

スマート交差点実証実験の評価

～ 無信号交差点での一時停止実践を促すために ～

公益財団法人 豊田都市交通研究所
研究部次長・主幹研究員 山崎 基浩

一時停止してますか？

(5) 法令違反別（第1原因）

区 分		人身事故件数		死亡事故件数	
			増減数		増減数
合 計		41,551	-2,818	207	-6
計		41,373	-2,813	192	-4
車 両 等	小 計	2,460	-371	65	-14
	重 点 5 態 様				
	信 号 無 視	962	-198	9	-10
	最 高 速 度	12	1	9	0
	歩行者妨害等	280	6	30	2
	一 時 不 停 止	1,205	-179	17	-6
	酒 酔 い	1	-1	0	0
	小 計	37,594	-2,271	79	-2
	安 全 運 転				
	前 方 不 注 意	10,556	-933	36	3
歩 行 者	安 全 不 確 認	22,447	-726	7	-6
	そ の 他	4,591	-612	36	1
	そ の 他	1,319	-171	48	12
	計	178	-5	15	-2
	信 号 無 視	32	-21	5	-2
歩 行 者	直 前 横 断	14	6	1	0
	飛 出 し	66	0	0	0
	そ の 他	66	10	9	0

道路交通法第43条

（指定場所における一時停止）

車両等は、交通整理が行なわれていない交差点又はその手前の直近において、道路標識等により一時停止すべきことが指定されているときは、道路標識等による停止線の直前（道路標識等による停止線が設けられていない場合にあつては、交差点の直前）で一時停止しなければならない。

研究背景・目的

■ 生活道路の無信号交差点での出合頭事故削減

- ・ 交通事故削減に向けたインフラ側からの対策として、一時停止を促す仕組みを提案

■ (株)デンソー 新事業推進室の事業

- ・ 防犯用のエリアセンサを活用し、無信号交差点に非優先側から近接する車両に注意喚起
- ・ 社内道路で一定の効果（一時停止率3割⇒4割）が得られ、公道での実証実験により効果検証

■ 自転車への効果も期待

- ・ 非優先側からの自転車の飛び出しによる事故防止効果に期待し、自転車への効果も検証

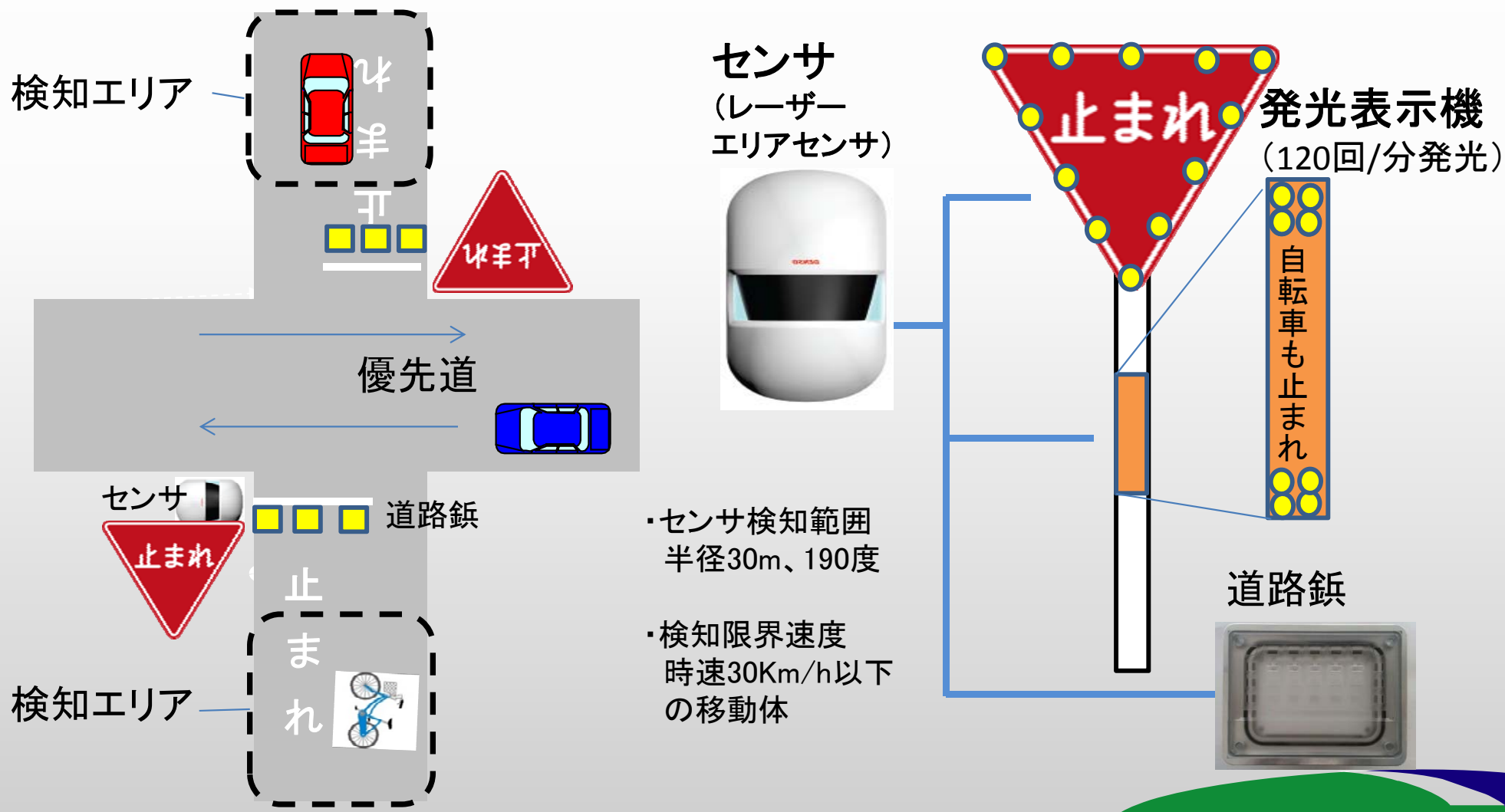
実施体制

「スマート交差点研究会」を組織し、実証実験運営

研究会メンバー	主な役割
流通科学大学経済学部 三谷哲雄 教授	アドバイザー
豊田工業高等専門学校 野田宏治 教授	アドバイザー
(株)デンソー 新事業推進室	実証実験実施主体 研究会運営総責任・事務局
(株)デンソーウェーブ システムソリューションG	製品開発（センサ関連） 監視機器準備・設置
(株)キクテック 生産本部中部製造部	製品開発（道路設備関連） 実験機器設置工事
刈谷市 都市政策部 都市交通課	行政機関・地域住民との調整 対象交差点選定
(公財)豊田都市交通研究所	実証実験評価・事務局

