

Title	食品製造業の需要変動に対するリアル・オプションの応用
Author(s)	久米, 克典; 藤原, 孝男
Citation	年次学術大会講演要旨集, 27: 767-772
Issue Date	2012-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11134
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

食品製造業の需要変動に対するリアル・オプションの応用

○久米克典、藤原孝男（豊橋技術科学大学）

KW:飲料事業、需要変動、リアル・オプション

1. はじめに

食品の需要は、生活に密着した消費財であることもあり、年間ベースでは大きな増減はなく安定している。しかし、四半期ベースでは季節変動が見られる。このことは、生産する食品製造業の売り上げ・稼働率・設備投資にも影響している。

我々が調査対象とした中小規模食品製造業の飲料部門（清涼飲料、茶系飲料）の売り上げは、年間ベースの変化は少ないが、四半期ベースになると大きくなっている。その変化は、夏季に売り上げが大きく、冬季に小さくなる1年周期を繰り返している。将来の売り上げを予測すると、短期的には1年周期性を伴っているが、長期的には大きく分けて拡大する場合と縮小する場合が考えられる。需要変動への対応に加えて、製造受託契約の打ち切りリスクの中で、対競合のための陳腐下防止の投資決定もする必要がある。

将来の状況がどのようになるかがはっきりしなくても、企業は売り上げ（利益も含む）を確保する活動をしなければならない。これは重要な経営課題であり、短期的な売り上げを確実に得るための経営資源の投資とともに、長期的な売り上げも視野に入れる必要がある。そのためには将来に必要とする投資の様々なシナリオを用意して、適時に選択・行使し、最適化を図る必要がある。

投資判断についてはリアル・オプション・アプローチ(ROA)という概念がある。本研究では、このROAによる短期的ならびに長期的な売り上げに対する影響を中心に、資本制約を受けやすい中小企業でも導入する意義があるかどうかを評価検討した。

2.リアル・オプション・アプローチ

飲料工場における大きな経営課題の1つは、設備投資である。従来、設備投資は、割引キャッシュフロー(DCF)法のうち、現在行なう意思決定から将来生じるキャッシュフローを資本コストで現在価値に割引し、初期投資額を差し引く正味現在価値(NPV)法で評価することが多い。NPVは、次の式で示される。

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^T \frac{FCF_t}{1+r^t}$$

I:初期投資

t:ステップ

r:リスクフリーレート

FCF:フリーキャッシュフロー

NPVが、プラスの値ならば投資する価値があり、マイナスならば価値がないと判断される。この評価は、キャッシュフローを基準として、比較的簡単な計算により投資を評価できる。しかし、シナリオは1つだけであり、複数のシナリオを評価するものではない欠点を合わせ持つ。また、NPVでは将来にどのような判断ができるかを現時点で決めなければならないことにも限界がある。将来の意思決定の妥当性は、時間の経過とともに変化するためである。これらの欠点を補う方法がROAである。

ROAは、将来の不確実性(ある事象のとり値の変動が不明な状態)に対して、状況が明らかになるまで様々なシナリオを用意し、明らかになった時点で最適なシナリオを選択するという柔軟性によって経営課題に対応することを可能にする。その際、複数のシナリオ間で、価値の相違を評価できる。また、すぐに投資せず、最適な時期まで意思決定を延期することもできる。ROAは、投資規模の大きな鉱山や油田の発掘、航空機の受注、化学プラント

の施工で生じる不確実性への応用事例を見ることができる[1]。例えば、その不確実性の1つは、長期的な将来の売り上げである。将来の売り上げ予測は、不確実性をボラティリティとして ROA で捉える。コール・オプションでの NPV ルールと ROA ルールは、次の式で示される。

$$NPV\text{ルール: } \text{MAX}(\text{at } t = 0)[0, E_0 V_t - X]$$

$$ROA\text{ルール: } E_0 \text{MAX at } t = T [0, V_t - X]$$

E_0 :割引係数

t :ステップ(0;初期、T;行使時期)

