

# 権利行使価格変動型プット・オプションによる 嫌悪施設立地補償に関する数値実験

## 籠 義 樹

### 1. はじめに

#### (1) 不動産デリバティブの発展

不動産デリバティブとは、不動産の価格や収益率などを示す客観的指数を原資産とする金融派生商品である。平均的な不動産エクスポージャーをとる手段として、あるいは既に保有している不動産エクスポージャーをヘッジする手段として、90年代初頭から英国を中心として発展してきた。

我が国においては2007年、国土交通省が実施する「不動産デリバティブの可能性に関する調査」の一環として「不動産デリバティブ研究会」が設置され、その報告書が公表された<sup>1)</sup>。当該報告書においては、わが国において不動産デリバティブ市場を発展させていくための要件が整理されている。同時に諸外国における現状も紹介されており、例えば英国においてはIPD Index<sup>2)</sup>を用いたデリバティブの市場規模は、2007年第1四半期において、想定元本ベースの累計で約1兆4千億円まで拡大しているとされる。その多くを占めるのが、Total Returns Swaps（以降、TRS）と呼ばれる不動産指数スワップの1つである。

TRSは、ある想定元本に基づいて、不動産指数の示すトータルリターン（インカムリターンとキャピタルリターンの和）と他の何らかの利子率（例えば、LIBORのような金利<sup>3)</sup>）を交換する取引である。不動産指数の変動が個々の不動産と一定の相関を持つもの

と想定すると、既に現物の不動産を保有する投資家は、指数の払い手となることによって、不動産からの収益率をある程度別の収益率に置き換えることができ、指数の受け手となる側は、個別の不動産を保有せずとも、不動産エクスポージャーを取ることができる。

#### (2) ヘッジ機能の応用

LIBORのような金利が、不動産の収益率より安定的なものであるとすれば、現物の不動産を保有する投資家は、TRSにおける指数の払い手となることによって、将来の不動産収益率の変動をある程度ヘッジすることができる。こうした不動産投資リスクの抑制が、通常のヘッジ目的である。

一方、都市計画や社会資本整備の視点からは、不動産デリバティブのヘッジ機能について別の目的を期待することができる。居住環境の質や利便性などの価値は地価に帰着すると考えられ、廃棄物処理施設に代表される嫌悪施設の立地ように、負の価値をもたらすと認識される開発行為は、周辺住民に反対されて紛争につながる場合もある。もちろん、住民は資産価値の低下懸念のみを問題として反対しているわけでないので、十分な情報提供と情報交流に基づく合意形成を指向していくことが重要であることは論をまたない。その上で、資産価値の低下リスクをいかに補償するかは、やはり必要な議論である。

従来こうした補償は、周辺環境整備を同

時に行うことや、還元施設の併設などのやや曖昧な方法でなされてきた。あるいは、余り表立って行われることはないが、金銭提供により納得してもらった場合もある。いずれにせよ、従来の補償方法は、将来あり得る不利益を代替する策を開発時点において講じるものであり、その正当性は合意により担保されていると考えられる。しかし、この方法には次の2点の問題点がある。1つは、補償すべきは将来の資産価値低下リスクであるが、これを明示的に推定したものではなく、あくまで住民の納得に主眼が置かれている点である。もう1つは、開発主体にとって重要なのは開発時点において合意を得ることであり、将来の状況に責任を持つインセンティブは無い点である。

ここで、資産価値低下リスクの補償として、施設周辺住民が将来その土地を売却する際、施設の無い同等な土地と比べて資産価値が低下していた場合に、その差額を施設立地主体が住民に支払う契約を結ぶことを考えよう。これは、将来の任意の時点において、施設周辺住民が自分の土地を、施設の無い同等な土地の価格で売ることができる権利（アメリカン・プット・オプション）を、施設立地主体が住民に付与することに他ならない。また、施設の無い同等な土地の価格は将来にわたって変動するので、権利行使価格もそれに合わせて変動するものである。

