JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	R&Dの適性水準と成長率、収益率、割引率の関係式とテック業界を中心に実証を試みる
Author(s)	若林，秀樹
Citation	年次学術大会講演要旨集，37: 944-949
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18543
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｆ０６　Ｒ＆Ｄの適性水準と成長率、収益率、割引率の関係式とテック業界を中心に実証を試みる

○若林秀樹(東京理科大学経営学研究科技術経営専攻)
wakabayashi.hideki@rs.tus.ac.jp

1. はじめに

R&D(研究開発)費の適性水準について、イノベーションリスク値とイノベーション期待値の関係を示した[1]が、今回、金融的アプローチから、成長率と利益率、割引率との関係式を導出、成長率と売上高 R&D 比率の相関関係を求めた。これを、グローバルの主要テック企業の 2008~2018 年の業績データ分析から得た相関関係結果[2]と比較を行い、同傾向が認められた。

他業界にも分析を広げ、2017 年世界の研究開発費トップ 20 社についても比較検討を行ったが、テック業界と違い、自動車や医薬品は相関性が無いどころか逆相関の可能性もある。

これらの結果を踏まえ、狩野モデル[3]の 3 種の品質と価値の関係(当たり前、一元的、魅力的)から説明、研究開発費も、「当たり前」に相当する最低限必要なレベルから、「一元的」に相当する、ある程度相関があるもの、「魅力的」に相当する飽和的なものに分けられる可能性を示唆した。

2. 先行研究

R&D 費の適性水準や R&D の効果については、NISTEP や経産省など政策側からのマクロ的な理論研究と、ミクロ的あるいは会計的な側面の理論、実証的研究は数多い。多くの売上成長性と R&D の関係等については検証されているものの、割引率、特にイノベーションの中身で異なるリスクプレミアムについての具体的議論は少ない。

筆者は、R&D の適性水準に関し、これまで、二つの成果を報告している。一つは適性水準に関する理論的な考察で、売上 R&D 比率を、成長率、利益率、割引率から導出しようというもの。売上 R&D 比率を x とし、この適性水準に関し、成長率 g、利益率 p、割引率 r について、以下の式で示していた。

$$(1+g)(1+p)=\lambda(1+x)(1+r)\cdots(式1)$$

左辺をイノベーション期待値、右辺をイノベーションリスク値と呼んだ[1]。

少し変形すると、成長率に対する R&D 費率の効率が、割引率 r に対する営業利益率 p で評価することを意味することになる。

$$(1+g)/(1+x)=\lambda(1+r)/(1+p)\cdots(式2)$$

図表１　R&D の適性水準をイノベーション期待値とイノベーションリスク値から分析

データは、2005-2015年度　割引率は推定
会計基準(IFRS)変更や、M&Aその他、再編の影響大(特に収益性)

