

高齢者モビリティの概念と計測： 潜在能力アプローチ

力石 真¹・藤原 章正²・張 峻屹³・塚井 誠人⁴

¹正会員 東京大学大学院 工学系研究科 JSPS特別研究員（〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1）
E-mail: chikarashi@ut.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 広島大学大学院 国際協力研究科 教授（〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1）
E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp

³正会員 広島大学大学院 国際協力研究科 教授（〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1）
E-mail: zjy@hiroshima-u.ac.jp

⁴正会員 広島大学大学院 工学研究院 准教授（〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1）
E-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp

本稿では、特に郊外に住む高齢者を念頭に、Sen (1985)の潜在能力アプローチに基づき、モビリティの概念及び計測上の課題を整理した。具体的には、潜在能力アプローチを援用することにより、「制約」と「選択」を概念上識別可能であることを示した。また、文献レビューに基づき、既往の研究で行われているモビリティ計測の議論を整理した。モビリティに係る「制約」と「選択」は、フロンティア分析によって計量的に識別することが出来ることを示した。ただし、モビリティの計測結果は推測されたモビリティであり、唯一の指標とは言えない点に注意する必要がある。

Key Words : *Capability Approach, Mobility, Elder, Newtown, Frontier Analysis*

1. はじめに

「動きやすさ」や「機動性」を意味するモビリティは、アクセシビリティと並んで交通問題を理解し構造化する上で極めて重要な指標の一つとされる (Hanson, 2004)。近年のモビリティを取り巻く議論は大別して二種類存在する。一点目は、過剰なモビリティの増大に対する制御の議論である。自動車関連税制などが制御の手段として存在するが、より本質的には例えば各種施設を集約しアクセシビリティを高めることにより、高いモビリティを必要としない環境を整備することが求められる。例えば Shove (2002)は、モビリティを増大させることにより社会的排除の緩和する方策は、結果的に分散化した都市構造を維持・助長する可能性がある」と指摘している。もう一点は、一定の生活水準を保つことを目的としてモビリティの確保に努める福祉の視点である。分散化した都市構造が一旦実現すると、モビリティの確保以外の手段でアクセシビリティを高めることが短期的には困難であるため、直面する生活上の課題解決に向けて一定程度のモビリティを確保する必要があるという立場である (Kim, 2011a)。以上の2つの視点は、モビリティの増大／縮小という点において対立する議論を生じさせている。

1960年代から1980年代にかけて全国各都市の郊外地域に建設され、団塊世代にあたる居住者が一斉に高齢期を迎えた郊外ニュータウン（以下、NT）は、上述したモビリティの制御と確保の両議論が必要とされる特殊な状況にある。例えば自動車を利用し続けた結果としてNT内の商業施設が衰退した場合、自動車が利用できない状況になった後も高いモビリティを維持することでしか各種施設へのアクセス性を確保できない可能性が高い。一方で、現状下において自動車の利用を取り止めることはアクセシビリティの著しい低下を招く恐れがある。こういった自動車利用に対するロックイン効果が想定される状況においては、高齢化に伴うモビリティの低下に対してどのような手段をもって各種施設へのアクセスを維持するかという動的なプロセスを戦略的に設計する必要がある。

この検討を具体的に進めるためには、モビリティをどのように捉え計測するかが極めて重要である。特に、モビリティの計測にあたっては、各種施設へのアクセスが妨げられているかどうかという「制約」の問題を、アクセスは可能であるが結果的にモビリティを活用しなかったといった「選択」の問題から切り離して捉えることが重要となる。これまで、実務や多くの既往研究において、

トリップ数や移動距離などの行動結果、自動車などのモビリティツールの保有状態、移動に関する満足度に関するアンケート調査などにに基づきモビリティの計測が試みられてきた。このように複数の計測手段が存在するのは、移動に関する能力を意味するモビリティは直接観測することは困難であり、計測は常に不完全とならざるを得ないためである。従って各計測手法はそれぞれ利点／欠点を持っているはずであるが、それらが十分に認識されているとは言い難い。

本稿では、特に郊外NTに住む高齢者を念頭に、モビリティの概念上及び計測上の課題をSen(1985)の潜在能力アプローチを軸に整理し、将来のモビリティ戦略を議論する際の基礎情報の整理を行うことを目的とする。

次章では、本稿で対象とする分析の範囲を示した後、潜在能力アプローチに基づき高齢者モビリティの概念を整理する。3章では、モビリティの計測手法に関するレビューを行い、各種計測手法の欠点／利点を整理する。5章において本研究の成果及び今後の課題をまとめる。

2. モビリティを巡る諸議論の整理

(1) 問題点の整理

本研究では、アクセシビリティ、モビリティ、及び都市の空間配置の関係を図-1のように捉える。具体的には、各種施設までのアクセシビリティ（すなわち、アクセス可能な活動機会の数）を規定する要因は、移動能力を意味するモビリティ、及び、都市の空間配置（居住地や各種施設の配置）の2つの要因で決まるとする。アクセシビリティの定義として、集計レベル（ゾーンレベル）のものと個人レベルのものが存在するが(Hanson, 2004)、モビリティの程度は個人によって異なるため、本研究で扱うアクセシビリティは個人レベルのアクセシビリティである。

