

TDR

Technology Development Report

2013.10

vol.29

C O N T E N T S

はじめに

- 外へ出よう 3
取締役 常務執行役員 高木 勲

特別寄稿

- 電気設備の雷保護対策の動向 4
愛知工業大学 工学部 電気学科 教授 箕輪 昌幸

技術報告

- 進相コンデンサを活用した電力品質改善に関する研究 10
技術開発室 研究開発グループ/藤田 悠・小林 浩
- 柱間切分工具用のカムラーの開発 14
配電本部 配電統括部 技術グループ/森 剛
- 空圧設備の劣化診断機能の開発 20
技術開発室 研究開発グループ/高橋 和宏
- 新工法「地上設置型太陽光パネル用FX鋼管基礎」の開発 24
配電本部 地中線部 営業・管理グループ/深川 広則
- 太陽光発電システム工事を主体とした車両の研究 28
配電本部 市場開発部 開発グループ/長瀬 聡志
- ハイブリッド脱臭装置『デオマイスター』の開発 32
技術開発室 研究開発グループ/加藤 勇治
- 学校給食センター洗浄室および洗浄機の省エネルギー 36
技術開発室 研究開発グループ/千葉 理恵

施工事例

- 学校法人愛知医科大学新病院棟の電気設備 40
営業本部 内線部 名東営業所/太田 清文

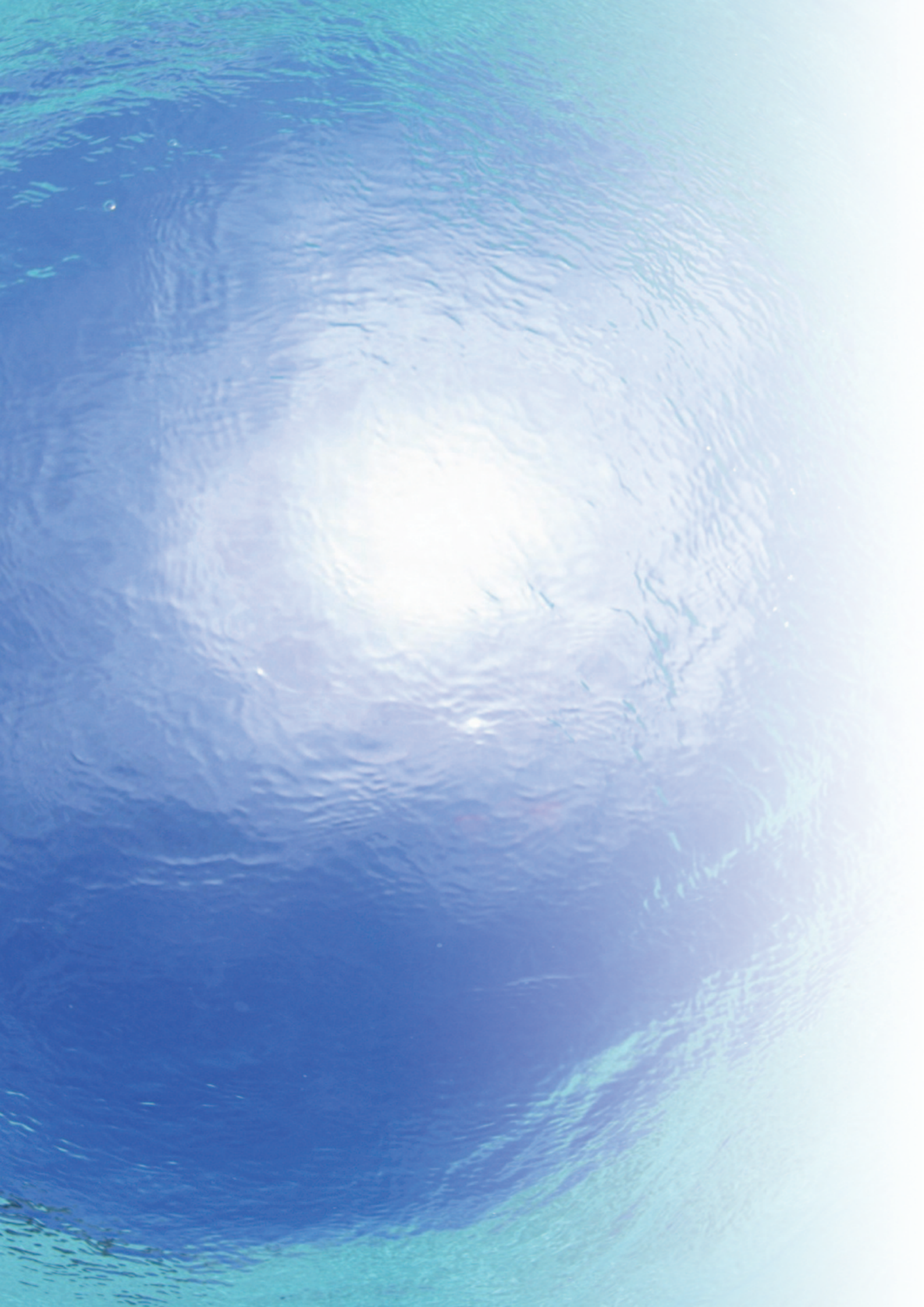
教育研修

- 大卒技術職新入社員の育成 44
教育センター 営業研修グループ/黒田 能晶

技術開発室だより

- 48

編集後記



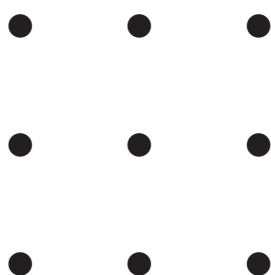
外へ出よう

取締役 常務執行役員

高 木 勲



まず、最初に頭の体操をしてみてください。
「図のように、9つの点を正方形に並べます。4つの直線を用いた一筆書きで、これらの点を全て結んでください。」



どうですか？ すぐにできましたか？ これは有名な問題なので、すでに答えを知っている方も多いと思いますが、最初に考えた時のことを思い出してみてください。答えは、インターネットで「頭の体操 一筆書き」等で検索すればすぐに出てきます。この問題を解くカギは、正方形の外に出ることです。一筆書きという条件から、点の部分で直線が向きを変えろと思いついてしまうと、正方形の中から出られなくなり、絶対に解けません。

皆さん、これと同じような考え方で仕事をしていませんか？ 定型的な作業をするだけでなく、設計や研究開発のような新しいものを生み出す仕事をしている人でも、無意識に思考の範囲を決めてしまい、もっと良いやり方があるのに、逃していることがあるのではないのでしょうか。

現在当社は、大変厳しい状況に置かれています。国内企業・工場の海外移転が進むなか、厳しい受注・価格競争にさらされているうえ、親会社である中部電力からも厳しいコストダウンの要請が来ております。このような状況を打破し、当社がさらに伸びて行

くには、正方形の外へ出る発想の転換が必要不可欠です。

では、どうすれば正方形の外へ出られるのか？ そのためには、現状をもっとよく観察し、問題点や課題を感じるのだと思います。現状はうまくいっていても、あるいはうまくいっているように見えても、今日は少し変だったなとか、ちょっと手間取ったなとか、そんな経験はありませんか？ そんな時こそ、その原因をよく考え、もっと良くする方法を探っていただきたいと思います。なかには、課題はたくさん認識しているのに、改善の方法が分からない、言っても誰も聞いてくれないという人もいるかもしれません。そんな人はぜひ他部門や立場の違う人を巻き込んで、議論をしてみてください。きっと正方形の外に出る良いアイデアが生まれることと思います。

「3人寄れば文殊の知恵」と申します。これは言うまでもなく、現状の枠組みから抜け出し、良いアイデアを生むためには、一人で考え込むよりも、3人で議論した方が、ずっと効果的であるという意味です。また、同じ3人でも知識や経験、立場の異なる人たちの方が、より良いアイデアが生まれます。

社員の皆さん一人一人が、現状に満足することなく、より良い方法、より良い提案を目指して常に改善し続けることが当社の発展を支えていく原動力になると確信しております。ぜひ普段から日常の課題をとらえ、改善案を検討する活動を進めていただくことをお願いいたします。

このTDLレポートには、課題を解決するべく、さまざまな知恵を凝らして検討した内容が記載されています。この冊子が、皆さんが正方形の外へ出るためのアイデア発掘の一助となることを期待しております。

電気設備の雷保護対策の動向

愛知工業大学
工学部 電気学科
教授 箕輪 昌幸



1. はじめに

昔の雷災害は人体と建築物に関係することが大きな問題であった。残念ながら今でも落雷に遭い亡くられる方はいる。産業革命後の19世紀後半に人類が電気エネルギーを利用するようになると、発電所、変電所ならびに電気を輸送する送電線、配電線が多く建設されるようになった。それとともにこれらの設備は雷害問題に悩まされることとなり、その対策のために多くの研究と技術開発が行われ、雷による停電は以前より格段に少なくなった。

今日の高度情報化社会では、多機能携帯電話やパソコンなどの高度情報通信機器が増加し、家電製品も含めてあらゆる機器がネットワーク化されるとともに雷被害がかなり増えている。便利さ豊かさを求めているのが実情である。そのため、産業発展、技術革新に合わせた雷対策、雷保護が求められている。

近年はエネルギー資源問題、地球環境問題より世界各国で再生可能エネルギーの利用が注目されている。日本では、「低炭素社会の実現」に向けて、「国民の全員参加」により太陽光発電の普及拡大を目指すため、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が2012年7月に施行され、太陽光発電設備の導入が急速に増えている。

再生可能エネルギーによる発電は、石炭石油等による火力発電と違い、設備建設後の燃料費およびメンテナンス費用はほとんどかからないと考えられていた。しかし、これらの設備が多く導入されるに従って、新たな雷害問題も顕在化し、対策技術の開発、規格等整備が現在行われている。

本稿では、電気設備関係の最近の雷保護対策の動向について示す。

2. 雷現象

落雷に電気的な性質があることを実証したのは1752年のフランクリン等である。それ以降、多くの観測、実験等により、少しずつ雷現象が明らかにされてきた。しかし、まだまだ多くの事が不明である。ここでは、先ず雷現象について明らかにされていることを示す。

2.1 雷現象の概要

夏季に夏の強い太陽光によって地表付近の空気が強く加熱され、それがもとになって生じる積乱雲が雷雲に成長すると、雷放電を発生し始める。その一部は、大地への雷放電（落雷）となる。地表面等にできる落雷の痕跡は直径数cm以下である。したがって雷放電路もこの程度の太さと考えられている。このように直径数cm以下の放電路に瞬間的に大電流が流れるため、放電経路は30,000℃程まで加熱される。ゆえに、放電経路は白く輝くと共に、瞬間的に空気は高圧となって周囲に膨張し、次の瞬間、収縮する。雷鳴はこの空気の膨張と収縮によって生じる。

地球全体における雷放電の頻度は数10から100個/秒程度である。

2.2 雷雨日数と大地落雷密度

耐雷設計のデータとして、雷の頻度は重要なパラメータになる。ある地域への落雷回数の概略の把握には、一般に年間雷雨日数が使用されている。図1は、緯度及び経度をそれぞれ15分間隔（日本では大略25×27.5km）で区切った地域内における年間雷雨日数をもとに作成した年間雷雨日数分布図（IKLマップ、Isokeraunic Level Map）である。現在わが国で使用されている年間雷雨日数分布図は、1954～1963年度の10年間の観測結果の平均で

ある。これによると、関東北部、岐阜県、琵琶湖周辺、北陸、九州南部などで雷が頻繁に発生し、35日以上に及ぶところもある。

年間雷雨日数 (T_0) と落雷密度 (N_0) との相関関係はある程度把握できることから、従来より我国では次式を用いてきた。なお、次式では、 $T_0=IKL$ である。

$$\text{落雷密度 } N_0 = 0.1 \times T_0 (\text{回}/\text{km}^2/\text{年})$$

被害は基本的には、雷放電の数に比例すると考えてよいので、実際に雷放電した数を観測することが求められている。

電磁界観測を基にした落雷位置標定システムが1970年代に開発され、現在はその性能が向上し、落雷位置標定システムによる落雷頻度マップはIKLマップに代わるものとして期待されている。

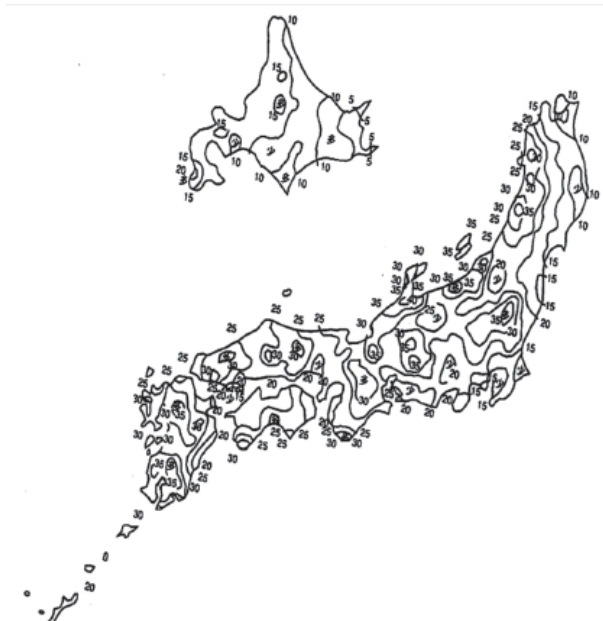


図1 年間雷雨日数分布図(1954年~1963年、10年平均)

3. 雷被害の現状と対策の基本

3.1 雷被害の調査

損害保険会社のデータによれば、2003年を基準として、2008年は被害件数が3倍になり、落雷による1件当たりの支払額は、12万円から19万円へ増加している。また住宅での被害率は、2008年の場合0.64% (世帯/年) で、日本全体の年間の被害額は住宅関係で約253億円、全体では1,000億円から2,000億円と推定されている。また、雷被害の発生頻度を雷雨日数に注目してみても、図2に示すように、増加傾向にある。なお、図2は機器が雷被害を受けた

住宅の発生率(1年間に被害を受けた世帯の割合 [%/年/雷雨日数])を示している。このように今日、設備・機器を中心に雷被害が増加する傾向がみられる。表1は被害家電機器のワースト5の推移を示している。高度情報化社会の進展とともに情報通信機器の被害が増加していることがわかる。

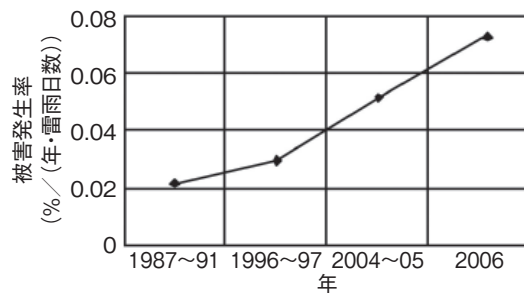


図2 雷被害発生率の推移

表1 被害家電機器のワースト5の推移

順位	年	1987 -1991	1996 -1997	2004 -2005	2006
1		テレビ	多機能電話	多機能電話	パソコン
2		電話	テレビ	パソコン	多機能電話
3		ビデオ	電気温水器	テレビ	テレビ
4		電気温水器	ビデオ	電気温水器	エアコン
5		エアコン	パソコン	エアコン	電気温水器

3.2 雷サージの侵入

雷サージは様々な所から侵入してくる。電気・電子機器を設置する一般家庭を考えた場合、雷サージ侵入経路は図3に示すように、①電源線(低压配電線)、②接地、③アンテナ、④通信線がある。接地は建物内に入った雷サージが出ていくところ、というイメージが強いが、雷サージの侵入口にもなる。

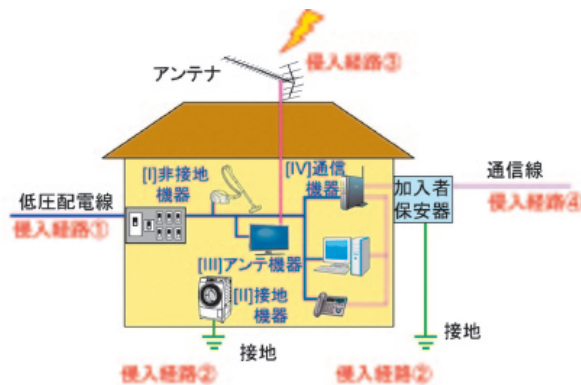


図3 一般住宅への雷サージ侵入経路

雷サージは直撃雷と誘導雷に分けられる。直撃雷は、建物のテレビアンテナ、工場やビルなどの避雷針への落雷が考えられる。建物や建物近傍の樹木など

に落雷すると、雷電流の一部が配電線へ逆流して配電線に過電圧が発生し、それに接続されている機器が損傷することがある。これを普通、逆流雷と呼んでいる。また、建物近傍への落雷時は、落雷地点の大地電位が上昇し、配電線、通信線から雷サージが建物内に侵入することもある。これに対し、誘導雷は、電源線（低圧配電線）や通信線近傍の木々などに落雷があった場合、雷電流による電磁界の急変により発生する雷過電圧である(図4参照)。

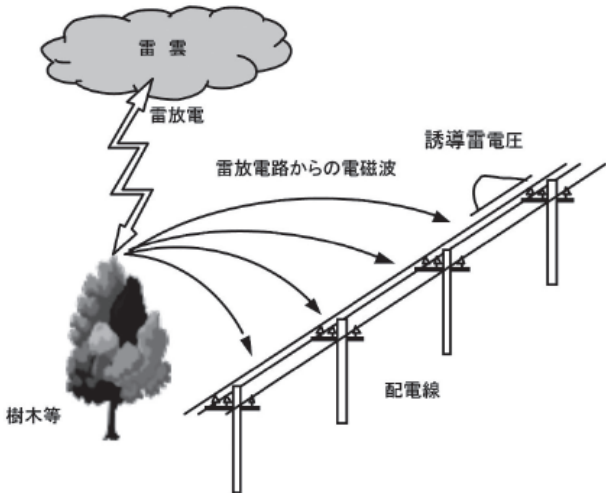


図4 配電線路の誘導雷

建物内に侵入した雷サージは、電気・電子機器に様々な影響をおよぼす。機器に雷サージが侵入すると、雷過電圧による電子部品の破壊、機器内でのスパークオーバーによるアーク続流でのヒューズ溶断、プリント基板の焼損が発生することがある。また、雷サージ電流が装置内に入った場合、電子部品等の焼損、雷サージ電流の通過による基板内での誘導電圧とそれによる機器故障や機器の誤動作が発生する。図5はオフィスビル等に侵入する雷サージの経路とビル内での雷サージの経路の例を示している。基本的には一般家庭と同じである。図6は、建物内に設置された制御装置の電子回路基板が雷サージで損傷した例である。

需要家内へ侵入する雷サージについてはいくつかの観測がなされており、観測結果の例を図7、図8に示す。図7は配電柱上の変圧器から需要家への引き込みに発生した雷過電圧の波高値の累積頻度分布の例である。図8は低圧引込線で測定された電流波高値の累積頻度分布の例である。これらより、低圧引込線から侵入する雷サージは概ね1kV以下、1kA以下と推測できる。

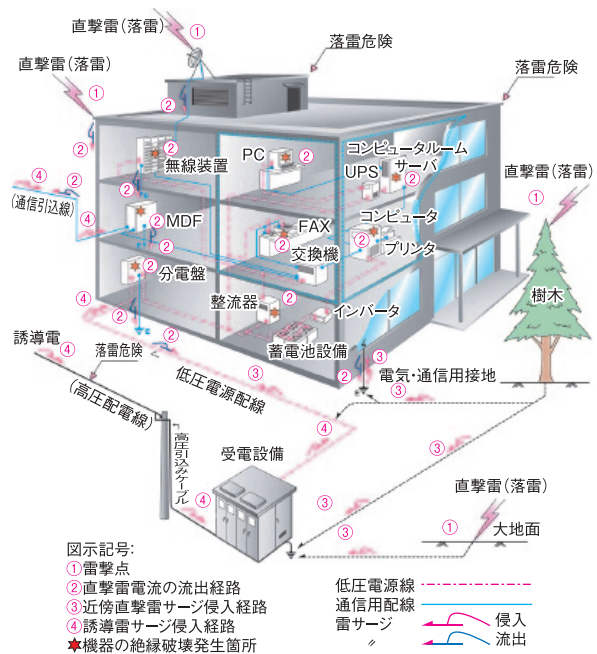


図5 オフィスビル等における雷サージの侵入経路
(出典：日本雷保護システム工業会「雷害対策設計ガイド」、2007)

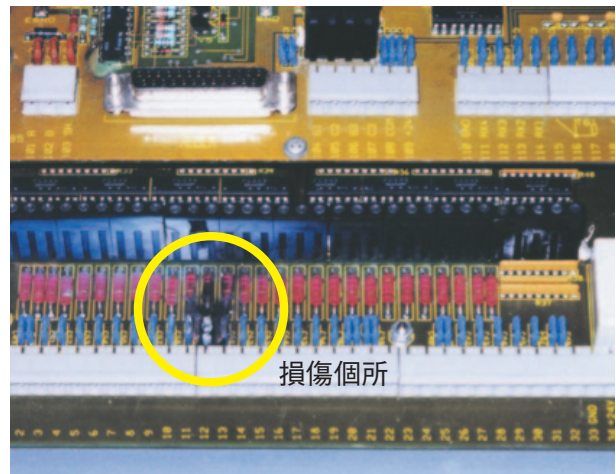


図6 電子回路基板の雷被害の例

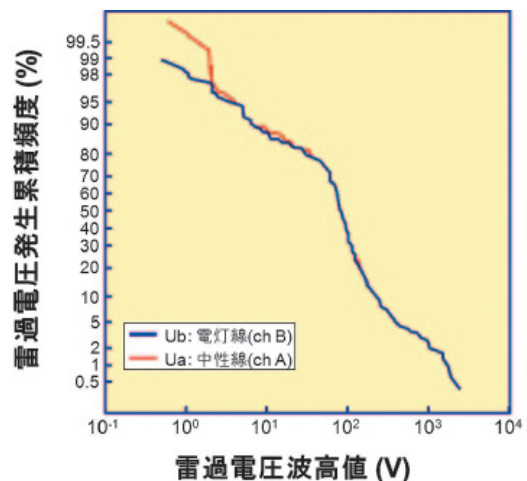


図7 雷過電圧波高値累積度数分布

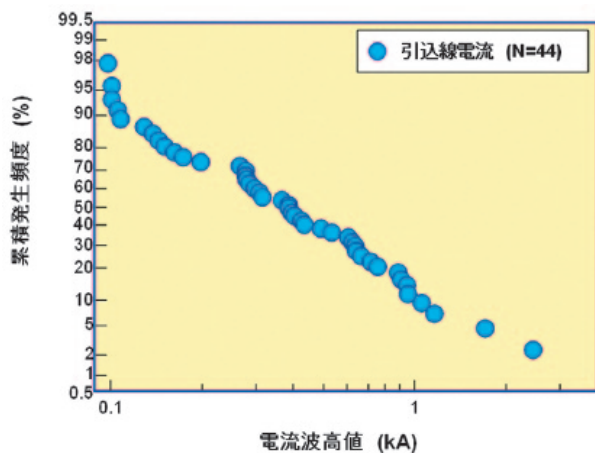


図8 低圧引込線電流波高値の累積度数分布

3.3 雷サージ対策の基本

雷サージ対策を実施するときの基本的な考え方を図9に示す。雷サージ対策の基本の一つは、落雷電流によって、電磁的にケーブルなどに発生が想定される雷サージを抑制することであり、他は、施設内等に侵入してしまった過電圧を機器の故障しないレベルまで低減させることである。言い換えれば、雷サージを入れない（発生させない）、雷サージを保護物の耐量以下に抑制することである。そのため、具体的には次のことを検討し実施していくことになる。

- ① 雷保護ゾーンの設定
- ② 磁気遮蔽と誘導ループ面積の低減
- ③ 接地と等電位ボンディング
- ④ SPDによる過電圧の抑制
- ⑤ 絶縁化による雷サージ侵入防止

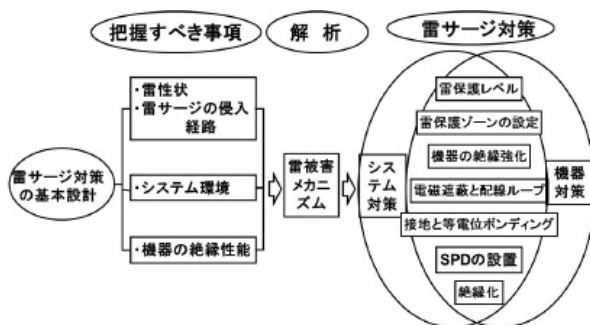


図9 雷サージ対策の基本的な考え方

4. 雷保護関連規格の現状と動向

我が国はWTO（世界貿易機関：World Trade Organization）に加盟しているためJISの国際規格（電気関係はIEC規格）への整合化が求められている。雷保護関係の規格もこれに従い整備が進められてい

る。しかしながら、関連法規、業界、官庁間の調整等に手間取り、整合化が不十分なところもある。

雷保護規格の総合的な構成は、現在図10のようになっている。また、これに関連して雷保護を付属的に規定しているJISも多くある。

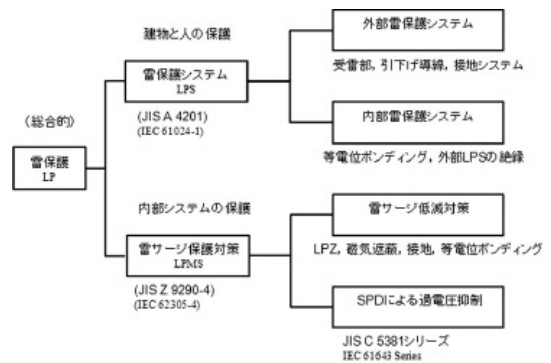


図10 雷保護 JISの基本構成

注)LP:Lightning Protection、LPS:Lightning Protection System、LPMS:LEMP Protection Measures System、LEMP:Lightning Electromagnetic Impulse

今後、JISの国際規格への整合化をスムーズに行うことが求められるであろう。これに対応するためには、産官学が連携を強化し、より積極的に国際規格の整備に加わり、JISを国際規格にするような積極的な動きが必要であろう。

5. 雷保護対策の設計・施工

基本的には規格に沿って対策を行う。建物などの構造物への落雷に対しては、避雷針等の外部雷保護システムで保護対策する。電源線や通信線等からの雷サージ侵入に対しては3.3節で示した基本的な考え方に基いて設計・施工を行う。特にSPDIによる過電圧の抑制は有効な対策手法である。

基本的な形を図11に示す。電源線や通信線等に発生または侵入した雷サージは各種ラインの引込口部にSPDIを設置することで、雷サージを接地側へ分流させて、保護領域内への侵入を阻止することができる。SPDIは、雷サージを機器のインパルス耐電圧値以下に抑制、機器の絶縁破壊を防ぐとともに、雷サージを分流させる機能を備えている。

