の事態に備え、工具、材料に関して予備品を備え、また、工具や材料

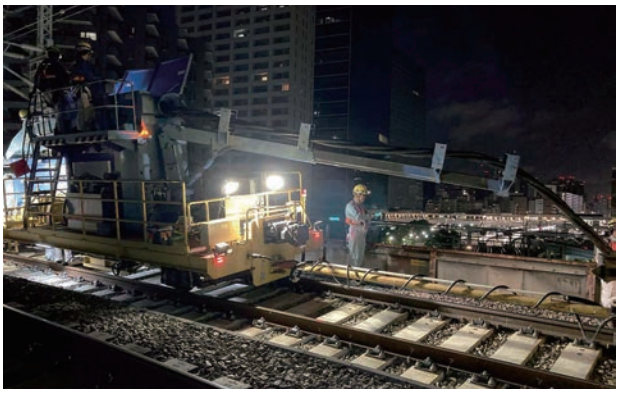


写真２　ケーブル切断撤去装置車

写真３　撤去ケーブル運搬車

写真４　ケーブル延線装置車

写真５　工具材料点検の様子

が不足した際は資機材車等に取り帰ることが容易な環境が多い。

しかし、本工事においては、線路内への立ち入り箇所が遠い場合や、保安上の観点から入り口を「施錠」されるため容易に線路外に出ることができないため、作業で使用する工具・材料を入念に確認した。

なお、予備品を多数持ち込むと、工具材料点検時に時間を要すること、また、門扉から現場までの運搬量が増えるため、当日の作業内容に応じて予備品として持ち込む工具、材料も十分に選別した。

加えて、工具材料の数量を『切りの良い数（5、10、20等）』にすることにより、作業者のヒューマンエラー防止に努めた。

作業終了後には、線路内に作業者が一列に並び忘れ物を確認する「ローラー点検」も徹底された（写真６）。

3.4 径間ごとの設備形態の違い

本工事におけるケーブル敷設区間は全7区間であり、ケーブルの保護のために設置されている施設である、トラフ・管路の設置が径間ごとに様々であること、また、塗油器・センサーなどの支障物があることから、径間ごとにケーブル敷設方法を検討する必要があった。

（１）延線車が使用できない区間の存在

本工事での使用が指定された延線車は、ケーブル敷設区間がすべてトラフであり、かつ、支障物がない場合にのみ写真７のようにケーブルの落とし込みが可能であり、それが可能な区間は1区間しかなく、残り6区間は延線用ウインチを併用して施工する必要があった。

（２）支障物の存在

ウインチを併用して敷設する工法を検討するにあたり、支障物の配置が問題となった。

支障物が片側のみであればウインチにて頭引き後に延線車でケーブルを落し込むという施工（図３）が可能だが、両側に支障物がある場合、片側をウインチにて頭引きを行ったのち、反対側はケーブルを人力にて延線車から「８の字」に繰り出し、ケーブルの端部をウインチで引くという施工方法（図４）が必要となる。

しかし、特別高圧ケーブルであるため、重量が約27.6kg/mと非常に重く、人力での繰り出しは、限られた作業時間内では困難であると判断し、図３の工法の選択が必須となった。

写真６　忘れ物確認の様子

写真７　ケーブルの落し込み（敷設）作業

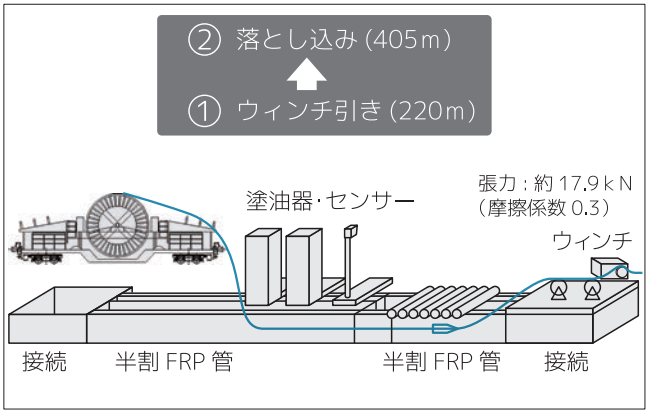


図３　延線車・ウインチ併用敷設

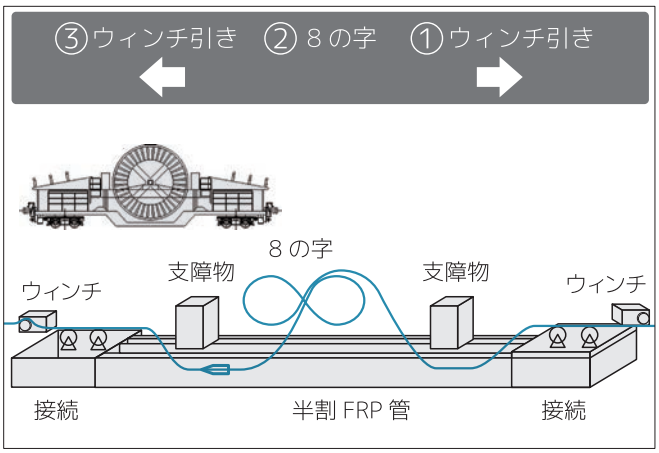


図４　８の字敷設

（３）解決策（ケーブル接続位置の変更）

図３に示した延線車・ウインチ併用敷設（以下、「併用敷設」という。）が可能となるよう、支障物が径間に対し１箇所となるよう、発注者との変更協議を経てケーブル接続位置を変更した。

3.5 ケーブル敷設時間の短縮

（１）併用敷設採用による敷設時間の増加

併用敷設を採用するにあたり、径間長625ｍのうち、ウインチ引きが必要な管路内敷設長が220ｍとなる箇所があった。

ケーブルが管路内を通過する際の敷設張力は17.9kNと大きくなってしまう。

当社が普段使用している電動ウインチは、張力が大きくなると巻取速度が毎分3ｍ程度と低速になってしまい、その速度で延線した場合73分を要する。

さらにそこからケーブルの落し込み405ｍを毎分6ｍで延線した場合、67分必要となり、ウインチ引きと併せ140分必要となる。

延線作業は表１に示したとおり2時間程度しか確保できないため、当社が保有する電動ウインチでは能力不足となることが判明した。

（２）解決策（ウインチ能力アップ等）

限られた作業時間内にケーブル敷設を完了させるべく、張力が高く、かつ、巻取速度の速いウインチを選定することとした。

しかし、選定したウインチは重量が300kgであり、人力での運搬は難しく保守用車での運搬が必要となることに加え、ウインチの設置を敷設当日に行うと作業時間を超過してしまう恐れがあったため、敷設前日までにあらかじめ設置することとした（写真８）。

なお、営業中の軌道内に工具を仮置きすることとなるため、列車への接触が無いことは当然ながら、建築限界に支障がないことを確実に確認したうえで仮置きを実現した。

3.6 施工方法の効率化等により得られた結果

ケーブル接続位置の変更とウインチの能力アップによって、ケーブル敷設作業すべてを作業時間内に終えることができた。

採用したウインチにより、毎分6ｍで延線を行うことができ、従来の半分の時間（約36分短縮）で施工することができた。

2時間程度という限られた作業時間の中でこれだけの時間を短縮することができたことは本工事の工期遵守に大きく寄与した。

写真８　ウインチ設置状況

また、工事期間中、忘れ物は発生せず、新幹線の運行に支障を与えることは無かった。

4 おわりに

本工事は、2019年に着工し2023年までの約4年間と長期に渡る工事であった。その間、無事故・無災害、作業遅延等により始発列車に一切の影響を与えることもなく、完工できたことは、関係者の高い安全意識と日々の創意工夫が実を結んだ結果である。

本工事を通じ、綿密な施工計画の重要性を改めて認識し、今後の施工においても安全を最優先としたうえで、良品質かつ工期遵守の施工をお客さまに提供したい。

最後に、本工事に携わった全ての関係者に深く感謝を申し上げる。

機器更新における搬入ルート及び搬入方法の検討について

中部本部　内線部
工事第三グループ
古寺　宏章

1　はじめに

本施設は竣工してから40年経過しており受変電設備の老朽化が進み耐用年数が超過していることから特高受変電設備の更新工事が計画された。

地下電気室の特高TR更新に伴い新設機器のサイズが大きなことに加え、電気室までの搬入ルートも狭くELVの利用も出来ない為、電気室までの搬入ルートや運搬方法について検討した。

2　建物及び設備概要

2．1　建物概要

場　所　　：愛知県名古屋市中村区
建築用途　：貸事務所
建物規模　：地上26階、地下3階建て
構造･棟数：SRC造　本棟、別棟

2．2　電気設備概要

受電方式：3φ3W　特高33kV
　　スポットネットワーク方式
設備容量：特高TR　1500kVA×3
低圧非常用発電機：3φ　420/242V　1000KVA

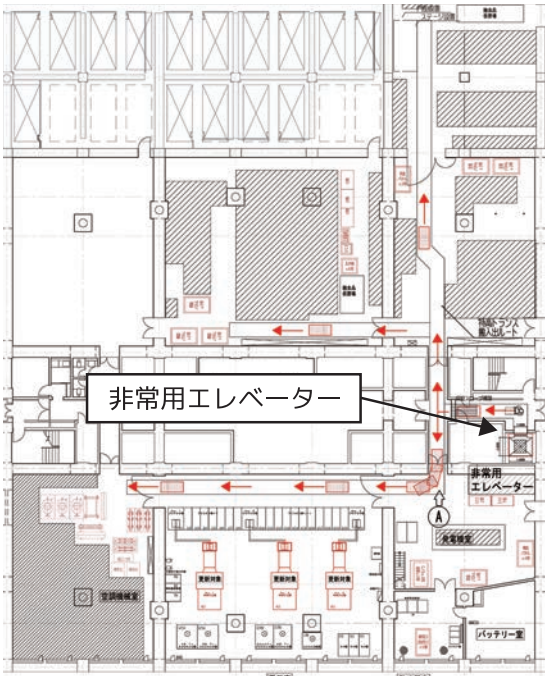


図１　案１-B3階非常用EV使用搬入ルート図

3　電気設備施工の課題

当ビルB3階電気室への搬入ルートが通路の幅や高さに制限が多く特高TR盤の一体搬入が困難であった。そのため特高TR盤を分解して搬入する必要が発生した。

4　課題解決するための検討

4．1　搬入ルートの確認

B3階へ到達することのできるルートが2パターン

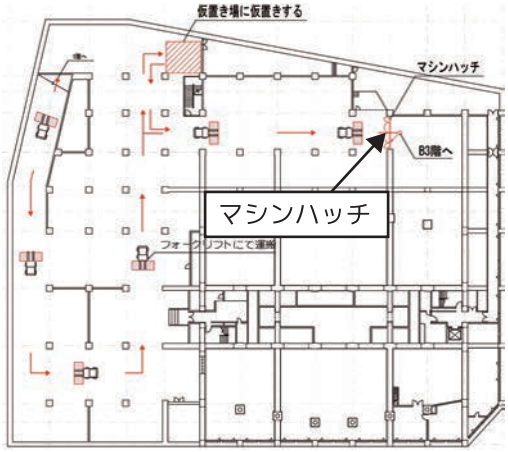


図２　案２-B2階マシンハッチ使用搬入ルート図

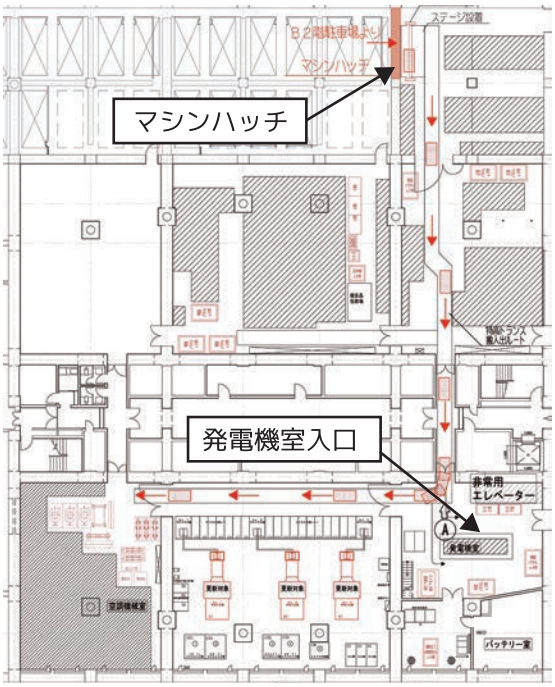


図３　案２-B3階マシンハッチ使用搬入ルート図

あり、それぞれ検討を行った。以下にその案を示す。

案1非常用ELVを利用してB3階電気室まで搬入する。(図１)

案21階から地下駐車場を経由しB2階マシンハッチを利用してB3階に降ろし電気室まで搬入する。(図２、図３)

４．２　搬入ルートの検討結果

案1は非常用ELVの幅及び奥行が小さく分解部品がELV内に入らないことに加え、積載荷重が1,150kgに対し分解パーツの重量が最大で1,150kgあり搬入できないので除外した。案2は搬入ルート上で最も小さい開口部分がB3階発電機室入口の扉となり有効開口寸法が2,000×1,140の制限があるが、全ての部品を制限寸法以下のサイズにすることで対応できるため、案２を採用した。

４．３　新設特高ＴＲの部品分解検討

今回更新するモールド絶縁変圧器は、コイルが堅牢で構造が単純である特徴を活かし表１の3つの輸送タイプを検討した。

・端子取外し輸送

メリット　：搬入時の高さ寸法が若干減少
　　現地組立作業が簡易的

デメリット：端子部分のみ取外しのため、ほぼ全装搬入に近いためサイズが減少しない

・コイル引外し輸送

メリット　：搬入時の高さ寸法及び重量を2～3割減少
　　現地の重量制約条件に対応可能

デメリット：組立スペース(高さ)が必要
　　組立に6日間程度必要
　　組立後に電気確認試験が必要

表１　輸送分割方法

タイプ	搬入形態	現地組立手順
端子取り外し輸送	・端子のみ取り外し	・端子取付 → ・変圧器完成
コイル取り外し輸送	・鉄心 ・コイル	・コイル吊入れ → ・端子取付 ・変圧器完成
鉄心分解輸送	・ヨーク鉄心 ・レグ鉄心 ・コイル	・鉄心積み 台 → ・鉄心起立後 コイル吊入れ → ・端子取付 ・変圧器完成

・鉄心分解輸送

メリット　：搬入時の高さ寸法及び重量を大幅減少

デメリット：組立スペース(縦*横*高さ)が必要
　　組立に12日間程度必要
　　組立後に電気確認試験が必要

表１の表より下の段になるほど分解部品のサイズが小さくなるが、現地で組み立てる量が多くなってしまうのと搬入する物量が多くなり費用が高くなってしまう。

搬入ルートの寸法を考慮した結果、鉄心分解輸送でしか搬入出来なかった為、鉄心分解輸送を採用した。

写真１　機器分割状況

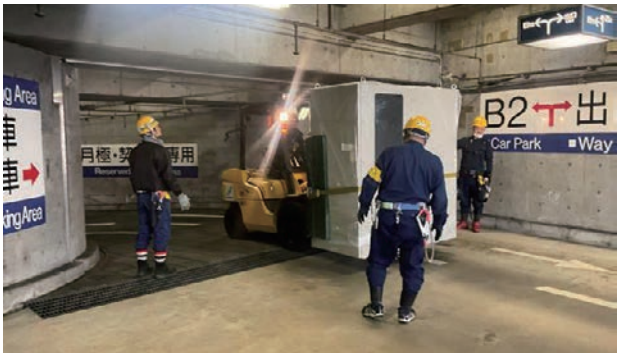


写真２　機器搬入

5　まとめ

今回は鉄心分解輸送による搬入でしか機器を搬入することができず、搬入後現地にてTRの組立を行うこととなり、その分現地での組み立て等のコストが500万円程度増加する結果となった。

分解輸送方法により現地での組み立てコストが変わってくるため、計画時に建物にあった搬入方法を検討していく必要がある。また、搬入ルートの開口寸法に合わせてTR盤も分解する必要があり資材置き場、組立エリアの確保や部品によっては横に倒すことが出来ないものもあるため搬入方法の検討も重要となるため、今後は車両の調査を綿密に行う必要がある。

データ保護ソリューションによるランサムウェア対策

中央本部　情報通信部
ICTシステムグループ
半田　史

1　はじめに

デジタル化が進む現代社会において、情報技術は私達の生活やビジネスの根幹を支えている。一方でその利便性と引き換えに、サイバーセキュリティのリスクも高まっている。特にランサムウェアは近年脅威度を急激に増しており、個人や企業、さらには公共機関まで幅広く被害が広がっている。

本レポートでは、データ保護ソリューションによるランサムウェア対策手法について顧客への導入事例を踏まえて述べる。

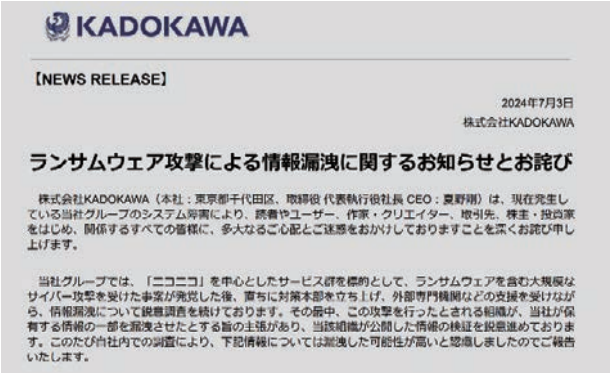
2　ランサムウェアとは

ランサムウェアとは、マルウェア（悪意のあるソフトウェア）の一種で、システムのデータを感染させ暗号化し、解読のための身代金を要求する攻撃手法である。この攻撃は、データの損失や業務の中断、経済的な損害を引き起こすだけでなく、企業の社会的な信頼失墜やプライバシーの侵害にもつながる。

このようなセキュリティリスクに対してAIを活用したデータセキュリティを推進するベンダーであるCohesity社が調査会社Censuswide社に委託し、2024年6月27日から7月18日に実施された2024年データセキュリティおよびデータ管理に関する調査結果によると、回答者の76%が「自社のサイバー対策戦略と昨今のエスカレートするサイバー課題と脅威に対処する能力に自信がある」と答えた。

しかし一方では、ランサムウェアに感染した場合、データやビジネスプロセスの復旧を早めるために身代金の支払いを検討するかという質問に対して、79%が身代金を支払うと回答した。

2021年10月に徳島県の半田病院がランサムウェア攻撃を受け電子カルテシステムが機能しなくなり、約8万5千人分の患者情報が閲覧不能となったため病院機能が停止する事態になった。また最近の事例としてはKADOKAWAがランサムウェア攻撃を受け、ニコニコを中心としたサービスが復旧までに数ヶ月の時間を要し、その後、再開を断念せざるを得ないサービスが発生するなど、感染被害は甚大なものになっている。



KADOKAWA

【NEWS RELEASE】

2024年7月3日
株式会社KADOKAWA

ランサムウェア攻撃による情報漏洩に関するお知らせとお詫び

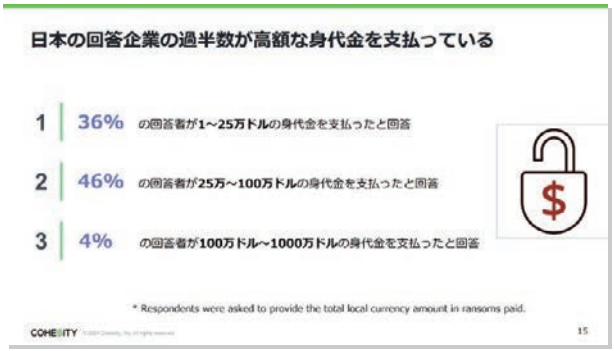
株式会社KADOKAWA（本社：東京都千代田区、取締役 代表執行役社長 CEO：夏野剛）は、現在発生している当社グループのシステム障害により、読者やユーザー、作家・クリエイター、取引先、株主・投資家をはじめ、関係するすべての皆様に、多大なるご心配とご迷惑をおかけしておりますことを深くお詫び申し上げます。

当社グループでは、「ニコニコ」を中心としたサービス群を標的として、ランサムウェアを含む大規模なサイバー攻撃を受けた事案が発覚した後、直ちに対策本部を立ち上げ、外部専門機関などの支援を受けながら、情報漏洩について調査調査を続けております。その最中、この攻撃を行ったとされる組織が、当社が保有する情報の一部を漏洩させたとする旨の主張があり、当該組織が公開した情報の検証を鋭意進めております。このたび自社内での調査により、下記情報については漏洩した可能性が高いと認識しましたのでご報告いたします。

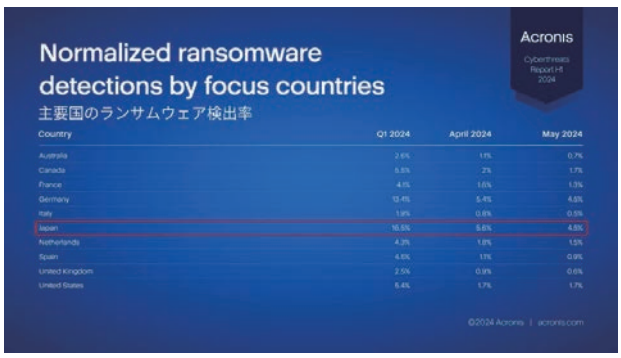
出典：株式会社KADOKAWA プレスリリース

セキュリティ対策ベンダーであるAcronis社のレポートによると、2024年1月～3月のランサムウェア検出率は、調査対象の世界15カ国において日本が最も高いという結果が出ている。

これによれば、日本におけるランサムウェアの検出率は16.5%で、米国の5.4%、英国の2.5%などを



出典：Cohesity Japan発表資料



出典：Acronis発表資料

大きく上回り、2位のドイツの13.4%に対しても、3.1ポイントも上回っている。

このようにランサムウェア感染については、もはや対岸の火事ではなく身に差し迫った脅威であることを認識すべきである。

ランサムウェアなどのマルウェアは日々感染手法が巧妙化しているため、感染してしまった場合の被害を最小限に抑えることも重要だが、感染を予防する考え方を一歩進め、感染しないシステムを構築することが重要である。

3　顧客への導入に至った経緯

今回、システムを導入した顧客は、愛知県に本社があり中部圏を中心に多数の支店や事業所を持つ企業である。

従来から弊社にて構築したバックアップシステムにて各拠点のファイルサーバデータを本社のサーバにバックアップしていたが、サーバのストレージ空き容量枯渇のためシステム更新が必要となった。

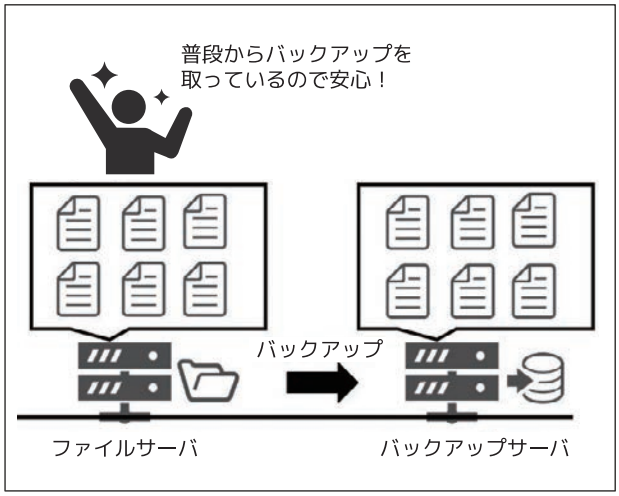
更新検討の初期段階ではシステム更新前には運用上の問題やランサムウェア感染も無かったため、単純なストレージ増強や従来型を踏襲したバックアップシステムへの更新も検討したが、前項で述べた通りランサムウェアによる感染被害の報道が増加傾向にあり、ひとたび感染が発生すると被害が甚大であることから、先を見据えた上で、更新のタイミングに合わせて新しい技術を低コストで搭載した、今回のデータ保護ソリューションによるバックアップシステムを弊社から提案し導入に至った。

