

自動化機器の歴史を残す
生産自動化専門委員会報告

精密工学会 生産自動化専門委員会
新井民夫 (委員長), 本田 智(副委員長), 近藤 一彦 (副委員長)

1. 生産自動化の36年

自動組立専門委員会が発足したのは1968年10月1日である。その前に、1963年～1964年「自動組立に関する専門分科会」の活動があるので、前身の分科会から数えて42年、専門委員会としても36年の長きにわたり活動してきた。その間、表1にあるような委員長が担当してきた。1995年には自動化の対象を組立に限定することなく広く捉えようと、現在の名称「生産自動化専門委員会」へと改称した。

表1 生産自動化専門委員会の歴代委員長

年月	委員長 (所属)
1968年10月1日	自動組立専門委員会 設立
1968年10月～	谷口 紀男 (東京理科大学)
1983年～	牧野 洋 (山梨大学)
1994年4月	山藤 和男 (電気通信大学)
1995年	生産自動化専門委員会に改称
1996年3月～	岡部 佐規一 (金沢大学)
1998年3月～	高野 英彦 (武蔵工業大学)
2002年3月～現在	新井 民夫 (東京大学)

この委員会に筆者が顔を出したのは1975年ごろからで、丸棒丸穴の挿入作業を進める博士課程の学生であった。その後も、ロボットの応用などで何度もお世話になった。2002年春に、急に生産自動化専門委員会の委員長を仰せつかった。前委員長の高野先生が東京を離れることになったので、至急、担当せよとのご命令であった。学生時代からお世話になってきた委員会であるから、恩返しもしなければならぬと考え、引き受けた。

引き受けてみて分かったことは、自動化に対する世間の目の冷たさである。1980年代にはいつも50名は集めていた研究月例会の出席者が7～8名しかいない。企業の出張規制もあろう、生産技術の流出防衛策で新鮮な発表が減っていることもあろう、様々な原因が複合的に組み合わさっていることは明らかだが、もっとも大きい理由は「自動化ラインは市場要求に適合しない」と決め付けている企業の態度であった。

これでは委員会を継続する価値がないと判断し、委員会を解散することを想定した。そのためには何をすべきか。答えは明白であった。「今までの活動を世の中に残す!!」そこで過去の資料集を電子媒体に詰め込む検討を始めた。2002年の終わりである。

2. 温故知新のために

「温故知新」という言葉がある。これは論語・為政篇の「古きを温め、新しきを知れば、以って師たるべし」から来ている。元々は、「古きをたずねて新しきを知る」ことができるような人であれば、先生にすることができるという意味であるが、前半の部分だけが使われている。しかし、自動化技術の「古き」と「新しき」とをどのように区別するかは基準は知られていない。その基準はきっと「忘れられた」か「忘れ始めた」内容が「古き」であり、「目の前に起こっていて評価が定まらない」内容が「新しき」ことであろう。そして、今の日本は何を自動化すべきなのかわかっていない時代であるので、これは「古き」から学ぶしかない。

自動組立が日本で本格的に始まったのは、高度経済成長期である。その創始者たちとは昭和40(1965)～50年(1975)に年齢30～40歳の人、つまり、1925年～1945年生まれの子世代である。今話題となっている2007年問題は筆者の世代「団塊の世代」(1947年生)だが、その世代より少々年上である。それらの技術者は退職したか、退職しつつある。つまり、この創始者たちが持っている技術は「古き技術」と定義せざるを得ないのである。そして、温めるべきこと、すなわち良く調べるべきことは、その人達が経験してきた技術に対する深い理解なのである。

ある技術が社会で注目を浴び、その技術を体得した人が育って四半世紀経つと、その世代は第一線から退く。技術にはライフサイクルがある。それは必然である。しかし、「忘れ去られる」状況になったときに、努力して温故知新を図れば、新しい技術が生まれるのである。私はノスタルジアにふけようとは思わない。技術変化に歯止めを掛けようとは思わない。そうではなくて、今、目の前で起こっている様々な技術を理解することでより新しい技術を進める。そして、その良い「温故知新」のサイクルをはじめたいのである。

3. DVDの製作

自動組立専門委員会から連綿と続く研究会資料を電子化する計画は、まずすべての資料が存在するかの調査から始まった。長く事務局を担当してくれた大橋康二さんが全ての資料を集めていてくれたので、大橋さんを中心に作業をすすめることとなった。次に、資料の内容に対してKeywordsをつける作業を企画した。2003年8月に集まり、ボランティア一人あたり1～2年分の資料集(研究会前刷集や研究発表会資料)について作業を依頼した。結果が集まるには予想以上に時間がかかり、1年を要した。紙上を借りて、作業を担当して下さった方々に御礼申し上げる。編集作業は大橋さんにすべてお願いした。その努力

