

## 《第1回》

## この特集の意図—計装と計装エンジニア像について—

えぎのりひこ  
江木紀彦\*

## 1. はじめに

SICE「計測自動制御学会」が21世紀を迎えるときには創立40周年となり、人生でいえば40歳の働き盛りとなっているところである。しかし、現在の世相や技術動向をみると日本の高度成長期を支えてきた科学技術が何か様変わりしてきているように感じられる。この社会を支えている基盤（インフラストラクチャー）、電力や都市ガスのようなエネルギー産業、鉄道などの輸送業、それに製造業、いわゆる第二次産業である、製鉄、石油精製、石油化学、製紙などあげていけばきりが無いが、これらを支える基礎技術は電気工学、機械工学、化学工学、制御工学などであることは何もかわっていない。それどころかこれら産業のどこかで何かトラブルをおこせば社会に大きな影響を与えざるをえない。しかし、多くの人々はその重要性を知ってはいてもともすれば忘れて、たとえば空気のようにその存在をあたりまえのこととしてしまっている。変圧器の巻線に問題があれば発電所では問題となり、構造材に欠陥があれば、産業機械、建造物などに問題を発生させる。でもそんなことは滅多におこらないし、万一おきてしまうとその管理者が悪いというだけで、真の原因の追及を学問的に行うよりは、単に責任の所在の追求で終わってしまうようにみえる。つまりおきた結果だけでその設計者や施行者、管理者が責められてしまう世の中になってしまった。

ここでもういちど考え直してみたい。もう何も新規の開発のない、研究の価値もない古典的学問だからといって、それに関係する学科を情報とか知能といった飾りをつけて発展的に解消していったいいものであろうかを、本当に電気工学、材料力学、機械工学、化学

工学は学問的にもそれをいまのままでもしっかりと次代に伝えていくという努力の対象にならないのであろうか。コンピュータのソフトに取り込まれているから、実物で勉強する必要はない、電気回路なんてハンダゴテを使っていちいち作らなくてもCRT上で検討すれば十分な理解を得たことになるのか。引張り試験機を使って実際に破壊試験をせずに、シミュレーションをするだけで材料の強度に対する実感が得られるのであろうか。

この連載特集での狙いは、このようにある学問領域が成熟し、新しい味つけがされて、また新規の領域を開拓していくということが、すでに述べたように、従来から不変でずっといつまでもあると思われていたような電気工学や機械工学のような工学の基礎分野にまで及んできている時代に、いつも変革を続け、好むと好まざるをえずに、新規技術を追いかけてきた「計装」ということを説明し、計装エンジニアの存在がいよいよ重要となったということを示すことである。

## 2. 「計装」について

この特集に先立ち、「計装」に関するアンケートをとった。回答対象者の選定は計装技術交流部会運営委員および同部会主催の「計装技術をよく知る会」の常連の方をお願いした。

回答者（（ ）内は該当者数を表わす）として、1：計装業務との関係で、それを職務としている(21)、計装に近いところにいる(31)、ほとんど関係ないところにいる(24)という3種類の組合せとし、2：世代として若年(22)、中堅(22)、熟年層(32)の3世代と、さらに、3：業種として、学校、製造業(石油、鉄鋼、重電、計器など)、エンジニアリングなどできるだけ幅広く選んだつもりである。全部で76名からの回答を得ている。図1に示したのは問1「計装に抱くイメージ」への回答の集計結果である。図中の数字は各項目の回答者数である。図2は問2「計装エンジニアは何をする人と思うか」についてのものである。I～IIIはハードに関する仕事、ソフト的な仕事、そして業務遂行上の目標がイメー

\*千代田化工建設(株)技術第1本部

横浜市鶴見区鶴見中央1-12-1

E-mail: negi@ykh.chiyoda.co.jp

キーワード：計装(instrumentation)、計装エンジニア(instrumentation engineer)、プロセス計装(process control)、計器(instrument)。