図11では、接地側から雷サージが侵入した場合は、電源線や通信線へ雷サージを分流させ保護領域内を守ることができる。

図11に示すように、SPDIによって接地側へ分流した雷サージは接地から大地へ放流される。したがって雷電流の流れ込みに対して電位上昇をできるだけ抑制することが望ましく、接地抵抗値は小さい方がよ

い。また、各機器間の電位差を最小とするためにそれぞれの接地は、共通接地または連接接地とするのがよい。

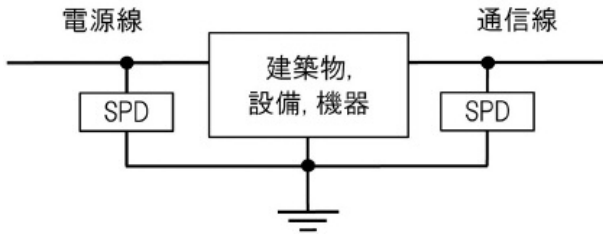


図11 SPDを利用した雷サージの侵入阻止

上記および雷保護ゾーンを考慮した雷保護のモデル図を図12に示す。同図に示すように雷対策では複数のSPDがその用途によって選定され、それらが動作協調して保護物を雷サージから守る。そのため、SPDの選定においては、動作電圧の他に電流耐量、応答速度にも注意が必要である。

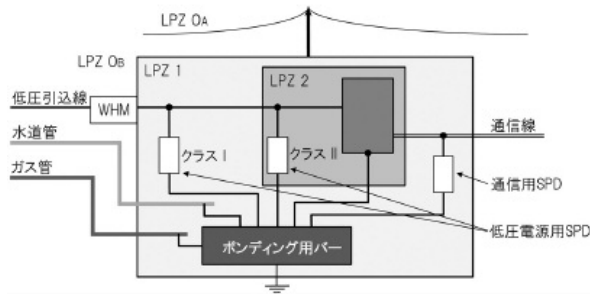


図12 雷保護ゾーンとSPD

SPDによる対策は、効果はあるがこればかりに頼るのではなく、その他の対策も組み合わせ総合的に雷対策の設計・施工を行うことが必要である。

低圧機器の雷サージ耐量に関しては、耐電圧を定める規格が制定され始め、企業によっては独自に対策を行った製品を提供しているが、情報が少なく未整備に近い状況である。したがって、雷保護対策においては、このような現状を考慮して設計・施工を行う必要がある。

最近では海外製品も多く国内に入ってくるようになったが、国内の規格、インフラ等がそれらに十分対応できない場合もある。海外製品の導入、利用においては、国内製品より注意して問題点をなるべく早く把握し、設計変更、製品変更がスムーズにできるようにすることも必要である。

6. 太陽光発電設備における雷害対策

太陽光発電システムの設置は、再生エネルギーの

固定価格買取制度によって急激に増えている。一方、太陽光発電は、太陽光エネルギーを電力に変換するシステムであるため、当然のことながら屋外に設置され、直撃雷に曝され、雷の影響を大きく受けると予想される。そのため太陽光発電システムを安定稼働させ、社会的損失を低減する信頼度の高い雷対策が必要である。

太陽光発電システムの雷被害状況については、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が2005年から4年間にわたり調査等を行い、フィールドテスト事業で導入された10kW以上の太陽光発電システムに関して、雷被害の状況を報告している。この報告では、雷以外の原因による被害も含めた全被害件数のうち、雷による被害は17~30%であり、被害のないものも含めた全調査対象数に対しての雷被害発生率は1~2%程度と示している。同報告による太陽光発電システムの部位別の被害件数割合と被害額割合を表2に示す。

被害件数は計測システム関係およびパワーコンディショナ(PCS)関係が多い。これらの被害原因は、ほとんどが誘導雷によるものと推定されている。計測システムの被害件数が多いのは、繊細なセンサー部が雷サージの影響を受けやすいためと思われる。また、PCSの被害件数が多いのは、PCSには各種のケーブルが多く接続され、雷サージの侵入経路が多いことが理由の一つと考えられる。

被害額はPCSの関係する場合において大きくなっている。これはPCS単体の価格が高いことが理由の一つである。PCS損傷時はその復旧に時間がかかり、発電停止による二次的な損失も大きいため、PCSは特に雷対策が必要な機器である。

表2 太陽光発電システムの部位別の雷被害割合

部位別	被害件数割合(%)	被害額割合(%)
計測システム単体	34	9
計測システムと表示装置	16	9
表示装置単体	8	2
PCS単体	21	31
PCSと計測システム	15	14
PCSと計測システムと表示装置	4	17
アレイ単体	1	被害額不明
全体	1	18
総計	100	100

参考：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構：「太陽光発電システム雷害の状況・被害低減対策技術の分析・評価などに関する業務」報告書、平成21年度成果報告書、2009

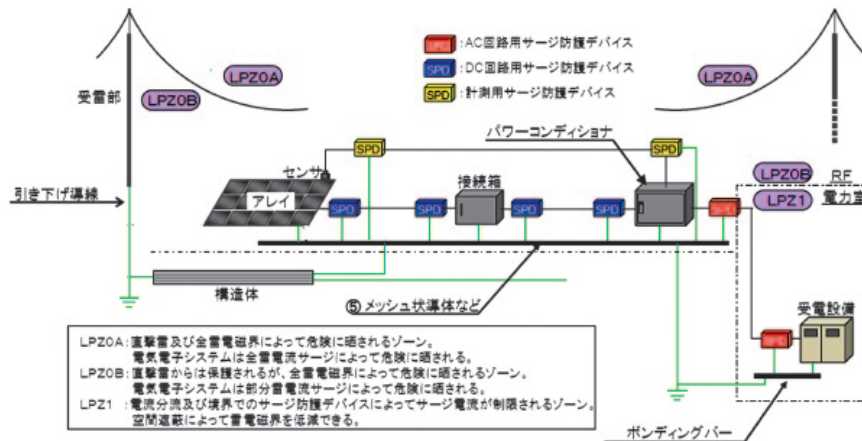


図13 太陽光発電システムの雷保護の概要例

出典：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構：「太陽光発電システム雷害の状況・被害低減対策技術の分析・評価などに関わる業務」報告書、平成21年度成果報告書、2009

太陽光発電システムにはさまざまな形態があるため、それに合わせた雷保護を行うことになる。図13には太陽光発電システムの雷保護の概要例を示す。雷保護システムの基本的な考え方は変わりなく、先ず避雷針等の受雷部の設置による外部雷保護システムで直撃雷から保護する。次に内部雷保護システム、電気及び電子システムの雷保護システムで雷サージの侵入から機器設備を保護する。NEDOの報告書では、被害原因のほとんどが誘導雷によるものと推定されているため。まず、誘導雷対策を重点的に行うことが必要と考えられる。

対策においてDCラインにSPDを設置する場合には、SPDの続流遮断性能、電流耐量、最大連続使用電圧に留意する必要がある。

太陽光発電システムの雷保護に関する規格としては、JIS C 8962：2008「小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法」があるが、それ以外は現在審議中である。JIS C 8962：2008では雷インパルス耐電圧を定めているが、電流耐量に関することは決められていないため、実際の雷対策においては、雷対策に精通した技術者等の助言を参考にし、耐電圧の他に電流耐量も考慮することが必要である。

7. おわりに

雷保護対策は、古くて新しい問題である。新しい産業、技術が創出されれば、それに対して適切な雷保護対策が必要となってくる。そして雷保護対策は、雷を無くすことはできないため、雷と共存する考え方を行うことが必要である。電気設備の雷保護対策の動

向に関して述べたが、雷保護対策を行なう方の参考になれば幸いである。

参考文献

- (1) 電気設備学会 電気・電子機器の雷保護検討委員会編：「電気・電子機器の雷保護」、電気設備学会、2011
- (2) 日本雷保護システム工業会：「雷害対策設計ガイド」、2007
- (3) 宮島清富、横山茂：「低圧配電線における雷過電圧の測定とその発生メカニズム」、電中研研究報告No.T01026、2002
- (4) 電気共同研究：「配電システムの接地設計の合理化」、第63巻、第1号、2007
- (5) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構：「太陽光発電システム雷害の状況・被害低減対策技術の分析・評価などに関わる業務」報告書、平成21年度成果報告書、2009
- (6) JIS C 8962：2008「小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法」
- (7) 日本雷保護システム工業会：「自然の脅威 雷被害」、2011

略歴

箕輪 昌幸

平成6年3月

名古屋大学大学院工学研究科(電気工学、電気工学第二および電子工学専攻) 博士課程後期課程 満了

同年4月

株式会社トーエネック入社、FS研究所、技術開発室に在籍

平成21年7月

技術開発室 研究主査

平成23年4月

愛知工業大学 工学部電気学科教授、現在に至る

博士(工学)

進相コンデンサを活用した電力品質改善に関する研究

1 はじめに

進相コンデンサ（以下、SC）は需要家電気設備に不可欠な設備であるが、過剰な容量選定や自動力率調整装置の普及の遅れにより、過剰な進み力率による電圧上昇や、直列リアクトル（以下、SR）なしSCによる高調波拡大など配電系統の電力品質悪化の要因となっている。また、今後住宅用太陽光発電設備のような単相機器が増加すると、配電系統の電流不平衡により電圧不平衡が発生し、前述のSC過剰設置による電圧上昇も相まって配電系統の適正電圧維持に支障が出る可能性もある。

このような背景から、本研究では高圧需要家のSCを有効に活用し、配電系統や高圧需要家の電力品質を改善する手法を検討し、高圧需要家向け及び配電系統向けに新しいSC制御手法を開発した。本稿ではその概要を紹介する。

2 高圧需要家向けのSC制御手法の開発

2.1 高圧需要家におけるSCの現状

高圧需要家における三相変圧器とSCの概略単線結線図を図1に示す。高圧需要家は、受電点力率を改善するためにSCを設置する。受電設備容量300kVA以下程度の小規模設備では、図1(a)のように、高圧側にSRなしSCを常時接続するケースが多いのが現状である。この結線の場合、夜間など軽負荷時には受電点力率が過剰に進んでしまうため、フェランチ効果による配電系統の電圧上昇が発生する可能性がある。これに対し、図1(b)に示すように、自動力率調整装置（以下、APFC）によってSCを開閉制御すれば、過剰な進み力率を抑制できる。また、低圧側にSCを設置することで、変圧器損失を低減でき、負荷機器から配電系統に流出する高調波電流を低減できるメリットもある。このためAPFCを普及させることが望ましいが、コスト面での課題もあり設置率は低いのが現状である。そこで、APFCの設置に対し過剰な進み力率の抑制以外の電力品質面での付加価値を与えることで、APFCの設置メリットをより大きくすることを目的に、新しいSC制御手法を開発した。

従来のAPFCは、力率または無効電力のみを監視し受電点力率を100%に維持するように、SC投入容量を決定する。本研究では、力率以外の電

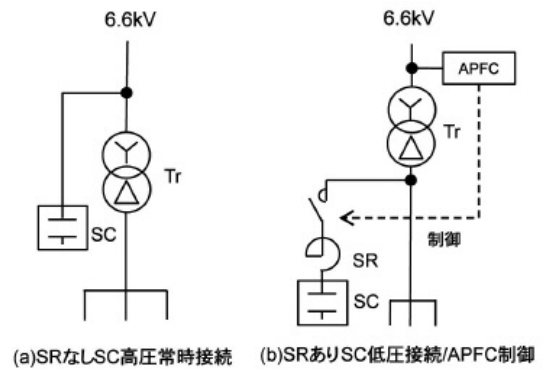


図1 三相変圧器とSCの単線結線図例

力品質として、高調波流出電流と負荷電圧にも着目し、これら3つの電力品質を総合的に改善するSC制御手法（以下、提案法）を開発した。

2.2 制御手法の概要

提案法の概要を説明する。3つの電力品質項目はそれぞれがトレードオフの関係にある。トレードオフとは、一方を追求すれば他方を犠牲にせざるを得ないという状態を指す。例えば、配電系統への高調波流出電流を小さくするには、SR付きSCの投入容量を大きくすればよいが、SC投入容量が過大になると、過剰な進み電流により負荷電圧が上昇し、受電点力率が過剰な進みになるという問題が発生する。そこで、このトレードオフの問題を以下の手法により解決した。提案法では、第5調波流出電流・受電点力率・負荷電圧を対象とし、(1)式により定義される目的関数 ε を用いて、 ε が最小となるようにSC投入容量を決定する。

$$\varepsilon = w_1 \times \alpha + w_2 \times \beta + w_3 \times \gamma \quad (1)$$

$$w_1 \times Ave(\Delta\alpha) = w_2 \times Ave(\Delta\beta) = w_3 \times Ave(\Delta\gamma) \quad (2)$$

第5調波流出電流評価指標 $\alpha = I_{rp5th} / I_{h5th}$

受電点力率評価指標 $\beta = |1 - PF_{rp}|$

負荷電圧評価指標 $\gamma = |100 \times (210 - V_{Load}) / 210|$

Ave : 全SC投入パターンの平均値

I_{rp5th} : 配電系統へ流出する第5調波電流 [A]

I_{h5th} : 高圧需要家で発生した第5調波電流 [A]

PF_{rp} : 受電点力率

V_{Load} : 負荷電圧 [V]

w_i : 各指標に対する重み係数 ($i = 1, 2, 3$)



重み係数 w_i は、目的関数 ε が特定の評価指標の影響を強く受けすぎないようにするための係数であり、(2)式で計算する。ここで、 Δ はSC一台当たりの評価指標の変化率であり、SC投入台数により変化率が若干異なるため、SC投入台数毎の平均値とした。そして変化率に重み係数を乗じた値を等しくすることで、評価指標の影響度を均等化している。

なお、高調波流出電流として第5調波(300Hz)を対象としたのは、インバータなどから発生する高調波電流の中で最も発生量が大きいためである。

第5調波流出電流評価指標 α は、第5調波電流のうち配電系統へ流出する電流の負荷機器から発生する電流に対する比率である。受電点力率評価指標 β は、目標力率1との乖離度合いを示している。また、負荷電圧評価指標 γ は、負荷電圧の目標値である210Vとの乖離度合いを示している。よって、それぞれの評価指標が小さいほど電力品質が向上するため、結果として目的関数 ε が最も小さくなるようにSCを投入することで、高圧需要家における総合的な電力品質改善を実現できる。

2.3 実験による検証

提案法の有効性をシミュレーション及び実験にて確認した。図2と図3に実験回路モデルと実験回路の写真を示し、表1に実験条件を示す。実験回路は、高圧需要家の三相変圧器、SC、負荷機器を模擬している。配電系統に見立てた安定化電源から、三相変圧器に見立てた変圧器とリアクトルを介して、高調波電流を発生しない負荷機器(線形負荷)と高調波発生機器に電源供給する回路とした。高調波発生機器には、インバータ駆動の誘導電動機を用いた。インバータ回路種別は、三相ブリッジ(コンデンサ平滑)で、インバータの直流側と交流側にリアクトルを設置している。

実験では、提案法をプログラム化して実装したSCコントローラと従来型APFC(以下、従来法)を用意し、それぞれの手法でSC投入台数を制御した場合の電力品質を比較した。

なお、配電系統の高調波電圧の影響を除くため、安定化電源の電圧波形は60Hzの基本波成分のみとし、高調波電圧含有率はゼロとした。

三相スライダックによって、線形負荷の消費電力を変化させた場合の電力品質を、従来法と提案法と比較した結果を図4に示す。

図4より以下のことが分かった。

- ・ 図4 (a) より、提案法では受電点(変圧器1次側)の進み力率を抑制できているのに対し、従来法では常に力率は進みである。
- ・ 図4 (b) より、提案法では目標値(210V)付近に制御できているのに対し、従来法では目標値よりも高めに制御されている。
- ・ 図4 (c) より、従来法に比べ、提案法では高調波流出電流が若干大きめに制御されている。

トレードオフの関係を考慮すれば、すべての電力品質項目をSC投入制御のみで従来法よりも向上させることは困難ではある。しかし、力率と負荷電圧は向上していることと、重み係数を調整すれば高調波流出電流を低減させるようにSC投入容量を制御することも可能であり、総合的な電力品質の改善に有効な手法であると考えている。

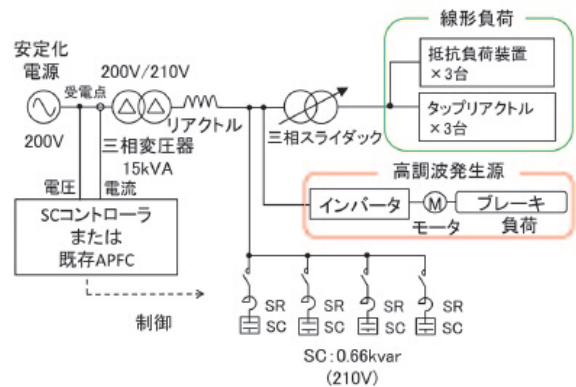


図2 実験回路モデル

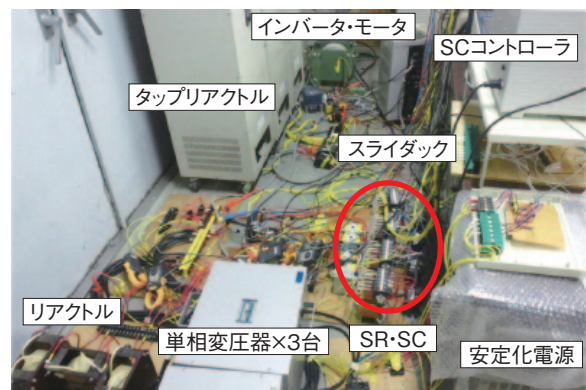
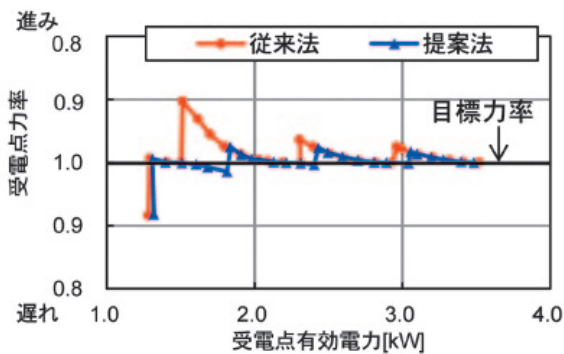


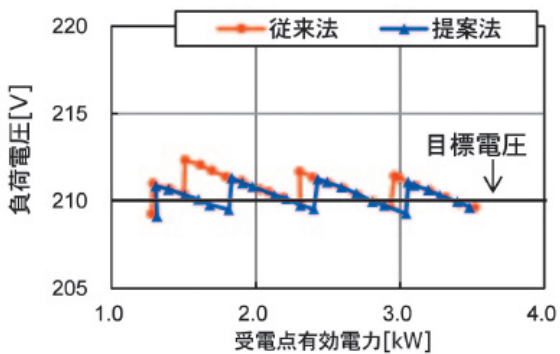
図3 実験回路の写真

表1 実験条件

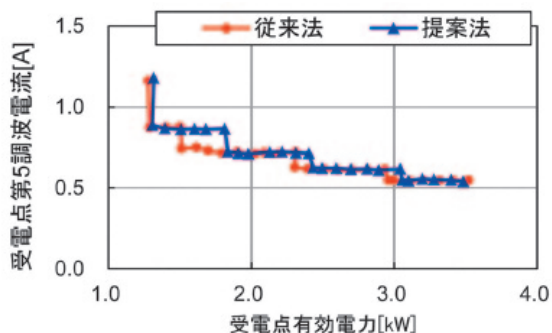
項目	定格
変圧器+リアクトル%インピーダンス	5.87%
SR容量	SCの6%
負荷力率	遅れ約0.7
高調波発生源出力(一定)	1kW
高調波指標: 重み係数 W_1	5
力率指標: 重み係数 W_2	15
電圧指標: 重み係数 W_3	1



(a) 受電点力率



(b) 負荷電圧



(c) 高調波流出電流

図4 従来法と提案法による需要家電力品質の違い

3 配電系統向けのSC制御手法の開発

3.1 配電系統における電圧不平衡の現状

配電系統の電圧不平衡は、一般的に3%を上限に管理されている。一方で近年の太陽光発電システムの急速な普及により電圧上昇の問題が顕在化しつつあり、電圧不平衡率は3%以下であっても、ある特定の相で電圧が適正範囲を逸脱すると、その相に接続された太陽光発電システムに、出力抑制などの影響が発生する可能性がある。このことから、近年では電圧不平衡を電圧上昇と合わせて考える必要がある。

配電系統の電圧を調整する機器としては自動電圧調整器(SVR)があるが、三相一括で調整するため電圧不平衡の抑制は困難である。そこで本研究では、単相SCを用いて電圧不平衡を抑制する手法を検討した。

3.2 制御手法の概要

図5の配電系統モデルを用いて概要を説明する。配電系統中間の高圧需要家には一般的に使用される三相SCが接続されており、末端の高圧需要家に単相SCを接続する。単相SCは各線間に接続されており、相毎に開閉可能である。このような配電系統において単相SCと三相SCが協調し、単相SCで電圧不平衡を抑制しながら、三相SCで配電系統全体の電圧調整を行うSC制御手法(以下、協調制御手法)を開発した。

単相SCの制御アルゴリズムを図6に示す。図中の「最大相」とは三相電圧で最も電圧が高い相を意味し、「最小相」は最も電圧が低い相を意味する。単相SCの制御手法は、最大相電圧が適正範囲を逸脱した場合には当該相のSCを開放し、最小相が適正範囲を逸脱した場合には当該相のSCを投入するという単純なものである。これに対し三相SCは、従来APFCと同様に、接続点の力率を100%に維持するように制御する。

また、適正範囲を逸脱してからSCを制御するまでの整定時間を三相SCは15秒、単相SCは5秒とし、単相SCの方が早く動作するようにした。これにより、三相SCと単相SCの間において、通信等による情報のやり取りなしで、両者の協調を図っている。

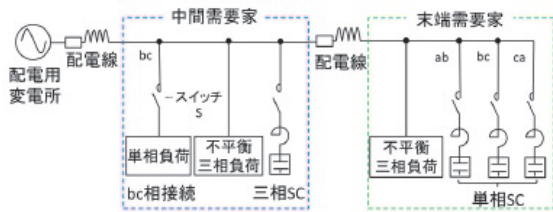


図5 配電システムモデル

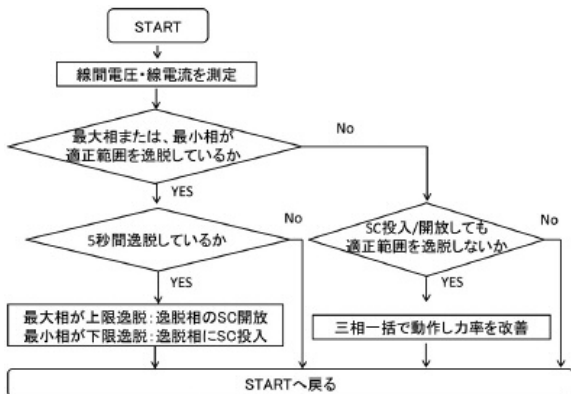


図6 単相SCの制御アルゴリズム

3.3 シミュレーションによる検証

協調制御手法の有効性をシミュレーションにて確認した。シミュレーションには、電気回路の過渡現象を実時間で計算可能なリアルタイムシミュレータを用いた。シミュレーションに用いた配電システムモデルは図5と同じであり、表2に具体的なシミュレーション条件を示す。電圧適正範囲は6,550V~6,650Vとした。シミュレーション開始から25秒後に図5のスイッチSが入り、負荷の不平衡状態を変化させた場合に協調制御手法により、配電システムの適正な電圧調整が可能であることを確認した。

シミュレーション結果を図7、8に示す。シミュレーション開始直後はab間電圧とbc間電圧が電圧適正範囲の上限を逸脱、単相負荷投入後にはbc間電圧が電圧適正範囲の下限を逸脱しているが、これらの相の単相SCを順次開放/投入している。さらに単相SC動作後に中間需要家の三相SCが動作しており、想定通りに協調動作していることが分かる。また、これまでと同様の条件で、単相SCを従来のAPFCと同様に、三相一括で開閉する（以下、三相一括手法）シミュレーションを行い、配電システム末端の電圧不平衡率を協調制御手法と比較した結果を図9に示す。図9より、三相一括手法は電圧不平衡率を抑制できないが、協調制御手法では抑制できることが分かる。

4 おわりに

需要家向けのSC制御手法は、平成22年に特許出願済みであり、スマートグリッド等の次世代配電システム向け技術として将来活用する予定である。配電システム向けのSC制御手法は、配電システムでの実用化を目指し、継続して研究を進める予定である。

以上

表2 シミュレーション条件

項目	値
変電所送り出し電圧	6675V
電源インピーダンス	$j0.389\Omega$
配電線インピーダンス	$0.149 + j0.381\Omega$
中間需要家（三相SC設置）	
負荷	ab相 100kW 20kvar
	bc相 150kW 30kvar
	ca相 100kW 20kvar
単相負荷（bc相）	60kW 60kvar
SC容量（各相）	20×2 kvar
末端需要家（単相SC設置）	
負荷	ab相 120kW 20kvar
	bc相 150kW 20kvar
	ca相 150kW 20kvar
SC容量（各相）	30×2 kvar

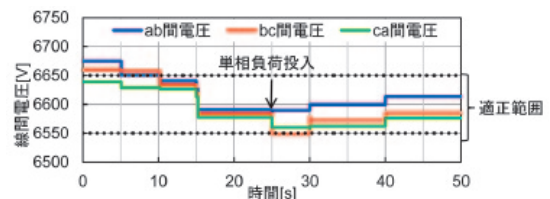


図7 協調制御手法による各相の末端電圧

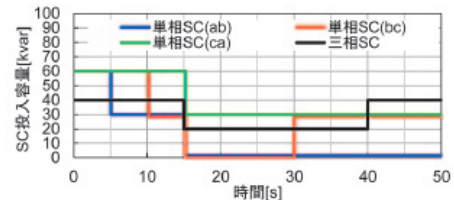


図8 中間及び末端需要家のSC投入容量

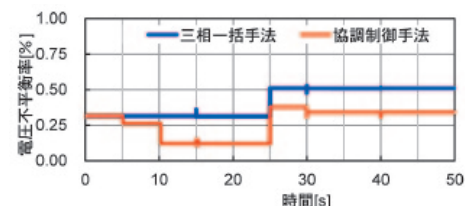


図9 三相一括手法と協調制御手法の末端電圧不平衡率の違い

柱間切分工具用のカムラーの開発

1 はじめに

平成24年度より、「安全性の向上（感電災害の撲滅）」「作業者負担の軽減（作業環境の改善）」を目的に、高圧充電部から離れた位置で作業を行う「間接活線工法」で施工可能な「柱間切分工法」を試行導入した。【写真1】柱間切分工法のカムラーは、実現場で使用するヒフクカムラーをベースとして開発を行った。しかし、一部の電線メーカーで柱間切分作業時に電線被覆への影響（ねじれや凹凸等の発生）が大きいことを確認した。このため、電線被覆に影響の少ないカムラーを開発することとした。



