

1. 本論文の構成

はしがき

目次

第I部 序論

序章 技術革命のメカニズム

1. はじめに
 2. エピソード: 青色LED開発史
 3. 既存研究の批判的検討
 - 3.1. 本論文の基本的主張
 - 3.2. 既存研究と生物学的進化論のアナロジー
 4. 戦略からイノベーションへ
 - 4.1. 不確実性のメタファ
 - 4.2. 競争的相互作用
 5. 本論文の方法論的立場
 - 5.1. 調査方法
 - 5.2. 事例分析のリアリティ
 6. 本論文の構成
- 補遺: 引用について

第II部 既存研究の批判的検討

第2章 進化論的技術進歩モデル

1. はじめに
2. 進化論的技術進歩モデル
 - 2.1. 経済発展におけるイノベーション
 - 2.2. イノベーションの経営学
3. まとめ

第3章 動態的技術進歩モデル

1. はじめに
2. 技術開発をめぐる競争関係の構築プロセス
 - 2.1. プロセスとしての開発競争
 - 2.2. 競争関係の構築プロセス
 - 2.3. 競争的相互作用と関係構築
3. 「戦略-競争的相互作用-イノベーション」

第III部 技術革命のメカニズム

第4章 競争関係の構築メカニズム

1. はじめに
2. 開発競争における不確実性と戦略
 - 2.1. 仮定
 - 2.2. 客観的比較考量の不在
 - 2.3. 資源と正当性
3. 中枢の動作メカニズム
 - 3.1. ヒューリスティックな問題解決プロセス
 - 3.2. 中枢の自己強化メカニズム
4. 辺境の創出メカニズム
 - 4.1. ヒューリスティクスと分業構造
 - 4.2. リスク選好性と逸脱
 - 4.3. 資源の豊かさと逸脱
5. 競争空間の構造的長

第5章 辺境からのイノベーション

1. はじめに
2. 偶然の選択
 - 2.1. 正当性獲得と開発活動維持
 - 2.2. 正当性、ヒューリスティクス、偶然
3. ヒューリスティクスの進化
 - 3.1. 技術的性能の多層性とトレードオフ
 - 3.2. ヒューリスティクスの硬直性
 - 3.3. 偶然の効用

3.4. ヒューリスティクスの進化のメカニズム

第IV部 青色LED開発史の事例分析

第6章 予備的考察

1. はじめに
2. 市場概況
 - 2.1. LED市場
 - 2.2. LD市場
3. 応用技術
 - 3.1. 青色LEDの応用技術
 - 3.2. 青色LDの応用技術
4. 青色LED開発史概略
 - 4.1. 第一段階: ~1991年ころ
 - 4.2. 第二段階: 1991~1993年ころ
 - 4.3. 第三段階: 1993年~
5. まとめ

第7章 青色LED開発史

1. はじめに
2. 中枢と辺境の構築プロセス
 - 2.1. 開発前史
 - 2.2. 青色LED開発をめぐる競争関係
3. 辺境からのイノベーションの発生プロセス
 - 3.1. 基礎技術の確立
 - 3.2. 実用化水準までの技術的成熟
4. 新たな制度化の始まり
5. まとめ
 - 5.1. 中枢と辺境の構築プロセス
 - 5.2. 辺境からのイノベーション
 - 5.3. 新たな制度化の始まり

第V部 結論

第8章 まとめ

1. 研究の目的
2. 技術革命のメカニズム
3. 青色LED開発史の事例分析

第9章 展望と課題

1. はじめに
2. イノベーションの発生を統制する
 - 2.1. 資源活用のジレンマ
 - 2.2. 偶然統制のジレンマ
3. まとめ
4. 今後の課題

参考文献

調査協力者一覧

2. 本論文の目的

本論文の目的は、革命的な技術進歩のメカニズムを明らかにするという問題意識のもと、開発競争に参加する個人の戦略性を考慮したイノベーションの発生メカニズムを提示することにある。

こんにち企業や国家の競争優位維持にとって、優れた技術を開発することがひとつの重要な礎石であると認識されている。技術進歩のメカニズムとは何か、また技術進歩をいかに統制していけばよいかが問われてきている。そこでひとつの回答を与えたのが、経済理論だといえよう。オーソドックスな経済理論に依拠すると、与件に大きな変化がないかぎり、競争をより完全なものに近づけていくことで、技術進歩は漸進的に実現されることになる。

