『特集』 不動産証券化の評価と課題 論説

不動産金融工学と不動産証券化

Real Estate Finance Technology and Real Estate Securitization

Motohiro ADACHI : Faculty of Economics University of Wakayama

足立 基浩*

This paper examines a possible way of applying real estate financial technology to a strategic method of real estate investment, especially to real estate investment trust (i. e. REIT), with a special reference to a specific character of real estate investment. The paper also introduces a collaboration system between research institution such as National University of Singapore and private property investment corporation in Singapore. In Singapore, the idea and thoughts of finance technology has often been employed in the case of investor's decision making process. Furthermore, it will be also looked at the history of real estate finance technology such as real option, portfolio of property investment and risk control. The paper concludes that the real estate finance technology will enable real estate investment markets to be more attractive and vitalize the market itself.

keywords : Real Estate Finance Technology, Real Option Theory, Singapore REITS, Implied Volatility
不動産金融工学, リアルオプション理論, シンガポール不動産投資信託, インプライド・ボラティリティ

不動産金融工学とは不動産投資における投資リスクの制御を行う手法を研究する学問である。1970年代初頭誕生した「金融工学」(ブラック、ショールズ、マートンらが開発した)をもとに、ペンディック・ディキジット教授らが応用させ1980年代半ばに理論的基礎を築いた。近年では不動産証券化を理論面でサポートするため日本不動産金融工学会(JAREFE)なる学会も誕生し、まさに学問・実務の両面で脚光を浴びている。

不動産金融工学は一般の金融工学と異なり、不動産特有のリスクを考慮にいてリスク計算を行う。不動産金融工学は主に、①様々な資産商品を組み合わせることでリスク制御の手法を開発(不動産投資ポートフォリオ)したり、②不動産の開発・転用・将来の賃料・価格のパス(経路)を数

値シミュレーションによって計測し、どの時点で不動産開発・投資・経営縮小・拡大を行ったらよいか判定する等を主目的としている。(リアルオプション法) 後者のリアルオプション法は不確実性下の不動産の価格付けを行うが、賃料などの成長率を一定と仮定する従来のDCF (Discount Cash Flow法、=収益還元法)に代わる新しい手法である。

本稿では、不動産金融工学と不動産の証券化との関連性について最新の理論を紹介しながら考察を行いたい。

不動産の証券化と金融工学との関係

不動産の証券化は金融市場で注目を集めており、また不動産金融工学の適用が期待されている。これは、不動産市場には従来の金融商品とは異なる

特有の価格変動パターンがあることが認識されているからである。この特性の結果、不動産は有望なポートフォリオ素材になることが期待される。

また、不動産の資産価値が不動産の証券化を通じてキャピタルゲイン重視からキャッシュフロー重視に変わり、投資リターン全体としてはバブルの頃に比べそれほど大きくないことが経験的に予測される。この場合、投資家の魅力を惹きつけるためには十分なリスク管理が不可欠となる。徹底したリスク管理によって証券化された不動産の資産価値を高めることが可能となる。

さらに、不動産は金融資産と異なり不加逆性の強い商品であり、資産価格や賃料の動きも金融資産のそれとは大きく異なる。よって、不加逆性のリスクを十分に考慮した不動産ならではの金融工学の必要性が生じた。

以上が「不動産金融工学」の誕生の背景と言える。また、それまでは経験則に左右されていた不動産投資も、証券化の進展によって「科学的」な統計データが必要となり、不動産金融工学を用いた不動産投資インデックスの作成が急務となっている。

不動産特有のリスクとは何か？

ところで、不動産市場には以下の特性が認識されている。

まず、第1に不動産市場の場合、将来価格に対する「期待」が極めて大きい点である。この特性は「オーバーシュート」と呼ばれるが、1980年代、地価バブルの異常な高騰はこの土地市場特有の期待形成の結果もたらされた。

第2に、不動産市場は極めて不安定であり、その結果不動産は「ハイリスク・ハイリターン」の商品特性を有する点である。1970年代から2002年現在までの期間、不動産価格は激しく変動しており土地は「安全な資産」とはいえない。

このような不動産市場特有の状況の下、不動産を取り巻くリスクとして、①空室率、賃料、投資コストなどに影響される「ビジネスリスク」、②金融機関から融資を受けて不動産を購入するときに発生する「借入リスク」、③売りたい時にすぐに売れない「流動性リスク」、④物価の変動に影響される「インフレーションリスク」⑤物件の経営管理に関する「マネジメントリスク」、⑥金利変動による「金利リスク」、⑦税制や都市計画法、条例の制定などで不動産の流動化・収益率が変化する「法制リスク」、⑧火事や地震などの災害が発生した場合の「災害リスク」などが挙げられる。

