

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23360218

研究課題名(和文) 人流および物流の時間価値の観測可能性と時間節約便益計測への応用

研究課題名(英文) MEASUREMENTS OF VALUE OF TIME AND TRANSPORTATION BENEFITS USING OBSERVABLE DEMAND

研究代表者

森杉 壽芳 (MORISUGI, HISAYOSHI)

東北大学・情報科学研究科・名誉教授

研究者番号：80026161

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,800,000円、(間接経費) 2,640,000円

研究成果の概要(和文)：(非)業務人流の時間価値は資源としての時間価値と商品としての時間価値の和となる。それぞれの時間価値は観測可能な(非)業務人流需要の関数として表現することができる。(非)業務物流の時間価値は商品としての時間価値のみで定義することができる。それは観測可能な(非)業務物流需要の関数として表現できる。補償均衡下での時間節約便益は(均衡需要関数(=供給量) $\times$ 時間価値関数)を所要時間の変化分に関して積分した公式となる。上記の公式を社会実験のデータに適用して高速道の資源としての時間価値の値を推定した。線形需要関数の場合の時間価値は2,450円/時間と他の研究結果に近い値であった。

研究成果の概要(英文)：This study shows the capability of the proposed methods to measure the components of the value of time, i.e., value of time as a resource and value of time as a commodity calculated independently or combined using observable demand for business and non-business person trips. The value of time for business and non-business freight trips is expressed by only the value of time as a commodity also calculated by using observable freight trip demand. The time saving benefit measurement formula under compensated equilibrium is expressed as the integration by transport time of equilibrium demand function multiplied by the value of time function. This study measures the value of time as a resource for toll road trips as 2,450 yen/hour by applying the above formula to social experiment data, which shows the value of time measured is very close to those of recent studies.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：資源としての時間価値 商品としての時間価値 貨物の時間価値 人流の時間価値 時間のミクロ経済学 時間価値の観測可能性 時間節約便益公式 費用便益分析

## 1. 研究開始当初の背景

交通便益は交通利用者便益と交通供給者便益からなるが、本研究は前者の利用者便益に整合的な利用者の時間価値を分析対象とする。それは、私用人流(物流)の場合は効用水準一定における価格と所要時間の限界代替率、業務人流(物流)の場合は利潤一定下における価格と所要時間の限界代替率と定義されねばならない。物流に関する時間価値については全くといってよいほど理論研究は見られない。このため、本研究の研究対象としている。一方私用人流の時間価値の定義とその計測理論に関する理論研究にはBecker(1965)以来の長い歴史がある。まず、交通消費時間と労働が効用中立で労働時間が自由に選択できる場合には賃金率に等しいことが証明されている。業務人流の時間価値が賃金率に等しいことも証明されている。この理論が現在の所得接近法と呼ばれている方法の理論的根拠となっている。ただし、先進国では私用人流の時間価値は業務人流の25-50%としている国が多い。しかし、その根拠は理論的に説明できていない。次に、De Serpa(1971)は、時間価値が資源としての時間価値と商品としての時間価値の和として表現されることを示した。しかし、これらを交通需要関数で表現することには成功していない。したがって、以後の研究の流れは、効用関数形を線型などで表現してその係数を推定する研究が主流となった。結果として需要一定下の価格と所要時間の間の代替率を時間価値と見なしてしまう流れとなった。そして資源としての時間価値と商品としての時間価値を区別して計測しようとした研究もほとんどない。こうして観測可能な需要関数で表現できていないために現状は正確な時間価値の計測も正確な時間節約便益の計測にも成功していないといえることができる。これらの実用研究の展望は青山・西岡(1980)、日交研(1988)、Hensher(2001)、Palmquist et al(2004)に見られる。一方、河野・森杉(2000)は、資源としての時間価値が、価格や所要時間の関数であることに着目してその感度分析を行った。しかし、この研究も需要関数の関数で資源としての時間価値を表現することには成功していない。最近、Larson and Shaikh(2001)は、資源としての時間価値を需要関数で表現できることを示した。また、加藤(2013)が、時間価値の理論的サーベイを行った。商品としての時間価値を需要関数に表現することには成功していない。

## 2. 研究の目的

本研究は、時間価値に関して以下の分析と実証を行う。  
第1に、私用と業務別の人流と物流における

時間価値の統一的概念(資源としての価値と商品としての価値)を定義し定式化する。第2に、交通需要者の時間価値を交通需要関数で表現する。第3に、時間節約利用者便益計測公式の開発を行う。第4に、一般均衡下における時間節約(利用者+供給者)便益計測公式の開発を行う。第5に、SCGE(応用空間一般均衡分析)における商品としての時間価値を表す効用・生産関数の開発と時間節約便益の帰着の表現・計測公式の開発を行う。