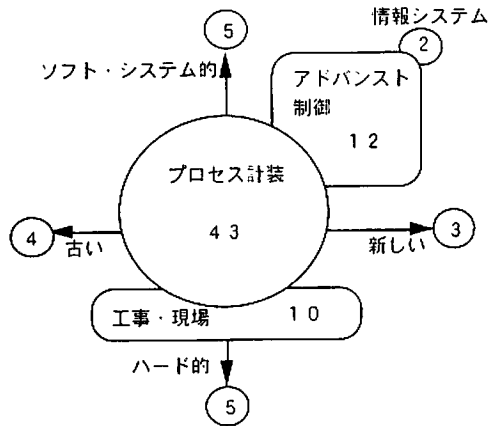


図1 問1「計装に抱くイメージ」への回答の集計結果

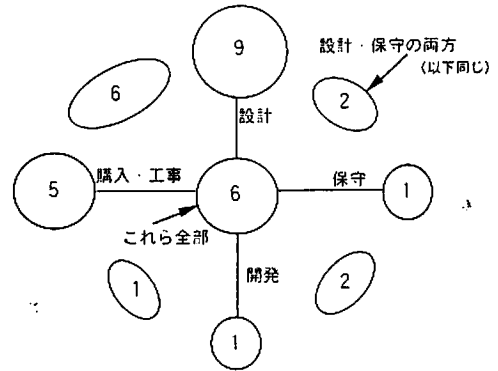


図2 (a) 問2「計装エンジニアのイメージ」  
I. 現場に密着した装置 (含単体)

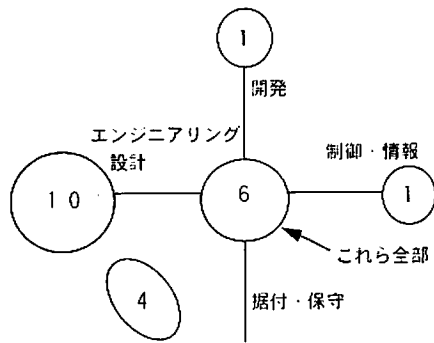


図2 (b) 問2「計装エンジニアのイメージ」  
II. システム、エンジニアリング

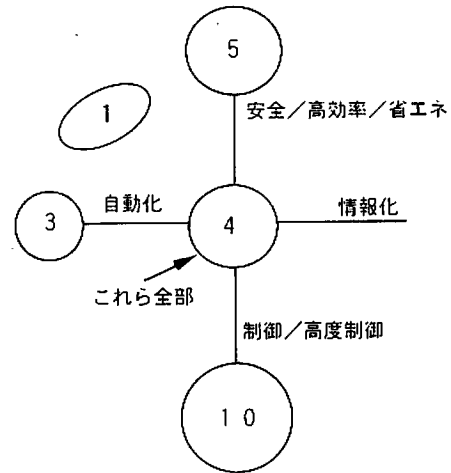


図2 (c) 問2「計装エンジニアのイメージ」  
III. 目標や重視する点

ジというように分類したが、ハードに関するイメージがやや多いようである。問3以降は、計装への期待と問題点、計装の将来像、自由なコメントの3問であるが、これらの集計は機会をみて発表しようと思う。

さて「計装」という言葉は、計器装備から出ているとされる。現在では、たとえばプラントの計装を例にとると、配管に温度計なり流量計をつけることにはなにも感激もなく、特別に難しい知識が要求されるわけでもない。それほど普遍的となったために、結果として「計装」という言葉そのものすら古くさく、何か現場密着型というように思われ、またその生い立ちを偲ばせるプロセス計装というイメージが強いようである。それでも図1にあるように新しい「計装」のイメージや期待をもつ人も出てきている。

それは、時代の背景とその言葉の成立を考え合わせれば解釈はかわってくるということである。「計装」という概念は第二次大戦後の昭和20年代に輸入された。大戦初期に、現インドネシアにあるパレンバン石油精製工場を占領したが、そのとき、英軍は火を放って敗走したため、火災により運転不能となる被害がでた。

