

# 投資分析 入門の入門

## 第2回

### 内部収益率 (IRR : internal rate of return)



三井不動産株式会社  
S&E総合研究所 兼不動産投資研究所  
主任研究員

内藤 伸浩

前回(「ARES」第16号)は、現在価値を中心に資金と時間との関係について考えました。今回は現在価値法を基礎に算出される内部収益率(IRR : internal rate of return)について検討します。内部収益率は資金が時間的にどれだけ効率的に運用されているかを計る上でたいへん便利な指標です。債券の利回り(yield)も内部収益率によって計算されます。他方でその特徴をよく理解し、指標としての限界をふまえた上で利用することも大切です。ここでは内部収益率の基本的な構造と特徴とをいくつかの例題をもとに考えていきましょう。

#### 1. 内部収益率の定義とコンセプト

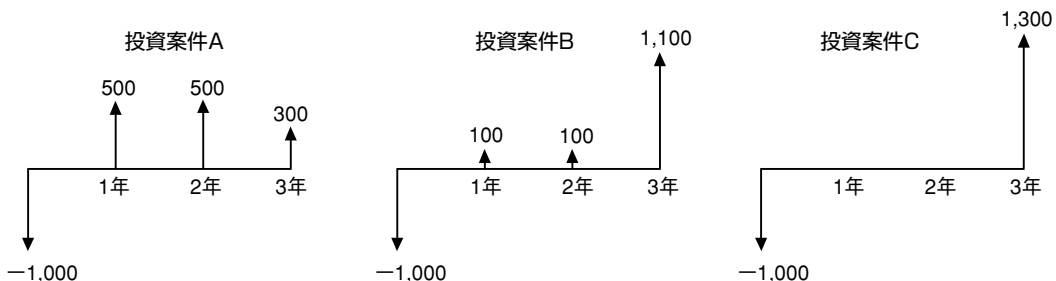
3種類の投資案件A、B、Cを想定します(図表1)。いずれの案件も回収に3年間を要し、初期投資額が1,000万円、キャッシュ

フロー利益が300万円です。したがって投資案件としての性能はどれも同じであると考えてよいのでしょうか。

3つを比べてみると回収キャッシュフローの合計額は同じ1,300万円ですが、回収パターンが異なります。特にAとBとは、投資期間の途中にも資金回収が行われます。もしこれらの金額を回収後すぐ2年国債(元本100万円に対して2年分の合計利息を9万円とする)や1年国債(元本100万円に対して利息を4万円とする)で運用すれば最終年には、Aは65万円、Bは13万円の利息収入を得ることができます(単純化のため税金はないものとします)。したがってその分だけCより総利益額も大きくなり、投資案件として優れています。

さて、図表1の投資案件は利息収入を除いたキャッシュフロー利益がいずれも300万円

図表1 投資案件A,B,Cのキャッシュフロー



でした。しかし、もしこの利益額が案件ごとに異なっていたら、前述のような単純比較はできません。たとえば投資案件Aの3年後の回収見込み額が300万円ではなく250万円で、Cの3年後の回収見込み額が1,300万円ではなく1,310万円であった場合、投資案件A'、B、C'のキャッシュフロー利益は、それぞれ250万円、300万円、310万円となります。これに上記の利息収入を足しこむと、総利益はA'：315万円、B：313万円、C'：310万円となり、その差はわずかです。したがってこのような考え方では、相互の優劣関係は再運用金利水準に左右されてしまいます。

内部収益率は、このようにキャッシュフロー・パターンや利益額が異なる投資プロジェクトを比較する際に大いに便利な指標です。

一般に内部収益率は、「投資によるキャッシュフローの正味現在価値をゼロにする割引率である」と定義されます。この定義にしたがって3案件の内部収益率を計算すると、**図表2**のとおりです。

しかし上記の定義をはじめて読んで、そこから得られる割引率が、なぜ投資評価指標となるのかすぐに理解できるのは、極めて数理に明るい人だけでしょう。

確かに内部収益率に関する上記定義は数学的には正しいものですが、ビジネス上の概念説明としては適切とはいえません。内部収益率をもっと簡単な説明が可能です。

すなわち内部収益率とは、投資を複利の預金に、投資から得られるリターン（回収キャッシュフロー）を元利金の引出しになぞらえて、その利子率（複利）を投資利回りと考えるものです。

投資案件Aを例として具体的に見てみましょう。**図表3**をご覧ください。

まず0年度末において銀行に年利15.66%（正確には15.658...%）で1,000万円を預金したと考えます。その預金に対して1年度末に156.6万円の利息がつきます。したがって1年度末の「利息配賦後預金残高」は1156.6万円です。しかし1年度末に500万円を引き出すので、「引出後期末預金残高」は656.6万円となります。