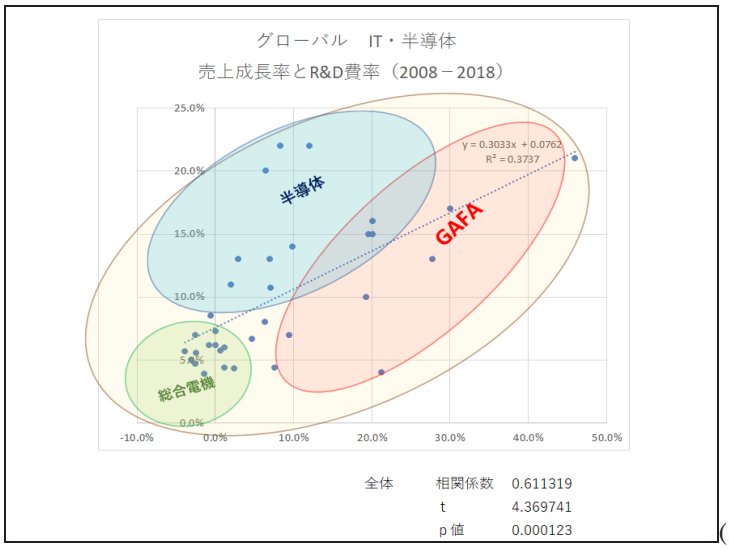
	左辺				右辺			λ
	R&D売上比	割引率	イノベーションリスク値		期待成長率	収益率	イノベーション期待値	
	1～15%も	5%が多い			0－1%？	10%が目標		
	(1＋R&D)＊	(1＋割引率)=			(1＋成長率)＊	(1＋収益性)=		
日立	104%	105%	1.09	≒	103%	104%	1.07	1.02
東芝	106%	106%	1.12	>>	102%	102%	1.04	1.08
三菱電機	105%	105%	1.10	≒	103%	104%	1.07	1.03
NEC	106%	105%	1.11	>	101%	103%	1.04	1.07
富士通	105%	106%	1.11	≒	104%	103%	1.07	1.04
パナソニック	106%	105%	1.12	>	102%	104%	1.06	1.05
シャープ	106%	105%	1.12	>	103%	103%	1.06	1.05
ソニー	107%	108%	1.16	>	106%	103%	1.09	1.06
TEL	111%	112%	1.24	≒	109%	110%	1.20	1.04
ローム	111%	105%	1.17	≒	102%	112%	1.14	1.02
京セラ	104%	105%	1.09	<	102%	109%	1.12	0.98

(出所)若林秀樹 2019

[1] ここで、左辺の p は、dp が適切であろう

もう一つは、世界の売上 1 兆円級以上のテック 38 社の 2008~2018 年に関するデータから、売上成長率と売上 R&D 比率の相関関係の分析結果である(相関係数 0.61、t 値 4.37、p 値 0.00012)。切片のサンクコスト効果(R&D 比率 7%強では、相関が見られるが、それ以下は効果なし)がある。

図 1　グローバルテック企業における成長率と R&D 費率の相関関係



(出所)若林秀樹

今回、この二つの研究の関係を考察し、検証、意味づけたい。

3. R&D に関する関係式

企業が S_0 の売上、R&D をしない時のオーガニックな利益率(営業利益率のイメージ)p、R&D 費率 x とすると、

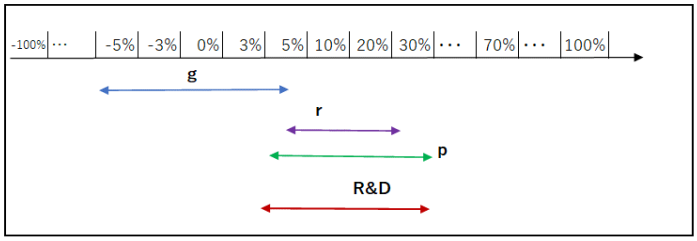
a)R&D が無い場合、原資は S_0x 分増えるので、初項 $S_0(p+x)$、割引率 r の無限等比級数の CF を得る。
b)R&D を行う場合、原資は S_0p だけ(S_0x 分減る)だが、代りに、成長率 g の無限等比級数の CF を得る。

両者が等しい(そうでなければ、(R&D をやる意味がなくなる限界)とすると、g や r の無限等比級数として [2]、

$$S_0(p+x)/r = S_0p/(r-g)$$
$$\Leftrightarrow \quad (p+x)/r = p/(r-g)、\cdots\cdot(式\ 3)$$

