

平成19・20年度 研究調査報告書

歩行者の道路横断実態を重視した
実用的な最適信号制御の研究

歩行者信号制御における
音楽の効果の実証的研究

報告書

平成21年3月



財団法人 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences

H963 プロジェクトメンバー

- P L 赤羽 弘和 (千葉工業大学 教授)
片倉 正彦 (東京都立大学 名誉教授)
宇佐美 勤 (住友電気工業(株) 主幹)
河野 志朗 (警視庁 信号機運用係長)
齋藤 威 (T R S 研究所 首席研究員)
佐藤 史明 (千葉工業大学 准教授)
田中 伸治 (東京大学 講師)
新倉 聡 (警察庁 課長補佐)
野田 素良 (警視庁 副主幹)
鳩山紀一郎 (東京大学)
横井 昭 (警視庁 管理官)

H081 プロジェクトメンバー

- P L 赤羽 弘和 (千葉工業大学 教授)
片倉 正彦 (東京都立大学 名誉教授)
宇佐美 勤 (住友電気工業 主幹)
齋藤 威 (T R S 研究所 首席研究員)
佐藤 史明 (千葉工業大学 准教授)
田中 伸治 (東京大学 講師)
新倉 聡 (神奈川県警察本部 交通技術官)
野田 素良 (警視庁 副主幹)
山崎 勝則 (警視庁 信号機運用係長)

目 次

第 1 章 はじめに (H963)

1.1	研究の背景と目的	1
1.2	経過時間表示機能付き歩行者用 LED 灯器と残り時間表示方式	1
1.3	音響出力の概要と目的	3
1.3.1	音楽の詳細	3

第 2 章 観測方法と観測箇所の分析方法

2.1	観測方法	5
2.1.1	調査実施場所	5
2.1.2	撮影日程	5
2.1.3	撮影方法	6
2.2	観測データ処理手順と評価指標	11
2.2.1	観測データ	11
2.2.2	観測データ処理手順	11
2.2.3	評価項目	12

第 3 章 残り時間表示の効果検証

3.1	調査地点ごとの解析結果	13
3.1.1	大田区大森地区交差点の経年効果	13
3.1.2	銀座 4 丁目交差点の観測データの解析結果	21

第 4 章 音響出力と残り時間表示の効果検証

4.1	音楽の効果の VR 実験による事前検証	33
4.2	歩行者信号制御における音楽の効果検証	38
4.2.1	使用データ	38
4.2.2	検証結果	38
4.2.3	まとめ	52

第 5 章 再作曲音楽の効果検証

5.1	音楽のコンセプト	53
5.2	検証データと検証結果	54

第6章 追加調査地における再作曲音楽の効果検証（H081）

6.1 観測概要	68
6.1.1 調査場所日程	68
6.1.2 撮影概要	68
6.1.3 音楽の設定	70
6.2 調査概要	71

第7章 まとめ

参考文献	82
------	----

謝辞	83
----	----

第1章 はじめに

1.1 研究背景と目的 (H963)

現行の歩行者信号の青点滅の定義は「歩行者は道路の横断を始めてはならず、また、道路を横断している歩行者は速やかにその横断を終わるか又は横断をやめて引き返さなければならないこと」と記されている^{1), 2)}。しかし、たとえ横断前半で青点滅が開始しても横断歩道を引き返す歩行者は稀であることを考慮すると、この定義にそった歩行者信号の表示設計は、必ずしも歩行者の横断実態に即したものとは言えない。

既存研究における聞き取り調査によると、約300人中6割強の歩行者が「青点滅中に横断を開始しても良い」と理解し、場所によって異なるが青点滅中に横断歩道に到着した歩行者の60~98%がそのまま横断を開始していた³⁾。その結果として、都内35箇所の横断長8~29mの横断歩道で約4,000人を対象とした観測では、約12%の横断者が歩行者赤の表示開始までに横断を終了できなかったことが報告されている⁴⁾。以上のように、横断の定義と実態には乖離があり、これが原因で赤信号開始時の横断歩道上の残留者（以下、残存者）が右折や左折車両などと錯綜するなど、歩行者および自動車の双方における交通の安全と円滑に影響を与えているとの指摘がある。

これに対し、海外の多くの国々では、青(または赤)点滅現示を青表示に対して相対的に長く表示することで、同点滅表示開始時の横断開始者は設計歩行速度で横断を赤表示開始までに終了できるように設定されている。しかし、歩行者青の表示時間の短縮により、設計速度以上で横断可能な歩行者が青点滅で横断開始を断念すると、不必要に横断機会を喪失することになり、それが交通規則の遵守率低下につながるとの懸念もある。

このため、従来の表示に加え横断歩行者に横断時間の残余を伝達する「青の残り時間表示機能付き歩行者用LED灯器」(以下、残り時間表示付き歩行者信号灯器)や、青時間中に音楽を流す「音響付き歩行者信号灯器」を付加情報として設置するなどの改善策が首都圏を中心に導入または実験されている。

本研究では、これらの付加装置の設置前後での歩行者の横断挙動変化を調査・分析し、安全性および交差点の交通処理能力の観点より、効果向上のための知見を見出すことを目的とする。

1.2 経過時間表示機能付き歩行者用LED灯器と残り時間表示方式

図-1.1に、経過時間表示機能付き歩行者用LED灯器を示す。人の形が表示されていない側の灯器において、ゲージが全点灯から滅灯に変化することにより、歩行者現示と歩行者赤(PR)の残り時間とを表示することができる。

図-1.2に示すように、歩行者現示の残り時間表示方式として、平成17年度の本研究においては「歩行者青(PG)終了方式」と「歩行者青点滅(PF)終了方式」との2方式が検討された。



図-1.1

残り時間表示付き歩行者信号灯器

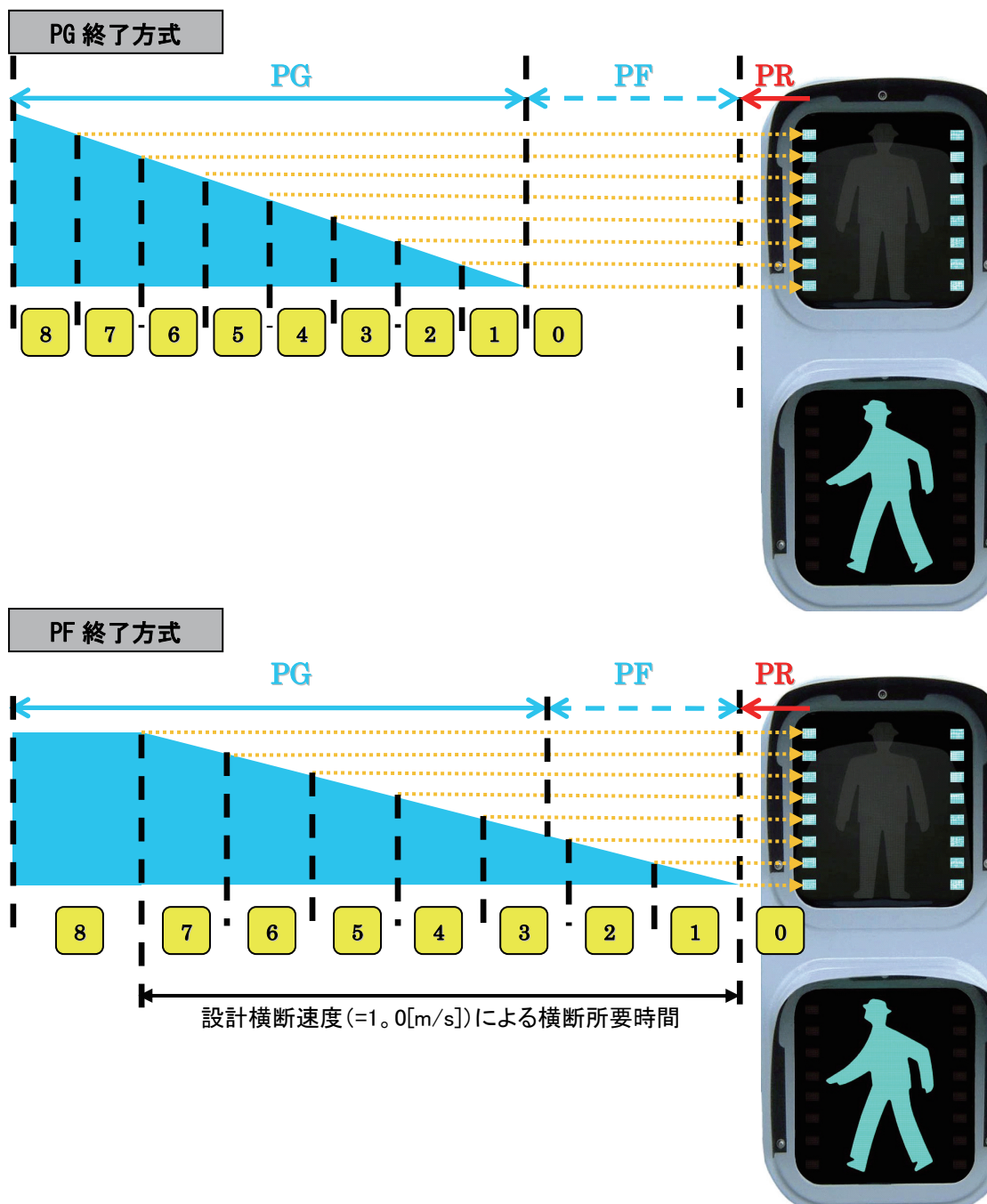


図-1. 2 残り時間表示方式

① 歩行者青(PG)終了方式

PG 開始と同時に残り時間ゲージも減少過程に入る。PG 終了と同時にゲージはすべて消灯する。「道路交通法施行令」の第二条によると、「人の形の記号を有する青色の灯火の点滅」(PF)は、「歩行者は、道路の横断を始めてはならず、また、道路を横断している歩行者は、すみやかに、その横断を終わるか、又は横断をやめて引き返さなければならないこと。」を意味している。PG 終了方式は、「道路の横断を始めてはならない」PF の開始までの残り時間を、横断歩行者に示すことを目的としている。

② 歩行者青点滅(PF)終了方式

歩行者現示の設計においては、歩行速度=1.0[m/s]が標準的に用いられている。この速度で横断に要する時間を、PF 終了時から遡った時点から残り時間ゲージの減少を開始し、PF 終了時に減少を終了(全消灯)する。この表示の目的は、PF 終了までの残り時間を、横断長の大小にかかわらず点灯ゲージ数で正規化して、歩行者に伝達することである。

すなわち、PG 表示中であっても設計上の横断所要時間より PF 終了までの残り時間が短くなっていることを歩行者に伝達し、個々の横断速度に応じて横断開始の判断と歩行速度の見直しを促す効果を期待したものである。

表示時間の設定例を以下に示す。

【例】横断歩道長 24[m]、PG=24[s]、PF=8[s]の場合

- ① 全ゲージ点灯時間 = (PG 秒数 + PF 秒数 - 横断長 24m / (1m/秒)) = 8 秒
- ② 7 マス～1 マスの各点灯時間 = [24 秒(設計横断秒数) - 8 秒(PF 秒数)] / 7 マス
= 約 2.3 秒

平成 18 年度には、後述のようにゲージの減少時期は PF 終了方式、ゲージの全消灯時期を PG 終了方式と同様とした「新 PG 終了方式」を実験方式として採用した。これは、「道路の横断を始めてはならない」PF の開始までの残り時間と、PG 表示中であっても設計上の横断所要時間より PG 終了までの残り時間が短くなっていることの双方を、歩行者に伝達することを目的としたものである。

1.3 音響出力の概要と目的

図-1.3 示すように、音響は 3 種類の音楽によって構成されている。音楽の切り替りは残り時間表示におけるゲージの減少時間帯と同じとなっており、この音楽は都市のサウンドスケープに適合するように、専門家により作曲されている。

これまで、残り時間表示信号灯器では視覚によって歩行者に歩行者信号灯器の情報を伝えたが、本研究では音響付き灯器で聴覚に訴えることで直感的に歩行者信号灯器の情報を歩行者に伝えかけ、横断開始の可否判断に役立てることを目的としている。

1.3.1 音楽の詳細

図-1.3 の A、B、C で示すように時間帯によって 3 種類で構成されている。

A 時間帯 (歩行者青開始～臨界横断開始時点) :

安心して横断を開始し継続してもらうように、「緩やかなリズム」で構成する。

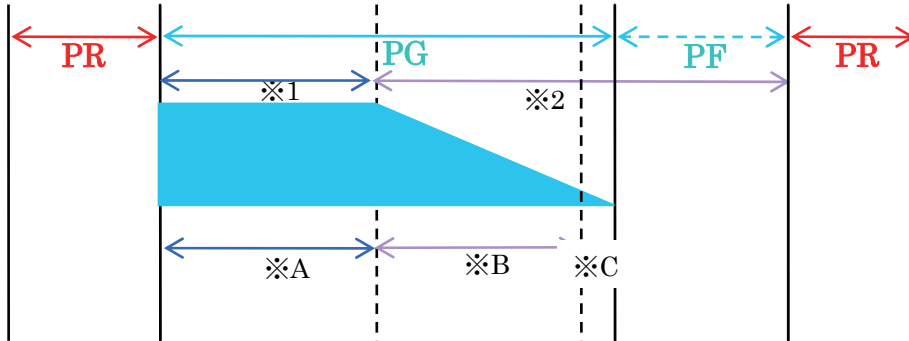
B 時間帯 (臨界横断開始時点～歩行者青後半) :

歩行速度が増大するように、「テンポ」を高める。

C 時間帯 (歩行者青後半) :

横断開始断念を促す目的で、「警告的な音」を構成する。なお、C の時間帯での音楽は、諸般の事情により PF 開始 2 秒前から PF 開始まで流れるように設定した。

音響付き信号灯器



※1 この時間帯に横断を開始すれば、高々1.0m/sの歩行速度でPF終了までに横断を完了できる。

※2 設計横断速度 1m/sによる横断所要時間。

図-1.3 音響付き灯器の概要

第2章 観測方法と観測箇所の実験方法

2.1 観測方法

2.1.1 調査実施場所

調査実施場所および終了方式などの詳細を、表-2.1 に示す。なお、本年度の調査では、全 9 箇所の内、比較的多くの横断者の見込める 4 箇所においてデータ収集を実施し、比較検証を行った。

表-2.1 調査実施場所とその詳細

調査場所 (横断歩道長)		付加情報	撮影日時
銀座 4 丁目 (24m)		なし	2006.09.04(月) 08:00~14:00
		残り時間(PF 終了方式)	2006.11.04(月) 08:00~14:00
		残り時間(新 PG 終了方式)	2006.12.04(月) 08:00~14:00
		なし	2007.10.30(火) 07:00~10:00
		音響付き	2007.12.11(火) 07:00~11:30
		音響+残り時間(新 PG 終了方式)	2007.12.18(火) 07:00~11:30
			2008.03.18(火) 07:00~11:00
大森地区	八幡入口 (20m)	残り時間(PG 終了方式)	2007.09.14(火) 10:00~15:00
	大森北四丁目 (16m)	残り時間(PG 終了方式)	2007.09.14(火) 10:00~15:00
	大森西三丁目 (6m)	残り時間(PG 終了方式)	2007.09.15(水) 10:00~15:00
	勤労福祉会館 (6m)	残り時間(PG 終了方式)	2007.09.15(水) 10:00~15:00

2.1.2 撮影日程

銀座 4 丁目交差点においては、午前 7 時より午前 11 半まで交差点を撮影した。表示なしの観測用には、午前 7 時より午前 10 時までを撮影した。また、複数回の撮影を行う上で、歩行者属性の同一性を高めるために、下記の点に留意した。

- ① 同曜日に実施。
- ② 降雨時は翌週へ延期。
- ③ 灯器変更にあたっては、変更を行う旨を看板にて歩行者に告知。
- ④ 音響設置後は 2 週間以上の慣らし期間を設ける。

2.1.3 撮影方法

撮影カメラ配置、接続、画角を銀座4丁目交差点で例に示す。銀座4丁目交差点では交番の屋上を借用し、**図-2.1**のようにカメラの設置・撮影を行った。当刻交差点ではカメラ3台を使用し、**図-2.2**に示すように、横断歩道だけではなく、解析に必要となる各信号灯器や左折車両の滞留状況を確認できる範囲を撮影した。また、音響の録音も行うため、マイク1機を歩行者撮影カメラに接続し音響を録音した。

撮影に使用する機材およびその接続方法を**図-2.3**に示す。

それぞれのカメラでの撮影対象は下記の通りである。

- ① 横断歩行者 (**図-2.4** 参照)
- ② 交差方向の車両信号灯器、左折車両 (**図-2.5** 参照)
- ③ 調査方向の車両信号灯器、調査方向の歩行者信号灯器 (**図-2.6** 参照)

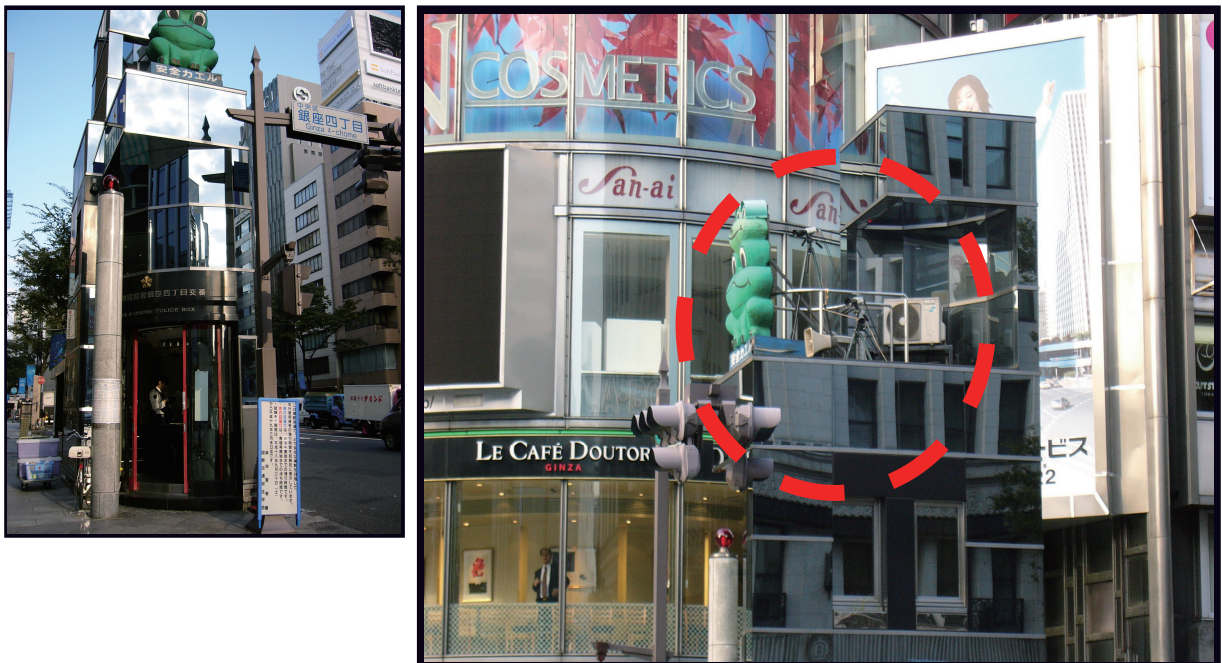


図-2.1 観測用カメラ設置位置

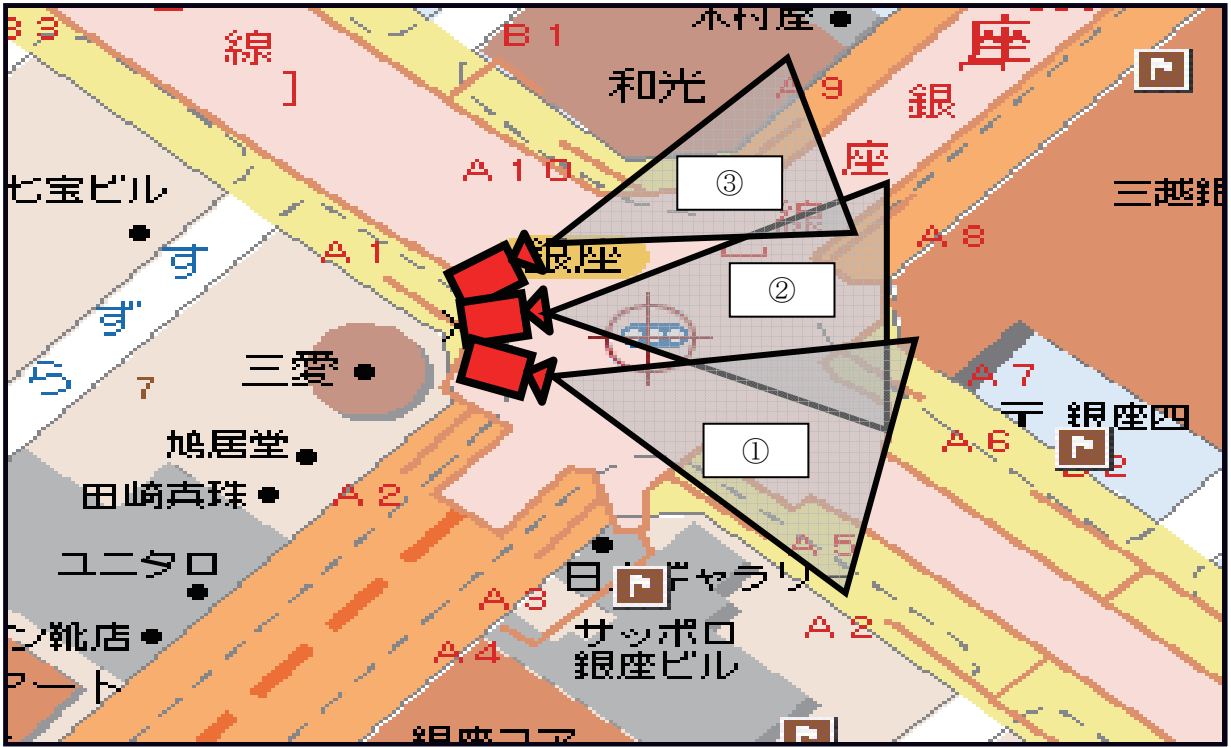


図-2.2 観測・撮影カメラ配置



図-2.3 観測用カメラ接続配線図



図-2.4 カメラ①撮影画像

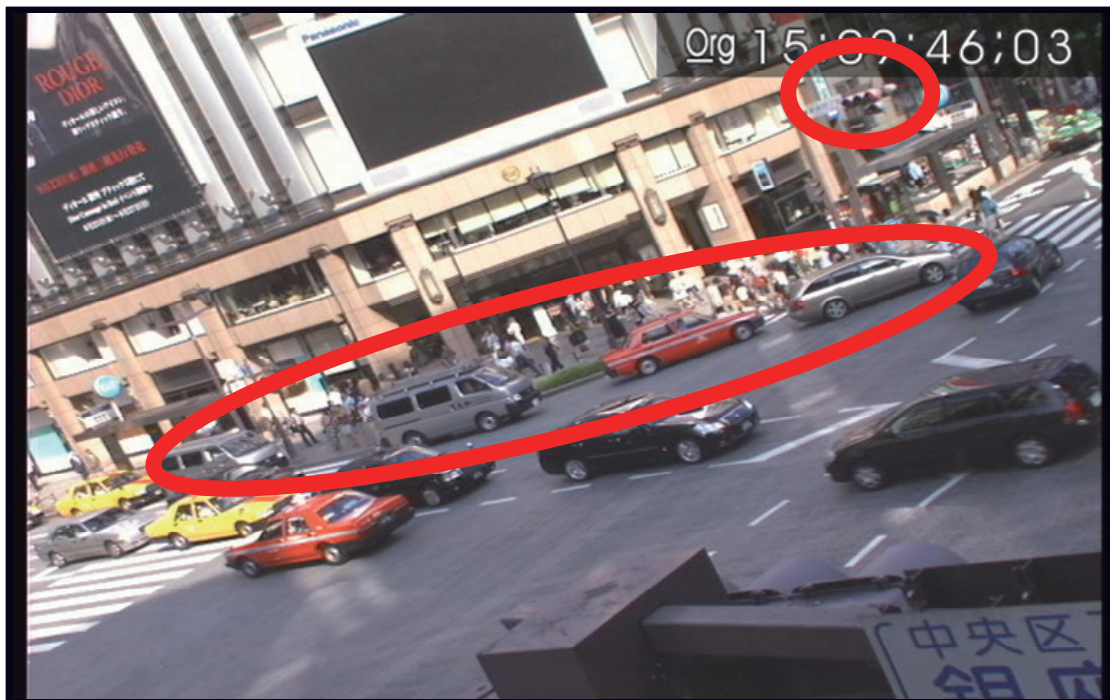


図-2.5 カメラ②撮影画像



図-2.6 カメラ③撮影画像

2.2 観測データ処理手順と評価指標

2.2.1 観測データ

ビデオ観測により取得する基礎的データを以下に示す。

- ① 横断歩行者の横断開始時刻および横断終了時刻
- ② 歩行者信号灯器の PG・PF・PR の切り替わり時刻
- ③ 車両信号灯器の青・黄・赤の切り替わり時刻
- ④ 調査対象交差点での左折車両の通過時刻

2.2.2 観測データ処理手順

ビデオ観測により得られた観測データから、評価項目を導くまでの処理手順を図-2.7 に示す。

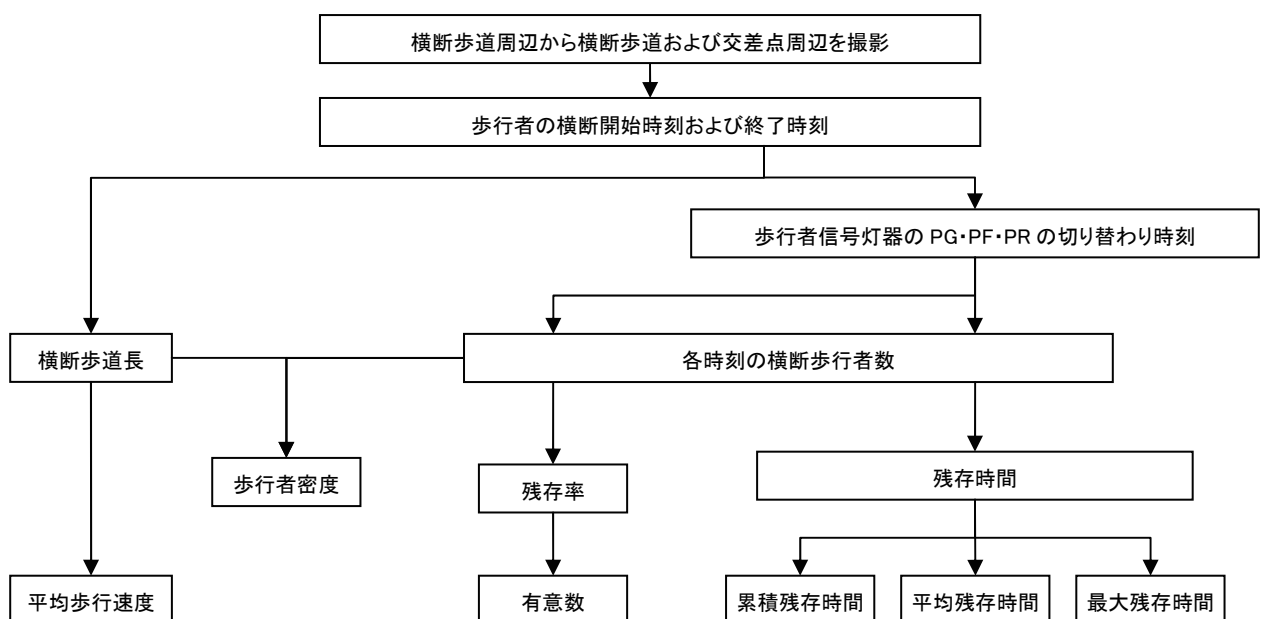


図-2.7 観測データ処理手順フロー

2.2.3 評価項目

本研究では、既存の研究の評価項目での分析を行った。

① 残存率

PF 終了時に横断を終了することができなかった歩行者の全横断者に対する残存者の割合。

$$\text{残存率}[\%] = \frac{\text{残存者}[\text{人}]}{\text{全横断者}[\text{人}]} \times 100$$

② 平均歩行速度

横断開始から横断終了までの平均歩行速度。

$$\text{平均歩行速度}[m/s] = \frac{\text{横断歩道長}[m]}{\text{横断所要時間}[s]}$$

③ 横断開始時期および終了時期

全横断歩行者の横断開始および横断終了時期。

④ 残存時間

PF 終了後の横断歩道上における滞留時間。

第3章 残り時間表示の効果検証

3.1 調査地点ごとの解析結果

3.1.1 大田区大森地区の経年効果

東京都大森地区調査では、過去の実地調査で全時間帯の横断者および残存者のデータのみが得られるため、残存率のみで検証を行う。

2005年3月1日より東京都大田区大森地区の9箇所の交差点において導入された「残り時間表示付き歩行者信号灯器」は、設置直後の実地調査・解析の結果、残存率の抑制効果が確認されている。今回2007年には、導入より2年以上が経過した現在における効果の継続性を確認することを目的とし、再度、実地調査・解析を行った。

