

施設評価指標を考慮した回遊行動モデルの構築*

—— 長野市中心市街地を対象として ——

轟直希*1・武藤創*2・頓所療*3・柳沢吉保*4・高山純一*5

Construction of Citizen's Rambling Activity Model Considering the Facility Evaluation Index

TODOROKI Naoki, MUTOH Sou, TONDOKORO Ryo,
YANAGISAWA Yoshiyasu and TAKAYAMA Jun-ichi

In order to improve the central city areas charm, it is important that visitors can enjoy by walking through central city. Therefore, in this study, to build a pedestrian rambling activities model that takes into account the facility attractive, such as commerce and tourism. In addition, to develop a model that takes into account the facility and street satisfaction and walking resistance. By leveraging this model, it enables verification of pedestrian rambling activities in the central city area. And, even in terms of guiding the direction of the street improvement in the central city area, can be expected as its guideline.

キーワード：中心市街地, Nested Logit Model, Multiple Indicator Multiple Cause Model

1. 本研究の背景と目的

現在、人口減少を要因とし多くの地方都市で、超高齢化やモータリゼーションスパイラルが発生し、中心市街地の賑わいが低下している。長野市においては、第二期長野市中心市街地活性化基本計画を主体として、「訪れたいくなるまち」「住みたいくなるまち」「歩きたいくなるまち」「参加したいくなるまち」を目標に掲げ、中央通り歩行者優先道路化事業をはじめ、善光寺周辺街並み環境整備事業等を展開し、長野市中心市街地の魅力の向上を図っている。これらの事業においては、歩道の拡幅、植栽、石畳化、および沿道の建造物の整備等の修景を通じて、歩行空間及び地域の持つ魅力の向上を目指している一方で、財政面の懸念がある。そのため、効果的かつ効率的な整

* 平成 28 年度 土木学会中部支部研究発表会
(2017 年 3 月 5 日)にて一部発表。

*1 環境都市工学科准教授

*2 長野工業高等専門学校専攻科生産環境システム専攻
(平成 27 年度 環境都市工学科卒業)

*3 金沢大学理工学域環境デザイン学類
(平成 28 年度 環境都市工学科卒業)

*4 環境都市工学科教授

*5 金沢大学大学院自然科学研究科教授
原稿受付 2017 年 5 月 19 日

備を展開していく必要がある。

本研究においては、中心市街地における、来街者の回遊行動に影響を与える要因を明白にすることに加え、歩行空間整備や施設整備によって回遊行動にあらわれる変化を明らかにし、その評価を行った上で、次の事業にフィードバックすることが重要である。そこで、長野市中心市街地を対象に来街者の回遊行動特性を把握するとともに、回遊行動モデルの定式化を行い、買物・観光客の施設・街路評価の導入を検討する。

2. 本研究の位置づけ

中心市街地の回遊行動に関する既往研究としては、荒木ら¹⁾は、街路構成の持つ魅力度が回遊行動に与える影響を考慮した訪問店舗選択モデルを構築している。木下ら²⁾は回遊行動指標である市街地内でのトリップ数などを考慮し、来街手段が回遊行動に及ぼす影響について分析を行っているものの、中心市街地内への来街手段選択要因までは言及されていない。しかし観光客の回遊行動は定量的な魅力要因のみでは説明できない可能性もあることが、轟ら³⁾からも指摘されており、モデル再現性を向上させるため、施設評価や街路評価指標を組み込んだ回遊行動モデルの構築が重要である。また清水ら⁴⁾は、観光

客を対象として、中心市街地内の回遊行動モデルを構築している。さらに、武藤ら⁵⁾は中心市街地内の回遊行動モデルで観光客だけではなく、買い物客の回遊行動にも向け、街路満足度や運動能力を考慮した回遊モデルを構築している。本研究では、新たに施設満足度の回遊行動モデルへの導入可能性を検討するとともに、政策変数を回遊モデルに適用させ、回遊を促進させる街路形状の指標とさせる。

