

# 長期契約が投資のタイミングに与える影響

井 上 修 一

## はじめに

金融のオプション理論を応用して投資の評価を行うというのがリアル・オプション法である。これまでの投資の評価においては DCF 法や NPV という概念が利用されてきた。これらの伝統的手法とリアル・オプション法を組み合わせることでより適切に投資を評価できるようになった<sup>1)</sup>

投資家が経営者を通して間接的に投資を行う場合にも、投資家は投資の評価にリアル・オプション法を用いることができるだろう。ここで経営者は私的情報を保有すると仮定すると、経営者には利己的な行動を選択しようとするインセンティブが働くが、情報の非対称性はリアル・オプション法を用いた投資の評価にどのような影響を与えるのであろうか。

Grenadier and Wang (2005) は、投資家が経営者のタイプと行動を観察できないという情報の非対称性が存在する下で、投資家が経営者に投資の実行を依頼するという状況を想定し、投資の実行が最適となるタイミングについて分析した。そして情報の非対称性が存在しない場合と比較して、情報の非対称性は最適な投資のタイミングを遅らせることを明らかにした。

エージェントが私的情報を保有しないならば投資すべきであるのに、情報の非対称性によって投資することができないという意味で投資のタイミングが遅れることは非効率である。情報の非対称性が存在する場合に生じる投資の遅れ

---

1) リアル・オプションの概念については Trigeiogiis (1996), Amram and Kulatilaka (1999), Copeland and Antikarov (2001) を参照。

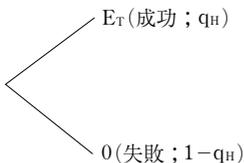
を解消させる方法はないのだろうか。本稿においても経営者が私的情報を保有していると仮定し、投資家が経営者に繰り返し投資の実行を依頼できるというオプション（以下では長期契約オプションと呼ぶ）を保有する場合には、そのようなオプションを保有しない場合と比較して、最適な投資のタイミングがどのように変化するのかを考察する。

## 1 モデルの設定

本稿では伊藤（2003，第4.1節）のモデルを応用する。プロジェクトからのキャッシュが時間の経過とともに変化する点を除いては、伊藤（前掲）の設定と同様である。投資家が経営者にプロジェクトの実行を依頼する状況を考える。プロジェクトが成功すれば  $E_T$  のキャッシュが獲得できるが、失敗すればキャッシュは0である。プロジェクトが成功するかどうかは経営者の行動に依存する。経営者が努力をすれば成功する確率は  $q_H$ ，怠ければ成功の確率は  $q_L (< q_H)$  である。失敗する確率はそれぞれ  $1 - q_H$  と  $1 - q_L$  である。経営者がどちらの行動を選んだとしても、成功することもあれば失敗することもある。

またプロジェクトが成功したときのキャッシュ  $E_T$  は景気の動向とともに図2のように推移するものとする ( $T = 0, +, -$ )。さらに  $u > r > 1 > d$  の関係が成立するものとする<sup>2)</sup>。ただし  $r$  は非危険利率である。

経営者が努力する



経営者が怠ける

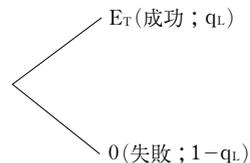


図1 経営者の行動と成功確率

経営者の効用関数は、プロジェクトを実行する際に経営者が努力をするのであれば  $U(w) - \xi$ 、怠けるのであれば  $U(w)$  で与えられるものとする ( $\xi > 0$ )。ここで  $w$  は投資家から経営者へ支払われる報酬であり、 $\xi$  は努力をすることの不効用である。さらに経営者はリスク回避的であるとする。プロジェクトには投資費用  $I$  が必要で、投資家の効用関数は  $E - w - I$  (あるいは  $0 - w - I$ ) で与えられるものとする。

