

## H-051 環境負荷低減に向けた公共交通を主体としたパッケージ型交通施策に関する提言

## (3) LRT導入による効果検証に関する研究

## 8) 社会経済分析手法を用いた公共交通施設整備に関する研究 (大阪大学)

大阪大学大学院・工学研究科

岡野雅通

平成 17～19 年度合計予算額

2,080 千円

(うち、平成 19 年度予算額

0 千円)

## [要 旨]

本研究では、LRT 導入などの公共交通施策を分析・評価する枠組みの構築を行うことを主眼とした。評価の枠組みは、前年度までに調査を行った具体的な評価にあたって検討すべきアプローチや、さまざまな評価手法の現状を踏まえた上で、既存手法の長所を活かし、短所を補完する形で構築した。その際、費用効果分析や環境会計を援用し、LRT の導入の前後で環境面と経済面の影響の両者を計測するための評価モデルとして、環境・経済・時間の 3 つの軸を用いた評価方法についてもあわせて提示した。

[キーワード] LRT 導入効果、評価モデル、環境会計

## 1. はじめに

平成 17 年度までの研究成果としては、「社会経済分析手法の適応事例の整理」、「LRT 導入による影響評価に関するアプローチの整理」という 2 点について進めた。前者に関しては、公共交通に起因する環境問題の位置づけを示した上で、地球環境問題の主要因である二酸化炭素の変動を評価する手法について明らかにした。また、後者に関しては、LRT を都市域に導入することによる波及効果について整理し、具体的な評価にあたって検討すべきアプローチについて示した。

平成 18 年度は、上記を踏まえた上で、LRT 導入前後の騒音や大気汚染等も含めた環境面と、経済面の影響の計測に関する評価モデルを構築した。これまでにすでに都市計画等の分析評価に用いられている費用効果分析や環境会計の評価の枠組みより、LRT の導入の前後で環境面と経済面の影響の両者を計測するための評価モデルの試案を構築した。

## 2. 研究目的

本研究では、LRT の導入前後の評価を行うために、各種環境負荷の定量的な情報などの環境面と、LRT 導入に伴い変化する経済面の影響を分析するための評価モデルの試案を構築することを目的とする。これは主に LRT 導入に伴う費用と、それによる効果を目的ごとに算定・集計するためのものである。さらに、環境と経済の両面を両立させるための指標についてもあわせて提示し、環境効率などの

環境と経済を統合化した指標を用いることによって、意思決定を支援する手法としての確立を検討する。

その際、最終的な意思決定においては、複数の指標を用いた総合評価が必要となると考えられるため、その評価の手順についてもあわせて提示する。

### 3. 研究方法

#### (1) プロジェクトの評価の枠組み

C02 変動の評価手法については「各交通モードの原単位とトリップ数を用いた算出」、「産業連関分析による誘発額からの推定」、「都市形態の相関分析からの推定」などがあることを前年度までの研究で明らかにしている。これらの手法によって、交通システムの変化に伴う C02 排出量の測定が行われているが、その結果を踏まえて経済的な指標や、大気汚染などに関連する他の環境指標をも含めた総合的な評価が必要となる。

本項においては、LRT の導入のみならず、公共交通の導入をプロジェクトと想定し、それによる環境・経済的効果を分析するための評価手法を検討する。

#### (2) 各手法の比較評価

以下、プロジェクトの評価を行うための手法について比較を行う。

##### 1) 費用便益分析

一般的な公共交通をはじめとしたプロジェクト評価に用いられる手法として、費用便益分析が挙げられる。これは土木工学や経済学などの分野において伝統的に用いられてきた評価手法であり、プロジェクトの有効性を検討するにあたって、必要となる費用と得られる効果とのバランスを適切に計測・評価する手法として用いられてきた。特に、一定の境界条件を設けた地域経済下での環境関連プロジェクトを評価する際に用いられるもので、正味現在価値 (Net Present Value) の見積もりを通じて、対象となるプロジェクトあるいはその代替案に関する意思決定を行う。ここで、問題となるのは、環境負荷や環境被害など、プロジェクトに伴って増減する定量的な指標であり、環境経済評価の分野の発展とあわせて、この点の研究はこれまでも進められてきた。

