

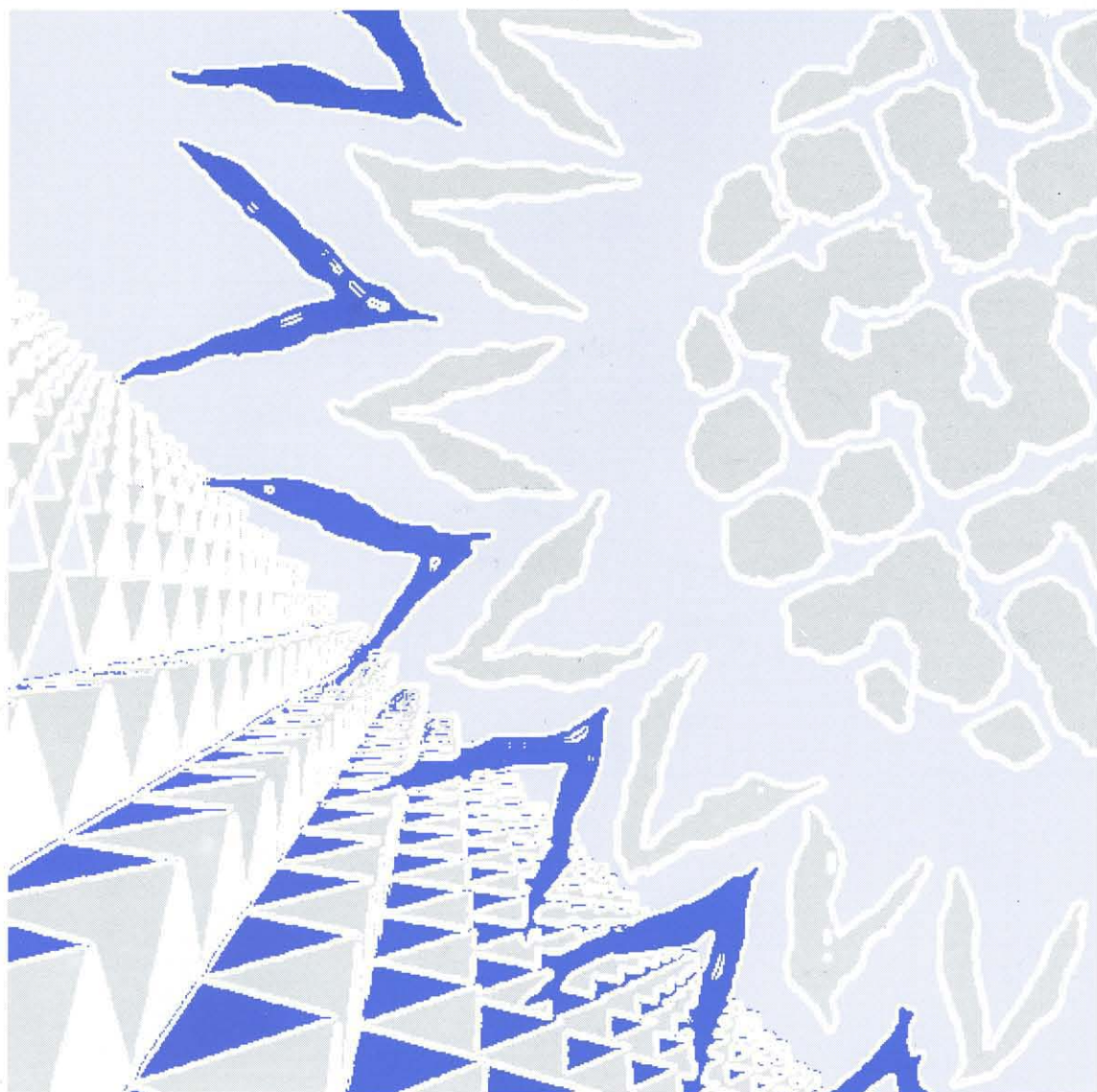
テクノネットワーク

Vol.26

滋賀県工業技術センター

1994/3

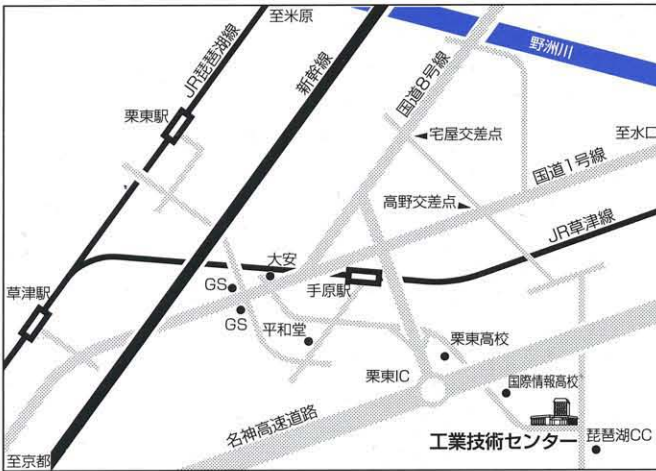
INDUSTRIAL RESEARCH CENTER OF SHIGA PREFECTURE





滋賀県工業技術センター

520-30 滋賀県栗太郡栗東町上砥山232
 TEL 0775-58-1500 FAX 0775-58-1373



交通案内

●JR線ご利用の場合

- 琵琶湖線(東海道線)草津駅下車(東口)
- 帝産バス「六地藏団地」行 又は
「栗東トレーニングセンター
(栗東高校経由)」行 ……20分
- 北の山下車 徒歩 ……3分
- 草津駅からタクシー ……15分

●自家用車ご利用の場合

- 名神高速道路
- 栗東インターチェンジ(信楽方面出口)より ……5分

テクノネットワーク

Vol.26

滋賀県工業技術センター

1994/3

テクノレビュー

新エネルギー技術シンポジウム	4
1. 太陽光発電	5
2. WE-NET構想の概要	6
3. 超電導電力応用技術開発の現状と展望	7

派遣レポート

これからの品質技術	8
技術第一科 中山勝之	

センターニュース

福祉用具法について	11
------------------------	-----------

工業技術振興協会側の記事内容です
裏面からもご覧ください

寄稿

東海道新幹線建設に
かかわった者として一言
製図雑感

技術研修

平成6年度「技術研修講座年間計画」

しがFAコンソーシアム

「しがFAコンソーシアム」で
アンケート調査を実施

表紙

ひまわりを太陽に見立てて、太陽電池の表面に太陽光が降り注ぐ感じを表現しました。

新エネルギー技術シンポジウム

昨年11月、通産省工業技術院・近通局共催により実施された「新エネルギー技術研究開発普及促進シンポジウム」での講演内容を一部、要約の上紹介します。

なお、紙面の都合で講演内容を大幅に要約し、講演題目との整合性を欠くため、別途タイトルを付けました。

●イントロダクション

1. 太陽光発電—早期実用化にむけての技術開発の現状と展望—

〈講演者〉 大阪大学極限物質研究センター センター長・基礎工学部教授 浜坂 圭弘 氏

わが国の太陽電池の年生産量は、ここ10年間にほぼ2桁の伸びを示し、コストも1/10以下となった。従来の遠隔地用電源から電卓や時計、街路灯や揚水ポンプなどに利用され始めた。電力応用を目指したプラントも、住宅屋根瓦発電や学校・軽工業用電源、1MWp発電所等について実証試験中である(米国:7MWp発電所)。また、更に数分の1の低コスト化ができる技術の見通しもつき、21世紀までには、現在の半導体産業をしのご新産業となると予測される。

2. WE-NET(水素利用国際クリーンエネルギーシステム)構想の概要

〈講演者〉 NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構) 理事 村瀬 盛夫 氏

WE-NET技術の開発は、通産省工業技術院のニューサンシャイン計画の主要プロジェクトの1つで、中長期的な視点に立ってエネルギー、環境問題の同時解決を目指したものである。NEDOが、同システムの技術開発実施主体である。

同システム技術の開発は、2020年にまで及び、2030年以降の世界的普及段階の具体的イメージは、水素燃焼タービンを使用した数10万~100万KWの発電プラントの建設を目安としている。

3. 超電導電力応用技術開発の現状と展望

〈講演者〉 超電導発電関連機器材料技術研究組合 理事 上田 隆右 氏

1988年より、通産省・工業技術院ニューサンシャイン計画の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託により、20万KW級超電導発電機(パイロット機)を目指したモデル機の研究開発を実施している。

既に、要素技術、部分モデルにより超電導固有の基本技術をはほぼ確立し、モデル機の製作に取り組んでいる。

1. 太陽光発電

—早期実用化にむけての技術開発の現状と展望—

■太陽光発電の重要性

世界の人口は、2000年には1960年のほぼ倍になる（ローマクラブ報告）。人口増加と文明進歩によりエネルギー需要は急速に高まることが予想され、化石燃料使用に伴う汚染を回避するためにも、クリーン発電でエネルギーを入手することは重要である。

■太陽光発電の特長

- ①太陽エネルギーを直接電気エネルギーに変換するため、発電のための燃料は無尽蔵にあり費用を要しない。
- ②火力・原子力発電のようにタービンや発電機のような可動部分はなく、騒音や高温・高圧に対する設備は不要である。
- ③機械的摩耗もなく、潤滑油も不要。無人灯台等の電源として実証済みで、運転維持が簡単で、無人化・自動化しやすい。
- ④大規模発電でも、電卓用の小さなモジュール電池でも、同じ変換効率で発電する。
- ⑤太陽電池は、モジュール構造として製造されるため、量産性に富み、需要・製造の拡大につれて低コスト化が図れる。
- ⑥ソーラー電卓が蛍光灯下でも動作するように、太陽光発電は、雨の日でも入射光のエネルギーに応じた発電ができる。
- ⑦化石燃料に比べ、変換効率が低いと考えられがちだが、発電に燃料は不要である。本来放棄していたエネルギーの15%を拾い上げて有効利用しようとするものである。