これらは、従来のリスク管理理論だけでは対処できない不動産特有のリスクであり新しい制御工学の必要性が生じた。

不動産金融工学でヘッジ可能なリスク

ところで、上記8点はそれぞれが不動産投資をする際に特に注意をしなければならないリスク群であるが、このうち、「ビジネスリスク」、「借入リスク」、「インフレーションリスク」、「金利リスク」に関しては、不動産金融工学を応用させることによってリスク制御が可能である。上記4つのリスクに関してはそれぞれ、過去の変動（標準偏差）などリスク管理の基礎データが入手可能だからである。一方、その他の4つのリスク（災害リスクなど）に関しては自然災害などリスクコントロールが難しい分野であり、これは今後、不動産金融工学の発展とともに克服される可能性があるが、今のところ主だった制御理論は存在しない。

不動産金融工学の中でのリアルオプション法

先述のように、不動産の証券化は不動産の資産運用に新たなポートフォリオとリスクヘッジの可能性を提供する。

一方、個別の不動産を見た場合も投資や経営規

模の変更などのタイミングを探ることによりリスクヘッジが可能である。これを「リアルオプション」法と呼び、ここ10年ほどで基礎理論が確立した。

端的に言ってこれは、金融におけるオプション理論を実物資産投資の意思決定行動に応用したものである。従来の収益還元法（＝DCF手法）では不動産投資価値が投資コストを上回った場合に投資の意思決定がなされると説明されてきた。リアルオプション理論では投資は「権利」として把握されており、将来的に経済状況が悪くなる場合にはこの「権利」を放棄することによって不利な投資を回避することが可能となる。現在、日本では多くのテーマパークが経営難に陥っているが、リアルオプション理論にもとづいた戦略的投資行動を行っていればリスクは最小化されていたかもしれない¹。不確実性が高い経済環境では経営のフレキシビリティと戦略性が重要なのである（Trigeorgis（1996））。

リアルオプション理論では、不動産のもつ①不可逆性、②不確実性、そして③最適投資タイミング、等の3要素が理論上の重要な構成要素となっている。不可逆性とは、不動産投資が多額のコスト（埋没費用）を伴うため、一度投資をしたら土地利用が凍結される状態を示す。これは株式投資等と異なり不動産市場に特有の状況である。この結果、投資のタイミングが決定的に重要な要素となる。不動産投資が可逆的であるならばタイミングは問題ではなく、マーケットの状況によってその都度投資計画を変更すれば良いからである。不確実性の存在もオプション理論では重要な要素となる。仮に投資に関して2通りのプロジェクトが存在する場合、不確実性が存在することによって追加情報を得るために投資時期を一時期遅らすことも考えられる。リアルオプション理論では不確実性の存在によって、投資価値が変動する。

Capozza and Li（1994）は農地のオプション価値と開発のタイミングについて分析を行い、不可逆性の価値の存在を理論的に明らかにしている。

リアルオプション理論を初めて実証分析を行ったのはQuigg（1993）である。彼女は未開発地の開発価値をヘドニック手法によって求め、開発延期のオプション価値（Wait to Develop）が未開発の土地の価値の6％程度であると指摘している（これをオプションプレミアムと呼ぶ）。Sing and Patel（1999）は不動産

表1 リアルオプションの先行研究

著者	年度	応用主体	確立推移関数	確立推移のパターン
McDonalds and Siegel	1986	開発待ちオプション	不動産価格	幾何的ブラウン運動
Williams	1991	最適開発タイミングオプション	開発コストとキャッシュフロー	幾何的ブラウン運動
Quigg	1993	開発待ちオプションのプレミアム	開発価値と開発コスト	幾何的ブラウン運動
Capozza and Li	1994	農地開発オプション	都市農地地代 ^t	算術的ブラウン運動
Trigeorgis	1996	最適投資タイミングオプション	不動産価格	2項モデル
Patel and Paxon	1997	最適開発時期オプション	開発価値と開発コスト	2項モデル
Adachi	2001	不動産税とオプション価値	開発価値	幾何的ブラウン運動

