

# 技術士

## 現場の視点

40年前の昔々

「モノづくり」の重要性が言われて、8年がたつ。モノづくりが意味する「生産技術」や「製造部門」において、カンバン方式、無人化工場、セル生産方式など、日本は手法の面でも常に世界をリードしている。

しかし、その一方で企業の開発設計部門が危ない。大小問わず16社に対し技術コンサルティングを実施した経験に基づき



国井技術士設計事務所 所長

国井 良昌

### 今、開発現場が危ない

以下の三つの側面を指摘したい。昨今の製品事故の要因がそこにある。

① 木解析(FTA)や品質工学などの手法がない。また、品質とコストの両立に必要な価値工学(V E)、品質機能展開(QFD)、発明的問題解決理論(TRIZ)などの開発手法が普及していない。これが「モノづくり」の上流たる部門の実態だ。

## 技術討論の場が欠落

## 活性化へ設計に新手法

もパソコンやCADなどのツールは最新鋭となったが、開発設計法と比べると40年前の形態のままである点だ。設計品質に不可欠な故障モード影響解析(FMEA)、故障の

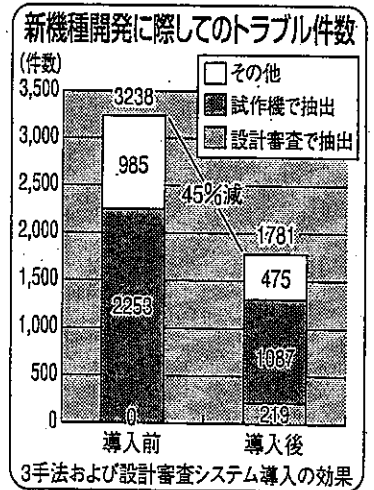
目と向き、開発設計部門をリードできる中間層がない。事務系部門と同様の画一的なリスト

### 三点から「静か過ぎる」層

三つ目として、前述の層から「静か過ぎる」層

育成が不十分なまま、派

社におけるその効果を、



違先へ配置する。受け入れ側も丸投げの放置状態である。このような状況下でディスカッションは生まれない。他社との交流が少ない開発設計部門では、前述した「負のスパイラル現象」に気が付かない。このような問題の抽出と解決が、技術コンサルティングとしての技術士の大きな役目である。

### 技術士の出番

そして、手法の存在しない開発設計部門には「設計書の作成」「VEもしくはQFD」「FMEA/FTA」の3手法を導入した。また、簡易な設計審査システムを構築することにも、前記3手法を審査対象として指定した。ディスカッションの活性化を問題解決の突破口としたのだ。某社におけるその効果を、

当欄で技術士の方々の寄稿を連載します。技術士は国家試験に合格し「科学技術に関する高度な応用能力を備えている」と認定された人たちです。日本技術士会の協力を得て、指導業務の現場での技術士の発見や気づいた点をつづつてまいります。(期待下さい。)

(水曜日掲載)

科学技術・大学

# 技術士

## 現場の視点

②

思い込み打破へ

K社は従業員50人規模のプラスチック製品メーカーである。顧客は大手カーオーディオ製造業で、自動車業界の成長軌道に乗り、業務は多忙を極め収益性も悪くない。環境問題に関する取り



荒野技研社長

荒野 喆也

組みでは、顧客企業の要望により環境マネジメントシステム「ISO14001」を認証取得するなど、会社全体としては一応の対応を図っている。ただ、現場レベルで新規の取り組みにはそれほど積極的でなかった。

一般的に環境保全活動は余分なコストがかかるものであり、環境と経済の両立は難しいと思いつている面がある。K社もその1社だった。そこで、この思い込みを打破し、環境は経済と両立し

