

産業界から見た産学共同研究の課題

Some Issues for Effective Academy-Industry Joint Work

富 浦 梓⁽¹⁾
Azusa TOMIURA

抄 録

経済活動の地球化が進む中で、国際競争力の強化こそが企業にとって重要な要素であり、それ故により革新的な技術の開発を必要としている。更に人口の爆発的増加とそれに伴って生ずる食料の不足、エネルギーの不足、そして環境の汚染といったグローバルな問題に対応した企業戦略の選択、並びに新しい製造技術や製品の開発も不可欠になってくる。このような問題は自然科学者や技術者のみで解決することは困難であり、人文・社会科学者との協力が必要とされる。このような背景から企業は産学協力関係の構築が不可避であると考えている。効果的産学協力を実行する上で解決すべき問題は何か、そしてどのような方法が考えられるかについて指摘した。

Abstract

Under the globalized economy, international competitiveness is the key factor for the continuation of enterprises. Therefore, industry needs more innovative technologies. Furthermore, it is imperative to develop corporate strategies, manufacturing technologies and advanced products so as to meet stringent requirements from global issues such as the explosion of populations, food and energy shortages and environmental pollution. Since these problems cannot be solved by engineers and natural scientist alone, but should be solved by the introduction of new science which is integrated with cultural and social science too, industry seriously expects the academy's collaboration. This paper pointed out some issues to be solved, and proposed the measures for making effective academy-industry joint work.

1. 緒 言

1.1 大学への期待と現実

産学共同研究の必要性が叫ばれているが、現実に産学共同研究は有効に機能しているのであろうか。率直に言って著者にはそれほどうまく行っていないように思える。その理由は一体何で、どうしたら効果的産学共同研究が実施され得るのであるか。それを考えてみるのが本報告の主旨である。まず最初に事実をいくつか指摘してみたい。

日本鉄鋼協会が1997年度春期講演大会の産業側参加者に対して行ったアンケート調査によると、大学に期待することとして、“現場問題に関する研究指導”と答えた比率が約40%であるのに対し、“大学との交流促進、研究ニーズの発信をすべきである”と解答した比率は約10%となっている。また、この機会に大学教職員に対して行ったアンケート調査では、大学教職員の83%が“産学交流は是非とも必要”と答えているが、現状の産学交流に対して約60%が“不満”と指摘しており、不満の理由として50%が“企業が閉鎖的、あるいは消極的である”としている。大学が知りたい産業情報は“製造現場の問題点、課題”が43%、“ユーザーニーズ”が21%、“研究所における研究内容及び計画”が34%となっている¹⁾。

この調査結果から、

(1)産学交流促進の希望は大学の方が圧倒的に高いが産業側ではそれほどではない

(2)大学は企業が産学交流に消極的であると感じている

(3)大学が知りたい産業情報はかなり今日的ニーズである

ということが分かる。この調査は大会参加者の70%が製造部門の技術者であることを考えると、産学共同に対して産と学の間に大きなギャップが浸透していることを示唆している。産業側が大学に期待するものとして40%が現場問題に関する研究指導と答えながら、大学との交流促進、研究ニーズの発信をすべきであると答えた比率が10%にしか達しなかった理由は何なのであろうか。

これに関連して1993年に著者が行った新日本製鐵社内アンケート調査によると、大学への期待として指摘された項目の順位は、(1)高度な専門性、(2)新たな発想、(3)高度な研究手法、(4)異分野集合体としての機能であり、新概念、指導原理の発信に対する期待が90%を越えていた²⁾。

企業の技術者が現場の問題解決に悩みつつ何らかの指導理念を求めているのに対して、その解答を大学に求めることに一種の諦観を持っているとしたら問題の根は深い。また大学が知りたい産業情報のうち約30%が研究内容、計画であることもいささか気になること

