

## 論文の内容の要旨

論文題目 ライフサイクルコストの不確実性を考慮した意思決定手法に関する研究  
—集合住宅の省エネルギー改修を題材として

Decision making methodologies considering uncertainty in LCC evaluation  
—case study of energy-saving condominium refurbishment

氏 名 廖 昱嘉

### 1.背景と目的

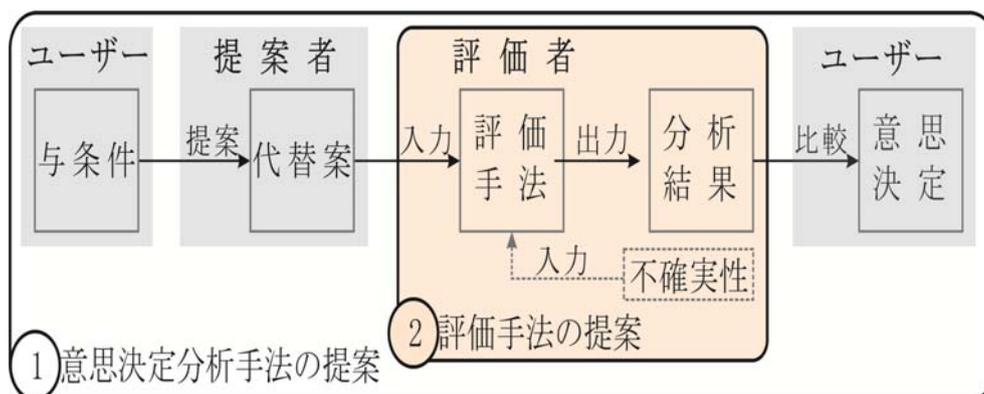
日本では多くの人が生涯にわたり、居住行為にかかわる住宅の購入、維持管理、修繕、改修などについて、複数回の意思決定を下すことがある。ところが、住宅の長期的な運用に関する意思決定を左右する要素は多岐にわたるため、一般の居住者が、自身の住生活の都合に適した可能解を的確に把握・理解した上で逐次意思決定を行うことは、非常に難しいのが実情である。また、要因の情報がないままに住宅を購入することは、将来に予見しなかった修繕・改修・維持・光熱コストが生じる可能性があり、買い手が長期的に担うリスクを高くしている。このことは、既存住宅流通市場の停滞を更に顕著化させると考えられる。これらの背景から、住宅の長期的なコストとリスクの関係性を検証する、ユーザー志向の意思決定手法の確立が、現時点における日本の住宅流通市場活性化のための、重要な課題であると位置づけられる。

上記のような問題に対し、住宅に関わるコストを明示化しようとする試みとして、LCC（ライフサイクルコスト）を試算する研究がある。特に住宅分野では、環境への負荷、住まいの可変性、投資の効用などに焦点をあて、意思決定分析の支援手法として利用されることが多い。修繕・改修・改築などの意思決定問題に直面する居住者にとって、中長期的な投資効用を評価できるLCC手法は非常に役に立つと考えられるが、これらの研究では、一定の成果は提示されているも、実際の住宅流通市場では分析ツールとして使われることが稀であるのが現況である。今までのLCC研究は、住宅の償却をコスト算出の基本にしているため、居住者が居住する期間における利子率や物価上昇率などの説明変数を固定値で設定しており、単一の仮定条件で想定されることが多い。そして、物理的耐用年数に基づき、同等品交換の概念を用い、部材・設備の修繕・交換周期を単一パターンで設定することも一般的である。しかし、現実では、割引率や物価上昇率などの説明変数が時間経過とともに変動する可能性があり、部品・設備の交換タイミングが状況次第で想定時点より前倒ししたり、先送りしたりすることも少なくない。このような不確実性が反映されていないLCC手法では、予測LCC期待値が外れる可能性が高いため、意思決定手法として盲点があると考えられる。このことが実際の既存住宅流通市場においてLCC手法があまり応用されていない原因の一つではないかと考えられる。

