

図による投資計画

千住 鎮雄 杏林大学

複数投資案の式による分析

簡単な数値例を考えてみよう。いま貸倉庫を1つ建てたいと思っている。規模・構造の違う多くの案を検討した結果、表1に示す3つの案に絞られた。これらの3案は互いに排反的（多者択一的）な関係にあって、どれか1つを選ばなければならない。資金の年利率 $i=10\%$ 、使用年数 $n=10$ 年としよう。

さて式を使って分析してみよう。（以下の数行は必ずしも十分に理解していただくなくてもよい。）年価法を使うことにする。これは毎年の正味利益の平均値（正味年価）を比較する方法である。一般に正味年価とは、毎年のリターン（経費節減額、利益増加額等、から初期投資額の年価（減価償却費と利息を使用期間にわたってならした額）を引けばよい。後者は初期投資額に資本回収係数（crf）と呼ばれる係数 $i(1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$ をかければよい。 $i=10\%$ 、 $n=10$ ならばそれは 0.163 となる。

さて表1の3案の正味年価 M_A, M_B, M_C を上述の計算にしたがって求めれば次のようになる。

$$M_A = 500 - 1000 \times 0.163 = 337 \text{ (万円/年)} \quad (1)$$

$$M_B = 600 - 2000 \times 0.163 = 274 \text{ (万円/年)} \quad (2)$$

$$M_C = 900 - 3000 \times 0.163 = 411 \text{ (万円/年)} \quad (3)$$

これを見ればC案が最も有利であることがわかる。式による分析はここで終る。

複数投資案の図による分析

この同じ問題を図1のように、横軸に初期投資額 (A_0, B_0, C_0) を、縦軸に毎年のリターン (A_1, B_1, C_1) をとっ

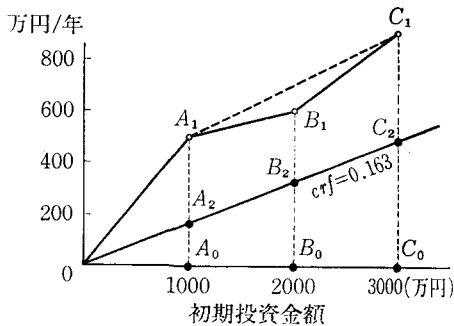


図1 代替案比較の図による解釈

表1 3つの排反案

排反案	初期投資額	毎年のリターン
A	1000(万円)	500(万円/年)
B	2000	600
C	3000	900

て平面上にプロットする。

一方、原点0を通り、勾配が 0.163 の直線を引くと、各案の正味年価は線分 A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 の長さで表わされる。すなわち正味年価の比較とは3つの線分の長さ

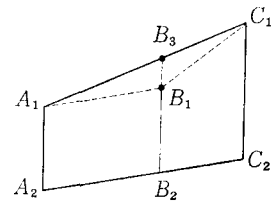


図2 四辺形の性質

さを比較することにほかならない。

さて、図2のような四辺形では右端の縦棒 C_1C_2 の長さが一番長い。 B_2B_3 はそれより短かく、ましてその一部分である B_1B_2 はもっと短い。つまり直線 A_2C_2 の勾配がどうであろうと、下に凸の折線の頂点(図1, 図2の B_1 のような点)は決して最適解になれない点(投資案)である。図1に戻ればB案は直線 OC_2 の勾配がどうなるかと (i や n の値がどうなっても) 決して最適解にはなれない。このような案を無資格案と呼ぶ。排反的関係にある案(排反案)がいくつあっても、無資格案を除くと必ず上に向う凸多角形になる。ただ場合によると図3の $0-A-B-C$ のように、無資格案を除くと直線 OC になる。これは上に向う凸多角形の特別な場合である。(理論的にはもちろんこれでよいが、現実には計画担当者の工夫が足りない場合が多いのであって、もっと知恵を絞

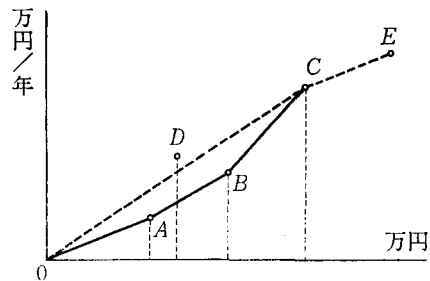


図3 下に向かう凸多角形の場合

表 2 3組の互いに独立な排反案グループ

	排反案	初期投資額	毎年のリターン (または費用)
営業所の規模	A ₁	1000(万円)	600(万円/年)
	A ₂	1800	630
	A ₃	2700	700
	A ₄	3200	842
	A ₅	4500	920
倉庫改造	B ₁	800	380
	B ₂	2300	650
	B ₃	3400	793
公害対策	C ₁	300	△140
	C ₂	700	△28
	C ₃	2000	40
	C ₄	2700	132

(△印は費用)

ればD案やE案のようなものが発見できるものである.)

