

計装のはなし



社団法人
日本計装工業会

計装とは

計装とは、工場・プラントやビルなどにおいて、設備が高度な機能を発揮し、かつ運転・管理の省力化、生産性や品質の向上及び安全の確保を実現させるための計測機器や制御機器、監視制御装置等の計器・機器などを総合的に計画し、生産ならびに運転管理を一元化するためのシステムと設置工事です。

計測機器（センサー）は、自然現象や人工物の機械的・電磁氣的・熱的・騒音的・化学的性質を、科学的原理を応用して、扱いやすい信号（電気、光、空気）に置き換える装置で圧力、濃度、温度、重量、長さ、流量…など100 くらいの種類があります。

計測は、目標とする数値を定量的に計るだけでなく、誤差や精度又は機器の性能や異常状態の原因を測定します。制御にはフィードバック制御、シーケンス制御などがあり、またそれらを組み合わせた制御方法で制御機器を操作します。

監視制御装置は計測機器の数値や制御操作機能を1ヶ所に集め操作監視する機器の装置で、一般的には中央制御室あるいは中央計器室と呼ばれる区画に設備されます。



〈INSTRUMENTATIONの語源〉

昭和22～23年にかけて、アメリカから入ってきたプロセス制御に関する文献の中で、「INSTRUMENTATION」という言葉が使用されており、この単語を東京大学名誉教授で当工業会の初代の中央審査委員長であった故沢井善三郎氏が「計装」と翻訳しました。

「INSTRUMENTATION」とは、もともと音楽用語で“器楽編成法、器具使用、手段、方便”と訳され、作曲者が「自分の作曲を、各々の楽章に適した器楽を使用して、その楽曲の演奏効果を上げること」を意味します。

楽器の代わりに、「計測器、制御装置などを上手にアレンジし、調和のとれたシステムを構築し、安全性の確保、生産性を高めること」などを意味する工業用語として用いられたといわれています。計器(Measuring Instrument)も楽器(Musical Instrument)も、ともにインストルメント(Instrument)です。

身近にある計装技術

私たちの身近にある極めて簡単な「計装技術」の例を紹介しましょう。

人力でお風呂を沸かしていたころは、次のような工程が必要でした。

まず、排水栓を閉め(手)、水道の蛇口を開け(手)、ときどき水の量を確認(目)しながら適量となった段階(目)で蛇口を閉めます(手)。湯を沸かす装置を作動させ(手)、火力を調整(目)しながら時々かき混ぜて適温になったことを確認し(皮膚)火を止めます(手)。時間が経過すると温度が低下(皮膚)するため、時々温め直さなければなりません(手)。これらを全て人力によって行っていました。しかし最近のお風呂はほとんどが「ユニットバス」型式です。ここには多くの「計装技術」が使われています。

まずコントロールパネルにお湯の温度を設定し水位を決めておきます。あとはスタートボタンを押すだけです。すると、自動的に水道のバルブが開き、ガスが自動的に点火され、設定温度のお湯が決められた水位まで達すると自動的に停止し、ご親切に「お風呂の準備ができました」と音声で教えてくれます。しかも、設定された温度を下回ると、これも自動的にガスが点火し温度を上昇させ、お湯を使って水位が下がると、これも自動的にガスに点火され設定水位まで上昇します。

これは、人の目に触れない場所に、スイッチが押されたと同時に自動的に水道やガスの栓が開けられ、温度、湯量、火力を測定し、セットされた条件でバルブやポンプが作動する制御機器が設置されており、この装置によってコントロールされているのです。さらには、条件が満たされると、音声でそれを知らせるようにもなっています。

これまで、人が自分の「目・手・皮膚・経験」などによって判断及び行動をしていたものを、人からの情報をコントローラーが受け入れ(水量・温度の設定)、情報(水量・温度)を検出して伝送し、与えられた情報に基づいて処理・操作(水道バルブの自動開閉、ガスの自動点火・消火)し、人に対する情報の伝達(音声案内)までを行います。