■サンシャイン計画での研究開発の成果

太陽光発電プロジェクトの鍵技術は、太陽電池セルの高効率化と低コスト化である。各材料について、原材料の製造法からセルの構造、接合形成技術、モジュール化からシステムに至るまでの技術開発を実施してきた。

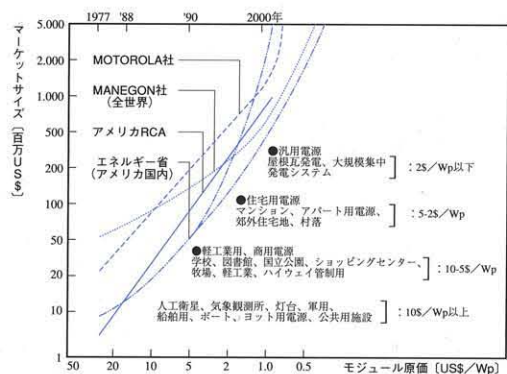
■実施例と応用分野

かん水利用淡水化システム	長崎	200m ³ /日
山小屋用システム	長野	70kW
離島用電力供給システム	沖縄	200kW

太陽電池の低コスト化には、量産化が大きな位置を占める。一方、電力応用は現在のところまだ経済的採算点以前となるため、政府機関の調達により需要の呼び起こし政策がとられている。

ヨーロッパでは、30kWから300kWまでのデモンストラーションプラントが152カ所にわたって運転中である。アメリカでは、太陽光発電産業推進政策として、同プラント建設に低利息融資をしたり、税控除優遇措置がとられている。

2000年までには、推定発電コストが石炭火力のそれに近づくものと予測される。量産規模に見合う中間需要として、ソーラーエアコン、自動車用サンルーフ、ディーゼル代替電源、揚水ポンプ、屋根瓦発電が考えられる（下図）。



図：コスト低下に伴う応用分野の拡大

2. WE-NET構想の概要

(水素利用国際クリーンエネルギーシステム)

■WE-NETシステムの目的

水力、太陽光、地熱、風力等の再生可能エネルギーの入手が容易な国又は地域で、水素を製造し、輸送に適した形に転換した後、エネルギー消費国又は地域に輸送し、発電・輸送用燃料・都市ガス等の広範な分野で利用しようとするものである。

WE-NET構想が実現されれば、世界的普及段階の2030年以降には、世界のCO₂の発生量が削減されるとともに、国際的なエネルギー需給が緩和され、開発途上国へ新たなエネルギー生産・輸出産業の育成を促すことにもなる。

■WE-NETシステムの全体像

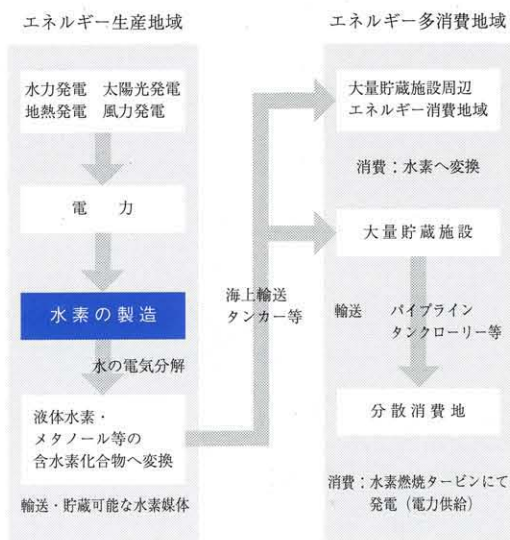
WE-NETシステムの全体像は、図1の通りである。

- ①水力、太陽光、地熱、風力等のエネルギーから得られた電力を使用して水素を製造する(水の電気分解による: 燃焼に伴う炭酸ガスの発生がない)。

- ②製造した水素を液体水素やメタノール等の含水素化合物に変換する(輸送・貯蔵が可能な水素輸送媒体である)。
- ③製造した含水素化合物を、エネルギー生産地域からエネルギー多消費地域へタンカー等により海上輸送する。
- ④消費地に陸揚げされた含水素化合物を、一旦大量貯蔵設備に蓄える。この一部は、そのまま貯蔵地域周辺のエネルギー多消費地域で水素に変換し、消費に用いる。また、陸揚げ地から離れた消費地(分散消費地)へ輸送するため、パイプラインやタンクローリー等により各分散消費地の貯蔵基地へ輸送する。
- ⑤輸送された水素は、発電用の水素燃焼タービンに用いる。将来は、その他の産業等に用いることも検討する。

■WE-NET構想の開発課題

同構想実現のため、以下の開発課題の克服が必要となる。



水素製造技術	水素製造装置のコンパクト化
水素輸送・貯蔵技術	大型水素液化設備の開発 液体水素輸送タンカーの開発 液体水素貯蔵設備の開発 液体水素の輸送・貯蔵用の極低温材料の開発
水素燃焼タービン	燃焼制御技術の開発 タービン翼等の開発 タービン用超高温材料の開発
水素利用技術	

図1 WE-NET構想の全体像

3. 超電導電力応用技術開発の現状と展望

■超電導技術とは

ある種の材料を低温に冷却すると電気抵抗がなくなるという超電導現象を利用するものである。

■電力機器への応用の必要性

電力需用の着実な増加に対処し、電力の安定供給のためには、大容量発電所の開発と電力系統の強化拡充が必要である。

長期的には、電源立地、送電ルートの確保の困難性等から電源の大容量化技術、経済的な長距離・大容量送電技術等の開発が必要となり、関連する電力機器の開発が不可欠となる。

■応用の効果

高効率の発電、低損失の送電、送電電圧の低電圧化、電力機器の小型、軽量化、電力系統の安定度向上(省エネ、省資源、システム全体のコストダウンができる。)

■電力機器への応用例

発電機

界磁巻線に金属系超電導材料NbTi(ニオブチタン)を使用し、これを極低温状態(液体Heにより約4.2K)にして大電流を流し、現用機の3倍強の高磁界を発生させる。この回転子は、外部からの侵入熱を防ぐための真空断熱層、電気子巻線からの影響による界磁巻線からの影響による界磁巻線への磁界変化を遮蔽するためのダンパ層を持つ多重円筒構造である。(図1)

送電ケーブル

超電導体を送電ケーブルに用いる。(図2)

変圧器

変圧器の巻線に超電導体を使用し、巻線を低温容器内で冷却する。

エネルギー貯蔵装置

超電導コイルを用いて電力を磁気エネルギーの形で蓄える。

■電力機器への応用のメリット

超電導技術を電力機器へ応用すると、従来の方法に比べ表1のような効果が得られる。

■超電導発電機の導入の見通し

2005年以降、順次導入が進むものと予想される。

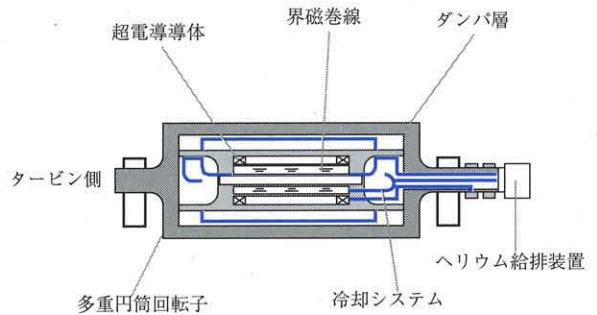


図1 超電導技術の発電機への応用

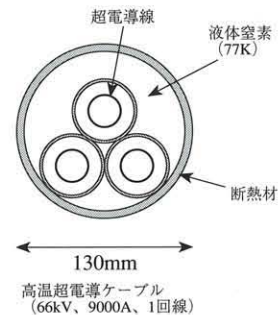


図2 超電導技術の送電ケーブルへの応用

発電機	発電率向上 0.5%~1.0% 小型軽量化 重量50%
送電ケーブル	効率向上 所要スペース縮小 1/5
変圧器	効率向上 0.1%~0.2% 小型軽量化 重量60%
エネルギー貯蔵装置	貯蔵効率向上 90%以上

表1

これからの品質技術 (ブラジルでの技術講演)

技術第一科 中山勝之

このたび、滋賀県と姉妹提携関係にあるブラジル連邦共和国のリオグランデドスール州へ行く機会がありました。同州と締結されている科学技術交流の一環として、昨年11月に渡伯し、現地の研究機関や企業等を見聞することができました。

今回は工業、農業、環境および教育の各分野から派遣されましたが、私の担当テーマが品質技術となっていたことから、現在、内外で注目されているクオリティ・エンジニアリング(品質工学)を中心に、連邦大学、科学技術振興財団および工業連盟の3カ所で話しをしてきました。

同州は品質管理に取り組んだ歴史が7、8年と短いため、品質技術全体の流れと基本的な概念を知って貰うことを目的としました。

以下、その概要を記述します。

1.品質管理とは

「品質管理とは消費者に心から満足してもらえる品質の商品を、最も経済的に生産するため、企業内で品質の保持と品質の改善に協力させる組織」であり、導入には次のような心構えが必要となります。