うることを実感してもらうため、地球温暖化対策としての省エネルギー化に取り組みよう促した。

### 三つのステップ

省エネへのアプローチ

改善やレイアウト変更を実施し、エネルギーを削減する③設備を省エネ機

種を問わず広く使用されているエアコンプレッサ

## 管理方法変更で省エネ実現

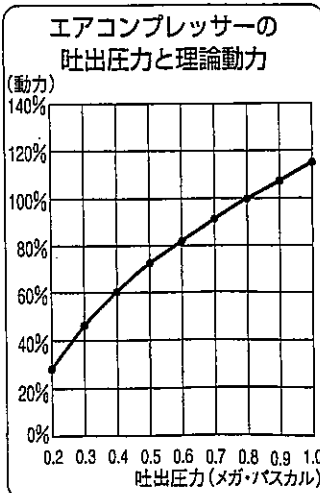
## 投資も作業改善も不要

法としては次のような三つのステップがあり、この順序でのアプローチが重要である。①エネルギー

に使用する改善である。一般にエアコンプレッサの動力は、運転条件としての吐出圧力と吸込圧力や温度に左右される。さまざまな効果

## 環境と経済の両立

## 科学技術・大学



の吐出圧力と動力(消費電力)との関係を示したものだ。図から分かるように、吐出圧力が0.1メガパスカルと消費電力は約10%削減される。K社の場合、吐出圧力の適正化により、0.1メガパスカルと消費電力が削減された。次のような消費電力削減効果が得られた。「コンプレッサ合計」

- 「85台(11台)」
- 「負荷率80%」
- 「モーター効率90%」
- 「稼働時間20時間/日、242日/年」
- 「電力料金14・39円/キロワット時」
- 「省電力16万5636キロワット時/年」
- 「電力費削減量238万9000円/年」

現場の作業改善も設備投資もわずかに得られた成果である。(水曜日掲載)

# 技術士

## 現場の視点

③

### 思い込み

機械加工中に火災が発生するのは決してまれなことではない。その代表的な例は、型彫り放電加工機を使用して金型を加工しているときに発生する火災である。

ところが、一般の切削加工では、切削液として



## 阿部技術士事務所 阿部 津和男

放電加工液と類似の油剤(第2、第3石油類引火点21~200度C)を使用しているにもかかわらず、加工技術者には火災が起るといふ意識はない。それは、加工中に火種(高温を発生するもの)がないから、火災など起こりようがないと思いがちであるからである。

しかし、NC工作機械が普及して自動(無人)運転が当たり前になった今日では、少々事情が異なってくる。

図の上は横型マシン

グセクターの火災発生の例で、金型材に油穴付き超硬ドリルで、穴あけ加工をしていた場合である。

### 原因は摩擦熱

ドリルが貫通した瞬間

重なって、ドリルを保持していたコレットホルダのナットが金型材に接触する事となり、発生した摩擦熱で金型材の縁が溶融してしまった。鋼が溶融したことは、その部分の温度が1400度

気と十分に混合した切削液ミストに引火し、火災となり、機械を焼失した実例である。

# 火種なくても発生

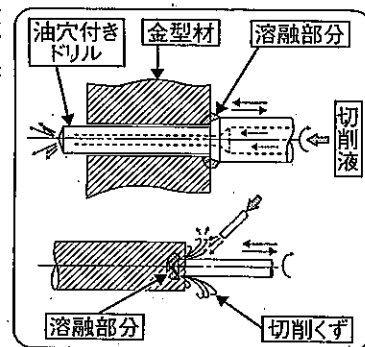
## 夜間無人運転特に注意

間、先端から出ていた切削液はドリルの根元の方へは回らなくなる。たまたま、プログラムミスがい引火点を持ち、かつ空

C以上になっていたことを示している。そのため、それよりはるかに低い引火点を持ち、かつ空

場合である。

切削液はドリルに直接ノズルから供給されていた。しかし、ドリルの切れ味が悪くなり、ステンレス鋼の切りくずがドリルに絡まりついて、切削液の侵入を妨げるように



なった。

その結果、切削液がない状態で棒鋼とドリルが接触し、摩擦熱で切削液に引火して機械を焼失してしまっ

### 五つのポイント

上記の実例から、切削加工において火災を発生させないためのポイント

①加工液を常に十分切削部分に供給し続ける  
②切削液タンクのレベル変化に常に注意  
③工具に切りくずを絡みつかせない  
④切りくずを絡みつかせない  
⑤工具をこまめに交換する  
⑥切れ味の悪い工具を常に供給する  
⑦引火点の高い切削液を使用する  
⑧できれば水溶性のものを使用する  
⑨プログラムミスをしていない  
⑩工具とワークの干渉チェックを怠らな

①の5点である。(水曜日掲載)

# 切削加工中の火災事故

## 科学技術・大学

# 技術士

## 現場の視点

④

あつて当たり前

私は、都内の大型産業機械メーカーの環境管理部門に勤務している。年間の電力使用量は約1400万kWhあり、第1種エネルギー管理指定工場となっており、省エネ法により、エネルギー使用量を原単位で前年度比1%削減する責務を負って



