

令和4年度調査研究報告書

故障車等牽引時の車両の安全対策に関する調査研究

報 告 書

令和5年2月

自動車安全運転センター

はじめに

現行の道路交通法令においては、故障車等牽引中のレッカー車の最高速度は時速 30 キロメートル若しくは 40 キロメートルとされています。これについては、自動車安全運転センターにおける令和 2 年度調査研究において、レッカー車に関するアンケート調査と走行実験を行い、被牽引車両が牽引用具等に堅固に固定されている場合であれば、高速道路等・一般道路等ともに、故障車等牽引中のレッカー車の最高速度を時速 60 キロメートルに引き上げても、走行の安全性自体に問題はないと提言させていただきました。その際、夜間、レッカー移動中の状況が後続車両から視認困難となるおそれがあるという指摘があったところです。

そこで本調査研究では、視認性への対策として反射器材や回転灯、被牽引車後部に取り付けるタイプの制動灯等を想定し、後続車両からの視認性向上効果を検証する実験、被牽引車両がある状態で高速走行中のレッカー車の減速状況を後続車両から正確に認知できるのかを検証する実験を行いました。また、現状の牽引方法や牽引用具等が時速 60 キロメートルでの長時間走行に適合しているかを検証する実験も併せて実施しました。

本報告書はこれらの実験結果を取りまとめたものです。交通安全対策や交通施策の策定を行われる方々におかれましては、この内容をご活動の推進に役立てていただけますと幸甚でございます。

末筆ではございますが、本調査研究にご参加くださり、ご指導いただいた委員の皆さま方、並びにご協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

令和 5 年 2 月

自動車安全運転センター
理事長 種谷 良二

令和4年度調査研究

「故障車等牽引時の車両の安全対策に関する調査研究」委員会委員等名簿
(順不同、敬称略)

(委員会委員)

委員長	景山 一郎	日本大学名誉教授
委員	栗谷川 幸代	日本大学生産工学部機械工学科教授
〃	中村 欣央	一般社団法人日本自動車車体工業会特装部会クレーン車分科会委員
〃	岩浅 太一	警察庁交通局交通企画課理事官
〃	高梨 辰聡	警察庁交通局交通企画課課長補佐
〃	田久保 宣晃	科学警察研究所交通科学部交通科学第三研究室特任研究官

(オブザーバー)

小澤 浩之	一般社団法人日本自動車車体工業会総務部
春名 晃宏	国土交通省道路局高速道路課有料道路調整室課長補佐
三浦 倫秀	国土交通省道路局高速道路課有料道路調整室課長補佐
山村 真也	国土交通省自動車局車両基準・国際課課長補佐
姉川 英紀	国土交通省自動車局整備課課長補佐
川瀬 優介	警察庁交通局交通企画課課長補佐
井上 大輔	警察庁交通局交通企画課係長

(事務局)

石川 博敏	自動車安全運転センター顧問
岸田 憲夫	自動車安全運転センター調査研究部長
横関 俊也	自動車安全運転センター総務部調査役(調査研究担当)
倉内 麻美	自動車安全運転センター調査研究課係長
向井 伸一	社会システム株式会社企画調査グループ主管
東野 美佐子	社会システム株式会社交通経済グループ主管

目 次

第1章 調査研究の概要	1
1 目的	1
2 調査研究のスケジュール	2
第2章 故障車等牽引中のレッカー車に関する危険性の実態把握	3
1 レッカー車の交通事故実態調査	3
(1) 道路種別別事故件数	3
(2) 昼夜・天候別事故件数	4
(3) 道路種別別事故類型	4
(4) 道路種別別危険認知速度	6
(5) まとめ	7
第3章 レッカー車の視認性等に関する実験	8
1 実験の概要	8
2 実施場所	8
3 使用車両	9
(1) レッカー車	9
(2) 被牽引車	10
(3) 実験参加者の乗車車両	10
4 追突防止機材	10
5 反射器具等の視認性向上効果の検証（実験1）	12
(1) 実験1のパターンと実施条件	12
(2) 実験1の実施コース	13
(3) 実験1の参加者	13
(4) 実験1の実施方法	14
(5) 実験1の参加者への指示内容	14
(6) 実験1の実施結果	15
(7) 統計的検定の結果	24
(8) 実験1の参加者の感想	25
(9) 実験1の分析結果	26
(10) 実験1の考察	27

6	レッカー車減速状況認知の検証（実験2）	28
(1)	実験2のパターンと実施条件	28
(2)	実験2の実施コース	29
(3)	実験参加者	29
(4)	実験の実施方法	30
(5)	実験2の参加者への指示内容	31
(6)	実験2の実施結果	31
(7)	統計的検定	35
(8)	車両の停止に必要な距離	36
(9)	実験における失敗回数	39
(10)	レッカー車の見え方の比較	40
(11)	実験2の参加者の感想	41
(12)	実験2の分析結果	42
(13)	実験2の考察	43
第4章	安全な長距離走行等に必要な牽引方法と用具の検証	44
1	牽引方法や牽引用具の適合性に関する実験（実験3）	44
(1)	実験3の概要	44
(2)	実施場所及び実施コース	44
(3)	使用車両	45
(4)	実験のパターンと被牽引車の固定方法	46
(5)	ドリーの使用	47
(6)	実験の実施方法及び計測内容	48
(7)	計測結果	49
(8)	実験3のドライバーの感想	54
(9)	通常の牽引業務の実態（参考情報）	55
(10)	実験3の分析結果	56
(11)	実験3の考察	57
2	牽引用具等の設計諸元等	58
(1)	レッカー装置に関する調査	58
(2)	ドリー（補助輪）に関する調査	62
第5章	まとめ	63

参考資料 1 実験 1 の実施結果データ

参考資料 2 実験 2 の実施結果データ

第1章 調査研究の概要

1 目的

故障等牽引時の車両の最高速度に関しては、自動車安全運転センターにおける令和2年度調査研究において、被牽引車両（普通自動車）が牽引用具等に堅固に固定されている場合であれば、高速道路等・一般道路等ともに最高速度を時速60キロメートルに引き上げても、走行の安全性自体に問題は無いとされた。仮に、道路交通法施行令第12条で規定する最高速度を時速60キロメートルとした場合は、普通自動車を牽引中の牽引車両（以下、「レッカー車」という。）は高速道路等を走行することができることとなる（現在は、道路交通法第75条の4にある「危険を防止するためやむを得ない場合」に該当するものとして、直近のインターチェンジまでの走行は認められている。）。他方、レッカー車の制動灯等は牽引される故障車等のために後続車両からの視認が困難であるとの事情もあり、特に高速道路等においては当該レッカー車の後方を走行中の車両がレッカー車のブレーキ操作に気付くのが遅れて追突することも懸念されている。そのため、最高速度を引き上げる場合は、追突防止措置として反射器具や回転灯の設置等についても検討を進めていく必要がある。

また、普通自動車を牽引中のレッカー車が時速60キロメートルで長距離・長時間の走行をすることとなると、これまで以上に走行時の振動等による牽引用具等への影響もあると考えられる。そのため、故障車を安全に牽引するために必要な牽引方法や牽引用具等の在り方について考察する必要がある。

本調査研究では、故障車等牽引時の車両の安全対策として、追突防止措置を講じるため被牽引車両に反射器具や回転灯等を設置し、その視認性向上効果について検証を行い、大きな速度差が生じる高速道路等であっても、故障車等牽引時の車両等が安全に走行するための方策について検討を行ったほか、時速60キロメートルで長距離・長時間の牽引を行った場合、既存の器具及び牽引方法がこれらの走行に耐え得るかについて検証を行い、故障車を安全に牽引するために必要な牽引方法や牽引用具等の在り方について検討を行った。

2 調査研究のスケジュール

調査研究のスケジュールを表1-2-1に示す。

＜表1-2-1 調査研究のスケジュール＞

項 目	令和4年							令和5年	
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
①計画・準備									
(ア)実験計画・準備			→						
(イ)レッカー車の交通事故実態調査							→		
②レッカー車の視認性等に関する実験									
(ア)反射器具等の視認性向上効果の確認(実験)		→							
(イ)レッカー車減速状況の認知(実験)		→							
③安全な長距離走行等に必要な牽引方法と用具の検証									
(ア)牽引用具等の設計諸元(メーカーヒアリング)			→						
(イ)牽引方法や牽引用具等の適合性に関する実験			→						
④各実験結果の取りまとめ					→				
⑤委員会等の開催 (事前検討会・委員会・実験視察)	検討会 委員会	実験 視察		委員会			検討会	委員会	
⑥報告書等の作成									→

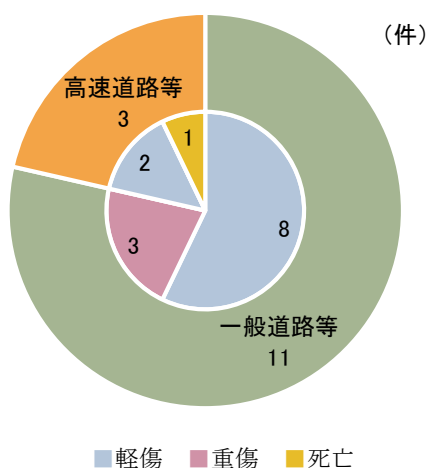
第2章 故障車等牽引中のレッカー車に関する危険性の実態把握

1 レッカー車の交通事故実態調査

故障車等牽引中のレッカー車の危険性を検証するために、2018年～2022年上半期（4年半）の期間中に発生した、故障車等牽引中のレッカー車が関係する交通事故14件を集計した¹。レッカー車の交通事故は件数が少なく、レッカー車の総走行距離・出動件数等も不明であるため、ここでは現状の発生状況とその傾向を俯瞰することを主とする。

（1）道路種別別事故件数

道路種別別の事故件数は、図2-1-1のとおり一般道路等²が11件、高速道路等³が3件であり、一般道路等での事故が多くなっていた。全体で見ると軽傷事故が10件と、全体の約7割を占めているが、唯一の死亡事故は高速道路等で発生していた。交通事故全体での比率と比較すると、高速道路等での交通事故の発生比率が高くなっている⁴。



<図2-1-1 道路種別別事故件数>

¹ 自動車安全運転センターが把握した事故に限る（警察庁が実施した特別調査の結果を参照）

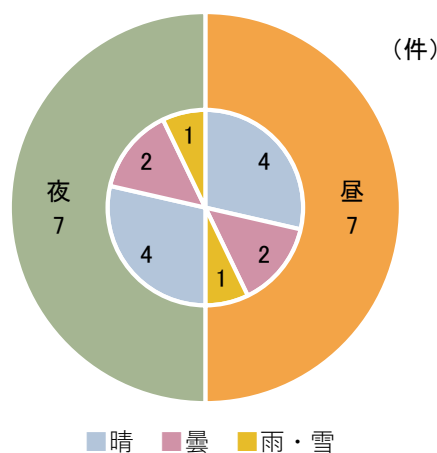
² 一般道路等：一般国道、主要地方道、都道府県道、市町村道、その他専道、道路運送法上の道路、農道・林道・港湾道、私道、一般交通の場所、その他

³ 高速道路等：高速自動車国道、指定自動車専用道路

⁴ 2021年における全道路の交通事故発生件数は305,196件。そのうち高速道路等は4,863件。2021年における昼間の交通事故発生件数は229,104件。夜76,092件。出典：地形別 道路形状別・昼夜別 道路種別別 全事故件数（令和3年交通事故統計）。ITARDAのHP公表資料

(2) 昼夜・天候別事故件数

昼夜別の事故件数は、図2-1-2のとおり昼・夜ともに7件ずつとなっている。発生時の天候については、昼夜ともに晴れが4件、曇りが2件、雨・雪が1件と同数であった。これは、交通事故全体での昼夜比率と比較して、夜間の発生率が高い⁴。



