

PTデータの時刻丸め回答の 交通特性・個人属性による変化分析

古屋 翔太郎¹・円山 琢也²

¹学生会員 熊本大学大学院自然科学教育部土木建築学専攻（〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2-39-1）
E-mail:229d8357@st.kumamoto-u.ac.jp

²正会員 熊本大学教授 大学院先端科学研究部
（〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1）
E-mail:takumaru@kumamoto-u.ac.jp (Corresponding Author)

近年、社会調査をとりまく環境が急激に悪化し、調査結果における誤差の改善が急務である。回答時刻を繰り上げ、繰り下げされて生じる「丸め誤差」は、現在研究例が少なく、その発生要因や発生傾向は十分に分析されていない。本研究では、最近提案された出発時刻の丸め度合いの指標 wRDT を用いて、熊本 PT 調査データを対象として個人属性、トリップ属性による丸め誤差の変化分析を行った。その結果、個人属性、トリップ属性による丸め誤差への影響が確認された。また、それらの傾向は経年変化していることもわかった。属性別の丸めやすさの分析結果は交通調査における改善対象の選定、調査間の回答態度の比較に役立つと考えられる。

Key Words : *rounding error, household travel survey, social survey*

1. はじめに

(1) 背景及び目的

社会の実態や事象を明らかにするために、古くから社会調査が実施されてきた。社会調査のデータから得られる結果から公共政策の立案・評価が実施され、さらに社会心理学や文化人類学といった学術的用途でも幅広く利用される。そのため分析の基礎となるデータにおいては高い品質が求められる。

しかし、社会調査を取り巻く環境は近年急激に悪化し、適切な社会調査の実施が困難であるという指摘がされている。社会調査環境の悪化により、調査の質の低下が問題として挙げられている。調査の質の悪化は調査結果において誤差として現れるため、その改善は急務である。

社会調査の誤差には様々なものがあり、そのうちの一つに時刻の丸め回答による誤差（丸め誤差）がある。これは、調査回答者が時刻を切りの良い数字に繰り上げ、または繰り下げた丸め回答によって生じる測定誤差である。

しかしながら、時刻の丸め誤差についての研究例は少なく、その発生要因や発生傾向は十分に分析されていない。最近、佐藤・円山¹⁾は人口統計学で用いられるウィップル指数を応用した出発時刻の丸め度合いの指標 wRDT (weighted Rounding Departure Time) を提案しており、その指標を利用した研究の蓄積が求められる。

ここで社会調査の一つにパーソントリップ調査（PT 調査）がある。この PT 調査は誰が、いつ、どこに、何の目的で、どのような交通手段で移動したかについて、住民を対象に行うアンケート調査である。この PT 調査を用いた時刻の丸め回答に関する研究は先行研究²⁾にある。しかし、個人属性・トリップ属性の詳細な分析、そして日本国内のデータを用いて経年比較を行っている研究は少ない。

近年調査で得られる回答時刻の改善に関して、GPS を用いる等の改善策が提案されている。この方法は確かに正確な時刻データが得られる。しかし、個人属性との対応が困難であったり、移動目的、移動手段のデータが得られない。それらを推定する研究例もあるが、推定精度に限界は残される。よって、PT 調査における時刻の正確さを精査する価値は未だ高い。

本研究では過去3回分の熊本 PT 調査データを wRDT 指数を用いて分析する。具体的には、時刻を丸めやすい個人属性・トリップ属性、時刻の丸めやすさの経年変化を明らかにすることを目的とする。

本研究は、交通調査の時刻・時間データの取り扱いに注意が必要となる属性を明らかにするとともに、交通調査方法の改善の一助となることが期待される。

また、近年では調査はインターネットを使ったモニター調査がおこなわれている。本来、調査回答者は対象母体からランダムに選出されたものが理想であるが、現実

ではインターネットを使い慣れているや謝礼のためや調査に意欲的であるなど、特定の人に偏っていると思われる。この偏りの影響は回答態度として調査に表れると考えられる。しかし、その回答態度を表す指標は十分に検討されておらず、それを示す指標としてもwRDTの活用は期待される。

(2) 既存研究のレビューと本研究の位置づけ

丸め回答の誤差に関する研究の中にはエイジ・ヒーピング、つまり年齢の最終桁を0または5に丸めて回答する傾向について研究しているものが多くある。Lyon and Stones³⁾はその丸めの傾向を測る指標であるウィップル指数を用いて、地域別調査年別に比較を行った。そして、その分析から丸めの地域差、多くの地域で丸められた年齢の割合が経年で増加していることを示した。Denic *et al.*⁴⁾もウィップル指数を用いて、インド半島と中東の72か国のデータからエイジ・ヒーピングの影響を確認し、女性は男性よりもその傾向が小さいことも示した。アメリカ、バングラデシュ、アフガニスタン、ロシアの比較例⁵⁾においてもエイジ・ヒーピングは確認される。そして、国連の人口統計に関する報告書⁶⁾の中でもエイジ・ヒーピングの問題は取り上げられている。ここでは、途上国は丸めの傾向が大きく、先進国は小さいことが報告されている。

そして、時刻の丸め誤差を扱った研究は複数存在する。佐藤・円山⁷⁾はウィップル指数を応用して出発時刻の丸めやすさを表すwRDT指数の提案を行った。また、ウィップル指数とwRDT指数を海外の都市ごとに比較し、2つの指標の関係を明らかにした。吉川・円山⁸⁾は米国PT調査を用いて自己・代理回答別に時刻丸め傾向の分析をし、代理回答によって丸め誤差が発生しやすいことを明らかにした。しかし、個人属性・トリップ属性による丸め誤差への影響、国内における丸め誤差の経年変化は未だ明らかにされていない。本研究では個人属性・トリップ属性による丸め誤差への影響、その経年変化を熊本PT調査を用いて分析している。これらが本研究の新規性および独自性である。

(3) 本研究の構成

本研究の構成は、序章で研究の背景と目的を述べ、2.にて分析対象の概要及び分析手法について述べる。3.では、熊本PTデータを用いた時刻の丸めやすさを、個人属性に着目しながら考察を行う。4.では時刻の丸めやすさをトリップ属性に着目しながら分析する。5.では3.および4.で確認された傾向を回帰分析で精査する。6.では、本研究のまとめ及び今後の展望を記述する。

表-1 熊本都市圏PT調査データ概要

	調査時期	総トリップ数	有効トリップ割合(%)
第2回	1984年10月	151,149	944
第3回	1997年10月	162,151	933
第4回	2012年10-11月	271,143	844

2. データと分析手法

(1) データ

本研究では、1984、1997、2012年に実施された過去3回分の熊本PT調査データを対象データとする(表-1)。なお、調査ごとに個人属性(職業)とトリップ属性(代表交通手段、交通目的)の分類が異なり、時刻の表記方法も変更されているため日本標準職業分類⁹⁾等を参考に集計し統一した。

