

# プロセス塾の活動経緯と今後への期待

キーワード：プロセス制御 (process control)、プロセス産業 (process industry)、人材育成 (technology transfer).  
 JL 0002/10/4\*902-0144 © 2010 SICE

## 1. 現状の把握

プロセス塾の活動経緯を報告するまえに、学会を取り巻く昨今の社会環境について最初に述べる。

### (1) 日本の人口<sup>1), 2)</sup>

総務省統計局の調査<sup>1)</sup>によると日本の人口は2005年の128百万人近辺を頂点に減少している。とくに生産活動に関与する生産年齢人口(15~64歳)は10年前から減少している。

### (2) 学会の動向

人口の減少は、日本の学会会員数にも影響を与えている。図1は計測自動制御学会の会員数の推移を示すが<sup>3)</sup>、依然減少傾向が続いている。とくに産業界からの会員が継続的に減少している。その要因については、日経コンピュータ<sup>4)</sup>でも取り上げられたが、実務に役立たない、世界標準化活動への発言権が弱い、時代のニーズに合わないなど企業ニーズとのミスマッチが挙げられている。会員数の減少は会費収入への依存度が高い日本の学会にとっては、財政面から大きな課題である。

### (3) プロセス制御基盤の変遷<sup>5)</sup>

産業界における計測と制御を実現するインフラ技術はこの50年間に大きく変化してきた。プロセス制御システムは、電子式アナログ計器、空気式計器、電子式計器、デジタル制御システム、汎用PCへと変遷した。ソフトウェアもVMS → UNIX → Windows → ネットワーク環境へ

と移行した。フィールド機器とのワイヤリング方法も、アナログ配線から、フィールド通信(有線/無線)、TCP/IPプロトコル、Ethernetの採用、Web化(XML, XAML)、OPCインタフェースなど年々多様化している。計測と制御に関与する技術者は単に計測と制御の専門家であるだけではすまなくなり、システムとその運用に関する幅広い知識と技術が要求されてきている。

### (4) 会員会社やユーザー会社の状況

計測自動制御学会の会員会社やそのユーザー会社でも、昨今社員の高齢化に伴い“現場のわかるプロセス制御技術者”が減少してきている。一方で、ここ数年、海外では不足する石油製品、化学製品を補うために、石油や石油化学など素材装置プラントの建設プロジェクトが頻繁にスタートとしている。このため、計測制御エンジニアの供給ニーズは高まっている。また、日本国内でも、新設プラントの建設こそ少ないが、海外プロジェクトの支援、景気後退に対応した既設プラントの省エネ・省資源化のための改良、自動車やIT産業などの非装置産業からの要請、環境問題への対応要請などにより、計測制御エンジニアの不足を起している。

## 2. 解析

上記の状況をふまえ、産業界における計測制御技術に関しての現状の課題をまとめてみた<sup>6), 7)</sup>。

1. 計測制御に携わるエンジニアの減少による技術伝承の危機
2. 基礎計測制御技術の低下・計測制御関連エンジニアの地位の低下
3. 計測制御技術のブラックボックス化に伴う技術の空洞化
4. 産業界のグローバル化と安全・環境問題などへの対応
5. 計測制御技術領域の拡大、高度化、複雑化
6. 専門性の細分化の進行と全体の把握の困難さ
7. 産業に係る計測制御技術の討議・交流の機会の減少

上記の課題に対処するために、技術伝承が必要な知識・技術・技能を分類すると、“情報化・文書化・体系化”などにより形式知化が可能なもの、“過去の技術・製品の知識”、“体験しにくい経験”、“経験に裏打ちされた総合力”、“認知力・洞察力”など、資産としての継承が難しいものに分類される。科学技術の進歩に伴い、大学卒の新人技術者

