

歩車分離式信号の効果に関する研究

A Study on the Effect of the Signal Indication Method allocating Pedestrian Traffic and Vehicles Traffic at the Intersection

指導教授 高田 邦道

M3002 阿部 浩幸

1. 研究の背景と目的

歩行者の安全性を確保する方法としては、物理的に通行権を分離（立体交差施設を設置）する方法と、通行権を時間的に分離（信号制御）する方法の2通りがある。後者の方法は、立体交差施設より安価に導入できることから、歩車分離式信号として平成13年度に全国100カ所の交差点で試験運用が行われた。その結果、歩行者等の事故が導入前より約7割減少したことなどから、平成14年度から約5年間に全国でさらに約1,500~2,000カ所を整備するとしている。

しかし、導入にあたっては、車両側に渋滞が発生しやすいことや、歩行者と自動車相互の信号待ちが長くなることによる信号無視を助長するなど、マイナス効果も懸念されるが、これについての十分な分析は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、全ての形状の交差点に導入可能な現示方式である「歩行者専用現示方式」に焦点をあて、導入前後の実測調査により効果を把握するとともに、歩車分離式信号導入基準作成のための考察を行った。

2. 歩車分離式信号の概要と既往知見の整理

歩車分離式信号とは、「車両と歩行者の通行権が完全あるいは一部分離され、各々が信号を守って通行すれば、両者の錯綜発生はない信号制御」である。方式別分類は図1に示すとおりである。

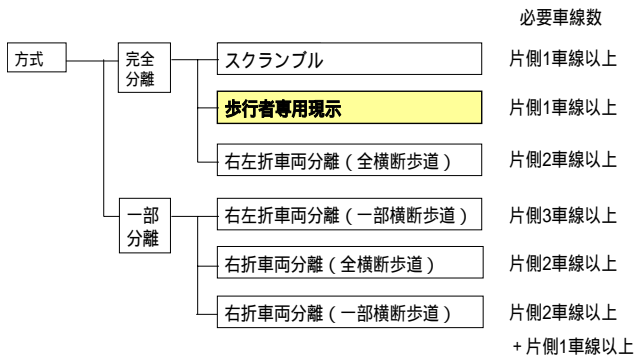


図1 歩車分離式信号の方式別分類

既往の知見として、佐々木ら¹⁾は習志野台交番前（千葉県）を事例として押しボタン式の歩車分離式信号の

導入評価を、歩行者とドライバーへのアンケート調査により試行している。齊藤ら²⁾は、スクランブル方式、右左折車両分離方式の2種類について車両と歩行者の錯綜評価を行っている。吉田ら³⁾は、幹線路への右左折車両分離方式（一部横断歩道）の導入評価を、車両と歩行者の錯綜と歩行者の待ち時間について行っている。これら研究では、歩車分離式信号導入による車両と歩行者の錯綜低減と、交通容量・平均遅れ時間を評価しているにとどまっている。

3. 歩車分離式信号導入の意義と課題

歩車分離式信号導入の意義と課題は、表1のようにまとめられる。

表1 歩車分離式信号導入の意義・課題

区分	意義	課題
<車両側> 車両 歩行者	動線分離 安全確保	・車両と歩行者の錯綜低減 ・飽和交通流率と可能交通容量の変化 ・自動車の遅れ時間とサービス水準
<歩行者側> 車両 歩行者	動線分離 安全確保	・車両と歩行者の錯綜低減 ・歩行者の待ち時間増加 ・待ち時間増加による信号無視の発生 ・斜め横断の発生 ・歩行者の利用意識の変化 ・自転車と歩行者の錯綜

4. 調査の概要

前節で示した課題についてビデオカメラを用い交通流、信号無視、錯綜の状況調査を実施した。調査対象とした交差点は、片側1車線の非幹線道路の代表例として草加交差点（埼玉県）、片側2~3車線の幹線道路の代表例として船橋交差点（千葉県）とした。

