

査読論文

イノベーションのシステムに関わる機能分析モデルの展開：
技術の創出、普及及び活用の観点から三 藤 利 雄¹⁾

要 旨

イノベーションの創出と活用は国や社会の発展にとって不可欠のものであるとの認識が高まっている。その一方で、イノベーションの社会への普及が環境問題の悪化や経済的な格差の助長など種々の社会経済的な問題を引き起こしている。本論はこれをイノベーションに関わるシステム (SI: System of Innovation) の視点から考察する。ここでSIとは、ある一定の制度制約の下で、産業界、政府および大学などの組織に属するアクタ間のネットワークを通じて、イノベーションが創出され、社会システムに普及し、その成員によって活用されるシステムのことである。

イノベーションの創出、普及そして活用を実際に推進するのは企業家であり、その過程で知識が創出されるとともに進化する。本研究は、企業家の活動に着目しながら、企業家と諸アクタとの間の制度を巡る様々な相互作用の下で、特定の産業部門ないし技術分野における知識が創出され、普及し、活用されるに至る過程を明らかにし、それを評価するためのSI機能分析モデルを提案する。その目的は、企業家等のアクタによって一連の活動が遂行される過程で、制度の導入や変更が企業家を含む諸アクタ間のネットワークを通じて実現されることにより、イノベーションの発展を社会の目標の達成に向けて誘導するところにある。

キーワード: イノベーションのシステム, 機能分析, 知識の展開, 企業家の活動, 制度, NSI, TIS, SI機能分析モデル

1. はじめに
2. SI研究の発展と批判
3. SIに関わる機能分析モデルの展開
 - (1) Edquistのイノベーション活動モデル
 - (2) Bergek, Hekkert等のTISモデル
 - (3) SIに関わる機能分析モデルの論点
4. 企業家の活動および知識の展開過程に関するSI視点の先行研究
5. KEIモデル: 企業家の活動と知識の展開過程を加味したSI機能分析モデルの提案
 - (1) SI機能分析モデルの構成
 - (2) 制度の導入や変更
 - (3) 企業家の活動
 - (4) 知識の流れ
 - (5) KEIモデルによる分析事例
 - (6) KEIモデルと既存のSI機能分析モデル等との比較
 - (7) KEIモデルの特徴と課題
6. おわりに

1) 立命館大学大学院テクノロジー・マネジメント研究科教授

1. はじめに

イノベーションの創出と活用は国や社会の発展にとって不可欠のものであるとの認識が高まっている。その一方で、イノベーションの社会への普及が環境問題の悪化や経済的な格差の助長など種々の社会経済的な問題を引き起こしていることも事実である。

本論はこれをイノベーションに関わるシステム (SI: System of Innovation) の視点から考察する。Freeman が日本の戦後の著しい経済発展を SI の枠組みに基づいて分析し、研究成果を著作にまとめて 1987 年に発表して以来、イノベーション関連分野の多くの研究者が SI 研究に関心を示すとともに、その研究に従事するところとなった。これに加えて OECD や EU などの国際機関は経済政策や科学技術政策などを分析評価する手法の一つとして SI 手法を積極的に採用し、数多くの提言を行ってきている。ここで SI とは、ある一定の制度制約の下で、産業界、政府および大学などの組織に属するアクタ間のネットワークを通じて、イノベーションが創出され、社会システムに普及し、その成員によって活用されるシステムのことである。

SI 概念が提唱されて以来約 30 年が経過した現在も、イノベーション研究関連の国際的な学術誌に間断なく SI 研究に関する論文が掲載されている (Teixeira, 2014)。一方で、依然として SI 研究の基本的な理論モデルや分析手法、用語の定義や用法などを巡って意見の対立があるとともに、現行のモデルや分析手法を巡る課題が数多く指摘されている (Sharif, 2006; Godin, 2009 その他多数)。

そもそも SI 研究の主要課題は、一定のシステム境界の中でイノベーションの原因と成果の関係性を明らかにし、それを評価することである。その結果 SI つまりイノベーションに関わるシステムの失敗が検出された時は、失敗の原因を探るとともに、社会システムの到達目標と照らし合わせてその方向を修正したり、あるいはイノベーション性向やイノベーション強度を高めてイノベーション活動を活発にするべく、諸制度の改革や諸政策の立案に資することにある。

これに対処するための一つの方法として、SI の機能側面に着目した分析モデルつまり SI 機能分析モデルが登場してきた。SI 研究の草分けの一人である Edquist (2005) は、SI 研究を一般システム理論と陽表的に関係づけたうえで、システムの構造のみならず機能を分析することを推奨している。また、Bergek et al. (2008) や Hekkert et al. (2007) は、市場の失敗ではなくシステムの失敗を明らかにするために、特定の新技术や新知識に関わる SI 機能分析モデルを導入すべきことを提案している。

ところで、イノベーションの創出、普及そして活用を実際に推進するのは企業家であり、その過程で知識が創出されるとともに進化する。近年、企業家の活動や知識の展開過程を組み込んだ SI 分析が登場してきている。Roper et al. (2009) は “Innovation Value Chain (IVC)” を導入した SI モデルに基づいて英国の九の産業部門を分析している。Mahroum & Al-Saleh (2013)

は彼らの提唱する AC/DC (absorptive capacity / development capacity) モデルに基づいて、世界 133 カ国を対象とした SI 計量分析を実施している。Radosevic & Yoruk (2013) は、Edquist (2005) の提案する活動モデルに基づいて、企業家のイノベーション活動に関する SI 分析結果を報告している。

本研究は、これらの先行研究を踏まえて、企業家の活動に着目しながら、企業家と諸アクタとの間の制度を巡る様々な相互作用の下で、特定の産業部門ないし技術分野に関わる知識が創出され、普及し、活用されるに至る過程を明らかにし評価するための SI 機能分析モデルを提案する。企業家が働きかける対象は制度、知識創造機関、供給条件、需要条件、および内部組織に大別される。第一に、企業家は大学、研究機関、ベンチャー企業その他の科学・技術・イノベーションに携わる機関つまり知識創造機関による新知識の創出をモニタリングし、必要な場合これらの新知識の導入を図る。その一方で、外部知識を内部組織において吸収し、これをイノベーションへと変換しうる能力の構築に努める。第二に、企業家は新製品に対する需要の創出と発展に向けて新市場形成のための活動を行う。また、市場からの品質や機能などに関わる要求を分節化し、これを製品の改良や新製品の開発に役立てることに務める。第三に、技術標準や環境安全基準、税法など公式の制度の導入や変更など、政府や関係機関の動向を把握するとともに、政策過程に働きかける。また、労働慣行や人事制度、社会的な規範など社会的文化的な非公式の制度に配慮する。第四に、金融支援の有無、労働・雇用環境、社会的基盤の整備状況など、種々の供給条件を把握するとともに、その充足に努める。第五に、イノベーション活動を推進するために内部組織の中核能力を構築する等の活動に従事する。もちろんこれは一例であり、企業家のイノベーション活動が多岐にわたることはいうまでもない。

企業家等のアクタによって一連の活動が遂行される過程で、制度の導入や変更が企業家を含む諸アクタ間のネットワークを通じて実現されることにより、当該イノベーションの発展を社会の達成目標に向けて導くべきであるというのが本研究のメッセージである。イノベーションの創出、普及そして活用を企業に委ねる時代は過ぎ去っている。イノベーションは今や社会の中核をなす存在であり、人類に利便性をもたらす一方、環境問題やエネルギー問題、経済格差に起因する貧困問題などを引き起こしている。イノベーションを社会総体としてシステムのなかで内生的にとらえ、社会的に制御しなくてはならないのである。

こうした視点にたつて、本論は一定の制度制約の下での企業家の活動と知識の展開過程を考慮した SI 機能分析モデルを提案する。本論の構成は次の通りである。第 2 節では SI 研究の動向を概観したうえで、それに対する批判を本論のテーマに沿って略述する。第 3 節では SI の機能分析モデルに関する先行研究と、その結果得られた知見を詳述する。第 4 節では企業家の活動および知識の展開過程に着目した SI 分野の先行研究について触れる。第 5 節では特定の産業部門ないし技術分野に関わって、企業家活動と知識の展開過程を加味した SI 機能分析モデルを提案する。

2. SI 研究の発展と批判

Freeman (1987) は第二次世界大戦後の日本の目覚ましい経済発展を分析する中で、「公私のセクターの活動と相互作用が新技術を起動させ、取り込み、修正し、そして普及させることとなる、このような公私のセクターに存在する諸制度のネットワークは、これを『国のイノベーション・システム (NSI)』と呼ぶにふさわしい (p.3)」と著作の冒頭で述べている。これ以後 NSI への関心が高まり、イノベーション関連分野の多くの研究者が NSI 研究に従事するところとなった (OECD, 1997; Sharif, 2006; Godin, 2009 等)。実際、1990 年代初めから 2000 年頃にかけて、Lundvall (1992), Nelson (1993), Edquist (1997) などが中心になり、各国のイノベーション研究者が参画して NSI 研究の成果を出版している。また、OECD などの国際機関は経済発展に関わる分析モデルの一つとして SI 手法を活用している (Sharif, 2006; Godin, 2009; Fagerberg & Sapprasert, 2011 等が当時の状況を分析している)。それに加えて、地域の SI に関しては RSI (Regional System of Innovation), 産業部門や技術分野の SI に関しては SSI (Sectoral System of Innovation), 技術の SI に関しては TS (Technological System) など、NSI の派生的なモデルが 1990 年代に次々と提案されている。

しかしながら、2000 年前後になると既存の SI 研究に疑問を呈する意見が SI 研究者の内部から表明されるようになってくる。Sharif (2006) はこの間の経緯を主要な SI 研究者にインタビュー調査するとともに先行研究の文献調査を行い、綿密に分析している。Sharif によると、Edquist などは一層の理論的な体系化が必要だと主張している一方で、Lundvall は NSI 研究の理論化を図ることも大切だが、むしろ政策などの必要性に応じて柔軟に対応していくことが重要であり、何よりも学習システムの構築が求められていると主張し、Globelics²⁾ という国際コンファレンスを通じて、その考え方の普及を図っている。Nelson は理論研究に先立って事例研究を重視すべきだという立場を取っている。1980 年代に華々しく登場した NSI であったが、統一的な知識の体系が形成されず、研究者の間で合意に至るモデルや研究手法が確立されていないことが見て取れる。その状況下で登場してきた一つの提案が SI に関わる機能分析モデルである。

3. SI に関わる機能分析モデルの展開

Galli & Teubal (1997) は SI 研究に機能分析を導入した先駆的な提案を行っている。彼らは機能を「硬い機能 (hard function)」と「柔らかい機能 (soft function)」に区分したうえで、各々

2) Globelics とは “The global network for the economics of learning, innovation, and competence building systems” の略である。毎年、主として発展途上国において研究者、政府関係機関の官僚、実務家等が参加する学術会議を開催している。