東京都大森地区交差点概要を図-3.1に示す。



図-3.1 東京都大森地区 交差点概要

各交差点での横断歩道長やカメラ配置を図-3.2 から図-3.5 に示す。

(a) 八幡入口

横断歩道長・・・20m

撮影日時・・・・2007年9月14日（金）10：00～15：00

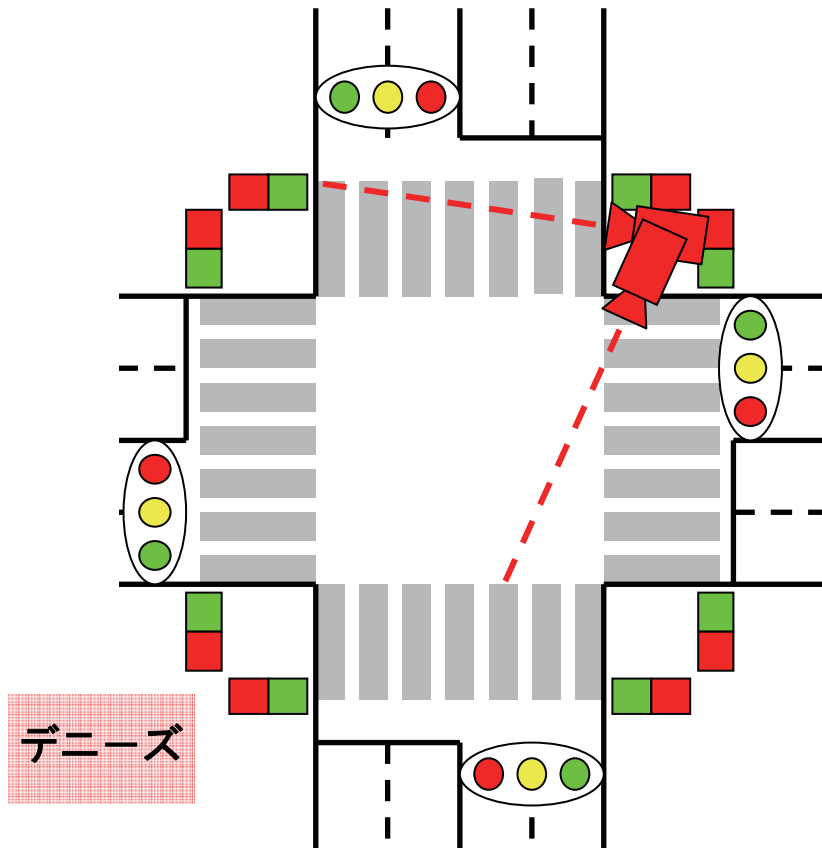


図-3.2 八幡入口交差点概要

(b) 大森北四丁目

横断歩道長・・・16m

撮影日時・・・2007年9月14日（金）10：00～15：00

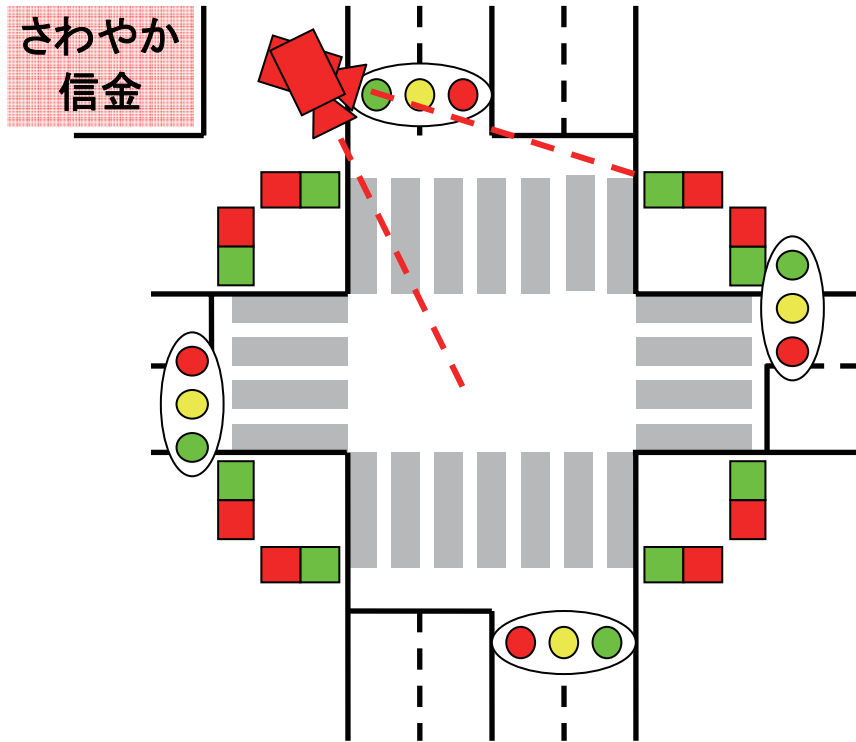


図-3.3 入三通り入口交差点概要

(c) 大森西三丁目

横断歩道長・・・6m

撮影日時・・・・・・2007年9月13日(木) 10:00-15:00

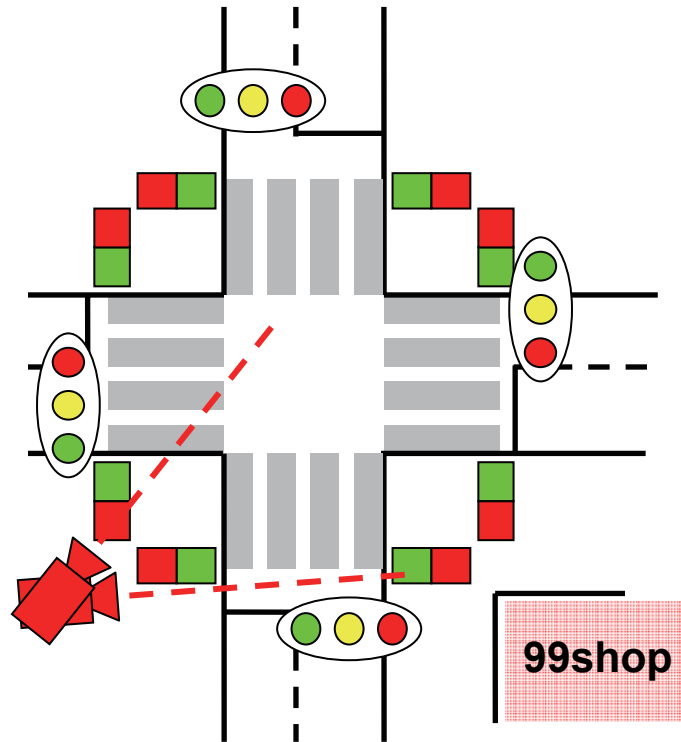


図-3.4 大森西三丁目交差点概要

(d) 勤労福祉会館

横断歩道長・・・6m

撮影日時・・・・・・2007年9月13日（木）10：00～15：00

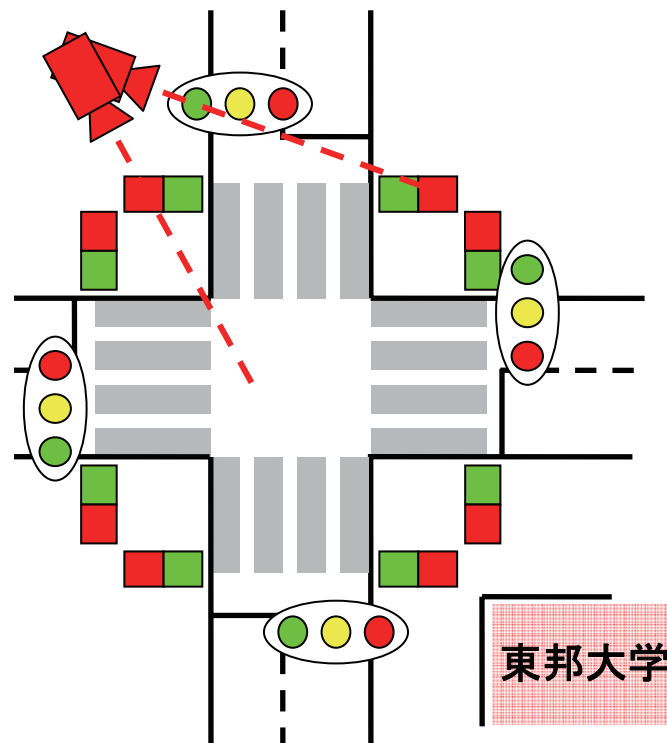


図-3.5 勤労福祉会館交差点概要

(1) 大森地区交差点の解析結果

今回の解析に使用したデータおよび解析結果を、表-3.1 に示す。

なお、東京都大森地区調査では過去の実地調査で全時間帯の横断者および残存者のデータしか得られていない為、残存率のみで検証を行う。

表-3.1 大森地区交差点の残存率と残存時間の算出結果

交差点名	八幡入口			大森北 4 丁目		
終了方式	表示なし (設置前)	PG 終了 (設置直後)	PG 終了 (経年)	表示なし (設置前)	PG 終了 (設置直後)	PG 終了 (経年)
横断者数[人]	727	654	881	329	272	154
残存者数[人]	69	36	69	27	16	24
残存率[%]	9.5	5.5	7.8	8.2	5.9	15.6
交差点名	大森西 3 丁目			勤労福祉会館		
終了方式	表示なし (設置前)	PG 終了 (設置直後)	PG 終了 (経年)	表示なし (設置前)	PG 終了 (設置直後)	PG 終了 (経年)
横断者数[人]	148	112	234	93	52	211
残存者数[人]	9	10	37	11	1	29
残存率[%]	6.1	8.9	15.8	11.8	1.9	13.7

図-3.6 に示す通り、4 交差点の合計値で残存率の比較検証を行った結果、設置前は 8.9%、設置直後は 5.8%であったのに対し、今回は 10.7%となり設置前と比較しても残存率が高くなった。また、図-3.7 に示す通り、八幡入口交差点では設置直後と比較し 2.3%の増加が確認され、他の 3 交差点においては設置前より残存率が高くなった。

これらの要因として、横断者数の差異（大森北 4 丁目、大森西 3 丁目、勤労福祉会館）や、横断歩道長が非常に短いこと（大森西 3 丁目：6[m]、勤労福祉会館：6[m]）が考えられる。以上の要因より、横断者数が平均 10[人/サイクル]であり、横断歩道長も 20[m]と長い八幡入口交差点の結果を最も信頼性の高い結果と見なした。しかし、当該交差点においても設置前に比べれば残存率の減少は確認できるものの、その割合は設置直後に比べ少なくなっていることが分かる。この原因として、残り時間表示に対する慣れが考えられ、情報提供の方法は更に改善する必要があることを示す結果となった。

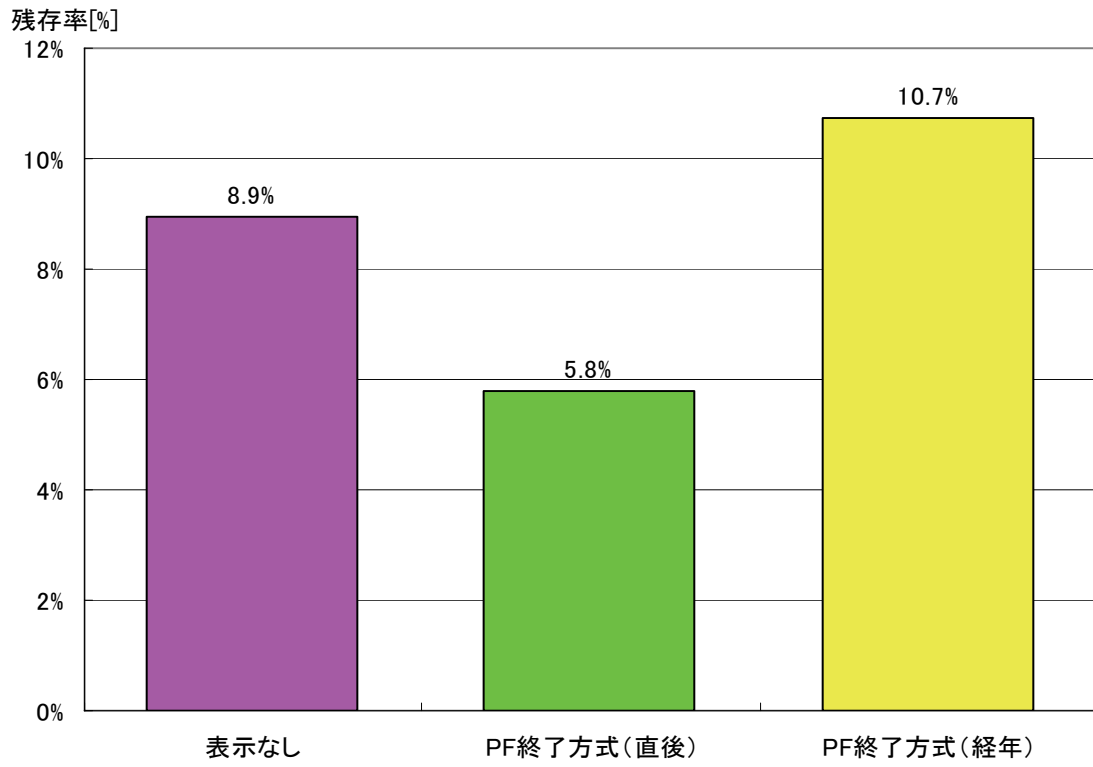


図-3.6 大森地区での残存率

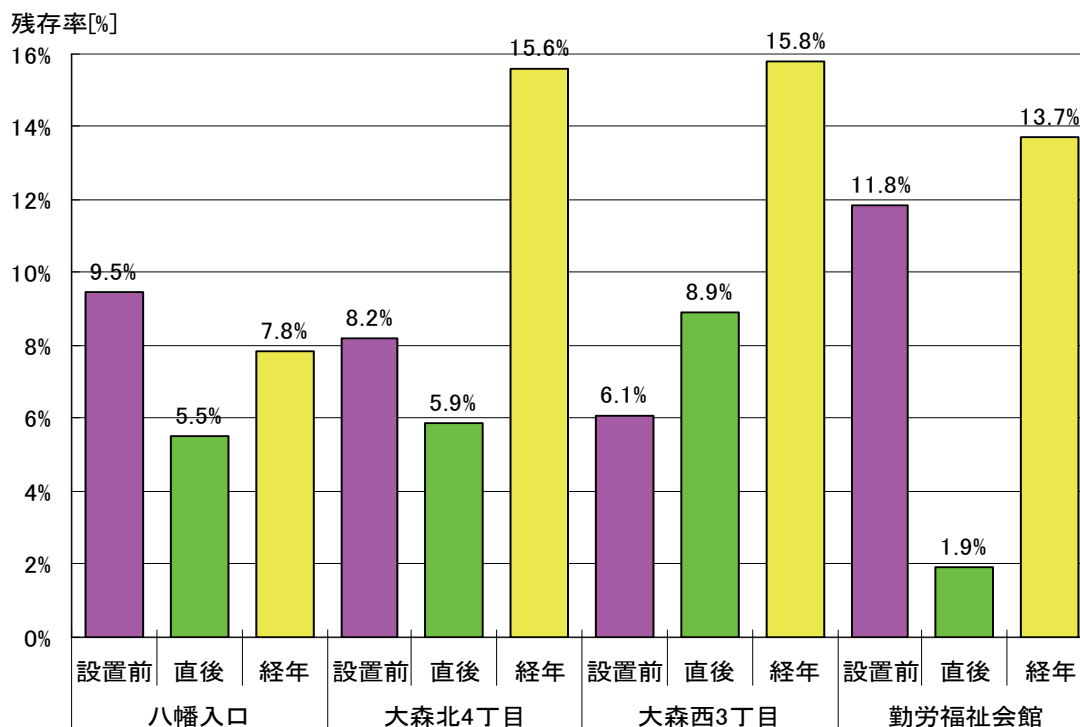


図-3.7 東京都大森地区での交差点別残存率

(2) まとめ

今回東京都大森地区での経年変化の解析を行った結果、残存率は4交差点全体では表示なしで8.9%、表示開始直後では5.8%、経年変化後では10.7%となった。これは、歩行者が信号灯器の意味を正確に理解していないことや、この横断歩道に高頻度利用者の慣れ等が原因ではないかと考察する。

交差点別では、八幡入口のみにおいて表示なし時の9.5%に比べ、経年変化後で7.8%と、1.7%の残存率減少が見られた。しかし、表示開始直後と比べると2.3%増加という結果となった。これは、当該交差点は他の交差点に比べ交通量も多く横断歩道長も長いいため、残り時間表示による横断の可否判断に役立っている可能性を示しているものと考えられる。

3.1.2 銀座4丁目交差点の観測データの解析結果

(1) 交差点概要と観測場所

当該交差点の特徴は歩行者が多いことが挙げられ、横断歩道長は24mである。なお、撮影方法や画角は前述と同様である。

(2) 使用データ

2006年度は、2005年度に解析で使用したデータである8:00-9:00、12:30-14:00に加え本年度新たに9:00-11:00を加えた計4時間半のデータを用いて解析を行った。

解析において使用した横断者および解析により得られたデータを表-3.2と表-3.3に示す。

表-3.2 使用データと交差点の詳細

交差点名	銀座4丁目交差点	
横断歩道長	24m	
終了方式	表示なし	新PG終了方式
調査日	2006.09.04(月)	2006.12.10(月)
使用データ	8:00~11:00、12:30~14:00	
横断者数	4689	4995

表-3.3 残存率の算出結果

	表示なし			新PG終了方式		
	横断者 [人]	残存者 [人]	残存率 [%]	横断者 [人]	残存者 [人]	残存率 [%]
8:00-9:00	243	42	17.3	291	41	14.4
9:00-10:00	430	70	16.3	446	64	14.3
10:00-11:00	980	223	22.8	1237	130	10.5
12:30-14:00	3036	996	32.8	3021	1047	34.7
合計	4689	1331	28.4	4995	1282	25.7

(3) 全時間帯での解析結果

図-3.8 に示す通り、残存率を比較すると 8：00-11：00 において表示なしよりも新 PG 終了方式で 8.4%の低下が見られた。しかし、12：30-14：00 では表示なしに比べ新 PG 終了方式の方が 6.3%増加という結果となった。

図-3.9 に示す時間帯別残存率の比較では、12：30-14：00 以外は残存率低下が見られた。特に、10：00-11：00 では他時間帯に比べ著しく残存率の低下が見られた。残存率低下の要因を探るために他の評価においても時間帯別に検証を行う。

図-3.10 に示す臨界速度とは、歩行者赤開始までに横断を終了するために必要な平均歩行速度である。-20 秒付近で平均速度の分布が臨界速度を下回り始めており、これ以降の横断開始者は歩行者赤までに横断を終了できていないことが分かる。また、終了方式間で平均歩行速度を比較すると、新 PG 終了方式のほうが全体的に低い速度領域に集まっていることが分かる。また、図-3.11 に示した通り、横断開始・終了時期での比較では新 PG 終了方式の方が表示なしに比べ横断開始時期の立ち上がり早いことが分かる。これは、ゲージによる付加情報により歩行者が視覚的に PG 開始を知ることができるので横断開始が早まったと考察する。また、図-3.12 に示す通り、新 PG 終了方式での時間帯別横断開始・終了時期での比較では、ほとんどの時間帯で同じような動きが見られたが、特に、10：00-11：00 では他時間帯に比べ特異な動きをしている。これは、この時間帯のみにおいて交通流率が高まり、横断開始時期が早まった結果だと考察する。

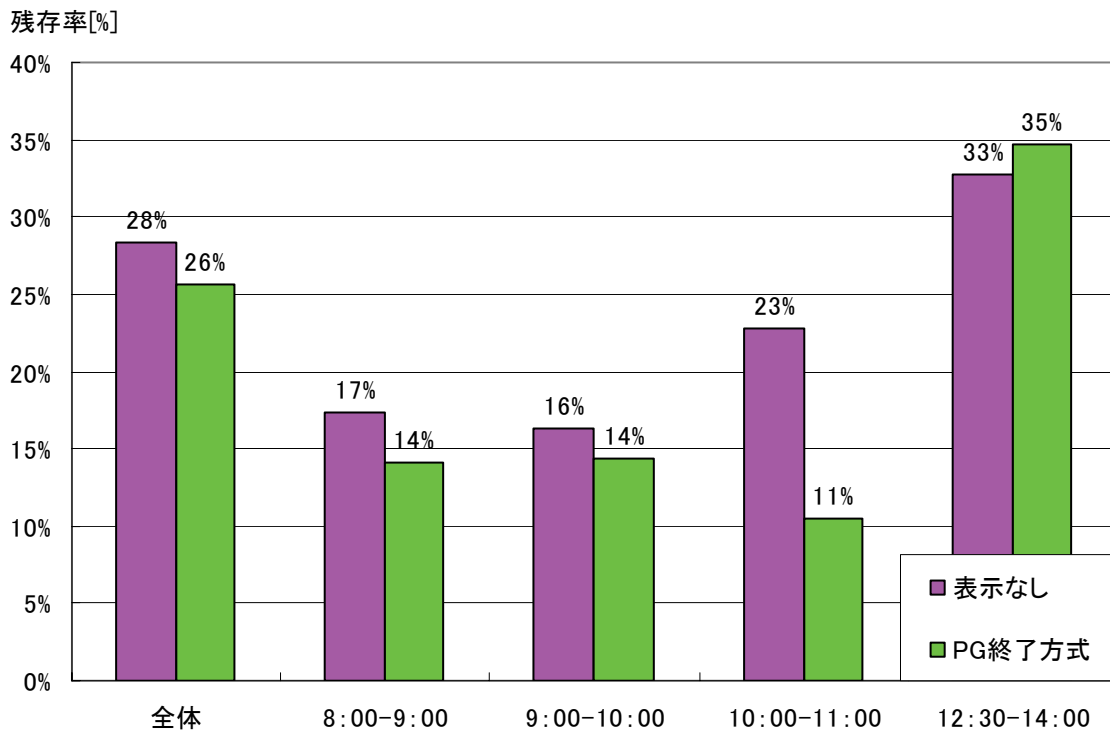


図-3.8 銀座4丁目交差点 時間帯別残存率

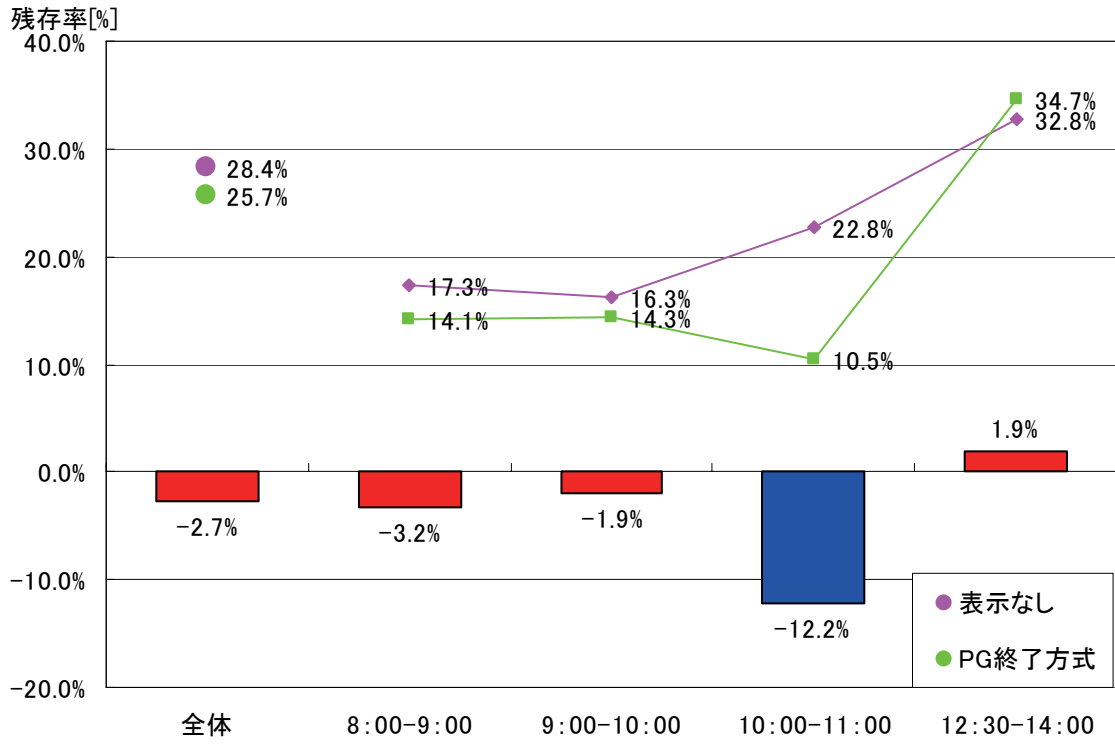


図-3.9 銀座4丁目交差点 時間帯別残存率差

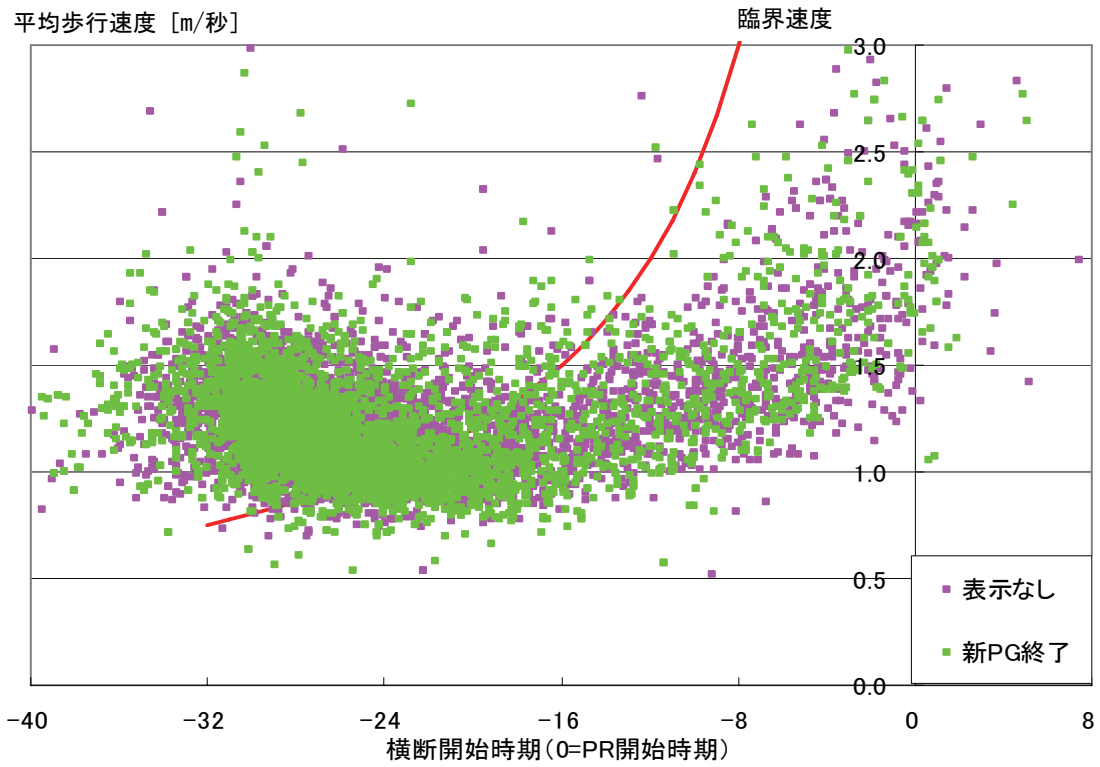


図-3.10 銀座4丁目交差点 横断開始・終了

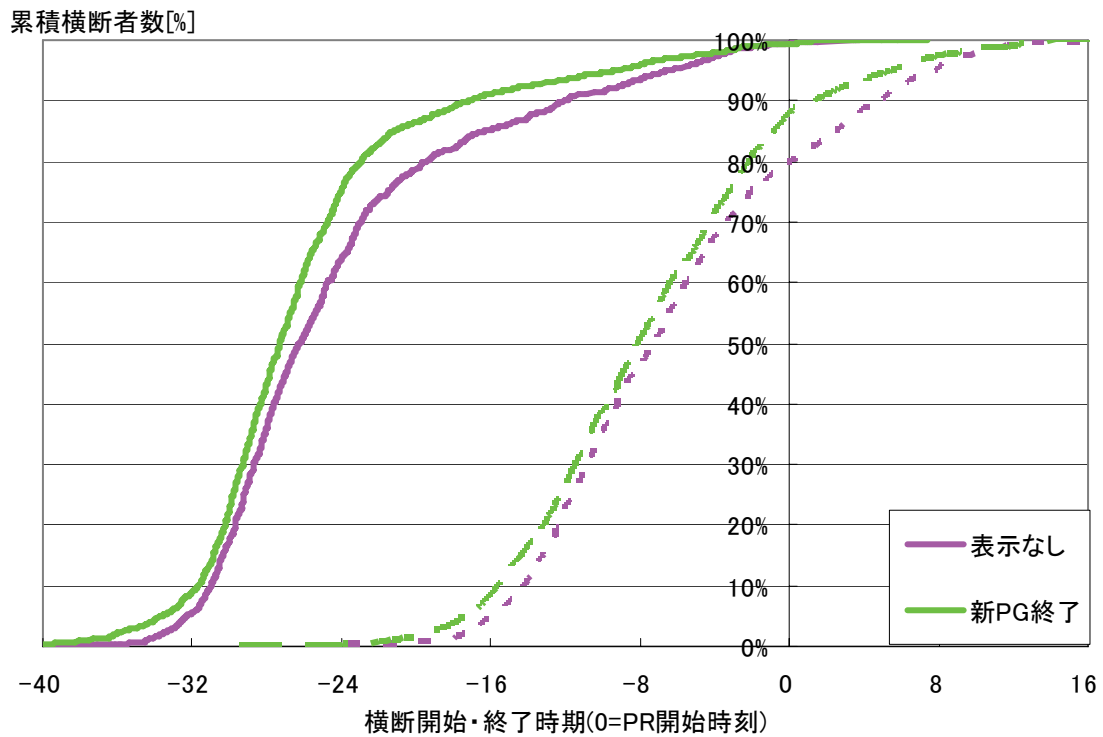


図-3.11 銀座4丁目交差点 横断開始・終了

累積横断者数[%]