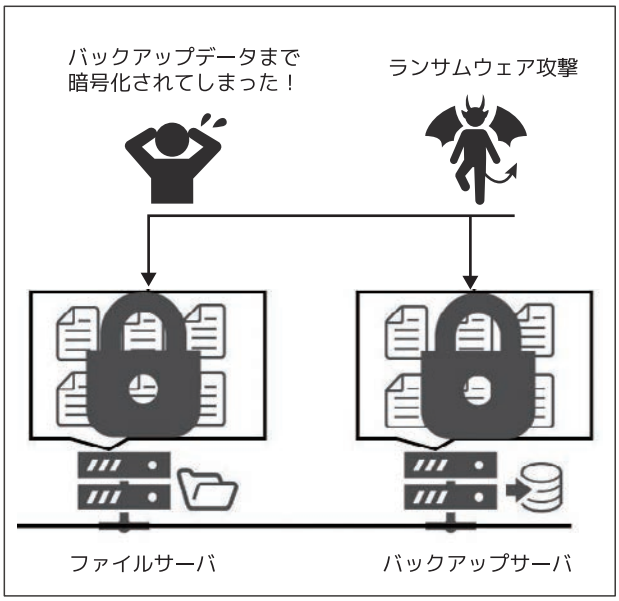
4　データバックアップによる対策の弱点

システムを稼働させるためには様々なデータの記録および読み取りが不可欠であるが、ハードウェアの故障、ソフトウェアの不具合、人為的なミス、自然災害など、色々な理由でデータが失われる可能性がある。バックアップを定期的に作成すれば、これらのリスクに対処し、データ損失が発生しても迅速に復元が可能となる。

一昔前の単純なシステム破壊型マルウェアであれば、最悪の場合感染したとしてもバックアップデータからの復旧が可能であったが、ランサムウェアはバックアップデータに対してさえも暗号化し復元不可能とされる場合がある。

そのため、リスク対処のためバックアップを作成していても、対策が意味を成さない事態となる可能性が否めない。





このような従来型のバックアップであっても、DAT（デジタルオーディオテープ）メディアを使った場合、DATメディアは物理的なテープでありネットワークに接続されていないため、ランサムウェアによって直接攻撃されるリスクが無い。

被害事例として挙げた半田病院では、電子カルテシステムの復旧後、バックアップサーバをテープ式にして常時接続しない方式に変更しランサムウェア対策を実施している。

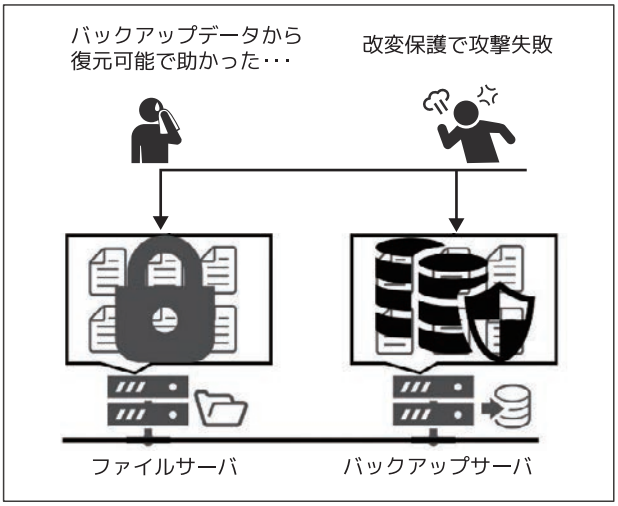
ただしDATメディアは適切な保管条件でなければ劣化する可能性があり、またアクセス速度が遅い、管理に手間がかかるなど利便性に欠けるため、さらに効率的なバックアップ手法が求められる。

5 ランサムウェアの影響を受けないバックアップシステム

バックアップソフトウェア "Veeam" は、バックアップ先のストレージとしてLinux強化リポジトリと呼ばれる領域を作成し利用することが可能である。

Linux強化リポジトリとは、バックアップデータを書き換え不能にできる機能であり、Linux OSの不変性機能を使用している。具体的には各バックアップファイルに対して不変性（immutability）ファイル属性が設定されており、適用された「この日まで変更不可能 (Immutable Until Date)」の期限まで書き換え不能および消去不能として保持される。

これを用いてローカルデータが書き換え不能となるバックアップストレージを実現する機能を提供し、ランサムウェアの影響による消失からデータを保護する。さらにLinux強化リポジトリは権限を持ったVeeamバックアップソフトウェアからのみアクセスが許可されているため、ランサムウェアからの攻撃の道筋を削減させている。



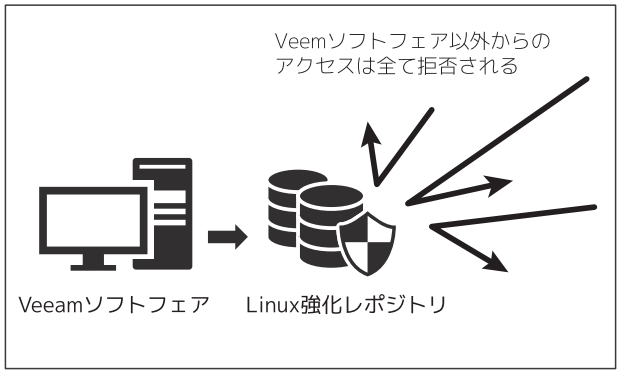
6 Linux強化リポジトリの構築

Linux強化リポジトリを構築するためには、現状、ある程度のLinux OSに関する知識、および英文マニュアルの読解力が必要である。比較的新しいVeeamのようなソフトウェアやシステムは日本語にローカライズされる前に、英語版のまま国内市場に投入されるケースも多いため、英文のマニュアルを読み解きシステム構築を行うことも、エンジニアの重要スキルである。また、マニュアルからだけでは得られない情報をWeb等から上手く拾い上げ、必要な情報をエンジニアなりに再構築出来ることも大切な要素である。

Linux強化リポジトリは大きく分けて、以下のプロセスを踏んで作成する。

1. データ保存先（Linux強化リポジトリ）となるサーバへ、規定された条件に合わせてLinux　OSをインストール
2. ログインパスワードの暗号化設定
3. ユーザー権限の制限
4. データ保存領域に対するアクセス制限
5. 米国国防総省（DoD）の機関である国防情報システム局(DISA)のセキュリティ技術導入ガイド(STIG)に準拠するための追加設定

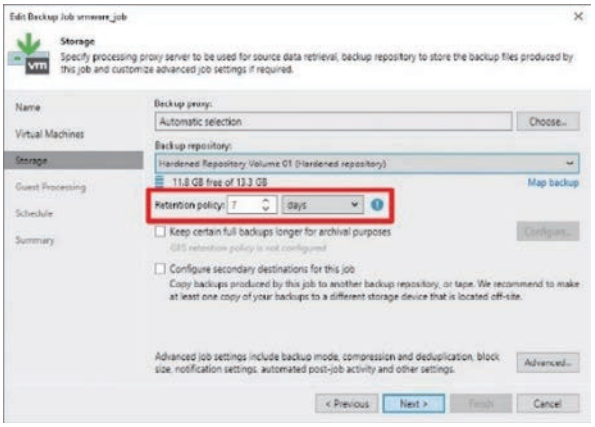
作成されたLinux強化リポジトリは、Veeamバックアップソフトウェアからのみアクセスが可能となる特殊なストレージ領域になる。



7 Linux強化ストレージへのバックアップ

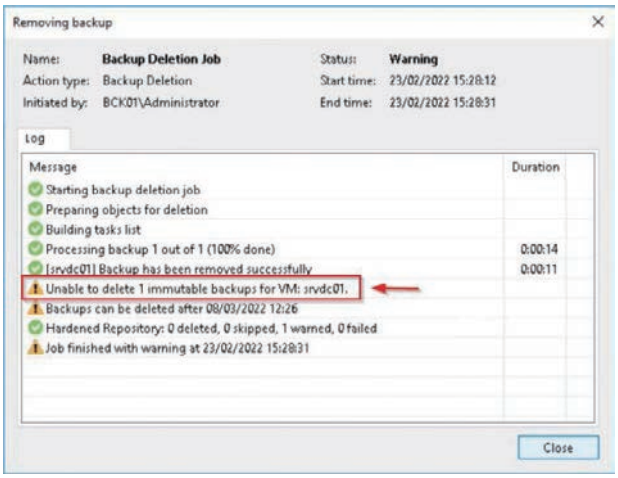
今回のバックアップ方法は別ホストにインストールしたVeeamソフトウェアにてバックアップジョブを登録して実施する。

バックアップジョブを登録する際にバックアップ先のストレージとして、"Hardened　repository"（書き換え不可能リポジトリ）を指定する。これによりランサムウェアからの攻撃を防御し、指定した期間内の改変が不可能なバックアップデータを作成することが可能になる。



改変が不可能な期間については"Retention Policy"パラメータにて設定する。

"Retention Policy"パラメータにて指定した期間内は、保存されたデータの削除や書き換えは不可能となる。



改変不可とする期間をどの程度の長さにするかは、保護されたバックアップデータが他に存在するかを判断材料の1つとする。

例えば、毎週日曜日にフルバックアップを行い、その他の曜日については増分バックアップ（書き換わったデータのみをバックアップ）するスケジュールを組んだ場合、フルバックアップ作成後、7日間が経過すれば次のフルバックアップが作成される。そのため、改変不可の期間を7日間とすれば、万一ランサムウェアに感染され、なおかつアクセス制限も突破されたとしても、改変不可のデータが存在するため、バックアップデータは保護される。

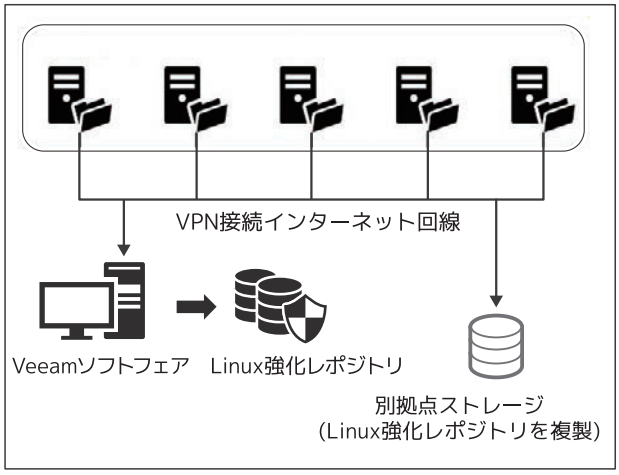
8　実際に構築したバックアップ環境

顧客環境におけるバックアップシステムの構築は、本社の新規ストレージデバイスの設置、Linux強化リポジトリの構築、Veeamバックアップソフトウェアのインストール調整、別拠点への新規ストレージデバイスの設置など全体工期は約2ヶ月であった。回線速度が不十分だったため、バックアップの動作テストでは時間を要したものの、そのほかの工程については概ね順調に推移し構築することができた。

バックアップジョブについては、各拠点のファイルサーバデータをVPN接続されたインターネット回線を経由して本社に設置したLinux強化レポジトリに週末にバックアップするスケジューリングとしている。月に1回のフルバックアップを取得する設定とし、それ以外の週は増分バックアップを実施している。

加えてバックアップデータは別拠点に設置してあるストレージにも定期的に複製する仕組みを構築しており、データ保護をさらに強固なものにしている。

顧客へ引き渡し後まだ数ヶ月しか稼働していないが、ランサムウェアに攻撃された形跡もなく、順調に運用されている。



9　まとめ

ランサムウェア攻撃のリスクは日々増大しており、その対策には多面的なアプローチが求められる。

定期的なバックアップの実施、最新のセキュリティソフトウェアの導入、ユーザー教育、ネットワークセキュリティ強化、アクセス制御の徹底はランサムウェアからデータとシステムを守るためには基本的かつ重要な対策である。

これらの対策を実施して、また、継続的に見直すことで、ランサムウェア攻撃に対する耐性を高め、被害を最小限に抑えることができる。

当部門でも常に最新技術の情報を収集して、新たなソリューションを顧客に提案出来るよう、継続的に取り組んでいく。

らくらくアルミケーブル採用による省力化・コスト削減

中部本部　名西営業所
工事グループ
高木　雅典

1　はじめに

近年、建設業界では働き手の減少が問題となっており、作業の効率化・省力化の必要が迫られている。また、資材単価が高騰していることも大きな問題となっている。

本稿では、当社が施工した現場において、アルミケーブルを採用した事例を紹介する。具体的には、受変電設備から各分電盤へ敷設する幹線ケーブルを従来の銅ケーブルに替わりアルミ素材のケーブルを採用し、幹線ケーブル敷設作業の省力化、ケーブルコストの削減に成功した事例について述べる。

2　建物及び設備の概要

2．1　建物概要

場所　：愛知県
主用途：倉庫（倉庫業を営む倉庫）
構造　：柱ーRC造、梁ー鉄骨造
階数、面積：地上4階、延べ面積78,903.35㎡

2．2　電気設備概要

電力引込　：架空引込6.6ｋＶ
変圧器容量：4,850kVA

3　アルミケーブルの概要

3.1　重量

同サイズの銅ケーブルと比較すると約50%減となるが、導体固有のインピーダンスにより許容電流を勘案して比較すると約30%減となる。

3.2　許容電流

導電率が銅導体の60%であるため、銅ケーブルと比較するとアルミケーブルのサイズは、100sq以下では1サイズアップ、150sq以上では2サイズアップする必要がある。比較表を表1に示す。

表１　許容電流と外径および概算重量

銅ケーブル			アルミケーブル		
公称断面積 [mm²]	概算質量 [kg/km]	許容電流 [A]	公称断面積 [mm²]	概算質量 [kg/km]	許容電流 [A]
60	2000	210	100	1400	225
100	3250	290	150	2070	295
150	4650	380	200	2560	365
			250	3170	420
200	6200	465	325	3930	500

3.3　端子

アルミは空気に触れていると、電気的に絶縁物である酸化被膜を短時間で形成するため、成端作業時にはブラッシングにより被膜を除去する必要がある。

アルミと銅が接触・接近した状態で水分等の電解質溶液が間に存在すると銅イオンがアルミ側に移動し、アルミを腐食させるため、スズめっきを施した専用の端子を使用する必要がある。

4　幹線ケーブルの問題点

4.1　敷設作業時の人員確保

幹線ケーブルの敷設は、非常に多くの人手が必要な作業であり、ケーブルの亘長に比例し作業員の増員が必要であった。

ケーブルウインチやパワーボール等の延線機器を使用すれば労力を低減させることができるが、機器の操作者、合図者、監視者、ケーブルドラムの巻き出し者等、多くの人手が必要になることに変わりはなかった。

4.2　銅建値の高騰

月間平均推移によると、2020年以降上昇し続けており2019年には700千円/トン前後を推移していた銅建値が実際に施工した2023年2月時では1,245千円/トンにまで上昇していた。

5　問題点への対策

前述した問題点を解決するべく、通常の銅ケーブルよりも軽いため幹線敷設作業時の人員を削減でき、銅よりも安価で建値の変動が少ないなどの理由からアルミケーブルの採用を行った。

5.1　ケーブルラック幅の見直し

アルミケーブルを採用するに当たり、まず始めにケーブルラック幅の見直しを検討した。

前述の通り、ケーブルがサイズアップするため、水平ラックを1段から2段に増やし、垂直ラックを片面タイプから両面タイプへの変更を検討した。

5.2　盤内のスペース確保

アルミ専用の端子台を使用するため、盤内の端子台取付位置を検討した。筐体サイズが制限される箇

所や、ケーブル本数の多いキュービクルの2次側で端子台の取付が困難な場合は、メッキを施した拡張バーにて対応した。

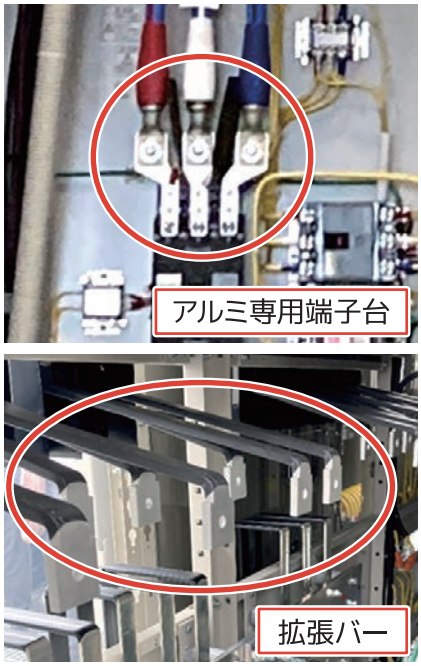


写真１　盤内端子台改造の様子

5.3　ケーブル敷設作業

延線機器のスピードは銅ケーブル敷設時とさほど変わらないため、延線自体のスピードに劇的な変化はなかった。しかし、銅ケーブルより軽量なため、ドラムの移動やドラムジャッキへセットする時の労力は非常に少なくなった。

また、盤への取り込み時には軽量、柔らかい特性で二人がかりでしかできなかった作業がアルミケーブルであれば一人で出来るケースも多くあった。

写真２　アルミケーブル敷設時の様子

5.4　成端作業教育

前述したとおり、酸化被膜除去するためのブラッシング、専用の端子を使用する必要があり、工具も専用のものを使用する必要がある。作業品質を確保するためにメーカーによる成端作業講習を行い、作業員、施工担当者への教育を行った。

6　結果

当現場の実績を基に作成した、銅ケーブルとアルミケーブルの比較表を下記の表２に示す。

表２　アルミケーブルと銅ケーブルのコスト比較

	アルミケーブル（実績値）	銅ケーブル（想定値）
幹線施工人工	550 人工	700 人工
ケーブルコスト	80,000 千円	110,000 千円
ケーブルラックコスト	44,000 千円	40,000 千円
端子台追加盤改造費	8,000 千円	—
工費	16,000 千円	21,000 千円
コスト計	148,000 千円（約15％減）	171,000 千円

以上のことから、一定の条件下でアルミケーブルの採用は非常に大きなメリットを生むこととなった。

しかし一方で採用するにあたり、一定のデメリットも存在する。上の表２にあるようにトータルコストでいえば減少しているが、アルミ専用端子などにより盤改造が必須で筐体が大きくなる可能性もあり、検討が必要となるので導入に対して時間を要する。

また電線サイズに付随してケーブルラックのサイズも大きくなり、天井内、EPS内の収まり検討などスペースの問題もでてくる。

今回の倉庫のような比較的スペースに余裕がある建物であればアルミケーブルの導入は難しくないが病院や高層ビルなど電気室やEPSの大きさに限りがある建物に関しては導入は慎重に計画する必要がある。

7　まとめ

今後は脱炭素化などによる銅の需要増加により、価格の高騰や確保難に陥り、アルミケーブルでの施工も今後増加していくと考えられる。

今回のような作業員への教育、施工実績等を積み重ねていき、当社や協力業者のみならず客先にもアルミケーブルに対する理解を深めてもらい、省コスト・省施工を進めていきたい。

病院建設工事における電気室の分散化

中部本部　名南営業所
工事グループ
児玉　明広

1　はじめに

当該施設は、地上7階、塔屋2階の病院施設である。本来当該施設が建設予定だった地域には全体の高さ規制の関係で高層建物が建てられない地域であった。また3階を既設建物とつなげなければいけない関係で4階から上の階高が一般的な建物に比べ2割程度低い構造となっていた。その中で原設計にあったR階に電気室を納める計画は困難を極めていた。

本稿では、某病院施設新築工事における変電所の分散化について紹介する。

2　建物および設備の概要

2．1　建物概要

主 用 途：病院
延床面積：約39,350㎡
構　　造：SRC造

2．2　電気設備概要

受電方式　：三相3線6,600V
（本線・予備電源2回線受電）
設備容量　：3φ9500kVA
高圧非常用発電：750kVA×2
蓄電池容量：UPS300kVA
常用発電機：30kVA×10

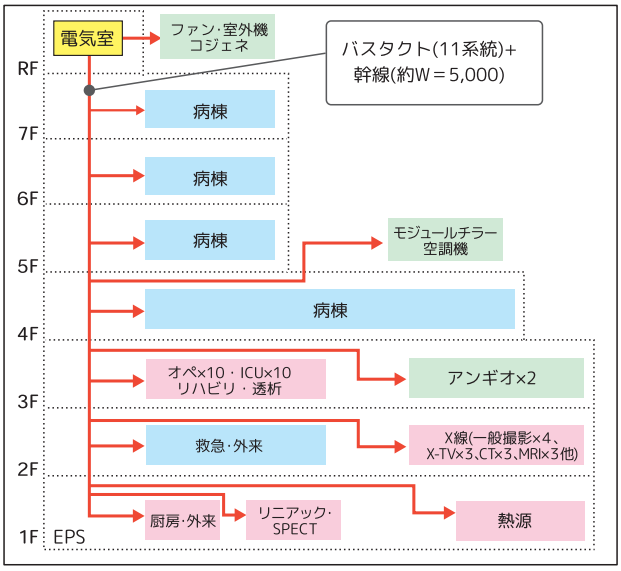


図１　原設計の各階の負荷と電気室の配置

3　施工前の問題点

設計段階の図面では下記の図１のようにメインの電気室がR階に存在し、そこから4～7階の各病棟、3階のオペ関係、2階のX線、1階の厨房・熱源まで11系統のバスダクト及び幅約5ｍにも及ぶ幹線で給電を行っていた。

しかし、設計図上で詳細の納まりが検討されてお

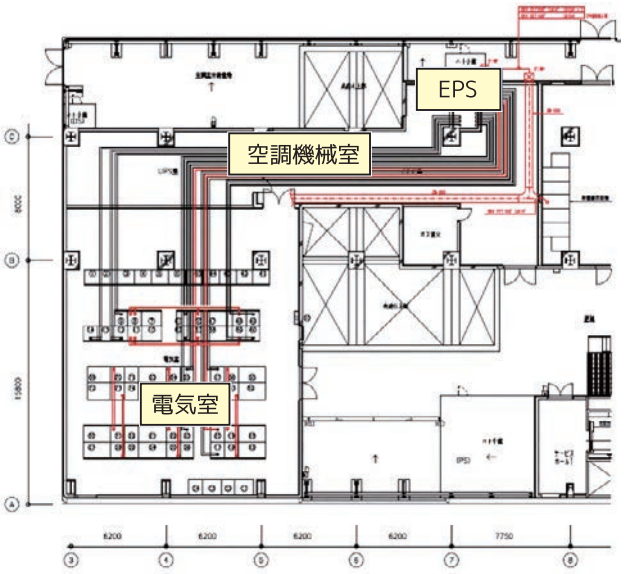


図２　Ｒ階設計図　バスダクト図面

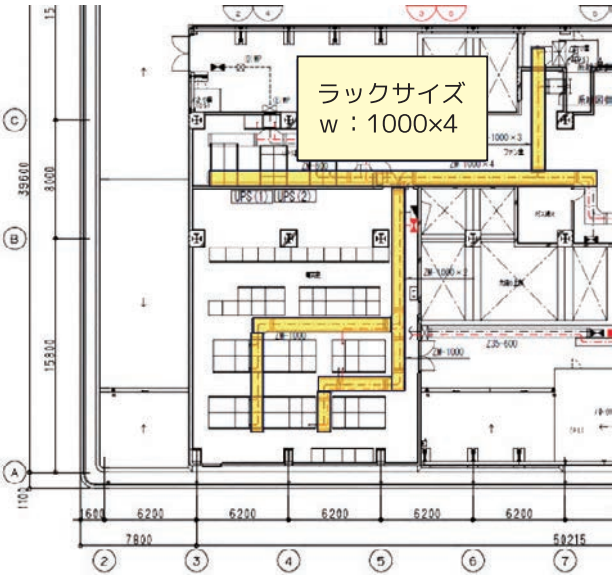


図３　Ｒ階設計図　ケーブルラック図面

らず、実施工で、設計図の内容で幹線設備のすべてを納めることが不可能な状態となっていた。加えてEPSから電気室までの幹線ルートの途中に、図２、図３のように空調機械室が存在し、ダクト他の設備と干渉していた。

