

日本企業の研究開発の絶滅と誕生に関する研究（その2）

仮説「研究開発の絶滅時期は、研究開発を減少させる企業ではなく、
逆に研究開発を増加させる企業が決める」

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 シリコンに関する企業別研究開発
 - 2-2 白金に関する企業別研究開発
 - 2-3 銀に関する企業別研究開発
- 3章 比較的長い期間をかけて絶滅する研究開発
 - 3-1 亜鉛に関する企業別研究開発
 - 3-2 アルミニウムに関する企業別研究開発
 - 3-3 ニッケルに関する企業別研究開発
- 4章 考察
- 5章 まとめ

1章 はじめに

一つの研究開発テーマに数多く企業が群がるように集まり激しく競い合う最先端の分野^{1,2)}もあれば、かつて激しかった研究開発競争が減少の一途をたどり、嘘のように静まり

* 本学経営学部教授

キーワード：企業，研究開発，イノベーション，誕生，絶滅

1) 世界一のシェアを持つ日本の素材メーカー（例）

「炭素繊維：東レ，アラミド繊維：帝人，電極活物質の接着剤：クレハ，セパレータ：旭化成，電解液：宇部興産，白色LED：日亜化学工業，排ガス浄化装置：日本ガイシ，印刷インキ：DIC，有機顔料：DIC，イオン交換膜：旭化成，PVBフィルム：積水化学工業，MBS樹脂：カネカ，ジルコニア（入れ歯用）：東ソー，PETフィルム：東レ，半導体用シリコンウェハ：信越化学工業，フォトレジスト：JSR，EVOH樹脂フィルム：ア

返った分野もある。多くの論文は、前者の画期的な新製品や今までにない優れた特長を持った新技術に関するものがほとんどである。しかし、本論文は、後者の減少する研究開発分野を研究するものである。なぜ、衰退する研究開発を研究しなければならないのか。それは、衰退する研究開発の中から、新たなアイデアやシーズが誕生することが頻繁に起こる経験からである。さらに言えば、今までの研究開発が減少し衰退することと、新たな研究開発の誕生は深く関連している可能性が高く、研究開発の絶滅と誕生はほぼ同時期に起こる場合が非常に多いことが、本研究の発端である。

地球の生命の38億年間において、生命体の絶滅の危機と目覚ましい生命体の進化はほぼ同時期に起きており、言い換えれば、絶滅が進化を誘引していると言える³⁾。この絶滅は地球の生命体だけでなく、日本企業の研究開発にも同じことが言え、研究開発の絶滅と新たな飛躍との間には高い蓋然性がある。すなわち、企業における研究開発の絶滅の根源的な原因を研究することは、次世代の日本企業の姿を予見することに他ならない。そこで、本論文は、成長する研究開発ではなく、逆に衰退し絶滅する研究開発の中に、革新的な研究開発が隠れている可能性が高いと考え、研究を進める。

日本の企業における研究開発は、それぞれの企業の研究開発戦略に従い、減少と増加を繰り返すのが常である。なかでも、同じ研究開発テーマにおいて、その研究開発を減少させる企業と、逆に増加させる企業が同時に存在することが少なくない。本論文は、企業ごとの研究開発戦略を調査し、減少させる要因と増加させる要因を導き出す。本論文は、絶滅する6分野（シリコン、白金、銀、亜鉛、アルミニウム、ニッケル）の研究開発を取り上げ、それぞれの分野における企業ごとの研究開発を詳細に調査することにより、絶滅する研究開発の中から新たな

ㄨ クラレ、PVA樹脂：クラレ、TACフィルム：富士フィルム、偏光板：日東電工]

2) 田宮寛之 [2016]「みんなが知らない優良企業」講談社

「水濾過膜：日東電工、東レ、東洋紡の3社で世界シェア5割。日ブラ：水族館の水槽用アクリルパネル。ミズホ：脳動脈瘤クリップの国内シェア7割、世界シェア4割。東京鐵鋼：ネジ節棒鋼は世界シェア5割。村上開明堂：自動車のバックミラーの国内シェア4割。産業ロボット：ファナック、安川電機。ナブテスコ：産業用ロボット向け精密減速機の世界シェア6割。富士電機：自動販売機。曙ブレーキ工業：自動車用ブレーキ。村田製作所：セラミックコンデンサ世界一、ノイズを除去するEMI除去フィルター世界一。京セラ：セラミックパッケージ世界シェア80%。TDK：HDD用磁気ヘッド世界シェア1位。日本電産：HDD用モーター世界シェア80%。ソニー：電子の目のCMOSイメージセンサー世界シェア50%」

3) 小原嘉明 [2016]「入門！進化生物学」中公新書

「動物は幾度となく地球を襲った大規模な地学的変動にさらされ、多くが姿を消していった。これまで大規模な絶滅は5回起こっている。その結果、当時生息していた動物の90～96%が消滅した。過去5億4500万年の間、地球上の生物は少なくとも475万年に一度の頻度で、絶滅の縁に追いやられる地学的変動を経験してきた」

研究開発の萌芽やイノベーションの可能性を探求するものである。

さらに、本論文は、仮説「研究開発の絶滅時期は、研究開発を減少させる企業ではなく、逆に研究開発を増加させる企業が決める」を提案し、その検証を試みる。研究開発の絶滅時期は撤退する企業や研究開発を減少させる企業が決める、と考えるのは一般的である。しかし、本論文は、研究開発から撤退する企業や研究開発を減少させる企業に逆らって、あえて研究開発を増加させる企業が研究開発の絶滅時期を決めているとの考えに立ち、それを検証するものである。

2章 短期間に絶滅する研究開発

2-1 シリコンに関する企業別研究開発

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の絶滅年は2030年であり⁴⁾、近い将来消滅することが分かっている。

図1は、2007年から2016年の10年間のパナソニックのシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -157.84x + 2840$ 寄与率 $R^2 = 0.983$ であり、非常に良い相関関係がみられた。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。その回帰式からパナソニックのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、パナソニックのシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より12年も早く絶滅することが分かった。

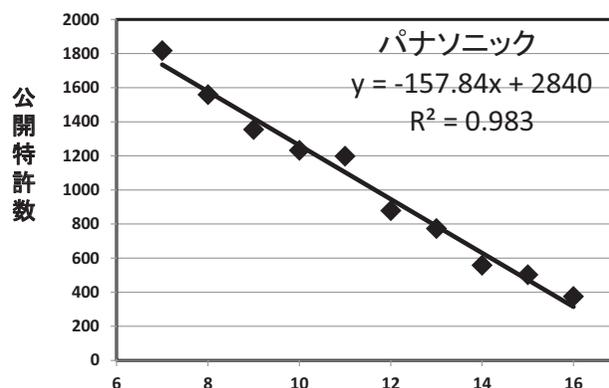


図1 パナソニックのシリコン発明の減少

4) 特許庁のホームページの特許検索を利用した。

図2は、三洋電機のシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -49.806x + 783.57$ 寄与率 $R^2 = 0.9484$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から三洋電機のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2016年と計算できる。すなわち、三洋電機のシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より14年も早く絶滅することが分かった。

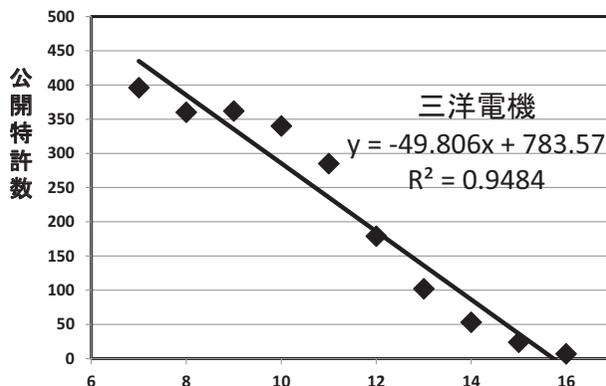


図2 三洋電機のシリコン発明の減少

図3は、ソニーのシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -97.873x + 1725$ 寄与率 $R^2 = 0.9187$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からソニーのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、ソニーのシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より12年も早く絶滅することが分かった。

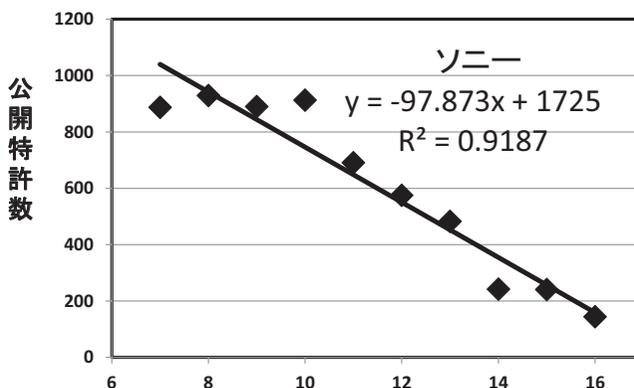


図3 ソニーのシリコン発明の減少

図4は、日立製作所のシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -29.061x + 516.1$ 寄与率 $R^2 = 0.8851$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から日立製作所のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、日立製作所のシリコンの研究開発は、シリコンの絶滅年2030年より12年も早く絶滅することが分かった。

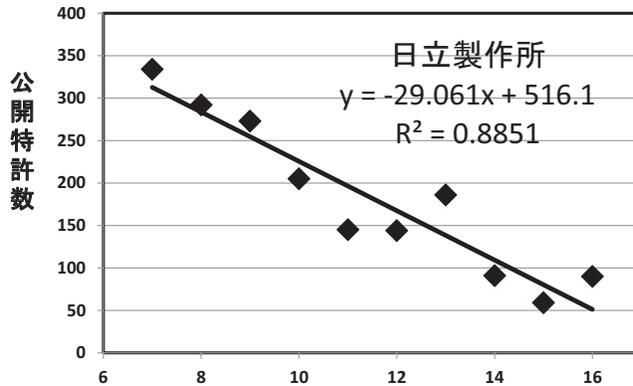


図4 日立製作所のシリコン発明の減少

図5は、富士ゼロックスのシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -38.358x + 698.21$ 寄与率 $R^2 = 0.8537$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士ゼロックスのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、富士ゼロックスのシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より12年も早く絶滅することが分かった。

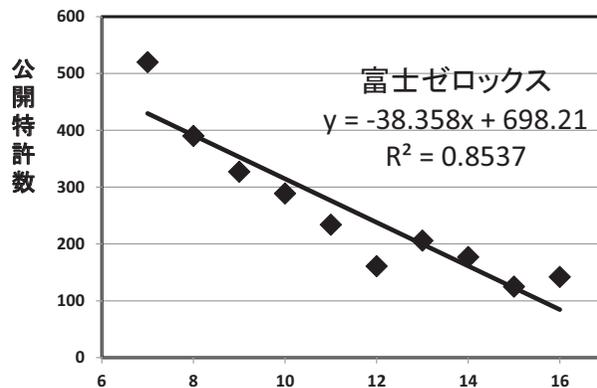


図5 富士ゼロックスのシリコン発明の減少

図6は、富士フィルムのシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -116.79x + 2232.8$ 寄与率 $R^2 = 0.9036$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士フィルムのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、富士フィルムのシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より11年早く絶滅することが分かった。

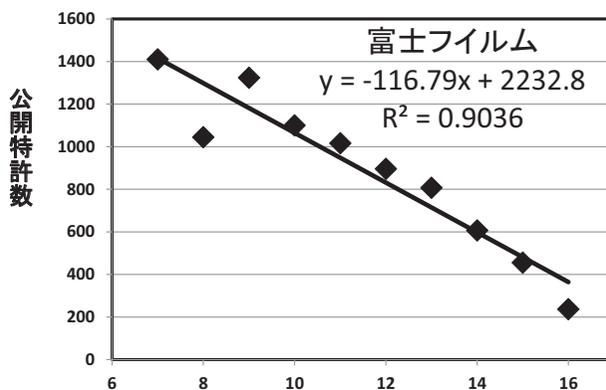


図6 富士フィルムのシリコン発明の減少

図7は、日本電気のシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -14.194x + 266.83$ 寄与率 $R^2 = 0.8663$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から日本電気のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、日本電気のシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より11年早く絶滅することが分かった。

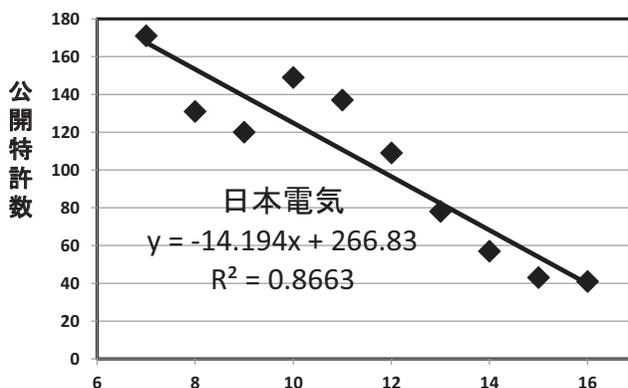


図7 日本電気のシリコン発明の減少

図8は、セイコーエプソンのシリコンに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -178.77x + 3655.8$ 寄与率 $R^2 = 0.9263$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からセイコーエプソンのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、セイコーエプソンのシリコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より10年早く絶滅することが分かった。