また、費用便益分析の特徴として、施設の建設費・省エネ効果・公害による被害・税金などの種々の費用と便益を縦軸にとり、施策によって影響を受ける経済主体を横軸にした「便益帰着構成表 (Benefit Incidence Matrix)」を用いて、費用と便益の帰着先を検討するという点が挙げられる。ただし、この中で登場しない経済主体や、評価のバウンダリに含まれない周辺地域への波及効果 (金銭的外部効果) については評価されないという点が課題である。さらに、最終的に各主体と社会全体でどれほどの純便益が発生するのか、が重要な指標となる一方で、その評価に伴って環境経済評価による過少評価や過大評価が問題となる。これは、数値結果そのものの影響が社会的には大きな意味を有

することにより、客観的で再現可能性を有する慎重な評価が求められることとなる。

そのため、多次元的な評価軸を有する評価手法による分析も提案されており、例えば鉄道プロジェクトについては「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005」が発行されている。この中では、「事業効率（費用対便益・採算性）」、「事業による効果・影響」、「実施環境」の3つの観点からの総合的な判断を提案している。同時に、環境マネジメントシステムのような PDCA (Plan, Do, Check, Action) サイクルによるプロジェクトの目的の達成度評価も重視されている。

## 2) 環境会計

昨今の環境問題に対して、会計学的なアプローチを用いてその分析を行う手法として、環境会計 (Environmental Accounting) が注目されている。1990 年代後半より環境省（当時は環境庁）からガイドラインが発行されたことにより、企業や自治体などの組織における環境対策のためのコストとそれによる効果のバランスを見るための手法として一般的に普及した。また、各業界における特性を反映させる形での業界独自のガイドラインも策定されており、鉄道業界においても（社）日本民営鉄道協会から「民鉄事業環境会計ガイドライン（2003 年版）」が発行されている。その後、単なる情報開示手段としての環境会計は、プロジェクト評価や現状分析の手法として、環境管理会計 (Environmental Managerial Accounting) という手法が発達してきた。経済産業省を中心として導入のためのパイロット事業も行われているが、国内外での研究や実践導入への検討が進んでいる。

環境会計の特徴としては、環境保全活動などの目的に応じて発生するコスト（環境コスト）と、それによって得られる効果（経済効果ならびに環境保全効果）を集計し、場合によってはその効率性を環境効率指標などによって表現するものである。LRT 導入というシナリオについても、現状との対比によってプロジェクト評価を行うことが可能である。その際、どこまでのコストと効果を計上するか、というバウンダリに注意しなければならない。

ただし、環境会計の課題として、複数主体における適用が困難な点が挙げられている。この点については、岡野・盛岡（2002）や東田（2006）のように、単独主体から複数主体への拡張を試みる事例が発表されている。このアプローチは環境コストや効果の集計の定義を統一化した上での評価を行うことにより、多様な主体の実践への適応も可能であると同時に、会計データを用いることで透明性を有するアプローチであると言える。

### （3）環境・経済を統合した LRT 導入効果の評価の枠組み

#### 1) 評価の視点

評価の枠組みを構築するにあたって、以下の視点が重要であることを昨年度までの研究調査を通じて示した。

- ① LRT 導入による効果の抽出（経済、社会、環境的側面における長所・短所などの要因の抽出。特に費用・便益の帰着するステイクホルダー別の整理が必要。）

- ② 貨幣換算の妥当性の検討（社会的側面、環境的側面に該当するもののうち、貨幣換算による経済的価値としての評価の妥当性に関する検討。）
- ③ 適切な評価指標による評価（全ての費用と効果を金銭換算して合算した場合の費用便益分析のみならず、CO<sub>2</sub>などの環境的効果については費用効果分析を行うことで、他の施策との対比を行う。場合によっては社会的効果などの定性的な評価指標も含めた多元的評価が必要であると考ええる。）

このうち、①で示したようにLRT導入のような公共交通に関わる政策においては、多様な主体に対する便益を考慮する必要がある、その際に集計すべき内容についてはできる限り客観性を担保したものでなければ、統合的な評価は困難なものとする。また、③を踏まえて、単純な費用便益分析のみならず、複数の効果を総合的に勘案した評価が必要となる。

以上より、環境会計を援用した複数主体の関係するプロジェクト評価の枠組みを構築し、LRT導入の効果を評価することとする。

## 2) 評価システムの構築

評価システムは、縦軸に各主体ならびにその活動を取り、横軸にコストならびに効果を計上するマトリックス形式で構築する。コストについては、貨幣価値での計上可能なもののみとし、無理な貨幣換算までは実施しないものとする。まず時間軸を設定する必要があるが、これはプロジェクトの評価期間を規定した上で、その期間内に発生する全てのコストと効果を捕捉するものとする。そのため、機器の更新や追加投資が必要な場合も、予め想定した上で評価を行う。

