

# 歩行者信号現示方式とクリアランス時間に関する基礎的考察

井料(浅野) 美帆<sup>1</sup>・Wael K.M. ALHAJYASEEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 東京大学生産技術研究所講師 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)  
E-mail:m-iryu@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 Assistant Professor, King Fahd University of Petroleum and Minerals  
(Dhahran 31262, Kingdom of Saudi Arabia) E-mail: waelalhajyaseen@kfupm.edu.sa

現在の日本の歩行者青点滅表示は、横断歩道上の歩行者が横断歩道を渡りきるのに必要な時間を確保していない。にも関わらず、青点滅開始後に横断歩道に駆け込む歩行者が後を絶たず、青点滅終了後に多くの歩行者が横断歩道上に残留するという安全上の問題がある。本研究では、国内外の歩行者の信号表示方式を車両の灯火との関係において整理し、日本の青点滅開始から次現示開始までの時間が海外の設定方式における歩行者クリアランス時間にほぼ匹敵していることなどを指摘した。また、複数交差点での実測データをもとに、歩行者の横断完了時間や青点滅終了後の速度調整行動を分析した。その結果、歩行者は青点滅終了時ではなく次現示開始までに横断を完了するという戦略を取っている可能性が示唆された。

**Key Words :** pedestrian signals, clearance time, signalized crosswalks

## 1. はじめに

交通事故死者のうち歩行者の占める割合は、欧米が10～20%程度である<sup>1)</sup>のに対し、日本では36%<sup>2)</sup>と高い。また、その30%が横断歩道横断中の事故であり、横断中の歩行者の安全向上は大きな課題である。

信号交差点の横断歩道においては、歩行者に通行権が与えられている時間に確実に歩行者を横断させ、それ以外の時間に歩行者が横断歩道上に残っている確率を極力下げること、他の交通と錯綜しないようにすることが安全確保の基本である。しかし実際には、歩行者青点滅表示の終了時にも多くの歩行者が横断歩道上に残存している。この理由に、(1) 実際の歩行者の行動に照らし合わせると、日本の青点滅表示時間の設定値が短すぎて渡り切れないこと<sup>3)</sup>、(2) 青点滅時間が短いにも関わらず、多くの歩行者が青点滅開始後にも横断を開始すること<sup>4)</sup>が指摘されている。

まず(1)について、日本の青点滅信号は、横断中の歩行者が横断歩道上から最短時間で退避する、つまり元の方向に引き返すことも想定した時間長となっている。しかし実際の歩行者が引き返すことは稀であるため、青点滅開始時に横断歩道の前半にいた歩行者の多くが青点滅終了時に横断歩道上に残存してしまうこととなっている。

(2)については、待ち時間が長くなるほど駆け込み横

断が増加する傾向がある<sup>5)</sup>。これに加えて日本では、青点滅時間の後に歩行者赤・車両青時間 (PR) が設定されている。本来この時間は左折車両が歩行者と交錯しないで通行できる時間帯を設けることにより、左折容量増大を図るものである。左折車両も歩行者も多く、歩行者青時間中に左折車を十分に捌くことのできない交差点ではPRが必要となる。しかし実際には左折車両が少ない交差点でも何秒かのPRが与えられているのが現状であり、そこではPRの存在が青点滅終了時の残存歩行者を誘発させていると考えられる。

本研究では、横断歩行者から見た実質的なPR時間の役割について、設定マニュアルおよび運用の実態を踏まえた基礎的な考察を行うことを目的とする。歩行者現示終了前後の挙動に関する研究はこれまでも多くみられるが、基本的に青点滅終了時の状態に着目した解析となっており、PRの影響は車両挙動に関するもの<sup>6)</sup>など、極めて限られている。

本稿では、まず歩行者のインターグリーン時間の設定と車両灯火との関係について、国内外の設定方式の比較整理を行う。次に、歩行者のクリアランス挙動特性について、インターグリーン時間のうち青点滅終了後の時間帯の存在に着目した実測データ分析を行う。

## 2. 歩行者信号表示とその設定長に関する国際比較整理

### (1) 理論的に必要な最小歩行者横断時間

まず、歩行者にとって必要な横断時間と、

歩行者のインターグリーン時間について議論する前に、まず歩行者にとって

まず、赤現示の間に横断歩道手前で待っていた歩行者群が横断歩道を渡るために理論的に必要な横断時間を考える。これは、歩行者青の開始から歩行者群の最後尾が横断歩道を渡りきるまでの時間であり、待ち行列中の歩行者全員が横断を開始するまでの捌け時間と、待ち行列最後尾の歩行者が安全に横断するのに必要なクリアランス時間の和で表される<sup>9)</sup>。

