

科学技術史観の認識論的基礎

—知識創造と日本の技術革新・研究序説—

1993年2月

科学技術庁 科学技術政策研究所

第 1 研 究 グ ル ー プ

野 中 郁次郎

永 田 晃 也

第 2 研 究 グ ル ー プ

鈴 木 浩*

*客員研究官 三菱電機株式会社電力変電技術部長

**An Epistemological Foundation for the Historical View of
Science and Technology**

; An Introduction to Knowledge Creation and Innovation in Japan

February 1993

Ikujiro NONAKA, Akiya NAGATA, Hiroshi SUZUKI

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

Science and Technology Agency

目 次

	頁
1. はじめに	1
2. 科学技術史観のパラダイム変換に向けて	2
(1) 知識創造モデルと科学技術史の主要モメント	2
(2) Transfer of Technology	2
(3) Diffusion of Technology	5
(4) Technological Sharing	7
(5) Technological Diversification	9
(6) 本節のまとめ	10
3. 科学技術史の叙述方法に関する課題	13
(1) 対象認識の伝統的方法に関する考察	13
(2) 知識創造における言語とメタファーの機能に関する考察	13
(3) 認識主体の個人史に関する分析	14
(4) 対象事例としての中核技術の選定	14
(5) 概念モデルの一層の普遍化	15
[参考文献]	18

1. はじめに

戦後、我が国は優れた外国技術を導入するとともに自主技術開発に積極的な投資を行うことにより、驚異的な復興と成長を経て今日の経済大国、技術大国と称される地位を確立してきた。これに伴って、我が国の持続的な経済成長の基盤となった技術に対する関心が国際的に高まりつつある。我が国の技術史や技術革新の日本の特質を論じた国内外の文献は、既に汗牛充棟の観がある。

ところで本来、技術史の論理的な考察は技術革新の要因分析と不可分の関係にあり、また技術革新の要因は歴史的な考察を除いては語り得ないものである。日本的な技術革新〔史〕の普遍性と特殊性は、歴史的パースペクティブと技術革新の理論を統合する観点によって初めて一貫した姿で明らかにされ得るであろう。しかるに、従来の技術史研究はしばしば編年体の記述に止まり、技術革新の日本の特質を論じた研究には歴史的な分析視点を欠いている例が少なくない。そこで我々は、先行研究によって提示された仮説並びにファクト・ファインディングスに客観的な検討、評価を加えると同時に、歴史的視点と理論仮説を統合する分析概念を構想する。

このような分析概念の構想は、歴史認識の方法自体の見直しを要請する。我々は、この見直しを、観察単位としての技術を「知識」に還元し、技術革新を知識の創造として把握する視点から始める。それによって、革新に結びついた技術的知識を創造するに至った個々の主体を浮彫りにすることができよう。また、個々の主体における技術的知識の認識過程（知識創造プロセス）を取り上げることによって、この認識過程の日本の特殊性と普遍性が抽出されるであろう。技術史観の認識論的基礎の見直しとは、歴史的主体の認識過程を「叙述する方法」、すなわち存在論的に展開するための方法的基礎を確立することに他ならない。

本稿は、以上のような観点から我が国における技術革新のダイナミズムを分析する上で新たな歴史認識の方法を提示するための試論であり、筆者らが執筆計画を進めている『知識創造と日本の技術革新（仮題）』の研究序説を構成するものである。

我々は、第2節で野中〔1〕〔2〕等によって提示された知識創造モデルを拠所として、技術史の分析概念となる主要なモメントを抽出する。続く第3節では技術史を叙述する上で今後の検討課題を提示する。

2. 科学技術史観のパラダイム変換に向けて

(1) 知識創造モデルと科学技術史の主要モメント

我々が拠所とする知識創造モデルの概要は以下の通りである。

知識には言語化が困難で主観的な「暗黙知」（工匠の熟練や個人の世界観など）と、言語化が可能で客観的な「形式知」（科学公式や製品仕様など）とがあり、両者の循環的な相互作用によって知識の創造・拡張が行われる。

暗黙知と形式知の相互作用には様々なパターンが考えられる。暗黙知から形式知への知識の変換過程は「表出化」(externalization)、形式知から暗黙知への変換過程は「内面化」(internalization)と表現することができる。また、形式知同士を結びつけて新たな知識が創造されるパターンを「結合化」(combination)、暗黙知が共有されていく過程を「共同化」(socialization)と表現することができる。知識創造とは、このような暗黙知と形式知の相互作用を規定する変換パターンの全てを含み、特定の主体が生み出す知識を主体間の知識へと発展・昇華させていくプロセスに他ならない(図1)。なお詳しくは、野中[1]などを参照されたい。

さて、このような知識創造のパターンは、科学技術史の発展のモメントを構成するであろう。ここでは知識の増殖による連続的な発展に着目して、その主要なモメントを取り上げ、知識創造モデルとの対応関係を概観する。我々が検討する科学技術史の主要モメントとは、技術の移転(Transfer)、普及ないし拡散(Diffusion)、複数主体間の技術協力(Technological Sharing)による革新ないし集合革新(Collective Innovation)、及び技術の多角化(Technological Diversification)である。