⁽¹⁾ 新日本製鐵株式会社 顧問

東京都千代田区大手町2-6-3 ☎100-8071 ☎(03)3242-4111

ろである。大学はむしろ企業における研究内容、計画よりも更に高度な内容、計画を持っているべきではなからうか。

これらのアンケート結果が鉄鋼分野に特有のものであるか否かはさておき、一つの事実として産学共同にかかわる問題点を指摘しているように思える。

1.2 共同研究の必要性

著者はかつて共同研究について調査したことがある。その結果によると、共同研究を実施する理由として、“知識の相互補完”が60%、“研究開発時間の短縮”が20%、“資金負担軽減あるいはリスク回避”が15%となっている³⁾。

企業では研究開発に要した資金を回収しなければならないが、研究から投資に至る全資金を回収するには、この投資によって得られる利益が研究開発費を含む全投資総額の10%程度なら回収不能、20%で10年、30%で7年、40%で5年程度の回収期間となる。これは研究の事前、並びに中間評価を徹底的に実施しなければならないこと、並びに研究の時間短縮を常に考えなければならないことを意味する。

著者は日本の製造業がなぜ短期間で世界のリーダーシップを取り得たかについて、(1)戦後の学制改革による大量の技術者の誕生、(2)作業者の自主性に期待した操業体制の確立、(3)需要者との緊密な協力関係の構築、の3点にあると考えている。とにかく世界に立ち遅れた製造業を早急に立て直すには時間をかけて経験を蓄積する暇がなかった。巨大な資本を投じて建設した装置をフル稼働させ、高品質の製品を製造するには技術者、作業員、需要者が一体となって生産技術を作り上げなければならなかった。全ては時間との勝負であった。その結果時間をかけてできるだけ普遍性の高い研究をめざす大学との間にギャップが生ずるのは当然であり、企業は必要にせまられて研究機能の充実をはからざるを得なかった。この間に産学共同に対する反対運動もあったし、また大学予算に対するゼロ・シーリングもあった。このような過程の中で大学と企業は次第にその距離を隔てていった。

しかしながらトップに立つものは必ず追われる。まして今日のようにグローバル化された経済形態の下では、国際競争力こそが企業存続の鍵を握る。この勝敗を決定するのは技術であり、しかもそれは付加的なものではなく、基本的に革新的なものでなければならない。今日的な技術の分野では企業間の競争もあって企業機密に属する問題もあろう。それ故に企業が閉鎖的であると指摘されるのは理解できないこともない。しかしながら、真に革新的な技術を産業界のみで開発していくことは率直に言ってかなり困難となっている。既に述べたように大学に対して新概念、指導原理を求めているのはまさにこの点に背景がある。つまり企業は効果的な共同研究を求めている。それにもかかわらず両者の間にミスマッチが存在するのはなぜであろうか。

2. 研究の階層構造

2.1 現代科学研究の陥った罠

テクノロジーという言葉はよく知られている通りギリシャ語のわざを意味するテクネと、学問を意味するロジから構成されている。この言葉が示唆するように技術とは本来個人に属する何かを作る巧みを意味するものであった。これに対してサイエンスとはラテン語の知から生じたものであり、この言葉が翻訳された時なぜか物事を系統的に分類することを意味する科という字があてられ科学

となってしまった。

現代の科学的方法論に大きな影響を与えたデカルトの方法序説によると、“何一つ取り落とさなかったと保証されるほど、どの部分についても完全な枚挙を、全般にわたって余すところなき再検査を”要求している⁴⁾。こう言われると、なるほど科学とは分類に始まると考えることもでき、今更ながら翻訳者の卓見に頭が下がる。しかしながらこのことはよく考えてみると作るという行為が合成的であるのに対して、科学とは優れて分析的であり、この両者はまったくベクトルの異なる思考過程であることに気がつく。

たしかに今日の大学におけるいわゆる科学的研究なるものは極めて細分化されてしまい、その成果を技術に適用しようとして個別理論を合成してもなかなか上手くはいかないのが現実である。私はこの現象をデカルトの罠と称しているが、大学における分析的な研究と企業における合成的な技術開発の隔差が大きく、どうやらここに産学競争を阻害する一つの要因があるように思える。