属性の統一は以下のように行った。

年齢：5-9は5歳、10-14は10歳と他年齢も同様にして、5歳刻みに統一

職業：日本標準職業分類を参考に1997年の分類に統一
交通目的：1997年の分類に統一

代表交通手段：1997年の分類に統一

また、性別、年齢、職業、交通目的、代表交通手段が不明であるまたは90歳よりも高齢のデータは除外データとする。残ったトリップデータの中で、出発時刻(分)のみが不明の場合は最も時刻が丸められて回答されるとし、出発時刻(分)の項目は0分と処理する。残ったトリップを有効トリップとして扱う。また、2012年のデータには、紙面回答またはウェブ回答を示す回収分類と付帯調査のデータが含まれており、2012年においてはこの項目も個人属性として分析を行う。付帯調査は三種類行われており、住まいに関する調査・高齢者に関する移動の調査・都市交通に関する調査である。このうち高齢者移動調査と都市交通調査には自由回答の項目が設けられており、それらの自由回答のデータも分析データとして扱う。

調査ごとに除外されたデータ割合が異なり、この除外データによって対象データに偏りが出ること、また出発時刻(分)以外の無回答データによる丸めやすさは考慮できていないことは留意する必要がある。

(2) 丸めやすさの分析手法

本研究では、PT調査データを個人単位とトリップ単位の2種類で集計し、個人属性での比較ではwRDT指数、トリップ属性での比較では10分単位トリップ割合を用いて、丸めやすさの比較を行う。10分単位トリップ割合は条件にあう総トリップのうち出発時刻(分)が10分単位で回答されたトリップの割合と定義する。wRDT指数は以下の計算式から求められる。両方の指標とも値が大き

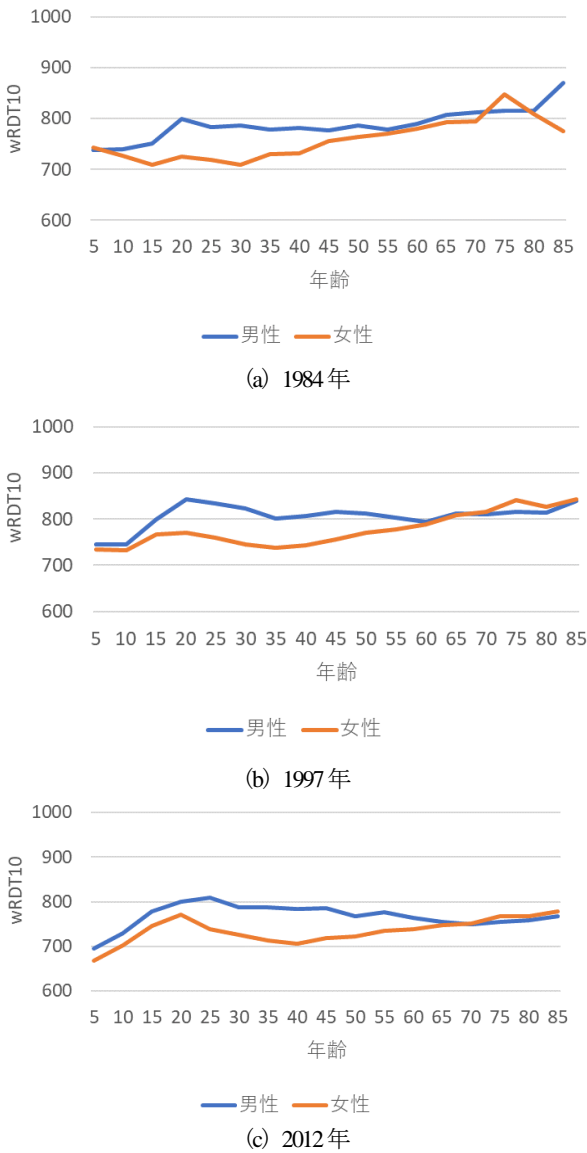


図-1 年齢別wRDT₁₀の男女比較

いほど、出発時刻が丸められていると判断する。
 個人単位とトリップ単位で使う指標が異なるのは、wRDTは下記の計算式から分かるように、個人の丸めやすさを示す指標であるためである。

$$wRDT_{10} = \frac{\sum_i \frac{N_{i,00}}{n_i} + \sum_i \frac{N_{i,10}}{n_i} + \sum_i \frac{N_{i,20}}{n_i} \dots \sum_i \frac{N_{i,50}}{n_i}}{1/10 (\sum_i \frac{N_{i,00}}{n_i} + \sum_i \frac{N_{i,01}}{n_i} + \sum_i \frac{N_{i,02}}{n_i} \dots \sum_i \frac{N_{i,59}}{n_i})} \times 100$$

ここで、 $N_{i,m}$ は個人*i*が*m*分と回答したトリップ数、 $n_{i,m}$ は個人*i*が報告した有効総トリップ数とする。値は0~1000の間をとり、値が大きいときは丸めやすく、小さいときは丸めにくいと判断する。

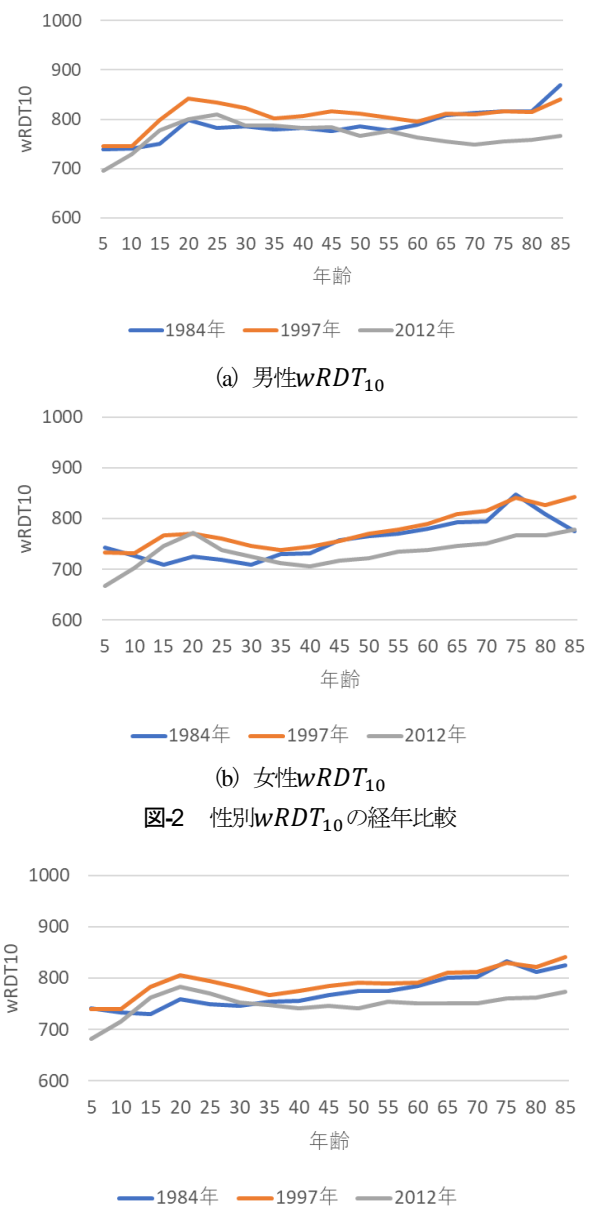


図-2 性別wRDT₁₀の経年比較

3. 個人属性別の回答時刻の丸めやすさの分析

本章では、個人属性別にwRDT₁₀の比較を行う。個人属性として性別、年齢、職業、トリップ数、回答手段、付帯調査を用いて、丸め誤差に与える影響を分析考察する。

(1) 性年齢

図-1は各調査の男女別年齢によるwRDT₁₀の変化を表している。共通して全体的に男性の方が値が高く、丸めやすいことがわかる。また、20~30代では丸めやすさの男女差が顕著に表れている。一方、高齢においてはその男女差はほぼ確認されない。