- ・統計的な考え方を取り入れることが大切です。
- ・全社的な協力体制のもとに実施する必要があります。
- ・効率的生産のほか品質向上に関心を持つよう努力します。

日本における品質管理の特徴としては次のようなものです。

- ・全社的品質管理を推進(全員参加による活動)しています。

- ・QC活動の推進(自主的な小集団活動)に努めています。
- ・品質管理に対し経営トップが現場を督励しています。
- ・統計的手法の活用(科学的・客観的な判断)に努めています。
- ・品質管理の教育、訓練を常時実施しています。

2.品質管理活動の動向

日本は高度経済成長の後、相次ぐ石油ショックにより企業環境は低成長路線となりました。一方で、生活者主義(consumerism:コンシューマリズム)が盛んとなり、公害・安全性について厳しい対策を迫られることにもなりました。

企業は消費者ニーズを優先する方向に切り替え、製品の信頼性を高め欠陥製品を無くすため、一層品質問題に力を注ぐことが必要となりました。

長期にわたる内需不振や円高の中で、多品種少量生産体制に伴う生産の合理化・省エネルギー・省資源・技術開発が積極的に推進されてきました。

3.SQCからTQCへ

日本のQCはアメリカから学んだもので、統計的品質管理(SQC:statistical quality control)に始まり、次第にその範囲を広げて日本的な総合的品質管理(TQC:total quality control)へと移行しました。

QCとは科学的なものの見方・考え方をすること、つまり、事実観察、問題発生の原因、特性の要因に関する仮説、仮説の事実による検証という手



リオ・グランデ・ド・スール州連邦大学

順がありますが、新しい物事(事実)を発見する技術の目を養わなうことが最も大切です。

また、データを統計的手法を用いて処理する際には、その技術的な意味を十分考慮することが大切で、間違った解釈ではむしろ有害となります。

4.TQC(総合的品質管理)から QE(品質工学)へ

日本型TQCは良い製品をつくるのに十分に役立ってきました。外国から学んだQC運動が全国的に波及し、良い物をつくるための努力が今日の品質の向上に至ったと思われます。

しかし、さらに品質の高い製品を開発・製造するために、これからはクオリティ・エンジニアリング(QE:quality engineering 品質工学)の実施を目指す必要があるでしょう。QEは従来のQCの物づくりに比べて次のような違いがあります。

QC…◇従来からのやり方は品質管理を充実させて厳重な試験・検査を実施し、不良を減らすことに重点がおかれていました。
◇従来の品質管理は、原因究明型の結果管理が中心。病気の診断はするが治療まではしてくれない短所があります。

これに対し

QE…◇検査合格が必ずしも製品の優秀さを証明することにはならないとの立場から、検査をしなくても安定的に良品を作り出せるようなシステム作りを考えます。
◇原因究明はもちろん、製造の源流までさかのぼった対策を行うことにより、問題点の元を断つ手段を講じることが可能です。

◇QE手法は製造関係だけに留まらず、企画・設計・技術開発・製造の他にも利用できる幅広いソフト技術です。

すなわち、クオリティ・エンジニアリングとは、『源流の技術開発にさかのぼり、商品設計に必要な要素技術や製造技術の機能について、下流における汎用性や再現性を考えた並行開発(コンカレント・エンジニアリング)を先行し、低コストで最高の品質を作り込む方法』と言う事ができるでしょう。

5.日本におけるクオリティ・ エンジニアリングの事例 「自動車の開発を例にして」

(1)自動車産業の推移と品質問題

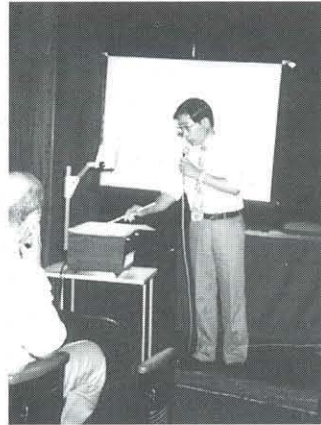
1970年代からの経済成長に伴い、本来の役割である交通・輸送という実用的な面から、次第に利便性・快適性を追求するようになり、自動車生産も多品種少量生産へと移行してきました。年間1300万台も生産するようになると、開発段階の限られた試験車両(試作車)で、市場へ出回っている様々な仕様を持つ膨大な自動車の母集団をいかに保証していくかという技術的課題が生じてきました。

また、最近のように海外生産が盛んになると、現地調達した部品による生産では、品質が保証されない事態が考えられます。日本で厳重な品質管理のもとに調達された部品に比べ、現地調達したばらつきの幅が大きい部品に対してどう対処するかが問題となってくるからです。

従来のように、クレームが発見されたらその原因を消していくという、いわゆるモグラたた



リオ・グランデ・ド・スール洲工業連盟にて



科学技術振興財団での講演風景

きのな発想では解決が難しいため、開発段階からノイズに強い頑健(ロバスト・robust)な設計にしておく必要があるのです。

(2) 技術開発のための安定設計

開発や製造に従事する技術者にばらつきを理解する者が意外に少ないのが実状ではないでしょうか。ばらつきを単なる異常値として処理せず、目的特性全体の中で考えることが品質問題の本質に迫っていくことになると思われま

す。さらに、量産体制で分業化が進むとシステム全体を把握しきれないため、自動車の基本機能という本質の技術課題から離れてしまい、技術者が悪戦苦闘している割には課題を根本から解決できないジレンマに陥ります。

現状では、日本のほとんどの企業は製品開発が中心ですが、これは要求特性が出てからでないと設計に着手できません。

これからは、「機能の研究を製品企画に先行させて、製品の要求特性がでてきた時に、ばらつきの小さい製品を短期間に開発する」という技術開発が必要だと思います。技術開発を具体的に実現していくのがクオリティ・エンジニアリングによる安定設計(パラメータ設計parameter design)なのです。

ばらつきの大きい安価な材料や部品を使用しても品質を向上できる安定設計を実施して、製造原価に反映させコストを下げるのが企業にとって重要な点となります。安定性が高くなれば、再現性も高くなります。周辺環境に強い、す

なわちノイズに強い安定性のある製品を開発段階で作り込んでしまうこの方法は、性能の良い、故障の少ない、耐久性のある自動車の開発に貢献できるはずです。

6. これからの展望

日本の田口玄一博士により開発された、品質の向上と安定性に多大な効果を及ぼすクオリティ・エンジニアリング(品質工学)は、別名タグチメソッド(taguchi method)とも呼ばれ、現在、急速な普及をみせています。

最近、日本(通産省)が提唱して国際共同研究を進める知的生産システム(IMS)分野について、調査代表団をアメリカに派遣しました。現在のところアメリカ、カナダ、オーストラリア、ヨーロッパ諸国等が参加していますが、本格的な研究は来年度から実施されます。

既にアメリカでは、ベル研究所、ゼロックス社、NASA、フォード社、コダック社、IBMプリンタのレックスマーク社、ヒューズ社などが大きな成果を挙げています。日本においても多くの企業や試験研究機関で実践され、その効果が確かめられています。

今年度に、全国規模のクオリティ・エンジニアリング・フォーラムが結成され、次世代の技術開発手法として普及への道を加速しているところ

福祉用具法について

福祉用具法とは

福祉用具の研究開発の推進、同分野への先端技術の応用の促進を目指して、通商産業省及び厚生省が施行した法律です(昨年10月1日施行)。福祉用具の研究開発事業に対し、申請・審査の上、助成金が交付されます。

助成について

対象 企業 但し、開発・製造とも実施している。
企業が申請し、公設試等が支援するものも対象に含まれます。
異業種交流グループ等
グループでの申請も対象となります。

対象事業

現在、進行している事業に限定されます。(これから始める事業は、該当しません。)
新規性があり、効果が見込める事業
助成金の交付認定後から各年度末までの事業
複数年度事業も対象事業となります。
(但し、認定されても各年度末に次年度の助成金交付の再審査があります。)

助成金額等

認定された事業経費の2/3が上限となります。
上限:1000万円前後/件・年

助成認定件数

各年度、10件程度です。

申請先

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)
産業技術研究開発部 医療福祉機器センター
〒170 東京都豊島区東池袋3丁目1番地1号 サンシャイン60 (21階)
電話 03(3987)9353

申請期間

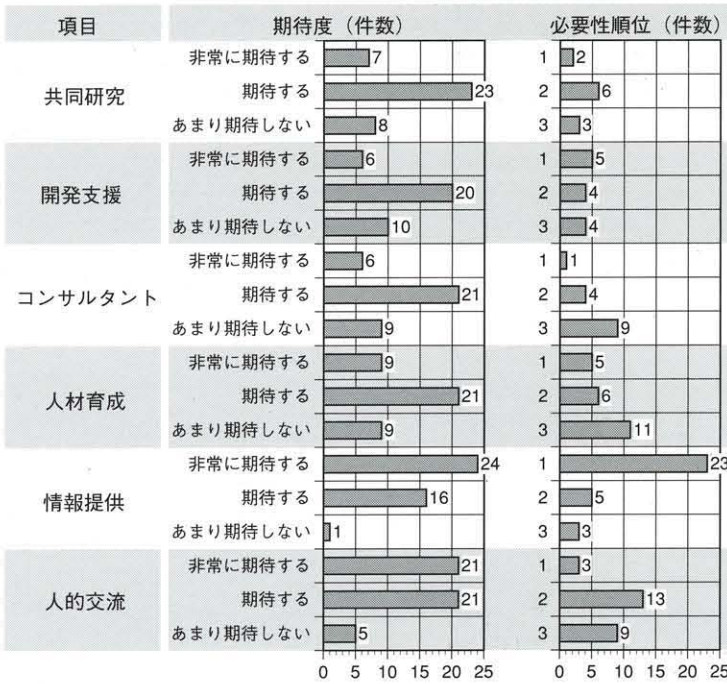
予定 各年度5、6月頃(相談はいつでもできます)

