



計測制御システム分野における産学若手交流フォーラム活動紹介

A Report of Cooperation Forum Between Industry and Academic in the Area of Instrumentation, Control and System Engineering

藤井信忠
Nobutada Fujii

神戸大学 大学院工学研究科
准教授

1 はじめに

本稿では、計測制御システム分野における産学若手交流フォーラム（以下、若手フォーラムと略す）の平成19年度の活動内容を紹介します。若手フォーラムは、平成19年度に計測制御システム工学部会の下部組織として設置された大学研究者と産業界の若手研究者による新しいフォーラムである。若手フォーラムの構成メンバーは、富山伸司委員（JFE技研株式会社、代表幹事）、太田武委員（住友金属工業株式会社）、伊勢淳治委員（新日本製鐵株式会社）、白坂貴成委員（株式会社神戸製鋼所）という4名の企業委員と、本稿執筆者である藤井信忠（東京大学（現神戸大学）、座長）であり、メンバー全員おおむね35歳以下の若手・中堅の委員が選出された。平成19年度は5回の若手フォーラム幹事会（委員による検討会）を開催し、2回のイベントを企画、実行した。

若手フォーラムに与えられたミッションは、若手研究者が自ら交流を深め、学術的な研鑽を積み、自主性、企画能力等を身につけること、である。それを受けて若手フォーラムの幹事会において、平成19年度の活動計画は、「製鉄所では、生産プロセス別で業務が遂行される事が多く、そのため、計測・制御・システム系の若手技術者が組織的に集まり、専門技術を高める機会を作り難い。また、それら技術者の大学等における出身は、電気、情報、システム系の学科であるが、近年それら学科の若手研究者、更には学生・院生の間では、鉄鋼業に対する関心が非常に低い。製鉄所運営を支える中枢神経である、計測・制御・システム部門の若手技術者のレベル向上を図り、あわせて教育機関における電気・情報・システム系学科の若手研究者に、製鉄所が魅力ある研究フィールドであるという認識を定着させる必要がある。その実現のため、本フォーラムを設立し、以下の行事の企画、立案を実施する。1. 若手大学教員と若手鉄鋼技術者による討論会実施、2. 学生と若手大学教員、若手鉄鋼技術者との交流会および製

鉄所見学会実施」と定めた。

本稿では、若手フォーラムの活動実績を紹介し、年度当初に定めた活動計画と照らしあわせて若手フォーラムの活動の意義、改善点と今後の展望について述べたい。

2 産学若手交流セミナー（討論会）

2.1 交流セミナーの企画趣旨

若手フォーラムの1つ目の企画は、産学若手交流セミナーという合宿形式の討論会である。幹事会においては、

1. 大学教員から企業の若手技術者に最新の技術を紹介するセミナー形式の講演会
2. 大学教員と企業の若手技術者による合宿形式の討論会

の2つの企画案が出されたが、平成19年度は2.の合宿形式の討論会の実施を選択した。セミナー形式で最適化などに関する最新のシステム技法を紹介し、企業技術者に学んでもらうことも有意義であるとの認識であったが、短い時間ではあるが多忙な日常業務と距離をおける良い機会であり、企業技術者に受動的ではなく、より能動的に取り組んでもらえる機会を提供したいという思いがあったからである。また、大学の研究者にとっても、机上の空論に終始してしまいがちな理論や研究成果の実世界展開先を発掘するという点においても、セミナー形式の講演会を回避したい思いもあった。

交流セミナーにおいて実施する内容は、新しいシステム技法に関する書籍を一冊企業参加者に読了してきてもらい、書籍内容に関連した研究を行っている大学研究者から研究トピックスを紹介することで、書籍内容の一層の理解と広がりを感じてもらうことである。さらに、企業参加者が書籍内容を鉄鋼業務に展開するとすれば、どのような展開先・手段があり得るかについて考察および発表してもらい、それについ