<図2-1-2 昼夜・天候別事故件数>

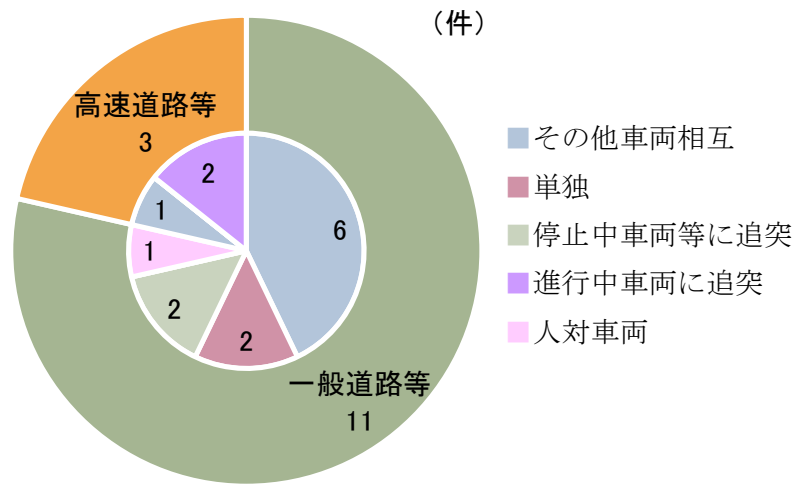
(3) 道路種別別事故類型

道路種別別の事故類型は、図2-1-3のとおりその他車両相互⁵が7件と最も多かった。一般道路等では、単独、停止中車両等に追突がそれぞれ2件、人対車両が1件発生しているが、高速道路等ではこれらの事故は発生していない。その代わりに、一般道路等では発生していない進行中車両に追突した事故が2件発生している⁶。

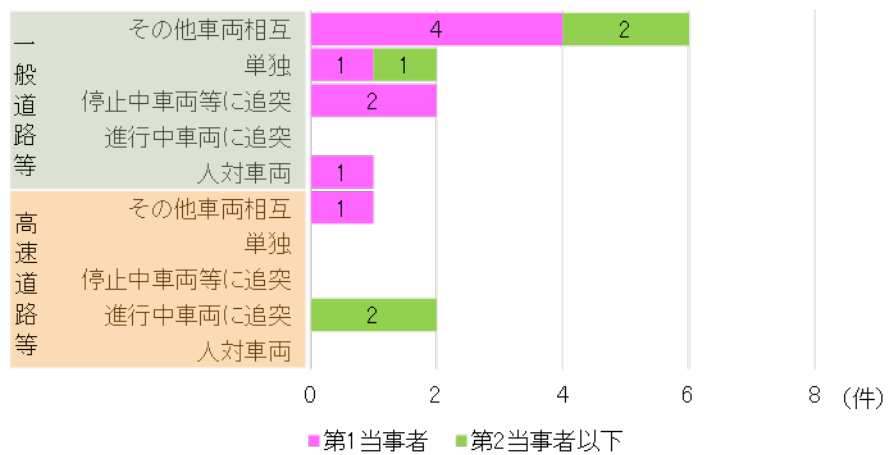
レッカー車の当事者種別は、図2-1-4のとおり、第1当事者が9件、第2当事者以下が5件となっていた。追突事故は4件発生しているが、一般道路等で発生している2件はいずれも昼間にレッカー車が前方車両に追突しているもので第1当事者となっており、高速道路等の2件は夜間にレッカー車が後続車両に追突され第2当事者となっていた。これ以外に一般道路等で単独事故に分類されている1件は、夜間に停止中のレッカー車に後続車両が追突したものであるが、レッカー車と被牽引車に乗員がいなかったために単独事故として分類されている。

⁵ その他車両相互：正面衝突、出会い頭、右左折時、すれ違い時の接触等を含む

⁶ 2021年における全道路の事故類型別事故件数は、人対車両が36,801件、単独が10,848件、停止中車両等に追突が84,413件、進行中車両等に追突が8,685件、その他車両相互が164,383件、列車66件。出典：事故類型別（詳細）・昼夜別 道路線形別 全事故件数（令和3年交通事故統計）。ITARDAのHP公表資料



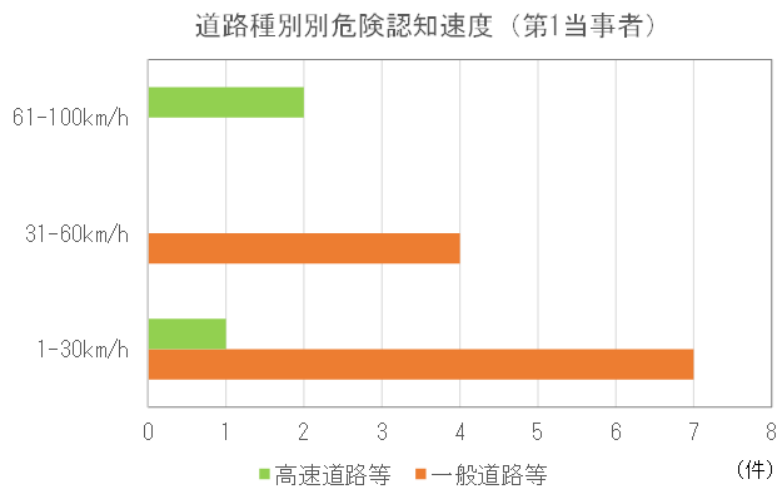
<図 2-1-3 道路種別別事故類型>



<図 2-1-4 道路種別別事故類型別レッカー車の当事者種別>

(4) 道路種別別危険認知速度

道路種別別の第1当事者⁷の危険認知速度⁸は、図2-1-5のとおり一般道路等では時速1-30キロメートルが7件と最も多く、時速31-60キロメートルが4件と続いた。高速道路等では時速61-100キロメートルが2件となっているが、これは前述の進行中車両に追突した事故である(第1当事者の危険認知速度であり、必ずしもレッカー車の危険認知速度ではない)。



<図2-1-5 道路種別別危険認知速度>

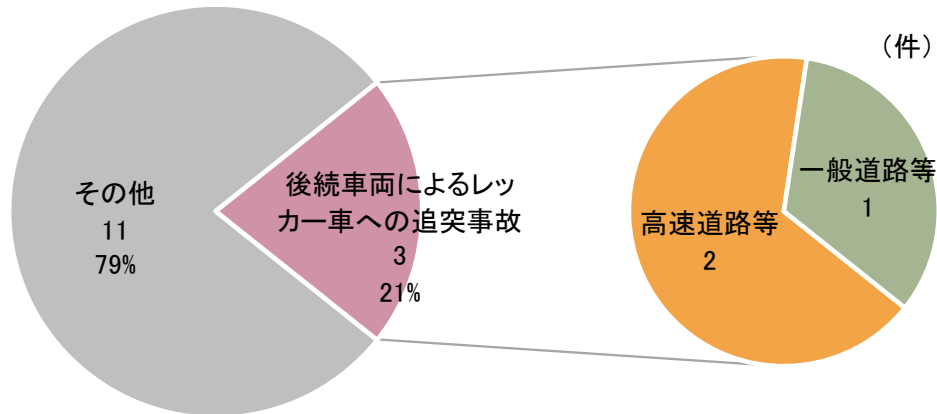
⁷ 第1当事者：最初に交通事故に関与した車両等の運転者又は歩行者のうち、当該交通事故における過失が重い者。また過失が同程度の場合には人身損傷程度が軽い者。同様に2番目以降に過失の重い者が第2当事者以降となるが、単独事故では、交通事故の相手方となった物件等を第2当事者以降として定義する

⁸ 危険認知速度：当該当事者が事故回避行動をとる直前の速度

(5) まとめ

図2-1-6のとおりレッカー車の後続車両がレッカー車に追突する形式の事故は全体で3件発生しており、いずれも夜間であった（一般道路等での1件は無人で停止中のレッカー車への追突であり単独事故扱い）。このうち2件は高速道路等で第1当事者の後続車両⁹が時速61-100キロメートルでの走行時に発生したものであり、1件は死亡事故となっていた。高速道路等では、低速で走行するレッカー車と高速で走行する一般車両の速度差が大きく、特に視認距離が短くなる夜間においては追突事故の危険性が高くなるものと考えられる。

本章の分析では、レッカー車の交通量データ等がないためにレッカー車の交通事故を絶対的に評価することは難しいが、故障車等牽引中のレッカー車の交通事故件数の削減のためには、高規格で安全かつ円滑な通行が可能な高速道路等を走行させることが効果的であると考えられる。しかし、レッカー車関連の事故は高速道路等での発生比率が既に高いこと、高速道路等での事故は高速度での衝突となり、死亡事故につながる可能性が高くなる¹⁰こと、実際に夜間の高速道路等で後続車両がレッカー車に追突する死亡事故が発生していることから、故障車等牽引中のレッカー車が高速道路等を時速60キロメートルで長い区間を走行するうえでは後続車両からの視認性向上対策を検討することが非常に重要となる。



<図2-1-6 後続車両の追突による事故件数>

⁹ 事故の詳細を検証したところ第1当事者が後続車両であった

¹⁰ 「令和2年中の死亡事故率（交通事故発生件数のうち交通死亡事故の割合）を高速道路と一般道路に分けてみると、高速道路における死亡事故率（2.2%）は、一般道路における死亡事故率（0.9%）に比べ2倍以上となっている。」 出典：令和3年交通安全白書 第1編 陸上交通 第1部 道路交通 第1章 道路交通事故の動向 3 高速道路における交通事故発生状況

第3章 レッカー車の視認性等に関する実験

1 実験の概要

レッカー車の後部に被牽引車両を吊り上げた場合、レッカー車後部にある標準的な制動灯等を後続車両から視認することが困難になる。特に高速度での走行となる高速道路等では、前方を走行するレッカー車のブレーキ操作に気が付くのが遅れることが追突事故に繋がる懸念されている。前章の交通事故実態調査においても、夜間の高速道路等における追突事故の危険性が指摘されたところである。そこで、被牽引車等への追突防止機材の設置による視認性向上効果を検証するための実験を行った。実験は反射器具等の視認性向上効果の確認（実験1）及びレッカー車減速状況の認知（実験2）の2種類について実施した。

2 実施場所

実験は自動車安全運転センター安全運転中央研修所（茨城県ひたちなか市新光町、図3-2-1）で実施した。




<図3-2-1 自動車安全運転センター安全運転中央研修所の全景>

3 使用車両

(1) レッカー車

レッカー車は、図3-3-1及び図3-3-2のとおり車体の大きな被牽引車両を吊り上げた場合に、後続車両からの視認性が最も悪くなると想定される小型タイプのもを2台選定した。なお、選定した2台はいずれも後続車両からの視認性を向上させるため、キャブの背後のフレームに制動灯及び方向指示器が設置されていた。しかしながら、これらは道路運送車両法の保安基準で設置が定められたものではなく、設置されていないレッカー車もあることから、本実験においてはこれらが後続車両から見えないよう遮蔽することとした。

車両外観	諸元	
	車両重量	4,000kg
	車両総重量	4,755kg
	長さ	600cm
	幅	179cm
	高さ	202cm
	前前軸重	2,170kg
	後後軸重	2,420kg

<図3-3-1 レッカー車①の車両外観及び諸元（実験1で使用）>

車両外観	諸元	
	車両重量	4,880kg
	車両総重量	5,045kg
	長さ	546cm
	幅	189cm
	高さ	206cm
	前前軸重	2,160kg
	後後軸重	2,720kg

<図3-3-2 レッカー車②の車両外観及び諸元（実験2で使用）>



<図3-3-3 キャブの背後のフレームに設置された制動灯及び方向指示器の遮蔽状況>

(2) 被牽引車


被牽引車は、図3-3-4のとおりレッカー車に吊り上げられた場合に、前方のレッカー車が最も見えにくくなると想定されるミニバンタイプで、かつ、夜間に後続車両からの視認性が悪くなると想定される車体色が暗色のものを選定した。

