

Title	ヒラリークリントン・ ツイートとバイオベンチャー R&D投資
Author(s)	藤原, 孝男
Citation	年次学術大会講演要旨集, 35: 745-748
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17437
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

2 F 1 7

ヒラリークリントン・ ツイートとバイオベンチャーR&D 投資

○藤原 孝男 (豊橋技術科学大学)
fujiwara.takao.tp@tut.jp

1. 序

2015年9月21日に当時大統領候補であった Ms. Hillary Clinton が一部の特殊医薬品会社の医薬品価格の値上げの動きに対処案を示すと予告し翌 22 日に提案内容をツイートして以来、NBI(Nasdaq Biotechnology Index)は低迷している。高齢化・赤字財政の中での医薬品の適正価格の議論は不可避であるが、大市場志向の製薬大企業に比較し、画期的技術とニッチ市場との統合においてコスト・スピード・柔軟性において優るバイオベンチャーの大多数が赤字で、医薬開発の期間・投資金額・成功確率の厳しさから多産多死の存続戦略に耐えている現状下では、デスバレー(Valley of Death)の克服には必ずしも望ましい状況とはいえない。

2015年当時も黒字で現在、成功しているバイオ企業はともかく、当時、赤字で現在、成功している企業とその他の企業とでは、当時の研究開発投資の決定にどのような差が存在したのであろうか？常態的に赤字のバイオ企業が、厳しい状況下で積極的な投資に踏み切る基準としてどのような尺度が合理的であろうか？また、当時、黒字で耐性に優れているはずの成功企業と赤字にも関わらず成功した企業とでは、研究開発投資の戦略的スタンスにどのような差が潜んでいるのであろうか？

バイオベンチャーとは、大学等の基礎研究成果に基づく生命科学の事業化のアイデアを現資産とする、意思決定機会としてのリアルオプションからなるポートフォリオとして定義する(Black & Scholes, Merton, Smith & Smith)。故に、資本市場における貸借対照表での資産から負債を差し引いた株主資本を、たとえ赤字であっても事業の可能性を評価するコールオプションとする見方もできる。

本稿での問題意識を評価するデータは、2020年9月1日にNBIを構成する205社の内、US SECのデータセット EDGAR から2015-2019年のデータが入手可能な144社を2015年の純益企業25社(2019年総株主価値上位5社をスター)と純損企業119社(2019年総株主価値上位12社をスター)に分けて用いた。直近の2019年とNBI変換点の2015年との関係設定では、現在、成功していることが分かっている企業の過去の変換点での意思決定を遡及的に解析することに意図がある。

4年間にも関わらずメンバー更新する企業数がかなりあり、公開企業のみではあるが、全般的に純損企業が多くを占め、純益企業が少ないという一般的な特徴を示している。

方法論としては、予備的な線形回帰分析の後で、主要な変数についてソフトウェア RStan を用いた Bayesian McMC (Markov chain Monte Carlo) 分析を応用して、パラメーターの確率的推定を行い、遡及的分析による意思決定結果に関して不確実性下での再現可能性を検討する。

本研究の目的は、厳しい状況下でも成功するバイオ企業の研究開発投資決定に関するスタンスを解明することにある。

2. 純損と研究開発投資

EDGAR データの144社について、2015年の損益とR&D(研究開発)投資との関係では、V字型のパターン化が見られ、純益の増加に加えて、純損の追加に伴いR&D投資を増加させている企業群が存在する(図1)。どうして、2015年の株価低迷の状況下で、赤字幅を増加させてもR&D投資を実施するのであるか？次に、純損のグループのみに注目して同様な関係の存在を確認すると、赤字幅を拡大してもR&D投資を遂行する起業家精神の下では、赤字を埋めわせるために、現金等価資産の蓄積が背景として支えていることが理解できる。また、2015年の純損企業のR&D投資では、直近の2019年の総株主資本との間には、4年間のタイムラグを仮定してはいるが、正の線形関係が見られ、厳しい状況下での投資努力は報われているといえる。

