

第一種電気工事士のための

# 電気工事技術情報

VOL.20/2003-10



高圧受電設備の定期点検

写真説明-4

## 目 次

法令・規格	電気設備の技術基準の解釈の改正	2
	総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会電力安全小委員会報告	
	一電気主任技術者の外部委託制度と一般用電気工作物の調査について	5
設計・施工方法	マイクロガスタービンの導入と実施例	8
	氷蓄熱式空調システム「エコ・アイスマニ」施工実例	11
配線図・結線図	電力会社における電線の色別表示の現状と留意点	13
新技術	燃料電池の動向	14
器具・材料・工具	中小規模高圧自家用施設の電気使用合理化対策(2)	17
	電気床暖房の種類と特徴	20
	最新の住宅用分電盤の動向と高性能・高機能住宅用分電盤	23
	コンクリート埋設物の探知システム「RCスキャナー」	26
	無電極電球形蛍光灯	31
読者の声	努力を続けること	35

# 電気設備の技術基準の解釈の改正

平成14年12月24日付け及び平成15年4月15日付け、「電気設備の技術基準の解釈について」(以下、解釈という)の一部が改正されたので、その概要を紹介する。平成14年12月24日付けの改正は、発電所等に関する第51条【常時監視をしない発電所の施設】、電線路に関する第63条【支線の仕様細目等及び支柱の代用】、第152条【臨時電線路の施設】、第142条【人が常時通行するトンネル内電線路の施設】、第66条【使用電圧による低高圧架空電線の強さ及び種類】及び第97条【低圧引込線の施設】、電気使用場所に関する第171条【分岐回路の施設】、総則に関する第31条【特別高圧用の機械器具の施設】、が改正された。そのうち第31条、第66条、第97条及び第152条については引用している民間規格である日本電気技術規格委員会(JESC)規格の改訂に伴い規格年号を改正したもので技術的な変更はない。

また、平成15年4月15日の改正は、ネオン放電灯の施設方法等の関連で一連の総則に関する第13条【電路の絶縁】、電気使用場所に関する第206条【屋内の放電灯工事】、第207条【屋内の放電灯工事(その2)】、第208条【屋内のネオン放電灯工事】、第209条【屋内放電灯工事の施設制限】及び第218条【屋側又は屋外の放電灯工事】が改正された。ただし、第13条と第208条第1項第八号の改正の適用は、ネオン変圧器の電気用品安全法に基づく技術基準の適用時期と合せるため平成15年10月1日からとされている。

そのうち、電気使用場所の施設に関する「解釈」第171条及びネオン設置工事関連の改正について紹介する。

## 1. 解釈第171条【分岐回路の施設】の改正

### (1) 改正内容

第171条第1項第八号の内容に口及びハが追加されて、住宅の屋内での中性線を有する配線が可能となった。

### (2) 改正条文

第171条 一～七 省略

八 住宅の屋内に施設する中性線を有する低圧屋内配線は、次のいずれかにより施設する場合を除き、施設しないこと。(電気設備の技術基準第56条関連)

イ 一の電気使用機械器具に至る専用の低圧屋内配線として施設する場合。

ロ 低圧屋内配線の中性線が欠損した場合において、当該低圧屋内配線の中性線に接続される電気使用機械器具に異常電圧が加わらないように施設する場合。

ハ 低圧屋内配線の中性線が欠損した場合において、当該電路を自動的に、かつ、

確実に遮断する装置を施設する場合。

### (3) 改正概要

従来住宅用屋内配線は、単相3線式を用いた配線は、個別の電気機器ごとに専用の回線で200Vが供給されていたが、今般、中性線が欠相しても、電気機器に異常な電圧が加わらないように片寄せ配線か、又は欠相した場合に自動遮断する配線である場合には、中性線を用いた配線を行うことが可能となった。これは、近年、200V機器の使用が増えてきたためである。

(注) 片寄せ配線：分電盤から配線される単相3線式配線(100/200V)に100V負荷を接続する場合、1相のみに片寄せて接続する方式(図-1参照)。

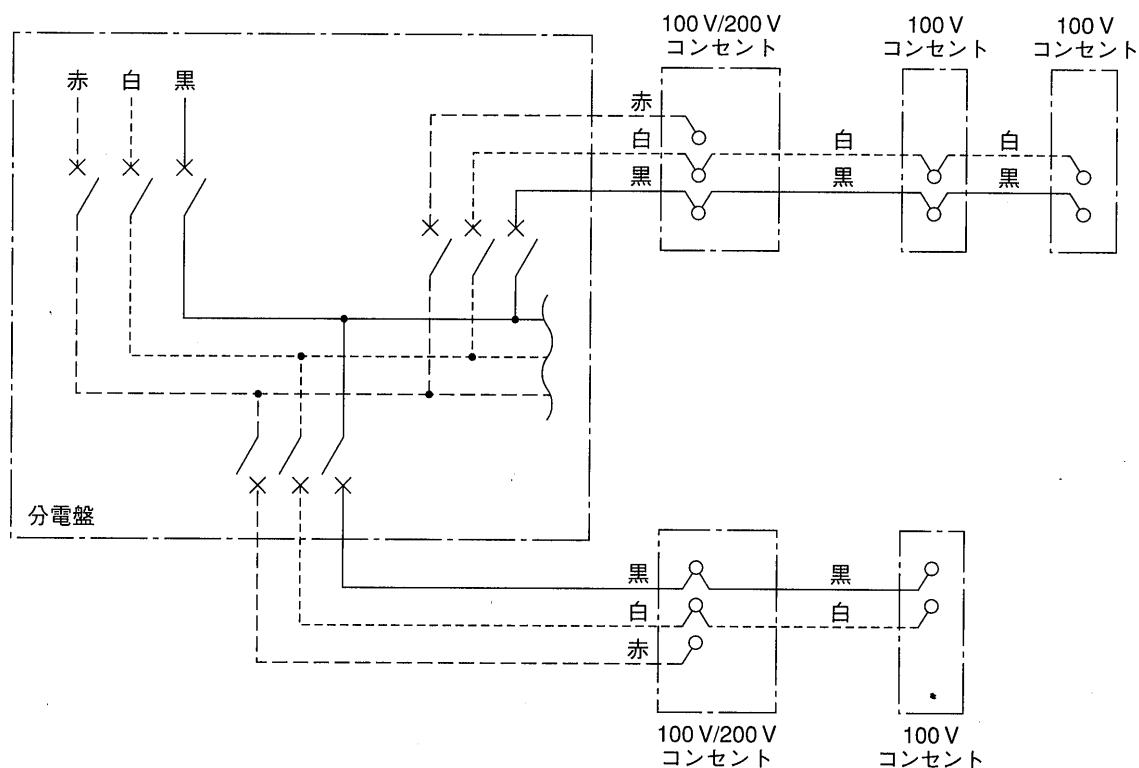


図-1 片寄せ配線の概念図

## 2. 解釈第208条【屋内のネオン放電灯工事】の改正

(1) 海外で使用されている二次巻線の中性線を接地する接地式ネオン放電灯変圧器を用いた設備、(2) 1000V以下のネオン放電灯の工事方法について次のように追加された。

### (1) 接地式ネオン放電灯変圧器の使用にかかる規定

① 関連条文：第13条【電路の絶縁】

第208条【屋内のネオン放電灯工事】第八号

② 改正の背景：これまでには、二次側巻線を接地する方式による施設が認められない

規定となっており、併せて電気用品安全法の技術基準で「二次側巻線は接地されていないこと」と規定されていた。しかし国際整合化の観点、小型化、コストメリットの点から電気用品安全法においても二次側巻線の中性線接地方式のタイプが認められ、平成15年10月1日から適用されることとなった。

- ③ 改正内容：ネオン変圧器の二次側巻線に接地を施す場合には、二次側電路に地絡を生じたときに自動的に当該電路を遮断する装置を施設することを規定している。この規定(第208条第八号及び第13条)の適用は、電気用品安全法の適用時期と合わせて、平成15年10月1日である。

## (2) 1 000 V以下のネオン放電灯工事にかかる規定

- ① 関連条文：第206条【屋内の放電灯工事】

第207条【屋内の放電灯工事(その2)】

第208条【屋内のネオン放電灯工事】

第209条【屋内放電灯工事の施設制限】

第218条【屋側又は屋外の放電灯工事】

- ② 改正の背景：ネオン放電灯工事において、近年の半導体技術の進歩により、高周波・低電圧・多回路のインバータ方式放電灯用安定器での発光が可能となっている。このような新製品を用いての施設のニーズが強くなっている。

- ③ 改正内容：1 000 V以下のネオン放電灯に対応できるように関係条文を整理するとともに、1 000 V以下のネオン放電灯の施設方法を新たに規定した第208条第2項が追加され、ネオン変圧器は電気用品安全法の適用を受けるものであること、配線用の電線は蛍光灯電線又はネオン電線を用いること、造営物との離隔距離は2 cm以上であること等が規定された。

(財)電気工事技術講習センター 業務部

### (表紙写真の説明)

表紙写真は、キュービクル式高圧受電設備の定期点検を行っている状況で、アーク防止面を着用して負荷開閉器を開閉操作しているところです。写真は、(財)関東電気保安協会よりご提供いただきました。

# 総合資源エネルギー調査会

## 原子力安全・保安部会電力安全小委員会報告

### —電気主任技術者の外部委託制度と一般用電気工作物の調査について—

平成13年1月、経済産業大臣から総合資源エネルギー調査会に対して行われた「昨今の環境変化を踏まえた今後の電力の保安の在り方」についての諮問に対し、原子力安全・保安部会は、電力安全に係る規制全般についての検討を行うため、電力安全小委員会を設置しました。

同委員会は、平成13年12月の第1回会合以降、電力安全規制をより合理的・効果的なものとするため、現行規制のレビューを行い、昨年6月と本年5月にそれぞれ報告を取りまとめました。

今般、電気工事関係の方々に関連のある「電気主任技術者の外部委託制度」と「一般用電気工作物の調査」についてその答申内容を紹介します。

#### 1. 電気主任技術者の外部委託制度について

##### (1) 電気主任技術者の選任と不選任承認

事業用電気工作物(電気事業の用に供する電気工作物及び自家用電気工作物)の自主保安を確保するため、当該電気工作物の設置者に対し、保安規程の作成と主任技術者の選任が義務付けられている。

このうち電気主任技術者の選任については、主任技術者免状の交付を受けた者から選任することとなっているが、有資格者を雇用することが困難な設置者に配慮し、一定の電気工作物に係る事業場の工事、維持及び運用に関する保安の監督に係る業務を委託する契約を一定の要件を満たす者または経済産業大臣が指定する法人と締結している場合であって、保安上支障がないものとして経済産業大臣の承認を受けたものについては、主任技術者を選任しないことができることとされている。

##### (2) 外部委託先拡大に係る検討の要請

電気主任技術者の外部委託先は、上記のとおり、一定の要件を満たす個人である電気管理技術者か、指定法人である電気保安協会とされ、株式会社等の法人は対象とされていなかったが、規制改革推進3か年計画(平成13年3月閣議決定)により電気主任技術者の外部委託の拡大についての検討が決定され、更に、公益法人に対する行政の関与の在り方の改革実施計画(平成14年3月閣議決定)により現行の指定法人制度を廃止する旨が決定された。

また、電気工作物の保安業務を受託している者によっては、点検業務等を適切に履

行していなかったり、受託している者ではない者に点検業務等をさせたりするなど、安全上問題のある業務が散見されるとの指摘もあることから、外部委託先の拡大については安全の確保を大前提に検討が行われることとなった。

### (3) 外部委託先の拡大

外部委託先を拡大するに当たっては、設置者責任の原則の下、国が公共の安全確保の観点から、必要なルールと事後措置を設けるとともに、適切な情報公開の仕組みを構築すべきこととされ、具体的には、外部委託先の要件(有資格者、機械器具の具備)は現行どおりとされ、法人に対しては組織としての適切なマネジメントシステムが構築されていることが必要とされた。また、外部委託が認められる条件については現行制度に加え、保安業務担当者の明確化や保安業務の独立した契約等、保安レベルの低下を来すことのないような仕組みとすべきこととされた。

なお、本答申を踏まえ、本年7月には電気事業法施行規則の一部改正が行われたところであり、来年1月1日から施行されることとなっている。

## 2. 一般用電気工作物の調査について

### (1) 現行制度

一般用電気工作物については、設置場所が主として一般家庭等であり、その所有者または占有者の電気安全に関する知識や意識の現状を踏まえ、事業用電気工作物とは異なる保安体制がとられている。具体的には、製造、販売、使用段階では電気用品安全法、工事段階では電気工事士法及び電気工事業の業務の適正化に関する法律、更に維持、運用段階では電気事業法によって、それぞれ安全の確保が図られている。