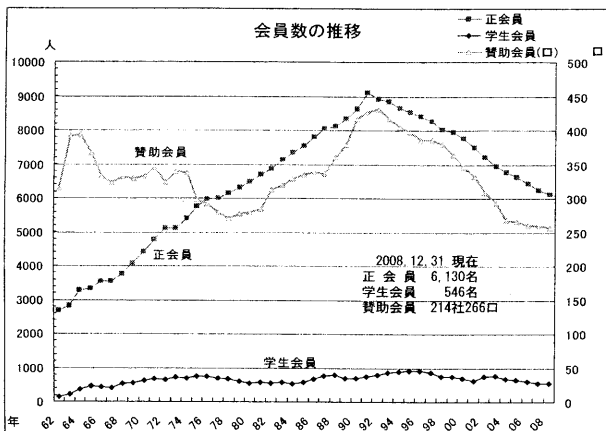


図1 SICE 会員数の推移<sup>4)</sup>

の初期技術力も年々向上しているが、プロジェクト管理力や問題解決能力のようなシステム技術や横断型の技術を習得するためには、即戦力を期待することは難しくそれなりの時間をかけて経験を重ねる必要がある。

### 3. 対策の立案

計測自動制御学会では、現状の把握と解析にもとづき、会員会社やそのユーザー会社にて昨今社員の高齢化に伴い減少している“現場のわかるプロセス制御技術者”の養成を目指して、その育成プログラムとして「プロセス制御専門家養成塾（略称、プロセス塾）」を企画しスタートすることにした。

企画では、前述の需給バランスを考慮し各企業が個別に人材の育成を行うのではなく、賛助会員会社であるユーザー会社、エンジニアリング会社、計測制御関連の電機会社と連携して、企業横断的な人材の育成を目指す。また、大学や賛助会員会社に所属していたシニアレベルのエンジニアを講師陣に迎え、その方々が蓄積した高度の経験や知見・見識を教材として提供する。たとえば、プロセス運転データの見方、PID制御の実践的なチューニング方法、加熱炉、熱交換器、ポンプ、蒸留塔などの基本プロセスユニットの計装方法のノウハウ、モデル予測制御を通じてのプロセスの運転方法などを伝授する。また、電子メールによる通信講座（表2参照）やスクーリング合宿を通して、制御専門家同士の情報ネットワークの構築を支援する。これにより、本塾では、当初計画として3年間で100人の専門家を育成する。塾の修了者には、SICE認定計測制御エンジニア補の資格が与えられる。

計測自動制御学会は、これまでも教育活動の一環として、シンポジウム／講演会の開催、CPDポイント制度や計

表2 通信講座の概要 敬称略

科目	概要	講師
プロセス制御の概論	産業の発展と制御技術の展開—制御技術者の活躍と制御技術発展の鍵は、制御技術を用いて産業がかかえる課題をいかに解決するかである。このことを示すために化学産業を例として産業の発展と計装技術／制御技術の展開との関連を学ぶ。	
プロセス制御の基礎	プロセス制御の基礎とその手法・道具を習得する。—ラプラス変換、伝達関数、プロセス動特性の入手、制御系の設計、安定性の解析、制御性能の評価	
PID制御の実際	PID制御の実践的な使い方を習得する。—PID制御の実践チューニング、PID制御手法の実際、PIDアドバンス制御の概要	
プラントの計装	プラント計装の目的と実例を習得する。—計装と制御の目的、計装の表現、計装ループとその構成、プラントの計装例、最近の計装技術	
プロセスのモデリング	プロセスデータの解析方法とモデリング方法を習得する。—ステップ応答、近似モデル、フーリエ変換、周波数応答、伝達関数、非線形性対応、因子分析、閉ループ同定	
化学工学の基礎	化学プロセスの物理化学的原理からその制御対象の見方を理解する。—物質収支・熱収支、移動現象、反応モデル、蒸留モデル、プロセスエンジニアリングの実習	
モデル予測制御の実際	モデル予測制御を用いたプロセス制御の基礎を習得する。—モデル予測制御概論、プロセスモデリング、チューニング、モデル予測制御の実例、CADを用いたトレーニング	

表1 プロセス塾委員会 敬称略・順不同

役職	
塾長	
委員長	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
委員	
幹事	
幹事	
事務局	

測制御エンジニア認定制度、SICE Week（地域の高等学校／専門高等学校での出張講義）を行ってきた。今回プロセス塾もこれまでの教育活動の一環をなすものである。表1にプロセス塾委員会のメンバーを記載する。

