

ポートフォリオ選択における不動産と 他の複数資産の時系列的関係性

Time-Series Relationship between
Real Estate and Other Asset Classes for Portfolio Selection

鈴木 英晃* 高辻 秀興**

Hideaki Suzuki

Hideoki Takatsuji

Abstract For better understanding of real estate in a multi-asset portfolio, this research focuses on time-series relation of real estate with its other asset classes in total return. VECM confirmed a lead-lag relationship between REITs, equities and investment real estate, that JREITs, large-cap equities and mid-cap equities lead real estate. It was also found that JREITs have a significant impact on forecast errors of real estate at almost 40%, and that large-cap equities have large impacts on both JREITs and real estate in forecast errors.

キーワード 投資不動産、総合収益、多変量時系列分析、ベクトル誤差修正モデル、
マルチアセット・ポートフォリオ

学際領域 計量経済、時系列分析、現代ポートフォリオ理論

1. 研究の背景と目的

人々の資産は、様々なライフステージそしてリスク許容度に応じて、多様な形となる。これら資産の運用は、若年期・家族世帯における資産形成から老後の貯蓄まで、効果的な運用がなされることで人々の富の形成と持続を助長する。運用資産は個人により直接保有運用されるものから運用者に任せられる大規模なポートフォリオといった、いわゆる機関投資化しているものまで幅広い。

現代ポートフォリオ理論（MPT）の発展により、様々な資産を組み合わせた複数資産ポートフォリオ（マルチアセット・ポートフォリオ）による高度な資産運用が進んできた。MPTにおける代表的な貢献として Markowitz（1952）の平均・分散モデルがある。これは異なるリターン変動をもつ資産同士を組み合わせることでポートフォリオ構築することによりリスクの分散を図るという考えであり、投資家及び資産運用者がいかに運用戦略をたてるべきかを提案したものである。不動産も資産クラスの一つとして複数資産ポートフォリオに組み込まれ、その分散効果は学術と実務の両方で報告されてきた。

日本国内においては、伝統的資産である株式や債券によってポートフォリオを構

* 麗澤大学経済社会総合研究センター客員研究員

** 麗澤大学経済学部教授

築することが一般的であり、それ以外の資産クラスが含まれることは少なく、このことに関しては様々な意見が多い。内閣官房（2013）がまとめた「公的・準公的資金の運用・リスク管理等の高度化等に関する有識者会議」の報告書によると、運用目標及び方針に関して、①国内債券型ポートフォリオの見直し、②収益目標・リスク許容度の設定、③運用コスト等、④余裕金の運用方法、が提案された。

同報告書が指摘するように、日本の公的準公的年金基金のポートフォリオは、国内債券に偏ったポートフォリオを持ち、収益目標も低く設定されている傾向にある。しかし、今後のデフレ脱却とリスク資産選好への期待も鑑み、これからは長期的な視点にたった上で、収益・リスク許容度の設定、運用余裕資金の運用方法そして適切な運用コスト等の配慮が必要であると同報告書は提案した。また、同報告書は、現在よりも高度な運用にあたって、国内債券型ポートフォリオからの脱却を含め、さらにポートフォリオ運用対象資産を多様化させること、つまりオルタナティブ資産（以下、オルタナ資産）をも導入していくことを提案している。つまり、伝統的資産である株式や債券のみならず、オルタナ資産と呼ばれる領域への拡張を行うことにより、運用の高度化を図ることとしている。これは、様々な低相関の資産を組み合わせることで、安定した（変動の少ない）運用を図れるという MPT の枠組みによるものでもある。

オルタナ資産と呼ばれるもののなかには、様々なものがあるが、代表的なものとして不動産投資、プライベート・エクイティ投資等のような非流動性資産であることが多い。本研究の対象ともなっている不動産は中でもリアルアセット（実物資産）に分類され、伝統的資産のようなペーパーアセットとは異なる扱いを受けている。不動産への投資方法としては、実際に運用する直接投資と、ファンドを経由する間接投資がある。REIT は不動産を原資とする市場性資産クラスであるが、REIT という独立した資産クラスとして不動産とは区別して認識されることも多い。

これら不動産を含むオルタナ資産を通じた運用の高度化が期待されているが、他方ではマルチアセット・ポートフォリオ内におけるオルタナ資産への投資実績は、日本において未だ少なく、知見として蓄積されていないのも事実である。本稿の関心対象とする不動産にあつては、ポートフォリオ内部でのアロケーションが海外の基金では一般的に行われているものの、日本における公的準公的資金がもつ不動産アロケーションは未だに少ない。

不動産は現在オルタナ資産の一つとして認識されている一方で、その市場規模の大きさから、高度化されたポートフォリオに今後組み込まれていくことが予想される。日本の不動産投資市場全体は2011年時点において、2兆6,780億米ドルと試算され、調査を行った55市場のなかで US（6兆7,530億米ドル）に次ぐ第2位という結果であった（Pramerica, 2012）。さらに2013年度時点における、日本の投資可能な不動産投資市場（investible market）の規模は、7,078億米ドルであると試算され、ここでも調査対象となった25カ国中において、US の2兆2,379億米ドルに次ぐ第2位の規模である（IPD, 2014）。Lieser & Groh（2013）の投資用不動産市場に関する分析結果報告にもあるとおり、不動産投資機会、資本市場の洗練さと興行

き等が、不動産投資の決定要因として最も影響の大きなものであることから、投資機会の十分にある不動産が今後日本のポートフォリオ内に配分されることは自然であるといえる。

一般に不動産投資の特徴として投資単位の大きさ・取引費用の高さ・流動性の低さなどの投資クラスとしての扱いづらさが指摘される一方でも、ポートフォリオのリスク分散役として戦略的な位置づけとして有益になる場合もある。不動産の分散効果に関する知見は海外で多くの文献で紹介されているが（例えば、後述の Lee, 2003, Lee & Stevenson, 2006, Lee, 2005）、日本の不動産についてもこのポートフォリオに対する分散効果が報告されてきており（Moroney & Naka, 2006, 鈴木・高辻, 2013a）、今後我が国においても同資産が複数資産ポートフォリオにおいてリスク分散の役割を果たすものと期待される。

しかしながら、ポートフォリオ運用の高度化を目指すに当たっては、これら既往研究の含意を整理して理解することが重要である。特に投資家のリスク許容度とポートフォリオ選択の関係性については今一度立ち返って検討する必要があるだろう。不動産データが及ぼす特有の問題も存在する。さらに、各資産の相互関連性も考慮する必要がある。複数資産ポートフォリオ内の各資産は相互に関連し合い（又は共通の因子を共有しながら）推移しており、これは不動産においても同様である（後述の Giliberto, 1990, Clascocock *et al.*, 2000, Clayton & MacKinnon, 2001, Oikarinen *et al.*, 2012）。この相互関係性は、複数資産ポートフォリオの構成に重要な意味を持つものである。そしてこの関係性は不動産を含む複数資産ポートフォリオの構成を決定する際のシナリオ的な含意を持つことが期待され、実際の投資家が思い描く“事前予測”を行う際に不可欠であるといっても良いだろう。

そこで本研究ではポートフォリオ構築における基礎的な整理と、不動産と様々な資産の相互関係性に焦点を当てたい。本稿の構成は次の通りである。第2章で、ポートフォリオ選択の観点から既往研究を読み解く。第3章では、データと研究方法に関する議論を行いモデル化していく。第4章では、分析モデルを用いて、ポートフォリオを構成する各資産の相互関係性についての分析を行う。具体的には複数資産のデータを用いて多変量時系列分析を行い、グレンジャー因果性・インパルス応答解析・分散分解から各資産が不動産にあたえる影響度の計測をする。その計測結果から複数資産間でいかなる相互関係性と影響度が読み取れるのかをさぐる。なお、データの時系列変動により適用するモデルや解釈が異なってくるため、単位根検定や共和分検定等を逐次行いながら進める。第5章では、本稿にて得られた知見をまとめ議論する。

2. 既往研究の整理

本章では、まず先行研究とそこから得られた知見についてポートフォリオ選択の観点から整理する。

投資家のリスク選好は、その許容度として考えることができ、ポートフォリオの

リターンやリスクそして構成を決定する要因である。不動産がもつ複数資産ポートフォリオにおける分散投資効果は、早くはIbbotson & Siegel (1984) がその有益性を示しているが、ポートフォリオ選択は、投資家のリスク許容度に依存しているため、研究を行うにあたりリスク許容度に関する想定を設ける必要がでてくる。その際に頻繁に参照されるのは、最適ポートフォリオ（接点ポートフォリオ）である。Lee & Stevenson (2006) は、最適ポートフォリオの概念を用いて次のように報告した：リターンを改善する場合やリスクを減少させる場合の両方も含め、不動産は5年から25年の運用期間を通して最適ポートフォリオに組み込まれたこと、そして運用期間が長期化するほど不動産がポートフォリオに与える影響は良くなっていく傾向があったが、リターン改善としての役割よりもリスク分散としての役割のほうが大きい。Lee (2003) もまた、不動産が分散効果を発揮するタイミングを調べた。不動産をポートフォリオ内部で持つことにより、多くの場合はポートフォリオのパフォーマンスを押し下げることが多いものの、ダウンサイドにおいてはパフォーマンスが改善することを報告した。

