

(第 96 回) KS クラブ議事メモ

| | | | |
|-----|--|------------|---|
| 開催日 | 2019 年 7 月 9 日 (火) | 出席者 敬称略 | 坂下勲・西村二郎・山崎博・大谷宏・ 松村眞・持田典秋・小林浩之・猪股勲・ 宮本公明・飯塚弘・神田稔久 (文責) |
| 時間 | 15:00~17:00 | | |
| 場所 | かながわ県民センター | | |
| 資料 | 化学工学考 (仮説) (小林浩之) | | |
| 議題 | <p>1. 技術課題</p> <p>化学工学考 (仮説) (小林浩之)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 化学工学は絶滅危惧種かと言う嘆きがある。 2. いくつかの齟齬認識 3. 化学工学はどのような学問か? 4. 化学工学は何をやるべきか? 5. これらを通じて感じる事 6. 考えて頂きたい事 7. 最後に <p>発表者からのコメント</p> <p>述べたかったことを今一度まとめる</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 化学工学は絶滅危惧種などと考えるのはとんでもない。社会の変化に応じて健全に変わっていくとする姿である。変り様については、言うべきことはそれはあるだろう。 2. 化学機械からの流れはEPCを生業とするプラント建設につながる化学工学となり、化学からの流れは技術を創り、QCDを重要概念とする製造業につながる。これは化学工学と化学産業の展開に大きな影響を与えることになる。これには功罪がある。 3. 化学工学とは広くは社会にまで、影響を与え貢献すべき工学であり、原理に基づいて、科学から社会に役に立つ技術につなぎ、創り上げる工学である。 4. 化学工学会の“ヴィジョン”を読めば、感ずるが、考えることは賛同するが、その実現がいかにも遅く、もっと実現に真剣になるべきである。 5. プロダクトエンジニアリング然り、AI・IoTを取り込んだ化学システム工学然りである。 6. アカデミアは特に産業の現場を勉強して欲しい。 7. 問題解決型アプローチも、化学工学的アプローチも答えは自明ではないか、答えはそこにある。努力は限られ、化学工学者の中でも、人口に膾炙されているとは言えない。 <p>参加者からのコメント</p> <p>* 化学工学が絶滅危惧種と言うのはある程度理解できますね。科学技術分野は日進月歩で常に新しい領域が誕生して来ていますが、そこでは又、常に誰かが新しい学会や関連団体を立上げ、「ここは俺様の領域だ、誰の侵略も許さない」と宣言をしています・・・それは、丁度、中世の群雄割拠の時代の勢力争いに似ています。「化学工学の城」はもう古くなってしまっていて、城主が納めている領域も相対的に縮小しているか、又は、目立たない田舎の地域となってしまっている。「さて、これからどうすべきか?」と言うのが、小林さんのプレゼンの趣旨だと理解しました。</p> | | |

「化学工学城」が、このまま朽ち果てるのを防ぐにはどうしたら良いか？私の考えでは、化学工学城主は城を出て近隣城主と一戦を交え、彼等の城と領地を乗っ取る以外に方法が無い、と思います。勿論、近隣城主と言えども様々ですから、戦う相手は誰でも良いということではありません。化学工学で培って来た“武器”を有効に使って勝てる相手に戦いを挑まねばなりません。具体的には、皆で議論して知恵を出す必要がありますが、私は、例えば、“安全工学”分野は有望な攻略すべき領域だと考えます。安全工学は、化学工学会でも電気工学会でも機械工学会でも原子力工学会でも或いは学術会議、その他多くの団体で扱っていますが、それを化学工学会に統合してはどうかと考えます(場合によっては機械学会と半々で)。と言うのも、前月の私のプレゼンで“もんじゅ”の廃炉と原子力規制委員会のお話をしましたが、原子力規制委員会の5名の委員は、原発施設の安全規制を扱っていて、絶対的な権限をもっているのに、夫々、放射能医学、地質。地震、原子力核反応等々の専門家ではありますが、誰一人“安全工学”の知識を持った人がいないのです。彼らは「安全工学の知識など無くても原子力安全規制や制度を構築するのに支障はない」と考えているのでしょう・・・現在の安全工学会は随分なめられていますね！同時に、これは日本の不幸でもあります。安全工学の知識は、現在も未来も、又、特に原子力施設分野では絶対に必要です。化学工学会の下にもっと世の中に役に立つ安全工学を再編成し、活用していく必要があります、又、それは可能なのではないのでしょうか！勿論、安全工学以外にも化学工学城主が攻略するのが適当な科学技術領域のお城は他にも色々あるだろうと思います。ただ最後に一言いたいのは、鉄砲の弾こそ飛び交いしますが、これは、食うか食われるかの領地争いの戦争です。ですから化学工学城主たる者、相当に腕力が強く、政治力があり、悪知恵(?)も持っていないと、他の城を攻略する積りで戦いをはじめたのに、自分の方が食われてしまう危険もあるという事です(大谷)