図-2は男女ごとの年齢別wRDT₁₀の経年変化を表している。男女両方とも経年的に値が減少し、経年的に丸め

にくくなっていることがわかる。高齢における傾向変化は男女で異なっている。経年で、女性は大きな傾向の変化は見られないが、男性はわずかであるが増加傾向から横ばいの傾向に変化している。男性の丸めやすさに対する年齢の影響が小さくなったことがわかる。

図-3 は男女合計の年齢別wRDT₁₀の経年変化を表している。各調査共通して 20 歳代で一旦ピークを迎え、高齢になるほど丸めやすさが増している。このことから 20 代の若者と高齢者が丸めやすいことがわかる。

これは 20 歳未満では保護者による代理回答が多いのに対して、20 歳代では自己回答が増加する傾向との関係が指摘できる。保護者による代理回答よりも、自己回答のほうが、注意深く回答しない可能性がありうる。高齢者においては記憶能力の低下が要因として挙げられる。

(2) 職業

図-4に各調査の職業別のwRDT₁₀を示す。共通して、技能工・生産工程従事者、事務的・技術的・専門的職業従事者、生徒・児童・園児（中学生以下）の値が低く、丸めにくいことがわかる。そして、農林漁業従事者の値は最も高く、丸めやすい職業だとわかる。

生徒・児童・園児（中学生以下）に関しては、保護者による代理回答が要因と考えられる。一般的に代理回答は時刻を丸めやすい傾向があるが、中学生以下といったまだ完全に自立することは難しい時期であり、保護者が行動を管理、把握している可能性が考えられる。そのため、保護者による代理回答が行われていても正確な時刻が回答されやすいと考えられる。

農林漁業従事者に関しては高齢者が多く、時刻を正確に覚えておくことが困難であると考えられる。農林漁業は明確な仕事の開始時刻や終了時刻は設定されていない。仕事の特性上細かな時刻が必要な場面が他の職業よりも少ないために、時刻への意識が低いことも考えられる。

表-2は職業別にwRDT₁₀の経年変化を表している。各調査ごとにwRDT₁₀の大小に差はあるが、丸めやすい職業の傾向に大きな変化はみられない。しかし、僅かであるが高校生以上の学生が経年的に丸めやすい傾向に変化していることがわかる。そして、2012年がもっとも丸めにくいことも読み取れる。

(3) トリップ数

図-5は各調査のwRDT₁₀のトリップ数による変化を表している。共通してトリップ数が多いほど値が低くなり、回答時刻を丸めにくいことがわかる。これはトリップ数を多く回答している人は、回答に意欲的である、または行動を詳しく覚えている人が多いことが要因と考えられる。また、雑な回答を行う人はトリップの書き漏れが多いことも要因として考えられる。

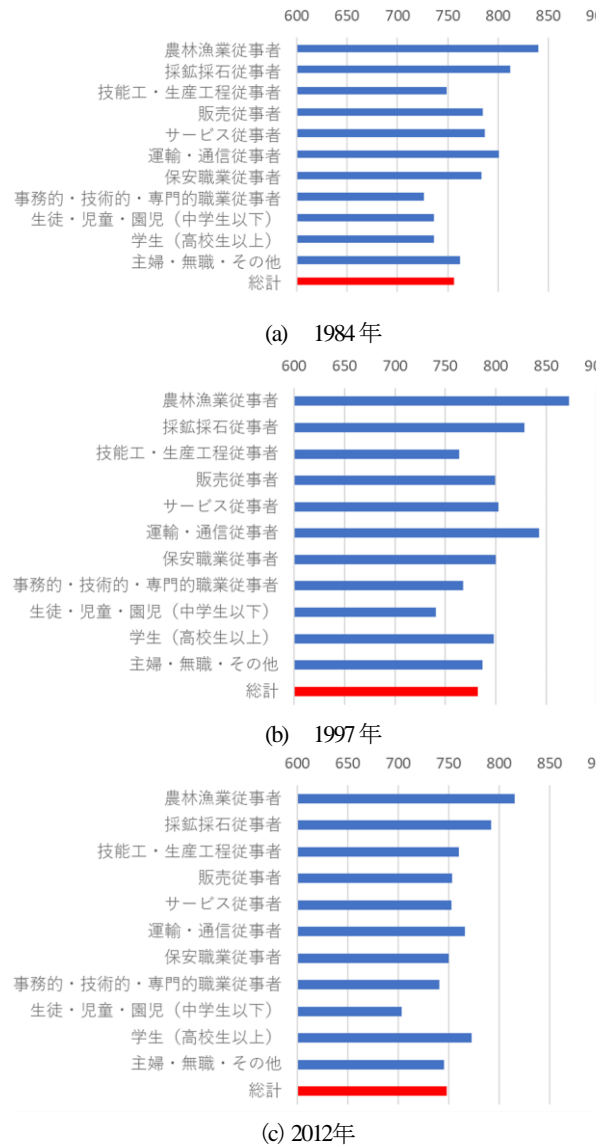


図-4 職業別wRDT₁₀比較

表-2 職業別wRDT₁₀の経年比較

職業	1984年	1997年	2012年
農林漁業従事者	840.4	872.3	815.1
採鉱採石従事者	812.0	828.4	792.0
技能工・ 生産工程従事者	749.3	763.5	759.7
販売従事者	784.7	799.3	753.0
サービス従事者	786.9	802.7	752.6
運輸・通信従事者	800.7	842.8	766.1
保安職業従事者	783.4	799.8	750.2
事務的・技術的・専門的職業従事者	726.5	767.6	740.9
生徒・児童・園児 (中学生以下)	736.3	740.5	703.2
学生 (高校生以上)	736.4	798.0	772.4
主婦・無職・その他	762.1	786.8	745.4
合計	756.6	781.8	747.8

