

自動車の死角に関する研究（第1報）*

—車の構造上の死角を減少させる装置の開発—

河崎 祐次¹⁾

Research on Blind Spot of Car (First Report)

—Development of device that decreases constructional blind spot of car—

Yuji Kawasaki

Notwithstanding the traffic fatalities in Japan are on the decline, the number of the injured and the accident is still on the increase.

On the investigation of the cause of car accidents, they often occur because of the blind spot. Accordingly, we investigate the various blind spots in the traffic scene, and especially take a focus on the investigation of the trucks. The lower and rear part of the medium and large trucks has a blind spot which even the monitoring camera could not catch, there are accidents caused by people and animals caught in the rear tire without the drivers' notice. We produced a device to inform the drivers the presence of people and animals around their cars, and we inspected the sensor detection range, sensitivity and the effective location of the device.

Key Words: preventive safety, sensor, detector, experiment/ blind spot

1. ま え が き

ここ数年間は自動車の安全を支える技術の進歩により、日本の交通事故による死亡者は減少傾向にあるが、それにもかかわらず負傷者数や事故発生件数は依然増加傾向にある。

このような自動車の事故の発生要因を解明すると、死角により目には見えないことが原因で発生する事例が多い。安全な運転をするためには、死角に潜む見えない危険を的確に把握する事が重要である。

そこで本研究では、交通場面におけるさまざまな死角⁽¹⁾について分析し、その中から車の構造上による死角、とりわけ死角の多い貨物車に焦点を当てた。近年ではバックビューモニターや全方位認識システム、所謂アラウンドビューモニターとして前方認識センサなど、安全運転支援技術が開発され進歩しているが、中型・大型トラックの後部下においてはモニタカメラにさえ映らない死角があり、ドライバーが気づかないうちに人や動物が後部タイヤに巻き込まれる事故も発生している。

このような、モニタカメラに写らない部分での人体や動物の存在を、ドライバーに知らせるための装置を作成し、センサの検知範囲、感度、有効取り付け位置を検証した。

センサには人体や動物から出る赤外線を捕らえる赤外線

センサを使用した。

交通場面における死角を以下に示す。

(1) 車の構造上の死角

- ① 側方の死角
- ② 前後の死角

(2) 他車が作る死角

- ① 対向右折車が作る死角
- ② 対向直進車が作る死角
- ③ 対向左折車が作る死角
- ④ 側方の停車車両が作る死角
- ⑤ 前方の大型車が作る死角
- ⑥ 駐車車両が作る死角

(3) 道路形状が作る死角

- ① 見通しの悪い交差点の死角
- ② 見通しの悪いカーブの死角
- ③ 坂道の頂上付近の死角

2. 実験装置

赤外線センサは一般的には熱型と量子型に分類される。図1に分類とそれぞれの種類と効果⁽²⁾を示す。本研究では検出感度の波長依存性が少なく、その上センシングエレメントの冷却を必要としない熱型センサで、焦電効果を利用した焦電センサと、対象物との距離を測定する PSD(position sensitive detector)素子を使用した接近センサを⁽³⁾併用した。また、走行

*2011年8月9日受理。第43回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)大阪産業大学短期大学部(574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1)

中は車体下部への人や動物の進入が考えられないため、停車状態から動き出すまでの時間を実験の範囲とした。表1に赤外線センサの種類と検出方法、ならびに使用個数を示す。

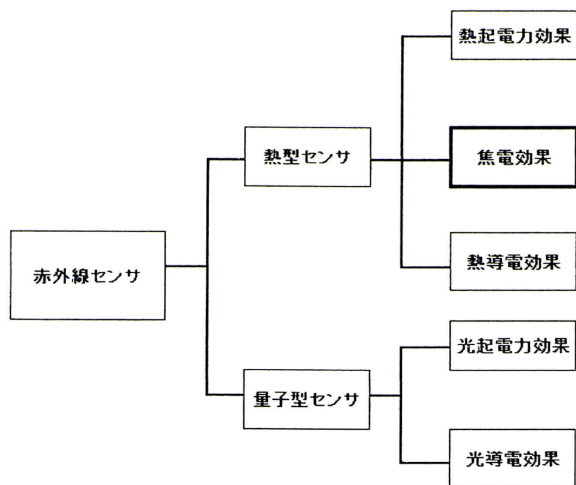


図1 赤外線センサの種類

表1 センサの数と種類

NO	赤外線センサの種類	検出方法
1	焦電センサ	近赤外光の変化を検出
2	焦電センサ	近赤外光の変化を検出
3	焦電センサ	近赤外光の変化を検出
4	焦電センサ	近赤外光の変化を検出
5	接近センサ	赤外線照射・受光一体型