また、別の例を見てみましょう。現代では当たり前となった交差点の信号機。ここにも計装技術が応用されています。

かつては、交差点でお巡りさんが手信号で交通整理をしていました(手動制御)。その後、信号機が普及。青・黄・赤の時間の長さはタイマーで設定されていました(定値制御)。そして、ハイテク技術の進歩により、道路の交通量が測定され、青・黄・赤のサイクルや各色の時間の長さの比率を通行量にあわせて時々刻々と自動的に可変する仕組みが登場。現在では、道路を最大限有効に使える交通システムが実現されています(最適制御)。



column 2

〈制御方式〉

計装機器の主な制御方法に、フィードバック制御、シーケンス制御、カスケード制御があります。

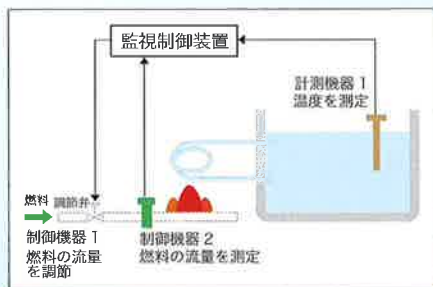
フィードバック制御

制御結果と予め設定された条件との差を検出し、次の動作を指示。それを繰り返して行う制御方式。測定数値と設定数値との差に対して必要な動作を演算処理し、最適な指示を出します。

シーケンス制御

予め定められた順序に従って操作を進めていく制御方式。各段階の動作完了を確認した後に次の動作に移行していく制御で、組立工場などで主流になっています。

シーケンス制御は一般的に、時限制御(時間制御)、順序制御、条件制御の3つに分類できます。時限制御は時間によって一連の動作が進められる制御。順序制御は各工程を順序に沿って進める制御。条件制御はセンサーなどの入力信号に従って動作する制御。



▲フィードバック制御概念図(お風呂の湯沸かし)