車両外観	諸元	
	車両重量	1,590kg
	車両総重量	2,030kg
	長さ	469cm
	幅	169cm
	高さ	182cm
	前前軸重	910kg
	後後軸重	680kg

<図3-3-4 被牽引車の車両外観及び諸元（実験1及び実験2共通）>

(3) 実験参加者の乗車車両

実験参加者が乗車する車両は図3-3-5のとおり中央研修所が保有する5ナンバーサイズのセダン型車両とした。

車両外観	諸元	
	車両重量	1,200kg
	車両総重量	1,475kg
	長さ	459cm
	幅	169cm
	高さ	147cm

<図3-3-5 実験参加者の乗車車両外観及び諸元（実験1及び実験2共通）>

4 追突防止機材

追突防止機材は、図3-4-1のとおり制動灯（レッカー車からケーブルで制動の信号と電源を供給）、紫色の回転灯（被牽引車のバッテリーから電源を供給。閃光数は約120回/分）、反射器具（文字部分が反射式のバナー）の3種類を被牽引車に設置した。なお、制動灯は今回の実験用にレッカー事業者が独自に製作したものであるため、実験1と実験2では仕様が異なるものとなっている。

	制動灯（実験 1 で使用）	制動灯（実験 2 で使用）
昼間		
夜間		

	回転灯（実験 1 及び実験 2 共通）	反射器具（実験 1 でのみ使用）
昼間		
夜間		

<図 3-4-1 被牽引車に設置した追突防止機材>

5 反射器具等の視認性向上効果の検証（実験1）

（1）実験1のパターンと実施条件

実験1では、被牽引車両に追突防止機材として制動灯、回転灯、反射器具をそれぞれ設置し、後方より接近する車両からの視認性向上効果の確認を行った。実験は、表3-5-1のとおり追突防止機材の設置状況により実験パターンを4パターン設定し、昼間及び夜間に実施した。なお、追突防止機材の効果が過大に評価されないようにするため、実験の実施順序は視認性が最も高いと想定されるパターン1から順番に実施することとし、昼間・夜間とも各パターンを2回ずつ実施した。

＜表3-5-1 実験1のパターン＞

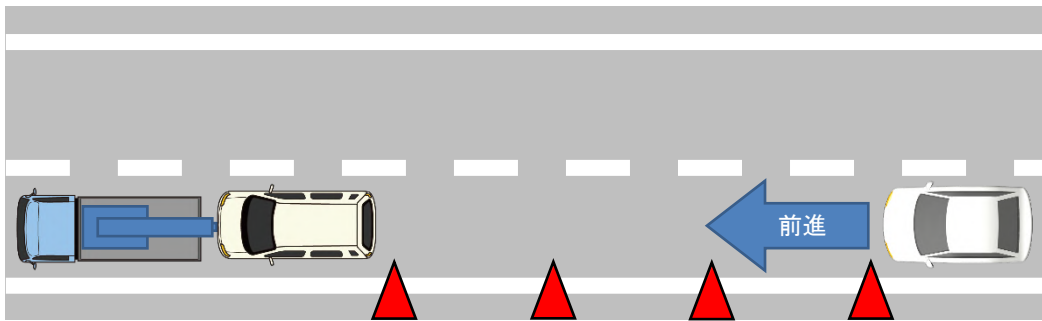
パターン	追突防止機材
パターン1	制動灯を設置
パターン2	回転灯を設置
パターン3	反射器具を設置
パターン4	設置なし



＜図3-5-1 実験1のパターンと追突防止機材の設置状況＞

(2) 実験1の実施コース

実験は、図3-5-2及び図3-5-3のとおり安全運転中央研修所の中低速周回路の直線部分（約400メートル）を使用して実施した。なお、計測員の距離計測の目安となるよう、コース上には20メートルおきにパイロンを設置した。



<図3-5-2 実験1の実施コース>



<図3-5-3 実施コースの状況>

(3) 実験1の参加者

実験参加者は、表3-5-2のとおり運転免許証（普通自動車第一種運転免許以上）を保有する高齢層6名、非高齢層12名の合計18名とした。

<表3-5-2 実験参加者の構成>

区分	男性	女性
高齢層	6人	0人
非高齢層	8人	4人
合計	14人	4人

(4) 実験 1 の実施方法

実験は表 3-5-3 の方法により実施した。

なお、被牽引車（ミニバン）の灯火は昼間及び夜間とも消灯した状態とし、ハザードランプも使用しないこととした。

＜表 3-5-3 実験 1 の実施方法＞

- ① レッカー車により被牽引車を吊り上げ「牽引中」の状態とする。レッカー車は停車させた状態とする。
- ② 実験参加者が運転する車両を、被牽引車から 400 メートル程度後方の地点から、時速 10 キロメートル程度で走行させ、前方に「何かある」と視認できた地点、「車両である」と視認できた地点、「レッカー車により牽引中の車両である」と視認できた地点でそれぞれ申告させる（実験参加者が何に反応して視認を報告したのかを把握するため。特に、認識に個人差の出やすい「車両である」、「レッカー車により牽引中の車両である」と、個人差が出にくく分析に適している「何かある」を明確に分離する意図がある）。
- ③ 実験参加者からの申告を受けたそれぞれの地点において、実験参加者が運転する車両に同乗する計測員が距離計により、被牽引車後端までの距離を計測する。

(5) 実験 1 の参加者への指示内容

実験 1 の参加者に対する指示内容は表 3-5-4 のとおりである。

＜表 3-5-4 実験 1 の参加者への指示内容＞

- ・ 走行開始後、時速 10 キロメートル程度でゆっくり走行すること。
- ・ 車両かどうかは分からないが、「何かある」ことが分かった時点で「見えた」と申告すること。
- ・ 前方にあるものが「明らかに車両である」ことが分かった時点で「クルマ」と申告すること。
- ・ 前方にあるものが「明らかにレッカー車にて牽引中の車両である」ことが分かった時点で「レッカー」と申告し、申告した時点で安全に停車すること。
- ・ 係員の指示により、コースを 1 周してスタート地点に戻り、次の指示があるまでその場に停車すること。

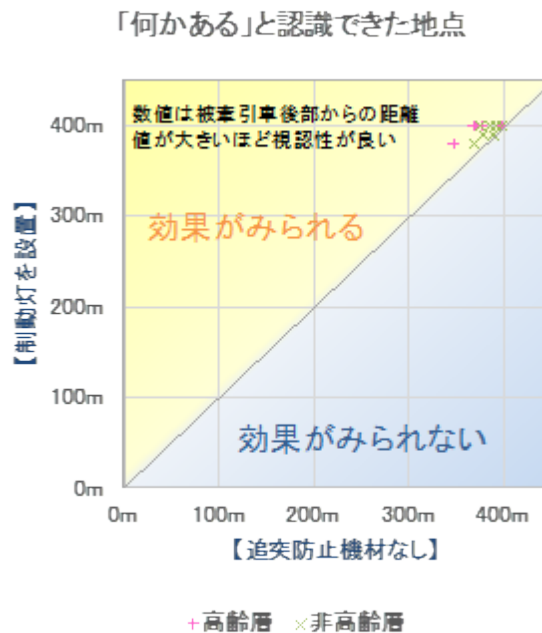
(6) 実験 1 の実施結果

実験 1 の結果は参考資料 1 のとおりとなった。

昼間の実験では、自然光により追突防止機材の設置有無に関わらず全パターンで遠方から視認可能であったため、視認距離に大きな差は生じなかった。そこで、夜間の実験において、追突防止機材を設置していない状況（パターン 4）を基準とし、各追突防止機材を設置した状況（パターン 1～3）との視認距離の差分を取りまとめることで、視認性向上効果の検証を行った。実験は一人の実験参加者が同じパターンを 2 回ずつ実施しているが、安全対策を検討するという趣旨に鑑みて、視認距離が短いデータ（より対象に近寄らないと視認できなかった試行のデータ）を用いた。

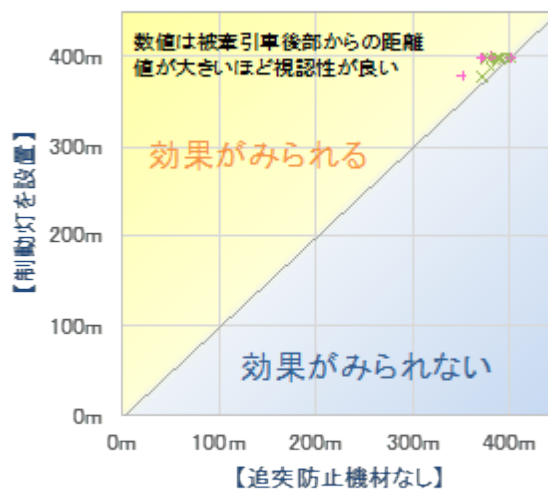
ア 「何かある」と認識できた地点

表 3-5-5 のとおり、制動灯を設置した場合（パターン 1）及び回転灯を設置した場合（パターン 2）については、制動灯設置の平均が 12.9 メートル、回転灯設置の平均が 14.1 メートルと視認性がやや向上し、追突防止機材を設置しない場合と比べてより遠方からの認識が可能となった。一方で、反射器具を設置した場合（パターン 3）については、-6.2 メートルとなっており視認性向上の効果がほとんど見られなかった。なお、追突防止機材を設置した場合で一部視認距離が短くなったデータもあったが、これは追突防止機材の設置有無に関わらず、スタート直後に被牽引車のリフレクターへの僅かな反射で「何かある」と認識できたかどうかによって差が生じたものである。



<図 3-5-4 制動灯を設置した場合（パターン 1）>

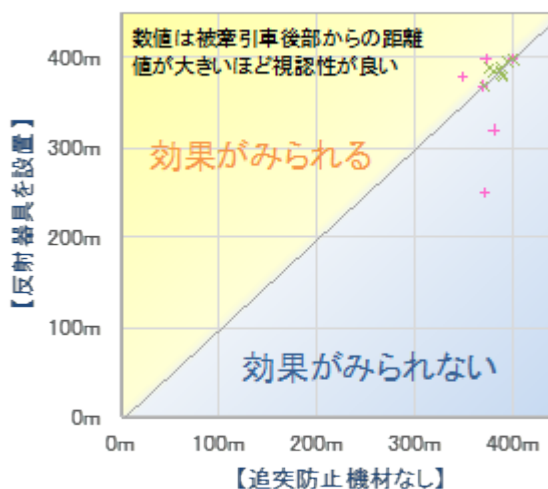
「何かある」と認識できた地点



+ 高齢層 × 非高齢層

<図 3-5-5 回転灯を設置した場合（パターン 2）>

「何かある」と認識できた地点



+ 高齢層 × 非高齢層

<図 3-5-6 反射器具を設置した場合（パターン 3）>

※ 反射器具を設置したことで視認距離が短くなったデータが観測されたのは、反射器具が自発光ではなく大きな視認性向上効果がなかったこと、実験参加者・計測回数が少ないなかで個人差（車両備え付けのリフレクター反射の見落とし等）が大きくなったことが要因となっていると考えられる。よって、反射器具の設置により直ちに視認性が悪化することを意味するものではない

