

Title	季節性需要拡大に対する設備投資あるいは臨時人員増加による能力拡張決定に関するリアル・オプション・アプローチについて
Author(s)	久米, 克典; 藤原, 孝男
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 514-517
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publ isher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13897
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 O 1

季節性需要拡大に対する設備投資あるいは臨時人員増加による能力拡張決定に関するリアル・オプション・アプローチについて

○久米克典, 藤原孝男 (豊橋技術科学大学)

1. 問題提起

売上に季節変動（夏季；高、冬季；低）のある清涼飲料を生産する工場で、季節性の需要拡大に対応する投資（設備、臨時人員増加）を考える。夏季の生産量は生産能力を超えており、需要量のうち生産できない部分がある。これらの生産量の季節変化は、同じ傾向を示しているが、不確実性を含んでいる。工場の生産能力は需要量の増加（Coleman and York, 1964）、ならびに季節性のある製品の不確実性を考慮しなければならない（Coleman et al. 1964）。生産者は、生産能力を引き上げる投資を行い、夏季の売上を高めたい。しかし、高めた生産能力は、夏季以外には過剰になる。投資は、不可逆性があり埋没コストになる恐れがあるが、できるだけ成果につなげるべきである。設備投資は減価償却できるが、臨時人員増加は減価償却できない。また、同じ成果を得られるならば、投資額はできるだけ少額にすべきである。

投資評価は、リアル・オプション・アプローチ（ROA）で複数の投資案の有効性を柔軟に評価できる。ROA は将来における柔軟な意思決定を通して実物資産価値を高める投資の状態を提案できる（Myers 1977）。そのために必要な売上の予測は、時系列で評価できる。ROA と時系列を結び付けて季節性のある投資評価を考える。

2. 目的

夏季の売上を増やすための投資案を 5 年間で評価する。投資案は、設備の増強ならびに/もしくは臨時人員の増強とする。

- ① 設備の増強ならびに/もしくは臨時人員の増強で、優先される投資案を選ぶ。
- ② その投資案が行使される条件を探る。
- ③ 評価期間後に反映される投資の効果を評価する。

3. 設定

投資案としてシナリオは 5 年間で、アメリカン・オプションとしての設備投資ならびに/もしくはバミューダン・オプションとしての臨時人員増加を検討する。ともに夏季（6 月～10 月）の売上の増加率が同じだが、前者の効果は投資した年内に限定され、毎年行使の権利を生じる。後者のものは翌年以降にも続いて効果を発揮し、一度行使すると再度オプションを選択する権利が消滅する。後者を行使しない限り、生産者は、毎年、オプション行使の権利を有する。5 年間で可能性のある組み合わせは、前者のみ、後者のみ、ならびに前者と後者の組み合わせの 3 通りになる。

オプションを行使するか否かは、毎年 4 月末に意思決定し、6 月より行使されるものとする。シナリオ、オプション・タイプ、投資額、売上の増加率、増加率を考慮した売上の上限、ならびにオプションの有効期間についての相対的な情報は、表 1 に示した。

表 1. オプションの相対的な情報

シナリオ	オプション タイプ	投資額 (千円)	売上の増加率 (倍)	売上の上限 (千円/ヶ月)	オプションの有 効期間
設備	アメリカン・ オプション	総額 55,000 を 1 回投資可能	1.25	100,000	期間中は継続す る
臨時人員 増加	バミューダン・ オプション	年 11,000 を 5 回投資可能	1.25	100,000	投資年のみ

ROA の評価は、4 段階プロセスに基づいて行った (Copeland and Antikarov 2003; Mun 2003)。その概要の最初のプロセスは、今後 5 年間の月別フリー・キャッシュ・フロー (FCF) を推定し、時間的価値で割引した正味現在価値 (NPV) を算出する。この分析は、オプションのない現在価値である。将来の FCF は、時系列分析の 1 手法である SARIMA (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average) を使用し、SARIMA (2, 1, 2) (1, 0, 1)₁₂ で予測した (Box et al. 2008)。2 段階目は、売上の不確実性を結び付けた二項モデルを作成する。二項モデルの起点は NPV であり、年単位の離散時間の経過とともに可能性のある NPV の発展を示すイベント・ツリーを作成する。3 段階目は、二項モデルに、いつ、どのように NPV が発展した場合にオプション (アメリカン・オプション、バミューダン・オプション) を行使するか否かの意思を加えたデシジョン・ツリーを作成する。最後の 4 段階目は、3 段階目のデシジョン・ツリーの現在価値と 2 段階目のイベント・ツリーの現在価値から、オプションを使用した場合に生み出されるオプション価値を算出する。オプション価値は、どのオプションをいつ行使するかを条件を示し、候補となるオプション間で優先順位を付けることに使用できる。また、本研究は、4 段階プロセスをモンテカルロ・シミュレーションに組み合わせた。SARIMA モデルに従った異なる将来の FCF でオプション価値を 10,000 回計算し、確率分布として評価した。売上が異なるために現在価値 (PV) も異なり、オプション価値は PV に対する改善割合 (%) で評価した。