(2) Transfer of Technology

日本の科学技術史を対象とした多くの研究文献によって、外来技術に対する吸収力の強さは、その第一の特質として指摘されてきた。日本の科学技術史の性格を「略奪」的と規定した湯浅[3]の研究は、その顕著な例である。湯浅によると、

「日本人は、ヨーロッパの近代科学および技術を『略奪』したものであって、その創造にはほとんど参加していない。しかしながら、非ヨーロッパの国々で、この『略奪』に成功したのは、日本のほかには、ほとんど世界史にその例がない。そういう意味で、日本人が科学・技術の導入(略奪)に成功したことは、世界文化史上の大きな問題点

図1. 知の変換過程の類型

		移転先	
		暗黙知	形式知
移転元	暗黙知	共同化 (Socialization)	表出化 (Externalization)
	形式知	内面化 (Internalization)	結合化 (Combination)

のひとつであるということができよう。」

ここで用いられている「略奪」という言葉は何らかの価値判断を含むものではない。湯浅はディエス・デル・コラル『ヨーロッパの略奪』（1962年）の日本語版序文の参照を求めながら、「略奪」(rpto)とは、単にヨーロッパ文明を異民族が収用(expropiación)することを意味するのではなく、自己自身から「縁遠くなる」(alienación)こと、すなわち自己疎外をも意味することに言及している。湯浅はさらに、この「略奪」過程を「科学革命」(scientific revolution)と規定し、その期間を封建社会から資本主義社会に至る変革過程に対応するものとしている。つまり湯浅の言う「自己疎外」とは、近代科学の導入が、導入以前の社会とは異質な資本主義制度並びにヨーロッパ精神の導入を前提とし、これと並行して行われたことを意味している。

我が国では戦後、J.D. バナール [4] 等の影響の下に、科学の社会的存在構造を明らかにしようとする研究が数多く行われてきた。それらの研究蓄積によって、近代初期の日本が技術導入に成功した前提として、制度的並びに精神史的な不連続局面があったという認識は今日では通説に属している。ただし、「略奪」の過程を近代日本の不連続局面に限定すれば、それは19世紀末までに完了したことになり、戦後の高度成長期に至る技術導入の成立要因を説明できない。これを説明するために、例えば廣重徹 [5] 等によって試みられた科学の制度化プロセスに関する包括的研究は、重要なファクターを付加するであろう。しかし、ここで技術導入にみられる日本的な特質をより本質的な次元に掘り下げるためには、むしろ近代以前に遡る精神史の連続的な局面に着目し、科学技術的知識の日本的な受容構造を明らかにすることが先決である。

前述の知識創造モデルに則してみると、技術導入を構成する主要な知識の変換・増殖過程は、まず国外技術を形式知のレベルで移植（連結化）し、同時にこれを暗黙知のレベルに定着（内面化）させることによって行われるものと考えられる。

戦後史の中から、技術導入の代表的な事例を取り上げて検討してみよう。

事例①：鉄鋼業におけるLD転炉の導入

1950年代の初頭にオーストリアで開発されたLD転炉（純酸素上吹き転炉）法は、それ以前の製鋼過程における熱効率等の技術的諸問題を大幅に解消した。ジョン・ザイスマン等 [6] が指摘するように、日本の鉄鋼メーカーがLD転炉法への移行に成功し、米国の鉄鋼メーカーが大きく遅れを取ったことは、その後の世界市場における明暗を分けること

になった。

日本では、八幡製鉄と日本鋼管が早くからLD転炉技術の導入に積極的に取り組み、導入以前から試験転炉による検討を行っていた。ライセンス契約に際しては、国家的見知から窓口を日本鋼管に絞り、LD委員会を組織して、新規参入する各社にも公平に権利を再供与する紳士協定が結ばれた。この時、設備の主要部分はヨーロッパに発注されていたが、折悪しく1956年のハンガリー動乱につぐスエズ動乱のため、炉体の納期遅れが決定的となった。そこで八幡製鉄では工期を遅滞させないため、国産技術で代替する決定が下された。

この国産技術に基づく炉体に切り替える時、動力設備の建設を担当する技術者から、排出ガスを回収するシステム（OGシステム）のアイデアが芽生えたとされている。ところが、基本特許はボイラー・メーカーが既に取得していたので、同社との協力路線が採用され、共同開発委員会が設置された。

このOGシステムは、LD転炉が普及する上での障害であった大気汚染問題を解決すると同時に資源リサイクルの観点からも優れており、日本の鉄鋼業による最初の画期的な技術開発として世界的に注目され、技術輸出の引きがねになった。

この事例にみられるように日本において技術導入が成功した背景には、しばしば形式知として伝達される技術情報を受容すると同時に、いち早く試作、実験等を行うことによって、これを暗黙知に内面化するという一連のプロセスが観察される。LD転炉の場合には、当初から国産技術によって導入技術を代替したことが、結果的に技術普及のブレーク・スルーを可能にした改良技術を生み出すことになった。

このように試作、実験等の体験を重視した技術知識の受容方法は、近代史の不連続局面を超越した日本的な知の認識構造に根差すものと考えられる。我々は、後に再びこの点を吟味する。