スマート交差点システム概要

センサが非優先側からの接近車両（自転車も含む）を検知し「①止まれ標識のLED」「②停止線手前に埋設したLED道路鋲」「③止まれ標識ポールの『自転車も止まれ』表示のLED」が点滅発光し、一時停止の励行を促す。



実験実施交差点

自動車保険会社の事故データから、直近2年で人身事故が発生している刈谷市内の無信号交差点を抽出。刈谷市の助言を得ながら、現場の機器設置制約および交差点タイプ等を考慮し2箇所を選定。



【小垣江町】

居住地内の生活道路どうしの交差点。優先側は補助幹線道路へつながる。朝ピーク時は西方向にある名鉄小垣江駅に向かう通勤・通学者や東方向に向かう自転車の中学生在がみられるが、交通量はさほど多くない。



【東刈谷2丁目】

居住地内の生活道路と補助幹線道路（自歩道あり）の交差点。ゾーン30からの出口となる。北方向にJR東刈谷駅および幹線道路（県道48号）があり、朝ピーク時は通勤・通学の自転車、歩行者が多数通行。

実験の評価

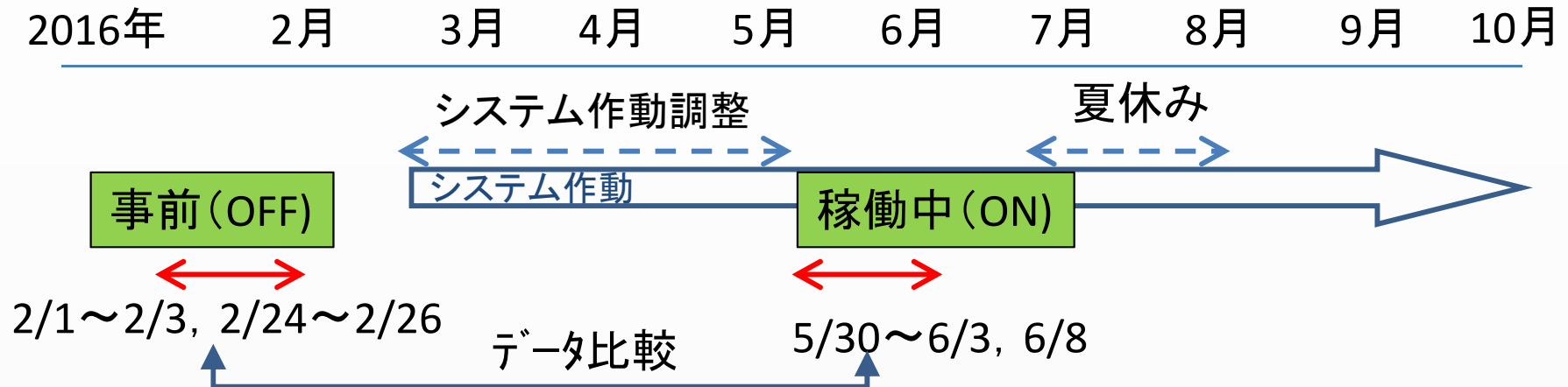
評価視点と評価指標

通行挙動の変化	評価指標	方法
(1)非優先側車両への効果	①一時停止率	動画から検出
	②交差点接近速度	動画から検出
(2)優先側車両への影響	①交差点接近速度	アンケート調査で定性的に確認
(3)自転車への効果	①一時停止率	動画から検出
	②交差点接近速度	動画から検出（小垣江は徐行率）
	③走行軌跡の変化	動画から検出（小垣江のみ）

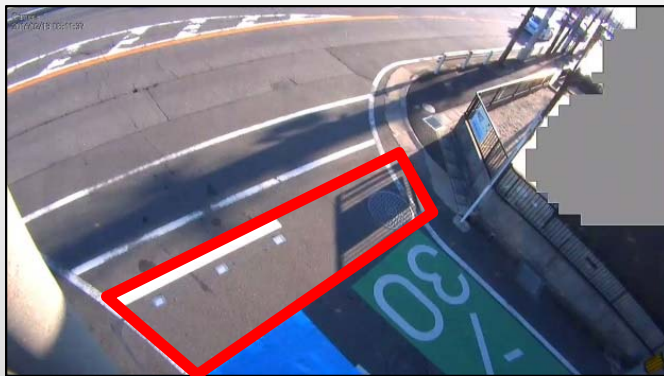
地域住民の意識	評価指標	方法
(1)行動変化	①自分自身の通行挙動変化	アンケート・インタビュー調査
	②他者の通行挙動変化	アンケート・インタビュー調査
(2)システムの評価	①安全・安心への効果など	アンケート・インタビュー調査
	②受容性など	アンケート・インタビュー調査

実験の評価

評価対象期間と調査方法



※事前・稼働中とも6日間、各日7～9時の2時間
(東刈谷は交通量が多いことから、3日間ずつのデータで比較)



＜東刈谷交差点カメラ画像＞



＜小垣江交差点カメラ画像＞

現場に設置したカメラにより撮影した動画を用いて、通行する車両の挙動を観測し、一時停止の実施有無等を検出した。

交通量と機器精度の確認

	検知方法	対 象	通過 台数	非検知 台数	非検知率	備 考
小垣江 西進	横切り線 ゾーン方式	自動車	129	1	0.8%	
		自転車	50	5	10%	
小垣江 東進	横切り線	自動車	23	3	13.0%	
		自転車	18	0	0%	
東刈谷	横切り線	自動車	122	35	28.7%	補正後 約2割
		自転車	181	12	6.6%	

- 比較的自動車の速度が高い東刈谷では30%近い非検知が発生。ただし検知線より交差点側にある駐車場から出る車両が3~4台/h程度あり、これを差し引くと2割程度の非検知率となる。
- 小垣江西進はセンサ位置からセンシング方向が上り坂であるため、検知方法として「ゾーン方式」を併用。自動車の非検知率は低く1%程度であるが、同方式だと発光開始が遅れる。

通行挙動の変化

【小垣江西進】

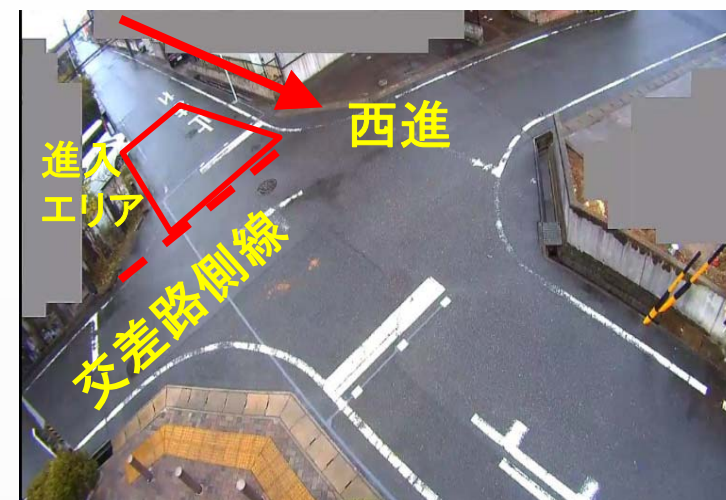
■ 自動車の一時停止状況と進入速度

単位: 台、%

自動車の一時停止状況	事前	%	稼働中	%
① 停止線付近で停止	19	17.3	13	11.9
② 交差路側線付近で停止	21	19.1	43	39.4
①+②停止(停止線+交差路側線)**	40	36.4	56	51.4
徐行で通過(停止無し)	70		53	
総計	110		109	

