

Title	バイオベンチャーの金融危機時のアントレプレナーシップ：ベイジアンMCMC 分析によるシグナリング機能を目指して
Author(s)	藤原, 孝男
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 821-824
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/14936">http://hdl.handle.net/10119/14936</a>
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

## バイオベンチャーの金融危機時のアントレプレナーシップ： ベイジアン MCMC 分析によるシグナリング機能を目指して

○藤原 孝男（豊橋技術科学大学）

### 1. 序

製薬企業の株価もリーマンショック以前の水準に回復しつつあるが、先駆的バイオベンチャーの株価は当該ショックについて一層強い強靱性を示し、且つ、その後も成長を維持している。例えば、NASDAQ Biotechnology Index は Dow Jones U.S. Pharmaceuticals Index に比較して、リーマンショック後のリバンドも順調で継続的に成長を維持している。基本的に、大学等の基礎研究成果を事業化するには大市場志向の製薬大企業よりもバイオベンチャーの方が多くの点で優れている。しかし、基礎研究から承認までの「デスバレー」を資源に乏しいベンチャーが克服するのは極めてハードルが高い。

デスバレーに直面するバイオベンチャーに関する問題意識として、第1に、何故、多くのバイオベンチャーは赤字が常態の中で、さらに金融危機の最中にも研究開発投資を継続できるのであろうか？特に、赤字バイオベンチャーが赤字幅の拡大に連れて研究開発費を増加させているとすれば、そのような起業家精神の実装を可能にする仕組みとはどのようなものであろうか？第2に、何故、資源の豊富な製薬企業に対して、資源制約の大きなバイオベンチャー・グループほど研究開発投資の伸び率を大きくできるのであろうか？そして第3に、何故、そのよう制約の大きなグループほど、株主価値の増加率が高いのであろうか？

主要概念の定義として、バイオベンチャーとは生命科学のアイデアの事業化という投資機会を原資産とするリアルオプションのポートフォリオとして定義する。

データとして、米国 SEC の Edger データベースから、2017年9月時点で企業価値が大きなバイオベンチャー20社から FY2016 の研究開発投資が突出し外れ値を示す BioMarin Pharmaceutical と Alnylam Pharmaceuticals の2社を除いた18社と、企業価値が大きな製薬企業群の中から2013年に Abbott Laboratories をスピンオフした AbbVie を除く15社について、リーマンショック時に近い FY2008 と現時点に近い FY2016 での純損益、収入、合計株主価値、現金等価資産、研究開発費を指標として用いる [5]。

方法論として、企業のポテンシャルを成長オプションとして評価するリアルオプション分析と情報非対称な状況下でシグナリング機能を探査するベイジアン MCMC (Bayesian Markov chain Monte Carlo) 法とを応用する [2]。

目的は、バイオベンチャーがデスバレーを克服する際に、その株主価値が成長オプション機能を有すること、彼らが高付加価値のニッチ市場へ特化していること、そして、多産多死の中で有望な可能性を探査するために柔軟な研究開発投資をしていることの各検証を試みることである。

### 2. 基礎理論

金融オプションの価値評価のための Black-Scholes 式に基づき [1, 3]、貸借対照表における資産を原資産、負債を行使価格とすることで株主価値をリアルオプションのコールとする S. Myers の基本的アイデアに依拠する [4]。しかし、デスバレーに直面するバイオベンチャーの場合には、株主価値が特にリアルオプションの中の成長オプションとしての機能を持つこと及び、金融危機時には、資本市場の不安定さから株主価値を原資産、研究開発費を行使価格とする現金等価資産が新たな成長オプションとして見なし得ることが期待される。

### 3. データ及びその概略的特徴

SEC の Edger データベースから FY2008 での純損益に基づきバイオベンチャーを赤字企業と黒字企業とに分類する。さらに、ベンチマークとして主要製薬企業 15 社を選択する。3 グループの FY2008 及び FY2016 における研究開発費と成果に関する諸指標とをデータセットして問題意識に沿った分析を試みる。

### 3.1 純損益と研究開発

図 1 から純損益が正の方向だけでなく、負の方向の進展にも研究開発費の増加が理解でき、その理由に、現金等価資産が影響している。

### 3.2 株主価値と現金等価資産

バイオベンチャーの両グループとも FY2006 から FY2016 にかけて株主価値の増加に対する現金等価資産の増加率が低下し、逆に製薬大企業では増加率が上昇している。しかし、各年度とも傾きの大きさの順位は赤字バイオベンチャー、黒字バイオベンチャー、そして製薬大企業のグループの順序になっている。こうして、3.1 の理由として、株主価値の評価の増加に伴う現金等価資産への流動化の可能性が理解できる。