2年度目はこの残高に対して利息がつくので、その額は102.8万円となります。そして2年度末にも500万円を引き出すので、同様の計算によって、期末預金残高は259.4万円となります。

さて3年度目は、残高259.4万円に対して利

図表2 投資案件A,B,Cの内部収益率（IRR）

	キャッシュフロー				キャッシュフロー利益	IRR
	0年度末	1年度末	2年度末	3年度末		
投資案件 A	-1,000	500	500	300	300	15.66%
投資案件 B	-1,000	100	100	1,100	300	10.00%
投資案件 C	-1,000	0	0	1,300	300	9.14%

	キャッシュフロー				キャッシュフロー利益	IRR
	0年度末	1年度末	2年度末	3年度末		
投資案件 A'	-1,000	500	500	250	250	13.48%
投資案件 B	-1,000	100	100	1,100	300	10.00%
投資案件 C'	-1,000	0	0	1,310	310	9.42%

図表3 投資案件Aのキャッシュフローを預金になぞらえる

IRR=年利;15.66%

	0年度末	1年度末	2年度末	3年度末
期中利息	—	156.6	102.8	40.6
利息配賦後預金残高	—	1,156.6	759.4	300.0
期末引出額	—	500.0	500.0	300.0
引出後期末預金残高	1,000	656.6	259.4	0

息40.6万円が付き、利息配賦後預金残高はちょうど300万円になります。そして3年度末に300万円を引き出すので、期末預金残高はゼロとなります。

つまり内部収益率は、初期投資1,000万円を複利による銀行預金と考え、1年後、2年後、3年後に、それぞれ500万円、500万円、300万円を引き出すと預金がちょうどゼロになる利子率を計算するものです。

つぎに上記の過程を数式で表現してみましょう。

銀行の年利子率を  $r$  とすると、各年度末の預金残高は以下のようになります。

第1年度；

$$1,000 \times (1+r) - 500$$

第2年度；

$$\{1,000 \times (1+r) - 500\} \times (1+r) - 500$$

第3年度；

$$[\{1,000 \times (1+r) - 500\} \times (1+r) - 500] \times (1+r) - 300$$

3年後に預金残高がゼロになるわけですから、下式が成り立ちます。

$$[\{1,000 \times (1+r) - 500\} \times (1+r) - 500] \times (1+r) - 300 = 0$$

この式を整理すると、

$$500 \times (1+r)^2 + 500 \times (1+r) + 300 - 1,000 \times (1+r)^3 = 0$$

となり、両辺を  $(1+r)^3$  で割ると、

$$\frac{500}{(1+r)} + \frac{500}{(1+r)^2} + \frac{300}{(1+r)^3} - 1,000 = 0 \text{ [定義式]}$$

となります。

上式左辺はキャッシュフローの正味現在価値を示しており、「投資によるキャッシュフローの正味現在価値をゼロにする割引率である」という内部収益率の数学的定義と一致します。

しかし以上のような預金とその利子率になぞらえた説明の方が、数学的定義よりも直感的に内部収益率のコンセプトを理解できるのではないのでしょうか。1955年に作成されたハーバード・ビジネススクールのケースメソッド（『コンチネンタル石油』）の中でも、内部収益率のコンセプトが同様の方法で解説されています。

なお投資案件Bのキャッシュフロー・パターンは年利10%の預金そのものであり、内部収益率も10%となっていることを確認してください。

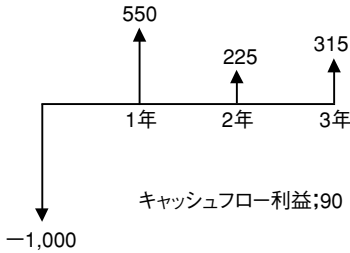
## 2. 内部収益率を計算してみる

内部収益率は、現在ではエクセルなど表計算ソフトの関数機能を使えば簡単に計算できます。

しかしコンピューターを使わなくても内

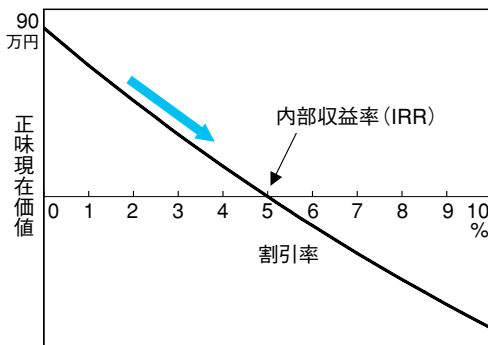
部収益率を求めることができます。図表4に示した投資案件Dのキャッシュフローの内部収益率を実際に求めてみましょう。