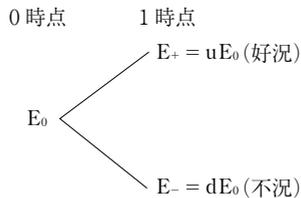


図2 成功キャッシュの推移

投資家は経営者に「プロジェクトが成功すれば  $w_S$ 、失敗すれば  $w_F$  を支払う」という契約を提示し、 $I$  を投資するものとする。投資家は経営者が努力しているのか、それとも怠けているのかを観察することはできないが、プロジェクトの結果（成功あるいは失敗）は両者に観察可能であるものとする。すなわち契約を提示する時点においては、投資家も経営者もプロジェクトの内容や、経営者の行動と成功確率の関係を知っているが、契約後の経営者の行動を投資家は観察できないという情報の非対称性を仮定する。このような状況はモラル・ハザードと呼ばれる。

モデルのタイムラインは以下の通りである。1) 投資家が契約を提示し  $I$  を投資する、2) 経営者が行動を選択し（努力あるいは怠け）、プロジェクトを実

2) 二項モデルでは一般的に用いられる条件である。

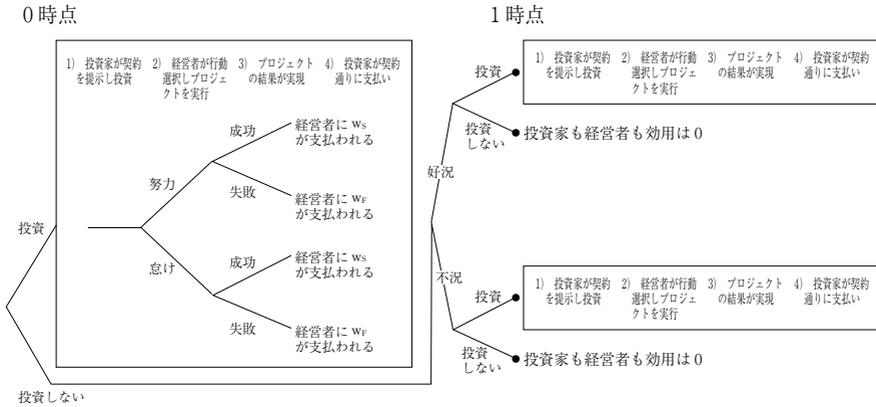


図3 モデルのタイムライン

行する、3) プロジェクトの結果（成功あるいは失敗）が実現する、4) 契約どおりに投資家が経営者に報酬  $w$  を支払う。以上を整理すると図3のようになる。投資家は経営者に努力を選択させたいものとする。投資家はどのような報酬を提示し、どのタイミングで投資することが最適なのであろうか。

## 2 ベンチマーク

エージェントが私的情報を保有しない場合の最適な投資タイミングをベンチマークとする。契約後の経営者の行動を投資家が観察できる場合には、投資家は経営者に努力を強制することができる<sup>3)</sup>。情報の非対称性が存在しない場合、投資家が経営者に提示する報酬 ( $w_{ST}$ ,  $w_{FT}$ ) は以下の問題を解くことで得られる ( $T=0, +, -$ ),

$$\max_{(w_{ST}, w_{FT})} -I + q_H(E_T - w_{ST}) + (1 - q_H)(0 - w_{FT})$$

3) 「努力を観察したならば報酬を支払うが、怠けを観察したならばペナルティーを課す」という項目を契約に追加することで投資家は経営者に努力を強制させることができる。

subject to

$$q_H U(w_{ST}) + (1 - q_H) U(w_{FT}) - \zeta \geq 0$$

この問題の解を  $(w_{ST}^f, w_{FT}^f)$  とする。解は  $w_{ST}^f = w_{FT}^f$  という特徴をもつ。投資家の費用を  $w_T^f = q_H w_{ST}^f + (1 - q_H) w_{FT}^f$  で表すものとする。また投資家の  $NPV_T^f$  は図4のようになる。

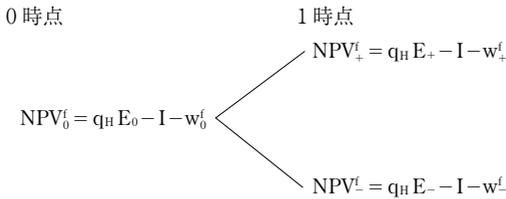


図4 NPV (ベンチマーク)