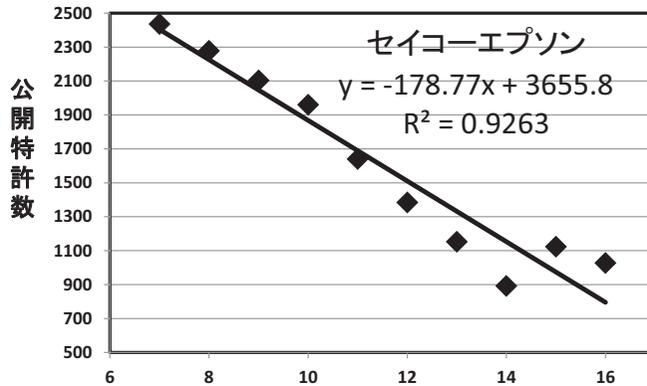


図8 セイコーエプソンのシリコン発明の減少

ルネサステクノロジーのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -74.036x + 1038.6$ 寄与率 $R^2 = 0.7747$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からルネサステクノロジーのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2014年と計算できる。すなわち、ルネサステクノロジーの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より16年も早く絶滅することが分かった。

沖電気のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -18.37x + 269.35$ 寄与率 $R^2 = 0.5407$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から沖電気のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2015年と計算できる。すなわち、沖電気の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より15年も早く絶滅することが分かった。

京セラミタのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -61.612x + 901.94$ 寄与率 $R^2 = 0.8973$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から京セラミタのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2015年と計算できる。すなわち、京セラミタの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より15年も早く絶滅することが分かった。

コニカミノルタのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -37.903x + 582.88$ 寄与率 $R^2 = 0.7891$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からコニカミノルタのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2015年と計算できる。すなわち、コ

ニカミノルタの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より15年も早く絶滅することが分かった。

日立ディスプレイのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -25.939x + 384.9$ 寄与率 $R^2 = 0.8487$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日立ディスプレイのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2015年と計算できる。すなわち、日立ディスプレイの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より15年も早く絶滅することが分かった。

カシオ計算機のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -27.236x + 430.02$ 寄与率 $R^2 = 0.817$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からカシオ計算機のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2016年と計算できる。すなわち、カシオ計算機の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より14年早く絶滅することが分かった。

日産自動車のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -11.879x + 203.41$ 寄与率 $R^2 = 0.6303$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日産自動車のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2017年と計算できる。すなわち、日産自動車の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より13年早く絶滅することが分かった。

日立電線のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -6.8x + 115.8$ 寄与率 $R^2 = 0.6704$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日立電線のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2017年と計算できる。すなわち、日立電線の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より13年早く絶滅することが分かった。

アルプス電気のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.2182x + 99.709$ 寄与率 $R^2 = 0.5341$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からアルプス電気のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、アルプス電気の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より11年早く絶滅することが分かった。

富士通のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -36.073x + 706.44$ 寄与率 $R^2 = 0.7169$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から富士通のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、富士通の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より10年早く絶滅することが分かった。

シャープのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -63.364x + 1337$ 寄与率 $R^2 = 0.718$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からシャープのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、シャープの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より9年早く絶滅することが分かった。

TDKのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -9.4485x + 204.56$ 寄与率 $R^2 = 0.715$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からTDK

のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2022年と計算できる。すなわち、TDKの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より8年早く絶滅することが分かった。

キヤノンのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -64.552x + 1623.8$ 寄与率 $R^2 = 0.7553$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からキヤノンのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2025年と計算できる。すなわち、キヤノンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より5年早く絶滅することが分かった。

トヨタ自動車のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -20.479x + 522.21$ 寄与率 $R^2 = 0.5519$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からトヨタ自動車のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2025年と計算できる。すなわち、トヨタ自動車の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より5年早く絶滅することが分かった。

東芝のシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -85.352x + 2176.6$ 寄与率 $R^2 = 0.774$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から東芝のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2026年と計算できる。すなわち、東芝の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より4年早く絶滅することが分かった。

リコーのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は $y = -40.273x + 1075.6$ 寄与率 $R^2 = 0.7909$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からリコーのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2027年と計算できる。すなわち、リコーの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より3年早く絶滅することが分かった。

京セラのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -16.279x + 465.21$ 寄与率 $R^2 = 0.6926$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から京セラのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2029年と計算できる。すなわち、京セラの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年より1年早く絶滅することが分かった。

デンソーのシリコンに関する研究開発数は、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.473x + 466.84$ 寄与率 $R^2 = 0.4683$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からデンソーのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2030年と計算できる。すなわち、デンソーの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年と同時期に絶滅することが分かった。

ニコンのシリコンに関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -13.824x + 422.88$ 寄与率 $R^2 = 0.3026$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からニコンのシリコンに関する研究開発の絶滅年は2031年と計算できる。すなわち、ニコンの研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年の1年後に絶滅することが分かった。

日本電信電話のシリコンに関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.4242x + 158.08$ 寄与率 $R^2 = 0.4089$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日本電信電話のシリコンに関する研究開発の絶滅年は2065年と計算できる。すなわち、日本電信電

話の研究開発は、すべてのシリコンの絶滅年2030年の35年後に絶滅することが分かった。

図9は、半導体エネルギー研究所のシリコンに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 108.27x - 430.27$ 寄与率 $R^2 = 0.8952$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、半導体エネルギー研究所の研究開発は、シリコンの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、半導体エネルギー研究所のシリコンに関する発明は、特開2013-89832「シリコン基板の加工方法」、特開2012-89708「微結晶シリコン膜の作製方法、半導体装置の作製方法」、特開2011-258937「微結晶シリコン膜及びその作製方法、並びに半導体装置」などがある。

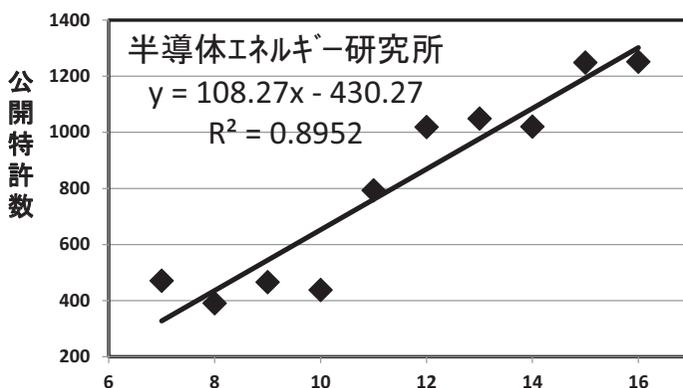


図9 半導体エネルギー研究所のシリコン発明の増加

日立国際電気の回帰式は、 $y = -8.5394x + 246.7$ 寄与率 $R^2 = 0.253$ であり、住友電気工業の回帰式は、 $y = -4.7394x + 292.5$ 寄与率 $R^2 = 0.1575$ であり、信越化学工業の回帰式は、 $y = -0.2727x + 157.44$ 寄与率 $R^2 = 0.0032$ であり、三菱電機の回帰式は、 $y = 6.097x + 291.48$ 寄与率 $R^2 = 0.1083$ であり、東京エレクトロンの回帰式は、 $y = 0.6848x + 285.42$ 寄与率 $R^2 = 0.0128$ であった。これら5社は寄与率が非常に小さく相関関係がないので、本論文では変化なしとする。

つまり、34社のシリコンに関する研究開発企業を調査した結果、26社の絶滅年がシリコンの絶滅年2030年より短く、2社の絶滅年が長く、増加傾向にある企業が1社あることが分かった。その他の5社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、1社÷(26社+2社+1社)=3.4%であった。

2-2 白金に関する企業別研究開発

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年であり、近い将来消滅することが分かっている。

図10は、2007年から2016年の10年間のJSRの白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -9.1273x + 147.96$ 寄与率 $R^2 = 0.8141$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からJSRの白金に関する研究開発の絶滅年は2016年と計算できる。すなわち、JSRの白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より21年も早く絶滅することが分かった。

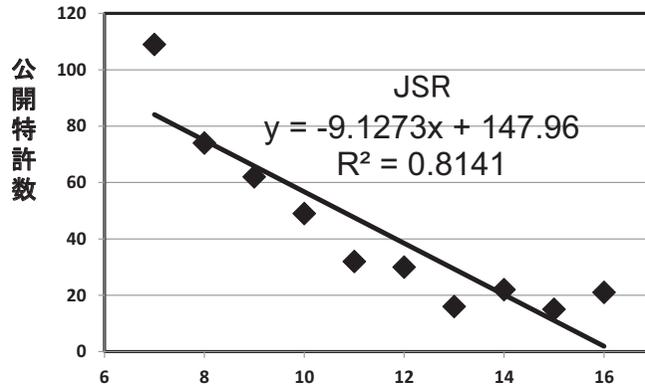


図10 JSRの白金発明の減少

図11は、パナソニックの白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -40.909x + 689.45$ 寄与率 $R^2 = 0.945$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からパナソニックの白金に関する研究開発の絶滅年は2017年と計算できる。すなわち、パナソニックの白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より20年も早く絶滅することが分かった。

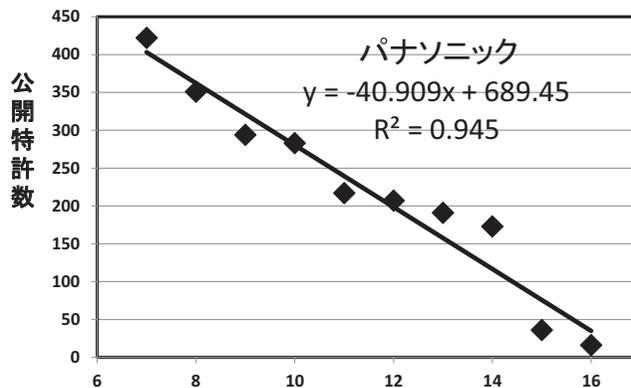


図11 パナソニックの白金発明の減少

図12は、富士フィルムの白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -42.042x + 749.59$ 寄与率 $R^2 = 0.8987$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士フィルムの白金に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、富士フィルムの白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より19年も早く絶滅することが分かった。

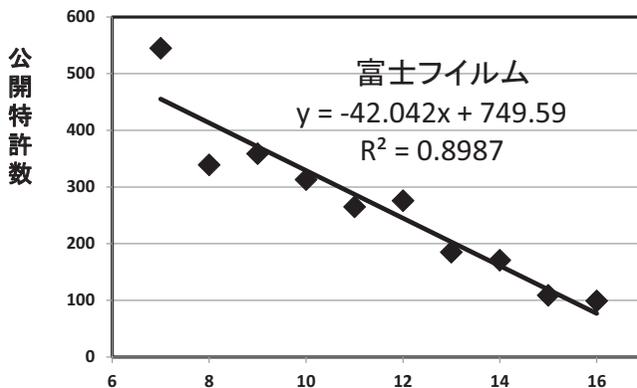


図12 富士フィルムの白金発明の減少

図13は、ソニーの白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -27.17x + 503.15$ 寄与率 $R^2 = 0.862$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からソニーの白金に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、ソニーの白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より18年も早く絶滅することが分かった。

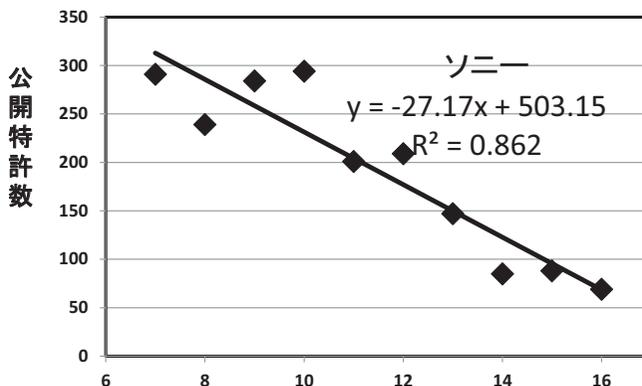


図13 ソニーの白金発明の減少

図14は、キヤノンの白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -19.758x + 394.61$ 寄与率 $R^2 = 0.8531$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からキヤノンの白金に関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、キヤノンの白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より17年も早く絶滅することが分かった。