図-1の観点から、1章にて見たモビリティの制御と確保の議論を見ると、「一定のアクセシビリティ（活動機会）を確保すること」という目標に対して、前者は空間配置の再編を手段としたアクセシビリティの確保を、後者はモビリティの充足を手段としたアクセシビリティの確保を主張している。当然ながら、個々人が自らの意思決定で変更可能なのは後者のみであり、これまでににおいては、モビリティを確保することによって一定水準のアクセシビリティを保ってきたといえる。一方、高齢化に伴うモビリティの低下は避けられないことを前提すると、Shove(2002)やFobker and Grotz(2006)が主張するように、居住地の再編や各種施設の再配置などを通じたアクセシビリティの改善が長期的には望ましい対応策と考えられる。例えば図-2[上]に示すように、モビリティが緩慢で連続

的な低下を示すのであれば、比較的改善に時間を要する空間の再配置に基づくアクセシビリティ改善策が有効に働きうる。このような視点に基づき、都市のコンパクト化議論が展開されてきた（例えば谷口, 2007）。しかしながら、実際には、個々人のモビリティは非連続に変化する（図-2[下]）、個々人で見ると、アクセシビリティの改善に基づく適応プロセスがうまく機能しないケースが頻繁に生じる点にある。本稿では、こういったマクロレベルでは一見正しい議論が、ミクロレベルでは問題が生じる可能性があり、福祉の視点から交通システムを議論する場合、後者の視点を無視することはできないという立場から研究を進める。

ここで、本稿では扱わない2つの論点について触れておく。1つ目は、通信技術を活用したバーチャルアクセシビリティや宅配サービス、在宅医療などの物理的な移動を必要としない手段を利用した活動機会の獲得である。特に過疎化が極度に進んでいる地域においては、上記のような活動機会の獲得は意義のあるものと考えられる。しかしながら、Urry(2002)が主張するように、物理的な移動自体が「社会的な」生活を営む上で不可欠な側面を持っており、移動以外の手段による代替は次善の手段と見なすのが妥当であろう。2つ目は、居住地の変更によ

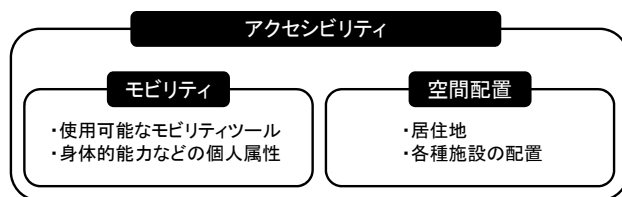


図-1 アクセシビリティ、モビリティ、空間配置

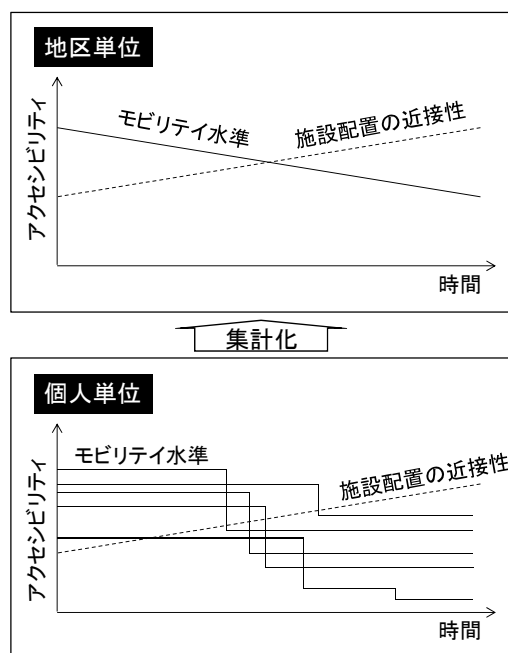


図-2 モビリティ推移の概念図

るアクセシビリティの確保である。個々人のモビリティ水準に合わせた空間配置を実現する有力な手段は居住地の変更であり、モビリティの低い個人はアクセシビリティの高い地域に移住することによりアクセシビリティの低下に対応しているとの報告もある（例えばCumie et al., 2010; Kim, 2011b）。しかしながら、(1) 移住に伴い、過去に築いてきた社会ネットワークが弱まる可能性がある、(2) 世帯収入をはじめとする各種制約によって居住地の変更が困難な個人／世帯が少なからず存在する、という問題が残る。特に前者は、日常生活を営む上で高齢者にとっては必要不可欠な要素と考えられる。もちろん、居住地の変更によるアクセシビリティ確保の効果は高いものと考えられるが、本稿では、以上の理由から、居住地の変更を伴わないケースにおける高齢者の物理的な移動に焦点を絞る。

(2) モビリティの提供主体

モビリティ水準を議論するにあたってまず重要となるのは、モビリティの提供主体である。提供主体の最たるものは移動者本人であり、自動車や自転車、徒歩といった「自助」である。自助が有効に機能するためには、保有するモビリティツールを利用できる状態にあることが必要である。たとえば自動車であれば、車両と免許を保有し、運転できるだけの身体能力があることが条件となる。多くの郊外NTに共通の課題は、自動車の提供するモビリティに適応する形で施設配置が発展してきたため、自動車が利用できなくなった場合にどのようにしてアクセシビリティを確保するかにある。自動車が利用できなくなった後の交通手段として、高齢者が利用しやすい乗り物の開発・活用（例えばSu and Bell, 2009; 国土交通省, 2011; 土井ら 2011, 溝上ら, 2012; 藤原ら, 2012）が進められている。これらは基本的に自助によるモビリティの創出を支援するものである。