次のような機能を列挙している（p.347）。即ち、硬い機能については、

- ① 大学や公共機関が干与する研究開発活動
- ② 一般企業，技術センター，技術サービス企業，大学，政府研究機関などから第三者機関への科学・技術サービスの提供

柔らかい機能については、

- ① 経済上のかつ公共の機関に向けた情報，知識そして技術の普及
- ② 政府機関による政策立案
- ③ 特許，法律，標準，認可，規制などに関わる制度の設計と導入
- ④ 科学博物館，科学センターなどを通じた科学的文化の普及と醸成
- ⑤ 学術団体や専門職団体を通じた専門的な調整

そのうえで、彼らは SI 内の要素間の様々な相互作用を図示して、SI に関わる機能分析の必要性を主張している。

Liu & White (2001) は、特定のアクタ，制度，政策そして研究開発の成果などを分析する従来の NSI モデルを越えて、NSI の「システム」としての側面に焦点を当てつつ、システムの構造のみならず機能に基づいて分析することを提案している。そのうえで、中国の経済改革前と改革後の NSI を教育，研究開発，製品の導入，製品の最終用途，および連携という五つの機能に基づいて比較分析している。

それ以後の SI に関わる機能分析モデルの展開をみると、大きく二つの研究潮流があるようである。即ち、トムソン・ロイターが公表しているインパクト・ファクターの高いイノベーション研究関連の学術誌に掲載された論文をみると、一つは Edquist 等の提案するイノベーション活動モデルであり、いま一つは Bergek や Hekkert 等の提案する TIS 手法である。もちろん、この二つの研究潮流以外に SI に関わる機能分析モデルが提案されていると思われるし、著者が明示的に表現していなくとも、事実上の機能分析モデルがあると考えられる。しかし、一定規模の研究者集団が干与している点で、この二つの研究潮流は顕著である。そこで次に、この二つの SI 機能分析モデルの展開について触れることにする。

(1) Edquist のイノベーション活動モデル

Edquist (2005) は “The Oxford Handbook of Innovation” のうち ‘Systems of innovation’ の執筆を担当するなかで、SI 全般について論じている。彼は同論文において SI 手法の特徴を次のように挙げている。

- ① SI 研究はイノベーションと学習の過程を中心に据えている。
- ② 全体論的，学際的である。
- ③ 歴史的，進化的視点を持っている。
- ④ 相互依存的，非線形的である。
- ⑤ 製品，工程イノベーションの両者を含む。

⑥ 制度の役割を重視する。

これらの項目はSIの特徴であり、現実をより忠実に捉えている点で長所であるが、それ故にSI手法特有の課題を生み出しているとして、次のような弱点を指摘している。

- ① 用語の概念が必ずしも定まっていない。
- ② システム境界が必ずしも明確ではない。
- ③ 公式的な理論体系になっていない。

この弱点を克服するためにEdquistは「一般システム理論」を参照すべきことを提唱している。ここで、一般システム理論に従えば、システムは一般に次の三つの性質を有すると述べている (p.187)；第一にシステムには要素があるととも、要素間には何らかの関係があること；第二になんらかの機能を持つこと、つまり、何かあることを達成ないし実現すること；第三にシステム境界があること。

そのうえで、イノベーションに関わるシステムを構造と機能に区分し、構造よりはむしろ機能、そしてシステムに適切な機能をもたらす活動に着目すべきことを主張している。ここで、機能 (function) とは、一般に「何かあることを達成ないし実現すること (p.182)」を意味し、SIにおける主要な機能は「イノベーション過程を遂行すること、つまりイノベーションを創出し、普及させ、活用すること (p.182)」であり、一方、活動 (activity) は「イノベーションの創出、普及及び活用に影響を及ぼす因子であって、機能の決定要因と同じ (p.182)」であって、SI分析において活動は機能と同義であると述べている。

次に彼は活動を四つのカテゴリーに分類するとともに、その下に十の活動を挙げている (表1)。四つのカテゴリーとは、「イノベーション過程への知識の入力」、「需要側の要因」、「SIの構成要素の整備」そして「イノベーション企業への支援サービス」であり、各活動のカテゴリーは概ねイノベーションの創出、普及、そして活用の順序に沿っていると説明している。Edquistは2011年にこれをごく僅か改定した活動項目を提案しているが、その内容はほとんど変わっていない。表1には後者を翻訳したものを記載している。なお、各活動の内容をわかりやすくするために、重要と思われるキーワードを太字にしている。

この後、EdquistはSIに関わる機能分析モデルの論文をいくつか発表している (Edquist, 2011; Borrás & Edquist, 2013 等)。また、2008年にはEdquistが中心になって、アジアとヨーロッパの比較的人口規模の小さい10カ国を対象として、Edquist (2005) が提案した十のイノベーション活動に基づく事例研究結果を刊行している (Edquist & Hommen (eds), 2008)。最近ではChaminade et al. (2012) が2003年に公表されたタイのイノベーション調査結果に基づいて、タイのNSIに関わる諸係数をEdquistのフレームワークに基づいて計測している。この間、Edquist (2011) はSIに関わる機能分析について、10年以上に及ぶ研究成果と見解を次のようにまとめている³⁾。

3) Edquist (2011) は「社会学における機能主義 (functionalism) は現象の結果に着目するが、SI研究において機能というとき、それは現象の決定要因に着目している (p.1728)」と指摘して、SI分析での機能との違いを

表1：Edquistの提案するイノベーション活動

活動項目	具体的な活動
イノベーション過程への知識の入力	① 研究開発結果の提供 （工学，医学，自然科学の分野での新知識の創出） ②個別の学習を通じた 能力構築 （イノベーション活動や研究開発活動のための労働者への教育や訓練）および組織的な学習を通じた能力構築。正式・非正式の学習を含む。
需要側の要因	③ 新製品市場の形成 ④新製品に関わる需要側から発せられる 品質要求の分節化
SIの構成要素の整備	⑤イノベーションの新分野が発展するのに必要な 組織の創出と変更 （例えば，新企業を立ち上げるための企業家活動や，既存企業を多角化する企業内企業家活動の促進；新しい研究機関や政策機関の設立） ⑥市場その他の機構を通じた ネットワーク （潜在的にイノベーション過程を巻き込むような，異なった機関の間の相互学習を含む。）これは，SIの別の領域で開発された新知識要素の統合，ならびに外部の当該イノベーション企業で既に利用可能な知識要素がもたらされることを意味する。 ⑦ 制度の設立と変更 （つまり，知財法，税法，環境安全基準，研究開発投資活動等）。こうした諸制度は，イノベーションに対する誘因や阻害要因となって，イノベーション機関やイノベーション過程に影響を及ぼす。
イノベーション企業への支援サービス	⑧ インキュベーション活動 。例えば，新たなイノベーション活動のための施設や管理支援組織へのアクセスを提供する等。 ⑨知識やその適用による商業化を促進しうようにするためのイノベーション過程 その他の活動への金融支援 。 ⑩イノベーション活動に関わる コンサルタント・サービスの提供 （例えば，技術移転，商業情報，法律支援）。

(注) Edquist (2011) による。なお，太字は筆者が付け加えた。

- ① 活動分析はイノベーションに関わる政策課題，換言すればシステム課題の同定を目的とした分析に有効であり，政策的な含意としては公共部門と民間部門の分業が重要である。
- ② イノベーション強度ないしイノベーション性向の観点からSIの成果を測定するのに有効であり，活動分析は動的な観点を組み込むことができる。
- ③ イノベーション過程の成果に影響を与える様々な活動を取り込むことができる。
- ④ ある特定のイノベーションに対してSIの良し悪しを比較できる。つまり政策過程の分析において有用である。
- ⑤ 構造要素に着目したSI分析は各要素の能力の蓄積に焦点を合わせているのに対して，活動分析は「流れ」つまりイノベーションの創出や変化に着眼するものである。

そのうえで、「これらの活動のダイナミクスと，こうした活動を遂行する公私双方の機関の分業を理解することが，イノベーション過程を理解し，説明し，そして影響を与えるために重要である（p.1731）」と指摘する一方，「(SI分析において) どういった用語を使うかとか，

説明している。そのうえで，混乱を避けるために機能 (function) ではなく活動 (activity) と呼ぶことにすると述べている。

どのような活動を含めるべきかなどの点について、いまだに研究者間の合意が得られていない (p.1731)」と述べている。

実際、1980年代にSI概念を初めて提唱したLundvall (2007)は、Edquistの活動モデルについて「こうした研究方法がより一層厳密な理論に結び付くかどうか判然としない (p.14)」と示唆している。個々の活動項目に関して多数のイノベーション研究者が納得する体系化は実現されておらず、Edquistの活動モデルは必ずしもイノベーション研究の主流派に浸透していないようである。

(2) Bergek, Hekkert 等の TIS モデル

Bergek と Hekkert は、Carlsson & Stankiewicz (1991) が提案する TS モデルを踏まえて、特定の技術に関わる SI 機能分析モデルを提案している。技術に関する SI 概念は Carlsson & Stankiewicz の提案をもって嚆矢とする。彼らはこれを “Technological System (TS)” と名付けている。TS とは「特定の経済・産業分野において、固有の諸制度基盤の下で相互作用を繰り返すエージェントのネットワークであって、当該エージェントはこの過程が進行する間に技術の創出、普及、そして活用に関与することになる。TS は、通常の製品やサービスというよりはむしろ知識と能力の流れの観点から定義 (p.111)」される。それに加えて彼らは、TS の構成要素は主として知識と能力のネットワーク、産業のネットワークと発展のブロック、及び制度的な基盤の三つであると述べている。

イノベーションとは新技術を商業化したものだとすれば、そもそもイノベーション・システムはまさしく技術のイノベーション・システムである。実際、Nelson & Rosenberg (1993) は “National Innovation System” の冒頭で、同書は「技術的なイノベーションに関わる国のシステム (p.3)」を論じるものであると述べている。これに関して、Carlsson & Stankiewicz (1991) は、次のように述べて、NSI と TS の違いを強調している (p.112)。

我々の言う TS 概念は次の三つの点で NSI と異なっている。即ち、第一に TS は特定の技術ないし産業領域を対象としているのに対して、NSI は国のシステム全般を対象としている。第二に、TS の境界は必ずしも国の境界と一致することはない。第三に、諸制度の基盤というよりは、(a) 経済的な能力の役割、(b) 知識のネットワークと発展ブロックといった、ミクロ経済学的な視点をより陽表的かつより一層強調することにより、我々は、知識の創出や分配といった問題よりは、技術の採用や活用という問題に焦点を当てている。

ちなみに、Teixeira (2014) によると、彼らの論文は 2010 年末の時点で文献データベース Scopus 内での引用件数が 211 件あり、NSI 文献リストのうち第四位を占めているという。

Bergek 等の提案

Bergek は Carlsson & Stankiewicz (1991) が提案する TS モデルを踏まえつつ、特定の技術を対象として SI に機能要因を導入した分析モデルを 2000 年前後に降順次学会等で発表している。

