

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 20 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21530421

研究課題名（和文） 次世代半導体におけるイノベーション戦略の研究

研究課題名（英文） Study of Innovation Strategy for Next-Generation Semiconductors

研究代表者

山口 栄一（YAMAGUCHI EIICHI）

同志社大学・総合政策科学研究科・教授

研究者番号：30367974

研究成果の概要（和文）：

ブレークスルーの源泉を理解するために、「知の具現化」と「知の創造」の 2 次元空間でイノベーション・プロセスを表現するイノベーション・ダイアグラムの方法を開発した。すべてのイノベーションは、「知の創造」と「知の具現化」の連鎖として表現できること、そしてその交差点としての「共鳴場」が成就に重要な役割を演ずることを見出した。この方法により、ブレークスルーの第 1 のタイプに他ならない「パラダイム破壊型イノベーション」を導くとともに、ブレークスルーにはさらに 2 つのタイプがあることを発見した。この議論を通じて、未来を見抜くには科学パラダイムの地平に下りる能力とともに、さまざまな評価次元や学問分野に飛び移ることのできる「回遊」的思考が重要であることを論証した。さらに、この理論に基づいて、東京電力福島第一原子力発電所事故の原因を分析し、事故原因が「技術経営の誤謬」にあることを疑義なく証明した。

研究成果の概要（英文）：

To understand the origin of breakthroughs, I presented the method of innovation diagram which expresses innovation processes in the two-dimensional space spanned by “knowledge embodiment” and “knowledge creation”. It has been founded that all the innovations occur from the chain of “knowledge creation” and “knowledge embodiment” with the “field of resonance” as nodes of the chain. I then discovered a new structure of innovation, “paradigm disruptive innovation” and also two more types of breakthrough. Through this discussion, I emphasized the importance of “transilient” thinking which can leap various axes of evaluations and disciplines to foresee the future as well as the capability to descend the horizon of scientific paradigm. On the basis of this theory, I investigated root causes of TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Plant Accident, and proved, without any doubt, that the root cause is a mistake of technology management.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学・経営学

キーワード：イノベーション戦略、技術予測、環境負荷、窒化物半導体、逆ロードマップ型

1. 研究開始当初の背景

2. 研究の目的

新しい産業をおこしうる技術を 10 年超のスパンで「目利き」し、その逸早い産業創成の戦略を構想することは、わが国における技術・イノベーション経営研究の重要なテーマである。

この技術戦略の構想にかかわる 1 つの方法は、ロードマップ型、つまり既存技術から出発して、その延長線上にあるものを、技術の改善的革新を推定しながら描くという仕方であって広く行なわれている。もう 1 つの方法は、パラダイム破壊型技術をも考慮した **Exemplar** を設定する仕方、すなわち「未来に点を打つ」仕方で産業予測を行なう方法である。未来にあるべき「点」は、環境負荷を最短時間で最小化するという「エコ・イノベーション」にプライオリティを置かなければならないから、既存産業の経済制約に捉われずに地球環境にとって理想的な目標を設定できるこの第 2 の戦略構想の方法は、今後、第 1 の方法に取って代わるべき方法である。未来から現在に向かって戦略線を引くという意味で、逆ロードマップ型と呼ぶことができる。

本研究では、この第 2 の立場に立ち、ナノテクノロジーのうち環境負荷を劇的に最小化しうる次世代半導体（定義は後述）技術にフォーカスしてこの技術が波及する次の 3 つの新産業をゴールとしておき、その創成にいたる戦略構想を研究することを目的とする。その新産業とは、(1) 照明産業、(2) 無線通信産業、(3) エネルギー産業である。

「エコ・イノベーション」に最大の力点を置くと、III 族窒化物半導体を、もっとも有望な次世代半導体と定義することができる。本研究の学術的な特徴は、この次世代半導体技術にフォーカスして、そのパラダイム破壊型技術が切り開く新産業創成について逆ロードマップ型で国際競争戦略の具体的なプロセスを見出すことである。

3. 研究の方法

(a) 学術文献データベースによって、次世代半導体研究の最前線をつねに観測し続けるとともに、論文を読み込んで、この領域におけるトップ拠点はどこであるかを分析する。

(b) III 族窒化物半導体 (ICNS および IWN) の物理学・応用物理学にかかわる国際会議お

よび国内学会に出席し、研究の最先端の動向を調査するとともに、学会参加者にインタビューして Exemplar を詳細に見出し、かつその事業化までの距離の観測を集約する。有機半導体とシリコン・カーバイドについても、インタビュー調査を行なう。

