

中部電力グループ

# Technology Development Report

2009.10

vol.25 記念号

*TOENEC*

# C O N T E N T S

## はじめに

- TDレポート25号記念号に寄せて ..... 3  
取締役社長 越智 洋

## 特別寄稿

- TDレポート25号記念号に寄せて ..... 4  
—名古屋工業大学における産学官連携への取り組み—  
名古屋工業大学 学長 松井信行

## 座談会

- 飛躍のための技術 ..... 7  
名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授 鷗飼裕之  
(株)トーエネック 常務取締役兼執行役員 和田秀俊  
(株)トーエネック 取締役兼執行役員 営業本部副本部長 森田 務  
(株)トーエネック 理事 技術開発室長 近藤俊作

## 施工事例

- 全電化熱源システムによる立科温泉の省エネルギー ..... 14  
営業本部 空調管設備部/渡部 篤・山田健仁・若松克典
- (株)日本ピスコ第2工場 太陽光発電設備工事 ..... 18  
長野支店 伊那営業所 施工課/岡本英紀
- カンボジア国モンドルキリ小水力発電所建設工事向け配電線工事 ..... 20  
営業本部 名南営業所/大員俊哉(元海外事業部 営業グループ)
- (株)トーエネック岐阜支店本館新築他工事 ..... 24  
岐阜支店 営業部 技術課/小川和彦
- プレ葉ウォーク浜北店 新築電気設備工事 ..... 30  
静岡支店 浜松営業所 施工課/太田幸義

## 技術報告

- フィールドバスPROFIBUSの施工について ..... 34  
営業本部 エンジニアリング部 プラントグループ/今井 寛
- PC端子接続作業の改善に関する研究 ..... 38  
配電本部 配電統括部 技術グループ/民部吉彦・玉井 誠
- 浜松ホトニクス(株)中央研究所ESCO事業 ..... 42  
営業本部 エネルギーソリューション事業部 ソリューション第一グループ/増田昌彦
- 全熱交換器システムの異常検知手法 ..... 46  
技術開発室 研究開発グループ/千葉理恵
- ゴルフ場施設の雷被害と対策の例 ..... 50  
技術開発室 研究開発グループ/箕輪昌幸
- 地絡電流の回り込みによる漏電リレーの不要動作障害事例とその対策 ..... 54  
技術開発室 研究開発グループ/西戸雄輝

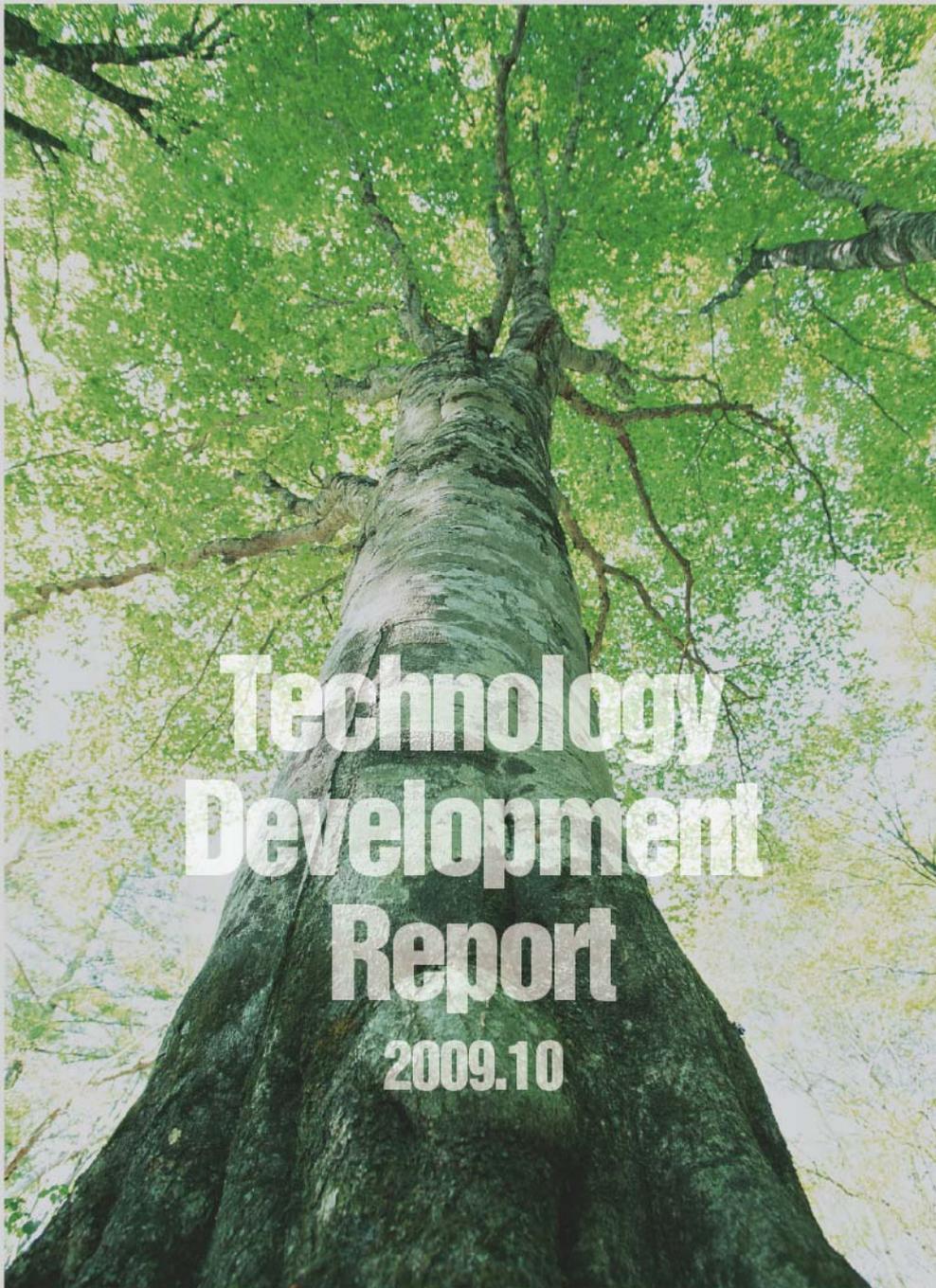
## 技術解説

- 電技解釈第272条の現状及び資機材について ..... 58  
営業本部 営業統括部 技術総括グループ/鈴木大介
- インターネットプロトコルIPv4アドレスの枯渇とIPv6の技術動向 ..... 64  
技術開発室 研究開発グループ/箕浦徳行

- 技術開発室だより ..... 70

## 編集後記

*TOENEC*



**Technology  
Development  
Report**

**2009.10**



**TDR**  
Technology Development Report

**TDR**  
Technology Development Report

vol.20  
**TDR**  
2004.10

2005.10 vol.21

**Report**

**TDR**  
Technology Development Report  
2006.10

**TDR**  
Technology Development Report  
2007.10

**TDR**  
Technology Development Report  
2007.10

**TDR**  
Technology Development Report  
2008.10

TOEVEC

vol.24



## TDLレポート25号記念号に寄せて

取締役社長

越 智 洋

25号という節目に達したこの機会に、初期のTDLレポートに順に目を通し、先人がこの冊子や当社の技術に込めた願いと当社がこれまで経てきた技術の道程を読ませていただいた。

その中でも、当時の井上丈太郎社長が創刊号に寄せられた巻頭言は、あたかも昨日書かれたかのように、「押し寄せる技術革新の波、知恵・ノウハウを売る時代へ、技術のレベルアップの必要性、『技術と信用』を高めることの重大さ」など、キーとなるフレーズはどれも今に通じる。

先人達が早くから技術開発の必要性を認識していた事が伺えて、改めて当社の伝統を感じる事が出来る。

50年史を読んでみると、当社では、「お客さまの信頼」「技術重視」「社内の和」を柱として、夫々の時代に合わせた歩調で発展してきたことが分かる。

今年度から始まる新たな中期経営計画では、経営理念に沿って当社が目指すべき方向が次のように定められた。

1. お客さまに満足を提供し選ばれる企業（快適環境の創造）
2. 経営環境変化の中で独自に進化する企業体質（独自技術の展開）
3. 企業と社員がともに成長する会社（人間企業の実現）

そのうえで策定された、全社一丸となって取り組むべき5つの基本戦略と具体的な中期経営課題の中には、随所に「技術」の必要性がうたわれている。

いわく、お客さまとの長期的な関係作りの強化のための技術、いわく、保守メンテナンス・リニューアル体制強化のための技術開発の推進と積極的な活用。

環境負荷ソリューションに関する技術開発および適用拡大の推進。さらに、独自保有技術・技能の確実な維持・継承。現場の技術力向上、である。

技術は、研究所の中にある訳ではない。お客さまの満足が得られ、快適な労働環境が得られ、地球にやさしく、そしてコストパフォーマンスに優れた物が技術である。トーエネックは、そのような技術に立脚する企業である。新しい技術に明るく、いかようなお客さまのニーズにも柔軟に対応する。その上で、絶対他が及ばない得意分野や独自の技術が望まれるのである。

したがって、常に新しい技術、お客さまに貢献できる技術に挑戦し、獲得し、共有することが中期経営計画を成功に導くキーであることは明らかである。

では、自分は技術系の仕事に携わっていないと思っている方は、どうであろうか。

例えば営業の担当者が、お客さまのニーズを技術担当者に適切に伝える事は、立派な技術への貢献である。又、各々の仕事の進め方を見つめ直し、物事の考え方を問い直し、業務改革、自己改革を行う事によって当社の仕事のやり方を効率化できれば、これも技術的貢献と言えるであろう。長い期間を経ると一人一人のこうした習慣、行動が会社の文化になり、会社の底力として蓄えられ、ひいては強靱な体質を築く元となるのである。

そうして、それぞれの立場にありながら視野を広くもって総合力を発揮し、お客さまに喜んでいただき、社会への貢献を果たす企業として成長させていきたい。

このTDLレポートが社員のみなさんの技術に対する理解を深め、当社の有する技術に誇りを持ち、当社が技術に立脚する企業であることの認識を深めることの一助となる事を願う。

# TDレポート25号記念号に寄せて

## ～名古屋工業大学における 産学官連携への取り組み～



名古屋工業大学 学長  
松井 信行

今回、(株)トーエネック殿の技術誌「TDレポート」25号記念号に寄稿のチャンスを与えて頂き、大変光栄でございます。古い話ですが、貴社に併設されていた「トーエネック短大」で講師を務めた経歴や、共同研究などでお世話になった経緯から、産学連携について考えるところを述べさせて頂き、色々な議論の発端になればと思います。

産学連携という言葉で多くの方が思い起こすのは、民間企業の開発担当者と大学教員との間で行われる共同研究でしょう。一般に大学教員は研究を進めるに当たり必ずしも明確な出口を明らかにしないまま、自身の学問的興味から設定した課題に挑戦しています。少なくとも従来の国立大学においては、この「知的興味を源泉とする学術研究」がまさに大学の基礎研究そのものであり、法人化された国立大学においてもそれは変わることはありません。これらの研究成果は主として学会の場や学術誌で発表され、その方面に携わっておられる民間企業の開発担当者

の目に触れて、両者の間に共同研究活動が開始されるというのが常道でした。

この共同研究は、あくまでも個人と個人の結びつきでスタートするわけですが、大学人は原理原則の観点から、企業人は実用化、商品化という観点から、両者の間で共有化された技術課題に対して複眼的な検討が進むという点で、意味のある活動だと考えられます。それゆえに、現在でも産学連携研究活動の基本パターンとして脈々と受け継がれてきていることはご承知のとおりです。ただ、国立大学時代には、ここで生じる知財の扱いについての曖昧さが残っていましたが、これも法人化後はすっきりした形になりました。図1は名古屋工業大学の知財の取り扱いを示しています。

最近になって、組織的な産学官連携研究活動の展開が見られます。文科省の「知的クラスター事業」がその典型ですが、産業界関係者、学術関係者、関係省庁がそれぞれの壁を越えてひとつの未来志向の共通技術課題を掲げ、研究開発推進体制として、本部長、副本部長、事業統括担当者、研究統括担当者を置いて産学官から人を選び、基本的には5年間で目的を達するべく、公的資金のもとで組織的、体系的に研究開発を進めるというものです。同様の取り組みは経済産業省関係や他の省庁のもとでも展開されています。大型の公的資金のもとで行われる事業であることに鑑み、中間の期間に専門家による研究開発進捗状況の審査があるのが通例で、この評価結果によっては研究活動の中断もあり得ます。第一段落で述べた、個人と個人の間を中心に進む共同研究とは明らかに一線を画するものがあります。

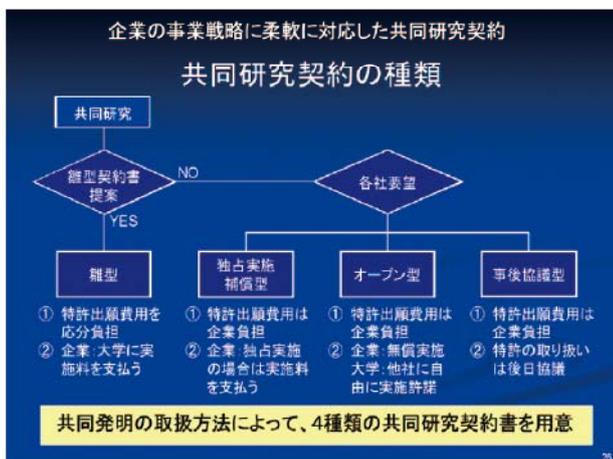


図1 名古屋工業大学の知財の扱い

組織的な産学、あるいは産学官連携研究活動の受け皿として、私たち名古屋工業大学には、他の大学には無い独自のシステムとして、「プロジェクト研究所」制度があり、成果を挙げています。この制度の特徴は、下記の5項にあります。

- ①複数の大学教員、大学院生と民間等の研究開発担当者が中・長期の研究課題に取り組む。
- ②研究期間は最低3年、研究経費は最低毎年2千万円、つまり最低3年間で6千万円の研究資金のもとで活動する。
- ③大学側は複数教員でグループを形成し研究に当たる。必要に応じて他大学教員や研究費で雇用したポスドクが加わる。
- ④当該企業者が研究者に加わる場合は、その実績に応じてプロジェクト教授、准教授などの名称付与が出来る。
- ⑤研究所の名称に企業名等を付すことが出来る。

私たちの認識では、近年、民間企業の多くは組織のスリム化や米国流の四半期毎の業績評価の導入などによって、中長期の研究開発環境を従前と同様に保つことが難しくなっていると考えます。一方、国立大学の多くはかつての工学部拡大時代に助手ポストの教授ポストへの振り替えを行ってきたために、相対的に若手研究者層が弱体化してきている事実があります。両者の問題点が、この「プロジェクト研究所制度」で一挙に解決できています。事業主負担を含めたポスドクの雇用に配慮して最低研究費年額を2千万円とし、大学として重要な博士課程学生の研究費担保のために最低研究期間を3年としています。平成16年末にこの制度を発足して以来、順調に制度は動いていまして、年度によって研究所数は多少の変動がありますが、ざっくり言って毎年20を超えるプロジェクト研究所が稼動しております。この制度の中で外部資金によって20～30名の若手研究者が雇用されて、日常の研究活動に精進しています。設置されているプロジェクト研究所は写真1に示すように大学正門の右側にプレート表示して、名古屋工業大学の中でどのような研究活動がなされているかを来訪者によく承知していただけるように配慮しています。

このような共同研究が成功裏に進められるためには、大学と企業における研究活動展開の特徴的な相



写真1 正門前のプロジェクト研究所プレート

違を両者がよく理解しておくことが大切です。図2に示すように大学の研究活動は基本的には教育（人材育成）の一環として行われているので、時間軸は「年」であり、学問的興味によるテーマ設定が故にテーマは幅広で、まとまりが見えてくると金と人を集中します。一方、民間企業の研究開発は極論すれば差別化製品開発が目的であって、当然重点主義で、研究開発計画に基づいて人と金が集中されます。研究工程を両者で作り上げる場合に、この相違が問題となるケースが多々見受けられます。換言すれば、今後のより効果的な産学連携実現のためには、大学と企業の特質を失わないで、ここで指摘した相違点をもとで生じている問題が致命的にならないシステムを新たに作り出す必要があり、私たちはその具体的な検討を始めています。

一方、マスコミなどで、民間企業と大学が「包括協定」のもとで共同研究を実施する例などが報道されますが、私たちは工学系の単科大学という特質から、包括協定に変わる「分野別連携」という制度を設けています。プロジェクト研究所が特定テーマについての共同研究作業をする場とするならば、「分野別連携」は、ある特定された分野の中で民間企業と大学が研究活動や人材育成活動などを総合的に実施する制度です。例えば、「油圧機器の電動化」という分野で電動化のための要素技術や制御技術の開発を行うとともに、それに向けた人材育成のための社内教育カリキュラムの作成と教育研修を実施するというものです。新規事業分野を立ち上げるための準備段階としてこの制度をお使いになる場合には、その内容の

産学連携についてのコメント(研究開発)

① 立場の違い      ② 取り扱いの違い

|        |  |  |
|--------|--|--|
| 大<br>学 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・人材育成(教育)が目的</li> <li>・研究活動は教育を支える活動</li> <li>・期間としては1年単位で数年</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通常はテーマ分散</li> <li>・見通しがたつと金と人を集中</li> </ul>                |
| 企<br>業 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・差別化製品開発戦略としての研究⇒短期決戦</li> <li>・中長期戦略の困難性</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・もともと重点施策</li> <li>・順調であたり前</li> <li>・計画に基づく重点投資</li> </ul> |

図2 産と学の研究開発の立場

公開そのものが当該企業にとっては望ましくない場合もあり、そのような場合には当該企業名や内容は公開されないように配慮しています。

産学官連携による人材育成事業も重要なアイテムです。私たちは上記の「分野別連携」でも触れた社内教育などを含めて色々なメニューを用意していますが、他大学には無い特徴的なものに「工場長養成塾」があります。もともとは経済産業省の予算的なバックアップのもとで2年間の試行実践を通じて教材開発を行い、「工場長養成塾ハンドブック」として出版し

たテキストを中心に、現在は大学の事業として自立化しています。企業の製造中核人材を学生としてお迎えし、半年間にわたって計23日間、146時間のカリキュラムを実施します。そのうちの約6割は、ご自身の工場を対象にした2S(整理・整頓)の徹底的な実践を通じて、飛躍的な生産性の向上を実体験していただくプログラムです。大学教員によるゼミ(座学、グループディスカッション、演習)にとどまらず、民間企業のシニア人材をチューターとしてお迎えして、徹底的な実践を行う点が特徴です。また、同様の実務的な人材育成コースとして、文科省「社会人の学び直しニーズ対応教育推進プログラム」では、CATIA(Computer Graphics-Aided Three Dimensional Interactive Application)の修得と材料力学や有限要素法などの設計技術を中心に、企業人材と大学教員、大学院生で構成される講師陣によってスキルと理論の融合を実現しています。

ここに述べたように、「ものづくり」の中心地に立地する名古屋工業大学は、独特の産学官連携活動を通じてわが国の産業力の発展のために尽くしております。稿を終えるに当たって、産業界の一層のご理解とご協力をお願いいたします。

●松井信行(まつのぶゆき)プロフィール

- 1968年 名古屋工業大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了
- 1968年 名古屋工業大学助手
- 1976年 工学博士(東京工業大学)
- 1985年 同大学工学部教授
- 2000年 同大学副学長
- 2004年 同大学学長

電気学会産業応用部門長等を歴任後、現在 IEEE Fellow、IEEE IAS Executive Board, Member-at-large, IEEE Japan Council Vice-Chair, 電気設備学会中部支部長、日本学術会議連携会員、計測自動制御学会評議員、プロジェクト マネジメント学会顧問及び中部支部長

■受賞

電気学会電気学術振興賞論文賞(2002年)、電気学会業績賞(2004年)、IEEE Industrial Electronics Society, Industrial Electronics Transactions Best Paper Award(2004年)、IEEE IAS, Outstanding Achievement Award(2005年)、電気学会電気学術振興賞進歩賞(2009年)等多数

■著書

「アクチュエータ入門(改訂2版)」(オーム社、2000年)、  
「電気機器学」(オーム社、2000年)等多数

# 飛躍のための技術

座談会

## 出席者



名古屋工業大学  
大学院工学研究科 教授  
**鵜飼 裕之**

●専門は制御理論を基軸として応用研究の範囲は電力系統工学、ロボット工学、福祉工学など多義にわたる。電気学会、計測自動制御学会、電気設備学会など多くの学会、委員会で活動。愛知県出身、名古屋市在住。時代小説・探偵小説を好み、最近直江兼続ブームを自称。



㈱トーエネック  
常務取締役兼執行役員  
**和田 秀俊**

●経営企画室分担、資材部統括役員。中部電力(株)では一般のお客さま向けの営業を担当。もともとは配電部門が長く、経験した業務は多岐に亘る。耐雷対策、配電線自動化等の設備計画関連に造詣が深い。岐阜県出身、瑞穂市在住。趣味は映画観賞。



㈱トーエネック  
取締役兼執行役員 営業本部副本部長  
**森田 務**

●技術開発室統轄役員。技術開発委員長。東京本部で通算30年間に線工事に携わり数々の現場を「乗り切る」中で多くの喜びを体験、「いつも周りに助けられた」。平成18年から営業本部。愛知県出身、半田市在住。趣味は「門を一步入ると全て忘れられる」とお寺巡り。



㈱トーエネック  
理事 技術開発室長  
**近藤 俊作**

●技術開発室の他は海外事業部が長い、海外現場の経験は通算25か月。「困ったとき助けてくれる先輩後輩に恵まれています」。名古屋市出身、市内在住。好きな作家はヘミングウェイと「87分署シリーズは全部ペーパーバックで読んだ」エド・マクベイン。尊敬する人、田坂広志。

**鵜飼** 名古屋工業大学の鵜飼です。今日は、私からインタビューする形で、「飛躍のための技術」をテーマに目指す技術の方向性や人材育成についてお話を伺いたいと思います。

御社は、電力をはじめとしてエネルギーからITにわたるまで、非常に広い分野で総合設備業界をリードされ技術系企業として活躍されています。この座談会では、三つの点に絞ってお聞きしたいと思います。

まず一つ目は、御社が企業として技術をどのようにとらえているのか、今後どのように、技術を求めていくのかということについて。

2番目には具体的にそれらに対応した、技術戦略について、本音を交えてお聞きしたいと思います。

3番目には、その技術を支える人材のありかたについてお伺いします。

今日ご出席の和田常務には経営企画というお立場で、森田取締役には、技術開発を統括するお立場から、近藤室長には、直接技術開発に携わっているお立場から、忌憚のないご意見をいただきたいと思います。

最初に、ご出席の皆様から技術をどのようにとらえていらっしゃるかをお聞きしたいと思います。

まず、大学で工学という立場で研究している私の方から、少し話をさせていただきます。

これまでのご承知のように、高品質とか大量生産、高精度、小型化、低価格化という商品を生みだして、工学の分野で技術というのは育ってきました。さらに、通信とかネットワーク技術を起点とした情報処理技術の進展で、非常に、効率性・利便性に優れた社会を構築して

きました。しかし、一方で、エネルギー消費の増大による地球環境の劣化、食とか医療、交通などの安全神話の崩壊も一部見受けられ、生活空間でのいろんな歪みができてきております。エネルギー問題と環境負荷低減問題の同時的解決を図りながら、持続可能な成長基盤を確立するとともに、高度情報化・コビキタス化の急速な伸展によるグローバル化と、社会システムの構造変化に対応して安心・安全な社会、生活空間を構築していくことが広い意味での科学技術に課せられた役割と考えます。

私が考えますには、これらの問題に対応するためには、従来の専門分野を超えた融合領域の中で技術を複合化していくことが必要ではないかと考えています。例を挙げますと、自動車は環境調和という新たな価値観の下で、今やハイブリッド、電気自動車への転換期にあります。技術イノベーションによって、機械式から電気式に、あるいは、エンジンがモータに変わりましたが、さらに普及していくためには、それらの要素である電池や変換器、モータ、センサー、それから通信制御系、こういうものに対する様々なコア技術を複合化して高効率であるとか高信頼性・低価格化を目指していかなければなりません。

このためには個々の研究者・技術者に、これまで以上に専門領域を超えた知識と理解が必要になってくると見ます。この観点から、大学、特に理工系では、従来の縦割り型専門分野にとらわれない分野横断型、あるいは融合的な工学統合的な技術領域を新たに開拓して技術イノベーションの創出につながるような仕組みを

作って取り組んでいます。

一つの時代の流れに沿って技術というものをとらえた場合に、御社のように様々な分野にわたる技術が要求される総合設備企業としての視点から、「技術」に対する皆様のお考えをお聞かせ下さい。

**和田** 総合設備企業として当社では、電気とか、情報通信とか、あるいは空調管工事とか事業内容が多岐にわたっております。たとえば当社の例でいきますと、建設業では、28業種あるとされているうちの15業種を取り扱っております。そのため、個々の技術を深掘りすることが非常に重要なんですが、それと合わせて、業種間の横断的なコラボレーションが不可欠だと思います。

もう一つは、これまでの技術ですと、その目的というのは、機能だとか、効率性、省コスト、あるいは省エネといった切り口から、物理的な成果を評価の対象としてきたのですが、これからは、環境対応という意味から、快適さだとか、癒し、心地よさといった、お客さまの感性の面からアプローチする技術も必要になってくるのではないかと考えています。例えば照明業界では、すでに明るさ、色合いなどだけではなく、癒し効果を含め、心理面、生理面からどういう影響を与えるのかといったところが一つの指標値になっているわけですね。そのような、人間の感性を扱う工学、そういう面も必要ではないかと考えています。

**森田** 私は、総合設備企業としての技術は、多機能、高機能化する個々の製品を目的に合うように選定して、それをシステムティックに組み立て、それにより付加価値を高めていくという、ソフト技術が基盤になると考えています。特に、この辺が当社が一番重要なところかと思えます。

したがって、高度な応用技術が要求されるわけですから、工学的、技術的な充実を図る一方で、顧客の



ニーズを先取りした自主技術の開発に一層力を注ぎ、技術を創出して、それを経営に生かして社会貢献していくのが当社の技術ではないかと考えております。

**近藤** 技術を開発するという立場で技術をとらえたときには、森田取締役がおっしゃられたことに加え、新しい分野、新規の分野という観点ももっていただけないと思います。そうすると、われわれが今まで持っていた技術ではない技術、われわれの枠に入っていない技術というものを取り入れていかななくてはならない。そうすると今後は、トータルで実現していくことがなかなか困難になってくる。それはやっぱり大学の先端的な研究者の方などの協力を得なければいけなくなってくると思っています。



**鵜飼** 今、特に新しいものの価値観についての話をお伺いしたのですが、御社が企業として技術に求めているものについてお聞かせ願いたいのですが。

**和田** 企業が生み出す「付加価値」、これが会社を成長させるわけですが、同時に社会貢献をも果たすこととなります。企業が持続的に成長して行くためには、その企業自体の存在価値が社会から認められていないと難しい。いわゆる、企業の成長と社会貢献とは不即不離の関係にあると言えます。

特に当社の場合は、付加価値のほとんどが我々の技術から生み出されるわけですから、企業という意味では市場に受け入れられるかどうか、社会への貢献という意味では社会に認められるかどうかの尺度が、技術に依存していると言っても過言ではない。

またそれ故に当社の技術を社会から評価されやすい形で「見える化」することも必要であろうと思います。

**鵜飼** 技術の具体的なあり方について、技術を推進される立場の森田取締役のご意見を聞かせ下さい。

**森田** 当社を成長させるため、4つの業務面の中に技術力を取り入れていく必要があると

思います。

一つは他者との差別化です。二つ目は提案営業力、三つ目が問題解決力とお客さまとのつながり、四つ目は日常業務の効率化だと思います。

まず差別化として、現在各部門が持っている省エネ、CO<sub>2</sub>削減の技術力を活用して、エコビジネスへの事業拡大を図っていく必要があるかと思います。

二つ目の提案営業力ですが、これは最近よく「仕事を作っていくんだ」と言われておりますけれど、今非常に求められているのは、顧客の視点に立った見方、考え方をして、顧客の課題を解決するための案を提出する提案営業です。そのためにも今までの蓄積技術や技術開発室での創造的な独自技術の成果を使って提案営業力を強化していく必要があるかと思います。

三つ目として、お客さまサービスに徹して、問題の解決力によりお客さまとの継続的な関係を構築し、維持するためのビジネスサイクルを確立していく必要があるかと思います。

竣工したら保守、メンテナンス、改修工事を含めたワンストップサービス体制を確立して、そこに技術を入れていく必要があるかと思います。一例をあげれば、現在この東海地方の中部5県の故障復旧サービス体制、特高・高圧遠隔監視業務をお客さまサービス部で行なっており、お客さまとの継続的な関係を築いています。

最後に、業務の効率化です。工具、工法の改善。ここにも技術を取り入れていく必要があるかと思います。資機材の標準化と工場でのプレハブ化、さらに、施工管理業務のIT化のさらなる推進を考えております。

**鵜飼** 最初の森田取締役の差別化の話にあったエコビジネスは、御社として必要であり、今後大きく伸びていく可能性がある分野だと思うんですが、一方で非常に企業戦略としては難しい部分があるのかなあという気がします。

つまり、たいへん多様になっているということですし、どう他者と差別化を図っていくのが非常に難しいのではないかな、というのがありますが、この点についてはまた、後で少し具体的に企業戦略について話がお伺いできればと思います。

社会貢献と本来の企業活動、この点からもう少し具体的な方策というか手段についてお聞かせ下さい。

**和田** まず社会貢献全体で言いますと、一つ目は、当社が提供します付加価値、これ自体が果たす役割ですね、当社の場合は社会インフラへのかかわりが非常に大きい会社ですので、このウェイトは非常に大きいと思っております。二つ目はやはり、当社は上場会社です

ので、当社の成長することが、株主様、あるいは社員、関係会社の人々など多くの生活を支えるとともに利益を生み出すことになるわけですね。

こうした社会への貢献を明確にすることで、社員自体が、社会の一員としての自覚と誇りを今まで以上に身に付けることとなります。このことが技術のレベルアップに対するモチベーションの向上にもつながりますし、何よりも自分たちの自信につながるものと考えております。

**鵜飼** 最後に言われましたように、モチベーションを上げるということは非常に重要なファクターになってきています。昨今、若い人を見ていますと昔のように技術を極めればそれで満足できるという考え方から、「社会的に私はこういうことに貢献している」という認識がないとなかなかモチベーションが上がらないような世代になってきています。その意味で言いますと、社会貢献が社員一人一人のモチベーションを上げていく、それがひいては企業の成長に還元されているという、そういうお考えがよくわかりました。

これまで、企業としてのお立場での技術に対するあり方であるとか、目的についてお聞きしましたが、ここで、大学の視点・立場から、技術開発において企業に期待したいことがありますので、その点を述べたいと思います。

大学、特に名工大のような工科系大学には役割がありまして、一つには、やはり地域や産業界へ卒業生、いわゆる人材を供給していくことがあります。もう一つは次世代の技術イノベーションの創出にあります。このために、本学をはじめとする工科系の大学では、産学連携を柱として色々なプロジェクト研究を推進させていただいております。特にその産学連携の研究を行うことによって、その社会ニーズに即した研究開発を積極的に推進しております。

これに関しては、従来から大学のシーズと企業のニーズをマッチングさせ、新しい技術イノベーションに繋げる、とはよく言われていることですが、私自身の考えでは、必ずしもうまく行っているとは限らない、うまくすり合わせができていない部分がある、と思います。

一つの問題は、大学のシーズ研究が出口、つまりこの研究がどういうところに繋がってどういうところで社会



に貢献できるかという、それがまず明確になっていない。

もう一つは、やはり企業の方では業務効率、営業効率と言うものを考えなければいけないという事情があります。ですから、直近の現在抱えている問題をどう解決していくかということに優先的にとらわれてしまって、将来を見据えた技術展開、いわゆる技術ビジョンを描くことが難しくなっているのではないかと考えています。それとは別に、大学と企業の研究者・技術者が人的な交流をまず繋げることで、そこからいろんな意見を交換して、大学が持っているシーズと、企業のニーズを議論の中ですり合わせる。そうすることによって、私も大学の研究者が知らなかったニーズが逆にシーズにつながっていく、いわゆるシーズ発見型の共同研究というものもあっていいんじゃないかと思っています。

**近藤** 当社は、大学との共同研究がどうか当社ニーズに沿った成果が得られる方向にきた段階です。これも、今、先生がおっしゃった人材交流ですね、そういったことを通じて当社そのものをまずご理解いただいたということも大きいし、順次大学から優れた人材を送り込んでいただいた成果もあると思います。今後、新しい領域や新規の事業に進んでいくために、やはり広い視野でもって社会を見ることが大変必要だと思います。今までの自分の会社の枠だけで見ているとなかなかそういったものに目が向かない。そうすると、さまざまな業種と接点を持っておられる大学との意見交換を中心にした、いまご提案があったような息の長い共研というのは大変意義が深いものだと思います。おそらくこういうことをしないと新しい分野への入り口というのは簡単に開いていかないのではないかと、と思っています。

技術開発としてはそういう将来へ向けての取り組みを始めてもすぐには成果が出がたいですし、紆余曲折もあります。大学さん側はそういうことはよくご承知でしょうけれど、社内でもそういうことをご理解いただくと、そういった共研や新しい分野への研究開発に取り組みやすくなると考えています。

**鵜飼** 次の一つの話題として、具体的な技術戦略についての話をお伺いいたします。

昨年のリーマンショック以来非常に厳しい状況が現在も続いていると思います。一方で、さっき申し上げたように「エコ」という観点から新しい技術として再生可能エネルギーの積極的な導入とか、あるいはインテリジェントグリッドとか、グリーンITとか、いわゆる環境負荷低減化に向けたエネルギー産業・環境産業への投資政策、これはグリーンニューディールという風に呼んでいます。これが世界的に潮流になっています。そう

いう観点からいきますと、こういうものが新たなビジネスチャンスを生む機会になるんじゃないかということが期待されています。技術開発を推進する立場として、このいう時代背景をどのように捉えておいででしょうか？



**森田** まず、現在喫緊の課題は、先ほど先生もおっしゃいましたような地球環境問題だと思います。新エネルギー、送電とデジタル通信を融合したインテリジェントグリッド、それと環境に配慮したIT技術への取組であるグリーンITな

ど環境問題の意識も高まっており、その辺も今後の課題になるかと思えます。

ただし、当社としては、まず足元を固めるということで、今までの現場で経験してきたことの中にある研究開発が必要な問題や、現場課題の改善、工法とか材料の効率的な確保等もやっていきたい。それには、個人も高度なエンジニアリング能力が必要ですし、専門家チームやエンジニアリング能力を持つ部署も作っていないといけないだろうと考えています。

それと品質ですね。今、一番品質というものがお客さまから求められております。その辺のサポートをしていくシステム、そういったものを作っていくためにも、そこに新技術を入れていきたい、という風に今思っております。

**鵜飼** 顧客ニーズの対応という観点ではどういう戦略を持っておられるかということについてお願いします。

**森田** 今までは工事完了でもう終わり、というような状況が多かったんですけど、近年そういう形では望ましくないということで、お客さまサービスに徹して継続的な関係を構築する必要がまずあるということから、メンテ関係の工事ですね。それと顧客の課題を相談相手になって進める、提案型の技術営業。これらを今後やっていかなければいけないということで、特にお客さまをより一層重視して、お客さまとの関係を積極的に築いていくという攻めの姿勢で行くべきだと考えております。

**近藤** そういった形でお客さまと直接接していただくと、いろんな現場からのニーズが上がってくると思うんですけれども、そういった現場のニーズが技術開発まで上がってきて、技術開発からまたフィードバックする

という仕組みがベストだと思います。そういうことによって、現場と私ども技術開発の部隊とで、課題の共有ができれば、実際の成果が出たときの展開に非常にいいと思っています。

それと何がお客さまのニーズかということですね。私どもの会社がやっていない業務範囲のこと、そういったことも、私どもの担当者にお客さまは困りごととしてお話しになると思うんですが、そういった場合に、当社の業務範囲外のことも一度は汲み上げて、技術開発の方にネタを頂くということが必要だと思っています。

それはやはり当社が総合設備業という看板を掲げている以上、今後重要になってくると思っています。

**鵜飼** では、技術の戦略の前提として現状をどのようにお考えなのかについてお聞かせ下さい。

**和田** この平成21年から23年までの新しい中期経営計画がスタートしましたが、厳しい経済環境を踏まえて、収益向上を第一の柱としております。その中で狙っているところが、一つはメンテナンス・リニューアル体制の強化であり、今一つが新規・新領域事業の開拓です。



後者は、CO<sub>2</sub>削減とか省エネをキーワードにしたエコビジネスの事業拡大を図るものなので、当然先程から出ていますように単独ではなくていろんな新しい技術の複合体での技術開発が必要です。

それと、既存技術においても、社内では、複数の部門にまたがっている技術がありますので、たとえば、電気と空調、あるいは情報通信とか、多様にまたがっている技術の融合が必要です。さらには、現存の技術レベルを高度化するとともに均質なものにしなければいけない、もっと密度の濃いものにしていかなければいけないと考えております。いずれにしても、これまで以上に、技術の集積が必要で、それを前提として中期経営計画は作られております。

**鵜飼** 今お聞きしたメンテナンス、リニューアル体制の強化というのは非常に興味ある視点で、特に設備業というのはものを作ってしまったらそこで完成後は新しく変える時に考えればいい、という対応から、中にある設備に関してはIT化に関連してもっと早いサイクルで変えていかなければいけないという考えが多分あ

ると思うんです。特に、環境に関連する部分というのは早いサイクルで新しい技術が入ってきて、トータルのコスト自体を下げられるような努力がだんだん必要になってくる。そういう意味でいくと、もう一つの新領域の環境負荷ソリューションという考え方と、一体的に考えていけるんじゃないかという気がしました。

**森田** 技術の現状なんですが、現場の技術、机上の技術、営業担当者の技術という三つの切り口で見られると思います。

まず、現場の技術ですが、お客さまと現場の担当者間で、建設が始まる前には計画・設計、建設期間中は工事、それと完成後の運用、といった場面で品質向上の為の技術アピールをしているわけです。

失敗損失を減らして利益確保をする視点では、現場での短期解決が困難な技術的課題が発生した場合、専門集団の方にその辺をゆだねて、技術的な解決を図るようにしています。

もう一つ、失敗損失という点では、新しい機器や材料、それから新しい工法などを使用するときを気をつけたい。新しい機器や材料は材質とか仕様をきちんと確認することが重要で、これを怠ってはいけないと思っております。特に海外品を使うときですね。海外品で万が一トラブルが起きたときは、メーカー側の対応が十分得られないことも考えられますので、事前のチェックで我々はその製品や技術をよく理解する技術力が重要だ、と考えております。その製品や技術の良いところだけでなく、特に弱いところ、弱点を承知しなければいけないと思います。