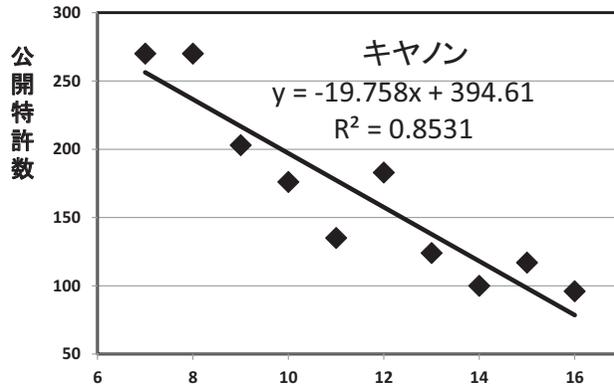


図14 キヤノンの白金発明の減少

図15は、産業技術総合研究所の白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -11.188x + 235.46$ 寄与率 $R^2 = 0.8378$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から産業技術総合研究所の白金に関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、産業技術総合研究所の白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より16年も早く絶滅することが分かった。

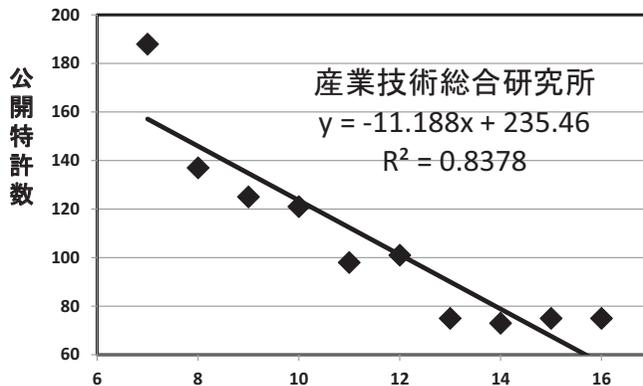


図15 産業技術研究所の白金発明の減少

図16は、豊田中央研究所の白金に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.297x + 122.12$ 寄与率 $R^2 = 0.8078$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から豊田中央研究所の白金に関する研究開発の絶滅年は2023年と計算できる。すなわち、豊田中央研究所の白金の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より14年も早く絶滅することが分かった。

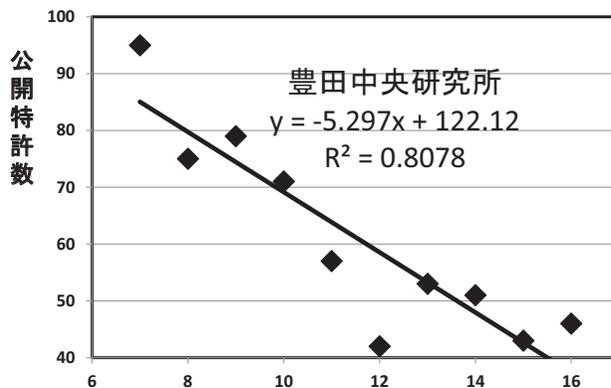


図16 豊田中央研究所の白金発明の減少

トヨタ自動車の白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -51.018x + 1031.9$ 寄与率 $R^2 = 0.6963$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からトヨタ自動車の白金に関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、トヨタ自動車の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より17年も早く絶滅することが分かった。

日本電信電話の白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.9333x + 61.533$ 寄与率 $R^2 = 0.7507$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日本電信電話の白金に関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、日本電信電話の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より16年も早く絶滅することが分かった。

アイシン精機の白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.1576x + 47.612$ 寄与率 $R^2 = 0.4376$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からアイシン精機の白金に関する研究開発の絶滅年は2022年と計算できる。すなわち、アイシン精機の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より15年も早く絶滅することが分かった。

三菱マテリアルの白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.8061x + 61.57$ 寄与率 $R^2 = 0.464$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三菱マテリアルの白金に関する研究開発の絶滅年は2022年と計算できる。すなわち、三菱マテリアルの研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より15年も早く絶滅することが分かった。

旭化成ケミカルズの白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.2788x + 55.606$ 寄与率 $R^2 = 0.4079$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から旭化成ケミカルズの白金に関する研究開発の絶滅年は2024年と計算できる。すなわち、旭化成ケミカルズの研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より13年も早く絶滅することが分かった。

東芝の白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -11.836x + 340.82$ 寄与率 $R^2 = 0.4896$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から東芝の白金に関する研究開発の絶滅年は2029年と計算できる。すなわち、東芝の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より8年早く絶滅することが分かった。

凸版印刷の白金に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -4.2909x + 139.75$ 寄与率 $R^2 = 0.3919$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から凸版印刷の白金に関する研究開発の絶滅年は2033年と計算できる。すなわち、凸版印刷の研究開発は、すべての白金の絶滅年2037年より4年早く絶滅することが分かった。

図17は、クラレの白金に関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 3.7636x - 12.182$ 寄与率 $R^2 = 0.6854$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、クラレの研究開発は、白金の研究開発の減少傾向とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、クラレの白金に関する特許は、特開2010-138430「金属回収資材及び白金族金属の回収方法」などがある。

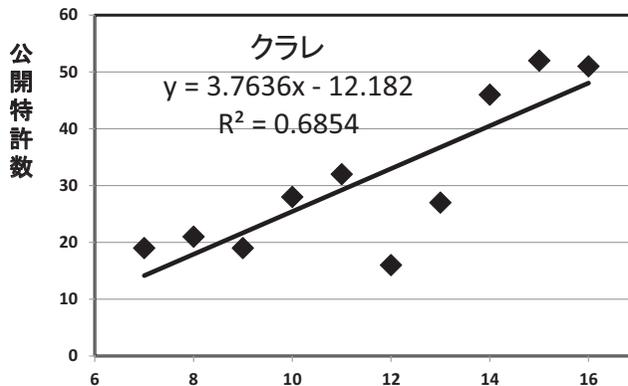


図17 クラレの白金発明の増加

日本電気硝子の白金に関する研究開発数は、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 4.2545x + 43.873$ 寄与率 $R^2 = 0.6488$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、日本電気硝子の研究開発は、白金の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。日本電気硝子の白金に関する特許は、特開2010-188299「白金

材料容器の乾燥被膜及び焼成被膜の形成方法」などがある。

本田技研の白金に関する研究開発の回帰式は、 $y = -1.2848x + 159.78$ 寄与率 $R^2 = 0.0153$ であり、日東電工の回帰式は、 $y = 4.4909x + 31.855$ 寄与率 $R^2 = 0.2737$ であり、旭硝子の回帰式は、 $y = 1.8242x + 51.121$ 寄与率 $R^2 = 0.1696$ であり、大日本印刷の回帰式は、 $y = 3.9576x + 78.388$ 寄与率 $R^2 = 0.1418$ であり、信越化学の回帰式は、 $y = 1.1879x + 129.14$ 寄与率 $R^2 = 0.0447$ であった。これら5社は寄与率が非常に小さく相関関係がなく、本論文では変化なしとする。

つまり、21社の白金に関する研究開発企業を調査した結果、14社の絶滅年がすべての白金の絶滅年2037年より短く、2社は研究開発を増加させていることが分かった。その他の5社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、2社 ÷ (14社 + 2社) = 12.5%であった。

2-3 銀に関する企業別研究開発

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年であり、近い将来消滅することが分かっている。

図18は、2007年から2016年の10年間の富士フィルムの銀に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -69.709x + 1176.9$ 寄与率 $R^2 = 0.9366$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士フィルムの銀に関する研究開発の絶滅年は2017年と計算できる。すなわち、富士フィルムの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より24年も早く絶滅することが分かった。

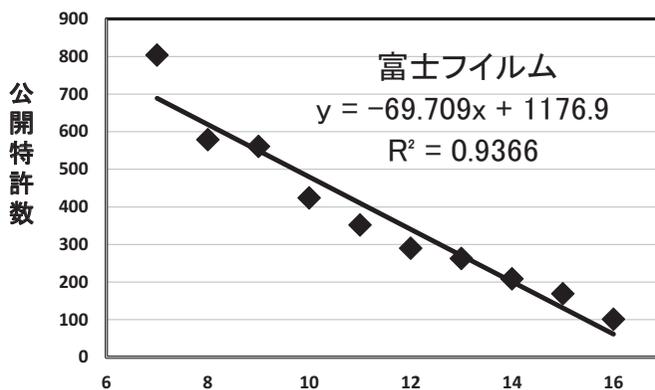


図18 富士フィルムの銀の発明の減少

図19は、日立製作所の銀に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -16.606x + 291.97$ 寄与率 $R^2 = 0.9384$ であり、非常に良い相関関係がみられ

た。その回帰式から日立製作所の銀に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、日立製作所の銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より23年も早く絶滅することが分かった。

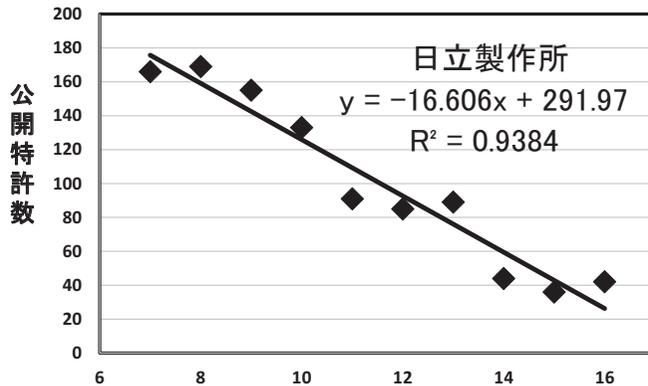


図19 日立製作所の銀の発明の減少

図20は、ソニーの銀に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -51.303x + 907.28$ 寄与率 $R^2 = 0.9172$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からソニーの銀に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、ソニーの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より23年も早く絶滅することが分かった。

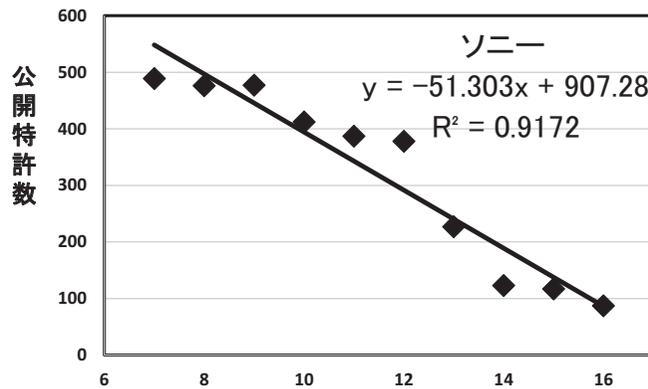


図20 ソニーの銀の発明の減少

図21は、オリンパスの銀に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -14.267x + 253.27$ 寄与率 $R^2 = 0.9139$ であり、非常に良い相関関係がみられ

た。その回帰式からオリンパスの銀に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、オリンパスの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より23年も早く絶滅することが分かった。

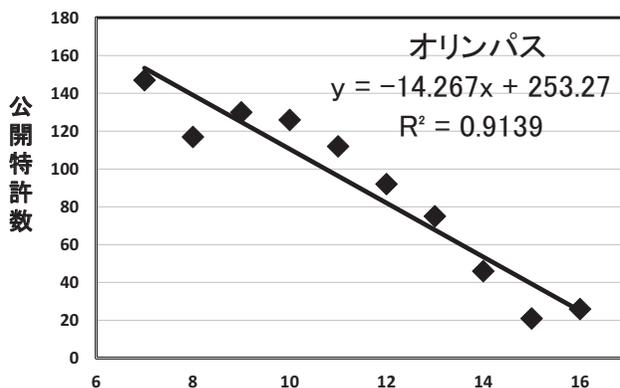


図21 オリンパスの銀の発明の減少

三井化成の銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -11.352x + 186.24$ 寄与率 $R^2 = 0.5109$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三井化成の銀に関する研究開発の絶滅年は2016年と計算できる。すなわち、三井化成の銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より25年も早く絶滅することが分かった。

三菱製紙の銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.1818x + 98.491$ 寄与率 $R^2 = 0.7172$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三菱製紙の銀に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、三菱製紙の銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より22年も早く絶滅することが分かった。

JSRの銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -3.8182x + 74.309$ 寄与率 $R^2 = 0.6975$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からJSRの銀に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、JSRの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より22年も早く絶滅することが分かった。

コニカミノルタの銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -40.497x + 767.52$ 寄与率 $R^2 = 0.6828$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からコニカミノルタの銀に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、コニカミノルタの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より22年も早く絶滅することが分かった。

三井金属鉱業の銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.2424x + 44.788$ 寄与率 $R^2 = 0.543$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三井金属鉱業

の銀に関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、三井金属鉱業の銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より21年も早く絶滅することが分かった。

富士ゼロックスの銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -20.909x + 437.65$ 寄与率 $R^2 = 0.7682$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から富士ゼロックスの銀に関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、富士ゼロックスの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より20年も早く絶滅することが分かった。

太平洋セメントの銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -0.5636x + 13.182$ 寄与率 $R^2 = 0.3116$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から太平洋セメントの銀に関する研究開発の絶滅年は2023年と計算できる。すなわち、太平洋セメントの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より18年も早く絶滅することが分かった。

