

○竹間清文, 亀岡秋男 (北陸先端科学技術大学院大)

はじめに

企業は、持続的な発展をめざしてイノベーションを連続的に生み出す組織的な努力に注力するなかで、次第にイノベーションの中心的担い手として、政府や大学等との間で、知識をはじめとする諸資源のフローを伴うインタラクション（相互作用）を形成するようになった。このインタラクションが行われる諸制度のネットワークを一国における有機的なシステムであると捉えた場合の全体像が「ナショナル・イノベーション・システム (NIS)」である。この概念は、1980年代後半にC・フリーマン、R・R・ネルソンらによって提唱されたが、フリーマンは、NISを「新しい技術の開発、導入、普及に関連する私的・公的セクターのネットワーク」と定義している[1]。

第二次大戦後の日本企業は、欧米の先端技術を急速に導入し、そのインクリメンタルな改良にとどまらず、鉄鋼、自動車、エレクトロニクスなどの産業分野では独自のイノベーションも実現してきた[2]。しかしながら、欧米先進国へのキャッチアップを完了しフロントランナーの一角を占めるに至った日本企業には、新たな産業の創出に結びつくラディカルなイノベーションの実現という課題が突きつけられている。言い換えれば、近年、日本におけるNISは、その進化プロセスの大きな岐路に直面しているといえるのである。

本稿では、我が国のNISを機械論的な観点から表現する概念図を用いて知識の流れを概観し、科学的な知識を生み出す大学等の組織と、その知識を利用しつつ新たな知識を生み出し事業化する企業等との間の相互作用、政策の関与を考察する。あわせて大学における新しい研究組織の動向を紹介し、ラディカルなイノベーションの実現を可能にする知識創造について考察する。

1. NISにおける知識フローの概念図

日本のイノベーションに見られる著しい特徴は、企業による旺盛な研究開発活動である。2002年度、日本にお

ける研究費の組織別負担割合は民間78.9%であるのに対して政府20.7%、これは米国のそれが民間71.4%、政府28.6%であること、EU(2001年度)のそれが、民間58.0%、政府34.4%であることに比較して上回っている[3]。この事実を鑑み、イノベーションに関連する機関・組織(企業、研究所、大学等)が、研究活動や産業化活動、あるいは産学連携活動によって研究成果を拡散・普及することを通じてイノベーションを生み出すシステムを模式的に表す際に、企業における産業化活動を中心に置き、この活動を様々な面から支援する装置として他のセクターを配置した(図1)。ここでは、5つのセクター、科学的知識創造セクター、エンジニアリングセクター、プライベートセクター、資金提供セクター、政策セクターに概略的にその機能を分け、これらのセクター間で形成されるインタラクション(相互作用)を矢印によって表示した。知識および資金の流れを、実線および波線の矢印で示した。また、斜線でハッチングした矢印は、暗黙知あるいは知識と言うには暗黙的で判然とはしないが、知識創造を促す前駆体的なものを表現した。

科学的知識創造セクターにおいては、科学技術政策、プライベートセクターの要望、セクター内の自律的創造により、科学的知識：知識Sが創出され、プライベートセクターに伝播し、科学リテラシー等を生み出す。また、知識Sはエンジニアリングセクターにて利用され、技術知識：知識Eの増加を促す。

プライベートセクターでは、社会的な価値観や科学リテラシーなどから形成された規範・要望などが科学的知識創造セクターに影響を与え、知識Sの創出を促す。

エンジニアリングセクターでは、プライベートセクターに内在する、欲求(製品やサービスへの)、価値観を、科学的知識創造セクターからの知識Sをもとにコンセプトに高められ、形式知が創造される。即ち、知識Eが生み出される。これは技術開発、製造生産、販売の過程を経て、プライベートセクターに製品やサービスという形

で価値提供される。また、知識 E の一部は、このセクターにストックとして蓄えられるとともに、一部は知識の陳腐化に遭い散逸する。ここでの知識創造は、経済産業政策や資金提供セクターからの資金により補強されるが、