以上のような論理が存在するにもかかわらず、現実の技術進歩は、与件の大きな変化がなくても断続的に革命的な変化を経験する。この種の技術進歩こそが経済発展の動因のひとつであると論じたのがシュムペーターだった。技術の革命的進歩が社会経済における制度的秩序の転換点となり、新たな秩序を創造する。こうした見解は、技術進歩のメカニズムとは何か、また技術進歩をいかに統制していけばよいのかという問題を扱う研究領域であるイノベーション研究にも受け継がれている。

ただし、第II部の「既存研究の批判的検討」にて指摘したように、既存のイノベーション研究は、社会経済の発展プロセスにおけるイノベーションの機能・インパクトを問うことには成功してきたけれども、その当のイノベーションがいかに発生するのかについては、これをブラックボックス化し、議論することを避けてきたと考えられる。

既存研究によれば、制度的秩序に革命的転換をせまるようなイノベーションは、秩序の定常性に埋め込まれたひとつには実現困難である。イノベーターは、秩序からの逸脱者であるほうが有利である。ここで「イノベーターはどこから」という疑問が生じる。しかしながら、この疑問は既存研究にとっては、問う必要がないものとして扱われる。というのは、既存研究の説明論理には、生物学的進化論との同型性が認められるからである。

生物の進化プロセスでは、突然変異によって生まれる多様な生物種のなかで、選択淘汰を介して、環境適合を果たした形質をもつものだけが生き残る。既存研究はこの論理ときわめて同型的か、ないしはこれをアナロジーとして積極的に導入し、突然変異のように偶然に現れる逸脱者が、イノベーションを発生させるという物語を描き出したのである。以上のような説明論理を、「進化的技術進歩モデル」と呼ぶとすれば、重要なのは選択淘汰と新技術が有するインパクトということになり、この段階こそが説明の中心となる。

しかし、「イノベーターはどこから」という疑問を回避してはならないと考える立場もあってよい。すなわち、通常ひとつとは現状維持的に行為するものと考え、逸脱的なイノベーターから外生的に与えられる攪乱要因としての新技術のインパクトばかりを議論するのではなく、イノベーションへと到達しようとした個人の戦略性から、その発生メカニズムを説明しようという視座への転換である。

本論文は、開発競争の参加者を「自らの意図・目的をもった個人であり、彼らはその意図・目的を実現すべく戦略的に相互行為するもの」として扱うことから議論を開始した。彼らは開発活動を行うプロセスで、競争しながらも相互作用するプロセスを経由して、技術を漸進的に進歩させたり革命的に進歩させたりする。このプロセスを詳細に検討し、もし事後的に逸脱的なイノベーターが出現したとすれば、それはこのような個人の戦略性の結果であると議論することにした。このような視座を「動態的技術進歩モデル」と呼んだ。この視座は、技術を人工的な構築物としてとらえようという科学や技術の歴史学・社会学の近年の動向に即したものである。

本論文が、こうした視座に立つ理由は、技術開発が本質的に不確定であるという事実由来する。技術の開発競争は、どれほど明確な開発目標を掲げようとも、それをどう実現すれば良いのかわからないからこそ競われるものである。最終目標への最短経路を選択することは、実際には不可能である。こうした不確実な開発競争のなかで意思決定をせまられる個人にとって、現時点で入手可能な情報はごく限られたものになり、他者の動向も重要な検討事項のひとつになる。こうして、長期的には共通の開発目標を掲げながらも、その実現可能性が不確実であるがゆえに、利害の対立するもの同士が相互作用せねばならない場・プロセスを「競争的相互作用」と呼び、「戦略－競争的相互作用－イノベーション」という視座からイノベーションの発生メカニズムを議論した。

3. 方法

事例分析に利用したデータは、過去4年に渡る青色LEDのフィールド調査によって収集された。1970年代から1990年代前半に各地で行われた開発プロジェクトに関するものである。使用されたデータは、一次・二次情報からなり、インタビュー調査の協力者は26名である。調査協力者の内訳は企業研究者、管理者、大学の研究者など多岐にわたる。

インタビューはオープン・エンディッドな質疑応答によって構成されており、厳密な比較研究が困難となった反面、開発競争における個人の戦略性と彼らの相互作用を記述するための素材収集という目的にとって効果的方法であった。