赤外線は、可視光線の赤色より波長が長く、電波より波長の短い電磁波である。波長によって近赤外線、中赤外線、遠赤外線に分けられる。本研究では赤色の可視光線に近い波長を持ち、性質も可視光線に近い特性を持つ近赤外線を検出する焦電センサを多く用いた。近赤外線は赤外線通信やリモコンなどに利用されている。図2に赤外線の範囲を示す。

300m 100m 30m 1m 1cm 1mm 700nm 400nm 1nm

無線	赤外線			可視光線	紫外線
	遠	中	近		

電磁波の波長

図2 電磁波とその波長

3. 実験装置の作成

3.1. 赤外線センサユニットの作成

赤外線センサ検出ユニットは既製の組み立てパーツに手を加え、はんだの箇所が多いIC等が不具合を生じた時に、はんだを溶解せずに脱着、交換可能な基盤も作成した。また、各センサの感度調整時の安全対策としてセンサ側の電源ON/OFFスイッチを機能追加した。ユニットケースは車体に脱着出来るよう、透明なアクリルや半透明のポリエチレンのケースを加工し、赤外線検知部とリレーを含む基盤を収納した。(図3)(図4)

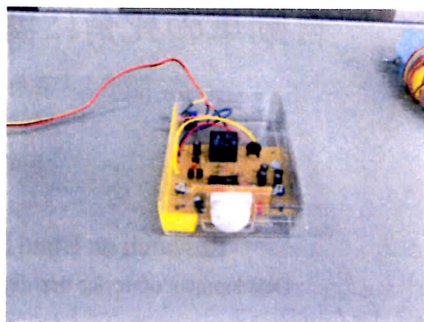


図3 赤外線センサユニット(焦電センサ)

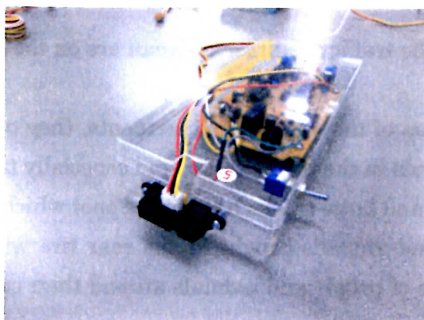


図4 赤外線接近センサ(PSD)

3.2. 集中操作モニタボックスの作成

ボックス本体は、3mm厚のアクリル板をカッターで図面通りにカットし、専用接着剤で組み立てた。図5にアクリル板接合によるモニタボックスを示す。また、アクリル板の接合面は強度を増すために、三角柱の接合部材を用いた。



図5 アクリル板によるボックスの作成

車に乗り込んだ運転者に、人体や動物を検知したことを知らせるために集中操作モニタボックスを運転席に設置出来るよう作成した。モニタボックスには、ブザーとLEDによって聴覚と視覚へ訴えるパラレル警報を用い、ヒューマンエラー⁽⁴⁾⁽⁶⁾の発生を防いだ。また、検知した車両の部位を示すために、どの部位に取り付けたセンサが検知したのかを、一目で確認できるようにセンサの数だけモニタ表示を設けた。さらにセンサの有効範囲を検証するためにモニタボックスのセンサごとにON/OFFスイッチ取り付け集中操作を可能にした。図6に集中操作モニタボックスのスイッチ類およびセンサ検知モニタランプ、ブザーを示す。

センサ作動電圧は、既製組み立てパーツセットを採用したため、4.5V と 9V の 2 種類の作動電圧に対して、センサ取り付け車両を中型・大型トラックに設定したことにより、バッテリー電圧は 24 V 仕様の組み合わせとなった。本研究当初は、乾電池を使って 2 通りの作動電圧に対応をしていたが 1 日で消耗した。したがって集中操作モニタボックス内において、車両電圧を変圧する機能を持たせることにより 2 通りのセンサ作動電圧を確保した。(図 7)