て参加者全員で議論することで参加者全員が主体的に学び、考え、アイデアを発表するという過程の実現を試みた。

2.2 交流セミナー実施報告

交流セミナーは2007年9月7日(金)13:00~8日(土)12:00の予定で実施した。プログラムは表1の通りである。セミナー初日は、座長による開会の挨拶の後、各企業参加者の自己紹介(業務紹介)に続き、交流セミナーのテーマである自律分散システムに関する研究紹介が参加大学教員によって行われた。

- ・「人工システムの創発的構成法」¹⁾
藤井信忠(東京大学 准教授)
生産システムを自律分散システムとして構成する生産システムの自己組織的構成法と、それを適用したリアルタイムスケジューリングやレイアウト計画、ラインレス生産システムなどの研究成果を紹介した。
- ・「社会システムにおける行動主体の意思決定に関する研究：マルチエージェントシミュレーションと被験者実験によるアプローチ」²⁾
西野成昭(東京大学 助教)
自律分散システムの構成要素となり得る人間の意思決定に対する社会科学的アプローチの適用例として、理論分析、マルチエージェントシミュレーション、被験者実験の統合による研究成果について紹介頂いた。
- ・「情物一体化を用いた動的生産スケジューリングシステム概念」³⁾
妻屋彰(神戸大学 准教授)

RFIDをはじめとする最新の情報通信技術を用いて、人工物に情報を付与する情物一体のコンセプトと、それを適用した動的スケジューリングシステムの研究成果について紹介頂いた。

- ・「柔軟に再構成可能な自律分散型組立ロボットシステム」⁴⁾
前田雄介(横浜国立大学 准教授)
自律分散型生産システムの一つとして提案されてきているホロニック生産システムの構築例として、ロボットマニピュレータを使ったPlug & Produceシステムに関する研究成果について紹介頂いた。

次に今回のセミナーの教材である「自律分散宣言」⁵⁾をもとに、上述の大学教員による研究紹介も含め、自律分散システムに関する質疑応答、議論が行われた。ここで、自律分散システムとは、「自律性を持った構成要素(個)がいくつか集まり、相互に協調することによって全体としての秩序とそれにとまなう機能を生成するシステム」⁶⁾と定義されるシステムである。生産システムを自律分散システムとして構成することの利点は、大規模なシステムを比較的小さなサブシステムへと分割することで、扱う問題の規模を小さくできることにある。また、自律分散システムでは、「システムは不稼働なサブシステムを含みうる」との前提があり、いかなるサブシステムが不稼働となっても、残りのサブシステムがそれぞれ生存するために制御でき(自律可制御性)、かつ互いに協調できる(自律可協調性)システムを目標としている。以上の様な特徴は、自律分散システムが生物の持つ特徴をアナロジーとして提案され工学的に定義されたシステムであるからである。このような特徴のために、従来の自動化生産システムにおける集中管理型のシステム構成に比べ、システムの大規模化や生産環境の変動への頑健性を有し、次世代の生産システムとして研究対象とされてきている⁷⁾。

以上のような自律分散システムの利点だけでなく、システム動作がブラックボックス化されてしまう点や、既存のシステムとの接続性、現実システムへの展開実績などの克服しなければならぬ課題点などについても議論された。しかし鉄鋼生産システムの直面する生産環境の複雑化に対する一つのアプローチとなり得るということで合意は得られたと考えている。ここまでの議論を踏まえ、セミナー2日目において未来の鉄鋼生産システムにおける自律分散システムの利用可能性についての発表を企業参加者全員に課し、夕食・懇親会後に各自で発表資料を作成するという宿題を設けた。

表1 産学若手交流セミナープログラム

計測制御システム分野における産学若手交流セミナー 日程：9月7日(金)~9月8日(土) 会場：熱海湯治館そよ風 参加者：大学教員5名、企業技術者9名	
9月7日 13:00	「若手交流セミナーの目指すところ」 東京大学 藤井信忠 准教授
13:10	鉄鋼製造プロセス概要説明(企業委員)
13:30	企業側参加者の自己紹介(業務紹介)
13:50	大学側参加者の研究紹介
15:30	教材に関する解説・質疑
17:15	教材を基にした鉄鋼業の未来に関する議論(夕食後、各自「鉄鋼業の未来」に関するプレゼンテーション準備)
9月8日 09:10	「講演：エージェント技術による製鉄所「現場力」の維持発展研究会について」 講師：神戸大学 玉置久 教授
10:20	鉄鋼業の未来に関するプレゼンテーション(企業技術者全員)
11:20	総括・ディスカッション
12:00	閉会挨拶