調査プロセスでは、調査協力者の間で青色LED開発史に関する理解に著しい差異が認められた。本論文では、こうした多様な理解の共存に対し、個々の内容を無理に整合的にまとめようとする努力を払わなかった。本論文が目指す事例の理解は、本論文なりの視座に依拠するかぎり成立する理解である。

4. 技術革命のメカニズム

以上の視座に立ち、第Ⅲ部「技術革命のメカニズム」では、イノベーションの発生メカニズムを議論した。第4章「競争関係の構築メカニズム」では、いくつかの仮定がおかれた仮設的競争空間において、個人が競争的相互作用を経由して自らをとりまく競争関係を構築するメカニズムを議論した。開発競争において、非常に高い不確実性に直面した個人は、技術をどう開発してよいか明示的には知りえない。また、随時提出される技術的成果も、最終的な目標に到達する以前の仕掛品でしかない。

ここで3つの前提を確認する。第一に、新技術に到達できるか否かはきわめて不確定であるために、技術的成果へ到達するためには、そのときどきに多様な偶然・幸運を享受していかざるをえない側面がある。

第二に、個人は、最適な活動設計が不可能であるために、長期の開発目標を与えられたとしても、短期的には自らの開発活動を維持・継続することが目標となる。ここで、資源を確保していかなければならず、開発競争に参加するときに携えてきた資源を最大限に活用すること、外部からの資源投入を確保するために、開発活動の正当性を獲得することが重要となる。これら2つの行為類型を「資源活用戦略」と「正当性獲得戦略」と呼んだ。

第三に、開発競争に参加する個人は、当初は多様な資源構成に裏付けられて、ランダムに試行錯誤している。この段階では、開発競争における空間的構成に明確な秩序はない。彼らが短期的に競争関係にあるとすれば、それは「目標の技術をいかに開発すべきなのか」をめぐって競争しているのであり、技術そのものの優劣ではない。この「いかに開発すべきか」という表現に示される開発活動のパターンを「ヒューリスティクス」と呼んだ。

ヒューリスティクスとは、偶然・幸運の享受プロセスを経由して、ありうる解オプションを絞り込みながら行われる問題解決プロセスのパターンである。ヒューリスティックな問題解決のプロセスでは、開発目標、開発の手段のレパートリー、技術的性能の評価軸が検討され、絞り込まれた解オプションは、対外的には「期待」として表明される。また、「いかに開発すべきか」という開発の活動設計に依拠して、ひとつの間に「分業構造」が構築される。分業構造とは、目標達成のための手段のレパートリーを組み合わせたものである職務分

轄が、観察可能な社会関係として反映されたものである。また、資源が個人間で体系的・継続的に蓄積される基本構造である。

この段階の開発競争、すなわち競争的相互作用のプロセスでは、「〈括弧つきの〉競争」が行われているわけではない。というのは、通常〈競争〉という場合、競争に参加する個人は何を基準にして優劣を評価するかについて、事前に合意しているからである。競争的相互作用の段階では、この評価基準について明確に合意されていない。ヒューリスティクスの優劣を競うあいだに、どの評価基準を採用すべきかをも競い合っているのである。〈競争〉が開始されるのはそのあとである。

ただし、個々の戦略的判断にもとづいて、〈競争〉を成立させる合意にどうしても到達できない個人が出現する。彼らは、技術の長期的な開発目標という点では共通の土俵にのっているといえるが、ヒューリスティクスの合意という点で、他からは離反してしまうのである。以上のような合意形成とそこからの離反のメカニズムが、本論文が考えている競争関係の構築メカニズムである。

そこで、まずヒューリスティクスの合意形成のメカニズムを検討する。

新技術の先取権をめぐる展開される競争関係には、通常の経済活動における競争関係とは異なる特徴がある。先述のとおり、不確実性の高い開発競争では、そのときに多様な偶然・幸運を享受していかざるをえない側面がある。そこで、ひとつの経路を選択する集団の規模が大きければ大きいほど、彼らは個々に（偶然・幸運を享受しながら）到達した技術的成果を相互利用することを通じて、技術を漸進的に進歩させてしまう可能性がある。事前にはいかなる個人も最適な活動設計ができていないから、この技術進歩は技術的な根拠にもとづくものではない。むしろ、技術的根拠以外のところから供給される誘因によって形成される多数派集団が、自己強化的メカニズムを通じて、事実上技術を進歩させてしまうのである。