写真1

2 現状と課題

現行のカムラーは、一部の電線メーカーの電線被覆に対して、影響が大きいことから、時季や電線メーカー別により、適用径間の制限を設けている。線種の径間によっては、直接活線作業にて事前に電線点検を行い、電線メーカーを確認している。また、工事後においても、柱間切分工具の把持した電線被覆への影響がないか確認している。

3 開発の方向性

「柱間切分工法」の作業環境を鑑み、柱間切分工法の適用範囲の拡大を目的に、外気温・通電電流による温度上昇、電線切断時の張力印加時間と張力増加分を加味したうえで、電線の被覆に影響を与えず、また施設率の約99%をカバーする70m径間まで適用できるカムラーを開発することとした。

中部電力株の高圧配電用電線は被覆電線であることから、被覆電線に適している「ヒフクカムラー600」と「ツインカムラー」を比較した結果、「ツインカムラー」の方が、「ヒフクカムラー600」より、電線被覆への影響が少なかったことから、「ツインカムラー」をベースに開発することとした。

4 工具の開発

4.1 電線被覆把持方法および試作機の作製

電線把持性能は、過去に実施した検討結果により、電線掴線部の長さや形状で変動することが判明していることから、始めに電線掴線部の長さを「ヒフクカムラー600」より、少し長いものを作製し、その結果により、電線掴線部の長さを検討することとした。

電線掴線部の形状については、電線の被覆への影響が少ない形状を検討した結果、被覆電線の周囲を包み込む形状の方が良いことが判明しており、OC-W60mm²（以下、60mm²という）、OC-W125mm²（以下、125mm²という）ともに電線掴線部の形状を鍵状とした試作機を作製した。【写真2】



写真2

被覆電線を把持する電線掴線部の内径については、電線の規格値【表1（CES31020による）】の近似値とし、被覆把持性能試験【表2】による実施結果を基に、電線掴線部（内径）を繰り返し加工し、最適な数値が出る径を模索することとした。

表1

導体径		絶縁体厚さ (mm)	仕上がり外径 (mm)
公称断面積	外径(mm)		
OC-W60mm ²	10.0~10.2	2.5	15.0~15.2
OC-W125mm ²	14.5~14.7	2.5	19.5~19.7

配電本部 配電統括部
技術グループ
／森 剛



表2

試験方法	①電線を外気温40℃ に保った恒常槽内にて、通電電流165A (5mmは114A) を通電し、被覆表面温度及び導体温度の上昇が安定するまで放置。 ②その後、電線 (5mmは3kN、OC-W*60mmは5kN、OC-W*125mmは6kN) に張力を2分間加え、被覆への影響を確認 (試験張力から0.25kN低下した時、再度その張力に戻す)。
電線への影響評価方法	電線の絶縁体厚さ測定を行い、基準値 (OC-W*電線は、最小2.0mm以上、平均2.25mm以上、5mmは、最小1.6mm以上、平均1.8mm以上) であれば、電線への影響評価試験として合格とする。

※OC-W(S)を含む

4.2 一次試作機による被覆把持性能試験の実施

4.1で作製した一次試作機を使用し、OC-W(S)にて被覆把持性能試験を実施した。試験結果は【表3】のとおり、60mm用の試作機は、当社規格品の「ヒフクカムラー 600」よりも被覆把持性能を向上させることができた。しかし、電線の仕上り外径 (15.0~15.2) mmに対し、電線摺線部の内径を仕上り外径よりも小さくしたため、結果として、電線被覆を押し潰す形となり、目標としている5.0kNを満足する結果は得られなかった。そのため、電線摺線部の形状および内径を検討することとした。

125mm用の試作機については、目標としていた6.0kNを満足していることを確認した。

4.3 試作機の改良 I (二次試作機の検討)

(1) 60mm用の電線摺線部の検討

60mmの電線摺線部は、5.0kN以上の張力で

も電線被覆が耐えるように、電線摺線部の内径を一次試作機よりも1mm拡大した二次試作機1号【写真3】、および二次試作機1号に電線摺線部の長さを延長し、鍵状のピッチ数を増加させた二次試作機2号【写真4】を作製した。



写真3

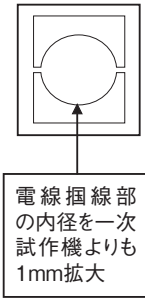
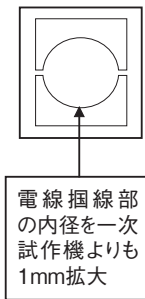


写真4



(2) 125mm用の電線摺線部の最適化検討

【表3】にて十分な性能を確保することができたため、電線摺線部構造の簡略化を目的に、電線摺線部 (フラット型) の二次試作機3号【写真5】を作製した。

4.4 二次試作機による被覆把持性能試験の実施

二次試作機にて被覆把持性能試験を実施した。試験結果は、【表4】のとおり。

表3

サイズ	張力	試験結果					外観写真	断面写真	可否
		試験前の絶縁体外径 (mm)	試験直後の絶縁体外径 (mm)	絶縁体最小厚さ (mm)	絶縁体平均厚さ (mm)				
60mm	4.5kN	15.4	14.2	2.01	AVE 2.02			否	
					2.01				
					2.02				
					2.04				
60mm	5.0kN	15.4	14.4	1.79	AVE 2.14			否	
					2.09				
					2.13				
					2.20				
125mm	6.0kN	19.8	19.6	2.05	AVE 2.38			合	
					2.06				
					2.08				
					3.00				



写真5

の被覆が変形し易いこと、および二次試作機1号機と二次試作機2号機との被覆把持性能に大差がないことが判明した。

- (2) 125mmは、過去に実施した被覆把持性能試験結果より、N社とJ社とも同等の試験結果であることから、N社の電線を用いて被覆把持性能試験を行い、二次試作機3号機は被覆把持性能を有していることを確認した。

表4

	電線メーカー	線種	絶縁体最小厚さ	試験の可否
試作機1号	N社	OC-W 60mm	2.13mm	合
	J社		1.75mm	否
試作機2号	J社		2.08mm	合
			1.75mm	否
試作機3号	N社	OC-W 125mm	2.15mm	合

4.5 試作機の改良Ⅱ(三次試作機の検討)

(1) 原因究明

二次試作機2号機は、二次試作機1号機と比べ、捆線部の長さを延長させたこと、また鍵状のピッチ数を増加させたにも関わらず、大幅な性能向上が確認できなかった。そのため、原因を追究するために二次試作機1号機と二次試作機2号機を比較することとした。

(2) 比較結果および改良方法

二次試作機1号機は、二次試作機2号機よりも、捆線した姿勢がほぼ水平に近い状態で捆線していることが判明した。【写真6】そのため、水平でないことが原因であると想定されたため、水平に近い状態で捆線できるようレバーの位置関係を変更した三次試作機を作製することとした。

4.6 三次試作機による被覆把持性能試験の実施

二次試作機2号機をベースに各部の位置を調整し、捆線した姿勢がほぼ水平状態となる三次試作機【写真7】にて、被覆把持性能試験を実施した。試験結果は、【表5】のとおり。

- (1) 被覆把持性能試験した結果、目標としていた被

覆把持性能(5.0kN)を達成する試作機が完成した。

4.7 三次試作機における課題と今後の方向性

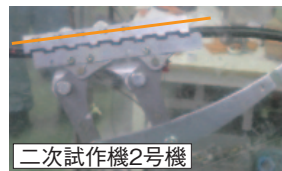


写真6

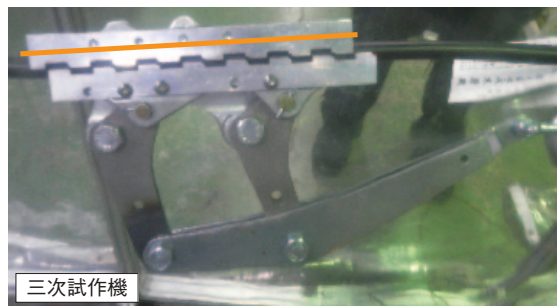


写真7

表5

	電線メーカー	線種	絶縁体最小厚さ	試験の可否
三次試作機	J社	OC-W 60mm	2.12mm	合

- (1) 線種別に専用のカムラーが必要となるため、コストを抑えるために、本体カムラーは共用とし、電線捆線部のみ入れ替え方式で検討する(0E5mm(以下、5mmという)の検討も含む)。

- (2) 電線捆線部を入れ替え方式による作業性を確認し、課題の抽出とその解決策を検討する。

4.8 四次試作機の作製

三次試作機で把持性能を有するカムラーができた。そのため、4.7の課題を解決するため、カムラー本体は共用で電線捆線部のみ入れ替え方式の四次試作機を作製した。【写真8】

- (1) 5mm用電線捆線部:「ヒフクカムラー 600」



写真8

- をベースとした電線掴線部
- (2) 60mm用電線掴線部: OC-W電線の仕上がり
外径(15.0~15.2mm)に合わせた鍵状の壁
面の電線掴線部
- (3) 125mm用電線掴線部: OC-W電線の仕上がり
外径(19.5~19.7mm)に合わせた電線掴線部

4.9 四次試作機による被覆把持性能試験の実施

より過酷な試験条件でも電線被覆が耐えるのか確認するために、線種別の目標値より各1kN増加させて被覆把持性能試験を実施した。試験結果は、【表6】のとおり。

被覆把持性能試験した結果、目標としていた値よりも高い張力を加えても試験をクリアできたこ

とから、目標値以上の被覆把持性能を有したカムラーが完成した。

四次試作機にて、実現場を想定した柱間切分作

5 作業検証 I における課題





業を行い、作業性および操作性に問題がないか確認することとした。

(1) 電線掴線部





①電線掴線部は、左右対称の形状であるが、カムラーのロックピンのピッチが左右同じであるため、電線掴線部を誤って左右逆に装着する可能性がある。また、カムラー本体と電線掴線部との嵌合部の形状がL型となっており、

表6

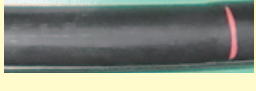



引張荷重4.0kN (T社製 OE5mm)

電線サイズ	試験結果						
	試験前の 絶縁体外径 (mm)	試験直後の 絶縁体外径 (mm)	絶縁体 最小厚さ (mm)	絶縁体 平均厚さ (mm)	外観写真	断面写真	可否
5mm	9.1	8.6	1.65	AVE 2.00			合
				1.89			
				1.95			
				2.15			
5mm	9.1	8.5	1.63	AVE 2.00			合
				2.07			
				1.91			
				2.02			

引張荷重6.0kN (J社製 OC-W(S)60mm)

電線サイズ	試験結果						
	試験前の 絶縁体外径 (mm)	試験直後の 絶縁体外径 (mm)	絶縁体 最小厚さ (mm)	絶縁体 平均厚さ (mm)	外観写真	断面写真	可否
60mm	14.4	14.0	2.18	AVE 2.35			合
				2.40			
				2.33			
				2.31			
60mm	14.4	14.0	2.24	AVE 2.30			合
				2.31			
				2.27			
				2.32			

引張荷重7.0kN (J社製 OC-W(S)125mm)

電線サイズ	試験結果						
	試験前の 絶縁体外径 (mm)	試験直後の 絶縁体外径 (mm)	絶縁体 最小厚さ (mm)	絶縁体 平均厚さ (mm)	外観写真	断面写真	可否
125mm	19.6	19.5	2.43	AVE 2.55			合
				2.52			
				2.44			
				2.69			
125mm	19.7	18.7	2.20	AVE 2.40			合
				2.52			
				2.36			
				2.33			

電線摺線部の入れ替えの作業性が悪い。

②線種別の電線摺線部を目で識別できるように、色付けする必要がある。

(2) ムーンレバー

柱間切分工具の持ち運びや準備作業において、ムーンレバーとカムラー本体との間で、指を挟む恐れがある。

(3) 電線摺線部上部

電線へ柱間切分工具を取付ける際、電線摺線部上部の固定部が、電線にあたり作業性が悪い。

(4) 5mm用電線摺線部

5mmへ柱間切分工具を取付ける際、電線摺線部の中心で摺線せず奥側へ入り込んでしまった。

上記(1)～(4)の課題における対応策を検討することとした。

作業検証Ⅰにおける課題の改善策を検討し、改

6 作業検証Ⅱ

善策の有効性を作業検証にて確認した。

(1) 電線摺線部

①嵌合箇所の改良

電線摺線部の左右の取付けを間違っても、物理的にカムラーへ取付け出来ないように左右のロックピンのピッチを変更した。【図1】

また、取付けの作業性は、本体との嵌合部をL型→I型にしたことにより、取付け作業がスムーズにできるようになった。【写真9】

②電線摺線部の着色

線種別に電線摺線部を着色することで、識別可能とした。色については、柱間切分工法で使用する先端皮剥ぎ磨き器【写真10】に準じて、5mm用は青色、60mm用は赤色、125mm用は緑色とすることとした。【写真11】

(2) ムーンレバー



5mm用



60mm用



125mm用

写真11

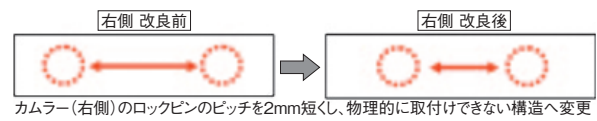


図1

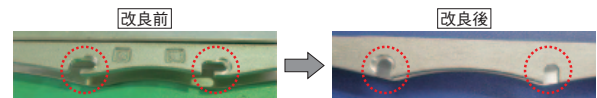


写真9

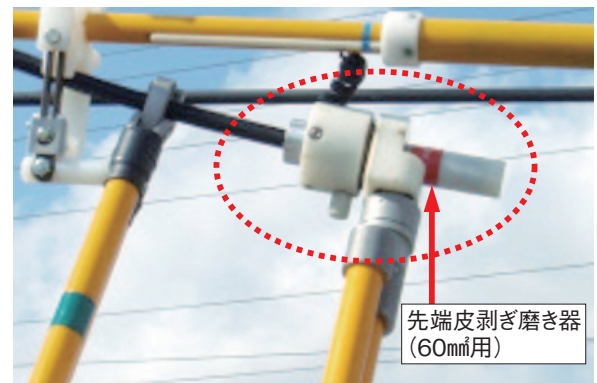


写真10

ムーンレバーとカムラー本体との間で、指を挟まないようにカムラー本体の形状を変更した。

【写真12】

(3) 電線摺線部上部の改良

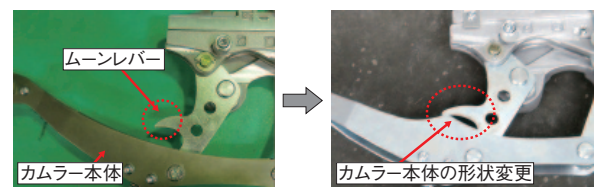


写真12

電線摺線部上部の角を削り、柱間切分工具を取付ける際、電線へ電線摺線部があたらぬように改良した。【写真13】

(4) 5mm用電線摺線部の改良

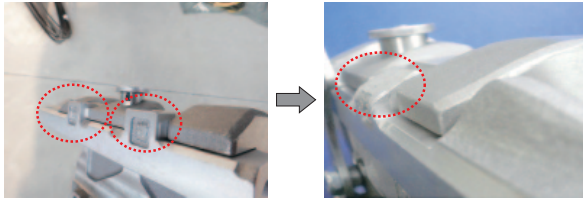


写真13

5mm用電線摺線部上部に角度（三角形状）を設けたことで、万一、電線摺線部上部の奥側に電線を取付けた場合でも、電線が電線摺線部中央へ収まりやすいことを確認した。【図2】電線摺線部上部の角を削ったため、電線が入り

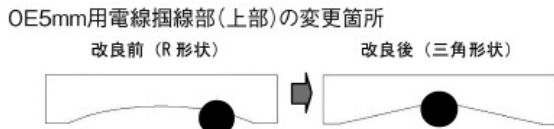


図2

7 作業検証Ⅱにおける課題

込む隙間ができ、その隙間に5mm電線が入り込み、カムラー本体と電線摺線部を取付けている固定ピンを解除してしまう可能性があることが判明した。

カムラー本体と電線摺線部を取付けているロッ

8 作業検証Ⅲ

クピンに影響しないよう、カムラー本体のロックピンの手前側に壁面を設ける改良を行った結果、5mm電線でも隙間に入り込まないことを確認した。【写真14】

①本研究の成果として、全メーカーとも最大径間

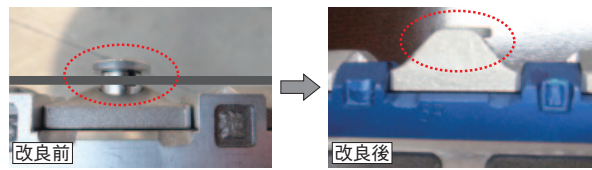


写真14

9 開発の効果

70mまで適用可能となり、直接高圧活線にて事前に電線メーカーを確認する電線点検が不要となった。

- ②柱間切分工具取外し後、カムラーで把持した電線被覆の外観点検も不要となった。
- ③上記①、②により、柱間切分工法の適用範囲拡大および、より安全にかつ作業効率の向上（30分/2名の直接活線作業の削減）に繋がるカムラーを開発することができた。【写真15】

今年度、全営業所へ「柱間切分工法」を本格導入

10 おわりに

し、「作業者の安全性向上」「作業者負担の軽減」に繋がる工法としての活躍を期待している。

今後においても、安全第一を念頭に、安全・品質および施工効率の向上を目指すとともに、第一線の現場にマッチした技術開発を推進していく。



写真15

空圧設備の劣化診断機能の開発

1 はじめに

複数台の空気圧縮機を有する工場等において、空気圧縮機の運転効率を高める方法の一つに台数制御手法がある。当社では、エコソリューション部において平成17年に当社独自の台数制御システムを開発し、営業展開を行っている。

台数制御手法とは、負荷設備が必要とする圧縮空気量に合わせて空気圧縮機の運転台数を制御する事であり、エネルギー消費量の低減を目的としている。しかし、空気圧縮機の劣化が著しい場合や、負荷設備からのエア漏れが多く発生している場合は効率低下を招き、この目的が達成できない。

技術開発室ではこの課題の解決と当社製台数制御システムの付加価値を高める目的で、空圧設備の劣化診断機能として「吐出能力計測」と「エア漏れ量計測」の2つの機能を開発し、台数制御システムに組み込んだ。

また、空圧設備の運転データから潜在的な異常を見つけ出す「異常検知診断ソフト」を開発した。以下に、これらの内容を紹介する。

2 吐出能力計測機能

空気圧縮機には様々な種類の製品があり、機構についても複数の方式があるが、メンテナンスが必要であるという点では共通している。メンテナンスを怠ると、例えばフィルタの詰まり、オイルの不足や劣化、機構の摩耗等の事象により吐出能力や効率が低下する。これらの要因のうち、例えば吐出温度が異常な高温になるなど、機器の故障原因となる場合は、機器本体の機能が異常を検知し、警報表示や運転停止が行われる。しかし、故障には至らない不具合、例えば容量調整弁の不良や圧縮機構の摩耗などでは異常は検知されないため、効率の低下に気づかず長時間継続して運転されてしまう例が多い。

このような状況を防止するためには、機器の運転効率について確認する必要がある、これには電力などの入力エネルギーと、吐出される空気の流量を把握する事が必要となる。電力計測に関しては、近年ではクランプ電力計などで比較的容易に計測できるため普及している。一方、吐出される空気の流量については流量計で実測する方法があるが、空気の流量計は液体用の流量計に比べ高価

であり、実施されている例は少ない。

そこで、台数制御システムの制御機能を用い、流量計を使用することなく各空気圧縮機の吐出能力を計測する手法を考案し、台数制御システムに組み込んだ。

2.1 既存手法

空気圧縮機の吐出能力を計測する既存手法として、以下に2つの方法を示す。

(1) JISに基づく手法

JIS B8341：「容積形圧縮機—試験及び検査方法」の附属書JAに示される方法で、空気タンクを充気する際の圧力変化と、充気時間および空気タンク内の温度変化より吐出能力を算出するものである。

この方法は、空気タンク内の温度が均一にならないためタンク内平均温度を正確に測定することが困難であり、工場に設置後の空圧設備において吐出能力を正確に計測することは困難である。

(2) 空気流量計を用いる手法

空気流量計を設置すれば吐出能力を計測することは可能である。しかし、空気流量計は高価であり、また比較的安価な流量計も存在するが耐久性に乏しいといった課題もあり、採用事例は少ない。

以上のことから、流量計を使用しないことを前提とした上で、空気タンク内の温度変化の影響を受けない手法を目標として開発を実施した。

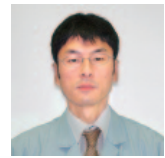
2.2 開発した吐出能力計測手法

2.1に記したJISに基づく手法では、空気タンクへ圧縮空気を充気する際、内部温度が周囲温度よりも高くなる。そのため内部圧力が安定せず、内部温度を計測し補正する必要があり、費用や手間を要するという課題がある。

そこで、この温度補正を不要とする手法を開発した。具体的には、充気完了時に電動弁などで空気タンクへの空気の出入りを遮断し、空気タンク内圧力が安定した時点の空気タンク内温度が周囲温度と同一となることを利用している。つまり、安定した時点での圧力を利用することで、温度補正が不要となる。

また、開発した手法では充気対象の容積が既知である必要がある。空気タンクの容積は銘板等から、配管容積については寸法から容易に把握できるが、ドライヤやフィルタといった補機類を持つ

技術開発室
研究開発グループ
／高橋 和宏



容積については公表されておらず把握が困難である。そこで、これら補機類の容積を同時に計測する手法を考案した。

図1に開発した空気圧縮機吐出能力計測手法を適用するための設備構成図を示す。この中で、一次側バルブ・二次側バルブ・放気用バルブの開閉操作、空気圧縮機の発停制御、圧力計のデータ計測について、台数制御盤での計測・制御が可能な構成とする。

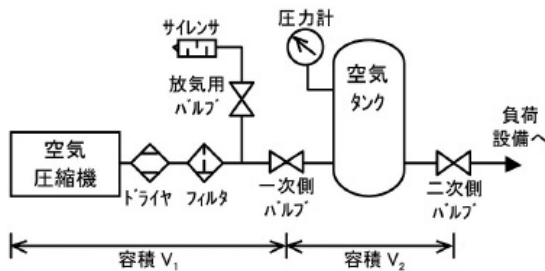


図1 吐出能力計測手法の適用時構成図

吐出能力計測手順を以下に示す。

- ①空気タンク内の圧力を大気圧とし、 P_0 として記録する。
- ②一次側バルブを開け、二次側バルブを閉める。
- ③空気圧縮機を運転し、設定圧力になるまで空気タンクへ充気する。
- ④設定圧力に到達した後、一次側バルブを閉め、空気圧縮機を停止する。
- ⑤圧力計が示す値が安定するまで待機する。
- ⑥安定後の圧力を P_1 として記録する。
- ⑦放気用バルブを開き、 V_1 の部分が大気圧とした後に閉じる。
- ⑧一次側バルブを開く。
- ⑨圧力計が示す値が安定するまで待機する。
- ⑩安定後の圧力を P_2 として記録する。
- ⑪下記(1)式から、容積 V_1 を算出する。
- ⑫下記(2)式から、吐出能力 G を算出する。

$$V_1 = \frac{V_2 (P_1 - P_2)}{P_2} \quad [\text{m}^3] \dots\dots\dots (1)$$

$$G = (V_1 + V_2) \times \frac{P_1 - P_0}{0.1013} \times \frac{60}{t} \quad [\text{m}^3/\text{min}] \dots (2)$$

- G [m³/min] : 吸い込み状態での平均吐出流量
- V_1 [m³] : 空気圧縮機から一次側バルブまでの間の容積
- V_2 [m³] : 空気タンク一次側バルブから二次側バルブ間の容積 (既知)

- P_0 [MPa] : 充気前空気タンク内圧力
- P_1 [MPa] : V_2 の安定後圧力
- P_2 [MPa] : $V_1 + V_2$ の安定後圧力
- t [sec] : 充気に要した時間

上記手法により、流量計などの設備を追加することなく、空気圧縮機の吐出能力を計測することが可能となる。

なお、本計測手法は、特許の出願を行った。

3 エア漏れ量計測機能

一般的な工場における負荷設備からのエア漏れ量は、供給する圧縮エアのおよそ2割以上あるといわれており、省エネルギーの観点からその削減が重要な課題となっている。エア漏れ量を定量的に把握するためには流量計での計測が必要であるが、先に述べたのと同様な理由により、流量計の設置はあまり行われていない実態がある。

そこで、台数制御システムの制御機能を用い、流量計を使用することなく負荷設備からのエア漏れ量を計測する手法を考案し、台数制御システムに組み込んだ。

3.1 既存手法

負荷設備からのエア漏れ量は、流量計を設置することで計測可能である。しかし、価格面や耐久性等の問題により、採用事例は少ない。

3.2 開発したエア漏れ量計測機能

負荷設備からのエア漏れ流量を、流量計を用いずに計測する手法について検討を行い、次の結論を得た。

(1) 流量の単位

一般にエア漏れ量は、リットル/minやm³/hなどのように、時間当たりに漏れる空気の体積で表される。一方、省エネ活動の観点からは、エア漏れ量を金額換算して評価する機会も多い。

そこで本機能では、エア漏れ流量を電力として計測して管理を行い、必要に応じて金額や漏れ流量に換算する方法を採用した。

(2) 計測機器

当社製台数制御システムは、オプションの計測機能で電力量の計測が可能であるため、エア漏れ量の計測にはこの電力計測データを用いた。

エア漏れ量の計測手順を以下に示す。

- ①夜間や休日など、生産設備が停止した状態において空気圧縮機の台数制御運転を行う。
- ②初期充気運転が完了した後、システムの圧力が制御圧力で一定となった状態において、運転している空気圧縮機の電力を計測して合計する。この値がエア漏れ分に相当する電力である。
- ③予め空気圧縮機1台ごとに流量-電力-圧力特性を計測して式を作成しておき、エア漏れ量計測で計測された電力と圧力から、式を用いて流量に換算する事も可能とした。

