

Title	不動産投資のリスクとリターンの計測と投資ポートフォリオ： 金融工学に基づく不動産投資の評価
Sub Title	
Author	佐藤, 英樹(Sato, Hideki) 高橋, 大志(Takahashi, Hiroshi)
Publisher	慶應義塾大学大学院経営管理研究科
Publication year	2016
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2016年度経営学 第3161号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40003001-00002016-3161

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

慶應義塾大学大学院経営管理研究科修士課程

学位論文（ 2016 年度）

論文題名

不動産投資のリスクとリターンの計測と投資ポートフォリオ
－金融工学に基づく不動産投資の評価－

主 査	高橋 大志 教授
副 査	小幡 績 准教授
副 査	村上 裕太郎 准教授
副 査	

氏 名	佐藤英樹
-----	------

論文要旨

所属ゼミ	高橋大志 研究室	氏名	佐藤英樹
(論文題名)			
不動産投資のリスクとリターンの計測と投資ポートフォリオ －金融工学に基づく不動産投資の評価－			
(内容の要旨)			
<p>2001年9月に日本版の不動産投資信託「J-REIT」がスタートしてから不動産証券市場は年々拡大し、不動産市場における存在感も増してきている。途中、2008年のリーマンショックでは、欧米の不動産バブルが崩壊し世界的金融危機を招いたが、現在は不動産市場への資金流入も活発であり、市場規模も拡大を続けている。日本の不動産市場も、ミニバブルと言われるぐらい不動産価格が高騰しており、「J-REIT」も銘柄数を増やし拡大を続けているが、米国の不動産証券市場に比べればまだまだその規模は小さく、今後さらに拡大することが期待される。</p> <p>この論文の目的は、拡大する不動産市場の中で、より効率の良いハイリターンの不動産物件への投資を含めた投資ポートフォリオを構成し、不動産価格と賃料を抽出するモデルを構築、そこから導き出される予想内部収益率(IRR)をもとに、収益力が高い不動産属性を明らかにする。(この論文では中古マンションに絞って分析を進める)次にこの収益力の高いハイリターンクラスと不動産インデックスのような平均的な物件のグループに投資した場合の収益力の差を見ていく。更に、一般的な金融商品(株式、債券、金等)だけに投資するポートフォリオとハイリターンクラスを含めたポートフォリオを比較し、その投資効率の違いを検証し、金融工学に基づいて不動産投資を評価する。これにより、不動産投資の優位性、特にハイリターンクラスの優位性を客観的に示し、今後実務において、より簡便な物件の選定・投資ポートフォリオの構成に活かしていく。</p> <p>実証分析では2つのデータを用いた。1つは民間不動産会社のリーウエイズ(株)の全国主要都市中古マンション賃料データ。これをもとに賃料の理論値を算出する。もう一つは、国土交通省土地総合情報システムで公開している中古マンション売買価格データを利用し、中古マンション価格の理論値を算出する。そしてこの2つのモデルから内部収益率(IRR)を算出した。</p> <p>分析の結果、以下の結論を得た。まず第1に、ハイリターンクラスへの投資と中古マンション全数の平均との比較を、金融工学の基本であるMarkowitzのMVモデルを基準に、ハイリターンクラスの優位性を明らかにした。第2に、ハイリターンクラスと一般的な金融商品を組み合わせた投資ポートフォリオを構成することにより、有効フロンティア曲線の推移の比較から、その優位性を実証することができた。また第3に、モデルから算出される理論値(価格と賃料)は、不動産特有の個別性を排除できるため、実務において、モデルから適正な価格、賃料、利回りを算出でき、迅速で的確な投資判断に寄与する。第4に、地域別・タイプ別のハイリターンクラスを明らかにしたことで、中古マンション市場を細分化した戦略立案に役立つ。</p> <p>以上本研究の貢献について述べたが、今後の課題として、空室率が考慮されていない点があげられる。全国的に少子高齢化に伴う人口減少で空室率が憂慮されるが、今後東京だから空室率の面で有利だとは一概に言えず、慎重な考慮が必要となろう。もう一つは、本論文は売却時期を10年後一律の仮定をおいたが、10年後の予想売却価格は、現時点の市況に基づくモデルから算出されているので、将来時点の市況や今後のインフレ率で変わるという問題がある。また本研究は実際には単年度データという制約の下での分析であり、その分析結果の有意性では一部疑問も持たれよう。よって今後、長い期間の時系列データをもとに、再度実証分析することができれば非常に有意義であると考えている。</p>			

不動産投資のリスクとリターンの計測と投資ポートフォリオ —金融工学に基づく不動産投資の評価—

OUTLINE

Thesis statement: 本論文では、マンション価格と賃料を抽出するモデルから、理論値による内部収益率(IRR)を算出することにより不動産特有の個別性を排除し、ハイリターンの収益力を持つクラスの属性を明らかにして投資物件の選定を簡便にし、不動産投資を含む一般的な金融商品の投資ポートフォリオの最適化へ貢献する。

1. Introduction
2. 先行研究
3. 本論文の目的
4. データ
5. 分析方法
6. 分析結果
7. Conclusion
8. 謝辞
9. References
10. Appendix

1. Introduction

2001年9月に日本版の不動産投資信託「J-REIT」がスタートしてから不動産証券市場は年々拡大し、不動産市場における存在感も増してきている。米国で制度化されたのが1960年であり、2015年3月時点で上場銘柄数は220銘柄、時価総額は約115兆円となった。それに対する日本は、2015年3月時点で上場REIT銘柄は51銘柄に達し、時価総額でも13兆円を超えているが米国に比べまだまだ小さい。今後、この規模は米国とのGDP対比でも、年々拡大していくと思われる。それは不動産が証券化され、金融商品の一つとして一般投資家にも身近になったことに加え、リーマン・ショック後の世界的な低金

利下における資金運用難の中で、伝統的な金融商品（株・債券）に代わる投資対象として不動産を投資ポートフォリオに組み入れる例が増えているからである。現在J-REITの保有割合は50%以上が金融機関で占められていることからみてもとれる。しかしながら不動産市場は世界各国でバブルと崩壊による経済ショックを引き起こしてきた。それは不動産市場と金融市場が相互に連動し、その連動が世界経済を大きく動かす要因となっているからである。2008年のリーマン・ショックとそれに続く金融危機は、米国の住宅ローンを原資として高度に仕組み化された金融派生商品が元凶となった。こうした例からも分かるように、不動産市場を経済動向だけでなく、国内外の金融市場と関連付けて分析し、金融投資と同じ脈絡で理解することが重要になってきている。不動産価格は、経済理論的には将来利益の割引現在価値とされるが、一般的には不動産鑑定士によって決定される鑑定価格で決まる。入手可能な情報の多くは、公的部門によって発表される公示地価、固定資産税路線価、相続税路線価をはじめ、公共・民間の各種シンクタンクから公表される不動産価格・投資指数等のほとんどが鑑定価格である。その鑑定価格は、①費用から算定する原価法、②不動産の収益を「適正な割引率」を設定した上で現在価値として求める収益還元法、③近隣の相応する不動産の取引事例をもとに求める取引事例比較法の3手法を比較考慮した上で決定される[6]。このことは学術的には一般的なミクロ経済学やマクロ経済学と趣を異にしてきた。また資産運用や投資という面でも、一般的な投資対象である株、債券などと全く異なったものとなっている。しかしながら今後益々、不動産市場が拡大し投資における重要度が増してくることを鑑みれば、これらすべてを統一的に扱う理論的枠組みの確立が望まれる。

この論文の目的は、より効率の良いハイリターンクラスの物件への投資を含めた投資ポートフォリオを構築し、不動産価格と賃料を抽出するモデルを構築、そこから導き出される予想内部収益率(IRR)をもとに、収益力が高い不動産属性を明らかにする。次にこの収益率の高いハイリターンクラスと不動産インデックスで表す平均的な物件のクラスに投資した場合の収益力の差を見ていく。更に、伝統的な金融商品に投資した場合の投資ポートフォリオとハイリターンクラスの不動産を含めた投資ポートフォリオを比較し、その投資効率の違いを検証し、金融工学に基づいて不動産投資を評価する。これにより、不動産投資の優位性、特にハイリターンクラスの優位性を客観的に示し、今後実務において、より簡便な物件の選定・投資ポートフォリオの構成に活かしていく。

本論文の構成は以下の通りである。次章で先行研究の石島・前田・谷山[4]モデルを要約する。3章で本論文の目的を述べ、4章でデータの説明、5章で分析方法を示し、6章で分析結果を提示し、金融工学に基づき不動産投資を評価する。具体的には、国内外の株式・債券と金市場、さらにヘッジファンドとの関連で、不動産と投資ポートフォリオについて考察する。7章でまとめとする。

2. 先行研究

先行研究において、石島・前田[1]は、均衡不動産価格は次式(1)のように表現されることを示した。この理論は、ある商品の価格を様々な性能や機能の価値の集合体（属性の束）とみなし、統計学における回帰分析のテクニックを利用して商品価格を推定する方法で、Lancaster[2]や Rosen[3]をパイオニアとするヘドニック・モデル(hedonic model)により、不動産価格が属性価格の線形結合によって表現されることを示している。

$$\begin{aligned} & \text{(不動産の価格)} \\ & = \sum_k \text{(属性 } k \text{ の価格)} \times \text{(不動産が保有する属性 } k \text{ の量)} \end{aligned} \tag{1}$$

これにより、特殊な枠組みにいた不動産投資を株や債券といった一般的な投資対象と同列に位置付けて、その対比の中で不動産価値を算定する理論モデルを提案した。これは、金融工学の分野で比較的良好に使われる動的ポートフォリオ理論を拡張して不動産価格評価に応用するものであった[1]。さらに時系列な不動産価格インデックスを抽出し、一般の金融商品と同じように「リスク」と「リターン」という2つの指標で示した[4]。このことにより不動産取引の実態・観測上の困難を克服して、不動産を一般的な金融資産と同列に扱う事のできる手法を示した。下記にこのモデルの特徴的な手法を述べる。

①歪みの考慮

(1)式で表される理論上の不動産価格は、線形でなければならない。しかし現実の不動産市場では、流動性の欠如、大きな取引コスト、情報の非対称性などに起因して、不動産価格は線形から歪んでいる可能性が高い。そこで、(1)式の左辺である不動産価格に、Box-Cox(べき乗)変換を施した。

②個別性の考慮

不動産には同じものは1つしかないという強い個別性があり、全ての不動産で共有される属性価格では説明がつかないプレミアムが存在している。この個別性をもたらすものを「不動産のクラス」と呼び、立地する地域や用途などがこれを構成する。このような考察に基づき、2つの方法で不動産の個別性を考慮した。第1の方法として、地域別にクラス分けし切片 α を、N個の不動産クラスを表すダミー変数の線形結合とした。第2にクラスによって表される個別性に起因して、理論上同一でなければならない属性単価が変動する可能性を考慮した。つまり、属性 k の単価が、不動産によらず共通する固定単価 $\beta(k)$ と、不動産クラスによって確率的に変動する変動単価 $V(k)$ とに分離・推定することを考えた。下記にその式(2)混合線形モデルを示す。

(混合効果モデル)

$$H_{ij,t}^* = \alpha_t + \sum_{k=1}^K \left(\beta_t^{(k)} + \nu_{i,t}^{(k)} \right) x_{ij,t}^{(k)} + \varepsilon_{ij,t} \quad (2)$$

この(2)式、混合線形モデルによって、不動産クラスによる個別性を考慮した。

③不動産の疑似リターンとその時系列モデル

不動産クラス*i*に属する第*j*番目の不動産は、時点*t*で $H_{ij,t}$ という価格で取引されたとする。ここで時点*t-1*では $H_{ij,t-1}$ という価格で取引されたとする。このとき時点*t-1*と時点*t*で挟まれた期間*t*における不動産価格のリターン \hat{R} は、 $\hat{R}_{ij,t} := (H_{ij,t} - H_{ij,t-1}) / H_{ij,t-1}$ と定義できる。しかしながら、現実の市場において、時点*t*期に取引された不動産が、時点*t-1*期でも取引されることは稀である。そこで時点*t*で取引された属性 $X_{ij,t}$ を持つ不動産が、時点*t-1*でも取引されたと仮定し、そのときに評価されたであろう不動産価格 $H_{t-1}(X_{ij,t})$ をモデルから算出する。これを式、 $\hat{R}_{ij,t} := (H_{ij,t} - H_{ij,t-1}) / H_{ij,t-1}$ に代入することにより「疑似リターン」 R を定義した。

以上の特徴的な手法により、不動産価格インデックスを時系列に示し、一般的な金融商品と同列に評価し、リスクとリターンの比較から、不動産投資を含む最適な投資ポートフォリオを構築[5]し、不動産投資の有用性を示した。

3. 本論文の目的

本論文の目的は、不動産投資を含む、より優位な投資ポートフォリオを構成し、不動産価格と賃料を算出するモデルを構築、そこから導き出される予想内部収益率(IRR)をもとに、収益力が高い不動産属性を明らかにする。次にこの収益力の高いハイリターンクラスと不動産インデックスのような平均的な物件のグループに投資した場合の収益力の差を検証する。更に、伝統的な金融商品(株式、債券、金等)に投資した場合の投資ポートフォリオとハイリターンの不動産を含めた投資ポートフォリオを比較し、その投資効率の違いを検証し、金融工学に基づいて不動産投資を評価する。これにより、不動産投資の有用性、特にハイリターンクラスの有用性を客観的に示し、今後実務において、より簡便な物件の選定や優位な投資ポートフォリオの構成に活かしていく。

4. データ

2種類のデータを利用する。

①第1のデータについて、本論文は元々リーウエイズ(株)からの不動産データの分析依頼から端を発しており、そのデータは全国主要4都市（東京23区は都心5区とその他18区に分割）の中古マンションの賃料とその他属性からなっている。分析対象期間は2015年第1四半期から第4四半期までの1年間。表4-1では中古マンションの地域別の標本数と平均賃料を示している。また、図4-1では標本データ（都心5区）の基礎統計量を示す。（他4地域の基礎統計量は、Appendix 参照）

表4-1 中古マンション賃料データの標本数と平均賃料 [出処：リーウエイズ]

	標本数	平均賃料(円)
札幌市	457,285	54,997
都心5区	601,782	137,946
その他18区	2,018,833	98,574
名古屋市	494,678	69,665
大阪市	999,639	68,372