表2 研究例会・研究発表会 DVD 資料集(1969～2004)の目次

DVD 資料を作成して	生産自動化専門委員会委員長による本資料集 DVD-ROM 作成の目的・経緯など
自動組立専門委員会の経緯	山梨大学名誉教授牧野洋先生による専門委員会設立の経緯
キーワード抽出協力者氏名一覧	掲載キーワード抽出の協力者一覧
前刷集・研究会資料集目録	資料番号のリンクをクリックすれば、該当の論文 PDF ファイルを表示
付録	付録資料目次
この DVD-ROM について	コンピュータの推奨環境や注意事項等

表3 資料ごとの目次

本研究会資料は5編の発表を含むが、例として2編を示す。

1969年	
第1回研究発表会資料	
1969.2.0	
	1969年2月27日開催
1969.2.1	組立自動化のシステムとしての考察
	谷口 紀男(理化学研究所) 多重サイクル組立システム, フリートランスファ組立, インデックストランスファー方式, 休止時間率, 多重サイクル方式, インデックス搬送方式, フリー搬送方式
1969.2.2	パーツ・フィーディングについて
	松田 博信(大沢製作所) パーツ・フィーディング, ホッパーフィーダー, マガジンローダ, マガジン, 重力利用運搬装置, 動力利用運搬装置, エスケープメント, 多種少量生産

には心から感謝の意を表したい。製作はトーヨー企画株式会社をお願いした。最初は CD-ROM にする予定であったが、途中から大容量の DVD でも値段は変わらないことがわかり、容量の余裕も増えた。そこで、追加資料も加えて、DVD「精密工学会生産自動化専門委員会 研究例会・研究発表会 DVD 資料集 1969～2004」が完成したのである。例会前刷り集 269号、研究発表会資料 90号まで35年分の講演原稿を収録した、出来上がった DVD の本文部分の容量は 1.51GB、全体で 1.56GB である。それでも DVD の全容量 4.7GB の 3分の1 にしかならない。

DVD の内容は表2の目次に示すように、使い方などの資料と「前刷集・研究会資料集目録」(例会前刷り集 269号分と研究発表会資料 90号分)からなっている。各資料は表3のように目次が提示されている。下線付きの 1969.2.0 は資料の表紙(目次を含む)の画像データの PDF ファイルへのリンクであり、1969.2.1 はこの資料内の1番目に置かれた故谷口紀男氏の前刷(これも画像ファイルからなる PDF ファイル)へのリンクとなる。以降、次の前刷が並んでいる。

内容は画像ファイルのため、文章内の用語を用いて検索をすることはできない。しかし、それぞれの資料に対して10個のキーワード付けがなされているので、目次の中のテキストデータから資料を見つけることは容易である。検索には PDF リーダの検索機能を使用する。たとえば筆者の名前「新井」「民夫」で検索すれば、14編が見つかる。第1回は1973年7月に木下夏夫、石原直と共著である。目次内に記載されている語句すべてが検索対象となるので、「1978年」のような開催時期、「第10回」のような大会

名称、「自動組立」のようなキーワード、そして著者名を使えることができ、強力である。

付録にもきわめて重要な資料が収録されている。たとえば、

- 汎用自動供給システム研究報告書 (精密工学会産学協同研究協議会, 汎用自動供給システム研究協力分科会 1989年3月 全 281ページ)
- 汎用部品供給と難供給についての資料集 精密工学会産学協同研究協議会, 汎用自動供給システム研究協力分科会 1989年3月 125ページ
- 部品供給技術用語案 精密工学会自動組立専門委員会, 部品供給技術調査研究委員会, 1993年2月 23ページ(装置の図付き)

などである。部品供給技術だけの資料としても十分な価値がある。ちなみに本委員会の報告は前回1997年6月号に掲載されており、それも収録されている。

DVD の完成を祝して、2004年11月に研究発表会「温故知新 著名な自動化ラインに学ぶ」を行った。第2精工舎のシステムAやデンソーのフェルメータ組立ラインなど時代を画したラインの発表があり、多くのことを学ぶことができた。

4. 生産自動化専門委員会活動報告

本委員会の活動を報告する。本委員会は、法人委員、個人委員、特別委員からなる。2005年5月現在の会員数は法人42、個人24、特別19である。

委員は研究例会(月例会)と工場・研究機関等見学会、研究発表会に参加できる。研究発表会は自動化技術の現状を示し、自動化技術の進展を社会へ広く伝えるために、有料で

一般にも公開となっている。これらの会合は年に8回開催している。毎回の会合では、講演後に技術的に突っ込んだ議論が活発に行われ、この質疑応答についても次回の研究例会講演前刷り集に収録される。