図表4 投資案件Dのキャッシュフロー



前節末尾の定義式の左辺は、前述のとおりキャッシュフローの正味現在価値を表しています。そこで、割引率  $r$  を0.1%から徐々に増やして行って、ちょうどゼロになる率を求めることで内部収益率を算出することができます (図表5)。

図表5 割引率と正味現在価値 (投資案件D)



しかし割引率をゼロに近いところから動かしていくことはたいへん手間がかかります。もし試行錯誤を行う範囲を限定できれば計算を節約できます。

そこで「当初投資額法」と「平均投資額法」といわれる方法を使って、その目安を設定します。これらは内部収益率法が流布する前に実際のビジネスで使われていた投資利回りを算出するための簡便法です。

まず投資案件Dのキャッシュフロー利益は、下式のとおり90万円です。

$$550 + 225 + 315 - 1,000 = 90$$

3年間で90万円の利益を得るので、年あたりキャッシュフロー利益は90万円を3で割った30万円です。

当初投資額法とは、この年あたり利益30万円を当初投資額1,000万円で割ることによって利回りを算出するものです。したがって当初投資額法によるDの投資利回りは3%です。

これに対して平均投資額法は、当初投資額1,000万円の半分の500万円が、投資期間中平均的に投資されていた額であるとみなして、これによって年あたり利益30万円を割ることで投資利回りを算出します。したがって平均投資額法によるDの投資利回りは6%になります。

●投資利回りの簡便計算

当初投資額法：年あたり利益／当初投資額

平均投資額法：年あたり利益／(当初投資額／2)

さてこうして求めた2種類の投資利回りに対して、内部収益率は概ねその間にあります。図表5に示したとおり、Dの内部収益率は5%であり、当初投資額法による利回り3%と平均投資額法による利回り6%との間にあります。

これは当初投資額法が投資期間中、元本の回収はまったく行われないものとみなして利回りを計算するために、多くの場合、内部収益率よりも低い利回りとして計算され、反対に平均投資額法は投資期間中、元本を均等に回収していくものとみなして利

回りを算出するので、多くの場合、内部収益率よりも高い利回りが算出されるからです。

もちろんこのような関係がどんなキャッシュフローにもあてはまるわけではありません。たとえば前節の投資案件Cは、当初投資額法の利回りが10% (100万円 ÷ 1,000万円)、平均投資額法の利回りが20% (100万円 ÷ 500万円) です。これに対して内部収益率は9.14%で、[10% - 20%]区間からはみ出しています。

けれども一括回収型ともいべきCのキャッシュフローは、金投資や土地の転売事業のように投資期間中にインカムゲインが一切なく、最後に元本回収とキャピタルゲインとが同時にあるパターンです。しかし一般的な設備投資案件が、このようなパターンとなることは稀であり、一括回収型以外では、概ねこの方法によって内部収益率

の存在範囲に見当をつけることができます。

### 3. 内部収益率の特徴と限界

内部収益率が高いものほど時間的視点を含めて資金が効率的に運用されていると評価されます。第1節で取り上げた投資案件A、B、Cはキャッシュフロー利益がみな同じでしたが、内部収益率の大きさはA > B > Cの順でした。AはBやCよりも、より早く大きな資金を回収しています。内部収益率はキャッシュフロー利益が同じであれば、多くの資金を早期に回収するものほど高くなる性質を有しています。

さて資金量に比して投資運用先が豊富にある場合には、内部収益率の高い投資案件に資金を配分した方が有利でしょう（もち

## トピックス

### 内部収益率を広めたのはケインズ?!

内部収益率のコンセプトをはじめて考案した人が誰なのか、確かなことはわかりません。しかし少なくとも1930年代にさかのぼることができます。

1930年にアービング・フィッシャー(Irving Fisher)が『利子論(Theory of Interest)』の中で、そして1936年にジョン・メナード・ケインズ(John Maynard Keynes)が有名な『雇用・利子および貨幣に関する一般理論(The General Theory of Employment, Interest, and Money)』の中で、それぞれ内部収益率とほぼ同様の概念を提唱しています。ただしフィッシャーは「費用超過収益率(rate of return over cost)」という名称を、ケインズは「資本の限界効率(marginal efficiency of capital)」という名称を使用しています。