技術的根拠以外のところから供給される多数派形成の誘因とは、個人の資源活用戦略と正当性獲得戦略に対して、自己強化メカニズムが提供する名目的リスク削減効果である。ひとりのレース・リーダーが、自身の期待に対して数多くの賛同者をえられる限り、自己強化メカニズムを通じて技術を事実上進歩させ、集中的に投入された資源を無駄にすることを回避し、自らの期待が正当なものであったと主張できるからである。本論文は、以上のメカニズムを経由して構成される多数派を「中枢」と呼び、多数派にどうしても参加できない集団を「辺境」と呼んだ。

以上の論理に依拠すると、すべての個人は中枢に殺到することになる。そこで辺境が構築されるひとつの契機は、個人が保有する資源構成である。ひとりのレース・リーダーの期待に対して数多くの賛同者が出現するプロセスでは、彼らが採用するヒューリスティクスは同質化していく。それとともに、標準的な分業構造が成立し、レース・リーダーはこの分業構造の統合を象徴する存在となる。本論文は、このプロセスを開発競争の「制度化」と呼んだ。

ヒューリスティクスの同質化にともなう標準的な分業構造の成立は、個人の資源が同質化することをも意味する。というのは、分業構造とは資源が個人間で体系的・継続的に蓄積される基本構造だからである。こうした資源の同質化は、当初独自の資源構成を携えて参入し、ランダムな試行錯誤を行ってきた個人に対して、過去の資源蓄積を放棄することを意味する。ここで生じる大きなサンク・コストや機会費用は、中枢の構築によるリスクの名目的削減への対価であって、これを支払うことのできる資源的余力のある個人にとっては、中枢の構築に関与することが合理的である。

ここで資源に「汎用的」「用途特殊的」の区別を設けると、おもにサンク・コストとなるのは後者であり、その量については個人間で大差がないとすると、個人の資源構成のなかで汎用的資源の占める割合が多い個人ほど中枢の構築に関与する可能性が高く、逆に、用途特殊的資源が占める割合が多い個人ほど辺境に留めおかれる可能性が高い。辺境に留めおかれる個人は、中枢から逸脱したのではなく、当初あった開発競争の多様性を、柔軟な環境適応能力の欠如ゆえに、維持したにすぎないのである。

第5章「辺境からのイノベーション」では、構築された辺境からいかにイノベーションが発生するかを論じた。中枢では、レース・リーダーの期待に合意し、そのヒューリスティクスを内部化した多数の個人が開発活動を制度化させている。技術は事実上漸進的に進歩している。こうしたプロセスは、新たな資源投入や参入者をひきつけ、中枢は規模拡大の一途をたどる。

一方辺境では、開発成果の提出についてははかばかしくはなく、それゆえに、新たな資源投入や参入者をひきつけることが難しい。中枢で採用されているものとは異なる技術的性能の評価軸に依拠して、自らの開発活動が正当なものであることを主張しつづけていく必要がある。その主張の正当性を認めて、資源投入を行ってくれる外部のだれかしらを確認できれば、当面のあいだ開発活動を維持・継続できる。本論文は、これを「もっともらしい」正当性と呼んだ。

中枢が自己強化メカニズムを通じて技術を漸進的に進歩させることによって獲得する正当性と、「もっともらしい」正当性との違いは、その後彼らが展開する開発活動に質的な差を生むことにある。というのは、中枢は、定常的に規模拡大することによって、自らのヒューリスティクスを硬直化させる一方で、辺境は、開発活動が制度化されることはなく、ヒューリスティクスに「柔軟性」が維持できているからである。

中枢の規模拡大がヒューリスティクスの「硬直性」を高めるのは、脅威の不在、契約的資源投入、後発参入者の盲従、膨大な累積資源投入量などによって生じる社会的な慣性である。その結果、不確実ななかで偶然・幸運を発見しようとする方向性が現状維持的なものに限定され、かつ享受される偶然・幸運の質も同質化してしまう。