また、無リスク資産を含まないポートフォリオの基礎的モデルは、マーコビッツ・モデルがあげられる。同モデルは、多数のリスク資産を組み合わせた加重平均されたリターンを最小分散点においてプロットすることにより、最小分散集合を描く。同集合上のなかでも最も分散が最小となる点を最小分散点と呼ぶ。そして、合理的な投資家がリスクとリターンのトレードオフにより最善のポートフォリオを選択することから、同分散点から上方の集合プロットが、効率的フロンティアとして成り立つ。

ここでも投資家のリスク許容度による配分比の決定を説明することができる。リスクを最も敬遠する投資家は、最小分散点におけるポートフォリオを選択し、リスクを選好する投資家は、最小分散点よりも上方に存在するポートフォリオを選択することになる。Moroney & Naka (2006)・鈴木・高辻 (2013a) は、効率的フロンティア及び最小分散点におけるポートフォリオ選択について日本の不動産について報告した。Moroney & Naka (2006) が日本においてもポートフォリオ内部に不動産を持つことの分散効果があることを、価値変動（いわゆるキャピタルリターン）の観点から報告した。その後、鈴木・高辻 (2013a) が、価値変動のみならず収入面（インカムリターン）も加えたトータルリターンを用い、不動産が最小分散投資ポートフォリオ内に占める資産配分割合の経年変化性について研究し、以下のことを指摘した：①金融危機の影響下においても分散効果が得られていたが、平均リターンは押し下げる結果であったことから、リターン改善としての役割よりもリスク分散の役割を担う資産であるといえる。②また、不動産は異なる保有期間において常に最小分散ポートフォリオへ組み込まれたが、その資産構成比には時間的変動があり、長期保有するとその変動幅は小さくなったこともわかった。つまり分散効果は常に一定の効果で推移するものではなく、時期によって変動していることを示唆する。これはポートフォリオを構成する不動産と他資産の相対的關係性が絶えず変化しているためである。

これら既存研究は不動産が持つ「リスク分散役としての有効性」に関し、実に有益な知見を与えてくれるが、仮定されているのは一期間のポートフォリオ・モデルであり、結果も「近視眼的」である点を理解する必要がある。仮定されている投資家は一定期間の投資ホライズンをもち、それ以外の期間で起こる事柄に対し無関心であることを前提としている。つまり、同想定期間の前に構成をしている場合においてはその既存ポートフォリオの状態を無視することになり、さらに想定期間後の運用に関しても関与せず、想定された期中のみの運用に徹することとなる。

これは絶えず運用を続けている実際のポートフォリオ運用者の考えとはかけ離れている。特に不動産は株や債券と比較しても、取引コストの高さと流動性の低さが指摘されており、既存ポートフォリオから容易にリバランスを行うことができない。実際にも、Lee (2005a) は、不動産をポートフォリオに加えることによる分散効果は、既存ポートフォリオの構成によるところがあり、つまり状態に依存していると指摘されている。さらに、不動産自身の保有個数を増やすことによる限界効用は、高い取引コストに見合わない場合もあるため、現実的に不動産ポートフォリオ内に実際に保有されている不動産の数は、学術研究で指摘される最適数よりも少ない場合が多い (Lee, 2005b)。流動性については、不動産は非上場資産であることに加え、強い非均質性を持ち、戦略に見合った資産を容易には見つけだすことができない。さらに売買時の長い権利移行プロセスと取引コストの高さが、流動性を阻害することも少なくない。つまり、近視眼的ポートフォリオ選択が必ずしも適切な提案をしてくれるものではなく、能動的にポートフォリオの状態を検証しながら多期間にわたるポートフォリオを構築していくことが要求される。

能動的にポートフォリオを組むためには、今までの分析結果は“事後的”であると言わざるを得ない。現在までに得られてきた知見は過去のデータから複数資産ポートフォリオの資産構成を結果から見る“バックワード・ルッキング”なものであり、実際のポートフォリオ運用を考慮していない。実際の投資家は、将来を事前に予測しながら自己のポートフォリオの組み替えを能動的に行っており、過去の動向のみを見てポートフォリオ構築を行っていないのである。つまり、真の意味でのポートフォリオ分析を行うためには、投資家の“フォワード・ルッキング”な事前予測性を考慮しなければならないということになる。

先において各資産間の関係性には時間的変動があることを指摘した。各資産間の相互関係性はポートフォリオ管理において大きな意味を持つ。Markowitz (1952) の平均・分散モデルは、異なるリターン変動をもつ資産同士を組み合わせることでポートフォリオ構築することによりリスクの分散を図るものであるが、資産間の相対的關係性が時間により変化するのであれば、その関係性の過去の推移を見直し将来の予測をすることで、ポートフォリオの資産配分比も能動的な見直しが必要となってくる。

既往研究では上場不動産であるリートと不動産とが他資産に有する関係性の時間変動を見るものが多い。リート（不動産投資信託）もまた不動産に関連した資産クラスである。その高い市場公開性と賃料ベースの収入から、流動性と分割可能性の

より高い不動産の投資方法として広く認識されている。Giliberto (1990) は不動産とリートに共通する純不動産因子について報告している。また、Oikarinen *et al.* (2012) はリートが不動産より先行して推移することを報告している。1994年から2010年のセクター別リートのデータを分析した結果、不動産セクターを考慮してもなお REIT が直接不動産をリターンにおいて先行するという結果が得られた。またリート市場でしめされた価格変動は不動産の価格に鈍く吸収されていくことを報告した。つまり、リートの特性を理解することも不動産を理解することの一部として有用であると考えられる。Clascock *et al.* (2000) と Clayton & MacKinnon (2001) はリートを含んだ不動産と他の資産クラスとの関係性を時系列分析し、構造変化と時間的変動性を報告した。

日本市場におけるリートと不動産を含む他資産との関係の経年変化性は価格に関して行われたもの (Chiang, So & Tan, 2008) があるが、総合的な収益 (トータル・リターン) の議論にまでは進んでいなかった。そこで、鈴木・高辻 (2013b) は、日本における不動産投資指数と他の資産の指数とを総合収益の観点から比較した。月次リターンの相関係数を一見したところ、株式、国債、債券、REOC (上場不動産会社)、J リート、株式はそれぞれが強く相関しているにもかかわらず、不動産はそれら代替資産との相関がみられなかった。さらに、J リート直接不動産と J リートの借入金等を考慮したファンド全体のリターンに関しても、それらが J リート株式の根本的リターンであるにもかかわらず、J リート株式との相関を見ることはできなかった。また、不動産指数が定常性を得るためには他資産よりも多い階差を必要とした。同指数を ARIMA モデル化しても決定係数が低く説明力として不十分であることを示唆し、他資産からの影響と説明力については今後の課題としていた。つまり、単変量ではなく、多変量の枠組みをもって取り組むべきであるということであり、これは資産間の相互関係性を重視する MPT の考え方とも一致する。

このように総合収益における不動産投資と他資産との相互の時系列的な関連性は未だに議論の余地を残している。そこで、フォワード・ルッキングな能動的ポートフォリオ構築への研究に先駆けて、本研究は多変量時系列分析を通じてこの関連性を明らかにすることを範疇とする。

3. 研究データと分析方法

3.1 研究データとその性質

研究対象とした資産クラスは、株式、債券、J リートそして不動産である。株式指数は規模に応じ細分し、(株)東京証券取引所の東証一部大型・東証一部中型・東証一部小型を用いる。債券は、国債と事業債を区別する。国債・事業債には(株)大和総研のダイワ・ボンド・インデックス国債 (7 年以上)・事業債 (7 年以上) を用いる。不動産には(株) IPD ジャパンの IPD 不動産投資指数を採用した。また株式上場した不動産ファンドである J リート (日本不動産投資信託) を加え、(株)三井住友ト

ラスト基礎研究所の SMTRI J-リート総合インデックスを採用した。採用したものはすべて配当込もしくは総合収益を表す指数であり、本論文でリターンと言う場合、特段に言い換える場合を除き、この総合収益を指す。用いる指数の観測期間は、2001年12月から2012年12月である。各資産指数の記述統計を見ると、標準偏差は高いものから J リート、小規模株式、中規模株式、国債、大規模株式、事業債、不動産という順であった。上記すべての指数は総合収益指数であるのでその対数階差をとったものは総合収益（トータル・リターン）となる。

$$\text{dlog } x_t = \ln x_t - \ln x_{t-1} \doteq (x_t - x_{t-1}) / x_{t-1}$$

$\text{dlog } x_t$: 資産 x の t 期におけるリターン

3. 1. 1

採用した不動産指数は、鑑定評価をベースとした不動産指数である。鑑定評価額は不動産鑑定士により市場において達成されるであろう価値を算出したものであるが、問題点も指摘されている。代表的なものとして平滑化と時間差があり、市場における実際の変動を上手く追跡することができていない問題である。Clayton *et al.* (2001) は U. S. において個別鑑定評価には 3 四半期の遅れと、以前の評価価格をアンカリングする傾向があることを報告した。日本でも同様に、Shimizu & Nishimura (2006) が鑑定評価を基礎とした地価公示データには大きな平滑化問題が見られると指摘している。McAllister *et al.* (2003) は、鑑定士の行動が原因となった平滑化についても報告している。さらに同問題は、指数構築の為に集合化されると影響は大きくなることも問題視されており (Brown & Matysiak, 2000, Bond *et al.*, 2012)、本研究にて採用した不動産投資指数も同問題をもっている。

