2007.4.1

確率論的直接還元法のご利用に際して

Dynamic Direct Capitalization (*DDC*) *Using Manual*

はじめに

不動産証券化の普及と共に、収益を目的とした不動産事業に係るリスクを効率的に管理することが求められています。確率論的直接還元法は不動産事業に係る収支の変動をリスクとして捉え、これをキャッシュフローの収支項目に直接取り込み、収益還元価格を求める計算モデルです。不動産価格は確率分布として求められるので、確定的な評価の不備を補うものとして、あるいは Dynamic DCF 法の 1 次情報として利用できます。

本説明書は、確率論的直接還元法の利用に関する注意事項、入力データ（Excel シート）の作成方法、若干の理論説明をまとめたものです。

注意事項

1. 本手法の利用に際し、特に制限を設けるものではありません。また、本計算シート（Excel シート）は、利用者の責任において自由に修正できます。
2. 本計算シートは無償で提供するものであり、売買を目的としていません。
3. 本計算結果に基づく資産の取引、経営判断を含むあらゆる意思決定に対して、また、その意思決定によって生じた結果に対して、一切の責任は意思決定者に帰属します。
4. 本手法は近似に基づいており、誤差があることをご了解下さい。

入力データ（Excel シート）の作成方法

本計算システムは、「入力計算シート」と「収益価格のグラフ」の２つのシートから構成され、Excel の関数演算に基づき計算を行っています。従って、計算過程を見ることができ、必要に応じ修正することもできます。

表 1 に示すのは入力計算シートの例です。表中の茶色の部分が入力項目を表し、黄色の部分が計算結果を表します。入力は収入項目毎、費用項目毎に行います。収支の項目は自由に修正できます。

入力データは、割引率（1 期当たり , 通常は年単位）、現時点での収支額（1 期当たり）、今後予想される上昇率（Drift，1 期当たりの率）、初期発生時期(m)、発生間隔(n)、標準偏差（Volatility，1 期当たり）です。Volatility を考慮しない場合は 0 として下さい。Drift も同様です。基本的には 1 年を 1 期としますが、4 半期あるいは半期でもかまいません。期の設定に合せて入力データを変えてください。

初期発生時期 m、発生間隔 n は、期単位とし、数値は $m \geq 0,\quad n \geq 1$ でなければなりません。例えば m=1，n＝1 では、現在から見て 1 期目から毎年発生することになります。m=1，n＝2 では、1 期目から隔年毎に発生することになります。修繕工事費、その他費用、資本的支出は、毎年発生するとは限りません。相応の数値を入力して下さい。また、現在から 5 年後に費用が 1 回だけ発生し、その後発生しない場合、m=5，n＝999 と入力して下さい。999 は無限と同意です。

Volatility は変動率の標準偏差です。求め方は、過去の事業収入、あるいは費用のタイムレコードを整え、以下の式にて差（変動率）を求めます。

$x_i' = \ln(x_i) - \ln(x_{i-1})\,,\quad i = 1 \sim k$

ここに、k はタイムレコードの数、いわゆるサンプル数を表しています。x_i', i=1~k の標準偏差が Volatility です。一般的には、0.01～0.1 程度の範囲と思われます。資本的支出のように一定期間をおいて発生する費用項目については、上記の方法では標準偏差を求めることはできません。

表中右上の収支項目間の相関係数は、知見等により随時設定して下さい。

入力データに関する注意事項を以下に列記します。

1. 割引率は正の値のみです。また上昇率（Drift）より大きい値を入力して下さい。小さい場合エラーが生じます。
2. 上昇率（Drift）は割引率より小さく、また＋1.0～－1.0 の範囲の値を入力して下さい。例えば、0.02 と入力した場合、毎期 1.02 の上昇率となります。
3. 収支項目間の相関係数の範囲は $0 \le \rho \le 1.0$ の範囲になります。
4. 標準偏差（Volatility）は正の値のみです。あまり大きい値を入力するとエラーが生じることがあります。
5. 初期発生時期 m、発生間隔 n は、$m \ge 0,\quad n \ge 1$ でなければなりません。

表 1　入力計算シートの例

割引率（Cap Rate)	5.50%	←割引率は上昇率以上
割引因子	0.9479	

入力データ　　計算結果

0以上の整数 1以上の整数
↓ ↓
収支項目間の相関係数→ 0.8

収支項目		収支額 (千円)	上昇率 Drift	初期発生 時期	発生間隔	標準偏差 Volatility	永久還元 (平均値)	永久還元 (標準偏差)	変動係数
賃貸事業収入	賃貸収入1	678,790	0.000	1	1	0.050	12,341,636	1,958,236	0.159
	賃貸収入2	-	0.000	1	1	0.000	-	-	-
	賃貸収入3	-	0.000	1	1	0.000	-	-	-
	その他収入1	-	0.000	1	1	0.000	-	-	-
	その他収入2	-	0.000	1	1	0.000	-	-	-
	その他収入3	-	0.000	1	1	0.000	-	-	-
		678,790					12,341,636	1,958,236	0.159
賃貸事業費用	維持管理費	125,000	0.000	1	1	0.02	2,272,727	142,893	0.063
	水道光熱費	8,800	0.000	1	1	0.02	160,000	10,060	0.063
	公租公課	72,000	0.000	1	1	0.02	1,309,091	82,307	0.063
	保険料	2,625	0.000	1	1	0.02	47,727	3,001	0.063
	委託管理費PMF	21,000	0.000	1	1	0.02	381,818	24,006	0.063
	修繕工事費1	30,000	0.000	1	1	0.02	545,455	34,294	0.063
	修繕工事費2	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	修繕工事費3	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	修繕工事費4	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	その他費用1	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	その他費用2	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	その他費用3	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	その他費用4	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
		259,425	0.382	←経費率			4,716,818	275,989	0.059
NOI		419,365				NOI 収益価格→	7,624,818	2,185,310	0.287
資本的支出 CAPEX	項目1	200,000	0.000	5	10	0.02	369,122	23,634	0.064
	項目2	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	項目3	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
	項目4	-	0.000	1	1	0.00	-	-	-
		200,000					369,122	23,634	0.064
NCF		219,365				NCF 収益価格→	7,255,696	2,204,683	0.304

