

個人の通勤交通行動が健康状態に与える影響に関する研究*

The Effects of Commuting Behavior on Health Condition *

村田香織**・室町泰徳***

By Kaori MURATA**・Yasunori MUROMACHI***

1. はじめに

モータリゼーションの促進に伴い、日本では自動車保有率が年々増加し、人々のライフスタイルも変化を遂げてきた。日常生活において自動車利用が増加したことにより、個人的移動の自由度や利便性は向上したが、その一方で騒音、交通事故、大気汚染、交通渋滞等が問題視されてきた。日本においても自動車交通による騒音、大気汚染、交通事故、渋滞問題に関しては、すでに多くの研究がなされている。しかし、個人の交通行動と健康状態との関係性については、今日まで議論があまり進められてこなかった。

我が国の自動車保有率の上昇と時を同じくして、日本人の生活習慣病の増加や低年齢化が目立つようになった。生活習慣病とは、厚生労働省によると「食習慣、運動習慣、休養、喫煙、飲酒等の生活習慣が、その発症・進行に関与する疾患群」であり、代表的なものでは糖尿病、高血圧性疾患、高脂血症等がある。日本人の三大死亡原因である癌と肉腫を含めた悪性新生物、心疾患、脳血管疾患も生活習慣病の一種であり、日本人の死亡原因全体のうちの3分の2を占めている。また、平成16年度における厚生労働省の発表によると、日本の国民医療費32兆1千億円のうち、生活習慣病に関する医療費だけで7兆5千億円に上り、全体の約4分の1を占めている。このような背景を受けて、生活習慣病の予防は国家的な問題となっている。

日本における生活習慣病患者が増加した原因として、一般的に食生活の欧米化により、日本人のカロリー摂取量が多くなったことや、子供の遊びにおけるテレビゲームの普及等、運動量が低下したために肥満傾向が強くな

ったことが特に問題であるとされている。しかし、日常生活における交通移動手段としての自動車利用が増加した結果、慢性的に人々の身体行動が不足していることも、生活習慣病を発生させる大きな要因であると考えられる。本研究では、日常的な身体行動を検討する上での重要な要素として通勤交通行動に着目した。これまで発表されているいくつかの通勤交通と健康状態に関する既往研究では、主にクロスセクションデータを用いて分析が行われている。そこで本研究では、パネルデータを用いた分析を行うことで、通勤交通行動が健康状態に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究レビュー

(1) 交通・健康分野の学際的研究

Sallis, J.F. et al.¹⁾は、交通と健康との関係性に関する包括的なレビューを与えている。従来、交通と健康双方における専門家たちは、それぞれの分野において独自に研究を進めていた。人間の健康状態に関しては、以前から数多くの研究が進められていたが、それらは心理学や社会学と関連させたものが主流であり、交通を含めた周辺環境と健康との関連性について述べたものはあまり例が見られなかった。しかし近年になり、健康分野の専門家たちは、現代の健康障害の原因を追究する過程において、自動車利用の増加による慢性的な運動不足が疾病の引き金となっている可能性、更にはインフラ整備状況等によって歩行や自転車の様な身体行動を伴う交通手段選択が妨げられている可能性を検討するようになった。彼らは、これらの可能性の検討のために、交通の専門知識を必要とするようになり、やがて健康分野の専門家たちの働きかけから、交通・健康分野双方における情報提供や研究協力が行われるようになった。

交通・健康分野において、先進国の一つとされている英国では、1991年に初めて交通と健康の関係性についての報告である「Health on the Move」²⁾を発表した学術的研究組織のThe Transport and Health Study Groupや、自動車交通の減少により環境的・社会的悪影響を軽減することを目的とした非政府組織Transport2000等が、積極的な活動を行っている。また、米国においても2005年

*キーワード：歩行者交通行動、自転車交通行動、交通手段選択、健康

**学生員、工修、東京工業大学大学院総合理工学研究科
(神奈川県横浜市緑区長津田町4259、
TEL045-924-5606、FAX045-924-5574)

***正員、工博、東京工業大学大学院総合理工学研究科
(神奈川県横浜市緑区長津田町4259、
TEL045-924-5606、FAX045-924-5574)

にTransportation Research Board³⁾が、環境による身体行動への影響に関する既往研究をまとめ、発表している。この報告の中に、交通計画を含めた環境が身体行動に与える影響、及び身体行動が健康に与える影響についても記述されている。

日本においても、生活習慣病が増加する社会的背景を受けて厚生労働省による「健康日本21」⁴⁾の活動や、健康増進法⁵⁾の制定が見られる。2006年1月には、厚生労働省から発表されている健康づくりの運動基準の改正も行われ、国民の健康づくりへの動きは活発化してきている。「健康日本21」では、2010年を目標として、健康向上のための一日当たりの歩行数等の具体的目標を設定しているが、これらの活動において、特に交通行動と健康の関係性について着目した記述は見られない。

(2) 通勤交通行動と健康状態の関係性

近年では、疫学等の医学的専門知識を持つ研究者たちによって、交通と健康の関連性を示唆する特に注目すべき研究が発表されている。表-1^{1), 6) ~11)}に示す研究は、いずれも交通手段の選択に付随した身体行動と、健康状態との関係性を回帰モデル等で検討する目的で行われた。これらの研究では、通勤や通学等の日常的な移動に着目し、その際に自家用車・バス等の身体行動を伴わない交通手段を選択した被験者集団と、歩行や自転車等の身体行動を伴う交通手段を選択した被験者集団では、