4 計測機能の台数制御システムへの実装

吐出能力計測機能とエア漏れ量計測機能について、自社製台数制御システムに実装し、これらの計測を自動制御で実施可能とした。また、計測はスケジュール設定によって休日や夜間など、工場の生産が行われていない時間帯に自動的に計測する事も可能とした。計測データは履歴として保存されるため、各空気圧縮機の吐出能力や負荷設備からのエア漏れ量の推移を確認することができ、設備の維持管理に役立てることが可能である。

図2および図3に、台数制御盤での各機能の計測画面を示す。



図2 吐出能力計測画面



図3 エア漏れ量計測画面

5 異常検知診断ソフト

空圧システムの異常検知診断は、非省エネ運転を排除することによるエネルギー消費量の削減効果と、機器の予防保全による故障停止の回避を期待するものである。今回、当社の台数制御システムで計測した運転データを用いて空圧システムに発生する潜在的な異常を検知して通知するシステムを開発した。

5.1 機能

異常検知診断ソフトはMicrosoft Excelのマクロで製作されており、台数制御システムの遠隔監視用に計測された1分間隔の運転データを読み込んで集計を行い、設定された診断条件と照合して異常があれば表示を行う。

検知可能な診断項目の例と、その原因の例を表1に示す。

表1 診断項目の例

	診断項目	原因の例
システム	電力量(流量)、運転時間の増加	エア漏れ、無駄な運転の増加
	原単位の悪化	機器の効率低下、部分負荷運転の増加
	平均圧力・変動幅・圧力差の増加	負荷追従性の低下、圧力損失の増加
	各機器ON - OFF回数(ハンチング)	制御の不具合、容量の不適切
各機器	電力の増加	フィルタの詰まり、高圧運転
	電力の低下	部分負荷運転、能力低下
	インバータ機負荷率の偏り	圧力設定の不適

5.2 操作手順

異常検知診断ソフトの操作手順は、次の通りである。

- ①「設備概要設定」シートにて、診断対象の空圧設備に関する機器データなどを登録する。
- ②「スケジュール設定」シートにて毎週の運転スケジュールや休日(診断から除外される)の設定を行う。
- ③「診断項目設定」シートにて、診断する項目の選択と、判定に用いる閾値の設定を行う。なお、診断を行うためには、必要な項目のデータが計測されている必要がある。
- ④「診断」シートに診断したい期間を年月日形式で設定し、診断をスタートさせると、必要な計測

データを読み込み、診断処理が開始される。

- ⑤診断処理が終了すると、診断結果が表示される。表示画面は診断結果を分かり易く表示するよう考慮し、図4に示す「診断（グラフ）」シートと、図5に示す「診断（詳細）」シートの2種類を用意し、切り替えて表示できるようにした。

各シートの概要は以下の通りである。

(1) 「診断（グラフ）」シート

異常がある期間が、診断項目別にタイムチャート状に表示される。いつどのような異常が起きているか、概略を把握するのに役立つ。

(2) 「診断（詳細）」シート

検知された異常を、時系列順に並べて、コメントとして計測値とともに表示する。具体的にどのような異常が起きているかを確認する事ができる。

- ⑥「診断結果の見かた」シートに、診断結果に対して推察される原因と、その対応策の事例を示した。運用時において異常が検知されたとき、このシートの内容を参考として対応を行う事を想定している。

6 おわりに

流量計を使用しない方法で、空気圧縮機の吐出能力と負荷設備からのエア漏れ量を計測する手法を考案し、当社製の台数制御システムに組み込んだ。これにより空圧設備の省エネ管理を定量的に行うことが可能となった。また、台数制御システムで計測したデータを分析して非効率な運転や故障の予兆をとらえて通知するソフトウェアを開発した。

これらの機能を備えた当社製台数制御システムにより、空圧設備の省エネ運転制御が可能なのはもちろん、機器のメンテナンスを適切な時期に行うことが可能となり、最適な運転効率の維持とメンテナンス費用の削減といった効果が期待できる。

以上

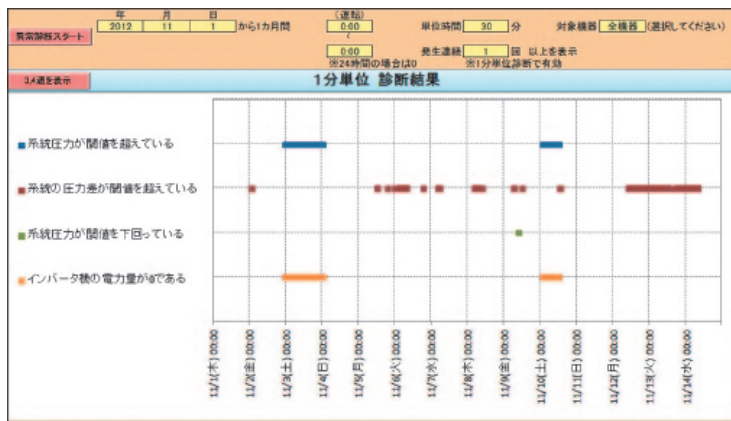


図4 診断（グラフ）シート

異常診断スタート	年	月	日	(運転)	単位時間	対象機器
	2012	12	31	0.00	30分	全機器 (選択してください)
	2012	12	31	0.00	1回以上表示	
	※24時間の場合10 ※1分単位診断で有効					
診断結果	曜日	1分	単位時間	0回	期間	
2012/12/12 9:30	水					系統圧力1が閾値を超えています。【0.547MPa】 系統圧力2が閾値を超えています。【0.546MPa】
2012/12/12 10:14	水					系統圧力1が閾値を下回っています。【0.488MPa】:INV機の負荷率【22%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。 系統圧力2が閾値を下回っています。【0.486MPa】:INV機の負荷率【22%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。
2012/12/12 0:00	水					日起動停止回数が閾値を超えています。【77回】
2012/12/17 12:16	月					1-2系統の圧力差【0MPa】が閾値を超えています。
2012/12/18 7:26	火					1-2系統の圧力差【0MPa】が閾値を超えています。
2012/12/18 7:30	火					1-2系統の圧力差【0MPa】が閾値を超えています。
2012/12/21 10:13	金					系統圧力1が閾値を下回っています。【0.484MPa】:INV機の負荷率【120%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。 系統圧力2が閾値を下回っています。【0.481MPa】:INV機の負荷率【120%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。
2012/12/21 10:14	金					系統圧力1が閾値を下回っています。【0.482MPa】:INV機の負荷率【105%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。 系統圧力2が閾値を下回っています。【0.483MPa】:INV機の負荷率【105%】:定速機は6台動いています。稼働台数不足です。
2012/12/27 0:00	木					日起動停止回数が閾値を超えています。【73回】
2012/12/31 0:00	月					C-1-1の運転時間が期間平均値 267.2より小さくなっています。【51%】 C-1-2の運転時間が期間平均値 267.2より多くなっています。【143%】 C-1-3の運転時間が期間平均値 267.2より多くなっています。【134%】

図5 診断（詳細）シート

新工法「地上設置型太陽光パネル用F X鋼管基礎」の開発

1 はじめに

昨今、国の定める再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入等により、太陽光発電設備の計画および建設が急増している。このため、これまで主流であった建物の屋根などへの設置ばかりでなく、遊休地などの地上に設置する設備も増えている。

地上への設置の場合、将来の土地活用が未定の場合や借地での計画である場合も多く、売電の計画期間終了後の土地の原形復旧や設備の撤去費用を考慮した設計が必要になる。また土地の環境や工期などの制約も多様であり、幅広い条件下で対応できる工法が求められている。

地中線部では、環境負荷の少ない太陽光発電設備を設置するにあたり“環境にやさしく”をコンセプトに、お客さまの様々な要望に応え、かつ産業廃棄物およびトータルコストの低減を目指した工法を開発したため、紹介する。

2 現 状

現在、地上設置型太陽光パネル用の基礎は、一般的に現場打ちコンクリート基礎（図1）が主流となっており、手順は図2のとおりである。

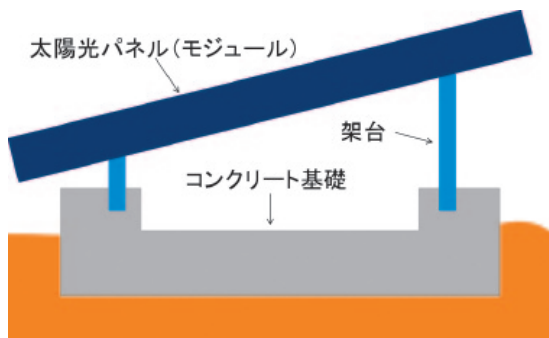


図1 現場打ちコンクリート基礎工法（イメージ）



図2 現場打ちコンクリート施工手順

このように、コンクリート基礎は、建設機械の現場乗り入れが必要となり、施工期間の長期化（手順の数と養生期間）および撤去時の産業廃棄物発生などの課題がある。

3 開発目標

(1) 施工期間の短縮（トータルコストの低減）

コンクリート基礎に比べ、作業を簡易にすることで工期を短縮し、トータルコストを低減できること。

(2) 多様な立地条件（環境）への対応

重機・車両の乗り入れが困難な場所にも対応できるように、人力で運搬できる材料、機械・工具で、基礎の施工ができること。

(3) 土地の原形復旧が容易であること

掘削や土砂の搬出を必要とせず、計画期間終了後に出来るだけ建設前の状態に復旧し易い工法であること。

(4) 環境にやさしいこと

撤去時にも産業廃棄物の発生量を抑制できる構造であること。

4 F X鋼管基礎の開発

4.1 F X鋼管基礎の構造

3. で示した目標を満たす基礎工法として、F X鋼管基礎工法の開発を行った。

上部の金物は高さ400mmで誘導管を有する構造となっており、地中の支持鋼管パイプ（X字に設置）により、引抜や圧縮の支持力を期待する構造となっている（図3、写真1）。支持鋼管パイプは腐食防止の溶融亜鉛メッキ仕上げとしている。

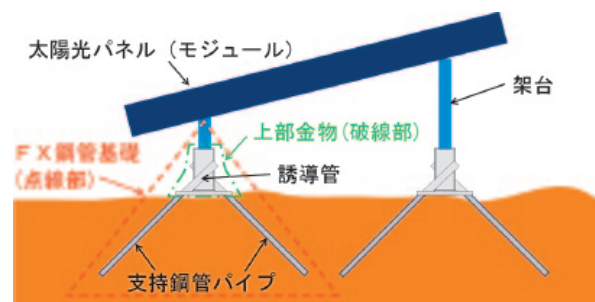


図3 F X鋼管基礎（イメージ）

配電本部 地中線部
 営業・管理グループ
 / 深川 広則

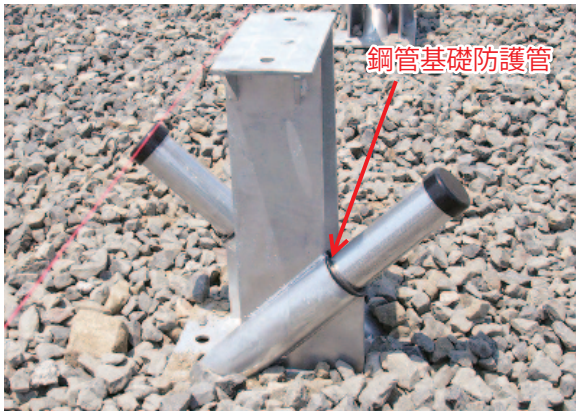


写真1 F X鋼管基礎（打込み完了後の状態）

4.2 鋼管基礎防護管の開発

F X鋼管基礎は、支持鋼管パイプと上部金物の差込み口との間に隙間が生じることにより、この隙間に水分が侵入し、錆が発生するおそれがある。このため、この水分を少しでも多く排出することを目的に、鋼管基礎防護管を開発した（写真2）。

鋼管基礎防護管の表面には、細かいリブ状の突起を設けており、極小の隙間を作ることで発生する“毛細管現象”を利用することで、排出効果が得られる構造となっている（図4）。

その他に得られる効果は以下のとおりであり、F X鋼管基礎の長寿命化が期待でき、競合他社に対し、一層の差別化を図ることができる。

(1) 支持鋼管パイプの表面保護

支持鋼管パイプは、一般的に機械工具を用いて打込むため、上部金物の差込み口との干渉の際、溶融亜鉛メッキを損傷するおそれがある。鋼管基礎防護管により、これを防止することができる。

(2) 打込み作業効率の向上

支持鋼管パイプと上部金物の差込み口との干渉による摩擦が低減されるため、打込みに必要な力を低減することができる。

(3) 電蝕の防止

太陽光パネルに直接接している上部金物と地面と接している支持鋼管パイプが絶縁されるため、“電蝕”による腐食の進行を防止することができる。

【電蝕】

太陽光パネルにより発生した電気が何らかの原因で漏電を起こすと、土壤中に流出する際イオン化した鉄が溶出し、腐食が進行する現象。



写真2 鋼管基礎防護管 特許出願中

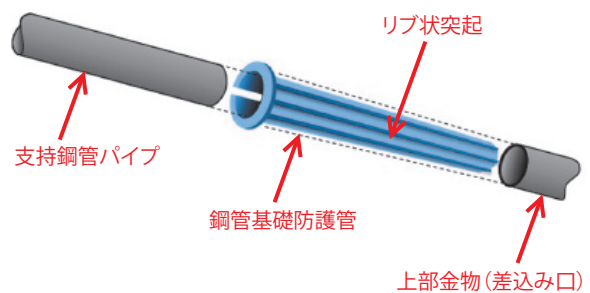


図4 鋼管基礎防護管の表面構造（イメージ）

4.3 F X鋼管基礎の耐力実験結果

通常、太陽光設備の基礎設計においてはJ I S規格で定められている算定式にて算出し、基礎の配置を計画する。今回は、実際に支持鋼管2本の基礎で試験にて得られた耐力と、パネルの前後間隔を2.5m、横方向間隔を3mと仮定して算出した基礎一基あたりの必要耐力とを比較することで検証した（写真3、写真4）。実験値は必要耐力の約2倍の値（表1）であり、十分な耐力を確認できた。

表1 耐力実験結果

	必要耐力	実験値
引抜耐力	約4.2kN	約8.0kN
支持力	約8.4kN	約15.6kN

※実際の設計では、個別環境により算定が異なるため、参考値とする。



写真3 引抜試験状況



写真4 支持力試験状況



写真5 支持鋼管パイプ打込み状況

4.5 多様な地質への対応

F×鋼管基礎は、全ての現場において耐力試験を実施するが、地質によっては期待する耐力を得られない場合がある。このため、支持鋼管パイプを3本または4本打込むタイプや、拘束金具（写真6）を使用して引抜耐力を増大させることができる。

拘束金具は、（図6）のように上部金物が上方向に引っ張られる力が働く際、支持鋼管パイプが歪むことで上部金物全体が持ち上がり、上部金物が支持鋼管パイプから抜けることを防止する。

4.4 施工方法

F×鋼管基礎の施工方法を、図5および写真5に示す。コンクリート基礎工法（図2）と比較して大幅に作業工程を削減することができる。

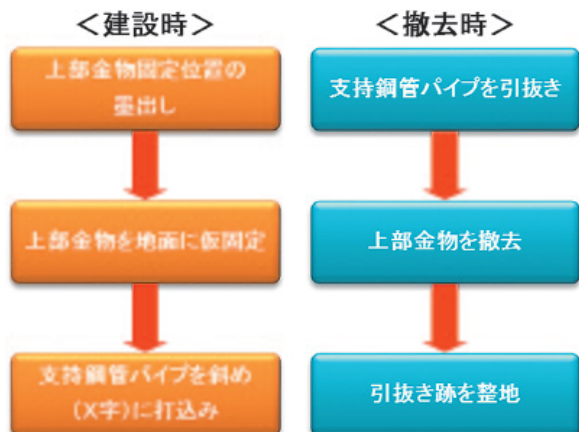


図5 F×鋼管基礎の施工手順

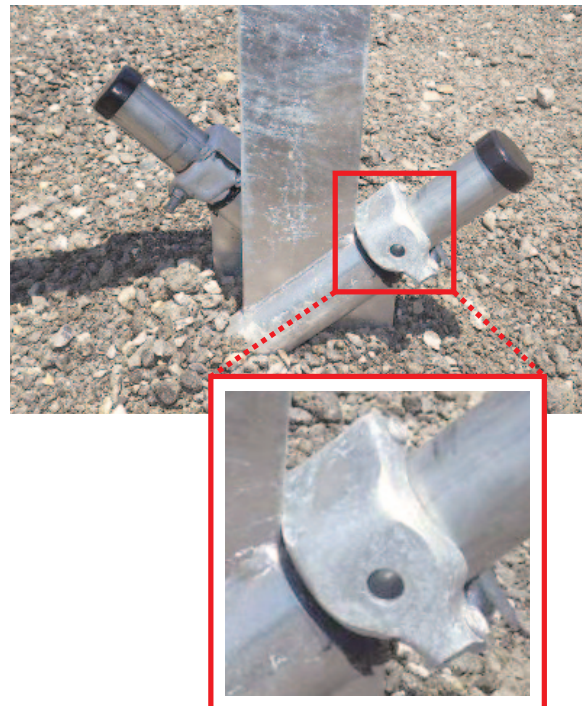


写真6 拘束金具を取付けた状態

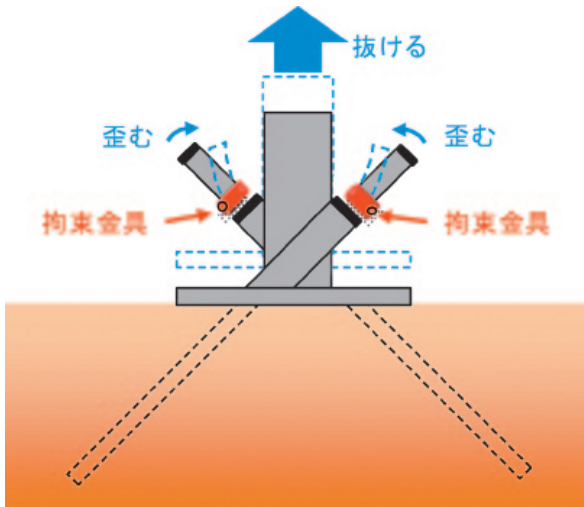


図6 拘束金具の役割 (イメージ)

5 開発目標に対する評価

(1) 施工期間の短縮 (トータルコストの低減)

F×鋼管基礎の施工手順に示すとおり、コンクリート基礎と比較し、建設時および撤去時とも簡易に施工できる。サンプルケースとして発電容量130kW (面積50m×35m) 規模での基礎の建設時および撤去時の施工日数を比較した (表2)。

表2 施工日数の比較 (発電容量: 130kWで比較)

	コンクリート基礎	F×基礎	比較
設置時	8日	5日	約3/5に短縮
撤去時	6日	2日	約1/3に短縮

※施工日数にコンクリートの養生期間は含まない。

(2) 多様な立地条件 (環境) への対応

F×鋼管基礎は、建設時および撤去時とも、重機やダンプ車を必要としない。材料も人力で運搬可能であるため、傾斜地 (写真7) にも対応することができた。

(3) 土地の原形復旧が容易であること

掘削および土砂の搬出が不要な、鋼管の打設、引抜きのための簡易な工法であり、借地などを原形状態に復旧することが容易である。

(4) 環境にやさしいこと

撤去時のコンクリートガラなどの産業廃棄物の発生が極めて少なく、撤去した鋼管や金物は有価品として再利用できることから、環境に配慮した構造物である。

6 施工事例



写真7 施工事例1



写真8 施工事例2

7 施工実績

平成24年10月に開発してから、5kW程度の小規模な設備から9,000kW (メガソーラー) まで、約30件で約20,000kW (平成25年6月現在) の施工実績がある。

8 おわりに

太陽光発電に非常に高い関心が集まる中、個人の遊休地を利用した設備から、メガソーラーの建設まで、多くの建設工事が行われている。また土地利用の将来計画など、顧客が抱える事情も多様であり、上部設備の進化も予想される。今後も幅広い条件での対応を研究していきたい。

以上

太陽光発電システム工事を主体とした車両の研究

1 はじめに

弊社は、平成13年頃から一般住宅用太陽光発電システムの設置を積極的に推進し、現在まで数多くの工事に携わってきた。その中で、太陽光発電システム工事は、ほとんどが傾斜した屋根上の作業となることから、以下のリスクをとめない作業者の体力および精神面での負担が大きいものとなっていた。

- ①高所作業にともなう「墜落の危険性」
- ②傾斜した屋根上作業による「作業者負担の増加」
- ③パネル等重量物荷揚げにともなう「作業効率の低下」

これについては、仮設足場の設置等（写真1・2）により安全、作業負担の軽減を図っているが、年々増加する太陽光発電システム作業の更なる「安全」「効率」に対応すべく仮設足場にかわる新たな作業足場を追及し、(株)アイチコーポレーションで製作した太陽光発電工事の機動化車両をもとに、現場検証、評価を重ね太陽光発電システム工事に最適な高所作業車へ改良し、実フィールドの採用へ至った経緯について報告する。（写真3）



写真1 仮設足場設置状況



写真2 仮設足場上での太陽光パネル取扱い状況



写真3 開発したプラットフォーム型高所作業車

2 研究品の概要

2.1 車両構成

基本的な車両構成は汎用のプラットフォーム型高所作業車のブーム装置まで標準車と同様であるが、作業者が搭乗するプラットフォーム部の構造に屋根上作業時の転落防止柵（図1-①破線部分）と屋根への乗り移りの安全性を考慮したステップ（図1-②実線部分）を追加し、従前の仮設足場作業時における転落や不安定な足場作業による作業者負担の軽減を行える構造とした。（写真4）

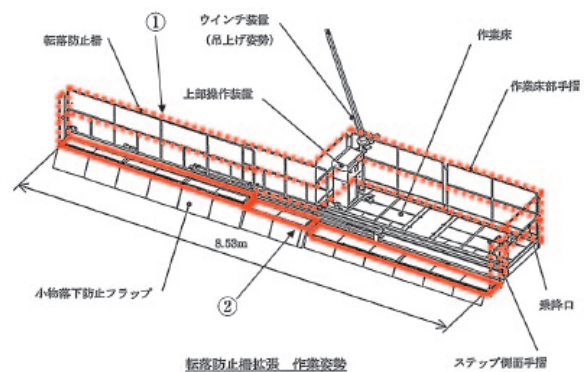


図1 プラットフォーム構造図

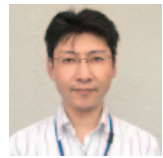


写真4 プラットフォーム部の屋根設置状況

2.2 特徴

(1) 高所作業車（高所作業車構造規格に準拠）

自走可能としたことにより、現場間および現場内での移動をスムーズとした。

(2) 広い作業床

大型のプラットフォームにより屋根近傍に幅1.2mの作業床が確保でき資材の仮置きや瓦の加工等の軽作業が屋根上で可能となった。

(写真5・6)

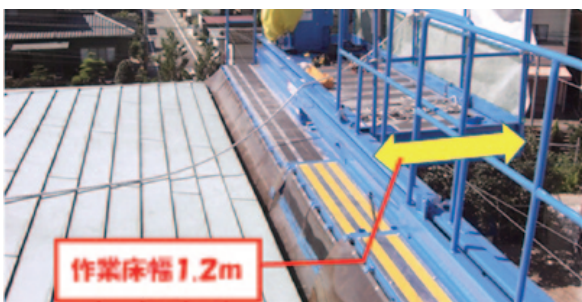


写真5 プラットフォームの作業床幅



写真6 屋根近傍における瓦の加工等の軽作業

(3) 転落防止機能

転落防止機能は、プラットフォーム屋根側の手摺をスライドさせることにより、作業床部を含め8.53mの転落防止柵となる機能としている。なお、転落防止柵のスライドは、車両の設置位置や屋根の形状等に合わせ、左右どちらにも展開できるとともに、ロック位置の組合せにより設置長さを8段階に変更できる構造とした。(写真7)



写真7 転落防止柵展開状況

(4) 材料の荷揚げ能力

積載重量を500kgとしブームの可動に規制をかけ、プラットフォームへ作業員2名とパネル16枚(3.2kw)程度まで積載して一度に屋根近傍への設置を可能とした。これにより、小規模の太陽光発電システム工事であれば荷揚げと同時に工事が着手可能となった。(写真8)

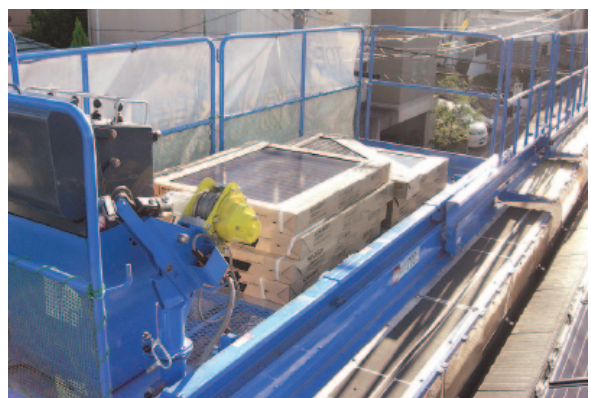


写真8 太陽光パネル積載状況

(5) ウインチ機能・太陽光発電パネルの吊上げ用具

転落防止柵を展開した後、残りの太陽光パネルの荷揚げは、ウインチ装置を最大限に活かせるよう太陽光パネルを4枚吊上げが可能な専用の用具を製作した。これにより、荷揚げ作業の利便性が向上した。(写真9)



写真9 専用治具によるパネル吊上げ状況



写真12 視認性の向上

3 試行検証による改良

3.1 視認性の向上

当該高所作業車は作業床の面積が大きく、建物へアプローチする際の死角が問題となったため、作業床の一部を網鋼板とすることにより操作位置から下方向の視認性を向上させた。また、これによりプラットフォームの軽量化を図った。

(写真10・11・12)



写真10 作業床改良前



写真11 作業床改良後

3.2 転落防止柵周辺の改良

研究当初の製作仕様は、転落防止を重視し防護柵の床部にネットを張り面積を大きくとる構造としていた。このため、その床部はプラットフォームの作業床部へ収め、専用の操作棒により展開・格納する構造としていた。(写真13)

この構造で検証を行ったところ、防護柵の床部に対し以下の必要性を抽出した。

- ①足場の機能を充足するため歩廊（ステップ）の確保
- ②工具・材料の仮置するスペースの確保
- ③パネル設置後に屋根上で歩行するスペースの確保

このため、①～③を充足させるため落下防止手摺全体の構造を見直し、改良を図った。

具体的には、転落防護柵の床部の幅を短尺化し展開式のネット構造からプラットフォーム部横に歩廊を固定し、スライドする構造へ改良した。(写真14)



写真13 床部の展開



写真14 ステップへ改良

これにより、転落防止の機能を損なわず、歩廊および工具・材料の仮置を可能とした。また、歩廊を加えたプラットフォーム全体の幅を車両の幅に収めたため、床部の展開・格納の操作も格段にシンプルとなり作業効率を向上させるとともにプラットフォームの軽量化も図れた。