以上のように鑑定評価をベースとした不動産指数の抱える問題のために、その取扱いと得られた結果の解釈には注意する必要がある。上記に指摘されたような不動産指数の平滑化問題を、“非平滑化”する方法は様々なものが提案されているもののその議論は未だ続いている。Key & Marcato (2007) は平準化を修正するために用いるモデルよりも用いるパラメーターがより重要だとし、Bond *et al.* (2012) は平滑化問題を解決する際に一般的に用いられる AR filters は平滑化を誇張して捉えてしまうため適切ではないとも指摘した。他にもヘドニック法を用いて品質の調整を行うものもある。Devaney & Martinez Diaz (2010) は UK データを用いて取引データと指数をリンクさせる試みも行った。しかし、本研究は次の理由から当該不動産指数の非平滑化は行わない。まず①未だに非平滑化の議論は続いており、適用する非平滑化手法により結果が異なる恐れがあることと、②将来行われるであろう非平滑化手法の研究に先駆けて、まずは非平滑化を行っていない段階での先行となる研究を確立させたいと考えたためである。

表3.1.1 各指数の記述統計

	LPRO PERTY	LCORP_ BONDS_7_	LGOV_ BONDS_7_	LJREIT	LLARGE_ EQUITIES	LMID_ EQUITIES	LSMALL_ EQUIT
Mean	4.932573	4.749919	4.736151	5.223662	4.680906	4.988843	5.066862
Median	5.039031	4.726226	4.707391	5.249308	4.597162	4.926119	5.034600
Maximum	5.132671	4.911228	4.912423	5.965484	5.222907	5.498044	5.621158
Minimum	4.605170	4.590383	4.590639	4.583580	4.323458	4.490522	4.519828
Std. Dev.	0.177493	0.085647	0.086967	0.296797	0.268526	0.273009	0.275667
Skewness	-0.536476	0.311458	0.486724	0.101753	0.624191	0.370705	0.122704
Kurtosis	1.642090	1.994807	2.101316	2.841368	2.087180	2.225635	2.426934
Jarque-Bera Probability	16.59809 0.000249	7.749663 0.020758	9.726918 0.007724	0.368958 0.831538	13.25401 0.001324	6.369199 0.041395	2.153659 0.340674
Sum	656.0323	631.7392	629.9081	694.7471	622.5606	663.5161	673.8926
Sum Sq. Dev.	4.158514	0.968263	0.998343	11.62765	9.518052	9.838512	10.03098
Observations	133	133	133	133	133	133	133

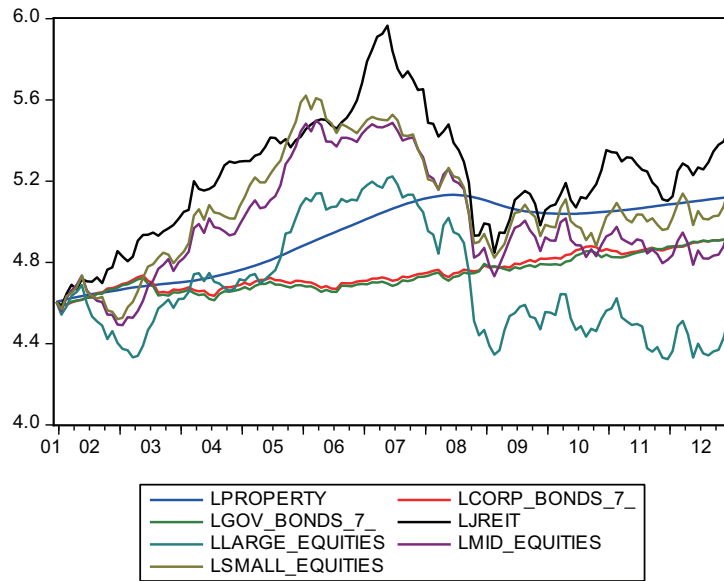


図3.1.2 全指数の推移

表3.1.3 指数間（1階差）の相関係数

相関係数	不動産	事業債	国債	Jリート	大規模株式	中規模株式	小型株式
不動産	1						
事業債	-0.06	1					
国債	-0.04	0.97 **	1				
Jリート	0.11	0.05	-0.02	1			
大規模株式	0.14 *	-0.29 **	-0.35 **	0.62 **	1		
中規模株式	0.12	-0.22 **	-0.27 **	0.63 **	0.93 **	1	
小型株式	0.08	-0.19 **	-0.24 **	0.6 **	0.85 **	0.95 **	1

*10%での有意性を示す。 ** 5%での有意性を示す。

3.2 データの定常性

対象とする時系列データが定常過程に従うかどうかの判断は、この今後の分析モデルの選択とその結果の解釈を左右する。各時系列データについては単位根検定を行い定常か非定常かを判定する必要がある。単位根検定には、ごく基本的な ADF 検定 (Said & Dickey, 1984) と PP 検定 (Phillips & Perron, 1988) がある。一方 PP 検定は、特段にラグ次数 p を指定しないノンパラメトリックな方法である。ここで非定常と判断された場合は階差をとって繰返し検定を行う。つまり、レベルデータ、1 階差データ、2 階差データと階差を深めて検定を行う。

しかし、これら ADF 検定、PP 検定は帰無仮説「 H_0 : 単位根あり」を検定するものであるが、一般にその検出力は弱いといわれている。つまり、単位根がなく定常過程が真であるとしても、検出力が弱いため帰無仮説「 H_0 : 単位根あり」を棄却できず、誤って非定常過程として採択してしまう危険性がある。そこでここでは、これらの検定を改良した DF-GLS 検定 (Elliott *et al.*, 1996) と NP 検定 (Ng & Perron, 2001)、さらに視点を変えた KPSS 検定 (Kwiatkowski *et al.*, 1992) を用いて検定を採用した。DF-GLS 検定は、ADF 検定を改良したもので、同じく帰無仮説「 H_0 : 単位根あり」を検定するものである。NP 検定は、PP 検定を改良したもので、同じく帰無仮説「 H_0 : 単位根あり」を検定するものである。一方、KPSS 検定は逆に帰無仮説「 H_0 : 単位根なし」を検定するものである。

本研究にて採用したデータの時系列的特性については鈴木・高辻 (2013b) がまとめているが、本稿の完結性をもたせるため改めて検定を行う。定常性の検定によると、レベルデータでは「定数項あり」・「定数項・トレンドあり」の場合を検証した結果、不動産投資指数は、全ての検定において非定常であると判断された。1 階差をとり検定すると DG-GLS・NP 検定において 5% 棄却域水準において定常であると判定されたが、KPSS 検定は 5% の棄却域水準において非定常であると判定し

た。2 階差では、全ての検定において 1 %水準において定常であると判定された。不動産を除く資産指数間では、ほぼ同一の結果が得られた。レベルデータでは「定数項あり」・「定数項・トレンドあり」の場合では非定常であるが、1 階差においては定常性が認められる。しかし 2 階差においては、KPSS 検定を除くすべての検定で定常であるという判定をした。なお、中規模株式指数・小規模株式指数においてはレベルデータの「定数項あり」の場合においても KPSS 検定は定常であると判定した。つまり、レベルデータにおいては全資産同じ結果となり、非定常性が認められた。定常性を得るためには不動産を除く資産指数は 1 階差を要するのに対し、不動産投資指数が全検定の異議なく定常と認められるためには 2 階差を要する。しかし不動産以外の資産は 2 階差になると非定常性が再度現れるという結果となった。なお KPSS 検定は常に全資産指数の 2 階差において定常であるとしている。

表3.2.1 不動産投資指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	*** 定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	*** 定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	*** 定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	*** 定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	*** 定常
KPSS	LM	† † † 非定常	† † † 非定常	† 非定常	= 定常

－：「 H_0 単位根あり」を棄却できない。非定常。

*：10%有意水準で「 H_0 単位根あり」を棄却。
定常。

**：5%有意水準で同上。

***：1%有意水準で同上。

=：「 H_0 単位根なし」を棄却できない。定常。

†：10%有意水準で「 H_0 単位根なし」を棄却。
非定常。

††：5%有意水準で同上。

†††：1%有意水準で同上。

表3.2.2 事業債指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	† † † 非定常	† † † 非定常	= 定常	= 定常

表3.2.3 国債指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	††† 非定常	††† 非定常	= 定常	= 定常

表3.2.4 J リート指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	† 非定常	††† 非定常	= 定常	= 定常

表3.2.5 大規模株式指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	† 非定常	††† 非定常	= 定常	= 定常

表3.2.6 中規模株式指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	= 定常	††† 非定常	= 定常	= 定常

表3.2.7 小規模株式指数

検定の種類	検定統計量	レベル (定数項あり)	レベル (定数項・トレンドあり)	1 階差 (定数項あり)	2 階差 (定数項あり)
DG-GLS	t	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
NP	MZa	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MZt	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MSB	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
	MPT	－ 非定常	－ 非定常	*** 定常	－ 非定常
KPSS	LM	= 定常	† † † 非定常	= 定常	= 定常