一連のプロセスはアントレプレナーシップにより駆動され、推進される。これを表現するためにエンジニアリングプロセスの中心にアントレプレナーシップを置いた。

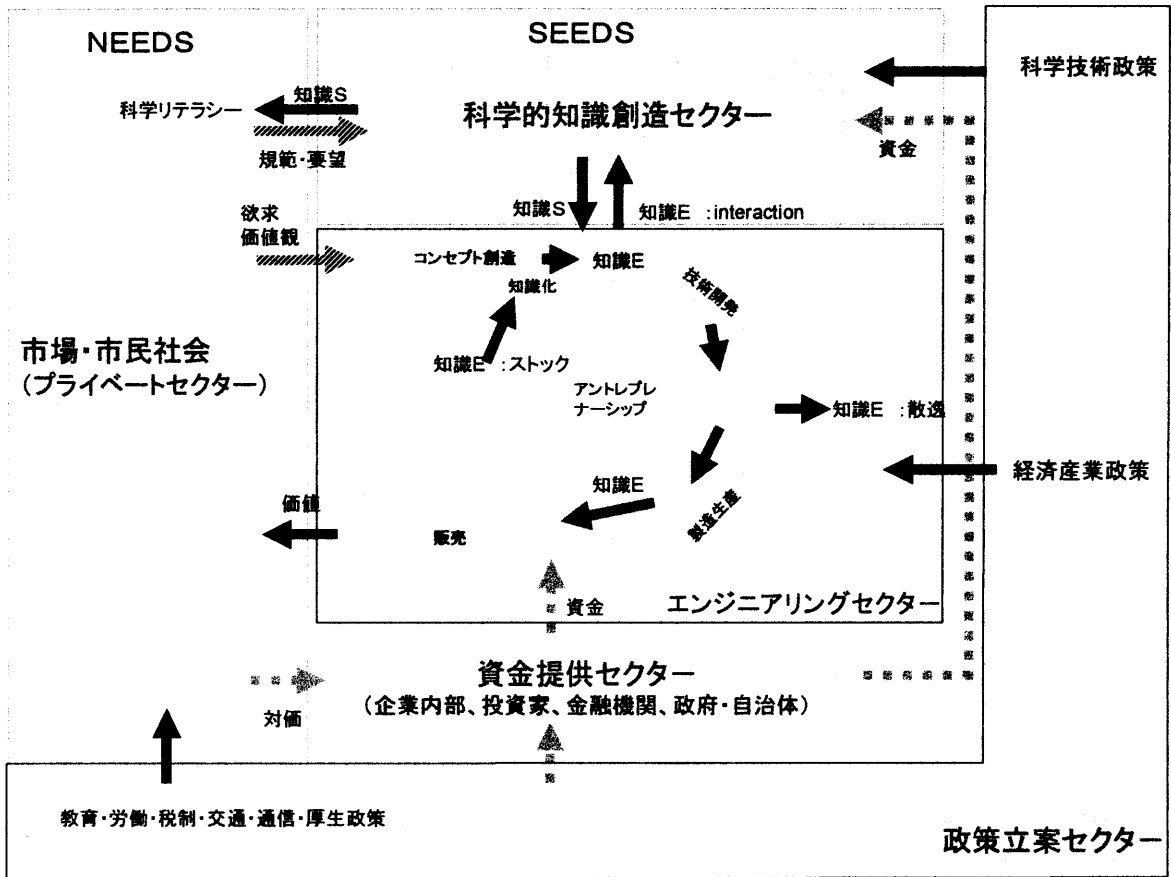


図1. 日本に於けるナショナル・イノベーション・システム概念図

2. 定性的な知識フローの振る舞い

科学的知識創造セクターとエンジニアリングセクターとの知識フローに注目し、そこに於ける知識 S、E の知識ストック S_s および S_e の増減を考察する。単純化のためプライベートセクターとの知識フローを介した相互作用に関しては無視する。各セクターにおける知識の単位時間当たりの増加分 dS_s/dt , dS_e/dt は、「そのセクターにおける知識生成率から陳腐化率および他のセクターへの流出率とを差し引いたもの (k_{ss} , k_{ee})」「他のセクターに

