

憲法と一般の法律の中間に位置する影響力の大きい強力な法律といわれている。この法律に従い、昨年の6月に科学技術会議により科学技術基本計画が策定され発表された。かねてから産構審、産技審は、科学技術創造立国を目指し、諸制度の改革と共に国の研究費を米国、英国など科学技術先進国並にすべく提言をしてきている。また、ここにきて産業界からも産業の空洞化を懸念する声が大きく、国会も急遽、立法による知的社会資本の充実へ立ち上がっている。産業界に関連する学・協会がこれに対応して活動を開始している。

4-2. 行政の化学技術政策

行政においても「化学の特徴と化学技術政策の方向」などの行政政策を発表し化学産業の支援体制を大きく打ち出している。従来やや不明確であった化学産業の大系化(Outline)と化学技術の体系化(System)を行い、更に重点研究の領域を設定し、大競争時代を切り開く競争力の実現と社会の持続可能な発展の実現の方向を打ち出している。化学分野を特徴づける多様な研究テーマに対応すべく、拠点、グラント、プログラムの3つをキーワードとし、領域ごとに柔軟な対応ができるよう配慮している。従来の大プロ(大型プロジェクト)に見られたような単発的な処理を反省し、化学技術の特質を基盤にした体系的かつ長期的な行政政策は化学産業界にとり画期的なものといえよう。

具体的な重点研究対象は次の6領域からなる。

- ①共通基盤技術(フューチャー・ケミストリー・プログラム・・・新たな抜本的な技術革新の土壌となる技術分野、例としては超臨界流体応用技術、分子設計技術、光エネルギー応用技術など)
- ②新生産技術(シンプル・ケミストリー・プログラム・・・次世代化学プロセス技術開発、例として、主として既存生産プロセスを画期的に簡略化し、環境、省資源、省エネルギーを大幅に改善するなど)
- ③新原料(ニュー・リソース・プログラム・・・未来型化学産業の原料開発、例としては再生可能な生物資源、リサイクル資源など)
- ④新化学物質・材料(アドバンスト・ケミカルズ・プログラム・・・特性において格段に優れた新化学製品・材料、例として金属材料に替わる軽量で省エネルギー効果のある高分子材料など)
- ⑤安全・環境技術(セーフティ・ケミストリー・プログラム・・・環境適合性や安全性において格段に優れた生産技術(プロセス)や化学物質・材料の開発、例として有機溶剤や中間体を使用しないプロセス)

⑥技術基盤整備(テクノ・インフラ・プログラム・・・化学物質の総合的な安全管理システムに必要な試験・評価技術の開発, 標準化および安全性情報の体系化など)

なお, 政策の大要については日本化学工業協会月報 96 年 8 月号 p.18「化学分野における技術戦略」¹⁰⁾ に比較的わかり易く紹介されている。

4-3. 産業界の現状

4-3-1 化学産業

わが国の化学産業は生産額, 研究投資額ともに世界第 2 位と善戦しているが, 欧米に比し, その企業規模, 収益力, 研究開発力の劣勢は従来から指摘されてきた。欧米に遅れること約 40 年, 国内で三菱化学に続き三井系の大型合併も見通しが得られた。前述したが大・中規模のプロセスを開発するためには相当の企業体力(人・技術・資金の資産化)を必要とするので, 日本の化学産業界にも国際的な大競争時代に対応するための素地ができつつある。また, 遅れること約 15 年, 事業統合も始まっている。しかしポリプロピレンの例では 14 社が 9 社になったが, 残念ながら, 依然として各社のシェア争いが続いているので研究もグレード開発など用途開発を優先することになる。その結果は表 1「各国の樹脂のグレード数」の比較からも明らかである。これでは研究費の増加のみならずグレード切替毎の検定やオフ品による生産コスト高, 在庫管理や物流費増は顕著な製品コスト高となる。国際比較で見れば低収益構造の固定化となり企業体力を劣勢にしている大きな要因の一つであろう(グレード数に見合う正当な付加価値を獲得していれば話は別)。多くの化学製品に共通した傾向と考えられるので, 正当な経済メカニズムが成り立つような市場形成の変革が望まれる。

更に, 通産省のデータでは日本の化学工業はバブル崩壊後, 省エネルギーの成果が停滞している。即ち, プラントの合理化がうまく進んでいないという結果もでていいる。また, 海外の化学企業に較べ企業間の共同研究や技術協力が少ないことや, 国内の他の産業に較べても大・中型国家プロジェクト数もかなり少ないのが懸念されるであろう。ここにきて, 国際競争力の視点から見れば日本の化学産業には顕在化した解決すべき課題が多い。