ここで、$0 < x < 1$、$0 < r$、通常、$1 > p$、$r > g$、で、各パラメータの関係は下記である。

図表 3　パラメータの関係



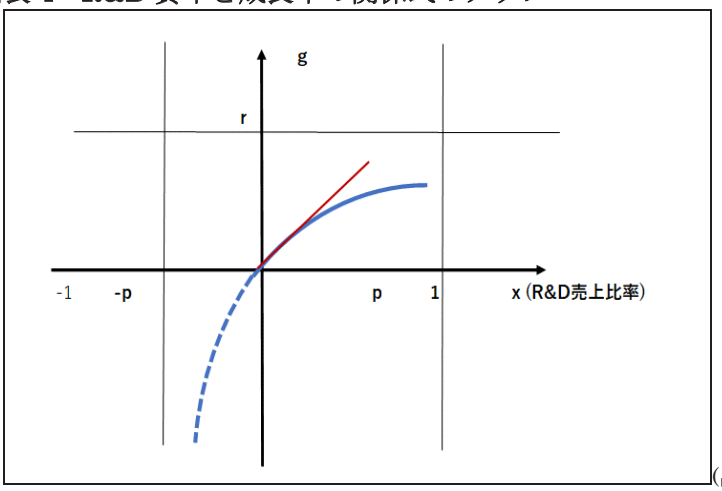
(出所)若林秀樹

これを解くと、
$$g = -p \cdot r/(x+p) + r \quad \cdots(式\ 4)$$

となる。ここで、通常、$1 > p$、$x > 0$　ゆえ、下図双曲線となる。なお、$x=p$ で、$g=r/2$ となる。

[2] 実際には企業は無限ではない

図表 4　R&D 費率と成長率の関係式のグラフ



(出所)若林秀樹

この関係式のグラフは、原点を通り、割引率 r を超えない、双曲線である。0 < x < 1 の領域では、単調増大の右肩上がりとなり、特に、p < x の区間では、赤色で示した曲線の接線で示される直線的相関性が示されることになる。

接線の傾きは、(式 4)を微分して、下記を得る

$$dg/dx=p\cdot r/(x+p)^2 \quad \cdots(式\ 5)$$

すなわち、傾きに対するパラメータの影響だが、割引率 r が分子、営業利益率 p が分母であり、この両者のバランスで決まることは興味深い。すなわち、想定割引率 r が高く、営業利益率が低いと R&D の成長率に対し、効率性が高いことになる。

これは、上記(式 2)と同様の結論となる。

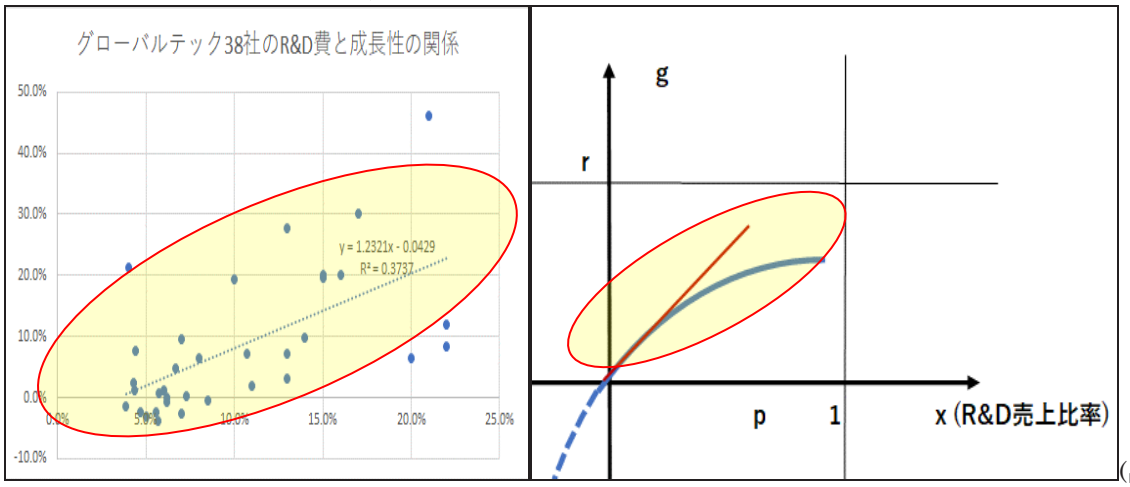
なお、傾きは原点で最大、x=p で、r/4 である。

しかし、このグラフは原点を式の導出からは、サンクコスト的な「切片」の存在は認められなかった。ただ、R&D 費率について、通常の部分 x と、過去の減損的な部分 x´ 等を考慮すると、(式 1)において、x を x+x´ とすることができ、