<表 3-5-5 「何かある」と認識できた地点及び「機材なし」を基準とした各パターンの視認距離の差分（夜間のみ）>

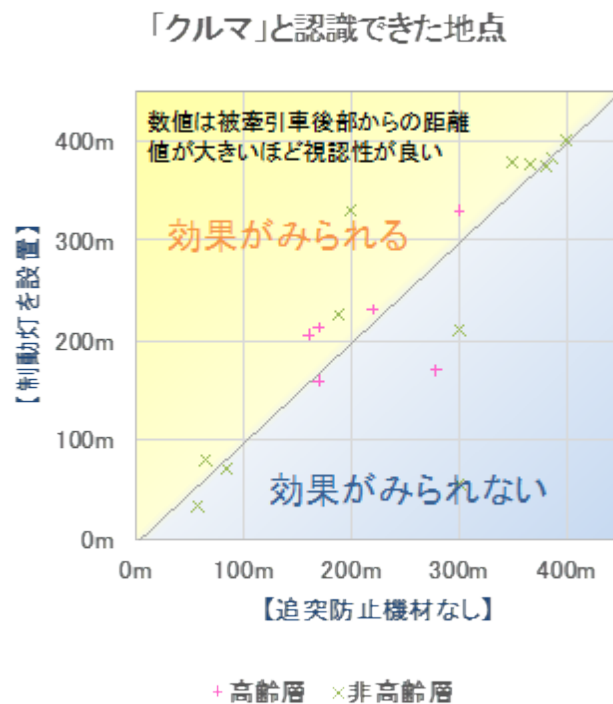
1回目・2回目のうち悪い結果（「何かある」と認識できた地点【被牽引車後部からの距離】）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼				夜							
					悪い数値を採用				悪い数値を採用							
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし				
高齢層	1	70代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	250.0m	371.0m	29.0m	29.0m	-121.0m	0.0m
	2	70代前半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	350.0m	30.0m	30.0m	30.0m	0.0m
	3	70代前半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	373.0m	27.0m	27.0m	27.0m	0.0m
	4	70代後半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	400.0m	400.0m	320.0m	380.0m	20.0m	20.0m	-60.0m	0.0m
	5	60代後半	男	0.8	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
	6	60代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	370.0m	370.0m	30.0m	30.0m	0.0m	0.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	380.0m	370.0m	370.0m	340.0m	380.0m	380.0m	370.0m	370.0m	10.0m	10.0m	0.0m	0.0m
	8	30代後半	女	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	386.0m	387.0m	13.0m	13.0m	-1.0m	0.0m
	9	40代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	396.0m	394.0m	6.0m	6.0m	2.0m	0.0m
	10	50代前半	男	0.9	390.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	400.0m	385.0m	380.0m	10.0m	20.0m	5.0m	0.0m
	11	50代前半	男	0.7	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	376.0m	24.0m	24.0m	14.0m	0.0m
	12	40代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
	13	50代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	390.0m	385.0m	380.0m	10.0m	10.0m	5.0m	0.0m
	14	50代前半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
	15	30代前半	女	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	388.0m	12.0m	12.0m	2.0m	0.0m
	16	40代後半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	400.0m	380.0m	390.0m	0.0m	10.0m	-10.0m	0.0m
	17	40代前半	男	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
	18	20代後半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	383.0m	388.0m	12.0m	12.0m	-5.0m	0.0m
最大					400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	30.0m	30.0m	30.0m	0.0m
最小					380.0m	370.0m	370.0m	340.0m	380.0m	380.0m	250.0m	350.0m	0.0m	0.0m	-121.0m	0.0m
平均					396.1m	396.1m	396.1m	394.4m	396.1m	397.2m	376.9m	383.2m	12.9m	14.1m	-6.2m	0.0m
標準偏差					7.8	9.2	9.2	15.0	7.0	6.7	36.8	13.6	11.2	10.8	33.9	0.0

※ 赤字の黄色セルは、機材を設置したケースにおいて視認距離が短くなった箇所

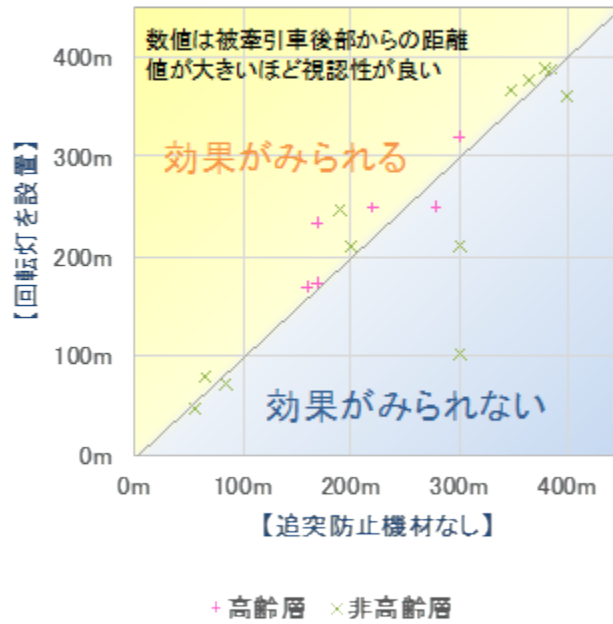
イ 「クルマ」と認識できた地点

いずれのパターンについても、「クルマ」と認識できた距離にバラつきが見られ標準偏差が大きくなった。これは、車両備え付けのリフレクター等の僅かな反射が見えた段階で「クルマ」と判断した実験参加者と、より厳密に車体が見えてきてから「クルマ」と判断した実験参加者がおり、その個人差によるものと考えられる。また、追突防止機材の設置により視認距離が短くなったデータがあった原因としては、暗闇の中で制動灯や回転灯等が目立つことでリフレクターや車体全体が見えにくくなったことが考えられる。



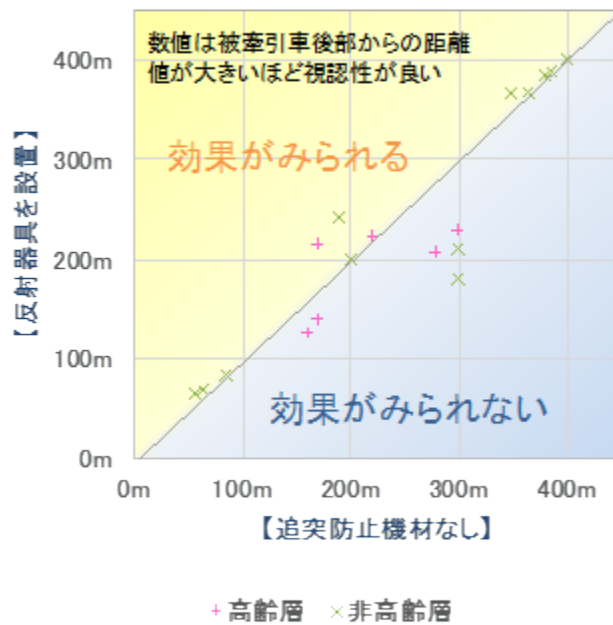
<図 3-5-7 制動灯を設置した場合（パターン1）>

「クルマ」と認識できた地点



<図 3-5-8 回転灯を設置した場合（パターン 2）>

「クルマ」と認識できた地点



<図 3-5-9 反射器具を設置した場合（パターン 3）>

<表 3-5-6 「クルマ」と認識できた地点及び「機材なし」を基準とした各パターンの視認距離の差分（夜間のみ）>

1回目・2回目のうち悪い結果（「クルマ」と認識できた地点【被牽引車後部からの距離】）

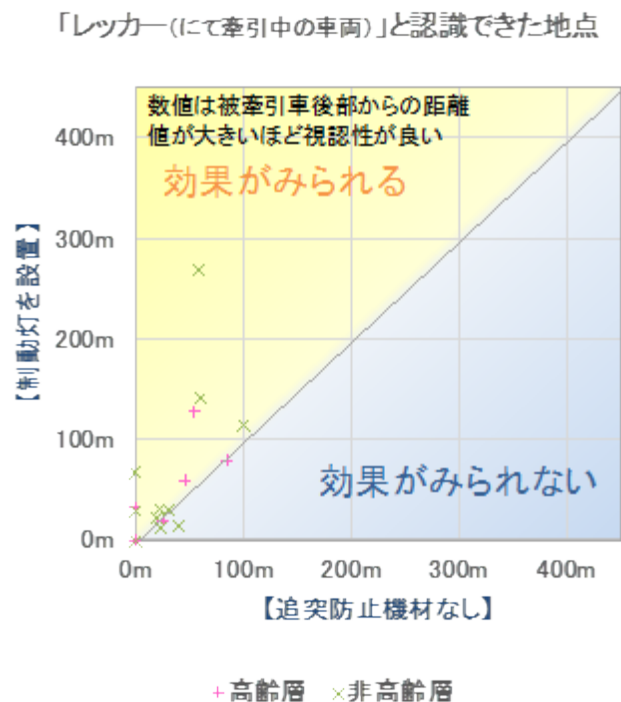
	被験者番号	年齢	性別	視力	昼				夜			
					悪い数値を採用				悪い数値を採用			
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし
高齢層	1	70代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	211.5m	174.0m	140.0m	170.0m
	2	70代前半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	158.0m	235.0m	215.0m	170.0m
	3	70代前半	男	0.9	250.0m	312.0m	251.0m	280.0m	205.0m	169.0m	127.0m	160.0m
	4	70代後半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	330.0m	320.0m	230.0m	300.0m
	5	60代後半	男	0.8	300.0m	336.0m	320.0m	338.0m	230.0m	250.0m	224.0m	220.0m
	6	60代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	170.0m	249.0m	207.0m	279.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	270.0m	280.0m	310.0m	250.0m	80.0m	80.0m	70.0m	65.0m
	8	30代後半	女	1.3	372.0m	366.0m	363.0m	361.0m	71.0m	73.0m	84.0m	85.0m
	9	40代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	383.0m	388.0m	388.0m	385.5m
	10	50代前半	男	0.9	390.0m	400.0m	400.0m	400.0m	330.0m	210.0m	200.0m	200.0m
	11	50代前半	男	0.7	320.0m	250.0m	287.0m	316.0m	34.0m	48.0m	67.0m	57.0m
	12	40代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	361.0m	400.0m	400.0m
	13	50代後半	男	1.0	330.0m	330.0m	330.0m	330.0m	210.0m	104.0m	210.0m	300.0m
	14	50代前半	女	1.1	370.0m	370.0m	376.0m	389.0m	375.0m	388.0m	385.0m	380.0m
	15	30代前半	女	1.3	400.0m	400.0m	40.0m	400.0m	378.0m	367.0m	367.0m	349.0m
	16	40代後半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	55.0m	210.0m	180.0m	300.0m
	17	40代前半	男	1.1	347.0m	343.0m	343.0m	345.0m	226.0m	247.0m	243.0m	189.0m
	18	20代後半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	377.0m	377.0m	368.0m	364.5m
				最大	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	388.0m	400.0m	400.0m
				最小	250.0m	250.0m	40.0m	250.0m	34.0m	48.0m	67.0m	57.0m
				平均	361.6m	363.7m	343.3m	364.9m	234.6m	236.1m	228.1m	243.0m
				標準偏差	48.2	46.1	88.2	46.0	124.5	113.7	111.8	112.4

夜			
「機材なし」を基準としての比較			
制動灯	回転灯	反射器具	機材なし
41.5m	4.0m	-30.0m	0.0m
-12.0m	65.0m	45.0m	0.0m
45.0m	9.0m	-33.0m	0.0m
30.0m	20.0m	-70.0m	0.0m
10.0m	30.0m	4.0m	0.0m
-109.0m	-30.0m	-72.0m	0.0m
15.0m	15.0m	5.0m	0.0m
-14.0m	-12.0m	-1.0m	0.0m
-2.5m	2.5m	2.5m	0.0m
130.0m	10.0m	0.0m	0.0m
-23.0m	-9.0m	10.0m	0.0m
0.0m	-39.0m	0.0m	0.0m
-90.0m	-196.0m	-90.0m	0.0m
-5.0m	8.0m	5.0m	0.0m
29.0m	18.0m	18.0m	0.0m
-245.0m	-90.0m	-120.0m	0.0m
37.0m	58.0m	54.0m	0.0m
12.5m	12.5m	3.5m	0.0m
130.0m	65.0m	54.0m	0.0m
-245.0m	-196.0m	-120.0m	0.0m
-8.4m	-6.9m	-14.9m	0.0m
78.2	58.5	46.0	0.0