荏原製作所羽田事業所  
環境管理グループ長  
**小塚 浩志**

### 企業内省エネの取り組み

日本において安全と水が空気と同様、ただ同然であるように、工場においては、動力源である電気、工場高圧空気はあつて当たり前で、誰も気にしない。水は漏れていれば眼につき蛇口を閉めるが、工場空気は漏れていても気にならない。シュー、シューと言はするが、工場の喧騒に紛れて気にならないばかりか、快く聞かせる。

電気は目に見えず、停止中の機械に給油装置は油を供給し、無人でも局部排気集じん装置は空気を吸っている。事務所は

いつも明るく、空調が効き快適である。とてもどこかで、資源枯渇と温暖化が問題となっている地球に住んでいるとは思えない情景である。

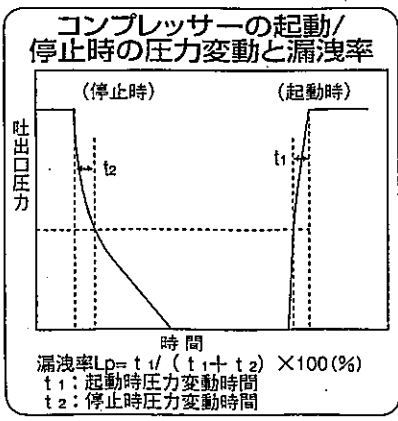
あせんとする状況  
京都議定書発効が現実の結果、3分の1が漏れた。

## 工場の空気漏れ解消

### ムダ排除に必要な現場の目

味を帯びてきた04年3月に取り組みを強化するところとした。工場では生産性向上活動として3ムダ排除を（ムダ、ムリ、ムラ排除を

行ってきたが、この考えを電気使用に展開した。まず着目したのは、工場空気の漏れである。工場空気の漏れ率は、コンプレッサーの起動時及び停止時の圧力変動で、簡単に計算できる。調査の結果、3分の1が漏れた。



古い事務所の窓枠を交換し断熱化を図る。すき間風がなくなり快適になるとともに、年間12万kWhの省エネになった。天井照明は逐次、省エネ型に交換、ポンプ、ファンはインバーター化、台数

り当てている。利益の環境への還元は、企業の社会的責任と割り切る。省エネは、リサイクルに

（水曜日に掲載）

# 技術士

## 現場の視点

⑤

### 一物一価

今から30年ほど前の70年代の話。N社は半官半民の公営企業で、会計検査院による検査を毎年受け続けていた。会計検査院の物品調達に関する指導方針は「一物一価」で、公営企業は全(国)一律に、同一仕様の物品は同一価格で調達すべき、が基本だった。



## エクストラス技術士事務所長 本間 勝

### オペレーター単金問題

購入価格の根拠は建設物価調査会の年次リポートによるとされていた。その値は、毎年実施される市場調査に基づいて市場価格の美測値で信頼性の高いものだった。既存の市場価格がないモノの調達価格決定は困難な作業だ。70年代半ばから急速に広がった「コンピュータプログラム」の単金(単位当たりの価格)は、ステップ単金(出来高払い)か長期にわたり物議をかもした。結局、官庁会計では原価主義を採り、プログラムは品質や性能を問わず、開発に要した人件費

(時間単金)を基に値付けすることになり、それが、以後のわが国情報産業の成長を阻害した。単純作業を想定センター運転管理関係で顕在化した問題はオペレーター単金だった。元

## 科学技術・大学

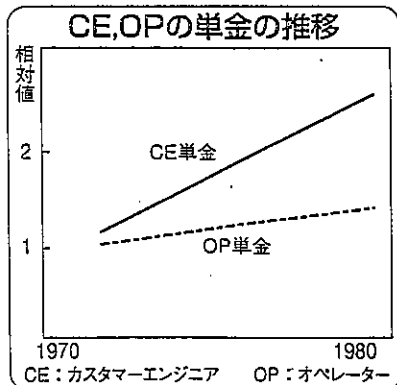
### 低賃金労働に歯止め

#### 「上級」普及させ規制緩和

いた。そのため、オペレーター単金はカード・パーンチャー並みの安価に据え置かれ、保守業務者であるカスタマーエンジニア(CE)などの単金格差は年々広がる一方。人材の流出に歯止めがからなくなった。

