

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 28日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21510179

研究課題名（和文） 自転車利用モーダルシフトの地震防災的効用に関する研究

研究課題名（英文） Study on Benefit of Modal Shift Using Bicycles for Earthquake Disaster Mitigation

研究代表者

村上 ひとみ (MURAKAMI HITOMI)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：10201807

研究成果の概要（和文）：

本研究では地震後非常参集における交通手段アンケート調査から自転車活用条件を明らかにした。東日本大震災では名取市における津波避難アンケート調査をもとに、渋滞は厳しいが、身の危険は徒歩・自転車より自動車の方が低いこと、自転車は避難開始が早く機動性に優れることを示した。

山口市の住民アンケート調査から自家用車依存が地理知識獲得に負の影響を及ぼし、地域活動参加が公共施設や商店等の正規化得点を高める傾向を示した。また災害早期の被害情報共有に役立つモバイル情報システムを開発した。以上を併せて、日常の自転車利用を促進し、自家用車依存を軽減することで、非常参集や津波避難に役立つ等、地震防災への効用が示された。

研究成果の概要（英文）：

In this study, questionnaire survey on emergency gathering was conducted and conditions to use bicycles were found. In the Great East Japan earthquake disaster, questionnaire survey on tsunami evacuation in Natori city indicated that majority used automobiles in severe traffic jam, however, life threat was higher for pedestrians than for automobile users. Bicycle riders tended to start evacuation faster. Questionnaire survey in Yamaguchi city indicated that dependence on automobiles tend to reduce knowledge of local places. Mobile information system to share early damage distribution was developed to support bicycle users. Promotion of daily use of bicycles and reduction of automobiles were found to make various benefits for earthquake disaster emergency response.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：自転車利用 非常参集 津波避難 アンケート調査 モーダルシフト 地理知識

1. 研究開始当初の背景

マイカー利用を助長してきた都市のスプロールを抑制し、自転車や公共交通が利用しやすいコンパクトなまち作り、道路環境の整備に向けた取り組みも各地で実践例が見られる時代になってきたモーダルシフトは地球環境にやさしいだけでなく、地域の地震防災力を高める上で様々な効用が期待できる。例えば、道路閉塞や通行障害に対して日頃から通勤に自転車を利用している場合は、自治体や企業への非常参集や帰宅困難にも柔軟に対応できる。自転車や徒歩による通勤に伴う路上観察や人とのコミュニケーションを通じてコミュニティの危険箇所や防災資源の所在を入れた認知マップが形成される。道路が狭く入り組んでいる密集市街地において、車通勤が減ることで、道路上に可燃物としての車台数や密度が減ることになり、道路閉塞や出火延焼危険が低減される、などが想定される。

大地震後の避難や救援に際して、自治体や企業の対策本部で自転車を活用すれば、供給困難になるガソリン等の燃料に頼らずに機動力を増すことができる。また、車に頼る避難者が多ければ、避難所となる学校の校庭や公共施設の駐車場が車で一杯になって救援活動に多大な支障を来すが、モーダルシフトを推進する地域コミュニティであれば、車への依存は軽減されることになる。

2. 研究の目的

本研究では、日常から自転車等の利用を勧めるモーダルシフトが、自治体、コミュニティの地震備え、緊急対応等に対してもたらす効用を調査分析し、モデルを構築し、その推進策を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

- (1) ケーススタディ域を対象に自転車利用と地域愛着度、防災意識に関するアンケート調査を実施し、相関関係を分析する。
- (2) 自治体の地震後非常参集における交通手段選択に関するアンケート調査から自転車活用の条件を分析する。
- (3) 東日本大震災における津波避難のアンケート調査を実施し、車の多用による功罪と自転車の活用可能性を検討する。
- (4) 災害時の自転車利用を推進・支援する地域情報共有システムの開発を行う。

これらの成果をまとめて、コミュニティ・自治体での自転車利用促進による津波避難時の有効活用と自動車の抑制等モーダルシフトの促進による地震対策面の効果を明らかにし、今後の対策に役立てる。

4. 研究成果

(1) 自転車利用と地域愛着度、認知マップの相関性に関するモデル構築

特定地域の住民を対象に、地理知識及び生活習慣に関するアンケート調査を実施した。調査は、山口県山口市内の平川地域及び小鯖地域で実施した。以下に調査の概要を示す。

- ・ 調査日時：2010年11月21日（日）
- ・ 調査場所：
平川小学校（平川地域）
小鯖地域交流センター（小鯖地域）
- ・ 調査対象：地域の祭りに参加した住民
- ・ 回答方式：面接方式
- ・ 回答者数：平川地域48名／小鯖地域49名
- ・ 回答者の年齢分布：10歳代～70歳代