表 1 各国の樹脂グレード数: 通産省調べ (96-6-27 石油化学新聞)

	日本	米国	西欧	サウジ
LDPE	2500	300	500	4
HDPE	1000	150	150	5
PP	6000	300	500	-

4-3-2 エンジニアリング産業

歴史的に見れば、化学プロセス開発では本来業務⁵⁾としてきわめて重要な役割を担っている。日本のエンジニアリング企業は海外進出も早く国際的に高い評価を得ているので、事業としては成功といえる。しかし、エンジニアリングの川下寄りの詳細設計、機器調達、建設など、ハード寄りに重点があるので、欧米勢に較べプロセス構築力となると、まだまだその差は大きいと見るべきであろう。韓国、中国をはじめ工業化中進国の追い上げの容易な分野だけに、また、後述するが化学企業のプロセス開発力が劣勢なだけに、エンジニアリングの川上寄りのプロセス開発への事業展開が望まれる。それには、化学企業との共同開発が適切な策と考えられる。

4-4. 大学の現状

大学では、化学プロセスとその要素技術を主たる学問とする化学工学科が全国の大学から消えつつある(米国では化学工学科出身者の初任給¹¹⁾は第2, 3位の機械工学, 情報工学を抑えダントツに高い)。また革新プロセス開発に決定的な役割を果たす触媒研究は継続に必要な経済的環境が十分でない。これらの問題は、第一義的には日本の化学産業が欧米に較べプロセス開発に重点を置いていない結果と考えられる。過去の経済成長期にはプロセスのスケールアップや改良に化学工学出身者が大いに活躍をした実績があるので企業のプロセス開発重視や行政のシンプル・ケミストリー・プログラムの進展にともない復活は容易であろう。第二義的には大学の研究テーマの選定にあるのではなかろうか。単位操作や要素技術を他の産業分野に応用しようとする研究が主流となり、本来の化学プロセス構築の思想が薄れてきている。プロセスの国際競争には欠かせない学問だけに触媒工学と化学工学の復権を期待したい。

4-5. 企業の研究開発体制の現状²⁾

4-5-1 研究資源の配分

前述したが、技術系企業として競争優位を確保するための重要な企業技術は、
①製品をつくるための技術・・・「生産プロセス技術」Production Technology(PT)
②出来た製品を売るための技術・・・「用途開発技術」Application Technology(AT)
に大別される。前者(PT)は対象がプラントでコストや品質に直接影響し、後者(AT)は対象がユーザーで拡販に直接影響する。両者は経営効果が異なるので研究資源の配分比はマネジメント上重要な経営判断といえる。成熟時代の収益力は「競争力のある製

品コストと品質」であり生産プロセス技術の成果に依存することが大きい。ところが売上高重視の営業政策では拡販のための顧客サービスが優先し、研究資源配分でもグレード開発等の用途開発技術の研究に力が入り過ぎ、表1及び表2のような結果となっている。従って相対的に「生産プロセス技術」の研究が手薄になりプロセス開発力及び収益力が弱体化しているのが日本企業の現状であろう。

4-5-2 技術要員の配置

一般に、研究成果をプラントに適用するまでの過程は ①調査・研究(Research)→②開発研究(Development)→③工業化(Engineering)→④生産業務(Production)を経る。この過程で、研究・開発(R & D)と工業化・生産(E & P)の開発思想は次のように異なる。

①R & Dの主目的は「新しい現象の発見」「可能性の追求」であり

②E & Pの主目的は「現象の最適化」「現象の持続」である

①と②では技術者の仕事の性格がかなり異なる。特に他の産業に較べ化学プロセス開発ではエンジニアリング要素の占める比率が大きい。従って、仕事の授受と仕事量を考慮した組織と要員配置が極めて重要になる。日本の生産会社では、一般的にR & Dに対しE & Pの要員が著しく少ないのが現状であろう。大胆に推測すると表2のようになる。

当然、このような配置では、たとえR & D部門でよい成果が得られてもE & P部門で十分な力が発揮できず、プロセスの競争優位の確保および収益向上も十分な期待は難しい。

