

次世代交通システムの影響を考慮した通勤手段選択モデル

1. 研究背景・目的

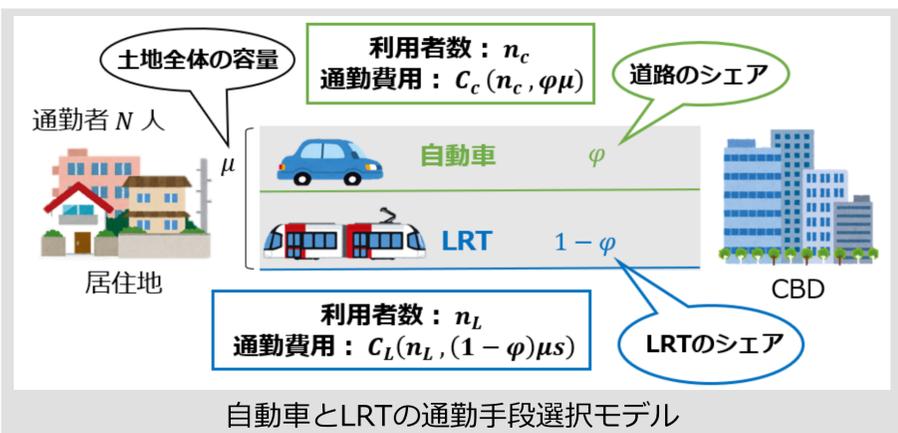
近年、公共交通機関の土地利用の問題が取り上げられています。宇都宮市ではLRTの建設が進み、2023年の開業を控えています。金沢市でもLRTの導入が検討されています。既存の道路空間を軌道系の交通と自動車で、どのように配分すると望ましい状態が実現するのでしょうか。

LRTの導入には、時刻通りの移動が可能になることや自動車と比べ輸送容量が大きいことなど、メリットがあります。さらに、LRT利用者の増加に伴い、LRTの運行頻度が増加したり運賃の値下げが起こったりと交通がさらに便利になる可能性もあります。一方で、LRTの導入により、既存の道路容量が低下して交通渋滞が深刻化するというデメリットも存在します。このように、メリットとデメリットを踏まえた上で、道路と軌道系の交通機関の土地利用配分についてよく検討を行っていく必要があります。

本研究では、LRTの影響を表現できる通勤手段選択モデルを構築することを目指します。LRTの導入により、通勤者は通勤手段の変更をするのか、利用者が自動車とLRTに上手く分散して望ましい状態となるのかということを見ていきます。また、LRTへの土地の配分についても考えます。

2. モデルの設定

居住地とCBDを結ぶ土地を、道路（自動車）とLRTで分け合うモデルを考えます。居住地からCBDへ向かう全通勤者を N 、自動車利用者数を n_c 、LRT利用者数を n_L とします。また、土地全体の容量を μ 、道路のシェアを ϕ 、LRTのシェアを $1 - \phi$ とします。



続いて、2つの通勤費用関数を設定します。

自動車の通勤費用関数の第1項は、所要時間に対する費用を表します。 β はパラメータとして設定します。第2項は、メンテナンス費用など自動車の保有費用を表す項です。

LRTの通勤費用関数の第1項は、車内混雑に対する費用を表す項で、 γ をパラメータとして設定しています。第2項は、運賃や運行スケジュールに対する費用を表す項です。 F_L は、LRTの建設や車両の整備などLRTの固定費用です。この項は、LRT利用者が増加するほど、LRTの利便性が向上するという規模の経済の影響を考慮しています。第3項は、LRTへのアクセス性を表す固定費用です。この項は定数で与えられ、LRTへのアクセスが不便であるほど大きな値を取ります。

$$C_c = \left(\frac{n_c}{\mu\phi} \right)^\beta + C_F$$

所要時間に対する費用 (費用) 保有費用 規模の経済を考慮 β : パラメータ

$$C_L = \left\{ \frac{n_L}{s\mu(1-\phi)} \right\}^\gamma + \frac{F_L}{n_L} + C_A$$