3. 純損企業グループ

2015年の純損企業119社を直近の2019年における総株主資本で業績の順位付けをするとパレート分布

を描くが、上位 12 社をスターグループ、残り 107 社を普通グループとして分類した。その結果、2015 年の赤字の大きさと同年の R&D 投資との関係の相違を両グループ間で比較すると、その他の普通グループよりもスターグループの方で、赤字幅の拡大と R&D 投資との間において傾きの明確な差を伴う一層強い正の線形関係が見られる。

同グループの 2015 年 R&D 投資と 2019 年総株主資本との関係においても、スターグループの方の正の傾きの値が普通グループの値よりも大きいという傾向が見られる。同グループの 2015 年の現金等価資産と同年の R&D 投資との関係でも、スターグループの方の正の傾きの値が普通グループの値よりも大きいという傾向が見られる。

こうして、2015 年の純損企業で且つ 2019 年の総株主資本を尺度として現在、成功している企業群としてのスターグループは、厳しい状況下での 2015 年に、たとえ赤字幅を拡大しても R&D 投資を活発化させ、2015 年の R&D 投資を 2019 年の総株主資本に 4 年のタイムラグを経て結びつけているが、2015 年の現金等価資産が同年の R&D 投資の積極的推進の裏付けになっている可能性がある。例えば、投資基準としては、普通グループでは赤字幅と R&D 投資の合計よりも現金等価資産の方が大幅に超過している企業が多いのに対して、スターグループでは総件数は少ないが赤字幅と R&D 投資との合計と現金等価資産とは比較的均衡しており、現金等価資産が赤字を前提とした条件下での R&D 投資の基準になっている可能性がある。

4. 純益企業グループ

純益企業グループでは、2015 年の R&D 投資と 2019 年の総株主資本との間に正の線形関係が見られる。2015 年の純益企業 25 社について直近の 2019 年の総株主資本を尺度する成功評価では、純損企業同様にパレート分布を描くが、比較的業績差が堅調な箇所グループ分けを行い、上位 5 社をスターグループ、それ以降を普通グループとして 2 区分した。2015 年の純益と同年の R&D 投資との正の線形関係では、スターグループよりも普通グループでの傾きの方が大きく、純益に対する R&D 投資の積極性は普通グループでの方が高いといえる。

同様に 2015 年の R&D 投資と 2019 年の総株主資本との線形関係でも、上記の一般的な関係にも関わらず、スターグループよりも普通グループでの傾きの方が大きく、R&D 投資に対する総株主資本の効果としての R&D 投資の生産性では、スターグループよりも普通グループでの方が高いといえる。これは、スターグループの方が企業規模から、R&D に加えて製造・販売に注力しているためと考えられる。

次に、2015 年の現金等価資産に対する同年の R&D 投資の関係では、やはりスターグループよりも普通グループの傾きの方が大きく、現金等価資産の増加に対する R&D 投資増加の関係でも、スターグループよりも普通グループの方の積極性が高いといえる。なぜなら、スターグループの方が現金等価資産の手持ち金額が多く、また、R&D よりも後段階の製造・販売に投資の比重があるためと考えられる。

投資基準としての R&D 投資・純益・現金等価資産の比較では、スターグループのほとんどの企業では、純益・現金等価資産の水準に対して R&D 投資の金額が大きくはなく、R&D よりも開発後段階の製造・販売への重点シフトが予測される。

同様に普通グループ内でも、トップ 4 を除けば、R&D 投資の金額自体は大きくはなく、相対的に純益・現金等価資産という利用可能なフロー・ストックのキャッシュ資源から R&D 投資への振り向けへの関心度は低いと考えられ、R&D 以外の製造・販売への投資か、あるいはキャッシュ資源活用の余力を表現している可能性がある。