(c) 次世代半導体研究と開発は、世界のトップ拠点研究機関における主要なテーマであるとともに、いまベンチャー企業が活発に事業化を行なっているビジネス領域である。しかも、上流の結晶成長がコモディティ化していないので、下流のデバイス産業がリスクを感じて事業化に踏み切れないでいる。そこで、世界の主要なトップ拠点、世界のベンチャー企業、下流のデバイス企業へのインタビューを実施し、律速プロセスの微細構造を明らかにする。

(d) 次世代半導体は、わが国発のイノベーションであり、かつその研究・開発では、わが国は世界のトップランナーである。しかしながら、それが無線通信産業とエネルギー産業の鍵であるという認識がわが国でうすく、米国に大きく水を明けられつつある。国家プロジェクト（国の研究・開発助成金、事業化予算）の動態を、国別に比較し、いかなるメカニズムでその逆転現象が起きてしまったのかを分析し、国家プロジェクトの選定の問題点を発見する。平成 21 年度の結果とあわせて、論文を執筆する。

4. 研究成果

(1) イノベーション・ダイアグラムを用いて、ブレークスルーのイノベーション理論を体系的に確立した。ブレークスルーのイノベーション・プロセスが、3 つに分類できることを示し、それぞれのタイプについて、ケーススタディを見出した。タイプ 1 については、青色発光デバイスが該当すること。タイプ 2 については、RISC アーキテクチャにもとづく MPU が該当すること。そしてタイプ 3 については、蒸気機関のイノベーションが該当することを示した。

(2) 今後のエネルギー産業のイノベーションにとって最も重要な地位の 1 つを占めるパワーエレクトロニクスについて、「あるべき未来」のビジョンを描き出すとともに、既存の産業（とくにサプライ・チェーン）の課題を洗い出した。その結果、SiC に選択と集中をしている国の政策が完全に誤ってい

ることを見出した。

(3) 今後のエネルギー産業のイノベーションにとって、もう一つの重要な半導体技術である太陽電池について、「あるべき未来」のビジョンを描き出すために、過去 20 年におよぶマーケットとメーカーの分析を行なった。その結果、2006 年からはじまる日本の太陽電池生産の国際競争力低下の起源を、メーカーサイドおよび制作サイドの両面から見出した。さらには、FIT 政策のあるべき姿を見出した。

(3) 2011 年 3 月 11 日から 14 日にかけて、東京電力は福島第一原子力発電所事故を引き起こした。この原因の本質が技術そのものにあるのではなく、技術経営にあって、それは、本研究のテーマとして取り上げた「日本の産業競争力の周回遅れ」と密接に関係していることを見出した。そこで、最終年度はきゅうきょ東電原発事故の本質の研究に焦点を絞ることとした。まず、有識者の有志を募り、FUKUSHIMA プロジェクトと称する有識者委員会を発足させ、委員長として事故調査を行なった。その結果、以下の事柄をはじめて疑義なく証明した。

1. 「最後の砦」たる隔離時冷却系 (RCIC) が 2・3 号機において無交流電源で稼働している間は、原子炉は「制御可能」であったから、その間に「ベント&海水注入」をしていれば、原子炉の暴走（「制御不能」の状態）は起きなかった。
2. しかしながら、東京電力の経営者は、海水注入を拒み続けた。1 号機で海水注入できなかったのは不可抗力かもしれないが、3 号機ついで 2 号機では余裕をもって「ベント&海水注入」をすることができた。しかし彼らはこれを拒んだ。
3. なぜ拒んだのか。それは、一つには彼ら自身がつくった「過酷事故マニュアル」に因る可能性がある。しかし 1 号機が未曾有の事態になった後は、可及的速やかに 3 号機と 2 号機で海水注入を意思決定できたはず。しかし経営者は、原子炉の「物理限界」とは何かを理解できず意思決定を怠って、原子炉を「制御不能」に陥らせしめた。
4. 本事故は、少なくとも 3 号機と 2 号機については、暴走することがあらかじめ 100% 予見可能だった。よって、この事故の本質は、「技術」ではなく、「技術経営」にある。そのため、東電の経営者の刑事責任はきわめて重い。

本研究の方向性と重要性が、国の科学技術基本計画の 1 つの柱である「科学技術イノベーション政策の科学」研究プロジェクトの 1 つ

として認められ、6 研究拠点の 1 つとして採択された。テーマ名は、本テーマをさらに拡張して「未来産業創造に向かうイノベーション政策の研究」とした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