また、評価期間 5 年間の過ぎた 6 年目以降は、5 年目の売上が 5 年間継続 (売上一定) し、6 年目最初にアメリカン・オプションを行使できる場合を考える。その条件下で、6 年目から 10 年目の 5 年間を有限年金法による設備と臨時人員の増強を当該期間の PV に対する改善割合 (%) で評価した。

4. 結果・考察

図 1 に ROA による改善割合の結果を示した。確率分布に基づく期待値は大きい順に、バミューダン・オプションならびにアメリカン・オプションの併用 (American and Bermudan Options) で 2.001%、バミューダン・オプション単独 (Bermudan Options) で 1.943%、ならびにアメリカン・オプション単独 (American Option) で 1.637% になった。すなわち、優先される投資案は、設備の増強ならびに臨時人員の増強を併用するものであり、続いて臨時人員の増強のみ、設備の増強となった。これらのことより、設備投資とともに臨時人員増加を検討し、売上予測が好条件というシグナルを基に、臨時人員増加から設備投資に投資を切り替えるシナリオの有効性を示した。

図 2 に 6 年目からの 5 年間の FCF を有限年金で評価した ROA 期間後の改善割合を示した。オプションを行使する機会は、バミューダン・オプションならびにアメリカン・オプションともに大幅に低下するが、行使する機会があるときはアメリカン・オプションの方が改善割合の高いことを示した。この結果は、減価償却を考慮して、臨時人員増加よりも設備投資が有利であり、時期を得た設備投資が FCF をより高める可能性を示した。

これらのことより、ROA 期間中は設備の増強ならびに臨時人員の増強を併用し、臨時人員増加で経過観察し、さらに状況が良ければ設備投資を行うべきである。ROA 期間後を含めた長期的展望ではより設備投資が有利であることを示した。臨時人員の増強は、設備投資を行使できない場合に、1 年単位のオプションの有効期間で埋没コストを少なくしながらもオプションの恩恵を受ける手段になる。

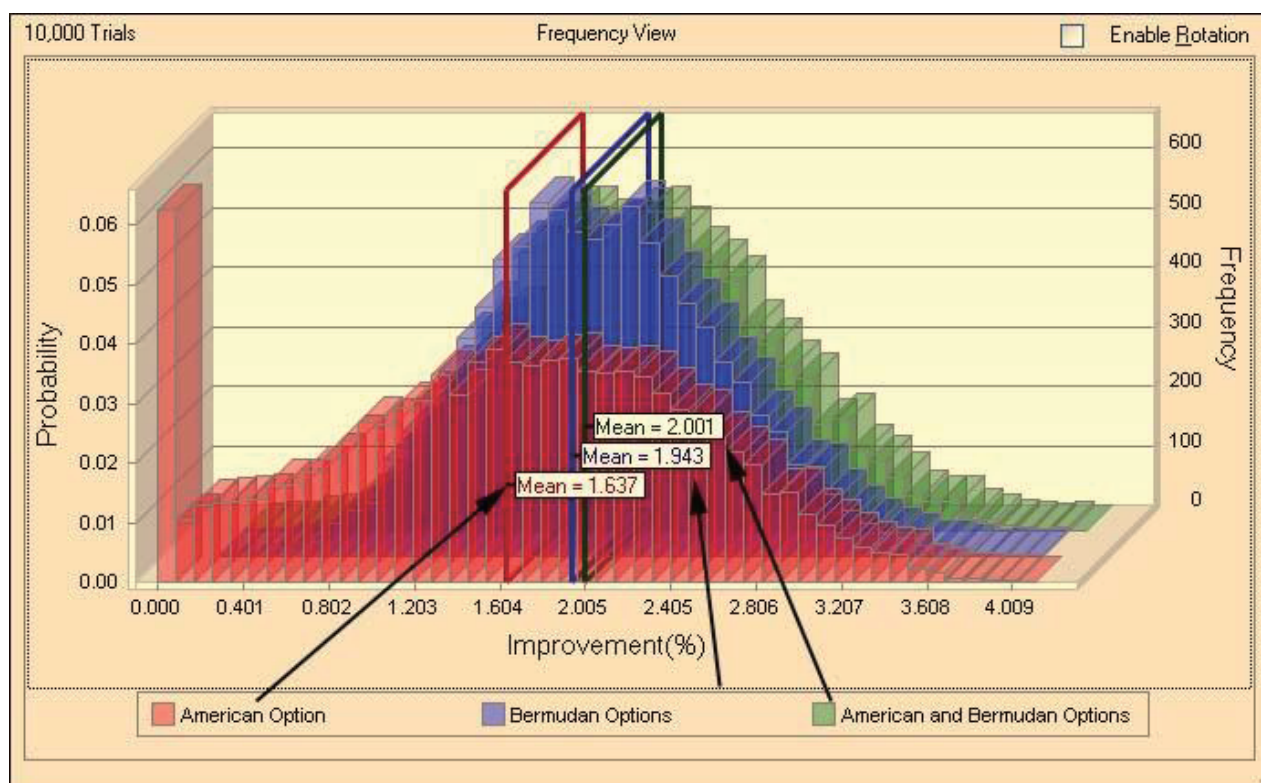


図 1. ROA による改善割合 (%)