$g=-p\cdot r/(x+x'+p)+r$　・・・(式 6)　を得るが、これは、上記の双曲線を x´ だけ、左に平行移動したグラフであり、y 切片を持つ。

実証報告[1]のグローバルテック 38 社についての R&D 比率と成長率の相関グラフと、今回、理論的に導出した関係式のグラフの対応を示す。図表 5 で示す、楕円で占めた部分が対応している。

図表 5　二つの研究報告の比較



(出所)若林秀樹

4. テック業界以外の実証研究

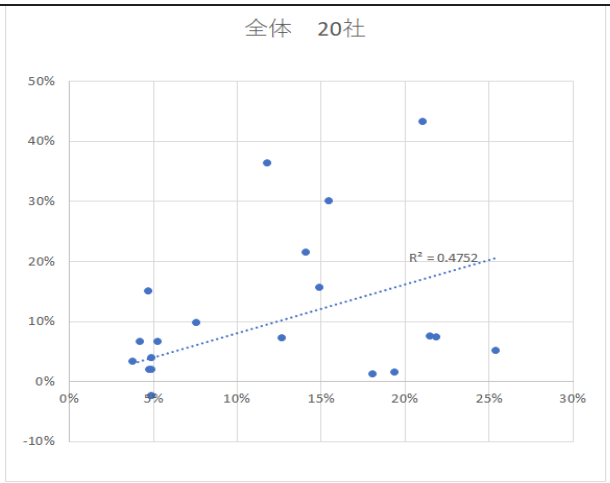
成長率と R&D 費率の関係に関し、テック以外について、データに基づいて実証研究を行う。今回は、グローバルで R&D 費が大きい上位 20 社について分析する。この 20 社は、テック以外は、自動車 6 社、医薬品 5 社である。テックについては、報告[1]にある企業 38 社のうち 9 社が含まれる。

なお、前述の報告[1]では、景気変動を無くすため、各年の成長率、R&D 比率を移動平均しているが、今回は、2017 年度と直近の 2 点比較だけとした。2021 年度はコロナ禍や戦争等やサプライチェーンの影響がり、2020 年までとした。データは、2017 年の R&D 額ベスト 20 社を対象に、2020~2021 年(決算期が色々あり)までデータである。

全体の結果は、R&D 比率が高いほど成長する傾向はあるが、統計上、相関はあるとはいえず、テック 38 社で見られた効果は確認できなかった。

図表 6　グローバル R&D 費上位 20 社の R&D 費率と成長率の関係

	2017年 R%D比率	2020－2021年まで成長率
Ａｍａｚｏｎ	12%	36%
アルファベット	16%	30%
インテル	22%	8%
サムスン	8%	10%
ＶＷ	5%	7%
ＭＳ	14%	21%
ロシュ	22%	7%
メルク	25%	5%
アップル	5%	15%
ノバルティス	19%	1%
トヨタ	4%	3%
Ｊ＆Ｊ	13%	7%
ＧＭ	5%	-2%
ファイザー	15%	16%
フォード	5%	2%
ダイムラー	4%	7%
オラクル	18%	1%
シスコ	5%	2%
本田	5%	4%
フェースブック	21%	43%

