

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

中部電力グループ

TDR

Technology Development Report

2020.10

*Technology
Development
Report*

vol.36

C O N T E N T S

はじめに

- 企業は人にあり 3
代表取締役 副社長執行役員 藤田 祐三

特別寄稿

- ビルマルチ空調機群を活用したバーチャルパワープラントの研究 4
岐阜大学 工学部 スマートグリッド電力制御工学共同研究講座 蛭川 忠三

技術報告

- 配管耐震支持材検討ソフトの開発 12
技術研究開発部 研究開発グループ/中井 一夫
- オンサイトEL測定を用いた太陽電池モジュールの劣化による出力低下量推定手法の開発 16
技術研究開発部 研究開発グループ/青山 泰宏・西戸 雄輝
- 小型ボックス活用埋設方式による電線共同溝整備 20
配電本部 地中線部 工事第一グループ/中口 武
名古屋支店 配電部 地中線グループ/森 一貴
- ダクト風量測定方法の効率化支援ツールの開発 24
空調管本部 空調管統括部 技術グループ/前田 隆弘
技術研究開発部 研究開発グループ/成瀬 仁
- ウェアラブルカメラを利用した現場管理業務の効率化について 28
中部本部 内線部 技術グループ/神谷 純一
- ケーブルラックの耐震支持検討事例について 30
中部本部 内線部 工事第一グループ/高島 薫
- 現場情報共有ツールとしてのクラウドカメラの活用 32
中部本部 空調管部 工事第一グループ/
山下 大喜・齋藤 航祐・伊藤 寛晃・作倉 大瑚
- 工作機械工場の建設工事における工期短縮事例について 36
中部本部 名西営業所 工事グループ/仲村 大樹
- 電源の信頼性向上を目的とした受変電設備リニューアル事例 38
岐阜支店 大垣営業所 工事グループ/田中 篤志

- 技術研究開発部だより 42

編集後記

快適以上を、世の中へ。

TOENEC



TDR

Technology Development Report

2020.10



企業は人にあり



代表取締役 副社長執行役員

藤田 祐三

皆さま、毎日お仕事ご苦労様です。最近は暗いニュースばかりが続き、ストレスをためている方も多いのではないのでしょうか。「令和」という新たな時代の幕開けの祝賀ムードから一転、新型コロナウイルス感染症の拡大、東京オリンピック・パラリンピックの延期、豪雨による水害、そして未曾有の経済低迷など、明るい話題が見当たりません。当社の業績におきまして、少なからずコロナの影響が出始めており、先行き不透明な状況になっています。

このような状況下ではありますが、当社は、今年度から新たな中期経営計画2022（2020年度～2022年度）をスタートさせました。今回は、サブタイトルに「人材投資によるさらなる成長」とあるように、当社の人材を質・量ともに充実させ、生活と社会のインフラを支えるプロ集団として確固たるものとすることに主眼を置いています。そして、これに関連し、今年度は「新人材育成方針」を制定し、この方針に基づく人材育成を進めてまいります。

「企業は人にあり」とよく言われます。これは企業の良し悪しは、社員一人ひとりの能力、姿勢、そして社員それぞれがどのような想いでつながっているかという「絆」によって決まることを意味しています。つまり、社員一人ひとりの成長や絆を深めることが、当社の成長につながるということです。

このことから、企業において、人材育成は最も重要な課題であることがわかります。企業によっては、「人材」を「人財」と表現します。これはまさに、人は経営資源という財産（宝）であることを表しています。

今後行なう人材投資において成果をあげるためには、人材育成に対し、当然のことながら社員の

一人ひとりがこの重要性を認識し、積極的に関与していただく必要があります。特に若い社員の皆さまには、無限の可能性があると思っています。若い社員の中に、伸び悩んでいる方がおられるとすれば、それは自分自身で限界を決めてしまっているのではないのでしょうか。例えば、公的資格について言えば、受験する前から、「こんな難しい資格に合格するはずがない」などとあきらめていないのでしょうか。資格に限らず、業務全般において、自分の可能性を信じ、失敗を恐れず、高い目標をもってチャレンジしていただきたいと思います。

福沢諭吉は、「独立自尊」の精神によって国家の発展を説きました。これは企業においても、成り立つことだと考えます。社員一人ひとりが自律し、経営者感覚で業務にあたることにより、当社は大きく発展することになるでしょう。これが、まさに当社の経営理念の一つである「人間企業の実現」の意味するところだと考えます。

末尾となりますが、このTDレポートは、1年間における当社の選りすぐりの施工事例や研究成果を結集したものです。技術者の皆さまには、担当業務で忙しいとは思いますが、お客さまのためにお役に立てた業務成果を技術レポートとして取り纏め、ぜひ、本レポートへの論文投稿を行っていただきたいと思います。そして、本レポートを通して技術を共有し、研鑽に努めていただきたいと思います。

冒頭に述べましたように、コロナの影響により先行き不透明な経営環境が今後も続くと思われれます。しかし、過去にもそうであったように、明けぬ夜はありません。希望を持ち、来たるべきチャンスに備えるとともに、明るい未来に向けて社員一丸となってこの危機的な状況を乗り越えていきましょう。

ビルマルチ空調機群を活用した バーチャルパワープラントの研究

岐阜大学 工学部
スマートグリッド電力制御工学共同研究講座

蜷川 忠三



1. はじめに

近年、再生可能エネルギー電源が電力系統に大量に導入されるようになって、需給バランス制御の課題が顕在化してきた。これまでの電力系統では、需給バランスを維持するために中央給電指令所の指令により、発電所群による供給制御を行ってきた。一方、近年、需要家設備の消費電力を一時的に抑制々御して需給バランス制御を支援するデマンドレスポンス(Demand Response:DR)というスマートグリッド技術が開発されてきた^[1]。

筆者は、ビルマルチ空調機群に大量高速DRを集約(アグリゲーション)することで、あたかも仮想発電所システム、いわゆるバーチャルパワープラント(Virtual Power Plant:VPP)として機能させる将来のICTシステムを研究してきた^[2]。

このような大規模な分散型ICTシステムを議論するには、数十台の実機実験だけでは不十分である。数千台をアグリゲーションすることで、均し効果による確実性向上と通信手続きによる応動遅れを評価することが大事である。このような大規模な実機試験は実施不可能だから、実時間エミュレータを用いて、既存発電機並みの確実性と応動性に近づける研究を目指している。

本稿では、以下、ビルマルチ空調機群を大量高速にDRアグリゲーションすることで、バーチャルパワープラントシステムとしての確実性と応動性を調べる研究を紹介する。さらに、このような大量高速なDRアグリゲーションを社会実装を目指した、日米欧の将来にむけた標準化活動について展望する。

2. ビルマルチ空調機のDR

2.1 DRリソースとしてのビルマルチ空調機

スマートグリッドにおいて、自動化されたDRをADR(Automated Demand Response:自動需要応答)と呼ぶ。ADRの中でも数分単位で行われるものをFastADR(高速需要応答)と呼ぶ。バーチャルパワープラントとして機能させるには、大量高速にアグリゲーションできるDRリソース設備を用いる必要がある。

表1に、そのDRリソース候補となる需要家設備として、電気学会の標準規格化テクニカルレポートとなっているものを示す。その中で、ビルマルチ空調機群について、DRリソース種別と比較した長所短所について私見を付記した。

表1 バーチャルパワープラントの需要家リソース候補

	C02フリー	設備投資	応動性	確実性	実用化	電気学会規格資料※
ビル用蓄熱システム	○	△	△	○	○	JEC-TR-59001
ビル用蓄電池システム	○	△	◎	△	○	JEC-TR-59002
非常用発電機	× ディーゼル	△	△	○	◎	JEC-TR-59003
ビルマルチ空調機群	◎ 電力抑制するだけ	◎ 既存設備	○ 数分程度可能	×→○ 大量集約すれば	×→△ 大学研究	JEC-TR-59004

※本表の特徴比較は私見である。

現状では、一般に、ビルマルチ空調機はDR応答が不確実で精密なバーチャルパワープラント向けとしては現実的ではないという評価もある。難易度は高いものの、全国に設置台数は約150万台規模であり、高額な新規設備投資なしで究極のクリーンなネガワットバーチャルパワープラントを構成できる可能性を秘めている。

2.2 ビルマルチ空調機のFastADR電力抑制

図1に、オフィスビルに設置されたビルマルチ

空調機設備の概念図を示す。従来のビルマルチ空調機デマンド制御では、何台かの空調機停止、設定温度緩和、といった単純な操作を1時間といった粗い時間単位で制御する方式だった。しかし、FastADRとして利用するには、分単位で直接的に電力制限値を指令することで、高速性と精度を確保する必要がある。

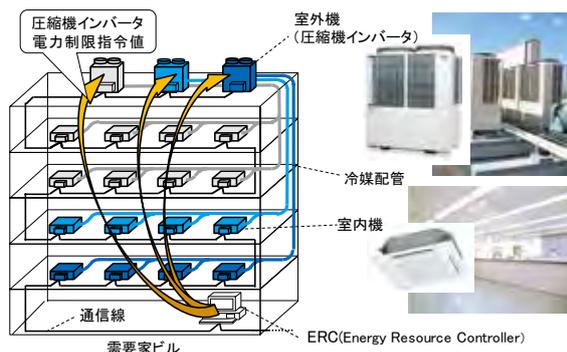


図1 ビルマルチ空調機の圧縮機インバータ電力制限指令によるFastADR

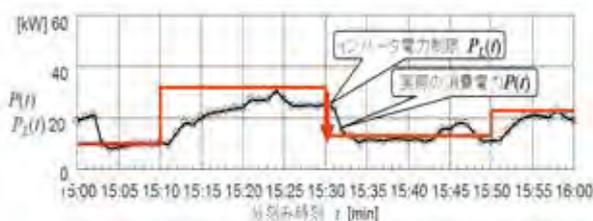


図2 ビルマルチ空調機1台のFastADR電力制限指令に対する応答例

図2にその一つの精密制御方式の例を示す。この方式では、個々のビルマルチ室外機の圧縮機インバータ入力電力 $P(t)$ [kW] に対して、5分刻みで制限値 $P_L(m)$ [kW] を直接指令するものである。ここで、 t は1分刻み離散時間、 m は5分刻み制御フレーム番号である。

一般に、ビルマルチ空調機は組込み制御により複雑な冷媒回路を秒刻み、分刻みで制御している。1時間といった十分に長い時間では、空調熱収支に従い消費電力量 (kWh) はエネルギーバランスする。しかし、FastADRのような時間粒度、つまり、数分間では過渡状態であり、組込み制御によるインバータ消費電力 (kW) は分刻みで複雑に変化する。

図3に示すように、1台毎のビルマルチ空調機のFastADRに対する消費電力応答は不確実で複雑な振る舞いをするが、大量な台数をアグリゲーションした場合の均し効果には期待できる。

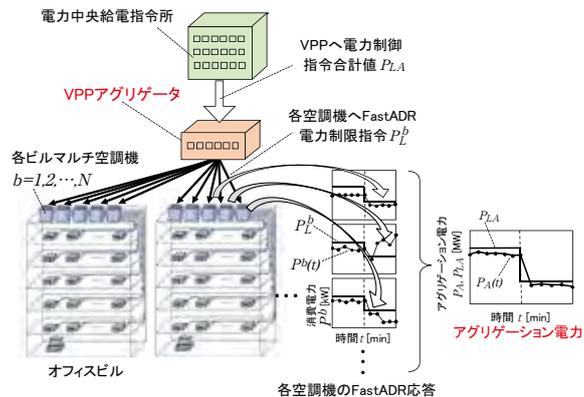


図3 ビルマルチ空調機群のFastADRの不確実性とアグリゲーション均し効果

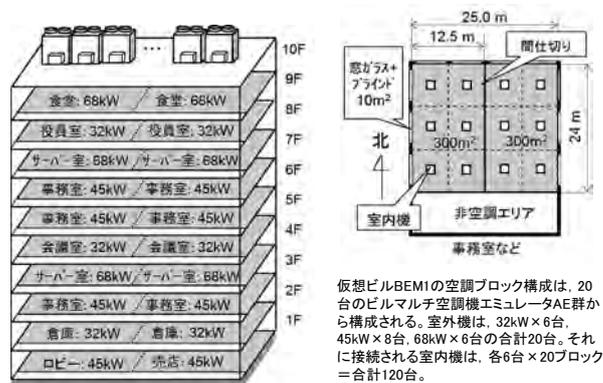


図4 多様なビルマルチ空調機群で構成される仮想ビルモデル

3. 大量DRアグリゲーションによる確実性向上

3.1 多様で不確実なFastADR応答モデル

一般に、普及タイプのビルマルチ空調機は、氷蓄熱などの蓄熱デバイスを標準装備していない。ビルマルチ空調機群でFastADR大量アグリゲーションする狙いから普及タイプに限定して検討する。

蓄熱デバイスを持たない場合、建物躯体が持つ蓄熱効果を利用した5分程度の間、10%程度の電力削減といった短く浅いFastADRをせざるを得ない。この場合、空調熱収支および空調機電力消費が過渡状態であることがポイントである。

また、数百台、数千台とFastADR大量アグリゲーションする実機実験は研究段階では不可能に近い。また、FastADRによる正味の電力抑制量を評価するには、FastADRを実施しなかった場合のベースライン値が必要である。実機実験では個々の空調機の短時間の過渡的消費電力は再現ができない。

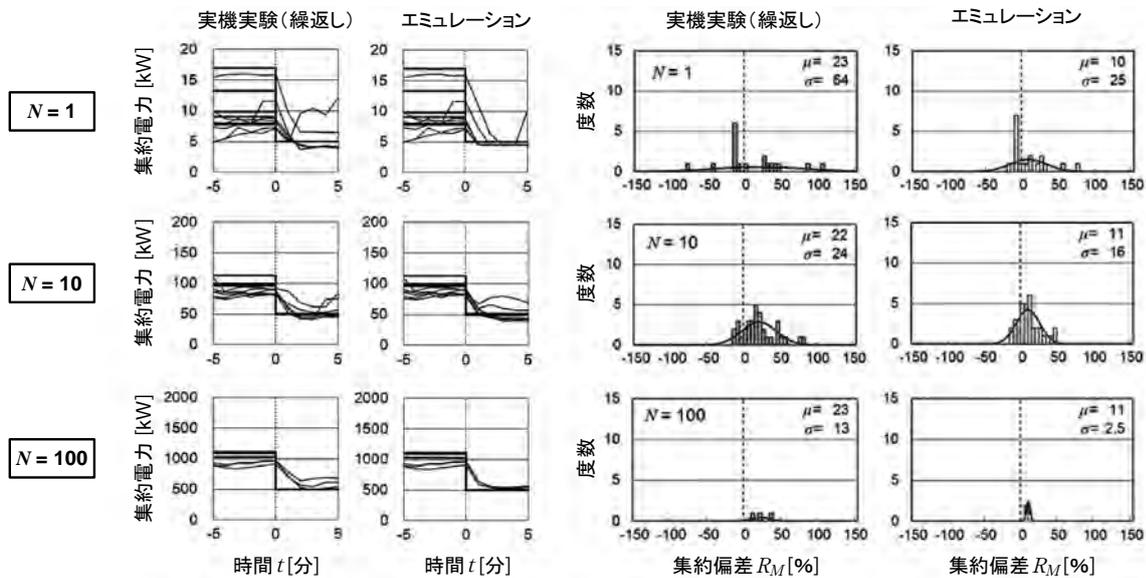


図5 ビルマルチ空調機群FastADRの応答集約の均し効果による確実性

したがって、FastADR大量アグリゲーションは、図4に示すような仮想ビルモデルを大量に構築して、大規模かつ現実的なシミュレーションをすることが望ましい。そのようなシミュレーションモデルへの要求要件を整理すると以下となる。

- ①空調熱収支および組込制御による消費電力の過渡状態を模擬可能
- ②数百の多様な個々のビルマルチ空調機のモデルを大量構築可能
- ③FastADRアグリゲーション通信プロトコルを実装すべくリアルタイム動作可能

これらが実物かのようにリアルタイムで振る舞うという意味を強調したい場合、筆者は「エミュレータ」(Emulator)と呼ぶ場合がある。

3.2 大量DRアグリゲーションの実験

図5に、ビルマルチ空調機FastADR応答における不確実性が集約台数に従って均されていく様子を示す^{[3][4]}。

大規模な実機実験は现阶段では不可能なので、実機実験としては、ビルマルチ空調機5台に対して5分間FastADRを数百回くり返して、大量FastADRアグリゲーションの実機実験を代用した。

少数台のくり返し実験を重ね合せて、多数台同時実験として検討することは、エルゴード性が保証されていない場合問題である。そういう意味でも、実機実験のみではなく、動特性を模擬させた

仮想ビルFastADRエミュレータによる評価も併用した。

図5に示すように、この仮想ビルFastADRエミュレータでも、N=1の場合、つまり個々のビルマルチ空調機は不確実な応答をする。しかし、N=10、つまり10台集約してFastADRアグリゲーション応答を評価すると、均し効果が出始めることが分かる。N=100台となると、ほとんど不確実性がなくなり、ほぼ安定した応答となることが分かる。

また、同図右側において、各試行におけるアグリゲーション電力の目標値に対する偏差を横軸にとり、その偏差が発生する度数分布を縦軸に示す。FastADRアグリゲーション応答電力のバラツキも、N=1の各応答は広い範囲に分布するが、N=10、N=100と台数を増やしていくと、正規分布に近づいていく。この性質を利用することで大量高速なFastADRアグリゲーションの実行前時点での予測も確実性が増してくる。

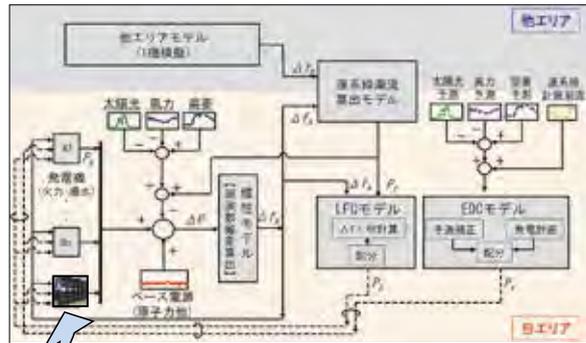
4. バーチャルパワープラントとしての可能性

4.1 電力系統需給シミュレーション

次に、ビルマルチ空調機群を大量FastADRアグリゲーションした場合の応動性を評価してみる。いくら、大量の均し効果によって確実性が向上したとしても、何千台との手続き通信に時間を要し

電気学会電力系統シミュレータAGC30をリアルタイム化

蟠川研FastADRシミュレータ
リソースアグリゲータ20社
各社ビル20棟管理(合計400棟)
ビルマルチ空調機総合計6500台



FastADRシミュレータと1秒間隔でリアルタイムに電力値を渡す。

図6 ビルマルチ空調機群FastADRアグリゲーションにおけるバーチャルパワープラントとしての応動特性シミュレーション

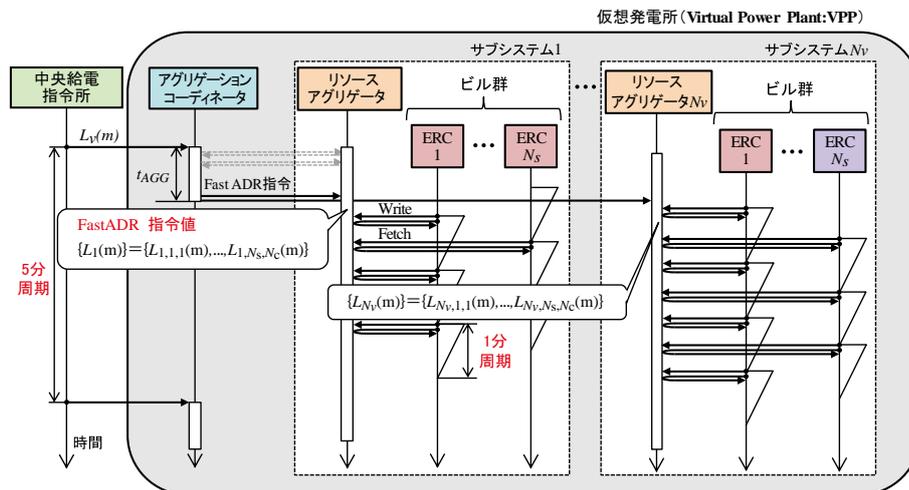


図7 ビルマルチ空調機群のバーチャルパワープラントとしてのアグリゲーション手順通信シーケンスモデル

ではバーチャルパワープラントシステムとしては問題である。そこで本章では、電力系統の瞬時需給バランスに役立つ程度の応動性が得られるかどうか、電力系統需給バランスシミュレーション実施例を示す^[5]。

図6に、筆者研究室における、ビルマルチ空調FastADRバーチャルパワープラントエミュレータを用いた電力系統シミュレーション設備を示す。電力系統需給バランスシミュレータには、定番の電気学会AGC30^[6]シミュレーションモデルをベースにしている。この解析モデルは太陽光発電所やバーチャルパワープラントシステムなどの導入効果をシミュレーション検討する際、系統側の需給バランス制御モデルを標準化する目的で開発されたものである。

AGC30モデルは、大型同期発電機の負荷周波数動特性を基本に、我が国の中央給電指令所の制御指令として負荷周波数制御 (LFC: Load Frequency Control) および経済性制御 (EDC: Economic Dispatch Control) のモデルや、一般電力需要変動モデルなどで構成されている。商用大型火力発電機は燃料の種類毎に需給調整制御に対する応動性が異なるため種類毎にモデル化されている。

ここで、システム全体の応動特性を評価するために重要なことは、FastADRアグリゲーションに実際の通信プロトコルを実装して実時間評価することである。そのため、ここでは電力系統シミュレータAGC30を1秒刻みのリアルタイム動作できるようにしている。