ケインズは「資本の限界効率とは、資本資産から存続期間を通じて得られると期待される収益によって与えられる年金の系列の現在値を、その供給価格にちょうど等しくさせる割引率に相当するものであると定義する」と述べています。そして「読者は、資本の限界効率がここで収益の期待値と資本資産の当期の供給価格とを用いて定義されていることに注意すべきである」(同書『ケインズ全集第7巻』、塩野谷祐一訳、東洋経済新報社、1983年)と付言しています。これらはまさしく投資回収にかかる予想キャッシュフローと初期投資額とを指しており、今日の内部収益率の数学的定義に等しいことがよくわかります。

内部収益率の考え方は、キャッシュフローを預金とその引出しになぞらえるものであり、それほど突飛な発想に基づくものではありません。したがって、おそらくフィッシャーやケインズ以前にも同様の概念を思いついた人がいたと推測されます。しかし経済学の巨人たちが相次いで内部収益率の概念をその代表的著書の中で提唱したことが、この方法論の流布に大いに貢献したことは間違いありません。

ろんリスクとリターンの関係についても考慮しなければなりません、ここではリスクの問題は取り扱いませので、リスクはどれも同じものとします)。投資先は豊富にあるのですから、早期に資金を回収して資金効率の高い運用先に再投資した方が企業や投資家にとって有利であると考えられるからです。

では資金量に比して投資運用先が不十分であった場合はどうでしょうか。昨今の金融情勢は、運用資金の豊富さに比べ投融資先が不足しているともいわれています。こうした場合にも内部収益率は有効な指標なのでしょう。

図表6に示した3つの投資案件E、F、Gをもとに考えてみましょう。

EとFの内部収益率は同じ8%です。GはEやFよりも1%大きい9%です。ところがキャッシュフロー利益では、Eが470万円と一番大きく、Fはそれより100万円小さい370万円です。内部収益率でEやFに勝るGは、F

よりもさらに95万円低い275万円です。

さてFが5年度末においてEと同じキャッシュフロー利益470万円を確保するためには、3年度末に回収した600万円を再投資して内部収益率と同じ8%で運用することが必要です。またGがEと同じキャッシュフロー利益を確保するためには、2年度末に回収した900万円を再投資して6.8%で運用することが必要です。

ところが運用先不足の状況では、2年後あるいは3年後に、その条件を満たす再運用先が見つかるかどうかは定かではありません。したがって、もし運用先としてE、F、Gどれかひとつしか選ぶことができない場合には、内部収益率が高いからといってGが最適であるとは限らないのです。最終的にもっとも大きなキャッシュフロー利益を稼働できるのは再運用の必要がないEかもしれないからです。

つまり内部収益率が高いからといって、額としての利益を最大化できるとは限らない

図表6 投資案件E,F,Gのキャッシュフローと内部収益性 (IRR)

〈投資案件E〉

キャッシュフロー						キャッシュフロー利益	IRR
0年度末	1年度末	2年度末	3年度末	4年度末	5年度末		
-1,000	0	0	0	0	1,470	470	8.0%

〈投資案件F〉

キャッシュフロー						キャッシュフロー利益	IRR
0年度末	1年度末	2年度末	3年度末	4年度末	5年度末		
-1,000	0	0	600	0	770	370	8.0%
		再投資	-600	0	700	100	8.0%
					合計	470	

〈投資案件G〉

キャッシュフロー						キャッシュフロー利益	IRR	
0年度末	1年度末	2年度末	3年度末	4年度末	5年度末			
-1,000	0	900	0	0	375	275	9.0%	
		再投資	-900	0	0	1,095	195	6.8%
					合計	470		

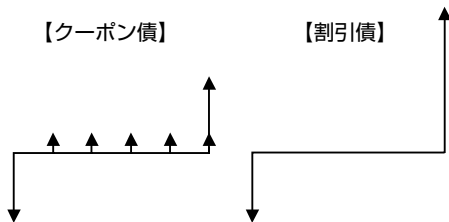
わけです。

「内部収益率は、途中で回収された資金をそれと同率で再運用することを前提としている」との指摘がよく行われます。これは図表6のとおりFの最終キャッシュフロー利益について、内部収益率が等しいEと同額とするためには、中途回収資金を内部収益率と同じ8%で再運用しなければならないことを指しています。

しかし「前提としている」というのは、いささか言い過ぎであり、「内部収益率のみによって投資案件の優劣判断をした場合には、中途回収資金を内部収益率と同率で再運用することを前提としたことになる」というべきです。