この契約のメリットは、住民にとっては、開発に伴う将来の資産価値低下リスクをヘッジできることに加え、開発主体が補償による損失を抑制するインセンティブを開発後も有することにあり、開発主体にとっては、いわゆるゴネ得のようなものを避け、実状に即した補償を可能にすることにある。ここで示した補償方法は現時点では1つのアイデアに留まるが、不動産デリバティブを単なる金融商品ではなく、社会厚生上のリスクを効率的にヘッジするツールとして位置づけ、その活用可能性を検討することは重要であると考え

る。

### (3) 本研究の視点と目的

不動産デリバティブに関する既存研究としては、最も活発に取り上げられている前述のTRSに関するものが大部分を占める。その価値の評価手法は、Buttimer et al. (1997)、並びにBjork and Clapham (2002)により確立され、最近ではPatel and Pereira (2008)のように、取引相手のデフォルトリスクを考慮した場合など、評価の精緻化に焦点が移っている。

また、TRSを用いた不動産投資リスクのヘッジに関しては、Park and Switzer (1995)の先駆的研究があるが、投資家が保有する現物不動産ポートフォリオのリターンとして地域別・セクター別の不動産指数を用い、この変動リスクをより一般的な不動産指数とLIBORとのスワップによりヘッジすることを想定している。開発に伴う外部効果の補償のように、ヘッジ対象が個別性の高い比較的少数の不動産である場合、地域別・セクター別の指数でも平均化され過ぎていると言わざるを得ない。これに対して籠(2008)は、J-REITに含まれる個別不動産データを用いて、TRSによる現物不動産ポートフォリオのヘッジ効果を検討しているが、不動産リターンの変動過程を記述するモデルの有意性を高めることが、今後の課題とされている。

さらに、Englund et al. (2002)やIacoviello and Ortalo-Magne (2003)のように、TRS以外の方法でも不動産リスクのヘッジを検討する研究はあるが、いずれもインデックス投資や証券化不動産を対象としたものである。

本研究は、不動産の価格変動リスクのヘッジにオプションを適用するものであり、同様の発想としては、瀬下(2002)のマンション開発における、プット・オプション履行義務付き開発許可制度の提案がある。ただし、その価値の評価方法にまでは踏み込んでいない。

不動産を原資産とするオプションの評価に関しては森平（2006）があり、エッシャー変換を用いた不動産価格指数に基づくヨーロッパ・オプションの評価式を導いている。しかし、本研究で対象とするのは、2つの資産（嫌悪施設周辺の資産価値と他の条件が同等で施設が無い地域の資産価値）からなり、権利行使価格が変動し、さらにいつでも権利行使可能なアメリカン・オプションである。こうしたオプションの評価を、不動産を原資産として検討した先行研究は無い。

本研究では、上で述べたようなオプションの評価モデルを導出した上で、Kago（2005）による嫌悪施設周辺の資産価値変化に関する実証分析の結果を用いて、オプション価値の評価を数値実験的に行う。このオプション価値とは、将来立地主体が負うことになる補償額の契約時点における期待値に他ならない。

なお、土地の価格は他の要因によっても低下し得ることや、参照すべき施設の無い同等な土地の価格をどのように決めるかといったこと、さらには立地主体が契約不履行に陥るリスクなど、実務上は具体的に検討すべき点がいくつもある。しかし、本研究が焦点を当てるのは、そのような契約が可能であった場合に、その価値をいかに推定するかということであり、実務上解決すべき問題については他稿において論じたい。

## 2. モデル

地域の将来の資産価値は様々な要因により変動し得るが、ここでは同等な都市的ポテンシャルを有する地域は、同等な資産価値変化の可能性を有すると仮定し、個々の実際の変化は確率的に発生すると考える。現在の地域資産価値を  $S$  とし、次の時点においてこの価値は確率  $p$  で  $u$  倍となり、確率  $1-p$  で  $d$  倍となると仮定する。 $u$ 、 $d$ 、 $p$  が時点によらず一定であるとき、将来の資産価値は二項過程にしたがう。ここで、将来時点  $T$  までの