特に、電気事業法では電気供給者に対して、その供給する電気を使用する一般用電気工作物に係る技術基準の適合性についての調査を行い、技術基準に適合していない場合には、とるべき措置等を所有者または占有者に通知することを義務付けている。

### (2) 調査の実施状況

調査は、一般用電気工作物の設置または変更の工事が完成したときに行われる竣工調査と、同調査後原則として4年に一回以上行われる定期調査があり、特に竣工調査については、平成13年度において全国で約370万件実施されており、不良通知を行ったものが約5.7万件、不良通知率は1.5%となっている(図-1)。

不良の内訳は接地工事不良(工事未施工、接地抵抗値の過大)が最も多く、約2.7万件と不良件数の約半数を占めている。

### (3) 電気工事に係る不良率の低減に向けて

電気工事に係る安全確保は、電気工事の実施者が果たすべき責務であり、電気工事

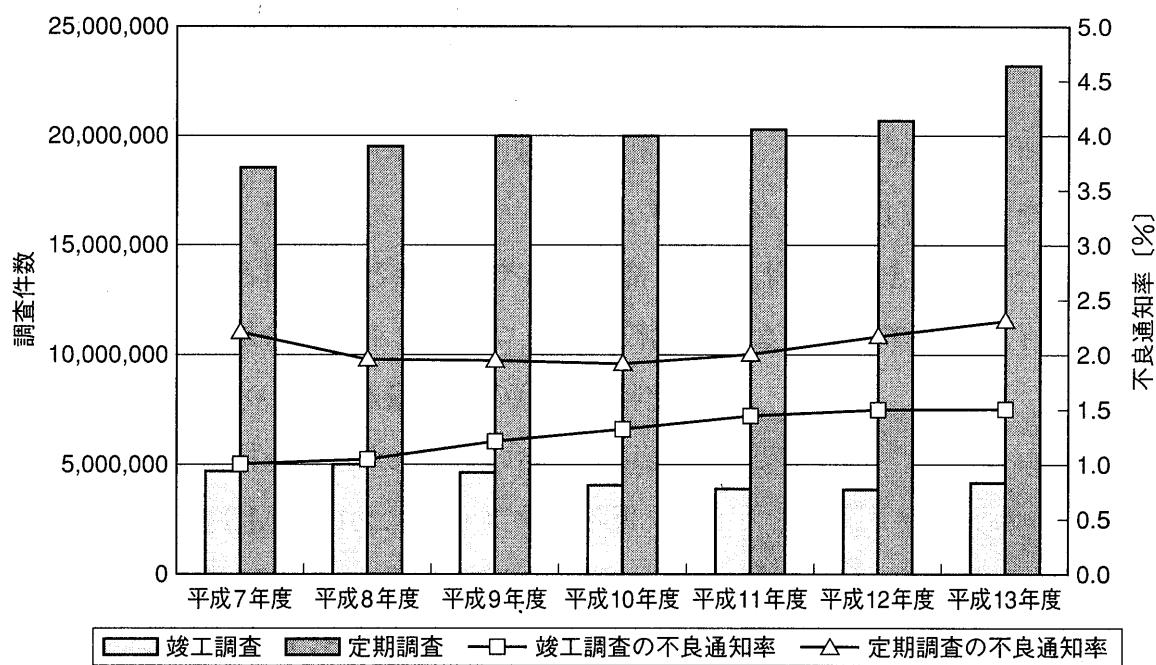


図-1 一般用電気工作物調査件数推移

関係者による技術の向上や品質管理の徹底によって不良工事の低減を図っていくことが求められている。

第三者である電気供給者が竣工時の技術基準適合性を調査する仕組みとなっている現行制度は不良の発見には効果的であると考えられるが、不良工事の更なる低減を図るためにには、電気工事業者が主体となって工事の品質を向上できる体制の構築等について検討することが必要であり、電気工事業者、電気供給者、指定調査機関等の関係者が連携しながら不良の分析等を行いつつ、電気工事の品質を向上させる必要がある。

このため、自己責任、自主保安の観点から、電気工事業者等による自主的な取組みの進展によって不良率が低減していく仕組みが必要であり、例えば、英國の電気工事自己証明制度のように、民間第三者機関に登録を行った電気工事業者が電気工事の点検を実施し、その結果を電気事業者が確認した後に送電が開始されるようなシステムの構築等についての検討が進められることが重要であるとされた。

今後、このような仕組みの具体化によって電気工事に係る不良率の低減が図られることが期待されている。

経済産業省 原子力安全・保安院 電力安全課 運営班長 門野 利之

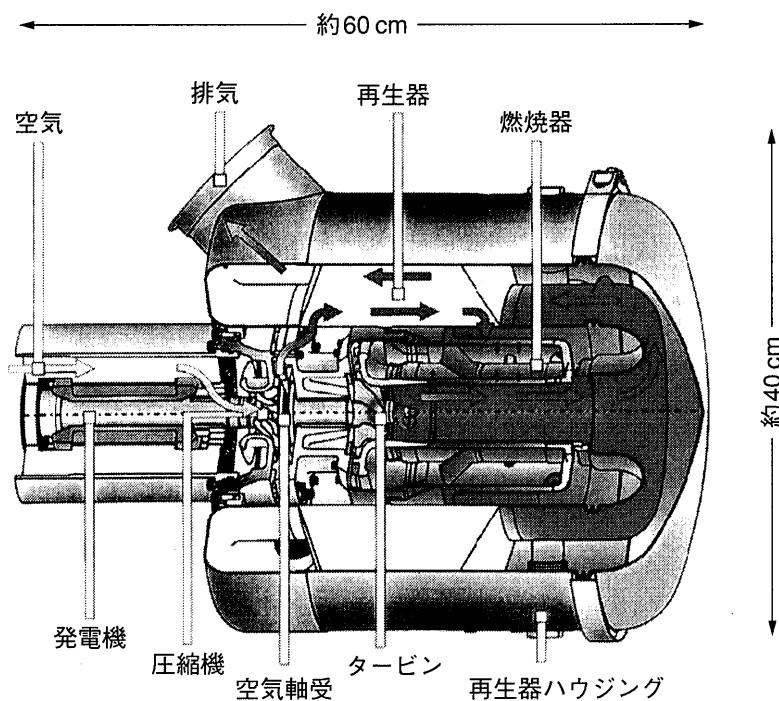
# マイクロガスタービンの導入と実施例

マイクロガスタービン(以下、MGTという)は、自動車用ターボチャージャの量産技術を応用した100 kW以下の小容量ガスタービンであり、小型ガスタービン・高速発電機・インバータなどを組み合わせた、都市ガスや灯油などを燃料とする発電システムである。ディーゼルエンジンなどと比較してもコンパクトで、冷却水が不要、窒素酸化物(NOx)の排出量が少ないなど、運転保守性や環境面において優れた性能を持っている。



(a) 概観写真

近年、アメリカにおいてMGTは分散型電源として脚光を浴び、国内にも導入事例が散見されている。現在、国内外においてラインアップされている100 kW以下の規模のMGTは、発電効率が約30%程度であり、電力利用のみのシステムでは、高い経済性は望めない。そこで最近では、発電に伴って発生する排気熱エネルギーの利用を行うことによって、採算性を向上させているシステムも多数提案されているので、その一部を紹介する。



(b) 構造図

図-1 キャプストン社製28 kW MGTの外観写真と構造図

## 1. MGT の構造と特徴

作動時は、まず大気(燃焼空気)が発電機の冷却をしながら、空気圧縮機に引き込まれ、再生熱交換器を通り加熱されながら燃焼器に入る。一方、燃料も加圧され、燃焼器に入り、点火され空気と共に燃焼される。その燃焼ガスは、発電機、圧縮機と一軸上にあるガスタービンを通して96 000 rpmという高速回転を発生させる。タービンを出た燃焼ガスは再生熱交換器を通じて冷却され大気中へ300°C程度で排出される(図-1参照)。

## 2. MGT 導入に必要な主な手続き

出力100 kW未満の小型ガスタービンを自家用電気工作物として設置する際に、保安に関する業務委託を行い、経済産業局長の承認を受けた場合には、電気主任技術者を選任しなくてもよい。また、出力300 kW未満で、使用圧力等所定の要件を満たす小型ガスタービンについてはボイラー・タービン主任技術者の選任は不要とされている。更に工事計画の届出も不要である。

## 3. MGT を利用したシステム構成の例

MGTを利用したシステムには多様な実例があるが、その一例としてここでは排ガスを利用したシステムを紹介する。

MGTの排気ガスは、ディーゼル、ガスエンジンと比べて非常にクリーンであるとともに量が約3倍程度あるので、熱を利用するシステムを構築しやすい。また、排気温度が300°C程度であることから、熱交換器を介してエネルギーを有効に使うと最大で一次エネルギーの80%程度を回収できることになり、採算性の向上が望める。現状の市場

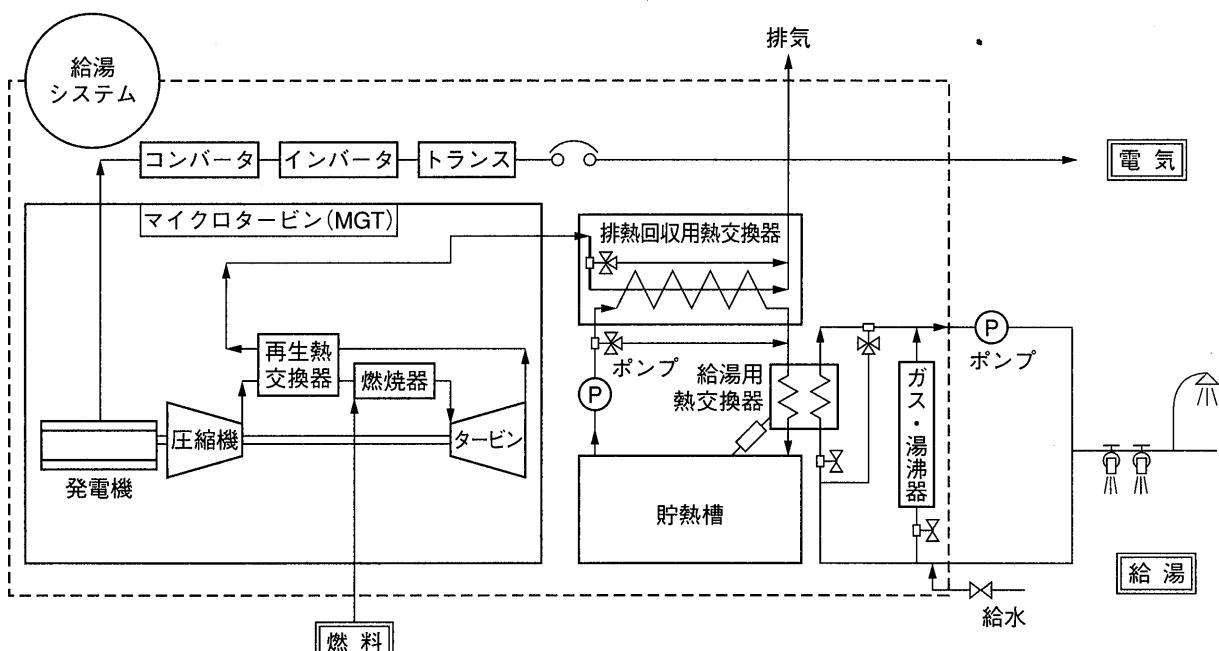


図-2 MGT と温水回収装置を組み合わせたシステム

として、中小規模のホテル、病院、スーパーマーケット、ファミリーレストランなどがある。

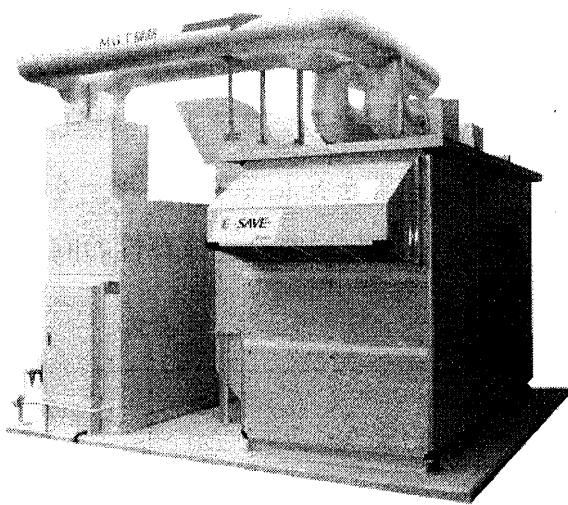
### (1) 温水回収システム

図-2に実際にコンビニエンスストアに導入されたMGTと温水回収装置を組み合わせたシステム例を示す。本システムを設置した建物では、発電出力の他に温水を食器洗浄などに使っている。発生する温水は、熱出力として最大約50 000 kcal/h、給湯温度40～95℃を供給することができる。また、次のような特徴もある。