次に、家族や友人といったインフォーマルなモビリティ提供主体が存在する。送迎などの「共助」に基づくモビリティの確保は、現状においては、自動車が利用できない高齢者の移動手段として重要な地位を占めている。共助の強度は、送迎可能な世帯内のメンバーがどの程度いるか、近隣住民とどの程度強固なソーシャルネットワークを築いているかなどに依存する。言い換えると社会関係資本を維持することが共助によるモビリティ確保においては重要と考えられる。

最後に、「市場・公助」に基づくモビリティ提供主体がある。路線バス・鉄道に加え、コミュニティバスやシェアリング型のモビリティサービスも市場・公助によるモビリティ確保手段の一部と考えられる。

高齢者のモビリティは、以上の組み合わせにより支えられていると考えられる。当然ながら、提供主体の層が

厚いほど、緩やかなモビリティの低下を実現可能と考えられる。

(3) 潜在能力アプローチに基づくモビリティの概念化

以上に示した提供主体が高齢者のモビリティを規定する基盤になると考えられるが、提供主体に関する「財・資源」を保有することとモビリティ水準は完全な対応関係を持たない。これは、「財・資源」をモビリティとして活用できるかどうかは個人間で差異が存在するためである。例えばパーソナルモビリティの保有は、ある一定程度の運動能力がないと乗ることができない。また、パーソナルモビリティの利用に気恥ずかしさを覚える人はモビリティを確保するための手段として活用できない可能性が高い。さらに、家族と同居していたとしても送迎に頼れるかどうかは家族との関係や世帯メンバーとのスケジュール調整に依る。従って、「財・資源」の保有状態は、モビリティ水準を捉える評価指標としては不完全な側面がある。また、個人が実施した行動結果やそれに伴う効用・満足度（以下「成果」と呼称する）がモビリティの評価指標として頻繁に使用されるが、成果もモビリティ水準と完全な対応関係を持たない。例えば、個人Aが週に4回の社会活動に参加している一方で個人Bが週に一度も社会活動に参加していない状況があった場合であっても、AとBのモビリティ水準の大小は特定できない。これは、各種施設へのアクセスが妨げられているかどうかという「制約」の視点と、アクセスは可能であるが結果的にモビリティを活用しなかったといった「選択」の視点が識別できないためである。

多くの既往研究では、「財・資源」または「成果」に基づきモビリティの計測が試みられてきた。これは、1章において言及したように、モビリティは直接観測することが困難な性質を持つためである。従って、「財・資源」や「成果」に基づきモビリティを計測する方法は現実的にはある程度の妥当性を有すると考えられる。その反面、これらの計測手法は近似的な計測手法であるため、その欠点を把握した上で利用する必要がある。本稿では、この点について、Sen (1985, 1992)の提案する潜在能力アプローチに基づき、モビリティを移動に関する「機能」として捉え、各種計測手法間の関係及び利点／欠点を整理する。

潜在能力アプローチでは、図-3に示すように、「財・資源」を「成果」に変換させる「機能」に着目する。具体的には、モビリティの文脈においては、移動を支える「財・資源」及びそれを活用する「変換能力」に基づき、移動の「機能」が規定されると考える。ここで「財・資源」は、（フォーマル・インフォーマル関わらず）自助・共助・市場・公助などのモビリティを支える直接的な資源である。「変換能力」はそれら資源を活用する能

力であり、個人間で異なると予想される。「財・資源」及び「潜在能力」により規定された「機能」は、個人がアクセスできる全てのモビリティ資源とそれを活用する能力を反映したものであり、本研究ではこの「機能」をモビリティとして捉える。モビリティは、実際に実行するかどうかに関わらず、実現可能な成果の全集合を規定する。言い換えると、モビリティに関わる制約が実行可能な成果の集合として反映される。その中から実際に選択された結果、すなわち「成果」が、実際に観測される交通行動・活動や日常生活より得られる満足度・幸福度である。潜在能力アプローチによりモビリティを概念化する最大の利点は、以上のように、モビリティに係る「制約」の側面を「選択」の側面と切り離して考えることができる点にある。