1. 山口栄一, “続・福島原発事故の本質”, 日経エレクトロニクス, Vol. 1077, 2012, pp. 83-91
2. 山口栄一, “福島原発事故の本質”, 日経エレクトロニクス, Vol. 1056, 2011, pp. 82-89
3. 山口栄一, “2011 年夏、関東の電力危機をいかに切り抜けるか”, 日経エレクトロニクス, Vol. 1054, 2011, pp. 15-17
4. 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 —メモリーデバイス産業は「ムーア以後」にどう立ち向かうか?”, 応用物理, 79 巻 12 号, 2010, pp. 1077-1083
5. 山口栄一, “技術の目利きの育て方 —ブレークスルーのイノベーション理論—”, 研究開発リーダー, 8 月号, 2009, pp. 118-125
6. 山口栄一, “ブレークスルーを生み出す “技術の目利き” の育成法”, 企業と人材, Vol. 43, No. 964, 2009, pp. 4-9

[学会発表] (計 13 件)

1. 山口栄一, “メルトダウンを防げなかった本当の理由—福島第一原子力発電所事故の核心”, FUKUSHIMA プロジェクト国際シンポジウム, 2012 年 1 月 15 日, 早稲田大学 (東京)
2. Eiichi YAMAGUCHI, “Cause of Fukushima Nuclear Plant Accident — Why did the error of technology management happen?”, 2nd International Symposium on Innovation Strategy (ISIS), 2011 年 8 月 22 日, University of Cambridge, UK
3. Eiichi Yamaguchi, “How will we accomplish breakthrough innovations?”, The 8th ITEC International Conference 'Overcoming Two "Ends"', 2011 年 3 月 04 日, Kyoto, Japan
4. Eiichi Yamaguchi, “GaN—Paradigm Disruptive Innovation Creating New Semiconductor Industries (invited)”, International Symposium “Developing Innovative Gallium Nitride Technology &

- Devices for a Green Future”, 2011年1月11日, Hsinchu, Taiwan
5. Eiichi Yamaguchi, “Innovation Model toward Breakthroughs (invited)”, The 6th International Nanotechnology Conference on Communication and Co-operation, 2010年5月20日, Grenoble, France
 6. 山口栄一, “人材育成の観点からー共鳴場とは何か? (invited)”, つくばナノテク拠点 産学独連携人材育成プログラム, 2010年04月01日, 筑波大学
 7. 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 (invited)”, 日本機械学会, 2010年03月16日, 神戸大学
 8. 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 (invited)”, 応用物理学会 ゲートスタック研究会, 2010年01月22日, 三島 東レ会議場
 9. 山口栄一, “環境イノベーションのブレークスルー (invited)”, 先進技術とビジネス 研究会, 2010年01月08日, 京都 サントリー会議場
 10. 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論ー半導体ベンチャーを立ち上げてー (invited)”, 岩手大学特別シンポジウム, 2009年11月06日, 岩手大学
 11. 山口栄一, “イノベーションと技術経営 (invited)”, 東北大学プロジェクト研究会, 2009年10月16日, 東北大学
 12. 山口栄一, “目利き力の本質ーブレークスルーのイノベーション理論、半導体ベンチャーを立ち上げてー (invited)”, 半導体ネットおかやま, 2009年08月26日, 岡山理科大学
 13. 山口栄一, “イノベーション 破壊と共鳴 (invited)”, 情報コミュニケーション学会, 2009年08月04日, 京都高度技術研究所

[図書] (計1件)

1. 山口栄一, 西村吉雄, 川口盛之助, “FUKUSHIMA レポートー原発事故の本質”, 日経 BP コンサルティング, 2012, pp. 11-175

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 紫外線センサー
発明者: 山口栄一 人羅俊実
権利者: ROCA (株)
種類: 特許

番号: 特願 2010-197442
出願年月日: 2010年8月
国内外の別: 国内

○取得状況 (計1件)

名称: 紫外線センサー
発明者: 山口栄一 人羅俊実
権利者: 同志社・(株) ALGAN
種類: 特許
番号: 特許 4505401
取得年月日: 2010年10月
国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ

<http://www.doshisha-u.jp/~ey/>

<http://f-pj.org/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 栄一 (YAMAGUCHI EIICHI)

同志社大学・総合政策科学研究科・教授

研究者番号: 30367974