

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20360225

研究課題名(和文) 公的資金の限界費用を考慮した各種交通機関における効率的な財源調達法に関する研究

研究課題名(英文) transportation project finance with marginal cost of public funds

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

研究成果の概要(和文)：(1) 料金の限界費用が調達財源の限界費用に等しくなるような料金水準と補助率という組み合わせが個別交通プロジェクトの効率的な財源調達法であることを示した。(2) 限界整備便益・純支出比が料金の限界費用と補助財源の限界費用とに等しくなるような延長と料金設定による組み合わせが高速道整備計画における効率的な整備延長と財源調達法であることを示した。(3) 限界整備便益・純支出比が特定財源の限界費用と補助財源の限界費用とに等しくなるような延長と特定税率設定による組み合わせが一般道整備計画における効率的な整備延長と財源調達法であることを示した。

研究成果の概要(英文)：(1) Optimal funding for an individual transportation project is the policy mix of toll level and subsidy such that the marginal cost(mc) of tolling equals to the mc of subsidy funds. (2) Optimal toll expressway length and its funding is the policy mix of construction length, toll level and subsidy such that the marginal benefit-net expenditure ratio, the marginal cost(mc) of tolling and the mc of subsidy funds are all equal. (3) Optimal ordinary road length and its funding is the policy mix of construction length and road related tax level such that the marginal benefit-net expenditure ratio, the marginal cost(mc) of road related tax and the mc of subsidy funds are all equal.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
年度			
総計	8,800,000	2,640,000	11,440,000

研究分野：土木計画学

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：(1) 公的資金の限界費用 (2) 高速道路料金 (3) 地下鉄運賃 (4) 費用便益分析 (5) 各種公共交通料金の限界費用 (6) 有料道路の公的補助 (7) 公共交通整備補助 (8) 道路特定財源

## 1. 研究開始当初の背景

交通のみならず公的支出の対象とする(公共財)の支出水準とその支出に必要な税収を確

保するための各種税率・料金水準の効率的な水準を求める定式化は、古くから公共経済学(財政学)で最適課税論として確立している(たとえば Auerbach and Hines(2002))。そ

れは、各種税の公的資金の限界費用が等しくなるような税率が望ましい、また、限界便益が公的資金の限界費用に等しくなる公的支出水準が望ましいという原理である。しかし、この理論では純粋公共財を対象としているので抽象的すぎ、今回のテーマである交通に対して具体的な数字や公式などの提案がなされていない。一方、交通計画、土木計画学、交通経済学の分野では、現存の交通整備制度についての整理が行われてきた(土木学会編(2000))。また、政策評価法の成立とともに、効率的な整備・運営水準を求める手法としての費用便益分析が拡充され、実際に交通整備に当たったの妥当性の検討に適用されるようになってきている。しかし、このいずれの研究も、効率的な料金水準・関連税水準・その結果としての効率的な補助率や受益者負担率を求める公式を提示していない。唯一の理論は、混雑・環境税を含む限界費用価格形成原理である(たとえば大石(2005)、金本ほか(2006))。これは、公的資金の獲得には厚生ロスがない一括固定税が実行可能という非現実的な仮定の下でのみ成立するので、現実的な適用に際しては説得力がない。そして、実際には、明確な理論的根拠がないまま、平均費用価格が採用されてきたと見なすことができる。しかし、この平均費用価格原理は、効率的である保証はない。そこで、本研究では、限界費用価格形成理論で無視していた公的資金の限界費用という概念を採用し、このもとでの各種交通機関における効率的な料金・税率と効率的な整備水準を同時に求める公式を確立することを目指す。ここに公的資金の限界費用とは、限界的な公的資金を確保するために必要となる限界的増税あるいは限界的歳出削減の厚生損失をいう。北欧3国とフランスにおける道路の費用便益分析マニュアルでは1.2-1.3を採用している(森杉(2007))。ただし、いずれの国のマニュアルでも最適な料金水準・財源調達を提示するようにはなっていない(森杉(2007))。また、我が国の交通プロジェクトの費用便益分析マニュアルでは、公的資金の限界費用を考慮していないという問題点を有している。さらに、交通経済学の分野では所得税の課税ロスに注目した最適な燃料税を計算した研究Parry and Small(2005)があるが、財源調達の分析となっていない。以上のように少なくとも、交通政策の分野における学会も実務界も、最適な財源調達に関する理論や公式、あるいは対応した適切な費用便益分析マニュアルを提示することに成功していない状況である。