健康状態に如何なる影響が見られたかを調査・分析している。

表-1における研究について、共通点をまとめると以下ようになる。

- ① 歩行や自転車等の身体行動を伴う交通手段を選択した被験者は、自家用車やバス等の交通手段を選択した被験者に対し、BMI¹⁰⁾、血圧、総コレステロール値等の健康状態を判断するための検査項目が理想値をとる傾向にある。よって日常的に身体行動が伴う交通手段を選択することは、健康状態の向上に繋がる可能性が高い。
- ② 同時間、同エネルギー消費量の運動を行ったとしても、健康状態への影響には男女間において相違が生じる。Hayashi, T. et al.¹⁰⁾も被験者が全員男性であったため、女性における交通と健康状態の関係性の検討と男女間の比較を将来的な研究方向の一つとして示している。ただし、5つの実験において被験者の人種が異なることや、実験ごとに健康状態への影響が異なるため、男女間の相違について明確な知見は得られていない。
- ③ 運動時間が長い場合や、特に活発な運動を行っていた場合には、健康状態は向上せずに、逆に高血圧等の原因となることがわかった。Hu, G. et al.^{6) 7)}の研究によると、60分未満の徒歩・

表-1 歩行・自転車通勤と健康の関係性に関する既往研究^{1), 6) ~11)}

研究者	研究場所	被験者	研究方法	結果	モデルに使用した変数
Hu, G. 他 (2002)	中国 (天津)	男女3,976人 (20-49歳)	徒歩or自転車or バス通勤・通学 を比較	1.男性: BMI: 全体的に徒歩or自転車<バス 2.女性: BMI: 60分以上に限り徒歩or自転車<バス 3.男女: 60分以上の徒歩or自転車が高血圧	年齢、学歴、 喫煙習慣、 飲酒習慣、 BMI、仕事 中の活動量
Hu, G. 他 (2001)	中国 (天津)	男女3,708人 (20-49歳)	徒歩or自転車or バス通勤・通学 を比較	1.男性: 総コレステロール値・LDLコレステロール値・トリ グリセリド: 徒歩or自転車<バス 2.女性: HDLコレステロール: 徒歩or自転車>バス 3.定期的な運動と脂質量の相関性は確認されず	
Wagner, A 他(2000)	フランス・ アイルランド	男8,865人 (50-59歳)	徒歩or自転車通 勤のエネルギー 消費で比較	1.徒歩or自転車通勤5年以上継続: BMI減少、胴囲減 少、脂肪率減少 2.運動でエネルギー消費増加: BMI・胴囲更に減少	運動習慣、 運動強度
Andersen, L.B. 他 (2000)	デンマーク (コペンハー ゲン)	男女6,914人 (20-75歳)	自転車通勤か 否かで比較	1.健康向上との関係性確認できず	年齢、性別、 学歴、BMI、 喫煙習慣、 脂肪、血圧、 運動習慣
Hayashi, T. 他(1999)	日本 (大阪)	男6,017人 (35-63歳)	徒歩通勤時間 で比較	1.徒歩or自転車通勤を継続するほどBMI減少 2.通勤時間21分以上では、通勤時間0-10分と比較して 高血圧症発症率が低下 3.通勤に際して歩行を10分増加させると、高血圧症発 症率は12%低下	年齢、血圧、 喫煙習慣、 飲酒習慣、 運動習慣、 グルコースレ ベル
Bovens, A.M. 他(1993)	オランダ	男女2,907人 (40歳以上)	交通手段として の自転車利用を 週一時間以上 行うか否かで比 較	1.男性: 心臓血管状態向上、BMI減少、体脂肪と血圧に は相関性なし 2.女性: 心臓血管状態向上、体脂肪は増加、BMIと血 圧に相関性なし	なし

自転車通勤を行った被験者では、健康状態は向上したが、60分以上の徒歩・自転車通勤の被験者では、逆に高血圧になることが確認された。Hayashi, T. et al.¹⁰⁾の研究においても、通勤における歩行や自転車とは別に、個人の定期的な運動に着目すると、週に1回のペースで定期的な運動を行った被験者集団では、疾病発症の危険性は低下したが、定期的運動のペースを週に2回に増やした場合では、疾病発症の危険性は高くなった。ただし、健康を害する身体行動の継続時間や頻度等については、明確な知見は得られていない。

(3)費用便益分析による評価

これまでにイギリスをはじめ、アメリカ合衆国、ノルウェー等多くの国において、健康増進のために歩道、自転車専用ネットワークの整備や政策の見直しに関する研究が行われてきている。それらの研究の一部では、新たな歩道・自転車専用ネットワーク、駐輪場等の整備のための投資、自動車交通依存の緩和と政策の評価方法として、費用便益分析が用いられてきた。

費用便益分析においては、交通手段を自動車から歩行へ転換することによって変化する交通事故等の危険性と、身体行動が増加した結果として得られる健康増進、如何にして金銭価値で表し、分析に組み込むかが課題とされてきた。