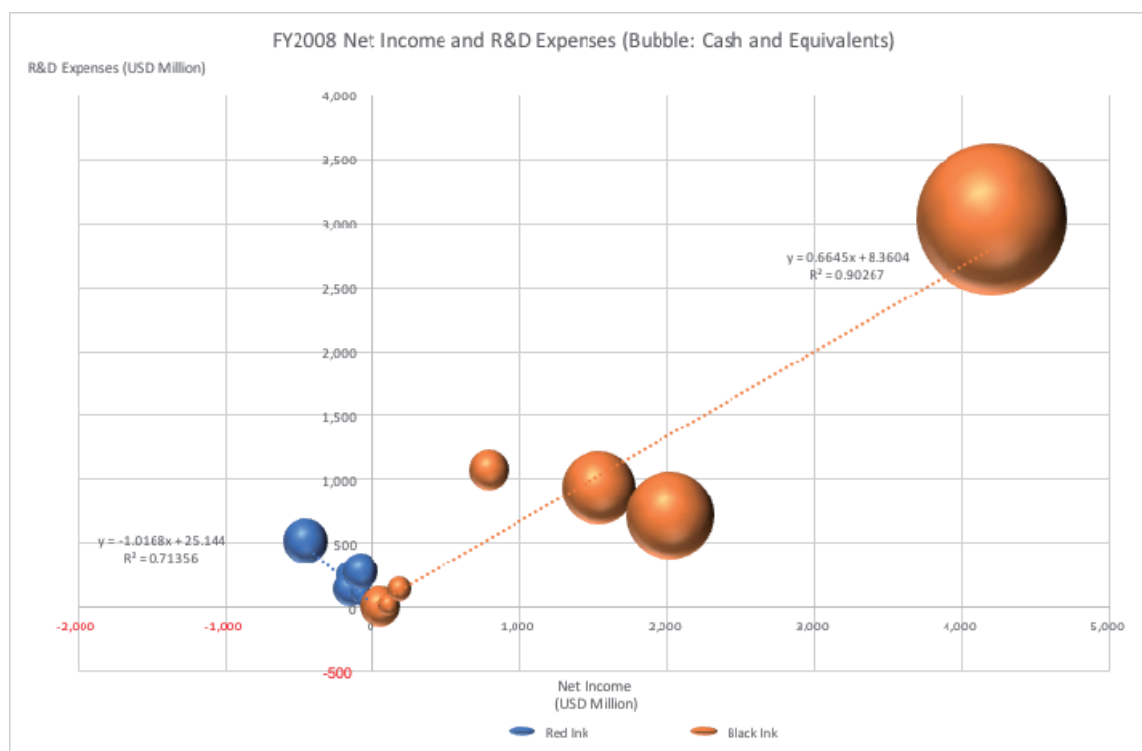


図 1 . FY2008 純損益と研究開発費（球のサイズ：現金等価資産）

### 3.3 株主価値と研究開発費の 2 年度間の各推移

流動化を支えるポテンシャル評価としての株主価値の増加率も赤字バイオベンチャー、黒字バイオベンチャー、そして製薬大企業のグループの順序であり、必要に沿って、ポテンシャルも高いと言える。研究開発費の推移では、高い方から赤字バイオベンチャー、黒字バイオベンチャーの順で増加率が低下し、製薬大企業の場合には決定係数が低くグループとしての傾向が明確ではない。こうして、必要性に加えて、株主価値の現金等価資産への流動化が研究開発費の増加を可能にしていると考えられる。

### 3.4 研究開発費と企業価値

製薬大企業を除いて、両バイオベンチャーのグループは、年度間で研究開発費の増加に対する企業価値の増加の傾きは低下している。しかし、傾きの高さは、赤字バイオベンチャー、黒字バイオベンチャー、製薬大企業の順位であり、資源制約の厳しい企業ほど企業価値を増加させる研究開発費の生産性が高いと言える。

### 3.5 収入と純損益

赤字バイオベンチャーでは収入に対する純益の関係が負から正の傾きに変化しているが、FY2016 における傾きの大きさは黒字バイオベンチャーと製薬大企業との間を占める。黒字バイオベンチャーの傾きは年度間で増加しているが、3 グループでは最大である。製薬大企業の傾きは年度間で低下しており、FY2008 の赤字バイオベンチャーの傾きを除けば最低である。こうして、大規模市場を志向する製薬大企業とは異なり、ベンチャーでは、どのタイプも高付加価値化を志向しているといえる。これは研究開発費の投入による企業価値の増加への貢献度合いを反映していると言える。

### 4. ベイジアン MCMC 分析

独立変数の研究開発費と従属変数の株主価値との関係において、図 2 での FY2008 の fit-summary 等を見れば、切片 a の大きさは資源の余裕によって、製薬大企業[3]、黒字バイオベンチャー[2]、赤字バイオベンチャー[1]の順位となる。傾き b の大きさについては、平均は黒字バイオベンチャー、製薬大企業、赤字バイオベンチャーの順位であるが、標準偏差の大きさは赤字バイオベンチャー、黒字バイオベンチャー、製薬大企業であり、探索のポートフォリオの広さを示している。