カスケード制御

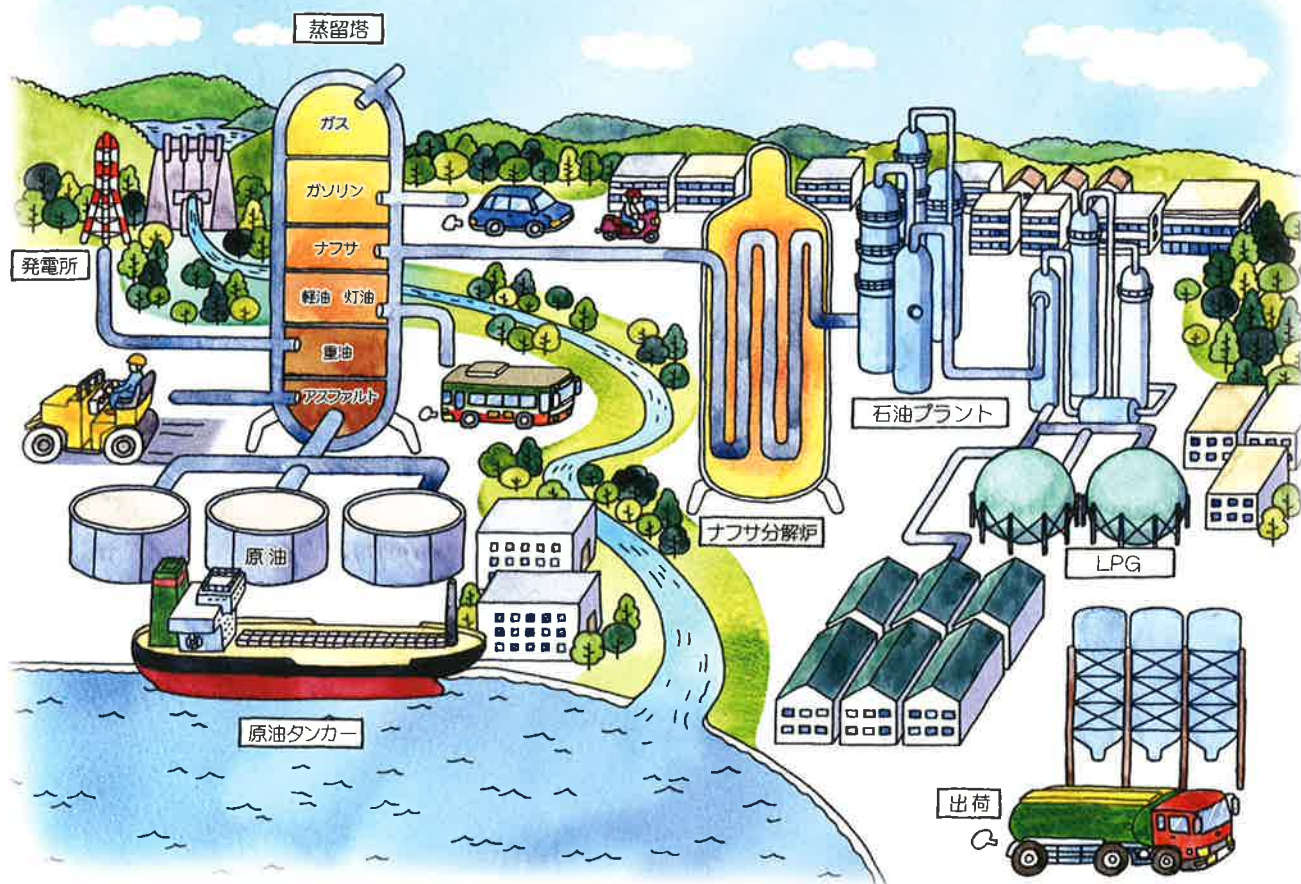
シーケンス制御とフィードバック制御を組み合わせた制御方式。複数の計測機器を連動または参照して制御します。

計装技術の分類

今や「計装技術」はあらゆる産業分野に導入されています。大規模で複雑多様な施設では、この計測し制御する技術が、ありとあらゆる場所に何百・何千と設置されており、そこから伝えられる情報は中央監視装置（中央監視室）に集約され、ごく少数の人間で効率よく安全に運転されています。「計装」には、【「プロセスオートメーション（PA）」と「ファクトリーオートメーション（FA）」と【ビルオートメーション（BA）】があります。

〈 計装工事分野別一覧 〉 あらゆる産業分野に計装技術が使われています。

計装技術の分野区分	
工場	石油精製プラント、石油化学プラント、製鉄所、セメント工場、食品工場、薬品工場、車両組立工場、半導体・家電等工場
建築物	商業・事務所ビル、マンション、劇場、病院、ホテル、ショッピングセンター、大空間娯楽施設
施設	官公庁施設、上下水道施設、自動倉庫、空港施設、火力・原子力等発電所、物流施設、ゴミ焼却施設
付帯工事(土木・建築)	土木・建築物の付帯施設(共同溝等)



I. プラント計装

○プロセスオートメーション(PA)

プロセスオートメーションを全面的に導入している業種としては、火力・原子力プラント、石油・石油化学・ガス・肥料プラント、金属・冶金プラント、セメント・ガラス・鋳業プラント、製紙・パルププラント、環境衛生プラントなど、実に多岐に渡っています。プロセスオートメーションは、様々な形態の生産工程を管理します。温度、圧力、流量、液位、組成、品質、効率などを管理・制御するもので、ファクトリーオートメーションやビルオートメーションとさほど違いがあるわけではありません。ただ、プロセスオートメーションの場合には、生産を目的としたプロセスそのものを管理している点に特徴があります。具体的には、ファクトリーオートメーションやビルオートメーションが、人の介入や人の居住性と不可分であるのに対し、プロセスオートメーションは人の介在などを排除し、生産性の向上をめざしています。