コストについては、投資額と法定耐用年数より減価償却費を算出し、年間の維持管理に必要な経費とあわせて分割計上を行う。同時に、効果については、経済的な収益ならびに発生が回避されたものとあわせて、定量的な環境負荷の低減量も計上する。このうち、環境負荷としては、評価対象に応じた変化をつけることが可能であり、例えば地球温暖化の原因物質とされる二酸化炭素排出量、地域環境問題を引き起こす硫黄酸化物・窒素酸化物の排出量、騒音などを想定する。その際、直接的に削減できたものとあわせて、逆効果（例えば設備機器の追加などによる）の増加分もあわせて計上し、トータルでの増減を評価対象とする。

コストと効果については、それぞれの主体の1つの活動ごとに効率性を評価する。具体的には、全コストに占める当該活動のコストの割合と、コストに対する効果を得る効率性（環境効率指標）の2つを算出する。これによって、どの活動が全体に対して寄与しているか、あるいはコストと効果の帰着の大きい主体はどれか、ということ把握することになる。具体的には、環境効率指標の値が大きな活動ほど便益の帰着度が高い活動であり、コストの全体に占める割合が大きな活動ほど費用が発生する活動であると言える。なお、ここで得られた“非”効率な活動については、今後の改善の対象と

主体	活動	必要設備	投資額 [円]	耐用年数	減価償却費 [円]	環境コスト 人件費 管理費 [円]	総額 [円]	具体的経済効果 [円]	経済利益 [円]	回避費用 [円]	総額 [円]	経済効果対比活動環境効率	全経済効果対比環境効率	具体的環境保全効果	環境負荷削減量	逆効果	総環境効果	環境保全効果対比活動環境効率	全環境保全効果対比環境効率	備考
主体 A	環境施策A	設備A	I <sub>A1</sub>	Y <sub>A1</sub>	d <sub>A1</sub>	C <sub>MA1</sub>	T <sub>costA1</sub> = d <sub>A1</sub> + C <sub>MA1</sub> + C <sub>MA1</sub>	効果A1	b <sub>A11</sub>	a <sub>A11</sub>	T <sub>benefitA1</sub> = ∑ b <sub>A11</sub> + ∑ a <sub>A11</sub>	$\frac{T_{benefitA1}}{T_{costA1}}$	$\frac{E_{A11}}{T_{costA1}}$	環境保全効果A11	f <sub>A11</sub>	g <sub>A11</sub>	E <sub>A11</sub> = f <sub>A11</sub> - g <sub>A11</sub>	$\frac{E_{A11}}{T_{costA1}}$	$\frac{E_{A11}}{\sum T_{costA1}}$	個別活動単位評価
	環境施策A	設備A	I <sub>A2</sub>	Y <sub>A2</sub>	d <sub>A2</sub>	C <sub>MA2</sub>	T <sub>costA2</sub> = d <sub>A2</sub> + C <sub>MA2</sub> + C <sub>MA2</sub>	効果A2	b <sub>A21</sub>	a <sub>A21</sub>	T <sub>benefitA2</sub> = ∑ b <sub>A21</sub> + ∑ a <sub>A21</sub>	$\frac{T_{benefitA2}}{T_{costA2}}$	$\frac{E_{A21}}{T_{costA2}}$	環境保全効果A21	f <sub>A21</sub>	g <sub>A21</sub>	E <sub>A21</sub> = f <sub>A21</sub> - g <sub>A21</sub>	$\frac{E_{A21}}{T_{costA2}}$	$\frac{E_{A21}}{\sum T_{costA2}}$	
	環境施策A	設備A	I <sub>AN</sub>	Y <sub>AN</sub>	d <sub>AN</sub>	C <sub>MAN</sub>	T <sub>costAN</sub> = d <sub>AN</sub> + C <sub>MAN</sub> + C <sub>MAN</sub>	効果AN	b <sub>AN1</sub>	a <sub>AN1</sub>	T <sub>benefitAN</sub> = ∑ b <sub>AN1</sub> + ∑ a <sub>AN1</sub>	$\frac{T_{benefitAN}}{T_{costAN}}$	$\frac{E_{AN1}}{T_{costAN}}$	環境保全効果AN1	f <sub>AN1</sub>	g <sub>AN1</sub>	E <sub>AN1</sub> = f <sub>AN1</sub> - g <sub>AN1</sub>	$\frac{E_{AN1}}{T_{costAN}}$	$\frac{E_{AN1}}{\sum T_{costAN}}$	