## 3. 研究の方法

(1) 理論分析:交通(人流・物流)需要者の資源としての時間価値と商品としての時間価値の交通需要関数による表現、代替効果などの時間に関するミクロ経済学的性質の導出、実用的時間価値との比較、時間節約利用者便益計測公式の開発。

(2) 実証研究:道路整備、コンテナ埠頭整備を対象に時間価値の観測。交通需要関数と交通事業者の費用関数の特定化、データ作成、パラメータ推定、時間価値の推定、時間節約利用(供給)者便益計測公式による便益の計算。

(3) SCGE研究:時間という資源と交通サービスを明示化した社会会計表の作成、nested CES関数における所要時間の表現法、交通供給者の明示的表現、交通施設という資本ストックの表現の仕方の探求、キャリブレーション法の開発、均衡計算と結果の整理方法の開発。

## 4. 研究成果

研究成果1:交通消費そのものに加えて交通消費時間が不効用(マイナスの生産性)を与えると想定のもとでミクロ経済理論にもとづいて以下の理論分析と実証分析を行った。

(理論分析)(1)個人・人流の時間価値は資源としての時間価値と商品としての時間価値の和となる。前者は交通価格と資源としての交通所要時間との限界代替率で定義する。後者は交通価格と商品としての交通所要時間との限界代替率で定義する。このとき個人・人流の資源としての時間価値は、分子が(需要の資源としての交通所要時間に関する微係数+需要×需要の総利用可能時間微係数)、分母が(需要の価格微係数+需要×需要の所得微係数)の比と表すことができる。また、個人・人流の商品としての時間価値は、分子が(需要の商品としての交通所要時間に関する微係数+需要÷交通所要時間)、分母が(需要の価格微係数+需要×需要の所得微係数)の比と表すことができる。(2)個人物流は資源としての時間を消費しないので、資源としての時間価値はゼロである。したがっ

て、個人・物流の時間価値は、商品としての時間価値のみで定義する。その公式は、人流の商品の時間価値と同じである。(3) 時間のミクロ経済学(スルツキー方程式)の確立：需要、時間価値、時間価値需要の価格と時間に関して成立する拡張スルツキー方程式を定式化した。そして利用者便益計測に応用した。すなわち、利用者便益を所得の限界効用比\*市場(補償)需要関数の価格の消費者余剰と市場(補償)時間需要関数の時間に関する消費者余剰の和で表現した。それを2次近似した式に拡張スルツキー方程式を適用して観測可能な(時間)需要関数の台形公式を導いた。(4) 業務人流の時間価値も資源としての時間価値と商品としての時間価値の和となる。その定義は、個人の場合に定義と同じく価格と資源または商品としての交通所要時間との限界代替率である。業務人流の資源としての時間価値は賃金率に等しい。業務人流の商品としての時間価値は分子が(需要の商品としての交通所要時間に関する微分係数+需要÷交通所要時間)、分母が(需要の価格微分係数)の比と表すことができる。(5) 業務物流は資源としての時間を消費しないので、資源としての時間価値はゼロである。したがって、業務・物流の時間価値は、商品としての時間価値のみで定義する。その公式は、人流の商品の時間価値と同じである。(6) 交通供給者の時間価値とモード別時間価値：供給者の時間価値は限界的所要時間削減による限界運送サービス費用の低減分で定義される。モード別の時間価値は、(モード需要の時間価値+供給者の時間価値)となる。(7) 時間節約便益計測公式の改良：収穫一定で補償均衡下でのモード別時間節約便益は(モード別均衡需要関数(=供給量)×モード別時間価値関数)を所要時間の変化分に関して積分した公式となる。

(実証分析)：(1)上記理論分析(1)と(4)の公式を社会実験のデータに適用して高速道の資源としての時間価値の値を推定した。線形需要関数の場合の時間価値は2,450円/hと他の研究結果に近い値であった。(2)上記理論分析(7)の公式を高速便益計測用のSCGEに適用した。供給者時間節約便益は約40%を占めた。

研究成果2：所得制約と時間制約の下で複数の離散選択を行うモデルを定式化、および商品としての交通時間消費が効用に影響するとの想定、の仮定の下での離散選択モデルにおける資源としての時間価値と商品としての時間価値を定式化した。