V_t :ステップ t における現在価値

X :行使価格

オプションとしては、延期オプション(権利を行使する時期を遅らせる権利)、拡大オプション(事業を大きくする権利)、縮小オプション(事業を小さくする権利)、中止オプション(事業を一度止め、時期を見て再開できる権利)、廃棄オプション(事業を止めるとともに資産を処分する権利)、延長オプション(事業の終了を先に延ばす権利)などの単純オプションがある[2]。その他、これらのオプションを組み合わせるチューサー・オプション、パラレルあるいはシークエンシャル・コンパウンド・オプションや、スイッチングオプション(事業のモードを変える権利)などもある[1]。

3.調査手法と結果

3.1.対象と手法

中小規模の食品製造会社の飲料部門(部門従業員 22 名)1 工場を調査対象とした。飲料部門の財務状況を把握するとともに、有識者のインタビュー資料によって、設備投資の素案を抽出し、これに対する意見を集めて、検討した。

売り上げ予測、DCF ならびに ROA の計算は、マイクロソフト社のエクセル 2002 と Oracle 社の Crystal Ball Fusion Edition の組み合わせを使用した[3]。

3.2.売り上げ予測

短期的な飲料の売り上げは、季節に応じて変化しており、冬季は最も低く、夏季に最も高くなる。長期的な傾向は、売り上げの8割を占める他社ブランド製品の製造委託で増加傾向を示している。その中でも A 社の影響が大きい。過去 11 年の売り上げ結果より、将来 10 年のものは、Holt-Winters' Multiplicative 法により売り上げを予測した。

図 1.は、四半期ベースの飲料部門全体の売り上げ実績(2000～2010 年)と予測(2011～2020 年)を示している。飲料部門全体での売り上げは、大きく増加する見込みは予測されなかった。しかし、図 2.は、図 1.と同じ期間の飲料部門での A 社のみの結果を示している。A 社単独の売り上げでは、増加が予測されたので、飲料部門全体への売り上げ増の貢献が期待できた。故に、飲料部門全てを対象とするよりも、先ず A 社に特化した意思決定の方が、売り上げ増のスピートに貢献しやすい可能性があるといえる。

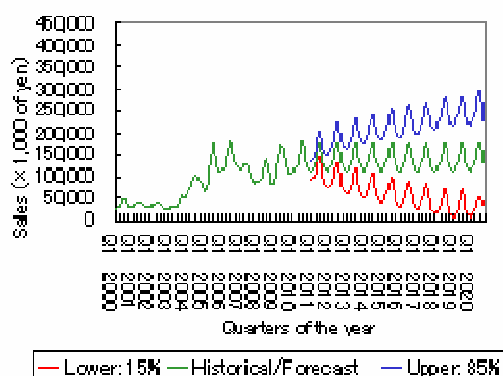


図 1. 四半期ごとの売り上げ実績と予測
(飲料部門全体)

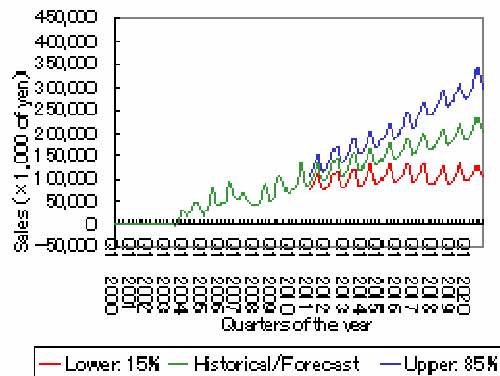


図 2. 四半期ごとの売り上げ実績と予測
(飲料部門の A 社単独)

3.3.ベースケースにおける DCF の計算

得られた将来 10 年の売り上げ予測から、飲料部門全体と A 社分の DCF モデル(期間 10 年)を作成した。エクセルのスプレッドシートで 1 年あたりのステップ数を四半期に合わせ 4 とし、期間は 10 年満期とした。図 3.は、その DCF 計算スプレッドシートの一部を示している。