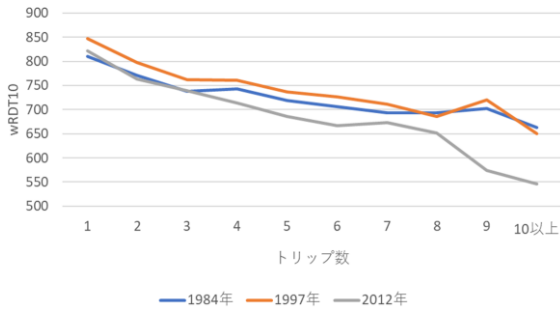


図-5 トリップ数別wRDT₁₀

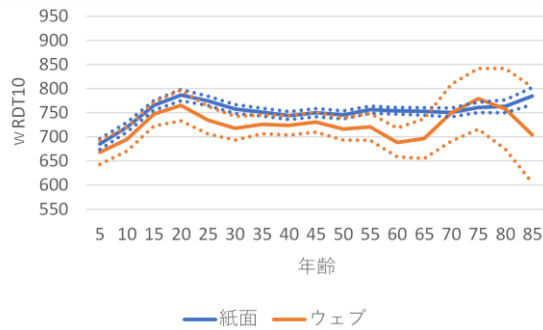


図-6 年齢別wRDT₁₀の回答方法別比較
注) 図の点線は95%信頼区間を示す

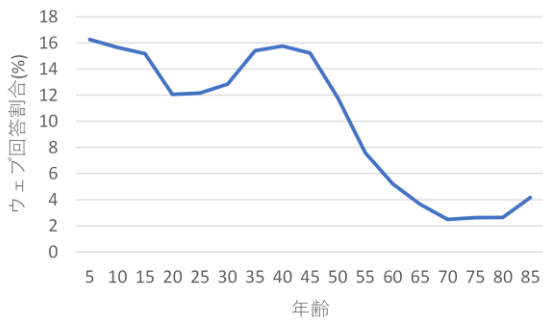


図-7 年齢別ウェブ回答割合

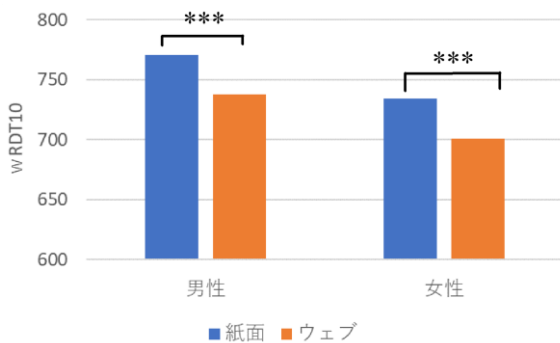


図-8 回答手段別wRDT₁₀男女比較
注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

また、wRDT₁₀の減少はトリップ数が3以降になると減少幅が小さくなっている。これはトリップ数が2以下のものは外出トリップと帰宅トリップの基本的なもので構成されていること、3以上はその基本的なトリップ

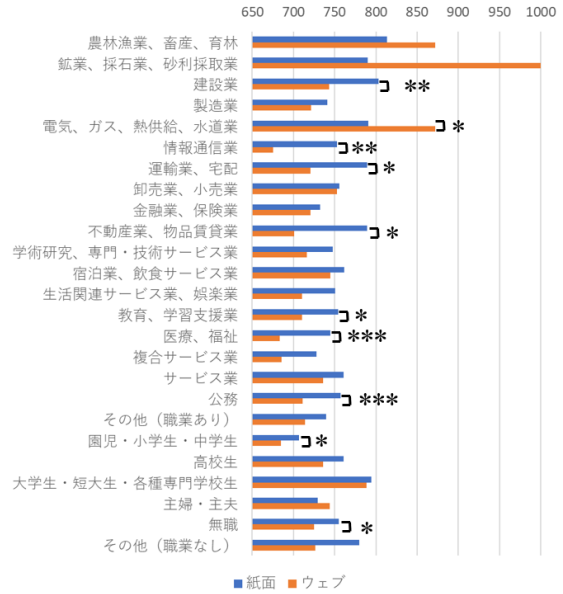


図-9 職業別wRDT₁₀職業比較
注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

に加えて、個人固有のトリップが含まれていることが要因と考えられる。外出と帰宅の基本的なトリップ以外の私事目的等のトリップも漏れずに記入している人は、時刻を丸めずに正確に記入する傾向が考えられる。

(4) 回答手段

2012年の調査の回答方法が紙面もしくはウェブであった。wRDT₁₀の回答手段による違いを分析する。

図-6は回答手段別の年齢によるwRDT₁₀の変化を表している。全体的に見て紙面回答の方が値が大きく、丸めやすいことがわかる。これは回答に要する努力の最小限化が要因として考えられる。紙面回答は直筆の記入であるため、ウェブ回答よりも手間がかかる。そのため紙面回答の方がより努力の最小限化のために丸めて回答していることが考えられる。

図-7は年齢別のウェブ回答割合を表している。15歳以下と40代で16%と比較的高い割合を示している。図-6と図-7より、ウェブ回答割合が高い年齢では紙面回答とウェブ回答のwRDT₁₀の差が小さく、回答手段の違いによる影響が小さくなっていることが読み取れる。これは電子機器やインターネットに慣れ親しんでいることで、回答方法の違いが回答態度に影響しにくいことが要因として考えられる。

男女別での比較を図-8に示す。どちらの回答方法においても男性の方が丸めやすいことがわかる。平均値のt検定より、回答方法別の差が男女とも有意であるとわかった(男性: $t=6.57$, $df=38031$, $p<0.001$, 女性: $t=6.37$, $df=43104$, $p<0.001$)。これは前述している性別の丸め

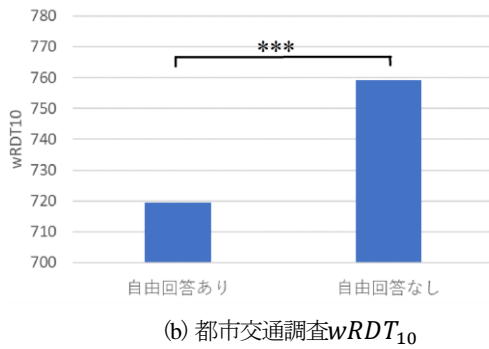
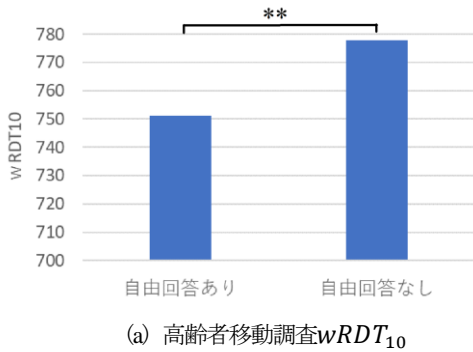


図-10 自由回答の有無別 $wRDT_{10}$ 比較
注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

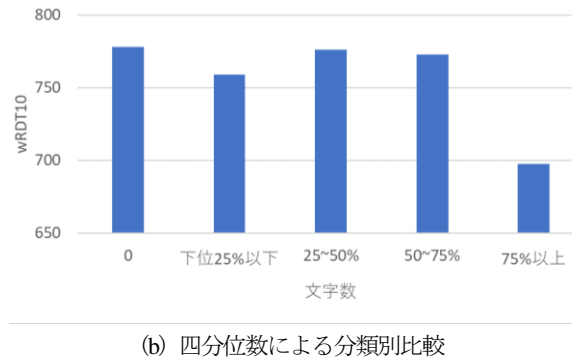
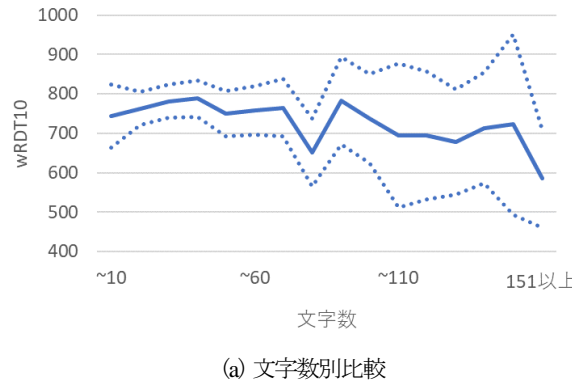


図-12 文字数別 $wRDT_{10}$ 比較 (高齢者移動)