(3) Diffusion of Technology

一国内における技術の普及ないし拡散は、何等かの技術移転を伴うであろう。従って、Diffusion of Technology を構成する知識の変換・増殖過程は、Transfer of Technology のそれに概ね準ずるものとみることができる。ただし、一国内での技術移転は、技術知識を体化した人材がしばしば産業間、企業間などを直接に移動することによって達成される点が大きな特徴である。

日本の科学技術史を振り返る時に、Diffusion of Technology が最も顕著な社会現象として観察されるのは、戦前・戦中に開発された軍用技術の民生技術への転用である。いくつかの例を列举してみよう。

事例②：軍用技術から民生技術へー船舶用超音波測距・測深機

大正時代の後半、海外では超音波測深機（ソナー）が軍用船舶に搭載され始め、日本海軍の船舶にも採用された。もとより軍用技術であることから、国内開発の必要性が生じ、日本電気や北辰電機がその技術開発に取り組んだ。当初は海外メーカーとの技術提携により試作、開発が行われたが、その後、海軍から航海兵器としての小型化の研究が委託され、研究開発に弾みがついた。開発に当たっては、効果的な船底への取付けや雑音による能力の低下防止などのために、日本独自の改良が行われた。

終戦直後、レーダーや水測機器は兵器とされ研究開発や工場生産を禁止されたが、昭和24年に解除され、航路保安機として民間船舶に使用された。これが多数使われ始めたのは、魚群探知機として成功してからであった。

事例③：軍用技術から民生技術へー光学機器

日露戦争後、日本は兵器の自給自足を進めていたが、測距機や望遠鏡などの光学兵器は高度の技術を要したため、欧州からの輸入に依存していた。第一次大戦が始まると輸入は途絶え、軍部の要請により光学兵器を開発するため日本光学が創立された。この頃、ドイツの技術者を多数招聘し、技術導入を開始した。その後、製品の一部を民需に転換し、総合光学産業を目指して技術の研鑽に努めた結果、第二次大戦前には世界的にも一流の企業に成長したが、再び軍需が増加し、光学兵器専門会社となった。

戦後、日本光学は規模を縮小して総合光学会社の道を歩んだ。同社の技術は、カメラ等の民生光学機器に活かされ、カメラ市場ではドイツのメーカーを追い抜くに至った。

事例④：軍用技術から民生技術へーテレビジョン

戦前、高柳健次郎氏らの技術者が全電子式テレビの開発を行ったことはよく知られている。戦時中、陸軍と海軍はレーダーや暗視管の研究のため、別個にこれら技術者を転用した。軍用技術の開発を通じて戦時中に技術者が温存され、戦後の技術開発に継続されたことを基に、多くの企業が設立された。

これらの事例は、いずれも戦前から戦後にかけて開発に従事した技術者の体験談に基づくものであり、技術知識を体化した人材の移動によるDiffusion of Technology の典型を示すものとなっている。

(4) Technological Sharing

戦後間もない頃の日本の技術政策においては、欧米先進国の技術水準へのキャッチ・アップが優先的な課題とされた。技術導入は、1950年に「外資に関する法律」が制定されることによって再開された。朝鮮動乱による特需景気の発生は日本企業の資金的基礎を確立し、59年には導入技術の許可基準が緩和されたことから、技術導入は一層活発に行われた。

重化学工業分野を中心とするこの時期の導入技術は、着実に技術水準の向上に結び付くと同時に、自主的な研究開発の条件を整備していった。60年代前半期には、企業は研究開発の基盤整備と機能の効率化を目的として研究開発投資を活発化し、いわゆる第一次研究所設立ブームを迎えることになった。Jorgenson & Nishimizu [7] の指摘によれば、日本の技術水準は60年代前半期までに欧米に対するキャッチ・アップをほぼ完了したとされている。1968年には技術導入が完全に自由化されたが、この頃から導入技術に対する依存度（技術輸入額／研究開発費＋技術輸出額）は相対的に低下し始めた。

技術政策にも、政策視点の転換が求められていた。例えば、1964年に発行された工業技術院 [8] 所載の「中核技術について」という論稿は、開放経済体制下では先端技術をロイヤリティベースで導入することは困難であるため、特定の技術については国内の研究開発で先進諸国と同等以上の技術水準に高める必要があるとの見解を述べた上、国内での開発は技術的・経済的に広範囲の波及効果を及ぼす技術（ずなわち中核技術）に集中することが効果的である、としている。

この頃、先端技術分野では原子力及び宇宙関連の大規模プロジェクトが開始された。この大規模プロジェクトは、政府のイニシアチブの下に民間企業が参加し、その研究開発成果のspillover が享受されるものであって、米国等の圧倒的に先行する分野で、莫大な資金とリスクを伴う事業に複数企業の開発力を結集する方式として、70年代の半導体開発プロジェクトにも踏襲されたものである。

政府主導であると否とを問わず、このように複数企業が結集することによって組織間での知識の変換・増殖が促される方式を、我々は科学技術史における一つの発展のモメント

であるTechnological Sharing を構成するものとして把握する。知識創造モデルに則してみると、Technological Sharing は組織間の情報接触を通じて形式知同士が結合されるとともに、暗黙知の共同化が行われる場として捉えるができる。