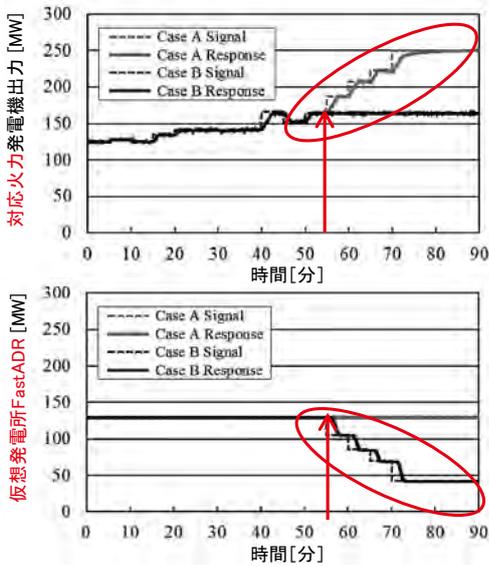


図8 ビルマルチ空調機群FastADR アグリゲーションの応動速度評価

4.2 DRアグリゲーション通信モデル

図7に、ビルマルチ空調機群FastADRアグリゲーションの手順通信シーケンスモデルを示す。このモデル化は、インターネットをベースとして広域ネットワークを通じて、大量の手続き通信遅れを評価する上で重要である。ここでは、実際のFastADR専用の応用層通信プロトコルとしてデファクトスタンダードであるOpenADR通信プロトコル^[1]を実装している。

系統側の通信遅延はある程度管理が可能であろう。しかし、需要家側のインターネット通信は遅延が不確実であり影響が大きい。そこで、ここでは、Dummysnet通信トラフィックエミュレータにより、RTT通信遅延およびIPパケットロスを確率的に発生させている。

オフィスビルではファイアーウォールなどで、外部から通信接続させない場合が少なくない。そこで、現実的にはFastADRアグリゲーション通信は、需要家ビル側のクライアントからリソースアグリゲータのサーバに接続することになるであろう。この方式では、最悪、定期読み出し周期分という大きなFastADR情報伝達が遅延することになる。一般に定期読み出し周期は数十秒から1分程度必要であろう。その場合、何百棟もの各ビルのERC (Energy Resource Controller) 制御装置とFastADRアグリゲーション手続き通信を完了す

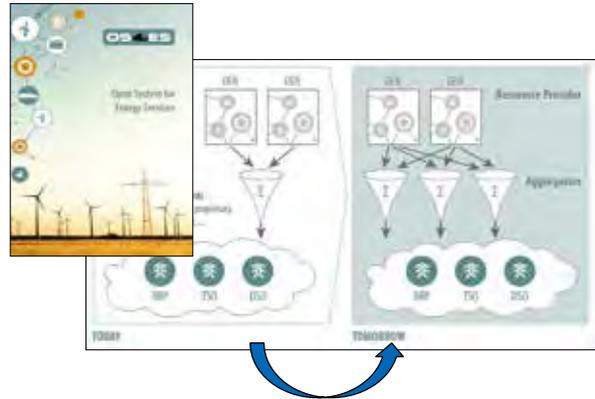


図9 OS4ESの需要家側アグリゲーション；需要家リソースの動的集約の概念図

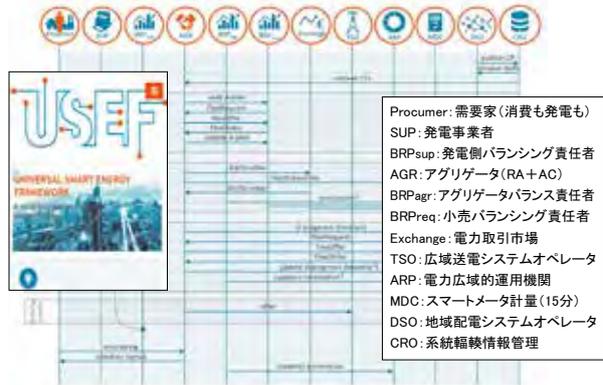


図10 USEFの系統側アグリゲーション；各機関手続きシーケンス概念図

るまでに、分オーダーの時間が必要となろう。何十社のリソースアグリゲータ、何百棟の需要家ごとERC、何千台程度という規模となると、この手続き通信遅延が鍵となるであろう。

図8に電力系統需給シミュレーションの結果を示す。この例では6,500台のビルマルチ空調機のFastADRアグリゲーション通信時間および電力抑制応答時間を評価した結果、電気学会AGC30システムにおけるEDC担当火力発電機の1台とほぼ同等のステップ応動時間が得られた。しかし、現実の社会実装のためには、系統側の多数の関係機関との各種手続き通信時間が必要となる。今後の大量高速DRアグリゲーションビジネス通信手順の標準化と合せて評価していく必要がある。

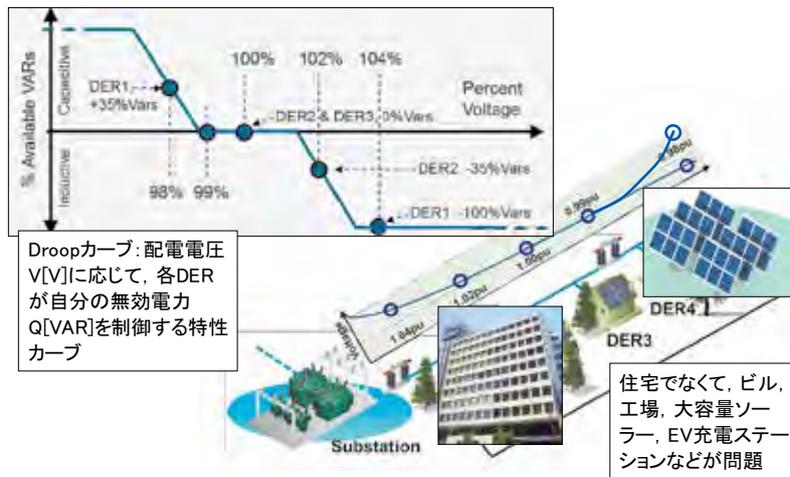


図11 配電系統へのDER集中連系と無効電力DRアグリゲーションによる配電電圧制御

5. DRアグリゲーションの標準化

5.1 欧州のDRアグリゲーション標準化

近年の電力システム改革に伴い、大量高速DRアグリゲーションにむけた標準化は、世界各国で活発に推進されている。

図9および図10に、欧州におけるDRアグリゲーション標準化の概念図を示す。その内の一つ、OS4ES (Open System for Energy Services) は、需要家DER側に近い下位層のリソースアグリゲーションにおける標準化活動である^[7]。欧州委員会から資金提供を受けたFP7共同プロジェクトは、この目的のために2014年7月1日に開始され、3年間実施され完了したとされている。

図9に示すように、OS4ESプロジェクトでは、需要家DERリソース群と系統側各機関の動的な連携を可能にする革新的なオープンサービスシステムを提案している。そのシステムでは時々刻々のDER群情報を分散レジストリ持たせ、数百万台規模の各リソースを大量高速にアグリゲーションする仕組みを提案している。

もう一方の欧州アグリゲーション標準化は、電力系統側に近い上位層のアグリゲーションコーディネータに関するUSEF (Universal Smart Energy Framework) という標準化プロジェクトである^[8]。USEFは、複数のリソースアグリゲータが集積したDRを統合して、系統側関係機関との調整の上、ネガワット商品として電力市場に入札、DR実行中の監視、費用精算などの手続き通信を標

準化するものである。

図10にUSEFのアグリゲーション手続き通信シーケンス概念図を示す。その先進的な特徴としては、需要家の各DERが複数のリソースアグリゲータからの別々のDR要求を積重ねて柔軟に同時実行するというFlexibility Stacking、また、系統側各機関が連携することによりDRアグリゲーションを電力商品として価値を生み出すValue Chainingというコンセプトである。

このように、欧州規格にありがちな理念先行の感が無くはないが、最先端ICT技術を積極的に使って未来を切り開く姿勢は評価に値する。

5.2 米国のDRアグリゲーション標準化

一方、米国、特にカリフォルニア州では、図11に示すような、EV充電ステーション群、太陽光などDER群の集中連系問題が急浮上している。実用的な対策として急ピッチでDER遠隔管理制御の標準規格を整備しようとしているとのこと。

米国では目の前の配電系統レベルDER管理へ集中していると思われる。将来、DER群による配電系統への影響が懸念され中、FastADRアグリゲーションも大量かつ局所的となると、系統に影響、あるいは支援できるかもしれない。

系統連系において、図12に示すように需要家DERの無効電力をリアルタイム制御することで、配電系統の電圧維持を助けるという技術が登場してきた。各DERの系統連系インバータが、図11に示すようなDroopカーブを参照して無効電力を精

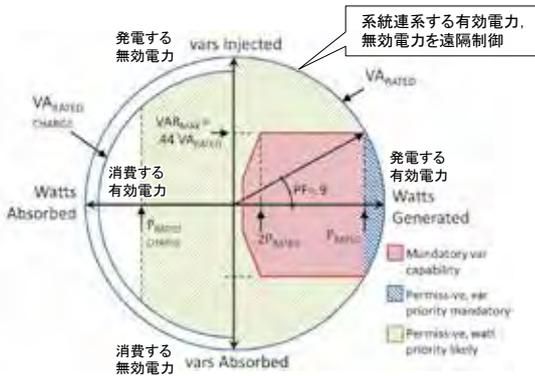


図12 配電系統におけるDRアグリゲーション制御システムDERMS

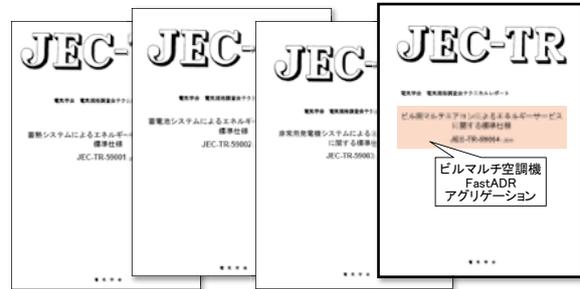


図13 需要家機器別のDR制御に関する電気学会標準仕様

密に制御するシステムである。

Droopカーブとは各DERが連系されている個所の配電電圧 $V[V]$ に応じて、自分の無効電力 $Q[VAR]$ を制御する特性カーブである。この方式によりEPRI(米国電力中央研究所)のDER管理システム(DERMS: Distributed Energy Management Systems)制御方法^[9]が提案されている。

また、EPRIの“Smart Inverter Common Function for DER Group Management”という共通機能定義標準化文書^[10]が提案されており、そのSmart Inverter制御に特化した応用層通信プロトコルとしてSmart Inverter制御通信のEEE2030.5規格^[11]が、IEEEから制定されている。

その後、このIEEE2030.5通信と同等の機能をはたすことができるOpenADR for Distributed Energy Resources (DER) という応用層通信プロトコル^[12]も提案されている。OpenADRは従来のDR専用通信プロトコルであるが、ここに来てSmart Inverter制御に対応するニーズに応えるために機能拡張したものと言える。

5.3 日本のDRアグリゲーション標準化

電気学会・産業応用部門の専門委員会であるSGTEC委員会では、需要家DER制御の標準化をめざし、JEC電気学会規格テクニカルレポートを順次制定してきた。電気学会スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース技術調査専門委員会(通称SGTEC委員会)である。

図13に示すように、ビルマルチ空調機もこのテクニカルレポートシリーズに取り入れられた(JEC-TR-59004)^[13]。他に、蓄熱システム(JEC-

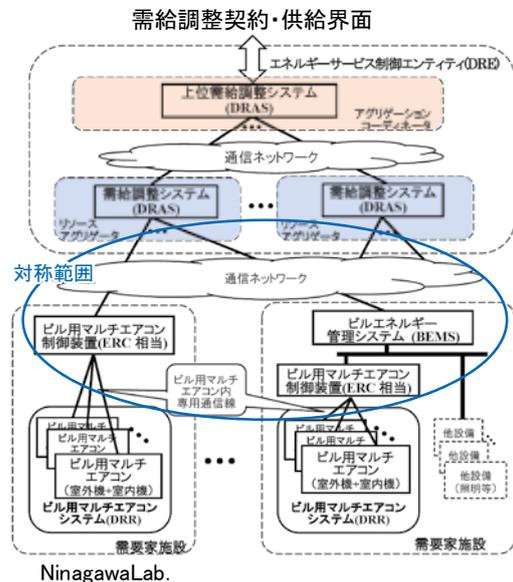


図14 電気学会標準仕様におけるDRアグリゲーションのシステム構成

TR-59001)、蓄電池システム(JEC-TR-59002)、非常用発電機(JEC-TR-59003)がある。これらは、「エネルギーサービス」と謳っているが、これまでの表現からいえば需要家のDRRをDRとして活かす制御仕様の標準化をめざした技術レポートである。

系統側からアグリゲータを経て需要家側に至るまでの全体システム構成は、図14に示すように、階層化されてDRアグリゲーションされるという構想である。図14に全体システム構成図を示すように、系統側のアグリゲータを「アグリゲーションコーディネータ」と呼び最上位の親サービスプロバイダとなる。また、需要家側の各DERリソースからDRを集約する子サービスプロバイダは「リソースアグリゲータ」と呼ばれる。

中でも、本稿の前半で取り上げたビルマルチ空調機FastADRアグリゲーションは、JEC-TR-59004において空調を維持しつつアグリゲーションの確実性を増すため、浅く短いFastADRをローテーションさせて、100台、1000台と大量高速にアグリゲーションさせる戦略を示している。

6. おわりに

本稿では、ビルマルチ空調機の高速DR (FastADR) を数千台規模までアグリゲーションしてバーチャルパワープラントシステムとして機能させる可能性について述べた。現時点では、専門家の間でも、一台一台の空調機のFastADR応答は不確実であり、バーチャルパワープラントとして確実かつ高速に機能させるのは非現実的と言われている。

20世紀末にはインターネットで世界中のコンピュータが接続され、数秒で膨大なデータがどこにでも伝送可能となった。このようなシステムは1980年頃においては非現実的とは思われたらう。

このように、ICT技術の進歩は10年位で想像もできなかった技術革新をもたらすといえよう。だから、2030年あるいは2040年ころのICT技術によれば、数千台のビルマルチ空調機を1、2分でFastADRアグリゲーションするという私の夢は現実に近づくことを願っている。

参考文献

- [1] 蜷川忠三：「OpenADRによるデマンドレスポンス通信」, 森北出版, 2020年
- [2] 蜷川忠三：「仮想発電所システムの構築技術」, オーム社, 2019年
- [3] 鈴木啓太, 蜷川忠三, 森川純次, 稲葉隆, 近藤成治：「実機計測に基づくビルマルチ空調設備群DR過渡応答大量アグリゲーション均し効果の推定」, 電気学会論文誌B, Vol.138, pp.582-590, 2018年
- [4] Y. Aoki, C. Ninagawa, et al., "Averaging Effect Model on Aggregation Margin of Fast Demand Responses of Building Multi-type Air-conditioners", IEEE International Conference on Industrial Technology, ICIT2019, pp.1274-1279, Melbourne, Australia, 2019)
- [5] 衣笠仁, 蜷川忠三：「大規模ビルマルチ空調設備群の高速デマンドレスポンス集積によるバーチャルパワープラントの可能性」, 電気設備学会誌, Vol.39, No.4,

2019年

- [6] 電気学会：「電力需給・周波数シミュレーションの標準解析モデル」, 技術報告第1386号, 2016年
- [7] OS4ES, "Requirement Specification for an OS4ES", <http://www.os4es.eu/>
- [8] USEF, "White Paper: Flexibility Value Stacking", <http://www.usef.energy/>
- [9] EPRI, "Distributed Energy Resources Management Systems Reference Control Methods", EPRI Doc. No. 3002014467, 2018.
- [10] EPRI, "Common Functions for Smart Inverters 4th Edition", Document No.3002008217, 2016.
- [11] IEEE Communications Society, "IEEE Standard for Smart Energy Profile", IEEE2030.5, 2018
- [12] OpenADR Alliance, "OpenADR 2.0b Profile Specification, Distributed Energy Resource (DER)", Document No. 20190201-2, 2019.
- [13] 電気学会電気規格調査会テクニカルレポート：「ビル用マルチエアコンによるエネルギーサービスに関する標準仕様」, JEC-TR-59004,2019年

配管耐震支持材検討ソフトの開発

1 はじめに

将来の労働力不足への対応や豊かな生活の実現を目指した働き方改革が政策として推進され、当社も取り組んでいる。当社では特に設計・施工業務の効率化が重要である。技術研究開発部は空調管統括部と協力し、業務効率化を目的とした「配管耐震支持材検討ソフト」（以下、検討ソフト）を開発し、2020年6月から社内に公開した。

2 業務効率化のニーズ調査

検討ソフトは、2018年に実施した設計・施工業務効率化のニーズ調査の結果を基に開発することを決定した。この一連の流れを図1に示し、以下に説明する。青文字は検討ソフトに関連した内容である。

2.1 アンケート調査

ニーズ調査は、空調管部門のほぼ全員の170名を対象にアンケートで実施した。

アンケートの内容は、業務効率化に寄与する31項目の5段階評価（1が効果低く、5が効果高い）と自由記述欄へのその他の要望等の記入である。

5段階評価を行う項目は、2017年の空調管部門の階層別教育の上級技術者教育KL-3で得られた項目とその他の情報収集で得られた項目から抽出した。

2.2 アンケート結果分析

アンケートの回答者数は123名で回答率は72%であった。5段階評価の結果を点数化し、高得点となった項目を表1に示す。

2.3 概略方針の決定

表1の結果より、効率化の概略方針の一つとして、2位に関連した「機器・配管等の耐震検討の業務効率向上」を設定した。この段階では効率化策をソフト提供に限定せずに開発方針を検討する予定であった。

なお、1位と5位は、空調管部門で計画していたタブレットとアプリの導入で対応できるため対象外とした。一方、3位、6位に関連し、「ダクト風量の適正化の業務効率向上」を概略方針に設定した。これは現在、空調管部門と研究中である。4位は難易度が高く、検討を先送りした。

2.4 ヒアリング調査

効率化の概略方針から具体的な実施方針を定め

る目的で、2018年11月のKL-3において受講者にヒアリングを行った。その結果を表2に示す。

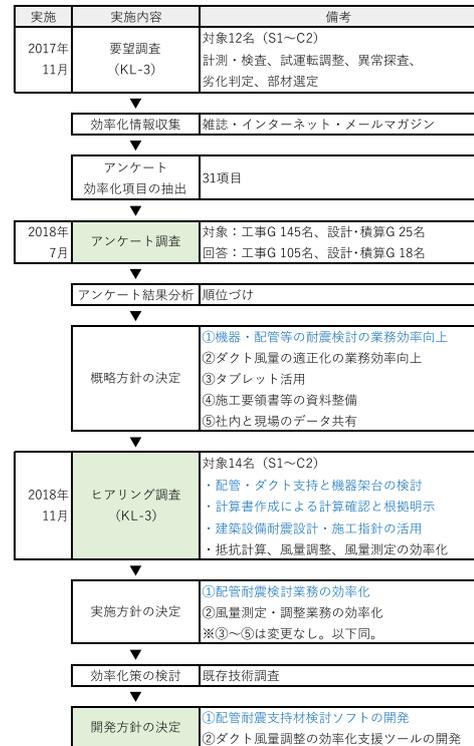


図1 業務効率化ニーズ調査の流れ

表1 アンケートの高得点項目

順位	項目	点数
1	風量計測結果の検査報告書への転記ソフト	320
2	耐震固定・支持材・鋼材の選定ソフト	318
3	CAD図面を用いたダクト系シミュレーション	254
4	足場不要な高所の測定機器	225
5	小型データロガー計測の報告書作成ソフト	222
6	ダクト風量バランス調整マニュアル	217

表2 ヒアリング調査による確認結果

1) 検討機会が多い耐震検討業務
・配管およびダクトの支持
・機器架台
2) 参考とすることが多い書籍
・(一財)日本建築センター「建築設備耐震設計・施工指針」
・(一社)公共建築協会「公共建築工事標準仕様書(機械設備工事編)」
3) 効率化の要望が多い内容
・計算書作成による「計算の確認・根拠の明示」

2.5 実施方針の決定

耐震検討業務効率化の対象は、ヒアリング結果と検討方法の汎用性を勘案し、まずは配管とした。

2.6 効率化策の検討

配管の耐震支持材を検討する既存ソフトを調査した結果、空調管部門で参考とされる指針等に準じた計算法かつ計算書作成の両方を満足するソフ

技術研究開発部
研究開発グループ
／中井 一夫



トは確認できなかった。

これより、ソフト開発が効率化に寄与すると考え、指針等の手順で計算書出力可能な配管耐震支持材検討ソフトの開発を行うこととした。

3 検討ソフトの開発方針

検討ソフトの開発方針を表3に示す。支持材検討手法は、構造力学が不得手な設備技術者でも理解しやすく、計算過程の解説も記された日本建築センターの「建築設備耐震設計・施工指針」^[1]（以下、センター指針）を参照した。

開発後の検討ソフトの活用により、期待できる効果を表4に示す。

表3 検討ソフトの開発方針

- 1) 支持材選定の経験が少ない技術者向け
- 2) 日本建築センターの指針に準拠
- 3) ソフト利用者が使い慣れている Microsoft® Excel® で開発
- 4) 計算根拠の明確化、計算書の作成に対応
- 5) 横引き配管用のソフトを作成

※Microsoft Excel は米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。

表4 検討ソフト活用による期待効果

- 1) 耐震支持材検討業務における時間の短縮
- 2) 支持材選定根拠の明確化
- 3) 選定ミスの低減
- 4) 担当者による選定レベルの均質化

4 センター指針の支持材選定方法

4.1 耐震支持の方法

配管の耐震支持は、配管重量（自重）および地震力の作用による配管の破損・落下等を防止する。センター指針で検討できる耐震支持の方法を図2に示す。

耐震支持材は、十分な強度を有する鋼材（接合ボルトや溶接で加工）と躯体取付アンカーボルト（以下、アンカー）の2種類の部材で構成する。

4.2 部材の選定方法

部材選定は「選定表」を用いる。選定表は、各種条件に対する強度計算を予め行い、支持部材の選定結果の一例をまとめた一覧表である。したがって、条件さえ決定すれば、強度計算を行うことなく部材を容易に選定できる。