三菱マテリアルの銀に関する研究開発数は減少している。直線による回帰式は、 $y = -2.7758x + 88.521$ 寄与率 $R^2 = 0.4048$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三菱マテリアルの銀に関する研究開発の絶滅年は2032年と計算できる。すなわち、三菱マテリアルの銀の研究開発は、すべての銀の絶滅年2041年より9年早く絶滅することが分かった。

図22は、東ソーの銀に関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 2.7273x - 3.9636$ 寄与率 $R^2 = 0.5487$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、東ソーの研究開発は、銀の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、東ソーの銀に関する特許は、特開2016-166382「銀の回収方法」などがある。

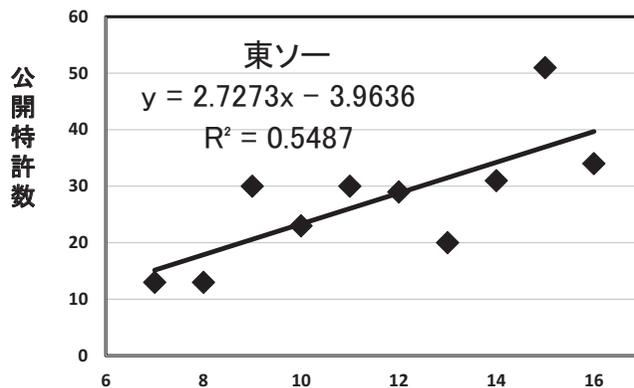


図22 東ソーの銀の発明の増加

日立化成の銀に関する研究開発数は、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 26.517x - 250.64$ 寄与率 $R^2 = 0.7974$ であり、非常に良い相関関係がみられた。す

なわち、日立化成の研究開発は、銀の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、日立化成の銀に関する特許は、特開2016-169411「多孔質銀製シート及び多孔質銀製シートを用いた金属製部材接合体」などである。

ノリタケの銀に関する研究開発数は、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 1.2x + 0.6$ 寄与率 $R^2 = 0.4901$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、ノリタケの研究開発は、銀の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、ノリタケの銀に関する特許は、特開2015-209555「銀ナノワイヤおよびその製造方法」などである。

京セラの銀に関する研究開発の回帰式は、 $y = -8.9697x + 425.55$ 寄与率 $R^2 = 0.2793$ であり、三菱重工の回帰式は、 $y = -0.8242x + 32.679$ 寄与率 $R^2 = 0.27$ であり、アルプス電気の回帰式は、 $y = -3.103x + 73.285$ 寄与率 $R^2 = 0.2559$ であり、カシオの回帰式は、 $y = -2.8667x + 99.067$ 寄与率 $R^2 = 0.1113$ であり、電力中央の回帰式は、 $y = -0.2242x + 8.6788$ 寄与率 $R^2 = 0.0554$ であり、ダイセルの回帰式は、 $y = 1.5333x - 2.1333$ 寄与率 $R^2 = 0.2842$ であり、東芝の回帰式は、 $y = 5.1758x + 179.88$ 寄与率 $R^2 = 0.2401$ であり、田中貴金属の回帰式は、 $y = 0.7697x + 2.2485$ 寄与率 $R^2 = 0.1791$ であり、日本写真印刷の回帰式は、 $y = 1.297x + 14.485$ 寄与率 $R^2 = 0.0743$ であった。これら9社は寄与率が非常に小さく相関関係がなく、本論文では変化なしとする。

つまり、24社の銀に関する研究開発企業を調査した結果、12社の絶滅年がすべての銀の絶滅年2041年より短く、逆に3社は研究開発を増加させていることが分かった。その他の9社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、3社 ÷ (12社 + 3社) = 20.0%であった。

3章 比較的長い期間をかけて絶滅する研究開発

3-1 亜鉛に関する企業別研究開発

亜鉛の関連発明の数は年々減少している。その直線の回帰式は $y = -485.95x + 26126$ 寄与率 $R^2 = 0.903$ に従い、その絶滅年は2054年である。亜鉛に関する研究開発は、比較的長い期間にわたり減少傾向が継続する可能性が高い。

図23は、2007年から2016年の10年間のパナソニックの亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -58.479x + 1027.8$ 寄与率 $R^2 = 0.8581$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からパナソニックの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、パナソニックの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より36年も早く絶滅することが分かった。

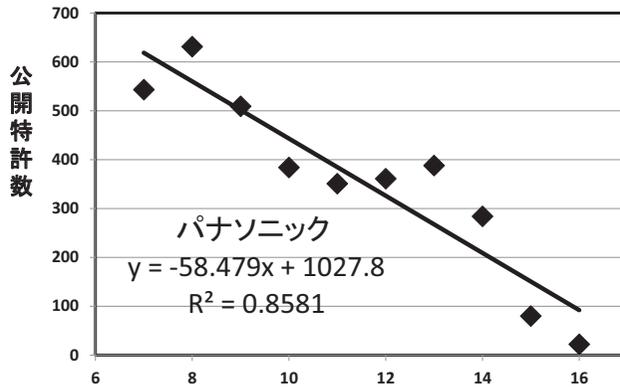


図23 パナソニックの亜鉛発明の減少

図24は、本田技研の亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.503x + 101.28$ 寄与率 $R^2 = 0.8311$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から本田技研の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、本田技研の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より36年も早く絶滅することが分かった。

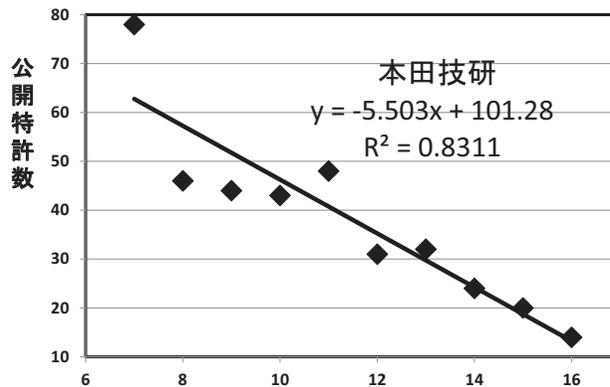


図24 本田技研の亜鉛発明の減少

図25は、富士フィルムの亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -100.76x + 1874.6$ 寄与率 $R^2 = 0.9458$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士フィルムの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、富士フィルムの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より35年も早く絶滅することが分かった。

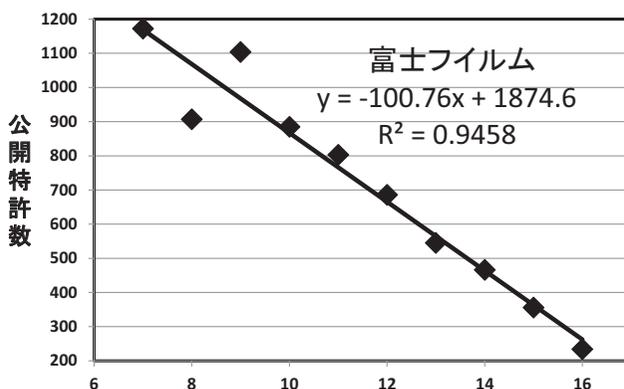


図25 富士フィルムの亜鉛発明の減少

図26は、ブリヂストンの亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -37.018x + 694.31$ 寄与率 $R^2 = 0.843$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からブリヂストンの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、ブリヂストンの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より35年も早く絶滅することが分かった。

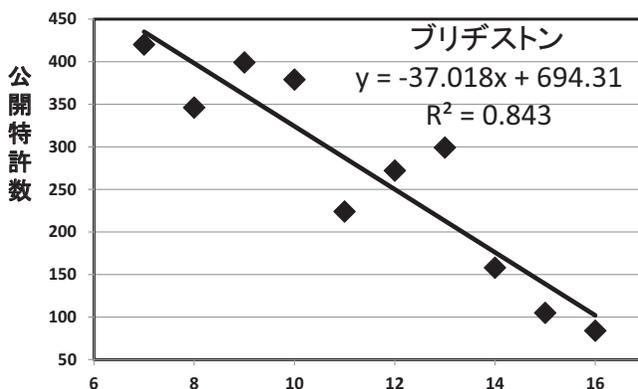


図26 ブリヂストンの亜鉛発明の減少

図27は、ソニーの亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -30.897x + 603.72$ 寄与率 $R^2 = 0.87$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からソニーの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、ソニーの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より34年も早く絶滅することが分かった。

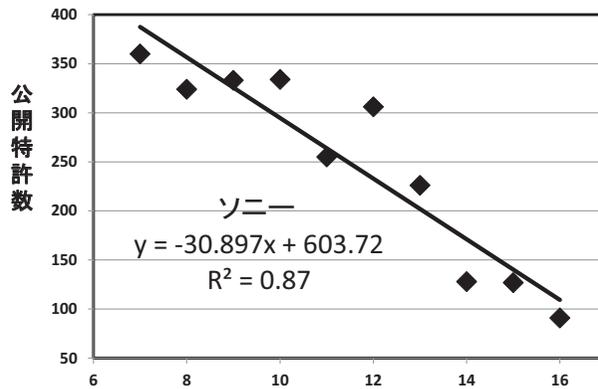


図27 ソニーの亜鉛発明の減少

図28は、富士ゼロックスの亜鉛に関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -33.527x + 698.16$ 寄与率 $R^2 = 0.7672$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から富士ゼロックスの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、富士ゼロックスの亜鉛の研究開発は、すべての銀の絶滅年2054年より33年も早く絶滅することが分かった。

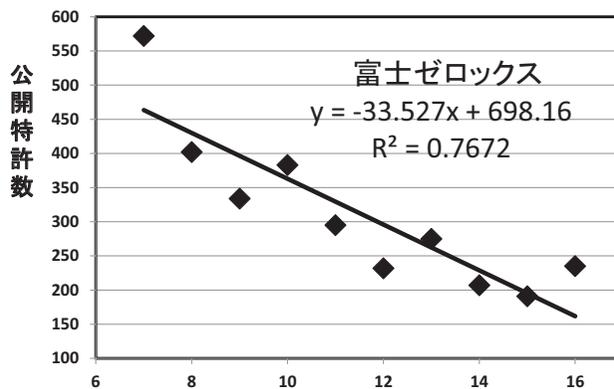


図28 富士ゼロックスの亜鉛発明の減少

日産自動車の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -7.7879x + 153.46$ 寄与率 $R^2 = 0.4457$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日産自動車の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、日産自動車の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より34年も早く絶滅することが分かった。

日立製作所の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y =$

$-4.3515x + 96.242$ 寄与率 $R^2 = 0.6462$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日立製作所の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2022年と計算できる。すなわち、日立製作所の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より32年も早く絶滅することが分かった。

JFEスチールの亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -12.673x + 316.44$ 寄与率 $R^2 = 0.5739$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からJFEスチールの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2025年と計算できる。すなわち、JFEスチールの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より29年も早く絶滅することが分かった。

新日鐵住金の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -6.7758x + 197.12$ 寄与率 $R^2 = 0.6425$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から新日鐵住金の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2029年と計算できる。すなわち、新日鐵住金の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より25年も早く絶滅することが分かった。

豊田中央研究所の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -2.4121x + 71.339$ 寄与率 $R^2 = 0.716$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から豊田中央研究所の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2030年と計算できる。すなわち、豊田中央研究所の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より24年も早く絶滅することが分かった。

カネカの亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -7.8242x + 237.48$ 寄与率 $R^2 = 0.4646$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からカネカの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2030年と計算できる。すなわち、カネカの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より24年も早く絶滅することが分かった。

三菱レイヨンの亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -3.3273x + 107.76$ 寄与率 $R^2 = 0.4683$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三菱レイヨンの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2032年と計算できる。すなわち、三菱レイヨンの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より22年も早く絶滅することが分かった。

宇部興産の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -3.2061x + 101.37$ 寄与率 $R^2 = 0.332$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から宇部興産の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2032年と計算できる。すなわち、宇部興産の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より22年も早く絶滅することが分かった。

キヤノンの亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -14.479x + 560.01$ 寄与率 $R^2 = 0.5074$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からキヤノンの亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2039年と計算できる。すなわち、キヤノンの亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より15年早く絶滅することが分かった。

トヨタ自動車の亜鉛に関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -4.4424x + 189.79$ 寄与率 $R^2 = 0.4883$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からトヨ

夕自動車の亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2043年と計算できる。すなわち、トヨタ自動車の亜鉛の研究開発は、すべての亜鉛の絶滅年2054年より11年早く絶滅することが分かった。

図29は、積水化学工業（以下は積水化学）の亜鉛に関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 18.17x - 32.352$ 寄与率 $R^2 = 0.7509$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、積水化学の研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、積水化学の亜鉛に関する特許は、特開2011-11932「合わせガラス用中間膜、合わせガラス、及び、酸化亜鉛微粒子分散液」などである。