もう一つ大きな誤解がある。自然科学とは自然の森羅万象の支配原理を探ることであり、かくして見出された原理を応用することによって技術が派生して来たという主張である。つまり科学とは本来何らかの応用を意識したものではなく、純粋に原理を追求することから生まれるものであるという。しかしながら科学とは先に述べたように知ることから生じたとするなら何もそんなに大上段に振りかぶって考えることもない。事実英米では例えばEconomic Science, Social Science, Political Scienceなど何にでもScienceをつける。

この科学上位技術下位の観念はどうも抜きがたいところがあり、未だに多くの人がそう信じているように思う。そうだとするならば例えば蒸気機関の効率をどのようにして向上させるかという研究から熱力学が生まれ、溶鉱炉の温度をどのようにして測るかという研究から放射理論が生まれたことをどう考えればよいのか。つまりある目的意識を持って理論の追求をする行為を科学と云わないのかという疑問が生ずる。

日本の多くの製造業が経験の理論化によって製造技術の確立を図り極めて短期間のうちに世界のリーダーシップを取ったこと、あるいは日本にしかないといっても過言ではない科学技術という概念を生み出したことをあわせ考えると、科学上位技術下位という概念は改めなければならない。特に、科学と基礎の研究が大学で行われ、応用研究以降は企業で行うという産学共同は殆ど機能しない事実にもっと注目する必要がある。

2.2 新しい研究手法の出現

工学研究とは歴史的にものづくりの場における経験や不可思議な現象を法則化し、また法則を技術化することによって個別の産業分野と関連した固有の工学分野を形成し産業の発達に多大の功績を上げてきた。つまり大学における法則の発見と産業における経験の獲得を媒介にして両者は伝統的に好ましい関係を構築して来た。しかしながら前節で指摘した産学間の時間に対する感覚の差異以外に大学と産業界を隔てるもう一つの問題が生じている。

企業における諸課題が複雑になるに伴い法則化という研究の方法のみでは対応が難しくなり、このような課題に対してある種の法則を前提として秩序づけを行い(モデル化)、そのモデルを解く方法(プログラム)を見出すという手法が導入された。(日本学術会議第1部会員吉田民人氏は最近の論文“近代科学のパラダイム・シフト”においてモデル化とプログラムの発見による科学的方法をプログラ

ム科学と名づけている⁵⁾。)

この方法では理論モデル、実験モデル、あるいは経験モデルいずれであっても現場現象によく適合する解が得られればよく、またこのモデルを解くために必要なデータベースも理論的に求められた物理、化学的定数のみでなく、実験的あるいは経験的に求められたものでも充分実際に使用することができる。モデルが理論的検証に耐えることができるか否かはさておき、現実の実用的であれば企業としてはこの方法に大きく依存することになる。ましてモデルやデータベースが現場における実作業を通して得られるとなると、なにも大学に依存する必要はなくなってしまふ。

この方法は企業における課題を企業の研究者、技術者が独自に解決する手段として極めて有力ではあるが、時として普遍性が低く、外部条件の変化に脆弱であり、理論的な裏づけの必要性が高まっている⁶⁾。技術の世界では事実こそが何物にも勝る力を持っているが、往々にして事実の持つ力は真実を曖昧化してしまう。逆説的に云えば事実を騙されてはならない。強調したいことは企業が事実と主張することに対して大学は事実が内包しているかも知れない誤謬を鋭く指摘するところに健全な産学関係があるのではないか。

2.3 古典的研究階層構造の破綻

科学上位技術下位という概念から派生してきた、図1に示すような、科学—基礎研究—応用研究—開発研究—商業化という、いわゆるリニアモデルに従って研究を行う場合には次のような決定的な欠点がある。

すなわち、何らかの目的を達成するために上述したような科学からスタートして商業化に至る階層に従って共同研究を行うとすると、基礎、応用、開発などの各階層間には明確なプロトコル(研究受け渡し条件)が存在しなければならない。研究に関わる全員が目的を明確に理解し、各研究者は何時までに、何をアウトプットするかを約束した研究(commitment research)を行わなければならない。ところが研究の質が基礎から商業化まで多種多様であり、更に研究者が異なる研究機関に所属する場合、このようなプロトコルを設定することは不可能に近い。更に一旦計画を設定しても、しばしば時間と共に目的が変化することがあり、その場合基礎から商業化に至る全ての研究受け渡し計画を変更しなければならない。つまり目的を持った研究ではこの階層型研究は極めて柔軟性に欠けることになる。