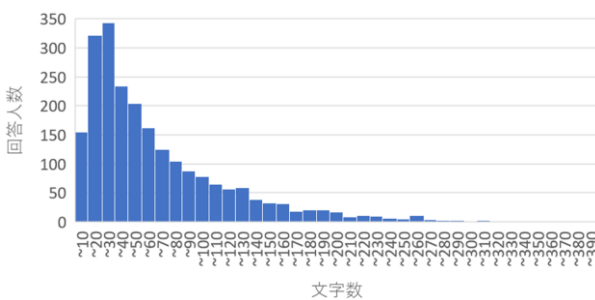
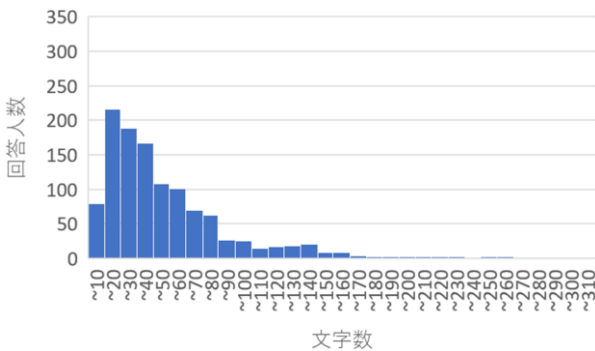


図-11 自由回答文字数のヒストグラム

やすさの傾向と一致している。また、回答方法別の $wRDT_{10}$ の差の大きさに男女の違いは見られない。

職業別での比較を図-9に示す。職業ごとに回答方法別平均値の差の検定を行い、有意である職業は*印をつけている。電気、ガス、熱供給、水道業はウェブ回答の方

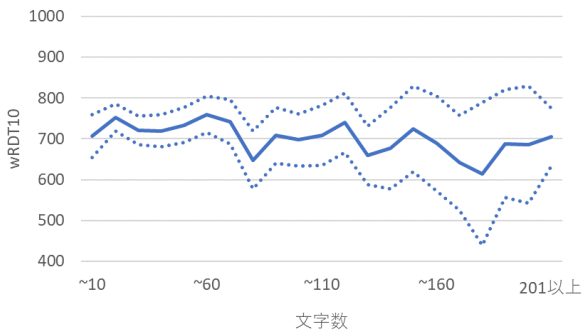
が有意に大きい値となった。差が有意である職業の中で、唯一ウェブ回答の方が丸めやすい結果となっていることは興味深い。

また、就業者に比べて非就業者の方が差が小さく、回答手段の丸めやすさに対する影響力が小さいことがわかる。これは就業者よりも非就業は学生といった若くインターネットに慣れ親しんでいる世代が多いことが要因と考えられる。

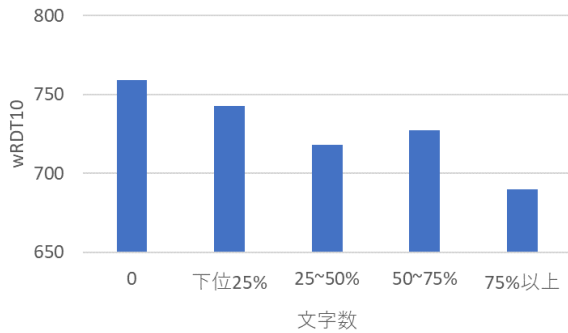
(5) 付帯調査の文字数を利用した分析

2012年の付帯調査のうち、60歳以上の高齢者を対象とした移動に関する調査（以下、高齢者移動調査とする）と全年齢層を対象とした都市交通に関する調査（以下、都市交通調査とする）の2つには自由回答の項目も設けられていた。この付帯調査の自由回答の有無、そして自由回答に書かれた文字数による $wRDT_{10}$ の変化を比較分析する。

図-10は付帯調査回答者の中でも自由回答の有無別の $wRDT_{10}$ の値を表したものである。両調査とも自由回答をしていない方が丸めやすいことがわかる。平均値のt検定より、自由回答の有無の差が両調査とも有意であるとわかった（高齢移動： $t=-2.64$, $df=5596$, $p<0.01$, 都市交通： $t=-4.65$, $df=5650$, $p<0.001$ ）。これは自由回答を記入する人は調査に意欲的であるため、比較的正確に回答していることが要因と考えられる。



(a) 文字数別比較



(b) 四分位数による分類別比較

図-13 文字数別wRDT₁₀比較 (都市交通)

図-11 は自由回答の文字数に関するヒストグラムである。高齢者移動調査の方が都市交通調査よりも文字数が少ない方にかたよっていることがわかる。

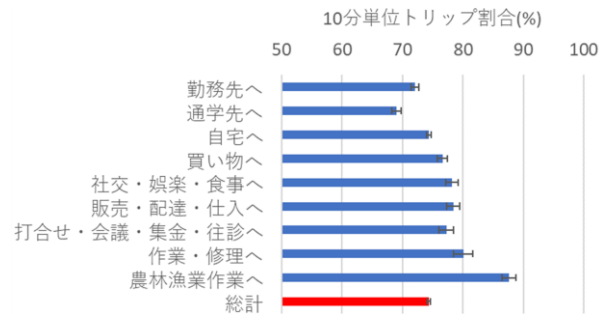
図-12,13 は各付帯調査の文字数とwRDT₁₀の関係を表している。サンプルサイズは高齢者移動調査は 1153 人、都市交通調査は 2240 人である。平均文字数は高齢者移動調査は約 48 文字、都市交通調査は約 62 文字。平均wRDT₁₀は高齢者移動調査は 751.3、都市交通調査は 719.5であった。

両方とも文字数が増えるほど丸めにくくなる傾向が見られる。しかし、サンプル数が少ないため、95%信頼区間を考慮すると文字数が多いほど丸めにくいということは確実には言えない。四分位数による分類別に比較すると高齢者移動調査においては左に偏った山なりの形をとっており 25%以上において文字数に増加による丸めやすさの減少が見られる。一方、都市交通調査においては右肩下がりの形にをとっており、文字数が多いほど丸めにくいことが顕著に表れている。

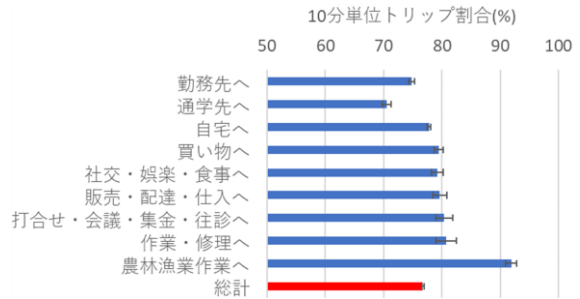
文字数と丸めやすさの傾向の要因として、文字数が多いほど調査への意識が高く、時刻も比較的正確に回答していることが考えられる。

4. トリップ属性別の丸めやすさの分析

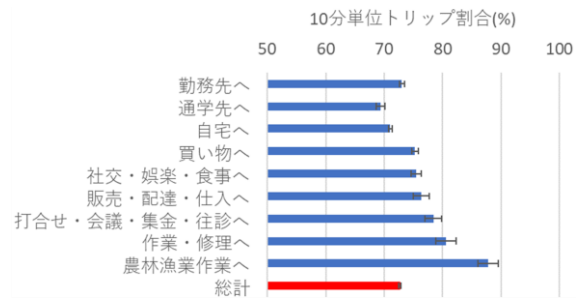
本章では、トリップ属性別に 10 分単位トリップ割合



(a) 1984年



(b) 1997年



(c) 2012年

図-14 交通目的別10分単位トリップ割合
注) 図のひげは95%信頼区間を示す

表-3 交通目的別10分単位トリップ割合の経年比較 (%)

