

研究助成実施報告書

助成実施年度	2020 年度
研究課題（タイトル）	高齢歩行者が安心して横断できる交通環境整備の新しい考え方
研究者名※	清田 勝
所属組織※	佐賀大学 名誉教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市交通システム、エネルギー計画
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団 2020 年度研究助成実施報告書

所属機関名 佐賀大学 (名誉教授)
申請者氏名 清田 勝

研究課題	高齢者が安心して横断できる交通環境整備の新しい考え方
<p>(概要) ※最大 10 行まで</p> <p>本研究は、高齢歩行者の乱横断に着目し、それを防止するための具体的な対策を提案するとともに、その効果について検討したものである。乱横断の発生メカニズムを明らかにする場合あるいはモデル化する場合、さらには改善案を作成し、評価する場合などにおいて、どのようなネットワークを選択するかが特に重要になってくる。本研究では図-1 で示すような基本ネットワークを用いた。つぎに、高齢歩行者 19 名に横断時の安全性についてアンケート調査を実施した。その結果、横断歩道までの距離や信号が変わるまでの時間が乱横断を引き起こす引き金になっていることが明らかになった。さらに、改善案を作成し、本対策がどの程度有効かを検討した。具体的には、連続する主要交差点の信号が両方とも赤になったとき、その間にある押しボタン式信号機の主道路の信号を赤に変更し(全赤)、車道部の横断禁止を解除すれば歩行者の交通環境は大幅に改善されることを実証実験と数値解析で明らかにした。さらに、この対策はどのような道路に適用しているかもある程度判別できるようになった。</p>	

1. 研究の目的 (注) 必要なページ数をご使用ください。

高齢歩行者が「信号無視をしたり、横断歩道のない場所を渡ったりする行動」は乱横断と呼ばれているが、これらの行動は高齢者だけの問題ではなく、歩行者全体の問題である。高齢者が交通事故の犠牲になるのは、歳を取ると身体能力や認知能力が低下していることを正しく認識していないためである。危険な環境下で、交通状況への認識が不十分な高齢歩行者(特に、免許を持たない高齢歩行者)に対して交通安全教育は効果があると推察される。しかし、信号交差点間の距離が長くなると、それに伴って歩く距離も長くなるので、乱横断を抑制する力(抑止力)は効かなくなる。長い距離の移動にも対応できるようにするためには、高齢歩行者が遠回りしないで安心して横断できる交通環境を整備することが必要である。

図-1 押しボタン式信号機①が一つ設置された基本ネットワーク

一般の道路ネットワーク

基本ネットワーク

図-2 一般の道路ネットワークの基本ネットワーク

いま、図-1 に示すように、主要交差点①と②の間に1ヶ所押しボタン式信号機が設置されているとする。このとき、両側の主要交差点の信号が両方とも赤になったとき、押しボタン式信号機の信号が赤になれば、主道路の信号がすべて赤になるので、その時の交通量は大幅に減少する。したがって、歩行者は物理的には横断可能になる。しかしながら、一般的に幹線道路には横断禁止の規制がかかっているため法律上は横断できない。