○ファクトリーオートメーション(FA)

ファクトリーオートメーションを導入している業種としては、食品工場、薬品工場、車両組立工場、繊維・紡績工場、半導体・家電などの工場があります。1980年代後半から、組立加工工場の生産システムには[※]CIM(コンピューターによる統合生産)と呼ばれる自動化が進められてきました。通信ネットワークを使って自動化された生産システムとコンピューターを結び、生産計画から実施、統制の統合化までを一元化させることによって、生産から販売までも同じように一元化させようというものです。組立加工工場計装が販売まで一元化するという点について、不思議に感じられるかもしれませんが、例えば工場全体の管理体制を工程管理、生産管理、事務管理といったレベルに分類したとします。それぞれのレベルでの役割を決め、価値を生むための一元化された管理システムを構築することによって、優れた管理機能が求められることになるわけです。 ※ Computer Integrated Manufacturing



【プラント】



【工場】

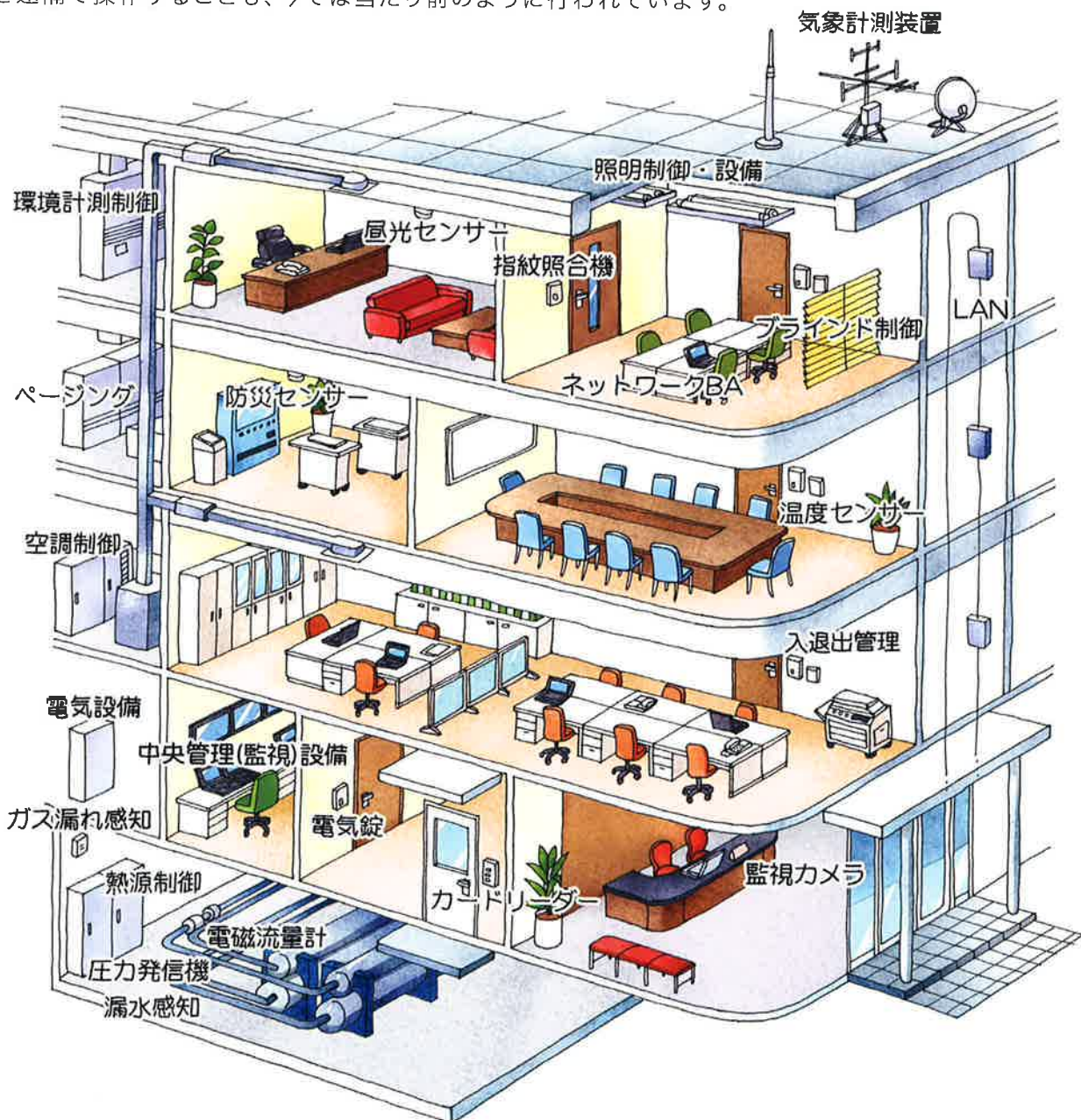


【インテリジェントビル】

Ⅱ. ビル計装(ビルオートメーション(BA))

○ビルオートメーション(BA)

ビルオートメーションの目的は、空調や給排水設備、電気設備、防犯・防災設備・エレベーター・エスカレーター・駐車場車両管制などの各設備に対して、適切なセンサーと制御装置を効果的に配置し、最適制御を行うことで、安全・安心・快適な空間を創出するとともに、省エネルギー・省資源にも貢献することです。最近の商業・事務所ビル、マンション、劇場、病院、ホテル、ショッピングセンター、大空間娯楽施設、官公庁施設などの公共建築設備は、非常に複雑化・大規模化しており、同時に自動化が進んでいます。そのため、計測に使われるセンサーや制御機器も高度化・多様化しているのが実情です。また、センサーなどによって集められた情報を集約し、全体の状況を把握するためには、個々の情報を個別に扱って判断するのではなく、情報そのものを統合的に加工して処理する必要があります。それを現在では、ビル管理・制御システムと呼び、計装技術が最も力を発揮するところでもあります。さらにビルの計装技術は、単体のビルにとどまらず、複数のビルを一元管理する方向にあります。複数のビル設備を遠隔で操作することも、今では当たり前のように行われています。