#### a) 待ち行列の捌け時間

捌け時間は、赤時間中に歩道上に滞留していた歩行者がすべて横断歩道内に入り、横断開始するまでの時間である。必要捌け時間は、青が開始してから最初の歩行者が渡り始めるまでの反応遅れ時間と、歩行者需要や横断歩道幅員に依存する捌け時間からなる。

#### b) クリアランス時間

歩行者が横断を始めてから、次の現示の交通との交錯（コンフリクト）区間を通過完了するのに要する時間をクリアランス時間とよぶ。右折矢現示を含む単純四現示の交差点を想定すると、コンフリクト区間は次の現示の右折車両が横断歩道上を通過する区間、すなわち図-1の破線内のように示すことができる。本稿では、このコンフリクト区間に近い方から渡り始める歩行者をNear-side歩行者、反対側から渡り始める歩行者をFar-side歩行者と定義する（それぞれ、図-1のA、Bに対応する）。Near-side歩行者は、横断前半でコンフリクト区間を通過することができるため、必要クリアランス時間は横断歩道の前半を渡るために必要な時間となる。一方、Far-side歩行者の必要クリアランス時間は、横断歩道全体を渡るまでに必要な時間となる。

### (2) 歩行者灯火の意味と表示時間

上記の捌け時間、クリアランス時間が理論的な歩行者最小青時間を規定するものの、歩行者に実際に示される灯火の表示方法やその意味、表示時間は各国ごとに異なっている。以下、日本、米国、ドイツの設定方式について、各国のマニュアル<sup>9)10)</sup>をもとに整理を行った。

日本の青点滅表示は、横断を始めてはならず、また横断中の歩行者は、直ちに横断を終るか引き返すこととしている。これに対し米国では、「DON'T WALK」の点滅表示は、路側にいる歩行者は横断を開始してはなら

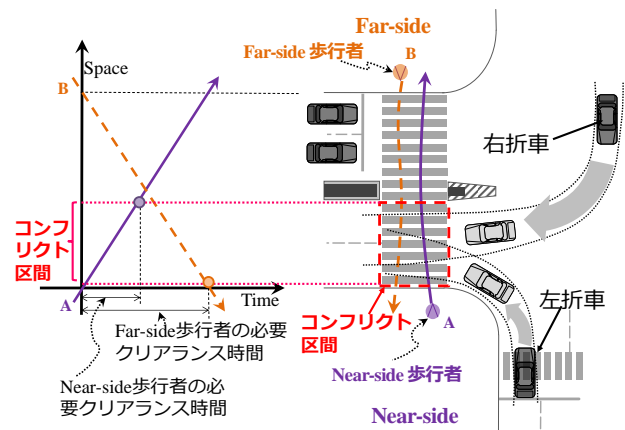


図-1：コンフリクト区間の定義と必要クリアランス時間

ない点は日本と同じであるが、既に「WALK」表示の間に横断を開始した歩行者は横断を完了することとされている。ドイツでは、歩行者点滅表示が存在せず、横断を開始することのできる青表示と横断を開始することのできない赤表示の2種類のみである。

表示時間については、日本では、歩行者現示の最小時間は以下の式で表される。

$$t_j = \frac{L}{V} + \frac{p}{sW} \quad (1)$$

ここに、Lは横断歩道長、Vは設定歩行速度、pは青開始時の滞留歩行者数、sは単位幅員あたりの歩行者飽和交通流率、Wは幅員である。第一項がクリアランス時間、第二項が待ち行列捌け時間に相当し、青時間と青点滅時間の和が $t_j$ を下回らないように設定する。青点滅は、歩行者が歩道のどちらかの端に移動するのに必要な時間として $L/2V$ を与える。なお、実務的には、青時間で歩行者が横断に必要な時間 $L/V$ を確保する例も多く見られる。

また、これらの歩行者現示とは別に、歩行者青点滅が終了してから数秒間（通常1～5秒）、歩行者と平行する車両の現示を青にする（PR）。これは、歩行者需要が大きい場合に左折車両の交通容量を確保するための処置である。

米国では、「WALK」表示は、歩行者が横断歩道に進入するまでに必要な時間、つまり捌け時間として、最低7秒間表示する。クリアランス時間 $t_u$ は以下の式で表される。

$$t_u = \frac{L}{V} \quad (2)$$

このクリアランス時間は、「DON'T WALK」の点滅表示および直後数秒の「DON'T WALK」の非点滅表示により確保される。この非点滅「DON'T WALK」時間はBuffer interval（以降BIとよぶ）と呼ばれ、「DON'T WALK」の点滅表示終了から、交錯する車両の青現示開始までの時間を指す。BIは最低3秒確保すべきとされて