横引き配管用の選定表を利用する際に必要な条件を表5に示す。選定表は、耐震支持の種類（SA

種とA種）に対し、図2のNo.1～8の耐震支持方法ごとにまとめられ、計16パターンがある。

それぞれの選定表の内容は、表5の3)～5)に応じた鋼材の形状とサイズ、アンカーの種類とサイズである。

なお、耐震支持の種類は、建物・設備の耐震クラス（設計条件として与えられる耐震レベル）や支持材の設置階によって決まる。

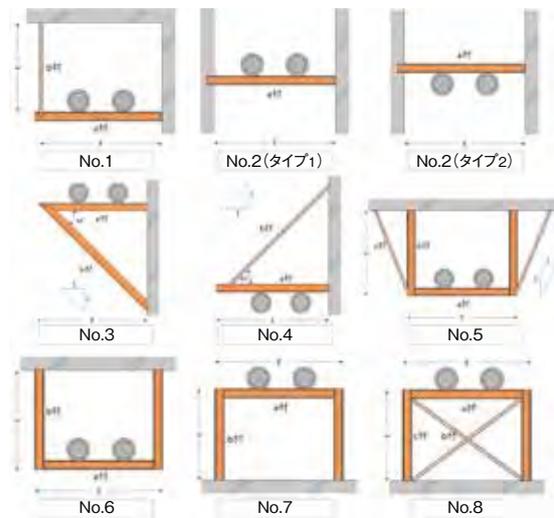


図2 選定表で扱う耐震支持の方法

表5 選定表の利用に必要な条件

- 1) 耐震支持の種類（SA種、A種）
- 2) 耐震支持の方法
- 3) 配管重量（＝配管単位長さ重量×耐震支持間隔）
- 4) 支持材の寸法
- 5) 躯体取付位置（柱／壁、スラブ／はり）

4.3 選定表による耐震検討業務の課題

選定表を用いる部材選定は容易であるが、選定した部材強度が十分である根拠を示す計算書が必要な場合、経験が少ない担当者は計算書作成に多くの時間を費やす。また、選定が容易であっても量が多いと検討時間も長くなる。

これらの業務時間の削減が課題であり、これを解決できる検討ソフトは有益である。

5 ソフトの作成

5.1 処理の流れ

検討ソフトの処理フローを図3に示す。まず、センター指針の部材選定手順に則り、必要な条件を入力した後、選定表データを参照して鋼材とア

ンカーのサイズ等を決定する。次に、計算書を出力するため、選定した鋼材、アンカーの強度検定を行い、自重および地震力が各部材に作用する力よりも部材の許容力が大きいことを示す。

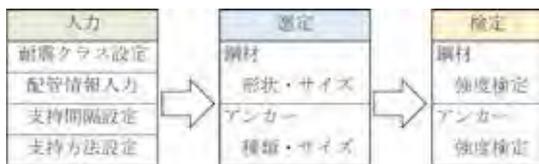


図3 検討ソフトの処理フロー

5.2 検討ソフトの構成

横引き配管用の検討ソフトのシート構成を表6に示す。計算シートである「横引き配管」シートでは、条件入力、部材選定、強度検定、計算書印刷の全ての処理を行う。他のシートは中間処理用、参照用データベース、選定表等である。

横引き配管用ソフトの計算シートの一部を図4に示す。入力必須の項目は、青色セル(リスト選択)と黄色セル(直接入力)であり、緑色セルは必要に応じて入力する任意項目である。

表6 検討ソフトのシート構成

シート名称	内 容
ソフト説明	ソフトの概要、構成、計算シートの基本操作方法などを説明
横引き配管	【計算シート】支持材選定のメインとなる計算シート
選定一覧	保存した複数の検討ケースの支持部材（鋼材、アンカー）の選定結果の一覧を表示
設置階	建物階数と検討対象階から「上層階」「中間階」の種別を判定（入力支援用）
配管重量計算	計算シートに入力した配管条件から配管、内容物、保温筒、ラッキングの質量合計を計算
配管/保温筒/ラッキングDB	各種配管・保温筒・ラッキング材のデータベース
鋼材許容力表	各種鋼材のサイズ毎の寸法、断面積、断面二次モーメント、断面二次半径、断面係数、長期許容二次モーメント、長期許容力のデータベース
付表211～218 付表221～228 ※全16シート	【選定表】配管重量とサポート幅、吊長さ等により決まる耐震支持材の形状・サイズ、躯体取付アンカー種類・サイズの対応表（A種、SA種）
荷重計算式	各種耐震支持方法の強度検定のための荷重計算式、検定計算式、計算値のリスト

【備考】 網掛けのシートはソフト内では非表示

5.3 機能・特徴

検討ソフトの主な機能を表7に示す。表中の4)～8)の項目は、開発段階において空調管統括部より出された要望に対応した機能である。



図4 検討ソフトの計算シート（一部）

表7 検討ソフトの主な機能

- 1) 入力支援
 - ・入力項目の判別（必須項目、リスト選択／直接数値入力）
 - ・入力内容の説明（コメント機能、備考欄）
 - ・入力ミスの警告
- 2) 計算根拠の明確化
 - ・参照するセンター指針のページや図表の表示
 - ・計算式の表示
- 3) 計算書の作成
- 4) 検討結果の保存・再読込・削除
- 5) 不要な項目の非表示
- 6) 複数の検討結果の連続印刷
- 7) 複数の選定結果の一覧表示
- 8) 設定済み関数等の変更防止（ブック保護・シート保護）

6 空調管部門への展開

6.1 検討ソフトの試用

2019年10月に横引き配管用ソフトのテスト版を空調管部門担当者に配布し、試用および簡単なアンケートを依頼した。回答者数は26名であり集計結果を図5に示す。

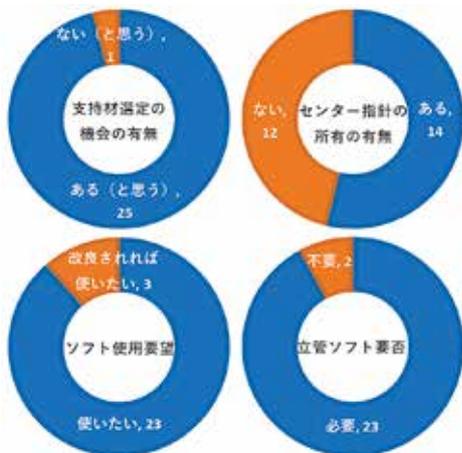


図5 ソフト試用時のアンケートの結果

支持材選定機会の有無の問いは、2018年11月のヒアリングにおけるニーズの再確認の目的であったが、機会のある担当者が多いと確認できた。センター指針の書籍の所有割合は半数程度であり、支持材選定方法の理解を深めるためには準備する必要がある。

ソフト使用要望では、改良を条件とする回答もあったが、「使いたい」との評価が多く、今後の活用が期待できる。

立管ソフト要否は、立て配管用ソフトの作成要否の判断のための問いであったが、必要とする回答が多かったため追加して開発することとした。

6.2 検討ソフトの改良

試用時のアンケートで検討ソフトの改良要望を集約した結果、入力のわかりやすさ向上、入力の簡易化に対する要望が多かった。これに対応するため、検討ソフトを改良した。

例えば、入力項目を説明するコメントの増加やコメント記載内容の見直しを行った。

また、実物件で条件が該当しにくい「共吊り支持材の設置間隔を緩和する」条件や「アンカー打設部の端部からの距離が短い」条件などの入力必須項目を任意項目へ変更し、入力必須項目数を削減した。

6.3 説明動画の作成

検討ソフトの取り扱い方法は、検討ソフト内の「ソフト説明」シートに記載した。しかし、ソフト公開後に空調管部門より、ソフト取り扱い方法を解説する動画の作成依頼があった。

この対応として、検討ソフトおよびセンター指針の支持材検討手順の説明動画を作成した。この説明動画は、今後の社内教育の教材としての利用も考えている。

7 おわりに

空調管部門の配管支持材検討業務の効率化に寄与する横引き配管と立て配管の支持材選定ソフトを開発した。

これらが担当者の業務時短に寄与する程度は小さいが、このような効率化の積み重ねが重要と考える。また、部材選定ミスの抑制には効果が大きいと考えている。

今後は利用状況の把握、改良要望への対応などのフォローを継続する。

また、2020年度は内線統括部と協力して、ケーブルラックの支持材検討に対応できるよう開発した検討ソフトの改良も進めている。

謝辞

業務効率化のニーズ調査からソフト開発まで空調管統括部をはじめ、空調管部門の皆様から多大なご協力を頂きました。記して謝意を表します。

【参考文献】

[1]一般財団法人日本建築センター：「建築設備耐震設計・施工指針 2014年版」

オンサイトEL測定を用いた太陽電池モジュールの劣化による出力低下量推定手法の開発

1 はじめに

現在当社では、オンサイトEL^{*1}測定技術を用いて2015年に開発し、2017年にドローンによるオンサイトEL測定事業を開始した。EL測定の最大のメリットは、熱画像測定での検出が難しい太陽電池の不具合「PID^{*2}現象」を検出できることである。しかし現状のEL測定では、PID現象の有無やその発生箇所は分かるものの、PID現象による出力低下量を定量的に算出する手法が確立されていない。そのため出力低下量がメーカーの無償交換保証に該当しているかの判断に活用できなかった。また、出力低下量を定量的に判断できれば、不具合による発電所全体の出力低下を計算できるため、依頼主に不具合の改修要否の提案が可能となりEL測定の付加価値向上に繋がる。

そこで、PID現象が発生した太陽電池モジュール(以下、モジュール)の出力低下量を推定する手法を開発した。

※1：Electroluminescence（電界発光）

※2：Potential Induced Degradation（電圧誘起劣化）

2 PID現象とEL測定の課題

PID現象は、モジュールのフレームと太陽電池セル(以下、セル)の電位差による漏れ電流が引き起こす劣化現象である。PID現象は、以下の条件で発生しやすいとされている。

- ・システム電圧が高い（1000V以上）。
- ・モジュールの設置環境が高温多湿である。
- ・2013年以前に製造された海外メーカーの太陽電池を使用している。

EL画像においてPID現象が発生したモジュールは、図1のように部分的に暗く映る。このPID現象は、太陽光発電所の保守・点検で一般的に行われている熱画像測定では検出が難しい。図2にPIDモジュールの熱画像とEL画像をドローンにより上空から測定した例を示す。熱画像測定ではPIDセルの場所が発熱するとは限らないため、熱画像測定で確実に検出するのは難しい。これに対しEL測定は、セルの明暗で比較的容易にPID現象を検出できる。

PID現象は劣化の進展が速く、当社の測定では

設置5年目で出力低下量が40%を越えるモジュールを発見した事例もある。更にPID現象は発電所全体に発現する可能性があるため、発電事業者の事業収支に大きな影響を与える。このため、PID現象による出力低下量を定量的に算出できることが望ましい。しかしながら、PID現象が進行したセル(以下、PIDセル)は数が多いほどモジュールの出力低下量が大きいとされているものの、定量的な算出方法は確立されていない。

このように、EL測定ではPID現象の発生の有無は分かるものの、出力低下量を定量的に求めることが難しい。

3 PIDセルと出力低下量の相関関係

まずPIDの発生状況と出力低下量の関係の概要を把握するため、PIDモジュール82枚(3社)を用意し、EL測定と太陽電池の正確な発電量を測定可能な「ソーラーシミュレータ」による発電量測定を実施した。

モジュール内のセル数に対する目視で判断したPIDセル枚数をPID発生率、定格出力電力に対す

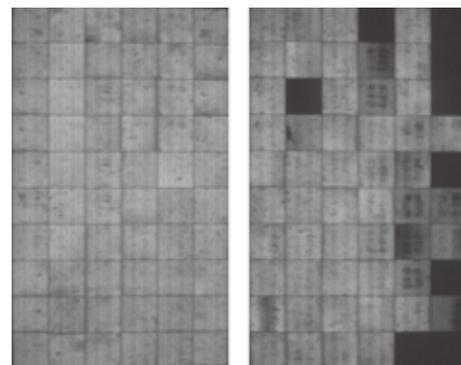


図1 正常・PIDモジュールのEL画像

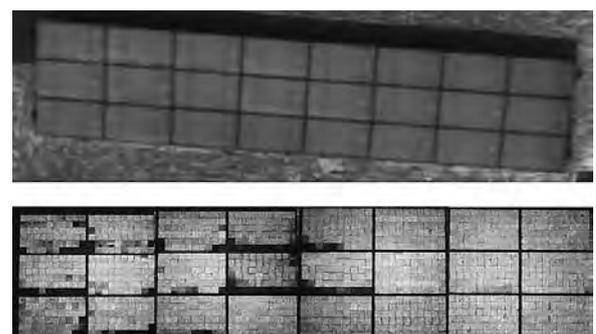


図2 PIDモジュールのEL画像と熱画像

技術研究開発部
研究開発グループ
／青山 泰宏



技術研究開発部
研究開発グループ
／西戸 雄輝



る実発電量を出力低下率と定義し、両者の相関関係を図3に示す。両者には明確な相関関係がある。また、3社とも同様の傾向であり、モジュールメーカーによらずPID発生率から出力低下率を推定できることを確認できた。そこで、PID発生率を算出するために必要なPIDセル数を目視ではなくEL画像の輝度を用いて客観的にかつ定量的に判定する手法を開発した。

また、発電所全体の出力低下量をより正確に求めるには、単にPIDモジュールの出力低下量を積み上げるだけではなく、モジュールのI-V特性を考慮しシミュレーションにより求める必要がある。そこで、PID発生率からPIDモジュールのI-V特性を算出することで、より正確な出力低下量を推定する手法を開発した。

大きい。回路シミュレーションでは R_{sh} の値が 1Ω 以下の小さな値でないとI-V特性に影響を与えない。これらの結果から、輝度50%未満のセルの R_{sh} を 0.1Ω 、輝度50%以上のセルの R_{sh} を平均値の 100Ω とする二値化手法を考案した。

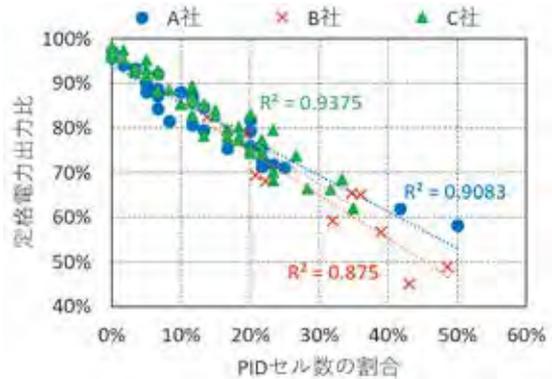


図3 PIDセル数の割合と出力電力比

4 EL発光輝度を用いたPIDセルの判定

図4にPIDモジュールのI-V特性を示す。PID現象によりI-V特性の形状が変化する。この変化を図5に示す太陽電池セルの等価回路で説明すると、並列抵抗 R_{sh} が非常に低い値であることに相当する。そこで個々のPIDセルの R_{sh} を推定し、PIDモジュールのI-V特性を再現することとした。

R_{sh} はセルを遮光した状態でI-V特性を測定すれば算出できる。図6に正常・PIDセルを遮光した際のI-V特性を示す。図中①のような正常なセルは、遮光によりバイパスダイオード^{※3}が動作してI-V特性が変化する。一方、図中②のようなPIDセルは R_{sh} が低下し、短絡状態に近いため遮光してもバイパスダイオードが動作せずI-V特性の変化が小さい。このI-V特性の(a)-(b)間の傾きより、遮光したセルの R_{sh} を求めることができる。

※3：影が掛かった際に電流を迂回させるための保護素子

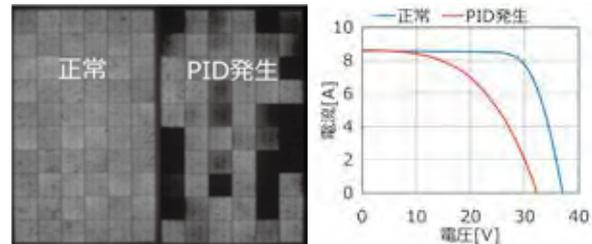


図4 正常・PIDモジュールのEL画像とI-V特性

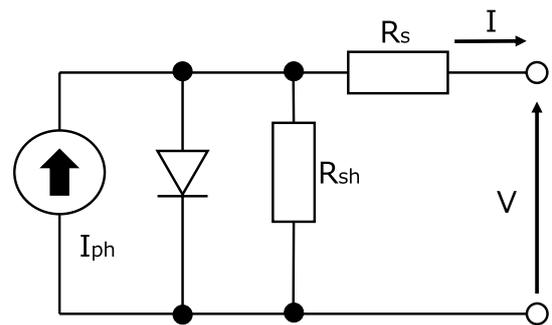


図5 太陽電池セルの等価回路

2枚のPIDモジュールのEL画像を用いて、実際にセル単位の輝度と R_{sh} の関係を求めた結果を図7に示す。輝度は、画像編集用ソフトを用いて求めたセルごとの平均値である。また輝度は、モジュール内で輝度が最も高いセルを基準とした割合で示した。輝度が50%以上では R_{sh} はばらついてはいるが、50%未満のセルの R_{sh} は 1Ω 以下であることが分かる。輝度50%以上の R_{sh} のばらつきが

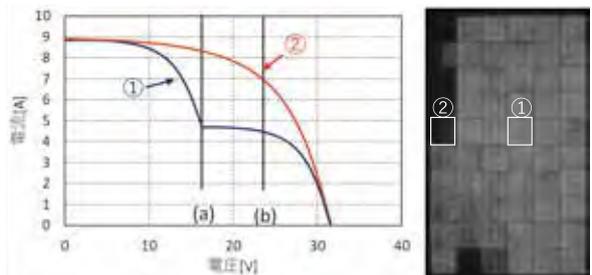


図6 正常・PIDセルを遮光した際のI-V特性

5 二値化を用いたPIDモジュールIV特性推定手法の有効性の確認

二値化を用いたPIDモジュールIV特性推定手法（以下、推定手法）の有効性を確認するため、PIDモジュールのEL画像から推定した各セルのRshを図8に示し、当該PIDモジュールのI-V特性の推定結果を実測値と比較して図9に示す。最大電力とFF（フィル・ファクター：曲性因子）は、実測値159.99Wと0.600に対して推定値162.78Wと0.606であり、誤差率は1.7%である。このPIDモジュールの他、27枚で同様に推定値と実測値を比較した結果、誤差率の単純平均値は+5.9%であり、推定値が実測値より高い傾向を示した。誤差率の単純平均値が10%以下であるため、推定手法として有用であることを確認した。

6 PIDモジュールを正確に評価するためのEL測定方法の改良

推定手法を用いる際には、PIDセル数をEL測定条件や作業者のスキルによらず正確に把握することが必要である。一方、当社でのこれまでのEL測定実績から、EL測定時にモジュールに流す直流電流が大きいと、PIDセルの発光輝度が高くなり、正常セルとの判別がしにくくなる傾向を確認している。具体的な例として、図10に、同一のPIDモジュールに8.0Aと3.0Aの電流を流して撮影したEL画像を示す。8.0AのEL画像はPIDセルが無いように見えるが、3.0AのEL画像は右端の10セルにPIDが発生しているように見える。また、表1に最大電力とFFの実測値と推定値を示す。注入電流3.0AではPIDセル判定枚数が3枚となり、実測値に近い推定結果となった。そこで、EL測定に適する電流値を確認するために、電流別の出力電力推定値と実測値の関係を図11に示し、両者の誤差率を表2に示す。

同表によれば電流3.0Aの誤差率平均値-0.7%、誤差率最大値8.3%であり、8.0Aより実測値に近い。この結果より、EL測定時の電流を3.0Aに選定した。

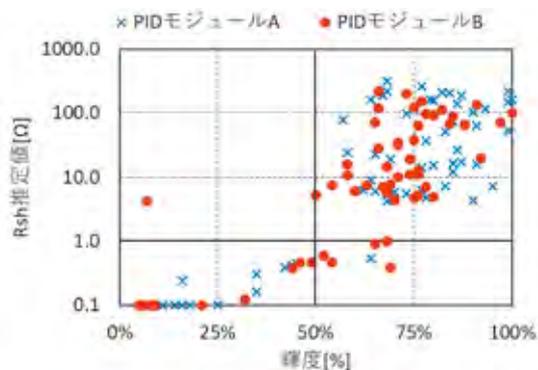


図7 セルの輝度とRshの相関

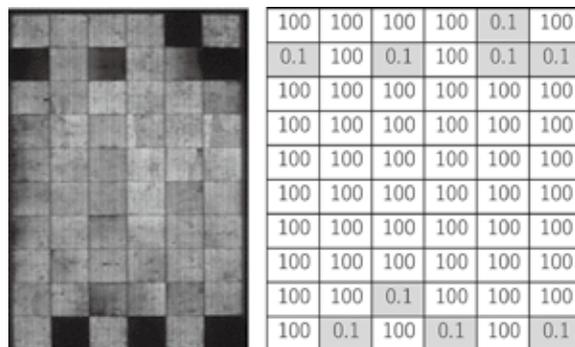


図8 PIDモジュールのEL画像と推定Rsh例

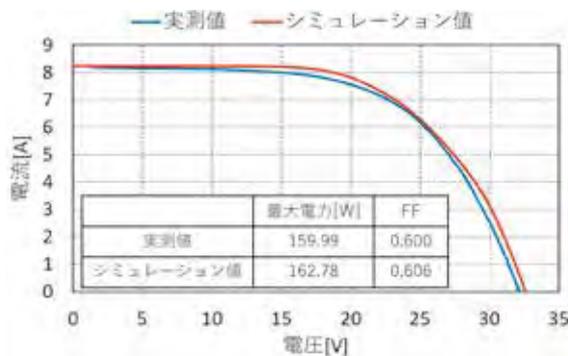


図9 I-V特性の実測値とシミュレーション値

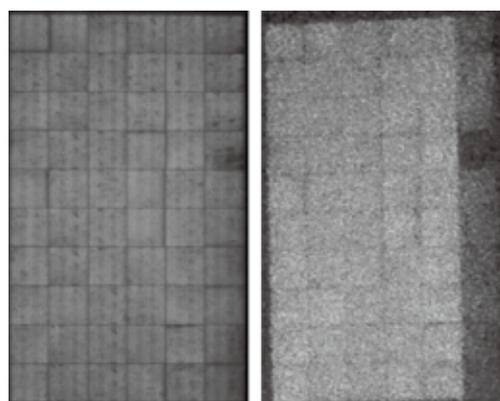


図10 注入電流値が異なる場合のEL画像 (左図：8.0A 右図：3.0A)