2000年にElvik, R.¹²⁾が仮説的研究「ideally designed」を発表し、「危険」と「健康」という要素を費用便益分析に導入した。その後この研究はSalensminde, K.¹³⁾らに支持され、費用便益分析について、より多くの要素導入を図った研究が進められている。しかし、危険性も健康増進も、未だ手法が完全に確立さ

表－2 健康を含む代表的な費用便益分析の例^{8)～17)}

年	研究者	費用便益に関する動向
1995	Noland, R.B. & Kunreuther, H.	“pro-bike”, “anti-auto”政策について検討
1996	Hopkinson, P. & Wardman, M.	ルート選択において、新たな自転車用機能(専用道路、駐輪場等)の有益性を検討
2000	Elvik, R.	“ideally designed”で初めて「危険」と「健康」要素を分析に導入
	de Ortúzar, J.D. et al.	自転車専用ネットワークの便益を概略して解説
2002	Korve, M.J. & Neimeire, D.A.	“ideally designed”を支持して、信号交差点の自転車問題を検討
2004	Sælensminde, K.	疾病に関するコスト、インフラ整備に関する支出等も導入

れたとは言い難い。

ノルウェーでは、国家的プロジェクトとして健康増進のための歩道・自転車専用ネットワーク整備が計画されており、Salensminde, K.¹³⁾らにより費用便益分析を用いた検討が行われている。2004年にSalensminde, K.¹³⁾が発表した研究を見ると、ノルウェーの三大都市Hokksund, Hamar, Trondheimにおける新しい歩道・自転車専用ネットワーク整備に関して、危険性や健康便益、交通費の減少等を考慮した費用便益分析が行われている。

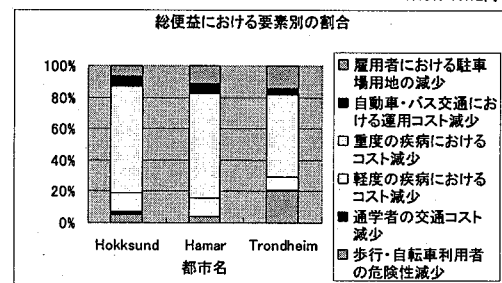
健康状態に関するコスト減少分として、重度の疾病(長期入院を要する疾病、死亡確率の高い疾病やそれに繋がる生活習慣病)、或いは軽度の疾病(短期休養で治る疾病、風邪等)を歩行・自転車交通の促進によりどれだけ予防・緩和することができるかが算出されている。

図-1を見ると、いずれの都市においても重度の疾病を予防する効果が特に大きいことがわかる。この結果から、個人の交通行動において歩行・自転車交通を促進することによる健康状態への影響は、大きいものと考えられる。

前述の費用便益分析に関する研究では、研究者によって、或いは国や都市によって考慮する変数や計算結果に相違はあるが、いずれの研究も新たに歩道等を整備して高額のインフラコストを要したとしても、交通手段を自動車利用から徒歩・自転車に変えて健康を増進することが、最終的には有益であるとしている。

表－3 歩道・自転車専用ネットワークの整備に関する費用便益分析¹³⁾

便益とコスト(NOK)	Hokksund	Hamar	Trondheim
歩道・自転車専用路に関する便益			
事故(不変と想定)	0	0	0
移動時間(不変と想定)	0	0	0
現在の歩行者の危険性減少分	4.2	2.7	107.7
現在の自転車利用者の危険性減少分	9.5	6.1	398.2
将来の歩行者の危険性減少分	0.5	0.4	13.7
将来の自転車利用者の危険性減少分	3.5	2.3	100.7
自動車・公共交通通学者のコスト減少分	2.6	1.1	3.6
軽度の疾病におけるコスト減少分	16.7	35.4	269.2
重度の疾病におけるコスト減少分	97.7	206.6	1572.4
自動車・バス交通における運用コスト減少分	9.4	20	124.4
雇用者における駐車場用地の減少分	9.5	34.6	433.4
総便益	153.6	309.2	3023.3
歩道・自転車専用路に関するコスト			
建設に関するコスト	23.6	15.8	600
メンテナンス・コスト	1.6	1	39.5
税金	5	3.4	127.9
総コスト	30.2	20.2	767.4
便益/コスト比	4.09	14.34	2.94



図－1 便益における各要素の割合¹³⁾

(4) 本研究の位置付け

通勤交通行動と健康状態の関係性に関する既往研究では、主にクロスセクションデータが用いられている。そのため調査期間中に構成人員が入れ替わっていても、被験者集団全体における健康上の効果が結果として分析されることとなる。そこで本研究では、パネルデータを用いることにより、同構成人員の被験者集団に対する分析を行い、通勤交通行動が健康状態に与える影響を検討することとする。更に、実測したデータを元に簡単な健康便益のシナリオ分析を行うことにより、通勤交通行動と健康状態の関係性、及び「通勤」という日常的な交通手段転換がもたらす健康便益について検討することとする。