例えば Jacobsson & Johnson⁴⁾ (2000) は、太陽光発電などの再生可能エネルギーの普及過程の分析枠組みを提案する際に、アクタ自身、アクタの能力、ネットワークおよび制度を TS モデルにおけるシステム構造の要素としたうえで、分節化された貧弱な需要、既存技術の優位、分散した研究過程、既存企業による市場の統制、ネットワークの不備、間違っただ市場見通し、法制上の失敗、教育制度の失敗、歪んだ資本市場、新規参入者への支援の欠如など、システムの課題を列挙している。Bergek 等はこれらの要因を機能と呼んでおり、次の機能分析モデルに集約されていく⁵⁾。

即ち、Bergek et al. (2008) は、SI 研究においてはまずもって「システム成果の評価ならびに成果に影響を及ぼす要因の同定が可能な分析枠組が切実に求められている (p.408)」とする。その上で、研究者はシステムの失敗になお一層注目すべきであると述べるとともに、広く社会システムを評価し、新技術の創出や普及が必ずしも順調でない場合、その失敗を具体的に検出し特定すべきであると主張している。これに基づいて、鍵となる政策課題を同定し、政策目標を設定するために特定の新技术に関わる SI を分析するにはどうしたらよいか、という点に SI 研究は取り組むべきだとして、TIS (Technological Innovation System) 概念を提案している。

つまり、SI は社会システムの一つであり、そこではシステムの構造のみならず、動特性を捉えるべく機能概念を導入すべきであると指摘する。そのうえで、SI における機能とは新技術の創出、普及、及び活用に至る過程を決定する要因であって、SI の成果に直接影響を及ぼすものであるとしている。この論文のなかで、TIS は「社会技術的なシステムであって、ある特定の技術（知識ないし製品、あるいは両者）の創出、普及、活用に焦点を当てる (p.408)」ものであるとした上で、彼らは七つの機能（表 2）を列挙している。

なお、Bergek et al. (2008) の論文と次に述べる Hekkert et al. (2007) の論文は、機能全体を示す場合と各個別の機能を示す場合を区別せずに一括して「機能」としている。本来、個別機能は副次機能 (sub-function) などと言うべきであり、後述の Markard & Truffer (2008) はそのように指摘しているが、以降の論文の多くは両者をともに「機能」と呼んでいるので、特に支障のない限り、本論でも機能と副次機能をともに「機能」と記述することにする。

表 2：Bergek et al. (2008) の提案による TIS の機能と測定指標

個別の機能	測定指標
知識の展開と普及	・ビブリオメトリックス、研究開発計画の数・規模・方向性、教員の数、特許の数、経営者などによる評価、学習曲線

4) Johnson は Bergek の旧姓である。

5) Bergek 等の論文は 2008 年に出版されているのに対して、Hekkert 等の論文は 2007 年に出版されている。Hekkert 等の論文を先に紹介するのが自然だが、Bergek のほうが長年にわたって SI 機能分析研究を行っているため、Bergek 等の論文紹介を先行させた。

探究方向に及ぼす影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ビジョン, 期待, 成長可能性に対する信念 ・知識の多様性や源泉と関連するアクタの知覚 ・現在及び将来の技術的可能性と専有可能状況に対するアクタの評価 ・規制や政策 ・先導的な顧客による需要の分節化 ・技術的なボトルネック, あるいは逆突出 ・現在の事業の状況は危機的か否か
企業家の実験活動	<ul style="list-style-type: none"> ・新規参入企業の数, 既存企業の多角化による参入を含む ・応用開発の多様性とその数 ・採用されている技術の拡がりや補完的な技術の特徴
市場の形成	<ul style="list-style-type: none"> ・市場の成熟度, 利用者の特性, 市場の規模, 顧客グループ, アクタの戦略, 標準化の役割, 購買過程など
正当性	<ul style="list-style-type: none"> ・TISの正当性の強度 ・正当性がどの程度需要, 法制化, 企業の行動に影響を及ぼすか ・誰が正当性に影響を及ぼすか
資源の移動	<ul style="list-style-type: none"> ・資本の増加 ・シードないしベンチャー・キャピタルの増加 ・人的資本の量と質の変化 ・補完的な資産の変化
正の外部効果の展開	<ul style="list-style-type: none"> ・労働市場の出現 ・専用の中間財やサービス提供者の出現 ・情報の流れと知識のスピルオーバー

Hekkert 等の提案

Hekkert et al. (2007) は Carlsson & Stankiewicz (1991) の提唱する TS モデルを敷衍して, 特定の技術に関わる SI 機能分析モデルを提案している。彼らは従来の SI 研究は制度やネットワークなどの構造分析に偏っていて, 「制度決定論 (institutional determinism) に陥っている (p.414)」と批判する。さらに, 元来 SI 研究は進化経済学や相互学習理論を主要な学術基盤としているにもかかわらず, 多くの研究は現状分析に留まっており, イノベーションの動的な変化を記述していないと指摘する。そのうえで, 彼らは特定の技術分野を対象とするとともに, SI に機能概念を導入したイノベーション・システム (TSIS: Technology Specific Innovation System) モデル⁶⁾を提案しており, その目的は挙げて「技術変化とイノベーションの過程を理解するところにある (p.427)」と述べている。

彼らは, TIS は特定の技術に着目していることから, 干渉するアクタが少なく, 複雑性が減少しており, その結果ミクロなレベルの分析ができることに加えて, 特定技術に関わる SI の形成時における企業家の活動に着目できる長所があると述べている。表 3 は Hekkert et al. (2007) が提案する各個別の機能を一覧表にしたものである。

6) Hekkert の研究者グループはその後 Bergek et al. (2008) に合わせて, 「TSIS」に代えて「TIS」を使うようになったので, 以下これに合わせて TIS とする。

表 3：Hekkert et al. (2007) の提案による TIS の機能と測定指標

個別の機能	測定指標
企業家の活動	新規参入企業の数, 既存企業の多角化活動の数, 新技術に関わる実験の数
知識の展開	研究開発計画, 特許, 研究開発への投資, 学習曲線に沿った技術成果の増大
ネットワークを通じた知識の普及	特定の技術トピックに関わるワークショップやコンファレンスの数, ネットワークの規模と強度
探究の指針	政府や産業界が定めた特定の技術の活用に関する目標値, 技術専門誌に掲載された文献の数
市場の形成	ニッチ市場の数, 新技術に対する税制措置, 環境技術に関してはビジネス機会を増加させる環境基準の制定
資源の移動	特定の指標によってマッピングすることは困難。インタビューなどで検証することがふさわしい。
合法性の創出／変化に対する反作用的抵抗	利益団体の活動の増加, 利益団体のロビー活動

彼らによると、機能とは新技術の展開、普及そして活用に直接影響を与え、かつシステム成果に影響を与える行動あるいは過程である。その後 TIS モデルに対するいくつかの批判に応じて、Hekkert & Negro (2009) は彼らの提案する七つの副次機能が技術変化を理解する方法として妥当かどうかを論じている。それによると、「資源の移動」については必ずしも明確な証拠を挙げるができなかったものの、他の副次機能についてはその存在が確かめられたとしている。なお Hekkert を含むユトレヒト大学（オランダ）の研究者は TIS を分析するためのマニュアルを同大学のホームページに掲載している（Hekkert et al., 2011）。

TIS モデル

Hekkert 等の SI 機能分析モデルは 2007 年に “Technological Forecasting & Social Change” に、Bergek 等の論文は 2008 年に “Research Policy” に相次いで掲載されている。共にイノベーション分野において国際的に評価の高い学術誌である。以後両論文は TIS 研究における基幹的な論文として数多く引用され、TIS 研究の普及に大いに貢献するところとなった（Mitsufuji & Kebede 2015）。Bergek et al. (2008) と Hekkert et al. (2007) が提案している機能を比較すると、微妙な表現において若干異なるところがあるものの、ほとんど類似している。実際、Hekkert et al. (2007) は彼の所属するユトレヒト大学（オランダ）とシャルマース大学（スウェーデン）は、SI 機能分析の研究にあたって、緊密に連絡を取り合っていることを明らかにしており、Hekkert や Bergek 等は同一の研究集団に属しているとみていい。

両論文の共通点は以下の通りである。第一に、両者はともに既存の技術システムとは異なるシステムに焦点を合わせている。つまり、既存の火力発電や原子力発電ではなく再生可能エネルギーによる発電技術、あるいは内燃機関自動車ではなく電気自動車や燃料電池自動車の創出

と普及などに焦点を合わせている。第二に、技術進歩は往々にして環境問題を惹起しているとし、彼らの研究はイノベーション政策と環境保護の両立を目指している。第三に、経済的な有効性や効率性よりは政策評価や政策判断に関わる研究を指向している。

一方で、Bergek et al. (2008) と Hekkert et al. (2007) が列挙する機能の範囲を巡っては、次の二点において若干の相違がある。即ち、第一の相違は知識 (knowledge) に関わるものである。Hekkert et al. (2007) は「知識の展開 (創出)」と「ネットワークを通じた知識の普及」を挙げている一方、Bergek et al. (2008) はこれを「知識の展開と普及」にまとめている。なぜ知識に関わる機能が一つに収まるのか、それとも二つ必要なのか、その理由は明示されていない。

第二は正当性 (legitimacy) / 正当化 (legitimation) や外部経済性 (external economies) に関わるものである。Hekkert et al. (2007) は「正当性 (legitimacy) の創出/変化に対する反作用的抵抗」を挙げている一方、Bergek et al. (2008) は「正当化 (legitimation)」に加えて「正の外部効果の展開」を挙げている⁷⁾。後者の機能はネットワーク外部効果であって、必ずしも「正当化」と同義ではないが、技術に対する一定の認知を伴わなければ外部効果は発生しないので、これと関連した機能であると考えられる。そもそも、正当性/正当化自体、主観を伴い測定の困難な項目であり、ネットワーク外部効果も同様である。この点で、両者の提案する機能項目はやや主観的かつ裁量的であり、必ずしも体系的かつ整合的とはいえない。このほか、「企業家の活動」など細目を追っていくと、いくつか齟齬の生じている機能項目がある。しかし、詳細にわたりすぎるので、これ以上の指摘は避けることにする。いずれにせよ、彼らの提案する TIS 手法は実践的かつ包括的であるものの、理論的ないし体系的とはいえないようにみえる。

Markard & Truffer (2008) は上記 Bergek et al. (2008) と Hekkert et al. (2007) に加えて Edquist (2005) の論文を比較考量したうえで、TIS 概念への科学技術社会学の統合を図っている。ここで、彼らの挙げる科学技術社会学には移行分析 (Transition analysis)、多段階分析 (Multi-level analysis)、戦略的ニッチ管理 (Strategic niche management) などが含まれる。彼らは、上記の科学技術社会学は社会システムをアクタ、制度、そしてイノベーション過程を支えるネットワークに限定し、イノベーションの社会技術的な形成過程を考察するという意味で、TIS 分析と科学技術社会学はシステムの目的を共有していると指摘したうえで、TIS は「アクタと制度のネットワークの集合である。このネットワークの中で、アクタと制度はある特定の技術分野において相互作用し、新技術や新製品の変異体に関わる創出、普及、活用に貢献する (p.611)」イノベーション・システムであると定義している。なお、Carlsson & Stankiewicz (1991) が提唱する TS モデルはシステム境界を経済的および産業上の領域としているのに対して、TIS はそれを社会技術領域としている点で両者は異なっている。

