

横断歩道手前空間を考慮した歩行者交通行動に関する基礎分析*

Analysis on Pedestrian Behavior Considering Spaces before the Crosswalk*

鳩山紀一郎**・杉森秀司***

By Kiichiro HATOYAMA**・Shuji SUGIMORI***

1. はじめに ~ 歩行者行動研究の重要性 ~

都市交通空間において、事故発生率が高いのは、歩行者と自転車及び自動車などが交錯する境界領域である。特に歩行者に関わる境界領域については、高齢社会が叫ばれる中で、最も慎重に設計していく必要があることは言うまでもない。しかし、これまでの都市交通計画では、相対的に歩行者の視点が看過されてきた傾向があり、大規模な交差点では長い横断距離、長い赤信号による待ち時間を余儀なくされることは多い。この根本的な原因として、交差点のソフトウェア的問題（あまりにも長いサイクルタイム）や、ハードウェア的問題（活用されない中央帯）などが挙げられようが、一方で、横断歩道横断時の歩行者の挙動自体が充分には明らかになっていない、という研究上の問題点もある。

そこで本研究においては、歩行者の視点から交差点改良を行っていく工夫を見出すための基礎的研究として、まずは交差点の横断歩道空間における歩行者の挙動を明らかにすることを考えることにした。

交差点における歩行者の横断行動は、従来から横断歩道部分のみが注目され、観察が行われてきた（例えば^{1),2)}が、実際に歩行者は横断歩道や信号を認識した時点から横断行動をとり始めると考えられるため、ここでは横断歩道の手前空間から歩行者の横断行動を考え、挙動を分析することにする。

*キーワード：歩行者交通行動，横断歩道，歩行者心理

**正員，工修，東京大学大学院社会基盤学専攻

（東京都文京区本郷7-3-1，

TEL03-5841-6135、FAX03-5841-8507）

***学生員，東京大学大学院社会基盤学専攻 修士課程

（東京都文京区本郷7-3-1，

TEL03-5841-6118、FAX03-5841-8507）

2. 歩行者の横断行動原理

（1）歩行者横断行動の実際

従来、横断歩道の端点から端点に至るまでの行動が歩行者の横断行動と考えられ、鳩山ら³⁾の先行的研究においてもそのような視点から実験が実施されてきた。その基本的な考え方は、

横断歩道まで歩行者は快適な速度でアプローチするため、歩行者に不快感が生じるのは横断歩道横断時のみである。

横断歩道横断時に信号が青点滅現示になると、歩行者は焦って速度を上げ、渡り終えるまで速度を緩めることはない。

横断歩道に至った時点で信号が青点滅現示なら、歩行者は横断歩道を渡ろうとしない。

というものである。しかし、実際に横断歩道数箇所において歩行者行動の観察を更に実施してみると、横断歩道においては、以下のような歩行者の行動も数多く見受けられることがわかった。

歩行者信号が青現示の間は、早く横断歩道に至ろうとして走り、横断歩道に至ると速度を落とす。

歩行者信号が青現示の間に横断歩道に至った場合、その後青点滅現示が始まっても速度を必ずしも上げない。

歩行者信号が青点滅現示になり、速い速度で横断歩道を渡り始めた場合、横断歩道を渡り終える前に速度を緩める。

従って実際の歩行者の横断行動を見てみると、必ずしも従来の考え方に基づく行動で歩行行動が説明できるわけではなく、横断歩道手前空間、例えば交差点が視界に入る地点から行われ始める、と考え