計装工事の内容

設計・工事に当たっては対象設備が効率良く経済的に運転するために、適切に計測し制御するシステムを構築します。

計装の設計

温度、圧力、流量、液面等の計測機器と調節弁類の選定、工事用資材を選定します。

- ◎流量・温度を適切に測定できる場所の選定
- ◎調節弁の選定及び制御する場所の選定
- ◎測定値をコンピューター処理し制御機器及び電気工事所掌の機器を制御するプロセス
- ◎制御信号の検討

計装の工事

計装設計で計画された場所が測定上、制御上適切であることを確認し施工します。

- ◎コンピューター、制御盤、測定器、調節弁の設置
- ◎各機器間の配線
- ◎配線の保護物(ケーブルダクト、電線管)の設置
- ◎配管(空気配管、流量、圧力など測定用の導圧配管)の布設

計器調整

一般的に工事の終了後、計画通りにできているか試運転します。加えて、計装工事では目的通りの生産運転ができるように装置の総合調整を行います。これを計器調整といいます。

始めに計装の配線や配管が計画通りにしてあるか、結線・接続に間違いがないか、配線の絶縁抵抗が落ちていないか、配管に漏れがないかをテストします。これらは一般的に行っていることです。



次に計測機器、制御機器の作動、正しく測定制御しているかを確認します。これを計器単体試験といいます。



最後に制御システムの試験を行います。測定機器・制御機器がコンピューターを介して正常に動作することを確認します。これをループ試験といいます。

計器メンテナンス

計測機器、制御機器は精密機器のため、使用していると誤差が生ずるので定期的に分解清掃・調整を行います。計装工事は機器の選定、電気工事、配管工事、空調工事、各機器の据付工事、計器調整、計器メンテナンスなど幅広い内容を含んでおり、各工事を横断的にシステムとしてまとめる必要があります。計器調整、計器メンテナンスは工事上の知識・経験はもとより、使用している機器類及び制御システムにも精通していないとできない作業です。