## 2. 研究の目的

本研究は、第1に、一般道路、高速道路、鉄道、空港、港湾、地下鉄、バス、新交通、LRTなどの各種交通機関における個別プロジェクトの効率的な整備・運営水準、及びその効率的な料金水準およびその効率的な財源調達方法を求める公式、並びに、対応する社会的純便益公式(費用便益分析公式)を提示、並びに、現行料金水準や財源調達制度の妥当性の検証を行うことを目的とする。ここに効率的とは、社会的純便益を最大にするという意味である。なお、特定財源(道路と空港)の有無で分類し、それぞれ場合の効率的な料金水準・税率・財源調達法、費用便益分析を求める公式を確立する。第2に、高速・一般道を対象として、特定財源予算制約の下で、効率的な整備延長、高速料金水準、財源調達法を求める公式を提示、並びに、現行計画の妥当性の検討を行うことを目的とする。第3に、道路特定財源の効率的な各種税率を求める公式を提示、並びに、現行水準の妥当性の検証を行うことを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 高速道個別プロジェクトにおける効率的な財源調達法の提示。特定の個別高速道路線の建設を行うと想定し、現行税水準の道路特定財源制約下での効率的な高速道料金水準・財源調達法、費用便益公式を提示し、現行の料金水準の妥当性を検討する。燃料税と線型高速料金の場合を扱う基本モデルは森杉、料金の複雑性の導入は河野、動学化と環境の導入は林山、不確実性とオプション化は織田澤が担当する。

(2) 公共交通の個別プロジェクトにおける効率的な財源調達法の提示。特定財源がない公共交通の個別プロジェクトを行うと想定し、効率的な運賃水準・効率的な補助率・対応する費用便益公式を提示し、現行整備制度の妥当性を検証する。想定する公共交通としては、地下鉄、鉄道、新交通、LRT、バスの典型的な個別プロジェクトを考える。静学モデルでは、運賃収入と(特定財源ではなく)一般税収によって当該プロジェクトの建設・維持・運営コストと一般税収の支出需要を賄うという制約の下で効用を最大化する運賃水準を求める問題となる。最も簡便なモデルの担当は森杉であり、初乗りと距離比例などの運賃構造および一般税の表現の精確化、増税種の組み合わせ、ネットワークの導入は河野、動学化と環境の導入は林山、不確実性の導入は織田澤が担当する。

(3) 高速道延長整備計画における効率的な財源調達法の提示。現行税水準の特定財源制約下での効率的な高速料金水準ならびに

効率的な高速道路延長を求める公式の提示および現行の高速道整備制度と高速道計画の妥当性の検証を行う。これは、社会的純便益が最大になるような高速道延長と料金水準の同時最適問題となる。従って、静学モデル（森杉担当）では、高速道の予算規模を決定するモデルとなる。動学（林山）では、経済成長モデル下での最適な税率と支出（投資）および資本蓄積を決定する形をとることになる。高速需要は、台キロで表現し、延長に応じて一定のスピードの需要が増大するモデルとなる。一般道は、特定財源で建設されるがそれは燃料税などの税収からの支出に相当する公共財の供給として扱う。高速需要における燃料税と車体税の明示的な分離およびそれらの台キロに及ぼす影響を表現するために台キロ生産関数を導入して税体系や料金体系影響を理論的に精密にすることを目指す（河野）、なお、動学化（林山）、不確実性の導入（織田澤）も行う。その成果としては、最適料金に関しては、料金の限界費用が調達財源の限界費用に等しい。最適な高速道路延長については、限界便益・純支出比が公的資金の限界費用に等しくなるように決定されることが望ましいということを示すことができる。高速延長の限界費用に等しいのではなく投入された公的資金の限界費用に等しくなければならないという点が従来との違いである。

