

# カーシェアリングと公共交通との連携を考慮した周遊観光交通システムの提案\*

Proposal of the Transportation System for Excursion Collaborated Car-sharing and Public Transport Service\*

鈴木裕二\*\*・井田直人\*\*\*・田村亨\*\*\*\*

By Yuji SUZUKI \*\*・Naoto IDA \*\*\*・Tohru TAMURA\*\*\*\*

## 1. はじめに

### 1. 1 本研究の背景及び目的

わが国におけるモータリゼーションの急速な進行は、各地で過度な自動車への依存をもたらした。特に地方部ではその傾向が顕著に現れたため、公共交通の需要を減少させた。その結果、公共交通のサービスレベルが低下し、さらなる需要の減少を招くという悪循環に陥っている。また、わが国では世界に類を見ない速さで人口減少が進んでおり、今後、交通需要全体が減少していくと予想される。そのため、地方部では公共交通ネットワークの縮小やサービスの廃止などの問題が顕在化してきている。しかし、地方部の自立的発展のためには、他地域との人貨の交流が欠かせない。従って、一定のまとまりのある交通需要により、地域間の交通ネットワークを維持していくことが求められる。

さらに、地球環境問題への対応として、環境負荷の高い自家用車の過度な利用を抑制することが求められている。そのためには、自家用車の利用を抑制しても利便性を損なわない交通システムの構築が必要である。このような交通システムのひとつとしてカーシェアリング（以下、CS と呼ぶ）が注目されている。

そこで本研究の目的は、現在、利用されている交通のサービス水準を損なわない新たな交通システムを提案することである。具体的には、需要の集約が可能な都市間交通については既存の公共交通を、その端末交通においては少量少頻度な需要に対応し得る CS を組み合わせた交通システムを検討する。対象地域は域外からの来訪者が多く見込まれる観光地とする。

### 1. 2 本研究における CS の位置付け

近年、自動車保有数の減少による駐車場用地の減少や環境負荷の軽減などの効果をもたらす CS が注目されている。CS はその利用形態によって、シティーカー、セカ

ンドカー、ステーションカーに大別される。わが国では、島崎らにより車両数の最適化や小規模における CS の運営可能性に関する研究<sup>1)</sup>が、太田らにより CS 普及に関する研究<sup>2)</sup>が、松貫らにより CS による自動車保有数の削減に関する研究<sup>3)</sup>等がなされている。

また、社会実験も盛んに行われており、多様な CS の利用形態の検証が行われている。しかし、社会実験の対象地域は首都圏などの大都市圏に集中している。

ところで、CS の運用方法の分類は貸出返却場所が同一である「ラウンドトリップ方式」と貸出返却場所が異なる「ワンウェイ方式」が存在するが、一般的にはラウンドトリップ方式が普及している。また、CS 運用主体が管理する貸出返却場所の数でも区分けでき、貸出返却場所が単一なものを「シングルポート」、複数箇所の貸出返却場所が存在するものを「マルチポート」と言う。以上の CS 利用形態の区分を社会実験の例とともに表-1 に示す。本研究では、研究事例が少ない地方部を対象に、ワンウェイ方式による CS の導入を検討している。

表-1 CS 利用形態の分類<sup>4)</sup>

対象形態	業務利用中心		私的・業務混合		私的利用中心	
	シティーカー	ステーションカー	セカンドカー			
利用形態	シティーカー	ステーションカー	セカンドカー			
対象地区	大阪府	愛知県	神奈川県	京都府	東京都	東京都
対象地域	都心部	市街地	駅周辺	駅周辺	住宅地	住宅地
実施時期	2000年 4月～	2000年 5月～	2000年 1月～	2001年 1月～	2001年 10月～	2001年 9月～
貸出方法	複合	複合	ラウンド トリップ	ラウンド トリップ	ラウンド トリップ	ラウンド トリップ
対象者	事業所	工場間利用	通勤者	地域従業員	住宅地住民	都心居住者

