

細街路の交差点における走行空間整備について

～人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に関する社会実験について～

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、狭隘道路が多い本市の道路事情や、交差点での自転車事故が事故全体の中で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

(1) 人感センサーライトを用いた交差点内の注意啓発システムの考案

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関連事故データを取りまとめ分析を行った結果、市内の自転車関連事故の 7 割が交差点で発生しており、そのうち 7 割が細街路に關係する交差点で発生していることが明らかとなりました。

このことを踏まえ、自転車利用者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、交差点通行時にその都度注意喚起を行えるような、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、比較的簡易で、低コストな手法であることをコンセプトとして、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ました。このシステムを用いて、令和元年度に市内交差点にて効果を検証する社会実験を実施しました。（図 1 参照）



図 1 人感センサーライトを用いた社会実験の概要について（令和元年度実施）

社会実験の結果、人感センサーライトを設置することで、自転車や自動車の速度が低下し、交差点を通行する際に自転車の注意率が上がる傾向が見られました。一方、市販品の人感センサーライトを使用しているため、次のような課題が挙げられました。

- 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) 交差点内を照射するライトの照射方法(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、通学時間帯に多いため、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、夜間の電力不足が懸念される。
- 4) 設置箇所がカーブミラーのみだと、設置可能箇所が限られるため、汎用性のある設置方法を検討する必要がある。

(2) 人感センサーライトの改善の検討について

令和3年度に人感センサーライトのメーカーである朝日電器株と共同して、上記の課題について改善の検討を行いました。主な検討結果を以下に示します。

1) センサーの範囲と精度について

- ・現地計測の結果、赤外線感知範囲は最大で約10m程度であった。また、感知可能速度について19km/h程度までは感知が可能であることが分かった(一般的な軽快車の場合、平均速度は16.8km/h(国土交通省 国土技術政策総合研究所成果より))。ただし、外気温と通行者の温度差により点灯の可否を判断している本ライトの特性上、真夏等で両者の温度が近似している場合、感知しない可能性がある。
- ・赤外線感知範囲を伸ばすことは開発コストがかかるため、事業化が不確定な現状では対応が難しい。

2) ライトの照射方法について

- ・日中においても注意啓発を促すため、交差点内の白色灯の照射に加え、交差点内への進入者に対して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た。社会実験時には2灯式のセンサーライトを使用していたが、1灯でも平均照度は4.2lxとなり、歩行者に対する道路照明の基準(日本工業規格(JIS Z9111-1988))3lxを満たせること、また、電力消費の観点からも有利となることから、1灯式の人感センサーライトを採用することとした。(図2参照)

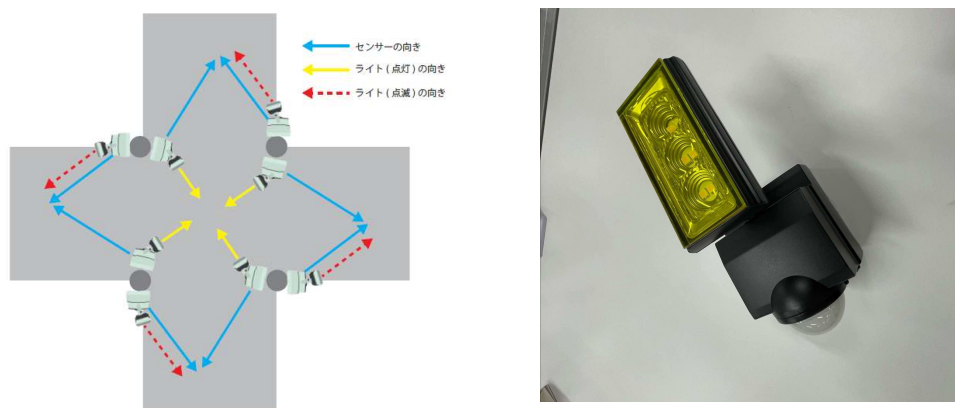


図2 人感センサーライトの照射パターン(左)と黄色点滅灯(右)

3) 人感センサーライトのソーラーパネルの電力収支について

- ・茅ヶ崎市の気象条件や季節ごとの日照時間、交差点の交通量の実績を踏まえ、悪天候が5日間続いた場合でも、電池残量が枯渇しない想定のもと電力収支の検討を行った。その結果、既存のソーラーパネルでは発電量が足りず、大型化する必要があることが明らかとなり、特注の大型ソーラーパネルを使用することとした。

4) 交差点内における人感センサーライトの設置方法について

- ・人感センサーライトを用いた交差点の注意喚起システムを実用化するためには、カーブミラーに共架した際の強度計算や、交差点に共架対象物がない場合を想定し、独立支柱の構造を検討する必要がある。

3 人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に関する社会実験について

令和4年度は、上記のとおり改良した人感センサーライトを市内交差点に設置して、効果の検証を行うための社会実験を実施しました。概要と結果は以下のとおりです。

(1) 社会実験の概要

1) 調査日時

令和4年8月9日(火)～令和5年1月27日(金)(172日間)

2) 調査箇所

図3に令和元年度第2次ちがさき自転車プラン推進業務委託の成果として得られた事故多発地点と、それを踏まえた社会実験の候補箇所を示します。調査地点は自転車通行量が多く、夜間は街灯が少ない点などから、前回と同様に④茅ヶ崎(市立病院西)において実施するものとしました。

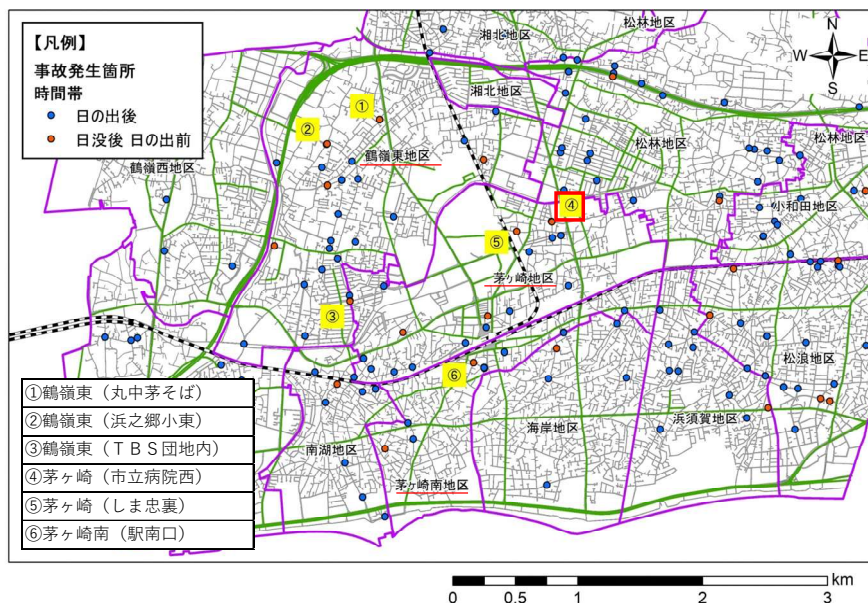


図3 自転車事故発生箇所を踏まえた社会実験の候補箇所

3) 調査概要

人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に関する社会実験の概要について以下のとおり示します。

ア) 人感センサーライトの概要と交差点内の配置計画

使用する人感センサーライトは「(2) 人感センサーライトの改善の検討について」

で挙げられた課題と検討結果を踏まえ、朝日電器(株)と茅ヶ崎市が協働して作成した改良版の人感センサーライトを使用することとしました。図4に改良版の人感センサーライトの概要を示します。本ライトは発電量の改善を図るため、市販のソーラーパネルよりも大型のものを装備しており、ライト部に色付きの拡散パネルを装着して点滅照射することで、交差点への進入者に対し日中も注意啓発を促すことが可能となっています。