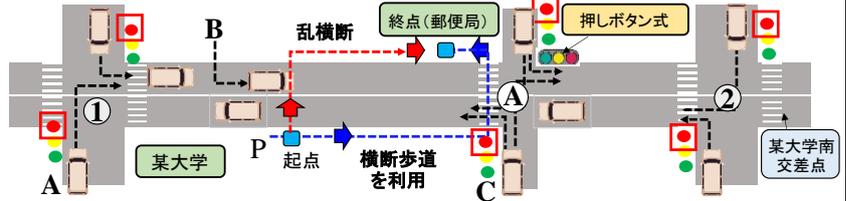


図-3 基本ネットワークの模式図

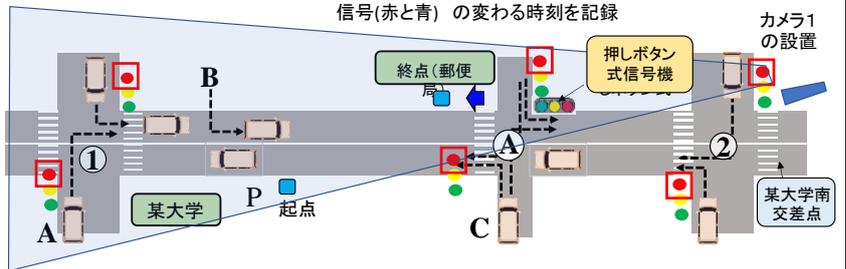


図-4 実験場所と実験方法

本研究は、現在活用されていないこの赤時間と車道部の使い方を工夫することによって歩行者のための安全な空間を確保し、全赤のときこの区間を走行する一部の車両が横断中の歩行者を脅かさないような対策を講じれば安全性はさらに向上する。また、全赤の残り時間(t)が高齢歩行者の横断時間(t_0)よりも長ければ車道部を横断することが可能である。全赤が発生する割合とその中に横断可能な全赤がどの程度含まれるかを調査するとともに、代表的な例について数値計算を実施し、両者を比較・検討することによって、本手法の有用性を検証する。最後に、両側の赤信号がずれている場合や赤時間を短縮したときの影響についても検討した。

2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

2.1 高齢歩行者に優しい横断環境改善のためのコンセプトとこれを支える分析手法

乱横断の発生に関わる問題を考える場合に、対象とする範囲をどこまで取ればよいか問題になる。そこで、まず交差点を主要な交差点と補助的な交差点(押しボタン式信号機)に区分することにした。一般の道路網は図-2 で示すように三つの基本ネットワーク(最も小さいネットワーク)の組合せで表現することができる。断面や単路部だけを対象にすると主要交差点を移動するケースを取り扱うことができないなどの問題が発生する。そこで、本研究では、交差点まで含めネットワークの中の最小のものを解析の最小単位(基本ネットワーク)として採用することにする。

(1) 基本ネットワークの導入

図-1 は道路網の骨格を構成する主要交差点とそれを補完する押しボタン式交差点からなる道路ネットワークの一部(主要交差点(①と②)と押しボタン式交差点(A))をモデル化したものである。図-2 に示すように、一般の道路ネットワークは基本ネットワークを組み合わせることによって表現することができる。したがって、基本ネットワークの情報や特性がわかれば全体のことを把握することができる。

(2) 本対策を実施したときの車両の流れと混雑の状況の推測

両側の主要交差点の間に押しボタン式信号機が1カ所に設置されている場合、三つの信号機の主道路の信号がすべて赤になれば、図-3の黒い破線で示すように信号交差点や沿道の店舗から主道路に流入した車両Aと車両Bは信号(A)が赤であるために青になるまで待たなければならない。車両Cも

信号①で停止して待たなくてはならない。このように、すべての信号機が全赤のとき、対象区間にいるドライバーは自分が適正だと思う速度で直前の押しボタン式信号機まで運転し停止することになる。図-3において、歩行者 P が起点に来たとき交差点①と②の主道路の信号が両方とも赤になったとする。もしこのとき、交差点②の主道路の信号を赤にすれば(横断用の信号は青)、交差点①から②までの全区間の信号はすべて赤になるので、自動車交通量が減少するので高齢歩行者が横断する機会は増加する。しかし、一般的には幹線道路には横断禁止の規制がかかっているため、車道部を横断することはできない。したがって、まず主道路の信号がすべて赤のとき(全赤と呼ぶ)、車道部の横断禁止を解除することが最も重要な要件になる。