社のうち、N社にオペレーターを派遣している3社に追跡調査した結果、建設物価調査会のアンケートには、N社の「契約単金」をそのまま報告していることが判明した。N社の「契約単金」が、そのまま翌年の「市場価

格」に反映されていたわけだ。避けられぬ賃上げオペレーターには、すでに十年選手も出始めており、その離職防止のためにも「賃上げ」は避けられない情勢だった。その



みた。主要コンピュータメーカー7社にN社として「上級オペレーター単金」を新設することを通知し、発注3社に

ここで、米事情も調査した上で「複数単金」採用をN社契約担当に提案した。問題は建設物価調査会の「市場価格」にない「上級オペレーター単金」を用いることになり、1年後の会計検査院の検査までに十分な根拠を整える必要があった。そこで、業界全体に力により、自ら規制緩和を実現した一例である。(水曜日掲載)

# 技術士

## 現場の視点

⑥

体の一部に

素晴らしい技術の開発には、素晴らしい道具、ツールが必要である。見かけは粗末でも、その技術者の体の一部であるようなツールこそが大切である。青色発光ダイオード(LED)の中村氏は、開発に成功した要因の一つが結晶成長装置を自分で改造製作でき



### タイトー常務 さんべ 三部 幸治

#### 技術と道具

たことであると述べている。必要を感じ、手間や時間を惜しまず、満足がいくまで自分の手で改造と実験を繰り返したことは想像に難くない。

筆者はビデオゲームなどのアミューズメント機器産業で長年にわたり研究開発を担当してきた。

ビデオゲームはある意味、アイデアとツールの世界である。アイデアはゲームコンセプトはもちろんだが、独特で高速な処理を行うデジタル回路構成や、高速処理が必要なプログラミング技術においても重要であり、そして、開発を効率化するための各種ツールがアイデア

アと同等の重みを持つ。

手作りが大活躍

78年にビデオゲームの認知を広め社会現象ともなった「スペースインベーダー」の開発現場では、手作りのツールが大活躍していた。マイコン

チップと汎用LSI、キーボード、ディスプレイをゲーム開発者(西角友宏氏)現ドリムス社長)が自ら組み合わせ、配線と部品がむき出しに

## 開発に必要な最適装置

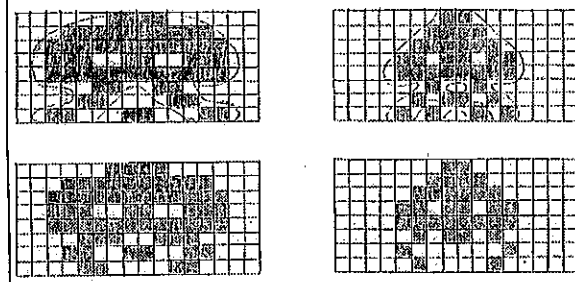
### アイデアと ツール 競争力の源泉に

なった畳半分ほどの電子回路基板を用い、このつと組み上げた自作のプログラムデバッガとハンドアセンブラーでスペースインベーダーは開発された。

その後、80年代のビデオゲーム開発現場では、市販され容易に手に入るプログラムツール、ハ

するために、多くのネットワークサーバーが協調して動作する仕組みなど独自の手作り特徴のある技術が投入され、日本のビデオゲームの競争力を維持している。

手書きで作成したインベーダーの絵



斬新なアイデアと自ら工夫改善を繰り返すことが求められる。そこで生み出される独自の技術と道具が、競争力の源泉となる。

先の青色LEDの中村氏が研究開発の多くの時間を石英管の溶接と道具・ツールの改造に費やしたように、日本のビデオゲーム産業においても多くの時間が独自ツールの開発に費やされ、それが技術とアイデアを磨いたのである。

利益率の薄い事業となってしまう可能性が高い。自ら工夫改善を安倍新政権は技術革新・インベーションの重要性を強調しており、その多くを担う技術者には、

(水曜日掲載)

## 科学技術・大学

# 技術士

## 現場の視点

⑦

### レンズ研磨の名工

技能の伝承や技能の技術化が叫ばれてから久しい。当社は光学機器メーカーであり、レンズ研磨の現代の名工が居る。その後継者育成は大きな課題であった。技能をマニュアル化して、誰でもそのドキュメントを読んで同じものができるように



