

平成18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

報告書

平成19年3月

プロジェクトメンバー

| | | |
|----|-------|--------------------------|
| PL | 赤羽弘和 | |
| | 片倉正彦 | |
| | 桑原雅夫 | |
| | 井料隆雅 | (神戸大学工学部建設学科 助手) |
| | 大口敬 | (首都大学東京都市環境学部都市環境学科 准教授) |
| | 浅野美帆 | (東京大学生産技術研究所 博士課程) |
| | 宇佐美勤 | (住友電気工業(株)システム事業部 主幹) |
| | 織田利彦 | (松下電器産業(株)社会システム部 主幹技師) |
| | 齋藤威 | (T R S 研究所 首席研究員) |
| | 田中伸治 | (東京大学生産技術研究所 助手) |
| | 鳩山紀一郎 | (東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻) |
| | 安井一彦 | (日本大学理工学部交通工学科 専任講師) |
| | 新倉聡 | (警察庁交通局交通規制課 課長補佐) |
| | 横井昭 | (警視庁交通部交通管制課 管理官) |
| | 河野志朗 | (警視庁交通部交通管制課 信号機運用係長) |
| | 佐藤博志 | (神奈川県警察本部交通規制課 技幹) |

目次

第1章 はじめに

- 1.1 研究の目的と概要 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

第2章 調査方法

- 2.1 調査実施場所 4
- 2.2 撮影日程 4
- 2.3 撮影方法 5
- 2.4 残り時間表示の終了方式 9
- 2.5 観測データ 10
- 2.6 評価項目 10
- 2.7 観測データ処理手順 10

第3章 調査結果

- 3.1 調査地点ごとの解析結果 12
- 3.2 歩行者密度の影響の評価 30
- 3.3 歩行速度の交差点間比較 37

第4章 歩行者の横断意識に関する調査

- 1.1 アンケートの概要 40
- 4.2 調査の内容 40
- 4.3 調査の結果と考察 41

第5章 まとめ 45

第1章 はじめに

1.1 研究の目的と概要

現行法制度において、横断歩行者の信号制御における青・青点滅表示は、車両に対する青・全赤表示に相当する。しかし、青点滅時間が短いために、横断歩行者の信号遵守率や左折車との錯綜の発生等に影響している可能性があるとの指摘がある。このため、歩行者用青点滅表示を長くして、欧米等で既に実施しているように車両の全赤表示と等価の位置づけにすべきとの考え方も一部にある。一方で、歩行者の横断速度のばらつきのために、従来の一律な歩行者用表示では安全性と横断機会をともに増大させることは困難である。

平成18年度においては、前年度に引き続き、横断歩行者に横断時間の残余を伝達することができる「経過時間表示機能付き歩行者用LED灯器」を横断長13m～38mの横断歩道4カ所に実験的に設置し、歩行者が各自の横断速度に合わせて横断開始の可否を判断できるようにし、結果として赤表示までに横断を終了できる割合を向上させる効果を、アンケートと延べ約16,000横断者の歩行速度や横断開始・終了時刻等のビデオ観測により検証した。その結果として、歩行者の主観的評価は概ね肯定的であるが、実際に横断挙動の変更にまで結びつけるには歩行者により安全な横断を動機付けするための広報活動等の重要であることが示唆された。

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 経過時間表示機能付き歩行者用LED灯器

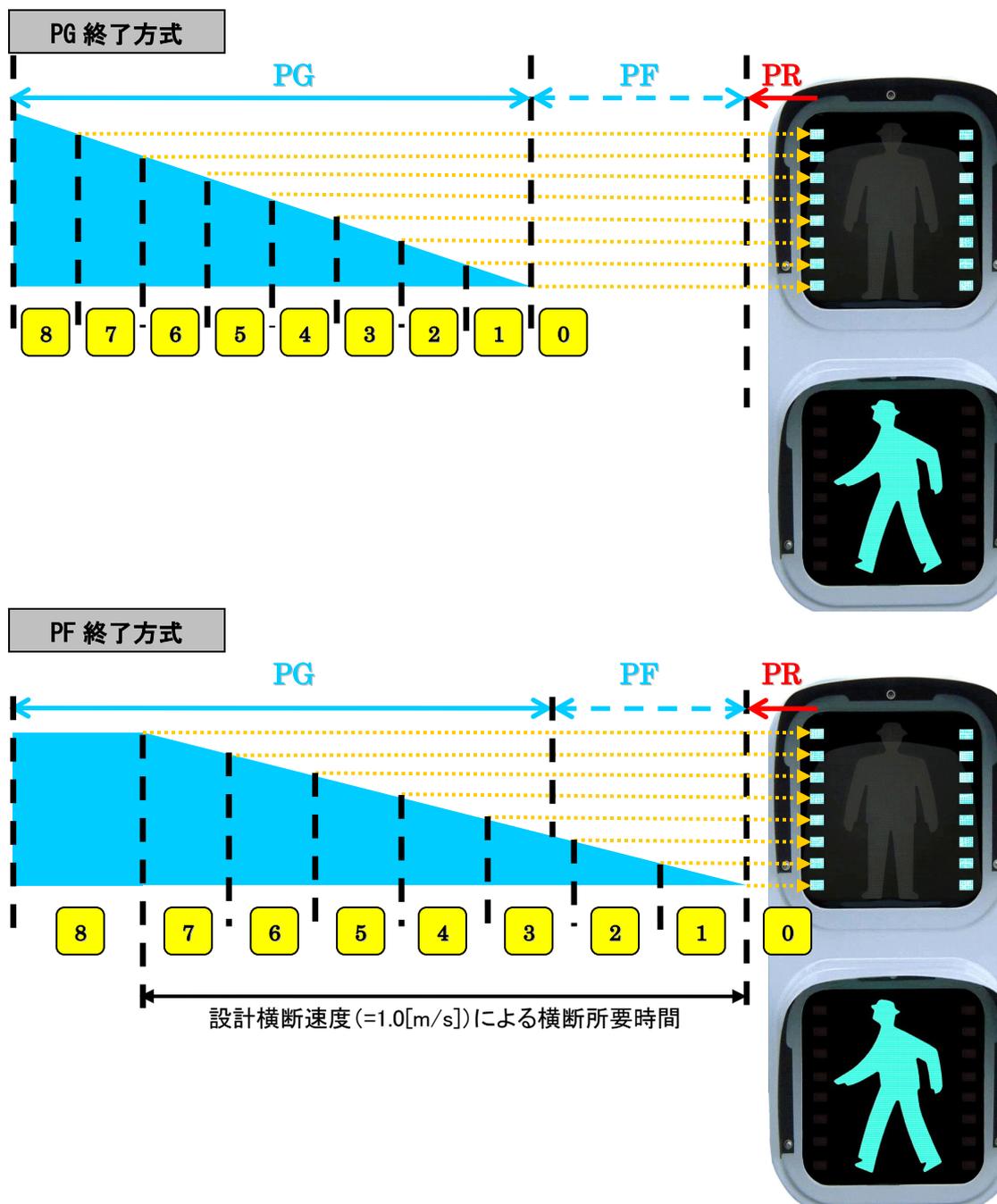


図-1.2 残り時間表示方式

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

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

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。

第2章 調査方法

平成18年度の研究では、平成17年度研究を受け、既設の銀座5丁目交差点（東京都中央区）およびMM2号交差点（神奈川県横浜市中区）の経年変化を確認すると共に、新たに横断歩行者交通量が多い銀座4丁目交差点（東京都中央区）および複数の公共施設が近傍に立地する鶴見警察署前交差点（神奈川県横浜市鶴見区）の2箇所を加え、計4箇所において調査・分析を行った。また、PG終了方式に関してはゲージ減少開始時期をPF終了方式と同一とした新PG終了方式に変更し、PF終了方式とともに、設置効果の比較および横断方向別における歩行者の横断挙動の変化の検証を実施した。

2.1 調査実施場所

本年度の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。

表-2.1 調査実施場所とその詳細

| 調査場所 | 横断歩道長 | 終了方式 | 撮影日時 |
|--------|-------|---------|------------------------|
| 銀座4丁目 | 24m | 表示なし | 2006.09.04 08:00~14:00 |
| | | PF終了方式 | 2006.10.30 08:00~14:00 |
| | | 新PG終了方式 | 2006.12.04 08:00~14:00 |
| 銀座5丁目 | 13m | PF終了方式 | 2006.09.22 10:00~14:00 |
| | | 新PG終了方式 | 2006.11.10 10:00~14:00 |
| MM2号 | 22m | PF終了方式 | 2006.11.06 08:00~14:00 |
| | | 新PG終了方式 | 2006.12.11 08:00~14:00 |
| 鶴見警察署前 | 38m | 表示なし | 2006.10.13 08:00~14:00 |
| | | PF終了方式 | 2006.11.24 08:00~14:00 |

2.2 撮影日程

今年度の研究は全調査場所において、午前8時より午後2時まで対象交差点を撮影した。また、表示方式の変更前後の観測実施日の設定にあたっては、歩行者の交通量、属性分布等の条件が同等となること、および歩行者の各表示方式に対する慣熟度を一定以上にするために下記の条件を設定した。なお、日程の詳細は付録を参照。

- ① 同曜日に実施。
- ② 降雨時は延期。
- ③ 灯器変更にあたっては、看板にて歩行者に伝達。
- ④ 終了方式変更後は2週間以上の慣熟期間を設ける。

2.3 撮影方法

撮影カメラの配置および画角設定、機器間接続に関して、銀座4丁目交差点を例に示す。同交差点では交番の屋上を借用し、撮影を行った。図-2.1 に、カメラの設置状況を示す。カメラを3台使用し、それぞれの画角は図-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、機材の配線は図-2.3 のように行った。

それぞれのカメラでの撮影対象は下記の通りである。

- ① 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

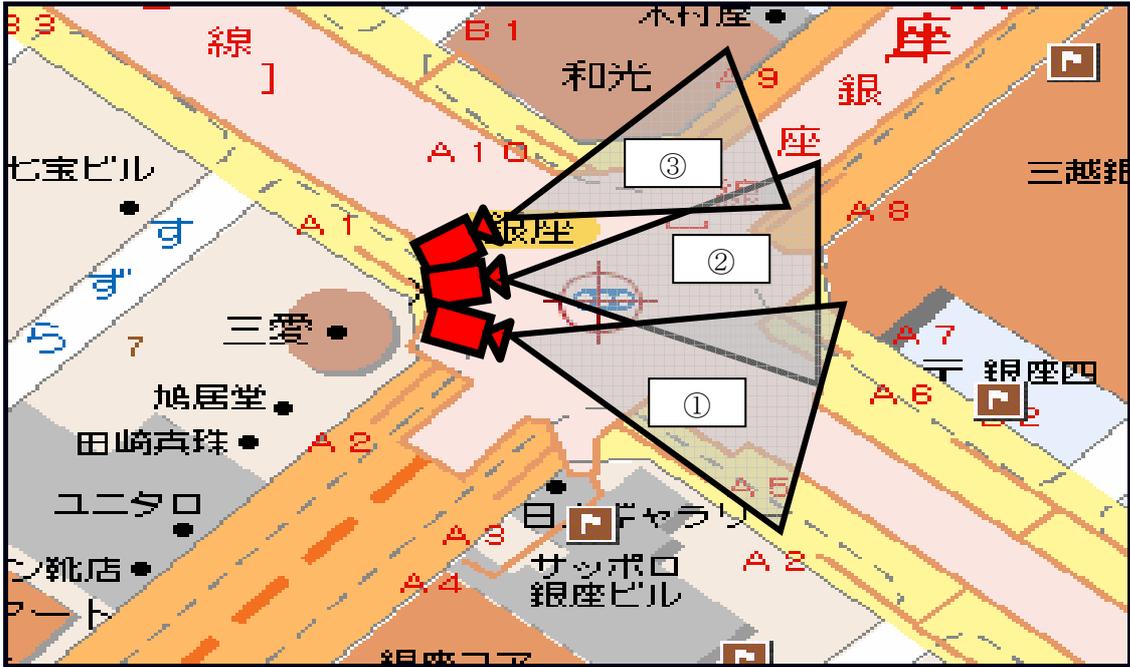


図-2.2 観測用カメラ画角

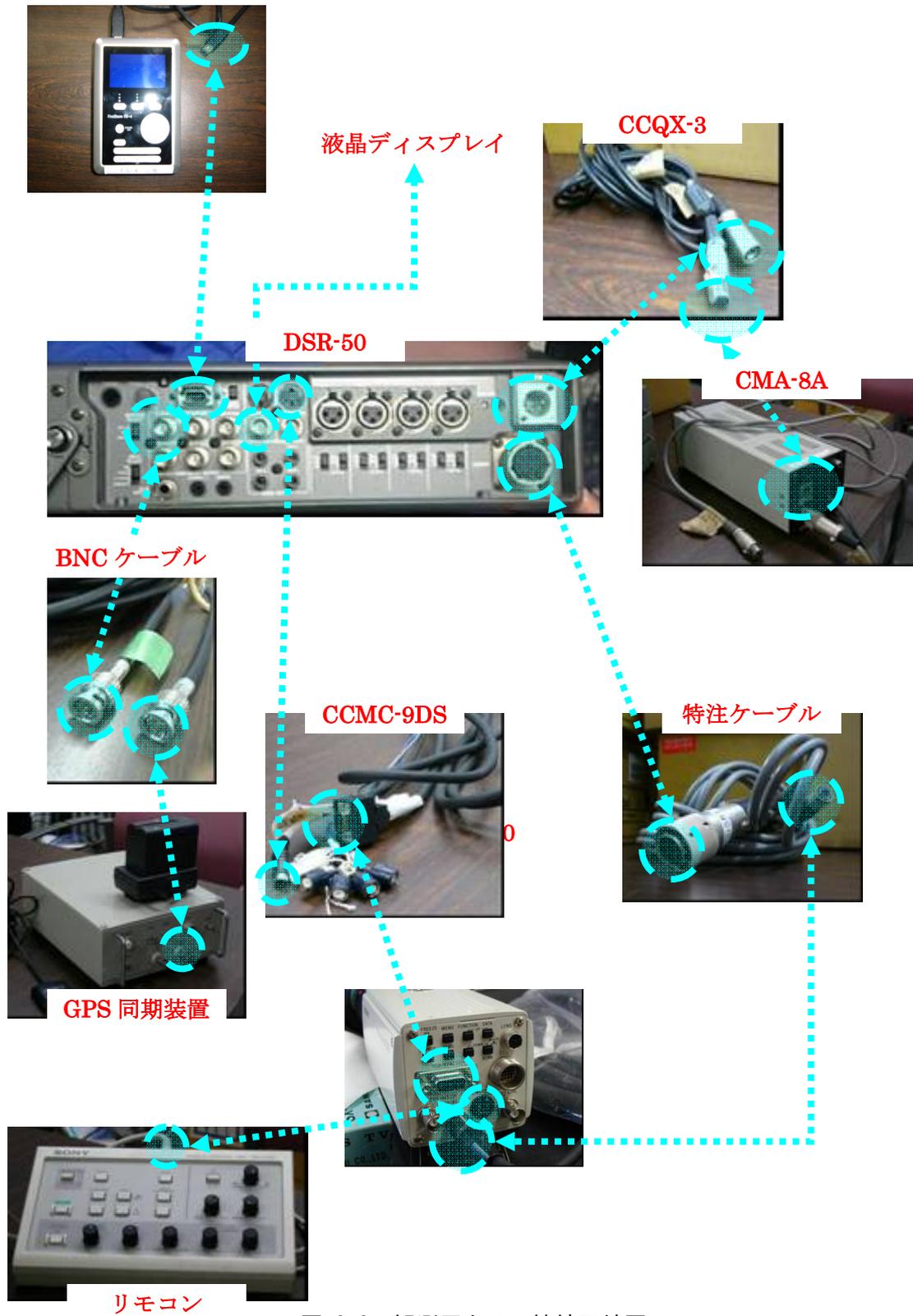


図-2.3 観測用カメラ接続配線図

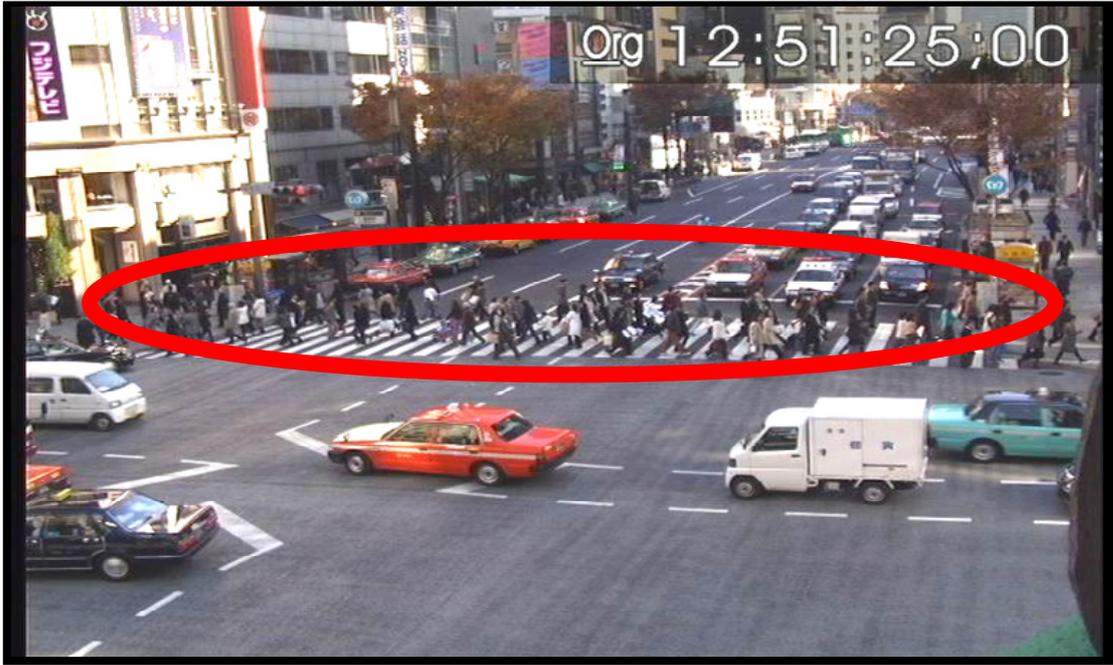


図-2.4 カメラ①撮影画像



図-2.5 カメラ②撮影画像



図-2.6 カメラ③撮影画像

2.4 残り時間表示の終了方式

本研究では、従来の「PF 終了方式」に加え、PG 終了方式の残り時間減少開始時期を PF 終了方式と同一とした「新 PG 終了方式」を新たに提案し、この両終了方式について比較検証を実施した。新 PG 終了方式についての概要を図-2.7 に示す。