本調査では、住民の地理知識獲得に影響を与える可能性のある生活習慣として、以下の5種類を想定した。

(a) 「自宅の周辺をよく歩いて散策する。」
徒歩での移動の頻度が高い人は、地域に存在する施設をより多く認知している可能性があるとの仮説による。

(b) 「自宅周辺の地図をよく見る。」
ハザードマップ、公共交通マップ等の配布において期待されているように、地図の閲覧を通じた地理知識獲得の可能性による。

(c) 「初めての場所に行く際は事前に地図を確認する。」

(b)と同様に、地図の閲覧を通じた地理知識獲得の可能性を考慮している。

(d) 「買い物やレジャーは山口市外で済ませることが多い。」

地方都市において、市域を越えた移動には一般に自家用車が用いられる。これにより、徒歩や公共交通による移動の頻度が低くなることから、地理知識の獲得機会が減少するのではないかとの仮説による。

(e) 「地域の活動（自治会など）によく参加する。」

地域の活動への参加度の高い人は、身近な地域への関心が高く、地理知識が豊富なのではないかとの仮説による。

また、回答者の日常的な交通手段の利用頻度についても調査した。具体的には、自転車・車を使う頻度やその目的、徒歩による移動が可能な距離などの設問を行っている。

本研究では、住民の地理知識の調査に当たり、「回答者が当該施設の存在及び位置を想起できる」ことを重視した。そのために、まずアンケート回答者に、主要街路、河川等のみを記載した地図を配布した。その上で回答者に対して、「知っている施設の位置と名称」を地図上に記入することを求めた。記入数が多いほど、当該回答者がより多くの施設を想起することができ、より多くの地理知識を有

しているものとみなした。記入を求めた施設は、学校（小中学校及び高校）、公園、その他公共施設、病院・医院、よく利用する商店の5種類である。災害時の避難、救援行動を考慮した場合、学校、公園、公共施設、医院・病院に関する知識は重要と考えられる。また、地域の活性化を考える場合、住民が地域内の公共施設や商店を認知していることが必要と考えられる。

地図への施設記入数で示される地理知識への影響に関する分析を行う。施設別の正規化得点値を用いて、母平均差の検定を実施した。

交通手段の利用頻度においては、自家用車・バイク・原付の利用頻度と、よく利用する商店の正規化得点平均値の間に10%有意差が認められた（表1）。この結果は、「ほぼ毎日自家用車・バイク・原付を利用する」回答者は、「自家用車・バイク・原付の利用頻度が低い」回答者と比較して商店に関する地図上への記入数が少ない傾向にあることを示している。この結果は、自家用車への依存度の増加が、地理知識の獲得に対して負の影響を有している可能性を示唆するものと考えられる。

表2は、(a)～(e)として示した生活習慣の、施設別認知度への影響について、有意差が認められたケースを示している。以下にその概要を示す。

・(c)「初めての場所に行く際は事前に地図で確認する」習慣を有する回答者は、そのような習慣を有さない回答者と比較して、よく利用する商店の正規化得点平均値が高い（10%有意）。

・(d)「買い物やレジャーは山口市外で済ませることが多い」回答者は、そのような習慣を有さない回答者と比較して、病院・医院及びよく利用する商店の正規化得点平均値が低い（病院・医院は10%有意、商店は5%有意）。

・(e)「地域の活動（自治会など）によく参加する。」回答者は、そのような習慣を有さない回答者と比較して、公共施設及びよく利用する商店の正規化得点平均値が高い（5%有意）。

表2に示すような、日常の生活習慣の地理知識獲得への影響が生じた要因として次の3点が考えられる。

・「地域の活動によく参加する」回答者は、活動の必要上公共施設を訪れる頻度が高くなるものと予想される。このように、生活習慣がある施設への訪問頻度を高めるものである場合、当該施設に関する地理知識は増加するものと考えられる。

・「地域の活動によく参加する」、「買い物やレジャーを山口市内で済ませる」回答者は、そのような生活習慣を持たない回答者より

も、身近な地域に対する愛着や関心が高く、地理知識獲得の意欲が高いことが予想される。このように、生活習慣が地域への愛着や関心を高めることに資する場合、そのことが地理知識獲得の契機になり得ると考えられる。