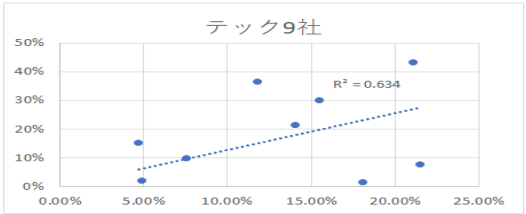


海外σ相関係数	0.282561
t	1.249733
p 値	0.227403

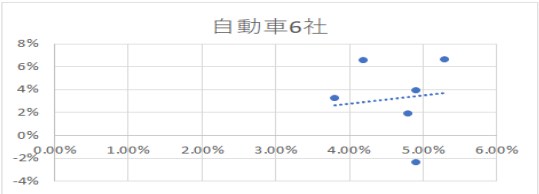
(出所)若林秀樹

ベスト 20 社にはテック以外にも、自動車や製薬があり、サンプル数は少なくなる。テック 9 社では、緩やかな傾向が見られるが、相関があるとはいえない。

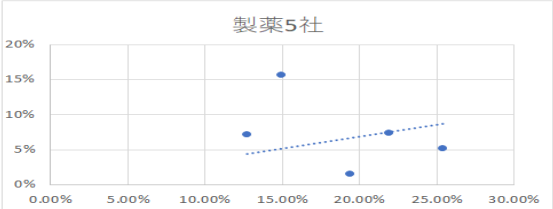
図表 7　業種別(テック、自動車、医薬品)の R&D 費率と成長率の関係



相関係数	0.30417
t	0.844785
p 値	0.426158



相関係数	-0.08111
t	0.162757
p 値	0.878602



相関係数	-0.45921
t	0.895362
p 値	0.436569

(出所)若林秀樹

自動車 6 社は、全く相関傾向は見られなかった。これは、そもそも、R&D 水準が低すぎることもあるだろう。製薬 5 社も、全く相関が無いどころか、逆傾向にも見える程である。製薬は R&D 比率がテック以上に高いが、成長率には別の要因が大きいのだろう。

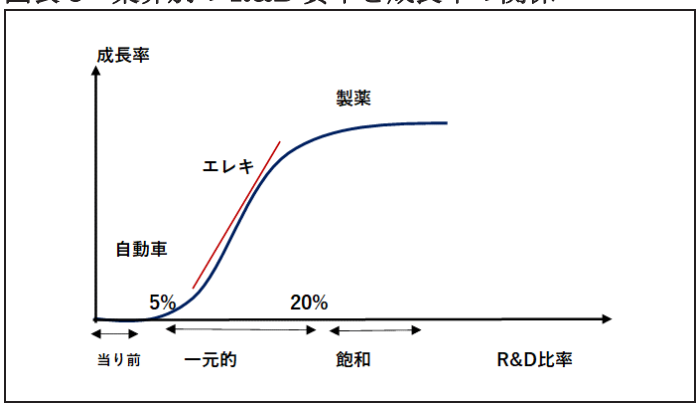
実際には、前述のように、長期の時間軸で、平均化処理をしないと明確な結論は言えないが、この少ないサンプルでも、テックとは、自動車や製薬が全く異なる傾向であることは興味深い。単純な R&D だけでなく、マーケティング費用など広義のイノベーション費用も考慮すべきなのだろう。

5. 考察

業界によって、R&D の適性水準が異なること、すなわち、相関係数、傾き、切片等は、想定されたが、それどころか、業界によって、相関あり、相関なし、の可能性がある。

自動車は、R&D 費率が 5%程度までだが、成長率とは相関せず、テックは 5%から 20%程度に分布し、成長率に相関し、製薬(医薬品)は 20%以上だが、「再び」、成長率と相関しなくなる。

図表 8　業界別の R&D 費率と成長率の関係



(出所)若林秀樹

R&D を狩野モデルのメタファーから考察すると、「当たり前」R&D、「一元的」R&D、「魅力」R&D に分けられ、上記の結果から。自動車は「当たり前」、テックは「一元的」、となる可能性を示唆する。もちろん、業種と R&D の意味は、時間軸や、これらの業界が多角化する中では、在り様も変化するだろう。テックも、未来永劫、一元的であるとは限らないだろう。

図表 9　狩野モデルのメタファー　R&D も当たり前、一元的、魅力がある

		当たり前	一元	魅力or無くても良い
		切片サンクコスト	相関性	飽和
R&D	自動車	5%程度		
	エレキ		5－15%	
	製薬	20%程度		マーケティング？
	・・・			

