スワップ分析入門

ファイナンス論 II

山嵜　輝

法政大学 経営学部

内容

1 スワップ取引とその活用

2 スワップレートの決定理論

3 スポットレートの導出

スワップ取引とその活用

1 スワップ取引とその活用

2 スワップレートの決定理論

3 スポットレートの導出

スワップ取引

スワップ取引

スワップ取引（swap）とは、将来の特定の期日（スワップ満期）までの間に契約当初に定められた条件でキャッシュフローを交換する取引

- **代表的なスワップ取引に金利スワップ（interest rate swap、IRS）、通貨スワップ（cross currency swap）、クーポンスワップ（coupon swap）がある**
- **特に金利スワップは、すべてのデリバティブの中でも最も取引されているデリバティブである（想定元本ベースの取引額）**
- **スワップ取引では、契約当初の売買代金（初期投資コスト）は必要ない**

金利スワップ

金利スワップ（IRS）

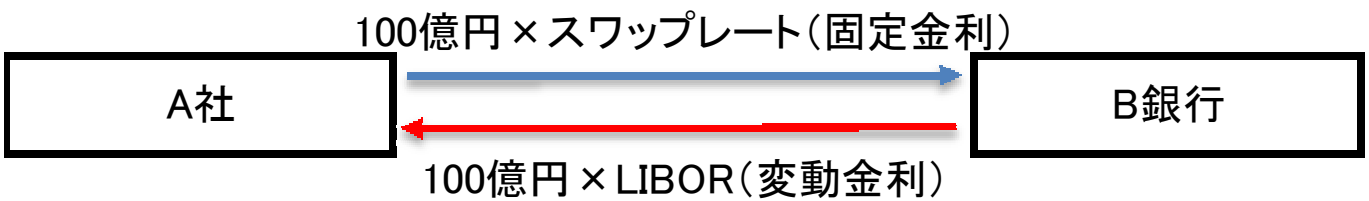
金利スワップは契約者間で**固定金利と変動金利を交換する**取引であり、固定金利のことを**スワップレート**とよび、変動金利には LIBOR を使うことが多い

（取引例）

A 社は B 銀行と 1 年に 1 回、5 年（スワップ満期）にわたり 100 億円分の固定金利を 3%で支払い、同額分の変動金利を受取る金利スワップ取引を締結した

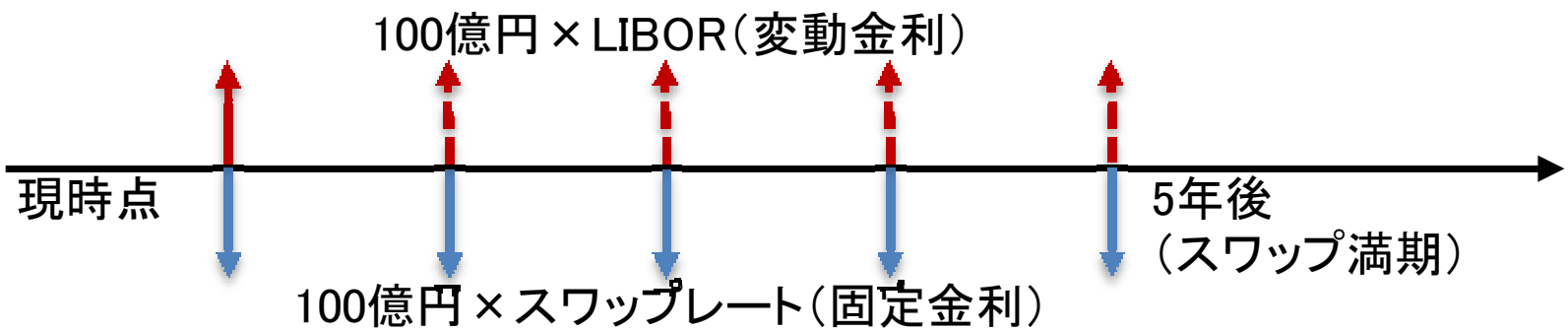
この 100 億円を**想定元本**とよび、金利スワップでは想定元本自身は交換しない