その修復のために日本から多くのエンジニアが派遣された。そのときにこれらの日本人エンジニアがみたその石油精製工場の「計装」が衝撃的なものであった。それまでの日本でのプラントの制御は、いまはイラストでそのようなことを、たとえば図3のように描いて、制御するというを理解してもらうのであるが、まさか本当にそれを行っていたとは思わないであろうが、実はまさに図3のように、指示計をみて常時手で手動弁を操作するというようなことを行っていた。ところがこのパレンバンの工場では、そのころすでに開発され商品化されていた空気式のPID調節計が使用されており、つまり空気式計装で自動化装備された工場であったのである。戦後になり、その知識をいかすということでアメリカの計器メーカーの技術提携による現場発信器や調節計の製造や、造兵工学科が計測や制御関係の工学科となったり、新設されたりして、すでに、確立されていた古典制御理論が導入されてPID制御方式、PID調節計が紹介された。これらのことについては何年か前に出た「計測と制御」の制御理論の

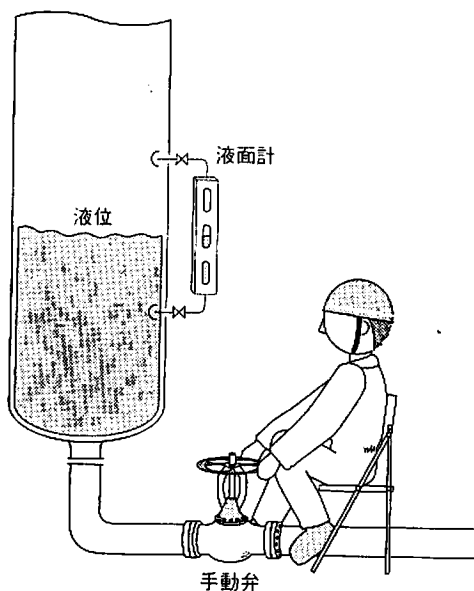


図3 手動操作のイメージ

歴史に関する特集号にくわしく載っている。ここでいいたいのは、計装の語源となっている計器とは当時の最先端の技術であり、人間が直接行う制御操作におきかえられるものであり、それを装備するということが、現在の技術レベルにおきかえて考えると、情報システムを装備して、人間のデータ収集-報告-指示という一連のシステムを自動化することに匹敵するほどのことになるということである。

つまり、「計装」という言葉が当時では最先端のイメージをもって登場したのである。「計」すなわち計器を人間の制御操作を機械が行うシンボルとしてとらえるのなら、いまの言葉では情報化、知能化、頭脳化というようなことになる。ところでこのようなイメージの象徴としての言葉をいつも即物的にかえていかねばならないのであろうか。目や手の代行から高度の知的作業の代行になったとして、いちいち説明的に言葉をかえる必要があるのであろうか。それなら「智装」とか「知装」、「脳装」とかにすることになる。または制御理論にあやかり「現代計装」はどうだろうか。漢字の国、中国ではコンピュータを電腦とおきかえている。これは巧妙な翻訳である。とすれば、「脳装」などいいのではないかなる。しかし、いまのところこれらの言葉についてはあまり支持を得ていないので、少し我慢をしていただいて、人の機能の代行という本意を汲んで当面は「計装」を使っていこうとしている。

そのこともあり、JIS Z 8116-1994「自動制御用語一般」では計装を「対象とするシステムの運転および管理を具現するために、対象システムの計測、制御、管理などの方法を検討して、制御および監視のための