※詳細をお知りになりたい場合は、当工業技術センター(児島)までご連絡下さい。



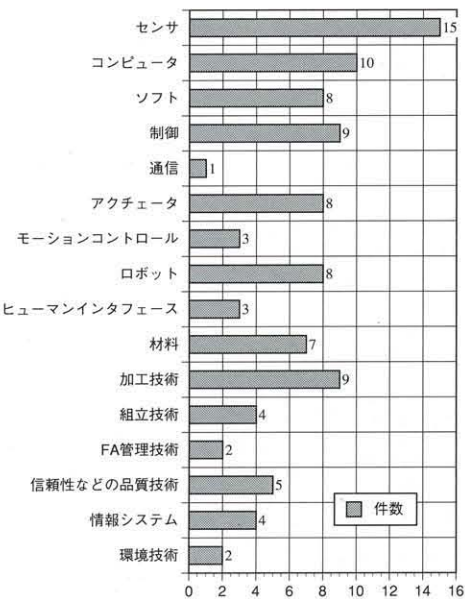
「しがFAコンソーシアム」について貴社の期待や必要性についてお聞かせください。

注、必要性の順位は項目の内、共同研究、開発支援、コンサルタント、人材育成、情報提供、人的交流の中で必要性の高い順位1位、2位、3位までの件数



●期待度
情報提供が最も高く期待されています。続いて人的交流、人材育成、共同研究などとなっています。

●必要性順位
情報提供が最も必要性の順位が高く、続いて人的交流、人材育成となっています。共同研究、開発支援を合計すれば順位が高くなり、必要性も高くなっています。



共同研究、開発支援の二ブズテーマで提出された技術分類

注、テーマあたりの技術分類は重複されています。FA技術として全体的にバラついています。

「しがFAコンソーシアム」で アンケート調査を実施

「しがFAコンソーシアム」では産・学・官連携のアンケート調査を実施しました。それらは、

- ①産・学・官連携の現状や、その必要性、ニーズなどの意識調査を行う。
 - ②それらを受けて、どのように取り組み、運営し、体制をとるか。
- を目的として行ないました。

結果は下記に示す通りですが、特に情報提供、人的交流、人材育成、共同開発、開発支援などについて必要性、期待度が高く、重点的に今後取り組む参考となりました。今後これらの結果を、「しがFAコンソーシアム」として、より充実したものにすべく、生かしていきたいと考えております。

※「しがFAコンソーシアム」とは、滋賀県におけるFA（ファクトリーオートメーション）関連技術の一層の高度化を図ることを目的とした、産・学・官連携交流組織。

大学又は公的機関と連携を実施されたことはありますか。

*回答は滋賀事業所又は担当所属部門にのみ限ったの回答も含まれます。

- 無しと解答されたもの 11社
- 有りと解答されたもの 30社

（大学との連携46件〔内、龍谷大学17件〕、公設試との連携26件〔内、滋賀県工業技術センター14件〕）

注1、（）内は、大学の場合龍谷大学、公設試の場合滋賀県工業技術センターの件数。

注2、アンケート結果は各項目で重複記入されているものがあります。



滋賀県内の大学、公設試の利用は連携件数で、大学では龍谷大学のみで37%、公設試では滋賀県工業技術センターで54%を占め県内利用が高い。

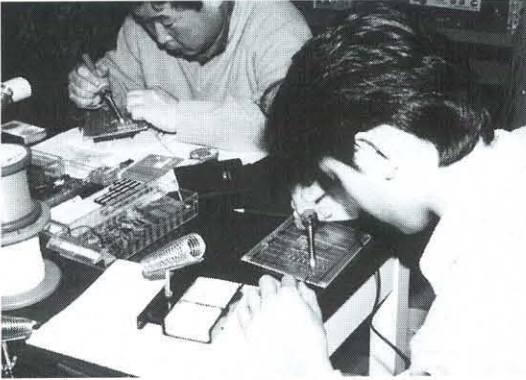
現在行なわれている連携では情報提供が最も多いが、試験依頼や技術指導、研究員研修生派遣、共同研究、委託研究など広範囲に連携が実施されています。

大学では共同研究委託研究、情報提供が比較的高く、公設試では試験依頼が比較的高い。

連携理由としては主として大学のノウハウ利用や人脈作り、公設試では試験設備の利用やノウハウ利用が特徴的です。



期	講座名	内容のポイント	実施月	定員	日数(時間)
長期研修講座					
5	メカトロの分かる 機械システム学科	第一線中堅技術者育成を目的とした機械設計の入門基礎知識を学習します。講師は龍谷大学の教授陣を中心に、民間企業の技術者で構成します。自動化の時代に対応してメカトロ技術の入門基礎知識も併せて学習します。	平成6年 4～11	20	52(202)
短期研修講座					
104	鉄鋳材料をうまく利用するための 鉄鋳材料と熱処理	鉄鋼材料は、熱処理でその性能を向上させています。鉄鋼材料の基礎理論から応用技術まで、実習上のアドバイスを交えて学習します。	平成6年 5	20	6(25.5)
105	プラスチック射出成形 加工技術	プラスチック材料と各種成形法を概説し、射出成形については、金型設計、不良品対策を含め詳説し、さらに寸法精度、エンジニアリングプラスチックについても解説します。	5～6	20	9(34)
106	BASIC言語	パソコンで最も良く使われるBASIC言語について、基礎から簡単なソフト作成までを学習します。さらに、パソコン間通信をゼミナール方式で学習します。	5～6	20	10(40.5)
107	プログラマブル コントローラ 入門	プログラマブル・コントローラ(PC)自動化・省力化入門講座としてPCの基本機能を説明するとともに、トレーニングキットを用いてプログラム作成などを学習します。	6～7	20	4(21)
108	プログラマブル コントローラ 中級	プログラマブル・コントローラ(PC)自動化・省力化入門講座の修了者を対象にして、PC～パソコン、PC～PCリンクについての実習を主体にして学習します。	6～7	20	3(22)
109	メカトロニクス基礎	メカトロニクスの基礎である駆動部(アクチュエータ)や対象の状態を知るセンサおよびサーボ機構などメカトロ機器本体や周辺機器の動作について簡単な実習を交えて学習します。	9～10	20	11(44)
110	プラスチックをうまく使うための プラスチック材料の 利用技術	プラスチックの基礎的性質、製品企画、材料選択、成形法、製品設計および検査などプラスチック材料を利用するうえでの基本的知識を学び、さらに新機能材料について解説します。	9～10	20	8(27)
111	自動化のための センサ技術	FAシステムの導入に欠かすことのないセンサについて、センサの種類、動作原理、応用技術について実例を交えて学習します。	10	20	4(22)
112	情報ネットワークの基礎	コンピュータによる情報化のための基礎技術として、ネットワーク機能に優れたエンジニアリング分野での標準OSであるUNIXや、代表的LANのイーサネットなど、各種情報ネットワーク技術について、学習します。	10	20	6(25)
113	メカトロニクスのための C言語	コンピュータの基本概念からC言語の解説まで、演習を交えて学習します。さらにロボットなどの実習機器の制御プログラムを作成し、作動させる演習をゼミナール形式で学習します。	10～12	20	17(71)
114	プレス加工技術	打抜き、曲げ、絞りなどの成形加工や型設計の留意点、型の磨耗対策、素材と加工法など最近の技術や安全対策について学びます。	10～12	20	7(28)
115	各種モジュールの利用法 メカトロニクス実用	メカトロシステムに必要となるシステム設計の考え方やアクチュエータ、センサおよびメカトロシステムの構成部品などの市販モジュールの種類と選定方法・利用方法について解説します。	平成7年 1～2	20	8(32)
116	パソコン インターフェイス技術	パソコンで計測・制御を行なうにはインターフェイス技術が必要です。市販の入出力ボードなどを利用し、A/D、P/O、セントロニクス、RS232C、GP-IBのインターフェイス技術について実習を行います。	1	18	6(32)
117	食品加工技術	食品加工の基本である衛生管理技術および食品技術の新しい活用技術などを学びます。さらに、新食品素材の動向、話題の食品技術および開発事例などについて紹介します。	2	15	5(20)



パソコンインターフェイス技術研修

技術研修

平成6年度「技術研修講座年間計画」

— 予約制度をご利用ください —

● 研修の近況

滋賀県における当研修講座もおかげさまで、開始以来10年目を迎え、延べ2300名の方々が利用されました。自己を革新し、自己を確立する努力こそが、個人を伸ばし会社も発展させるものと考えられます。

経済不況ではありませんが、今、多くの方々が当研修講座に励んでおります。研修設備、内容等も充実させ、費用も出来るだけ安く受講出来るように努力いたしております。次の飛躍のために、今こそ、この技術研修講座に奮ってご参加してください。