所在地1	駅名	徒歩分数	築年数	賃料
千代田区 : 51120	麻布十番 : 9970	Min. : 1.000	Min. : 0.00	Min. : 46000
中央区 : 106156	田町駅 : 9750	1st Qu. : 3.000	1st Qu. : 6.00	1st Qu. : 88000
港区 : 149048	恵比寿駅 : 9461	Median : 5.000	Median : 10.00	Median : 115000
新宿区 : 178321	恵比寿 : 8947	Mean : 5.578	Mean : 12.84	Mean : 137946
渋谷区 : 117137	田町 : 8399	3rd Qu. : 7.000	3rd Qu. : 16.00	3rd Qu. : 160000
	白金高輪 : 8332	Max. : 21.000	Max. : 46.00	Max. : 1170000
	(Other) : 546923			
間取り	専有面積	賃料.u単価	Reg	取得月
1K : 249393	Min. : 10.00	Min. : 2191	東京5区 : 601782	5 : 67346
1LDK : 121294	1st Qu. : 22.80	1st Qu. : 3462		2 : 66045
1R : 103348	Median : 28.85	Median : 3858		4 : 65311
2LDK : 47176	Mean : 35.60	Mean : 3908		3 : 64302
1DK : 36101	3rd Qu. : 42.53	3rd Qu. : 4314		1 : 59096
3LDK : 14527	Max. : 239.80	Max. : 6885		6 : 48741
(Other) : 29943				(Other) : 230941

図4-1 標本データ（都心5区）の基礎統計量 [リーウエイズ]

②第2のデータは、先行研究と同じように、国土交通省土地総合情報システムより、中古マンションの取引価格とその他属性からなっている。分析対象期間は同じく、2015年第1四半期から第4四半期までの1年間。表4-2では標本数と平均マンション価格を示している。図4-2では標本データ（都心5区）の基礎統計量を示す。（他4地域の基礎統計量は、Appendix 参照）

表 4-2 中古マンションデータの標本数と平均価格 [国土交通省土地総合情報システム]

	標本数	平均価格(万円)
札幌市	1,218	1,421
都心5区	2,696	4,575
その他18区	9,180	3,049
名古屋市	1,329	1,922
大阪市	2,859	1,922

No	所在地1	駅名	徒歩分数	価格
Min. : 4	港区 : 780	田町(東京) : 101	Min. : 0.000	Min. : 5800000
1st Qu. : 920	渋谷区 : 412	勝どき : 84	1st Qu. : 3.000	1st Qu. : 20000000
Median : 1750	新宿区 : 731	月島 : 73	Median : 5.000	Median : 29000000
Mean : 3195	千代田区 : 222	品川 : 73	Mean : 5.318	Mean : 43712327
3rd Qu. : 2740	中央区 : 524	白金高輪 : 69	3rd Qu. : 7.000	3rd Qu. : 55000000
Max. : 12702		水天宮前 : 65	Max. : 21.000	Max. : 360000000
		(Other) : 2204		
専有面積	築年数	価格. u単価	間取り	取引時点
Min. : 10.0	Min. : 0.00	Min. : 309091	1 K : 1087	平成27年第 1 四半期 : 700
1st Qu. : 20.0	1st Qu. : 10.00	1st Qu. : 800000	2 LDK : 479	平成27年第 2 四半期 : 662
Median : 35.0	Median : 13.00	Median : 963636	1 LDK : 380	平成27年第 3 四半期 : 665
Mean : 41.8	Mean : 16.68	Mean : 990563	3 LDK : 207	平成27年第 4 四半期 : 642
3rd Qu. : 55.0	3rd Qu. : 20.00	3rd Qu. : 1150000	1 DK : 164	
Max. : 240.0	Max. : 56.00	Max. : 2571429	: 141	
			(Other) : 211	

図 4-2 標本データ (都心 5 区) の基礎統計量 [国土交通省土地総合情報システム]

5. 分析方法

先行研究の理論を拡張させて価格・賃料の抽出モデルから内部収益率(IRR)を算出し、収益力の高い不動産の属性を明らかにし、ハイリターンクラスの物件を選別する方法を述べる。次に、ハイリターンクラスの不動産投資の優位性を、金融工学の基本である Markowitz の MV モデルに基づいて評価する。

5.1 分析方法

本論文では、先行研究同様、ヘドニック・アプローチで不動産価格、賃料を属性価格の線形結合で算出した。しかし、先行研究[4]では不動産価格インデックスの推移から平均的な不動産投資のリスクとリターンを割り出し、投資ポートフォリオを構成していたが、その中には不動産を保有する間の賃料収入、あるいは不動産を一定期間保有した後の売却収入といった概念が欠けていた。実際、不動産投資の優劣を決めるのは、保有期間中の賃料総額と売却収入である。よって本論文では、モデルから予想不動産価格、予想賃料、予想売却価格を求め、予想内部収益率(IRR)を割り出し、その優劣の比較から優良物件の属性を明らかにする。また優良物件のグルーピングを行い、そのリスクとリターンを測定し、平均的な不動産物件との優位差、また一般的な金融商品のポートフォリオと優良な不動産物件を含むポートフォリオの優位差を検証する。目的変数には不動産価格と賃料の2つのモデルを構築

した。説明変数は共通で、占有面積(平米)、駅からの徒歩分数、そして築年数である。次に具体的な手法を示す。

①歪みの考慮

先行研究では、歪みの考慮に不動産価格に Box-Cox(べき乗)変換を施したが、本論文では不動産価格、賃料、占有面積に対数変換を施した。これは Box-Cox(べき乗)変換よりも、決定係数、AIC、双方においてモデルのフィットが優れていたからである。

②個別性の考慮

本論文では地域を不動産のクラスとして層別化した。全国5地域の分析を行ったが、1地域の標本数が100万件を超えるため、地域別にモデルを構築し個別性を考慮した。また先行研究[4]では混合線形モデルが採用されたが、線形回帰モデルと混合線形モデルの結果に特筆する差がみられなかったので、通常の重回帰分析とした。

③内部収益率(IRR)の算出

10年後に不動産を売却するという仮定をおき、モデルから築年数による減価を予想し、それを各不動産の売却収入とした。これによりモデルから、不動産取得価格、保有期間の賃料収入、10年後の売却収入、といった内部収益率(IRR)に必要なデータを揃えた。

尚、上記の不動産取得価格、賃料収入、10年後の不動産売却収入は、すべてモデルによる理論値(非観測値)を用いた。これにより個々の不動産の個別性を排除。また毎月の賃料は10年間一定とし、空室率は考慮していない。図5-1はモデルより算出された10年後の不動産売却価格の地域別の減価率を示す。

表 5-1 10年後の売却価格の減価率(地域別)

都心5区	その他18区	札幌市	名古屋市	大阪市
16.5%	19.0%	30.1%	30.2%	25.8%

④データの整形

標本数は100万件を超え、その中には明らかな異常値も存在していたため、不動産価格、賃料、平米単価、これらの観測値が平均値から3σを超える標本は除外した。(Box-Cox べき乗変換でデータを正規分布に加工後、上下で合計約1%除外)

⑤データをタイプ別に集計

データは中古マンションのみであるが、それらをシングル向けと DINKS(Double Income No Kids)向け、ファミリー向けに細分化し、タイプ別の収益力の違いを検証する。

タイプは以下のように設定した。

シングル向け (Sタイプ) : 1R、1K、1DK

DINKS 向け (Dタイプ) : 1LDK、2DK、2LDK

ファミリー向け (Fタイプ) : 2SLDK、3DK、3LDK、4LDK、5LDK

5.2 重回帰分析 1

リーウエイズのデータをもとに、重回帰分析による賃料算出モデルを構築。

目的変数：賃料（対数変換）

説明変数：占有面積（対数変換）、徒歩分数、築年数

5.2 重回帰分析 2

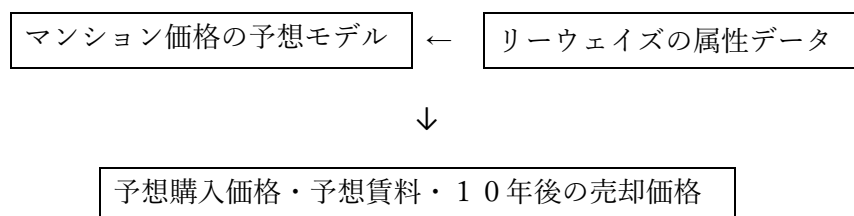
国土交通省の土地総合情報システムのデータをもとに、重回帰分析による価格算出モデルを構築。

目的変数：マンション価格（対数変換）

説明変数：占有面積（対数変換）、徒歩分数、築年数

5.3 内部収益率(IRR)の算出

上記2つのマンション価格と賃料のモデル構築後、マンション価格のモデルにリーウエイズの属性データを代入、ここで予想購入価格と10年後の売却価格を算出することで、リーウエイズのデータをもとに、購入価格、毎月の予想賃料、10年後の売却価格を揃えた。これにより、モデルの理論的な内部収益率(IRR)の計算が可能となる。



5.4 高利回り(IRR)物件の判別分析

回帰木(Regression Tree)による判別分析で、ハイリターンクラスの属性を明らかにする。詳しくは、主要5地域にクラス分けし、さらにタイプ別（シングル向け、DINKS 向け、ファミリー向け）に細分化し、その中でハイリターンクラスの物件の属性を検証する。

5.5 ハイリターンクラスの「リターン」と「リスク」の算出

上記よりグルーピングされた、ハイリターンクラスの内部収益率を「リターン」、そのクラスの IRR の標準偏差を「リスク」とする。

5.6 検証1（ハイリターンクラスと全数平均）

ハイリターンクラス（5地域）とデータ全数平均を比較し、ハイリターンクラスの優位性を検証する。

5.7 検証2（6アセット+ハイリターンクラスの投資ポートフォリオの優位性の検証）

先行研究のように、6つのアセットの過去5年間の月次時系列データを含めて、ハイリターンクラスの優位性を検証する。しかし、リーウェイズの中古マンション賃料データは2015年1年分しか用意されていないため、仮定をおいてリスク・リターンを測定した。詳しくは、①第1に、国土交通省／土地総合情報ライブラリーから2011年から2015年までの月次データ60ヶ月分の、中古マンション価格指数を地域別に用意（5地域分）。

この指数の一覧から、月次の価格変化率が割り出せる。ここから他のアセットとの相関係数が算出できる。

②次に、先述の回帰木で割り出した、地域別・タイプ別のハイリターンクラス毎のリターンと標準偏差をもとに、リターン・リスク比を示す。

③共分散は、この標準偏差の対角行列と相関係数の行列を掛け合わせて抽出。

《共分散 = 標準偏差の対角行列 * 相関係数 * 標準偏差の対角行列》

④6つのアセット、国内株式(MSCI Japan Net 指数)、国内債券(野村 BPI の総合指数)、外国株式(MSCI Kokusai Net Index 円換算)、外国債券(Bloomberg 端末上のティッカーコード”BCIQ1J Index”円換算)、金(同じく、ティッカーコード”GOKD Cmdty”円換算)、ヘッジファンド(同じく、ティッカーコード”HFRXGLI Index”円換算)、以上の2011年から2015年の月次データ60ヶ月分を用意。

以上の6つのアセットに5地域3タイプの中古マンションを加えた21のアセットのそれぞれについて、標準偏差と平均リターンを求めた上で、単位リスクあたりのリターンを次章示す。

6. 分析結果

6.1 リーウェイズの賃料データの重回帰分析結果

リーウェイズのデータを、重回帰分析し予想賃料を算出した。表6-1は分析結果の回帰統計を示した。分析結果は、すべての地域で標準誤差の値が小さく、決定係数が0.9998を超

え、モデルの説明度が非常に高いものとなった。またすべての説明変数のP値が、95%有意水準において統計的に有意であった。（詳細は Appendix を参照）実際の賃料(観測値)とモデルの予想賃料(理論値)の相関係数は0.9以上を示す。表6-2にはモデルからの予想賃料と実際の賃料の相関係数を示した。

表 6-1 回帰統計（賃料）

【賃料】					
回帰統計	(都心5区)	その他18区	札幌市	名古屋市	大阪市
重決定R2	0.9999	0.9999	0.9998	0.9999	0.9999
補正 R2	0.9998	0.9999	0.9998	0.9999	0.9999
標準誤差	0.2284	0.1231	0.1449	0.1336	0.129
観測数	601782	2018833	457285	494678	999639

表 6-2 モデルからの予想賃料(理論値)と実際の賃料(観測値)との相関係数

【賃料モデル】					
	(都心5区)	その他18区	札幌市	名古屋市	大阪市
相関係数	0.9390735	0.9306526	0.9012774	0.9179585	0.9233174

6.2 国交省のマンション価格データの重回帰分析結果

国交省の価格データを重回帰分析し、予想マンション価格を算出した。表6-3は分析結果の回帰統計を示した。標準誤差の値が小さく、決定係数が0.99を超え、モデルの説明度が非常に高いものとなった。またすべての説明変数のP値が、95%有意水準において統計的に有意であった。（詳細は Appendix を参照）表6-4に実際の価格(観測値)とモデルの予想価格(理論値)の相関係数を示す。

表 6-3 回帰統計（マンション価格）

【価格】					
回帰統計	(都心5区)	その他18区	札幌市	名古屋市	大阪市
重決定R2	0.9999	0.9998	0.9996	0.9997	0.9998
補正 R2	0.9999	0.9998	0.9996	0.9997	0.9998
標準誤差	0.1368	0.2382	0.3426	0.265	0.2576
観測数	2669	9111	1214	1319	2841

表 6-4 モデルからの予想価格(理論値)と実際の価格(観測値)との相関係数

【価格モデル】					
	(都心5区)	その他18区	札幌市	名古屋市	大阪市
相関係数	0.9306085	0.9176266	0.911437	0.9142791	0.9172699

6.3 内部収益率(IRR)の算出

モデルから用意できた、購入価格、毎月の賃料、10年後の売却収入をもとに、内部収益率(IRR)を算出。これらをタイプ別にプロットした図を示す。図 6-1 では、都心5区の築年数と内部収益率(IRR)のプロット図を示す。図 6-2 は徒歩分数と内部収益率(IRR)のプロット図。築年数と IRR の相関が大きくみられ、築年数が大きい程、つまり古い物件に IRR の高い物件が分布している。またタイプ別ではシングル向けの IRR が高く、特に都心5区ではそれが顕著である。徒歩分数との相関はそれほど大きくはなかった。