一般に機関投資家はクーポン債よりも割引債を好むといわれるのも、一括回収型たる割引債ならこのような再運用の議論を避けることができるからでしょう（図表7）。

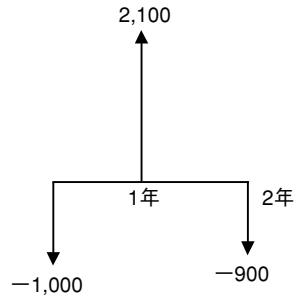
図表7 クーポン債と割引債



さらにキャッシュフロー・パターンによっては、利益額に比して極端に内部収益率が高くなる場合があります。図表8に示した投資案件Hのキャッシュフローを見てください。キャッシュフロー利益は200万円であり、総投下資本1,900万円（1,000+900）に対して約10.5%です。ところが内部収益率を計算すると50%という高率になります。なぜ対投下資本利回りと内部収益率との間

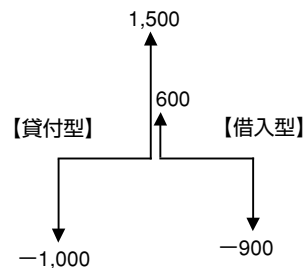
に、このような大きなギャップが生じるのでしょうか。

図表8 投資案件Hのキャッシュフロー



実は図表8のキャッシュフローを図表9のように分解すると、その原因がよくわかります。分解したキャッシュフローの前半は貸付型、後半は借入型というべきものです。貸付型はまず資金を投入し、後で（利息も含めて）回収します。これに対して借入型はまず資金を調達し、後で（利息をつけて）返済します。

図表9 キャッシュフローの分解（投資案件H）



結局、図表8のキャッシュフローは、貸付と借入とが「両建て」状態になっているわけですから。したがって正味の投資額は、貸付型の投資額1,000万円から借入型の調達額600万円を差し引いた400万円にとどまります。これを正味1年間50%で運用した結果、200万円（400万円×50%）のキャッシュフロー利益を稼得するという計算です。

このように貸付型と借入型という相反する

要素を内在したキャッシュフロー・パターンを持った投資案件に対しては、内部収益率はほとんど役に立たないといつてよいでしょう。

さらに内部収益率は、キャッシュフロー・パターンによっては2つ以上の解が存在する場合がありますことにも注意が必要です(詳しくはテクニカル・コラムをご覧ください)。

以上のとおり内部収益率はあらゆる場面に通用する万能の評価指標ではありません。内部収益率を活用する場合には、このような内部収益率の特徴と限界とをよく理解した上で、利益額の大小や、将来の投資運用先の見通しなど、他の指標も併用しながら対象となる案件を多角的かつ総合的に評価

することが重要です。

第1回で額としての現在価値を、第2回は率としての内部収益率を考えました。第3回は、額と率の双方の意味を持つ投資リターンについて考察し、本連載の締めくくりといたします。

ないとうのぶひろ

●1958年生まれ。81年東京大学法学部卒業。同年三井不動産(株)入社。91年慶應大学大学院修士課程終了(MBA)。日本初のJ-REIT「日本ビルファンド投資法人」の組成など不動産証券化関連プロジェクトの企画・実施等に従事し、2004年4月より現職。不動産鑑定士補。著書に『アセット・ファイナンス』(ダイヤモンド社)、『日本企業の戦略管理システム』(共著、白桃書房)がある。

テクニカル  
コラム

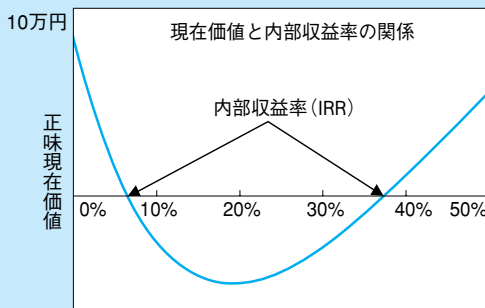
内部収益率が2つ以上の解を持つ理由

図表10は、内部収益率の解が2つ存在するキャッシュフロー・パターンの実例と、その内部収益率が2つの解を持つことを示したものです。これを見ると数学的に2つの解が存在することはわかりますが、2つの解が示している意味がよくわかりません。そこでキャッシュフローを図表11のように分解すると、2つの解が意味しているものが直感的に理解できます。すなわち、このようなキャッシュフローには、2通りの分解方法が存在し、それぞれに対して内部収益率の解が与えられるために解も2つ存在するわけです。

しかし本文の中でも述べた理由から、このようなパターンの投資案件に対して内部収益率を適用することには、ほとんど意味がありません。

図表10 内部収益率の解が2つある場合

0年度末	1年度末	2年度末	キャッシュフロー利益	IRR	
410	-1,000	600	10	6.5%	37.4%



図表11 キャッシュフローの分解(解が2つある場合)