Figure: 金利スワップの取引関係図



金利スワップの矢印図

Figure: A 社からみた金利スワップの矢印図



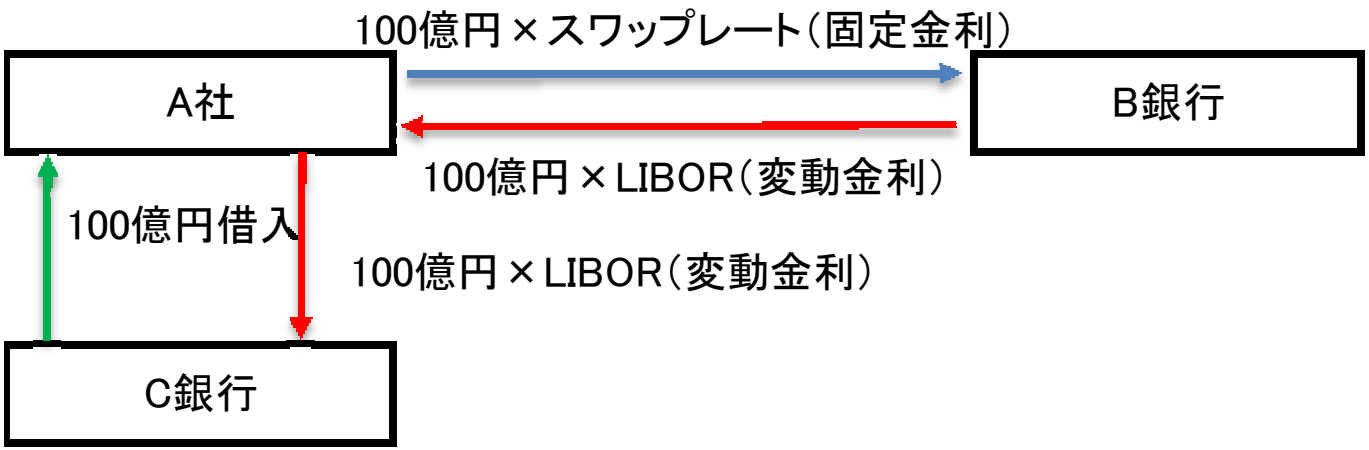
- 固定金利側（A 社の支払い）のキャッシュフローは現時点、すなわち金利スワップの契約時点で確定している
- 変動金利側（A 社の受取り）のキャッシュフローのなかで、現時点で既に確定しているのは 1 年後だけ ⇒ 現時点の LIBOR 1 年物を適用
- 2 年目以降の変動金利側のキャッシュフローは現時点では確定していない ⇒ キャッシュフローが発生する 1 年前になったときに確定する LIBOR 1 年物を適用

金利スワップのヘッジ取引

ヘッジ取引の例

実は「A 社は C 銀行に対して 5 年後満期、変動金利の 100 億円の借入をしており、今後の金利上昇（金利支払の負担増）に対するヘッジをしたかった」とする。

Figure: **金利スワップを活用した金利上昇リスクのヘッジ・スキーム**



金利スワップを活用することで将来の金利上昇リスクを回避できる

金利スワップのスペキュレーション取引

スペキュレーション取引の例

実は「A 社は将来の金利が上昇することを予想しており、それを狙ったスペキュレーション取引（投機取引）をしたかった」とする。

- 金利が上昇することを予想したスペキュレーション取引には、固定利付債や割引債の空売りがあるが、空売りには取引制約があるためやり難い
- 金利スワップでは初期投資コストがゼロなので、スペキュレーション取引の元手資金が必要ない
- なぜ金利が上昇すると「固定金利を支払い、変動金利を受け取る」金利スワップで利益が上げられるのか？

金利スワップを活用することでゼロコストで利益を上げることができる
$\Rightarrow$ **レバレッジ効果**

練習問題

問題

A 社は C 銀行に変動金利（LIBOR 1 年物）で 3 年満期の定期預金を 200 億円預けている。将来金利が低下すると受取る利息額は少なくなるので、A 社はそのリスクを回避するために B 銀行と金利スワップ取引を締結したい。このとき以下の問いにこたえよ。ただし、スワップレートは 1%とする。

1. **金利スワップを活用したヘッジ・スキームの取引関係図を書け**
2. **A 社からみたときの、B 銀行と締結する金利スワップの矢印図を書け**

（解答）

1.

2.