本研究で提案している方法を採用した場合は、自分が適正だと思う速度で直前の押しボタン式信号機

まで運転して停止する。一方、従来の方法では、歩行者が押しボタンを押すか否かに依存し、歩行者がボタンを押せば主道路の信号が赤になるので全赤の場合と同じになる。しかし、歩行者がボタンを押さなければ主道路の押しボタン式の信号は青のまま変わらないので押しボタン信号を通過して速度が上がる。両者の違いは対象区間にいる車両が押しボタン式信号機④(本対策)の直前で停車するか、主要な交差点①か②で停車するかで交通量はほとんど変わらない。提案する手法を用いれば横断する周辺の車の速度を抑制することができる。全赤のときの車両の速度は次の信号機で停止しなければならないのでそれほど速くならないが、それでも高齢歩行者には危険であると考えられるので、より安全な交通環境を確保することが重要である。例えば、一律に車両の速度を適正速度(20 km/h)以下に制限することが考えられる。海外の事例では住居地区で実施されている面的な速度規制は効果を上げている。全赤のとき速度を上げてても次の信号で停車しなければならないので、急いでも意味がないことを一般のドライバーに丁寧に説明し、理解してもらえばより効果があがると推察される。

(3) 横断の可能性

全赤の残り時間(t)が横断に必要な時間(t₀)より長ければ、横断することはできる。しかし、高齢歩行者が横断に必要とする時間は、車道の幅員や路面の状態によっても変わるし、買い物籠を持っている場合と押し車を押している場合でも異なる。しかし、この分野の研究は少なく、参考になる明確な基準がなかったため、被験者 19 人(65~82 歳)を対象にして歩行速度に関する実験を実施した。この結果とサルペニアの診断基準とされている歩行速度 0.8m/secm を参考にして横断時間を 20 秒と仮定した。

【(注)被験者 19 人に車道幅員 16m の横断歩道の往復してもらったときの所要時間のヒストグラムを描き平均値 18.5 秒と 85%パーセンタイル 20.5 秒を算出した。最終的に両者を考慮して 85%タイルに近い 20 秒を採用】

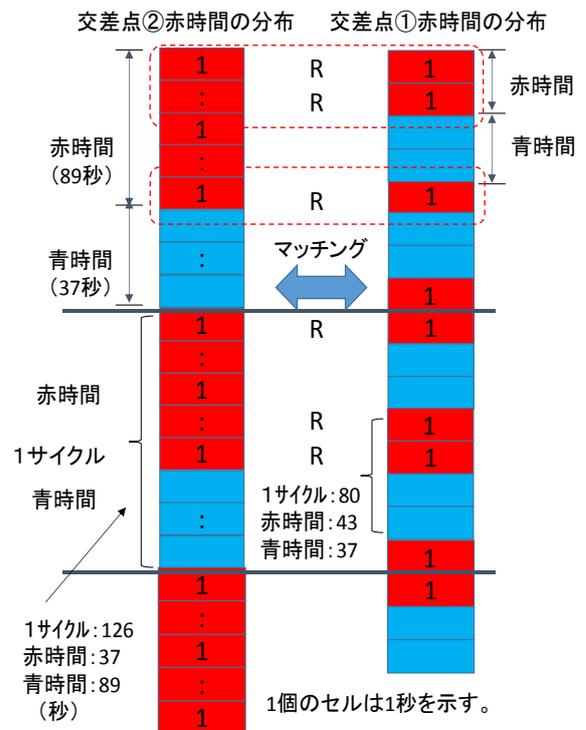


図-5 マッチングによる全サイクル長等

3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

3.1 実証実験の結果からマッチング(照合)による全赤時間の算定

全赤の時間は両方の信号が赤になってから、どちらかの信号が青になるまでの時間と言い換えること

もできる。

全赤の時間が横断するのに必要な時間より短ければ横断できないことになる。この全赤の時間をどのようにして求めるかが問題になる。本研究では、図-5 に示すように信号灯の色と時刻を

