

日本企業の研究開発の絶滅と誕生に関する研究（その3）

仮説「研究開発の絶滅が作り出すブルーオーシャンには イノベーションが宿り、その好機が存在する」

村 山 博*

目 次

- 1章 はじめに
- 2章 短期間に絶滅する研究開発
 - 2-1 シリコン
 - 2-1-1 シリコンの用途分布
 - 2-1-2 シリコンに関する用途別研究開発
 - 2-2 白金
 - 2-2-1 白金の用途分布
 - 2-2-2 白金に関する用途別研究開発
 - 2-3 銀
 - 2-3-1 銀の用途分布
 - 2-3-2 銀に関する用途別研究開発
- 3章 比較的長い期間をかけて絶滅する研究開発
 - 3-1 亜鉛
 - 3-1-1 亜鉛の用途分布
 - 3-1-2 亜鉛に関する用途別研究開発
 - 3-2 アルミニウム
 - 3-2-1 アルミニウムの用途分布
 - 3-2-2 アルミニウムに関する用途別研究開発
 - 3-3 ニッケル
 - 3-3-1 ニッケルの用途分布
 - 3-3-2 ニッケルに関する用途別研究開発
- 4章 考察
- 5章 まとめ

* 本学経営学部教授

キーワード：研究開発、イノベーション、企業、ブルーオーシャン、絶滅

1章 はじめに

企業の研究開発の速度は一定ではない。それは、予想もできない速さで進歩することもあるが、多くの優秀な企業の研究者が努力をしても長く停滞することがある。研究開発競争の激しさと研究開発の成果が無関係であることは歴史が証明している。

研究開発競争が激しいレッドオーシャンで企業が生き残るのは極めて難しい。一方、競争相手の少ないブルーオーシャン¹⁾では企業が成功する確率が高まる²⁾。そこで、多くの企業は今までまったく手が付けられなかった未開拓の分野であるブルーオーシャンを目指し研究開発する。しかし、未開拓の分野には、それぞれに未開拓である理由や事情が存在する。たとえば、その分野を支える材料や素材の供給ルートの不備、研究者や専門家の絶対的な不足、市場や流通網や販売網の不備、社会や顧客への周知不足、法律や標準などの不備などがある場合が多い。たとえ、未開拓の分野で画期的な特性を持った新商品や新サービスが開発されたとしても、それが社会に広く普及し、イノベーションを起こすためには数々の障壁が待ち構えるのが通例である。競争相手の少ない未開拓のブルーオーシャンを目指すか、競争相手が多く競争は激しいが市場や流通網などの新たな構築が不要なレッドオーシャンで闘い続けるか、これは企業戦略の大きな分岐点となる。

本論文は、かつて多くの企業が競って研究開発を行い、典型的なレッドオーシャンであった分野が、何らかの原因で研究開発が行われなくなり、ほとんど企業競争がなくなってしまった分野を研究するものである。これは、かつてのレッドオーシャンが競争のないブルーオーシャンに変貌したと言える分野であり、今までの定義では未開拓の分野ではないためブルーオーシャンと呼ぶには若干の疑義があるが、本論文ではこれを「転換型ブルーオーシャン」と呼ぶことにする。

1) W. チャン他著 入山章栄他訳 [2015] 「ブルーオーシャン戦略」ダイヤモンド社

「ブルーオーシャン戦略は、競争のない市場空間を切り開き、競争を無意味なものにし、新しい需要を掘り起こす。ブルーオーシャンを創造するには、基幹事業以外の分野に進出しなければならないという誤解。ブルーオーシャン戦略は、先進テクノロジーが欠かせないという誤解。ブルーオーシャンを創造するには、他社に先駆けるしかないという誤解。ブルーオーシャン戦略は、要するに差別化戦略のことであるという誤解。ブルーオーシャン戦略は、創造的破壊や非連続的変化と同じであるという誤解」

2) 安部義彦 [2011] 「ブルーオーシャン戦略を読む」日経文庫

「ブルーオーシャン戦略は、リスクをできるだけ低く、成功の確率を上げていくことができるアプローチ。(事例) 富士フィルム：複写機・プリンター → 医療関連。日清紡：自動車部品 → 太陽電池関連。三井ハイテック：半導体関連 → 環境車部品」

ところで、2007年から2016年の過去10年間のシリコンの関連発明の数は年々減少しており、直線の回帰式 $y = -1635.4x + 49111$ 寄与率 $R^2 = 0.978$ に従い、シリコンの関連発明が消滅する絶滅年は2030年である³⁾。すなわち、シリコンの研究開発のブルーオーシャン化は2030年と推定できる。また、白金の関連発明の数は年々減少しており、直線の回帰式 $y = -405.45x + 14838$ 寄与率 $R^2 = 0.954$ に従い、その絶滅年は2037年である。すなわち、白金の研究開発のブルーオーシャン化は2037年と推定できる。

図1は、シリコンと白金の公開特許件数が減少し、ブルーオーシャン化する現象を図示したものである。シリコンと白金のブルーオーシャンは、年々近づいていることが分かる。現在のシリコンと白金に関する研究開発は、以前の非常に厳しいレッドオーシャンではないが、まったく競争のないブルーオーシャンでもない状態である。しかし、これらの研究開発は、確実にブルーオーシャンに変化する過程にあると言える。同様に、銀の関連発明の数は年々減少しており、直線の回帰式 $y = -539.42x + 22286$ 寄与率 $R^2 = 0.8823$ に従い、その絶滅年は2041年である。すなわち、銀の研究開発のブルーオーシャン化は2041年と推定できる。このように、シリコン、白金、銀に関する研究開発は直線的に急減しており、いずれも近い将来、絶滅年を迎え、ブルーオーシャン化することは疑いようのない事実である。

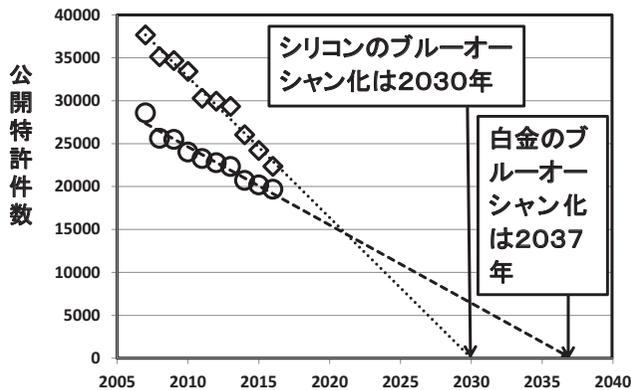


図1 シリコンと白金のブルーオーシャン化

シリコン、白金、銀の分野は、以前、競争の激しかったレッドオーシャンから競争の少ないブルーオーシャンへ確実に転換する過程にあり、研究開発費が毎年減少するだけでなく、研究者や専門家が次々と別の分野に移動を始めており、研究設備や製造・販売・流通・市場などのインフラが閉鎖の危機に直面している。ちなみに、日本におけるDRAMなどの半導体製造が

3) 特許庁のホームページの特許検索を利用した。

壊滅的な事態に陥っている⁴⁾。もし、シリコンウエハの生産や半導体製造が日本から完全に姿を消せば、再度作り直すエネルギーは並大抵ではなく、その復活は不可能に近い。

一方、亜鉛の関連発明の数は年々減少しているが、直線の回帰式 $y = -485.95x + 26126$ 寄与率 $R^2 = 0.903$ に従い、絶滅年は2054年である。また、アルミニウムの関連発明の数は年々減少しており、直線の回帰式 $y = -963.32x + 54701$ 寄与率 $R^2 = 0.8238$ に従い、その絶滅年は2057年である。また、ニッケルの関連発明の数は年々減少しており、直線の回帰式 $y = -443.53x + 25780$ 寄与率 $R^2 = 0.814$ に従い、その絶滅年は2058年である。このように、亜鉛、アルミニウム、ニッケルは、減少しているが、上記のシリコン、白金、銀に比べると、絶滅年が比較的長い。

亜鉛のブルーオーシャン化は2054年、アルミニウムは2057年、ニッケルは2058年に完了する。シリコン、白金、銀に比べ、亜鉛、アルミニウム、ニッケルは、完全なブルーオーシャン化には多少時間がかかるが、ブルーオーシャン化する傾向は同じである。亜鉛、アルミニウム、ニッケルでは、研究者や専門家の他分野への移動、研究・製造・販売・流通・市場などのインフラの衰退や劣化は、徐々に、かつ、確実に進行していると考えられる。

本論文は、これらの短期間に絶滅する研究開発の3分野と長い期間をかけて絶滅する研究開発の3分野を研究対象とすることにより、ブルーオーシャン化を支配する要因を分析し、その背景にある原因や課題を究明するものである。従来論文は、新規の研究開発分野を対象にし、その成長過程を研究するものがほとんどであった。しかし、本論文は、すでに知られている研究開発が衰退するブルーオーシャン化過程を解明することで、研究開発の絶滅と誕生との関係を明らかにすることを主な目的とする。研究開発は単純な衰退や絶滅ではなく、そのブルーオーシャン化の過程でまったく新たな研究開発が誕生し、その誕生がブルーオーシャン化を抑制し延命させていると考えられる。そこで、本論文は、新しい用途開発⁵⁾が研究開発を延命させているとの推論に基づいて研究を進める。

かつて研究開発競争が激しかったレッドオーシャンが研究開発競争のないブルーオーシャン

4) 泉谷渉 [2017]「日・米・中IoT最終戦争」東洋経済新報社

「日本の半導体デバイスの世界シェアは12~13%しかない。最も重要なシステムLSIはまったく太刀打ちできないし、DRAMメーカーはもはや日本に存在しない。半導体基板のシリコンウエハ、それに焼き付ける回路パターン用のフォトリソマスク、それに塗る感光剤フォトリソレジストの材料は世界シェア5割以上を日本メーカーが持っている。日本の半導体製造装置は、少し前まで世界シェア5割だったが、現在3割に低下、欧米と覇権争いを繰り広げている」

5) 吉藤幸朔 [1997]「特許法概説」有斐閣

「既知の物質DDTに殺虫効果があるということが発見されれば、この属性を利用し、DDTを有効成分とする殺虫剤又はDDTを虫にふりかけて殺虫する方法の発明は、用途発明である。用途発明は、発見が直ちに発明として利用できることが自明であり、発見から直ちに発明が成立する場合であるから、発見と発明とは実質上ほとんど異なるところがないということもできる」

化した分野は、従来よく知られている未開拓のブルーオーシャンとは根本的に異なる。この転換型ブルーオーシャンの研究開発分野は、かつて多数の企業が激しく競い合い、先陣争いを繰り広げた結果、過去に蓄積された研究成果が豊富で、その中には未だ活用されないアイデアやノウハウが眠る「宝の山」と言える分野でもある。そのため、絶滅する研究開発自体は、新たな研究開発のインキュベーションに最適な場所となることが多い。この転換型ブルーオーシャンの分野は、新たなイノベーションを生み出す出発点だけでなく、それ自体がイノベーションの生誕地なると考えられる。

数多くの企業が鎬を削った研究開発分野が衰退し絶滅することは、その研究分野から撤退する企業が参入する企業を急激に上回り、競争が激しいレッドオーシャンから競争する企業が非常に少ないブルーオーシャン⁶⁾への転換を意味する。この絶滅する研究開発分野は、極めて有用な材料や優秀な専門家が豊富に存在し、専門家を育てる手間と労力が必要な従来のブルーオーシャンとは大きく異なる。また、この分野は、競争企業が我先に撤退するため、高価な研究設備や生産設備を非常に安価に入手できる利点もある。さらに、この分野は、業界を牛耳る大企業が撤退するため、業界の縛りや拘束が極めて緩くなり、競争相手の動向を気にすることなく自由に研究開発ができる「制約の少ない理想的な研究対象」に変貌し、イノベーションの成功確率が著しく高まると考えられる。そこで、本論文は、仮説「研究開発の絶滅が作り出すブルーオーシャンにはイノベーションが宿り、その好機が存在する」を提案する。

競争の激しかった研究分野は、すでにほとんど研究開発が完了しており、特許など知的財産権がパズルのように隙間なく埋め尽くされており、新たな研究開発の余地がないと考える経営者が多いのは事実である。しかし、新たな環境変化が過去の研究開発成果にスポットライトを当てると、役に立たない不要なものと考えていた研究成果が蘇ることが少なくない。