1 Dixit and Pyndic（1994）によれば、「不動産を取得する権利」のことをリアルオプションと定義している。

用途のパターンをいくつかに類型化し（オフィスビル、賃貸住宅など）、イギリスのデータを用いてオプションプレミアムを計測している。その結果、オプション価値は開発価値の約25%から30%程度と結論している。これらの実証研究結果は、開発延期オプションのみに限定されているが、その他のオプションに関しては実証研究が容易ではない。Adachi (2002)²はSing and Patel (1998)を応用してインプライドボラティリティーの計測を行った。先行研究としてSing (1998)があり、彼は英国のデータを用いて実証分析を行ったが、Adachi (2002)は日本のデータを用いてこれを行った。

これらリアルオプションに関する論文の多くは、1990年代から2002年現在までを中心に提出された。そして、将来の不動産の投資機会を「オプション」として把握し、そのオプションを含んだ現在不動産価格を求めるか、もしくは不動産投資・開発のタイミング（ファースト・ヒッティング・タイムと呼ばれる）の計測を行うという意味において概ね論旨が一致している。こういった意味での「オプション」行使のタイミングコントロールを通じて、大規模な開発リスクヘッジの可能性を提示している。これがリアルオプションを用いたリスク回避のエッセンスである。

シンガポールREITに対する不動産金融工学の応用

ところで、不動産金融工学はどのような分野で応用が可能なのであろうか？以下、2002年7月からスタートしたシンガポールの不動産投資信託を例にとり不動産金融工学の応用の可能性について

検討を行う。2002年12月現在では同国では2種類の不動産投資信託商品（Singapore Real Estate Investment Trust、通称SREIT）が上場されており、今後のSREIT発展に対応可能な最新データがほぼ完全に整備されている。これは、同国のNUS（シンガポール国立大学）が金融工学の応用を前提にデータ整備を進めてきたからである。シンガポールでは産学協同で不動産金融市場の発展への取り組みがなされている。以下、SREITの発展のために政府が示した仮想的な概要データと不動産金融工学の応用の可能性について分析を行った³。

シンガポールの不動産市場

まずは、同国のREITや不動産会社の株式の収益率について見てみよう。

アメリカの場合、現在REITの収益の約71%がインカムゲインで構成されており、圧倒的にインカムゲインを重視した金融商品となっている。これに対応するかのように収益の95%を配当に回した場合、免税可能というREIT特有の非課税措置制度も存在する。

一方、シンガポールでは現在までに上場されている2種類のREIT（キャピタルモルトラストとA-REIT）の総合利回りは、いずれも8%程度であり、キャピタルゲインがかなり期待されている。

1990年から2001年の主要不動産会社の株の平均収益率は2.49%である。標準偏差はやや高めで（ミドルリスク）、同期間の平均値は約10.59%となっている。一般株式と比較して同国の不動産株の配当率（リターン）は低いが、リスクはやや高めになっている。昨年11月の段階ではREIT創設は見送られたが、これはREITに対する資金需要不足が原

2 詳細についてはAdachi (2002) 参照。

3 シンガポールで行われたSingapore Property Trust研究会（2002年5月23日、24日：シンガポール国立大学主催）より入手した資料を参考。Prof. Liow Kim Hiang ‘Can Property Funds be different from Listed Property Stocks? — A Singapore Perspective’ PP 1—pp14を参照。

因であった。著者が5月に行ったシンガポールの投資家に対するアンケート調査では、その理由として「収益率が低い」点が指摘されている⁴。

米国などとはやや異なり、今後シンガポールでは不動産からの収益(インカムゲイン)はそれほど期待できないものの、長期的にはキャピタルゲインも期待できる。キャピタルゲインを含んだリスクの計算にも不動産金融工学は力を発揮する。

不動産金融工学では、キャピタルゲインの計算が緻密化されており制度の高い価値計算を行うことが可能だからである。

不動産投資のリスク・リターンとポートフォリオ

次にシンガポール不動産投資信託のポートフォリオの可能性について見てみよう。表2、表3参照
ここでは「平均株価」、「不動産会社株価」、「実物不動産(住宅、商業系、オフィス系) 価格」のそれぞれについてリスクとリターンが示されている(データは1991年から2000年まで)。

表2が示すように、シンガポールでは過去10年を見る限り、「住居系」の実物資産の収益率が一番高く、リスクも低い値を示している。住居系物件

表2 シンガポールの不動産関連資産の収益率 (1991-2000)

	すべての株	不動産株	オフィス	リテール	住宅
平均収益	0.01102	0.01910	0.00856	-0.00088	0.02140
標準偏差	0.12684	0.20030	0.05903	0.04901	0.06129
Skewness	0.61048	0.21133	0.00427	-0.48738	-0.62871
Kurtosis	4.54651	4.19712	3.08794	2.47561	3.20285
シャープインデックス	0.05480	0.07507	0.00450	-0.00494	0.28280
Jensen's Index (JI)	0	0.00053	0.00447	-0.00531	0.01634