(理論分析)：(1) 時間価値を最大効用の期待値一定下における任意の選択枝の価格と所要時間の限界代替率で定義した。(2) 資源(商品)としての時間価値を最大効用の期待値一定下における所得と利用可能時間(特定の選択枝の商品としての所要時間)の限界代替率で定義した。(3) このとき資源

(商品)としての時間価値は、分子が[選択確率×選択枝の効用の総利用可能時間微係数(商品としての所要時間の限界効用)]の和、分母が[選択確率×選択枝の効用の所得微係数(商品時間価値の場合も同じ)]の和の比になることを証明した。(4) 任意の選択枝の総時間価値は上記資源としての時間価値と商品としての時間価値の和であることを示した。(5) 資源としての時間価値は、選択枝のいかにかわらず等しいことを示した。(6) 従来の研究は特定の選択の確定効用水準一定下でのその選択枝の価格と所要時間の限界代替率で定義していること、そして、それは特定の選択を前提とした定義であるから便益の計測に使用することができないことを示した。

(実証分析)：既往の研究のメタ分析により、時間価値の値の範囲と理論的に正しい時間価値の定義に沿った分析であること等の検討をおこなった。たとえば、コンテナの時間価値をルート選択のモデルより計算している例があるが、これは、結果として荷主の商品としての時間価値を推定していることになる。ただし、ルートごとの確定効用の価格と所要時間の微係数が異なる時には間違っていることを指摘した。

(SCGE研究)(1) 主要ネットワークの(ODではなく)ルートに対する交通需要と運送業を定式化した。(2) プロジェクトによって生成される商品としての時間価値関数の特定化を試みた。

研究成果3：物流時間価値の再定義：物流消費時間の効用(生産性)中立性を仮定し、1トリップあたりの所要時間が効用(生産性)に影響するという仮定をして物流の品質を表すミクロ経済理論に基づく商品としての時間価値の一般化を行った。

(理論分析)：(1) 時間を含む効用関数(生産関数)形を一般化した場合の商品の時間価値を需要関数で表現した。(2) 時間のミクロ経済学(スルツキー方程式)の確立：需要、時間価値、時間価値需要の価格と時間に関して成立する拡張スルツキー方程式を定式化した。(3) 利用者便益への応用：利用者便益を所得の限界効用比\*市場(補償)需要関数の価格の消費者余剰と市場(補償)時間需要関数の時間に関する消費者余剰の和で表現した。それを2次近似した式に拡張スルツキー方程式を適用して観測可能な(時間)需要関数の台形公式を導いた。(4) 人流の場合をも対象とした交通事業部門における所要時間分析：所要時間を生産する場合(鉄道)と所与の環境とする場合(自動車)の峻別。前者の最適な時間供給の定式化。費用関数を所要時間の関数で表現することと時間変化の限界費用による時間価値の表現。価格変化の利用者不便益+生産者余剰+費用節約による交通事業者の時間節約時間便益の表現をおこなった。

(実証分析・SCGE)：(1) 2重制約下の需要関数の導出：対数線形の効用関数の下で余暇時間、合成財、人流・物流の3財の場合の需要関数を導出した。価格比と時間比に関してゼロ次同時性の成立。時間価値(資源)の時間価値関数の明示。商品の時間価値を導くために効用関数のパラメーターを所要時間の関数としたときの需要関数の導出を行い商品としての時間価値関数を明示した。(2) 貨物の時間の効用関数と生産関数への組み込みの特定化をした。(3) 所要時間生産費用関数の特定化を試みた。(4) 社会的純便益の計測公式：ショートカット理論の確立していることの確認。自家用交通の場合には時間変化の利用者便益がゼロとなることを導いた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計39件)

森杉壽芳、料金割引の費用便益分析、高速道路と自動車、査読無、vol.57, no.1、2014年、15-18

Ahmed Mohammed Manakhy, 森杉壽芳、吉田哲生、奥山育英、東俊夫、OECD 座談会：日本のスエズ運河に対するかわりこれから、OCDI、査読無、vol.4、2014年、4-10

Kiyohiro Ikeda, Kazuo Murota, Takashi Akamatsu, Tatsuhito Kono, Yuki Takayama, Self-organization of hexagonal agglomeration patterns in new economic geography models, Journal of Economic Behavior and Organization, 査読有, Volume 99, 2014, 32-52