不停止車両の速度変化	事前	稼働中
進入エリア滞在時間	3.28	3.32 秒
【参考】 // (16-18時)**	3.50	4.42 秒

- ** を付した評価指標は有意水準1%未満で差が認められるもの。
- 赤色文字は統計的優位性有無に関わらず、着目すべき数値。
(※以降、他交差点での挙動変化結果も同様。)



- 現場のビデオ映像から目視により挙動を確認。
- 一時停止状況は「停止線付近」および「交差路側線付近」での一時停止実施状況を検出。
- 進入速度はエリア内の滞在時間を目視により計測。

小垣江西進は、右側・左側ともに住宅があり見通しが悪く、接近自動車は十分減速している。停止線を越えた交差路側線で停止すれば、優先道車両との衝突は回避できる状況。実験前では交差路側線までで自動車の36%程度の一時停止がみられたが、システム作動後は51%強と約1.4倍程度に増加した。減速効果については視認性の高い夕刻で確認できた。

通行挙動の変化

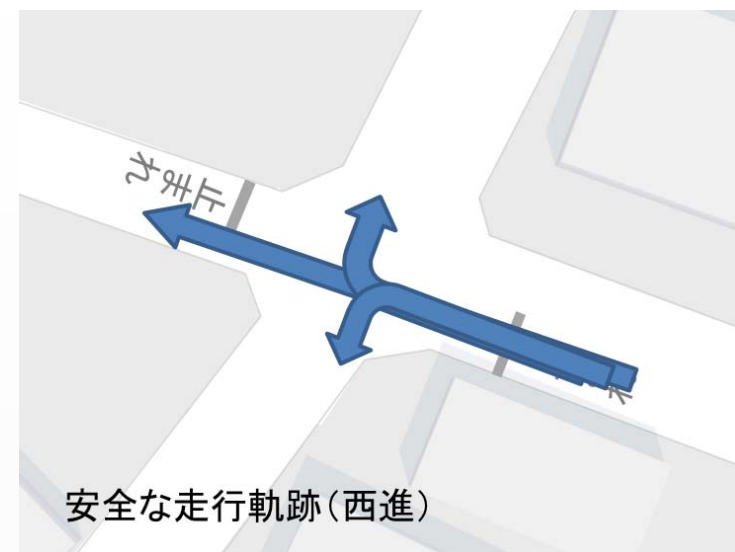
【小垣江西進】

■ 自転車の一時停止状況と走行軌跡

単位：台、%

自転車の一時停止状況	事前	%	稼働中	%
一時停止	0		0	
徐行で通過 **	15	34.9	20	46.5
減速せず通過	28		23	
総計	43		43	

自転車の走行軌跡	事前	%	稼働中	%
安全な走行軌跡	8	18.6	11	25.6
危険な走行軌跡	35		32	
総計	43		43	



- 自動車と同様に、現場のビデオ映像から目視により確認し一時停止の状況を検出。
- 加えて「キープレフト」+「見通しの良い場所まで進み右左折」という走行を「安全な走行軌跡」として検出。

自転車は事前・稼働中ともに一時停止する車両は見られず、システム稼働による一時停止促進効果は確認できない。

しかし、サンプル数が少なく統計的に有意な差ではないものの、「徐行で通過」する車両の割合は34.9%から46.5%に増加しており、また「安全な走行軌跡」は18.6%から25.6%に増加している。

以上より、安全を心がけた走行の実施に対して一定の効果はあったと考えられる。

通行挙動の変化

【小垣江東進】

■ 自動車の一時停止状況と進入速度

単位：台、%

自動車	事前	%	稼働中	%
①停止線付近で停止	2		0	
②交差路側線付近で停止	0		2	
①+②	2	6.1	2	12.5
徐行で通過	31		14	
総計	33		16	



- 西進と同様に、現場のビデオ映像から目視により挙動を確認。
- 一時停止状況は「停止線付近」および「交差路側線付近」での一時停止実施状況を検出。
- 一時停止状況に効果が見られなかったため、進入速度の評価は行っていない。

小垣江東進は、左右両方向とも視界が開けて見通しが良く、接近車両は減速するものの安全確認のために一時停止する車両は実験前ではほとんど無い。

実験システム作動後、停止率は増加しているものの統計的に有意な差は認められず、点減・注意喚起による一時停止促進効果は確認できなかった。

通行挙動の変化

【小垣江東進】

■ 自転車の一時停止状況と走行軌跡

単位: 台、%

自転車の一時停止状況	事前	%	稼働中	%
一時停止	0		0	
徐行で通過	0	0	2	11.8
減速せず通過	18		15	
総計	18		17	

自転車の走行軌跡	事前	%	稼働中	%
安全な走行軌跡	5	27.8	9	52.9
危険な走行軌跡	13		8	
総計	18		17	



- 西進と同様に、現場のビデオ映像から目視により確認し一時停止の状況を検出。
- 同様に「キープレフト」+「見通しの良い場所まで進み右左折」という走行を「安全な走行軌跡」として検出。

自転車は事前・稼働中ともに一時停止する車両は見られず、システム稼働による一時停止促進効果は確認できない。

しかし、サンプル数が非常に少なく統計的に有意な差ではないものの、「徐行で通過」する車両の割合は0%から11.8%に増加しており、また「安全な走行軌跡」は27.8%から52.9%に増加している。

通行挙動の変化

【東刈谷】

単位: 台、%

自動車	事前	%	稼働中	%
停止線付近で停止	3	2.5	1	1.2
徐行で通過（停止なし）	115		85	
総計	118		86	

不停止車両の速度変化	事前	稼働中
進入エリア滞在時間	0.97	0.97秒

自転車	事前	%	稼働中	%
一時停止	0		0	
停止線付近で停止	8	5.3	12	7.1
停止せず通過	142		156	
総計	150		168	

不停止車両の速度変化	事前	稼働中
進入エリア滞在時間	0.80	0.87秒



- 現場のビデオ映像から目視および検出ソフトにより挙動を確認。
- 一時停止状況は「停止線付近」での一時停止実施状況を目視で検出。
- 進入速度はエリア内の滞在時間を検出ソフトにより計測。

