化学工業および工学教育をふまえた 化学工学の将来

—Chemical Engineering in Future Including Chemical
Industries and Engineering Education—

W. R. Marshall, Jr.*

御参会の皆様、私はこの第1回太平洋化学工学会議のゼネラル・セッションにおいて、世界中の化学工学者のために、そして米国化学工学協会を代表してお話ができることを非常に光榮と存じます。

さて、このゼネラル・セッションの目的は、20世紀に残された今後の30年の間に、化学工学が社会においてどのような役割を果たすかをえがき出そうというものです。ドイツの哲学者ブリークマンは、今日の技術は人々の生活の全領域の中に、いままでにない広さと深さで浸透していると申しました。このようにして、技術にたいして人々の関心が深まってまいりますと、これからの化学工学はこれまで蓄積した成果を、社会的な問題と関連づけて解き進むことが必要となります。その意味において、この会議は世界の化学工学が、人類の進歩のための協力のシンボルとして記憶されることであります。

化学工業の特質と化学工学の歩み

化学工学は化学の応用を、工学的な考え方にたって経済ベースに乗った産業活動へと導く方法論を開発するために20世紀に生まれ、そして育ちました。そして、他の工学分野と同じように、人類の生活を豊かにするために歩んでまいりました。その結果、人類は今までにみられなかったようなすばらしい製品を生み出しました。しかし同時におびただしい資源の流出をみているのであります。このような化学工学の進歩の過程を、ここでは三

つの段階にわけて考察してみたいと思います。

第1の段階は第2次世界大戦までの40年間です。この間の化学工学は工業化学と単位操作に関するものであり、科学的な理論に基づいて、少数のすぐれた化学工学者たちが、大学や産業界において基礎を築いたのであります。この時代の化学工業は、主に染料や塗料、肥料、石けん、レーヨン、パルプなどの生産的な面に関心をむけており、社会にたいし物質的需要にこたえることにより貢献しておりました。高分子化学はまだ播種期にあり、原子力や新しい電子材料などは化学工学にとって具体的な課題となるには至っておりませんでした。また計算機による設計法の革命も未だ経験しておりませんでした。

第2の段階は世界第2次大戦の後に始まるわけですが、この段階では化学工学と数学との結びつきということが大きな特徴でありましょう。ここでは複雑なコンピュータシステムが発達すると同時に、瞬間的なコミュニケーションの手段も発達して来たため、人々は処理しきれない程の情報の渦に巻込まれることになったのです。その結果、技術というものが、物質ばかりでなく精神的な面にも大きな影響を及ぼすことを経験したのです。ちょうどそれは、化学工業が、人間生活に人工の物質を送り込んだように、人工的なものが、人間の心の中にまで入り込んで来たわけであります。

化学工学の新しい段階

ここで化学工学も第3の段階に入ることになります。

* University of Wisconsin

化学工業は将来においては、自ら生産したものが、消費されたらどうなるかということにも関心をはらわねばなりません。もしも、クローズドシステムとして100%リサイクルによって廃棄物を出さないようにするならば、どのような技術的問題が生ずるでしょうか。また、新しい化学プロセスや化学変化のあやまった使用を社会から保護するこの専門職の将来における責任は何でありましょうか。私はこの設問に答える代りに、考える余地を与えたいと思います。

いずれにしても、いまや技術をコントロールしようとする動きが世界中いたるところでみられます。それらは賢明なものもありますが、一部には技術にたいして無知であり、悪意をもち、反逆的なものもあります。社会で起こる物事の相互作用というものとは極めて複雑であります。B. G. ブラウンはすべてのものはすべてに影響すると申しました。このような社会的技術的システムで起こる複雑な相互作用のすべてを予測することは、法律家や社会の人々にとっては難しいことであります。これにたいし、工学者はシミュレーションや制御理論など、システム解析の手法を開発してまいりました。これらの手法は社会や経済分析にも有効であり、これこそ工学の社会に貢献する新分野として再評価を求めるべきものであります。社会的技術的問題としては環境問題とか、エネルギー問題、食糧生産、健康管理、犯罪防止、都市問題などいろいろあります。これらの分野のすべてにふれることは時間がないのでできませんが、環境問題についていえば、化学工学はこの分野の問題解決に最もよいベースをもっていると思います。たとえば地方自治体における廃棄物処理について責任をとる場合においては、化学工学の基本である物質と熱収支や分離技術、ガス化技術を導入して再循環プログラムを作ることにより、技術的社会的相互関係を、直観ではない洞察を与えることができるでありましょう。さらにまた、技術的解決のみが環境の問題に貢献するものではありません。化学工学者はまた世論の支持を求めることにより、公害問題の法的または政治的規制を与えることができます。米国の化学工学者は、A. I. Ch. E. を通じて、市民に理解を与えることによって、リーダーシップをとっております。

化学工学教育の動向と役割

つぎに、これからの20年間における化学工学教育についてお話をしたいと思います。これは大変重要な問題でありまして、学生達は今日の教育がいまから20年たったときには、はたして価値をもっているかということにたいして、鋭く問いかけております。最近わが国の大学で起っている騒動を分析すると、二つの段階があると思います。第1段階は1966年から1967年にかけてのもの

