

不動産金融工学 事始め

- 鑑定理論と金融理論の実践的融合を目標として -

不動産鑑定士 堀田 勝己

本稿は、兵庫県不動産鑑定士協会の機関紙「アプレイザーズ イン ひょうご」
第21号(2001年10月15日発行)に寄稿した文章である。

- はじめに -

いわゆる土地神話が崩壊し、不動産に対する一般人の認識も大きく変わろうとしている。即ち、不動産も他の資産と同様、経済動向により値上がりすることあれば、値下がりすることもあり、その保有には当然リスクを伴うものだという当たり前の事実がようやく認識されたのである。このような状況を反映して、不動産の価値をその収益性をベースに把握すべきであるとの認識が広まり、新聞や経済雑誌等にも収益還元法あるいは収益価格という文字を頻繁に見かけるようになった。

しかしながら、そのニーズに応えるような適正な評価手法の確立が、次のような理由により困難であるのもまた事実である。

a.従来までの評価理論は、不動産を長期保有資産として捉えているために、昨今の急激な変化に理論自体が適応できなくなっている。

b.わが国では、不動産売買や賃貸借に関するデータはプライバシーに属するものとして保護され、一般に開示されにくい土壌ができあがっている。

不動産証券化等流動化が進み、投資家や世間一般のニーズが高まれば、情報開示の必要性に対するコンセンサスが確立され、b.の問題は解決に向かうものと考えられる。その時、a.の問題に対する答えとして、不動産金融工学の発展が望まれるのである。

1. 金融工学的手法を不動産に応用する意義

金融工学とは、『金融の効率的機能性に関わる多くの問題を研究対象とする学際的領域』であり、この領域には、『(1)デリバティブズの理論や金利の期間構造の理論の基礎となる無裁定価格理論、(2)アセット・アロケーションやALM(アセット・ラ

イアビリティ・マネジメント)の基礎をなすポートフォリオ理論、(3)金融機関が直面する市場リスクや信用リスクを評価・コントロールする金融リスク管理論がその代表的な研究テーマ』として含まれるとされる(刈谷[1997])(*1)。

金融工学を不動産に応用して行くことの意義は、時代の急激な変化に伴い顕在化した不動産をめぐる様々なリスクと積極的に向き合い、不動産だけが特別な資産なのではなく、金融商品等と同列の投資対象として市場に根づかせるための道しるべを与えることにあると言える。このような不動産金融工学の役割を、川口[2001]は、端的に、『一言で言えば、不動産のリスクをコントロールする技術と言ってもいいかもしれません。』(*2)と述べている。

2. 不動産金融工学の目指すテーマ

上述の川口[2001]では、不動産金融工学の目指すテーマとして、大きく分けて2つあるとしている。1つは、不動産の価格を決めることであり、もう1つは不動産のリスクを科学的にコントロールすることであって、具体的に前者は、金融工学的発想に基づいたDCF法やダイナミックDCF法等、収益還元法の応用による不動産の理論価格の提示、後者はポートフォリオ理論に基づく分散投資やリスク中立確率評価法による不確実性のコントロールであるという(*3)。

つまり、不動産の価格決定プロセスを、リスクという観点からダイナミックに捉え、不動産に、特別ではない「普通の資産」としての地位を復活させるためのテクニックが不動産金融工学であるということができよう。

3. 従来の評価手法の問題点を解決する不動産金融工学

「所有から利用へ」とのスローガンの下、不動産の評価にあたって収益還元法が重視されるべきという声が高まっているが、その中心的手法であるDCF法も、様々な問題点を抱えている。即ち、将来における収益予測をたった1つのシナリオに固定していることや、投資を今行うか、さもなくば行わないかの二者択一的な考え方でのみ捉えている点である。

前者に対する解決策として、例えばダイナミックDCF法がある。これは、将来におけるキャッシュフローや転売価格、割引率等を過去のデータ等をもとに確率的に捉え、数千、数万通りのシナリオを想定して理論価格を算出するもので、コンピュータの利用によるシミュレーション(*4)によって価格そのものも確率的に捉えようとするものである。その考え方の根底には、金融工学において株価等を確率過程として捉