1秒ごとに照合(マッチング)する方法を用いた。時間軸を下向きに10時から12時まで2時間分取る(セルを確保する)。セル1個当たり1秒を表わすとすると7200セルを準備することになる。ビデオカメラの映像の信号灯が変わった時刻と信号の色を記録すればよい。図-6は青と赤に2分割にした場合を示している。ここでは青から赤に変わったとき1と入力し、逆に赤から青に変わったときブランクを入力した。この操作を10時から12時までの2時間(7200個)の映像を見ながら入力すれば図-5のような赤と青で表現した2組のマッチングリストができる。この二つのマッチングリストを照合(マッチング)し、同じ時刻のセルをチェックして、同時刻のセルが共に1の場合はR(赤)と表示される。このセルは全赤を示していることがわかる。これらの結果を長い方のサイクル長ごとに集計すれば全赤の時間とその分布形が得られる。2時間分で7200行のデータを扱うことになる。

もう一つの方法(マッチングⅡ)は交差点①と②

で得られた個別の値を使うかわりに平均値を用いる方法である。二つの交差点のサイクル長や赤時間等の平均値を求め、以下の条件でマッチングした結果を示したのが表-1の度数分布表で、それをグラフ化したのが図-7である。

【マッチングするための条件】

交差点①: 平均値(サイクル長:80秒、赤時間:43秒、青時間:37秒(黄時間3秒を含む))

交差点②: 平均値(サイクル長:126秒、赤時間:89秒、青時間:37秒)。

なお、図-6に示すように、信号が青から赤に変わる時に出る黄時間3秒は青時間に含めている。同様に、最初の黄時間を青時間に、右折専用信号とその後の黄信号は赤信号に含めることにし、赤と青の二分割にした。

3.2 実験結果の考察

(1)全赤時間の確保について

これらの図表からわかるように、すべてのサイクルで全赤の時間が横断可能時間'20(25秒以上)秒を超えていることから、本対策を実施できることが明らかになった。今回提案している対策を実施するため

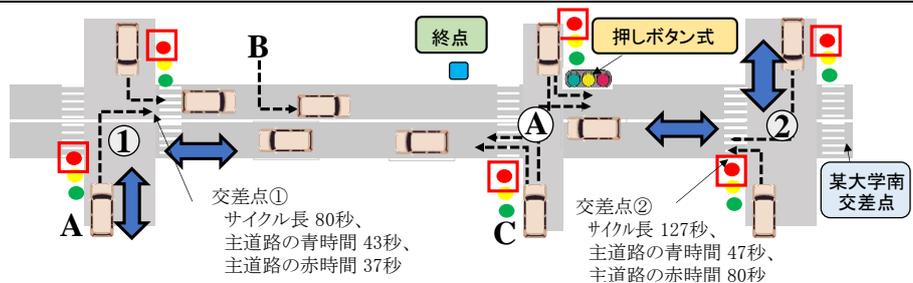


図-6 マッチングによる全赤時間の算定

表-1 全赤の区分と発生確率

全赤の時間(秒)	頻度	相対度数
~30	3	5.3
30~35	8	14.0
35~40	8	14.0
40~	38	66.7
長いサイクル長の回数	57 (回/2時間)	100.0 (%)

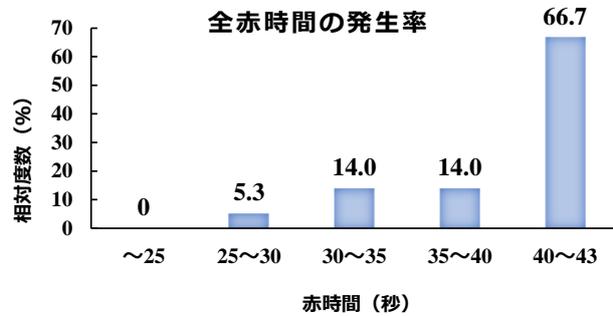


図-7 全赤時間の分布

には十分な全赤時間が必要になると推察される。このような場合でも、全赤が 30～40 秒を占める割合は全サイクル数の 94.7%である。40 秒以上の占める割合は 67%も高く、横断により多くの時間を配分することが可能である。