で、政治とか、戦争にたいする反対運動であります。これはまだ消滅しておりませんが、第2の段階は1970年からで、環境問題とか、人種問題、女性解放、教育の問題などに焦点をあてて来ております。高等教育というものは、こういった客観的の評価に対応して、常にダイナミックに変化しているであります。工学教育というものも、これからは、社会行動科学、あるいは技術における意志決定過程における政治の役割を紹介し、直面している社会の要求にたいして、革新的方法で応じなければなりません。それから2番目に、化学工学を一般の人々に理解してもらうための教育機会を作るということも、社会のコンセンサスをえる意味で大切な課題となりましょう。そして3番目には研究を通して新しい知識を開発し、教育内容を高めて行くことであります。

これからの化学工学の教育内容

私の考えでは、1965年から75年にかけては、つぎのような分野が非常に重要になると思います。それらはバイオメディカル・エンジニアリング、公害防止や健康管理にたいするファイン・ケミカル・エンジニアリングの適用、酵素工学、コンピューターによるプロセス・システム・デザイン、安全性・信頼性問題、社会において理解されるべき化学工学といったような分野であります。こういったものはもちろん、これからの10年のカリキュラムの中に含まれるでありましょう。10年前のものに比べ、より実的となり、社会との関連を深めたものになるでありましょう。しかし、一方では、従来通り、設計であるとか、物質の分析や合成などの基本を教えつつけるでしょう。化学工学の科学的ベースはやはり化学でありますから化学における突破口が化学工学の科学的ベースを拡げつつけるであろうということでもあります。

4つの工学者像

工学というのは、しばしば一つの分野であるように考えられておりますが、これを4つのワーク・ファンクションに分けることができます。

第1は、抽象的な思考の才にたけたエンジニアで、彼は既存の装置やシステムの性能の不備を迅速に見抜くことのできる生来の天分を有しております。また彼は抽象的、かつ一見無関係のような概念を、新しく目的のある方向に関連づけることができます。このエンジニアはコンポーザーとも呼ばれるべきものであります。彼の仕事は非常に知的なものであり、しばしば科学者と同じような貢献をすることもあります。未知のものより、有用なものを求めるという点で、純粹の科学者とは異なります。

2番目は、彼の時代の知識を独創的にアレンジすることにより、エンジニアリングのシステムを発明し、創り出すような才能をもったエンジニアであります。この人間は、アレンジャー、インベンター、あるいはイノベーターともいわれるものです。彼の関心は、エンジニアリング・フィジビリティ、あるいは経済性を対照させながら、実際に使えるようなものを作り、発明をすることです。コンポーザーと協力して働き、科学と工学基礎の素養を十分身につけていなければなりません。

3番目は、非常に複雑な機械やエンジニアリングシステムの細部に精通し、熟達したエンジニアです。近代テクノロジーの管理者ともいわれるべきもので、最も層の厚いグループであります。

最後の4番目のカテゴリーは、常に技術的背景をもつ活動に従事しているけれども、生産管理、政策科学、ライフサイエンスといったような境界領域にいてインタープリターの役割を果たします。彼は1,2,3のカテゴリーの人よりも、深く科学に精通する必要はありませんが、自分が関係している分野はよく理解していなければなりません。

これからの化学工学は、こういった4つのカテゴリーの技術者を生み出すであらうでしょう。そして、化学工学者が対処しなければならない典型的なシステムは、これ

までの化学プロセスプラントシステムであり、環境システムであり、国際的社会的レベルの技術的システムであります。とくにこれからの技術者の国際交流の機会は増えつつけるでしょう。ウイスコンシン大学においても、いくつかの海外交換教育プログラムをもっております。日本との間も目下計画中であります。

む す び

最後に結論的なことを述べさせていただきます。技術は、今世紀最初の数十年においては、人類の福祉ならびに生活の改善に貢献してまいりました。しかしながら、こういった目的を達成するにつれて、資源およびエネルギー消費の指数関数的増加を伴ってまいりました。これからの技術は、社会とのコンセンサスのもとに進まねばなりません。しかし、エンジニアリングというものは、希望を追究する分野であり、問題解決が存在のゆえんであります。ですから、この会議が非常に成功裏に終わったように、世界の工学者は、この事業を達成すべく協力することができるといことが希望づけられると思います。どうもありがとうございました。

(抄訳 外山茂樹¹)

■ CLOSING SESSION

各国化学工学協会代表者の挨拶

児玉信次郎氏 (日本)

東洋の言葉に「形あるものはほろぶ」というのがあります。私共はいままでに滅びたものが多くあることを知っております。そして人類のほろぶことが心配されています。ローマクラブの発表した「成長の限界」は悲観的にすぎます。私はこの危機を克服できると信じております。

技術はどんなときにも重要であります。経済成長のスローダウンをしなければなりません、これは人間の英知によってできるものであります。

太平洋の東に先進国があり、西に発展途上国があることを考えますと、太平洋化学工学国際会議は極めて意義

のあることであり、今後いよいよ発展されることを期待したいと思います。

R. H. Scott 氏 (オーストラリア)

この第一回太平洋化学工学国際会議という偉大な行事がかくも盛大に行なわれたことを心から喜ぶものであります。

オーストラリア化学工学協会は1922年英国で設立され、50周年を迎えています。1970年にはChemechaを開催し、日本からは矢木先生、山本先生もお見えになりました。

環太平洋諸国間の協力に対する要求がなにかを考えますと、核実験の共同観測に始まり、公害防止にいたるまで非常に多くあります。現在、化学工学には狭い分

¹ 東京工業試験所第3部第4課長