5. ベイジアン McMC 分析

単回帰分析に、上位階層としては損益を、下位階層としてはスター・普通のグループに分けた階層型ベイジアン McMC 法を応用するためにソフトウェア RStan を用いた。2 種類のモデルとして、第 1 に、独立変数を 2015 年研究開発投資、従属変数を 2019 年総株主資本とするタイムラグ 4 年の企業ポテンシャルを目的関数とする R&D 生産性測定モデル、第 2 に、独立変数を 2015 年現金等価資産、従属変数を同年研究開発投資とする 2015 年当時の現金等価資産の利用可能性を基準とした研究開発投資への積極性を測定する各モデルを検討対象にした (図 2)。

両モデルの fit summary では、全ての変数の R ハット値は 1.1 以下であり、シミュレーションの収束が確認される。

第 1 モデルでの傾き b の R&D 生産性の期待値ベースとしては、4 グループの中で、純損失・スターが第 1 位 0.54、純益・普通が第 2 位 0.24、純損失・普通が第 3 位 0.19、そして、純益・スターが第 4 位

0.11 となった。traceplot を経た度数分布での各 2.5~97.5%の b 値は、純損失・スター0.35~0.74, 純益・普通0.12~0.38, 純損失・普通0.04~0.35, そして純益・スター0.10~0.12 となった。その結果, b 値の高い方から純損失・スターの分布が第1位, 純益・普通と純損失・普通の分布が重なって第2位, そして純益・スターの分布が第3位として各分離可能となる。こうして, R&D 生産性は, 純損失・純益のスターグループが各々高低の両極端をなす分布で, 純損・純益の両普通グループはその中間に位置づけられる。故に, R&D 投資の大きさは別として, 相対的尺度としての R&D 生産性の高さは, 損益の各スターグループにおいて明確な相違を示している。すなわち, 純損失・スターは赤字を出してでも現金等価資産の枠内で R&D 投資に積極的で, 実際に R&D 投資に対する総株主資本の成果も出している。他方, 純益・スターでは, 規模としての R&D 投資も総株主資本も, 純益・普通を含む他に比較してグループとして大であるが, 各企業において相関が明確ではなく, 総株主資本に対しては製造・販売などの R&D 以外の要因の貢献度合いが考えられる。純損失・純益の両普通グループは, 各損益グループ内でスターに比較して, 基本的に R&D 投資の金額に関係なく総株主資本の成果が小さくポテンシャルが高くはない企業群といえるかもしれない。

同モデルの切片 a では, 期待値, 度数分布 2.5~97.5%の各値は, それぞれ純益・スターが 981.63, 842.56~1122.98 で突出して第1位, 純損失・普通が 19.14, -11.97~52.46 で狭い領域に収斂して第2位, 純損失・スターの 7.62, -113.85~126.11 と, 純益・普通の-2.29, -69.83~64.05 とがかなり重なって第3位の位置付けがそれぞれ可能となる。純益・スターの場合は, サンプル数の少なさからも標準偏差が大きいかも, R&D 投資以前の総株主資本がかなり大きな値の領域に位置し, 高ポテンシャルな集団であることを示している。純損失・普通の場合は, 負の値が小さく基本的に正の値であるが, サンプル数の多さからも比較的 0~50 の狭い範囲内に収斂して, R&D 投資以前の段階で負のリスクも小さいが正のポテンシャルも小さな企業が大半であることを示しているといえる。純損失・スターの場合, サンプル数の少なさからも標準偏差が大ではあるが, 正の期待値を中心に, R&D 投資と関連して Y 軸上の正と負の両方向に大きく変動する可能性も示しているように思われる。そして, 純益・普通の場合は, 負の期待値を中心に, サンプル数の相対的多さからも, 純益・スターに比較して狭い領域での正負の変動を示し, R&D 投資以前のポテンシャルの相対的な低さを示していると思われる。