■私は大学では化学工学ではなく電気化学を専攻し、化学系の会社に就職した訳ではありません。はっきり言って化学工学が絶滅危惧種云々には大して関心がありません。むしろ学会の中で絶滅危惧種を危惧する議論自体が滑稽とさえ思えます。課題を考えると、どの学会が最も適当かで入会します。しかし現状、複雑な課題に対して単一の学会だけでは対応できません。例えば Society 5.0 一つとっても自明です。学会の活力は学会員一人一人の研究力から生じると思っています。研究成果で学会を自分の方向にリードすればよいし、気に入らなければ新しいグループを作ればよいと思います。絶滅危惧種を懸念するのは研究力が落ちているからではないかと懸念します。化学工学的手法の有効性をいくら訴えても成果がなければ遠吠えです。

■入社した部門が空調機器の開発部門で、熱工学の知識が必要であったためと、そのときお世話になった化学工学の先生が大学の先輩であったのが機縁で、30年前に化学工学会の静岡支部である静岡化学懇話会に引き込まれました。人間関係の居心地がよかったので現在までに至っています。職種は空調だけでなく多岐に渡りましたので、必要な知識は、化学工学会に拘わらず、他の学会にも入会して、独自に勉強して何とか事足りたと感じています。従って化学工学にノスタルジアはありません。ただ、大学の必修科目で化学工学を学び、化学工学の実験をしたのは、何でもやれるという自分の自信に繋がったと感じています。ただ個人的には、ベースとなる物理とか数学を大学時代にもっと勉強すればよかったと感じています。基礎的な知識として化学工学は大事だと思いますが、現在大学に求められている先端研究分野といわゆる学問としての化学工学との繋がりが薄く、化学工学を看板にする研究室がなくなりつつあります。むしろ、冶金、機械加工などと同じように、実学として化学工学が地方の国立大学、高専に移っているのではないかと思います。

■私と同じ研究室で電気化学というので、アルミ精錬会社に就職した方がいますが、ご存知のように日本からアルミの精錬がなくなり、転職を余儀なくされました。産

業自体がなくなることもあります。が、「重厚長大」から「軽薄短小」へ、更には「情報化社会」へと、利益の源泉が大きく変化しています。小林様が言われるように変わらなければ絶滅危惧種になる時代です。いわゆる化学工学の研究者の研究力・発信力が試されている気がします。(飯塚)