※ 黒字の黄色セルは、2回中1回の計測に欠損があった箇所
 ※ 赤字の黄色セルは、機材を設置したケースにおいて視認距離が短くなった箇所

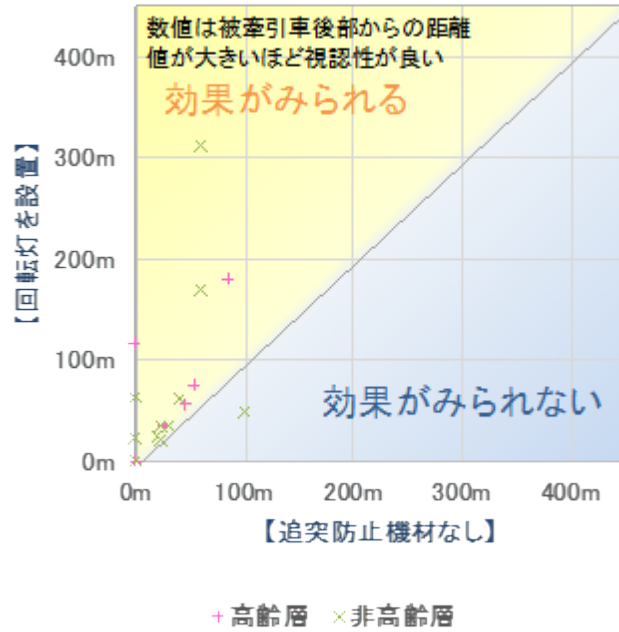
ウ 「レッカー（にて牽引中の車両）」と認識できた地点

「クルマ」と認識できた地点と比較して、バラつきが小さくなっていた。これは、レッカー車にて牽引中の車両であることを認知するには、ある程度近づかなければならず、個人差が出にくかったためと考えられる。図3-5-10から図3-5-12を見ると、制動灯を設置した場合（パターン1）及び回転灯を設置した場合（パターン2）、反射器具を設置した場合（パターン3）のいずれについても追突防止機材を設置しない場合と比べて遠方からの認識が可能となっているように見受けられた。



<図3-5-10 制動灯を設置した場合（パターン1）>

「レッカー(にて牽引中の車両)」と認識できた地点



<図 3-5-11 回転灯を設置した場合 (パターン 2) >

「レッカー(にて牽引中の車両)」と認識できた地点



<図 3-5-12 反射器具を設置した場合 (パターン 3) >

<表 3-5-7 「レッカー」と認識できた地点及び「機材なし」を基準とした各パターンの視認距離の差分（夜間のみ）>

1回目・2回目のうち悪い結果（「レッカー」と認識できた地点〔被牽引車後部からの距離〕）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼				夜				夜			
					悪い数値を採用				悪い数値を採用				「機材なし」を基準としての比較			
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし
高齢層	1	70代前半	男	1.3	143.0m	133.5m	117.0m	69.0m	0.0m	0.0m	33.0m	0.0m	0.0m	0.0m	33.0m	0.0m
	2	70代前半	男	0.8	60.0m	80.0m	80.0m	60.0m	20.0m	35.0m	35.0m	25.0m	-5.0m	10.0m	10.0m	0.0m
	3	70代前半	男	0.9	120.0m	139.0m	133.0m	206.0m	128.0m	75.0m	72.0m	54.0m	74.0m	21.0m	18.0m	0.0m
	4	70代後半	男	0.8	300.0m	260.0m	260.0m	200.0m	80.0m	180.0m	100.0m	85.0m	-5.0m	95.0m	15.0m	0.0m
	5	60代後半	男	0.8	137.0m	162.0m	203.0m	221.0m	60.0m	56.0m	58.0m	46.0m	14.0m	10.0m	12.0m	0.0m
	6	60代後半	男	1.0	100.5m	160.5m	91.5m	24.5m	33.0m	117.0m	20.0m	0.0m	33.0m	117.0m	20.0m	0.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	120.0m	140.0m	160.0m	120.0m	12.0m	22.0m	35.0m	22.0m	-10.0m	0.0m	13.0m	0.0m
	8	30代後半	女	1.3	95.0m	75.0m	103.0m	59.0m	31.0m	35.0m	44.0m	22.0m	9.0m	13.0m	22.0m	0.0m
	9	40代前半	男	1.3	200.0m	194.5m	191.0m	189.0m	0.0m	0.0m	40.0m	0.0m	0.0m	0.0m	40.0m	0.0m
	10	50代前半	男	0.9	350.0m	360.0m	340.0m	300.0m	140.0m	170.0m	120.0m	60.0m	80.0m	110.0m	60.0m	0.0m
	11	50代前半	男	0.7	160.0m	150.0m	181.0m	215.0m	0.0m	0.0m	20.0m	0.0m	0.0m	0.0m	20.0m	0.0m
	12	40代後半	男	1.0	67.0m	66.5m	124.0m	73.5m	29.0m	23.0m	49.5m	0.0m	29.0m	23.0m	49.5m	0.0m
	13	50代後半	男	1.0	250.0m	250.0m	250.0m	230.0m	115.0m	50.0m	73.0m	100.0m	15.0m	-50.0m	-27.0m	0.0m
	14	50代前半	女	1.1	92.0m	158.0m	87.0m	105.0m	22.0m	25.0m	58.0m	20.0m	2.0m	5.0m	38.0m	0.0m
	15	30代前半	女	1.3	300.0m	284.5m	337.0m	240.0m	67.0m	63.0m	51.0m	0.0m	67.0m	63.0m	51.0m	0.0m
	16	40代後半	男	0.9	100.0m	140.0m	100.0m	90.0m	15.0m	61.0m	55.0m	39.0m	-24.0m	22.0m	16.0m	0.0m
	17	40代前半	男	1.1	192.0m	159.0m	192.0m	126.0m	29.0m	34.0m	86.0m	30.0m	-1.0m	4.0m	56.0m	0.0m
	18	20代後半	女	1.1	337.0m	338.0m	347.0m	332.0m	268.0m	310.0m	214.0m	59.0m	209.0m	251.0m	155.0m	0.0m
				最大	350.0m	360.0m	347.0m	332.0m	268.0m	310.0m	214.0m	100.0m	209.0m	251.0m	155.0m	0.0m
				最小	60.0m	66.5m	80.0m	24.5m	0.0m	0.0m	0.0m	-24.0m	-50.0m	-27.0m	0.0m	
				平均	173.5m	180.6m	183.1m	158.9m	58.3m	69.8m	64.6m	31.2m	27.1m	38.6m	33.4m	0.0m
				標準偏差	94.8	85.2	90.3	89.7	68.3	79.6	45.7	30.9	54.3	68.3	36.8	0.0

※ 赤字の黄色セルは、機材を設置したケースにおいて視認距離が短くなった箇所

(7) 統計的検定の結果

実験1について、統計的検定¹¹を実施した。この検定は、対応している標本に対して2つの母集団の分布に差があるかを検定する手法である。検定では、追突防止機材なし（パターン4）と、追突防止機材（制動灯、回転灯、反射器具）を設置したパターン1～3を母集団として有意確率（ P 値）を求めた。有意水準は P 値=0.05以下（5%以下）と設定したが、その結果、「何かある」と認識できた地点については、制動灯（ $Z = -3.2, p < .01$ ）と回転灯（ $Z = -3.3, p < .01$ ）に有意差が確認され、反射器具（ $Z = -0.2, n.s.$ ）には有意差が確認されなかった。「クルマ」と認識できた地点は、全て有意差なし、「レッカー」と認識できた地点は、全て有意差ありという結果となった。

＜表 3-5-8 統計的検定の結果＞

	認識できた地点（中央値）		統計量 (Z)	有意確率 (P 値)	有意差
	追突防止 機材なし	追突防止 機材あり			
「何かある」と認識	383.50m	制動灯 400.00m	-3.2	0.0014	あり
		回転灯 400.00m	-3.3	0.0009	あり
		反射器具 385.50m	-0.2	0.8135	なし
「クルマ」と認識	249.50m	制動灯 218.75m	-0.4	0.6529	なし
		回転灯 241.00m	-0.5	0.5860	なし
		反射器具 212.50m	-0.5	0.6050	なし
「レッカー」と認識	23.50m	制動灯 30.00m	-2.1	0.0355	あり
		回転灯 42.50m	-2.7	0.0063	あり
		反射器具 53.00m	-3.3	0.0010	あり

¹¹ ウィルコクソンの符号順位和検定を適用

(8) 実験1の参加者の感想

実験1の参加者に対して各パターンについての感想を聴取し、その結果を取りまとめた。

● 制動灯設置（パターン1）に関するもの

- ・（被牽引車両側の）制動灯が高い位置に設置されていたため、遠方から見た時に大型の車両が停車しているように見えた。

● 回転灯設置（パターン2）に関するもの

- ・ 昼間は遠方からでは回転灯が設置されていることに気付かなかった。
- ・ 回転灯が赤色に見えた。

● 反射器具設置（パターン3）に関するもの

- ・（反射器具の）「牽引中」の画数が多く見づらかったため、牽引中であることが分からなかった（ひらがなで「けん引中」であれば分かったかもしれない）。
- ・「牽引中」の文字が小さく近づいてからでないと文字が読めなかった。

● その他全般

- ・ 昼間は遠方からでも車両であることが見えていたので、制動灯や回転灯が設置されているという点についてはあまり気にしなかった。
- ・ 夜間は制動灯、回転灯ともに遠方から見えたが、回転灯の方が通常の車両とは異なるものがあるのではないかと注意して見た。

(9) 実験1の分析結果

ア 「何かある」と認識できた地点

- ・ 昼間に関しては、全パターン共通で、スタート地点で前方に何かあることは認識できていた。
- ・ 夜間に関しても、実験参加者が運転する車両の前照灯が被牽引車の後部反射板（リフレクター）に反射するため、スタート直後に何かあることは認識できる者が多かった。
- ・ 多くの実験参加者がスタート地点近辺で認識できていた一方で250メートル程度まで認識できない者もいたが、これは後部反射板（リフレクター）による反射が見落とされたことによるものであった。
- ・ 夜間で制動灯と回転灯を設置したパターンでは、追突防止機材を設置しない場合と比べて10メートル程度後方から認識することができた。ウィルコクソンの符号順位和検定においても、制動灯と回転灯については、それぞれ機材なしと有意差が確認された。

イ 「クルマ」と認識できた地点

- ・ 昼間に関しては、大半の者はスタート地点もしくはスタート直後で「クルマ」と認識できており、その他の者に関しても概ね150メートル程度進行するまでに「クルマ」と認識できていた。
- ・ 何をもって「クルマ」と認識するかは実験参加者により異なり、特に夜間については、被牽引車の後部反射板（リフレクター）により「クルマ」と判断した者であればかなり遠方から認識できていた一方、車両全体のシルエットにより「クルマ」と判断した者であればかなり近づいてからでないと認識できていなかった。

ウ 「レッカー（にて牽引中の車両）」と認識できた地点

- ・ 昼間に関しては、「レッカー車により牽引中の車両」と認識できるまでの距離は、追突防止機材の設置有無に関わらず300メートル程度手前で認識できる者もいれば、直前まで認識できない者もいるなどバラつきが見られた。
- ・ 遠方から認識できている者に対し、何をもって認識できているかを尋ねたところ、被牽引車の前方にレッカー車（キャブ後部に設置されているバー）が見えたためとの回答が得られた。
- ・ 夜間に関しては追突防止機材を設置しても、「レッカー」と認識できるまでの車間距離が総じて短くなり、直前であっても全く認識できない者もいた。

- ・ 直前まで認識できなかった者にその理由を尋ねたところ、真後ろから接近するためレッカー車が被牽引車に隠れてしまい、「レッカー」と認識できなかったとの回答が得られた。