時点数を  $n$  とすると、 $T$  時点における資産価値  $S_T$  は式(1)のように表され、 $n$  を限りなく大きくすると  $S_T$  は式(2)の確率密度関数による対数正規分布に従う。

$$\log S_T = \log S + n \log d + S_n (\log u - \log d) \quad (1)$$

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

$$\sigma = \sqrt{np(1-p)} \cdot (\log u - \log d)$$

$$\mu = \log S + n(p \log u + (1-p) \log d)$$

また、式(1)(2)から式(3)が得られ、式(3)の左辺は将来時点  $T$  にかけての資産価値の連続複利ベース変化率であり、これが平均  $\mu - \log S$ 、分散  $\sigma^2$  の正規分布に従うことが分かる。

$$\log\left(\frac{S_T}{S}\right) \sim N(\mu - \log S, \sigma^2) \quad (3)$$

ここで、嫌悪施設周辺の資産価値を  $S_{A,T}$ 、他の条件が同じで施設の無い地域の資産価値を  $S_{B,T}$  と書き、その連続複利ベース変化率の平均をそれぞれ  $\mu_A$ 、 $\mu_B$ 、分散を  $\sigma_A^2$ 、 $\sigma_B^2$  とする。さらに両者の相関係数を  $\sigma_{AB}$  とする。 $\log S_{A,T}$  と  $\log S_{B,T}$  の分布については、式(3)より式(4)(5)が得られ、これらの相関は  $\rho_{AB}$  である。

$$\log S_{A,T} \sim N(\mu_A + \log S, \sigma_A^2) \quad (4)$$

$$\log S_{B,T} \sim N(\mu_B + \log S, \sigma_B^2) \quad (5)$$

さらに、 $m_A = \mu_A + \log S$ 、 $m_B = \mu_B + \log S$  とすると、 $x = \log S_{A,T}$  と  $y = \log S_{B,T}$  として、これらの同時分布は、式(6)の確率密度関数で表すことができる。

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_A\sigma_B\sqrt{1-\rho_{AB}^2}} \exp\left(-\frac{1}{2(1-\rho_{AB}^2)}\left(\frac{(x-m_A)^2}{\sigma_A^2} + \frac{(y-m_B)^2}{\sigma_B^2} - \frac{2\rho_{AB}(x-m_A)(y-m_B)}{\sigma_A\sigma_B}\right)\right) \quad (6)$$

### 3. 評価方法

アメリカン・オプションは、定められた期日（満期日）までであれば、何時でも権利行使可能なオプションである。このオプションを持つ人は、現在権利を行使した場合に得られる利益と、権利行使しないで次の期に持ち越した場合のオプション価値の期待値の現在価値とを比較して、各時点で権利行使するかどうかの意思決定を行うと考えられる。つまり、各期におけるアメリカン・オプションの価値は、次の期のオプションの価値に依存して決まる。さらに、権利行使価格は各期における嫌悪施設の無い地域の資産価値である。ここで、ある時点  $t$  におけるこの資産価格を次のように定義しなおす。

$$S_{B,t}^i = Su^i d^{t-i} \quad (7)$$

ただし  $i$  は二項過程において  $t$  時点までに上昇した回数である。 $t$  時点において、上昇回数が  $i$  回であるときのプット・オプションの価値については次のようになる。なお、 $\Delta t$  は 1 期間の長さ（年）、 $r$  は無リスク金利である。

$$Q_t^i = \max(P(S_{B,t}^i), e^{-r\Delta t}(p \cdot Q_{t+1}^i + (1-p) \cdot Q_{t+1}^j)) \quad (8)$$