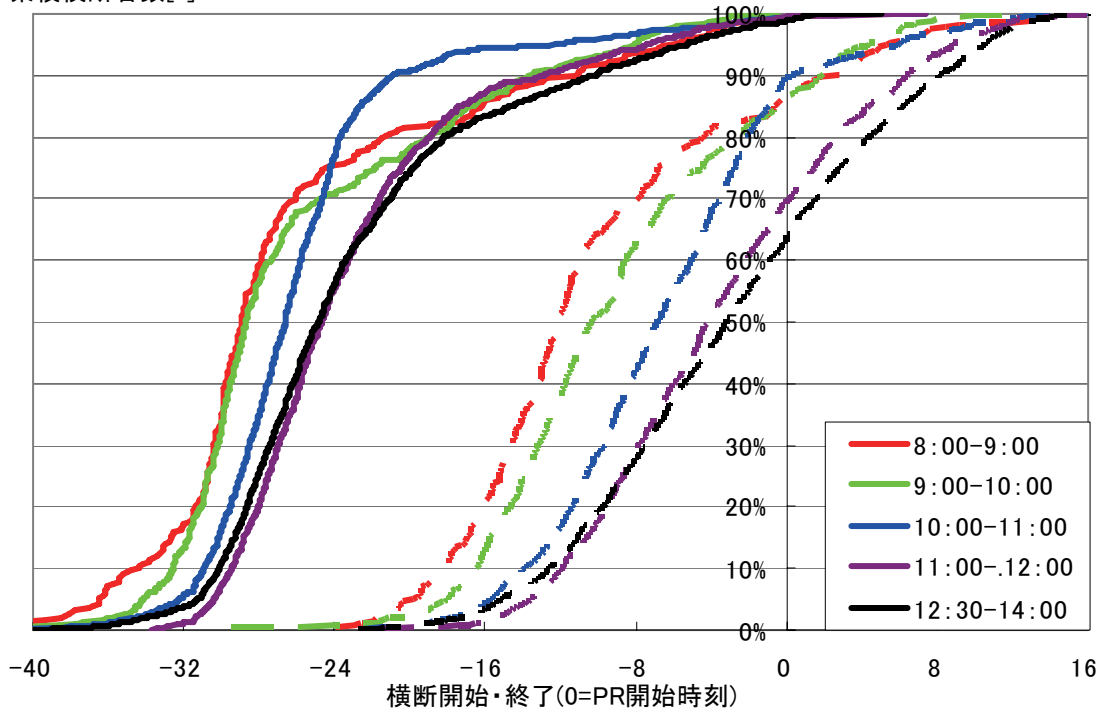


図-3.12 銀座4丁目交差点時間別横断開始・終了

(4) 歩行者属性の影響

前項の結果より、ビデオ画像の目視によりサイクルごとの歩行者属性を「買い物」と「業務」に分け、その比率を算出した。なお、判断の難しい横断者は「その他」に分類した。

図-3.13 に示す通り、全体的な傾向として、早朝の時間帯は通勤を目的とした「業務」の歩行者が多く、時間の経過とともに「買い物」の歩行者が増加していることが確認できる。しかし、残存率の低下が見られた 10:00～11:00 の時間帯に特異性を示す知見は得られなかった。

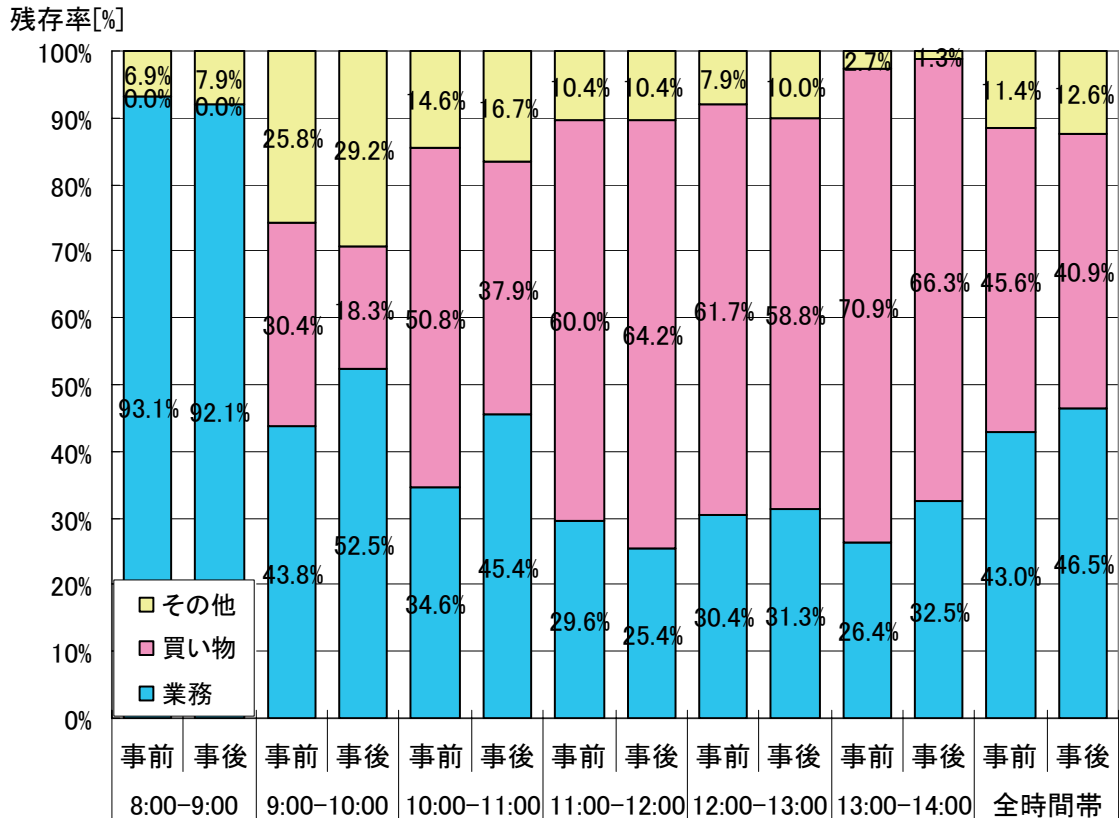


図-3.13 銀座4丁目交差点 時間帯別の歩行者属性

(5) 歩行者青開始時の滞留率の影響

横断開始時期の違いについて、再度ビデオ画像の目視により確認した結果、赤信号中の待機歩行者（以下、滞留者）の数に違いが見られたことから、これが残存率の低下の要因と推察し、10:00～11:00のデータを使用し、サイクルごとの待機率において比較検証を行った。

① 滞留者の定義

PG 開始直前までに横断歩道の両端に到着し、青表示開始まで待機した歩行者を滞留者とした。

② 解析結果

図-3.14 に示す通り、2本の回帰直線は残存率と滞留率の反比例関係を示しており、表示の有無による大きな差異は確認されなかった。しかし、表示なし時の滞留率の分布域は、新PG終了方式の実施時と比較して低い。これが、残存率の低下の主因と推定される。

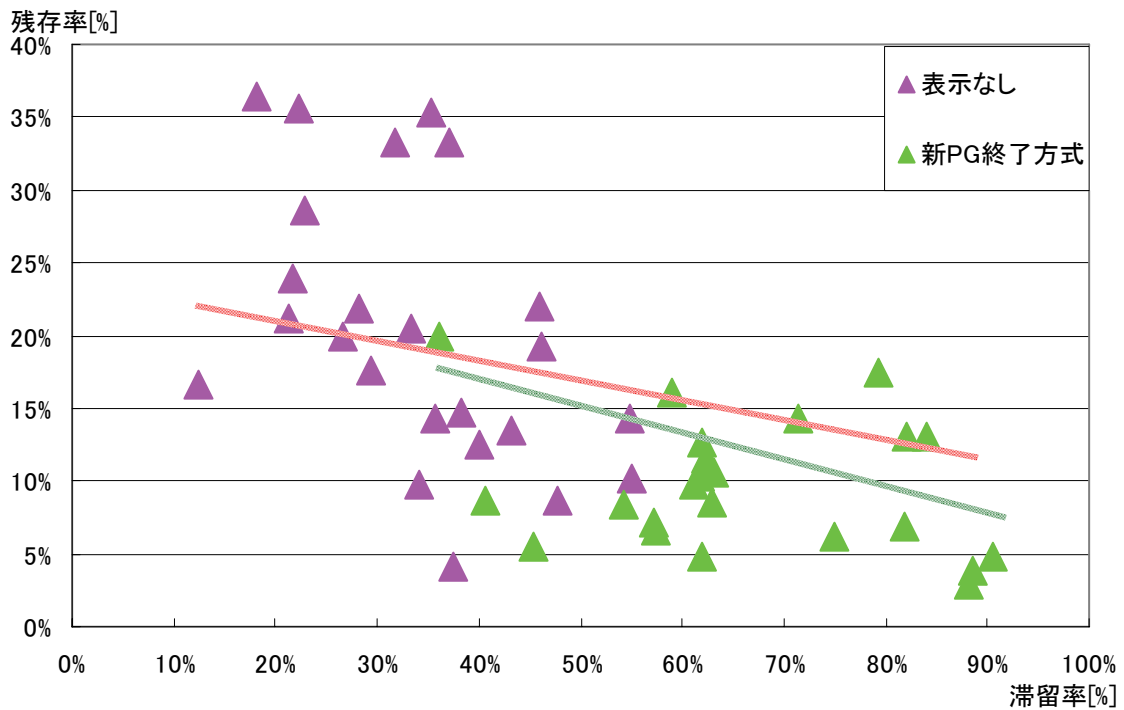


図-3.14 銀座4丁目交差点 滞留率の比較

(6) 横断断念者の影響

前項の滞留者の増加が、残り時間表示により PF 時間など残存者となり得る可能性の高い横断開始者への抑制効果によるものか否かを、検証した。

① 断念者の定義と算出方法

断念者とは、「青点滅開始より赤開始 3 秒後までに横断歩道両端部付近に到達し、横断を開始しなかった歩行者」と定義し、ビデオ画像の目視により算出した。

この時、時間の分類として、横断歩道端部に到達した時期により「PG 時(青点滅開始より赤開始まで)」と「PR 時(赤開始より 3 秒後)」に、また、属性の分類として「業務」と「その他」に分けて算出した。

② 解析結果

図-3.15 に示すように PG 時では「表示なし」が 0 人に対し「新 PG 終了」が 2 人、PR 時では「表示なし」が 21 人に対し「新 PG 終了」が 22 人となり、残り時間表示による変化は見られなかった。また、図-3.16 および図-3.17 に示すように、PG および PR 後に横断した歩行者との比率を算出した結果においても大きな違いを見出すことはできなかった。

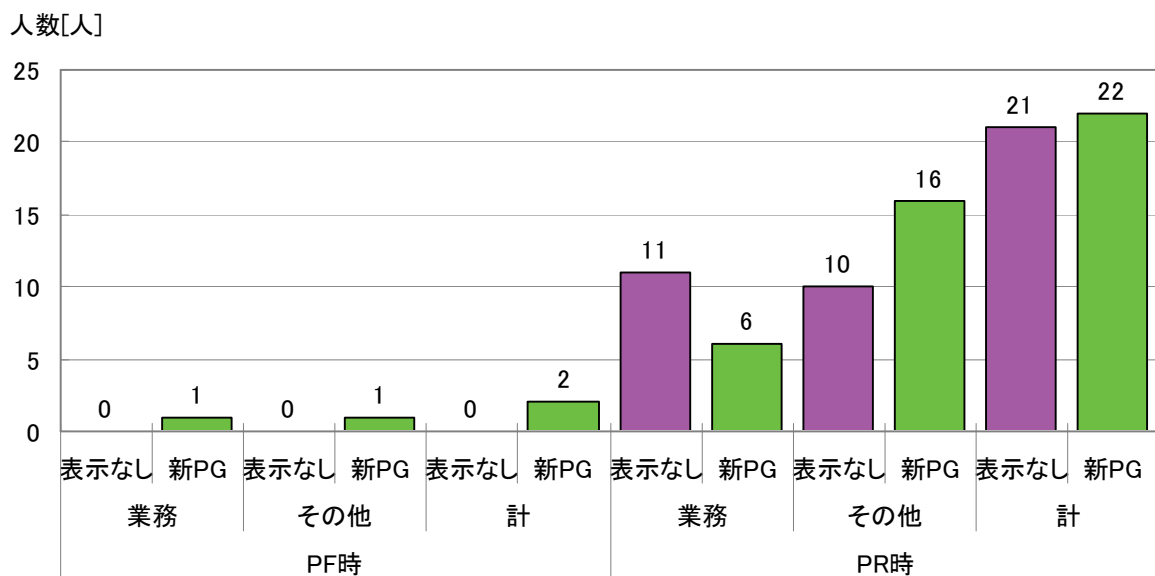


図-3.15 属性別の断念者数

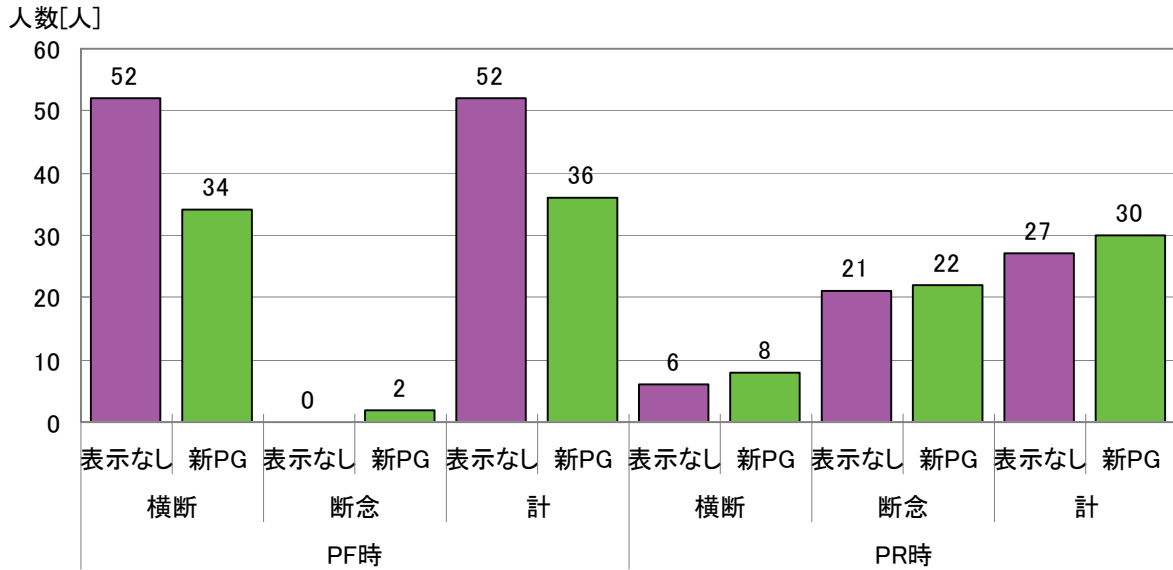


図-3.16 横断者数と断念者数の比較

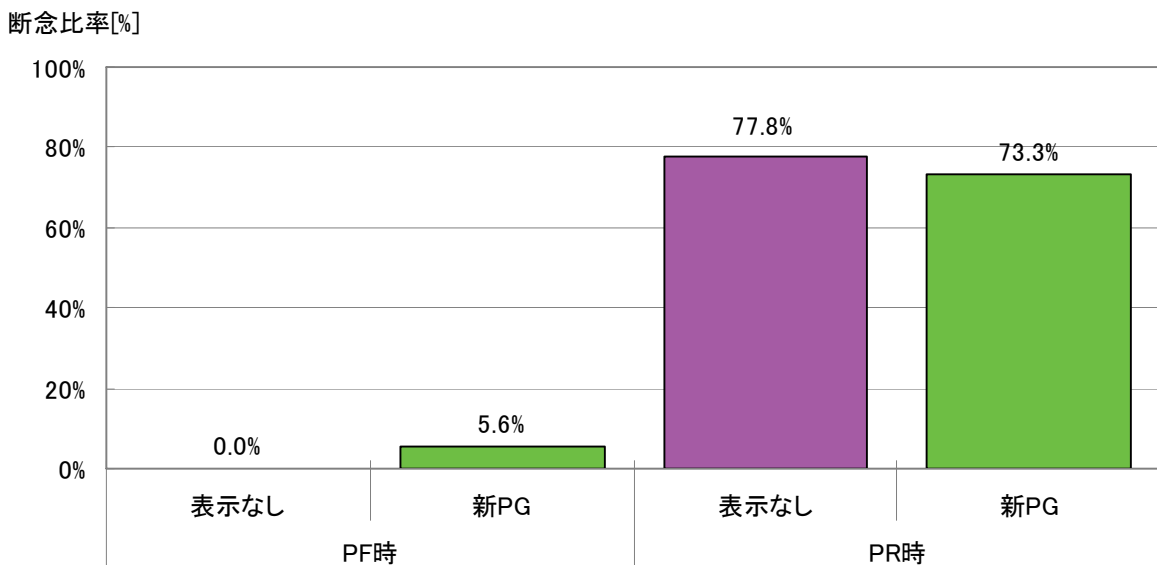


図-3.17 断念者の比率

図-3.18 および図-3.19 に、各終了方式 10:00～11:00 の横断開始・終了時期の時間変動を示す。「横断断念者の増加により、次のサイクルの青開始時の滞留者が増加した」という仮設を裏付ける結果とはならなかった。一方で、横断者数と滞留者数、断念者数に着目し、これらの時間変動やサイクル毎の横断者数と滞留者数の関係进行分析したが、図-3.20 に示すように、「表示なし」と「新PG終了」では、横断者数と滞留者数に大きな違いを見いだすにとどまった。

累積横断者数[人]

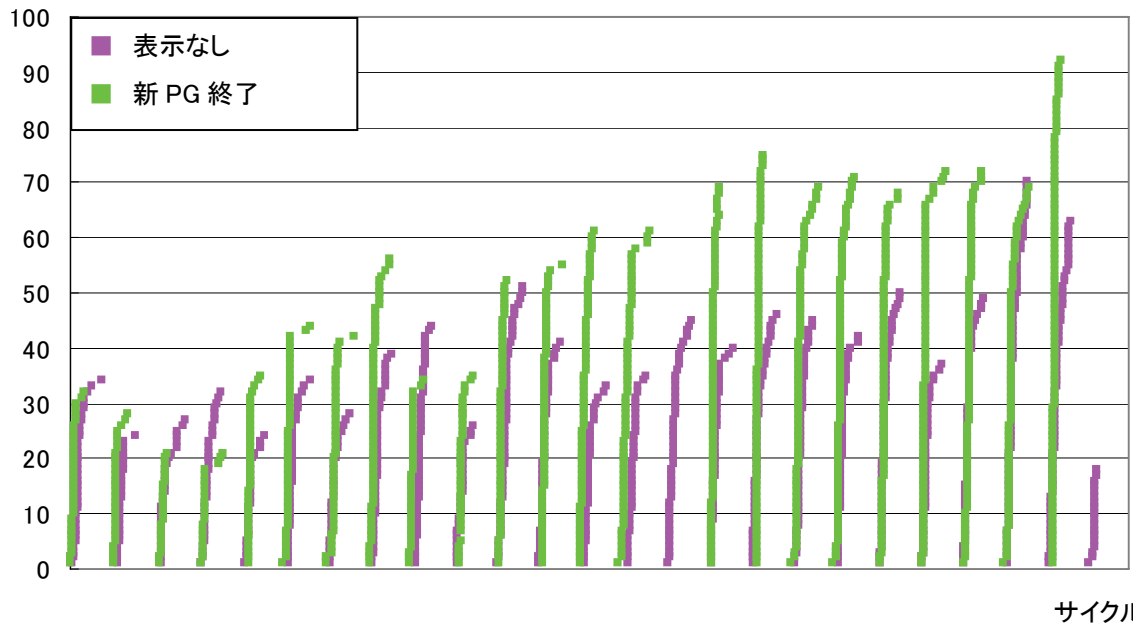


図-3.18 横断開始時期の時間変動図

累積横断者数[人]

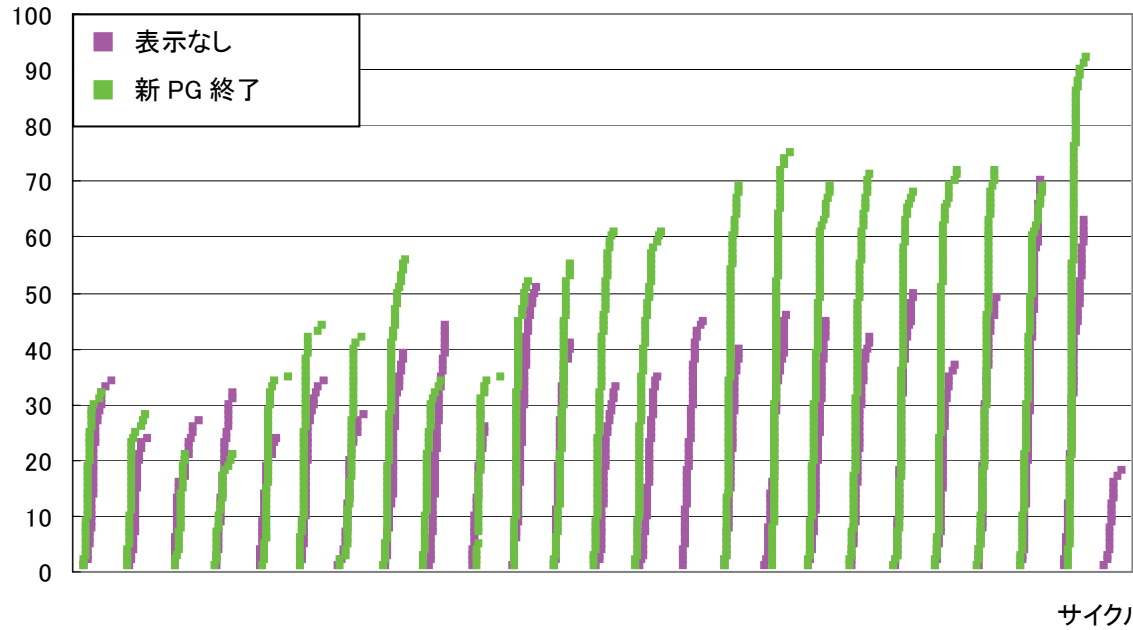


図-3.19 横断終了時期の時間変動図

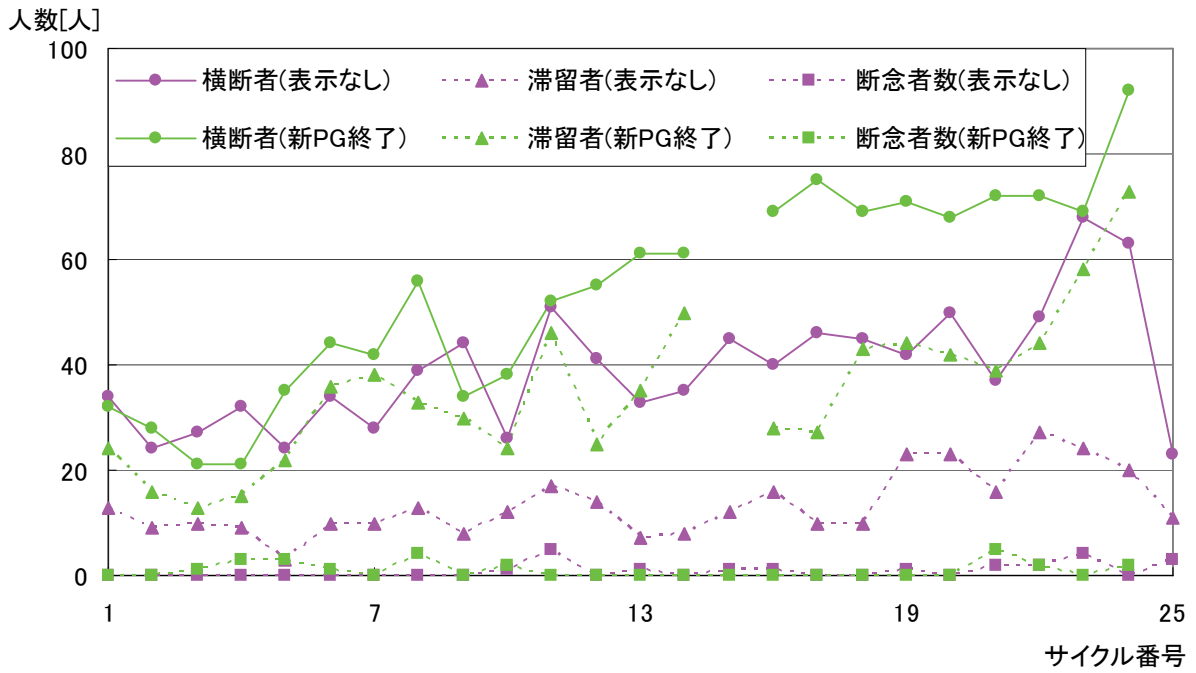


図-3.20 横断者および滞留者、断念者の時間変動

(7) まとめ

歩行者交通量が多い銀座4丁目交差点での調査では、交差点の密度が歩行環境に影響していると考え、交通量の少ない8:00～9:00のデータを使用し、再検証を行った。しかし、この時間帯においても残り時間の効果を確認することができなかった。

上記の結果を受け、銀座4丁目交差点において更に分析を進めた結果、10:00～11:00の時間帯では残存率が低下していた。しかし、当該時間帯では横断開始時期に大きな違いが見られたことから、滞留者数および断念者数の差異を、表示の有無で比較検証を行った。その結果、10:00～11:00の残存率の低下は、歩行者の横断歩道への到着時期の外生的変化により偶発したものと考察した。

残り時間表示のように、歩行者赤の開始までに横断を完了しようとする歩行者の意志の存在を前提として、横断速度や横断開始時期の合理的な選択を支援する方策は、明確な効果をあげ難いとも考えられる。したがって、他の歩行者の心理に直接働きかける方策の研究も有用であろう。

第4章 音響出力と残り時間表示の効果検証

4.1 音楽の効果のVR実験による事前検証

(1) 実験概要

実地検証に先立ち、東京大学工学部において仮想現実（VR）装置による室内実験を実施。この実験は、音楽による設置効果の可能性（歩行速度の上昇、或いは横断開始を抑制する可能性）、およびC時間帯の音楽の有無による横断挙動の違いを検証することを目的としている。

(2) 実験要綱

VR実験要綱を下記に示す。なお、被験者は実験を行う前に予め歩行速度を計測している。

- ① 被験者は、交差点の36m手前から、計測した歩行速度で計測する。
- ② 音の減衰率を導入することで、主に交差点の10m程度手前～交差点内数mの区間で音楽が聞こえるように設定する。
- ③ 被験者はマウスのボタンを使い、押下中は「歩行」、放すと「停止」する。
- ④ 被験者には、信号の設定については一切教示しない。
- ⑤ 実験ケース及び調査すべき（横断歩道に差し掛かる）時間帯は以下のとおりである。
ケース0:「通常交差点」→A～B移行期、Bのみ、B～C移行期の3パターン
ケース1:「音楽交差点」→A～B移行期、Bのみ、B～C移行期の3パターン
ケース2:「音楽交差点（C時間帯は無音）」→B～C移行期の1パターン
- ⑥ 歩行開始位置（36m手前）を変化させることはできないため、異なる歩行速度を持つ各被験者の横断歩道に差し掛かるタイミングが合うように、A時間帯の時間を適宜伸縮させることにする。
- ⑦ 実験後、被験者には図-4.1に示すアンケートに返答してもらう。

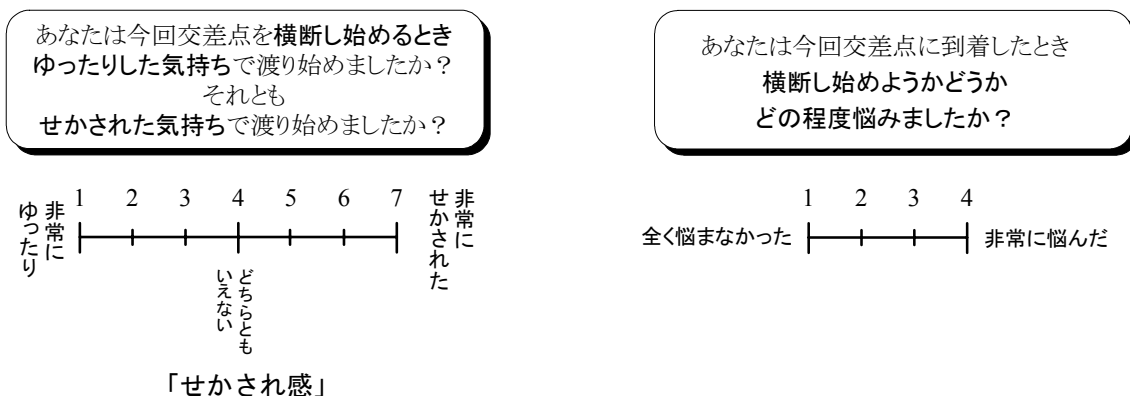


図-4.1 被験者アンケート

(3) 実験結果

① 「せかされ感」のアンケート結果

図-4.2 に示すように、音楽を出力することでの歩行速度を高める心理効果については、音が有る時と無い時とでは有る時の方が約 1.0 低い値となった。これは音楽があることでせかされ感を軽減する効果があると言える結果となった。また、図-4.3 に示すように横断を開始する時間帯の違いでせかされ感の変化は、やはり PG の途中から横断し始めた方がせかされ感を感じ、かつ音楽が有るほうが時間帯の経過に伴ってせかされ感は増大するという結果となった。