- ・ 簡単のため話を理系分野に限る。
 - * 理学系は、数学、物理学、化学、生物学が基盤学科であり、それぞれ「基盤科学」を持っている。例えば「地球惑星学科」は物理学科からの派生学科であるが、物理学科にはない「基盤科学」を持っている。しかし汎用性はない。
 - * 工学系にも「基盤学科」とそれから派生する「派生学科」がある。例えば、応用化学科、電気工学科、機械工学科は基盤学科である。
 - * 一般に技術屋は基盤学会を本籍として、自分が具体的に関係している技術（あるいは製品）分野関連の派生学会を現住所とする。
 - * 基盤学科には応用性の広い「基盤技術」がある。
 - * 派生学科にも基盤技術は一般に存在するが応用性は狭く、関係する製品が EOL を迎えば学科も基盤技術も消滅する。
 - * 工学系の場合、基盤技術は必ずしも基盤科学を意味しない。
 - * 化学工学科の「基盤技術」は汎用性の程度が高くない。だから主たる、適用分野である石油化学が EOL を迎えば、消滅はしないまでも、本籍とは見做さない技術屋が増えてくる。化学工学会員数が減るのは必然である。
 - * むしろ、積極的に化学工学科は基盤学科ではないと割り切って、変化する時代のニーズに即応する派生学科に変身すべきなのではなかろうか。
 - * 化学工学屋主導で化学情報工学という発想が出て来ないのは不思議である。
 - * 東大の「化学システム工学科」がよりどころとしている「基盤技術」は継続審議の対象とすべきである。
- ・ 小林さんのプレゼンを聴いて考え方を少し修正しました。(西村)

私自身は応用化学科を出てガス会社に入り、化学工学を実際に使う場面が多くないまま会社生活を終えました。

化学工学考で小林さんが危惧されていることは、我々の時代に存在した多くの学科に、程度は異なるものの当てはまるように思います。

その一因は、大学側においては、文科省の補助金の問題や引用論文数による評価制度があったと考えられます。改革に取り組むところに優先的に予算が配分されるため、学科は変わらざるを得なかったという面や、論文が書き難い化学工学科は敬遠されていった面があったと思います。

もう一方は産業側にあったと思います。産側は研究においてこそ産学連携は出来ていましたが、学生の教育については無関心ではなかったでしょうか？また、産側はこれまで、学生の教育について提言や支援をしてきたでしょうか？インターン制度も本音は採用のためであり、教育は二次的に思えます。

今こそ、化学産業が中心となって、化学工学についての大学への提言（内容については、課題解決型の新化学工学の検討が必要）を準備すべきだと思います。(神田)

しかし、世間では、いまだに化学工学とは何なのか全く理解されていない。元の会社では、人事の採用担当者さえわかっていなかったのだし、まして、お役人や一般の人にとっても関心のないことだろう。

アメリカの Professional Engineer は、Chemical Engineering が独立した部門で Professional Engineer 個人がかなりの権限も持っているが、日本の技術士には化学部門はあっても化学工学部門はない。化学部門の中の一つのセクションで、人数も圧倒的に化学屋が多い。つまり化学工学分野の技術士は独立では認知されていない。当然何の権限も与えられていない。

化学工学的センスのベースは、全体をとらえてから個々に進むやり方で、そのためには物質収支・熱収支が出発点である。学生時代にある教授が「化工屋は計算尺一本あれば、飯が食える」と言っていたことを思い出したが、計算尺がPCに変わった今でも、物質収支・熱収支をベースに全体を把握することの重要性は消えることはない。自分自身もずっとエンジニアリングにかかわってきたが、石油精製、石油化学とはほとんど縁のない分野だったものの、考え方のベースは一緒だったと思う。入社した同期生に京都大学の衛生工学科出身者がいた。彼に衛生工学とは何かと聞いたら、化工と土木が一緒になってできた学科で、彼はほとんど化工と一緒にいたと言っていた。今から半世紀以上も前に、すでに化学工学にこのような動きがあった。

大学の講座名に化学工学の名前がなくなっても、物事を全体からとらえるという（化学工学的）センスが身に付く学問さえあれば、あえて名称にこだわる必要はないと思う。（持田）

