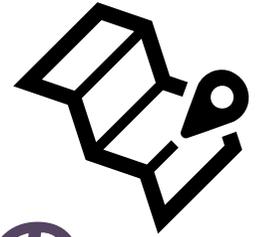


(株)NTTデータ数理システム  
2022年度 学生研究奨励賞



# 人対車両の事故を減らすための 乱横断リスクマップの開発

---

金沢工業大学 情報フロンティア学部 経営情報学科

山本 篤伺

# 目次

---

01 背景

02 研究目標

03 実装計画

04 実装

05 結果

06 参考文献

## 減少傾向にある事故(2割程度が人対車両による事故)



図1 交通事故の年間推移

出典：警察庁webサイト 統計表 2021

### 事故の減少理由

- ・ 運転者の法令順守
- ・ 走行速度の減少
- ・ 自動車安全性能の向上によるヒューマンエラーの減少  
(ペダルの踏み間違い・障害物検知)

今後

自動運転の導入により  
事故数の減少が期待



## なくなならない事故

人の急な飛び出しによる事故



特に**乱横断**による事故

## 乱横断とは

横断歩道以外を渡る行為や横断歩道でも信号無視してわたること

## 避けられない理由



ドライバー

- ：急に車を止めることができない
- ：急にハンドルを切ると別の事故につながる可能性



自動運転

- ：ブレーキ時の**制動距離**は変わらない
  - ブレーキを踏んでから車が停止する距離(60kmだと20m)
- ：ハンドルを切ると避けられると判断した時に  
避けた先にも人が検知された場合ハンドルを切るのか？

# 研究目標 ～乱横断が発生しやすい箇所の推定～

乱横断が発生しやすい場所を**推測し**、**危険度**を走行車両に伝える

## 音声でドライバーに警告



## 安全支援装置による減速



**事前に備える**ことで事故防止につながると考えた

## 行動原理

横断歩行者は可能な限り最短経路を通りたいと考え  
経路上に横断可能な箇所があれば**横断歩道外**でも横断する

## 乱横断の発生しやすい場所

- ・ 街路との交差部
- ・ 沿道**施設**の出入り口
- ・ **横断防止柵**の開口部



横断を物理的に抑止できない

## 研究目的

横断歩道，施設，横断防止柵の位置関係をもとに乱横断を推測する

## STEP 1 要因の緯度経度を自動取得

### 施設

Google Mapsの検索機能を用いて収集

### 横断歩道・横断防止柵

検索機能で抽出できないため

Google Mapsの航空画像から画像解析を用いて収集

## STEP 2 推定モデルを活用し乱横断の発生確率をリスク値として算出

物理的な要因以外の要因について調査し要因の位置関係から推定を行う

## STEP 3 リスク値のヒートマップを重ねた乱横断リスクマップの作成

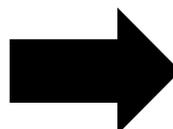
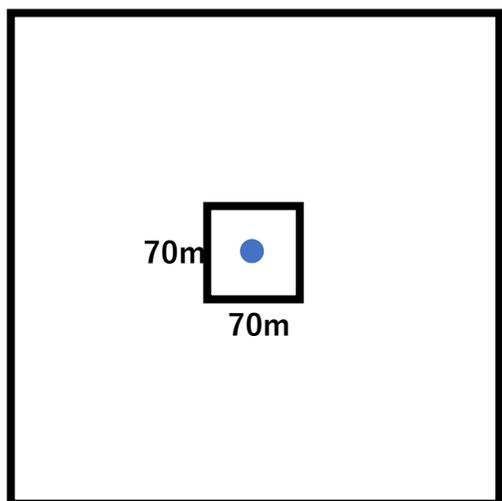
リスク値のヒートマップをGoogle Mapsに重ね  
道路上のみを色付けしたリスクマップの作成を行う