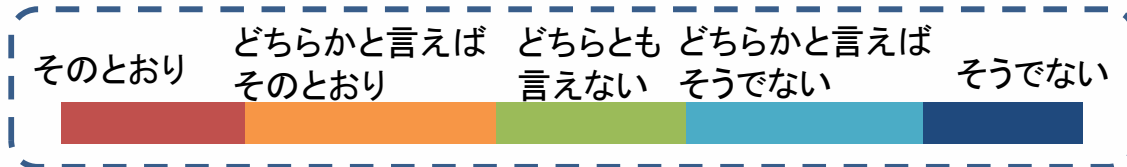
東刈谷は左側は対歩道の見通しが良く、左側は、対歩道の見通しがやや悪い交差点。歩道を走行する自転車との衝突回避のためには停止線での一時停止が必要であるが、停止線を越えた歩道延長線上において停止、徐行する車両が多い。実験システム作動後、自転車の停止率は増加しているものの統計的に有意な差は認められず、点滅・注意喚起による一時停止促進効果は確認できなかった。

通行挙動の変化に関する考察のまとめ

		小垣江 西進	小垣江 東進	東刈谷
見通し	右	悪い 	良い 	<対歩道> やや悪い 
	左	悪い 	良い 	<対歩道> 良い 
一時停止 促進 効果	自動車	◎ 36.4→51.4%	△	×
	自転車	◎ 徐行率向上 34.9→46.5%	△	△

- 一時停止促進効果が確認できたのは小垣江西進交差点のみで、小垣江東進、東刈谷では統計的に有意な一時停止効果は確認できなかった。
- 効果が確認できた小垣江西進は、他交差点との差違として「左右の見通しが悪い」という構造上の特徴が見られる。
⇒ 見通しが比較的良好な場合、安全状況を視認できている状態への注意喚起となるので、挙動変化には結びつきにくいと推察される。