えるランダムウォーク理論(*5,*6)がある。

また後者に対する解決策としては、例えばリアルオプションがある。これは、投資チャンスを1回限りと考えるのではなく、今すぐ実行せずに延期したり、一度行った投資を中断、撤退することまでをも考察の対象に入れた上で、投資価値を判定しようとするものである。その考え方の根底には、金融派生商品(デリバティブズ)の1つであるオプションに対する評価理論(*7)がある。

リスクコントロールという観点から重要なのが、リスク中立確率(マルチンゲール確率)(*8)の概念と、その考え方をベースに評価された各資産の組み合わせによる最適ポートフォリオの構築である。

このように、投資対象としての不動産とその価格に対して、従来からの経済学、ファイナンス理論、数理統計学、確率解析学等をもとにした工学的手法で解答を与えて行くのが不動産金融工学なのである。

4. 金融工学における主要理論の概要

(1)金融派生商品(デリバティブズ)

金融派生商品には、先物取引(広義の先物取引には、フォワードと呼ばれる「先渡取引」とフューチャーズと呼ばれる「狭義の先物取引」がある)やオプション、スワップ等がある。金融工学において最も重要なのはオプションに関する理論である。オプションとは、株式、債券等の原資産を売ったり買ったりする権利の売買であり、次のように分類される。

コール・オプション：原資産を買う権利。

プット・オプション：原資産を売る権利。

ヨーロピアン・オプション：権利消滅日においてのみ権利行使のできるオプション。

アメリカン・オプション：権利消滅日までいつでも権利行使のできるオプション。

ショート・ポジション：オプションの売り。

ロング・ポジション：オプションの買い。

以上を組み合わせ、例えば、ヨーロピアン・コール・オプションのロング・ポジションとは、権利消滅日にのみ原資産を買う権利を持つオプションの買い手を指す。なお、このオプション理論を金融資産以外に応用したものをリアルオプションと呼んでいる。

(2)ポートフォリオとリスク分散

金融資産は、その価格変動に関して様々な不確実性を内包している。1つの資産に資金のすべてを投入することは、その資産の持つ不確実性をすべて引き受けることになり、投資の成否は、すべてその不確実性を反映して決定されることになる。ところが、通常金融資産は、他の金融資産と組み合わせることによって相互に不確実性を相殺するようなことが可能となるため、分散投資の有効性が主張されることになる。昔からよく「すべての卵を1つのバスケットに入れてはならない」と言われるのは、このことを述べているのである。分散投資を実現するための複数資産の最適な組み合わせのことを、ポートフォリオと呼び、そのために各資産の持つ不確実性（リスク）と収益（リターン）を把握するための手法に、平均・分散アプローチがある。

(3)平均・分散アプローチ

ある資産の期待効用を、平均（期待値）と分散（あるいは標準偏差）(*9)の2つのパラメータで表すモデルを、平均・分散モデルという。これは、確率変数の分布を一般に正規分布(*10)で表現することが多く、正規分布は、平均（期待値）と分散（又は標準偏差）の2つが決まればその密度関数を特定でき、便利だからである。

平均・分散アプローチによって各資産の期待値と分散又は標準偏差を把握し、更に各資産間の共分散を考慮に入れたポートフォリオの期待値と分散又は標準偏差を算出することにより、分散投資の利益を計測することが可能となる。

(4)資本資産価格モデル(CAPM)

ある投資家における最適ポートフォリオの選択は、同人の持つ効用関数を前提とした期待効用の最大化問題である。ところが、投資家がリスク回避的であって、市場に安全資産が存在する時、危険資産に対する最適な組み合わせは、各投資家の効用関数とは独立に決定される。これを、ポートフォリオ分離定理という。この考え方に立てば、どの投資家にとっても最適な危険資産のポートフォリオは、期待収益率と標準偏差の二次元平面における資本市場線(CML)(*11)と呼ばれる直線の上に存在することになる。そして、モデルの仮定によりその資産比率は市場における時価総額の比率と等しくなることから、これは市場ポートフォリオと呼ばれる。更に市場ポートフォリオとその中に含まれるある資産の追加比率を変化させて新たな組み合わせを考える時、均衡状態においては、すべての資産は期待収益率とベータ値（資産の収益率と市場ポートフォリオ収益率との共分散を市場ポートフォリオ収益率の分散で基準化したもの）の二次元平面における証券市場線(SML)(*12)と呼ばれる直線の上に存在することになる。資産のベータ値が1である時、当該資産の期待収益率は市場ポートフォリオの収益率に等しく、1より小である時、即ち市場ポートフォリオよりリスク