ちなみに、ランタンニッケル合金 LaNi_5 、マンガン亜鉛合金 MnZn_2 、チタンモリブデンクロム合金 TiMoCr などの水素吸蔵合金⁷⁾の研究開発は、非常に多くの企業が研究開発を行ったにもかかわらず、所定の水素を吸蔵させる目的は失敗に終わり、燃料電池車への水素吸蔵合金の搭載は実現しなかった⁸⁾。20年間の水素吸蔵合金の研究開発が徒労に終わろうとしていた。しかし、絶滅するかに見えた水素吸蔵合金は、負極に水素を取り込む性質を持つ水素吸蔵合金を活用したニッケル水素電池の主要材料として、過去の研究開発の知見を役立て見事に復活している。現在でも水素吸蔵合金の技術開発は、新日本電工、日本製鋼所、那須電機鉄工などの企業

6) W. チャン他著 入山章栄他訳 [2015] 「ブルーオーシャン戦略」ダイヤモンド社

7) 大角泰章 [1997] 「水素吸蔵合金 その物性と応用」アグネ技術センター

大西敬三 [2003] 「水素吸蔵合金のおはなし」日本規格協会

8) 現在の燃料電池車は、水素吸蔵合金の代わりに、炭素繊維などで作られた水素タンクに圧縮水素を貯蔵する方式を採用している。

で継続されている。

このように、本来の研究開発の目的から予想もしない分野や用途で復活する事例^{9, 10)}は枚挙に暇がない。レッドオーシャンの中の激しい研究開発競争においては役立たなかった研究成果が、ほとんどの競争相手が撤退し静まり返ったブルーオーシャンで花開くことは少なくない。

本論文は、地球上の生命が絶滅と誕生を繰り返してきたことから類推し、日本企業の研究開発を絶滅と誕生という視点から研究するものである。生命の絶滅が新たな生命の誕生を誘引した歴史は異論のない事実である。このことから、企業における研究開発が衰退し絶滅すること自体が、新たな研究開発を生み出し、日本のイノベーションの起点となると考えられる。本論文は、日本企業における研究開発の絶滅と誕生の関係を解明するだけでなく、絶滅する研究開発分野に、どのようにして新たな研究開発が誕生するのかを研究するものである。

地球上の生命が完全に絶滅すれば、新たな生命を一から創りだすことは至難の業となる。しかし、歴史が物語るように、生命の絶滅の寸前に新たな生命が生まれることが分かっている。企業の研究開発においても、研究開発の絶滅の直前、換言すれば、完全なブルーオーシャンになる少し前に、新たな研究開発の成果が生まれると考えられる。本論文は、かつて多くの企業が激しく戦ったレッドオーシャンからブルーオーシャン化する過程を詳細に調査することにより、新たなイノベーションの誕生を探索するものである。

2章 短期間に絶滅する研究開発

2-1 シリコン

2-1-1 シリコンの用途分布

シリコンは、地球上に極めて豊富に存在し、かつ他の素材にはない優れた特性を有するため、

9) 2015/9/7付 日本経済新聞 電子版 「既存薬が別の疾患治療薬に 薬の転用、研究成果相次ぐ」

「特定の病気に効く薬が別の病気の治療に役立つ可能性を示唆する研究成果が相次いでいる。末梢神経障害の治療薬がALS（筋萎縮性側索硬化症）に効いたり、脳梗塞の再発予防薬が軽度の認知症を改善したりする例が見つかった。副作用のリスクや製法がわかっている既存薬であれば、未知の物質から作るのに比べ、3万分の1ともされる新薬開発の成功率が高まりそうだ」

10) インフルエンザ治療薬のアビガンがエボラ出血熱の薬になったように、既存のものが新たな分野や異なる用途に使用される例は、医薬品、食品だけでなく、あらゆる分野に広がっている。今まで注目されなかった過去の研究開発成果を復活させ、画期的な新製品を開発する事例が非常に多い。ED薬で有名なファイザー製薬のバイアグラは、当初、狭心症の薬であった。世界で飲まれているコカ・コーラーは、モルヒネやアヘン中毒の治療薬の研究開発から生まれた。

多くの分野でさまざまな用途で活用されている。なかでも、半導体用途としてのシリコンは、現代社会の礎になっており、我々が生存す現在は「シリコン時代」と言っても過言ではない。図2は、2007年から2016年の10年間のシリコンの用途に関する公開特許を調査したものである。半導体用シリコンは48%、液晶素材用シリコンは21%、シリカ用シリコンは15%、太陽電池用シリコンは7%、時計用シリコンは6%、珪素鋼板用シリコンは3%であった。シリコン用途に関する研究開発はこれらの6分野に分けることができる。

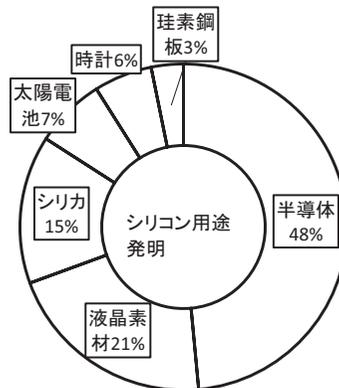


図2 シリコンの用途発明の比率（2007年～2016年）

このように、シリコンの半導体用途に関する研究開発は、約半分を占めており、今でも最大の研究開発対象である。また、シリコンは、液晶ディスプレイの素材に利用される重要な元素である。シリコンの酸化物を原料とするシリカはガラスの原料であり、他に地盤改良用の水ガラス、乾燥剤のシリカゲルなどに活用されている。多結晶シリコンは光エネルギーを電気エネルギーに効率よく変換する太陽電池の素材である。シリコンは、水晶（二酸化珪素）の共鳴振動を利用し、その固有振動数の周波数の電気振動を発振させるクォーツ時計やコンピュータのクロックジェネレーターとして使われている。さらに、シリコンは電気エネルギーを運動エネルギーに高効率で変換する電磁鋼板（珪素鋼板）を製造する必須元素である。

シリコンに関する代表的な研究開発成果には、三洋電機（特開2007-161505）「半導体シリコン材料の再生方法」、シャープ（特開2007-29159）「ポリシリコン薄膜トランジスタ基板の製造方法、ポリシリコン薄膜トランジスタ基板及び液晶表示装置」、富士フイルム（特開2007-91521）「シリカ分散液及びその製造方法」、カネカ（特開2011-146528）「多結晶シリコン系太陽電池およびその製造方法」、新日本製鐵（特開2008-69391）「高磁束密度方向性珪素鋼板の製造方法」などの特許がある。

2-1-2 シリコンに関する用途別研究開発

図3は、2007年から2016年の10年間の液晶素材のシリコンに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -497.41x + 13010$ で、寄与率 $R^2 = 0.981$ であり、非常に良い相関がある。なお、横軸は西暦から2000を引き算したものを使用している。この激しい減少は、コンピュータやスマートフォンやテレビなどのディスプレイを液晶から有機ELへ転換する動きに合わせて、液晶素材のシリコンに関する研究開発の件数が急激に減少していると考えられる。シリコンの研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2030年であったが、液晶素材だけのシリコンの研究開発の絶滅年は2026年であり、6分野の中で最も早期に絶滅を迎えることが分かる。このように、液晶素材に関するシリコンの研究開発は、第一の減少原因であり、換言すれば、シリコンに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因と言える。

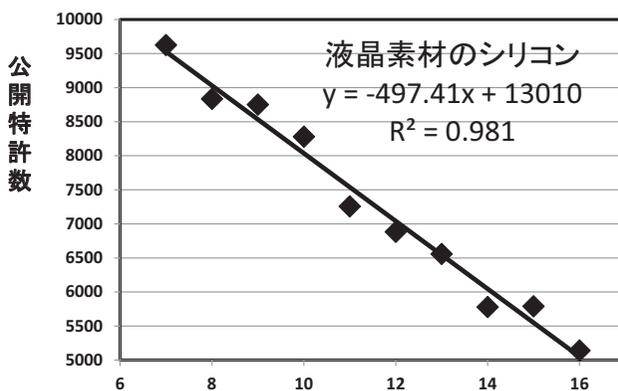


図3 液晶素材のシリコン発明の減少

図4は、シリコン半導体に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -940.76x + 27741$ で、寄与率 $R^2 = 0.9658$ であり、非常に良い相関がある。シリコンの研究開発の絶滅年が2030年であったが、半導体だけのシリコンの研究開発の絶滅年は2029年であり、シリコンの全用途の研究開発において、シリコン半導体は早期に絶滅を迎えることが分かる。このように、半導体に関するシリコンの研究開発は、第二の減少原因であり、換言すれば、シリコンに関する研究開発のブルーオーシャン化を加速させる要因と言える。

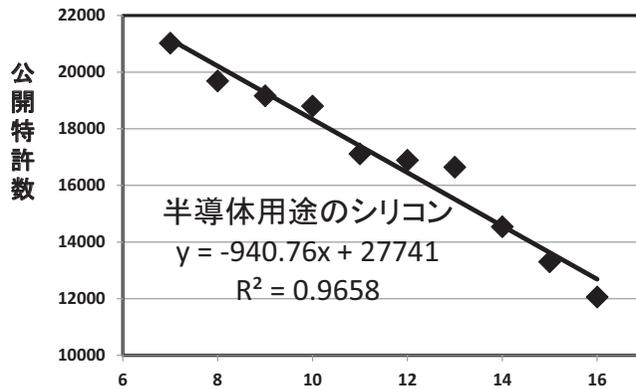


図4 半導体用途のシリコン発明の減少

図5は、シリカに関する研究開発をグラフにしたものであり、減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -230.1x + 7769.1$ で、寄与率 $R^2 = 0.8967$ であり、良い相関がある。シリコンの研究開発の絶滅年が2030年であったが、シリカだけのシリコンの研究開発の絶滅年は2034年であり、図3の液晶素材用途や図4の半導体シリコン用途に比べ、絶滅年は比較的に長いことが分かる。このように、シリカに関する研究開発の件数は減少しているが、その減少傾向は上記のシリコン半導体や液晶素材に比べやや緩やかである。

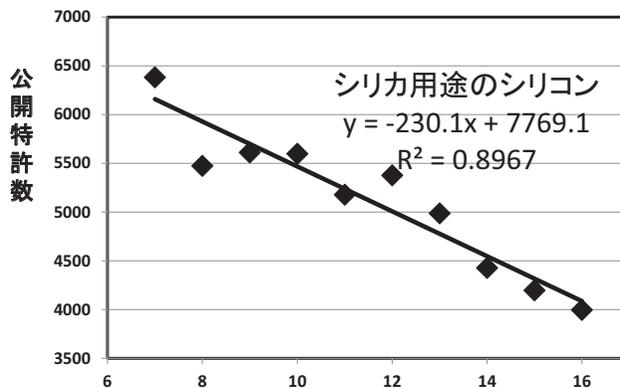


図5 シリカ用途のシリコン発明の減少

図6は、時計に関する研究開発をグラフにしたものであり、減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -72.788x + 2848.3$ で、寄与率 $R^2 = 0.872$ であり、良い相関がある。シリコンの研究開発の絶滅年が2030年であったが、時計だけのシリコンの研究開発の絶滅年は2039年であり、上記の液晶素材用途や半導体シリコン用途やシリカ用途に比べ、絶滅年は長いことが

分かる。このように、時計に関する研究開発の件数は減少しているが、その減少傾向は緩やかである。

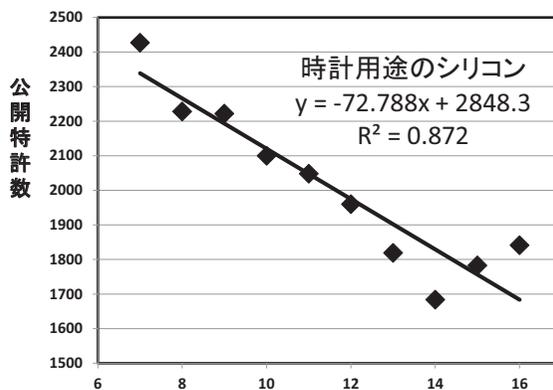


図6 時計用途のシリコン発明の減少

電磁鋼板（珪素鋼板）に関する研究開発は増加する傾向が見られ、直線による回帰式は $y = 15.303x + 930.92$ であるが、その寄与率は小さいため、増加とは判定できない。本論文では、電磁鋼板（珪素鋼板）は変化なしとする。