## STEP 1 要因の緯度経度を自動取得

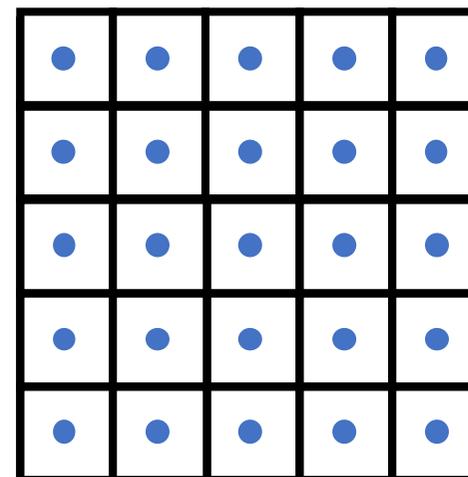
特定の緯度経度を中心として航空画像を取得するプログラムを作成

● : 中心の座標    □ : 航空画像

施設の座標



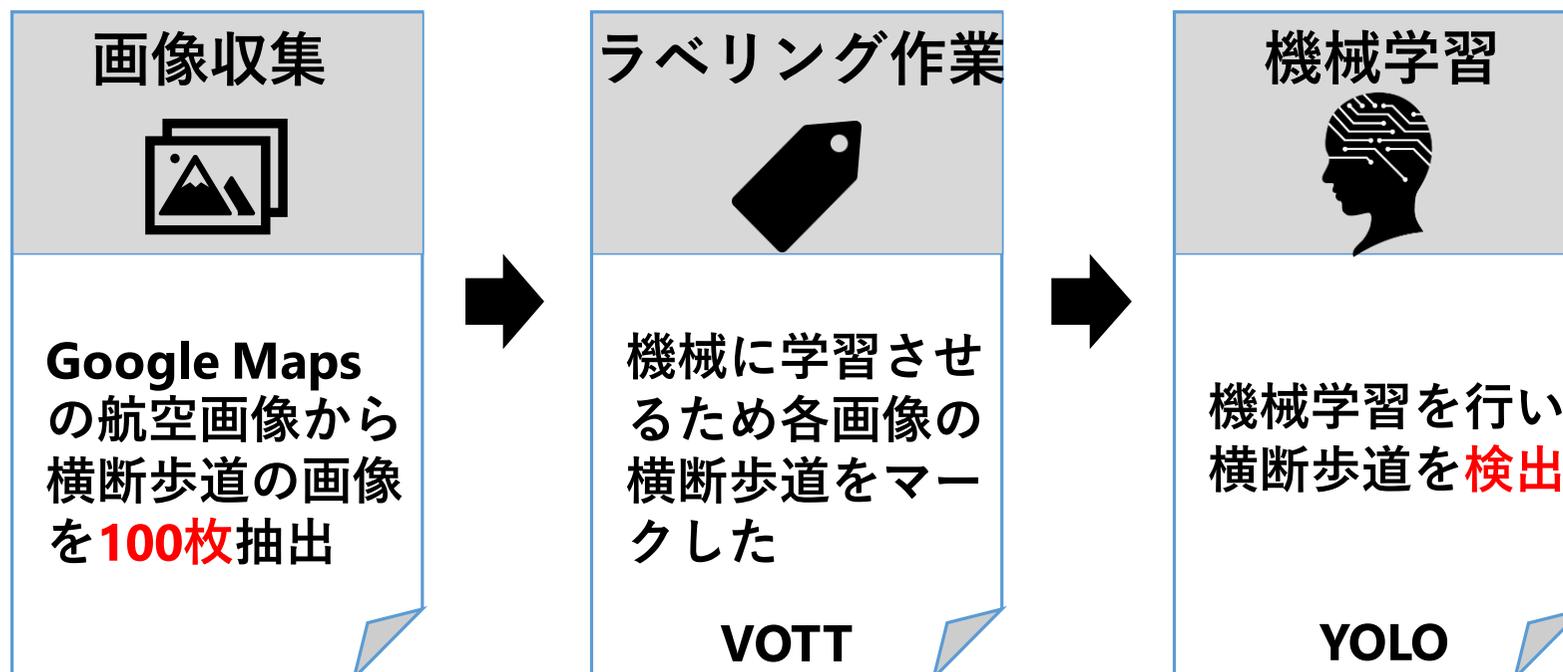
施設周辺の座標(15×15)