3. 中心市街地内回遊行動実態調査概要

3-1 中心市街地の実態

分析の対象とした長野市中央通りは、JR 長野駅から善光寺に至る長野市中心市街地の軸を形成するメインストリートであり、古くから市民や観光客で賑わう、善光寺の表参道として発展してきた。しかしながら、長野市内の道路整備及びモータリゼーションの進展に伴う、住宅・商業施設・事務所などの郊外立地に加え、人口減少による超高齢化が影響し、中央通りおよび周辺地区の賑わいが著しく低下してきた。TOiGO 及び、もんぜんぷら座等の複合商業施設の位置する長野銀座においては、1983年には6万人/12時間であった歩行者量が、2013年には2万人/12時間にまで減少しており、歩行者通行量調査からも中心市街地の衰退は明らかである。長野市では、平成11年に「長野市中心市街地活性化基本計画」(以下「旧基本計画」)を策定し、「まちなか遊歩都市NAGANO」をテーマとして、中心市街地の活性化に取り組み始めた。もんぜんぷら座や TOiGO といった、域交流の拠点となる複合商業施設の整備を行う一方で、寺門前地域における回遊性の向上を目的として、前町の歴史を感じる、並み及び商業施設等の賑わいの創出や、街並みに馴染むような趣ある小路の整備も行われた。また、平成16年から、中央通りトランジットモール化、車道形状の変容に関する社会実験を重ね、道路空間の活用方法や公共交通の利用促進も検討され、「歩いて楽しいまちづくり」を目指して継続的な取り組みが始まった。

平成19年に策定された、第二期長野市中心市街地活性化基本計画は、これまでに整備を終えた拠点を「点」から「線」として結び「面」へと発展させることが重要視されている。つまり、整備の終了した既存のストックを有効に活用して回遊性を高め、より広い範囲にわたる街歩きの促進が課題となっている。平成27年3月末には「中央通り歩行者優先道路化工事」等の大型のハード整備が終了した。今後は、それらの整備が人々の回遊行動に与える効果を

的確に評価し、ソフト面の充実と合わせて、今後の事業展開に活かすことが重要となっている。本研究では、長野市中心市街地内に、長野駅、新田町、権堂、善光寺の計4つの出入口ノードと、以下の①～⑪の商業地ノードを設定した。商業地ノードの概要を表1 長野市中心市街地のノード略図を図1に示す。

3-2 アンケート調査の概要と配布・回収状況

中心市街地回遊行動実態を調査するにあたりアンケート調査を行った。主要調査項目の概要と配布・回収状況を表2および表3に示す。

本調査は、長野市中心市街地来街者を対象として、来街・回遊行動実態調査を行った。3000部を配布し、409部を回収し、回収率は13.6%となった。

表1 商業地ノード

No.	商業地ノード
①	長野駅ビル (MIDORI) 東急百貨店
②	長野駅周辺
③	長野駅北
④	新田町南
⑤	新田町北
⑥	東西後町南
⑦	東西後町北
⑧	権堂アーケード
⑨	大門町南
⑩	大門町
⑪	善光寺

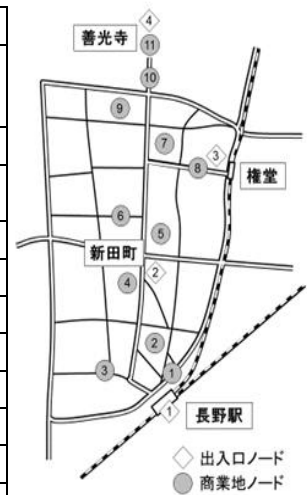


図1 長野市中心市街地概要

表2 主要調査項目

項目	概要
来街手段	出発地点、交通手段、所要時間、運賃、活動拠点(交通結節点)
回遊行動	市街地内回遊ルート、立ち寄り施設、利用交通手段
購買行動	使用金額、滞在時間
満足度	各交通施策に対する満足度
個人属性	属性、利用可能手段、来街頻度

表3 配布・回収状況

実施日	2014年7月20日(日),21日(月・祝)
エリア	長野市中心市街地 (中央通り・長野駅周辺)
対象者	長野市中心市街地来街者
配布数(部)	3,000
回収数(部)	409
回収率(%)	13.6

本研究の対象となる長野市中心市街地について、これまで実施されてきた「中央通り歩行者優先道路化計画」等の大型ハード整備には区切りが付き、今後は、整備の完了した既存のストックを有効に活用して回遊性を高め、より広い範囲にわたる街歩きの促進が課題となっており、回遊性を高めることが重要視されている。