この欠点を補うものとして提案されているモデルが図2に示すような相互関連モデル(inter-active model)である。

この場合優れたプロジェクトマネージャーの存在が不可欠である。しかしながら研究計画を変更する際に、変更理由が理解できない、あるいは納得しない研究者がメンバーにいとすると、研究者の説得に多大の時間が必要になる。つまり、相互関連モデルで共同研究を実施しても、目的を所定の期日までに達成することによりパートナーに公正な便益が得られることが保証されていない限り成功する確率は低い。事実、私が行った調査によると、失敗例20件のうち明確な目的、あるいは公正な便益が不明確が7件、相互理解の不足が6件、共同研究期間が3年以上が7件となっており、明確な共通の目的、公正な便益、並びに時間の厳守がいかに共同研究にとって重要であるかを物語っている³⁾。

最近では、目的が当初から明確に決めたいプロジェクトでは、図3に示すように、まず漠然と目的を設定し、実行してみて、意図したと異なった研究結果が得られた場合、研究内容を変更しも

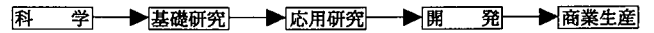


図1 学術階層的共同研究

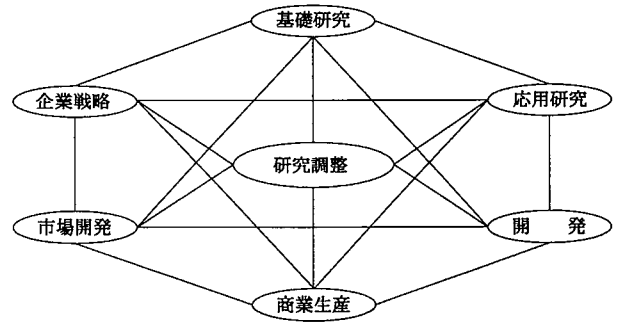


図2 相互関連的共同研究

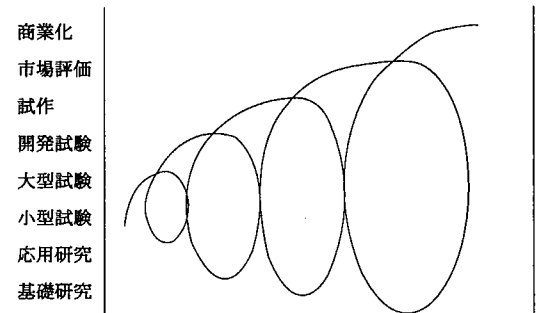


図3 目的志向型共同研究

う一度実行してみて結果をチェックし、次第に意図しているものに近づける、いわば目的指向型共同研究(object-oriented joint research)が行われている。この方法は当初あいまいであった目的が次第に定量化され、パートナー間の理解が深まっていくが、共同研究に期待している便益がパートナー間で異なる時にはこの方法でも成功は確実ではない。ここで問題となるのが研究によって得られる便益、すなわち研究の価値である。

3.問題解決の鍵

3.1 研究の価値

最近の大学あるいは国立研究機関で問題になっているのが研究評価であろう。例えば大学では自己点検、自己評価が要求され、また科学基本計画では厳正な評価の実施を規定している。国民の税金によってまかなわれる研究を国民に対して十分に説明し得る、つまりaccountabilityを持つことは当然のことであろう。ところで研究の価値を評価する尺度は一体何であろうか。この尺度を定義しないで研究評価を行うことは難しい。

研究の価値とはいろいろな考え方があろうが、ここでは知的価値、社会的価値、及び経済的価値に分類してみる。この中で最も定量化しやすいのは経済的価値であろう。既に述べたように企業では