太陽電池に関する研究開発は増加しており、直線による回帰式は $y = 144.21x + 769.06$ で、その寄与率は $R^2 = 0.3295$ である。寄与率が小さいことは、太陽電池に関するシリコンの研究開発があまり大きな影響を与えていないと思われる。しかし、この太陽電池用途は、図3の液晶素材用途、図4の半導体用途、図5のシリカ用途、図6の時計用途とは逆に、明らかな増加傾向を示しており、シリコンに関する研究開発を考える上で、太陽電池用途の研究開発は注目すべき点である。

以上のように、シリコンの研究開発において6野の用途を調査した結果、4分野が減少、1分野が増加であり、1分野は変化がなかった。すなわち、図3から図6が示すように、主要なシリコンの用途に関する研究開発が減少しているため、極めて早期の絶滅を迎えると考えられる。しかし、太陽電池用途のように増加する用途開発もあり、これがシリコンに関する研究開発の減少を遅らせる要因になっていると考えられる。

多くのシリコンの研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、半導体用途、液晶用途、シリカ用途、時計用途がシリコンの研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、太陽電池用途は、ブルーオーシャン化して不要になったシリコンに関する知見やインフラや研究者を安価に、かつ、自由に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。シリコンの研究開発が示すように、用途分野ごとにブルーオーシャ

ン化を加速させる分野と減速させる分野に分かれるだけでなく、シリコンに関する研究開発の成果が分野を移動している可能性が高いと考えられる。

2-2 白金

2-2-1 白金の用途分布

白金は、綺麗な光沢と加工のしやすさと優れた耐食性から、古くからアクセサリや装飾品に使われるだけでなく、自動車の排ガス触媒として不可欠な素材である。その他、白金は燃料電池用材料、携帯電話用材料、太陽電池用材料、医療用途、高温用温度計の熱電対用素材、石油精製用触媒、点火プラグ用素材、タッチパネル用素材、有機EL用途、光触媒用途、電極接点用途に幅広く使用されている。

図7は、2007年から2016年の10年間の白金の用途に関する公開特許を調査したものである。自動車用途は25%、燃料電池用途は17%、医療用途（ペースメーカーや医薬品の原材料）¹¹⁾は11%、熱電対用途は11%、石油精製用途は10%、点火プラグ用途は8%、タッチパネル用途は5%、有機EL用途は4%、光触媒用途は3%、電極接点用途は3%、装飾用途は3%であった。白金の用途に関する研究開発はこれらの11分野に分けることができる。白金の用途に関する研究開発は、上記したシリコンの半導体用途のような大半を占めるような特定の用途はなく、さまざまな分野で非常に幅広く使われていることが特徴である。

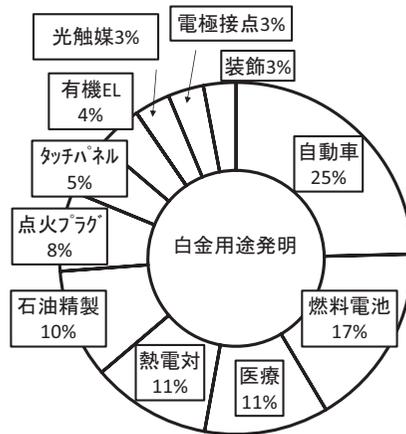


図7 白金の用途発明比率（2007年～2016年）

白金に関する代表的な研究開発成果には、富士フイルム（特開2009-226318）「白金担持カー

11) 白金は低アレルギーのためペースメーカーなどに使われている。

ボン、燃料電池用触媒、電極膜接合体、および燃料電池」、クラレ（特開2010-138430）「金属回収資材及び白金族金属の回収方法」、JSR（特開2009-38097）「白金膜の形成方法」、ソニー（特開2010-274235）「白金含有触媒及びこれを用いた燃料電池」などの特許がある。

2-2-2 白金に関する用途別研究開発

図8は、2007年から2016年の10年間の燃料電池用途の白金に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -164.92x + 3268.4$ で、寄与率 $R^2 = 0.9248$ であり、非常に良い相関がある。白金の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2037年であったが、燃料電池用途だけの白金の研究開発の絶滅年は2020年であり、極めて早期に絶滅を迎えることが分かる。このように、燃料電池用途に関する白金の研究開発が第一の減少原因であり、換言すれば、白金に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因と言える。

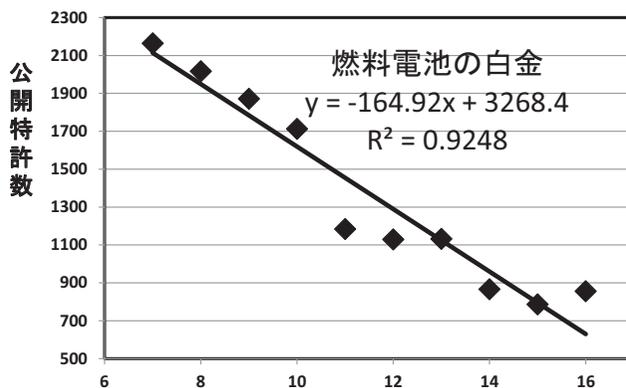


図8 燃料電池の白金発明の減少

図9は、石油精製用の白金に関する研究開発をグラフにしたものであり、減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -35.545x + 1189.7$ で、寄与率 $R^2 = 0.7026$ であり、良い相関がある。白金の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2037年であったが、石油精製用途だけの白金の研究開発の絶滅年は2033年であり、早期に絶滅を迎えることが分かる。このように、石油精製用途に関する白金の研究開発が第二の減少原因であり、換言すれば、白金に関する研究開発のブルーオーシャン化を加速させる要因と言える。

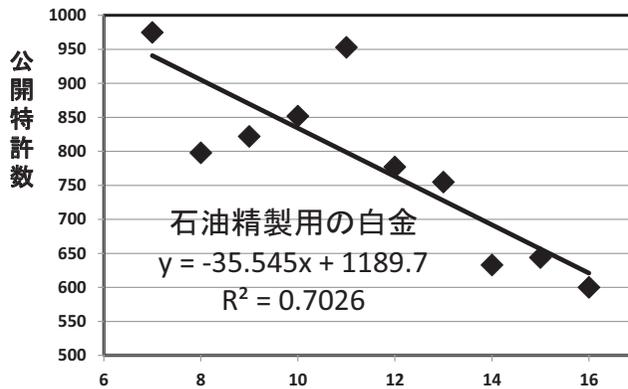


図9 石油精製用の白金発明の減少

また、光触媒用途の白金に関する研究開発は、直線の回帰式が $y = -18.158x + 477.61$ であり、その寄与率は $R^2 = 0.537$ である。その絶滅年は2026年であり、光触媒用途の白金の研究開発が第三の減少原因であり、換言すれば、白金に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

図10は、自動車用の白金に関する研究開発をグラフにしたものであり、減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -37.752x + 2127.2$ で、寄与率 $R^2 = 0.7278$ であり、良い相関がある。白金の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2037年であったが、自動車用途だけの白金の研究開発の絶滅年は2056年であり、絶滅年はかなり遅いことが分かる。すなわち、自動車用途に関する白金の研究開発は、白金の研究開発を減少させる一つ要因ではあるが、主原因であるとは言えない。

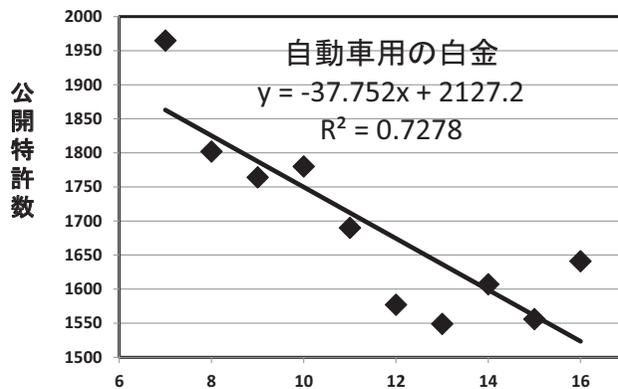


図10 自動車用の白金発明の減少

また、高温度計熱電対用途の白金に関する研究開発は、直線の回帰式が $y = -15.024x + 1023.1$ で、寄与率 $R^2 = 0.5399$ である。その絶滅年は2068年であり、白金の絶滅年2037年に比べかなり遅い。すなわち、熱電対用途の白金に関する研究開発は、白金の研究開発を減少させる一つの要因ではあるが、主原因であるとは言えない。

装飾用途の白金の直線の回帰式は $y = -1.2303x + 216.05$ であり、点火プラグ用途の白金の直線の回帰式は $y = -2.0364x + 543.22$ であるが、いずれも減少傾向にあるが、その回帰式の寄与率が不十分なため、明らかな減少とは断定できない。本論文では、装飾用途、点火プラグ用途の白金の研究開発は変化なしとする。

図11は、2007年から2016年の10年間のタッチパネル用途の白金に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 77.4x - 482.2$ で、その寄与率は $R^2 = 0.9419$ であり、非常に良い相関がある。上記の白金の用途に関する研究開発がいずれも減少傾向にあったことと、まったく逆の現象であることが分かった。図7で示したように、タッチパネル用途の研究開発の構成比率はわずか5%であるが、これが白金に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせており、換言すれば、白金に関する研究開発のブルーオーシャン化を減速させる要因となっている。

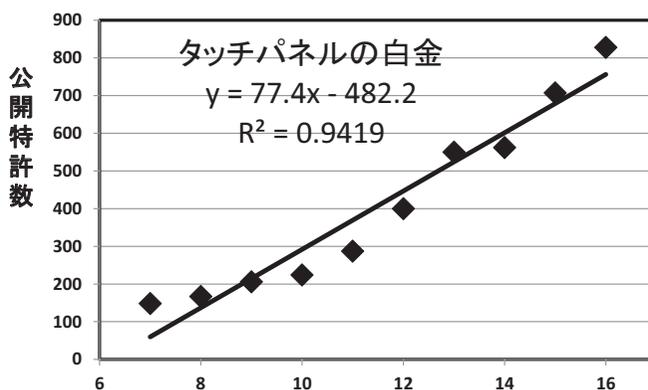


図11 タッチパネルの白金発明の増加

さらに、医療用途の白金に関する研究開発は、直線の回帰式が $y = 20.667x + 570.13$ 寄与率 $R^2 = 0.3597$ に従い、直線的な増加傾向がある。医療用途も、タッチパネル用途と同じように、白金に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせており、白金に関する研究開発のブルーオーシャン化を減速させる要因となっている。

電極接点用途の白金は $y = 6.297x + 263.08$ であり、有機EL用途の白金は $y = 4.4727x + 329.96$ であり、いずれも増加傾向にある。しかし、回帰式の寄与率が不十分であるため、明らかな増

加とは断定できない。本論文では、電極接点用途と有機EL用途の白金の研究開発は変化なしとする。

以上のように、白金の研究開発において11分野の用途を調査した結果、5分野が減少、2分野が増加であり、4分野は変化がなかった。一部の分野で増加する用途開発があるものの、白金に関する研究開発は概ね減少傾向が主流であることが判明した。

多くの白金の研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、燃料電池用途、石油精製用途、自動車用途、高温度計熱電対用途が白金の研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、太陽電池用途、タッチパネル用途は、ブルーオーシャン化して不要になった白金に関する知見やインフラや研究者を容易に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。白金の研究開発が示すように、用途分野ごとにブルーオーシャン化を加速させる分野と減速させる分野に分かれるだけでなく、白金に関する研究開発の成果が分野を移動している可能性が高いと考えられる。

2-3 銀

2-3-1 銀の用途分布

銀は熱伝導度と電気伝導度がすべての金属の中で最高で、さらに加工性に優れるため、アクセサリや貨幣や食器や歯科用などに使用されてきた。銀は写真フィルムや写真印刷の感光材料を主な用途として使われてきた。近年、銀は、抗菌剤や殺菌剤や防臭剤としての用途や太陽光発電の用途にも広く使用されている。図12は、2007年から2016年の10年間の銀の用途に関する公開特許を調査したものである。写真用途は72%、自動車用途は9%、太陽電池用途は6%、歯科用途は5%、抗菌用途は4%、装飾用途は3%、浄水用途は1%であった。銀の用途開発は7分野に分けることができる。銀の研究開発分野は写真用途が非常に大きいことが分かる。