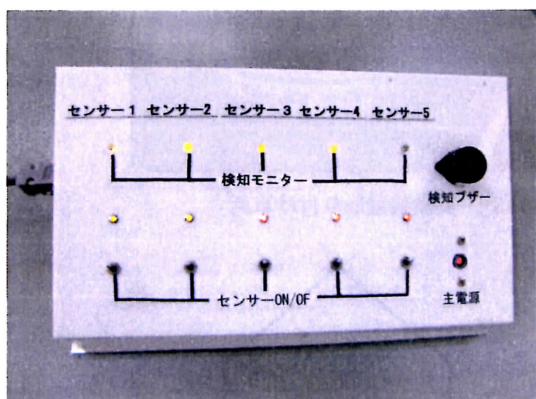


図 6 モニタボックスの操作および警告パネル
(センサ電源, 検知モニタ作動表示例)

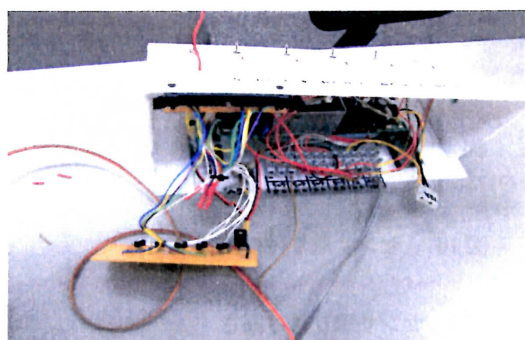


図 7 モニタボックス内の変圧回路

4. 実験方法

4.1. センサおよび集中操作モニタボックスの設置

作成した赤外線センサおよび集中操作モニタボックスを表 2 に示す車両に取り付けた。

表 2 車両諸元

車名	三菱
型式	PA-FK71F
総排気量	7,540cc
長さ	7,95m
幅	2,3m
高さ	3,25m
車両重量	5,810 kg
空車時前軸重	1,710 kg
空車時後軸重	4,100 kg
ケーター自動車工業社製 バーチカルゲート付き車	