今回の講演のポイントは二つあると感じた。

一つ目は、「化学工学とはなにか」という議論である。講演者が述べられたように、ある現象やあるシステムをその機能や作動原理によって単純なモデルに分解し組み立てるといえるのは、きわめてしばしば直面する課題である。この課題を解明する方法は、材料創成系の他のコースでは研究されていない。また、電気系では、電流が電圧がユニットをつなぐ共通項だし、機械系では応力や変位が共通項であるので、我々がよくなじんだ、物質収支などがメインになることは間違いないと思う。今はプラント設計などで、コンピューターの力を借りれば類型問題はとけるが、燃料電池内の流れ、反応、拡散など次から次に課題があらわれる。これらに複合的なモデルを打ち立てて、最適化を図る仕事が今後のメインになるであろう。

二つ目は、教授陣の強化であろう。講演者が述べられたように、大学の先生方の社会への積極的貢献が少ないというのは、産学のやり取りがすくないからではないかと思う。学生だけでなく、助教、准教授、教授も企業にインターンすることが必要で、これは仕組みを作らないと動き出さないのではないかと思う。このような提言を、学会から発していくことで変えていけるのではないだろうか。（宮本）

化学工学に限らず、多くの技術分野でその境界線が変化しました。

その原因の1つは、コンピューターの発達。中でも、パソコンとネットの普及が影響大。難しい理論はブラックボックスでも、設備の設計が出来、運転もでき、パネルを見て巧く操作できるのが「よい技術者」になりました。

第二はセンサ、第三は分析技術の発達です。

化学工学もこのような、時代の波を被り、見かけが変わりましたが、内容はそんなに変わってないと思っております。（坂下）

化学工学は、化学工業の基盤技術として、反応や物性を解明し、プラントを構成する装置や機器類の設計や運転に役立つ学問として発展してきた。同時に、プロセスプラントは、様々な機能をもつモジュールの複合体でもある。特定の条件下で、物質とエネルギーの授受が有機的に絡み合うシステムを対象とするエンジニアリング技術であり、物質の流れ、温度と圧力の条件、運転制御ループが鳥瞰できるプロセスフロー線図、P&I線図は優れた表現技術であり、合わせて計算機ツールも発展してきたシステム技術でもある。化学工業では、機器の故障、誤操作、漏洩など安全に関わる問題にどのように対処すべきかが、事故の経験を活かし、設計、運転、保

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|------------|-----|--|----|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|------------|-----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|--|
| | <p>守を通じてフィードバックされ、安全技術、安全文化として発展してきた。今後は、時代のニーズ（□□）に合わせて、□□化学工学、□□エンジニアリングを志向し、ミクロな世界の基礎科学を取り込み、新しいアプローチを自ら考え発展させてほしい。また、社会系の問題にも挑戦してほしい。</p> <p>“多くの時代のニーズの実現には、化学工学とそのエンジニアリング技術が極めて有効である”と言われるようになることを期待する。（山崎）</p> <p>化学工学のあり方レポート 松村さんから、添付のレポートが提出されています。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>2. 幹事会報告 SCE・Net20年記念誌編集状況報告等</p> <p>3. 今後の予定</p> <table> <tr><td>8月</td><td>松村氏</td><td></td></tr> <tr><td>9月</td><td>持田氏</td><td></td></tr> <tr><td>10月</td><td>見学会</td><td></td></tr> <tr><td>11月</td><td>神田氏</td><td>* 第100回研究会</td></tr> <tr><td>12月</td><td>山崎氏</td><td></td></tr> <tr><td>1月</td><td>猪股氏</td><td></td></tr> <tr><td>2月</td><td>飯塚氏</td><td></td></tr> <tr><td>3月</td><td>西村氏</td><td></td></tr> <tr><td>4月</td><td>宮本氏</td><td></td></tr> <tr><td>5月</td><td>見学会</td><td></td></tr> <tr><td>6月</td><td>坂下氏</td><td></td></tr> <tr><td>7月</td><td>大谷氏</td><td></td></tr> <tr><td>8月</td><td>小林氏</td><td></td></tr> </table> | 8月 | 松村氏 | | 9月 | 持田氏 | | 10月 | 見学会 | | 11月 | 神田氏 | * 第100回研究会 | 12月 | 山崎氏 | | 1月 | 猪股氏 | | 2月 | 飯塚氏 | | 3月 | 西村氏 | | 4月 | 宮本氏 | | 5月 | 見学会 | | 6月 | 坂下氏 | | 7月 | 大谷氏 | | 8月 | 小林氏 | |
| 8月 | 松村氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9月 | 持田氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10月 | 見学会 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11月 | 神田氏 | * 第100回研究会 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12月 | 山崎氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1月 | 猪股氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2月 | 飯塚氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3月 | 西村氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4月 | 宮本氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5月 | 見学会 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6月 | 坂下氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7月 | 大谷氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8月 | 小林氏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次回日程 | <p>2019年8月13日（火）15:00-17:00</p> <p>1. 技術課題 松村氏 2. その他</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次々回日程 | <p>2019年9月10日（火）15:00-17:00</p> <p>1. 技術課題 持田氏 2. その他</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