いる。なお、これは平行する車両のインターグリーン時間の開始タイミングとは独立に決められている。車両の黄・全赤時間の方が3秒よりも長いことが多いため、車両の黄灯火の開始後に「DONT WALK」の点滅表示が終了する、といった表示順序になることが通例である。MUTCDの表示例では、日本のような歩行者赤・車両青は、左折需要を捌くための特別なケースとして紹介している。

ドイツでは、最小青時間は $L/2V$ としており、クリアランス時間はすべて赤灯火に対応している。クリアランス時間は、歩行者が交錯点を通過するまでに必要な時間である。

$$t_g = \frac{L_{cp}}{V} \quad (3)$$

ここに、 $L_{cp}$ ：横断開始位置から交錯点までの距離である。

### (3) 車両灯火との対応

日本、米国、ドイツの設定方法を整理して比較したのが図-2である。ここでは、歩行者交通量、自動車交通量がともに少なく、青時間長の設定が歩行者の最小青時間による制約を受ける場合を想定し、現示1に通行する歩行者と車両、そして続く現示2で通行する車両の灯火と表示時間の一例を示した。日本の設定方式には、実務で多く使われている、青時間を $L/V$ としたときの例も併記した。ドイツの設定方式では、Near-sideとFar-sideとでクリアランス距離が異なるのに伴い、Near-sideのみにより短いクリアランス時間を変更することも可能である。ただしこれは、Far-side歩行者がNear-side歩行者の横断につられて赤時間中に横断を開始するといった安全面の課題もあり、一部の2段階横断など、特殊なケースに限られた設定方式である。