7) この論文の後、Bergek, Jacobsson & Sanden (2008) は「正当性」と「正の外部性の展開」を機能項目に導入したことの妥当性を主張している。

(3) SI に関わる機能分析モデルの論点

Edquist, Bergek, Hekkert, そして Markard と Truffer などが提唱している機能分析を伴った SI 分析について述べてきた。Edquist は十のイノベーション活動を列挙するとともに、おおむね国のイノベーション・システムつまり NSI 分析を行っている。これに対して、Bergek や Hekkert 等はその分析手法を TIS と呼ぶとともに、主唱者によって内容は若干異なるものの、七つの副次機能に基づいて特定の個別技術を対象とした分析を行っている。特に後者の TIS 手法は、包括的で実際的かつわかりやすいうえに、SI というブランド力に乗って、短期間に研究者集団の間に普及してきた (Mitsufuji & Kebede, 2015)。しかし、既存の SI 機能分析モデルにはいくつかの課題があるようにみえる。

a. 個別の機能（活動）の導出過程は必ずしも明確ではない

Edquist (2005), Bergek et al. (2008), そして Hekkert et al. (2007) はそれぞれ個別機能（活動）を提案するにあたって参考にした先行論文を列挙している（表 4 参照）。

表 4：SI 機能分析モデルの先駆と位置付けられている学術論文

著者名	刊行年	学術誌名等	E.	H.	B.
R. Galli, M. Teubal	1997	Edquist, C. (Ed.), Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations.	○	○	○
A. Rickne	2000	PhD Thesis. Department of Industrial Dynamics. Chalmers University of Technology	○		○
S. Jacobsson, A. Johnson	2000	Energy Policy		○	○
A. Johnson,	2001	the DRUID's Nelson and Winter Conference,		○	○
X. Liu, S. White,	2001	Research Policy	○	○	○
A. Bergek	2002	PhD Thesis, Chalmers University of Technology.		○	○
A. Johnson, S. Jacobsson	2003	Metcalfe, S., Cantner, U. (Eds.), Change, Transformation and Development.	○		○
R. Smits, S. Kuhlmann,	2004	International Journal Foresight Innovation Policy		○	○
S. Jacobsson, B. Sanden, L. Bangens,	2004	Technological Analysis of Strategic Management		○	○
A. Bergek, S. Jacobsson, B. Carlsson, S. Lindmark, A. Rickne	2005	the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference			○

(注 1) 未刊行のものは含まない。(E.: Edquist, H.: Hekkert, B.: Bergek)

(注 2) “A. Johnson” は “A. Bergek” の旧姓である。

これをみると、Hekkert et al. (2007) と Bergek et al. (2008) に関して、同表記載の参考文献は Galli & Teubal (1997) と Liu & White (2001) を除いて、いずれも彼らが形成する研究集団に属する研究者が論文の著者ないし共著者に加わっている。いわば「身内」の研究論文で

ある。それに加えて、各機能項目の導出過程は明確には示されていない。先行研究の知見がすべて普遍的かつ一般的かどうか必ずしも明らかでないと考えられるが、その妥当性は検証されていない。その意味で、これら七つの副次機能がどれほどの普遍性を持っているか疑問である。

一方、Edquist (2005) は基本的に NSI に関わる主流の機能分析モデルのみを引用しており、その点で客観性を保っていると言える。

b. 個別の機能（活動）は網羅的ではあるが、必ずしも体系的とはいえない

Hekkert et al. (2007) が挙げている個別の機能には「正当性の創出／変化に対する反作用的抵抗」が、そして Bergek et al. (2008) のそれには「正当化」および「正の外部効果の展開」など、抽象的でかつ主観的な項目が含まれている。

Edquist (2005) は概ねイノベーションの創出、普及そして活用の順に活動を列挙していると述べているが、活動ごとの具体的な項目は恣意的に見える。

c. 事象のマッピングに留まっている

動的な分析を実施するために機能（活動）分析が導入されたはずであるが、事象をマッピングしたのみで、ナレーティブに事象を説明するに留まっているように見受けられる。Harris (2011) は地域成長モデルに関わる経済学の視点から SI 研究について言及している。そのなかで彼は、Bergek et al. (2008) の提案する TIS 概念は記述的かつ主観的なレベルに留まっているとしたうえで、それはモデルというよりは新技術の登場など SI の中で生起する現象をマッピングするだけの手法であって、生産性の増加など地域の成長の問題を取り扱うには適切でないと述べている。これは主流派経済学からの指摘であり、そもそも SI 概念が主流派経済学に対するアンチテーゼから生まれてきたことを考えると、必ずしも額面通りに受け取れないが、TIS 手法に基づく既存の論文を見る限り、説得力のある指摘である。

Edquist (2005) の提案するイノベーション活動モデルは、およそ NSI への適用が主であり、動的な分析には適切でないようにみえる。この点、NSI を分析対象とするのではなくて、特定の技術分野や産業部門に限定した方がいいように思える。

d. 多くの TIS 論文は主観的かつ定性的な分析に留まっている

以上に加えて、Bergek et al. (2008) や Hekkert et al. (2007) が提唱する TIS 手法は、主観的かつ定性的な分析に留まっており、裁量的な結論が導き出される懸念がある。実際、日本をめぐる太陽光発電技術の導入に関して、Vasseur et al. (2013) は概ね良好な結果に至っていると結論付けている一方、Harborne & Hendry (2012) はさしたる成果を上げていないとほぼ同時期の論文においておよそ正反対の結論を下している (Mitsufuji & Kebede, 2015)。筆者には後者の意見のほうが現実に近いようにみえる。前者の論文はオランダの政策との比較研究であり、

オランダにおける太陽光発電技術の導入をシステムの失敗ととらえ、これを日本の事例と対比するために、このような結論に到達したように推測される。このように、TIS手法は主観が入りやすい方法のようにみえる。

Edquist, Bergek, Hekkert 等が主張する SI 機能分析モデルの大きな特徴は、技術の創出、普及そして活用の観点からシステム全体を包括した分析枠組みを提案するところにある。イノベーションに関わる活動をマッピングする枠組みを提供しているという意味で、SI 機能分析モデルは有効な手段たり得る。専門分野に分科しがちな科学にあって、統合的にシステム全体を捉えて、システムの失敗を検出しようとする試みである点で、分析重視型の諸科学に対する優位性を持っており、そこに大きな可能性がある。

しかし統合的かつ包括的なモデルであるがゆえに、上記のような課題を内包している。表5はTISモデルとEdquistの活動モデルについて、機能項目に関わる既存のSI機能分析モデルの特徴と課題を整理したものである。

表5：既存のSI機能分析モデルの特徴と課題

SI 機能分析モデル	TIS モデル	Edquist のモデル
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> ・社会技術的な分析。 ・機能（活動）項目は包括的である。 ・個別の技術の創出、普及、活用に関わる機能の発展過程を分析している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・マクロな経済・産業の分析。 ・機能（活動）項目は包括的である。 ・基本的に一国を対象として、技術全般の創出、普及、活用に関わる機能の発展過程を定量評価している。
課 題	<ul style="list-style-type: none"> ・機能（活動）項目は体系的でない。 ・総じて定性的な分析が多く、事象のマッピングに留まっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機能（活動）項目は体系的でない。 ・個別の産業や技術の活動分析に至っていない。

4. 企業家の活動および知識の展開過程に関する SI 視点の先行研究

イノベーションの創出、普及そして活用を実際に推進するのは企業家である。ところが、かつてはシステムの機能よりは構造に重点を置いた研究が多かったことに加えて、必要なデータの入手が困難であったためであろうか、Hekkert et al. (2007) が指摘するように、SI 研究の多くは国民経済の分析や制度論の研究に焦点を合わせるようになっており、企業家の活動や個々の企業あるいは特定の技術分野のダイナミズムを分析した SI 研究は驚くほど少ない。実際、OECD のレポートの多くは国全体の研究開発予算、企業の研究開発投資、各産業部門の規模や成長率、あるいは知的財産権の登録状況など国ごとに集計された統計データに基づいた分析と評価を行うものである。しかし近年、各国でイノベーション調査が実施されて⁸⁾きた結果、

8) 研究開発投資などの実態調査を行うためにフラスカティ・マニュアル (Frascati manual) が活用されてきたが、これに加えて、1990年代以降イノベーション活動を計測するマニュアルが次第に整備されてきている。

企業家の活動や知識の展開過程などを取り入れた SI 研究が登場している。次にその研究成果のいくつかを紹介する。

Mahroum & Al-Saleh (2013) はイノベーション・エフィカシー指標 (Innovation Efficacy Index) モデルを提案している。彼らは、イノベーションは隔離された状況の下で創出されるのではなく、社会システム内の成員間の相互作用による成果物であると述べたうえで、Bergek et al. (2008) の提唱する TIS モデルを引用しつつ、SI の構造のみならず機能に注目すべきであると指摘する。さらに、従来の研究の多くは「知識の創出」あるいは「知識やイノベーションの利用」に焦点を当てているが、一層重要なことは「価値創出」と「問題解決」であると主張し、機能分析の視点からイノベーション・エフィカシー指標を導入している。

彼らによると、イノベーション・エフィカシーとは効率性と有効性を併せ持った指標であって、吸収能力 (AC: absorptive capacity) と展開能力 (DC: development capacity) より構成される。このうち DC は知識の創出と利用から構成され、AC は外部知識への接近、外部知識の定着、および知識の普及から構成される。これらの指標に基づいて AC と DC を計測することにより、異なるリンクとシステム機能を判別し、SI のなかで弱いリンクを検出することを分析の目的としている。

彼らはこの分析枠組みに沿って世界 133 か国のイノベーション・エフィカシー指標を算出し国際比較を試みている。知識の吸収能力と展開能力に焦点を当てた興味深い研究である。彼らは、この研究は依然として試論の段階であり、時系列的なデータを用いて産業部門ごとに分析することが望ましいと指摘している。

Roper et al. (2008) は、イノベーション・バリュー・チェーン (IVC) という概念に基づいて、アイルランド国内の産業部門に関わる SI つまり SSI (Sectoral System of Innovation) の計量分析を実施している。IVC 概念は元々 Hansen & Birkinshaw (2007) が企業のイノベーション指向の強度を分析するために考案したものである。つまり、Hansen 等のアイデアは、イノベーションは外部からの知識の入手に始まり、導入した知識を変換してイノベーションを開発し、こうして開発されたイノベーションを活用して価値を創出するとしており、この考え方を企業のイノベーション戦略に導入すべきことを提案している。

これを Roper et al. (2008) は「企業がイノベーションを企画するのに必要な知識を入手し、知識を新製品や工程に変換し、然る後に (もちろん、フィードバックループや外部との連結が干与したうえで) そのイノベーションを開拓し付加価値を創造する——このような再帰的な過程が IVC を形成している。(異なった種類の、そして異なった源からの) 知識は、IVC の様々な要素間に操作的な連結装置を提供する一種の統合要素である (p.961))」と指摘している。