原資産をプロジェクトからのキャッシュ、行使価格を投資費用と報酬を足し合わせたものとする。0時点において投資家はコール・オプションを保有していると考えることができる。リスク中立評価法から投資家のコール・オプションの価値  $C_T^f$  は図5のようになる<sup>4)</sup>。ただし投資家は1時点において不況ならば投資しないと仮定している。さらにここでは  $NPV_0^f = C_0^f$  を仮定する。リアルオプション法ではNPVとこのコール・オプションの価値が等しくなる時点で投資を実行することが最適であるとされている<sup>5)</sup>。つまりベンチマークにおいては0時点でIを投資することが投資家にとって最適であると仮定する。

4) その他のオプション評価法については山口 (2002, p. 107) を参照。

5)  $NPV_0 \geq C_0$  ならば0時点において投資することが最適である。逆に  $NPV_0 < C_0$  ならば0時点では投資を控えたほうがよいとされる。

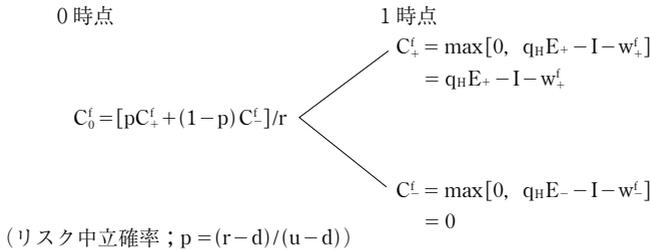


図5 オプション価値 (ベンチマーク)

### 3 モラル・ハザードと投資のタイミング

契約後の経営者の行動を観察できない場合には、投資家は経営者に努力を強制することはできない。モラル・ハザードの状況で投資家がベンチマークの報酬を経営者に提示したとすると、契約後の経営者には怠けるインセンティブが働く<sup>6)</sup>。そこで投資家は経営者の行動が観察できなくても、経営者が努力を選択するような新たな報酬を提示しなくてはならない。そのような報酬は以下の問題を解くことで得られる。

$$\begin{aligned} & \max_{(w_{ST}^s, w_{FT}^s)} -I + q_H (E_T - w_{ST}^s) + (1 - q_H)(0 - w_{FT}^s) \\ & \text{subject to} \\ & q_H U(w_{ST}^s) + (1 - q_H)U(w_{FT}^s) - \zeta \geq 0 \\ & q_H U(w_{ST}^s) + (1 - q_H)U(w_{FT}^s) - \zeta \geq q_L U(w_{ST}^s) + (1 - q_L)U(w_{FT}^s) \end{aligned}$$

この問題の解を  $(w_{ST}^s, w_{FT}^s)$  とし、投資家の費用を  $w_T^s = q_H w_{ST}^s + (1 - q_H)w_{FT}^s$  で表すものとする。ここでベンチマークの費用と比較すると  $w_T^i < w_T^s$  が成立す

6) 契約後の経営者の行動を投資家は観察できないので、経営者が怠けたとしてもベンチマークのようにペナルティーを課すことはできない。このとき経営者は怠けを選択する方が期待効用が大きくなる。

$$q_H U(w_{ST}^i) + (1 - q_H)U(w_{FT}^i) - \zeta < q_L U(w_{ST}^s) + (1 - q_L)U(w_{FT}^s)$$

る<sup>7)</sup>。投資家の  $NPV_0^s$  は図6のように表せる。

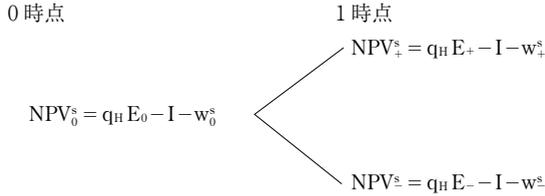


図6 NPV (非対称情報)

また投資家のオプション価値  $C_0^s$  は図7のようになる。

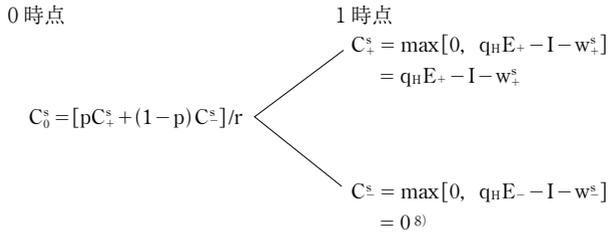


図7 オプション価値 (非対称情報)