セミナー 2 日目は招待講演で始まった。

- ・「エージェント技術による製鉄所「現場力」の維持発展研究会について」 玉置久（神戸大学 教授）
計測制御システム部会の研究会であり、自律分散システムの最小構成要素であるエージェント技術により、生産現場力における熟練者の活用と非熟練者の熟練化促進についての取り組みに関して講演頂いた。

続いて、各企業参加者からのプレゼンテーションを行い、日常の業務における自律分散システムの利用の可能性や課題点について、1 日目までの議論を発展させて、参加者全員で議論した。

2.3 アンケート結果からみる評価

セミナーにおける議論や各人の発表に対する議論を踏まえ、企業参加者にアンケートを実施した。表 2 にその概要をまとめた。

セミナーに参加して良かった点としては、同年代の大学研究者、他社の技術者と交流ができたこととする意見が最も多かった。また、既成概念にとらわれずに、新しい考え方がどのようなことに使えそうかを捻り出すという行為が通常業務とは異なり柔軟な発想が必要とされて有意義であった、という意見も多く聞かれた。

次年度以降への改善要望としては、議論の時間をさらに増やすことや、今回のセミナーの議論が自律分散システムという技術的シーズから出発しているのに対し、将来の課題から議論を展開し、適用可能な技術は何であるか検討していく形の方が望ましい、などの意見も出された。

また、今後取り上げてほしいテーマについてであるが、「技術伝承」の要素技術となりそうなもの、システム可視化技術、学術的な研究が行われているものの未だ生産現場等への適用例が少なくこれから発展しそうな技術など、現在の鉄鋼業が抱える問題点についての参加者の意識が明らかになるとともに、直接的に業務に結びつく成果というよりは、業務とは異なった新しい技術に対する関心が高かったことが特徴であると言えるであろう。これらの意見はすべて前向きなものであり、今後のセミナー実施に際する参考意見とされることを期待する。

3 製鉄所見学・技術交流の会

3.1 見学・技術交流の会企画趣旨

若手フォーラムの 2 つ目の企画は、大学院生・大学生を対象とした製鉄所見学・技術交流の会である。若手フォーラム

幹事会において議論されたのは、就職活動で実施される見学会のようにならないように注意するとともに、若手フォーラムの独自性を加味するという点である。そこで、工場見学の他に、鉄鋼 4 社の技術者と大学教員を交えたグループディスカッションを実施し、4 社それぞれの情報の他に、鉄鋼業界全体に対する議論を行うこととした。

3.2 見学・技術交流の会実施報告

見学・技術交流の会は、2007 年 12 月 10 日（月）11：00～18：00 の予定で新日本製鐵君津製鉄所において実施した。学生の参加者は、首都大学東京：1 名、東京工業大学：2 名、東京大学：6 名の合計 9 名（修士課程 7 名、博士課程 2 名）で