Step II: DCF							
Input Parameters				Results			
Discount Rate (Cash Flow) 1.88 ÷ 4	0.47%			Present Value (Cash Flow)	983,459		
Discount Rate (Impl. Cost) 1.30 ÷ 4	0.33%			Present Value (Impl. Cost)	(93,630)		
Tax Rate 40.00 ÷ 4	10.00%			Net Present Value	869,829		
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd
Year	2011	2011	2011	2011	2012	2012	2012
Sales	92,061	109,499	131,766	98,537	103,134	120,563	142,820
Cost of Sales	64,456	76,650	92,236	68,976	72,184	84,367	98,974
Gross Margin	27,604	32,850	39,530	29,561	30,950	36,196	42,846
Sales and General Administration expense	16,574	19,710	23,718	17,737	18,564	21,698	25,708
Operating Profit	11,030	13,140	15,812	11,824	12,386	14,498	17,138
Depreciation Expense	12,500	12,500	12,500	12,500	11,719	11,719	11,719
Investment Expense	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Income Before Taxes	11,030	13,140	15,812	11,824	12,386	14,498	17,138
Taxes	1,103	1,314	1,581	1,182	1,238	1,447	1,714
Income After Taxes	9,927	11,826	14,231	10,642	11,148	13,050	15,425
Free Cash Flow	22,445	24,326	28,731	23,142	22,857	24,738	27,143
Implementation Cost	(2,500)	(2,500)	(2,500)	(2,500)	(2,500)	(2,500)	(2,500)

図 3. エクセル上での DCF 計算用スプレッドシート(一部分)

売上原価(COGS)は売上高(GS)の 70%、販売費および一般管理費(SGA)は売上総利益(GM)の 60%とした。当該期間に初期投資は無く、既存設備の減価償却費(DE)が初期に 2 億円あり、これを年定率 25% (四半期で 6.25%)でステップごとに処理し、投資(I)を年 1000 万円(四半期で 250 万円)とした。税率を年 40% (四半期で 10%)とし、運転資本の変化(WC)は年 1000 万円(四半期で 250 万円)の増加と仮定した。また、割引率は年 1.86% (四半期で 0.47%)とした。但し、WC の割引率は、リスクフリーレート of 年 1.30% (四半期で 0.33%)とした。飲料部門全体と A 社単独分の占める GS は異なるが、DE、I および WC については一定額で変化させずに用いた。

FCF からボラティリティと NPV を求め、その結果を表 1.に示した。ボラティリティが、飲料部門全体で 15.58%、A 社単独分で 8.93%と、不確実性は飲料部門全体の方が高い。他方、NPV は、飲料部門全体で 796,975 千円、A 社単独分で 869,829 千円であり、A 社単独分のみの方が高い。これらのことより、今後 A 社との取り組みは、売り上げを引き上げる可能性が高いと考えられる。

表 1.DCF モデルによるボラティリティと NPV の推計値

	ボラティリティ(%/四半期)	NPV(千円/10 年)
飲料部門全体	15.58	796,975
飲料部門の A 社単独分	8.93	869,829

3.4.製品戦略と NPV

A 社製品の清涼飲料は、基本配合は同じで、果汁によるフレーバーを変えることにより、短期間で製品を切り替える戦略をとっている。その製品の種類は、複数を同時に製造販売している。しかし、競合他社も同じようにフレーバーを変更して、同じ市場に投入している。図 4.は、ある月の主要製品の 1 日当たりの製造量を示した。この月は、例年に比較しマスカットと桃の製造量よりも和梨の製造量が多くなっていた。理由の 1 つは、この年の市場でマスカットと桃は競合品を有し、和梨は有していないことが挙げられる。故に、たとえ過去に、目立った競合品がなくとも、今後、突然の競合品によって将来の売り上げと、NPV も変化することを示唆する。

図 5.は、M.ポーターのファイブフォース理論を一部改変して示した[4]。これによると、競合者は、それら同士の競合だけでなく、取り巻く環境による新規参入、代替品、供給者、購入者の影響をそれぞれ受ける。調査対象の飲料部門は、A 社とともに、これら 5 つの力のかわしい良い方向に向ける必要がある。特に、製品に競合品が有るか無いかは、極めて重要になる。