このテーマは皆さんの関心が高いようで、多くのコメントを興味深く拝読させていただきました。私は化学工学の退潮の原因と、私に変革の方向と考える展望を述べてみます。

1. 化学装置のトレンド

化学工学が人気を集めていたのは、主に 1960 年代から 1980 年代頃までのように思います。この期間が化学装置の大量建設時期だったからで、1960 年の日本の原油処理能力は約 50 万 BPSD (バレル/日) でした。それが 1980 年には約 450 万 BPSD になりました。20 年で 400 万 BPSD (バレル/日) の石油精製プラントが建設されたのです。敷地が数ヘクタールで設備投資が 800 億円クラスの製油所が、毎年のように誕生していたのです。処理量の増大だけでなく、需要が重油中心から軽質油中心になったので、既設の製油所にも重質油分解装置が次々増設されました (1 基 100 億円クラス)。次は環境対応で、今度は重油脱硫装置が数十基 (1 基 70 億円クラス) も建設され、軽油も硫黄分規制の強化で脱硫装置の改造や増設が続きました (1 基 30 億円クラス)。処理規模が増大するので、経済性の追求から小規模製油所は閉鎖され、順次、大規模装置に立て替えられました。私が 20 代に設計していた製油所は 4 万~6 万 BPSD でしたが、30 代の後半には 10 万~15 万 BPSD になり、常圧蒸留塔の直径は 10 メートル以上になりました。処理量が多いので、物質収支と熱収支の設計は厳密さが要求され、費用対効果の最適化が大きな目標になりました。なお、現在の石油精製能力は 350 万 BPSD ですから、日本の製油所は量的には 1980 年代にほぼ飽和水準に達したのです。このためエンジ会社は活路を求めて、製油所の海外受注と天然ガスの液化プラント (1 基数百億~千億クラス) 建設に進出しました。この間、石油化学の分野は多様な化学製品と製造プロセスが開発され、生産プラントの建設が続きました。スケールメリットを追求して、大型化も進展しました。したがって石油精製と同様に物質収支と熱収支の設計が重要になり、厳密になりました。したがってこの頃の化学工学出身者は、業務の大半が製品開発、製造プロセス開発、装置の設計・建設・運転でしたから、具体的な仕事の目標がよく見えていました。化学工学というよりも化学装置工学だったのです。

2. 化学産業のトレンド

ところが 1980 年代に入ると化学産業の主要製品は、燃料や素材ではなく消費財に移行し始めました。石油精製の主製品は kg 当たり数十円の燃料です。石油化学の製品は kg 当たり数 100 円の素材です。それが kg 当たり 1000 円以上の高付加価値製品に移行したのです。現在、多くのドラッグストアが、夥しいトイレットリー商品・化粧品・医薬品を販売していますが、1980 年以降のトレンドです。製品の主力が低付加価値の小品種大量生産から、高付加価値の多品種少量生産に変化してきたのです。すると化学装置の主力はどうなるか。