それと、机上の技術ですが、これは特に専門集団、つまりトラブル関係に対応する部隊と、技術開発との連携を強化して、いろいろとお客さまから相談をいただく難しいテーマに対応しております。

営業担当者ですが、当社の場合、現場経験のある営業担当者が多いとは言えず、技術について営業担当者が十分答えられない場合もある。今、セールスエンジニ



ア教育等やっておりますが、一方では、エンジニアリング部隊と連携してお客さま対応することでお客さまに付加価値が提供できるような体制も、もっと強化していきたいと考えております。

**近藤** 技術開発室が今目指しているのは、お客さまの365日24時間連続の生産活動を支えるための技術ですので、そういった意味では方向性は合っていると思っています。

常務がお話になった中期経営計画が社内に浸透すると、ますます技術開発室と現業との連携が重要となってくると感じています。

**鵜飼** 現状をいろいろお話していただいたので、今度はもう少し突っ込んで方向性みたいなものをですね、これは非常に難しいかもしれませんが、よろしければお考えを。

**近藤** TLDシステムやDGRがそうですけど、お客さまの困りごとと根差した開発というのはよい成果に結びつき易い。そしてそれを独自技術でやっていくということが大事だと思います。これが差別化につながるわけで、とりもなおさず森田取締役が言っておられる提案の優位性につながっていきますから、コア事業の方面ではこういったことがキーになっていくと思います。

新規事業については、総合設備業という言葉が私どものキーワードになっていて、総合設備業を標榜するときに当社にまだ抜けているものがあるのではないかと、ということが新規事業を考えるときのポイントだと考えてます。

**鵜飼** 御社では技術開発のテーマを検討される「技術開発委員会」がおありだと伺いましたが、少しそのお話を。

**森田** 技術開発委員会の役割としては、要は技術開発室でやるテーマと部門でやるテーマの住み分けですね。それから成果物のスムーズな現業への展開の橋渡しです。

結果が見えないまま研究が長期化することには特に気をつけたいと思っています。

**近藤** 新しい分野とか新領域、当社の手が付いてない領域の研究については、やむをえずある程度は手探りになるところがあります。当社に技術がないわけですから、まず外部にその手掛かりを求めることになって、紆余曲折も生じるのでどうしても予定通りに結果が出るということは難しい、ということをご了解いただきました

と思います。

それと、そういうことに携わっている研究者というのは大変不安を持ってやっているわけです。成果が出るか出ないかわからない、出なかった場合は会社に対してロスを出すわけですから。そうでありながら新規事業に向かって進まなくてはいけないのですから、我々が安心して取り組めるよう、社内のご理解が欲しいですね。

しかし研究がむやみに長期化しないように、3年先まで立てている研究計画のアウトラインでは、毎年マイルストーンを置くことは心がけています。

それから成果の展開についてですが、技術開発委員会では技術開発のテーマと費用についての調整は軌道に乗ってきたので、次のステップとして、成果の事業化ということ議論する場であつてもいいんじゃないかと思っています。あがってきた成果に対してあるいは出ようとしている成果に対して、これを具体的に事業化するにはどの部門でどうしたらいいんだろうかと議論する場でありたいですね。

**鵜飼** 次にですね、具体的な人材育成ということに目を向けます。

技術を発展させているのは人であるということは間違いありませんし、そういう人をどうやって育てていくかということは技術を育てていくことにつながっていくと思います。

その辺も含めて、どんな社会人いわゆる社員像というものを求めておられるのでしょうか？これは多分三方別々の視点が出てくるかと思いますが。

**和田** 自身がプロの技術をもちながら、なおかつ他のプロと融合が図れて総合力が発揮させられる人間ですね。これがやっぱりどうしてもほしいですね。ここまていかないうちもう一段上の技術レベルにはならないですね。そういう社員像というか技術者像を求めたいと思います。



**鵜飼** 現場の担当者という点ではどうですか？

**森田** お客さまのニーズですね、特に現場ではお客さまが困っていることをよく聞いて、推測してそれを社内に伝える力。これをもった人材が必要です。特に本人

が難題をうけて、会社の専門部署、エンジニアリング部や技術開発室へ相談して、自分一人ではなくて会社で、総合力でやっているんだという意識をもってもらいたい。

**鵜飼** 大学でもそうなんですけど、隣の友達に聞けばすぐにわかるような問題でも聞かない学生が結構多いですね。ディスカッションがなかなか生まれてこないですね。自分の研究とその他の研究と関連づけていく力も必要じゃないかと思います。それが御社がおっしゃっているような総合力ともつながっていくんじゃないかと思います。

**近藤** 研究員としては自分でハードルの設定ができる人が望ましいですね。それもある程度高いハードルを自分で設定することができる人がいいですね。それから技術開発室が担っている責任の一つとして、現場からの技術的な問いかけに必ず答えを出すという姿勢が必要ですが、そのためにいろんなチャンネルを自分で持っていないといけないと思います。

しかもその持っているチャンネルを上手く活用できるということが必要です。そのためには自分が何か一つ深めているものを持ってないと、そういうチャンネルも上手く使っていくことができないと思います。

本人が何か一つを非常に深く秀でて理解しているということで、問題の本質を理解することもできるだろうし、回答の返し方も変わってくると思います。

**鵜飼** 総合力も必要だけでも、そういうものを育てるためにはきちんとしたコアとなるものがないといけない。研究者の立場として同感です。

具体的な人材育成策としては御社はどのような育成策を考えておられるのか。

**和田** 技術にも様々あって、設計・施工はもちろんのこと、提案力も重要な技術と言えます。さらには生産性の向上をはかれる人材だとか、業務の効率化を進められる人材あるいは的確な原価管理ができる人材、これも広い意味で言うところの技術者であり、欠かすことができません。ですから人材育成にあたっては広い視野に立った技術者の育成が大事ではないかと思う。それがいわゆる協調性とか総合力を発揮できる人材ということになり、それが大切ですね。

**鵜飼** 最後に次世代を担う今後の若い人材を輩出する大学に、どのような人材育成を望んでおられるのかお教えてください。

**近藤** 仕事ってというのは必ず相手がいたり、関係者が

いる、そうなるとう一人で最初から最後までやる仕事ってというのはあり得ないですね。

ですからできれば学生のうちにそういうことを理解していただいて、必ず仕事ってというのは周辺とのつながりの間で行われる、中身にも上流下流があるし、お互い守らなければいけない約束事もあるので、周囲の人からいろんな意味で信頼をしていただけるような人であることが望ましいですね。ですから自分本位であるのは困りますし、独りよがりであるのも困ります。お客さまや周囲の人の話を素直に一旦は聞き取るというスタンスが欲しいと思います。



**鵜飼** 学生に対する期待感が非常に大きいと思いますが、一つはモチベーションが以前に比べると非常に低くなっているのじゃないかなと思います。特に技術に対するモチベーションをいかに高めていくかが我々の重要なポイントです。

会社に入ってからある程度即戦力を問われているというのは承知していますし、実践力とかコミュニケーション能力、もっといえば国際性もある程度もっているような教育というのは必要なんですが、大学にそういう場を作らなければいけない。共同研究というのが非常にいい機会です。共同研究の中で企業の技術者の方とディスカッションして、その中で学生を育てていくのが一つの学生の人格教育につながると考えています。ですから人材育成というのを大学の中だけでなく、企業にも応援頂きながらしていきたいと考えております。

今日は「飛躍のための技術」を「技術」という観点、「人材」という観点に絞って、いろんな立場からお話を伺ってきましたが、結局は、御社が人を育てることで、ある意味で技術と技能を伸ばしていく、それが未来の飛躍につながるというスタンスをもって、またそれを目指しておられるということがよく理解できました。

技術系企業として今後も益々発展されんことを祈念して座談会を終わりたいと存じます。

# 全電化熱源システムによる立科温泉の省エネルギー

営業本部 空調管設備部/渡部 篤・山田健仁・若松克典

## 1 はじめに

気候変動枠組み条約締約国会議が1997年12月京都で開催（以降COP3と称す）され、わが国では1990年に対し2008年から2012年において、6%の温室効果ガスの削減が義務付けられた。

経済産業省の発表によれば、2007年における温室効果ガスの排出量は13億7,100万トンを報告されており、1990年に対し9%の増加となった。これは、COP3の目標に対し15%の増加となる。そのため、経済産業省をはじめとし、環境に優しい設備の推進に向けた補助制度を定め、環境対策の促進を進めている。

本工事は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による「エネルギー使用合理化事業者支援事業」を活用した設備である。

当設備は、省エネルギー率1%以上を目標に、温泉排湯熱・地下水などの未利用エネルギーを利用したヒートポンプシステムで、化石燃料の消費削減システムである。

以降にその概要を紹介する。

## 2 施設の概要

当施設は1998年4月に障害のある方にも安心して使用できる日帰り温泉として建設され、休日では1日1,200人以上の人が利用する町立の施設である。

温泉施設は、普通浴槽・ジャグジー・サウナ・水風呂・打せ湯・露天風呂など多種にわたり、浅間山連峰を一望できる施設である。

建物の概要を表1に示す。

表1 建物概要

|      |                |
|------|----------------|
| 建物概要 | 立科温泉権現の湯       |
| 主要用途 | 温泉施設           |
| 所在地  | 長野県北佐久郡立科町大字山部 |
| 構造   | 鉄筋コンクリート造      |
| 階数   | 2階             |
| 発注者  | 立科町            |

また、立科温泉権現の湯の全景を写真1に、温泉施設（白湯風呂）を写真2に示す。



写真1 建屋全景



写真2 白湯風呂（男）

## 3 省エネルギー・経済性計画の概要

既存設備は灯油ボイラーを主熱源とし、年間約2,400Gcal<sup>\*1</sup>のエネルギーを使用しており、年間消費エネルギーの削減を目標に、全電気方式による高効率水冷ヒートポンプへの更新工事である。

本システムによる省エネルギー性及び環境保全性を表2に示す。一次エネルギー換算で40%、環境性でも60%の削減が想定されている。

表2 システムと環境性

| システム提案 | エネルギー性 <sup>*1</sup> | 環境性 <sup>*2</sup> |
|--------|----------------------|-------------------|
| ボイラー方式 | 2,400Gcal/年          | 640ト/年            |
| 高効率HP  | 1,400Gcal/年          | 250ト/年            |

<sup>\*1</sup> 電力、灯油の一次エネルギー換算値想定

<sup>\*2</sup> CO<sub>2</sub>排出量想定（環境省2005年度CO<sub>2</sub>排出量算定係数）

また、石油ボイラー（既存設備）をベースとした加熱方式と高効率水冷ヒートポンプ設備との経済性を図1のグラフに示す。

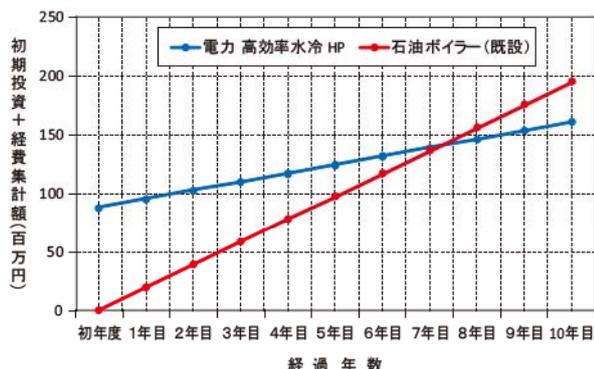


図1 設備方式による経済性

改修案は既存設備に対し年間経常費の約40%削減が可能であり、初期投資(改修費用)を約7年で回収が可能である。

#### 4 設備の概要と省エネルギー性能

本工事は、NEDOの補助を受けた既設改修工事であり、熱源に関する設備が対象となる工事である。

改修概要システムを図4に示す。また、熱源設備の一覧を表3に示す。

表3 熱源設備一覧表

| 機器名称                            | 台数 |
|---------------------------------|----|
| 井水熱源水冷式ヒートポンプ (50HP相当)          | 2基 |
| 排湯熱源水冷式ヒートポンプ (25HP相当)          | 1基 |
| 貯湯槽 (有効60m <sup>3</sup> )       | 1基 |
| 井水槽 (有効10m <sup>3</sup> )       | 1基 |
| 温水クッションタンク (有効3m <sup>3</sup> ) | 1基 |
| 深井戸水中ポンプ (400ℓ/min)             | 2基 |
| 揚水井戸 (深度120m)                   | 2本 |
| 還元井戸 (深度130m) (NEDO対象外)         | 1本 |
| 熱源制御盤・熱源監視装置                    | 1式 |

当施設の立地場所は長野県立科地区で、昨年2月の最低気温は-15.3℃であった。このような寒冷地では冬季の外気温が低く、空気熱源式ヒートポンプでは十分な能力が期待できない。しかし、井水は外気温温度に関係なく温度が安定し、15℃前後である。そのため、水熱源式ヒートポンプは、高効率の運転が可能となる。表4に温度による熱源機の性能変化を示す。

表4は、空気熱源における能力と水熱源における能力比較を示したものであるが、寒冷地のため外気温0℃の時の能力比較であるが、当施設における実際の運転能力を示したものでない。実際

表4 空気熱源と水熱源による熱源性能

|       | 空気熱源 |       | 水熱源   |       |
|-------|------|-------|-------|-------|
|       | 0℃   | 1℃    | 1℃    | 15℃   |
| 暖房能力  | 100  | 119.4 | 119.4 | 193.0 |
| 入力    | 100  | 116.8 | 116.8 | 159.2 |
| C O P | 100  | 102.3 | 102.3 | 121.2 |

の運転時は外気温がさらに低くなり表4に示す空気熱源能力よりさらに低下する。図2は外気温の変化と加熱能力指数を示したものである。図2より、標準能力(7℃)に対し最低外気温では、能力指数は56まで低下する。そのため、寒冷地における空気熱源方式はエネルギーの利用効率が悪く、寒冷地での使用は難しい。それに対し水熱源式ヒートポンプは、安定した15℃前後の井水を熱源として利用することにより、高効率化が期待できる。

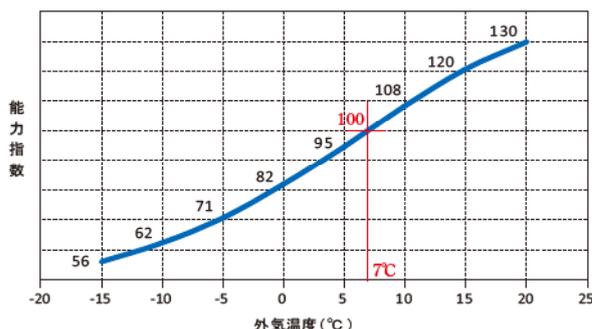


図2 外気温と空冷HP機的能力指数

また、環境性の向上及び夜間電力の使用によるランニングコストの削減も期待できる。そのため、貯湯槽及び井水槽を設置し、夜間に安定した運転が可能となる設備とするとともに、温泉の排湯熱も併用し、未利用エネルギーの活用を積極的に進め、さらなる熱源機器類の効率の向上に務めている。写真3は、貯湯槽及び井水槽の設置状況を示したものである。写真に示す基礎は、凍結深度・積雪を



写真3 貯湯槽・井水槽設置状況

考慮した高い基礎となっている。

この施設は寒冷地に立地し、最低気温が低いいため各配管系統に凍結防止ヒーターを施し、対応している。

熱源機・揚水井の設置状況を写真4・5に示す。



写真4 水熱源ヒートポンプ（機械室）



写真5 1号揚水井設置状況

## 5 工事実施に当たって

本工事はNEDOの2008年度実施指針に基づく事業のため、年度での完了が義務付けられている。そのため、2009年3月までに完了検査を受ける必要があり、1月の完了となった。全体工程を図3に示す。

当施設は寒冷地にあり冬季のコンクリート打設時の凍結対策・工事中の降雪対策が必要である。そこで、実施計画では、コンクリート基礎などの凍結対策を要する設備は11月末迄に全て完了することを目標とした。しかし、井戸工事に付帯するコンクリート工事は、井戸工事後の打設となるため、凍結対策が必要となる。そこで、プレキャストコン

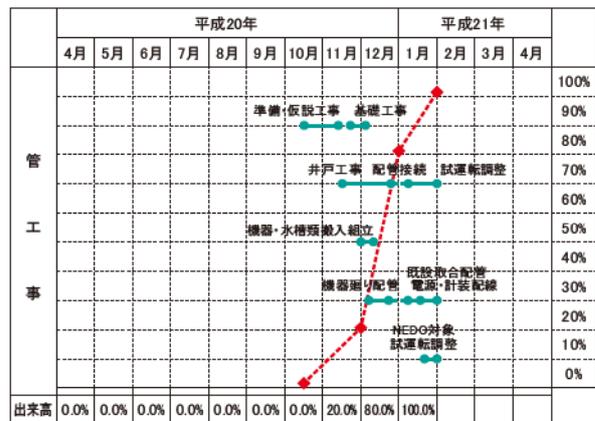


図3 全体工程表

クリートを採用し現場でのコンクリート工事をなくすよう計画を見直した。これにより、凍結対策が不要となると共に、工期の短縮・品質の確保ができ、仮設などの経費削減にも寄与することとなった。

寒冷地での冬季工事は、除雪・凍結防止などの仮設設備が必要となるため、積算時に入念に計画し予算に反映する必要がある。

## 6 おわりに

本工事は、長野市を拠点とする(株)イーシー工設計により、計画・設計された工事であるが、井水揚水量が計画時に確認されておらず、井戸工事施工後の確認が必要であった。

井水揚水量は地域・季節により大きく変化するため、状況によってはシステム全体の見直しとなる可能性もあり、未利用エネルギーの活用には、現地の状況を事前に把握した上で、システムの提案を行わなければならない。

また、今回の工事は、一次側熱源更新であったが、設備全般にわたる相談が施設側から数多くあり、設備改修時には、施設全体を見据えた提案を行う必要性を感じた。

工事完了が3月のため、全負荷運転による性能確認はできないが省エネルギー目標は達成できたものと想定している。

最後に、工事にあたり、立科町・権現の湯関係者及び工事に御協力頂いた皆様に感謝いたします。

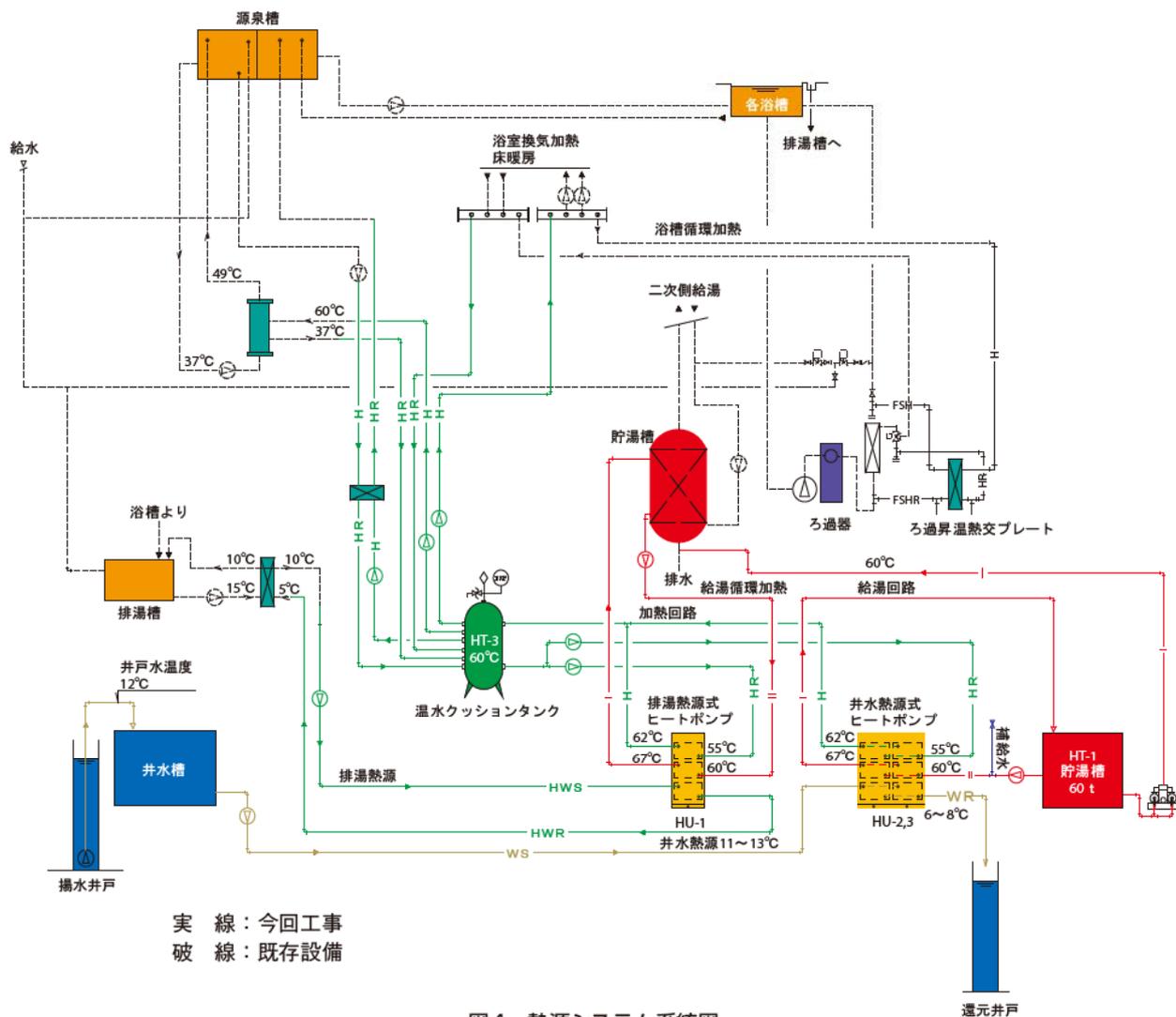


図4 熱源システム系統図

# (株)日本ピスコ第2工場 太陽光発電設備工事

長野支店 伊那営業所 施工課 / 岡本英紀

## 1 はじめに

今回工事の得意先である(株)日本ピスコは、空圧機器他のECO商品・環境関連支援商品を製造・提供しており1998年にISO14001を取得しています。更に、経営理念として「地球環境にも配慮して……社会に貢献します。」を掲げ、地球環境保護・温暖化防止にも積極的に取り組んでいます。

今回環境活動の一環として、太陽光発電システムを設置することとなり、当社では、お客様のエコファクトリーへの積極的な取り組み姿勢を広くPR出来る設備として、太陽電池モジュールの一部壁面取り付けと、長野県下では最大規模となる太陽光発電設備を提案しました。

設備容量400kWで、年間発電電力量42万kWhを見込んでおり、同工場の昨年の年間消費電力量(183万kWh)に対し23%を賄える予定です。

## 2 施設概要

工事名：(株)日本ピスコ第2工場  
太陽光発電設備工事

施主：(株)日本ピスコ

場所：長野県上伊那郡南箕輪村3884-1

工期：2008年11月1日～2009年3月31日

太陽光発電設備概要

- 1) 総出力：400kW(180W×2,224枚)
- 2) 年間予測発電電力量：42万kWh/年
- 3) 太陽光発電システム構成
  - ① 太陽電池モジュール：400kW  
(シリコン系多結晶180W×2,224枚)  
屋上設置：1,936枚、壁面設置：288枚
  - ② 接続箱：26面、集電盤：4面
  - ③ パワーコンディショナー：400kW  
(100kW×4台)
  - ④ 屋外用小型巡回カメラ：3台
  - ⑤ データ収集・計測装置
  - ⑥ モニタリングシステム  
(52インチ・65インチモニター他)

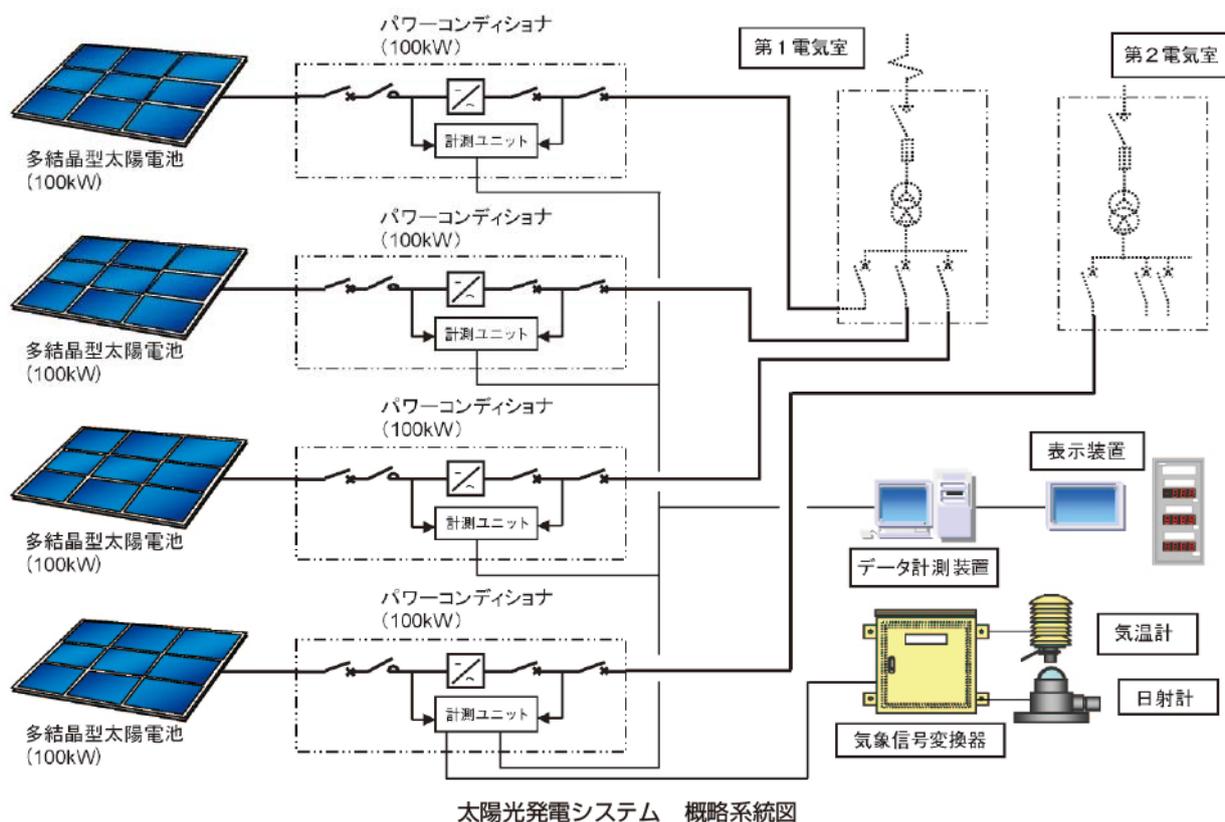




写真1 屋根置き太陽光パネル  
太陽電池モジュール：1,936枚



写真2 外壁取付け太陽光パネル  
幅約40m 高さ11m 太陽電池モジュール：288枚

### 3 施設の特徴

#### 3.1 パネルの設置について

今回の工事では太陽電池パネルを既存の工場の屋上(屋根上)に1,936枚設置し、工場の南壁面を利用し288枚設置しました。(写真1,2)

屋上は傾斜を設けるための架台の設置が重量的に困難であったことから、ほぼ水平に設置されています。

壁面は若干の傾斜角を設けて取り付けであり、屋上設置とほぼ同等の発電効率とすることが出来ました。

#### 3.2 ショールームについて

工場内のショールームには、訪れた方に環境負荷低減の取り組みを「見て」理解していただけるようにモニターを設置しました。リアルタイムで発電電力量やCO<sub>2</sub>の削減量及び工場での消費電力に対する太陽光発電の利用率の表示、及びカメラ3台による太陽電池パネルの取り付け状態等を見ることができます。

表示画面は子供向けと英語画面を加え、より多くの見学者への対応が可能となっています。又、受

電電力量・売電電力量・発電電力量を帳票出力しISO14000の使用電力量削減データとして活用できるシステムとなっています。

### 4 施工上の留意点

施工にあたり、品質と安全の確保を第一に考え、事前に工事関係者による技能講習と安全教育を行い、作業方法・手順及び安全に関する遵守事項等の徹底を図りました。

特に、稼働中の工場の屋上での作業が主体のため「工場従業員と作業員の動線の区画」・「騒音防止」・「屋上での集中荷重の防止」等考慮し、計画を立て実施しました。

又、太陽電池パネルは日射を浴びるとすぐに発電するため、接続盤とパネル一次側ケーブルの接続作業を先行して行い、その後太陽光パネルと一次側ケーブルをコネクタで接続する手順とし、直流活線作業に伴う危険性を最小限にとどめることが出来ました。

### 5 おわりに

壁面取り付けの太陽光パネルは、全体で約「幅40m高さ11m」であり、又「PISCO」の社名を組み込んであります。屋上に設置したパネルに対し、歩行者および通行車両から非常に「よく見え」・「目立ち」・「印象深い」設備となっています。

この工場は国道153号線沿いにあり、非常に多くの人の目にふれ印象に残ることとあわせ、地球環境保護・温暖化防止に対する(株)日本ピスコの積極的な取り組み姿勢を広くPR出来る設備として非常に有効であると思います。



表示画面

# カンボジア国モンドルキリ小水力発電所建設工事向け配電線工事

営業本部 名南営業所 / 大貫俊哉 (元海外事業部 営業グループ)

## 1 はじめに

今回で紹介するのは、カンボジア国モンドルキリに完成した小水力発電所にかかわる配電線工事です。

モンドルキリは首都プノンペンに北東約400kmに位置し、「カンボジアの軽井沢」と呼ばれるほどプノンペンに比べ涼しく過ごしやすい地域です。

カンボジア国の電力事情は東南アジアで最も低い水準であり、モンドルキリの州都センモノロムでも公共の電力供給は無く、民間業者のディーゼル発電に頼っていました。その電気料金も一般の所得者層では払えない高額料金であることから、電化率30%→80%、24時間供給、安価な電気料金を実現させるODA案件として当プロジェクトがスタートしました。

ODAとは政府開発援助 (Official Development Assistance) の略語で、「先進国側が直接、発展途上国に有償、無償の資金などを援助する。」ものです。日本も敗戦後、アメリカから50億ドル、カナダ、メキシコ、チリ、アルゼンチン、ペルーなどからも生活物資や食糧の援助をうけたことがあり、世界銀行からの多国間援助である有償資金を使用し、東海道新幹線、東名高速道路、黒部川第四発電所などを建設しました。



写真1 モンドルキリ

## 2 工事概要

今回の工事は配電本部の協力のもと、現地には市場開発部 (当時) の河合副長、三重支店鈴鹿営業所の岡田作業長、同じく伊勢営業所の鈴木副長に赴任していただきました。

### 2.1 配電設備概要

- |                       |        |
|-----------------------|--------|
| (a) 22kV MV線 (架空配電線)  | 27.6km |
| (b) 22kV U/G線 (地中配電線) | 0.4km  |
| (c) LV線 (低圧架空配電線)     | 31.7km |
| (d) LV U/G線 (低圧地中配電線) | 1.3km  |

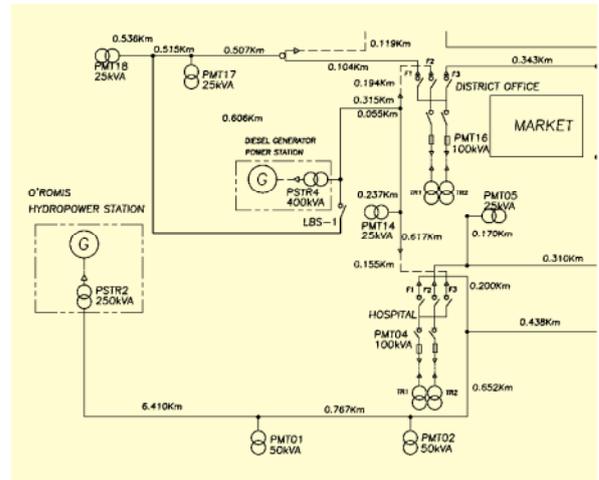


図1 MVライン 単線レイアウトルート図 (一部抜粋)

図1は単線ルート図を一部抜粋したものです。図1に発電所は2箇所しか載っていませんが、実際には3箇所建設されており、PMT (Pole Mounted Transformer / 柱上変圧器) は35台あります。

### 2.2 屋外仕様キュービクル 2セット (ベトナム製)

製造元……SAIGON ELECTRICAL EQUIPMENT CORP.

寸法(H×W×D)……2,240×3,200×1,920mm

### 2.3 柱上変圧器 35台 (ベトナム製)

製造元……ELECTRICAL EQUIPMENT COMPANY (THIBIDI)

重量……408kg (25kVAの場合)

種類……10, 25, 50, 100, 250, 400kVA

### 2.4 单相Whメーター取付数 1,350個



写真2 屋外仕様キュービクル



写真4 アンテナタワー (60m)



写真3 柱上変圧器 (25kVA) 写真

## 2.5 三相Whメーター取付数 50個

## 2.6 VHF無線設備概要

- |              |      |
|--------------|------|
| (a) 固定基地局    | 4セット |
| (b) 携帯基地局    | 2セット |
| (c) 移動基地局    | 1セット |
| (d) アンテナ、その他 | 1式   |

## 3 施工時の留意点

日常会話から書類まで全て英語であるため大変苦労しました。いろいろなハプニングもありましたが、特に気をつけたことは以下のとおりです。

### 3.1 安全第一

カンボジアでは怪我をしたら失業となり翌日から一家が食べていけなくなるため、彼らなりの「自分の身は自分で守る」という意識はありましたが、備品、機材不足から「安全第一」を徹底することは難しく、以前は安全帯も着用せずに柱上作業を行っていたようです。教育センターのような場所で2、3年トレーニングを積むようですが、危険行為も多く、「必ずヘルメット、安全帯着用、靴を履く。」ことを徹底しました。もし、何か一つでも怠っていた場合は、そのワーカー、もしくはそのグループを、その日の作業中止としました。安全第一を徹底するためとはいえ、当然彼らは無給になってしまいますので、後味の悪いものがありました。

### 3.2 天気次第【工程管理】

雨季に入ると、天気次第では作業ポイントに行くことができないこともありました。モンドルキリでは主要道路（主に国道）のみセメント舗装で、それ以外の道路は粘土質の赤土のため、雨が降ると滑るだけでなく、最悪タイヤが埋まってその場から動けなくなってしまいます。日本ならチェーンを巻く等の対策ができると思いがちですが、カンボジアの悪路はチェーンぐらいではどうにもなりません。



写真5 朝礼後のワーカーたち

従って、雨天が続く終盤では工程が遅れ気味になってしまいましたが、ワーカーの追加投入と作業効率のアップで何とか挽回しました。

図2は週間工程表です。一週間の作業は、この表を基に行われるのですが、工程に変更があったときにはこの表に書き込み、翌週の工程表に反映していきます。変更事項は見通し等を検討して工期の遵守につなげました。

| ID | Task Name        | Notes | UNIT | START    | FINISH | TYPE      |
|----|------------------|-------|------|----------|--------|-----------|
| 1  | LANDSCAPING WORK |       | 12   | Package1 | 8 days | Sun 18/02 |
| 2  | LANDSCAPING WORK |       | 12   | Package1 | 1 day  | Sun 18/02 |
| 3  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Sun 18/02 |
| 4  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 3 days | Mon 19/02 |
| 5  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 6  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 7  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 8  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 9  | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 10 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 11 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 12 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 13 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 14 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 15 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 16 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 17 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 18 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 19 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 20 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 21 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 22 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 23 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 24 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 25 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 26 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |
| 27 | CONCRETE WORK    |       | 12   | Package1 | 1 day  | Mon 19/02 |

図2 週間工程表例

### 3.3 施工方法の違い【施工管理】

カンボジアでは機材が不足しているため工夫が必要です。例えば、カンボジアでも建柱時にはアースオーガを使用していますが、線巻車がないので架線はトラックを利用しました。

①ケーブルドラムを積んだトラックを走らせてケーブルを地面に敷く ②ケーブルの先端にロープをくりつけ、そのロープを柱上のワーカーに投げ渡す ③ワーカーがロープを手繰り寄せ、予め取付けた滑車にかけていく ④ロープの先端を再び地面に垂らし、地上で待機していたワーカーが線を引っ張る、というように架線していきます。



写真6 架線作業風景

### 3.4 調達【材料管理】

今回使用した材料は、ほとんどが輸入品でカンボジアで調達したものはあまりありません。コンクリート柱はベトナム製の円柱タイプを使用しました。角柱タイプはカンボジアで生産しており、よく使用されているのですが、風対策等強度の面から円柱タイプを選定しました。ベトナムからの陸路による運搬で、国境を越えてから悪路が続くためトラックが横転しコンクリート柱が折れてしまったこともあります。このような場合、保険求償はできるのですが、工程に影響を与えないよう再調達の手配が大変でした。

ボルトさえ首都プノンペンでしか入手できないため、何らかの原因でサイズが合わないなどの状況が発生すると、これだけで作業がストップしてしまいます。

日本なら加工するという手段がありますが、カンボジアでは首都以外では加工することもできません。

追加発注したからと言って、すぐに手に入るわけではありません。カンボジア製でも、雨や車両の故障などで運送業者がモンドルキリに到着できない



写真7 モンドルキリに続く道

場合があるので一週間程度、輸入となると1ヶ月以上見込まなくてはなりません。一番近いベトナムからでも、国境を越えるのに手間取ることが度々あります。忍耐力が必要であるのと同時に、材料待ちの間に行えることを検討し、臨機応変に対応することが求められました。

### 3.5 アリババ【盗難対策】

銅線やWhメーターはもちろん、売れるものなら何でも無くなります。盗難対策としては、Whメーターは取付け後は外箱に鍵をかける、銅線はPVCパイプ等に入れて見えないようにするなどしました。

架線が完了しても発電所が建設中のため通電されない状況でしたので、配電線の盗難を一番心配しておりましたが、仕様書によりアルミ線であったためか私たちが滞在している間には盗難はありませんでした。



写真8 盗難対策例

### 3.6 現場組織図【役割分担】

現場所長の海外事業部野田課長は技術はもちろん、現場経験も豊富のうえ英語が堪能です。国際入札から契約、そしてサブコンやサプライヤーとのネゴも全て英語でしなければなりません。現場のミーティングも英語です。