結果の読み方

表 1 の黄色の部分が計算結果を表します。各収支項目に対し平均値（期待値）と標準偏差を出力します。NOI 収益価格は、資本的支出を除いた NOI に対する価格です。一方の NCF 収益価格は資本的支出を含んだものです。「収益価格のグラフ」は、NCF 収益価格の平均値、標準偏差を使い、対数正規分布として密度関数、非超過確率関数、超過確率関数を示したものです。

理論説明

不動産事業の収支項目を対数ランダムウォークに基づく確率過程としてモデル化し，これを直接現在価値に割引く方法を採っています。確率過程は永続するものと仮定しています。

CF（不動産事業の収支項目を示します）の確率過程として、対数ランダムウォークを仮定します。t 期の CF は次式のように表すことができます。なお、以下の定式化では、大文字は全て確率変数を表します。

$$X_t = a_0 \prod_{j=1}^{t} Z_j \quad Z_j \sim NID(\eta, \sigma^2) \tag{1}$$

ここに、X_t は t 期の CF の確率変数、NID(η,σ^2)は Normally and Independently Distributed の略であり、平均 η、標準偏差 σ の独立の正規確率分布を表しています。また、$\eta = 1 + \mu$ で表され、μ は変動率の平均値を表します。いわゆる Drift 成分です。σ は Volatility であり、基本的には資産固有の変動成分を表します。a_0 は初期値です。

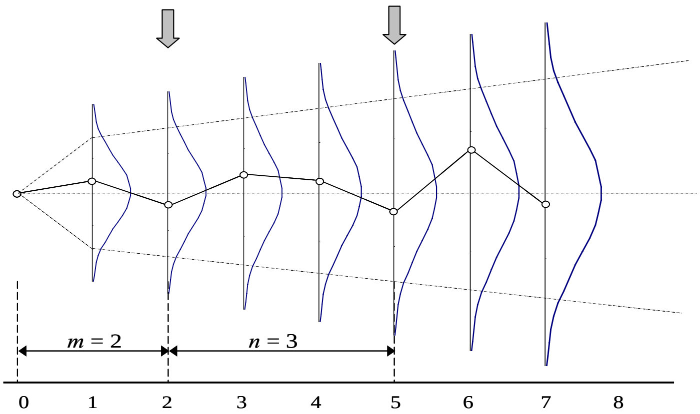

図 1　一定の期間を置いて発生する CF

次に、CF が発生する最初の時期を現在から m 期後とし、その後 n 期毎に発生すると考えます。この様子を示したのが図 1 であり、図では m=2, n=3 のケースを示しています。図中矢印が CF の発生期であり、これ以降 3 期毎に永久的に発生することになります。この割引現在価値 Y は、以下のように一般化することができます。なお、$m \geq 0, \quad n \geq 1$ であるので注意。

$$Y = \lim_{k \to \infty} \sum_{i=0}^{k-1} X_{in+m} d^{in+m} \tag{2}$$

ここに、k は助変数、d は割引因子で割引率 r を用い、$1/(1+r)$ となります。
(2)式に(1)式を代入します。

$$Y = a_0 \lim_{k \to \infty} \sum_{i=0}^{k-1} \prod_{j=1}^{in+m} Z_j d^{in+m} \tag{3}$$

(3)式は、対数ランダムウォークを前提とした直接還元法の基本式となります。確率変数 Y の特性値（平均と分散）は以下のように導くことができます。

平均値

$$E(Y) = \frac{a_0 (\eta d)^m}{1-(\eta d)^n} \tag{4}$$

分散

$$\mathrm{var}(Y) = a_0^2 \left\{ \frac{(Ad^2)^m}{1-(Ad^2)^n} \frac{1+(\eta d)^n}{1-(\eta d)^n} - \left(\frac{(\eta d)^m}{1-(\eta d)^n} \right)^2 \right\} \tag{5}$$

ここに、 $A = \eta^2 + \sigma^2$ です。

各収支項目の割引現在価値の平均値と分散を(4)式、(5)式を使い、求めます。各収支の平均値を和差算し、NCF（あるいは NOI）の永久還元の平均値 μ_{PV} を求めます。

一定の相関があるものと仮定し、事業収入、事業費用の分散を求めます。同様に相関を考慮し、NCF（あるいは NOI）の永久還元の分散 σ_{PV}^2 を求めます。

次に，分布形について、確率収束は必ずしも期待できないため、CF の確率変数 X_t が対数正規分布に近似できることを踏まえ，分布形は対数正規分布に近似できると仮定します。対数正規分布のパラメタと割引現在価値に平均値 μ_{PV}、標準偏差 σ_{PV} との関係は以下のようになります。

$$\lambda = \ln(\mu_{PV}) - \frac{1}{2}\varsigma^2 \tag{6}$$

$$\varsigma^2 = \ln\left(1 + \frac{\mu_{PV}^2}{\sigma_{PV}^2}\right) \tag{7}$$

ここに、λ は対数の平均値、ς は対数標準偏差です。(6)式と(7)式のパラメタより、直接還元法による収益還元価格の確率分布が対数正規分布として求められます。

Reference

中村孝明,星屋勝：確率論的直接還元モデルによる不動産の収益価格,日本建築学会計画系論文集，第 614 号，pp.223-230, 2007.4