## トプコン 監査役 小野 明

### 技能の伝承と技術化

なれば理想的である。しかし、技能者自身がマニュアル化した例はあまり聞かない。数年前、元の職場で研磨技能のマニュアル化を試みたことがあり、後継者育成に多少なりとも役立ったのではと思っている。他の技能にも応用できる可能性がある。そこで紹介する。

まず一般的なレンズ研磨の概要を図に示す。レンズは台皿に張り付けられる。かぶせられた磨き皿との間の研磨材によって研磨される。研磨途中で何回か、ニュートンゲージをレンズ面に当てて得られる干渉縞を観察す

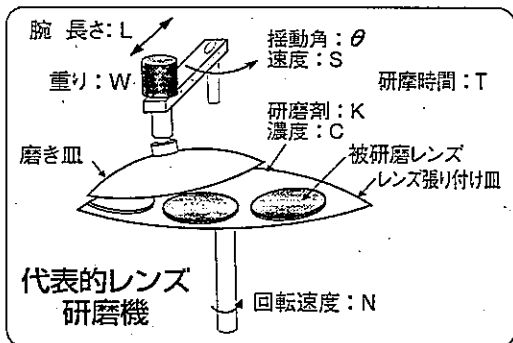
密着し子細観察  
次に形状誤差を研磨に

## 適格者選びが先決

### 技を極める方向のみ明確に

高度な技能を必要とするからレンズ面の形状誤差を検知する。高精度レンズではレーザー干渉計が使われる。  
は高度な技能を必要とする。干渉縞の曲がり具合からレンズ面の形状誤差を検知する。高精度レンズではレーザー干渉計が使われる。  
まず、各工は後継者が修正研磨とも、そのとき

優秀になるかどうか、育成初期に判断できる。  
仕事ぶりを見る。各工は最初の研磨でかなり精度の高いレベルまで一気に到達し、その後の修正量が少ない。レンズの特性値(材質、直径、厚み、曲率、プリフォーム



### 技能と技術は別物

また、あるレベルに達した後継者は必ずしも名工で同一の調整を行わない。自ら会得している。

### 代表的レンズ研磨機

つ。詳細部分は優秀な後継者が自分で会得する。つまり、師は技を極めていく方向だけ明確にすれば良いことになる。

一方、高精度レンズ研磨を純粹技術によっても開発を進め成功した。ただし、技能とはまったく別の方法となった。同じものを作るにも技能と技術は別物との観点も必要と思える。今のところ、従来の技能で作る方が安いので、技術で作るものは特殊なレンズに限られている。

(水曜日に掲載)

## 科学技術・大学

# 技術士

## 現場の視点

⑧

モノづくり4項目

モノづくりは人(Man)、設備(Machine)、原材料(Material)、金(Money)の4Mを入力して、生産品(Production)、品質(Quality)、コスト(Cost)、納期(Delivery)の4項目からなるPQCDを生み出す活動と定義されている。そのために、各種の生産



石川島播磨重工業生産技術センター  
主任研究員(産総研客員研究員)

### 園家 啓嗣

管理、品質管理手法を用いてモノづくりが行われてきた。

ところが、70年代から地球規模で環境問題がクローズアップされるようになり、現在、温暖化現象を引き起こすCO<sub>2</sub>排出ガスなどの環境負荷を低減することが緊急の課題となっている。そのため、製品のトータルライフ全体を見て環境への負荷を最小限に抑えるモノづくりのための評価

技術(ライフサイクルアセスメントLCA)が重要になってきた。欧米では既に環境重視の製品製造が出来ない企業は脱落していく傾向にある。

モノづくりの現場にお

# 科学技術・大学

いても、今までのようにPQCDだけでなく、環境負荷(Environmental Load)も考慮したPQCD+Eのモノづくりを行う時期にきている。家電・自動車などの汎用製品メーカーでは、製品の開発段階から

だけ品質の良いものをつくることが要求されるため、環境を考慮したモノづくりがおろそかになるきらいがある。これからは国際的にもトータルライフを見た環境に優しいモノづくりが必要になってくる。

工、製品使用、廃棄の各工程で環境負荷量算出の基になる材料製造エネルギー、CO<sub>2</sub>量などの基本データの収集、評価ソフト構築に注力した。ニッケル基を選定一例を挙げると、火力