ところで複数企業の結集という方式自体は、米国等における政府主導型の大規模プロジェクトでも古くから採用されている。では、Technological Sharing にみられる日本的な特質とは何か。半導体開発プロジェクトを例にとってみよう。

事例⑤：半導体の集合革新

超LSIの基盤となる製造技術を開発する目的で1976年に発足した「超LSI技術研究組合」は、デバイス技術の他に描画・転写、エッチング、評価をはじめとするプロセス技術全般の技術開発を推進した。この研究組合には、5大メーカー（日立、東芝、三菱電機、日本電気、富士通）の他に、数多くの製造装置メーカーが関与した。投入総額 700億円の約40%は政府によって支出され、4年間にわたる活動から 1,000件を超える特許の出願が行われた。

この共同プロジェクトは、短期間で日本の半導体メーカー及び装置メーカーの技術力を向上させる機能を持つと同時に、長期にわたる企業間交流の場を構築したことに重要な意味があったとされている。研究者や技術者が、競合する企業を含めて複数の企業から派遣される場合、当初は企業の壁が障害となり、円滑な人間関係は存在しない。こうした壁を取り払い、技術者同士のコミュニケーションを促すために、この研究組合ではまず企業間で「言語」の統一が図られたという。専門用語を共有することによって、持続的なコミュニケーションの基盤が作られ、そこでの議論は企業間での技術者の相互理解と信頼形成を促したと評価されている。

研究組合における実際の研究は6つの研究室に分かれて行われたが、常に横との連携があり、研究レポートも共同で作成されることがあった。研究対象は、第1、第2、第3研究室がともに電子ビーム露光装置のハードを手掛け、第6研究室がそのソフトを担当するなど、研究室間で重複的に設定され、共通の技術基盤が形成された。

もともと日本の半導体メーカー及び製造装置メーカーは、日常的な情報の相互接触によって密接に関連している。これに加えて、上記事例にみられるように共通の場における体験や言語の共有が重視されることによって、暗黙知の増殖とその形式知への変換が促され、

集合革新(Collective Innovation)を可能にしてきた点に、我々は日本的Technological Sharing の特質を指摘することができよう。

(5) Technological Diversification

石油ショック後のエネルギー価格の上昇を契機に、日本の産業構造の中心は重化学工業から加工組立型産業へと急速にシフトした。この変化は、研究開発費の業種別支出構造にも影響を及ぼした。1970年代後半期からは、今日先端技術産業と言われる分野の研究開発投資が突出した。特にエレクトロニクス分野に代表される通信・電子・電気計測器工業等の研究開発投資は、この時期に急激に伸びた。

先端技術の発展と普及は、各産業に固有であった技術の汎用性を高め、研究開発投資の多角化を促すことになった。このような研究開発投資の多角化は、企業が急激な産業構造の変化に対応するため従来の業種の枠を超えて経営を多角化させる上での引きがねとなった。これが技術開発史のもう一つの主要モメントであるTechnological Diversificationの背景である。

Technological Diversification を構成する知識変換は、ある産業に属する企業が、固有技術の形式知を異業種の形式知体系に結合させるとともに、自らの体化した暗黙知を増殖し、これを異業種の形式知として表出するプロセスとして把握できる。この一連のプロセスを通じて、当該企業は異業種の技術分野への多角化を達成する。

Technological Diversification の代表的な事例を引いてみよう。

事例⑥：アナログからデジタルへの転換に伴う時計技術の汎用化

時計技術は、ゼンマイ（機械式・アナログ式）が全盛であった頃は、時計産業に固有の技術であったが、他の電子部品とのインターフェイスが構築できるクォーツ（電子式・アナログ式）に転換したことにより他産業の製品・システムに対する汎用性が著しく高まったとされている。また時計産業は、クォーツ式時計の製品化過程で獲得した半導体技術、液晶技術等を活用して、IC、液晶表示機器、パソコンなどの時計以外の事業分野への多角化を進めている（参考文献[9]）。

その先駆けとなった諏訪精工舎が電子時計の核となるICの開発に着手した当時は、社内にICの専門家はいなかったため、電子技術総合研究所への研究者の研修派遣などによって技術の獲得が行われた。しかし、IC技術開発の要である生産技術には、時計産業の

中で培ってきたミクロン・レベルでの精密加工技術が大きく役立ったとされている（参考文献10））。

生産技術に体化された知識の多くは、暗黙知の領域に属する。上記事例にみられるように、Technological Diversification の成功には、しばしば固有技術の中に蓄積された暗黙知の変換が大きく寄与しているのである。

ところで、企業が事業の多角化を目的とする際に、しばしばM&A等の方法により異業種の技術を取り込む場合がある。この場合の多角化は固有技術の内生的な発展に拠るものではないため、本来のTechnological Diversification とは区別し、むしろTransfer of Technologyに準ずる発展パターンとして把握されるべきである。

（6）本節のまとめ

以上、我々は科学技術史の主要モメントとしてTransfer、Diffusion、Technological Sharing 及びDiversification の4つを取り上げ、各々を構成する知識創造のパターンを具体的な事例に則して検証した。図2は事例分析に基づき、各モメントの概念を示したものである。