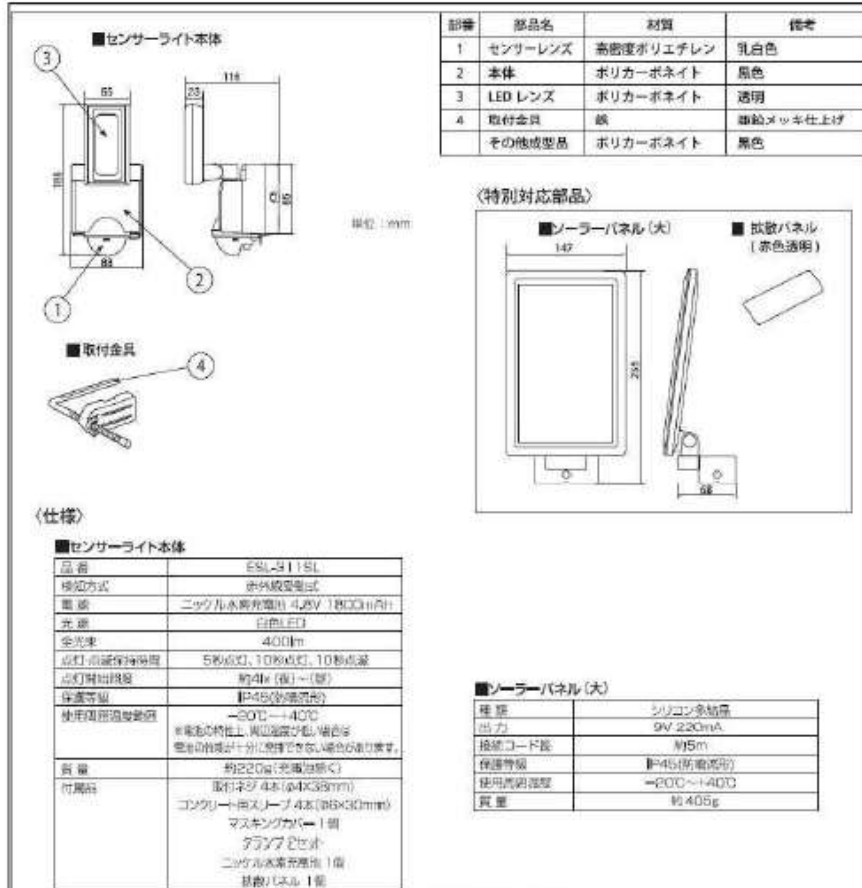


図4 人感センサーライト概要図(改良版)

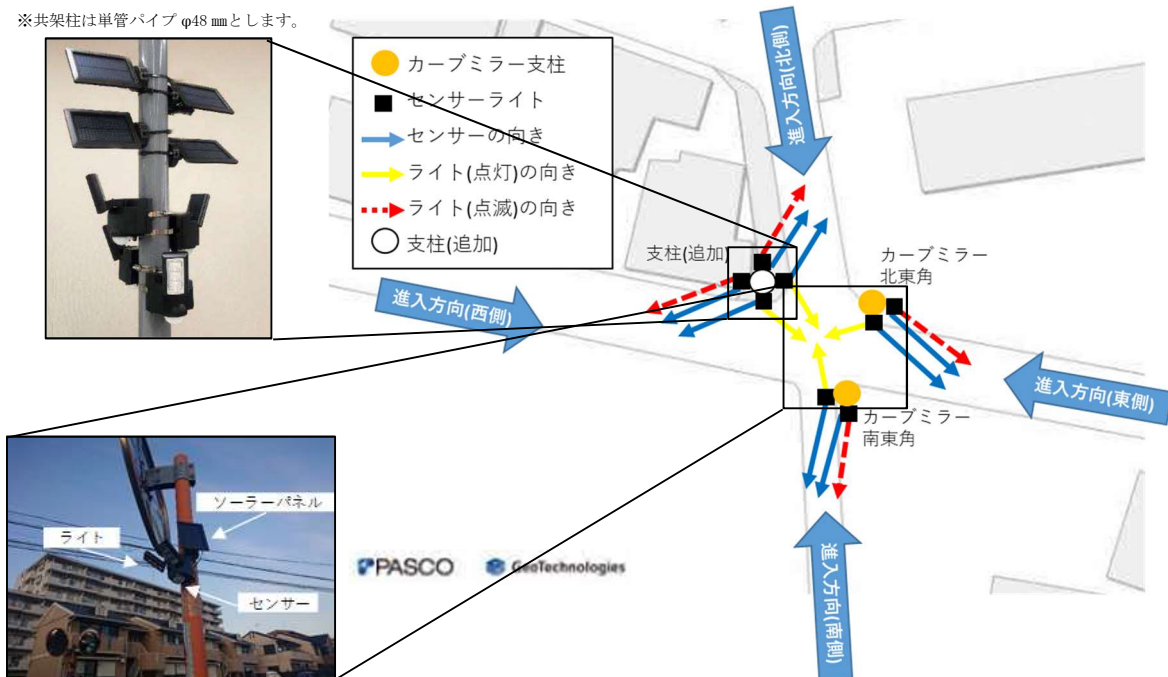


図5 交差点内の人感センサーライトの設置レイアウト

図5に人感センサーライトの交差点内の設置レイアウトを示します。カーブミラー2本に加え、単管パイプの独立柱を建て込み、計3箇所に人感センサーライトを設置する計画としました。カーブミラーには交差点内を照射するための白色灯と交差点への進入者に注意啓発するための黄色点滅灯をそれぞれ1灯ずつ共架し、独立柱には北側、西側分の白色灯と黄色点滅灯をそれぞれ2灯ずつ添架し、4方向からの通行者に対してそれぞれライトを照射出来る配置としました。

図6に独立柱の構造図を示します。人感センサーライトを添架する単管パイプはL=4.5m、φ48.6mmの溶融亜鉛メッキ製のものを使用し、根入れ長は1.0mとしました。また、今回は社会実験の期間が長期にわたることから、控えとしてL=1.5m、φ48.6mmの単管パイプ2本を根入れ長1.0mで設置し、それぞれを単管パイプL=1.5mとクランプで接続しました。ライト及びソーラーパネルの支柱への固定は、ステンレスバンドと対候性の結束バンドによるものとし、風雨等により落下することの無いよう注意して据え付け、設置高さは現地状況を踏まえ、歩行者の建築限界2.5mをなるべく満たせる位置に設置しました。

なお、社会実験の実施にあたり、実験機器の落下等に備え、対人、対物の賠償責任保険に加入しました。補償期間は社会実験の実施期間中とし、補償内容は、設置した単管パイプや看板の転倒、またはセンサーライトの落下等により人、物に危害が及んだ場合の補償としました。

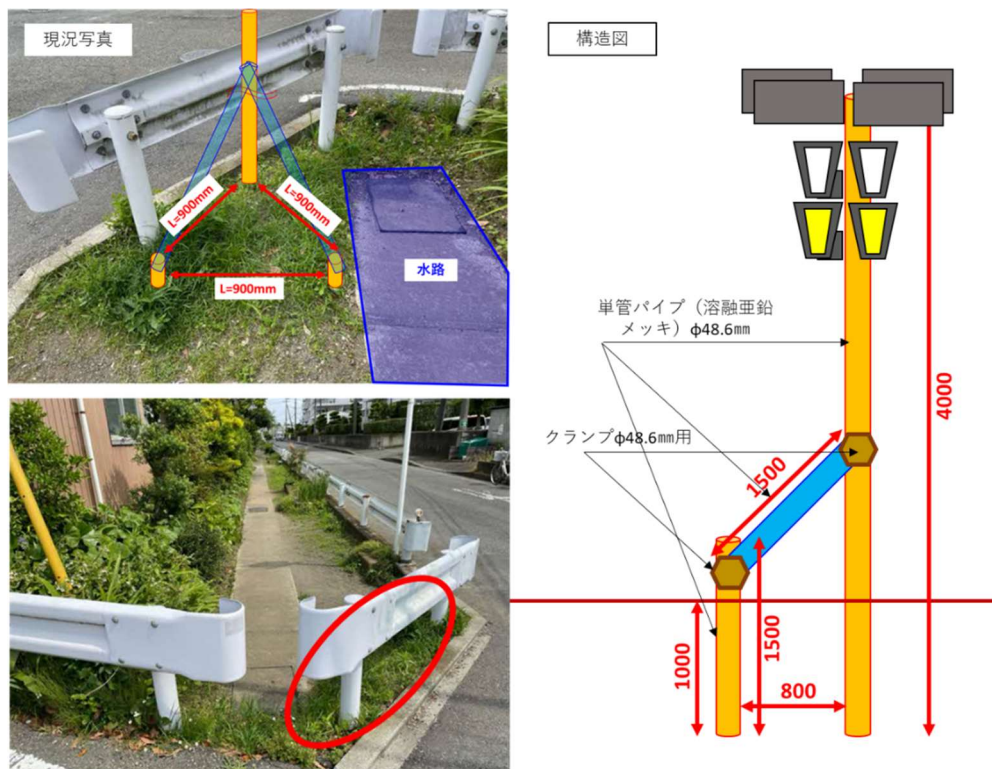


図6 独立柱の構造図

イ) 近隣への事前周知について

社会実験の事前周知として、まちぢから協議会の茅ヶ崎地区会長、および調査箇所の隣接自治会である「本町第一」「藤和茅ヶ崎ハイタウン」「茅ヶ崎グランドハイツ」の自治会長へ事前説明を行いました。また、近隣住民への周知として、各自治会にお知らせ文の回覧を依頼しました。図7に人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に