混合案の選択問題

この性質を使って表2のような複雑な投資計画問題を分析してみよう。

いま、駅前の空地に1つの営業所を建てようと思っている。規模の異なる5つの案(A₁, ..., A₅)が候補に上っている。また、倉庫の改造・拡張の案が3つ(B₁, B₂, B₃)ある。これらも互いに排反的である。さらに工場廃液を処理するのに4つの排反的案が検討されている。このように、互いに独立な3組の排反案グループからの選択問題を混合案の選択問題と呼ぶ。

さて、営業所と倉庫は投資したあと利益を生む(リターンが生じる)が公害対策投資は少し複雑である。すなわち、投資額が小さい案(C₁またはC₂)のときは投資のあとでさらに処理費用がかかる(表2, 右列の数字の頭に△印が付けてある)が、かなりの投資(C₃またはC₄)をすると原料の回収、再利用ができるので僅かながら以後の原料代が節減される(リターンが生じる)ようになる。

一方、この会社は3つの銀行X, Y, Zから資金を調達することが可能である。それぞ

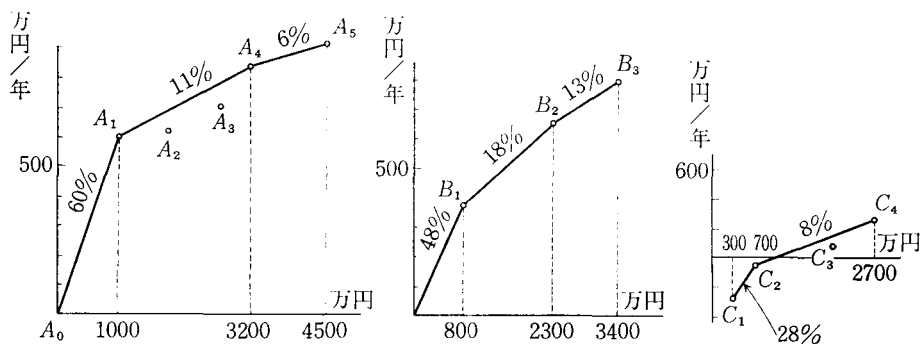


図 4 3組の排反案グループの図による表示

表 3 資金調達の方法

資金源泉	調達額の上限	借入金の年利率
X	3000万円	6%
Y	2500万円	8%
Z	4000万円	10%

れの調達金額の上限と借入金利率が表3に示されている。

最初に分析したい問題は、正味利益最大を目的としたときにどの銀行からどれだけの資金を調達し、営業所、倉庫、公害対策について、それぞれどの1つの案を選ぶのがよいか、という問題である。ここでは便宜上、どの建造物や設備も恒久的に使えると仮定する。(恒久的でなくても説明が長くなるだけで同様に分析できる)

混合案の図による分析

各グループごとに無資格案(もしあれば)を除いて凸多角形を作ると図4のようになる。折線に沿って記入してあるパーセントの値は差額投資の利益率と呼ばれているものである。たとえばA₄はA₁よりも投資額が2200万円多いが、その結果リターンが242万円多いので、その率(差額投資の利益率)が11%であるという。また、第1案A₁は営業所を作らないという案(A₀)との差額と考えれば60%になる。

この図によると各案のリターンは各点の縦軸の長さで表わされていて分析に不便なので、それを面積で表わす工夫をする。たとえばA₁案のリターン600万円は投資額(1000万円)に利益率(60%)をかけたものである。したがって図5のように、横軸に投資額(または差額投資)、縦軸に利益率(または差額投資の利益率)をとれば、各案のリターンが面積で表わされる。つまり、A₁案のリターンは最も背の高い矩形の面積で、さらに2200万円だけ投資をふやせば高さ11%と示した矩形の面積に相当する