協力いただいた河合副長、岡田作業長、鈴木副長とは24時間寝食を共にし、仕事面の知識だけでなく、いろんなことを教えていただきました。岡田作業長、鈴木副長は若年層のワーカーからは父親のように慕われ、またその手際の良さにはEM Construction側から尊敬の眼差しで見られていました。私もいつかお二人のようにローカルスタッフから尊敬されるような担当者になりたいと思います。

EM Construction側の現場所長は語学堪能で、

恐らく5カ国語程話せるようです。事務担当者は女性で、彼女は金銭面の管理と食事の管理を主な仕事としていました。安全担当者は専任で一人、ワーカーの上に位置しているローカルスタッフ二人は、彼らのチームを監督している職長になります。

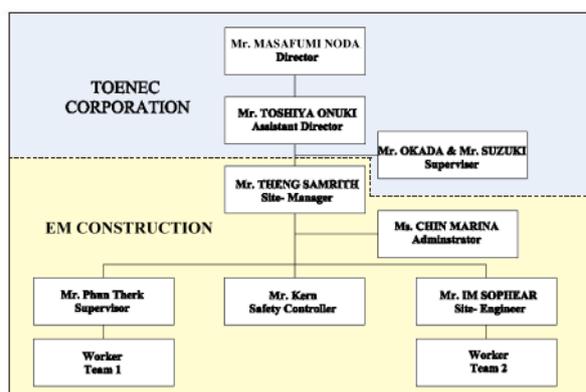


図3 現場組織図

## 4 その他

安全については施工管理の項でも少し触れましたが、元請である鴻池組が毎月一日に安全大会を開き、安全第一を徹底していました。しかし、この安全大会も、カンボジア人からすると「何故こんなことをするのだ？早く仕事を終わらせたいのに…」と思っていたようでしたが、一旦大会が始まると、ワーカー達は礼儀正しく、スピーチしている人の方をジッと見て、しっかりと話を聞いていたのは驚きました。

## 5 おわりに

今回の初海外勤務で、日本には学ばないで済んだであろう、配電線工事、海外でのトラブル予見、またその対応方法等、多くのことを得ることができました。さらに現地スタッフやワーカーと友好を深めることもできました。この中には、まだ連絡をとっている人もいます。「一期一会」の言葉通り、今回、カンボジアに行っていなければ会えなかった人に出会えたこと、モノのあふれた日本では得られない経験は私の貴重な財産です。

河合副長、岡田作業長、鈴木副長、本当にありがとうございました。

海外事業部では、今回のモンドルキリに続き、さらにもう1件カンボジアでの配電線工事に入札中であることをお知らせして終わりとさせていただきます。以上

# (株)トーエネック岐阜支店本館新築他工事

岐阜支店 営業部 技術課 / 小川和彦

## 1 はじめに

旧岐阜支店（本館、別館）は、耐震強度調査を行った結果、本館が規定の耐震性能を満たしておらず、また老朽化が進んでいたことなどから耐震補強工事と建替え工事の両方について検討した結果、同構内での建替えが決定した。

本館新築及び別館改修は、当社の設計／施工であり、有する技術を盛り込んだものとなっている。平成20年11月に新本館の運用開始、引続きレイアウト変更に伴う別館の改修が行われ、平成21年3月竣工に至り正式運用となった。表1に施設概要を示す。

表1 施設概要

|       |   |
|-------|---|
| 施設名称  | (株)トーエネック岐阜支店新本館                                  |
| 所在地   | 岐阜市茜部中島3丁目10他                                     |
| 設計・施工 | 建築 中電不動産(株)<br>電気・空調・衛生 (株)トーエネック                 |
| 工期    | H20.2.7 ~ H21.3.19                                |
| 建物規模  | 新本館(新築)1,308㎡ 地上3階 鉄骨造<br>別館(既設改修)1,149㎡ 地上2階 RC造 |

## 2 施設の特徴

建物のコンセプトを次に示す。

- 1) 情報漏洩セキュリティー対応
  - ・入退館管理システムの採用
  - ・無人警備システムの採用
- 2) 環境・省エネルギーへの配慮
  - ・電力監視システムの採用
  - ・高効率照明器具(FHF型)の採用
  - ・太陽光発電設備の設置
  - ・オール電化機器の採用
- 3) 職場環境の向上
  - ・国道の騒音に対する事務スペースの防音化
- 4) 将来の変化への対応
  - ・OAフロア(100mm高)の採用
  - ・将来増築スペースの確保
- 5) 非常時災害時の対応
  - ・東海地震、東南海地震の想定震度に配慮
  - ・太陽光発電設備の有効活用
  - ・防災負荷+保安用負荷を見込んだ非常用発電機の有効活用

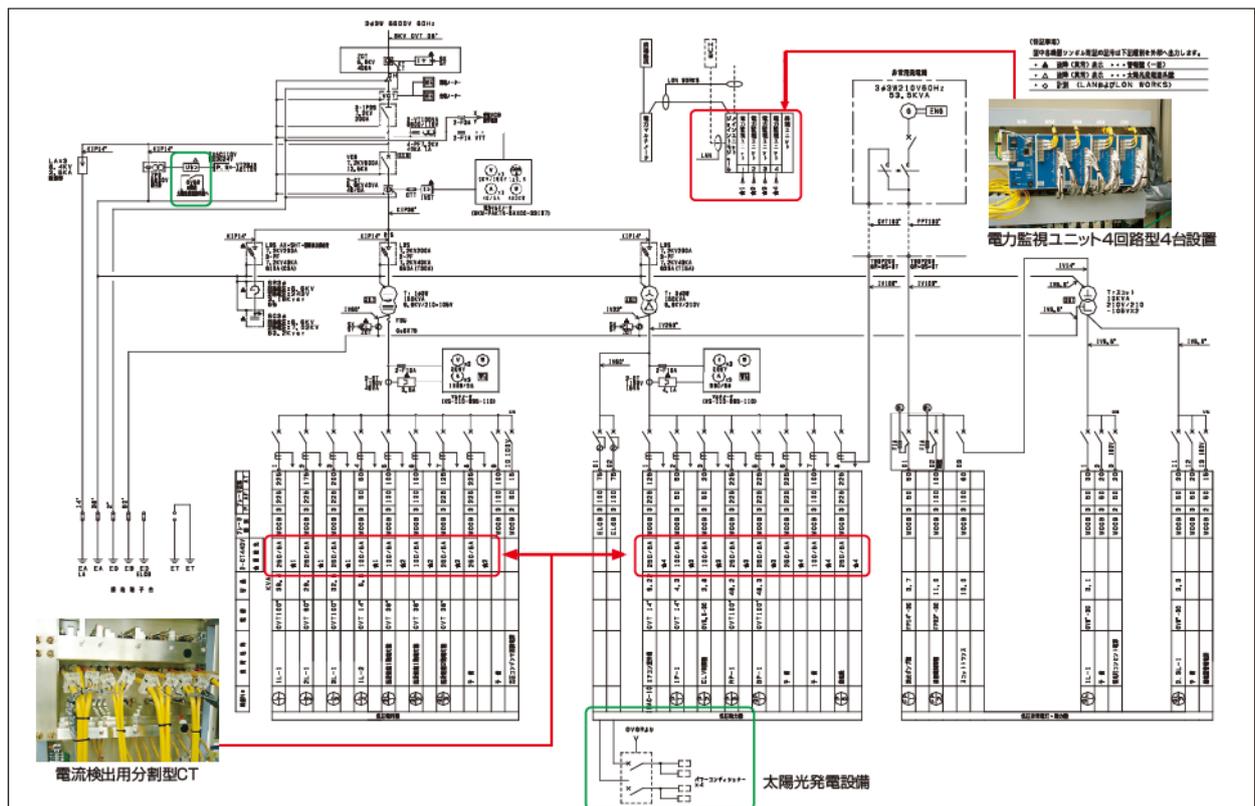


図1 受変電設備単線結線図

### 3 設備の概要

#### 3.1 電気設備

##### 1) 受電変電設備

構内柱からハンドホール3ヶ所を経て、屋上に設置した屋外型キュービクルに6kVCVT38mm<sup>2</sup>で引込んである。屋外キュービクルの主たる機器とその定格は下記のとおりである。なお、受変電設備単線結線図を図1に示す。

- ・受電用遮断器

VCB 7.2kV,600A 遮断電流 12.5kA×1台

- ・変圧器(新本館及び別館共)

三相6.6kV油入変圧器: 150kVA×1台

単相6.6kV油入変圧器: 150kVA×1台

契約電力 高圧業務用 110kW

- ・太陽光発電システム低圧系統連系

太陽光電池容量 31kW(設置場所:新本館屋上)

契約電力×5%以上であるため、JEAC9701:

06「系統連系規定」により「逆潮流あり」とした。

##### 2) エネルギー遠隔監視ユニットによる電力監視システム

- ・導入の経緯

平成20年5月の「省エネ法改正」により、エネルギー管理が工場(事業場)単位から事業者単位となり、それに伴い色々なエネルギー管理業務が

発生し、エネルギー計測が必要となってきた。これを「エコビジネス」のチャンスと捉え、当社技術開発室が開発したシステムを販売するためのモデル現場として採用となった。

- ・導入の目的

電力使用状態の「見える化」により、電力使用の無駄を見つけ省エネ(EMS)活動への展開と共に、計測データの分析を身近なレベルで行い、電力監視システムの提案資料に活用することを目的とした。

- ・分析データの活用事例

データの「見える化」により、始業時のインバータ空調機立ち上がりのピーク値が発見でき、空調機運転制御デマンドコントロールを行うことにより、当初130kWあった契約電力を20kW削減できた。昼休みの消灯状態も確認できるようになり消灯の徹底が図れた。さらに、各種の省エネ対策効果も確認できるため、設備の運転マニュアルを作成・運用している。システムの運用は安全環境Gで行っている。「見える化」した電力使用状態の例を図2に示す。

##### 3) 非常用自家発電機設備

屋外低騒音キュービクル形 低騒音形(85dB)

定格出力: 三相220V 60Hz 53.5kVA 力率80%

燃料: 軽油(搭載型)

供給負荷: 防災負荷

保安負荷(1~3階の一部照明・コンセント)

##### 4) 幹線・動力設備

屋上に設置の屋外型キュービクルから、各電源盤に幹線/CVTケーブルで供給することとし、電源供給は下記のとおりである。

- ・三相3線 210V 加圧給水ポンプ、空調機、エレベーター、排煙機等
- ・単相3線 210/105V 電灯・コンセント設備

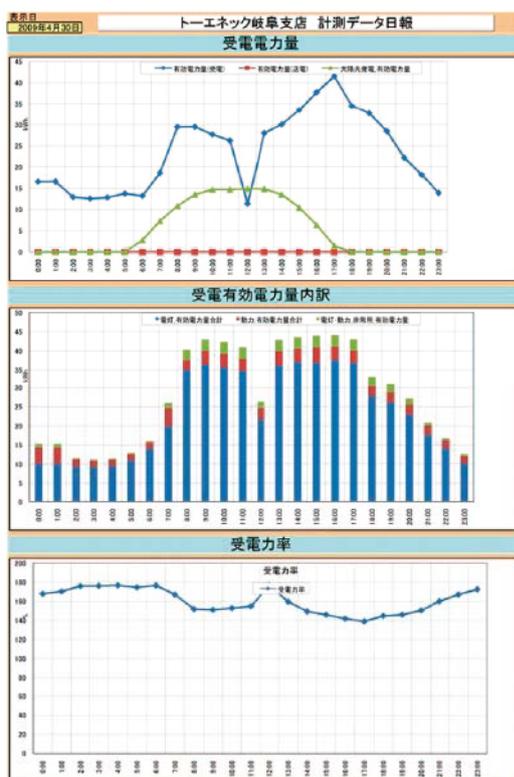


図2 「見える化」した電力使用状態の例

表2 屋内照明設備

| 場所   | 設計照度(lx) | 照明方式               | 点滅方式   |
|------|----------|--------------------|--------|
| 事務室  | 750      | 埋込型下面開放 FHF32W×2   | 壁付RSW  |
| 応接室  | 500      | 埋込型下面開放 FHF32W×2   | 壁付RSW  |
| 小会議室 | 500      | 埋込型下面開放 FHF32W×2   | 壁付RSW  |
| 休養室  | 300      | 埋込型下面パネル FHF32W×2  | 壁付RSW  |
| 便所   | 150      | 蛍光灯ダウンライト FHT16W×1 | 人感センサー |

5) 電灯・コンセント設備

- ・ 屋内照明設備  
照明設備における照度、照明器具及び点滅方式を表2に示す。
- ・ 屋外照明設備



写真1 ハイブリットシステム街路灯

屋外照明には、ポール型街路灯2基の他に、風力と太陽光エネルギーによる発電システムを搭載したハイブリットシステム街路灯1基を北側出入口に設置した。(写真1、表3)

風力発電システムとして搭載されているサボニウス風車はプロペラ式と比較して低回転トルクが大きく、低騒音であり、どの風向きに対しても効率が良く(起動風速1.5m/s)

発電するものである。また、その特徴的なデザインから当社の環境への取組みをアピールする効果も大きいものとなっている。

表3 ハイブリットシステム街路灯

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 風力発電  | サボニウス風車 定格出力 約30W (風速15m/s時) |
| 太陽光発電 | 単結晶シリコン 84W                  |
| 照明    | FCL15W×1                     |
| 蓄電池   | シール型鉛蓄電池 50Ah                |

- ・ コンセント設備

事務室は全てOAフロア(H:100mm)とし、コンセントはOAタップ方式(接地2P15A 4個口)を各執務机に1個設置し、コンセント電源を必要とする場所にフレキシブルに対応が可能な設備である。

6) 防犯・セキュリティー設備

- ・ 無人警備システム

各種センサー装置を利用して建物内外の警備を行い、各フロア毎ブロック分けをし、本館1階の通用口に設置した集中管理操作盤(写真2)で非接触ICタグによる退館後の無人警備を行っている。また、照明制御及び入退館管理システムとの連動も行われている。

7) 情報通信設備

- ・ 電話設備

次世代のIP環境にも柔軟に対応可能な、電話交換機としてPBXが導入されている。

設備のメンテナンス性を考慮し、端末配線をすべて先行配線としたため、端末増設を安価に施工可能としたことや、NTT回線をINS64とし、お客様からの発信番号を表示可能とした。

- ・ 社内ネットワーク設備

Gigabit Ethernetに対応した1000 BASE-Tの通信規格とし、電話交換機を起点としたカテゴリ6のUTPケーブルにより各フロア端子盤を経由、端末機器に接続されている。なお、従来「基幹系」と「T-FANII系」の2系統の社内ネットワークが存在していたが、本工事において統合、再構築を行なった。

8) その他弱電設備

- ・ テレビ共同視聴設備

アンテナ UHFアンテナ 20素子 2本

BS・CS110° アンテナ 75cm 1基

- ・ 一般放送

PAアンプ 定格出力60W

CD-BGMプレーヤー、スピーカーセレクト、プログラムタイマ他

スピーカー 天井埋込型スピーカー 3W 21台

ワイドホーンスピーカー 15W 1台

9) 防災設備

- ・ 誘導灯 C級 バッテリー内蔵型 12台

- ・ 非常用照明 JD13W×1 バッテリー内蔵型 44台

- ・ 自動火災報知

複合型火災受信機 P型1級 壁掛型 30回線

火災表示 5回線

防火戸、シャッター閉鎖、排煙口開放表示 11回線



写真2 集中管理操作盤

排煙機運転、故障表示 2回線  
 予備 12回線  
 感知器 光電式スポット型煙感知器 2種  
 差動式スポット型感知器 2種  
 定温式スポット型感知器 1種  
 75℃(防水型)

### 3.2 空調衛生設備

#### 1) 空調設備

本工事では、建物用途、各階のレイアウトから個別分散熱源方式とし、各部屋の用途、負荷傾向に合わせ空調ゾーニングを行なった。大まかな分けかたとして、各階事務室(3系統)、各階会議室、応接室等の小部屋(3系統)、その他個別系統(2部屋)とした。

なお、新本館の空調熱源機器は、環境・省エネルギーへ配慮したもので、表4のとおりである。

表4 空調機器一覧表

| 部屋名称       | 空調熱源機器         | 制御方式           |
|------------|----------------|----------------|
| 1階事務室(総務部) | 空冷HPビル用<br>MAC | 部屋毎の<br>個別リモコン |
| 2階事務室(営業部) |                |                |
| 3階事務室(配電部) |                |                |
| 各階の応接室会議室  |                |                |
| 支店長室       | 空冷HP-PAC       | 単独リモコン         |
| 電話交換機室     | 壁掛型ルーム<br>エアコン | 単独リモコン         |

なお、別館の空調機は既設空調機を流用するものとしたが、2階大会議室の空調機が小型の蓄熱式空調機で、室外機が日本館と別館の間の渡り廊下に設置してあったため、別館屋上に移設するものとし、それにあわせ、外部の配管を新設した。

#### 2) 排煙設備

屋外設置型の排煙機を屋上に設置する機械排煙方式とし、排煙区画は建物内8区画とした。排煙機は、最大排煙区画である1階事務室(総務部)面積の2倍以上の空気を排出する能力を有するものとして排煙機的能力選定を行った。能力の算出を行った計算式を以下に示す。また、機器仕様を表5に示す。

最大排煙区画の面積: 185㎡

安全率: 1.05

$185\text{㎡} \times 2\text{㎡}/\text{min} \times 1.05 = 23,310\text{㎡}/\text{h}$

表5 排煙設備機器仕様表

|       |       |                        |
|-------|-------|------------------------|
| 仕様    | 風量    | 24,200㎡/h              |
|       | 静圧    | 500Pa                  |
|       | 回転数   | 585min <sup>-1</sup>   |
| 電動機仕様 | 種別    | 全閉外扇屋外型                |
|       | 出力    | 11kW                   |
|       | 相・電圧  | 三相200V                 |
|       | 極数    | 4P                     |
|       | 周波数   | 60Hz                   |
|       | 同期回転数 | 1,800min <sup>-1</sup> |

また、各排煙口は電気作動・手動復帰式のもので、各排煙口の付近に電気式の手動開放装置を設置した。

#### 3) 給湯設備

新本館の給湯設備は、厨房や浴室などの、過大な負荷が存在しないため、壁掛型の電気温水器による局所給湯方式とし、給湯箇所は各階の湯沸室とした。

打合せの過程では、各階便所にも台下床置き型の電気温水器を導入する案もあったが、最終的に、より省エネに配慮した設備とするため、洗面台用の電気温水器は不採用となった。

各階湯沸室に設置する電気温水器は、壁掛型20ℓ貯湯式の一般的なものとし、ウィークリータイマーを設置することで、運転曜日、時間などの設定をおこなえるものである。

また、別館1階浴室の給湯熱源として、省エネ性、経済性に優れ、CO<sub>2</sub>を排出しないエコキュートを導入し、その他別館の給湯設備は、1階の女子休養室のみであるため、部屋の使用形態に配慮し、洗面器下部に台下設置型の電気温水器を設置した。

#### 4) その他設備

・換気(全熱交換器、24時間換気対応)

機械換気とし、居室部分は24時間換気に対応させ、各階事務室、会議室、応接室などの継続的な使用が考えられる部屋では、最も確実な給排気が期待できる第1種換気方式とし、全熱交換器を設置した。また、その他のコピー室、ロッカー室、各階便所などの部屋は第3種換気方式とし低騒音型の天井扇を設置した。

・給排水衛生設備

これまでの給水は、敷地内西面の井戸より井水を汲み上げ利用していたが、衛生面を考慮し、

今回工事で上水を引き込む方式に変更した。

引き込み管径は25Aとし、新本館南東に設置した受水槽、加圧給水ユニットを介した後、新本館・別館に給水する方式である。

排水については、新本館から、駐車場を横断する形で新たに屋外埋設排水配管を設け、敷地西面道路にある下水本管に接続、別館からは既設の屋外排水管を部分的に利用し、既設のインバート桝へ新設の排水配管を接続することで、既設排水管を流用している。

衛生器具は、一般的な器具としたが、全ての洋風便器にシャワートイレを設置し、男子便所の小便器は自動洗浄型のセンサー一体型便器で、節水機能の優れた器具を選定した。

また、本館1階には身障者用便所が設けられ、便器の周囲には、はね上げ式とL型の手すりを配置、洗面器も車椅子対応型のものとした。

・ 屋内消火栓設備

その他、別館の2階は無窓階で605.52㎡あるため、屋内消火栓の設置が必要であり、既設は旧本館の1階西側消火ポンプ室より、別館の屋内消火栓へも送水されていた。従って、旧本館が撤去される前に消火栓ポンプを新設する必要が生じ、別館南側の屋外に新設したSUS製消火水槽とポンプが一体型の屋内消火栓ポンプユニットより、別館の屋内消火栓への送水をおこなった。

### 3.3 太陽光発電設備

太陽電池設備総容量 31kW

陸屋根設置 片面発電型太陽電池モジュール 15kW

壁面設置 両面発電型太陽電池モジュール 16kW (東、南、西面の屋上目隠しパネルを兼ねて垂直設置)

写真3に岐阜支店本館の全景を示す。



写真3 岐阜支店本館全景

本工事では、陸屋根に傾斜設置される片面発電型の太陽光電池モジュール15kWの他に、屋上機器の目隠しパネルを兼ね、南面と東西面に垂直設置した三洋電機(株)の両面で発電する新型太陽光電池モジュール16kWハイブリット型を採用している。

このモジュールは、表面最大出力200W(公称値)と裏面最大出力140W(参考値)により、モジュール変換効率15.3%と高い発電性能を有したもので、この太陽光パネルを垂直設置することにより、隣接する国道21号線をはじめ、支店周辺からも太陽光発電システムを見る事が出来、当社の地球環境への貢献活動やCO<sub>2</sub>削減に寄与する取組をアピールしている。図3に本館1階に設置した37インチモニタの展示画面例を示す。

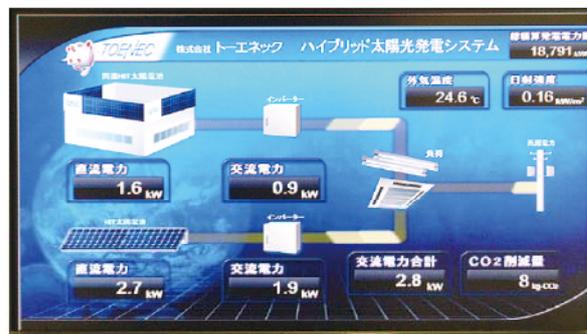


図3 37インチモニタの展示画面例

また、南面に垂直設置した両面モジュールの裏面に太陽光を当てる反射板を設けたことにより、「NEDO(独立行政法人エネルギー・産業技術総合開発機構)」による、平成20年度太陽光発電等フィールドテスト事業の新型モジュール型として評価され、垂直設置の新型モジュール分について共同研究事業の対象設備に採択されました。これにより、新型モジュール16kW分の設備費の1/2相当について国からの助成を受け、向こう4年間NEDOの規格に準拠したデータの自動収集を行うこととなっている。

・ 傾斜設置パネルの傾斜角度

太陽光パネル設置可能エリアに収まる最大電池容量(設置枚数)を設定し、建物の法的高さ規制から建物最高高さ(屋上機器の目隠しの高さ)以下に納める条件の中、設置可能な最大角度14.5°を有する架台とした。(図4)

最大電池容量(設置枚数)は、以下に示す①、②を考慮して決定した。

- ①南面建物目隠し(垂直設置太陽光パネル)の影が影響しない距離のセットバック

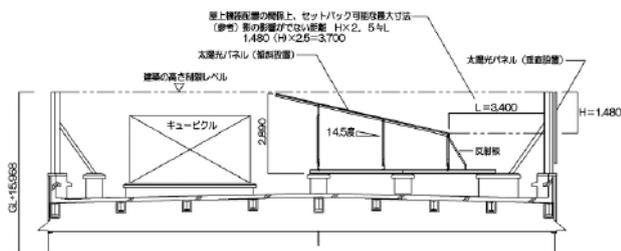


図4 太陽光パネル設置断面図

②屋上に設置した屋外型キュービクルとの保安距離

・反射板

NEDOの平成20年度太陽光発電等フィールドテスト事業として採択されるには、新たな提案が求められていることから、反射板を設置し南面に垂直設置した両面発電パネル裏面に、太陽の反射光を当てることで発電効率を上げることを提案、申請を行ったところ採択となった。

設置角度は、夏至及び目隠しによる影の影響が出る最低の太陽光入射角度による反射の範囲を考慮して角度の設定を行った。(図5、写真4、5)

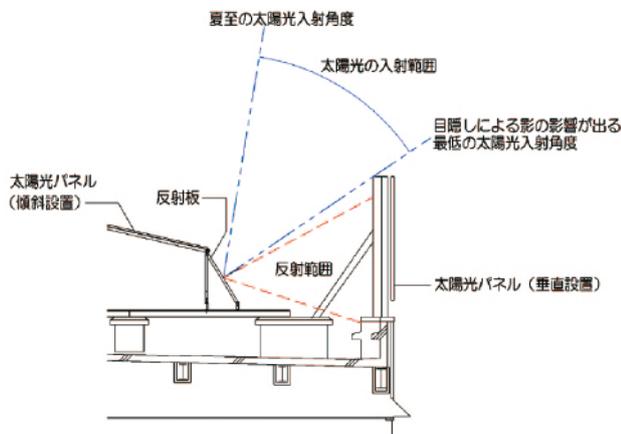


図5 反射板による太陽光の反射範囲

反射板の仕様を決定するにあたっては、当初、反射効率を高くするため反射板（ステンレス鋼板）表面を鏡面仕上げとしていたが、反射光に斑ができ集光された部分で太陽光パネルがかなりの高温となったことから、裏面にある配線やリード線引き出し樹脂部の耐熱等も考慮し、反射板表面を艶なしのグレー塗装を施すことで反射率を下げる調整が行われた。

なお、反射板により発電効率がどの程度上がるかは、今後のNEDOに提供するデータ分析を待つことになるが、今後、当社でも計測値による検証を行っていく。

4 おわりに

本館の建替え及び別館の改修においては、基本設計から施工までの全工程において、当社の有する技術を駆使し、特に環境への配慮を重点に取り入れ建設することができた。今後、設備維持に関するデータ収集及び新たな技術に対応すべき試みが行なわれ、当社の技術をアピールするビジネスモデルとなる建物として期待ができる。

設計・施工に携った社員

- 設計（電気設備）：岐阜支店 田中 学
- 設計（空調衛生設備）：営業本部 田伏 秀名
- 電気設備工事：岐阜支店 富田 裕貴
- 空調衛生設備工事：岐阜支店 塩谷 敬
- 太陽光発電設備工事：岐阜支店 高木 勇人
- 防犯・セキュリティー設備：岐阜支店 小木曾直紀
- 情報・通信工事：情報通信本部 山本 憲一

以上



写真4 垂直設置裏面へ反射させる反射板

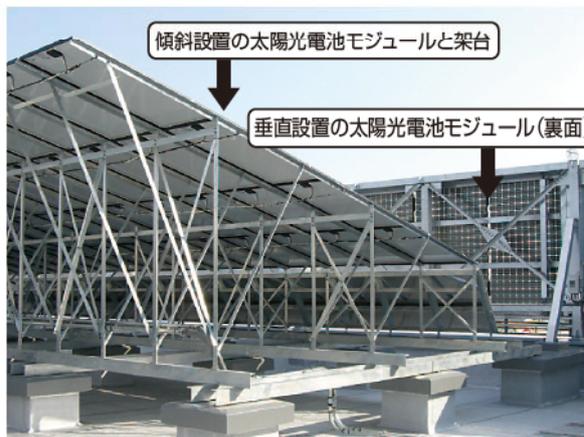


写真5 傾斜設置及び垂直設置の太陽光パネル

# プレ葉ウォーク浜北店 新築電気設備工事

静岡支店 浜松営業所 施工課 / 太田幸義

## 1 はじめに

ユニー(株)が開発するモール(WALK)型ショッピングセンターとして、5店舗目となる「プレ葉ウォーク浜北」が竣工したので報告いたします。既存のアピタ浜北店を約3倍に拡張したユニー(株)でも最大規模のモール型ショッピングセンターです。“葉”は昔から植木の町として栄えてきた浜北市より名づけられたとのことで、デザインも緑をあちこちに取り入れ樹木のイメージが多く表現されています。

170店舗に及ぶテナント主体の商業施設で、駐車場もこの地域では最大規模を誇り出入口も数多く設置されている為、訪れやすい環境になっています。お洒落に完成した店舗内を写真1に、外観を写真2に示します。



写真1 店舗内

## 2 建物概要

建物名称 / プレ葉ウォーク浜北店  
 建築主 / ユニー株式会社  
 所在地 / 浜松市浜北区貫布1200番地  
 建物用途 / ショッピングセンター  
 敷地面積 / 131,589.82㎡  
 建築面積 / 31,500㎡  
 延床面積 / 53,932㎡  
 構造 / S造  
 階数 / 2階(屋上駐車場)  
 工期 / 平成19年12月1日～20年12月31日  
 設計監理 / (株)伊藤建築設計事務所



写真3 特高変電所



写真2 外観

施工／総合：安藤建設(株)名古屋支店  
 電気：(株)トーエネック浜松営業所  
 (受変電・幹線・動力設備)  
 内藤電機(株)  
 空調・衛生：東洋熱工業(株)名古屋支店  
 テナント：(株)スペース

### 3 設備概要

設備概要を表1に示します。

表1

|          |  |
|----------|--|
| 受電設備     | GIS特別高圧77kV2回線受電<br>変圧器容量 77kV 10,000kVAx1台      |
| 変電設備     | 屋外キュービクル式サブ変台 8箇所<br>変圧器容量 6kV 17,930kVA         |
| 非常用発電機設備 | 6kV500kVAx2台<br>ディーゼル型発電設備 (燃料A重油)               |
| 直流電源設備   | 屋外キュービクル式 5基<br>MSE 1,700Ah<br>用途：非常用照明、受変電設備    |
| 幹線設備     | 600VCVTケーブルをケーブルラック配線<br>テナント盤は幹線分岐により供給         |
| 動力設備     | 大型冷凍機 三相3線440V<br>その他は 三相3線210V                  |
| 電灯設備     | 基本照明 水銀灯、蛍光灯ダウンライト                               |
| 防災設備     | 非常放送 増幅器 1,380W 70回線<br>自火報設備 GR型総合操作盤 アドレス 1051 |
| 防犯設備     | 監視カメラ、電気錠  |
| その他通信設備  | 呼び出し、テレビ共聴、インターホン、<br>駐車場管理                      |

#### (1) 受電設備

電力会社からの受電方式は77kV2回線受電で、特高受電部は特別高圧絶縁スイッチギア(C-GIS)とし、設置スペースの縮小化と安全性を図っています。防災センターにて監視を行なっていますが、夜間を含め保守管理会社によるデーター通信遠隔監視も行われています。省エネを追求して電力量と空調機器の運転も合わせて遠隔監視が行われています。無人時の異常発生も遠隔監視システムにより、タイムリーに主任技術者へ連絡される環境にあります。高圧単線結線図を図1に示します。

#### (2) 変電設備

屋上にある8箇所のサブ変電所には、特高受電所より其々6kVの配線にて供給されています。夜間無人時の停電は冷凍食品に影響をしないよう、復電が自動で可能な電動式遮断器を採用しています。また、それによる突入電流が大きくなる為、其々の遮断器に遅延タイマーを設置し、スムーズな受電システムとしています。

#### (3) 非常用発電設備

既存非常用発電機6kV500kVAx2台を非常用に改造を実施しました。スプリンクラー、排煙機などの防災設備に電源を供給するものであり、燃料はA重油を使用しています。

#### (4) 直流電源設備

非常照明を主体に各キュービクルと併設して5箇所に設置され、キュービクルの制御電源もまかっています。

#### (5) 幹線・動力設備

動力幹線は、空調系、一般動力、防災動力、テナント向け動力系統に区分し、特に空調負荷の遠隔操作をゾーン毎に実施し、ターボ冷凍機と合わせて省エネ対策を取り組んでいます。また、電灯幹線も同様に区分し、時間帯で照明の点滅を遠隔操作にて効率よく行うよう配慮されています。

#### (6) 電力集中検針設備

三菱電機製のB/NETを採用し、WHMIは250AまでCTが不要な検定付の電子WHMを採用しました。計測はパソコンにより防災センターにて集中監視、計測が可能です。計測システムを図2に示します。

### 4 施工上の主な取組

#### (1) 安全最優先

吹き抜けで天井が高く高所作業車主体の作業であった為、作業車の使用ルールを徹底的に指導しました。作業毎に手順を確実に計画し、作業の方法を含め作業員と共に施工検討会を開催し、安全作業の意識向上を図りました。

#### (2) 小勢力による作業への取組

計画の施設は南北に細長く店舗が軒を連ねる構造の為、作業員を2グループに分けて配置し、同時作業をすすめました。作業員の導入が平均化して実施でき、次工程への流れが大変スムーズでした。建築工程との週ごとの調整会議も効



果が大きくあり、このような大型店舗としては珍しく静かに完工した物件でした。

住宅街での工事に付き、近隣への配慮も充実されていました。

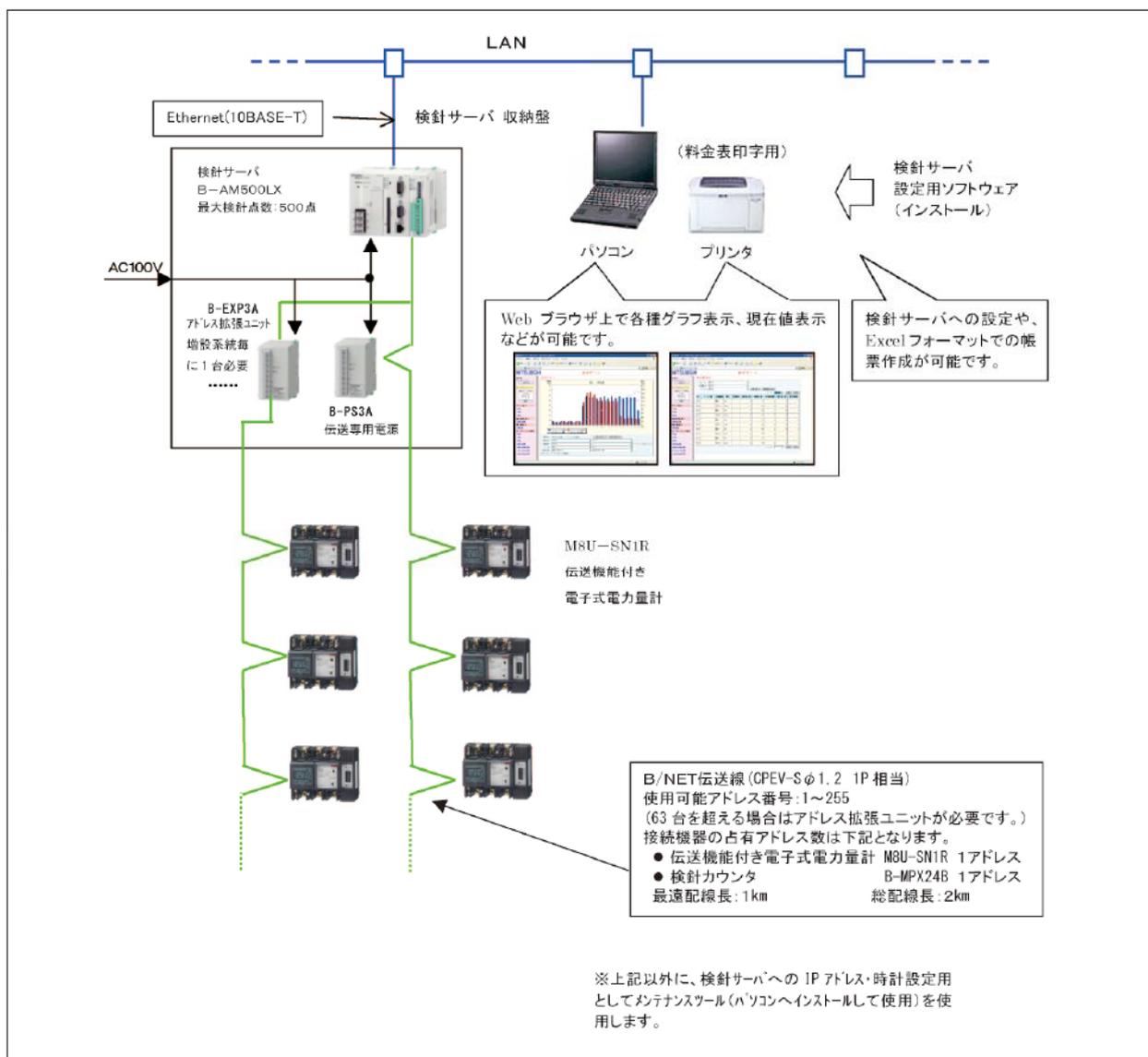


図2 集中自動検針システム構成

## 5 おわりに

施工前の計画、検討会を充実できれば施工中の問題点も軽減され、途中での変更対応もスムーズに進めることが出来るという確信を得た施工物件でした。

# フィールドバスPROFIBUSの施工について

営業本部 エンジニアリング部 プラントグループ/今井 寛

## 1 はじめに

従来、工場の生産管理制御システムにおいては、現場機器(センサー、操作器等)とコントローラ間の入出力信号を、DI/O・AI/O共に1対1の直接配線で接続することが多かった。しかし、近年、電子通信技術の発展によって、現場配線を共通化したフィールドバスと呼ばれる省配線システムが考案され、その導入が拡大している。

今般、当部では、某樹脂成型工場において、代表的なフィールドバスであるPROFIBUSを採用したドイツ製機械設備の監視制御システム工事を施工した。ここに、PROFIBUSの特徴や施工上の留意点をまとめ、他のフィールドバスとの比較を含めて報告する。

## 2 フィールドバスとは

フィールドバスとは、工場の計測・制御用機器間信号に特化したデジタル通信である。特にその仕様が標準化され、公開されているものをオープンフィールドバスという。

フィールドバスの形態は次の3つに分類出来る。

### (1) コントロールバス

コントロールバスとは、PLC、制御用パソコン・HMIに用いられるネットワークであり、コントローラ上位ネットワークとも言う。

### (2) デバイスバス

デバイスバスとは、PLCとフィールド機器間に用いられるネットワークであり、さらにFA系、PA系に分類される。フィールドネットワークとも言う。

### (3) センサーバス

センサーバスとは、個々のセンサーなどの接点信号、ON/OFF信号を扱うネットワークであり、フィールドエンドネットワークとも言う。

## 3 PROFIBUS技術概説

### 3.1 PROFIBUSとは

PROFIBUSは1980年代にドイツでSiemens等のメーカーと官とが共同で開発したフィールドバスである。1989年にドイツ規格(DIN19245)