7 フィールドテスト

推定手法の精度検証のため、実際にPIDが発生している出力50kWの太陽光発電所における発電所全体の出力低下量推定を実施した。発電所に設置されている遠隔監視装置で実測した発電電力量と、EL測定結果と推定手法を用いて推定した発電電力量を比較した。期間は2019年9月29日から10月1日の3日間である。表3に結果を示す。実測値の536.09kWhに対して、推定値は523.51kWhであり、誤差は-2.3%であるため、実用上十分な精度であると考えている。なお、PIDモジュールが1枚も無い場合の発電電力量の推定値は544.89kWhであった。

このように推定手法を用いることにより、PID現象による年間の逸失発電電力量や、PIDモジュールの交換による回復電力量を算出でき、依頼主のニーズに沿った提案が可能である。

8 おわりに

本稿ではPIDモジュールの出力低下量推定手法の開発について報告した。EL測定の結果得られるEL画像を用いて、PID現象が発生している発電所の電力量を2.3%の誤差で推定することができた。

現在オンサイトEL測定のさらなる省力化・効率化を目標に研究開発を進めている。一つはAIによる不具合箇所の自動診断である。従来セルクラックなどの不具合は目視で判断していたが、AIによる不具合検出基準の明確化と効率化に取り組んでいる。また、このようなPID以外の不具合に対する出力低下量推定手法の開発も進める予定である。

もう一つは、熱画像によるPID現象の兆候検出である。EL測定はPID現象の検出に有効であるが、熱画像測定に比べて高価である。そこで事前に熱画像測定によりPIDの兆候を検出する。これにより、PID現象の進行状況を把握できるEL測定の有効性を、依頼主に提案できると考えている。さらに、今後は地上からの測定のみではなくドローンを用いた空撮や撮影条件を変えるなどしてPIDセルの、熱画像とEL画像の関係性把握を進めていきたい。

表1 注入電流が異なる場合のPIDセル判定枚数と推定値

	実測値	注入電流 8.0A	注入電流 3.0A
PIDセル判定枚数[枚]	-	0	3
最大電力[W]	229.4	237.0	228.9
FF	0.694	0.726	0.691

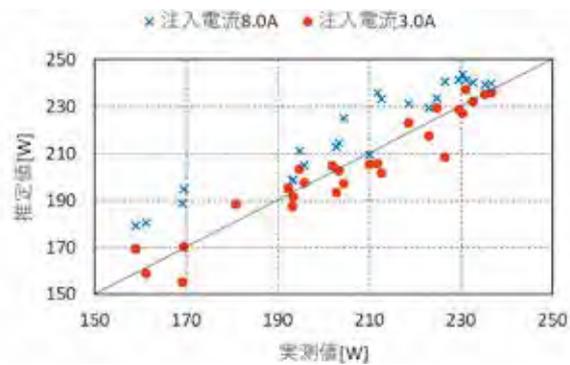


図11 注入電流別のEL画像からの出力電力推定値と実測値

表2 各注入電流における誤差率の平均値と最大値

単純誤差率 [%]	注入電流 8.0A	注入電流 3.0A
平均値	+5.9	-0.7
最大値	14.9	8.3

表3 発電量の実測値と推定値

実測値 [kWh]	536.09
推定値[kWh]	523.51
誤差率[%]	-2.3

小型ボックス活用埋設方式による電線共同溝整備

1 はじめに

東海市横須賀地区は江戸時代の町割など狭隘な道路が残る地域であり、無電柱化の実施には、既設埋設物件の大規模な支障移転や掘削に伴う地域住民への影響が懸念されるなど、多くの課題を抱えていた。当社は中部電力株式会社（現中部電力パワーグリッド株式会社、以下、中電PGという）と東海市の共同研究に基づき、新型電線共同溝の構造検討および電線共同溝本体設計・工事を東海市から受注した。また、中電PGからは受委託工事およびケーブル等の設備工事を受注した。本レポートでは、全国各地から視察に訪れるなど注目度の高い「全国初の車道設置型小型ボックス」整備に挑戦した施工事例について紹介する。

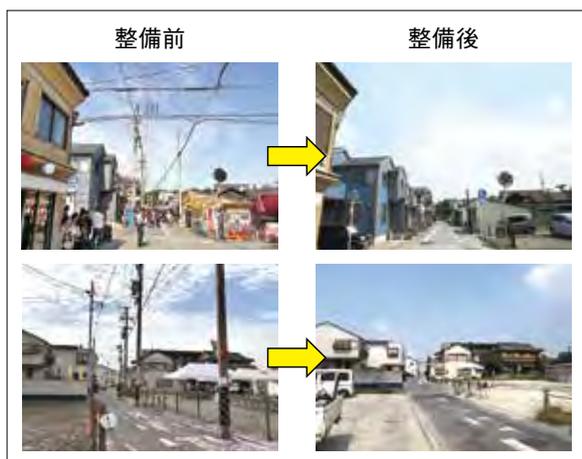


写真1 整備前・整備後の比較



写真2 尾張横須賀まつりの様子



電線共同溝名：横須賀地区電線共同溝
道路延長：350m（I期工事 青実線部）
道路幅員：3.3m～7.4m

図1 整備路線図

2 整備対象路線

横須賀地区は江戸時代、尾張藩の二代藩主・徳川光友公が御殿を築いた古い町割の残る地域である。東海市では以前から横須賀地区において「横須賀文化の香るまちづくり」を進めており、江戸時代より続く地元の「尾張横須賀まつり」において、4輦（地域の所有は5輦）の山車が周辺地域を練り歩く際、山車の上部が上空の架線に接触するため、竹棒により架線を持ち上げながら通過する等、保安上の観点においても、地元からの無電柱化の実施に向けて強い要望のある路線である。

3 新型電線共同溝の検討

3.1 整備に向けた検討状況

新型電線共同溝の検討にあたっては2015年度から道路管理者である東海市、中部地方整備局、名古屋国道事務所および電線共同溝に参画する電線管理者と計40回以上の協議を重ね、構造や設備構成を決定してきた。道路の規格に適合し、かつすべての電線管理者の意見を反映することに苦勞したが、会社構内に模擬設備を製作し、ケーブル布設の作業性検証を行うなど課題解決に取り組んだ結果、道路管理者および電線管理者双方が納得できる構造検討が完了した。



写真3 打合せ、模擬設備見学時の様子

3.2 小型ボックス活用埋設方式の構成

小型ボックス活用埋設方式の構成については【図2】のとりの構成とした。

名称	用途
①小型ボックス部	電力・通信ケーブルの幹線ケーブルおよび引込ケーブルを一括収容する
②通信接続部	電力ケーブル(最下段)および通信ケーブルのクロージャを収容する
③ケーブルさばき部	通信接続部内での通信ケーブルと電力ケーブルの干渉を避けるために、通信接続部に併設する
④接続部	幹線道路(舗装設計交通量が250台/日・方向以上の道路)を横断する箇所に設置する
⑤地上機器部	電力の地上機器を設置する
⑥管路部	幹線道路横断箇所等に敷設する高・低圧電力ケーブルおよび通信ケーブルを収容する

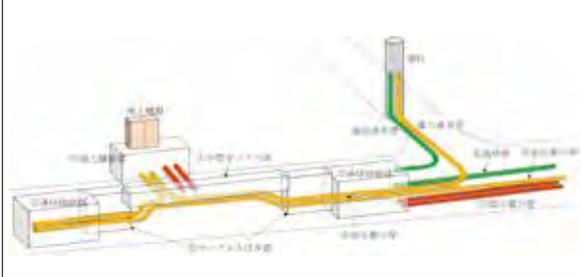


図2 小型ボックス活用埋設方式の構成

4 小型ボックス活用埋設方式構造の検討

4.1 小型ボックス本体構造

ケーブル相互の離隔は、技術基準等において一定条件のもとで緩和されたことから、道路管理者・電線管理者と協議し、離隔確保のための隔壁を不要とするなど、小型ボックスの内空断面を最小化(内空幅W=300mm 内空高さH=400mm)した。また、本路線で採用した小型ボックスについては、国土交通省 道路局 環境安全・防災課制定の「道路の無電柱化低コスト手法導入の手引き(案) Ver.2」に標準サイズとして掲載された。



図3 小型ボックス内の断面イメージ

4.2 小型ボックス蓋構造

活荷重T-25(後輪1輪50kN、衝撃係数0.4)に耐える規格とし、【図4】のとおり地上からの異物落下および公衆保安などの観点から、切り欠き形状のコンクリート製蓋とし、両上凸蓋と両下凸蓋を交互設置する構造とした。また、コンクリート蓋が表層に露出することで、道路景観を損ねる恐れがあったことから、東海市の道路計画に同調し、小型ボックス蓋の表面に本施工対象範囲の舗装材に合わせた色調となるよう化粧加工を施し景観調和を図った。【写真4】

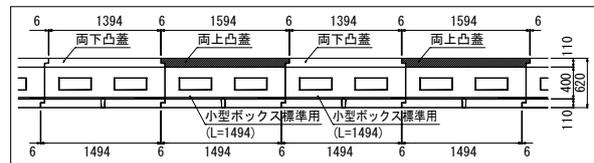


図4 小型ボックス蓋構造

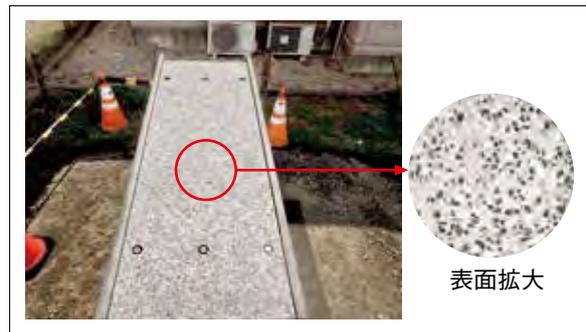


写真4 小型ボックス蓋化粧イメージ

4.3 通信接続部

小型ボックス内を通過する低圧電力ケーブルの通過スペースを確保するため、現行の通信接続部に深さ100mmを加えた仕様を提案した。さらに、低圧電力ケーブルが通信接続部内の通信機器類へ干渉しないよう、小型ボックスと通信接続部との接続箇所にケーブルさばき部を設け、図5のように通信接続部の最下段を通過可能な構造とすることで、通信事業者の承諾を得た。

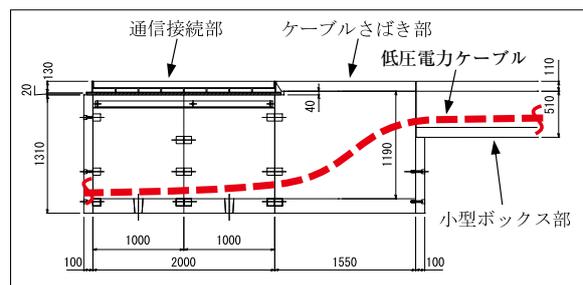


図5 通信接続部内の低圧ケーブル通過状況イメージ図

4.4 電力地上機器部

本路線では歩道がなかったことから、道路管理者・電線管理者と協議のうえ、民有地を活用すること（道路法上の道路区域に含める）で、地上機器（変圧器塔）の設置スペースを確保し、無電柱化の実現に寄与した。



写真5 電力地上機器設置箇所
神社境内 公園

5 工事施工

5.1 電線共同溝本体工事の施工

狭隘な道路であることから工事の実施には通行止めでの交通規制が必須であった。よって、地域住民の日常生活に与える影響を最小限とすべく、狭隘道路の特性を考慮し、小型ボックスの部材を改良するなど、東海市への提案、改良、承認を繰り返し行い、工事工程の短縮に努めた。

(1) 小型ボックス本体

既設地下埋設物は各事業者の図面をもとに想定するものの、実現場では異なることがある。このため、小型ボックス末端部に、長さ調整が行える終点部調整用(L=750mm)と終点部(L=1,500mm)で現場切断可)部材をラインナップに加えることを提案し、施工面の課題解決を図った。

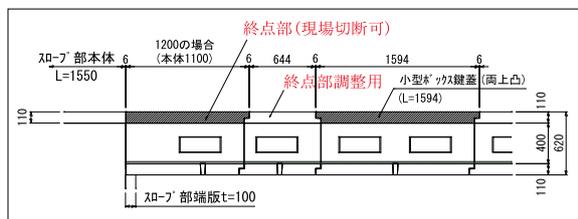


図6 小型ボックス終端部イメージ

(2) 通信接続部

特殊部は重量物であるため、設置については重機での据付が必要となる。ただし、大型になればなるほど狭隘箇所への進入が困難となる可能性があったことから、少しでも重機（ラフタークレーン）の軽量化を図るため、通信接続部本体躯体を2分割する構造を提案し、現場適用を図った。今

後の狭隘路線への適用拡大にも繋がる施工者目線の良い提案であったと考える。

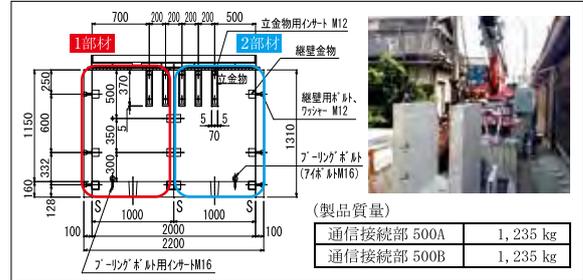


図7 通信接続部設置状況

5.2 引込管（受委託）工事の施工

本路線については、電線共同溝における受委託のルールに沿って小型ボックスから引き出される引込管（お客さまへの供給管路）の工事が、東海市から電線管理者へ委託された。このため、本体工事および受委託工事（通信管以外）を当社が一括して同時施工できたことから工期の短縮を図ることができた。



写真6 同時工事の様子

5.3 ケーブル布設工事

(1) 工事の進め方

各電線管理者（本路線に参画した電線管理者は4社）が日々の小型ボックス蓋の開閉を繰り返すことによる工事の長期化を抑制するため、工区毎【図8】に小型ボックス蓋を道路管理者にて開閉し、すべての電線管理者のケーブル布設が完了まで小型ボックス蓋を開放する工程を提案し、道路管理者および電線管理者の双方から合意を得た。

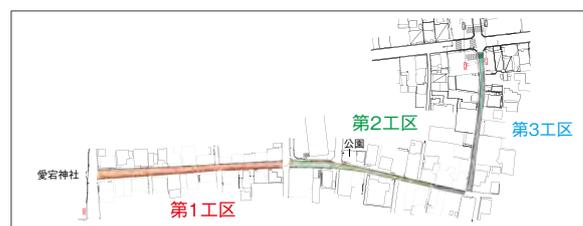


図8 ケーブル布設工事における工区分け



図9 当該現場の概略工程表

(2) ケーブル布設の順序

引込ケーブルについては、小型ボックス両側面方向に引き出すことから、ケーブルの交差による他電線管理者ケーブルへの影響を考慮する必要があったため、すべてのケーブル布設後の収容状態を事前に想定し、布設は重量の重い電力ケーブル、各通信ケーブルの順とし、その上部に引込ケーブルを布設することとした。また、各社の工事予備日を設けることなく全体で日曜・祝日に予備日を設けることで工期の短縮を図った。

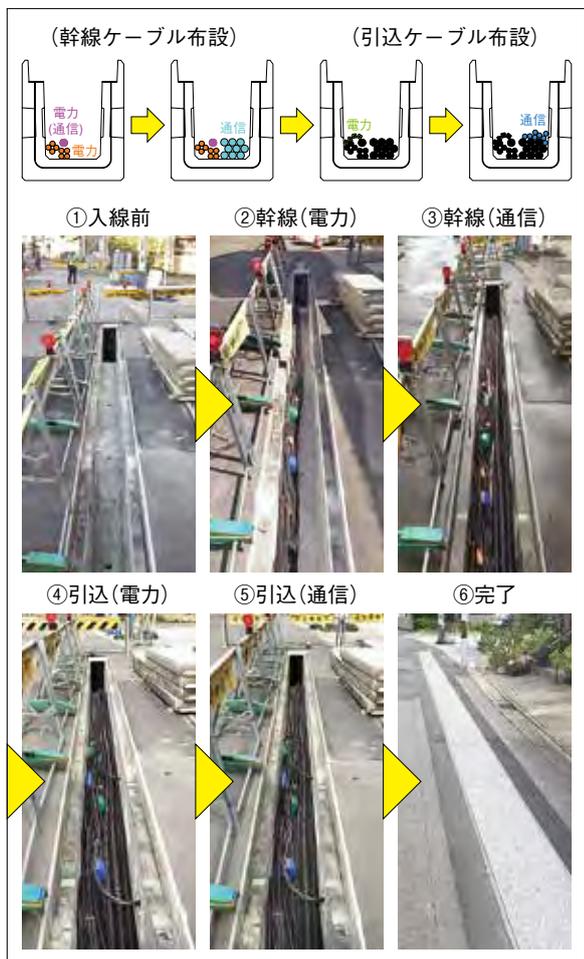


図10 ケーブル布設の流れ

(3) 施工上の工夫点

ケーブル布設時は、毎日車両の乗り入れが必要となる箇所や玄関先などについては、小型ボックス開口中の仮蓋対応を検討した。簡易設置が可能な軽量で作業性が良い対応品として、小型ボックス蓋の内空高さ・内空幅に適合したグレーチング蓋（既製品）を提案し、歩行者の通行スペース確保と作業効率向上の両立を図り、工期短縮を図った。

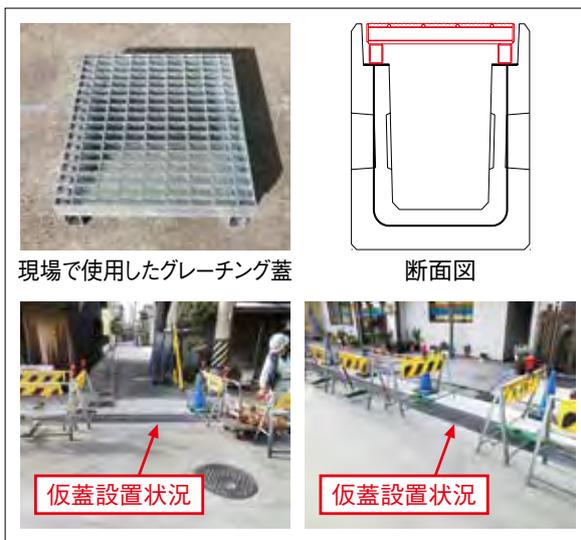


図11 仮蓋検討図

6 おわりに

無電柱化事業は、道路の防災性の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等の観点から整備が進められており、今後、より一層の低コスト化や整備完了までのスピードアップが求められているところである。今回世に送り出した「小型ボックス」は今後のさらなる無電柱化の推進に確実に寄与するものと考えている。



写真7 整備後の写真

ダクト風量測定方法の効率化支援ツールの開発

1 はじめに

空調・換気設備工事では風量測定・調整を実施し、その結果を竣工図書として施主側に提出する必要がある。風量不足やアンバランス状態で引き渡された場合、室内の空調や換気が十分に機能しない恐れがある。空気調和・衛生工学会では換気・空調設備の現場風量測定法*を定めているが、現場ではより簡便な測定手法が求められており、現場風量測定・調整手法には、以下の解決すべき課題がある。

- (1) 実用的精度で安定した測定ができること
- (2) 安価・少人数・短時間で測定・調整ができること

本研究では現場において実用的測定精度を有し、かつ測定者の作業負担を軽減する風量測定・調整手法の確立を目的とする。本報ではまず、現場における風量測定手法の確立を目指し、各種検討した結果を報告する。

*SHASE-S 117 2017

2 実験概要

2.1 使用測定機器概要

写真1と表1に本研究で使用した風速計、風量計の外観と仕様を示す。風速計は①～④の熱線式を4台(3種類)、⑤～⑦のベーン式を3台(3種類)用意した。風量計は、フード式風量計⑧であり、この風量計の値は後述する測定精度の比較の基準とした。



写真1 実験に使用した風速計①～⑦と風量計⑧

2.2 実験設備概要

実験設備は、エアハンドリングユニット（以下、AHU）、ダクト、アネモ型吹出口、ユニバーサル型吹出口で構成される。平面図を図1に示す。ダクトには測定口、ダンパが設置され、AHUの設計風量は1,680m³/hで、インバータで調整できる。

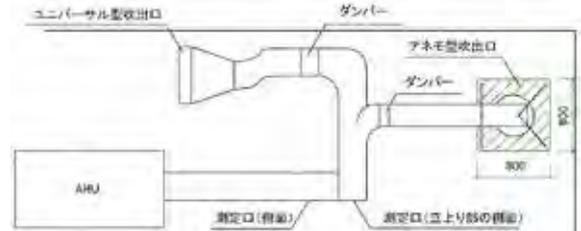


図1 実験装置の平面図

2.3 実試験前の風速計特性の確認

(1) 風速測定値の確認

風速計7台の測定値の差をユニバーサル型吹出口で確認した。なお、風速の値は、同一箇所ですべて3回測定し、その平均値とした。以降の測定データも全て同様である。風速7.0m/s程度の測定において、各風速計の差は最大でも0.3m/s(4.3%)であり、測定値の補正は不要と判断した。