第2モデルの傾き b では, 期待値, 度数分布 2.5~97.5%の値は, 純損失・スターが 0.54, 0.36~0.75 で第1位, 純益・普通の 0.25, 0.12~0.37 と, 純損失・普通の 0.19, 0.04~0.35 とがほぼ同じで重なり第2位, そして, 純益・スターが 0.11, 0.10~0.12 で第3位となっている。これら3分布は明確に分離しているといえる。現金等価資産を基にした R&D 投資の傾きは, 第1モデルの傾きと整合性があり, 同様の分布パターンとなっている。理由としては, 純損失・スターは, 赤字であっても R&D 投資を積極的に実施して総株主資本を高める R&D 生産性が高く, 投資基準として現金等価資産を基礎にしている可能性が高い。両損益の普通では, R&D 投資に対する総株主資本の生産性も顕著ではなく, 現金等価資産に対する R&D 投資の関係も値が小さくそれほど明確ではないという状況である。純益・スターについては, R&D 投資・総株主資本・現金等価資産に加えて, 純益の水準も高いので, この結果は, 潤沢な資源を持ち, 外部から技術的成果を購入する選択肢も持つので, R&D に加えて大市場向けの製造・販売にも注力していることを間接的に示していると考えられる。

第2モデルの切片 a について, 期待値, 度数分布 2.5~97.5%の値は, 純益・スターが 982.64, 844.07~1123.31 で第1位, 純損失・普通が 20.13, -11.77~53.24 で第2位, 純損失・スターの 7.58, -115.69~125.53 と, 純益・普通の-3.00, -69.82~62.89 とがほぼ重なり両方で第3位である。これらは第1モデルの切片と類似の結果となり, 純益・スターの R&D 生産性の成熟化に伴う相対的低さを別にしても R&D 投資への参入障壁の圧倒的高さを示している。純損失・普通では, 正の期待値ではあるが, 比較的同質の企業群のためか, かなり収斂しており, R&D 投資の参入障壁は低いと考えられる。第3グループ内では, 純益・普通の方の期待値と標準偏差の両方が小さく, 現金等価資産の投入に対する R&D 投資の変動ポテンシャルが小さいと考えられる。他方の純損失・スターの方が正の期待値で且つ標準偏差が大きく現金等価資産の投入に対する R&D 投資の変動ポテンシャルが大きいので, パレート分布のヘッドに相当する特徴を示しているといえる。

6. 結論

2015年のMs. Hillary Clintonのツイート以降, NBIは低迷しており, バイオベンチャーがデスバレーを克服できる可能性を求め, 当時の正負の利益の企業を直近の2019年の総株主資本によってスター・普通のグループに分け, 現在, 成功・非成功を確認できる企業の4年前に遡ったR&D投資戦略を分析

した。

先ず、特異なサンプルとして損益の純益企業だけでなく純損の企業でも損失を増加させながらも R&D 投資を増加させる傾向が見られ、起業家精神を示す例と考えられる。

純損企業では、スターにおいて 2015 年の純損の追加によって R&D 投資を増加させ、2015 年の R&D 投資によって 2019 年の総株主資本を増加させ、さらに 2015 年の現金等価資産の増加によって同年の R&D 投資を増加させる各傾向が見られた。また、純損グループ内の比較として、スターでは現金等価資産が、純損と R&D 投資の合計への上限的指針になっているのに対して、普通では純損と R&D 投資の合計よりも現金等価資産が余剰で、R&D 投資機会を発見できていない企業が多いと考えられる。

純益企業における 2015 年純益の増加と同年 R&D 投資との関係において、R&D 投資の金額では圧倒的にスターの方が多いけれども、傾きでは普通の方が大であり、2015 年の R&D 投資に対する 2019 年の総株主資本の関係でも、スターの方での両尺度の金額の多さにも関わらず、傾きでは普通の方が大で、2015 年の現金等価資産に対する同年の R&D 投資の関係でも、スターの方の両尺度の金額の多さにも関わらず、傾きでは普通の方が大である。投資基準としての R&D 投資と純益・現金等価資産との比較において、純益スターではフロー・ストックのキャッシュ基準に対する R&D 投資の相対的水準が低く、そのため製造・販売への投資に資源配分されている可能性が高く、普通では上位数社を除き R&D 投資の相対的水準が低い。