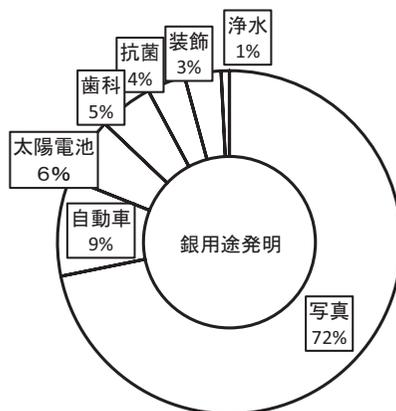


図12 銀の用途発明比率（2007年～2016年）

銀に関する代表的な研究開発成果には、富士フィルム（特開2007-264269）「ハロゲン化銀カラー写真感光材料」、東ソー（特開2016-166382）「銀の回収方法」、JSR（特開2014-189888）「銀ナノワイヤーの製造方法、該方法で得られた銀ナノワイヤー及び該銀ナノワイヤーを含有するコーティング剤」などの特許がある。

2-3-2 銀に関する用途別研究開発

図13は、浄水用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -11.321x + 278.79$ で、寄与率 $R^2 = 0.8305$ であり、非常に良い相関がある。銀の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2041年であったが、浄水用途だけの銀の研究開発の絶滅年は2025年であり、極めて早期に絶滅を迎えることが分かる。このように、浄水用途に関する銀の研究開発は第一の減少原因であり、換言すれば、銀に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

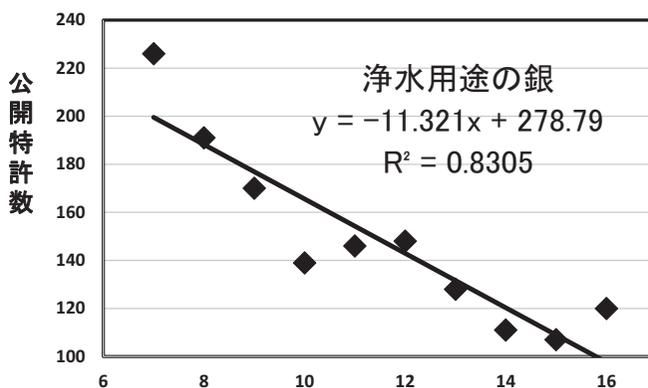


図13 浄水用の銀の発明の減少

図14は、2007年から2016年の10年間の写真用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -429.76x + 18514$ で、寄与率 $R^2 = 0.841$ であり、非常に良い相関がある。銀の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2041年であったが、写真用途だけの銀の研究開発の絶滅年は2043年である。写真用途は、銀の用途研究開発の72%を占めるため、影響力が非常に大きい。このように写真用途に関する銀の研究開発は銀の研究開発の絶滅年とほぼ同じである。

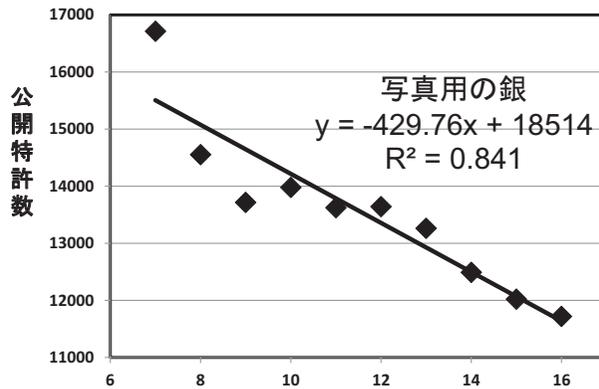


図14 写真用の銀の発明の減少

図15は、抗菌用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -18.418x + 896.51$ で、寄与率 $R^2 = 0.5141$ であり、良い相関がある。銀の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2041年であったが、抗菌用途だけの銀の研究開発は減少してはいるが、その絶滅年は2049年であり、銀の研究開発の絶滅をわずかに遅らせていることが分かる。

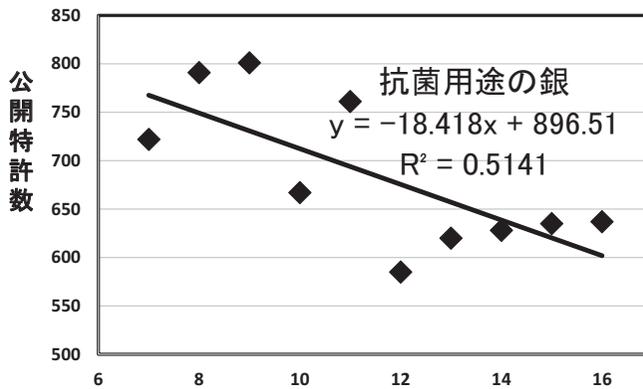


図15 抗菌用の銀の発明の減少

図16は、自動車用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 53.2x + 1147$ で、寄与率 $R^2 = 0.583$ であり、良い相関がある。上記の銀の用途に関する研究開発の多くが減少傾向にあったことと、まったく逆の現象であることが分かった。自動車用途の研究開発の構成比率は9%であり、これが銀に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、換言すれば、銀に関する研究開発のブルー

オーシャン化を減速させる要因となっている。

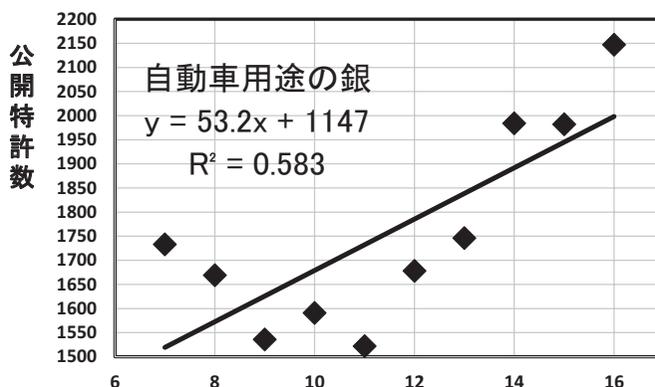


図16 自動車用の銀の発明の増加

図17は、2007年から2016年の10年間の太陽電池用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 76.879x + 270.99$ で、その寄与率は $R^2 = 0.574$ であり、良い相関がある。上記の銀の用途に関する研究開発の多くが減少傾向にあったことと、まったく逆の現象であることが分かった。図12で示したように、太陽電池用途の研究開発の構成比率は6%であるが、これが銀に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を減速させる要因になっている。

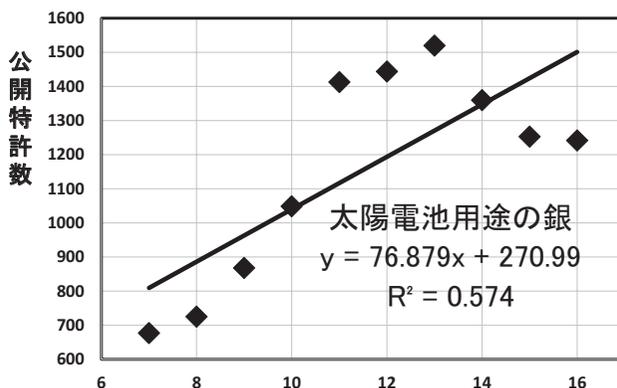


図17 太陽電池用の銀の発明の増加

図18は、歯科用途の銀に関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 41.642x + 486.41$ で、その寄与率は $R^2 = 0.5785$ であり、良

い相関がある。図12で示したように、歯科用途の研究開発の構成比率は5%であり、銀に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を減速させる要因になっている。

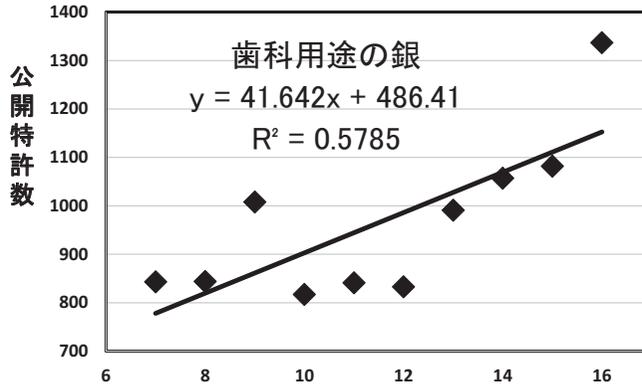


図18 歯科用の銀の発明の増加

銀の研究開発において、装飾用途は増加傾向にあり、直線による回帰式は $y = 42.83x + 160.15$ で、寄与率は $R^2 = 0.5541$ である。図12で示したように、装飾用途の研究開発の構成比率は3%であるが、これが銀に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を減速させる要因になっている。

以上のように、銀の研究開発において7分野の用途を調査した結果、3分野が減少、4分野が増加であった。銀の用途開発は、増加する分野の数が減少する分野の数を上回ったが、写真用途の減少の影響が大きいため、銀の研究開発の減少傾向に歯止めがかからない状況であることが判明した。しかし、現在は小さな分野の研究開発であるが、増加する分野も多く、今後の銀の研究開発は注目すべきである。

多くの銀の研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、写真用途、浄水用途、抗菌用途が銀の研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、自動車用途、太陽電池用途、歯科用途、装飾用途は、ブルーオーシャン化して不要になった銀に関する知見やインフラや研究者を容易に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。銀の研究開発が示すように、用途分野ごとにブルーオーシャン化を加速させる分野と減速させる分野に分かれるだけでなく、銀に関する研究開発の成果が分野を移動している可能性が高いと考えられる。

3章 比較的長い期間をかけて絶滅する研究開発

3-1 亜鉛

3-1-1 亜鉛の用途分布

亜鉛は融点が低く光沢があるため、銅板のメッキや鉄塔や橋梁などの屋外の建築物のメッキ材料として使われる。亜鉛はマンガン電池やアルカリ電池の負極材料として使用される。亜鉛の酸化物である酸化亜鉛は、白色の粉末で、化粧品、医薬品、顔料¹²⁾などの原料として使われる。液晶などに使われる透明電極や透明薄膜トランジスタの伝導膜など、精密機械の部材としても利用される。

図19は、2007年から2016年の10年間の亜鉛の用途に関する公開特許を調査したものである。顔料用途は23%、半導体用途は21%、透明電極用途は14%、亜鉛メッキ用途は14%、電池用途は10%、発光ダイオード用途は8%、医薬用途は5%、化粧品用途は5%であった。このように、亜鉛の研究開発は8分野に分類できる。

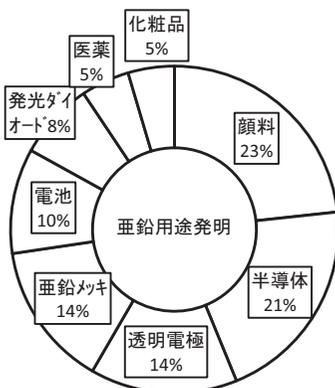


図19 亜鉛の用途発明比率 (2007年～2016年)

亜鉛に関する代表的な研究開発成果には、資生堂 (特開2007-277415) 「表面処理酸化亜鉛粉体及びこれを含有する化粧品」、パナソニック (特開2009-146846) 「空気亜鉛電池」、本田技研工業 (特開2004-249356) 「亜鉛メッキ銅板溶接装置」、富士フイルム (特開2010-232316) 「酸化亜鉛系半導体薄膜の成膜方法、及び成膜装置」などの特許がある。

12) 顔料は、塗料、インク、合成樹脂、織物、食品などの着色に使われる。

3-1-2 亜鉛に関する用途別研究開発

図20は、2007年から2016年の10年間の顔料用途の亜鉛に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -274.15x + 9964.2$ で、寄与率 $R^2 = 0.9533$ であり、非常に良い相関がある。亜鉛の研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2054年であったが、顔料用途だけの亜鉛の研究開発の絶滅年は2036年であり、極めて早期に絶滅を迎えることが分かる。顔料用途は、亜鉛の用途研究開発の23%を占めるため、影響力が非常に大きい。このため顔料用途に関する亜鉛の研究開発は、第一の減少原因であり、換言すれば、亜鉛に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