装置を装備すること」と定義している。また計測自動制御学会の英語名称は SICE (Society of Instrument and Control Engineers) であるが、みてのとおり最後の E は Engineers の E である。I & C が計装と同意としていいかどうかはわからないが、この名称をつけた先輩達はきっと Engineers という言葉に多くの思いを込めたのではないかなと思う。つまり、SICE の創立の時代にはそんなに産業界のエンジニアがいたとは思えないから、計測や制御関係の研究者、開発者を含めてすべての関係者を Engineers としたのではないかなと思われる。また、「計装」の計も頭脳または人の制御操作機能のおきかえとしたら、これも制御理論、情報理論から計器の設計、装置の自動化設計などを含んでいることになるので、いまの SICE のアクティビティにあてはめても何も違和感がないのである。ただ、現在はエンジニアといえば、やはり研究者や開発者を含めては考えにくい。それでこの特集は計装エンジニアとして産業界のなかで働く人を中心にして考えている。

### 3. 「計装」のおかれた状況

計装のベースとなる学問では制御理論が大きくかわったことをのぞけばほかのものはさほどかわってはいない。しかし、実際に適用する工業的な技術は大きくかわっている。それはセンサーレベルから調節計まですべてである。ワットの调速機にはじまる機械式の調節計から 1940 年に発売された空気式一体型 PID 調節計を経て、電気式 PID 調節計、電子式 PID 調節計となった。これだけでもほかの工学的技術、たとえば、ポンプによる流体の昇圧方法が材質などの改良があるにしても基本的にはあまりかわってないことに比べても、急激な変化といえるところに、コンピュータの急速な発達、低コストで、小型の高速演算処理を可能とし、それにより制御ループが個別の電子回路で制御演算されるのではなく、集中演算装置による時分割演算型の制御装置が実現された。名前は分散制御装置と呼ばれるが、実態は極端にいえば 1 つのクロックで演算をする集中化された制御装置である。これが将来に向けての制御システムとして新しい展開を迎える基盤となった。同時に、リレーロジックをコンピュータで実現するシーケンサーの出現があり、そしてそれらの技術が布石となって、シーケンサーを制御の操作端とした、パソコン上で使える制御ソフトの出現である。さらに、分散制御装置が 1 つのまとまりとして使えるためには、通信によるデータ伝送系が内蔵されることが必要であった。この通信を使ったシステム化技術がまた別の新しい展開をみることとなった。それがフィールドバスである。このようにプラント制御を実

現化する技術は急速に発展したが、特に化学プロセスの計装の面では学問的なところからの積極的な支援は得られなかった。鉄鋼業での鉄板の圧延の制御のような機械制御系ではいわゆる現代制御理論の系統の理論の適用が図られてはいる。また、ロボットの世界などでのニューラルネットのパターン認識での活用、 $H_{\infty}$ 制御理論によるモーションコントロールなどがあるが、化学プロセスでは変数の多さと外乱の存在のための変数の不確定性、線形性の保証のなさなどのために、モデルがもっともらしく作れないために、制御理論の適用そのものが難しいといえる。もう1つは多くの化学プロセスは時定数が時間オーダーの長さがあるために、大学の教室レベルでのシミュレーションや思考実験が難しいことも原因であろうか。一方でモデル予測制御と呼ばれる制御方式がプラントの高級制御系として適用に成功している。しかしこれは学問的ではないという認識で、いわゆる制御理論屋さんの関心をひいてはいない。そして、確かにこのモデル予測制御パッケージは理論の適用だけではなく、実用化にあたっての工夫が加えられているところが、現在普及している理由でもある。