交通目的	1984年	1997年	2012年
勤務先へ	72.1	74.8	73.0
通学先へ	69.0	70.5	69.4
自宅へ	74.4	77.8	71.0
買い物へ	76.6	79.5	75.3
社交・娯楽・食事へ	78.1	79.2	75.5
販売・配達・仕入へ	78.4	79.6	76.4
打合せ・会議・集金・往診へ	77.2	80.4	78.4
作業・修理へ	80.0	80.7	80.6
農林漁業作業へ	87.7	91.8	87.8
合計	74.4	76.7	72.7

の比較を行う。トリップ属性として交通目的、代表交通手段を用いて、丸め誤差に与える影響を分析考察する。

(1) 交通目的

図-14は各調査の交通目的別の10分単位トリップ割合を表している。各調査共通して、「農林漁業作業へ」の

割合が最も高く、丸めやすい目的だとわかる。一方、通勤・通学・帰宅は割合が低く、丸めにくいということがわかる。また、私事目的のトリップよりも業務目的のトリップの方が丸めやすいこともわかる。

通勤・通学は、一般に定時の始業時刻が設定され、始業時刻と移動時間から逆算して出発時刻を比較的正確に把握していることが丸めにくい要因と考えられる。帰宅に関しては、終業時刻や下校時刻を目安に回答できることが要因と考えられる。さらに通勤・通学・帰宅は他の目的と比べ日常的な活動のため、出発時刻を把握することも一因として考えられる。農林漁業作業に関しては、明確な労働時刻が設定されておらず、正確な時刻を把握していないことが要因として考えられる。

表-3 は経年の交通目的別 10 分単位トリップ割合を表している。経年的な傾向変化としては、私事目的と業務目的の丸めやすさの差が顕著に表れてきたことがわかる。

全体を通して交通目的に関しては、交通目的の終了時刻に制限があるもの、または交通目的の開始時刻に目安があるものが時刻を丸めにくい目的と考えられる。逆にこのようなものがない交通目的は丸められやすいと考えられる。

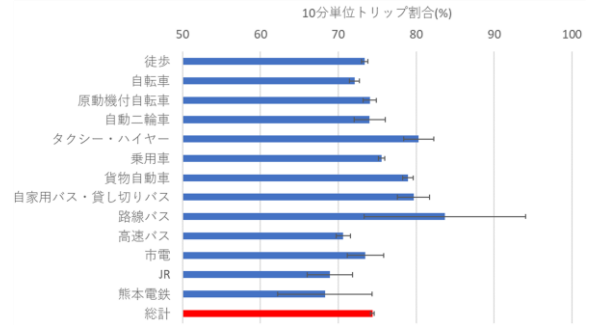
(2) 代表交通手段

図-15 は各調査の代表交通手段別 10 分単位トリップ割合を表している。共通して、路線バス、JR、熊本電鉄の割合が低く、丸めにくい交通手段だとわかる。一方、タクシー、ハイヤーは割合が高く、丸めやすいことがわかる。しかし、公共交通で時刻表も存在する市電、高速バスは丸めにくい結果となった。

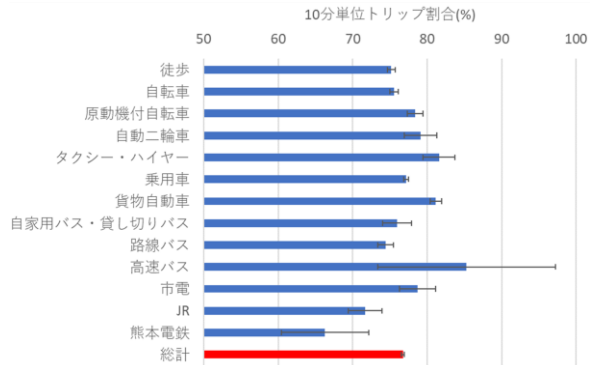
路線バス、JR、熊本電鉄、これらの公共交通機関は、利用者が時刻表を参考に自分が利用する運行便の時刻を決めやすい。そのため、出発時刻を正確に把握しやすいことが、丸めにくい要因として考えられる。タクシー、ハイヤーに関しては同じ公共交通であるが時刻表が存在しなく、24時間運航され、利用するとき時刻の把握が必要ないことが要因として考えられる。

同じ公共交通であり時刻表もある手段でも「路線バス、JR、熊本電鉄」と「市電、高速バス」で丸めやすさに差が出ている。この差は運行頻度や乗車時間によるものだと考えられる。市電は他の公共交通よりも頻度が高いため乗り過ぎしのリスクが少ないこと、高速バスは乗車時間が長く記憶が薄れてしまうことが時刻を把握しにくい要因と考えられる。

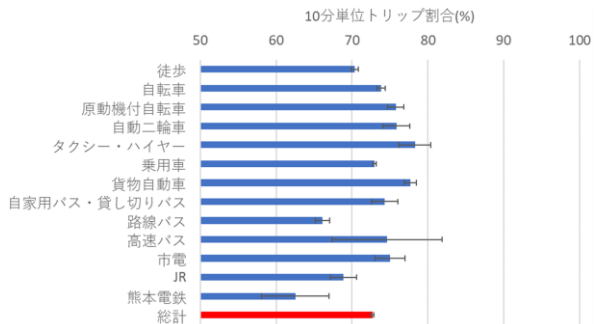
表-4に代表交通手段別の経年変化を示す。経年で傾向変化は見られない。



(a) 1984年



(b) 1997年



(c) 2012年

図-15 代表交通手段別10分単位トリップ割合

注) 図のひげは95%信頼区間を示す

表-4 代表交通手段別10分単位トリップ割合の経年比較(%)

代表交通手段	1984年	1997年	2012年
徒歩	73.4	75.2	70.4
自転車	72.1	75.6	73.9
原動機付自転車	74.1	78.4	75.8
自動二輪車	74.0	79.1	75.9
タクシー・ハイヤー	80.3	81.6	78.3
乗用車	75.6	77.2	73.0
貨物自動車	78.9	81.2	77.7
自家用バス・貸し切りバス	79.7	76.0	74.3
路線バス	83.7	74.5	66.1
高速バス	70.6	85.3	74.6
市電	73.5	78.7	75.0
JR	68.9	71.7	68.8
熊本電鉄	68.3	66.3	62.5
合計	74.4	76.7	72.7