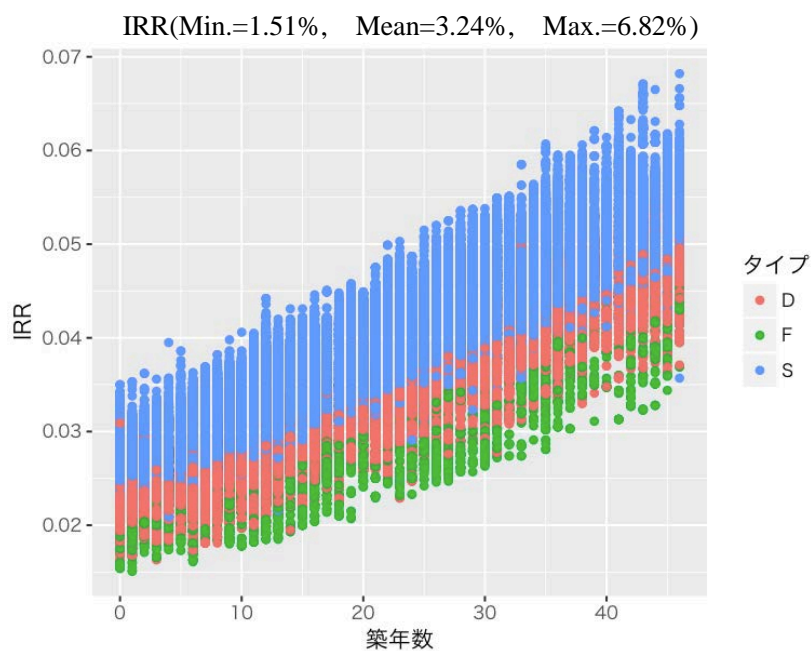


図 6-1 都心5区の築年数と IRR のプロット

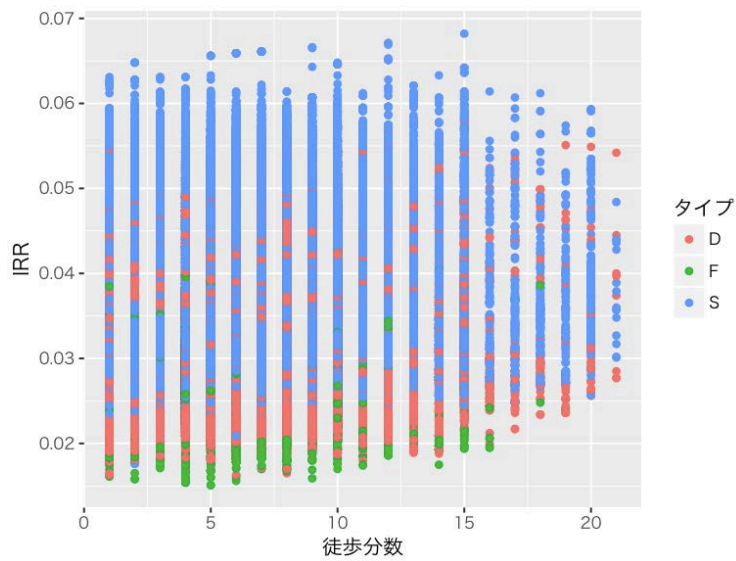


図 6-2 都心 5 区の徒歩分数と IRR のプロット

以下、図 6-3～図 6-7 に全 5 地域の IRR と築年数、IRR と徒歩分数のプロット図を示した。
(IRR の上位の物件のみをプロット)

IRR(Min.=1.51%, Mean=3.24%, Max.=6.82%)

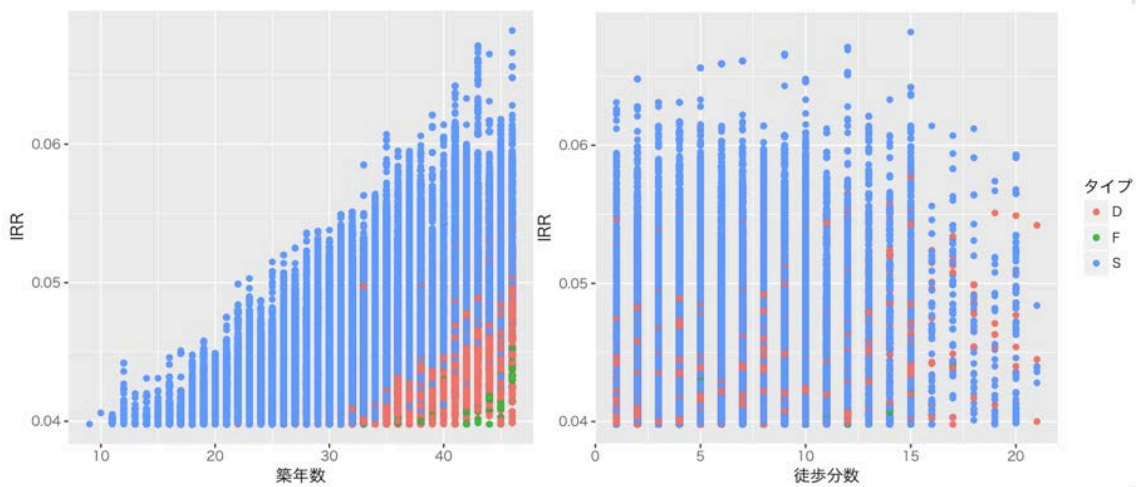


図 6-3 内部収益率(IRR)の高い物件のプロット (都心 5 区)

(1)都心 5 区：築年数との相関が高く、築 35 年越えから利回りが 6%を超える物件がでてくる。タイプ別では S タイプが圧倒的に利回りで上位に分布している。しかし地域別に比べると、一番利回りが低い。

IRR(Min.=1.32%, Mean=3.72%, Max.=10.66%)

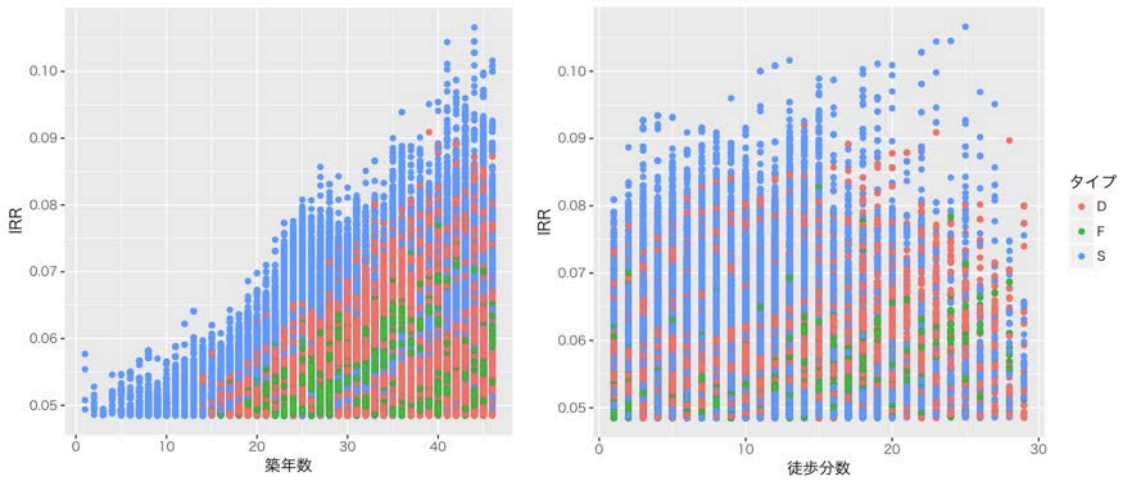


図 6-4 内部収益率(IRR)の高い物件のプロット (その他 18 区)

(2)その他 18 区：都心 5 区に比べると、より利回りの高い物件の分布が増え、築 20 年を超えたところで利回りが 8%を超える物件が存在し、10%を超えるものも散見される。またタイプ別では、利回り上位に S タイプが多いものの、D タイプも上位に分布している。徒歩分数との相関はあまりみられない。

IRR(Min.=3.50%, Mean=5.15%, Max.=19.84%)

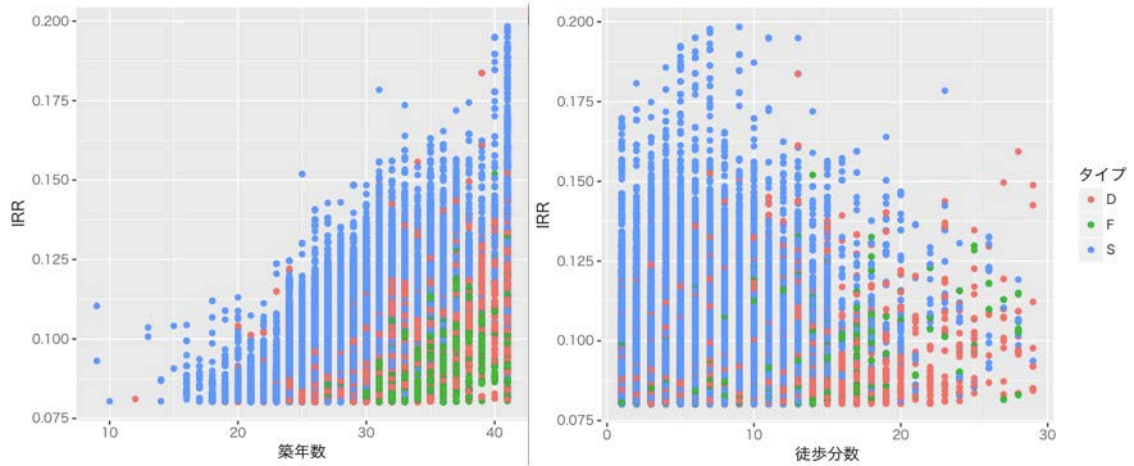


図 6-5 内部収益率(IRR)の高い物件のプロット (札幌市)

(3)札幌市：築年数と同様、徒歩分数との相関が多少みられる。タイプ別にみると、S タイプの利回りが高いが、利回り 10%を超えるクラスに D タイプと F タイプの物件も多数存在する。また他地域と違い、利回りの最も高い 17%~18%の物件が存在する。

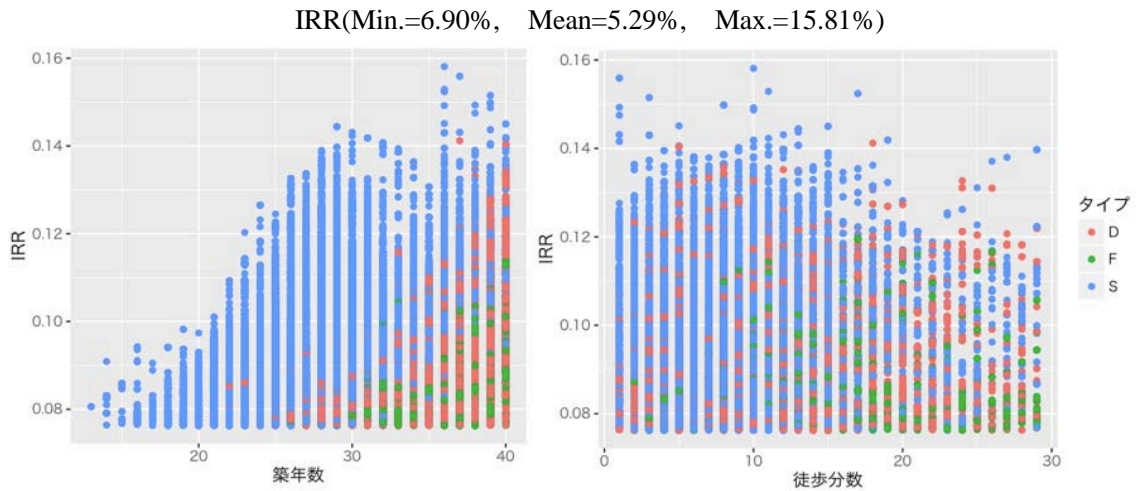


図 6-6 内部収益率(IRR)の高い物件のプロット (名古屋市)

(4)名古屋市：築年数が20年を超えたところで、利回りが12%を超えた物件が増えてくる。Dタイプ・Fタイプでは築30年を超えたところで、高い利回りの物件が増えてくる。地域別に比べると平均利回りが高く、14%を超える高利回り物件も存在する。徒歩分数との相関はあまりみられない。

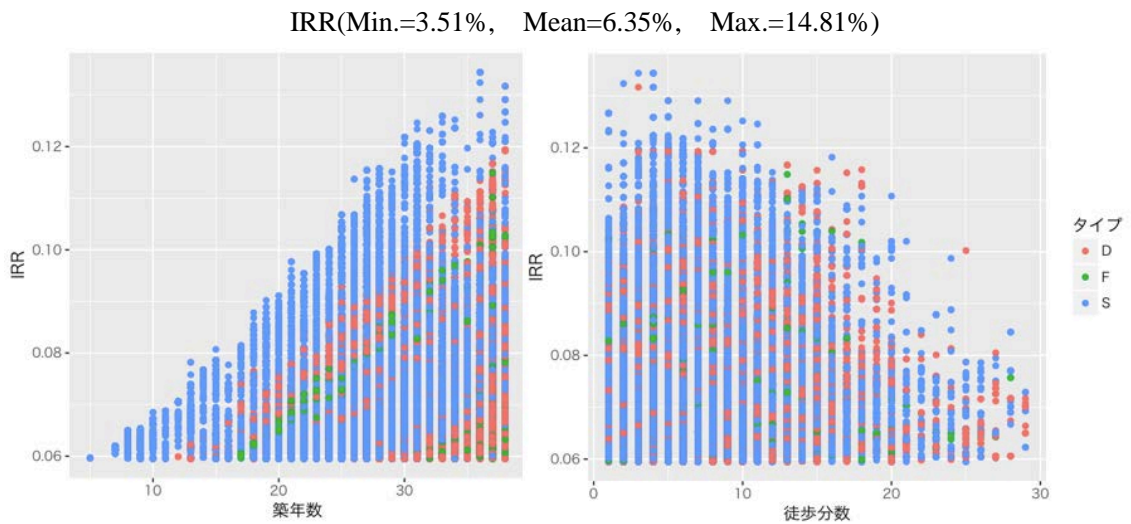


図 6-7 内部収益率(IRR)の高い物件のプロット (大阪市)