関する社会実験の案内チラシを示します。本紙には社会実験の概要に加え、自転車を安全に利用していただくための自転車安全利用五則を掲載することとしました。

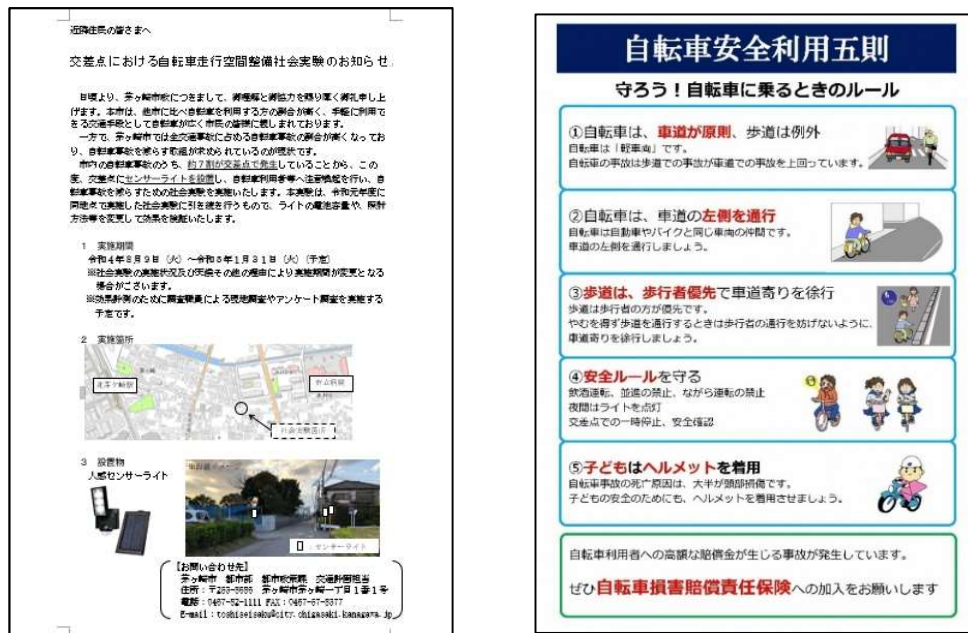


図7 人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に関する社会実験の案内チラシ

ウ) 効果検証方法

①人感センサーライトおよび共架施設等の状況調査

調査期間中の人感センサーライトおよびその共架施設等について点検を行い、人感センサーライトの耐久性や、カーブミラー、独立柱の状況について継続的に調査を実施しました。調査頻度は、事前調査を1回、人感センサーライトの設置後は、月に1回程度のペースで実施しました。なお、調査項目については表1のとおりです。

また、人感センサーライトの電池残量を調査するため、残量が最も少なくなる明け方においてライトの点灯確認を行いました。この調査は2カ月に1度の頻度で実施し、日の出1時間前を目安としてセンサーの反応やライトが正常に点灯するか確認を行い、必要に応じて電池の電圧測定を行いました。

表1 人感センサーライトおよび共架施設等の状況調査項目

調査対象	調査項目	備考
人感センサーライト	ライトが適正に点灯するか	
	センサーは適切に作動するか	
	損傷はないか	
ソーラーパネル	ライトへの接続は適正か	
	ソーラーパネルに汚れはないか	
	損傷はないか	
取付金具	金具に錆や損傷はないか	
	金具にゆるみはないか	
立て看板	看板に損傷はないか	
	看板はしっかりと固定されているか	

カーブミラー	ライトが視認性を阻害していないか	道路管理課 所管
	ミラーの設置方向は適正か	道路管理課 所管
	ミラーに損傷はないか	道路管理課 所管
	支柱、基礎に損傷はないか	道路管理課 所管

②自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査

自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査を実施し、人感センサーライトが通行者に及ぼす注意啓発効果の検証を行いました。調査項目は表2のとおりです。調査頻度は事前調査を1回、人感センサーライト設置後は、月に1回程度のペースで行うものとし、時間は17:00~20:00で日没後以降の時間帯で調査を実施しました。

表2 自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査項目

評価の視点	調査・評価項目（案）	調査方法
自転車利用者の挙動の変化	自転車の交差点進入時の注意率（自転車利用者の交差点進入時の注意状況の変化）（4方向）	現地にて「一時停止」、「注意（安全確認）」、「注意なし」の3段階を目視でカウント
	自転車のライト点灯率（4方向）	現地にて日没後の自転車のライトの点灯状況について目視でカウント
	自転車の左側通行率（4方向）	現地にて自転車の左側通行状況について目視でカウント
自動車ドライバーの挙動の変化	自動車の交差点進入時の注意率（自動車利用者の交差点進入時の注意状況の変化）（4方向）	現地にて「一時停止」、「注意（安全確認）」、「注意なし」の3段階を目視でカウント

③交差点通行者へのアンケート調査

人感センサーライト設置後の交差点通行時の意識の変化や、行動の変化を把握するため、11月24日、1月19日に交差点付近においてアンケート調査を実施しました。調査時間は15:00~17:00とし、交差点を通行する歩行者と自転車利用者を対象としました。アンケート項目は以下のとおりです。

【アンケート項目】

- ・交差点をどのような交通手段で通過したか。
- ・交差点の通行の仕方に変化があったか。（自転車、自動車、バイク等）
- ・交差点を通行する時に、安全・安心についての意識に変化があったか。（徒歩）
- ・センサーライトによる自転車、自動車等に対する注意喚起は、交差点での事故抑制に

つながると思うか。

(2) 社会実験の結果

1) 人感センサーライトおよび共架施設等の状況調査

表 3 に人感センサーライトおよび共架施設の施設点検結果を示します。約半年間にわたる社会実験期間中において、カーブミラーや単管支柱、立て看板については特段の異常は見られませんでした。一方、人感センサーライト本体については8月18日、10月27日に点灯に関する異常が確認されました。いずれも主な原因は電池残量の枯渇でしたが、10月27日に異常を示したライトのうちの1台は、固定方法が不適切であり、センサー内に雨水が侵入したことによる故障でした。11月24日以降はソーラーパネルを固定するネジの一部が経年劣化により腐食していることが確認されました。その他、ソーラーパネルとライトの接続コードの露出部分や、支柱にライトを固定している対候性結束バンドについては、今回故障は無かったものの、経年劣化の進行が速いと推測されるため、より強固な構造を検討する必要があります。

表 4 に人感センサーライトの電池残量の確認調査結果を示します。8月20日については東、西、北側の黄色点滅灯に異常が見られ、10月23日については、東、西、南、北の白色灯に異常が見られました。いずれも電池残量が最も少なくなる明け方において、残量がない状態となっていることが分かりました。各日の人感センサーライトの異常および電池残量については、次のとおり原因を分析しました。

表 3 人感センサーライトおよび共架施設の施設点検結果

調査対象	調査項目	7月28日	8月9日	8月18日	9月13日	9月15日	10月27日	11月24日	1月19日
		16:30	16:30	16:30	9:00	16:30	16:30	16:30	16:30
		晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	曇り	曇り
人感センサーライト	ライトが適正に点灯するか	-	✓	異常有り	✓	✓	異常有り	✓	✓
	ライトの方向は適正か	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	センサーは適切に作動するか	-	✓	異常有り	✓	✓	異常有り	✓	✓
	ライト本体に損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ソーラーパネル	ソーラーパネルに汚れはないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ソーラーパネルに損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	コードは適切に接続されているか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	コードに損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
取付金具	金具にゆるみはないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	金具に錆や損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	異常有り	異常有り
カーブミラー	ライトがミラーの視認性を阻害していないか	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ミラーの設置方向は適正か	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ミラーに損傷はないか	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	支柱にぐらつきはないか	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
単管支柱	支柱、基礎に損傷はないか	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	支柱にぐらつきはないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	単管、クランプに損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
立て看板	クランプにゆるみはないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	看板に損傷はないか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
備考	看板は適切に固定されているか	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		・センサーライト設置前	・センサーライト設置当日	・東、西、北側の点滅ライトが夕方以降点灯しなくなる。	・強風、豪雨後の施設調査。社会実験施設に特に損傷無し。		・西、南側ライトが点灯していない。	・人感センサーライトの取付部分のネジに錆が発生	

表 4 人感センサーライトの電池残量の確認調査結果

調査対象	調査項目	8月20日	10月23日	12月1日
		4:00	5:00	9:00
ライトの点灯	東側点灯	✓	異常有り	✓
	東側点滅	異常有り	✓	✓
	西側点灯	✓	異常有り	✓
	西側点滅	異常有り	✓	✓
	南側点灯	✓	異常有り	✓
	南側点滅	✓	✓	✓
	北側点灯	✓	異常有り	✓
	北側点滅	異常有り	✓	✓
電圧測定	東側点灯	-	-	4.47V
	東側点滅	-	-	4.51V
	西側点灯	-	-	4.41V
	西側点滅	-	-	4.62V
	南側点灯	-	-	4.98V
	南側点滅	-	-	4.95V
	北側点灯	-	-	4.84V
	北側点滅	-	-	4.90V
備考		・南側以外の点滅に電力不足による異常が見られた。	各方向の点灯に電力不足による異常が見られた。	・電池残量について電圧測定調査を実施し、いずれも適正電圧を確保していることを確認した。