となった。形態から見れば、PROFIBUSはデバイスレベルに位置付けられる。

PROFIBUSは、現在、推進協会の下で特に欧州で広く普及し、使用目的に応じて、FA向けのPROFIBUS-DP(以下DP)と、PA向けのPROFIBUS-PA(以下PA)の2種類がある。

### 3.2 特徴

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 通信速度  | 9.6kbps~12Mbps       |
| データ長さ | 244バイト               |
| トポロジー | ライン(バス) およびツリー       |
| 伝送距離  | 最大100m~1,200m        |
| ノード数  | 126                  |
| ケーブル  | 2線ツイストペアケーブル、(光ケーブル) |

#### (1) 高速で、データフレームサイズが大きい

DPは9.6kbps~12Mbpsの通信速度をサポートし、最大速度は現在のオープンフィールドバスの中で、最も高速である。

PAは31.25kbpsの固定速度である。

#### (2) 通信方式

PROFIBUSの伝送技術はRS485を基本としており、2線間の電圧値によって信号を表現している。

また下記2つの通信方式を組み合わせることから、ハイブリッド方式とも呼ばれる。

##### ① マスター・スレーブ方式

マスター・スレーブ方式では、通信を始めるリクエストは常にマスター(親局)側から起動され、スレーブ(子局)はリクエスト時のみデータの送受信が可能となる。

この方式では原理的にデータが衝突しないので、データの衝突防止、衝突発生後のリカバリー時間・方法を考慮する必要がなく、エンジニアリング面で大きなプラスとなっている。

##### ② トークンパッシング方式

トークンパッシングとは、ネットワーク上にトークンと呼ばれる送信権を与えるフレームを巡回させ、トークンを獲得したマスターだけが通信を始められる通信方式である。

PROFIBUSではこの方式を用いているので、複数のマスターがバス上で動作できるが、原理的に複数のマスターが同時に通信のリク

エストを出すことは無い。

### (3) FAとPAの両方の分野に対応

PROFIBUSはオープンなフィールドバス(3.3項参照)の中で、現在、FA分野、PA分野の両方にサポートできる唯一のバスである。

DPとPAとの違いの一つに、使用ケーブルがある。DPでは通信用導線のほかに電源供給用導線を必要とするが、PAでは2線式伝送(バス給電)であり、本質安全防爆の仕様もカバーしている。

PAの信号ラインには10~20個の機器しか接続できない。しかし、PAはカプラを通してDPに変換でき、図1のようにDPが複数のPAラインをまとめることによってコントローラに各種信号を入出力できる。

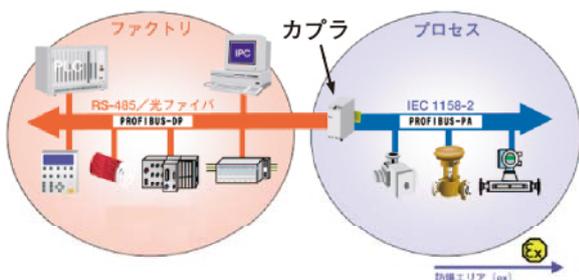


図1 DA-PA変換

### 3.3 他のネットワークとの比較

主要なフィールドバスを階層別に分類すれば、図2のようになる。

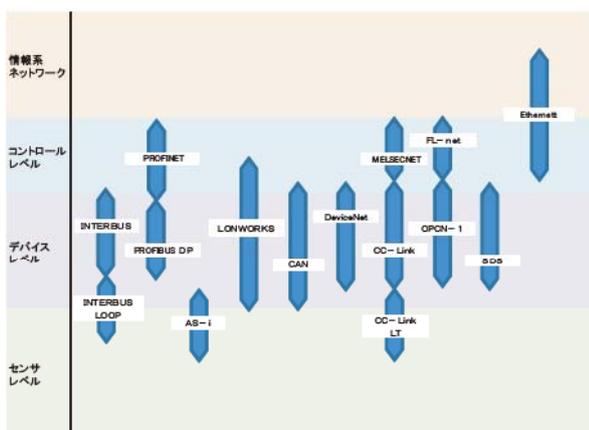


図2 ネットワーク比較表

### 3.4 シェア

PROFIBUSは、現在世界で最も普及しているフィールドバスであり、推進協会の会員は1,200社以上、設置実績は1,300万デバイスを超えている。しかし、日本では、三菱電機が開発したCC-

Linkの普及が先行し、PROFIBUSの普及はさほど進んでいない。

## 4 施工上の留意点

### 4.1 配線形態(トポロジー)

PROFIBUSはライン(バス)を基本とした配線形態をとり、終端となる両端には終端抵抗を設ける必要がある。(図3参照)

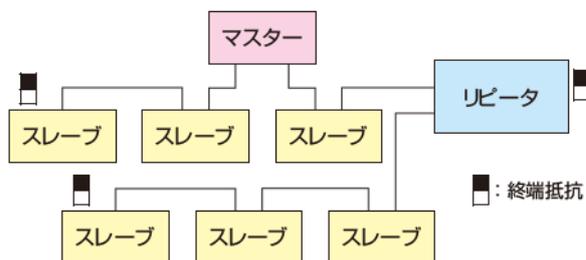


図3 配線形態例

### 4.2 伝送距離

PROFIBUSの伝送距離は伝送速度に依存し、高速になれば配線長は短く、低速になれば配線長は長くなる。制限距離を表1に示す。

表1 伝送距離と伝送速度

| 伝送速度 (kbit/s) | 9.6     | 19.2    | 93.75   | 187.5   | 500   | 1,500 | 12,000 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|
| 距離/セグメント      | 1,200 m | 1,200 m | 1,200 m | 1,000 m | 400 m | 200 m | 100 m  |

伝送速度は、システム構築の設計思想によって変わってくるので、システムに適した伝送速度を設定し、その上で配線長を考慮しなければならない。また、スレーブ数によってバス上のサイクルタイムも変化する。伝送速度が低速で、スレーブ数が増えれば、一回のバスサイクルタイムは長くなるので、注意する必要がある。

### 4.3 ケーブル

PROFIBUSの配線は図4のようなIEC61158に適合したシールド付ツイストペアケーブルを用いる。信号線はAライン(-)・Bライン(+)と呼ばれるが、一般に赤線側をBライン、緑線側をAラインとして用いることが多い。国内では、日本電線・倉茂・フジクラなどが販売している。

なお、通信速度が速くなればなるほど、ノイズの影響は受けやすくなるため、動力線とは離隔して配線することに留意しなければならない。

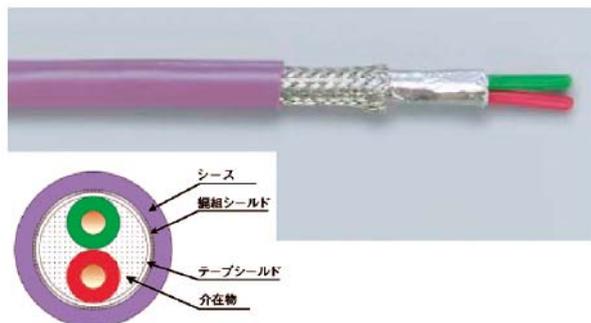


図4 ケーブル

#### 4.4 コネクタ

機器への接続はD-SUB9pinコネクタを用いることが多い。防水・防塵を要するところはM12コネクタを用いる。(図5参照)

PROFIBUS用のD-SUBコネクタには終端抵抗スイッチがついているものもある。その場合、セグメントの両端では終端抵抗スイッチをONにし、中間ノードではOFFにする。



D-SUBコネクタ

M12コネクタ

図5 コネクタ種類

D-SUBコネクタのカバー内には、緑(A)と赤(B)の内部接続コネクタがある。(図6参照) この内部コネクタへの接続には精密マイナスインプリを必要とする。

また、D-SUBコネクタにはPGポート(プログラマーやPCを接続するコネクタ)が用意されているものもある。このPGポートを利用すれば、パソコン等を接続して、リンク系統確立後のデータをモニタできる。

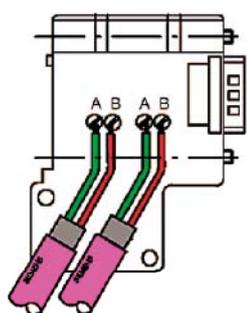


図6 コネクタ内部

#### 4.5 マスター(親機器)

マスターとは、バス上の転送制御を行う機器を言う。多くの場合、PLCのユニットがマスターとなる。マスターに搭載されているLED表示によって、

動作診断の確認や、PCを接続しての通信確立の状態が確認できる。

#### 4.6 スレーブ(子局)

スレーブとなる機器は、さまざまな企業から多数の製品が出ており、その数は2500種類にも上る。また、プラントメーカーがカスタマイズし、自社製品に組み込むことも多い。(写真1、2)

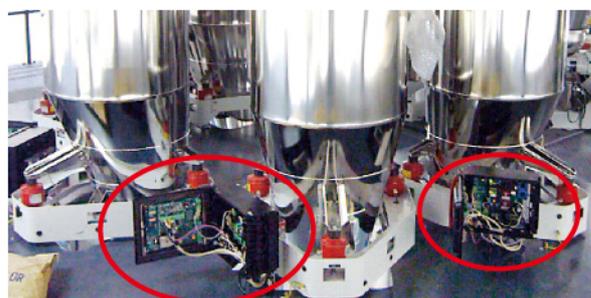


写真1 スレーブ(カスタマイズ)



写真2 PROFIBUS取合いBOX内

#### 4.7 アドレス設定

全てのスレーブには1~125のアドレスを割り付ける必要がある。設定方法はソフトウェア設定(1)とハードウェア設定(2)の2種類がある。

- (1) ソフトウェア設定では、プログラミングツールを使い、ネットワーク上からアドレスを設定する。この際、スレーブ側のアドレス設定モードは「ソフトウェア設定」側にDIPスイッチを設定する。
- (2) ハードウェア設定は、スレーブのDIPスイッチまたはロータリースイッチで行う。スイッチは、タイプにより2進・10進・16進があるので注意が必要である。

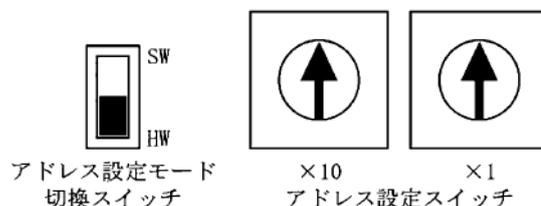


図7 アドレス設定スイッチ例

#### 4.8 リピータ

リピータはライン上のデータ信号を増幅する役割を持つ。(写真3) たくさんの機器を使用したいとき、機器間のケーブル長を延長するときに用いる。



写真3 リピータ

また、先述のようにトポロジーはライン型を取るため、リピータを用いて、セグメント分岐をし、ツリー型のトポロジーを形成することも可能である。リピータは1系統に最大9台まで使用することが出来る。

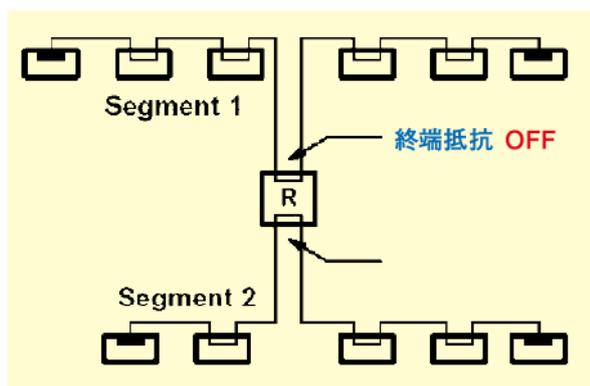


図8 リピータ使用例

#### 4.9 上位・下位との接続

##### (1) ゲートウェイを介して行う方法

PROFIBUSに接続できる上位・下位ネットワークは、CC-Link、DeviceNet、Ethernet、AS-I、CANなど多岐にわたる。

##### (2) PLCを介して行う方法

写真4の例では、上段にシーメンス社製の

PLCとPROFIBUSマスターが、下段に三菱電機社製のPLCが設置され、フィールドバスにはCC-Linkが採用されている。なお、上下のPLC同士はEthernetでデータリンクされている。

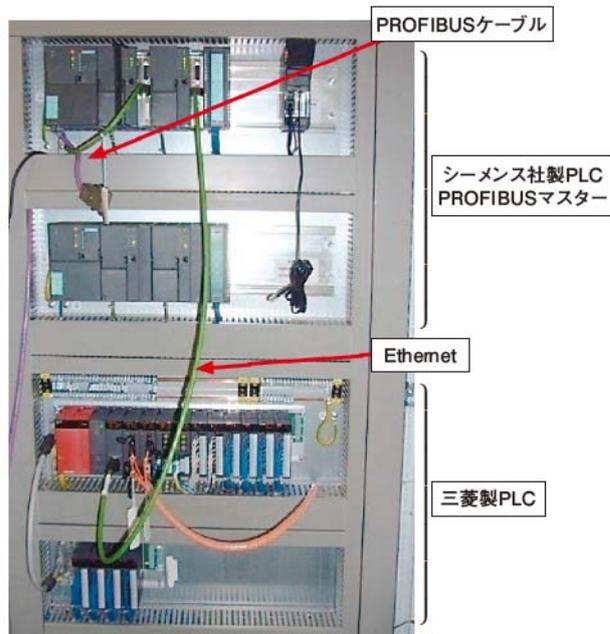


写真4 制御盤内写真

## 5 おわりに

監視制御工事においては、昨今、工期短縮・省施工・省スペースが顧客から強く求められている。フィールドバスは、これらの要請に応えられる重要な技術であり、工場の計装制御システムだけでなく、ビルの空調自動制御など広範囲の用途にも対応が可能である。

その点、PROFIBUSは、FA・PA両方の分野に採用でき、通信速度も速く、機能面においても優れたフィールドバスである。

また、世界的な普及率の高さから、多くの対応製品があり、異なるメーカーの機器を同一バス内で接続することができ、汎用性・利便性において非常に大きなメリットをもつ。

今後、日本国内においても大きく普及が進むものと思われる。

# PC端子接続作業の改善に関する研究

配電本部 配電統括部 技術グループ / 民部吉彦・玉井 誠

## 1 はじめに

配電部門における現場作業は、都市・山間部等の地理的条件および酷暑、厳寒、風雨等の過酷な気象条件の中で、短時間で工事を施工し、次の作業現場へと移動を重ねている。

時々刻々と変化する作業環境の中で、現場で培われた豊富な経験や知識、特殊な技術が必要不可欠であり、作業員への負担の多い作業も存在している。さらに、作業員の高齢化も進み、40歳以上が全体の約50%となっている現状から、少子化の中での作業員の確保が必要であり、将来に向けた作業環境の改善が課題となっている。

こうした中で、「人間工学にかなった配電作業の構築」を基本理念に技術者にとって魅力ある作業環境づくりを目指し、安全・品質の向上、作業時の負担軽減に取り組んでいる。その進め方として、当社独自の「作業負担評価法」により、作業員負担の大きい作業を特定し、開発の効果が高く、リスクの高いものを分析するとともに、現場技術者からの技術開発に関する“意見・要望事項”を集約・検討および実現場へのフィードバックなどを展開し、優先順位をつけて“現場と一体となった工具・工法の開発”を推進している。

## 2 研究の目的

配電部門中期工事量予測では、変圧器揚げ替え工事の増加を想定しており、PC（プライマリーカットアウトスイッチ）への変圧器一次リード線（以下、リード線という）の接続作業に手間と時間を要している。【写真1】



写真1 PC端子接続作業の様子

現場技術者2,600人を対象とした作業負担感アンケート調査では、PC端子の接続作業において、特に上肢（腕・手）に負担を多く感じている結果であった。また、当社独自で開発した「作業負担評価法」による評価においても、PC端子の接続作業は評価点が高く、作業員への負担が大きいことが確認されている。一方、PC端子接続作業は、リード線の皮剥ぎ作業とPC端子ネジの締め付け作業からなり、リード線の皮剥ぎ作業については、電工ナイフを使用しており、怪我の恐れがある。また、人力によるドライバーでの端子の締め付け作業は、肘痛等による疾病原因の要素となっており、作業頻度も非常に高い。こうしたことから「PC端子の接続作業」の改善が急務であった。

本研究では、作業員負担の軽減、安全・品質の向上、作業の効率化を目的に、リード線の皮剥ぎ器の開発およびPC端子締め付け作業の電動化について研究を進めた。

## 3 PC端子接続作業の現状と課題

### 3.1 リード線の皮剥ぎ作業

#### (1) リード線の種類

中部電力管内の配電線における柱上変圧器のリード線に使用されている電線は、外径9mmのPDEPR（エチレンプロピレンゴム絶縁電線）5.5sq（以下、PD線という）で導体の構成は1.0mmの素線が7本燃り合わされたものである。【写真2】



写真2 PDEPR (PD線)

#### (2) 皮剥ぎ作業における施工方法と課題

PD線の芯線は細く軟らかく、電工ナイフでの皮剥ぎ作業では、PD線が曲がらないよう指で支えながらナイフを滑らせるように剥くため、指を切る等危険を伴い、刃を強く押しつけると芯線に傷をつける恐れがあり、作業員のスキル（技術、特殊技能）を要していた。

このため、平成10年度に「引下げ線用皮剥ぎ器」【写真3】を採用したものの、鉛筆削り方式の

ため電工ナイフでの作業に比べ手間がかかり作業時間を要した。また、皮剥ぎ器を回して皮剥きを行うことから手首・肘への負担があり、実現場ではほとんど使用されることはなかった。また、市販のケーブルストリッパー等の皮剥ぎ器について検証してみたが、PD線の被覆が芯線に密着していることから、被覆を規定どおり剥くことが困難であり改善が望まれていた。



写真3 鉛筆削り方式引下げ線用皮剥ぎ器(平成10年度採用品)

### 3.2 PC端子締め付け作業

#### (1)PC端子の形状と締め付け個所数

PCには6号PC、10号PC、耐雷PC(耐塩用含む)の3種類があり、すべてのPC端子はマイナス



写真4 PC端子

ネジの同一形状【写真4】でPC1個に4本、共用変圧器の場合は、PCが3個で12本(耐雷PCの接地端子を含めると15本)のネジの締め付けが必要である。

#### (2)締め付け作業における施工方法と課題

PC端子ネジの締め付けトルクは2.9N・m(30kgf・cm)以上が必要であり、締め付けが甘いとPD線が抜ける恐れがある。したがって締め付け作業では、ネジ1本毎、締め付け引張り確認を行うことで欠相等の防止に努めている。また、マイナスネジのため、ドライバーの先端が溝から外れやすく、ドライバーを強く押さえながら締め付けるため手首・肘に負担をかけていた。

## 4 工具の開発概要

### 4.1 PD線皮剥ぎ器の開発

平成10年度採用の鉛筆削り方式の皮剥ぎ器が現場に受け入れられなかった経緯を踏まえ、電工ナイフでの作業より短時間に行え、安全で誰が使用しても芯線に傷をつけることなく、被覆を残さず取り除ける皮むき器の開発を検討した。

まず、PD線の芯線と被覆の密着について調査

した結果、常温にて被覆40mmを引き抜く引抜力は、180Nから260N程度必要となることが分かり、市販にあるペンチのような形状のストリッパーでは、握力を横方向の引き抜き力に変換するため、力が足りないと判断し、幾つもの試作品を作成し改良をかさねた結果、握力で被覆を切断し、腕の力で引き抜く方式とし、従来にないホッチキスを逆向きにしたような形状の皮剥ぎ器【図1】を開発した。さら

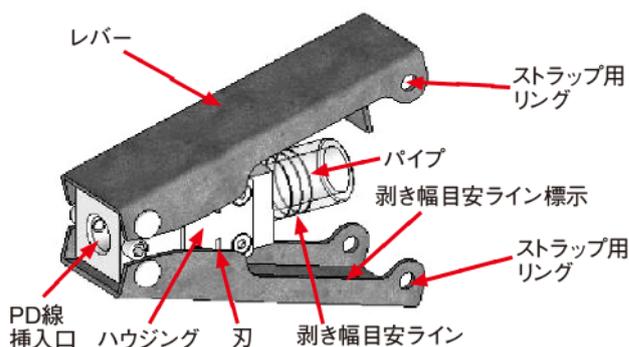


図1 PDストリッパー

に、レバー表面に溶射【写真5】を施し作業用手袋が滑らない構造とし、品名を「PDストリッパー」とした。

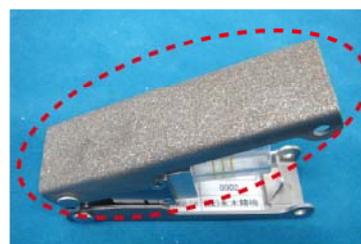


写真5 溶射による滑り止め加工

### 4.2 PDストリッパーの特長

PD線は、①PCリード線(PC端子部)のほか②引下げコネクタ部③耐塩用変圧器リード線(変圧器端子部)④変圧器リード線(変圧器端子部)、など4種類の剥き取り幅の違う接続箇所があり、剥き幅を容易に調整できるよう【図2】に示すとおり、PD線を挿入口に差し込み、パイプの剥き幅目安ラインおよびパイプ端末にPD線の先端を合わせることで、それ

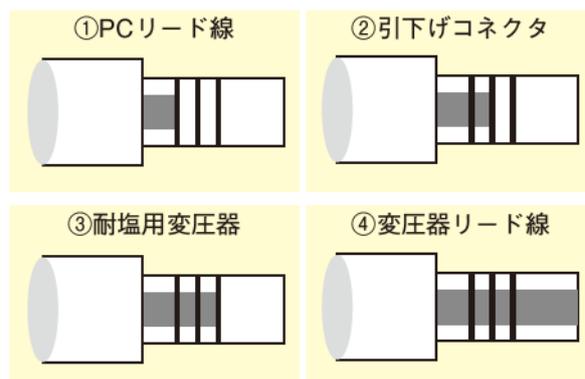


図2 剥き幅目安ライン標示



写真6 被覆剥ぎ取り方法

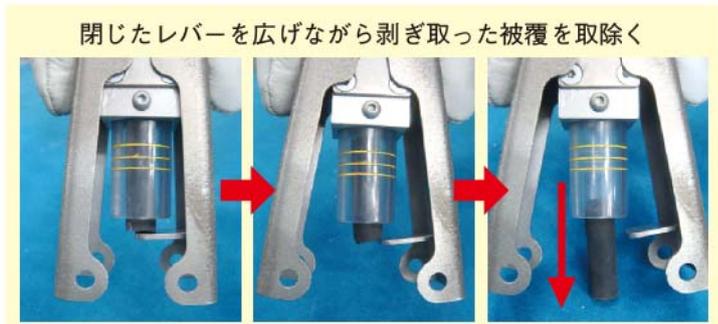


写真7 被覆取除き方法



写真9 干渉して施工不能

それぞれの被覆剥ぎ取り長さに仕上げる事ができる。  
 取り扱い方法は、【写真6】に示すようにPD線を差し込み、レバーを握り、左右に90°～120°程度ひねり、まっすぐ引き抜くことで被覆を剥ぎ取ることが可能である。さらに、電工ナイフに比べ作業性が極めて良く芯線に傷をつけることなく短時間で行えスキルが不要である。また、刃をハウジング内に収め、隠ぺいしたことで怪我の恐れがなくなり安全性が向上した。なお、剥ぎ取り後の被覆くずは【写真7】に示すとおりパイプの中に収まりレバーを開くことで取り除くことができる。

ビットではビット先端部がネジから脱落したりネジの頭をつぶす恐れがあった。また、接地端子ネジを締め付けるには、ビットが短いため接地ネジ付近の碍子等に充電ドライバーが干渉し、締め付けが出来ない場合があった。【写真9】このことから作業性の良いPC端子専用のビットを開発することとした。  
 まずビット先端の脱落防止を目的に、ネジの先端部の構造にあったガイドソケットおよび碍子等に充電ドライバーが干渉しないビット本体の長さを検討し、幾つかの試作品を作成し作業検証により最適なビット【写真10】を開発した。これを「PC端子用ビット」とした。

#### 4. 3PC端子締め付け用工具の開発

PC端子締め付けの電動化については、市販の充電ドリルドライバー（以下、充電ドライバーという）【写真8】を活用することとしたが、市販のマイナス



写真8 充電ドリルドライバー



写真10 PC端子用ビットおよび施工状況

表1 作業時間の比較

| 工 法    | 緩め    | PD線切断 | 皮剥ぎ   | キャップ準備 <sup>※1</sup> | キャップ取付 <sup>※2</sup> | PCへの差し込み | 締付け   | 合 計    |
|--------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------|----------|-------|--------|
| ①従来工法  | 65.8  | 44.9  | 67.0  | 27.7                 | 60.0                 | 28.9     | 101.6 | 6分35秒7 |
| ②新 工 法 | 37.1  | 44.9  | 41.2  | 27.7                 | 32.1                 | 28.9     | 57.8  | 4分38秒7 |
| ③=②-①  | ▲28.7 | ±0    | ▲25.8 | ±0                   | ▲27.9                | ±0       | ▲43.8 | ▲1分57秒 |

※1キャップ準備とは、PD線皮剥ぎ後PCリード線用キャップを取付ける準備をいう。

※2キャップ取付とは、PCリード線用キャップの取付けをいい、従来工法では、キャップ先端部のはみ出した芯線をペンチで切断し長さを調整している。新工法ではこの作業はなくなる。

#### 4.4 PC端子用ビットの特長

PC端子用ビットを使用した充電ドライバーでのPC端子締付け作業では、端子のマイナス溝とビット先端が合っていないくても、充電ドライバーの正回転スイッチを押すことで自然に端子のマイナス溝にビット先端が嵌(はま)り、さらにガイドソケットによりビット先端が脱落すること無く容易に締付けでき、また、碍子等に干渉すること無く【写真11】作業することが可能となった。



写真11 接地端子締付けの様子

充電ドライバーは、約2.9N・m(30kgf・cm)でオートストップが働く。しかし、PC端子へのPD線の差し込み状態によっては、締付けが不十分となる恐れがあり、締付け後充電ドライバー本体でさらに増し締めをする必要がある。従来のドライバーでの確認方法と同様に、1線毎に締め付け引張確認を行う必要があるが、ドライバーでの締め付けに比べ充電ドライバーでは軽い力で捻ることができ、肘等への負担は軽減でき、短時間での作業が可能となった。

## 5 研究の効果

作業検証結果および実現場での試行結果から、本研究で開発した「PDストリッパー」および「PC端子用ビット」を使用した充電ドライバーでの作業

表2 「作業負担評価法」評価点の比較

| 工 法    | PD線皮剥ぎ作業 | PC端子締付け作業 | 合 計     |
|--------|----------|-----------|---------|
| ①従来工法  | 187.8点   | 194.9点    | 382.7点  |
| ②新 工 法 | 150.7点   | 105.1点    | 255.8点  |
| ③=②-①  | ▲37.1点   | ▲89.8点    | ▲126.9点 |

(新工法)と電工ナイフおよびドライバーを使用しでの作業(従来工法)とでは、共用変圧器でのPC端子接続作業(PC3個、PD線6本の皮剥ぎ、PC端子ネジ12本締め付け)は、【表1】に示すとおり従来工法が約6分36秒に対し、新工法では約4分39秒と約2分間の作業時間が短縮され、約30%の時間短縮ができた。

当社独自の「作業負担評価法」での評価は、【表2】に示すとおり従来工法が382.7点に対し新工法が255.8点と126.9点の減少となり、作業負担軽減率は▲33.2%であり作業員への負担が軽減できることを確認した。

以上のとおり、①作業員負担の軽減、②安全性の向上、③品質の確保、④作業の効率化に大きく寄与できる。

## 6 おわりに

配電部門では「PDストリッパー」「PC端子用ビット」「充電ドリルドライバー」を本年度上期に営業所へ配備し、協力会社を含めた作業員全員の身近な工具として活躍している。

今後も、魅力ある作業環境作りを目指し、現場と一体となった技術開発を推進し、作業員の負担軽減、安全・品質の確保、および作業の効率化・省力化に取り組んで行く。

なお、「PDストリッパー」の特許取得に向け、(株)永木精機と共同で特許出願中(「被覆ストリッパー」出願番号:特願2009-75100)である。

# 浜松ホトニクス(株)中央研究所ESCO事業

営業本部 エネルギーソリューション事業部 ソリューション第一グループ/増田昌彦

## 1 はじめに

当グループで契約した「浜松ホトニクス(株)中央研究所ESCO事業」が(財)省エネルギーセンターが主催する「第四回優良ESCO事業」において、「業務部門 銀賞」として表彰された(写真1)。本事業の特徴について報告します。



写真1 盾

- ・ 建築構造 地上3階S・RC造
- ・ 延床面積 3,707㎡(平成5年8月竣工)
- ・ ベースライン使用量 45,740GJ  
(ESCO対象設備のみ)

## 4 ESCO事業の概要

- ・ ESCO事業者 (株)トーエネック
- ・ ESCO契約方式 シェアード・セイビングス契約(図1)
- ・ 補助金 平成18年度エネルギー使用合理化事業者支援事業補助金
- ・ 契約期間 平成19年4月1日から10年間
- ・ 予定省エネ量 21,523GJ/年(47.1%減)
- ・ 保証省エネ量 17,891GJ/年(39.1%減)

## 2 お客さま事業場の概要

浜松ホトニクス(株)中央研究所の概要を示す。

- ・ 事業場 浜松ホトニクス(株)中央研究所
- ・ 所在地 静岡県浜松市浜北区平口5000
- ・ 施設用途 業務用施設
- ・ 敷地面積 161,046㎡
- ・ 総延床面積 18,782㎡
- ・ 施設規模 第一種エネルギー管理指定工場
- ・ エネルギー使用量 130,870GJ(平成17年度実績)

## 3 ESCO対象施設の概要

ESCO事業対象施設となった中央研究所 材料棟(写真2)の概要を示す。

- ・ 施設名称 材料棟
- ・ 施設用途 材料実験用クリーンルーム

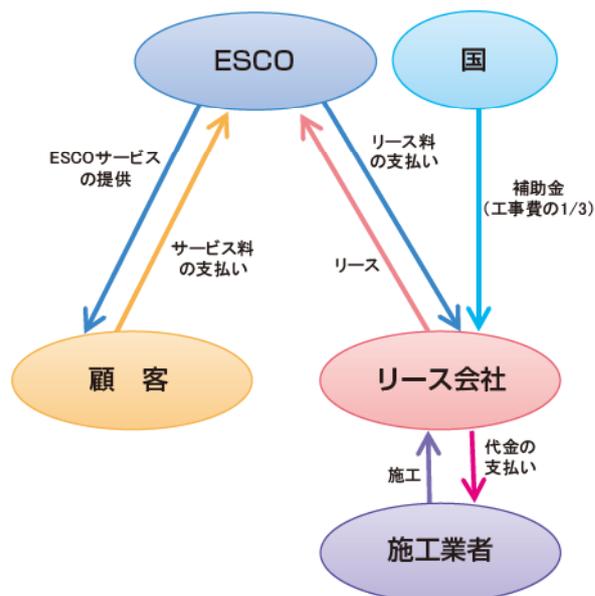


図1 シェアード・セイビングス契約



写真2 材料棟外観



写真3 超高効率チラー



写真4 高効率ボイラ

## 5 導入省エネルギー手法

表1 採用した省エネルギー技術

|                |  |
|----------------|--|
| 高効率熱源システムの導入   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 超高効率チラーの導入</li> <li>■ 高効率ボイラの導入</li> <li>■ ポンプインバータ制御の導入</li> </ul> |
| 空調機最適制御システムの導入 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 空調機VAV制御</li> <li>■ 換気回数の適正化</li> </ul>                             |
| 高効率照明設備の導入     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高輝度誘導灯の導入</li> <li>■ 人感センサ付階段通路誘導灯の導入</li> </ul>                    |

図2に高効率熱源システムの導入の導入前、導入後の状況を示す。当施設は材料実験用の恒温恒湿クリーンルームであるため、年間冷暖房している。

導入前では都市ガス焚冷温水同時取出型吸収式冷凍機、温水ヒータ、蒸気ボイラを熱源として利用し、クリーンルームの恒温恒湿環境を維持していた。導入後では、冷熱源に超高効率チラーを導入し、夏季の定格効率の改善のみならず、同チラーの特徴である部分負荷効率改善、低温冷却水利用による効率改善により、冬季・中間期の冷熱効率が著しく改善した。また、導入前では温熱源が温水ヒータ、蒸気ボイラと二重設備となっていたが、導入後では高効率ボイラに統合し、ボイラ効率改善とともに補機電力を削減した。冷温水二次ポンプでは、導入前は常時商用運転であったが、導入後では送水流量を計測し、必要送水圧力を自動演算するインバータ制御を導入し、送水効率を大幅に改善した。同インバータ制御の導入により導入前に対して90%以上のポンプ電力の削減が可能となった。

図3に空調機最適制御システムの導入の導入前、

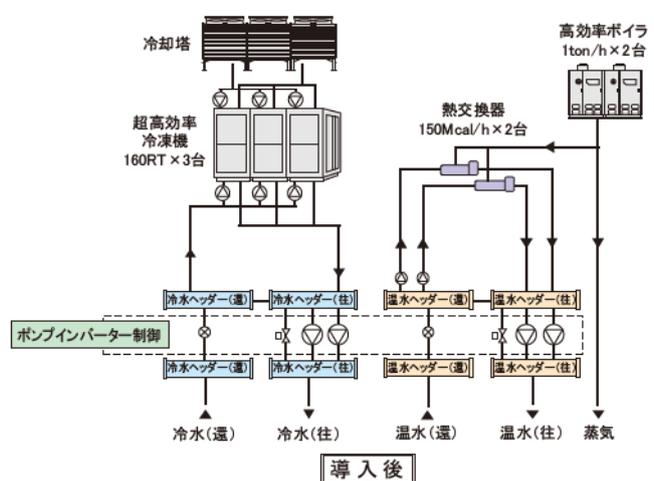
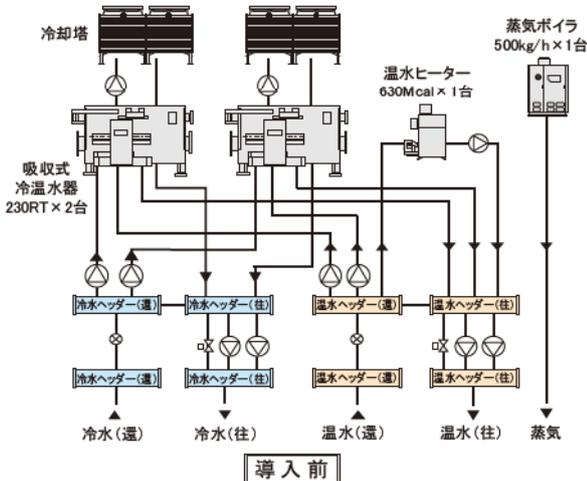


図2 高効率熱源システムの導入

導入後の状況を示す。導入前では昼一夜2モードのインバータ固定制御で送風していた。導入後では外気と室内の差圧を計測し、必要外気導入量を可変制御とした。また、各室に適切な外気量を配分するためVAV制御を導入した。

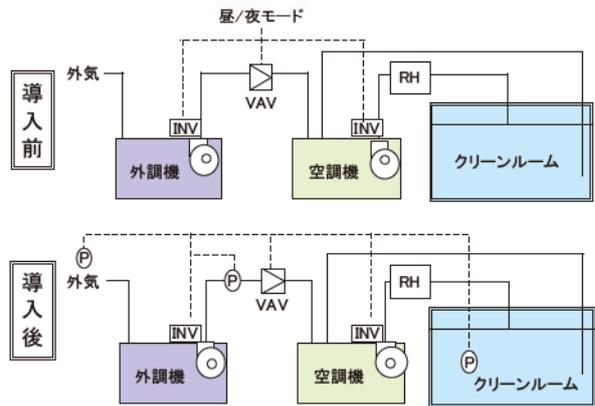


図3 空調機最適制御システムの導入

図4に高効率照明設備の導入の導入前、導入後の状況を示す。導入前では従来型のFL照明を利用し、24時間連続点灯をしていた。導入後では誘導灯に省エネ型高輝度誘導灯を、階段通路誘導灯に人感センサ付Hf照明設備に更新した。



図4 高効率照明設備の導入

## 6 導入効果

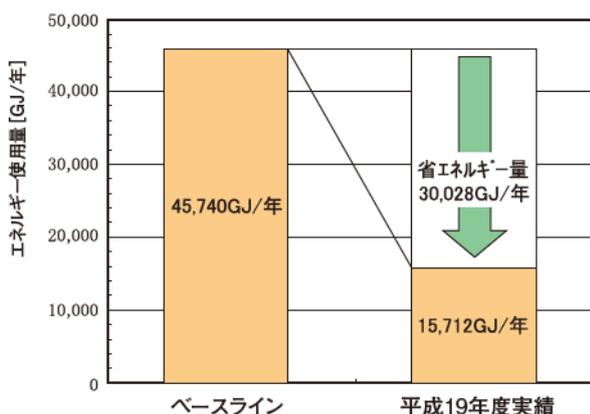
表2 導入効果 (平成19年度実績)

| 省エネルギー手法                                   | ベースライン    |                         | 平成19年度実績  |                         |
|--|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
|  | 電力 [kWh]  | 都市ガス [Nm <sup>3</sup> ] | 電力 [kWh]  | 都市ガス [Nm <sup>3</sup> ] |
| 高効率熱源設備の導入                                 | 1,578,502 | 534,901                 | 699,927   | 123,469                 |
| 空調機最適制御システムの導入                             | 572,762   |                         | 322,049   |                         |
| 高効率照明設備の導入                                 | 11,395    |                         | 5,307     |                         |
| 合計   | 2,162,659 | 534,901                 | 1,027,283 | 123,469                 |
| 一次エネルギー消費量 [GJ]                            | 45,740    |                         | 15,712    |                         |
| CO <sub>2</sub> 排出量 [ton-CO <sub>2</sub> ] | 2,152     |                         | 751       |                         |

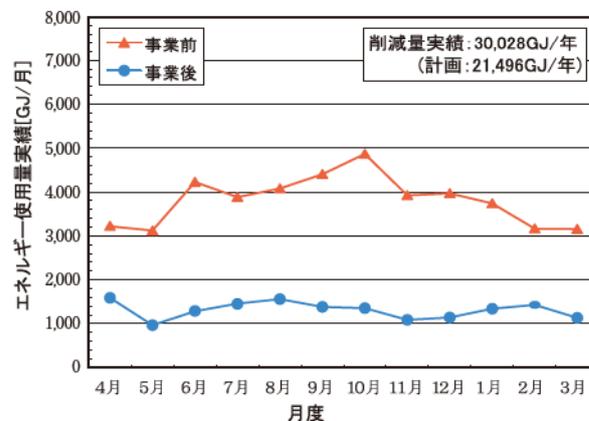
表2にベースライン及び平成19年度実績を示す。図5に導入効果実績を示す。ベースラインは導入前直近3年間の使用実績及び平成18年に実施した現地計測結果を基に策定した。平成19年度はベースラインから30,028GJ、1,402ton-CO<sub>2</sub>