3. 多品種少量生産型の装置

多品種少量生産の装置は、多くが 24 時間連続運転ではなく 16 時間以下のバッチ運転です。燃料や素材より少量生産ですから、生産設備はヘクター単位の外設備ではなく、建屋内が中心になってきました。厳密な物質収支や熱収支ではなく、生産量や製品の融通性と装置運転の柔軟性が求められるようになりました。製品の付加価値が高いので、原料費やエネルギーコストが製品コストに占める割合が低くなり、最適化は重要な設計指標ではなくなりました。それよりも微細化や高純度化など、化学工学の伝統的な単位操作よりも精密な化学機械類に依存する割合が多くなったと思います。この結果、大学の化学工学科が学生に示せる卒業後の仕事のイメージが分散し、抽象化されたように思います。名称の変更も好ましくなかったと思います。化学工学は化学装置工学のイメージがありますが、「物質工学」となった時は唖然としました。学生にも第三者にも、工学と言いながら対象分野が不透明で、学生の卒業後の仕事のイメージに結びつかないネーミングだったと思います。

4. 学会の変革の方向（私見）

4.1 ライフサイクルマネジメント

KS クラブのメンバーが体験してきたのは、主に敷地がヘクター単位の外工場です。ここで重要だったのはプロセスの物質収支や熱収支だけでなく、装置全体のライフサイクルマネジメントも重要だったはずで、ライフサイクルには、製品のマーケティング、生産計画の立案、FS、装置設計、機器の調達、建設、運転管理、保守、改修、最後の設備廃棄まで含まれます。従来型の化学工学は、プロセス設備の設計と運転管理を主対象とし、その前後は対象にしていなかったのではないのでしょうか。私が一つの変革の方法と思うのは、対象の範囲をライフサイクル全体に広げることです。具体的には必要な業務を網羅するリストを作り、内容を体系的に整理して未成熟な分野を改善していく活動です。ゼネコンは産業廃棄物の問題から建築物の廃棄に着目し、再利用も含めた合理的なアプローチを展開しています。もちろん、LCA 分析に必要なデータも整備しています。現在、原発の廃炉が課題になっていますが、本来なら計画の段階で廃炉の方針が考慮され、設計段階で廃炉の方法が設計されているべきだったと思います。福島原発では、なぜ津波がくれば水を被る場所に非常電源を設置したのか大いに疑問です。このような非常事態もライフサイクルの一部ですから、対応策の準備と非常事態訓練も必要だったはずで、真っ暗な現場で懐中電灯を頼りにバルブを探す作業員の映像を見ると、ライフサイクルマネジメントの不備を感じます。

4.2 プロジェクトマネジメント

もう一つの変革の方向はプロジェクトマネジメントではないでしょうか。大きなプロセスプラントは構成要素が数百点に達し、協力を求める納入会社や工事会社は数百社になります。この全部を納期も費用も含めて、適切なタイミングで滞りなくマネージしないとプラントは建設できません。エンジ

会社には 100 名を超すプロジェクトマネジメントだけの部門があり、夥しい手順書や仕様書のフォーム類が蓄積されています。必要な作業と情報の項目が漏れなく記載されており、長年の実務経験から改善が繰り返されてきました。

少し話がずれますが、エンジ会社の新入社員は、最初に専攻分野に沿ってプロセス設計、機器設計、土木設計・電気設備設計など「専門部門」に配属されます。約 10 年の経験を積むと、プロマネコースに移るか専門職に残るか分れ道があります。私はプロマネコースに移りましたが、仕事が専門職と全く違うのに驚きました。厳しく言われたのは「できる仕事」ではなく、「なすべき仕事に」に集中することでした。というのも、実績が豊富で有能な職人ほどプロマネとして失敗することが少なくないからです。職人と棟梁の仕事が大きく異なることを理解できず、自分の元の専門分野にばかり目が行って他の専門分野への配慮が欠け、全体の進捗管理がおろそかになるからです。