(2) 風向に対するプローブ角度の測定値確認

ダクト測定口で風速計①②⑦の指向性プローブ角度による風速の差を確認した。図2に風速測定結果を示す。通常、風速計では、プローブの目印を風上に向けて測定するが、±15°程度の範囲内であれば、測定値の差が小さいことを確認した。

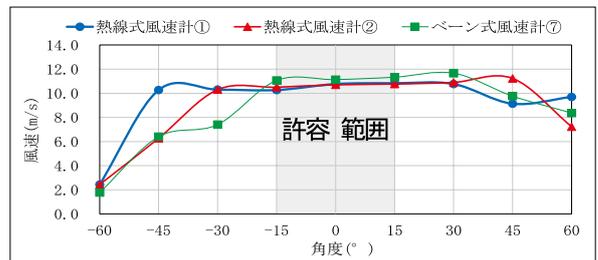


図2 風速計プローブ角度による風速変化と許容範囲

表1 実験に使用した風速計①～⑦と風量計⑧の仕様一覧

番号	①②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
品名	KANOMAX ANEMOMASTER MODEL6004 (熱線式)	testo405i (熱線式)	アリアテクニカ AF101 (熱線式)	testo440 (大型ベーン式)	testo410i (小型ベーン式)	testo416 (ベーン式)	testo420 (フード式)
測定範囲	0.1 ~ 20m/s (20 ~ 3940FPM)	0 ~ 30m/s	0.01 ~ 30m/s	0.1 ~ 15m/s	0.4 ~ 30m/s	0.6 ~ 40m/s	40 ~ 4000m ³ /h
測定精度	±(指示値の0.5%+0.1m/s (+20FPM))	±(0.1m/s+測定値の5%)	±指示値の2%か0.05m/sの大きい方	±(0.1m/s+測定値の1.5%) (0.1 ~ 15m/s)	±(0.2m/s+測定値の2%) (0.4 ~ 20m/s)	±0.2m/s +測定値の1.5%	±3%rdg+12m ³ /h @+22°C, 1013hPa (85 ~ 3500m ³ /h)



3 アネモ型吹出口直下における風速測定結果

アネモ型吹出口直下で風速計①②⑦の風速測定値の差を比較した。風速測定は図3に示す吹出口の中心およびB～Eの各方向から中心までのコーン間3点で行った。また、吹出口のコーンの状態が、「コーン上(吹出気流垂直方向)」、「コーン下(吹出気流水平方向)」の場合で測定した。風速計①②⑦の「コーン上」の風速測定結果を図4に示す。図4より、測定位置によって大きく風速が異なることから、多点測定をする際に測定地点によって多点平均値に差が生じると考えられる。これは「コーン下」でも同様であった。

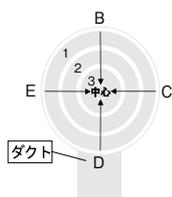


図3 吹出口直下の測定位置

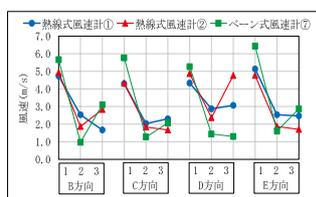


図4 風速測定結果

4 フード利用による風量測定手法の検討

4.1 整流格子の効果確認

図5のフードに整流格子を設置し、整流効果を確認した。整流格子は、図7の格子1～5の他、写真2のネットの格子6 (25mm×25mm)、網戸の格子7 (0.8mm×0.8mm) の7パターンとした。

風速測定位置はフード下端面とし、図8に示すA～Dの5点とした。整流格子は、フード上端から130mmの地点に取り付けた。

図9に示す各点の測定結果より格子6のばらつきが小さかったため、以降の縮小型フードを使用した実験では格子6を用いた。

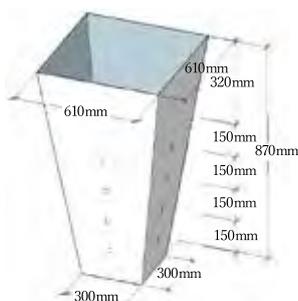


図5 フード式風量計 (縮小型)形状

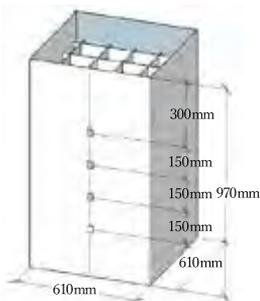


図6 フード式風量計 (四角柱)形状

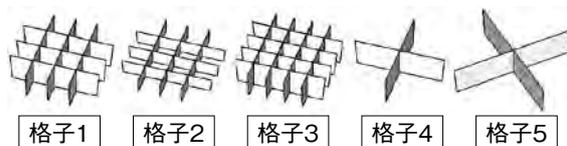


図7 縮小型フードで検討した格子1～5の形状



写真2 縮小型フードで検討した格子6～7の形状

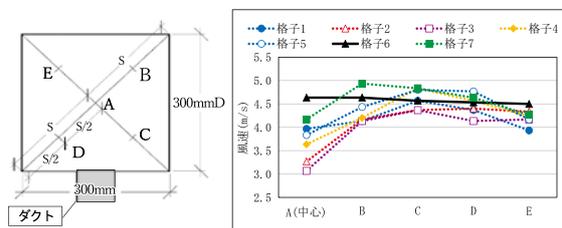


図8 下端測定位置

図9 格子1～7多点測定結果

4.2 四角柱フードの測定結果

図6に示した四角柱フードの上端から150、300、450、600、750、900mm (フード下端)の各測定高さの断面での風速分布を測定した。フード下端以外の断面測定位置a～gを図10に、下端の測定位置A～Iを図11に示す。

図12の左図にはフード内の空気の流れ方向の模式図、右図には150、450、750mm地点でのa～gまでの風速を示す。負の値の風速は上向き風速である。測定高さ150mm～450mmの間では風速・風向が測定位置により異なり、750mm地点とフード下端では風速・風向共に安定した。四角柱フードの上端側では、フード壁近傍の流れは下向きで、フード中心近傍は上向きであった。アネモ型吹出口の吹出気流はフード壁に向かって広がった後、中心に向かって巻き上げるような風向となっていた。このような状況下では風向・風速が定まらず、安定した測定結果を得ることは困難である。

表2にフード下端A～Iの風速計①②⑦の風速と算出風量を示す。フード上端から750mm以上の位置であれば風向は安定するが、表2に示すように四角柱のフードでは断面積が大きくなるため風速自体が小さくなり、測定機器の測定精度も安定しないと考えられる。

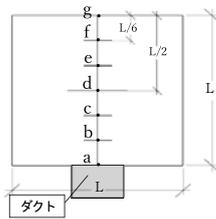


図10 断面測定位置

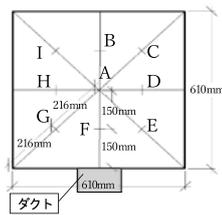


図11 下端測定位置

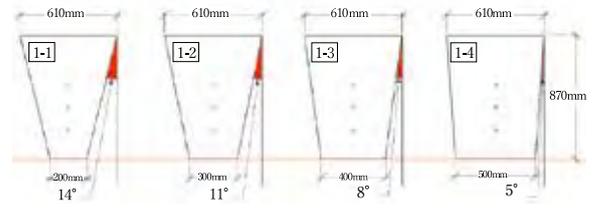


図13 縮小型フードの形状一覧

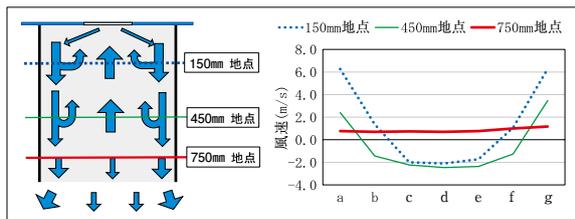


図12 各測定高さの風速測定結果(四角柱フード利用)

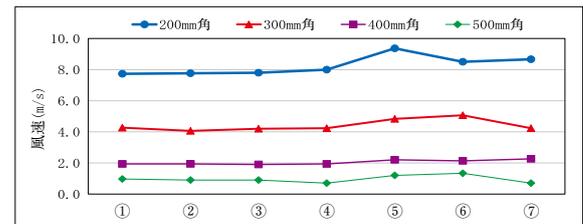


図14 フードごとの下端中心1点の測定結果

表2 下端多点風速・風量算出結果

インバータ運転 (60Hz)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	多点 平均	
①	風速(m/s)	0.5	1.2	1.7	1.3	0.8	1.5	0.6	1.4	0.6	1.1
	風量(m ³ /h)	699.8	1502.8	2232.6	1696.8	1071.6	2009.3	803.7	1875.4	848.4	1418.9
②	風速(m/s)	0.6	1.2	1.5	1.6	0.9	0.8	0.7	1.1	0.7	1.0
	風量(m ³ /h)	759.1	1652.1	1964.7	2088.6	1250.3	1071.6	886.0	1473.5	937.7	1344.5
⑦	風速(m/s)	0.7	1.6	1.8	2.1	1.1	2.0	0.8	1.4	0.9	1.4
	風量(m ³ /h)	937.7	2098.6	2411.2	2768.4	1518.2	2679.1	1071.6	1830.7	1161.0	1830.7
⑧	風量(m ³ /h)										1200.0

4.3 縮小型フードの測定結果

図13に示した縮小型フード(下端寸法:200、300、400、500mm角)の上端から320、470、620、770、870mm(フード下端)の高さでの断面の風速分布を測定した。フード下端以外の断面測定位置は四角柱フードと同じである。図14に、各フード下端中心一点の風速計①~⑦の測定結果を示す。

図14より、風速計①~④の熱線式は、⑤~⑦のベーン式に比べ、機器ごとの測定値のばらつきが小さい。下端の断面積が大きくなる400、500mm角では、風速値も小さくなるため、測定機器の測定精度を維持するためには、下端の一辺が300mm以下の方が良いと考えられる。図15にフード内風向の模式図とフードの各測定高さ断面のa~gの風速を示す。300mm角の風速は770mm地点(下端から100mm)で風向が下向きで安定した。320~470mm地点の中心部は上向きの気流となり、620mm地点での風速は安定していたが、吹出口からの下向きの気流と上向きの気流が衝突し、風向が横向きになり風速が小さくなった。770mm地点とフード下端では、a~gのいずれの地点も下向き気流となった。但し、

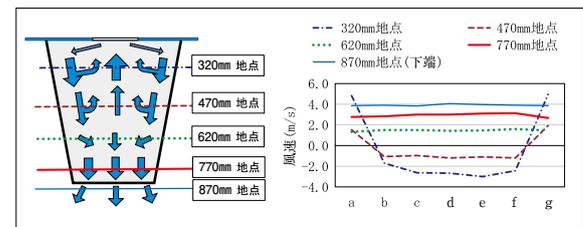


図15 各測定高さの風速測定結果(縮小型300mm角)

フード下端での風速値は、状況によっては周囲の影響も懸念される。

4.4 縮小型+四角柱フードの測定結果

上述の実験から、四角柱、縮小型フードを用いた風速測定の特徴が分かったため、次に図16に示す縮小型と四角柱を組み合わせた形のフードを作製して測定を行った。

風速は、縮小型フード直管部分の測定口1箇所につき14点(図10のd点を直交するように2方向で14点、中心は2回測定)測定した。図17に、各フードの風速から求めた風量の箱ひげ図を示す(フード2-1~2-4は風速計①②⑦、2-5は風速計②が故障の為、風速計①④⑦の測定結果を使用、②と④は測定値に差がないことを確認済)。フード2-1と2-4は多くの測定点が風量計⑧の測定値1,200 m³/hに近く、ばらつきも小さい。縮小部の長さを十分に取ることで、風速も安定した。フード2-1と2-4の比較では、2-4はフードのコンパクト化に適しているため、後述の実建物における測定は2-4を使用した。

熱線式風速計①②の測定値を測定高さ別の箱ひげ図を用いて、2-4の直管部分における測定位置を定めた(図18)。200、300mm地点(下端か

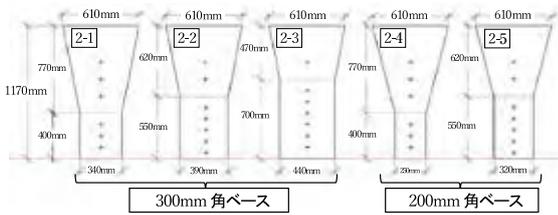


図16 縮小型+四角柱フードの形状一覧

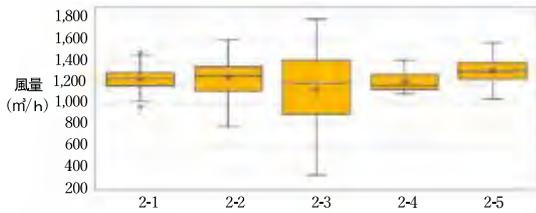


図17 フード別風量測定値

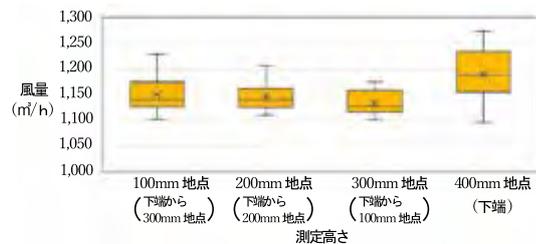


図18 フード2-4 高さ別測定結果

ら200、100mm)は風量の変動幅が小さく安定していたため、実建物での測定は200、300mm地点(下端から200、100mm)で行うこととした。

5 実建物による測定結果

実建物設備における縮小型フード2-4の精度確認は、愛知工業大学内建物の換気装置の吹出口で行った。図19に全熱交換器とダクト経路を示す。アネモ型吹出口は2箇所あり、吹出口の設計風量は1箇所当たり275m³/hである。フード直管部分200、300mm地点(下端から200、100mm)で熱線式風速計①④は、図20のa～e、ベーン式風速計⑤は中心1点で測定を行った。

風速計①④⑤の測定値と算出風量を表3に示す。結果より、200、300mm地点(下端から200、100mm)の算出風量は風量計⑧の測定値と差が生じたが、風速分布が安定しており、風速にも差はなかった。作業効率の面から考えると300mm地点(下端から100mm)で測定を行うことが良いと考えられる。

なお、図1に示した実験設備で改めて同様の測定を行って比較した。その結果を表4に示す。ベ

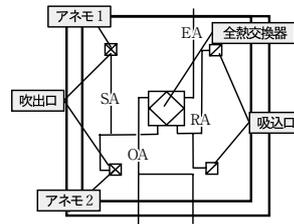


図19 全熱交換器ダクト経路

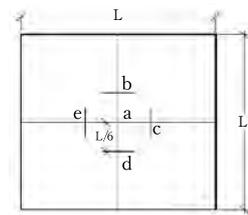


図20 測定位置

表3 アネモ1の測定結果

アネモ1		a	b	c	d	e	多点平均	
200mm地点	① 風速[m/s]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
	風量[m³/h]	322.5	315.0	315.0	307.5	315.0	315.0	
	④ 風速[m/s]	1.4	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	
	風量[m³/h]	315.0	315.0	300.0	315.0	330.0	310.5	
	⑤ 風速[m/s]	1.4						
	風量[m³/h]	307.5						
300mm地点	① 風速[m/s]	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	
	風量[m³/h]	300.0	292.5	315.0	292.5	300.0	297.0	
	④ 風速[m/s]	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
	風量[m³/h]	322.5	322.5	292.5	292.5	300.0	301.5	
	⑤ 風速[m/s]	1.4						
	風量[m³/h]	307.5						
⑧ 風量[m³/h]						260.7		

表4 実験設備における測定結果

旧2号館		a	b	c	d	e	多点平均	
300mm地点	① 風速[m/s]	5.5	5.5	5.4	5.3	5.3	5.4	
	風量[m³/h]	1237.5	1230.0	1207.5	1192.5	1230.0	1224.0	
	④ 風速[m/s]	5.7	5.7	5.5	5.7	5.6	5.6	
	風量[m³/h]	1275.0	1282.5	1245.0	1275.0	1252.5	1264.5	
	⑤ 風速[m/s]	5.9						
	風量[m³/h]	1320.0						
⑧ 風量[m³/h]						1203.7		

ーン式(風速計⑤)は風量計⑧との差が大きくなったため、今回の測定条件では熱線式の採用が良いと考えられる。

以上より2-4のフードを用いて下端から100mmの中心1点を熱線式風速計①④で測定することによって、実用的な精度が期待できると考える。

6 おわりに

前項までの結果より、熱線式風速計による測定箇所1点でも実用的精度で安定した測定が可能なフード形状を設計した。今後は、風量の異なる様々な制気口での検証を行うと共に、測定者の作業負担を軽減する現場風量測定・調整手法の検討をさらに進める。

最後に今回の各種実験・分析には、愛知工業大学工学部建築学科河路研究室に協力して頂いた。深く感謝申し上げます。

なお、上述した研究成果については、空気調和・衛生工学会 中部支部 第21回学術研究発表会(2020年3月18日)に投稿している。

ウェアラブルカメラを利用した現場管理業務の効率化について

1 はじめに

現在、政府の重要政策の一つである「働き方改革」が進められており、建設業界でも「ICT/IoT」や「AI技術」の導入等により業務効率化が求められている。当社においても、これまでiPadや通信機能付照度計の導入等、業務改善に取り組んできたが、業務全体における改善効果は限定的であるため、毎年いくつもの施策を積み重ねて、更なる業務効率化に取り組んでいる。

本稿では今年度実施した業務効率化施策の一つである、ウェアラブルカメラを利用した現場管理業務について紹介する。

2 施工管理の現状と問題点

従来、現場では図面を用いて作業指示を行い、打合せ等で変更が生じた場合は、朱書き修正をして現場への変更を指示してきた。また、デジタルカメラの普及によって、施工写真の印刷が容易になり、是正箇所の指示等が明確になった。更に近年は、チャットを利用した通話や動画配信で、より正確に作業指示を伝えられる。

しかし、現場の施工管理は、担当者の経験や知識が必要であり、経験が浅い担当者は、現地での説明に時間がかかり、知識不足や思い違いによって指示ミスが起こり手直しを発生してしまう。

そこで現場の不明点や疑問点を客観的かつ視覚的に相談・確認できるようにウェアラブルカメラ（写真1）を導入した。



写真1 ウェアラブルカメラの外観と装着時の様子

3 ウェアラブルカメラの特徴

3.1 ウェアラブルカメラの仕様

製品：Safie Pocket 2

質量：本体 155g

（バッテリー、ポケットWi-fi内蔵）

画角：水平120°

防塵・防水性能：IP67

連続使用可能時間（目安）：8時間

3.2 カメラの運用と管理方法

カメラはバッテリー、ポケットWi-Fiが内蔵で、電源ONと同時に撮影開始となる。また作業服にクリップ固定することでハンズフリーの撮影も可能である。映像はリアルタイムにクラウドサーバーに自動保存され、若干のタイムラグはあるがほぼリアルタイムで確認ができる。保存された映像は専用IDにより一元管理され、ID所有者は最大1ヶ月前まで遡って閲覧でき、動画または画像ファイルとしてダウンロードが可能である。（写真2）

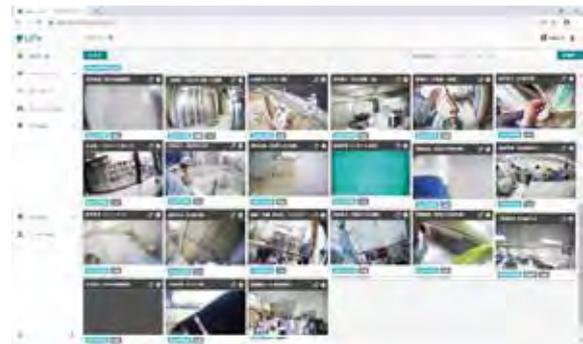


写真2 現場映像の閲覧画面

4 導入の効果

4.1 施工管理・指導

現場では建築の仕上げや設備業者間の干渉等、問題が発生した場合、都度現場で調整が必要となる。特に、意匠上の見栄えに影響するものは正確な寸法を確認するため、現場事務所へ戻らなければならない時もある。このような場合、ウェアラブルカメラを用いることで、現場事務所から現場状況が正確に確認でき、誰でもその場で適切なアドバイスを受けて問題を解決している。

また、いろいろな現場の調整事項についても、施工状況を記録した映像を確認し、是正の判断を現場事務所でも協議できた。

4.2 複数現場の施工管理

現場担当者へ支給されたiPad、iPhoneにより、専用アプリで映像確認ができる。これにより現場責任者は遠隔で施工管理が可能となった。また、作業日時が指定される工事においても、少人数で

中部本部 内線部
技術グループ
／神谷 純一



複数現場の施工管理が可能となった。

耐圧試験等の危険作業時には担当者を各作業場所へ配置する必要があるが、カメラでお互いの作業状況が把握でき、より円滑に施工管理した。

4.3 作業計画書作成

改修工事においては、天井内の状況を360度確認して配線ルートの検討や、既設分電盤の「入・切」状況も全てを映像で記録でき、従来のカメラ撮影のピンポイント画像より確認が容易であった。

4.4 品質パトロール、社内検査

現場の社内検査は工事の進捗に応じて行っているが、複数の現場が重なった時には検査日程や検査員を変更し対応してきた。

工程内検査においては、ウェアブルカメラを利用することで、品質管理者が遠隔で検査した。現場着工から竣工までを同じ品質管理者が検査することで同一の品質を確保した。(写真3、4)



写真3 社内検査の様子（現場側）



写真4 社内検査の様子（店社側）

工事監理者が常駐していない現場においては、映像を確認することで施工品質を確保し、工程内の監理者検査を円滑に進めた。

また今回の新型コロナウイルスの感染拡大防止に伴う緊急事態宣言においても、施主・設計者が定例会議に来られない場合に工事の進捗確認ができ好評であった。

4.5 現場の盗難防止

電源のみの利用で、簡単に設置ができるため、幹線布設時に搬入したケーブルドラム等の盗難防止として夜間監視にも活用した。

4.6 現場管理の内制化

現場調査時にはカメラを装着した技術G員を派遣することで、現場担当者が直接現地に出向くことなく状況確認ができる。更に、現場調査時の映像を静止画としてダウンロードし、作業計画書の作成に活用し、書類作成の内制化にも取り組んだ。