研究費用の投資回収評価を実施しているが、難しいのは研究の初期段階における将来の見通しが不透明である、あるいは誰が研究の受益者であるかが不明確である場合の評価である。研究とは決して最初から成功することが保証されているものではない。時間の経過とともに次第に成功か不成功かの確からしさが明らかになってくるし、また受益者がどの事業体なのかも見えてくるもので、それ故に企業では研究の事前評価と中間評価が重要視される。

企業における研究の知的価値、あるいは社会的価値は学会における発表などで評価されることになるが、いずれにせよ企業における研究の多くは成果を約束するcommitment researchであり、その評価は経済的価値で決まる。

これに対して大学における研究はなんといっても知的価値によって評価されることになろう。経済的価値には客観的評価尺度があるのに対し、知的価値には客観的評価尺度があるのであろうか。工学の研究とは本来人なり社会なりにある便益をもたらすという役割があり、何らかの応用を意識した研究(mission-conscious research)と言うことができよう。すなわち大学における工学研究の知的価値とはそれが現在直ちに経済的価値につながらないとしても、将来人なり、社会なり、あるいは産業なりに便益をもたらす可能性が客観的に評価され得るなら、そこに一つの評価基準を設定することができる。

問題は大学においてこのような意識を持って研究が行われ、且つそれを客観的に評価するシステムが存在しているのか、もっと積極的に言えば、知的価値の社会的価値、経済的価値への変換までを考慮した研究が大学で実行できるのかということであろう。この点について次に議論してみたい。

3.2 SerendipityとTelesis

大発見、大発明はたまたま何らかの研究を行っていた時、不可思議な現象に出会い、それを追求した結果得られたものであるという事例がしばしば語られる。俗に言うserendipitous discoveryがこれに該当しよう。これは企業においても経験するところであり、多くの成功例がある。ただ、企業では全ての研究を倏倏に頼っていたのでは研究が発散してしまい、研究のマネジメントは不可能となる。そこで多くの研究は明確な目的を立て、それに向かって計画的に研究を実施する。いわゆるtelesis researchがこれに該当しよう。ただこの過程において何か面白そうなデータが得られた場合、研究計画に遅れを生じない限りにおいてこれを追求してみる自由を研究者に与えている。著者の経験によると、この自由を研究者に与えるか否かが企業における研究でも大事なことではないかと思う。

大学におけるサクセスストーリーには、洋の東西を問わずたまたま気になる実験結果を自由に追求した結果大発見に至った例が多い。ところでこの大発見が発見者によって大発明にまで発展して行ったのであろうか。過去の事例をいろいろ想起してみると、発明者と発見者は多くの場合別人であり、同一人物である適切な事例が浮かんでこない。

発見を知的価値の創造、発明を経済的価値の創造とすると、前節で述べた知的価値の経済的価値への変換はどのようにすれば可能となるのであろうか。これを可能にするには、たまたまの発見をどのような目的に結びつけ、計画的な研究によって実用化へ持って行くか、つまりserendipitous discoveryからtelesis researchへの切り替えが必要となる。これはよく言われるseedsとneedsのmatchingに該当しよう。ところがこれがなかなか容易なことではない。

3.3 seedsとneeds

seedsとneedsのmatchingはあたかも市場における売り手と買い手の関係に例えることができる。注意しなければならないことは、seedsとneedsのmatchingには2種類あり、一つはseedsがneedsの全体を構成している、すなわちこんなものが欲しいと思っていた、そのものずばりのものに出会った場合と、もう一つはseedsがneedsの部分的構成要素である、すなわちこんなものを作りたいと思っていたが、このseedsはそれを完成するのに必要な一部である、あるいは一部であるかも知れないという場合である。

前者では売り手と買い手の円満な契約が成立するが、まずもってこんな例は少ない。後者の場合、seedsがどの程度needsの構成要素を満足しているかによっていろいろなケースが考えられる。例えば、学会で得られる情報に手がかりを得て研究・開発を成功させる例はかなり多い。著者の経験でもどうやって解決するか悩んでいた時に、全く関係のない分野の学術発表にヒントを得て問題を解決したことがある。つまり公開情報をどう利用するかは利用者の知によるもので、あながち批判されるものではない。