投資家の NPV とオプション価値を比較すると、モラル・ハザードの状況においては  $NPV_0^s < C_0^s$  が成立する<sup>9)</sup>。これは0時点ではIの投資を控え、1時点で好況となった場合に投資することが投資家にとって最適であることを意味する<sup>10)</sup>。

7) この点については伊藤(前掲, p.153)を参照。

8) ベンチマークにおいて  $C^L = \max[0, q_H E_- - I - w_-^L] = 0$  を仮定した。 $w_+^L < w_+^s$  なので  $C^s = \max[0, q_H E_- - I - w_-^s] = 0$  となる。

9)  $w_+^s - w_+^L = \Delta w_T$  とする。このとき  $NPV_0^L - \Delta w_0 = NPV_0^s$ ,  $C_0^L - p/r \cdot \Delta w_+ = C_0^s$  と表せる。 $\Delta w_0 = \Delta w_+$  であり  $NPV_0^L = C_0^L$  と仮定しているので  $NPV_0^s < C_0^s$  が成立する。

#### 4 長期契約と投資のタイミング

前節ではモラル・ハザードが投資家の投資のタイミングを遅らせることを見た<sup>10)</sup> 情報に非対称性がなければ投資を実行できたという観点から、投資のタイミングが遅れることは非効率であると考えられる<sup>12)</sup> よってこのタイミングの遅れをいかに解消させるかが投資家の重要な問題となる。ここでは投資家と経営者の長期的な関係を想定し、投資タイミングへの影響を考察する。

投資家は経営者にプロジェクト X の実行を依頼する。プロジェクト X が成功すると、投資家はプロジェクト Y に投資する権利を獲得する (図 8 参照)。このとき投資家は再び経営者にプロジェクト Y の実行を依頼するものとする。逆にプロジェクト X が失敗すると投資家は何の権利も得ることはできない。つまり投資家は経営者に対して長期契約のオプションを保有している。

プロジェクト X, Y は同質とし、その他の設定も第 1 節と同じとする。ただ

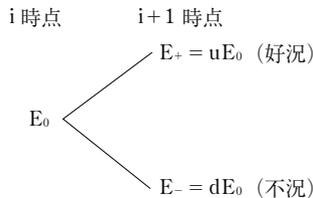


図 8 Y の成功キャッシュの推移

10) モラル・ハザードの状況では投資家の行使価格 (投資費用+報酬) が上昇し、投資のタイミングが遅れる。これは Dixit and Pindyck (1995, Chapter 5) における行使価格の上昇が最適な投資のタイミングを遅らせるという結果と整合的である。

11) これは Grenadier and Wang (2005) における連続モデルの結果と一致する。

12) 情報の非対称性は投資家に余分な費用を負担させる。これは競争を考慮した場合の投資家の戦略に影響を与えるであろう。Smit and Ankum (1993), Joaquin and Butler (2000) はリアル・オプション法にゲーム理論を応用し、競争が存在する場合の戦略的な投資のタイミングについて考察した。均衡における競争上不利な条件 (高い投資コスト) の企業の投資タイミングは、競争相手 (低い投資コスト) と比較し、遅れることを明らかにした。

しプロジェクト X が成功した場合、投資家はプロジェクト Y の契約で経営者にボーナス  $\delta$  を支払うものとする。そしてこのことを経営者も知っているとする。モデルのタイムラインは図 9 のようになる。投資家が長期契約のオプションを保有するとき、投資のタイミングはどのように変化するのであろうか。