(10) 実験1の考察

以上の結果を踏まえ、実験1について以下のように考察した。

- ・ 制動灯と回転灯を設置したパターンでは、「何かある」と認識できた位置が機材なしと比較して遠方となっており、統計的検定においてもそれぞれ有意差が確認され、視認性改善効果が確認された（より遠方から実験を行うことでより大きな効果が計測できたと考えられる）。その一方で、反射器材は機材なしと比較して有意差がなく、効果が確認されなかった。
- ・ 反射器材を設置したことで、視認距離が短くなったデータが観測された理由としては、実験参加者・計測回数が少なかったことにより個人差が大きくなったこと、「追突防止機材設置なし」を最後に実施する条件にしたことで順序効果が影響したことが考えられる。
- ・ 昼間は遠方からでも「クルマである」ことが認識できており、夜間においても、ほとんどの場合は「何かある」ことが400メートル地点からでも認識できていたことから、視認性向上対策の必要性は低いと思われるが、通常の走行状態ではリフレクターの反射が見逃される可能性もあるため、追加対策の検討が必要であると考えられる。
- ・ 制動灯や回転灯の視認効果は高いが、それにより「クルマ」や「レッカー」と直接認識できるわけではないため、認識できる距離については個人差による部分が大きい。
- ・ 特に夜間においては、実験参加者が乗車する車両のヘッドライトが被牽引車の後部反射板（リフレクター）に反射したことで「クルマ」と判断した者、被牽引車のシルエットにより「クルマ」と判断した者など、認識基準には個人差があり、追突防止機材の種類や設置有無による有意な相関は見られなかった。
- ・ 制動灯は、被牽引車への取り付け位置（高さ）による部分もあると考えられるが、大型車に見えたとの感想もあることから、必ずしもレッカー車の存在を知らせる装置とはなり得ないものと思われる。
- ・ 一方で回転灯は、設置することでレッカー車と直接認識できるようになるものではないが、通常とは異なる状態が存在するという注意を促すことができるという点では、他の反射機材よりも効果があるものと思われる。

6 レッカー車減速状況認知の検証（実験2）

（1）実験2のパターンと実施条件

高速道路等において速度差のある車両が縦走している状況を想定し、時速60キロメートルで走行するレッカー車が急制動により停車した場合、後方を時速100キロメートル（高齢層については時速80キロメートル）で走行する車両（実験参加者が運転）が、どの地点でそれを認知して制動を開始できるかを確認した。なお、事故の危険性を考慮してレッカー車は走行車線（第一走行帯）、実験参加者は追越車線（第二走行帯）を走行することとした。実験パターンは、表3-6-1及び図3-6-1のとおり追突防止対策の種類（追突防止機材の設置状況）により3パターンを設定した。なお、追突防止対策の効果が過大に評価されないようにするため、実験の実施順序は視認性が最も高くなる想定されるパターン1から順番に実施することとした。

＜表3-6-1 実験2のパターン＞

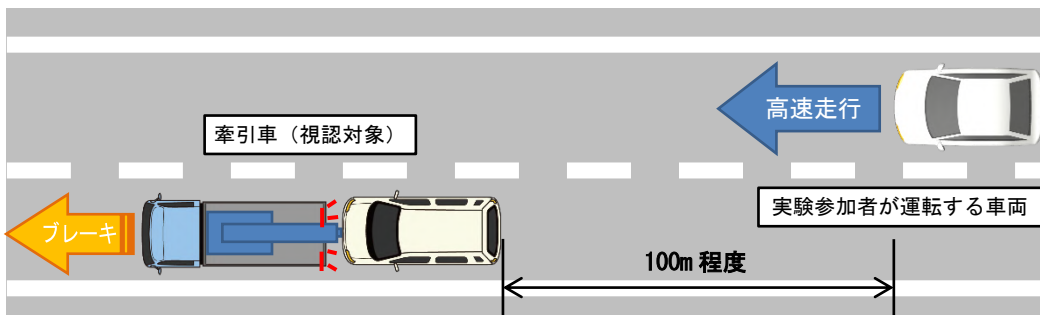
パターン	追突防止対策
パターン1	制動灯を設置
パターン2	回転灯を設置
パターン3	設置なし



＜図3-6-1 実験2のパターンと追突防止機材の設置状況＞

(2) 実験2の実施コース

実験は、図3-6-2及び図3-6-3のとおり高速周回路を使用して実施した。



<図3-6-2 実験2の実施コース>



<図3-6-3 実施コースの状況>

(3) 実験参加者

実験参加者は、表3-6-2のとおり運転免許証（普通自動車第一種運転免許以上）を保有する高齢層6名、非高齢層6名の合計12名とした。

<表3-6-2 実験参加者の構成>

区分	男性	女性
高齢層	6人	0人
非高齢層	5人	1人
合計	11人	1人

(4) 実験の実施方法

実験は表 3-6-3 の方法により実施した。

なお、実験参加者が運転する車両がレッカー車と同一車線を走行した場合、レッカー車のブレーキランプが被牽引車に隠れて見えなくなることが想定されることから、図 3-6-4 のようにレッカー車の後部右側のブレーキランプに目貼りをし、実験参加者が運転する車両から見えないようにした。

＜表 3-6-3 実験 2 の実施方法＞

- ① レッカー車により被牽引車を吊り上げて「牽引中」の状態とし、時速 60 キロメートルで走行車線（第一走行帯）を走行させる。
- ② 実験参加者が運転する車両を、時速 100 キロメートル（実験参加者が高齢層の場合は時速 80 キロメートル）で追越車線（第二走行帯）を走行させ、走行車線（第一走行帯）を走行するレッカー車に接近させる。
- ③ 実験参加者が運転する車両には、レッカー車との距離を計測する計測員も同乗させ、被牽引車後端までの距離を断続的に計測する。
- ④ 被牽引車の後端から 100 メートルの地点に到達した際に、レッカー車の運転者に急制動を指示。
- ⑤ 指示を受け、レッカー車の運転者は急制動により車両を停車。
- ⑥ 実験参加者が運転する車両は、レッカー車が急制動を開始したと認識できた時点でブレーキ操作を行い、車両を停車。
- ⑦ 実験参加者が運転する車両にはブレーキと連動して点灯する表示装置を取り付け、急制動の指示から表示装置が点灯するまでに要した時間を計測する。



＜図 3-6-4 レッカー車のブレーキランプに目貼りをした状態＞

(5) 実験2の参加者への指示内容

実験2の参加者に対する指示内容は表3-6-4のとおりである。

＜表3-6-4 実験2の参加者への指示内容＞

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 1周5キロメートルのコースの第二走行帯（追越車線）を走行すること。・ カーブで徐々に加速し、直線部分では時速100キロメートル（高齢層は時速80キロメートル）で走行すること。・ 走行中、第一走行帯（走行車線）を走行するレッカー車が「減速した」ことが分かったら、ブレーキを踏んで安全に停車すること。 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

なお、実験時の安全性確保のため急ブレーキをかける必要はなく、レッカー車の後方で停止できない場合は追い越してしまっても構わないこと、レッカー車のブレーキランプが見えにくい可能性があるため、ブレーキランプに気を取られすぎないように、普段どおりの運転を心掛けることについての説明を併せて行った。

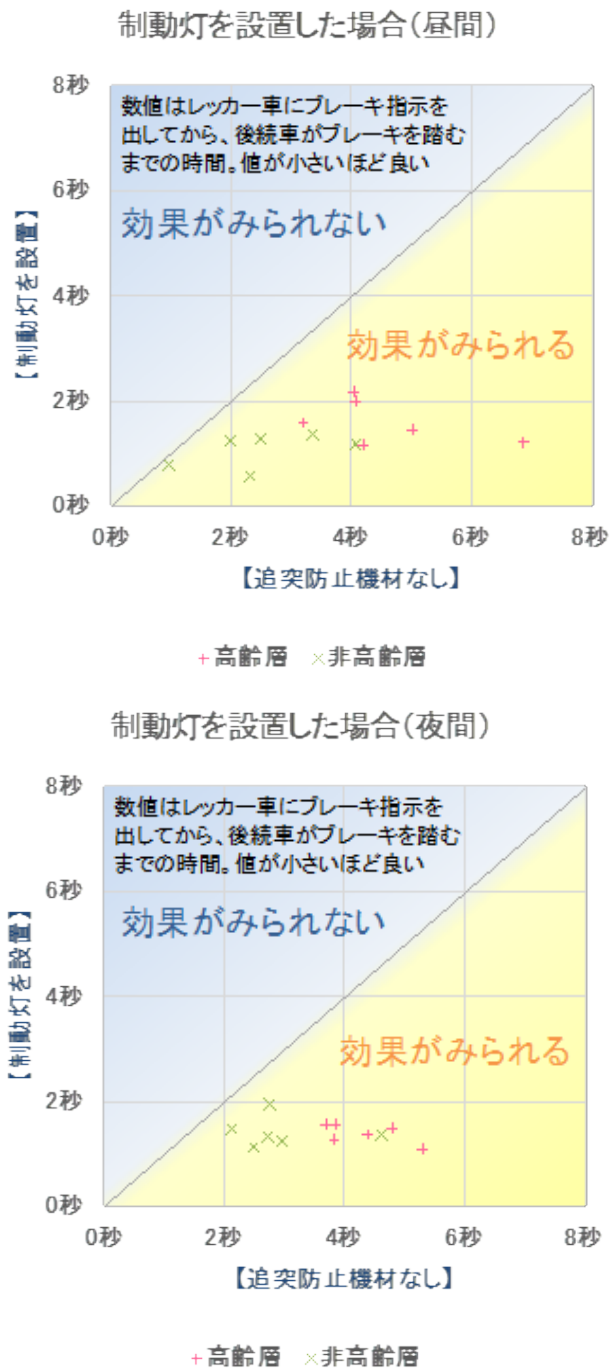
(6) 実験2の実施結果

実験2の結果は参考資料2のとおりとなった。

次に、追突防止機材を設置していない状況（パターン3）において、レッカー車がブレーキ操作を開始してから実験参加者が運転する車両がブレーキ操作を開始するまでに要した時間を基準とし、各追突防止機材を設置した状況（パターン1及び2）で、同様に実験参加者が運転する車両がブレーキ操作を開始するまでに要した時間との差分を取りまとめた。実験は各パターンを2回実施しているが、安全対策を検討するという趣旨に鑑みて、ブレーキ操作の開始までに要した時間が長いデータ（ブレーキ操作開始までの反応速度が遅いデータ）を用いた。

ア 制動灯を設置した場合

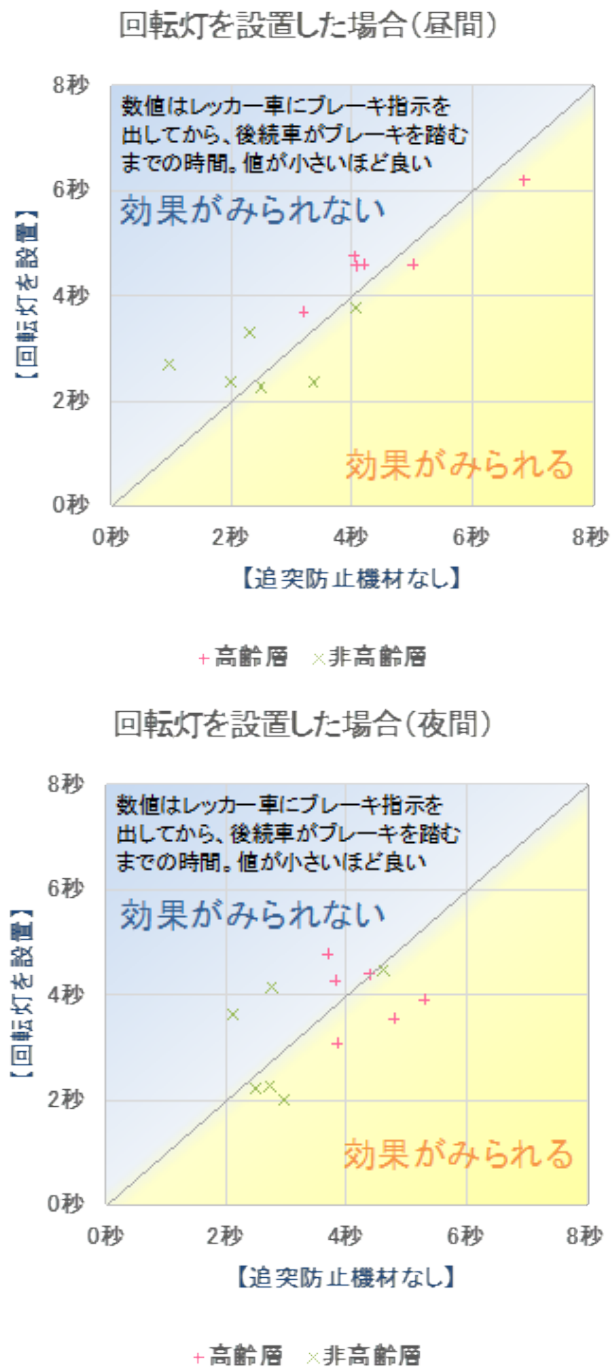
制動灯を設置した場合（パターン1）については、図3-6-5及び表3-6-5のとおり昼間及び夜間ともに、実験参加者全員のブレーキ操作開始までの反応速度が向上した。