- ① 無圧式熱回収方式なので圧力上昇がない。
- ② 放熱器を必要としない排熱回収量制御、給湯温度一定制御を採用している。
- ③ 热回収系に異常がある場合でもMGTの運転の障害にならない。

### (2) 空調システム

図-3はMGTとデシカント空調を組み合わせたシステムの外観である。このデシカント空調は、室内の空気を吸着剤等を用いて除湿することによって冷房効果を上げ、消費エネルギーを抑える空調で、主にスーパーマーケット、映画館、病院などの中型施設で導入されている。



右：デシカント空調、左：マイクロガスタービン

図-3 MGTとデシカント空調との組合せ

## 4. まとめ

MGTからの高温の排気ガスを利用したシステムでは、これ以外にも生ゴミ乾燥機の例などもある。更にイギリスなどでは、MGT排気ガスを直接ビニルハウスに吹き込み、植物の成長を促進させるなどの従来の考えにとらわれない利用も考え出されており、今後もMGTの特徴を生かした新たな利用形態が出てくることが期待される。

(財)電気工事技術講習センター 業務部

# 氷蓄熱式空調システム「エコ・アイスミニ」施工実例

最近、地球環境に対する諸問題がクローズアップされ、空調システムの熱源方式についても地球環境に配慮した製品が多く開発されている。

ここでは、その一つである氷蓄熱式空調システム「エコ・アイスミニ」の施工実例を紹介する。

## 1. 蓄熱式空調システム

地球温暖化に歯止めをかける有効な手段の一つとして、蓄熱式空調システムがある。夜間の電力で作った熱エネルギーを蓄熱槽に蓄え、それを昼間の空調に使うシステムである(図-1)。夜間の電気は、昼間と比較して原子力発電の利用など化石燃料の比率が低いため、CO<sub>2</sub>排出が抑えられる。夜間蓄熱やヒートポンプ方式の利用で、省エネルギー効果をいっそう高めることができ、ランニングコストも割安な夜間電力の利用、季節や時間帯別電力契約を利用することで大幅に削減できる。また補助金制度やエネルギー受給構造改革投資促進税制(エネ革税制)などの公的助成制度を利用することにより、イニシャルコストも下げる。

## 2. 氷蓄熱式空調システム「エコ・アイスミニ」

このシステムは、午前1時から午前6時までの蓄熱運転で蓄熱槽内に氷を作つておき、昼間に氷を利用し、冷房運転を行うシステムである。また、午前1時までの通常の冷房運転ができることから、夜遅くまで営業する店舗でも導入可能である。

夜間にピークシフトができるため、通常のエアコン(非蓄熱パッケージ)設備の場合と比較し受電容量や契約電力も節減できる。

## 3. 施工実施例

平成14年4月～8月に、荒川区内の小学校20校に、207台のエコ・アイスミニ(東京電力(株)・三洋電機空調(株)共同開発品 商品名：エコミニぐっぴー)の空調機設置・空調配管・電気工事を施工した。エコ・アイスミニの特徴と施工概要を次に示す。

- ① 蓄熱式空調システムの中で、近年著しく普及しているのは「エコ・アイス」と呼

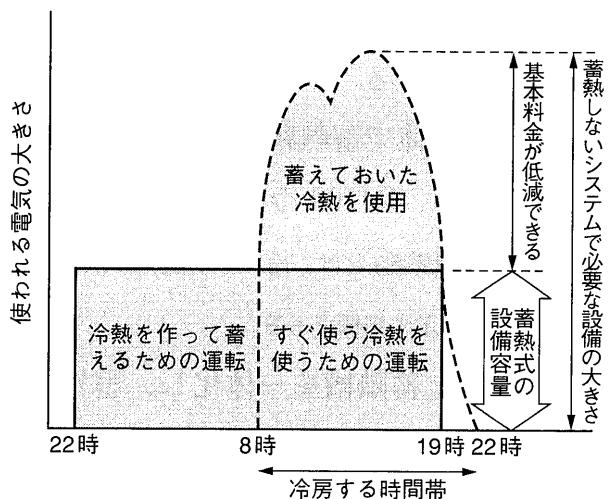


図-1 蓄熱式空調システムの運転イメージ

ばれる氷蓄熱式空調システムである。このシステムは、水と氷の相変化による潜熱を用いるため、わずかの容量で多くの熱量を蓄えることができ、水蓄熱システムと比較すると約1/7の槽容量で、同じ熱を蓄えることができる。

② オゾン層を破壊しない安全な代替冷媒R410Aを採用している。

[注1] 従来使用されていた冷媒特定フロンR11、R12(クロロ・フルオロ・カーボン：CFC系冷媒)などはオゾン層破壊が国際問題となり、1995年から全世界で生産が中止された。

[注2] 現在、多く使われている冷媒R22(ハイドロ・クロロ・フルオロ・カーボン：HCFC系冷媒)も、塩素を含むため規制の対象となり、2020年には全廃される予定である。

[注3] 冷媒R410A、R407C(ハイドロ・フルオロ・カーボン：HFC系冷媒)は、共にオゾン層を破壊しない安全な代替冷媒である。

③ 室外機単体で蓄熱利用冷房運転時(50Hz)に、COP4.46の高効率運転ができる。高効率運転は、R410A冷媒の優れた伝熱特性と低圧力損失による。

[注] COP(成績係数)とは、冷・暖房能力を消費電力で除した値で、この数値が大きいほど省エネルギー性が高いことを示す指標である。

④ 室外機と蓄熱槽を一体化し、室外機と蓄熱槽間の配管・配線工事を不要とした。設置スペースは、単機あたり $1.41\text{ m}^2$ で従来の分離型と比較し、大幅に設置面積を削減できた(図-2)。

⑤ 蓄熱時間帯は、午前1時～午前6時に固定されているので、特別なコントローラは不要である。

⑥ 施工期間は、小学校の空調機設置台数174台に対し、現地調査・機器手配・外壁足場架け・空調機搬入・据付・冷媒ドレン配管・幹線動力及び二次側電源工事・試運転を含め約1箇月であった。

#### 4. 施工上の留意点

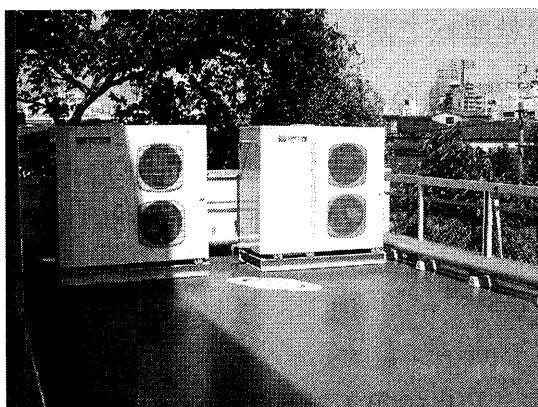


図-2 蓄熱槽と一体化した室外機

エコ・アイスミニの電源方式については、三相200Vを引き込み、室外機に三相200V、室内機には渡り配線で単相200Vを供給する方法と、室外機に三相200V、室内機には電灯・コンセント(単相3線200V)側から単相200Vを供給する方法があるが、電力会社との打合せを要する。工事難度は通常のルームエアコンの設置工事と同程度で、簡便・容易である。

(株)関電工 環境設備事業部 内藤 喜久雄

# 電力会社における電線の色別表示の現状と留意点

VOL.19に掲載された電線の色別に関する内容のうち、電力会社の高圧配線について新たな情報が得られたので、高圧配線色別の現状と留意点について追記する。

## 1. 電力会社における高圧配線色別の現状

VOL.19では、各電力会社の高圧配線色別を一覧表で掲載したが、詳細を調査した結果、各社の事情により、記事の内容と現状が若干異なっていたので、以下のとおり追記・訂正する。

### (1) 電線色の決め方

高圧配電線路の電線色及びその配列(相の並びの順番)の決め方については、電力会社によってルールが異なり、一律に表現することはできないが、概ね次のようなパターンに大別できる。

- ① 使用する電線の構成色及びその配列を社内標準等により明確に決めている。
- ② 使用する電線の構成色が決まっており、引込部の電線の配列については、需要家側と事前に協議して決めている。
- ③ 引込部に使用する電線の構成色及びその配列について、需要家側と事前に協議して決めている。

### (2) 相の表現方法

第1相をR相、第2相をS相、第3相をT相として、それぞれの相を特定の電線色に対応させている電力会社もあるが、相を表現するのにR相、S相、T相という表現を使わず、電線色だけで相を識別している電力会社もある。

また、相配列を明確にするために、必要に応じて相表示札を取り付けている電力会社もある。

## 2. 電線の色別の留意点

電力会社によっては、営業所ごとに電線色の配列が異なる場合があり、また、ねん架や負荷バランスの調整等の理由により、相順を入れ替えている可能性もあるので、高圧引込線の施設にあたっては、相回転などの間違いが起こらないよう、各相の接地、非接地等も含め、事前に所轄の電力会社の担当部署と十分な協議、調整を行うことが重要である。

(財)電気工事技術講習センター 業務部

# 燃料電池の動向

2002年2月に小泉首相が施政方針演説で燃料電池の実用化構想を宣言し、副大臣レポートなどに表-1のような導入目標が紹介され普及促進に関する諸活動が加速されてきた。

表-1 燃料電池の導入目標

定置用	2010年導入目標	2020年導入目標
	約210万kW (家庭用約120万台)	約1000万kW (家庭用約570万台)

表-1の目標を達成するための普及導入シナリオが図-1のように提示され、多額の国家予算のもと(2003年度予算案307億円:自動車用も含めた金額)、①基礎研究、②普及基盤整備事業(ミレニアム事業)、③実証試験、などの様々なプロジェクトが進められ、産・学・官連携し、普及導入シナリオを具現化すべき検討を進めている。しかしながらクリアすべき課題は少なくなく、しかも難題が多い。ここではそれについて概要を紹介する。

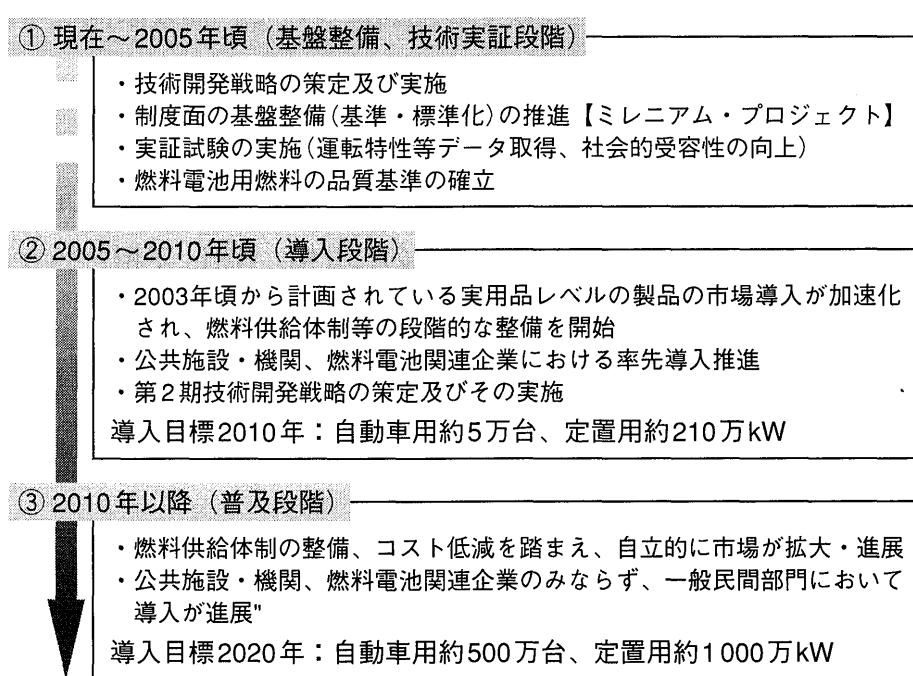


図-1 実用化・普及に向けたシナリオ

## 1. 燃料電池の実用化に向けた技術課題

効率向上はもとより、長期運転による信頼性については、家庭用の当面の目標である「システム10万時間及び頻繁な起動停止に耐えうる運転」をクリアしなくてはならない。更に価格については、家庭で購入できるリーズナブルなコスト(家庭用30万円/台

以下)まで低減する必要がある。そのためにも、以下に示すような技術開発項目を盛り込んでフィールドでの運転実績を積み、データを蓄積して信頼性を向上させ、課題を早期にクリアしていく必要がある。また、一般消費者に普及させていくことから、安全に配慮した技術開発にも万全な体制で取り組む必要がある。