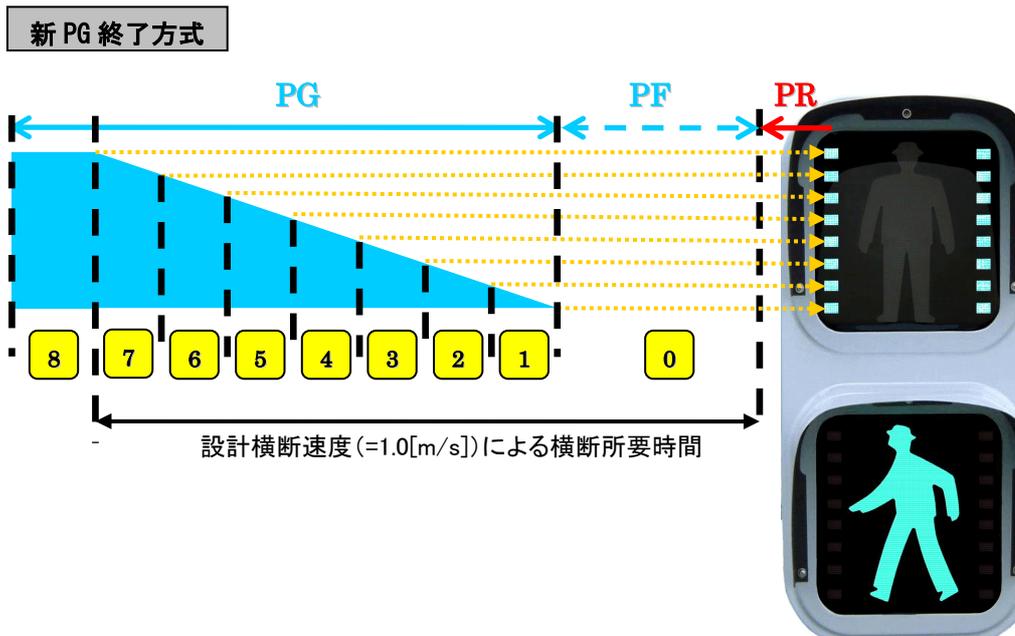


図-2.7 新 PG 終了方式の概要

2.5 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 PG・PF・PR 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

2.5 評価項目

残り時間表示機能付き信号灯器を設置することにより、どのように横断歩行者の挙動に影響を与えるのかを解析し、以下の評価をして表示機能の有無および各終了方式による灯器の設置効果を検証する。

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

④ 残存時間

- ・ PF 終了時における横断未了者の PF 終了から横断終了までの時間。

⑤ 通過左折車両数

- ・ 信号 1 サイクル中に対象横断歩道を通過した左折車両数。

2.6 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-2.8 に示す。

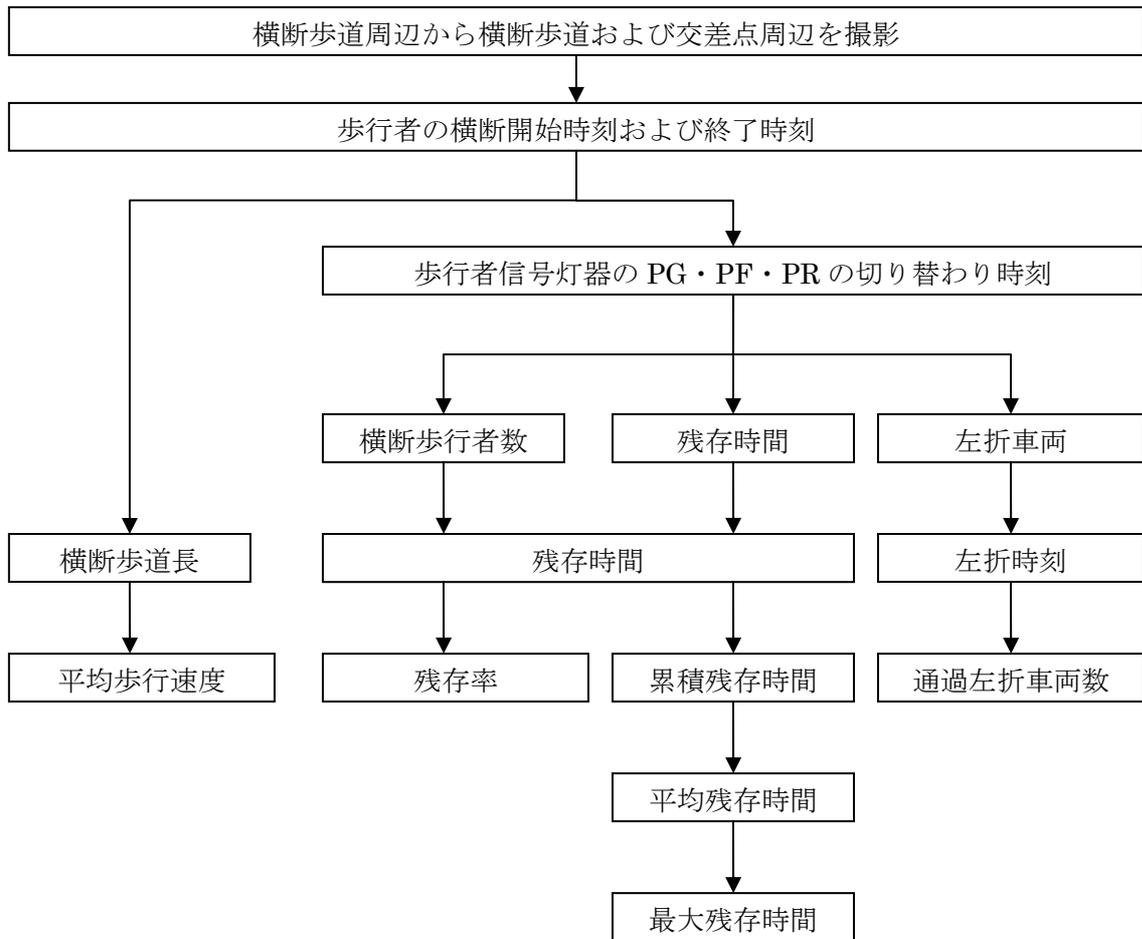


図-2.8 観測データ処理手順フロー

第3章 調査結果

3.1 調査地点ごとの解析結果

3.1.1 銀座4丁目交差点

本年度は、新たに交通量の多い交差点として銀座4丁目交差点に着目した。

撮影を9月4日(月)、10月30日(月)、12月4日(月)の計3回の撮影調査を行った。

このうち、1回目の撮影では、表示なしの歩行者の挙動を、2回目の撮影では、PF終了方式での歩行者の挙動を、3回目の撮影では、新PG終了方式での歩行者の挙動を観測した。

また、解析においては各調査日の12:30~14:00のデータを使用した。

なお、該当交差点の調査では、図-3.1に示す通り、警視庁築地警察署管内の銀座4丁目交差点にある交番の屋上部より撮影を行った。交差点概要をおよび解析結果を以下に示す。

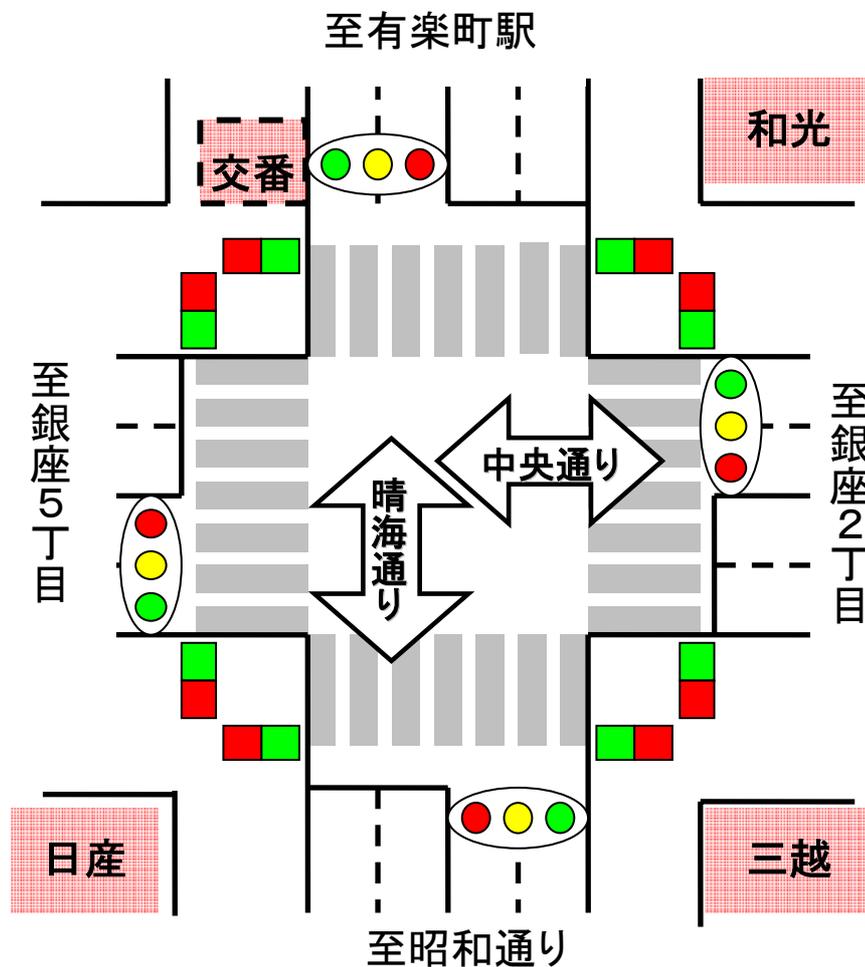


図-3.1 銀座4丁目交差点の概要

表-3.1 および図-3.2 に示すように、残存率では、「表示なし:32.8%」、「PF終了方式:38.9%」、「新PG終了方式:34.1%」となった。各サイクルの残存率の平均値のt検定を行った結果、表-3.2 に示す通り、有意な差を確認することはできなかった。しかし、表-3.1 に示した通り、残存時間の平均値および最大値においては、新PG終了方式に若干の低減効果が見られた。同様に、

累積残存時間においても図-3.3 に示した通り、新 PG 終了方式に若干の低減効果が見られた。

平均歩行速度を、図-3.4 を示す。図中の赤い曲線は、それぞれの横断開始時に関して PR 開始までに横断を完了できる最低限の歩行速度を表す(以下、臨界歩行速度)。PR 開始時刻が近づくにつれて歩行速度の上昇は見られるものの、上昇度合い不足しているために残存率の向上にまでは至っていないことがわかると考察できる。一方で、全体の約 8%が PF 開始後に横断を開始していることがわかる。

図-3.5 に示す通り、新 PG 終了方式であっても、横断歩行者交通量がほぼ等しかった表示なしと比較して、PF 開始後の横断開始者数はほぼ等しかった。したがって、ゲージがすべて消灯することによる横断開始抑制効果は確認できなかった。

図-3.6 に示す通り、通過左折車両数に関しては、通過時期に大きな変化は見られなかった。

表-3.1 銀座 4 丁目交差点における解析結果

| 解析時間帯 12:30~14:00 | 表示なし | PF 終了 | 新 PG 終了 |
|----------------------|-------|-------|---------|
| 横断者数[人] | 3036 | 3569 | 3021 |
| 残存者数[人] | 996 | 1388 | 1047 |
| 残存率[%] | 32.8 | 38.9 | 34.7 |
| 累積残存時間[人・時] | 1.65 | 2.35 | 1.57 |
| 平均残存時間[秒] | 5.97 | 6.10 | 5.42 |
| 最大残存時間[秒] | 33.63 | 35.97 | 27.00 |

表-3.2 銀座 4 丁目交差点における各サイクルの残存率の平均値の差の有意確率

| | |
|---------------------|------|
| 表示なし と PF 終了方式 | 0.04 |
| 表示なし と 新 PG 終了方式 | 0.44 |
| PF 終了方式 と 新 PG 終了方式 | 0.11 |