草加交差点は、東武伊勢崎線草加駅から100mほど離れた県道と市道の交差する信号交差点であり、その形状を図2に、事前と事後の信号現示を図3に示す。

草加交差点の調査時間帯は、導入前・導入後とも午前10時から12時の2時間として行った。図3の信号現示により、事前と事前のサイクル長が70秒で事後が90秒に変化している。スプリットは事前が主道路55%、従道路45%から、事後が主道路40%、従道路30%となっている。

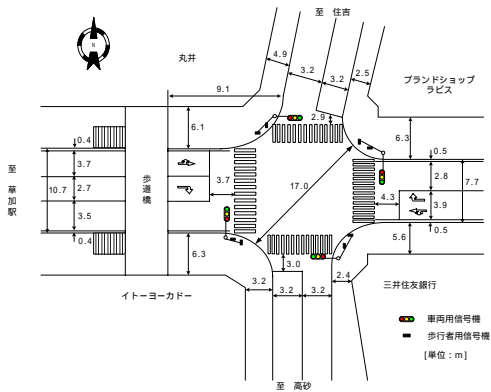


図2 草加交差点

	事前		事後		
	1 至住吉	2 至中央	1 至住吉	2 至高砂	3 至高砂
青時間	32秒 (歩行者:22秒)	26秒 (歩行者:23秒)	30秒	23秒	23秒
スプリット	55% (歩行者:38%)	45% (歩行者:40%)	40%	30%	30%
サイクル長	70秒		90秒		

図3 草加交差点の事前・事後の信号現示

船橋交差点は、JR船橋駅から190mほど離れた県道と市道の交差する信号交差点であり、その形状を図4に、事前と事後の信号現示を図5に示す。

船橋交差点の調査した時間帯は、導入前・導入後とも午前10時から12時の2時間とした。図5の信号現示から、事前・事後ともサイクル長が120秒である。スプリットは、事前が主道路70%、従道路30%から、事後が主道路50%、従道路20%となっている。

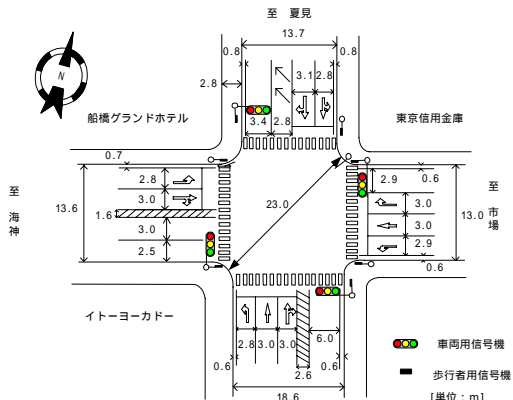


図4 船橋交差点

	事前		事後		
	1 至夏見	2 至船橋	1 至夏見	2 至市場	3 至高砂
青時間	77秒 (歩行者:64秒)	33秒 (歩行者:27秒)	54秒	22秒	32秒
スプリット	70% (歩行者:58%)	30% (歩行者:25%)	50%	20%	30%
サイクル長	120秒		120秒		

図5 船橋交差点の事前・事後の信号現示

5. 解析

(1) 車両と歩行者の錯綜の低減

図6は草加交差点、図7は船橋交差点の自動車対歩行者の錯綜を示したものである。自動車と歩行者の錯綜は、草加・船橋両者とも約9割強減少した。歩車分離式信号導入後も錯綜が生じているのは、信号無視による影響である。