通貨スワップ

通貨スワップ

通貨スワップは契約者間で異なる通貨の元本および金利を交換する取引である

元本交換を行わず、異なる通貨の金利を交換する取引をクーポンスワップという

（取引例）

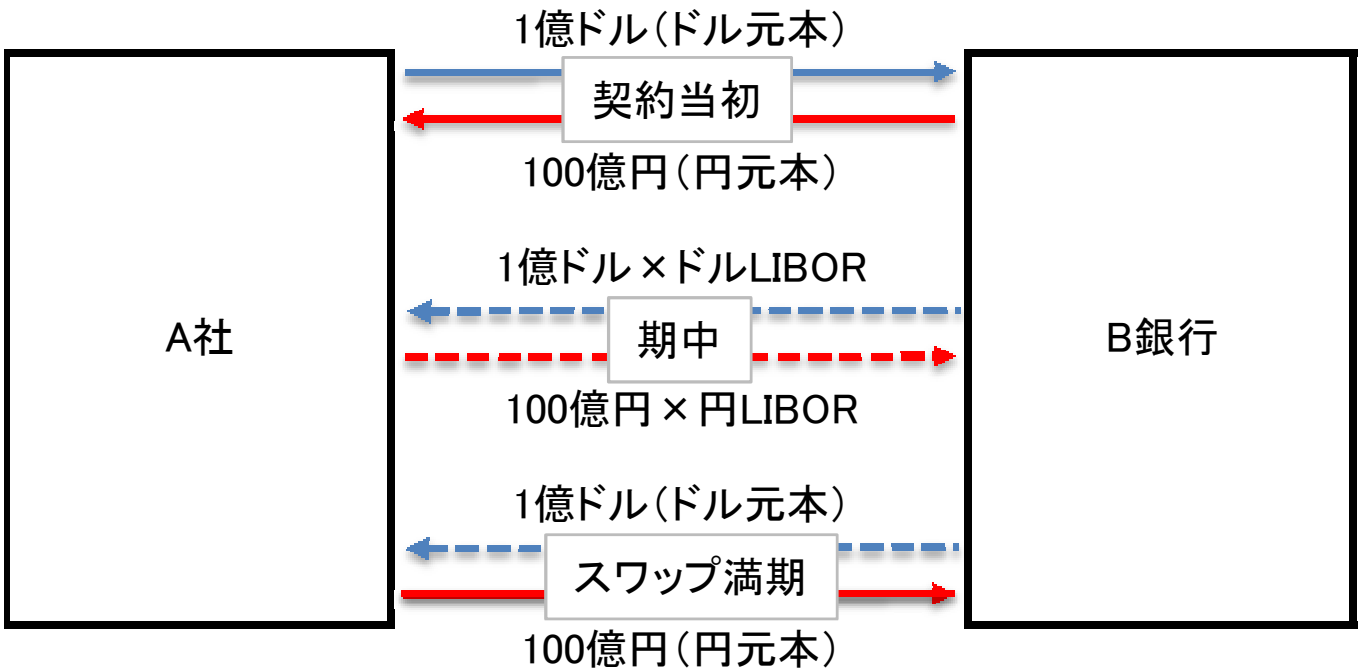
A 社は B 銀行と以下の満期 5 年の通貨スワップを締結した

- **現時点の為替レートが 1 ドル 100 円だったので、契約当初（現時点）でドル元本 1 億ドルを支払い、円元本 100 億円を受取る（現時点では等価交換）**
- **1 年に 1 回、5 年（スワップ満期）にわたり、円元本 100 億円に対する円 LIBOR（1 年物）の金利を支払い、ドル元本 1 億ドルに対するドル LIBOR（1 年物）の金利を受取る**
- **5 年後の満期時点では、金利の交換の他に円元本 100 億円を支払い、ドル元本 1 億ドルを受取る**

実際の取引では、円 LIBOR$+\alpha$ の金利を支払う必要があり、この α をベーシス・スプレッド（basis spread）とよぶ。ベーシス・スプレッドは市場環境により正にも負にもなる。

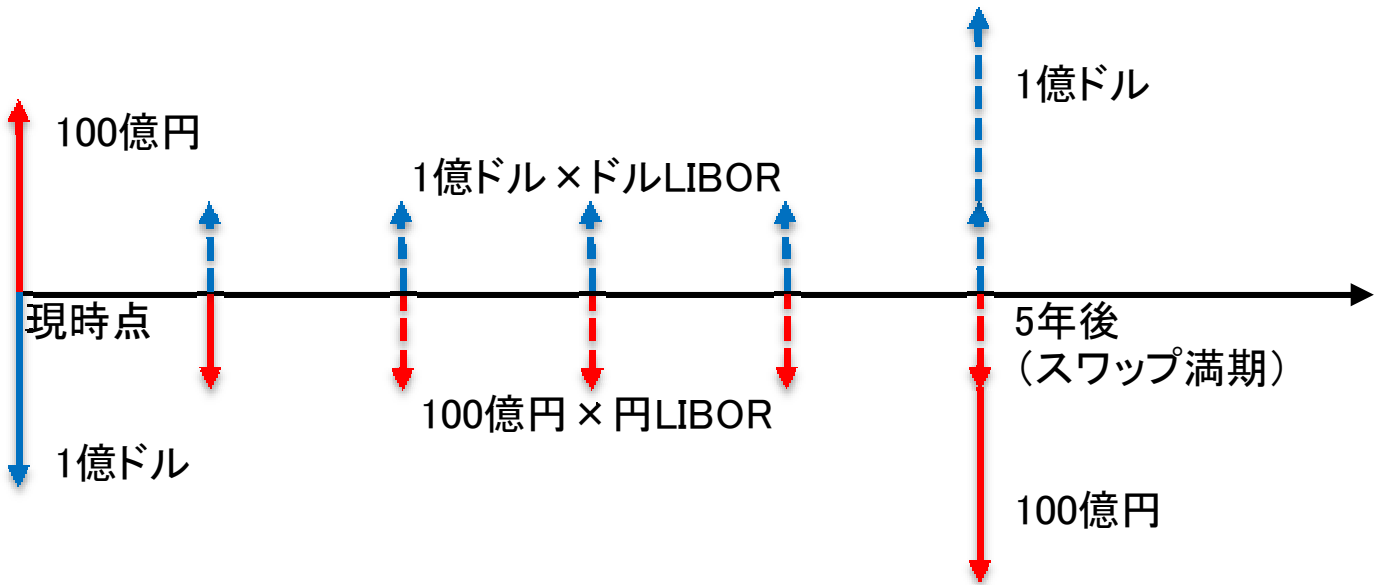
通貨スワップの取引関係図

Figure: 通貨スワップの取引関係図



通貨スワップの矢印図

Figure: 通貨スワップの矢印図



- 円の将来キャッシュフロー（赤矢印）をみると、円元本は現時点で確定しているが、円金利は変動金利（円 LIBOR）なので確定していない
- ドルの将来キャッシュフロー（青矢印）をみると、ドル金利は変動金利（ドル LIBOR）で確定していない
- さらにドル元本とドル金利の円貨価値はキャッシュフロー発生時点の為替レート次第なので為替レートの不確実性もある

