

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成19年度 第1回研究会議事録

1. 日 時： 平成19年5月11日（金）13：25～5月12日（土）12：00

2. 場 所： アクトシティ浜松コンgresセンター （静岡県浜松市中区板屋町111-1）

3. 出席者：47名（順不同，敬称略）

委員長：長谷部伸治（京都大学）

委員：大杉 健（ジャパンエナジー），饒 義則（住友化学），小西信彰（横河電機），篠原和太郎（東芝），鈴木 剛（東洋エンジニアリング），川村継夫（オメガシミュレーション），高田晴夫（三菱化学エンジニアリング），山田 明（三井化学），柘植義文（九州大学），平尾雅彦（東京大学），野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学），橋本芳宏（名古屋工業大学），瀧野哲郎（東京工業大学），山下善之（東京農工大学），加納 学（京都大学），伊藤利昭，高松武一郎（非常勤 木村化工機），梅田富雄（青山学院大学），北島禎二（東京農工大学），栗本英和（名古屋大学），小木曾公尚（奈良先端科学技術大学院大学），島田行恭（労働安全衛生総合研究所），武田和宏（静岡大学），殿村 修（京都大学），橋爪 進（名古屋大学），濱口孝司（名古屋工業大学），藤原健史（岡山大学），黒田千秋（代理：猪子寛司，東京工業大学），松本秀行（東京工業大学），山場久昭（宮崎大学），黒岡武俊（富山大学），桂樹徹（奈良先端科学技術大学院大学），樋口文孝（出光興産），大田原健太郎（クレハエンジニアリング），小崎恭寿男（代理：黒田俊行，日揮），坂本英幸（代理：末吉一雄，横河電機），重政 隆（東芝三菱電機産業システム），馬場一嘉（ダイセル化学工業），一津屋茂（代理：大寶茂樹，三井化学），米田 稔（三菱化学），中井敏雅（代理：梶原弘行，住友化学），関 宏也（東京工業大学），高橋慎一（昭和電工）

委員以外の出席者：須藤雅夫（静岡大学），村上博文（三井化学），喜多富士雄（日揮）

4. 研究会

テーマ：「エンジニア教育と技術伝承」

（司会：平尾雅彦 委員，山下善之 委員，鈴木 剛 委員）

【1日目】 5月11日（金）13:25～

第1部 講演による話題提供

山下善之 委員から今回のテーマについて趣旨説明があった。

1) 「大学におけるPSE教育の実施例」

≪講演者≫ 京都大学 長谷部伸治 委員 （資料#1）

[概要]京都大学におけるPSE教育について紹介された。

<質疑応答>

北 島：プロセス設計教育の話の中で，問題点として挙げられていたプログラミング能力とは？

長谷部：数式モデルに基づいて計算するためのプログラミング能力。

橋 爪：京大における科目・カリキュラムの見直し作業はどのようなのか？

長谷部：化工専攻内では教科小委員会を設けて数年に1回の割合でカリキュラムの見直しを行っている。また，外圧（ex. 学生のコース配属時期の変更）に応じて見直すこともある。

伊 藤：自然現象をモデル化する数学能力低下が問題視されているのでは。

長谷部：京大で「自然現象と数学」という講義をスタートしたが，そういう能力を身につけることを目的としている。

- 平尾：学生はカリキュラム内容を理解して科目選択をしてくれているのか？
- 長谷部：学科内のコース配属制度との兼ね合いもあり、その点は問題であると言える。
- 栗本：京大では学部教育と大学院教育の接続はうまくいっているのか？また、化学工学専攻は閉じているのか？
- 長谷部：システムティックな講義科目構成にはなっていないのが実状で、今まさに改革が進んでいるところである。そして、化学工学専攻は閉じているが、専攻内科目から xx 単位、他専攻科目から yy 単位を取得するように学生に指導している。
- 藤原：化学工学数学 I, II は座学的なものか？演習重視か？
- 長谷部：座学である。計算化学工学や化学工学シミュレーションという講義にて演習を行っている。

2) 「国際レベルの教育と大学院 JABEE について」

《講演者》 静岡大学 須藤雅夫 氏 (資料#4)

[概要] 国際的に通用する教育と教育の質的な改革の方向性を議論すべく、大学院認証基準の設定と達成目標、及び国際的な同等性の可能性について示された。

<質疑応答>

- 梅田：エンジニアリングデザイン能力についての考えを聞かせて欲しい。また、総合的なデザイン能力を培うべく、環境や経済といった様々な制約を織り込んだ課題に取り組めるような科目・カリキュラムは設けられているのか。
- 須藤：技術畑の課題（答えがない）にアプローチしていく能力。特に、解析して得られた知識を合成していく能力。ただ、日本ではデザイン能力についての認識が明確化されておらず、議論が進行中である。大学院の基準では、“高度なデザイン能力”と明記せず、“技術的問題を抽出して課題を設定・解決できる能力”と謳っている。
- 梅田：日本は WA 加盟国であって、リアルワールドの問題の上で議論していく必要があり、そうでないと変なレッテルを貼られてしまう恐れがある。総合討論の場で、教育のアウトカムズについて真剣に議論していただきたい。
- 栗本：日本における学部 JABEE (4 年) と大学院 JABEE (2 年) の違いは？どう切り分けているのか？
- 須藤：欧州型を見倣って 2 サイクルにしている。JABEE がそう言っている。