	小計A	小計A	∑ I <sub>A</sub>	∑ Y <sub>A</sub>	∑ d <sub>A</sub>	∑ C <sub>MA</sub>	∑ T <sub>costA</sub>	小計A	∑ b <sub>A</sub>	∑ a <sub>A</sub>	∑ T <sub>benefitA</sub>	$\frac{\sum T_{benefitA}}{\sum T_{costA}}$	$\frac{\sum E_{Ax}}{\sum T_{costA}}$	環境負荷A	環境負荷A <sub>y</sub>	∑ g <sub>A1m</sub>	E <sub>Ax</sub>	$\frac{E_{Ax}}{\sum T_{costA}}$	$\frac{E_{Ax}}{\sum T_{costA}}$	
主体 N	環境施策N	設備N	I <sub>N1</sub>	Y <sub>N1</sub>	d <sub>N1</sub>	C <sub>MN1</sub>	T <sub>costN1</sub> = d <sub>N1</sub> + C <sub>MN1</sub> + C <sub>MN1</sub>	効果N1	b <sub>N11</sub>	a <sub>N11</sub>	T <sub>benefitN1</sub> = ∑ b <sub>N11</sub> + ∑ a <sub>N11</sub>	$\frac{T_{benefitN1}}{T_{costN1}}$	$\frac{E_{N11}}{T_{costN1}}$	環境保全効果N11	f <sub>N11</sub>	g <sub>N11</sub>	E <sub>N11</sub> = f <sub>N11</sub> - g <sub>N11</sub>	$\frac{E_{N11}}{T_{costN1}}$	$\frac{E_{N11}}{\sum T_{costN1}}$	
主体 N	環境施策N	設備N	I <sub>NI</sub>	Y <sub>NI</sub>	d <sub>NI</sub>	C <sub>MNI</sub>	T <sub>costNI</sub> = d <sub>NI</sub> + C <sub>MNI</sub> + C <sub>MNI</sub>	効果NI	b <sub>NI1</sub>	a <sub>NI1</sub>	T <sub>benefitNI</sub> = ∑ b <sub>NI1</sub> + ∑ a <sub>NI1</sub>	$\frac{T_{benefitNI}}{T_{costNI}}$	$\frac{E_{NI1}}{T_{costNI}}$	環境保全効果NI1	f <sub>NI1</sub>	g <sub>NI1</sub>	E <sub>NI1</sub> = f <sub>NI1</sub> - g <sub>NI1</sub>	$\frac{E_{NI1}}{T_{costNI}}$	$\frac{E_{NI1}}{\sum T_{costNI}}$	
主体 N	小計N	小計N	∑ I <sub>N</sub>	∑ Y <sub>N</sub>	∑ d <sub>N</sub>	∑ C <sub>MN</sub>	∑ T <sub>costN</sub>	小計N	∑ b <sub>N</sub>	∑ a <sub>N</sub>	∑ T <sub>benefitN</sub>	$\frac{\sum T_{benefitN}}{\sum T_{costN}}$	$\frac{\sum E_{Nx}}{\sum T_{costN}}$	環境負荷N	環境負荷N <sub>y</sub>	∑ g <sub>NI1m</sub>	E <sub>Nx</sub>	$\frac{E_{Nx}}{\sum T_{costN}}$	$\frac{E_{Nx}}{\sum T_{costN}}$	
	総計	総計	∑ I	∑ Y	∑ d	∑ C <sub>m</sub>	∑ T <sub>cost</sub>	総計	∑ b	∑ a	∑ T <sub>benefit</sub>	$\frac{\sum T_{benefit}}{\sum T_{cost}}$	$\frac{\sum E_{y}}{\sum T_{cost}}$	環境負荷	環境負荷 <sub>y</sub>	∑ g <sub>x</sub>	E <sub>y</sub>	$\frac{E_{y}}{\sum T_{cost}}$	$\frac{E_{y}}{\sum T_{cost}}$	当該代替案の環境保全効果の効率性を評価 当該代替案の環境保全効果の効率性を評価 どの主体のどの環境施策が最も環境保全に貢献するかを相対的に比較評価する
	総計	総計	∑ I	∑ Y	∑ d	∑ C <sub>m</sub>	∑ T <sub>cost</sub>	総計	∑ b	∑ a	∑ T <sub>benefit</sub>	$\frac{\sum T_{benefit}}{\sum T_{cost}}$	$\frac{\sum E_{y}}{\sum T_{cost}}$	環境負荷	環境負荷 <sub>y</sub>	∑ g <sub>x</sub>	E <sub>y</sub>	$\frac{E_{y}}{\sum T_{cost}}$	$\frac{E_{y}}{\sum T_{cost}}$	