本研究で提案している対策は事例として用いた区間では有効であることがわかった。今後は、どのような道路区間に適用できるかを判別する方法の開発が必要である。

(2) 信号のスタート時のズレが全赤時間に与える影響

表-2 の列は二つの交差点の赤信号が同時にスタートしたとき、10 秒ずつずれたときの影響を、行は赤時間の量を表わしている。信号交差点①と②の信号が同時に赤になったときは、全サイクルで 40 秒以上の全赤の時間を確保できる。しかし、20 秒遅れると 20～30 秒を 50%、40 秒以上を 50% 占めることになり、高齢歩行者の安全性から見れば同時スタートの方が望ましいことがわかる。赤時間を減らすことは歩行者の横断に多大な影響を及ぼすことがわかっていたが、表-2 で赤時間が 80 秒から 60 秒に低下したとき、すべてのケースで全赤の時間を確保できる時間が減少していることが明らかになった。同時スタートの場合は 4 サイクルのすべてで 40 秒確保できていたのに、赤時間が 20 秒になると全赤時間の半分は 40 秒で、残りの 50%は 20 秒になることがわかる。このことから、赤時間は全赤に大きな影響を与えることが分かった。

(3) 本対策を適用しやすい道路区間について

交差点を構成する主道路と従道路の交通量に大きな差がある場合、バイパス等のような交通量が多い主道路は大量の交通を流すために、多くの青時間を必要とする。一方、従道路に割り当てられる青時間は相対的に少なくなり、赤時間が増えるので全赤の時間を確保しやすくなる。対象区間の交差点②は交通量の多い国道 208 号線(通称南部バイパスと呼ばれている)上にあるので、交差点②の青時間は主道路に多く割り当てられている(主道路(バイパス)に 80 秒、従道路には 40 秒)。そこで、両側の主要交差点の信号が赤になったとき中間にある押しボタン式の信号を全て赤に変えることによって車道部の全部あるいは一部を歩行者空間に変えることが可能である。

主道路に関しては赤時間が少なく、全赤の時間を十分確保できないことがわかる。このように極端に交通量の多い道路については、本対策は有効に機能しないと推察される。

表-2 ズレや赤時間が全赤に及ぼす影響

赤時間	全赤の時間(秒)	ずれ			
		0	10	20	30
サイクル長 120秒 赤時間 80秒	0～10	0	0	0	0
	10～20	0	0	0	0
	20～30	0	0	50	0
	30～40	0	50	0	50
	40以上	100	50	50	50
サイクル長 120秒 赤時間 60秒	0～10	0	0	0	0
	10～20	0	50	0	0
	20～30	50	0	50	0
	30～40	0	0	0	50
	40以上	50	50	50	50
サイクル長 120秒 赤時間 40秒	0～10	50	0	0	0
	10～20	0	50	0	0
	20～30	0	0	100	50
	30～40	0	50	0	50
	40以上	50	0	0	0

4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究は概ね上手くいったと評価できるが、次のような課題が残されている。

- (1) 表-1 や図-7 から明らかなように、すべてのサイクルで全赤の時間が横断可能時間¹⁾20 秒を超えていることから、本対策は事例と同様の条件が揃えば適用できることが明らかになった。本事例と条件が違う所でうまく行くかを判断する基準を求めておく必要がある。
- (2) 歩行者の安全性を向上させる対策は、一般的に自動車にマイナスに作用する。すなわち、車が使にくくなるので反対に遭いやすい。しかし、ここで提案する方法は既存の施設の有効利用や交通ル

ールを変更だから、容易に合意形成が図れるはずで。

- (3) 対策を実施しても車の混雑等にはほとんど影響しないので受け入れられやすい。歩行者と自転車および自動車が錯綜している区間で実証実験を実施すれば貴重なデータが得られると思われる。
- (4) 信号の待ち時間と横断歩道までの距離は、乱横断をするか否かを決定する重要な変数である。押しボタン式信号のボタンを押してから信号が変わるまでの時間(待ち時間)の影響を評価するためには現行の6秒から30, 60秒に変更して同様の調査をすればよいが、警察の協力が得られにくい。

最後に研究助成金を頂いたことで、研究が大きく進展したことに對して衷心より感謝を申し上げます。また、提出が遅れたことに對して深くお詫び申し上げます。