ところが企業が大学から情報だけを取って後は知らぬ顔をしているという批判をよく耳にする。あまり愉快な話ではないが、故のないことではない。このような弊害をなくするには、産業界のモラルもさることながら、seeds側はseedsの応用への一次展開、つまりこのseedsにはこのような使い方があるのではないか、いやこんな利用法もあるということまで研究を発展させてneeds側の想像力を刺激することを考えなければならない。そうしなければ折角の知的価値が不当に低く評価されてしまう。そのため、大学としても相当な市場調査、つまりneedsの分析が必要であり、また応用するには数多くの専門の異なる人々の協力が必要となる。大学には多くの専門学科が存在しており、この協力関係を構築するのに極めて有利なはずである。既に述べた大学への期待に関するアンケート調査で、異なる専門の集合体としての機能という項目があったことを想起してもらいたい。このようにseedsがある応用を想像させるほど変換されてくると、共同研究は極めて容易になってくる。

企業間の共同研究では通常パートナー間で研究費用も得られた成果も平等に分ち合うという一般的原則がある。著者の経験ではアメリカではしばしば研究の費用として、研究者の智慧、あるいは権利化された特許など有形、無形の資産を価値評価して出資金の一部とする方法がよく採用される。この場合価値評価が出来る資料は準備されており、単にseedsに主観的評価を加えたような例はほとんどない。市場調査、原価推定、などができる専門家を雇って議論に耐える資料を準備している。事実彼らのプレゼンテーションを聞いてるとまことに巧みである。色々な教授を糾合してチームプレイで問題解決に向かう筋書きを見事に説明する。どうもこちらあたりに日本の企業が日本の大学よりアメリカの大学に研究を依頼する背景があるように思われる。

この欠点を補うものが図4に示すSeeds選抜モデルである。このモデルではSeedsをいきなりNeedsに結びつけるのではなく、SeedsをNeedsに合致させるためにSeedsの選抜、あるいはNeedsの再分析を産学が共同して行い、実用化につながる研究・開発を行なおうとするものである。いずれにせよ知的価値の経済的価値への切り替えを巧みに行わないとせっかくの知的資産が死蔵されてしまうことを強調しておきたい。

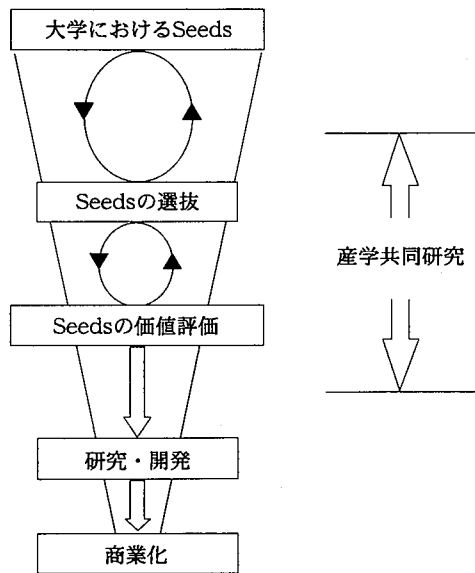


図4 Seeds選抜モデル

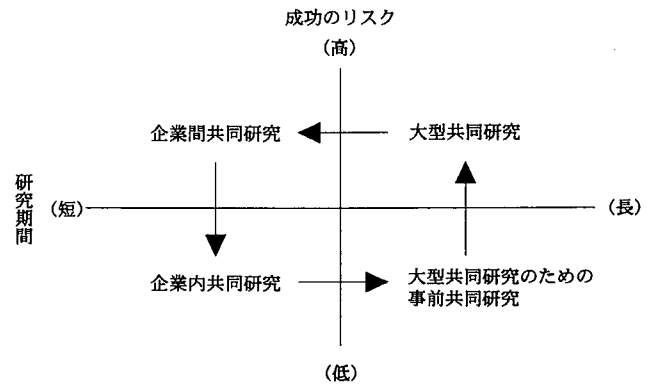


図5 共同研究の形態

4. 結 言

繰り返しのべたように、共同研究を成功に導く前提条件は、

- (1)共同研究の目的が明確に設定されていること
- (2)パートナー間で相互に相手方の技術に対する理解を持つこと
- (3)パートナー間で公正な便益が確保されていること