通貨スワップのヘッジ取引

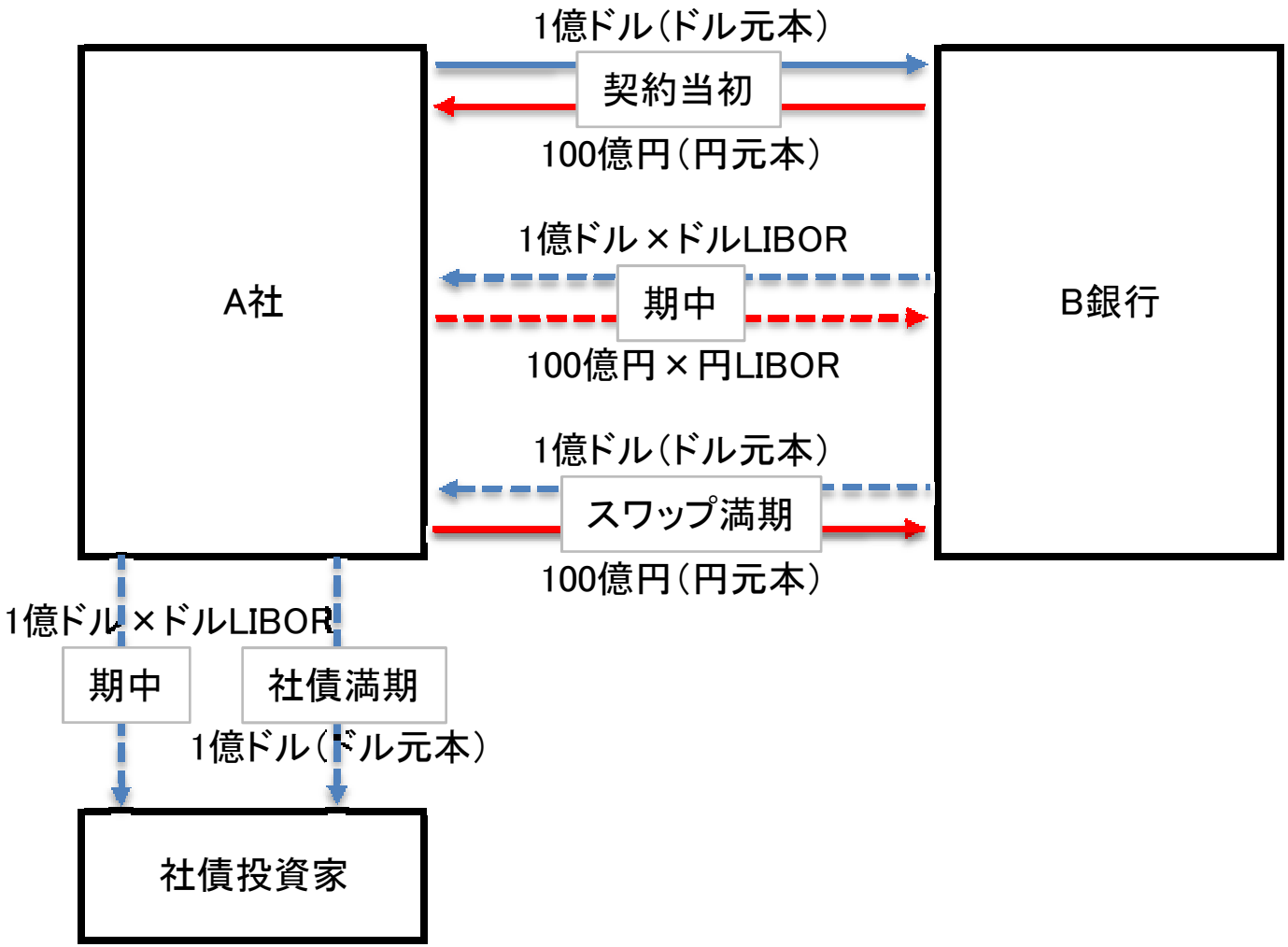
ヘッジ取引の例

実は「A 社は残存 5 年のドル建て社債（クーポンはドル LIBOR の変動金利）を 1 億ドル発行しており、そのドル支払いの為替変動リスクをヘッジしたかった」とする。

通貨スワップを活用することで将来の円安／ドル高リスクを回避できる

通貨スワップのヘッジ取引関係図

Figure: 通貨スワップを活用した為替変動リスクのヘッジ・スキーム



練習問題

問題

A 社は C 銀行に変動金利（ドル LIBOR 1 年物）で 3 年満期のドル定期預金を 1 億ドル預けている。将来円高／ドル安になるとドル定期預金の円貨価値が低くなるので、A 社はそのリスクを回避するために B 銀行と通貨スワップ取引を締結したい。このとき以下の問いにこたえよ。

1. 通貨スワップを活用したヘッジ・スキームの取引関係図を書け
   ただし、現在の為替レートは 1 ドル 80 円とする
2. A 社からみたときの、B 銀行と締結する通貨スワップの矢印図を書け

(解答)

1.

2.