● 仮予約を早めに

別紙の年間計画を設定致しました。自社の年間教育計画、その他を踏まえ希望講座を計画頂いた上で、受講予定の講座をとりあえずご予約下さい。研修講座の kari kyū

ラムは開始の約1ヶ月前に、ご予約者並びに県下の企業に出来るだけ配布致します。

ご予約者の方はこれを見た上、可否を決定して頂いても結構です。また、予約していない方も kari kyū ラムを見て申し込んで下さい。定員超過の場合はご予約者を優先致します。予約者数が定員を上回った場合は、 kari kyū ラムの配布はご予約者のみとさせて頂くことがありますのでご了承下さい。

● 長期研修

「メカトロの分かる機械システム学科」

4月に開講して11月迄の8ヶ月間、延べ約2000時間にわたる、メカトロの分かる機械設計技術者育成のための長期研修です。講座のほか、実習、および龍谷大学での実験、演習など毎年内容を改良し、より充実した kari kyū ラムで4月より開講致しますので、生涯の基礎技術習得のため、是非、受講されるようお願い致しております。



手製図のメリット

(設計製図学習サイドから)

テレビの名探偵ポワロに：指先がよく働くときは、灰色の脳細胞も冴えている…と言わせた原作者は、この台詞を何処で仕入れたのだろうか。

さる医学部の大先生にも同じことをテレビで伺った。マウスでは、とても鉛筆で図を描くようには行かない。「手作業を通じての、正確緻密さのトレーニング」とは、およそ縁遠い代物である。いわばトレーサーを顎で使つて描かせるようなもので、ペーランになればそれも宜しかろうが。

また、学校の話で恐縮だが、学生の懐は、夏休み海外旅行は出来てもCADソフト付きパソコンは愚かドラフターでさえ個人持ちする程豊でないのに、三角定規もろくすっぽ使えなくしてしまつたお陰で、ホームワームで描いた長方形は、十分に平行四辺形なのが少なくない。正にコロンブスの卵的伏兵であり、T定規を懐かしむ一理由。学生大衆にページプリンター付きパソコン、で無ければT定規が行き渡る日を待つのみ。或はパソコン教室渋滞解消のため思い切つて該当学生数のせめて半数のパソコンを、格納建物諸共、国費で学内に置くのも何とか対策と一挙兩得。先の新・新人類の受け入れ準備にもなる。

CAD、ドラフターの功罪

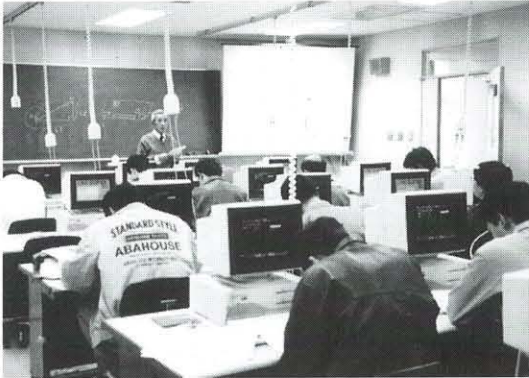
(設計製図学習サイドから)

ドラフターは前記以外は罪の軽い方。余談だが、どの学校でもドラフターが常識となつていた時代に、学生実験の設備には呆然とする費用・指導の工夫を投じながら、製図ではワイヤー掛け並行定規を使わせていた英国ケンブリッジ大、しかし学生各自の設計製図結果通りの小片持トラス梁を自作、荷重試験をさせるといふ勘所を実行するやり方、これに対する小生の愚問に「おれはエンジニアだよ」と胸を叩いた著名な流体力学者の工学部長。生涯不忘の感銘であつた。

CADの学生演習のお相手には、ここ数年少々クレイジーに入れ上げた積もりで、前記以外に、罪というより伏兵的事象に多少遭遇した。人のフロツピーの中身を一寸借りたくなる人情は予想容易で対処もしたが、小児のテレビゲームそこ退けの熱中振りには意外であつた。にも拘らず、初作の製図速度は手描きより遙かに劣る。少数例だが卒研などでCAD製図に慣れた上級学生でも、手書きとはほぼ同等とのこと。結局、スピーディーか否かは、全課題をCAD化する危険な実験が要るし、そのメリットがあると思えない。むしろ、企業内で大勢を占めるに至つたCAD製図の利点を、CAD学習の初期段階で会得させる方が肝要と思ふ。全てのソフトにバグはあるとの認

識、その逃げ方と共に。

という次第で、学習段階では当面、紙上製図が続くだろう。借りに学校からも紙上製図が消えても、製図は不滅である。設計製図は頭脳内から始まるのだから。それから先がいろいろ替わるだけ。独断と偏見による悪口雑言放言多謝。ご一覽多謝。



CAD研修風景

その根拠だけでは、設計は出来ない

おこがましく設計論をする積もりはないが、仮に工業設計の根拠は、工学プラス α とするのがマジヨリティの見解でしょう。設計製図の立場では、その「根拠」は「援用」されなくては意味が無い。工業教育の学習者が希少の昔は、旧態の学校教育にマッチ上手な者だけだったので、四苦八苦しながらでも、「根拠を援用」したように思うが。今でも、設計専門の講座を持つ機械工学科は余り見当たらず、設計製図は他講座の掛け持ち分担が多いのは、製造専門の講座と比べ片手落ちの感がする。そのせいかどうか、学生は示された「課題の目標仕様と個々の設計根拠」を前にして、一歩も踏み出せないことが少なくない。いわば、「サブルーチンだけで、メインルーチンの無い自動設計ソフトのようなもの」だから。

結局、本屋で演習書を漁るか、誰かが難行先行するのを待つて正誤を問わずぞろぞろ付き従うかが学生大衆の常道。だが、頼りの指導書には、例題設計の計算は詳細に記されていて、メインルーチンの存在、考え方、模範的設計遺産の正当な伝承法、などを示したものは殆ど見当らない。

放っておく訳にはゆかないから、よくて個人指導でカバー、それに洩れれば「適当に」という仕儀となる。

●設計製図の立場からは、FEMも、JISハンドブックも、単なる道具

某大型風洞の企業との共同研究で、吹き出し口近傍の流れを、差分法、次いで、FEMで、卒研学生の尻を叩き、大学共同施設の大型コンに週参した計算結果が、1/10模型（吹き出し口サイズはたしか500×600）実験結果とよく合うものだと悦びつつたのは、もう十数年も以前のこと。今ならどこにでも転がっているパソコンでも一晩働かしておけばやって呉れる筈の程度だが、所詮、「ボルトの規格」と共に「部品」吹き出し口の設計製図の「一資料」であることに、違いは無い。手設計用資料であろうと、自動設計製図ソフトの一モジュールであろうと。他方、高邁な学理、膨大な数値計算ソフトの価値はそれ相当に評価している積もり。

●設計製図のメインルーチンと不可欠サブルーチン

と言うものの、そのメインルーチンの特に実用出来る一般論は、設計ベテラン達の叡知を伺い熟成すべき課題。ただ、何れの場合にも不可欠なサブルーチンとして、「周知の諸工学と製図法の間にあって、設計対象の形状を具体的に想定構成して行くくりーゾナブルな考え方」が、見逃され勝ちではなからうか。



設計・加工はすべて他人任せなら話は別で、made in Japan、made by ×××社で売っても大丈夫と言いつけるだろうか。先の「設計專業」を、「ゼネコン」に置き換えれば大丈夫なのだろうか。ISO×××××を用するにも、「より熟達した技術技能の眼」が要るのでは。

●文化蓄積と社会伝承・(学校)教育

絶えず蓄積・膨張する文化を取捨選択圧縮して、社会の伝承や学校教育が行われてきた。

では今、現存の技術・技能の取捨に当たって、時々社会事象・経済事象を判定の尺度となし得るのか。半世紀・一世紀の尺度が要るのでは。

標記の「製図」に絞って、まず、図と文

「文字で記した文は言葉で表される情報を」、これに対し「図は物の形の情報を」伝える最適の手段である。更に、「人は言葉で考える」と言われるのと同様、「物の形や色などの発想に図は不可欠」と言えよう。偉才ダ・ヴィンチでさえ紙上の図を描いたのだから。一般に頭脳内ディスプレイの面積、レゾリユーション密度は、A3紙上の図を「克明」に描けるほど広く細かではなく、再現性も完全でない。また、文章に共通性を与えるための「文字・文法の規約」には「製図規格」が該当し、習字・文法演習は製

図演習に対比できるというのがここ数年の持論。その実証例は記すまでもない。

製図以前の難関…

：脳裏に、形状のイメージを思い浮かべられること。

小学生の頃、単純な叙事・叙情の作文課題に悩まされたのは、事物を見、感情を抱きながら、そのイメージが浮かび上がらない、それを叙述する言葉が見つからない、などなどのせいだろうと。また、これ等は多分その後の多読・多作、生活体験で徐々に改善されたのだろうと、今になってややサイコロジカルに考える。同様に、「現実の物体を見ながら、或はその図を見ながら、その形状のイメージが全く浮かび上がらない」となると、単純に勉強不足と片付けられる事態でないだけに、製図演習のお手伝いをする方も途方に暮れてしまう。随分昔に読まれたハックスレイのヴィジュアルライザー・ノンヴィジュアルライザーはこのことだろうと思いがた。いずれにせよ、形状イメージを正確に持てるレベルに応じ学生は無論、時には既に設計製図業務に携わっている人でさえ、錯誤を犯す。対策は今のところごり押しに多読、多作の一手で、某大会社の社内教育でも似たことを、よりシステムティックにやっていたらよいようだ。サイコロジカルな良策があればとか、CGでは、とか思う次第。