表1 交通手段利用頻度の施設別認知度への影響

交通行動	施設	ほぼ毎日利用する		毎日利用以外		P値
		回答者数	正規化得点平均	回答者数	正規化得点平均	
自家用車・バイク・原付	商店	52	-0.11	11	0.50	0.070

表2 生活習慣の施設別認知度への影響

施設	習慣有り		習慣無し		P値
	回答者数	正規化得点平均	回答者数	正規化得点平均	
商店	25	0.26	38	-0.17	0.091
病院・医院	14	-2.91	49	0.08	0.088
商店	14	-0.41	49	0.12	0.025
公共施設	18	0.46	45	-0.18	0.019
商店	18	0.44	45	-0.18	0.026

※生活習慣の数字は本文参照

・「初めての場所に行く際は事前に地図で確認する」回答者は、地図の閲覧を通じて目的地周辺を含めた地理知識を獲得しているものと考えられる。同様に、「買い物やレジャーを山口市内で済ませる」回答者は、外出時に目的地以外の地理知識を獲得する機会を有していると考えられる。すなわち、地図の閲覧や外出が、の地理知識を獲得する機会の拡大に資するものと考えられる。

(2) 地震時非常参集における交通手段選択と自転車利用の利点・課題

2009年駿河湾の地震(8月11日午前5時7分発生、最大震度6弱)における静岡県職員への参集交通手段のウェブアンケート調査(回収1562件、回収率21.6%)を基に、交通手段選択の要因と問題点を検討した。そこで、地震時に自転車を有効活用するための条件を日常生活での利用、事前の備え、地理的要因の観点から整理した。静岡県内の通勤・通学手段はかなり自動車に依存した形態となっており、自転車は平坦な都市部でよく利用され、地方都市及び丘陵の多い伊豆半島方面で利用されづらい傾向がある。

非常参集の際、交通手段の選択は日頃の通勤手段に依存することがわかった。また、自転車を地震時に活用するためには、日頃の整備やパンク対策、雨具の準備等が必要である。地震時に自転車を活用できる範囲は8km前後であり(図1)、長距離通勤者が多い今の参集形態では自転車の活用には限度がある。8km以内であれば30分以内で参集できる可能性もある。そのため、参集場所を原則勤務地とする初動体制の見直しの声も多く見られた。

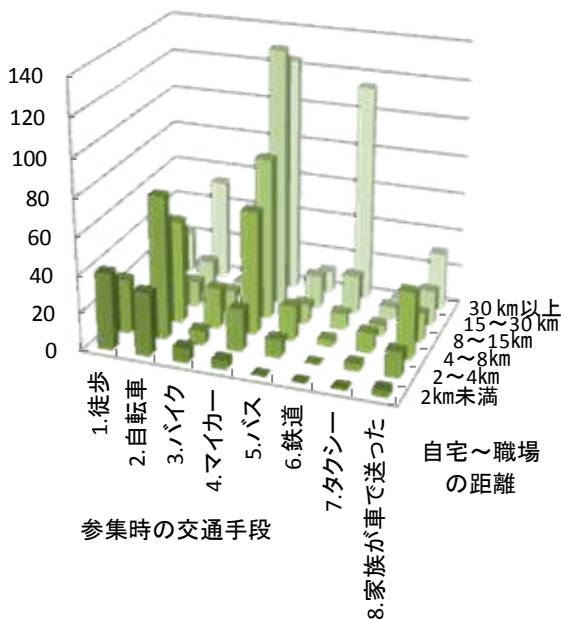


図1 参集時の交通手段と通勤距離の関係 (静岡県職員 n=1253)

(3) 東日本大震災における津波避難行動の名取市調査と交通手段の選択要因

名取市閑上地区は海岸平野に位置し、地震の約1時間後に襲来した津波(港で浸水深8.5m)により激甚な被害を受けた。名取市の死者・行方不明は約980名、全壊家屋2800棟に達する。

2011年7月~8月に、名取市での津波避難アンケート調査を実施し、324件の回答(回

収率29%)を得た。なお、筆者(HM)も参加している石巻市での避難行動アンケート調査から、比較のため一部引用する。

名取の集計より、以下のことが明らかになった。防災行政無線が故障したため、住民はラジオ、広報車、近隣や家族の呼びかけで警報を知った。避難の時期は揺れが収まってすぐは37%と少なく、家族を迎えにいく、近所の人に声かけ、かたづけなどを行い、避難が遅れたケースが多い。一方で、近所の高齢者を車に乗せて避難するなどの助け合いも多い。避難の交通手段は65%が自動車により(運転して、乗せて貰って)、歩いて・走っては30%、自転車は3%と少ない(図2)。多数が自動車で避難し、避難場所を移動する事態に至り、渋滞が発生し犠牲者が増えた(図3)。