(5)大阪市：築年数と同様、徒歩分数にも強い相関がみられる。築30年を超えると、Dタイプ・Fタイプで利回り10%を超える物件が増えてくる。地域別にみると、平均利回りが最も高い。

以上、5地域の内部収益率(IRR)と築年数・徒歩分数の相関関係と、タイプ別・地域別の利回りの水準・特徴を述べてきた。まとめると、

- ① Sタイプの利回りが総じて高い。特に都心5区はそれが顕著。
- ② IRRは東京都に比べ、地方都市が高くなる。
- ③ ハイリターンの物件は築年数が20～40年クラス。
- ④ 徒歩分数はグラフ上で相関が幾分見られるものの、地域によってばらつきがある。

6.4 地域別のリスクとリターン

図 6-8～図 6-12 に、タイプ別・地域別にリターンとリスクの相関を示す。(リターンにIRRを、リスクは標準偏差)

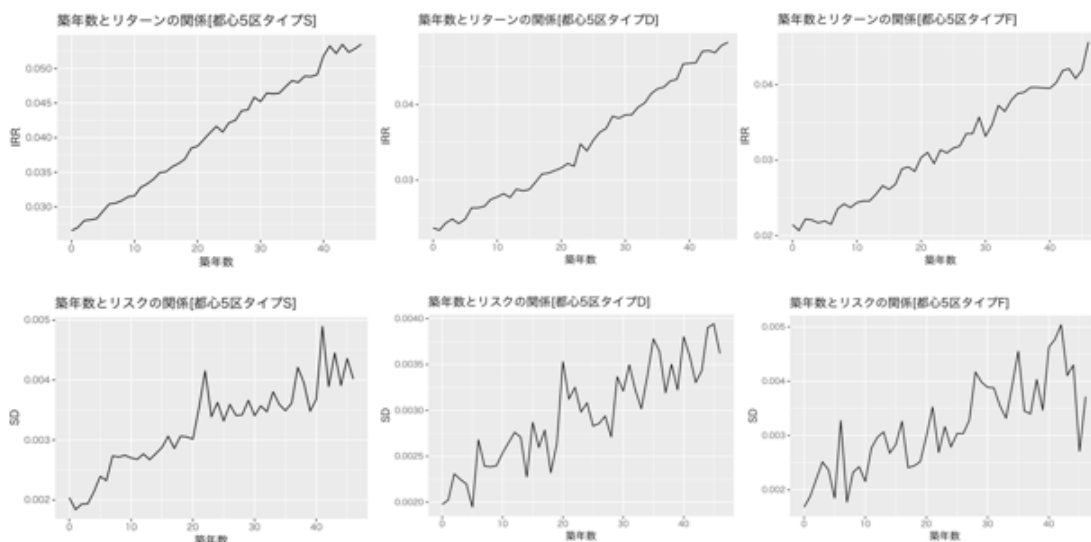
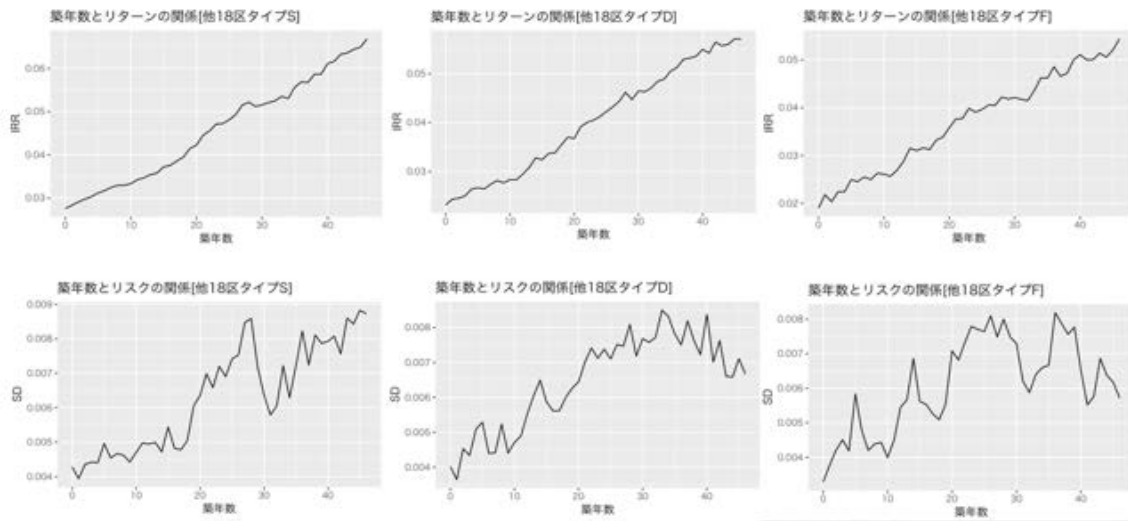
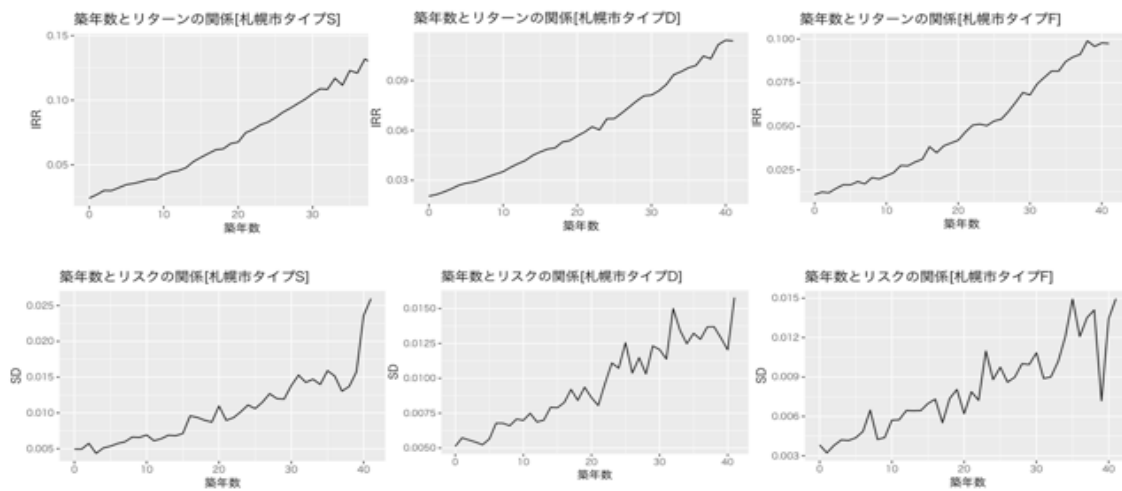


図 6-8 タイプ別リスクとリターンの関係 (都心5区)



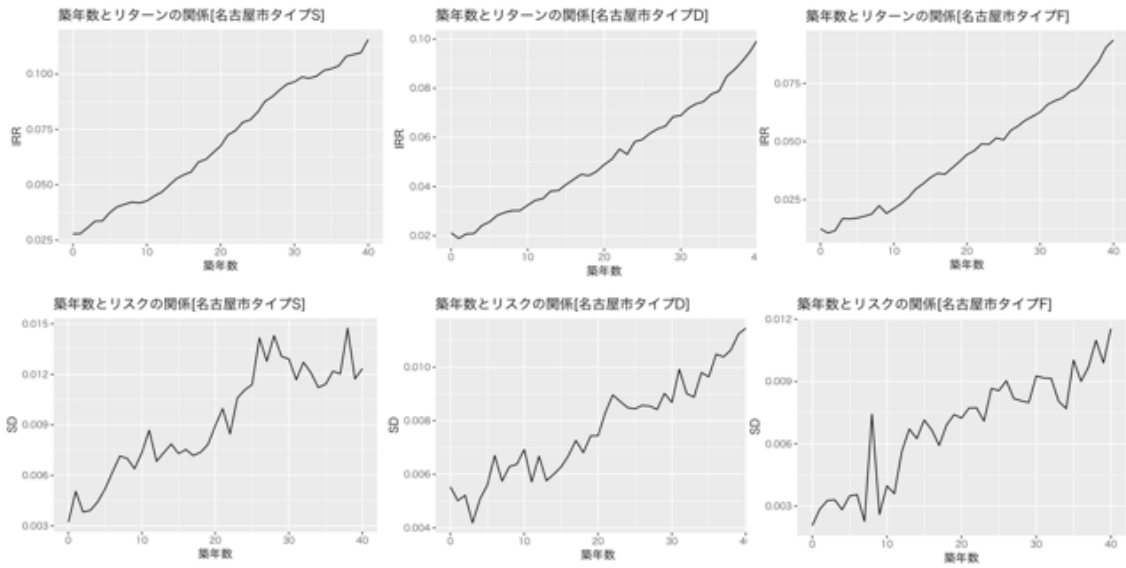
29

図 6-9 タイプ別リスクとリターンの関係 (その他 18 区)



30

図 6-10 タイプ別リスクとリターンの関係 (札幌市)



31

図 6-11 タイプ別リスクとリターンの関係（名古屋市）



32

図 6-12 タイプ別リスクとリターンの関係（大阪市）

以上、全5地域で築年数とリターン／リスクの相関をグラフで示した、地域毎にリターン、リスクの水準に違いがあるものの、総じて築年数とともにリターンが上がり、リスクも上がるという結果である。ここから言えることは、高利回りのリターンを求めると、それに応じたリスク対応が必要になることが分かる。このことは、一般的な金融商品と同じことが、ここでも同様に言える。

6.5 高利回り(IRR)物件の分類

次にタイプ別・地域別に物件が、何を基準にして分岐されるか、回帰木(Regression tree)で分類を行った。全タイプの平均、シングル向け、DINKS 向け、ファミリー向けの4つの回帰木を図示している。尚、説明変数は観測値のみとした。(Appendix 参照)

図 6-13~図 6-17 に5地域の回帰木の図を示した。図は説明変数によって分岐し、右から順に利回り(IRR)の高いグループが並んでいる。一番下には箱ひげ図が表示され平均利回り等が図示されている。

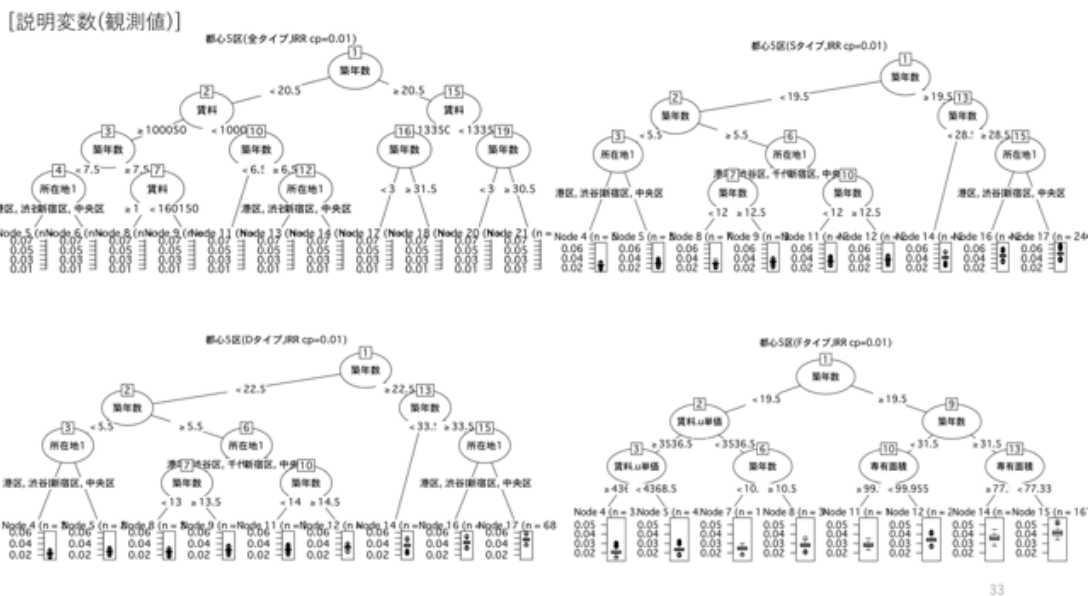


図 6-13 回帰木による分類 (都心5区)

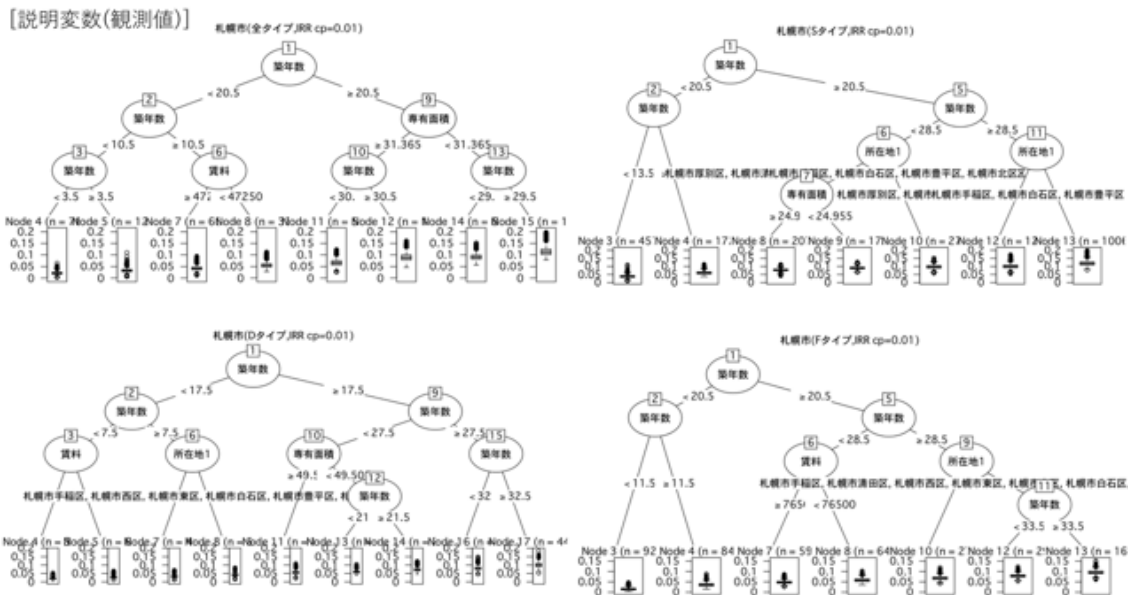
都心5区では、Sタイプ、Dタイプ共に築年数と所在地が分岐となっているが、Fタイプでは築年数と専有面積(77.33平米)が分岐となり、小さい方が優位。築年数は30年前後を分岐点となり古い方が優位。所在地は新宿区、中央区が優位となった。