3.3 共和分関係の検定

前節では全指数のレベルデータにおいておおよそ単位根過程（非定常性）が認められた。そこで次に指数データ間に共和分関係があるかどうかを検定することにする。検定方法には Johansen の共和分検定を用いる。この方法では検定結果を見るのにトレース・テストと最大固有値テストとがあることが知られている。そのうち「歪みと尖度をもつ誤差分布に対しても頑健性がある」（蓑谷（2007, p. 710）、Cheung and Lai（1993））といわれるトレース検定の結果をここでは優先させることとした。

7つの指数データの間の共和分検定の結果を表3.3.1に示す。左端列が共和分の個数の帰無仮説である。その右の表の中は帰無仮説を棄却する有意水準を表す。以下ラグ次数によって異なりはするが共和分関係が見て取れる。ラグ次数1とラグ次数2の場合は2つの共和分関係が観測される。ラグ次数3とラグ次数4の場合は4つの共和分関係が観測される。いずれにしても共和分関係が存在することが確認された。

表3.3.1 Johansen の共和分検定におけるトレース検定結果

	1 次ラグ	2 次ラグ	3 次ラグ	4 次ラグ
None	***	***	***	***
At most 1	***	***	***	***
At most 2	*	*	***	***
At most 3	－	－	**	**
At most 4	－	－	－	－
At most 5	－	－	－	－
At most 6	－	－	－	－

(注) *** 1 % 水準で棄却 ** 5 % 水準で棄却

* 10 % 水準で棄却。

5 % 水準を棄却域の限度とし、それを超えると対立仮説
「 H_1 : “At most N” より多い」を採択する。

3.4 モデルの決定：ベクトル誤差修正モデル

上記の結果から、観測データの一部である不動産投資指数には非定常性が見られ、なおかつ変数間では共和分関係があることがわかった。いまもとの指数レベルの変

数ベクトルを y_t とする。これらはすべて単位根過程にしたがうとともに共和分の関係にある。この VAR 表現をもつ共和分システムは、Granger 表現定理によりベクトル誤差修正モデル (VECM) で表現することができる。

ここでわれわれが分析対象として仮定する VECM モデルは、もとのデータ系列 y_t には定数項あり、トレンド項なし、また共和分関係には定数項あり、トレンド項なし、というもので次の式で表す。トレンド項なしと仮定するのは、レベルデータとしての指数の間に時間とともに動きが乖離していく関係があるとは考え難いからである (図3. 1. 2)。

$$\Delta y_t = c_0 + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta y_{t-2} + \cdots + \Gamma_p \Delta y_{t-p} + B(A' y_{t-1} - c_1) + \epsilon_t \quad 3. 4. 1$$

Δy_t : 階差ベクトル (t 期)

Γ_p : 係数行列

A : 共和分ベクトルの行列

B : 係数行列

c_0 : 定数項ベクトル (もとのデータについて)

c_1 : 定数項ベクトル (共和分関係について)

ϵ_t : かく乱項

表3. 4. 1は VECM における 7 本の方程式の推定結果のうち不動産の方程式についてだけパフォーマンスを表したものである。SC の最も低いものは 1 次数モデルである。しかし、一般的に流動性の低い不動産に対して、株式・債券・J リートは流動性が不動産よりも高く、それらの動向も不動産よりも先行して動くことが実務において知られている。また不動産に関する公表資料はおおよそ 1 四半期以上の遅れがあることも知られている。例えば、J リートはその公表資料に関する高い透明性を有しているが、それでも不動産鑑定評価額や収支の情報を公表するまでに、決算時点から起算して 3 カ月ほどの期間を有する。そこでこの実態により即した分析結果を期待すべく、1 四半期に相当するラグ次数 3 のモデルを採用することとした。

ここで不動産の VECM における特性が見て取れる。まず表3. 4. 1の全てのモデルを見ても決定係数が 0. 99 以上ととても高いことがわかる。決定係数はモデルの当てはまりを表すものであるが、1 に限りなく近い場合は変数の時系列変動に何らかの問題ある場合が多い。そこで VECM モデルの係数を見ると、不動産の方程式において不動産 (-1) の項の係数が 1. 0 に近い係数となっており、これが原因となり高い決定係数を導き出したと考えられる。さらに AR 多項式の特性根の逆数 (単位円の中にあれば定常) を見たところ、やはり単位円の上にはほぼ重なる点を見ることができた (図表なし)。前述の単位根検定から、不動産を除く資産は 1 階差で定常性が得られるのに対し、不動産は 2 階差を要することも指摘されている。つまり、単位根過程の影響が VECM 推計の際に影響を及ぼしていると考えられる。

しかし、本分析において適用した VECM においてこの影響は問題ではないと考

える。通常、単位根過程の残る変数の間で最小二乗法を適用した場合、見せかけの回帰となる。しかし、変数間に共和分関係が認められる場合、推定量は真の値へ早く収束し超一致的となるため、変数の単位根過程は問題とはならない。前節においても変数間の共和分関係が報告されていることから、決定係数が著しく高く出力されてしまうものの、分析への影響は低いとみて継続して進めることとする。

表3.4.1 VECM の結果（不動産の方程式について）

	1 ラグ	2 ラグ	3 ラグ	4 ラグ
R-squared	0.99022	0.99153	0.99330	0.99353
Adj. R-squared	0.98958	0.99042	0.99175	0.99144
Sum sq. resids	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002
S. E. equation	0.00050	0.00048	0.00045	0.00046
F-statistic	1543.58	889.93	642.01	475.40
Log likelihood	815.28	818.07	826.42	821.82
Akaike AIC	-12.31	-12.34	-12.43	-12.34
Schwarz SC	-12.11	-11.99	-11.87	-11.63
Mean dependent	0.00390	0.00388	0.00386	0.00385
S. D. dependent	0.00487	0.00488	0.00490	0.00492

なお、VECM モデルの 7 本の方程式すべてについて情報量規準をまとめたのが表3.4.2である。これを見ると AIC ではラグ次数 2 が支持され、SC ではラグ次数 1 が支持される。いずれにしてもラグ次数をいくつにするかは、情報量規準で見る限り差異は微妙であり確定的なものとしては決めかねる。よって上で述べたようにデータの性格から 3 か月ラグを見るのがよいであろう。すなわちここで採択した VECM モデルは下記のものである。

$$\Delta y_t = c_0 + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta y_{t-2} + \Gamma_3 \Delta y_{t-3} + B(A'y_{t-1} - c_1) + \epsilon_t \quad 3.4.2$$

表3.4.2 VECM の結果（7本の方程式すべてについて）

	1 ラグ	2 ラグ	3 ラグ	4 ラグ
Akaike AIC	-44.845	-44.856	-44.589	-44.355
Schwarz SC	-43.111	-42.032	-40.000	-38.651

4. 分析結果

4.1 グレンジャーの因果性

Granger (1969) は理論に基づかない因果性（グレンジャー因果性）を提案した。同因果性の概念を用い、変数間の因果関係を調べる。

まず 7 つの指数全ての間でのペアワイズでのグレンジャー因果性を見てみたい。これは、単純に 2 変数からなる VAR モデルによってグレンジャー因果性を検定す

ることにあたる。全ての指数について1対1のペアを作りグレンジャー因果性を調べた（図表なし）。その結果、①Jリート・大規模株式・中規模株式・小規模株式の4つが、不動産にグレンジャーの意味での因果性を持つことがわかった。②その他の組み合わせにおいては、グレンジャー因果性を見ることはできなかった。つまり、株式市場に位置する資産が不動産にグレンジャーの意味での因果性を有していることがわかり、その他の債券（事業用債・国債）は同因果性を有していないという結果になった。

次に、全指数を含んだVECMにおけるグレンジャー因果性を検定する。上のペアワイズの検定方法だと、あたかもペアとして取り上げた2変数だけで完結した因果性を検定することになる。つまり、第3変数を介して相互に影響するかもしれない点は無視することになる。それに対してここでは全ての変数を互いに個々の資産の説明変数とすることにより、より複数資産の枠組みでの分析が可能となる。結果を表4.1.1に示す。

- ① 検定の結果、不動産を被説明変数とした場合、全ての説明変数（他の6つの資産）は「個別には」グレンジャーの意味での因果性を持たないことがわかった。この検定は、ある1つの説明変数について他の説明変数が存在する条件の下でなおも当該説明変数を追加するだけの意義があるかどうかを統計的に検定するものである。よって、結果は他の説明変数が存在する以上個々の変数を「さらに」説明変数として追加する意義はないというものである。
- ② さてこの結果は前述のペアでおこなった検定とは異なる結果である。つまり、Jリート・大規模株式・中規模株式・小規模株式の4つそれぞれが個別に不動産に影響を与えているものの、複数資産での枠組みとなるとそれらの影響を見ることはできない結果となった。
- ③ ところが一方、6つの説明変数全てについて回帰係数が同時にゼロであるという帰無仮説を検定すると、5%水準で仮説は棄却される。つまり回帰係数全てが同時にゼロであるとはいえず、説明変数全体としてみたときグレンジャーの意味での因果性が確認された。
- ④ このことは、不動産自身のラグ変数だけで不動産を説明するような自己回帰モデルでは不十分で、他の資産のラグ変数を説明変数に入れることは意味があるということを表している。つまり、やはり他の資産は総体的に不動産に影響を与えていたことがわかる。
- ⑤ 最後に、その他の資産を被説明変数とした場合、不動産は事業債・国債・大規模株式・小規模株式に影響を及ぼしていたことがわかった。つまり、不動産それ自体も他の資産へ影響を及ぼしており、それらは相互に関係しているということになる。