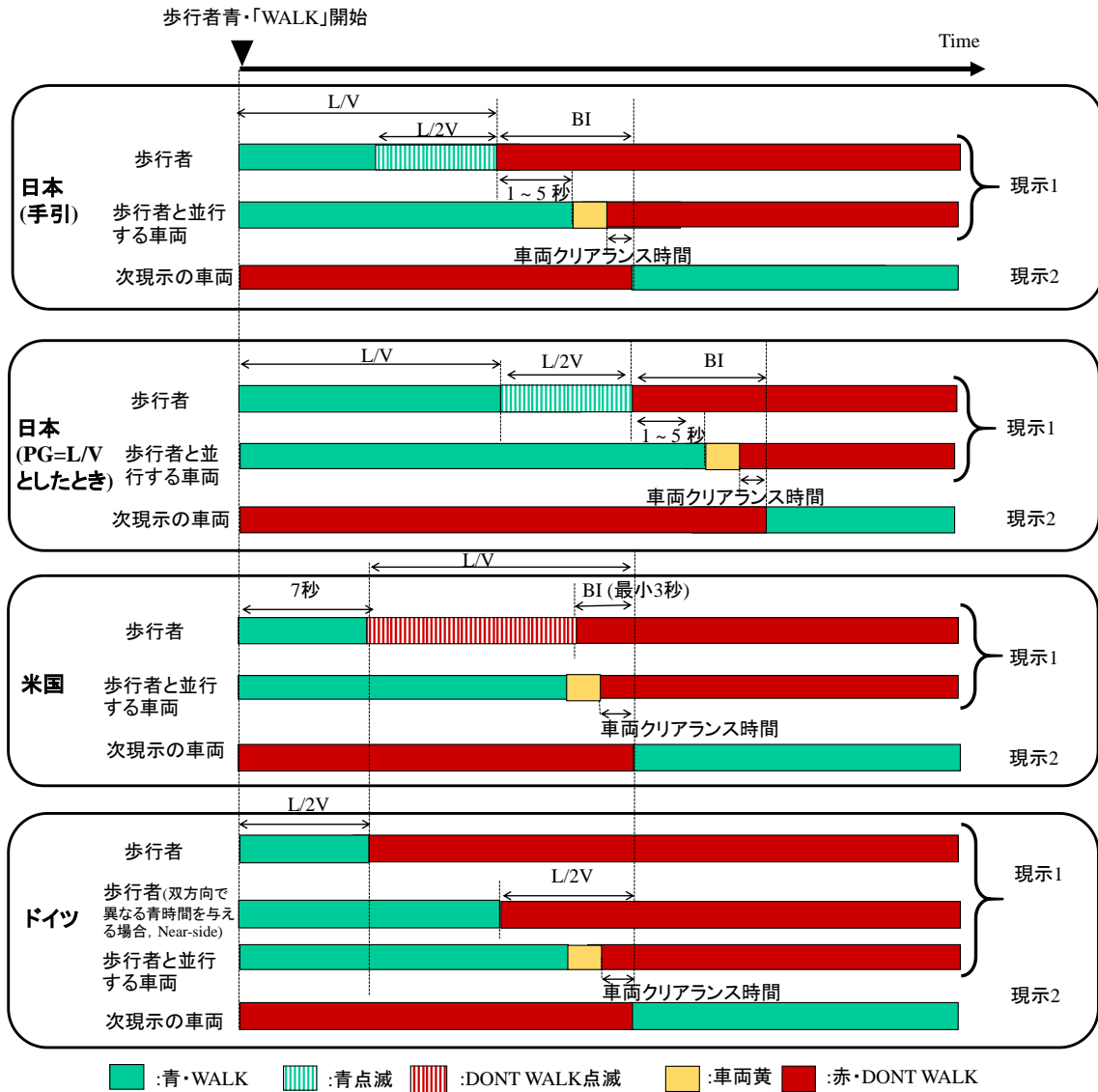


図-2：信号灯火の表示順序と表示時間の日米独比較（歩行者交通量の少ない場合）

まず注目すべきは、日本では青点滅終了時までを歩行者の通行のために確保し、その後PR、車両黄、全赤を経て現示2の青が開始するのに対し、米国とドイツは歩行者のクリアランス時間が終了すると同時に現時2の青が開始するという点である。なお、さらにドイツでは一般的に、次の現示の車両が前の現示の車両・歩行者とのコンフリクトエリアに進入するまでのエンタリング時間を考慮して、次現示の開始時刻をエンタリング時間分だけ早めるが、ここでは簡単のため無視している。日本の方式における、青点滅終了から次の現示開始までの時間は、灯火の表示上は米国のBIと類似していることから、以下では、日本の設定におけるPR時間、車両の黄・全赤時間の和をBIと呼ぶことにする。

次に、現示1の青開始から現示2の青開始までに必要な時間に着目する。日本の手引の設定では、式(1)の第二項が無視できるような歩行者需要の小さい横断歩道では、 $L/V+BI$ が必要時間となる。また、米国、ドイツでは、クリアランス時間 $L/V$ と最小青時間（7秒または $L/2V$ ）の和で表される。各国の値の大小関係は横断歩道長や車両のクリアランス時間の値によって異なるが、幅員15m程度、クリアランス距離40m程度の比較的一般的な交差点を想定すると、ほぼ同等の値になる。ただし、日本ではBIの時間分だけ歩行者の横断機会が失われていることになる。また、歩行者青時間を $L/V$ とした時には、BIに相当する時間分だけ現示1の必要時間が長くなることになる。

日本の設定におけるPR時間は、歩行者と左折車両の需要が多く、左折車両を青時間内に捌くことができない場合に、左折車の容量確保のために必要である。しかし日本では、実態として需要に関わらずほぼすべての交差点で1秒以上のPR時間を確保している。しかし、歩行者と左折車のいずれかの需要が小さいならば、青点滅後に滞留している左折車両の存在確率は低く、歩行者が実質的にこの時間をクリアランスに使うことは十分可能であろう。仮にBI時間をクリアランス時間として用いるとすると、青点滅時間とBI時間を合わせたクリアランス時間は海外の方式とほぼ同等の長さになる。さらに日本では信号灯器がFar-sideに設置されており、利用者は歩行者と車両の灯火を同時に見ることができ、歩行者はこのBI時間の長さを経験的に知っている。これらの条件を踏まえた歩行者の合理的な行動として、BI時間が利用される可能性があると考えられる。

### 3. 分析データ概要

#### (1) 対象交差点

前章の考察を踏まえ、青点滅やBIの設定値の実態や、BI時間帯における歩行者の横断実態について、複数の交

表-1：対象交差点の概要

| 交差点名    | 横断歩道位置 | 横断歩道長(m) | 歩行者交通量<br>平均値(人/h) | 歩行者青<br>(秒) | 青点滅<br>(秒) | BI<br>(秒) |
|---------|--------|----------|--------------------|-------------|------------|-----------|
| 笹島      | 西      | 31       | 2025               | 30          | 6          | 9         |
|         | 東      | 20.6     | 1238               | 30          | 6          | 9         |
|         | 南      | 37       | 1103               | 40          | 7          | 9         |
| 今池      | 西      | 22       | 360                | 44          | 8          | 9         |
|         | 東      | 21       | 327                | 44          | 8          | 9         |
|         | 北      | 22       | 147                | 42          | 8          | 8         |
| 八事日赤病院北 | 北      | 18       | 250                | 44          | 4          | 5         |
| 金山新橋南   | 北      | 36       | 335                | 39          | 9          | 6         |
|         | 東      | 16       | 180                | 54          | 6          | 8         |