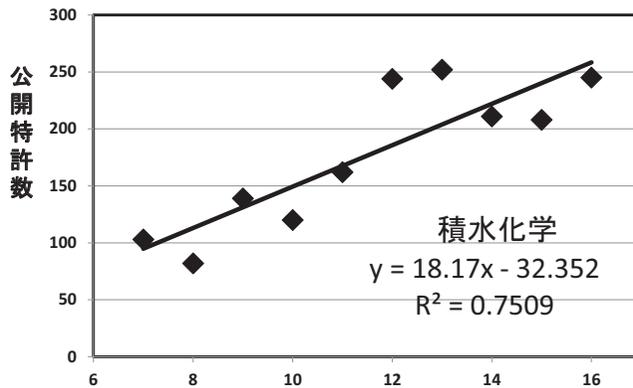


図29 積水化学の亜鉛発明の増加

図30は、ロート製薬の亜鉛に関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 4.5576x - 14.212$ 寄与率 $R^2 = 0.6764$ であり、良い

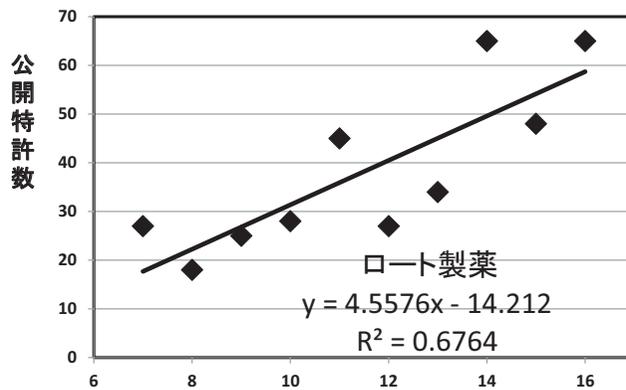


図30 ロート製薬の亜鉛発明の増加

相関関係がみられた。すなわち、ロート製薬の研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、ロート製薬の亜鉛に関する特許は、WO2011/129370「ヒアルロン酸金属塩の製造方法、ヒアルロン酸金属塩を含む化粧品の製造方法、ならびにヒアルロン酸亜鉛およびその製造方法」などである。

図31は、住友金属鉱山の亜鉛に関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 4.0727x + 28.964$ 寄与率 $R^2 = 0.6149$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、住友金属鉱山の研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、住友金属鉱山の亜鉛に関する特許は、特開2016-166381「酸化亜鉛鉱の製造方法」などである。

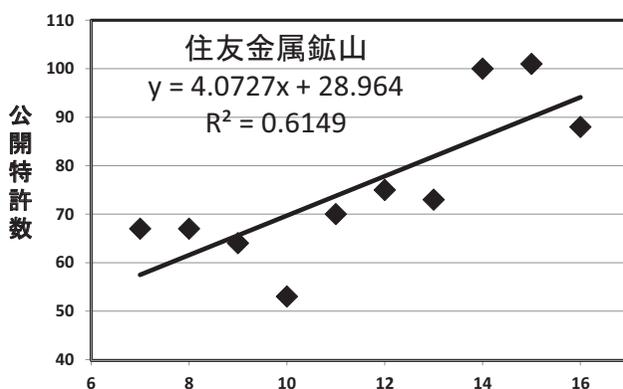


図31 住友金属鉱山の亜鉛発明の増加

クラレの亜鉛に関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 4.6364x + 18.982$ 寄与率 $R^2 = 0.6107$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、クラレの研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、クラレの亜鉛に関する特許は、特開2012-197370「硫化亜鉛蛍光体粒子」などである。

味の素の亜鉛に関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 3.2x - 6$ 寄与率 $R^2 = 0.5626$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、味の素の研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、味の素の亜鉛に関する特許は、特開2013-48558「酸可溶性亜鉛を高含有する野菜」などである。

日本化薬の亜鉛に関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 5.0424x + 1.8121$ 寄与率 $R^2 = 0.5432$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、日本化薬の研究開発は、亜鉛の研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

三菱マテリアルの亜鉛に関する研究開発の回帰式は、 $y = -3.6x + 89.6$ 寄与率 $R^2 = 0.2807$ であり、神戸製鋼所の回帰式は、 $y = -3.1758x + 137.52$ 寄与率 $R^2 = 0.2517$ であり、出光興産の回帰式は、 $y = -4.3636x + 167.78$ 寄与率 $R^2 = 0.2439$ であり、旭硝子の回帰式は、 $y = 1.4242x + 50.721$ 寄与率 $R^2 = 0.1092$ であった。これら4社は寄与率が非常に小さく相関関係がなく、本論文では変化なしとする。

つまり、26社の亜鉛に関する研究開発企業を調査した結果、16社の絶滅年がすべての亜鉛の絶滅年2054年より短く、逆に、6社は研究開発を増加させていることが分かった。その他の4社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、6社 ÷ (16社 + 6社) = 27.3%であった。

3-2 アルミニウムに関する企業別研究開発

アルミニウムの関連発明の数は年々減少している。その直線の回帰式 $y = -963.32x + 54701$ 寄与率 $R^2 = 0.8238$ に従い、その絶滅年は2057年である。アルミニウムに関する研究開発は、比較的長い期間にわたり減少傾向が継続する可能性が高い。

図32は、2007年から2016年の10年間の電気化学工業のアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -15.073x + 267.44$ 寄与率 $R^2 = 0.8356$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から電気化学工業のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、電気化学工業のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より39年も早く絶滅することが分かった。

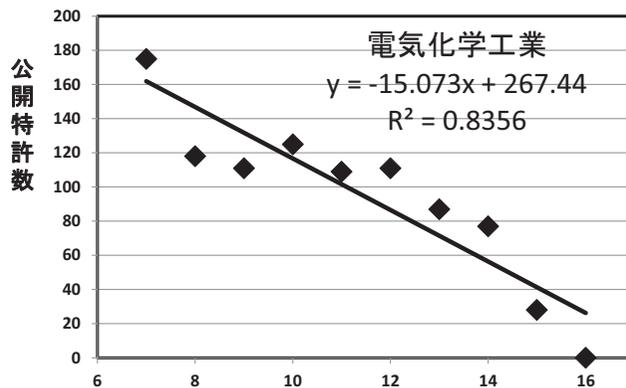


図32 電気化学工業のアルミニウム発明の減少

図33は、日立製作所のアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -45.4x + 830.6$ 寄与率 $R^2 = 0.8337$ であり、非常に良い相関関係がみ

られた。その回帰式から日立製作所のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、日立製作所のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より39年も早く絶滅することが分かった。

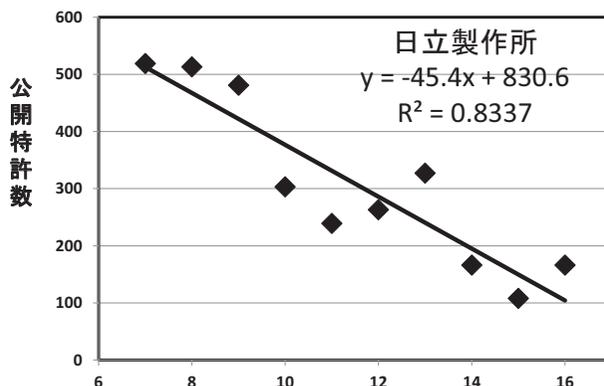


図33 日立製作所のアルミニウム発明の減少

図34は、昭和電工のアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -36.945x + 703.27$ 寄与率 $R^2 = 0.8016$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から昭和電工のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2019年と計算できる。すなわち、昭和電工のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より38年も早く絶滅することが分かった。

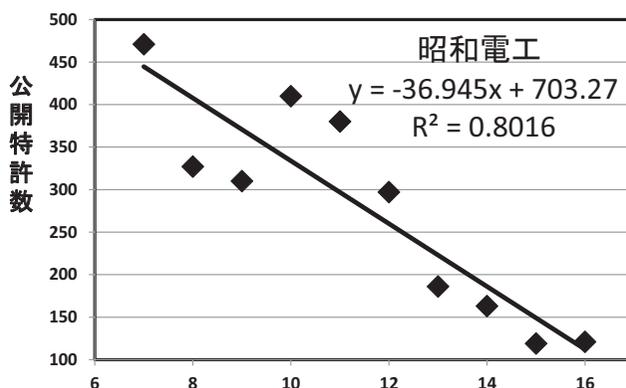


図34 昭和電工のアルミニウム発明の減少

図35は、東洋製罐（以下は東洋製缶）のアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著

しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -5.6242x + 112.48$ 寄与率 $R^2 = 0.78$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から東洋製缶のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2020年と計算できる。すなわち、東洋製缶のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より37年も早く絶滅することが分かった。

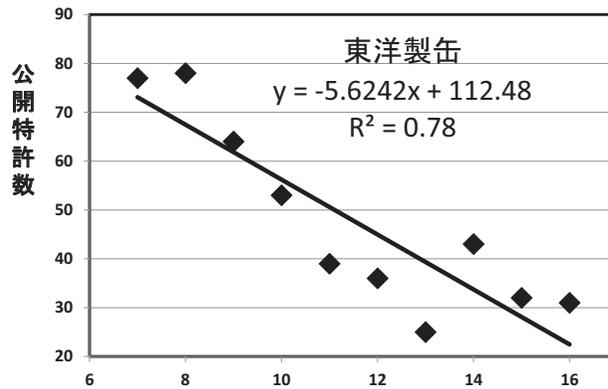


図35 東洋製缶のアルミニウム発明の減少

図36は、パナソニックのアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -191.02x + 3943.5$ 寄与率 $R^2 = 0.99$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からパナソニックのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、パナソニックのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より36年も早く絶滅することが分かった。

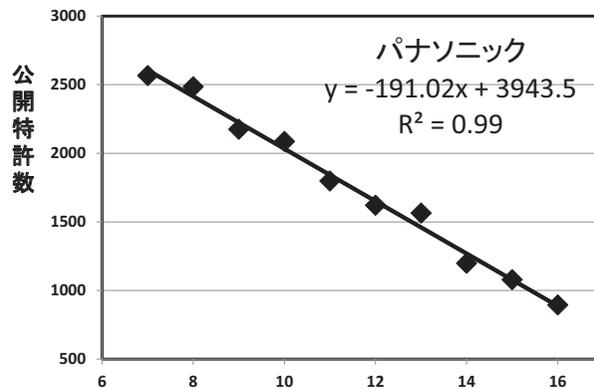


図36 パナソニックのアルミニウム発明の減少

図37は、東レのアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -45.891x + 968.75$ 寄与率 $R^2 = 0.8262$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から東レのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、東レのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より36年も早く絶滅することが分かった。

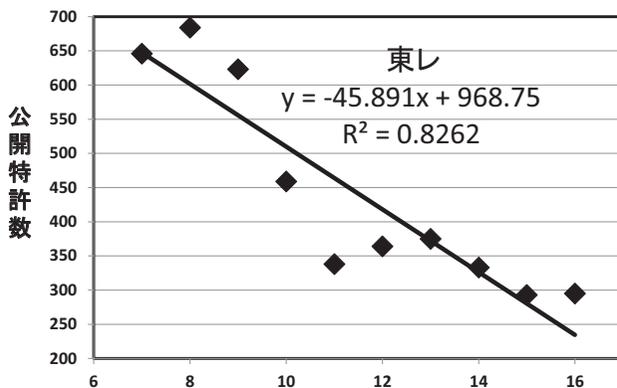


図37 東レのアルミニウム発明の減少

図38は、JSRのアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -23.697x + 538.52$ 寄与率 $R^2 = 0.8231$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からJSRのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2023年と計算できる。すなわち、JSRのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より34年も早く絶滅することが分かった。

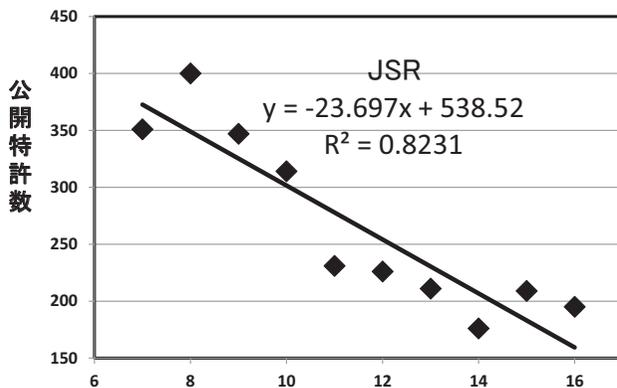


図38 JSRのアルミニウム発明の減少

図39は、セイコーエプソンのアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -105.05x + 2541.4$ 寄与率 $R^2 = 0.9042$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からセイコーエプソンのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2024年と計算できる。すなわち、セイコーエプソンのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より33年も早く絶滅することが分かった。