中心の座標を設定することで周囲1kmの範囲の  
航空画像を取得することができる

**STEP 1** 要因の緯度経度を自動取得

横断歩道の位置情報取得のために**機械学習**による画像解析を実施した

検出の流れ

ラベリング：画像上の横断歩道の位置をマークして機械に与える

VOTT：ラベリングを行う際に使用したソフト

YOLO：機械学習を行うことのできる検出アルゴリズム

**STEP 1** 要因の緯度経度を自動取得

横断歩道は約**8割**程の確かさで検出することができた

- ・ 画像解析にはGoogle Mapsの航空画像を活用した
- ・ 検出された横断歩道の画像上の座標と航空画像の位置情報から横断歩道中心部(黄色の点)の緯度経度を位置情報として取得した
- ・ 横断防止柵は横断歩道と同じ手法で行ったが検出できなかった

※黄色の点はイメージ



図2 画像解析による検出結果



## STEP 1 要因の緯度経度を自動取得

### 入力する項目

- ・ 検出された横断歩道の画像番号
- ・ 横断歩道の座標情報

### 出力する項目

- ・ 横断歩道の緯度経度
- ・ 直線距離(m)

※左上の座標というのは計算に使用するもの

値	左上の座標		横断歩道の座標情報		横断歩道の緯度経度	
	緯度	経度	x	y	緯度	経度
108	36.5305328533907	136.624314101318	0.0992187	0.7015630	36.530047577506	136.624401477686
108	36.5305328533907	136.624314101318	0.253125	0.650781	36.530082703760	136.624537014369
108	36.5305328533907	136.624314101318	0.545313	0.85625	36.529940579459	136.624794328022
108	36.5305328533907	136.624314101318	0.332812	0.932031	36.529888161228	136.624607190259
11	36.5353748008606	136.631359254530	0.213281	0.435156	36.535073800504	136.631547079196
111	36.5305328533907	136.626956033773	0.369531	0.789844	36.529986512940	136.627281459087
124	36.5298411466093	136.625194745470	0.413281	0.0679687	36.529794132199	136.625558698965
126	36.5298411466093	136.629597966227	0.348437	0.309375	36.529627149824	136.627262882779
128	36.5298411466093	136.628717322076	0.0640625	0.484375	36.529506101137	136.628773738342
128	36.5298411466093	136.628717322076	0.0671875	0.374219	36.529582296789	136.628776490355
128	36.5298411466093	136.628717322076	0.0515625	0.221094	36.529688214390	136.628762730290
128	36.5298411466093	136.628717322076	0.15625	0.390625	36.529570948648	136.628854922724
129	36.5298411466093	136.629597966227	0.924219	0.585938	36.529435849321	136.630411874284
129	36.5298411466093	136.629597966227	0.798437	0.460156	36.529522853584	136.630301105102
13	36.5353748008606	136.633120542834	0.607031	0.0523437	36.535338594368	136.633655121133
130	36.5298411466093	136.630478610379	0.1625	0.476562	36.529511505442	136.630621715054
130	36.5298411466093	136.630478610379	0.0742188	0.3625	36.529590402901	136.630543970731
133	36.5298411466093	136.633120542834	0.73125	0.501562	36.529494212773	136.633764513869
133	36.5298411466093	136.633120542834	0.459375	0.501562	36.529494212773	136.633525088741

表1 横断歩道の緯度経度取得のためのエクセルシート

## STEP 2 推定モデルを活用し乱横断の発生確率をリスク値として算出

### 推定方法

NTTデータ数理システムの<sup>ベイヨリンクエス</sup>**BayoLinkS**を活用する

### 推定に使用する項目

- ・ 特定の位置 → 1mごと
- ・ 施設の方角 → 位置から見た施設の方角
- ・ 横断歩道の方角 → 位置から見た施設の方角
- ・ 最寄りの横断歩道の距離(m) → 直線距離を算出
- ・ 施設との距離(m) → 直線距離を算出