於ける知識から触発される知識の生成率 (k_{se} , k_{es})」、「流入する外部資金 (F_s , F_e)」と「その知識生成率 (C_s , C_e)」により、以下のような方程式で近似的に表すことが出来る。

$$\begin{cases} \frac{dS_s}{dt} = k_{ss} S_s + k_{se} S_e + C_s F_s \\ \frac{dS_e}{dt} = k_{es} S_s + k_{ee} S_e + C_e F_e \end{cases}$$

この方程式の振る舞いは、係数の作る行列

$$\begin{pmatrix} k_{ss} & k_{se} \\ k_{es} & k_{ee} \end{pmatrix}$$

により特徴づけられる。たとえば、エンジニアリングセクターでの知識需要が旺盛で、人材の移動を伴って科学的知識創造セクターから知識が流出する場合には、 k_{se} が負になる。この場合、上記行列の固有方程式は虚根を持つ可能性があり、その場合周期解が現れる。これは、知識流出の影響を受けて、次第に知識 S の生成は鈍り、やがては知識の陳腐化の影響で知識ストック S_s は減少に転ずる。一方、エンジニアリングセクターは科学的知識創造セクターからの知識流入により一時はそのストックを増加させるが、知識ストック S_s の減少を受けてやがては減少に転じ、知識需要が減少することから科学的知識創造セクターからの知識流出が止まり、再び知識ストック S_s が増加に転ずるからである。

一方、投資効率のよいファンディングのタイミングとその量およびパターンについては、微分方程式を計算機シミュレーションすることで情報が得られる。しかしながら、各要素の係数を具体的に定量化することは困難で、定性的な議論にとどまらざるを得ない。

近年、科学技術予算は高い伸びが維持されている。実際、科学技術振興費は1996年度を100とすると2004年度は約170である。科学技術基本計画第一期17兆円、第二期24兆円という科学技術予算の執行によって研究開発投資が活発になされたからである。このような資金の投入は、新たな科学技術知識を増加させるが、さらに産業技術の向上を導出し、産業振興を誘導するには係数 k_{es} の増大を政策誘導されることが必要である。実際、科学技術の成果が産業競争力の強化に帰結されていないとの批判もあり、様々な政策が施行されている。これらの政策を図2にまとめるが、政策意図がNIS概念図において