の削減を達成した。同効果は、平成17年度の浜松ホトニクス(株)中央研究所における年間エネルギー使用量の29%削減に相当し、杉の木約10万本分の年間CO<sub>2</sub>吸着量の削減に相当する。

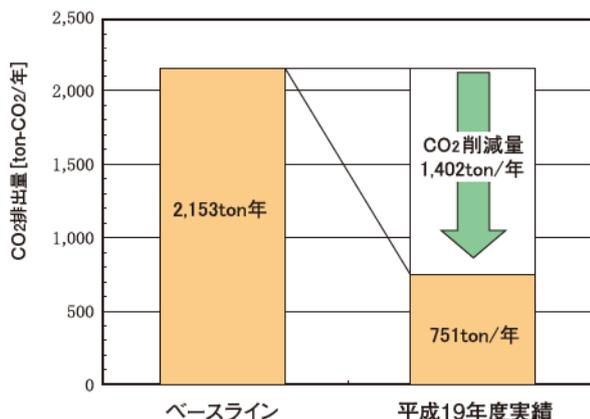
事業対象設備・年間エネルギー使用量実績



事業対象設備・エネルギー使用量実績(平成19年度)



事業対象設備・年間CO<sub>2</sub>排出量実績



月製造冷熱量と平均COP・平均冷却水温度(平成19年度)

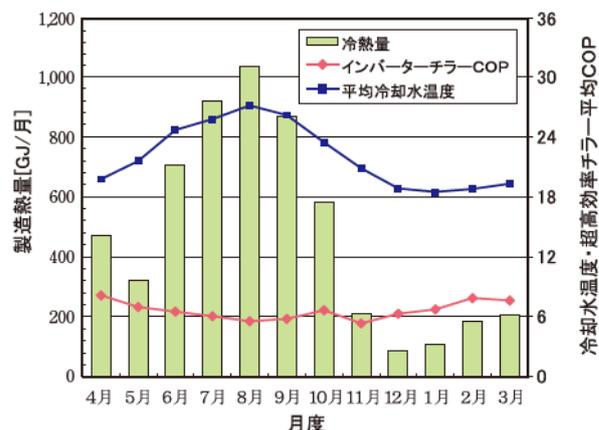


図5 導入効果実績

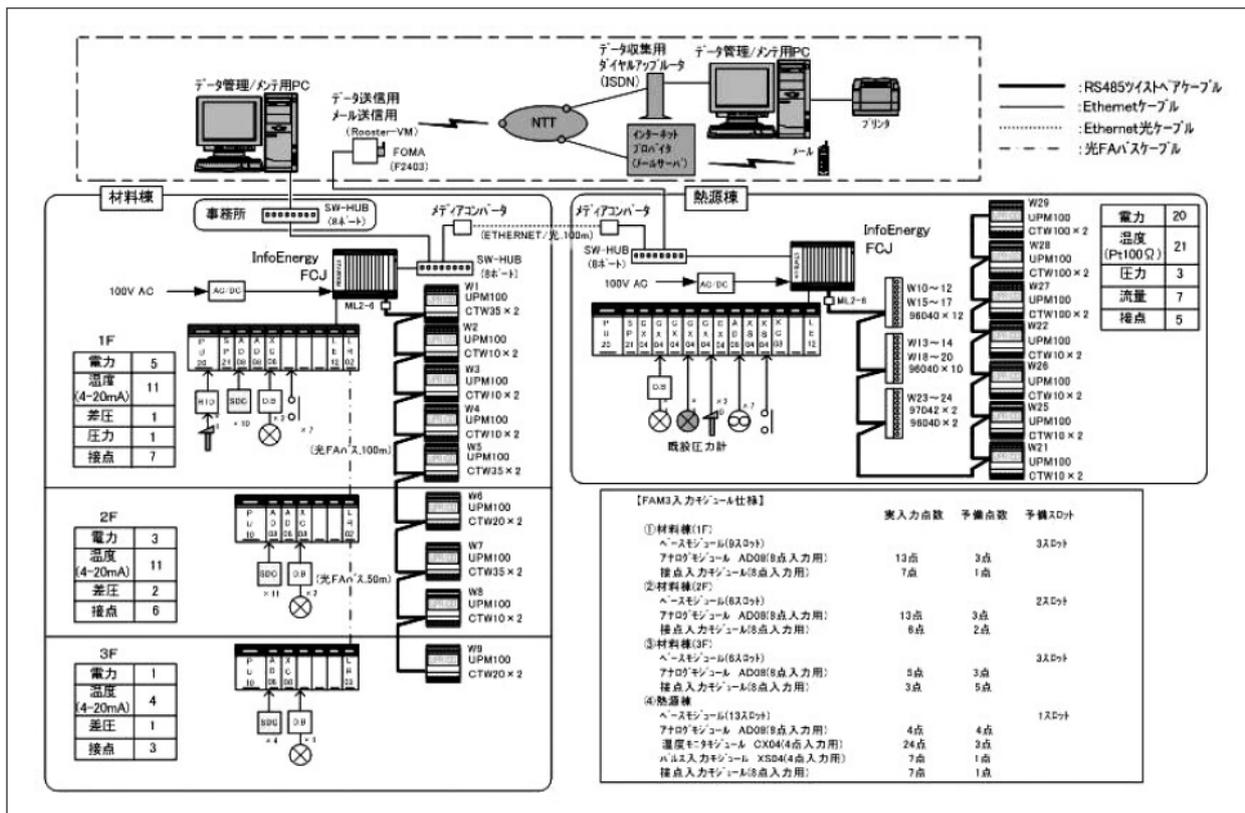


図6 Web計測検針・自動警報システム

## 7 効果検証方法

図6に本事業で導入したWeb計測検針・自動警報システムの概要を示す。同システムは各計測器と小型コントローラのための最小単位で構成され、効果検証にかかる初期費用を抑えることができた。計測データは小型コントローラに保存され、ESCO事業者は通信回線によりデータ収集している。お客様はLAN回線によりデータ閲覧が可能で、ESCO事業者とのデータ共有を図っている。同システムは自動日報・月報作成、自動警報メール転送機能も有しておりESCO事業の効果検証、報告及び監視業務の軽減に役立っている。

## 8 おわりに

今回、予定省エネルギー量の140%達成という大きな削減効果を得ることができた。この効果はお客様・ESCO事業者が一体となり、竣工後も更なる省エネ施策を模索し、取り組んできた結果である。多大なるご支援いただいた関係各位には本稿を借りて御礼を申し上げたい。今後も環境保全活動の一環としてのESCO事業の普及促進活動に努めていきたい所存である。

# 全熱交換器システムの異常検知手法

技術開発室 研究開発グループ / 千葉理恵

## 1 はじめに

建築設備においては様々な省エネルギー手法が採用されているが、実際の運用段階でその効果の検証が行なわれる例は少ない。経年劣化や故障、制御の不具合等により期待された効果が得られず、エネルギーを浪費していても、それに気づかずに運用している例が多く見られる。

技術開発室では、このような空調設備の非省エネとなる様々な異常の検知・診断方法として、BEMS (Building and Energy Management System) などの計測データを評価するパッシブ診断手法と、機器を平常運転時とは異なる診断モードで強制的に運転して不具合原因を探るアクティブ診断手法について検討を行ってきた。本報では、その中で外気負荷を低減する代表的な省エネ手法の一つである、全熱交換器システムに関する異常検知手法について報告する。

## 2 全熱交換器システムの実測・評価

全熱交換器には静止型(図1)と回転型(図2)の2つのタイプがある。室内換気用の導入新鮮外気と室内の汚れた排気空気をエレメントで熱交換させることで、夏期や冬期の外気温度・湿度を室内空気に近い状態にして給気する(熱交換モード)システムである。また、中間期や冬期の冷房時などでは、熱交換を行わずに、室内より温度が低い外気を直接給気することもできる(普通換気モード)。

冷暖房時の外気負荷削減効果が高く、省エネ手法として採用している物件は多いが、実際の運転について計測・評価を行っている例は少なく、公開されているデータもほとんど無い。そこで、全熱交換器の運転実態調査と評価方法の検討を目的として、H18年6月～H20年3月に計測を行った。計測項目は、外気(OA)・還気(RA)・給気(SA)の温湿度(小型データロガー)、风量確認のための給・排気ファン運転電流値(クランプ電力計)、等である。

### 2.1 運転実態調査結果

熱交換効率は、熱交換によりSA温湿度状態がOA状態からどの程度室内(RA)状態に近づいたかを示す値で、この機器の省エネ性能を評価する重要な指

標である。温度 [DB] の効率を温度交換効率、湿度 [g/kg'] の効率を湿度交換効率、温度と湿度を考慮した全熱 [J] の効率を全熱交換効率という。以下に計測データから熱交換効率を算出した結果を示す。

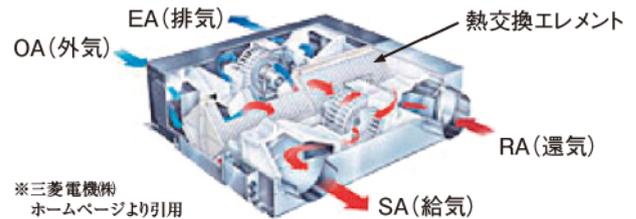


図1 静止型全熱交換器 (ユニットタイプ)

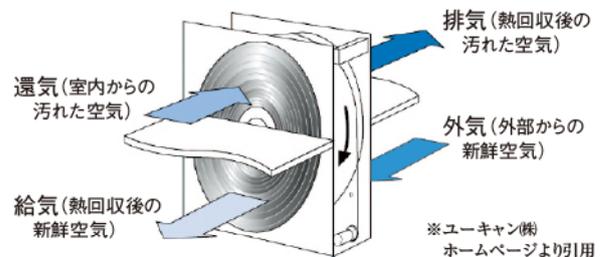


図2 回転型全熱交換器 (熱交換ローター部分)

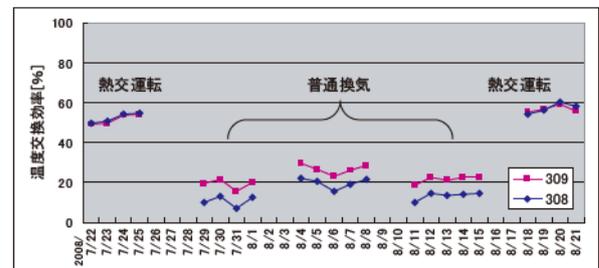


図3 技術開発室 熱交換効率日平均値 (夏期)

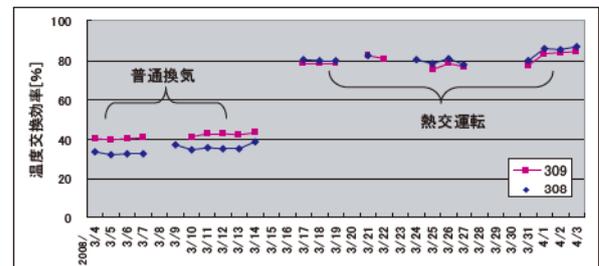


図4 技術開発室 熱交換効率日平均値 (冬期)

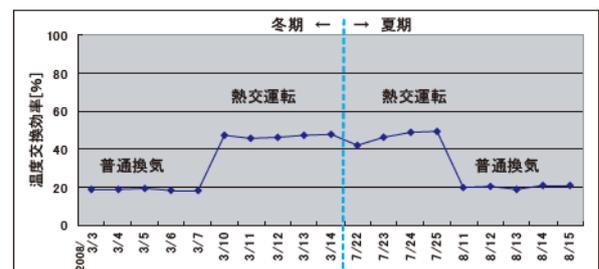


図5 本店本館 熱交換効率日平均値 (夏期・冬期)

(1) 技術開発室の全熱交換器(静止型2台)

技術開発室に設置されている天吊形(風量500m<sup>3</sup>/h)全熱交換器2台(AEX-308, 309)の冬期と夏期の温度交換効率日平均値の推移を図3、図4に示す。AEX-308と309は同じ仕様の機器であるが、普通換気時において効率に差が生じている。これは、後述するバイパスダンパの状態により、AEX-309に動作不良があり、熱交換効率が上がったものと考えられる。なお、夏期と冬期の熱交換効率の差は給気温度の計測値が給気ファン発熱による温度上昇の影響を受けたことによるものである。

(2) 本店本館の全熱交換器(静止型1台)

本店本館に設置されている床置形(風量1,500m<sup>3</sup>/h)全熱交換器の温度交換効率日平均値の推移を図5に示す。この機器ではファンと熱交換エレメントの間に温湿度計を設置してファン発熱の影響を受けないように計測したデータから算出した効率であるため、図3、図4に対し、夏期と冬期の差がほとんどなく、安定している。

2.2 熱交換効率による評価手法の検討

静止型の場合は、熱交換効率日平均値は安定していることが確認でき、熱交換効率を異常検知や診断のための評価に利用できると考えるが、給気ファンの発熱により夏期と冬期の熱交換効率の差が大きくなる場合もある。これに対しては、それぞ

れの初期値を把握しておき、診断時は風量およびダンパ等に異常がないことを確認して交換効率を比較することで適切に評価できると考えられる。

回転型については、計測結果を省略したが、CO<sub>2</sub>制御による外気取入風量制御等を実施しているシステムでは、風量比(給気風量/排気風量)を考慮すれば熱交換効率を適切に評価できることが確認できている。ただし、このような変風量システムの場合、運転停止・モード切替・風量制御時に給気と排気で回転数が変化すると熱交換効率の値がばらつき、評価が難しくなる。これに対しては、運転状態が安定した期間のデータを抽出して評価するか、診断モードとして安定した運転状態で固定運転させて評価することで解決できると考えている。

3 全熱交換器システムの不具合検出事例

上記の計測において全熱交換器システムの不具合を検出した状況を紹介し、自動検出手法について一考する。

3.1 給気風量不足の不具合

本店本館の計測結果では、夏期の湿度交換効率が図6に示すようにカタログ値(全熱の交換効率)よりもかなり高くなり、温度交換効率も不安定な値となったため原因を調査した。排気(=還気)風量はほぼ定格値であったが、給気ファン電流値が定

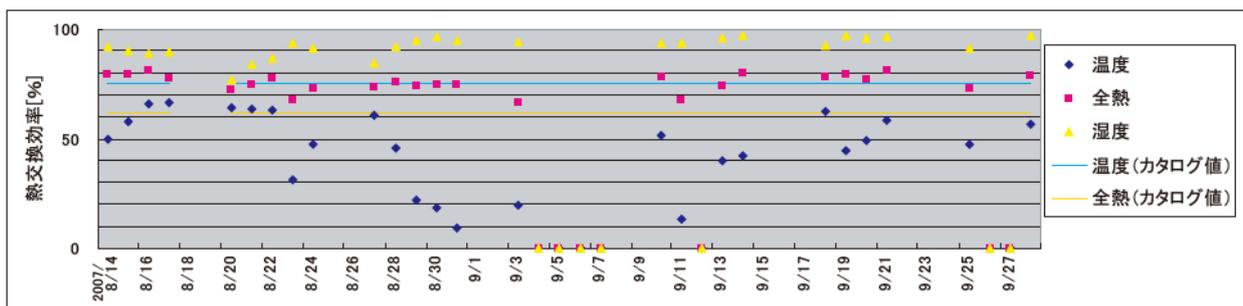


図6 熱交換効率の異常(本店本館4F)

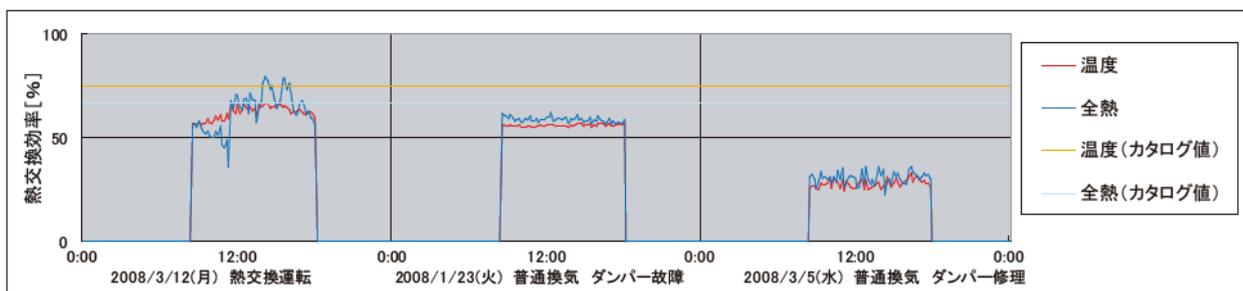


図7 普通換気時の熱交換効率の異常(本店本館3F)

格より3割ほど少なかったため、給気風量を外気取り入れ口で計測し、給気風量が定格風量よりも非常に少ないことを確認した。風量不足の原因は吸込口やダクトサイズが小さいことなどが考えられた。

熱交換効率は給気風量と排気風量のバランスによって変化し、給気風量が少ない場合に熱交換効率が上がるため、給気風量の減少によって熱交換効率が非常に高く算出されたと考えられる。このケースでは、ファンの電力自体は減少するため非省エネ運転ではないが、必要外気量が得られないとCO<sub>2</sub>濃度が高くなるなど室内環境の悪化が懸念される。

このような給気風量の不具合は、熱交換効率と電流値の計測・監視によって検知できると考える。

### 3.2 バイパスダンパの故障

静止型全熱交換器ユニットの熱交換モードから普通換気モードへの切り替えは、機器内部で還気を熱交換エレメントに通過させないバイパスルートに通すことで行なわれるが、これは、一枚のダンパ板をバネとモーターで操作する方式である。

本店本館の計測データでは、図7左図のように熱交換モード運転時に熱交換効率60%という値に対し、図7中央の普通換気モード運転時でも50%以上と異常に高い値が算出されたため、その原因を調査した。その結果、ダンパ動作不良により、流路がバイパス側へ完全に切り替わらない状態で停止し、いくらかの熱交換が行なわれていたことを確認した(写真1)。ダンパの修理後は、図7右図に示すとおり熱交換効率が30%程度となり、ダンパ性能の改善が見られた。中間期などで普通換気モードが適切な場合に、普通換気時の熱交換効率が低い場合には負荷の増大に繋がり、非省エネ運転となる。

このようなダンパは単純な構造であり、完全に切換動作をしても隙間があることから普通換気モード時の熱交換効率計算値が0%となることはない。相対的な評価となるが、モードによる熱交換効率の比較を行うことによってダンパの故障など検知できると考える。

## 4 全熱交換器不具合の自動検知手法

設備の運転不具合は、3章で述べたように計測しているデータから人的に異常兆候を検知し、人的に操作を行って原因の調査・確認を行ってきた。こ

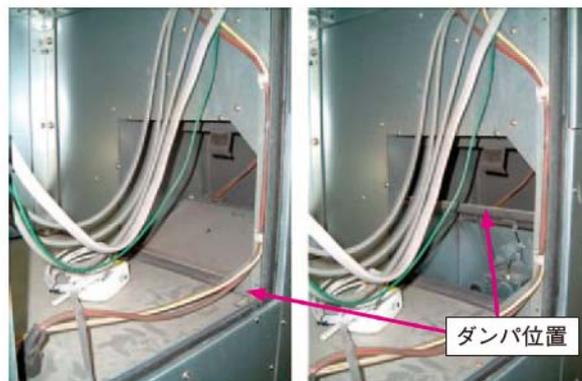


写真1 左:熱交換正常-全開 右:普通換気異常-半開

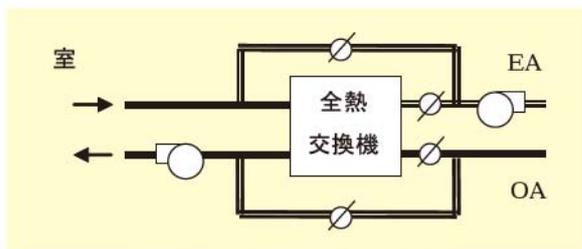


図8 バイパスダクトとダンパ

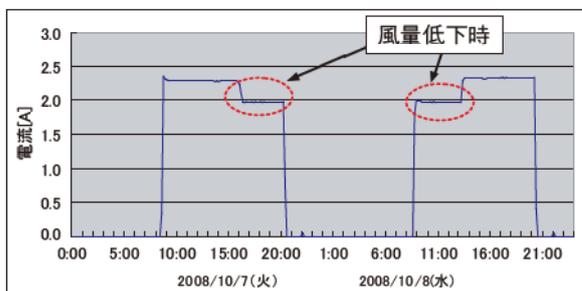


図9 風量低下とファン電流値

の過程を自動で行うことができれば、不具合の早期発見と迅速な対策が可能となり、適切な運用を維持することができる。全熱交換器に関する自動異常検知・診断手法について以下に述べる。

### 4.1 ダンパ・ローター故障検知手法

静止型のモード切替用ダンパの故障検出手法は前述の事例の通りであり、普通換気時の熱交換効率を監視することによって故障の検知が可能と考える。

回転型では、運転モード切替方式は図8のようにバイパスダクトを設置してダンパを切り替える方式や単純にローターの回転を止めて普通換気モードとする方式がある。ローター故障については、電流値のチェックにより運転・停止と回転状態を把握する方法で検出できる。バイパスダクト用ダンパの故障については、診断モード運転を行うことによって検出できると考える。

## 4.2 ファン・ダクト系の風量異常検知手法

ファン・ダクト系などの風量に関する異常については、ユニット型や定風量のシステムでは前述の事例のように熱交換効率と電流値をチェックする方法で検出できる。なお、前述の事例では給気風量が減少する場合であったが、排気風量が減少した場合は、熱交換効率は逆に低下し、かつ、ファンの電流値も減少する。図9は全熱交換器の還気の吸込口を塞ぎ、風量を4割減らした場合のファン電流値を示している。吸込口閉塞やフィルタ詰まり等による大きな風量不足となる異常は、ファン電流値の減少から検出できる。

一方、変風量タイプの場合には制御によって風量・電流値が変動するため、ファン電流値による風量異常検知は難しい。このような場合は、定期的に、または関連する計測値に異常が見られた場合に機器を診断モードで運転することによって風量異常有無を判断する。

## 4.3 運転モード不適切の検知手法

運転モードが不適切となる場合としては、ダンパやローター故障など機械的な原因や、外気冷房の判断の不適切が考えられる。運転モードが不適切であっても、空調機の制御によってその不具合が顕在化しにくいことから、本来得られる省エネ効果がないまま運用されてしまう場合が多い。そのため、この不具合を検知するためには空調機の運転状態(冷房・暖房の要求)と全熱交換器の実際の運転状態(熱交換の有無)を監視する必要がある。

運転モードが不適切な場合を以下に示す。

- ①室が冷房要求で、外気温度が室よりも高いときに熱交換運転となっていない
- ②室が冷房要求で、室より外気温度・エンタルピー・絶対湿度が低いときに普通換気運転(外気冷房)となっていない
- ③暖房要求時に外気温度が室温より低い場合に熱交換運転となっていない

このような運転モードが不適切と判断された場合、熱交換器の運転がモードの判断条件と合致しているかどうかをさらにチェックする。合致していれば判断条件が不適切と考えられ、合致していなければバイパスダンパやローターの故障が考えられる。ダンパやローターについては前述のアクティブ診断にて確認する。熱交換モードと普通換気モードの自動切り替え判断は、外気や室などについて温湿度

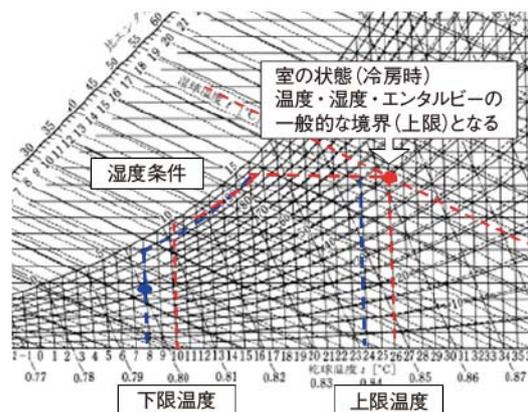


図10 外気冷房可能範囲の例

の上下限・比較・制約などの設定条件に依存するが、これらの設定条件が物件毎の負荷やシステムの特性に合わせて調整されていないことが多々ある。図10に外気冷房判断条件の例を空気線図上に表したものの(赤色点線)を示す。判断条件が不適切と考えられる場合は、例えば冬期に冷房要求となる室で、図10で外気が8°Cの青い点のとき、判断条件の下限温度が10°Cでは外気冷房モード(普通換気)とはならず、有効な冷熱を利用できない。通常、下限温度は通風路の結露、対象ゾーンの加湿量不足とならないよう設定されるが、制御によって強制的に下限温度を下げた後にこのような不具合が起こらないかどうかをしばらく確認する。問題が無ければそのまま条件を変更し、問題があれば元に戻すなど、操作と結果を記録しながら空調ゾーンに適切な判断条件となるよう調整する。

## 5 おわりに

本報では全熱交換器システムについて述べたが、すでに、熱源システム(昨年度報告)、空調機システムについても同様に異常検知と診断方法について検討を終了している。現在は、空調システム全体での整合性や本手法をBEMSへ組み込む場合の課題について検討を行っている。今後は、システム導入に当たっての費用対効果を確認し、事業性の検討と評価を進める予定である。

本研究成果により空調システムの省エネが促進され、同時に、当社の差別化提案メニューの一つとして収益向上につながることを期待する。

# ゴルフ場施設の雷被害と対策の例

技術開発室 研究開発グループ／箕輪昌幸

## 1 はじめに

ゴルフは人気のあるスポーツの一つである。日本のゴルフ人口は約1,000万人であり、2,000を超えるゴルフ場が日本国内にある。ゴルフは広いコースをいくつも回ってプレイを楽しむスポーツであるため、過去に、天候が急変し、落雷に撃たれて死傷者がでる事故が何例も発生している。これに関しては、近年、落雷対策を施した休憩場をコースの途中に何箇所か設置する、落雷予報システムを積極的に利用するなどの対策が各ゴルフ場で実施されるようになり、落雷に対しての安全対策はかなり向上している。

一方、近年のゴルフ場は、他産業と同様に、電子情報通信機器を多数使用している。たとえば散水システムの自動制御装置、カートの自動運転システム、電話交換機、パソコンなどである。一般にこれらの電子情報通信機器は、近年の高機能小形化によって、雷サージ等に対して脆弱化しているといわれている。

本報告では、愛知県三河地方のAゴルフ場より施設の雷被害対策に関する相談を受けて対応した内容を示す。

## 2 Aゴルフ場と雷被害の概要

### 2.1 Aゴルフ場の概要

Aゴルフ場は2002年開業で、愛知県三河地方の丘陵地帯の頂部付近に位置し、近くには送電線鉄塔も存在する環境にある。そしてこのゴルフ場は、18ホールで敷地面積は約46万坪（約150万㎡）を有している。

### 2.2 Aゴルフ場の雷被害の概要

2004年、2005年の2年間に5回の雷被害が発生した。その概要を表1に示す。雷被害は同表に示すように、通信制御関係（内線用電話設備、散水設備関係）の設備で繰り返し発生している傾向が見うけられる。

また、雷被害発生日時の落雷データを気象会社より購入して落雷状況調査を実施したところ、2004年9月4日には、17時過ぎにゴルフ場敷地内に雷電流が-33kAの中程度の落雷が標定され

ており、また同敷地外の近傍において、13個の落雷が標定されていた。この中には雷電流が-258kAと記録されたかなり規模の大きい落雷も含まれていた。この17時過ぎに激しい襲雷で、多くの装置が損傷したと考えられた。

その他の被害発生日もゴルフ場敷地内、ゴルフ場敷地外の近傍に落雷のあった事が気象会社の落雷データより判明した。

表1 Aゴルフ場の設備の雷被害状況

| 雷被害発生日         | 主な設備の被害概要   |
|----------------|---|
| 2004年<br>9月4日  | (1)散水サテライト関係<br>リレー等（17箇所）…焼付<br>(2)クラブハウス、管理棟関係<br>①電話交換機（インターフェイス4枚、<br>モジュラーコントローラ1枚、<br>内線用の避雷器4個）…損傷<br>②中央監視盤機器…故障<br>③パソコンディスプレイ（CRT）の熱源…焼損<br>④カート制御盤出力ユニット…溶融  |
| 2004年<br>11月1日 | (1)散水サテライト関係<br>シーケンサモジュール等（4箇所）…焼損<br>(2)クラブハウス関係<br>パソコンの無停電電源装置…故障   |
| 2005年<br>6月4日  | (1)散水サテライト関係<br>シーケンサモジュール…焼損   |
| 2005年<br>7月7日  | (1)散水サテライト関係<br>シーケンサモジュール等（7箇所）<br>…焼損または異常表示<br>(2)クラブハウス、管理棟関係<br>①電話交換機<br>（基盤4枚、内線用の避雷器4個）…損傷<br>②管理棟の電話（2箇所）…故障<br>③自動火災報知設備の基盤等（2箇所）…故障<br>④給油設備内のCPU基盤等（2箇所）…焼損 |
| 2005年<br>8月21日 | (1)散水サテライト関係<br>シーケンサモジュール等（3箇所）…焼損   |

## 3 対策と観測

### 3.1 対策の概要

すべての設備、装置を対象に対策を行うには、多額の費用がかかり、現実的でないため、まず、保護するシステム、装置に優先順位を割り振り、重要度の高いものから対策実施を検討した。その結果、まず、特に営業面で影響の大きい電話設備（外線設備、電話交換機、内線設備）について対策を実施することにした。なお、侵入、流出する雷の状況等に関するデータがほとんどないため、雷の侵入・流出経路の仮説を立て、その経路に対して対策を実施

し、対策後の状況を観測することで仮説の妥当性について検証することとした。

### 3.2 対策内容

#### (1) 電話交換機関係の対策

電話交換機関係の雷被害は、表1に示すように2004年、2005年の両年で発生した。いずれもクラブハウスと茶店などの別施設とを結ぶ内線の電話回線において、クラブハウスに設置した交換機内の基盤等が損傷する被害であった。クラブハウスと別施設を結ぶ内線電話は4回線あり、そのうちの2つの端末にはFAX機能を備えた多機能電話が接続されている。これらは茶店AおよびBに設置にされている。また、クラブハウスと茶店を結ぶ内線電話回線では、表1以外にも過去に何度か交換機の基盤が損傷するなどの被害が発生していた。そのため、ゴルフ場の安全運営の観点からこの対策が大きな課題となっていた。

クラブハウスとそれぞれの茶店は数百m以上離れている。また、FAXには100V商用電源が接続されている。これらのことより、落雷発生時にクラブハウスの大地電位と茶店の大地電位との間で電位差が発生して、交換機の電源、接地と茶店のFAXの電源のどちらかより雷サージが侵入し、もう片方から抜け出て、そのときに他の回線設備も含めて雷被害が発生したと推測された。したがって、上記内線設備について以下のような対策を行った。

- ①内線用(4回線)の避雷器を耐量の大きい避雷器に交換。
- ②電話交換機の商用電源線に耐雷トランスを設置。(電話交換機には耐雷トランスを介して電源を供給するようにした)
- ③内線の端末にファックス機が接続されている2箇所の茶店Aおよび茶店Bのうち、まず、茶店Aに設置されているファックス機A(以後、FAX-Aと示す)において、図1に示すように、FAX-Aの商用電源は小型の耐雷トランスを介して供給するようにした。尚、茶店Bに設置されたファックス機B(以後、FAX-Bと示す)は、FAX-Aへの対策の効果を比較検討するため、はじめは、何も対策を施さなかった。(図1参照)

#### (2) 散水サテライト関係の対策

各散水サテライトへは多くの信号線、電源線が

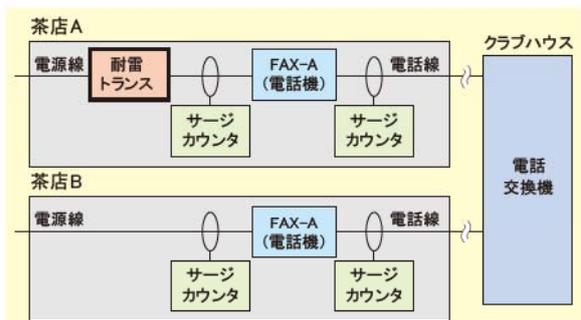


図1 茶店における侵入雷対策(耐雷トランスの設置)と侵入雷観測

接続され、広いゴルフ場内でネットワーク化されているため、落雷の状況(落雷位置、大きさ)に対応して、相対的な弱点部分で被害が発生し、そのため被害場所が散在していると推測された。また、各散水サテライト内のコントロールBOXの電源線には既に避雷器が設置されていたため、次節に示す観測を行って、雷サージ侵入の状況を把握してから、対策を検討することにした。

### 3.3 観測の実施

対策の効果を確認することと、今後の対策を検討するために、雷サージの侵入状況を把握することを目的に簡易観測を実施した。観測概要を以下に示す。

#### (1) 電話交換機での観測

クラブハウスの電話交換機における観測概要を図2および以下に示す。

- ①商用電源から電話交換機に侵入する雷過電圧の観測。
- ②茶店AのFAX-Aおよび茶店BのFAX-Bの電話線に発生する雷過電圧の観測。
- ③内線電話(茶店A、Bを含む)線の避雷器に流れた雷サージ電流の観測。

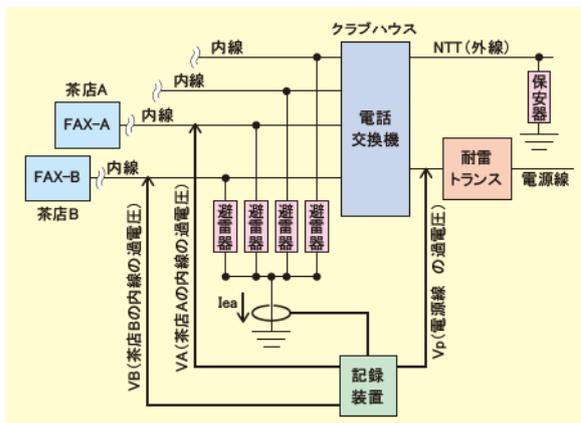


図2 クラブハウス内の電話交換機での雷サージ観測の概要(イメージ)



図3 FAXへの雷サージカウンタの設置例

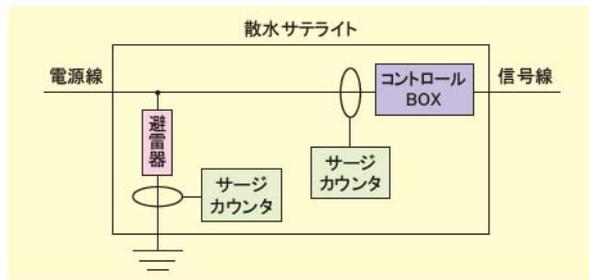


図4 散水サテライトでの雷サージ観測

(2) 茶店での観測

茶店における観測概要を図1および以下に示す。

- ①FAXの電源線を通る雷サージ電流の観測。
- ②FAXの電話線を通る雷サージ電流の観測。

上記の観測には小型のサージカウンタを用いた。設置例を図3に示す。尚、カウンタのトリガレベルは10Aである。

(3) 散水サテライトでの観測

散水サテライトで実施した雷サージ観測の概要を図4と以下に示す。

- ①避雷器を通過した雷サージ電流の観測。
- ②避雷器を乗り越えてコントロールBOXに流れこんだ雷サージ電流の観測。

上記の観測には小型のサージカウンタを用いた。設置状況を図5に示す。尚、カウンタのトリガレベルは10Aである。

## 4 観測結果

2007年の7月～9月の約3ヶ月間、上記3章に示す観測を実施した。その観測結果を以下に示す。

### 4.1 茶店および散水サテライトでの雷サージ観測結果

茶店および散水サテライトでの雷サージ観測結果を表2に示す。なお、同表では、クラブハウスで観測できた雷サージ数も合わせて示す。

この観測結果より、以下のことがわかった。

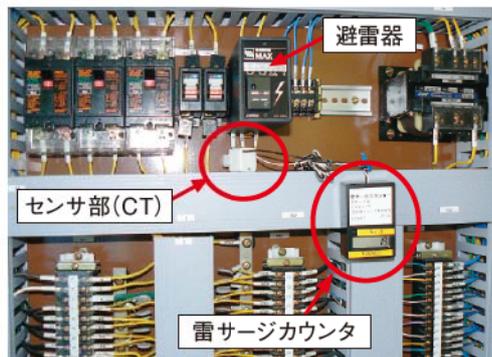
- (1) 耐雷トランスを設置した茶店Aでは、雷サージカウンタのカウンタ数は、電源線、電話線とも0であり、雷サージ電流の侵入は、0かカウンタのトリガレベル(10A)以下であったといえる。このことより、耐雷トランスが雷サージ侵入を阻止し、対策として効果があったと考えられる。
- (2) 耐雷トランスを設置しなかった茶店Bでは、雷サージカウンタのカウンタ数は、電源線で6回、電話線で5回あり、電話機は非接地で、サージの出入り口は、電源線と電話線しかない。したがって、波高値が10A以上の雷サージが6回、電話線あるいは電源線から流れ込み、そして他方へ

表2 侵入雷サージの観測結果

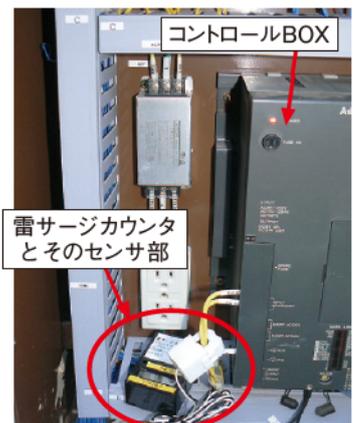
| 測定場所                  | カウント数 |
|-----------------------|-------|
| クラブハウスの電話交換機          | 12    |
| 茶店A FAXの電源側           | 0     |
| 茶店A FAXの電話線側          | 0     |
| 茶店B FAXの電源側           | 6     |
| 茶店B FAXの電話線側          | 5     |
| 散水サテライトのアレスタの接地線      | 19    |
| 散水サテライトのコントロールBOXの電源線 | 1     |