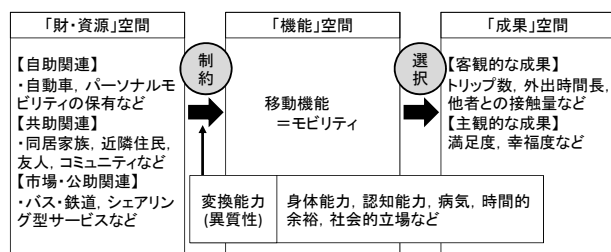


図-3 潜在能力アプローチから見たモビリティの概念

もちろん、以上に見た潜在能力アプローチに基づくモビリティの概念化も完全なものではない。例えば、対象とする文脈に合わせてモビリティの詳細な定義を適宜修正する必要がある。佐々木・徳永 (2009) が指摘するように、道路整備を財・資源とみなし、自動車や自転車の保有を変換能力の異質性と捉える立場もある。このようなモビリティのとらえ方は、公共投資の公平性を見る上で有用なように思われる。また、例えば後藤 (2011) では時間的資源を「財・資源」の一種として捉えている。このような見方は、時間的な切迫感の高い個人のモビリティ制約を観測する上で有用なように思われる。また一方で、図-3に示したように、時間制約を「変換能力」の一部として捉える立場も不自然なものではない。特に、高齢者のモビリティに焦点を当てる場合、時間的な制約は極めて小さいケースがほとんどであり、「財・資源」の問題として時間次元が問題となることは少ないように思われる。むしろ、世帯メンバーとの送迎時刻のマッチングや、身体能力の低下に伴い移動速度が遅くなるといった「変換能力」に時間の影響が現われているとみなすことにも一定程度の妥当性があるように思われる。いずれにしても、共通する点は、モビリティに係る「制約」と「選択」の峻別するという点であり、この点において潜在能力アプローチに基づきモビリティを概念化することの意義は高いものと考えられる。

なお、本研究で定義したモビリティと類似した考え方として後藤 (2011) は「基本的移動潜在能力」という概念を導入している。具体的な定義は以下の通りである。

ある社会ですべての構成員に対して、最小限、保障されるべき社会的移動機能ベクトルの集合を「基本的移動潜在能力」と呼ぶ。ただし、ここでいう社会的移動機能とは、移動機能の社会的性質を表す概念とする (p. 86)

ここで、後藤の「基本的移動潜在能力」と本研究で考察対象とするモビリティの重要な相違点について言及しておく必要がある。具体的には、「基本的移動潜在能力」においては、「どの程度のモビリティが保障されるべきか」という価値や規範に関わるモビリティの問題に言及しているのに対して、本研究で扱うモビリティは、モビリティの価値・規範を議論の対象とせず、その観測問題にのみ言及している点である。同様に、モビリティの価値・規範に関する議論が Smith et al. (2012) によっても行われている。本来、シビル・ミニマムの設定といったモビリティの規範的側面と、設定した基準を達しているかどうかの観測の側面の両者の議論が必要であるが、本研究では後者にのみ焦点を当てる。

3. モビリティの計測

(1) 「財・資源」に着目した計測

多くの既往研究において、自助に関する財・資源や市場・公助に関する財・資源に基づくモビリティの評価が実施されてきた。例えば自助に関しては、モビリティ水準を比較的精度高く表現する変数として自動車の有無が多くの既往研究において使用されている。また、市場・公助に関しては、特に途上国を対象とした研究において道路整備や鉄道整備の変数が使用されているケースがある。ただし、これらの指標は、マクロな分析では使用されることがあるものの、個人レベルの分析においてモビリティ指標として使用されるケースはほとんどない。

共助に関しては、大きな文脈では社会関係資本と交通の関連性の中で家族・友人などの社会ネットワークの重要性が議論されている (例えば Axhausen, 2008; Currie and Stanley, 2009) 。 Carrasco and Miller (2009) は、社会ネットワークが社会活動の発生頻度に与える影響を分析している。しかしながら、活動発生の増加が、社会ネットワークを通じて活動を実施する動機が高まったことに由来しているのか、モビリティが高まることに由来しているのかは不明である。社会ネットワークのモビリティの側面に着目した研究として Lovejoy and Handy (2011) の研究がある。具体的には、社会ネットワークがモビリティの利用可能

性に与える影響に着目し、自動車による送迎や車の貸し借りがどのように発生しているかについてフォーカス・グループ調査により観測している。また、シェアリング型モビリティサービスがモビリティに与える影響を見た研究として、原・羽藤 (2009)の研究がある。原・羽藤は、自動車共同利用システムが回遊性に与える影響をプローブパーソンデータにより分析している。ただし、共助及びシェアリング型モビリティサービスに関連する「財・資本」（より大きくは社会関係資本）とモビリティとの関係については未だ研究蓄積が不十分であり、更なる研究蓄積が望まれる。特に、シェアリング型モビリティサービスは、サービス設計の自由度が高いため、高齢者に適したサービス形態の模索を含めて研究を進める必要がある。

なお、財・資源に関する変数は、自動車保有を除いて、それ単体が直接モビリティ水準を測る指標として利用されるケースは少なく、他の指標と合わせてモビリティの解釈が行われるケースが多い（例えばCurrie et al., 2010）。

(2) 「成果」に着目した計測

最も頻繁に利用されるモビリティ計測手法が、成果に基づく計測手法である。成果は、満足度などの主観的指標とトリップ発生頻度などの客観的指標に大別できる。以下、それぞれの指標を使用した既往研究をレビューする。

a) 主観的指標

上述したように、「機能」やその集合である「潜在能力」は直接観測することが困難である。そのため、幾つか「機能」や「潜在能力」を推論する方法が考えられてきている。そのうちの一つに、成果に関する主観的な指標を潜在能力の代替指標として使用するという考えがある。例えば佐々木・徳永 (2009)は、諸活動の満足度は交通サービスから得られる潜在能力を一定程度表現すると仮定して、満足度に基づく潜在能力の計測を提案している。また、Kim (2011a)は、交通の欠如によって高齢者の活動参加がどの程度妨げられているかについて、主観的なモビリティ欠如に関する調査結果に基づき分析している。一方で、Delbosc and Currie (2010)は、個人が主観として感じているモビリティ欠如と実現した交通行動を比較した結果、両者に有意な関係はないとし、主観的指標の安易な適用に対して警鐘を鳴らしている。また、Sen (1985)においても、インドの寡夫／寡婦の健康問題を例に主観的指標に基づく評価の問題点が指摘されており、観測が容易であるという利点を持つ半面、主観評価値を利用するには細心の注意を払う必要がある。