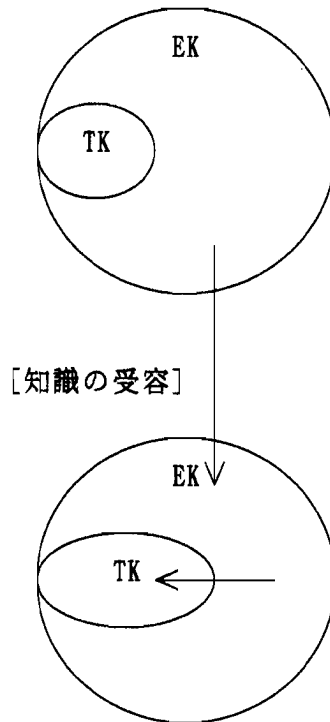
これより、各モメントと知識変換パターンの対応関係をみると、技術知識のTransferやDiffusion においては形式知の暗黙知への内面化が、Technological Sharing では主体間での暗黙知の共同化が、またTechnological Diversification では暗黙知の表出化が、各々形式知の結合や移転に加えて重要な構成要素となっていたことが明らかである。すなわち、日本の科学技術史においては、発展の各モメントにおいて特に暗黙知の関わる変換パターンが大きな役割を果たしており、経験の共有等を通じてこれを組織的に促進しようとした軌跡が窺えるのである。

図3は、各モメントが主要な役割を果たした時期を我が国の年代史に示した。ここにみるように、技術史のおおまかな時期区分と各モメントの対応関係については、まず基盤技術（Generic Technology）が定着するまでの時期にはTransferが重要な役割を果たし、成熟期は技術のDiffusion が先導し、先端技術への移行期にはTechnological Sharing が活発に行われ、さらには先端技術に基づいたDiversification が展開するという具合に一応の整理をつけることができよう。

図2. 技術革新の主要モメント

Transfer & Diffusion of Technology

国外技術または技術 a

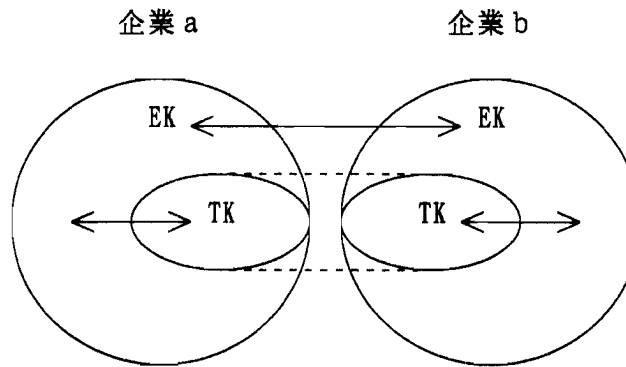


[知識の受容]

国内技術または技術 b

EX. L D 転炉、連鋳法の導入
軍用技術の民生技術への転用

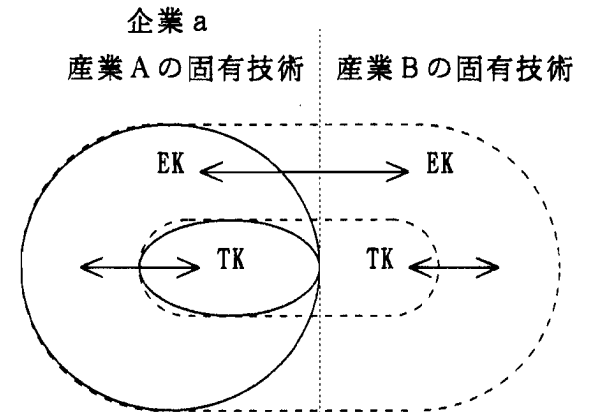
Technological Sharing



[経験の共有]