3. 調査の概要

(1) 通勤交通行動と健康に関するアンケート調査

本研究では、通勤交通行動と健康状態の関係性を調査する目的の下、2005年9月に通勤者を対象とした通勤交通行動と健康に関するアンケート調査（以下、アンケート調査）を行った。また、この調査票において、パネルデータ取得を目的として次に行う通勤交通手段転換実験の被験者ボランティアの募集も行った。通勤交通手段転換が容易であると考えられる自動車通勤者を抽出する目的から、調査票の配布対象地域は、1990年の国勢調査地域メッシュデータより、東京都と神奈川県内の自家用車利用者数、通勤時間が30分以内の通勤者数の2種類の統計において、いずれの項目においても上位150位に入る14メッシュを選定した。これは、自家用車利用者数では、627人以上、通勤時間30分以内の通勤者数では3,358人以上の地域である。選定地域に調査票2万枚をポストインにより配布し、郵送により回収した。

質問項目は①身体に関する質問（身長・体重・血圧等）②生活習慣に関する質問（食事・運動・飲酒・喫煙習慣等）③通勤交通行動に関する質問（通勤交通手段、所要時間、通勤頻度・通勤日数等）である。回収票数は1,147票であり、回収率は5.73%と低めであったが、これは質問項目が個人の生活や健康に関するものであり、回答に抵抗を感じる内容であったためと考えられる。また、本研究では、通勤時間が短く自家用車利用の多い地

表-4 アンケート調査票回収結果

回収数(票)		1,147
回収率		1,147/20,000:5.73%
男性 (票)	10代	2
	20代	33
	30代	147
	40代	191
	50代	205
	60代	124
女性 (票)	70代~	41
	被験者ボランティア(票)	172

域の通勤者を母集団として想定しているが、回収したアンケート調査票の性別、年齢等（表-4）をみる限り、それほど偏りがあるサンプルとは思われない。以下では、質問項目毎に有効回答であるものを用いて分析を行った。

(2) 通勤交通手段転換実験

通勤交通行動の健康状態への影響を検討するためのパネルデータ取得を目的として、2005年9月から12月にかけて、通勤交通手段転換実験を行った。

①被験者：30~60代の通勤者30名（男女各15名）

②実験期間：2006年9~12月のうち6週間（準備期間：1週間、実験期間：5週間）

③実験方法：準備期間中は通常の通勤ルートを使用してもらい、通勤時における平常時の歩数を測定する。その後、実験期間5週間中は、歩数の増加する通勤ルートに手段転換して通勤してもらい、実験期間前後の歩数と健康状態の変化を測定・分析する。また、できるだけ交通が健康状態に与える直接的な影響を測定するために、6週間の期間中において食事・運動・喫煙・飲酒等の生活習慣には一切変化を加えないこととした。

④データ収集方法：運動量の測定は、万歩計を使用して歩数単位で行った。自転車への交通手段転換に関しては、日本体育協会スポーツ科学委員会から発表されているエネルギー消費量に関する運動係数を用いて、歩数換算した。被験者には万歩計による歩数、交通手段転換実施の有無を毎日、心身の変化や特別な運動の実施等を必要に応じて記録してもらった。健康状態の変化を測定するために、準備期間前と実験期間終了後の2回、血液検査、血圧測定、健康状態調査を行った。

個人の健康状態は医療に関係することであるため、医療の専門知識を持たない研究者では、本来データを取することはほとんど不可能である。しかし本研究では、リージャー社製の血液検査キット「血液検査セットDEMECA

表-5 検査項目と考えられる疾病

検査項目		考えられる生活習慣病
血液検査キットによる検査項目	蛋白	栄養障害
	血清総タンパク	栄養障害
	血清アルブミン	栄養障害
	肝機能	肝機能障害(劇症・急性・慢性肝炎、肝臓癌)
	GOT	心筋梗塞
	GPT	肝機能障害、乳癌、胃癌
	γ-GTP	肝機能障害(アルコールによる肝臓障害)、胆道癌
	総コレステロール	<高値の場合>糖尿病、高脂血症、動脈硬化 <低値の場合>肝硬変、栄養障害
	中性脂肪	生活習慣病全、肥満
	HDLコレステロール	<高値の場合>妊娠 <低値の場合>生活習慣病全般
腎機能	血清尿素窒素	<高値の場合>糖尿病、腎機能障害 <低値の場合>肝機能障害(肝不全、肝硬変)
尿	クレアチニン	<高値の場合>腎不全、うっ血性心不全 <低値の場合>尿崩症
	尿酸	痛風、肝疾患
	糖尿病	血糖
その他	HbA1c	糖尿病、高脂血症
	BMI	糖尿病、高脂血症
その他	血圧	<最大血圧が高い場合>大動脈硬化症 <最小血圧が高い場合>細動脈硬化症 <両方高い場合>腎性高血圧、内分泌性高血圧

L」を使用することにより、表-5の検査項目についてデータを得ることができた。本研究では、血液検査キットの検査項目の中から、既往研究において通勤交通行動との関係性が高いと考えられる総コレステロール、HDLコレステロールとそれらから算出できるLDLコレステロール[※]、HbA1c（ヘモグロビンA1c）とBMIに着目して分析を進めていく。なお、血液検査キットDEMECALは中指頭先端の自己採血し、これをリージャー社に送付して検査するものであり、通常の静脈血値に対して相関0.829（総コレステロール）～0.969（HbA1c）の回帰式が得られている¹⁰。また、食事の影響を受けるLDLコレステロールの算出を除き、上記項目には健康上の理想数値幅が公開されており⁹、静脈血値による指標自体の安定性は確保されていると考えられる。