4. 来街者ならびに中心市街地歩行者回遊行動のシナリオと分析フレーム

4-1 回遊行動モデル

来街者は居住地を出発し、まず中心市街地内の駅、駐車場、バス停などに到着。その後、目的達成のためにいくつかの施設を巡り、その後帰宅すると仮定する。この回遊行動を、「来街行動ならびに出入口ノード—第一立ち寄り施設選択モデル」、「帰宅—回遊先選択モデル」、「帰宅行動ならびに出入口ノード選択モデル」の3つのモデルにより表現する。中心市街地内歩行者回遊行動のシナリオを図2に示す。中心市街地内への来街者は、居住地(宿泊地等も含む)を出発し、鉄道駅や駐車場、バス停留所などの出入口ノードを選択し、その後、初めに立ち寄る施設を選択する(STEP1: $h \rightarrow i \rightarrow j$)。次に、来街者は「回遊を継続する」あるいは「回遊を終了する(帰宅する)」を選択し、回遊を継続するのであれば、目的を達成するために次の目的施設に向かい(STEP2: $j \rightarrow k \rightarrow l$)、回遊を終了するのであれば、出入口ノードを選択し、帰宅する(STEP3: $l \rightarrow i$)と仮定する。これを、中心市街地回遊行動のシナリオと定義し、続いて各段階の行動を説明するモデルの定義を以下に述べる。

(i) 来街行動ならびに出入口ノード—

第一立ち寄り施設選択モデル(STEP1)

本モデルは、市街地への来街者がどの出入口ノード(鉄道駅、駐車場、バス停留所)を選択し、その後、初めにどの立ち寄り施設を選択するのか明らかにする。

(ii) 帰宅—回遊先選択モデル(STEP2)

本モデルは、来街者が回遊を継続、あるいは回遊を終了し帰宅するのかを選択し、さらに、回遊を継続する場合はどの立ち寄り施設を選択するのか明らかにする。

(iii) 帰宅行動ならびに出入口ノード—選択モデル(STEP3)

本モデルは、STEP2において、来街者が帰宅を選択した場合、その後、どの出入口ノードを選択し、帰宅するのかを明らかにする。

本研究では(ii)帰宅—回遊先選択モデルを用いて分析する。4つのモデルを作成し、どのモデルが最も説明力が高いのか、また、どの変数が最もモデルに影響力があつたのかを分析していく。

4-2 モデルの定式化

中心市街地内歩行者回遊行動のシナリオのうち、中心市街地内での回遊促進に着目し、特に帰宅—回遊先選択モデルについて、Nested Logit Modelにてその定式化を行う。本モデルでは、来街者が回遊を継続するのか、あるいは回遊を終了し帰宅するのかを選択し、さらに回遊を継続するのであれば、どの施設を選択するのかを明らかにするモデルである。

つまり、回遊継続の確率と、さらなる立ち寄り施設の選択確率を推定することを目的としている。本推定によって、一連の回遊行動を表現することが可能であると考えられる。

市街地内のノード選択においては、各ノードにおける目的の達成可能性と、各ノード間の距離抵抗が大きく影響していると考えられる。このことより、回遊先選択の説明変数として、魅力集積度、ノード間距離を導入している。また、2回目以降の商業地ノード選択行動においては、回遊を継続するのか否か、つまり、帰宅選択を考慮する必要がある。そこで、帰宅選択の説明変数として、当該ノードにおける魅力集積度の達成可能性を導入、回遊行動により複数ノードを選択している場合は、それまでの回遊で得た魅力集積度が目的達成度として蓄積されていく逐次選択のモデル構造となっている。長野市中心市街地において達成できる全目的を「1」と考え、目的を達成していくことで帰宅確率が高くなっていくモデルとなっている。よって、本モデルは図3のようなネスト構造において、帰宅確率および商業地ノード選択確率を推定する帰宅—回遊先選択モデルについて、Nested Logit Modelにより定式化を行った。