b) 客観的指標

「成果」に基づく客観的な指標として頻繁に利用され

るのが外出頻度やトリップ数といった移動発生量に関する指標である。例えば吉田ら (2006)は、モビリティ水準は、外出頻度の増加により値が上昇するとし、外出頻度を用いたモビリティ指標を提案している。また、Siren and Hakamies-Blomqvist (2004)は、外出状況をモビリティ指標として、高齢者にとって自動車が利用できるかどうかモビリティを確保する上で重要な要因であると結論付けている。その他、Spinney et al. (2009)は時間利用結果に基づき、また、Su and Bell (2009)はトリップ・チェーンを発生に焦点を当て、モビリティの計測を試みている。Schonfelder and Axhausen (2003)は活動結果の空間的な広がりに基づき、また、力石ら (2011)は、活動結果の空間的な広がり及び各活動地点での時間利用結果に基づき、モビリティ制約の観測を試みている。

しかしながら、以上の手法は、移動の「制約」と「選択」の差異を区別出来ない、すなわち、指標に行動選択の意思決定結果が含まれてしまうことが問題として残る。その対処方法として、例えばCurrie et al. (2010)やFobker and Grotz (2006)が行ったような、「財・資源」や「成果」に係る主観的な評価指標と併せて複数指標を吟味しながら結論を導く方法が考えられる。また近年では、次節に見るように、「財・資源」や「成果」をモビリティの簡便な指標とする方法ではなく、より直接的に「機能」としてのモビリティを計測する方法が提案されている。

(3) 「機能」（「潜在能力」）に着目した計測

「機能」または「潜在能力」に基づく主なモビリティ計測手法として、（１）重み付け平均に基づく計測、（２）構造方程式モデルに基づく計測、（３）フロンティア分析に基づく計測、がある。以下、それぞれの方法についてレビューする。

a) 重み付け平均に基づく計測

Anand and Sen (1997)は生存確率、教育水準、経済状況の重み付け平均に基づく貧困指標を定義し、それ以降、本指標の発展可能性やその意味について議論がなされてきた（例えばAtkinson, 2003）。

このAnand and Senの考え方に準拠したモビリティの計測手法を採用している研究として、猪井ら (2004)の研究がある。猪井らは、活動機会（通院、買物など）を列挙し、達成可能な活動機会の重み付け総和を活動の達成可能性指標として定義し、コミュニティバス導入効果の評価を行っている。ただし、指標の作成においては各活動機会の重み、及び、活動機会集合の決定方法をオーソライズする必要がある点が問題となる。また、猪井ら (2004)は、達成可能な活動機会については客観的な評価が可能であるとしているものの、所得制約の範囲内であればタクシーが実際には利用可能であること、身体障害

による変換能力の欠如に関しては世帯構成員による助けが得られる可能性が高いことを被験者がどのように判断するかによって、主観的な判断が混在してしまう可能性が残される。ただし、猪井らが行ったように施策実施前と実施後の相対比較を実施する上では主観的な判断の混在はそれほど問題にはならない可能性がある。本計測手法の利点は、比較的簡便であり、マニュアルの整備により広く利用が可能である点にあると考えられる。

b) 構造方程式モデルに基づく計測

2つ目の「機能」又は「潜在能力」を計測する手法として、構造方程式モデルを活用する方法が提案されている。構造方程式モデルに基づき「潜在能力」の計測を試みて、Addabo et al. (2004)やDi Tommaso (2007), Mabsout (2011)による経済分野・社会分野における研究がある。

構造方程式モデルによる「潜在能力」の計測を交通分野において適用した研究として、栄徳 (2009)の研究がある。栄徳は、「潜在能力」をモビリティの質 (QoM: Quality of Mobility) とし、移動可能性モデルと移動選択性モデルをサブモデルとして持つ構造方程式体系により導出している。なお、構造方程式内の観測変数は、「財・資源」及び「成果」に関する客観的及び主観的な指標で構成されている。

構造方程式モデルを活用する利点は、(1) モデルの操作性・一般性が高い点、(2) 観測できない変数を、観測可能な「財・資源」、「変換能力」及び「成果」に関する変数を最大限活用して非観測なモビリティの状態を推定する点にあり、これによって直接観測できないモビリティの計量化を可能にする点にある。しかしながら、モビリティは実現可能な成果の全集合を規定するものと考えられ、構造方程式内で生成される「財・資源」、「変換能力」及び「成果」を集約して作られた潜在変数とは概念的に一致しないものと考えられる。具体的には、「財・資源」、「変換能力」及び「成果」の平均的な関係に基づき算出される潜在変数がモビリティ水準であるというよりはむしろ、「財・資源」及び「変換能力」の制約のもとで最大限の「成果」が達成された状態、すなわち、利用可能なモビリティ資源を最大限活用した状態に着目してモビリティを計測する必要があると考えられる。言い換えると、構造方程式モデルでは「制約」と「選択」が識別できない問題が残る。

c) フロンティア分析に基づく計測

上述の構造方程式モデルの課題を克服し得る方法として、企業経営の効率性や環境効率性を計測する目的で頻繁に使用されているフロンティア分析 (例えばCoelli et al., 2005; Dutta et al., 2005; Yoshino et al., 2010) を援用した計測手法が提案されている。