5 今後の展望

作成された停電計画書や搬入計画書は社内データベースにて共有し、撮影された映像・画像はスパイダープラスに取り組み計画書作成の簡略化も検討している。

また、危険作業時などに技術G員を派遣しカメラを通して当該現場の担当者に状況を伝えるなど、現場管理時の補助員としての稼働も可能であった。今後はさらに踏み込んだ取組について検討中である。

6 まとめ

カメラによる映像撮影に関しては、プライバシーやセキュリティに対する問題があるので、利用ルールや映像管理を徹底する必要があるため、カメラの導入は慎重に進める必要がある。

また、長時間使用するとルーターが非常に熱くなり、夏場の利用は熱中症予防のため、制限が必要である。

今回、カメラ使用に当たり現場でのカメラ撮影を許可していただいた関係各社の御協力に感謝致します。

ケーブルラックの耐震支持検討事例について

1 はじめに

一般に、電気設備工事における配線材料や設備機器等の耐震支持は、(一財)日本建築センター「建築設備耐震設計・施工指針」2014年版(以下、指針)及び、設備共通特記仕様書、共通仕様書に基づいて施工される。指針では、懸垂支持される電線管やケーブルラックの他、天井に取付ける設備機器の耐震支持や落下防止の方法についての基準が定められている。

しかし、実際の現場では、天井内の物理的な制約により基準通りに施工することが難しい場合も多く、代替する仕様・要領を都度工事監理者と協議して進めている。状況によっては複雑な支持材料の構造計算を要する場合もあり、協議して承諾を得るまでに多くの時間と労力を費やすことがある。

本稿では、事務所ビル新築工事における、比較的難易度の高いケーブルラックの耐震支持の検討事例を紹介する。

2 建物および設備の概要

2.1 建物概要
 場所：愛知県名古屋市長
 主用途：事務所
 構造・棟数：SRC・S造，20階，地下2階

2.2 電気設備概要
 電源設備容量
 契約電力：高圧 1,400kW
 受変電設備容量：1φ2,400kVA
 3φ5,600kVA

3 耐震種別とケーブルラックの設置条件

ケーブルラックの横引き耐震種別は、SA種、A種、B種の3種類に分類される。以下に、本建物における主な設置場所の耐震種別とケーブル重量によって求められるケーブルラックの設置条件を示す。

- (1) 4階(受変電室)
- 耐震安全性の分類：耐震クラスS
 - 耐震種別：A種

- 水平震度値：0.6
- 単位質量：535.4 [kg/m]
- 耐震支持間隔：8 [m]
- 耐震支持間の質量：4.28 [t]

- (2) 6階(基準階廊下)
- 耐震安全性の分類：耐震クラスS
 - 耐震種別：SA種
 - 水平震度値：0.6
 - 単位質量：14 [kg/m]
 - 耐震支持間隔：6 [m]
 - 耐震支持間の質量：0.084 [t]

4 書き方

(1) 耐震計算とケーブルラックの敷設方法

当該現場ではケーブルラックの多段敷設や上部からの吊りができない状況が多く見られ、鉄骨や鉄骨に溶接した部材から支持することも検討する必要があった。このように複雑な状況の場合、材料メーカーに耐震計算を依頼して予め支持鋼材を製作することは困難であり、現場合わせとなるため施工効率が悪くなる。

そこで、今回は、スラブ構造や合成デッキの仕様(リブの向きや凹凸)などの状況を事前調査し、指針に基づいて社内で作成した簡易構造計算を行う。

S₁、A種 耐震支持材の強度

1. 荷重の確認
 自重 $P_0[N] = M_0[kg/m] \times S[m] / 2^{2.5} \times g[m/s^2]$
 $= 23.27 \times 8 / 2 \times 9.8$
 $= 913 [N(98kg/m^2)]$
 a材への分散荷重 $P_a[N] = P_0[N] / 2$
 $= 913 / 2$
 $= 456 [N]$
 水平地震力 $F_H[N] = 2 \times P_a[N] \times K_{H0}$
 $= 2 \times 456 \times 0.6$
 $= 1,096 [N]$
 軸方向の水平地震力 $F_{H2}[N] = F_H / 2$
 $= 1,096 / 2$
 $= 548 [N]$
 鉛直地震力 $F_V[N] = P_{00} \times 1/2 \times K_{V0}$
 $= 456 \times 1/2 \times 0.6$
 $= 137 [N]$
 自重+鉛直地震力 $P_2[N] = P_{00}[N] + F_V[N]$
 $= 456 + 137$
 $= 593 [N]$

2. a材の諸数値
 形式：L-75×75×6
 断面2次モーメント I：46.1 [cm⁴]
 断面係数 Z：8.47 [cm³]
 断面積 A：8.727 [cm²]
 断面2次半径最小値 i：1.48 [cm]
 単位質量：6.85 [kg/m]

自重の検討
 曲げモーメント $M[N \cdot cm] = P_a[N] \times L[cm] / 3$
 $= 456 \times 130 / 3$
 $= 19,780 [N \cdot cm]$
 曲げ応力度 $\sigma_b[N/cm^2] = M[N \cdot cm] / Z[cm^3]$
 $= 19,780 / 8.47$
 $= 2,335 [N/cm^2]$
 引張応力度 $\sigma_t[N/cm^2] = P_a[N] / A[cm^2]$
 $= 456 / 8.727$
 $= 52 [N/cm^2]$

図1 簡易耐震計算の一例(社内技術資料)

※自重は、通常の支持材でも許容しているためS[m]/2ではなく2[m]で支すが、安全を見て「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」では、耐震支持間隔(S)間の質量の1/2が耐震支持材に作用するものとしている。

部材の検定
 OK

長期許容曲げ応力度
 $15,600 [N/cm^2] \geq 2,335 [N/cm^2]$
 判定：OK
 長期許容引張応力度
 $15,600 [N/cm^2] \geq 52 [N/cm^2]$
 判定：OK

中部本部 内線部
 工事第一グループ
 /高島 薫



セルシートを活用して耐震計算を実施し、支持鋼材の選定を事前協議して製作準備を進めた。図1に、このエクセルシートを使用して計算した耐震計算の一例を示す。

受変電室においては、ケーブルラックを4段敷設とする計画があり、上記エクセルシートはこの方法に対応していない。そこで、支持鋼材一体で構造計算を実施して施工した。(写真1)



写真1 受変電内の耐震支持

(2) 支持鋼材の分割化・現地加工

支持鋼材は堅固にするほど重量が増えるため、分割での組立て構成とした。

現場ではできる限り加工する手間を少なくしたいが、取付け面の状況により支持鋼材の取付け寸法が変わってしまうため、現地で加工して長さ調整できるように検討をした。

支持鋼材の連結部分は、2点固定が必要である。ガセットプレートを利用すると構成部材が多くなり製作から組立て作業において材料管理が必要となるため、支持鋼材相互を2点で固定することと



写真2 耐震鋼材相互の2点固定状況

した。(写真2)

(3) 支持鋼材の取付け

今回、支持鋼材の取付けについては、後施工アンカーに比べて施工精度と耐震強度への影響は少ないと考えインサートの採用を試みた。しかし、予想に反して打ち込み面の逆側に凹凸が生じ、支持鋼材が堅固に取付けできない状況が発生した。このため、隙間に緩衝材等を挟んだり、固定面や取付け穴を大きくするなど、幾つかの対応策を実施したが、完全に解決できず耐震強度を低下させる恐れがあった。したがって、最終的にはインサートを断念し、後施工アンカーで固定することとした。後施工アンカーの打設は、特別教育を受講した作業員に限定し、施工精度が低下しないように配慮した。

5 おわりに

本稿では、事務所ビル新築工事における、比較的難易度の高いケーブルラックの耐震支持の検討事例を紹介した。指針では、基本的な耐震基準が示されているが、現場の状況は複雑であり、耐震基準を満たすためには個別の検討を要することが多く、効率的な施工が困難となる場合も少なくない。今後は施工性と耐震強度の両立させる検討方法について取り組みたい。

最後に、本工事を実施するにあたり、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。

現場情報共有ツールとしてのクラウドカメラの活用

1 はじめに

最近の情報技術（IT:information technology）の変化は、1990年代までの電話時代からインターネットと携帯電話の時代を経て、ブロードバンドとスマートフォンの時代へと急速に進化している。近年、特に注目されているインターネットにつながること（IOT:Internet of Things）がもたらす変化による情報通信技術（ICT:Information and Communication Technology）が与える影響は、今後さらに大きくなるものと想定される。そこで、「働き方改革」「技術力の強化」「業務の効率化」及び「生産性向上」に向けた試みとして空調管部門の現場で初めてICTによるクラウドカメラを採用し、現場の広域的な情報共有を実施した。

現場で採用したクラウドカメラを参考に有効性と標準化に向けた今後の留意事項について報告する。

2 現場管理の変遷

携帯電話が普及する以前の現場では、事務所など（現場事務所及び店社）との連絡手段は人の移動により人と人が直接会って行うことが通例であり、担当者業務の多くの時間が人の移動に費やされてきたが、携帯電話の普及により現場から直接事務所などへの連絡が可能となり、現場担当者の移動時間が大幅に軽減されてきた。近年、スマートフォンによる画像（静止画及び動画）コミュニケーションも可能となってきたが、限られた時間内の特定の範囲を示すのみで、事務所などでは現場状況の把握が難しく意思疎通が図られにくい状況が散見された。

ICTを活用し、現場とのコミュニケーションが誤解無くかつ容易になれば現場担当者の働き方が改善され、生産性の向上につながる現場管理手法になると期待している。

3 働き方改革とコミュニケーション

空調管部門の平均年齢は40.2歳（2020年3月末）であり全社平均年齢は41.3歳（第102期有価証券報告書）である。

図1に2020年3月末現在の空調管部門の施工部署在籍の年齢構成を示す。30歳未満の構成比は

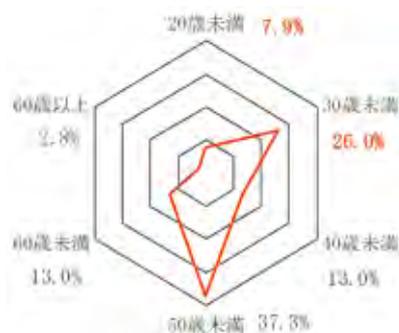


図1 施工担当者構成比

※施工部署の内事務職及び技術G要員を除く

33.9%で約1/3を占めその平均年齢は22.7歳である。また、30歳以上50歳未満の中堅担当者がかろうじて過半数となる50.3%で平均年齢は42.2歳と全社平均年齢より1歳ほど高い年齢層である。50歳以上の高齢者も在籍しており15.8%である。

施工部署の平均年齢37.7歳より若い担当者の構成比は35.6%と30歳未満の構成比より若干多く、施工現場は年齢差の大きな組織体制とならざるをえない状況である。施工現場では中堅担当者と若年担当者の年齢ギャップにより良好なコミュニケーションの構築が難しくなるものと想定される。このような状況において施工管理・安全管理及び施工技術をどのような方法で若年担当者へ伝承していくかが課題となっている。

働き方改革のトップメッセージには、『従業員の皆さん一人ひとりが高い意識と強い意志を持ち、「自分として何ができるか」「どうしたらもっと休めるか」を考え実践し挑戦する気持ちで進めていただく覚悟が必要です。是非ともこの機会を「個人と会社が共に成長するチャンス」と前向きに捉え進めていきましょう。』とあります。このことを確実に実践するためにも、現場担当者と事務所などに在籍する担当者との間で現場の状況を共有できるクラウドカメラの活用は働き方改革の第一歩となる有効な手段と期待できる。

4 採用したクラウドカメラの紹介

クラウドカメラによる現場管理は従来のシステムに比べ現場で使用する担当者の負担が少なく低コストでの構築が可能なシステムであることを条件に複数社の方式を検討した結果、Wi-Fiネットワークなどの通信環境の構築が必要なく1

中部本部 空調管部
工事第一グループ
／山下 大喜



中部本部 空調管部
工事第一グループ
／齊藤 航祐



台からでも使用可能なセーフィー株式会社（以降「Safie」）製のクラウドカメラを採用した。Safieは通信に携帯電話の高速通信規格（LTE:Long Term Evolution）を採用しており少ない台数でもコストパフォーマンスが高く、音声・動画を常時録画可能なため事後の確認などにも利用が可能である。

今回採用したカメラは、現場での利便性を考慮したウェアラブルカメラ「Safie Pocket」・遠隔でカメラ操作が可能な固定式カメラ「Safie GO PTZ」および広範囲の視野を持つカメラ（水平角度180°）「Safie GO 180」を採用した。図2にシステム概要図を示す。



図2 システム概念図

4.1 Safie Pocket (ウェアラブルカメラ)

Safie Pocketの従来型器 (a) と液晶モニターが追加装備された新型器 (b) のイメージを図3に、また、Safie Pocketの装着状況を写真1に示す。Safie Pocketは事務所などのLTE環境下でのパソコン・タブレットと双方向通信が可能であると



(a) (b)

図3 Safie Pocket

同時に動画データを送信する機能を持ち、事務所など（店社でも可能）で担当者との音声通信と共



写真1 装着状況

に動画での表示が可能である。

Safie Pocketから送られる動画は、現場の状況をリアルタイムで表示するため現場担当者・事務所などに在籍する担当者が現場の状況を共有することができる。Safie Pocketは、小型であるためWi-Fi対応のLTEルータおよび動作用バッテリーを別途装着する必要があるがカメラ同様軽量化が進んでおり重量の負担はあまりなかった。写真1は当社担当者が装着している状況である。作業服に取り付けているため両手が使用でき作業性・安全性など作業上の不具合がないことが確認できる。

4.2 Safie GO PTZ・Safie GO 180

Safie GOのイメージ図を図4に示す。Safie GOは固定式カメラであるが撮影範囲が遠隔操作により上下・左右に可動式のため広範囲に確認が可能なクラウドカメラである。今回は建設会社に同意を得られたため、タワークレーン本体に屋上での機器搬入・配管作業などの作業状況や安全確認を行う目的で設置した。また、搬出入ゲートには水平方向の広角を生かし車両による搬出入状況を確認する目的でSafie GO 180を設置した。



図4 Safie GO PTZ

5 クラウドカメラ採用の効果と留意点

LTEを利用したクラウドカメラはシステム上、現場子機と事務所など親機でのコミュニケーションツールとして有効であるが、子機間のコミュニケーション用としては使用できないのが残念である。しかしLTEを利用しているため専用のネ

ットワーク環境の必要がなく、現場以外のどこからでも共有ができるのは大きな利点である。例えば、工場立会検査状況・研究施設での実験状況並びにトラブル状況などの確認が事務所などにおいて動画により確認が可能であり、関係者間での詳細な情報の共有が可能である。実例として、今回の新型コロナウイルスの影響により、4月中旬に予定されていた某ホテルにおいてモデルルームの検査にこれなかった施主・ホテル関係者・設計事務所関係者およびデザイナーに対しテレワーク（[tele=離れた所]と[work=働く]）ツールとして活用した。写真2はテレワークで実施した検査時の写真であるが、当社の担当者がSafie Pocketで撮影した動画をリアルタイムで関係者に配信した時の画像である。その実例のなかで照明の演色性・室内の色合い及び遠近感など人の感性に関する情報が正確に伝わらないことが確認できた。また、当該システムはLTE網を利用しているため、地下などの電波状況の悪い個所での使用ができないことも確認でき、今後の改善課題となった。これから本格的に始まるだろう建築情報モデル（BIM：Building Information Modelling）に向けた施工情報の動画による記録の適用が想定され、埋設配管などの重要工程での施工記録への活用など効率的な品質管理手段となるものと想定される。



写真2 テレワークによるモデルルーム検査

写真3は現場事務所における机上モニターの配置である。ICTにより現場事務所在席時でも現場の状況を把握し、検査などの結果をスパイダープラス（建設・メンテナンス向け図面、現場管理アプリ）に入力することにより確認できる。また、作業中の工事もCAD画面と照合しながら進捗状況の確認を行っている。



写真3 現場事務所での確認

5.1 クラウドカメラへの期待される効果

クラウドカメラはリアルタイムに、事務所などの上司や指導社員と直接映像を見ながら相談や指導ができる。動画を共有することで意思疎通に誤解が起きにくいことが最も大きな利点といえる。また、録画画像は施工計画書など、手引き類資料としても活用でき、作業の効率化と生産性向上にも有効なデータとして活用できる。

トラブル発生時にも事務所などで状況が把握しやすく、早期の対応による2次トラブルへの影響を最小限することができる。

クラウドカメラの活用は若年者の安全意識の向上・高い技術力の習得及び専門性の向上に役立つツールとなる。

5.2 クラウドカメラの活用の際の留意点

LTEの活用は使用周囲のシステム構築の必要がなく容易にどこでも採用が可能であるが、その反面被撮影者である現場作業員の了解をとる必要がある。その一つにカメラ着用の作業員のプライバシー（休憩時間・トイレ休憩時など）を侵害する動画・音声情報をどのように保護していくか、また、作業服につけたまま場外へ移動した際に施工場所以外の風景・物・人が写っている場合、人物の特定ができないような配慮を行うなど使用にあたっての社内ルールの明確化が必要となる。

6 現場のクラウドカメラ使用事例

今回、クラウドカメラを活用した現場管理、施工手順書への活用及びトラブル時の対応事例を以下に記す。



6.1 作業現場管理への活用

写真4は屋上の作業状況を確認するために設置したクラウドカメラの状況を示したものである。また、写真5はユニット化した空調屋外機とガスマルチ給湯器の据付け後の状況である。設置場所の状況及び安全対策などの確認をタワークレーンに設置したクラウドカメラ経由で事務所などに在席する各担当者が行った。



写真4 Safie GO 設置状況

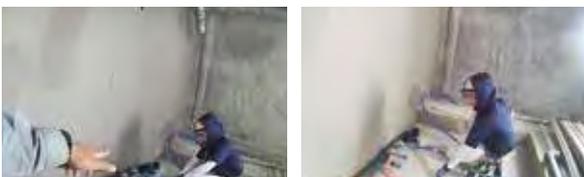


写真5 Safie GO 設置及び屋上の状況

6.2 施工手順書としての活用

写真6(a)～(c)はユニットバス周辺の配管工事を(d)の完成形画像を手本に現場施工担当者が指示しながら作業員が施工している状況である。

施工図だけではなく、先行配管したモデル配管施工例を現場担当者間で共有することにより品質の均一化に努めた。



(a)



(b)



(c)



(d)

写真6 作業指示による作業状況

6.3 トラブル時の対応としての活用

写真7はゲート前で発生した漏水事故発生後の対応写真である。現場が繁華街にあるため搬出入車両管理を行うために設置したSafie GOカメラであるが、ガス会社が引き込み配管施工中に当現場の仮設給水管を破断してしまった。破断状況を事務所に居た担当者がモニター越しに確認でき、遠隔で対応指示したことにより周囲への影響を最小限とすることができた事例である。



給水管破断箇所



写真7 トラブル確認

7 おわりに

昨年、中部本部空調管部で初めて導入したクラウドカメラを当社他部署においても導入をはじめた。多くの現場での動画記録は様々な疑似体験教育としての活用が期待され、新入社員の早期戦力化に向けた貴重な教育資料となるものと今後期待している。

最後に、工事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、中電不動産株式会社様及び鹿島建設株式会社様の関係者の方に感謝するとともにこの場を借りて御礼を申し上げます。

工作機械工場の建設工事における工期短縮事例について

1 はじめに

当該施設は、35万㎡の敷地にマシニングセンタの一貫生産工場、研削盤・サーボモーターの生産工場を機能的に配置した工作機械の生産拠点である。

今回、1階に20mスパンの大型天井クレーンを配置した加工エリアと、温度/湿度の制御が可能な恒温室、2階には設計から生産までを一元管理する事務室で構成された工場の増築が計画された。

当社では、本件の電気工事を請け負い、準備を進めていたが、工事着工後に生産設備計画が大幅に見直されることになり、建設工期の大幅な短縮を求められることになった。

本稿では、この工期短縮を実現した事例について紹介する。

2 建物および設備の概要

2.1 建物概要

場 所：岐阜県可児市
主用途：工作機械工場
構造・棟数：S造、全5工場

2.2 電気設備概要

電源設備容量
受電系統：構内特高変より高圧6kV受電
受変電設備容量：1φ200kVA
3φ5,750kVA

3 建設計画変更の概要

(1) 建設工期の短縮

生産設備計画の見直しにより、生産設備の導入が早められた。このため、一部の工場については、当初計画より2ヶ月前に竣工し、順次、引き渡すことが求められた。

(2) 受電と送電の前倒し

生産設備の導入が早められたことにより受電の前倒しと、生産設備の試運転調整に合わせた送電が求められた。

4 対応策

4.1 建設工期の短縮

(1) 屋根工事に合わせた高天井照明器具の取付け

照明器具は、本設用の他、工事用の仮設照明も設置する必要があった。生産工場は18mの高天井であったため、照明器具の取付けには高所作業車を使用する計画とした。施工のタイミングは、建築工程の屋根工事が完了した後から土間スラブが始まるまでの間で調整していた。しかし、この期間で高所作業車を使用する場合、生産設備の基礎等を避ける必要が生じるため、施工性が悪くなることが懸念された。

そこで、さらに早いタイミングで照明器具を取り付ける検討を行ない、屋根工事工程を後追いし、高所作業車を用いて下部より照明器具の取付けを行なうこととした。このタイミングでの施工は、屋根工事の下部は立入禁止のために他業者との取り合いがなく、効率的に高天井部分の作業を完了させることができる。