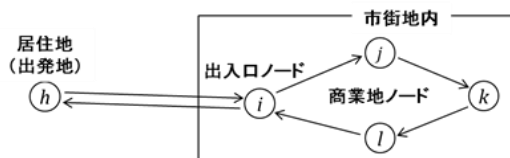


図2 中心市街地内歩行者回遊行動のシナリオ

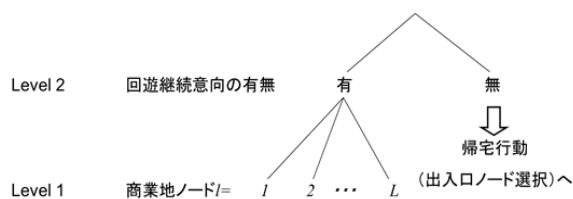


図3 帰宅—回遊先選択のネスト構造

表4 立ち寄り数と施設評価の相関関係

変数名	パラメータ (t 値)	
	買物客	観光客
事前の注目	1.078 (2.864)	0.055 (0.125)
歴史的趣	-1.194 (-3.206)	0.604 (0.861)
サービス	-0.331 (-0.747)	1.300 (2.186)
落ち着いた 雰囲気	2.054 (3.405)	-1.161 (-1.666)
動きやすい スペース	-0.298 (-0.536)	0.767 (1.417)
重相関係数 R	0.959	0.944

(i) 回遊先選択

$$P(j) = \frac{\exp\{V(j) + \Lambda_j\}}{\sum_j \exp\{V(j') + \Lambda_{j'}\}} \quad (1)$$

$$\Lambda_j = \lambda \cdot \ln \left[\sum_k \exp(\bar{V}_k) \right] \quad (2)$$

(ii) 回遊継続-帰宅選択

$$P(k|j) = \frac{\exp V(k|j)}{\sum_k \exp V(k'|j)} \quad (3)$$

ただし、

- Λ : 合成変数(ログサム変数)
 - λ : スケールパラメータ(ログサムパラメータ)
 - V : 効用関数
- である。

ここで、基本モデルでは次の効用関数を導入する。

Level 1: 回遊先選択

$$V = \beta_2 \cdot D + \beta_3 \cdot T$$

Level 2: 回遊継続-帰宅選択

$$V = \beta_1 \cdot A$$

ただし、

- D : ノード間距離(出発ノードを起点とした各ノードへの距離)
- T : 目的別魅力集積度(各ノードにおける商業・観光魅力集積度)
- A : 目的余剰割合(1-累積目的達成度)

5. 市街地内回遊行動モデルの構築結果

5-1 モデル構築

本章では、長野市中心市街地における回遊行動を移動距離や商業集積度、街路評価、施設評価などの変数を用いて表現することを目的としている。

そこで、長野市中心市街地において、歩行者優先道路化や街並み整備事業などの公共施策による回遊行動の促進効果を評価することが必要であり、評価を行った上で、今後の具体的な施策案を提案することが重要である。よって本章では、来街者満足度指標や商業集積度による分析結果をもとにゾーン別目的魅力集積度を導入した逐次意思決定市街地内回遊行動基本モデルを構築しその評価を行う。また、施設評価を考慮したモデルの導入の可能性を検討する。全ての回遊行動モデルでは、説明変数の有意性や妥当性を評価し、各モデルの適合性や説明力の向上を目指す。

5-2 各種構築モデルについて

本研究では、来街者の街路空間に対する評価に基づいた回遊行動モデルへの発展を目指す。

(1) 基本モデル

目的別魅力集積度及び目的達成度を用いた逐次意思決定回遊行動モデルである。

(2) 公共交通利便性導入モデル

先に示した市街地内回遊行動基本モデルに公共交通利便性指数の導入したモデルである。公共利便性指数は、公共結節点ノードからの接近性を表す。

(3) 街路満足度導入モデル

来街者の回遊行動は定量的な魅力要因のみで説明できない可能性があるため、来街者の街路空間に対する評価に基づいた回遊行動モデルである。

(4) 施設満足度導入モデル

回遊モデルのさらなる向上を目的に、施設満足度を考慮した回遊行動モデルである。施設満足度は来街者が訪れた施設に対しての満足度(表4より施設評価が歩行者の回遊行動を促進させる可能性が示されたため、モデルへの導入を検討)である。

5-3 パラメータ推計結果

パラメータの推計結果を表5に示す。尤度比、相関係数及び選択ノード的中率が向上することを確認し、これら説明変数の導入が有意であることを示した。

(1) 基本モデル

パラメータのt値が大きくでている。よって、導入した各説明変数が有意であることが確認できる。尤度比に注目すると、一般的に良好な結果が得られると言われる0.2以上の値が得られているから、ある程度説明力のあるモデルが得られたと考えられる。