後藤 (2011)は、一定の資源と資源利用能力を最大限使って実現される点の集合を実現可能性フロンティアとし、

このフロンティアをもって移動に係る「潜在能力」としている。定義されたフロンティアは、所与の「財・資源」と財・資源の「変換能力」を用いて達成される機能の最大実現点を表しており、現実には観測されている「成果」は描かれたフロンティアの内点のいずれかをとる。このように、後藤 (2011)のアプローチでは、フロンティア分析の枠組みで「潜在能力」を解釈する。これにより、構造方程式が持つ課題を克服し得ることを示したが、実証的分析に利用できるモデルは提案されていない。

藤原ら (2012)は、後藤 (2011)の概念フレームに基づき、機能が1つ (モビリティ) のケースにおけるフロンティア分析を応用した潜在能力の計測を試みている。具体的には、広島市郊外に位置するニュータウンを対象に、パーソナルモビリティ導入によるモビリティの改善効果の計測するために、2時点2週間のパネル調査を実施し、パネル確率的フロンティア分析に基づく潜在能力の計測を行っている。本計測手法の特徴は、(1) モデルの操作性・一般性が高いこと、(2) 観測可能な「財・資源」、「変換能力」及び「成果」に関する情報を最大限活用して非観測なモビリティの状態を推論していること、(3) 所与の「財・資源」と財・資源の「変換能力」を用いて達成される機能の最大実現点を推定していること、が挙げられる。一方、欠点として、(1) 最大実現点を精度良く求めるためには、できるだけ長期間のデータを観測する必要がある点 (高齢者の行動パターンは時間的・空間的な制約が小さいと考えられるため、行動の経日変動は高いと考えられる)、(2) 成果の指標の取り方に結果が依存する点、が挙げられる。1点目については、観測頻度を増やすことにより解決することが可能である。2点目は極めて重要な課題であり、重み付け平均に基づく計測手法における各活動機会の重み、及び、活動機会集合の決定方法の課題、構造方程式モデルにおける変数の決定問題と同様の課題である。この問題についてSen (1992)は、万人が合意するような重みの付け方は不可能であるとし、過度に厳密に重みを与えることの危険性について言及している。この意味では、上述の手法により得られたモビリティは、その算出に用いた「財・資源」、「変換能力」及び「成果」の関係性から『推測』されたモビリティであり、唯一絶対の指標ではないと認識しておくことが肝要である。従って、複数の指標を用いて多面的にモビリティを把握することが重要であると考えられる。

以上にみた幾つかのモビリティ計測手法を図4にまとめる。最後に、郊外NTにおいて高齢化に伴い生じる問題をモビリティの観点から再び眺めると、自動車が利用できなくなることにより自助に依存するモビリティが急激に低下することが、郊外NTにおける最大の問題といえる。ここで、2章において議論したように、問題は自

「財・資源」空間	「機能」空間(モビリティ)	「成果」空間
自助関連 自動車, 自転車, パーソナルモビリティの保有など [Currie et al. (2010), Kim (2011a)など]	重み付け平均に基づく計測 [Anand and Sen (1997)* 猪井ら (2004)など] 【利点】 ・簡便でマニュアルの整備により広く利用が可能 【欠点】 ・活動機会の重み, 活動機会の集合をオーソライズする必要有 ・主観的な判断が反映されてしまう可能性有	主観的指標 活動の満足度, モビリティ欠如に関する主観評価など [佐々木・徳永 (2009), Kim (2011a)など]
共助関連 同居家族, 近隣住民, 友人, コミュニティ等の社会関係資本 [Carrasco and Miller (2009), Lovejoy and Handy (2011)など]	構造方程式モデルに基づく計測 [Addabo et al. (2004)*, 栄徳 (2009)など] 【利点】 ・モデルの操作性・一般性が高い ・観測可能な「財・資源」, 「変換能力」及び「成果」に関する変数を最大限活用して非観測なモビリティの状態を推測 【欠点】 ・機能の最大実現点ではなく, 平均的な実現点を推測 ・変数の選択は分析者の判断に依存	客観的指標 外出頻度, 時間利用, トリップ・チェーン, 活動空間の広がりなど [吉田ら (2006), Schonfelder and Axhausen (2003)など]
市場・公助関連 バス・鉄道, シェアリング型サービスなど [原・羽藤 (2009)など]	フロンティア分析に基づく計測 [後藤 (2011), 藤原 (2012)など] 【利点】 ・機能の最大実現点を推測(制約と選択の峻別) ・モデルの操作性・一般性が高い ・観測可能な「財・資源」, 「変換能力」及び「成果」に関する変数を最大限活用して非観測なモビリティの状態を推測 【欠点】 ・長期データの観測が必要 ・変数の選択は分析者の判断に依存	