もともと特に日本の計装技術はアメリカからのプラントの導入と同時に調節計を含む計器類によるプロセス制御方式がもちこまれたので、先述のアンケートでもそれが出ているが、計装=プロセス計装と思うほどにプロセス制御と関係しているのに、このように、いまは制御理論側からも見放されているのである。また、フィールドバスの実現にあたっては、実務的な計器類の開発やソフトウェアの標準の作成ということのみに焦点があてられているが、通信という観点、信頼性ということからの工学的な支援はなされていない。センサーの点でも半導体製造技術の発達により、かつての工学的な智慧の塊のような工業計器が半導体応用の力感センサーが使われるようになり、その製造にあたっては昔の力平衡型計器製造のように職人芸が要求されなくなった。このSICEにおいてすらマイクロマシンに絡むセンサー製造関係者の学界活動が電気学会に移ってしまっている。つまりセンサー技術の最先端のところは、SICEから離れていっているのである。連続処理プラントの制御ということから発展してきた制御理論のプロセス計装への適用や最先端の計器製造が、いまはSICEの学界関係者の関心をひかなくなったことも残念である。また、現場の計装エンジニアにとっても、現場発信器のレンジが狭いところには、圧力の絶対値と測定レンジにより圧力発信器のタイプ、メーカーなどいろいろと比較し、考えねばならなかった時代から、相当の程度まで現場発信器は汎

用化され、数さえ拾えばそれで購入可能となっているし、プラントを制御することをP&ID(計装と配管図)をみながら頭の中で調節計の型式や設置について一生懸命考えなくても、適当に入出力の数をみて総枠を決めて、DCSをメーカーに発注すればなんとか制御できるようになってしまうという時代では、計装という業務ですら風化がはじまったようにみえる。

#### 4. 業務合理化、国際化の波

産業の高度の発展によるエネルギーの過多の使用と各種の廃棄物の増加のために、地球温暖化、オゾンホール拡大、大気・水質汚染など、環境への悪影響が心配されだしている。しかもそこに加えてか、それも原因で、資源の有限性という人類にとってさけて通れない問題がある。そのような大問題があるのに、世界各国のエゴはまだこのような本質的な問題に取り組もうとはせずに、あいかかわらず、経済の拡大を考えている。ということでこの日本でも、市場開放の圧力による規制撤廃の動きがあり、相互認証制度による国際的なレベルアップが強制され、そのいい例としてISO 9000(品質保証)、ISO 14000(環境監査)などの適用による欧米型の業務遂行方式への強制がある。さらに名目賃金の高水準化により、国内企業の外地での工場建設の圧力があり、それに伴い、各種産業も外国に進出するために中小企業が支えている基礎的な製造分野の空洞化も起こり、一方、エンジニアリング産業では、エンジニアリング業務そのものの国外発注がはじまり、頭脳労働の分野にも空洞化がおきはじめている。

当然日本国内での競争も激化し、その競争に打ち勝つためのコスト削減を目的とした、無人化、省力化の要求に対応する装置の運転の高度化、プラント操業情報管理のシステム化という新しい意味での「計装」化の要求が、省資源化のプラント運転の要求に重なって強くなっている。一方で国内企業の対外進出による欧米化の必然性や、若い人達の意識の欧米型への変化(個人生活の重視、従来の計装で必要とされた人づき合いを基盤とする情報交換方式が仕事の業務区分のドライな割り切りにかわったためにスムーズでなくなった)があり、日本的業務遂行方式の転換が明白に迫られている。そのことと、ISO 9000などの適用による欧米型の業務遂行方式は適合するはずなのに、いまだに経営者側の意識はコスト削減という点からの変革要求が中心で、現場で働いている人達の質的な変化について対応する方策を作り出すところまではいってはいない。

このような状況を考えると、どのような生産活動にかかわる業界でも、さらに計装エンジニアの活躍が経営者側から要求されることが自然と思えるのに、現実

はそうでなく、また計装エンジニア側でも、そのような時代になっているという自覚が必ずしもあるようにはみえない。そのへんの自覚をうながすということもこの企画の1つの狙いである。