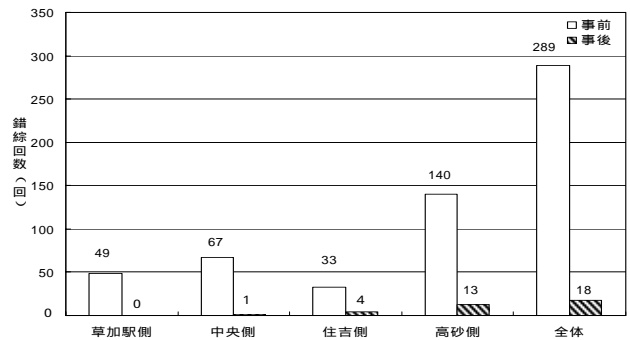


図6 草加交差点 自動車対歩行者の錯綜

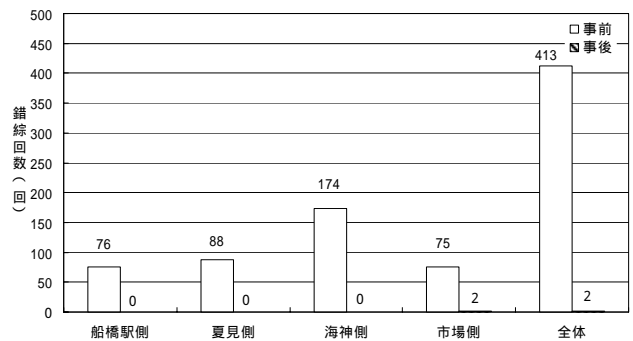


図7 船橋交差点 自動車対歩行者の錯綜

船橋交差点では、車両青現示で捌き切れず交差点内に取り残された車両が、次の歩行者青現示で歩行者との錯綜することが確認できた。これは比較的大きい交差点で新たな錯綜の発生する危険性を示しており、クリアランス時間の適正化が重要である。

(2) 歩行者の待ち時間増加

歩行者専用現示方式にすることにより歩行者の待ち時間が増加した。草加交差点は、サイクル長が70秒から90秒に延長され、歩行者へ割り当てられる青時間の比率は、約40%から30%に減少した。そのため、平均待ち時間は16秒から25秒に増加した。船橋交差点は、主道路で55%あったスプリットが導入後30%となった。そのため、平均待ち時間が14秒から32秒に増加した。

(3) 待ち時間増加による信号無視の発生状況

表2に草加交差点と表3に船橋交差点の信号無視率を示す。草加交差点では、歩車分離式信号導入後、信号無視率が交差点全体で約3倍増加した。船橋交差点

は、導入前は信号無視の発生はなかったが、導入後信号無視が発生している。

表2 草加交差点の信号無視率

地点	事前		事後	
	信号無視率(%)	信号無視者数	信号無視率(%)	信号無視者数
草加駅側	0.8	3(364)	7.4	12(163)
中央側	0.9	2(212)	4.7	4(85)
住吉側	7.4	15(204)	19.6	32(163)
高砂側	4.0	20(495)	8.5	41(480)
斜め			0	0(132)
全体	3.1	40(1275)	8.7	89(1023)

()内数値:サンプル数

表3 船橋交差の信号無視率

地点	事前		事後	
	信号無視率(%)	信号無視者数	信号無視率(%)	信号無視者数
船橋駅側	0	0(215)	0	0(210)
夏見側	0	0(102)	0	0(77)
海神側	0	0(496)	0.2	1(471)
市場側	0	0(381)	2.3	9(388)
斜め			0	0(208)
全体	0	0(1194)	0.7	10(1354)

()内数値:サンプル数

(4) 斜め横断

事前は確認されなかった斜め横断は、事後草加交差点で、180件(約14%)、船橋交差点で、312件(約16%)発生した。平均的な歩行速度は1m/秒であり、草加交差点では17秒以上必要なのに対して、23秒、船橋交差点では23秒必要なのに対して32秒と共に斜め横断に必要な秒数以上、歩行者用青時間が確保されていることも影響している。

(5) 飽和交通流率と可能交通容量の変化

表4に草加交差点の飽和交通流率と可能交通容量を示す。飽和交通流率は、総じて上昇傾向が伺える。しかし、可能交通容量は、スプリットが減少したため、交差点全体の可能交通容量は、約1割減少した。

表4 草加飽和交通流率と可能交通容量

	事前				事後			
	草加駅側	中央側	住吉側	高砂側	草加駅側	中央側	住吉側	高砂側
右折率(%)		7.2	10.2	51.7		9.7	6.1	54.3
左折率(%)	29.8	68.9	40.2	16.2	24.4	62.7	44.7	12.9
飽和交通流率(PCU/青1時間)	1,131	850	990	901	1,319	1,354	1,239	1,080
可能交通容量(PCU/時)	517	388	368	334	439	451	316	276
全可能交通容量(PCU/時)	1,607				1,482			
サンプル数(台)	82	265	125	126	123	308	114	70