プロセス技術開発という視点から見れば日本企業の研究資源配分と要員配置には大きな問題がある。E & P部門ではエンジニアリング企業の協力を得るという対応も良策ではあるが技術の性格上自ずと限界がある。

表2 技術要員の配置

	R	D	E	P
プロセス技術	○	○~△	△~×	△
用途開発技術	◎	◎	-	-

◎・・・過剰, ○・・・適正, △・・・不十分, ×・・・不足, -・・・ユーザー

以上、日本の化学技術開発に関しては、国の方向と行政の政策はほぼ明確になったが産・学及び研究体制にはともにいくつかの課題が残る。

5. 化学プロセス開発推進上の企業の課題

日本のような農耕型の思考社会には、本来、自動車や家電のような部品の組立産業は適するにしても、複雑・多様な生産形態を持つ化学産業では、開発テーマにより特別に配慮した適切な体制が必要になる。ここでは大・中型プロセス開発力強化のための諸課題、特に社会制度の影響を直接受け易い日本の人事制度についても若干述べてみたい。

5-1. 経営思想

日本では多くの企業が導入技術でスタートしているので自社プロセス開発に対するこだわりや姿勢を明確にしている企業は少ないのではなかろうか。技術系の生産会社であれば「優れた自社技術による自社生産」が王道で経営思想となり「生産プロセスと用途開発に対する研究資源の配分は経営責任」「プロセスの工業化リスクは経営判断」といえよう。また、相当の研究費を投じながら自社プロセスが確立できない企業では、往々にして技術のトップ経営者が工業化決定で慎重になりリスクを避けようとするケースが多い。結果として安易な技術導入や他社への生産委託となる。もともと化学技術はリスクの積み重ねであるので技術系のトップ指導者には、技術の先見性、リスクへの挑戦、結果への責任が常に求められる。

5-2. 人事制度と組織

国際化や規制緩和とともに様々な日本的スタイルや社会制度の変革が求められている。年功に根ざした人事制度やワンマン・ワンボス、ゾーンデフェンスのような人事管理の容易な組織にも見直しが強く求められている。もともと複雑・多様で意外性のある化学の研究、特に多くの要員を長期に必要とし、技術的にリスクの大きい大・中型プロセス研究開発は、集団で「同質の強度」を求めてきた日本の人事制度や組織では限界がある。個々の「異質の強度」をベースにしている欧米型の人事制度や組織をよく研究し、日本の社会制度にも適応できる新しい思考の習慣に時間をかけて移行する必要があると考える。10年後の企業の技術開発力やプロセス開発成果は人事制度により決まるともいえよう。ここでは検討項目をキーワード的に列挙するにとどめたい。

- ①経営技術トップの Accountability(責任)
- ②評価者の質と評価基準
- ③プロジェクトマネジメントの職制化
- ④R&DからR&Eのネットワーク組織へ
- ⑤専門職の質と責任²⁾

⑥技術者の流動性と処遇

5-3. 研究者と研究成果

日本企業の研究者一人当たりの平均研究投資額は1991年度で年間2859万円⁴⁾で欧米の企業に較べ決して少なくない。また、個々の研究者の能力が劣っている訳でもないが、研究成果は今一つといわれている。基本的には上記経営思想と人事制度に起因していると考えられるが、研究者自身にも心構えの改革が必要であろう。既存製品のプロセス開発や改良技術は特に研究者には地味な分野に映り、新規製品や比較的短期間で成果の得る用途開発に片寄りがちであるが、企業経営の基盤は常に既存プロセスの競争優位を保つことである。更に、既存プロセスの触媒や反応の革新的な成果は、世界の生産量(プラントの数)を視野に入れば、戦略的なビジネスとしてのシナジー効果(収益)も大きく、従業員の雇用創出にもつながる。逆になったケースは企業としてのダメージが大きい。また企業の予算内のタコつぼ式研究¹²⁾にとどまらず必要なら広く大学や他社との共同研究や国家プロジェクトに立ち上げ自己の目的を達し結果を出す位のプロ意識と意欲が望まれる。上述してきたようにその環境は整ってきている。研究者にはよりプロフェッショナルで自主・自立・自己責任とリスクへの挑戦を望みたい。