2) 人感センサーライトの異常点灯と電池残量の分析、および点灯パターンの改善の検討について

ア) 点滅ライトの点灯時間帯の変更

表 3 より 8 月 18 日の夕方の時点、表 4 より 8 月 20 日の明け方の時点において黄色点滅灯が異常をきたしていることから、常時点滅により電池の消費量が発電量に対して上回っている可能性が高く、夕方頃にはすでに電池残量がない状態であったと推測されます。

原因の分析を行うため、8 月 24 日 7 : 00 ~ 20 : 00 に、朝日電器(株)が現地でライトの点灯回数を計測し、黄色点滅灯の消費電流の算定を行いました。本調査では、純粋な消費電流を計算するため、ソーラーパネルからの発電は行わず、予め電池は満充電した状態で調査を実施しました。表 5 に黄色点滅灯の点灯回数と消費電流について示します。累積の点灯回数が最も多かったのは、西側で 2,235 回、次点が東側で 1,744 回となり、人感センサーライトの改良時の想定よりも車両や人の通行量が多い結果となりました。点滅 1 回あたり 0.9mA を消費することから、消費電流はそれぞれ 2,012mA、1,570mA となり、大型ソーラーパネルの充電量(夏季晴れの日) 1000mA を越えているため、今回のような事象が発生したと考えられます。朝日電器(株)との打合せの結果、これ以上大きなソーラーパネルを設計するためには、新たに費用と時間が掛かること、既製品を準用した場合でも、ライトとの接続部分を改良する必要があり、即対応が困難であること、また、現地において日中の黄色点滅灯を観察した結果、視認性はあるものの注意啓発効果は夜間よりも劣ると判断し、本社会実験では現状のソーラーパネルを引き続き使用し、黄色点滅灯の点灯時間を夜間のみ切り替えることにしました。

表 5 黄色点滅灯の点灯回数と消費電流について

	① 東		② 北		③ 西		④ 南	
	各時間帯	累計	各時間帯	累計	各時間帯	累計	各時間帯	累計
5:00 ~ 6:00	68	68	39	39	87	87	27	27
6:00 ~ 7:00	97	165	55	94	124	211	39	66
7:00 ~ 8:00	138	303	79	173	177	388	55	121
8:00 ~ 9:00	144	447	69	242	182	570	40	161
9:00 ~ 10:00	100	547	73	315	119	689	41	202
10:00 ~ 11:00	120	667	71	386	157	846	63	265
11:00 ~ 12:00	95	762	79	465	135	981	59	324
12:00 ~ 13:00	101	863	82	547	122	1,103	61	385
13:00 ~ 14:00	102	965	76	623	145	1,248	48	433
14:00 ~ 15:00	80	1,045	45	668	105	1,353	20	453
15:00 ~ 16:00	108	1,153	66	734	138	1,491	50	503
16:00 ~ 17:00	153	1,306	93	827	177	1,668	83	586
17:00 ~ 18:00	143	1,449	106	933	187	1,855	68	654
18:00 ~ 19:00	95	1,544	70	1,003	126	1,981	48	702
19:00 ~ 20:00	72	1,616	46	1,049	91	2,072	28	730
20:00 ~ 21:00	50	1,666	32	1,081	64	2,136	20	750
21:00 ~ 22:00	35	1,701	22	1,103	45	2,181	14	764
22:00 ~ 23:00	25	1,726	15	1,118	32	2,213	10	774
23:00 ~ 0:00	18	1,744	11	1,129	22	2,235	7	781
黄色点滅時間帯	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA
5:00 ~ 0:00	1,744	1,570	1,129	1,016	2,235	2,012	781	703
白色点灯時間帯	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA	点灯回数	消費電流mA
18:15 ~ 0:00	271	543	179	357	349	697	115	230

※5:00~7:00/20:00~0:00は推定値を用いている。

イ) 白色灯の照射パターンの変更について

表 4 より 10 月 23 日の明け方において、今度は白色灯の点灯が異常をきたしていることが確認されました。調査の結果、点灯時間が著しく短く、センサーが反応しない場合があり、東、西、南、北全ての方向の白色灯にこの症状が見られ、電池残量が不足していると推測されました。

原因を分析するため、11 月 18 日 16:30~6:30 に、朝日電器(株)が、現地のライトの点灯回数と点灯時間を計測し、現地の白色灯の消費電流の算定を行いました。今回は代表箇所として西側と北側で調査を行うものとし、純粋な消費電流を計算するため、ソーラーパネルからの発電は行わず、予め電池は満充電した状態で調査を行いました。

表 6 に白色灯の点灯回数と時間、それによって算出した消費電流について示します。調査の結果、北側の点灯回数は 402 回、点灯時間は 3,502 秒となり、西側の点灯回数は 722 回、点灯時間は 5,446 秒となり、西側の方がいずれも多い結果となりました。また、平均点灯時間については、調査開始後は各ライト共に 10 秒近い数値となっていました。電流を消費するにつれて、数秒程度減少する傾向が見られました。本調査によって得られた総点灯時間に単位時間当たりの電流消費量 720mA/h を乗じると、夜間に消費された電流は北側 700mA、西側 1,089mA となりました。

大型ソーラーパネルの発電量(秋季の晴れの日)は 869mA であることから、計算上では西側は電池が枯渇、北側もかなり厳しい状況であることが分かりました。前回調査時と交通量は大きく変わっていないものの、冬季に向かうにつれて日照時間が短くなり、かつ点灯開始時刻が早まるため、結果として電池が枯渇することに繋がっていることが分かりました。ソーラーパネルのサイズをこれ以上大きく出来ない現状において、電

池容量の消費を極力抑え、かつ効果的に注意啓発を行うためには、交差点内の点灯ライトについても点滅させることが最善と考え、点灯から点滅に切り替えることとしました。

その後 12 月 1 日にバッテリー残量の確認調査を実施したところ、全てのライトが明け方まで点灯していることが確認でき、バッテリーの電圧についても終止電圧である 4.4V を全て上回り、ライトが正常に作動していることが確認できました。最も条件が不利となる冬至の日照時間との差はわずか 11 分であるため、今回の結果に大きな差が生じることは考えにくく、社会実験で使用した人感センサーライトの発電条件や電流消費を考慮すると最も効果的な条件であると言えます。

表 6 白色灯の点灯回数、時間、消費電流について

	北・点灯			西・点灯			備考 日の出時間 6:23 日の入り時間 16:34
	点灯時間 秒/30分	点灯回数 回/30分	平均点灯時間 秒/回	点灯時間 秒/30分	点灯回数 回/30分	平均点灯時間 秒/回	
16:30 ~ 17:00	307	31	9.9	324	36	9.0	16:43点灯開始
17:00 ~ 17:30	411	45	9.4	829	97	8.7	
17:30 ~ 18:00	326	37	9.2	579	63	8.8	
18:00 ~ 18:30	235	28	9.1	599	78	8.5	
18:30 ~ 19:00	272	36	8.8	470	65	8.3	
19:00 ~ 19:30	257	34	8.6	352	52	8.1	
19:30 ~ 20:00	215	24	8.6	340	49	7.9	
20:00 ~ 20:30	246	20	8.9	371	35	8.1	
20:30 ~ 21:00	172	22	8.8	228	33	8.1	
21:00 ~ 6:30	1,061	7	8.7	1,354	12	7.5	6:12点灯終了
合計	3,502	402	8.7	5,446	722	7.5	

消費電流計算：
ESL-311SL点灯時消費電流720mA

3,502秒/3,600秒*720mA = 700 mAh
5,446秒/3,600秒*720mA = 1,089 mAh

3) 自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査結果について

上記の人感センサーライトの照射条件のもと、自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査を実施しました。結果を以下に示します。

ア) 各調査日の自転車および自動車の通行量について

図 8 に各調査日における自転車と自動車の交通量を示します。各調査日において、自転車は 300 台、自動車は 400 台程度で推移していることが分かります。人感センサーライトの設置前後で特段の変化は見られませんでした。