(2) 公共交通利便性導入モデル

公共交通利便性は、交通結節点ノードからの近接性を表しており、負で推計されていることから交通結節点に近いノードが選択されることを示している。

表5 パラメータ推計結果

変数名	基本モデル	公共交利便性 導入モデル	街路満足度 導入モデル	施設満足度 導入モデル
Level 1				
ノード間距離 (m)	-1.22×10 ⁻³ (10.799)	-1.40×10 ⁻³ (11.368)	-1.03×10 ⁻³ (10.064)	-1.02×10 ⁻³ (9.512)
目的別魅力 集積度	10.43×10 ⁻³ (9.755)	12.67×10 ⁻³ (9.994)	11.39×10 ⁻³ (8.920)	10.47×10 ⁻³ (7.857)
公共交通 利便性		-62.17×10 ⁻³ (5.390)	-42.50×10 ⁻³ (3.313)	-38.16×10 ⁻³ (2.830)
街路満足度			0.189 (8.504)	0.143 (4.133)
施設満足度				34.65×10 ⁻³ (5.233)
Level 2				
目的達成 余剰割合	-1.360 (8.324)	-1.634 (8.368)	-1.361 (8.245)	-1.367 (7.907)
ログサム変数 (λ)	0.551 (11.934)	0.702 (11.937)	0.462 (11.594)	0.411 (10.642)
尤度比	0.217	0.265	0.246	0.254
相関係数	0.788	0.808	0.779	0.851

以上より、期待した結果が得られたとともに、尤度比が向上し、変数の符号の妥当性や変数の有意性も保たれているので良好な結果が得られたと言える。

(3) 街路満足度導入モデル

ノード間満足度のパラメータがプラスの値で出ている。これは、来街者の街路評価が高い。つまり、魅力がある「歩いて楽しい街路」で結ばれたノードほど選択される可能性が高いことを示している。また、t値についても8.054と高く出ているのでノード間街路満足度が回遊先選択の説明変数として有意に働いていると判断することができる。尤度比も0.246と高い値を示しており、良好な結果が得られたといえる。

(4) 施設満足度導入モデル

施設満足度のパラメータがプラスの値で出ている。これは、来街者の施設評価が高い。つまり、魅力がある施設が多くあるノードほど選択される可能性が高いことを示している。また、t値についても5.233と高く出ているので施設街路満足度が回遊先選択の説明変数として有意に働いていると判断することができる。尤度比も0.254と高い値を示しており、良好な結果が得られたといえる。

6. 回遊行動モデルへの街路空間評価意識の適用性検証

6-1 概説

街路満足度が歩行者回遊行動を促進させる可能性

が示された。この街路満足度は現状、アンケートのみでしか得ることができない。しかし、街路形状や街路周辺の施設と満足度の関係を共分散構造解析により明らかにすることで、街路形状変化が及ぼす満足度の変容を確認することができる。そのため、満足度が高まる街路形状を予想できるようになる。

アンケートにより得られた満足度と長野市中心市街地の環境情報の関係性を共分散構造解析し、街路空間評価意識構造モデルを構築した。

6-2 潜在因子と原因因子

長野市中心市街地を訪れた人々が、中心市街地内を回遊する際に通行する各施設間の街路にどのような潜在意識をもって評価を行っているかを検討するために、施設間移動の際に通行した街路の安全性と満足度の調査結果に因子分析を用いて潜在変数を算出する。ここで用いた満足度は「満足（安全）である」（1点）、「不満足（危険）」（0点）の2段階で回答してもらい、算出された因子負荷量にバリマックス回転を適用し、固有値スクリープロットと累積寄与率を算出する。また、評価項目ごとに因子得点が最も高かった因子を主要因子として抽出し、各潜在因子に含まれる評価項目により、各因子の意味合いを検討した。

共分散構造に用いる原因因子には街路環境から得られる情報から選出する。具体的には、観測変数に影響を与えている可能性があるもの（車道幅員や歩道幅員、沿道施設の割合など）を自ら予測し、モデルとの適合性も判断しながら取捨選択していく。