一方、辺境では、偶然や幸運の享受のしかたが中枢とは異なるものとなる。従来から中枢とは異なるヒューリスティクスを採用していたため、中枢では享受できない偶然・幸運を享受できる。そのうえ、彼らのヒューリスティクスは、規模拡大を経験してないがゆえに柔軟性を失っておらず、自己破壊的な偶然・幸運に対しても彼らの注意は開かれている。偶然を取り込むことが技術的成果に到達するうえで重要な不確実性の高い開発競争では、効果的な偶然の取り込みはきわめて重要である。

偶発の発見の方向性、偶然・幸運の発見のしかた、いったん発見された偶然を最終的な技術的解に結びつけるしかたが、中枢と辺境ではおおいに異なる。偶然・幸運を効果的に取り込むことによる辺境からの技術の発生が、中枢の個人は突発的にみえること、また中枢において漸進的に進歩してきた技術を革命的に転換することは、自然な帰結である。こうした開発潮流の改編とともに、支配的なヒューリスティクスが代替され、それにともなう競争軸も変更されていくプロセスを、本論文は「ヒューリスティクスの進化」と概念化した。ヒューリスティクスの制度化と代替が、開発競争に交互に到来することによって、技術は断続的に進歩す

るというのが、本論文が最終的に到達した理解である。

5. 青色LED開発史の事例分析

以上の論理を具体的文脈のなかで確認するのが、第IV部「青色LED開発史の事例分析」であった。第6章「予備的考察」で確認したのは、青色LEDは1990年前後の状況下では、きわめて挑戦的な開発目標であったが、その開発インセンティブはかなり高かったという点である。

当時のオプトエレクトロニクス産業は成熟段階に入りつつあり、新技術の上市により、成長機会を模索する素地があった。このような状況で、青色発光デバイスは、ひとつの重要な技術目標となりえた。それまで赤、だいだい、黄、黄緑色までは実現されていたが、純緑色、青、紫色ははまだ実用には耐えられない水準に留まっていた。これを「半導体の空白域」と呼んで、産業全体は2000年の実用化を目指した。

第7章「青色LED開発史」では、1980年代に青色LEDの基礎技術が確立され、1993年に実用化水準にまで成熟するまでを記述した。

青色LED開発史に特徴的なのは、当初アメリカに端を発した発光デバイス開発は、時間の経過にもなつて、開発の中枢からではなく、辺境といえるところから随時イノベーションを生んでいる点である。青色LEDの場合、半導体材料としてGaNのほかにはSiC、ZnSeがあったが、それぞれが問題を抱え、いずれも当時の実用化が困難な材料であった。それにもかかわらずZnSe系研究を中心に中枢が構築されていった。ところが現在では、ZnSeの研究はむしろ後退しており、GaNとSiCにより大きな開発努力が向けられている。

以上のプロセスを、第2節「中枢と辺境の構築プロセス」、第3節「辺境からのイノベーションの発生プロセス」、第4節「新たな制度化の始まり」と段階的に詳述し、第5節「まとめ」では、第III部の議論に沿って分析を進めた。

6. 展望と課題

進化論的技術進歩モデルに依拠して、これからイノベーターたろうとする個人に対する示唆を導出しようとする従来の試み、そうした個人がしばしば直面する次のようなジレンマを浮き彫りにする結果となった。第一のジレンマは、経路依存的に蓄積してきた資源を開発競争において活用しようすると、それがイノベーションの発生を阻害する恐れがあることである（「資源活用のジレンマ」）。第二のジレンマは、確率的な偶然・幸運を享受しないことには技術的成果へと到達できないけれども、「偶然をうまく統制する」という一見逆説的な努力が必要とされることである（「偶然統制のジレンマ」）。そこで、開発競争を競争的相互作用から競争関係が構築されるプロセスとみなし、技術進歩をヒューリスティクスの進化ととらえる本論文の議論を受けて、イノベーションの発生をいかに統制するかというイノベーション研究の当初の動機に対し、いかなる仮説的主張を展開できるかを試論し、今後の研究の一展開として示した。

今後の課題として、本研究の理論的問題点を議論した。特記すべきは、本論文の問題意識が、革命的な技術進歩のメカニズムを明らかにすることであったにもかかわらず、おもに辺境からイノベーションが発生するメカニズムにのみ注目した点である。また方法的な不備として、本研究が提出した視座がどの程度一般化可能かを確認する作業を欠いている点や、データの信頼性に関する問題などを指摘した。