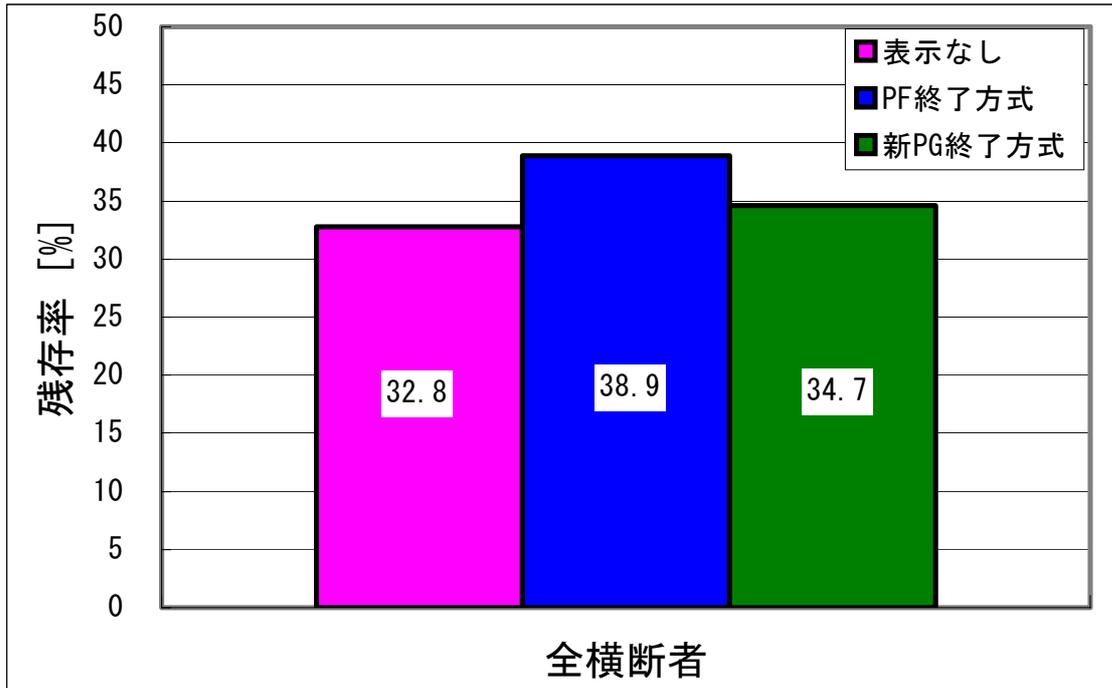


図-3.2 銀座4丁目交差点における残存率

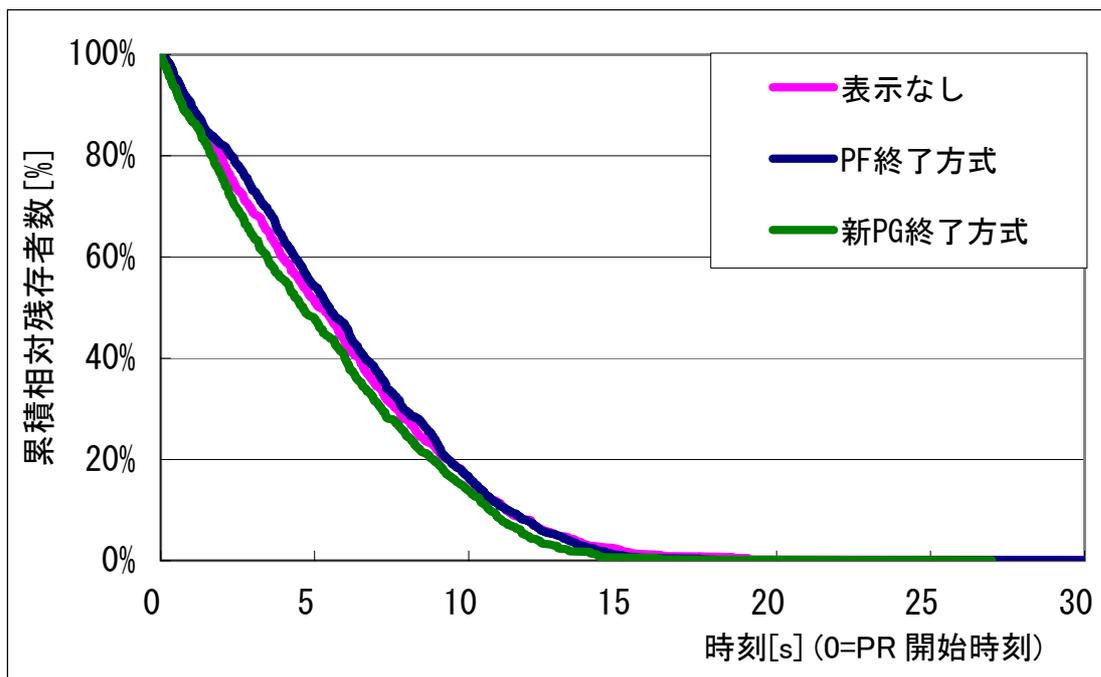


図-3.3 銀座4丁目交差点における累積残存時間

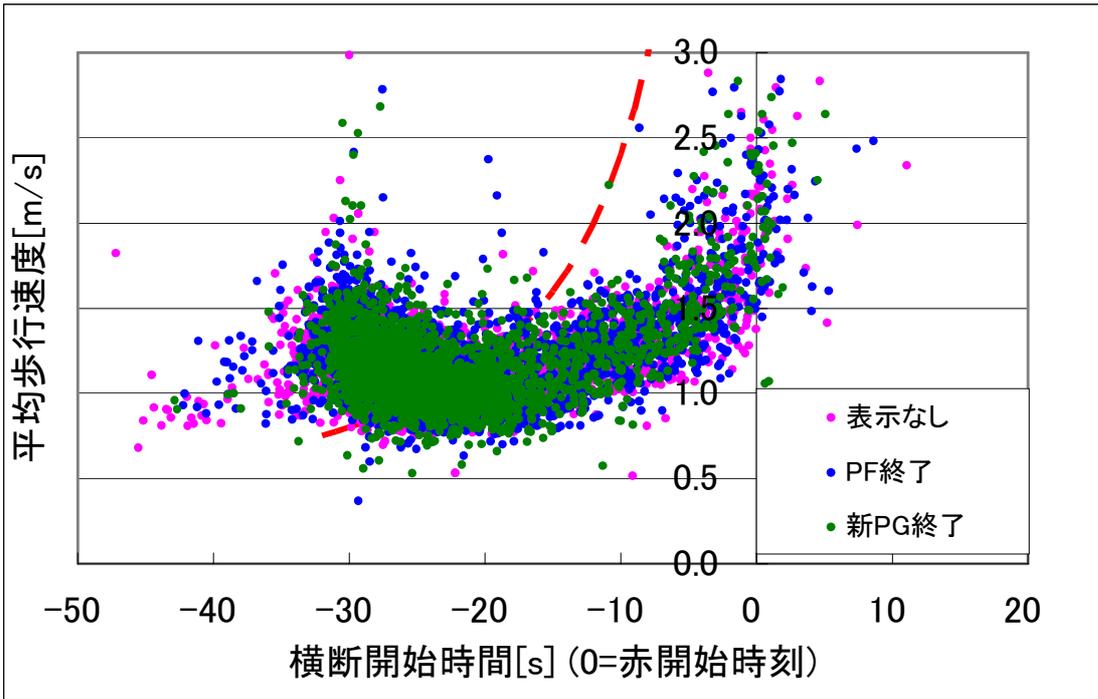


図-3.4 銀座4丁目交差点における平均歩行速度

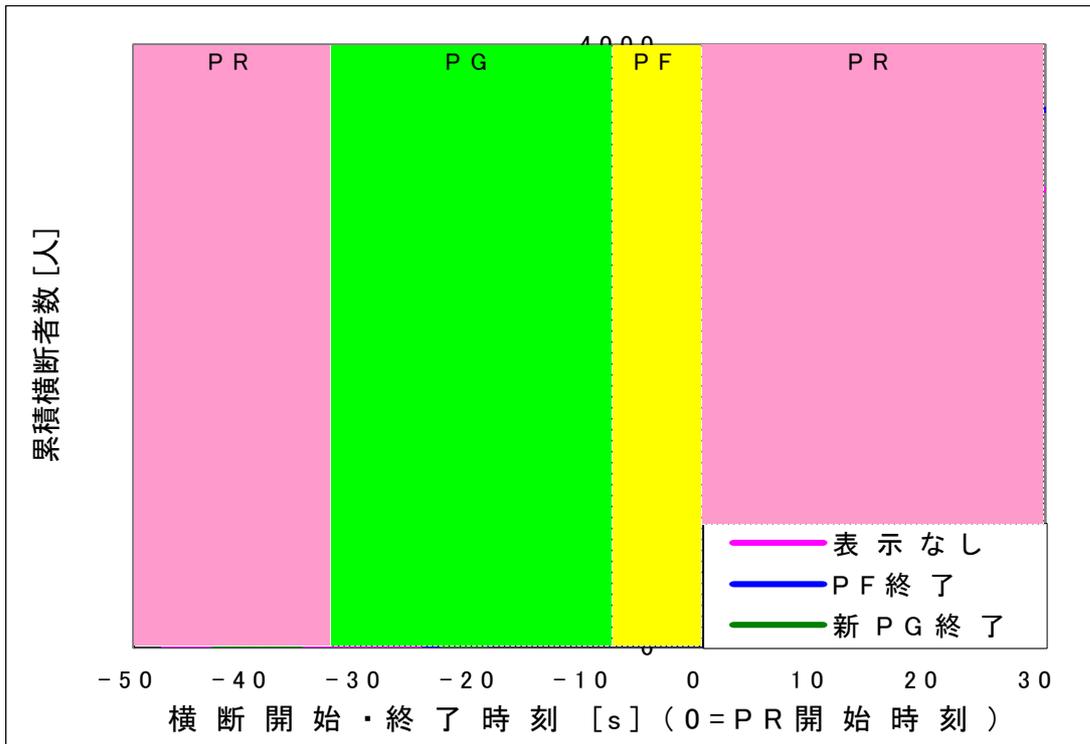


図-3.5 銀座4丁目交差点における横断開始・終了時期

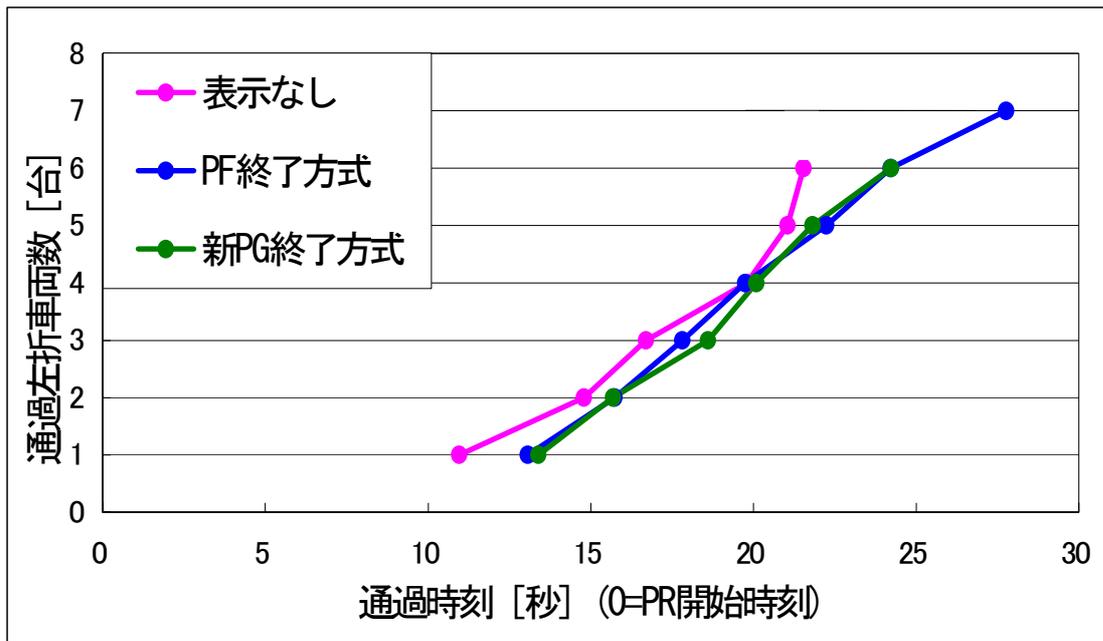


図-3.6 銀座4丁目交差点における左折車両

3.1.2 銀座5丁目交差点

平成17年度に撮影調査を実施した中の1箇所である銀座5丁目交差点において、経年変化の観測を行った。撮影実施日は9月22日(金)および11月10日(金)の計2回である。1回目の撮影では、平成17年度に実施されたPF終了方式の経年変化を、2回目の撮影では、新PG終了方式での歩行者の挙動を観測した。なお、当該交差点の調査では、銀座松坂屋の3階から4階にかけてのおどり場より撮影を行った。交差点概要および解析結果を以下に示す。

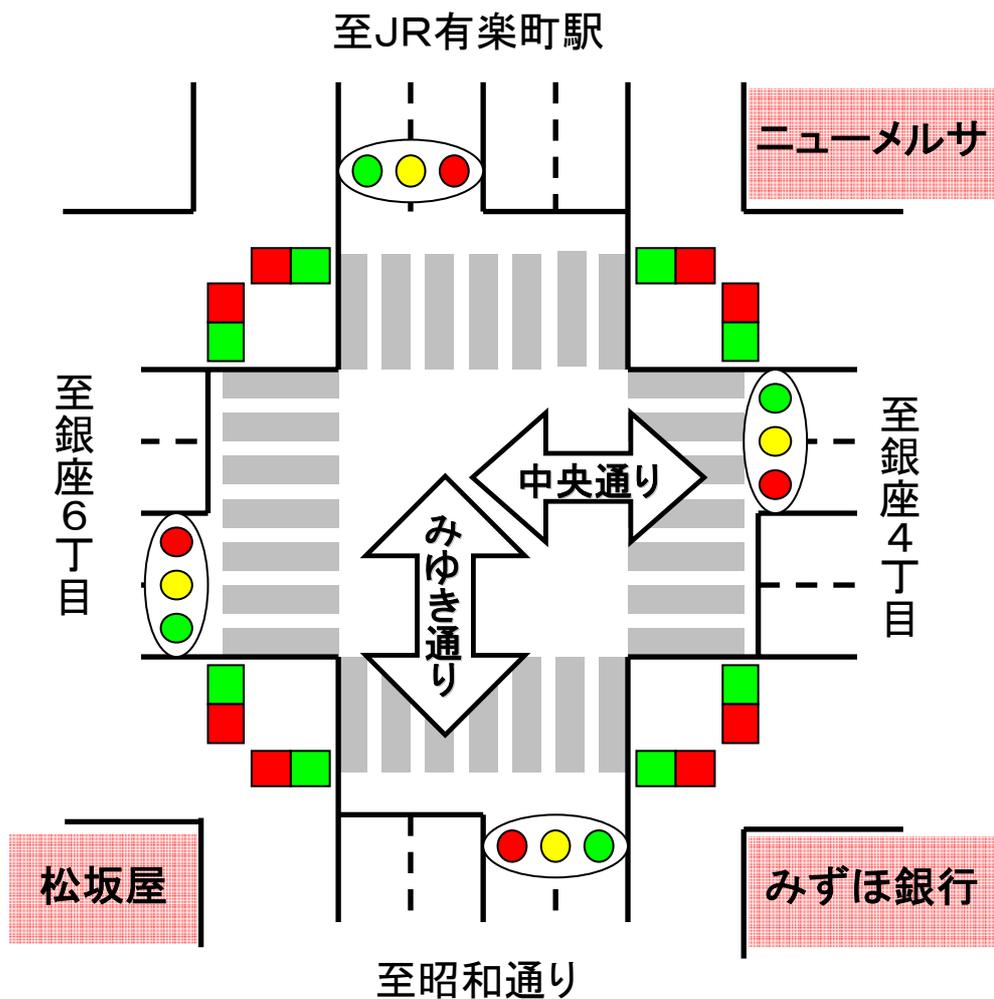


図-3.7 銀座5丁目交差点の概要

残存率の平均値は、表-3.3 および図-3.8 に示す通り「PF 終了方式:24.0%」、「新 PG 終了方式:22.7%」となった。平成17年度の観測では「表示なし:25.8%」、「PF 終了方式設置直後:21.9%」であり、表示なしの場合と比べると残存率は低下している。PF 終了方式の設置直後と今回の結果とを比較すると、残存率は21.9%から24.0%に再上昇している。しかしながら、表-3.4 に示す通り、各サイクルにおける残存率の平均値には有意な差は見られなかった。

図-3.9 に示す通り、PR 開始後5秒以降に、PF 終了方式よりも新 PG 終了の残存時間が低下する傾向が見られた。また、表-3.3 に示す通り、最大残存時間には大きな違いは見られなかったが、平均残存時間では新 PG 終了方式の方が、低減効果が高い。

図-3.10 に示す通り、平均歩行速度に両終了方式間の差は確認することができなかった。通過左折車両数は図-3.12 に示す通り、大きな違いは見られなかった。

表-3.3 銀座5丁目交差点における解析結果

| 解析時間 11:30~13:00 | PF 終了 | 新 PG 終了 |
|---------------------|-------|---------|
| 横断者数[人] | 1780 | 1518 |
| 残存者数[人] | 428 | 344 |
| 残存率[%] | 24.0 | 22.7 |
| 累積残存時間[人・時] | 0.52 | 0.38 |
| 平均残存時間[秒] | 4.31 | 4.03 |
| 最大残存時間[秒] | 11.30 | 11.77 |

表-3.4 銀座5丁目交差点における各サイクルの残存率の平均値の差の有意確率

| | |
|---------------------|------|
| PF 終了方式 と 新 PG 終了方式 | 0.42 |
|---------------------|------|