〈公共工事に生かされている計装〉

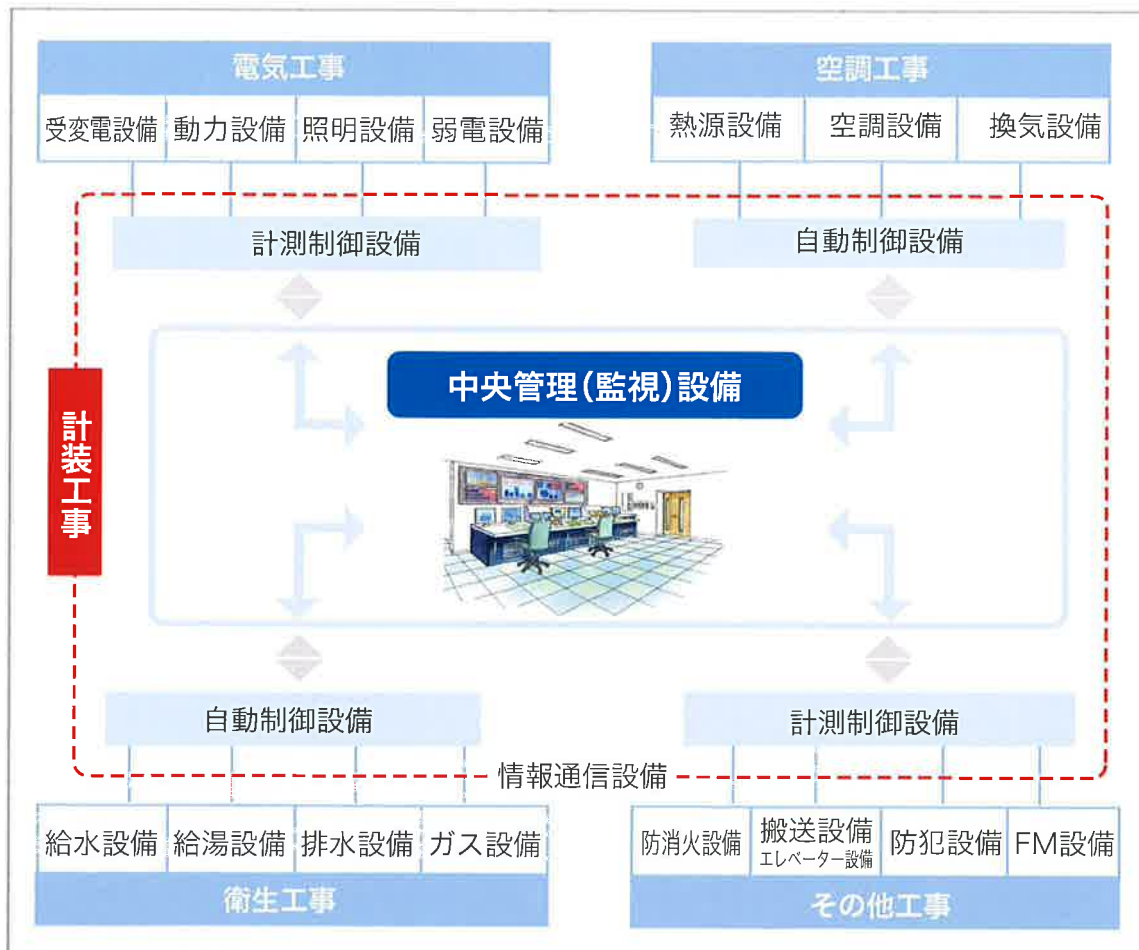
公共工事においては、計装工事は電気設備工事などに含まれて発注されることがほとんどで、単独で「〇〇計装工事」として発注されることは滅多にありません。しかし、「〇〇パイロットプラント電気計装工事」、「〇〇クリーンセンター電気計装工事」、「〇〇汚泥焼却炉電気計装工事」など、プラント系の発注工事においては、「計装」という名称での発注工事がなされるようになりました。また、庁舎や病院などの公共建築物、ダムや河川の水量調節、高速道路のETCなど、中央監視装置などが設置してある所には、必ず「計装技術」が生かされています。