(a) 散水サテライト



(b) 避雷器と雷サージカウンタ



(c) コントロールBOXと雷サージカウンタ

図5 散水サテライト内での雷サージカウンタの設置状況

流れ出したと考えられる。

(3) 茶店では、雷サージが茶店のFAX(電話)の電源側から侵入し、電話線へ抜け出ていると、以下の現象から推測した。

①FAX電話の電源に耐雷トランスを設置した茶店Aでは、雷サージの侵入が0で、FAX電話の電源に耐雷トランスを設置しなかった茶店Bで複数回の雷サージの侵入が観測されている。

②茶店Bでは電源線に設置した雷サージカウンタのカウンタ数が、電話線に設置したそれより多い。

(4) 散水サテライトの避雷器接地線では19回の雷サージ電流(10A以上)観測されている。したがって、この散水サテライトには外から少なくとも19回の雷サージ侵入があったと考えられる。また、図4に示すコントロールBOXの電源線では1回しか雷サージカウンタが動作していない。したがって、本散水サテライトへ外から電源線を通して侵入した雷サージのほとんどが、設置されている避雷器によって、接地(大地)へ放流されたと推定され、避雷器の効果が確認できた。また、コントロールBOXへの雷サージ電流の侵入(1回雷サージカウンタ動作(トリガレベル:10A))は、避雷器で処理できなかった部分が分流したものと推測され、そして、この場合では、コントロールBOXへ分流した雷サージがコントロールBOXの雷サージ耐量より小さかったため、トラブルが起きなかった推測される。もし避雷器が無かったら、コントロールBOXで何らかのトラブルが生じた可能性があると思われる。

## 4.2 クラブハウスでの雷サージ観測

観測期間中、あるトラブルにより電話交換機の茶店A、Bに接続する電話線に設置してあった避雷器が外れた状態になり、その状態のまま、茶店の電話線側から交換機への雷サージ侵入が何回か記録された。そのうち2回は500Vを超える雷過電圧が観測され、更にそのうちの1回は約1,000Vの雷過電圧が観測された。このときは、軽微なトラブルですみ、大きな被害は生じなかった。また、このときの電圧観測波形を図6に示す。

一方、電話交換機の電源線においては、雷サージは観測されなかった、これは、電源線に設置してある耐雷トランスを効果によるものと考えられた。

観測結果より、当ゴルフ場の交換機へは1,000Vにも達する雷過電圧の雷サージの侵入のあること

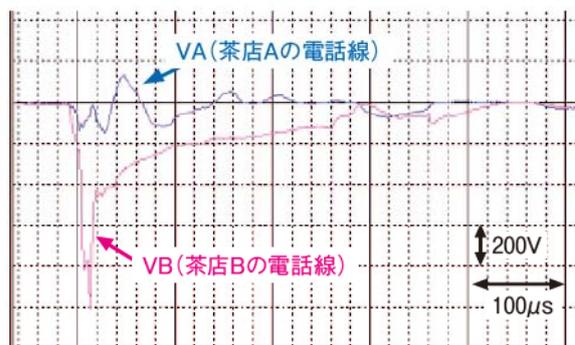


図6 電話交換機設備内の電話線で観測された雷過電圧の例(2007.8.22)

が判明した。したがって、当ゴルフ場での雷対策では、少なくとも1,000Vの雷過電圧に耐えうる対策が必要と判断された。

## 4.3 対策と観測結果のまとめ

対策の実施と、その後の観測結果より以下のことが確認できた。

- (1) 当該ゴルフ場において、FAX(電話機)電源線からの雷サージ侵入を確認できた。
  - (2) 耐雷トランスのサージ侵入阻止の効果が確認できた。
  - (3) 散水サテライトでの観測より、多くの雷サージは避雷器で大地へ放流されていることが確認できた。
  - (4) 当ゴルフ場の交換機へは1,000Vにも達する雷過電圧の雷サージの侵入のあることが判明し、当ゴルフ場での雷対策は、少なくとも1,000Vの雷過電圧に耐えうる対策が必要と確認できた。
- 以上より、避雷器、耐雷トランスの効果が確認できた。また、重要な設備の対策においては、複数の避雷器、耐雷トランスを適切に組み合わせて保護することが必要であるといえる。

## 5 課題と今後の予定

現在の観測では、雷サージ侵入時の時刻がわからないため、各種現象の詳細な比較検討が困難である。したがって、現在、時刻機能のある簡易サージカウンタの開発をおこない、観測に用いることを計画している。そして、今後これらを用いて各種の観測や検証を実施し、それらの結果を踏まえて適切な内部雷保護対策手法の提案を行えるようにしたい。

最後に、観測にご協力いただいた皆様にお礼を申し上げます。

# 地絡電流の回り込みによる漏電リレーの不要動作障害事例とその対策

技術開発室 研究開発グループ / 西戸雄輝

## 1 はじめに

近年、高度情報化社会の発展、およびこれに伴う設備容量の増大、ビルや工場の大規模化などにより低圧電路の長大化が進み、電路の対地静電容量（以下、 $C_g$ ）が増加する傾向にある。また、最近、電源フィルタを内蔵したOA機器やインバータが多用されるようになったことも、この一因と考えられる。

この $C_g$ の増大に伴い、漏電遮断器や漏電警報器（以下、ELCB等）が不要動作する障害事例の報告が増加しており、技術開発室においてもいくつかの調査事例がある。

本稿では、技術開発室において過去に調査した、某ビルにおける「地絡電流の回り込みによる漏電リレー（以下、ELR）の不要動作障害」の事例と対策について報告する。

## 2 ELCB等が不要動作するメカニズム

ELCB等の動作は、本来の目的である漏電・感電・地絡などによる正常動作と、サージや誘導などに起因する不要動作とに分類される。

不要動作の要因はいくつか報告されているが、ここでは、近年、報告例の多い2種類のメカニズムについて解説する。

### 2.1 漏れ電流の増加による不要動作

電路の零相（大地間）インピーダンスには、絶縁抵抗（以下、 $R_g$ ）と $C_g$ が存在する。健全な回路は $R_g$ が非常に大きく、 $R_g$ を介して大地へ流れる抵抗分漏れ電流（以下、 $I_{or}$ ）は微小なため、この電流によりELCB等が動作することはない。しかし、

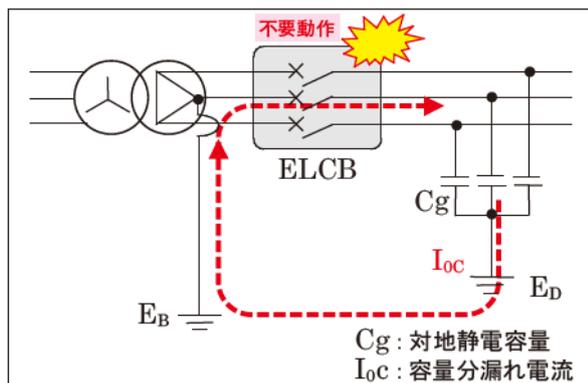


図1 漏れ電流の増加による不要動作

フィルタ内蔵機器の多用やケーブルの長大化が進み、電路の $C_g$ が増大すると、健全な回路でも、図1に示すように $C_g$ を介して大地へと流れ出る容量分漏れ電流（以下、 $I_{oc}$ ）が増加する。この電流によりELCB等の不要動作障害が発生する。

### 2.2 地絡電流の回り込みによる不要動作

一般的な低圧電路における接地方式では、図2に示すように、高低圧変圧器のB種接地線を共用している。

低圧電路のある箇所で地絡が発生すると、図内に示す赤線のように地絡電流（ $I_o$ ）が流れ、地絡回路のELCBが正常に動作する。しかし、電路に存在する $C_g$ が増大すると、青線のように大地から $C_g$ を介して電路に回り込む地絡電流（以下 $I_g$ ）が増加するため、地絡していない健全な回路のELCB等が同時に不要動作する障害が発生する。これにより、地絡回路の特定が困難となる他、不要な停電となるので、生産等に多大な影響を及ぼす。

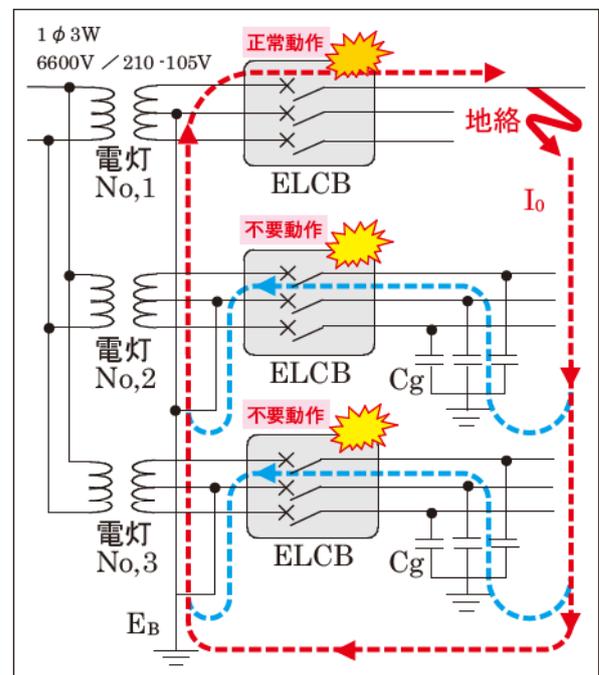


図2 地絡電流の回り込みによる不要動作

## 3 某ビルにおける障害調査事例

某ビルにおいてELRの不要動作障害が発生したため調査を行った。以下に、障害調査内容について示す。

### 3.1 障害の概要

当該ビルの配電系統を図3に示す。

一般系統の『一般電灯Na1・Na2バンク』に接続される回路には、各回路にELRが設置されており、それ以外の変圧器バンクにおいては、変圧器バンク単位でELRが設置されている。

ELRは回路に流れる漏れ電流、または、変圧器のB種接地線に流れる漏れ電流の大きさを測定し、閾値を超えると発報する。

各変圧器バンクや各回路に接続されるELRが同時に発報した事例を表1に示す。同表に示すように、当該ビルのELRは最大で5ヶ所同時に発報した。ここには地絡した回路が明確な事例を示しているが、それ以外にもELRの同時発報は発生している。

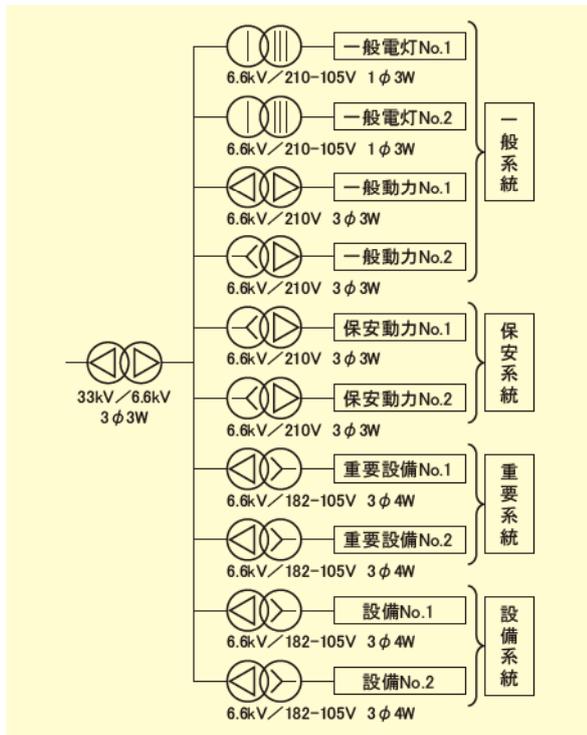


図3 配電系統図

表1 ELRの同時発報事例

| 事例 | 系統 | 漏電警報            | 発報回路   | 原因   |
|----|----|-----------------|--------|------|
| 1  | 設備 | 設備 Na2バンク       |        | 地絡   |
|    | 一般 | 一般電灯 Na2        | L-6B回路 | 回り込み |
|    | 重要 | 重要設備 Na1・Na2バンク |        | 回り込み |
| 2  | 一般 | 一般電灯 Na2        | L-13回路 | 地絡   |
|    |    | 一般電灯 Na2        | L-6B回路 | 回り込み |
|    |    | 一般動力 Na1バンク     |        | 回り込み |
|    | 保安 | 保安動力 Na1        |        | 回り込み |
|    | 重要 | 重要設備 Na1・Na2バンク |        | 回り込み |

### 3.2 測定概要

当該ビルにおける障害の原因は、障害の発生状況から地絡電流の回り込みによるELRの不要動作と判断した。

障害の原因を明らかにするため、ELRの不要動作の原因と考えられるCgの測定を、各変圧器バンク単位と、一般系統の『一般電灯Na1・Na2バンク』における各回路にて行った。

Cgの測定には、電路のRgとCgを活線で測定できる機器を使用した。これにより、需要家の運用を停止することなく、測定が可能である。

### 3.3 測定結果

当該ビルの各変圧器バンクにおける測定結果を表2に示す。また、『一般電灯Na1・Na2バンク』の各回路において測定した結果を表3に示す。

これらの表には、回り込み電流の推定値を合わせて示している。この推定値は(式1)によって算出することができる。(式1)より、一線地絡によって電路と大地の間に発生する対地間電圧(以下、Vg)が上昇すれば、Cgから電路に回り込む電流が大きくなる事が分かる。また、Cgの大きさに起因してIgも大きくなる事が分かる。

表2に示す一般系統の『一般動力Na1・Na2バンク』と保安系統の『保安動力Na1・Na2バンク』は、変圧器の二次側結線方式が三相3線式(3φ3W)Δ結線(S相接地)のため、推定値の誤差が大きくなることから参考値として示している。誤差が大きくなる理由については、後述の3.4(2)に示す。

表2および表3において色が付いている回路は、回り込み電流の推定値がELR整定値の75%以上であるため、ELRが不要動作する可能性が高い。

$$I_g = \frac{V_g}{Z_c} = \frac{V_g}{1/(2\pi f C_g)} \dots (式1)$$

(Igの算出例)

『一般電灯Na2バンク』におけるIgの算出例を以下に示す。ここでは、1φ3W 210-105V回路の一線が地絡したと仮定し、Vg=105[V]、Cg=8.5[μF]として算出する。

$$\begin{aligned}
 I_g &= \frac{105}{1/(2\pi f C_g)} \\
 &= \frac{105}{1/(2 \times \pi \times 60 \times 8.5 \times 10^{-6})} \\
 &= 336.5 [mA]
 \end{aligned}$$

### 3.4 考察

以下に、表1に示したELRの同時発報について、各障害事例と今回測定した結果との整合性について考察する。

#### (1)障害事例1について

障害事例1において、地絡が発生したのは設備系統の『設備No2バンク』である。当該回路の

配線方式は三相4線式(3φ4W) 182-105Vであるため、一線地絡した場合のVgは105[V]である。

この事例では、一般系統の『一般電灯No2L-6B回路』と重要系統の『重要設備No1・No2バンク』において不要動作が発生した。回り込み電流の推定値は、表2および表3からそれぞれ91[mA]

表2 各変圧器バンクにおける測定結果と回り込み電流の計算値

| 変圧器バンク名称 | 二次側結線方式             | ELR<br>整定値<br>[mA]   | Rg<br>[kΩ] | Cg<br>[μF] | 回り込み電流の推定値[mA]                                     |                                       |                                       |              |
|----------|---------------------|----------------------|------------|------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
|          |                     |                      |            |            | 1φ3W210-105V<br>3φ4W182-105V<br>一線地絡時<br>Vg=105[V] | 3φ3W210V<br>Δ結線<br>一線地絡時<br>Vg=210[V] | 3φ3W420V<br>Y結線<br>一線地絡時<br>Vg=242[V] |              |
| 一般系統     | 一般電灯 No1            | 1φ3W 210-105V        | 400        | 50         | 6.3  | 249.4                                 | 498.8                                 | 575.9        |
|          | 一般電灯 No2            |                      | 400        | 43         | 8.5  | <b>336.5</b>                          | <b>672.9</b>                          | <b>777.1</b> |
|          | 一般動力 No1            | 3φ3W 210VΔ結線         | 200        | 870        | 2.5  | 99.0*                                 | 197.9*                                | 228.6*       |
|          | 一般動力 No2            |                      | 400        | 1,200      | 3.2  | 126.7*                                | 253.3*                                | 292.5*       |
| 保安系統     | 保安動力 No1            | 3φ3W 210VΔ結線         | 200        | 260        | 2.6  | 102.9*                                | 205.8*                                | 237.7*       |
|          | 保安動力 No2            |                      | 200        | 1,100      | 1.3  | 51.5*                                 | 102.9*                                | 118.8*       |
| 重要系統     | 重要設備<br>No1・No2(一括) | 3φ4W 182-105V<br>Y結線 | 200        | 55         | 6.9  | <b>273.1</b>                          | <b>546.3</b>                          | <b>630.8</b> |
| 設備系統     | 設備 No1              | 3φ4W 182-105V<br>Y結線 | 400        | 950        | 1.0  | 39.6                                  | 79.2                                  | 91.4         |
|          | 設備 No2              |                      | 400        | 970        | 1.7  | 67.3                                  | 134.6                                 | 155.4        |

※…誤差が大きいため参考値とする

表3 各分岐回路における測定結果と回り込み電流の計算値

| 回路名称     | ELR整定値<br>[mA] | Rg<br>[kΩ] | Cg<br>[μF] | 回り込み電流の推定値[mA]                                     |                                       |                                       |              |
|----------|----------------|------------|------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
|          |                |            |            | 1φ3W210-105V<br>3φ4W182-105V<br>一線地絡時<br>Vg=105[V] | 3φ3W210V<br>Δ結線<br>一線地絡時<br>Vg=210[V] | 3φ3W420V<br>Y結線<br>一線地絡時<br>Vg=242[V] |              |
| 一般電灯 No1 | 100            | L-1A       | 410        | 0.6  | 23.8                                  | 47.5                                  | 54.9         |
|          |                | L-2A       | 3,900      | 0.5  | 19.8                                  | 39.6                                  | 45.7         |
|          |                | L-3A       | 830        | 0.6  | 23.8                                  | 47.5                                  | 54.9         |
|          |                | L-4A       | 380        | 0.3  | 11.9                                  | 23.8                                  | 27.4         |
|          |                | L-5A       | 260        | 0.7  | 27.7                                  | 55.4                                  | 64.0         |
|          |                | L-6A       | 480        | 1.4  | 55.4                                  | <b>110.8</b>                          | <b>128.0</b> |
|          |                | L-7A       | 600        | 0.8  | 31.7                                  | 63.3                                  | 73.1         |
|          |                | L-8A       | 1,700      | 0.3  | 11.9                                  | 23.8                                  | 27.4         |
|          |                | L-1C       | 830        | 0.4  | 15.8                                  | 31.7                                  | 36.6         |
|          |                | L-2C       | 250        | 0.6  | 23.8                                  | 47.5                                  | 54.9         |
| 一般電灯 No2 | 100            | L-1B       | 310        | 1.1  | 43.5                                  | <b>87.1</b>                           | <b>100.6</b> |
|          |                | L-2B       | 380        | 0.5  | 19.8                                  | 39.6                                  | 45.7         |
|          |                | L-3B       | 440        | 1.5  | 59.4                                  | <b>118.8</b>                          | <b>137.1</b> |
|          |                | L-4B       | 520        | 1.3  | 51.5                                  | <b>102.9</b>                          | <b>118.8</b> |
|          |                | L-5B       | 520        | 1.2  | 47.5                                  | 95.0                                  | 109.7        |
|          |                | L-6B       | 110        | 2.3  | <b>91.0</b>                           | <b>182.1</b>                          | <b>210.3</b> |
|          |                | L-7B       | 1,000      | 0.6  | 23.8                                  | 47.5                                  | 54.9         |
|          |                | L-13       | 1,300      | 0.1  | 4.0                                   | 7.9                                   | 9.1          |

←ELR整定値に対して回り込み電流の推定値が75%以上であるためELRが動作する可能性が高い値

および273.1[mA]であり、ELR整定値の75%以上であることから、計算による推測結果と現象が一致することがわかる。

## (2)障害事例2について

障害事例2において、地絡が発生したのは一般系統の『一般電灯No2 L-13回路』である。当該回路の配線方式は単相3線式(1φ3W)210-105Vであるため、一線地絡した場合のVgは105[V]である。

不要動作が発生したのは、一般系統の『一般電灯No2L-6B回路』と重要系統の『重要設備No1・No2バンク』、そして一般系統の『一般動力No1バンク』と保安系統の『保安動力No1』である。一般系統の『一般電灯No2L-6B回路』と重要系統の『重要設備No1・No2バンク』については、障害事例1と同様に、計算による推測結果と現象が一致する。

一般系統の『一般動力No1バンク』と保安系統の『保安動力No1』においては、Vgが105[V]のときに、表2および表3に示した回り込み電流の推定値がそれぞれ99[mA]および102.9[mA]となっており、ELR整定値の50%程度と算出された。それにも関わらず、不要動作は発生している。この推定根拠を以下に示す。

当該回路は、変圧器の二次側がΔ結線のS相を接地した回路となっている。このため、平常時において、対地間に $210/\sqrt{3}$ [V](零相電圧)の電圧が生じている。この回路において他の変圧器バンクで一線地絡が生じた場合、B種接地とD種接地間に電圧が印加されるため、対地間電圧は、この電圧と平常時の対地間電圧とのベクトル和となる。(式1)は、この平常時の対地間電圧を考慮していないので、回り込み電流の計算値に誤差を生じることになる。

今回の事例では、地絡した電圧の位相までは明らかとなっていないが、例えば、障害事例2において地絡した『一般電灯No2バンク』が高圧系統においてR-S相に接続され、低圧側のS相が地絡したと仮定すると、一般系統の『一般動力No1バンク』と保安系統の『保安動力No1』の対地間電圧Vgは、 $210/\sqrt{3}+105=226$ [V]となる。したがって、表2および表3に示した参考値の2倍以上の電流が回り込むことになり、不要動作が発生した現象と一致する。

## 4 ELR不要動作障害の対策方法

障害の対策方法として、以下の方法を提案した。

### 4.1 ELRの整定値見直し

現在のELRの整定値では、不要動作を起こす可能性があるため、Cgの大きな回路においては整定値を引き上げる事で、不要動作障害を防ぐことができると考える。この方法は、対策の一手法ではあるが、電気火災の危険性や人体保護の観点からはリスクが高まる。したがって、当社として推奨できる方法ではない。

### 4.2 当社開発製品『低圧用地絡方向継電器』の導入

ELCB等は通常、電路に流れるI0の実効値を検出している。これに対し、当社が開発した低圧用地絡方向継電器(低圧用DGR)は、地絡前後におけるI0の変化量を検出するため平常時の漏れ電流増加による不要動作(図1参照)を防止できる。また、位相判別機能により回り込み電流による不要動作障害(図2参照)も防止できる。

詳細は、当社HPの製品紹介内や、イントラネットの「技術開発室だより」にある低圧用DGRの技術パンフレットを参照願いたい。

低圧用DGRの採用により、平常時の漏れ電流の大きな電路でも高感度な地絡検出が可能となり、電気安全の面から極めて有効な対策方法である。当社として、積極的な提案を行っているところである。

## 5 おわりに

今回は、某ビルにおけるELRの不要動作障害について調査結果を報告した。

今回の調査では、当該ビルの障害内容から地絡電流の回り込みによる不要動作と判断し、RgとCgの測定を行った。測定結果から、地絡電流の回り込みによってELRの不要動作障害が発生したことを裏付けることができた。

本稿に示した調査内容は、技術開発室において過去に調査した障害事例の一つである。近年、需要家の低圧電路においてこのような障害の発生は増加している。

今回報告した障害事例が、現場対応の一助となる事を期待する。

# 電技解釈第272条の現状及び資機材について

営業本部 営業統括部 技術総括グループ／鈴木大介

## 1 はじめに

我が国における電気設備は、保安上の観点から「電気事業法」により規制され、電気事業法で技術基準に適合することが求められる。電気設備に関する技術基準は、「電気設備に関する技術基準を定める省令(以下、「電技」という)」で定められている。電技は、1997年規制内容の機能化により改正されたため、定性的な規定内容と成った。「適合性の判断基準」は、経済産業省から公表された「電気設備の技術基準の解釈について(以下、「電技解釈」という)」に適合していれば電技に定める技術的要件を満たしているとみなされて、現在に至っている。一方、規格、基準等の国際整合化の観点から、1999年の電技改正においてIEC 60364「建築電気設備」が電技解釈第272条に取入れられ、我が国においても国際規格により施設することが可能となった。なお、IEC 60364規格は、現在「低圧電気設備」と名称変更されている。

本年4月、我が国における電気設備技術基準国際整合化に関する動向の一部について、日本電気協会と大韓電気協会による「第4回日韓電気技術交流会議(韓国)」で講演する機会を得た。この解説は、そのなかで電設技術者が特に興味のある事項を中心に再構成したものである。

## 2 IEC 60364規格取入れの現状

### 2.1 電気使用場所の混用禁止

電技解釈第272条にIEC 60364規格が取入れられたことにより、国際規格による設計・施工が可能となった。そのことにより従来からの規定(第3条から第271条まで)と混用され「不測の事態」を避けることを考慮し、同条第2項では、「同一の電気使用場所においては、前項(第272条第1項)の規定と第3条から第271条までの規定を混用して低圧の電気設備を施設してはならない。」と規定されている。

同一需要場所では、混用の禁止は規制されていないが、当該電気使用場所に限定して規制している。

電気使用場所の混用禁止例を、図1に示す。

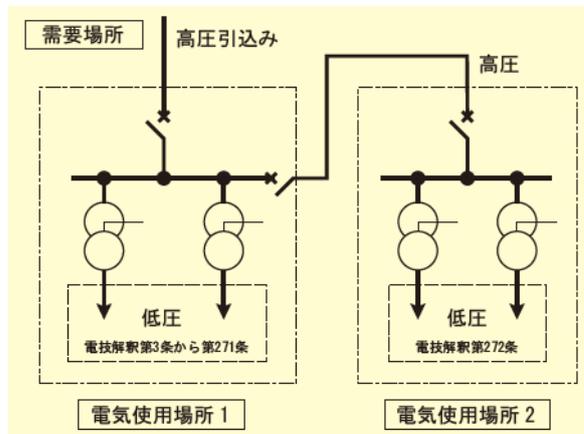


図1 電気使用場所の混用禁止例

### 2.2 適用除外されるIEC 60364規格

我が国の法体系上の特徴ではあるが、IEC 60364規格に含まれている規格のうち、電技に定めていない技術的要件がある。大まかにくくと、(a)電気設備の技術基準の適用範囲外である規格と(b)他法令の適用を受ける規格に分かれる。

なお、2008年10月1日時点の電技解釈第272条の272-1表を、表1に示す。

#### (a)電気設備の技術基準の適用範囲外である規格

- IEC 60364-1のうち 33.2(電磁両立性)
- IEC 60364-4-44のうち 443  
(大気現象又は開閉による過電圧に対する保護)
- 444.3(電気機器への電氣的及び磁氣的影響に対する手段)
- 444.4(信号伝送のための手段)
- 445 (不足電圧保護)
- IEC 60364-5-51のうち 515.3(電磁両立性)
- IEC 60364-5-53のうち 534(過電圧保護装置)

#### (b)他法令の適用を受ける規格

- 主な他法令は、「建築基準法」「消防法」「労働安全衛生法」などが上げられる。
- IEC 60364-1のうち 132.4  
(安全設備用電気供給設備又は予備電力供給設備)
- IEC 60364-1のうち 313.2  
(安全設備に対する電気の供給及び予備系統)
- IEC 60364-1のうち 35(安全設備)
- IEC 60364-4-42のうち 422  
(火災に対する保護手段)
- IEC 60364-5-55のうち 551(低電圧発電装置)
- 556(安全設備)
- IEC 60364-7-713(家具)

表1 電技解釈第272条の272-1表

| IEC規格番号(制定年)   | JIS番号(制定年)                      | 規格名  |
|--|---------------------------------|--|
| IEC 60364-1(2001)<br>(ただし, 313. 2, 33. 2を除く)               | JIS C 60364-1(2006)             | 建築電気設備 第1部:基本的原則, 一般特性の評価及び用語の定義   |
| IEC 60364-4-41(2001)                                       | JIS C 60364-4-41(2006)          | 建築電気設備 第4-41部:安全保護 感電保護  |
| IEC 60364-4-42(2001)<br>(ただし, 422を除く)                      | JIS C 60364-4-42(2006)          | 建築電気設備 第4-42部:安全保護 熱の影響に対する保護  |
| IEC 60364-4-43(2001)                                       | JIS C 60364-4-43(2006)          | 建築電気設備 第4-43部:安全保護 過電流保護   |
| IEC 60364-4-44(2003)<br>(ただし, 443, 444. 3, 444. 4, 445を除く) | JIS C 60364-4-44(2006)          | 建築電気設備 第4-44部:安全保護 妨害電圧及び電磁妨害に対する保護  |
| IEC 60364-5-51(2001)<br>(ただし, 515. 3を除く)                   | JIS C 60364-5-51(2006)          | 建築電気設備 第5-51部:電気機器の選定及び施工 共通規定   |
| IEC 60364-5-52(2001)                                       | JIS C 60364-5-52(2006)          | 建築電気設備 第5-52部:電気機器の選定及び施工 配線設備   |
| IEC 60364-5-53(2002)<br>(ただし, 534を除く)                      | JIS C 60364-5-53(2006)          | 建築電気設備 第5-53部:電気機器の選定及び施工 断路, 開閉及び制御                                       |
| IEC 60364-5-54(2002)                                       | JIS C 60364-5-54(2006)          | 建築電気設備 第5-54部:電気機器の選定及び施工 接地設備, 保護導体及びボンディング導体                             |
| IEC 60364-5-55(2002)<br>(ただし, 551, 556を除く)                 | JIS C 60364-5-55(2006)          | 建築電気設備 第5-55部:電気機器の選定及び施工 その他の機器   |
| IEC 60364-6-61(2001)                                       | JIS C 60364-6-61(2006)          | 建築電気設備 第6-61部:検証 最初の検証   |
| IEC 60364-7-701(1984)                                      | JIS C 60364-7-701(1999)         | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第701節:バスタブ又はシャワベイスンのある場所                     |
| IEC 60364-7-702(1997)                                      | JIS C 0364-7-702(2000)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第702節:水泳プール及びその他の水槽                          |
| IEC 60364-7-703(2004)                                      | JIS C 0364-7-703(2008)          | 建築電気設備 第7-703部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項<br>- サウナヒータのある部屋及び小屋                     |
| IEC 60364-7-704(1989/Amd. 1:1999)                          | JIS C 0364-7-704(1999/追補1:2002) | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第704節:建築現場及び解体現場における設備                       |
| IEC 60364-7-705(1984)                                      | JIS C 0364-7-705(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第705節:農業及び園芸用施設の電気設備                         |
| IEC 60364-7-706(1983)                                      | JIS C 0364-7-706(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第706節:制約された導電性場所                             |
| IEC 60364-7-707(1984)                                      | JIS C 0364-7-707(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第707節:データ処理機器の設備に対する接地の要求事項                  |
| IEC 60364-7-708(1988/Amd. 1:1993)                          | JIS C 0364-7-708(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第708節:キャラバンパーク及びキャラバンの電気設備                   |
| IEC 60364-7-709(1994)                                      | JIS C 0364-7-709(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第709節:マリナー及びレジャー用舟艇                          |
| IEC 60364-7-711(1998)                                      | JIS C 0364-7-711(2000)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第711節:展示会, ショー及びスタンド                         |
| IEC 60364-7-712(2002)                                      | JIS C 0364-7-712(2008)          | 建築電気設備 第7-712部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項<br>- 太陽光発電システム                           |
| IEC 60364-7-714(1996)                                      | JIS C 0364-7-714(1999)          | 建築電気設備 第7部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項 第714節:屋外照明設備                                 |
| IEC 60364-7-715(1999)                                      | JIS C 0364-7-715(2002)          | 建築電気設備 第7-715部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項<br>- 特別低電圧照明設備                           |
| IEC 60364-7-740(2000)                                      | JIS C 0364-7-740(2005)          | 建築電気設備 第7-740部:特殊設備又は特殊場所に関する要求事項<br>- 催し会場, 遊園地及び広場の建築物, 娯楽装置及びプールの仮設電気設備 |

(備考) 表中において適用が除外されている規格については, 表中の規格で引用されている場合においても適用が除外される。

## 2.3 使用資機材の実際状況と規格

低圧電気設備を構築する主要資機材は、電線・ケーブル類、配線器具、照明器具、電線管類、変圧器などが上げられる。現在、一部の顧客は、積極的にIEC規格品を輸入し、施設しているようであるが、IEC 60364規格の取入れというより海外製品の輸入によるコストメリットを求めていることが主な理由である。

電技解釈第272条に適合する使用資機材は、JIS C 60364-5-51「第5-51部：電気機器の選定及び施工—共通規定」(510.3一般事項、511規格への適合)に明確に記載されているように、IEC規格が定められている使用資機材は、その資機材を使用することが原則となっている。また、「電気用品安全法(以下、「電安法」という)」に規定される資機材(電線類、ヒューズ、低圧遮断器、配線器具、変圧器、照明器具、電線管類など)は、同法に適合するものであることが定められている。

なお、IEC規格が定められていない使用資機材は、使用についての制限が無いことは明瞭である。使用資機材の条件を整理すると、

- 1) 電安法が適用される範囲の資機材にあつては、同法省令第2項に適合すること。
- 2) 電安法が適用される範囲以外の資機材であつてIEC規格に基づく製品は、当該規格に適合すること。
- 3) 電技解釈第272条の272-2表に示す機器であること。この機器は、電線のうち600V CVケーブル及び低圧遮断器が該当する。

が上げられる。

したがって、電技解釈第272条の使用資機材に、従来JIS品は使えない。ただし、電線(CVケーブル)及び低圧遮断器は除く。また、製品を発注する際の呼び名として「IEC対応品」又は「省令2項品」と呼ぶ

表2 使用資機材と関連規格

| 資機材名           | 電安法の範囲   | それ以外  |
|----------------|----------|-------|
| 機器<br>(下記を除く)  | 電安法 省令2項 | IEC規格 |
| 電線<br>(CVケーブル) | 電安法 省令1項 | 従来JIS |
|                | 電安法 省令2項 | IEC規格 |
| 低圧遮断器          | 電安法 省令1項 | 従来JIS |
|                | 電安法 省令2項 | IEC規格 |

ことになるが、電設技術者に認知されていない「呼び名」であるため対応規格を定義づけ整理した。

電技解釈第272条の使用資機材と関連規格を、表2に、規格及び製品に関する定義を、表3に示す。

## 3 低圧遮断器の改廃規格について

### 3.1 改廃規格の状況

表5に示す低圧遮断器のJISが04年に制定され、JIS C 8370「配線用遮断器」及びJIS C 8371「漏電遮断器」の従来JISは08年度末までに廃止される。電技解釈第272条の272-2表(表4)は、制定された当時、国内においてIEC規格を満たす機材が流通していない状況にあり、従来から使用していた機材等(従来JIS)の使用が希求された。その過程で、種々の検討を行った上、表1に示す電技解釈第272条の272-1表に掲げる規格にかかわらず、表4に示す電技解釈第272条の272-2表の製品を使用することができることとした。

JIS C 8201-2-1「低圧開閉装置及び制御装置-第2-1部：回路遮断器(配線用遮断器及びその他の遮断器)」、JIS C 8201-2-2「低圧開閉装置及び制御装置-第2-2部：漏電遮断器」など表5に示す低圧遮断器のJISを検証すると、表6に示すとおり構成となる。注意すべきは、附属書1及び附属書2に特記される電技解釈の条項であり、電技

表3 規格及び製品に関する定義

| 区分         | 定義                          |                         |
|------------|-----------------------------|-------------------------|
|            | 規格                          | 呼び名(製品)                 |
| IEC関係      | IEC規格<br>(IECが作成した規格)       | IEC対応品<br>(IEC規格に基づく製品) |
| JIS関係      | 従来JIS<br>(従来から作成されていたJIS)   | 従来JIS品<br>(従来JISに基づく製品) |
|            | 整合JIS<br>(IEC規格に整合し作成したJIS) | 整合JIS品<br>(整合JISに基づく製品) |
| 省令2項<br>関係 | IECJ規格<br>(電安法技術基準の省令2項の規定) | 省令2項品<br>(IECJに基づく製品)   |

注意：従来JISに基づく製品は、電技解釈第3条～第271条に限定して使用できる。電安法省令1項品に適合する条件で、整合JISに基づく製品及びIEC規格に基づく製品は、電技解釈第3条～第271条に使用できる。

表4 電技解釈第272条の272-2表

|                       |                |   |
|-----------------------|----------------|---|
| 配線用遮断器<br>及び<br>漏電遮断器 | 定格電流<br>100A以下 | 電気用品の技術上の基準を定める省令<br>(昭和37年通商産業省令第85号)第1項<br>に適合する配線用遮断器及び漏電遮断器 |
|                       | 定格電流<br>100A超過 | JIS C 8370 配線用遮断器<br>JIS C 8371 漏電遮断器                           |

表5 制定された低圧遮断器のJIS

|        | JIS番号      | 制定年  | 規 格 名 称                                       | 呼 称               |
|--------|------------|------|---|-------------------|
| 配線用遮断器 | C 8201-2-1 | 2004 | 低圧開閉装置及び制御装置-第2-1部:回路遮断器<br>(配線用遮断器及びその他の遮断器) | 産業用MCCB           |
|        | C 8211     | 2004 | 住宅及び類似設備用配線用遮断器                               | 住宅用MCCB           |
| 漏電遮断器  | C 8201-2-2 | 2004 | 低圧開閉装置及び制御装置-第2-2部:漏電遮断器                      | 産業用ELCB           |
|        | C 8221     | 2004 | 住宅及び類似設備用漏電遮断器<br>-過電流保護装置なし(RCCBs)           | 住宅用ELCB<br>(OCなし) |
|        | C 8222     | 2004 | 住宅及び類似設備用漏電遮断器<br>-過電流保護装置付き(RCBOs)           | 住宅用ELCB<br>(OCあり) |