ただし  $P(S_{B,t}^i)$  は  $S_{B,t}^i$  で権利行使した場合の利益

さらに、満期時点  $T$  においては次の期に

持ち越す選択はできないので、次のようになる。なお、実務的にはオプションの満期を設けず、無期限で補償すべきと考えられるかもしれない。しかし、遠い将来に発生するキャッシュフローの現在価値は、限りなくゼロに近づいていくので、計算上は満期を設定することに問題は無い。また、本研究のように推定方法に焦点を当てる場合は、便宜的に満期を設けることが本質的な問題にはならない。

$$Q_T^i = P(S_{B,T}^i) \quad (9)$$

また、 $P(S_{B,t}^i)$  は、式(6)を用いて次のように計算することができる。

$$P(S_{B,t}^i) = \int_0^{\log S_{B,t}^i} (\exp(\log S_{B,t}^i) - \exp(x)) g(x, \log S_{B,t}^i) dx \quad (10)$$

以上から、満期時点  $T$  における各  $i$  のオプション価値はそのときの権利行使価格（嫌悪施設の無い地域の資産価値）により決まるから、二項過程より  $T$  時点に取り得るその資産価値が分かれば、それぞれ式(9)(10)により計算できる。次に、 $T-1$  時点における各  $i$  のオプション価値は、 $T-1$  時点の権利行使価格と  $T$  時点における各  $i$  のオプション価値を式(8)を用いて計算できる。これを、0 時点（契約時点）まで順次繰り返していくことにより、契約時点におけるオプションの価値、すなわち将来立地主体が負うことになる補償額の契約時点における期待値を得ることができる。

## 4. 数値実験

### (1) 嫌悪施設立地の資産価値への影響

Kago (2005) は、首都圏を發展可能性（都市的ポテンシャル）の視点から同等な地域に分けた上で、嫌悪施設の有無が資産価値の変化の平均（トレンド）と分散に有意な違

いをもたらすかどうかを検定している。

まず、都市的ポテンシャルを示す属性として表1に示すデータを用い、大よそ1990年を基準として、メッシュを単位とする地域を同等なグループに分類した。ただし、計画的な大規模開発が行われた地域は、その後の土地利用変化なども特異なものとなると考えられるので除外した。このため、当初利用可能なメッシュは6,143個であったが、約88%の5,432個に分析対象は絞られた。

表1 地域の分類に使用したデータ

項目	使用データ	年度
土地利用	細密数値情報 首都圏 (10mメッシュ)	1989 1994
廃棄物処理施設	国土数値情報 公共施設	1990
人口	国勢調査地域メッシュ統計	1990
産業	事業所統計調査地域メッシュ統計	1991
土地規制区域*	細密数値情報 首都圏 (100mメッシュ)	1989
用途地域・容積率*		1989
時間帯・距離帯*		1989
土地利用基本計画*		1989
地価水準	国土数値情報 地価公示を用いて計算 <sup>(4)</sup>	1989 1990

\* 集約ファイルV (ファイルID TDS-401) から取得

表2 都市的ポテンシャルによる地域分類

グループ	メッシュ数	施設立地メッシュ数*	グループの特徴
a	16	0	
b	312	15	工場集積地域
c	73	0	
d	418	5	都市内住宅地
e	37	0	
f	2708	64	都市外縁部
g	6	0	
h	1862	37	都市近郊住宅地
合計	5432	121	

\* 処理施設が立地するメッシュ数は、左列の内数

表1のデータに主成分分析を行って4つの

独立な合成変量を作り、これを用いたクラスター分析により分析対象のメッシュを分類した。なお、4つの合成変量による累積寄与率は約80%であった。この結果、表2に示す8つのグループが得られ、うち廃棄物処理施設が立地するメッシュが含まれるのは4グループであった。

表2に示した廃棄物処理施設が立地するメッシュを含む4つのグループについて、1990年から2000年までの11時点の公示地価を用いて各メッシュの資産価値を算出し、その1年ごとの変化率(連続複利ベース)を計算した<sup>(4)</sup>。