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jebo.2013.12.008>

森杉壽芳、巻頭言 貨物の時間価値と貨物運送時間節約便益、OCDI、査読無、vol.3、2013年、3-3

池下英典、森杉壽芳、福田敦、道路ネットワークにおける財源調達と道路混雑を考慮した最適料金水準、土木計画学・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM  
武藤慎一、森杉壽芳、交通生産を明示化した SCGE モデルによる便益帰着分析、土木計画学・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

安藤倫規、武藤慎一、森杉壽芳、SCGE モデルによる総合交通体系整備の検討、土木計画学・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

矢田部貴司、武藤慎一、森杉壽芳、スマートシティ実現のための環境技術導入施策の経済評価 EV・PHV の普及分析を中心として、土木計画学・講演集、査

読無、vol.48、2013年、CD-ROM

東山洋平、森杉壽芳、福田敦、多地域動学的 CGE による新幹線・高速道路の整備効果の計測、土木計画学・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

森杉壽芳、河野達仁、高速道路料金水準を設定する基準のあり方、運輸と経済、査読無、vol.73, no.9、2013年、24-32  
森杉壽芳、河野達仁、武藤慎一、岸昭雄、松岡斉、上泉俊雄、青木優、SCGE モデルによる道路整備効果計測と効果の便益帰着表による整理、日交研シリーズ、査読無、A-578、2013年、1-134

池田清宏、赤松隆、河野達仁、高山雄貴、坂本賢二、Reza Sobhaninejad、線分都市経済の人口集積メカニズムの分析、土木学会論文集 D3、査読有、Vol.69, No.1、2013年、53-63

佐藤太一、河野達仁、越村俊一、山浦一保、今村文彦、心理的作用を考慮した津波避難開始における意思決定モデルの開発、土木学会論文集 D3、査読有、2013年、64-80

奥村誠、河野達仁、人口減少・高齢化地域における交通システム - 東日本大震災被災地を念頭に -、日本不動産学会誌、査読無、Vol.26、2013年、39-46

河野達仁、光廣陽平、財源調達における厚生損失を考慮した自動車関連税および高速道路料金の効率的水準、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

T. Ueda, M. Tsutsumi, S. Muto and K. Yamasaki, Unified computable urban economic model, The annals of regional science, 査読有, vol.50, 2012, 341-362

DOI: 10.1007/s00168-012-0499-z

武藤慎一、矢田部貴司、地球温暖化対策税のCO2排出削減効果と経済的影響の計測 自動車交通への影響分析を中心として、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.69, No.6、2013年、47-57

武藤慎一、自家輸送を明示化した地域間産業連関表の作成、交通学研究、査読有、Vol.57、2013年、89-96

猪狩祥平、武藤慎一、高齢社会に対応した都市機能の再配置の検討、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

芹澤亮裕、武藤慎一、都市のコンパクト化施策評価のための家計立地を考慮した SCGE モデルの開発、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.48、2013年、CD-ROM

②1 Hisa MORISUGI, Masafumi MORISUGI, Definition and Measurement of Natural Disaster Damage Cost by Ramsey Growth Model, Proceedings of 2012 Conference of European Regional Association, 査読無、2012、CD-ROM