製図のつもりでやっている設計…

：脳裏に描くイメージが妥当なこと

厳密な意味で「製図」といえるのは、既存の図面を全くその通り透明紙などに描き写す所謂トレースに限ると言えよう。そして円弧の半径一つ変えても、もはやトレース、製図とは言えない。前項の比喩に密接した話だが、文字・文の丸写しを除き、先ず何らかの「思い(発想)」が在って、はじめて文章が書けるのと同様に、トレースの場合を除けば、「形状などについての想念」が先行・併行してはじめて図が描けるのは、造形芸術と軌を一にする。実物を見てその図面を描く所謂スケッチにせよ、新規発想の形状にせよ。そして、この「新規な想念」を持つことが設計だと考えるが、これはたまたま、機械工学便覧記載の「設計」の定義ともほぼ一致する。とりわけ電子コピー・CADが普及し、トレースの出る幕が余りなさそうな昨今、設計と無縁な製図は考え難い。図を引く製図の業務が、いつしか「設計」の分野に及ぶのは、自然の成り行きである。

ただ、前記の円弧半径一つの変更も重大の認識がある。このような経緯で、製図と混然一体になった範囲の設計に、いくつかの問題が考えられる。一見単純なスケッチの場合でさえ。

製図雑感

龍谷大学非常勤講師 片岡 義雄

工場から図面が消える日

昨秋、見学会で訪れた多種少量生産の工場で、フル操業中の加工場では、人影は少なく、紙上の図面は見当らなかつた。当然、設計場ではディスプレイに面して、C A E・C A Dが主である。生産のメインストリートから、紙上の図面は消えつつある。

F A化と工場移出に関連して、もう十年この方、工場人の育成に携わる側から、時には工場の当事者から、工場外の第一線の人達からも、出される疑問と憂慮には、加工・設計の熟練技術・技能は要らなくなるのか、否とすればその伝承・再生産は？が、少なくない。設計製図の視点から見て。

●F A化(工場自動操業化)の

体験度による世代分類

1、学校でも在来技術技能、業務でも在来技術技能を体験した世代

2、学校では在来技術技能、業務は初めは在来技術技能、中途からF A化体験世代

3、学校では在来技術技能、業務は初めからF A化体験の世代

4、小学校から、紙よりディスプレイになじみ、学校でも殆ど在来技術技能に触れなかつたから関心を寄せなかつた世代、近い将来出現しそうな新・新人類

先の論議の中心は1、2世代。以下は、極めて中途半端に設計・加工を、1から2と亘り歩いた男の視野を、設計製図に限つての話。

●即物的センスは、設計製図にも須要

「設計専業」の会社から出た図面で誤作が多過ぎるので、加工学授業内容の紹介を要請してきたコンサルタントの友人がいる。

卑近例、「こじる或いはこぜる」ということは、旧人類の現場の達人には常識だが、即物的でない学校教育には、理屈は分かるのに思い付かないことが少なくない。

●業務国際分担も考慮に入れ、工場移出で



ではなかるうか。

※ストレスの影響をうける。

佛教⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾は

宗教であるが、キリスト教の religion(神との契約)⁽²⁾⁽⁵⁾ではなく、大谷光瑞師⁽³⁾⁽⁸⁾は

「佛教は科学なり」と言っている。自然科学が、特に情報科学が更に進めば、いつかは佛教の奥深い処に近づくのではあるまいか、それとも佛の教えという頂上を見乍ら、永遠に辿りつけないのかもしれない。

分析し、解析すれば、物事の本質がわかると考えるのは錯覚である。分析し、解析したものをいかにシステム化するかについては、わからないことが多い。遺伝子⁽³⁾⁽¹⁾にしても、地球⁽³⁾⁽²⁾にしても、又植物⁽³⁾⁽³⁾にしてもあまりにもうまくできすぎている。

日本人はもつと身近に在り乍ら、あまりにも知らない(少なくとも筆者はそうであった)佛の教えを理解し、会得することにより、これからの科学技術、生活のあり方や、人類の繁栄に寄与する指針を得られると思う。

参考文献

- (1) 中村宏、田中真一「機械の疲れ寿命算法」養賢堂(昭47・5)
- (2) 中村宏、恒成利康、堀川武、岡崎章三「機械の疲労寿命算法」養賢堂(昭57)
- (3) 鉄研、車両構造研究室「鉄研速報No58・32(昭33・2)
- (4) 中村和雄、中村宏、小西正一「鉄道車両用輪軸における動的問題」鉄道業務研究資料Vol.13 No.11(昭31・6)
- (5) 例えば大南正瑛、塩沢和章「多結晶体の強度と破壊」培風館(昭51・6)
- (6) 石橋正「金属の疲労と破壊の防止」養賢堂(昭29)
- (7) 材料工学研究室20年の歩み、国尾武教授還暦記念(1984・3)
- (8) 中村宏「高周波焼入と疲労強度」日刊工業新聞社(昭38・1)
- (9) 水馬克久、川寄一博「高周波熱処理の利用」熱処理Vol.27, No.3(1987・6)
- (10) 石塚博道「新幹線電車と軸のフレッキング対策」トライボロジスト Vol.37, No.8(1992・8)
- (11) 中村林二郎、中村宏「安全性の考え方、新幹線の安全とその管理を例にして」材料 Vol.41, No.461(1992・2)
- (12) 中村宏「古稀をむかえての研究テーマと随想」龍谷理工ジャーナル(1992)Vol.4, No.2
- (13) 松平精「零戦から新幹線まで」機誌 Vol.77, No.667(昭49・6)
- (14) 中村宏「疲労強度こぼれ話」機械設計 Vol.32, No.13(1988・10)
- (15) 梅原猛「仏教の思想(上)」角川書店(昭55・6)
- (16) 中村宏「ヒューマンサイエンスと安全性」(1)(2)「機械の研究」Vol.23, No.2(1992・2)Pt.285 Vol.23, No.3(1992・3)
- (17) 「犬の不思議な能力」日本経済新聞社(1994・1・5夕刊)犬は人の心を知っている。
- (18) 東正彦、安部琢哉編著「地球共生系とはなにか」平凡社(1992・6)
- (19) 鈴木修学「仏説観音普賢菩薩行法経略義」青山書院最澄に最も縁の深い御経(昭60・12・10)
- (20) 北畠典生「仏教の基礎入門」永田文昌堂(1991・12)
- (21) 岸根卓郎「宇宙の意志」東洋経済新報社(1993・8)
- (22) 謝世輝「法華経の奇跡」ワニの本KKベストセラーズ(1984・10)
- (23) 関英夫「サイ科学の全貌」工作舎(昭56)
- (24) 太田久紀「凡夫が凡夫に呼びかける唯識」大法輪閣(昭60・5)
- (25) 泉美治「科学者の説く仏経とその哲学」学会出版センター(1992・4)
- (26) 高田好胤、村松剛対談「渴愛の時代」読賣新聞社(昭49・10)
- (27) 上山大峻「仏教を読む」本願寺出版社(1992・10)
- (28) 鈴木大拙「仏教の大意」法蔵館(昭59・7)
- (29) 養老孟司「唯識論」青土社(1989・9)
- (30) 大谷光瑞「仏教の応用」大谷光瑞全集Vol.6 大乘社(昭15・12)
- (31) 中村桂子「毎日新聞(1992・6・25)に次の言葉がある『私は典型的な日本人。宗教を深く勉強したことはありません。しかし、遺伝学の研究をしているが、あまりの見事さにか偉大なものが』と見えて、いゝ」といふことを感じます。」
- (32) 松井孝典「地球・宇宙そして人間」徳間書店(1987・7)
- (33) 野沢重雄「生命現象の『みかけ』と本質」つくば万博巨大とまとの眩き、学士会会報(1994・1) No.802

⑧地球上の生物の詳細がわかってくる時、この言葉の持つ意味が理解できるようになった。

V・佛は滅したまわず⁽¹⁹⁾

佛の定義は難しいが、次に示す種々の表現があり、夫れ夫れ佛の一面を表していると思う。

- ①法身佛⁽²⁰⁾は、宇宙法界の到る処に遍満している。
- ②岸根博士⁽²¹⁾によると「吾々が眼にするこの世は単なる物質的自然ではなくて、先験的宇宙情報(宇宙の意志神)が入りこんだ生きた自然である」
- ③ユングの言う共通の潜在意識⁽²²⁾
- ④関博士⁽²³⁾によると、「宇宙は空間的にも時間的にも一大情報系であり、高次のサイ現象は佛の手足の延長に過ぎない」
- ⑤薬師寺に縁の深い法相宗の開祖慈恩尊者(孫悟空で有名な三蔵法師の弟子)は、「現今目前の森羅万象はみな過去世のつくりなせし業相の影なり」⁽²⁴⁾といわれている。
- ⑥唯識論では、人間の心には、生物誕生以来の生死を繰り返した、生物の経てきた情報(テープ)のように蓄積されているという。過去世の例を調査し検討した結果、唯識論で説いていることは、間違いないことを確認した。⁽²⁴⁾
- ⑦以上の他にも佛の説明は種々⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾あって、体験していない人には、仲々納得

し難いことであろうが、この世は大は宇宙から小は素粒子よりなお小さいもの迄あり、浄土(鈴木大拙博士⁽²⁸⁾の所謂靈性の世界)も含めて、これら全てに心、情報、秩序をあたえ、力を及ぼし、又、相互に関連している「何か」があると考える方が話が通じる。