EX. 半導体の集合革新

Technological Diversification

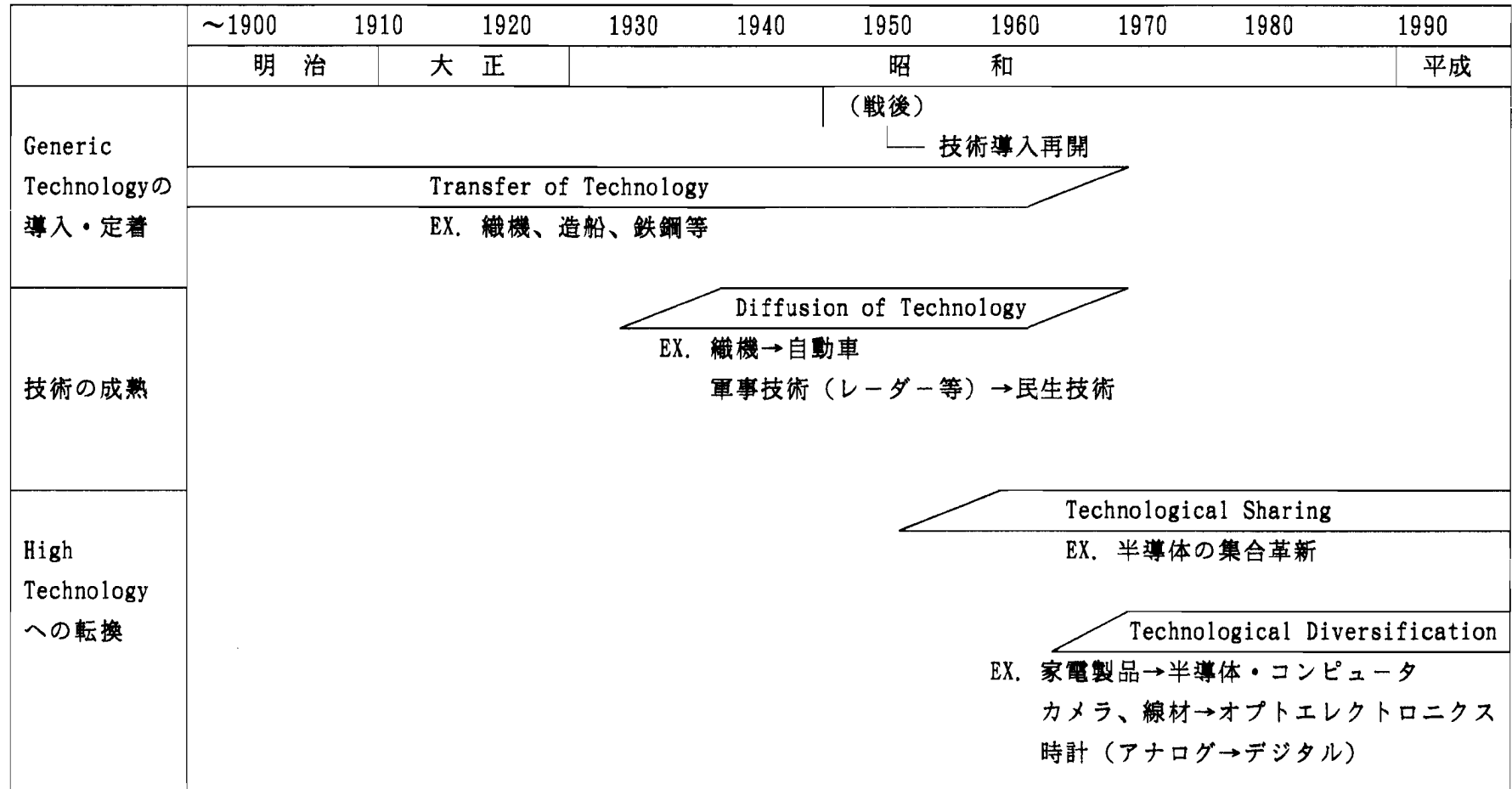


[暗黙知の増殖]

EX. 時計（アナログからデジタルへ）

注：○は知識集合、EKは形式知、TKは暗黙知、矢印は知識のフローを表す。

図3. 技術史的にみた革新事例



3. 科学技術史の叙述方法に関する課題

本稿を通じて、我々は技術革新の要因分析における観察単位を知識の動態に措くことによって、歴史的な分析視点と革新要因の理論仮説を統合する試みを提示した。

最後に、ここで提示した枠組みに沿って日本の科学技術史を叙述する上での具体的な課題を挙げておきたい。

(1) 対象認識の伝統的方法に関する考察

前節で述べたように、日本の科学技術史においては発展の各モメントにおいて特に暗黙知の関わる変換パターンが大きな役割を果たしており、経験の共有等を通じてこれを組織的に促進しようとした軌跡が窺える。このような特質は、近代史の不連続局面を超えて、日本的な対象認識の伝統的方法に関連づけることができよう。

野中〔11〕によれば、主体と客体とを明確に区別する形而上学的な二元論を基礎に、分析的な対象認識の方法を重視してきた西欧哲学とは異なり、仏教思想を母体とする日本の伝統的な認識論においては、主客一体の一元論を基礎に、具体的な事象から出発する即時・即物的な対象認識の方法が要諦とされている。そして、このような認識方法の伝統は、「現場主義」、「頭よりも体で覚えよ」等のスローガンに表現される日本的経営の経験重視の姿勢にまで反映されているものと考えられる。

科学技術史の発展を担った個別主体の認識過程を叙述する上では、このような対象認識の伝統的方法が及ぼした影響を考慮する必要がある。

(2) 知識創造における言語とメタファーの機能に関する考察

日本的な認識の方法に関する考察は、思考のツールとしての言語の特質に関する分析にまで遡及するであろう。

思考と言語の関係については、極端な決定論と相対論の立場がある。前者は、言語が思考ないし概念を決定するというものであり、代表的なサピア・ウォーフ仮説においては、異なる言語は異なる思考体系をつくるとさえ主張される。後者の主張は、概念と言語には相対関係はあるが、全体として独立した過程であるとする立場である。いずれの立場を取るにせよ、思考と言語に相互作用がある点については否定し得ない。日本的な思考体系ないし認識の方法論は、日本語の特質に影響を受けているものと考えられる。

例えば、表音文字によって伝達される欧米の言語は、原理的に音声情報以上のものを表すことがないのに対して、日本語の伝達に用いられる表意文字としての漢字は、視覚情報を併用しながらイメージ伝達を行うことができる。このように具体的なイメージを内包する日本語の特質が、具体的な事象から出発する即時・即物的な対象認識の方法につながるとみることができる。