また、照明用配線工事は屋根工事と調整し、梁上から安全設備（親綱）を用いて分電盤の設置位置まで配線した。（写真1）



写真1 鉄骨梁上部における配線状況

(2) 本設照明器具の仮設利用

さらに工期を短縮するため、本設照明器具を仮設用として利用することを施主に提案した。本設照明は、LEDランプで寿命が長いこともあり、施主の了解を得ることができた。これにより、工事期間中も工場内が明るくなり、施工品質の向上につながる、と工事関係者から好評をいただいた。（写真2）

(3) 設備共用架台の提案



大型天井クレーン用の鉄骨架台を組み立てると同時に設備共用架台を建築に組んでもらうことにより、電気・設備での架台施工が不要となったため、工事全体での工期短縮につながった。(写真3)



写真2 高天井の照明取付け状況 (仮設照明利用)



写真3 天井クレーン用鉄骨下の設備共用架台

(4) 配管支持用長ナットの溶接

生産設備用の分電盤や設備への配管の立下げ位置は、通路に対して規則的に配置し、配管支持は柱に長ナットを一定ピッチで溶接しダクター固定とした。これまでの既存工場建設では、アングル



写真4 柱廻りの配管支持

ピースの溶接やステンレスバンドによる固定等も行なったが、長ナットによるダクター固定は収まりが良かったため、全ての柱に長ナットを溶接しておくことで将来の変更にも対応ができ、この方法を採用、施主から好評をいただいた。(写真4)

4.2 受電と送電の前倒し

(1) 建築工程に合わせた電気室の配置

設計段階から、導入された生産設備に順次電源供給を行なえるように、電気室は建築工程の進捗が早い西側に設置する計画を行っていた。このため、全体工程の中で電気室は早い段階で竣工でき、受電と送電の前倒しに対応することができた。当該工事に先行して別のインフラ工事を行っていたため設備容量の早期把握ができたことも工期短縮に寄与したと考えている。

(2) 建築工程に合わせた分電盤の配置

設計段階では、分電盤の電源供給区分は西側、中央、東側の3分割であった。この場合、建築工程の仕上がりが遅い東側では分電盤の据付作業も遅くなり工程が遅延する恐れがあった。そのため電源供給区分を生産ラインゾーンに合わせ、建屋分電盤は建築工程の仕上がりが早い西側に集約する計画とした。

西側に分電盤を集約した場合、東側への電源供給は配線のこう長が長くなるため、二次側配線のサイズUPと工事量は増えるが、西側より建築工程の後追いでケーブルラックとケーブルの敷設、分電盤への接続作業を先行することで効率的に作業を進めることができた。

また、生産設備用の分電盤についても、柱やALC壁からは1～2m以上離し、仮設足場等、建築仕上げ工程と干渉が少なくなる配置計画とし工期短縮を図った。

5 おわりに

今回の現場では、施主・建築・電気・設備の全業者にて工程毎に打合せを実施し、関係者全員の協力によって工期短縮を実現することができた。関係者の皆様に改めて感謝の意を表する。

電源の信頼性向上を目的とした受変電設備リニューアル事例

1 はじめに

自然災害などの緊急事態に企業が遭遇した場合、事業資産の損害を最小限に留め、早期復旧を可能にするために日本政府は事業継続計画 (Business Continuity Plan : BCP) の導入を促している。

このような中、今回、当該建物の重要設備が35年以上経過していることを受け、

- ・ 停電リスクの低減
- ・ 電源供給の信頼性向上

を目的として、受変電設備・発電機等のリニューアル工事を実施した。工事に際し、当社は計画・設計・施工を依頼され、工事中においても停電時間を短時間とすることなどの要望があった。

本稿では、工事中の停電時間だけでなく、各種設備の切替えに当たり検討した内容を記載する。

2 お客様からの要望事項

お客様からの本工事に対する要望事項を記載する。

- ・ 電気設備として、電源供給の信頼性を向上
 - ・ 負荷容量が減少している為、変圧器容量の見直し
 - ・ 年次点検などの計画停電時においても、一部の負荷に電源供給の継続
 - ・ 2号館3階、10階受変電設備を統合し保守性の向上
 - ・ 工事中の停電時間は1回につき最大3時間
- これらの要望事項を満足した電気設備のリニューアルについて、計画・設計・施工を依頼された。

3 建物および設備の概要

3.1 建物概要

主用途：事務所ビル
竣工：1973年

3.2 既設受変電設備の概要

受電方式：6.6kV 1回線受電方式
受変電設備容量：2,000kVA×2 1,500kVA×1
最大需要電力：約2,000kW
非常保安用発電機：1,200kVA+625kVA+1,250kVA
二次側幹線の本数：51本 (2号館のみ)
(図1参照)

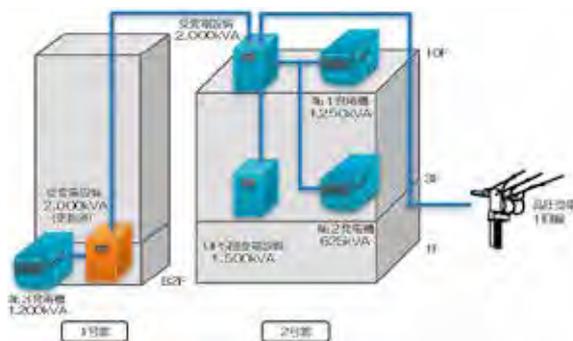


図1 既設受変電設備・発電機系統図

注1) 図中の青色シンボルは既設、橙色シンボルは新設を示している。1号館受変電設備は更新済みのため橙色で表している。
注2) 発電機同期盤を省略して表している。

4 計画・設計・施工概要

計画に際しては、停電時間の制限があり、同一場所での更新が不可能な為、受変電設備・発電機を新設するスペースが必要であったが、そのスペースがない状況であった。

受変電設備・発電機を更新し切替えることに対し、停電時間が最大3時間であることと、工事期間中も発電機によるバックアップ体制の維持をしたいとの要望により、発電機の入れ替えも困難であった。

5 リニューアル前の状況と問題点

(1) リニューアル前の状況

- ・ 竣工後35年以上経過し、設備が老朽化していた。
- ・ 停電時のバックアップが1系統の発電機しかない。
- ・ 1号館の受変電設備は更新を完了している。

(2) 受変電設備・発電機を更新する場合の問題点

- ・ 新たな設備を設置するスペースが無い。
- ・ 工事中の停電時間は1回につき最大3時間と短時間である。
- ・ 工事期間中も発電機によるバックアップ体制の維持が必要である。

6 問題点に対する検討と解決策

問題点を検討するにあたり当該施設は、電気使用量が減少したこと、空調機器更新が完了したこ



とを踏まえ、停電が発生した場合でもバックアップができ、さらなる電源の信頼性向上を目的とした。

(1) 限られたスペースでの更新の検討

- ・事前に空調機の更新が完了していたため、2号館の1階スペースが空いており、その場所を発電機の新設場所とし、順次新設・試験・切替・撤去を繰り返しながら更新を行い、新設するスペースを確保する。
- ・負荷容量が減少しているため、変圧器容量の見直しをし、省スペース・省エネをした。
- ・高圧受電盤を薄型とし、省スペースとした。

(2) 停電時間の検討

- ・高圧2回線受電（本線・予備電源）及び2受変電設備とすることにより、停電工事をする前に、機器を新設、ケーブル敷設・接続、耐圧試験、調整試験を完了することができる更新計画とした。

(3) 工事期間中も発電機によるバックアップ

- ・発電機1台でも負荷制限して賄える容量を選定し、不意な停電でも発電機のバックアップを可能にした。

以上の検討結果と解決策を踏まえると共に、電源供給の信頼性向上をするため既設の受変電設備を、高圧2回線受電（本線・予備電源）方式及び2受変電方式にリニューアルする提案を行った。

(表1参照)

7 受変電設備・発電機の機器の更新ステップ

機器の更新は、以下のステップで行う検討とした。

(1) 発電機の更新

既設発電機は、図1に示すような配置である。受変電設備・発電機を更新するので、まずは電力監視の更新が必要となる。1号館2階中央監視室の既設電力監視盤付近に新電力監視盤を新設し、新設する受変電設備と発電機の監視ポイントを受信できるようにした。

2号館において1階の空調機更新に伴い空いたスペースに発電機Aを新設する。発電機Aの煙道を敷設するためNa2発電機を撤去する。2号館は一時的にNa1発電機1台によるバックアップ体制となる。(図2参照)

表1 受変電設備更新計画の検討

更新種類 項目	現 状	2引込2受変電更新	2引込1受変電更新	1引込1受変電更新
イラスト				
高圧引込	地中 1回線	地中 2回線	地中 2回線	地中 1回線(制約有り)
トランス合計容量	3,500 kVA	1,950 kVA×2	1,950 kVA	1,950 kVA
工期		12ヶ月	12ヶ月	12ヶ月
停電作業時間及び回数 (年次点検含む)		3時間(全停電) 11回	3時間(全停電) 12回	3時間(全停電) 13回
		6時間(部分停電) 4回	6時間(部分停電) 3回	6時間(部分停電) 3回
中部電力側故障	△発電機にて一時期送電	◎切替し送電可能	◎切替し送電可能	△発電機にて一時期送電
受変電機器故障	×故障箇所停電	◎切替し送電可能	×故障箇所停電	×故障箇所停電
保守点検時停電 有無	△停電要	○場合により停電不要	△停電要	△停電要
受変電機器予防保全	△停電要	◎切替し送電可能	△停電要	△停電要
電源信頼性	△	◎	○	△
総合判定		◎	○	△

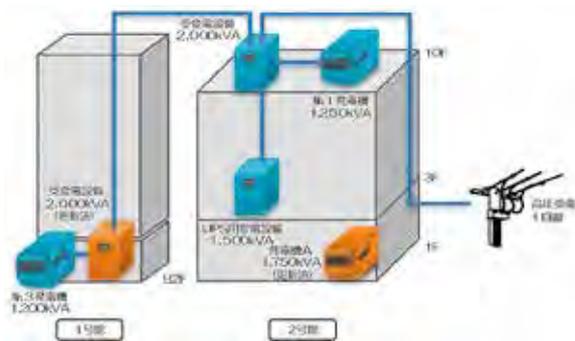


図2 新設発電機1台設置

注3) 既設電力監視盤、新電力監視盤を省略している。

2号館3階に発電機同期盤を新設する。

No.2 発電機停止及び切離しをするため停電を1回、低圧幹線ケーブル切替えのため停電を1回、発電機同期盤から10階受変電設備に高圧ケーブルを接続し、発電機Aと10階受変電設備との連動試験と1号館のNo.3 発電機停止及び切離しをするための停電を1回行い、いずれも3時間の停電で実施する。

切離しが完了した為、1号館No.3 発電機を撤去する。

次に2号館のNo.2 発電機撤去スペースに発電機Bを新設、高圧ケーブルを発電機同期盤に接続する。

停電作業にて発電機A・発電機Bと10階の受変電設備との連動試験と、2号館10階No.1 発電機の停止及び高圧ケーブルの切り離しを行った。

これにより全ての受変電設備（1号館受変電設備・2号館10階受変電設備と3階UPS用変電設備）は発電機Aと発電機Bによるバックアップ体制となる。

2号館10階のNo.1 発電機と既設発電機同期盤を撤去し、発電機の更新が完了となる。(図3参照)

この時点で、1号館・2号館とも電力会社の停電が長時間の場合、発電機AもしくはBにて負荷制限をしながら電源供給が可能となる。また、負荷制限なしでも発電機AとBを同期して電源供給が可能となる。

(2) 新設受電設備への変更

2号館10階No.1 発電機の撤去スペースに受電設備A系と受電設備B系を新設する。

DC電源によるVCBの切替試験や継電器リレー試験を行うとともに、中央監視盤・新電力監視盤との監視試験も実施する。

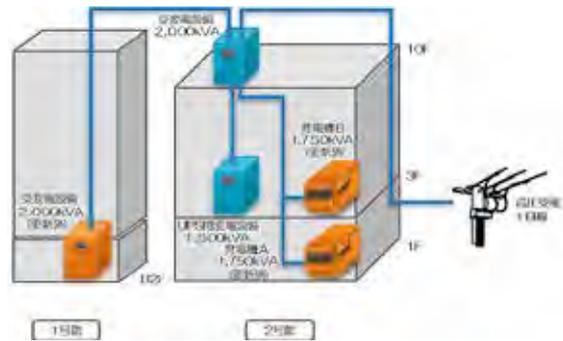


図3 発電機更新

受電設備A系・B系と高圧ケーブルの耐圧試験も実施する。

新設予備電源より受電設備B系に送電をする。

停電作業にて、受電設備B系から既設変電設備に高圧ケーブルを接続、発電機同期盤の高圧ケーブルを受電設備B系に接続、高圧饋電盤C (VSS) から1号館No.3 受変電設備に高圧ケーブルを接続する。この高圧ケーブル切替作業を3時間の停電にて実施する。

この時点での状態を下図に表す。(図4参照)

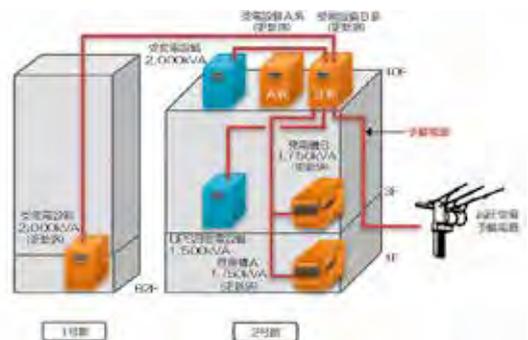


図4 受電設備更新

(3) 新設変電設備への切替え

2号館10階受電設備を撤去し、その撤去スペースに変電設備A系を新設する。本線高圧ケーブルは新設し、受電設備A系へ接続後送電し、受電設備A系から変電設備A系への送電と調整試験を行う。また、発電機同期盤から10階受変電設備に接続している高圧ケーブルを受電設備A系に接続する。

低圧電源は変電設備A系と変電設備Bの2系統より供給されることとなるため、2号館10階の要所3ヶ所に低圧切替盤 (A系・B系の切替用) を設置する。

既設10階受変電設備・3階UPS用変電設備の既設低圧ケーブルを、低圧切替盤経由で変電設備A系に接続する。この切替え作業を全館停電1回、部分停電2回にて行う。切替え完了後、既設10階変電設備と3階UPS用変電設備を撤去する。

10階変電設備撤去スペースに変電設備B系を新設する。3階UPS用変電設備撤去スペースに屋内燃料タンク設置する。屋内燃料タンクは、1階に6,500リットル、3階に10,000リットルを設置し、長時間の発電機運転を可能にした。また、将来既設の地下燃料タンク15,000リットルを改修出来るようにするためでもある。

受電設備B系より変電設備B系に電力を供給し、変電設備B系から低圧切替盤に供給する。これにより2号館の各低圧分電盤はA系・B系の2電源より供給が可能となる。

最後に3時間の停電にて、低圧幹線の切替試験及び受変電設備と発電機との停復電総合試験を実施して、当該工事の完了となる。(図5参照)

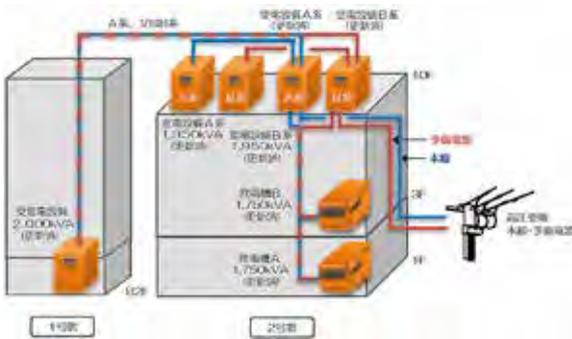


図5 受変電設備更新完了（最終形）

注5) 低圧切替盤（A系・B系に切替用）、屋内燃料タンク、地下燃料タンクは省略している。

8 施工中に困難であった点

竣工後35年以上経過している建物であり、この間に当然ながら改修工事・増設工事が実施されていた。竣工後に施工された改修工事・増設工事の工事資料は大半が残されており、これら大量の資料と不足分を補うべく現状を把握するため、既設図面の確認・細密な現地調査をする必要があった。

配線等の切替え作業にあたっては、停電時間の条件が厳しく、主任技術者・施主関係部署と事前に綿密な打ち合わせを実施する必要があった。ま

た、建物を使用しながらの工事となるため、振動や音の出る作業についての事前確認や作業員の導線について配慮する必要があった。

当該工事で一番の留意点は、停電時間は3時間以内との制限があったことであり、この条件の厳守を考慮した工事計画の立案に苦慮した。

9 リニューアル計画実施に際する留意点

停電時間3時間以内の条件を守るには、新旧の併設期間が必要となるため、一時的に併設スペースが必要となる。このスペースの問題を解決するためには、空調設備のリニューアルでの省エネ化によって発生したスペースが不可欠となる。また、停電作業をする前に、機器設置・ケーブル接続・耐圧試験・リレー試験・動作試験・監視試験等を完了させ、停電作業時には、ケーブル切替作業・連動試験等と最小の作業量とすることが不可欠であった。

受変電設備と発電機は建物の重要設備であり、なおかつ省エネに配慮したものでなければならない。しかしながら一方では、将来の改修・増設や保守のし易さ、また、他の設備の増強等にも対応可能な設備を構築しなければならない。

10 おわりに

お客様からの要望事項を満足し、且つ、電気設備としての信頼性だけでなく、電源供給にも裕度を持たせることができた。また、受変電設備・発電機とも二重化にすることにより、電源供給の信頼性向上と保守点検時も停電せず、電源供給が可能なシステムを構築できた。

当該更新工事は遅滞なく完了し、現在も問題なく使用されている。

本施工を計画するにあたり、関係各社の多大なご指導ご協力を頂き、深く感謝申し上げます。

技術研究開発部だより

技術研究開発部の研究開発テーマ

今年度は、中期経営計画2022の初年度である。研究開発方針は、以下の2本柱となっており、これらをバランスよく推進させることが重要と考えている。

- 1.付加価値の創出に資する技術研究開発
- 2.効率化に資する技術研究開発

技術研究開発部における今年度の研究開発テーマを表1に示す。6分野20件のテーマに取り組んでいる。

今年度は、昨年度までに開発した研究成果の高機能化や改良の研究を継続しつつ、設計分野の比重を高くして、現業部門の効率化に直結する研究も行っている。特に、「画像認識技術を活用した積算業務の効率化」などいくつかのテーマは、現業部門からの要望に基づいて実施している。

さらに、今年度は現業部門が独自で取り組む研究開発テーマに対し、当部が積極的に関与している。内線部門・通信部門の実施する4テーマについて、当部でも専任者を立てて頻りに意見交換を行いながら研究を推進している。このように、現業部門と一体となって行う効率化に向けた研究開発は、働き方改革を待たなしで成し遂げなければ

ならない当社にとって重要である。AIやIoTなどのデジタルトランスフォーメーション技術を活用し、大きな成果を挙げていきたい。

また一方、今後直面する厳しい受注競争を勝ち抜き、当社を成長させるための提案力を強化する研究も重要であり、提案に直結する省エネ分野や保守点検分野の研究に重点をおいて取り組んでいる。特に、燃料電池を含めたマイクログリッドシステムの研究については、環境省からの補助金も活用し、当社独自の最適運用技術の獲得による競争力強化や、将来新規事業に繋げることを視野に入れて研究を進めている。

技術研究開発部の他の活動として、ここ数年、支店・方面本部において研究成果説明会を開催している。今年度は下期に実施する予定であり、これまで以上に研究成果への理解を深めていただき、提案につなげていただくとともに、新たな研究テーマへのニーズを得る機会になると考えている。

今後も研究開発を着実に推進し、当社の収益拡大に貢献したい。そして、SDGsの達成を目指すお客さまに当社の独自技術によって貢献することで、社会の持続的発展に貢献していく。

表1 2020年度 技術研究開発部 研究開発テーマ

分野	2020年度研究テーマ	担当者
電力品質	都市部配電線の高調波対策に関する研究	藤田、小林
保守点検	低圧電路監視装置に関する基礎研究	山本
	絶縁油光測定による劣化診断手法の開発	大島
	低圧電動機固定子巻線の絶縁診断手法の研究開発	中村、伏見
	既存劣化診断技術の検証 その2	大島
	ELドローンの高機能化に関する研究	西戸、青山
	太陽光発電のEL画像からの発電性能低下量算出手法の確立	青山
省エネ	燃料電池を含めたマイクログリッドシステムの最適運用技術の開発	西戸、棚橋
	人工知能を用いたデマンド電力予測手法の研究	棚橋
	クラウド版ToEMSの開発	高橋、西村、古田、台藏、杉本
	クラウド型溶解エネルギー管理手法の構築に関する応用研究	西村、古田、高橋
	空調機器を活用したデマンドレスポンス制御手法の開発	千葉
	給食センター向けデマンド制御システムの開発	千葉
環境	微細気泡技術を利用した含油廃棄物減容化手法の開発	加藤
設計	画像認識技術を活用した積算業務の効率化に関する研究	眞玉橋、三井
	ビッグデータを活用した設計業務支援ツールの開発	眞玉橋、三井
	雷害防止に有効な接地方式に関する基礎研究	山本
	CFDの効率的活用に関する研究	成瀬
	BIMを活用した業務効率化の研究	眞玉橋、三井、近田
検査	情報端末を用いたARセンシング技術の研究	中村

技術研究開発部
研究開発グループ長
／小林 浩



技術研究開発部長
／伊藤 公一



技術研究開発部の現業支援業務

技術研究開発部では、研究開発業務だけではなく、技術支援業務も行っている。目的は、現業部署の技術サポートと、お客さまの技術的信頼獲得である。

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な課題の解決であり、具体的な例は以下のとおりである。

・ 障害の原因調査と対策提案

漏電遮断器の不要動作、各種機器の動作不具合などの各種障害に対する、計測などによる原因調査、及び対策の提案

・ お客さまへの技術提案

ToEMS®、TLDシステム、みえるシリーズ（MiELCAST、MiELDieCAST®、MiELPLAS®）などの当社独自技術や、お客さまのニーズに応じた最適なシステムなどの提案