3.3 作業範囲の向上

前項3.1、3.2の改良でプラットフォームの軽量化が図れ、以下の表のとおり作業範囲が最大約500mm拡大できた。このことより、一層アプローチ能力が向上した。(表1)

表1 作業半径比較表

積載(kg)	作業半径(mm)		半径差(mm)
	改修前	改修後	改良
100	5,544	6,002	458
300	4,952	5,235	283
500	4,485	4,747	262

3.4 有効性の確認

実フィールドで検証した結果、以下の有効性について確認できたため紹介する。

項目	内容
① 機動性	・現場から現場、現場内移動がスムーズ
② 転落防止機能	・広い作業床と墜落防止柵により作業中安心感があった ・軒先に隙間がなく小さなゴミ等の落下を防いだ
③ 作業床の広さ	・瓦の加工を屋根上でなく作業床で行い安定した作業姿勢が確保できた ・作業床が広く材料工具を整理でき屋根上の危険が低減した ・工事打合せ・工法手順の確認を屋根の近い場所で実施でき、作業がスムーズに進んだ
④ 運搬能力	・パネル・部品が多く積み、地上から屋根の運搬往復回数が少なくなった
⑤ PR効果	・「太陽光発電工事中」の横断幕により宣伝効果があった ・他の施工会社と差別化が図れた ・車両を道路沿いに設置し宣伝となった
⑥ その他	・酷暑期および厳寒期に作業員の体力負担軽減が図れた ・仮設足場であれば出入口支障となる現場が、支障の解消と時間短縮により施主さまから感謝された ・荷揚げや安全面等、工事者から評判が良かった

4 高所作業車としての法的適合

当該高所作業車の高所作業車構造規格に対する適合性を確認した。

当該車両は作業床の周囲に規定の手摺りを備えており高所作業車構造規格に適合している。しかしながら、作業の特性上高所作業車の作業床から屋根上へ乗り移る行為が必要となり、高所作業車の使い方として労働安全衛生規則第194条の13『主たる用途以外の使用の制限』※に該当する。

※『主たる用途以外の使用の制限』

事業者は高所作業車を荷の吊上げ等当該高所作業車の主たる用途以外に使用してはならない。ただし、労働者に危険を及ぼすおそれのないときは、この限りでない。

本件については調査を行い、屋根上足場や安全帯との併用等により「労働者に危険を及ぼすおそれのない」状態で使う限り問題はないことを確認した。

5 おわりに

当該車両を実フィールドへ採用以降、作業者から非常に好評で実フィールドの活用を継続している。

最近では、工場やアパート等への小規模太陽光発電システムの設置依頼が急増し、その現場において荷揚げから墜落防止柵等、一現場で多様に活用できる利便性が更に際立ち、一般住宅用以上に活用の幅が広がっている。

今回の研究により、高所作業車による太陽光発電工事での安全・効率面での効果は確認できた。今後は施工後の長期保守メンテナンスにおいても開発した高所作業車の活用の効果が期待でき、本研究の成果を含め検証を継続し、より安全で効率向上にむけた仕様を確立していきたい。

以上

ハイブリッド脱臭装置『デオマイスター』の開発

1 はじめに

1.1 悪臭問題の現状

悪臭に関する苦情件数は、公害関連の苦情の中では常に上位に位置しており、全国で年間約15,000件ほどある(図1)。また図2には、悪臭苦情の内訳を業種別に分けたグラフを示す。図2より、サービス業を含め産業活動に伴う苦情が、全体の約5割を占めており、中でも食品工場や飲食店(サービス業)からの臭いに対する苦情が比較的多いことがわかる。

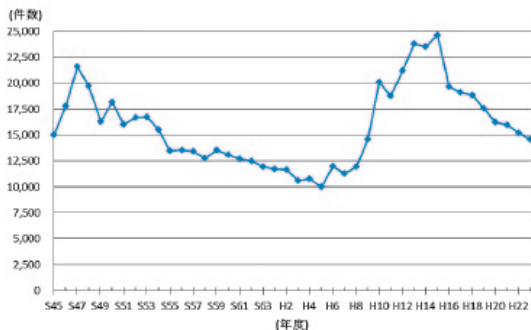


図1 苦情件数の年度推移¹⁾

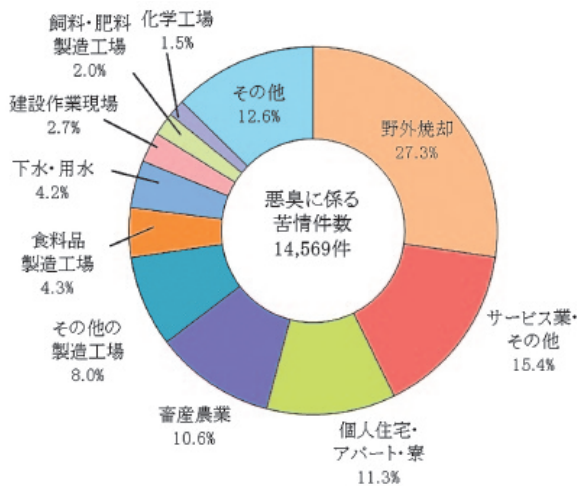


図2 悪臭苦情の業種別内訳 (平成23年度)¹⁾

表1 都道府県別悪臭苦情件数のワースト5 (平成23年度)¹⁾

都道府県	苦情件数		人口100万人当たりの苦情件数	
	都道府県	件数	都道府県	件数
1	東京都	1,479	沖縄県	296
2	愛知県	1,347	宮崎県	199
3	神奈川県	1,227	静岡県	183
4	埼玉県	849	愛知県	182
5	大阪府	822	山梨県	173
	全国	14,569	全国平均	114

表1に、都道府県別に見た悪臭苦情件数の上位県を示す。表に示すように、愛知県は、毎年東京都とワースト1位2位を争うほどの苦情件数が発生しており、後述する東京都のような厳しい規制への強化が今後想定される。

1.2 悪臭防止法および関連法規

産業活動に伴って発生する臭気については、悪臭防止法で特定悪臭物質または臭気指数(臭気濃度)による規制が行われている。図3に示す境界点において、それぞれ規制値が定められている。

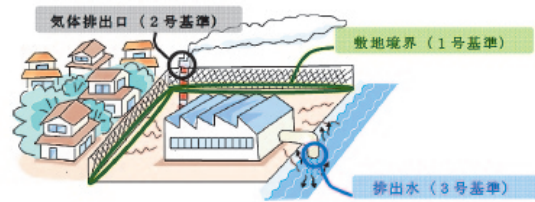


図3 産業活動における悪臭の規制場所

悪臭苦情が特に多い東京都では、悪臭防止法に加え、『都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(環境確保条例)』による規制があり、罰金や操業停止などの厳しい罰則が設けられている。愛知県でも同様に『県民の生活環境の保全等に関する条例』による規制が行われているが、今のところ東京都ほど厳しい罰則は定められていない。

1.3 悪臭対策ニーズと既存脱臭技術

愛知県は全国的に見ても悪臭苦情が多く、今後の規制強化の可能性を想定した、産業用脱臭装置のニーズ拡大が予想される。

既存の産業用脱臭装置は、様々な処理方法が適用されているが、多くの事業場で燃焼法または活性炭吸着法が採用されている。燃焼法はすべての臭気物質を燃焼させて、CO₂に分解してしまう優れた性能を有する。しかし、燃焼時に燃料を大量に消費することや、燃焼のための設備が大がかりになることもあり、コスト面での課題が挙げられる。活性炭吸着法は、活性炭表面の細孔に臭気物質を吸着させて脱臭する方法である。使用後の活性炭は多くの場合産業廃棄物となるため、廃棄物の発生および処理費用の課題がある。

これら既存の脱臭方法の課題をクリアできる手法として、ゼオライトと光触媒の組み合わせによるハイブリッド脱臭装置を考案し、研究開発を

技術開発室
研究開発グループ
／加藤 勇治



行った。なお、本装置の対象は、厨房及び食品工場の排気とした。

2 開発品の概要

今回開発したハイブリッド脱臭装置『デオマイスター』（写真1）は、中部電力開発品の人工ゼオライト「シーキュラス」を用いたハニカム吸着フィルタ『CDH』（以下、ゼオライトハニカム）と、『光触媒』セラミックスフィルタ（以下、光触媒）を組み合わせた脱臭方法を利用している^{*1}。本製品は、当社、中部電力(株)、昭和セラミックス(株)、神鋼アクテック(株)の4社共同により開発した。



写真1 デオマイスター製品とロゴ

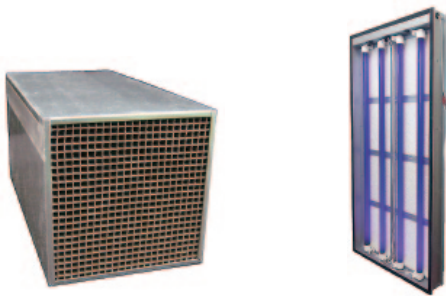


写真2 ゼオライトハニカムフィルタ（左）と光触媒ユニット（右）の外観

ゼオライトハニカムフィルタおよび光触媒ユニットを写真2に示す。ゼオライトハニカムは、ハニカム表面の細孔部分で臭気物質を吸着させる吸着材であり、単独では厨房排気の脱臭によく利用される。また、ゼオライトハニカムは不燃性の材料で作られていることから、吸着性能の低下が確認された場合、持ち帰って工場での再生が容易である。本フィルタは、廃棄物の発生を抑制した環境製品である。

光触媒は、セラミックスフィルタ表面に酸化チタン微粒子をコーティングした製品である。これ

もゼオライトハニカムと同様に、再生可能な製品である。光触媒には、紫外線を照射することで、表面に活性状態を作り出し、接触した臭気物質を素早く分解する機能がある。また、空気中に存在する水分子が活性状態の光触媒表面に接触すると、水分子の一部が活性状態になり、分解力の強い状態になる。これも併せて臭気物質に作用することで、より高い脱臭効果が期待できる。

図4にデオマイスター内部のハイブリッド脱臭システムのイメージを示す。脱臭原理は、厨房や工場から排出された臭気ガスをゼオライトハニカムで吸着し、残りの臭気およびハニカムから脱離した臭気を後段の光触媒セラミックスフィルタで分解する、という2段処理である。

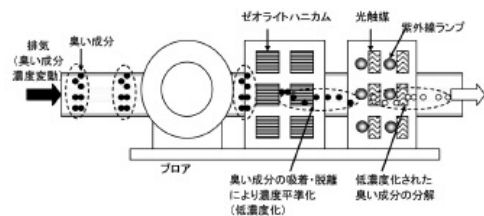


図4 ハイブリッド脱臭システムのイメージ

2種類の異なるフィルタを組み合わせることで、以下の効果が期待される。

- 1) ゼオライトハニカムを前段に配置することで、後段の光触媒入口の臭気濃度を低くする効果があり、それによって高い脱臭効率が得られる。
- 2) 各フィルタが不得手の臭気成分の処理を相互補完することで、多様な臭気に対応できる。
- 3) 臭気濃度が低い時間帯に新鮮空気を送り、ゼオライトハニカムの吸着臭気成分を脱離させて光触媒で分解させる脱離工程を加えることで、フィルタの寿命を長くできる。

上記3) については、図5に示す実際のデータからも効果が期待できる。図5では、装置稼働の時間帯を2種類設けている。吸着運転では、フィルタ2段構えによる処理効果が確認でき、脱離運転では、入口臭気よりもゼオライト出口臭気のほうが高い値で推移していることが確認できる。これは、入口臭気が薄くなったときに、ゼオライト表面の吸着物質が脱離され、ゼオライト出口から濃い臭気が排出されるということを表している。従って、本データから脱離作用が確認でき、吸着脱離の時間をコントロールすることでフィルタの長寿命化が期待できる。

*1 シーキュラス、CDHは今後製造中止となるため、製品には同程度の性能を有する代替品の『ゼオライトハニカム』が使用される。

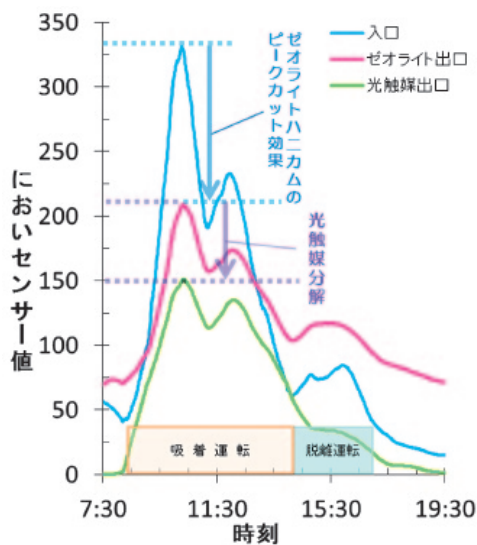


図5 においセンサーを用いた厨房排気中の臭気レベルの時間推移

3 研究概要

本研究は2年5ヶ月間の実施期間において、前半では各フィルタの基礎的特性、組合せ時の挙動、悪臭ガス数種に対する除去性能、ベンチスケール試験での実調理臭に対する効果検証を行った。

後半では、実際の厨房排気に対するフィールド試験を実施し、吸着・脱離時のフィルタ条件と脱臭効率の関係、長期性能確認、実排気での課題等を明らかにした。

また、本脱臭方式の技術評価を行い、実用化に向けたデータ整理および他手法との比較による客観的評価を行って、脱臭装置の製品化に結びつけた。

4 実臭気に対する効果検証

標準ガスを用いた基礎的試験については本報告では省略し、ここでは、実際の調理臭に関する検証結果を中心に記述する。

4.1 ベンチスケール試験による検証

ベンチスケール試験では、臭気サンプルにレトルトカレー調理臭を用いた。検証時には、ゼオライトハニカム、光触媒の組み合わせ方法を複数パターン検討し、面風速、SV（空間速度）を変化させて、各条件での脱臭性能を評価し、最適条件を確認した。脱臭装置の性能評価には、臭気濃度の除去率を用いた。臭気濃度とは、元のにおいを何倍に薄めたら無臭になるかという、いわゆる希釈倍

率を示す指標である。

ベンチスケール試験の結果、レトルトカレー調理臭に対しては、ゼオライトハニカム200×200mmを2層、光触媒600×1,200mmを3層という条件において、除去率90%以上の良好な結果が得られた。

4.2 フィールド試験による検証

4.2.1 試験・検討方法

フィールド試験では、大学の食堂厨房の排気を使って検証した。ここでは、ハイブリッド方式による長期連続処理性能の確認、実臭気に対する性能評価および実フィールドでの課題抽出を行った。写真3にフィールド試験装置の外観を示す。写真右側から厨房排気が装置に流れ込み、2段階の脱臭処理が行われる。



写真3 フィールド試験装置

4.2.2 結果および考察

臭気サンプリングは、装置入口、ゼオライトハニカム出口、光触媒出口の3点で行い、臭気濃度を用いて性能を評価した。結果の一例を図6に示す。

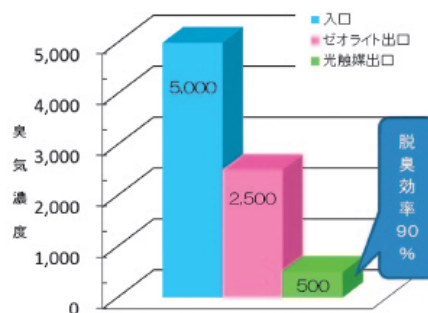


図6 ハイブリッド脱臭性能結果の一例

図より、ハイブリッド脱臭による高い脱臭効果が得られていることが確認できる。

また、長期性能試験の結果を表2に一覧する。この結果から、ハイブリッド脱臭装置の脱臭効率は概ね80%以上を継続的に達成でき、8ヶ月以上の長期間においても各フィルタ性能に大きな劣化が見られなかった。これらの結果から、本脱臭

方式は脱離工程が効果的に機能して、長期的に高い性能が維持されていることが推測できる。

表2 長期フィールド試験の脱臭効果一覧

測定日	臭気濃度		ゼオライト除去率 (VS入口)	臭気濃度 光触媒出口	光触媒除去率 (VSゼオライト出口)	トータル除去率
	入口	ゼオライト出口				
10/18	500	250	50%	100	60%	80%
11/1	3,200	500	84%	160	68%	95%
11/15	4,000	3,200	20%	790	75%	80%
11/22	5,000	2,500	50%	500	80%	90%
1/18	1,300	790	39%	400	49%	69%
1/25	1,600	500	69%	160	68%	90%
4/24	3,200	1,600	50%	1,000	38%	69%
5/8	1,300	320	75%	130	59%	90%
6/19	320	100	69%	79	21%	75%
平均値	2,270	1,080	52%	370	66%	84%

5 脱臭技術評価

各種試験結果から、十分な脱臭効果が確認でき、カレーや厨房排気臭などの実調理臭に対して、問題なく性能が発揮されることが確認できた。

また、各種試験において、脱離工程の制御を行うことで、効率的にゼオライトハニカムフィルタの再生が可能となる結果を見出し、特許出願を行った。

各種脱臭方法と本ハイブリッド脱臭との比較を表3に示す。表3より、ハイブリッド脱臭は脱臭効率がよく、その他項目についても他手法と比べて同程度または有利な点が多いことから、総合的には他の脱臭方法よりも優れているという評価になる。

表3 各種脱臭方法の特徴比較

脱臭方式	脱臭作用源	脱臭効率	保守管理	イニシャルコスト	ランニングコスト	総合評価
ハイブリッド	ゼオライト 光触媒	○	△	○	△	○
活性炭吸着法	活性炭	○	×	○	×	△
スクラバー法	水・薬剤溶液	△	×	○	△	△
薬剤消臭法	精油・消臭剤	×	△	◎	×	△
生物脱臭法	微生物	△	×	○	○	△
オゾン分解法	オゾン	×	△	○	△	△
プラズマ脱臭法	放電場	○	△	△	×	△
触媒燃焼法	燃焼熱	◎	△	×	×	△

6 デオマイスターの製品化

基礎～フィールド試験が一通り完了したので、製品化を行い、ハイブリッド脱臭装置『デオマイスター』が完成した。本製品は中部電力(株)よりプレス発表が行われ、現在までに様々な反響が得られている。写真4に示すのは、オプションの脱離ファンを取り付けた状態での性能試験の様子である。今後は、前処理などの様々な付帯設備を充実

させていくことで、より広範囲での適用が可能となるように努めていく。

デオマイスターの標準仕様を表4に示す。標準仕様以外にも、設置場所の制限や臭気の性質等によって個別の設計による対応も可能としている。

表4 デオマイスターの標準仕様一覧

処理風量	フィルタ使用数		ユニット寸法			重量 [kg]	消費電力 [w]
	ゼオライトハニカム	光触媒	W [mm]	L [mm]	H [mm]		
[m³/hr]	フィルタ数	ユニット数					
3,000	36	8	1,022	2,500	2,090	780	1,440
6,000	72	16	1,672			1,250	2,880
9,000	108	24	2,322			1,780	4,320
12,000	144	32	3,022			2,280	5,760



写真4 3,000 m³/hr仕様のデオマイスター実機と脱離ファン動作確認の様子

7 おわりに

ハイブリッド脱臭装置『デオマイスター』は、研究開発が終了し、現在は製品販売を行っている。営業販売窓口は、営業部ECOS部事業Gで対応している。技術開発室としては、営業時の問合せ対応・設計時の課題解決等において、継続的に協力していく。

以上

参考文献

- 1) 環境省HP 『平成23年度悪臭防止法施行状況調査について』
http://www.env.go.jp/air/akushu/kujou_h23/index.html
- 2) あいちの環境 騒音・振動・悪臭情報 『悪臭規制のあらまし』
<http://www.pref.aichi.jp/kankyo/taiki-ka/car/souon-sindou-akusyuu/akusyuu.pdf>

学校給食センター洗浄室および洗浄機の省エネルギー

1 はじめに

学校給食センターは市町村合併による集中大型化、衛生面の強化などにより新築工事が増えている。また、電力会社も電化厨房の普及に力を入れており、当社が関わることも多い施設である。当社の営業本部エコソリューション部においては、PFI事業で愛西市と田原市の給食センターの空調設備を受注しており、今後もプロポーザルコンペによる営業など給食センター設備工事の新規受注を目指している。

給食センターでは使用後の食器・カゴ類を洗浄する洗浄機が設置されている。多く採用されている洗浄機は、食器等を入口側開口部のコンベア上に置くと、自動で機内を移動しながら洗剤や温水等の噴霧により洗浄され、洗浄後の食器等が出口側開口部から出てくる方式である。洗浄温水の昇温は蒸気等で行っている。洗浄機が設置されているエリア(洗浄室)では、次のような問題がある。

- ・洗浄機からの放熱、食器出入口部での湯気(機内で発生する水蒸気)漏洩等により、夏季は室内温度・湿度とも高く、温熱環境が悪化している。
- ・温熱環境改善手法として、装置断熱性能向上、湯気凝縮器の設置などがあるが、費用面で採用されることが少ない。
- ・湯気漏洩対策として、機内からの湯気の強制排気手法(機内負圧化)があるが、空調された室内空気を多量に誘引排出し、結果的に外気を処理するための空調負荷の増大という非省エネ運転となっている。

そこで、この分野の営業競争力を得るためECOS部技術提案Gと協力し、厨房機器メーカー(株)アイホーと共同研究を実施して、作業環境を改善し、省エネルギーとなる食器洗浄機システムを開発した(図1)。本報告では、開発に至るまでの実験、試算等による検討概要を紹介する。

2 湯気漏洩対策に関する手法の検討

湯気漏洩対策として、洗浄機器の強制排気を行う従来手法に対し、洗浄機器に給気(外気)を直接導入する手法を考案した。従来と開発品の洗浄機および洗浄室の換気システムの比較を図2に示す。開発システムでは、洗浄室の換気に必要な外気の一部を直接洗浄機に導入し、空調された室内空気

の排出を低減する。これにより、室側へ導入していた外気の空調負荷が削減でき、空調消費エネルギーおよびランニングコストの削減が可能と考えられた。



図1 開発した自動食器洗浄機の外観(シリーズ名称 Eco-Vent ACA)

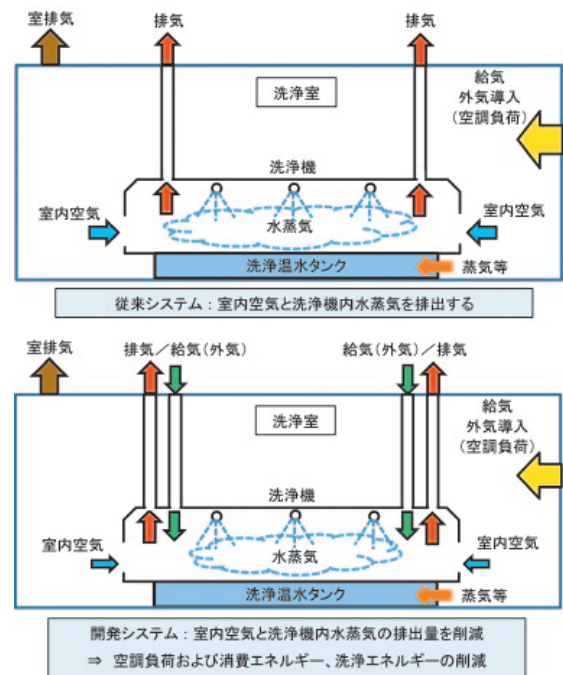


図2 従来システムと開発システムの概要

本手法について、実験による給排気方法や風量バランスの検討、温熱環境の評価等を行って最適な運転条件を確認し、さらに、エネルギー、コストの削減量を試算し、効果を確認した。以下に、実験および試算した結果の一例を示す。

3 実験による漏洩対策の検討

3.1 実験概要

湯気漏洩対策の実験は、まずは小型の洗浄機(以下、実験機)において給排気方法や風量などについて複数パターンで実験を行って傾向を確認し、改

研究開発室
研究開発グループ
／千葉 理恵



良内容の方向性を決定した。その後、学校給食センターに導入される規模の洗浄機（以下、導入機）について同様の効果が得られるか、確認実験を行った。

3.2 実験機による換気方式の検討

実験機の外観および実験状況を写真1に、実験パターンの概要を表1に示す。各実験において、洗浄機本体や食器出入口周りの温度、蒸気消費量、給排水量の計測を行い、温熱環境や消費熱量等について比較した。

まず、実験ケース6～7において給排気の位置や方法、給排気の風量バランスについて検討し、効果の高い手法を探った。その後、従来の排気のみの場合を含む各手法との比較をケース8および9で行い、効果を確認した。図3にケース8、図4にケース9の各手法による消費熱量（排水、機器放熱、排気の熱量バランス）を比較した結果を示す。実験により得られた知見を以下にまとめる。

- ①排気のみ方式に対し、給排気を行う方式では洗浄機入口側のコンベア付近（作業者立ち位置）の温度を低下させることができた。
- ②図3において、排気のみとした実験に対して、排気を洗浄機に対して外側、給気を内側に接続した場合（＝給排気入替）の消費熱量が少なくなっており、給気がエアカーテンとなって水蒸気の排出を抑える効果があると考えられる。
- ③外気温の低い図4では、給気により洗浄機内が冷却され、給排気を行う場合の消費熱量の削減効果が小さくなった。省エネルギー効果を高める為、冬季でも消費熱量を低減できる方策が課題である。給排気風量を全体的に少なくすると消費熱量も低下する傾向があるが、コンベア周りや開口部付近の温度が上昇するため、冷房時には温熱環境に注意が必要である。

- ④風向板の設置は、給排気の流れを適切な方向とすることで、給気の室側への漏れや室空気の過剰な吸い込みを防止するのに有効であった。
- ⑤実際に食器洗浄を行った実験を行い、行わない実験と比較すると、消費熱量および洗浄機出入口付近温度へ影響は小さく、実験機の実運用において前述の効果が得られると予測された。



写真1 実験機による実験状況

表1 実験機実験条件

実験パターン	No.	概要
給排気 (風量調整)	ケース6-0~2	給排気を行った場合の基礎実験として、風量を変化させた実験
排気 (風量調整)	ケース6-3~4	同上、風向板の設置
食器有無	ケース6-5~6	排気のみ、給排気、それぞれの食器の有無による影響を確認
給排気入替 (風量調整)	ケース7	給気と排気の設定箇所を入替えた実験
手法比較 (秋季)	ケース8	排気のみ、給排気、給排気(入替)、小風量、給排気無、の5パターンを比較
手法比較 (冬季)	ケース9	同上、冬季の実験