代表的なものは OECD が中心となって開発したオスロ・マニュアル (Oslo manual) であり、1991年に登場して以来、2005年には第三版が公開されている。EU 諸国は CIS (Community Innovation Survey) に基づいたイノベーション調査を行っている (Smith, 2005)。その結果、EU 諸国や OECD 加盟国のみならず多くの国がこれらのマニュアルに沿ったイノベーション調査を実施している。わが国でもこれまでに三回のイノベーション調査が実施されている (科学技術・学術政策研究所, 2013)。

具体的には、

- ① 企業はイノベーションに必要な異なった種類の知識を束ねることにより知識の入手活動を行う、
- ② 実態を伴ったイノベーションに知識を変換する、そして、
- ③ 企業のイノベーション活動から価値を開拓する。

こうした概念枠組みを提示したうえで、Roper et al. (2009) は、イギリスの科学政策機関である NESTA⁹⁾ 向けにイギリス国内の9産業部門のSIを分析している。

Radosevic et al. (2013) は、Edquist の活動モデルを敷衍して、EU 諸国内の企業家のイノベーション活動に対する性向つまりイノベーション強度を国際比較分析している。彼らは「企業家の活動は個々人の特質であるのみならず、経済的およびイノベーションのシステムの特質である (p.1016)」と措定する。つまり、「SI が異なると企業家性向も著しく異なっており、これはけっして個々人の資質の相違では説明できず、外部の諸制度との相互作用の結果もたらされるものである (p.1016)」としたうえで、Edquist (2005) の提案する十の活動を、市場機会、技術的機会、そして制度的機会に再分類し (表6)、EU 諸国の企業家性向について各国を単位として計量分析を行っている。

以上、企業家の活動および企業家による知識の展開過程に関する先行研究について、SI 機能分析と関係のある文献をいくつか紹介した。今後の発展が期待される研究分野である。

表6：Radosevic et al. (2013) の提案するイノベーション機会と活動の内容

機会	活動
技術的機会	①知識の展開と普及（研究開発の提供、新知識の創出） ②能力構築（教育と訓練の提供、人的資源の創出、技能の創成と再生） ③知識ネットワーク（研究所、バリューチェーンの相手）
市場機会	④需要側の活動（新製品や新サービス需要の成長と構造；新製品市場の形成；品質要求の分節化） ⑤知識の商業化を促進するようなイノベーション計画やその他の活動に対する融資（株式市場、成熟度に沿ったローン；自己留保所得；ビジネス・エンジェル） ⑥知識指向サービスの市場、イノベーション過程に関わるコンサルタント・サービス（例えば、技術移転、商業情報、法律相談）
制度的機会	⑦制度の創出と変更（知財法、税法、環境安全基準、研究開発助成）。こうした諸制度は、イノベーションに対する誘因や阻害要因となって、イノベーション機関やイノベーション過程に影響を及ぼす。 ⑧インキュベーション活動。例えば、新たなイノベーション活動のための施設や管理支援組織へのアクセスを提供する等。 ⑨公的な受容、その他の規制上の機会や制約。

9) NESTA は National Endowment for Science, Technology and the Arts の略で、英国国立科学・技術・芸術基金のことである。

5. KEI モデル: 企業家の活動と知識の展開過程を加味した SI 機能分析モデルの提案

上述の検討を踏まえたうえで、ある一定の制度制約の下での企業家の活動と知識の展開過程に着目しつつ、特定の国における特定の産業部門ないし技術分野に関わる SI の形成期における機能分析モデルを提案する。次に本モデルの全体構成を示したうえで、主要な機能（活動）要素について触れる。なお、混乱を避けるために、以下の記述では「SI 機能分析」などと述べる場合のみ「機能」とし、そうでない場合は「活動」と記すことにする¹⁰⁾。

(1) SI 機能分析モデルの構成

SI 研究の主要課題は、一定のシステム境界の内部で生起するイノベーション過程における因果関係を明らかにし、それを評価することである。その結果、SI つまりイノベーションに関わるシステムの失敗が検出された時は、その失敗の原因を探るとともに、社会システムの到達目標と照らし合わせてその方向を修正したり、あるいはイノベーション性向やイノベーション強度を高めてイノベーション活動を活発にするべく、諸制度の改革や諸政策の立案に資することにある。

本論で提案する SI 機能分析モデルは、国の産業部門あるいは技術分野をシステム境界とする。そのうえで、本モデルは企業家の活動と知識の展開過程に着目しつつ、イノベーション知識の吸収能力、イノベーション開発能力、イノベーション性向、イノベーション強度、イノベーション活動による成果などを明らかにすることを目指す。企業家の活動は一方で既存の制度の影響を受けるとともに、他方で制度自体に影響を及ぼし、新制度の導入や変更を促す。本モデルは知識 (knowledge) の展開、企業家 (entrepreneur) の活動、そして制度 (institution) の導入や変更をシステムの中核的な要素としているので、その頭文字を取って、KEI モデルと呼ぶことにする。次に本モデルの前提条件を述べる。

第一に、国や経済圏などの地域を対象とする。産業部門や技術分野を対象とする SSI や TS、TIS などの SI モデルは必ずしも国などの地域に限定されるものではないが、実際のところ国を調査対象とした研究が多い。言うまでもなく、政府による諸制度の立案と制定、執行は SI の重要な拘束条件である。この点、本モデルは NSI 研究に近い。

第二に、特定の産業部門や技術分野を分析対象とする。「資本主義の多様性論 (VoC: Variety of Capitalism)」でも語られているように、国の制度その他の仕組みにより、産業部門や技術分野ごとのイノベーション開発能力は異なる (Hall & Soskice, 2001)。また、一国内において産業や技術分野ごとの成熟度は異なる。NSI は一般にこれを包括して分析しているが、産業部

10) Edquist, Bergek, Hekkert 等が提唱する SI 機能分析では、いずれも機能 (function) は活動 (activity) あるいは過程 (process) と同義である。オックスフォード英語辞典 (OED) によると、“function” は語源的には「遂行のための行動」、「遂行」、「活動」を意味するとある。Edquist (2011) も、混乱を避けるために “function” ではなく “activity” を使うと述べている。

門や技術分野を合成した結果は様々な要素や歴史過程を混淆したものになっており、個別分野の分析に堪えるものではない。この点、本モデルは SSI、TS ないし TIS 分析に近い。

第三に、供給側と需要側に関わる市場が未成熟な段階にある形成期の市場を対象とする。産業（製品）ライフサイクル論に従えば、およそ創発期と発展期にあたる。新産業や新製品はその創発期ないし勃興期に大きな障害に遭遇することが多い。殊に再生可能エネルギー技術など従来の産業システムに組み込まれていない技術分野は、形成期の障害を乗り越えて初めて社会システムに定着することができる。

以上のことを勘案して作成したのが図1の KEI モデルである。活動は二重に構成される。第一は知識の流れであり、第二は諸制度や諸組織間のネットワークを介した企業家の活動である。これに加えて、本モデルは知識の流れや企業家の活動を助長したり拘束したりする既存の制度の変更や新制度の導入を主要な活動要素の一つとする。多くの SI 研究者が言及するように、制度は SI の根幹をなす要因であり、企業家の活動と知識の展開過程が制度と相互作用しながら、特定の産業ないし技術分野の SI が進行する。次に、本モデルが分析の対象とする制度の導入や変更、企業家の活動、および知識の流れについて述べる。

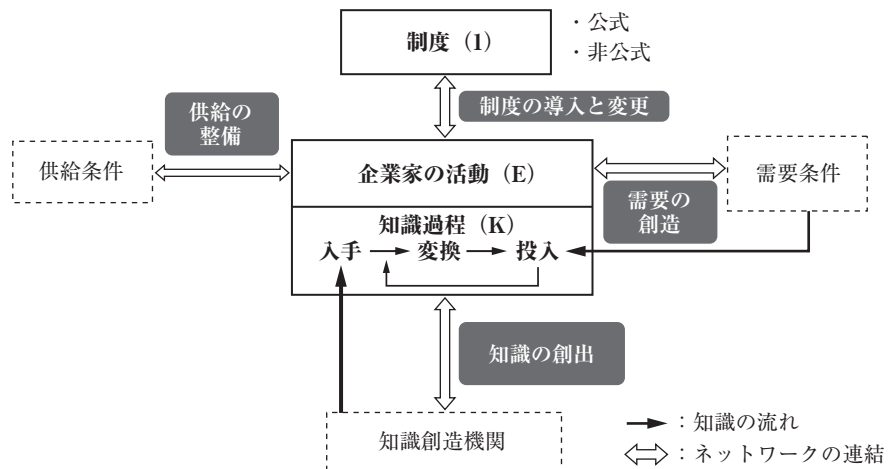


図1：KEI モデル：企業家の活動と知識の展開過程に着目した SI 機能分析モデル

(2) 制度の導入や変更

制度はSIのもっとも重要な構成要素の一つであり、制度の導入や変更がイノベーション活動、つまり企業家の活動や知識の流れに決定的な影響を及ぼす。換言すれば、イノベーションは他と独立して存在するものではなく、社会的に構成される。

通常、制度は公式の制度と非公式のそれに区分される。制度の導入といった場合、通常は公式の制度を指すが、その運用は社会的な規範や慣習によるところが大きい。従って同じ制度を導入しても、その運用次第で全く異なった結果を生み出すことがある。VoC論は、市場経済の違いがイノベーションの創出過程に重要な影響を及ぼすと指摘している（Hall & Soskice,

2001)。つまり、LMEs (Liberal Market Economies) 下にある米国などでは根元的イノベーションが起きやすいのに対して、CMEs (Coordinated Market Economies) 下にあるドイツなどでは漸進的なイノベーションが生じやすいと主張している¹¹⁾。

企業家の活動は独立して個別に生じるものではなく、制度的な枠組みなかで生起するとの主張 (Radosevic, 2013) があることも、制度を本モデルの主要な構成要素としている理由である。制度はほとんどの SI 研究者が指摘しているように、SI を構成する最も基本的な要素の一つである。

(3) 企業家の活動

イノベーションの創出、普及そして活用を実際に推進するのは企業家である。本モデルは企業家によるさまざまなイノベーション活動に着目する。Hekkert et al. (2007) は、既存の SI 研究がマクロな疑似静的分析に留まっているとして、企業家などイノベーションの推進者に着目したミクロで動的な分析を行うべきであると述べている。こうした研究潮流のなかで、資源視点の戦略論 (RBV: Resource Based View) など戦略経営論を導入した TIS モデルが登場してきている (例えば、Musiolic et al., 2012)。

Edquist (2005) は、イノベーションが発展するのに必要な組織の創出と変更の要因として、新企業を立ち上げる企業家の活動や、既存企業内において多角化を図る企業内企業家の活動などを挙げるとともに、市場その他の機構を通じたネットワーキングの必要性を説いている。Hall & Soskice (2001) は資本主義の形態によってイノベーションの創出分野が異なると主張するとともに、彼らの依拠する VoC モデルは企業を中心に置いた国の政治経済システムであると述べている。このように、企業家の活動は SI の形成にとって不可欠の要因である。