### 5. 計装の新たな役割

前章で述べたように、国内企業そのものにも大きな変革が強制されようとしている。まして、計装という技術は普遍性をもつし、またフィールドバス (ISA: Instrument Society of America の SP-50 委員会の発案) もそうだし、同 SP-88 委員会のようにバッチ制御ですら世界標準を作ろうとしているように、さらに普遍的となろうとしている。このように日本の外では国際化が叫ばれ進展しつつある。だからといって国内の統一的な動きもないままに国際化の洗礼をうけるよりは、その前に企業間の交流という意味での業際化があつていいのではないかと思う。それを考えて、この連載特集は、当然「計装」の役目を自覚しているところと、そうとは思っていないようだが、こちらからみて、計装エンジニアのいるはずの業界の方々にもお願いして、どのような場で、どのようなつもりで、どのように計装エンジニアが活躍し、さらに期待されているかを、述べていただくことと企画したものである。

さて、まだまだ広い定義での「計装」ということには多くの役割がある。そのために力を出すには、計装エンジニアの実力の向上とそれに伴い地位の向上が望まれるし、それらは既存の電気工学や機械工学や化学工学という旧来の勢力分野が簡単に道をゆずるといふようなことは考えられないから、自力で勝ちとるだけの覚悟が要求される。1つの会社のなかだけでの計装エンジニアは人数が少ない。1つの業界のなかだけでも人数が少ない。だから業界をこえての連携がなければ、地位の向上などとても望めない。ここで誤解をしてほしくないのは、地位を上げることが目的ではないことである。計装エンジニアが自分の仕事の意義をしっかりと認識し、周囲からその役割が認められれば、仕事もやりやすくなるし、仕事を進めていくうえでも張りがある。それだけの重要性のある仕事をすでに現実に行っているのである。もっと誇りをもつためにも、結果として SICE がさらに発展していくためにも、そしてその結果として、地位も向上していくようにしたい。

### 6. おわりに

個人的な感慨を述べることをお許し願いたい。SICE

へのかかわりは事業委員になったことと会誌への展望記事の掲載からはじまり、今年で丸 20 年となる。その間、いちばん気になったのは、SICE と産業界のかかわりが相当に希薄な関係であつたことである。その証拠の1つとして、この会誌「計測と制御」に「計装」やそれにかかわるエンジニアについての特集記事はほとんどなかったということがある。今回の企画も、計装技術交流部会の発足と、計装エンジニアをかたちにしようという気持ちと、ちょうど 10 年前に計測技術者についての特集号がありそれ以降何もないことを知り、そろそろ「計装」に関する特集をお願いしたらというのが出発点であつた。この計装エンジニアの認定という発案も何年か前ならきつうけいれられなかったように思う。しかしこの数年、SICE はもっと産業界にかかわるべきという声と、一昨年の拡大事業委員会においても、SICE を支える産業基盤は何かということの検討グループの結論は、電気学会、機械学会のようなどころと違い、SICE には一言でここといえる業界の後ろ盾がないということであつた、ということから、徐々にこの現状をかえていこうという気持ちが広まった結果ではないかと思う。確かに雰囲気はかわってきている。昨年の試行を経て今年から運用される部会の半独立採算性方式にしても数年前であつたらうけいれられなかったと思う。

このような状況から、これからは始める連載「計装エンジニアの道」は時宜に適つたものであると自負しているし、またこれが1回の読み切り特集号で終わらずに、これから約1年にわたり連載していくということも印象を強くしてもらえらるものと思う。

最後に「計装エンジニアの道」として、「計装エンジニアへの道」ではないことを説明したい。これはすでに縷々説明した、理論も実現技術も社会情勢も皆かわりつつある現状で、「計装」はかつてと同じようにあいかかわらず変革を続けている。だから、「計装エンジニアの道」はいつも険しく、長く続いているということを理解していただきたく、すでに社会的地位の確立している計装エンジニアがいてそしてそれになるにはどうするのかというような印象を与える「計装エンジニアへの道」とはしなかつたのである。

これからの各界の諸賢による連載記事のすべてにより、計装エンジニアに期待することを伝えていくことになるので、ぜひ引き続き読んでいただくことをお願いする。

(1996年4月10日受付)