「せかされ感」の主観評価

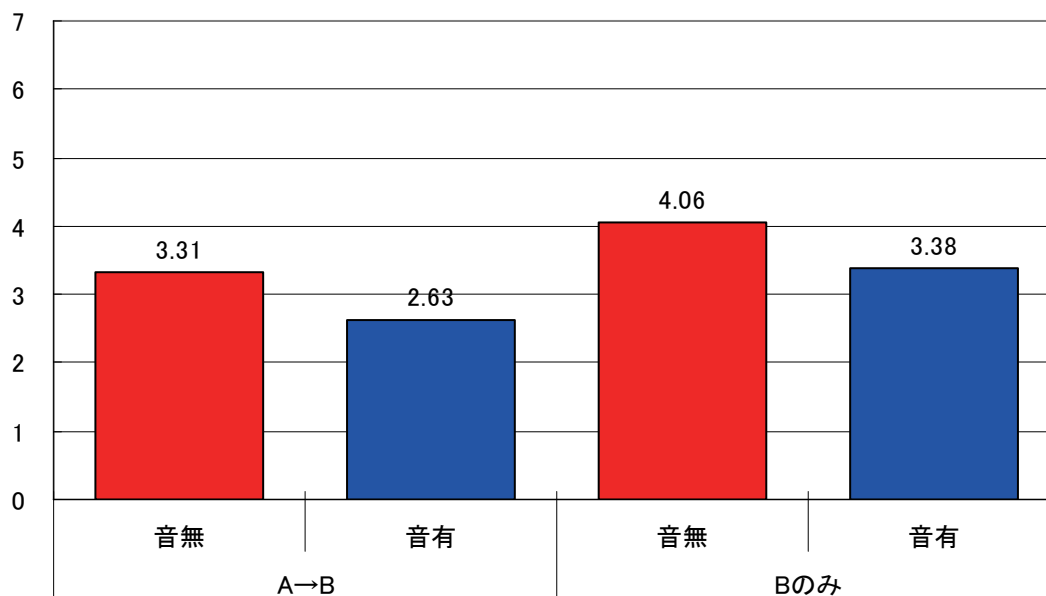


図-4.2 アンケート結果 1

「せかされ感」の主観評価（7:非常にせかされた）

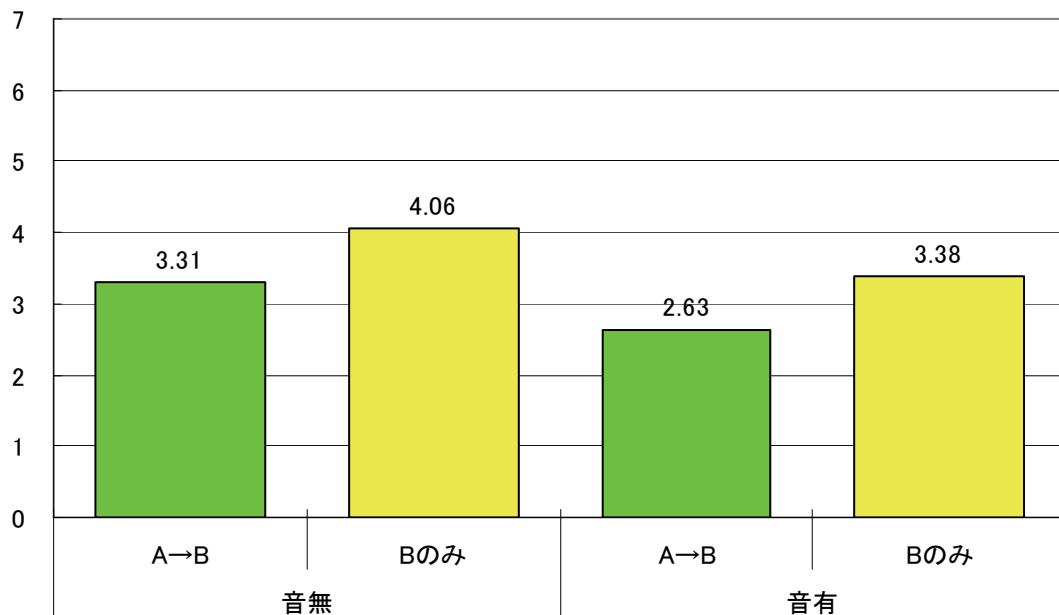


図-4.3 アンケート結果 2

② 「悩み」のアンケート結果

図-4.4 に示すように PF 直前に流れる C 音があることで t-検定を行った結果 0.05 と横断の可否判断に悩む割合を有意に減らせる可能性があることがわかった。また、図-4.5 に示すように音楽があることによって横断を断念する割合が 10% 増えるという結果となった。しかし C 音の有るのと無いのとでは断念率の値が同じとなったので C 時間帯の音楽の存在では、断念率は変化しないという結果となった。

「迷い」の累積相対度数 [%]

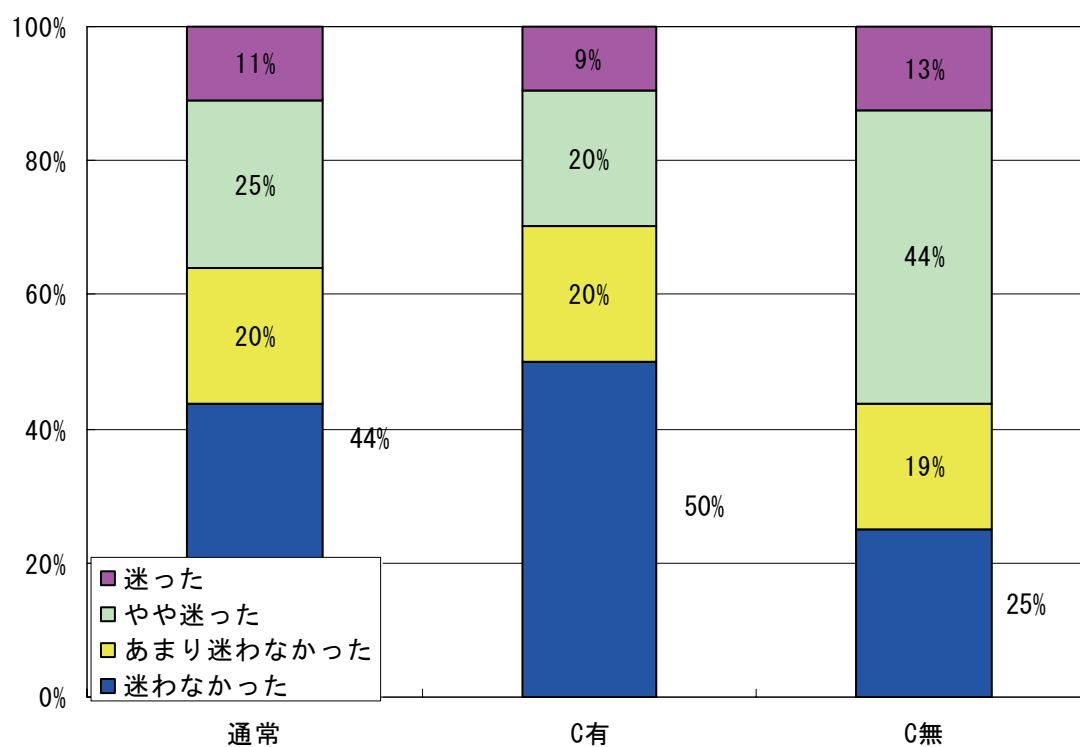


図-4.4 アンケート結果 3

横断断念率 [%]

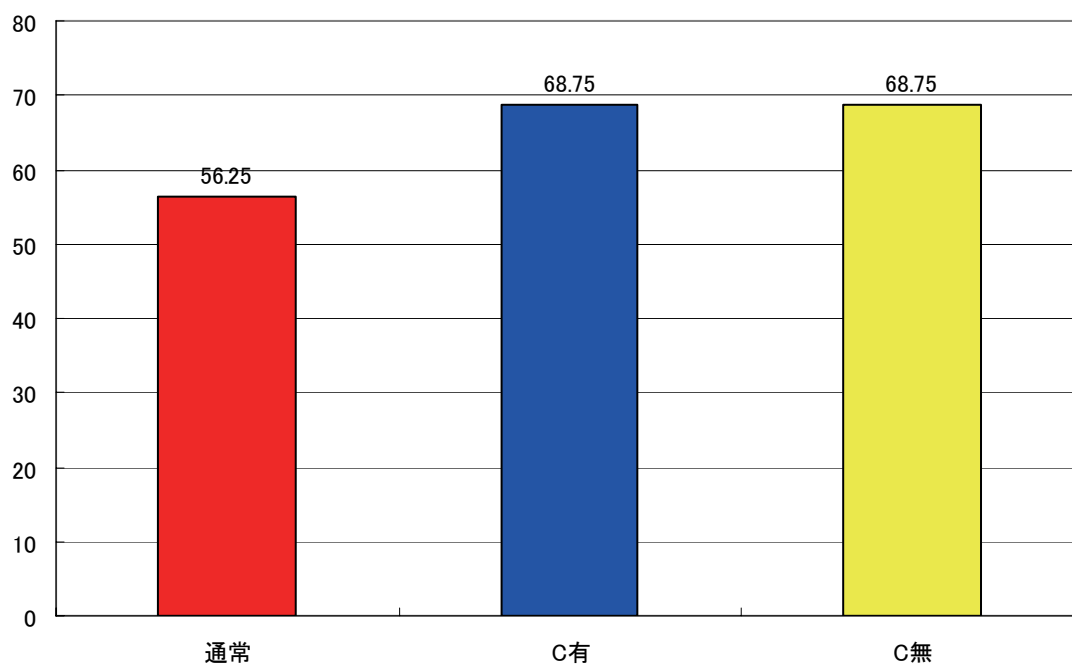


図-4.5 アンケート結果 4

③ その他の意見

アンケートを行った際、実験をして思ったこと、感じたことなどを尋ねたところ、以下のような意見が上げられた。

『肯定的な意見』

- ・ 音楽の影響で停止をした、音楽はあった方が便利
- ・ 横断中に急に無音になると焦らされる

『否定的な意見』

- ・ 開始位置で信号の切り替わりが分かってしまった
- ・ 全体的に歩行者信号灯器が見づらい
- ・ 音楽の意図をまったく理解していない人には、判断材料になりにくいのでは？
- ・ 従来の音楽(とぅりゃんせ等)の方が、慣れていて動きやすい

『否定的な意見』の上位 2 項については、「実験機器」に関する意見であり、また、下位の 2 項目については「慣れ」に関する意見である。また、「音楽の意図を理解さえすれば便利」という意見が大多数得られた。

(4) まとめ

音楽があることで横断者の「せかされ感」を軽減する事ができた。それと同時に横断を開始する時間帯によっては「せかされ感」を高める効果もあることがわかった。また音楽によって横断断念率も向上されるという結果となり C 時間帯にも音楽を入れた方がより歩行者の可否判断に役立てることができるという結果となった。また、意見としても音楽はあった方が便利だが音楽の変化の意図を理解していないと判断の材料になりにくいということであった。

以上の VR 実験の結果から、実際の交差点へ導入し検証するに値するといえる知見を得られた。

4.2 歩行者信号制御における音楽の効果検証

4.2.1 使用データ

本検証の調査実施場所および終了方式、撮影日時を表-4.1に示す。なお、赤開始後の環境に違いがないことから、本検証では赤開始後に横断を開始した歩行者のデータは除いている。

表-4.1 調査概要と取得データ数

観測場所	横断歩道長	終了方式	撮影日時	横断者数
銀座4丁目	24m	付加情報なし	2007.10.30(火) 07:00~10:00	1929
		音響付き	2007.11.20(火) 07:00~11:00	2004
		音響付き +残り時間表示	2007.12.10(火) 07:00~11:00	1892

4.2.2 検証結果

(1) 残存率および残存時間

本検証に使用したデータと算出した残存率および残存時間を表-4.2に示す。

残存率では、「付加情報なし」が18.7%であったのに対し、「音響付き」が19.8%、「音響付き+残り時間表示」が19.6%、と増加する結果であった。また、図-4.6および表-4.3に示す通り、時間帯別に確認した結果、7:00~8:00では「音響付き+残り時間表示」に大きな減少が見られた。しかし、サイクル毎の残存率の平均値の差のt-検定の有意水準では、統計的な差は認められなかった。

一方で、残存時間では、「音響付き+残り時間表示」に大きな減少が見られた。累積値では「付加情報なし」と比べても137[人・秒]、平均値においても0.5[秒]の減少があり、「音響付き」では不足していたB時間帯後半の横断開始者に対する効果を確認することができたと考察する。また、前述の内容は図-4.7および図-4.8からも明らかである。しかし、図-4.9に示す通り、同時期に実施された東京大学生産技術研究所によるアンケート調査によると、歩行者信号灯器が赤になる前に横断を終了するという意識のある歩行者は全体(N=72人)の約60%しかおらず、残り時間表示等により残存率低下等の効果を上げることは困難であることが分かる。

表-4.2 検証データと残存率および残存時間

解析時間 7:00~9:00	付加情報なし	音響付き	音響付き+ 残り時間表示
横断者数[人]	1929	2004	1892
残存者数[人]	361	396	371
残存率[%]	18.7	19.8	19.6
有意水準値 (t-検定)	表示なし/音響あり		0.111
	表示なし/音響+残り時間		0.379
	音響あり/音響+残り時間		0.374
累積残存時間[人・秒]	1916.7	1998.8	1779.9
平均残存時間[秒]	5.3	5.0	4.8
最大残存時間[秒]	16.7	16.8	16.7

表-4.3 時間帯別の残存率

	付加情報なし			音響付き			音響付き+残り時間表示		
	横断者	残存者	残存率	横断者	残存者	残存率	横断者	残存者	残存率
07:00-08:00	137	25	18.2	91	22	24.2	74	8	10.8
08:00-09:00	347	38	11.0	317	49	15.2	321	55	17.1
09:00-10:00	476	82	17.2	442	91	20.6	449	84	18.7
10:00-11:00	969	216	22.3	1154	235	20.4	1052	216	20.5
合計	1929	361	18.7	2004	397	19.8	392	63	16.1
有意水準値 (t-検定)	付加情報なし/ 音響付き			付加情報なし/ 音響付き+残り時間表示			音響付き/ 音響付き+残り時間表示		
07:00-08:00	0.574			0.564			0.314		
08:00-09:00	0.121			0.020			0.621		
09:00-10:00	0.085			0.307			0.260		
10:00-11:00	0.787			0.951			0.702		
合計	0.111			0.379			0.374		

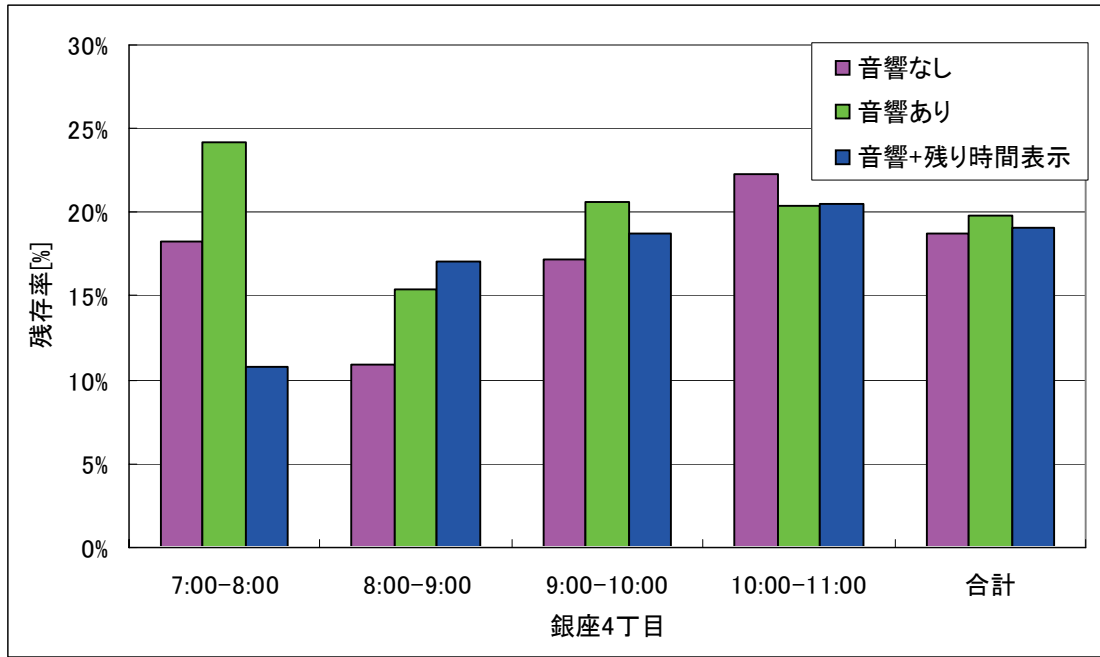


図-4.6 時間別残存率の推移

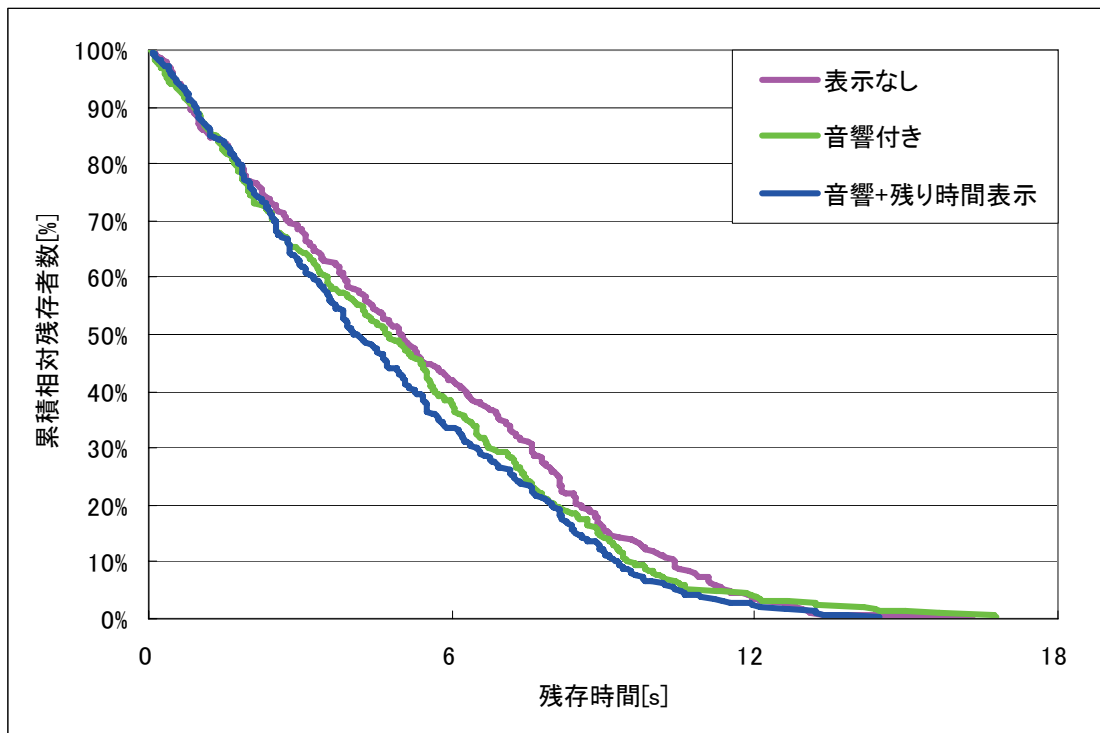


図-4.7 累積残存時間[相対値]

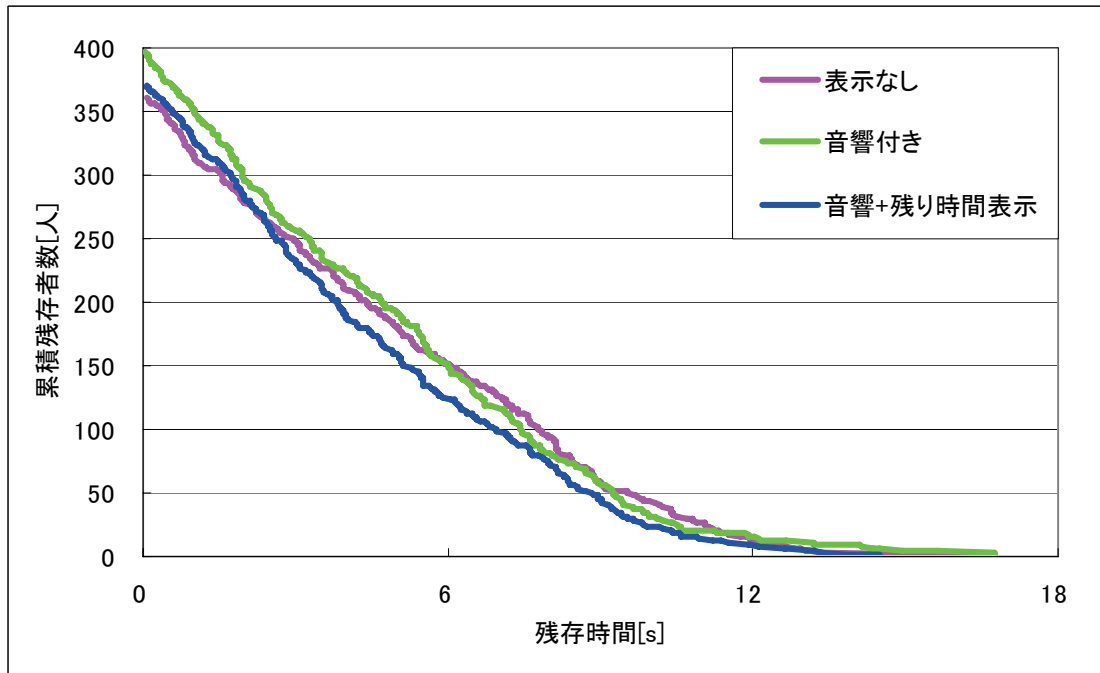


図-4.8 累積残存時間[実数値]

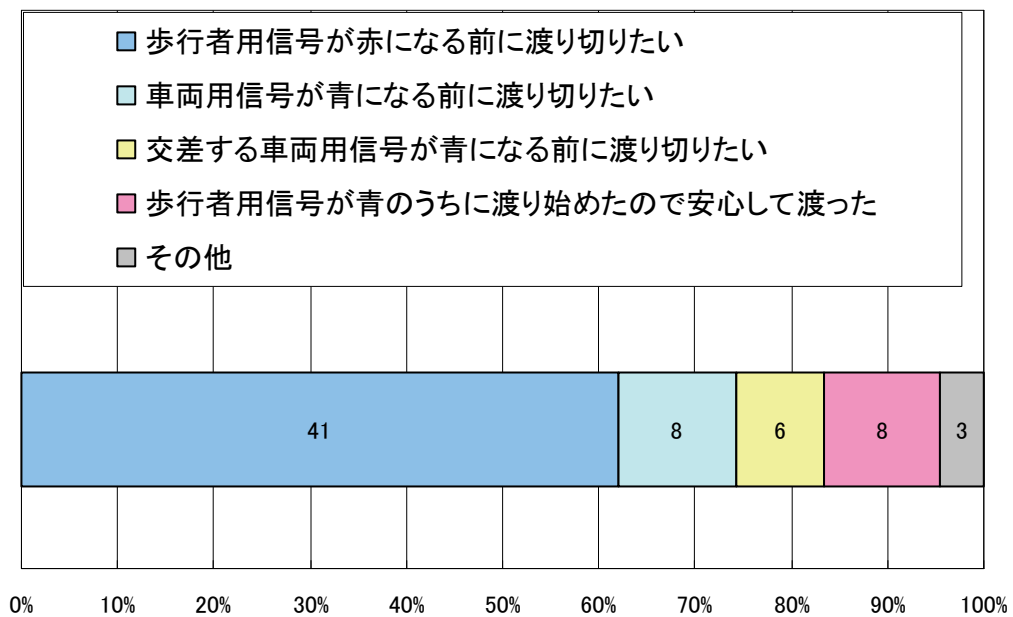


図-4.9 横断歩行者の意識

(2) 横断開始・終了時期

図-4.10 に相対値、図-4.11 に実数値での横断開始・終了時期を示す。これらの図から、「音響付き」に比べ青開始時点 (-32[s]) での横断開始者が増加していることが分かる。これは、赤の残り時間も表示していることから、青の開始時期が明確になり、結果としてフライングを誘発している可能性を示している。一方で、図-4.12 に示すように、アンケート調査においても過半数の被験者が「音楽が流れ始めることにより、青が分かりやすくなった」と回答しており、音楽のフライング抑制効果は高いと考えられる。

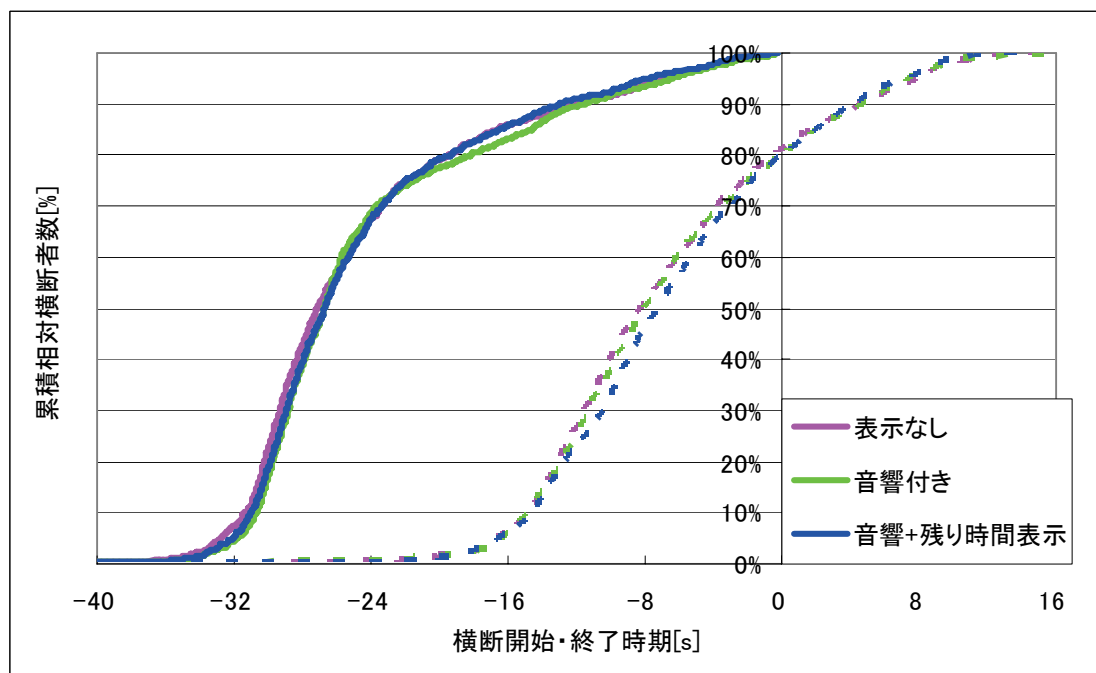


図-4.10 相対値による横断開始・終了時期

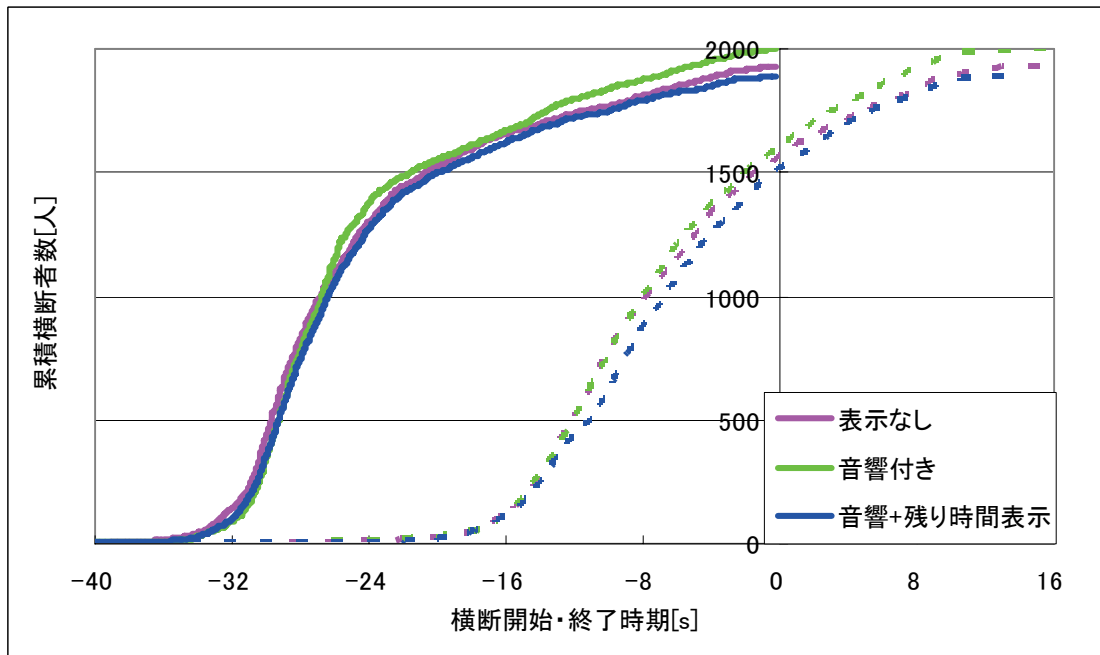


図-4.11 実数値による横断開始・終了時期

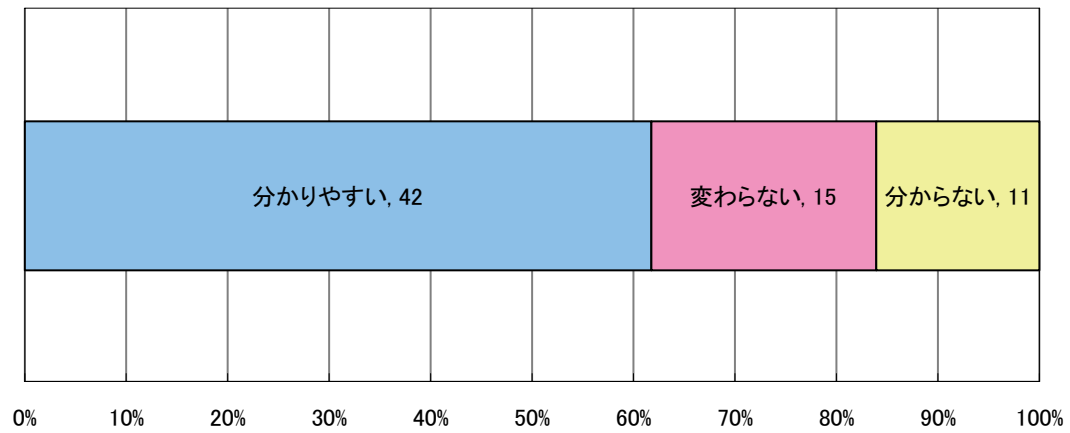


図-4.12 青開始時期の認知度

(3) 平均歩行速度

図-4.13 に示す通り、B 時間帯以降(-24[s]~)において、速度の向上が確認できた。しかし、「音響付き」と同様に、おおよそ-16[s]以降は歩行速度の向上が臨界曲線を下回っており残存率の向上にまでは至っていないことが推察できる。