また日本語の伝達には、西欧語の根本原理である明確な人称の区別がない。すなわち日本語は、もっぱら話し手が聞き手の気持ちを察しながら事柄を伝達するという他者志向性を有している。このような特質を持つ言語は、そもそも話し手と聞き手の間で暗黙知や体験が共有されている場合に、最もよく機能し得る。

さらに、具体的なイメージを内包し、共同体験や暗黙知の共同性を前提とする言語的な特質は、日本語がメタファーの伝達に優れていること、あるいは、しばしばメタファーによる伝達に依存せざるを得ないことを意味している。他方、アナログ的な暗黙知の伝達・共同化は論理的な言語によっては困難であり、その際、メタファーによる伝達こそは重要な機能を果たすのである。

このように見てくると、日本語の特質に関する考察は、日本の科学技術史において何故、暗黙知の関わる知識創造が大きな役割を果たし得たのかという問題の深部に到達するものと期待できる。

（３）認識主体の個人史に関する分析

個別主体の認識過程を具体的に叙述するためには、その主体のキャリア形成過程に関するデータの蓄積と分析が必要である。

科学技術史に一頁を加えた技術革新は、しばしば個々の研究者・技術者の組織間移動ないし内部異動を重大な契機として生み出されている。我々はそれらのキャリア形成過程に、いかなる自由意思や組織的意思決定が関与していたのかを問うことによって、革新を導いた歴史的必然性と偶然性とを分析することができよう。また、かかる個人史の分析は、終身雇用制に代表される日本的雇用慣行と知識創造との、融和や背反の実態に迫るであろう。

（４）対象事例としての中核技術の選定

科学技術史を叙述する上で、技術分野を網羅的に扱うことは史的本質を曖昧にし、また実際のでもない。我々は何等かの方法で、歴史的な中核技術（Core Technology）を対象

事例として選択しなければならない。

中核技術という用語はP. Doz [12] において、企業による多様な事業の根幹をなし、ノウハウまたは既存事業の多様な分野において応用可能な技術として概念化されているが、我々が歴史的な観点から特定技術を抽出する際に用いる概念は、むしろ前掲の工業技術院 [8] に近いものとなる。すなわち、技術的・経済的に広範な波及効果を有する技術分野を選択することとなろう。ただし前掲書の概念は政策上の事前評価のために用いられたのに対して、我々は主に長期的な事後評価の観点からこれを用いるため、概念自体の再検討を要するであろう。

(5) 概念モデルの一層の普遍化

日本の技術革新には真に独創的な自主開発に基づく事例が少ないとは、しばしば指摘されるところである。この点の検討は暫く措くとしても、重要とされてきた革新事例の多くがTransfer、Diffusion、Technological Sharing、Technological Diversification といった技術知識の連続的な発展のモメントでほとんど説明され得る事実は否めない。それ故にこそ、知識“変換”パターンを軸とした我々のフレームワークは、日本の科学技術史に対して高い適合度を持つのである。

しかし、科学技術史を叙述するための概念モデルをより普遍化するためには、真に発明的な知識の“飛躍”を、発展のモメントとして明示的に組み込む必要がある。この序説では予備的な考察として、これまで用いてきたモデルの枠組みの中で、知識創造における日本型と欧米型の比較を試みよう。

既に述べたように、日本の科学技術の発展においては、暗黙知が重要な役割を果たしてきた。ところが、暗黙知によって支配される世界観は、しばしば非日常的な外部情報を見落とす場合がある。M. ドゥ・メイ [13] は、自動車の運転における認知行動を例にとりて、この点を説明している。一般に我々の世界観は、日々型通りに車を運転して帰宅するといったような安定した行動パターンから成り立っている。そして世界観は、日常の型通りの行動において、あまりにもよく知った状況については、知覚を最小限にするために外部情報を取捨選択する機能を内蔵している。このため、これまで信号機がなかった交差点に信号機が作動し始めたような場合には、重要な信号を見落としていたことに気付いて驚くことがある。このような時に、我々は自分自身の知識によって、いかに目を覆われていたかを知ると言うのである。

暗黙知による外部情報の制約は、知識創造にいかなる影響を及ぼすであろうか。この点を、主体間のTechnological Sharing に拡張して考えてみよう（図4）。

日本型Technological Sharing において、体験や言語の共有に基づく暗黙知の共同化が重要な機能を担ってきたことは既に指摘した通りである。言い換えれば、日本においては体験や言語が共有されていない主体間でのTechnological Sharing は形成され難い。主体間のネットワークの広がり、暗黙知が共同化され得る範囲に制約される。このことは、日本型Technological Sharing に基づく研究開発が、しばしば前例主義に陥る危険性を孕んだものであることを示唆している。

一方、もとよりデジタルな形式知の結合から出発する西欧型のTechnological Sharing においては、暗黙知の共同化される範囲によって主体間のネットワークが制約されることは少ない。ある主体が保有する形式知はそれ自体、部分的な知識のネットワークを構成しており、そのネットワークは、形式知レベルでの対話が可能な限り主体間のネットワークとして拡張されていく。この場合の主体間ネットワークは、論理の衝突に終始する危険性を孕んだ緩やかなものであるが、それが形成される自由度は、暗黙知の共同化を前提とする場合よりも高いのである。