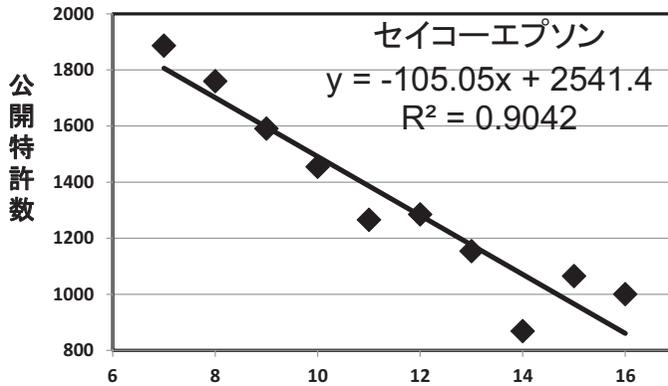


図39 セイコーエプソンのアルミニウム発明の減少

図40は、花王のアルミニウムに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -14.291x + 506.75$ 寄与率 $R^2 = 0.8491$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式から花王のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2035年と計算できる。すなわち、花王のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より22年も早く絶滅することが分かった。

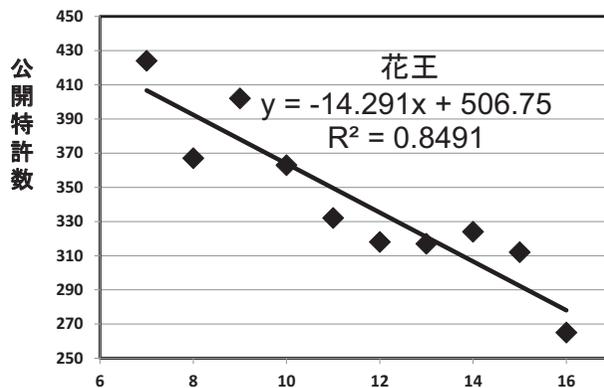


図40 花王のアルミニウム発明の減少

東海ゴムのアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -13.018x + 228.71$ 寄与率 $R^2 = 0.5328$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から東海ゴムのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、東海ゴムのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より39年も早く絶滅することが分かった。

日産自動車のアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -29.242x + 621.79$ 寄与率 $R^2 = 0.5278$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から日産自動車のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、日産自動車のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より36年も早く絶滅することが分かった。

富士ゼロックスのアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -50.376x + 1128.3$ 寄与率 $R^2 = 0.7669$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から富士ゼロックスのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2022年と計算できる。すなわち、富士ゼロックスのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より35年も早く絶滅することが分かった。

竹中工務店のアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -1.7636x + 40.582$ 寄与率 $R^2 = 0.3191$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から竹中工務店のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2023年と計算できる。すなわち、竹中工務店のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より34年も早く絶滅することが分かった。

産業総合研究所のアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -16.673x + 439.84$ 寄与率 $R^2 = 0.7856$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から産業総合研究所のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2026年と計算できる。すなわち、産業総合研究所のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より31年も早く絶滅することが分かった。

旭化成ケミカルズのアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -12.267x + 325.07$ 寄与率 $R^2 = 0.5476$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から旭化成ケミカルズのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2026年と計算できる。すなわち、旭化成ケミカルズのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より31年も早く絶滅することが分かった。

新日鐵住金のアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -16.085x + 450.18$ 寄与率 $R^2 = 0.7332$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から新日鐵住金のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2028年と計算できる。すなわち、新日

鐵住金のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より29年も早く絶滅することが分かった。

京セラのアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -26.206x + 835.77$ 寄与率 $R^2 = 0.7429$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から京セラのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2032年と計算できる。すなわち、京セラのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より25年も早く絶滅することが分かった。

JFEスチールのアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -8.1212x + 289.79$ 寄与率 $R^2 = 0.3497$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からJFEスチールのアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2036年と計算できる。すなわち、JFEスチールのアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より21年も早く絶滅することが分かった。

神戸製鋼所（以下は神戸製鋼）のアルミニウムに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -7.6424x + 351.39$ 寄与率 $R^2 = 0.5779$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から神戸製鋼のアルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2046年と計算できる。すなわち、神戸製鋼のアルミニウムの研究開発は、すべてのアルミニウムの絶滅年2057年より11年早く絶滅することが分かった。

図41は、三菱航空機のアルミニウムに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 2.1515x - 18.242$ 寄与率 $R^2 = 0.8553$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、三菱航空機の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

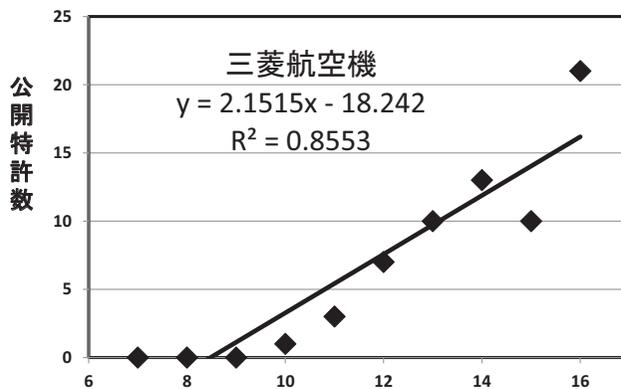


図41 三菱航空機のアルミニウム発明の増加

図42は、タツタ電線のアルミニウムに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 1.6848x - 13.176$ 寄与率 $R^2 = 0.7374$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、タツタ電線の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

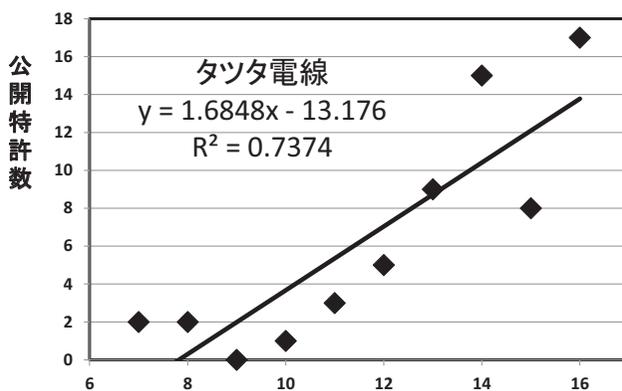


図42 タツタ電線のアルミニウム発明の増加

図43は、アイシン精機のアルミニウムに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 5.0485x + 43.642$ 寄与率 $R^2 = 0.7336$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、アイシン精機の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、アイシン精機のアルミニウムに関する特許は、特開2016-60963「アルミニウム合金及びアルミニウム合金線」などである。

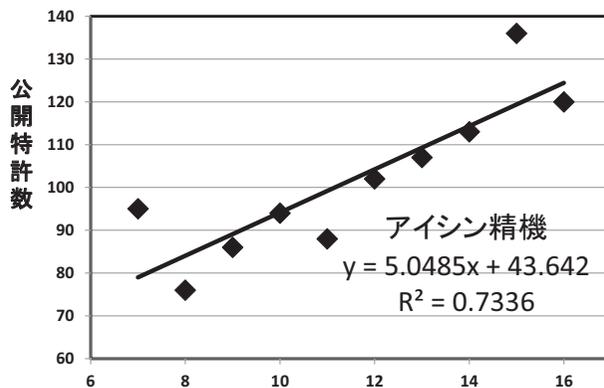


図43 アイシン精機のアルミニウム発明の増加

図44は、半導体エネルギー研究所のアルミニウムに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 109.05x - 409.93$ 寄与率 $R^2 = 0.8865$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、半導体エネルギー研究所の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

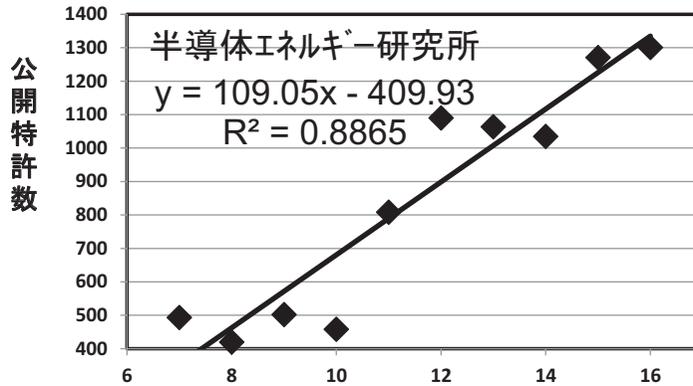


図44 半導体エネルギー研究所のアルミニウム発明の増加

図45は、日立オートモティブのアルミニウムに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 25.618x - 179.71$ 寄与率 $R^2 = 0.8707$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、日立オートモティブの研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

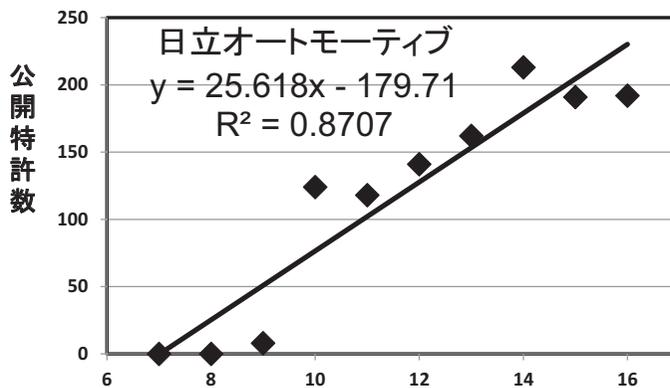


図45 日立オートモティブのアルミニウム発明の増加

三洋物産のアルミニウムに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 30.776x - 83.721$ 寄与率 $R^2 = 0.7586$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、三洋物産の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

旭硝子のアルミニウムに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 14.642x + 19.212$ 寄与率 $R^2 = 0.6143$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、旭硝子の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

東ソーのアルミニウムに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 8.624x + 55.412$ 寄与率 $R^2 = 0.591$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、東ソーの研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

住友電工のアルミニウムに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 28.982x + 235.71$ 寄与率 $R^2 = 0.5806$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、住友電工の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

スタンレー電気のアルミニウムに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 11.594x + 20.17$ 寄与率 $R^2 = 0.3226$ であり、良い相関関係がみられた。すなわち、スタンレー電気の研究開発は、アルミニウムの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

本田技研のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -11.485x + 501.78$ 寄与率 $R^2 = 0.2617$ であり、東洋アルミのアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -0.6848x + 28.776$ 寄与率 $R^2 = 0.2599$ であり、日本硝子のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -4.4364x + 253.22$ 寄与率 $R^2 = 0.1773$ であり、日本軽金属のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -2.2x + 99.6$ 寄与率 $R^2 = 0.1548$ であり、住友化学のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -32.909x + 1015.5$ 寄与率 $R^2 = 0.122$ であり、デンソーのアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -10.958x + 753.41$ 寄与率 $R^2 = 0.1114$ であり、トヨタ自動車のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -15.024x + 1278.1$ 寄与率 $R^2 = 0.0866$ であり、大和製作所のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -0.2121x + 20.539$ 寄与率 $R^2 = 0.0459$ であり、マツダのアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -1.1394x + 105.7$ 寄与率 $R^2 = 0.0164$ であり、昭和電線ケーブルのアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = -0.1333x + 15.933$ 寄与率 $R^2 = 0.0112$ であり、日立金属のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = 11.667x - 11.067$ 寄与率 $R^2 = 0.2688$ であり、三菱電機のアルミニウムに関する研究開発の

回帰式は、 $y = 8.2788x + 475.39$ 寄与率 $R^2 = 0.0776$ であり、三菱重工のアルミニウムに関する研究開発の回帰式は、 $y = 0.7879x + 171.34$ 寄与率 $R^2 = 0.0031$ であった。これら13社は寄与率が非常に小さく相関関係がなく、本論文では変化なしとする。

つまり、42社のアルミニウムに関する研究開発企業を調査した結果、19社の絶滅年がすべてのアルミニウムの絶滅年2057年より短く、逆に10社は研究開発を増加させていることが分かった。その他の13社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、 $10社 \div (19社 + 10社) = 34.5\%$ であった。

3-3 ニッケルに関する企業別研究開発

ニッケルの関連発明の数は年々減少している。その直線の回帰式 $y = -443.53x + 25780$ 寄与率 $R^2 = 0.814$ に従い、その絶滅年は2058年である。ニッケルに関する研究開発は、比較的長い期間にわたり減少傾向が継続する可能性が高い。

図46は、2007年から2016年の10年間のパナソニックのニッケルに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -106.38x + 1749.3$ 寄与率 $R^2 = 0.9564$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からパナソニックのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2016年と計算できる。すなわち、パナソニックのニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より42年も早く絶滅することが分かった。