表-5 wRDT₁₀についての重回帰分析結果

説明変数	1984年		1997年		2012年	
	パラメータ	P値	パラメータ	P値	パラメータ	P値
定数項	779.46	2.0E-16***	826.52	2.0E-16***	805.14	2.0E-16***
男性ダミー	43.62	2.0E-16***	43.58	2.0E-16***	35.06	2.0E-16***
年齢	0.65	5.0E-07***	0.26	0.02*	0.06	0.51
20代ダミー	17.77	0.00012***	26.45	8.4E-10***	20.98	2.2E-06***
トリップ数	-17.9	2.0E-16***	-21.45	2.0E-16***	-25.66	2.0E-16***
農林漁業従事者ダミー	66.94	2.0E-16***	82.62	2.0E-16***	66.28	2.0E-16***
技能工・生産工程従事者ダミー	-38.98	6.2E-12***	-51.96	2.0E-16***	-5.15	2.0E-01
事務的・技術的・専門的職業従事者ダミー	-52.83	2.0E-16***	-36.63	2.0E-16***	-8.14	1.9E-02*
生徒・児童・園児（中学生以下）ダミー	-26.98	1.5E-05***	-58.56	2.0E-16***	-56.9	2.0E-16***
学生（高校生以上）ダミー	-35.68	1.8E-08***	-11.59	4.4E-02*	2.11	7.0E-01
決定係数R ²		0.023		2.8E-02		0.024
F値		127.3		172.2		217.4
p-value		2.2E-16***		2.2E-16***		2.2E-16***
サンプルサイズ		48488		53331		81139

注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

5. 重回帰分析を用いた属性による影響分析

本章では、3および4で確認された個人属性、トリップ属性別の影響を、重回帰分析で確認する。

(1) 個人単位での重回帰分析

重回帰分析を用いて個人属性による影響を確認する。被説明変数としてwRDT₁₀を、説明変数としては、性別、年齢、職業、トリップ数を用いる。性別、職業、20代に関してはダミー変数を用いる。加えて、2012年においては回答手段を加えたものを別途分析する。

表-5に重回帰分析の結果を示す。2012年の生徒（高校生以上）ダミーを除いて、丸めやすさに対する傾向は2、3章の分析と一致している。生徒（高校生以上）ダミーは経年でパラメータの正負が変化している。これは職業別で分析した際の生徒（高校生以上）が他の職業と比べて丸めやすくなったことが表れていると考えられる。

年齢と職業ダミーが1997年、2012年においては有意でなくなっている。これより経年で年齢や職業による丸めやすさへの影響が小さくなっていることまたは年齢、職業において経年で傾向変化したことがわかる。

表-6は回答属性を加えた2012年の重回帰分析の結果を表している。紙面回答ダミーは有意であり、パラメータは正の値を示している。これより紙面回答であると出発時刻を丸めやすいことがわかる。

表-7は付帯調査の高齢移動調査の回答者に関して重回帰分析を行った結果である。60歳以上を対象とした調査のため、20代ダミーと生徒・児童・園児ダミー、学生ダミーは除外している。そして、自由回答を記入しているかどうかの自由回答ダミーと自由回答の文字数を説

明変数として追加した。高齢移動調査においては文字数が有意であり、文字数が多いほど丸めやすいことがわかる。また、自由回答ダミーは有意でなく、自由回答の有無は丸めやすさに影響がないことがわかる。

表-8は付帯調査の都市交通調査の回答者に関して重回帰分析を行った結果である。説明変数として、自由回答ダミーと自由回答の文字数を追加した。都市交通調査においては自由回答ダミーが有意であり、文字数は有意でないという結果になった。

自由回答に関する説明変数が、片方の分析で有意であったり、有意でなくなっている原因としては調査対象の偏りが考えられる。都市交通調査は全年齢が調査対象であるが、高齢者移動調査は60歳以上の高齢者に限定されている。高齢者の自由回答に対する回答態度が他の年齢層と異なっていることが考えられる。この偏りが分析結果の違いを生み出したと考えられる。両分析から自由回答ダミー、文字数の丸め誤差への影響は全くないとは言えないことが分かった。

(2) トリップ単位での重回帰分析

ロジット重回帰分析を用いてトリップ属性による影響を確認する。被説明変数には出発時刻（分）が10分単位であるかどうかの10分単位ダミーを、説明変数としてはトリップ属性に加え、個人属性も用いる。具体的なトリップ属性としては交通目的、代表交通手段、出発時間帯である。いずれもダミー変数を用いて分析を行う。

表-9に分析結果を示す。代表交通手段のダミー変数において複数有意でないものが確認された。それらは経年でパラメータの正負も変化している。丸めやすさに市電の利用が影響するとは言えないことが示唆される。

表-6 $wRDT_{10}$ についての回答属性を含んだ
重回帰分析結果

説明変数	パラメータ	P 値
定数項	780.97	2E-16
男性ダミー	35.53	2E-16***
年齢	-0.033	0.70
20代ダミー	19.29	1.4E-05***
トリップ数	-25.83	2.0E-16***
農林漁業従事者ダミー	65.07	2.0E-16***
技能工・生産工程従事者ダミー	-4.90	0.22
事務的・技術的・専門的職業従事者ダミー	-7.65	0.028*
生徒・児童・園児（中学生以下）ダミー	-58.74	2.0E-16***
学生（高校生以上）ダミー	1.09	0.84
紙面回答ダミー	32.03	2.0E-16***
決定係数 R2	0.024	
F 値	203.7	
p-value	2.2E-16***	
サンプルサイズ	81139	

注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

表-7 $wRDT_{10}$ についての高齢移動調査回答
重回帰分析結果

説明変数	パラメータ	P 値
定数項	754.18	2.0E-16***
男性ダミー	7.85	0.34
年齢	0.11	0.83
トリップ数	-25.37	2.0E-16***
農林漁業従事者ダミー	60.24	0.00016***
技能工・生産工程従事者ダミー	-7.55	0.70
事務的・技術的・専門的職業従事者ダミー	21.43	0.22
紙面回答ダミー	83.51	5.1E-07***
自由回答ダミー	13.24	0.36
自由回答文字数	-0.62	0.0042**
決定係数 R2	0.028	
F 値	17.81	
p-value	5.4E-07***	
サンプルサイズ	5598	

注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

表-8 $wRDT_{10}$ についての都市交通調査回答
重回帰分析結果

説明変数	パラメータ	P 値
定数項	763.25	2.0E-16***
男性ダミー	56.27	9.0E-11***
年齢	-0.51	0.20
20代ダミー	25.57	0.079
トリップ数	-19.06	1.9E-13
農林漁業従事者ダミー	99.79	0.0033***
技能工・生産工程従事者ダミー	-15.08	0.20**
事務的・技術的・専門的職業従事者ダミー	8.84	0.40
生徒・児童・園児（中学生以下）ダミー	23.61	0.67
学生（高校生以上）ダミー	3.21	0.86
紙面回答ダミー	49.13	3.7E-08***
自由回答ダミー	-22.38	0.045*
自由回答文字数	-0.18	0.12
決定係数 R2	0.030	
F 値	14.43	
p-value	6.3E-05***	
サンプルサイズ	5652	

注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

6. 結論

本研究では、PT 調査データを用いて時刻の丸めやすさの個人属性・トリップ属性比較分析を行った。個人やトリップの属性による時間誤差への影響がそれぞれ見られた。より具体的には、以下が成果である。

(1) 個人属性比較

- 1) 女性よりも男性の方が丸めやすい。
- 2) 20代の若者と高齢者が丸めやすい。
- 3) 農林漁業従事者は丸めやすい。
- 4) 高校生以上の学生が経年的に丸めやすくなっている。
- 5) 回答トリップ数が少ないほど丸めやすい。
- 6) ウェブ回答よりも紙面回答の方が丸めやすい。
- 7) 自由回答をしたとき、自由回答の文字数が少ないほど丸めやすい。
- 8) 経年で年齢による影響は小さくなっている。
- 9) 経年で就業者において、丸めやすさの職業差が小さくなっている。