35

図 6-14 回帰木による分類（その他 18 区）

その他 18 区では、築年数では約 26 年以上、所在地は葛飾区、荒川区、足立区が優位となった。



37

図 6-15 回帰木による分類（札幌市）

札幌市では、築年数で 28.5 年以上、所在地で手稲区、白石区、豊平区、北区が優位となった。

【説明変数(観測値)】



図 6-16 回帰木による分類 (名古屋市)

名古屋市は、築年数が S タイプで 24.5 年、D・F タイプで 34.5 年以上で優位となった。また所在地では、中川区、港区、緑区、南区その他が優位となった。

【説明変数(観測値)】



図 6-17 回帰木による分類 (大阪市)

大阪市では、築年数の分岐が比較的若く、20 年代がその分岐となった。また所在地は此花区、生野区が優位となった。

以上、ここから読み取れるのは、各地域によって分岐の基準が違うが、主に築年数・賃料・所在地が分岐の基準となっていることが分かり、地域毎にこの基準に合わせて高利回りのグループを分類することができ、効率良く物件の選定に活かせる。表 6-5 に地域別・タイプ別のリスクとリターンの一覧を示す。(地域別の詳しいハイリターンクラスの分岐の基準は Appendix を参照)

表 6-5 地域別・タイプ別リスク & リターン一覧

[地域別・タイプ別IRRと標準偏差]

都心5区	平均	標準偏差
全タイプ	0.0482	0.0045
Sタイプ	0.0506	0.0039
Dタイプ	0.0475	0.0031
Fタイプ	0.0414	0.0034

その他18区	平均	標準偏差
全タイプ	0.0615	0.0082
Sタイプ	0.0656	0.0075
Dタイプ	0.0657	0.0064
Fタイプ	0.0582	0.0056

札幌市	平均	標準偏差
全タイプ	0.1149	0.0179
Sタイプ	0.1200	0.0163
Dタイプ	0.1009	0.0152
Fタイプ	0.0960	0.0109

名古屋市	平均	標準偏差
全タイプ	0.0909	0.0137
Sタイプ	0.1067	0.0128
Dタイプ	0.0970	0.0115
Fタイプ	0.0918	0.0095

大阪市	平均	標準偏差
全タイプ	0.0910	0.0116
Sタイプ	0.0988	0.0085
Dタイプ	0.0759	0.0105
Fタイプ	0.0738	0.0089

6.6 駅別のマンション価格、賃料の予測モデル

本論文のマンション価格と賃料の予測モデルには、さらに細かく駅別に層別化したモデルも用意した。これにより最寄り駅毎に個々の物件が理論値に比べて高いのか、安いのか判断できる。実務的には、このモデルとの比較で簡便に物件の選定ができ、時間とコストを大きく抑える効果があると思われる。表 6-6 に駅：麻布十番と中目黒の算出例を示す。

表 6-6 駅別マンション価格&賃料算出例（駅：麻布十番と中目黒）

		67.32 log(専有面積)	3 徒歩分数	5 築年数		表面利回り	3.36%	
(価格)	x				試算(価格)			
駅名麻布十番	14.34549137	4.209457369	1.009361991	3	-0.008996064	5	-0.01862392	105,502,990
(賃料)	x	log(専有面積)	徒歩分数	築年数		試算(賃料)		
駅名麻布十番	8.936925742	4.209457369	0.884234664	3	-0.008720232	5	-0.007510008	295,187

		53.81 log(専有面積)	6 徒歩分数	18 築年数		表面利回り	4.38%	
(価格)	x				試算(価格)			
駅名中目黒	14.6710	3.9855	0.892989361	6	-0.013954887	18	-0.020782167	52,284,339
(賃料)	x	log(専有面積)	徒歩分数	築年数		試算(賃料)		
駅名中目黒	9.2983	3.9855	0.766352809	6	-0.009027788	18	-0.007679066	191,037

6.7 検証1 (ハイリターンクラスと全数平均)

ハイリターンクラス(5地域)とデータ全数平均を比較し、ハイリターンクラスの優位性を検証した。表6-7に全5地域のリターン・リスク比を示す。また、表6-8に期待リターンとポートフォリオ・ウェイトを、図6-18にハイリターンクラス(5地域)と全数平均のリスク・リターン・プロフィールを示した。(ハイリターンクラス5地域3タイプの分類はAppendix参照)

表6-7 5地域と全数のリターン・リスク比

年率換算 [LEEWAYSのデータより]	都心5区	他18区	札幌	名古屋	大阪	不動産(平均)
平均リターン	4.82%	6.15%	11.49%	9.09%	9.10%	4.25%
標準偏差	0.45%	0.82%	1.79%	1.37%	1.16%	1.75%
リターン・リスク比	1071.11%	750.00%	641.90%	663.50%	784.48%	243.55%

表6-8 期待リターンとポートフォリオ・ウェイト

ウェイト						期待リターン	ポートフォリオ1	
	都心5区	他18区	札幌	名古屋	大阪		リスク	期待リターン
95.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.21%	5.00%	0.43%	5.00%
75.90%	0.00%	0.00%	6.24%	4.22%	13.64%	6.00%	0.38%	6.00%
56.07%	0.00%	0.00%	12.58%	9.27%	22.09%	7.00%	0.43%	7.00%
18.49%	23.92%	16.65%	12.37%	28.57%		8.00%	0.54%	8.00%
0.00%	23.22%	24.55%	16.28%	35.95%		9.00%	0.68%	9.00%
0.00%	0.00%	37.74%	19.48%	42.79%		10.00%	0.92%	10.00%
0.00%	0.00%	79.50%	0.00%	20.50%		11.00%	1.44%	11.00%

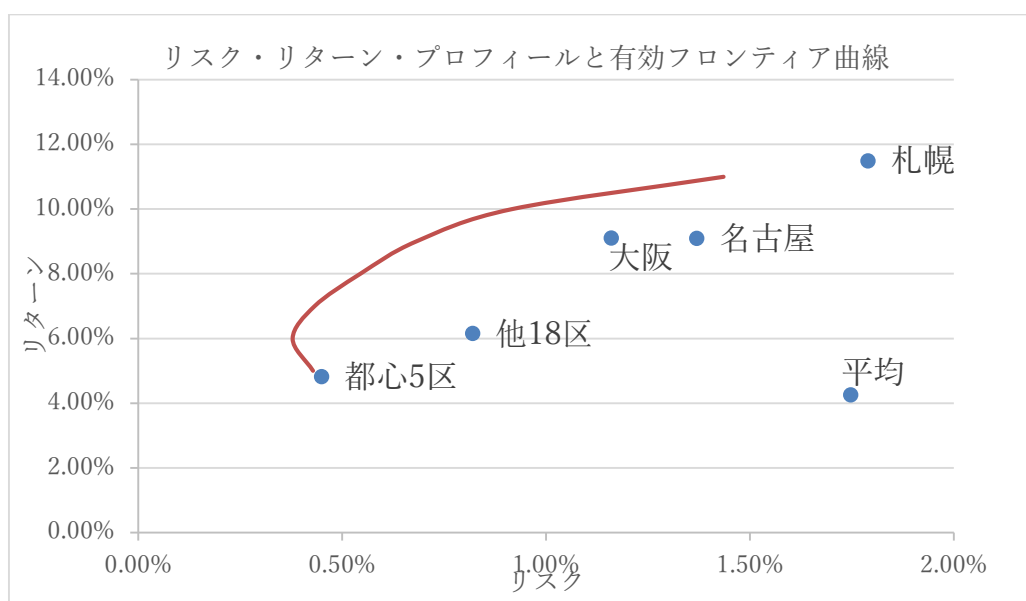


図6-18 ハイリターンクラス(5地域)と全数平均のリスク・リターン・プロフィール

Markowitz の MV モデルの基準[5]

基準 1：リターン（平均）が同じなら、リスクは低いほど良い（リターン一定の下でのリスク最小化）。

基準 2：リスク（分散、標準偏差）が同じなら、リターンは高いほど良い（リスク一定の下でのリターン最大化）。

以上の基準に照らせば、ハイリターンクラスの優位性が確認できる。また表 6-7 のリターン・リスク比のランキングとも対応する。表 6-8 のポートフォリオ・ウェイトの観点から考察すると、期待利回り 5%～7% では、都心 5 区のウェイトが大きいですが、期待利回りを 8%～11% に上がるにつれて、札幌市や大阪市のウェイトが大きくなるのがみとれる。

6.9 検証 2（6 アセット + ハイリターンクラスの投資ポートフォリオの優位性の検証）

6 つのアセットに 5 地域 3 タイプの中古マンションを加えた 21 アセットのそれぞれについて、表 6-9 に標準偏差と平均リターンを求めた上で、単位リスクあたりのリターンを示す。

表 6-9 6 アセットのリターン・リスク比

	国内株式	外国株式	国内債券	外国債券	金	ヘッジファンド
平均リターン	11.85%	14.22%	2.34%	3.47%	4.60%	-1.08%
標準偏差	18.24%	17.39%	1.34%	4.87%	17.02%	4.06%
リスク・リターン比	65.0%	81.8%	174.7%	71.2%	27.0%	-26.5%

都心5区S	都心5区D	都心5区F	他18区S	他18区D	他18区F	札幌S	札幌D
5.1%	4.8%	4.1%	6.6%	6.6%	5.8%	12.0%	10.1%
0.4%	0.3%	0.3%	0.8%	0.6%	0.6%	1.6%	1.5%
1297.4%	1532.3%	1217.6%	874.7%	1026.6%	1039.3%	736.2%	663.8%

札幌F	名古屋S	名古屋D	名古屋F	大阪S	大阪D	大阪F
9.6%	10.7%	9.7%	9.2%	9.9%	7.6%	7.4%
1.1%	1.3%	1.2%	1.0%	0.9%	1.1%	0.9%
880.7%	833.6%	843.5%	966.3%	1162.4%	722.9%	829.2%

図 6-19 にハイリターンクラス（5 地域）と 6 アセットのリスク・リターン・プロフィールを示す。先程の検証 1 と同様、Markowitz の MV モデルの基準より、ハイリターンクラスへの投資の優位性が確認できる。また表 6-9 のリターン・リスク比のランキングとも対応する。また図 6-19 の 4 種類の有効フロンティア曲線の推移からも見てとれるように、6 アセットのみの有効フロンティア曲線が、6 アセット + マンション（平均）、6 アセット + ハイリターンクラス（5 地域）、6 アセット + ハイリターンクラス（5 地域 3 タイプ）へと、左上方に推移する。これはより小さなリスクでより大きなリターンを持つポートフォリオを

構成できることを意味する。

以上より、ハイリターンクラスは一般的な金融商品以上のリスク・リターン・プロフィールを持ち、最適なポートフォリオを構成するのに非常に有用なアセットであることが明示できた。

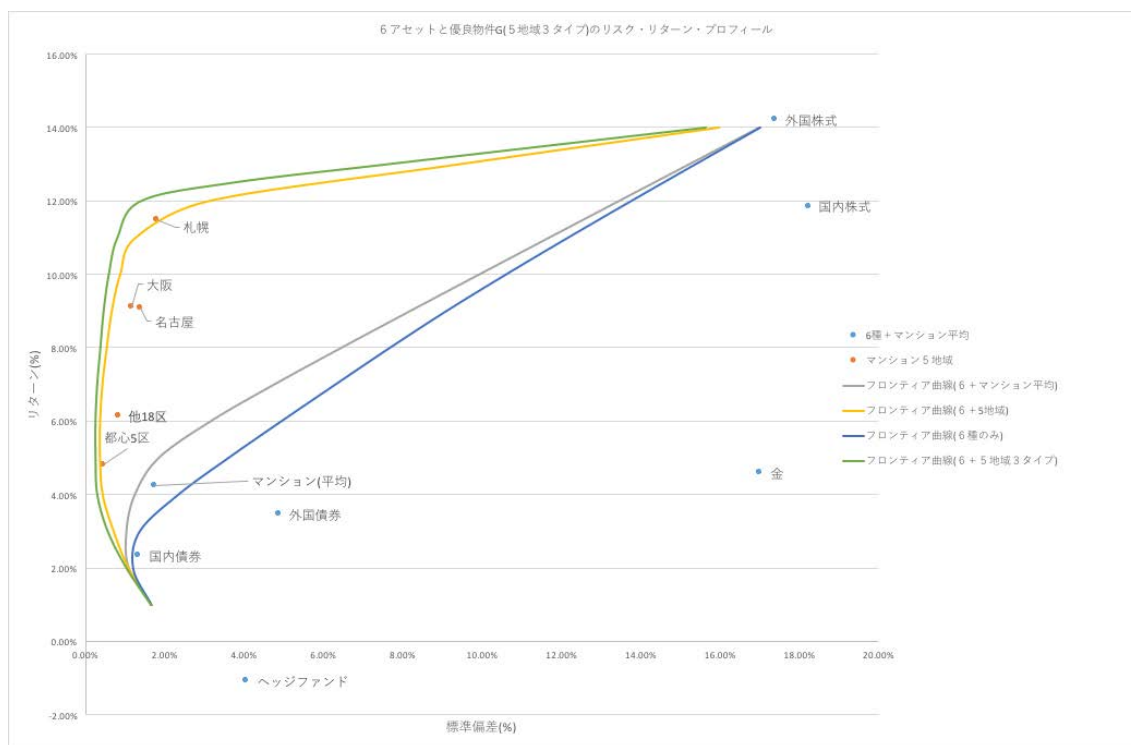


図 6-19 ハイリターンクラス（5地域）と6アセットのリスク・リターン・プロフィール

6.10 空室率による影響

この実証分析では、空室率を考慮せずに検証を行ったが、参考までにハイリターンクラスのIRRの空室率による影響を表5-9に示した。空室率が50%で1.54%~3.24%の利回りを維持している。今般の世界的低金利のもとではそれほど悪い数値ではないといえる。さすがに70%を超えるとマイナスに落ち込む例もでてくるが、逆にハイリターンクラスの強さがみてとれる。空室率の問題は、少子高齢化が進む日本にとって今後ますます大きな問題となろうが、地域によるばらつきや個別の要因が大きく、平均値を基に予想するよりも様々な要因を加味した慎重な考慮が必要になると思われる。例えば大家や管理会社により、空室率に差異が見られるし、その地域や空間によって、需要の質に違いもでてくる。よってこの研究では空室率を加味しなかったが、今後の課題として、空室率の要因を細かく分析する必要がある。表6-10に空室率による収益率の推移を示す。