さらに電気室の上部にヘリポートがあることにより、図４のように階高が低くなっていたため、幹線ルートの確保は困難を極めていた。

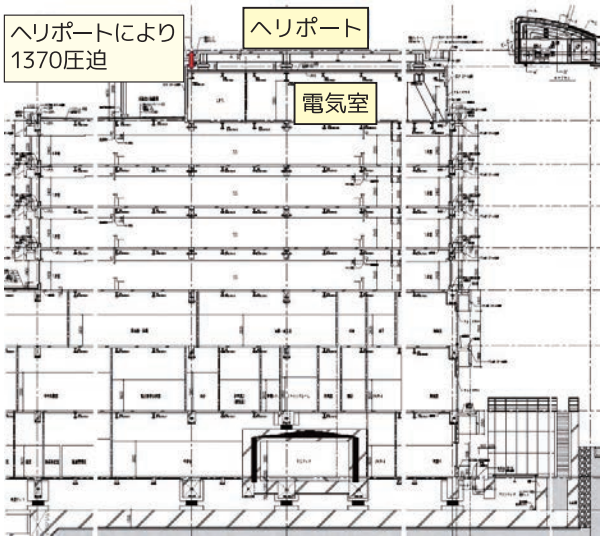


図４　建物断面図

4　問題解決

前述した問題を解決するべく、原設計ではR階に集中していた電気室を各階に分散化させる計画を提案した。

ステップ１　電気室分散配置位置の検討

病院という性質上、設備スペースが十分とは言えず、その中でも電気室、EPS、機械室といったバックヤード部分に関しては、施工性・メンテナンス性も含め十分なスペースが準備されていなかった。

また、エンドユーザー、医療機器メーカーの要望の増加や、GHPからEHPの変更に伴う電源が増大する中、コスト、収まりを含めた抜本的な改善が必要であった。

その状況で1階の機械室、5階の設備機器置場に受変電設備を配置可能なスペースを見つけ、図５のように電気室を分散する提案を行った。

当初の計画では負荷が電気室から離れていたため、負荷の近くに電気室を配置することにより幹線ケーブルの削減・省サイズ化が図れ、納まりおよびコストの両方の解決を同時にアプローチを行い、客先の了承を得ることができた。

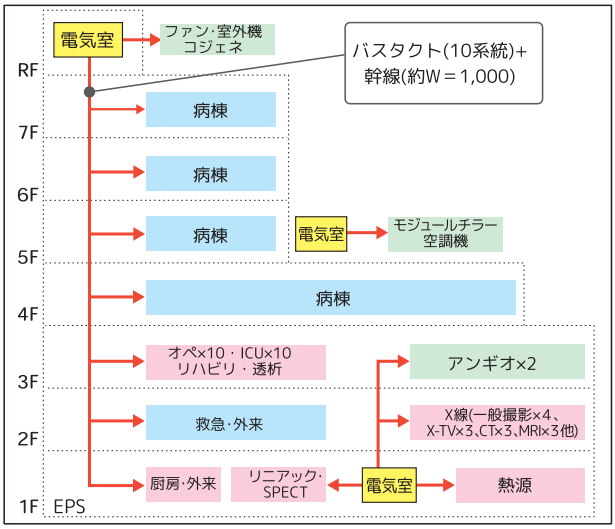


図５　分散後の電気室の配置

写真１　R階電気室の様子

写真２　分散化を行った５階電気室

写真３　分散化を行った１階電気室

ステップ２　荷重・空間の検討

電気室の分散を行った際に必要になる耐荷重や、分散後の客先の使い勝手の確認など打ち合わせを通じて慎重に検討を行った。

新しく配置した場所は本来設備機器を収めるスペースではないことから、構造設計と荷重の検討を重ね、問題がないことの確認を行った。

ステップ３　電源区分の検討

本建物は、計画停電時に一般回路から非常・保安回路への低圧電源によるバックアップを行っており、メンテナンス性・使い勝手を大きく変えないように考慮しつつ、将来的な更新計画や運用上に問題がないかの検討を客先・主任技術者・管理者を含めて行った。

ステップ４　電源容量計算、幹線サイズの選定

ルートや収まりを確認しながら、一般回路・保安回路・非常回路の整理を行い幹線計算の上でサイズを変更し、施工図にて納まりの検討を行った。

また、空調や衛生も電気と同じ事象で納まりが厳しく、変更が多く発生しており、機器容量の変更に伴い電源容量の変更見直しも多く発生した。

そこで設備ごとに個別に容量集計を行い、負荷の運転時間を整理したうえで需要率を見直し、幹線計算に盛り込んだ。表３に計算結果の一例を示す。

以上の手順を踏まえ、図６、図７ようにR階の電気室を5階と1階へ分散させることに成功した。

また、分散に伴い図８に示すように原設計では納まっていなかったケーブルラック・バスダクトも納めることができた。

5　成果の確認

５．１　メリット

電気室を各階に分散させたことにより、多くのメリットが生まれた。

①R階の電気室における縮小化

電気室の分散化により電気室の床面積を設計時の床面積約270m²から最終的に200m2以下とすること

表１　原設計の回路ごとの容量比較

原設計

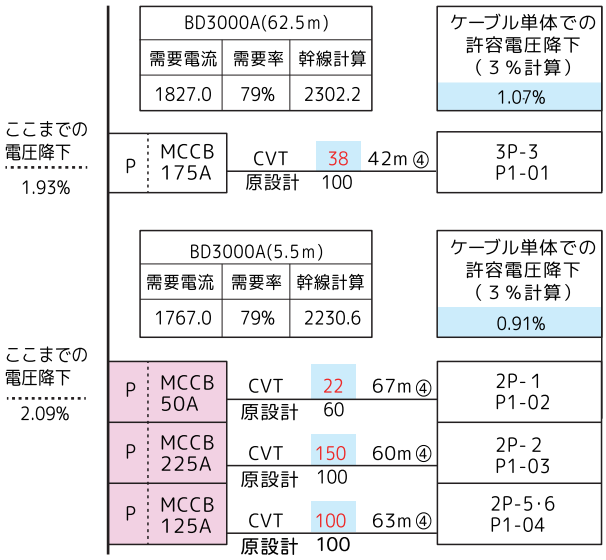
	合計		
	AC	AC-GC	AC
R階	60.4	2.2	328.1
7階	0.1	5.1	
6階		4.8	
5階屋上	253.3	331.6	22.0
5階		4.6	
4階		8.9	
3階	315.7	85.5	69.6
2階外部	154.2		48.0
2階	41.7	97.1	22.5
1階	865.7	225.7	283.5
ピット			97.7
付属棟			15.0
その他	1215.3555		
槽合計	1691.0	765.4	886.4

表２　決定時の回路ごとの容量比較

決 定

	合計		
	AC	AC-GC	AC
R階	41.0	211.1	193.3
7階	9.3	5.3	
6階		4.8	
5階屋上	504.5	248.1	22.0
5階		4.8	
4階		8.9	
3階	345.4	527.2	0.1
2階外部	154.2	48.0	
2階	47.4	94.5	26.5
1階	719.5	875.6	155.4
ピット	4.0	124.1	
付属棟	15.0		
無し	15		
合計	1840.3	2152.3	397.2
X線	1220.5	775.0	

表３　幹線計算書　計算結果



需要率考慮（A）	計（A）	予備	空調			衛生	建築		医療	厨房			電気
			空調機（A）	電熱（A）	ファン（A）	ポンプ（A）	ELV（A）	SS（A）	医療（A）	PAC（A）	モータ（A）	電熱（A）	他（A）
59.98	71.6	8.8	51.2		11.6								

需要率考慮（A）	計（A）	予備	空調			衛生	建築		医療	厨房			電気
			空調機（A）	電熱（A）	ファン（A）	ポンプ（A）	ELV（A）	SS（A）	医療（A）	PAC（A）	モータ（A）	電熱（A）	他（A）
10.32	21.5	12.9			8.6								
157.1	175.4	12.9	155.4	1.2	5.9								
55.7	69.9	12.9	45	0.4	11.6								

図６　１階電気室のキュービクル配置図

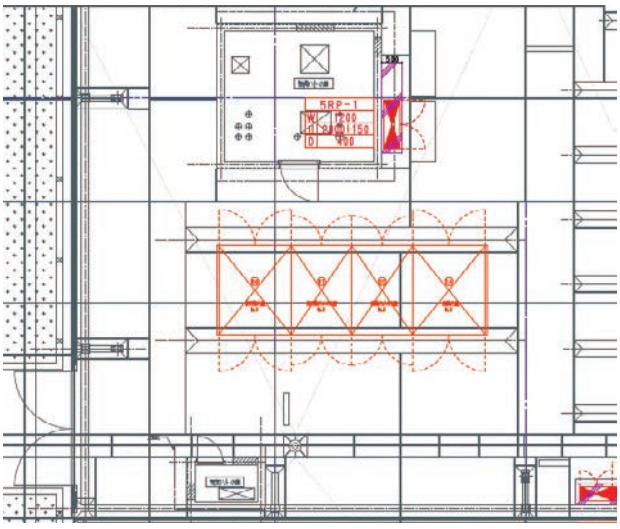


図７　５階電気室のキュービクル配置図

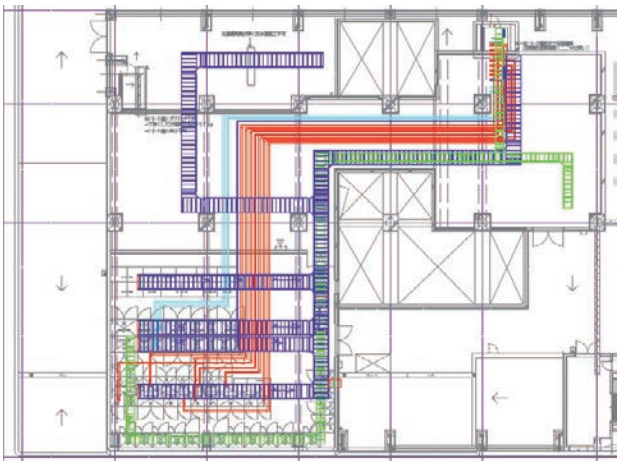


図８　分散後のＲ階電気室の納まりの様子

ができ、ガス消火設備が必要な基準を外すことが可能となり、設備業者の省コスト化とメンテナンスの負担軽減に貢献した。

②省資源・省施工

設計段階では負荷容量の大きな装置が電気室から離れていたため、幹線ケーブルが電圧降下の影響で太くなる等の弊害があったが、それぞれ負荷容量の大きな装置の近くに電気室を配置し、幹線ケーブルを短く、細くすることで省資源化することに成功した。

これはケーブル自体の削減だけではなく、電工の人工も省力化することができた。

また、幹線が分散されたことにより、それぞれの電気室の区分で幹線を敷設したため、複数のエリアをまたぐことが低減され施工時期をずらすことで作業員のピークの分散化にも成功した。これにより、多くの電工の負担を軽減することができた。

５．２　デメリット

今回の工事では一か所のメイン電気室から給電していた系統を、分散化し、幹線など多くのものを省施工化することができた。しかし、いくつかの改善点もあった。

①電気室増設による管理ポイントが分散

これにより一括で管理できていたものが他室に分散され各所の移動などメンテナンスが煩雑になってしまった。また、電源が分散されたため、操作する盤の間違いなどヒューマンエラーを引き起こす原因が増加する結果となった。

②他室の圧迫

屋内に増設した電気室については元は機械室であったため、電気室、機械室を圧迫し、納まりの検討で困難をきたした。

6　おわりに

今後は適切な計画を立てながら施工者目線で問題点を早期発見し、大きな問題とすることなく、関係者と調整していくことが大切だと考える。また、変更に伴う検討は大きな労働負荷を伴うため、BIMなどにより事前の検討が必要と考えられる。

最後に本工事を施工するにあたり、関係各社の多大なご指導、ご協力を賜りましたことに深く感謝いたします。

病室の照明･コンセント回路のユニットケーブル化による省力化事例

東京本部　営業部
積算グループ
諸星　拓也

1　はじめに

本稿は、総合病院の病室における照明・コンセント回路の誤接続対策及び施工省力化の検討・実施した事例である。筆者のこれまでの施工経験より、病床エリアにて照明・コンセント回路で誤接続が度々発生していた。そこで、本工事における施工の省力化と誤結線対策のため、マンションなどでよく用いられるユニットケーブルを病床エリアに利用することを検討・実施したので、その事例を紹介する。なお、当該現場は現在も工事中の案件である。

2　建物および設備の概要

(1) 建物概要

建物用途：総合病院（計452床）
構造等：Ｓ造（免震建物）地上7階、塔屋1階
延床面積38,259㎡

(2) 電気設備の概要

受電方式：6.6kV　本線予備線受電
受変電設備容量：7,550kVA
非常用発電機(ディーゼル)：1,250kVA×2台

(3) 病床の概要

①4床室：80室（320床）（タイプ3種類）
②3床室：1室　（3床）
③1床室：64室（64床）（タイプ8種類）
④ICU・NICU等の病床：65床

④については、病床毎に形状が全く異なっていた。②については、病床数が少なくユニット化により得られる効果が少ないと思われた。そのため、①と③の病床について、電灯・コンセント回路において、ユニットケーブルの検討し、客先に提案を行った。

3　配線のユニット化によるメリット及びデメリット

(1) メリット

①施工現場にて、分岐回路の接続作業を行う必要がなく、施工省力化が図られる。
②ユニットケーブルの端部に行き先を印字すれば、接続間違いを少なくできる。
③亘長が予め定まっているため、端尺が発生しないため、無駄が少ない。
④通常では、ジョイントボックスやプルボックス内でケーブルを接続しているが、ユニットケーブルを用いれば接続箇所が予めユニット化されており、前者と比べて省スペースである。
⑤接続作業が電源線とコンセント・照明器具のみであるため、労務費の削減や工期の短縮につながる。

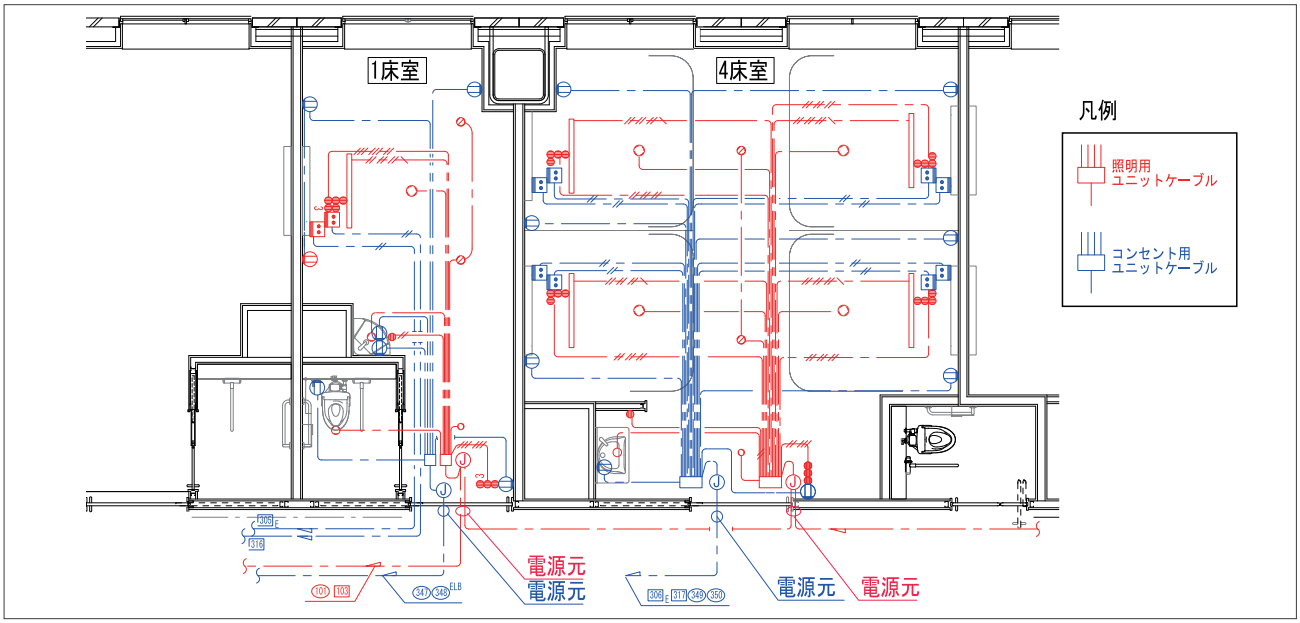


図１．１床室・４床室の施工図

(2) デメリット

①ユニットケーブルの仕様書作成には時間がかかる。メーカに製作図面作成を依頼し、メーカから製作図が提出されるのに、約2週間。その後、完成まで約3週間の時間を要し、依頼から完成までに最短で1ヵ月程度の時間を要する。更に、関係者による製作図面確認及び修正に要する期間もあるため、実際には図面依頼から納品までは2ヵ月の期間が必要となる。

②早期に総合図・照明点滅区分について客先と協議を行う必要がある。

③ユニットケーブル納品後、現場での配線経路の変更等は非常に困難である。

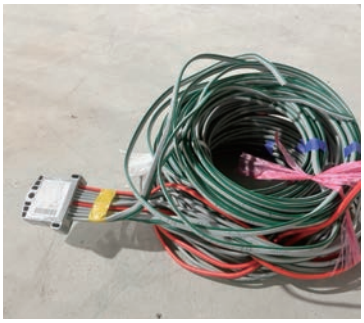


写真1：ユニットケーブル　写真2：モールド部拡大

4 ユニット納品までとコスト比較について

(1) 客先との打合せから納品まで

前述したように、ユニットケーブル納期は、図面作成依頼から約2ヵ月の期間が必要であった。その為、4床室と1床室の壁・床の総合図及び天井伏せ図を早期に作成し、照明器具の点滅区分図等を提示、事前承諾を得る必要があった。

当該図面の承諾を得た後、メーカに製作図の作成を依頼し、その後、メーカと何度か修正のやり取りを行った。

(2) 材料費について

①ユニットケーブルの採用に伴う材料費増について

ユニットケーブルの材料費は在来工法と比べて約950万円の増額となった。

②労務コストについて

4床室及び１床室について、在来工法とユニットケーブル工法の労務コストを試算した。配線から器具付までの所要人数を表１に示す。なお、在来工法での所要人数は、想定値である。（当該作業に従事した作業員にヒアリングを実施）

表1より労務費が在来工法と比べて4割程度削減できることがわかる。

表１　在来工法とﾕﾆｯﾄｹｰﾌﾞﾙ工法の比較表（推定値）

	4床室	1床室	計
ユニットケーブル工法 人･日(実績)1部屋	8	4	-
在来工法 人･日(想定)1部屋	13	7	-
人数の差 人･日1部屋	5	3	-
部屋数	80	64	144
削減数人･日	400	192	592

写真3：ユニットケーブル施工状況

写真4：ユニットケーブルモールド部取付状況

5 おわりに

冒頭に記載したとおり、この工事は現在も施工中であり、最終成果についてはまだ出ていないが、順調に工事は進んでいる。プルボックス等での接続作業ではなく、事前にメーカでプレハブ化を行うことで、現場での作業を削減出来ることは、工期の短縮に大きくつながると推定される。

ユニットケーブルの採用にあたり、色々とご協力頂きました、メーカの方々、そして、現場関係者に感謝を申し上げますと共に、厚く御礼申し上げます。

現場支援業務の計画および運用について

東京本部　営業部
積算グループ
松家　武史

東京本部　営業部
積算グループ
岸　早人

1　はじめに

弊社東京本部では政府の働き方改革関連法案施行による時間外上限規制を遵守するため、直近の課題である現場施工担当者の時間外を削減する取組みを2022年度より行っている。それは、現場担当者業務のうち支援可能な業務を集計・リスト化し、本部内の各部署にてそれぞれ実施可能な業務を現場担当者の代わりに行うことで、現場担当者の時間外を比較的余裕のある机上職の社員へ移すというものである。しかしながら、2023年度の1年間の結果として、現場支援チームのある積算グループでの支援は定着してきたが、机上職の他グループでの支援件数が1件のみという結果に終わった。

2024年度は東京本部全体で積極的に現場支援業務が行われるよう計画し運用を始めたので紹介する。

2　現場支援業務ファイルの配布

各支社と各部(計9拠点)に対し、現場支援業務の依頼、運用の流れ・支援業務リスト・支援業務の内容・実際の成果物例・各業務で使用する雛形とその記入例等を1つのA3パイプファイルにまとめ、収納して配布した(写真1)。

それにより、現場支援業務への理解と各部署での支援業務内容の共有、配下への展開ができる環境を作った。

3　机上職の現場支援業務内容

現場業務を知っている部署は遂行できる支援業務が幅広く、現場担当者業務のうち現地にいなくてもできる仕事を行うこととし、支援業務リストの中から業務を選定した(多数となるためここでは割愛する)。

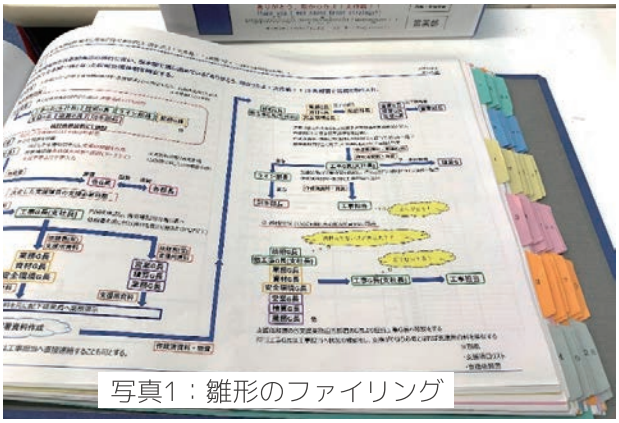


写真1：雛形のファイリング

現場業務を知らない机上職に依頼する支援業務については下記を選定した。

① 現場事務所設営手配
② 現場事務所リース品の手配
③ 現場事務所インターネット契約
④ 現場事務所掲示物の用意・送付
⑤ 現場担当者用宿舎調査・手配
⑥ 幹線名称札の作成
⑦ 低圧配線回路番号札の作成
⑧ コンセント回路番号シールの作成
⑨ 絶縁抵抗測定表の試験前用紙の作成
⑩ 照度測定結果表の測定前用紙の作成
⑪ 現場応援(回路チェックおよび送電補助、コンセント回路番号シール貼り、照度測定)
⑫ 提出用竣工書類ファイリング

4　現場支援業務の現場毎の計画

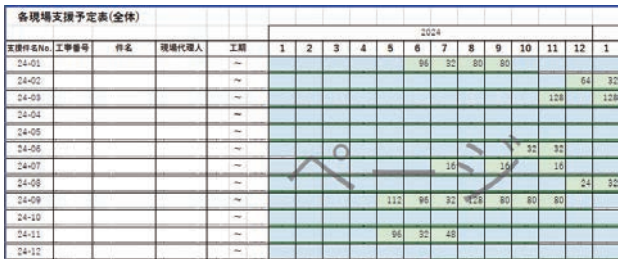
現在稼働している主要な件名(15件)に対して、必要と考えられる支援業務を工期に合わせて計画し、支援をするグループを割り当てた。(表1、表2)

各グループへの支援業務の割り振りを計画するにあたり、各グループの人員構成・各グループ本来の業務繁忙時期・支援現場規模から考えられる支援業務の作業量(時間)を考慮した。

加えて、現場支援依頼書(表４)を作成し、依頼側と受領側双方において業務依頼の有無を明確にし、特に受領側に対し該当支援業務に対する一定の責任感を持てる様に体制を整えた。

また、現場担当者に対しては、本年度からの時間

表1：全15件の現場支援予定表(抜粋)



各現場支援予定表(全体)

支援件名No.	工事番号	件名	現場代理人	工期	2024 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
24-01				～						96	32	80	80				
24-02				～												64	32
24-03				～											128		128
24-04				～													
24-05				～													
24-06				～										32	32		
24-07				～							16		16		16		
24-08				～												24	32
24-09				～					112	96	32	128	80	80	80		
24-10				～													
24-11				～					96	32	48						
24-12				～													