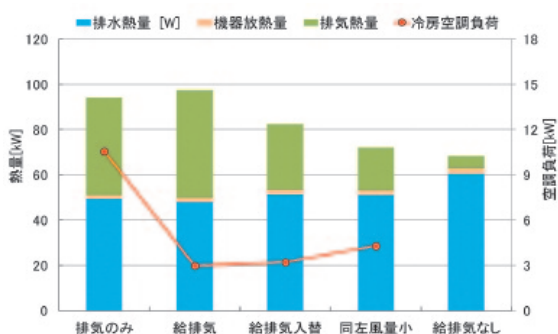


図3 秋季実験 (ケース8) の熱量比較

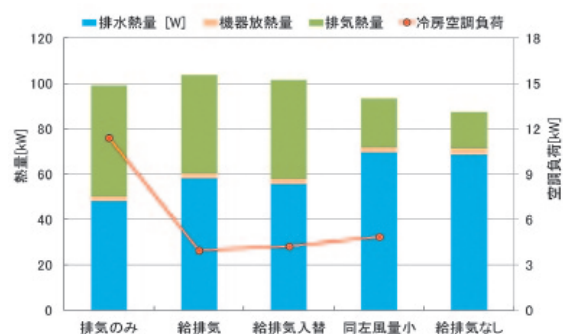


図4 冬季実験 (ケース9) の熱量比較

図3および4の冷房空調負荷（折れ線グラフ）は洗浄機による室内からの排気風量分の外気を冷房した場合の空調負荷（室内25℃、外気35℃条件）を試算したものである。排気のみの場合に対し、給気を行う場合は給気分の外気風量が低減できるため、負荷も削減できることが分かる。

以上の結果より、給排気を行う手法の効果が確認できたため、導入機への適用実験を行った。

3.3 導入機による検証

導入機の外観と実験状況を写真2に、実験パターンを表2に示す。導入機は食器をカゴに入れたまま洗浄するタイプの食器洗浄機で、実験機より形状も大きく、消費熱量も多い。

実験機と同様、消費熱量について比較した結果を図5に示す。図5はケース11～14の中から導入機の給排気方法の改良による消費熱量の傾向を示す実験結果を抽出したものである。導入機では実験機の結果(3.2②)より、給排気を行う場合は給気を排気よりも内側に設置したケースのみ行った。また、実験設備の都合により、ケース11～13は食器出口側の風量が定格の60%とやや少なく、ケース14はほぼ定格の風量で「出口風量増」と表示した。得られた知見を以下にまとめる。

- ・実験機と同様、導入機においても、排気のみの場合と比較して給気を入れた場合に消費熱量が削減できることが確認できた。
- ・給気を導入する場合、食器入口側では排気に対する給気の割合を実験機より多く入れることができ、割合を大きくすると消費熱量の削減量も大きくなる傾向となった。
- ・実験機と同様に風量を少なくすると消費熱量も減る傾向があり、食器出口側の風量を定格程度に増やしたケースでは消費熱量が増加した。
- ・導入機は実験機よりも機内洗浄空間の高さがあるため、風向板ではなく、給排気ダクトの下端を下限まで下降させ、エアバリア効果を高める工夫を行った。特に給気側のダクト下端を下降させた実験では、出口側の風量を増加させても水蒸気の排出を抑えて消費熱量を低減できることが分かった。
- ・洗浄機開口部周りの温度については、開口部の形状を改良しているため単純な比較はできないが、排気のみの場合と比較して給排気を行う場合の方が全体的に高くなった。特に、入口側の給

気割合を大きくすると出口側の温度が上昇する傾向があり、風量調整において注意する必要がある。

- ・冷房空調負荷については実験機と同様の傾向であり、給気を入れると負荷を低減できる。



写真2 実導入機による実験状況

表2 導入機実験条件

実験パターン	No	概要
各種給排気（風量調整）	ケース11	実導入機において排気のみ、給排気、風量調節等のパターンを行って傾向を確認
給排気入替（入口側調整）	ケース12	食器入口側の給気風量を増加させた場合のエアカーテン効果の確認、ダクト位置等の調整
給排気入替（風量調整）	ケース13	食器入口側給気位置と風量調整、排気のみ確認
給排気入替（出口側調整）	ケース14	食器出口側の風量調整

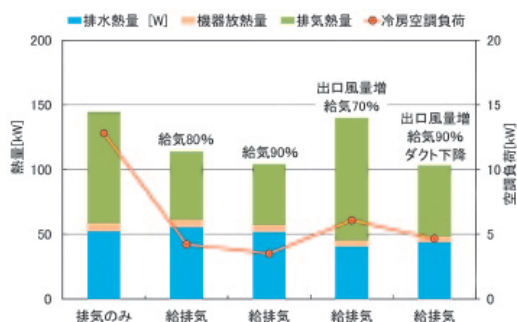


図5 導入機実験の熱量比較

3.4 実験のまとめ

実験機および導入機において、給排気を行う手法の効果および給排気の位置や形状、風量バランス等について検討を行った。冬季については、給気方法や風量調整などによる改良が必要であるが、従来の排気のみの方式に対して空調負荷の削減、消費熱量の削減効果が得られることを確認し、実物件への導入が可能と判断した。

4 数値解析による効果の確認

食器洗浄機には、実験を行ったタイプのもの以外に形状や洗浄方法等が異なる機器があるが、すべての機器で実験を行って効果や給排気方法やバランスを確認することは時間や費用の面で難しい。そのため、気流解析ソフト（ソフトウェアクレイドル社Stream）による検討が実験の代替となり得るか、これまでの実験データを利用して確認した。

実験機における排気のみの場合、および給排気を行った場合を計算した結果を図6に示す。上段の排気のみの場合には洗浄機内および開口部からの空気を吸って排出している様子が、下段の給気を入れた場合は給気がエアバリアとして洗浄機内部からの排出を抑えている様子が分かる（白い破線の○部分）。その他、排気が内側の場合も含め、洗浄機内および開口部付近の気流・温度について各パターンを概ね再現できることを確認し、今後の検討に利用可能と判断した。

5 導入効果の試算

開発した給排気を行うシステムの導入効果について、実験によって得られた処理外気量と消費熱量の削減結果を用い、洗浄機および洗浄室空調システムのエネルギー消費量およびコストを試算した。4,000食を供給する給食センターについて、食器・食缶・コンテナ洗浄機（温熱供給はLPGボイラによる蒸気）が各1台設置される場合を想定した。比較した換気方法とコストの試算結果を表3に示す。給排気①が今回の試験結果に該当する。洗浄機への給気によって処理外気量が27,000→17,000m³/hに削減され、その結果、空調負荷とデマンド（空調容量）、夏季の蒸気消費量が低減さ

れる。また、空調容量の低減により、空調機器コスト（イニシャル）が削減される。給排気②は冬季の蒸気消費量も削減できるよう何らかの改良を行う案で、排気のみの場合と比較して年間70万円低減される。給排気③と④はさらに洗浄機への冬季の外気導入量を削減するとした案であるが、冬季の電力削減量効果については小さかった。

イニシャルコストについては、ダクト工事や洗浄機本体の改造費を含めた評価が必要であり、実機的设计において(株)アイホーと今後検討する。

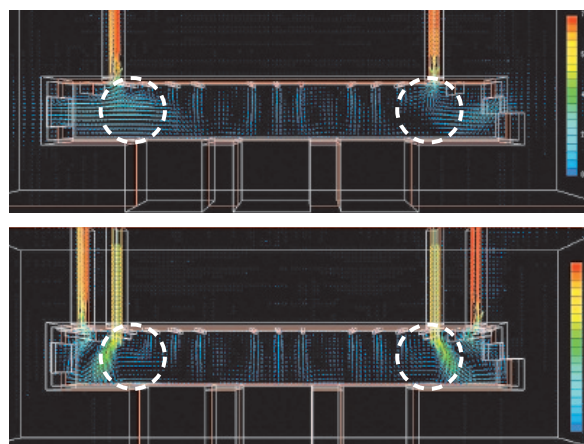


図6 数値解析による洗浄機の気流比較
（上：排気のみ 下：給排気）

6 おわりに

洗浄室の作業環境を改善し、省エネルギーとなる換気システムとして、洗浄機に直接給排気を行う手法を開発した。今後は、共同研究先である(株)アイホーと協力して給食センター物件への提案・受注を行い、営業利益の拡大を目指す。

なお、本研究の成果を『給排気口付洗浄装置』として(株)アイホーと共同で特許出願を行なった。

以上

表3 導入効果の試算結果

	導入外気量 [m ³ /h]	ランニングコスト (千円/年)					ランニングコスト差	空調機器コスト削減	
		洗浄・換気運転	夏季蒸気削減	冬季電力削減	外気負荷削減	デマンド			合計
排気のみ (現状)	27,000	5,340				1,908	7,249	—	—
給排気① 実験案	17,000	5,342	-293		-27	1,337	6,359	-890	-3,520
給排気② 改良案	17,000	4,629			-27	1,337	5,939	-1,309	-3,520
給排気③ 冬季小風量	17,000	4,629		-55	-27	1,337	5,885	-1,364	-3,520
給排気④ 冬季外気冷房	17,000	4,629		-20	-27	1,337	5,919	-1,330	-3,520

学校法人愛知医科大学新病院棟の電気設備

1 はじめに

学校法人 愛知医科大学の愛知医科大学病院（以下、本病院と記載する）は、平成18年9月25日に愛知県より災害拠点病院（基幹災害医療センター）として指定された。また、高度医療・先進医療を担う責任ある特定機能病院として、災害時の医療業務の継続と信頼・安全性の向上を図り、地域に開かれたサービスを提供する先進的な機能病院を目指し、平成23年7月に新病院棟の建築に着手、平成26年5月9日の開院を目指して現在工事中である。

2 愛知医科大学病院 新病院棟の概要

2.1 建物の概要

新病院棟の建設場所を図1に、完成イメージを図2に、断面図を図3に示す。また、その施設概要を下記に記載する。

建物名称	愛知医科大学病院 新病院棟
所在地	愛知県長久手市岩作雁又1番地1
施主	学校法人 愛知医科大学
敷地面積	100,370.71 [㎡]
延床面積	86,666.69 [㎡]
構造	鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造（基礎免震）
階数	地下1階、地上15階
病床数	800床（ICU系：75床含む）
手術室数	19室
工期	平成23年8月1日～平成26年2月28日
設計・監理	株式会社山下設計
施工	建築：鹿島建設株式会社 電気：株式会社トーエネック 空調：高砂熱学工業株式会社 衛生：三機工業株式会社

2.2 電気設備の概要

新病院棟設計にあたり、その基本方針として「地域から信頼される機能的で安全性の高い病院」が挙げられた。これを実現するための一つとして、電気設備はその重要な役割を担っている。

新病院棟の受変電設備は、構内 特高受電設備より「最重要系統」「重要系統」「一般系統」の3系統にて高圧受電するサブ変電設備である。また、災害など非常時の電源確保の手段として、非常用発電機による電源確保とともに、外部から移動用

高圧発電機電源車からの電源受給を可能にする設備も設置している。

受変電設備	6.6 [kV]
総変圧器容量	22,200 [kVA]
非常用発電機	2,500 [kVA] × 2台
無停電電源装置	200 [kVA] × 2台 2セット 100 [kVA] × 2台 1セット

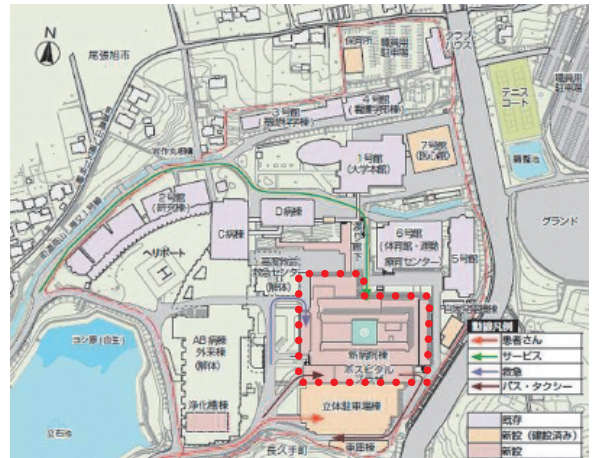


図1 新病院棟の建設場所



図2 新病院棟の完成イメージ

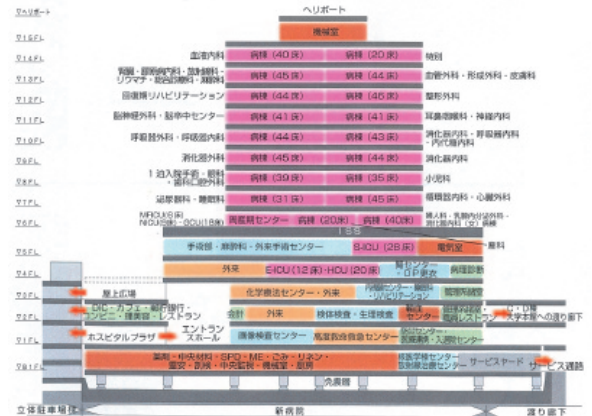


図3 新病院棟の断面図



3 電気設備への想い

本病院は、災害拠点病院としての病院運営の中核を建築中の新病院棟に置くため、その電気設備にも多大なる留意を図っている。その最も大きなものは「電源供給の信頼性向上」であり、具体的な方策として、

1. 複数回線受電方式の採用
2. 一次エネルギーの分散化
3. 非常用発電機用燃料の二重化（中圧Aガス/備蓄油）
4. 生命維持・情報機能電源として、UPSの冗長化
5. 移動体通信を用いた監視システム
6. ノイズ対策の充実

がある。

本稿では、紙面の都合上、災害や事故など不測の事態でも病院機能の維持・医療機器の安定稼働を目的とした【BCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）対策】と、【高周波ノイズ等に起因する電磁障害の低減】にかかわる一連の計画について記載する。

4 電気設備のBCP対策

4.1 電気設備の信頼性向上策

図4に電気設備概要図を示す。信頼性向上策として

- ① 特高変電所から「最重要系統」「重要系統」「一般系統」の3系統を2回線布設し、系統別自律分散と連絡母線による相互バックアップの構成としている。

- ② 非常用ガスタービン発電機（2,500[kVA]）を2台保有し、72時間運転可能な備蓄燃料と2台のうち1台は都市ガス（中圧A）でも運転可能なダブルフューエル発電機の採用により燃料の二重化を採用している。また、太陽光発電設備の連系、電力会社からの移動電源車接続の確保など一次エネルギーの分散化を実現している。
- ③ 生命維持・医療情報機能電源として、大容量UPSを並列冗長構成とすることで如何なる事態でも停電させない電源としている。
- ④ 電力監視は直送系、ネットワーク系で冗長化された監視用統合ネットワークに接続されている。

以上のように設備・幹線共に二重化、相互バックアップされ、図4に示す特A、A、B、Cの4種類に分けられた負荷に電源を供給している。

4.2 監視システムの統合化

これまでの中央監視システムは、電気設備や自動制御システムなど設備毎の自律システムで構築され、中央監視室までスタンドアロン接続されて各種端末で監視していた。

今回の新病院棟では情報通信技術を用いた監視用統合ネットワーク設備を構築し、各設備の制御信号を統合している。

監視用統合ネットワークで統合することにより、本院内のAP（アクセスポイント）に移動体端末からのアクセスで中央監視室に向かわずとも、現場で設備の状況を把握できる。また、監視サーバーがWebサーバーを基本にしていることで監視端末の汎用性が確保されている（表1参照）。

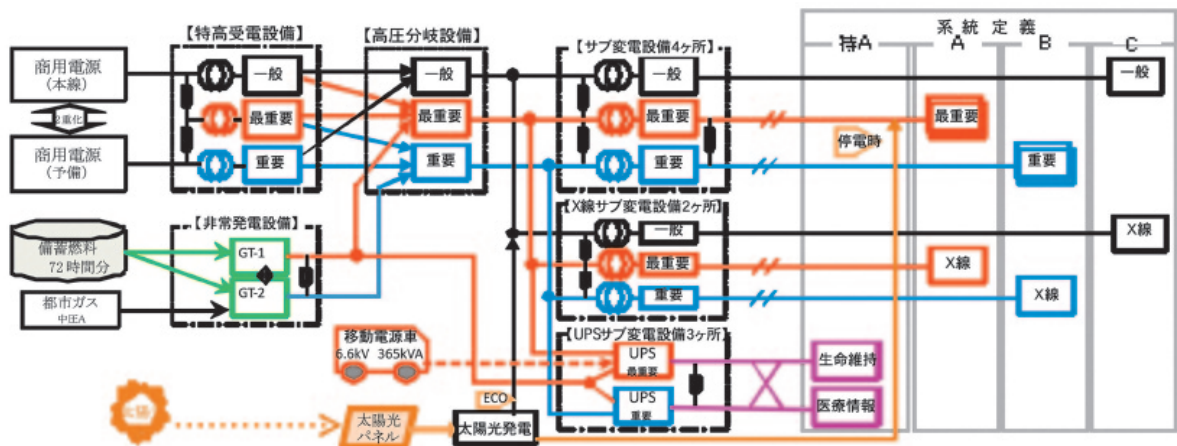


図4 電気設備の概要図

表1 監視用統合ネットワークへの収容装置

設備装置名	監視サーバー仕様
電力監視装置	Webサーバー
自動制御装置	Webサーバー
照明設備	専用サーバー
誘導灯設備	専用サーバー
入退出管理設備	Webサーバー
監視映像設備 (ITV)	専用サーバー
IP電話設備	専用サーバー
標準時計 (NTP)	各設備の時刻同期用
気象情報端末 (地震・雷)	民間気象予報情報の入手

4.3 電気設備の保守管理性

本病院におけるBCP実現に向けて、クラウド式の次世代BEMSを構築した(図5参照)。その目的は、維持運用業務を大学施設管理者のみでなく、管理運営委託会社、各設備業者・メーカーの専門家、保守メンテナンス会社がプライベートクラウド接続することで「どこでも中央監視室」を実現できる。これにより、現状の運用状態がリアルタイムに把握できる事で緊急時など速やかに、かつ適切な対応が可能となる。ジャストインタイムで他設備の情報を得ることにより事前対策(予防保守)の実現も可能となる。

5 高周波ノイズ等に起因する電磁障害の低減

5.1 非接地式低圧システムの採用

一般的に、高低圧変圧器の二次側中性点(あるいは一端子)にはB種接地工事が施され、低圧電路と大地はB種接地線を介して電氣的に接続される。直接接地方式と呼ばれるこの方式を採用した電路においては、インバータのスイッチング機器から

発生する高周波ノイズ電流が同接地線を介して低圧電路を還流、さらには電路の対地静電容量を介して隣接の変圧器バンクに回り込むなど、建物内の広範囲に大きな高周波ノイズ電流が流れ、電磁環境が悪化するケースが非常に多く、医療機器や通信機器等への不要動作の懸念がある。

これに対し、当社が開発した低圧配電方式「TLDシステム¹⁾」は、本病院の既設病院棟にて設置・検証を既に行っており、今回、新病院棟の全低圧電路に採用されることとなった。

<TLDシステムの概要：図6参照>

平常時：低圧電路を完全な非接地とする。

地絡時：漏電検出の為、接地コンデンサを大地に接続する。

これにより、高周波ノイズ電流を大幅に抑制し、電磁障害の発生を最小限に抑える計画となっている。

5.2 構造体を利用した統合接地

新病院棟における系統接地および筐体接地は、構造体共用接地を採用している。

構造体共用接地は、電気設備技術基準で定められているA種・B種・C種・D種の各接地線を全て鉄骨等の建物構造体に接続し、建物の基礎を接地極の代用とするものである。この方式は、接地幹線に電線を使用する場合よりもインピーダンスが低くなることから、建物内をより等電位化することができ、高周波ノイズによる電子機器の誤動作防止に寄与する。

また、平常時に非接地となっている低圧電路に対しては、雷等によるインパルス電圧発生時に統合接地導体と等電位となるようSPD (Surge Protective Device：サージ防護デバイス) を設置している。

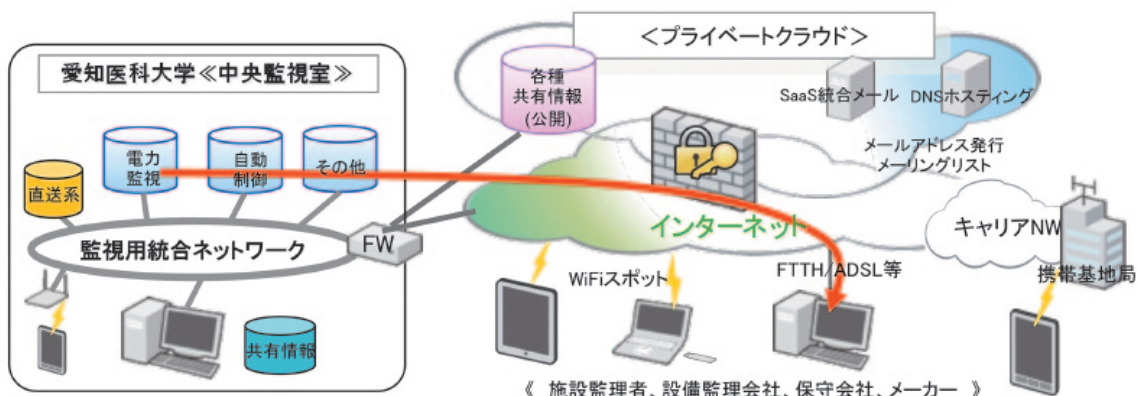
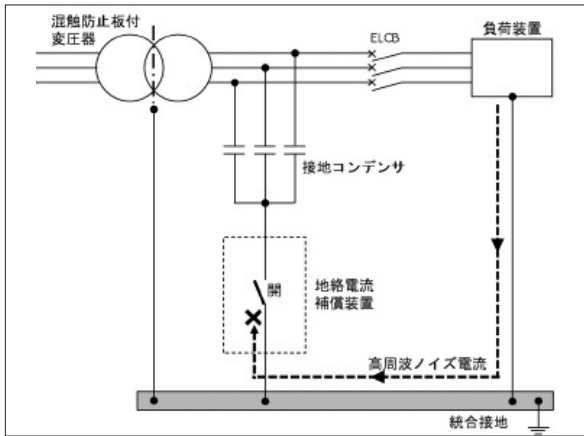
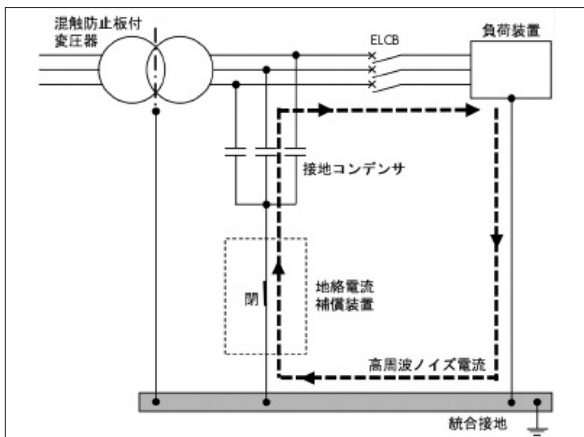


図5 クラウド式次世代BEMS概念図



(1) 平常時



(2) 地絡時

図6 TLDシステム概要

5.3 大容量幹線のバスダクト化

一般的に低圧用の配線は、CVケーブルまたはVVケーブルが採用されることが多い。しかし、大容量幹線にケーブルを用いる場合には、同相多条に伴う同相内での電流不平衡や周囲への漏洩磁束を検討しなければならない場合がある。一方、バスダクトを用いた大容量幹線の場合、これらの問題を低減することが可能である。

他への影響を及ぼすノイズの一つに磁束がある。電気設備は交流電流が流れるために交流磁束が近傍に漏洩する。図7に同じ電流を流した際の各種ケーブルとバスダクトの漏洩磁束を実測した結果を記載する。図7の結果からは各種ケーブルの漏洩磁束よりバスダクトは低減されることがわかる。

今回、新病院棟では、低圧の大電流が流れる幹線部分にバスダクトを用い、幹線近傍に発生する漏洩磁束を極力低減する措置を取る。これは、幹線近くの様々な部屋に設置される医療機器の不要動作を極力排除したいという考えである。

また、バスダクトを大容量幹線に採用することで、リニューアル時等による幹線分岐が必要となった際においても、その可用性・施工の容易性の利点も考慮している。

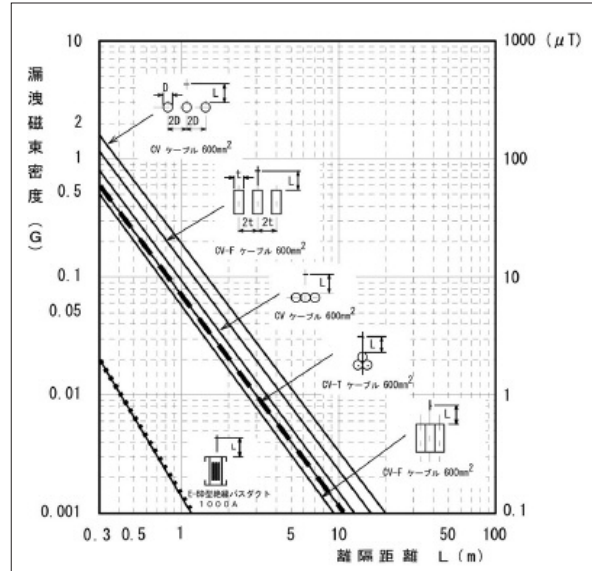


図7 漏洩磁束の実測例²⁾
(3φ3W-1000 [A] 流した時の漏洩磁束)

6 まとめ

病院の新病院棟建築に際し、災害時における運用を考慮し、建築技術的な検討だけでなく、電気設備においても、災害拠点病院として稼働するための施策を様々取り入れた。本稿では、医療機器等の安定稼働の一つである【BCP対策】と【ノイズ低減】に着目して報告した。なお、本工事は計画時から現在まで情報通信本部NE部と密に連携している。これはお互いの組織的な特徴を活かしつつ、お客さまに喜ばれる電気設備構築を目指す点で一致した件名であると考えられる。

最後に、本稿を記載するに当たり、愛知医科大学の関係者様をはじめとして、設計・工事に携わった方々、他業者の方々からの多くの手助けとご指導を賜りましたことを、この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 伊藤：「TLDシステム」、電気設備学会誌、Vol.25、No.3、pp.145～149 (2005)
- 2) 共同カイテック(株)：技術資料「E-BD型絶縁バスダクトとケーブルの漏洩磁束の比較について」

大卒技術職新入社員の育成

1 はじめに

平成22年度より導入した、大卒技術職新入社員育成制度は、今年度で4年目を迎える。そこで、本制度における「教育内容」「運営管理方法」の紹介と、3年間の運用による「教育の成果」と今後の制度の向上に向けた「課題の取り組み」についての報告をする。