ここで議論されるテーマは自動組立の自動化に限定されることなく、ずいぶん広がっている。表4に最近2年間の研究例会・研究発表会の主題(テーマ)を示す。本報告のはじめに、研究例会の参加者が10名を下回ったと述べたが、その後、会合のテーマの調査やアレンジ方法を改善し、加えて、製造業が元気になったことから、研究例会の参加者はいつも25名以上集まり、会議室も狭くなるほど活発化している。

表4 研究例会・研究発表会のテーマ

- 身の回りの自動化 (研究発表会:自動改札機・自動販売機・ビルお掃除ロボット・家庭用エアコン・家庭用電気洗濯機)
- 接着技術による自動化
- 新しい機能性薄膜技術の動向
- FPD(フラットパネルディスプレイ)の最新製造技術
- バイオ技術などへの自動化技術応用事例
- 精密プレス技術の最新事例と動向
- 燃料電池とその生産技術
- 温故知新 著名な自動化ラインに学ぶ(35周年記念研究発表会:過去発表有名システム)
- FPD(フラットパネルディスプレイ)の最新製造技術(2)
- 微細加工による加工面の機能化
- 人をアシストする機器

委員を対象に年1回、自動化に著しい成果を挙げた工場や研究機関などの見学会を催している。ここ数年は、(株)山武藤沢工場、富士ゼロックス海老名工場、東京大学武田先端知ビルなどを訪問した。

専門委員会運営上の問題点を述べておこう。最大の問題は事務局の運営である。年に8回の例会、加えて幹事会などの作業量は極めて大きい。どこの委員会も同じであるが、事務局は担当者のボランティアで、作業量に見合った謝金は支払えない。過去、長期に亘って大橋康二氏にお願いしたが、現在は副委員長本田智(東京都立科学技術大学工学部機械システム工学科)にお願いしている。2番目はホームページの管理である。本委員会のホームページについては、無料のサイトに暫定版を2年前に委員長自らが作ったが、誰もメンテナンスせずに放置されてきた。そこで、今般、見栄えも良く <http://seisanjidoka.sakura.ne.jp> に設置した。メンテナンスは事務局とは別に担当者を決めるしかないが、人材確保が難しい。現在は副会長近藤一彦(ニコン)に依頼して、大林氏の助けを得ている。紙上を借りて、支援の方々に御礼申し上げる。3番目は会費徴収、特に未収会費の徴収である。時間がたてば事務処理上損金とせざるを得ないことは分かっているが、委員会内での公平を考

えると請求を続けざるを得ない。滞納会費徴収業務だけでも精密工学会にお願いできないであろうか。

5. 生産自動化専門委員会の将来

生産自動化専門委員会はDVDを刊行し、技術の温故知新を試みた。その延長として委員会の将来を考察してみよう。

2004年現在、自動組立・機械組立は製造業では品質保証、ならびにライン立ち上げを短縮するための方法論として再度注目を浴びている。「生産ラインの世界同時立ち上げ」といった戦略が意味を持つ時代に、製品の品質保証は重要である。今までは現地作業者を日本に集めて、教育をしてきた。しかしそれよりは品質保証をしやすい装置として自動化機器が再認識されているのである。このような傾向があるとしても、BRICSの元気が良い間は、安い人件費に裏付けられた労働集約型生産方式が低コスト製品の主流になる。つまり、大量生産型自動化技術はBRICSで使われ、早晩、伝統的な自動化機器はそれらの国で製造される。

では日本は何をすべきか。自動化専門委員会は何を進めるべきか。答えには2つの方向がある。

(A) 生産自動化技術を他の産業へ展開すること

(B) 自動化技術とプロセス技術とをつなげること

である。後者は「機械化されたプロセスを自動化する」のではなく、「機械でしかできないプロセスを迅速に、低コストで自動化する」ことである。典型例は医療検査装置や高速測定装置である。それに対して、前者(A)は第3次産業の自動化である。日本の製造業はGDP比で20%を割り、就業人口においても18.9%(2003年)となった。日本国内での豊かさを追求するなら、第3次産業、特にサービス産業の自動化が求められる。こちらの方が一見、需要が大きい。特にロボット産業は常にホームロボット、介護ロボット、ペットロボットは潜在的な大市場であると喧伝するが、実際には困難であることも分かっている。つまり、(A)(B)共に楽な道ではない。そのどちらを選択するのか。答えを先に述べよう。生産自動化専門委員会は、(A)を追求する。