車内混雑に対する費用 (費用) 運賃・運行スケジュールに対する費用 LRTへのアクセス性に対する費用 γ : パラメータ

自動車とLRTの通勤費用関数

3. 道路シェアに応じた均衡状態

解析を進めると、2つの均衡状態が存在するとわかりました。

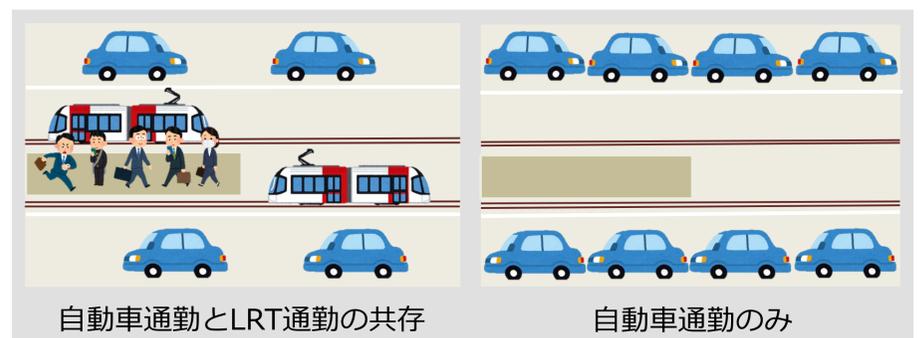
均衡状態とは、どの通勤者も通勤手段を変更する動機を持たない状態です。2つの通勤費用関数を用いて、均衡条件を解いていきます。

(A) 自動車通勤とLRT通勤の共存状態

この状態は、社会的に望ましい状態となっています。なぜなら、今まで自動車通勤をしていた人がLRT通勤へと通勤手段の変更を行うことにより、自動車交通量が減少し、LRTを導入するメリットが実現できるからです。また、通勤者にLRTを利用してもらうことにより、通勤費用を抑えることができることもわかりました。

(B) 全員が自動車通勤の状態

この状態が実現するのは、規模の経済の影響を受けるためです。LRTの利用者が少ないと、LRTの運行頻度が低下したり、運賃の値上げが起こったりするなどLRTがますます不便になってしまいます。通勤者の立場からすると、「不便なLRTを利用するよりも混雑しても自動車を利用する方がよい」と考え、最終的にLRTを建設しても誰も利用しないという状態が実現してしまいます。



4. 解析結果

まず、土地空間を道路とLRTで半分ずつ分け合う場合を考えます。この場合、自動車通勤とLRT通勤の共存状態の通勤費用は1092、全員が自動車通勤をする状態の通勤費用は1400という数値が得られました。費用水準は異なるのですが、実際にどちらの均衡状態が実現するのか分かりません。共存状態には、通勤者の分散によって自動車交通量の減少が起こったり、LRTを利用することによって通勤費用を抑えられるというメリットがあります。一方で、全員が自動車通勤の状態になると、LRTを建設して狭くなった道路空間に自動車通勤者が集中することで、交通渋滞が更に深刻化してしまいます。したがって、何としても自動車通勤とLRT通勤の共存状態を実現するために、LRT利用を促進する政策を考えなければなりません。

次に、土地空間を道路とLRTで3:1に分け合う場合を考えます。この場合、全員が自動車通勤の状態しか起こらないという結果が得られました。つまり、せっかくLRTを建設しても誰もLRTを利用せず、LRTを建設して狭くなった道路空間に自動車通勤者が集中し、交通渋滞がますます深刻化するという望ましくない状態が実現してしまいます。この結果から、LRTに配分する土地を惜しんではいけないということがいえます。

以上のように、道路とLRTの土地の配分次第では、自動車通勤とLRT通勤の共存状態が実現し得る、あるいは全員が自動車通勤の状態となってしまう、社会的に望ましくない状態となってしまうことがわかりました。本研究では、LRT導入が必ずしも交通渋滞を改善するとは限らないことを表現できる通勤手段選択モデルを作成できました。