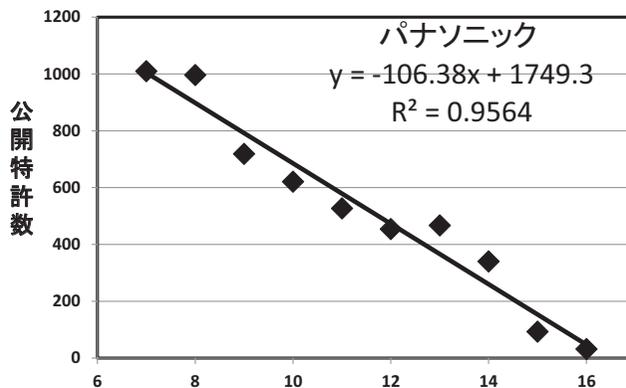


図46 パナソニックのニッケル発明の減少

図47は、ブラザー工業のニッケルに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -8.1333x + 142.93$ 寄与率 $R^2 = 0.8002$ であり、非常に良い相関関係がみられた。その回帰式からブラザー工業のニッケルに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、ブラザー工業のニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058

年より40年も早く絶滅することが分かった。

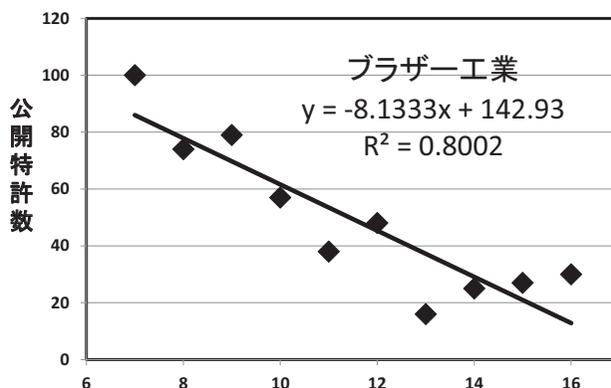


図47 ブラザー工業のニッケル発明の減少

図48は、三井金属鉱業のニッケルに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -4.7333x + 82.933$ 寄与率 $R^2 = 0.6779$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式から三井金属鉱業のニッケルに関する研究開発の絶滅年は2018年と計算できる。すなわち、三井金属鉱業のニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より40年も早く絶滅することが分かった。

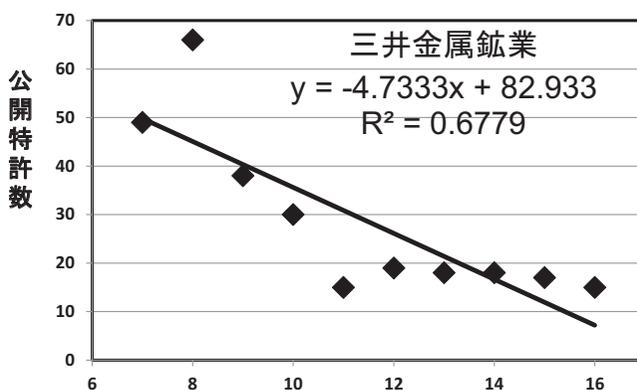


図48 三井金属鉱業のニッケル発明の減少

図49は、セイコーエプソンのニッケルに関する研究開発数の変化であり、著しく減少している。直線による回帰式は、 $y = -41.085x + 943.58$ 寄与率 $R^2 = 0.7716$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からセイコーエプソンのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2023年と

計算できる。すなわち、セイコーエプソンのニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より35年も早く絶滅することが分かった。

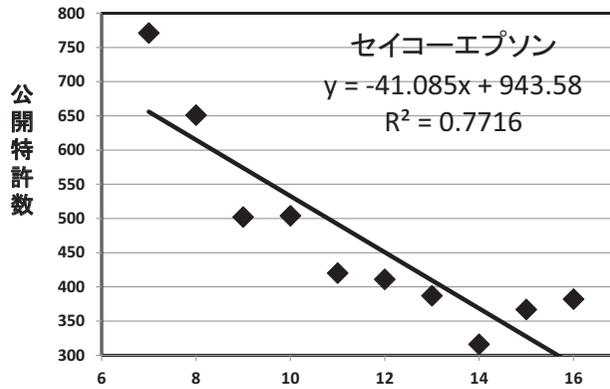


図49 セイコーエプソンのニッケル発明の減少

TDKのニッケルに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -14.091x + 302.15$ 寄与率 $R^2 = 0.5966$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2021年と計算できる。すなわち、TDKのニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より37年も早く絶滅することが分かった。

日立製作所のニッケルに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -8.497x + 219.32$ 寄与率 $R^2 = 0.3679$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2026年と計算できる。すなわち、日立製作所のニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より32年も早く絶滅することが分かった。

新日鐵住金のニッケルに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -3.6303x + 112.65$ 寄与率 $R^2 = 0.575$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2031年と計算できる。すなわち、新日鐵住金のニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より27年も早く絶滅することが分かった。

JFEスチールのニッケルに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -2.7697x + 86.552$ 寄与率 $R^2 = 0.3749$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2031年と計算できる。すなわち、JFEスチールのニッケルの研究開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より27年も早く絶滅することが分かった。

本田技研のニッケルに関する研究開発数は減少している。その直線による回帰式は、 $y = -3.9212x + 132.79$ 寄与率 $R^2 = 0.4113$ であり、良い相関関係がみられた。その回帰式からのニッケルに関する研究開発の絶滅年は2034年と計算できる。すなわち、本田技研のニッケルの研究

開発は、すべてのニッケルの絶滅年2058年より24年も早く絶滅することが分かった。

図50は、GSユアサのニッケルに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 13.012x - 103.34$ 寄与率 $R^2 = 0.9081$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、GSユアサの研究開発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、GSユアサのニッケルに関する特許は、特開2016-69692「水素吸蔵合金、電極及びニッケル水素蓄電池」などである。

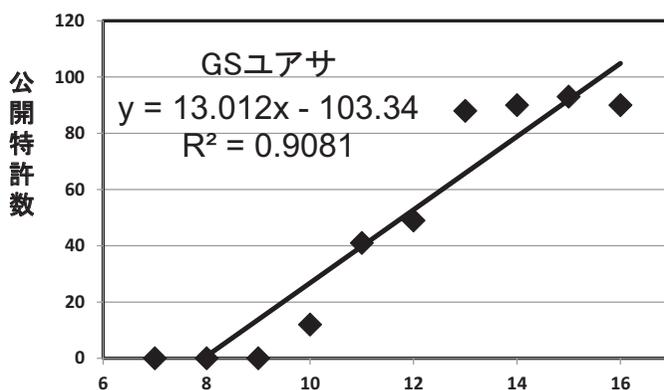


図50 GSユアサのニッケル発明の増加

図51は、半導体エネルギー研究所のニッケルに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 78.558x - 313.01$ 寄与率 $R^2 = 0.8749$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、半導体エネルギー研究所の研究開

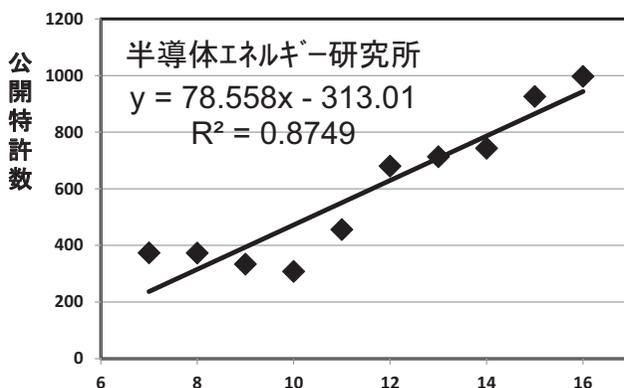


図51 半導体エネルギー研究所のニッケル発明の増加

発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。

図52は、豊田自動織機のニッケルに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 39.176x - 315.12$ 寄与率 $R^2 = 0.7554$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、豊田自動織機の研究開発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、豊田自動織機のニッケルに関する特許は、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」などである。

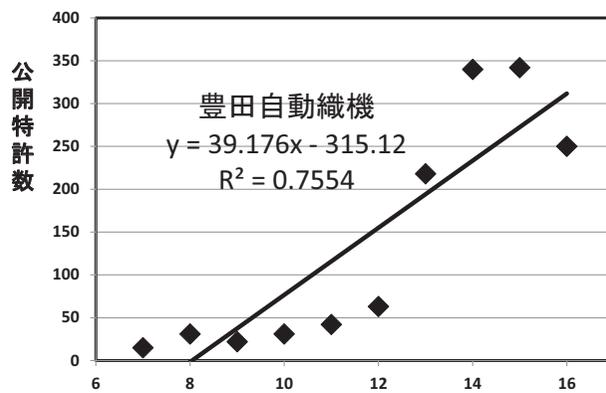


図52 豊田自動織機のニッケル発明の増加

図53は、住友金属鉱山のニッケルに関する研究開発数の変化を示しており、他の企業とは逆

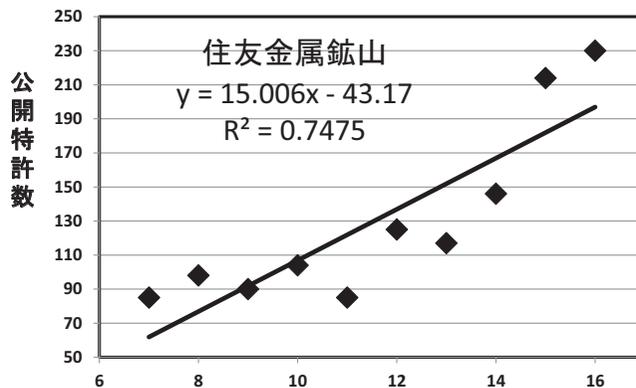


図53 住友金属鉱山のニッケル発明の増加

に著しく増加している。直線による回帰式は、 $y = 15.006x - 43.17$ 寄与率 $R^2 = 0.7475$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、住友金属鉱山の研究開発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、住友金属鉱山のニッケルに関する特許は、特開2016-164121「酸化ニッケル微粉末及びその製造方法、並びに該酸化ニッケル微粉末製造原料用の水酸化ニッケル粉末及びその製造方法」などである。

富士電機のニッケルに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 6.4182x - 49.909$ 寄与率 $R^2 = 0.7588$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、富士電機の研究開発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、富士電機のニッケルに関する特許は、特開2012-21178「無電解ニッケルメッキ膜の製造方法およびそれを用いた磁気記録媒体用基板」などである。

プライムアースEVのニッケルに関する研究開発数は著しく増加している。直線による回帰式は $y = 2.6182x - 18.309$ 寄与率 $R^2 = 0.7055$ であり、非常に良い相関関係がみられた。すなわち、プライムアースEVの研究開発は、ニッケルの研究開発の絶滅とはまったく異なり、新たに研究開発が誕生していると言える。ちなみに、プライムアースEVのニッケルに関する特許は、特開2016-186844「ニッケル水素蓄電池」などである。

ニッケルに関する研究開発の日産自動車の回帰式は $y = -11.212x + 296.94$ 寄与率 $R^2 = 0.2907$ であり、住友化学の回帰式は $y = -13.63x + 413.05$ 寄与率 $R^2 = 0.1475$ であり、豊田中央研究所の回帰式は $y = -2.0545x + 118.93$ 寄与率 $R^2 = 0.1202$ であり、凸版印刷の回帰式は $y = -2.2364x + 222.62$ 寄与率 $R^2 = 0.0966$ であり、三菱化学の回帰式は $y = -3.3455x + 262.67$ 寄与率 $R^2 = 0.0602$ であり、三菱マテリアルの回帰式は $y = -1.00x + 76.8$ 寄与率 $R^2 = 0.0382$ であり、東洋インキの回帰式は $y = -1.1515x + 117.24$ 寄与率 $R^2 = 0.0635$ であり、村田製作所の回帰式は $y = 2.1697x + 31.648$ 寄与率 $R^2 = 0.096$ であり、東芝の回帰式は $y = 3.8x + 382.4$ 寄与率 $R^2 = 0.056$ であり、トヨタ自動車の回帰式は $y = 9.0121x + 718.86$ 寄与率 $R^2 = 0.0467$ であった。これら10社は寄与率が非常に小さく相関関係がないので、本論文では変化なしとする。

つまり、25社のニッケルに関する研究開発企業を調査した結果、9社の絶滅年がすべてのニッケルの絶滅年2058年より短く、逆に6社は研究開発を増加させていることが分かった。その他の10社は相関関係がみられず絶滅年を推定できなかった。増加企業の比率は、6社÷(9社+6社)=40.0%であった。

4章 考察

シリコンに関する研究開発の絶滅年は2030年であり、調査企業34社の内、26社（短期絶滅企業）が絶滅年2030年より早く絶滅し、2社（長期絶滅企業）が2030年より遅いことが分かった。