表2：現場単位の支援業務と部署割り当て

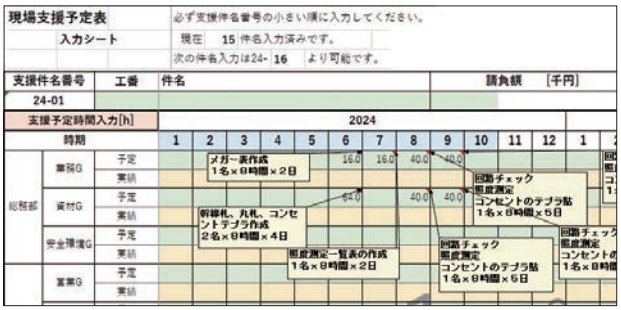


表3：現場毎の時間外予定実績入力書式

表4：現場支援依頼書

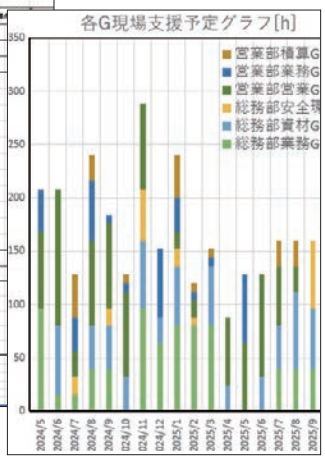


図１：支援予定グラフ

外上限規制の内容について未だに理解が充分でない社員も少なからずいるといった状況もあり、現場での時間外予定、月毎に実績の記入を行うこととし、36協定への理解と注意喚起ができるようにその書式を作成した。(表3)

5　運用について

まず、年度初めに上記A3ファイルの内訳、今後の支援業務の運用の流れについて各部署長に対し説明を行った。

また、クラウドサーバー上に東京本部の社員全員がアクセスできるフォルダを作成した。

運用の流れとしては、現場支援依頼書(表4)をサーバー上で各部署に回付することで依頼･依頼受領という、なるべく簡単でペーパーレスな運用とした。

ただし、大型現場の工期は年度をまたいでいることが多いため、現在稼働中の現場に関しては積算グループの現場支援チームがそれぞれの部署に代わり運用の流れを作った。

支援業務の予定一覧表(表2)に加え、予定グラフを作成することで「見える化」をし、支援業務を行う部署に計画表を掲示してもらうことで意識付けを行った。(図1)

現場担当者に対しては、上記(表3)の時間外数入力書式を入力することで、自分・現場事務所員の時間外実績を把握でき、今後の予想業務量から未来の時間外試算も可能となる。例えばその試算において、上限を超えそうである等の場合にすぐ上長や支援部署に相談できるといった使い方も可能となる。

6　おわりに

東京本部では、この取組みを「ありがとう、助かったよ!大作戦!!」として周知・展開している。この「ありがとう」は現場担当者が言う言葉である。

目的はあくまでも現場担当者の時間外が上限規制を超えないようにすることであるが、現場担当者には自分たちの仕事を代わりに行ってもらうという意識を持ち、成果物を受け取った時には、是非とも「ありがとう」と言ってもらいたい。

その言葉があれば、支援を行う側のモチベーションが上がり、担当者だけでなく東京本部全体で現場を作っていく意識を持つことができ、そのような意識を得られたら自然と東京本部全体の業績も上がっていくのではと考えられる。

ただ、支援業務内容については今回計画した件名・内容だけでは充分とは言えない。

よって今後も更に支援対象件名や支援業務内容を増やしていきたい。

運用については2024年度がまだ始まったばかりであるため、積算グループ現場支援チームにおいて、依頼の流れを代行している部分が多いが、特に今後の新規現場において設定した流れに沿って運用が行われることを期待したい。

今回は主に屋内線工事部署の現場支援について計画したが、今後机上職の社員は空調管工事、情通・地中線工事の部署の現場支援も必要になると予想される。初めての運用になるが、依頼側・依頼受領側共に軌道修正しながら目的を達成していけるよう今後努力していく。

計量計検針の信頼性向上と省力化の事例

東京本部　内線部
工事第一グループ
松本　信二

1　はじめに

テナントビルにおける検針業務では、一般に前月記録と今月記録の差分を計算し、料金の請求を行っている。もし、検針メータや中央監視の設定が違っていれば、発覚するまでの期間の差額負担が問題となることは必至である。

また、メータの接続違いや人間系の読み取り誤りも検針業務上の問題となることは、容易に理解できる。本稿では、電力量計検針の信頼性向上と建物引き渡し時の読み合わせ回数の低減を可能にした事例を紹介する。

2　建物と設備の概要

(1)建物概要

用途：事務所・店舗

階数：地上29階、地下2階

延床面積：112,372.52㎡

(2)設備概要

形式：統合検針コントローラー

通信機能付きメータ：708台

受電メータ（電力会社支給）：1台

3　検討事項と原因

(1)検討事項

1)誤検針を激減する。

●ヒューマンエラーの根絶…人的及びシステム的

2)メータ指示値読み合わせの信頼性を向上する。

●読み合わせ回数の低減

【備考】

通常、検針システム引き渡し前には、

イ．自主確認　ロ．ゼネコン立会い確認

ハ．監理者立会い及び中央監視との対向確認が行われ、特にイは２～３回実施が通例である。

(2)誤検針の主な原因

ａ．指示値の読み間違い

ｂ．読み値や部屋名の検針表への記載間違い

ｃ．パソコンへの入力間違い

ｄ．前月指示値との差分（使用量）計算の間違い

4　計量メーターの機種について

一般に計量メータの外部出力方式には次の２機種があり、今回の物件では、受電メータはパルス出力方式、その他は電文出力方式を採用した。

(1)パルス出力方式（パルス発信機能付メータ）

●中央装置はメータから送信されるパルス信号を積算してメータの指示値に変換し、格納する。

(2)電文出力方式（通信機能付メータ）

●計量値をメータ側で電文に変換して、中央装置へ伝送する。

⇒電力量計の指示値がそのまま出力されるため、電力量計取付時の初期値設定が不要となり、ヒューマンエラーが激減する。

5　仕様と構成

(1)機器の仕様

今回採用のシステムは、統合検針コントローラー１系統につき、通信機能付電力量計を1000台接続でき、最大6000台が接続可能である。

アドレス拡張ユニットは、１台追加する毎に通信機能付電力量計を62台接続できる。

信号の伝送距離の制約については、最遠配線長

項目	内容
統合検針コントローラーへのメーター接続可能台数	･統合検針コントローラー1系統につき通信機能付電力量計1000台接続可能 ･最大6000台接続可能
アドレス拡張ユニットへのメーター接続可能台数	･アドレス拡張ユニット1台につき通信機能付電力量計62台接続可能 ･更にアドレス拡張ユニット1台追加につき、62台接続可能
伝送距離	最遠配線長：1000m
	総配線長：2000m
	アドレス拡張ユニットから最延長を2000m延長可能
計測（指示値の通信）タイミング	10分毎の指示値を通信

表１　システム仕様

1000m、総配線長2000mであり、また、アドレス拡張ユニットからの最延長は2000mである。

(2)システム構成（図１参照）

今回のシステムは、主に統合コントローラー、アドレス拡張ユニット、検針カウンタ、通信機能付電力量計、パルス発信機能付電力量計、設定用PC、中央装置、HUBから構成される。

なお、受電メータはパルス方式のため、中央装置側で検針カウンタを介している。

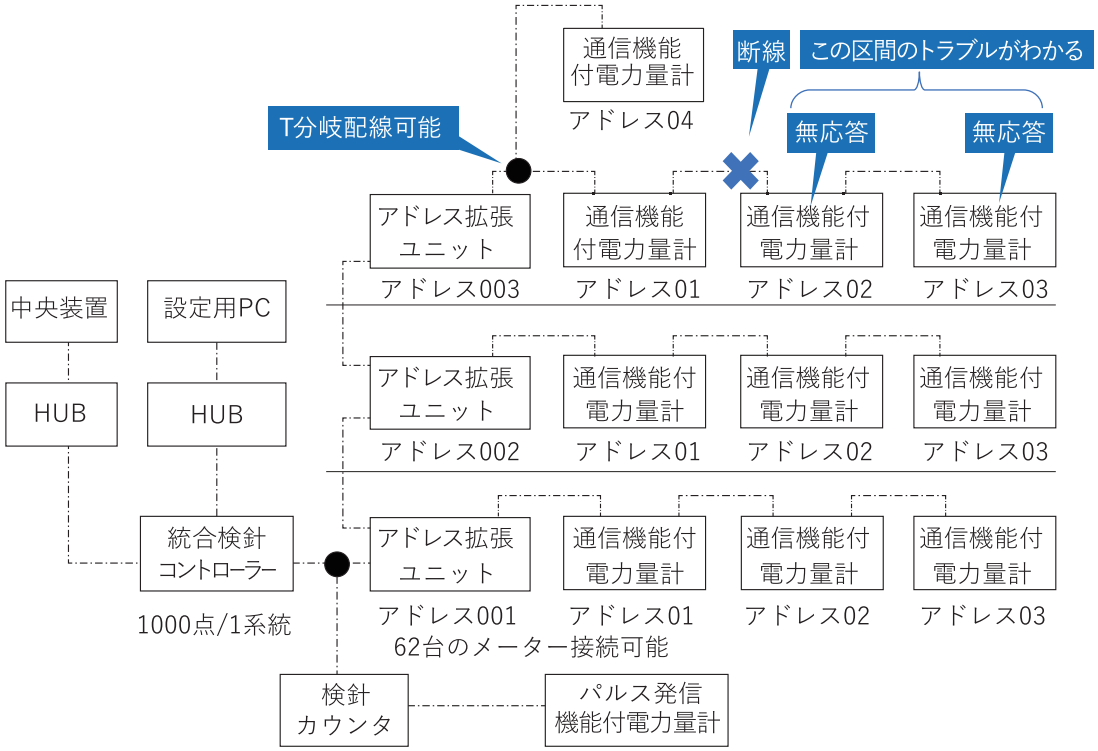


図１　システム構成図

写真１　統合検針コントローラーユニット

写真２　アドレス拡張

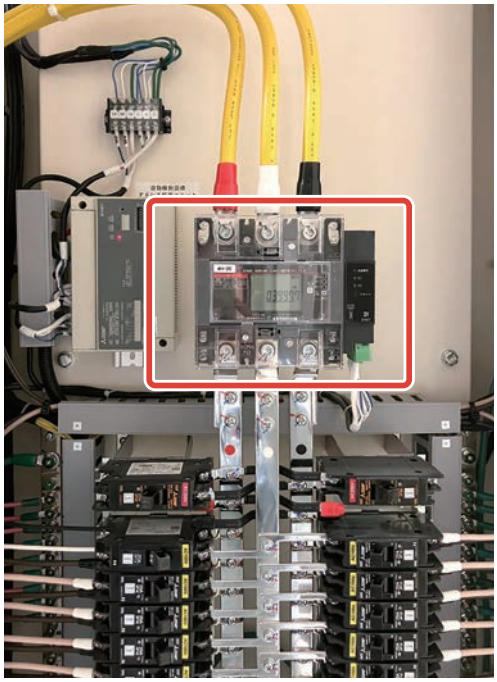


写真３　通信機能付電力量計

6　関係図面と内容

(1)メータ樹形図（表2参照）

メータ樹形図を作成して、配電盤と分電盤との間でメータの重複設置や設置忘れ等をチェックする。

(2)メータ台帳（表3参照）

メータ台帳の記載項目は、次の通りである。

- ●No.
- ●メータNo.
- ●項目名称
- ●メータ区分
- ●経費区分
- ●メータ種類
- ●中央監視設備(アドレス、製造番号、メータ種別)
- ●設置階
- ●使用階
- ●使用場所
- ●メータ設置場所
- ●収納盤名称
- ●相、線、電圧、電流
- ●VT一次電圧
- ●CT一次電流
- ●メータ乗率
- ●パルス単位
- ●電力量計型式
- ●有効年数
- ●有効期限
- ●メータ施工者

通常、上記項目を記載したメータ台帳を作成後、検針メーカーにてCSVデータに編集し、中央監視とCSVデータの内容を確認する。また、検針メーカーは、CSVデータ作成時に各メータにアドレス番号を割り当てる。

7　通信機能付メータについて

(1)統合検針コントローラーとの通信内容

① 定格、乗率、製造年、製造番号のメータ情報
② メータのアドレス番号、指示値
③ 通信エラー（エラーコード）
④(コントローラーに電文を送信後）コントローラーから応答情報
⑤(メータ台帳のアドレス番号と現地メータのアドレス番号を比較し、不一致の場合）設定PCに不一致表示
⑥(メータ台帳と①の情報が不一致の場合）、設定PCに不一致表示

表2　メータ樹形図

表3　メータ台帳

No	メータ№	項目名称	区分	経費区分	メータ種類	製造番号	アドレス	メータ種別	設置階	使用階	使用場所	設置場所	収納盤名称	相	線	電圧	電流	一次電圧	一次電流	メーター乗率	kWh/pals	電力量計_型式			メーター
1	60001	60001 ELV(高層用)№15～21 - ELV22(VIP) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111111	0	12：動力	29F	29F	ELV(高層用)№15～21-ELV22(VIP)	29F副電気室L3	保安動力盤No.9(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
2	60002	60002 ELV(中層用)№8～14 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111112	0	12：動力	29F	29F	ELV(中層用)№8～14	29F副電気室L3	保安動力盤No.10(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
3	60003	60003 C-29-CCP004(室冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111113	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.2(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
4	60004	60004 C-29-CCP004・005(空冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111114	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.3(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
5	60005	60005 C-29-CCP005(室冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111115	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.4(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
6	60006	60006 C-29-CCP005・006(空冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111116	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.5(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
7	60007	60007 C-29-CCP006(室冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111117	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.6(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
8	60008	60008 C-29-CCP007(室冷ヒートポンプチラー) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111118	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F副電気室L3	保安動力盤No.7(400V)	三	3	440/110	1000/5	440	1000	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
9	60009	60009 ELV23(非常用)・ELV24(非常用) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111119	0	12：動力	29F	B2F～29F	ELV23(非常用)・ELV24(非常用)	29F副電気室L3	非常動力盤No.1(400V)	三	3	440/110	400/5	440	400	10	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
10	60010	60010 C-29-CCP001 29F 冷却水補給水ポンプ 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111120	0	12：動力	29F	29F	29F	29F 設備SP	C-29-CCP001	三	3	440/110	30/5	400	30/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
11	60011	60011 C-29-CCP001 29F 副電気室L3 空調機 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111121	0	12：動力	29F	29F	29F 副電気室L3	29F 設備SP	C-29-CCP001	三	3	440/110	120/5	400	120/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
12	60012	60012 C-29-CCP001 29F 副電気室L3 排気ファン 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111122	0	12：動力	29F	29F	29F 副電気室L3	29F 設備SP	C-29-CCP001	三	3	440/110	30/5	400	30/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
13	60013	60013 C-29-CCP002 16_17_24_29F ELV機械室 PAC 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111123	0	12：動力	29F	16,17,24,29F	16,17,24,29F ELV機械室	29F 設備SP	C-29-CCP002	三	3	200	400/5	200	400/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
14	60014	60014 C-29-CCP003 ELV(高層) 換気ファン 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111124	0	12：動力	29F	29F	ELV（高層）	29F ELV機械室	C-29-CCP003	三	3	200	30	200	30A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
15	60015	60015 C-29-CCP003 ELV(高層)室内機 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111125	0	12：動力	29F	29F	ELV（高層）	29F ELV機械室	C-29-CCP003	三	3	200	30	200	30A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
16	60016	60016 C-29-CCP008 29F 屋上 冷却塔(冷凍機) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111126	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F 設備SP	C-29-CCP008	三	3	440/110	120/5	400	120/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
17	60017	60017 C-29-CCP009 29F 屋上 冷却塔(FC兼用) 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111127	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F 設備SP	C-29-CCP009	三	3	440/110	200/5	400	200/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
18	60018	60018 C-29-CCP009 29F 屋上 加圧給水ポンプユニット 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111128	0	12：動力	29F	29F	29F屋上	29F 設備SP	C-29-CCP009	三	3	440/110	60/5	400	60/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
19	60019	60019 R-29-CCP001 店舗2-E他 排気ファン 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111129	0	12：動力	29F	29F	店舗2-E他	29F 設備SP	R-29-CCP001	三	3	440/110	200/5	400	200/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
20	60020	60020 R-29-CCP002 店舗2-E他 制御電源2 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	111111130	0	12：動力	29F	29F	店舗2-E他	29F 設備SP	R-29-CCP002	三	3	440/110	200/5	400	200/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
21	60021	60021 C-29-CDL001 29F_PH1F_RF 共用部電灯 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	228083115	0	11：電灯	29F	29F	29F,PH1F,RF共用部	29F管理用倉庫	C-29-CDL001	単	3	200/100	250	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
22	60022	60022 C-29-CDL001 29F_PH1F_RF 共用部コンセント 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	228083132	0	13：コンセント	29F	29F	29F,PH1F,RF共用部	29F管理用倉庫	C-29-CDL001	単	3	200/100	250	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
23	60023	60023 C-29-CDL001 29F_PH1F_RF 共用部電灯 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	229096282	7029.11.020	11：電灯	29F	29F	29F,PH1F,RF共用部	29F管理用倉庫	C-29-CDL001	単	3	200/100	250	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
24	60024	60024 C-29-CDL001 29F_PH1F_RF 共用部コンセント 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227072403	7029.11.021	13：コンセント	29F	29F	29F,PH1F,RF共用部	29F管理用倉庫	C-29-CDL001	単	3	200/100	250	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
25	60025	60025 C-29-CDL002 29F 副電気室L3電灯 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	229096296	7029.11.022	11：電灯	29F	29F	29F 副電気室L3	29F副電気室L3	C-29-CDL002	単	3	200/100	120	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
26	60026	60026 C-29-CDL002 29F 副電気室L3コンセント 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	229096297	7029.11.023	13：コンセント	29F	29F	29F 副電気室L3	29F副電気室L3	C-29-CDL002	単	3	200/100	120	0	0	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
27	60027	60027 C-28-CCP001 28F 熱源機械室、WC 排気ファン 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227089461	7028.11.001	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室、WC	28F EPS-P	C-28-CCP001	三	3	200	30	200	30A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
28	60028	60028 C-28-CCP002 28F 熱源機械室 冷温水ポンプ 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227069987	7028.11.002	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室	28F 熱源機械室	C-28-CCP002	三	3	440/110	120/5	400	120/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
29	60029	60029 C-28-CCP002 28F 熱源機械室 フリークーリング冷却水ポンプ 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227069999	7028.11.003	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室	28F 熱源機械室	C-28-CCP002	三	3	440/110	200/5	400	200/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
30	60030	60030 C-28-CCP002 28F 熱源機械室 冷温水ポンプ 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227070022	7028.11.004	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室	28F 熱源機械室	C-28-CCP002	三	3	440/110	300/5	400	300/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
31	60031	60031 C-28-CCP003 28F 熱源機械室 冷水ポンプ 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227076802	7028.11.005	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室	28F 熱源機械室	C-28-CCP003	三	3	440/110	200/5	400	200/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック
32	60032	60032 C-28-CCP003 28F 熱源機械室 散気装置 電力量	管理	1：共用	8：自動検針メータ	227070005	7028.11.006	12：動力	28F	28F	28F 熱源機械室	28F 熱源機械室	C-28-CCP003	三	3	200	30/5	200	30/5A	1	伝送	M8FM-W1LTR	0	0	トーエネック

⑦（メータのリセットスイッチ押下の場合）通信エラーの表示

写真４　設定PC　メータ台帳表示

(2) 通信機能付メータの特徴

1)施工時

ａ.メータ指示値は小数点以下の値も正確なため、メータ指示値の精度を上げる作業が不要となる。

ｂ.マルチドロップ接続のため、配線途中からの分岐配線ができ、配線経路が柔軟である。また、メータ追加時の配線が容易である。

2)管理・運用時

ａ.定格、乗率、製造番号のメータ情報、アドレス番号、指示値、通信エラーなどの関係情報を伝送するため、読み合わせ回数を削減できる。

ｂ.電力量メータ、水道メータ、熱量計等の異なる分野の計量値をひとつのシステムに接続できるので、設置・配線作業の効率化や省スペース化が図られ　システムの維持管理工数も削減される。また、テナント毎の課金データの一元管理ができる。

ｃ.各種のデータや情報が設定用パソコンに送信されて表示されるため、メータ情報、メータ台帳設定、設置メータの仕様などが容易にチェックできる。また、メータ情報収集・チェックの自動化により誤検針チェックが効率化される。

8　おわりに

検針対象が700点以上有するテナントビルにおいて、計量器に通信機能付きメータを採用することにより、正確で信頼性が高い検針システムを実現できた。

引渡し前の自主確認検査における読み合わせ回数についても１回～２回低減でき、省力化に寄与できた。

本物件の導入と構築・工事において、関係各社に多大なご指導とご協力を戴き、深く感謝いたします。

進捗状況管理の効率化の一事例

東京本部　内線部
工事第二グループ
多賀谷　充宏

1　はじめに

現在、建設業界においては、働き方改革への取り組みは最優先の課題であり、その対応策の先頭に業務効率化・省力化が挙げられる。

本稿では、その実現に向けた1つのピースとして、作業進捗状況の把握・管理の効率化を目指して、進捗状況を可視化し、建設現場向けアプリ『SPIDER PULS』を利用した事例を紹介する。

2　概要

(1) 建物概要

用途：共同住宅（学生寮）

延床面積：7,888㎡

詳細：住戸棟（東棟・西棟・北棟）、５階建

(2) 各住戸について

ワンルーム、計300戸

3　進捗状況を把握･管理するうえでの問題点

(1) 進捗状況の確認が容易でない

今回の物件は共同住宅のため、同じ構造の部屋が連続しているが、施工中は部屋番号が識別できる表札などは付けられない。よって、各住戸全てについて、どの作業がどの部屋まで進んでいるかの進捗状況の確認は、容易な作業ではない。

仮の方策として、当初は、工事担当者や作業員が住戸入口扉に養生テープ貼り、その上に各住戸の業務や作業の状況メモを書いていた。

（図1参照）

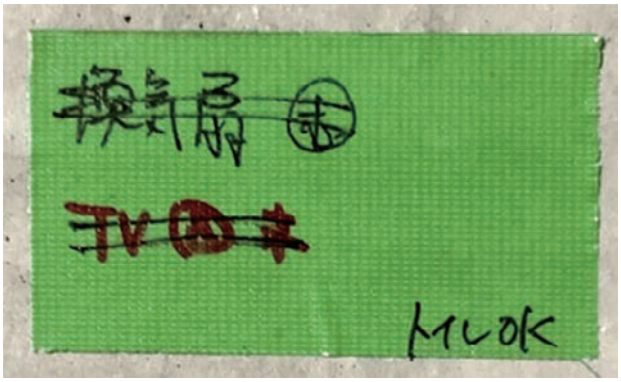


図１：作業員の残したメモ

(2) 進捗状況の把握・管理が容易でない

進捗状況の確認の際、同じ構造の部屋が多数並んでいるため、確認した内容や結果を間違いなく記録するのに時間がかかり、工程管理に手間取る状況であった。

4　実施方法の検討

進捗状況を見える化し、現場に合った形で効率よく進捗状況の把握・管理を行うため、担当者・作業員それぞれの現状とそのチェック方法や要望を調査した。

●作業員：各住戸に作業を完了した項目をチェックでき、また記録は一目でわかるようにしたい。

●担当者：効率よく現場の進捗状況をチェックし、各住戸のみならず全体の状況を正確に把握したい。

上記調査から、作成すべき書式は作業員が現場で完了した作業を把握するチェックシートと、担当者が進捗状況を把握する進捗管理表の２つとなり、次の手順で作成した。

(1)　進捗状況チェックが必要な項目の洗い出し

(2)　(1)を基に進捗管理表・チェックシートの作成
→表の構成や項目の順序も考慮する。

(3)　各住戸にチェックシートの掲示
→作業員が作業終了した項目にチェックする。

(4)　SPIDER PLUSを利用した管理の実施
→担当者が現場巡回時に、作業員が作成したチェックシートを確認し進捗管理表に反映する。

(5)　A1サイズで作成した進捗管理表を事務所に掲示
→現場でチェックしたことを反映する。

5　検討事項

(1) チェック項目の洗い出し

作業進行の上でチェックが必要な、クリティカルパス相当の作業を洗い出して項目化した。

(2) 進捗管理表・チェックシートの作成・運用

洗い出した項目をベースにして、作業員用のチェックシート（図2参照）と担当者用の進捗管理表（図3参照）を作成した。

a.チェックシート

作業員用のチェックシートは、進捗管理を容易かつ正確に行えるように、部屋番号毎に、洗い出した作業項目を記載する様式とした。シート上で作業項目は、上から実際の作業順に並べ、作業を完了した際、スムーズに完了印（レ点記載用の□印）を付けられるように考慮した。