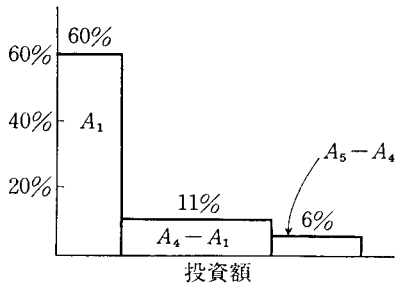


図5 差額投資の利益率

リターンが加わり、さらに1300万円(=A₅-A₄)だけ投資をふやすと右端の背の低い矩形の面積がそれに加わる、ということになる。

そこで図4に戻り、差額の利益率の大きいものから順に矩形を並べる。(右下りの形になる。)ただしそのさい、公害対策の第1案C₁だけは不可避な投資だから左端にもってゆく。こうして図6ができてくる。(公害対策を目的とする案は何でも不可避投資だと考えるのは間違いである。この例ではC₁に必要な300万円だけが不可避な投資額であって、何が最適かはここで示した方法で選ぶのがよい。)

一方、資金の調達とそのコストもこの図に入れる必要がある。利率の安い資金源泉から順に必要なに応じて調達額をふやすのがよいから、図6の破線で示すような図になる。やはり、破線の高さが利率を示し、破線の下部分の面積が支払い利息の総額を示す。

図を睨んでの意思決定

この図を睨むといろいろなことがわかる。まずリターンを示す右下りの実線と、支払い利息を示す右上りの破

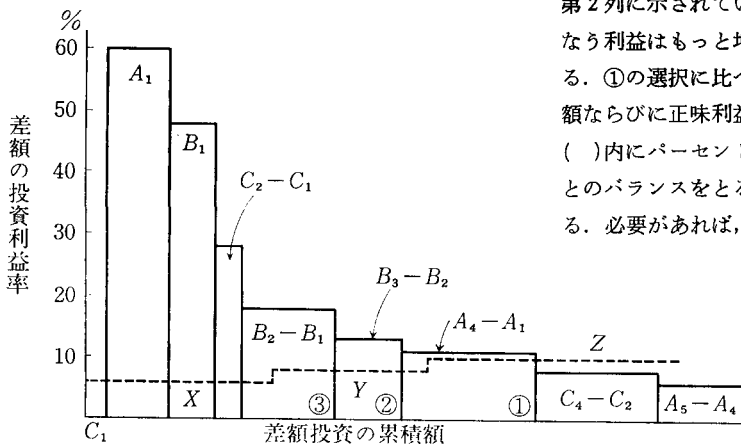


図6 差額の効率による成績順

表4 解決策のいろいろ

	正味利益最大策	リスクを多少考慮	リスクをかなり考慮
案の選択	A ₄ B ₃ C ₂	A ₁ B ₃ C ₂	A ₁ B ₂ C ₂
資金調達	Xから3000万円 Yから2500万円 Zから1800万円	Xから3000万円 Yから2100万円 Zから0万円	Xから3000万円 Yから1000万円 Zから0万円
総投資額	7300万円(100%)	5100万円(70%)	4000万円(55%)
正味利益	104L万円(100%)	1017万円(97%)	962万円(92%)

線との間にはさまれた部分の面積が正味利益を示す。(設備等の耐用年数が有限のときには破線の高さは資本回収係数の値になる。念のため。)したがって正味利益の合計を最大にするためには図6の①まで資金を調達し、そこまでの案を合格にするのがよい。たとえば倉庫(B)について考えると①までに合格しているものは

- B₁そのもの…………… 800万円
- B₂とB₁との差額…1500万円(=2300万円- 800万円)
- B₃とB₂との差額…1100万円(=3400万円-2300万円)
- 合計 3400万円…B₃の投資額

なのでB₃案が選択されることになる。つまり正味利益を最大にするには表4の第1列のような選択がよい。念のため、これよりうまい選択がないことを確かめて見ていただきたい。

次にリスクを考えてみる。図6を睨んでみると、(A₄-A₁)の実線の高さと資金源泉Zの破線の高さが似たようなものである。したがってその中間地帯の利益額が小さい。もしも②の所でやめておけば、失なう正味利益はごく少なくて投資総額はかなり削減できる。これが表4の第2列に示されている選択である。③の所でやめれば失なう利益はもっと増えるが投資総額は大幅に削減できる。①の選択に比べて②、③を選択したときに、総投資額ならびに正味利益がそれぞれどれだけ減るかが同表の()内にパーセントで示されている。正味利益とリスクとのバランスをとるのにこの方法はなかなか便利である。必要があれば、この図で大体の見当をつけておいて

から一層詳しいシミュレーションをしてみるのもよからう。

ここでは投資計画を例として混合案に対する図の使い方を述べたが、その他、いろいろな生産計画、製品設計、人員計画、など多くの問題に応用することができる。