集中操作モニタボックスは図 8 に示すように、運転席のダッシュボード上に固定せずに設置した。固定を避けたのは、

運転者が見やすい角度、場所を検証するためである。



図 8 ダッシュボード上の集中操作モニタボックス

図 9 に示す通り、5 つのセンサの電源、センサ信号配線は一本のシールド線に束ね車両後部まで引き、後部集中コネクターボックスを介して車両に取り付けた。

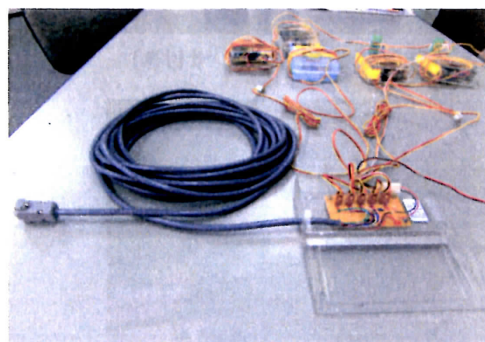


図 9 シールド線と後部集中コネクター

センサ No.1 は車両右側後部タイヤ後ろの工具箱下(図 10)に取り付け、検知方向は前に向かって水平方向とした。

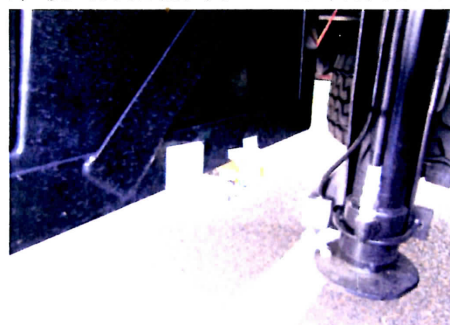


図 10 No.1 センサ

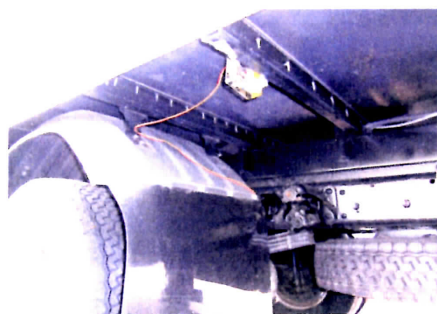


図 11 No.2 センサ

センサNo.2 を左側後部タイヤ後ろに設置し(図 11)検知方向は地面に対し垂直方向とした。センサNo.3 は左側ボディ後部の油圧式アウトリガ用油圧発生コントロールボックス(図 12)下部に取り付け、(左側後部タイヤ前に取り付けるべきであるが、燃料タンクとタイヤが接近しているため、取り付けスペースが確保できなかった) 検知方向は垂直方向とした。センサNo.4 を右側後部タイヤ前(図 13)に設置し、検知方向は垂直方向とした。



図 12 No.3 センサ(明るさセンサ付き)

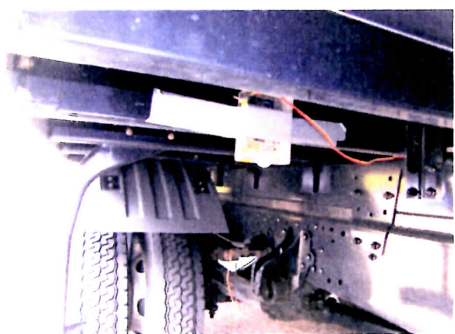


図 13 No.4 センサ(明るさセンサ付き)

センサNo.5 は接近センサを用い燃料タンク上(図 14)に設置した。このセンサは車両の左側に赤外線を照射し、対象物から反射した赤外線の受光角度により対象物の接近を検知することができる。したがって車両左側を通過する対象物の検知を目的に取り付けた。

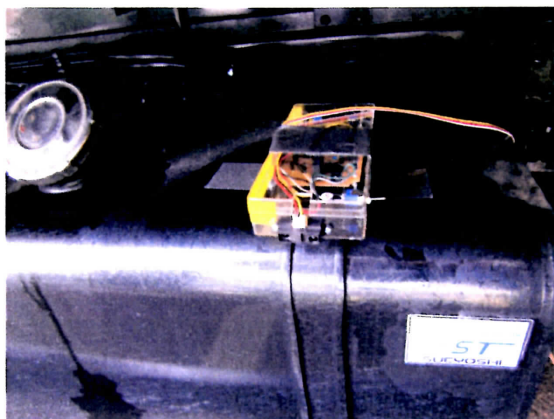


図 14 No.5 センサ(接近センサ)

それぞれのセンサは検知範囲を変えることが出来るように、

脱着可能としテープで固定した。

図 15 に実験装置取り付け車両、図 16 に各センサの取り付け位置、表 3 に取り付け高さ、検知方向を示す。



図 15 実験装置取り付け車両

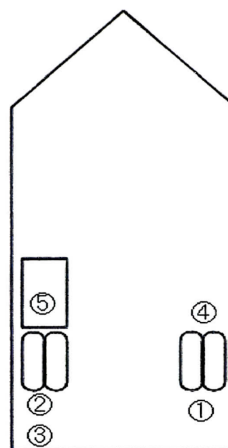


図 16 センサ取り付け位置

表 3 センサ取り付け高さ

センサNo.	取り付け高さ	検知方向
①	500 mm	水平
②	930 mm	垂直
③	450 mm	垂直
④	930 mm	垂直
⑤	750 mm	水平

4.2. 赤外線センサによる人体などの検出確認

電源は車両に搭載されているバッテリーから後部集中コネクターボックスを経由しシールド線を通して操作モニタボックスへ導いた。集中操作モニタボックスの主電源並びに、各センサ(No.1~No.5)の電源を入れ、センサを検知可能状態にして運転席に乗車したドライバー役が、集中操作モニタボックスのセンサ検知モニタランプおよび警報ブザーの作動を確認することで、車両後部のどの部分で人体などを検知したのかを検証した。なおNo.1~No.4 の焦電センサの検知可能距離は最長約 5mであるが、誤作動を防止するために感度調整(概ね 2 m)を行った。また、より広範囲に検出できるようにするため