企業家が働きかけるシステムの構成要素は図 1 のように、制度、知識創造機関、供給条件、需要条件、および内部組織に大別される。企業家は、システムの構成要素である制度、組織、そしてアクタが構成するネットワークに働きかけるなどシステムの要素に属するアクタとの間で相互作用を繰り返す。表 7 はシステムの構成要素に対して企業家が働きかける具体的な対象を例示したものである。

表 7：企業家の活動とシステムの構成要素

システムの構成要素	企業家が働きかける要素項目の一例
制度	法律, 標準, 規制, 慣習, 規範, ルーチン…
知識創造機関	大学, 研究機関, ベンチャー企業…
供給条件	金融, 労働, 材料, 社会基盤…
需要条件	リードユーザー, 初期採用者, ネットワーク外部性…
内部組織	組織構造, 日常業務, 企業文化…

11) ただし、青木 (2014) を始めとして VoC 論に対する反論も数多くあり、決着を見ていないようである。

即ち第一に、企業家は大学、研究機関、ベンチャー企業その他の科学・技術・イノベーションに関わる「知識創造機関」による新知識の創出をモニタリングし、必要な場合これらの新知識の導入を図る。Chesbrough (2003)はこのような外部との間の知識のやりとりによりイノベーションを創出することをオープン・イノベーションと呼んでいる。一方、外部知識を「内部組織」で吸収し、これをイノベーションへと変換しうる能力の構築に努める。第二に、彼らは新製品に対する需要の創出と発展（需要条件の形成）に向けて新市場形成のための活動を行う。また、品質や機能などに関わる市場の要求を分節化し、これを製品の改良や新製品の開発に役立てるべく活動する。リードユーザーやイノベーションの初期採用者の態度や反応といった点に着目するとともに、たとえばネットワーク外部性の有無を検討する。第三に、技術標準や環境安全基準、税法その他「公式の制度」の導入や変更など、政府や関係機関の動向を把握するとともに、政策過程に働きかける。また、労働慣行や人事制度、社会的な規範など社会的文化的な「非公式の制度」に配慮する。第四に、金融支援の有無、労働・雇用環境、社会的基盤の整備状況など、種々の「供給条件」の状況を把握する。第五に、イノベーション活動を推進するために「内部組織」能力を構築ないし再構築するなどの活動を行う。

もちろん以上は一例であり、企業家のイノベーション活動が多岐にわたることはいうまでもない。表8は本モデルにおける企業家の活動を既存のSI機能分析モデルの活動項目と対比したものである。考え方の基本的な枠組みが異なるので、各項目が一對一に対応するものではなく、おおよその目安であることを確認しておく。

表8：KEIモデルにおける「企業家の活動」と既存のSI機能分析モデルとの比較

	KEIモデルにおける「企業家の活動」				
	制度	知識創造機関	供給条件	需要条件	内部組織
Edquist (2005)	制度の設立と変更	組織の創出と変更	金融支援、コンサルタント・サービスの提供	新製品市場の形成	能力構築
Bergek et al. (2008)	探求方向に及ぼす影響、正当性、正の外部効果の展開	知識の展開と普及	資源の移動	市場の形成	企業家の実験活動
Hekkert et al. (2007)	探求の指針、合法性の創出／変化に対する反作用的抵抗	知識の展開、ネットワークを通じた知識の普及	資源の移動	市場の形成	企業家の活動

(4) 知識の流れ

SIの発展において知識の創出と学習能力の構築は必須の項目である。Edquist (2005)は知識の創出こそがSIの中心的な事項だとしている。Lundvall (2007)は現代を知識基盤社会であると捉えるとともに、イノベーションの創出、普及、及び活用に当たっての知識の獲得や学習組織の重要性を指摘している。前述のように Mahroum et al. (2013)は知識の吸収能力 (AC)

と展開能力 (DC) が知識からの価値創出と問題解決に貢献すると述べている。また, Roper et al. (2008) はイノベーション・バリュー・チェーン (IVC) という考え方を導入して国の SI 分析を実施しており, その後 Roper et al. (2009) は IVC に則って英国内の産業部門を分析している。

本モデルは, これらの知見を参考にして, 企業内の知識過程を知識の入手 (source), 知識からイノベーションへの変換 (transform), そして市場への投入 (introduce) の三段階に区分する。知識は内部から生まれることもあるが, 外部の大学や研究機関, あるいは発明家などから入手することもある。また, 市場に投入された新製品やサービスに対するフィードバックは製品の開発に生かされることになる。

表 8 は入手, 変換および投入に関わる副次機能を例示したものである。本表の作成に当たっては, Roper et al. (2008), Mahroumet al. (2013) が列挙している項目を参考にしており, 次に各知識過程について簡単に触れる。

表 9 : 知識の展開過程

知識過程	活動の事例
知識の入手, 創出 (source)	研究人材, 研究開発投資, 知識の資産化, 外部企業との技術協力, スタートアップ企業とのネットワーク, 大学や公設研究所等との連携…
知識の変換 (transform)	工程イノベーションの開発, 製品イノベーションの開発, 生産技術開発投資, 技術者人材, 技術補助…
新製品・サービスの市場投入 (introduce)	市場の成長率, 顧客との情報交換, ブランド力構築, 市場規模, 市場シェア, 競争環境, 海外市場への展開…

(Roper et al. (2008), Mahroumet al. (2013) 等を参考に著者作成)

その第一は知識の入手と創出に関するものである。知識は内部で創出することもあれば, 外部から入手することもある。たとえば, 大学や国立・公設研究機関などの外部機関との共同研究の実施等を挙げることができる。またスタートアップ企業等とのライセンス契約の締結や知的財産権の獲得, 株式取得, 企業買収その他, 形式は多種多様である。一方, 知識の入手や創出のためには, 研究施設の整備や研究開発投資, 研究開発人材の確保などが必要になってくる。また, 組織としての知識の吸収能力 (absorptive capacity; Cohen & Levinthal, 1990) が問われることになる。

第二は知識の変換過程である。製造業であれば通常は新製品の開発が不可欠である。そのためには製品を開発する技術者人材を要するとともに, 彼らの活動を支えるさまざまな補助機能, 補助人材を整備しなければならない。新製品を製造するには生産設備の導入を伴う。既存の製品を製造する設備にかかわる工程イノベーションを行うとともに, そのための設備投資が実施されることになる。Mahroumet al. (2013) の主張に従えば, 展開能力 (DC: development capacity) の涵養が必要になる。

第三は新製品やサービスの市場への投入である。ブランドの構築などマーケティング能力が

重要であるとともに、市場からのフィードバックを新製品の開発や既存の製品の改良に活用する能力が問われることになる。また、市場の規模、競争の強度、市場の成長率などの把握、あるいは海外市場への展開可能性などへの考慮も要する。

以上知識の流れを概観した。これを Edquist (2005), Bergek et al. (2008), Hekkert et al. (2007) の提案する SI 機能分析モデルと比較するとおおよそ表 10 のようになる。

表 10：KEI モデルにおける「知識の流れ」と既存の SI 機能分析モデルとの比較

	KEI モデルにおける「知識の流れ」
Edquist (2005)	研究開発結果の提供、品質要求の分節化、ネットワーキング、インキュベーション活動
Bergek et al. (2008)	知識の展開と普及
Hekkert et al. (2007)	知識の展開、ネットワークを通じた知識の普及

(5) KEI モデルによる分析事例

既存の SI 機能分析モデルと比較するために、事例を挙げることは有益であろう。そこで次に、エチオピアにおける太陽光発電技術の普及と SI 形成に関わる事例 (Kebede et al., 2014) を参考にしながら¹²⁾、上記 KEI モデルの各要素について概説する。

エチオピアはアフリカのサブサハラ地域東端に位置しており、太陽エネルギー資源の豊富な国である。人口約 90 百万人を擁する一方、一人当たり GDP は約 600 ドルであり、最貧国の一つであるが、近年の GDP 年間成長率は 10% 前後に達している。一方、無電化の下で生活している国民の割合は依然として 60% に及んでおり、太陽光発電などの再生可能エネルギー資源を活用するオフグリッド施設への潜在的な需要は大きい。

この地にドイツを拠点とする NGO グループ Solar Energy Foundation (SEF) が 2004 年に進出し、首都アジスアベバから約 240km 離れた 6,000 世帯が居住する無電化集落に太陽光発電施設を導入して、電力提供事業を開始した。その後この経験を活かして、2011 年現在エチオピア全土に 15,000 基の家庭用太陽光発電施設の導入に成功している。

事業はほとんど無に等しい状況から始まった。太陽光発電施設に関わる機材は当初ドイツから導入するとともに、技術者をドイツから招き雇用している。その後 SEF は現地での経験に基づきながら事業展開を図っている。以下の記述は SEF の事業展開を本モデルに沿ってまとめたものである。まず、**企業家の活動**を「供給条件の整備」、「需要条件の創出」、「研究機関とのネットワーク構築」、「内部組織の形成」、及び「制度の導入や変更」に分ける。

(供給条件の整備) 当初の資本は SEF の本国であるドイツから調達している。配電網などの社会基盤は無いに等しいので、自前で敷設している。太陽光発電設備は当初ドイツから調達したが、その後エチオピアに組み立て加工設備を建設している。労働力を確保するために、機材の

12) 同研究は TIS モデルを念頭に SI 分析を行っており、以下の説明はこれを本 KEI モデルに沿って編集しなおしたものである。

組み立てや点検を行うことのできるテクニシャンを養成するべく、学校を設立している。SEFの下で養成されたテクニシャンはエチオピア全土で活躍するに至っている。

(需要条件の創出) 需要創出の一環として、住民が端末機材を購入したり、小規模な事業を行うためのマイクロファイナンスをSEF自らが設立している。情報ネットワークを活用した課金システムを導入している。地域住民を雇用して、マネーが回転する仕組みを構築している。

(研究機関とのネットワーク構築) アジスアババ大学等の学術・研究機関とのネットワーク構築を進めている。ドイツからの技術支援を得ている。エチオピア国内の調査機関や研究機関との連携を図っている。

(内部組織の形成) 拡大する需要に対応するために、ローカルな事業会社を設立している。利用者へのサービス向上を図るために、サービス・センターを設立している。当初SEFはNGOとして本事業を始めたが、後に営利会社に転じている。

次は**制度の導入や変更**に関する事項である。エチオピアでは太陽光発電施設に関して、完成品の輸入は非課税だが、部品には課税されている。その結果、太陽光発電に関わる組み立て加工施設は税制上不利な扱いを受けている。SEF等の民間組織はこの制度の改善を求めているが、必ずしも受け入れられていない。エチオピア政府は2015年現在、FIT (Feed-In-Tariff) の導入を検討している。一方、非公式な制度の導入という観点から見ると、太陽光発電施設は地域に受け入れられ、社会的に認知されているようである。