表 2 産学若手交流セミナーアンケート結果まとめ

<p>良かった点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大学の先生達、他社の同世代の技術者と交流・議論ができた。 ・業務から離れた内容に関する議論の上でそれぞれの視点が違うことが刺激になった。 ・「自律分散」が実制御プロセスに適用が難しいとわかったこと。 ・大学の先生と交流でき、今後の委託研究ならびに学会活動などに有益。 ・既成概念にとらわれずに、新しい考え方がどんなことに使えそうかを捻り出すと言う点では、通常業務で凝り固まった頭を軟らかくする良い機会であった。 ・システムがブラックボックス化する危険性に関する議論の中で、人間とシステムが情報を円滑にやり取りするためのインターフェースの重要性を再確認させられた。
<p>改善が必要な点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・討議時間はもう少し長いほうがよい。 ・大学の先生達の話をもっと少し聞きたかった。 ・テーマの選定、および企業側参加メンバーの選定：テーマをメンバーに合わせて選定するか、テーマに即した企業側メンバーを選ぶ必要がある。 ・企業側のガードが高い：特許・学会誌などで一般的に公開されている情報なら話しても可のはず。 ・参加者をグルーピングし、1 グループ 1 件の適用例を発表する（数を減らして内容を深める） ・導入部分で大学関係者から分担してレビューしていただけたら理解がより進んだ。 ・鉄鋼業界の将来を見据えた課題を抽出し、技術項目の検討とその必要性や意義などについて討論するのの一つと思う。 ・次回は課題から議論を展開し、適用可能な技術は何であるか検討していく形の方が望ましい。 ・今回のようにアカデミックなおいものする物がよい。課題から出発すると、どうしても日常業務の延長のような感じになる。
<p>今後取り扱ってほしいテーマ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計測制御・システム関連の新基礎技術 ・「技術伝承」の要素技術となりそうなもの ・システム可視化技術（ヒューマンインターフェース含む） ・学術的な研究が行われているものの、未だ生産現場等への適用例が少なく、これから発展しそうな技術 ・認知科学について ・データ解析技術 ・モデル化技術、経営学関連

あった。都内で集合後、君津製鉄所まで移動し、昼食後に2時間の製鉄所見学を実施した。高炉～連続鋳造～熱延工程の見学であったが、鉄鋼生産現場をはじめて見学する学生ばかりであり、驚きと関心を持って見学していた。

見学実施後、若手フォーラム幹事から製鉄所の概要と、各企業委員から各社のオンリーワン技術を紹介するとともに、学生を2つのグループに分け、1時間半のグループディスカッションを行った。グループディスカッションでは、見学会の事前に実施したアンケート結果をもとに議論を行い、企業技術者および大学研究者との交流を行った。各学生参加者がすべての委員と交流できるように、時間を定めて委員がグループの移動を行った。

3.3 アンケート結果による評価

見学・技術交流会の会の参加学生を対象にアンケートを行った。アンケート項目は、

1. 鉄鋼業に対するプラスイメージとマイナスイメージ
2. 就職の際に重要視する点、候補先
3. 見学・技術交流会の会を通じて鉄鋼業に対するイメージで変化したポイント
4. 見学・技術交流会の会への要望、感想

である。1、2を見学・技術交流会の実施前に、3、4は実施後に記入してもらった。アンケート項目のうち1、3についての結果を表3に示した。

見学・技術交流会の前段階では、日本の鉄鋼業が世界規模で、産業の根幹をなしている、という認識はあったようであるが、消費財を製造・販売しているわけではないので目立たない、あるいは環境問題・汚染など、マイナスイメージの方

表3 見学・技術交流会の会アンケート結果まとめ

<p>プラスイメージ (事前)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 社会基盤となる重要な産業 ・ 日本の鉄鋼業は世界的規模
<p>マイナスイメージ (事前)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 材料供給産業なので目立たない ・ 他の材料に代替される可能性 ・ 環境問題・汚染 ・ 古いイメージ
<p>鉄鋼業に対するイメージで変化した点 (事後)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計測・制御が活躍していて驚いた ・ 高度な自動化がされているとは思わなかった ・ 人間の判断がまだ必要な点 ・ 発電、水の再利用などの環境技術 ・ 各社にオンリーワンの技術がある

が多い状況であった。しかし、見学・技術交流会の会の後では、製鉄所において計測・制御技術が活躍している点や高度な自動化が達成されている点、発電や水の再利用などの環境技術について理解を深め、マイナスイメージのほとんどが誤解であったことを認識するに至った。また、参加者全員がこのような機会を持つことが学生にとっても非常に有意義であり、また企業の技術者にとっても学生が鉄鋼業に普段どのようなイメージを持っているか、また、良いイメージを持っていないとしても説明すれば鉄鋼業に興味を示すようになるということがわかり、有意義であったと考えている。参加学生から議論の時間が短いなど、前向きな意見も出されており、このような見学会、技術交流会の会を開催する意義はあるものと考えられる。