P8で取得した航空画像の範囲を1mごとのメッシュに区切りそれぞれを位置データとした

「位置」にはある一定の範囲の中で乱横断が発生しているか目視での調査を行った際に観測できた場合は「有」それ以外は「無」のデータが入力されている

## STEP 2 推定モデルを活用し乱横断の発生確率をリスク値として算出

### BayoLinks(Alkano版)

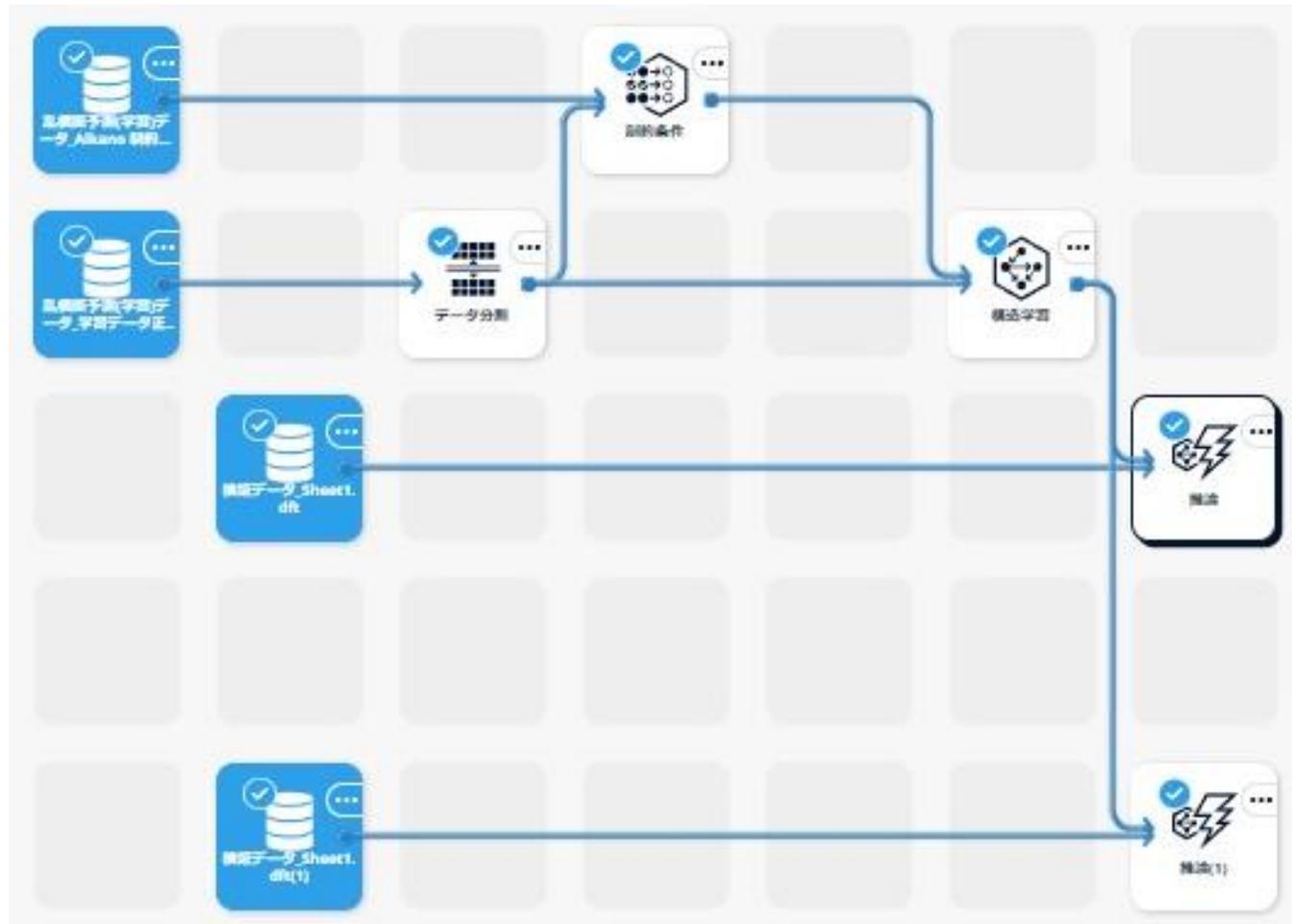
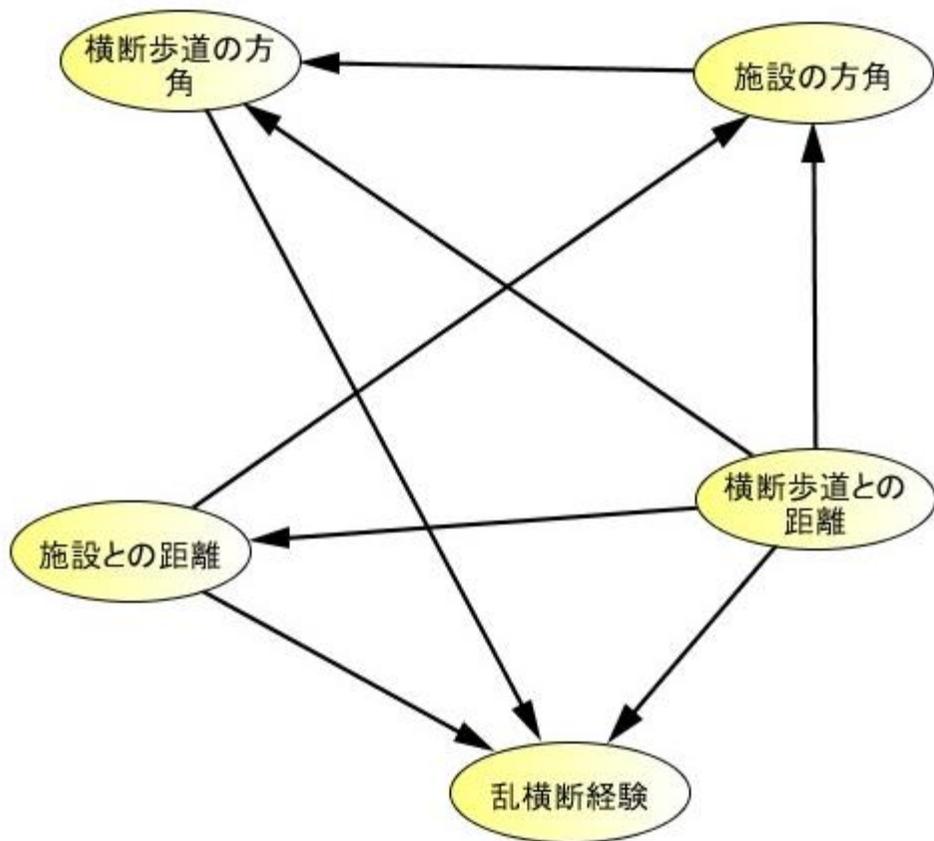