（４）効率的な道路特定財源諸税水準を求める。特定財源制約下すなわち高速料金収入と道路特定財源の制約下を想定する。そして、効率的な高速料金に加えて効率的な道路財源諸税率と高速・一般道路の整備水準を求める公式を作成することが課題である。すなわち、静学モデルでは、高速・一般道の最適な整備水準に対応した最適な税率と料金水準、従って、高速・一般道の最適な予算規模を求めることになる。米国では、Parry and Small (2005)がガソリン税の一般税としての最適水準を求めているが、上記のような想定ではない。モデルの基本的構造としては、高速道収入と道路特定財源の合計が高速道と一般道の投資額に等しいという制約の下で社会的純便益が最大になる料金、税率、高速・一般投資額（予算額）を決定するモデルとなる。一般道整備の表現（河野）、動学化（林山）、不確実性の導入（織田澤）への拡張を試みる、その成果としては、得られた道路諸税の水準が現行と比較して高（低）ければ、現行の特定財源を減（増）税をおこなって特定財源制度を維持せよということができる。

#### 4. 研究成果

（１）特定財源がある高速道と特定財源がない公共交通の個別のプロジェクトを整備する場合を対象にその個別プロジェクトの効率的な財源調達法を提示した。その成果は以下のとおりである。

第１に、高速道収入と燃料税が当該高速道投資額と一般道投資額の和に等しいという財政制約下での効用（準線形を仮定した）を最大にする料金水準を求める問題として定式化した。その結果として最適な補助率・利用者負担率を求めることができることも示した。

第２に、上記制約付き最大問題を、制約のない総余剰（＝純便益）最大化問題に置き換えることに成功した。後者は、消費者余剰＋燃料税の限界費用×補助という簡単な式になることを示した。ただし、補助は、建設費マイナス料金・燃料税収入に等しい額である。

第３に、最適な料金水準は、料金の限界費用が調達先の財源の限界費用に等しくなる水準であるということを示し、需要の弾力性や特定財源の限界費用の関数として明示化することに成功した。

第４に、高速道建設財源として、当該高速道路および関連路線からの料金収入（いわゆる内部補助）、燃料税、道路整備支出の削減を想定した。そして、それぞれの限界費用を求める公式と値を求めた。

第５に、高速道料金の限界費用を求めるにあたっては、混雑を想定した。この時、限界的に料金を上げた時には消費者余剰の料金による減少にプラスの形で混雑緩和便益が発生することを表現することに成功した。混雑の程度に応じて限界費用はプラスの値にもマイナスの値にもなりうることを示した。

第６に、燃料税の限界費用を求める公式を示し、実際に燃料消費指標をもちいて計算し、現行の税水準では1.2～1.4程度であることを示した。また、燃料税水準が高いほどまた価格弾性値が高いほど燃料税の限界費用が大きくなることがわかった。

第７に、道路整備支出削減の限界費用の公式を提示し、その値が1.0以上であることを示した。

第８に、実際の数個の高速道路路線における現行の料金水準の妥当性を検討した。その結果、価格弾性値が低い（高い）かつ交通量の大きい（少ない）路線では、現行の料金水準よりも高く（低く）し、受益者負担率を大きく（小さく）、補助を小さく（大きく）することが望ましいことを示した。

第９に、仙台地下鉄に対しても同様な分析・試算を行った。ただし、財源としては所得税と消費税を想定した。また、補助は、建設費＋運営費－運賃収入となる。

（２）特定財源がある高速道・一般道整備計

画における効率的な整備延長と財源調達法を提示した。その成果は以下のとおりである。第1に、高速道料金収入と燃料税が高速道投資額と一般道投資額の和に等しいという財政制約下での効用（準線形を仮定）を最大にする高速料金水準と高速延長と一般道延長を求める問題として定式化した。その結果として高速の最適な補助率・利用者負担率を求めることができることも示した。