表4.1.1 変数間のグレンジャー因果性検定結果

		説明変数						
		不動産	事業用 債券	国債	Jリート	大規模 株式	中規模 株式	小規模 株式
被説明変数 (全体での グレンジャー 因果性)	不動産 (**)	N/A	—	—	—	—	—	—
	事業債 (**)	***	N/A	—	—	—	—	—
	国債 (**)	***	—	N/A	—	—	—	—
	Jリート (—)	—	*	**	N/A	—	—	—
	大規模株式 (—)	**	—	—	—	N/A	—	—
	中規模株式 (—)	*	—	—	—	—	N/A	—
	小規模株式 (—)	**	—	—	—	—	—	N/A

(注) *** 1%水準で棄却 ** 5%水準で棄却 * 10%水準で棄却 — 棄却されず。
左端列の () 内の有意水準の表記は「すべての説明変数の回帰係数がゼロ」という帰無仮説に対するもの。

4.2 インパルス応答解析

(1) 直交化インパルス法

前節では各資産の与える影響をグレンジャーの意味での因果性としてとらえたが、本節では各資産の影響度を計量的にとらえることにする。手法は、コレスキー分解により直交化したインパルス応答関数にて分析を行う。

直交化インパルス応答関数は説明変数の順序が重要となるが、本分析では「Jリート・小規模株式・中規模株式・大型株式・国債・事業債」の順番とした。本分析はあくまで資産間の影響度を計量的に分析することを目的とするため、グレンジャー因果性の結果を優先して変数の順番を決定した。前節のグレンジャー因果性分析では全ての変数においては因果性が認められなかったものの、ペア分析の際に不動産に対してグレンジャー因果性があるとわかった変数は、因果性のF統計量の高いものから順に「Jリート・小規模株式・中規模株式・大型株式」であった。これは、株式市場の動きが景気判断（センチメントと期待度を含む）の指標となっているため、より動的な影響を不動産に与えていることが予想できる。またJリートは上場不動産ともとれるため、不動産に最も影響を与える資産であるという予想に疑義は少なく、実際にもグレンジャー因果性におけるF統計量も最も高い。残る変数である事業債と国債は、ペアワイズ分析とVECMモデルの他資産の回帰係数の検定との両方においてグレンジャー因果性はないと判断されたが、本分析では株式変数に次いで「国債・債券」という並びにした。その理由は、国債のイールドと不動産のキャップレートを比較しその差（イールド・スプレッド）を不動産のリスクプレミアムとして議論することも少なくないためであり（例えば、清水、

2012)、その影響を無視することはできない。事業債は不動産と同様に流動性の低い資産であるとともに、株式と国債の中間として一般的に認識される資産であるが、不動産対国債ほどの議論をされることはあまりない。そこで国債は債券よりも不動産に対して大きい影響を及ぼすと判断した。

(2) 直変化インパルス応答分析の結果

分析結果を図4.2.1～図4.2.4にあげた。図はすべて横軸が1期から24期までの時間軸、縦軸がインパルスに対する応答を計量化したものである。図4.2.1は、インパルス発生側と応答側とをペアにして1つずつグラフ化したものである。発生側が横方向に、Jリート、小規模株式、中規模株式、大規模株式、国債、事業債、不動産の順に並べてある。また応答側は縦方向に同じ順序に並べてある。図4.2.2は、1つの応答ごとにグラフ化したもので、発生側の7つの資産をひとまとめに掲載したものである。そのうち、不動産の応答とJリーートの応答を取り挙げたものが図4.2.3と図4.2.4である。

- ① まず気づくのは、ほぼ全般的に応答が減衰しないで発散していることである。これらの図は決してインパルスの応答を累積したものではなく、あくまでも1回のインパルスに対する応答が時系列的にどのように推移するかをみたものである。それが減衰しないで発散するということは、それぞれの影響は一時的なものではなく長期にわたり持続することを表す。以下読み取れる点を見ていく。
- ② 不動産の応答に着目すると（図4.2.3）、まず不動産自身のインパルスに影響を受けている点が挙げられる。ただその影響は減衰しないものの時間の経過とともに頭打ちになる。一方、代わって、Jリート、大規模株式、中規模株式が影響として現れてくる。これらは減衰しないで発散する傾向にある。小規模株式の影響はこれらより後れて出てくる。国債と事業債の影響はこれらから比べると小さいことがわかる。
- ③ Jリーートの応答に着目すると（図4.2.4）、Jリート自身のインパルスの影響が大きくずっとそれが持続している。不動産の影響が比較的早く現れるがやがて減衰する。一方、大規模株式の影響は比較的早く現れて消えないで持続している。中規模株式の影響もやや小さくなるが残り続ける。