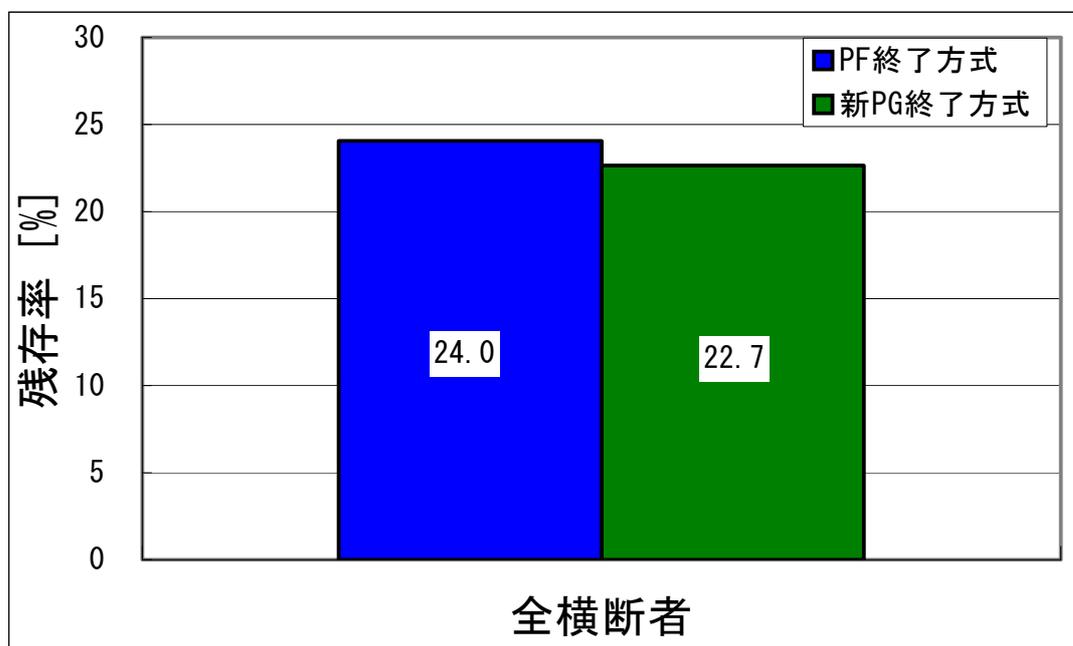


図-3.8 銀座5丁目交差点における残存率

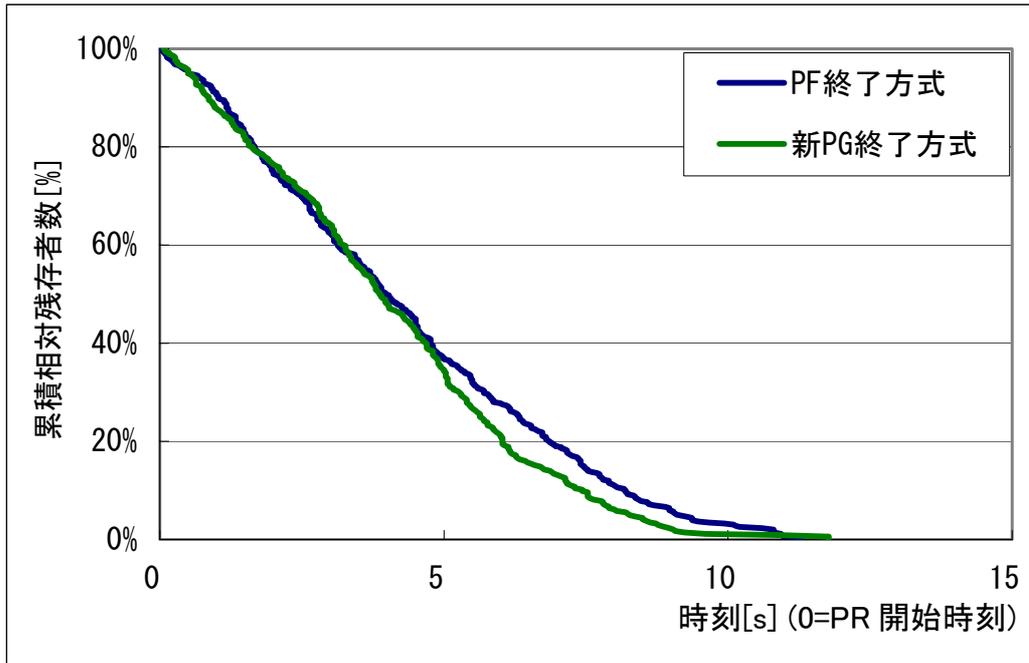


図-3.9 銀座5丁目交差点における累積残存時間

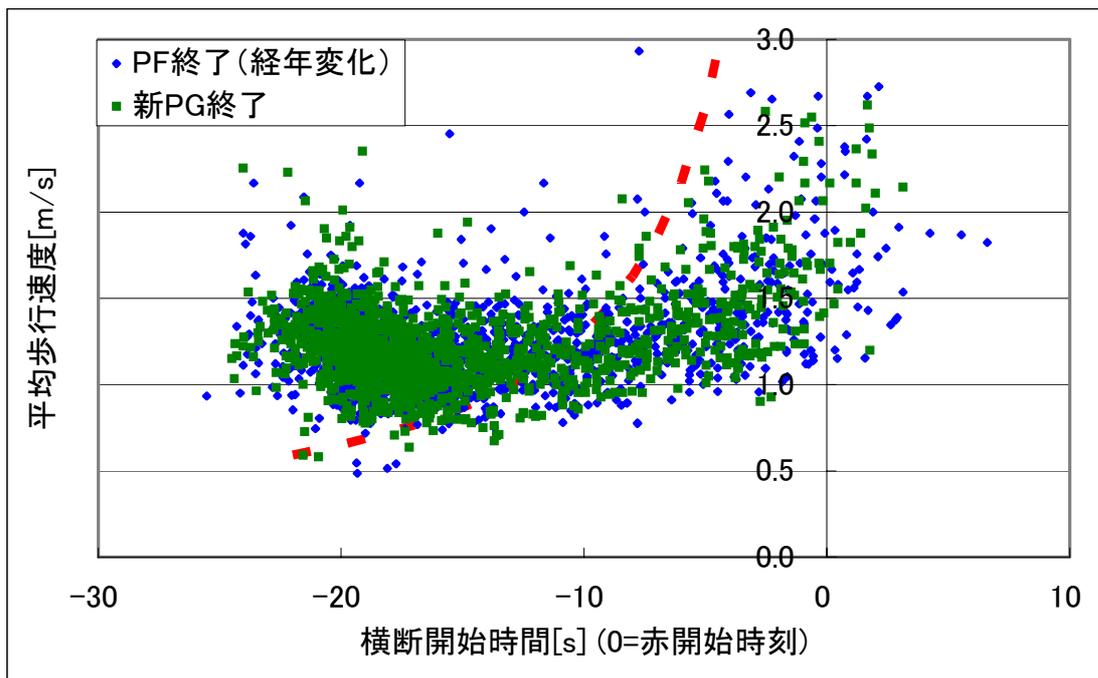


図-3.10 銀座5丁目交差点における平均歩行速度

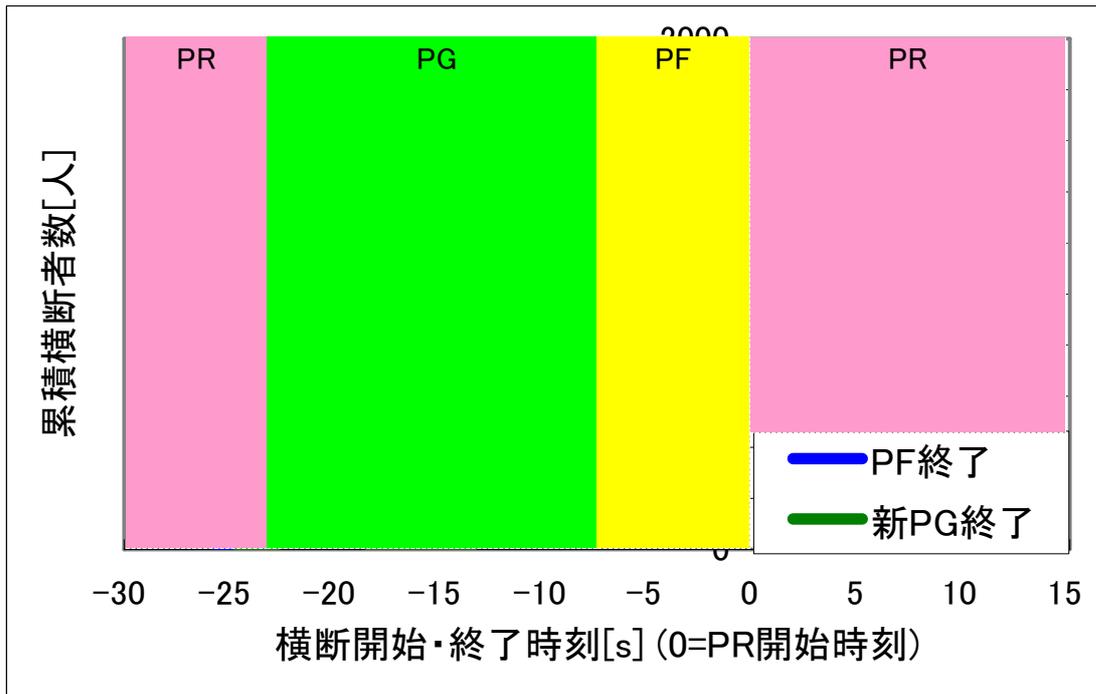


図-3.11 銀座5丁目交差点における横断開始・終了時期

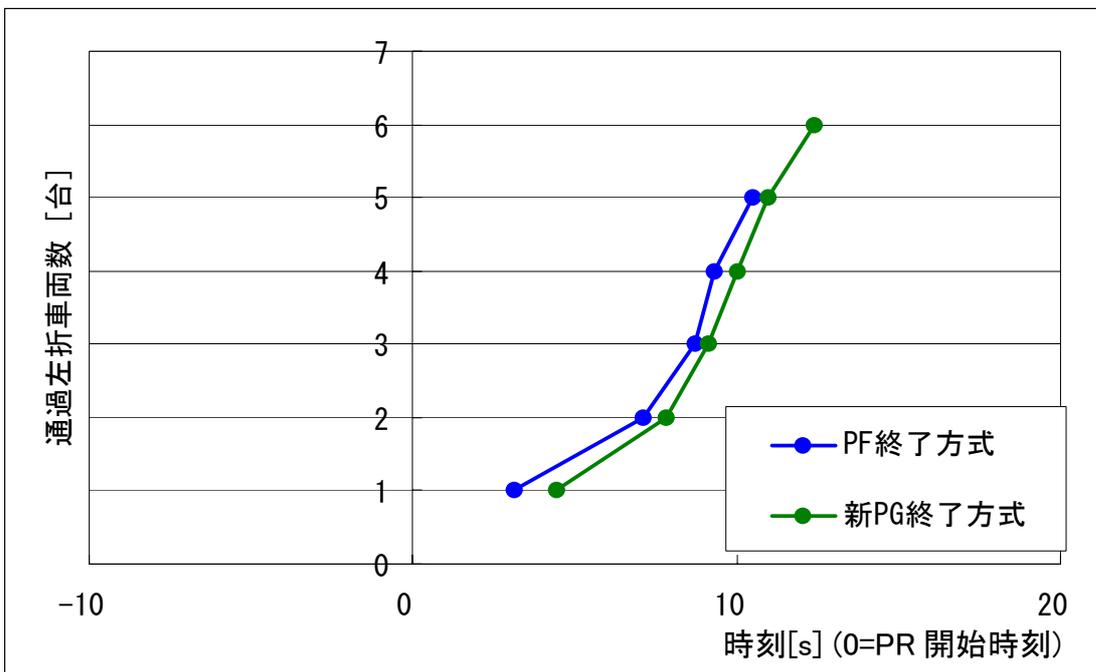


図-3.12 銀座5丁目交差点における通過左折車両数

3-1-3 MM2 号交差点

撮影調査を実施したうちの 1 箇所である MM2 号交差点において、経年変化観測を行った。撮影を 10 月 16 日(月)および 12 月 11 日(月)の計 2 回の撮影調査を行った。1 回目の撮影では、平成 17 年度に行われた PF 終了方式の経年変化を、2 回目の撮影では、新 PG 終了方式での歩行者の挙動を観測した。なお、当該交差点の調査では、横浜アイランドタワー非常階段 15 階および MM2 号交差点付近の歩道をより撮影を行った。交差点概要および解析結果を以下に示す。

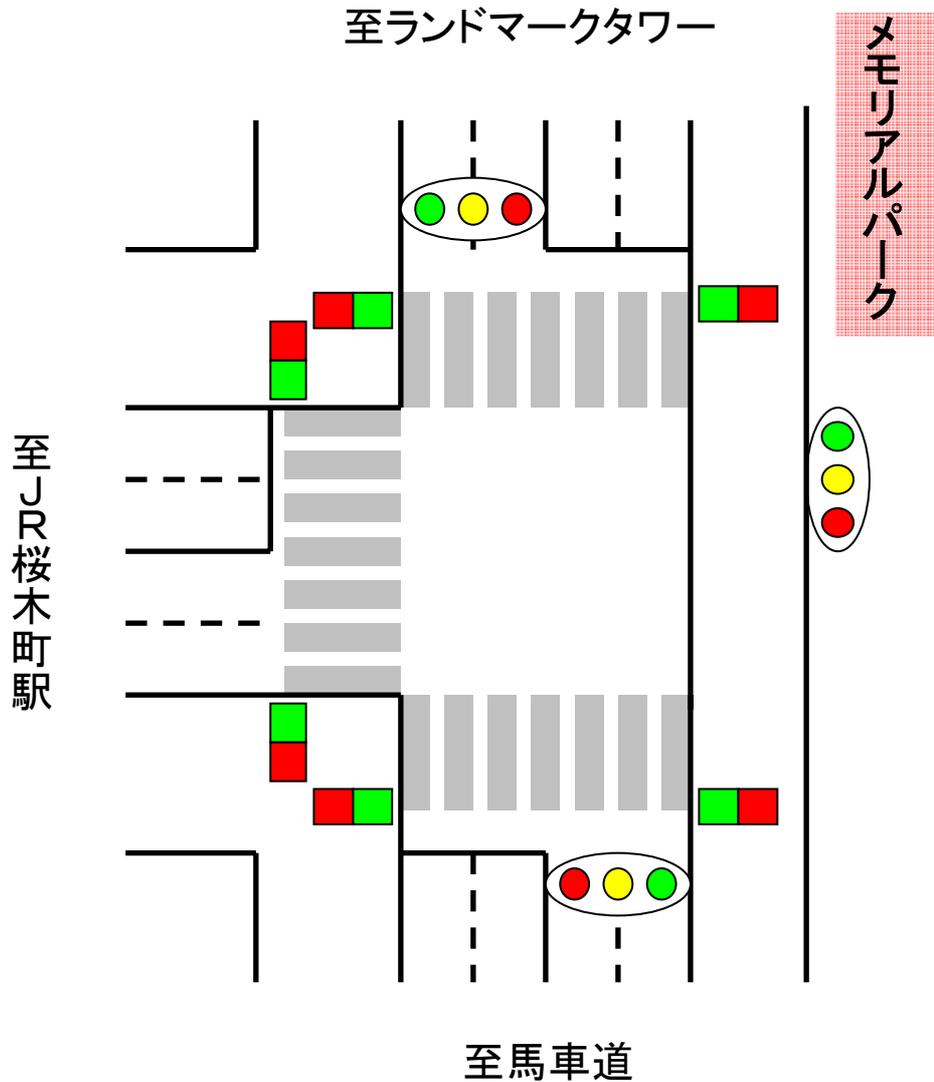


図-3.13 MM2 号交差点の概要

残存率は、表-3.5 および図-3.14 に示す通り、「PF 終了方式:20.0%」、「新 PG 終了方式:18.6%」となった。銀座 5 丁目交差点と同様、平成 17 年度の PF 終了方式設置直後(17.4%)に比べ残存率が再上昇したが、表示なし(22.9%)との比較では PF 終了方式が-2.9%、新 PG 終了方式が-4.3%となった。しかし、表-3.6 に示す通り、両終了方式における各信号サイクルの残存率の平均値に有意な差は見られなかった。

図-3.15 に示す通り、PF 終了方式の方が全体的として残存時間が短縮されたこと分かった。これは、表-3.5 に示した通り、平均残存時間の差としても確認することができた。

平均歩行速度は、図-3.16 に示す通り、ゲージの減少開始時刻(PR 開始-21 秒)から PF 開始時刻(PR 開始-7 秒)では、新 PG 終了方式の方が若干高い。これが残存率の差をもたらしていると考えられる。また、臨界歩行速度と平均歩行速度とには大きな差がある。

横断開始・終了時期は、図-3.17 に示す通り、両方式について大きな特徴の違いは見られなかった。ただし、多くの横断者が PG 開始直後に横断を開始しているという、同交差点の特徴を確認することができた。

表-3.5 MM2 号交差点における解析結果

| 解析時間 12:30~14:00 | PF 終了 | 新 PG 終了 |
|---------------------|-------|---------|
| 横断者数[人] | 735 | 781 |
| 残存者数[人] | 147 | 145 |
| 残存率[%] | 20.0 | 18.6 |
| 累積残存時間[人・時] | 0.21 | 0.22 |
| 平均残存時間[秒] | 5.0 | 5.4 |
| 最大残存時間[秒] | 13.6 | 11.8 |

表-3.6 MM2 号交差点における各サイクルの残存率の平均値の差の有意確率

| | |
|---------------------|------|
| PF 終了方式 と 新 PG 終了方式 | 0.95 |
|---------------------|------|