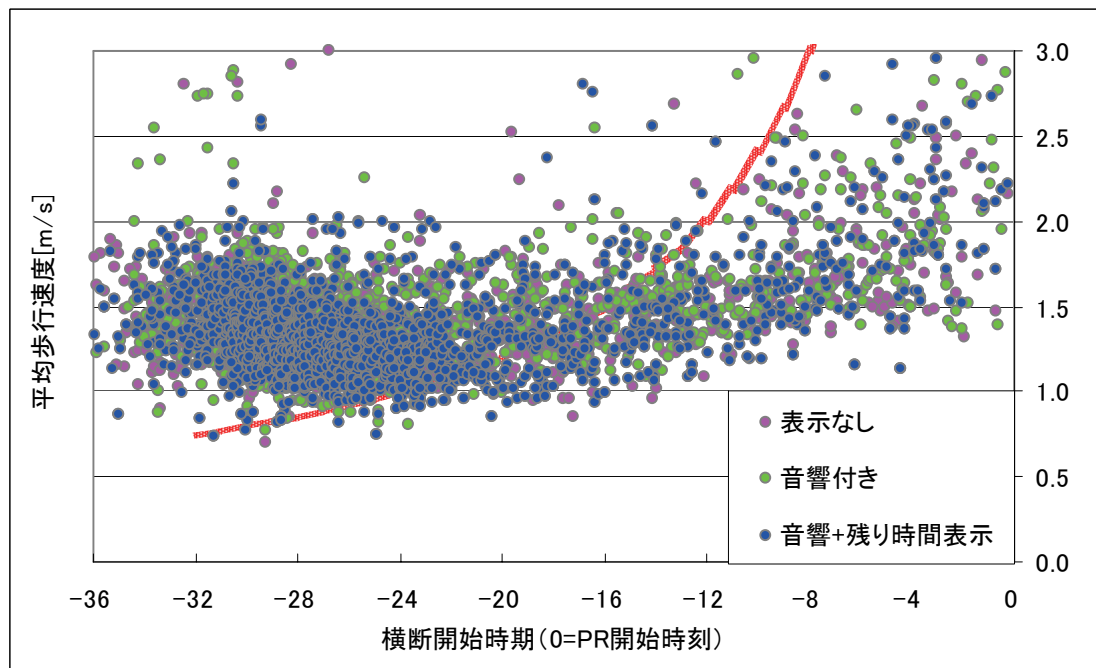


図-4.13 平均歩行速度

(4) 横断開始時間帯別の平均歩行速度の推移

表-4.4 に示すように、横断開始時期を 4.0[s] ごとに区分し、その区分毎の平均歩行を分析した。

表-4.4 横断開始時期別の横断者数と平均歩行速度

時間帯	付加情報なし		音響あり		音響+残り時間表示	
	横断者数	平均歩行速度	横断者数	平均歩行速度	横断者数	平均歩行速度
~-40	4	1.39	6	1.56	8	1.16
-40~-36	12	1.45	4	1.28	1	1.27
-36~-32	126	1.42	77	1.47	88	1.47
-32~-28	689	1.39	696	1.43	654	1.38
-28~-24	472	1.29	594	1.30	526	1.26
-24~-20	221	1.26	177	1.35	221	1.27
-20~-16	132	1.34	115	1.42	124	1.35
-16~-12	82	1.43	129	1.48	102	1.47
-12~-8	74	1.63	78	1.72	71	1.61
-8~-4	74	1.66	78	1.99	56	1.91
-4~0	43	2.14	50	2.18	41	2.21
計	1929	1.39	2004	1.44	1892	1.38

図-4.14 に示すように、「音響付き+残り時間表示」では B 時間帯および PF 時間帯において平均歩行速度の向上が見られる。一方で、A 時間帯および C 時間帯においては、「表示なし」と同程度の速度を推移していた。しかし、表-4.5 に示すように B 時間帯では有意な差が認められなかった。

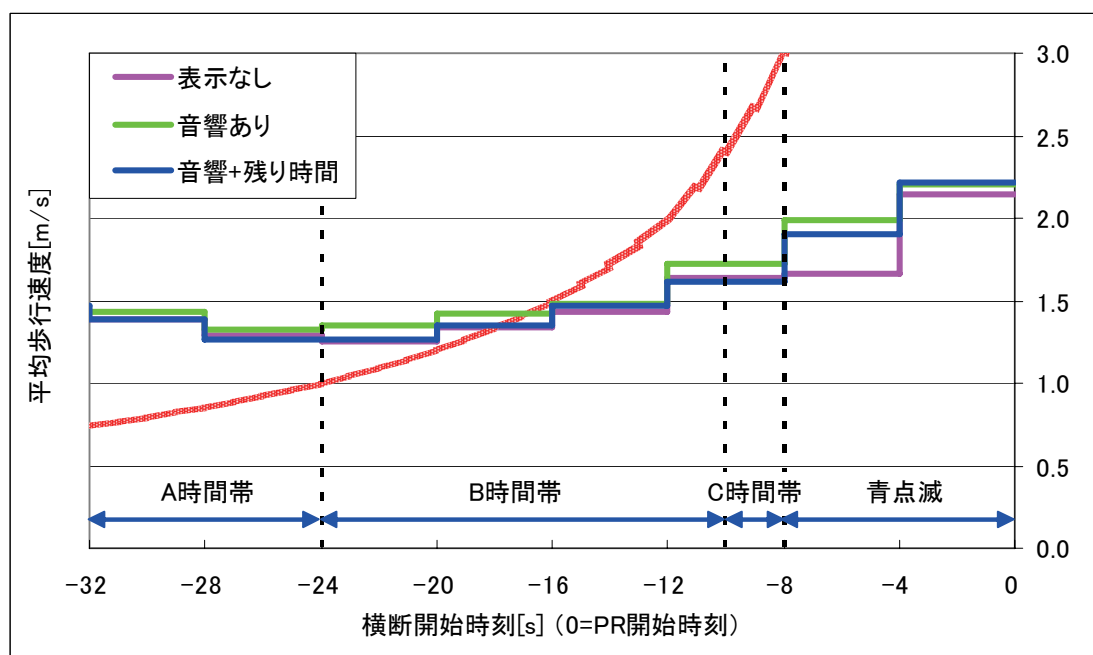


図-4.14 横断開始時期での時間帯別の平均歩行速度変化

表-4.5 横断開始時期での平均歩行速度の有意確率

時間帯	-40~-36	-36~-32	-32~-28	-28~-24	-24~-20
表示なし／音響あり	0.218	0.175	0.004	0.008	0.0004
表示なし／音響+残り時間	0.434	0.119	0.649	0.008	0.629
音響あり／音響+残り時間	0.962	0.993	0.002	3.59E-07	0.003
時間帯	-20~-16	-16~-12	-12~-8	-8~-4	-4~0
表示なし／音響あり	0.017	0.130	0.227	0.161	0.840
表示なし／音響+残り時間	0.890	0.255	0.684	0.107	0.823
音響あり／音響+残り時間	0.046	0.792	0.107	0.740	0.943

(5) 平均歩行速度の回帰分析結果

これまでの結果を受け、平均歩行速度の観点から音響設置の有意性を示すために、横断開始時期と平均歩行速度の関係を回帰分析した。図-4.15に示すように、音響出力による速度向上を目指したB時間帯に横断を開始した歩行者に対して回帰分析を行った結果、歩行速度が0.13m/sと、1割弱の向上が見られた。また、回帰式は表-4.6に示すように、全ての偏回帰係数値が高度に有意となった。

A時間帯においては歩行速度に差異がないことから、当該時間帯の横断開始者に対しては焦燥感を与えていないことや、PG開始より時間が経過するにつれ速度の上昇が大きくなっている。しかしながら、歩行速度が臨界速度を越えたのは-16秒までだったことや、それ以降の横断開始者が増加していたため残存率の低下には至らなかったと考察する。

表-4.6 回帰式による偏回帰係数値

$y=at^2+(b+c)t+(d+e)$	係数値		有意水準
	音響なし	音響あり	
a: t (時間) の二乗項	0.0017	0.0017	3.34×10^{-38}
b: t (時間) の項	0.0822	0.0822	1.45×10^{-40}
c: t (時間) の項の音楽ダミー	0	0.0104	9.33×10^{-10}
d: 定数項	0.0104	0.0104	1.2×10^{-207}
e: 定数項の音楽ダミー	0	0.3048	8.12×10^{-12}

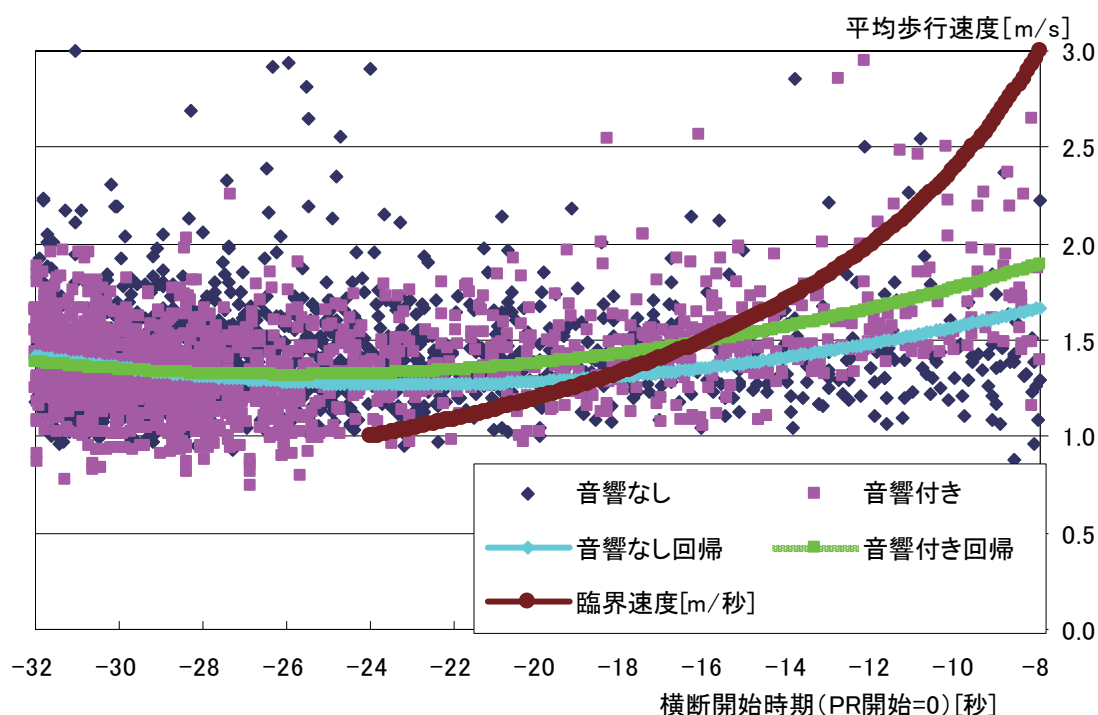


図-4.15 平均歩行速度による回帰分析の結果

(6) 時間帯別の平均歩行速度の回帰分析

これまでの結果を受け、平均歩行速度の観点から音響設置の有意性を示すために、横断開始時期と平均歩行速度の関係について回帰分析を行った。表-4.7中の交通量とは、音響有り無しの平均を示し、屋外広告音響とは、ビル側面に設置してある大型ビジョンを示す。

表-4.7 回帰分析の解析データ

時間帯	7:00~9:00	9:00~10:00	10:00~11:00
交通量[人/時] (音楽有りと無しの平均)	155	338	890
想定される歩行者のトリップ属性	通勤	業務	買い物・業務
屋外広告音響	無し	有り	有り

図-4.16 に示す 7:00~9:00 において、青開始から 8 秒程度までの歩行速度の低下がほとんど見られないのは、歩行者交通量、および特に青開始時の待機者が少ないためと考えられる。それ以降は、音楽有時には歩行速度の増大効果が見られ、歩行者青終了時には、10:00~11:00 と同水準の 1.8m/秒に達している。

表-4.8 回帰分析の結果 (7:00~9:00)

回帰統計						
重相関 R	0.2017					
重決定 R2	0.0407					
補正 R2	0.0376					
標準誤差	0.4343					
観測数	620					
分散分析表						
	自由度	変動	分散	分散比	有意 F	
回帰	2	4.93819	2.4691	13.088	2.7E-06	
残差	617	116.396	0.1886			
合計	619	121.334				
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
定数項	1.4334	0.02634	54.427	1E-237	1.38165	1.485084
tの項のダミー	0.0155	0.00381	4.0675	5E-05	0.00801	0.022956
定数項ダミー	0.5044	0.10336	4.8806	1E-06	0.30147	0.707427

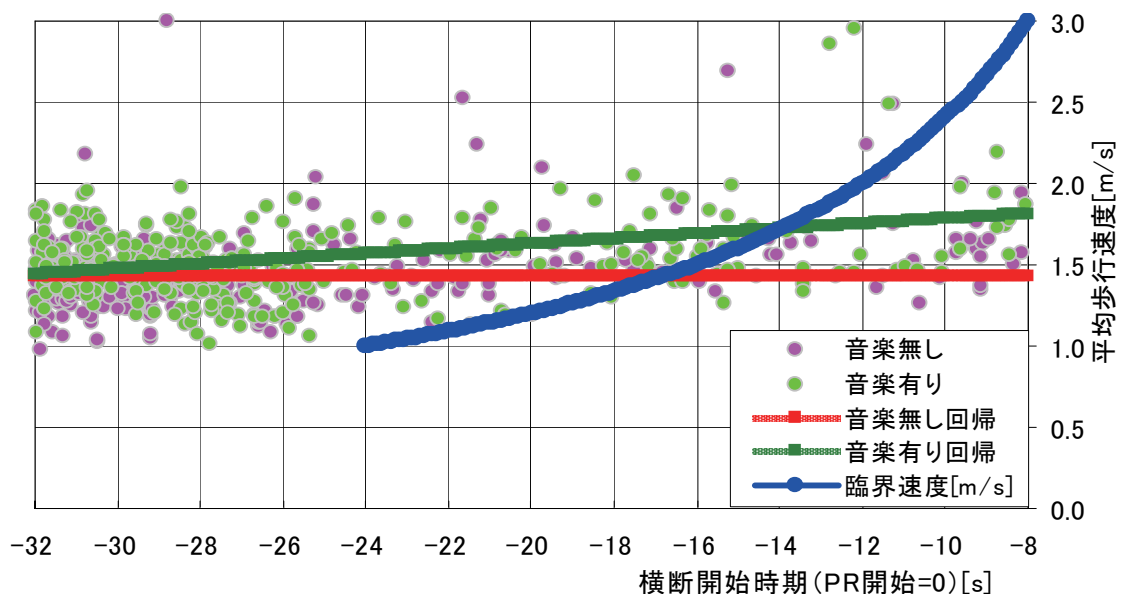


図-4.16 横断開始時期と平均歩行速度の関係 (7:00~9:00)

図-4.17 に示す 9:00~10:00 においては、音楽による歩行速度の増大効果がほとんど見られない。これは、歩行者の主たるトリップ属性が業務と想定されることと、7:00~9:00 と比較して歩行者交通量が倍増しているにもかかわらず歩行速度が高く歩行者青終了時には平均で 2m/秒に達しているためと考えられる。

表-4.9 回帰分析の結果 (9:00~10:00)

回帰統計							
重相関 R	0.456814						
重決定 R2	0.208679						
補正 R2	0.205152						
標準誤差	0.244235						
観測数	677						
分散分析表							
	自由度	変動	分散	分散比	有意 F		
回帰	3	10.5866	3.5289	59.159	6E-34		
残差	673	40.1448	0.0597				
合計	676	50.7314					
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95%
切片	2.71711	0.1127	24.11	5E-93	2.4958	2.93839	2.49583
PR基準開始基準時刻	0.111396	0.01119	9.9528	7E-22	0.0894	0.13337	0.08942
tの項のダミー	-0.00218	0.0007	-3.092	0.0021	-0.004	-0.0008	-0.0036
tの二乗項	0.002218	0.00025	8.7302	2E-17	0.0017	0.00272	0.00172

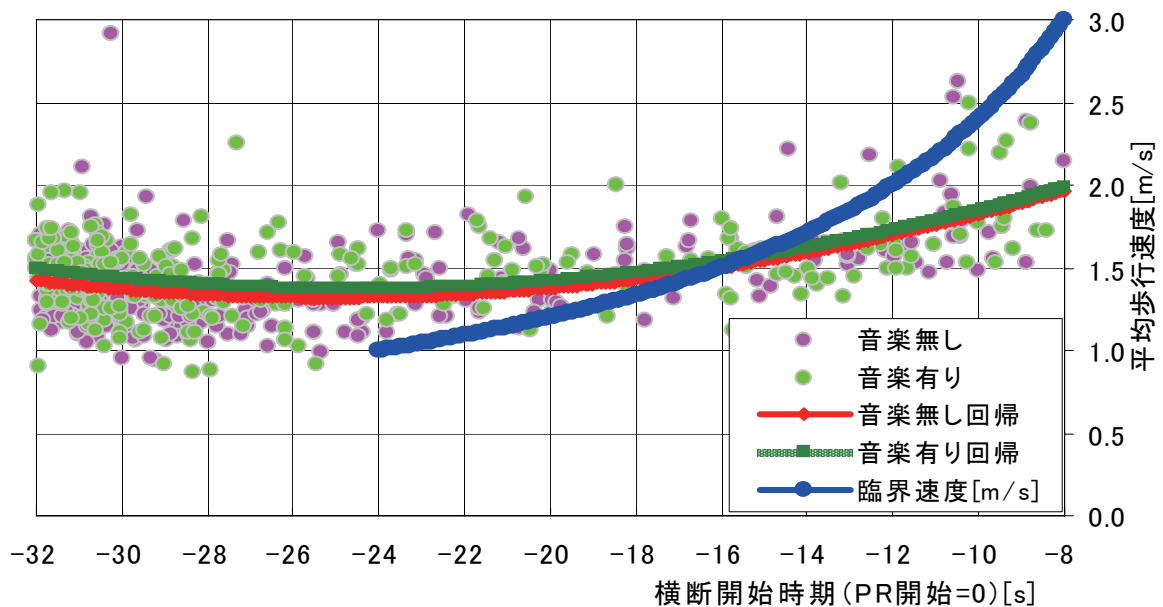


図-4.17 横断開始時期と平均歩行速度の関係 (9:00~10:00)

図-4.18 に示す 10:00~11:00 においては、歩行者交通量が高水準で、青開始から 8 秒程度までの歩行速度の低下が著しい一方で、それ以降は音楽による歩行速度の増大効果が顕著で、歩行者青終了時には 1.8m/秒に達している。これは、音楽無し時と比較して 18%程度の上昇率である。また、青開始から 8 秒までの A 時間帯においては、音楽有りの場合が無しの場合と比較して歩行速度の平均値が低い傾向にあり、同時間帯にはゆったりとした横断を意図した音楽の効果が現れているとも考えられる。

表-4.10 回帰分析の結果 (10:00~11:00)

回帰統計						
重相関 R	0.4407					
重決定 R2	0.1942					
補正 R2	0.1924					
標準誤差	0.1952					
観測数	1780					
分散分析表						
	自由度	変動	分散	分散比	有意 F	
回帰	4	16.2936	4.0734	106.93	1.1E-81	
残差	1775	67.6181	0.0381			
合計	1779	83.9117				
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	2.1425	0.06372	33.625	3E-192	2.01754	2.26748
PR基準開始基準時	0.0869	0.00574	15.142	8E-49	0.07562	0.09813
tの項のダミー	0.0171	0.00165	10.339	2E-24	0.01384	0.02032
tの二乗項	0.002	0.00013	15.561	3E-51	0.00176	0.00227
定数項ダミー	0.4199	0.04242	9.8996	2E-22	0.33671	0.50309

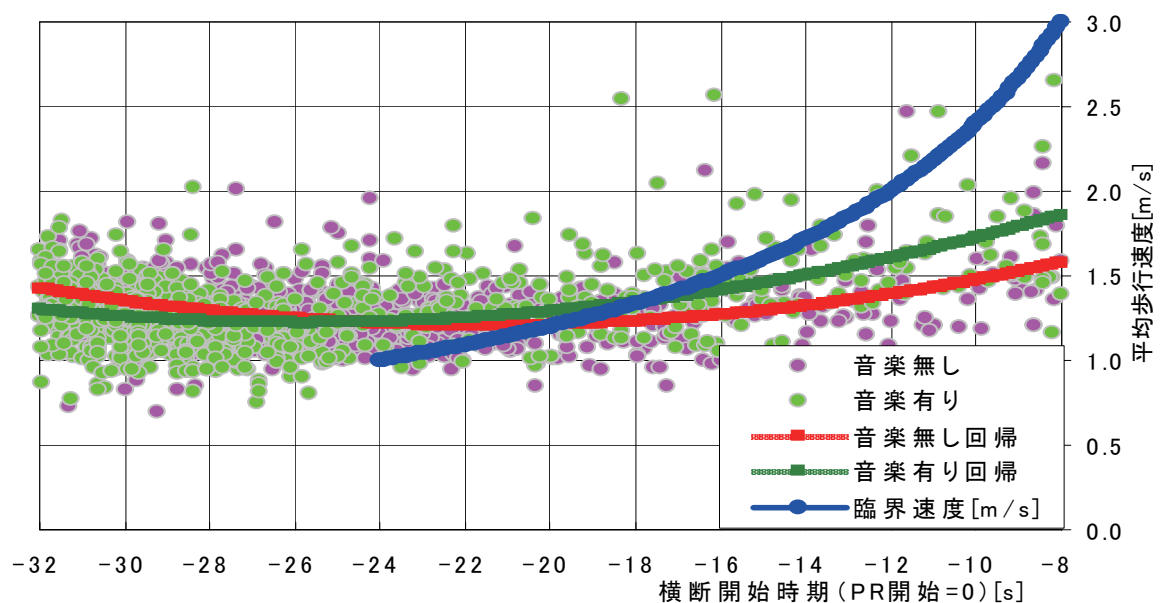


図-4.18 横断開始時期と平均歩行速度の関係 (10:00~11:00)

4.2.3 まとめ

本章では、銀座4丁目交差点での音響装置と残り時間表示を併用したときの効果について、7:00～11:00のデータを使用し「付加情報なし」および「音響付き」と比較検証を行った。今回の検証では、残存率には大きな低下は見られず、最も低下の見られた10:00～11:00においても、有意な結果を得られなかった。しかし、横断開始時期においては音響の設置により、A時間帯での飽和交通流率の向上や、PG開始前での横断開始者の減少を確認した。また、横断開始時期と平均歩行速度の関係性について検証を行った結果、A時間帯での横断開始者に対しては焦燥感を与えずに、B時間帯以降に横断を開始する歩行者に対して歩行速度の向上を促すことができた。これは、3種類の音楽が有効に機能していたことを示す結果と言える。しかし、歩行速度の向上が不十分であったことや、それ以降の横断開始者が増加していたため、残存率の低下には至らなかったと考察する。

今後の課題としては横断終了を早めるように歩行者に呼びかけることが重要であると共に、PFおよびPR時間帯での横断開始者を抑制する方法の提案が必要であると考えられる。

第5章 再作曲音楽の効果検証

5.1 音楽のコンセプト

作曲家である渋谷慶一郎氏が、音楽の再作曲時により明確化したコンセプトは、以下の通りである。

今回の作曲における主な留意点は、1)歩行者の横断、交通安全への寄与、2)サウンドスケープ的つまり音環境改善である。そこでは、音楽的機能性と音響的機能性の両面を満たす必要がある。

作曲した3曲は、それぞれ以下の命題を有する。

A 時間帯：快適な歩行

B 時間帯：横断速度の上昇

C 時間帯：横断歩道への侵入禁止、警告

音楽的機能性とは、この音楽が覚えられるか否かということに大きく関わる。人間に対しては、「この音楽は渡ってくださいということだな」、あるいは「これは急いで下さいという意味だな」という記号的解釈、刷り込みは可能である。それには音楽が覚えやすい、口ずさめるということは必須となる。

この記号的解釈と覚えられる音楽という記憶にはたらきかけるという方法は非常に重要なファクターであり、これを使わない場合に音で人を急いで歩かせようとするれば警告音の連打のような殺伐としたものになりがちである。これは音環境的にただでさえ騒音指数の高い東京では理にかなった方法とは言えない。

音楽を覚えやすくするために、使用する音の種類を極度に限定した。具体的にはA時間帯のメロディは3音、B時間帯では5音で構成されている。和音は、共通してそれぞれ2つであり、これ以上に単純化すると逆に音楽として認知できない水準まで要素を限定した。

このような方法はともすると童謡やわらべ歌のようになりやすく、従来の「とおoryんせ」と同様になってしまいます可能性もあったので、作曲的な部分で現代性と普遍性のバランスを図った。そこでは、音響的機能性を満足するために、歩行者用灯器の付加装置として実用されているトランペットスピーカーの周波数特性および指向特性を研究し、試行錯誤した結果が反映されている。

具体的には、まずトランペットスピーカーは使用可能な周波数帯域と波形パターンが極度に限定されており、その中で覚えやすい、しかし聴き飽きない音楽を作るにあたって、かなりの工夫を加えた。限られた周波数帯域のみを使用する音楽では、単旋律の童謡のようなものを作曲することは容易である。それに対して、一聴ではメロディが印象に残るのみであるが、良く聴くと細部に発見がある構造を作るために、音の重なりとリズムを重視した。一方で、音を重ねたことにより響きが混濁し印象が弱くなるのは本末転倒である。

試行錯誤の結果、波形パターンの混合により、上記を高度に均衡させることができることが明らかとなった。具体的には、テレビの終了時などに使われるような正弦波のみではなく、アタックや残響が明瞭な方形波を混合することにより響きが豊かになり、透明感がありつつも耳に届きやすい効果を得ることに成功した。

実際、耳に届きやすいので再生音量は非常に低く済み、また従来の信号音楽にみられたような音源の歪みも細心の注意を持って回避している。歪みは気づかないうちに心理的ストレスを聴取者に発生させるので回避は必須である。この音楽では、使用周波数帯域も波形も使用しているト

ランペット スピーカーに特化して作曲されているため、歪みによる心理的ストレスは回避できている。

A 時間帯、B 時間帯、C 時間帯の各反復回数と切り替えは曲中のどこでも違和感なく可能になっているので、あらゆる横断長にも適合する。

5.2 検証データと検証結果

本検証の調査実施場所および終了方式、撮影日時を表-5.11 に示す。なお、赤開始後の環境に違いがないことから、本検証では赤開始後に横断を開始した歩行者のデータは除いている。

表-5.11 調査概要と取得データ数

観測場所	横断歩道長	音楽	撮影日時	横断者数
銀座 4 丁目	24m	なし	2007. 10. 30(火) 07:00~10 : 00	1929
		あり	2008. 03. 18(火) 07:00~11 : 00	1804

(1) 残存率および残存時間

本検証に使用したデータと算出した残存率および残存時間を表-5.12 に示す。観測時間全体の残存率は、音楽なしが 18.7%であったのに対し、音楽ありが 13.9%と低下した。