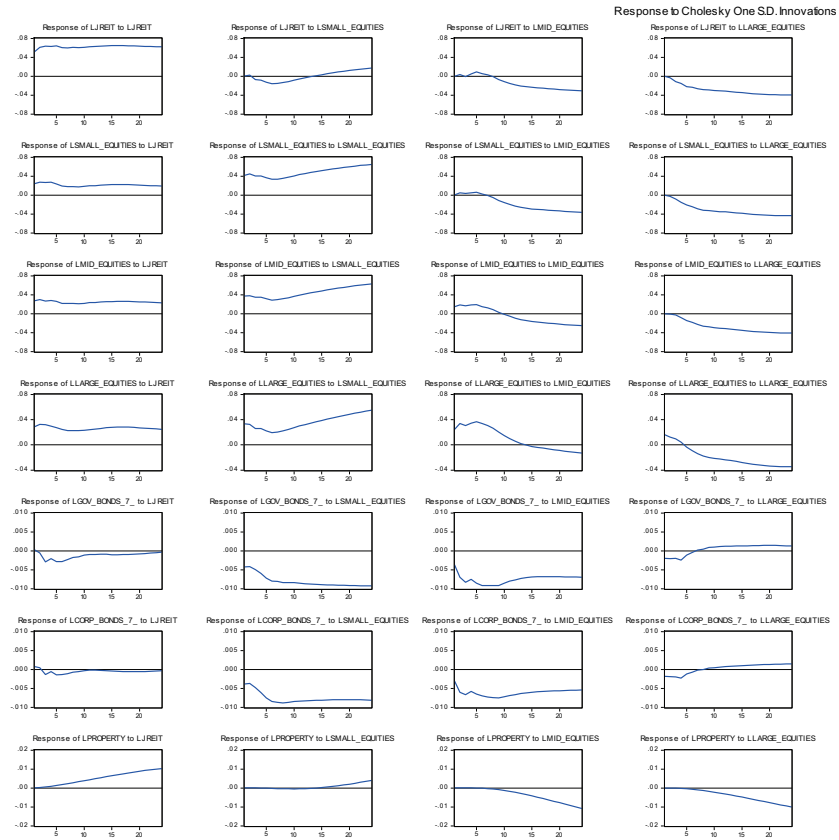


図4.2.1 インパルス応答解析結果（直変化インパルス法）

ポートフォリオ選択における不動産と他の複数資産の時系列的関係性

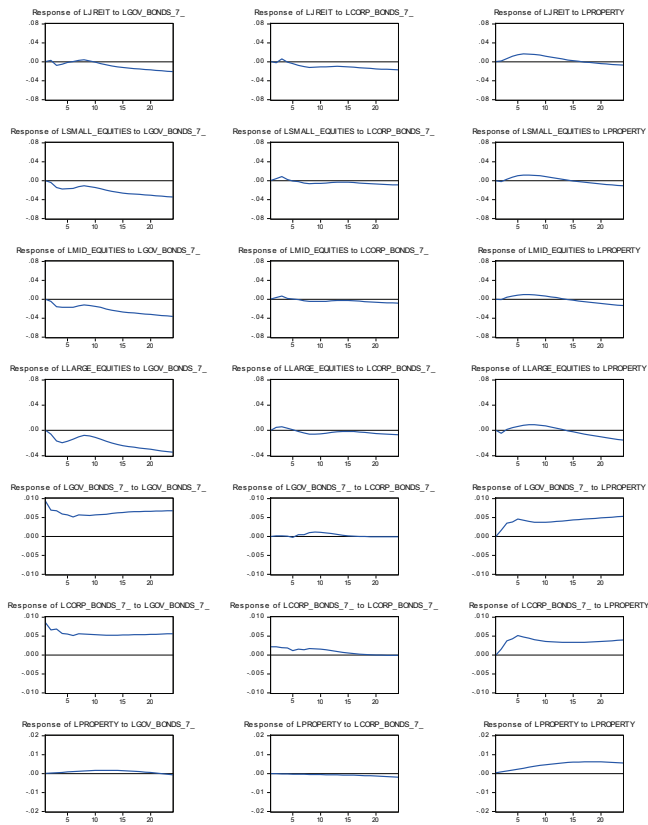


図4.2.1 インパルス応答解析結果（直変化インパルス法）（続き）

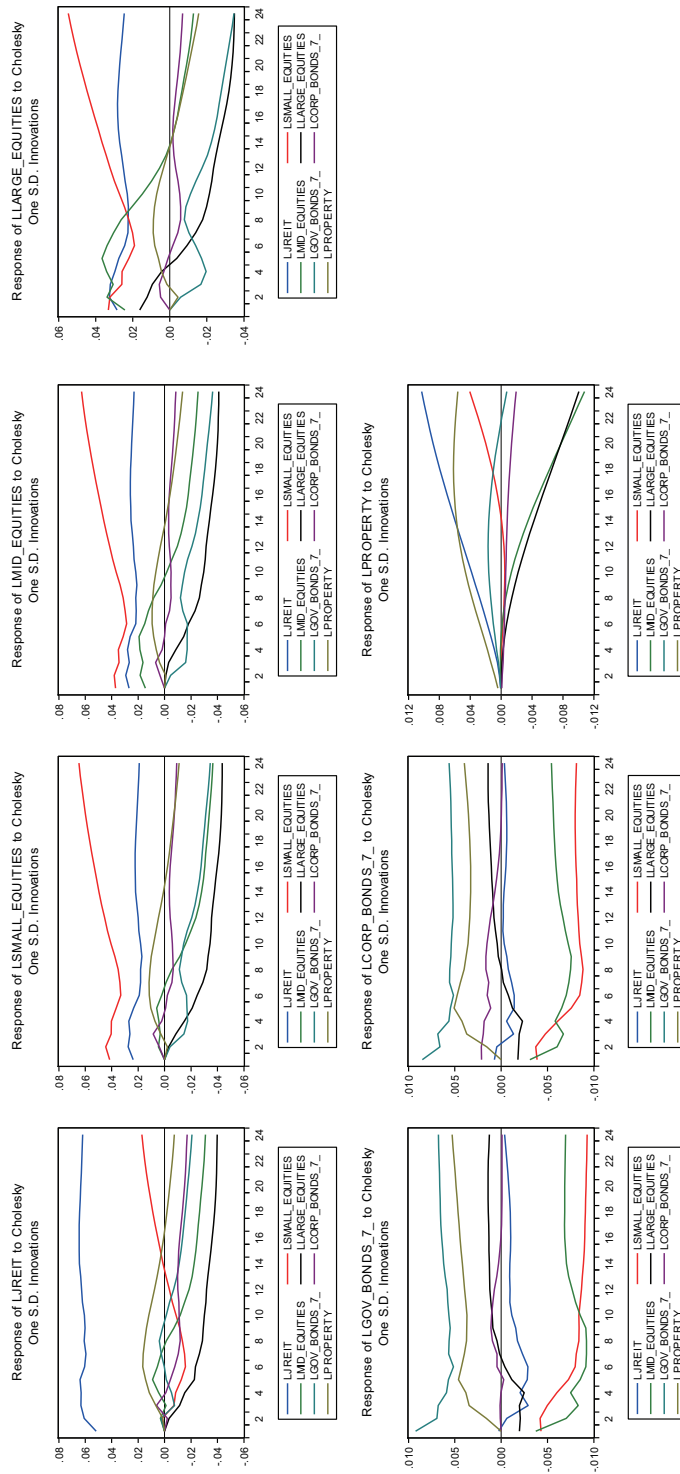


図4.2.2 インパルス応答解析結果 (直変化インパルス法)

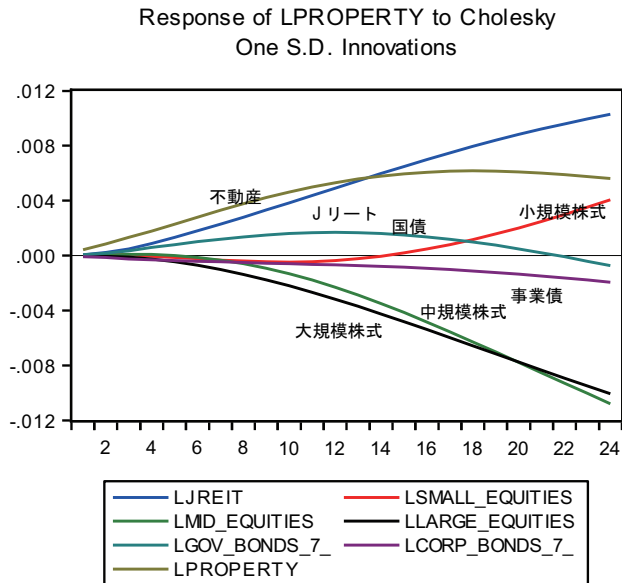


図4.2.3 インパルス応答解析結果（直変化インパルス法、不動産の応答）

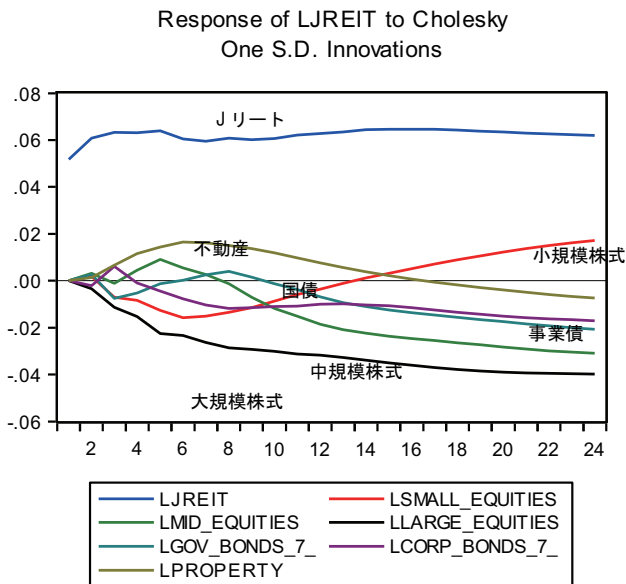


図4.2.4 インパルス応答解析結果（直変化インパルス法、J リートの応答）

4.3 予測誤差の分散分解

1つの資産の応答（変動）に、他の個々の資産のインパルスがどの程度寄与しているかをより明確に表すのが予測誤差の分散分解である。ここでは同じく直交化インパルス法をもとにした分散分解の結果を見ることにする。

結果を図4.3.1～図4.3.4にあげた。図はすべて横軸が1期から24期までの時間軸、縦軸はインパルス発生側がもたらした影響の度合い（寄与率）である。0～100%のスケールである。図4.3.1は、インパルス発生側と応答側とをペアにして1つずつグラフ化したものである。発生側が横方向に、Jリート、小規模株式、中規模株式、大規模株式、国債、事業債、不動産の順に並べてある。また応答側は縦方向に同じ順序に並べてある。図4.3.2は、1つの応答ごとにグラフ化したもので、発生側の7つの資産をひとまとめに掲載したものである。そのうち、不動産の応答とJリーートの応答を取り挙げたものが図4.3.3と図4.3.4である。

- ① まず不動産への影響に着目すると（図4.3.3）、初期のうちは不動産自身が影響をもたしている。しかし早いうちにJリーートの影響が現れてきてその影響は継続する。大きさも無視できない（約40%）。またそれに遅れて大規模株式と中規模株式とが影響として現れてくる。これらは減衰しないで継続し約20%の影響をもたす。国債は初期に影響が現れるが数%の影響の後減衰する。
- ② ここからわかるように、不動産の総合収益に影響をもたす先行する資産の

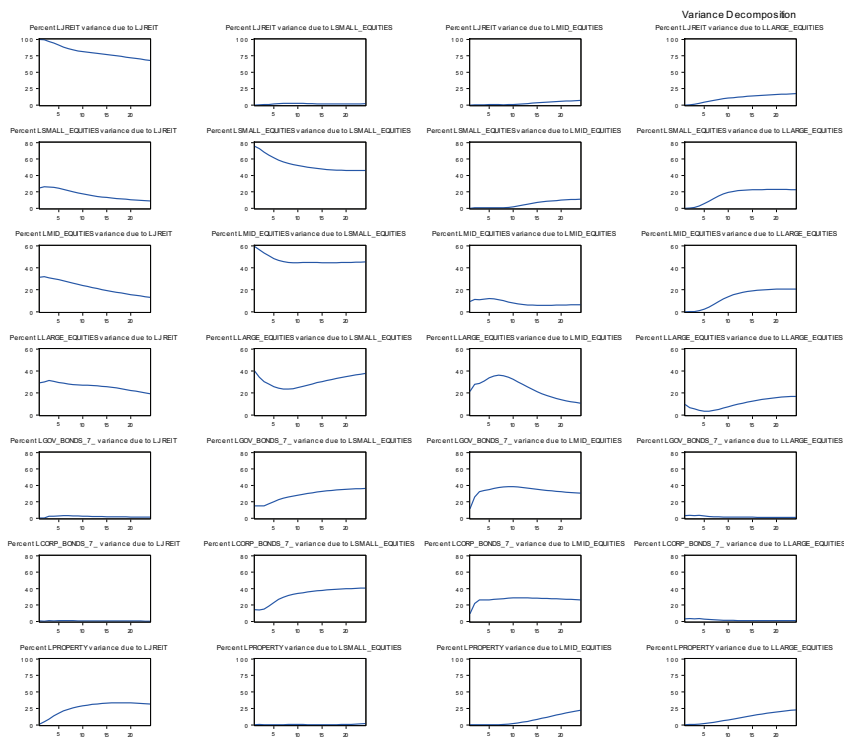


図4.3.1 分散分析

動きとしてJリート、大規模株式、および中規模株式を挙げることができる。図4.3.3から読み取ると、先行するJリートの変動の影響は数ヶ月後に不動産に現れる。また株式の変動の影響はほぼ1年後に不動産に現れる。既存研究が指摘するように、Jリートが先行するという事実がわが国の資産市場でも読み取ることができる。また、ここだけから観察されることは、株式 → Jリート → 不動産という影響の波及である。