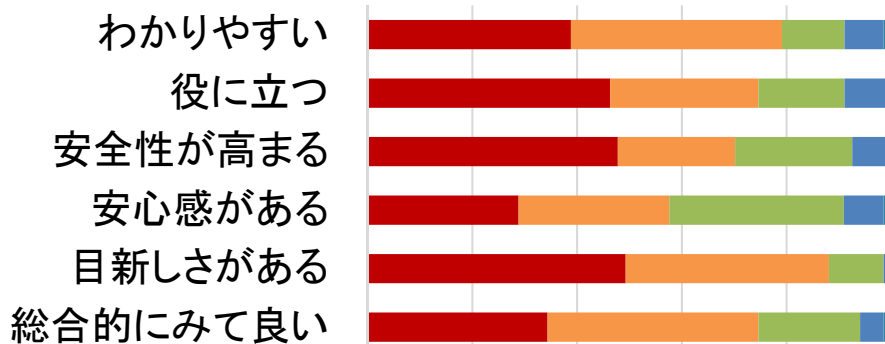
アンケート調査結果（システム評価）



	東刈谷	小垣江
回収軒数 (票数)	125 (192票)	99 (170票)
回収軒数率	21.6%	30.7%

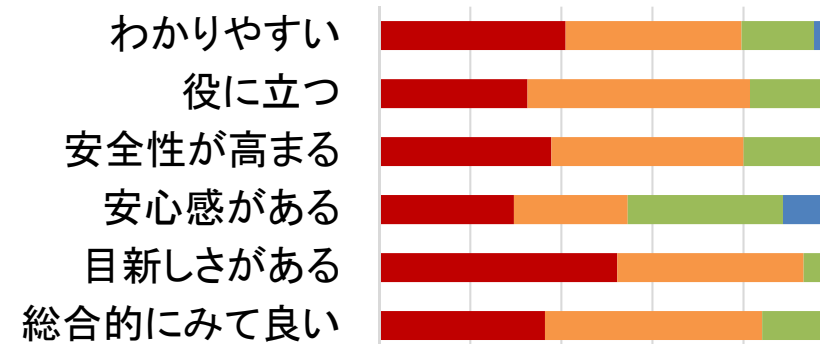
東刈谷(自動車) n67

0% 20% 40% 60% 80% 100%



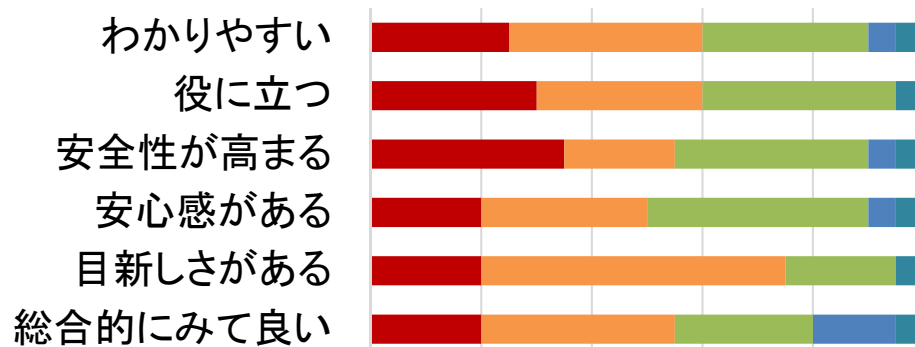
小垣江(自動車) n44

0% 20% 40% 60% 80% 100%



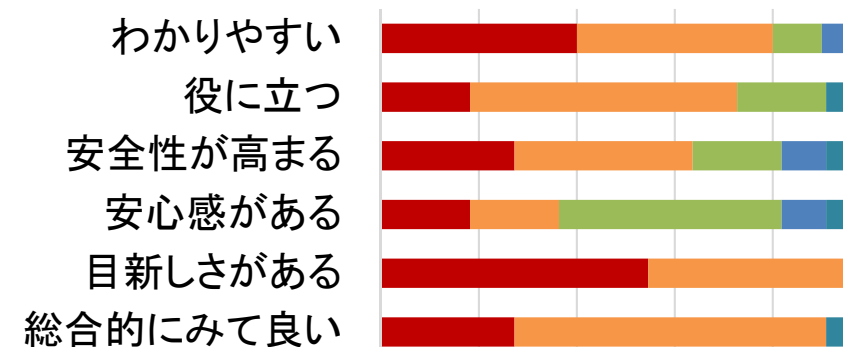
東刈谷(自転車) n20

0% 20% 40% 60% 80% 100%

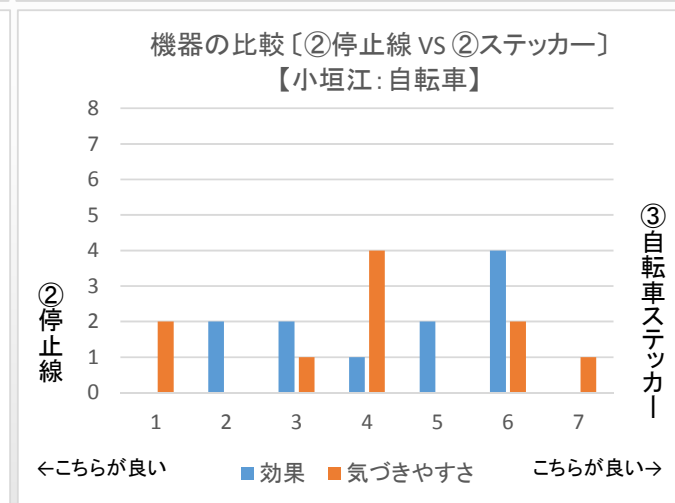
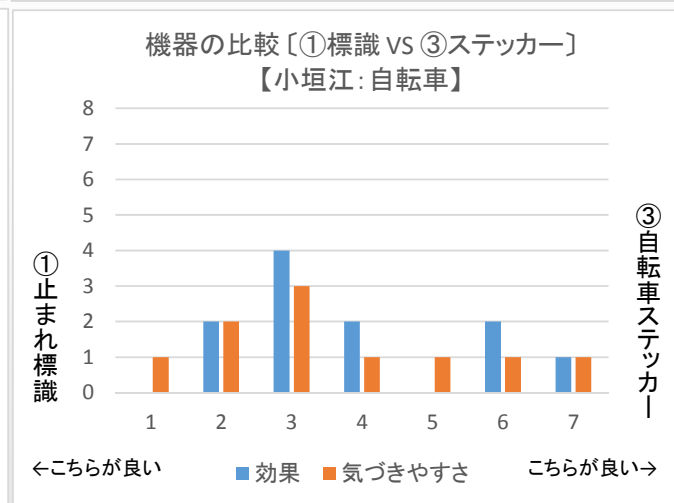
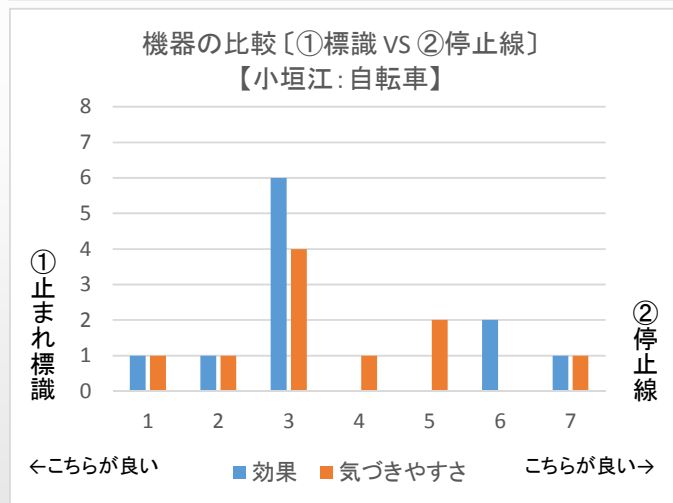
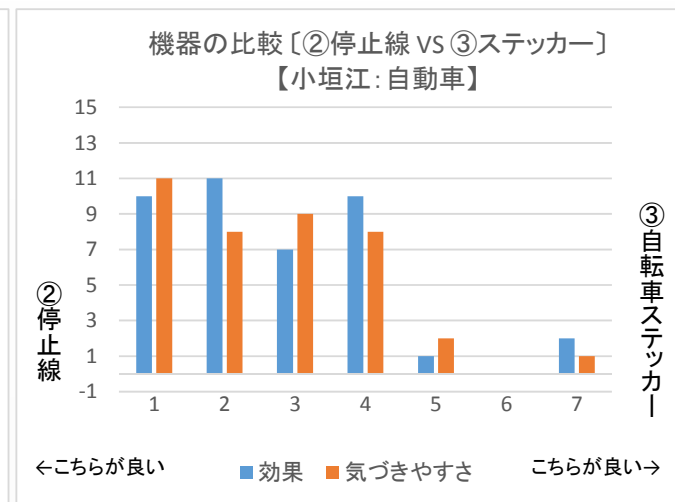
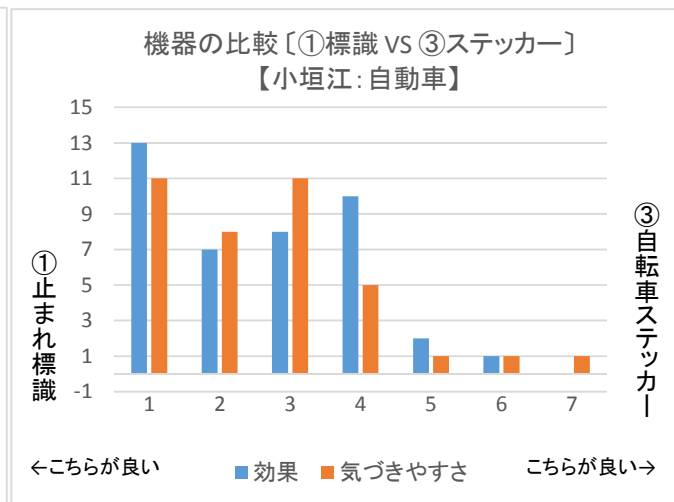
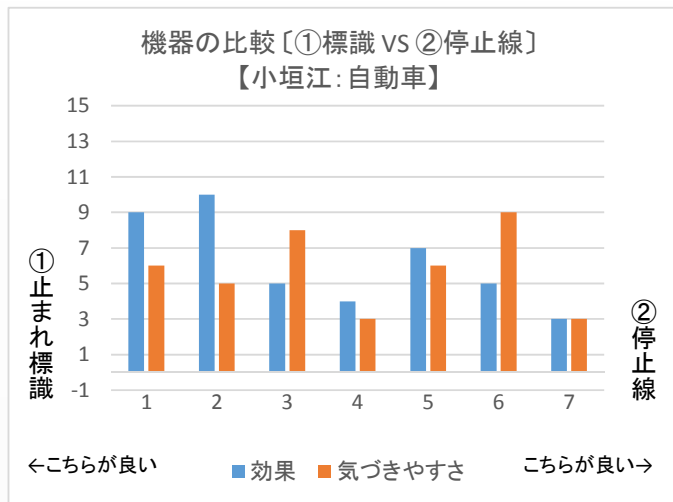