### (1) 高効率・高信頼性化

燃料電池セルスタック(単電池を積層して発電ユニットを構成したもの)においては電極特性向上及び長寿命化が重要課題である。そのために、電極触媒の開発(白金の微細化、均質な分散化、合金化や燃料極触媒の耐CO被毒性向上など)、電極構造の開発(高触媒利用率化、高ガス拡散性、高排水性のための膜一電極接合体(MEA)の最適な三次元構造化)が検討されている。また高温動作(100°C以上)の電解質膜の開発も進められている。システムとしては補機動力低減、改質率向上、インバータ効率向上などが検討されている。

### (2) 低コスト化

白金触媒量の低減や電極特性向上に伴なうセル数の低減、セパレータ(カーボン樹脂モールド技術)の材料開発、システム構成の簡素化による部品点数の削減など、低コスト化の課題が多い。

メンテナンスコストは普及時の障害になることも考えられ、メンテナンス費を抑えた設計も考慮に入れる必要がある。

## 2. 燃料電池の普及基盤整備

燃料電池の普及促進のためには、技術開発と並行して、規制適正化・標準化などの普及基盤整備が必要である。(社)日本電機工業会では(社)日本ガス協会で進められている定置用普及基盤整備事業(ミレニアム事業)と連携をとり、規制改革、標準化などを推進している。

### (1) 規制改革

家庭に燃料電池を導入する際に、普及促進の大きな阻害要因となる規制項目は現在5項目ある。

電気事業法では、小型燃料電池発電設備は、一般用電気工作物として認められておらず、自家用発電設備とされているため、設置に際しては、①保安規定の作成、電気主任技術者の選任が必要である。また、電気設備では停止時に窒素ページが必要であるため、②窒素ポンベの設置が各家庭に義務付けされることになる。

消防法では、発電設備であるため、③設置に関して建物から保有距離(3 m)が必要であり、また④設置届けの提出義務が発生する、⑤改質器への逆火防止装置が必要な

どである。

こうした規制を改革するためには、構造面・機能面等に関する安全性について技術的な検証を行い、これを技術基準等へ反映させることが必要である。(社)日本電機工業会では「小型固体高分子形燃料電池システムの安全に関する基準・規格の調査」を燃料電池メーカー業界の自主基準案としてまとめた(この自主基準案については(社)日本電機工業会のホームページで閲覧可能。<http://www.jema-net.or.jp>)。

一方、規制改革の検討については、官民協力して解決するための環境が整備されつつある。電気事業法の関連では経済産業省電力安全課の主宰する「家庭用燃料電池保安技術検討会」が設立され(平成14年度)、小型燃料電池を一般用電気工作物に位置づけるための検討が始まった。消防法の関連では総務省消防庁防火安全室の主宰する燃料電池を設置する場合の火災予防上必要な事項を整理するため「安全対策に関する調査検討委員会」の設置(平成15年度)等である。両者とも産・学・官で委員構成され、安全性を中心に積極的な議論が展開され、いずれも平成16年度までに結論を出すことになっている。

## (2) 標準化への取り組み

標準化の推進も燃料電池の普及には必要である。(社)日本電機工業会では、経済産業省標準課の委託を受けて、固体高分子形燃料電池に関連した安全性、性能試験方法などのJIS化の検討を開始した。

一方、国外では国際電気標準会議(IEC)の燃料電池の国際標準に関する委員会(TC105)が平成12年2月に発足し、すべてのタイプの燃料電池に関して標準化が進められている。用語、モジュール、定置用安全要件、定置用設置要件、定置用性能試験方法、ポータブル用、自動車用などでワーキンググループが設置され、平成16年頃まで活発な議論が続き、国際標準がまとめられる計画である。国内標準活動と連携し、我が国の意見を積極的に国際標準に反映していくことが重要となっている。

## 3. おわりに

燃料電池は21世紀のエネルギー革命といわれている。課題も多く短期間で解決するのに困難も予想されるが、産・学・官連携を深め、早期に実用化を目指すことが重要である。

(社)日本電機工業会 技術部 岡 嘉弘

# 中小規模高圧自家用施設の電気使用合理化対策(2)

## 1. 高圧受配電設備の省エネルギー対策

(1) 最大需要電力抑制のための電力管理 (VOL.19 参照)

### (2) 変圧器の省エネルギー対策

(i) 変圧器定格容量の適正化と高効率形変圧器の導入

変圧器は使用電力に見合った定格容量のものを選定することが賢明である。変圧器の鉄損 $P_i$  [W]、定格負荷時の銅損 $P_c$  [W]、二次定格電流 $I$  [A]、最高効率となる二次電流 $I_a$  [A] とするとき、最高効率となる条件は、 $P_i = P_c (I_a/I)^2$  である。

したがって、 $I_a/I = 1/\sqrt{k}$  ただし、損失比 $k$ とは鉄損に対する銅損の割合を示す。

$$k = P_c/P_i$$

従来、損失比 $k$ は積層鉄心の場合3~4、巻鉄心の場合4~6程度であり、定格電流の50~60 [%]程度で最高効率であったが、最近の変圧器は低鉄損のものが普及し、40~60 [%]で最高効率になり、また全領域で高効率化され、負荷変化による効率の変化が少なくなっている(図-4参照)。

高圧を低圧に変成する定格容量500 kVA以下の油入変圧器はJIS C 4304「配電用6 kV油入変圧器」として規格化されている。近年、この配電用変圧器については、特に鉄心材料の進歩が著しく、低損失磁性体材料を使用したものが市販されている。

省エネ法の改正に伴う規制強化に対応して、変圧器に対しても省エネタイプの需要が増えたことにより、JIS C 4304「配電用6 kV油入変圧器」より損失を低減したものをJEM1474-2000「高効率変圧器」として規格化された。

この規格は、無負荷損に関しては鉄心材料に磁区制御珪素鋼帯等を使用することによって、500 kVA以下についてJIS C 4304-1999より30%低減した値とされた。

効率に関しては、負荷率60%を基準として500 kVA以下については60%負荷時の損失が、JIS C 4304-1999より25%低減となるような損失値を求めた上で、その値から100%負荷時の効率に換算した値が規定されている。JEM1474-2000に基づき製作されたものは、エネ革税制の対象機種に該当するものと考えられる。

M社製を一例としてJIS C 4304-1999「配電用6 kV油入変圧器」に適合する普及形

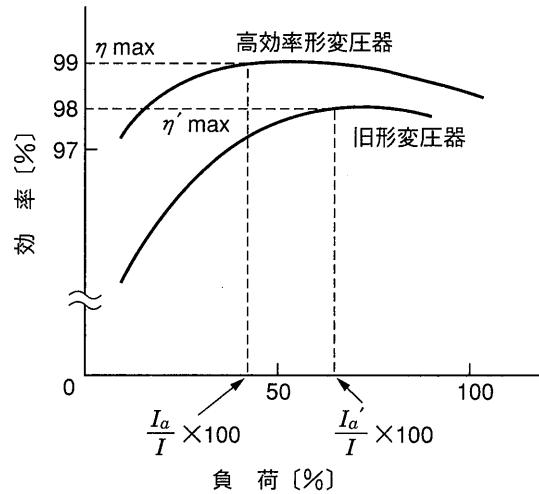


図-4 変圧器の効率特性の一例

表-1 普及形・高効率形・スーパー高効率形変圧器損失比較一覧表(M社製の一例)

変圧器の種類	定格等	相数											
		単相						三相					
定格容量 [kVA]	75		100		200		75		100		200		
周波数 [Hz]	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50
普及形変圧器	無負荷損失 A0 [W]	210	205	255	250	350	355	300	310	335	345	530	505
	60%負荷時負荷損失 A1 [W]	633	605	808	800	1362	1349	782	760	967	937	1693	1605
	60%負荷時年間負荷損失電力量 (1日12時間使用分) Wa = (A0 + 0.5A1) [kWh/年]	4612	4446	5773	5694	9032	9018	6053	6044	7170	7126	12058	11454
高効率変圧器	無負荷損失 B0 [W]	160	160	190	196	310	310	210	220	245	250	390	400
	60%負荷時負荷損失 B1 [W]	473	466	606	593	1048	1037	566	567	718	696	1168	1142
	60%負荷時年間負荷損失電力量 (1日12時間使用分) Wb = (B0 + 0.5B1) [kWh/年]	3473	3443	4319	4314	7306	7258	4319	4411	5291	5238	8532	8506
	普及形に対する年間省エネメリット (電力量) Wa - Wb [kWh/年]	1139	1003	1454	1380	1726	1761	1734	1634	1879	1888	3526	2948
スーパー高効率変圧器	無負荷損失 C0 [W]	90	95	110	115	175	180	150	150	180	185	280	295
	60%負荷時負荷損失 C1 [W]	272	288	372	256	653	640	259	352	454	445	788	766
	60%負荷時年間負荷損失電力量 (1日12時間使用分) Wc = (C0 + 0.5C1) [kWh/年]	1980	2094	2593	2129	4393	4380	2448	2856	3565	3570	5904	5939
	普及形に対する年間省エネメリット (電力量) Wa - Wc [kWh/年]	2632	2352	3180	3565	4638	4638	3605	3189	3605	3557	6154	5514

変圧器、JEM1474-2000「高効率変圧器」に適合する高効率変圧器、スーパー高効率変圧器について損失を比較すると表-1のようになる。

普及形に対する高効率・スーパー高効率変圧器の年間省エネメリット(電力量)が表-1に掲載されているので、採用を検討する際に参考にして頂きたい。

一般に高効率変圧器、スーパー高効率変圧器は、高価であり、普及形に対する価格差を電気料金節減額で回収する場合、変圧器の定格容量や負荷率、電力料金単価によって大きく左右される。したがって具体例について検討することが大切であるが、一つの目安として、高効率変圧器の場合、数年程度でメリットを生じることが多い。

#### (ii) 灯動共用異容量V結線方式における単相負荷の効果的接続方法

灯動共用異容量V結線方式は表-2に示すように単相負荷と三相負荷との接続方法により進み接続と遅れ接続がある。

表-2において通常、単相負荷・三相負荷の両方に供給するものを共用変圧器、単相負荷のみに供給するものを専用変圧器と称している。

単相負荷と三相負荷との力率が等しい場合は、いずれの接続でも変わらないが、単相負荷の力率が三相負荷の力率より高い場合は進み接続、この逆の場合は遅れ接続とする方が、共用変圧器の利用率を通常10数%程度高くできるメリットがある。

#### (iii) 変圧器の運転台数制御

変圧器複数台で平行運転を行っている場合または単相変圧器3台により△-△結線で

表一2 灯動共用異容量V結線における単相負荷の接続方法

項目	単相負荷の接続方法	変圧器の必要定格容量 [kVA]
進み接続		$T_a = \sqrt{4P_1^2 + \frac{1}{3}P_3^2 + \frac{4}{\sqrt{3}}P_1P_3 \cos(30^\circ - \phi_1 + \phi_3)}$ $T_b = \frac{P_3}{\sqrt{3}}$
遅れ接続		$T_a = \frac{P_3}{\sqrt{3}}$ $T_b = \sqrt{4P_1^2 + \frac{1}{3}P_3^2 + \frac{4}{\sqrt{3}}P_1P_3 \cos(30^\circ + \phi_1 - \phi_3)}$

- [注] 1. 相順はa-b-cとする。  
 2. 相順は相回転計を用いて見分ける。  
 3. 単3負荷が不balanceの場合には、負荷容量の大きい方の値を $P_1$ として適用する。

運転を行っている場合、負荷が大幅に減少したときには、前者の場合、変圧器運転台数を減らす、また後者の場合、V-V結線に変える方が変圧器の損失が少なくてすみ有利である。この具体的な使用法を表一3に示す。