ることができる。この地点を「信号知覚点」と呼ぶと、この地点から横断歩道全体を考慮して歩行者は行動設計をしている、と考えることができる。

(2) 歩行者の横断行動原理仮説の提案

以上を踏まえると、知覚点を考慮した歩行者行動原理仮説を考えることができる。時空間ダイアグラムにこれを表現すると図-1のようになる。

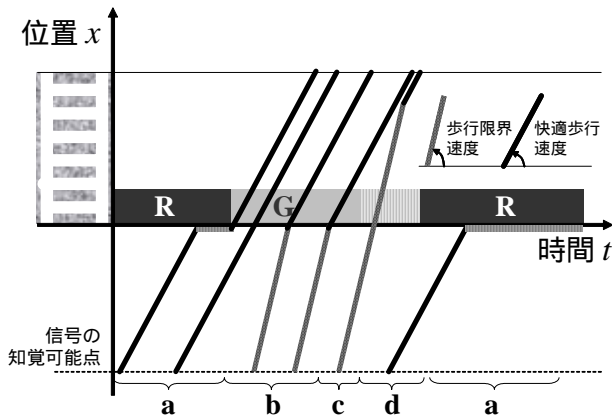


図-1 信号知覚点を考慮した歩行者行動原理

歩行者の行動は、知覚点から距離や時間を推測することにより計画される。このとき、歩行者の行動設計は図-1の a ~ d に対応して以下4つのケースのいずれかで規定されると考えられる。

- a 【赤 青の現示変化を経験】：青時間の長さが知覚可能なケース。知覚点において信号が赤の場合、歩行者は快適な歩行速度（以下、快適速度）で横断歩道に至り、信号が青になると再び快適速度で歩行する。横断歩道に至るまでに信号が青になった場合も同様である。
- b 【青現示のみ経験】：青時間の長さの知覚が困難なケース。知覚点で信号が既に青の場合、歩行者は信号がいつ点滅するか分からずに横断完了を望むため、速い速度（歩行限界速度）で横断歩道に至り、その後は速度を緩める。
- c 【青 青点滅の現示変化経験】：青点滅時間の長さの知覚が可能なケース。知覚点で信号は青で、横断歩道に至るまでに信号が青点滅となると、歩行者は歩行限界速度で横断歩道に至り、そのまま横断を始める。そして横断完了直前で快適速度まで速度を緩めて横断を完了する。
- d 【青点滅現示のみ経験】：青点滅時間の長さ

の知覚も困難なケース。知覚点で信号が既に青点滅の場合、歩行者は横断をあきらめて快適速度で交差点に至り、次の青現示を待つ。

ここで、速く歩いたり、現示変化の予測が困難だったりすると、人は「慌しさ」「不安」といった不快感を感じる、考えるのは先行研究³⁾と同様である。これらを歩行者の横断行動原理仮説とし、次に実験を行ってこれを検証する。

3. 検証実験

(1) 実験方法

本研究における歩行者実験は、前述の歩行者行動原理仮説の検証を目的としているので、歩行行動（歩行速度、位置など）を如何に細かく抽出できるかが重要となる。本研究では固定したビデオカメラで歩行者挙動を撮影し、移動距離などを後から計測する、という方法を採用した。また、実験空間としては、図-2に示す後樂園駅前交差点を対象地点とした。当該地点は変則的なY字交差点であり、16mの横断歩道を有する。対岸の歩道橋の階段部から横断歩道とその手前空間をカメラで見渡すことができるため、この地点を選定した。なお、サイクルタイムは2分5秒～15秒程度で逐次変化し、歩行者青時間は16秒で、青点滅時間は5秒であった。

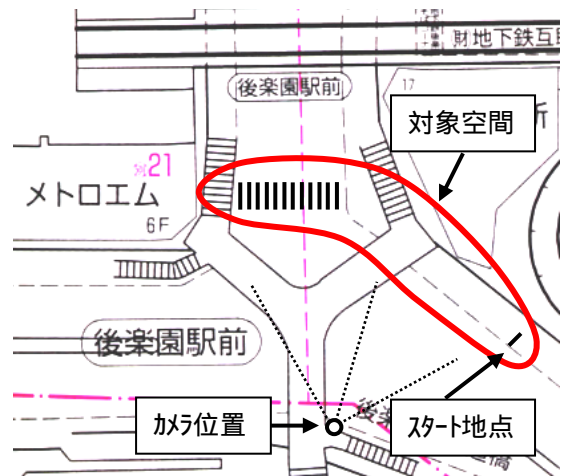


図-2 サンプルとした後樂園駅前交差点

実験はまず、被験者をスタート地点まで誘導し、下を向いた状態で立たせる。そして開始のタイミングがきたら合図をし、顔を上げて横断行動を行ってもらう。横断終了後には、横断時の「慌しさ」と

「不安感」についての主観的評価を11段階で評定してもらう。被験者は東京大学社会基盤学科の学生8名であり、それぞれ以上のプロセスを4回実施した。実験風景を写真-1に示す。