表6 低圧遮断器のJISの構成

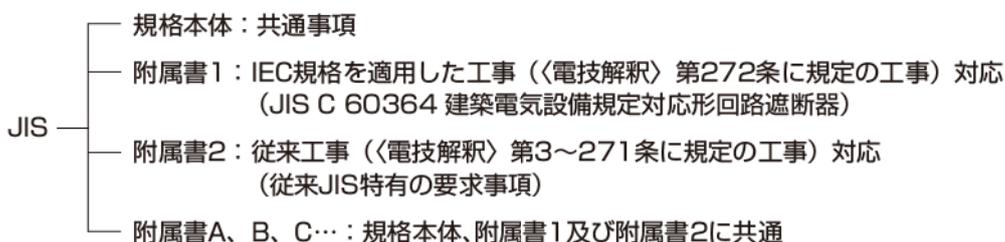


表7 制定された低圧遮断器のJISと従来JISの関係

| IEC                | 制定されたJIS             |      | 従来JIS          |
|--------------------|----------------------|------|----------------|
| 60947-2            | C 8201-2-1 産業用MCCB   |      | C 8370<br>(廃止) |
|                    | 附属書1                 | 附属書2 |                |
| 60898-1            | C 8211 住宅用MCCB       |      | C 8371<br>(廃止) |
|                    | 附属書1                 | 附属書2 |                |
| 60947-2<br>Annex B | C 8201-2-2 産業用ELCB   |      | C 8371<br>(廃止) |
|                    | 附属書1                 | 附属書2 |                |
| 61008-1            | C 8221 住宅用ELCB(OCなし) |      | C 8371<br>(廃止) |
|                    | 附属書1                 | 附属書2 |                |
| 61009-1            | C 8222 住宅用ELCB(OCあり) |      | C 8371<br>(廃止) |
|                    | 附属書1                 | 附属書2 |                |

解釈第272条を構築するためには、附属書1に該当する製品の使用を示唆している。それらの関係を表7にまとめた。

比較検討項目について行い、また、その検討内容を次に示す。

### 3.2 低圧遮断器の新JIS附属書1の評価

評価は、日本電機工業会(JEMA)の検討委員会の資料を参照した。

附属書1は、(JIS C 60364建築電気設備規定対応形回路遮断器)とうたわれているが、内容を精査すると、いくつか重要な項目がIEC規格と異っている。定格使用短絡遮断容量 ( $I_{cs}$ )、動作時間の高速形、タイプJである。そのため、各項目についてIEC規格と整合しているかを表8に示す主要な比

表8 遮断器に応じた比較検討項目

| 遮断器の種類 |       | (1)<br>$I_{cs}$ の<br>選択性 | (2)<br>高速形<br>の追加 | (3)<br>タイプJ<br>の追加 |
|--------|-------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| 産業用    | 配線遮断器 | ○                        | —                 | —                  |
|        | 漏電遮断器 | ○                        | ○                 | —                  |
| 住宅用    | 配線遮断器 | —                        | —                 | ○                  |
|        | 漏電遮断器 | —                        | ○                 | ○                  |

備考 ○は比較検討項目であること、  
—は比較検討項目でないことを示す。

(1)  $I_{cs}$ の選択性:産業用配線用遮断器/漏電遮断器

- a. 定格使用短絡遮断容量 ( $I_{cs}$ ) について、IEC 60947-2は必須項目としているが、新JISの附属書1では選択項目としている。
- b. 回路遮断器は、定格限界短絡遮断容量 ( $I_{cu}$ ) で選定するのが一般的で、定格使用短絡遮断容量 ( $I_{cs}$ ) は遮断器からある距離をおいた分岐回路の端末、負荷地点でのアーク短絡でインピーダンスが入った短絡を想定しており、3回の遮断後の短時間の使用も考慮した新しい短絡責務であり、遮断器の選定においても必須とはいえず選択性の項目と考えられ、遮断器の要求事項も選択性で問題はない。

$I_{cu}$ : 過負荷引外し試験→O-CO→

耐電圧試験→過負荷引外し試験

$I_{cs}$ : O-CO-CO→開閉試験(規定通電動作サイクルの5%)→耐電圧試験→温度上昇試験→過負荷引外し試験

- c. 短時間耐電流やバックアップ遮断などは、O-COの $I_{cu}$ で評価を行う規定であり、これらの項目は $I_{cs}$ によって適用はされない。従って、 $I_{cu}$ を $I_{cs}$ に置き換えることができない。
- d. 遮断器の選定において $I_{cs}$ が必要な場合が生じて、 $I_{cs}$ を表示した遮断器の入手も可能であり、適用面でも大きな問題は生じない。

## (2) 高速形の追加:産業用漏電遮断器, 住宅用漏電遮断器

- a. 附属書1に対地電圧が300V以下の回路に適用するものに対して、従来JISの高速形(動作時間が0.1秒以内のもの)を非時延形として追加した。(IECの非時延形は、反限時形の特徴で、定格感度電流( $I_{\Delta n}$ )で最大動作時間が0.3秒、 $2I_{\Delta n}$ で0.15秒、 $5I_{\Delta n}$ で0.04秒、 $10I_{\Delta n}$ で0.04秒と規定されている。)
- b. 従来JISの漏電遮断器の高速形では、漏えい電流の大きさに関係なく、定格感度電流以上の電流が流れると0.1秒以下で遮断できる。IEC/TR 61200-413によれば300Vの接触電圧が加わったときの通過電流を205mAとしており、その遮断時間が0.12秒である。よって動作時間が0.1秒以内である従来JISの漏電遮断器の高速形で300V以下の接触電圧の回路は、保護できることとなる。よって対地電圧300V以下に限定すれば、動作時間0.1秒で十分に保護できる。上記によ

り、新JISの附属書1の高速形は対地電圧300V以下においては、保護できる。

- c. 電技解釈272条工事における間接接触保護は、TN系統においては、“故障ループインピーダンス”と“決められた時間(最大遮断時間)内に保護装置を自動遮断させ得る電流”の積が公称対地電圧以下になるように規定されているが、高速形の0.1秒の動作時間はその最大遮断時間を満足している。TT系統においては、接触電圧が50V以下になるように、保護装置で自動遮断するように規定されているが、抵抗(接地極の接地抵抗と露出導電性部分を接続する保護導体の抵抗の合計値)と電流(保護装置を自動遮断させ得る電流。保護装置が漏電遮断器の場合は定格感度電流)の積が50V以下になるようにする規定であり、動作時間は5秒以下であればよいので、高速形の0.1秒の動作時間はこれを満足する。

## (3) タイプJの追加:住宅用配線用遮断器/漏電遮断器

- a. 過負荷条件での引外し動作特性がIECと従来JISとでは大きく異なっており、また、短絡瞬時引外し電流値の規定も異なるため、過負荷条件での従来JIS特性と瞬時引外し電流値(瞬時なしのものも含む)の規定がIECとは異なるタイプJを導入した。

・過負荷引外し特性

IEC引外し特性: 113%不動作…145%動作  
JIS引外し特性: 100%不動作  
…125%動作 ←タイプJ

・瞬時引外し特性

IEC: タイプB:  $3I_n < I \leq 5I_n$   
タイプC:  $5I_n < I \leq 10I_n$   
タイプD:  $10I_n < I \leq 20I_n$   
JIS: 規定なし ←タイプJ

## 3.3 保護対象(電線)の関わり

低圧遮断器の保護対象は、電線・ケーブル及び負荷機器(配線器具、照明器具など)があげられるが、ここでは、電線・ケーブルに限定する。

制定されたJIS低圧遮断器は、附属書1、2により遮断器の性能試験を行う上での絶縁電線が違う。以下に附属書を記載する。

## 1) 附属書1

附属書1は、JIS C 60364シリーズによって

施工する建築電気設備用の住宅及び類似設備用の遮断器について規定する。また、この遮断器の性能試験は、JIS C 3662-3 (定格電圧450/750V以下の塩化ビニル絶縁ケーブル—第3部：固定配線用シースなしケーブル)で規定する絶縁物の許容温度が70℃の絶縁電線(PVC70℃基準電線)を基準としている。

## 2) 附属書2

附属書2は、在来電気設備規定によって施工する電気設備の住宅及び類似設備用の遮断器について、規定する。また、この遮断器の性能試験は、JIS C 3307 (600Vビニル絶縁電線(IV))で規定する絶縁物の許容温度が60℃の絶縁電線(PVC60℃基準絶縁電線)を基準としている。

## 4 おわりに

我が国において、IEC対応品の納入実績はあるものの、IEC規格(電技解釈第272条)で施工された建物は、私が調査した範囲では皆無であり、将来、トーエネックの社員がIEC規格で施工される物件を担当する際、参考にさせていただくことを目的に浅学であるが解説した。

### 追記

低圧範囲について、記載する。IEC 60364規格において交流電圧1,000V以下、直流電圧1,500V以下としている。電技においては、交流電圧 ≤ 600V、直流電圧 ≤ 750V と定められているが、この低圧範囲を変更する考えはない。しかし、資機材の製品化を進めているIEC規格は、総じて交流電圧1,000V以下、直流電圧1,500V以下としているため、差異が生じていることも現実である。

### 〈参考文献〉

- (1) 設計・施工ガイド (社)電気設備学会発行(2004)

# インターネットプロトコルIPv4アドレスの枯渇とIPv6の技術動向

技術開発室 研究開発グループ / 箕浦徳行

## 1 はじめに

インターネットを利用する上で欠かせないIPアドレス\*1の在庫が、2011年にも枯渇すると言われている。枯渇しても、今使っているアドレスがなくなり、既存のコンピュータがすぐに使用できなくなるわけではないが、新規のコンピュータをネットに接続できなくなる。このため、次世代プロトコル\*2「IPv6」に注目が集まっている。

これに関し、インターネット／通信関連13団体と総務省で「IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース」が2008年に発足され、IPv4アドレスの枯渇対応、また、IPv6普及・高度化推進協議会によるIPv6の普及促進政策の実施について検討が進められている。また、東京都では大型都有施設のビル監視設備、都立高校のセキュリティシステム、都庁舎の自動制御系設備更新にIPv6を標準仕様とする取り組みが進められている。

本稿では、IPv4アドレスの枯渇状況とIPv6の技術動向について紹介する。

## 2 IPv4アドレス枯渇状況

### 2.1 IPv4アドレスの枯渇問題

全世界で企業活動や市民生活に浸透し、情報通信のインフラとなったインターネットは、3万を超える企業などのローカルなIPネットワークが相互接続され、一体となって機能している。インターネットにおいて、通信者(機器)を識別するために欠かせないのがIPアドレスである。現在使用されているIPバージョン4(以下IPv4)では32bitのアドレスが採用されていて、最大で約43億個のコンピュータを識別できる。IPアドレスは、一意性を保

てるようIANA(Internet Assigned Numbers Authority)が世界的に管理し、地域レジストリ\*3に割り振っている。ところがインターネットの急激な発展によってIPアドレスの消費が進み、ついに、底を突こうとしている。在庫が尽きてあらたに割り当てるアドレスがなくなれば、通信事業者やインターネット接続事業者(ISP)、データセンタ事業者などは、それ以降新たなコンピュータをインターネットに接続できなくなってしまう。そうなる前に何らかの打開策を講じなければならない。これがIPv4アドレス枯渇問題である。その解決策の有力候補として注目が高まっているのが広大なアドレス空間を特徴とする次世代プロトコルIPバージョン6(以下IPv6)である。

### 2.2 アドレス枯渇後の発展

インターネットは既に多くの企業や市民が利用しているが、まだ拡大を続けている。企業やサービス事業者は次々に新サイトや新サービスを展開し続けている。アクセス回線に関しても、先進国の都市部ではかなり普及しているものの、地方や山村部、あるいは先進国以外ではブロードバンド環境\*4が十分にいきわたっているとは言い難く、普及はこれからである。つまり、アクセス、Webなどのサービスとともにインターネットはまだ拡大中であり、IPv4アドレスが枯渇してもインターネットの発展を止められるわけではない。

こうした状況の中、IPv4アドレスの在庫が枯渇する時期は、現時点では2011年第1四半期、つまり2年後と予測されている。これはAPNIC(Asia Pacific Network Information Centre)のチーフ・サイエンティストであるジェフ・ヒューストン氏による最も信憑性が高い予測である。(図1)

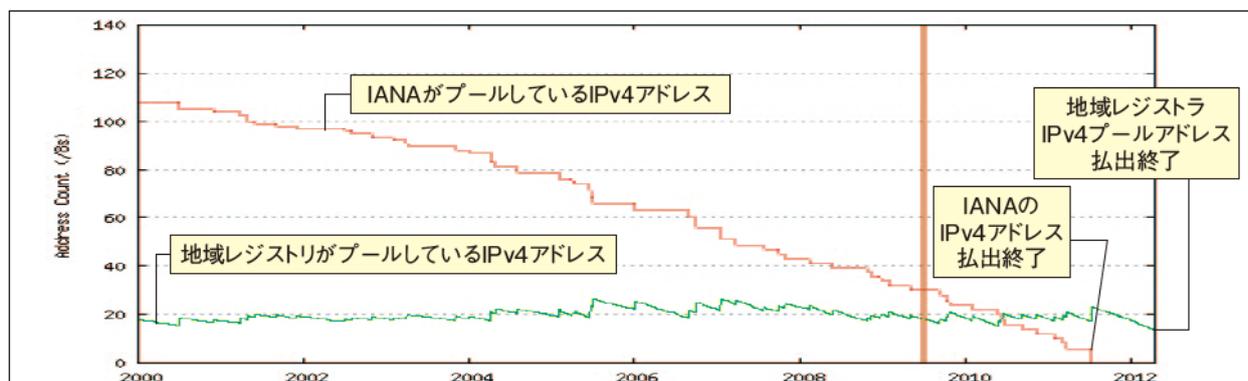


図1 ジェフ・ヒューストン氏のIPアドレス枯渇予測 (<http://ipv4.potaroo.net/>) で公開

アドレスが枯渇した後も新規のユーザあるいはコンピュータをインターネットに接続できる環境を整えるには、多くの時間を要する。そのための準備期間として2年間は決して長くない。少なくとも通信事業者やISPにとっては直ぐにでも取り掛からなければならない状況である。

### 2.3 IPv4開発当初の想定

切迫した事態に至った原因は二つある。一つはIPv4がそもそも全世界のサーバやユーザを接続するという意図で設計されたものではなかったこと。もう一つは代替として考えられたIPv6の導入が想定に反して進まなかったことである。このため誕生30年後にあたる今も、IPv4がインターネットを支え続けている。

IPv4が開発されたと言われる1978～1979年当時は、個人向けコンピュータが黎明期ではあったが、それが広く大衆に浸透してネットワークにつながるとは考えられなかった。IPv4の43億（ $2^32$ ）というアドレス数は当時の世界人口にも匹敵する数字であり、潤沢なものと思われてきた。

それでも1990年代初頭には、インターネット技術者が近い将来アドレスが足りなくなることに気づき始めた。Web技術の開発、商用インターネット接続サービスの登場などを契機に大衆にインターネットが広がる兆しが見えてきたためである。そこで次世代プロトコルの開発に着手し、この結果として標準化されたのがIPv6である。最大の改良点はアドレスの長さである。 $32\text{bit}$ から $128\text{bit}$ へと大幅に拡張され、 $3.4 \times 10^{38}$ （ $2^{128}$ ）という天文学的なアドレスを持つように設計された。

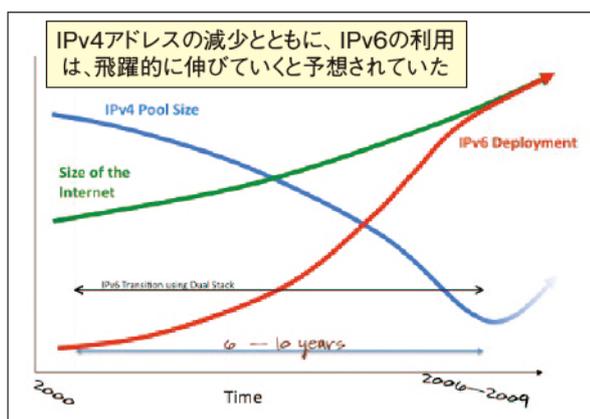


図2 The Planned Dual Stack Transition Model  
IPv6移行へのももとの想定

### 2.4 IPv6への移行の意義

IETF (Internet Engineering Task Force: インターネット技術の標準化機構) ではIPv4からIPv6への移行技術が数多く議論されたが、ここでは共通して、IPv6への移行はIPv4アドレスの枯渇が現実となるよりも数段早い時期に起こると考えられていた(図2)。

それが実際にはIPv6はユーザやISPに全く受け入れられずに来た(図3)。IPv6がIPv4に比べて顕著に優れた機能を提供するわけではなく、大きなコストをかけてIPv6移行に対応するインセンティブがないというのがその理由である。

そもそもユーザは、インターネットを利用する際にIPアドレスそのものを意識することがない。IPv6を導入しても電子メールやWebが人々をインターネットに駆り立てたときのような新たな利便性は得られない。結果として、インターネットのアクセスやサービスを提供している事業者にもIPv6に対応するインセンティブは生まれなかった。IPv4アドレスの枯渇だけがIPv6の動機になっているのである。現在のインターネットを見渡しても、相変わらずIPv6への移行が起こる兆しはほとんど感じられない状況にある。とはいえ、2011年初頭にIPv4アドレスの在庫が枯渇することは確実に予測されているので、通信事業者やISPはもちろん、インターネットに関係するあらゆるステークホルダー(関係者)は、何らかの準備をしなければならない。

## 3 IPv6の概要と特徴

### 3.1 概要

現在のインターネットを支えているIPv4は約

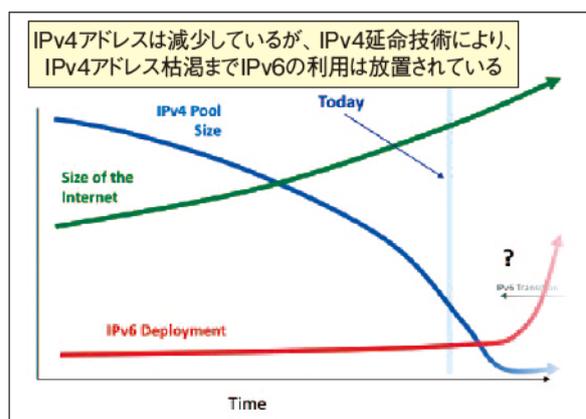


図3 The Current Outlook for Dual Stack Transition  
IPv6移行への実際の状況

出典:<http://www.potaroo.net/ispcol/2008-10/v4depletion.html>

30年の歴史がある。IPv4が開発された当初のインターネットは、研究目的での利用が主で、かぎられた数の研究者同士の信頼と連帯感で構築、運用されていたネットワークであった。そのため、インターネットの普及とともに問題点が指摘され始めてきた。問題点を放置したままでは、インターネットの更なる発展の障害、さらには破綻することの恐れもあった。そこでIPv4の問題点を解決し新しい要求に応える次世代のインターネットプロトコルとして期待されたのがIPv6である。

IPv6の検討が始まったのは1994年頃で、すでに15年の歴史がある。2005年には一部のISPによるIPv6接続サービスも開始されている。

ただし、IPv4があまりに急激に広がり、その変更には多大な影響が予想されるため、IPv4からIPv6への移行が一気に進むとは考えられない。また、そのためにもIPv6はIPv4との相互運用ができるように設計されており、自然な移行が可能であるため、まずはIPv6-IPv4の並行利用を経て、徐々に移行が進む形になると予想される。

### 3.2 特徴

開発から30年以上経ったIPv4には、さまざまな不具合や制約が表面化している。それらを改善して登場したIPv6の大きな特長としては以下が挙げられる。

#### (1) 128bitのアドレス空間

IPv6の特長の中でも特筆すべきはその広大なアドレス空間である。IPv6はIPアドレス幅を128bitに拡張しており、2の128乗ものアドレス空間を持っている。

#### (2) P2P\*<sup>5</sup>通信

IPv6ならではの活用方法として注目されているものの一つにP2Pがある。IPv6は、コンピュータだけでなく、家電製品や自動車等にもIPアドレスを与えるユビキタス\*<sup>6</sup>環境を考慮して仕様が作成されている。そのため、サーバを介さないチャットやIP電話などのリアルタイム通信やグリッドコンピューティング\*<sup>7</sup>等の、全ての端末にグローバルアドレス\*<sup>8</sup>が必要なP2P通信環境にはIPv6は非常に有効であると考えられる。

#### (3) マルチキャストの標準化(3.3(2)を参照)

IPv6の通信の種類には、ユニキャスト通信、エニキャスト通信、マルチキャスト通信の三つあるが、特に、IPv4では標準ではなかったマルチ

キャストを標準技術として定義した点が大きな特徴と言える。ブロードキャスト\*<sup>9</sup>を廃止し、同様の仕様はマルチキャストの中の一つのサービスとして盛り込まれた。

#### (4) プラグアンドプレイの実現

IPv6では、自動IPアドレスのコンフィグレーションが可能で、上位64bitのネットワークアドレスを自動で作上げることができる。また、下位64bitのインターフェースアドレスは、MACアドレスで構成されることにより、IPアドレスを自動設定することが可能となっている。この仕組みにより、ホストはケーブルを挿すだけで自動的にコンフィグレーションを完了し、プラグアンドプレイを実現することができる。

#### (5) セキュリティ機能

IPv6では、IPプロトコルレベルでパケットの暗号化/復号化機能(IPsec)を備えている。IPsecのサポートを前提とし、標準機能として規格化しており、全ての端末に実装すればエンド・ツー・エンドのセキュアな通信を実現することが可能で、よりスムーズに暗号化/復号化機能を利用できるようになると期待されている。ただ、計算負荷や管理負荷が増えるなどの弊害も考えられるため、用途によっては実際に使用するかどうかは端末側に依存する。

#### (6) モビリティ\*<sup>10</sup>機能

たとえばIP携帯電話を使って歩きながら電話をする場合、接続しているIPネットワークセグメントは場所の移動に伴い、IPネットワークセグメントも移動せざるを得ない。そして、セグメントの変更ごとにIPアドレス等の変更が発生し、そのたびに通信が切れる可能性がある。それでは携帯電話としては機能不十分である。この問題を解決するのがMobile IPv6である。

IPv6は当初からモビリティ機能を持つことが想定されており、Mobile IPv6にも経路最適化の仕組みが標準で実装されている。Mobile IPは、その位置と無関係に一貫したIP通信を実行できるようにするための技術であり、たとえばIPネットワークで携帯電話を実現するには不可欠である。Mobile IPv6はIPv6上でモビリティを実現するプロトコルである。つまり、接続リンクが変更になっても、Mobile IPv6を使うことにより、同一アドレスでノード\*<sup>11</sup>を参照でき、進行中の通信をそのまま維持することができる。

### 3.3 IPv6アドレスの仕様

#### (1) アドレスの表記

IPv6アドレスはIPv4のアドレス表記とは異なっている。IPv4では8bit分を10進数で表し、8bitずつ“(ドット)”で区切る。一方、IPv6では4bit分を16進数で表し、さらに16bitずつ“(コロン)”で区切る。“:”内では、0が省略でき、4ケタ表記しなくてもよいため、次のような表記になる。

例えば、

ff01:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001は  
ff01::1と表記される。

#### (2) アドレスの種類

IPv6アドレスには次の3種類のアドレス形式が定義されている。これらの複数のアドレスを一つのインターフェースに付けることができ、目的別にアドレスを使用できるようになっている。

##### ①ユニキャストアドレス(Unicast Address)

ユニキャストアドレスは、単一のインターフェースを示すアドレスであり、1対1の通信において使われる。(図4)

##### ②マルチキャストアドレス(Multicast Address)

マルチキャストアドレスは、1対多通信のためのアドレスである。IPv4におけるブロードキャストはなくなり、マルチキャストの一部に取り込まれている。また、IPv6では基本仕様でもマルチキャストが多用されており、たとえばイーサネットアドレスの名前解決<sup>\*12</sup>はマルチキャストを利用して行う。(図5)

##### ③エニキャストアドレス(Anycast Address)

エニキャストアドレスは、ネットワーク上のサーバ探索の簡略化が挙げられる。このアドレスを宛先アドレスとして指定した場合、マル

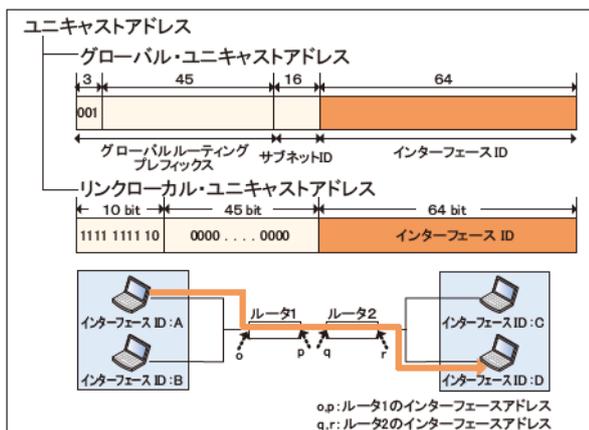


図4 ユニキャストアドレス

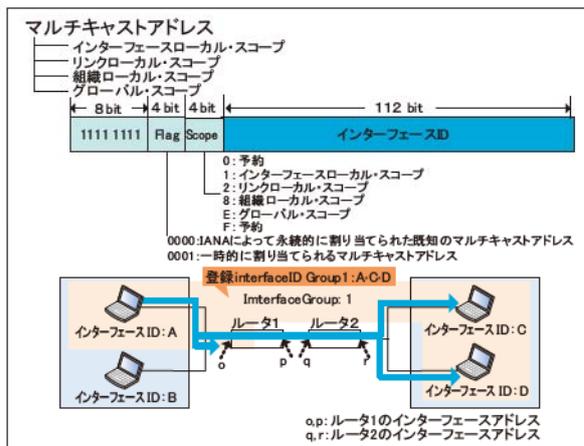


図5 マルチキャストアドレス

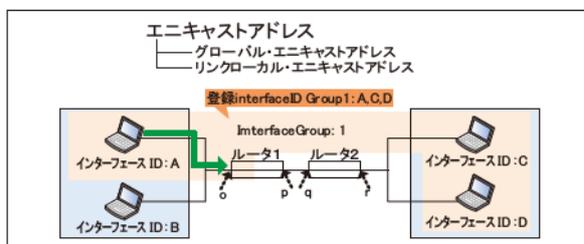


図6 エニキャストアドレス

チキャストと同様に、宛先アドレスを複数設定することができる。そして、エニキャストアドレス行きのパケットは、複数設定された宛先のうち、同一グループ内で最も近いインターフェースのみに届くため、エニキャストアドレスは1対1通信という意味では近いインターフェースのみに届くため、エニキャストアドレスは1対1通信という意味ではユニキャストアドレスと同じと言える。(図6)

## 4 ネットワークのIPv6化

IPv6への移行については、アプリケーションやOS、ネットワーク等、様々な角度から見る事ができるが、特にネットワークのIPv6化についてまとめてみる。

IPv4とIPv6は直接通信することができないため、IPv4ネットワークとは別にIPv6ネットワークを構築する必要がある。しかし、現在広く使われているIPv4ネットワークを一齐にIPv6に移行するのは現実的ではない。それは、インターネット上にある端末やルータ全てを一気にIPv6対応機器に変えることは不可能であり、現在普及している各種アプリケーションもIPv6対応していないものは使えなくなってしまうからである。実際には、IPv4から

IPv6への移行は徐々に行われ、IPv6が普及してからもIPv4はしばらく残り続けるはずだ、と予想されている。よって、移行技術を用いてIPv4とIPv6は共存させる必要があり、IPv6への移行期という時期が生じることになる。移行期においては、IPv4にもIPv6にも対応できるよう、端末（ホスト）だけでなくルータを含めほとんどの機器がIPv6だけではなくIPv4もサポートするデュアルスタック端末である必要がある。

まずネットワークの移行技術について、次に企業ネットワークのIPv6化について紹介する。

#### 4.1 IPv6への移行技術

ネットワークインフラにおいて、IPv4とIPv6の共存を実現する移行技術は、大きく3つに分類することができる。

ネットワーク機器更新などを行う場合は、デュアルスタック方式、すぐにでも実験的に利用したい場合は、トンネリング方式を採用することが推奨される。

##### (1) デュアルスタック

一つのプロトコルにのみ対応する技術またはその対応機器をシングルスタックと呼ぶのに対し、デュアルスタックとは、複数のプロトコルを同時にサポートし、対象によって使い分ける技術または対応機器そのものを指す。

IPv6/IPv4デュアルスタックネットワークでは、IPv4のみをサポートする機器との間ではIPv4を使用し、IPv6またはIPv6/IPv4両方をサポートする機器との間ではIPv6を使用して通信を行う。同じ回線上にIPv6パケットとIPv4パケットが混在するのが特徴と言える。(図7)

また、ネットワーク間には、IPv4とIPv6両方をサポートするデュアルスタックルータが必要となるため、今後ネットワークを新規に構築する際には、IPv6/IPv4デュアル対応機器を使うことを薦める。

##### (2) トンネリング

トンネリングでは、ネットワーク上にある2点間を結ぶ閉じられた直結ネットワークを作ること、元のパケットに新しいIPヘッダを付加してカプセル化することによって通信を行う。

移行初期では、IPネットワークのほとんどはIPv4であり、その中でIPv6通信を行うには、IPv6のパケットにIPv4ヘッダを付けてカプセル化してIPv4ネットワークを通す。(IPv6 over

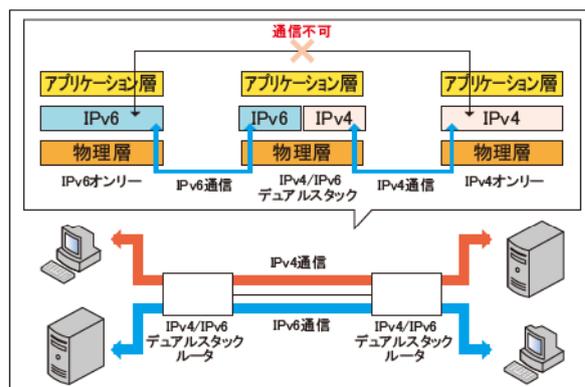


図7 デュアルスタック

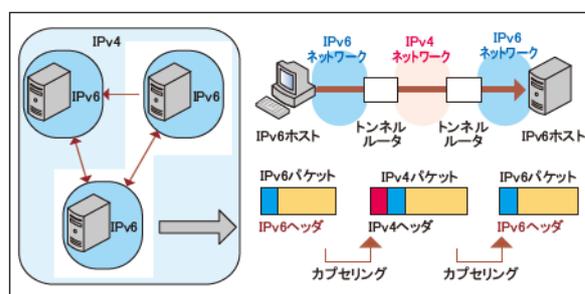


図8 トンネリング IPv6 over IPv4

IPv4) デュアルスタックとは異なり、同じ回線上にはIPv4パケットのみが存在する。(図8)

これが移行後期になると、IPv6ネットワークの中にIPv4が点在して残る状態になると予想されるため、IPv6ネットワークの中でIPv4通信を行うには、上記と逆にIPv4のパケットにIPv6ヘッダを付けてカプセル化する。(IPv4 over IPv6)

##### (3) トランスレーション

トランスレーションとは、異なる速度やプロトコル、言語等の境界上で相互変換機能を提供する技術のことである。IPv6/IPv4トランスレータは、IPv4とIPv6とで相互変換した通信を行いたい場合に、その境界上でパケットの相互変換機能を提供する。そのため、トランスレータはIPv6/IPv4デュアルスタックである必要がある。

具体的には、IPv6シングルスタック端末(情報家電、IPv6対応携帯電話なども含む)と、デュアルスタック化が困難なIPv4シングルスタック端末(たとえばWindows98ホスト)との間で通信を行いたい場合、トランスレータを用いたプロトコル変換の実施が有効と想定されている。(図9)

#### 4.2 企業ネットワークのIPv6化

企業ネットワークについても同様に一気にIPv6化することは難しく、移行段階を経て導入するという考え方が一般的である。

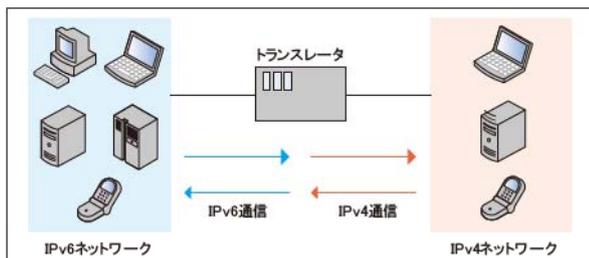


図9 トランスレータ

国内のISPの多くがすでにIPv6の回線サービスを提供しており、その接続形態としては、以下の3パターンが代表的である。どの接続方式を利用するかは、コストや運用の手間、そして既存ネットワークへの影響を考慮して決める必要がある。

- ・ネイティブ方式
- ・デュアルスタック方式
- ・トンネリング方式

デュアルスタックとトンネリングは、前述のネットワーク移行技術を使った接続形態である。現在、企業ネットワークにIPv6を導入しているケースの多くは、導入コストを抑えられるトンネリング方式を用いており、IPv6通信が増えてくるとデュアルスタックへ移行していく。

ネイティブ方式はIPv4ネットワークとは別にIPv6ネットワークを独自に構築する方式であり、IPv4ネットワークの影響をまったく受けずに通信を行うことができるが、IPv6専用の回線を用意する必要があるため、別途コストがかかる。ネットワークだけでなく、アプリケーション等全てがIPv6対応していないと使用できないため、現時点では、企業内や特定の企業／組織間での実証実験や検証、および特定の目的で使用することが多いと想定される。

端末においては標準的なPC、サーバなどはすでにIPv6に対応済みであり、アプリケーションもインターネット系のサービスでは標準でほぼ対応済みであり、個別アプリケーションにおいてもIPv6化に対応が進みつつある。

## 5 まとめ

インターネットにおけるIPv4アドレスの枯渇問題、そしてその解決策としてのIPv6について語られるようになって、かなり長い時間が経過してきている。IPv4アドレス延命技術のNAT<sup>\*13</sup>／IPマスカレード<sup>\*14</sup>の導入などで先送りできているとはいえ、IPv4アドレスの枯渇が間近な問題になってき

ており、早い時期にIPv6への移行が必要と考える。

この時期にIPv6に関する技術を蓄積し、IPv6への移行が進む際には、当社が積極的にこのビジネスに取り組んでいくことができれば、新しい大きなビジネスチャンスになっていくと思われる。

現在、技術開発室では情報通信本部ネットワークエンジニアリング部ソリューショングループと共同でIPv6の最新技術の動向調査およびトンネリング方式、デュアルスタック方式を使ったIPv6実験ネットワークと各種インターネットサービスの検証用サーバを構築し、IPv4からIPv6へ移行する際の各種問題点の発見、その対策法、設計手法など、IPv4からIPv6へ大きく変わるネットワークの諸問題の解決に取り組んでいる。

インターネットプロトコルIPv4の枯渇状況とIPv6の技術動向に関して、今回の紹介が少しでも役立てば幸いである。

### ※注

- \* 1: IPアドレス(Internet Protocol Address)  
パケットを送受信する機器を判別するための番号
- \* 2: プロトコル  
コンピュータ等の電子機器間で通信する際の取り決め、手順
- \* 3: 地域レジストリ  
管轄地域において、インターネットリソース(IPv4、IPv6の両IPアドレスとAS番号)の配分と登録を管理する組織Internet Assigned Numbers Authority (IANA)よりインターネットリソースを委託され、そのインターネットリソースをその地域のポリシーに従い、下位組織に委託されている
- \* 4: ブロードバンド環境  
概ね500kbps以上の高速な通信回線、一般的に光ファイバーやCATV、ADSL等による接続環境
- \* 5: P2P(Peer to Peer)  
多数の端末間で通信を行う際の構造のひとつで、対等の者(ピア)同士が通信をすることを特徴とする通信方式、通信モデル、あるいは、通信技術の一分野
- \* 6: ユビキタス  
それが何であるかを意識させず(見えない)、しかも「いつでも、どこでも、だれでも」が恩恵を受けることができるインターフェース、環境、技術のこと
- \* 7: グリッドコンピューティング  
インターネットなどの広域のネットワーク上にあるコンピュータ資源(CPUなどの計算能力や、ハードディスクなどの情報格納領域)を結びつけ、ひとつの複合したコンピュータシステムとしてサービスを提供する仕組み
- \* 8: グローバルアドレス  
インターネットに接続された機器に一意に割り当てられたIPアドレスのこと。インターネットの中でのいわゆる住所に相当するもので、インターネット上で通信を行うためには必ず必要となるもの
- \* 9: ブロードキャスト  
同時通報と言う意味で、不特定多数に同じ情報を同時に送ること。ネットワーク上にある、すべてのネットワーク端末に対して同時に同じデータを送信する。IPネットワークにおいては、新しい相手と通信を開始するにあたりIPアドレスからMACアドレスを取得する時に必ず使用される。
- \* 10: モビリティ  
移動性
- \* 11: ノード  
ネットワークを構成する一つ一つの要素のこと。通信ネットワークではコンピュータやハブ、ルータなど一台一台の通信機器を指す
- \* 12: イーサネットアドレスの名前解決  
ネットワーク上で、コンピュータやネットワーク機器につけられた名前からアドレスを割り出すこと
- \* 13: NAT  
ローカルIPアドレスをグローバルIPアドレスへ1:1に変換する技術
- \* 14: IPマスカレード  
ローカルIPアドレスをグローバルIPアドレスに変換するのだが、通常のNATが1:1でIPアドレスを割り振るのに対して、IPマスカレードではn:1に割り当てて、Port番号を変換することで複数のアドレスの識別を行う。

# 技術開発室だより

技術開発室 技術企画グループ／高津未央

平成21年度からの新たな中期経営計画「強靱な企業体質への転換」＜持続的成長戦略の足固め＞に述べられている課題と方策のうち、「収益向上を目指した受注戦略の推進」のため、技術開発室ではチャレンジ事項として、

1. 需要家電気設備の電力品質に関する研究
2. 需要家設備の保守メンテナンス、リニューアルに関する研究
3. 現業部門の提案力強化への協力について、積極的に取り組んでいる。

一方、新規・新領域事業のネタを開発し、あるいは見出して社内に提示することも技術開発室の責務である。このため当社が「総合設備業」であるために不可欠であり、さらに社会的な要求が高い環境対策技術に関する研究開発にも取り組んでいる。現在の技術開発室の研究テーマは、①電源品質、②

保守、③エネルギーソリューション、④情報通信ソリューション、⑤新規・新領域、の5つの分野に分類される。

以下に今年度の研究開発テーマの一覧を示す。

1985年（昭和60年）に技術開発室が設置され今年で25年目に入っている。その間、技術開発室は他企業や大学、各種学会との協力や交流によりニーズ・シーズを獲得してきた。

さらに、お客さま設備の故障や障害の原因究明などの現業部門支援を通じ、新たな技術開発テーマを発掘し研究開発を行ってきている。その成果は、製品としての販売や、技術資料や業務支援ツールとして現業部門へ技術移転してきた。