表-5.12 残存率及び残存時間

解析時間	7 : 00~11 : 00	
音楽	なし	あり
横断者数[人]	1929	1804
残存者数[人]	361	251
残存率[%]	18.7%	13.9%
平均残存時間[秒]	5.3	4.4
最大残存時間[秒]	16.3	18.8
有意確率		0.037

表-5.および図-5.1に示す通り、特に10:00-11:00で音楽ありに大きな減少(8.5%)が見られた。また、サイクル毎の残存率の平均値の差のt-検定では、統計的に有意な差が認められた。

図-5.2と図-5.3に示すように、音楽により歩行者赤開始からの平均残存時間は0.9秒低下したものの、最大残存時間は2.5秒上昇した。また、図-5.2によると、歩行者赤開始から2秒～10秒程度までは、音楽ありで残存者が明確に減少している。これが、平均残存時間の減少に直結している。

表-5.3 時間帯別の残存率

	音楽なし			音楽あり		
	横断者	残存者	残存率	横断者	残存者	残存率
7:00-8:00	137	25	18.2%	167	23	13.8%
8:00-9:00	347	38	11.0%	194	15	7.7%
9:00-10:00	476	82	17.2%	455	77	16.9%
10:00-11:00	969	216	22.3%	988	136	13.8%
合計	1929	361	18.7%	1804	251	13.9%

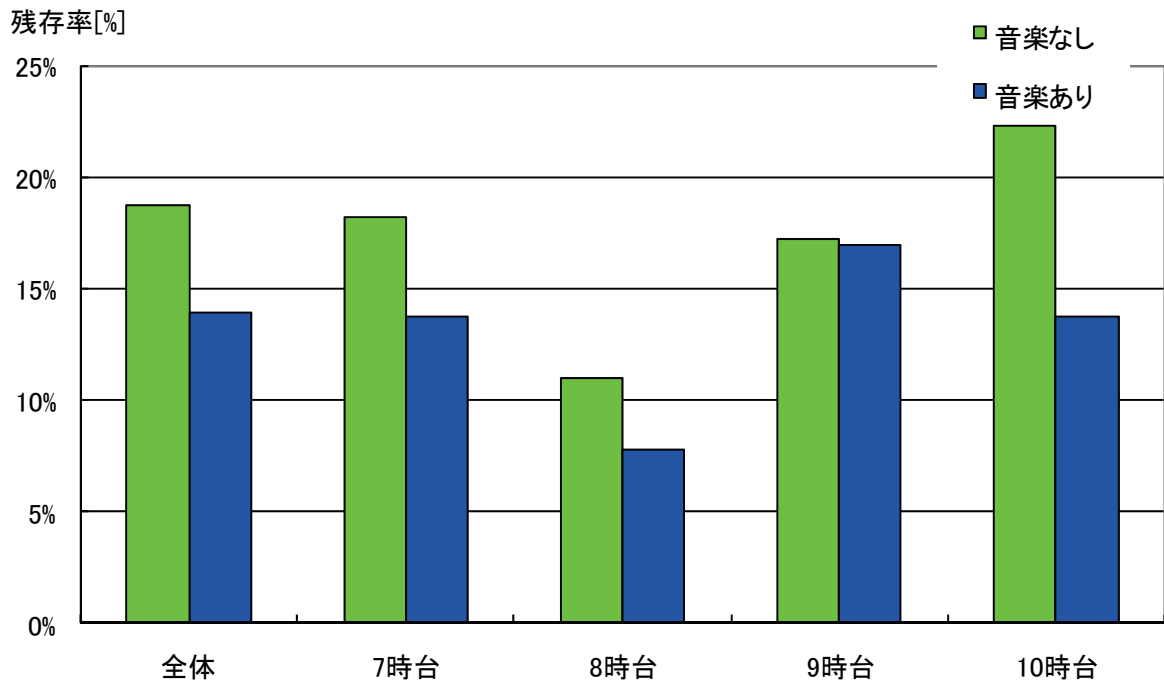


図-5.1 時間帯別残存率

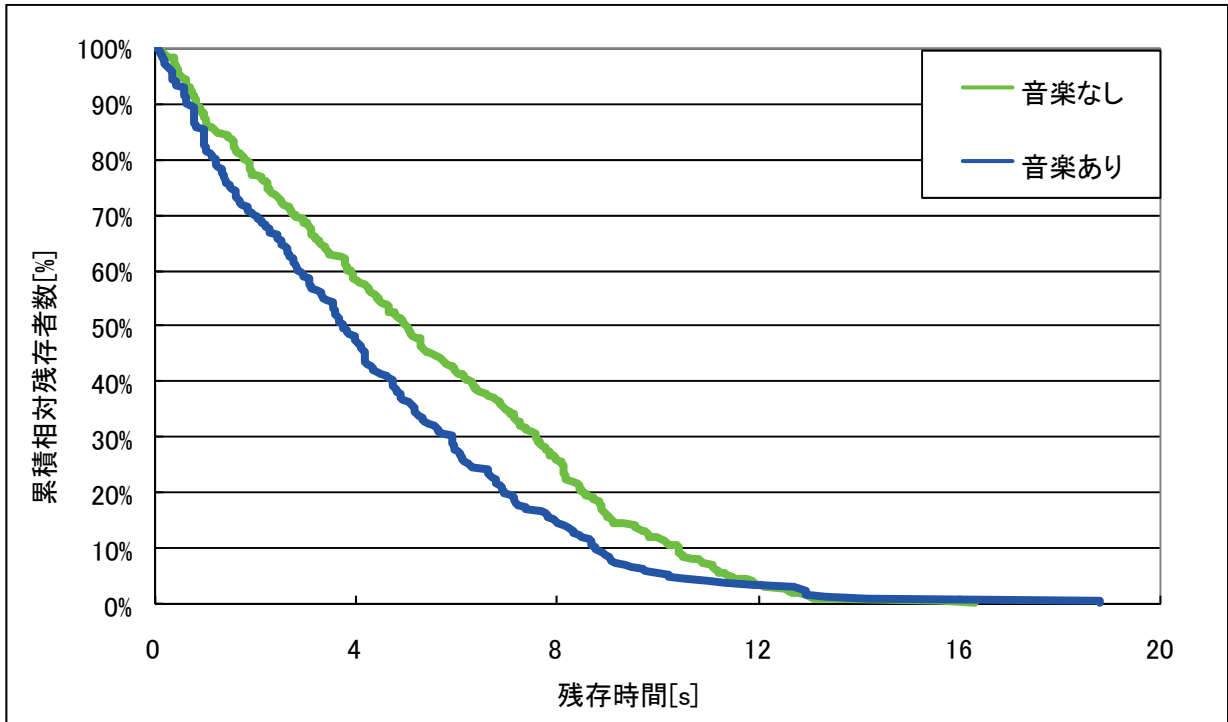


図-5.2 累積残存時間[相対値]

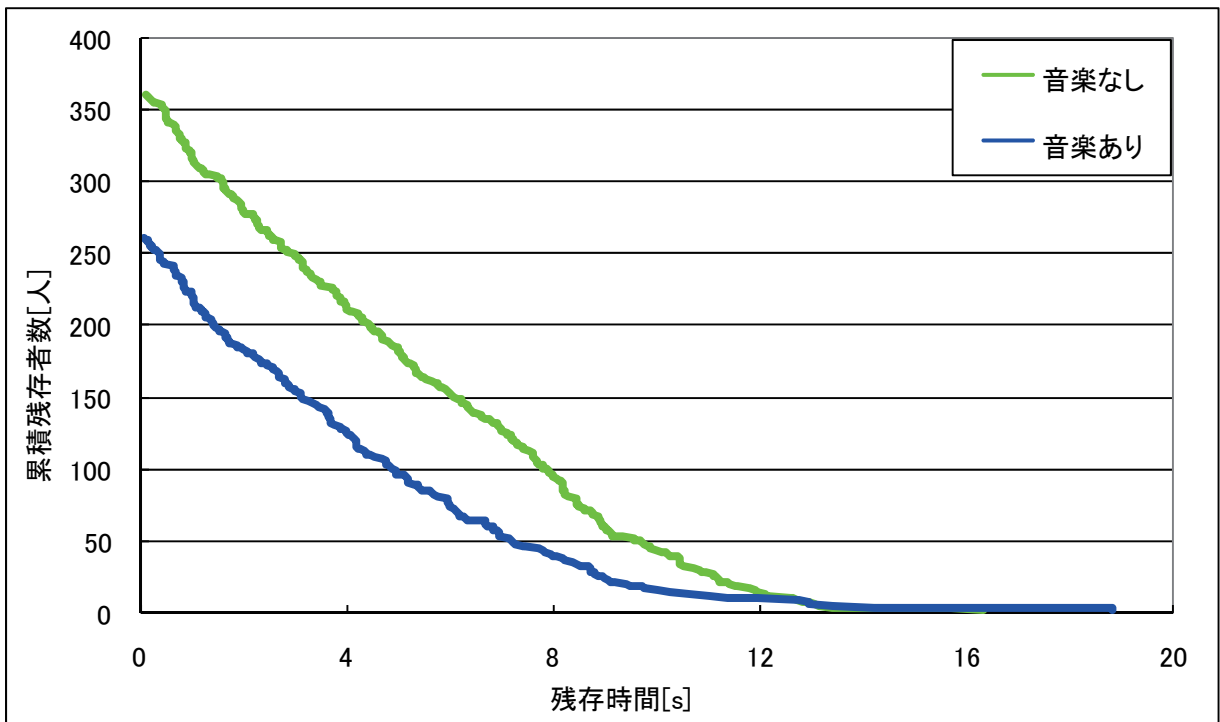


図-5.3 累積残存時間[実数値]

(2) 横断開始・終了時期

図-5.4 および図-5.5 に、横断開始・終了時期を示す。同図から、横断開始時期に音楽の有無で差はないことがわかる。しかし、終了時期には差があり、音楽が残存率を低下させていることを示している。これは、後述のように横断歩行速度が上昇した効果である。また、-32秒の歩行者青開始時の累積人数差から、音楽が全体で約40人程度のフラッシングを抑制していることも分かる。

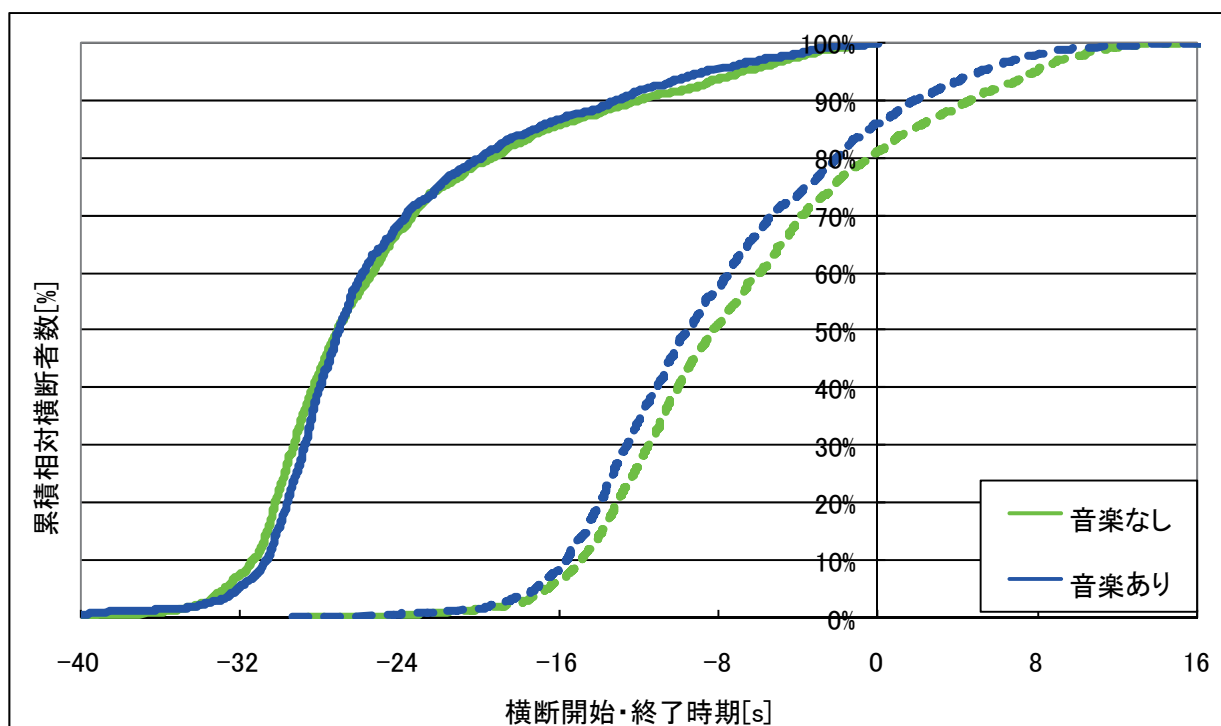


図-5.4 横断開始・終了時期[相対値]

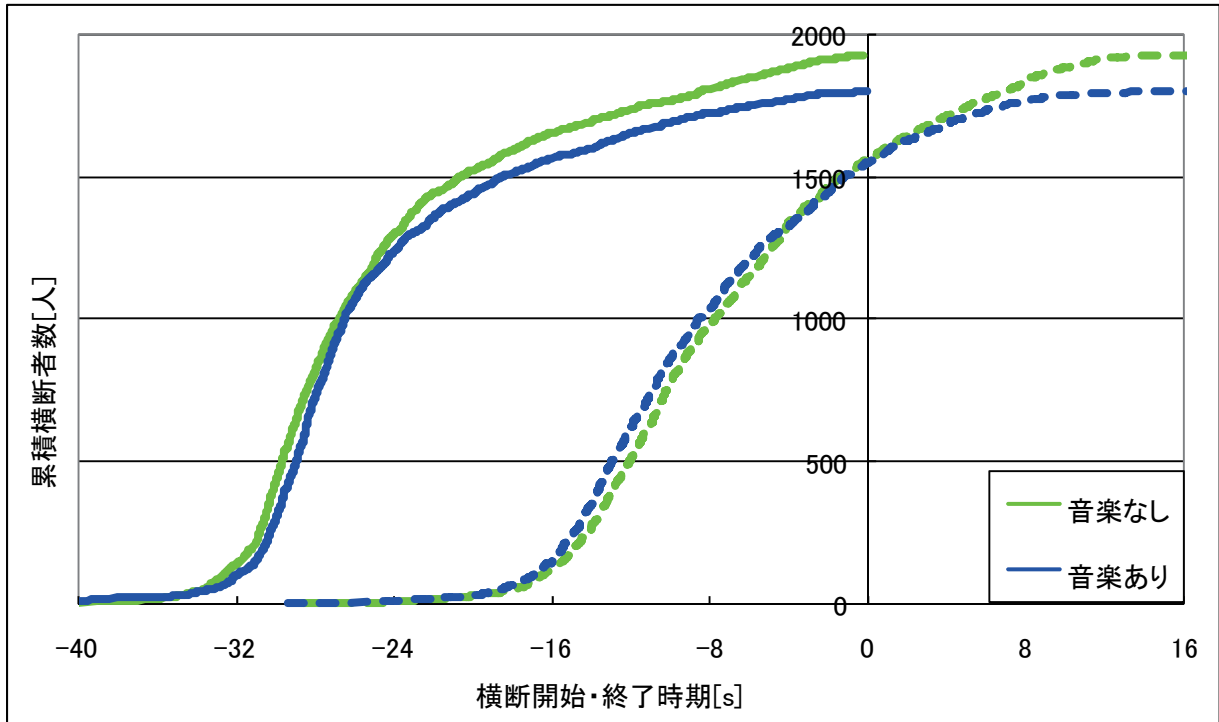


図-5.5 横断開始・終了時期[実数値]

(3) 横断開始時期別の平均歩行速度

平均歩行速度や横断者を横断開始時期によって、4秒毎に分けて詳細な分析を行った。

表—5.13 に横断開始時期別の詳細なデータ、図—5.19 に横断開始時期別の平均歩行速度の推移を示す。同図から、PG と PF 表示中には、音楽ありの方が平均歩行速度が上昇していることがわかる。

表-5.13 横断開始時期別の平均歩行速度詳細データ

開始時期 (s)	音楽なし			音楽あり		
	横断者 (人)	全横断者 に対する 比率(%)	平均歩行 速度(m/s)	横断者 (人)	全横断者 に対する 比率(%)	平均歩行 速度(m/s)
~-36	16	1%	1.43	23	1%	1.22
-36~-32	124	6%	1.42	77	4%	1.60
-32~-28	697	36%	1.39	642	36%	1.52
-28~-24	472	24%	1.29	501	28%	1.36
-24~-20	225	12%	1.26	202	11%	1.35
-20~-16	132	7%	1.34	124	7%	1.55
-16~-12	82	4%	1.43	88	5%	1.65
-12~-8	73	4%	1.64	68	4%	1.79
-8~-4	75	4%	1.66	49	3%	1.89
-4~0	43	2%	2.14	30	2%	2.45

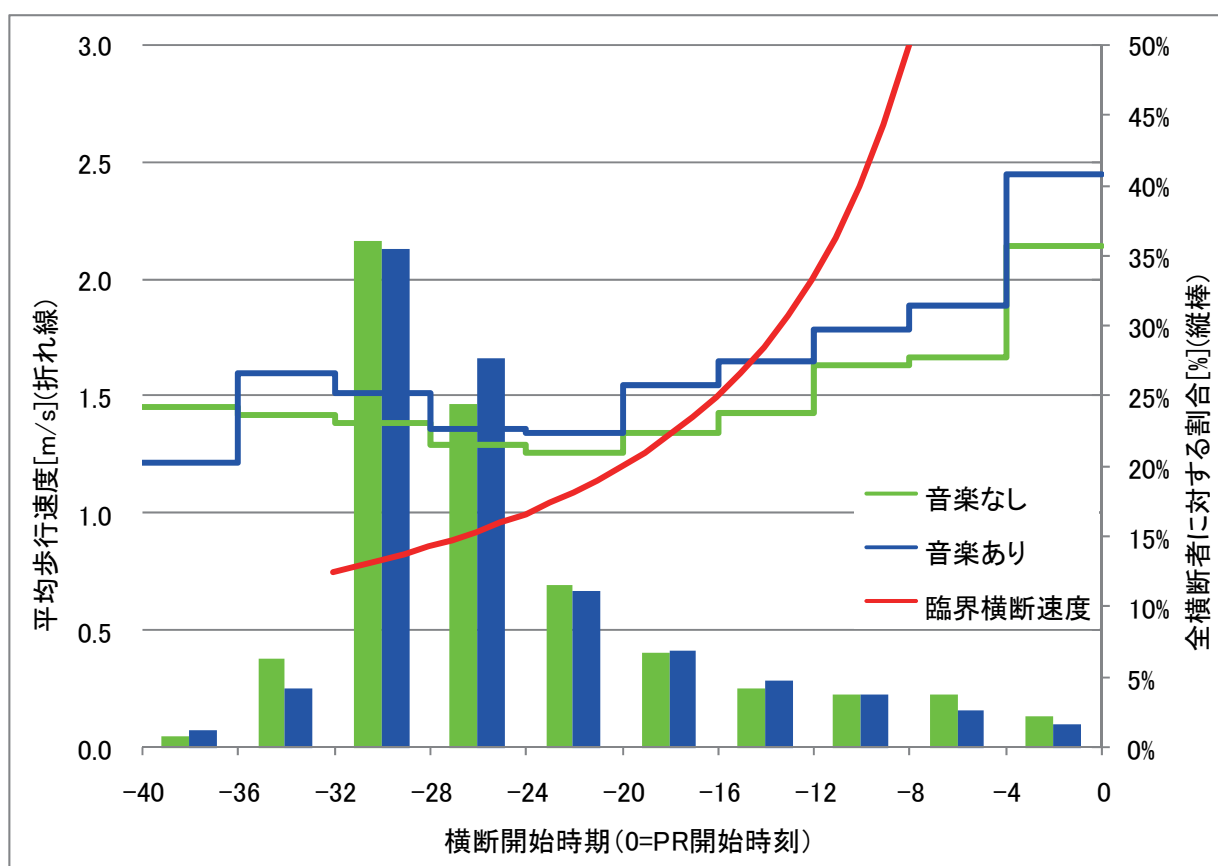


図-5.19 横断開始時期別の平均歩行速度

(4) 平均歩行速度の重回帰分析

横断開始時期と平均歩行速度の関係について回帰分析を行った。表-5.14 より、音楽ありに対するダミー変数を含む全て偏回帰係数が統計的に有意となった。また、図-5.7 より PF 開始時(-8秒)では、0.29m/秒と 16%程度の平均歩行速度の上昇が見られた。

表-5.14 平均歩行速度の回帰分析結果

$v = (a + b\delta)t^2 + (c + d\delta)t + (e + f\delta)$	偏回帰係数値	偏回帰係数の有意確率
a: t(時間)の二乗項	0.0023	1.81×10^{-48}
b: a項の音楽ダミー	0.0007	0.0017
c: t(時間)の項	0.1031	4.01×10^{-51}
d: c項の音楽ダミー	0.0346	0.0005
e: 定数項	2.4305	8.1×10^{-223}
f: e項の音楽ダミー	0.5189	5.23×10^{-07}

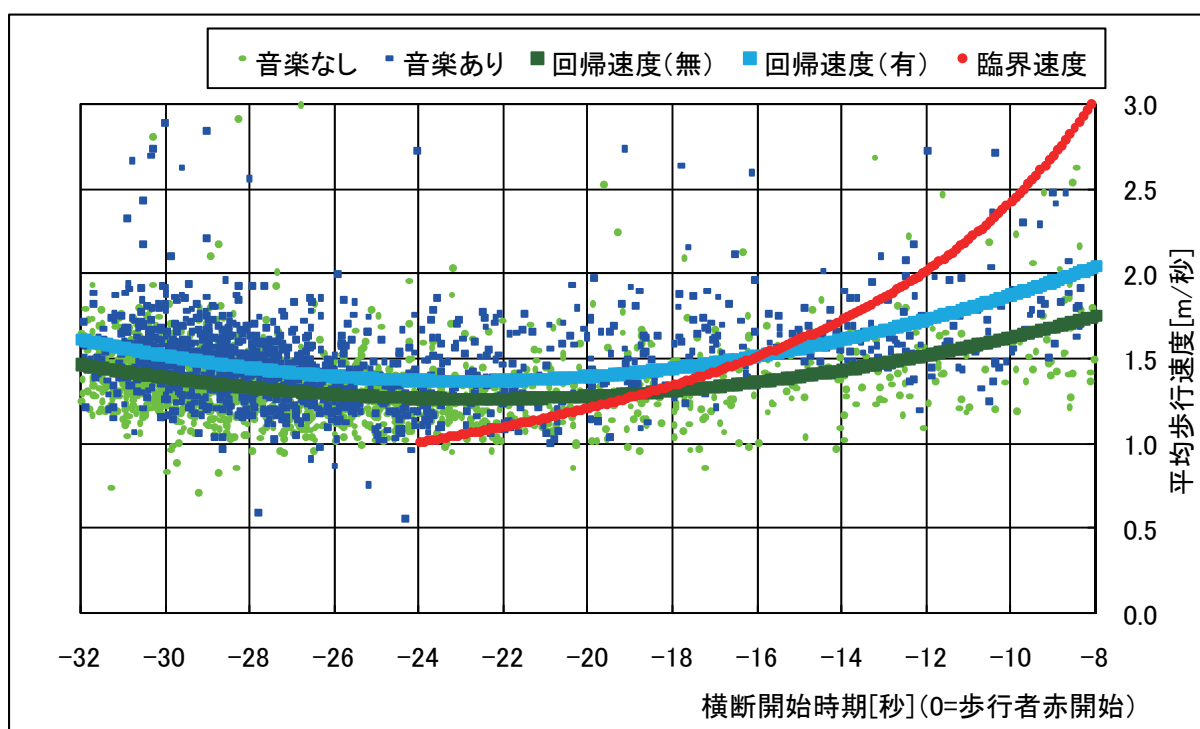


図-5.7 平均歩行速度分布と重回帰曲線

表-5.15 に 7:00-9:00 の重回帰分析結果を示す。ダミー変数の偏回帰係数は統計的に有意とはならなかった。

表-5.15 回帰式による偏回帰係数(7:00-9:00)

回帰統計								
重相関 R	0.4640477							
重決定 R2	0.2153402							
補正 R2	0.2094316							
標準誤差	0.2443703							
観測数	670							
分散分析表	自由度	変動	分散	則された分散	有意 F			
回帰	5	10.881996	2.1763992	36.445326	5.03E-33			
残差	664	39.651972	0.0597168					
合計	669	50.533968						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	2.2625506	0.1780721	12.705815	2.904E-33	1.9128984	2.6122028	1.9128984	2.6122028
定数項ダミー	0.5071715	0.2487473	2.0389022	0.0418553	0.0187454	0.9955976	0.0187454	0.9955976
時間	0.0604171	0.0170717	3.5390102	0.0004297	0.026896	0.0939381	0.026896	0.0939381
時間ダミー	0.0353129	0.024227	1.4575841	0.145428	-0.012258	0.0828837	-0.012258	0.0828837
時間二乗	0.0010643	0.0003835	2.7753488	0.0056695	0.0003113	0.0018173	0.0003113	0.0018173
時間二乗ダミー	0.0007856	0.0005497	1.4290375	0.1534637	-0.000294	0.0018649	-0.000294	0.0018649

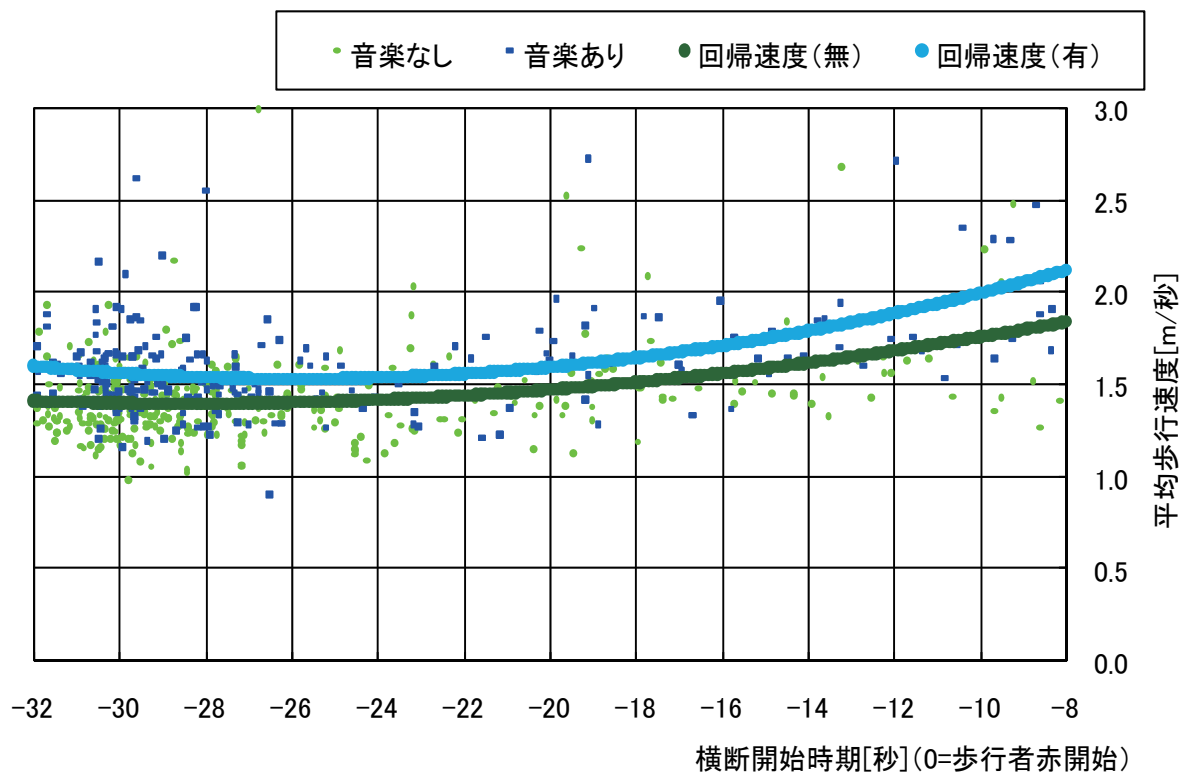


図-5.8 平均歩行速度の重回帰曲線(7:00-9:00)

表-5.16 に 9:00-10:00 の平均歩行速度の重回帰分析結果を示す。全てのダミー項の偏回帰係数が統計的に有意となった。また、図-5.9 において PF 開始時には音楽ありの方の速度が無しの速度を下回ったが、その他の時間では全て上回る結果となった。

表-5.16 回帰式による偏回帰係数(9:00-10:00)

回帰統計								
重相関 R	0.4480277							
重決定 R ²	0.2007288							
補正 R ²	0.1958552							
標準誤差	0.2167223							
観測数	826							
分散分析表	自由度	変動	分散	則された分散	有意 F			
回帰	5	9.6724546	1.9344909	41.186934	7.283E-38			
残差	820	38.514218	0.0469686					
合計	825	48.186672						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	2.6703247	0.1262188	21.156314	1.295E-79	2.4225747	2.9180747	2.4225747	2.9180747
定数項ダミー	-0.381871	0.1890736	-2.019695	0.0437398	-0.752996	-0.010746	-0.752996	-0.010746
時間	0.1165598	0.0126233	9.2337267	2.184E-19	0.0917821	0.1413376	0.0917821	0.1413376
時間ダミー	-0.048909	0.0188314	-2.597204	0.009567	-0.085872	-0.011946	-0.085872	-0.011946
時間二乗	0.0025049	0.0002933	8.5399891	6.477E-17	0.0019292	0.0030806	0.0019292	0.0030806
時間二乗ダミー	-0.001071	0.0004368	-2.452917	0.0143776	-0.001929	-0.000214	-0.001929	-0.000214