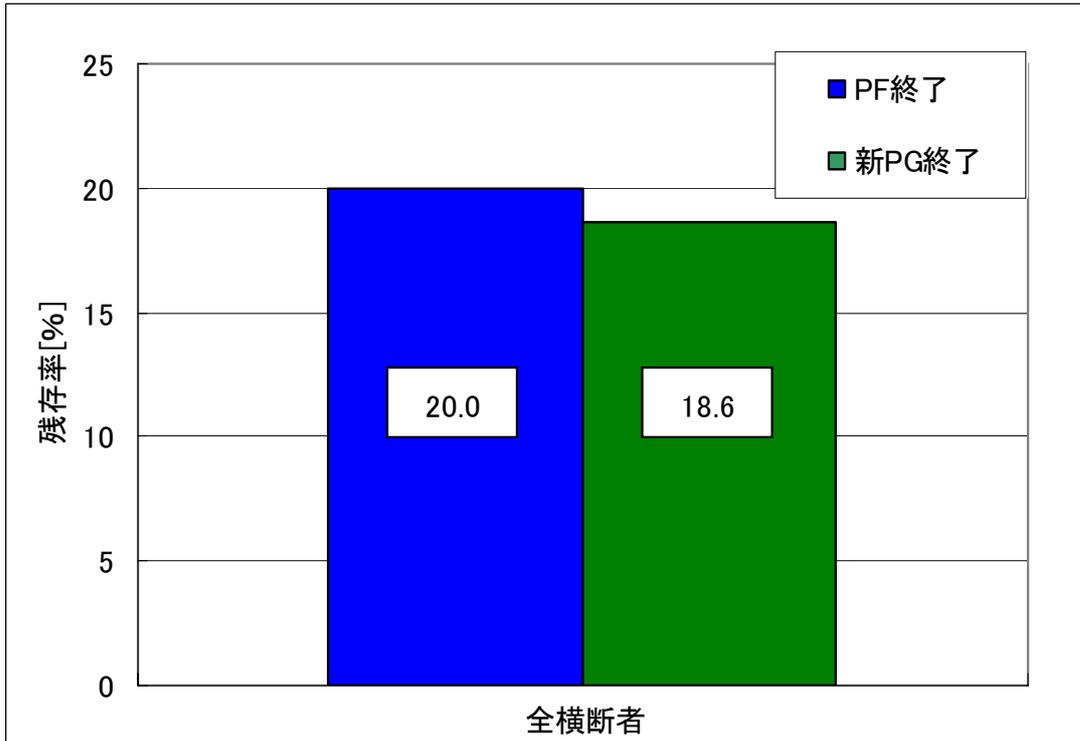


図-3.14 MM2号交差点における残存率

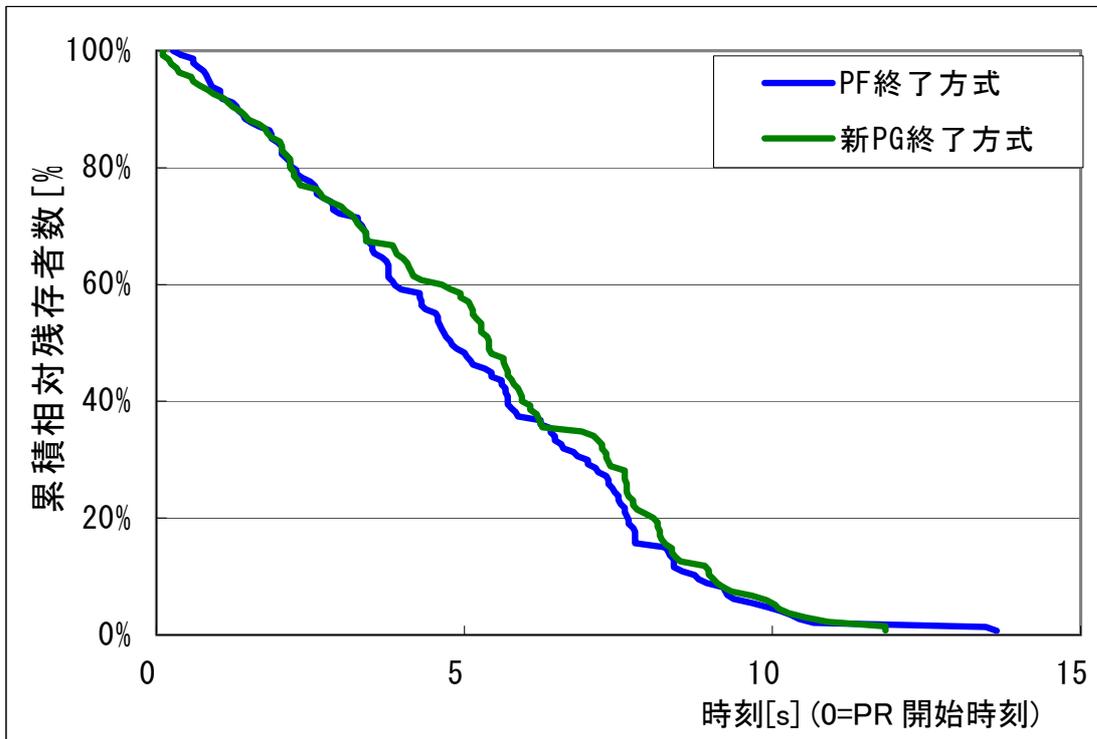


図-3.15 MM2号交差点における累積残存時間

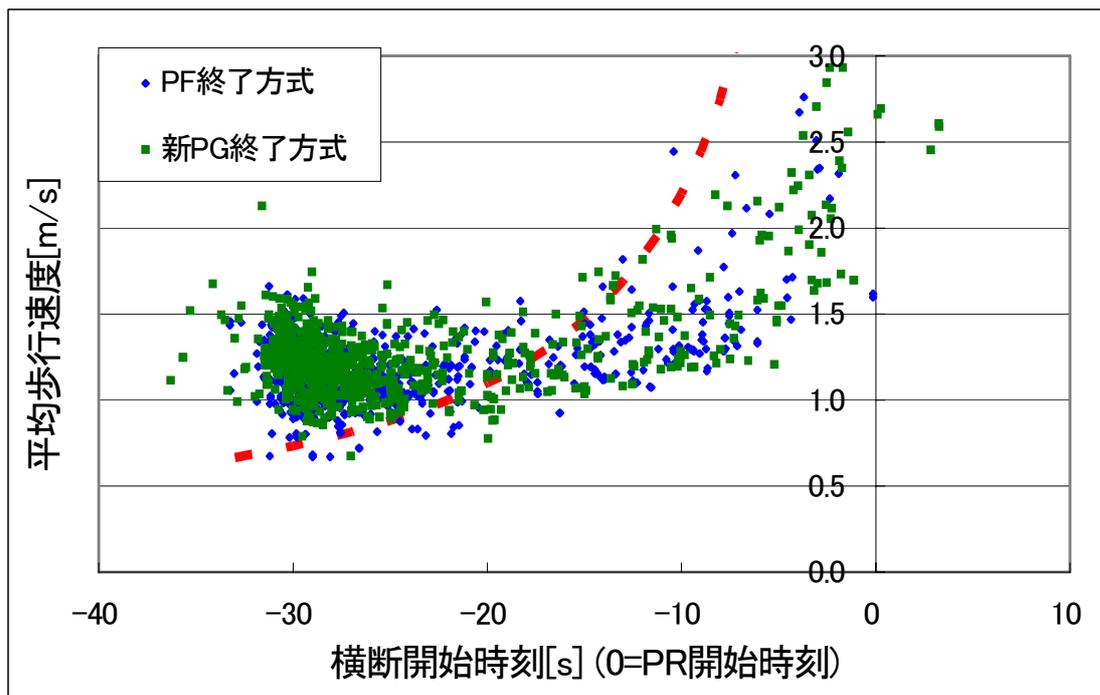


図-3.16 MM2号交差点における平均歩行速度

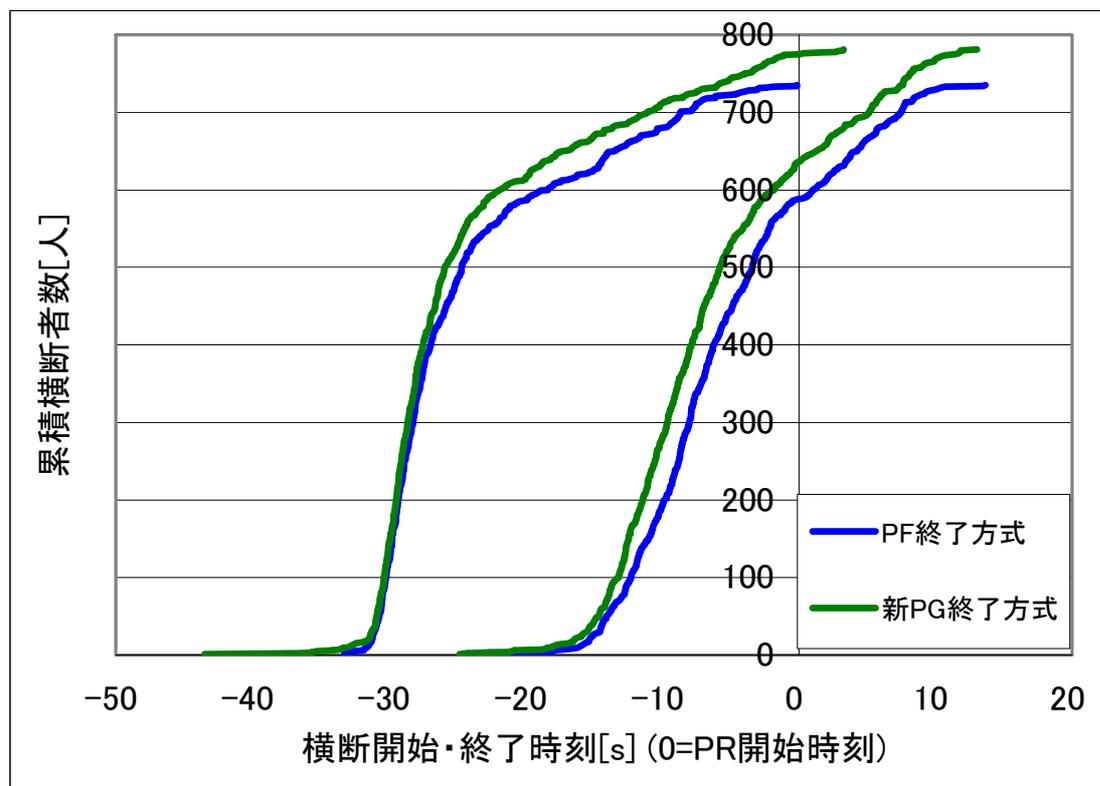


図-3.17 MM2号交差点における横断開始・終了時期

3.1.4 鶴見警察署前交差点

本年度は、新たに公共施設が多く点在するあんしん歩行エリアの中でも鶴見警察署前交差点に着目した。撮影を10月13日（金）および11月24日（金）の計2回の撮影調査を行った。

1回目の撮影では表示なしでの歩行者の挙動について観測した。2回目の撮影では、PF終了方式での歩行者の挙動について観測した。当該交差点の調査では、鶴見警察署屋上および鶴見警察署正面入り口付近に観測用カメラを設置した。交差点概要および解析結果を以下に示す。

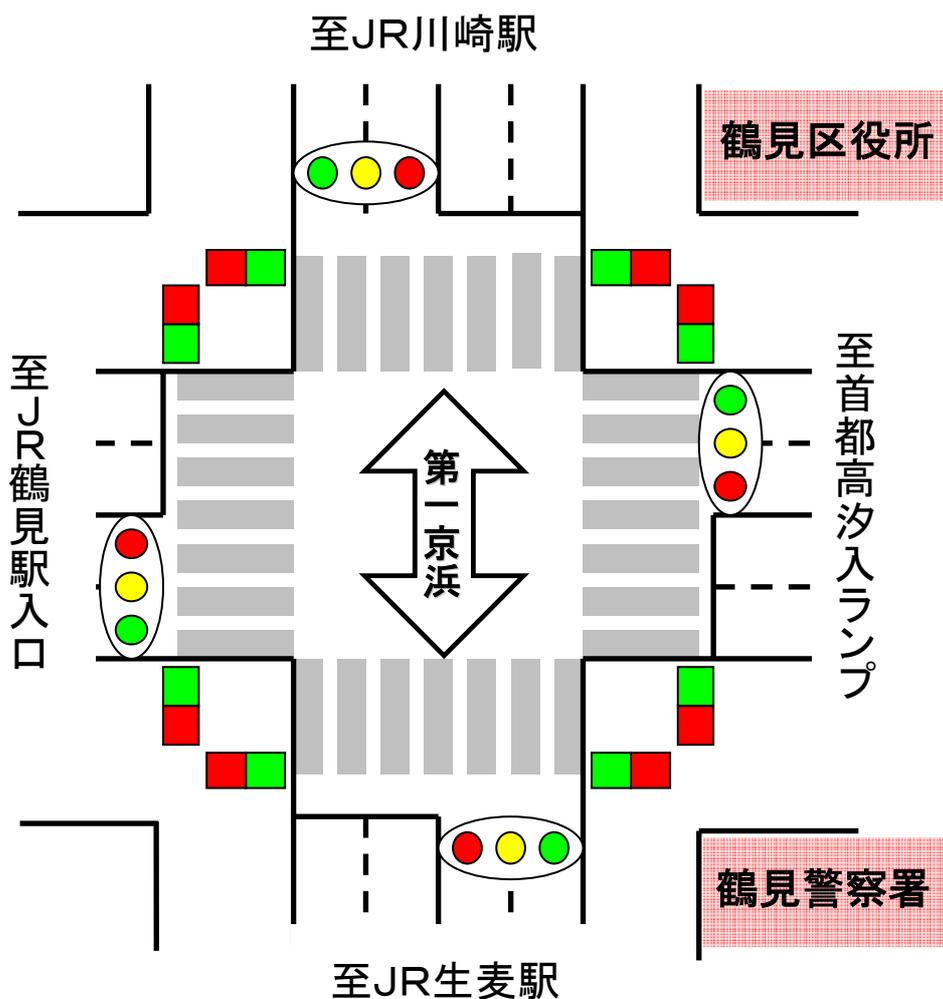


図-3.18 鶴見警察署前交差点の概要

残存率は、表-3.7 および図-3.19 に示す通り、「表示なし:10.0%」、「PF終了方式:12.4%」となった。この結果からはでは、残り時間表示の設置効果を確認することはできなかった。

累積残存時間に着目すると、図-3.20 に示す通り、PF終了方式設置による残存時間の減少は見られない結果となった。また、表-3.7 に示す通り、平均残存時間には大きな違いは見られず、最大残存時間においては、PF終了方式の方が低いという結果が得られた。

平均歩行速度は、図-3.21 に示す通り、累積残存時間と同様にPF終了方式設置による変化は見られない結果となった。しかし、PR開始-20~0秒において、他の交差点より高い速度で横断していることから、銀座5丁目交差点と同様に、表示方式に慣れることにより、更なる向上は期待

できると考えられる。

横断開始・終了時期は、図-3.22 に示す通り、MM2 号交差点と同様に大きな違いは確認されなかった。しかし、横断開始時期において多くの横断者が PG 開始直後に横断を開始しているという交差点の特徴を確認することができた。

通過左折車両数は、図-3.23 に示す通り、通過左折車両数は少なく、横断歩道長に比べ歩行者が多くないことから、滞留する左折車両が多く見られなかったが、PF 終了方式の方が良い結果となった。

表-3.7 鶴見警察署前交差点における解析結果

| 観測時間 11:00~13:00 | 表示なし | PF 終了 |
|---------------------|------|-------|
| 横断者数[人] | 518 | 549 |
| 残存者数[人] | 52 | 68 |
| 残存率[%] | 10.0 | 12.4 |
| 累積残存時間[人・時] | 0.06 | 0.09 |
| 平均残存時間[秒] | 4.4 | 4.5 |
| 最大残存時間[秒] | 15.5 | 13.1 |

表-3.8 鶴見警察署前交差点における各サイクルの残存率の平均値の差の有意確率

| | |
|----------------|------|
| 表示なし と PF 終了方式 | 0.13 |
|----------------|------|