注1: *は他分野における研究を表す

図4 モビリティの計測に関するレビューのまとめ

動車が利用できなくなること自体にあるのではないことに注意する必要がある。むしろ, Shove (2002) が指摘するように, 自動車の利用を止めることにより空間配置の改善において正のフィードバックが生じる可能性がある。今後研究を重ねるべき対象は, パーソナルモビリティ, 社会ネットワークを活用した送迎, シェアリング型の新たなモビリティサービス等によって, モビリティの減少が緩慢なものになるよう, その動的プロセスを設計する点にあるのではないかと考えられる。

4. おわりに

本稿では, 特に郊外に住む高齢者を念頭に, Sen (1985) の潜在能力アプローチに基づき, モビリティの概念及び計測上の課題を整理した。具体的には, 潜在能力アプローチを援用することにより, 「制約」と「選択」を概念上識別可能であることを示した。また, モビリティに係る「制約」と「選択」は, フロンティア分析によって計量的に識別することが出来ることを示した。ただし, モビリティの計測結果は『推測』されたモビリティであり, 唯一の指標とは言えない点に注意する必要性を指摘した。

当然ながら, 本稿で行ったモビリティに関する課題整理は, 「モビリティの拡大と空間配置の分散化という特徴を持つ現在の交通システム及び土地利用が, 高齢化の進展に伴いどのように変化していく必要があるか」という大きな課題に対する下準備に過ぎない。この課題は, 合成の誤謬の一例として捉えることができる。具体的には, 個々人にとっては, 高いモビリティを保持すること(すなわち, 自動車を利用すること)にインセンティブが働く一方で, 全体としては, それに応じて高いモビリティを前提とした空間配置が形成される。このことは,

活動機会が増加するように個々人はモビリティを高めてきたはずが, 結果的に, 高いモビリティを保有しないと活動機会を得ることが出来ない状況に陥る可能性を示唆する。高齢化に伴いモビリティの低下が不可避的な状況下では, この点を認識した上で, 空間配置の将来像及びそれに見合ったモビリティ確保のプロセスを提示する必要があると考えられる。なお, 本稿では潜在能力アプローチに基づき高齢者のモビリティを整理したが, 本アプローチは, 例えば子育て中の女性などの他の交通弱者にも適用可能である。様々な文脈におけるモビリティの課題を潜在能力に基づき整理することが有用と考えられる。

参考文献

- 1) Addabbo, T., Di Tommaso, M., Facchinetti, G. (2004) To what extent fuzzy set theory and structural equation modelling can measure functionings? An application to child well being. Center for Household, Income, Labour and Demographic Economics, Working Papers, (URL: http://www.child-centre.unito.it/papers/child30_2004.pdf, accessed at 2012.2004.2030).
- 2) Anand, S., Sen, A. (1997) Concepts of human development and poverty: a multidimensional perspective, New York.
- 3) Atkinson, A.B. (2003) Multidimensional deprivation: contrasting social welfare and counting approaches. Journal of Economic Inequality 1, 51-65.
- 4) Axhausen, K.W. (2008) Social networks, mobility biography and travel: The survey challenges. Environment and Planning B 35, 981-996.
- 5) Carrasco, J.A., Miller, E.J. (2009) The social dimension in action: A multilevel, personal networks model of social activity frequency between individuals. Transportation Research Part A 43, 90-104.
- 6) Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., Battese, G.E. (2005) An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Second Edition, Springer.
- 7) Currie, G., Stanley, J. (2008) Investigating links between social capital and public transport. Transport Reviews 28,