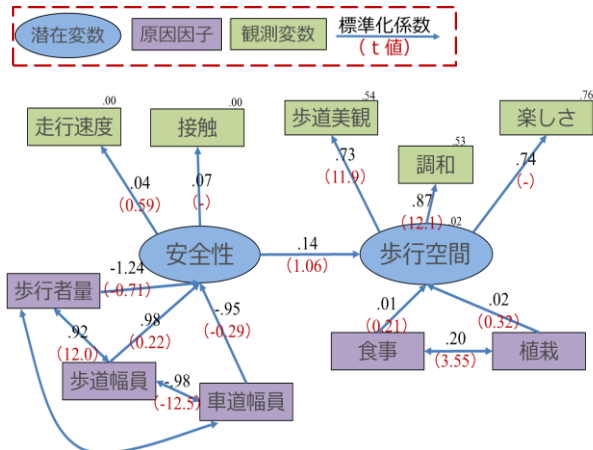


図4 街路空間評価意識構造モデル

6-3 街路空間評価意識構造モデルの構築

街路満足度調査結果に因子分析を適用し得られた潜在評価因子を「潜在因子」、満足度調査項目を「観測変数」として街路空間の形状および交通状態などの道路交通条件を「原因因子」として組み込んだMIMIC(Multiple Indicator Multiple Cause Model)型の街路空間評価意識構造モデルを構築する。

図4にモデルの構造を示す。モデルの適合性指標であるGFIは0.803となっており、適合性は概ね高いと考えられる。本モデルの構成変数の有意性は次節にて述べる。

6-4 モデルパラメータの推定と考察

① 道路交通条件による潜在変数への影響

歩行者量、車道幅員の標準化係数が負となっており、歩行者量と車道幅員が増加すると走行速度と接触の満足度が低下する。また、歩道幅員の標準化係数が正となっており、歩道幅員が増加すると走行速度、接触の満足度が増加する。よって、歩道幅員を拡張すると安全性の評価が確保できる。

② 街路形状による潜在変数への影響

食事、植栽の標準化係数が正となっており、街路に面する飲食施設・店舗と街路内における植栽の割合が増加すると歩道美観、調和、楽しさの満足度が増加する。したがって沿道の飲食施設や植栽の割合が増加すると、歩行空間の評価が確保できる。

しかし、安全性の潜在変数から観測変数へのt値が低い値となっている。これは原因因子として取り扱った歩行者量のデータが休日と平日の歩行者量が混在した状態であった。これは長野市が行っている歩行者量調査を参考に行っているが歩行者量を調べる上で他のデータがなかったため、本研究では休日・平日の歩行者数が混在したデータを用いた。モデル精度を向上させるためにも、正確な歩行者量データ

が必要である。

前章の回遊行動モデル(街路満足度導入モデル)の導入変数である街路満足度は、本モデルに街路整備指標や歩行者量などの交通状態を当てはめることで算出可能である。大規模な調査をせずとも歩行者回遊行動を推測することが可能である。

7. あとがき

本研究にて得られた知見を以下に示す。

- (1) 買物・観光客を対象として、目的達成度、ノード間距離、観光魅力集積度を導入した逐次意思決定市街地内回遊行動モデルの基本モデルをNested Logit Modelにより表現した。
- (2) ノード間満足度および施設満足度を導入した回遊行動モデルを構築し、基本モデルと比べ、モデルの適合性が向上することを確認し、定性的変数をモデルに組み込むことの重要性を示した。
- (3) 街路空間評価意識構造モデルを構築し、アンケートのみからではなく、条件により街路満足度を本モデルより算出が可能になった。

参考文献

- 1) 荒木雅弘, 溝上章志: まちなか回遊行動の詳細分析と政策シミュレーションのための予測モデル, 第50回土木計画学研究発表会・講演集, No.244,2014.11
- 2) 木下瑞夫, 牧村和彦, 山田晴利, 浅野光行: 歩行回遊行動からみた地方都市における都心歩行者空間計画に関する考察, 都市計画 232 Vol. 50 No.3, pp.86-95,2001
- 3) 轟直希, 高山純一, 中山晶一朗, 柳沢吉保: 交通施策を考慮した回遊行動モデルの構築と精緻化-長野市中心市街地を対象として-, 第50回土木計画学研究発表会・講演集, No.243,2014.11
- 4) 清水春来, 轟直希, 柳沢吉保, 宮原誉弥, 高山純一: 観光魅力を考慮した逐次意思決定回遊行動モデルの構築, 平成26年度土木学会中部支部研究発表会・講演概要集 No.29,2015.3
- 5) 武藤創, 轟直希, 柳沢吉保, 高山純一: 拠点魅力ならびに来街者特性を考慮した回遊行動モデルの構築, 第36回交通工学研究発表会・論文集, No.104, 2016.3
- 6) 長野市HP, 第二期長野市中心市街地活性化基本計画(平成28年3月15日変更)