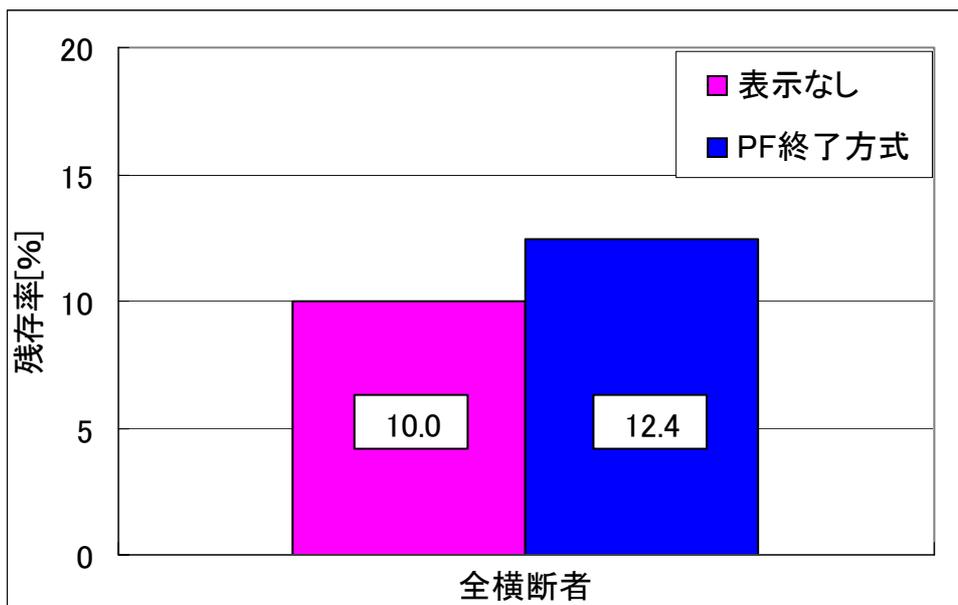


図-3.19 鶴見警察署前交差点における残存率

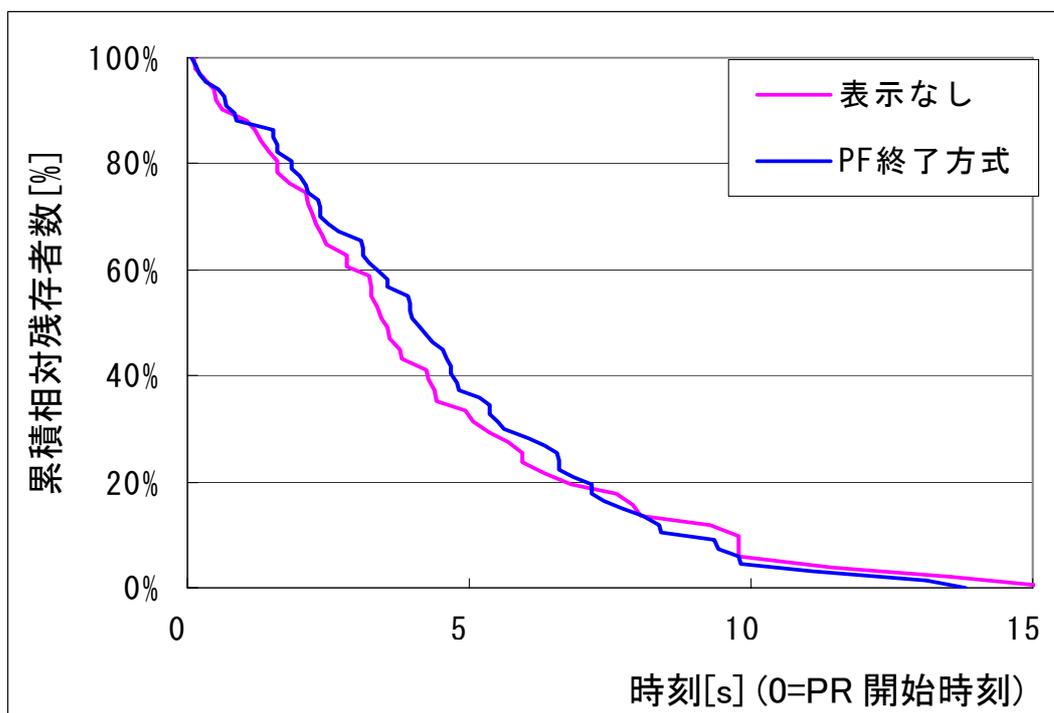


図-3.20 鶴見警察署前交差点における累積残存時間

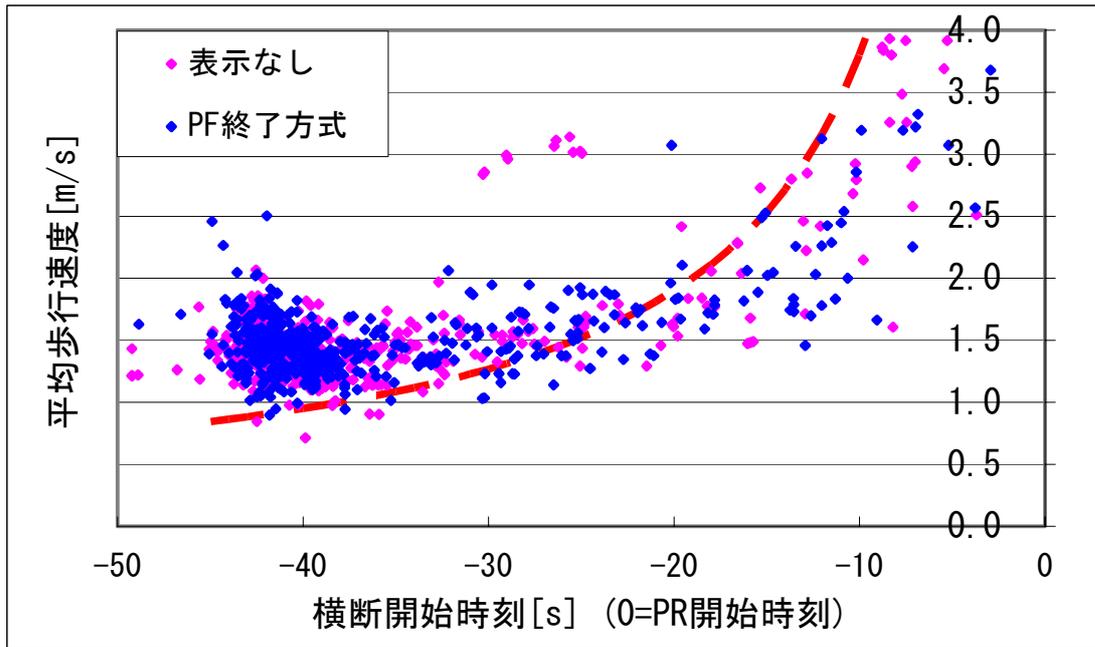


図-3.21 鶴見警察署前交差点における平均歩行速度

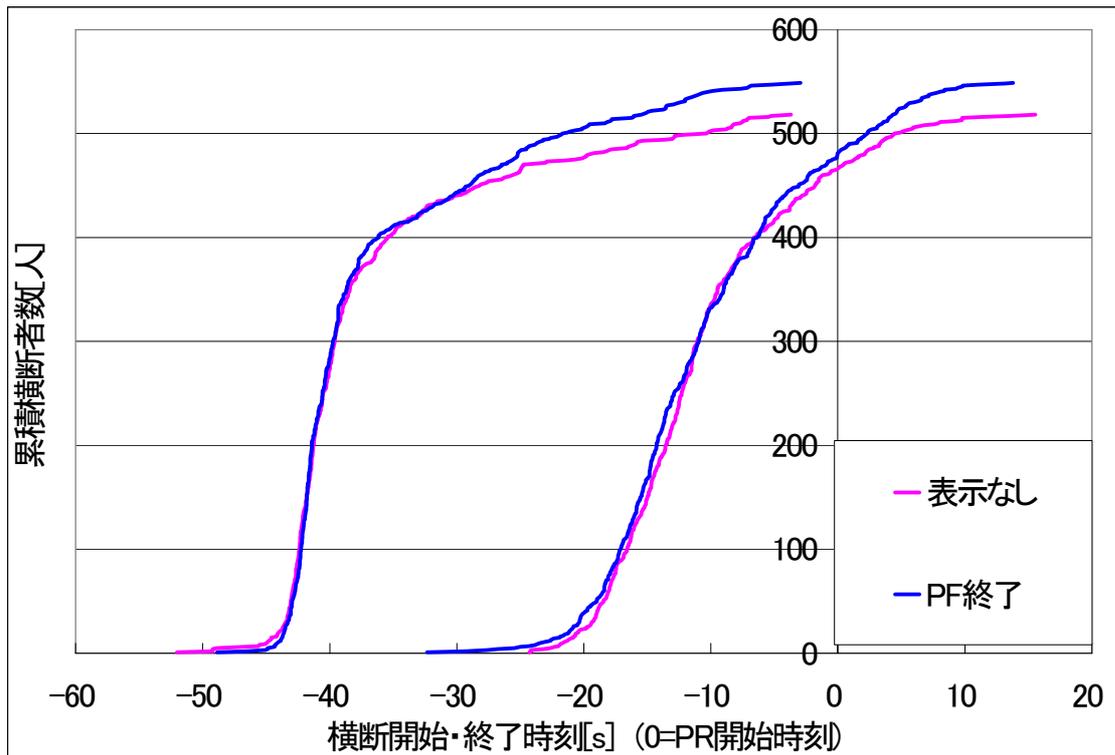


図-3.22 鶴見警察署前交差点における横断開始・終了時期

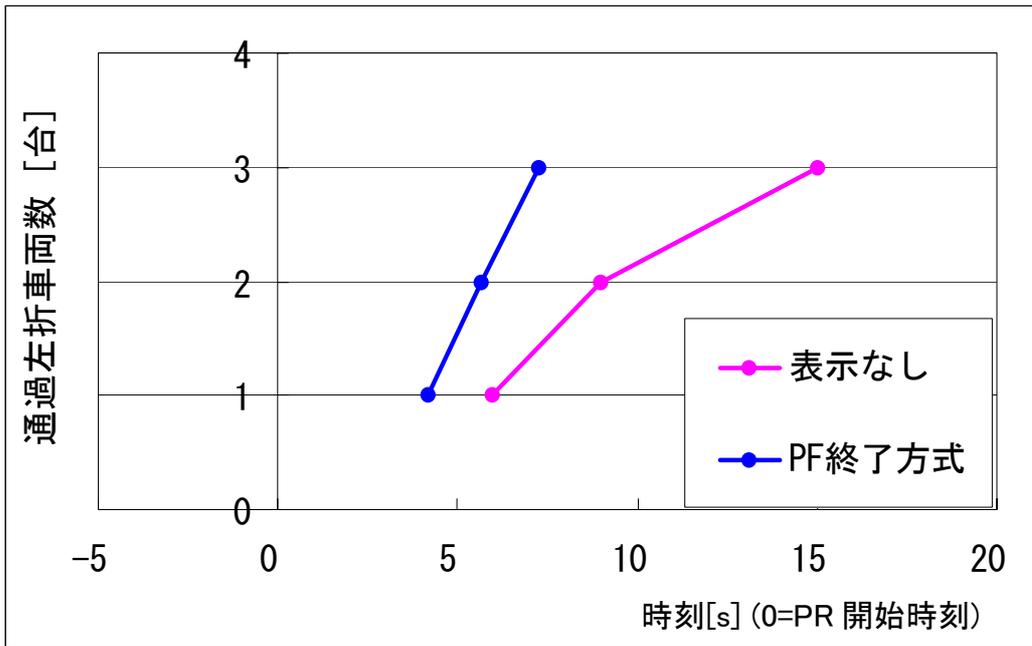


図-3.23 鶴見警察署前交差点における通過左折車両数

3.2 歩行者密度の影響の評価

銀座4丁目交差点の解析結果から、歩行者密度が高くなると歩行の自由度が低下し、残り時間表示の設置効果に影響する可能性が想定された。そこで、横断歩行者交通量が低い時間帯(8:00~9:00)についても追加解析を行い、歩行者密度の影響を比較評価した。

3.2.1 残存率および平均歩行速度への影響

各信号サイクルにおける歩行者の最大密度を算出し、残存率および平均歩行速度に対する影響を評価した。なお、本解析に用いた最大密度とは、PG開始からPR開始までの横断歩道上の歩行者数を1秒ごとに集計し、その最大値を横断歩道面積で除した値である。

図-3.24に示すように、表示方式に依存することなく、残存率は高密度のサイクルに比べ低密度のサイクルの方が低い。この理由として、図-3.25に示すように、低密度時は平均歩行速度が高くなっており、個々の横断者が希望速度により近い速度で歩行できる環境であることが考えられる。

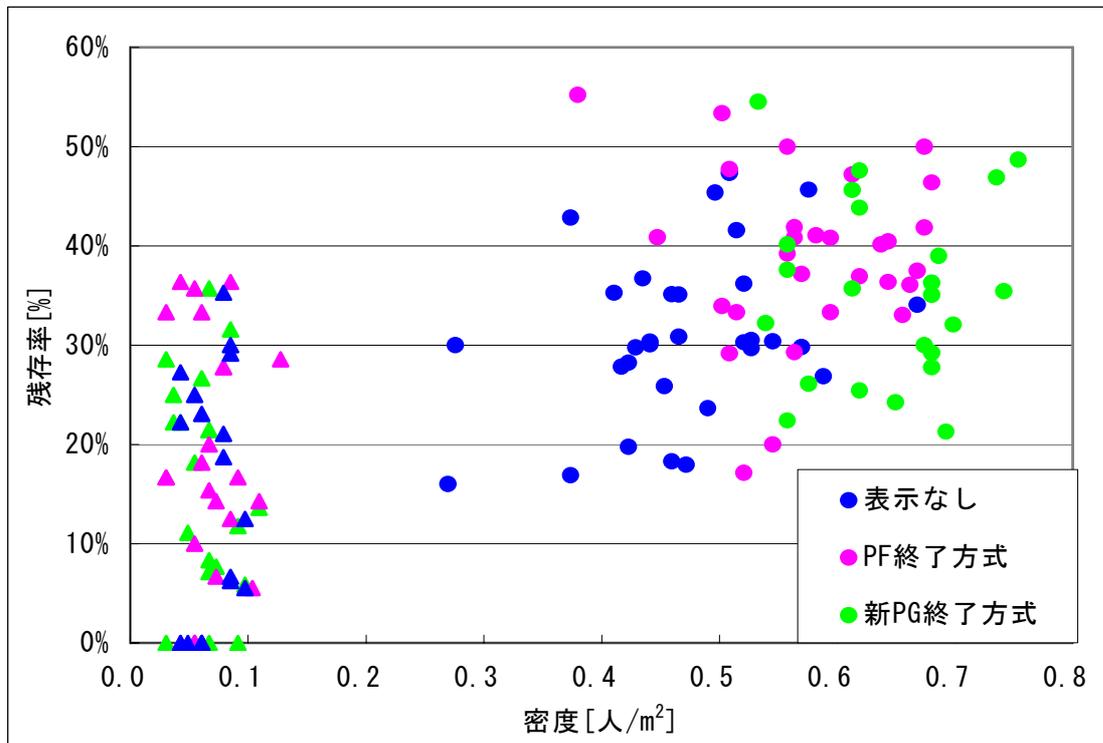


図-3.24 各サイクルの最大歩行者密度と残存率

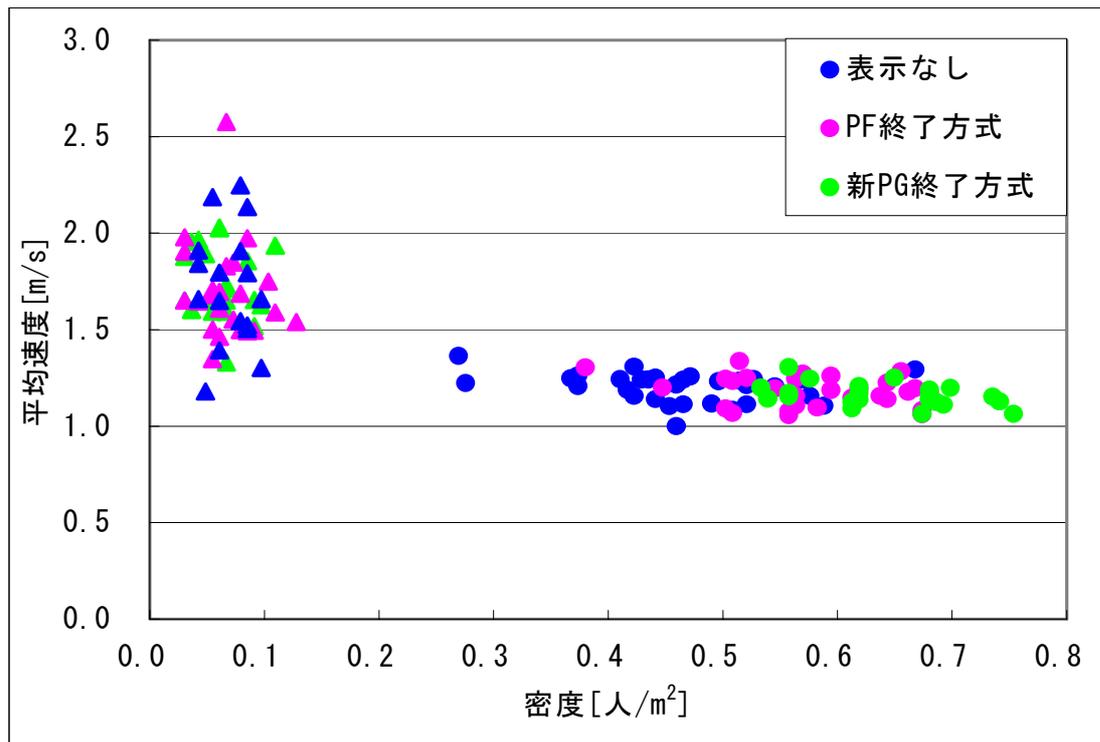


図-3.25 各サイクルの最大歩行者密度と平均歩行速度

3.2.2 横断歩道中間地点到達時の歩行者密度と平均歩行速度

各横断歩行者が横断歩道の中間地点に到達した時の密度と、平均歩行速度の関係を評価した。図-3.26 に示すように、中間地点において高密度な状態で横断した歩行者のほとんどが、PG 開始から 10 秒間に集中して横断を開始していることが分かる。これは、横断者数の多いサイクルにおいても、赤信号で待機していた歩行者の多くが、この時間帯に横断を開始しているためである。

図-3.27 に示すように、サイクル最大密度が $0.0 \sim 0.2$ [人/ m^2] の横断歩行者は他の横断者に比べて高い歩行速度で横断していることが確認できた。さらに、図-3.27 と同様のデータを用い、2.4 秒ごと (PG=24 秒の 10 分割) の平均速度を算出し、図-3.28 を作成した。なお、図中の実線は平均値を、破線はその標準偏差を示す。同図から、サイクル最大密度が $0.0 \sim 0.2$ [人/ m^2] の横断歩行者は他の横断者に比べて約 0.5 [m/s] 高い歩行速度で横断していることが確認できた。これから、横断歩行者数の増大は平均歩行速度の大きな低下をもたらし、銀座 4 丁目交差点では残存率が高くなったと考えられる。

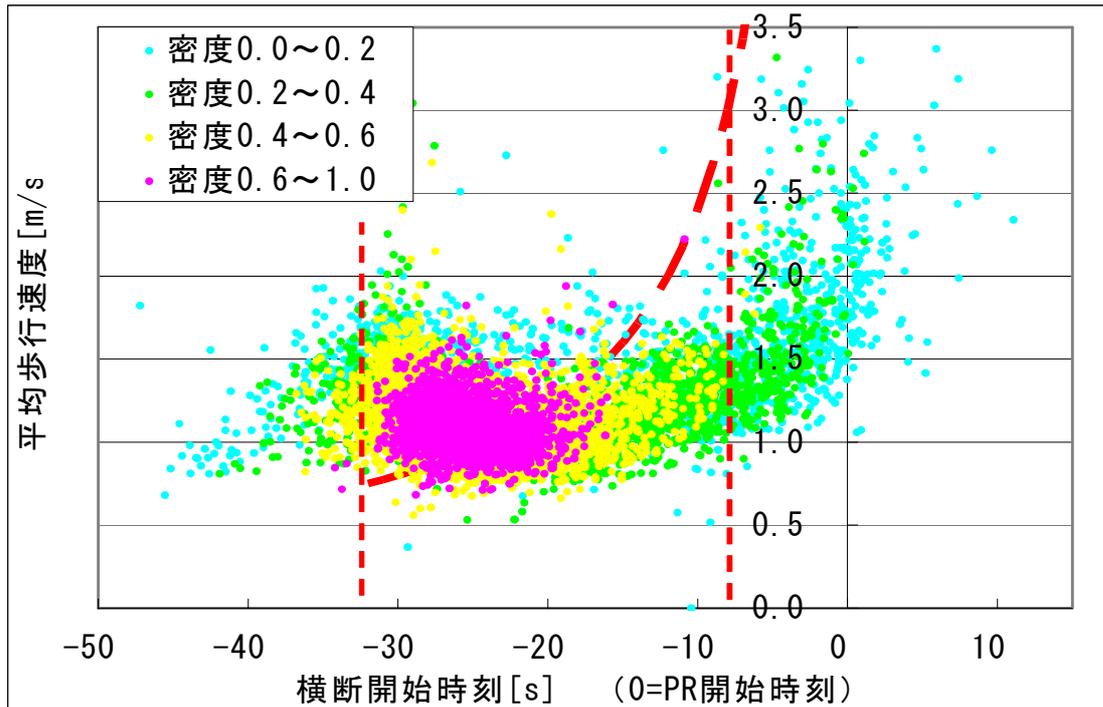


図-3.26 中間地点到達時の歩行者密度別平均歩行速度（銀座4丁目）

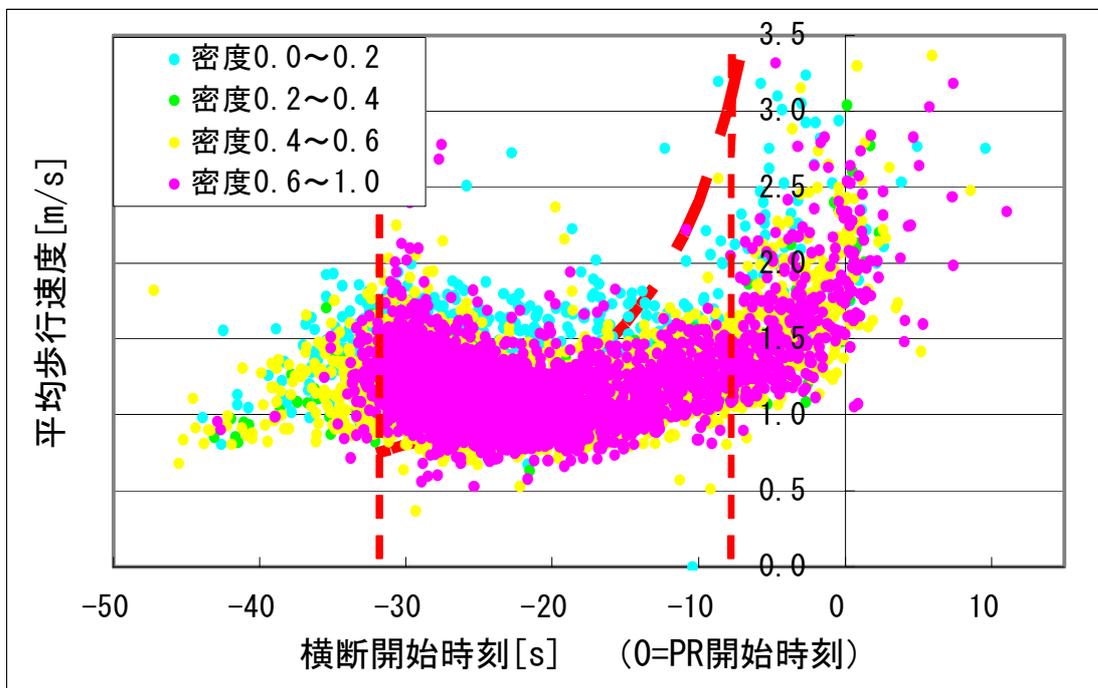


図-3.27 サイクル最大密度別の平均歩行速度（銀座4丁目）

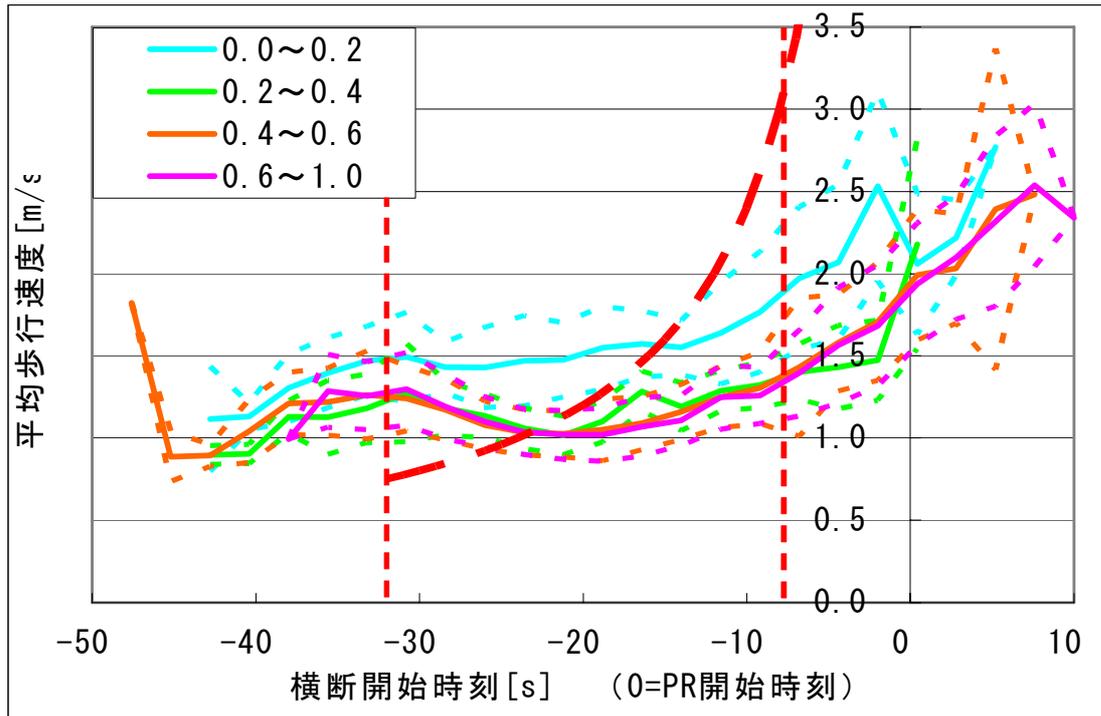


図-3.28 サイクル最大密度別の平均歩行速度（銀座4丁目、10分割PG毎の平均値）

3.2.3 歩行者密度が低い時間帯における解析結果

表-3.9 に、サイクル最大密度が $0.0\sim 0.2$ [人/ m^2] の横断者データのみを用い、再度解析した結果を示す。

表-3.9 銀座4丁目交差点における低密度時の解析結果

| 使用データ 最大密度 $0.0\sim 0.2$ | 表示なし | PF 終了 | 新 PG 終了 |
|-----------------------------|------|-------|---------|
| 横断者数[人] | 243 | 334 | 291 |
| 残存者数[人] | 42 | 65 | 41 |
| 残存率[%] | 17.3 | 19.5 | 14.1 |
| 累積残存時間[人・時] | 0.07 | 0.11 | 0.06 |
| 平均残存時間[秒] | 5.3 | 5.8 | 5.0 |
| 最大残存時間[秒] | 12.2 | 15.8 | 13.6 |