4 まとめと今後の展望

若手フォーラムにおいては、産学若手交流セミナーと製鉄所見学・技術交流会の会の2つのイベントを企画・実行した。アンケート結果にみられるように、参加者にはおおむね好評であったと考えられるが、本章では、2つのイベント実施後の幹事会で出された意見を踏まえ、今後の展望を述べる。今後の若手フォーラムの運営方針検討の一助となれば幸いである。

産学若手交流セミナーについて

産学若手交流セミナーの反省点としては、委員が所属する4社からの参加者しかいなかった点があげられる。事前準備が間に合わず、ふえらむ誌上やWebページなど、セミナー実施と参加者募集の案内を掲載する必要がある。イベントの広報活動に関しては、今後の課題である。また、セミナーの内容に関しては、テーマ内容について事前に参加者の知識レベルを上げておくことで、セミナー内容の消化不良を防ぐ必要がある。討論時間が足りなかったというアンケート結果が多数あったため、討論時間を長くするなどの工夫も必要であるが、業務との兼ね合いを考えると最大で2日間程度になるなどの限界もあり今後の検討を要する。

製鉄所見学会・技術交流会の会について

見学会・技術交流会の会についても、事前広報が十分でなく、参加者が十分集まらなかったことは反省点である。計測制御システムフォーラムに関連する大学関係者の学生への呼びかけを強化していただくとともに、ふえらむ誌上やWebページなど、広報体制を強化する必要がある。また、参加者が集合場所を発見するのが困難であったとの意見もあり、参加者への見学内容詳細の事前連絡を強化し、集合場所や参

加企業名についても周知徹底する必要がある。内容に関しては、通常の製鉄所見学コースに留まらず、関連する技術、研究開発内容も含めたものへと工夫することで、見学者にとってさらに有意義なものとする必要であろう。また、議論の時間が短かったとの意見もあったため、議論の時間を長く設けるとともに、参加者の専門分野を事前に回答してもらいその専門分野が鉄鋼業においてどのように生かされているかの紹介を行うことも検討の必要がある。

5 謝辞

計測制御システム工学部会システムフォーラム代表幹事の岩谷敏治氏（神戸製鋼所）をはじめ、システムフォーラムの各委員には、若手フォーラムの立ち上げから運用方針の策定まできめ細やかにサポート頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 藤井信忠, 鳩野逸生, ヤリワーリオ, 上田完次: 自己組織化を用いたラインレス生産システム構築に関する研究, 精密工学会誌, 69 (2003) 6, 820-824.
- 2) N.Nishino, S.H.Oda and K.Ueda: An Experimental Approach to the Recycling Market, proceedings of EcoDesign 2003, Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, (2003), 48-55.
- 3) A.Tsumaya, Y.Matoba, H.Wakamatsu and E.Arai: Dynamic Management Architecture for Project Based Production, IFIP International Federation for Information Processing, Advances in Production Management Systems, ed.by.Olhager, J., Persson, F., Boston: Springer, 246 (2007), 229-236.
- 4) 前田雄介, 菊地悠, 井澤秀益, 小河寛揮, 杉正夫, 新井民夫: ホロニック組立システムの開発 (第2報) — Plug & Produce 機能の実装 —, 精密工学会誌, 70 (2004) 4, 506-511.
- 5) 伊藤正美, 市川惇信, 須田信英 共編: 自律分散宣言—明日を拓くパラダイム—, オーム社, (1995)
- 6) 森欣司, 宮本捷二, 井原廣一: 自律分散概念の提案, 電気学会論文誌C, 104 (1984) 12, 303-311.
- 7) 佐々木信夫, 渡辺寿也, 長谷部伸治, 青山和浩, 宮本俊幸: NGMS: 次世代生産システム—分散型生産・ビジネスモデルの協調的統合—, 人工知能学会誌, 18 (2003) 2, 124-130.

(2009年2月23日受付)