### 4. 対策の実施

表3に3年間のプロセス塾の活動の経緯を示す。また表4にプロセス塾参加者の出身分野を示す。2006年度の前半はプロセス塾の計画とテキストの作成を行った。塾生の募集にあたっては、プロセス制御の現場（企画、設計、実装、保守など）で10年前後の実績があることを受講条件とし、SICEの賛助会員企業に参加者を募集した。その結果、17名の応募があり10月に開校式が行われた。開校式では、東京大学名誉教授 北森塾長からいかに制御が重要かについて基調講演が行われた。11月に入りPID制御とプロセス計装のテキストが第1回の配本として完成し参加者に配信された。11月30日～12月1日には、第1回スクーリングが

表3 SICE プロセス塾の活動経緯 (2006~2009) 敬称略

年度	日時	イベント/講義	講師	場所
2006	5月-7月	準備委員会の開催		SICE事務所
	10月16日	開校式		SICE事務所
	1回スクーリング	●塾長講義:現場と理論の整合性		フォレスト・イン 昭和館(東京昭島)
	11月30日,12月1日	●PID制御の実際 ●海外大型プロジェクトの遂行 ●プラントの計装		
	2回スクーリング	●プロセス制御概要 ●プロセス制御基礎 ●モデル予測制御 ●化学工学の基礎 ●プラントのモデリング		国際環境技術移転研究センター(四日市)
	3月31日	修了式		SICE事務所
2007	6月4日	開校式		文京シビックセンター
	1回スクーリング	●塾長講義:現場と理論の整合性		フォレスト・イン 昭和館(東京昭島)
	8月23日,24日	●プロセス制御概要 ●プロセス制御基礎		
	2回スクーリング	●PID制御の実際		(株)カリアック商工会議所福利研修センター(浜松)
	10月25日,26日	●プラントの計装		富士電機能力開発センター(東京日野)
	3回スクーリング	●プラントのモデリング		
	12月26日	●化学工学の基礎		けいはんなプラザホテル(京都)
4回スクーリング	●モデル予測制御 ●電力プラントの制御 ●産業財の国際標準化戦略			
	3月31日	修了式		文京シビックセンター
2008	6月16日	開校式		文京シビックセンター
	1回スクーリング	●塾長講義:現場と理論の整合性 ●プロセス制御概念 ●プロセス制御基礎		海外職業訓練協会(千葉幕張)
	8月1日,2日	●プロセスオートメーションと監視・診断		
	2回スクーリング	●PID制御の実際 ●プラントの計装 ●見学会		国民宿舎サンロード吉備路(岡山総社市)
	10月27日,28日	●プラントの計装		JFE西日本製鉄所
	3回スクーリング	●プラントのモデリング ●化学工学の基礎		富士電機能力開発センター(東京日野)
	12月17日	●モデル予測制御		ホテルサンルート仙台
	4回スクーリング	●モデル予測制御 ●鉄鋼業の計測と制御		
	3月12日,13日	修了式		ホテルサンルート仙台
	3月13日	修了式		SICE事務所
	5月25日	委員会(最終回)		

東京昭島市のフォレスト・イン・昭和館にて予定通り開催され、受講生17名+講師陣5名が参加した。初日には、北森塾長から「制御の現場と制御理論の整合性」と題して制御理論の抱える問題点と実際の適用に当たっての着眼点について講演が行われ、制御の重要性が塾生に伝えられた。続いて、富田講師から「PID制御の実際」について200ページにわたるシミュレーション解析と長年の経験に基づいたオペレータのためのPID調整則が紹介された。2日目には野中講師から、「海外大型プロジェクトの遂行」と題して、ホットな企業活動の現状が報告された。続いて、末統講師からプラント会社・プラントエンジニアからみた「プラント・プロセスの計装」のノウハウの伝授が行われた。初日の懇談会では、深夜遅くまで講師陣と受講生により熱心なコミュニケーションが行われ、会社の枠を越えて制御エンジニア同士の交流が図られた。初年度は17名の方がプロセス塾を修了し、計測制御エンジニア補として認定された。