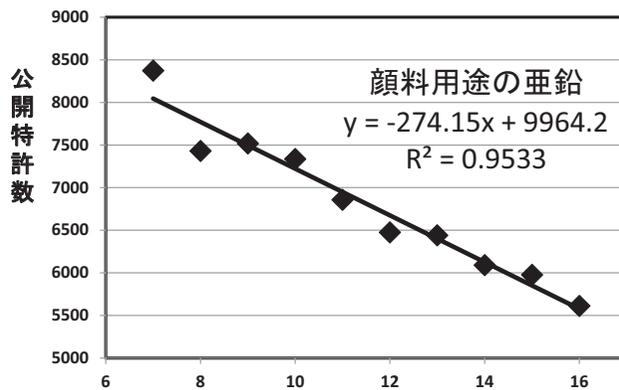


図20 顔料用途の亜鉛発明の減少

図21は、化粧品用途の亜鉛に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -45.539x + 1859.9$ で、寄与率 $R^2 = 0.7133$ であり、非

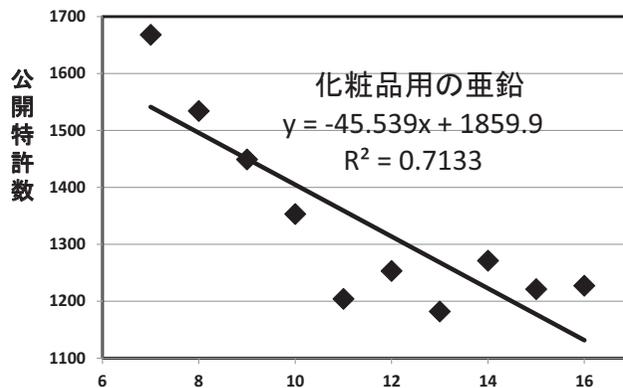


図21 化粧品用の亜鉛発明の減少

常に良い相関がある。亜鉛の研究開発の絶滅年は2054年であったが、化粧品用途だけの亜鉛の研究開発の絶滅年は2041年であり、早期に絶滅を迎えることが分かる。このため化粧品用途に関する亜鉛の研究開発が第二の減少原因であり、換言すれば、亜鉛に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

図22は、亜鉛メッキ用途の亜鉛に関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -106.04x + 5404.4$ で、寄与率 $R^2 = 0.8176$ であり、非常に良い相関がある。亜鉛の研究開発の絶滅年は2054年であったが、亜鉛メッキ用途だけの亜鉛の研究開発の絶滅年は2051年であり、早期に絶滅を迎えることが分かる。亜鉛メッキ用途は、亜鉛の用途研究開発の14%を占めるため、影響力が非常に大きい。このため亜鉛メッキ用途に関する亜鉛の研究開発が第三の減少原因であり、換言すれば、亜鉛に関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

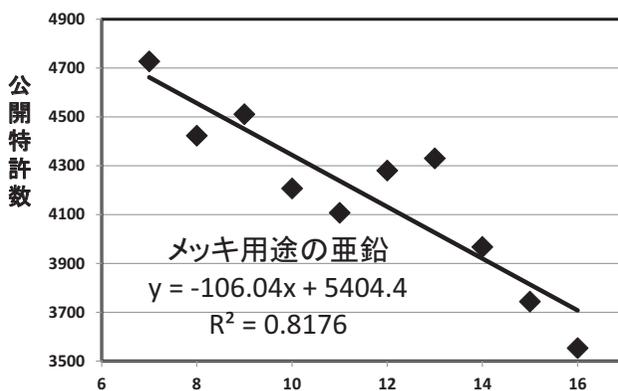


図22 メッキ用途の亜鉛発明の減少

透明電極用途の亜鉛の研究開発は $y = -70.776x + 5061.9$ で、寄与率 $R^2 = 0.3481$ で減少している。亜鉛の研究開発の絶滅年は2054年であったが、透明電極用途だけの亜鉛の研究開発の絶滅年は2072年である。透明電極用途は、減少傾向であることは間違いないが、亜鉛の研究開発が減少する主な原因であるとは言えない。

半導体用途の亜鉛の研究開発は $y = -19.073x + 6249.2$ であり、減少傾向にあるが、回帰式の寄与率が不十分であるため、明らかな減少とは断定できない。本論文では、半導体用途の亜鉛の研究開発は変化なしとする。

図23は、2007年から2016年の10年間の医薬品用途の亜鉛に関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 46.279x + 867.39$ で、その寄与率は $R^2 = 0.6633$ であり、良い相関がある。上記の亜鉛の用途に関する研究開発の多くが

減少傾向にあったことと、まったく逆の現象であることが分かった。図19で示したように、医薬品用途の研究開発の構成比率はわずか5%であるが、これが亜鉛に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせ、ブルーオーシャン化を減速させている。

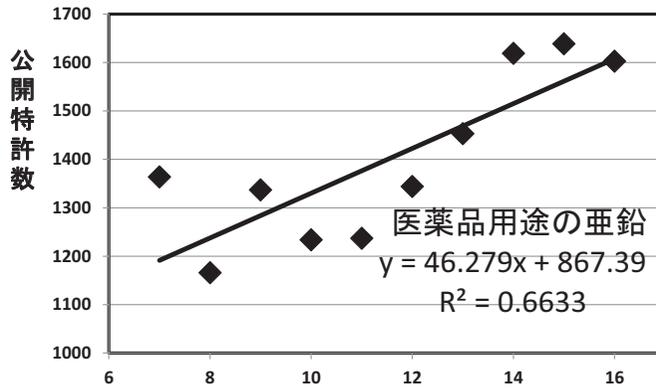


図23 医薬品用途の亜鉛発明の増加

図24は、電池用途の亜鉛に関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 129.37x + 1553.8$ で、その寄与率は $R^2 = 0.6444$ であり、良い相関がある。上記の亜鉛の用途に関する研究開発の多くが減少傾向にあったことと、まったく逆の現象であることが分かった。図19で示したように、電池用途の研究開発の構成比率は10%であるが、これが亜鉛に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせ、ブルーオーシャン化を減速させている。

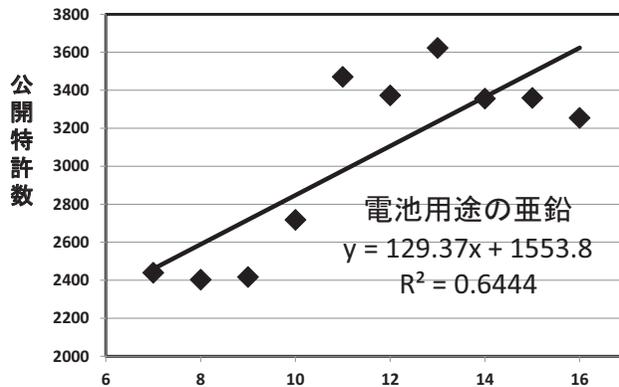


図24 電池用途の亜鉛発明の増加

発光ダイオード用途の亜鉛の研究開発は増加しており、その直線による回帰式は $y = 40.382x + 1759.1$ で、寄与率は $R^2 = 0.4341$ である。図19で示したように、発光ダイオード用途の研究開発の構成比率は8%であるが、これが亜鉛に関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせ、ブルーオーシャン化を減速させている。

以上のように、亜鉛の研究開発において8分野の用途を調査した結果、4分野が減少、3分野が増加であり、1分野は変化がなかった。なかでも、顔料用途、化粧品用途、亜鉛メッキ用途の3分野は、減少の主な原因であるが、医薬品用途、電池用途、発光ダイオード用途の3分野の増加は、減少傾向に歯止めをかけていることが分かった。亜鉛の研究開発における衰退する分野と成長する分野の比率が、亜鉛の研究開発の絶滅年を決めていると考えられる。

多くの亜鉛の研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、顔料用途、化粧品用途、亜鉛メッキ用途、透明電極用途が亜鉛の研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、医薬品用途、電池用途、発光ダイオード用途は、ブルーオーシャン化して不要になった亜鉛に関する知見やインフラや研究者を容易に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。

3-2 アルミニウム

3-2-1 アルミニウムの用途分布

アルミニウムはアルミ缶、アルミ箔、建築、車両、自転車、航空機などに幅広く使用されている。また、高圧電線の9割にアルミニウムが使用されている。アルミニウムは加工しやすく、アルミホイルのように薄い紙状に加工できる。さらに、アルミニウムは熱伝導率が高く、熱を放出するため、ヒートシンクやエンジン部品に使われる。光や熱をよく反射し、低温にも強いことから、人工衛星の部品にも使われている。

図25は、2007年から2016年の10年間のアルミニウムの用途に関する公開特許を調査したものである。箔用途は28%、自動車用途は25%、合金用途17%、建築用途は10%、缶用途は6%、高圧電線用途は5%、航空機用途は5%、ヒートシンク用途は4%である。

アルミニウムに関する代表的な研究開発成果には、東洋製罐（特開2007-76012）「耐食性、密着性に優れる樹脂被覆シームレスアルミニウム缶」、昭和電工（特開2008-144255）「電解コンデンサ電極用アルミニウム箔とその製造方法、電解コンデンサ用電極材の製造方法、アルミニウム電解コンデンサ用電極材およびアルミニウム電解コンデンサ」、電気化学工業（特開2007-297225）「窒化アルミニウム基板」、日立製作所（特開2013-221210）「防食処理アルミニウム材及びその製造方法」などの特許がある。

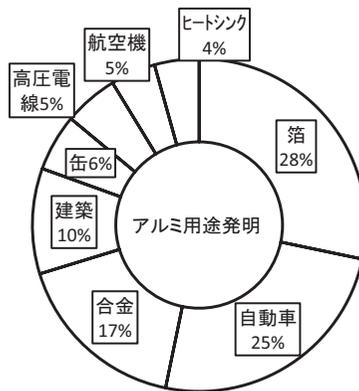


図25 アルミニウムの用途発明比率 (2007年～2016年)

3-2-2 アルミニウムに関する用途別研究開発

図26は、2007年から2016年の10年間の缶用途のアルミニウムに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -45.339x + 2445.3$ で、寄与率 $R^2 = 0.6111$ であり、良い相関がある。アルミニウムの研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2057年であったが、缶用途だけのアルミニウムの研究開発の絶滅年は2054年であり、比較的早期に絶滅を迎えることが分かる。缶用途は、アルミニウムの用途研究開発の6%を占める。缶用途に関するアルミニウムの研究開発は、第一の減少原因であり、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

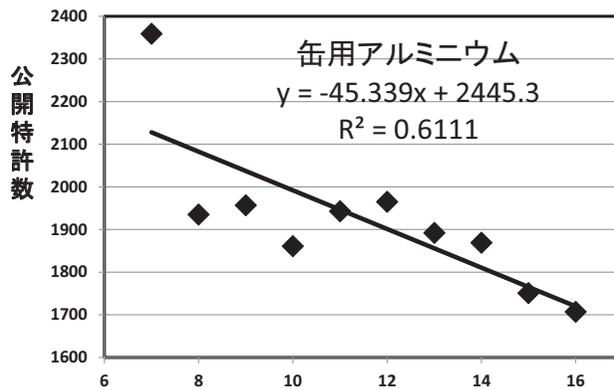


図26 缶用アルミニウム発明の減少

缶用途のアルミニウムに関する研究開発は著しく減少している。直線による回帰式は $y = -8.5212x + 298.79$ で、寄与率 $R^2 = 0.5352$ であり、良い相関がある。しかし、缶用途に比べると

寄与率が小さい。アルミニウムの研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2057年であったが、箔用途だけのアルミニウムの研究開発の絶滅年は2035年であり、早期に絶滅を迎えることが分かる。箔用途に関するアルミニウムの研究開発は、第二の減少原因であり、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

アルミニウム合金用途に関する研究開発は、減少しており、直線による回帰式は $y = -188.83x + 18736$ で、寄与率 $R^2 = 0.527$ である。アルミニウム合金用途に関する研究開発が第三の減少原因であり、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を加速させる要因となっている。

建築用途のアルミニウムに関する研究開発は、減少しており、直線による回帰式は $y = -29.927x + 3910.6$ である。しかし、その寄与率は不十分であり、明らかな減少とは断定できない。本論文では、建築用途のアルミニウムの研究開発は変化なしとする。

図27は、2007年から2016年の10年間の航空機用途のアルミニウムに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 89.406x + 491.83$ で、その寄与率は $R^2 = 0.8275$ であり、良い相関がある。図25で示したように、航空機用途の研究開発の構成比率は5%であるが、これがアルミニウムに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく減速させる要因となっている。