施設の有無に分けて、変化率の平均値と、変化率の標準偏差の平均値を求めると、それぞれ表3、表4の結果が得られた。ただし、1年の変化率が-1.0より小さいものや1.0より大きいものが含まれるメッシュは、地域資産価値の算出に大きな誤差が生じている可能性が高いため除外してある。

表3 資産価値変化率の平均

グループ	平均値		標準偏差		t値
	施設なし	施設あり	施設なし	施設あり	
b	-0.0514	-0.0443	0.03589	0.03681	-0.748
d	-0.1026	-0.0994	0.03283	0.01516	-0.215
f	-0.0275	-0.0341	0.03954	0.02770	1.836*
h	-0.0541	-0.0550	0.02851	0.02799	0.193

\* 10%有意

表4 資産価値変化率の標準偏差

グループ	平均値		標準偏差		統計量
	施設なし	施設あり	施設なし	施設あり	
b	0.0953	0.1013	0.03589	0.03681	0.910
d	0.1128	0.1125	0.05484	0.04441	0.261
f	0.1235	0.1126	0.07233	0.07789	-2.186**
h	0.0801	0.0735	0.04392	0.03317	0.881

\*\* 5%有意 (Wald-Wolfowitz 検定)

変化率の平均に関しては、有意水準10%でグループfについて処理施設の有無による違いが認められる。処理施設が無いメッシュの



平均変化率は-2.75%であるのに対し、処理施設のあるメッシュの平均変化率は-3.41%であり、処理施設が立地しているメッシュの資産価値の方が、より大きく低下している。

また、変化率の標準偏差についても、有意水準5%で、グループfに処理施設の有無による違いが認められる。処理施設の無いメッシュの変化率の標準偏差は12.35%であるのに対し、処理施設のあるメッシュについては11.26%であり、処理施設が立地することにより資産価値の変動性（ボラティリティ）が低下することが示唆される。

グループfについてのみ、以上のような有意な差が見られた理由としては、グループfは主として都市外縁部に位置するメッシュであり、都市外縁部は利便性と資産価値水準のバランスの点で選択肢が多いため、嫌悪施設を忌避する人々の行動が資産価値変化に敏感に反映することが考えられる。

(2) オプション価値の評価

嫌悪施設立地の有無に関して、資産価値の変化率と標準偏差に有意な差異が見られたグループfを対象として、オプション価値の評価を行った。表3と表4から抽出された資産価値関連のパラメータは表5の通りである。また、資産価値の変化率の相関係数は、0.9727であった。

表5 資産価値関連パラメータ

	施設あり資産価値	施設なし資産価値
$\mu$	-0.0341	-0.0275
$\sigma$	0.1126	0.1235
$\rho$	0.9727	

計算のための設定としては、まず契約時点の資産価値Sは、施設あり、施設なしともに100とした。また、非危険利子率rは2% (0.02) とした。

満期までの期間Tについては次のように考えた。満期までの期間Tをn時点に区

切って二項過程を描くが、一般にnを大きくすればするほど、精度が向上する。ところが、本研究で対象としているのは2資産が関係するオプションであるので、二項過程の各ノードで式(10)による積分計算を行う必要がある。これは、数値積分に拠らざるを得ず、nの増加は膨大な計算量の増加を伴うため、現実的に計算可能なTの長さには限界がある。今回は、コンピュータの処理能力との兼ね合いにより、結果的にTを10年と設定した。ただし、満期を10年とした場合のオプション価値と、嫌悪施設の有無による資産価値の10年後の期待値の差を比較することにより、オプション価値の相対的な大きさは把握することができるので、今回の研究目的に対しては、それほど重大な問題ではない。

さて、nの大きさを変えて、オプション価値の評価を行ったところ、表6の結果を得た。nを大きくするに従って真値へ収束していくことが期待されるが、n=100まではそうした傾向が見られなかった。n=200において、n=100との差が格段に小さくなり収束の傾向が見られたため、今回はn=200を採用した。