3) 「米国におけるエンジニア教育プログラム」

《講演者》 東京農工大学 山下善之 委員 (資料#5)

[概要] AIChE 会誌記事や MIT の新カリキュラムなどを参照しながら、米国における化学工学教育の将来について紹介された。

<質疑応答>

- 加納：米国における化学工学出身者の初任給が高い、その源は？
- 山下：よくわからないが、化学工学出身者は様々なところに対応できているということが関係していると言えるのではないだろうか。
- 梅田：Organizing principles のスライドに関して、縦に見ていたものを横に見ているように感じるがどう思われるか？特に 4 年生のカリキュラムは日本では希なものになっているが。
- 山下：化学工学系では確かに希なもので、産業界からの要請もあったのだろうと思う。
- 栗本：学部卒業生の初任給に関するスライドにおいて、Liberal arts って何？
- 山下：スライドでは、それぞれのフィールドの卒業生の初任給を意味している。

4) 「エンジニアのためのプロセスシミュレーション教育－化学会社の事例」

《講演者》 三井化学 村上博文 氏 (資料#6)

[概要] 化学会社におけるプロセスエンジニア教育の一例として、プラントの運転・制御に関わる問

題解決にシミュレーション技術を活用できるスタッフの育成を目的とした動的シミュレーション技術教育を紹介された。

<質疑応答>

橋 本：教育対象者が化学工学出身者でなくとも問題なくやっつけられるのか？

村 上：現実に化工出身者が多く教育レベルの設定は難しい。参加者のバックグラウンドについて事前調査を行い、2人1組のチーム（プロセスに強い人と制御に強い人のペア）を組んで演習に取り組んでいる。社内での評判は良い。

米 田：演習後、自分の職場に戻ってどういう使い方をするのか？

村 上：新設備導入や改良に対するケーススタディや解決すべき課題抽出に活用されている。

梅 田：不安定な状況（ヒヤリハット）を共有することを目的として、プログラムに含まれていたりするのか？

村 上：今回の教育には盛り込まれていないが、ダイナミックシミュレータの応用例として、実際のトラブルを再現し解決法を検討することができる。

5) 「エンジ企業日揮におけるエンジニアリング教育および技術伝承の紹介」

《講演者》 日揮 喜多富士雄 氏 （資料#7-9）

[概要] 日揮におけるエンジニアとして必要な技術教育および技術伝承の枠組みを紹介された。例として、「トラブル事例DB」の拡充と伝承と社内周知、PSE 関連の技術伝承の内容、PSE 関連の技術伝承の事例、等を紹介された。

<質疑応答>

大田原：指導員制度が2年間というのは建設プロジェクト期間より短くないか？6ヶ月間の建設現場研修は入社後どのくらい経って実施しているのか？

喜 多：指導員を交代しながら臨機応変に対応している。建設現場研修は状況が揃えばすぐに実施している。ラインチェックとか配管工事を見るだけでもよいという認識である。

末 吉：ループ構成の整合性について。これは設計時の問題であり、実際動いているプラントで不整合のまま使われているケースはないと考えてよいか。

喜 多：不整合だからバルブが全開になっていることを知らないケースは多いと思う。不整合という問題があることを知っていることが重要である。

伊 藤：スタンダードの作成は専門セクションでどんなスタイルで行っているのか？仕組みがあるのか？海外のエンジニアリング会社ではスタンダードが重要になっており、技術的エッセンスが盛り込まれていたりするが、そういう影響はあるのか？

喜 多：書類を管理する部門があって、仕様書の体裁・内容なりの改善は5年10年の単位で行っており、最近ではインテリジェント CAD で仕様書までリンクする等の取り組みがある。あるタイミングで関係者が集まって議論しながら改善している。機器の仕様書は社内における情報のやりとりに利用されている。