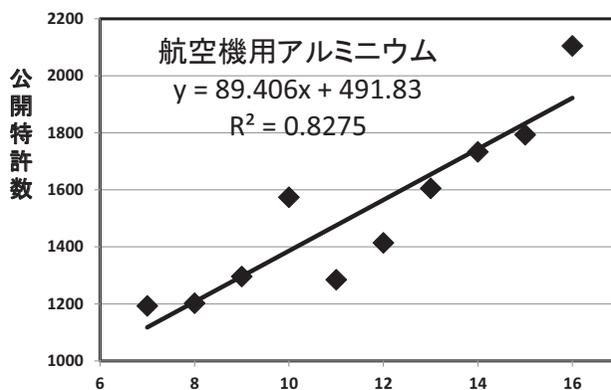


図27 航空機用アルミニウム発明の増加

図28は、高圧電線用途のアルミニウムに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 59.352x + 1149.8$ で、その寄与率は $R^2 = 0.62$ であり、良い相関がある。図25で示したように、高圧電線用途の研究開発の構成比率は5%であるが、これがアルミニウムに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせてお

り、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく減速させる要因となっている。

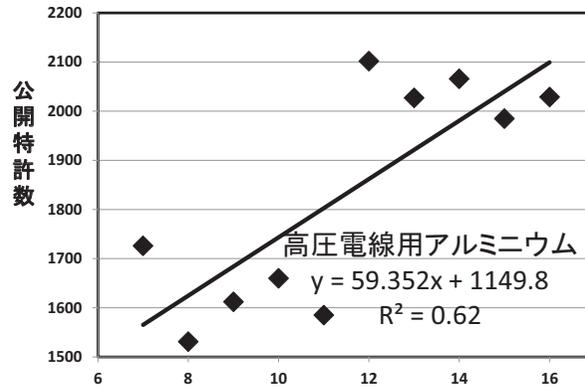


図28 高圧電線用アルミニウム発明の増加

ヒートシンク用途のアルミニウムは増加しており、その直線による回帰式は $y = 35.109x + 1097.9$ で、その寄与率は $R^2 = 0.5241$ である。また、自動車用途のアルミニウムは増加しており、その直線による回帰式は $y = 88.764x + 7654.6$ で、その寄与率は $R^2 = 0.4032$ である。ヒートシンク用途と自動車用途は、アルミニウムに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を遅らせており、換言すれば、アルミニウムに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく減速させる要因となっている。

以上のように、アルミニウムの研究開発において8分野の用途を調査した結果、3分野が減少、4分野が増加であり、1分野は変化がなかった。このように、アルミニウムの研究開発は、減少する分野に比べ増加する分野が多く、絶滅年が比較的長くなっていると考えられる。

多くのアルミニウムの研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、缶用途、箔用途がアルミニウムの研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、航空機用途、高圧電線用途、ヒートシンク用途、自動車用途は、ブルーオーシャン化して不要になったアルミニウムに関する知見やインフラや研究者を容易に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。

3-3 ニッケル

3-3-1 ニッケルの用途分布

ニッケルは鉄に合金化したオーステナイト系ステンレス鋼の主原料である。鉄とニッケルの合金はMRI（核磁気共鳴画像装置）の電磁波を遮断する磁気シールドに用いられている。ま

た、ニッケルは電池の正極材料として用いられ、ニッケル水素電池は、電気自動車の二次電池である。ニッケルと鉄の合金のインバー合金は熱膨張率が非常に小さく、ニッケルと鉄とコバルトのエリンバー合金は温度による弾性率の変化が非常に小さい。ニッケルは錆びにくいいためメッキ材料として使われ、電気を通しやすいことから電気接点のメッキにも使われる。図29は、2007年から2016年の10年間のニッケルの用途に関する公開特許を調査したものである。ステンレス用途は26%、メッキ用途は25%、電池用途は23%、自動車用途は9%、シールド用途は7%、インバー用途は6%、歯科用途は4%である。ニッケルの研究は7分野に分類できる。

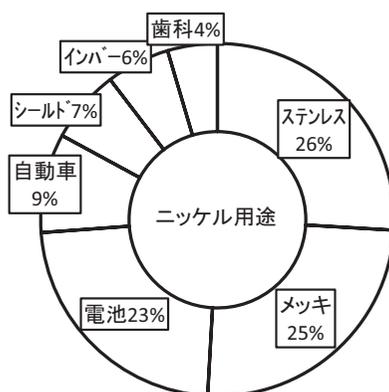


図29 ニッケルの用途発明比率 (2007年～2016年)

ニッケルに関する代表的な研究開発成果には、パナソニック (特開2010-10097) 「ニッケル水素蓄電池の製造方法」、ブラザー工業 (特開2011-110918) 「ニッケルフィルタ、インクカートリッジおよびインクジェット記録装置」、GSユアサ (特開2016-69692) 「水素吸蔵合金、電極及びニッケル水素蓄電池」、豊田自動織機 (特開2015-95407) 「リチウムニッケル含有複合酸化物の処理方法及びリチウムイオン二次電池用正極活物質およびそれを有するリチウムイオン二次電池」、住友金属鉱山 (特開2016-160526) 「ニッケル硫化物の製造方法、ニッケル酸化鉱石の湿式製錬方法」などの特許がある。

3-3-2 ニッケルに関する用途別研究開発

図30は、2007年から2016年の10年間のメッキ用途のニッケルに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -264.62x + 9449.9$ で、寄与率 $R^2 = 0.9548$ であり、非常に良い相関がある。ニッケルの研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2058年であったが、メッキ用途だけのニッケルの研究開発の絶滅年は2036年であり、極めて早期に絶滅を迎えることが分かる。メッキ用途は、ニッケルの用途開発の25%を占

めており、その影響は非常に大きい。メッキ用途に関するニッケルの研究開発が、ニッケル研究開発の第一の減少原因であり、換言すれば、ニッケルに関する研究開発のブルーオーシャン化を著しく加速させる要因となっている。

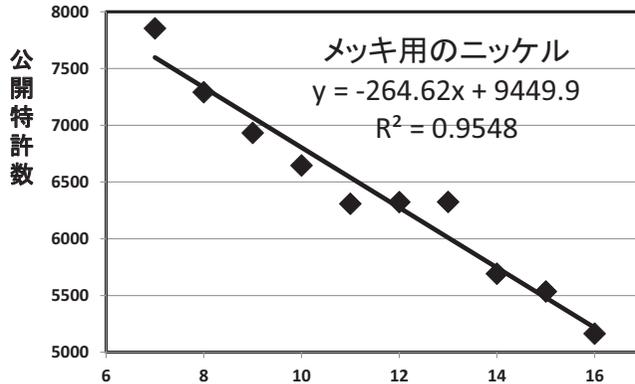


図30 メッキ用のニッケル発明の減少

図31は、ステンレス用途のニッケルに関する研究開発をグラフにしたものであり、著しく減少していることが分かる。直線による回帰式は $y = -92.679x + 7729.4$ で、寄与率 $R^2 = 0.6585$ であり、良い相関がある。ニッケルの研究開発は、回帰式から絶滅年を計算すると2058年であったが、ステンレス用途だけのニッケルの研究開発の絶滅年は2083年である。ステンレス用途は、ニッケルの用途研究開発の26%を占めており、その影響は非常に大きい。ステンレス用途に関するニッケルの研究開発は減少原因の一つである。

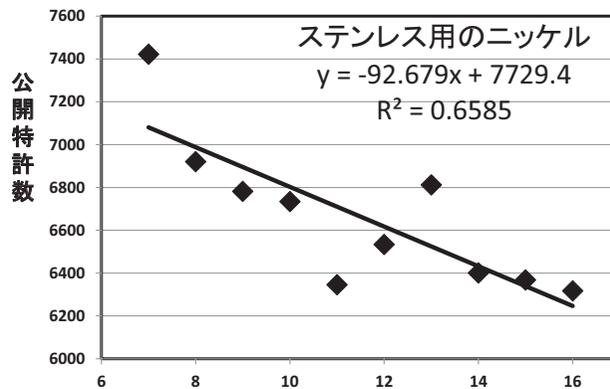


図31 ステンレス用のニッケル発明の減少

シールド用途のニッケルに関する研究開発は減少している。その直線による回帰式は $y = -31.655x + 2084.7$ で、その寄与率は $R^2 = 0.4458$ である。シールド用途だけのニッケルの研究開発の絶滅年は2066年である。シールド用途は、ニッケルの研究開発の7%を占めている。シールド用途に関するニッケルの研究開発は減少原因の一つである。

図32は、2007年から2016年の10年間のインバー合金用途のニッケルに関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 76.364x + 617.02$ で、その寄与率は $R^2 = 0.8056$ であり、非常に良い相関がある。図29で示したように、インバー合金用途の研究開発の構成比率はわずか6%であるが、これがニッケルに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を著しく減速させる要因である。

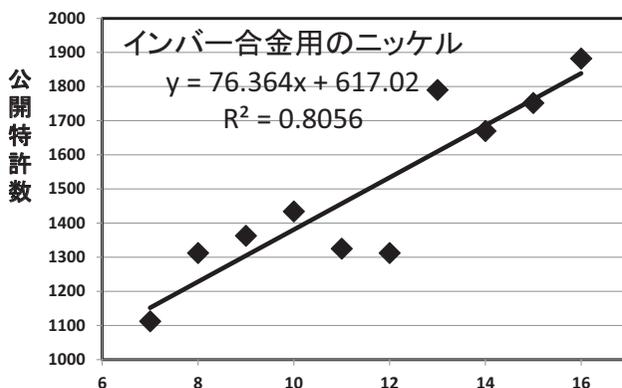


図32 インバー合金用のニッケル発明の増加

図33は、自動車用途のニッケルに関する研究開発をグラフにしたものであり、非常に増加していることが分かる。直線による回帰式は $y = 125.25x + 894.47$ で、その寄与率は $R^2 = 0.7168$ であり、良い相関がある。図29で示したように、自動車用途の研究開発の構成比率は9%であるが、これがニッケルに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を著しく減速させる要因である。

電池用途のニッケルに関する研究開発は、非常に増加している。直線による回帰式は $y = 196.24x + 3641.2$ で、その寄与率は $R^2 = 0.6919$ であり、良い相関がある。図29で示したように、電池用途の研究開発の構成比率は23%であり、比較的大きな影響がある。これがニッケルに関する研究開発の減少を食い止め、絶滅年を大きく遅らせており、ブルーオーシャン化を著しく減速させる要因である。

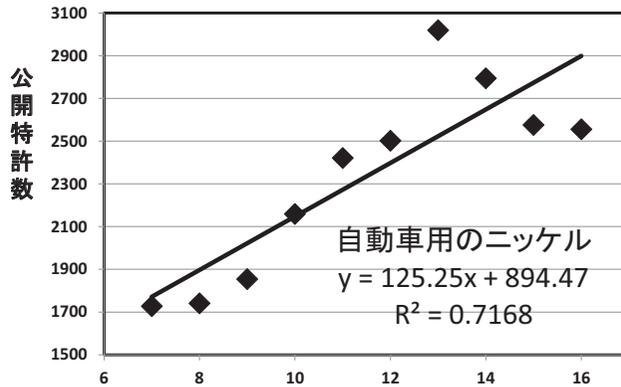


図33 自動車用のニッケル発明の増加

歯科用途のニッケルに関する研究開発は、増加しているが、その直線による回帰式は $y = 9.2485x + 1063.2$ であるが、その寄与率は不十分であり、増加傾向があるとは断定できない。本論文では、歯科用途のニッケルの研究開発は変化なしとする。

以上のように、ニッケルの研究開発において7分野の用途を調査した結果、3分野が減少、3分野が増加であり、1分野は変化がなかった。このように、ニッケルの研究開発は、減少する分野と増加する分野が拮抗しており、このことが絶滅年を長くさせている源泉と考えられる。

多くのニッケルの研究開発分野は著しく減少しており、なかでも、メッキ用途、ステンレス用途、シールド用途がアルミニウムの研究開発を着実にブルーオーシャンに近づけていることは疑いのない事実である。一方、インバー合金用途、自動車用途、電池用途は、ブルーオーシャン化して不要になったニッケルに関する知見やインフラや研究者を容易に活用できることが成長の原動力になっていると考えられる。