6. 国家プロジェクトと制約条件

従来から、化学産業は他の産業に較べ大型国家プロジェクトの数も少なく、十分な成果も得られていない。従来から種々の理由が上げられているが、日本の化学産業をとりまく内外の情勢は一変してきた。前記、基本計画の答申では向こう5年間で約17兆円の科学技術関係経費を計上している。日本の技術政策も大きく変わろうとしている。老朽化した大学の研究設備も改善されるだろう。民間では「相乗りではどうも...」「権利の帰属が...」「秘密が漏れるので...」「伝票処理や手続きが面倒で...」「途中で中止できなくて...」等々、国のプロジェクトを敬遠した種々の制約条件¹³⁾も基本法の出現で容易に再検討できるだろう。

一方、日本でも企業体力を重視した合併が緒につきはじめたが、残念ながら、欧米のそれに較べれば殆どが未だ中小企業規模といえるだろう。前記したが、プロセス研究は収益事業になるまで「研究・開発に10年、工業化・生産に10年、計20年」しかも業界の上位2から3位に入らなければ、といわれる程厳しい。経営的にも技術的にもリスクがある。日本の一企業の体力では国際的に競争優位を確保し続けることは難しいのではなかろうか。コア技術の維持も同様と考えられる。ここは制約条件の改善に

向けて積極的な提言を自ら行いつつ、国や学之力も借り国家プロジェクトで乗り切るのが賢明な対応と考える。すでに世界の国際競争は国を巻き込んだ産官学の総力戦の様相を呈している。

7. まとめ

上述してきたが、ここにきて日本の化学産業をとりまく海外・国内の情勢は一変している。欧米企業は企業合併や事業統合により研究を集中化しコア事業を確立、続いて製品特化の巨大合併企業による企業体力の強化に進み、また更に、企業間の技術協力や国の研究支援等により革新プロセス開発へ積極的な動きを示している。彼らは開発した革新プロセスを「てこ」に企業の世界戦略へと進んでいる。また、韓国、サウジアラビアをはじめアジアの新興工業国は導入技術とはいえ最新のプロセスを採用し、ここ数年で急速に追い上げてくることは必定であろう。日本の化学産業界も国際的な再編成のなかで個別企業の独自性をどこに求めるかが厳しく問われている。

「一国の繁栄はその国の優れた生産力にかかっている」は、MIT グループの報告書「メイド・イン・アメリカ」(1989)の基本思想である。この提言により米政府は、「強いアメリカ」を掲げ、諸策を実行し製造業が復権したと聞く。やはり国の繁栄は生産力即ち優れた生産プロセス技術の開発に依存している部分が大きいといえよう。また、技術系企業の健全な海外展開に際してもベースは優れた自社生産技術が前提になる。

しかし、国内では、依然として商慣習の是正や各社のシェア争いが続いている。企業存立にはやむを得ないという営業的大義名分もあるので、研究資源配分も市場開発的な研究がしばらくは優先とならざるを得ないだろう。現状の延長線では、国際的に用途技術や品質の優位性は維持できるにしても、低収益構造の固定化となり、生産プロセスの開発はさらに劣勢になることが危惧される。

一方、世界の革新プロセスの開発競争は、企業カルチャーを越えた企業連合や産官学を結集した総力戦の様相を呈している。さいわい、日本でも議員立法による科学技術基本法が成立し、同時に行政も化学技術政策を明確にし、化学産業界を支援する体制も整ってきた。その一環として21世紀に向けた強靱な日本の化学産業の創生を目的にした「シンプル・ケミストリー・プログラム」^{1, 15)}がすでにスタートしている。

今後、日本の各企業が単独で自社製品の国際競争力を維持するには、世界の競争相手の企業体力(人・技術・資金の資産化)があまりにも大きくなっている。この劣勢に対し、対応する選択の一つは、科学技術基本法に沿い、行政、化学企業、エンジニアリング企業、大学・国公立研究所などの英知を結集し、欧米に対抗できるプロセス開発体制の確立ではなかろうか。そのためにはプロセス開発部門をもつ「化学技術戦

略推進機構」の早期設立について化学関連学協会も真剣に検討を開始する必要があると考える。

(参考文献)