が小である時、期待収益率は市場ポートフォリオの収益率より小となる。また、ベータ値が0の場合、当該資産は無危険資産である。このようにして、ある資産の期待収益率（ r ）は、次式で表されることとなる。

$$r = (r_m - r_f) + r_f$$

（但し、 β は当該資産のベータ値、 r_m は市場ポートフォリオの収益率、 r_f は無危険資産の収益率である）

以上を、資本資産価格モデル（Capital Asset Pricing Model）という。

(5) モディリアーニ＝ミラーの企業評価論（MM理論）

企業の市場価値は、期待収益が同じであれば、資金調達方法の如何（自己資本対他人資本の比率）を問わず同一となるというのが、モディリアーニ＝ミラーの第1命題である。但し、これは前提条件として、法人税等の収益税がない場合にのみ妥当する。もし収益税を考慮すれば、借入金返済分は課税を免れることから、企業の最適資本構成は負債100%であるということになる。しかしながら現実には100%他人資本の企業が存在しないのは、負債比率の増大は倒産確率を高める等、別の意味でのコストが発生するからであると説明される。

(6) 無裁定理論（ノーアービトラージ）

金融工学における基本定理として、無裁定理論がある。これは、無リスクで確実に収益をあげることのできる機会（裁定機会といい、フリーランチ（ただ飯）とも呼ばれる）は存在しないという仮定である。これを前提とすることにより、あらゆる資産はすべての人にとって同じ尺度で見ることができる。従って、リスクの同等な資産はすべての人にとって期待収益率が同じとなり、逆にあらゆる資産の収益率をリスクで調整することにより、無危険資産の収益率に一致させることができる。

(7) マルチンゲール

危険資産の収益を無危険資産のそれに変換するような値（確率）を、リスク中立確率（マルチンゲール確率）といい、リスク中立確率で調整された収益等のプロセスはマルチンゲールと呼ばれる。この手法を用いれば、資産の収益から割引現在価値を求める際に割引率に含めるべきリスクプレミアムを推定するという困難な作業から開放

されることになる。不動産金融工学におけるリアルオプションでは、このリスク中立確率を用い、安全資産の利率によって資産の割引現在価値（収益価格）を算出する方法が、一般に採用される。

5. 金融と不動産の歩み寄り

戦後日本経済の中で、今ほど業種間や企業間の垣根が低くなり、相互に歩み寄りを模索している時期はない。成長過程では必須とされた分業化の流れも、より高度化し、成熟化した経済においては妥当しなくなっている。その当然の帰結として、金融業界における再編や、異業種からの金融分野への参入等規制緩和、業際化が進行している。そしてその潮流は、不動産関連業界にも無縁のものではない。

証券化等の進展により、証券・金融業界において不動産を他の金融資産等と同列に捉えようという風潮の中で、不動産を評価することをその中心的業務とする不動産鑑定士も、今後益々金融業界や金融理論と無縁ではいられなくなるだろう。無論、株式や債券、デリバティブズの理論がそのまま不動産に適用できるわけではないので、従来まで相互に発展させてきた技術を統合、高度化し、今後の変革に対応して行くことが必要であると筆者は考える。

以上

<脚注>

*1：刈谷[1997]はしがき ページ

*2：川口[2001]第3部、第2章、95～96ページ

*3：同書第3部、第3章、104～109ページ

*4：コンピュータを利用したシミュレーションの技法には、過去の単一のシナリオを採用して将来予測を行うヒストリカル・シミュレーションや、過去のデータに基づいて様々なシナリオを想定し、これにより将来予測を行うモンテカルロ・シミュレーション等がある。特に後者は、将来における資産の収益率等につき定義された確率モデルを解析的に解くことが不可能であったり、非効率である場合に、コンピュータで発生させた乱数系列を用いて当該モデルに解を与える手法であり、以前から物理現象に関する問題を解く場合等に活用されてきたものである。金融工学の発展に伴い、金融資産の