図 3.8.1 評価システムの全体の枠組みと構造

なると同時に、事前評価であるために計画立案時の要検討箇所として扱うこととなる。同時にその重要度を勘案した上で、システム全体の導入に際しての必要性を総合的に検討するための指針となる。

### 3) 分析の方法と評価指標

2) で示した評価の枠組みで得られた結果を元にして、評価対象となるプロジェクトの有効性について分析を行う。方法としては、プロジェクト全体の経済面と環境面の2つの評価軸による環境効率指標を算出し、図 3.8.2 のようにプロットする。その際、現状からの差分を割合で表現することによって、新たな代替案の優劣について相対的に評価を行うものとする。

ここで、ある時点における3つの代替案と現状からの比較評価を行った

ものであるとして、図 3.8.2 を参照する。図 3.8.2 の原点には「現状」の状態をプロットする。その

上で、「代替案A」、「代替案B」、「代替案C」の3つの代替案を図のようにプロットする。ここで、当然ながら「代替案A」が存在する象限は環境保全効果と経済効果の両方が改善しており、理想的な代替案であると言える。一方、「代替案B」ならびに「代替案C」においては、それぞれ経済面、環境面での効率性の低下が見られるため、相対的には「代替案A」が選択されることとなる。

ただし、これはあくまでもある一時点における評価分析であり、経年的な分析を行うことによって別の結果になることも考えられる。特に大規模な設備投資などを伴う場合、計画当初は大幅な経済面の悪化があったとしても、将来的に損益分岐点を過ぎて経済状況が改善することも想定される。具体的には、図 3.8.3 で示すような形で分析することができる。この場合、プロジェクトを4期に分けて評価結果をプロットし、最終的な到達点に至るまでの経緯を分析することと

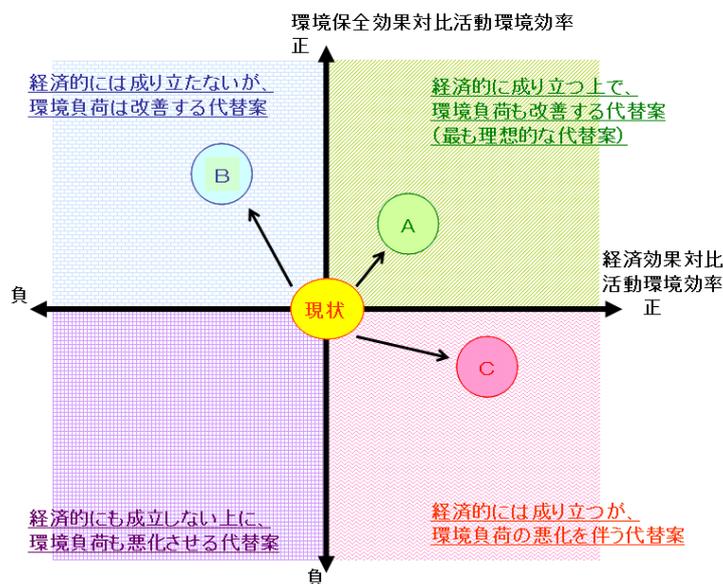


図 3.8.2 複数の代替案の比較分析 (1)