- 529-547.
- 8) Currie, G., Richardson, T., Smyth, P., Vella-brodrick, D., Hine, J., Lucas, K., Stanley, J., Morris, J., Kinnear, R., Stanley, J. (2010) Investigating links between transport disadvantage, social exclusion and well-being in Melbourne - Updated results. *Research in Transportation Economics* 29, 287-295.
 - 9) Di Tommaso, M. (2007) Children capabilities: A structural equation model for India. *The Journal of Socio-Economics* 36, 436-450.
 - 10) Dutta, S., Narasimhan, O., Rajiv, S. (2005) Conceptualizing and measuring capabilities: methodology and empirical application. *Strategic Management Journal* 26, 277-285.
 - 11) Fobker, S., Grotz, R. (2006) Everyday Mobility of Elderly People in Different Urban Settings : The Example of the City of Bonn , Germany. *Urban Studies* 43, 99-118.
 - 12) Hanson, S. (2004) The contedt of urban travel: Concepts and recent trends, in *The Geography of Urban Transportation, Third Edition* (Hanson, S. and Giuliano, G.,eds.), The Guilford Press, 3-29.
 - 13) Kim, S. (2011a) Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people's subjective transportation deficiency in the US. *Transportation Research Part F* 14, 422-429.
 - 14) Kim, S. (2011b) Intra-regional residential movement of the elderly: testing a suburban-to-urban migration hypothesis. *Annals of Regional Science* 46, 1-17.
 - 15) Lovejoy, K., Handy, S. (2011) Social networks as a source of private-vehicle transportation: The practice of getting rides and borrowing vehicles among Mexican immigrants in California. *Transportation Research Part A* 45, 248-257.
 - 16) Mabsout, R. (2011) The capability approach: From ethical foundations to empirical operationalization, Ph.D. Radboud University Nijmegen. Radboud University Nijmegen.
 - 17) Preston, J., Rajé, F. (2007) Accessibility , mobility and transport-related social exclusion. *Journal of Transport Geography* 15, 151-160.
 - 18) Schlich, R., Axhausen, K.W. (2003) Habitual travel behaviour : Evidence from a six-week travel diary. *Transportation* 30, 13-36.
 - 19) Schonfelder, S., Axhausen, K.W. (2003) Activity spaces: measures of social exclusion? *Transport Policy* 10, 273-286.
 - 20) Sen, A. (1985) *Commodities and Capabilities*, Elsevier Science Publishers (訳: 鈴木興太郎 (1988) 福祉の経済学-財と潜在能力-, 岩波書店).
 - 21) Sen, A (1992) *Inequality Reexamined*, Oxford University Press, Oxford (訳: 池本幸生, 野上裕生, 佐藤仁 (1999) 不平等の再検討-潜在能力と自由-, 岩波書店).
 - 22) Shove, E., (2002) Rushing around: coordination, mobility and inequality, Draft paper for the Mobility Network Meeting, Department of Sociology, Lancaster University.
 - 23) Siren, A., Hakamies-Blomqvist, L. (2004) Private car as the grand equaliser? Demographic factors and mobility in Finnish men and women aged 65+. *Transportation Research Part F* 7, 107-118.
 - 24) Smith, N., Hirsch, D., Davis, A. (2012) Accessibility and capability: the minimum transport needs and costs of rural households. *Journal of Transport Geography* 21, 93-101.
 - 25) Spinney, J.E.L., Scott, D.M., Newbold, K.B. (2009) Transport mobility benefits and quality of life: A time-use perspective of elderly Candians. *Transport Policy* 16, 1-11.
 - 26) Stanley, J., Hensher, D.A., Stanley, J., Currie, G., Greene, W.H., Vella-brodrick, D. (2011) Social exclusion and the value of mobility. *Journal of Transport Economics and Policy* 45, 197-222.
 - 27) Su, F., Bell, M.G.H. (2009) Transport for older people: Characteristics and solutions. *Research in Transportation Economics* 25, 46-55.
 - 28) Urry, J. (2002) Mobility and proximity. *Sociology* 36, 255-274.
 - 29) Yoshino, D., Fujiwara, A., Zhang, J. (2010) Environmental efficiency model based on data envelopment analysis and its application to environmentally sustainable transport policies, *Transportation Research Record*, 2136, 112-123.
 - 30) 猪井博登, 新田保次, 中村陽子 (2004) Capability Approach を考慮したコミュニティバスの効果評価に関する研究. *土木計画学研究・論文集* 21, 167-174.
 - 31) 栄徳洋平, (2009) QOM 指標によるモビリティ水準の地域間比較評価手法の提案と交通政策評価への適用, 熊本大学博士論文. 熊本大学, 熊本大学.
 - 32) 喜多秀行 (2011) 活動機会の獲得水準に着目した生活交通サービスの評価の枠組み, in 喜多秀行 (2011) 地域公共交通と連携した包括的な生活保障のしくみづくりに関する研究, 国際交通安全学会平成 22 年度研究調査プロジェクト報告書, 74-83.
 - 33) 国土交通省 (2011) 超小型モビリティの利活用に関する実証実験等による調査業務, 報告書. 国土交通省.
 - 34) 後藤玲子 (2011) モービルケイパビリティの保障と地域公共交通サービスアクセシビリティ調整方法に関する社会的選択手続きの定式化-, in 喜多秀行 (2011) 地域公共交通と連携した包括的な生活保障のしくみづくりに関する研究, 国際交通安全学会平成 22 年度研究調査プロジェクト報告書, 84-101.
 - 35) 佐々木公明, 徳永幸之 (2009) センの「潜在能力」を反映した交通システムの評価. 第 23 回応用地域学会研究発表会.
 - 36) 谷口守 (2007) コンパクトシティとモビリティ・マネジメント. *国際交通安全学会誌* 31, 44-51.
 - 37) 石石真, 藤原章正, 田中健太, 張峻屹 (2011) 活動空間の広がり及び社会的接触量に基づく社会的排除の計測方法の提案, *土木計画学研究・講演集*, Vol.43.
 - 38) 土井健司ら (2011) 超高齢化都市に要求される移動の質とスローモビリティに関する研究, IATSS 研究調査プロジェクト報告書. 公益社団法人国際交通安全学会.
 - 39) 原祐輔, 羽藤英二 (2009) 自転車共同利用システムの外挿が都市空間の回遊性に与える影響. 第 29 回交通工学研究発表会論文集, 177-180.
 - 40) 藤原章正ら (2012) オールドニュータウンにおける高齢者のモビリティと社会的排除, 日交研シリーズ A, 日本交通政策研究会 (印刷中).
 - 41) 溝上章志, 川島英敏, 矢口忠博 (2012) 高齢社会におけるパーソナルモビリティ活用による生活の質の向上ー熊本県におけるモンパルを活用した実証実験の成果ー. *国際交通安全学会誌* 36, 190-197.
 - 42) 吉田樹, 秋山哲男, 竹内伝史 (2006) 地域モビリティの計測と生活交通サービスの評価. *土木計画学研究・講演集* 33, (CD-ROM).

(2012.5.7 受付)

Conceptualizing and Measuring Elders' Mobility: A Capability Approach

Makoto CHIKARAISHI, Akimasa FUJIWARA, Junyi ZHANG and Makoto TSUKAI