⑧お釈迦様や修行した高僧は、現在の科学技術では説明し得ないことを察知する素晴らしい能力を持った方である。これらの方々の説かれた經典等は誇張した処もあるが、事実を述べていると認めることである。

以上のことは、現在の自然科学と技術では説明できないから、荒唐無稽だということもあるが、筆者も以前はそう思っていた。しかし自然科学でわかっていることは、I・1、I・2、I・4、I・5等でも述べたように、ごく僅かであって、解っていないことの方が遥かに多いと言っているに思っています。現在の科学で説明できなくても事実が多数あれば、それを認める方が真理を探究するのに謙虚な姿ではあるまいか。

VI・今後の人間の歩むべき姿

キリスト教文明の西洋で華が咲いた自然科学、技術、経済等で先進諸国では今日、人間は、沢山の眼に見える便利さや、幸福を得た。しかし、地球環境問題が発生し、国による隔差も激しくなり、他人や他の生物の

ことを思いやる心の暖かさは失われてきているという。「天地自然に帰依する心を無くし、自我を中心にした学問は人間の首をしめていく」ということを、昔、ある先覚者から聞いたことがある。その時には、上記の言葉は気にならなかったが、最近の世相をみると成るほどと思うようになった。

易经⁽²⁹⁾的な科学技術は、やりやすく積み重ねが可能で進歩が早いですが、それだけでは真理はつかめなくて、又、理性的な冷たい人間が得意。synthesis的な東洋で発達した佛教、老荘の教え、東洋医学(鍼灸等)も含めた考え方も導入することにより少しでも間違った方向に行かないようであると思う。

論理的になればなる程、法身佛に感謝する、感動する心が衰える恐れがある。

人間で最も大きくなった大脳皮質の存在⁽²⁹⁾が知識の発達には寄与したが、知識欲にのみ走り、人間の本性、感性、魂を深めることを怠ると、犬でさえ知っている⁽¹⁷⁾人の心も判らない人間になり、成佛できないことを、教えられた。

現世や死後の成佛等どうでもよいと考ええる人もあるが、眞の心の安らぎ、健康、幸せは何であるかを、再検討する時、大切なテーマであろう。

仕事、家庭、教育、豊かさ、健やかさ⁽³⁰⁾、憩い等の目標をどこにおくべきか。情報が氾濫し、考え方が混沌としてきた二十世紀末の現在、上記のことを眞剣に考えるべき時期

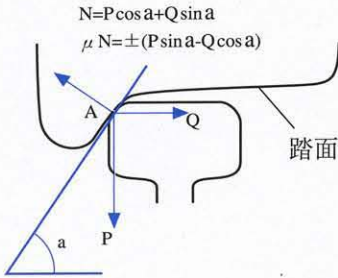


図7. 車輪のレールに対する乗り上がり

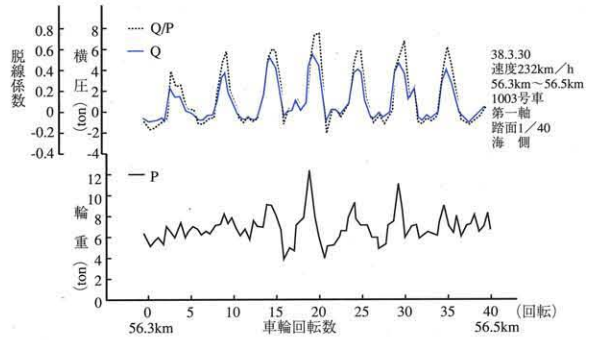


図6. 蛇行時における輪重、横圧、脱線係数の状況

昭和21年5月、大阪発・姫路・大阪着の列車を筆者が運転中、蒸気機関車の炭水車（テンダー）が脱線し、後続客車の先頭台車も脱線した。大阪から姫路へ行つての帰路である故、テンダーの石炭及び水が少し軽くなり、当時のテンダーに用いた板ばねの性能の不揃いもあり、軌条の不整もあつて、V \parallel 90 km/hで西宮・立花間での直線コースで脱線した。浮び上がり脱線ではない。（図7で説明した江り上がり脱線ではない。）この機関車は半年前にも脱線したが、その時には自然に元に戻つたとのこ

II・2 蒸気機関車の脱線⁽¹⁴⁾

線路状況、車輪の踏面摩耗状況の変化、等で高速では急激な蛇行動（図6）⁽¹⁴⁾の発生が恐ろしい。左右振動の全車測定を義務づけた⁽¹⁴⁾為、線路、車両の経年変化の状況を仔細に知ることが可能となつた。このデータは、より高速の運転の実施に非常に役立つである。

ある。江り上がり脱線は、図7でQ（横圧）が、P（垂直荷重）に比べて大きい、即ち（Q/P）が大きくなると、図のA点がレールの上に這い上がり脱線する。

II・1 全車両についての左右振動加速度測定

台車の構造を研究し⁽¹³⁾、又、Q、Pそして（Q/P）を測定（方法は車軸の応力測定法⁽¹³⁾の応用である）し、次に示すように、左右振動も測定した。

III 重大事故とのめぐりあい

と。車にも癖のあることを知り、この経験が新幹線台車設計の時に、物の考え方の上において非常に参考になつた。

I・4で述べたこと以外に①「あさかぜ」

車軸折損（昭35年）⁽¹⁴⁾、②鶴見脱線事故現場通過（昭38年、事件の朝当該場所を通過し、線路状況を示すオシログラフを得ている。）⁽¹⁴⁾、③のぞみの事故（平成4年5月）の後続列車にのりあわせ、④北陸トンネル、交流電気機関車大空転による車輪スポークの疲労破損、等々。

又、戦争中は、昭和20年5月14日（大阪）、8月5日（西宮）、8月14日（大阪）（終戦の前日）と三度も空襲による爆撃に見舞われ、危うく命を落す処を間一髪で助かつた。

IV 山川草木悉皆成佛

長い間、鉄鋼という無生物の疲労寿命の研究をし、又、多くの人生体験から得られた座右の銘は上記の言葉である。最澄（伝教大師、滋賀県東坂本の生まれ）が最初に唱えた⁽¹⁵⁾というが、無生物（山川）と生物（草木）皆成佛するという。直ちには信じ難いであろうが、I・4やIIIで述べたことや、その他の体験⁽¹⁶⁾から、生物の持つている能力の素晴らしさや⁽¹⁷⁾、共生している⁽¹⁸⁾

用いたS-N曲線	走行距離	年数	適用法則
cd	70万	2.5	修正マイナー則
ab	700万	25	〃
CD	4000万	140	〃
AB	1.5億	540	〃
φ150圧入	14億	5000	〃
φ150圧入	∞	無限大	マイナー則

表1. 車輪の寿命計算例

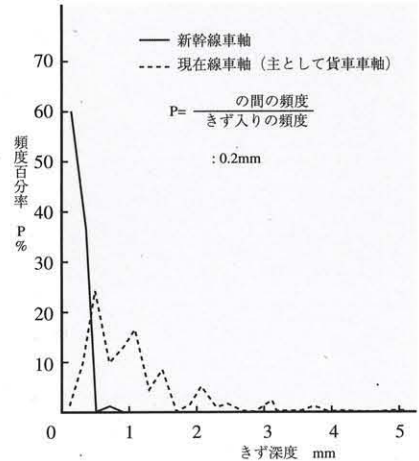


図5

ない。しかし、図5で示す現在線の車軸において、約十万分の1の確率で、傷は進み、年に3〜4本折損していた。この理由が、材料に起因するのか、応力に起因するのか、はた又、それらの競合がよくわかっていないので、新幹線のように、絶対折損しては困るものは、安全側におさえている訳である。

②新幹線では、当初約十年で車軸を取り替えるよう指示した。繰り返し数で10の9乗(十億)回である。十年で廃却するのは、不経済だという見方もあるが、通勤電車の約20〜30年分、貨車で約80〜100年分に相当し、約300万軒走っている。走行料により、乗客より運賃を頂いているのであるから、充分元はとっている故、あまりぎりぎりの線を狙って、無理をすることもなからうという考え方である。

I・3 高周波焼入れ

新幹線車軸は高周波焼入れを施している。高周波焼入れ材は、マクロ的に見ても複合材(表面は硬く内部は柔らかい)で、且つ、急速加熱焼入れである為に、ミクロ的に見ても複合材⁽⁷⁾になっていて、硬度が高く疲労強度の強い割合に、切欠に対して鈍感で、強度部材として最適の性能を持っている⁽⁸⁾。この原因については種々の研究⁽⁹⁾がなされているが、充分究明されているとはいえない。又、圧縮残留応力が表面にあるので、亀裂進展を抑制している⁽¹⁰⁾。

I・4 初期故障

車軸が1本昭和41年に問題をおこした⁽¹¹⁾。製造工場で停電がおこり、研磨時に予想しなかった加工不良の為、表面硬度が低下し、表面の残留応力が圧縮から引張りに転じた為に、傷が発生し、問題を起こした。ただ、幸運にも、最終列車で、場所が修理工場(浜松)の近くであったので、大事に至らなくて済んだ。この事件は、その後の保守のあり方の参考になり、雨降って地固まるという例えの通りになった。