スワップレートの決定理論

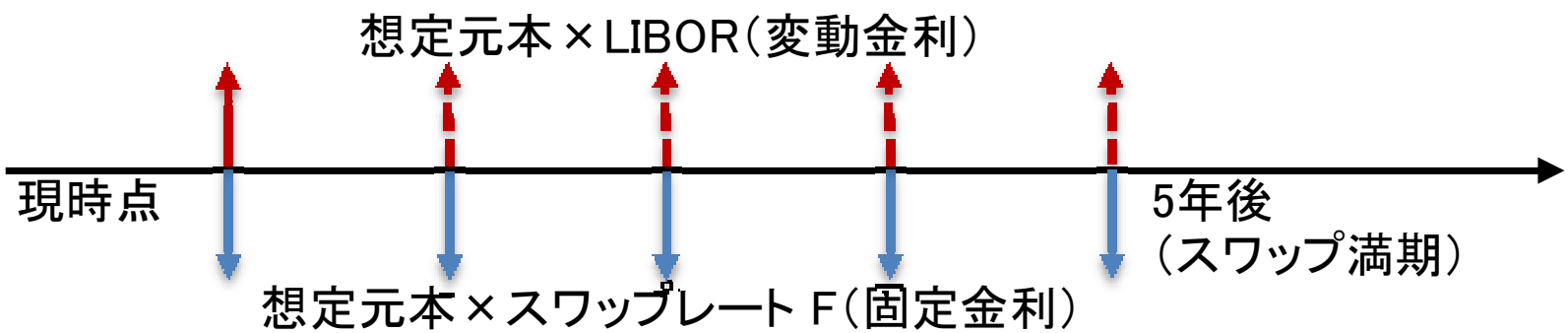
1 スワップ取引とその活用

2 スワップレートの決定理論

3 スポットレートの導出

スワップレートとは？

Figure: 金利スワップ（固定金利払い・変動金利受け）の矢印図



スワップレートの決定

金利スワップ取引のプライシングでは、上の矢印図のキャッシュフローの現在価値が 0 になるようにスワップレート（固定金利）F を求める

LIBOR とフォワード LIBOR

LIBOR の定義

現時点で利率が決まり、1 年後に利息額の決済がなされる LIBOR 1 年物 ${}_0L_1$ とは、1 年のスポットレートである

$$DF(1) = \frac{1}{(1+{}_0L_1)} \quad \Leftrightarrow \quad {}_0L_1 = \frac{1}{DF(1)} - 1$$

問題：フォワード LIBOR

「n 年後に利率が決まり、$n+1$ 年後に利息額の決済がなされる将来の LIBOR 1 年物 ${}_nL_{n+1}$（フォワード LIBOR）」は現時点からみると、どの様な利率とするのが適切か？