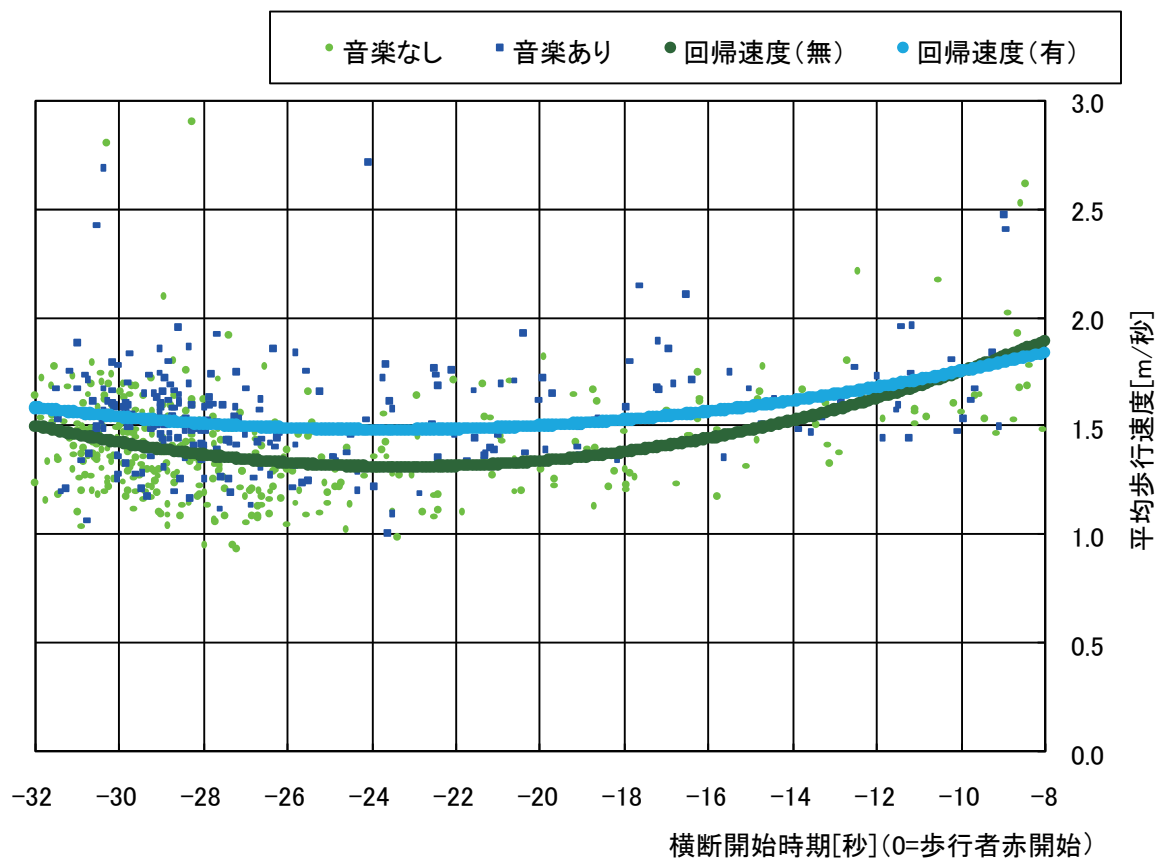


図-5.9 平均歩行速度の重回帰曲線(9:00-10:00)

表-5.8に10:00-11:00の平均歩行速度の重回帰分析結果を示す。全てのダミー項の偏回帰係数が統計的に有意となった。また、図-5.10において、PF開始時には音楽ありの方が0.45m/秒の速度向上が見られた。その他の時間でも、全て上回る結果となった。

表-5.8 回帰式による偏回帰係数(10:00-11:00)

回帰統計								
重相関 R	0.4964456							
重決定 R2	0.2464582							
補正 R2	0.2443113							
標準誤差	0.1944418							
観測数	1761							
分散分析表	自由度	変動	分散	則された分散	有意 F			
回帰	5	21.701618	4.3403236	114.8003	3.5E-105			
残差	1755	66.352336	0.0378076					
合計	1760	88.053954						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	2.128753	0.0854038	24.925745	1.18E-117	1.9612491	2.2962568	1.9612491	2.2962568
定数項ダミー	0.9303333	0.128359	7.2479018	6.315E-13	0.6785807	1.1820859	0.6785807	1.1820859
時間	0.0854948	0.0081035	10.550376	2.838E-25	0.0696013	0.1013883	0.0696013	0.1013883
時間ダミー	0.0725048	0.0122325	5.9272548	3.7E-09	0.0485131	0.0964966	0.0485131	0.0964966
時間二乗	0.0019847	0.0001852	10.715508	5.375E-26	0.0016214	0.0023479	0.0016214	0.0023479
時間二乗ダミー	0.0015303	0.0002801	5.4641355	5.318E-08	0.000981	0.0020796	0.000981	0.0020796

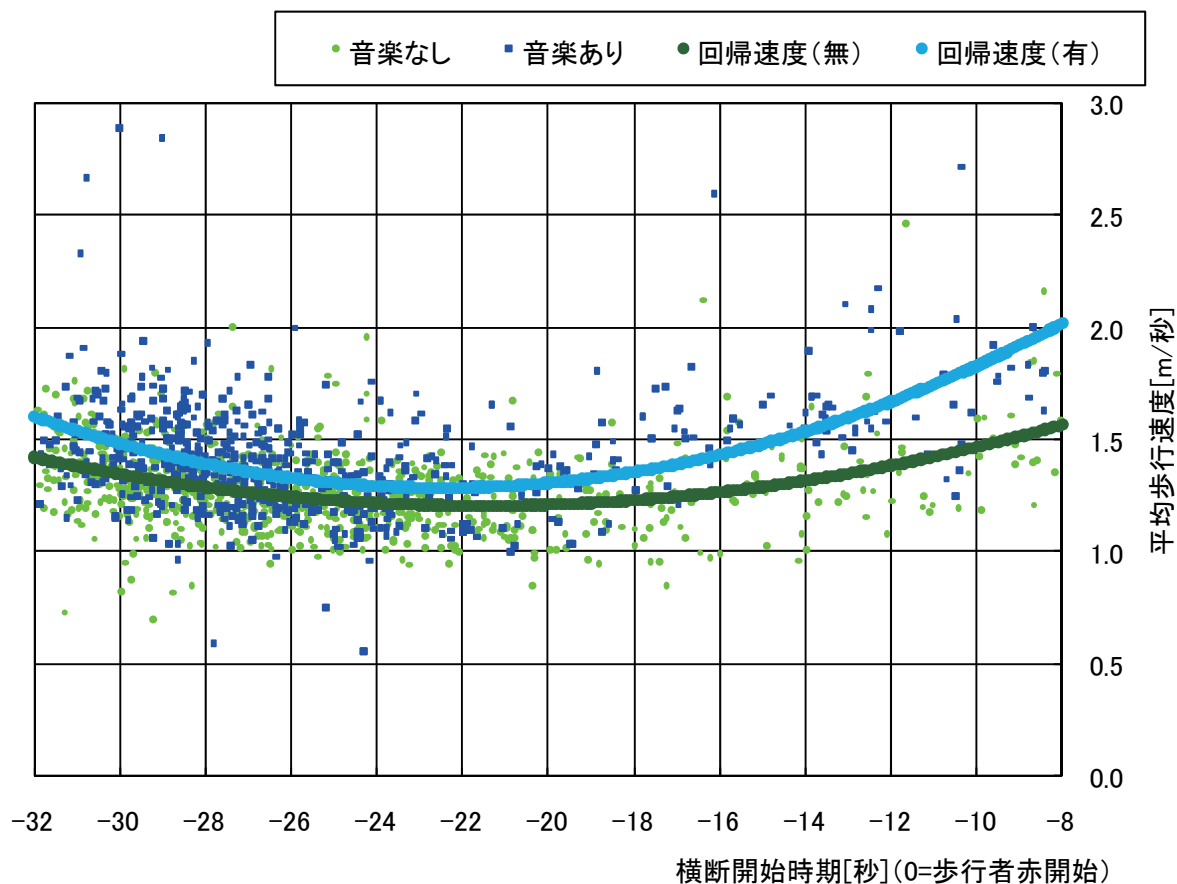


図-5.10 平均歩行速度の重回帰曲線(10:00-11:00)

(5) 横断歩行者に対するアンケート

表-5.9 に、2008年3月19日実施のアンケートの概要を示す。

表-5.9 横断歩行者アンケートの概要

日時	2008年3月19日(水) 7:00~11:00
場所	銀座4丁目交差点(ビデオ観測対象横断歩道)
調査員数	6名
有効回答	65票

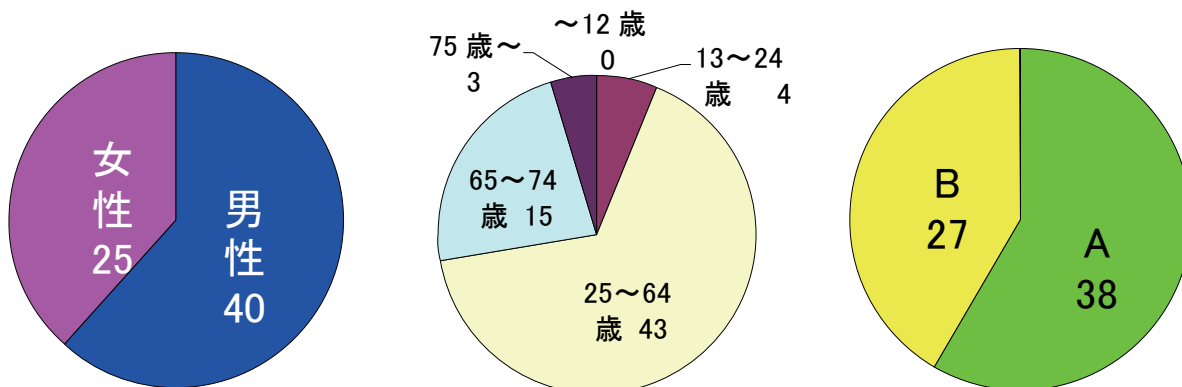


図-5.11 回答者の男女比

図-5.12 回答者の年齢構成

図-5.13 横断開始時間帯

図-5.11~図-5.13 に、回答者の属性と横断開始時間帯を示す。

図-5.14 は、音楽の認知状況を示す。大半の歩行者が音楽を認知している。

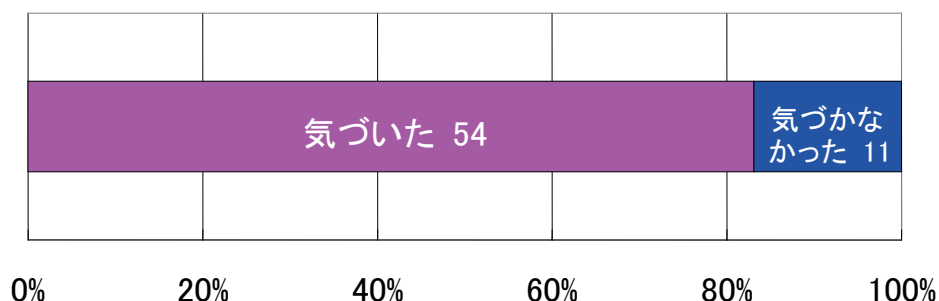


図-5.14 音楽の認知状況

図-5.15 に、横断歩行者の音楽に対する受容性を示す。半数以上が「あった方がよい」と回答しているが、「ない方がよい」も 17%存在する。ただし、これは音楽の安全性や円滑性に対する効果の認識により、好転する余地もあろう。

図-5.16 に示すように、音楽の開始により歩行者青の開始が認識しやすくなったとの回答が 7割を占めている。これが歩行者流率の向上と、フライングの抑制に結びついているものと推定される。

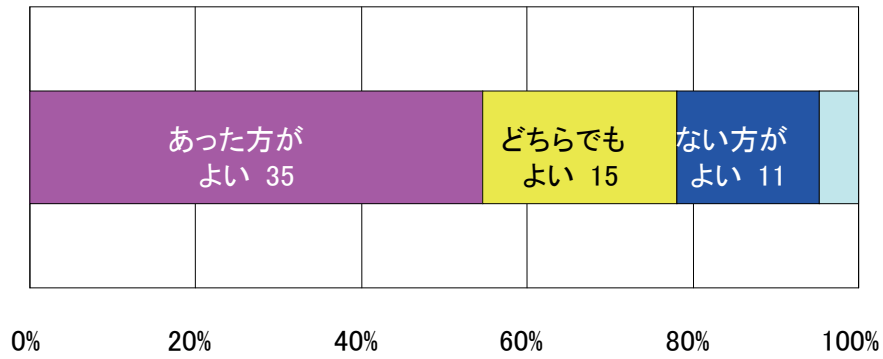


図-5.15 音楽に対する歩行者の受容性

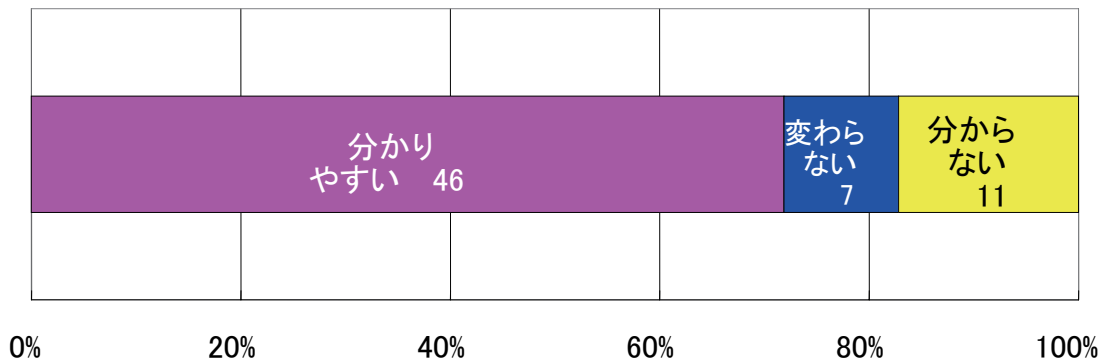


図-5.16 音楽と歩行者青開始の認知の関係

自由形式の回答数と内容は、以下の要に集計された。

・肯定的意見

前より良くなった	6
よい音楽だった	5
安心して渡れた	2

・否定的意見

音が悪い	5
目的（意図）が不明	4

・その他

音が小さかった	4
もっと軽やかな音楽にしてほしい	2
携帯電話の着信音みたいだった	1
車が増えると聞こえにくい	1
東京の人はルールを守らない	1
全国で統一してほしい	1
時間によって音質を変えてはどうか？	1
夜間もあつた方がよい	1

第6章 追加調査地における再作曲音楽の効果検証 (H081)

6.1 観測概要

6.1.1 調査場所日程

2008年度は新横浜2丁目交差点において実地調査を行った。調査日時などの詳細を表-6.1に示す。

音楽の有無に関わらず、午前7時から午後15時まで交差点の撮影を行った。また、音楽有りの状況で2日間の調査を行った。

音楽の有無で歩行者属性の同一性を高めるために、下記の点に留意して撮影日程を設定した。

- ① 平日の同曜日に実施。
- ② 降雨時は延期。
- ③ 音響出力後は2週間以上の歩行者への慣らし期間を設ける。
- ④ 近隣にある施設でイベントが行われる日や交通整理が行われている日は避ける。

表-6.1 調査実施場所とその詳細

調査場所	横断歩道長	音楽	撮影日時
新横浜 2丁目	24m	無し	2008.10.16 (木) 07:00~15:00
		有り	2008.11.5 (水) 07:00~15:00
			2008.11.6 (木) 07:00~15:00

6.1.2 撮影概要

新横浜2丁目交差点では、2台のカメラ台を図-6.1に示すようにカメラを配置し、横断歩行者の撮影は交差点前にある新横浜国際ホテル5階から撮影を行った。横断歩道だけではなく、解析に必要な歩行者信号灯器を確認できる範囲を撮影した。

それぞれのカメラでの撮影対象は下記の通りである。

- ① 調査対象の横断歩道 (図-6.2 左参照)
- ② 歩行者信号灯器 (図-6.2 右参照)

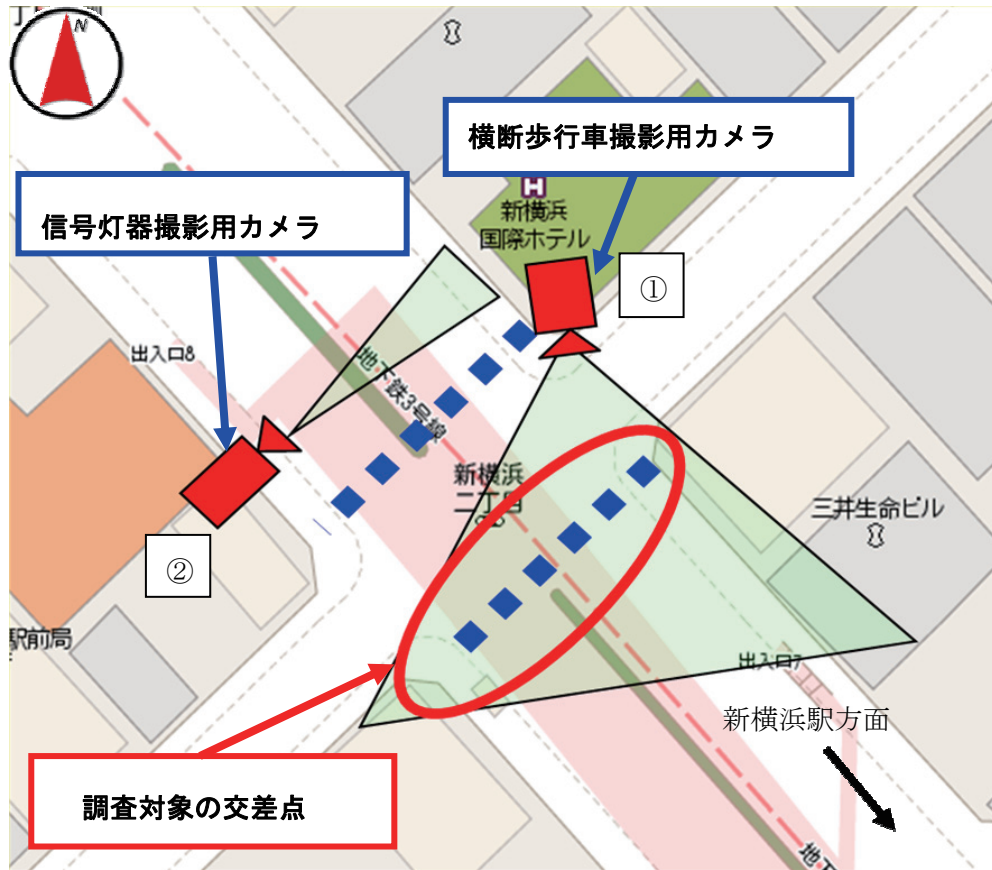


図-6.1 カメラ配置図



図-6.2 カメラ撮影画像

6.1.3 音楽の設定

図-6.3 に、横断歩道長 24 [m] の新横浜 2 丁目の各時間帯の詳細を歩行者赤開始時刻を基準とした時間軸で示す。銀座 4 丁目では実施できなかった C 時間帯における音楽出力により、同時間帯における横断開始の抑制効果を検証することが、2008 年度実験の主眼の一つである。

- A 時間帯：-36 秒～-24 秒 [12 秒間]、歩行者青開始から臨界横断開始時まで。
- B 時間帯：-24 秒～-8 秒 [16 秒間]、臨界横断開始時点から歩行者青終了まで。
- C 時間帯：-8 秒～0 秒 [8 秒間]、歩行者青点滅から歩行者赤開始まで。

※1：設計歩行速度 1[m/s] で青点滅終了までに横断完了が可能な横断開始時期。

※2：設計歩行速度 1[m/s] による横断所要時間。

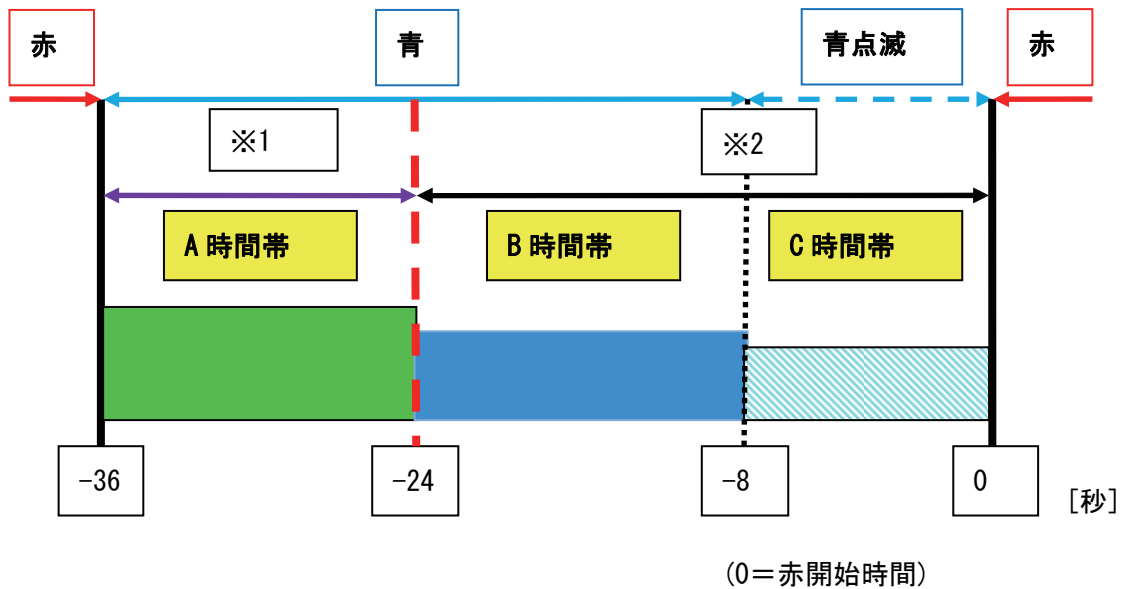


図-6.3 信号表示と音楽

6.2 調査概要

調査概要を、表-6.2 に示す。赤表示開始以降に横断を開始した歩行者サンプルは、分析対象外とした。残存時間と横断開始・終了時期を除く評価項目に関しては、音楽有りの2日間のデータを統合して検証した。調査対象の信号交差点の信号サイクル長は180秒、観測対象の横断方向の歩行者青時間長は28秒、同青点減時間長は8秒であった。

表-6.2 調査概要

調査地	横断歩道長[m]	音楽	調査日	調査時間	横断者数[人]
新横浜2丁目	24	無し	2008.10.16(木)	07:00	1914
		有り	2008.11.5(水)	~	1922
			2008.11.6(木)	15:00	1793

(1) 残存率

(a) 全体の残存率

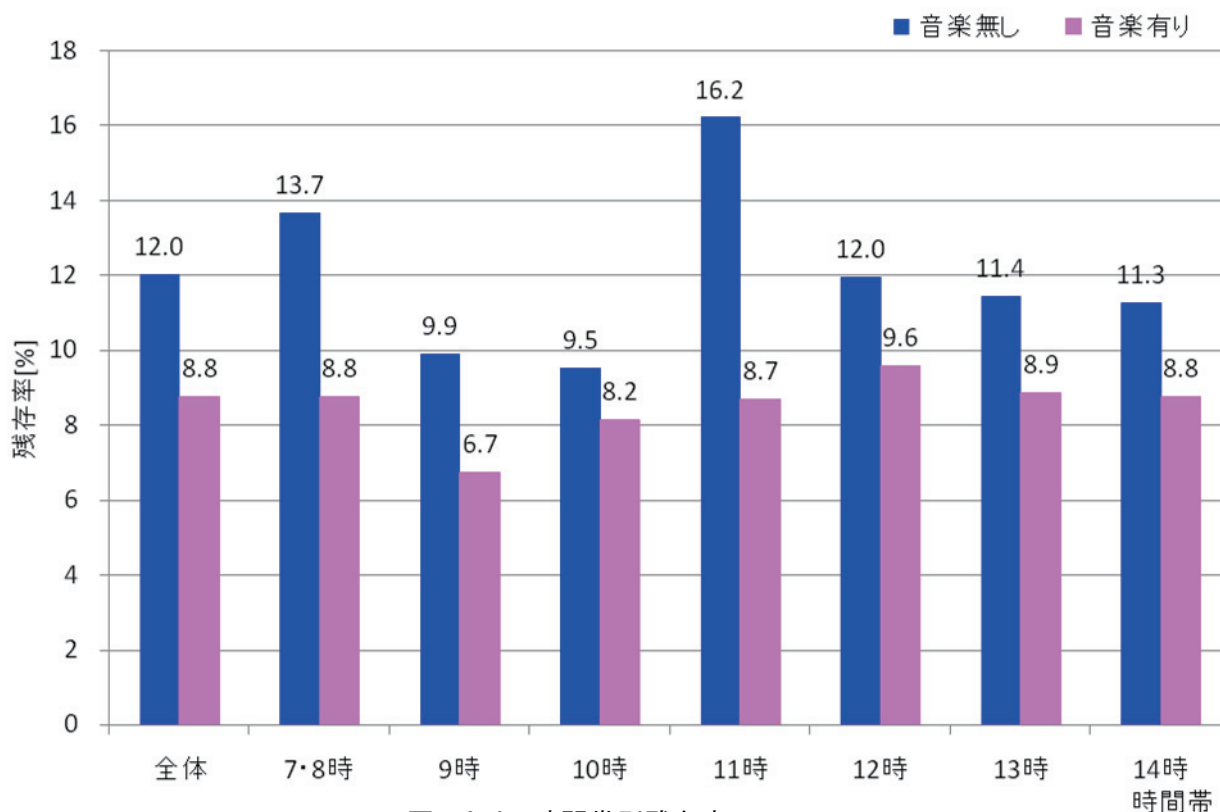
音楽有りの2日分を合わせた結果を、表-6.3 に示す。残存率は、音楽無しが12.0%、音楽有りが8.8%という結果になった。

表-6.3 残存率

調査地	新横浜2丁目	
	無し	有り
横断者数[人]	1914	3715
残存者数[人]	230	326
残存率[%]	12.0	8.8
平均残存時間[秒]	4.8	4.4
最大残存時間[秒]	15	16.1

(b) 時間帯別残存率

時間帯別の残存率の結果を下記に示す。図-6.4より音楽有りは音楽無しに対して、全時間帯で残存率が低下した。特に、11時台では音楽有りの場合の残存率が無しに対して半減した。



(c) 信号サイクルごとの残存率の平均値の差のT-検定

信号サイクル毎の歩行者の残存率に関して信号の有無による平均値の差を、統計的に検定した。表-6.4から、11時台以外の時間帯では有意差があるとは言えなかった。

2007年度に実施した銀座4丁目における調査では、各時間帯において統計的な有意差が認められた。新横浜2丁目と銀座4丁目ともに横断長が24[m]であるが、歩行者青時間が新横浜では4[秒]長く、音楽無しでも残存率が低い。さらに、横断歩行者の交通量が銀座4丁目と比較して50%程度と低いため、残存率の変動が相対的に大きい。これらの状況が、時間帯別の残存率は音楽無しに対して音楽有りの方がすべてが低下したが、信号サイクル毎の残存率の平均値に統計的な有意差が現れなかった理由だと考えられる。

表-6.4 残存率のT-検定結果

時間帯	7時	8時	9時	10時	11時
有意確率	0.787	0.234	0.608	0.968	0.038
時間帯	12時	13時	14時	全時間	
有意確率	0.718	0.209	0.405	0.073	

(2) 平均歩行速度

音楽の設置による平均歩行速度の増大についての有意性を示すために、横断開始時期と平均歩行速度の関係について重回帰分析を行った。音楽無し・有りの平均歩行速度の重回帰分析の結果を表-6.5に示す。音楽有りに対するダミー変数の偏回帰係数は高度に有意であり、音楽による速度増大効果は明らかである。

図-6.5 から、音楽有り場合の回帰速度が無しに対して、赤表示開始時には0.4[m/s]、16%程度増大していることが分かる。

$$\text{平均歩行速度} = (a + b\delta)t^2 + (c + d\delta)t + (e + f\delta) \quad (1)$$

δ = 音楽の有無 (音楽無し=0・音楽有り=1)

t = 横断開始時期[秒]

表-6.5 重回帰分析結果

調査地	新横浜 2 丁目	
	係数值	有意確率
a:t(時間)の二乗項	0.0018	2.41×10^{-91}
b:a項の音楽ダミー	0.0005	1.5×10^{-06}
c:t(時間)の項	0.0929	1.07×10^{-122}
d:c項の音楽ダミー	0.0274	1.68×10^{-08}
e:定数項	2.4531	0
f:e項の音楽ダミー	0.3694	6.6×10^{-14}