(出所)若林秀樹

業界が異なれば、成長モデルも異なるのは当然である。電機や半導体、IT といったテック業界は、R&D の意味が、新製品などを通じ、成長を意味するが、他業界では、R&D の意味、位置づけが異なるのかもしれない。自動車では、成長というよりは、「当たり前」であり、その上で、成長に寄与するのは、マーケティングなど他のイノベーション費用が大きく寄与するかもしれない。医薬品でも、マーケティング費用は重要であり、参入する上で、規制関係など、「当たり前」的な意味もある。

考えてみれば、テック業界が、一つの製品に拘らず、多様な製品やシステムを創出してきたのに対し、自動車や製薬は、製品の対象は、自動車や医薬であり、自身で閉じており、R&D 水準を向上させても、業界の成長限界が大きいのかもしれない。

そもそも、R&D の目的は、新製品だけでなく、多角化や、シェア拡大もある。ある業界でのシェア拡大が目的であれば、市場が競争的であれば、イノベーションはシュンペーター型であり、R&D は、シェア拡大に比例するが、市場が飽和し、シェアが寡占的となれば、R&D も飽和する。

この場合のイノベーションは、逆 U 字型となる。自動車や製薬品は、これまで、市場は飽和的であり、シェアも固定的であるとすれば、R&D の意味や目的は成長ではない。

それが、再び、新たな市場に参入すれば、シュンペーター型となり、R&D は再び上昇、成長に寄与することになる。今後、自動車業界が自動運転や CASE 化で構造が変わり、新たな市場構造を再構築するのであれば、R&D は一元的になる可能性はあるだろう。

図表 10　R&D の意味と市場の構造

市場の状況	R&D	目的	イノベーション
市場A　競争激しい市場	上昇	シェア拡大	シュンペーター型
市場A	上昇	シェア拡大	シュンペーター型
市場A　寡占的 市場B	飽和 新規参入		シュンペーター型→逆U字(市場Bに参入しない場合) シュンペーター型
市場A+B	再び上昇	シェア拡大 シナジー	シュンペーター型

PFになると、顧客データで、あらゆる市場に参入できる　　出所：若林2021

テック業界は、半導体や IT といった新技術を使い、新たな市場を想像し、参入してきたとも言える。それが、「当たり前」的な R&D や「魅力」R&D ではなく、成長性と R&D がリニアな「一元的」R&D ともいえる。まさに、(式 4)が示す曲線が、図表 8 と同様である。

6. おわりに

R&D の適性水準、売上高 R&D 費の比率に関し、成長率、収益率、割引率との関係式から、成長率と R&D 費の関係を導出、これを世界の R&D トップ企業の過去の成長率と売上高 R&D 費率の関係結果と比較し、理論式と実証データが同傾向であることを確認した。成長率は R&D 費率とある程度、相関し、飽和する、その傾き、換言すれば、R&D の成長性に対する効率性は、割引率や収益性とも関係、過去の研究と同様の結果を得た。

次に、テック業界以外も含めたグローバル 20 社で分析したが、テックについては、やや相関性があり、過去データとも類似の傾向がみられたが、自動車、製薬については、相関性が全く見られなかった。もちろん、サンプル数も少なく、幾つかの処理をしていない上、業界構造の差と、R&D の意味の違いもあるが、R&D においても、狩野モデルでの「当たり前」的な R&D、「一元的」R&D、「魅力」R&D が存在するということではないかという新たな可能性を示唆するものである。これらは、今後の課題であり、引き続き実証研究を行う。

参考文献　　URL アクセスは 2022 年 9 月 14 日

[1] R&D 費の適正水準 ： 日米テック企業比較 ｜ CiNii Research
[2] R&D 費と成長率，収益率，割引率の関係式 ｜ CiNii Research
[3] 魅力的品質と当り前品質 ｜ CiNii Research
[4] 狩野モデル（Kano model） ｜ CiNii Research
[5] 公益と利益の両利き時代の R&D 政策と戦略の検証と提言 ｜ CiNii Research