表一3 変圧器並行運転または単相変圧器による△-△結線運転の場合、負荷が減少したときの有利な使用方法

変圧器の結線の種別	各方式の損失についての計算過程	負荷が減少したとき有利な場合
変圧器の並行運転	<p>同一定格2台の変圧器並行運転において、負荷がどのくらい減少すると変圧器1台の方が損失は少ないか。    1台の単相または三相変圧器の鉄損<math>P_i</math> [kW]    定格負荷時の銅損<math>P_c</math> [kW]    定格負荷に対する負荷の割合<math>\alpha</math>    (並列運転時の損失) (変圧器1台使用時の損失)  <math display="block">2P_i + 2P_c \alpha^2 &gt; P_i + P_c (2\alpha)^2</math>  <math display="block">P_i &gt; 2P_c \alpha^2</math>  <math display="block">\alpha &lt; \sqrt{\frac{P_i}{2P_c}}</math></p>	<p>並行運転より、変圧器1台使用した方が有利な範囲</p> $\alpha < \sqrt{\frac{P_i}{2P_c}} = \frac{1}{\sqrt{2K}}$ <p>ただし、損失比<math>K = \frac{P_c}{P_i}</math></p> <p><math>K</math>は巻鉄心の場合 4~6    積層鉄心の場合 3~4  <math>K=4</math>とすると、負荷が定格負荷(変圧器2台の定格容量の和)の35.3%未満のときは、変圧器1台使用した方が有利となる。</p>
単相変圧器3台による△-△結線運転	<p>同一定格の変圧器△-△結線運転において、負荷がどのくらい減少するとV-V結線の方が損失は少ないか。    1台の単相変圧器の鉄損<math>P_i</math> [kW]    定格負荷時の銅損<math>P_c</math> [kW]    定格負荷に対する負荷の割合<math>\alpha</math>    (△-△結線時の損失) (V-V結線時の損失)  <math display="block">3P_i + 3P_c \alpha^2 &gt; 2P_i + 2P_c (\sqrt{3}\alpha)^2</math>  <math display="block">P_i &gt; 3P_c \alpha^2</math>  <math display="block">\alpha &lt; \sqrt{\frac{P_i}{3P_c}}</math></p>	<p>△-△結線により、V-V結線の方が有利な範囲</p> $\alpha < \sqrt{\frac{P_i}{3P_c}} = \frac{1}{\sqrt{3K}}$ <p>ただし、損失比<math>K = \frac{P_c}{P_i}</math></p> <p><math>K</math>は巻鉄心の場合 4~6    積層鉄心の場合 3~4  <math>K=4</math>とすると、負荷が定格負荷(変圧器3台の定格容量の和)の28.8%未満のときは、V-V結線の方が有利となる。</p>

【以下、次号】

(財)関東電気保安協会 研修・技術センター研修部講師 篠原 茂

# 電気式床暖房の種類と特徴

快適、健康、高齢者対応、高気密・高断熱、省エネ、省コスト、環境など、ユーザーが住宅に求めるニーズは多様化してきている。

このような中、急激に採用数が増加しているのが、室内の空気を汚さずクリーンで快適、部屋全体をムラなく均一に暖めることで健康的な暖房空間を実現できる床暖房である。ここでは、バリエーションが豊富な電気式床暖房についてその種類と特長を紹介する(図-1)。

## 1. 電 热 式

従来から使用されている信頼性が高く、安全性と施工性を兼ね備えた電熱線方式のヒーターが主流であったが、最近、ヒーター自体が周囲の熱環境や放熱に応じて、温度と発熱量をコントロールする性質を持つPTC(自己温度制御)ヒーターが登場した。PTCヒーターは、発熱体にプラスチック系素材を使用した面状ヒーターで、周囲の温度が一定以上に上昇すると電気抵抗値が急激に増加して電気が流れなくなるのが特長である。もちろん、温度が低くなると再び電流が流れ発熱を開始するので、ヒーター自体がサーモスタットや温度ヒューズ機能を持っているといえる。

これらの発熱体を用いる床暖房方式は以下の3種類がある。

### (1) 床仕上げ材一体型

12 mm～15 mm厚の床材の中に発熱体を埋め込んだ床仕上げ材一体型の構造である。最近主流となっている12 mm厚のフロアと仕上がりの厚さが揃えることができるので、バリアフリー対応に適しているほか、既存のフローリングに重ねて施工することも可能でリフォームにも適している。床仕上げ材が薄いため、熱効率が良く、また、床表面材は種類も豊富で、耐久性も高く、傷・割れ・目隠などが生じにくい加工がされているため、車椅子にも対応可能である(図-2)。

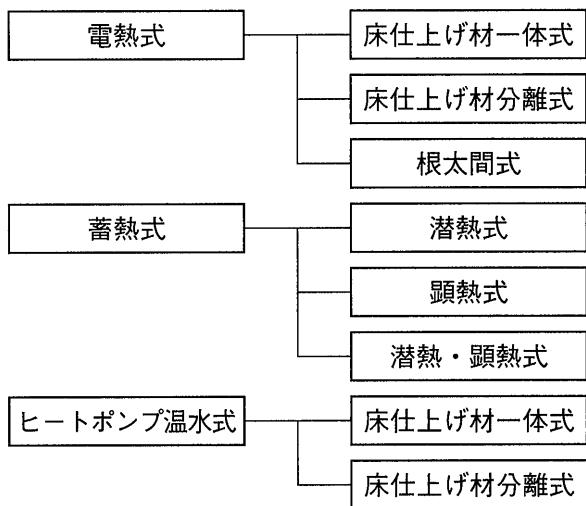


図-1 電気式床暖房の種類 (住宅用)

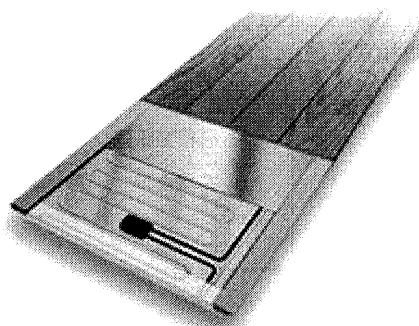
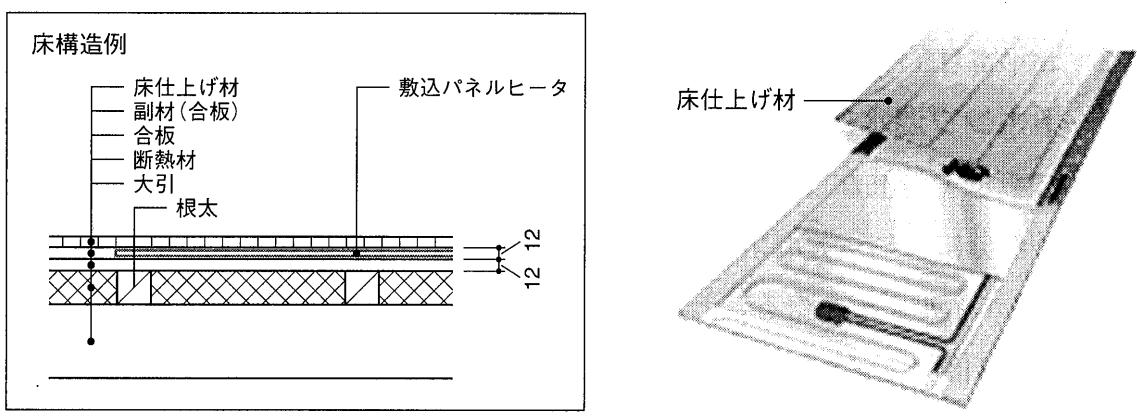


図-2 床仕上げ材一体型の例

## (2) 床仕上げ材分離型

最も多いタイプで、約12 mm厚のボード状のパネルタイプや薄い面状発熱体などのシートタイプなど種類も豊富である。施工方法としては、根太等の躯体・構造体の上にパネルタイプやシートタイプなどの発熱体を設置し、その上に床仕上げ材を施工する方法が一般的である。パネルタイプには、断熱材や遮音材と一緒にしたものもあるので、直貼り仕上げや二重床などにも対応できる。またシートタイプなら発熱体が非常に薄いので、周囲の床と同じ高さに仕上げることができる。床仕上げ材も自由に選択することが可能である(図-3)。



(注) 床構造は条件によって異なることがあります。

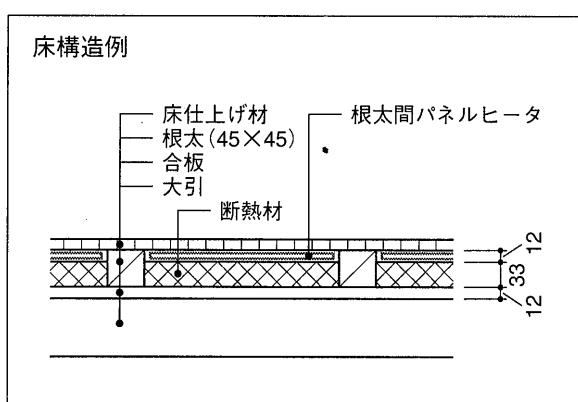
図-3 床仕上げ材分離型の床構造例

## (3) 根太間設置型

根太(ねだ:床下にわたす横木)の間に床暖房パネルを設置し、根太上にフローリングや床仕上げ材を設置する構造である。躯体や構造体の高さ変更が不要なため、バリアフリー対応が可能である(図-4)。

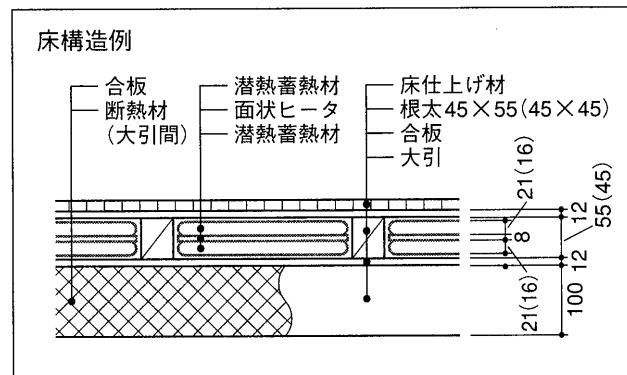
## 2. 蓄 热 式

コンクリートやモルタル等に蓄熱する顕熱式と、一定の温度で熱を蓄えることが可能な潜熱蓄熱材を用いる潜熱式、これら二つを組み合わせた顕熱・潜熱式の3タイプがある。夜間の割安な電気を利用して熱を蓄えるので、24時間の暖房が極めて低成本で実現できる。イニシャルコストは他のタイプに比べると割高になるが、在宅時間が長く、長時間の暖房が必要な場合には最適な床暖房方式で、一日の多くを室内



(注) 床構造は条件によって異なることがあります。

図-4 根太間設置型の床構造例



(注) 床構造は条件によって異なることがあります。

図-5 蓄熱式の床構造例

で過ごすお年寄りや小さな子供がいる家庭などに適している(図-5)。

### 3. ヒートポンプ温水式

これまでガスや灯油などを熱源とした床暖房に広く使用されていた温水式の床暖房方式の熱源部分に、ヒートポンプを用いた方式である。1の電気エネルギーを投入すると、約3の熱エネルギーを得ることができるヒートポンプで温水をつくるため、熱効率は燃焼式の約4倍、電気ヒーター式の約3倍と極めて高効率な床暖房方式である。熱効率が高いことにより、省エネ効果が期待できるほか、低ランニングコストも実現できる。

熱源機であるヒートポンプユニットをエアコンの室外機と併用することで、エアコンとの連動運転が可能であり、部屋を素早く暖めることができる。またエアコンと同一電源のため、床暖房のために電気容量を増設する必要がないので、集合住宅やリフォームなどにも適した床暖房方式である。

### 4. 電気式床暖房方式の選定と留意点

このように電熱線式か温水式か、床仕上げ材一体型か分離型か等、一口に電気式床暖房といっても、実に様々な種類がある。更に、床暖房を主暖房として使用する場合には一般に60%～70%の敷設率が必要と言われるが、同じ敷設率でも、木造戸建住宅とRC造集合住宅など、住宅の構造や断熱性能が異なる場合には、得られる暖房効果も異なってくる。

新築、リフォーム、住宅の断熱性能、敷設率、床の構造、ユーザーの床暖房の使い方などに合わせ最適なシステムを選ぶことが重要となる。

東京電力(株) 営業部生活エネルギーグループ 水谷 知裕

# 最新の住宅用分電盤の動向と高性能・高機能住宅用分電盤

住宅用分電盤は、電力会社から供給される電気を、照明、コンセント等電気設備に分配し、電気を安定して供給する働きがある一方、過電流・短絡・漏電・単相3線式電路の中性線欠相などの異常状態を検知して電気回路を遮断し、事故を最小に抑える電気安全の見張り番として極めて重要な役割を担っている。

近年、住宅用分電盤は、電気製品の使用の増加や大容量化に伴い多回路化(大型化)・高容量化が急速に進展し、また、環境の変化・市場ニーズに伴い高性能・高機能化へと進化している。

(社)日本配線器具工業会では、これらの住宅用分電盤の規格化に取り組み、普及活動を行っている。そこで、最新の住宅用分電盤の動向と当工業会で規格基準化を行った高性能・高機能住宅用分電盤について紹介する。

## 1. 最新の住宅用分電盤

多回路化(大型化)・高容量化の進展により従前の部材で製品化すると住宅用分電盤が大きくなり、設置場所の確保が困難になってきた。そこで従来の安全ブレーカに比べ横幅が半分近く小型化された分岐ブレーカが商品化され、住宅用分電盤も従来比で約20%～30%の小型化が可能となった(図-1)。