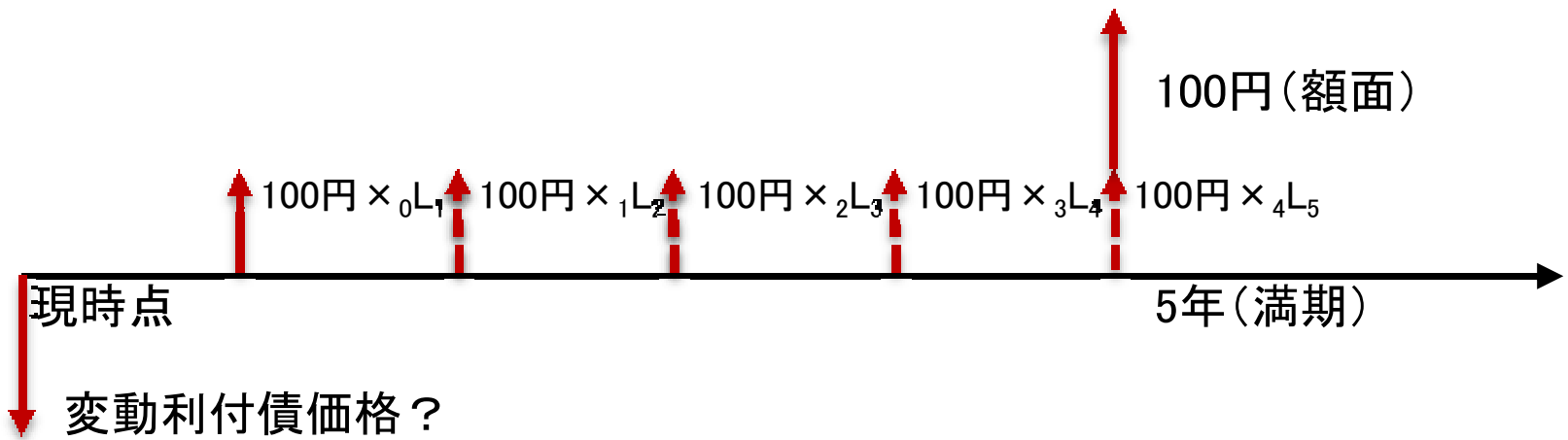
（解答）

変動利付債の価格評価

疑問

額面 100 円、満期 5 年の変動利付債（ただし、クーポンは年 1 回払いの LIBOR1 年物）の価格はいくらか？

Figure: **変動利付債の矢印図**



変動利付債の価格公式

（価格公式の導出）

変動利付債の将来のキャッシュフローの現在価値、すなわち価格 $P_{\text{変動}}$ は次式となる

$$
\begin{aligned}
P_{\text{変動}} &= \frac{100\,{}_0L_1}{(1+r_1)} + \frac{100\,{}_1L_2}{(1+r_2)^2} + \frac{100\,{}_2L_3}{(1+r_3)^3} + \frac{100\,{}_3L_4}{(1+r_4)^4} + \frac{100\,{}_4L_5+100}{(1+r_5)^5} \\
&= 100\left\{ \frac{{}_0L_1}{(1+r_1)} + \frac{{}_1L_2}{(1+r_2)^2} + \frac{{}_2L_3}{(1+r_3)^3} + \frac{{}_3L_4}{(1+r_4)^4} + \frac{{}_4L_5+1}{(1+r_5)^5} \right\} \\
&= 100\{{}_0L_1DF(1) + {}_1L_2DF(2) + {}_2L_3DF(3) + {}_3L_4DF(4) + ({}_4L_5+1)DF(5)\} \\
&= 100\{[1-DF(1)] + [DF(1)-DF(2)] + [DF(2)-DF(3)] \\
&\quad + [DF(3)-DF(4)] + [DF(4)-DF(5)+DF(5)]\} = 100
\end{aligned}
$$

変動利付債の価格公式

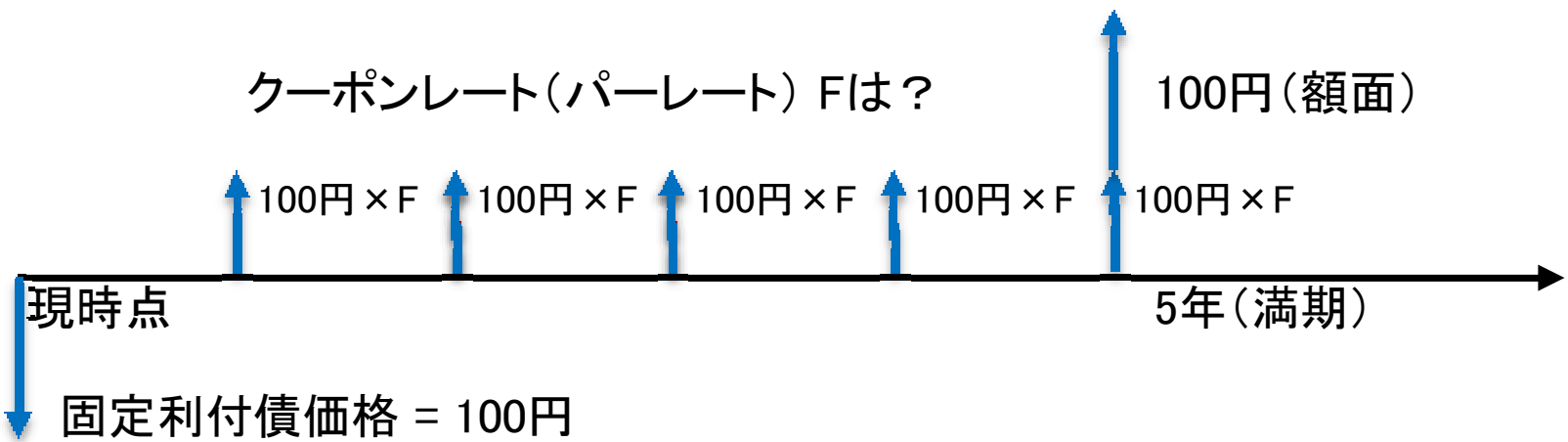
クーポンが年 1 回払いの LIBOR1 年物である変動利付債の価格（現在価値）は金利がどの様な状況であっても額面に等しい

固定利付債の価格評価再考

復習

額面 100 円、満期 5 年の固定利付債の価格が額面 100 円と等しくなるようなクーポンレート F は？ $\Rightarrow$ パーレート

Figure: 固定利付債の矢印図



パーレートの公式

（価格公式の導出）

固定利付債の価格がパー、すなわち価格 $P_{固定} = 100$ のとき次式を満たす

$$\begin{aligned} P_{固定} &= \frac{100F}{(1+r_1)} + \frac{100F}{(1+r_2)^2} + \frac{100F}{(1+r_3)^3} + \frac{100F}{(1+r_4)^4} + \frac{100F+100}{(1+r_5)^5} \\ &= 100\{F\,DF(1) + F\,DF(2) + F\,DF(3) + F\,DF(4) + (F+1)DF(5)\} = 100 \end{aligned}$$