4章 考察

本論文は、シリコン、白金、銀、亜鉛、アルミニウム、ニッケルに関する研究開発の件数が急激に減少し、その絶滅する時期を明確化し、それぞれの研究開発の用途開発分野で、減少する分野と増加する分野が共存することを明らかにした。

図2が示す6分野の内、半導体用シリコン48%、液晶素材用シリコン21%、シリカ用シリコン15%、時計用シリコン6%の4分野は減少、太陽電池用シリコン7%は増加、珪素鋼板用シリコン3%は変化なしであった。減少分野の構成比率は90%、増加分野の構成比率は7%、変化なしの構成比率は3%であった。すなわち、新しく増加する用途開発は7%のみであり、減少する分野90%を相殺できないため、シリコンの研究開発の絶滅を延命することができないと

考えられる。減少分野と増加分野の差（増減率差）は83%である。

図7が示す11分野の内、自動車用途25%、燃料電池用途17%、熱電対用途11%、石油精製用途10%、光触媒用途3%の5分野は減少、医療用途11%、タッチパネル用途5%の2分野は増加、点火プラグ用途8%、有機EL用途4%、電極接点用途3%、装飾用途3%の4分野は変化なしであった。減少分野の構成比率は66%、増加分野の構成比率は16%、変化なしの構成比率は18%であった。すなわち、新しく増加する用途開発は16%のみであり、減少する分野66%を相殺できないため、白金の研究開発の絶滅を食い止めることができないと考えられる。しかし、減少分野と増加分野の差（増減率差）は50%と比較的小さい。また、新しい用途開発が白金の研究開発を延命していることは明らかである。

図12が示す7分野の内、写真用途72%、抗菌用途4%、浄水用途1%の3分野は減少、自動車用途9%、太陽電池用途6%、歯科用途5%、装飾用途3%の4分野は増加であった。減少分野の構成比率は77%、増加分野の構成比率は23%であった。すなわち、新しく増加する用途開発は23%のみであり、減少する分野77%を相殺できないため、銀の研究開発が絶滅する傾向は変わらないと考えられる。しかし、減少分野と増加分野の差（増減率差）は54%と比較的小さい。また、新しい用途開発が銀の研究開発を延命していることは明らかである。

図19が示す8分野の内、顔料用途23%、透明電極用途14%、亜鉛メッキ用途14%、化粧品用途5%の4分野は減少、電池用途10%、発光ダイオード用途8%、医薬用途5%の3分野は増加、半導体用途21%の1分野は変化なしであった。減少する分野の構成比率は56%、増加する分野の構成比率は23%、変化なしの構成比率は21%であった。すなわち、新しい用途開発は23%のみであり、減少する分野56%を相殺できないため、亜鉛の研究開発が絶滅する傾向は変わらないと考えられる。しかし、減少分野と増加分野の差（増減率差）は33%と比較的小さい。また、新しい用途開発が亜鉛の研究開発を延命していることは明らかである。

図25が示す8分野の内、箔用途28%、合金用途17%、缶用途6%の3分野は減少、自動車用途25%、高圧電線用途5%、航空機用途5%、ヒートシンク用途4%の4分野は増加、建築用途10%の1分野は変化なしであった。減少する分野の構成比率は51%、増加する分野の構成比率は39%、変化なしの構成比率は10%であった。すなわち、新しく増加する用途開発は39%のみであり、減少する分野51%を相殺できないため、アルミニウムの研究開発が絶滅する傾向は変わらないと考えられる。しかし、減少分野と増加分野の差（増減率差）は12%とかなり小さい。また、新しい用途開発がアルミニウムの研究開発を延命していることは明らかである。

図29が示す7分野の内、ステンレス用途26%、メッキ用途25%、シールド用途7%の3分野は減少、電池用途23%、自動車用途9%、インバー用途6%の3分野は増加、歯科用途4%の1分野は変化なしであった。減少する分野の構成比率は58%、増加する分野の構成比率は38%、変化なしの構成比率は4%であった。すなわち、新しく増加する用途開発は38%のみで

あり、減少する分野58%を相殺できないため、ニッケルの研究開発が絶滅する傾向は変わらないと考えられる。しかし、減少分野と増加分野の差（増減率差）は20%と小さい。また、新しい用途開発がニッケルの研究開発を延命していることは明らかである。

図34は、上記の減少分野の構成比率から増加分野の構成比率を引き算した数字（増減率差）を横軸にして、それぞれの絶滅年、換言すれば完全にブルーオーシャン化する年を縦軸に図示したものである。絶滅年に及ぼす増減の構成比率の影響は、 $y = -0.4335x + 2064.4$ であり、寄与率 $R^2 = 0.9124$ の非常に良い相関が見られる。この図は、もし増加分野の構成比率がゼロ（ $x = 100$ ）で、すべて減少分野であれば絶滅年は2021年であり、もし減少分野と増加分野が同じ構成比率（ $x = 0$ ）ならば絶滅年は2064年になることを示している。このように減少分野の構成比率と増加分野の構成比率は絶滅時期と良い相関関係がある。上述したように、増加する新しい用途開発が研究開発を絶滅の危機から救い、研究開発を延命させ、研究開発の衰退を回避していると言える。

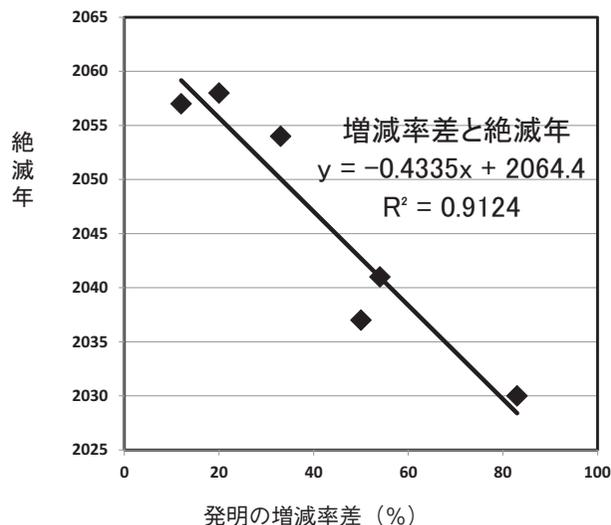


図34 絶滅年に及ぼす増減率差の影響

いずれの研究開発においても、同じ研究開発の中で減少する分野と増加する分野が混在することが分かった。換言すれば、研究開発の絶滅と誕生が同期していると言える。ここで、新たな研究分野が誕生したために古い研究分野が絶滅するのか、逆に、古い研究分野が絶滅したために新しい研究分野が誕生するのか、の疑問が生じる。本論文では、地球上の生命の絶滅が新たな誕生を誘引した史実から類推して、日本企業の研究開発の絶滅が新たな研究開発を誕生させた、との考えに基づいて議論を進める。すなわち、企業における研究開発が衰退し絶滅する

こと自体が、新たな研究開発を生み出していると考ええる。本論文は、先ず研究開発の絶滅が先行し、絶滅途中で新たな研究開発が誕生すると推論する。

地球上の生命が絶滅した後なぜ多種多様な生命が誕生したのか。それは絶滅自体が環境を変化させ、その環境変化に適応した生命が誕生したためである。日本企業の研究開発においても、地球生命の絶滅と誕生に似た現象が起きていると考えられる。研究開発が減少し衰退し絶滅する環境変化は、その環境でも生きることができる新たな研究開発を誕生させると考えられる。

絶滅する研究開発には、企業が激しく争い研究開発を繰り返した結果、過去に蓄積された研究遺産が豊富で、その中には未だ活用されないアイデアやノウハウが存在するイノベーションの宝庫と言える分野でもある。すなわち、絶滅する研究開発自体は、新たなイノベーションを生み出すインキュベーションになる可能性が高い。さらに、数多くの企業が鎬を削った研究開発分野が衰退し絶滅することは、その研究分野から撤退する企業が参入する企業を急激に上回り、レッドオーシャンからブルーオーシャンへの転換が起きる研究分野となることを意味する。競争の激しかった研究分野は、すでにほとんどの基礎研究が完了しており、その研究遺産を活用した新たな用途開発が容易に行える稀有な特長を持つ。

本論文は、仮説「研究開発の絶滅が作り出すブルーオーシャンにはイノベーションが宿り、その好機が存在する」を提案した。研究開発の絶滅は、レッドオーシャンを単純にブルーオーシャンへ変えるだけでなく、以前激しく戦った後の残骸（使われなかった研究成果や社会インフラ）が栄養豊富に存在する絶好のブルーオーシャンを誕生させたことに他ならない。すなわち、今まで誰も研究しなかった従来型のブルーオーシャンと比べ、レッドオーシャンからブルーオーシャンに変わった転換型ブルーオーシャンには、新たな成長分野を誕生させる土壌、つまり過去の研究遺産を容易に活用できるだけでなく、その分野の専門家や研究者などの人的資源が豊富で、研究開発設備も安価に継続使用が可能であり、市場や流通などの社会インフラなどが完備されているため、それらを活用した新たな成長分野が出現しやすいと考えられる。多くの場合、画期的な研究開発成果でさえも、費用対効果を考慮して採算が合わないと、ただの発明で終わってしまい、社会を変革するイノベーションにまで昇華しない。転換型ブルーオーシャンにおける研究開発は、整備された社会インフラを活用できるため商業ベースに乗せやすく、さらに、社会への認知度がすでに高いため広告宣伝費も削減できるメリットがある。

レッドオーシャンで発見され発明された研究遺産は、競争相手に負けまいとするあまり研究目的が限定的になりすぎ、かつ、競争が激しいため俯瞰的に考える時間の余裕がないことが多く、少しでも目標から外れると素晴らしい成果にもかかわらず無視され、活用されないことが極めて多くなる。それらの活用されなかった研究遺産は、研究開発の絶滅により出現したブルーオーシャンという時間がゆったり流れる時空間で復活の場を与えられる。しかし、それらの研究遺産は、そのままの状態では活用されることはほとんどなく、新しい環境に適合する条件を探

すため、細かな要素に分解され、バラバラな部品に解体され、再利用のタイミングを待つことになる。このプロセスは、我々の身体の細胞で起きているオートファジー¹³⁾に類似しており、企業の研究開発においても、過去の知見やアイデアを細かく分解することで、不要なものを捨て、必要なものを再利用することが一般的である。このオートファジーが最も有効に活用できる場が、レッドオーシャンから転換したブルーオーシャンである。オートファジーは、もともと飢餓状態で機能することが知られており、研究開発においてもブルーオーシャンという飢餓状態がオートファジーを遺憾なく発揮させ、新たなイノベーションの核となる研究開発の要素ごとに細かく分解され、それらは再結合の機会を待つことになる。

本論文が調査した事例では、ブルーオーシャン化する中で、あえて研究開発を増加させる企業は新規参入企業であることが多かった。すなわち、転換型ブルーオーシャンでオートファジーにより発見しやすくなった金鉱を掘り当てるのは、その分野の常連ではなく新参者である場合が少なくない。さらに、本論文で取り上げたシリコンやアルミニウムなどは、採掘、生産、加工、流通、販売などの社会インフラがすでに確立されており、安定的な供給体制が存在するだけでなく、高品質かつ低コストの材料が容易に得られる。社会インフラの構築されていない未開拓の材料を白紙の状態から研究開発するよりも、イノベーションの成功確率が高まることは明らかである。新規参入企業は、転換型ブルーオーシャンにおいて、オートファジーにより金鉱発見が容易になるだけでなく、完成された社会インフラにただ乗りする幸運にも恵まれ、逆にイノベーションの方から新規参入企業に近づいてくるチャンスに遭遇することになる。

一般的に、研究開発が築き上げた研究成果は、実際に使用する研究成果に比べ、使用されず放置され研究遺産となる方が少なくない。「転換型ブルーオーシャン」には、研究者やエンジニアの人的資源や、研究設備や試験装置などの物的資源だけでなく、さらに、使われず放置された研究遺産やアイデアやノウハウが無料かつ無尽蔵に眠っている。

アダム・グラントは、「既知のものを目の前にして、新たな視点でそれを見つめ、古い問題から新たな洞察を得る。しかし、真っ先に行動を起こすには注意が必要である。後から行動するよりも、先陣を切る方はリスクが高い。先延ばした方が、起業家は会社を存続させる確率が高まり、リーダーたちはチャレンジがしやすくなり、イノベーターたちは創造性を保ちやすくなる¹⁴⁾」と述べている。転換型ブルーオーシャンにおけるイノベーターたちは、先陣を切り