これまでの技術開発成果の変遷を年表にまとめたので一読されたい。

## 平成21年度 技術開発計画の概要

| テーマの分野           | 研究開発テーマ名                    |
|------------------|-----------------------------|
| 需要家電気設備の電源品質     | 瞬低による影響評価と対策方法の検討           |
|                  | 内部雷保護システムに関する研究             |
|                  | 進相コンデンサを活用した電力品質改善装置の研究     |
| 需要家設備の保守         | 低圧電動機固定子巻線の短絡診断手法の研究開発      |
|                  | 空調設備の異常検知システム実用化検討          |
|                  | 低圧電路用地絡方向継電器の改良             |
|                  | 低圧電路における漏電点探査および絶縁監視に関する検討  |
| エネルギーソリューション     | 空調及び電力の年間負荷想定手法の検討          |
|                  | 鋳造プロセスにおける省エネルギー技術に関する研究    |
|                  | 既存省エネ関連ソフトの改良               |
|                  | コンプレッサ台数制御システムの改良           |
| 情報通信ソリューション      | IPv4からIPv6へのネットワーク変更技術の調査研究 |
| 新規・新領域事業（自然エネ利用） | 風力発電設備におけるブレードの耐雷対策に関する研究   |
| 新規・新領域事業（環境対策）   | 金物付き廃碍子の磁器・金物分離方法検討         |
|                  | バイオマス等の未利用資源の活用に関する調査       |
|                  | 排水処理手法および装置の検討              |
|                  | VOC排出実態の調査および市場性の検討         |

注：各研究テーマの具体的な内容等、詳細をお知りになりたい方は、技術開発室技術企画G（担当 高津）へお問い合わせください。

### 技術開発室 25 年の変遷

| 西 暦             | 主 な 事 柄                    | 技 術 開 発 成 果 の 変 遷               |                                |  |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| 1985<br>(昭和60年) | 技術開発室設置                    | 電源品質                            | 計測・監視・制御                       | 業務ツール                                      |
| 1986            | TDLレポート創刊                  |                                 |                                |  |
| 1987            |                            |                                 |                                |  |
| 1988            |                            |                                 |                                |  |
| 1989<br>(平成元年)  | 本店別館竣工                     |                                 |                                |  |
| 1990            | 第1回全社技術研究発表会開催             |                                 | ビル監視制御システム                     |  |
| 1991            | 教育センター教育棟竣工<br>FS研究所に名称変更  |                                 |                                |  |
| 1992            |                            |                                 |                                |  |
| 1993            |                            |                                 |                                |  |
| 1994            | 電気設備学会中部支部設立               | 高調先生(連続多点同時計測システム)              |                                |  |
| 1995            |                            |                                 |                                | T-CASE(設計支援ソフト)                            |
| 1996            |                            | 才高調くん<br>(高調波流出電流計算・対策支援ソフトウェア) | マルチ蓄熱コントローラー                   | TOENEC-CFD<br>(熱流体シミュレーション)<br>照度測定装置      |
| 1997            |                            |                                 |                                |  |
| 1998            |                            | 高調先生(改良型、Windows版)              |                                | 空調設計用負荷計算ソフト<br>SUPER-LX(自動照度測定装置)         |
| 1999            | 技術開発室に名称変更<br>瀬戸フィールド試験場開設 |                                 | 小型電力測定器(3168)<br>電力線通信電力計測システム | 水蓄熱槽最適容量設計ソフト<br>3次元照明シミュレーション             |
| 2000            |                            | TLDシステム(低圧配電システム)               |                                |  |
| 2001            |                            |                                 |                                |  |
| 2002            |                            | 低圧電路用地絡方向継電器(DGR)               |                                |  |
| 2003            | 全社技術パンフレット発刊               |                                 | エネルギー遠隔計測システム                  | 省エネナビ(省エネ効果試算ソフト)                          |
| 2004            |                            | 既設対応TLDシステム                     |                                | 空気線図への計測データ表示ソフト                           |
| 2005            | 技術開発委員会発足                  |                                 | エネルギー遠隔監視システム                  | ホーム・ECO・ヘルパー<br>(住宅のエネルギー消費量・<br>光熱費試算ソフト) |
| 2006            |                            |                                 | 部分更新対応型ビル管理システム                |  |
| 2007            |                            |                                 |                                |  |
| 2008            |                            |                                 |                                |  |
| 2009            |                            |                                 |                                |  |

## 第18回 全社技術研究発表会

第18回全社技術研究発表会が平成20年11月14日、教育センター6階講堂で開催された。当日は、来賓や聴講者などあわせて100人以上が参加し、各部門における新技術や施工例、研究開発の成果等の発表が行われた。

野田社長は開会のあいさつで、当社が取り組んでいる『現場力の強化』と、『量から質への転換』をあげ、両者を支える大きな力の一つが『技術』であるとして「安全・効率化・お客さまの信頼獲得・新領域への進出と、当社の活動のどの面を見ても技術はその拠り所である」と強調。次に現場技術者の技術について「各人が『当社は技術で信用される会社でなくてはならない』『当社は伸びていく会社であ

る』ということを肝に銘じ、自らの研鑽により技術習得に努めていただきたい」と要請。続いて新規新領域への進出について「技術の裾野を広げてお客さまの様々な要求に応える技術を蓄積し、文字通り『総合設備業』としてその期待に応える義務がある」と述べ、最後に「自部門の枠にとらわれない高い視点で、当社の技術のあり方、方向性について考えていただきたい」と締めくくった。

閉会式では、優秀な発表の表彰が行われた後、審査委員長の名古屋工業大学大学院工学研究科の鶴飼裕之教授と、審査副委員長の中部電力技術開発本部エネルギー応用研究所の藤井清美所長から講評があった。

### 研究テーマと発表者

| 発表内容                         | 発表者所属                              | 発表者   | 受賞名    |
|------------------------------|------------------------------------|-------|--------|
| ミッドランドスクエアの施工事例              | 営業本部 内線工事部 工事第二グループ                | 太田 清丈 | 審査員特別賞 |
| DV線用捆線器「品名：DVカムラー」の開発        | 配電本部 配電統括部 技術グループ                  | 野田 康剛 | 社長賞    |
| トヨタ自動車(株)堤工場 太陽光発電設備設置工事     | 岡崎支店 豊田営業所 施工第一課                   | 稲垣 基宏 |        |
| 空調熱源機のアクティブ性能評価手法の開発         | 技術開発室 研究開発グループ                     | 河路 友也 |        |
| 営業部門 資格・工事経歴検索システムの開発        | 営業本部 営業統括部 技術総括グループ                | 大石 英統 |        |
| 音声告知システムを活用した文字情報放送による緊急告知   | 情報通信本部 ネットワークエンジニアリング部 ソリューショングループ | 加藤 伸治 | 奨励賞    |
| 霞が関コモンゲート・中央合同庁舎第7号館(電気設備)新築 | 東京本部 営業部 工事第二グループ                  | 樋口 豊  |        |
| 騒音検討ソフトの開発                   | 営業本部 空調管設備部 設計グループ                 | 北山 隆史 |        |
| 熱設備遠隔監視サービスの実用化              | 技術開発室 研究開発グループ                     | 高橋 和宏 | 優秀賞    |



野田社長



森田取締役より社長賞授与



受賞者の皆さん

## 技術開発室成果報告会

技術開発室は、4月20日・21日と23日・24日のあわせて4日間、教育センターの技術開発室会議室で平成20年度成果報告会を開催した。この報告会は、技術開発室の研究員が研究開発テーマ

について一年間の成果を発表して意見や情報を交換し、研究の向上を図るもの。当日は、他部門からも聴講者があり、活発な意見交換が行われた。

| 月 日          | 報 告 者       | 研 究 開 発 テ ー マ                      |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| 2009/4/20(月) | 中村 久栄 研究副主査 | 低圧電動機固定子巻線の短絡診断手法の研究開発             |
|              | 西戸 雄輝       | 漏電点探査装置の開発に向けた基礎的検討                |
|              | 山本 達也       | TN系統の問題点に対する対策技術の検討                |
| 2009/4/21(火) | 藤田 晃司 研究主査  | 廃がいのリサイクル事業に関する検討                  |
|              | 藤田 晃司 研究主査  | セルロース系バイオマス資源のエネルギー転換に関する研究        |
|              | 加藤 勇治       | 高温高压反応によるVOC無害化処理技術の基礎検討           |
|              | 加藤 勇治       | 凝集剤とBOD低減手法を組み合わせた排水処理手法の検討        |
|              | 浅野 一光       | 小型排水処理装置の開発                        |
| 2009/4/23(木) | 眞玉橋剛志 研究副主査 | エネルギー遠隔監視システムのソフトウェア改良             |
|              | 河路 友也 研究主査  | 空調設備の異常検知・運用最適化手法の検証 - 熱源および冷却塔 -  |
|              | 中井 一夫 研究主査  | 空調設備の異常検知・運用最適化手法の検証 - 空調機およびポンプ - |
|              | 千葉 理恵 研究副主査 | 空調設備の異常検知・運用最適化手法の検証 - 全熱交換器 -     |
|              | 高橋 和宏 研究副主査 | コンプレッサ台数制御システムの改良                  |
|              | 高津 未央 副長    | HAシステムの検討                          |
| 2009/4/24(金) | 小林 浩 研究主査   | 需要家と配電系統が協調した電力品質向上方策に関する研究        |
|              | 箕輪 昌幸 研究副主査 | 内部雷保護システムに関する研究                    |
|              | 箕輪 昌幸 研究副主査 | 風力発電設備におけるブレードの耐雷対策に関する研究          |
|              | 水野 誠 研究副主査  | 瞬低による影響評価と対策方法の検討                  |
|              | 水野 誠 研究副主査  | 鋳造プロセスにおける省エネルギー技術に関する研究           |



成果報告会



中井研究主査



千葉研究副主査

## 大 学 と の 交 流

### 名古屋工業大学で博士の学位を取得 技術開発室の小林研究主査

技術開発室研究開発グループの小林浩研究主査が3月23日、名古屋工業大学大学院の博士後期課程を修了し、当社で6人目となる博士（工学）の学位を取得した。小林主査は、平成18年4月から3年間にわたり同大学に在籍し、「進相コンデンサを活用した配電システムの電力品質向上に関する研究」に取り組んできた。



**※進相コンデンサ**

交流回路において力率を改善するために挿入するコンデンサ(蓄電器)およびその用途に対する名称。

### 平成21年度 研究開発における大学の協力

| 技術開発室の研究開発件名                         | 協力をいただく大学         |
|--------------------------------------|-------------------|
| 風力発電設備におけるブレードの耐雷対策に関する研究            | 中部大学 角 紳一 教授      |
| インテリジェント機器を有する次世代受配電設備における電力品質に関する研究 | 名古屋大学 松村 年郎 教授    |
| 低圧電動機固定子巻線の短絡診断手法の研究開発               | 名古屋工業大学 水野 幸男 教授  |
| 送電線からの電磁誘導を利用した電源の検討                 | 名古屋大学大学院 加藤 克巳 助教 |
| 水中爆破粉碎による碍子のリサイクル研究                  | 東京大学 藤田 豊久 教授     |
| 油脂植物(ヤトロファ)の熱分解油化の検討                 | 名古屋大学大学院 小林 信介    |

### 平成20年度 共同研究報告会

|       | タ イ ト ル                                 | 報告会においていただいた<br>共研先の先生              |
|-------|---|-------------------------------------|
| 5月21日 | ハイブリッド型高機能電力品質補償装置の基礎研究                 | 名古屋工業大学 鷺飼裕之 教授<br>名古屋工業大学 青木 睦 准教授 |
| 5月25日 | インテリジェント機器を有する次世代受配電設備における電力品質に関する研究    | 名古屋大学 松村 年郎 教授                      |
| 6月22日 | 風車ブレードの耐雷対策 としての背後電極を利用した 対策手法に関する実験的検討 | 中部大学 角 紳一 教授                        |

## 社外における技術講演会やセミナー等での講師の実績

| 演 題  | 担当者所属                 | 講 師   | 講 演 先 ・ 日 付   |
|--|-----------------------|-------|---|
| 施工計画書  | 営業本部営業統括部<br>技術総括グループ | 鈴木 大介 | 三重電業協会<br>2008. 9. 18                                 |
| 現場管理の要点  | 営業本部営業統括部<br>技術総括グループ | 鈴木 大介 | 静岡県電業協会<br>2008. 10. 9、10. 29                         |
| 幹線設備のリニューアル  | 営業本部営業統括部<br>技術総括グループ | 鈴木 大介 | 九州電気協会<br>2008. 11. 21                                |
| 蓄熱技術研修会 水蓄熱・修得コース<br>最適蓄熱槽設計と運転シミュレーション<br>(TESEP-W)の活用<br>システムの比較評価、評価プログラム<br>(TES_ECO)の活用 | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 河路 友也 | ㈱ヒートポンプ・蓄熱センター<br>2008. 12. 3-4                       |
| エネルギー管理認定研修「空気調和」  | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 河路 友也 | ㈱省エネルギーセンター<br>2008. 12. 20                           |
| BESTシンポジウム<br>「行政支援ツールとしてのBESTの開発」<br>プログラムの連成シミュレーション(蓄熱)                                   | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 河路 友也 | ㈱建築環境・省エネルギー機構<br>2009. 1. 15                         |
| 「エネルギー遠隔監視システムについて」  | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 高橋 和宏 | 中部電力㈱ 三重支店 営業部<br>省エネセミナー<br>2009. 2. 19-20           |
| 省エネルギー、新エネルギー  | 営業本部営業統括部<br>技術総括グループ | 鈴木 大介 | 長野県電設業協会<br>2009. 3. 25                               |
| IEC60364及び資機材に関する課題について  | 営業本部営業統括部<br>技術総括グループ | 鈴木 大介 | 大韓電気協会<br>2009. 4. 16                                 |
| 「エネルギー遠隔監視システムについて」  | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 高橋 和宏 | 中部電力㈱ 岡崎支店 営業部<br>改正省エネ法セミナー<br>2009. 5. 19           |
| 特別高圧受電設備機器保守点検セミナー<br>「電路の対地静電容量増大対策について」<br>「低圧電路用地絡方向継電器模擬試験(デモ実習)」                        | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 山本 達也 | 中部電力㈱ 法人営業グループ<br>(於 トーエネック 教育センター)<br>2009. 6. 11-12 |
| 「エネルギー遠隔監視システムの開発」   | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 高橋 和宏 | 中部電力グループ技術情報交換会<br>2009. 6. 12                        |
| 「エネルギー遠隔監視システムについて」  | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 高橋 和宏 | 中部電力㈱ 静岡支店 営業部<br>省エネセミナー<br>2009. 6. 17              |
| 蓄熱技術研修会 水蓄熱・設計コース<br>水蓄熱システム設計支援プログラムと設計例の<br>解説   | 技術開発室<br>研究開発グループ     | 河路 友也 | ㈱ヒートポンプ・蓄熱センター<br>2009. 9. 29                         |

## 2009電設工業展 — 電設資材の総合展示会 —

お客さまと共に創り出す新たな可能性をPRする

電設資材の総合展示会「2009電設工業展」(主催:日本電設工業協会)が5月27日から29日までの3日間、東京ビッグサイト(東京都)で開催され、当社もブースを出展した。同展示会は57回目で、今回は「電設技術でエコライフ!地球にやさしく豊かな未来」をテーマに、192社・団体が最新の技術・製品を展示した。



当社のブースは、『省エネ・省コスト』をメインテーマに掲げ、ブース内を「皆さまのご家庭」「電力供給事業」「自治体・学校・病院・金融機関」「ビルや工場」の4ゾーンに分けてサービスや製品を展示し、当社がお客さまと共に創り出す新たな可能性をPRした。

主催者の発表によると3日間の総来場者数は約8万8千人。当社のブースにも多数のお客さまが訪れ、ホーム・ECO・ヘルパーによるご家庭の省エネ診断を受けたり、ベルト式カムラーの体験コーナーで製品を手に取りながら説明員の話に耳を傾けていた。

### ●「皆さまのご家庭」ゾーン

「ホーム・ECO・ヘルパー」

出展:技術開発室

家庭のエネルギー消費量・コストを試算するソフト



### ●「電力供給事業」ゾーン

「ベルト式カムラー(DVカムラーから名称変更)」

出展:配電本部

引込用ビニル絶縁電線(DV)の張線作業および仮送電用ケーブルの保持に使用する工具

「クリップシート」 出展:配電本部

間接活線作業時の高圧充電部用防具

「TCグラウト」 出展:配電本部

電力ケーブルが発する熱を外部に拡散させる推進管用充填材料

### ●「自治体・学校・病院・金融機関」ゾーン

「ESCO事業」 出展:営業本部

省エネ診断をはじめ、エネルギーサービスを包括的に



提供する事業

「アルカテルルーセント社製 Omni PCX/LAN Stack」 出展:情報通信本部

コンタクトセンター向けのIP-PBXを始めとする情報通信システム

「緊急地震速報システム」 出展:情報通信本部

気象庁の地震観測データを利用して地震発生を即通報するシステム

「地上デジタル改修工事」 出展:情報通信本部

アナログ放送終了に伴う地上デジタル改修工事対応の紹介

### ●「ビルや工場」ゾーン

「省エネルギー提案用試算ソフト」 出展:技術開発室  
変圧器、照明器具等機器更新による省エネ効果を算出するシステム

「TLDシステム」 出展:技術開発室

低圧電気設備での様々な障害を防止するシステム

「低圧電路用地絡方向継電器」 出展:技術開発室

漏電遮断器の不要動作を防止する装置

「エネルギー遠隔監視システム」

出展:技術開発室

設備のエネルギーを管理し省エネに貢献するシステム

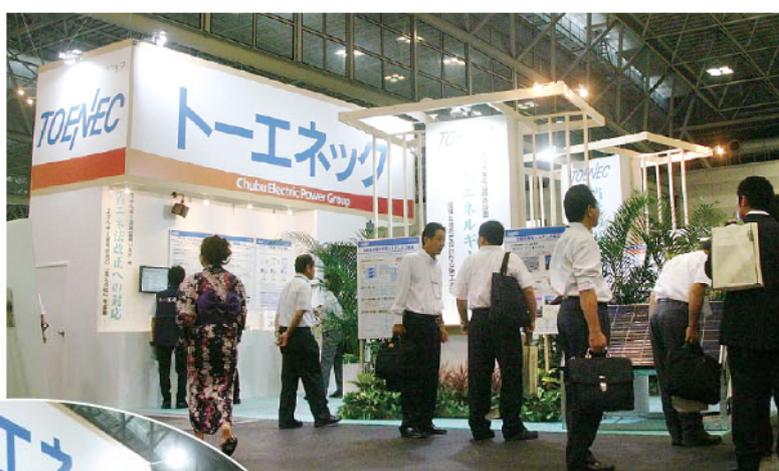


## 『ENE-WAY2009』に出展

当社は、8月26日(水)から28日(金)までの3日間、ポートメッセなごや(名古屋港金城ふ頭)で開催された『ENE-WAY2009』に出展し、営業本部が主体となり技術開発室とともに最新技術やサービスをPRしました。3日間の会場総来場者数は延べ約11,000名となり、当社ブースへも558名が来場していただき、活発な質問や意見交換が行われました。

### \* 出展内容 \*

- 「トーエネック業務用エコキュート」
- 「太陽光発電設備」
- 「エネルギー遠隔監視システム」
- 「TLDシステム」、「低圧電路用地絡方向継電器」
- 「ESCO事業」、「地下水利用システム」
- 「トーエネック空調システムサービス」



# 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  |
|---|--|---|
| Analysis of Current Waveforms of Induction Motors with Short Circuit Faults | Hisahide Nakamura(TOENEC Corp.)<br>Yukio Mizuno(Nagoya Institute of Technology)            | IEEE 2008 Annual Report Conference on Electrical Insulation Dielectric Phenomena, 2008.10 |
| 遠隔監視による工場の省エネとCO2削減   | 高橋和宏(技術開発室)<br>長 伸朗(中部電力)<br>大河内敏博(ミツワ電機)  | OHM<br>2008. 11   |
| The BEST Programの概要と今後の展望「蓄熱式空調システムのシミュレーション法」                              | 河路友也(技術開発室)・柳原隆司(東京大学)   | IBEC機関誌<br>2009年1月号   |
| 力率改善用進相コンデンサを活用した配電系統電圧の不平衡・高調波抑制手法の基礎検討                                    | ○小林 浩(技術開発室)<br>大井 宏・青木 睦・鶴飼裕之(名古屋工業大学)  | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| 高圧需要家における進相コンデンサの低圧側設置による電力損失低減効果の評価  | 小林 浩(技術開発室)<br>○早川泰貴・青木 睦・鶴飼裕之(名古屋工業大学)<br>梅村正人(中部電気保安協会)<br>松岡寛樹・梶川拓也(中部電力)<br>中村光一(中部大学) | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| 固定子巻線電流に基づく誘導電動機の故障診断(第4報)  | 中村久栄(技術開発室)<br>○大野卓也・水野幸男(名古屋工業大学)   | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| Just-In-Timeモデリングに基づく日射量予測  | ○中村久栄(技術開発室)<br>宮本隆史・水野幸男(名古屋工業大学)   | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| 整数計画法を用いた電気機器の非侵入型モニタリングにおける波形の独立性評価と推定精度の改善                                | 中村久栄・伊藤公一(技術開発室)<br>○鈴木康祐・稲垣伸吉・鈴木達也(名古屋大学)   | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| 分散型インバータ電源過渡応答シミュレーションモデルの構築ー進相コンデンサ投入時の過電流ー                                | 水野 誠・箕輪昌幸(技術開発室)<br>○小池 徹・飯岡大輔・横水康伸・松村年郎(名古屋大学)  | 電気学会全国大会<br>2009. 03  |
| Lightning Protection using the Faraday Cage for Building                    | Masayuki Minowa・Juken Mitsutsuji・Koichi ito(TOENEC Corp.)                                  | 6th Asian Lightning Protection Forum 2009. 04   |
| ロケット誘雷による風車ブレードの雷撃実験  | 箕輪昌幸(技術開発室)<br>角 紳一(中部大学)<br>南 正安(シーテック)<br>堀井憲爾(名古屋大学)                                    | 電気学会 電力・エネルギー部門誌 2009.05  |
| 水蓄熱式空調システムにおけるインバータ熱源機の効果検討   | ○河路友也(技術開発室)<br>工藤良一・合田和泰(蒼設備設計)<br>宮崎友昭(大林組)<br>中原信生(環境ステック中原研究処)                         | 日本建築学会大会<br>2009. 08  |
| データベースに基づいた日射量予測  | ○中村久栄(技術開発室)<br>犬飼一之・水野幸男(名古屋工業大学)   | 電気学会電力・エネルギー部門大会 2009. 08   |
| 特徴量分布に基づいた電動機固定子巻線の短絡診断   | ○中村久栄(技術開発室)<br>福井裕幸・水野幸男(名古屋工業大学)   | 電気学会電力・エネルギー部門大会 2009. 08   |
| 進相コンデンサが受配電設備内UPSの瞬低時過渡応答に及ぼす影響   | 水野 誠・箕輪昌幸(技術開発室)<br>○小池 徹・飯岡大輔・横水康伸・松村年郎(名古屋大学)  | 電気学会電力・エネルギー部門大会 2009. 08   |
| 電気設備システムの余裕と無駄に関する調査(第2報)ー変圧器、進相コンデンサ、幹線に関する検討ー                             | 小林 浩(技術開発室)<br>○留目真行(関電工)・鈴木俊之(東光電気工事)<br>山添恭夫(東芝)・渡部裕一(鹿島建設)<br>滝澤 総(日建設計)                | 電気設備学会全国大会<br>2009. 08  |
| 電力使用実態を考慮した配電系統の電力品質に関する研究(第1報)ー高圧需要家における低圧進相コンデンサの稼動状況分析ー                  | ○小林 浩(技術開発室)<br>早川泰貴・青木 睦・鶴飼裕之(名古屋工業大学)<br>梅村正人(中部電気保安協会)<br>松岡寛樹・梶川拓也(中部電力)<br>中村光一(中部大学) | 電気設備学会全国大会<br>2009. 08  |
| 電力使用実態を考慮した配電系統の電力品質に関する研究(第2報)ー高圧需要家における進相コンデンサの設置位置・運用方法による影響評価ー          | 小林 浩(技術開発室)<br>○早川泰貴・青木 睦・鶴飼裕之(名古屋工業大学)<br>梅村正人(中部電気保安協会)<br>松岡寛樹・梶川拓也(中部電力)<br>中村光一(中部大学) | 電気設備学会全国大会<br>2009. 08  |

| 件名   | 著者（発表者○）および関係者  | 発表機関・掲載誌                        |
|--|---|---------------------------------|
| 電力使用実態を考慮した配電系統の電力品質に関する研究(第3報)<br>－高圧需要家における電力品質を考慮した効果的・経済的な設備運用手法の検討－ | 小林 浩(技術開発室)<br>○松岡寛樹・梶川拓也(中部電力)<br>梅村正人(中部電気保安協会)<br>早川泰貴・青木 睦(名古屋工業大学)<br>中村光一(中部大学) | 電気設備学会全国大会<br>2009.08           |
| 正常巻線の特徴量分布による電動機固定子の短絡診断   | ○中村久栄(技術開発室)<br>福井裕幸・水野幸男(名古屋工業大学)  | 電気設備学会全国大会<br>2009.08           |
| 帯電の影響を無くした沿面放電電圧推定法の検討   | 箕輪昌幸(技術開発室)<br>○難波圭亮・角 紳一(中部大学)<br>堀井憲爾(名古屋大学)  | 電気設備学会全国大会<br>2009.08           |
| 背後電極を利用した風車ブレードの雷保護対策手法に関する実験的検討   | ○箕輪昌幸(技術開発室)<br>難波圭亮・角 紳一(中部大学)<br>堀井憲爾(名古屋大学)  | 電気設備学会全国大会<br>2009.08           |
| 進相コンデンサを有する受配電設備内UPSの瞬低時過渡応答に負荷力率が及ぼす影響                                  | 水野 誠・箕輪昌幸(技術開発室)<br>○小池 徹・飯岡大輔・横水康伸・松村年郎<br>(名古屋大学)                                   | 電気設備学会全国大会<br>2009.08           |
| 熱設備監視システム  | 高橋和宏(技術開発室)<br>長 伸朗(中部電力)<br>大河内敏博(ミツツ電機)   | 配管技術<br>2009.08                 |
| 進相コンデンサを活用した樹枝状配電系統における電圧不平衡・電圧上昇抑制                                      | 小林 浩(技術開発室)<br>○上嶋宏明・成瀬太一・青木 睦・鶴飼裕之<br>(名古屋工業大学)                                      | 高速信号処理応用技術学会<br>2009.08         |
| ハイブリッド型電力品質補償装置の無効電力制御   | 小林 浩(技術開発室)<br>○小林優太・青木 睦・鶴飼裕之(名古屋工業大学)<br>上田 玄(中部電力)                                 | 高速信号処理応用技術学会<br>2009.08         |
| 進相コンデンサを有する受配電設備内UPSの瞬低時過渡応答   | 水野 誠・箕輪昌幸(技術開発室)<br>○小池 徹・飯岡大輔・横水康伸・松村年郎<br>(名古屋大学)                                   | 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会<br>2009.09 |
| 事務所ビルの空調設備改修工事への復性能検証過程の適用に関する研究<br>第3報 機能性能試験の枠組みと完工後の運転実績              | 河路友也(技術開発室)<br>○一瀬茂弘・羽津本好弘・桐山大蔵(中部電力)<br>松田則雄(建築設備・コミッションング協会)<br>中原信生(環境システック中原研究処)  | 空気調和・衛生工学会大会<br>2009.09         |
| 事務所ビルの空調設備改修工事への復性能検証過程の適用に関する研究<br>第4報 各季節における熱源システムの最適化                | ○河路友也(技術開発室)<br>一瀬茂弘・羽津本好弘・桐山大蔵(中部電力)<br>松田則雄(建築設備・コミッションング協会)<br>中原信生(環境システック中原研究処)  | 空気調和・衛生工学会大会<br>2009.09         |
| 事務所ビルの空調設備改修工事への復性能検証過程の適用に関する研究<br>第5報 各季節における二次側設備の最適化                 | 河路友也(技術開発室)<br>○桐山大蔵・一瀬茂弘・羽津本好弘(中部電力)<br>松田則雄(建築設備・コミッションング協会)<br>中原信生(環境システック中原研究処)  | 空気調和・衛生工学会大会<br>2009.09         |
| 蓄熱システムの最適化ツールの開発と例題(第3報) 変速熱源機を用いた蓄熱・熱源システムの運転制御の評価例                     | 河路友也(技術開発室)<br>○工藤良一(蒼設備設計)<br>中原信生(環境システック中原研究処)                                     | 空気調和・衛生工学会大会<br>2009.09         |
| 負荷端に変圧器を有する受配電設備内UPSの瞬低時過渡応答   | 水野 誠・箕輪昌幸(技術開発室)<br>○小池 徹・飯岡大輔・横水康伸・松村年郎<br>(名古屋大学)                                   | 電気関係学会東海支部連<br>合大会 2009.09      |
| Just-In-Timeモデリングによる日射量予測の誤差検討   | 中村久栄(技術開発室)<br>○犬飼一之・水野幸男(名古屋工業大学)  | 電気関係学会東海支部連<br>合大会 2009.09      |
| 固定子巻線電流の特徴量に基づく誘導電動機の短絡故障診断  | 中村久栄(技術開発室)<br>○福井裕幸・水野幸男(名古屋工業大学)  | 電気関係学会東海支部連<br>合大会 2009.09      |
| 進相コンデンサを活用した配電系統の電圧上昇と不平衡の抑制手法の基礎検討                                      | 小林 浩(技術開発室)<br>○成瀬太一・上嶋宏明・青木 睦・鶴飼裕之<br>(名古屋工業大学)                                      | 電気関係学会東海支部連<br>合大会 2009.09      |
| 力率改善用進相コンデンサを活用した電圧上昇と不平衡抑制手法の分岐配電系統への適応                                 | 小林 浩(技術開発室)<br>○上嶋宏明・成瀬太一・青木 睦・鶴飼裕之<br>(名古屋工業大学)                                      | 電気関係学会東海支部連<br>合大会 2009.09      |

# 受賞・表彰の記録

## 電気設備学会賞で当社がトリプル受賞 - 施設賞、施設奨励賞、論文奨励賞 -

6月5日、東京都千代田区の如水会館に於いて、第20回電気設備学会賞の表彰式が開かれ、技術部門第一位にあたる施設賞に当社長野支店が施工協力した「エプソンイノベーションセンターの電気設備」が輝いた。同施設の電気設備はCO<sub>2</sub>排出量を60%削減。その手法として、可視光反射率95%のアルミ鏡面材で構成された太陽光自動採光追尾装置付き光ダクトの採用による、室内など自然光が期待できないエリアへの効率的な光の搬送や、不要照明をこまめに消灯するためWEB連動制御を導入した自席PCからの各照明器具の発停などがある。また、エコケーブルやLED足元灯などの設置したほか、エネルギー消費実態や太陽電池発電量を正確に把握し、計量・計測結果をセンター内で常時WEB公開するなど、ユーザの省エネルギー意識を高める工夫が施されており、今後の

電気設備技術に大きく貢献できる設備であるとして顕彰された。

施設奨励賞には内線工事が施工した「ミッドランドスクエアの電気設備工事」が、モックアップやCGによる施主への説明が画期的で、オフィスの快適な執務環境の実現や、電源システムが安全性と更新性に優れているとして選出された。

また、学術部門では技術開発室の小林研究主査が参加した「実測に基づく高圧需要家における適正進相コンデンサ容量の選定」が実用的かつ有効な論文として評価され、論文奨励賞を受賞した。

表彰式には、営業本部から丹羽本部長、井ノ口内線工事部長、長野支店から平岡営業部長、徳武技術課長、技術開発室から小林研究主査が出席しメンバーとともにそれぞれ表彰を受けた。

| 受賞名                     | 内容                            | 担当者所属       | 担当者                              | 備考   |
|-------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------------------|--|
| (社)電気設備学会<br>技術部門 施設賞   | エプソンイノベーションセンターの電気設備          | 長野支店技術課     | 徳武 千秋                            | 共同受賞<br>(株)日建設計<br>清水建設(株)<br>(株)関電工                 |
| (社)電気設備学会<br>技術部門 施設奨励賞 | ミッドランドスクエアの電気設備               | 営業本部内線工事事務部 | 井ノ口一樹<br>太田 清丈<br>藤澤 秀臣<br>丸山 栄里 | 共同受賞<br>(株)さんでん<br>ダイダ(株)<br>(株)竹中工務店<br>(株)日建設計 名古屋 |
| (社)電気設備学会<br>学術部門 論文奨励賞 | 実測に基づく高圧需要家における適正進相コンデンサ容量の選定 | 技術開発室研究開発G  | 小林 浩                             |  |



# 電気設備学会入会へのすすめ

## 1. 電気設備学会

電気設備学会は、1980年(昭和55年5月)に経済産業省(旧通商産業省)の許可を受けて社団法人として設立された。特徴は他の学会にない「企業色豊かな学会」である。産・学の分野で実務経験豊かな方や学識経験者の方々が入会されており、施工技術からアカデミックな研究まで幅の広い活動を展開している。更に、最近クローズアップされている、IT技術を導入した高層ビルや事務所ビルでの建築設備における総合システムの設備設計技術なども対象としており、実践色、企業色の濃い学会である。

当社は中部支部の設立のために積極的な活動を行い、1994年(平成6年9月)に電気設備学会中部支部設立以来、事務局を技術開発室に設置し、中部の電気設備業をリードする企業として、電気設備学会中部支部を運営する中心的な役割を担ってきている。(詳細はTDレポート24号参照)

## 2. 活動内容

電気設備学会の活動は主に以下に示す内容であるが、その他にも中部支部では独自の活動として「技術フォーラム21中部」を主催し、1時間程度の講習会と、その後の情報交換会(ライトパーティー)で企業間の交流、意見交換の場として会員相互の関係を深めることにも大いに役立っている。また、最新の技術情報や規格・基準をテーマにした講習会や、最新技術を取り入れた施設見学会をそれぞれ年に2回程度開催しており、多くの技術者が参加している。

### 【活動内容】

- ① 学会誌の発行と論文発表
- ② 全国大会の開催
- ③ 国際ワークショップの開催
- ④ 電気設備に関する各種表彰
- ⑤ 電気設備に関する自主調査研究
- ⑥ 電気設備に関する委託調査研究
- ⑦ 技術講習会、見学会の開催
- ⑧ 種々図書の出版

## 3. 入会のすすめ

当社が深く係わる電気設備に関して、学術的だけでなく、より実践的な活動を展開している電気設備学会は、当社にとって最も積極的に参画していくべき学会であると言える。平成20年度電気設備学会賞の技術部門第一位にあたる施設賞をはじめとし、施設奨励賞、論文奨励賞の各賞を受賞していることから、当社事業とこの学会とのつながりは深いことが判る。

学会活動は一般的に、企業利益の追求よりも公共に資することを目的としている。しかし、ここで活動することが技術者のレベルアップや視野の拡大に大変有効であることは、これまで数多くの実績が示している。このため、当社が技術者集団として社外からも認められる企業であり続けるためにも、電気設備学会での活動は必要なことであると考えている。技術開発室では今年の全国大会においても3件の発表を行い高い評価を得た。

技術者諸君、ぜひ、電気設備学会に入会し、お互いに研さんして技術力の向上を目指そうではありませんか。



# 各種学会・士会への加入奨励について

当社にとって個人の技術力向上は重要であり、その手段として図1に示すものなどが考えられる。

このうちのいくつかは、教育センターによる社内教育と通信教育により進められている。また、最新の技術情報や技術動向をタイムリーに得ることによる技術力向上については、各種学会・士会への加入が最も有効な方法であると考えられ、当社では社員に対し、学会・士会への加入を奨励している。

各種学会は、最新の技術や事例を会誌や見学会、講習会といった学会事業により提供しており、それらは、各個人が技術力を高めることや、お客さまへ技術的な提案やアドバイスを行う情報源として有用である。また各士会も、たとえば計装士会では、

計装工事など特定の技術分野における詳細情報の提供や見学会を行っており、同様の効果が期待できる。

こうしたことは、技術士を目指す社員にとっては有用な情報源であるとも考える。

社内に学会・士会の加入者が増えることは、当社技術レベルの向上に貢献するとともに、お客さまに対して当社技術力への信頼度をアピールすることにも繋がる。

当社業務に関係が深いと思われる学会・士会は表1の通りである。これ以外にも数多くあるので、自分の業務に関係の深い学会に参加して、技術力の向上に努めていただきたい。

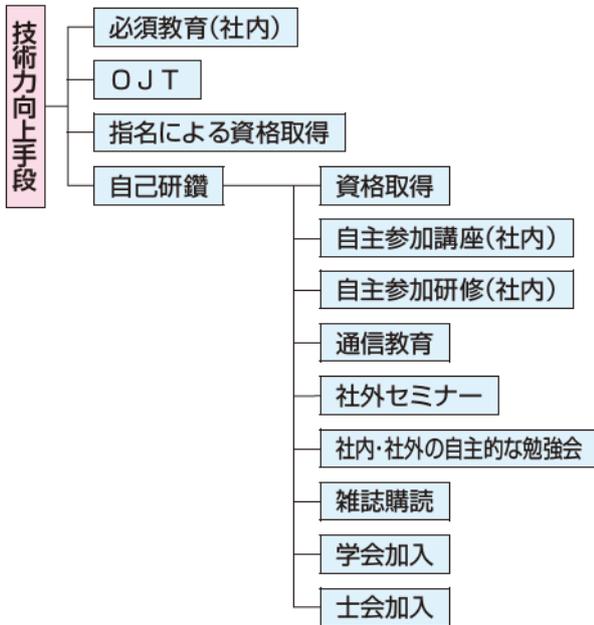


図1 技術力向上手段

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       |
| 技術士会       |
| 計装士会       |
| 建築士会       |

## 編集後記

越智社長の巻頭言に誘われて、井上丈太郎元社長の巻頭言を読みました。「…この資料(TDR)が線香花火に終わらず、定期的に継続刊行されて…」とありました。

もちろん井上元社長も線香花火に終わるか、本心から危惧しておられたわけではないでしょうが、まずは25号まで定期的に刊行できたこと、先輩の努力に感謝するとともに編集担当として安堵しています。

さて、毎年何か新しい工夫を、と頭をひねっている編集チームですが、井上元社長の、先のお言葉に続く「(本誌が)当社の『技術と信用』を高め、併せて学ぶこと、努力することの楽しさを知るための一助となることを期待する」について、皆様の評価はいかがでしょうか。(み)



### TDLレポート第25記念号

平成21年10月発行

編集

株式会社トーエネック技術開発室 TDL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



大豆油インキで印刷しています。

vol.25 記念号 TDレポート  
2009.10  
Technology Development Report

**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