プライシングにも多用されるようになってきた。

- *5：株価等の推移を時間の経過と共に確率的に変化してゆく過程として、特に離散時間において捉えたものがランダム・ウォークである。このランダム・ウォークの極限として連続時間において捉えたものが、ウィナー過程又はブラウン運動と呼ばれるものである。特に、

$$dx = \mu dt + \sigma dz$$

(但し、 dx は変数 x の微小時間における変化、 μ はドリフトパラメータ、 dt は時間の微小変化、 σ は分散パラメータ、 dz は標準正規分布に従うブラウン運動)

で表されるものを、ドリフト付きブラウン運動又は一般化されたウィナー過程という。

- *6：地価変動を幾何学的ブラウン運動として捉えた上で、確率微分方程式を用いて将来の地価を確率分布として幅（信頼区間）で推定する価格モデルを提示したものに、拙稿「地価はランダムウォークするか～株価のアナロジーで地価を説明する～」があり、筆者のホームページ (<http://www.kanteishi.net/>) で公開しているので、参照されたい。

- *7：オプション評価理論の代表的なものとして、ブラック＝ショールズの公式がある。これは、上記*5のドリフト付きブラウン運動を変形した

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

を出発点として、オプション価格 C を求めるために導かれた下記偏微分方程式である。

$$rC = \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + r \cdot \frac{\partial C}{\partial S} \cdot S$$

(但し、 S は原資産価格、 r は無危険資産の収益率)

この式の導出過程等詳細については、例えば参考文献、石村他[1999]等を参照されたい。

- *8：危険資産について、将来の不確実な収益を同等な効用を与える確実な収益に変換する方法を確実性等価アプローチといい、そこで用いられる下記 p を、リスク中立確率（マルチンゲール確率）という。

$$p = \frac{(1+r)V - d}{u - d}$$

(但し、 r は無危険資産の収益率、 V はこの危険資産の現在価値、 u はこの危険資産の良い状況の時の利得、 d は悪い状況の時の利得である)

- *9: ある資産について、将来における期待効用を確率的に捉えた場合に、確率変数の値をそれぞれ確率で加重平均したものが期待値であり、確率変数の期待値の周りのばらつきを表すものが分散 ($\text{Var}(X)$) である。

$$\text{Var}(X) = E(X - E(X))^2$$

(但し、 X は確率変数、 $E(X)$ は確率変数 X の期待値である)

また、分散の平方根を標準偏差という。

- *10: 確率変数が連続的である場合、試行回数を増やすと結果の度数分布のグラフが次第につりがね型に近づくことが知られており、これを正規分布(又はガウス分布)という。正規分布は、平均(μ)と分散(σ^2)の2つのパラメータが定まると一意的に定まり、その密度関数 $f(X)$ は、

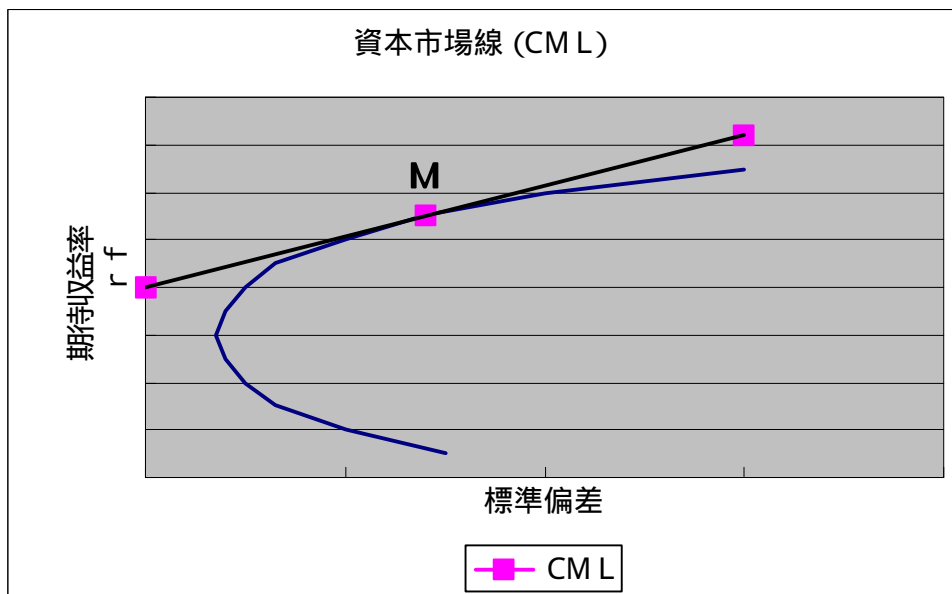
$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(X - \mu)^2\right\}$$