- 1) 基礎産業局：次世代化学プロセス技術開発(S C P), 1994年9月
CMR : Innovation Is Major Goal In Chemical Process Game July 3, 1995
- 2) 佐藤晋：化学装置, 1996年1月号 P27, 1994年4月号 p.18
佐藤晋：化学経済, 1995年11月号 P72, 1994年7月号 p.14
- 3) 伊丹敬之：NTT 出版社「日本の化学産業はなぜ世界に立ち後れたのか」
- 4) 徳久芳郎：日本経済新聞社出版「化学産業に未来はあるか」
- 5) 佐藤晋：化学装置, 1993年4月号 p.92
- 6) 化学工業日報：1996年9月18日 記事
- 7) 白戸義美：欧米における産業技術開発と公的資金援助プロジェクトの実態
- 8) 化学工業日報：Overseas レポート(CMR, 1995年9月11日)
- 9) C & E N : South Korean Producers July 8, 1996 p.18
- 10) 増田優：通産省基礎産業局化学製品課長講演要旨
- 11) 後藤雅宏：化学工学, 1996年2月号, p.62
- 12) 橋爪大三郎：朝日新聞, 1996年4月28日, 日本の科学技術の発展
- 13) 化学工学会：次世代生産技術革新WG報告書 1997年1月
- 14) 日本化学工業協会技術委員会：化学技術開発のあり方
- 15) 佐藤晋：化学装置, 1997年1月号 p.27, シンプル・ケミストリーと日本の化学産業
- 16) 田辺正彦：化学経済, 1995年5月号, 欧米化学各社の戦略と日本企業のサバイバル作戦

付録D 化学技術戦略推進機構の役割と組織の例

1. 化学技術戦略推進機構の役割の例（国の全体計画への協力を含む）

（1）情報収集と分析

- ・社会ニーズ（産業界を含む）の把握
- ・世界各国の戦略調査
- ・日本の産業の持続的発展要件の調査研究

（2）国としての科学技術基本計画具体案作成

- ・技術立国のマスタープラン作成への協力
- ・ナショナル・ゴール策定への協力（GNP，環境負荷，QOL，雇用．．．）
- ・日本の化学関連産業の持続的発展シナリオ作成

（3）国としての技術開発戦略立案

- ・勝算ある重点研究開発領域の策定への協力
- ・化学関連技術開発方針の策定と経済効果予測

（4）国が支援する研究開発プロジェクトの設定

- ・国が支援するプロジェクトの運用ルール決定
- ・支援するテーマの委託・公募・選別・決定
- ・基礎研究を含むプロジェクトの目標設定
- ・プロジェクト実行体制・計画内容承認
- ・支援形態と予算決定

（5）プロジェクト遂行の推進

- ・対目標評価
- ・外部情勢の変化把握（とくに社会ニーズ）
- ・目標の修正，とくにマスタープランとの整合性
- ・実行計画の修正
- ・リンクする他プロジェクトへの修正提案・調整
- ・プロジェクト自体の社会／経済効果評価

(6) プロジェクト円滑化の方策策定

- ・産官学協調体制の環境作り
- ・プロジェクトの目的の鮮明化と広報
- ・参加者の身分、権利などの保証
- ・企業大学の工業所有権等の持分調整法を確立
- ・その他障害になる問題の排除

(7) プロジェクトの終結と産業界での成果活用

- ・目標達成に伴う終結計画（継続セクター考慮）
- ・成果の評価と活用指針の立案（とくに基礎研究）
- ・成果の帰属など、活用に伴う諸事項の決定
- ・活用による経済的効果の継続的評価

2. 化学技術戦略推進機構の例

推進機構が前節で述べた役割を効率的に果たすためには、以下のような組織が考えられる。

産業界、関連学協会並びに関係省庁の代表者からなる「戦略推進機構」を本機構の最高決定機関として位置づけ、その下に産学官の専門家により構成される、(1) 調査企画室、(2) 計画推進室、(3) プロジェクト・マネージャー室を設ける。

「調査企画室」は、更に、情報収集と分析を行うための①調査分析グループ、国としての技術開発戦略を立案する②戦略策定グループ、戦略を基に国が支援する研究開発プロジェクトの設定を行う③実行計画グループからなる。

「計画推進室」は、プロジェクトを円滑に進めるための方策策定や運用ルールなどを定める①制度検討グループ、プロジェクトの遂行状況の評価並びにプロジェクト自体の社会・経済評価とともに、計画の修正・提案などを行う②プロジェクト評価グループ、プロジェクトの広報や成果の活用を図るための③成果活用・広報グループからなる。

「プロジェクト・マネージャー室」は、研究開発テーマごとに設けられるプロジェクト間の調整や、実施状況を総括する。

また、推進機構全体の計画や成果を評価するために、外部の識者により構成される「評価委員会」を設ける。更に、推進機構全体の円滑な運営を補佐するために「事務局」も必要となろう。