- ③ 一方、Jリートへの影響に着目すると（図4.3.4）、Jリート自身の影響が大きい長期にはその寄与率は減衰する。一方、半年を経過した後、次第に大規模株式の影響が現れてきてそれは継続し約20%の寄与率を持つようになる。中規模株式の影響はもっと遅く現れ数%の寄与率を占める。一方、逆に株式へのJリートからの影響という点では、図4.3.1に見るように早いうちにJリートは株式に大きな影響をもたらしている。よって、上で述べたような、株式 → Jリートという影響の波及よりは逆に、Jリート → 株式という波及である。
- ④ 「株式 → Jリート → 不動産」と見るか「Jリート → 株式 → 不動産」と見るかはなお議論の余地がある。グレンジャーの因果性でも明確にとらえられなかった点である。しかしいずれにしても、「Jリート・株式 → 不動産」という関係は確認されたといえよう。

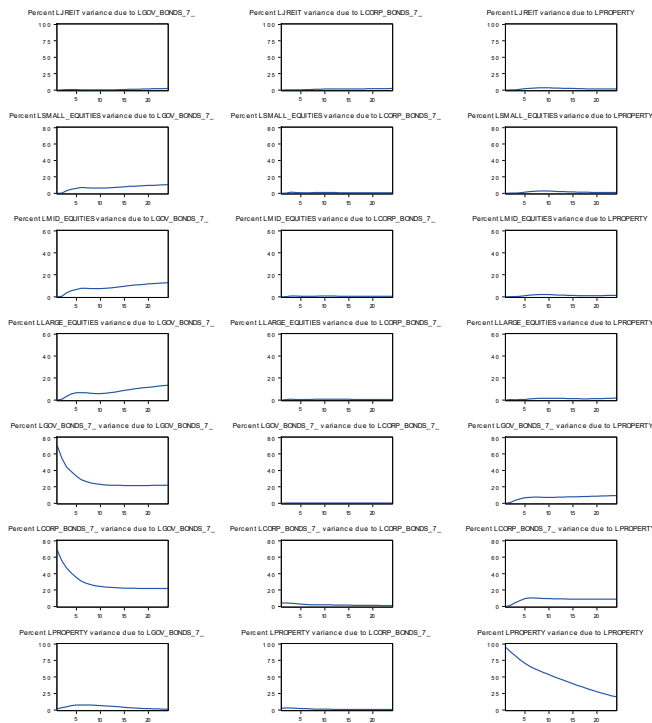


図4.3.1 分散分析（続き）

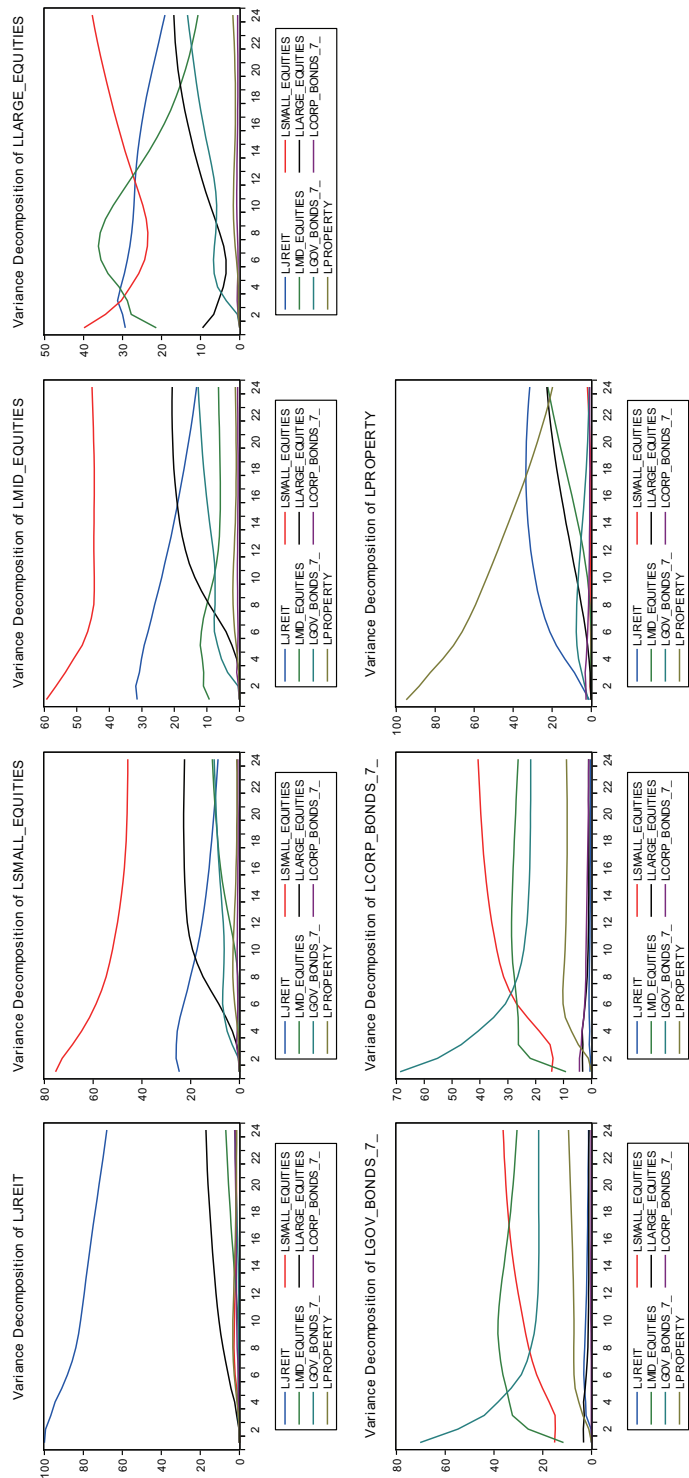
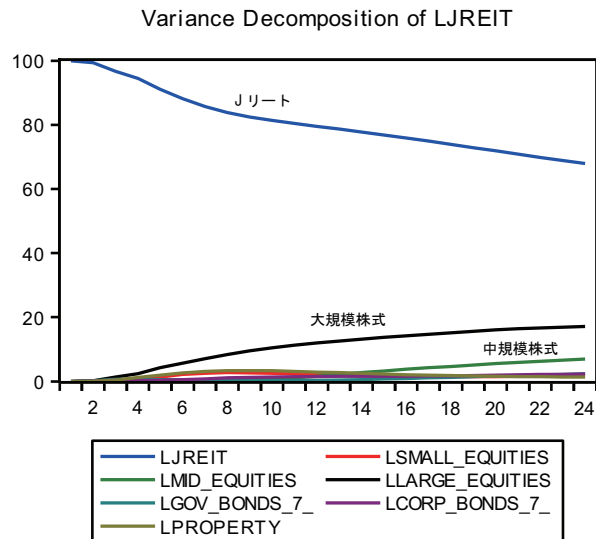
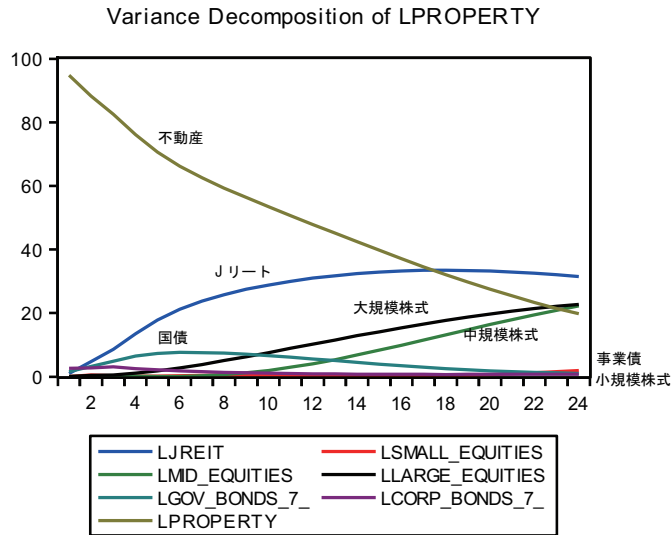


图4.3.2 分散分析



5. まとめと今後の課題

日本においては、株式や債券のような長らく伝統的資産と呼ばれる資産クラスに集中したポートフォリオが組まれてきたが、ポートフォリオ運用に対しそのさらなる高度化が望まれる時代となった。特に伝統的資産と対比したオルタナ資産に対しての期待が上がってきている。不動産も資産クラスの一つとして複数資産ポートフォリオに組み込まれ、その分散効果は海外において学術と実務の両方で報告され