プロマネの最初の大事な仕事は、詳細で具体的な作業計画書と工程表を作り、作業項目ごとに担当する社内の専門職や外部協力会社の分担を明確にすることです。次は毎日のように進捗状況を正確に確認し、少しでも遅延や問題が生じたら迅速に対策を講じることです。経費管理も重要で、プロマネには人件費を含めた経費消費状況が自動的に届けられます。このようなプロジェクト情報システムは、エンジ会社の必須インフラです。受注金額は契約で決まっていますから、赤字になれば損失が発生し、プロマネの処遇に直接影響します。納期も重要で、納期の遅延は受注額 100 億円に対して 1 日あたり約 100 万円のペナルティーが課せられます。顧客はプラントが稼働すれば 1 日 100 万円以上の収入を得られるからで、資本効率の点から当然の要求です。ですから納期を短縮できると、顧客から 1 日あたり数十万円のボーナスが支払われます。プロマネの要諦に「休まず、遅れず、働かず」というのがあります。休むか遅れると意思決定が遅れて、損失に結び付くからで、「働かず」というのはプロマネ業務以外の実務を担当してはいけないということです。得意な専門分野だと、依頼文書を発行して頼むより自分で設計する方が早いと思うのですが、そうすると責任の所在が不明確になるだけでなく、全体の工程管理がおろそかになるからです。そんなわけで、大プロジェクトのマネジャーは、毎日、数枚にわたる工程表の進捗状況を厳重に確認すると、コミュニケーションに徹します。

発電設備や他の産業設備でも同様のマネジメントが必要で、それなりに遂行されているとは思いますが、水準が低いと思うことがよくあります。たとえば東京オリンピックの競技場選定に際して、設計コンペが行われました。ところが高い評価を得た案が、建築費が高すぎるという理由で不採用になりました。その結果、提案者には億単位の設計費を支払わなければならなくなりました。また再コンペが必要になり、その結果、工期が大幅に短くなって現場は非常に迷惑しました。私は最初のコンペで仕様書に費用の上限が明記されていなかったのではないかと疑っています。もしそうなら、非常にお粗末なプロジェクトマネジメントだと思います。

「もんじゅ」はどうでしょう。詳細な作業計画書と工程表があり、プロマネが工事業者の能力水準を事前に確認していれば、あんなチョンボに近い事故は起きなかったでしょう。多くの検査不足が指摘されましたが、プロマネが誰だったのか、毎日、進捗状況を確認していたのか、問題が発生したと

きに迅速に対処してきたのか大いに疑問です。想定外が起きたのではなく。想定しなかったのではないのでしょうか。

私はアメリカの1960年代の月ロケットプロジェクト感心しました。作業項目は万単位、関係者は数千人、関係企業は1000社を超えたはずです。そのすべてに的確な仕様書が作られ、1960年代の期限を守って1969年に人を月に送ったのです。プロジェクトマネジメントは、化学プラントだけではなく設備建設に共通の普遍的な要素です。私はプロセスプラントで培ったプロマネの方法論や実績の蓄積を、他の設備分野にも拡大したらよいと思っています。

4.3 装置工学ではダメか

具体的な対象設備は、原発を含めた発電設備（1基100億円クラス）、上下水から廃棄物処理まで含めた環境保全インフラ設備（1基100億円クラス）が射程距離に入ると思います。作業項目も関係者も関係企業も、化学装置よりは少ないと思います。でも対象設備を拡大すると「化学工学」のイメージが希薄になります。そこで思い切って「装置工学」としたらどうでしょうか。そして従来の化学装置に加えて、拡大した対象設備群を示すことで、これから学ぶ学生には今後の職業との関連性が理解しやすくなるでしょう。第3者にも「化学」に捕らわれず社会に必要な設備に貢献する姿勢を明示しやすくなると思います。

（追記）化学に準拠しない乱暴な意見、マネジメントは「学」とは言えない、など異論・反論が予想されるので発信を躊躇していました。しかしKSクラブの皆様なら、多少の逸脱があっても許容されるように思い、私見を述べさせていただきました。