で表される。特に平均0、分散1となるように変換した

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{X^2}{2}\right)$$

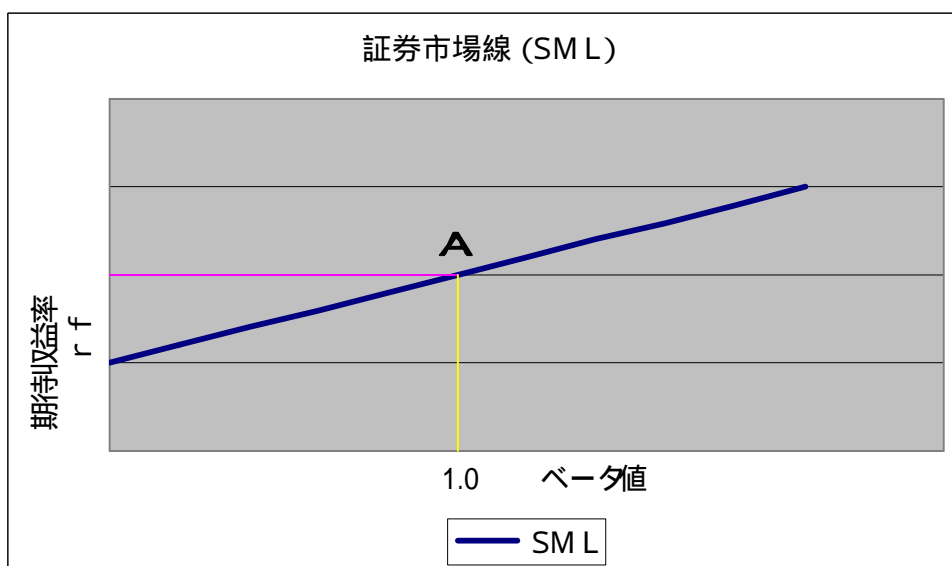
を、標準正規分布と呼ぶ。

- *11: 資本市場線



上記 r_f は無危険資産の収益率、P P は実現可能なポートフォリオを示す機会曲線、M は市場ポートフォリオである。

*12 : 証券市場線



上記 r_f は無危険資産の収益率、A は市場ポートフォリオと同一のベータ値 (リスク) を持つ資産、 r_m はその期待収益率を表す。

<参考・引用文献>

有浦義明『EXCELでわかる市場・信用リスク管理』(社)金融財政事情研究会、1998年

石村貞夫、石村園子『金融・証券のためのブラック・ショールズ微分方程式』東京図書、
1999年

刈谷武昭『金融工学の基礎』東洋経済新報社、1997年

川口有一郎『入門不動産金融工学』ダイヤモンド社、2001年

日本証券アナリスト協会編、榊原茂樹・青山護・浅野幸弘著『証券投資論[第3版]』日本経済新聞社、1998年

野口悠紀雄・藤井真理子『金融工学 - ポートフォリオ選択と派生資産の経済分析 - 』ダイヤモンド社、2000年

藤林宏・岡村孝・河内規称『EXCELで学ぶファイナンス2・証券投資分析』(社)金融財政事情研究会、1995年

マーク・クリッツマン著、青山護訳『証券投資のための数量分析入門』日本経済新聞社、
1997年

前川俊一『不動産投資分析論[金融理論との融合をめざして]』清文社、1999年