## 2. カーシェアリングの導入フレーム

### 2. 1 問題提起

現在、わが国では、各地域が自立的に発展することが求められている。これには都市間の交通ネットワークを充実させ、交流人口を増加させる必要がある。地球環境問題を考慮すると、移動距離が長い都市間輸送は環境負荷が高い自家用車ではなく、需要を集約した公共交通の利用が望ましい。また、都市間交通において公共交通を利用する事により、長距離が不馴れな環境下での運転を強いられることから解放され、安全性も向上する。

\*keywords : カーシェアリング、公共交通、交通ネットワーク

\*\*学生員、室蘭工業大学大学院工学研究科博士前期課程

建築社会基盤系専攻、(北海道室蘭市水元町 27 番 1 号、

TEL: 0143-46-5289、E-Mail: 10051019@mmm.muroran-it.ac.jp)

\*\*\*正員、博(工)、北海道工業大学空間創造学部都市環境学科

\*\*\*\*フェロー、工博、室蘭工業大学工学部建築社会基盤系学科

しかし、現在は地方部の域内交通のサービスレベルが低い、来訪者の需要を満たすサービスが供給されていない。その結果、都市間の公共交通の利用者が少なくなっている。従って、地方部における域内交通のサービスレベルを拡充させることが肝要である。

## 2. 2 対応策

本研究では、地方部における域内交通のネットワーク拡充への対応策としてCSの導入を提案する。CSを導入することにより、既存の公共交通システムではカバーしきれない少量少頻度かつ多様な需要に対応し得る面的な広がりをもつ交通ネットワークを構築できる。また、このような交通システムは来訪者のみならず、地域住民なども活用できるものである。CS導入によって構築されるネットワークを図-1に示す。

CS導入により域内交通のネットワークは補完され、来訪者にとって公共交通が利用しやすい環境が整う。そのため、地域間の公共交通の需要が増加する。さらに、より多くの車両貸出返却場所を設置できれば、交通ネットワークを線から面へと変化させることができる。

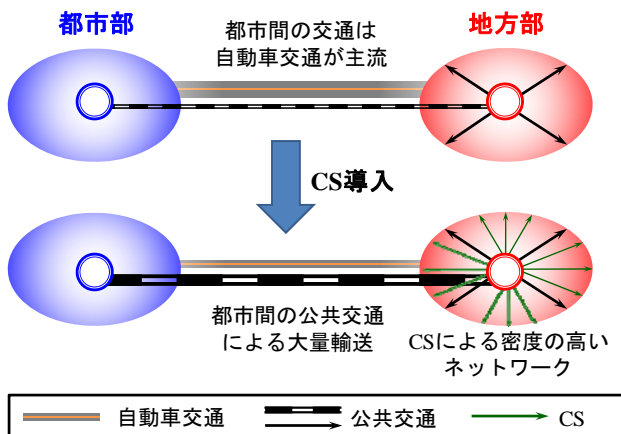


図-1 CS導入により構築されるネットワーク

## 2. 3 CSを用いた地域交通のモデリング

本研究のCSでは、ワンウェイ方式を採用した。これにより、目的地への片道利用が可能となり、多くの利用者による効率的な運用ができる。さらに、ラウンドトリップ方式と違い、利用者は停車中の費用負担が不要となり、マイカーやレンタカーに対する優位性が生まれる。

本研究では、来訪者のみならず地域住民にとってもが好ましいCSシステムを考えている。それは、これまでの公共交通では対応できなかった地方部特有の少数で目的が個々に異なるオーダーメイド的な需要に対しても応えることができる交通システムである。また、地方部にある企業等にとっては業務用車両として利用することができ、交通経費の削減ができる。

しかし、地方部では新たにCS事業を展開するための

経営資源を確保することが困難である。そこで本研究では、地域住民や企業等が利用していない時間帯の所有車両を提供して貰い、それを地域内でシェアするシステムを考えた。CSのモデルの全体像と各主体間の関係を図-2、図-3に示す。