I・5 安全について

車軸の寿命計算例を表1⁽¹²⁾に示す。この表でAB、CDが実物についての実験室の結果から得られた寿命で、140〜500年の寿命である。これを十年で廃棄しているのは、非常に安全側におさえているからである。その理由の一端は、I・2でも述べたが、AB、CDとab、cdの差が何故出ているのかが現在わかっていない。この原因を、的確に把握することができれば、思いきって寿命を十年以上にのばすことの決断はできる。車軸の折損の安全を特に厳しくいうのは、人の「生命」が関わっているからである。

II・急速な左右振動(蛇行動)

高速車両でもっとも避けなければならぬのは、Iで述べた車軸折損とここで述べた蛇行動(図6)による脱線そして転覆で

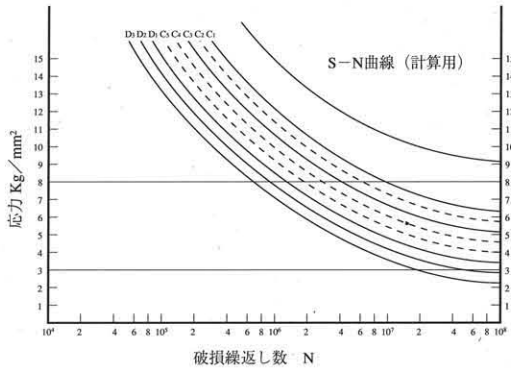


図2. 車軸圧入部の疲れ強さを計算するために用いたS-N曲線

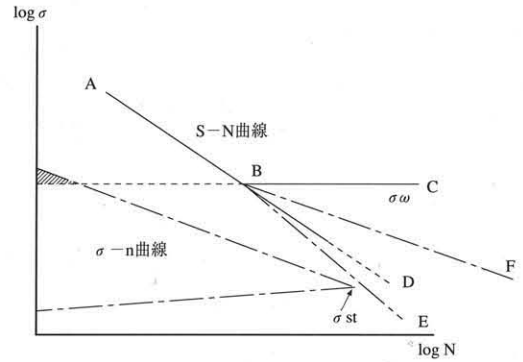


図1. 疲労寿命計算法の説明図

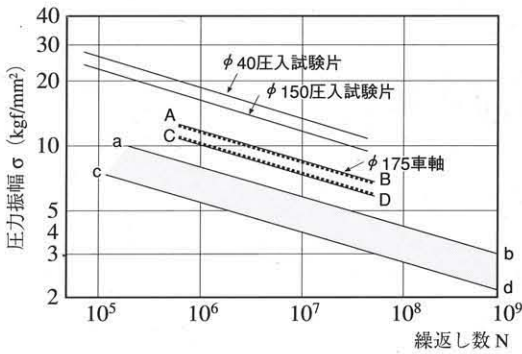


図4. 車軸のS-N曲線

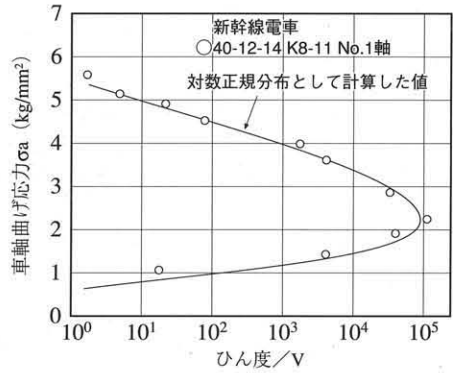


図3. 車軸の曲げ応力ひん度(東京-新大阪間)

ほうが実際に説明できることがわかる。

さて、新幹線車軸の設計段階(昭和38年頃)では、図1のA B Dのことはよくわかっていなかったたので、それ迄の過去の実績から図2を用いた。

車軸の応力を測定する為に、軸端式スリップリングを開発し(4)、東京-新大阪間の測定から求めた $\sigma-n$ 曲線が図3である。

約50年間金属疲労の研究をしてきたが、実物について長年月かかり、且つ応力が変動する場合の疲労試験は容易に実施できない。そこで、新幹線が開業してからの、きず入りの資料と図3の $\sigma-n$ 曲線から、式1を用いて、S-N曲線を逆算して求めたのが、図4のcd-abである。

図2と図4では、かなり異なることが理解できるであろう。

I・2 許容傷の深さ

新幹線車軸では、傷の深さ0.3mmを許容限度としている。傷を調査した過去の実績は図5のようで、現在線にはかなり深い傷があるが、新幹線車軸では0.3mm以上のものはない。最近の亀裂進展に関する研究(破壊力学)(5)と $\sigma-n$ 曲線からは、0.3mmの亀裂は破断迄に充分余裕があるのに、0.3mmよりもっと許容の長さを大にすることに、踏み切れないのは次の理由による。

①車輪の圧入部はフレットイング疲労で、亀裂は殆ど停留亀裂(6)で、傷の進展は

寄稿

東海道新幹線建設にかかわった者として一言

龍谷大学理工学部教授 中村 宏



今年で東海道新幹線が昭和39年(1964年)に開業して30年を経過した。お蔭様で大きな人身事故もなく今日に到ったことは、その建設にいささか携わった一人

として誠に慶賀に耐えない。高速車両の台車、特に輪軸の研究、設計、保守計画に参画した筆者が、当時気にかかった事を述べて今後の安全運転の参考として頂きたい。

又、新幹線のみならず原子力設備等大型システムの推進の仕方を含めて人類の今後の科学技術のあり方について処見を述べる。紙数の関係で要点だけを述べるので理解し難い点もあろうが、詳細は参考文献をできるだけ多く記しておいたので、それを読んで理解を深められると幸甚である。

高速車両で最も恐ろしいのは、脱線と転覆である。この問題に関わる者として、車

軸の折損と蛇行動(急激な左右振動)による脱線の問題があり、この2件について記述する。

I・車軸の強度

I・i 車軸の疲労寿命

疲労寿命算出は式1による。(1)(2)

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N_i} \right) = 1$$

式1

ni は応力 σ_i の頻度、Ni は σ_i を加えた時の折損(又は傷入り)迄の繰返し数である。 σ_i と ni の関係を示したのが $\sigma \cdot n$

曲線(図1)で、 σ_i と Ni の関係を示したのが図1のS・N曲線である。 $\sigma_i \cdot n_i$ 曲線は応力測定をすることにより得られ、S・N曲線は疲労試験から得られる。

S・N線図でBCを ω (疲労限度) と言い、マイナー則(1)では図1のABCを用い、 $\sigma_i \wedge \omega$ に対して Ni を ∞ としている。

図1に示すように、 $\sigma \cdot n$ 線図のごく一部が ω をこえている場合に、実例との対応を踏まえた吾々の永年の研究(2)から、図1でABCを用いる場合よりABD(Ni は ∞ でなく有限)を用いる方がよく実例を説明しうる事が明らかになってきた。板車輪の例(3)では図1のABCを用いると寿命は約3000年となり、ABDを用いるときには寿命が約4年となり、ABDの

テクノネットワーク

Vol.26

(財)滋賀県工業技術振興協会

1994/3

寄稿

東海道新幹線建設に

かかわった者として一言4

龍谷大学工学部教授 中村 宏

製図雑感 10

龍谷大学非常勤講師 片岡 義雄

技術研修

平成6年度「技術研修講座年間計画」 14

しがFAコンソーシアム

「しがFAコンソーシアム」で
アンケート調査を実施 16

工業技術センター側の記事内容です
裏面からご覧ください

テクノレビュー

新エネルギー技術シンポジウム

太陽光発電の現状と展望

WE-NET構想の概要

超電導電力応用技術開発の現状と展望

派遣レポート

これからの品質技術

センターニュース

福祉用具法について

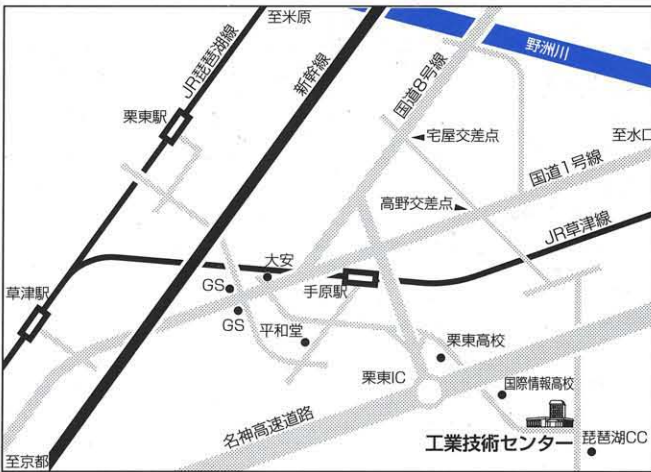
表紙

ひまわりを太陽に見立てて、太陽電池の表面に太陽光が降り注ぐ感じを表現しました。



(財)滋賀県工業技術振興協会

520-30 滋賀県栗太郡栗東町上砥山232
滋賀県工業技術センター別館
「工業技術振興会館」内
TEL 0775-58-1530 FAX 0775-58-3048



交通案内

●JR線ご利用の場合

- 琵琶湖線(東海道線)草津駅下車(東口)
- 帝産バス「六地藏団地」行 又は
「栗東トレーニングセンター
(栗東高校経由)」行 ……20分
- 北の山下車 徒歩 ……3分
- 草津駅からタクシー ……15分

●自家用車ご利用の場合

- 名神高速道路
- 栗東インターチェンジ(信楽方面出口)より ……5分

テクノネットワーク

(財)滋賀県工業技術振興協会

SHIGA INDUSTRIAL TECHNOLOGY ASSOCIATION

Vol.26

1994/3