表 6-10 空室率による収益率の推移

空室率	0%	10%	20%	30%	40%	50%
都心5区	4.82%	4.16%	3.51%	2.85%	2.20%	1.54%
他18区	6.15%	5.34%	4.52%	3.71%	2.89%	2.08%
札幌	11.49%	9.59%	7.70%	5.80%	3.91%	2.01%
名古屋	9.09%	7.87%	6.64%	5.42%	4.19%	2.97%
大阪	9.10%	7.93%	6.75%	5.58%	4.41%	3.24%
	60%	70%	80%	90%	100%	
	0.89%	0.23%	-0.42%	-1.08%	-1.74%	
	1.26%	0.45%	-0.37%	-1.18%	-2.00%	
	0.11%	-1.78%	-3.68%	-5.57%	-7.47%	
	1.74%	0.52%	-0.71%	-1.93%	-3.15%	
	2.06%	0.89%	-0.28%	-1.46%	-2.63%	

7. Conclusion

本論文では、中古マンション投資において、モデルから抽出される内部収益率(IRR)から、投資上の優良物件の属性を明らかにしたが、次の4点が本研究の貢献である。まず第1に、ハイリターンクラスへの投資と中古マンション全数の平均とを比較し、金融工学の基本である Markowitz の MV モデルの基準においてその優位性を明らかにした。その結果はリターン・リスク比のランキングとも対応することで裏付けられる。第2にハイリターンクラスと一般的な金融商品を組み合わせた投資ポートフォリオを構成することにより、有効フロンティア曲線の推移から、その優位性を実証することができた。また第3に、モデルから算出される理論値(価格と賃料)は、不動産特有の個別性を排除し、実務において、適正な価格、賃料、利回りを算出でき、迅速で的確な投資判断に寄与する。第4に、地域別・タイプ別のハイリターンクラスを明らかにしたことで、中古マンション市場を細分化した戦略立案に役立つ。

以上本研究の貢献について述べたが、今後の課題として、空室率が考慮されていないことがあげられる。全国的に少子高齢化に伴う人口減少で空室率が憂慮されるが、今後東京だから空室率の面で有利だとは一概に言えず、慎重な考慮が必要となろう。もう一つは、本論文は売却時期を10年後一律の仮定をおいたが、10年後の予想売却価格は、現時点の市況に基づくモデルから算出されているので、将来時点の市況や今後のインフレ率で変わるという問題がある。また本研究は実際には単年度データという制約の下での分析であり、その分析の有意性では一部疑問も持たれよう。よって今後、長い期間の時系列データを基に再度実証分析することができれば非常に有意義であると考えられる。

8. 謝 辞

最後に、このような研究の機会を与えて頂いたリーウェイズ(株)に感謝を申し上げたい。私が一番関心を持っている不動産市場の分析を、これまで学んだ金融工学の理論を基準に不動産投資を評価し、最適な投資ポートフォリオを構築する素晴らしい機会を経験することができた。また本論文の作成では、高橋先生からたくさんのご助言をいただき非常に感謝している。先生のご指導がなければ、ここまでたどり着くことは全く不可能で、この場を借りて感謝の意を伝えたい。また高橋ゼミの仲間、皆さんからもたくさんのお助言、叱咤激励を頂き本当に感謝している。お礼を申し上げたい。

9. References

- [1] 石島 博、前田 章：不動産価格評価の枠組みと政策的含意、
経済政策ジャーナル、Vol.8、No.2,pp.95-98 (2011)。
- [2] Lancaster, K.: A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*,
Vol.74, pp.132-157(1966)
- [3] Rosen, S.: Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure
Competition, *Journal of Political Economy*, Vol.82, pp.34-55 (1974)
- [4] 石島 博、前田 章、谷山智彦：不動産の価格とリターンの時系列モデルと応用、
情報処理学会研究報告、Vol.2011- MPS-85, No.11, pp.1-12 (2011)
- [5] Luenberger, D.G.: *Investment Science*, Oxford University Press (1997)
(今野 浩、枇々木規雄、鈴木賢一(訳)：金融工学入門,日本経済新聞社 (2002))
- [6] 清水 千弘：不動産市場分析—不透明な不動産市場を読み解く技術— (2004)

10. Appendix

10-1 基礎統計量

図 10-1～図 10-8 は、4 地域それぞれの基礎統計量を示す。

所在地1	駅名	徒歩分数	築年数	賃料
世田谷区: 182300	錦糸町駅: 16175	Min.: 1.00	Min.: 0.00	Min.: 39000
大田区: 163282	池袋駅: 14714	1st Qu.: 4.00	1st Qu.: 6.00	1st Qu.: 73000
杉並区: 141675	錦糸町: 13453	Median: 7.00	Median: 13.00	Median: 87000
江東区: 133491	両国駅: 12697	Mean: 7.11	Mean: 15.74	Mean: 98574
品川区: 131399	池袋: 12604	3rd Qu.: 10.00	3rd Qu.: 25.00	3rd Qu.: 116000
板橋区: 118295	大森駅: 12558	Max.: 29.00	Max.: 46.00	Max.: 380000
(Other): 1148391	(Other): 1936632			

間取り	専有面積	賃料. u単価	Reg	取得月
1K: 790536	Min.: 10.00	Min.: 1379	東京18区: 2018833	2: 222560
1R: 281796	1st Qu.: 22.40	1st Qu.: 2560		3: 216128
1LDK: 251529	Median: 29.00	Median: 3061		1: 214219
2DK: 170454	Mean: 34.17	Mean: 3038		4: 208602
2LDK: 164126	3rd Qu.: 42.40	3rd Qu.: 3500		5: 208035
1DK: 145692	Max.: 224.30	Max.: 5926		6: 165163
(Other): 214700				(Other): 784126

図 10-1 標本データ（その他 18 区）の基礎統計量 [リーウェアイズ]

No	所在地1	駅名	徒歩分数	価格
Min.: 3098	江東区: 928	豊洲: 129	Min.: 0.000	Min.: 3000000
1st Qu.: 6456	大田区: 907	錦糸町: 110	1st Qu.: 4.000	1st Qu.: 18000000
Median: 10887	世田谷区: 829	亀戸: 109	Median: 7.000	Median: 26000000
Mean: 11781	品川区: 704	大森(東京): 97	Mean: 7.409	Mean: 29980233
3rd Qu.: 16768	板橋区: 595	蒲田: 93	3rd Qu.: 10.000	3rd Qu.: 39000000
Max.: 23116	練馬区: 533	新小岩: 93	Max.: 29.000	Max.: 120000000
	(Other): 4615	(Other): 8480		

専有面積	築年数	価格. u単価	間取り	取引時点
Min.: 10.00	Min.: 0.00	Min.: 112308	1K: 2522	平成27年第1四半期: 2376
1st Qu.: 25.00	1st Qu.: 8.00	1st Qu.: 480000	3LDK: 2440	平成27年第2四半期: 2266
Median: 50.00	Median: 15.00	Median: 650000	2LDK: 1543	平成27年第3四半期: 2260
Mean: 46.39	Mean: 17.33	Mean: 685213	1LDK: 700	平成27年第4四半期: 2209
3rd Qu.: 65.00	3rd Qu.: 26.00	3rd Qu.: 880000	1DK: 490	
Max.: 250.00	Max.: 56.00	Max.: 1800000	2DK: 441	
			(Other): 975	

図 10-2 標本データ（その他 18 区）の基礎統計量 [国土交通省土地総合情報システム]

所在地1	駅名	徒歩分数	築年数	賃料
札幌市中央区: 179774	西18丁目: 14864	Min.: 1.000	Min.: 0.00	Min.: 19000
札幌市豊平区: 62828	西18丁目駅: 11970	1st Qu.: 4.000	1st Qu.: 7.00	1st Qu.: 42000
札幌市東区: 53216	琴似: 10877	Median: 6.000	Median: 12.00	Median: 51000
札幌市北区: 51504	西11丁目: 9461	Mean: 6.372	Mean: 14.72	Mean: 54997
札幌市白石区: 47121	バスセンター前: 9425	3rd Qu.: 8.000	3rd Qu.: 25.00	3rd Qu.: 63000
札幌市西区: 40513	中島公園: 9291	Max.: 29.000	Max.: 41.00	Max.: 175000
(Other): 22329	(Other): 391397			

間取り	専有面積	賃料. u単価	Reg	取得月
1LDK: 167296	Min.: 15.00	Min.: 731	札幌市: 457285	1: 43368
2LDK: 90574	1st Qu.: 29.97	1st Qu.: 1208		10: 41750
1DK: 79546	Median: 35.60	Median: 1387		3: 40835
1K: 41661	Mean: 40.05	Mean: 1405		11: 40716
3LDK: 31284	3rd Qu.: 49.14	3rd Qu.: 1571		2: 40294
1R: 30151	Max.: 143.00	Max.: 2648		7: 38963
(Other): 16773				(Other): 211359

図 10-3 標本データ（札幌市）の基礎統計量 [リーウェアイズ]

No	所在地1	駅名	徒歩分数	価格
Min. : 1.0	札幌市中央区:319	円山公園 : 49	Min. : 0.000	Min. : 400000
1st Qu.:114.0	札幌市北区 :201	西28丁目 : 49	1st Qu.: 4.000	1st Qu.: 6600000
Median :224.0	札幌市豊平区:197	西18丁目 : 46	Median : 6.000	Median :13000000
Mean :248.7	札幌市白石区:123	真駒内 : 38	Mean : 7.933	Mean :14183526
3rd Qu.:357.8	札幌市西区 :108	南平岸 : 37	3rd Qu.:10.000	3rd Qu.:20000000
Max. :848.0	札幌市東区 : 99	幌平橋 : 36	Max. :29.000	Max. :53000000
	(Other) :167	(Other) :959		

専有面積	築年数	価格.u単価	間取り	取引時点
Min. : 15.00	Min. : 0.00	Min. : 15294	3LDK:581	平成27年第1四半期:274
1st Qu.: 60.00	1st Qu.:14.25	1st Qu.:126316	4LDK:218	平成27年第2四半期:338
Median : 75.00	Median :23.00	Median :184808	2LDK:135	平成27年第3四半期:282
Mean : 68.52	Mean :22.20	Mean :196156	1K : 61	平成27年第4四半期:320
3rd Qu.: 80.00	3rd Qu.:30.00	3rd Qu.:253333	1LDK: 54	
Max. :145.00	Max. :51.00	Max. :581818	1DK : 47	
			(Other) :118	

図 10-4 標本データ（札幌市）の基礎統計量 [国土交通省土地総合情報システム]

所在地1	駅名	徒歩分数	築年数	賃料
名古屋市中区 :103313	鶴舞駅 : 8770	Min. : 1.000	Min. : 0.0	Min. : 24750
名古屋市千種区 :50913	新栄町 : 8110	1st Qu.: 4.000	1st Qu.: 8.0	1st Qu.: 52000
名古屋市中村区 :48168	鶴舞 : 8102	Median : 6.000	Median :15.0	Median : 64000
名古屋市東区 :44305	新栄町駅 : 7791	Mean : 7.191	Mean :16.2	Mean : 69665
名古屋市西区 :38000	高岳 : 7672	3rd Qu.: 9.000	3rd Qu.:25.0	3rd Qu.: 80000
名古屋市名東区 :34112	高岳駅 : 7592	Max. :29.000	Max. :40.0	Max. :240000
(Other) :175867	(Other) :446641			

間取り	専有面積	賃料.u単価	Reg	取得月
1K :172890	Min. : 10.00	Min. : 690	名古屋市:494678	3 : 49771
1LDK : 74218	1st Qu.: 24.75	1st Qu.:1451		5 : 47001
2LDK : 67025	Median : 36.00	Median :1859		2 : 46663
1R : 53471	Mean : 40.38	Mean :1842		1 : 46485
3LDK : 44205	3rd Qu.: 53.74	3rd Qu.:2203		4 : 45465
1DK : 28645	Max. :183.20	Max. :3925		7 : 40207
(Other) : 54224				(Other) :219086

図 10-5 標本データ（名古屋市）の基礎統計量 [リーウェアズ]

No	所在地1	駅名	徒歩分数	価格
Min. : 1.0	名古屋市中区 :195	高岳 : 38	Min. : 0.00	Min. : 1000000
1st Qu.: 80.5	名古屋市千種区:153	丸の内(愛知): 32	1st Qu.: 4.00	1st Qu.: 9850000
Median :167.0	名古屋市昭和区:111	星ヶ丘(愛知): 32	Median : 7.00	Median :17000000
Mean :179.2	名古屋市東区 :110	藤が丘(愛知): 32	Mean : 8.54	Mean :18988931
3rd Qu.:264.0	名古屋市名東区:107	茶屋ヶ坂 : 27	3rd Qu.:11.00	3rd Qu.:26000000
Max. :588.0	名古屋市緑区 : 95	久屋大通 : 26	Max. :29.00	Max. :80000000
	(Other) :548	(Other) :1132		

専有面積	築年数	価格.u単価	間取り	取引時点
Min. : 10.00	Min. : 0.00	Min. : 41429	3LDK:622	平成27年第1四半期:340
1st Qu.: 60.00	1st Qu.:11.00	1st Qu.: 183333	4LDK:245	平成27年第2四半期:311
Median : 70.00	Median :19.00	Median : 258824	1K :159	平成27年第3四半期:347
Mean : 65.65	Mean :19.74	Mean : 287448	2LDK:125	平成27年第4四半期:321
3rd Qu.: 80.00	3rd Qu.:28.00	3rd Qu.: 360000	1LDK: 43	
Max. :185.00	Max. :50.00	Max. :1026667	: 40	
			(Other) : 85	

図 10-6 標本データ（名古屋市）の基礎統計量 [国土交通省土地総合情報システム]