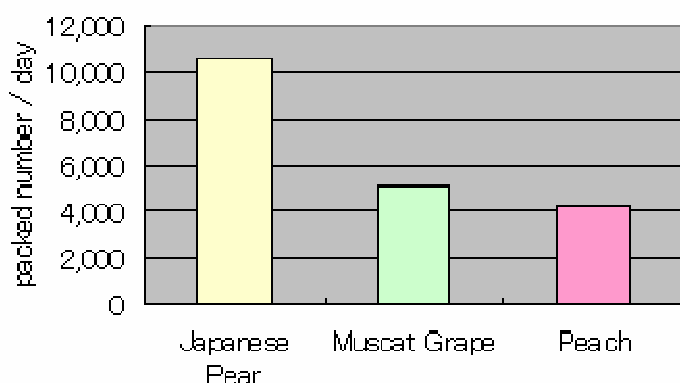


図 4. フレーバーごとの製造本数

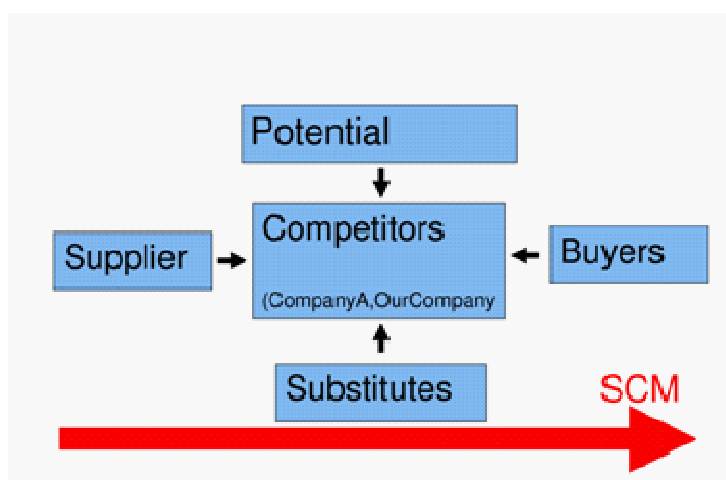


図 5. M.ポーターの 5 フォース理論 (一部改変)

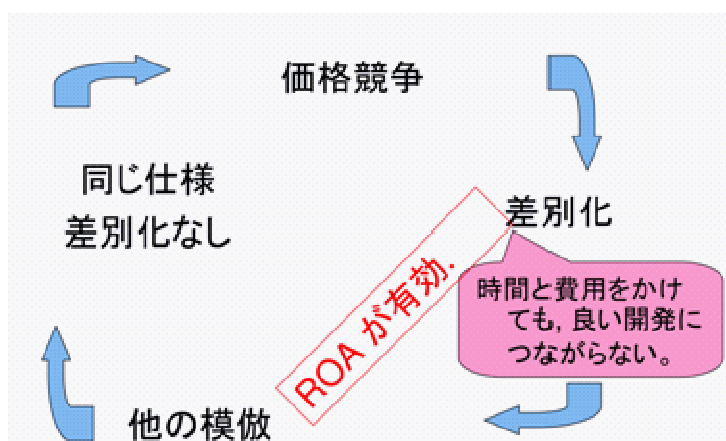


図 6. 差別化のジレンマ

競合相手が、A 社と同じフレーバーの製品を販売すれば、市場は寡占になる。その場合、A 社からの委託製品は、独占する場合よりも、需要が少なくなり、調査対象の飲料部門の売り上げも低くなる。このように競合は、将来の売り上げ予測に対する脅威になる。

故に、競合を避け、できるだけ需要を独占できるようにすれば、売り上げの増加が期待できる。

そのための 1 つ方法として、新製品を販売するには、他の競合よりも早く市場に出し、追従者が模倣品を出すまでに先駆者利益を得ることである。

図 6.は、差別化のジレンマを示した。市場では、売り上げを得ようとして競合を回避できるよう、製品の差別化をする。差別化は、フレーバーだけでなく、製造設備でも当てはまる。差別化を意識して活動するが、投入する時間と費用に比較して、有効な差別化の案は容易には生じにくい。その結果、売れている他の製品の模倣をして、時間と費用を節約する誘因が発生する。こうして、同じ仕様で差別化のない類似製品が市場に並ぶ。消費者は同じ製品なら価格の安い物を選ぶため、市場に価格競争が生じる。価格競争から脱却しようとして、差別化を試みるが、やはり時間と費用の投入に比較し差別化の結果は必ずしも成功しない。これ以降は、「差別化→他の模倣→同じ仕様差別化なし→価格競争→差別化」と同じことの繰り返しで、製品は同一視されるものが集まり、ますます価格競争になる。