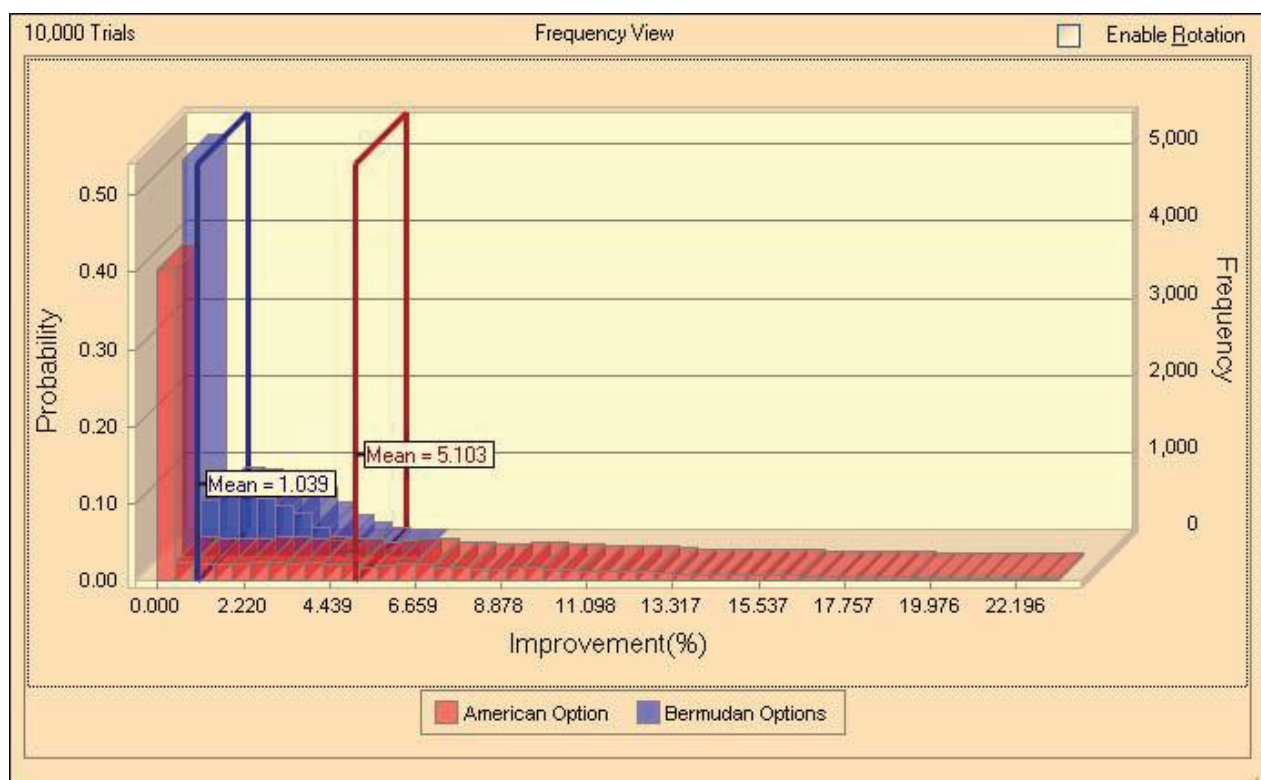


図 2. ROA 期間後の改善割合 (%)

5. まとめ

ROA による投資案は、設備ならびに臨時人員増加を単独で評価するよりも、両者を選択できる場合に より有効になった。これは、ROA が本質的に意思決定を将来に遅らせる柔軟性を反映しており、短期間の FCF を高める臨時人員増加が行われる。そして、より好条件ならば臨時人員増加でなく埋没コストの

高い設備投資を行う。これにより、設備投資を行えば、ROA 期間外にも続くオプション効果を得ることを可能にする。

参考文献

- Box, G. E., Jenkins, G. M., and Reinsel, G. C. (2008). *Time series analysis forecasting and control, fourth edition*. John Wiley and sons.
- Coleman, J. R., Smidt, S., and York, R. (1964). Optimum plant design for seasonal production. *Management Science*, 10(4), 778-785.
- Coleman, J. R., and York, R. (1964). Optimum plant design for growing market. *Industrial and Engineering Chemistry*, 56(1), 28-34.
- Copeland, T., & Antikarov, V. (2003). *Real Options: a practitioners guide*. New York: Texere LLC.
- Myers, S. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 147-175.
- Mun, J. (2003). *Real Options Analysis Course: business cases and software applications*. Hoboken, NJ: John Wiley.