〔使い方〕

●作成したチェックシートは各住戸入口に貼付する。

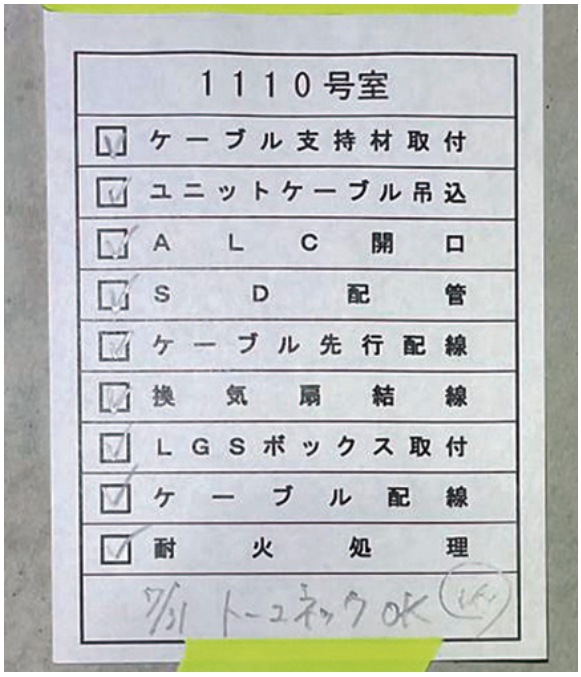


図２：チェックシート

●作業員が作業終了した項目にレ点チェックする。

●担当者は現場巡回時にチェックシートを確認し、作業進捗を把握する。

b.進捗管理表

各戸毎の作業進捗状況と共に、工事全体の進捗状況把握のため、住戸棟毎に進捗管理表を作成した。当該表はCADで作成して『SPIDER PLUS』へ落とし込んだ。

なお、各住戸棟は部屋数が多いため、進捗管理表上でのチェック作業項目の記載スペースは限られる。従って、工事全体の進捗状況の把握を優先し、進捗管理表におけるチェック項目は（チェックシートより少なくし）必要最小限の項目とした。

〔使い方〕

●担当者は、『SPIDER　PLUS』の進捗管理表へ関係情報を入力する。

●担当者はiPadを持参し、現場を巡回する。

●作業員はチェックシートに必要なデータを記載する。

●担当者は、進捗管理表の項目に『SPIDER PLUS』の１機能である電子印を押す。（図4参照）

なお、図4は、図3の進捗管理表の一部拡大画面であり、部屋単位でチェック項目をまとめて、部屋番号順に並べたものである。

電子印欄には名前・日付を入力でき、チェック者と日付が明確に識別できる。

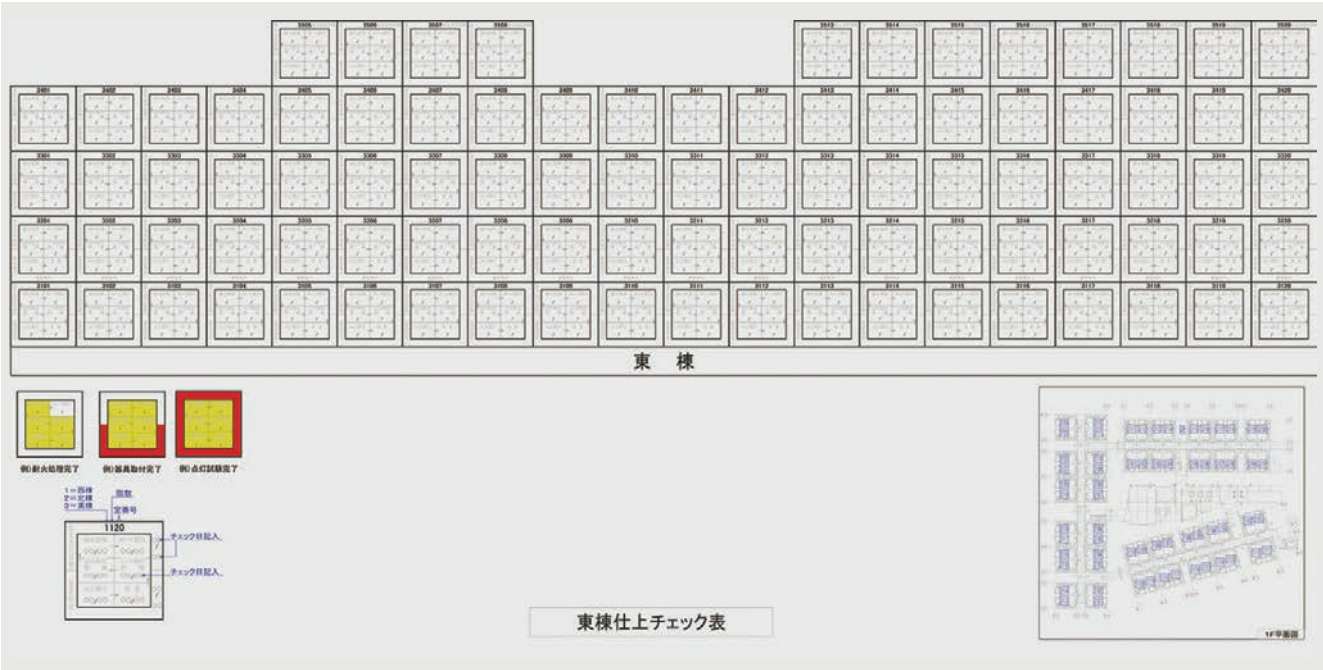


図３：進捗管理表

電子印→

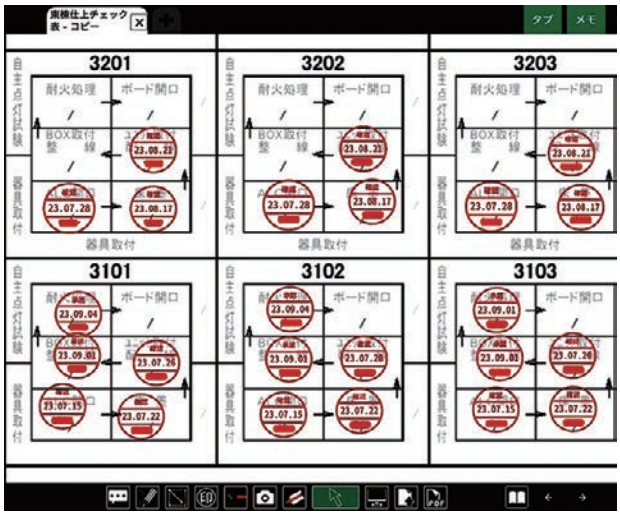


図４：SPIDERPLUSを用いたチェックの実施状況

（3）現場事務所でも見える化を図る

担当者間の進捗状況の共有と打合せ時の資料としての役割を考慮し、現場事務所内にA1サイズの進捗管理表を掲示した。（図5参照）

〔使い方〕

●現場でのチェック項目を進捗管理表に反映する。

●事務所では（電子印は利用できないため）、項目の備考欄にチェック日を記入した上、決められた色を塗って内容の識別をする。

黄：他業者と作業調整が必要な項目

赤：当社単独の判断で実施可能な作業

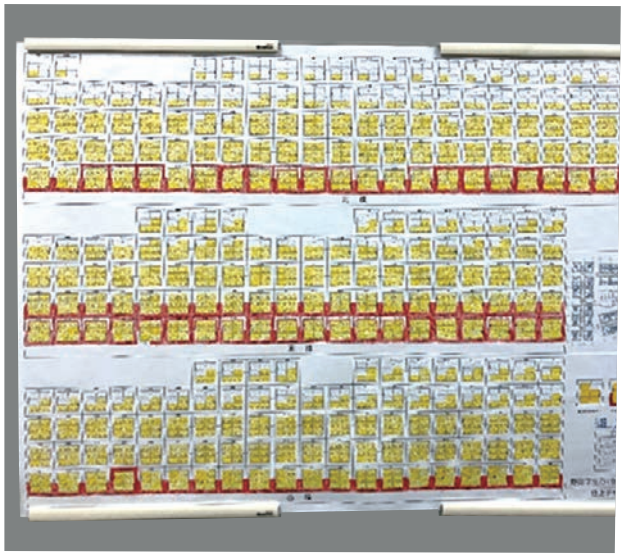


図5：事務所内での進捗の管理・共有状況

●社内ミーテイングや業者打合せの際には、上記の進捗管理表を用いて目線合わせを行う。

6　実施して浮上した問題点

上記４及び５の検討と実施の結果、次の問題点が浮上した。

①項目検討時の洗い出し項目の予想違い

洗い出し検討時に予想した作業の進行が、実際には細分化されるなどして、追加項目が発生した。

②作業の都合上、チェック不可能な項目の発生

他業者との打ち合わせ調整の結果、検討した作業項目の中に、工事順序が後施工となるなどチェック不可能な項目が発生した。

③チェックシートに余白スペースが不足

チェックシートには、他業者との打合せ調整メモや未施工箇所のスケッチなどを記載する余白が不足していた。

④雨天時におけるチェックシートの屋外使用への配慮

住戸棟の最上階は天井がないため、雨天時は、住戸扉に貼るチェックシートへの記入は困難であった。

7　改善の実施

上記６の問題点に対して、次の改善を実施した。

(1) 問題点①～③について

作業員の意見も取り入れながら、チェック項目の再検討・細分化を行い、併せて余白を追加するなどの対処を施した。（図6参照）

図6と図2のチェックシートと比較すれば、項目の追加や細分化が的確に行われていることや、下部に余白スペースが確保されたことが分かる。

(2) 問題点④について

雨天時にチェックシートが濡れて記入ができないことは、担当者の現場管理に関わる大きな問題であった。対応策として、最上階や雨が降り込むフロアでは、チェックシートにラミネートを施し、記入の際には油性ペンを使用するように改めた。

8　取り組み結果

今回の取り組みから次の結果が得られた。

(1) 全体の効果について

今回の進捗状況の効率化対応への動機は、当該現場が300戸の部屋数を持つ学生寮であるという特異性から、進捗状況の管理・把握が容易でないことであった。今回取り組みの結果、この困難さはほぼクリアできたものと評価している。

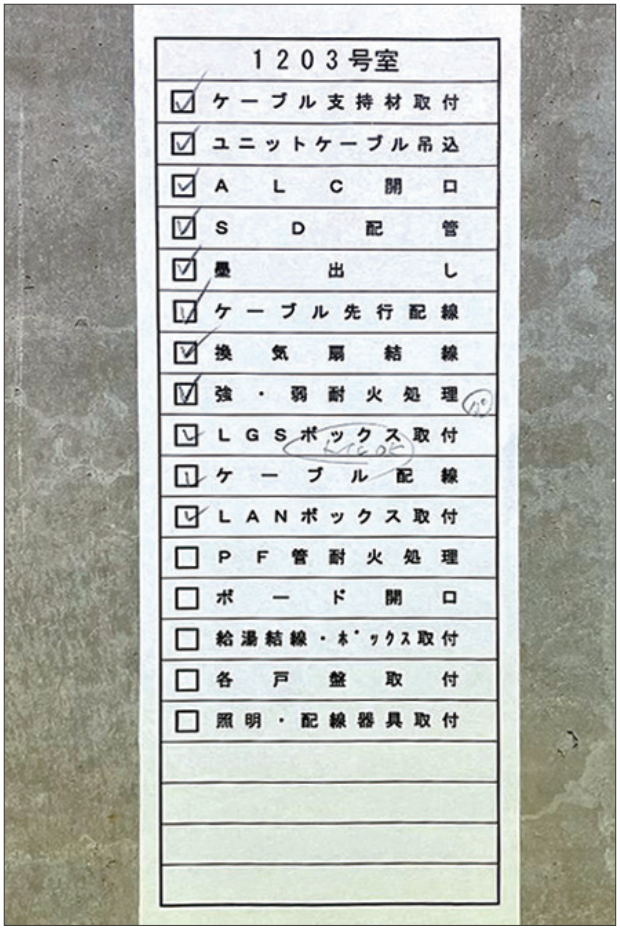


図6：是正後のチェックシート

(2) 作業員に対して

当初、作業員は自分たちの作業進捗の把握に苦労し、作業員間での進捗の共有にも多くの時間がかかる状況であった。チェックシートの導入により、進捗把握の手間が減り、副次的には関係情報の共有によって作業進行のスピードも目に見えて上がった。

作業員からは、チェック結果を記入する手間はあるが、進捗状況把握や共有にかかる時間低減の効果の方が圧倒的に勝っているという、肯定的な意見が多かった。

しかし、一方では、チェック記入の手間や記入忘れを指摘する意見もあったので、今後は、チェック項目の点数や細分化において、現場の特性と作業員の実情を一層考慮した内容にしていきたい。

(3) 担当者に対して

以前は、現場での作業や進捗のチェックや、担当者間での情報共有に手間を要していた。

今回、チェックシートと進捗管理表の導入によってチェック業務に一連の流れができ、進捗の把握・管理・共有が容易となり、社内打合せや業者間の調整、工程管理などの効率が良くなった。

当該の効率化は、当初、単純に問題点を解決する目的で開始したが、想定しない場面でも効果が発揮され、現場管理の運用が大いに改善されたと確信している。

また、進捗管理表の電子印欄に、チェック者の名前を記入するようにしたことで、関係者に一層の責任感が生まれ、チェック漏れや事務所管理表への反映ミスは殆ど無かった。そのためチェック業務が確実に遂行され、作業忘れや品質不具合の低減に繋がった。

9 まとめ

本稿では、多くの部屋数を持つ学生寮の物件に対する進捗状況管理効率化の事例を紹介した。建物用途が異なれば、本事例をそのまま流用することはできないが、例えば、多数の部屋数を有するホテルなどには共通性があり、本事例が活かせる場面があると推測している。

なお、本事例を他の物件で応用する場合には、チェックシートの項目や進捗管理表の構成を当該現場の特性に合わせて作成する必要があることは言うまでもない。

今回利用した『SPIDER PLUS』についは、様々な機能を有していることから、入力情報と『SPIDER PLUS』との組み合わせ方や機能の選定によって、大きな可能性が秘めていることを再確認した。

10 おわりに

冒頭に述べたように、本稿で紹介した事例は、業務効率化・生産性向上の一つのピースである。しかし、種々のピースを積み上げていけば、大きな業務改善となることは明らかである。様々な現場で、今回の事例が応用されて業務効率化の一助になれば幸いである。

最後に、本業務の計画と実施にご協力を戴きました関係者の皆様に、心から感謝を申し上げます。

大規模物流倉庫の施工事例

東京本部
空調管部　技術グループ
戸谷田　和徳

1　はじめに

東京本部空調管部では、2023年度に三井不動産ロジスティクスパーク座間[延床面積：138,368㎡]と、GLP ALFALINK 流山4[延床面積：104,421㎡]（以降GLP流山4と称す。）の大型物流施設2件を2023年度に竣工した。

GLP ALFALINK流山は総敷地面積約420,000㎡と広大な敷地にウェルネス(Wellness)施設を有する倉庫全8棟の総延床面積約900,000㎡超にも及ぶ日本最大級の物流拠点である。

また、GLP ALFALINK流山は全棟が環境性能評価認証システム（LEED:Leadership in Energy and Environmental Design）を認証取得中の建物である。今回当社で施工したウェルネス施設を有する流山4での施工事例を説明する。

2　建物の概要

写真1にGLP　ALFALINK流山の全景を示す。流山４は全体の中心付近に配置され、各階にリフレッシュエリア、アリーナ及び屋上庭園を有し、働く人の心身の健康の向上を目的とした建物である。

表1に流山4の建物概要を示す。

表1　流山4の建物概要

名　　称	GLP ALFALINK 流山4
所 在 地	千葉県流山市204番1
敷地面積	43,738㎡
用　　途	物流倉庫・ウエルネス施設
構造･規模	RCS造・地上4階
延床面積	104,421㎡
竣　　工	2023年6月30日

3　施設概要

流山施設は対象を特定しない「マルチテナント型物流倉庫」のため倉庫エリアには空調設備などを設けず施設利用者が適宜設置する方式である。

この施設はLEED認証のため、各棟での太陽光発電設備の設置や雑用水に雨水・井水を使用した中水利用による環境負荷低減に努めた建物である。

また、当該建物は免震構造であり建築設備機器耐震基準より耐震クラスＢの最大1.0Ｇとした。耐震構造及び機器の重要度による耐震クラスを表2に示す。

写真1　GLP ALFALINK流山全景

表２　設計耐震クラス

	建築設備機器の耐震クラス		
	クラスＳ	クラスＡ	クラスＢ
上層階･屋上	2.0	1.5	1.0
中間階	1.5	1.0	0.6
地階・１階※	1.0(1.5)	0.6(1.0)	0.4(0.6)
備考	重要機器全	免震建物外	免震建物内

以降に施工時特に注視した事項を説明する。

3-1　錯誤防止による飲料水の水質管理

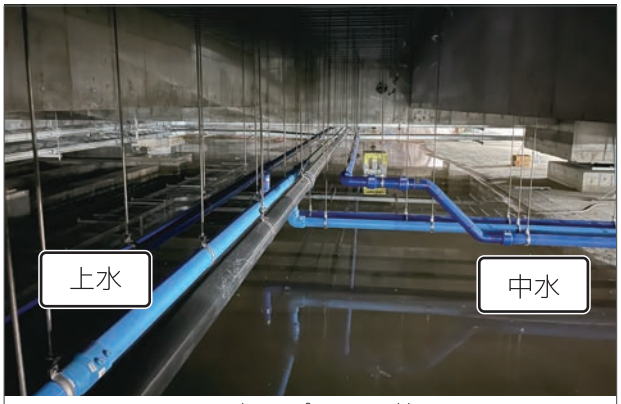
流山4の生活用水として上水と中水(井水及び雨水をろ過処理した水)を使用している。

工程管理上作業の連続性がなく長期にわたり配管作業員が現場を離れる場合や短期の応援者による対応もあり上水・中水の配管材が同一の場合で上水・中水が明確にできず錯誤によるクロスコネクションが生じることが想定される。

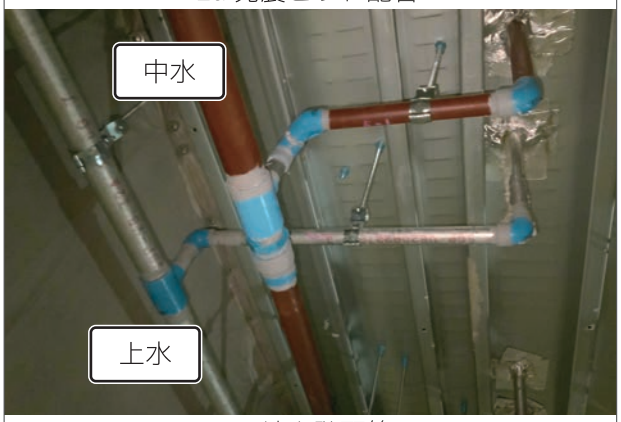
そのため、免震ピット内で使用したポリエチレン管では管材の被覆色の違いにより区分した。また、地上部では塩ビライニング鋼管のVA管及びVB管とし、誰もが明確に違いの分かる管材を使用した。これにより、将来想定される改修工事などでも誤接続の防止となり将来にわたりクロスコネクションの防

止となる。

写真2に上水・中水の配管を示す。写真-2ａの免震ピット配管では、表面が水色(薄い青色)の配管が上水であり、他方は中水である。また、２ｂの地上階配管では表面が銀色の配管が上水であり、他方が中水である。



2a 免震ピット配管



2b 地上階配管

写真2　上水と中水管種区分

3-2　屋内特高受変電室の空調機のバックアップ

屋内特高受変電室（3φ66kV 8,000kVA)には室内冷却用に2台のパッケージ型空調機（以降直膨型空調機と称す。）であった。

電気室の熱負荷は、ほとんどが顕熱であり直膨型空調機は冷媒が気化するときの潜熱を利用した冷却方式であるため、冷却コイル表面が低温になる。そのため、顕熱比(全熱に対する顕熱の割合)が小さく顕熱負荷のみの環境ではメーカー標準仕様より機器能力が低下する傾向にある。

この施設は全電気方式のため、電気室の室内温度管理は事業継続に欠かすことはできず、空調機の停止にも対応できるシステムとする必要がある。

設計では２台の空調機となっていたが「機器能力」「故障や点検時の停止」などを想定し空調機の能力・台数の変更を行った。表3に計画時と検討後の空調機能力を示す。

計画時では2台のうち1台が停止した場合の冷却能力は半分の25kWであるのに対し、検討後では1台停止でも40kWの能力が維持でき、計画時の80%の能力が確保できる。

1台故障時にも75%以上の能力が確保できればバックアップ機能があるものと判断できる。

表3　空調機能力の比較

	機器能力	台数	総合能力	1台停止時
計画時仕様	25kW/台	2台	50kW	25kW
検討後仕様	20kW/台	3台	60kW	40kW

3-3　湧水ポンプのメンテンナンスルートの確保

免震ピット内には免震装置・引込高圧配管・引込配管保護フェンス・電気ラックがあり、その隙間を縫うように給排水・消火配管がある。

そのような状況の中、ピット内には汚水槽・雨水槽・湧水槽が点在しており槽内には21台の水中ポンプが設置されている。

ピット内の設備は点検及び更新等のアクセスルート及び更新に必要なスペース等が要求されるが、水中ポンプはその中でも点検期間が短く設置個所が点在しているため各設備の点検ルートや更新スペース等の総合計画を作成し施主を交えた検討を行った。

4　おわりに

物流問題が深刻化し配送数は依然高いままで運送ドライバー不足が問題視される中、少しでも運送の負担を減らそうと物流倉庫側でも試行錯誤をしている状況である。物流倉庫は、人で不足を補うためにオートメーション化が進みそれに伴い建築設備工事も複雑になっていくものと想定される。今後手掛けるであろう案件でも今回紹介した施工事例が参考になれば幸いである。

最後に、当施設の施工中に多方面にわたり多大なご配慮並びにご協力いただきました全ての皆様に感謝するとともに御礼申し上げます。

物流倉庫新築現場における省施工化事例

大阪本部　営業部
工事第一グループ
大貫　俊哉

中部本部　内線部
工事第一グループ
杉野　水咲

中部本部　名東営業所
工事グループ
西澤　郡

1　はじめに

本施設は、延べ床面積約3万2千㎡からなる物流倉庫の新築であり、全体工期は12ヵ月であるものの内装にかかる工事期間は3ヵ月程度と短工期となっていた。本稿では短工期の中で省施工化した事例を紹介する。

2　工事概要

2.1　建物概要

工　　期：2023年3月1日～2024年2月29日
延床面積：約3万2千㎡
構 造 等 ：S造 地上5階

2.2　電気設備概要

変圧器容量：2,300kVA
幹線方式　：ケーブル給電

3　問題点の把握

本工事では工期中に施主手配の別途設備業者が現入し、配線工事・機器取付工事を行うこととなり、工期短縮に加え作業間調整が複雑なものとなった。またその中でも高品質を求められるため、品質を維持しつつ省力化・工程の前倒しを行い、電工人工の山崩しを図る工法が必然となった。

そこでまず、本工事の中で問題となった点を抽出した。

3.1　短工期

実質工期が3ヵ月であり、工期中に別途業者が配線をすることになっており、個別のエリア、設備についてはさらに短くなり、局所的には作業期間が1ヵ月程度となっていた。

3.2　使用材料

物流倉庫の性質上、露出配管や露出配線が多く、一般物件に比較して単位時間当たりの作業員の工数が大きくなった。また、露出配線はケーブルのクセをきれいに取りながらの配線が求められるため、天井内敷設と比較して作業員の工数が大きくなっていた。

3.2.1　露出金属製配管

使用材料のうち、露出金属製配管の種類･用途･使用場所･数量･作業人員を下の表１の通り整理した。

表１　使用配管の整理

種類	用途	使用場所	数量	作業人員
ねじなし電線管	屋内ケーブル保護	高所柱型露出配管	5500m	330人
厚鋼電線管	屋外ケーブル保護	設備機器置場ほか低床部	225m	40人

金属製電線管の一般的な作業手順を以下に示す。

① 高所作業車に搭乗し、電線管敷設箇所にて採寸をする。
② 加工場に戻り、管の切断や曲げ加工を行う。
③ ②で加工した管、および付属品を持ち、再度、高所作業車に搭乗して電線管を敷設する。
採寸を間違えた場合、①からやり直し