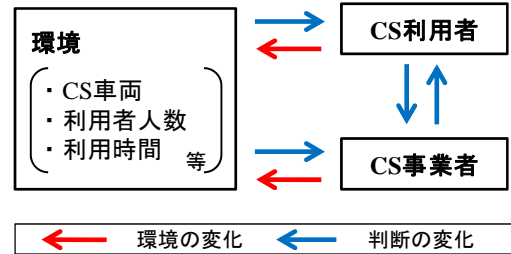


図-2 CS導入モデルの全体フレーム

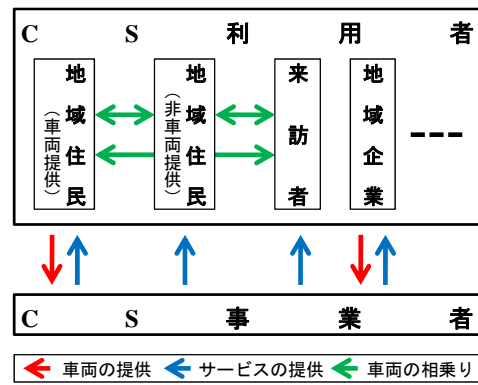


図-3 各主体の関係性

本研究では、図-2、図-3に示すような主体間の相互作用や判断、行動などを表現するために、マルチエージェント・シミュレーション (以下、MASと呼ぶ) を適用した。観光周遊行動では、個々の観光客が任意に意思決定しながら次の目的地などを選択する。そこで、各主体が自ら判断、行動できるモデルの作成を目標としている。また、各主体は、観光客の周遊行動やCS車両の配車システムなどに関して学習するモデルを構築することも本研究の目標のひとつである。

## 3. カーシェアリングの導入評価モデル

### 3. 1 観光周遊行動のモデル化

本研究ではCSを利用した観光周遊行動をモデル化した。本研究のモデルでは観光客とCS事業者の二者を表現し、CSが観光客を満足させることができるかどうかを分析した。次節に、モデルの設定条件を示す。

### 3. 2 モデルの設定

#### (1) 空間設定

観光地の外へ繋がる公共交通のターミナルを中心に置

き、全ての観光客はここから観光地に入るものとした。ターミナルを中心とした円周上に均質な観光ポイントを6箇所配置し、ターミナルと観光ポイントは対角線上の道路のみで結ばれているものとした（図-4）。

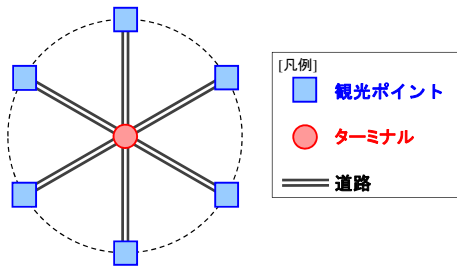


図-4 MAS空間

(2) 観光客・CS車両の挙動

- 観光客は公共交通を利用してターミナルに到着し、ターミナルから公共交通で帰宅する。全ての観光客は日帰りとする。なお、シミュレーション内における1日は、500ステップと設定している。
- 観光客は、公共交通の到着に合わせて100ステップ毎に図-5に示す三角形分布で、総計75組を生成する。

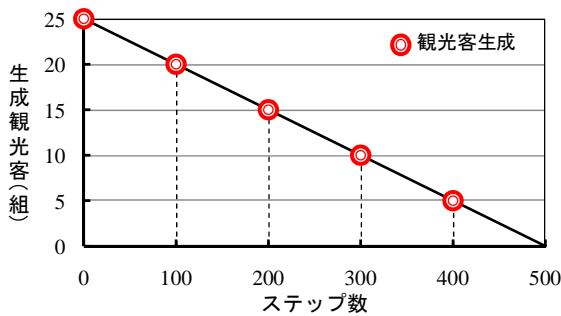


図-5 観光客の生成タイミングと人数

- CS車両1台につき1組の観光客が乗車できる
- 全ての観光客はCS車両に乗って移動し、観光ポイント到着後に車両を返却する。CS車両の移動速度は密度に関わらず一定とし、ターミナルと各観光ポイントの間を移動するのに10ステップを要する。
- 観光客は、どの観光ポイントでも40ステップ滞在し、観光により得る効用は、観光客や観光ポイントによる差がない。
- 観光客は、1) 全ての観光ポイントを周遊済みの場合、2) 次の観光ポイントへ向かうと帰宅不可能な場合、3) 「観光周遊により得られる効用」より「待機により失う効用」が大きい場合は、ターミナルに戻り帰宅する。
- 複数の観光客が同一箇所待機している場合、待機時間の長い観光客が優先的にCS車両を利用できる。
- CS車両数の不足が見込める場合、観光ポイントでCS車両を待っている観光客の待機時間の和が最小の拠点から最大の拠点へ回送車を送る。