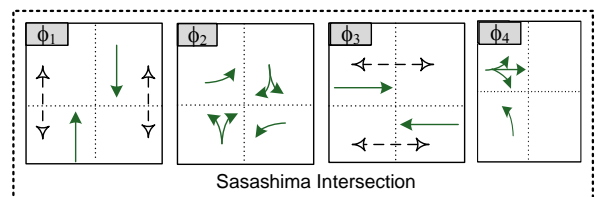


図-3：笹島交差点の信号階梯

表-2：調査概要

| 交差点名    | 横断歩道位置 | 調査時間                                   | 観測歩行者数 (人) |          |          |
|---------|--------|----------------------------------------|------------|----------|----------|
|         |        |                                        | Near-side  | Far-side | 計        |
| 笹島      | 西      | 2011/10/26<br>8:00-17:00               | 243        | 291      | 534      |
|         | 東      | 2011/10/28<br>8:00-17:00               | 209        | 349      | 558      |
|         | 南      |                                        | 95         | 127      | 222      |
| 今池      | 西      | 2011/9/6<br>9:00-17:00                 | 95         | 95       | 187      |
|         | 東      | 2011/9/7<br>9:00-17:00                 | 70         | 77       | 147      |
|         | 北      |                                        | 35         | 51       | 86       |
| 八事日赤病院北 | 北      | 2011/7/22<br>8:30-11:30<br>16:00-19:00 | 63         | 4        | 67       |
| 金山新橋南   | 北      | 2012/10/19<br>9:00-13:00               | 89 (12)    | 200 (13) | 289 (25) |
|         | 東      |                                        | 45 (30)    | 11 (6)   | 56 (36)  |

(注) 金山新橋南は青点滅開始時に横断歩道に存在していた歩行者、および青点滅開始後に横断を開始した歩行者を対象とし、それ以外の交差点は青点滅開始後に横断を開始した歩行者のみを対象としている。金山新橋南のカッコ内の人数は、青点滅開始後に横断を始めた歩行者の数（内数）。

差点を例に分析を行った。対象交差点は表-1に示す名古屋市内の4交差点である。笹島交差点は図-3の階梯パターンによる歩車分離制御で、その他の交差点は単純四現示である。前述の定義より、対象横断歩道の青点滅終了後から次の現示（右折矢）の青開始までの時間をBIとしている。これらの交差点は都市の中心部や大学近傍に位

置しており、高齢者や子供の利用割合は非常に低い。横断歩道長は16～37mと長く、サイクル長も130秒以上の大交差点である。

## (2) 調査と分析データの取得

対象交差点において、表-2の日程にてビデオ観測調査を行った。ビデオ画像処理システム<sup>10)</sup>を用いて、画像上の歩行者の観測点を射影変換にて実座標に変換し、青点滅開始時の歩行者位置および横断開始・中央分離帯通過・横断完了時刻を得た。取得データの都合上、笹島、今池、八事日赤病院北の3交差点は、青点滅開始後に横断を開始した歩行者を対象とし、金山新橋南では、さらに青点滅開始時に横断歩道上にいた歩行者を含めて分析を行った。なおこれまでの分析<sup>9)</sup>によると、最初の3交差点では、非常に多くの歩行者が青点滅開始後に横断を開始している。

## (3) 青点滅・BI終了時までには渡りきるために必要な横断速度

表-3は、歩行者青終了・青点滅開始時に横断歩道を渡り始めた歩行者が、青点滅終了までとBI終了までに横断を完了するために必要な横断速度をそれぞれ示している。青点滅終了までに横断を完了するためには、どの横断歩道も極めて高い速度で横断しなければならないが、BI終了までに横断することを目標とすると、横断速度は高々2.4m/sとなった。

表-3：青点滅開始時にわたり始めた歩行者の必要横断速度

| 交差点名    | 横断歩道位置 | 青点滅終了までに渡りきるために必要な横断速度(m/s) | BI終了までには渡りきるために必要な横断速度(m/s) |
|---------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| 笹島      | 西      | 5.2                         | 2.1                         |
|         | 東      | 3.4                         | 1.4                         |
|         | 南      | 5.3                         | 2.3                         |
| 今池      | 西      | 2.8                         | 1.3                         |
|         | 東      | 2.6                         | 1.2                         |
|         | 北      | 2.8                         | 1.4                         |
| 八事日赤病院北 | 北      | 4.5                         | 2.0                         |
| 金山新橋南   | 北      | 4.0                         | 2.4                         |
|         | 東      | 2.7                         | 1.1                         |

## 4. 歩行者挙動の分析

### (1) PF・BI終了時の残存歩行者割合

表-4の左側に、BIの開始(=青点滅終了)時、BI終了時における横断歩道上の残留歩行者数を示す。青点滅開始後に渡り始めた歩行者のほぼ全てが青点滅中に渡り切れていない。BI終了時、つまり次の右折専用現示が開始した時点でも、多くの歩行者が残存していることがわかる。

左折車の存在を無視すると、歩行者はBIの終了時までにはコンフリクト区間を通過完了していれば安全といえることができる。Near-side歩行者は、横断前半にコンフリクト区間を通過するため、BI終了時に横断歩道の半分を渡