写真-1 実験風景 (ビデオ映像より)

(2) 実験ケースの設計

本研究では表-1に示すような実験ケースを設計した。図-1におけるa~dに対応して、a：赤→青の現示変化を経験する場合、b：青現示のみ経験する場合、c：青→青点滅の現示変化を経験する場合、d：青点滅現示のみを経験する場合である。信号知覚点（即ちスタート地点）については、横断歩道長と同程度手前から行動設計を始めるのではないかと考え、横断歩道の20m手前とした。ここで、ケースaは、歩行者信号が赤になった瞬間から1分36秒程度経過した時点で実験を開始するものだが、実際には赤現示の長さは車の流れによって動的に変化するため、アドホックな対応が必要となった。それをここでは「+」で表している。

表-1 実験ケースの設定

ケース	現示の経験	基準	経過時間
a	赤 青の現示変化	赤	1分36秒+
b	青現示のみ	青	2秒
c	青 青点滅の現示変化	青	6秒
d	青点滅現示のみ	青	16秒

(3) 実験の結果

実験の結果、次に示すように各ケースにおける被験者の歩行行動が詳細に抽出された。図-3はケースa、図-4はケースcの例である。状況に応じて歩行速度を各自設計しながら歩いている様子がよく分かる。これらの結果から、横断歩道手前と横断歩道横断中、横断歩道横断完了直前のそれぞれについて歩行速度がどのように変化しているかを次に見てみることにする。

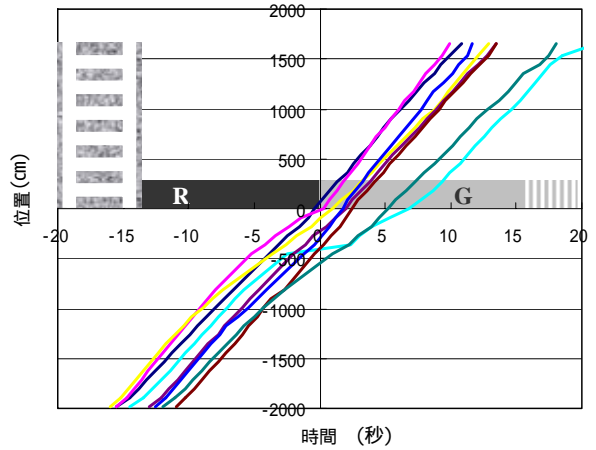


図-3 歩行行動の抽出結果 ケース a

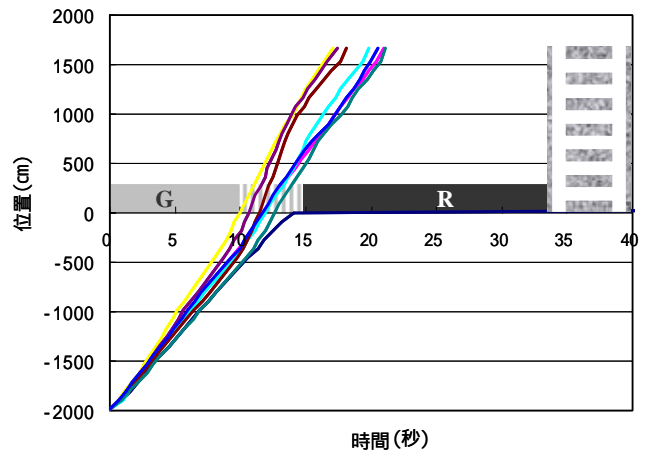


図-4 歩行行動の抽出結果 ケース c

a) 歩行速度変化の傾向

まず、各実験ケースについて、歩行速度を横断歩道手前：スタート地点から横断歩道の5m手前まで、横断歩道横断中：横断歩道端点（図-3、4の原点）から9m地点まで、横断完了直前：9m地点から最後まで、の3通りに分けて算出し、平均値を求めた（表-2）。なお、ケースcについては、横断を断念した被験者を平均値計算から除外した。

表-2 各実験ケースの歩行速度

実験ケース	a	b	c*	d
歩行速度				
横断歩道手前	1.335	1.544	1.654	1.356
横断中	1.483	1.743	2.431	1.401
横断完了直前	1.447	1.823	1.913	1.510
横断断念者割合	0%	0%	13%	100%