知識過程に関しては次のように総括できる。第一に、アジスアババ郊外に実験・実証設備を設けて、太陽光発電施設の改良に取り組んでいる。第二に、エチオピア国内の大学研究機関から新知識の導入を図っている。第三に、地域の状況に合致した発電、課金システムを導入するとともに、利用者からのフィードバック情報を集めている。

これをまとめて述べれば、エチオピアのような後発の発展途上国においては、ほとんど何もない状態のなかで、企業家の活動は当該イノベーションに関する供給条件を整備することから始まっている。知識過程についても外部機関からの新知識導入が先行している。その過程で、需要条件が形成されてくると同時に、そのフィードバックを受けて内部組織がそれに適合しつつ構築され、次いでイノベーションに関わる活動が活発になってきた段階で、アクタ間の相互作用過程を通じて制度の導入や変更が行われている。

これはエチオピアという後発発展途上国の事例であり、しかもKEIモデルを直接適用した分析ではない。先進国においては、一般にSI構築の過程は新知識やイノベーションの創出に始まるので、上記の例と違い、知識過程が先行し、需要条件の創出や内部組織の形成が後続することになる。先進諸国を対象としてKEIモデルを直接適用した分析を実施することが本研究の次なる課題である。

(6) KEIモデルと既存のSI機能分析モデル等との比較

KEIモデルを既存のSI機能分析と比較検討する。第一に、TISモデルは活動の項目が網羅

的ではあるが、体系的であるとは言えず、しかも知識に対する位置づけが必ずしも明確ではないと指摘した。これに対して、本モデルは実証性のある知識過程モデルに基づいて知識の展開過程を組み込んでおり、一定の明確さを確保できているものと考えている。

また、TISモデルには正当性や外部ネットワーク効果など客観的な評価や定量化が困難なものが含まれていると指摘した。本KEIモデルも包括的なモデルであり、すべてにわたって定量的なモデル化を実現することには困難を伴うが、こうした裁量的な項目は排除しており、この点での不明瞭さは解消している。

第三に、知識と企業家の活動、制度間の相互作用を明示的に表現することにより、マッピングにとどまらず動的な分析の実施を目指している。TISモデルは包括的かつ総合的なマッピングの枠組みを提示しており、2014年末の時点で国際的な学会誌に80編以上のTIS関連論文が掲載されている。これらの先行研究は実際のデータの収集や分析を行う際に大いに参考になるものと考えている。

次にEdquist (2005)の活動モデルと比較する。先述のように、Edquistの属する研究者集団の研究はマクロな集計分析に留まっている。このなかで、Edquistの分析モデルを援用してEU諸国の企業家性向を計測しているRadosevic et al. (2013)は、同論文最終節「限界と将来の研究課題 (p.1032)」のなかで、査読者の一人から産業部門ないし地域の視点からの分析のほうが有効ではないかとの指摘を受けたと述べている。彼らはこの意見を検討した結果、適切なデータを得ることが現時点では困難であるとの結論に達し、産業部門ないし地域の視点からの分析は将来の研究課題にしたとしている。この点、本KEIモデルはTISの分析枠組みを参考にしつつ、制度等との相互作用の下で、企業家の活動や知識過程を分析することとしており、この課題の克服を目指している。

以上の議論とは別に、Porter (1998)は国の競争優位という視点から産業クラスター形成の意義について詳述しているので、次に産業クラスター・モデルとの比較を試みる。Porterは「需要条件」、「要素条件」、「関連産業・支援産業」、「企業戦略・構造・競合関係」からなるダイヤモンド・モデルを提唱するとともに、国の役割の重要性を指摘している。これらの各項目はEdquistが採用した活動項目に近い。いずれも市場経済の基本要素であるので、類似してくるのはある意味当然のことであり、この点でEdquistの活動モデルとダイヤモンド・モデル（以下、DM）には親近性がある。

本KEIモデルはTISモデルに加えてEdquistの活動モデルの研究成果を踏襲したものであり、自ずとDMフレームワークと類似している。一方で、本モデルはDMと次の点で異なる。第一は、本モデルは特定の技術や産業に関わるSIの形成期に焦点を当ててその創出、普及、そして活用に至る過程を分析対象としているのに対して、DMは競争優位の視点からの産業クラスター分析である。第二は、DMは国の役割を強調しているが、これは本文脈では「公式の制度」に対応するものであり、制度全般について言及しているわけではない。第三に、DMは専門知識や研究機関等の役割を強調しているものの、本モデルのように知識の発展過程を陽表的

に捉えているわけではない。このように、本 KEI モデルは DM とは分析目的や分析枠組みが異なるが、DM に基づいて多数の調査や研究が我が国内外において行われており、DM に関わって先行研究等で用いられた分析手法やデータの収集方法等は大いに参考になるものである。

(7) KEI モデルの特徴と課題

本モデルの特徴は、ある特定の技術分野や産業部門に関わるイノベーションの創出、普及及び活用に至るまでのイノベーションに関わるシステムの形成期において、企業家が知識の展開過程と諸制度の間に介在して活動すると同時に、諸アクタ間のネットワークを通じて制度の導入や変更が図られることにより、当該イノベーションの発展を社会が達成すべき方向に導くところにある。

原子力や火力発電施設等の大規模発電施設の導入、航空技術の著しい進歩、電気自動車や燃料電池車の登場、地球全体に張り巡らされた情報通信網などを思い浮かべてみればすぐわかるように、イノベーションは今や社会の中核をなす存在であり、人類に利便性をもたらす一方、地球規模の環境問題やエネルギー問題、経済格差に起因する貧困問題などを引き起こしている。この点で、現在の状況はシュンペーターが提唱した企業家精神¹³⁾ (entrepreneurship) の意義や企業家の役割を検証し、再構成しなくてはならない。

21 世紀の現在、イノベーションの創出、普及及び活用の過程を企業家のみに委ねることはできない。第二の自然たる人工物は我々人類の周辺環境にあまねく存在しており、イノベーションはこれらの人工物を創りだす源となる新しい知識である。イノベーションの人類への影響力はシュンペーターが新結合とそれを創出する企業家の役割を唱えた時代とは比べものにならないほど巨大になっている。我々はイノベーションの創出、普及そして活用を社会総体としてシステムのなかで内生的に捉えねばならないのである。

そもそも Freeman が国のイノベーション・システム (NSI) の研究対象としたのは日本であった。当時、日本はイノベーション政策において世界の先端を歩んでいたと考えられる。しかし、これは産業政策の一環としてのイノベーション政策であった。また、現在の国の科学技術イノベーション政策は科学技術開発に偏っていると同時に、国が政策推進にあたっての司令塔に立っている結果、イノベーションの供給側の論理が強く働いているように見える。

産業政策の意義は現在では広く認知されているところであるが、現在はそれに加えて持続的な社会の実現が求められている。人口の増加、温暖化の進行、先進国を中心とした高齢化の進

13) 通常 entrepreneurship は「企業家精神」と訳されることが多い。しかし、Schumpeter の企業家に関する著作を収録した『企業家とは何か (清成訳)』のなかで、清成はむしろこれを「企業家活動」としたほうが適切であると述べている。そもそも接尾辞 -ship が名詞に付与された時は、当該名詞の状態、身分、職、任期、技量、手腕などを表す。つまり entrepreneurship は、企業家の活動 (entrepreneurial activities) を包含するとともに、企業家の能力や意思なども意味するより一層広い概念である。

本稿では企業家の活動について論じるところが少なかった。ところで、SI 研究のなかで企業家とその活動をどのように捉えるべきか、これは重要な課題の一つであるが、必ずしも十分に研究が尽くされていないように見える。著者としても今後この課題について研究を進めていきたいと考えている。

展、国際間の経済格差と貧困問題、テロの脅威など人類はさまざまな課題に直面している。こうした諸課題に対処するとともに社会総体の目標を実現するために、イノベーション過程を一部のアクタに委ねるのではなくて、何らかの方法で社会的に制御しなくてはならない。その一つの提案が本モデルである。その特徴を整理すれば、

- ① 知識の導入、変換、そして外部からのフィードバック過程を内生的にシステムの中に取り込んでいること、
- ② 企業家が知識過程と制度の相互作用過程に介在していること、
- ③ アクタ間のネットワークを通じて制度の導入や変更を実施する過程を含んでいること、

の三点であり、その目的は社会が達成すべき望ましい方向にイノベーションを導くことである。本モデルの特徴は以上のとおりであるが、一方でいくつかの課題が残されている。その第一はデータや情報の入手可能性である。イノベーション活動に関する調査が体系的に行われるようになってきているものの、我が国のイノベーション調査の回答状況を見ると、必ずしも回収率は高くない。しかも、イノベーション調査の質問内容は、本モデルですぐさま活用できるほど詳細なものではない。特に形成期にある産業や技術分野においては、企業にとって情報こそが最大の資産であり、本音の情報は語られない可能性が高い。

本モデルは形成期の産業ないし技術分野を対象としているので、市場の不確実性と技術の不確実性に直面することになる。形成期の産業や製品の市場がどこにあるかは一般に判然としない。イノベーション・マネジメントにおいては、この段階を流動期（Abernathy & Utterback, 1978）とか、騒乱の時代（Anderson & Tushman, 1990）と呼び、この時期を経て支配的設計が登場すると言われている。新製品が成功するかどうかは、いつの時代にあっても不確実なものである。KEI モデルを実際に適用するにあたっては、データおよび有用な情報の入手可能性に加えて、不確実性の高い市場や技術に関わる因子をどの程度有効に計測できるかという課題が残されている。実際のところ、こうしたデータはマクロな全国調査データに依拠して得られるものではない。

また、システムの有効性あるいはシステムの失敗を判別する評価基準に関する課題がある。仮に適切なデータが得られ、適切に分析をなしたとしても、何をもって有効であるとし、何をもってシステムの失敗とするかについては常に主観や価値観を伴う。自然科学や工学においても往々にして遭遇する課題であり、社会科学やSI研究などにおいてはなおさらのことである。これについては、今後本モデルに基づいた分析を実施する中で検証すべき課題であると考えている¹⁴⁾。

14) KEI モデルの発展方向は大きく二つある。一つはこれまで述べてきたように、システムの失敗を検出して、それを修正すべく、政策提言を行う方向である。これは制度論からの視点である。第二は企業家の活動や知識の展開過程に着目して、ミクロな分析を行い、知識の発展過程や企業家の戦略を探る方向である。これは事業戦略論からの視点と言える。これに加えて、マクロとミクロ、そしてメソという三方向からのアプローチもある。たとえば、Geels などの科学技術論研究者の取る方法論（Geels et al., 2004 等）はこれに当たる。

6. おわりに

SI 研究の発展と批判, ならびに SI 機能分析モデルの登場とそれに内在する課題を指摘したうえで, 企業家の活動と知識の展開過程に焦点を当てた分析モデルを提示した。今後こうした研究はイノベーション調査の普及と拡充に伴って国際的に増加してくるのではないだろうか。実際, わが国でも西川と大橋 (2010) がイノベーション調査結果を活用した国際比較研究を行っている。