表-4：BI開始時・終了時における横断歩道／コンフリクト区間残留歩行者数

| 交差点                         | 横断歩道位置 | 横断歩道残留歩行者数(人) |            | コンフリクト区間残留歩行者数(人) |            | 青点滅開始後に横断開始した歩行者の総数(人) |
|-----------------------------|--------|---------------|------------|-------------------|------------|------------------------|
|                             |        | BI開始時         | BI終了時      | BI開始時             | BI終了時      |                        |
| 笹島                          | 西      | 534(100%)     | 449(84.1%) | 532(99.6%)        | 285(53.4%) | 534                    |
|                             | 東      | 555(99.5%)    | 210(37.6%) | 510(91.4%)        | 148(26.5%) | 558                    |
|                             | 南      | 219(98.6%)    | 174(78.4%) | 217(97.7%)        | 102(45.9%) | 222                    |
| 今池                          | 西      | 186(97.9%)    | 77(40.5%)  | 159(83.7%)        | 38(20.0%)  | 190                    |
|                             | 東      | 143(97.3%)    | 45(30.6%)  | 107(72.8%)        | 27(18.4%)  | 147                    |
|                             | 北      | 85(98.8%)     | 33(38.4%)  | 74(86.0%)         | 16(18.6%)  | 86                     |
| 八事日赤                        | 北      | 67(100%)      | 66(98.5%)  | 67(100%)          | 43(64.2%)  | 67                     |
| 金山新橋南                       | 北      | 21(84.0%)     | 15(60.0%)  | 9(36.0%)          | 4(16.0%)   | 25                     |
|                             | 東      | 36(100%)      | 17(47.2%)  | 36(100%)          | 7(19.4%)   | 36                     |
| 金山新橋南(青点滅開始時に横断歩道上にいた歩行者含む) | 北      | 138(47.8%)    | 37(12.8%)  | 104(36.0%)        | 24(8.3%)   | 289 <sup>※注</sup>      |
|                             | 東      | 43(76.8%)     | 22(39.3%)  | 28(50.0%)         | 8(14.3%)   | 56 <sup>※注</sup>       |

※注：青点滅開始時に横断歩道上に存在していた歩行者数と青点滅開始後に横断開始した歩行者数の和。



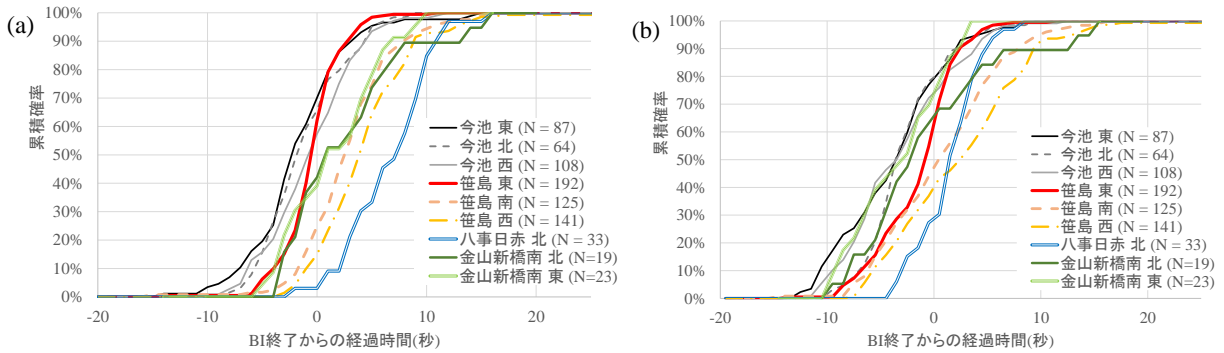


図4：各サイクルの最終横断完了者のクリアランス時間分布  
 (a)横断歩道全体の横断完了時間, (b)コンフリクト区間の通過完了時間

りきることができれば安全といえる。これを踏まえて、表-4の右側では、クリアランス区間の残存歩行者数を示している。Near-side歩行者はBI終了時までクリアランス区間を通過できる確率が高いことから、残留歩行者の割合は減少し、20%前後の値になる箇所が多い。

(2) 最終横断歩行者の横断終了時刻

次に、必要クリアランス時間の分析のため、各サイクルで最後に横断を完了した歩行者を抽出した。図-4(a)に、最終横断完了者の横断完了時刻の累積分布を示す。各交差点のサンプル数は、少なくとも1人の歩行者が青点滅開始後に横断したサイクルのサイクル数に一致する。笹島交差点のうち、横断歩道長の長い西・南側横断歩道、および八事日赤北・金山新橋南交差点では、BIが終了し、次の現示の青が開始してから5秒以上経ってから横断を完了する歩行者も見られる。