この負のスパイラルを抜け出すまでには行かなくても、仮に差別化プロジェクトが成功したならば、それを早く市場に出し、先駆者利益を得ることが重要である。そうすれば、他の類似製品が市場に出るまでは、独占状態を維持できるからである。

A 社製品は短期間でフレーバーを変更するため、製品のライフサイクルは短い。このことは、製品市場での需要に当たり外れがあるとすれば、年ベースでなく四半期ベースの売り上げに影響しやすい。需要の高い夏季において、製品の当たり外れは特に大きな売り上げの変化になる。この需要の変動を予測し、長

期的だけでなく短期的な需要を満たせる設備投資が必要ならば、ROA で評価することができる。

需要があり、そのまま売り上げが伸びる機会があっても、競合との比較において長期的には設備の陳腐化が生じ、いずれは現有の製造設備の品質・能力では多様な飲料の需要を満たせない可能性がある。その場合、リスクの伴う投資をすれば、製造プロセスにて他社との差別化ができ、期待する売り上げを維持できると期待できる。他方、製造委託は永続的なものでなく、飲料部門と A 社の契約もいずれは終了する。このような中で、飲料部門は、設備投資したなら、投資額を回収し、なおかつ余りある利益を出す必要がある。こうして、調査対象の飲料

部門では、短期的・長期的な売り上げの変化に対応する陳腐化防止の最適な投資タイミングの決定手法を必要としている。

4. ROA による評価

4.1. 長期的な FCF に対する ROA の計算

2.3 ペースケースにおける DCF の計算より、表 2. に飲料部門の A 社単独分の NPV の計算変数を示した。

表 2. 1 年 4 ステップによる NPV の計算変数

PV(CF)	963,459 千円
PV(WC)	-93,630 千円
NPV	869,829 千円
1 年当たり期間数	4
1 ステップ当たりのボラティリティ	8.93%
1 ステップ当たりの増加率(u)	$u=1.0397$
1 ステップ当たりの減少率(d)	$d=1/u=1/1.0397=0.9618$
1 ステップ当たりのリスクフリーレート	$r_f=0.33\%$
原資産増加のリスク中立確率	$p=0.5007$
原資産減少のリスク中立の確率	$1-p=0.4993$

これらの数値を使用した二項モデルにより、ROA における単純オプションとして、長期的な設備投資を想定した拡張オプション、売り上げが悪くなったときの中止オプションを考えた。投資額を回収でき、なおかつ売り上げを高めると予測される場合は品質・能力を高める設備投資を行う一方、売り上げが基準よりも低くなると予想される場合は設備投資なしに生産中止する。それらを判断する条件は、次の通りとした。

①既存設備の生産能力に余裕はあるが、品質向上のための設備投資を考える。その額は、12 億円で、意思決定をした次のステップに支払いされる。

②投資した効果は、次のステップから反映され、売り上げならびに DE の増加により、1 ステップあたり 7% の FCF の増加があるとする。

③売り上げが低迷し、NPV が $(DE+I-WC)$ 分よりも低くなる場合、意思決定をした次のステップで生産を中止する。ただし、施設設備の売却は行わないとする。

この結果は、図 7. に示した。紙面の便宜上、1 ステップを四半期でなく、1 年に変更して示した。ステップにおける

ステップ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	継続	継続	継続	継続	継続	継続	投資	投資	投資	投資	投資
1		継続	継続	継続	継続	継続	継続	投資	投資	投資	投資
2			継続	継続	継続	継続	継続	継続	継続	投資	投資
3				継続	継続	継続	継続	継続	継続	継続	投資
4					継続	継続	継続	継続	継続	継続	継続
5						継続	継続	継続	継続	継続	継続
6							継続	継続	継続	継続	継続
7								中止	継続	継続	継続
8									中止	中止	継続
9										中止	中止
10											中止

図 7. 長期的な FCF に対する ROA 評価の結果

設備投資は延期して、状況が良ければ早くステップ 6 (6 年目) で行うことが良いと示している。また、生産中止についても、すぐに行うべきでなく、状況が悪ければ早くステップ 7 (7 年目) で行うことが良いことを示している。最終ステップ 10 (10 年目) では、10 あるノードのうち、4 つが「設備投資する意思決定」、5 つが「設備投資をせず生産中止もしない意思決定」、2 つが「生産中止する意思決定」に至り、期首では設備投資するべきではないが、今後 10 年の間に設備投資を実施する可能性の高いことを示した。