計装工事業の必要性

計装工事業が存在しないと、計測制御の工事は、各工事業者がそれぞれの分野を分担して施工することになります。例えば、スチームや水の流量発信器(センサー)の取り付けは管工事、信号配線は電気工事が電気通信工事、集中制御盤設置は機械器具設置工事、制御用調節弁の取り付けとその駆動用空気圧配管は管工事が分担し、それで一つの統合的機能を果たす流量調節装置の工事が完成することになります。このような状況では、次のような問題点が生ずることとなります。

- ① 工事設計の調整が困難である
- ② 工事工程の調整が困難である
- ③ 制御系だけのテスト、設備も含めた総合テスト毎に工事分担業者が全て立会うことになる
- ④ 総合テストの結果、精度不足、応答遅れなどの問題点が生じた場合、総合責任者の不在から、責任範囲の不明確、問題個所の発見に手間取るなどの不具合が生じる
- ⑤ 施工レベルの不統一により、一部の性能劣化が全体機能の劣化につながる

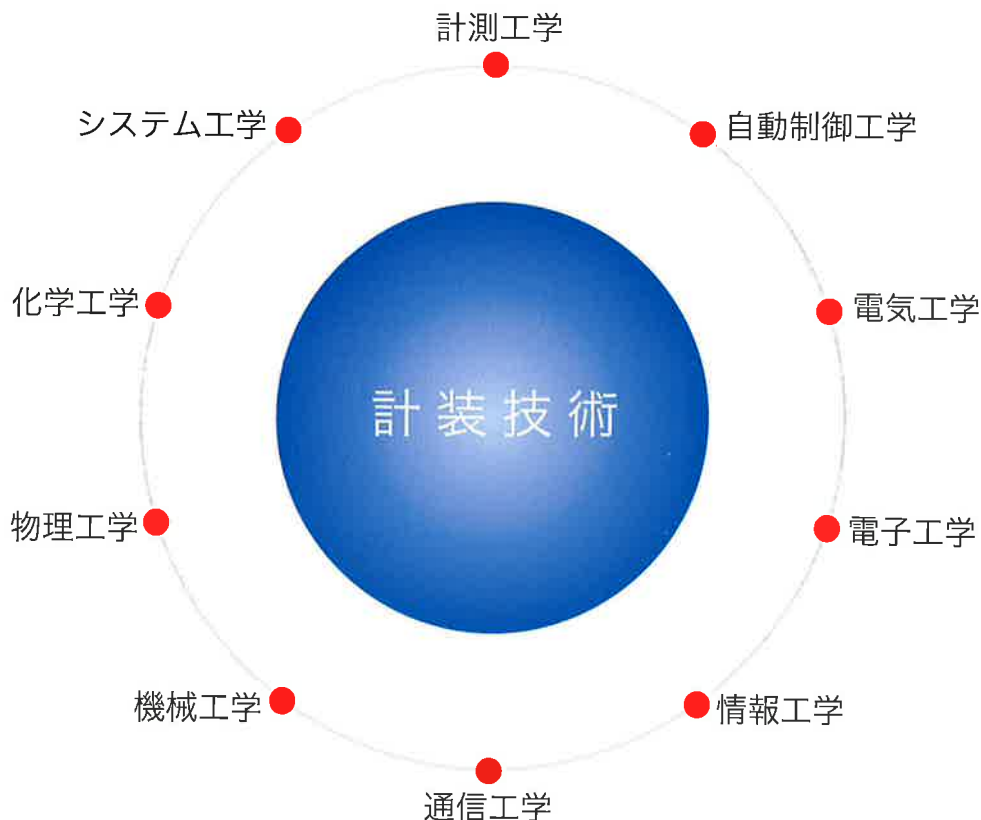
計測制御の工事を計装工事として一括して行えば、このような問題が生ずることはありません。計装技術は複雑・多岐に渡っています。計装が不具合を起こせば、生産活動に大きな支障をもたらすことは必至です。それだけに「計装工事」を行う者は専門家であることが求められます。「計装工事業」は、特殊な技術・知識・経験を持っていることが不可欠です。そのために専門知識を持った「計装士」の存在が必要なのです。