上の方程式をパーレート F について解くと

$$F = \frac{1 - DF(5)}{DF(1) + DF(2) + DF(3) + DF(4) + DF(5)}$$

固定利付債のパーレートの公式

n 年満期の固定利付債のパーレート F（額面と現在価値が等しくなるクーポンレート）は次式で与えれれる

$$F = \frac{1 - DF(n)}{DF(1) + DF(2) + \cdots + DF(n)}$$

固定利付債と変動利付債による取引戦略

固定利付債売り・変動利付債買い

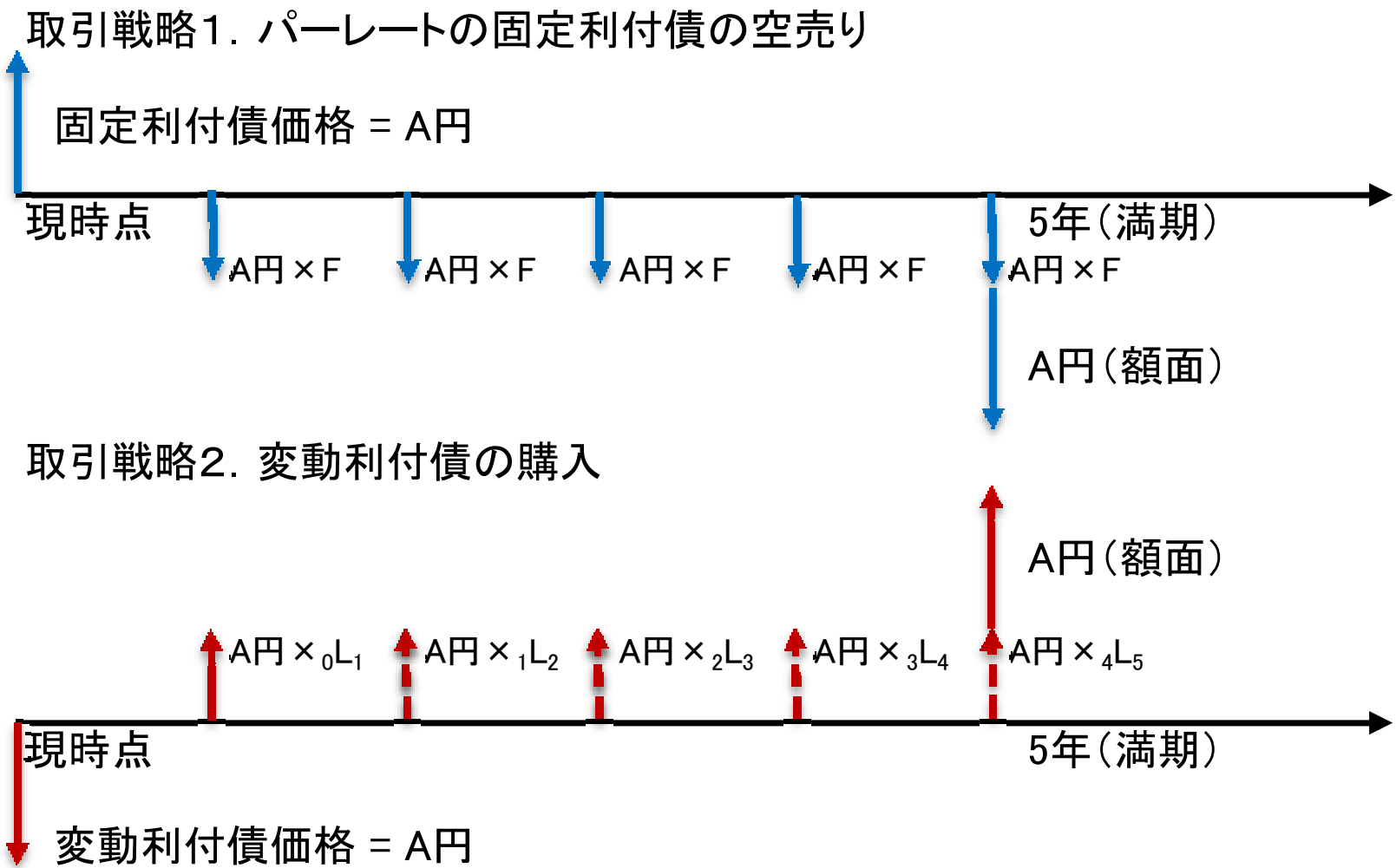
次の 2 つを同時に行う取引戦略を考えてみる

1. 満期 5 年でクーポンがパーレート F の固定利付債を額面 A 円空売り
2. 満期 5 年でクーポンレートが LIBOR1 年物の変動利付債を額面 A 円購入

- 固定・変動の両利付債の現在価値（価格）はともに額面 A 円なので、上の取引戦略の初期投資コストはゼロ
- 固定・変動の両利付債の償還額はともに額面 A 円なので、満期時点の元本交換のネット金額はゼロ