4. 通勤交通行動と健康に関するアンケート調査によるBMI分布の分析

まず、アンケート調査 1,147 票の結果から、自動車、公共交通通勤者別に BMI と通勤時における歩数分布について検討した。通勤時の歩数は、通勤交通手段転換実験時と同様に日本体育協会スポーツ科学委員会による運動係数を用いて徒歩時間を歩数換算した。

BMIは、生活習慣病全般の罹病率を示す目安とされており、25 kg/m²以上（C～F）では、生活習慣病罹病率が高くなる。本来は18.5 kg/m²未満も栄養摂取障害等の危険性が疑われるが、ここでは肥満度と生活習慣病罹病の関係性に着目することから、25 kg/m²未満（A、B）を生活習慣病罹病率を下げる理想的な条件として扱う。

表-6に示す交通手段別における BMI と歩数の分布を見ると、BMI 25 kg/m² 未満（A、B）の占める割合が公共交通通勤者では 80.8%であることに比べ、自動車通勤者では 72.3%であり、BMI が理想値を取る割合が低いことがわかる。

歩数分布に着目すると、公共交通通勤者では、通勤

表-6 通勤交通手段別 BMI と歩数分布

自動車通勤者		歩数					合計 (人)	(%)
BMI	歩数	a ～2,000	b ～4,000	c ～6,000	d ～8,000	e 8,001～		
A・B		43	54	29	16	12	154	72.3
C		18	17	12	3	3	53	24.9
D～F		1	3	0	1	1	6	2.8
合計(人)		62	74	41	20	16	213	
(%)		29.1	34.7	19.2	9.4	7.5		

公共交通通勤者		歩数					合計 (人)	(%)
BMI	歩数	a ～2,000	b ～4,000	c ～6,000	d ～8,000	e 8,001～		
A・B		1	20	62	99	322	504	80.8
C		1	2	15	19	69	106	17.0
D～F		0	2	3	2	7	14	2.2
合計(人)		2	24	80	120	398	624	
(%)		0.3	3.8	12.8	19.2	63.8		

A	18.5未満(低体重)	D	30以上35未満(肥満2度)
B	18.5以上25未満(普通体重)	E	35以上40未満(肥満3度)
C	25以上30未満(肥満1度)	F	40以上(肥満4度)

時の歩数が「健康日本 21」や、厚生労働省の健康増進のための運動所要量に値する 10,000 歩以上を満たす通勤者を含む 8,001 歩以上（e）が 63.8%である。それに対して、自動車通勤者においては、6,000 歩未満に多く分布しており、8,001 歩以上（e）は、7.5%に過ぎず、10,000 歩以上の歩行している者は 0%であった。また、表-6のカテゴリーに関して、全手段通勤者を対象として、歩数と BMI の独立性について χ^2 検定を行ったところ、10%有意であった。また、自動車通勤者而非自動車通勤者（公共交通・自転車・徒歩通勤者）を分け、BMI との独立性について χ^2 検定を行ったところ、5%有意であった。

以上のことから、歩数とBMIには関係性があり、かつ、日常的な通勤交通行動における自動車と公共交通、自転車、徒歩の手段選択は、BMI、すなわち個人の肥満度に影響していることがわかる。また、先述のように、BMI は生活習慣病罹病率の指標と言えることから、通勤交通行動に見られる日常的な交通行動が、個人の生活習慣病における罹病率に影響を与えていることがわかる。

5. 通勤交通手段転換実験データの分析

次に、通勤交通手段転換実験のデータの分析結果を示す。分析対象とする検査項目の血液検査結果について、単純集計したところ、表-7に示す結果が得られた。数値は健康上の理想とされている検査数値と、実際の検査数値の差の絶対値であり、この値が小さい方が、健康上より理想的であることを意味する。

表-7を見ると、男性、女性とも、BMI は通勤交通手段転換後の 2 回目の検査数値の方が、健康上理想数値に近付いているが、HDL コレステロール、LDL コレステロールに関しては、1 回目の方が健康上理想値に近いという結果となっている。総コレステロール、HbA1c は男女で異なる結果となった。しかし、男性の HDL コレステロール（10%有意）を除き、いずれの項目も 1 回目と 2 回目の統計的有意差は無かった。本実験では、転換実験後に大幅に歩数が増加した被験者と、業務の都合等により歩数の変化が少なかった被験者がおり、これらの歩数変化量の個人差が結果に影響しているものと考えられる。

1 回目と 2 回目の歩数変化量を主な説明変数として、重回帰分析を行った。ここでは、2 回の血液検査において、健康上の理想数値と実際の検査数値の差の絶対値を

表-7 分析項目の集計結果（平均（分散））

分析項目	男性		女性	
	1回目	2回目	1回目	2回目
BMI	3.66(9.4)	3.56(9.4)	3.03(28.6)	1.67(2.15)
総コレステロール	14.3(63.5)	11.2(124.5)	13.4(64.5)	17.7(129.4)
HDLコレステロール	12.4(67.9)	20.8(108.2)	9.9(294.9)	11.2(255.1)
LDLコレステロール	14.2(96.2)	14.9(94.6)	13.6(149.7)	19.2(266.7)
HbA1c	0.25(0.02)	0.25(0.03)	0.63(2.02)	0.65(1.88)