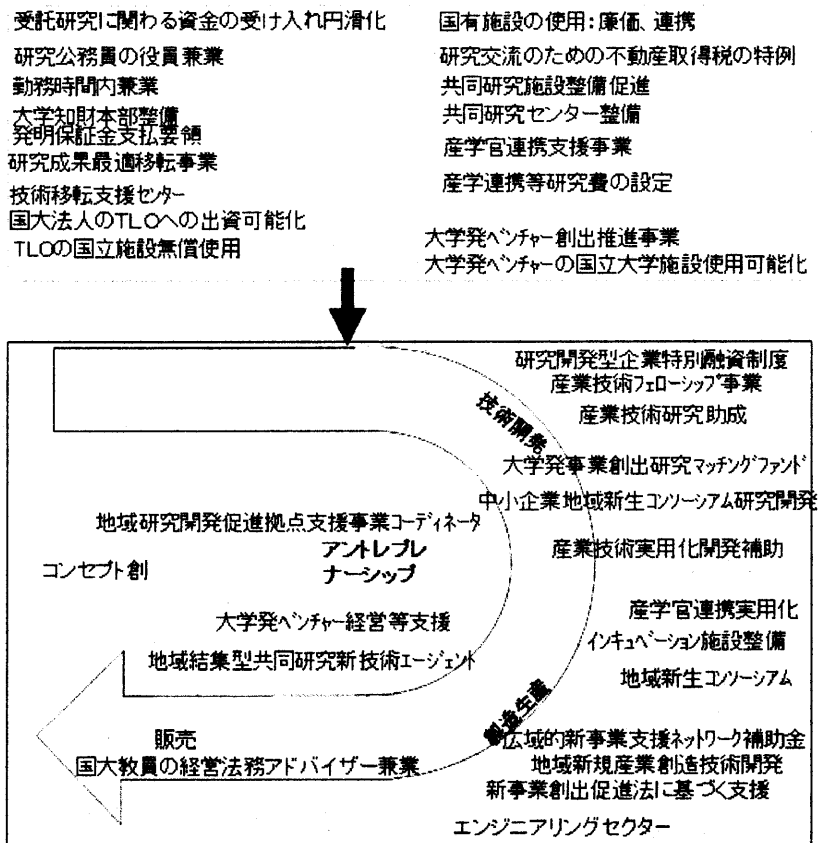


図2. NISのセクター間の相互作用あるいはフローを促進する政策とポジション

どの相互作用やフロー、アクターの行為を促しているかということがイメージできるように配置した。多くの政策が、科学的知識創造セクターからエンジニアリングセクターへの知識の移転を促進することを目的にしている。一見すると、イノベーションが、研究→開発→製造→販売のリニアモデルで創出されることを前提に制度設計されている様にも思われるが想像の域を出ない。

3. 新しい知の創造の仕組み

前章では、二セクター間の知識フローを定性的に扱ったが、独立行政法人化した最近の国立大学においては、プライベートセクターも含め、他のセクターとのより多くの相互作用を意識した組織が形成されてきた。そこでは、新しい知識生産の様式であるモード2の知識創造[4]が意図されている。同時に、従来の大学のシステムにとらわれない機動性や弾力性を兼ね備えた組織運営を目指した組織の長のリーダーシップ発揮による速やかな意思決定システムの実現、優れた成果を生み出す研究開発システムの創出を目標として掲げている例がある[5]。これは「知の時代」と言われる現在にあって、NISの一翼を担う大学の重要性が増していることを大学が認識している証でもあり、イノベーションモデルのリニアモデルからのパラダイムシフトに対応した動きであるとも解釈することが出来る。

一方、研究費の確保に際して競争的資金の活用が重視されてきているが、その獲得を目指す余り、短期的な成果をのみ追求する方向に一斉にシフトするならば、二節で述べた理由で長期的にはイノベーションのダイナミクスは低下することも十分予想される。一見非効率でも、多様性を重んじることでNISの安定性を確保することが出来るという視点も忘れてはならないであろう。

おわりに

知の流れの観点から、ナショナル・イノベーション・システムにおけるセクター間の相互作用、特に今回は、科学的知識創造セクターとエンジニアリングセクター間の知識ストックの交換について機械論的概念図を用い議論した。今後は、このモデルに基づいた相互作用の定量的な計測が課題として挙げられようが、解析性を追求するあまりNISの実態を反映し得ない非現実的な結果を与えることも危惧され、モデル自体、あるいは機械論的な見方から、総合的総括的である「オーガニック」な見方へ見直すことも課題である。しかしながら機械的モデルであっても、NIS全体を概観すると、科学的知識が市民社会に伝播し、科学リテラシーの向上を介して、エンジニアリングセクターでの知識創造も含め、それを醸成する「友好的な場」の形成に役立であろうことも示唆される。今後、知識創造の「場」の観点から、NISの中にもどのような「場」設定し政策への反映を促すかという研究の進展を期待したい。

参考文献

- [1] Christopher Freeman: "Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan", Pinter Publishers, 1987. 邦訳: 『技術政策と経済パフォーマンス—日本の教訓』クリストファー・フリーマン, 大野喜久之輔監訳, 見洋書房, 1989.
- [2] 野中郁次郎・永田晃也 編著, 「日本型イノベーション・システム—成長の軌跡と変革への挑戦」, 白桃書房 1995.
- [3] 科学技術要覧: 文部科学省 科学技術・学術政策局編 平成15年度版.
- [4] マイケル・ギボンズ著, 小林信一 監訳, 「現代社会と知の創造 モード論とは何か」丸善 1997.
- [5] 大阪大学フロンティア研究機構
<http://www.frc.eng.osaka-u.ac.jp/>
北海道大学創生科学研究機構
http://www.hokudai.ac.jp/bureau/cris/i_01.htm