交通手段と身の危険(図4)より、名取では車の場合は危険域から脱出して津波を見ていない割合が多い一方、津波に巻き込まれる寸前、巻き込まれたケースもある。危険度は自転車が低く、次いで自動車、歩いて、走っての順になる。

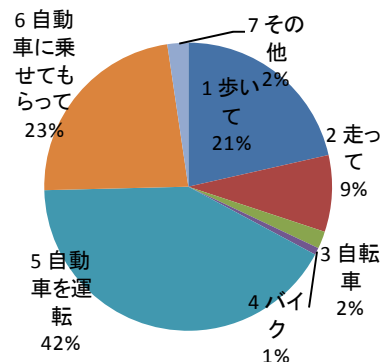


図2 避難の交通手段 (名取 n=256)

交通手段と避難開始時期の関係(図5)より、石巻では、10分以内避難率が自転車63%に対して、「自動車を運転して」41%、「歩いて走って」34%、「自動車に乗せてもらって」33%と遅い。

避難時の交通手段は、平常時の移動手段に大きく依存しており、車の多用から渋滞等の危険が増したことが分かった。一方で、早期に避難を開始した場合、車で内陸部や高台に到達して津波を見ていないケースも多かった。今後、高台の遠い平野部では避難建物の有効活用、弱者の車を優先し、健常者の車抑制策と自転車の有効性検証が課題となる。

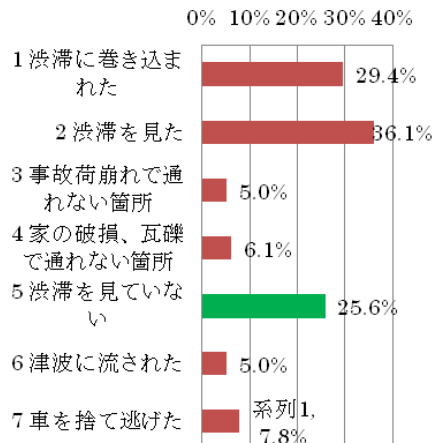


図3 車で避難の場合、渋滞など(名取 n=180)

■ 1 来るのを見ていた ■ 2 巻き込まれる寸前
■ 3 巻き込まれた ■ 4 見ていない

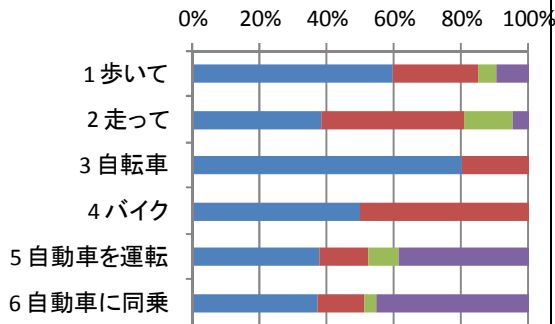


図4 交通手段と身の危険 (名取 n=239)

■ 5分未満 ■ 5~10分 ■ 10~20分
■ 20~40分 ■ 40分~1時間 ■ 1時間以上たって

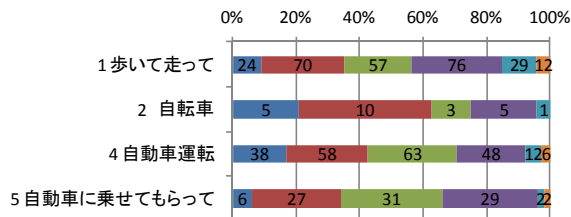


図5 交通手段と避難開始時間の関係(石巻 n=614)

(4) 災害時の自転車利用を推進・支援する災害時地域情報共有システムの開発

自転車等を活用しての避難中の住民に災害情報を伝えることができれば、より安全な行動をとることができる。また、自転車移動の利点として、災害による地域の被害を詳細に収集し、共有することで、行政、地域の自主防災組織が、地域全体の災害様相を把握することができる。