図3 Alkanoで作成した学習の流れ

## STEP 2 推定モデルを活用し乱横断の発生確率をリスク値として算出

### ベイジアンネットワーク

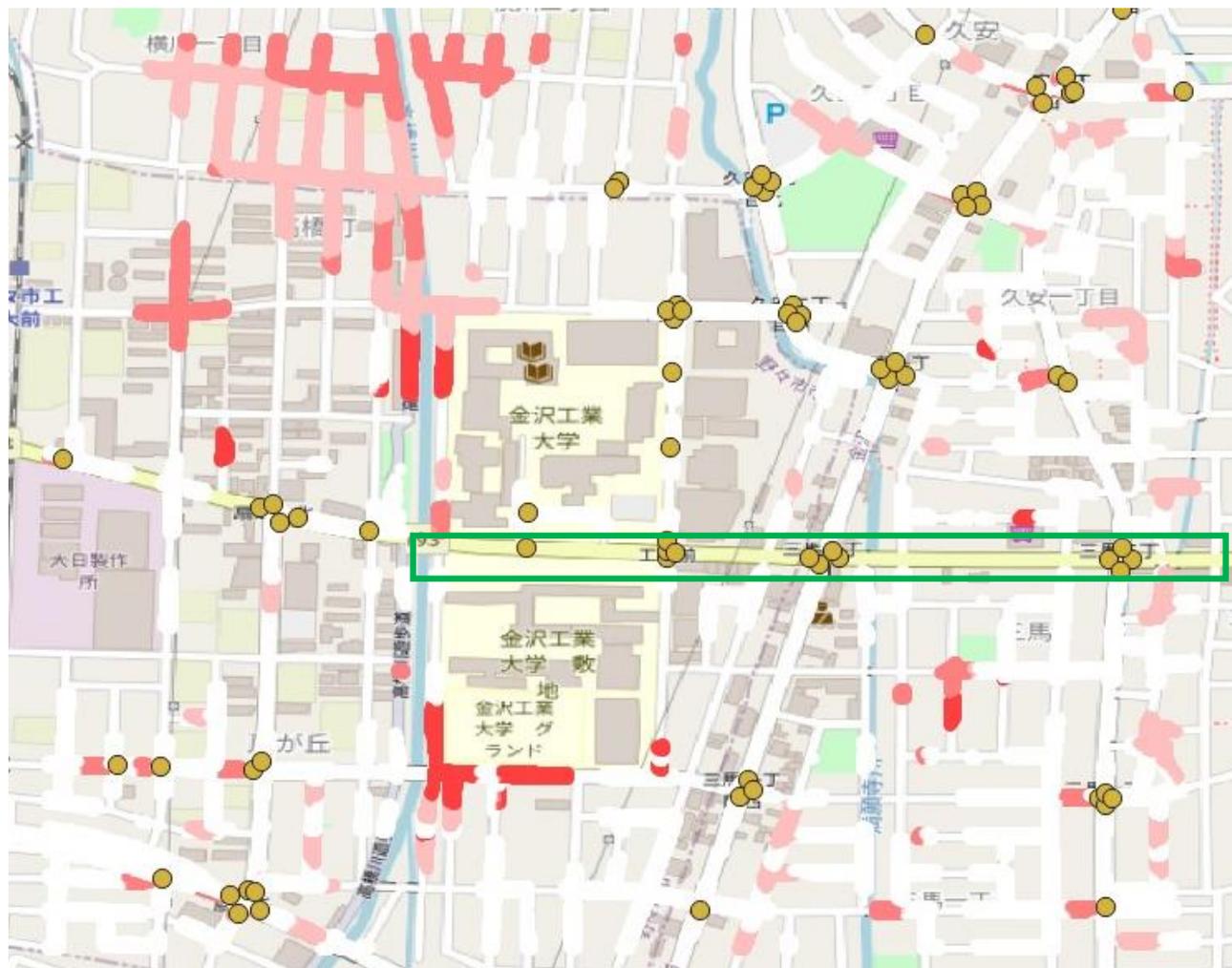


乱横断経験のデータは「有」と「無」になっておりそれぞれの確率を求めたいため乱横断経験を「子」それ以外を親候補として学習を行った

図4 作成したベイジアンネットワーク

## STEP 3 リスク値のヒートマップを重ねた乱横断リスクマップの作成

QGISを活用して乱横断リスクマップの作成を行った



赤色→白色  
(赤いほどリスクが高い)

黄色の点  
(横断歩道)

緑の枠  
(学習データを作成した箇所)

図7 作成した乱横断リスクマップ

# 結果

## 結果

- ・ 現段階では推論を正しく行うことができていない  
→一部の箇所では推論が正しくされていない
- ・ 現段階の学習内容では住宅街といった部分が真っ赤になっている

## 考察

- ・ 横断歩道の部分では乱横断の予測が回避されているので低い精度ではあるが推論はされていると考えられる
- ・ 今回の学習データは偏りがあるため他の箇所でのデータを収集することで結果が変化すると考えられる

## 検証

- ・ リスクの高い所と低い所をそれぞれ乱横断の目視調査を行いリスク値の正しさを検証する

# 参考文献

---

- 警察庁webサイト 統計表 2021  
<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>
- AI自動運転「死者ゼロ」は幻想か 制動距離と物理限界 2018  
[https://jidounten-lab.com/u\\_2975](https://jidounten-lab.com/u_2975)
- 高齢歩行者の乱横断に関連する諸要因の分析 2016  
[https://www.kokaken.or.jp/data/TS\\_47\\_1\\_2016\\_02.pdf](https://www.kokaken.or.jp/data/TS_47_1_2016_02.pdf)
- 乱横断防止対策と路面の安全性 1994  
[https://thesis.ceri.go.jp/db/documents/public\\_detail/52179](https://thesis.ceri.go.jp/db/documents/public_detail/52179)
- 都市部における横断歩行者行動特性を考慮した  
街路交通機能の設計に関する研究 2014  
<https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/record/7742/files/A30968.pdf>