<図3-6-5 制動灯を設置した場合（パターン1）>

イ 回転灯を設置した場合

回転灯を設置した場合（パターン2）については、図3-6-6及び表3-6-5のとおりブレーキ操作開始までの反応速度が向上した者もいるが、制動灯を設置した場合と比べてその効果は限定的であり、逆に反応速度が低下する者も一定数見られた。これは、回転灯がレッカー車のブレーキ操作と連動して点灯するものではなく、実験参加者はレッカー車との速度差により接近したことを認識してブレーキ操作を開始したためであると考えられる。



<図3-6-6 回転灯を設置した場合（パターン2）>

＜表 3-6-5 レッカー車がブレーキ操作を開始してから実験参加者が運転する車両がブレーキ操作を開始するまでに要した時間の差分＞

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼間			夜間			
					制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	
高齢層	1	70代前半	男	1.3	1.22秒	6.20秒	6.85秒	1.50秒	3.55秒	4.80秒	
	2	70代後半	男	0.8	1.45秒	4.61秒	5.01秒	1.29秒	4.29秒	3.82秒	
	3	70代前半	男	0.9	2.00秒	4.58秒	4.06秒	1.10秒	3.91秒	5.30秒	
	4	70代前半	男	0.8	1.17秒	4.60秒	4.20秒	1.56秒	4.80秒	3.71秒	
	5	60代後半	男	0.8	1.58秒	3.69秒	3.20秒	1.36秒	4.39秒	4.38秒	
	6	60代後半	男	1.0	2.20秒	4.76秒	4.03秒	1.57秒	3.06秒	3.85秒	
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	0.80秒	2.70秒	0.95秒	1.49秒	3.65秒	2.11秒	
	8	50代前半	男	0.9	1.37秒	2.38秒	3.35秒	1.36秒	4.50秒	4.62秒	
	9	20代前半	男	1.4	0.60秒	3.32秒	2.31秒	1.25秒	2.02秒	2.97秒	
	10	30代前半	女	0.8	1.28秒	2.27秒	2.48秒	1.12秒	2.22秒	2.49秒	
	11	40代後半	男	0.9	1.25秒	2.36秒	1.97秒	1.34秒	2.27秒	2.71秒	
	12	40代後半	男	1.1	1.20秒	3.78秒	4.06秒	1.96秒	4.17秒	2.76秒	
高齢層					最大	2.20秒	6.20秒	6.85秒	1.57秒	4.80秒	5.30秒
					最小	1.17秒	3.69秒	3.20秒	1.10秒	3.06秒	3.71秒
					平均	1.60秒	4.74秒	4.56秒	1.40秒	4.00秒	4.31秒
					標準偏差	0.42	0.81	1.26	0.18	0.63	0.64
非高齢層					最大	1.37秒	3.78秒	4.06秒	1.96秒	4.50秒	4.62秒
					最小	0.60秒	2.27秒	0.95秒	1.12秒	2.02秒	2.11秒
					平均	1.08秒	2.80秒	2.52秒	1.42秒	3.14秒	2.94秒
					標準偏差	0.31	0.62	1.08	0.29	1.10	0.87
全体					最大	2.20秒	6.20秒	6.85秒	1.96秒	4.80秒	5.30秒
					最小	0.60秒	2.27秒	0.95秒	1.10秒	2.02秒	2.11秒
					平均	1.34秒	3.77秒	3.54秒	1.41秒	3.57秒	3.63秒
					標準偏差	0.44	1.22	1.55	0.23	0.96	1.02

※ 2回実施した結果のうち、ブレーキ操作の開始までに要した時間が長いデータ（ブレーキ操作開始までの反応速度が遅いデータ）を使用

(7) 統計的検定

実験2についても実験1と同様に、統計的検定¹²を実施した。検定では、追突防止機材なし（パターン3）と、追突防止機材（制動灯、回転灯）を設置したパターン1及びパターン2を母集団として有意確率（ P 値）を求めた。その結果、追突防止機材として制動灯を設置した場合については有意差が確認され（ $Z = -3.2, p < .01$ ）、回転灯を設置した場合については、有意差なしという結果となった（ $Z = -0.2, n.s.$ ）。

<表 3-6-6 統計的検定の結果>

ブレーキ操作開始までに要した時間 (中央値)		統計量 (Z)	有意確率 (P 値)	有意差
追突防止機材なし	追突防止機材			
3.77 秒	制動灯 1.36 秒	-3.1	0.0022	あり
	回転灯 3.78 秒	-0.2	0.8753	なし

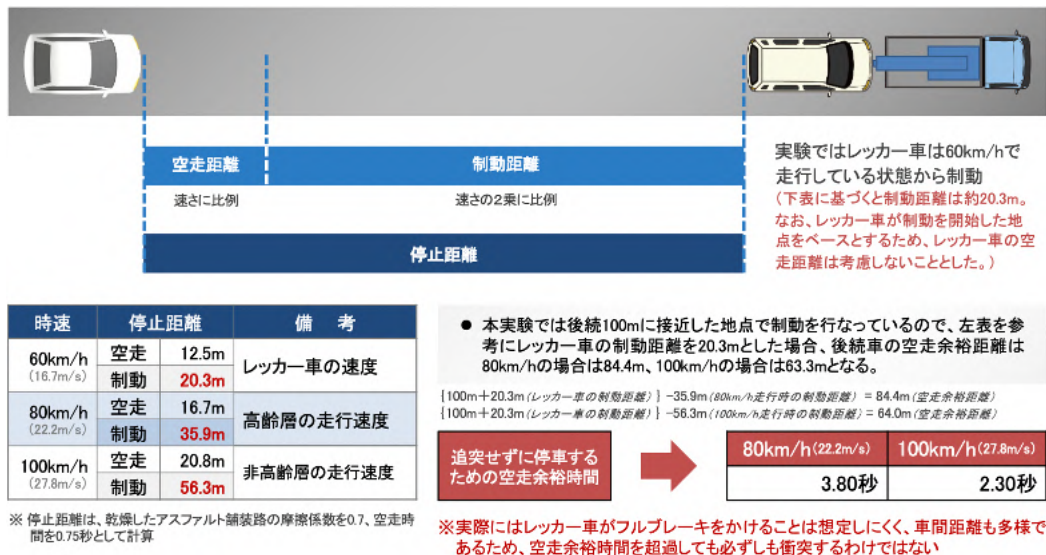
¹² ウィルコクソンの符号順位和検定を適用

(8) 車両の停止に必要な距離

本実験では、100メートル前方を走行するレッカー車がブレーキ操作を開始したことを認知してから、実験参加者がブレーキ操作を開始するまでの反応時間を調査したものであるため、レッカー車に追突することなく停車するための空走余裕時間について以下のように整理した。

計算では、普通自動車乾燥したアスファルト舗装路でフルブレーキをかけたものと想定し摩擦係数を0.7、制動を開始するまでの空走時間を0.75秒として計算しているが、実際にはレッカー車がフルブレーキをかけるとは想定しにくく¹³、計算上の空走余裕時間を超過したからといって、ただちに追突する訳ではない点に留意が必要である。

図3-6-7のとおり、時速80キロメートルで走行した高齢層の空走余裕時間は3.80秒、時速100キロメートルで走行した非高齢層の空走余裕時間は2.30秒であり、計算上はこの時間を超過してブレーキ操作を開始した場合はレッカー車に追突することとなる。表3-6-7は、実験参加者の運転する車両がブレーキ操作を開始するまでに要した時間の測定結果で、2回の試行のうち反応速度の遅いデータと反応速度の速いデータを示したものである。前述のとおり、今回の実験の趣旨は安全性の検証であるため、制動灯以外のパターンで多くの実験参加者が追突の危険性がある結果となった反応速度の遅いデータを評価するものとしたが、参考として反応速度の速いデータについても掲載することとした。



<図3-6-7 車両の停止に必要な距離と空走余裕時間>

¹³ 令和2年度の「故障車等牽引時の車両の最高速度に関する調査研究」では、レッカー車の制動時の摩擦係数が0.4程度との結果が示されており、運転者の技術や被牽引車の状況にもよるが、摩擦係数0.7程度のブレーキ操作は通常は行われたいものと思われる。この場合、空走余裕時間は時速80キロメートルで4.48秒、時速100キロメートルで2.85秒となる。

<表 3-6-7 実験参加者の運転する車両がブレーキ操作を開始するまでに要した時間>
2回の試行のうちブレーキ操作の開始までに要した時間が長い（反応速度が遅い）データ

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼間			夜間			
					制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	
高齢層	1	70代前半	男	1.3	1.22秒	6.20秒	6.85秒	1.50秒	3.55秒	4.80秒	
	2	70代後半	男	0.8	1.45秒	4.61秒	5.01秒	1.29秒	4.29秒	3.82秒	
	3	70代前半	男	0.9	2.00秒	4.58秒	4.06秒	1.10秒	3.91秒	5.30秒	
	4	70代前半	男	0.8	1.17秒	4.60秒	4.20秒	1.56秒	4.80秒	3.71秒	
	5	60代後半	男	0.8	1.58秒	3.69秒	3.20秒	1.36秒	4.39秒	4.38秒	
	6	60代後半	男	1.0	2.20秒	4.76秒	4.03秒	1.57秒	3.06秒	3.85秒	
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	0.80秒	2.70秒	0.95秒	1.49秒	3.65秒	2.11秒	
	8	50代前半	男	0.9	1.37秒	2.38秒	3.35秒	1.36秒	4.50秒	4.62秒	
	9	20代前半	男	1.4	0.60秒	3.32秒	2.31秒	1.25秒	2.02秒	2.97秒	
	10	30代前半	女	0.8	1.28秒	2.27秒	2.48秒	1.12秒	2.22秒	2.49秒	
	11	40代後半	男	0.9	1.25秒	2.36秒	1.97秒	1.34秒	2.27秒	2.71秒	
	12	40代後半	男	1.1	1.20秒	3.78秒	4.06秒	1.96秒	4.17秒	2.76秒	
高齢層					最大	2.20秒	6.20秒	6.85秒	1.57秒	4.80秒	5.30秒
					最小	1.17秒	3.69秒	3.20秒	1.10秒	3.06秒	3.71秒
					平均	1.60秒	4.74秒	4.56秒	1.40秒	4.00秒	4.31秒
					標準偏差	0.42	0.81	1.26	0.18	0.63	0.64
非高齢層					最大	1.37秒	3.78秒	4.06秒	1.96秒	4.50秒	4.62秒
					最小	0.60秒	2.27秒	0.95秒	1.12秒	2.02秒	2.11秒
					平均	1.08秒	2.80秒	2.52秒	1.42秒	3.14秒	2.94秒
					標準偏差	0.31	0.62	1.08	0.29	1.10	0.87
全体					最大	2.20秒	6.20秒	6.85秒	1.96秒	4.80秒	5.30秒
					最小	0.60秒	2.27秒	0.95秒	1.10秒	2.02秒	2.11秒
					平均	1.34秒	3.77秒	3.54秒	1.41秒	3.57秒	3.63秒
					標準偏差	0.44	1.22	1.55	0.23	0.96	1.02