小型化により施工性を損ねることがないように、電線の入出配線孔・ガタースペースの大型化、電線結線・電圧切替の容易化、ブレーカの着脱性・操作性の向上など

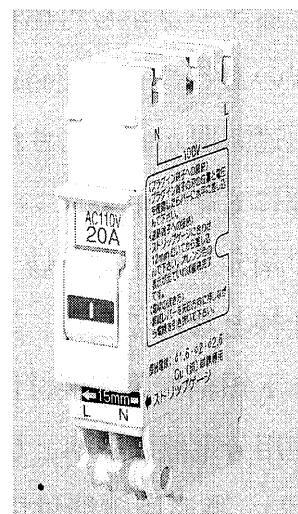
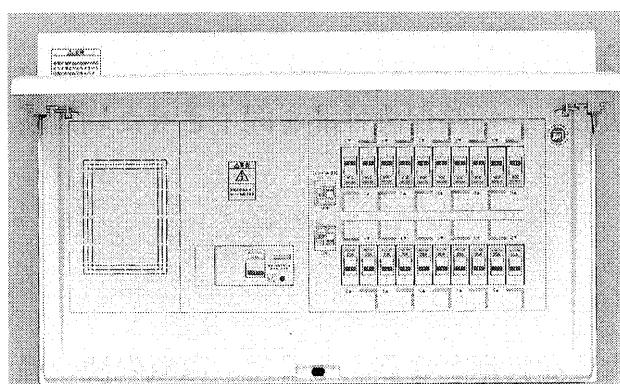
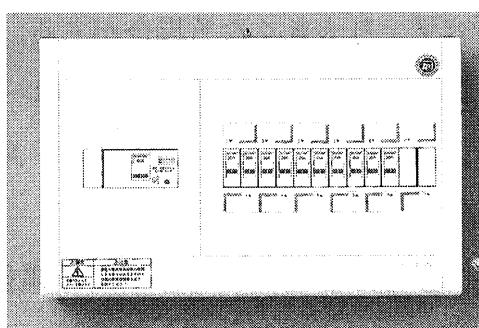


図-1 1/2サイズの分岐  
ブレーカ



ドア付き住宅用分電盤(20回路)



横一列住宅用分電盤(10十2回路)

図-2 最近の住宅用分電盤の例

を図り、作業の省力化も実現している。

用途に合わせ、(I)樹脂製ドア付き・ドアなし、(II)鉄製、(III)樹脂・鉄併用製がある。これらの中には、設置場所が限定される場合の対応として縦型、横一列形、薄形タイプなどが商品化されている(図-2)。

## 2. 高性能住宅用分電盤

### (1) コード短絡保護機能付住宅用分電盤

東京消防庁管内の電気火災原因の分類統計によると、平成9年の電気火災1023件のうち、車両から出火した電気火災125件を除く898件の火災については、電気設備機器からの出火である。この898件の電気火災のうちコードによる火災件数は136件であり、15.1%となっている。また、年々その割合が増加している。

このことを受け、コードの損傷及びコードの破断線から絶縁劣化した箇所で発生する短絡によるアークから可燃物への着火に対して予防効果のあるコード短絡保護用瞬時遮断機能付配線用遮断器が商品化され、平成12年改訂の内線規程にも紹介されている(内線規程3605-4)。1.で紹介した小型分岐ブレーカはこの機能が標準仕様となっており、このブレーカを実装したコード短絡保護機能付住宅用分電盤が、今後の住宅用分電盤の標準となると思われる(図-3)。

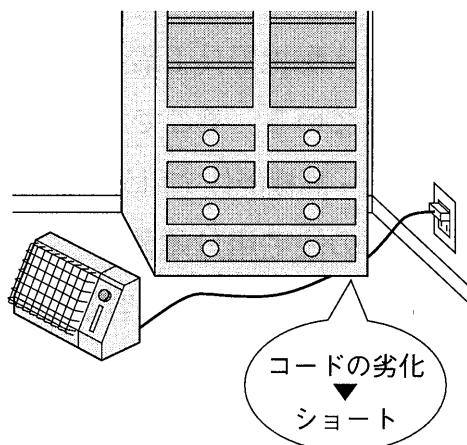
### (2) 高遮断機能付住宅用分電盤

高層マンションなどでは、借室電気室に大容量変圧器が使用され、幹線ケーブルの配線長が短い位置に設置された住宅用分電盤によっては、短絡電流が分岐ブレーカの遮断容量より大きくなる場合がある。このような場合は、主幹に5kA(60A定格の場合)、分岐に2.5kAの短絡遮断容量のブレーカを実装し、短絡保護性能を向上させた高遮断機能付住宅用分電盤を用いる必要がある。

## 3. 高機能住宅用分電盤

### (1) 過電流警報機能付住宅用分電盤

家庭内での不意の停電は居住者にとって大きな負担となる。そこで、電気の使い過ぎを警報により報知し、過電流による全停電の防止を促す過電流警報装置を附加したものが過電流警報機能付住宅用分電盤である(図-4)。この装置には、警報音・電流レ



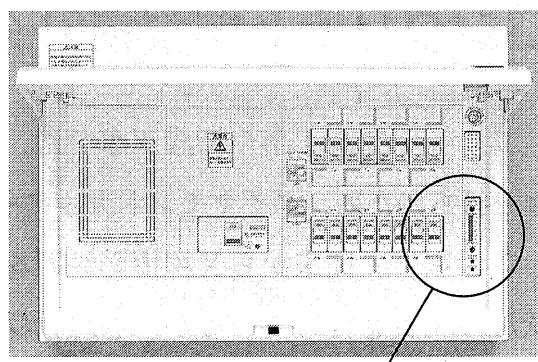
- 電源コードが家具などにはざまれて劣化した場合、被ふくがむけてショートすることがある。このような状態で瞬時にブレーカを遮断するのが、コード短絡保護用瞬時遮断機能である。

図-3 コード短絡保護用瞬時遮断機能

ベル表示を居住者によりわかりやすくするため、住宅情報盤(インターホン等)から警報を出すタイプもある。この住宅用分電盤は、全停電防止と合せて電気の使用量表示による省エネの手助けにもなる。

## (2) 感震機能付住宅用分電盤

阪神淡路大震災時の火災において原因不明を除く出火原因のなかで最も多い電気機器・装置や配線に関係した出火を防止するため、住宅用分電盤に感震リレーを取付け地震発生時の電気火災防止機能を付加したもののが感震機能付住宅用分電盤である(図-5)。



過電流警報装置

図-4 過電流警報機能付住宅用分電盤

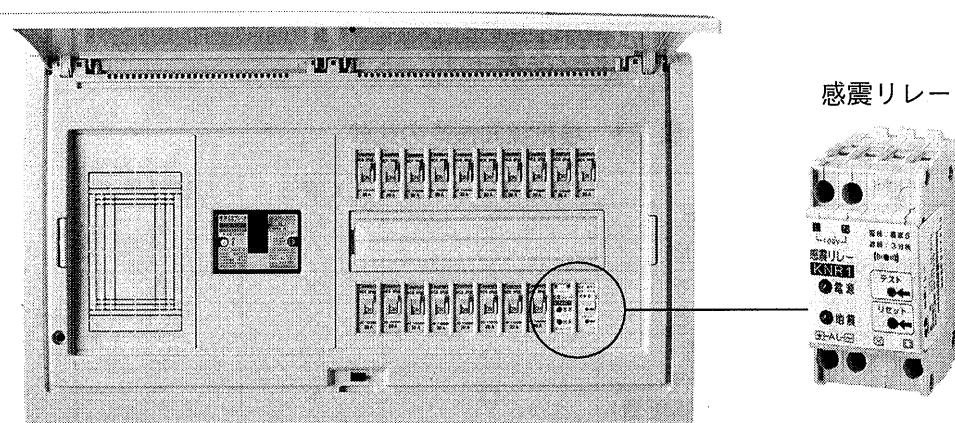


図-5 感震機能付住宅用分電盤(18回路)

震度5以上の地震が発生すると地震感知3分後(3分以内に停電が発生した場合は復電時)に自動的に電路を遮断し火災を防止することができる。

## 4. 今後の動向と課題

住宅用分電盤は、社会環境の変化や市場ニーズに対応し、前記以外にも様々な機能(避雷機能・あかり機能・ピークカット機能・全電化対応など)を付加したものが販売されており、今後も進化し続けると考える。

当工業会では、これら新技術の規格基準化を図り、普及促進を図ると共に、優れた商品を正しく選定・施工して頂ける環境を提供する事が必要と考えている。住宅用分電盤本来の機能である安全に電気を供給し続ける使命を忘れず、品質はもとより、安全・安心で便利な暮らしが提供できるよう努めていきたい。

(社)日本配線器具工業会 住宅盤・開閉器専門委員会 矢野 剛

# コンクリート埋設物の探知システム「RCスキャナー」

リニューアル工事や増設工事では、既設コンクリート躯体の壁や床に貫通穴やアンカー打ちのため、ダイヤモンドカッターやドリルを用いた穿孔工事が多数必要となる。

この場合、従来からX線撮影装置を使用してコンクリート内の鉄筋や電線管の埋設状況の調査を行っているが、埋設物探知は専門の放射線技師を必要とするなど、作業が煩雑でかつ時間を要し、大きなコストが必要であった。

今回、電磁波レーダ法を用いた検出装置とパソコンを組み合わせ、容易にコンクリート内の埋設状況を把握できる電設用の探知システム「RCスキャナー」を開発、製品化したので紹介する。

## 1. 技術的問題点と解決方法

### (1) 技術的問題点

各種コンクリート埋設探知技術の比較を表-1に示す。

表-1 埋設探知技術の比較

分類	項目	電磁波レーダ法	X線法	電磁誘導法
位置測定	分解能	△	○	△
	位置精度	○	○	○
	埋設深さ	○	×	△
	深さ精度	○	×	○
作業性	判読性	△	○	○
	制約条件 (被爆、感光板配置)	○	×	○
	探査時間	○	△	○
	探査コスト	○	×	○
検出物	非金属	○	○	×
	径測定	×	○	○

- ① 電磁波レーダ法：この方法は、検体の誘電率の違いによる電磁波の反射波を検出する原理に基づいている。したがって、コンクリート内の合成樹脂管などの非金属も検出が可能で探査コストも安い。しかし、高度な画像処理技術と、判読に専門的で高度な解析技術が必要であるなどの問題点がある。
- ② X線法：この方法は、分解能が高く、位置精度や判読性に優れているが、X線の被爆や感光板の設置位置と現像等に時間要するなど制約条件が多く、他の方法に比較し大きな探査コストを要する。また、平面的位置は確認できるが、深さについての情報が得られないなどの問題点がある。
- ③ 電磁誘導法：この方法は、手軽で探査コストも安いが、合成樹脂管などの検出ができず、コンクリート内では鉄筋どうしが電磁誘導現象を起こすなどの問題点がある。

## (2) 解決方法

今回開発したRCスキャナーは、日本無線(株)が開発した電磁波レーダ装置「ハンディサーチ・RCレーダ(以下、ハンディサーチという)」と、大阪ガス(株)ならびに大阪ガスエンジニアリング(株)が開発した埋設データを可視化する3次元可視化ソフトと、電気設備工事用として施工者の経験を基に開発した電設用表示ソフト(埋設物の種別を明確に区別し視認可能とするため、種別ごとに複線でカラー描画できる機能)を組み合わせたものである。

これにより現場の施工者がコンクリート内埋設物探査業務を容易に実施可能となり、埋設物探査作業のコストダウン、施工時間の短縮、安全性の向上などを図ることができた。

## 2. システムの概要

### (1) システムの構成及び仕様

RCスキャナーのハード構成を図-1に、仕様を表-2に示す。

### (2) 電磁波レーダ法の測定原理

コンクリート表面から内部に向けて、電磁波を放射する。このとき、コンクリート

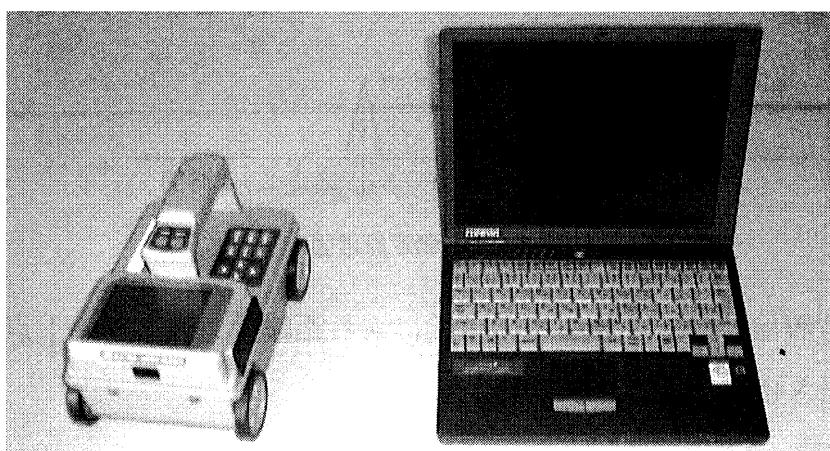


図-1 RCスキャナーの構成

表-2 RCスキャナーの仕様

測定方式	レーダ方式
測定対象	金属管、鉄筋、合成樹脂管、塩ビ管、空洞等
測定深度(金属)	0.5～20 cm(径6 mm $\phi$ 以上) *埋設状況により異なる場合がある
測定深度(非金属)	0.5～15 cm(径22 mm $\phi$ 以上) *埋設状況により異なる場合がある
平面方向分解能	平面方向: 8 cm以上の間隔 (鉄筋径6 mm $\phi$ のものが深さ6 cmにある場合)
測定距離	50 cm(推奨)
最大走査速度(センサー部)	約40 cm/s. 速度アラーム付き
電源(センサー部)	バッテリ動作、AC 100 V動作
連続使用時間(センサー部)	約1.5時間(バッテリ 1パック使用時)
寸法(センサー部)	149(W) × 147(H) × 216.3(D) [mm]
質量(センサー部)	約1.2 kg