各々算出し、1回目を基準とした2回目の比率を目的変数としている。

$$\text{目的変数} = \frac{2 \text{ 回目の } | \text{健康上理想数値} - \text{検査数値} |}{1 \text{ 回目の } | \text{健康上理想数値} - \text{検査数値} |}$$

表－8に全体を対象とした重回帰分析結果を示す。歩数変化量に対するマイナス%有意は、通勤交通手段転換後の方が、検査項目の数値が理想数値に統計的に近付いたことを示している。その他の変数は同時に10%有意であったものを示している。

歩数変化量の重回帰分析の結果、分析項目全てにおいて有意性が確認された。BMI、総コレステロール、HbA1cは、いずれもマイナス%有意を示しており、交通手段転換後の方が健康上理想数値に近付いたことがわかる。しかし、血清脂質の内容を詳細に見ると、HDL コレステロール、LDL コレステロールは共にプラスを示しており、健康上理想的でない検査数値変化があることがわかる。なお、BMI に関しては、男女別に見てもマイナス有意であり、健康上理想的な変化があったことがわかる。

表－8 全体を対象とした重回帰分析結果

検査項目	歩数変化量(歩)	他の10%有意な説明変数
BMI	-10%有意	なし
総コレステロール	-10%有意	最終食事時間、勤務時活動
HDLコレステロール	+10%有意	運動習慣
LDLコレステロール	+5%有意	最終食事時間、運動習慣、勤務時活動
HbA1c	-5%有意	食事習慣、飲酒、休日外出

6. 健康便益に関するシナリオ分析

(1) BMI等の変化と罹病率

通勤交通手段転換実験データを対象とした重回帰分析から得られたBMI等の検査項目と歩数変化との関係を表－9に示す。表－9では、一日3,500歩の歩数増加があった場合を想定している。成人の場合3,500歩の歩数増加は、時間に換算して約35分である。片道18分とすると、徒歩可能圏内である最寄り駅へ、交通手段として自動車・バスを選択していたものを、徒歩へ転換するという想定となる。以下では、既存の研究より、歩数増加がBMI等の検査項目の改善を介して、どのように生活習慣病の罹病率を押し下げるかを検討する。

BMIにおいては、通勤交通手段転換を行い、一日当たり3,500歩の歩数増加を実施した場合、BMIが0.8

表－9 歩数増加と検査値理想化傾向の関係性

検査項目	歩数/日	検査項目における数値変化
BMI(Kg/m ²)	+3,500	0.8(Kg/m ²)減少する
総コレステロール(mg/dl)		検査数値が11.6(mg/dl)理想値に近づく
HbA1c(%)		検査数値が0.17(%)理想値に近づく

kg/m²減少するという結果が得られた。厚生労働省発表の「健康日本21」によると、BMIが1kg/m²減少すると、血圧が最高で2mmHg下がるという記載がある。血圧が2mmHg下がった場合、脳血管疾患における罹病率が6.4%、心疾患における罹病率が4.4%低下する。

総コレステロールでは、通勤交通手段転換を行い、血液検査における検査数値が11.6mg/dl健康上の理想値に近づいた。同じく厚生労働省発表の「健康日本21」によると、一般に総コレステロールが5mg/dl理想値に近づくと、脳血管疾患における罹病率が7.4%低下することが記載されている。

HbA1cに関しても、通勤交通手段転換によって表記のように、血液検査におけるHbA1cの検査数値が、0.17%だけ理想値に近づいたという結果が得られた。UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Groupの研究¹⁹⁾によると、一般にHbA1cの数値が1%理想値に近づく、糖尿病の合併症罹病率が25%低下することが報告されている。

(2) シナリオ分析の概要

最後に、健康便益に関する簡単なシナリオ分析を行う。BMIは生活習慣病全般に影響するとされているが、ここでは5大生活習慣病のうち、BMIの変化が直接的に影響すると考えられている糖尿病、脳血管疾患、高血圧性疾患、虚血性心疾患について便益を計算する。

以下の計算においては、30歳でBMI30.0kg/m²の肥満2度であった人が、一日当たり3,500歩の歩数増加がある通勤交通手段転換を行い、BMI29.2kg/m²の肥満1度になった場合を検討する。

各疾病に対する一人当たりの年間医療費は、厚生労働省から発表されている2002年度国民医療費²⁰⁾と2002年度患者調査²¹⁾から算出した。表－10に年間医療費の算出結果を示す。

表－10 疾病別の一人当たりの年間医療費

疾病名	年間医療費(円/人)
糖尿病	5,089,131
脳血管疾患	3,196,875
高血圧性疾患	4,994,880
虚血性心疾患	2,312,458

実際の糖尿病は、先天性の要因により運動量に関係なく幼児期から発症しているケースや、運動量の増加により治癒されるケース、食事療法や薬物療法を併用して一生をかけて治療していくケース等、多岐に渡っている。本研究では、運動量の変化によって糖尿病及びその合併症罹病率が変化し得るケースのみを想定する。