・ 技術計算を含む設計支援

太陽光発電システムの発電電力や建物影のシミュレーション、高調波流出電流計算など高度な技術計算

・ 新技術・新製品の調査

電気設備の劣化診断技術調査、省エネ機器の技術評価、各種規程・技術文献などの調査

・ 技術関連アドバイス

電気設備や空調設備などに関わる技術的なアドバイス

最近10年間の現業支援件数は図1のとおりであり、合計では457件の支援を行っている。また内容は図2のとおりであり、最近ではToEMSによるエネルギー監視（見える化）に関する支援・提案が多い。

技術研究開発部では、今後さらに現業部門の統括部署と連携し、障害対応などの支援の他、提案力向上のための支援も実施し、研究テーマの発掘にもつなげたいと考えている。

イントラネットの技術研究開発部ホームページを10月に一新し、これまでの現業支援実績についての具体的な内容を掲載した。技術支援分野と担当研究員は表1のとおりで、ホームページには連絡先などの情報を掲載している。技術的な内容での相談があれば、まずはご一報ください。

以上

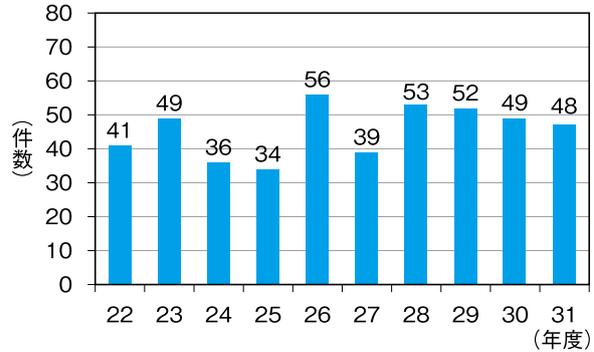


図1 最近10年間の現業支援件数

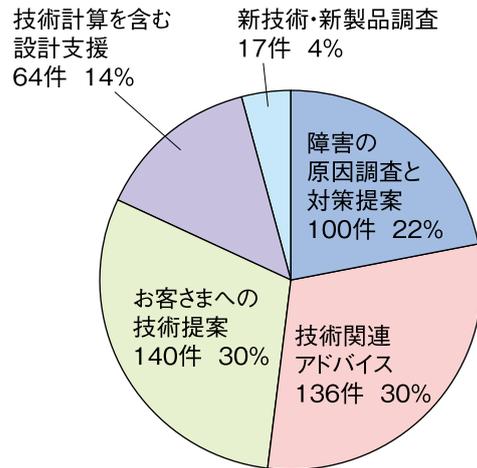


図2 最近10年間の現業支援内容

表1 技術支援分野と担当する研究員

技術支援分野	担当する研究員
各種電気障害	小林、高橋、山本、西戸、大島
ToEMS	高橋、眞玉橋、台藏
TLDシステム、DGR	山本、西戸、大島
みえるシリーズ	水野、西村、古田
劣化診断	中村、大島
電気技術計算、電気法規	小林、山本、西戸、藤田
空調全般、空調異常検知	中井、千葉、成瀬
省エネ対策、工場プロセス	水野、高橋、眞玉橋、西村、古田
太陽光発電	西戸、青山
高調波対策	小林、藤田
排水処理、有害物質処理、脱臭	加藤、近田

技術研究開発部成果報告会

技術研究開発部は、2019年度の研究成果報告会を教育センター教育・研究棟3階301教室で開催し、技術研究開発部の研究員が研究テーマ毎に研究成果を報告した。例年は社員が聴講していたが、本年度は無観客で開催し、その動画を全社共有した。

なお、報告書をご覧になりたい方は、技術研究開発部まで連絡下さい。

研究テーマと報告者

研究テーマ		報告者
1	設計・施工業務における生産性向上に関する調査	水野 誠 三井 佑悟
2	都市部における高調波電圧抑制に関する研究	藤田 悠 小林 浩
3	雷害防止に有効な接地方式に関する基礎研究	山本 達也
4	低圧電路監視装置に関する基礎研究	山本 達也
5	既存劣化診断技術の検証 その2	大島誠一郎
6	絶縁油光測定による劣化診断手法の開発	大島誠一郎
7	低圧電動機固定子巻線の絶縁診断手法の研究開発	中村 久栄 伏見 文弥
8	ELドローンの高機能化に関する研究	西戸 雄輝 青山 泰宏
9	太陽光発電のEL画像からの発電性能低下量算出手法の確立	青山 泰宏
10	燃料電池を含めたマイクログリッドシステムの最適運用技術の開発	西戸 雄輝 棚橋 優
11	人工知能（AI）とその応用に関する基礎検討	三井 佑悟 棚橋 優
12	高圧一括受電マンションにおけるデマンドレスポンスに関する研究	青山 泰宏
13	クラウド版ToEMSの開発	高橋 和宏 西村 叔介 古田 涼亮 台藏 励志朗 杉本 太樹
14	空調機器を活用したデマンドレスポンス制御手法の開発	千葉 理恵
15	高機能化を目的としたMiELPLASの改良 その3	古田 涼亮 高橋 和宏
16	金属熱処理工場におけるエネルギー最適化ツールの開発	眞玉 橋剛志 棚橋 優
17	集中溶解炉方式における省エネ手法の調査	西村 叔介 高橋 和宏
18	独自オイルミスト除去手法開発に向けた検討	近田有希子 成瀬 仁
19	微細気泡技術を利用した含油廃棄物減容化手法の開発	加藤 勇治
20	汚泥・油泥の資源化技術の調査	加藤 勇治
21	配管耐震支持材選定ソフトの開発	中井 一夫
22	生産プロセス改善による省エネ化・生産効率化に関する調査 その7	杉本 太樹 台藏 励志朗

「学」との交流

技術研究開発部は、例年共同研究成果報告会を開催している。同報告会は、当社と共同研究を行う研究機関の研究者がその成果報告を行うものである。2020年度の共同研究成果報告会は新型コロナウイルス禍にあることから開催を延期とした。

2019年度 共同・委託研究一覧

技術研究開発部の研究開発件名	共同・委託研究先の先生
太陽電池の異常診断分析手法に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
配電系統の高調波電圧抑制に関する基礎研究	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
雷電流分布シミュレーションの高精度化に関する研究	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
油入変圧器絶縁油の光分析による劣化診断手法の開発に関する研究	三重大学地域イノベーション学研究所 末原憲一郎 教授

2020年度 共同・委託研究一覧

技術研究開発部の研究開発件名	共同・委託研究先の先生
太陽電池の不具合診断・分析手法の確立に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
都市部における高調波電圧抑制に関する研究	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
電磁界シミュレーションによる雷過電圧解析に関する研究	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
油入変圧器絶縁油の分光分析による劣化診断手法の開発に関する研究	三重大学地域イノベーション学研究所 末原憲一郎 教授

社外講師・セミナー講師

演 題	講 師	講演先・日付
蓄熱システムの高効率化と設計のプロセス(2) 負荷計算演習 (HASP/TESによる)	千葉 理恵	一財) ヒートポンプ・蓄熱センター 令和元年度 蓄熱技術研修会 ⑨修得コース 2019.10.23
トーエネック安全創造館マイクログリッドシステムのご紹介	西戸 雄輝	トーエネック安全創造館 愛知県新エネルギー産業協議会 スマートグリッド研究会 第1回セミナー 2019.10.24
太陽光発電設備の現状と保守点検技術	西戸 雄輝	愛知工業大学 電気電子特別講義 2019.12.17
スマートパワーシステム事例解説Ⅳ	小林 浩	名古屋工業大学 (非常勤講師) 2020.8.18 (オンデマンド講義)

第29回全社技術研究発表会

技術研究開発部は、2019年11月15日、第29回全社技術研究発表会を教育センターの6階講堂で開催した。聴講者数は全体で100名を超え、社外からも来場者を賜り大盛況となった。

開会のあいさつをした大野社長は「お客さまが求めている付加価値を生み出すためにも技術研究が重要となる。本日の発表を今後必要とされる技術について考えるきっかけにしてほしい」とあいさつした。

特別講演は中部大学 山羽 基教授による「建物ライフサイクルでの建築設備BIM情報の活用」であった。

発表件名と発表者

発表件名	発表者		受賞名
ダイカスト工場向け省エネ支援システム「MIELDieCAST®」の開発	技術研究開発部 研究開発グループ	西村 叔介	
空気圧設備台数制御盤「エアーマイスター」を活用した省エネ手法の紹介	営業本部 営業部 技術提案グループ	佐々木光則	
芸術文化施設における照明設備のリニューアル事例	中部本部 内線部 工事第一グループ	大津 宏之	奨励賞
特高受変電設備のリニューアル事例	中部本部 内線部 工事第二グループ	楯 雄斗	
配電線の電圧不平衡抑制装置の開発と実証	技術研究開発部 研究開発グループ	藤田 悠	審査員賞
工専用配電線の敷設・撤収工事のかいぜん	配電本部 配電技術部 工法・用品グループ	北野 慎二	奨励賞
中部国際空港セントレアホテル新棟工事及び既設棟改修工事におけるリスク管理	空調管本部 設計部 設計・積算グループ 中部本部 空調管部 工事第一グループ	安藤 勇二 三津田由衣	社長賞



社長賞
安藤副課長・三津田社員



奨励賞
北野副課長



奨励賞
大津副長



審査員賞
藤田研究副主査



表彰者の皆さん



特別講演
山羽 基先生



西村研究副主査



佐々木担当課長



楯社員

テクノフェア2019

開催期間

2019年10月31日(木)～11月1日(金)

会場

中部電力技術開発本部

出展製品名
配電線向け電圧不平衡抑制装置
オンサイトEL測定サービス
ToEMS



メッセナゴヤ2019

開催期間

2019年11月6日(水)～9日(土)

会場

ポートメッセなごや

出展製品名
オンサイトEL測定サービス



受賞・表彰の記録

受賞日・受賞名	内 容	担当者	備 考
2019.11.3 (一社)日本電気協会 第64回 澁澤賞	高圧需要家向け新型力率改善装置の開発	小林 浩	
2019.12.6 (一社)電気設備学会 (第37回)全国大会 発表 奨励賞	リチウムイオン蓄電池システムの実測データをを用いた電力変換効率・蓄電池効率の評価	大島誠一郎	2019年 電気設備学会 全国大会 2019.8.29 ~ 30
2019.12.6 (一社)電気設備学会 (第37回)全国大会 発表 奨励賞	多目的最適化手法を用いたコージェネレーションシステム運用計画の作成	棚橋 優	2019年 電気設備学会 全国大会 2019.8.29 ~ 30
2020.2.28 (一社)電気学会 静止器 技術委員会 優秀奨励賞	絶縁油のL*a*b*表色系に基づいた油入変圧器の劣化パラメータの推定	大島誠一郎	



学会・雑誌等への発表・投稿

件名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
熱画像を利用したバイパスダイオードの開放故障判定方法に関する研究（第二報） －複数箇所の開放故障検出－	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	2019年度 日本太陽エネルギー学会研究発表会 2019.10
EL画像を用いたPIDモジュールの出力推定に関する研究	○澤田 賢、上田紘巨、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	2019年度 日本太陽エネルギー学会研究発表会 2019.10
高圧進相コンデンサに対応した力率推定型自動力率調整装置の開発	○藤田 悠、小林 浩(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2019.11.05
熱画像を利用したBPDの開放故障判定方法に関する研究6 －最適な抵抗値の決定－	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	令和2年電気学会全国大会 (論文発表のみ)
需要設備における保全データ活用の動向	○小林 浩(技術研究開発部)	令和2年電気学会全国大会 (論文発表のみ)
SVMによるかご型誘導電動機のベアリング損傷診断	○薄田晴嵐、エサキムツ パンダラコンシリナータン、 水野幸男(名古屋工業大学)、 中村久栄(技術研究開発部)、 浅野恵介(名古屋工業大学)	令和2年電気学会全国大会 (論文発表のみ)
誘導電動機の固定子巻線短絡時の電流特性	○浅野恵介、薄田晴嵐、水野幸男(名古屋工業大学)、 中村久栄(技術研究開発部)	令和2年電気学会全国大会 (論文発表のみ)
EL画像を用いたPIDモジュールの出力推定に関する研究	○澤田 賢、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	太陽エネルギー 2020 (令和2年) Vol.46 No.3(通巻257号) p.94-102
PVストリング-V特性の形状変化検出法に関する研究	○山田 智徳、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	太陽エネルギー 2020 (令和2年) Vol.46 No4(通巻258号) p.64-70
ドローンを活用した太陽光発電所のメンテナンス	○小林 浩、西戸雄輝、青山泰宏(技術研究開発部)	電気設備学会誌2020 Vol.40 No.4(通巻439号) p.238-241
需要設備における高調波対策に関する一考察 －多パルス化による高調波抑制効果のシミュレーション－	○小林 浩、藤田 悠(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2020.01.10
ビル直撃雷によるIT系統での分電盤過電圧の発生メカニズム	○小森駿矢、小木曾将人、安井晋示(名古屋工業大学)、 山本達也、小林 浩(技術研究開発部)	電気学会高電圧研究会 2020.01.24-25
制気口における実用的な測定精度を有する現場風量測定手法の各種検討	○大原理乃、小嶋旺興、河路友也(愛知工業大学)、 前田隆弘(空調管本部空調管統括部)、 成瀬 仁(技術研究開発部)	空調調和・衛生工学会中部支部 学術研究発表会 2020.3
配電線の電圧不平衡抑制装置の開発と実証について	藤田 悠(技術研究開発部)	電気現場2020年3月号 p.50-54
需要家内マイクログリッドの最適運転計画作成手法	小林 浩、棚橋 優、西戸雄輝(技術研究開発部)	スマートグリッド2020年4月号 p.18-21
需要家における小規模マイクログリッド構築事例	○小林 浩(技術研究開発部)	安全工学シンポジウム2020 2020.07
集合住宅へのインセンティブ型デマンドレスポンスのデマンド削減効果向上に向けた実証検証	○青山泰宏、小林 浩、西戸雄輝(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2020.08.19

件名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
ドローンを活用した太陽電池のEL測定診断 ～ その後の性能向上と活用事例 ～	○西戸雄輝、青山泰宏（技術研究開発部）	電気現場2020年8月号 p.58-61
負荷機器の系統接続における電力品質への影響調査に関する研究（その1） ～ 高圧需要家における受電設備への直列リアクトルの設置状況の調査 ～	○山内雅夫、藤田 悠、小林 浩（技術研究開発部）、 青木 睦（名古屋工業大学）、 峯田雄斗、石川博之（中部電力パワーグリッド）、 堀口康児（中部電気保安協会）、 松村年郎（愛知工業大学）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
負荷機器の系統接続における電力品質への影響調査に関する研究（その2） ～ 高圧需要家のインバータ空調機からの高調波電流発生量の推定 ～	○藤田 悠、小林 浩、山内雅夫（技術研究開発部）、 青木 睦（名古屋工業大学）、 峯田雄斗、石川博之（中部電力パワーグリッド）、 堀口康児（中部電気保安協会）、 松村年郎（愛知工業大学）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
負荷機器の系統接続における電力品質への影響調査に関する研究（その3） ～ 高圧需要家からの高調波流出電流の将来予測 ～	○小林 浩、藤田 悠、山内雅夫（技術研究開発部）、 青木 睦（名古屋工業大学）、 峯田雄斗、石川博之（中部電力パワーグリッド）、 堀口康児（中部電気保安協会）、 松村年郎（愛知工業大学）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
熱画像を利用したバイパスダイオードの開放故障判定方法に関する研究 －モジュール12直列での検討－	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
電源の信頼性向上を目的とした受変電設備リニューアル事例	○田中篤志（岐阜支店 大垣営業所）、 堂本雄二、馬淵保幸（岐阜支店 営業部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
ウェアラブルカメラを利用した現場管理業務の効率化について	○神谷純一、中村厚志（中部本部 内線部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
工作機械工場の建設工事における工期短縮事例について	○仲村大樹、高瀬善隆（中部本部 名西営業所）、 中村厚志（中部本部 内線部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
ケーブルラックの耐震支持検討事例について	○高島 薫、三輪英之、中村厚志（中部本部 内線部） 篠原幸博（中部本部 名南営業所）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
某工場におけるCC-Linkによる通信障害について	○石田浩一（大阪本部 工事グループ）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
高圧受変電設備のリニューアル事例	○大津翔平（三重支店 営業部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
特高受変電設備の架台上設置事例	○若山幹生、柘植隆司（営業本部 内線統括部）、 大津翔平、川合政文（三重支店 営業部）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
既設特注照明のLED化	○川嶋 聡（長野支店 営業部）、 雨宮万博（長野支店 松本営業所）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
低圧地絡時における高圧地絡継電器の誤動作に対する原因と対策	○矢田晃一郎、松下光伸（岡崎支店 豊橋営業所）、 朝倉宏昌（中部本部 名南営業所）	2020年（第38回） 電気設備学会全国大会 2020.8（論文発表のみ）
熱画像を利用したBPD開放故障判定方法に関する研究9 －複数ストリングの同時判定－	○上田紘巨、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	令和2年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 2020.9

件名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
熱画像を利用したBPD開放故障判定方法に関する研究8 ー開放故障の多いストリングの検出法ー	○上田紘巨、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	令和2年電気学会 電力・エネルギー部門大会 2020.09
ビル直撃雷での電位干渉による接地線間電位差算出式の適用範囲	○小森駿矢、安井晋示(名古屋工業大学)、 山本達也、小林 浩(技術研究開発部)	令和2年電気学会 電力・エネルギー部門大会 2020.09
現場での風量測定・調整方法に関する研究（第1報）簡易フードを用いた風量測定方法の各種検討	○成瀬 仁(技術研究開発部)、 前田隆弘(空調管本部 空調管統括部)、 河路友也(愛知工業大学)	令和2年度 空気調和・衛生工学会 大会 2020.9
熱画像を利用した太陽電池モジュールのバイパスダイオード開放故障判定方法に関する研究 ー遮光セルの発熱温度調節方法ー	○上田紘巨、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	太陽エネルギー 2020 (令和2年) Vol.46 No8 (通巻259号) 2020.10

各種学会・士会への加入奨励について

当社にとって、技術者一人一人が技術力を向上させることはいうまでもなく重要であり、その手段として図1に示すものが挙げられる。このうちいくつかは、教育センターにより進められているが、最新の技術情報や技術動向をタイムリーに得るには、各種学会・士会への加入が最も有効な方法である。このため当社では社員に対し、学会・士会への加入を奨励している。

また、技術士に挑戦する社員にとって、学会を通じて得られる各種情報は極めて役に立つと言われている。

各種学会は、最新技術の解説や施工事例の紹介を、会誌や見学会、講習会といった学会事業により提供している。これらの情報は、各個人が技術力を高めるきっかけとなることに加え、お客さまへ技術的な提案やアドバイスを行う情報源となる。また各士会も、同様に詳細な技術情報の提供や見学会を行っており、活用が期待できる。

社内に学会・士会の加入者が増えることは、社員の技術への関心を高め、会社全体の技術レベルの向上につながるほか、お客さまの当社技術力に対する信頼を高める期待もある。

特に電気設備学会について、同業他社が競って加入者を増やすのはこのためであろう。

当社業務に関係が深いと思われる学会・士会は表1のとおりであるが、業務上の必要に応じてこの限りではない。自分の業務に関係の深い学会・士会に是非加入し、技術力の向上に努めていただきたい。

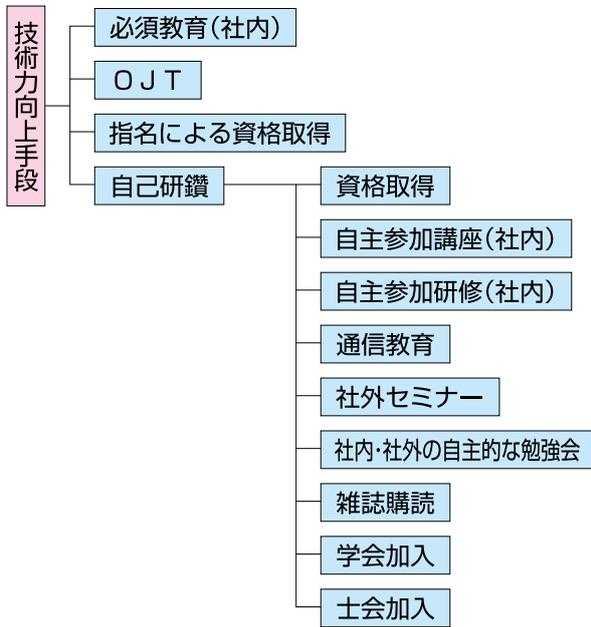


図1 技術力向上手段

表1 学会・士会

学会、士会名
電気設備学会
電気学会
空気調和・衛生工学会
日本建築学会
電子情報通信学会
情報処理学会
照明学会
日本技術士会
計装士会
建築士会

学会加入奨励については、イントラネットの部署情報で、「技術研究開発部だより」内の「各種学会・士会の加入奨励について(通知) (H21.2.3 発信文書)」を参照していただくか、技術研究開発部にお尋ねください。

編集後記



撮影：A.N. [「トママin雲海」]

昨年の今頃には想定できない世の中になっている。新型コロナウイルスという新たな脅威に世界が直面し、社会そのものが変革を強要されているようにも見える。

それでは今から10年後はどうなっているだろうか。少なくとも今のまま何事も変化せず停滞していることは無いだろう。どんな未来を迎えるのか楽しみである。

今年度当社は今後10年間の技術研究開発に関わる中長期ビジョンを策定した。激動が予測される不安定な世の中ではあるが、それでも当社が成長を目指して前進していくことは使命であり、その成長の方向性に合わせた研究開発方針とすべく、各部門とも議論を重ねてきた。

これからも議論を繰り返すことを継続し、会社の成長に向け貢献していきたいと願っている。(末)

TDレポート 第36号

令和2年10月発行

編集

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

TDR

vol.36 2020.10 TDRレポート

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

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



この印刷物の本文用紙は、森を元気にするための間伐と間伐材の有効活用に役立ちます。