内部にコンクリートと比誘電率が異なる物質があると、電磁波はその境界で反射して戻ってくる。コンクリート内にある目標物から反射して戻ってきた反射波信号を受信し処理をすることにより、目標物の位置と大きさが検出できる。そして、送信時刻から受信時刻までの時間差  $T$  の測定値とコンクリート内部を進む電磁波の速度  $V$  から、反射物体までの距離  $D$  は、次のように計算され、埋設物の深さを求めることができる。

$$D = V \times T/2 \text{ [m]}$$

この測定原理図を図-2に示す。

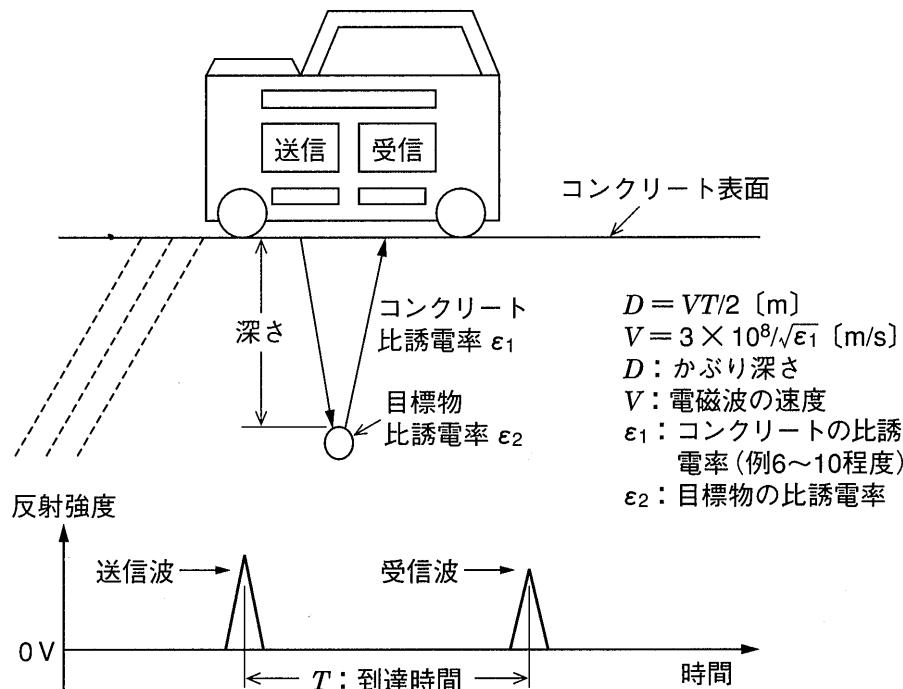


図-2 測定原理図

また、水平位置はハンディサーチの車輪にある距離計で、スタート点からの移動距離は車輪を回転させることにより計測できる。

### (3) 操作方法

- ① コンクリートの探査範囲に縦横5 cmピッチでハンディサーチを走行させ、データをパソコンに転送する。
  - ② パソコンに転送された直交した2方向のデータの合成処理を行う。
  - ③ 測定対象物検査用のコンクリートの比誘電率を調整し、平面配置画像のフォーカスを調整する。
  - ④ 平面配置画像の電線管、合成樹脂管、その他及び鉄筋をカーソルでクリックし、判別ウインドウに電線管、合成樹脂管、その他及び鉄筋を識別判断して表示させる。
- コンクリート試料を図-3に示す。また、3次元可視化ソフトによるパソコン表示画面を図-4に示す(埋設深さは色で表示される)。

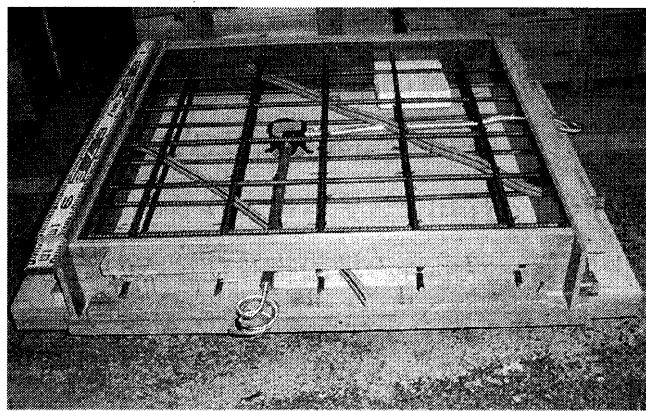


図-3 コンクリート試料

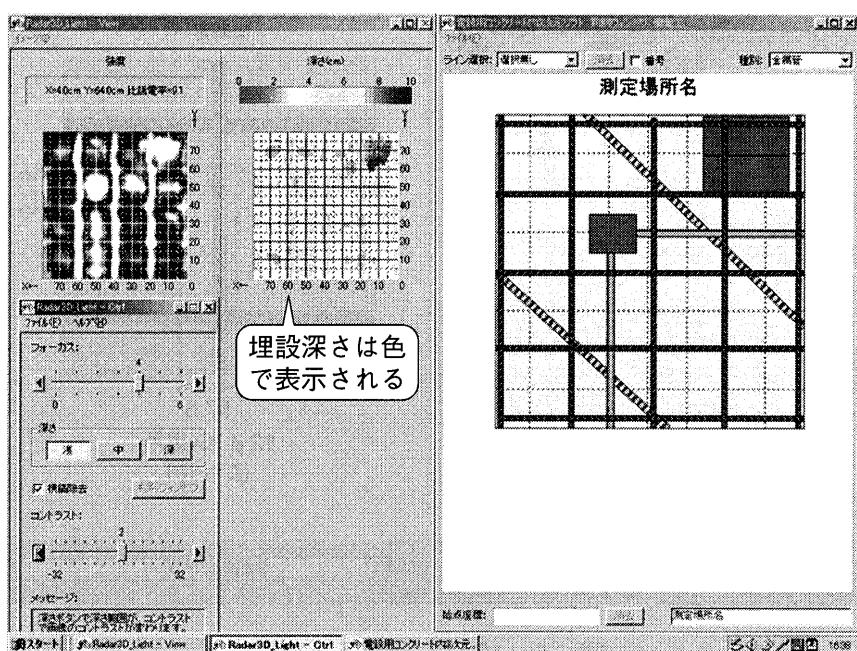


図-4 Radar 3D\_Light版ソフトによるパソコン表示画面例

### 3. 特 徴

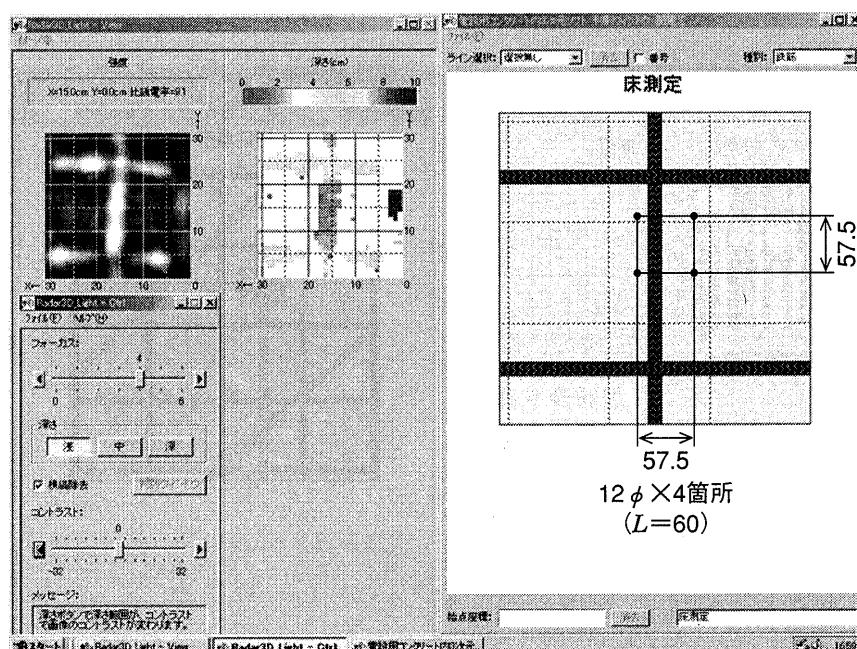
- ① 検出データの収集及び解析をノートパソコンで行うため、携帯性に優れ、短時間で処理できる。
- ② 狹いEPSなどのシャフトや電源のないところでも使用できる。
- ③ 電線管、合成樹脂管、その他及び鉄筋が色別表示のため視認性が良い。
- ④ 埋設物の埋設深さが正確に検出できる。
- ⑤ 非金属の合成樹脂管、空気層などの検出が可能である。
- ⑥ X線法と比較し被爆などの危険性がなく安全である。
- ⑦ 専門的技術者を必要とせず、低コスト・高精度な探査が可能である。
- ⑧ 小型・軽量で操作性に優れている。
- ⑨ コンパクトフラッシュデータメモリカード対応型電磁波レーダを使用することにより、ケーブルが不要となり、高所、塵埃等の環境下においても測定が容易で

ある。

#### 4. フロアのアンカ打ち用穿孔作業の事前調査への導入例

既存ビルのフロアにフェンスの床固定140箇所及びスタジアムの床に600箇所のアンカ打ち用穿孔作業において、本探知システムによりドリルでの穿孔箇所の床を事前に測定し、電線管、合成樹脂管、鉄筋等の埋設物及び深さの確認を行い、穿孔場所や深さを調整し、安全に短時間で事前調査を行うことができた。

パソコン表示画面例を図一5に示す。



図一5 パソコン表示画面例

#### 5. おわりに

本探知システムは、コンクリート内埋設物の平面的な表示と深さ情報を得られ、コア抜き以外に既設建物のアンカ打ちにも有効であることが確認された。また、X線法と比較し、安全に低成本で広範囲の調査が可能となり、コンクリート内の電線管をカラー表示するので、埋設物の状況説明が容易となった。

本探知システムがリニューアル工事やトンネル、洞道などのコンクリート空洞探査などの工事に携わる関係者のご参考になれば幸である。

#### 〈参考文献〉

早川 秀樹(大阪ガス株式会社)：コンクリート隠蔽配管・鉄筋の自動3次元可視化  
ソフトウェアの開発

(株)関電工 営業統括本部 品質・工事管理部 岩崎 寛行

# 無電極電球形蛍光灯

近年、電球形蛍光灯は白熱電球に代わる省エネ光源として大幅な伸びを示し、直管蛍光灯・丸形蛍光灯と共に、光源の一つのジャンルとして確立され、既に一般家庭の50%以上で使用されている。また、2002年6月に批准された地球温暖化対策における政府の新大綱の中にも“国民の努力”項目の一つに“白熱灯を電球形蛍光灯にとりかえ”が加えられ、環境の面からも社会のニーズが強くなっている。電球形蛍光灯は、白熱電球に比べて6 000～8 000時間(定格値)と長寿命だが、一般蛍光灯と比べるとまだ短く、長寿命タイプが望まれていた。

これに対して、電球形蛍光灯に無電極放電方式を採用し、一般蛍光灯をも大きく上回る30 000時間(定格値)の長寿命を実現した無電極電球形蛍光灯(無電極パルックボール)が、国内で初めて発売されたので、その無電極放電方式の仕組みと、特徴について紹介する。

## 1. 無電極放電方式とは

高周波の電磁誘導を利用した無電極放電の原理は50年以上も前から知られていた。しかしながら、この無電極放電方式が照明用光源として実用化されたのは比較的最近であり、1990年に初めて業務用ランプとして実用化された。一般的な蛍光灯は、電極間に電圧をかけて自由電子を加速して管内に電流を発生させるのに対し、無電極放電方式は、電磁誘導という現象を利用して管内に電流を発生させる。