* 横断断念者は除外して算出した。

これにより以下の3点において、仮説と整合的な結果を得ることができた。

- ・ ケースaよりケースb、cの方が横断歩道手前

- の歩行速度が速い(いずれも $t > 4.00$, $p < 0.01$) .
- ・ ケースcの場合のみ, 横断完了直前に歩行速度が落ちる ($t = 1.98$, $p < 0.1$) .
- ・ ケースdでは全被験者が横断を断念するが, 赤信号を待っているとき以外は, 横断歩道手前から完了までケースaと同様の歩行速度で行動を行う(いずれも $t < 1.00$, $p > 0.1$) .

一方で, 以下の3点については必ずしも仮説と整合しない結果となった .

- ・ ケースaでは, 横断歩道手前より横断中の歩行速度の方が速い ($t = 5.57$, $p < 0.01$) .
- ・ ケースbよりケースcの横断歩道手前の歩行速度の方が速い ($t = 2.01$, $p < 0.1$) .
- ・ ケースaよりケースbの方が, 横断歩道横断中の歩行速度が速い ($t = 2.81$, $p < 0.05$) .

b) 主観的評価の傾向

次に, 各実験ケースの試行が終わった後に被験者に質問した不快感(慌しさ, 不安)に関する主観評価の評定結果についてまとめる(表-3) . いずれも0~10の11段階評価で, 10が最も不快な状態を表す得点である .

表-3 各実験ケースの主観評価

実験ケース	a	b	c	d
慌しさ (0-10)	0.63	4.88	5.38	0.75
不安 (0-10)	0.63	2.38	2.13	1.38

これにより, 青現示の残り時間が少なくなるにつれて「慌しさ」が増していく様子, 現示の残り時間がわからない(ケースbに相当)場合に「不安」が増す様子が見て取れる . 従って, 横断歩道を横断する際に, 歩行者は横断歩道以前から不快感をある程度感じていることが示唆される .

c) 考察

今回の実験においては, 歩行速度の傾向に関して, 一部で仮説に整合的ではない結果となった . その原因としては, 以下が考察される .

【実験空間上の問題】

- ・ サンプルとした横断歩道は, 音響信号が設置さ

れており, その音が被験者にとって青現示の残り時間に関するヒントとなった可能性がある .

【仮説上の問題】

- ・ 快適速度が横断歩道手前空間と横断歩道でそもそも異なり, 後者の方が速い可能性がある . 即ち, 横断歩道は自動車と交錯する危険な境界領域であるため, 歩行者は無意識に「早く抜けよう」と考え, 自ずと速度を速める可能性がある .
- ・ 歩行者にとって歩行速度は快適速度と歩行限界速度の二者択一ではなく, 将来の不快感を考慮した上で最適と思われる速度を歩行者は逐次選択していると考えられる .
- ・ 歩行者は一度選択した歩行速度はしばらく変えずに行動をとる可能性があり, 頻繁な速度変化はむしろ不快感に繋がる可能性がある .

4 . まとめと課題

本研究の成果は以下の通りである .

仮説 a ~ d は一部説明された .

与えられた青現示が短くなると, 被験者は慌しさ, 不安をとともに増大させる傾向がある .

これらにより, 歩行者が横断歩道の手前空間から横断行動を設計していることが説明された . しかし, 実験空間の設定や歩行者行動原理行動原理に若干の再考が必要であり, 今後は様々な横断歩道様式における追加的な実験を行っていく必要がある .

これらの知見を総合することで, 歩行者行動に立脚した信号制御, 横断歩道形状設計, ITSによる情報提供システムの開発などを行うことが可能となるものと考えられる .

参考文献

- 1) 戸澤孝夫・大蔵泉・吉田謙一：交差点横断歩行者の挙動特性に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 部, Vol.51, pp.180-181, 1996
- 2) 鈴木隆ほか：横断歩道における青時間に対する意識と歩行速度に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 部, Vol.52, pp.106-107, 1997
- 3) 鳩山紀一郎ほか：時空間のフォーマリ化`テイの概念による歩行者指向型交差点の設計法, 第27回土木計画学研究発表会講演集, No.92, 2003