表6 nの大きさと評価結果

n	オプション価値
10	1.5078
20	1.1968
40	0.9296
100	0.6649
200	0.6306

ところで、T=10における資産価値の期待値は、式(2)の確率密度関数を用いて、式(11)のように得ることができる。

$$E[S_T] = \int_0^{\infty} x f(x) dx \tag{11}$$

これを計算し、非危険利子率を用いて契約時点の現在価値に直すと、嫌悪施設がある地

域と無い地域の資産価値は、それぞれ次のようになった。

$$e^{-rt}E[S_{A,t}] = 62.0266$$

$$e^{-rt}E[S_{B,t}] = 67.1166$$

この結果から、両者の期待値の現在価値の差は5.0900となり、この差を補償する場合には現在の資産価値  $S = 100$  の約5.1%に相当する補償金が要求される。一方、権利行使価格変動型プット・オプションで補償する場合には、将来立地主体が負うことになる補償額の契約時点における期待値は、表6の  $n = 200$ にある通り0.6306に留まることが分かる。これは、現在の資産価値の約0.6%であり、資産価値の期待値の差を保証する場合の約12%で済んでいる。

オプションで補償する場合には、嫌悪施設周辺の資産価値が、施設の無い地域と比べて将来低下し、かつそのままオプションを保持し続けることが不利な場合にのみ、権利行使がなされる。そのため、将来負担すると考えられる補償額は、資産価値の期待値の差と比較して極めて小さく抑えられるのである。施設周辺住民にとっても、将来の資産売却時の差額が補償される方が、現時点において損失を推定して補償されるよりも安心である可能性があるだろう。

### (3) 不合理な権利行使

以上で考えたことは、オプション保有者が、期待値に基づいて言わば合理的に権利行使をした場合である。実際には、多少資産価値が低下しても、住み慣れた場所を移るのは容易でないかもしれない。もちろん、資産の売却には手間と時間がかかるという問題もある。あるいは、嫌悪施設ができたことで、そのままオプションを保有し続けた方が有利であったとしても、早く権利行使をして資産を売却し、引越したいと考える人も居るかもしれない。

そこで、期待値に基づいて考えた場合はある意味不合理な権利行使をされた場合、オプション価値、つまり将来の補償額の期待値はどのように変化するかについて検討する。ここでは、次の2つのケースを考えて、上と同じ設定の下で、オプション価値を計算する。

ケースⅠ：引越しに慎重で、なかなか権利行使をしない場合。具体的には、権利行使したときの利益が、オプションを保有し続けたときに期待できる価値の1.5倍以上でなければ権利行使しない。

ケースⅡ：早く引越しをしたいと考えており、多少不利でも権利行使する場合。具体的には、権利行使したときの利益が、オプションを保有し続けたときに期待できる価値の0.5倍以上であれば権利行使する。

これらのケースについて、オプション価値を計算した結果は、表7の通りである。これから分かるように、不合理な権利行使はオプション価値を低下させる、すなわち立地主体が負担すべき将来の補償額の期待値を少なくする。これはある意味当然の結果で、ケースⅠにせよ、ケースⅡにせよ、わざと期待値を損なうような意思決定をしているのだから、補償額の期待値の低下につながるのである。

表7 不合理な権利行使のときのオプション価値

シナリオ	オプション価値
ケースⅠ	0.6196
ケースⅡ	0.5584

## 5. 結論と今後の課題

本研究では、嫌悪施設立地に伴う資産価値低下リスクの補償を、権利行使価格変動型プット・オプションで行うことを想定し、その場合に立地主体が将来負担することになる

補償額の契約時点での期待値 (= オプション価値) を評価する手法を提案するとともに、これを用いた評価を行った。その結果、オプションによって補償した場合の将来の負担額の期待値は、契約時点の資産価値の約0.6%に留まり、将来の資産価値の期待値の差額を補償する場合の約12%で済むことが分かった。