表-3.10 銀座4丁目交差点における各サイクルの残存率の平均値の差の有意確率

| | |
|---------------------|------|
| 表示なし と PF 終了方式 | 0.56 |
| 表示なし と 新 PG 終了方式 | 0.67 |
| PF 終了方式 と 新 PG 終了方式 | 0.27 |

図-3.29 に示すように、残存率は、「表示なし:17.3%」、「PF 終了方式:19.5%」、「新 PG 終了方式:14.1%」となった。しかし、表-3.10 に示すとおり、各サイクルの残存率の平均値には、統計的に有意な差は認められなかった。表-3.9 に示すように、最大残存時間は表示なしの状態でも最低となった。

図-3.31 および図-3.32 に示す通り、新 PG 終了方式では PR 開始-10 秒付近から、表示なしおよび PF 終了方式より平均速度のわずかな上昇が見られる。図-3.32 に示す通り、2.4 秒ごとの歩行速度の平均値は、新 PG 終了方式は他のケースより、横断開始時期がわずかに早まる傾向が見られる。

図-3.33 に示す通り、新 PG 終了方式であっても、表示なしと比較して、PF 開始 (-8 秒) 後の横断開始者の全体に対する割合に変化は見られなかった。したがって、ゲージがすべて消灯することによる横断開始抑制効果は確認できなかった。

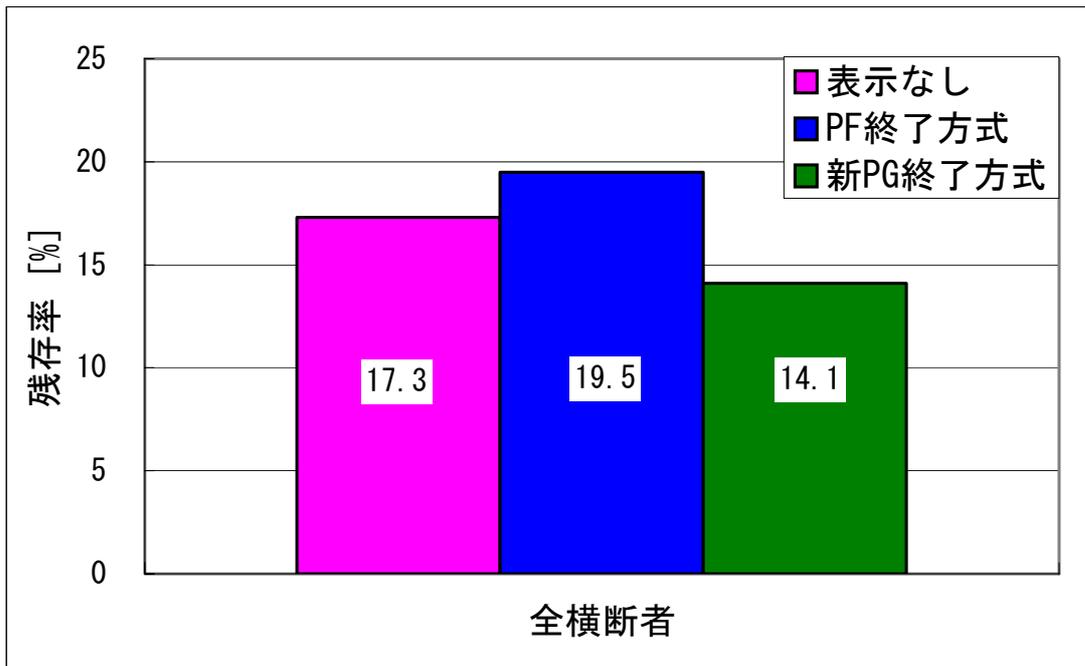


図-3.29 残存率(銀座4丁目交差点、密度0.0~0.2人/m²)

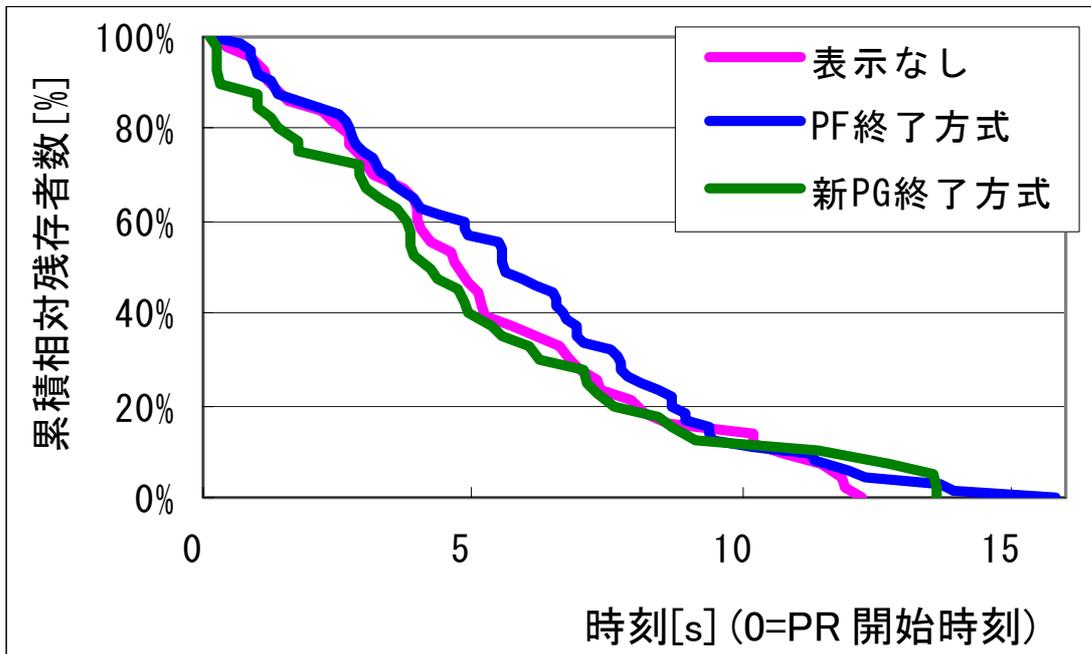


図-3.30 累積残存時間(銀座4丁目、密度0.0~0.2人/m²)

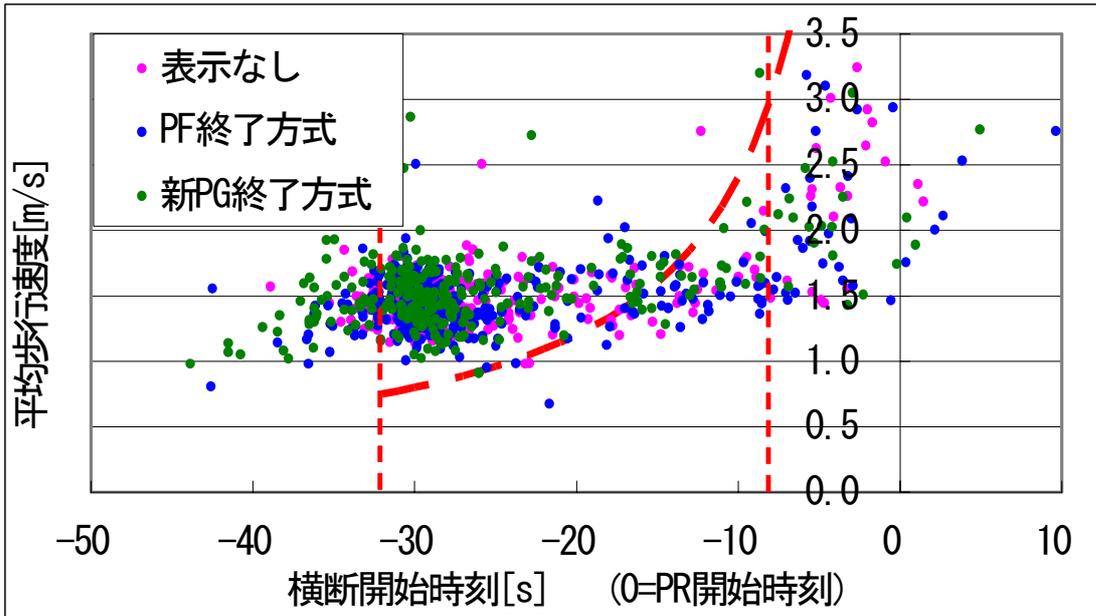


図-3.31 平均歩行速度(銀座4丁目、密度0.0~0.2人/m²)

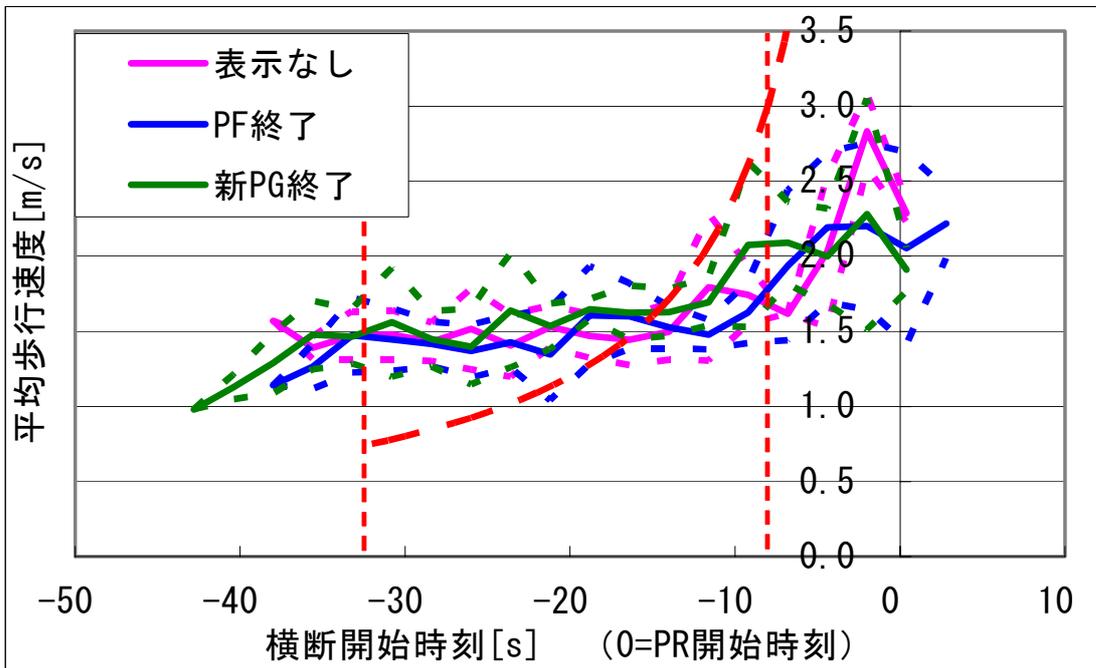


図-3.32 平均歩行速度(銀座4丁目、密度0.0~0.2人/m²、10分割PG毎の平均値)

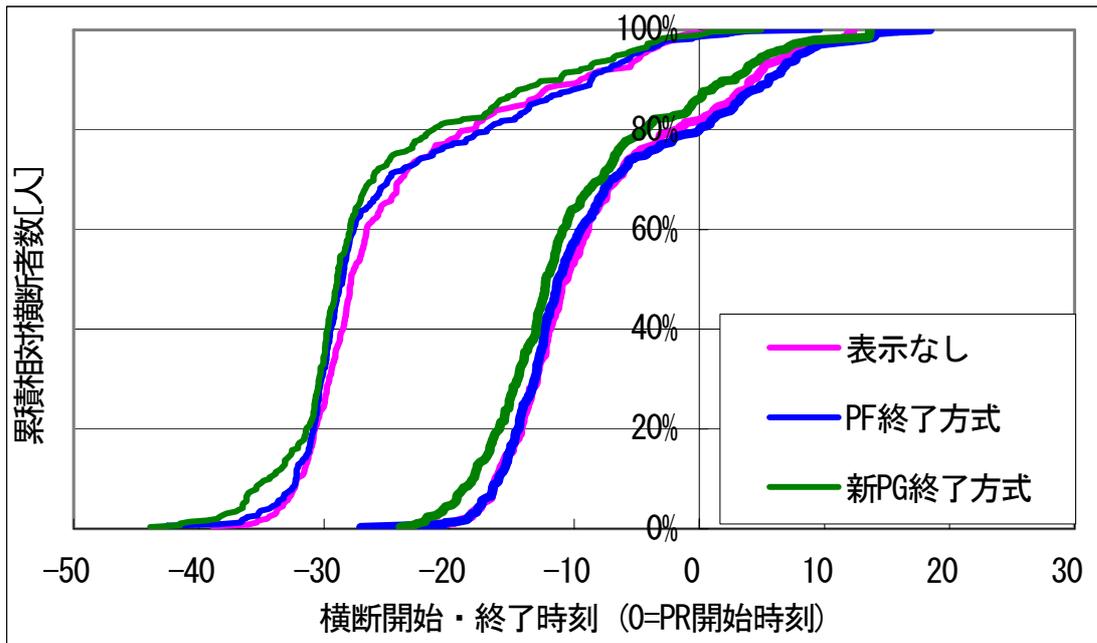


図-3.33 横断開始・終了時期（銀座4丁目、密度0.0~0.2人/m²）

3.3 歩行速度の交差点間比較

全4箇所の交差点において、最大密度が0.0~0.2 [人/m²]のサイクルにおける横断者の平均歩行速度を比較した。なお、交差点によって異なるPG時間を正規化するため、時間軸上で、0=PR開始時刻、-1=残り時間表示減少開始時刻とした。

図-3.34 および図-3.35 に示す通り、終了方式間での差異は確認することができない。図-3.36 に示す通り、鶴見警察署前交差点は相対的に歩行速度が高く、銀座5丁目交差点では低く、歩行速度が横断長に比例する傾向が確認された。これは、歩行者による働きかけ方によっては、歩行速度の上昇効果が得られる可能性が示されているとも考えられる。

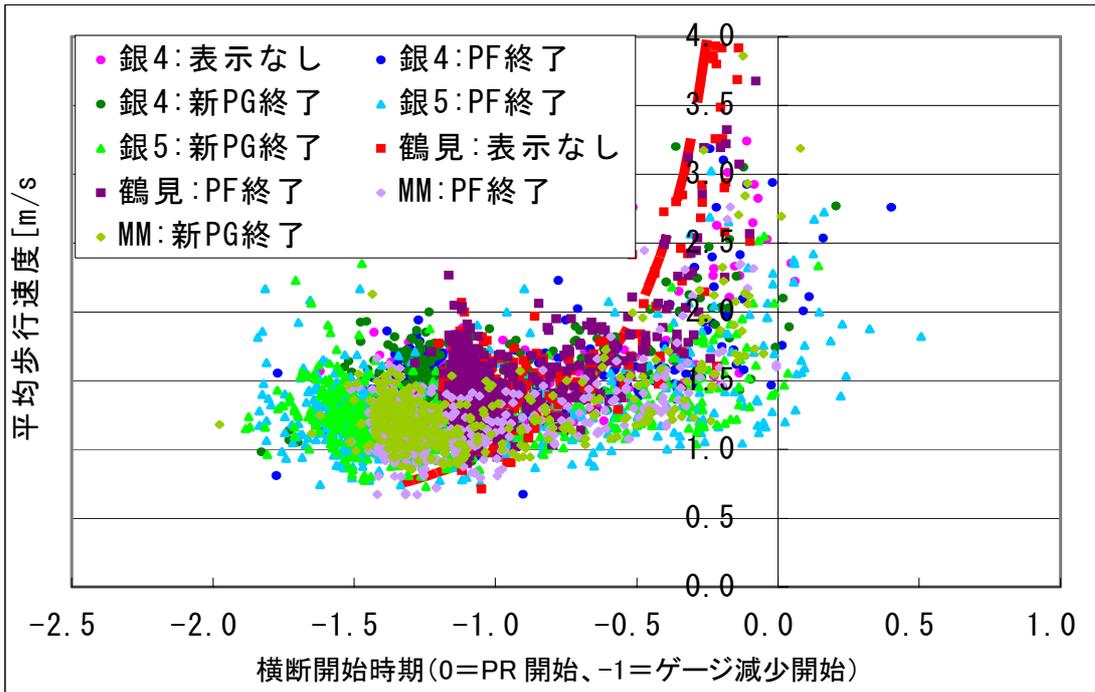


図-3.34 全交差点の平均歩行速度

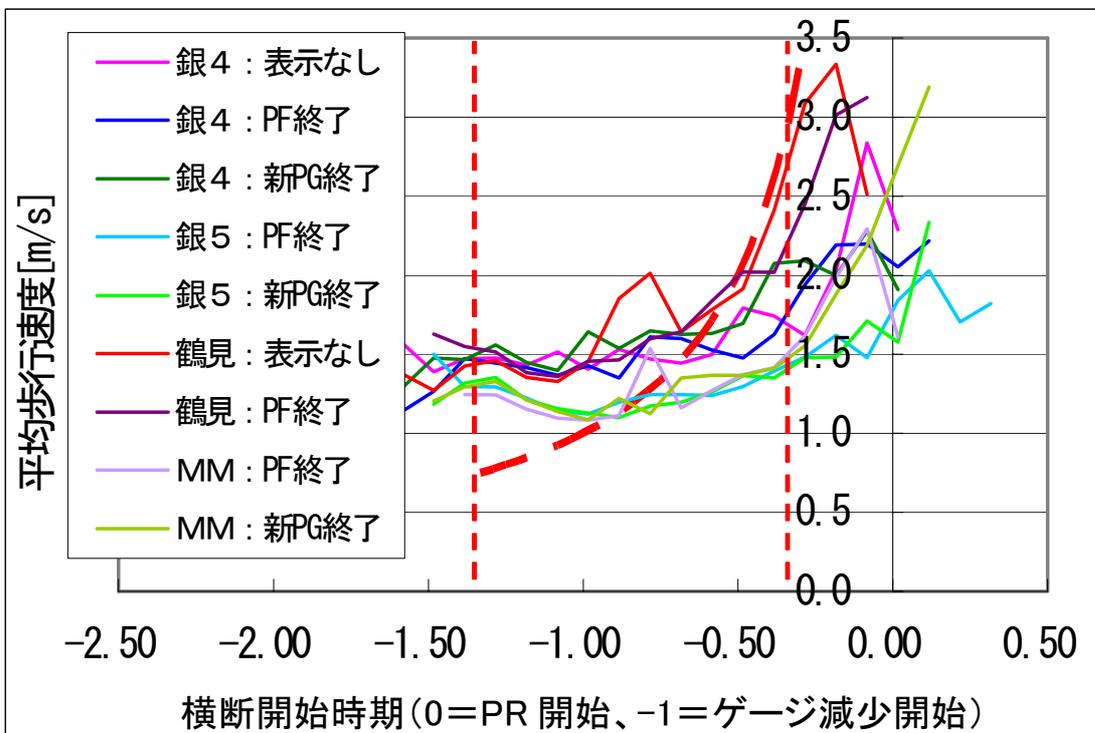


図-3.35 全交差点の平均歩行速度(10分割PG毎の平均値)