## 環境配慮が不可欠

### 開発段階から総合評価

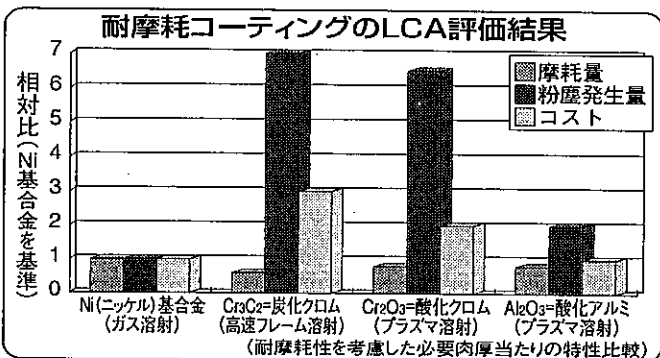
環境面をトータルで評価しているところがある。

評価ソフトを構築

しかし、中小企業、また受注産業の重工業では、安い経費で、出来る

そこで、当社では、重工業の中でいち早く、製品の開発段階から環境に負荷を与えない材料を考へ、さらにユーザーが製品を使用し廃棄するまでの期間、環境に優しいかどうかを判断して製品化する手法の開発に着手した。原料製造、製品加工

発電部門で、ボイラ伝熱管の表面を耐摩耗性を高めるためセラミックコーティングする際に、それが環境に負荷をどの程度与えるかを判断し、コストも加味してライフサイクルで総合評価できる手法を開発した。従来の考え方では、コストが安く



耐摩耗性も比較的良好なアルミ(AI<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)がプラズマ溶射が最も評価されてきた。しかし、LCAで総合評価したところ(図参照)、ニッケル(Ni)基金金のガス

製品開発が社会的責務であると考え努力していくことが、今後の持続可能な社会発展につながる。(日本技術士会・金属部会) (水曜日掲載)

溶射技術がベストであることが分かった。その結果、じん肺の原因となる粉塵などの環境負荷を大幅に低減できた。地球環境問題は、グローバルで緊急性を要する課題である。モノづくりの現場でも、環境に優しい技術・

## 問われるモノづくり手法



# 技術士

## 現場の視点

⑨

化粧品に異物混入

「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律」が公布されたが、対象技術に「発酵にかかわる技術」がある。多くの発酵生産は担当者「勘と経験」に依存、合理的な製造・品質管理が必要である。微生物を制御できずに最終製品に残留したり、製品や利用



久保康弘技術士事務所代表

## 久保 康弘

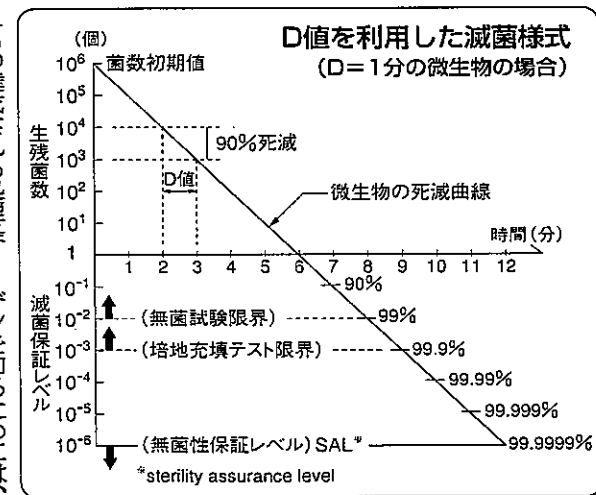
### 重要な微生物の制御

### 無菌性保証する条件確立

者に悪影響を及ぼす微生物が外部から混ざれば腐敗し変質する。「発酵と腐敗は紙一重」である。A社は植物の発酵抽出液を使った化粧品を製造販売していたが、ある時

に混入したままで消費者の手に渡ったために生じた」と推測した。異物を培地に接種し、数日の培養で増殖を確認した。滅菌条件を再設定

る処理条件の検討に移った。「無菌」の定義は「あらゆる微生物が存在しない」、「滅菌」は無菌性を達成する工程、つまり「すべての微生物をなくす工程」である。図をご覧ください