- ②② 森杉壽芳、河野達仁、道路整備財源調達に伴う厚生損失を考慮した高速道路料金の効率的水準、日本経済研究、査読有、vol.67、2012年、1-20
- ②③ 池下英典、森杉壽芳、福田敦、不完全代替利用者均衡下の最適料金水準、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.45、2012年、CD-ROM
- ②④ Tatsuhito Kono, Kirti Kusum Joshi, A New Interpretation on the Optimal Density Regulations: Closed and Open City, Journal of Housing Economics, 査読有, vol.21, 2012, 223-234
- ②⑤ Tatsuhito Kono, Toshiaki Kotoku, Toshimori Otazawa, Residential Land Use with Demographic Dynamics of Young and Old Generations, Journal of Housing Economics, 査読有 vol.21, 2012, 283-295
- ②⑥ 武藤慎一、岸昭雄、森杉壽芳、河野達仁、上泉俊雄、青木優、SCGE モデルによる新東名高速道路整備の便益評価、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.45、2012年、CD-ROM
- ②⑦ 青木優、武藤慎一、森杉壽芳、上泉俊雄、桐越信、SCGE モデルによる東日本大震災の経済的被害計測、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.45、2012年、CD-ROM
- ②⑧ 武藤慎一、森杉壽芳、安藤倫規、家計立地選択を考慮した SCGE モデルによるリニア中央新幹線の便益評価、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.46、2012年、CD-ROM
- ②⑨ 武藤慎一、林健太郎、大規模災害における被害計測のための応用一般均衡モデルの開発、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.46、2012、CD-ROM
- ③⑩ 武藤慎一、矢田部貴司、自動車環境政策評価のための自家輸送を明示化した応用一般均衡モデル、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.46、2012年、CD-ROM
- ③⑪ 青木優、武藤慎一、桐越信、森杉壽芳、大規模幹線道路の SCGE モデルによる整備効果の計測と便益帰着構成表による整理 東海環状自動車道を例として、高速道路と自動車、査読有、Vol.55、No.3、2012年
- ③⑫ Tatsuhito Kono, Hironichi Notoya, Is Mandatory Project Evaluation Always Appropriate?: Dynamic Inconsistencies of Irreversible and Reversible Projects, Journal of Benefit-Cost Analysis, Berkeley Electronic Press, 査読有, Vol.3, Issue.1, 2012, 1-29
- ③⑬ Kiyohiro Ikeda, Takashi Akamatsu, Tatsuhito Kono, Spatial Period-Doubling Agglomeration of a Core Periphery Model with a System of Cities, Journal of Economic Dynamics and Control, 査読有, Vol.36, Issue.5. 2011, 754-778
- ③⑭ Tatsuhito Kono, Kirti Kusum Joshi, Takeaki Kato, Takahisa Yokoi, Optimal regulation on building size and city boundary: An effective second-best remedy for traffic congestion externality, Regional Science and Urban Economics, 査読有, Vol.42, Issue.4, 2012, 619-630
- ③⑮ 林山泰久、阿部雅浩、武藤慎一、47都道府県 Multi-Regional CGE による GHG 排出削減政策の評価、応用地域学研究、査読有、No.16、2011年、67-91
- ③⑯ 清田咲史、森杉壽芳、河野達仁、需要関数を用いた時間価値の推計、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.44、2011年、CD-ROM
- ③⑰ 光廣陽平、河野達仁、森杉壽芳、財源調達における厚生損失を考慮した高速道路料金の効率的水準、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.44、2011年、CD-ROM
- ③⑱ 武藤慎一、森杉壽芳、土谷和之、公共会議場整備評価のための応用一般均衡モデルの開発、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.44、2011年、CD-ROM
- ③⑲ 武藤慎一、再生可能エネルギー部門を考慮した応用一般均衡モデルによる環境政策評価、土木計画学研究・講演集、査読無、vol.43、2011年、CD-ROM
- [学会発表](計5件)
- Hisayoshi MORISUGI, Naoki SAKAMOTO, mortality risk reduction benefit measurement by overlapping generations model, European Regional Association Conference, 2013年08月29日, Palermo, Italy
- Hidenori Ikeshita, Hisayoshi Morisugi, Atsushi Fukuda, Optimal Link Tolls for Multi-node and Multi-link Transportation Network taking into account the Welfare Cost of Fund Procurement, World Conference on Transport Research Society, 2013年07月16日, Rio de Janeiro, Brazil
- Akio Kishi, Tatsuhito Kono, How transport improvement changes consumers' welfare through the change in retail stores' location, World Conference on Transport Research Society, 2013年07月16日, Rio de Janeiro, Brazil
- Tatsuhito Kono, David Pines, Optimal spatial structure of property tax in congested and non-congested monocentric cities, 60th North American Regional Science Conference, 2013年11月15日, Atlanta, USA
- Hisa MORISUGI, Masafumi MORISUGI,

Definition and Measurement of Natural Disaster Damage Cost by Ramsey Growth Model, 2012 Conference of European Regional Association, 2012年08月21日-08月24日, Bratislava, Slovakia

〔図書〕(計1件)

西岡秀三、植田和弘、森杉壽芳(監修・分担執筆)、損保ジャパン(編著)、きんざい、「気候変動リスクとどう向き合うか:企業・行政・市民の賢い適応」, 2014年、267(70-84)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

森杉 壽芳(MORISUGI, HISAYOSHI)  
東北大学・大学院情報科学研究科・名誉教授  
研究者番号: 80026161

### (2)研究分担者

河野 達仁(KONO, TATSUHITO)  
東北大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号: 00344713

武藤 慎一(MUTOH, SHINICHI)  
山梨大学・医学工学総合研究部・准教授  
研究者番号: 90313907