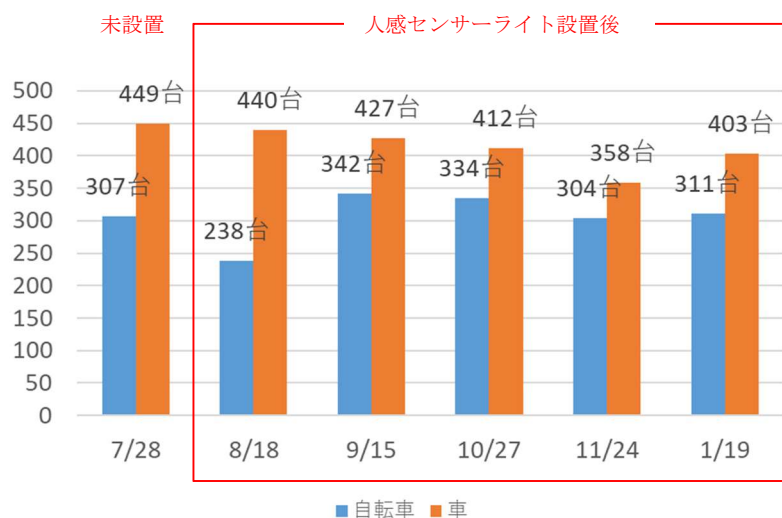


図 8 各調査日における自転車および自動車の通行量

イ) 各調査日における自転車の左側通行率およびライト点灯率

図9に各調査日における自転車の左側通行率とライト点灯率を示します。まず、左側通行遵守率ですが、期間中をとおして、おおよそ5%程度で推移していることが分かりました。左側を遵守しないケースとしては、自転車が右折する場合に予め右側に寄って走行している状況などが多く見られました。

次にライトの無灯火についてですが、7/28の15%が最大で、その後徐々に減少しており、11/24で最小の3%となりました。これは、計測の開始時間と日没からの経過時間が各調査日で異なっているためと考えられ、例えば7/28の日没は18:50で、日没後僅かに明るい状況で無灯火率の計測を開始していますが、11/24の日没は16:32であり、調査を開始する17:00の時点で、辺りはかなり暗くなっているため、無灯火率も低下したものと考えられます。

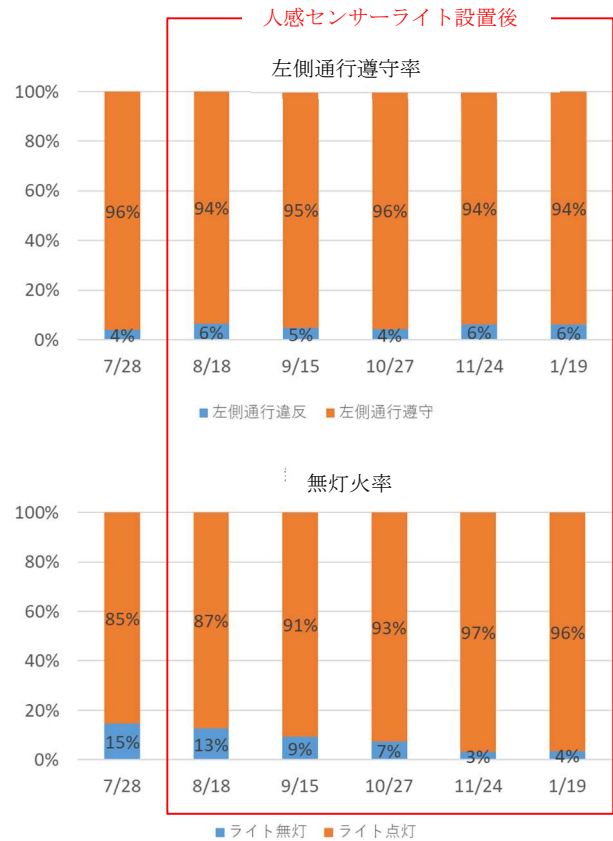


図9 各調査日における自転車の左側通行率(上)とライト点灯率(下)

ウ) 自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査結果について

図10に自転車等の交差点進入時の注意率に関する調査結果を示します。南、北方向については、人感センサーライトの設置後、一時停止や、安全確認など注意して通行する自転車の割合が増えています。また、交差点内を照射する白色灯を点滅にした方が一時停止をする自転車の割合は上がっており、これは令和元年度の社会実験と同様の傾向となりました。南、北方向にはもともと一時停止の道路標識と、停止線がありますが、ライトによる注意啓発により通行者の注意力が向上し、一時停止する車両が増える結果となりました。また、最終調査日においても継続してその傾向が確認されていることから、立て看板等による静的な注意啓発手段よりも慣れにくいと考えられます。

一方、東、西側については、ライト未設置時よりも安全確認や減速など注意行動が増えた調査日も見られましたが、変動が不安定であり、南北方向ほど明確な効果は確認されませんでした。このような傾向が見られた理由として、東西方向は停止線がなく、かつ交差点の優先方向となる道路であるため、南北方向と比べて自転車の走行速度が速く、ライトが点滅したとしても、そのまま走り抜けてしまう車両あったからと推測されます。

以上のことから、速度の遅い自転車や、一時停止標識が設置されている箇所の通行においては、注意啓発により停止や減速促す効果を持ち、点滅灯の方がその効果は大きく、効果は長期にわたり継続することが分かりました。しかし、自転車の速度が著しく速い場合は、ライトの照射による効果は薄れてしまうことが分かりました。

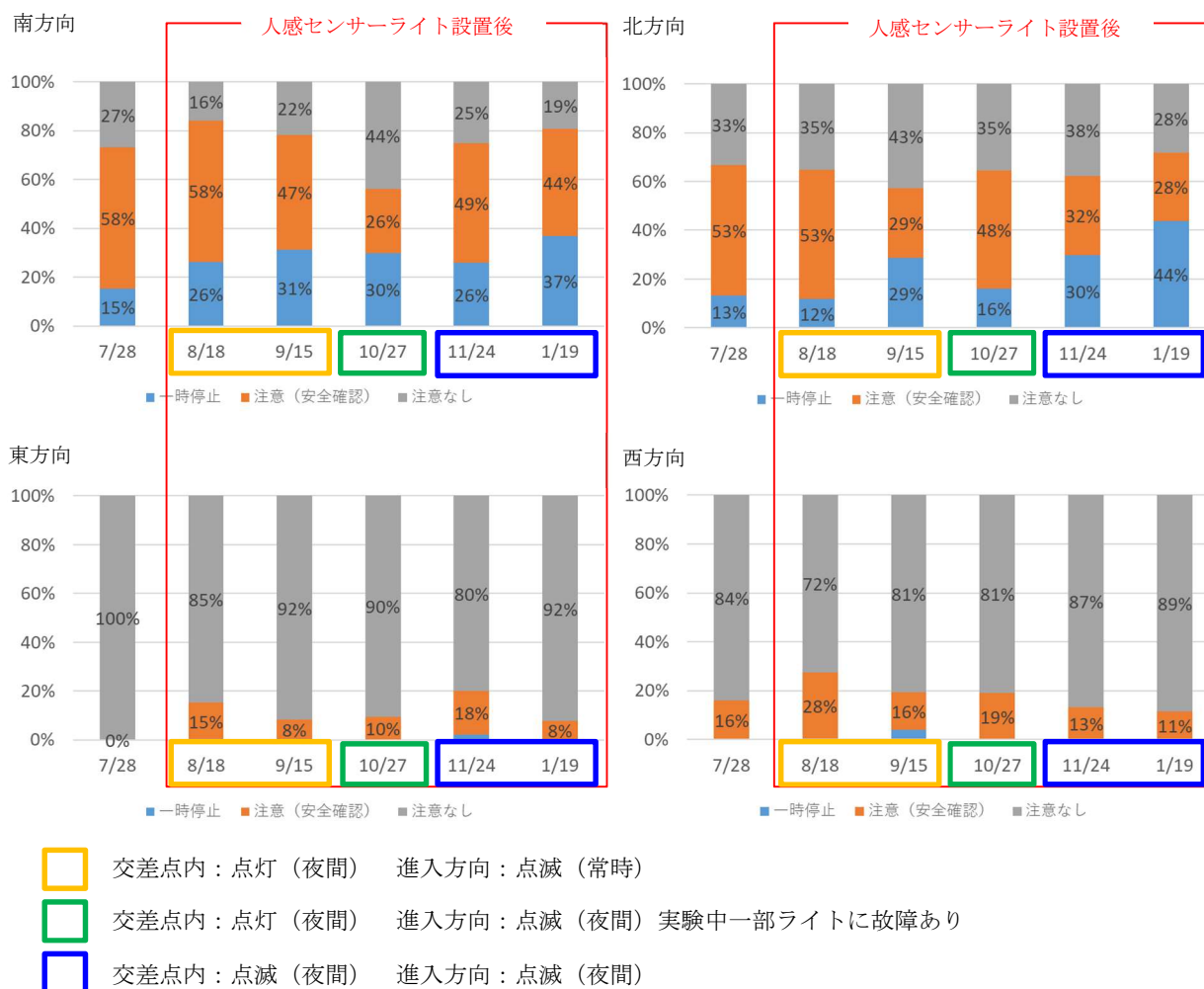
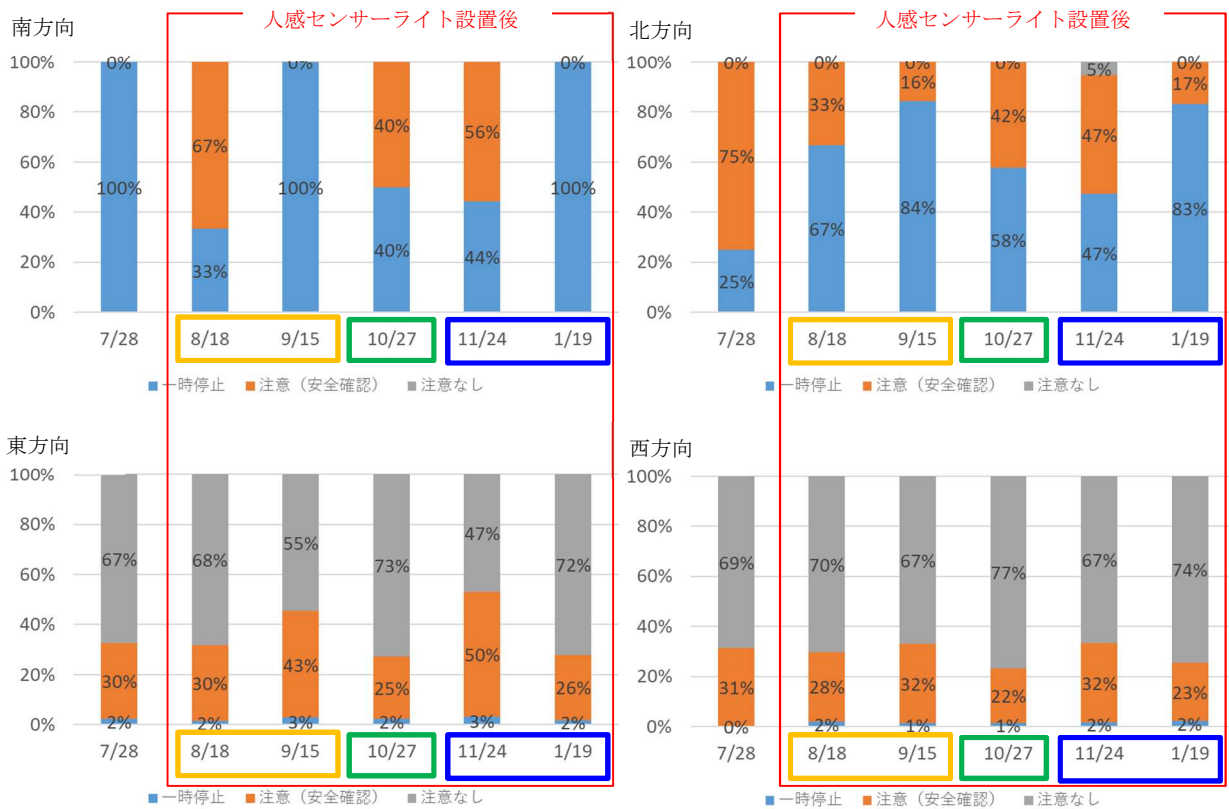