電磁誘導を利用した無電極放電方式の発光プロセスを図-1に示す。

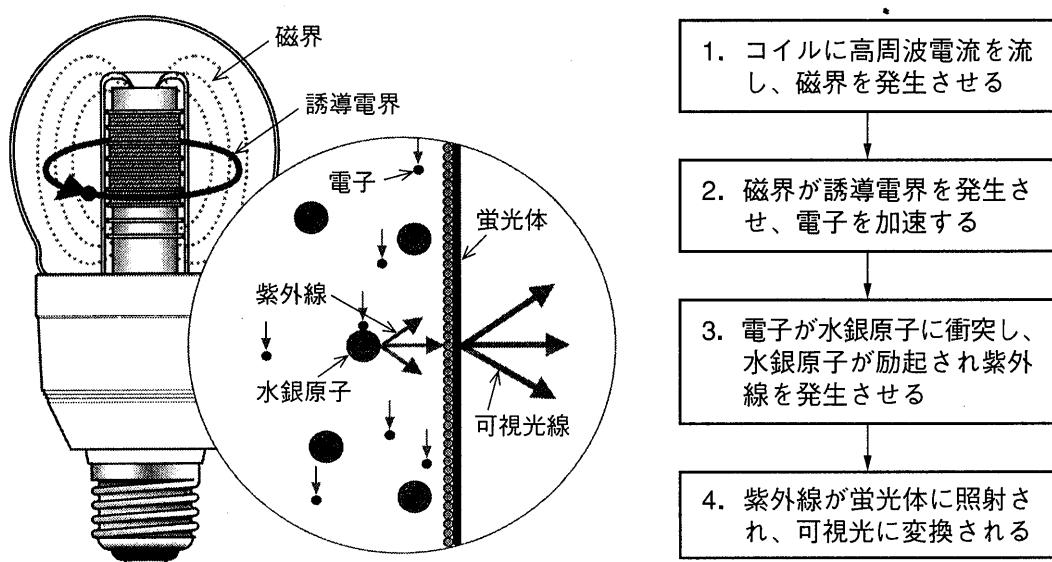


図-1 無電極放電方式の発光プロセス

- ① コイルに高周波電流を流し、磁界を生じさせる。
- ② 電磁誘導により、磁界を打ち消そうとする向きに誘導電界がコイルの近傍に生じる。この誘導電界によって発光管内の電子が加速される。
- ③ 電子と衝突した水銀原子は、高いエネルギー状態(励起状態)になるが、すぐにエネルギーを放出して元の低いエネルギー状態に戻ろうとする。このとき放出されるエネルギーの大半が紫外線となる。
- ④ 紫外線が発光管内側に塗られた蛍光体を照射して、可視光に変換される。

## 2. 無電極電球形蛍光灯の特徴

### (1) 無電極放電方式により長寿命を実現

従来の電球形蛍光灯は、使用に伴って電極(特に電子放出物質)が少しづつ劣化し、放電が維持できなくなり不点灯(寿命)に至っていた。しかし、この方式では電極が無いため、不点灯は点灯回路(電子部品)の劣化または水銀の消耗によってのみ生ずる。不点灯となるこれらの現象はいずれも電極に比べて劣化の進行が遅く30 000時間(定格値)の長寿命を実現できた。これは、毎日10時間点灯しても約8年間ランプ交換が不要になるという驚異的な長さである(図-2)。

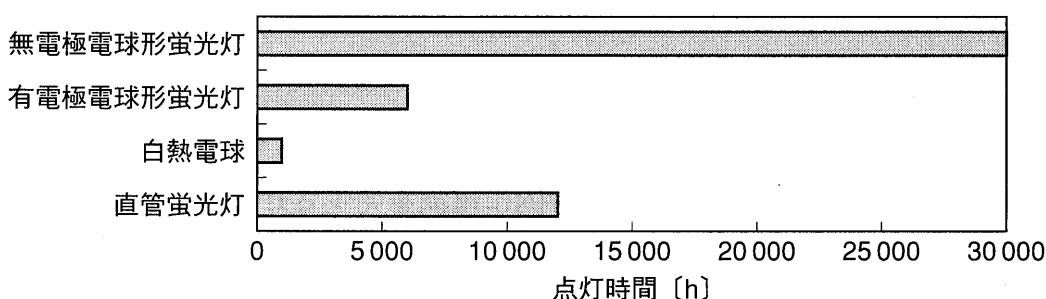


図-2 無電極電球形蛍光灯と各ランプの寿命比較

### (2) 高効率化を実現

従来の電磁誘導による無電極放電方式では、数MHz～十数MHzでの放電が一般的である。これは電磁誘導による電界は周波数に比例して小さくなり放電の維持が困難になるためである。本製品は、発光管形状とガス組成・圧力の最適化により、480kHzという低周波化を図り、低電力での放電維持を可能にした。これに加えて発光管形状の最適化などを図ることで12Wの低消費電力で電球60Wタイプの明るさを実現した。

## 3. 設置上の注意点

### (1) 効果的な施設場所

無電極電球形蛍光灯の最大の利点は、長寿命であり、電球交換がしにくい場所に施設することにより、維持管理の手間やコストを小さくすることができる。特に白熱灯

表-1 無電極電球形蛍光灯と白熱電球の仕様比較の例

光源	無電極電球形蛍光灯	白熱電球
消費電力 [W]	12	54
形状	外径 [mm] 長さ [mm]	65 135
		60 110
ランプ質量 [g]	155	—
口 金	E26	E26
周波数 [Hz]	50/60 共用	50/60 共用
定格電圧 [V]	100	100
定格電流 [A]	0.21	0.54
全光束 [lm]	810	810
効率 [lm/W]	68	15
定格寿命 [h]	30 000	1 000

表-2 30 000時間点灯後までの照明費用(ランプ代+電気代)試算例

光源種別	消費電力 [W]	ランプ代 [円] (希望小売価格・税別)	電気代 [円]	合計 [円]
無電極 電球形蛍光灯	12	4,800	8,280	13,080
白熱電球	54	4,800 (160 円×30 個寿命交換)	37,260	42,060

[注] 電力単価 23 円 /kWh で計算

と比較した場合、消費電力が小さく高効率なので、家庭用の照明としてもランニングコストを抑えることができる(表-2)。施設・一般家庭で、次のような個所への設置が考えられる。

- ① ランプ交換が困難なところ：天井が高い場所、吹き抜け等
- ② 点灯時間の長いところ：レストラン、ホテル、商業店舗等

## (2) 使用器具に関する制限

無電極電球形蛍光灯は、下記の器具に対しては使用できないので注意を要する。

- ① 水銀灯器具
- ② 非常用照明器具・誘導灯器具
- ③ 調光(明るさが調節できる)機能の付いた器具(100%点灯でも使用不可)

調光器に使用できないのは、調光器が誤作動し、入力電流が異常に増えランプ故障の原因になるためである。これは従来の電球形蛍光灯と同じであり、調光器のボリュームが100%の状態でも使用できない。

- ④ ランプが金属製反射板で囲まれるダウンライト器具  
金属製ダウンライト器具に使用できないのは、電磁誘導による無電極放電方式固有

の課題である。無電極電球型蛍光灯はコイルが発生させる磁界を利用して点灯させるため、発光管付近に電気を通す金属があると、コイルから発生した磁界が金属側に結合して誘導電流を流し、発光管内に正常な誘導電界を発生させることができない。これにより、点灯しなかったり、点灯してもインバータ回路が誤動作しランプの故障となる場合があるためである。

したがって、原則として金属製ダウンライトでの使用は制限しているが、あえて金属製ダウンライトに使用したいという場合には、下記の条件付きでの使用が可能である。

器具開口径(金属反射板)が125 mm以上で、ランプの発光管部と金属反射板との隙間が3 cm以上あれば使用できる。

したがって、器具適合が明確に判断できる場合は、金属製ダウンライト器具でも使用可能である。なお、2 cm程度の隙間しかないダウンライトに取り付けても一応点灯は可能だが、インバータ点灯回路が異常作動し、短寿命となるおそれがある。したがって、3 cm以上の隙間のあるダウンライト器具で使用するよう注意が必要である。

松下電器産業(株) 照明社 商品企画グループ 杉本 浩

## お知らせ

### 1 本誌記事あるいは(財)電気工事技術講習センターへのご質問について

ご質問をお寄せいただく場合は、書面またはFAXにてお願ひいたします。その際、お手数ですが、免状番号(交付県、番号とも)、氏名、住所(郵便番号もお忘れなく)、電話またはFAX番号を必ず記入してください。

### 2 ホームページを開設しております

(財)電気工事技術講習センターのあらましや、電気工事士の皆様に関連する各種お知らせをはじめ、電気工事技術関連情報アラカルトなど、最新情報を掲載しております。

ホームページアドレス <http://www1.odn.jp/koshu>

### 3 本誌が読みやすくなります

かねてより、本誌の文字が小さく読みにくいというご意見をいただいておりましたが、本号VOL-20より、図・表等に使用する活字を大きくし、読みやすくしました。一層のご活用をいただければ幸いです。

## 努力を続けること

私は工業高校電気科2年生のときに、電気クラブ部を発足させて電気工事士の受験を目指しました。卒業時にはほぼ全員が合格、免許を取得して進学組と社会に出る組がそれぞれ笑顔で母校を後にしました。

やがて私は進学し、高圧電気工事技術者試験に合格、その後第三種電気主任技術者、認定電気工事技術者証を通産局から取得し、第一種電気工事士も取得しました。某市役所に奉職し、電気技術者として変電室の改修、「子どもの家」の電気設備の改修で一度にPCBを廃棄することになり、「特別管理産業廃棄物管理責任者」の取得を平成11年に終了しました。電気技術の業務に従事する者にとっては、何でもやるという意欲が大事だということは、かつて高圧電気工事技術者受験のためのアルバイトをしていたときのことですが、社長で現場代人だった方から教え込まれました。大工場の詰め所で、昼休みの時間に、「電気屋はなんでもヤレ！ 道具がないからできないではなく、チエがなかったら知識のあるヤツから聞き出せ」こんな調子でした。根はよい方で、職人を育てるのに熱心でした。たとえその相手がアルバイトだろうが、大工場の特高変電所のメイントランスの手入れでも、自主検査で不良だと、施工した職人がアルバイトであっても「指示どおりやり直せ」という厳しさがあって、そのお蔭で多くを学びました。「絶対ケガはするな、相手にもケガをさせるな」と恐ろしいほどの職人根性で、現在私が行っている自主検査と労働安全衛生、4件の兼任電気主任技術業務の参考になっています。厳しさは、理論と経験と学習のキャリアに裏付けされたものがあってこそ受け入れられるのです。そうでなければ、単なるイジワルで終わってしまうと思われます。かつての社長は発注者の無理難題を受けると、職人を集めて施工方法を検討し、知識の共有化と保安教育を同時にい、次の工程会議ではほとんど意見が採用されておりました。

私は恩返しのつもりで、電気事故発生防止に努めて、後から続く者への指導と、資格取得する人々の学習、経験の場を極力提供するよう心掛けております。現在、5名ほどの職人さんが入れ替わり立ち代り職場にきますが、まず掃除から指導し、施工上の見ばえ、安全性を話すと「うるさい役所の職員だ！」と思われていますが、資格を取り、やがて一人立ちするときに気付いてくれるであろうと、毎日兼任施設に出かけております。

神奈川県第000446号 都築 幸雄

# 住所等を変更した時の届出のお願い

第一種電気工事士の皆様に、技術情報誌他各種案内等を確実にお届けするため、住所、勤務先等を変更された時は、右の様式により、はがき又はファクシミリでご通知くださいようお願いします。

なお、届出先は、下記の（財）電気工事技術講習センターです。

## （留意事項）

① 免状交付都道府県名、交付番号は、必ず免状を見て記入してください。

② 住所変更された方は、右記様式通り、郵便番号はもちろん、室番号まで正確に記入してください。

## 第一種電気工事士住所等変更届

\*印の免状交付都道府県名・交付番号・氏名は必ず記入して下さい。

* 免状交付都道府県名	* 交付番号
都道府県	第 号

\* (フリガナ) \_\_\_\_\_

\* 氏 名 \_\_\_\_\_

(改姓の方は、旧氏名) (旧氏名) \_\_\_\_\_

〒 -

新住所 都道府県  
\_\_\_\_\_

Tel (市外局番) ( - )

(以下は、勤務先変更のあった方のみ)

新勤務先名 都道府県  
\_\_\_\_\_

〒 -

新勤務先所在地 都道府県  
\_\_\_\_\_

Tel (市外局番) ( - )

## 発行者

財団法人 電気工事技術講習センター

〒105-0004 東京都港区新橋4-24-8

(第2東洋海事ビル7階)

電話 03(3435)0897(代) FAX 03(3435)0828