6) 「企業における教育と技術伝承の概要：アンケートまとめ」

《講演者》 東洋エンジニアリング 鈴木 剛 委員 （資料#3）

[概要] 企業におけるエンジニアリング教育、技術伝承について委員所属企業についての調査・アンケート結果を報告された。

7) 「大学における PSE 教育の概要：アンケートまとめ」

《講演者》 東京大学 平尾雅彦 委員 （資料#2）

[概要] 大学における PSE 教育のカリキュラムについて委員所属大学についての調査・アンケート結果について報告された。

<全体討論>

- 北 島：今日の話で、数学的なモデル以外のモデルに関する教育の話はなかったが。
- 平 尾：確かにそういうモデリングに関するキーワードが欠如していた。
- 長谷部：化学工学卒業生が化学工学以外の分野で全体をマネジメントする際に、数式モデル以外のモデル化が必要になってくるが、京大の講義では時間的制約で扱っていない。
- 山 下：東北大では非数式モデルに関する講義を2コマ程度行っていた。ただ、今年のカリキュラムからは消えていたので、担当教員によって科目内容も変化するようだ。
- 長谷部：喜多氏の講演にあったように現場で困っている点を紹介してくれると、それを教育に組み込んでいけるのではないかな。
- 鈴 木：学側は得意な分野を交えながら教育しているのが現実ではないだろうか。アンケート結果を見てもそのような状況が垣間見える。新入社員に求めるものは、考え方・素質がしっかりとしていることであって、バックグラウンドは重視しないのか。エンジ会社は部門がわかかれており、部門毎に関連するバックグラウンドをもった学生が入っていることが多い。一方、製造会社(部門)での教育はバックグラウンド無しという前提でスタートするのか？
- 伊 藤：製品によって決まるのではないかな。対象プロセスによってバックグラウンドに何があつたらよいのかが決まってくるし、様々なケースがあるのではないかな。この後議論して頂こう。
- 藤 原：教育と研究は分けて考えるべき。教育ではPSEの本質的な部分を教えるべきであり、それがはっきりとしていないのだろう。また、教科書が充実していないのは、体系化ができていないことの現れではないだろうか。
- 喜 多：大学で習ったことによって身についた考え方が会社では役に立っている。また、学側では自らの研究者の後継者を育成することを主にしすぎる傾向になっていないだろうか。

第2部 グループディスカッション

4グループに分かれ、「エンジニア教育と技術伝承」を共通テーマとして議論した。

【2日目】 5月12日(土) 9:00～

前日に引き続いて、グループディスカッションを行った。

第3部 グループディスカッションの報告と総合討論 (司会：山下善之 委員)

各グループからディスカッション結果の報告がなされた。各グループのキーワードを以下に記す。さらに、それらをもとに総合討論がなされた。

① Group1

◆ 大学で求められる教育

1) 基礎的な知識・スキルを身につける。

基本ができていない人は問題にぶつかっても対応できる。

PSEの基礎知識・コアについて解は得られず → 今後の検討課題

2) 化学工学的なセンス・システム工学的なセンスを涵養する。

モデリング力

問題解決力(なぜそのようにすれば解けるのかを学ばせる)

解析力のみならず合成力

→ 経験が重要であり、演習や実験を通してセンスを養う必要有り。

3) + α な人間を育てる。

言われたこと+ α を実行できる人間であって欲しい。自分から考える姿勢が大切。

◆ その他

学生に対してPSE教育の高いモチベーションをどう持たせるか。

産業界の実状を学生にもっと知らせるべき。

② Group2

- ◆ 望まれる人材像と大学教育 ～どんな能力をもっていて欲しいか？～
読み・書き・そろばんは前提であり、問題把握や意思決定ができる力が欲しい。
→ そのためには、経験・知識が必要である。
自分のテリトリーだと思わせる範囲を広げることが重要である。
システムティックなアプローチを体験させる（それに基づいて応用が利く）。
企業からの活きた問題提供が求められる。

③ Group3

- ◆ 企業での PSE って何
安定して効率よく製品をつくる、現場の課長さんの経験に依存しないで合理的な答えを出す、
現場の課長さんが見逃していることを見逃さない目を持っている、のが PSE。
- ◆ 大学教育への要求
書籍や文献などで原理原則を読める知識と理解できる能力
必要最低限の知識（JABEE に基づいて）
 - 工学基礎 → 工業（応用）数学、情報処理技術
 - 化学工学基礎 → 化学工学量論、熱力学、移動現象論
 - 専門基礎 → 分離工学、反応工学、プロセスシステム工学、実験技術
 - 専門 → 経済性・環境への影響などを考慮しながら問題解決できる応用能力
- ◆ PSE 授業での必要最低限
モデリング、シミュレーション（数値計算基礎含む）、最適化（目的関数や決定変数、制約条件
を見抜く）、自動制御、モニタリング

④ Group4

- ◆ 新入社員に求められる問題設定力やその解決力を養うためのカリキュラム構築を目指して
 - ・企業では PSE のカラーが見えていないのではないか。→ 何ができるか。
 - ・大学でコアの部分を選び、全体を俯瞰できる人間が必要とされている。
 - ・プロセス設計やプロセス制御などを通して、ものの見方・考え方・感覚を養うことが大事。
 - ・ジェネラリストとして横に広いのは良いが、何か強みを持った、つまり、T 型人間やII型人間
を育てていくことが求められる。

総合討論後、各グループのディスカッションをまとめたものをメールにて提出して頂くこととした。

配布資料：

- #1: 大学における P S E 教育の実施例
- #2: アンケート記述回答（学側委員）
- #3: アンケート記述回答（産側委員）
- #4: 国際レベルの教育と大学院 J A B E E について
- #5: 米国におけるエンジニア教育プログラム
- #6: エンジニアのためのプロセスシミュレーション教育
- #7: エンジ企業におけるエンジニア教育および P S E 技術伝承の紹介
- #8: プラントワイド制御ループ構成における不整合問題と技術伝承
- #9: プラント制御ループ構成の整合性の確認テスト

以上