3.3 分析方法

本研究では、地方部のCSが来訪者を利用者として取り込むことができるかについて、利用者の効用から分析する。また、CSシステムに地域住民が利用するだけの余裕があるかについて、車両の運用状況から分析する。

(1) 観光客の効用

観光客の効用は、観光周遊により得られる周遊効用(式(1))と、CS車両を待つことにより生じる不効用(式(2))の和とし、式(3)のように表わされるものとした。

$$U_r = mr \dots\dots\dots (1)$$

$$U_w = \begin{cases} -e^{nw} + 1 (w \leq w_{\max}) \\ U_{w,\min} = \text{const.} (w > w_{\max}) \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

$$U_t = U_r + U_w \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $U_r (\geq 0)$ : 観光周遊により得られる周遊効用、 $U_w (\leq 0)$ : CS車両を待つことにより生じる不効用、 $U_t$ : 観光客の効用、 $r$ : 周遊箇所数、 $w$ : 換算待機時間、 $w_{\max}$ : 許容最大待機時間、 $m, n$ : パラメータ ( $m > 0$ )

$w$ とは、累積待機時間による不効用の変化を考慮した待機時間である。なお、パラメータ $m, n$ は、生成ステップにより一意に定まる理想満足度 $U_{r,\max}$  (一切待機時間

が無く、時間内に周遊可能な全ての観光ポイントに行くことができた場合に、観光客が得る最大の満足度)と、 $w = w_{\max}$ における $U_{w,\min}$ が等しくなるように設定した。

また、シミュレーション終了時にMAS空間上に残っていた場合は最終列車で観光地から帰れなかったものとした。MAS空間上に残ってしまった場合は周遊効用をいくら得ていても無いものとし、効用が $U_{w,\min}$ になるものとした。

(2) CS車両の運用状況

CSの車両運用状況を表わすものとしてCS車両の実車率を式(4)、回送率を式(5)、走行率を式(6)で表わす。

$$\eta_{ride} = \frac{20R}{500N_c} \dots\dots\dots (4)$$

$$\eta_{relocate} = \frac{10N_{r1} + 20N_{r2}}{500N_c} \dots\dots\dots (5)$$

$$\eta_{run} = \eta_{ride} + \eta_{relocate} \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 $\eta_{ride}$ : CS車両の実車率、 $R$ : 観光客の総周遊箇所数、 $N_c$ : CS車両数、 $\eta_{relocate}$ : 回送車両の走行率、 $N_{r1}$ : 1区間回送車の総周遊箇所数、 $N_{r2}$ : 2区間回送車の総周遊箇所数、 $\eta_{run}$ : CS車両の走行率  
実車率は観光客がCS車両を利用した時間を、全てのCS車両が1日(500ステップ)動いた場合の稼働時間で

割ったものである。即ち、CS 車両が稼働できる時間のうち、実際に利用された時間の割合を示しており、回送車による移動はこれに含まれない。回送率は1区間（ターミナル-観光ポイント間）及び2区間（観光ポイント相互間）回送車数を割り出すことで回送車の走行した時間を算出し、実車率と同じように算出した。走行率は実車率、回送率の和である。

本研究では CS 車両の稼働率及びから観光客の周遊行動に適しているのか、このシミュレーションに地域住民を追加した時どうなるのかを分析していく。

### 3. 4 分析結果

CS 車両数と周遊効用、不効用、効用の関係を図-6 に示す。

観光客の効用は投入台数が約 20 台になるまで大きく上昇し、約 30 台で効用が最大値の約 1/2 を得ることができた。また、最大値の約 8 割の効用を得るためには約 40 台を必要とした。