所在地1	駅名	徒歩分数	築年数	賃料
大阪市中央区 : 126704	新大阪 : 15326	Min. : 1.000	Min. : 0.00	Min. : 21500
大阪市北区 : 126182	新大阪駅 : 15146	1st Qu. : 4.000	1st Qu. : 6.00	1st Qu. : 53000
大阪市西区 : 91359	天神橋筋六丁目駅 : 12237	Median : 5.000	Median : 12.00	Median : 63200
大阪市淀川区 : 86956	南森町駅 : 11708	Mean : 6.064	Mean : 14.08	Mean : 68372
大阪市浪速区 : 64290	福島駅 : 11382	3rd Qu. : 8.000	3rd Qu. : 24.00	3rd Qu. : 78000
大阪市東淀川区 : 57878	阿波座 : 10756	Max. : 29.000	Max. : 38.00	Max. : 224000
(Other) : 446270	(Other) : 923084			
間取り	専有面積	賃料.u単価	Reg	取得月
1K : 425284	Min. : 10.00	Min. : 888	大阪市01:493073	4 : 102160
1LDK : 131674	1st Qu. : 22.80	1st Qu. : 1742	大阪市02:364734	1 : 98907
1R : 122614	Median : 28.01	Median : 2191	大阪市03:141832	5 : 98508
2LDK : 97370	Mean : 33.48	Mean : 2149		3 : 96928
1DK : 89665	3rd Qu. : 41.76	3rd Qu. : 2545		2 : 96614
2DK : 55421	Max. : 152.75	Max. : 4430		6 : 80790
(Other) : 77611				(Other) : 425732

図 10-7 標本データ（大阪市）の基礎統計量 [リーウエイズ]

No	所在地1	駅名	徒歩分数	価格
Min. : 1.0	大阪市中央区 : 378	阿波座 : 107	Min. : 0.000	Min. : 1500000
1st Qu. : 77.0	大阪市北区 : 352	新大阪 : 102	1st Qu. : 3.000	1st Qu. : 11000000
Median : 153.0	大阪市西区 : 311	堺筋本町 : 80	Median : 5.000	Median : 17000000
Mean : 180.3	大阪市淀川区 : 261	都島 : 80	Mean : 5.744	Mean : 18967582
3rd Qu. : 254.0	大阪市浪速区 : 155	大国町 : 61	3rd Qu. : 8.000	3rd Qu. : 24000000
Max. : 577.0	大阪市天王寺区 : 146	谷町六丁目 : 57	Max. : 29.000	Max. : 83000000
	(Other) : 1238	(Other) : 2354		
専有面積	築年数	価格.u単価	間取り	取引時点
Min. : 10.00	Min. : 0.00	Min. : 37500	3LDK : 927	平成27年第1四半期 : 666
1st Qu. : 25.00	1st Qu. : 8.00	1st Qu. : 240000	1K : 677	平成27年第2四半期 : 760
Median : 55.00	Median : 15.00	Median : 360000	2LDK : 459	平成27年第3四半期 : 700
Mean : 51.23	Mean : 18.62	Mean : 406588	1LDK : 177	平成27年第4四半期 : 715
3rd Qu. : 65.00	3rd Qu. : 31.00	3rd Qu. : 538462	4LDK : 151	
Max. : 155.00	Max. : 48.00	Max. : 1216667	: 123	
			(Other) : 327	

図 10-8 標本データ（大阪市）の基礎統計量 [国土交通省土地総合情報システム]

10-2 重回帰分析結果

重回帰分析のコマンド

(賃料モデル)

```
L_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数,  
data=tk5)
```

```
> ### 線形モデル(賃料)  
> L_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=tk5)  
> summary(L_log)
```

```
Call:  
lm(formula = log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +  
  徒歩分数 + 築年数, data = tk5)
```

```
Residuals:  
    Min       1Q   Median       3Q      Max  
-0.65808 -0.08881 -0.00657  0.07983  0.80169
```

```
Coefficients:  
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
所在地1千代田区  8.721e+00  1.575e-03  5538.4 <2e-16 ***  
所在地1中央区  8.667e+00  1.534e-03  5649.1 <2e-16 ***  
所在地1港区    8.807e+00  1.552e-03  5676.5 <2e-16 ***  
所在地1新宿区  8.666e+00  1.485e-03  5834.4 <2e-16 ***  
所在地1渋谷区  8.774e+00  1.542e-03  5688.3 <2e-16 ***  
log(専有面積)   9.028e-01  4.071e-04  2217.8 <2e-16 ***  
徒歩分数       -6.663e-03  5.935e-05  -112.3 <2e-16 ***  
築年数          -7.557e-03  1.631e-05  -463.4 <2e-16 ***
```

```
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.1368 on 601774 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.9999, Adjusted R-squared:  0.9999  
F-statistic: 5.526e+08 on 8 and 601774 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

図 10-9 重回帰分析(賃料モデル)サマリー [都心5区]

(価格モデル)

```
LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数,  
data=d3)
```

```
> LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=d3)  
> summary(LM_log)
```

```
Call:  
lm(formula = log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +  
  徒歩分数 + 築年数, data = d3)
```

```
Residuals:  
    Min       1Q   Median       3Q      Max  
-0.97144 -0.13884  0.00125  0.13637  1.46500
```

```
Coefficients:  
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
所在地1港区    14.086579  0.030890  456.024 < 2e-16 ***  
所在地1渋谷区  14.056564  0.031995  439.335 < 2e-16 ***  
所在地1新宿区  13.867853  0.029209  474.786 < 2e-16 ***  
所在地1千代田区 13.998643  0.031127  449.727 < 2e-16 ***  
所在地1中央区  13.858726  0.029806  464.971 < 2e-16 ***  
log(専有面積)   1.038725  0.007657  135.651 < 2e-16 ***  
徒歩分数       -0.009773  0.001424  -6.865  8.22e-12 ***  
築年数          -0.018029  0.000388  -46.472 < 2e-16 ***
```

```
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.2284 on 2661 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.9998, Adjusted R-squared:  0.9998  
F-statistic: 1.917e+06 on 8 and 2661 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

図 10-10 重回帰分析(価格モデル)サマリー [都心5区]

```

> ## 線形モデル(賃料) #####
> LM_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=tk5)
> summary(LM_log)

Call:
lm(formula = log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = tk5)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.90888 -0.08057 -0.00414  0.07620  1.04461

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1文京区    9.228e+00  8.179e-04  11282  <2e-16 ***
所在地1台東区    9.150e+00  8.345e-04  10964  <2e-16 ***
所在地1墨田区    9.089e+00  8.087e-04  11238  <2e-16 ***
所在地1江東区    9.121e+00  8.102e-04  11257  <2e-16 ***
所在地1品川区    9.250e+00  7.991e-04  11576  <2e-16 ***
所在地1目黒区    9.327e+00  8.542e-04  10919  <2e-16 ***
所在地1大田区    9.098e+00  7.878e-04  11549  <2e-16 ***
所在地1世田谷区  9.195e+00  7.989e-04  11509  <2e-16 ***
所在地1江戸川区  8.925e+00  8.725e-04  10230  <2e-16 ***
所在地1中野区    9.166e+00  8.222e-04  11148  <2e-16 ***
所在地1杉並区    9.145e+00  8.020e-04  11403  <2e-16 ***
所在地1豊島区    9.169e+00  8.041e-04  11403  <2e-16 ***
所在地1北区      9.066e+00  8.318e-04  10899  <2e-16 ***
所在地1荒川区    9.047e+00  8.990e-04  10063  <2e-16 ***
所在地1板橋区    8.985e+00  8.132e-04  11049  <2e-16 ***
所在地1練馬区    8.991e+00  8.267e-04  10875  <2e-16 ***
所在地1足立区    8.873e+00  8.642e-04  10267  <2e-16 ***
所在地1葛飾区    8.894e+00  9.134e-04  9737   <2e-16 ***
log(専有面積)    7.259e-01  2.096e-04  3463   <2e-16 ***
徒歩分数        -6.933e-03  2.265e-05  -306   <2e-16 ***
築年数          -7.716e-03  7.486e-06  -1031  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1231 on 2018812 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9999, Adjusted R-squared:  0.9999
F-statistic: 8.302e+08 on 21 and 2018812 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

図 10-11 重回帰分析(賃料モデル)サマリー [その他 18 区]

```

> LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=d3)
> summary(LM_log)

Call:
lm(formula = log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = d3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.06045 -0.13251  0.01279  0.14924  1.93652

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1葛飾区   13.8253606  0.0230137   600.75  <2e-16 ***
所在地1江戸川区 14.0184130  0.0235343   595.66  <2e-16 ***
所在地1江東区   14.2376582  0.0201831   705.42  <2e-16 ***
所在地1荒川区   14.0439674  0.0253291   554.46  <2e-16 ***
所在地1杉並区   14.3538605  0.0202647   708.32  <2e-16 ***
所在地1世田谷区 14.4211347  0.0201203   716.75  <2e-16 ***
所在地1足立区   13.7890608  0.0223610   616.66  <2e-16 ***
所在地1台東区   14.2159684  0.0209846   677.45  <2e-16 ***
所在地1大田区   14.2563598  0.0188384   756.77  <2e-16 ***
所在地1中野区   14.3554063  0.0214481   669.31  <2e-16 ***
所在地1板橋区   14.0623064  0.0204816   686.58  <2e-16 ***
所在地1品川区   14.4331016  0.0194702   741.29  <2e-16 ***
所在地1文京区   14.4281637  0.0195563   737.77  <2e-16 ***
所在地1豊島区   14.3526728  0.0199517   719.37  <2e-16 ***
所在地1北区     14.1397253  0.0228591   618.56  <2e-16 ***
所在地1墨田区   14.1957468  0.0205238   691.67  <2e-16 ***
所在地1目黒区   14.6013358  0.0220541   662.07  <2e-16 ***
所在地1練馬区   14.1588560  0.0209106   677.11  <2e-16 ***
log(専有面積)    0.8868075  0.0047601   186.30  <2e-16 ***
徒歩分数        -0.0137594  0.0006251   -22.01  <2e-16 ***
築年数          -0.0210262  0.0002114   -99.46  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2382 on 9090 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9998, Adjusted R-squared:  0.9998
F-statistic: 2.225e+06 on 21 and 9090 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

図 10-12 重回帰分析(価格モデル)サマリー [その他 18 区]

```

> dim(tk5)
[1] 457285 10
> ### 線形モデル(賃料) #####
> L_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=tk5)
> summary(L_log)

Call:
lm(formula = log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = tk5)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.76269 -0.09102 -0.00662  0.08416  0.87011

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1札幌市厚別区  8.190e+00  2.722e-03  3008.8 <2e-16 ***
所在地1札幌市手稲区  8.135e+00  3.520e-03  2310.9 <2e-16 ***
所在地1札幌市清田区  8.185e+00  7.948e-03  1029.8 <2e-16 ***
所在地1札幌市西区    8.195e+00  2.445e-03  3351.1 <2e-16 ***
所在地1札幌市中央区  8.318e+00  2.337e-03  3558.9 <2e-16 ***
所在地1札幌市東区    8.203e+00  2.392e-03  3429.7 <2e-16 ***
所在地1札幌市南区    8.149e+00  2.934e-03  2777.1 <2e-16 ***
所在地1札幌市白石区  8.167e+00  2.397e-03  3407.3 <2e-16 ***
所在地1札幌市豊平区  8.191e+00  2.350e-03  3485.1 <2e-16 ***
所在地1札幌市北区    8.255e+00  2.330e-03  3542.3 <2e-16 ***
log(専有面積)        7.757e-01  6.169e-04  1257.4 <2e-16 ***
徒歩分数            -9.644e-03  6.357e-05  -151.7 <2e-16 ***
築年数              -9.809e-03  2.134e-05  -459.6 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1449 on 457272 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9998, Adjusted R-squared:  0.9998
F-statistic: 1.975e+08 on 13 and 457272 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

図 10-13 重回帰分析(賃料モデル)サマリー [札幌市]

```

> dim(d3)
[1] 1214 10
> ### (1) 線形モデル (log) #####
> LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=d3)
> summary(LM_log)

Call:
lm(formula = log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = d3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.45363 -0.15878  0.03042  0.19685  1.02308

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1札幌市厚別区  12.693598  0.128286  98.95 <2e-16 ***
所在地1札幌市手稲区  12.381076  0.139916  88.49 <2e-16 ***
所在地1札幌市清田区  12.747937  0.365370  34.89 <2e-16 ***
所在地1札幌市西区    12.681528  0.126548  100.21 <2e-16 ***
所在地1札幌市中央区  12.861544  0.120391  106.83 <2e-16 ***
所在地1札幌市東区    12.668374  0.123821  102.31 <2e-16 ***
所在地1札幌市南区    12.674699  0.135593  93.48 <2e-16 ***
所在地1札幌市白石区  12.603150  0.123397  102.14 <2e-16 ***
所在地1札幌市豊平区  12.612070  0.122745  102.75 <2e-16 ***
所在地1札幌市北区    12.629508  0.118736  106.37 <2e-16 ***
log(専有面積)        1.080079  0.026144  41.31 <2e-16 ***
徒歩分数            -0.021587  0.001815  -11.89 <2e-16 ***
築年数              -0.035818  0.001090  -32.86 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3426 on 1201 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9996, Adjusted R-squared:  0.9996
F-statistic: 2.095e+05 on 13 and 1201 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

図 10-14 重回帰分析(価格モデル)サマリー [札幌市]

```

> dim(tk5)
[1] 494678    10
> L_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=tk5)
> summary(L_log)

Call:
lm(formula = log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = tk5)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.88455 -0.08760 -0.00956  0.07822  1.02928

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1名古屋港区      8.608e+00  2.284e-03 3769.2 <2e-16 ***
所在地1名古屋守山区    8.632e+00  2.128e-03 4057.1 <2e-16 ***
所在地1名古屋昭和区    8.844e+00  1.816e-03 4869.9 <2e-16 ***
所在地1名古屋瑞穂区    8.789e+00  1.906e-03 4611.6 <2e-16 ***
所在地1名古屋西区      8.765e+00  1.772e-03 4947.5 <2e-16 ***
所在地1名古屋千種区    8.894e+00  1.719e-03 5175.3 <2e-16 ***
所在地1名古屋中区      8.890e+00  1.632e-03 5448.9 <2e-16 ***
所在地1名古屋中川区    8.681e+00  1.844e-03 4708.8 <2e-16 ***
所在地1名古屋中村区    8.808e+00  1.689e-03 5216.0 <2e-16 ***
所在地1名古屋天白区    8.664e+00  1.907e-03 4542.7 <2e-16 ***
所在地1名古屋東区      8.891e+00  1.754e-03 5069.1 <2e-16 ***
所在地1名古屋南区      8.689e+00  2.098e-03 4140.5 <2e-16 ***
所在地1名古屋熱田区    8.777e+00  1.999e-03 4391.5 <2e-16 ***
所在地1名古屋北区      8.747e+00  1.880e-03 4652.0 <2e-16 ***
所在地1名古屋名東区    8.793e+00  1.856e-03 4738.3 <2e-16 ***
所在地1名古屋緑区      8.619e+00  2.188e-03 3939.1 <2e-16 ***
log(専有面積)          7.120e-01  4.510e-04 1578.7 <2e-16 ***
徒歩分数              -8.439e-03  4.566e-05 -184.8 <2e-16 ***
築年数                 -1.395e-02  1.935e-05 -720.8 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1336 on 494659 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9999, Adjusted R-squared:  0.9999
F-statistic: 1.793e+08 on 19 and 494659 DF, p-value: < 2.2e-16