3.2.2　露出ケーブル配線

露出ケーブル配線を行う際に、クセを取る作業、および敷設したあとにクセがないかを確認する必要がある。ここでは各種ケーブル毎に作業人員の増加率を表２に整理した。

表２　ケーブル毎の作業人員増加の整理

ケーブル	天井内ころがし	露出配線
VVF2.0mm-3C	200m/人	150m/人
CV3.5sq-4C	170m/人	150m/人
AE0.9mm-2C	430m/人	300m/人

4　問題解決の検討

材料の種別や用途・お客様の部屋の使用方法を加味し、工程の前倒し、工期短縮省施工が可能か検討した。

4.1　露出配管の見直しについて

（１）躯体埋設配管の検討について

施主に事前にヒアリングを行い、既設倉庫を見学した上で倉庫内の棚を設置する際に、アンカーを打設しないことが分かった為、躯体埋設配管を提案し採用となった。

採用範囲の判断基準は構造設計へ確認し、合成スラブ部および屋上階を除く、倉庫内とした。これによりスラブ工事時に配管工事と配線工事を行うことができる為電気設備工事で時間を多く費やす器具付けや送電作業に余裕をもった工程を組めると想定した。ただし、工程の前倒しおよび短縮が見込めるに

は条件があり、デッキ材が鉄筋トラス付きデッキであることが必要であった。

本デッキ材は名前の通り、デッキ材の流れ方向には、既に鉄筋（上端筋およびラチス筋）があり、配管の結束が可能であるため、鉄筋工事と並行して電気設備工事が可能であるが、日々の作業間の調整が重要となった。しかし、鉄筋工事・機械設備工事・衛生設備工事・電気工事ともに時間がない中での調整となっているため、イニシアティブを確保するために、各職のことも考え、施工のタイミング・範囲をこちらから指定することもしばしばあった。

また、本施設は28mmまでの仕上り外径までしか打ち込めず、PF22は採用できなかったため、CD管(CD22の仕上り外径27.5mm)を採用し、対応した。

写真１　打込配管の様子

入線時にもデッキからのケーブルの突出しを1m程度とすることで、落下防止ネットと絡まってしまい、ネットの撤去時に相番作業などが発生しないようにし、不要な作業の削減に努めた。

（２）プラフレキタフストの使用検討

表１で整理した様に倉庫内の露出配管の量が多く、配線器具等は柱に取付けることが多いため、（１）にて躯体埋設配管を採用したことにより、立ち上げ配管部はCD管と接続しやすいプラフレキタフストの提案を行ったが、お客様のご理解を得られず、不採用となってしまった。このため、保護管は金属管による立上配管を行った。

４.２　露出配線の見直しについて

露出ケーブル配線については、撚り戻しをしっかり行わないと見栄えが悪くなり、各種検査で御指摘いただいた際には手戻りが発生する他、明確な基準を設けることが難しいため、露出配線部分を極力少なくできるように打込配管間の入線を計画し、見直しを行った。

5　効果の確認

５．１　躯体埋設配管による工程の短縮

躯体埋設配管を採用したことにより、表３に示すように工程を短縮することができた。また、上述したように工程を前倒ししたこと、および露出ケーブル配線を取りやめたことにより、人工の山崩しを行うことができ、下記表４に示すように同一作業員による繰り返し作業を行うことができたため品質低下も防ぐことができた。

表３　工程について

工種	作業時期	所要日数
躯体埋設配管(CD16,CD22)	躯体工事中	1.5ヶ月
露出配管(E19,E25)	建築仕上後	2.5ヶ月

表４　工程の前倒しによる人工の山崩し

	平均人工	ピーク時人工
躯体埋設配管なし	20人/日	30人/日
躯体埋設配管あり	15人/日	20人/日

6　その他

今回紹介した事例の他にも、キュービクル基礎内に金属ダクトを打込み、ハト小屋を経由せずに、ダイレクトに幹線を入線できるようにするなど、様々な施策を組み合わせ、工期内で工事を完成することができた。下記写真２は本施設におけるキュービクル搬入時の様子である。

写真２　キュービクル下部ダクトの様子

7　おわりに

躯体打込配管については、工程の前倒しには有効であるが、構造体に関わることなので、採用の検討を行う際には、細心の注意を払う必要がある。また、躯体打込配管を行うにあたり、躯体工事前に配線施工図がまとまっている必要もあり、採用にあたっての諸条件が多いため、現場の状況をよく確認する必要がある。

今後も、高い品質を維持しつつ、短工期においても対応できるように取り組みを続けていきたい。

テレハンドラを用いた搬入・搬出について

大阪本部　営業部
工事第二グループ
白石　和人

1　はじめに

この工事は、インテックス大阪という大規模展示場の受変電設備の改修工事です。工事内容は、設置後30年以上経過した受変電設備26か所の更新、２か所ある特高受変電設備の機能を１か所へ集約する工事です。

工期は、全館停電３ケ月間で撤去・搬出・搬入・送電を行うタイトなスケジュールでした。

搬入にテレハンドラという特殊な重機を使用して搬入・搬出を行ったのでその事例を紹介します。

2　導入の経緯

各電気室への搬入扉は、天端＝格子天井高になっており吊りシロがありませんでした。

写真１　格子天井と搬入口の状況

写真２　格子天井と搬入物の状況

従いましてクレーンによる搬入出が難しい状況でした。格子天井の撤去も検討しましたがダクト・スプリンクラー、ケーブルラックなどがある為、工期・金銭面で検討すると格子天井の撤去は困難でした。門型ステージを組立、電動ホイストによる搬入も検討しましたが時間が掛かり、また労働基準監督署への届け出が必要な事もあり、他の方法を検討しました。

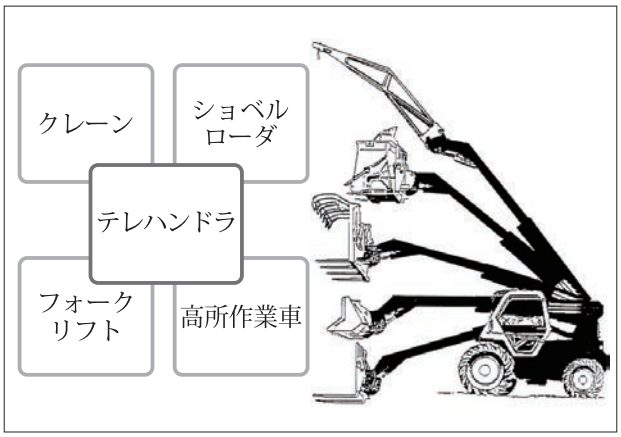


図１　テレハンドラの特徴の概念図

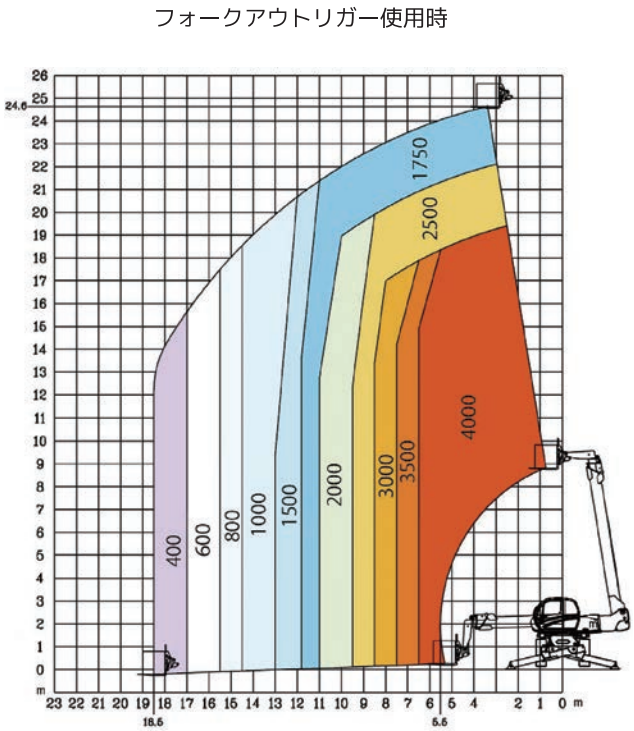


図２　テレハンドラ能力表

私が韓国のＡＧＣに海外赴任した時に、テレハンドラを見たことがありました。これを用いたらスムーズに搬入できるのではないかと思い、レンタル会社に問い合わせ、資料を取り寄せて検討してみました。

3　テレハンドラ

３．１　テレハンドラとは

テレハンドラとは、ヨーロッパ、アメリカ、中近東で広く使用されている多機能重機です。その用途は建築・土木、農業、その他産業と多岐にわたっています。

基本コンセプトはベースマシンに多種類に及ぶアタッチメントを交換することにより、パフォーマンスを最大限に発揮する重機です。

日本での使用事例は殆どありません。

写真３　テレハンドラの運搬状況

写真４　テレハンドラ全景

３．２　テレハンドラの特徴

テレハンドラは、段階式ブームにより離れたところにある資材を移動できる特徴があります。ベースマシン+アタッチメント交換により多様な作業に対応できます。

工期の短縮、費用の軽減、工事敷地面積の有効利用等数多く優位性があります。

具体的には、フォークリフト、高所作業車、クレーン、バケット等のアタッチメントが代表的な使用方法で、１台でこれらの作業が可能となります。

またオペレータも重量業者の作業員が操作することになるので、経済的な優位性があると思われ、今回はフォークリフトのアタッチメントを使用して搬入出作業を行いました。

写真５　テレハンドラの使用例

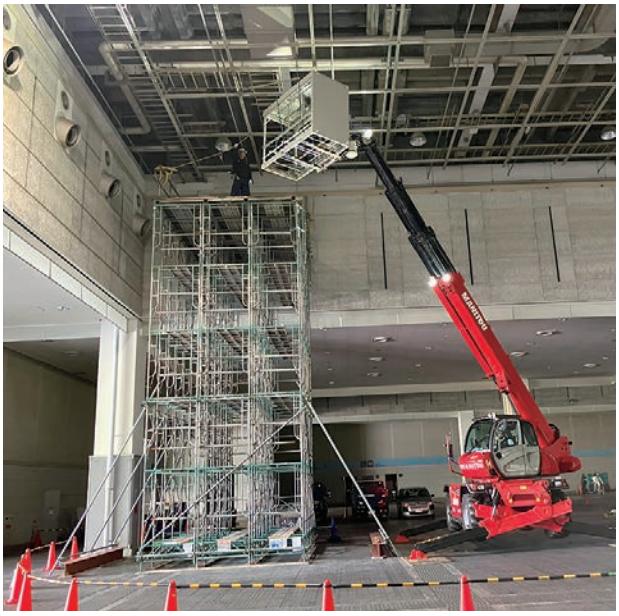


写真６　テレハンドラの使用例

３．３　テレハンドラの操作に必要な資格

必要な資格は、ショベルローダー技能講習で、操作の経験者がいない為、レンタル会社で１日間操作方法の指導を受け練習を行いました。
その状況を見てキュービクルの搬入出が可能と判断しました。

３．４　テレハンドラを操作する上の特徴

・ブームのたわみが大きい。
・アウトリガーを設置しての搬入物の下部への爪の抜き差しは、ブームに角度がついているのでコツが必要で時間がかかる。
・爪に乗せた後、脱落防止のためラッシングベルトでの固定が必要。
・爪の角度はモニターに出ないので目視で確認が必要。
・ドイツ製なので操作席が左側にある為、走行時の死角が多かった。

写真７　搬入架台上での荷受け状況

4　導入の効果

４．１　作業人員の比較

テレハンドラを使用した搬入出と電動ホイストで搬入出をおこなった場合の人工数を比較すると約50%の削減と想定できます。

テレハンドラとラフタークレーンでの人工数を比較するとほぼ同じでした。

４．２　費用の比較

・16ｔラフタークレーン（オペ付）150万/月
・テレハンドラ（オペ無）200万/月

となり、テレハンドラが高くなります。費用の面で比較するとクレーンが安価になります。

E-2電気室（14面+TR5台）
電動ホイストによる搬出・搬入
労働基準監督署へ届け出（設置報告書）必要

作業内容	人	日	人工
門型ステージ組立	2	1	2
鋼材・トロリ・電動ホイスト取付	5	0.5	2.5
トランス搬出	8	1	8
トランス搬入	8	1	8
鋼材・トロリ・電動ホイスト組替	2	1	2
キュービクル搬出	8	1	8
キュービクル搬入	8	1	8
キュービクル組立	4	1	4
鋼材・トロリ・電動ホイスト撤去	5	0.5	2.5
門型ステージ解体	2	0.5	1
合計			46

C-2電気室（13面+TR5台）
テレハンドラによる搬出・搬入

作業内容	人	日	人工
荷受ステージ組立	2	1	2
キュービクル・ＴＲ搬出	8	1	8
キュービクル・ＴＲ搬入	8	1	8
キュービクル組立	4	1	4
荷受ステージ解体	2	0.5	1
合計			23

5号館電気室１（15面+TR6台）
ラフタークレーンによる搬出・搬入

作業内容	人	日	人工
荷受ステージ組立	2	1	2
キュービクル・ＴＲ搬出	8	1	8
キュービクル・ＴＲ搬入	8	1	8
キュービクル組立	4	1	4
荷受ステージ解体	2	0.5	1
合計			23

図３　費用の比較表

5　メリット・デメリット

実際に使用してみると以下のメリット・デメリットがありました。

【メリット】

・経験が少なくても操作可能。
・電動ホイストを使用する場合に比べて人工数は約50%削減できる。
・高さをリミッターで制限できるので上部の構造物への接触トラブルを回避できる。
・カメラがバックレストの直ぐ上についており操作者の爪の上に何が乗っているか視認性が良い。
・オペレーター目線からでも、荷受けも場所までの障害物が見えるので初心者でも操作を行いやすかった。

【デメリット】
・操作経験のある作業員の確保が困難。
・電動ホイストに比べリース代が高額になる。

デメリットが何点かあがりましたが、メリットの方が多かったので、今後同様の搬入条件では採用するべきだと考えました。

写真８　台車を用いたブームへの設置状況

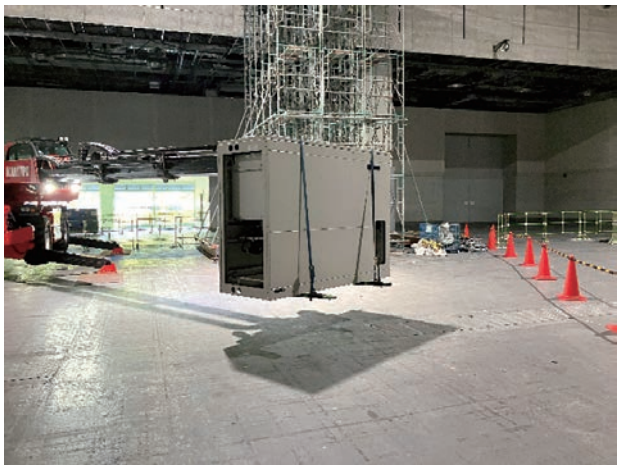


写真９　ラッシングベルトでの固定状況

写真10　運転席カメラ

写真11　リミッター設定画面

6　おわりに

３ケ月という期間で特高受変電設備２か所、高圧受変電設備26か所の更新工事は誰も経験したことはありませんでした。

その上、搬入搬出は前述の様な障害があり計画当初は搬入方法を見つけるのに頭を悩ませました。

たまたま、私が海外赴任の時、現地でこのテレハンドラを見たことがきっかけで、検討を重ね採用に至ることができました。

現在国内でテレハンドラを扱っているレンタル会社は一社のみで、認知度は低いのが現状です。今回のレポートでテレハンドラの事を知っていただき、今後このような搬入出がある場合の参考になれば幸いです。

おわりに、今回の工事に携わった当社社員・派遣社員・協力業者の方々、安全パトロール・品質検査を行った方々、テレハンドラの採用を認めていただいた元請会社の関係者の方々に深く感謝申し上げます。

以上

[参考文献]建設の施工規格　'11.5
特集･建築「多機能重機テレハンドラの日本建設市場における可能性」

JRE第二中九州大仁田山風力発電所建設工事のうち電気工事

静岡支店　配電部
市場開発グループ
近藤　良公

1　はじめに

エネルギー自給率の向上、地球温暖化防止の視点から太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの普及拡大が望まれている。その中で変換効率が高く夜間も稼働できる風力発電が将来的に期待されている。

今回の発注先であり事業主であるジャパン・リニューアブル・エナジー㈱（以下JRE、社名変更により現社名はENEOSリニューアブル・エナジー㈱）は「再生可能エネルギーの開発を通じ、幸福で持続可能な社会創りをリードする」をビジョンに掲げ、電源開発から発電所運営まで一貫して担い、再生可能エネルギーの事業拡大に取り組んでいる。今回、宮崎県北部にて2016年より運用開始している中九州大仁田山風力発電所（8基：合計出力16MW）を増強し、JRE第二中九州大仁田山風力発電所（出力12.8MW）を建設するプロジェクトに対し、当社は電気EPCとして参画することとなった(風車建設を担う土木EPCは別発注)。当社としては風力発電所工事の経験の蓄積と、今後の再生可能エネルギー関連工事の貴重な経験として取り組んだので、以下に紹介する。

2　工事概要

工 事 名：JRE第二中九州大仁田山風力発電所建設工事のうち電気工事
発 注 者：ジャパン･リニューアブル･エナジー株式会社
工事場所：宮崎県西臼杵郡(変電所)高千穂町大字向山猿越地内(風車)五ヶ瀬町三ケ所・諸塚村七ツ山地内　**（写真1.2）**
契約工期：2021年9月～2023年7月
実施工期：2021年9月～2023年9月
(実施工期は追加工事対応期間含む)
受電方式：特高110kV回線受電**（写真3）**
風車出力：3.2MW×4基=12.8MW(土木EPC工事)
(GE社製　タワー高：87m　ローター直径:103m)**（写真4）**
自 営 線：13.4km(風力発電所～変電所）年間予想発電量:約28,700,000kwh
施工部署：静岡支店藤枝営業所市場開発G
※110kVケーブル端末工事は地中線部が協力

写真1 風力発電所　全景

写真2 風力発電所　全景

写真3 連系変電所

写真4 風車タワー

3　工事内容

表1　工種別工事内容

特高ケーブル工事
【埋設管路配線(新設)】 ／33kVCVT150sq(FEP150)約1,400m ／CVT60sq(FEP130)約3,000m ／特殊ハンドホール(新設)　19基 【埋設管路配線(既設)】 ／33kVCVT150sq　約7,800m 【架空配線(40径間)】 ／33kVCVT150sq　約2,900m ／コンクリート柱(新設)　2本建柱
連系特高変電所工事
●110kV/33kV 14MWGIS／機器直結端末方式 ●特高ケーブル配線 ／110kVCV100sq-1C×3条 約50m ●避雷用新設コンクリート柱　3本建柱
風車内電気工事(ケーブル類は支給)
●風車ｽﾀｰﾀｰ電源ケーブル配線 ／AC 6kVCV185sq-1C×3条 ／タワージョイント部にて直線接続 ●風車発電用電源ケーブル配線 ／AC 690VCV240sq-1C×3条 3回線 ●風車制御盤電源ケーブル配線 ／AC 400VCV90sq-3C×3条 2回線 ●風車制御ﾓｰﾀｰ電源ケーブル配線 ／DC 600VCV50sq-2C 2回線 ／AC 400VCVQ6sq 10回線 ／AC 230VCV4sq-3C、CV2.5sq-3C ●風車制御用弱電ｹｰﾌﾞﾙ配線／光ケーブル×12回線 ●航空障害灯電源ｹｰﾌﾞﾙ配線／AC 200VCV4sq-3C ●PCS･昇圧変圧器間配線工事
通信工事
●風車遠隔監視システム(富士IT) ●監視カメラ5基設置 ●遠隔監視･カメラ用通信線工事 ／光ケーブルSM-24C(FEP50)約4,400m

4　現場で発生した課題と対策(ノウハウ)

4.1　台風による連系変電所機器搬入路損壊、工程遅延とバックオフィス(支店･営業所)の支援･連携

(1)課題：2022年9月に発生した台風14号の影響で、機器搬入路で宮崎県が管理する林道(六峰街道)が崖崩れや陥没等で通行止めとなり、復旧に数ヶ月を要すこととなった。当初計画から工程が5ヶ月遅延し、連系変電所と風車の建設工事が重複することとなった。**（写真５）**

対策：①発注者・土木EPCと共に、地元自治体等と協議を重ね、事態の早期解決を図った(道路管理者による早期復旧)。

②自然災害発生による工事への影響についてバックオフィスと情報共有を図った。応援体制を早期に構築し、工事遅延の最小化に努めた。

4.2　山岳地の工事現場における安全管理

(1)課題：標高1,000～1,200m大仁田山の稜線沿いの林道に自営線(埋設)を敷設したが、整備されていない道路のため、路面や壁面が崩落する危険があった。

対策：①道路のり面が崩れかけている箇所はガードレール を設置し、作業員が近づかないよう配慮した。**（写真６）**

写真５ 台風による特高機器搬入路損壊

写真６　山岳地の埋設管路(新設)工事

写真７　冬季における現場への通行路

②岩盤が露出している壁面では重機の振動により崩落の危険があったため、監視者配置し周囲を警戒した。
③崩落の予兆が感じられた際、監視者の警笛による作業者への危険周知と現場からの退避を作業手順に盛り込み、リスク低減を図った。

(2)課題：標高の高い現場であり、冬季は積雪による現場への入場不可、土壌凍結により掘削に時間を要したため、工程遅延リスクが発生した。**（写真７）**

対策：冬季は早朝と夕方に現場への通行路へ融雪剤を土木EPCと協働で散布することで道路の凍結防止を図り、工程遅延の最小化に努めた。

(3)課題：自営線と風車搬入路の重複する区間があり、風車搬入・建設工程が変更された都度、自営線工事の工程を見直さなければならず、工期に間に合わない恐れがあった。**（写真８、９）**

対策：土木EPCと工程打ち合わせを日々実施し、風車搬入・建設工事に支障が生じないよう夜間作業など作業時間の変更や工事区間の調整を行い、工期遅延を回避した。

(4)課題：地形的に落雷が非常に多く、通信機器（特に監視カメラ）の故障が多数発生した。

対策：通信機器の接地系統を風車の共用接地（雷等電位ボンディング**（図１）**)と切り離し、風車への直撃雷の影響を低減させるなど対応を図った。

４.３　風車タワー内部配線・接続工事

(1)課題：風車タワーの接続箇所ごと電源線(DC・AC)を接続する必要があった。風車内は垂直梯子による昇降であり、墜落のリスクがあった。

対策：長い昇降に対応する安全ブロックの配備とロリップの使用と共に、昇降に伴う身体負担を考慮した裕度のある工程を計画に盛り込み、墜落防止を図った。**（写真10､11）**

(2)課題：風車ナセル（風車上部のローター部）に配備されていた制御用電源線と通信線を風車地下のPCSまで接続点無く配線する必要があり（メーカー指定）、電線のクセ取りに苦慮した。

対策：ケーブルをタワー下部まで仮延線し、1日

写真８　土木EPCによる風車機器搬入
写真９　土木EPCによる風車建設

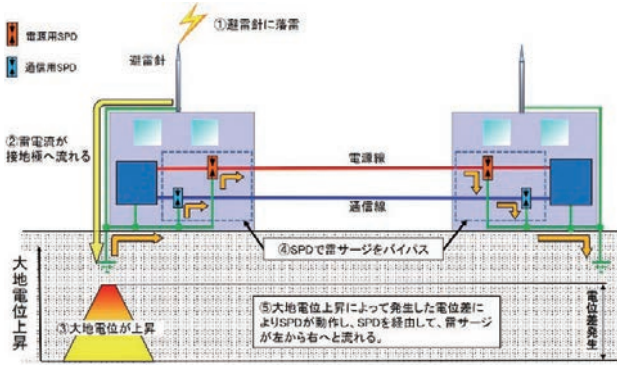


図１ 雷等電位ボンディング概要

写真10　風車タワー内部昇降
写真11　風車タワー内部　配線工事

写真12　風車タワー接合部　ケーブル接続

写真13　風車上部　航空障害灯設置

写真14　１１０ｋVケーブル気中端末工事

写真15　１１０ｋVケーブル気中端末

写真16　感電防止対策

間放置することでクセが無くなり、スムーズな延線が可能となった。（写真11､12）

４.４　110ｋV接続工事

(1)課題：110kV級のケーブル端末工事はこれまでケーブルメーカーによる施工が基本であった。コストダウンの一環として当社施工を検討したが、当社単独での施工実績が無く手探りの状態であった。