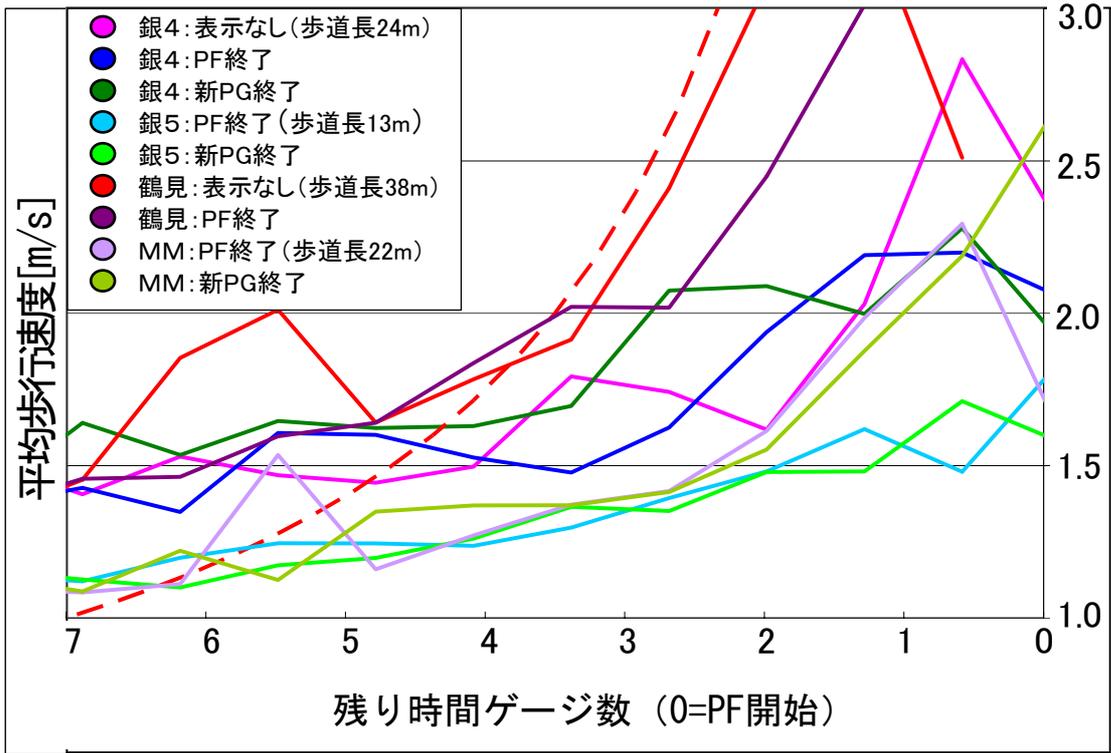


図-3.36 全交差点の平均歩行速度(10分割PG毎の平均値)

第4章 歩行者の横断意識に関する調査

本研究では、ビデオ画像解析によって歩行者の挙動を客観的に計測するだけでなく、歩行者の横断時の意識について尋ねるアンケートを実施することで、残り時間に関する LED 表示が歩行者の心理にどのように働きかけ得るかも調べることにした。

4.1 アンケートの概要

残り時間に関する情報提供は、長い横断歩道において、より顕著に歩行者の心理に影響を及ぼすと考えられる。そのため、本研究では、初めて導入を試みた「歩行者青終了方式」の歩行者信号が設置されている交差点のうち、20m 以上の長い横断歩道を持つものとして、MM2号交差点および銀座4丁目交差点を調査の対象とした。具体的な調査日時や回収できたアンケート票の部数を表-4.1 に示す。調査は、実際に当該交差点の横断を終えた歩行者に対して、調査員がインタビューを行う形式で実施した。なお、頻繁に交差点を利用する歩行者の慣れを考慮するため、調査日は残り時間表示装置の設置から3週間以上期間を空けて設定することにした。

表-4.1 調査の概要

| | MM2号 | 銀座4丁目 |
|-----|----------------------------|---------------------------|
| 日時 | 2006年12月15日 10:00~16:00 | 2007年1月16日 10:00~16:00 |
| 調査員 | 5名 | 5名 |
| 回収数 | 170部 | 106部 |

4.2 調査の内容

本研究のアンケートで尋ねたのは、以下の4項目である。なお、残り時間に関する目盛りが減り始める前に渡り始めた人と、減り始めた後に渡り始めた人とでは反応が異なると考えられたため、調査の際には回答者がどちらの属性を持つかを調査員がチェックするようにした。

① 目盛りの理解度

目盛りが何を表しているのか分かったか。

② 目盛り表示の効果と評価

目盛り表示により歩行中の心理が変化したか、また横断に役に立つと思うか。

③ 交差点の利用頻度

対象交差点をどの程度の頻度で利用するか。

④ 歩行者の横断時の本音

信号どおりに横断するつもりがあるのか。

4.3 調査の結果と考察

以下では、以上の項目に関して得られた結果を紹介し、考察を行う。

(ア) 目盛りの理解度と交差点の利用頻度の関係

まず、目盛りによる残り時間表示をどの程度歩行者が理解しているかを、信号の写真を示しつつ「この目盛りが残り時間を表していることが分かりましたか？」という質問により調査したところ、**図-4.1**に示す結果を得た。MM2号では5割を超える歩行者が、銀座4丁目でも4割以上の歩行者が目盛りの意味について理解していることが分かる。目盛りに気づかなかった歩行者を除くと、8割以上の歩行者が目盛りによる残り時間表示を理解するようになってきたといえるだろう。また、銀座4丁目はMM2号に比べて歩行者密度が高いため、信号を見なくても歩行者は横断行動が行えるため、目盛りに気づかない歩行者が増えているものと考えられる。

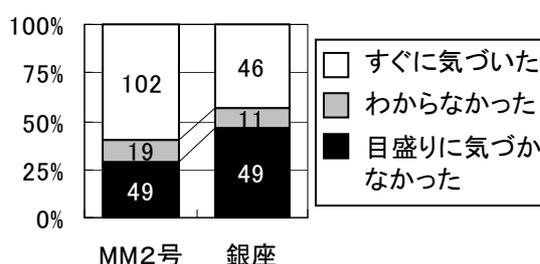


図-4.1 歩行者の目盛りの理解度

なお、本研究では目盛りの減り始めるタイミング自体が何を表しているかについては、特に歩行者には教示していないので、歩行者はそこまでは理解をしているものではないと思われる。

ところで、当該交差点をよく利用する歩行者の方が、目盛りによる残り時間表示に既に慣れており、理解して横断行動を行っている可能性がある。そこでまず、「この交差点をどの程度利用なさいますか？」という質問から得られた歩行者の交差点利用頻度分布を見てみると**図-4.2**が得られた。

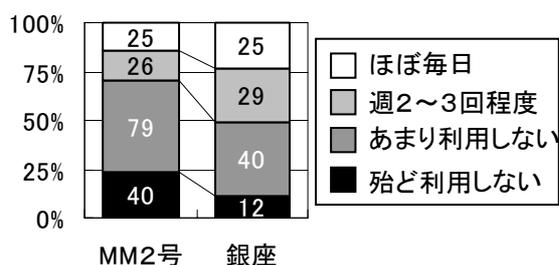


図-4.2 歩行者の当該交差点の利用頻度

ここで、「ほぼ毎日」「週2～3回程度」と回答した歩行者を、交差点をよく利用する歩行者と考え、これらの歩行者の目盛りの理解度を調べたところ、図-4.3 のようになった。

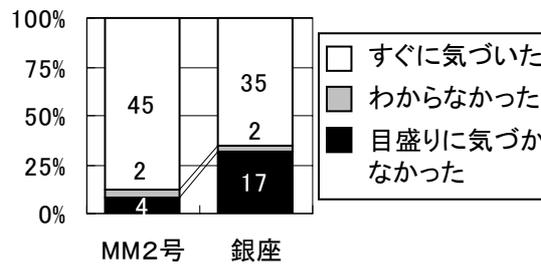


図-4.3 交差点利用頻度の高い歩行者の理解度

これにより、交差点をよく利用し、目盛りに対して慣れていない歩行者であれば、その7～8割は既に目盛りをよく理解していることになる。

(イ) 目盛り表示の効果と評価

次に、目盛りによる残り時間表示が歩行者に与える効果及びその評価について調べる。まず、「この横断歩道を渡っているときに、どう思いましたか?」という質問に対する回答を図-4.4 に、「この目盛りは、赤になる前に渡りきることに役立ちましたか?」という質問に対する回答を図-4.5 に示す。

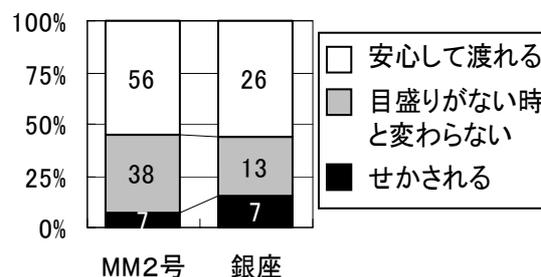


図-4.4 歩行者の横断時の心理

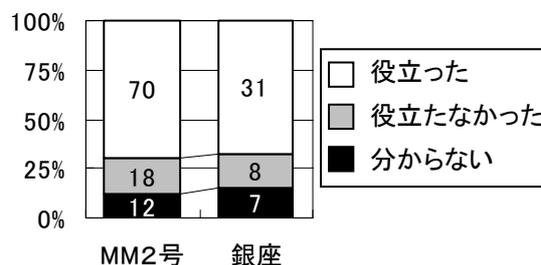


図-4.5 目盛り表示の有効利用可能性

残り時間表示があることによって、横断時に「せかされる」と感じる歩行者も若干いるものの、半数を超える歩行者が目盛りによって安心感を感じており、またその情報を有効に利用しているようである。一方、本研究では「この残り時間の表示方法は分かりやすいと思いますか？」という質問も尋ねており、これに対する回答は図-4.6 に示すとおりとなった。

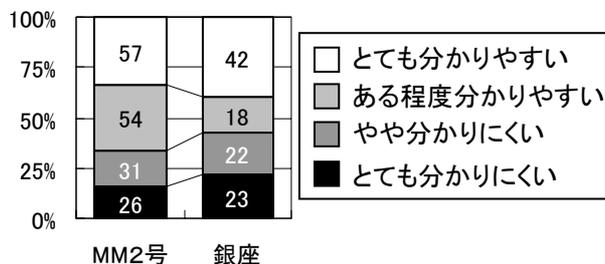


図-4.6 目盛り表示の分かりやすさ

半数以上の歩行者が分かりやすいと評価している一方、分かりにくいと答える人も少なくはないことが分かる。目盛りの表示方法自体が見難いのも一つの要因ではあろうが、歩行者は信号を常に見ながら横断しているわけではないため、信号を何度か確認しないと残り時間の長さが正確には分からない目盛り式の残り時間表示に対して不便を感じている結果と考えることもできる。実際、数字によるカウントダウン式の残り時間表示を望む意見も、インタビュー中に何件か見受けられた。

(ウ) 歩行者の横断時の本音

最後に、歩行者はそもそも信号を遵守した横断行動を取るものなのかを調べることにした。具体的には、「この横断歩道を横断している最中の気持ちとして、最も近いものは以下のどれですか？」という質問を用意し、以下を選択肢として与えた。

- ①歩行者用信号が赤になる前に渡り切りたい
- ②車両用信号が赤になる前に渡り切りたい
- ③交差する車両用信号が青になる前に渡り切りたい
- ④歩行者用信号が青のうちに渡り始めたので安心して渡った。
- ⑤その他

中でも④の選択肢は、横断開始後は信号が点滅し始めても特に行動は変えないという心理を間接的に表している。結果は図-4.7 に示すとおりである。

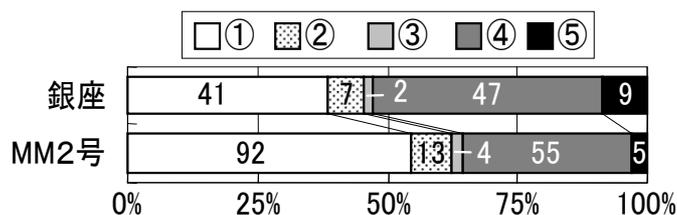


図-4.7 歩行者の横断時の本音

歩行者用信号を遵守して横断する（①）とする歩行者も多いが、やはり信号が点滅しても行動を変えないと思われる（④）歩行者も相当数いること、そしてその比率は歩行者密度の高い銀座の方が多く見られる。既にビデオ観測により、残り時間表示を行っても歩行者の行動は殆ど変化しないことが分かっており、この結果は実態とも整合している。

ここで特に④を選択した歩行者に着目し、その渡り始めたタイミングを調べたところ、MM2号では55人中14人、銀座では47人中31人が、目盛りの減り始めた後に渡り始めていた。更に、これらの歩行者の残り時間表示の理解度を調べたところ、MM2号では14人中6人、銀座では31人中15人が目盛りに「すぐに気づいた」としていた。以上から、多くの歩行者は目盛りの意味を理解し、目盛りが減り始めてから横断しているにも拘らず、安心して横断を続けていたことになる。この事実は、目盛りによる残り時間表示だけでは歩行者の行動を変えるのは難しいことを意味しており、更なる工夫が求められるところであろう。

第5章 まとめ

本年度の研究では、過年度の研究で観測を実施した銀座 5 丁目交差点および MM2 号交差点に加え、歩行者交通量の多い銀座 4 丁目交差点およびあんしん歩行エリア内の鶴見警察署前交差点を加えた計 4 箇所撮影調査を行い、残り時間表示機能付き歩行者信号灯器の設置効果を確認し、以下のような結果となった。

- ① 残り時間表示機能付き歩行者信号灯器の設置による残存率の統計的に有意な低下や平均歩行速度の上昇は確認できなかった。しかし、歩行者赤開始から横断終了までの残存時間に関しては若干の短縮効果が見られたケースもあった。
- ② 平成 17 年度の観測結果との比較により効果の経年変化を評価した結果、全調査交差点において残存率が再上昇していた。ただし、この結果には、平成 17 年度と今年度の観測におけるサンプル数の差が影響している可能性もある。
- ③ PF 終了方式よりも新 PG 終了方式が、相対的には設置効果が高かった。しかし、設置箇所によっては、この関係が逆転した場合もあった。
- ④ 銀座 4 丁目交差点において、平均歩行速度が最大歩行者密度に反比例し、残存率は比例することが確認された。しかし、歩行者密度が低い信号サイクルにおいても、残り時間表示による残存率の統計的に有意な低下が確認できなかった。
- ⑤ 全 4 箇所の交差点において、最大密度が 0.0~0.2 人/m²のサイクルにおける横断者の平均歩行速度を比較した結果、平均歩行速度が横断長に比例する傾向が確認された。
- ⑥ 銀座 4 丁目交差点においては、新 PG 終了方式であっても、表示なしと比較して、PF 開始後の横断開始者の全体に対する割合はほぼ等しく、ゲージがすべて消灯することによる横断開始抑制効果は確認できなかった。

歩行者の横断意識に関するアンケート調査からは、以下の結果が得られた。

- ① ゲージによる残り時間表示に対する歩行者の評価は肯定的である。
- ② ゲージを参照しても、歩行行動を変化させる意志のある歩行者はあまりいない。
- ③ そもそも歩行者には「青が点灯している間に渡り始めてしまえば問題はない」と考えている歩行者が少なからず存在する。

以上の結果を総合すると、歩行者青の残り時間表示に対する歩行者の主観的評価は概ね肯定的であるが、実際に横断挙動の変更にまで結びつけるには歩行者により安全な横断を動機付けするための広報活動等の重要であることが示唆された。

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
報告書

発行日 平成 19 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。