図 10 自転車の交差点進入時の注意率に関する調査結果について

図 11 に自動車の交差点進入時の注意率に関する調査結果について示します。これによると北方方向については、未設置時の一時停止割合は 25%でしたが、人感センサーライトの設置以降、一時停止をする自動車の割合は著しく上昇し、9/15、1/19 には 84%、83%と高い割合を示しました。また、交差点内の点滅と点灯のパターンによる大きな注意率の違いは見られず、効果は最終調査日まで継続していることが確認できました。南方方向については、通過台数が少ないためデータにばらつきがありますが、もともと見通しが悪いということもあり、一時停止および限りなく一時停止に近い注意を行う自動車がほとんどでした。

一方、東、西側については、調査期間をとおして注意なしの割合が 7 割、注意 (安全確認) の割合が 3 割程度となり、人感センサーライトを設置の前後で明確な変化は見られませんでした。これは、優先道路で自動車の速度が速く、自転車同様にライトが点滅したとしても、そのまま走り抜けてしまう車両や、人感センサーの反応が追いつかないケースが多かったと言えます。

以上のことから、一時停止標識等が設置されている場合や、速度が遅い自動車が通行する際の注意啓発効果は高く、その効果は長期にわたり持続することが分かりました。しかし、自動車の速度が速い場合、その注意啓発の効果は薄くなる結果となりました。



- 交差点内：点灯（夜間） 進入方向：点滅（常時）
- 交差点内：点灯（夜間） 進入方向：点滅（夜間） 実験中一部ライトに故障あり
- 交差点内：点滅（夜間） 進入方向：点滅（夜間）

図 11 自動車の交差点進入時の注意率に関する調査結果について

4) 近隣住民へのアンケート調査結果について

11/24、1/19日に現地交差点界隈でアンケート調査を実施したところ、52名の方から回答を頂くことが出来ました。アンケート結果を以下に示します。

ア) アンケート調査の対象者について

図 12 にアンケート回答者の年齢と性別層を示します。年齢については 60 代以上が最も多く全体の 40%、次いで 30～40 代で 21% となりました。性別については、女性が 60%、男性が 34% となりました。調査時間が 15:00～17:00 ということもあり、買い物に出掛ける高齢者や子供連れの主婦が多い結果となりました。

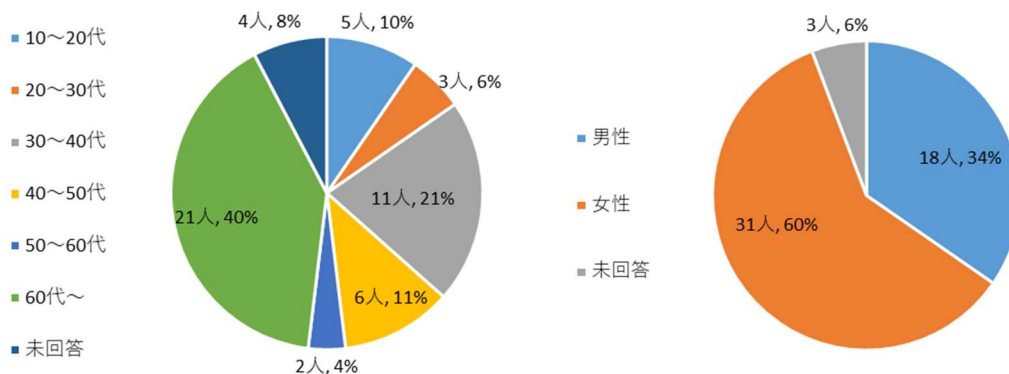


図 12 アンケート調査結果（年齢、性別）

イ) 交差点の通行手段について

図 13 にアンケート回答者の交差点の通行手段を示します。最も多かったのは自転車で54%、続いて徒歩が33%、自動車（運転者）は最も低く13%となりました。徒歩や自転車で移動している方が多いことから、本交差点は生活道路として利用されている方が多いことが分かります。

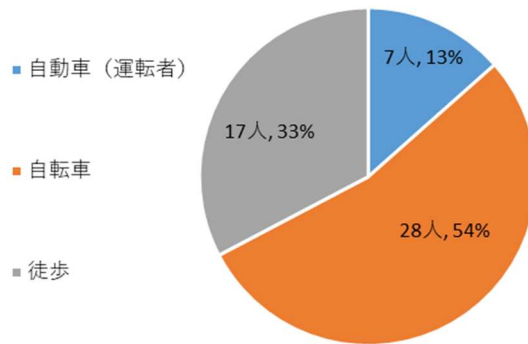


図 13 アンケート調査結果（交差点の通行手段）

ウ) 車両（自動車、二輪車、自転車等の）で交差点を通行する場合の注意度について

図 14 に車両（自動車、二輪車、自転車等の）で交差点を通行する場合の注意度について示します。「以前より一時停止もしくは注意するようになった」は32%、「以前よりゆっくり通行するようになった」は15%、「以前より気を付けるようになった」は6%となり、交差点を通行するにあたり、何らかの注意を払うようになったと回答した方は全体の53%となり、約半数程度は人感センサーライトの設置により交差点の通行に注意を払うようになったことが分かります。一方「あまり変化はない」は32%にとどまりました。