対策：地中線部の協力のもと、ケーブルメーカーと綿密な協議を重ねた上で必要な工具・資材を準備し、地中線部直営班にて気中端末工事を無事完遂した。（写真14､15）

(2)課題：特高変電所の敷地に制限があり、送電線に近い場所へ気中端末を設置せざるを得ず、送電線からの誘導による感電リスクが生じた。

対策：送電線下部へ手掘りにて木柱を建柱し、ケプラロープを張ることで高圧線接近注意表示を設置、作業者と送電線との離隔距離の確保による感電防止対策を実施した。（写真16）

5　おわりに

風力発電所建設工事はこれまで部門として施工経験が無く、手探りの工事運営となったが、自営線工事や特別高圧連系変電所工事などメガソーラー建設工事で培った経験を活用し、無事竣工にたどり着くことができた。

また、風車タワー内部の電気工事では、風車メーカーのマニュアルが英文であり、その翻訳に苦慮したものの、マニュアルに則った確実な施工に心掛けたことで無事完遂することができ、工事経験も積むことが出来た。

更に、今回の現場は過疎・山間地域であり、工事従事者の生活や外注・資材業者との調整など心身共に苦労が絶えない日々であったが、工事関係者が何事にもポジティブに捉え業務に取組むと共に、バックオフィスの継続的な支援により無事故・無災害、メンタル不調者ゼロで完了できたことは大変光栄である。

市場開発部門の総力を挙げて取り組んだ本件名が無事完了したことに胸を撫で下ろすと共に、支援いただいた関係者の皆さまには大変感謝しています。今回の経験を糧にメガソーラーに代わる新たな再生可能エネルギー関連工事への展開を図っていきたいと思います。

テレビFM放送所における雷対策施工事例

静岡支店　掛川営業所
工事グループ
望月　博斗

1　はじめに

本稿の事例は、新設の放送電波の中継局である。

当施設は完成後、地上デジタルテレビジョン放送及びＦＭ放送の送信予定である。

周辺に鋼構造物が無いので、建設前から落雷により放送機器が損傷する雷害が危惧されていた。

(写真１参照)

そのため、雷害対策として、ケーブルラックの上に、銅板を敷いて、雷電流を接地極へ流す方法が発注者側から示され、実施工を完了したので、以下に紹介する。

写真１　今回新設建屋（鉄塔含む）

2　客先の要望事項

工事着工時の客先からの要望事項は、下記の通りである。

①局舎内の水平ケーブルラックには、全て銅板を敷設する。

②垂直ケーブルラックには、IV60sqを2本配線し、水平ケーブルラック上の銅板と接続する。

③銅板は、局舎の各階で接地端子盤に接続する。

④銅板同士の接続部(重なる部分)は、半田接続する。

⑤接地極は、構造体接地とし、統合接地(LA種・A種・D種)方式を採用する。

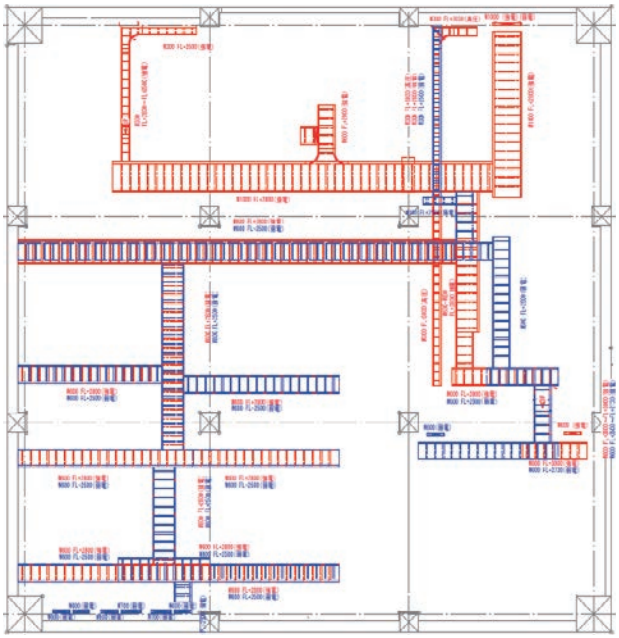


図１　ケーブルラック配置図

3　施工上の課題

上記２の要請事項に対して、次の課題が予想された。

①銅板の入手には時間を要する為、ケーブルラックのサイズや数量を早めに決定する必要があること。（図１参照）

②既製品の銅板は、幅600mmまでに限られること。（写真２参照）

③電線と銅板の接続は容易でないこと。（写真３，４参照）

④構造体接地は、建築工事との工程調整が必要となること。（写真５参照）

⑤接地極と銅板の接続点は事前に調整が必要なこと。（図２参照）

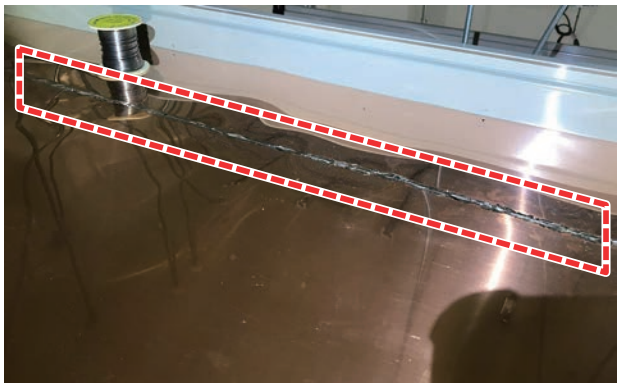


写真２　銅板を重ねて接合部は半田接続
（写真２は幅600mm＋幅200mm=800mm）

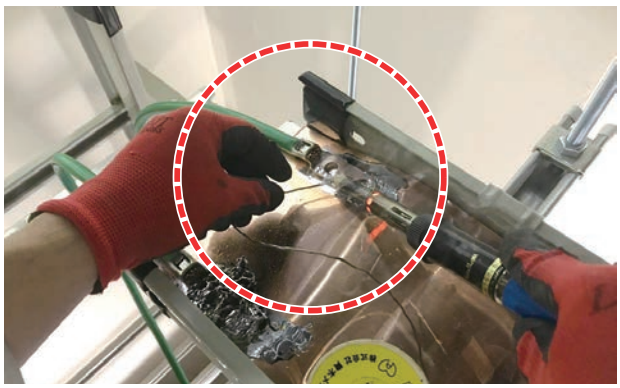


写真３　銅板とIV電線の半田接続状況（１）

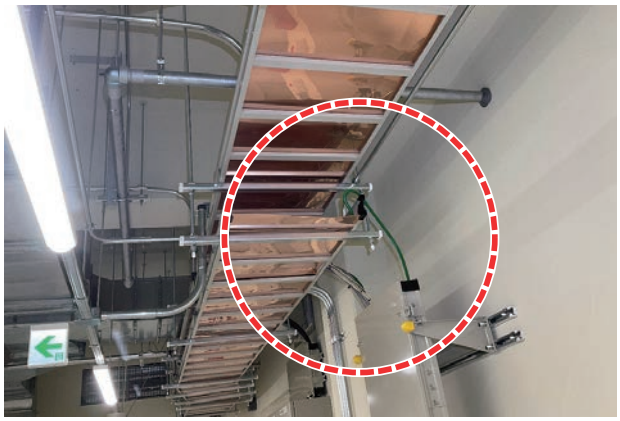


写真４　銅板とIV電線の半田接続状況（２）
（垂直ケーブルラックのIV電線と
水平ケーブルラック上の銅板の接続）

写真５　統合接地（構造体接地）の施工状況

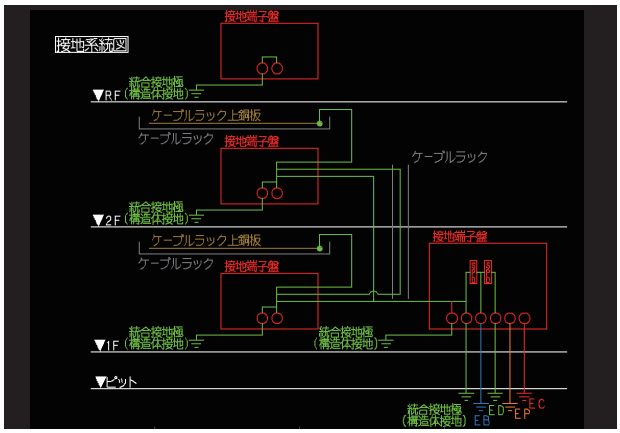


図２　接地系統図

4　雷対策工事の完了状況

上記３の課題は、関係者との調整や特殊品の採用などによって無事に解消できた。

統合接地極の抵抗値については、工事引渡し時には0.2Ω（写真６参照）、次に放送機器が運用開始後の年次点検時には0.1Ωであり、何れも所要値を満足した。この低抵抗値の統合接地極とケーブルラック上の銅板を接続し、銅板は低抵抗値で接地された。

その結果、銅板の断面積は、接続電線（60sa）や接地母線より圧倒的に大きいので、鉄塔への落雷時に雷電流は（放送機器へ侵入する前に）安全かつ迅速に統合接地極（構造体接地）へ流出すると想定している。

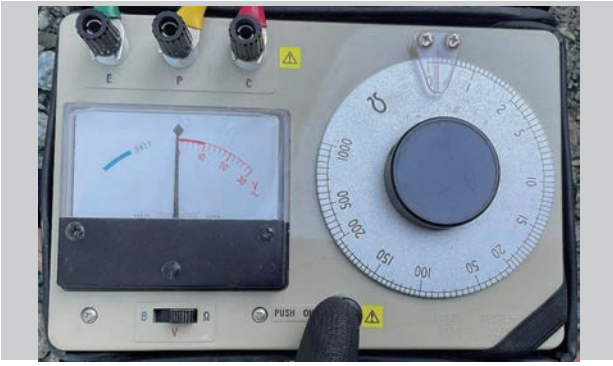


写真６　統合接地極の接地測定状況(0.2Ω)

5　おわりに

今回工事では、雷保護対策の特殊性から、工事の初期段階から詳細な検討や建築工事との綿密な調整を行なった。今後は、今回得られた知識と経験を同種の工事に繋げていきたいと思っている。

最後に、本工事の遂行にご協力をいただいた関係者の皆様に心から感謝を申し上げます。

技術研究開発部だより

技術研究開発部
研究開発グループ長
中井　一夫

執行役員
技術研究開発部長
小林　浩

1　グループ編成

技術研究開発部はこれまで技術企画グループと研究開発グループの2グループ体制であったが、2024年4月に新たに品質マネジメントグループが発足した（図1参照）。

品質マネジメントグループの主な役割は、当部で開発した製品およびシステムの品質管理を行い、お客さまの信頼性向上を図ることである。あわせて、開発品展開に際しては、技術支援も行う。

2024年7月には3名を増員し、8名体制となった。まずはエネルギーマネジメントシステムToEMSについて、品質管理マニュアルの作成などを行っている。

研究開発グループは、これまでどおり、専門技術分野などを考慮し、「電力」、「エネルギーマネジメント」、「環境」、「情報」の4チーム制を採用して研究開発テーマの迅速かつ効率的な遂行を目指している。

図1には、各チームの技術分野を示し、中央の「カーボンニュートラル」、「バリューチェーン強化」、「AI/IoT、最適化」、「効率化、最適化」は各チーム共通の最近の技術研究開発キーワードである。また、図中の「再生可能エネルギー」、「設備保全」、「BIM」、「最適化」などは主要な研究分野であり、各チーム名の下には、より詳細な研究項目を記載している。

2　研究開発テーマ

2020年9月に技術研究開発委員会で「技術研究開発中長期ビジョン～足元と10年先を見据えて～」が策定された。同時に技術研究開発の「基本方針」および「中長期ロードマップ」が定められ、技術研究開発部の調査・研究・開発はこれらに基づき実施している。

2023年度は当初定めた3年毎のロードマップ見直し時期であったため、中期経営計画2027との整合を図りつつ改定を進めた。この際、中長期ビジョンの文言も若干見直したが、基本方針は変更していない。

中期経営計画2027に基づく中長期ロードマップ

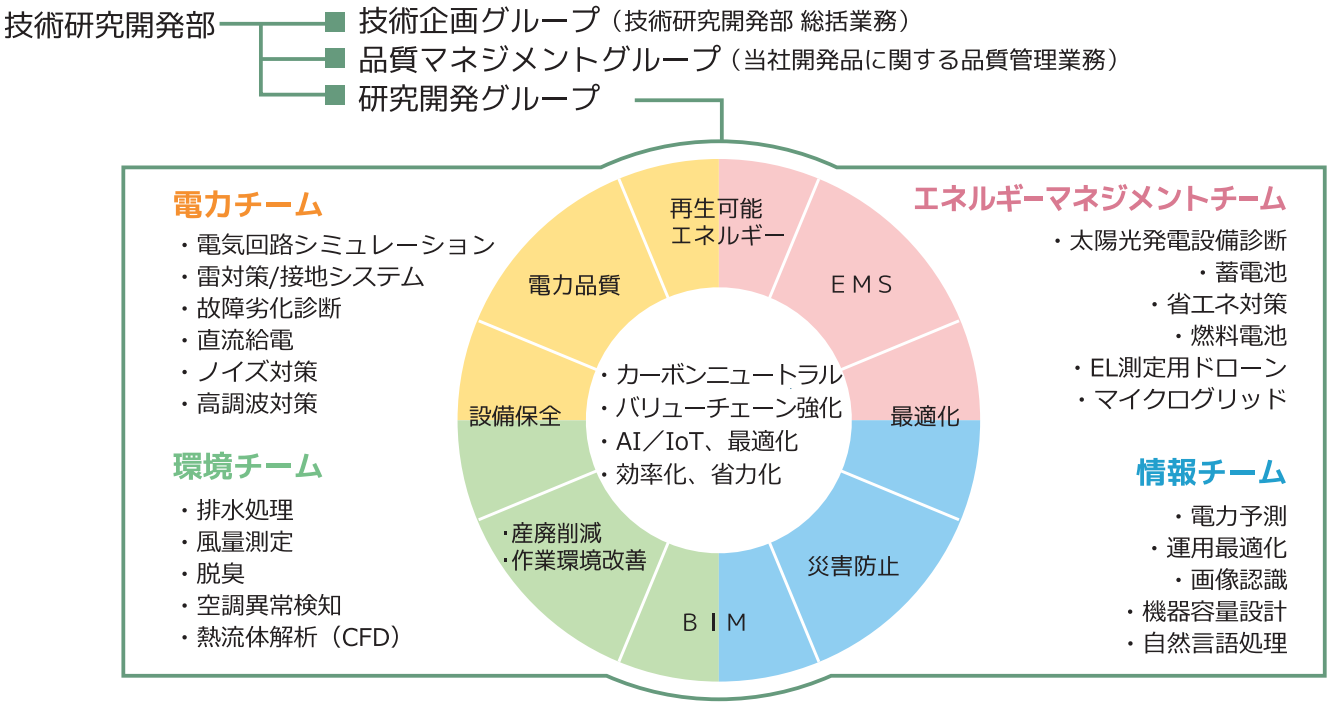


図1．各チームの技術分野

の改定方針を図２に示す。ロードマップは、中期経営計画2027の4つの基本方針のうちの3項目をロードマップの大分類とし、具体的項目の太字項目を中分類とした。また、中分類のそれぞれのキーワードに対して小分類、実施事項を定めた。ロードマップはイントラの「部署情報＞技術研究開発部」より「技術研究開発 中長期ビジョン」を参照ください。

改定したロードマップ等に基づき計画した2024年度の主な研究開発テーマを表1に示す。基本方針の「付加価値の創出に資する技術研究開発」に関するテーマは、現在および将来の社会課題を解決するための再生可能エネルギーの利活用、環境対策、設備信頼性向上などの分野の研究である。

「効率化に資する技術研究開発」に関するテーマは、現業部署の業務効率化を支援するソフトの開発、交通災害、作業災害の防止に寄与するシステムの開発などの研究である。

これらの研究開発成果の早期展開に向け、研究員一同取り組んでいるので、協調推進部署においても引き続き協力をお願いします。

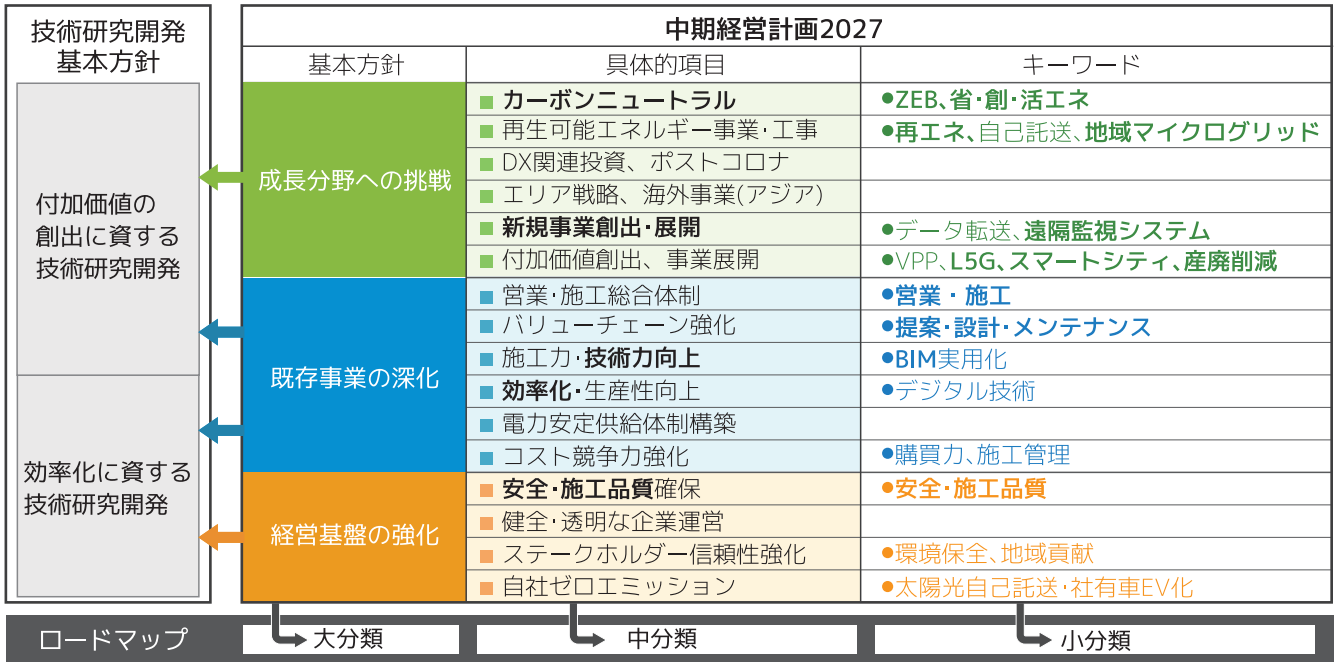


図2．中期経営計画2027に基づくロードマップ改定の方針

表1．技術研究開発部の研究開発テーマ（2024年度）

方針	大分類	中分類	名 称
付加価値の創出	成長分野への挑戦	カーボン ニュートラル	燃料電池を含めた直流マイクログリッドシステムの最適制御手法の開発 太陽光発電のPPA及び自己託送における需給管理システムの開発 直流給電方式に関する応用研究 路面太陽光発電システムの開発 ZEB導入技術の運用段階における省エネ性評価手法の開発 工場を対象としたCO2排出量削減技術の調査
		新規事業	クラウド版ToEMSの開発 建設系廃棄物の3R推進に関する調査
	既存事業の深化	技術力向上	分光分析に基づいた絶縁油劣化診断装置の改良 給食センター向け蒸気設備の省エネシステムの開発 落雷時過電圧の簡易計算に関する研究
効率化		効率化	スマート保安の実現に向けた点検業務省力化技術の調査 資機材管理業務効率化システムの開発 内線部門の業務効率化ソフトの改良 施工人員山積みソフトの改良 拾い業務効率化ソフトの開発
	経営基盤の強化	安全・施工品質	交通災害の発生防止に資する製品・システム導入検討 作業災害発生防止に向けた社内保有データ活用に関する研究

3 現業支援業務

技術研究開発部では、研究開発業務の他、現業部署の技術サポートとお客さまの信頼獲得を目的とした現業支援業務を行っている。

支援内容は、現業部署での提案・設計・施工・保守などの実務で生じた技術的課題の解決である。

過去10年間の現業支援件数を図3に示す。全件数は588件である。2021～2022年度は太陽光発電の設計や診断技術、エネルギーマネジメントシステム（ToEMS）の提案に関する相談が増加したが、2023年度には減少し、単年度では56件であった。2022年度の支援件数と比べ、太陽光・カーボンニュートラルに関する支援が約20件、ToEMS・遠隔監視に関する支援が約10件減少した。

現業支援の概要はイントラの部署情報をご覧ください。

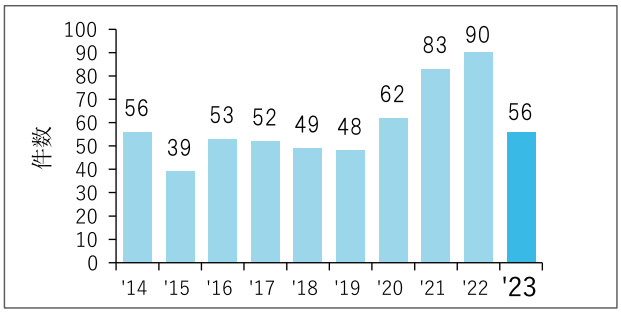
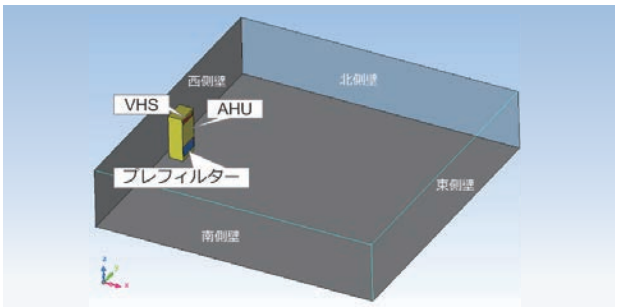


図3．最近10年間の現業支援業務

ここでは、2023年度に着手した現業支援の中から1つの事例を紹介する。

現業部署は、某工場の空調設備において、プレナムチャンバーからの直吹型パッケージエアコンを同方式の井水利用空調機（以下、AHU）へ更新する提案を進めていた。定格風量が既設空調機より大きくなるため、お客さまより吹出気流が製品製造に影響しないか指摘された。提案するAHUのメーカーでは



サイズ（mm）	
解析領域	20000W×20000D×4750H
AHU：空調機	1532W×1012D×3129H
プレフィルター：吸込口	1400W×720H(1000H)
VHS:吹出口	1310W×280.8H(390H)

()内の数値は開口率適用前の数値　開口率は72%を想定

図4．工場内に空調機(AHU)を設置した解析モデル

実験等の対応ができなかったため、当部にCFD（熱流体解析）による気流分布可視化の支援依頼があった。

図4に示す工場空間の解析モデルを作成し、シミュレーションを行った。AHUは下部プレフィルタの面から吸い込んだ空気を井水で冷却し、上部のVHS面から吹き出す。

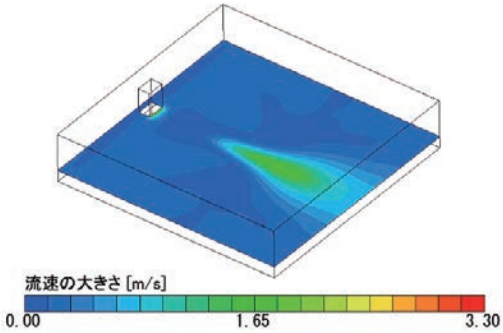
解析結果を図5に示す。これによりAHU吹出気流の平面的な広がりや断面での気流到達状況を色や数値で確認できるため、現状の現場との比較検討が容易となる。