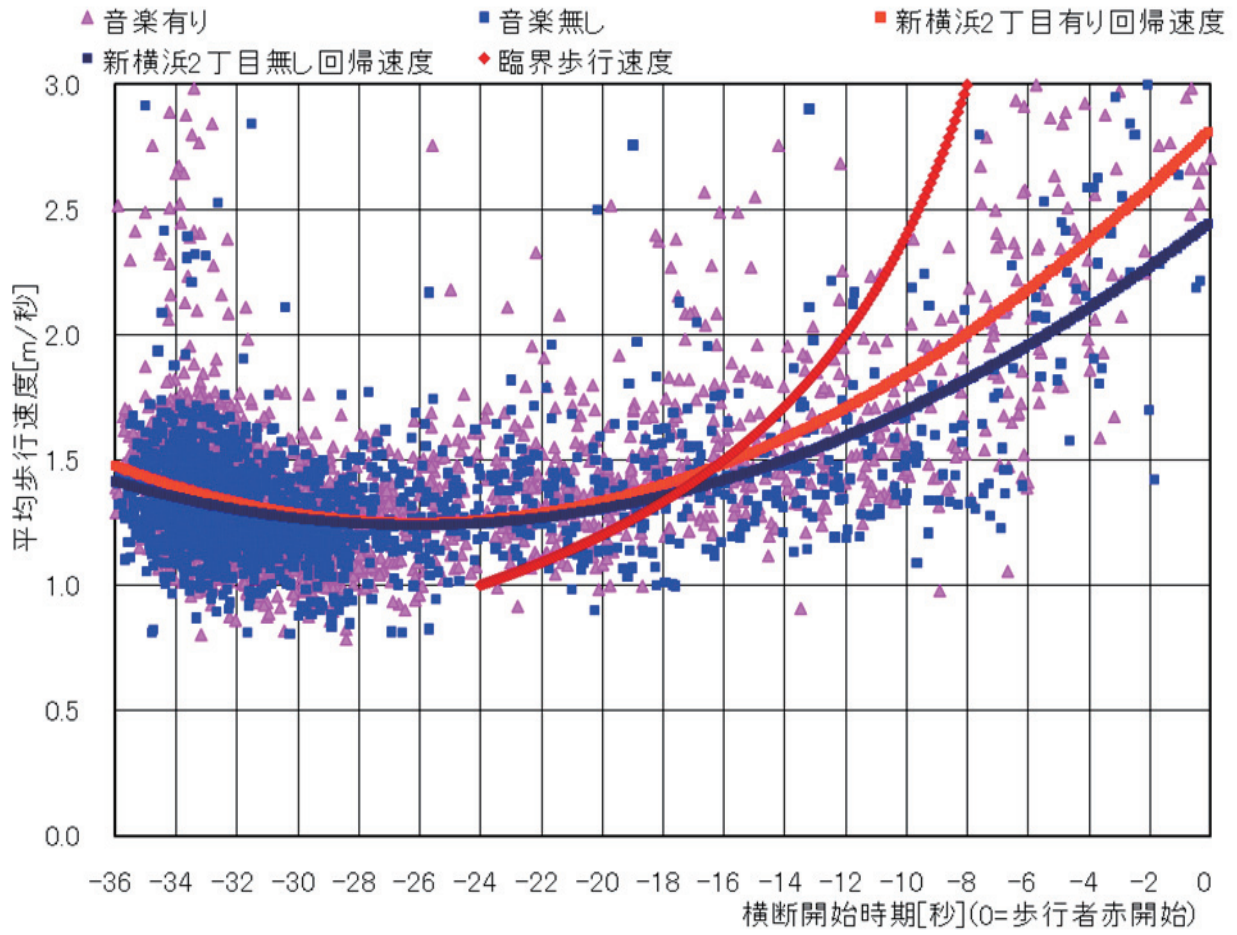


図-6.5 重回帰分析結果

(3) 横断開始・終了時期

横断開始・終了時期と累積相対横断者数の関係について、実線は横断開始、点線は終了時期を表し音楽有りは調査日別のものを図-6.6に示す。

横断者数が同程度の音楽無しと、音楽有りの調査日の内の11月5日とを比較すると、後者の方が赤い楕円で囲まれたA時間帯の-28秒以降は、累積相対横断者の横断開始時期の立ち上がりが良い、歩行者の横断開始流率が増大していることが分かる。

C時間帯の音楽無しと、11月5日の累積横断者数の傾きに差がないことから、C時間帯における横断開始の音楽による抑制効果は明らかとはならなかった。

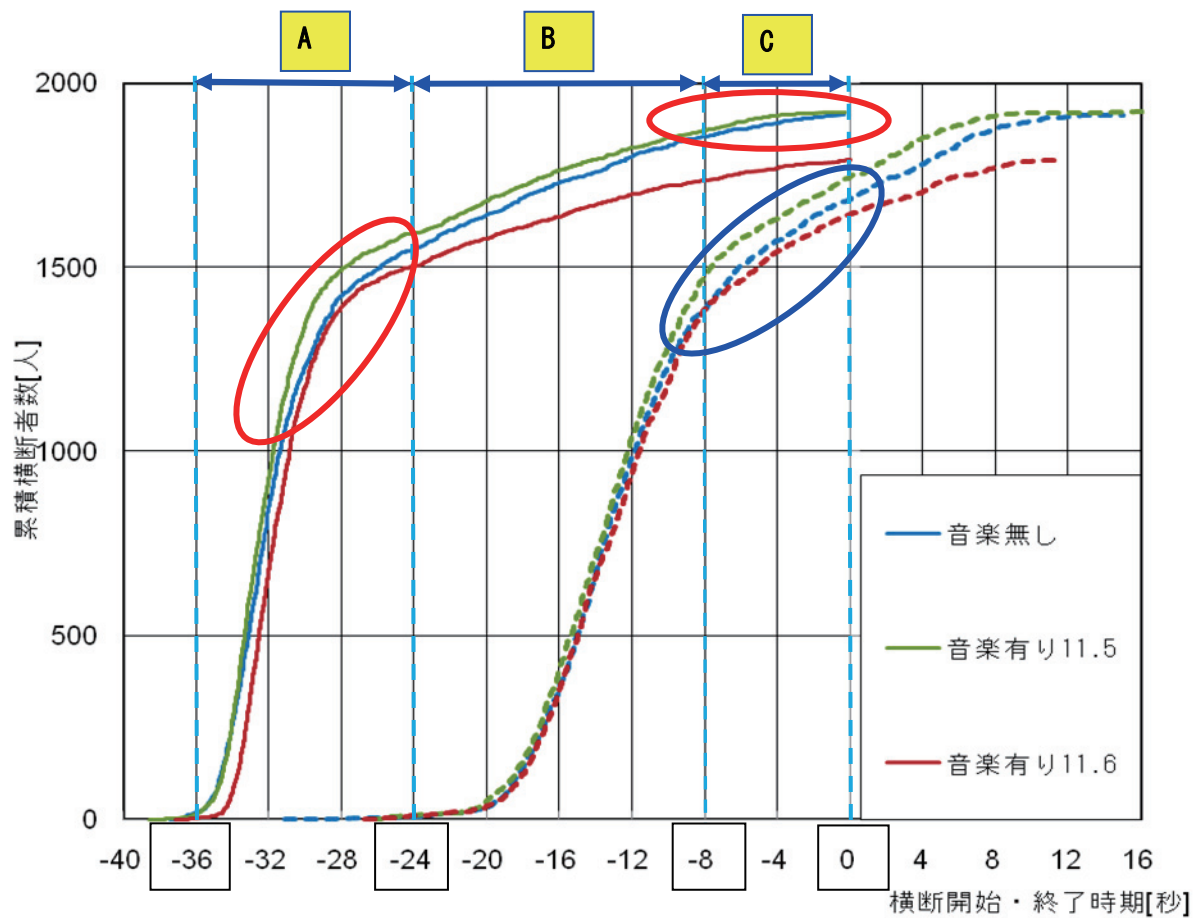


図-6.6 累積横断者数と横断開始・終了時期の関係

(4) 残存時間

累積残存時間 [相対値]を図-6.7 に示す。同図で、音楽有り (11月6日) の残存時間には、音楽無しとの大きな差異はない。しかし、音楽無しと横断者数が同程度の音楽有り (11月5日) では、残存時間 2[秒]~10[秒]にかけて残存者数が低下している。また、図-6.8 に示す通り、累積残存時間[実数値]では両日間の差が明確である。また、実数では音楽有り (11月5日) も、音楽無しとの比較で、残存者がより早期に横断を終了している。これは、右左折者や交差方向の車両と横断歩行者との錯綜を減少させ、安全性と交通容量を向上させる効果の一端を示す結果である。

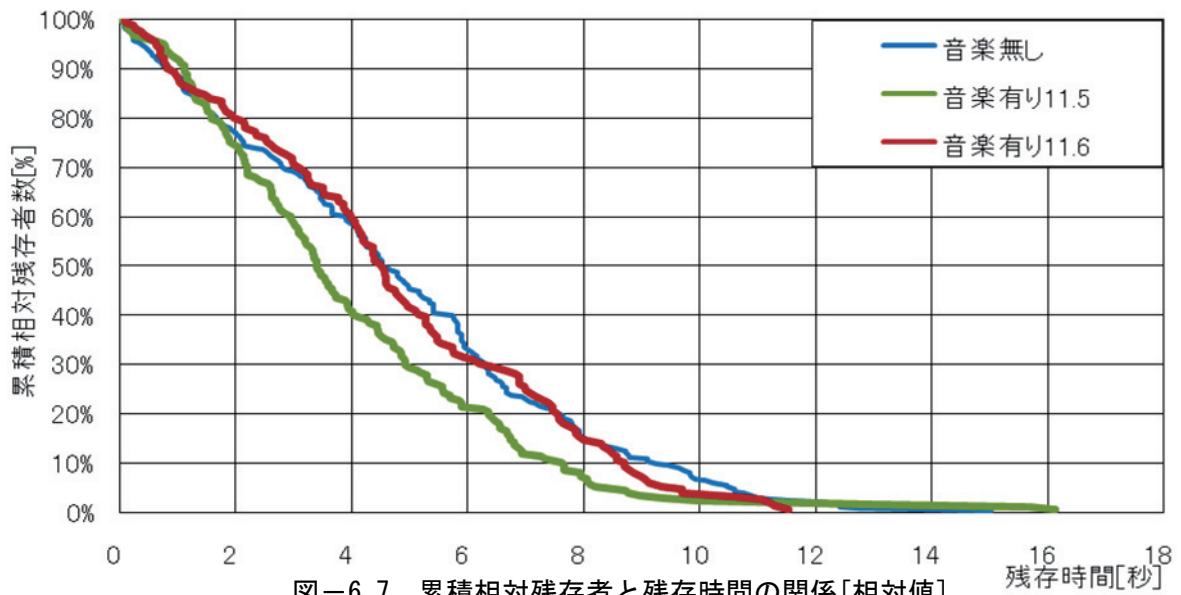


図-6.7 累積相対残存者と残存時間の関係 [相対値]

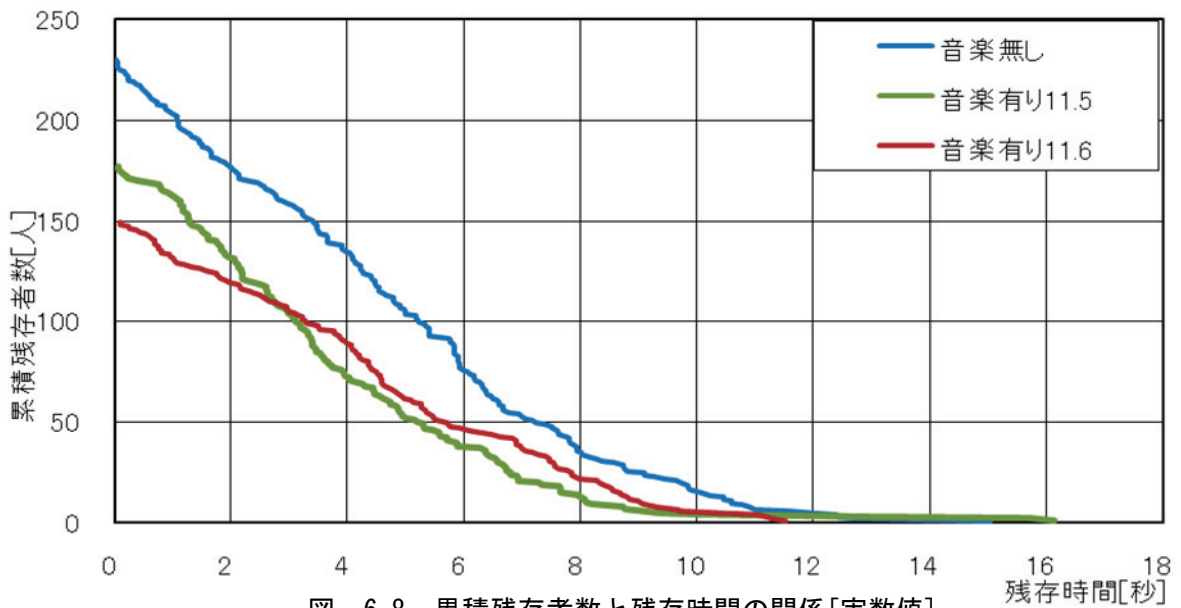


図-6.8 累積残存者数と残存時間の関係 [実数値]

(5) 滞留率の残存率に対する影響

音楽有りの残存率の低下は、赤信号中に横断歩道端部に到着し青表示開始まで待機している滞留者の増大による可能性もある。この滞留者をビデオ画像の目視により把握し、全横断者数で除した滞留率を音楽の有無とで比較検証した。

図-6.9 に、信号サイクル毎の滞留率の累積相対度数を示す。音楽有りと音楽無しとでは、前者の滞留率はむしろやや低めである。したがって、残存率の低下は、滞留率の増大によってもたらされた効果ではなさそうである。

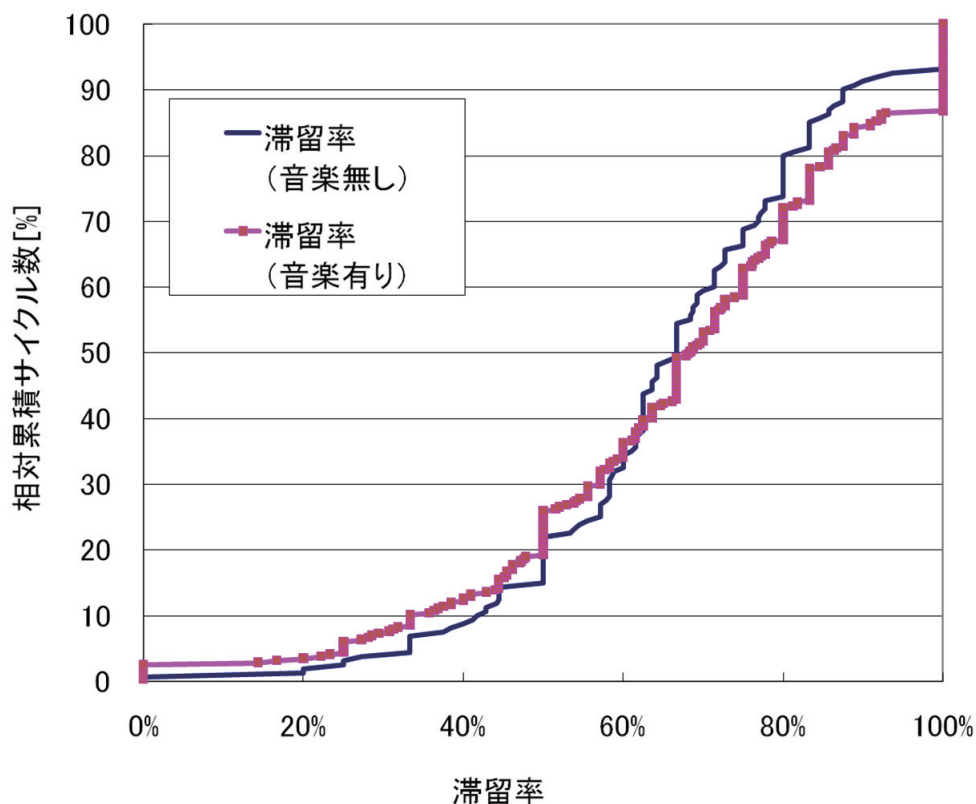


図-6.9 滞留率の相対累積サイクル数

(6) 横断歩道上の密度

音楽有りの平均歩行速度の増大が、音楽有りの横断歩道上の密度が低下したため視覚的に歩行者の速度が増大したのではないかと考え、青開始から赤表示開始までの1秒ごとの密度について検証を行ったものを音楽の有無の比較を図-6.10示す。また、横断歩道は横断歩道長24[m]・幅4[m]で面積96[m²]である。ここで留意すべきは、密度に対応する時間は、横断開始時刻ではなく、横断歩道上の歩行者を計数した時点を示すことである。したがって、各時刻の密度を構成する歩行者の横断開始時間は様々である。

図-6.10から、全体的には音楽の有無で大きな差は見られなかった。C時間帯で音楽有りの密度の低下を確認した。これは、一義的にはB・C時間帯に横断を開始した歩行者の速度増加が、C時間帯の密度を低下させたと考えられる。さらにC時間帯の密度の低下が、その時点での横断歩道上の歩行者の歩行速度を増大させる、循環的效果があった可能性もある。

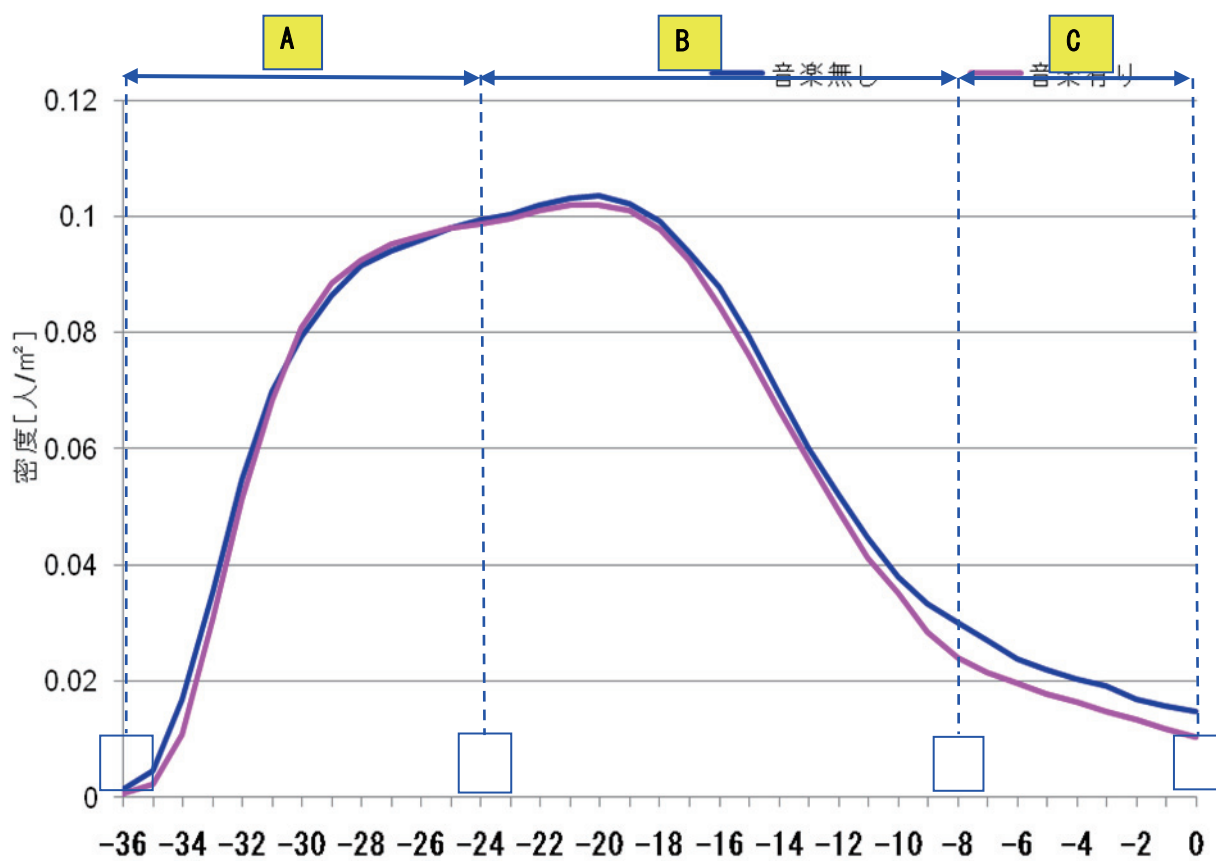


図-6.10 密度 時間帯[秒] (0=歩行者赤開始時刻)

(7) 新横浜2丁目と銀座4丁目の比較

(a) 残存率による比較

新横浜2丁目と過年度の銀座4丁目の残存率を比較した。表-6.6から解析時間帯は異なるものの、銀座4丁目でも新横浜2丁目と同様に音楽有りの残存率は低下している。

表-6.6 調査地ごとの残存率

調査地	新横浜2丁目		銀座4丁目	
解析時間	07:00~15:00		07:00~11:00	
音楽	無し	有り	無し	有り
横断者数[人]	1914	3715	1929	1804
残存者数[人]	230	326	361	251
残存率[%]	12.0	8.8	18.7	13.9

(b) 回帰平均歩行速度の比較

表-6.7に、銀座4丁目および新横浜2丁目の両交差点における、横断開始時期と平均歩行速度の重回帰分析の結果を示す。音楽有り対応するダミー変数の偏回帰係数は統計的に有意となった。図-6.11に、重回帰モデルで計算した平均歩行速度を示す。音楽の有無ごとの歩行者青後半の平均歩行速度は、両地点でほぼ同等であった。また、両地点において-8秒(青点滅開始時)に横断を開始した歩行者の音楽による速度増大は、共に約0.3[m/s]であった。これにより、音楽の速度増大効果の一般性を確認できた。

表-6.7 重回帰分析結果

調査地	新横浜2丁目		銀座4丁目	
	偏回帰係数値	有意確率	偏回帰係数値	有意確率
a:t(時間)の二条項	0.0013	2.89×10^{-25}	0.0019	5.71×10^{-60}
b:a項の音楽タミ-	0.0008	1.45×10^{-07}	0.0004	0.0177
c:t(時間)の項	0.0678	1.24×10^{-29}	0.0870	4.73×10^{-76}
d:c項の音楽タミ-	0.0423	2.29×10^{-08}	0.0207	0.0035
e:定数項	2.1638	4.53×10^{-207}	2.2554	0
f:e項の音楽タミ-	0.5406	2.91×10^{-10}	0.3690	2.81×10^{-08}

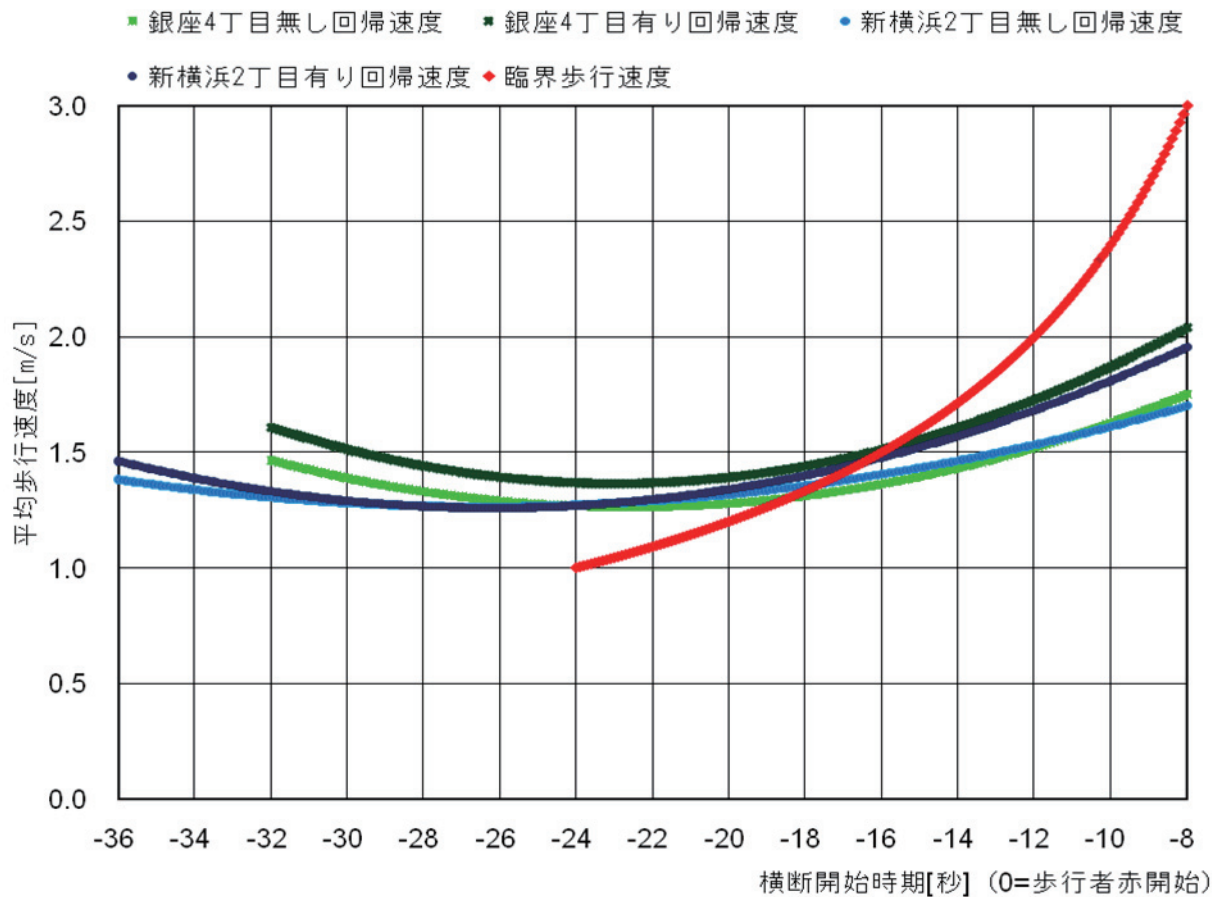


図-6.11 回帰歩行速度の比較

第7章 まとめ

本研究では、歩行者信号灯器への情報の付加による、次のような働きかけによる残存率の低下効果の実地検証を行った。

- 1) 青後半時間帯の横断開始者の歩行速度を向上
- 2) 青点滅時間帯の横断開始の抑制効果を向上

残り時間表示は、歩行者へのアンケートでは好評であったが、残存率の低下等の挙動の変化は確認できなかった。

銀座4丁目における音楽の付加実験では、以下の結論を得た。

- 1) 歩行者が歩行者青表示開始前に横断を開始するフライングの抑制効果が確認された。
- 2) 残存率、残存時間の低下が確認された。
- 3) これらの効果が、音楽による平均歩行速度が上昇によりもたらされたことを、統計的に検証できた。
- 4) 音楽による青点滅時間帯の横断開始抑制効果の検証実験は、十分に実施できなかった。
- 5) 音楽に対する大半の歩行者の受容性が確認された。

銀座4丁目と同一の音楽による新横浜2丁目における実験においては、次のような結論を得た。

- 1) 音楽の有無ごとの歩行者青後半の平均歩行速度は、両地点でほぼ同等であった。また、両地点において-8秒(青点滅開始時)に横断を開始した歩行者の音楽による速度増大は、共に約0.3[m/s]であった。これにより、音楽の速度増大効果の一般性を確認できた。
- 2) 残存率は全体で音楽なしの12.0%から音楽ありの8.3%に下がった。また、調査時間帯の1時間ごとの残存率は、音楽によりすべて低下した。
- 3) 歩行者青開始直後の交通流率の音楽による向上効果が銀座4丁目同じく確認できた。
- 4) 青点滅時間帯の音楽による横断開始抑制効果は確認できなかった。

参考文献

- 1) 警視庁：道路交通法施行令第 2 条、2007(改正)
- 2) 交通工学研究会：交通信号の手引、1944 年
- 3) 矢野、森：青点滅表示中の横断開始行動と青点滅表示の意味についての認識、第 24 回交通工学研究発表会論文報告集、pp317～320、2004
- 4) 齊藤、森、矢野：交通錯綜の軽減を意図した歩行者用信号の現示方式に関する一考察、科学警察研究所報告、40 卷 1 号、1999
- 5) RiLSA:Guidelines for Traffic Signals、 Germany 1993
- 6) AUSTRROADS:Guide to Traffic Engineering Practice Series Part 7、 Australia、 2003
- 7) Institute of Transportation Engineers:Manual of Traffic Signal Design SECOND EDITION、 USA、 1998
- 8) MUTCD 2000:Highway Traffic Signals PART 4、 USA、 2000
- 9) TSO:The design of pedestrian crossings、 Local Transport Note 2/95、 London、 1995
- 10) Department for Transport:Pedestrian Facilities at Signal –Controlled Junctions、 Traffic Advisory Leaflet 5/05、 London、 2005
- 11) 村田啓介、他：「歩行者青信号の残り時間表示方式の導入に伴う横断挙動分析」、IATSS Review、31-4-14、2005

謝 辞

本研究プロジェクトの平成 19 年度実地実験の実施に当たっては、警視庁の協力を得た。また、平成 20 年度実地実験の実施に当たっては、神奈川県警察本部の協力を得た。ここの記して謝意を表す。

非売品

歩行者の道路横断実態を重視した実用的な最適信号制御の研究
歩行者信号制御における音楽の効果の実証的研究
報告書

発行日 平成 21 年 3 月

発行所 財団法人 国際交通安全学会

東京都中央区八重洲 2-6-20 〒104-0028

電話/03(3273)7884 FAX/03(3272)7054

許可なく転載を禁じます。