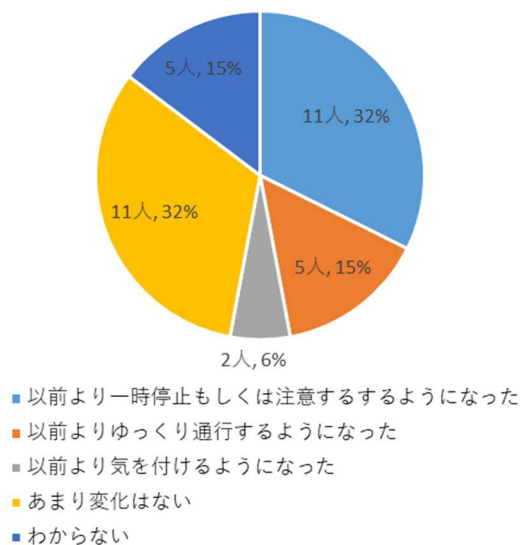


図 14 アンケート調査結果（車両通行者の注意度）

エ) 徒歩で交差点を通行した場合の安心感について

図 15 に徒歩で交差点を通行した場合の安心感について示します。交差点を通行する際に、「安全・安心と感じるようになった」は18%、「少し安全・安心と感じるようになった」は23%となり、安心を感じるようになった方は全体の41%でした。一方、「あまり変化はない」との回答は53%であり、半数以上は交差点の通行に不安が残る結果となりました。

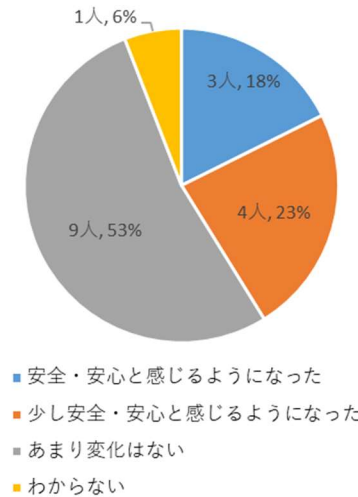


図 15 アンケート調査結果（徒歩通行者の安心度）

オ) 人感センサーライトを用いた交差点内の注意啓発システムの事故抑制に対する期待度について

図 16 に注意啓発システムの事故抑制に対する期待度を示します。本ライトによる注意啓発が事故抑制につながるかという問いに対して、「思う」は42%、「やや思う」は21%となり、全体の63%が事故抑制につながると回答しました。一方、「思わない」は8%、「やや思わない」は6%となり、全体の14%にとどまりました。

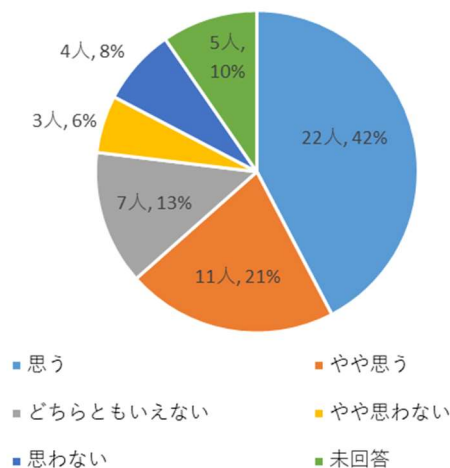


図 16 アンケート調査結果（人感センサーライトを用いた交差点内の注意啓発システムの事故抑制に対する期待度）

カ) 人感センサーライトを用いた交差点内の注意喚起に関する社会実験に関する意見について

その他、本社会実験の実施にあたっての意見等を頂きました。下記に主たる内容を示します。交差点を通行する自動車が減速していることを体感できたという意見のほか、点滅するライトが眩しくミラーが見づらいとの意見もありました。点滅ライトには大きな啓発効果があり、消費電力の観点からも優れていることが今回の社会実験で示されましたが、点滅の速度や、光源の位置、また複数のライトが同時に点滅した場合の対処など、車両運転者に対しての配慮については、引き続き検討を行う必要があると言えます。

【社会実験に関する主な意見】

- ・防犯にも効果がありそう。
- ・自発光式の道路鋸の方が効果的ではないか。
- ・普段から注意しているので特に変化はない。
- ・設置箇所を増やして欲しい。
- ・自転車だけではなく自動車も減速していると思う。
- ・この交差点は大変危険であるため、ライトを付けたくらいでは改善しないと思う。信号機を設置して欲しい。
- ・点滅するライトが眩しくミラーが見づらい。
- ・最初、車のライトかと思った。

4 人感センサーライトをカーブミラー柱や独立柱に設置する場合の強度計算について

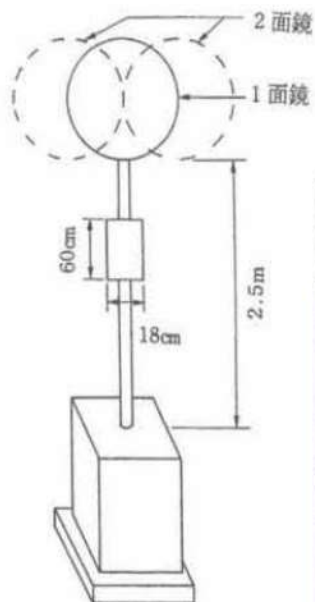
今後、人感センサーライトを用いた啓発システムを実用化するにあたり、交差点内に恒久的にライトを設置する必要があるため、カーブミラーに共架する場合や、独立柱を設置する場合の強度計算を実施しました。

(1) カーブミラーへの共架について

カーブミラーへ共架する場合の強度計算については、道路反射鏡協会に所属しているゴコウ(株)に協力を頂き実施しました。強度の計算は道路反射鏡ハンドブック記載の「昭和50年7月15日、建設省道企発題52号、建設省道路局企画課長が通達されたもの」に基づき計算しました。計算条件は下記のとおりです。

【強度計算の条件】

- ①設置機材：人感センサーライト概要図(図4)のとおり
- ②設置台数：2台、4台の2パターンを想定
- ③設置高さ：人感センサーライト：GLから2.5m(カーブミラー直下を想定)
ソーラーパネル：GLから2.8m(カーブミラー背面の設置を想定)
- ④共架対象：1面式、2面式カーブミラー(計算に使用したミラーの種類と基礎の寸法については図17を参照)



鏡面数	種類	根入れ長 (cm)					
		基礎幅30cm		基礎幅40cm		基礎幅50cm	
		未舗装	舗装	未舗装	舗装	未舗装	舗装
一面鏡	φ 600	100	70	90	70	80	60
	φ 800	120	90	110	80	90	70
	φ 1000	140	100	120	90	110	80
	□450×600	100	70	90	70	70	50
	□600×800	120	90	100	70	90	70
二面鏡	φ 600	130	100	110	80	100	70
	φ 800	150	110	130	100	120	90
	φ 1000	180	130	160	120	150	110
	□450×600	130	100	110	80	90	70
	□600×800	150	110	130	100	120	90

図 17 カーブミラーと基礎ブロックの寸法について

表 7 人感センサーライトを共架した際の強度計算結果

共架するセンサーライトとソーラーパネルの数	一面鏡 φ 800	二面鏡 φ 800
2 基	○	○
4 基	×	○

表 7 に人感センサーライトを共架した際の強度計算結果を示します。これによると、二面鏡の場合、共架する人感センサーライトが 2 基、4 基のいずれの場合も強度を確保できていますが、一面鏡の場合、2 基までは問題ないものの、4 基共架した場合に強度が不足する結果となりました。理論上の強度計算結果は上記のとおりですが、カーブミラーは道路管理者の管理物であるため、設置の際には現地状況等を踏まえ承諾を得る必要があります。承諾が得られない箇所においては、独立柱の設置を検討する必要があります。

(2) 人感センサーライトを設置するための独立柱の設計について

交差点内のカーブミラー等に人感センサーライトを共架出来ない場合、独立柱として支柱を設置する必要があります。照明灯などの支柱メーカーであるテック大洋工業㈱にセンサーライト用独立柱の設計を依頼しました。なお、強度計算は「照明ポール強度計算基準」JIL1003に準拠し計算を行いました。

【設計条件】

- ①設置機材：人感センサーライト概要図（図 4）のとおり
- ②設置台数：2 台、4 台の 2 パターンを想定
- ③設置高さ：人感センサーライト：G L から 3.0m 以上
ソーラーパネル：G L から 3.0m 以上
- ④支柱材質：鋼製 溶融亜鉛メッキ仕上げ、コンクリート基礎

B案 4灯用(十字アーム)