2 制度導入にあたって

2.1 背景

近年の景気低迷の中、建設業界においては、依然として激しい受注・価格競争が続いている。その中で当社が、企業競争に勝ち抜き、技術革新の進展、顧客ニーズの多様化・高度化に対応するためには、部門間を横断的に様々な仕事を体験する中でキャリアを形成し、社員自らが考え、行動できる「自律型変革人材」が必要である。また、若手社員に対しては、早い時期にお客様への提案の重要性を理解し、自ら技術力を身に付ける姿勢を学ぶために、この制度を導入した。

2.2 ねらい

導入に際しては、「部門」「人事」「教育センター」三位一体での育成を基本とし、制度を構築している。なお、導入のねらいは以下のとおりである。

- ①全社的な視点で行動ができる社員の育成
- ②現場基礎力を備えた社員の育成
- ③形骸化したOJT制度の再構築
- ④技術提案ができるための基礎力の養成
- ⑤重点公的資格者の拡大

3 部門育成目標

現場における部門OJTの実践を基本に、各部門の育成目標を設定している。設定に当たっては、職能要件により大卒技術職新入社員の初任格付前後の職能内容を3ヶ月程度で習得できるものとした。各部門の育成目標は表1のとおりである。

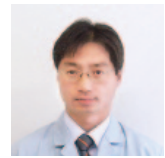
4 教育の概要

4.1 共通教育

入社後からの3ヶ月間、社会人としての意識付けをはじめ、各部門における基礎技術・技能の習得、

表1 部門育成目標

部 門	育 成 目 標
配電部門	<ol style="list-style-type: none"> ①工事施工に関する基礎業務を体験する。 ②基本的な工具・資材等の名称・用途を習得する。 ③在庫の把握および棚卸に関する基礎業務を体験する。 ④配電線工事の安全作業に関する基礎業務を体験する。 ⑤外線作業現場で地上相番を体験（見学）する。 ⑥市場開発業務を体験し接客力の基礎を習得する。
地中線部門	<ol style="list-style-type: none"> ①施工法および一般施工技術が理解できる。 ②工事施工（業務の流れ、処理方法・手続き等）に関する基礎知識を習得する。 ③安全作業に関する基礎知識を習得する。
内線部門	<ol style="list-style-type: none"> ①電気に関する基礎知識を習得する。 ②CADなどOA機器による製図ができる。 ③建築図や電気設計図を読むことができる。 ④簡易な電灯コンセント設備の設計ができる。 ⑤簡単な積算業務ができる。 ⑥簡単な工事工程が理解できる。 ⑦現場で安全に行動できる、TBM - KYができる。
空調管部門	<ol style="list-style-type: none"> ①建築図面が理解できる。 ②空調設備・衛生設備の機材の名称がわかる。 ③給水・排水配管サイズの基本的な計算ができる。 ④現場の安全管理に従い行動できる。 ⑤技術者倫理に関する事項の理解ができる。 ⑥地球環境問題が理解できる。
情報通信部門	<ol style="list-style-type: none"> ①工事作業手順・方法等の基礎的知識の習得。 ②無線設備の基礎知識の習得。 ③配線接続・測定基本知識の習得。 ④プレゼンに関する基礎知識・技能の習得。



および重点公的資格取得者の拡大を図ることをねらいとした「導入・総合教育」「部門基礎技術教育」「安全教育」および「資格取得教育」を行っている。

4.2 部門教育

共通教育の終了後、12ヶ月間（3本部を3ヶ月毎）の、現場実習と集合教育を実施している。「全社的な視点で物事を捉えることができる」ことをねらいとして、現場基礎力の強化を図るための教育を行っている。また、新入社員の指導を通して若手既存社員の指導力養成もねらいとしている。そして、各部門教育終了後には、「プレゼンテーション能力の向上」と「部門教育の成果確認」を目的とした「部門教育研修発表会」を開催している。

4.3 内定者教育

内定式から入社までの6ヶ月間、電気設備関連知識の基礎力養成を目的に、電気理論、配電理論、機器・器具・材料・工具、法規および配線図に関する事項を課題とした通信教育を行っている。

5 制度の運営管理

5.1 運営組織

本制度の運営体制は、図1のとおりである。

部門教育責任者は、各部門の統括部署より選任され、部門教育を円滑かつ効果的に行うために部門教育全体の総括を担う。また、教育担当者は、教育センター内の社員より選任され、現場OJT時に必要となる実務教育および安全教育を行う。

なお、教育担当者間では教育に関する運用・管理状況の確認のための定例会を開催しており、加えて、部門と教育センター間においても、次年度の教育計画策定および前年度の総括のための運営会議を毎年開催して、円滑に本制度が運用されるように努めている。

5.2 サポート体制

新入社員に対する支援の取り組みとしては、「健康状態およびメンタル（悩みごと）の把握」のための、面談を実施し、新入社員が研修に、集中できるように指導を行っている。

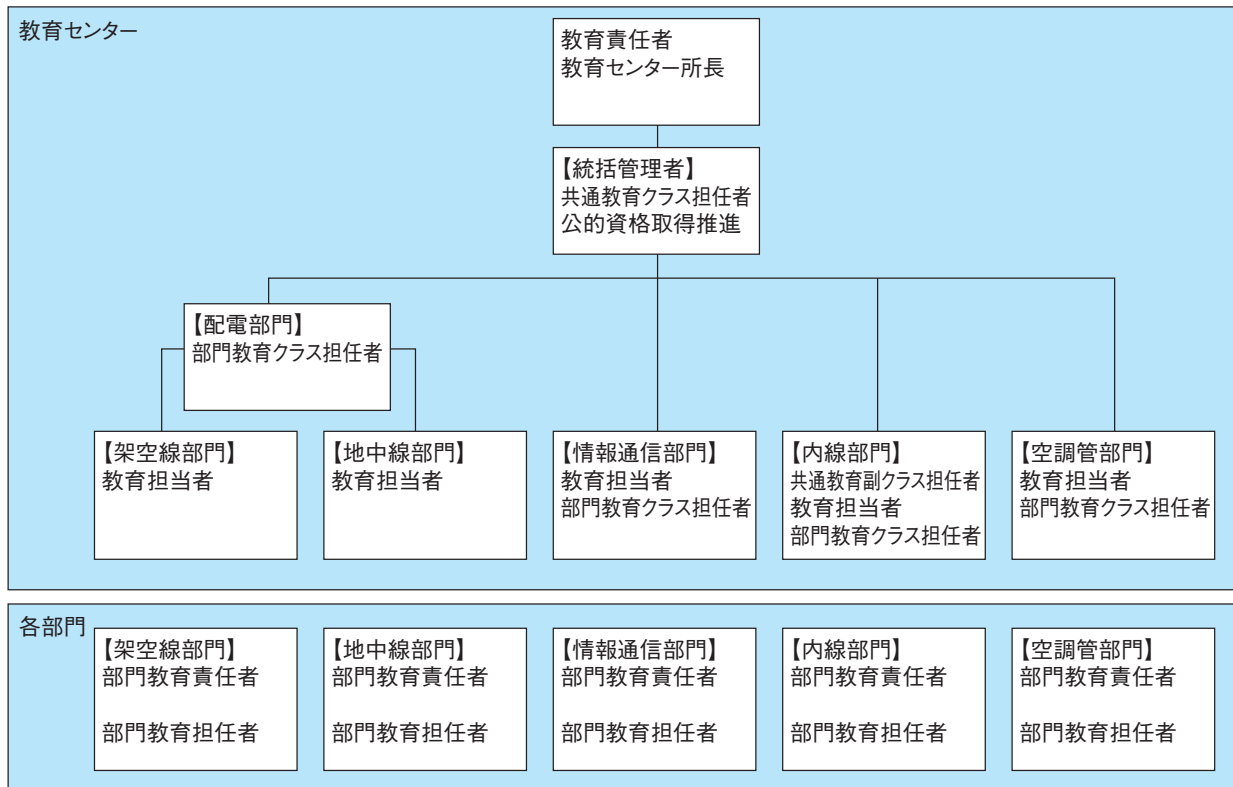


図1 運営体制

また、新入社員の自己啓発の推進として、「目標管理シート」により、自ら目標設定および工程を作成し、PDCAサイクルを回すことを指導している。加えて、定期的に確認テストを実施し、自らの学習方法の見直しに役立てられるようにしている。

5.3 評価票の導入

『部門育成目標達成度の検証』『今後の教育訓練での活用』『新入社員の研修意欲の高揚』のため、実習での成果物、理解力テスト、現場実習時の報告書、業務日誌により、各部門教育の研修終了後に客観的な評価を行っている。

また、評価票の運用については、表2および図2のとおりである。

表2 評価内容・方法

評価内容	評価方法
1 技術、技能の習得度	①実務実習での成果物(見積書、提案書、設計図他)に対する仕様満足度・完成度・提出の有無 ②理解力テストの評点 ③公的資格試験の可否
2 現場実習の体験	現場実習における報告書
3 研修に取り組む姿勢・意欲	日々の業務日誌の内容

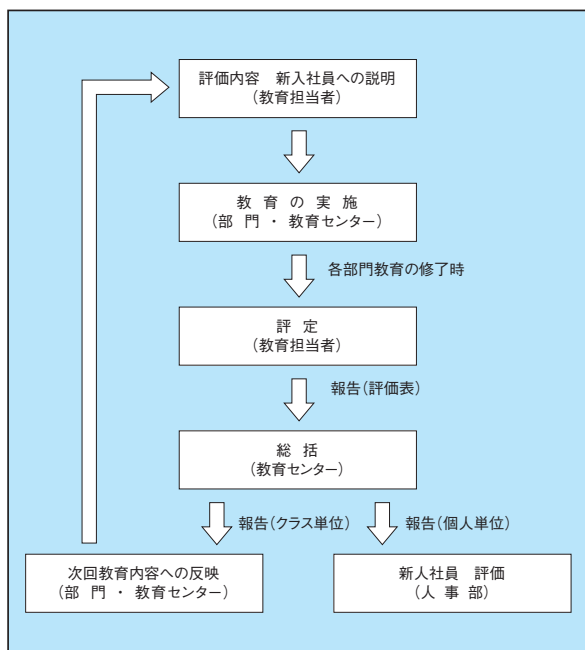


図2 評価フロー

6 部門が望む人材像

部門が若手社員に対し望む人材像は以下のとおりである。

- ①社会人の基本である「挨拶」「礼儀」「規律」「規範意識」を身に付け、コンプライアンス意識を持った社員
- ②お客様の要望に応えるために、常に技術力の向上に努め、職責を完遂できる社員
- ③総合設備企業として、部門間連携の必要性を理解し、社員同士で助け合うことができる社員
- ④会社の進むべき方向を見極め、自らがレールを敷く意識を持ち、業務に取り組むことができる社員

7 研修の成果

教育の成果については、「部門教育責任者の総括」「研修生の感想」「公的資格取得状況」より、まとめた。

7.1 部門教育責任者の総括

- ①教育を通し、各部門において必要となる基礎的知識および技術・技能が何であるかを理解させることができた。
- ②初任格付前後の職能内容を習得・体験させる教育により、新入社員自ら配属後に携わることになる業務内容を理解し、どのような能力・技術・知識が必要となるのかを理解させることができた。
- ③現場実習を通し、各部門の強みや現業が抱える悩みを知り、それらを元に、改善点を新入社員自らが掘り起こすことができているようだ。また、それらを知りえたことにより、部門間での連携の必要性を理解させることができた。
- ④各部門の幅広い年齢層の中で現場実習を体験できたことにより、各世代間の考え方の違いを知り、「コミュニケーション能力」等といった意思疎通能力が必要であることに気付かせることができた。

7.2 研修生の感想

- ①現場実習を通し、勤労するという事は、「常に、責任が付いてくるということ」であり、さらには、「現在の状態から、挑戦する意識とい

うものを、持っていなければ、同業他社と競い合うことができないということ」を学んだ。

- ②現場実習先で、先輩社員の働く姿を見て「責任を持って、業務を遂行し、信頼を得ること」の難しさを感じ、その一方で、その困難な事を、先輩社員が実直に成し遂げていることを知った。
- ③現場実習先で、「報・連・相」という、当り前の行為を当り前に出来ずに、先輩社員から注意を受け、その当り前の行為を行うことの難しさを体得した。
- ④現場実習を通し、研修を重ねていくうちに、部門の特徴や業務内容を知り、自らが習得しなければならない内容が見えてきた。そのことにより、物事に対する取り組みの姿勢が、以前は漠然と受け身であったが、主体性を持って取り組むことができるようになった。
- ⑤施工業務に携わりながら研修を積み重ねていくうちに、技術者は、技術的問題を解決するために、常に「知識・技術・技能の習得」に努めなければならないことを学んだ。
- ⑥現場実習を通して、自分たち研修を受ける側が積極的に学ぶ姿勢をとることにより、指導する側もそれに応じて熱心に指導して頂けることに気付き、研修の内容が何倍にも濃くなることが分かった。

7.3 公的資格取得状況

基礎力の養成を目指し、幅広い知識を身につけるために、数学や物理といった考える力を養うための必要な基本を学ばせる中で公的資格へのチャレンジを掲げ自己啓発を促す指導を行っている。

大卒技術職社員の各種公的資格合格者数は、制度導入前と比較して著しく増加しているが、主な理由としては以下の様に考えられる。

- ①電験の取り組みにより、電験3種のみならず、技術士補(電気・電子)の合格率が大幅に向上した。
- ②現場実習先の技術・技能に触れ、公的資格取得の必要性を理解した。
- ③全寮制による相互啓発
- ④新入社員教育の中での自己啓発推進によるもの。

8 今後の課題と取り組み状況

8.1 育成制度の意図・目的の展開

一部の現場実習先において、繁忙極める現場な

ため、育成制度の意図が指導者に対し十分に伝わっていないことがあった。その結果として、新入社員の研修意欲の低下へとつながることから、教育センターとしても現場への育成制度の意図・目的の展開を行っている。

8.2 OJTの向上

OJTをより良く機能させるためには、実務指導者の「意思疎通能力」「相互理解能力」「相互学習能力」そして「目標達成の援助能力」の補完が必要である。その有効な手段として「コーチング研修」等の指導技術向上への取り組みを行っていきたいと考える。

8.3 教育効果の検証

本育成制度における教育効果の検証は必要となるが、「ゼネラリストとしての機能」については、新入社員が部門配属後、数年間の実務経験を積み自らのキャリアデザインが開花する時期になって初めて教育の効果として現われるものである。そこで、今後「継続的なフォローアップによるモニタリング」の実施により、新入社員の成長過程における「あるべき姿」との比較をもって、検証を行いたいと考えている。

9 おわりに

新入社員育成制度を通して新入社員の指導を行ってきたが、新入社員が日々成長していく姿はとて頼もしく、毎年配属の時期には、彼らに対して思いを持って指導に当たってきたことが、本当に良かったと感じている。私ごとではあるが、彼らに対して物事を教えていく中で、逆に彼らから教えられることも体得することができた。また、この制度を通して、私も各部門が持つ技術力および考え方を知ることができた。それらを、一つの方向へ合わせ向けることが、当社にとって強固な企業に生まれ変わる方法の一つであり、その初めの一步として、組織一体感(オールトエネック)の観点から構築されたこの制度は、当社にとって必要な教育制度であると、私は考えている。

最後に、育成制度運用に、ご尽力頂いた方々に、心から御礼を申し上げます。

技術開発室だより

技術開発室の研究開発テーマ

技術開発室が平成25年度に取り組んでいる研究開発テーマを表1に示す。テーマは大きく3つに分類でき、研究開発グループ内でもこの分類でチーム分けをしている。

「電力品質・保守メンテナンス」は、お客さま構内の電力の品質を正常に保つための技術で、太陽光発電などの連系や老朽化の進んだ設備の増加にともない当社にとって重要なテーマとなっている。

「省エネ」は主に工場のお客さまの生産設備やユーティリティ設備を対象に省エネ提案をするための技術であり、「環境」は工場の生産活動により生じる排水に着目した、新しい分野への挑戦である。

各研究開発件名の当社業務との関わりと開発段階を、図1に示す。

図は、横軸を左から右へ当社の事業領域との関わりとし、縦軸に研究開発の段階を示す。図の下方にあるほど成果を得るまでの期間が短いと判る。

プロットが「開発」から「実用化」にあるものは、最終的に得る成果物が明らかになっている。

「基礎」から「応用」にあるものは、目標は定まっているが、アプローチのし方や利用する技術を選定する段階にある。

調査段階にある件名は、研究開発テーマを探るためや特定分野での技術動向の調査である。

技術開発委員会では、平成24年9月、全社を対象に技術開発ニーズのアンケート調査を行なった。この結果、60件を超えるニーズが集まった。

現在、これらのニーズを元に議論を深めている。これにより当社が将来に向けて取り組むべき技術開発分野を明らかにし、当社の技術開発の指針とする「技術開発中長期ビジョン」を作成する計画である。

ビジョンの検討は各部門の参加によるWGで進めており、その結果を受けて技術開発委員会で平成25年度中にまとめる予定である。

また、上記の議論の過程では、各部門のニーズの正しい把握や技術課題の絞り込みも行なっている。

(技術開発室 近藤俊作)

表1 平成25年度技術開発室研究開発テーマ

分野	図1に示す番号	研究開発テーマ (目標とする成果)	協調推進部署 (*)	調整済み部署 (*)
電力品質・保守メンテナンス	①	低コスト型自動力率調整装置 (APFC) の開発 (自動力率調整装置)	-	商品販売センター
	②	進相コンデンサを活用した電力品質改善に関する研究 (進相コンデンサ制御装置)	-	-
	③	太陽光発電システムの劣化・故障診断に関する研究 (計測・監視システム)	ECOS部	ECOS部 お客さまサービス部
	④	太陽光発電システムのオンサイト診断装置の開発 (オンサイト測定装置)	ECOS部	-
	⑤	アセットマネジメント手法を活用した電気設備の保守管理手法に関する研究 (更新計画検討ソフト)	-	-
	⑥	低圧電動機駆動時の固定子巻線短絡診断システムの開発 (巻線診断システム)	-	-
	⑦	電源非接続時における低圧電動機の巻線診断装置の開発 (巻線診断装置 (製品版))	-	商品販売センター
	⑧	対地静電容量測定装置の開発 (対地静電容量測定装置)	-	-
	⑨	非接地電路用常時絶縁監視装置の開発 (常時絶縁監視装置)	-	商品販売センター
	⑩	TLDシステムの改良 (改良型TLDシステム)	-	営業本部 技術統括部
省エネ	⑪	ダイカスト工場におけるエネルギー最適化手法構築に関する研究 (ソフトウェア)	-	-
	⑫	独自機能を備えたエネルギーマネジメントシステムの開発 (ソフトウェア)	-	-
	⑬	工場における電化設備技術提案の効率化に関する調査 (調査報告書)	-	-
	⑭	生産プロセス改善による省エネ化・生産効率化に関する調査 (調査報告書)	-	-
	⑮	工場における負荷設備に関する省エネ提案を実現する技術の調査 (調査報告書)	-	-
	⑯	遠隔監視データを用いた空調異常検知システムの開発 (ソフトウェア)	お客さまサービス部	お客さまサービス部
	⑰	ジャストインタイム生産方式への対応を目的としたMIELCASTの改良 (改良版MIELCAST)	営業本部 営業部	営業本部 営業部
環境	⑱	太陽熱エネルギー有効利用に関する技術調査 (調査報告書)	-	-
	⑲	生物学的排水処理システムの開発 (排水処理システム)	ECOS部	-
	⑳	排水系産業廃棄物の減容化技術の開発 (調査報告書)	ECOS部	-

(*) 「協調推進部署」 情報交換を行ない、協力しながら研究を進める部署
「調整済み部署」 研究開発の成果移転先部署
上記はいずれも技術開発室と相手部署で相互に確認し、研究開発計画書に記載している。

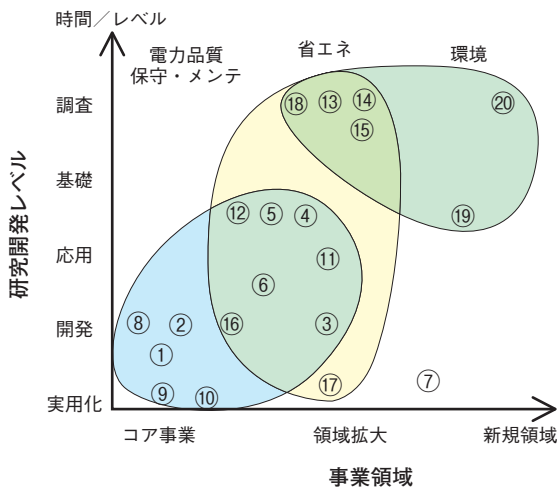


図1 平成25年度研究開発テーマの位置付け

ご連絡をいただいてもかまわない。
(技術開発室 研究開発グループ 小林 浩)

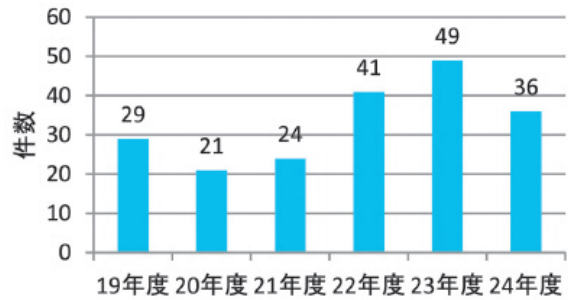


図2 最近6年間の現業支援件数

技術開発室の現業支援業務

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

内容は、現業部署での提案・設計・施工・保守などの実務で生じた技術的な課題の解決であり、具体的な例は以下のとおりである。

- ・ 障害の原因調査と対策提案
漏電遮断器の不要動作、各種機器の動作不具合などの各種障害に対する、計測などによる原因調査、及び対策の提案
- ・ お客さまへの技術提案
エネルギー遠隔監視システム、TLDシステム、MiELCASTなどの当社独自技術や、お客さまのニーズに応じた最適なシステムなどの提案
- ・ 技術計算を含む設計支援
高調波流出電流計算、蓄熱槽設計、各種シミュレーションなど高度な技術計算
- ・ 新技術・新製品の調査
LED照明器具の消費電力や電流波形の簡易実験による評価、各種規程・技術文献などの調査
- ・ 技術関連アドバイス
電気設備や空調設備などに関わる技術的なアドバイス

最近6年間の現業支援件数は図2のとおりであり、年間40件程度、合計では200件の支援を行っている。また内容は図3のとおりであり、各内容をおおむね均等に実施している。

技術的な支援が必要な時は、研究開発G長へ連絡を願う。緊急の場合は、表2を参考に研究員に直

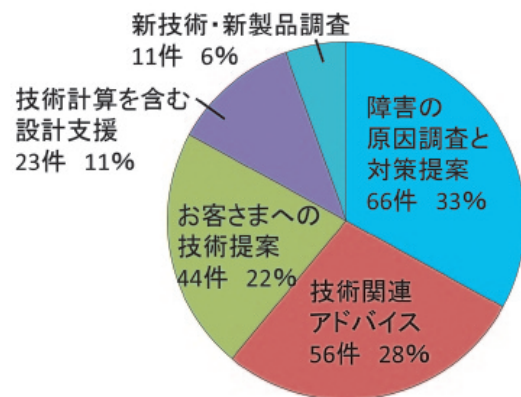


図3 最近6年間の現業支援内容

表2 技術支援項目と担当する研究員

技術支援の項目	担当する研究員
各種電気障害	小林、高橋、山本、西戸、大島
エネルギー遠隔監視システム	高橋、眞玉橋
TLDシステム、DGR	山本、西戸
MiELCAST	水野、西村
電気技術計算、電気法規	小林、山本、西戸、藤田
空調全般	河路、中井、千葉、仲道
省エネ	小林、河路、高橋、眞玉橋、仲道
太陽光発電	西戸、井上
環境	加藤、高石

技術開発室成果報告会

技術開発室では、前年度における研究開発成果の報告会を毎年4月下旬に行なっている。説明にも質疑にも十分な時間をかけるため、半日ずつ3日間に分けて行なっている。

これまでは、研究開発を進めるにあたりご意見やご協力をいただいた部署の方々には報告会の開催をお知らせし、参加をお願いしていた。それらの方々から「技術開発室の開発意図や目的もよく理解できる。技術開発室の成果を広く知ってもらうため、社内に公開して行なうのが良い」とのご意見を多くいただいた。

そこで、今年の成果報告会は、始めて全社に開催を通知し、場所もこれまでの技術開発室会議室から、教育センタークリエートホールのミーティングルームとした。この結果、3日間で延べ55名の参加を得て、お客さま目線での貴重な評価や現場の立場での的確な指摘をいただき、技術開発室にとって得るところの大きなものとなった。来年も同様の方法で開催する予定である。

報告件名と報告者

月 日 テーマ	報告者	研究開発テーマ
4月23日(火) I. 電力品質 ・保守管理 技術	小林 浩 研究主幹	低コスト型自動力率調整装置 (APFC) の開発
	藤田 悠 研究員	進相コンデンサを活用した電力品質改善に関する研究
	西戸 雄輝 研究員 井上 泰宏 研究員	太陽光発電システムの劣化・故障診断に関する研究
	大島誠一郎 研究員	電気設備の劣化診断技術に関する調査
	山本 達也 研究副主査	非接地電路用常時絶縁監視装置の開発
	山本 達也 研究副主査	対地静電容量測定装置の開発
	中村 久米 研究副主査	電源非接続時における低圧電動機の巻線診断装置の開発
	中村 久米 研究副主査	低圧電動機駆動時の固定子巻線短絡診断システムの開発
4月24日(水) II. 省エネ技術	河路 友也 研究主査	ビル用マルチパッケージ型空調機の性能評価手法に関する研究
	河路 友也 研究主査	遠隔監視データを用いた空調異常検知システムの開発
	西村 叔介 研究員	ダイカスト工場におけるエネルギー最適手法構築に関する研究
	水野 誠 研究主査	ジャストインタイム生産方式への対応を目的としたMIELCASTの改良
	水野 誠 研究主査	工場における各種生産設備の課題調査
	高橋 和宏 研究副主査	空圧設備の運転制御・管理手法の開発
	眞玉橋剛志 研究副主査	蒸気設備における省エネ余地診断と課題調査 (その1)
	仲道 真也 研究員	蒸気設備における省エネ余地診断と課題調査 (その2)
4月25日(木) III. 環境技術	中井 一夫 研究主査 高石有希子 研究員	冷却塔のシリカスケール対策手法の調査
	高石有希子 研究員	生物学的排水処理システムの開発
	千葉 理恵 研究副主査	洗浄機室の作業環境改善手法の検討
	加藤 勇治 研究員	脱臭装置の開発
	加藤 勇治 研究員	塗装排水処理手法の調査/含油排水の処理技術に関する調査
	中井 一夫 研究主査	環境技術の調査(その2)