	mean	se_mean	sd	2.5%	25%	50%	75%	97.5%
a0	661.68	271.60	2907.97	-4516.91	-176.82	341.19	1081.04	6570.46
b0	3.58	0.38	4.83	-6.46	1.62	3.40	5.20	14.73
a_raw[1]	-0.31	0.03	0.73	-1.78	-0.80	-0.31	0.17	1.09
a_raw[2]	-0.29	0.03	0.72	-1.67	-0.78	-0.30	0.19	1.12
a_raw[3]	0.46	0.05	0.81	-1.10	-0.09	0.45	0.97	2.06
b_raw[1]	-0.49	0.02	0.71	-1.97	-0.94	-0.44	-0.03	0.86
b_raw[2]	0.57	0.03	0.71	-0.69	0.06	0.52	1.02	2.08
b_raw[3]	-0.12	0.02	0.62	-1.38	-0.50	-0.12	0.27	1.06
s_a	2831.53	190.78	4103.71	73.61	649.13	1437.59	3163.88	14017.61
s_b	8.15	1.23	9.38	0.94	2.68	4.76	9.44	36.70
s_Y	906.07	8.75	320.03	435.76	676.29	857.83	1075.59	1693.85
a[1]	-23.26	5.86	385.91	-804.70	-251.74	-22.10	202.38	778.99
a[2]	-11.32	7.76	460.67	-1029.50	-271.67	21.69	275.96	840.07
a[3]	1180.63	19.35	925.47	-363.30	505.95	1127.69	1779.63	3099.38
b[1]	1.04	0.03	2.07	-3.21	-0.15	0.99	2.23	5.24
b[2]	5.67	0.02	0.99	3.46	5.06	5.77	6.45	7.18
b[3]	2.91	0.01	0.38	2.08	2.72	2.92	3.12	3.63
lp__	-272.47	0.20	3.80	-280.57	-274.85	-272.19	-269.77	-265.85
	n_eff	Rhat						
a0	115	1.03						
b0	161	1.01						
a_raw[1]	622	1.01						
a_raw[2]	571	1.01						
a_raw[3]	243	1.01						
b_raw[1]	1400	1.00						
b_raw[2]	507	1.01						
b_raw[3]	1225	1.00						
s_a	463	1.01						
s_b	58	1.06						
s_Y	1338	1.00						
a[1]	4334	1.00						
a[2]	3522	1.00						
a[3]	2288	1.00						
b[1]	3672	1.00						
b[2]	4060	1.00						
b[3]	3925	1.00						
lp__	378	1.01						

Samples were drawn using NUTS(diag\_e) at Mon Sep 18 00:27:03 2017.  
 For each parameter, n\_eff is a crude measure of effective sample size,  
 and Rhat is the potential scale reduction factor on split chains (at  
 convergence, Rhat=1).

図 2. FY2008 の研究開発費と株主価値との 3 群の関係のフィットサマリー

FY2016 では、同関係の切片の大きさについてはギャップがあるものの、製薬大企業、黒字バイオベンチャー、赤字バイオベンチャーの順位となる。傾きの大きさについては、平均は黒字バイオベンチャー、製薬大企業、赤字バイオベンチャーの順位であるが、標準偏差の大きさは、赤字バイオベンチャーが依然としてリードし、黒字バイオベンチャーと製薬大企業との間の差は小さい。これによって、切片による初期値は別として、製薬大企業に比較して、黒字バイオベンチャーは株主価値を成果とする研究開発投資の生産性の平均値が高いといえる。しかし、傾きの標準偏差の大きさからは、赤字バイオベンチャーの探索の幅の広さがそのポテンシャル向上の原因となっている可能性がある。

## 5. 結び

バイオベンチャーが赤字常態の中で、さらに金融危機の最中にも研究開発投資を継続できる理由の一つは、ポテンシャルを示す成長オプションとしての株主価値の大きさと、株主価値から現金に向けた流動化の大きさにあると言える。また、資源制約の大きな赤字バイオベンチャー・黒字バイオベンチャー・製薬大企業の順位で、研究開発投資の伸び率が大きい理由としては、研究開発投資による企業価値の伸びがで、高付加価値のニッチ市場に画期的技術を応用する好循環のためと言える。さらに、制約の大きなグループほど、株主価値の増加率が高い理由は、研究開発投資と株主価値との関係の傾きのばらつきから制約の大きなグループほど探索の多様性の範囲を拡大しているためと言える。

すなわち、ここで検討した3グループのプレイヤーのゲームフィールドとして、赤字バイオベンチャーは新領域の探索範囲を広げ、黒字バイオベンチャーは研究開発が成功した高付加価値領域に投資を集中し、製薬大企業は社内の開発に加えて、成功したバイオベンチャーの技術のインライセンスあるいは会社自体の買収によって規模維持を図るという多産多死の食物連鎖系を形成している可能性がある。

## 参考文献：

- [1] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities. J Polit Econ 1973; 81(3): 637-59.
- [2] Kruschke J. Doing Bayesian data analysis: a tutorial with R, JAGS, and Stan, 2nd ed. Academic Press: London 2014.
- [3] Merton RC. Theory of rational option pricing. Bell J Econ 1973; 4 (1): 141-83.
- [4] Myers SC. Determinants of corporate borrowing. J Financ Econ 1977; 5(2): 147-76.
- [5] USA SEC. Edger. (Access Date: September 1, 2017) <https://www.sec.gov/edgar.shtml>