また、各疾病の罹病率を表－11にまとめた。表－11に示す罹病率は、厚生労働省の算出定義を基にして、30歳以上80歳未満の成人が、肥満2度のBMI30.0kg/m²、肥

満1度のBMI 29.2 kg/m²であった場合における、それぞれの一生のうちの発症確率である。表-9の解説で述べた「健康日本21」に記載を引用し、普通体重、或いは理想値であるBMI=22.0kg/m²の場合を罹病率0%として、BMIがそれぞれ7.2 kg/m²、8.0 kg/m²の増加に伴う各罹病率の上昇分を算出した。また、現実には、健康への影響には個人差もあり、分析対象とした検査項目の数値変化と罹病率の変化も一定の比率で変化しているとは言い難いが、ここでは計算上、検査数値の変化と罹病率が一定の比率で変化するものと仮定し、罹病率の算出を行っている。

表-11 各疾病の罹病率

分析項目	疾病名	罹病率(%)	
		BMI=29.2	BMI=30.0
BMI	糖尿病	7.69	12.65
	脳血管疾患	33.28	51.2
	高血圧性疾患	13.07	13.07
	虚血性心疾患	22.88	35.2

(3) 健康便益の検討結果

通勤手段転換前：

糖尿病に関しては

$$12.65(\%) \times 5,089,131 (\text{円/人} \cdot \text{年}) \\ = 643,775 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

以下、同様に算出していくと

$$\text{BMI} : 643,775 (\text{糖}) + 1,636,800 (\text{脳}) + 652,830 (\text{高}) \\ + 813,985 (\text{心}) = 3,747,390 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

この医療費は80歳の時点における期待値であるので、30歳である現時点から50年後までの1年ずつに換算すると、 $3,747,390 / 2 = 1,873,695 (\text{円/人} \cdot \text{年})$ になる。

通勤手段転換後：通勤手段転換前と同様に

$$\text{BMI} : 391,154 (\text{糖}) + 1,063,920 (\text{脳}) + 652,830 (\text{高}) \\ + 529,090 (\text{心}) = 2,636,994 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

同様に1年当りに換算すると、

$$2,636,994 / 2 = 1,318,496 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

通勤交通手段転換の時間費用：

$$50 (\text{円/分})^{20)} \times 35 (\text{分/日}) \times 200 (\text{通勤日数/人} \cdot \text{年}) \\ = 350,000 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

$$\text{合計} : 1,318,496 (\text{円/人} \cdot \text{年}) + 350,000 (\text{円/人} \cdot \text{年}) \\ = 1,668,496 (\text{円/人} \cdot \text{年})$$

よって $1,873,695 - 1,668,496 = 205,199 (\text{円/人} \cdot \text{年})$ の健康便益が得られる。なお、将来の割引率については、健康を対象とした場合は是非が議論されており、ここでは設定していない。

7. 結論

本研究では、日常的な交通行動として通勤に着目し、

交通行動が健康に与える影響について検討した。主な結論として、以下のことが挙げられる。

- ① 交通と健康分野における既往研究レビューから、身体行動を伴う通勤交通手段をとることでBMI、血圧、総コレステロールが、健康上理想的な影響を受けることが伺えたが、クロスセクションデータによる分析を行った研究が多いため、構成人員の変化が与える影響に疑問が残った。また、既往研究では、身体行動時間は長かった場合や、特に活発であった場合には、高血圧の発症等の健康上の悪影響が確認されたことも報告されているが、この点において明確な知見は未だ得られていない。
 - ② 本研究においては、通勤交通行動と健康に関するアンケート調査の結果より、自動車通勤者と比較して、非自動車通勤者は、BMIにおける肥満度が低いことがわかった。このことから、日常の通勤交通手段選択に伴う歩行量が、BMIに影響を与えていることが確認された。BMIは生活習慣病罹病の目安とされていることから、通勤交通手段の転換により、生活習慣病の発症が予防されることが期待される。
 - ③ 通勤交通手段転換実験によるパネルデータ調査の結果から、分析対象とした血液検査項目において、歩数の増す通勤交通手段転換による健康向上の効果を確認した。健康増進の検討結果を見ても、より時間がかかるといふ費用があっても、歩数増加のある交通手段に転換することは、結果的に高い健康便益をもたらす可能性がある。
- また、交通と健康の関係性に関する研究の今後の課題として次のことが挙げられる。
- ① 交通事故等のリスク、歩行中の排気ガスによる健康状態の悪化、アウトプット損失、複数の疾病に対する複合効果、人口コホート、割引率の設定等を視野に入れた費用便益分析による検討を行い、交通行動による健康への影響について、より正確な評価を行っていくことが望ましい。
 - ② 今回の通勤手段転換実験の結果からは、総コレステロール等の血清脂質に関する明確な傾向は得られなかった。パネル調査における厳格な個人内変動のコントロールが必要である。