我々の研究は従来の SI モデルやイノベーション普及論の限界を感じながら, 発展途上国への太陽光発電技術の円滑な移転を実現するために, TIS 手法を導入するところから始まった (Kebede & Mitsufuji, 2014; Kebede, 2015)。本論は, 企業家の活動と知識の展開を加味した分析モデルを提案したところであるが, 依然として多くの課題が残されている。第一に直面する障害は産業部門や技術分野ごとの適切なデータの入手可能性であろう。勃興期にあって不確実性が高い場合, さらに大きな困難が予想される。発展途上国ではデータ入手の困難さに加えて, データの信憑性の問題が伴う。今後とも理論を発展させるとともに事例研究を重ねることにより, イノベーションを通じて国や社会の健全な発展に資することに努めていきたいと考えている。

7. 謝 辞

お二人の匿名の査読者からは極めて適切な意見をいただき, 大変参考になりました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- ・ Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978), Patterns of industrial innovation, *Technology Review*, pp.40-47.
- ・ Anderson, P. and M. Tushman (1990), Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change, *Administrative Science Quarterly*, pp.604-633.
- ・ 青木昌彦 (2014)『青木昌彦の経済学入門：制度論の地平を拓ける』ちくま新書 1061
- ・ Bergek, A., S. Jacobsson, B. Carlsson, S. Lindmark, and A. Rickne (2008), Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy*, pp.407-429.
- ・ Bergek, A., S. Jacobsson, and B. Sanden (2008), 'Legitimation and 'development of positive externalities': Two key processes in the formation phase of technological innovation systems, *Technology Analysis and Strategic Management*, pp.575-592.
- ・ Borrás, S., and C. Edquist (2013), The choice of innovation policy instruments, *Technological Forecasting & Social Change*, 80, pp.1513-1522
- ・ Carlsson, B and R. Stankiewicz (1991), On the Nature, Function and Composition of Technological Systems, *Journal of Evolutionary Economics*, pp.93-118.

- Chaminade, C., P. Intarakumnerd and K. Sapprasert (2012), Measuring systemic problems in National Innovation Systems. An application to Thailand, *Research Policy*, 41 (8), pp.1476-1488.
- Chesbrough, H. A. (2003), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press. (大前恵一朗訳 (2004) 『OPEN INNOVATION: ハーバード流イノベーション戦略のすべて』 産能大出版部)
- Cohen, W. and D. Levinthal (1990), Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp.128-152.
- Edquist, C. (1997), Systems of innovation approaches—Their emergence and characteristics, in Charles Edquist (ed.) (1997), *Systems of Innovation*, Routledge, pp.1-40.
- Edquist, C. and B. Johnson (1997), Institutions and organizations in systems of innovation, in Charles Edquist (ed.), *Systems of Innovation*, Routledge, pp.41-63.
- Edquist, C. (2005), ‘Systems of innovation: perspectives and challenges’. in J. Fagerberg, D. Mowery, and R. Nelson (eds.), *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, pp.181-208.
- Edquist, C.s and L. Hommen (eds) (2008), *Small Country Innovation Systems: Globalisation, Change and Policy in Asia and Europe*, Edward Elgar.
- Edquist, C. and L. Hommen (2008), Comparing national systems of innovation in Asia and Europe: theory and comparative framework, in Edquist, Charles, and Leif Hommen (eds.), *Small Country Innovation Systems; Globalization, Change and Policy in Asia and Europe*, Edward Elgar, pp.1-28.
- Edquist, C. (2011), Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures), *Industrial and Corporate Change*, pp.1725-1753.
- Fagerberg, J and K. Sapprasert (2011), National innovation systems: the emergence of a new approach, *Science and Public Policy*, pp.669-679.
- Freeman, C., (1987), *Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers. (新田光重, 大野喜久之輔訳 (1989) 『技術政策と経済パフォーマンス—日本の教訓』 晃洋書房)
- Galli, R. and Teubal, M. (1997), “Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems”, in: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter Publishers, London, pp.342-371.
- Geels, F. W. (2004), From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy*, 33, pp.897-920.
- Godin, B. (2009), National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective, *Science, Technology, & Human Values*, Vol.34, No.4, pp.476-501.
- Gosens, Jorrit, and Yonglong Lu (2013), From lagging to leading? Technological innovation systems in emerging economies and the case of Chinese wind power, *Energy Policy*, 60, 234-250.
- Hall, P. and D. Soskice (eds.) (2001) *Varieties of Capitalism: Institutional Foundations of Comparative Advantage*, Oxford Univ. Press.
- Hansen, M. and J. Birkinshaw (2007), The Innovation Value Chain. *Harvard Business Review*. 85 (6), pp.121-130.
- Harborne, P. and C. Hendry (2012), Commercializing new energy technologies: failure of the Japanese machine? *Technology Analysis & Strategic Management*, 24 (5), pp.497-510.
- Harris, R. (2011), Models of regional growth, *Journal of Economic Surveys*, pp.913-951.
- Hekkert, M., R. Suurs, S. Negro, S. Kuhlmann, and R. Smits (2007), Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change, *Technological Forecasting & Social Change*, pp.413-432.
- Hekkert, M., S. Negro, G. Heimeriks, and R. Harmsen (2011), Technological innovation system analysis: A manual for analysis, *Universiteit Utrecht*.
- Hekkert, M., S. Negro (2009), Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims, *Technological Forecasting & Social Change*, pp.584-594.
- Jacobsson, S., and V. Lauber (2006), The politics and policy of energy system transformation: Explaining the German diffusion of renewable energy technology, *Energy Policy*, Vol.34 Issue 3, 256-276.
- Jacobsson, S. and A. Johnson, (2000), The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework

- and key issues for research, *Energy Policy*, 28; 9; pp.625-640.
- Jensen, M., B. Johnson, E. Lorenz, and B. Lundvall (2007), Forms of knowledge and modes of innovation, *Research Policy*, 36, pp.680-693.
 - Kebede, K.Y. (2015). *Technological Innovation Systems Building for Diffusion of Solar Energy Technology in Developing Countries: A Multilevel Analysis in Ethiopia*, Doctoral Thesis for Ritsumeikan University.
 - Kebede, K.Y., Mitsufuji, T. (2014). Diffusion of Solar Innovations in Ethiopia: Exploring Systemic Problems. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development* 13 (1): 53-72.
 - Kebede, K.Y., T. Mitsufuji, and E. Choi (2014), Looking for innovation system builders: A case of Solar Energy Foundation in Ethiopia, *African Journal of Science, Technology and Development*, 6 (4), pp.289-300.
 - Liu, X. and S. White (2001), Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context, *Research Policy*, 30, pp.1091-1114.
 - Lundvall, B. (eds.), (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers.
 - Lundvall, B. (2007), Innovation system research: Where it came from and where it might go, *Globelics Working Paper Series* No.2007-01.
 - Mahroum, S. and Y. Al-Saleh (2013), Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy, *Technovation*, 33 (10-11), pp.320-332.
 - Markard, J. and B. Truffer (2008), Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework, *Research Policy*, pp.596-615.
 - Mitsufuji, T., and K. Kebede (2015), Diffusion of technological innovation system: Exploring its implications and perspectives, *Asialics Conference* in Yogyakarta.
 - Musiolik, J., J. Markard, and M. Hekkert (2012), Networks and network resources in technological innovation systems: Towards a conceptual framework for system building, *Technological Forecasting & Social Change*, pp.1032-1048.
 - Negro, S., M. Hekkert, and R. Smits (2007), Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—A functional analysis, *Energy Policy*, 35 (2), pp.925-938.
 - Nelson R. (eds.) (1993), *National Innovation Systems: A comparative analysis*, Oxford University Press.
 - 西川浩平, 大橋弘 (2010) 『国際比較を通じた我が国のイノベーションの現状』 文部科学省科学技術政策研究所, 28 頁。
 - North, D.C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press. (竹下公視訳 (1994) 『制度・制度変化・経済成果』 見洋書房)
 - Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1997), *National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development.
 - Porter, M. (1998), *On Competition*, Harvard Business School Press. (竹内弘高訳 (1999) 『競争戦略論』 ダイアモンド社)
 - Radosevic, S. and E. Yoruk (2013), Entrepreneurial propensity of innovation systems: Theory, methodology and evidence, *Research Policy*, 42, pp.1015-1038.
 - Roper, S., J. Du, and J. Love (2008), Modeling the innovation value chain, *Research policy*, 37, pp.961-977.
 - Roper, S., C. Hales, J. Bryson and J. Love (2009), *Measuring sectoral innovation capability in nine areas of the UK economy*, NESTA.
 - Schumpeter, J. A. (清成忠男編訳) (1998) 『企業家とは何か』 東洋経済新報社
 - Sharif, N. (2006), Emergence and development of the National Innovation Systems concept, *Research Policy*, pp.745-766.
 - Smith, K. (2005), Measuring innovation, in J. Fagerberg, D. Mowery, and R. Nelson (eds.), *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, pp.148-177.
 - Suurs, R. and M. Hekkert (2009), Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands, *Technological Forecasting & Social Change* 76, pp.1003-1020.
 - Teixeira, A. (2014), Evolution, roots and influence of the literature on National Systems of Innovation: a bibliometric account, *Cambridge Journal of Economics* 2014, 38, 181-214.

- Vasseur, V., L. Kamp, and S. Negro (2013), A comparative analysis of Photovoltaic Technological Innovation Systems including international dimensions: the cases of Japan and The Netherlands, *Journal of Cleaner Production*, 48, pp.200-210.

A development of functional analysis model in the system of innovation: From the viewpoint of generation, diffusion and utilization of technology

Mitsufuji, Toshio*

Abstract:

The locus of the study is to investigate the functions that would indicate the formative stage of system of innovation (SI) concerning a specific industrial sector or product/service. This study pays attention in particular to the entrepreneurial activities and their knowledge development process. Based on the investigation, I will propose a functional analysis model of SI concerning a specific sector or product/service.

One of the main issues of SI study is to measure the cause-and-effect relationship of innovation process within a system boundary. When any system failure would be found within SI, it would be necessary to explore the cause of failure, to modify the direction of innovation process while referring to the social goal, and sometimes to reform the formal institutions in order to enhance the innovation activities.

It goes without saying that the core elements of SI are firms as well as entrepreneurs. Not only firms as organization's actors but also entrepreneurs as individual players must source knowledge within or outside of them, transform it into an innovation, and introduce the product or service into a market so that they can obtain the competitive advantage. In addition, firms and entrepreneurs will interact with market, and other various actors within government, industry and research organization and so forth. This paper will first examine the overall trend of SI study, verifying the resent research findings relevant to the SI functional analysis. Finally, this paper proposes a KEI model, as identifying the knowledge process (K), entrepreneurial activities (E), and institutional set-up (I) as the core elements of the SI functional analysis approach that focuses on specific sector or product/service.

Keywords:

system of innovation, functional analysis, knowledge development, entrepreneurial activity, institution, NSI, TIS, functional analysis model of SI

* Professor, Graduate school of technology management, Ritsumeikan University