### 発酵と腐敗は紙一重

が生じ、A社から対策指導の依頼が舞い込んだ。サンプルを検分し、ク

原因と推定される「発酵抽出液の滅菌条件」の再設定に着手する。滅菌対

い。事前に無菌性を保証できるレベル (sterility assurance level) を設定し、単位あたりの被滅菌物に生息する微生物の数と種類

を調べ、無菌性を保証する。事前に無菌性を保証できるレベル (sterility assurance level) を設定し、単位あたりの被滅菌物に生息する微生物の数と種類

を調べ、無菌性を保証する。事前に無菌性を保証できるレベル (sterility assurance level) を設定し、単位あたりの被滅菌物に生息する微生物の数と種類

を調べ、無菌性を保証する。事前に無菌性を保証できるレベル (sterility assurance level) を設定し、単位あたりの被滅菌物に生息する微生物の数と種類

## 科学技術・大学

抵抗性を示す菌(指標菌)を用いる。よって、図のようにD値の12倍の時間をかけて滅菌処理を行えば、10の12乗分の1(1兆分の1)への菌数減少を確保することで無菌とみなす。この考え方で最適条件を確立し本生産に導入すると、以後クレームはなくなった。

人命にかかわる微生物の制御は分野を問わず重要である。怠れば人命にかかわることもある。基本は各生産工程において、日常の管理から品質保証条件に無菌性をどう作りこむかが重要になる。(日本技術士会・生物工学部会)(水曜日掲載)

# 技術士 現場の視点

素朴なニーズ

ファイルサーバの稼働状況などのパソコン監視は一般的に、画面で警告連絡が行われている。係員としては、緊急連絡は赤ランプやブザーで知らせて欲しいものだ。この当たり前の連絡システムが意外に少ない。そんなわけで「パソコンからパ



オークヒル・テクノロジー社長  
**小坂 暢幸**

## モノづくりと専門技術者

## 科学技術・大学

トランプ(警告灯)を点灯させたいのですが」という問い合わせが多くな

った。インターネット技術の発達およびJava言語での開発や情報教育の普及に伴い、総じてソフト

イッチの装置を製作する技術者もいる。

「こんな中、不思議なことには、パトランプの「オド」の制御が難しいと言っている。パソコンからの制御は、プログラム設計でソフトウェアの世

し、点灯の分析と制御はマイクロコンピュータの世界。パトランプの電源のオン・オフは、ハードウェアの分野だ。

企業で育成困難  
仕組みの分かる者から

### 技術の細分化で設計できず

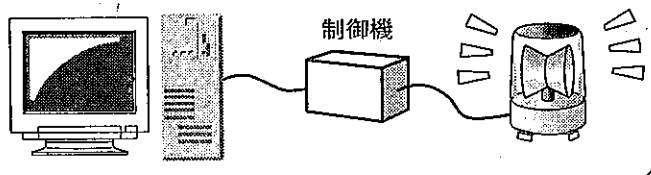
## 技術者の融合必要

警告灯の制御  
ウエア開発は以前より容易になっている。一方、プリント基板やマイクロコンピュータの組み込み関連の技術者も多い。制御系では、リレーやス

界。さらに、パトランプと接続するにはケーブルが必要。ケーブル内を走るデータは、シリアルやLANなど通信の分野。パソコンから指令を受信

見ると、この制御技術は簡単なことであるが、小さな装置であるのにさまざまな技術が必要である。技術が分散化され、専門分野の素晴らしい技術者がいても、この装置の設計ができないのが現状である。

パトランプ制御図



### 技術士の出番

となれば、それらの技術を持った技術者の融合が大切になる。技術を持った複数の中小企業と、

総合判断のできる技術士の共同体が融合の一例として考えられる。同様なことは、地方自治体やさまざまな組織で提案されているが、なかなか現実的ではないように思える。こうした分野は、技術士が世間に役立つところ

は最も管理しやすく、担当技術者も入りやすい。言われた特定技術の研究をすればよく、情報技術の世界でも同様である。この状況で幅広い技術者を育成するのは、非常に困難なことだ。実際のところ、社内で一人の技術者に対し、数年の育成カリキュラムを設定できるだろうか。新しい技術の出現に対応し、かつ、他の分野の研究もする必要はある。一般の会社組織では、なかなか困難と考える。

モノづくりにたいしては、好奇心や経験や幅広い知識が必要である。ソフトウェアもハードウェアも学習してほしい。狭い技術に満足せず、幅広い技術を持った技術者がたくさん出てきて活躍してほしいものだ。  
(日本技術士会・情報工学会)  
(水曜日に掲載)