(2) トリップ属性比較

- 1) 農林漁業作業を目的としたトリップは丸められやすい。
- 2) 通勤・通学、帰宅トリップは丸められにくい。
- 3) 私事目的のトリップは丸められにくい。
- 4) タクシー、ハイヤーを利用したトリップは丸められやすい。
- 5) JR（鉄道）を利用したトリップは丸められやすい。

なお、付帯調査や回答方法に関する傾向は 2012 年のデータのみから得られたものであり、他の属性による傾向よりも信頼度が劣っていること、熊本の PT 調査における結果であり、他地域・他調査法においても同様の結果を示すということではないことは注意しておく必要がある。

今後は地域、調査年を拡大した分析が求められる。特に付帯調査に関してはサンプル数が少ないため、分析データ範囲の拡大が求められる。

また、細かく移動速度を設定した分析、公共交通の運行頻度を用いた分析、付帯調査の他の回答（健康状態など）を用いた分析、アクティビティダイアリー調査を用いた回答形式による丸めやすさの変化分析なども考えられる。

表-9 出発時刻丸め回答についてのロジット回帰分析結果

説明変数	1984年		1997年		2012年	
	パラメータ	P値	パラメータ	P値	パラメータ	P値
定数項	1.64	0***	2.06	0***	2.01	0***
男性ダミー	0.26	2.2E-91***	0.28	4.7E-102***	0.20	5.1E-89***
年齢	0.0025	7.3E-05***	-0.00019	0.75	-0.0023	1.3E-09***
20代ダミー	0.061	0.0032**	0.12	2.9E-08***	0.079	0.00013***
トリップ数	-0.10	7.9E-301***	-0.13	0***	-0.14	0***
農林漁業従事者ダミー	0.36	2.7E-34***	0.38	1.2E-22***	0.35	2.6E-32***
技能工生産工程従事者ダミー	-0.18	3.0E-11***	-0.25	8.5E-22***	0.0021	0.90
事務的技術的専門的職業従事者ダミー	-0.22	1.1E-33***	-0.15	1.2E-18***	-0.013	0.38
生徒児童園児中学生以下ダミー	-0.028	0.39	-0.19	1.3E-08***	-0.22	8.7E-17***
学生高校生以上ダミー	-0.044	0.17	0.11	0.0015***	0.14	4E-06***
農林漁業作業ダミー	-0.28	3.3E-34***	0.52	1.0E-10***	0.33	0.00022***
通勤ダミー	-0.37	9.4E-49***	-0.44	2.7E-50***	-0.44	1.3E-65***
通学ダミー	-0.51	8.9E-57***	-0.66	1.5E-62***	-0.58	2.6E-60***
帰宅ダミー	-0.20	2.7E-15***	-0.39	3.4E-43***	-0.55	8.9E-116***
私事目的ダミー	-0.35	5.8E-84***	-0.30	1.7E-25***	-0.28	5.7E-31***
7時ダミー	-0.28	2.5E-35***	-0.36	4.7E-60***	-0.28	5.4E-57***
12時ダミー	-0.26	2.5E-18***	-0.24	6.4E-17***	-0.14	3.4E-11***
17時ダミー	-0.18	4.0E-19***	-0.13	2.2E-09***	-0.11	1.3E-11***
タクシーハイヤーダミー	0.27	1.4E-05***	0.20	0.0063**	0.23	0.00035***
路線バスダミー	0.31	0.43	-0.18	2.1E-09***	-0.39	4.8E-67***
JRダミー	-0.27	0.00016***	-0.41	5.6E-12***	-0.39	7.1E-20***
熊本電鉄ダミー	-0.22	0.12	-0.55	5.7E-05***	-0.57	9.0E-09***
市電ダミー	-0.068	0.28	0.041	0.59	0.012	0.83
高速バスダミー	-0.19	8.6E-15***	0.30	0.55	-0.12	0.53
サンプルサイズ	142622		151243		228824	
AIC	159221.35		160308.26		263209.03	
初期尤度	-98858.04		-104833.7		-158608.7	
最終尤度	-79586.68		-80130.14		-131580.5	
修正済み ρ^2	0.20		0.24		0.17	

注)***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

そして、個人・トリップ属性別の丸めやすさの傾向から交通調査における改善対象の選定ができると考える。また推定した重回帰モデルの結果よりある属性の人の平均的なwRDTは推測できる。その値と、アンケートモニターを用いた調査での値を属性別に比較をすることで、モニター調査の参加者の態度が、無作為抽出を用いた調査と異なっているかどうかを今後検証できると考える。昨今、アンケートモニター調査は、安易に活用される傾向にあるが、その参加者が偏っていないかどうかを検証できる価値は高いと期待される。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費JP21H01458の支援を受けた成果の一部です。

参考文献

- 1) 佐藤 嘉洋, 円山 琢也: ウィップル指数を応用した交通調査データ質評価指標の開発と適用, 第 63 回土木計画学研究会発表会(春大会), 2021.
- 2) Sato, Y. and Maruyama, T.: Modeling the rounding of departure times in travel surveys: Comparing the effect of trip purposes and travel modes, *Transportation Research Record*, Vol. 2674 (10), pp.628-637, 2020.
- 3) Lyons-Amos, M., Stones, T.: Trends in Demographic and

Health Survey data quality: An analysis of age heaping over time in 34 countries in Sub Saharan Africa between 1987 and 2015, *BMC Research Notes*, Vol. 10, Issue 1, pp.1-7, 2017.

- 4) Denic, S., Saadi, H., Khatib, F.: Quality of age data in patients from developing countries, *Journal of Public Health*, Vol.26, Issue 2, pp. 168-171, 2004.
- 5) GBD 2017 Population and Fertility Collaborators.: Population and fertility by age and sex for 195 countries and territories, 1950-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017, *The Lancet*, Vol.392, Issue 10159, pp.1995-2051, 2018.
- 6) United Nations Department of Economic and Social Affairs: 2018 Demographic Yearbook, United Nations, New York, 2019.
- 7) 吉川 駿汰, 円山 琢也: 交通調査における代理回答バイアスと丸め誤差: 米国 PT 調査の事例, 第 63 回土木計画学研究会発表会(春大会), 2021.
- 8) 総務省 HP, 日本標準職業分類 (平成 21 年 12 月統計基準設定)
https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/shokgyou/kou_h21.htm (2022 年 2 月現在)

(Received March 6, 2022)

VARIATIONS IN ROUNDING OF REPORTED TIME FROM PERSON TRIP SURVEY DATA BY TRIP AND INDIVIDUAL ATTRIBUTES

Syotaro KOYA and Takuya Maruyama

Conducting social surveys has become difficult, and the resulting survey errors should be handled carefully. Rounding of reported travel time is one such error, but its cause and features have not been fully examined in existing literature. Based on Kumamoto trip survey data, this study analyzed the variations in rounding of reported times by trip and respondents' individual attributes. The "wRDT" index was used to evaluate the rounding. The results indicate that rounding is mainly observed in male, young, senior, and student respondents; and for trips by taxi and railway. These findings may be useful for improving travel survey methods and investigating response attitudes.