2007年度は本格的にプロセス塾が開催され、40名の参加者を迎え、4回のスクーリングを実施した。スクーリングではテキストの補講とともに特別な話題についても適時に講演を依頼した。第3回スクーリングでは、四郎丸講師が電力プラントの制御について、永島委員長が産業財の標準化戦略について講演を行った。同じPID制御でも業界により使われ方、チューニングの仕方が異なること、業界標準化活動を通じて、市場の形成、市場シェアの確保の重要性を学んだ。2007年度からはスクーリングに講義担当以外の講師の方にも随時出席していただいた。塾生の参加者が増えたこともあり、スクーリングでの参加者同士の意見交換も活発となり、プロセス塾の狙いの1つである人的ネットワークの構築も達成できた。

2008年度には、43名の参加者を得た。第1回のスクーリングでは、山下善之講師がプロセスオートメーションのモニタリング・診断について講演を行った。第2回のスクー

表4 プロセス塾参加者の出身分野

出身分野 / 年度	プロセス塾修了者 人		
	2006	2007	2008
石油	1	2	4
石油化学		10	7
エンジニアリング	4	6	7
鉄		1	
紙パルプ		1	
セメント			1
ガス		2	1
機械		1	
半導体			1
食品		1	
重工業			1
電機	12	16	21
合計	17	40	43

リング時には、終了後に岩村講師の紹介により JFE 西日本製鉄所を見学し、従来の石油、石油化学以外のプラントにおける知見を得た。この見学会は、2007 年度の合宿時に実際のサイトを見学したいという要望に基づいて企画した。

PID 制御やモデル予測制御について、複数の講義でその説明や実習、演習が行われた。塾生からは講義の内容がわかりやすく、早速持ち帰って自社のプラントに適用したいというコメントも寄せられた。

スクーリング宿泊時には、講義のフォローとともに塾生同士の意見交換・情報交換が行われ、プロセス制御技術を広く普及させるためのスキルや知識の獲得、人的ネットワークの構築などを行う場を提供できた。

各回のスクーリング終了時には毎回アンケートを実施し、参加目的の達成度や講師陣への要望、意見などを収集した。2007 年度は前年度の反省やアンケートの結果を反映して、予習時間の確保、毎回の通信教育時での課題の提出、スクーリングによる成果の確認、塾生同士のコミュニケーションの推進など改善をはかった。

## 5. 評価

3 章で掲げた当初の目標は達成したが、目的であるプロセス制御エンジニアを育成できたかという評価には時間を必要し、また定量的な評価も難しい。ここでは、塾生からのアンケートやスクーリング時のヒアリングをベースに、講師メンバーによるプロセス塾の総括を行ったので、以下に紹介する。

(計画の達成)

- 本塾では、当初計画どおり 3 年間で 100 人の修了生を送り出した。参加者の業種別を表 4 に示す。

(教育方式)

- 通信教育ではテキストの学習は自習を前提とした。そ

の成果をスクーリングごとに確認したが予習状況は満足できるレベルではなかった。中堅技術者である塾生の日常業務の多忙さ、専門レベルの相違によるテキストの理解度のばらつき、公的資格の授与有無などのモチベーションなどが、予習レベルの低調さの原因と思われる。このため 2、3 年目の講義では、事前の宿題の提出などにより自習を推奨しその成果の確認を義務づけた。

- 今回の 3 年間のシリーズでは、教育対象分野を石油精製・石油化学分野として、カリキュラムを作成した。そのためこの分野で業務経験のない受講生には難しかったところもあった。また、理解度を深めるため、電力、鉄鋼分野の講義、プロジェクト遂行や業界動向などについてもトピック的に講義を開設した。
- 講義分野の範囲と塾生の就業履歴から、数式の出でくる講義をなるべく避け、経験やノウハウを伝授できる講義をお願いした。わかりやすさの反面、内容が浅くなった面もあった。
- CAD を用いたモデル予測制御の演習、プロセスエンジニアリングのグループ討議など、実習・演習形態を部分的に取り入れたが、好評であった。