まずプロジェクト Y から考える。i 時点 ( $i = 0, 1$ ) でプロジェクト X が成功

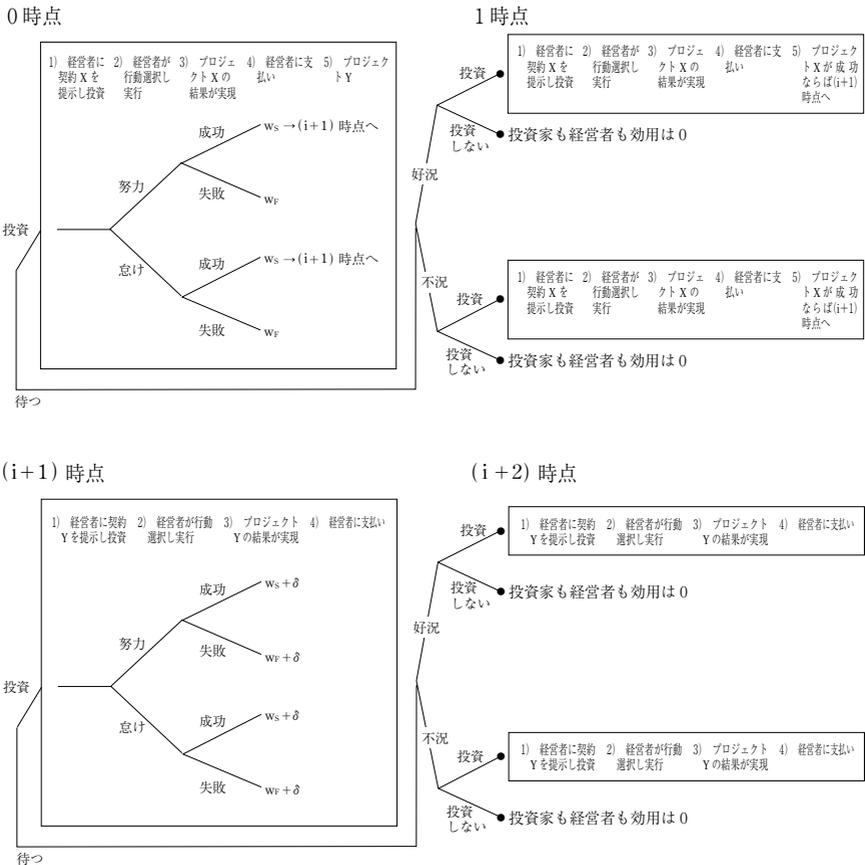


図 9 契約を繰り返す場合のタイムライン

すると、再び投資家は経営者にプロジェクト Y の実行を依頼する。第3節の議論を踏まえると、(i+1) 時点と (i+2) 時点における投資家の NPV とオプション価値はそれぞれ図 10 のように表せる。NPV<sup>Y</sup> < C<sup>Y</sup> が成立するので、(i+2) 時点で好況になった場合に投資することが最適となる<sup>13)</sup> よってプロジェクト Y の (i+1) 時点における価値は C<sup>Y</sup> となる。

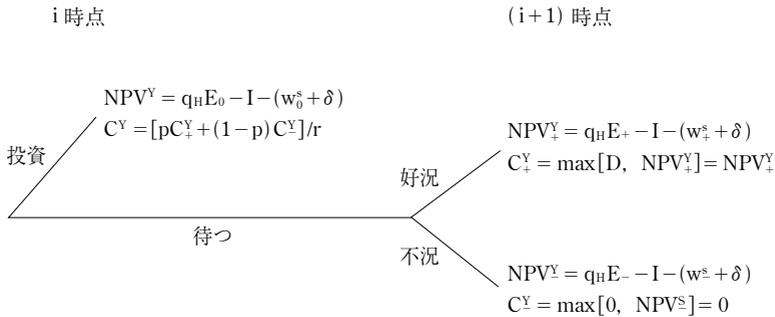


図 10 Y からの NPV とオプション価値

次にプロジェクト X を考える。i 時点で投資家は経営者にベンチマークと同じ報酬 (w<sup>f<sub>ST</sub></sup>, w<sup>f<sub>FT</sub></sup>) を提示するとしよう。さらに経営者の期待効用に関して、 $\gamma \equiv q_H U(w_{S+}^s + \delta) + (1 - q_H) U(w_{F+}^s + \delta) - \xi$  とし、 $q_H U(w_{ST}^f) + (1 - q_H) U(w_{FT}^f) - \xi + q_H \gamma / r^2 > q_L U(w_{ST}^f) + (1 - q_L) U(w_{FT}^f) + q_L \gamma / r^2$  が成立するものとする<sup>14)</sup> つまりプロジェクト X のみを考えれば、経営者には怠けるインセンティブが働くが、プロジェクト Y のことまで考えると、プロジェクト X で怠けを選択するより、努力を選択する方が経営者の期待効用は大きくなるのである。長期契約のオプションまで考慮すると図 11 のようになる。