てきたが、日本ではまだ十分な知見は蓄積されていない。そこで本稿では、海外と国内の既往研究を、ポートフォリオ運用の観点から整理し、既往研究が近視眼的な課題を残していることを指摘した。特に、ポートフォリオ内部を構成する各資産間の相互関係性は、実際の投資家が思い描く“事前予測”を考慮する際に不可欠であるにもかかわらず分析の余地を残していた。そこで、本研究は総合収益における不動産投資と他資産との相互の時系列的な関連性について研究をしたものであり、実際の投資家が行うような事前予測性を取り入れたポートフォリオ構築のモデル化への方法を見出すことを目的とした。

本研究はおもに3つの発見を報告した。①まず、様々な代替資産が不動産に相対的に影響を与えていたということである。これは鈴木・高辻（2013b）が予想した複数資産が持つ不動産に対する影響の可能性を支持する結果である。②次に Oikarinen *et al.*（2012）が指摘するような、Jリートと株式（日本においては大規模・中規模）が不動産を先行するという結果が我が国においても確認された。これは現在のJリートと株式から、将来における不動産の総合収益の予想可能性を示唆している。特にJリートは約40%もの不動産の予測誤差を引き起こすことがわかったことから、不動産にとってJリートのさらなる分析解明が重要であるといえる。③最後に、予想誤差の分散分解においてJリート自身も株式に対して影響を与えていることがわかったが、Jリートには大規模株式が他の株式に比べ大きく寄与していることも見えた。また大規模株式は不動産に対しても影響を与えていたことが確認できたため、大規模株式特有のイベントや動向が、直接不動産と上場不動産であるJリートの両方にとって大きな影響を持つといえよう。

本稿の功績は、株式とリートが不動産に対する先行性の存在を、日本においても確認した点である。これは、ポートフォリオ構築においても重要な示唆を与える。当該研究において対象とした資産クラスで構成されたポートフォリオを想定した場合、大規模株式とJリートが不動産に与える影響は大きい。これは一定のリスクを共有していることと同じであり、ポートフォリオ運用者は、その投資プロセスにおいて理解しておく必要があり、フォワード・ルッキング（先を見据えた）なポートフォリオ運用においては重要である。

最後に本研究には残された課題が多いことも付け加える。まず推定したVECMであるが、不動産の式において不動産（-1）に1.0に近い係数が残り、単位根がうまく消滅せずに残っているモデルとなった。今後はこの現象がどういった原因によって発生したものであるのかをより深く分析していき、モデルの精緻化を図る必要がある。また、時系列変動においては構造変化も考慮すべきである。例えば Clascok *et al.*（2000）、Clayton & MacKinnon（2001）のように資産間での関係性のシフトや経年変化性を見ていく必要がある。さらに不動産鑑定評価をベースとした不動産指数は平滑化や時間ラグといった問題もあり、非平滑化手法を適用した後の加工済不動産指数を使い同様の分析を行うことにより、本研究の結果を再検証する必要があるだろう。これらを今後いかに反映させていくのが課題となる。

参考文献

- Bond, S., Hwang, S. & Marcato, G. (2012), An analysis of commercial real estate returns: an anatomy of smoothing in asset and index returns, *Real Estate Economics*, 40 (3).
- Brown, G. R. & Matysiak, G. A. (2000), Sticky Valuations, Aggregation Effects, and Property Indices, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 20 (1), 49–66.
- Cheung, Y. & Lai, K. (1993), Finite sample sizes of Johansen's likelihood ratio tests for cointegration, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 55: 313–328.
- Chiang, Y., So, C. & Tang, B. (2008), Time-varying performance of four Asia-Pacific REIT, *Journal of Property Investment & Finance*, 26 (3): 210–231.
- Clascock, J. L., Lu, C. & So, R. W. (2000), Further Evidence on the Integration of REIT, Bond, and Stock Returns, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 20: 2: 177–194.
- Clayton, J. & MacKinnon, G. (2001), The Time-Varying Nature of the Link between REIT, Real Estate and Financial Asset Returns, *Journal of Real Estate Portfolio Management*, Vol. 7 (No. 1): 43–54.
- Devaney, S. & Martinez Diaz, R. (2010), Transaction based indices for the UK commercial property market: exploration and evaluation using IPD data. University of Aberdeen Business School Working Paper Series, vol. 02, University of Aberdeen Business School, Aberdeen, pp. 1–18.
- Elliott, Graham, Rothenberg, Thomas J. & Stock, James H. (1996), Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root, *Econometrica, Econometric Society*, vol. 64(4): 813–36, July.
- Giliberto, S. M. (1990), Equity Real Estate Investment Trusts and Real Estate Returns, *The Journal of Real Estate Research*: 259–263.
- Granger, C.W.J. (1969), investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods, *Econometrica*, 37: 424–438.
- Ibbotson, R. & Siegel, L. (1984), Real Estate Returns: A Comparison with Other Investments, *AREUEA Journal*, Vol. 12 (No. 3): 219–242.
- IPD (2014), IPD Real Estate Index Analyses: Global Market Size Estimates Report, PDF: http://www.ipd.com/about/ipd_guides_and_standards/IPD%20Global%20Market%20Size%20Estimates%20Report.pdf
- Key, T. & Marcato, G. (2007), Smoothing and Implication for Asset Allocation Choices, *Journal of Portfolio Management*, Vol. 33 No. 5, pp. 85–99.
- Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt, Y. Shin (1992), Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of a Unit Root, *Journal of Econometrics*, 54: 159–178, North-Holland.
- Markowitz, H. M. (1952), Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, 7 (1): 77–91.
- Oikarinen, E., Hoesli, M., Serrano, M. (2012), Do Public Real Estate Returns Really Lead Private Returns?, Swiss Finance Institute Research Paper, No. 10–47.
- Phillips, P. C. B & P. Perron (1988), Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, 75: 335–346.
- Primerica (2012), A Bird's Eye View of Global Real Estate Markets: 2012 Update.
- Said E. & David A. Dickey (1984), Testing for Unit Roots in Autoregressive Moving Average Models of Unknown Order, *Biometrika*, 71: 599–607.
- Shimizu, C. & Nishimura, K. (2006), Biases in appraisal land price information: the case of Japan, *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 24 No. 2, 2006 pp. 150–175.
- Lee, S. (2003), When Does Direct Real Estate Improve Portfolio Performance?, Working Papers in Real Estate & Planning, 17/03, University of Reading.
- Lee, S. (2005a), The marginal benefit of diversification in commercial real estate portfolios. Working Papers in Real Estate & Planning. 04/05. Working Paper. University of Reading, Reading, pp. 11.
- Lee, S. (2005b), How often does direct real estate increase the risk-adjusted performance of the US mixed-asset portfolio? Working Papers in Real Estate & Planning. 10/05. Working Paper. University of Reading, Reading, pp14.
- Lee, S. & Stevenson, S. (2006), Real Estate in the Mixed-Asset Portfolio: The Question of Consistency, *Journal of Property Investment & Finance*, 2006, 24: 2: 123–135.
- Lieser, K. & Groh, A. P. (2013), The Determinants of International Commercial Real Estate Investment, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 48, Issue 4, pp. 611–659.

- McAllister, P., Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P. & Gray, A. (2003), Appraiser behaviour and appraisal smoothing: some qualitative and quantitative evidence, *Journal of Property Research*, 20 (3) 261-280.
- Maroney, N. & Naka, A. (2006), Diversification Benefits of Japanese Real Estate Over the Last Four Decades, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 33, No. 3.
- Ng, Serena and Pierre Perron (2001), Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power, *Econometrica*, 69: 1519-1554.
- 清水千弘 (2012)、資産価格と割引率のマイクロストラクチャの測定——資産価格の理論的基礎と計量経済学的接近、麗澤経済研究、第21巻第1号。
- 鈴木英晃・高辻秀興 (2013a)、最小分散ポートフォリオでの不動産投資の分散効果ダイナミクス、不動産学会学術講演会論文集：第29：13-20.
- 鈴木英晃・高辻秀興 (2013b)、不動産投資関連指数の時系列変動における特徴、Working Paper、麗澤大学経済社会総合研究センター、No. 57.
- 内閣官房 (2013)、公的・準公的資金の運用・リスク管理等の高度化等に関する有識者会議、PDF: http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/koutekisikin_unyourisk/houkoku/h251120.pdf
- 蓑谷千鳳彦 (2007)、計量経済学大全、東洋経済新報社：709-710.

執筆者紹介

鈴木英晃（すずき ひであき） 麗澤大学経済社会総合研究センター客員研究員、不動産金融投資修士（英国レディング大学ヘンリービジネススクール）。主な論文に「不動産投資指数の時系列変動における特徴」日本不動産学会2013年度秋季全国大会（第29回学術講演会）論文集、pp. 151-138 共著 日本不動産学会（2013. 11）、「最小分散ポートフォリオでの不動産投資の分散効果ダイナミクス」日本不動産学会2013年度秋季全国大会（第29回学術講演会）論文集、pp. 13-20 共著 日本不動産学会（2013. 11）。

高辻秀興（たかつじ ひでおき） 麗澤大学経済学部教授、工学博士（東京工業大学）。主な著書に『都市づくりと土地利用』（共著、技法堂）、『現代社会と産業・技術』（共著、放送大学教育振興会）、『不動産学概論』（共著、放送大学教育振興会）、『不動産学の基礎』（共著、放送大学教育振興会）。