第2に、任意の高速延長が与えられたときの料金に関する厚生最大問題を、制約のない総余剰（＝純便益）最大化問題に置き換えることに成功した。後者は、消費者余剰＋燃料税の限界費用 $\times$ 補助という簡単な式になることを示した。

第3に、上記の問題を費用負担問題として定式化し、総費用最小化問題として定式化と図化することに成功し、いわゆる投資限度額方式の非効率性を指摘した。

第4に、最適な料金水準は、料金の限界費用が調達先の財源の限界費用に等しくなる水準であるということを示し、需要の弾力性や特定財源の限界費用の関数として明示化することに成功した。

第5に、最適な高速延長は、いわゆる限界費用便益比ではなく、限界便益純支出比（限界便益 $\div$ （限界投資額（＝1）－限界料金税金収入）が調達先の財源の限界費用に等しくなる水準であるということを示し、需要の弾力性や特定財源の限界費用の関数として明示化することに成功した。

第6に、一般道の最適延長をも同時に求める問題を定式化した。最適な延長と料金は、高速の限界便益純支出比と一般道の限界便益純支出比と高速料金の限界費用と財源調達先の限界費用がすべて等しくなるような水準であることを示した。

（3）効率的な高速料金に加えて効率的な道路財源諸税率と高速・一般道路の整備水準を求める公式を作成した。その成果は以下のとおりである。

第1に、高速料金、燃料税およびその他の料金・税からなる収入が、高速道、一般道、およびその他の公共投資・支出の和に等しいという財政制約下での効用（準線形）を最大にする最適な高速道・一般道・その他の投資水準と最適な料金・税率水準を求める問題を定式化した。

第2に、上記の問題を図化することに成功した。すなわち、横軸の長さを最適投資額、原点から料金収入、右端からは補助額をとり、縦軸には、順に、限界便益純支出比（限界便益 $\div$ （限界投資額（＝1）－限界料金税金収入）、料金の限界費用、補助財源の限界費用曲線を描く。後2者の交点が最適料金と最適費

用負担を示し、その水準と等しい投資限界純支出比となる投資額が最適投資額となることを示した。

第3に、最適性は①すべての財源（料金、税）の限界費用が等しく、②すべての投資の限界純支出比が等しく、③財源の限界費用と投資の限界便益純支出比が等しい、という条件である。

第4に、平行する道路に混雑税を課してBRTの財源を調達するというケーススタディを行った。この時の定式化は、BRT通行料、自動車混雑料金、既存バス通行料金の3者を最適にする水準を求める形式となること。最適条件は料金の混雑に与える相互作用のために複雑な非線形連立方程式となること。総余剰は3者の線積分で求めることができることを示した。

## 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(32)件

1. Tatsuyoshi Miyakoshi, Tatsuhito Kono, Kota Terasawa: Optimal adjustment of the composition of public expenditure in developing countries, Pacific Economic Review, 査読有, vol.15, no.5, 2010, 577-595
2. Tatsuyoshi Miyakoshi, Yoshihiko Tsukuda, Tatsuhito Kono, Makoto Koyanagi: Public Expenditure Composition and Economic Growth: Optimal Adjustment by Using Gradient Method, Japanese Economic Review, 査読有, vol.61, no.3, 2010, 320-340
3. Tatsuhito Kono, Takayuki Kaneko and Hisa Morisugi: Necessity of Minimum Floor Area Ratio Regulation: a Second-best Policy, Annals of Regional Science, 査読有, vol.44, no.3, 2010, 523-539
4. 河野達仁, 宮原史, 織田澤利守: 単一中心都市における住宅地の開発・再開発および撤退の空間的立地パターン, 土木学会論文集D, 査読有, vol.66, 2010, 279-289
5. 河野達仁, 光谷友樹, 岸昭雄, 能登谷浩路: 最適な商業集積水準と交通施設整備の便益評価 — 複数財一括購入と独占的価格競争を考慮して — 土木学会論文集D 査読有, vol.66, 2010, 125-136
6. 森杉壽芳, 河野達仁: 財源調達に伴う厚生損失を考慮した高速道路料金水準, 自動車研究 環境と政策 2010, 査読なし,