小垣江(自転車) n11

0% 20% 40% 60% 80% 100%



アンケート調査結果（各機器の比較評価：小垣江）

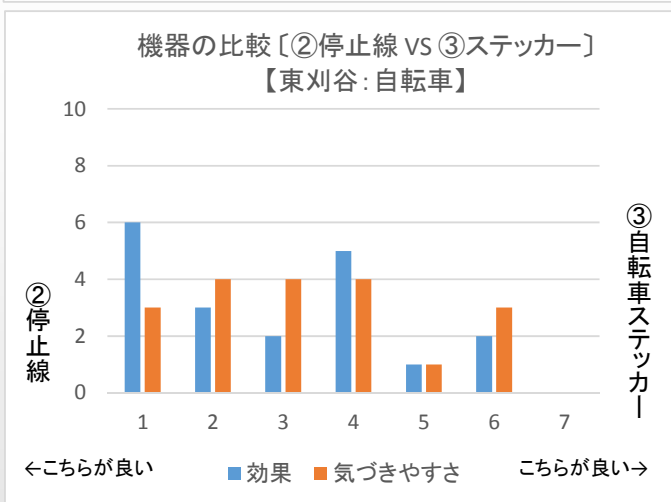
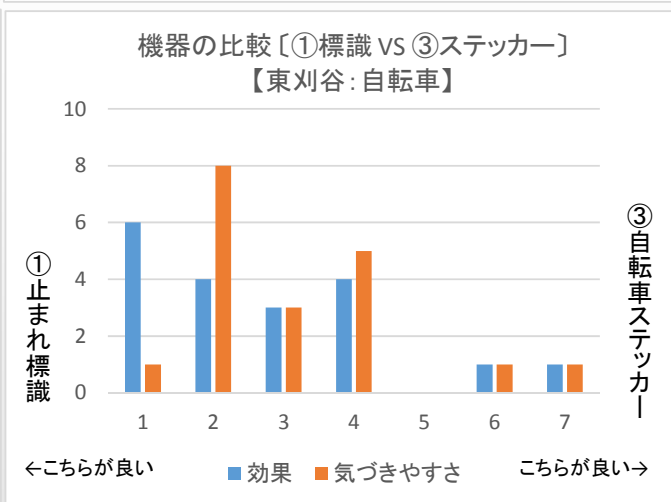
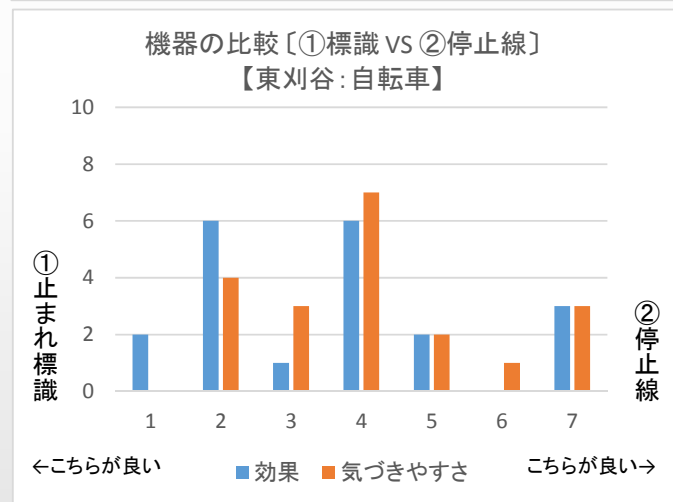
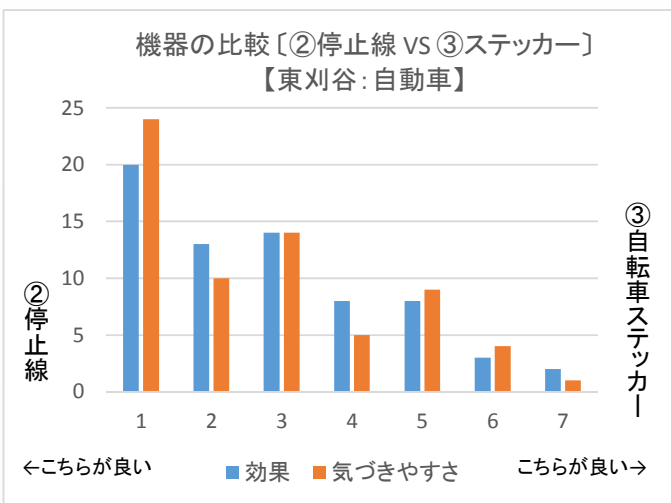
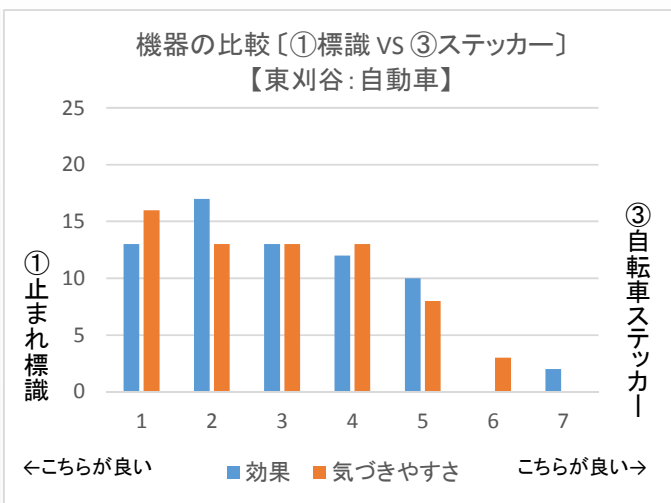
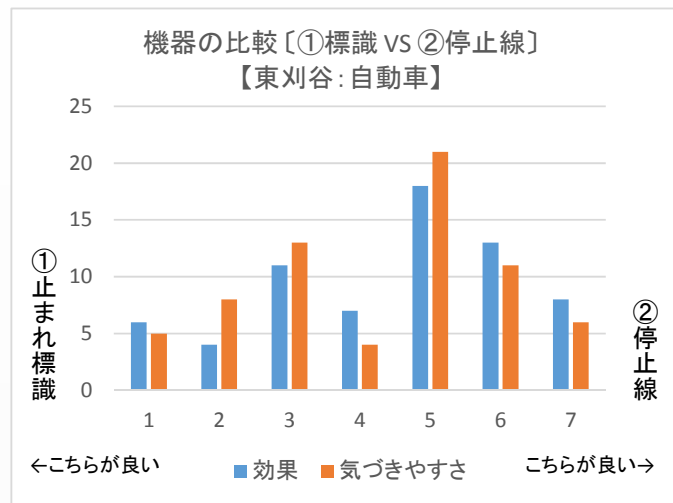


一対比較法による「重み」(相対的重要度)

【小垣江】	①標識	②停止線	③ステッカー	回答数
(A) 気づきやすさ	0.430	0.386	0.184	48
自動車	0.440	0.406	0.154	38
自転車	0.391	0.307	0.302	10
(B) 効果	0.459	0.337	0.204	52
自動車	0.476	0.359	0.165	41
自転車	0.398	0.254	0.349	11

- 自動車では「気づきやすさ」「効果」とともに標識が最も高く、次いで停止線となっている。ステッカーの評価は低い。
- 自転車も「気づきやすさ」「効果」とともに標識が最も高いが、「気づきやすさ」は停止線とステッカーの差がほとんど無く、「効果」はステッカーの方が停止線よりも高い。