13) NPV<sup>Y</sup> < C<sup>Y</sup> については脚注 9 と同様に考えればよい。

14) i 時点における経営者の期待効用にはプロジェクト Y の期待効用が含まれる。

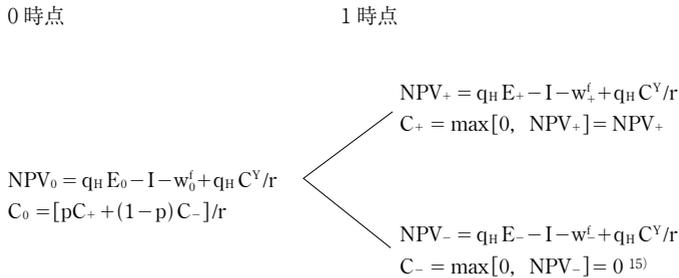


図 11 NPV とオプション価値（長期契約）

ここでは  $NPV_0 > C_0$  が成立するので、0 時点で投資することが投資家にとって最適となる<sup>16)</sup>。よって投資家と経営者が長期にわたり契約を結ぶ可能性がある場合には、モラル・ハザードでもベンチマークと同じタイミングで投資できることが示唆された。

## 結 論

本稿ではリアル・オプション法を用いて導出した投資のタイミングが、モラル・ハザードによってどのような影響を受けるのかを考察した。その結果 Grenadier and Wang (2005) と同様に、エージェントの私的情報によって、プリンシパルの投資のタイミングは遅れることが明らかになった。またプリンシパルがエージェントと長期契約を行うオプションを保有する場合には、そのようなオプションを保有しない場合と比較して、モラル・ハザードによる投資タイミングの遅れを緩和できる可能性があることが示唆された。本稿ではモラル・ハザードにおける投資のタイミングを考察したが、アドバースセレクトシヨ

15) ここでは  $C_- = \max[0, NPV_-] = 0$  としたが、 $C_- = \max[0, NPV_-] = NPV_-$  としても結果は同じである。

16)  $NPV_0 > C_0$  についても脚注 9 と同様に考えればよい。

ンにおける投資のタイミングについても考察する必要があるだろう。この点については今後の課題としたい。

(本稿は2004年度松山大学特別研究助成金による成果の一部である。)

### 参 考 文 献

- 伊藤秀史 (2003) 『契約の経済理論』有斐閣
- 今井潤一 (2004) 『リアル・オプション』中央経済社
- 清水克俊・堀内昭義 『インセンティブの経済学』有斐閣
- 松井彰彦 (2002) 『慣習と規範の経済学』東洋経済新報社
- 山口浩 (2002) 『リアルオプションと企業経営』エコノミスト社
- Amram, M. and N. Kulatilaka (1999) *Real Options : Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press. (邦訳：石原雅行他訳 (2001) 『リアル・オプション：経営戦略の新しいアプローチ』東洋経済新報社)
- Copeland, T. and V. Antikarov (2001) *Real Options : A Practitioner's Guide*. New York, THXERE. (邦訳：栃本克之 (2002) 『決定版リアルオプション：戦略的フレキシビリティと経営意思決定』東洋経済新報社)
- Dixit, A, K and R, S, Pindyck (2000) *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press (邦訳：川口有一郎他 (2002) 『投資決定理論とリアルオプション—不確実性のもとでの投資—』エコノミスト社)
- Grenadier, S, A and N, Wang (2005) "Investment timing, agency, and information" *Journal of Financial Economics*, 75, pp493-533
- Joapuin, D, C and K, C, Butler (2000) "Competitive Investment Decisions" *Project Flexibility, Agency, and Competition*, edited M, J, Brennan and L, Trigeogis, Oxford University Press
- Trigeogis, L (1996) *Real Options : Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, MIT Press (邦訳：川口有一郎他 (2001) 『リアル・オプション』エコノミスト社)