今後は、この解析結果をもとに、現場の気流測定、現状のCFD解析などをお客さまに提案する予定であり、引き続き現業部署と協力してAHU更新の受注を目指す。

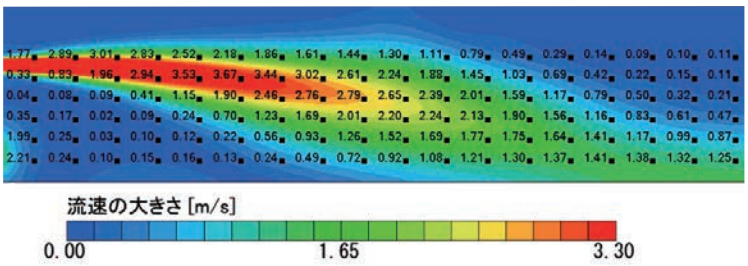
技術研究開発部では、今後も現業部署と連携し、支援業務に注力することで社内に貢献するとともに、課題抽出による研究開発テーマ発掘や若手研究員の知識習得にもつなげたい。

困ったことがあれば気軽にご相談ください。

（技術相談窓口：rd-support@toenec.co.jp）



(a)床上1mの平面の気流速分布



(b)高さ方向の断面の気流速分布

図5．工場内の気流の解析結果

4 研究成果報告会

2023年度の技術研究成果報告会を2024年3月28日、29日の2日間本店別館地下講堂で開催した。

技術研究開発部 情報通信統括部 配電本部の研究担当者が、25件の研究成果を報告した。2日間で延べ120人（オンライン参加者含む）程度の社員が聴講し、活発な意見交換が行われた。

月日	研究テーマ	報告者
3/28(木)	バリューチェーン強化を目的としたパッケージ版ToEMSの開発	成瀬 仁
	直流給電方式に関する応用研究	藤田 悠
	太陽光発電自己託送等における需給管理システムの開発	青山 泰宏
	需給調整市場参入に向けたデマンドレスポンスシステムの開発	西村 叔介
	燃料電池を含めた直流マイクログリッドシステムの最適制御手法の開発	西戸 雄輝・棚橋 優
	路面太陽光発電システムの開発	西戸 雄輝
	分光分析に基づいた絶縁油劣化診断装置の改良	大島 誠一郎
	低圧電動機の製造不良原因特定手法の研究	伏見 文弥
	建設系廃棄物の3R推進に関する調査	加藤 勇治
	給食センター向け独自提案技術の調査	近田 有希子
	施工担当者業務効率化ソフトの改良	山本 達也
	資機材管理業務効率化システムの開発	山本 達也
	BIM情報を活用した内線設計の業務効率化ソフトの開発	眞玉橋 剛志
3/29(金)	間接活線作業の適応化に関する研究	岡田 誠二
	建抜柱作業の効率化に関する研究	岡田 誠二
	仮送電作業の効率化に関する研究	北野 慎二・黒田 圭一
	架空配電線作業のDXに関する研究	岡田 誠二
	車両・工具の最適化に関する研究	岡田 誠二
	LPWAの構造分析とIoT･AI等の進展に係る現状及び課題に関する調査研究	小椋 雅夫
	ローカル5Gの導入に関する調査	高橋 寿男・林崎 真也
	TBM-KYの電子管理ツールの開発	加藤 勇治
	作業災害発生防止に向けた社内保有データ活用に関する研究	三井 佑悟
	交通災害の発生防止に資する製品・システム導入検討	阪井 雄真
	雷保護接地の設計に関する研究	中川 雅也
	社内要望等に関する各種調査（2023年度）	三井 佑悟・眞玉橋 剛志

5 全社技術研究発表会

技術研究開発部は、2023年11月28日、本店本館6階講堂にて全社技術研究発表会を開催した。本年もWeb会議システムを併用し、現地参加と合わせて約120人が聴講した。

発表会では、技術研究開発部、情報通信統括部、東京本部、中部本部から8人が発表、社長賞ほか各賞が選ばれ、表彰された。

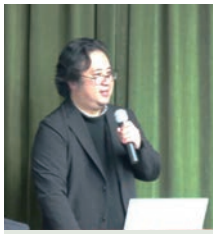
名古屋工業大学　佐藤 徳孝准教授による「災害対応ロボットの社会実装を目指して」と題した特別講演も行われた。

【研究開発部門】

発表件名	発表者	受賞名
絶縁油の分光測定による油入変圧器の現地診断装置の開発	技術研究開発部 研究開発グループ 大島 誠一郎	社長賞
LPWAを活用したIoTシステムの構築と実証	情報通信統括部 技術･保守グループ 小椋 雅夫	努力賞
電設資材契約金額の査定支援システム開発	技術研究開発部 研究開発グループ 三井 佑悟	奨励賞
資機材管理業務効率化システムの開発	中部本部 内線部 技術グループ 望月 竜実	審査員賞

【施工技術部門】

発表件名	発表者	受賞名
現場竣工時期での送受電業務分業化による業務効率化取組事例	中部本部 内線部 工事第二グループ 寺澤 旭弘	奨励賞
バイオメトリクス認証のクリーンルームにおける施工事例と有効性	中部本部 名西営業所 工事グループ 近藤 瑞樹	努力賞
室外機ユニット化による施工時間短縮とコスト削減	中部本部 内線部 工事第一グループ 三輪 英之	努力賞
外装照明のユニット化	東京本部 内線部 工事第二グループ 本田 寛	社長賞


名古屋工業大学
佐藤 徳孝准教授

社長賞
大島 誠一郎

奨励賞
三井 佑悟

奨励賞
寺澤 旭弘

社長賞
本田 寛

努力賞
小椋 雅夫

審査員賞
望月 竜実

努力賞
近藤 瑞樹

努力賞
三輪 英之

6 受賞･表彰記録

～2024.9

受賞日・受賞名	内　　容	受賞者
2024.2.8 令和5年（2023年） 電気学会優秀論文発表賞A（基礎･材料･共通部門研究会）	近赤外分光情報に基づいた 油入変圧器の劣化診断手法の提案	大島 誠一郎
2024.3.25 日本電気協会 中部支部主催「特別功績者表彰」	給食センター向け デマンド制御システムの開発	千葉 理恵 福嶋 敏勝

7 社外講師・セミナー講師

2023.10～2024.9

演　題	講　師	講演先・日付
日本電気協会特別講座「電気の魅力を伝える」	棚橋 優	岐南工業高校　2023.10.3 四日市工業高校2023.10.20
これから「どうする太陽光発電！」	西戸 雄輝	岡崎ロータリークラブ「卓話」2024.4.3
電力システム制御特論 ースマートパワーシステム事例解説ー	小林 浩	名古屋工業大学（非常勤講師）2024.7.3
需要家システムにおけるスマートグリッド構築技術	小林 浩	中部大学（特別講師）2024.7.11
一級管工事施工管理技士　材料と電気	佐々木 光則	地域開発研究所　2024.7～10

8 学との交流

研究件名	共同・委託研究先の先生
光センシング情報に基づいた油入変圧器絶縁油の劣化診断手法に関する研究	三重大学 生物資源学研究科　末原 憲一郎 教授
BESTプログラムを利用したZEB Ready建物の消費エネルギーシミュレーション	愛知工業大学 工学部建築学科　河路 友也 教授
落雷時過電圧の簡易計算に関する研究	名古屋工業大学 大学院工学研究科 電気・機械工学専攻　安井 晋示 教授
直流給電システムにおける電力潮流制御手法に関する研究	名古屋工業大学 大学院工学研究科 電気・機械工学専攻　青木 睦 准教授
災害時マイクログリッドにおける蓄電池制御手法に関する実験的検討	名古屋大学 未来材料・システム研究所 システム創成部門　加藤 丈佳 教授

9 学会・雑誌への発表・投稿

2023.10～2024.9

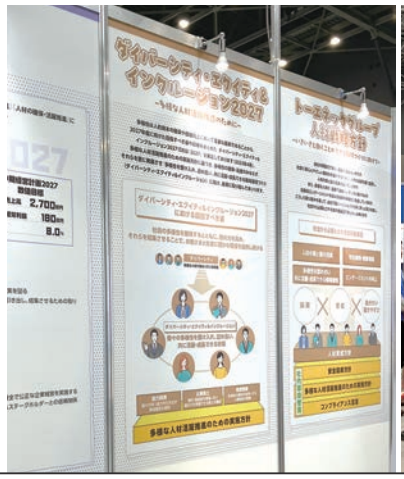
件　名	著 者（発表者〇）	発表雑誌・掲載誌
赤外分光スペクトル情報に基づいた絶縁油劣化指標の推定手法の検討	大島誠一郎、伏見文弥、中村久栄 (技術研究開発部)末原憲一郎、橋本篤 (三重大学)	電気学会論文誌B (電力・エネルギー部門誌)vol.143 No.10 pp.567-573(2023.10.1)
「パターン化された年間運用計画にもとづくマイクログリッドシステムの設備容量の最適化」	棚橋優、小林浩(技術研究開発部) 中村勇太、青木睦(名古屋工業大学)	一般社団法人 エネルギー・資源学会「エネルギー・資源」 11月号（通巻262号）
Creation of an Equivalent Model to Improve the Accuracy of Harmonic Current Calculations for LED Lighting	〇岩瀬季生、青木睦(名古屋工業大学) 小林浩、藤田悠、中川雅也 (技術研究開発部)	International Conference on Materials and Systems for Sustainability2023(2023.12.1.3)
ビル直撃雷に伴う構造体と接地線に流れる電流の評価法	〇劉倩伶、中村飛翔、安井晋示 (名古屋工業大学)山本達也、中川雅也 (技術研究開発部)	電気学会高電圧研究会 2024.1.25
TT系統におけるビル直撃雷に伴う分電盤過電圧の評価法	〇中村飛翔、劉倩伶、安井晋示 (名古屋工業大学) 山本達也、中川雅也(技術研究開発部)	
近赤外分光情報に基づいた油入変圧器の可搬型劣化診断装置の開発	大島誠一郎、伏見文弥、中村久栄 (技術研究開発部) 末原憲一郎、橋本篤(三重大学)	電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌)vol.144 No.2 pp.56-65　2024.2.1
建物の電力消費量データを対象とした外れ値検出に関する研究	〇成瀬仁(技術研究開発部) 山羽基(中部大学)	空気調和・衛生工学会 中部支部 学術研究発表会　2024.3.14
小規模事業者に適した電力需要予測手法の検討	〇青山泰宏(技術研究開発部)	電気学会全国大会 2024.3.15
分光情報を用いた絶縁油劣化診断指標の推定	〇大島誠一郎、伏見文弥 (技術研究開発部) 末原憲一郎、橋本篤（三重大学）	第44回絶縁油分科会 研究発表会2024.6.7

件　名	著 者 (発表者○)	発表雑誌・掲載誌
電気工事現場の安全管理データを活用した保守高度化実現の取り組み	○三井佑悟、小林浩、中井一夫、眞玉橋剛志(技術研究開発部)	安全工学シンポジウム 2024.6.28
地域マイクログリッドにおける電力品質に関する課題	中川雅也、藤田悠、小林浩(技術研究開発部)	技術雑誌「スマートグリッド」2024.7月号
設計業務におけるＢＩＭワークフロー構築と運用事例	○古田純、中島敬雄、寺前紀幸、淵上尚子、岩原奈都子(営業本部)奥野央宣(大阪本部営業部)眞玉橋剛志(技術研究開発部)	電気設備学会 全国大会 2024.08
最適化手法と電気設備関連技術への適用に関する調査研究 ～その4:サブ変電所・分電盤・電線の設置ケーススタディー	○棚橋優、小林浩(技術研究開発部)安井晋示(名古屋工業大学)	
Ｄ＆Ｄデータを活用した設計業務支援の改良	○寺前紀幸(営業本部)三井佑悟(技術研究開発部)	
ハイテク工場建設工事における ICTを利用した業務効率化の事例	○塩沢孝美(伊那営業所)、柴田豊(中部本部内線部)	
現場支援業務の計画および運用について	○松家武史、岸早人(東京本部営業部)	
高調波抑制対策技術指針の改定に向けた技術的検討事例	○小林浩、藤田悠(技術研究開発部)	
自動力率調整装置を設置した需要家におけるコンデンサ設備の実態調査	○藤田悠、小林浩(技術研究開発部)酒井重嘉(関電工)森田潔(電気設備学会)太田真二、卯月保(東京電力パワーグリッド)清水洋隆(職開総合大)	
屋外高圧キュービクルにおける焼損事象原因の推定	○山下絢也、中永和幸、三辻重賢、若木誠一(営業本部)佐藤元紀(鈴鹿営業所)	
電力系統におけるアクティブフィルタの効果検証に関する研究~ スマートメータデータを用いた需要家の過剰SC容量の分析 ~	○中川雅也、藤田悠、小林浩(技術研究開発部)青木睦(名古屋工業大学)飯岡大輔(中部大学)彦山和久、黒田将也、吉野真、鈴木泰史(中部電力パワーグリッド)	
テレビＦＭ放送所における雷対策施工事例	○望月博斗(掛川営業所)、大池克昇(浜松営業所)田岡勇二 、大曲章雅(熊谷組)	
駐車場を活用した自家消費太陽光発電設備の施工事例	○竹鼻三智雄、大口良造(上田営業所)	
機器更新における搬入ルート及び搬入方法の検討について	○古寺宏章(中部本部内線部)	
キュービクルを分解して据付けた特殊事例	○森俊貴(大垣営業所)馬渕保幸(岐阜支店営業部)大熊直純(東京本部内線部)	
らくらくアルミケーブル採用による省力化・コスト削減	○高木雅典、山田唯人 、島崎友香(名西営業所)田中正彦(東京本部内線部)田中里穂(九州支社)	
物流倉庫新築現場における省施工化事例	○大貫俊哉(大阪本部営業部)西澤郡(名東営業所) 杉野水咲(中部本部内線部)	
計量計検針の信頼性向上と省力化の事例	○松本信二(東京本部内線部)	
進捗状況管理の効率化の一事例	○多賀谷充宏(東京本部内線部)	
病室の照明・コンセント回路のユニットケーブル化による省力化事例	○諸星拓也(東京本部営業部)	
病院建設工事における電気室の分散化	○児玉明広、野波享平(明南営業所)高田伸一(明東営業所)村瀬慎治(東京本部内線部)伊藤僚起(岐阜支店営業部)	
建物の電力消費量データを対象とした外れ値検出と補完処理に関する研究（その1)時系列データモデルを用いた外れ値検出手法	○成瀬仁(技術研究開発部)山羽基(中部大学)	空気調和・衛生工学会大会（佐賀）2024.09
事務所建物におけるZEB評価手法に関する研究～第1報:中規模事務所ビルにおけるZEB適用計画	○小林野亜、千葉理恵、中井一夫、小林浩(技術研究開発部)	

10 展示会

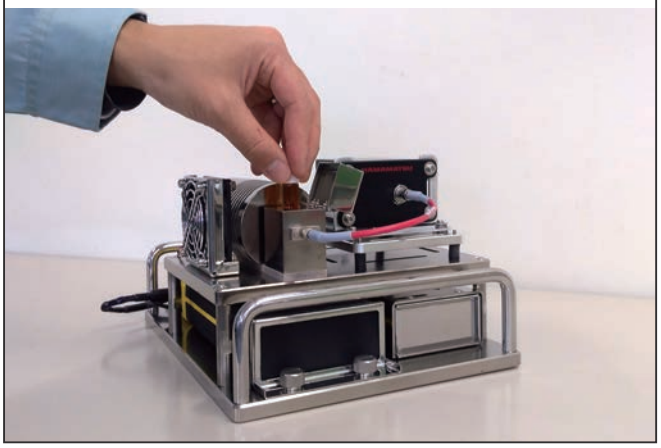
メッセ名古屋2023

開催期間：2023/11/8(水)～ 10(金)　会場：ポートメッセなごや　出展製品：オンサイトEL測定技術、ToEMS



テクノフェア2023

開催期間：2023/10/26(木)～27(金)
web展示:9/6(木)～12/1(金)
会　　場：中部電力株式会社 技術開発本部
出展製品：油入変圧器の現地診断装置



太陽光発電PV EXPO2024

開催期間：2024/2/28(水) ～ 3/1(金)
会　　場：東京ビッグサイト
出展製品：オンサイトEL測定技術

JECA FAIR2024

開催期間：2024/5/29(水) ～31(金) 会場：東京ビッグサイト　出展製品：ToEMS、自己託送、油入変圧器の現地診断装置、オンサイトEL測定技術、アクティブフィルタ

11 2024年（第42回）電気設備学会全国大会に参加して

技術研究開発部
研究開発グループ　電力チーム長
山本 達也

1 はじめに

2024年度の電気設備学会全国大会は、東北工業大学八木山キャンパス（仙台市）に於いて、8月27日(火)、28日(水)の2日間で開催された。一般講演の投稿件数は269件で過去最多、そのうち当社講演は19件であった。

本稿ではこれらの一般講演テーマの一部を紹介する。

2 一般講演

2.1 DXに関する講演

建設業界における働き方改革や人手不足問題を背景に、システムのデジタル化による設備の高性能化や業務の高効率化を図る取り組みが盛んである。

(1)-1　照度測定ロボット走行ルート最適化手法の検討（きんでん）

自律走行により照度測定を行うロボットを開発。既に80件の導入実績あり。本機はTSP（巡回セールスマン問題）により最適走行ルートを算出しているが、障害物の位置を考慮した計算を追加したところ走行時間が18%短縮した。

(1)-2　ビジュアルスラムによる照度測定ロボットの高度化検証（ユアテック）

ビジュアルスラム（映像から自己位置を推定する手法）機能を搭載したカメラを内蔵した自律走行照度測定ロボットを開発中。カメラから取得した画像を点群データとして捉え、自己位置を推定する。現時点では十分な推定精度が得られず、ハード構成を再検討中。

【所見】照度測定の自動化は、夜間の作業時間を大幅に短縮できるという点でメリットが大きく、今後も普及が進むと予測される。動向に注目したい。

(2)　NFCタグを用いた位置検知による照明・空調パーソナル制御（鹿島建設）

座席に設置されたNFCタグにスマートフォンを当てると、座席に割り当てられた照明器具や空調機器をスマートフォンアプリで操作できるようになるシステム。個別制御により20%の省エネ効果が見込める。年度内に実証開始の計画。

【所見】NFC読み取り機能は、大半のスマートフォンに標準装備されている。これを活用することでシステムの開発費・導入費を安くできる。当社でもNFCシステムによる業務省力化を積極的に進めるべきである。

(3)　BIMソフトの座標情報を活用した幹線こう長計算ツールの開発（関電工）

BIMデータ内の各要素に付与された座標情報を集計し、幹線こう長を算出するツール。配電盤・分電盤・動力盤の位置を自動入力後、幹線の通過点を手動で設定するとこう長が算出される。手作業よりも作業時間を70%短縮。曲線・斜め方向ルートの計算や、幹線分岐への対応が課題。

【所見】BIMデータと連携した業務省力化システムについては、当社内でも開発を望む声が多く、現在当部にて研究を進めている。

2.2 AI活用に関する講演

AIによる画像認識や自動判定を活用し業務省力化を図ろうとする取り組みも、近年建設業界で積極的に進められている。

(1)　ディープラーニングによる建築図面の部屋面積算出に向けた取り組み（住友電設）

PDF図面をAIに読み込み、部屋面積の算出を自動で行うシステムを開発中。空調機容量の自動選定への活用を考えている。今回は間取り構成の種類が少ないホテルの図面にて検証。複数の部屋を1室と誤認識するケースがあり、対策が今後の課題。

【所見】AIによる図面認識はさまざまな業務に応用できるため非常にニーズが高いが、ディープラーニングにより高精度のシステムを作り上げるには、大量のデータが必要である。今後さまざまな種別の建物の平面図を学習させたとき、算出精度を高く保てるかが課題。今後に注目したい。

(2)　画像解析を用いた在室人数検知と換気量制御への適用に関する研究（鹿島建設）

省エネ（換気量を少なく）と感染症対策（換気量を多く）を同時に満足する最適換気制御が求められている。今回、カメラ映像から室内の人数を把握し、換気量制御を行う手法を開発。従来のCO2濃度による制御よりも高い精度・応答速度で制御可能であることを確認。

【所見】AIによる画像認識システムはすでに高精度のものが広く普及している。本講演のような目的の他にも、工事現場などで活用できる場面は多いと予測する。

2.3 作業安全に関する講演

工事作業者の安全性向上やミス防止を支援する装置・システムも、長年開発や改良が続けられている。

(1)　電気設備の点検作業における原状復帰ミスの検出手法の試行（中京大学・中部電気保安協会）

点検作業における誤配線、工具置き忘れ、電源入れ忘れなどを自動検出するシステムを開発中。検出を行う2つの手段（画像差分処理、三次元センサによる作業動作検知）の実証実験を行い、検出精度の確認や、システム実用化に向けた課題を整理。

【所見】ミスの自動検出システムは作業安全に大きく寄与するため、各所で開発が進められているが、検出精度の向上が最大の課題のようである。現場使用を考慮するとコストダウンも重要であり、検討すべき問題は多い。今後の報告を待ちたい。

(2)　作業現場の熱中症予防に関する意識調査（ユアテック）

配電工事の管理者・作業者 約700名および過去に実際に熱中症と診断された22名に対しアンケートを実施。睡眠不足やわずかな体調変化などを作業前に申告しないことで発症に至った事例が多いことがわかった。

【所見】睡眠不足などは申告しづらい雰囲気があるが、朝礼等で監督者が声をかけるなど、申告しやすい状況を作るだけで熱中症の防止に効果がある可能性が示唆された。適切な調査により思わぬ要因を発見した、興味深い報告。

(3)　IoT技術を活用した電気設備点検作業者の安全見守りの試行（中部電気保安協会・システムフォレスト）

3年間にわたる、ウェアラブル機器を活用した作業者の安全性向上に関する取り組みについて紹介。機器には、作業者の移動速度や転倒などの情報を遠隔通知する機能や、熱中症予防のための暑さ指数（WGBT）の表示機能などを搭載。今後もシステムの改良を継続。

【所見】重量のある装具・工具をすでに身に着けている現場作業者にとって、軽量・強靭な機器以外の装着は受け入れがたいものと思われる。機器装着によるメリットの大きさをいかに理解してもらうか、というのも大きな課題と感じる。

また最近、中部電気保安協会が、スマート保安分野で急速に研究の幅を広げ、学会発表数も増やしており、(2)で紹介したユアテックなども含め、同業他社の作業安全に関する研究開発が非常に活発である。中部電力グループ内での連携や、同業他社との連携を、積極的に進めたい。

3　おわりに

冒頭に当社の発表件数が19件と紹介したが、同業他社では、開催地のユアテックが48件、関電工が24件、きんでん17件、九電工7件であった。当社は19件のうち現業部門が15件であり、日々の現場業務に忙しい中で多くの論文作成と発表をしていただき、当社の技術力アピールに大きく貢献している。

当社の研究開発成果の社外発表については、件数の増加だけでなく、内容の質の向上も目指しながら、今後さらに推進していきたい。次年度以降も、みなさまに積極的に投稿いただくため、当部も論文作成支援などのバックアップを全面的に行っていく考えである。ぜひご協力いただきたい。

以　上

2024年10月18日～19日「トーエネックテクニカルフェア2024
～未来への挑戦！80年の技術と情熱の祭典」が開催されました。

会場の準備の様子です。つながルンも待機。

編集後記

今年度もTDレポートを無事に発行できたことに感謝いたします。全社技術研究発表会は、例年10件ほどの発表件数でしたが、今年度は14件と増加し、より多くの技術情報が共有されました。各発表テーマの課題解決への取り組みが、聴講する方々の課題解決のきっかけになればと思います。

私の主観ですが、皆様の論文を拝読して感じたことは「人は試行錯誤の質によって、徐々に進歩する」ということです。私自身、今回TDレポートに携わったことで、何を試行錯誤して、何が進歩したかを振り返ってみたいと思います。

ご寄稿いただいた皆様へは、本来の業務でお忙しいところ、誠にありがとうございました。引き続き、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

TDレポート第40号　2024年10月発行
株式会社トーエネック技術研究開発部 TDレポート編集委員会
TEL(052) 619-1707　FAX(052) 619-1705　〒457-0819　名古屋市南区滝春町1番地79

株式会社 トーエネック

名古屋市中区栄1丁目20番31号　TEL 052-221-1111