出所: 'Can Property Funds be different from Listed Property Stocks?—A Singapore Perspective' p 9

表3 シンガポールの不動産関連資産の収益率の相関 (1991-2000)

	オフィス	商業	住宅	すべての株価	不動産株価
オフィス	1	0.778	0.547	-0.0027	-0.019
商業	0.778	1	0.428	0.125	0.147
住宅 I	0.547	0.428	1	0.287	0.0115
一般株平均株価	-0.0027	0.125	0.287	1	0.885
不動産株価	-0.019	0.147	0.115	0.885	1

出所: 'Can Property Funds be different from Listed Property Stocks?—A Singapore Perspective' p10

では平均利回りが2.41%であるが、不動産株は同期間平均1.91%、一般株は1.10%となっている。さらに、不動産株のボラティリティ(20%)は不動産の直接投資のボラティリティ(5%前後)を大きく上回っている点は注目に値する。さらに、各ボラティティ

4 著者が2002年5月にシンガポールの投資に関する専門家を対象に、「2001年11月のシンガポールのREIT創設失敗の原因」についてヒアリング調査を行ったところ、①イールドが低すぎる(5件)、②税制の未整備(5件)、③需要不足(1件)、③知られていない(1件)、③法整備が未熟(1件)、③政府のサポート不足(1件)などの回答が得られた。同国では近年不動産価格が下落しているが、収益(賃料など)との関連ではまだまだ高く、投資家を説得するだけの十分なイールドが得られないようである。また、不動産証券税制なども含め、今後の導入が不確かな制度インフラも多く、今後のREITの発展のために残された課題は多い。

の差は統計的に優位(5%レベル)な値を示している⁵。

表3は一般株価、不動産会社株、実物不動産(住宅、商業系、オフィス系)のそれぞれの相関係数が示されている。主要不動産会社の株価と「オフィス」「住居系」「商業」の収益率との相関がそれぞれ-0.019, 0.115, 0.147となっている。

また、一般株平均株価と「オフィス」とを組み合わせてもリスクは下がるであろう(相関係数-0.0027)。このように不動産関連の投資物件はその収益の動きの特殊性ゆえに新たなポートフォリオの可能性を提示している。不動産株は独特のビジネスサイクルがあると言われ(長期周期は日本の場合8年、イギリスの場合8~10年)、その動きを計量的に把握すればリスクヘッジの可能性は広がる。シンガポールでは今後REITの発展が期待されるが、十分に整備されたデータの強みを生かして、リスクコントロールを行えば十分魅力的な不動産投資信託市場となるであろう。

データと不動産金融工学

上記の例では不動産株特有の動きを考慮してリスクを制御することが「不動産金融工学」の応用を意味する。シンガポールではREITは存在しないので不動産株のリターンとリスクの動きを考察したが、学ぶべき点は多い。例えば、不動産会社の株式はその事業規模の大きさからリスクはやや高めに突出しているはずであり、この高めのリスクは同不動産会社が新規開発事業のリスクを含んで行っているからである。開発と不動産利用の間にタイムラグがある場合のリスク計算は「シークエンシャル・オプション理論」と呼ばれる手法を用いてリスク計算が可能となる(Bar-Ilan and Strange (1996) 参照)。この場合、開発事業を行わない場

合のリスクを計算し、そのリスク部分を取り除けば、仮想的なREITのリスクの計算が可能となる。そして、その計算手法を分析するのが不動産金融工学である。金融工学との違いは「開発」リスク計算を扱う点も守備範囲に入れている点である。

さらなる不動産金融工学の可能性

近年ではリスク計測の精緻化も目覚ましい発展を遂げている。Sing and Patel (1998) はインプライド・ボラティリティー(経済モデルを利用して求める収益の変動率)の計算を行っている。そしてその基礎となったのがリアルオプション法である。先述のようにAdachi (2002) はさらにSing and Patel (1998) とQuigg (1993) らの手法を応用させて日本の不動産のインプライド・ボラティリティーを計測している。その結果、標準偏差で求められるボラティリティーよりも高めの結果を得ている⁶。これは不動産金融工学を利用しなければ得られない結論であり、不動産が証券化された場合のリスク計算も同手法の応用により可能となった。