- 2010, 16-17.
7. 森杉壽芳、河野達仁、桐越信、青木優、武藤慎一：高速道・一般道の延長整備計画と高速料金・道路特定財源税率の効率性，日交研シリーズ A-506，査読なし，A-506，2010，1-73
  8. Hisa Morisugi，Jane Romero and Takayuki Moriguchi：Confidential Interval for the ratio of two normal variables (an application to value of time)，*Interdisciplinary Information Sciences*，査読有，vol. 15. no.1，2009，37-43
  9. Atit Tippichai，Atsushi Fukuda and Hisayoshi Morisugi：Introduction of a Sectoral Approach to Transport Sector for Post 2012 Climate Regime，*Journal of International Association of Traffic and Safety Sciences*，査読有，vol.33，no.2，2009，76-87
  10. Tippichai, A.，Fukuda, A. and Morisugi, H.：Transport Sector Marginal Abatement Cost Curves in Computable General Equilibrium Model，*Research Journal of Research Institute of Science and Technology*，査読有，no.119，2009，15-28
  11. 桐越信，森杉壽芳，青木優：有料道路事業における「投資限度額方式」の評価—道路投資の効率的な費用負担方法—高速道路と自動車，査読有 vol. 53，no. 3，2010，18-26
  12. Kirti Kusum Joshi，Tatsuhito Kono：Optimization of Floor Area Ratio Regulation in a Growing City，*Regional Science and Urban Economics*，査読有，Vol. 39，no.4，2009，502-511
  13. 河野達仁，森田有一：最適な容積規制と用途規制：各用途および用途間に発生する外部不経済の最適化，*土木計画学研究・論文集*，査読有，vol.26-1，2009，67-76
  14. 桐越信，青木優，森杉壽芳：道路投資の費用便益分析における公的資金の限界費用（1），*交通工学*，査読無，Vol.44，No.2，2009，93-100
  15. 桐越信，青木優，森杉壽芳：道路投資の費用便益分析における公的資金の限界費用（2），*交通工学*，査読無，Vol.44，No.3，2009，118-124
  16. 森杉壽芳，河野達仁，桐越信，青木優：各種交通機関の整備・運営およびその財源調達の効率的な方法—道路特定財源の見直しのために—，日交研シリーズ，査読無，A-475(2009年5月)，2009，1-45
  17. Hayashiyama, Y. and K. Nohara：Evaluation of Recreation Benefit by Household Production Function Approach，*Economics Bulletin*，査読有，Vol.29，No.2，2009，703-711
  18. 林山 泰久・菊池 愛美・中寫 一憲：途上国における環境クズネツ曲線の実証可能性，*地球環境研究論文集*，査読有，Vol.17，2009，153-162
  19. 大野 栄治・林山 泰久・森杉 壽芳・中寫 一憲：地球温暖化による熱中症被害の経済評価：VSHとVSLの計測：地球環境研究論文集，査読有，Vol.17，2009，183-192
  20. 大野 栄治・林山 泰久・森杉 壽芳・中寫 一憲：干潟・ブナ林の生物多様性維持機能の経済評価：CVMによるアプローチ，*地球環境*，査読有，Vol.14，No.2，2009，285-290
  21. 大野 栄治・林山 泰久・森杉 壽芳・野原 克仁：地球温暖化による砂浜消失の経済評価：旅行費用法によるアプローチ，*地球環境*，査読有，Vol.14，No.2，2009，291-297
  22. 中寫一憲・林山泰久・森杉壽芳：地球温暖化影響のマクロ的経済評価，*地球環境*，査読有，Vol.14，No.2，2009，299-307
  23. 大野栄治・林山泰久・森杉壽芳・中寫一憲・佐尾 博志：CVMによるブナ林の経済価値の計測，*地球システム研究論文集*，査読有，Vol.37，2009，283-290
  24. 森杉壽芳，河野達仁，大村洋平：道路特定財源調達の限界費用を考慮した効率的な高速道料金水準と財源調達，*高速道路と自動車*，査読有，vol.52，no.2，2009年2月号，2009，20-29
  25. So Kazama，Tatsuhito Kono，Kengo Kakiuchi and Masaki Sawamoto：Evaluation of flood control and inundation conservation in Cambodia using flood and economic growth models，*Hydrological Processes*，査読有，Vol. 23，Issue 4，2009，623-632
  26. T. Kono，H. Morisugi，A. Kishi：When Is the Concept of Generalized Transport Costs Useless?: the effects of the change in value of time，*Urban Transport XIV* edited by C. A. Brebbia，査読有，WIT press，2008.629-638
  27. 森杉壽芳，岡松明良，河野達仁：個人の防災投資行動の観察に基づく防災プロジェクトの便益計測の可能性，*土木学会論文集 D*，査読有，Vol.64，No.3，2008，421-431
  28. 中寫一憲，林山泰久，森杉壽芳，大野栄治：「温暖化の危険な水準」を検討する際の意志決定基準とその適用，*環境システム研究論文集*，査読有，Vol.36，2008，

