



応用都市経済モデル（CUEモデル）のアジア・ASEAN 地域への適用に向けた検証

山本, 浩道

(Degree)

博士（工学）

(Date of Degree)

2018-09-25

(Date of Publication)

2019-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7300号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007300>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏 名 山本 浩道

専 攻 市民工学専攻

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

応用都市経済モデル (CUE モデル) の

アジア・ASEAN 地域への適用に向けた検証

指導教員 小池 淳司

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

アジア・ASEAN 地域の急激な経済成長に伴い多くの都市開発・交通開発の計画が行われている中、各国の政策担当者は日本が持つ交通開発・計画の実績と経験に大きな期待を寄せており、これらをアジア・ASEAN 地域に適用していく事は、当該地域の持続可能な都市形成に繋がると共に、日本が保有する鉄道システムなどの高度な技術の輸出促進にも繋がる。このような背景を踏まえ、本研究では、日本における実用化された LUTI (Land-Use Transport Interaction) モデルの一つである CUE (Computable Urban Economic) モデルを対象とし、当該モデルをアジア・ASEAN 地域の都市・交通開発の効果分析に適用する際に生じる主要な課題に対して検証を行う。

CUE モデルの基礎となる LUTI モデルは、長期交通需要予測における土地利用変化に起因する誘発需要を予測する事を目的に開発され、その後には交通整備政策と土地利用計画を同時に評価する手法へと活用の幅を広げている。これは、縦割り行政を起因とした交通整備政策と土地利用計画の個別策定による、各施策・計画間の不整合の解消に繋がる事から大きな注目を集め、欧米の先進国を中心として研究と導入が進められた。LUTI モデルの発展における特徴的な点は、都市経済学理論あるいは一般均衡理論に基礎を置く方向に発展した事であり、これにより交通整備政策や土地利用計画を導入した場合の経済・事業評価を含む便益評価を実施する事が可能となった。その中でも、Anas のモデルは交通モデルこそ混雑を考慮しない簡易なものであるが、厳密な一般均衡の枠組みを適用すると共に、立地選択行動の推定にロジットモデルを適用した点において、LUTI モデルの発展に大きく影響を与えている。日本で開発された CUE モデルも Anas の影響を強く受けており、「土地市場の均衡と立地均衡、混雑も考慮した交通ネットワーク均衡を同時に考慮した静学的な意味での経済部分均衡モデル」として定義されている。

このような発展経緯を持つ CUE モデルにおいて、立地選択行動に影響を与える間接効用関数は、各家計の所得に対する各財 (合成財・土地・私事トリップ) の支出量によって決定され、各財の支出量を定める支出配分パラメータは、ある一時点の経済データを用いてキャリブレーションにより設定される。また、立地選択行動は Anas のモデルと同様に集計ロジットモデルにより決定され、間接効用関数のみで現況再現できない要素については、調整項による定数項補正により現況再現性を高めると共に、CUE モデルの操作性・柔軟性を高め、実用化モデルとして各施策への適用を容易にしている。しかしながら、このような立地選択モデルのメカニズムの妥当性検証はこれまで十分に行われているとは言い難い状況である。例えば、間接効用関数で直接計測できない誤差因子を調整項として基準年で定数項補正し将来予測に用いる事が、立地選択行動に対する外部性 (特定地域への人口集中など) の効果を定量化し、結果的に立地選択行動の予測誤差に繋がる可能性が考えられる。また、従来から経験則的に実施されてきた間接効用関数のキャリブレーション手法の妥当性についても、検証の余地があると考えられる。この様に、現状の CUE モデルの潜在的課

題の一つとして、立地選択行動の推定精度向上に関する検証を行う事が必要であり、CUEモデルの信頼度向上と適用範囲の拡大に向けて重要な取組であると考えられる。

また、日本で構築されたCUEモデルをアジア・ASEAN地域に展開していく過程においても課題が存在する。一つは、CUEモデルの分析に必要な基礎データの整備である。日本の様な先進国では、「交通データ」や「土地利用データ」を蓄積できる仕組みが構築されている事から、データの粒度と量の両面から整備が進んでいるが、アジア・ASEAN地域においては各種データを整備する仕組みが不十分であり、特に「土地利用データ」については「町丁目レベル」の比較的小さいデータが整備されていない。基礎データの整備状況は、CUEモデルの分析結果に直接的に影響を与える事を考えると、CUEモデルをアジア・ASEAN地域に適用していく為には、不足する基礎データについて対処方法を考案し、適用の方向性を示す必要がある。

更に、アジア・ASEAN地域の特徴としては、居住者の社会的な経済格差が大きく、各階層において交通選択・立地選択行動の選好が異なる事が挙げられる。日本で構築されたCUEモデルは、各主体（家計・企業・地主）は一様に同質な選好を行うものとしており、既往研究において社会的な経済格差による選好の差異（異質性）を考慮した研究は存在しない。この事からも、CUEモデルをアジア・ASEAN地域に適用し、信頼性の高い結果を得る為には、家計の異質性を考慮したCUEモデルの開発を行う事が必要である。

以上の事から、本研究ではCUEモデルをアジア・ASEAN地域に適用する事を目的として、CUEモデルが従来から抱える課題を含めた、以下の3つについて検証を行う。

- ① 不足する基礎データへの対処
- ② 立地選択行動の推定精度の改善
- ③ 社会経済性毎に異なる選好の差異（所謂、家計の異質性）への対処

上述の各課題に対する検証結果の要旨、及びアジア・ASEAN地域へのCUEモデルの適用に向けた方向性を以下に示す。

① 不足する基礎データへの対処：第1章・第2章

日本/アジアの先進国/アジアの新興国におけるCUEモデルに必要な基礎データの整備状況から、日本では土地利用データが大ゾーンから小ゾーンまで整備されているが、アジアの先進国（台湾）では「市・区レベル」に留まる事、アジアの新興国に至っては「国・県レベル」に留まる事を明らかにし、「市・区レベル」から「町丁目レベル」への土地利用データの生成・推定手法の提案を、台湾/桃園市を対象として実施している。

本検証では、衛星画像を基に250mメッシュ単位で土地利用区分を4つに識別し小ゾーン単位で集計した上で、既に桃園市で整備されている「市・区レベル」の土地利用データを基に按分する事により、「町丁目レベル」の土地利用データを推定している。これにより、

基礎データが不足する地域においてCUEモデルにより駅単位の需要評価が必要なTOD型都市開発の効果評価を実施可能である事を示すと共に、土地利用データが不足するアジア・ASEAN地域の各国に対してもCUEモデルを適用できる可能性を示した。

② 立地選択行動の推定精度の改善：第3章・第4章

CUEモデルの立地選択行動推定の実証性検証として、神戸市の過去30年間の発展経緯を対象とした複数時点の現況再現分析を実施し、立地選択行動の推定に対してはロジットモデルの構成因子であり、基準年の定数項補正により決定される“調整項”が大きな影響を与える事を明らかにした。

続いて、立地選択モデルの間接効用関数の支出配分パラメータの新たな推定手法の提案と、前述の“調整項”の構成要素の特定を試みている。検証の結果、前者は、間接効用関数に「住宅の供給要因」を表す「可住地面積」を説明因子として加えた上で、立地選択数の観測値を基にOLSにより支出配分パラメータを推定する事が望ましいという方向性を得た。また、後者は、立地選択数の観測値との残差（誤差要因）と都市アメニティとの相関分析により、“調整項”は、各市・区の地域特徴を示す要素により構成される事を明らかにし、交通条件を含む間接効用関数以外の地域特徴を考慮する事により、立地選択行動の推定精度を改善できる可能性を示した。

③ 社会経済性毎に異なる選好の差異（所謂、家計の異質性）への対処：第5章

兵庫県南部地域を対象として2段階に分けて検証を行っている。STEP1では、同地域の居住者へのWebアンケート結果から立地選択行動に対する属性毎の時間価値を導出し、STEP2では、STEP1で求めた属性毎の時間価値を反映した、家計の異質性を考慮したCUEモデルの開発を行い、従来のCUEモデルとの比較検証を行った。

比較検証の結果、土地利用モデルの間接効用関数を構成する支出配分パラメータに家計の異質性の効果を反映させる事が立地選択数の推定結果に影響を与える事、交通モデルに家計の異質性の効果を反映させる事が同一ゾーン内で属性毎の立地選択行動の選好方向の差異を表現できる事を示し、郊外地域の過疎化や若年層の都市部への集中などの様な、現実社会に即した立地選択行動を推定する事ができる可能性を示した。

以上の①～③の課題検証を通じて、第6章では、CUEモデルをアジア・ASEAN地域に適用する方向性を、「データ整備」「CUEモデルの構造」「都市・交通施策への適応性」の観点から提示している。「データ整備」では、CUEモデルの信頼性を確保する為にも、アジア・ASEAN全地域をCUEモデルの対象とするのではなく、交通データの整備状況に応じ対象地域を絞り込み、同データを利用できる産・学・官の連携枠組みを構築した上で、土地利

(氏名： 山本 浩道 NO. 4)

用データの整備状況に応じて不足データの補完を行う必要性を、フローチャートとして示した。「CUE モデルの構造」では、評価目的・予測期間（短期・長期）・対象地域（国内・新興国）に応じた CUE モデルの構造について、マトリクス形式で整理を行い、適用状況に応じた CUE モデルの構造について方向性を示した。「都市・交通施策への適応性」では、アジア・ASEAN 地域の都市・交通施策の分類に応じた CUE モデルの適応性を示すと共に、不足する部分に対する CUE モデルの改善方向性を示した。

本研究成果は、実用化モデルである CUE モデルの信頼性の更なる向上とアジア・ASEAN 地域を含めた適用範囲の拡大に向けた足掛かりとして、大きく貢献できると考えられる。

(3,823 字)

氏名	山本 浩道 (工学研究科 市民工学専攻)		
論文 題目	応用都市経済モデル (CUE モデル) のアジア・ASEAN 地域への適用に向けた検証。		
審査 委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	小池 淳司
	副査	教授	井料 隆雅
	副査	准教授	織田澤 利守
	副査	准教授	瀬谷 創
副査	教授 (香川大)		紀伊 雅敏

要 旨

アジア・ASEAN 地域の急激な経済成長に伴い多くの都市・交通開発の計画が行われる中、計画段階に土地利用・交通相互作用モデル (LUTI: Land-Use Transport Interaction モデル) を適用する事が望まれ、その中で日本が培った技術と経験を適用していく事が各国の政策担当者から期待されている。その様な中、LUTI モデルの一つであり、日本で開発された実用化されたモデルである、応用都市経済モデル (CUE: Computable Urban Economic モデル) を同地域に適用する事は、持続可能な都市形成構築に向けた日本としての貢献という観点からも重要な取組みである。

本研究では、CUE モデルのアジア・ASEAN 地域への適用に向けて生じる複数の課題に対して、個別で実証検証を実施した上で改善方法について提示し、かつ、検証結果を踏まえ、アジア・ASEAN 地域に CUE モデルを適用する為の方向性について、体系的に整理を行う事を目的としている。

第一の課題は、CUE モデルが潜在的に抱えている課題に対して、当該モデルの適用範囲を拡大し様々な政策評価に対して適用していく為の実証検証を要するという課題意識である。具体的には、立地選択行動の推定精度の改善・向上である。CUE モデルは「ミクロ経済学の基礎を導入した静学的な経済部分均衡モデル」として論理的に構築されたモデルであり、特徴として立地選択モデルに集計ロジックモデルを適用している事が挙げられるが、立地選択行動推定の過程で適用している、間接効用関数のパラメータ設定方法や立地選択確率推定に対する誤差要因の定数項補正の手法は、実証観点からの検証が十分に実施されているとは言い難い。更に言えば、経験的な手法として実施されてきたこれらの手法を適用し続ける事により、政策評価をミスリードする可能性を含むものである。この様な課題意識の下、本研究では、CUE モデルの立地選択行動推定の実証的検証として、神戸市の過去 30 年間の発展経緯を対象とした複数時点の現況再現分析を行っている。結果、立地選択行動の推定に対してはロジックモデルの構成因子であり、基準年の定数項補正により決定される「調整項」が大きな影響を与える事を明らかにしている。続いて、本検証結果に引続き、立地選択行動の推定結果を向上させる事を目的に、これまで経験的に実施されてきた立地選択モデル：間接効用関数の支出配分パラメータの新たな推定手法の提案を行うと共に、前述の「調整項」の構成要素の特定を試みている。検証の結果、前者については、間接効用関数に「住宅の供給要因」を表す「可住地面積」を説明因子として加えた上で、立地選択数の観測値を基に OLS により支出配分パラメータを推定する事により、立地選択行動の推定精度を改善できる可能性を示している。また、後者については、前述の手法による立地選択数推定値と観測値との残差に対して、地域の特徴を表す都市アメニティとの相関分析を実施する事により、残差、即ち「調整項」の構成要因の特定を試みており、結果、統計的な観点から調整項は各市・区の地域特徴を示す要素群により構成される事を明らかにしている。本結果は、交通条件を含む間接効用関数以外の地域特徴を考慮する事により、立地選択行動の推定精度を改善できる可能性を示すものと考えられる。以上より、立地選択行動の推定精度向上という第一の課題に対して、実証検証を通じて現時点の課題を明らかにすると共に、パラメータ推定手法・間接効用関数の構成・誤差項の要因特定という観点から、具体的改善手法を提示している。

第二の課題は、CUE モデルのアジア・ASEAN 地域への適用に向けた特有の課題であり、不足する基礎データの対処である。CUE モデルは実用化モデルとしての操作性を向上させる為、集計データを用いたモデル構成としており、交通データ・土地利用データを含め複数のデータが整備されている事を前提としている。日本の場合、交通データ・土地利用データ共に収集・利用する仕組みが整っており、町丁目レベルのデータについても不自由なく利用できる環境にある。一方、アジア・ASEAN 地域に目を向けると、特に土地利用データの整備が不足しており、中・先進国においても市・区レベルのデータ整備に、新興国に至っては国・県レベルのデータ整備に留まるといった事が実情である。この様な課題に対して、本研究では台湾/桃園市で計画されている TOD 型都市開発という実計画を基に、不足データの補完手法を提示した上で、実際に CUE モデルを用いて桃園市の TOD 型都市開発の効果計画を実施したものである。

氏名	山本 浩道 (工学研究科 市民工学専攻)		
<p>本研究で提示したデータ補完手法は、既に台湾/桃園市で整備されている市・区レベルの土地利用データと衛星画像による 250m メッシュ単位の土地利用区分の識別データを組合せる事により、町丁目レベルの土地利用データを推定するというものである。これにより、従来では整備されていなかった町丁目レベルのデータ整備を可能とし、CUE モデルの適用範囲を拡大できる可能性を示している。本研究では、町丁目レベルの土地利用データを新たに整備した事により、CUE モデルにより TOD 型都市開発の効果を提示しており、結果として、TOD 型都市開発を実現する為には、追加的な施策が必要であるとの方向性を提示に至っている。本結果は、桃園市政府に対して理解を得る水準であった事と、土地利用データが十分に整備されていないアジア・ASEAN 地域の各国に対しても、CUE モデルの適用促進に繋がる成果結果であると考えられる。尚、新たに整備された土地利用データの精度に対する検証は要するが、現時点で検証用データが整備されていないという実情を考慮すると、将来的な課題として位置づけられる。</p> <p>第三の課題は、アジア・ASEAN 地域における社会経済属性毎 (所得格差など) に異なる行動嗜好への対処である。日本で構築された CUE モデルは、各エージェント (家計・企業・地主) は一様に同質な嗜好を行うものとしており、既往研究において社会的な経済格差等による嗜好の差異、即ち異質性を考慮した研究は存在しない。一方、アジア・ASEAN 地域に CUE モデルを適用し、当該地域の政策担当者に対して信頼性の高い結果を提示する為には、CUE モデルに家計の異質性を考慮する事が必要である事から、新たに開発を試みるものである。本研究では、兵庫県南部地域を対象として 2 段階に分け検証を行っている。STEP1 では、同地域の居住者を対象とした Web アンケート結果から立地選択行動に対する属性毎の時間価値を明らかにしている。STEP2 では、STEP1 で求めた属性毎の時間価値を反映した、家計の異質性を考慮した CUE モデルの開発を行い、従来の CUE モデルによる立地選択行動の推定結果との比較検証を行っている。比較検証の結果、土地利用モデルの間接効用関数を構成する支出配分パラメータに家計の異質性の効果を反映する事により、立地選択数の推定結果に大きな影響を与える事、交通モデルに家計の異質性の効果を反映する事により、同一ゾーン内で属性毎の立地選択行動の嗜好方向の差異を表現する事が可能となる事を示している。本結果は、家計の異質性を考慮した CUE モデルを適用する事により、アジア・ASEAN 地域の特徴である社会経済属性に応じた行動嗜好を推定する事が可能となる事を示すと共に、日本国内などで見られる郊外地域の過疎化や若年層の都市部への集中などの様な、現実社会に即した立地選択行動を推定する事ができる可能性を示していると考えられる。</p> <p>以上の 3 つの課題に対する検証を通じて、本研究では、CUE モデルをアジア・ASEAN 地域に適用する方向性を、「データ整備」「CUE モデルの構造」「都市・交通施策への適応性」の観点から提示している。「データ整備」の観点からは、CUE モデルの分析結果に一定の信頼性を確保する為にも、アジア・ASEAN 地域の全地域を対象として CUE モデルを適用するのではなく、交通データの整備状況に応じた適用対象地域の絞り込みと同データを利用できる産・学・官の連携枠組みを構築した上で、土地利用データの整備状況に応じて不足データの補完を行う必要性を、フローチャートとして示している。また、「CUE モデルの構造」の観点からは、評価目的・予測期間 (短期・長期)・対象地域 (国内・新興国) に応じた CUE モデルの構造について、マトリクス形式で整理を行う事により、適用状況に応じた相応しい CUE モデルの構造について方向性を示している。更に、「都市・交通施策の適応性」の観点からは、アジア・ASEAN 地域における都市・交通施策を分類した上で、各施策に対する CUE モデルの適応性を明らかにすると共に、CUE モデルが各施策を評価する上で不足する部位への対応方針を示している。</p> <p>以上、本研究は、CUE モデルのアジア・ASEAN 地域に適用について、各課題への検証結果を通じた具体的な取組みと改善の方向性を示した研究であり、アジア・ASEAN 地域の特徴を踏まえた上で CUE モデルの適用方法について重要な知見を得たものとして価値ある集積である。提出された論文は工学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の山本浩道は、博士 (工学) の学位を得る資格があると認められる。</p>			