上述の背景を踏まえ、住宅資産の維持管理におけるコスト・マネジメントの観点からみる、住宅の改修・改築における投資効用に関する問題に対して、選好志向が異なる居住者の意思決定をサポートすべく、本研究は、LCC にかかわる「不確実性」を考慮・評価し、住宅への投資に対する新たな意思決定手法を提案することを目的とする。主に二つがある：

a) 居住行為に関わる意思決定問題を支援するための意思決定手法を提案すること

b) 住宅 LCC 計算にかかわる不確実性を考慮した LCC 評価モデルを提案すること



## 2. 論文の構成

本研究は以下の流れで行う：

a). 既存住宅流通市場における現状の考察(2章)：現状の市場の仕組みとステークホルダーとの関係性のフレームワークを考察し、分析手法の活用場面を検討した。

b). 不確実性および既存の意思決定手法に関する考察(3章)：既往研究の知見により、不確実性の定義・特性を把握した上で、住宅 LCC 分析に存在する不確実性に対する考え方をまとめた。また、様々な分析手法を考察し、本研究の提案手法と既存手法と比較することを通じ、位置づけの検討をした。

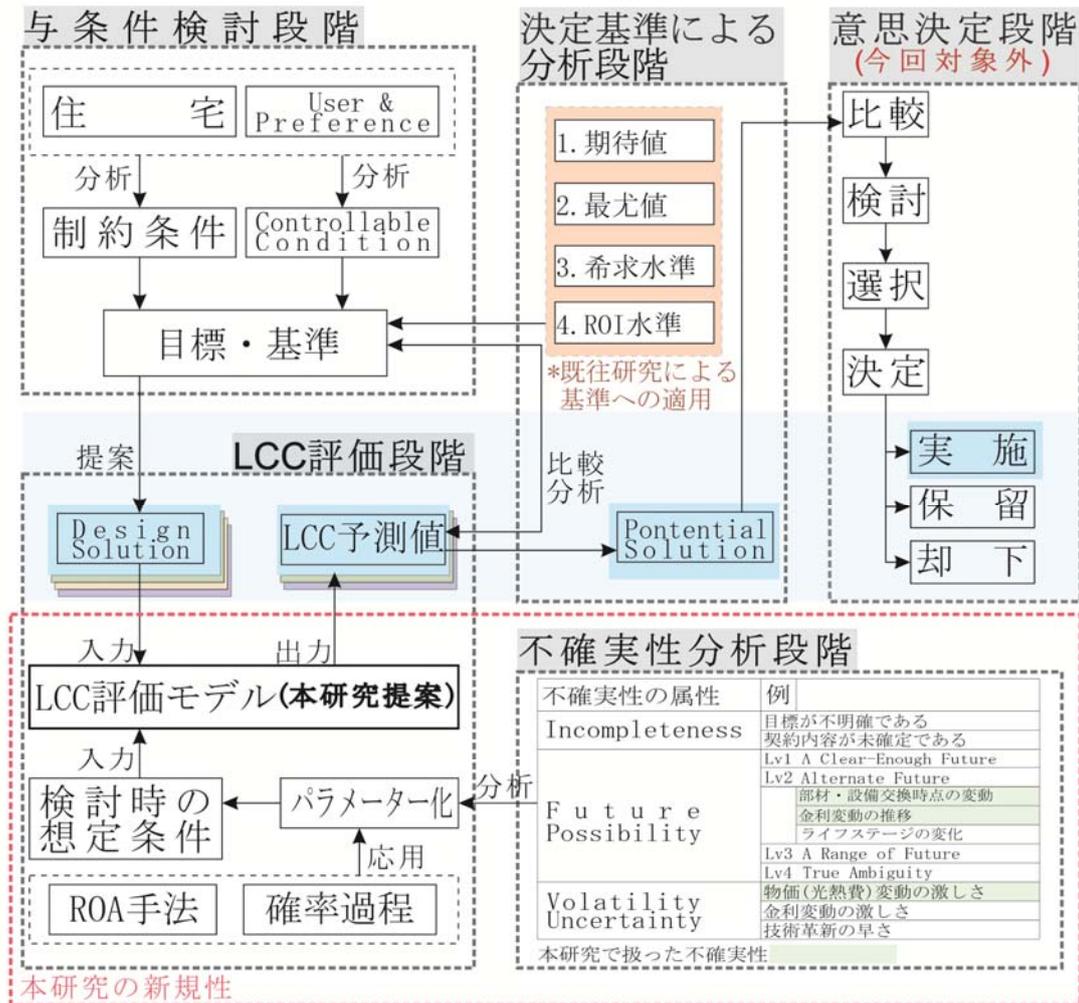
c). 不確実性を考慮した、住宅改修・改築における意思決定過程および LCC 評価モデルの構築(4章)：コスト・マネジメントの観点からみる、住宅の改修・改築における投資効用に関する問題に対して、如何に多様な不確実性を考慮し、多数の選択肢の中から居住者の条件・選好志向に合わせた可能解を選び出すのが重要である。本研究ではこういう意思決定プロセス、そして意思決定をサポートする LCC 評価モデルを提案しようとした。