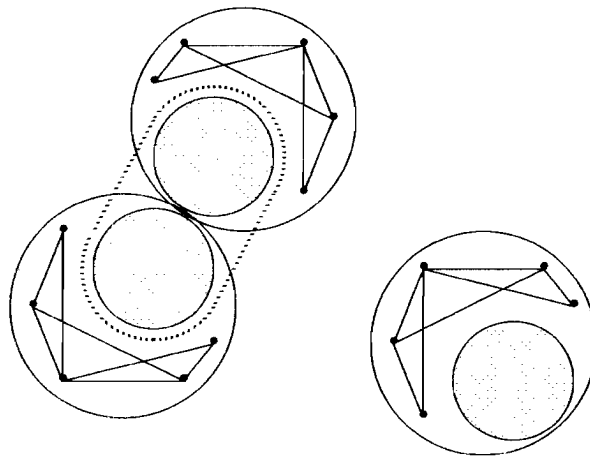
さて言うまでもなく、科学的な未知領域は既存の知識集合の外部に存在する。科学技術の連続的な発展は、知識集合が拡大することによって、未知領域が漸次的にカバーされることを意味する。一方、知識の“飛躍”とは、既存の知識集合から遠い所にある未知領域が発見されることを意味している。そして、このような発見は、知識集合のネットワークの自由度が高い程、発生する確率が高くなるものと考えられる。

以上のような説明の仕方は、多分にメタファーを含むものであるが、我々の概念モデルを普遍化する上での一つの方向性を示唆するであろう。

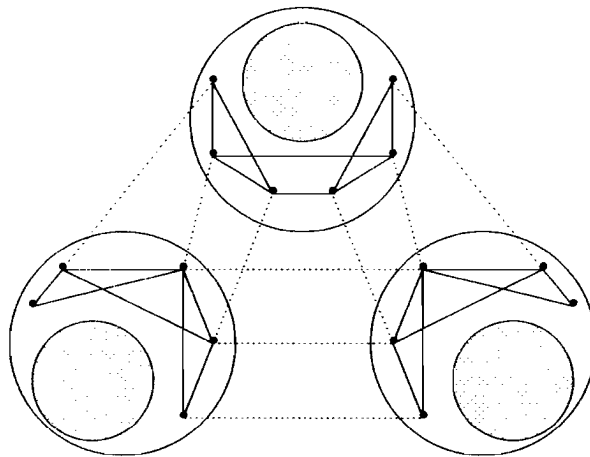
我々は以上の検討を踏まえた後、続く本編においては分析概念を検証するための革新事例を豊富化し、革新を担った個別主体の認識過程に沿って、日本の科学技術史を鮮明にかつ生々しく叙述するであろう。

図4. Technological Sharingにおける
日本型と欧米型の比較

(1) 日本型：暗黙知の共同化を軸としたTechnological Sharing



(2) 欧米型：形式知の結合化を軸としたTechnological Sharing



注：○は知識集合、点は部分的なEK（形式知）、線はEKのネットワーク、
ハッチをかけた円内はTK（暗黙知）を示す。

[参考文献]

1. 野中郁次郎『知識創造の経営－日本企業のエピステモロジー』1992年
日本経済新聞社
 2. Nonaka, I. "Knowledge Creating Organization"
Harvard Business Review, Nov-Dec. 1991
 3. 湯浅光朝『日本の科学技術100年史』1980年 中央公論社
 4. J. D. Bernal "The Social Function of Science" London 1939
(坂田他訳『科学の社会的機能』1981年 勁草書房)
 5. 廣重徹『科学の社会史－近代日本の科学体制』1973年 中央公論社
 6. J. Zysman and L. Tyson(ed.) "American Industry in International Competition,
Government Policies and Corporate Strategies" Cornell University
Press. 1983
(國則他訳『日米産業競争の潮流－経済摩擦の政治経済学』1990年 理工図書)
 7. Jorgenson and Nishimizu "U. S. and Japanese Economic Growth, 1952-74
:An International Comparison" 1978
 8. 工業技術院『技術革新下の工業技術院』1964年 日刊工業新聞社
 9. 三菱総合研究所『技術を軸とした多角化・複合化に関する調査報告書』1992年
 10. 森谷正規『技術開発の昭和史』1990年 朝日新聞社
 11. 野中郁次郎「試論 日本の経営の存在論的基礎」
(『ビジネス レビュー』 Vol. 39 No. 3)
 12. P. Doz "Innovation, Technologies and Competencies" 1989
 13. Marc De Mey "The Cognitive Paradigm" 1982
(村上他訳『認知科学とパラダイム論』1990年 産業図書)
- なお、LD転炉については〔6〕の他、下記文献を参照した。
14. 飯田賢一『日本鉄鋼技術史』1979年 東洋経済新報社
 15. L. H. Lynn "How Japan Innovates:A Comparison with the U. S.
in the Case of Oxygen Steelmaking" 1982
(遠田訳『イノベーションの本質－鉄鋼技術導入プロセスの日米比較』1986年
東洋経済新報社)

16. 王寺睦満『我が国におけるLD転炉技術の導入と発展』1992年

(科学技術政策研究所講演録)

また言語と思考の関係については、下記の他、多数の文献を参照した。

17. 鈴木孝夫『ことばと文化』1973年 岩波書店

科学技術政策研究所



011013579