また、拡張オプションを早く実施できるようにするため、また中止オプションの行使を回避するためには、投資額を少

なくする、リターンとして売り上げが増え FCF が増えることが考えられる。その他、ROA の手法では、オプションを複数回に分け、状況に応じて段階的に実施するシーケンシャル・コンパウンド・オプションの活用が考えられたが、これについては今後の課題にしたい。

4.2. 短期的な FCF に対する ROA

1 年(4 ステップ)以内の売り上げに対する ROA は、図 1,2,および 7 より、拡大オプションならびに中止オプションを使用する状況でないことは、明らかである。図 7 において、設備投資は最短で 3 ステップで生じ、生産中止は 10 ステップで生じる可能性があるからである。

長期的には拡張オプションならびに中止オプションを行使する可能性があるが、季節変動に対する短期的に考えられるオプションはないのであろうか。特に、投資に伴う埋没コストを無視できれば、年間周期内で得られる NPV を高めるためには、状況が好ましければ少しでも早く拡大オプションを活用し、さらに状況が好ましくなければ少しでも早く縮小オプションを行使する必要がある。

飲料の売り上げは、夏季に大きく、冬季に小さくなる変動を示す。また、製品の当たり外れによる需要の変化がある可能性は、2.4 で示した。このことをオプションで考えれば、売り上げが大きくなるときには拡大オプション、小さくなるときには縮小オプションが考えられる。

短期的に製造設備は十分に売り上げに応じられる能力があるとする場合、売り上げが増加する場合は、製造時間を延長するように製造設備の稼働時間を延長し、従業員の数の増加および(もしくは)就業時間を延長することにより、売り上げの増加に対応できる。これは拡大オプションとみなせるかもしれない。

一方、売り上げが低下する場合は、製造時間を短くするように製造設備の稼働時間を短縮し、従業員の数の減少および(もしくは)就業時間の短縮により、売り上げ低下に対応できる。これは、縮小オプションとみなせるかもしれない。

生産能力は、年間で最も少ない冬季を基準とする。製造設備は、夏季にも十分に拡大能力のあるものを導入する。従業員は、冬季に最低数を確実に確保できるように正社員し、夏季に拡大するときには派遣社員やアルバイトを雇用して正社員が技術を伝承して対応する。このようにすれば、短期的な NPV を改善できる。しかしながら、今回においては、拡大オプションならびに縮小オプションについて、具体的な ROA への反映までには至らなかった。そのため、短期的なオプションの活用が、長期的オプションの活用には良い意思決定を示さず、合成の誤謬であるかもしれない。長期的なオプションと短期的なオプションの合成については、今後の課題にしたい。

5. おわりに

調査結果から飲料部門における需要変動と設備投資の特徴は、以下の 4 点にまとめられた。

(1) 飲料分野の食品製造業においては、四半期ごとの需要の変化が大きく、これを踏まえた投資が必要であること。

(2) 飲料は競合が有る場合と無い場合で需要に差が生じ、先駆者利益を得ることが望ましく、そのために ROA を使用する余地があること。

(3) 長期的には ROA の計算を適用できるが、短期的には ROA の計算は更に検討が必要であること。

(4) 短期的な結果に基づく意思決定が長期的な結果としては良く結果をもたらさないかもしれない。合成の誤謬であるかの判断は、今後の課題としたい。

(5) また、単なる需要変動に対する供給量の柔軟性の維持だけでなく、製造受託契約の打ち切りリスクの中での競合対抗上の陳腐化防止の最適投資決定の指針も今後の検討課題である。

参考文献

- [1] 枋本克之監訳,「決定版リアル・オプション 戦略フleksibiliti と経営意思決定」,東洋経済新報社,(2002)
- [2] Han t. j. Smit, and Lenos Trigeosis "Corporate real options" in Strategic Investment, Princeton University Press, (2003)
- [3] Jonathan Mann, Real Options Analysis Course, Willy Finance, (2002)
- [4] Michael E. Porter, Competitive Strategy, Free Press, (2003)