生産自動化の歴史は実はそれほど古いものではない。工作機械のようにプロセスの機械化が古くから進んだ場合でも、做い機構が付くのは19世紀に入ってからである。組立のように機械化の狭間に置かれた作業を実現できるようになったのは、1960年代に入ってからであり、その時期に自動組立専門委員会が発足したのである。組立の機械化が遅れた理由は、工作機械の場合、座標系を信じて運動すれば良いのに対して、組立では「相対位置姿勢を制御する」困難さに起因することは良く知られている。また、ひとつの機械で扱う作業点の多さ、ならびに、製品の変動への対応の必要性も困難さの所以である。それらの問題を一つ一つ克服して現在の生産自動化機器が工場内で活躍しているところが、製品の短寿命化ならびに多品種化によって、自動化ラインは「投資」に見合わなくなった。つまり、投資方法として自動化生産ラインはハイリスク・ハイリターン

となったのである。つまり、生産自動化の停滞は経済的問題である。

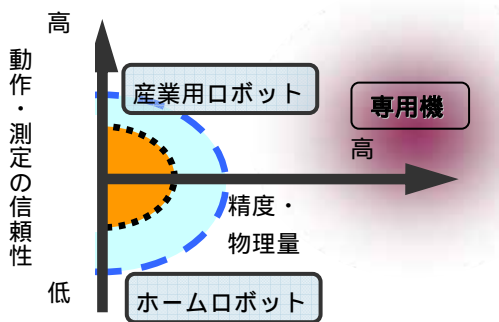


図1 人間を基準とする自動化対象の分類
点線内部が人間の能力による適用範囲
破線内部が当面の目標範囲

生産機器の自動化はどのような適用範囲で実現するのだろうか。図1はその関係を示したもので、横軸は物理量や精度の高低を示し、縦軸は動作・操作の信頼性である。全て人間が人手で作業することを基準としている。物理的な要求が高度になれば、すなわち、超精密の作業、高速の画像処理、長時間連続運転の炉などは専用機として機械化される。専用機で開発する以外に代替手段がないのである。それに対して、人間の手でもできることを自動化するのは、別の目的があるからであり、過去においては生産性の向上がそれであった。そこで、経済環境が変化すると経済的な問題として衰退した。

それでもなお、自動化するなら、どのような作業を選ぶかと考えれば、安定した作業ができることである。つまり、これを操作や計測が確実に実現できるなら機械化はたやすい。信頼性をあげるために、産業界は環境整備を行った。図1の上方の「産業用ロボット」がそれを表現している。これに対して移動ロボットでは、移動の位置姿勢も画像測

定も精度が共に低い。よって、全体に行動の信頼性が低い。そこで知能が要求されるのである。

このような配置図で生産自動化専門委員会が追及する分野を捉えるなら、人間の能力の拡大、つまり、中心の丸の外側への拡大ということとなる。その中でマーケットの大きさを考慮して、第3次産業への転換である(A)を目標とする。

この戦略は極めて保守的である。現在の技術との継続性を重視しすぎである。しかし、今まで自動化を検討してこなかった産業に自動化機器を広めるには、機械としては着実な歩みが必要であると考えている。

6. 生産自動化専門委員会の運営方針

自動化技術は今後の日本の製造業を救う道である。少子高齢社会での労働力不足は自動化で解消できる。それだけの技術的準備は整っている。設備投資の高さを低めるシステム構築技術も整ってきた。一方で、第3次産業の生産性向上も大きな問題であり、ここでは情報技術と自動化技術とが組み合わさった解決策が求められている。どちらの要求に対しても生産自動化専門委員会は、知識と経験を有する専門家集団として活動していく所存である。

最後に生産自動化専門委員会の運営方針をまとめる。

1. 生産自動化の対象は、生産システムに限定せず、技術の適用による社会への貢献を基準に選択する。
2. 本委員会が持つ技術資産を利用可能とする。
3. 若手技術者の積極的な参加ができる会の運営に努める。
4. ホームページを委員への連絡の場として確立する。次段階として、ホームページを異種産業から自動化技術利用の窓として機能させる。
5. 関連組織との連携を強める。

DVD「精密工学会生産自動化専門委員会 研究例会・研究発表会 DVD 資料集 1969～2004」については、専門委員会事務局にお問合せください。連絡先：精密工学会 生産自動化専門委員会事務局 〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6 TEL:042-585-8637 FAX:042-583-5119