## 連載コラム 第1回 「読者のみなさん、一緒に考えてみませんか」

この連載では、毎回コラム欄を設けて読者のみなさんへのサービスを行うことにしました。「計装エンジニア」周辺の話題についてのかたちにこだわらない自由な広場です。みなさんからの投稿を大歓迎します。

読者のみなさんの意見、批判、提言、時々のトピックス、著者の補遺、企画WGからのお知らせ、などが内容になります。学会誌の記事は、専門家による解説や講義的なものが普通ですが、この連載はSICEに集うエンジニアの未来を語るものです。著者からの一方的伝達のみではなく、多少なりとも読者のみなさんとの双方向交換を試みたいと考えました。

何でも、いつでも、どんな方法でも結構です。読者のみなさんからのメッセージをお待ちしています。E-mailでのコンタクトを最も歓迎します。つぎの3人が受けつけます。

島貫 洋 (東芝) : 企画WGリーダー E-mail: 000091060660@tg-mail.toshiba.co.jp

江木紀彦 (千代田化工建設) : 同上サブリーダー E-mail: negi@ykh.chiyoda.co.jp

植木芳照 (富士電機総合研究所) : 同上幹事 E-mail: fcn.02349@niftyserve.or.jp

なお、FAXやお手紙の場合は、SICE事務局の会誌担当

((〒113)東京都文京区本郷1-35-28 303, FAX(03)3814-4699 鈴木康一)までお願いします。

さて第1回は、企画WGからのお知らせです。

## ○連載のガイド

第1回 (Vol 35, No. 8 本号) : この特集の意図—計装と計装エンジニア像について—

第2回 (Vol 35, No. 9 96年9月号) : 討論会—これからの計装エンジニアを探る (仮題)—

第3回 (Vol 35, No. 11 96年11月号) :

第4回 (Vol 35, No. 12 96年12月号) :

第5回 (Vol 36, No. 2 97年2月号) :

第6回 (Vol 36, No. 3 97年3月号) :

第7回 (Vol 36, No. 5 97年5月号) : まとめの座談会および21世紀に向けての展望

第2回の討論会で話題となったテーマに関して出席者の方々の解説・展望記事を第3回から第6回まで執筆

## ○第2回予告「討論会—これからの計装エンジニアを探る—」

本号の第1回の問題提起をうけての、各界のオピニオンリーダーの方々による討論です。

井上慎一氏 (三菱化学(株) 技術本部 プロセス技術センター 次長) : 化学装置産業

岩村忠昭氏 (川崎製鉄(株) 理事 鉄鋼開発・生産本部 プロセス技術部 部長) : 鉄鋼産業

沖田泰明氏 (石川島播磨重工業(株) プラント事業部 技師長) : プラントエンジニアリング

新 誠一氏 (東京大学工学部計数工学科 助教授) : 教育・研究

友松寛隆氏 (ライオンエンジニアリング(株) 技術4部 部長) : 消費財産業

広瀬則明氏 (横河電機(株) 産業機器第1営業本部 本部長) : 制御システム・機器メーカー

山岸 潔氏 (日産自動車(株) 技術開発センター 主管) : 自動車産業

江木紀彦氏 (千代田化工建設(株) 第1技術本部 副本部長) : 司会

がご出席予定です。お話は、計装のイメージから若い技術者への期待を含む計装エンジニア論におよびます。この討論会での話題を中心に、ご出席者の方々が自由にテーマを選ばれて第3回から第6回の連載記事を執筆されます。ご期待ください。

この連載は、SICE会誌編集委員会(委員長:原田謹爾氏(横河電機))とSICE計装技術交流部会(主査:江木紀彦氏)の合同企画WGで立案いたしました。メンバーは、島貫 洋(東芝)、江木紀彦、新 誠一(東京大学)、松井政明(日石エンジニアリング)、中村賢二(東京ガス)、篠田拓也(横河電機)、植木芳照(富士電機総合研究所)です。

(第1回コラム文責 島貫 洋)