注釈

- *1) BMI (Body Mass Index) = 体重(kg) ÷ 身長² (m²)
 *2) TC=LDL-C+HDL-C+トリグリセリド/5

参考文献

- 1) Sallis, J.F. et al.: Active transportation and physical activity: opportunities for collaboration on transportation and public health research, Transportation Research Part A 38, pp.249-268, 2004
- 2) Transport & Health Study Group: CARRYING OUT A HEALTH IMPACT ASSESSMENT OF A TRANSPORT POLICY GUIDANCE FROM TRANSPORT & HEALTH STUDY GROUP, FACULTY OF PUBLIC HEALTH MEDICINE, 2000

- 3) Transportation research Board: Do the Built Environment Influence Physical Activity?, Transportation research Board Institute of Medicine, 2005
- 4) 厚生労働省: 健康日本21、2000
- 5) 厚生労働省: 健康増進法、2002
- 6) Hu, G. et al.: Commuting, leisure-time physical activity, and cardiovascular risk factors in China, Medicine and Science in Sports and Exercise 34, pp.234-238, 2002
- 7) Hu, G. et al.: Relation between commuting, leisure time physical activity and serum lipids in a Chinese urban population, Annals of Human Biology 28, pp.412-421, 2001
- 8) Wagner, A. et al.: Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men: the PRIME study, International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders 25, pp.940-948, 2000
- 9) Andersen, L.B. et al.: All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work, Archives of Internal Medicine 160, pp.1621-1628, 2000
- 10) Hayashi, T. et al.: Walking to work and the risk for hypertension in men: the Osaka health survey, Annals of Internal Medicine 130, pp.21-26, 1999
- 11) Bovens, A.M. et al.: Physical activity, fitness, and selected risk factors for CHD in active men and women, Medicine and Science in Sports and Exercise 25, pp.572-576, 1993
- 12) Elvik, R.: Which are the relevant costs and benefits of road safety measures designed for pedestrians and cyclists?, Accident Analysis and Prevention 32, pp.37-45, 2000
- 13) Salenesminde, K.: Cost-benefit analyses of walking and cycling track taking into account insecurity, health effects and networks taking into account insecurity, health effects and external costs motorized traffic, Transportation Research Part A 38, pp.593-606, 2004
- 14) Noland, R.B. et al.: Short-run and long-run policies for increasing bicycle transportation for daily commuter trips, Transport Policy 2(1), pp.67-79, 1995
- 15) Hopkinson, P. et al.: Evaluating the demand for new cycle facilities, Transport Policy 3 (4), pp.241-249, 1996
- 16) de Ortuzar, J.D. et al.: Estimating demand for a cycle-way network, Transportation Research Part A 34, pp.353-373
- 17) Korve, M.J. et al.: Benefit-cost analysis of added bicycle phase at existing signalized intersection, Journal of Transport Engineering 128 (1), pp.40-48, 2002
- 18) 前畑英介他: 健診被験者サイドに立って開発した生活習慣病測定キット, 臨床検査, Vol.48, no.12, pp.1527-1532, 2004
- 19) UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group: Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS33), vol.352, 837-53, 1998
- 20) 厚生労働省: 平成14年度国民医療費の概況, 2002
- 21) 厚生労働省: 平成14年患者調査の概況, 2002
- 22) 寺嶋潔: 鉄道プロジェクトの評価方法マニュアル 2005, (財) 運輸政策研究機構, 2005
- 23) Frank, L. D.: Land use and transportation interaction: implications on public health and health and quality of life, Journal of Planning Education and Development 124, 1, 2000
- 24) Pratt, M.: Higher direct medical costs associated with physical inactivity, The Physical and Sportsmedicine, vol.28, No.10, October 2000
- 25) Robert, A.S.: Epidemiologic Methods for Health Policy, Oxford University Press, 1999[上畑鉄之丞監訳, 水嶋春朔他, 医学書院, 2003]
- 26) 厚生労働省: 平成14年度国民医療費の概況, 2002
- 27) 厚生労働省: 平成14年患者調査の概況, 2002
- 28) 厚生労働省: 平成14年度糖尿病実態調査報告, 2002
- 29) 総務省: 平成14年人口推計, 2002
- 30) 池田義男、井上修二他: 肥満の臨床医学 病態・診断・治療, 朝倉書店, 1993

個人の通勤交通行動が健康状態に与える影響に関する研究*

村田香織**・室町泰徳***

本研究では、日常的な交通行動として通勤交通行動に着目し、交通と健康分野における既往研究からパネルデータによる調査・分析が必要性を検討し、2万枚の通勤交通行動と健康に関するアンケート調査及び、30名の被験者による通勤交通手段転換実験を行った。その結果、通勤交通行動がBMIに影響していること、歩数増加とBMI、HbA1c等の改善を介して生活習慣病の罹病率低下に寄与する可能性があることを確認した。また、健康増進に関して簡単なシナリオ分析を行い、交通手段転換による健康便益についても検討した。

The Effects of Commuting Behavior on Health Condition *

By Kaori MURATA**・Yasunori MUROMACHI***

In this paper, we studied the effects of commuting behavior on health condition. After the review of previous research, we conducted two surveys, questionnaire survey on commuting mode choice and health condition, and panel experiment of temporal switch from usual commuting mode to more physically loaded mode such as walking and cycling. From the first dataset, we found the effects of commuting mode choice on BMI which is a major factor of health condition. From the second panel dataset, we found increase in walking improved BMI and HbA1c, which lead to healthier condition.