と、動きの変化をより大きくするために、図 17 のようにフレネルレンズ⁽³⁾という人の動きなどの変化を、より大きな変化とするためのレンズを焦電センサの前面に取り付けた。このレンズの装着によってゆっくりした動作でも、赤外線を大きく断続させる事が可能になり、また、被対象物の検出可能範囲を上下左右 54° ~67° まで広げることが出来た。

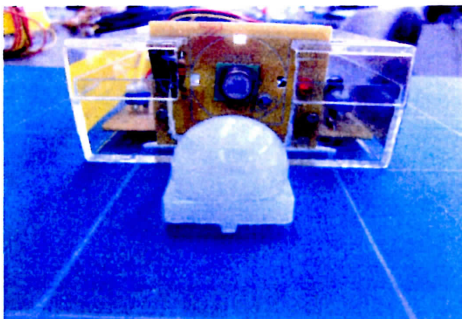


図 17 フレネルレンズ

5. 実験結果

実験車両の後部下のNo.1~No.5のセンサ設置部分で、被実験者がランダムに手や足を入れて動かした結果、運転席に設置した集中操作モニタボックスのモニタランプが、赤外線の変化を捉えたセンサの場所を示し点灯、そしてブザーの警報音をドライバー役が確認した。また、逆にドライバー役から指示されたセンサ設置場所での人体頭部の動作にも確実にセンサは反応した。No.5のセンサは検出方向を唯一車両の外側(車両左側)に向け、対象物との距離を赤外線の送受光により捉える事を目的に設置した。したがって、特に被実験者はこのセンサの前を、距離を変えて横切り(車両の左側を車両と平行に行き来した)センサの感度を検証した結果、概ねこのセンサの有効最長検出距離の80cmまでは検知可能であることを確認した。

6. まとめと今後の課題

今回の実験で作成した、車の構造上の死角減少を図る装置は、車両が停止した状態においては、概ね被対象物である人体からの赤外線の変化を捉え、ドライバーにモニタランプ(視覚)とブザー(聴覚)によるパラレル警告機器としての役割を果たす事が出来た。また、No.5の接近センサによる車両の左側を通過する被対象物も、車両との距離が80cmまでならば確実にその動きを捉える事が出来た。本研究の成果としては以上のような点であるが、同時に多くの課題が明確になった。以下にその課題を示す。

- (1) 本研究で用いた焦電センサ並びに、PSD素子を使用した接近センサは、人体などが発する赤外線の変化を検出するセンサであり、静止している被対象物の検出方法。
- (2) センサの大きさは、ケースを含め大きい物で175mm×82mm、小さい物では108mm×80mmであり、実用取り付けを考慮

したセンサの小型化と防水対策。

- (3) 集中操作モニタボックスの小型化
- (4) 集中操作モニタボックスのモニタランプの配置を、車両のどの場所で赤外線の変化を検知したのかを、一目で確認出来るように車両略図(図16)上に変更し検証する。
- (5) 昼間など運転席周りが明るい時、集中操作モニタボックスのモニタランプの点灯が見づらく、日よけカバーやランプの照度を上げるなどの対策が必要。
- (6) 各センサに電源を入れたときに、モニタランプの点灯と、ブザー音による作動確認が最長で約4秒あるため、実用取り付けの際のセンサへの入電タイミングの検証。
- (7) 左折時の車両左側での巻き込み事故防止のための、センサの配置とその種類。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、財団法人東京自動車技術普及協会より研究助成金を賜りましたことを記して謝意を表します。また、大阪産業大学短期大学部 土井 博文先生ならびに諸先生方にご教示を賜りましたことを記し、深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 三井住友海上自動車保険部：人(車)道路 11月の安全運転のポイント 平成19年11月号
- (2) 谷腰欣司：センサのしくみ p.68-p.73 (2004)
- (3) 後閑哲也：基礎入門センサ活用の素 p.60-p.61 p.86-p.88 (2009)
- (4) 小松原明哲：ヒューマンエラー第2版、東京、丸善株式会社、平成20年、130p.
- (5) 村田厚生：ヒューマンエラーの科学、東京、日刊工業新聞社、2008、167p.