アンケート調査結果（各機器の比較評価：東刈谷）

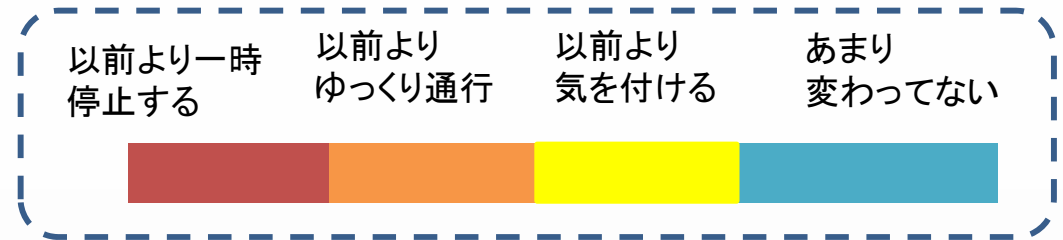


一対比較法による「重み」(相対的重要度)

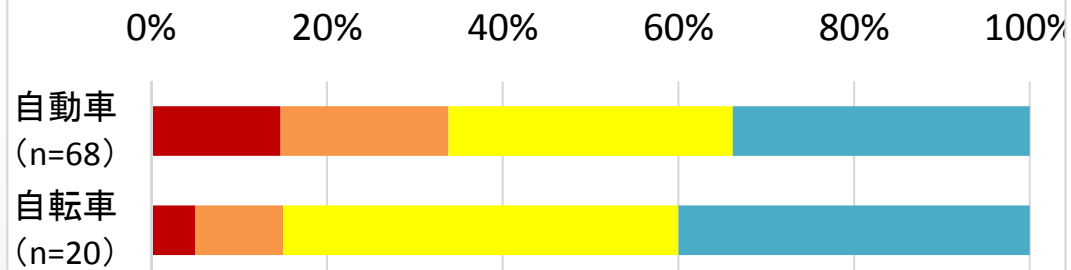
【東刈谷】	①標識	②停止線	③ステッカー	回答数
(A) 気づきやすさ	0.375	0.420	0.205	83
自動車	0.366	0.430	0.203	64
自転車	0.403	0.386	0.210	19
(B) 効果	0.373	0.419	0.207	84
自動車	0.350	0.438	0.212	65
自転車	0.454	0.355	0.191	19

- 自動車では「気づきやすさ」「効果」とともに停止線が最も高く、次いで標識となっている。ステッカーの評価は低い。
- 自転車では「気づきやすさ」「効果」とともに標識が最も高く、次いで停止線となっている。小垣江とは異なり、ステッカーの評価が低い。