表5に船橋交差点の飽和交通流率と可能交通容量を示す。飽和交通流率は、歩行者との錯綜が無くなったことから、右左折車線の飽和交通流率が増加する傾向が確認できた。特に市場側から船橋駅側に左折する車線の飽和交通流率が約2倍となった。また、左折車線では、可能交通容量が約2割から3割増加することも確認できた。しかし、スプリットが減少した

ため交差点全体の可能交通容量は、約2割減少した。

表5 船橋交差点の飽和交通流率と可能交通容量

車線	事前		事後	
	右直	左直	右直	左直
右折率(%)	74.5		91.2	40.3
左折率(%)		15.3		
飽和交通流率(PCU/青1時間)	740	1,266	1,444	579
可能交通容量(PCU/時)	474	812	397	159
全可能交通容量(PCU/時)	3,538			
サンプル数(台)	444	112	243	51
右折率(%)	73.3		84.3	36.2
左折率(%)		13.9		
飽和交通流率(PCU/青1時間)	920	1,297	1,381	1,133
可能交通容量(PCU/時)	414	583	253	207
全可能交通容量(PCU/時)	2,891			
サンプル数(台)	496	161	201	55

注:待ち台数が少なかったため、算出できなかった

(6) 自動車の遅れ時間とサービス水準

表6に草加交差点の遅れ時間とサービス水準を示す。平均遅れ時間は、遅れ時間が10秒程度増加したものの1回の停止で捌けるレベルである。

表6 草加遅れ時間とサービス水準

車線	事前		事後	
	平均遅れ(秒)	サービス	平均遅れ(秒)	サービス
草加駅側	10.1	B	21.2	C
中央側	13.7	B	23.4	C
住吉側	14.2	B	24.8	C
高砂側	13.9	B	24.8	C

表7に船橋交差点の遅れ時間とサービス水準を示す。平均遅れ時間は、5秒から10秒程度増加した。サービス水準が悪化し、多くの車両が停止する状態である。

表7 船橋遅れ時間とサービス水準

流入方向	車線	区分	事前		事後	
			平均遅れ(秒)	サービス	平均遅れ(秒)	サービス
夏見		右直	19.7	C	27.5	C
		直左	7.5	A	18.6	C
市場		右				
		直	35.3	D	41.4	D
船橋駅		直	35.5	D	40.0	D
		右直	8.1	A	20.3	C
海神		直	8.3	A	20.3	C
		左				
海神		右直	34.2	B	42.5	D
		左	35.3	D	42.2	D

(7) 歩行者の利用意識

表8に草加交差点の利用者意識を、表9に船橋交差点の利用者意識を示す。交差点の大小に関係なく、歩車分離導入後、利用者意識のヒアリング調査を実施した結果、導入後安心して渡れるようになったといった意見が半数近くある反面、自転車が邪魔もしくは危険と感じると回答した者が多くなった、やや多くなったと合わせ、約6割もいることが判明した。また、待ち時間についても約3割が長くなったと感じていることが判った。歩車分離式信号に変わり、自転車が斜めに横断することから、自転車が邪魔になったと感じる歩行者が、約1割強もいることが判った。歩行者待ち時

間表示がなく、経験でしか歩行者青現示のタイミングが判らないことから、いつ青現示になるか判らないと回答した者が約1割強存在する。

表8 草加交差点の利用者意識

	必ず意識する	やや意識する	あまり意識しない	全く意識しない	わからない
横断中に車を意識して横断する	12.0%	17.4%	40.2%	30.4%	-
自転車が多くなると危険を感じる	30.9%	30.9%	22.7%	14.4%	1.0%
歩車分離が変わってどう感じるか	46.6%	16.1%	26.3%	9.3%	11.9%