- 69-77
29. 林山泰久, 野原克仁: 滞在時間を考慮したレクリエーションサイトの便益評価—顕示選好法による環境評価理論—, 環境システム研究論文集, 査読有, Vol. 36, 2008, 327-333
  30. 森杉壽芳, 河野達仁: 厚生損失に着目した道路整備の財源調達方法—道路財源調達プロジェクト, 日交研シリーズ, 査読無 A-454, 2008, 1-17
  31. 織田澤利守, 山本浩司, 青木一也, 小林潔司: 道路付帯施設の最適補修同期化政策, 土木学会論文集F, 査読有, Vol. 64, No. 2, 2008, 200-217
  32. 織田澤利守, 赤松隆, 山崎周一: 経済環境の不確実性を伴う Core-Periphery モデルにおける社会的最適資源配分, 土木計画学研究・論文集, 査読有, Vol. 25, No. 1, 2008, 245-254

[図 書] 計 ( 9 ) 件

1. 森杉壽芳 (監訳) OCDI 開発経済研究 (訳): ピアソン, トダロとスミスの開発経済学, 2010, 1090
2. Toshimori Otazawa: Ch.13 Optimal Contract for PPP Project Under Uncertainty: Hidden action and Hidden Information Case, Thomas Telford: Joint Ventures in Construction, pp.130-139, 2009, 229
3. 上田孝行, 森杉壽芳, 林山泰久: 第 4 章 新規道路整備における便益計測手法, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.103-118, 2008, 365
4. 上田孝行, 森杉壽芳, 林山泰久: 第 7 章 料金と混雑緩和を考慮した便益計測方法, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.205-216, 2008, 365
5. 上田孝行, 森杉壽芳, 小森俊文: 第 8 章 誘発を考慮した便益計測手法の比較, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.217-234, 2008, 365
6. 林山泰久, 安藤淳: 第 9 章 道路整備による緊急時の死亡リスクの軽減便益, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.235-261, 2008, 365
7. 林山泰久, 前川秀和: 第 10 章 CO2 の経済評価, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.263-280, 2008, 365
8. 森杉壽芳, 河野達仁: 第 11 章 課税コス

- トを考慮した高速道路整備の効率的財源調達法, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.281-304, 2008, 365
9. 森杉壽芳, 青木優: 第 13 章 海外の道路事業評価と費用便益分析, 森地茂・金本良嗣編道路投資の便益評価—理論と実践—, 東洋経済新報社, pp.351-365, 2008, 365

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

- ① 林山 泰久 (HAYASHIYAMA YASUHISA)  
 東北大学・大学院経済学研究科・教授  
 研究者番号: 20260531
- ② 河野 達仁 (KONO TATSUHITO)  
 東北大学・大学院情報科学研究科・准教授  
 研究者番号: 00344713
- ③ 織田澤 利守 (OTAZAWA TOSHIMORI)  
 神戸大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号: 30374987

(3) 連携研究者

( )  
 研究者番号: