

細街路の交差点における走行空間整備について（センサーライト整備事業）

1 背景及び目的

平成30年度に実施した「第2次ちがさき自転車プラン」の中間評価において、自転車の走行空間整備の分野が計画どおりに進捗していないことが明らかとなりました。

幹線道路については、「茅ヶ崎市幹線道路維持保全計画（自転車ネットワーク計画）」に基づき、引き続き走行空間整備を進めておりますが、一方で、狭隘道路が多いという本市の道路事情や、交差点での自転車事故は、事故全体のうち多くの割合を占めていることから、本事業では、細街路の交差点における走行空間の向上につながる整備手法を考案し、走行空間整備の推進を図ることを目的とします。

2 今までの経緯

令和元年度 第2次ちがさき自転車プラン推進業務委託により、茅ヶ崎市内の自転車事故データの分析を行い、細街路の交差点での走行環境を向上させるための整備手法の検討を行いました。以下に結果の概要を示します。

（1）事故データ分析

平成26～30年の茅ヶ崎市内の自転車関連事故データを取りまとめ、分析を行いました。以下に事故データの主な分析結果を示します。（令和元年度ちがさき自転車プラン推進委員会報告資料より抜粋）

1) 発生箇所

- ・市内の自転車関連事故の7割が交差点で発生している。
- ・事故発生交差点のうち、「幹線－細街路」の交差点が4割、「細街路－細街路」の交差点が3割であり、全体の7割が細街路の関係する交差点である。

2) 手段

- ・自転車と自動車の事故が全体の8割を占めている。

3) 事故類型

- ・事故類型は、「出会い頭」が35%と最も多く、「右折時」が続く。

4) 地区別の傾向

- ・鶴嶺東地区が129件/5年と最も多く、茅ヶ崎地区、松林地区、松浪地区、茅ヶ崎南地区が続く。

5) 時間帯別傾向

- ・自転車事故は8時台、17時台と朝の通勤・通学時間帯、夕方の帰宅時間帯にピークがみられる。
- ・交差点における死亡・重傷事故は「日没後 日の出前」の割合がやや高い傾向にある。

6) 年代

- ・自転車が第1当事者となる事故では、19歳以下の若年層の割合が大きい傾向にある。

(2) 細街路の交差点の走行空間を向上させるための整備手法について

事故データ分析結果により、市内の自転車関連事故の7割が交差点で発生しており、かつ、そのうち7割が細街路に絡んだ事故であることが明らかとなりました。また、交差点における死亡・重傷事故は「日没後 日の出前」の割合がやや高い傾向となり、夜間の事故の危険性が示唆される結果となりました。

このことを踏まえ、自転車利用者等に細街路交差点を通行する際の注意喚起を図るため、従来のカーブミラーや標識版などの静的な対策に加え、交差点進入時にその都度注意喚起を行うような、動的な対策であること、また、市内交差点に広く展開できるように、比較的簡易な手法であることを考慮し、人感センサーライトを活用した動的な注意喚起を行う手法を考案し、効果の検証を行いました。

図1に令和元年度に実施した、センサーライト設置による社会実験の概要を示します。実験箇所は、事故発生件数や交通量を考慮して市立病院西側交差点とし、交差点内のカーブミラー及び単管パイプ到人感センサーライトを添架することにより、通行自転車等に対して注意喚起を図りました。交差点内の状況はビデオカメラ調査等により検証し、その効果について、近隣住民にアンケート及びヒアリング調査を実施しました。



図1 センサーライト設置による社会実験の概要について(令和元年度実施)

下記に、主な検証結果と課題を示します。(結果と課題については、令和元年度ちがさき自転車プラン推進委員会報告資料より抜粋)

- ・人感センサーライト設置後、自転車や自動車の速度が低下する傾向がみられ、自転車は注意率が上がる傾向がみられた。
- ・アンケートやヒアリングの結果、センサーライトによる注意喚起は多くの回答者が「対象交差点通過時に注意するようになった」「事故抑制対策につながる」「継続した方が良い」と回答している。

また、効果検証にあたり以下の課題が確認されました。

- 1) 自転車の通過速度によっては感知しないことがあった。また、センサーの感知位置について適切な位置に調整して行く必要がある。
- 2) 交差点内で注意を促す照射方法（照射範囲、光色）を検討していく必要がある。また、事故件数は通勤、通学時間帯が多いため、昼間でも効果を発揮できる製品とする必要がある。
- 3) ソーラーパネルで発電しているため、電力不足が懸念される。
- 4) 設置箇所がカーブミラーのみでは、設置可能箇所が限られてくるため、汎用性のある設置方法を検討していく必要がある。

3 人感センサーライトの課題改善に係る報告について

令和3年度は、「令和元年度 第2次ちがさき自転車プラン推進業務委託」であげられた上記の課題4点について、社会実験に用いた人感センサーライトの製造業者である朝日電器株式会社にご協力を頂き、社会実験で使用した人感センサーライトを改善していくための検討を行いました。

(1) 人感センサーライトのセンサー範囲の検証及び設置位置についての検討

人感センサーライトのセンサー範囲に関する検証実験を実施しました。

1) 試験日時

令和3年5月31日 午前10時～11時

2) センサーライト設置条件

ライト本体は道路と平行に設置、レンズ方向は(A)右に10°回転、(B)左に10°回転し、2つのケースにより試験を実施しました。

3) 温度条件（センサー検知対象温度）

歩行者：頭髪、顔、手等、平均30℃程度
自転車：ハンドル部分26℃、タイヤ41℃
背景：石畳43℃

4) 速度条件

- ①歩行者 4 km/h、②自転車 7 km/h、
- ③自転車 10 km/h、④自転車 13 km/h
- ⑤自転車 16 km/h、⑥自転車 19 km/h

5) 検証方法

取付点から1m刻みで道路と平行に自転車等で走行して、センサーが検知した時の取付ラインからの距離を計測しました。写真1にセンサー範囲検証実験の実験状況を示します。

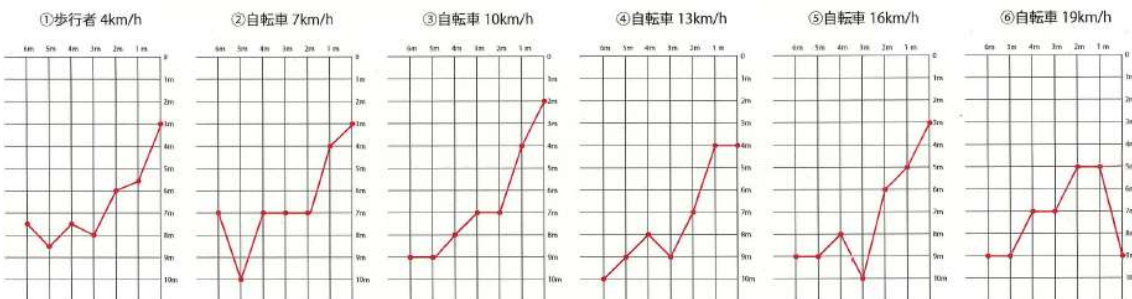


写真1 センサー範囲検証実験

6) 実験結果

図2に各条件下におけるセンサー作動範囲を示します。縦軸に進行方向の距離、横軸に進行方向に対する直角方向の距離を示しますが、これによると(A)、(B)のセンサーの傾き条件によって、反応範囲に大きな違いは見られず、類似した傾向を示していることが分かります。一方、進行方向に対する直角方向の距離が、センサーライトの設置位置から離れていくとセンサーの反応距離が伸びていき、最大で10m程度手前から感知していることが分かります。これはセンサーの範囲が楕円形になっているためと考えられ、道路の左側を通行する自転車を最も効率的に捉えるためには、対角にセンサーを設置することが有効であると考えられます。平均的な速さの自転車が10m進むのに約2.5秒程度の時間を要するため、減速する時間を確保できること、速度については19km/hでも反応できていることから、自転車通行による注意啓発を行うための性能として妥当であると考えられます。

(A) センサーレンズ方向を右に10°回転



(B) センサーレンズ方向を左に10°回転

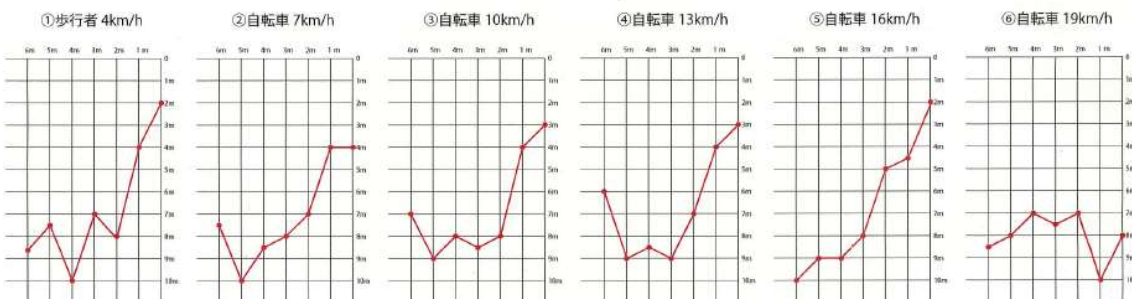


図2 各条件下におけるセンサー作動範囲

(2) 交差点内で注意を促す照射方法（照射範囲、光色）の検討について

令和元年度の社会実験の際には、交差点内を白色灯で照射することにより、交差点への進入者、他方向の車両への注意喚起及び、交差点進入者の走行性の向上を図りました。

しかしながら、この構造では日中の注意喚起が十分でないことから、追加でそれぞれの直進方向に着色灯を点滅させることにより、注意喚起を図れる形を考案しました。

図3に着色灯イメージを示します。ライト部分に着色された拡散パネルを装着し、点滅設定を行うことにより日中でも、各方向の進入者へ注意喚起を行うことが可能となります。



図3 着色灯イメージ

図4に着色灯を用いた交差点内における人感センサーライトの配置計画を示します。この配置は交差点の4点にセンサーライトを2基ずつ設置可能であることが条件となりますが、いずれの方向から自転車等の進入があった場合でも、交差点内への白色灯照射と、着色灯の点滅により、注意啓発を行うことが可能となります。

センサーライトの設置は、その交差点ごとに設置条件が異なるため、現場条件を考慮し、柔軟に対応していくことが必要と考えます。

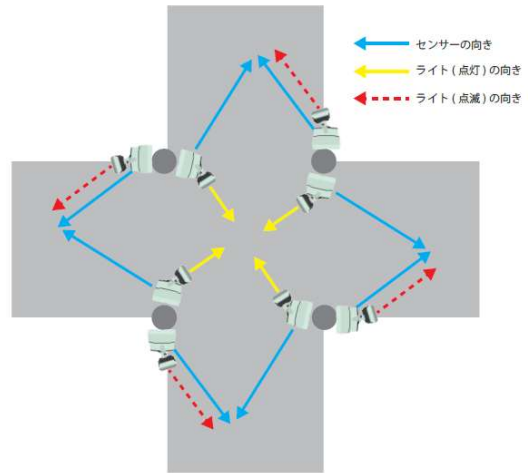


図4 着色灯を用いた交差点内における人感センサーライトの配置計画

(3) 人感センサーライトの電池容量の検討について

本人感センサーライトはソーラーパネル式を採用しているため、電源を必要としない代わりに、日照時間やバッテリー容量を考慮する必要があります。また、令和元年度の社会実験時には、2灯式ライト(標準ソーラーパネル型)を採用していたこともあり、深夜帯には照度が低下するなどの事態が確認されました。そこで、ライトの灯数の検討や、季節や天気を考慮したの電池残量の変化について推計し、効率的に交差点内を照射できるモデルの検討を行いました。

1) 人感センサーライトの灯数の検討について

2灯式を採用することにより、交差点をより明るく照射できることはメリットとなりますが、一方で電池の消費が激しいため、継続して使用するためには、電力が大き過ぎたと考えられます。ソーラーパネルを著しく大きいものに取り換えることも考えられますが、風の影響を強く受けるため落下の危険性があり、現実的ではありません。そこで、1灯式にした場合の光量がどの程度のものとなるのか、検証を行いました。



日本工業規格 (JIS Z 9111-1988)

表3 歩行者に対する道路照明の基準

夜間の歩行者交通量	地 域	照度 (lx)	
		水平面照度	鉛直面照度
交通量の多い道路	住宅地域	6	1
	商業地域	20	4
交通量の少ない道路	住宅地域	3	0.5
	商業地域	10	2

備考 1. 水平面照度は、歩道の路面上の平均照度
2. 鉛直面照度は、歩道の中心線上で路面上から1.5 mの高さの道路軸に対して垂直な鉛直面上の最小照度

照度分布

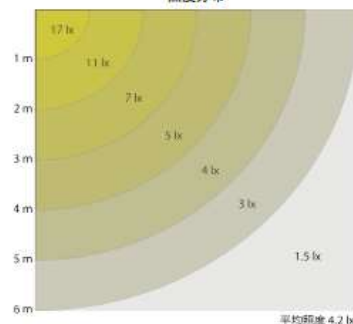


図5 1灯式ライトの照度計測結果

図5に1灯式ライトの照度計測結果を示します。取付高2.5mの柱に人感センサーライトを添架し、ライト角度は40°として夜間帯に計測を行いました。その結果、半径6mの範囲で3lxを上回る結果となり、平均照度は4.2lxとなりました。日本工業規格(JIS Z9111-1988)によれば、歩行者に対する道路照明の基準は、交通量の少ない住宅地域で3lx程度と規定されており、半径6mの範囲において、この規格と同等以上の光度を確保できている結果となりました。細街路の幅員は6m以下の場合がほとんどであるため、1灯式ライトであっても一定の注意喚起が可能であると考えられます。以上より設置する人感センサーライトは1灯式にて検討を行うものとししました。

2) 人感センサーライトの電池容量の検討について

季節や天気を考慮した電力量の収支を踏まえ、人感センサーライトの電池容量の検討を行いました。検討条件を以下に示します。

①点灯時間

- ・交差点の通過時間を考慮して10秒とした。

②ソーラーパネル充電の電流想定

- ・充電量は令和3年度の実計測データを元に、季節ごとに類推した。
- ・充電可能時間については実績値を考慮し、夏季は12時間、春季、秋季は11時間、冬季は9時間を基本とした。
- ・ソーラーパネルは、南中方向45°に設定した。
- ・充電電池残量は中間の900mAhとした。
- ・充電効率は85%とした。

③交通量想定

- ・令和元年度第2次ちがさき自転車プラン推進業務委託の交通量調査結果を使用し、各時間帯の通行量を想定した。

④点灯時間帯想定

- ・点灯時間については実績値を考慮し、夏季は9時間、春季、秋季は11時間、冬季は14時間を基本とした。また、10秒点灯時の消費電力は2.0mAとした。

●ソーラーパネル標準 単位: mAh

			開始	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	
10秒点灯 (夜間のみ)	夏	晴れ	充電電池残量	1,800	1,580	1,580	1,580	1,580	1,580
			放電量/日		240	240	240	240	240
			充電量/日		714	714	714	714	714
			充電・放電差		474	474	474	474	474
	夏	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,580	1,485	1,389	1,294	1,198
			放電量/日		240	240	240	240	240
			充電量/日		145	145	145	145	145
			充電・放電差		-96	-96	-96	-96	-96
	春・秋	晴れ	充電電池残量	1,800	1,489	1,489	1,489	1,489	1,489
			放電量/日		340	340	340	340	340
			充電量/日		621	621	621	621	621
			充電・放電差		281	281	281	281	281
	春・秋	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,480	1,268	1,055	843	630
			放電量/日		340	340	340	340	340
			充電量/日		128	128	128	128	128
			充電・放電差		-213	-213	-213	-213	-213
	冬	晴れ	充電電池残量	1,800	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380
			放電量/日		480	480	480	480	480
			充電量/日		527	527	527	527	527
			充電・放電差		47	47	47	47	47
冬	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,380	1,002	624	246	-132	
		放電量/日		480	480	480	480	480	
		充電量/日		102	102	102	102	102	
		充電・放電差		-378	-378	-378	-378	-378	