d) LCC 計算式の説明変数に関する不確実性の考察(5章)：本研究における改修代替案の LCC 予測値は想定した条件の下で算出されるため、計算式の説明変数と想定条件に関する考察が必要であると考えられ、5章ではその考察を行った。

e) 一定の条件を与えたケーススタディを通じ、提案手法の有用性に関する検証。(6章)：6章では、LCC 評価に使われる入力条件の設定、LCC に影響を及ぼす不確実要素における感度分析、異なる与条件下での複数代替案の選択問題、不確実性下の意思決定時点の選択問題などのケーススタディを通じて、意思決定分析を行って不確実性への対策を練る上で、提案手法の有用性を検証した。

### 3. 本研究における不確実性下の意思決定過程構造

既往研究の知見により、本研究における「不確実性下の意思決定過程」の定義は以下となる：  
 「不確実性を考慮した想定条件の下で、特定の目標を達成するため、ある評価モデルあるいはモデルを通じて、選択可能な複数の代替案の中から、最善の解を選定することである」。この定義の下で、本研究では議論の焦点になった、「住宅の修繕・改修・改築における意思決定の過程」は、下図のように構造化した：

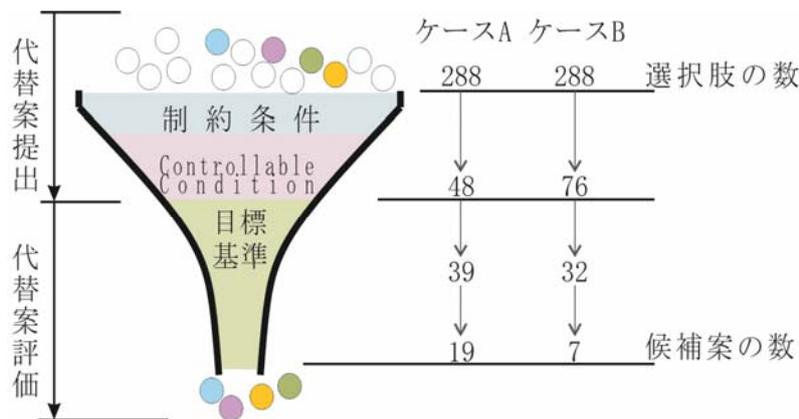


住宅の改修における意思決定過程に関与する、各ステークホルダーとその役割は、段階ごとに異なるが、本研究は LCC 評価者とした。なお、本研究では代替案の LCC 評価手法を中心に議論を展開する。不確実性を考慮した本研究 LCC 評価手法では、主に以下の三つの変動要素を分析して、計算式に取り入れた：