(講義内容)

- 企業の第一線のエンジニアを対象に実践的な教育を試みた。講義テキストの内容は自習を想定して市販のテキストより平易に記載した。そのためテキスト総ページはキングファイル 1 冊 (1000 ページ以上) にも達した。また、スクーリング時には補足の資料やレジメも配られた。
- プロセス制御のカバーする産業分野の範囲は広いが、カバーできなかった業種分野や、エンジニアリング手法、設計手法など課題は多かった。
- 基礎に重点をおくか、応用に重点をおくか、実習はその程度にするかなどは、さらに検討の余地がある。

(スクーリング)

- 通信講座の補講のためスクーリングを開催した。専門分野の異なる塾生からは、スクーリング時の講義時間を増やして基礎的な内容をもっと教育してほしいとのコメントも寄せられた。
- 当初のスクーリングでは、異なる会社、異なる分野の塾生同士の 2 人部屋をお願いした。困惑した方もおられたがそれなりの交流が図られた。終了時のアンケートでは、4 回の宿泊付きのスクーリングは人的交流の面から有益であったというコメントが多く寄せられた。
- 塾のメールアドレスの開設、メールによる講師と塾生の質問交換も行われた。

(企画全般)

- 参加者の募集にあたって、1 年間の参加費を所属企業から事前に納入いただいた。職場上司の理解・了解が

得られ、塾生にとっても各回のスクーリングへの関心が高く、高い出席率を維持できた。

- 1人10万円は、この種の講習会の採算レベルからは割安である。講師陣へのボランティア活動の依頼、電子メールによるテキストの配布、地方でのスクーリング開催などコストの削減を図った。また、学会事務局より応援をいただいた。

(アフターフォロー)

- 1年間の教育後に職場にて実践の機会が得られない場合には、せっかくの講義の内容も忘れ去られてしまう。塾修了後のフォローをかねて、産業部門大会、計装交流部会、計測制御エンジニア会等のセミナーの案内を送り、定期的なブラッシュアップの機会を与えた。

## 6. 今後への期待

3年間のプロセス塾活動の終了前後から、今回はいつかという問い合わせを多数受けた。委員会としては大変喜ばしい話であるので、つぎの担当者に向けて今後への期待を述べる。

1. 対象分野：今回は「制御」をメインの技術分野とし、対象業種を石油精製・石油化学とした。このため、講義への追従に苦勞を要した塾生もいた。次回は、「計測」も対象として、対象業種も化学・鉄・紙パなどに移行してはどうか。また、対象ターゲットに入り込んだ講義・実習は有意義である。
2. 講義内容：今回のコースでは、プロセス制御・制御技術・化学工学におもな講義の焦点をおき、定常状態でのプロセスを対象とした。制御の重要性・位置づけ、非定常状態での運転・安全性・対環境性などのテーマについて、今後の講義で取り上げることを期待したい。
3. 今回のプロセス塾のような講習会は種々の面で学会・業界を通じて初めての試みであった。講義の進め方（集

中講義や演習主体の教育、討議や自主発表を中心の教育)や参加資格、期間、費用など新しい試みにチャレンジしてほしい。

このプロセス塾特集号が発刊される時期は、プロセス塾終了からはほぼ1年経過後である。社会情勢、経済情勢は大きく変化してきているが、本稿に記載した内容が的を射ていることを期待する。

最後にプロセス塾の遂行にご協力いただいた多数の皆様  
に感謝の意を表したい。

(2009年9月2日受付)

### 参 考 文 献

- 1) 総務省統計局 ホームページ
- 2) 経済産業省 工業統計調査 ホームページ
- 3) 計測自動制御学会 第48回定時総会資料(1)(2009)
- 4) IT関係学会の憂鬱, 日経コンピュータ(2006)
- 5) 特集:計測制御と技術継承~技術継承問題の実情に触れる~, 計測と制御, 47-4(2008)
- 6) SICE 産業応用部門大会計装技術交流部会・産業システム部会合同シンポジウム予稿集(2006)
- 7) SICE2007 Annual Conference ポスターセッション(2007)