ベイジアン McMC では、2015 年 R&D 投資を独立変数、2019 年総株主資本を従属変数とするモデルと 2015 年現金等価資産を独立変数、同年 R&D 投資を従属変数とするモデルの両方で、傾きに関しては純損・スターが最高で、純益・普通と純損・普通が中間で、純益・スターが最低の各推定値の確率分布を形成した。こうして、R&D と現金投下資産・総株主資本に関連した生産性では、純損・スターの 2015 年の現金投下資産を基準とした同年 R&D 投資に対する 2019 年総株主資本への生産性が優れており、純益・純損の両普通では中間で目立たなく、純益・スターでは規模の点から R&D に加えて製造・販売への資源シフトが予測される。

切片の推定でも、両モデルとも類似のパターンを形成し、純益・スターが最高の期待値と標準偏差で大市場向けの R&D への参入障壁の大きさを示し、純損の普通が第 2 位の期待値と最小の標準偏差で R&D 生産性関連の参入障壁の低さを示し、純損・スターと純益・普通がゼロ付近の期待値と中程度の標準偏差で各傾きの直線と交わる Y 軸上での一定の幅によるポテンシャルの大きさを示している。

こうして、各損益の普通グループのロングテールに属する企業群の中から、純損・スター企業として R&D 特化型の成功企業が出現し、大規模市場をも念頭においた製造・販売にも投資する純益・スター企業に成長する飛躍パスに注目し、各段階での投資等による支援方策が必要となるように思われる。

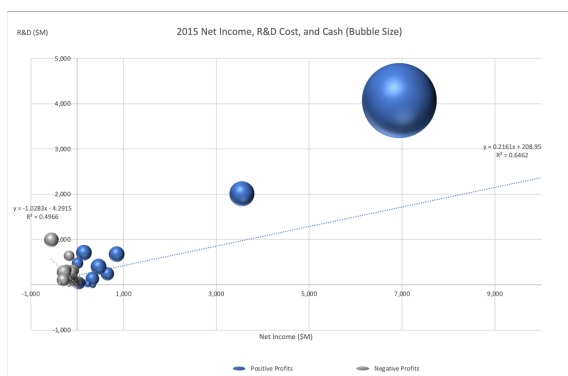


図 1. 2015 年損益・R&D コスト・現金等価資産

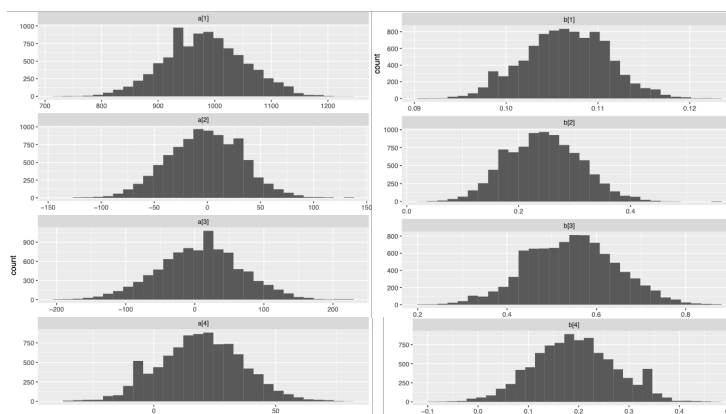


図 2. 2015 年研究開発-2019 年総株主資本のベイジアン MCMC 分析

参考文献

- Black, F; Scholes, M (1973) The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy. 81 (3): 637-654.
Merton, R (1973) Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science. 4 (1): 141-183.
Smith, JK; Smith, RL (2019) Entrepreneurial Finance: Venture Capital, Deal Structure & Valuation, 2nd Edition. Stanford Business Books