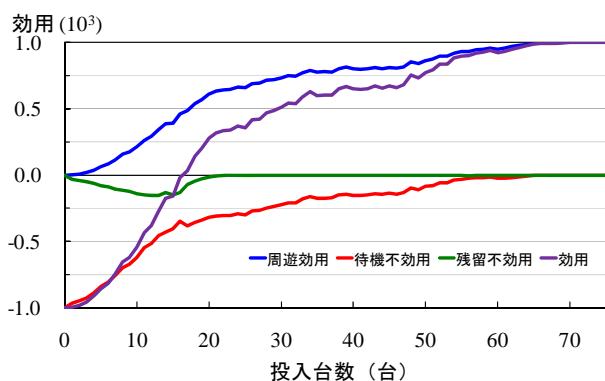


図-6 CS 車両数と観光客の効用の関係

また、CS 車両数と CS 車両の実車率、回送率、走行率を図-7 に示す。走行率は投入台数が 10~20 台前後において約 0.6 と大きいですが、それ以上になると実車率、回送率ともに小さくなっていく。

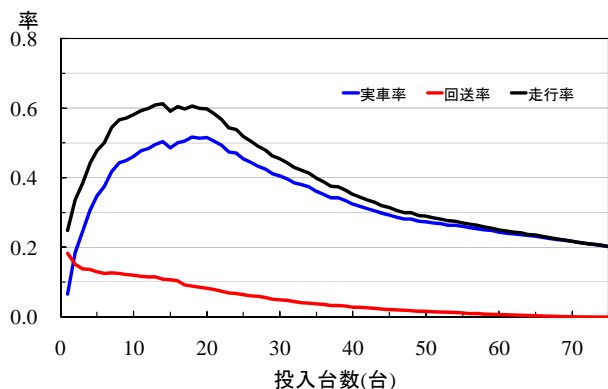


図-7 CS 車両数と CS 車両の稼働率の関係

### 3. 5 考察

観光客の効用に関する分析より、本研究で構築したシミュレーションでは、観光客数の約 1/2 の投入台数で観光客を概ね満足させられている。よって、観光客の周遊行動に対して CS システムが機能していることがわかる。ここで、投入台数が多い時に着目すると、効用が減少していないにもかかわらず、走行率が低下していることがわかる。つまり、同じ効用を得る場合でも停まっている車が多くなっていることがわかる。この停車車両を、地域住民等の利用に活用することにより、来訪者と地域が同じ CS システムの利用主体となり得る。

これらの結果から、地方部観光地における CS 導入は公共交通のネットワーク補完に対して有効な手段であると言える。地方部での CS を来訪者にも利用してもらうことにより、都市間の公共交通の利用が促進される。そのため、都市間の公共交通の需要を確保しサービスを維持しつつ、地域内の交通ネットワークのサービスレベルを高めることができる交通システムを構築することが可能となる。

### 4. おわりに

本研究では、利用されている交通のサービス水準を損なわないために新たな交通システムを提案した。まず、地方部における交通問題を明らかにし、その解決方法として CS が適している事を示した。具体的には以下の 3 点である。

- 1) 交通のサービス水準を損なわないための新しい交通システムを提案した
- 2) 観光客に対して約半数の投入台数で観光客を概ね満足させることができた
- 3) この CS システムでは車両運用上の観点から地元住民が利用する余裕があるとわかった。

今後は実地調査を実施し、モデルへ地域住民を取り入れることで現実再現性を高くする必要がある。また、都市間交通の分析を進め、都市間交通と地域内交通の連携がうまくいくかを検証する必要がある。

### 参考文献・参考資料

- 1) 島崎敏一：車輛共同利用システムの車輛配備台数の最適化、土木計画学研究・講演集、Vol.24(2)、pp.309-312、2001
- 2) 太田裕之、藤井聡、西村良博、小塚みすず：カーシェアリング普及に資する社会コミュニケーションのあり方に関する基礎研究、土木計画学研究・講演集、Vol.37、CD-ROM、2008
- 3) 松貫崇博、倉内慎也、山本俊行、森川高行：自動車保有・利用費用に着目した自動車共同利用システムに対する潜在需要の分析、土木計画学研究・講演集、Vol.36、CD-ROM、2007
- 4) 平石浩之、中村文彦、大蔵泉：カーシェアリング社会実験の現状と導入に向けた計画手法の課題、土木学会論文集、No.786/IV-7、pp.3-10、2005