C案 2灯用

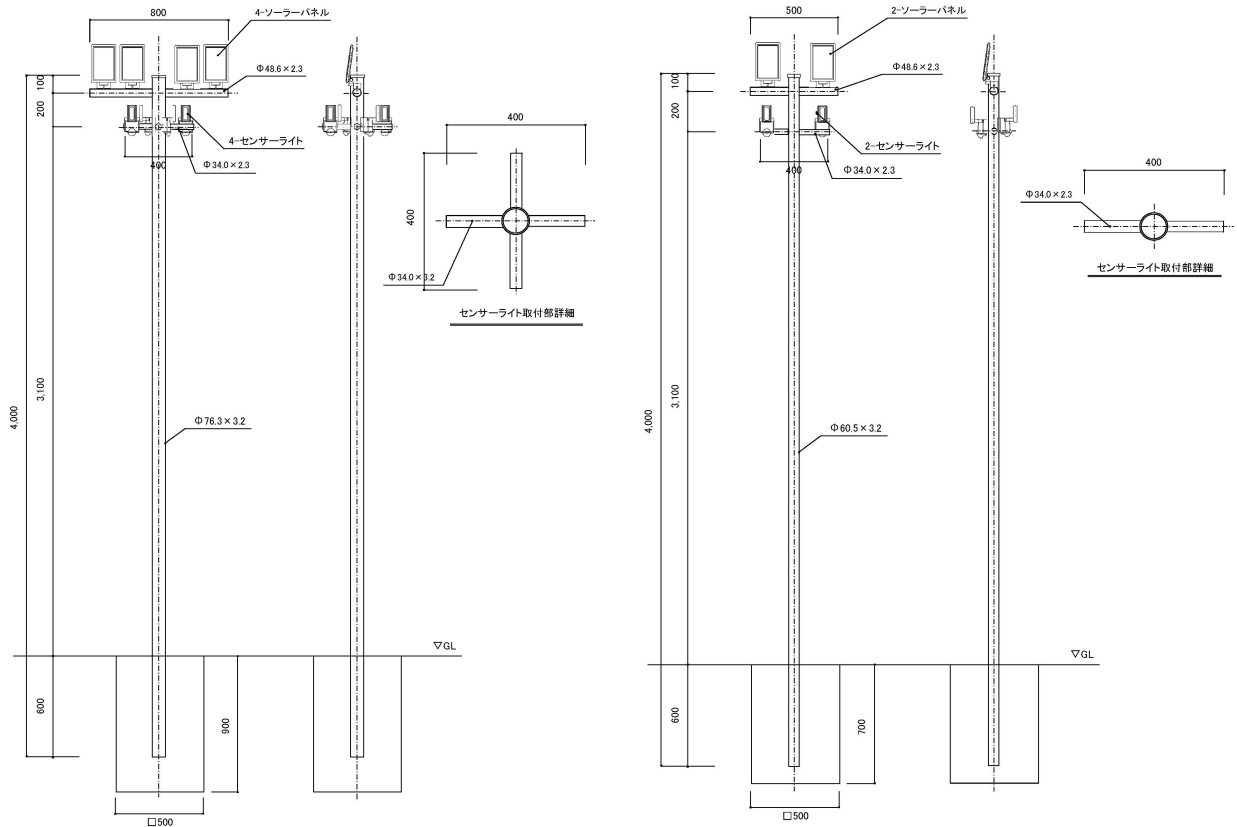


図18 人感センサーライト用独立支柱の概要図(左:4基設置用、右:2基設置用)

図18に人感センサーライト用の独立支柱の概要図を示します。両設計ともGLより3.1m地点に人感センサーライト、3.3mの地点にソーラーパネルを配置する設計となっており、それぞれ $\phi 48.6$ mm、 $\phi 34.0$ mmの鋼管が支柱と直交する構造となっています。4基設置用については鋼管が十字に配置されており、各方向に向けて機材設置を行うことが可能です。本支柱の材料費は4基設置用が82,000円、2基設置用が58,000円であり、注文製品のため比較的高額となりました。カーブミラーの支柱を準用する場合、 $\phi 76.3$ mm \times 3.6m(下地亜鉛メッキ製)のもので17,500円となることから、こういった既成品を準用していくことも有効と考えられます。

5 本社会実験における結論と今後の展望について

本社会実験によって得られた結論と今後の展望について以下のとおり示します。

(1) 本社会実験における結論および課題

- ・人感センサーライトによる交差点内の注意啓発を行ったところ、速度の遅い車両や、一時停止の道路標識や停止線がある道路方向で発現される効果は高く、一時停止する自転車や自動車が増える傾向が見られました。また、その傾向は最終調査日においても継続していることから、立て看板等による静的な注意啓発手段よりも慣れにくいと性質を持つと考えられます。一方、優先道路や速度が速い車両については効果が出にくいことが分かりました。
- ・人感センサーライトの点灯パターンについて、電池容量や発電効率を考慮して効果的に注意啓発を行うためには、交差点内のライトおよび交差点進入者に向けたライトつい

て、夜間に点滅させることが最も有効であることが分かりました。ただし、ライトの点滅の速度や、光源の位置、また複数のライトが同時に点滅した場合の対処など、車両運転者の眩しさへの配慮について、引き続き検討する必要があります。

- ・人感センサーライトの設備について、ライト、ソーラーパネル間の接続コードや、対候性結束バンド、防錆処理が行われていないネジについては、経年劣化や雨水侵入の可能性があるため、より耐久力のある構造、材質への検討が必要です。
- ・アンケート調査の結果、車両通行者（自転車・自動車）の 53%が人感センサーライトの設置により交差点の通行に注意を払うようになり、歩行者の 41%は交差点を通行する際に安心感が得られると回答しました。また、人感センサーライトによる交差点内の注意啓発が、事故抑制に繋がるかという問いに対しては、全体の 63%が事故抑制につながると回答しました。
- ・人感センサーライトのカーブミラーへの共架について、強度計算の結果、一面鏡には2基、二面鏡には4基まで共架出来る耐力があることが分かりました。また、独立支柱については支柱のデザインと強度計算を実施しましたが、道路管理者との協議結果や建設コストを考えて採用の検討を行う必要があります。

(2) 今後の展望について

- ・上記の課題について引き続き改善の検討を行ってまいります。また、今回の社会実験を通して明るさや、ソーラーパネルの発電能力の向上、更にはライトやセンサー機器の集約を兼ねた、カーブミラー専用のセンサーライトの開発について朝日電器㈱より提案があり、今後は、事業化の可否について検討を行ってまいります。(図 19 はイメージ案)

カーブミラー専用のセンサーライトの開発

必要な機能を1台に集約

- ・明るさアップ 400lm→600lm～1000lm
- ・ソーラー発電能力アップ 大→特注大
- ・充電容量の見直し ニッケル水素電池→リチウムイオン電池
- ・センサーの適切なエリア設置 本体(センサー1台)→本体(センサー4台)
- ・施工性向上 交差点に本体8台→本体1台

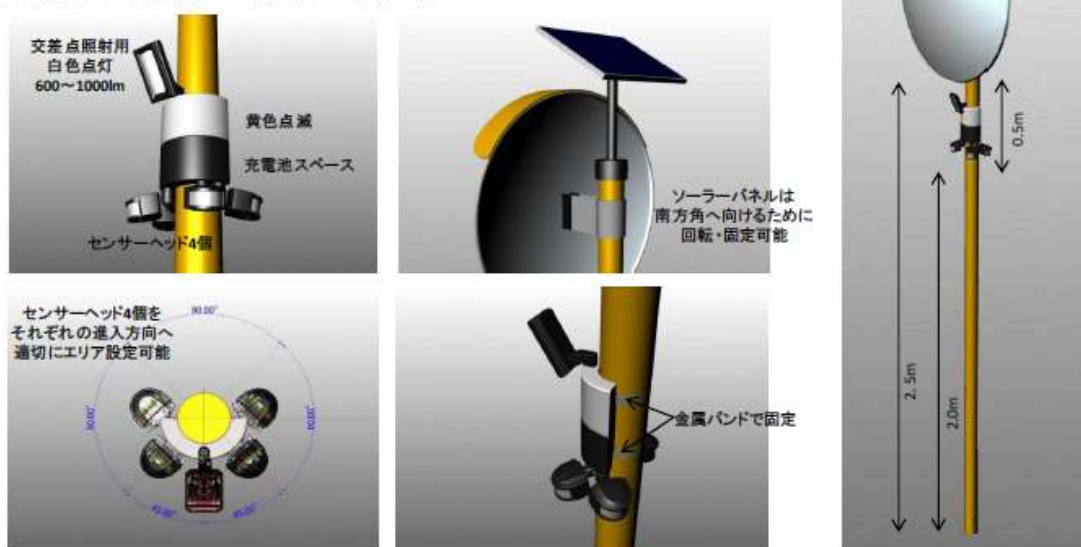


図 19 カーブミラー専用のセンサーライトの構造案