- 部材・設備交換時点の変動
- 金利変動
- 物価(光熱費)の変動および変動の激しさ。

#### 4.本研究の有用性

意思決定を行う際に、如何に多数の代替案から最善の解を選定することは、意思決定者にとって最も難しいことかもしれない。また、日本の住宅研究においてLCC評価のような分析手法があるが、住宅ユーザーに直接に応用されるいる分析手法があまり見えない。その背景を踏まえ、本研究は不確実性下の意思決定過程を検討した上で、代替案の分析手法を提案し、ケーススタディを通じて手法の有用性を検証した。その結果、多数の代替案から、意思決定者における制約条件・選好志向に合わせた可能解(Potential Solution)を抽出することが可能となり、意思決定に役に立つと考えられる。



また、一般のLCC計算には、結果として不確実性の影響で余計なコストが生じる可能性が示されていない恐れがあり、代替案を実行か否かの問題に対して、導かれる回答はYesとNoという二元論的な結果となることが多い、意思決定者の志向が反映されてないと考えられる。本研究LCC評価モデルでは、「期待値」・「最尤値」・「希求水準」・「ROI」四つ基準を用いて代替案のLCC評価を行い、改修投資の可否判断は「不可」・「可」・「良」・「リスク」四段階の指標を用意し、選好志向の異なるユーザーに対応できる選定過程を提案した。その結果、改修投資の可否判断はYesとNoの二元論的な結果ではならず、ユーザーの特性・リスク選好度次第であり、柔軟性のある、デマンドエンド向けの評価結果となる。従って、本研究の提案はユーザーの選好志向を反映できた、意思決定に有用な分析手法であると考えられる。

Case B		想定居住期間 21 年				想定居住期間 18 年				想定居住期間 15 年			
ROI ランキング		ROI	コスト削減分 = 21年 x 工事費	確率	ROI	コスト削減分 = 18年 x 工事費	確率	ROI	コスト削減分 = 15年 x 工事費	確率	ROI	コスト削減分 = 15年 x 工事費	確率
最大		9.5%	(万円/年)	61%	8.1%	(万円/年)	47%	6.3%	(万円/年)	39%	6.3%	(万円/年)	39%
平均		7.6%	(万円/年)	46%	6.9%	(万円/年)	40%	5.3%	(万円/年)	32%	5.3%	(万円/年)	32%
最小		6.4%	(万円/年)	50%	6.2%	(万円/年)	43%	4.8%	(万円/年)	39%	4.8%	(万円/年)	39%
番号	工事費用	可否判断	ROI	確率	希求水準	可否判断	ROI	確率	希求水準	可否判断	ROI	確率	希求水準
181	77	!!	8.06%	50%	6.2	○	6.75%	43%	5.2	×	5.02%	39%	3.9
110	84	!!	7.91%	54%	6.6	○	6.82%	43%	5.7	×	5.35%	39%	4.5
128	90	!!	7.28%	50%	6.5	○	6.24%	43%	5.6	×	4.84%	39%	4.4
114	93	◎	7.02%	50%	6.5	○	6.33%	43%	5.9	×	4.80%	39%	4.5
111	94	◎	6.43%	61%	6.0	○	6.22%	47%	5.8	△	5.29%	39%	5.0
改修投資の可否判断	不可	×期待値が基準期待値より低い											
	可	△期待値が基準期待値より高いが、最尤値が基準最尤値より低い											
	可	○最尤値が基準最尤値より高いが、希求水準が6万/年未満											
	良	◎最尤値が基準最尤値より高い、希求水準が6万/年以上かつ確率が50%以上に達する											
	リスク	!!期待値が基準期待値より高いが、最尤値が基準最尤値より低い。希求水準が6万/年以上かつ確率50%以上に達する											