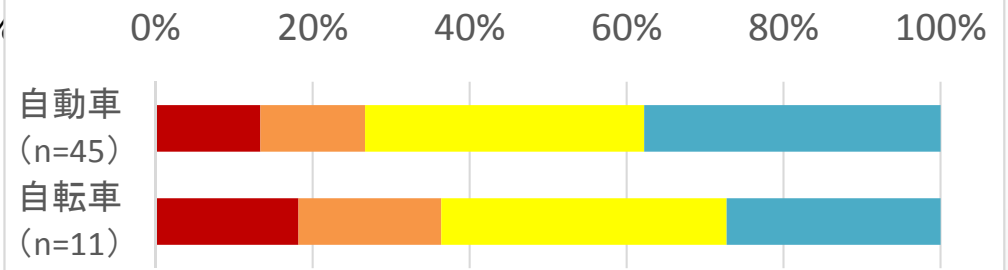
アンケート調査結果（自分自身の行動変化）



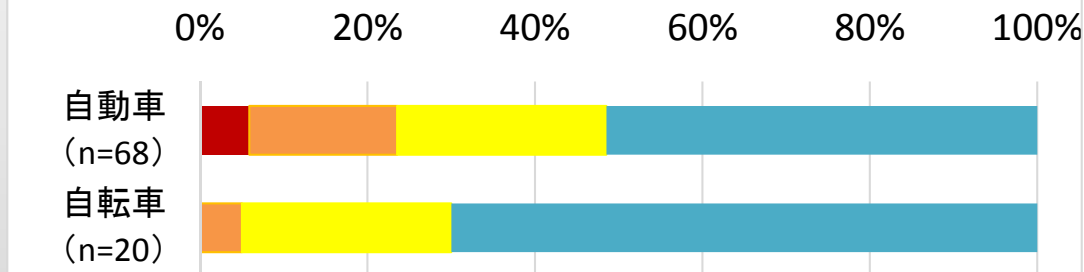
実験交差点の通行の仕方は？（東刈谷）



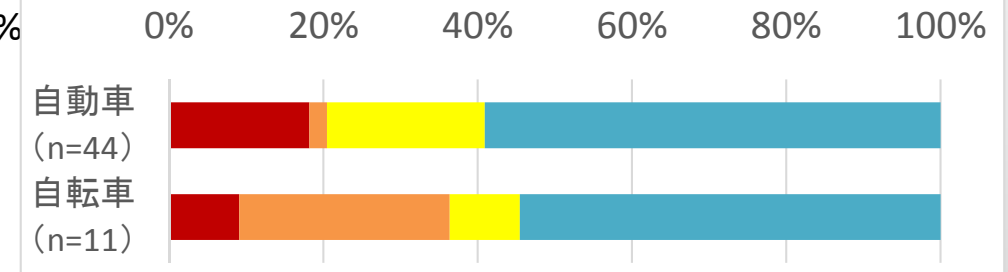
実験交差点の通行の仕方は？（小垣江）



他の一時停止交差点の通行の仕方は？（東刈谷）

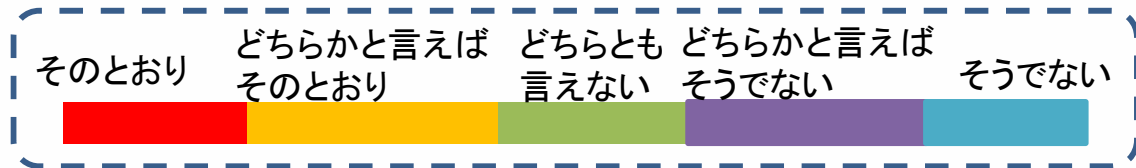


他の一時停止交差点の通行の仕方は？（小垣江）

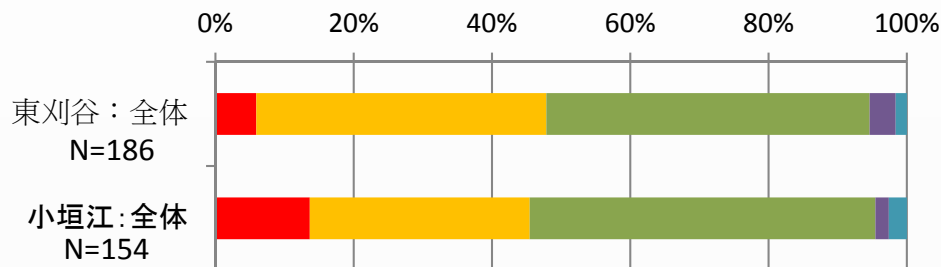


約60%程度の人が、当該交差点通行時に「気を付けるようになった」との回答。
更に他の一時停止交差点通行時の意識変化もみられる。

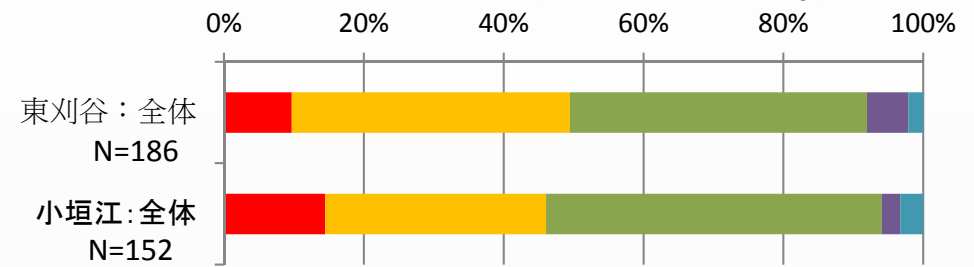
アンケート調査結果（地域の安全性の変化）



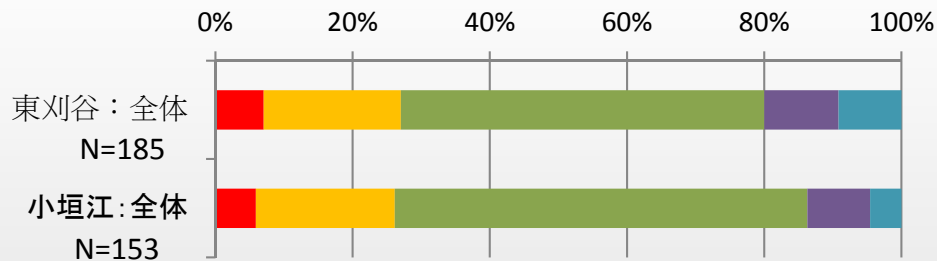
一時停止をするクルマが増えた



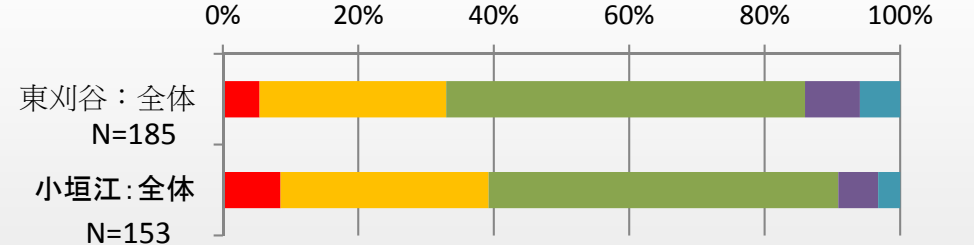
ゆっくり通過するクルマが増えた



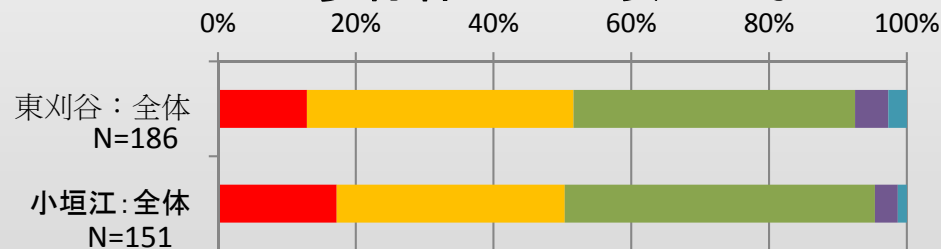
一時停止する自転車が増えた



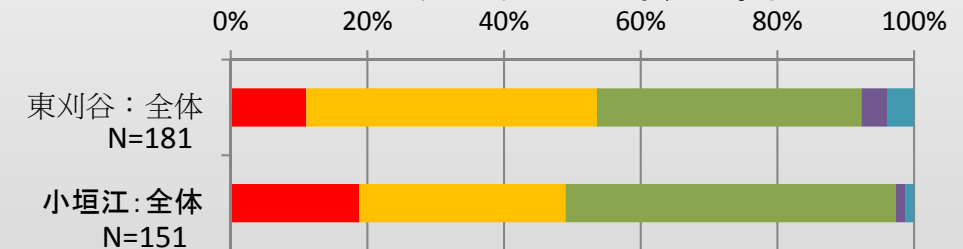
ゆっくり通過する自転車が増えた



歩行者にとって安全になった



地域の安全意識が高まった



意識の上でも、自転車に関しては「一時停止が増えた」「ゆっくり通過が増えた」という印象は低い。総じて東刈谷の方が安全性が高まったという回答が多い。

スマート交差点実証実験 評価のまとめ

■ 通行挙動変化に基づく評価

- ① 通行挙動変化への効果は、交差点の状況により異なる。交差点類型のうち、見通しが悪い生活道路どうしの小交差点では効果が得られる可能性がある。
- ② 今回は補足的な検証であったが、夕刻のような発光が目立つシーンでは、一時停止や進入速度低減を促す効果を得られる可能性がある。
- ③ 自転車に対しては、一時停止を促す効果は見られないものの、徐行率の向上などの挙動改善が見られる。

■ 住民意識に基づく評価

- ① 機器に対する評価は、概ね好評である。
- ② 通行者本人の意識に変化が見られ、6割程度の住民が当該交差点で「気をつけるようになった」などの行動変化があったことを指摘している。4割程度の住民が他の交差点でも通行意識の変化を指摘している。
- ③ 4割程度の住民が他者の通行挙動の改善を実感し、歩行者への安全性の向上を感じている。ただ、他者の自転車の挙動変化を感じる住民は少ない。
- ④ 生活道路どうしの小交差点では、優先側への効果も期待される。
- ⑤ 以上の結果は、インタビューで指摘のあった「システムを要注意交差点のシンボル化」による安全性向上の可能性を裏付けるものと言える。

スマート交差点実証実験 実導入に向けた課題

■効果が発揮される交差点の選定課題

- スマート交差点システムは、見通しの悪い交差点でより効果的であることが明らかになった。従って、設置に当たっては交差点の見通し状況を判断の上、設置検討する必要がある。
- 小垣江西進では、上り坂故、横切り線のみでは検知精度が悪く、ゾーン方式を併用したが、センサ設置位置と検知場所の高低差がある場合は現センサ性能では不適性交差点と言える。

■県警の対策動向からみた設置費用に関する課題

- 現在、愛知県では一灯式信号機は順次撤去方針のもと毎年数十機が撤去され、その代わりに「発光型の止まれ標識」と「この先交差点注意」等のカラー舗装が施工されていく傾向にある。
- 今後順次撤去が想定される県内約800ヶ所の一灯式信号の後にセンサ反応式発光型止まれ標識が設置されていくためには、日中においてのセンサ連動発光の注意喚起効果があること、及び夜間発光型自立電源タイプの止まれ標識に若干コストアップする程度＝（システムとして数十万円）を成立させていくことが条件になる。