表9 船橋交差点の利用者意識

	必ず意識する	やや意識する	あまり意識しない	全く意識しない	わからない
横断中に車を意識して横断する	15.7%	20.6%	37.3%	26.5%	-
自転車が多くなると危険を感じる	32.4%	32.4%	14.7%	12.7%	7.8%
歩車分離が変わってどう感じるか	49.2%	16.1%	28.8%	11.9%	0.8%

(8) 草加交差点と船橋交差点の比較

草加交差点と船橋交差点の各調査解析項目の比較を表10に示す。車両と歩行者の錯綜は、両交差点とも約9割減少した。歩行者の待ち時間は、船橋交差点の方が長くなる。待ち時間増加による信号無視は、草加交差点の方が横断に要する時間が短く、信号無視率が高い傾向が確認できた。斜め横断、飽和交通流率、可能交通容量、平均遅れ時間については、両者にほとんど差は見られなかった。

表10 草加交差点と船橋交差点の比較

	草加交差点	船橋交差点
車両と歩行者の錯綜	93.8%減少	99.5%減少
歩行者の待ち時間	1.5倍	2.3倍
信号無視の発生状況	8.7%	0.7%
斜め横断の発生状況	12%	16%
飽和交通流率	増加	増加
可能交通容量	左折率高いほど増加	左折率高いほど増加
平均遅れ時間	約10秒 (約10秒悪化)	約10秒～約30秒 (約10秒悪化)
サービス水準	約20秒 B C	約20秒～約40秒 A～D C～D

6. 歩車分離式信号導入基準作成のための考察

以上の歩車分離式信号が導入されている2カ所について、交通現象を解析した。その結果、3節で述べたメリット・デメリットいずれも確認された。このことは、総合的視点から導入判断が必要であることを示すものである。すなわち、安全性とともに円滑性の確保ならびに利用者の信号遵守性をも考慮した総合的指標の作成が必要となる。

総合的指標は、次の3項目から構成される。

- ・車両と歩行者の遅れ時間増加による経済損失 (待ち時間の増加のイラダチ)

- ・交通事故削減による効果 (利用者の安心感の担保)
- ・可能交通容量低下とサービス水準の確保 (円滑な交通秩序の担保)

7. 結論と今後の課題

錯綜は、歩車分離式信号の導入により大幅に減少することが確認できた。また、ヒアリング調査の結果からも横断中車をあまり意識しないと全く意識しないとといった回答者が、6割強もあり安全性が向上した。

歩行者の平均待ち時間は、サイクル長に比例して長くなるため、信号無視が増加する傾向がみられた。地域的な特異性といったことも考えられることから、調査地点を増やし更なる確認を行ってゆく必要がある。

左折率の高い流入路では飽和交通流率が1.2倍～2倍度向上することから、スプリットの配分によっては、事後可能交通容量の増加が可能である。

遅れ時間についての増加傾向が確認できた。遅れ時間の増加によりサービス水準が低下することから、既に渋滞が発生している地点に歩車分離式信号を導入すると過飽和の状態となり、生活道路へ迂回する車両が増加するなどの懸念もあり、総合的指標の作成を経て歩車分離式信号の導入基準の作成が望まれる。

謝辞

本研究を進めるにあたり細部にわたり直接ご指導いただいた安井一彦専任講師、日本大学総合科学研究所 森田紳之教授には深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐々木克志, 浅野光行: 歩車分離式信号に関する研究, 第22回交通工学研究発表論文報告集, pp.41-44 2002年10月.
- 2) 齋藤豊, 安井一彦: 歩車分離信号導入による効果と課題に関する研究, 第23回交通工学研究発表論文報告集, pp.61-64, 2003年10月.
- 3) 吉田長裕, 日野泰雄, 澤田康夫, 上野精順: 歩車分離信号の導入評価と効果的運用方法に関する研究, 第23回交通工学研究発表論文報告集, pp.65-68 2003年10月.
- 4) (財)日本交通管理技術協会: 歩車分離制御に関する研究 報告書, 平成14年9月.
- 5) 鹿田成則: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000, 信号交差点 - 基本的方法論 -, 交通工学第37巻4号 pp.82-90, 交通工学研究会.