計装士とは

計装技術は、計測工学・自動制御工学・電気工学・電子工学・情報工学・通信工学・機械工学・物理学・化学工学・システム工学などを総合的に把握し、評価、判断することが求められます。これらの非常に幅広い知識と高度な技術が必要とされるトータルエンジニアとしての資格を証明するために、「計装士資格」があります。「計装士資格」を取得するためには、社団法人日本計装工業会が実施する「計装士技術審査」に合格することが必要です。計装士技術審査は、1977年に計装技術者の育成・レベルアップを図ることを目的に、当時はまだ任意団体であった「計装工業会」が労働大臣(当時)の認可を受けて始めました。その後1980年12月に、建設大臣(当時)から社団法人日本計装工業会として認可を受け、民間技術検定認定第1号として再スタートしました。このうち「1級計装士技術審査」は、2006年4月から建設業法施行規則第7条の3に基づく「登録計装試験」として国の制度に組み込まれており、2級計装士試験は、その1級となるための登竜門となっています。また、1級計装士は建設業法による主任技術者として認められており、公共工事の入札審査である経営事項審査では技術力と技術者数を審査するときに加算される資格です。計装士に必要とされる高度な知識や技能は、日々進化発展を続ける技術革新の下にあって、時代の最先端の知識や技術が求められています。このための知識の修得や技術力の維持向上、最新の技術動向の修得のため、合格後5年後ごとに、所定の技術維持講習を受けることが義務付けられています。

〈 計装技術に必要な専門技術 〉 計装技術には、専門的な知識・技術と経験が必要とされます。



(社)日本計装工業会の役割

社団法人日本計装工業会は、

- ① 高度化する計装工事に対応するための設計、施工、検査等の標準化の推進
- ② 業界発展のための施策の展開
- ③ 計装士技術審査事業
- ④ 計装技術者の育成と技術の維持向上を図るための各種研修・講習会の開催
- ⑤ 会員各社の経営基盤強化のための勉強会の実施、機関誌の発行、工業会事業の広報活動

などを行っています。地球環境問題や生産現場での省エネルギー、省力化を実現するための中心技術として、また、オフィスでは情報技術だけでなく、安全で快適な環境や知的で創造的な空間を生み出す機能向上技術として、計装技術を向上させることを主眼において事業活動を展開しています。中心的事業である計装士技術審査事業は1級、2級にわけて実施され、2010年3月末現在、1級合格者累計は14,614人(うち女性56人)、2級合格者累計は11,371人(うち女性78人)、合計25,985人(うち女性134人)の合格者を輩出しています。「計装技術」は必要不可欠な最先端技術ですが、あまりにも専門分野すぎることから広く社会一般には知られない存在でした。これは一般の人の目に付かないところで生かされて発達してきた技術であることも、その要因かもしれません。しかし諸外国では、計装技術者はトータルエンジニアとしてあらゆる設備技術のトップの存在となっており、多くの日本人計装技術者が世界各国で活躍しています。これからも計装技術の重要性と、計装技術者の社会的地位の向上を図る活動を最重要課題として取り組んでいきます。

MEMO