しかし、例えばBI終了時に横断歩道に残存していても、次現示とのコンフリクト区間を既に通過している場合はその歩行者の安全性には問題がないといえる。そこで、コンフリクト区間を最後に通過完了した歩行者の通過時刻について累積分布をとったのが図-4(b)である。八事日赤北、金山新橋南の東側横断歩道では、通過完了時刻が(a)に比べて明らかに小さくなっていることがわかる。コンフリクト区間に着目すると、Near-side歩行者は横断歩道の半分を渡り切った時点でコンフリクト区間を通過完了することになるため、主にFar-side歩行者が最終横断者となりうる。これらの交差点では、一見横断歩道上の残留歩行者が多く危険に見える。しかしこれは、次現示とのコンフリクト区間を既に通過した安全圏にいるNear-side歩行者を含んでいるためであり、横断方向の影響を加味したコンフリクト区間通過タイミングは、同じくらいの横断歩道長を持つ他の横断歩道と変わらない。

(3) 渡りきるのに必要な歩行速度と実速度との比較

金山新橋南の北側横断歩道における、青点滅開始時点

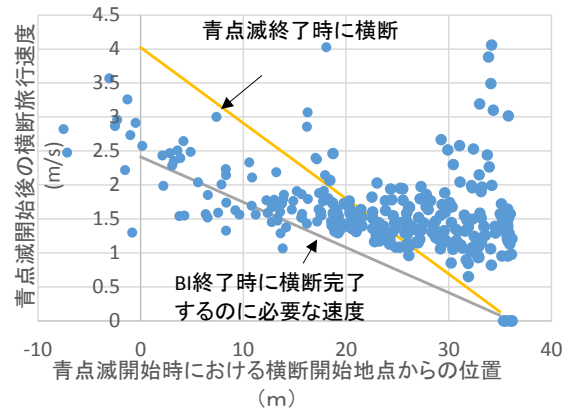


図5：青点滅開始時における横断歩道上の位置とその後歩行速度との関係（金山新橋南・北側横断歩道）

の歩行者の位置とその後横断速度との関係を図-5に示す。横断速度は、青点滅開始から横断完了までの横断距離を、青点滅開始から横断完了までにかかった時間で除することにより求めた。図内の実線は、青点滅終了時およびBI終了時に横断完了するために必要な横断速度を示している。青点滅開始時に横断歩道の前半にいた歩行者の旅行速度は、残り横断距離が長くなるほど高くなる傾向がみられる。またその速度は、BI終了時に横断完了するために必要な速度の周囲に分布している。

(4) クリアランス時間の設定値と実測値の比較

実際に必要としたクリアランス時間と、マニュアルによるクリアランス時間の設定値との比較を行った。ここではクリアランス時間の実測値として、各サイクルにおいてクリアランス区間を最後に通過した歩行者のクリアランス区間通過時刻の85パーセンタイル値を代表値に用いた。図-6に、各交差点におけるクリアランス時間の85パーセンタイル値と、青点滅時間、青点滅+BI時間を示す。また比較のため、式(2)の米国方式のクリアランス時間を、 $V = 1.5\text{m/s}$ ,  $1.0\text{m/s}$ として計算した結果を載せる。実測クリアランス時間は、明らかに青点滅+BI時間よ

りも長いことがわかる。また、青点減・BIの設定値と実測クリアランス時間との間に相関はみられない。一方、米国方式のクリアランス時間と実測値を比較すると、どの横断歩道においても、実測値は $V = 1.0\text{m/s}$ でのクリアランス時間よりも小さくなっている。

歩行者交通量の多い笹島交差点では、横断歩道が長くなるほどクリアランス時間も長くなる傾向が見られる。しかし、その他の場所ではそのような傾向は必ずしも見られない。実際、横断歩道長やそれに比例する米国方式のクリアランス時間の計算値と、実測クリアランス時間と相関係数は0.56と高くはない結果となった。これは以下のように解釈できよう。横断歩道長の長い横断歩道では、歩行者は歩行速度を上げることで、クリアランス時間を短くしようと努めているものと推察される。短い横断歩道では、表-3のとおり、歩行速度を上げずともBI終了時まで横断完了を行うことができるため、速度増加という負荷のかかる行動を選択するインセンティブは働かない。これらの効果により、実測クリアランス時間そのものは横断歩道長に依存しないように見受けられる。ただし笹島のように交通量の高い交差点では、歩行者同士の交錯があるために物理的に速度を上げることができない、もしくは歩行者が大勢横断歩道上に存在していることによって、車両が歩行者に対して注意を払うことを期待し、次現示前に横断完了しなくても安全上問題がないと判断した可能性が考えられる。