そこで、現在高い普及率を有するスマートフォンを使った災害時の地域情報共有システムを開発した。開発に際しては、図6に示すシステム・言語構成で行った。

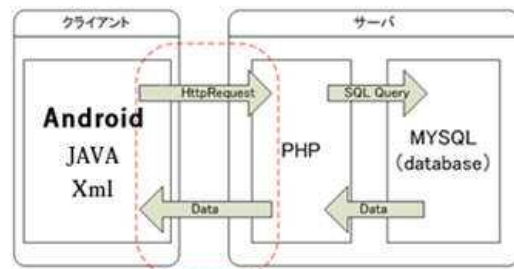


図6 システム・言語の構成

次に、開発したシステムでは図7に示すスマートフォンで稼働するアプリケーションを開発し、そこから自転車利用者が各種被害状況を簡便に入力できるようにした。

さらに、これらの入力した情報をスマートフォン上やパソコン上で閲覧する機能もあわせて開発した。図8にその画面の例を示す。



図7 スマートフォン上での入力画面



図8 PC上の情報共有画面

以上のシステムを地域住民や災害放送に携わるコミュニティ FM のパーソナリティに

使用してもらい、評価した。その結果、被害情報を共有するにはよいツールであること、また普段からの利用として、例えば地域でのイベントの際での活用もできるといった意見をいただいた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

①Murakami, H., Takimoto, K., Pomonis, A. (2012): Tsunami evacuation process and human loss distribution in the 2011 Great East Japan earthquake -A case study of Natori city, Miyagi prefecture-, Proc. 15th World Conf. Earthq. Engr., 査読有、in print.

②村上ひとみ(2012): 自転車に乗って仙台・名取の津波被災地で考えたことー津波避難に自転車は役に立つだろうかー、東濃地震科学研究所報告、査読無、No.30, pp.71-74.

③Murakami, H., Fraser, S., et al (2012): A field study on conditions and roles of tsunami evacuation buildings in the 2011 Tohoku Pacific Earthquake and Tsunami, Joint Conf. Lectures & Abst. 9th Intern. Conf. Urban Earthq. Engr., 査読無、pp.89-95.

④岸功泰・榊原弘之・柳珍英・村上ひとみ(2011): 日常の生活習慣の地理知識獲得への寄与に関する基礎的研究、土木計画学研究・講演集、査読無、No.44, 5pp.

⑤村上ひとみ・峠裕貴・兼久威矩・他(2011): 交通まちづくり市民団体主導による自転車通行社会実験の試みー山口県宇部市の事例ー、土木計画学研究・講演集、査読無、No.43, paper no. 378.

⑥村上ひとみ・柏原一樹(2011): 2011年東北地方太平洋沖地震における津波避難行動と交通手段の問題ー名取市におけるアンケート調査ー、地域安全学会梗概集、査読無、No.23, 67-70.

⑦村上ひとみ・梅津譲(2011): 2011年東北地方太平洋沖地震における名取市閑上地区の津波避難に関するヒアリング調査、日本地震工学会年次大会 2011 梗概集、査読無、No.8, 64-65.

⑧村上ひとみ、鈴木亮(2011): 地震後のモビリティと自転車利用支援策についてー静岡・新潟県の自転車商組合アンケート調査ー、東濃地震科学研究所報告、査読無、No.28, 137-142.

⑨村上ひとみ、砂川卓弥(2010): 自転車利用促進に向けた道路条件評価に関する研究ー宇部市における交通事故発生率の地理的分布ー、地域安全学会論文集、査読有、No.13, 223-231.

⑩村上ひとみ、他(2010): 2009年駿河湾の地震における静岡県職員参集に関するアンケート調査と自転車利用の課題、東濃地震科学研究所報告、査読無、No.26, 37-48.

〔学会発表〕(計 4 件)

①村上ひとみ(2011): 2011年東北地方太平洋沖地震の大津波による名取市の人的被害と避難行動に関する調査、日本自然災害学会、2011年11月19日、東京大学、東京.

②南部 圭太郎、瀧本 浩一(2011): 災害時における地域情報共有システムの開発、第13回 IEEE HISS, 2011年11月12日、広島大学、東広島市.

③Sakakibara, H., Kishi, K., Murakami, H. (2010): Relationship between Daily Practice and Geographical Knowledge on Evacuation, 1st Annual Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk Management - IDRiM 2010, 2010/9/2, BOKU Vienna, Austria.

④Murakami, H., Yagi, H., Sakakibara, H. (2010): A Study on Active Use of Bicycles for Commuting and its Potential for Earthquake Emergency Mobility - Based on the Questionnaire survey in Shizuoka Prefecture -, 1st Annual Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk Management - IDRiM 2010, 2010/9/2, BOKU Vienna, Austria.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村上 ひとみ(MURAKAMI HITOMI)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 10201807

(2) 研究分担者

榊原 弘之(SAKAKIBARA HIROYUKI)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 90304493

瀧本 浩一(TAKIMOTO KOICHI)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 50263794