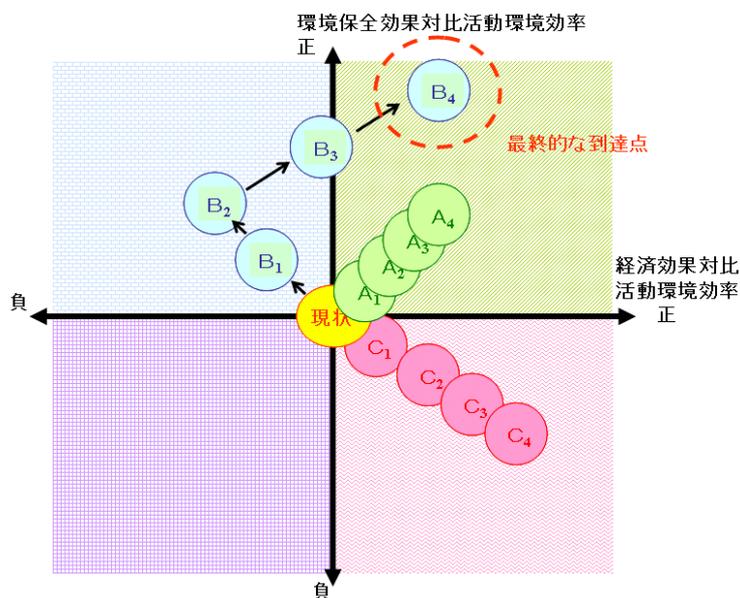


図 3.8.3 複数の代替案の比較分析 (2)

なる。この例示の場合、「代替案 B」が最終的に着実な改善を続けた「代替案 A」以上の効果を将来的にもたらす可能性を示すものである。

#### 4. 結果・考察

以上、LRT 導入などの公共交通施策による環境負荷低減を目標とした代替案の評価の枠組みを構築した。今後は実際に対象を設定した上での本評価システムの適用と問題点の抽出などが必要となる。なお、評価のバウンダリ（対象となる主体、期間設定など）が非常に重要となるため、事前に対象とする施策の領域を確定しなければならない。

#### 5. 本研究により得られた成果

##### (1) 科学的意義

LRT 導入などの公共交通施策による環境負荷低減を目標とした代替案の評価の枠組みを構築した。これは従来、政策評価に用いられてきた費用便益分析と、組織活動やプロジェクト評価に用いられてきた環境会計の援用によるものである。それぞれの手法の長所を活かしながら、短所を補完しながら部分最適と全体最適の両面からプロジェクト評価を行うことを念頭に置いた手法である。

##### (2) 地球環境政策への貢献

本研究では、地球環境政策を進める上での複数主体によるプロジェクト評価を行うための評価の枠組みを構築した。直接的な技術開発ならびに政策提案ではないが、当研究課題で扱っている LRT 導入などの公共交通施策の導入に伴う環境面と経済面を統合した形での評価手法として、地球環境政策の実施を支援する。

同時に、本研究で構築した評価の枠組みを用いることで、透明性かつ客観性のある政策実施を行うことが可能となり、多様なステイクホルダーの合意形成を同時に進めながら実施するプロジェクトの情報開示の側面も支援することとなる。

#### 6. 引用文献

- (1) 植田和弘；環境経済学、岩波書店、1996、P.61-72
- (2) 例えば、栗山浩一；森林の環境価値とそのCVM評価：評価手法の確立と環境政策（日本林学会大会（2001年春期大会））、<http://www.f.waseda.jp/kkuri/research/01presen/forest.pdf> など
- (3) 森杉壽芳編著；社会資本整備の便益評価、勁草書房、1997、P. 35～52、82～90
- (4) 国土交通省鉄道局監修；鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005、(財) 運輸政策研究機構、平成 17 年
- (5) 環境省からの環境会計ガイドラインは、平成 11 年の「環境保全コストの把握及び公表に関するガイドライン(中間取りまとめ)」、平成 12 年の「環境会計システムの導入のためのガイドライン(2000年版)」、平成 14 年の「環境会計ガイドライン 2002 年版」、平成 17 年の「環境会計ガイドライン 2005 年版」と改訂を重ねている。
- (6) (社) 日本民営鉄道協会；民鉄事業環境会計ガイドライン（2003 年版）、2003、<http://www.mintetsu.or.jp/rail/pdf/guide.pdf>
- (7) 経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室ホームページ、[http://www.meti.go.jp/policy/eco\\_business/sonota/policy1-01.html](http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/sonota/policy1-01.html)
- (8) 岡野雅通、盛岡通；循環型社会の構築を支援する環境会計システム、環境情報科学別冊 環境情報

科学論文集 16、社団法人 環境情報科学センター、2002. 11、P. 7-12  
(9) 東田明; マテリアルフローコスト会計とサプライチェーン、環境管理、(社) 産業環境管理協会 2006. 8

## 7. 国際共同研究等の状況

な し

## 8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文 (査読あり)>

な し

<その他誌上発表 (査読なし)>

な し

(2) 口頭発表 (学会)

な し

(3) 出願特許

な し

(4) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

な し

(5) マスコミ等への公表・報道等

な し

## 9. 成果の政策的な寄与・貢献について

な し