13) オートファジー (Autophagy) は細胞のタンパク質を分解する仕組みである。

14) アダム・グラント著 楠木建訳 [2016]「オリジナルズ 誰もが人と違うことができる時代」三笠書房
「先発企業の失敗率は47%、後発企業の失敗率は8%。先発企業は後発企業よりも約6倍、失敗率が高かった。先発企業は、平均10%の市場を占有するのみで、後発企業の占有率は28%だった。先延ばしは、生産性の敵かもしれないが、創造性の源である。イノベーターか、フォロワーか、成功と失敗を分けたのはタイミングであった。しかし、人はフォロワーではなくバイオニアになりたがる」

戦ったが敗れ去ったイノベーターの遺産をほとんど無料で引き継ぐフォロワーたちと言える。このフォロワーたちは、転換型ブルーオーシャンを利用して容易にかつ安全に成功確率を高めることができる。

さらに、本論文は、転換型ブルーオーシャンの優れた特長を指摘したい。それは、転換型ブルーオーシャンの抱える遺産は、極めて多様性に優れていることである。多様性の中から新商品や新技術が生まれることは良く知られている。転換型ブルーオーシャンは、まったく知らない企業の研究遺産が無尽蔵に横たわっているだけでなく、それらはまったく異なる分野や業界や市場に関する研究遺産であり、自前主義に慣れ親しんだ日本企業の研究開発では絶対に得られない多様性に富んだものである。この多様性こそがイノベーションの源泉となり、プロジェクトの成功に導く場合が多くなる。

日本の研究開発やイノベーションが停滞していると叫ばれて久しい。日本は、かつて得意分野であった素材研究開発が衰退することを嘆き悲しむのではなく、その絶滅時期が刻々と近づく今こそがイノベーションの好機であり、レッドオーシャンからブルーオーシャンに変わるタイミングを見逃してはならない。ちなみに、日本からシリコンウエハ生産や半導体製造が駆逐されようとしている。それらが皆無になってから日本に復活させることは何百倍もの労力を要する。研究開発分野が完全に絶滅した後は、その分野の研究者やエンジニアが雲散霧消するだけでなく、その社会インフラが解体され利用不可能な状況に陥る。その分野が完全崩壊した後で、新たな用途発明を考え出しても、イノベーションに辿りつくことは奇跡に近い。つまり、レッドオーシャンからブルーオーシャンに完全に変わってしまった後では、イノベーションは望めない。研究開発が衰退し絶滅に向かっている現在が、新たなイノベーションを誕生させる絶好のチャンスであると、本論文は日本企業に訴えたい。

5章 まとめ

- 1) シリコンの半導体用途は48%、液晶素材用途は21%、シリカ用途は15%、太陽電池用途は7%、時計用途は6%、珪素鋼板用途は3%であった。シリコン用途に関する研究開発は6分野に分類できる。
- 2) シリコンに関して増加する用途開発は7%のみであり、減少する分野90%を相殺できないため、シリコンの研究開発の絶滅を延命することができない。つまり減少分野と増加分野の差は83%である。
- 3) シリコンの研究開発は確実にブルーオーシャン化が進行している。その中で太陽電池用途のようなイノベーションが生まれている。
- 4) 白金の自動車用途は25%、燃料電池用途は17%、医療用途は11%、熱電対用途は11%、石

油精製用途は10%、点火プラグ用途は8%、タッチパネル用途は5%、有機EL用途は4%、光触媒用途は3%、電極接点用途は3%、装飾用途は3%であった。白金の用途に関する研究開発はこれらの11分野に分類できる。

- 5) 白金に関して増加する用途開発は16%のみであり、減少する分野66%を相殺できないため、白金の研究開発の絶滅を食い止めることができない。つまり減少分野と増加分野の差は50%である。白金の研究開発は確実にブルーオーシャン化が進行している。
- 6) ブルーオーシャン化が進行する白金の研究開発の中で、医療用途やタッチパネル用途のようなイノベーションが生まれている。
- 7) 銀の写真用途は72%、自動車用途は9%、太陽電池用途は6%、歯科用途は5%、抗菌用途は4%、装飾用途は3%、浄水用途は1%であった。銀の用途開発は7分野に分類できる。
- 8) 銀に関して増加する用途開発は23%のみであり、減少する分野77%を相殺できないため、銀の研究開発が絶滅する傾向は変わらない。つまり減少分野と増加分野の差は54%である。銀の研究開発は確実にブルーオーシャン化が進行している。
- 9) ブルーオーシャン化が進行する銀の研究開発の中で、自動車用途、太陽電池用途、歯科用途、装飾用途のようなイノベーションが生まれている。
- 10) 亜鉛の顔料用途は23%、半導体用途は21%、透明電極用途は14%、亜鉛メッキ用途は14%、電池用途は10%、発光ダイオード用途は8%、医薬用途は5%、化粧品用途は5%であった。亜鉛の研究開発は8分野に分類できる。
- 11) 亜鉛に関して増加する用途開発は23%のみであり、減少する分野56%を相殺できないため、亜鉛の研究開発が絶滅する傾向は変わらない。つまり減少分野と増加分野の差は33%である。亜鉛の研究開発は確実にブルーオーシャン化が進行している。
- 12) ブルーオーシャン化が進行する亜鉛の研究開発の中で、医薬品用途、電池用途、発光ダイオード用途のようなイノベーションが生まれている。
- 13) アルミニウムの箔用途は28%、自動車用途は25%、合金用途17%、建築用途は10%、缶用途は6%、高圧電線用途は5%、航空機用途は5%、ヒートシンク用途は4%であった。アルミニウムの研究開発は8分野に分類できる。
- 14) アルミニウムに関して増加する用途開発は39%のみであり、減少する分野51%を相殺できないため、アルミニウムの研究開発が絶滅する傾向は変わらない。しかし減少分野と増加分野の差は12%と小さい。
- 15) アルミニウムの研究開発は徐々にブルーオーシャン化が進行している。その中で航空機用途、高圧電線用途、ヒートシンク用途、自動車用途のようなイノベーションが生まれている。
- 16) ニッケルのステンレス用途は26%、メッキ用途は25%、電池用途は23%、自動車用途は9%、シールド用途は7%、インバー用途は6%、歯科用途は4%である。ニッケルの研究は7

分野に分類できる。

- 17) ニッケルに関して増加する用途開発は38%のみであり、減少する分野58%を相殺できないため、ニッケルの研究開発が絶滅する傾向は変わらない。しかし、減少分野と増加分野の差は20%と小さい。
- 18) ニッケルの研究開発は徐々にブルーオーシャン化が進行している。その中で自動車用途、インバー合金用途、電池用途のようなイノベーションが生まれている。
- 19) ブルーオーシャン化を加速させる研究開発と、研究開発のブルーオーシャン化を減速させる分野が同時に存在する。増加する分野と減少する分野の構成比率の差（増減率差）はブルーオーシャン化と非常に良い相関がある。
- 20) 新しい用途開発が研究開発を絶滅の危機から救い、完全なブルーオーシャン化を食い止める。
- 21) シリコン、白金、銀、亜鉛、アルミニウム、ニッケルの研究開発が示すように、用途分野ごとにブルーオーシャン化を加速させる分野とブルーオーシャン化を減速させる分野に分かれるだけでなく、それぞれの研究開発の成果や人的資源が分野を移動している可能性が高い。
- 22) 仮説「研究開発の絶滅が作り出すブルーオーシャンにはイノベーションが宿り、その好機が存在する」は検証された。
- 23) 過去の研究遺産は、そのままの状態で活用されることはほとんどなく、新しい環境に適合する条件を探すため、細かな要素に分解され、バラバラな部品に解体され、再利用のタイミングを待つ。ブルーオーシャンという飢餓状態が、研究開発におけるオートファジーを遺憾なく発揮させる。
- 24) 転換したブルーオーシャンでオートファジーにより発見しやすくなった金鉱を掘り当てるのは、その分野の常連ではなく新参者である場合が少なくない。その新規参入企業は、転換型ブルーオーシャンにおいて、金鉱を容易に発見するだけでなく、すでに完成された社会インフラにただ乗りする幸運にも恵まれ、イノベーションと遭遇することになる。
- 25) 転換型ブルーオーシャンにおけるイノベーターたちは、先陣を切り戦ったが敗れ去ったイノベーターの遺産をほとんど無料で引き継ぐフォロワーたちと言える。このフォロワーたちは、転換型ブルーオーシャンを利用して容易にかつ安全に成功確率を高めることができる。
- 26) 転換型ブルーオーシャンでは、まったく知らない企業の研究遺産が無尽蔵に横たわっているだけでなく、それらはまったく異なる分野や業界や市場に関する研究遺産であり、自前主義の強い日本企業だけは絶対に得られない多様性に富んだ研究遺産である。
- 27) 研究開発の絶滅時期が刻々と近づく今こそがイノベーションの好機であり、日本企業はレッドオーシャンからブルーオーシャンに変わるタイミングを見逃してはならない。

参考文献

- 三菱総合研究所編 [2017]「フロネシス 16号」ダイヤモンド社
- 永田和宏 [2017]「生命の内と外」新潮選書
- アダム・グラント著 楠木建訳 [2016]「オリジナルズ 誰もが人と違うことができる時代」三笠書房
- 小田切宏之 [2016]「イノベーション時代の競争政策 研究・特許・プラットフォームの法と経済」有斐閣
- 鎌田浩毅 [2016]「地球の歴史（上）（中）（下）生命の登場」中公新書
- ラリー・ダウズ他 江口泰子訳 [2016]「ビッグバン・イノベーション」ダイヤモンド社
- 井上智洋 [2016]「人工知能と経済の未来」文藝春秋
- 吉田たかよし [2016]「元素周期表で世界はすべて読み解ける」光文社新書
- 山田英夫 [2015]「競争しない競争戦略」日本経済新聞社
- 尾原和啓 [2015]「ザ・プラットフォーム IT企業はなぜ世界を変えるのか？」NHK出版
- 木村壽男 [2015]「研究開発は成長戦略エンジン」同友館
- W. チャン他著 入山章栄他訳 [2015]「ブルーオーシャン戦略」ダイヤモンド社
- 高橋琢磨 [2012]「戦略の経営学」ダイヤモンド社
- DIAMONDハーバード・ビジネス・レビュー 2015年10月号ダイヤモンド社
- 安部義彦 [2011]「ブルーオーシャン戦略を読む」日経文庫
- 長谷川慶太郎 [2011]「素材は国家なり」東洋経済新報社
- 大西敬三 [2003]「水素吸蔵合金のおはなし」日本規格協会
- 大角泰章 [1997]「水素吸蔵合金 その物性と応用」アグネ技術センター
- 吉藤幸朔 [1997]「特許法概説」有斐閣
- 村山博「素材開発企業と部品組立企業の特許グローバル化速度に関する研究 素材開発企業におけるイノベーションの源泉」（単著/2016年2月/『桃山学院大学環太平洋圏経営研究』第17号/桃山学院大学総合研究所/pp3~51）
- 村山博「特許グローバル化速度による共同研究と単独研究に関する研究 共同研究重視企業と単独研究重視企業におけるイノベーションの法則」（単著/2016年2月/『桃山学院大学環太平洋圏経営研究』第17号/桃山学院大学総合研究所/pp53~103）
- 村山博「イノベーションに及ぼす企業進化速度と業界ボーダレスの影響 企業進化速度の速いネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界を中心に」（単著/2015年3月/『桃山学院大学環太平洋圏経営研究』第16号/桃山学院大学総合研究所/pp3-44）
- 村山博「自動運転車、燃料電池車、電気自動車に関するイノベーションの研究 自動車会社、部品会社、IT企業による次世代自動車の社会的価値の創造」（単著/2015年3月/『桃山学院大学環太平洋圏経営研究』第16号/桃山学院大学総合研究所/pp79-132）
- 村山博「指数関数的進化企業に及ぼす弱い連携の影響 副題：日産自動車、富士フイルム、川崎重工業のイノベーションの源泉」（単著/2017年2月/『桃山学院大学環太平洋圏経営研究』第18号/桃山学院大学総合研究所/pp17-77）

(2017年7月11日受理)