「学」との交流

平成24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共同研究先の先生
太陽光発電システムの出力低下診断法開発に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
電力品質を考慮した進相コンデンサ制御手法の実証研究	名古屋工業大学つくり領域 鵜飼裕之 教授 青木 睦 准教授
酸素供給型DHS法の事業系排水処理の適用性評価	岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 角野晴彦 准教授

平成25年度 研究開発における大学等の協力

技術開発室の研究開発件名	協力をいただく大学等
太陽光発電システムの出力低下・異常検出手法開発に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
進相コンデンサを活用した電力品質改善に関する研究	名古屋工業大学つくり領域 鵜飼裕之 教授 青木 睦 准教授
電気設備の故障および劣化診断手法の開発	名古屋工業大学 ながれ領域 水野幸男 教授
酸素供給型DHS法における酸素供給条件の最適化	岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 角野晴彦 准教授 阿南工業高等専門学校 建設システム工学科 川上周司 助教
旋回式クロスフローによる含油廃液処理への適用と応用検討	岐阜大学 工学部 機械工学科 小林信介 准教授



酸素供給型DHS法の事業系排水処理の適用性評価

第22回全社技術研究発表会

平成24年度の全社技術研究発表会は、第22回を迎え、テクニカルフェアと同時開催とした。

冒頭、高木常務から、「素晴らしい研究や開発は、研究所からではなく、むしろ現場の強いニーズから生まれてくる。現場で困ったことを深く追求し、解決の道を探るところから良い技術研究開発成果が生まれる」と挨拶があり、続いて、施工技術、工具開発、設備診断など、幅広い内容で7件の発表が行なわれた。

それぞれの発表に会場からは真剣な質疑が出された。いずれも的確な回答がなされ、開発者が十分にテーマについて考え抜いてきたことが理解できた。

表彰式および名古屋工業大学副学長鵜飼教授による講評は、テクニカルフェアのメイン会場であるアリーナで行った。

研究テーマと発表者

発表内容	発表者所属	発表者	受賞名 ^(注)
デッキ型高所作業車の共同研究	配電本部 市場開発部 開発グループ	長瀬 聡志	社長賞
名港西大橋ケーブル張替工事	配電本部 地中線部 工事グループ	平松 剛	審査員賞
ハイブリッド型脱臭システムの開発	技術開発室 研究開発グループ	加藤 勇治	奨励賞
通信局舎新設における独楽(コマ)基礎工法の採用について	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	多地 和馬	
式年遷宮記念せんぐう館新築工事	三重支店 伊勢営業所 工事グループ	古川 裕昭	
空調設備の劣化診断報告書作成支援ツールの開発	技術開発室 研究開発グループ	仲道 真也	
「柱間切分工法」の開発	配電本部 配電統括部 技術グループ	森 剛	

注) 賞の種類と審査基準は、前号、前々号のTDレポートの本欄をご参照願いたいですが、平成24年度から技術開発室も全ての賞の対象としており、25年度も同様の予定である。



JECA FAIR 2013 ～第61回 電設工業展～

JECA FAIR 2013（第61回電設工業展）は、「電設技術で築くスマートライフ～未来へつなごう安全・安心～」をテーマに、平成25年5月29日から31日までの3日間、東京ビッグサイトで開催された。

この展示会は、電気設備に関する日本で最大の総合展示会であり、最新の機器、資材、工具および施工技術を一堂に見ることが出来る。今年も国内201社、海外からも22社が出展し、来場者は約105,000人であった。

技術開発室は、「鋳造工場向け省エネシステム “MiELCAST”」「脱臭装置 “デオマイスター”」「低圧自動力率制御システム」「コンプレッサー台数制御システム」「エネルギー遠隔監視システム」「低圧電路用地絡方向継電器 “DGR”」「トーエネック低圧配電システム “TLDシステム”」の7点を展出した。それぞれの担当者が来訪者への説明とともに意見やニーズの聞き取りを行なうことができ、有意義な展示会となった。

また、アンケートの中で資料請求などのご要望をいただいたお客さまには、後日あらためて詳細な資料の送付をおこなった。



社外講師・セミナー講師

演 題	担当者所属	講 師	講演先・日付
建築設備士 総合講習	技術開発室 研究開発グループ	伊藤 公一	(一社)建築設備技術者協会 2012.10.20
電気電子工学概論－電力事業と電気電子工学－	技術開発室 研究開発グループ	伊藤 公一	名城大学非常勤講師 2013.7.8
配電システムにおける電力品質の現状と対策 －スマートグリッドの実現に向けて－	技術開発室 研究開発グループ	小林 浩	名古屋大学非常勤講師 2012.11.15
「スマートパワーシステム特論」のうち事例解説	技術開発室 研究開発グループ	小林 浩	名古屋工業大学非常勤講師 2013.6.12 2013.6.19
蓄熱技術研修会 水蓄熱・修得コース「蓄熱槽の最適設計シミュレーション(TESEP-W)の活用」、「システムの比較評価、評価プログラム(TES ECO)の活用」	技術開発室 研究開発グループ	河路 友也	(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター 2012.11.7-8
第35回エネルギー管理研修 VI電力応用 (空気調和)	技術開発室 研究開発グループ	河路 友也	(一財)省エネルギーセンター 2012.12.15
BEST講習会【中級】蓄熱	技術開発室 研究開発グループ	河路 友也	(一財)建築環境・省エネルギー機構 2013.1.21
蓄熱技術研修会 水蓄熱・設計コース「水蓄熱及び複合熱源システム評価ツールの活用－エネルギー・コストシミュレーションツール(TES ECO)」	技術開発室 研究開発グループ	河路 友也	(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター 2013.9.10
技術講習会「省エネルギー・新エネルギー関連」	技術開発室 研究開発グループ	高橋 和宏	(一社)愛知電業協会 2012.11.28
太陽光発電用FXT基礎鋼管について	配電本部 地中線部	中林 清美	「名商ecoクラブ」名古屋商工会議所 2013.2.15



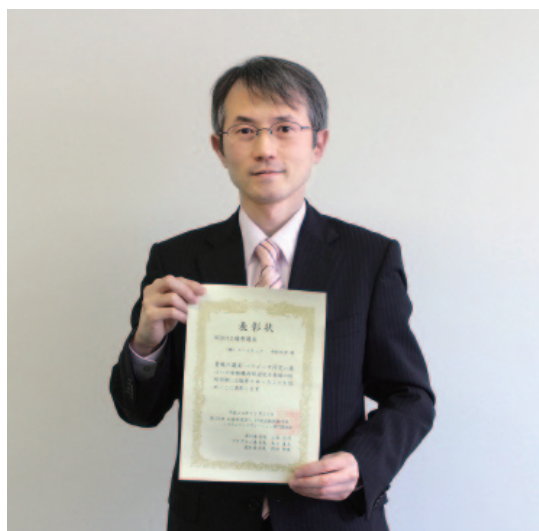
受賞・表彰の記録

空気調和・衛生工学会から受賞した「リニューアル賞」は、昨年度当社が受賞した「十年賞」とともに、同学会の特別賞として設けられている。

「十年賞」は竣工後10年に渡り使用している設備または施設を対象にし、継続的な調査・改善によって適切な維持管理が行われた業績に対し贈られる。今回受賞の「リニューアル賞」は、過去3年間（賞が新設された今年は5年間）に改修工事を実施し、機能回復や性能向上の状況が検証された業績に贈られる。

中村研究副主査が表彰を受けた「SI2012優秀講演」は、昨年12月に開催された「第13回（公社）計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会」における発表が優れた研究であると評価されたものであり、全716発表の中から選ばれた。発表の内容は、中村研究副主査が手掛けているモーターの故障検出に関する研究で得た知見の報告である。

受賞名	内容	担当者所属 (担当時)	担当者	備考
第1回空気調和・衛生工学会リニューアル賞	中部電力熱田ビルにおける空気調和設備の省エネルギー化改修と復性能検証	技術開発室 研究開発グループ 空調管設備部	河路 友也 長原 裕和	共同受賞 中部電力(株) 中電不動産(株) (株)蒼設備設計 NPO法人BSCA
SI2012優秀講演	パラメータ同定に基づいた電動機内部固定子巻線の短絡診断	技術開発室 研究開発グループ	中村 久栄	



技術開発室 研究開発グループ 中村久栄

学会・雑誌等への発表・投稿

件名	著者（発表者○）および連名者	発表機関・掲載誌
Probabilistic Diagnosis of Insulation Failure of Motor Winding Based on Feature Distribution (特徴量分布に基づいたモーター巻線の絶縁故障の確率的診断)	H.Nakamura (Toenec Corporation) K.Kishino、 ○Y.Mizuno(Nagoya Institute of Technology)、	2012 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, 2012.10
豆腐工場模擬排水を連続処理する酸素DHSリアクターの特性	高石有希子(技術開発室)、 ○馬島孝治、角野晴彦(岐阜高専)、 米澤愛美、川上周司(阿南高専)、珠坪一晃(国環研)	土木学会 第49回環境工学研究フォーラム 2012.11
DHSリアクターによる中有機物濃度の食品工場廃水の長期連続処理	高石有希子(技術開発室)、 ○段下剛志、馬島孝治、角野晴彦(岐阜高専)、 珠坪一晃(国環研)、 大橋晶良(広島大)、原田秀樹(東北大)	土木学会 第49回環境工学研究フォーラム 2012.11
PCSの変換効率に関する一考察	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○小島祥太、山中三四郎(名城大学)	平成24年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 合同研究発表会 2012.11
住宅用PVシステムの出力低下診断に関する一考察	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○奥田文彬、山中三四郎(名城大学)	平成24年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 合同研究発表会 2012.11
%電力量を利用した出力低下診断法とその精度	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○真田英和、三宅弘太郎、山中三四郎(名城大学)	平成24年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 合同研究発表会 2012.11
パラメータ同定に基づいた電動機内部固定子巻線の短絡診断	○中村久栄(技術開発室)	第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2012.12
高圧需要家の時系列データを用いた電力品質解析	○小林 浩(技術開発室)、 松田勝弘、二上貴文(東北電力)、高野富裕(三菱電機)、 片岡義則(指月電機製作所)	平成25年 電気学会電力系統技術研究会 2013.01
高濃度酸素を利用する「Hi-DHSリアクター」による豆腐工場模擬排水の処理特性	高石有希子(技術開発室)、 ○馬島孝治、角野晴彦(岐阜高専)、 珠坪一晃(国環研)、大橋晶良(広島大)、 原田秀樹(東北大)、川上周司(阿南高専)	平成24年度土木学会中部支部研究発表会 2013.03
酸素供給型スポンジ散水床「Hi-DHSリアクター」によるデンブ含有排水の連続処理	高石有希子(技術開発室)、 ○段下剛志、角野晴彦(岐阜高専)、 珠坪一晃(国環研)、大橋晶良(広島大)、 原田秀樹(東北大)、川上周司(阿南高専)	平成24年度土木学会中部支部研究発表会 2013.03
酸素供給型スポンジ散水床「Hi-DHSリアクター」による豆腐工場模擬排水の連続処理	高石有希子(技術開発室)、 ○馬島孝治、角野晴彦(岐阜高専)、 米澤愛美、川上周司(阿南高専)、珠坪一晃(国環研)	第47回日本水環境学会年会 2013.03
酸素供給型DHSリアクターによるデンブ含有排水の高速処理の試み	高石有希子(技術開発室)、 ○段下剛志、角野晴彦(岐阜高専)、 珠坪一晃(国環研)、大橋晶良(広島大)、 原田秀樹(東北大)	第47回日本水環境学会年会 2013.03
豆腐工場排水を連続処理する酸素DHSリアクターの微生物群集構造解析	高石有希子(技術開発室)、 ○小島誠貴、米澤愛美、川上周司(阿南高専)、 馬島孝治、角野晴彦(岐阜高専)、珠坪一晃(国環研)	第47回日本水環境学会年会 2013.03
巻線の絶縁劣化過程における特徴量推移	○中村久栄(技術開発室)、 岸野光佑、八神佑輔、水野幸男(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
PCSの変換効率に関する一考察2 -変換効率のカーブフィッティング-	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○小島祥太、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
住宅用PVシステムの出力低下診断に関する一考察Ⅱ-日射強度の診断限界-	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○奥田文彬、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
年間%電力量の推定精度に関する研究	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○真田英和、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
高圧需要家における電力品質を考慮した低圧進相コンデンサ制御手法の実験検証	藤田 悠、小林 浩(技術開発室)、 ○小寺孝典、青木 睦、Doan Van Toan、 鵜飼裕之(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
可変容量型コンデンサの試作と実証評価	小林 浩(技術開発室)、 ○片岡義則(指月電機)、松田勝弘(東北電力)、 高野富裕(三菱電機)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03

件名	著者（発表者○）および連名者	発表機関・掲載誌
エネルギーシステムにおけるデータ計測の必要性	○小林 浩(技術開発室)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
需要家におけるエネルギー計測データの活用	小林 浩(技術開発室)、 ○青木 睦(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会全国大会 2013.03
稼働電動機の特徴量分布特性と短絡診断手法の検討	○中村久米(技術開発室)、 八神佑輔、水野幸男(名古屋工業大学)	第57回システム制御情報学会研究発表講演会 2013.05
高圧需要家における電力品質を考慮した低圧進相コンデンサ制御システムの構築	藤田 悠、小林 浩(技術開発室)、 ○小寺孝典、青木 睦、鶴飼裕之(名古屋工業大学)	平成25年 高速信号処理応用技術学会研究会 2013.08
PCSの変換効率に関する一考察3 ーPCSの性能と変換効率の比較ー	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○小島祥太、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気学会電力・エネルギー部門大会 2013.08
住宅用PVシステムの出力低下診断に関する一考察Ⅲ ー日射計を用いた出力低下診断の課題ー	西戸雄輝、小林浩(技術開発室)、 ○奥田文彬、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気学会電力・エネルギー部門大会 2013.08
高圧需要家における電力品質を考慮した低圧進相コンデンサ制御システムの構築	藤田 悠、小林 浩(技術開発室)、 ○小寺孝典、青木 睦、花田裕一、 鶴飼裕之(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会電力・エネルギー部門大会 2013.08
高圧需要家における低圧進相コンデンサ設置時の高調波流出電流解析手法の実験による検証	○藤田 悠、小林 浩(技術開発室)、 松田勝弘(東北電力)、高野富裕(三菱電機)、 片岡義則(指月電機)	平成25年 電気学会電力・エネルギー部門大会 2013.08
負荷変動時の特徴量分布に基づいた電動機固定子巻線の短絡診断	○中村久米(技術開発室)、 八神佑輔、水野幸男(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会産業応用部門大会 2013.08
%電力を用いた陰による出力低下の判定方法に関する研究	西戸雄輝、小林 浩(技術開発室)、 ○真田英和、山中三四郎(名城大学)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
高圧受電設備における不平衡実態に関する調査研究(第1報)ー現地調査と実測による設備不平衡の実態調査結果ー	○小林 浩(技術開発室)、 坂崎 誠、松村年郎(名古屋大)、 丸 俊介、塚腰浩章(中部電力)、 梅村正人(中部電気保安協会)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
高圧受電設備における不平衡実態に関する調査研究(第2報) ー設備不平衡が配電システムに与える影響評価ー	小林 浩(技術開発室)、 ○坂崎 誠、松村年郎(名古屋大)、 丸 俊介、塚腰浩章(中部電力)、 梅村正人(中部電気保安協会)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
高圧需要家における低圧進相コンデンサ導入支援ツールの開発	○藤田 悠、小林 浩(技術開発室)、 松田勝弘(東北電力)、高野富裕(三菱電機)、 片岡義則(指月電機)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
PVが導入された不平衡配電システムのSVRと単相SCによる電圧制御	小林 浩、藤田 悠(技術開発室)、 ○花田裕一、小寺孝典、青木 睦、 鶴飼裕之(名古屋工業大学)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
学校法人 愛知医科大学新病院での電気設備におけるノイズ低減手法	○丸山靖之(三重支店)、 矢崎祝秀、村上英樹(愛知医科大学)、 菊池 尚(株)山下設計、足立光弘(鹿島建設株)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
学校法人 愛知医科大学新病院での電気設備におけるBCP対策	○鷺見 章(営業本部)、 矢崎祝秀、村上英樹(愛知医科大学)、 菊池 尚(株)山下設計、足立光弘(鹿島建設株)	平成25年 電気設備学会全国大会 2013.09
PVによる電圧変動を考慮したSVRと単相SCによる電圧不平衡抑制制御	小林 浩、藤田 悠(技術開発室)、 ○花田裕一、小寺孝典、青木 睦、 鶴飼裕之(名古屋工業大学)	平成25年 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会 2013.09
エネルギー監視データを利用した空調熱源の異常検知システムの開発(第1報) 評価指標と基準値の決定	○河路友也(技術開発室)、 一瀬茂弘(中部電力)	空気調和・衛生工学会全国大会 2013.09
外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発 (その127)BESTに組み込まれた水蓄熱システムの運転制御方法とその効果	○河路友也(技術開発室)、 村上周三(建築環境省エネルギー機構)、 柳原隆司(東京電機大学)、工藤良一(蒼設備設計)、 二宮博史(日建設計)、 中原信生(環境システック中原研究処)	空気調和・衛生工学会全国大会 2013.09
新工法「地上設置型太陽光パネル用FXT鋼管基礎」の開発	深川広則(配電本部)	電気現場技術 2013年3月号

第31回電気設備学会全国大会に参加して

1 はじめに

平成25年9月3日と4日の2日間にわたり、第31回電気設備学会全国大会が大阪府立大学中百舌鳥キャンパスで開催された。今年度の一般講演の発表件数は、名古屋大学で行われた昨年度の大会の223件には及ばなかったものの216件と多数であった。長期的にみると講演件数は増加傾向を示しており、論文の内容、質疑応答の活発さなど、質的にも年々充実してきている。このため、この2日間は大変有用な技術情報交換の場となっている。また、同業他社の研究、施工事例などの発表から、他社が現在どのような技術、ビジネスに着目しているか、という動向や視点を知ることができ、この点においても有効である。

本稿では、筆者が聴講した一般講演の内容をいくつか紹介する。なお、プログラムの概要については、電気設備学会ホームページを参照願いたい。

2 一般講演の紹介

(1)「高圧受電設備の高経年化対策に関する調査・研究」〔装置、機器、防災・防犯分野〕

発表者：(株)日建設計 川合満男 氏

(発表概要)

電気設備学会関西支部において行われた調査結果の報告である。4,000件におよぶ高圧需要家を対象にして、事故の様相、保守管理方法などについて整理した。

事故発生頻度の高い設備は、引込部の開閉器やケーブル、継電器等であり、保守管理の方法はTBM(時間基準保全)が多いことがわかった。CBM(状態基準保全)を行っている企業は全体の5%程度であった。継電器のメーカー推奨寿命は15年であるが、10年で交換されるケースが多いことがわかった。

(筆者の感想)

設備の事故状況や保守管理の実態については、公開されているデータが少ない。このような調査研究が数多く行われれば、最適な保守管理方法の検討など、この分野の研究開発が進むものと考ええる。

(2)「双投形電磁接触器(MC-DT)の切替遅延原因と対策に関する考察」〔装置、機器、防災・防犯分野〕

発表者：(株)九電工 松原克己 氏

(発表概要)

2系統受電を行っているデータセンターにおいて、竣工前に1系統の停電を想定した系統切替試験を実施したところ、双投形電磁接触器が無負荷時には100msで切り替わるものの、負荷である送風機が運転されている時には1,200msを要し、切替時間が大幅に遅延することが判明した。送風機(誘導電動機)は、3台設置されており、そのうち、2台はインバータ駆動であった。

原因は、停電発生時にインバータの設置されていない誘導電動機が残留磁気によって発電し、インバータ駆動の2台の送風機が負荷となって回生電力を消費しているためと推測した。インバータ駆動の場合は回生電力を発生しないため、対策として全ての送風機をインバータ駆動とした。

(筆者の感想)

発表者は、残留磁気によって誘導電動機が発電することを初めて知った、と説明していた。送風機側と電源側の設計者(企業)が異なる場合、相互に情報を共有できない状況も想定され、この場合には同様の不具合が発生する可能性があり注意が必要と考える。

(3)「ノイズ測定器の開発」〔装置、機器、防災・防犯分野〕

発表者：(株)きんでん 森田祐志 氏

(発表概要)

ノイズ障害調査を容易にするための電圧、電流測定補助装置を開発した。

電圧測定器は、オシロスコープと組合せて使用する。3Pコンセントの各線間(L-N、L-E、N-E)を同時に測定できるようにコンセントプラグ型プローブを採用した。そして、ノイズ調査に不要な商用周波数成分の電圧をフィルタによりカットした。

電流測定器は、25次までの高調波と1.8kHz~100kHzまでの周波数帯域を8つのバンドパスフィルタを通して計測する仕様とし、FFTにより周波数分析が行えるようにした。また、波形及び平均



値、最大値を長期間保存できる仕様とした。

(筆者の感想)

発表者のノイズ調査の経験に基づいて開発された測定器であり、おそらく、対象としている障害は、漏電遮断器の不要動作、高調波障害、インバータの高周波漏れ電流による障害などと考えられる。

8つのバンドパスフィルタの周波数帯域が経験値に基づいていること、測定周波数の上限にプローブやクランプセンサの使用周波数上限値が対応していないこと、など割り切りがみられるが、上記障害の調査については効率的に行えるものとする。

(4)「クランプ式接地抵抗計による避雷針用接地のメンテナンス」〔接地、絶縁、材料・工具分野〕

発表者：日置電機(株) 宮田雄作 氏

(発表概要)

日置電機製のクランプ式接地抵抗計を使用して、避雷針用接地極の接地抵抗を測定する方法を紹介する。実物件において、一般的な三電極法と当該測定器の測定値を比較した結果、避雷用引下げ導線として建物の鉄骨を利用している場合には、精度良く測定できることが確認できた。鉄骨を利用しない専用引下げ線の場合は、若干の誤差を生じるが、演算により誤差を排除することが可能であり、実用上問題ないことがわかった。

(筆者の感想)

簡易に接地抵抗が計測できるため有用な測定器と考えるが、JISで規定された方法ではないため、当社が使用する場合には客先の理解を得る必要があると考える。

(5)「太陽光パネル直撃雷による雷過電圧に関する実験的検討」〔雷分野〕

発表者：湘南工科大学 関岡昇三 氏

(発表概要)

太陽光パネルへの直撃雷を想定した実験を行った。太陽光パネルのフレーム部に雷インパルス(電圧：20kV、電流：150A、1.2/31 μ s(短絡時))を印加し、太陽光パネルの直流出力回路に抵抗を接続した場合の電圧、電流を測定した。その結果、電圧は最大6V程度であった。25kAの雷電流を想定しても約1kV程度であるため、絶縁設計を脅かすような高電圧は発生しないことがわかった。

(筆者の感想)

急峻な立ち上がりの波形で実験を行っても大き

な電圧は発生していない。したがって、太陽光パネルへの電磁誘導の影響は小さいと言える。ただし、直撃雷によりパネル周辺の対地電圧は大きく上昇する。したがって、パワーコンディショナに対する雷サージ対策は別途必要と考える。

(6)「PV用SPD故障時の短絡電流遮断技術」〔雷分野〕

発表者：(株)昭電 垣内健介 氏

(発表概要)

太陽光発電(PV)システムは、屋外に設置されるため、落雷のリスクがある。このため、PVシステムの直流回路にはSPDが設置される。このSPDが雷サージなどにより短絡故障が発生した場合、PVから供給される直流電流によりSPDが加熱し焼損する恐れがある。このため、直流用SPDには、SPDの熱を検知して、回路を接点で切り離す機構が備わっている。しかし、実験の結果、メガソーラなどのように電圧がDC600Vを超え短絡電流が大きい場合、接点を切り離す際にアークが発生し、遮断失敗を起こすことが判明した。

そこで、100Aまでの短絡電流に対応できるSPD分離器を開発し、実験により良好に切り離しができることを確認した。

(筆者の感想)

直流回路は、電流零点が存在しないため、アークが生じると消弧することが困難である。本製品を使用することにより安全性が高まる。しかし、価格は高いようである。なお、具体的な回路については、公開されず残念であった。

本稿では、第31回電気設備学会全国大会において筆者が聴講した一般講演から一部を紹介した。

同業他社に比べ当社は研究開発以外の現場での創意工夫や最新技術の適用などの発表や聴講者が少ないことをいつも残念に思う。

本稿により、当社における電気設備学会全国大会への関心が高まり、全国大会への発表者・聴講者が増えるとともに、電気設備学会への入会者の増加につながれば幸いである。

以上

各種学会・士会への加入奨励について

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

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

各種学会は、最新技術の解説や施工事例の紹介を、会誌や見学会、講習会といった学会事業により提供している。これらは各個人が技術力を高めることに加え、お客さまへ技術的な提案やアドバイスを行なう情報源となる。また各士会も、同様に

詳細な技術情報の提供や見学会を行なっており、活用が期待できる。

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

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

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

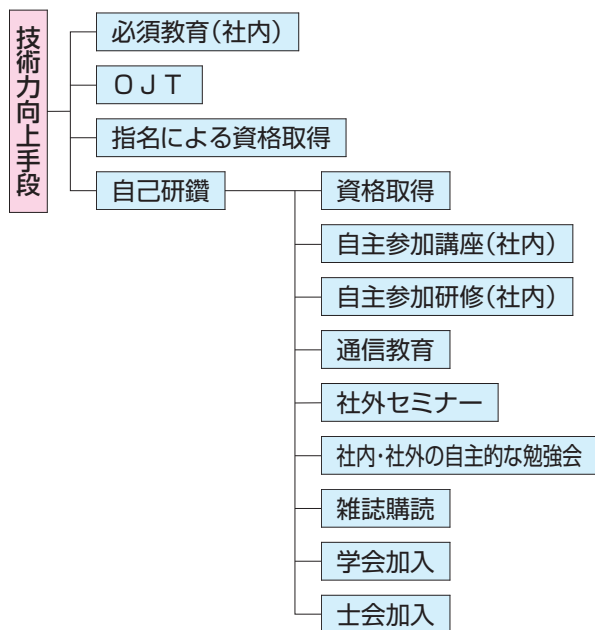


図1 技術力向上手段

表1 学会・士会

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

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

編 集 後 記



一つの頂きに登ると、隣により高い頂きがあることに気が付く、と書いていた人があった。課題の解決や技術の開発も、一つ解決するとその先にそれまで見えていなかった課題や目標が見えてくるのだと思います。ひたすら目の前の目標に向かえば、着実に前に進むことだけは信じられます。(美)

TDLレポート 第29号

平成25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

TDR

vol.29 2013.10 TDRレポート

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



大豆油インキで印刷しています。