●ソーラーパネル 大 (標準サイズと比較して40%発電能力アップ) 単位: mAh

			開始	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	
10秒点灯 (夜間のみ)	夏	晴れ	充電電池残量	1,800	1,580	1,580	1,580	1,580	1,580
			放電量/日		240	240	240	240	240
			充電量/日		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
			充電・放電差		760	760	760	760	760
	夏	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,580	1,542	1,505	1,467	1,429
			放電量/日		240	240	240	240	240
			充電量/日		202	202	202	202	202
			充電・放電差		-38	-38	-38	-38	-38
	春・秋	晴れ	充電電池残量	1,800	1,492	1,492	1,492	1,492	1,492
			放電量/日		340	340	340	340	340
			充電量/日		869	869	869	869	869
			充電・放電差		529	529	529	529	529
	春・秋	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,480	1,319	1,157	995	834
			放電量/日		340	340	340	340	340
			充電量/日		179	179	179	179	179
			充電・放電差		-162	-162	-162	-162	-162
	冬	晴れ	充電電池残量	1,800	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380
			放電量/日		480	480	480	480	480
			充電量/日		738	738	738	738	738
			充電・放電差		258	258	258	258	258
冬	くもり・雨	充電電池残量	1,800	1,380	1,043	706	368	31	
		放電量/日		480	480	480	480	480	
		充電量/日		143	143	143	143	143	
		充電・放電差		-337	-337	-337	-337	-337	

図6 人感センサーライトの季節、天気を考慮した電力消費量の比較

図6に人感センサーライトの季節、天気を考慮した5日間の電力消費量の比較を示します。

まず、ソーラーパネル(標準)のケースについてですが、各季節の晴れの際には、充電量が放電量を上回っており、充電・放電差は全てプラスとなりました。しかし冬季の晴れの充電・放電差は47mAhとかなり小さく、設置環境による誤差や経年劣化による電池容量の減少を踏まえると、最低限の数値であると考えられます。一方、各季節のくもり・雨の際には、充電・放電差は全てマイナスとなりました。特に冬季のくもり・雨には充電・放電差が-378mAhとなり、5日目には充電電池残量がなくなる計算となりました。

これを踏まえ、センサーライトと合わせて添架可能な、ソーラーパネル(大)のケースについても検討を行いました。こちら各季節の晴れについては充電・放電差は全てプラス、くもり・雨の際には全てマイナスとなり、同様の傾向が見られましたが、充電量が増えていることから、最も不利となる冬季の晴れの充電・放電差でも258mAhとなり、余裕を確保することができ、冬季のくもり・雨の場合でも5日間は連続点灯できる結果となりました。冬季の安定した運用、くもり・雨時の速やかな充電量の回復を見込めることから、ソーラーパネル(大)を使用することが有効であると考えられます。

(4) 人感センサーライトの支柱設置に関する検討について

令和元年度の社会実験を実施した際には、交差点部のカーブミラー等、添架することにより、人感センサーライトを設置していましたが、設置可能箇所が限られてくるため、汎用性のある設置方法を検討していく必要があります。設置コストをなるべく低く抑えるため、現在単管パイプを用いた支柱の設置を検討しています。(写真2参照) 今後は道路管理者と協議を行い、構造等の協議を行っていきます。



写真2 単管設置イメージ

(5) 改善検討を踏まえた人感センサーライトの概要

上記の検討を踏まえた人感センサーライトの概要を図7に示します。照射方法の検討の結果、拡散パネルを付属部品として取付可能とし、電池容量を検討した結果、ソーラーパネルを当初よりも大型化する構造といたしました。