以上の考察はあくまで限られた交差点の結果からの類推であり、今後これらの行動メカニズムを具体的に検証していくことが必要であろう。

## 5. おわりに

本稿は、歩行者青点減後の車両灯火との関係に着目し、歩行者信号表示とその時間設定について、日米独の方式の比較を行った。米独では歩行者のクリアランス時間と車両のクリアランス時間を、それぞれ次現示の青開始時刻との関係において独立に設定しており、必ずしも日本のように青点減、PR、車両黄、全赤という順序で表示されるわけではない。また日本では、並走する左折車の影響を無視すると、青点減時間が短い代わりに、PR+車両黄+全赤のBuffer Intervalが長く与えられていることを例示した。

実測データによる分析では、本来左折交通のために与えられているはずのBI時間に多くの歩行者が残存し、実質的にこの時間がクリアランスに利用されている現状が示された。また、歩行者は青点減終了までに渡りきるのではなく、BI終了までに渡りきるような歩行速度をとっている様子も観測された。なお調査交差点においては、例えばBIをクリアランス時間に含めたとしても、青点減+

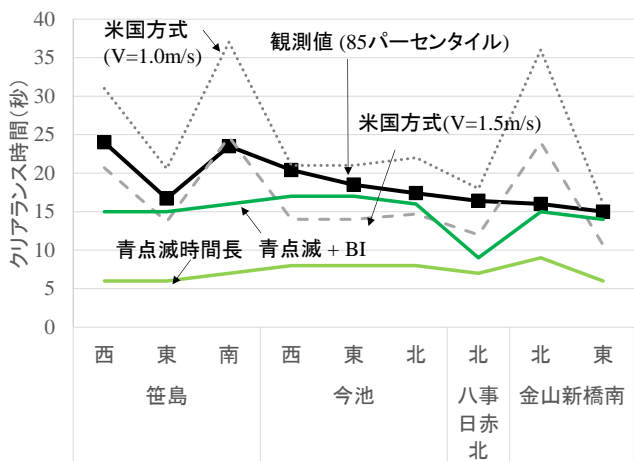


図-6：クリアランス時間の設定値と実測値の比較

BI時間は米独で必要とするクリアランス時間の計算値に満たないか、せいぜい同等であった。

今回の分析の対象交差点はすべて名古屋市内の交差点であり、青点減やBIの値のバリエーションが少ない中での分析となっている。そのため、青点減やBIの表示時間の違いが歩行者の挙動に及ぼす影響を調べるに至っていない。今後は、青点減やPR時間の設定値の異なる他県の交差点にて比較検証を行うこと、さらにはクリアランス時間の設定方式の異なる、米独をはじめとする他国での歩行者挙動との比較を行うことが必要である。また、今回は左折車の存在を無視して分析を進めたが、左折車両の影響も見べきである。

今回対象外としていたが、実際には高齢者等の速度の遅い歩行者の必要クリアランス時間が設計上の制約条件となることから、属性の異なる歩行者の挙動も調査すべきである。

**謝辞：**画像データの収集・処理に関しては、名古屋大学中村英樹研究室に協力いただいた。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- 1) World Health Organization, Distribution of road traffic deaths by type of road user Data by country, 2010 (<http://apps.who.int/gho/data/node.main.A998>).
- 2) 警視庁：平成 25 年中の交通事故の発生状況, 2014 (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117549>).
- 3) 齋藤威ら：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交通編, Vol.40, No.1, pp.1-9, 1999.
- 4) 村田啓介ら：歩行者青信号の残り時間表示の導入に伴う横断挙動分析, IATSS Review Vol.31, No.4, pp.348-355, 2007.
- 5) 浅野美帆ら：信号交差点における横断歩行者のクリアランス挙動に関する研究, 第 32 回交通工学研究発

- 表会論文集, pp.409-414, 2012.
- 6) 小川圭一, 松塚慶亮: 信号切り替わり時における歩行者の無謀横断に関する要因分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, CD-ROM, 2006.
  - 7) 小出啓明ら: 歩行者信号表示に着目した車両挙動分析, 第 31 回交通工学研究発表会論文集, pp.7-11, 2011.
  - 8) Alhajyaseen, W.K.M. and Nakamura, H.; Quality of pedestrian flow and crosswalk width at signalized intersections, IATSS Research, Vol.34, pp. 35-41, 2010.
  - 9) 交通工学研究会: 改訂 交通信号の手引. 2006.
  - 10) Federal Highway Administration, Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, 2009 Edition.
  - 11) Road and Transportation Research Association, Guidelines for Traffic Signals RiLSA, 1992. (translated to English in 2003)
  - 12) 鈴木一史, 中村英樹: 交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証, 土木学会論文集 D, Vol.62, No.3 pp.276-287, 2006.  
(2014. 4. 25 受付)

## A BASIC STUDY ON PEDESTRIAN SIGNAL PHASE INDICATION AND CLEARANCE TIME

Miho IRYO-ASANO, Wael K.M. ALHAJYASEEN