1社のみが増加企業であった。すなわち、増加企業比率は3.4%であった。白金に関する研究開発の絶滅年は2037年であり、調査企業21社の内、14社（短期絶滅企業）が絶滅年2037年より早く絶滅し、2社が増加企業であった。すなわち、増加企業比率は12.5%であった。銀に関する研究開発の絶滅年は2041年であり、調査企業24社の内、12社（短期絶滅企業）が絶滅年2041年より早く絶滅し、3社が増加企業であった。すなわち、増加企業比率は20.0%であった。

亜鉛に関する研究開発の絶滅年は2054年であり、調査企業26社の内、16社（短期絶滅企業）が絶滅年2054年より早く絶滅し、6社が増加企業であった。すなわち、増加企業比率は27.3%であった。アルミニウムに関する研究開発の絶滅年は2057年であり、調査企業42社の内、19社（短期絶滅企業）が絶滅年2057年より早く絶滅し、10社が増加企業であった。すなわち、増加企業比率は34.5%であった。ニッケルに関する研究開発の絶滅年は2058年であり、調査企業25社の内、9社（短期絶滅企業）が2058年より早く絶滅し、6社が増加企業であった。すなわち、増加企業比率は40.0%であった。

図54は、増加企業比率と絶滅年との関係を表したものであり、その回帰式は $y = 0.8617x + 2025.7$ 寄与率 $R^2 = 0.9089$ であり、非常に良い相関関係が得られた。図54は、もし増加企業比率が0%ならば2026年に絶滅し、もし増加企業比率が50%ならば絶滅年が2069年まで延長することを示しており、増加企業比率が高くなればなるほど、絶滅年は長くなることが判明した。本論文が提案した仮説「研究開発の絶滅時期は、研究開発を減少させる企業ではなく、逆に研究開発を増加させる企業が決める」は検証できたと言える。換言すれば、研究開発の絶滅時期は、その研究分野から撤退する企業が決めるのではなく、新たに参入し研究開発を増加させる企業が決められていると言える。絶滅と誕生が交錯する激動期は、同じ業界内の顔なじみだけの競争ではなく、未知の企業や業界外部から思いもよらぬ新規参入企業が現れやすい環境条件が整っている。そのため、既存の企業が見逃していた宝物を、異なる業界の新参者が見つけ出し

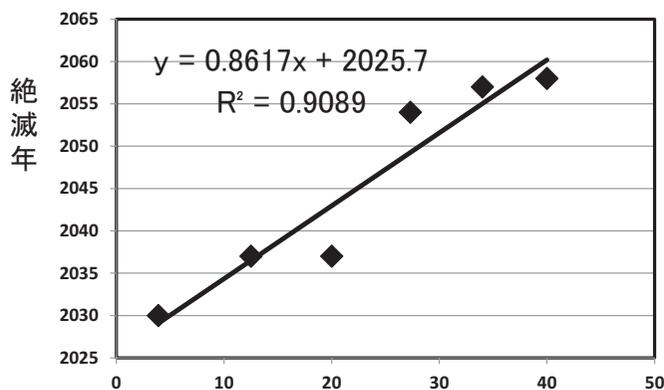


図54 増加企業比率と絶滅年との関係

復活させることが少なくないため、絶滅時期が変化すると考えられる。

同じ素材の研究開発において、減少や衰退させる企業があると同時に、逆に増加や発展させる企業が混在している。特定分野の研究開発はいずれ衰退し消滅する運命にあることは間違いないが、その絶滅年は研究開発を増加させる企業の比率が高いほど長くなり、その分野の研究開発を延命させていることが分かった。なぜ、同じ素材でも研究開発を減少させる企業と増加させる企業が存在するのか。それは各企業が有する研究開発費や研究者・技術者の数や質だけが研究開発を減少や増加させていると考えるのは早計である。

本論文の調査の結果において、俯瞰的かつ長期的な視点で研究開発分野を見抜く眼力を持ち、その素材分野の将来性や発展性や拡張性を確信する企業が、多くの競争企業が撤退する中、あえて研究開発を増加させていると断定できる。しかし、近視眼的で目先の利益だけを追い求め、研究開発を縮小または中止または撤退する企業が後を絶たないのは極めて残念である。素材の研究開発は、他の研究開発に比べ長期間を要する 경우가少なくない。さらに、過去にすでに研究し尽くされた⁵⁾と思われる地味な素材の研究開発に比べ、華々しい成果が出やすい分野に鞍替えしたいと考えるのは、研究者だけでなく経営者も同じである。

しかし、研究途中で止めてしまうと、後で取り返しのつかない大失敗になることが少なくない。なかでも、素材の研究開発は緻密で丹念な積み上げが大切であり、研究開発を数年間休止した後で再スタートしても、当時競っていた企業の後姿は完全に見失うことが多い。素材に関する研究開発は、たとえ企業が直面する問題を解決できなくても、近い将来イノベーションの種になる可能性が高く、現状の企業の事業範囲を広げて、俯瞰的な立場から研究開発の進め方を判断すべきである。また、本論文が示したように、競争企業の撤退が相次ぐ素材開発の中で、あえて研究開発を増加させる企業は、未来を正確に予測し長い目で研究開発を育てる社風を持った先見の明のある企業であると考えられる。素材の研究開発は、日本がイノベーションに満ち溢れる国に蘇る唯一無二のプラットフォームであることを忘れてはならない。

本論文が強調する素材の研究開発の重要性は、アップルやグーグルの最近の動向が教えてくれている。アップルは、iPhoneなどの製品の組立製造はすべて外部委託しているにも関わらず、それらに用いられる半導体はアップル独自で研究開発し製造している。アルファ碁にも使われている人工知能のための半導体TPUはグーグル自ら製造している。今やアップルやグーグルは、半導体メーカーと言っても過言ではない。最先端の半導体部品をデンソーなどの自動車部品メーカーが研究開発し製造した後、それらを組み立てるトヨタ自動車に対し、アップルやグーグルはまったく異なる戦略を実践している。現在の主戦場は、製品組立ではなく、半導体

5) 「取り尽くし効果は、簡単な発見はすぐに成し得るので、イノベーションが進むにつれて、新たなアイデアの発見が難しくなること」

などの素材の研究開発に変わっていることを、日本企業は見逃してはならない。本論文の研究結果は、素材の研究開発の重要性を熟知し、それを実践した企業だけが次世代の覇者になることを明示している。

5章 まとめ

- 1) 企業別のシリコンの研究開発における絶滅年は、パナソニック2018年、三洋電機2016年、ソニー2018年、日立製作所2018年で、富士ゼロックス2018年、富士フイルム2019年で、日本電気2019年、セイコーエプソン2020年、ルネサステクノロジー2014年、沖電気2015年、京セラミタ2015年、コニカミノルタ2015年、日立ディスプレイ2015年、カシオ計算機2016年、日産自動車2017年、日立電線2017年、アルプス電気2019年、富士通2020年、シャープ2021年、TDK2022年、キヤノン2025年、トヨタ自動車2025年で、東芝2026年で、リコー2027年で、京セラ2029年で、デンソー2030年であり、これら26社の研究開発はシリコンの絶滅年2030年より早く絶滅する。
- 2) 企業別のシリコンの研究開発における絶滅年は、ニコン2031年、日本電信電話2065年であり、シリコンの絶滅年2030年より遅い。半導体エネルギー研究所はシリコンの研究開発を増加させており、シリコンの絶滅を延命させている。
- 3) 企業別の白金の研究開発における絶滅年は、JSR2016年、パナソニック2017年、富士フイルム2018年、ソニー2019年、キヤノン2020年、産業技術総合研究所2021年、豊田中央研究所2023年、三菱マテリアル2019年、トヨタ自動車2020年、日本電信電話2021年、アイシン精機2022年、旭化成ケミカルズ2024年、東芝2029年、凸版印刷2033年であり、これら14社の研究開発は白金の絶滅年2037年より早く絶滅する。
- 4) クラレと日本電気硝子の2社は、白金に関する研究開発を増加させており、白金の絶滅を延命させている。
- 5) 企業別の銀の研究開発における絶滅年は、富士フイルム2017年、日立製作所2018年、ソニー2018年、オリンパス2018年、三井化成2016年、三菱製紙2019年、JSR2019年、コニカミノルタ2019年、三井金属鉱業2020年、富士ゼロックス2021年、太平洋セメント2023年、三菱マテリアル2032年であり、これら12社の研究開発は銀の絶滅年2041年より早く絶滅する。
- 6) 東ソー、日立化成、ノリタケの3社は、銀に関する研究開発を増加させており、銀の絶滅を延命させている。
- 7) 企業別の亜鉛の研究開発における絶滅年は、パナソニック2018年、本田技研2018年、富士フイルム2019年、ブリヂストン2019年、ソニー2020年、富士ゼロックス2021年、日産自動車2020年、日立製作所2022年、JFEスチール2025年、新日鐵住金2029年、豊田中央研究所

- 2030年、カネカ2030年、三菱レイヨン2032年、宇部興産2032年、キヤノン2039年、トヨタ自動車2043年であり、これら16社の研究開発は亜鉛の絶滅年2054年より早く絶滅する。
- 8) 積水化学、ロート製薬、住友金属鉱山、クラレ、味の素、日本化薬の6社は、亜鉛に関する研究開発を増加させており、亜鉛の絶滅を延命させている。
- 9) 企業別のアルミニウムの研究開発における絶滅年は、電気化学工業2018年、日立製作所2018年、昭和電工2019年、東洋製缶2020年、パナソニック2021年、東レ2021年、JSR2023年、セイコーエプソン2024年、花王2035年、東海ゴム2018年、日産自動車2021年、富士ゼロックス2022年、竹中工務店2023年、産業総合研究所2026年、旭化成ケミカルズ2026年、新日鐵住金2028年、京セラ2032年、JFEスチール2036年、神戸製鋼2046年であり、これら19社の研究開発はアルミニウムの絶滅年2057年より早く絶滅する。
- 10) 三菱航空機、タツタ電線、アイシン精機、半導体エネルギー研究所、日立オートモティブ、三洋物産、旭硝子、東ソー、住友電工、スタンレー電気の10社は、アルミニウムに関する研究開発を増加させており、アルミニウムの絶滅を延命させている。
- 11) 企業別のニッケルの研究開発における絶滅年は、パナソニック2016年、ブラザー工業2018年、三井金属鉱業2018年、セイコーエプソン2023年、TDK2026年、日立製作所2026年、新日鐵住金2031年、JFEスチール2031年、本田技研2034年であり、これら9社の研究開発はニッケルの絶滅年2058年より早く絶滅する。
- 12) GSユアサ、半導体エネルギー、豊田自動織機、住友金属鉱山、富士電機、プライムアースEVの6社は、ニッケルに関する研究開発を増加させており、ニッケルの絶滅を延命させている。
- 13) 増加企業比率と絶滅年は非常に良い相関関係があり、増加企業が多くなればなるほど、絶滅年は長くなる。本論文が提案した仮説「研究開発の絶滅時期は、研究開発を減少させる企業ではなく、逆に研究開発を増加させる企業が決める」は検証できた。
- 14) 俯瞰的にかつ長期的な視点で研究開発を見抜く眼力を持ち、その素材分野の将来性や発展性や拡張性を確信する企業が、多くの競争企業が撤退する中、あえて研究開発を増加させている。

参考文献

- 吉村信吾 [2017]「日本流イノベーション」ダイヤモンド社
- グロービス著 嶋田毅訳 [2017]「MBA100の基本」東洋経済新報社
- 加谷圭一 [2017]「AI時代に生き残る企業、淘汰される企業」宝島社
- デトロイト トーマツ コンサルティング著 [2016]「モビリティ革命2030 自動車産業の破壊と創造」日経BP社
- 大塚英樹 [2017]「作らずに創れ」講談社

- 洋泉社編 [2017]「世界を変える7つの次世代テクノロジー」洋泉社
- マット・リドレー著 太田直子ら訳 [2016]「進化は万能である」早川書房
- 山口栄一 [2016]「イノベーションはなぜ途絶えたか 科学立国日本の危機」ちくま新書
- オリヴァー・ガスマンら著 渡邊哲訳 [2016]「ビジネスモデルナビゲーション」翔泳社
- 濱島太 [2016]「ヒット商品を生みだす最良最短の方法」こう書房
- 小原嘉明 [2016]「入門！進化生物学」中公新書
- 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
- 菅野健一・淵邊善彦 [2016]「起業ナビゲーター」東洋経済新報社
- 井上智洋 [2016]「人工知能と経済の未来」文藝春秋
- 東洋経済新報社編 [2016]「2017年版会社四季報業界地図」東洋経済新報社
- 日本経済新聞社編 [2016]「2017年版業界地図」日本経済新聞社
- 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
- 木村壽男 [2015]「研究開発は成長戦略エンジン」同友館
- ニュートン別冊 [2015]「マテリアル革命」ニュートンプレス
- 長谷川慶太郎 [2011]「素材は国家なり」東洋経済新報社
- 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, 富士フィルム, 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)
- 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)

(2017年7月11日受理)