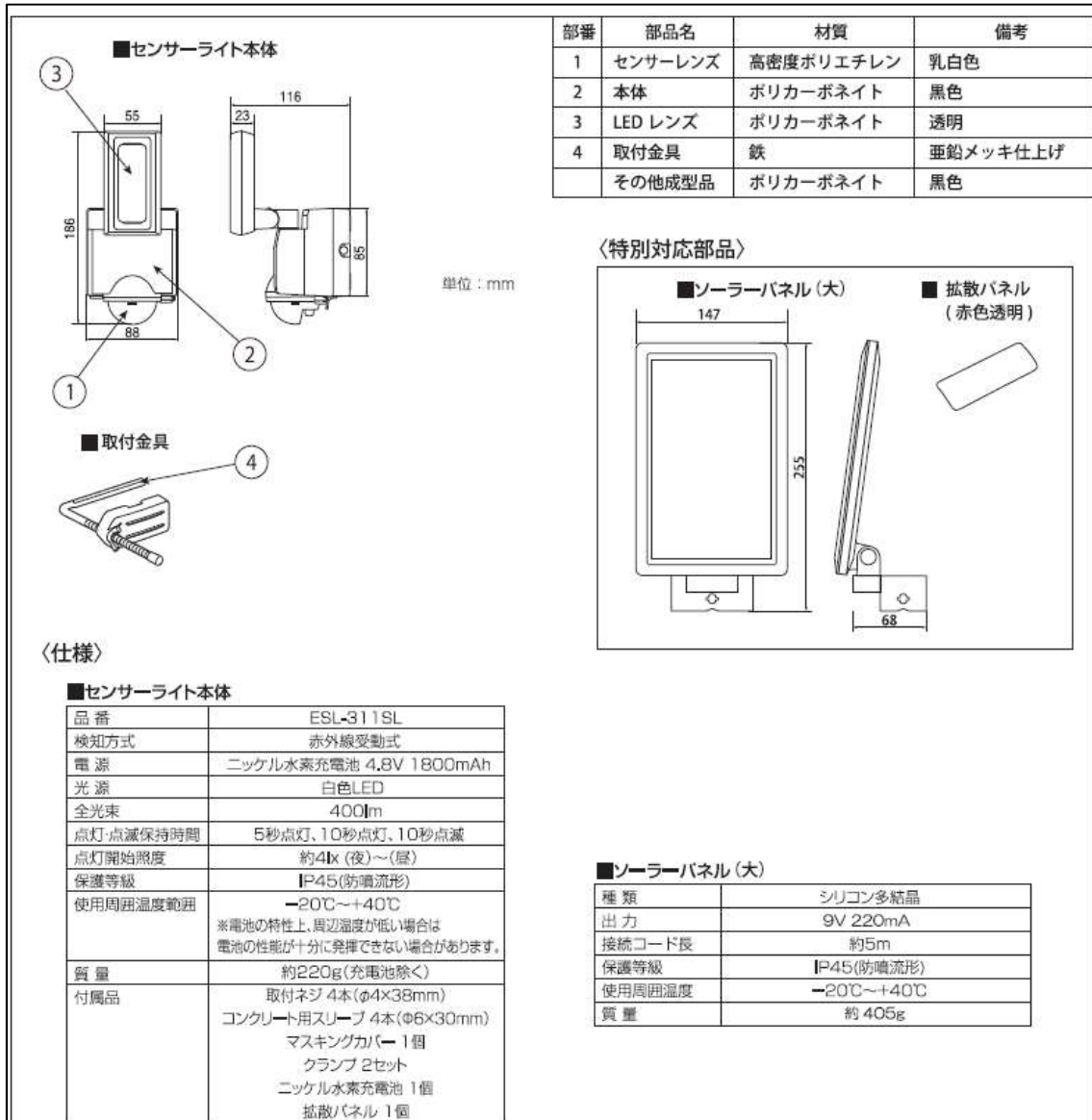


図7 人感センサーライトの概要図

4 今後の展開

今回、朝日電器株式会社のご協力のもと、細街路の交差点に設置するのに適した形に、人感センサーライトを改善することができました。令和4年度は、事故分析の結果、危険性の高い細街路の交差点に、実際に人感センサーライトを設置して、自転車走行空間の整備を図るとともに、本センサーライトの効果の確認、検証を行っていく予定です。