今後の課題としては、今回はコンピュータの処理能力と時間の制約から、満期まで10年間という限られた期間でしか数値実験をすることができなかったため、期間を延ばすとともに時点数を増やし、今回の結果の堅牢性を確認する必要がある。また、こうした補償を実際に行う場合に検討すべき問題について整理し、現実の立地過程に即して考えて行く必要もある。

(麗澤大学准教授)

#### 謝辞

本研究で用いた多資産アメリカン・オプションの評価手法は、麗澤大学経済学部教授の高辻秀興先生との議論が基となっている。ここに記して、感謝の意を表したい。また、本研究は科研費(基盤研究(c): 19510155)の助成を受けたものである。

#### 補注

- 1) [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha\\_07/03/030625\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha_07/03/030625_.html) よりダウンロード可能。
- 2) IPD (Investment Property Databank) 社が公表する不動産指数であり、不動産デリバティブの原資産として国際的に広く使用されている。
- 3) 過去のTRSでは、不動産指数とLIBORの交換が多かったが、最近のTRSでは、契約時点から見た決済時点の期待指数と実際の指数を交換する取引が多い。これは、変動金利と固定金利のスワップに似ている。
- 4) 計算方法については、籠・高辻(2002)を参照のこと。

#### 参考・引用文献

- Bjork, Tomas and Eric Clapham (2002) "On the pricing of real estate index linked swaps", *Journal of Housing Economics*, Vol. 11, 418-432
- Buttimer, Richard J, James B. Kau and V. Carlos Slawson (1997) "A model for Pricing Securities Dependent upon a Real Estate Index", *Journal of Housing Economics*, Vol.6, 16-30
- Englund, Peter, Min H. Wang and John M. Quigley (2002) "Hedging Housing Risk", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 24, No. 2, 167-200
- Iacoviello, Matteo and Francois Ortalo-Magne (2003) "Hedging Housing Risk in London", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 27, No. 2, 191-209
- 籠義樹 (2008) 「不動産指数スワップによるヘッジ効果の実証分析」、日本不動産学会平成20年度秋季全国大会論文集、189-196
- Kago, Yoshiki (2005) The Real Options Approach to Measure the Impact of Waste Treatment Facilities on Property Value, *Reitaku International Journal of Economic Studies*, Vol.13, No.1, 39-46
- 籠義樹、高辻秀興 (2002) 「Delaunay 三角形を用いた補間による地価推定手法に関する研究」計画行政、Vol.25、No.3、42-49
- 森平爽一郎 (2006) 「不動産価格指数デリバティブズの評価モデル」、刈屋武昭・藤田昌久編『ジャレフ・ジャーナル2006 不動産金融工学の展開』東洋経済新報社
- Park, Tae H., and Lorne N. Switzer (1995) "Risk Management of Real Estate: The Case of Real Estate Swaps", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 11, 219-233
- Patel, Kanak and Ricardo Pereira (2008) "Pricing Property Index Linked Swaps with Counterparty Default Risk", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 36, 5-21
- 瀬下博之 (2002) 「マンション開発と住環境問題—プット・オプション履行義務付き開発許可制度の提案—」、都市住宅学、No.38, 58-64



## Summary

### A Numerical Analysis of Compensation for Nuisance Facilities Siting Applying Moving Strike Put Options

Yoshiki Kago

This paper focuses compensation for nuisance facilities siting applying moving strike put options. This option is a right of local residents to sell their land at an appropriate price that corresponds to the land of no nuisance facility in the future. The model to evaluate the value of the option is developed and the value is computed numerically. As a result the value of the option is just 0.6% of the initial land price, and this value is much lower than the difference of the expectation of land value between nuisance siting area and no nuisance area.

(受付 平成20年12月26日)  
(校了 平成21年1月31日)