結びに変えて ～不動産金融工学と証券化の発展～

これまで論じてきたように、不動産の証券化・REITの発展がその商品の配当率・リスクに大きく依存するのであれば、その制御手法の発展、つまり不動産金融工学の発展が不可欠となる。近年では、オーストラリア、アメリカ、マレーシア、韓国、日本等、REITを導入している国の数は増加の一途をたどっている。これは、REITという不動産証券化の一形態が経済全体に対して与える影響が大きい点が認知されたからであろう。そして、それを支援するための不動産金融工学のさらなる発展も叫ばれている。先述のシンガポール国立大学

5 Prof. Liow Kim Hiang (2002) 'Can Property Funds be different from Listed Property Stocks? — A Singapore Perspective' p 9 参照。

6 詳細についてはAdachi (2002) 参照。

では同大学が中心となって不動産金融工学の理論を開発し、その知識・手法を投資の現場を知る民間が利用している。いわば、産学が一体となってREIT創設に向かって邁進しているのである。

ただし、不動産金融工学も万能ではない。例えば、モンテカルロシミュレーションを用いて不動産収益変化率について無数のパスを実験する「ダイナミックDCF法」と呼ばれる手法があるが、その運用をめぐる多くの課題が残されている。同手法にはボラティリティーや賃料変化率などの諸点において一定の「経験的データにもとづく初期設定」を設けることが前提であり、この初期設定が主観の域を超えない場合が多い。つまり出された結論も「条件付」となってしまう。しかし、従来型の予測手法（たとえばDCF法）は収益率の変化に対してあまりに単純すぎる仮定をおいており、ダイナミックDCF手法の方がより精度は高いことは確実である。また、オプション（選択肢）を多く入れて価格付けを行うリアルオプション法も用いた場合、投資の理論価格がDCF手法のそれと比較して極端に高くなってしまふ場合が多い。これは、オプションの数を増加し、リスク回避の機会が多くなればポテンシャルな投資価値が上昇するからである。大切なのはそのオプションの設定が現実的であるか否かであり、オプションを含んだ価値を「リスク織り込み価格」と把握すれば価値の上昇も説明可能となる。つまり、オプションを一種の保険料ととらえればよい。

いずれにしても、大切なのは不動産証券化に対して科学的なメスを入れ、より安全な不動産投資を模索しなければならないという点であり、これなしにはJREITの発展はありえない。

参考文献

1. Adachi, M., 2002 'Real Option Model with Property Tax and Implied Volatility in Japan' presented at EURE conference held in Vienna, July 2002.
2. Adachi, M. and Patel, K., 1999, 'Agricultural Land Conversion and Inheritance Tax Effect' Review of Urban and Regional Development Studies, Vol. 11-2 pp127-140.
3. Bar-Ilan, A and W. Strange., 1996, 'Urban Development with Lags', Journal of Urban Economics, Vol. 39, pp87-112
4. Capozza, D. R. and Li, Y., 1994, 'The Intensity and Timing of Investment: The case of land,' American Economic Review, Vol. 84, No. 4, pp889-904.
5. Dixit, A. and Pyndic, R. S. 1994, 'Investment under Uncertainty' Princeton University Press
6. McDonald, R. and Siegel, D., 1986, "The Value of waiting to invest," Quarterly Journal of Economics, Vol. 101, No. 4, pp 111-144
7. Patel, K. and Sing, T. F., 1999, "Empirical Evaluation of the Value of Waiting to Invest", The AREUEA
8. Patel, K. and Paxon, D., 1997, 'Real Quadric Property Options: defer/Contract/Expand/Switch' Discussion paper, University of Cambridge, Department of Land Economy
9. Sing, T. F. 1998, 'Real Options in Real Estate: Irreversibility, Volatility and Option Premia in U. K Commercial Property Market', Ph. D dissertation at Cambridge University
10. Quigg, L., 1993, "Empirical Testing of Real Option Pricing Models," The Journal of Finance, Vol. 68, No. 2, pp. 621-639
11. Trigeorgis, L., 1996 'Real Options' MIT Press
12. Williams, J., 1991. 'Real Estate Development As an Option', Journal of Real Estate Finance and Economics, Vol. 20, pp. 213-222.
13. 『不動産投資・住宅投資の活性化方策の研究』, 森泉陽子, Piyush Tiwari, 足立基浩, 土地関係研究者育成支援事業助成金による研究, (財)土地総合研究所, 2002年9月, pp 1-pp83
14. 『最適開発時期に対する固定資産税の効果』, 前川俊一・足立基浩, 明海大学不動山学部論集(1996年)