```

図 10-15 重回帰分析(賃料モデル)サマリー [名古屋市]

```

> LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=d3)
> summary(LM_log)

Call:
lm(formula = log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = d3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.37329 -0.14384  0.00174  0.15592  1.06526

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1名古屋港区     12.8794458  0.0891506 144.468 <2e-16 ***
所在地1名古屋守山区   12.9284896  0.0819170 157.824 <2e-16 ***
所在地1名古屋昭和区   13.2662957  0.0755498 175.597 <2e-16 ***
所在地1名古屋瑞穂区   13.0506268  0.0876091 148.964 <2e-16 ***
所在地1名古屋西区     13.1131145  0.0769821 170.340 <2e-16 ***
所在地1名古屋千種区   13.2930934  0.0749077 177.460 <2e-16 ***
所在地1名古屋中区     13.2944070  0.0669439 198.590 <2e-16 ***
所在地1名古屋中川区   12.9314895  0.0829076 155.975 <2e-16 ***
所在地1名古屋中村区   13.2435645  0.0752401 176.017 <2e-16 ***
所在地1名古屋天白区   13.0358475  0.0773267 168.581 <2e-16 ***
所在地1名古屋東区     13.2884362  0.0731313 181.707 <2e-16 ***
所在地1名古屋南区     12.8663434  0.0812929 158.271 <2e-16 ***
所在地1名古屋熱田区   13.0492466  0.0839962 155.355 <2e-16 ***
所在地1名古屋北区     13.0685798  0.0809821 161.376 <2e-16 ***
所在地1名古屋名東区   13.1415932  0.0767216 171.289 <2e-16 ***
所在地1名古屋緑区     12.9087749  0.0796864 161.995 <2e-16 ***
log(専有面積)          1.0295918  0.0164121  62.734 <2e-16 ***
徒歩分数              -0.0135272  0.0013920  -9.718 <2e-16 ***
築年数                 -0.0358979  0.0006544  -54.856 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.265 on 1300 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9997, Adjusted R-squared:  0.9997
F-statistic: 2.704e+05 on 19 and 1300 DF, p-value: < 2.2e-16

```

```

> dim(d3)
[1] 1319    10

```

図 10-16 重回帰分析(価格モデル)サマリー [名古屋市]

```

> dim(tk5)
[1] 999639      10
> L_log <- lm(log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=tk5)
> summary(L_log)

```

```

Call:
lm(formula = log(tk5$賃料) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = tk5)

```

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.09910 -0.07702 -0.00520  0.07255  0.92578

```

```

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1大阪市阿倍野区  8.693e+00  1.379e-03  6303.5 <2e-16 ***
所在地1大阪市旭区      8.621e+00  1.401e-03  6154.4 <2e-16 ***
所在地1大阪市港区      8.676e+00  1.536e-03  5648.9 <2e-16 ***
所在地1大阪市此花区    8.666e+00  1.874e-03  4625.3 <2e-16 ***
所在地1大阪市住吉区    8.581e+00  1.349e-03  6359.9 <2e-16 ***
所在地1大阪市住之江区  8.590e+00  1.703e-03  5045.5 <2e-16 ***
所在地1大阪市城東区    8.670e+00  1.298e-03  6681.5 <2e-16 ***
所在地1大阪市生野区    8.565e+00  1.474e-03  5809.7 <2e-16 ***
所在地1大阪市西区      8.840e+00  1.187e-03  7446.1 <2e-16 ***
所在地1大阪市西成区    8.615e+00  1.629e-03  5288.0 <2e-16 ***
所在地1大阪市西淀川区  8.641e+00  1.546e-03  5589.1 <2e-16 ***
所在地1大阪市大正区    8.693e+00  2.625e-03  3312.1 <2e-16 ***
所在地1大阪市中央区    8.819e+00  1.154e-03  7644.2 <2e-16 ***
所在地1大阪市鶴見区    8.605e+00  1.426e-03  6033.6 <2e-16 ***
所在地1大阪市天王寺区  8.763e+00  1.311e-03  6684.2 <2e-16 ***
所在地1大阪市都島区    8.750e+00  1.270e-03  6889.8 <2e-16 ***
所在地1大阪市東住吉区  8.548e+00  1.374e-03  6221.3 <2e-16 ***
所在地1大阪市東成区    8.655e+00  1.349e-03  6414.4 <2e-16 ***
所在地1大阪市東淀川区  8.640e+00  1.239e-03  6971.3 <2e-16 ***
所在地1大阪市福島区    8.830e+00  1.281e-03  6894.6 <2e-16 ***
所在地1大阪市平野区    8.485e+00  1.441e-03  5888.4 <2e-16 ***
所在地1大阪市北区      8.860e+00  1.168e-03  7586.7 <2e-16 ***
所在地1大阪市淀川区    8.740e+00  1.203e-03  7266.9 <2e-16 ***
所在地1大阪市浪速区    8.774e+00  1.200e-03  7309.8 <2e-16 ***
log(専有面積)          7.372e-01  3.207e-04  2298.6 <2e-16 ***
徒歩分数              -5.122e-03  3.925e-05  -130.5 <2e-16 ***
築年数                 -1.151e-02  1.282e-05  -898.3 <2e-16 ***

```

```

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Residual standard error: 0.129 on 999612 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9999, Adjusted R-squared:  0.9999
F-statistic: 2.729e+08 on 27 and 999612 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

図 10-17 重回帰分析(賃料モデル)サマリー [大阪市]

```

> dim(d3)
[1] 2841 10
> LM_log <- lm(log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) + 徒歩分数 + 築年数, data=d3)
> summary(LM_log)

Call:
lm(formula = log(d3$価格) ~ 0 + 所在地1 + log(専有面積) +
    徒歩分数 + 築年数, data = d3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.74659 -0.14383  0.01262  0.16143  1.14847

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
所在地1大阪市阿倍野区 13.8345609  0.0478551 289.092 < 2e-16 ***
所在地1大阪市旭区     13.5488052  0.0536395 252.590 < 2e-16 ***
所在地1大阪市港区     13.6182897  0.0498762 273.042 < 2e-16 ***
所在地1大阪市此花区   13.3770161  0.0594491 225.016 < 2e-16 ***
所在地1大阪市住吉区   13.6125296  0.0518318 262.629 < 2e-16 ***
所在地1大阪市住之江区 13.3744080  0.0484826 275.860 < 2e-16 ***
所在地1大阪市城東区   13.7141313  0.0464060 295.525 < 2e-16 ***
所在地1大阪市生野区   13.2101774  0.0700206 188.661 < 2e-16 ***
所在地1大阪市西区     13.8513074  0.0395217 350.473 < 2e-16 ***
所在地1大阪市東成区   13.4086635  0.0627510 213.681 < 2e-16 ***
所在地1大阪市西淀川区 13.4763483  0.0484554 278.119 < 2e-16 ***
所在地1大阪市大正区   13.6595620  0.0720876 189.486 < 2e-16 ***
所在地1大阪市中央区   13.8443484  0.0377647 366.595 < 2e-16 ***
所在地1大阪市鶴見区   13.5971436  0.0553098 245.836 < 2e-16 ***
所在地1大阪市天王寺区 13.8314286  0.0437649 316.040 < 2e-16 ***
所在地1大阪市都島区   13.7356187  0.0490002 280.318 < 2e-16 ***
所在地1大阪市東住吉区 13.5507078  0.0580576 233.401 < 2e-16 ***
所在地1大阪市東成区   13.6817100  0.0532815 256.782 < 2e-16 ***
所在地1大阪市東淀川区 13.5533651  0.0469933 288.411 < 2e-16 ***
所在地1大阪市福島区   13.8828198  0.0444096 312.609 < 2e-16 ***
所在地1大阪市平野区   13.4439311  0.0533750 251.877 < 2e-16 ***
所在地1大阪市北区     13.8876810  0.0392227 354.072 < 2e-16 ***
所在地1大阪市淀川区   13.6223713  0.0411676 330.900 < 2e-16 ***
所在地1大阪市浪速区   13.8735867  0.0386054 359.369 < 2e-16 ***
log(専有面積)          0.9007188  0.0099052  90.934 < 2e-16 ***
徒歩分数              -0.0051827  0.0015143  -3.422 0.00063 ***
築年数                 -0.0298300  0.0004104 -72.689 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2576 on 2814 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9998, Adjusted R-squared:  0.9998
F-statistic: 4.363e+05 on 27 and 2814 DF, p-value: < 2.2e-16

```

図 10-18 重回帰分析(価格モデル)サマリー [大阪市]

10-3 回帰木のコマンド

```

#### 全タイプ
d.tree <- rpart(IRR ~ 所在地1 + 徒歩分数 + 築年数 + 賃料 + 専有面積 +
                賃料.u 単価 + 取得月 + タイプ, cp=0.01, data=d.type)

#### タイプ別 (S、D、F)
d.tree <- rpart(IRR ~ 所在地1 + 徒歩分数 + 築年数 + 賃料 + 専有面積 +
                賃料.u 単価 + 取得月 + タイプ,
                cp=0.01, data=(subset(d.type, subset=タイプ=="S")))

```

10-4 ハイリターンクラスのカテゴリ (5地域3タイプ)

[都心5区]

(Sタイプ)

```
d.S <- subset(d.type, subset= タイプ=="S" & 築年数>= 28.5 &
              (所在地 1=="新宿区" | 所在地 1=="中央区"))
```

(Dタイプ)

```
d.D <- subset(d.type, subset= タイプ=="D" & 築年数>= 33.5 &
              (所在地 1=="新宿区" | 所在地 1=="中央区"))
```

(Fタイプ)

```
d.F <- subset(d.type, subset= タイプ=="F" & 築年数>= 31.5 & 専有面積<= 77.32)
```

[その他18区]

(Sタイプ)

```
d.S <- subset(d.type, subset= タイプ=="S" & 築年数>= 18.5 &
              (所在地 1=="葛飾区" | 所在地 1=="荒川区" | 所在地 1=="足立区"))
```

(Dタイプ)

```
d.D <- subset(d.type, subset= タイプ=="D" & 築年数>= 28.5 &
              (所在地 1=="葛飾区" | 所在地 1=="荒川区" | 所在地 1=="足立区"))
```

(Fタイプ)

```
d.F <- subset(d.type, subset= タイプ=="F" & 築年数>= 26.5 &
              (所在地 1=="葛飾区" | 所在地 1=="荒川区" | 所在地 1=="足立区"))
```

[札幌市]

(Sタイプ)

```
d.S <- subset(d.type, subset= タイプ=="S" & 築年数>= 28.5 &
              (所在地 1=="札幌市稲区" | 所在地 1=="札幌市白石区" |
               所在地 1=="札幌市豊平区" | 所在地 1=="札幌市北区"))
```

(Dタイプ)

```
d.D <- subset(d.type, subset= タイプ=="D" & 築年数>= 32.5)
```

(Fタイプ)

```
d.F <- subset(d.type, subset= タイプ=="F" & 築年数>= 33.5 &
              (所在地 1=="札幌市稲区" | 所在地 1=="札幌市白石区" |
```

所在地 1=="札幌市清田区" | 所在地 1=="札幌市西区" |
所在地 1=="札幌市東区" | 所在地 1=="札幌市南区" |
所在地 1=="札幌市豊平区" | 所在地 1=="札幌市北区"))

[名古屋市]

(S タイプ)

```
d.S <- subset(d.type, subset= タイプ=="S" & 築年数>= 24.5 & (所在地 1=="名古屋市港区" |  
  所在地 1=="名古屋市瑞穂区" | 所在地 1=="名古屋市中川区" | 所在地 1=="名古屋市南区" |  
  所在地 1=="名古屋市熱田区" | 所在地 1=="名古屋市緑区"))
```

(D タイプ)

```
d.D <- subset(d.type, subset= タイプ=="D" & 築年数>= 32.5 & (所在地 1=="名古屋市港区" |  
  所在地 1=="名古屋市瑞穂区" | 所在地 1=="名古屋市中川区" | 所在地 1=="名古屋市南区" |  
  所在地 1=="名古屋市熱田区" | 所在地 1=="名古屋市緑区" |  
  所在地 1=="名古屋市守山区" | 所在地 1=="名古屋市西区" | 所在地 1=="名古屋市北区"))
```

(F タイプ)

```
d.F <- subset(d.type, subset= タイプ=="F" & 築年数>= 34.5 & (所在地 1=="名古屋市港区" |  
  所在地 1=="名古屋市瑞穂区" | 所在地 1=="名古屋市中川区" | 所在地 1=="名古屋市南区" |  
  所在地 1=="名古屋市熱田区" | 所在地 1=="名古屋市緑区" |  
  所在地 1=="名古屋市守山区" | 所在地 1=="名古屋市北区"))
```

[大阪市]

(S タイプ)

```
d.S <- subset(d.type, subset= タイプ=="S" & 築年数>= 23.5 &  
  (所在地 1=="大阪市此花区" | 所在地 1=="大阪市生野区"))
```

(D タイプ)

```
d.D <- subset(d.type, subset= タイプ=="D" & 築年数>= 28.5 &  
  (所在地 1=="大阪市此花区" | 所在地 1=="大阪市生野区" |  
  所在地 1=="大阪市住之江区" | 所在地 1=="大阪市西成区" |  
  所在地 1=="大阪市西淀川区" | 所在地 1=="大阪市東淀川区" |  
  所在地 1=="大阪市淀川区"))
```

(F タイプ)

```
d.F <- subset(d.type, subset= タイプ=="F" & 築年数>= 18.5 &  
  (所在地 1=="大阪市此花区" | 所在地 1=="大阪市生野区"))
```