である。換言すればパートナーが運命共同体として相互に責任感を以て共同研究を実施することであり、これなくしては共同研究を開始する意味がない。このような産学共同研究は一体可能なのであろうか。

これを可能とするためにまず大学に要望したいことは、企業のneedsを知ること、更にこんな技術があり得るであろうか、こんな製品あるいはプロセスは開発可能であろうか、といった欲望、つまりneedsの向こうに存在する何ものかを推定すること、そしてそれらを具体化するシナリオ(あえて計画とは言わない)を描くこと、である。つまり企業が課題を持って大学に相談に来るのを待つのではなく、大学が企業に対して提案をすることである。そして企業に要望したいことは、大学に対してもっと胸襟を開きこのような大学の努力に対して協力することである。

図5に示すように、共同研究といってもいろいろな形態がある。成功のリスクがそれほど高くなく且つ研究期間の短いものは企業内の関連部門との共同研究で、リスクは高いが共同で実行すれば開発期間の短縮とリスク分散が可能なのは企業間共同研究で対応し得る。しかしながら成功のリスクが大きく且つ研究期間が長い、成功すれば成果が大きいと予測される大型共同研究の場合、研究の事前評価を充分に行わないでいきなり共同研究に入ると、研究時間の経過に伴いパートナー間にこの研究を継続するか否かについて疑惑が生じやすくなっていく。このような大型研究こそ産学共同に適した課題であり、これを成功に導くには産学協力の事前共同研究、換言すれば両者によるシナリオライティングが必要となる。この事前共同研究を通して相互の不信感がなくなり、運命共同体としての相互連帯感が醸成されてくることになるだろう。

大学における学術研究の基本は知的価値の創造にある。経済的価値の追求に重きを置けば企業における研究と変わるところはなく、場合によっては企業に対抗し得ないかもしれない。それ故に知的価値から経済的価値への変換点が産学共同の重要な境界領域になってくる。歴史を振り返って見ると、日本の大学で発見されながら、海外で商品化された例に出会う。企業人としては深く反省しなければならないところであるが、潜伏期間が長い効果が大きいと予想される課題を大学、企業ともに執念深く追求していく方法を両者が共同して考えて行くことがこれからの重要な課題であろう。

科学的研究においては、解の存在問題と安定問題が論ぜられるようにならないと科学ではないと言われている。ところが技術の世界では技術の科学的信憑性はさておき、実際への適合性が一つの判断基準となって技術の進歩を促してきた。しかしながら、今日技術の壁と考えられる諸問題は、今一度基本に立ちかえて考え直さなければ解決しないのではないと思われる。更に自然科学の範疇のみの学術研究に基づく技術では対応し得ない自然科学以外の要因、例えば人の欲望や社会のあり方の変化、地域的、あるいは国際的な関係等によって自然科学自身が影響を受ける諸問題、つまり自然科学と人文・社会科学の境界領域に関わる課題が発生して来ている。これら課題に対応するには、産学の共同研究を積極的に行わなければならない、今日ほど産学共同が問い直されている時はない。本論文が関係者の方々にとって何らかの参考になることを期待したい。

参考文献

- 1) 平成9年第3回生産技術部門会議資料。日本鉄鋼協会、1997
- 2) 冨浦梓：今、大学における研究に何を期待するか。九州大学電離気体実験施設第4回講演会、1993
- 3) Tomiura,A.: How Nippon Steel Conducts Joint Research. Research Management. 18(1), 22(1985)
- 4) Descartes,R.: Discours de la Methode. 邦訳"方法序説". 落合太郎訳. p.29
- 5) 吉田民人：近代科学のパラダイム・シフトー進化的"情報"概念の構築と"プログラム科学"の提唱ー。平成8年度学術研究総合調査報告書。日本学術会議、1997, p.255
- 6) Tomiura,A.: Lessons from a Case Study of Property Databases in Materials Development. Computerization and Networking of Material Databases Fifth Volume. ASTM STP 1311, 1997, p.3