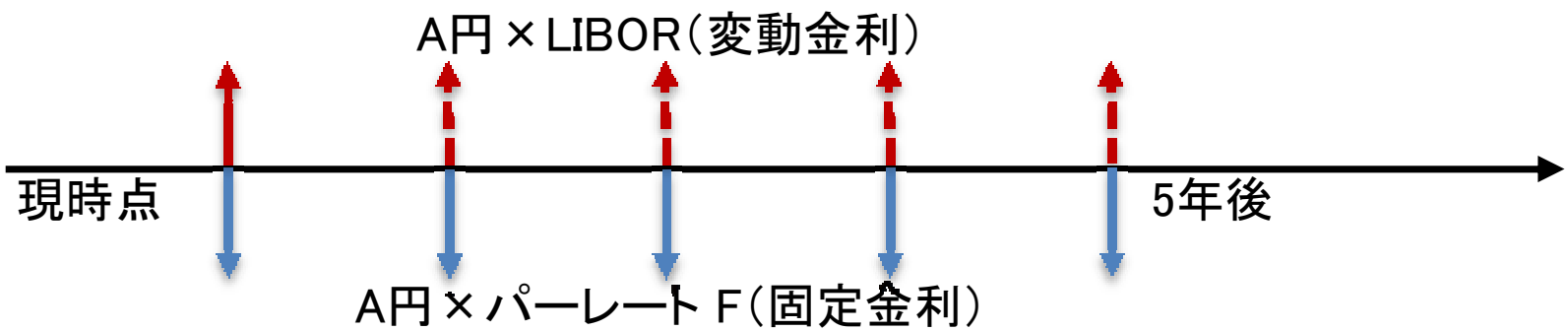
取引戦略の矢印図

Figure: **固定利付債と変動利付債の矢印図**



矢印図の合成

Figure: **矢印図の合成**



金利スワップの理解

重要：金利スワップの理解

1. 金利スワップの「固定金利払い、変動金利受け」は「固定利付債の空売り、変動利付債の購入」を同時に行っていることと同じ
2. 金利スワップの「固定金利受け、変動金利払い」は「固定利付債の購入、変動利付債の空売り」を同時に行っていることと同じ
3. スワップレート F は固定利付債のパーレートに等しい

$$F = \frac{1 - DF(n)}{DF(1) + DF(2) + \cdots + DF(n)}$$

4. 金利（イールドカーブ）が変化したときの金利スワップの評価損益は...
   - 変動金利サイド（変動利付債）の現在価値はつねに額面に等しい
   - 固定金利サイド（固定利付債）は金利上昇（低下）で現在価値が減少（増加）

練習問題

問題

1 年、2 年、3 年のスポットレートがそれぞれ 1%、2%、3%のとき、以下の問いにこたえよ

1. 1 年、2 年、3 年の割引率をそれぞれ求めよ
2. 2 年のスワップレート F_2 を求めよ
3. 3 年のスワップレート F_3 を求めよ

(解答)

1.
2.
3.

練習問題

問題

1 年、2 年、3 年のスポットレートがそれぞれ 1%、2%、3%のとき、想定元本 100 億円、3 年満期、固定金利払い、変動金利受けの金利スワップを締結した

1. 1 年、2 年、3 年のスポットレートがともに 5%に上昇したとき、金利スワップの評価損益を求めよ
2. 1 年、2 年、3 年のスポットレートがともに 1%に低下したとき、金利スワップの評価損益を求めよ

(解答)

1.
2.

スポットレートの導出

1 スワップ取引とその活用

2 スワップレートの決定理論

3 スポットレートの導出

ブートストラップ法

復習：ブートストラップ法

求めたい値が複数ある状況で、まず 1 つの値が決まると、その値を利用して 2 つ目の値が決まり、さらに得られた 2 つの値を利用して 3 つ目が決まり、同様に順次値が決まるような計算アルゴリズムの総称
ブーツの紐を穴に順々に通すような計算アルゴリズムであることに由来

数値計算分野の用語であり、元来、金融分野の専門用語ではない

例：金利スワップ市場での観測値

- LIBOR1 **年物** 1%
- 2 **年のスワップレート** 2%
- 3 **年のスワップレート** 3%

（スポットレートの導出）

1 **年、**2 **年、**3 **年のそれぞれのスポットレートを求めてみよう**

ブートストラップ法による割引率の計算

1. 1 年の割引率の計算

$$DF(1) = \frac{1}{(1+1\%)} \approx 0.990099$$

2. 2 年の割引率の計算

$$2\% = \frac{1-DF(2)}{DF(1)+DF(2)} = \frac{1-DF(2)}{0.990099+DF(2)}$$

$$\Rightarrow \quad DF(2) = \frac{1-2\% \times 0.990099}{1+2\%} \approx 0.960978$$

3. 3 年の割引率の計算

$$3\% = \frac{1-DF(3)}{DF(1)+DF(2)+DF(3)} = \frac{1-DF(3)}{0.990099+0.960978+DF(3)}$$

$$\Rightarrow \quad DF(3) = \frac{1-3\% \times (0.990099+0.960978)}{1+3\%} \approx 0.914046$$

スポットレートの計算

1. **1 年のスポットレート**

$$r_1 = {}_0L_1 = 1\%$$

2. **2 年のスポットレートの計算**

$$DF(2) = 0.960978 = \frac{1}{(1+r_2)^2}$$

$$\Rightarrow \quad r_2 = \sqrt{\frac{1}{0.960978}} - 1 \approx 0.0201 = 2.01\%$$

3. **3 年のスポットレートの計算**

$$DF(3) = 0.914046 = \frac{1}{(1+r_3)^3}$$

$$\Rightarrow \quad r_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{0.914046}} - 1 \approx 0.0304 = 3.04\%$$

練習問題

問題

LIBOR1 年物が 1%、2 年、3 年のスワップレートがそれぞれ 5%、7%のとき、以下の問いにこたえよ

1. 1 年、2 年、3 年の割引率をそれぞれ求めよ
2. 1 年、2 年、3 年のスポットレートをそれぞれ求めよ

(解答)

1.
2.