※ 赤色セルは、机上計算上は空走余裕時間を超過し（高齢層 3.80 秒以上、非高齢層 2.30 秒以上）、レッカ一車に追突してしまう可能性があるもの

2回の試行のうち、ブレーキ操作の開始までに要した時間が短い（反応速度が早い）データ

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼間			夜間			
					制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	
高齢層	1	70代前半	男	1.3	1.22秒	6.20秒	5.95秒	1.37秒	3.30秒	4.77秒	
	2	70代後半	男	0.8	1.30秒	4.37秒	3.69秒	0.95秒	4.20秒	2.58秒	
	3	70代前半	男	0.9	1.35秒	3.65秒	4.02秒	0.90秒	3.09秒	4.71秒	
	4	70代前半	男	0.8	1.15秒	4.36秒	3.67秒	1.30秒	3.65秒	3.47秒	
	5	60代後半	男	0.8	1.37秒	2.80秒	1.77秒	1.22秒	3.72秒	3.75秒	
	6	60代後半	男	1.0	1.37秒	3.50秒	3.01秒	1.30秒	1.55秒	3.70秒	
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	0.69秒	0.60秒	0.77秒	0.90秒	1.85秒	1.36秒	
	8	50代前半	男	0.9	1.27秒	0.59秒	1.62秒	1.23秒	4.11秒	3.86秒	
	9	20代前半	男	1.4	0.55秒	1.77秒	1.41秒	0.90秒	2.00秒	2.42秒	
	10	30代前半	女	0.8	0.67秒	0.97秒	1.97秒	0.72秒	1.95秒	2.16秒	
	11	40代後半	男	0.9	1.17秒	1.59秒	1.92秒	1.30秒	2.09秒	2.25秒	
	12	40代後半	男	1.1	0.95秒	3.62秒	3.69秒	1.00秒	3.82秒	2.08秒	
高齢層					最大	1.37秒	6.20秒	5.95秒	1.37秒	4.20秒	4.77秒
					最小	1.15秒	2.80秒	1.77秒	0.90秒	1.55秒	2.58秒
					平均	1.29秒	4.15秒	3.69秒	1.17秒	3.25秒	3.83秒
					標準偏差	0.09	1.17	1.37	0.20	0.92	0.82
非高齢層					最大	1.27秒	3.62秒	3.69秒	1.30秒	4.11秒	3.86秒
					最小	0.55秒	0.59秒	0.77秒	0.72秒	1.85秒	1.36秒
					平均	0.88秒	1.52秒	1.90秒	1.01秒	2.64秒	2.36秒
					標準偏差	0.29	1.14	0.98	0.22	1.04	0.82
全体					最大	1.37秒	6.20秒	5.95秒	1.37秒	4.20秒	4.77秒
					最小	0.55秒	0.59秒	0.77秒	0.72秒	1.55秒	1.36秒
					平均	1.09秒	2.84秒	2.79秒	1.09秒	2.94秒	3.09秒
					標準偏差	0.30	1.76	1.47	0.22	0.99	1.10

※ 赤色セルは、机上計算上は空走余裕時間を超過し（高齢層 3.80 秒以上、非高齢層 2.30 秒以上）、レッカ一車に追突してしまう可能性があるもの

(9) 実験における失敗回数

実験は各パターン2回実施したが、実験参加者がレッカー車の減速に気付かなかった、逆に速度差により減速したものと勘違いしてかなり手前からブレーキ操作を開始してしまった等の理由により、実験をやり直すパターンが発生した。表3-6-8に各パターンでの失敗回数について整理した結果を示す。

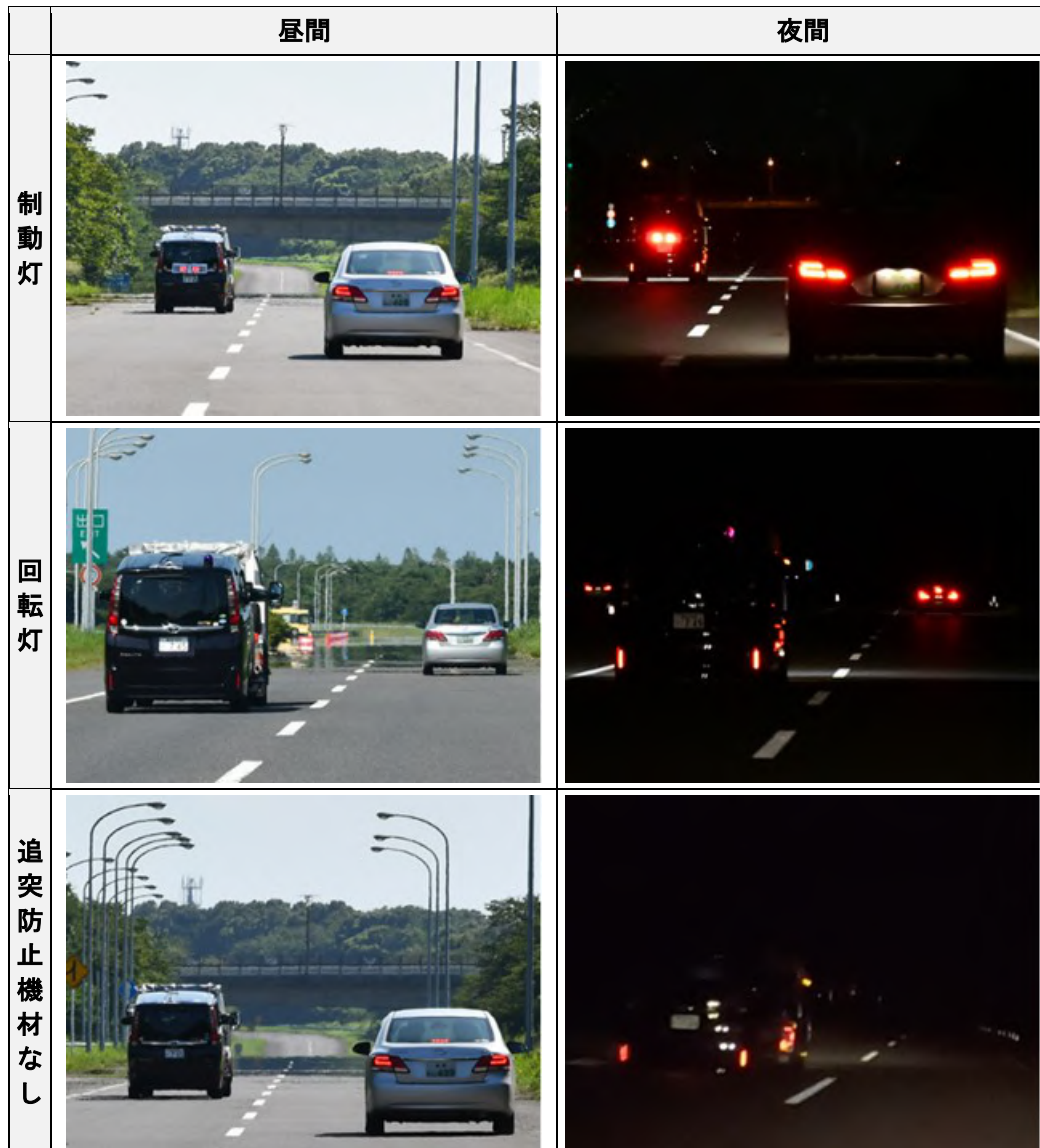
＜表3-6-8 各パターンでの失敗回数＞

		昼間			夜間		
		勘違い	気付かず	反応早過ぎ	勘違い	気付かず	反応早過ぎ
制 動 灯	高齢層	0回	0回	0回	0回	0回	0回
	非高齢層	1回	0回	0回	1回	0回	0回
回 転 灯	高齢層	1回	6回	0回	1回	7回	0回
	非高齢層	7回	0回	3回	1回	2回	0回
機 材 な し	高齢層	0回	2回	0回	0回	0回	0回
	非高齢層	1回	0回	2回	2回	0回	0回

- ※ 「勘違い」は、速度差によりレッカー車がブレーキ操作を開始したと勘違いして、実験参加者がブレーキ操作を行ってしまったもの
- ※ 「気付かず」は、レッカー車がブレーキ操作を開始したことに気付かず、側方を通過してしまったもの
- ※ 「反応早すぎ」は、反応速度が1秒未満と早すぎ、係員によるレッカー車に対する制動合図に反応した可能性があるもの

(10) レッカー車の見え方の比較

各パターンにおける昼間、夜間別の車両牽引中のレッカー車の見え方は図3-6-8のとおりである。回転灯は昼間の太陽光下では点灯状況が確認しづらく、追突防止機材を設置しない場合と見え方の差がほぼない状態であった。



<図3-6-8 追突防止機材の設置有無によるレッカー車の見え方>

(11) 実験2の参加者の感想

実験2の参加者に対して各パターンについての感想を聴取し、その結果を取りまとめた。

● 制動灯設置（パターン1）に関するもの

- ・ レッカー車がブレーキをかけたことがすぐに分かった。

● 回転灯設置（パターン2）に関するもの

- ・ 夜間は回転灯がよく見えたが、昼間はあまり見えなかった。
- ・ 回転灯だけではレッカー車がブレーキをかけたことが分からないが、何かあるのではないか？と思い、危険を予測した運転になった。

● 追突防止機材設置なし（パターン3）に関するもの

- ・ 速度差によりレッカー車にどんどん近づくため、レッカー車がブレーキをかけたタイミングがよく分からなかった。
- ・ レッカー車と同じ速度で走っていれば、ブレーキをかけたことがもっと分かったと思う。
- ・ レッカー車と同じ車線であれば、もう少し減速状況が分かりやすかったかもしれない。
- ・ レッカー車がブレーキをかけたタイミングは分かりにくかったが、速度差により近づくため注意すると思う。

● その他

- ・ 昼間より夜間の方がよく分かったと感じた（高齢層の感想）。
- ・ 夜間より昼間の方がよく分かったと感じた（非高齢層の感想）。
- ・ 隣接車線であったため、距離感が掴みにくかった。
- ・ 同じ車線を走行していれば、より分かりやすかったと思う。

(12) 実験2の分析結果

ア 制動灯を設置した場合

- ・ 高齢層は、昼間より夜間の方が反応速度は早い。
- ・ 全般的には高齢層よりも非高齢層の方が反応速度は早いですが、回転灯を設置した場合や追突防止機材を設置しなかった場合と比べると、その差は小さい。
- ・ レッカー車が減速していないにも関わらず、減速したと勘違いした者もいた。
- ・ 統計的検定の結果、制動灯と機材なしは「有意差あり」という結果となった。

イ 回転灯を設置した場合

- ・ 高齢層は、昼間より夜間の方が反応速度は早い。
- ・ 速度差のため、レッカー車が減速していないにも関わらず減速したと勘違いした者や、逆に減速に気付かない者が高齢層、非高齢層ともに一定数おり、計測のやり直しが発生している。
- ・ 統計的検定の結果、回転灯と機材なしは「有意差なし」という結果となった。

(13) 実験2の考察

以上の結果を踏まえ、実験2について以下のように考察した。

- ・ 制動灯はレッカー車のブレーキのタイミングを自発光で表示することから、当然ではあるが、他のパターンと比較して反応速度が速くなった。統計的検定においても、制動灯は機材なしと有意差が確認され、設置による効果があることが示唆された。
- ・ しかしながら、回転灯及び機材なしのパターンでも、速度差によりレッカー車に接近していることは認識できており、レッカー車のブレーキ操作の有無に関わらず、一定程度は危険を予測した運転が行っているものと考えられる。
- ・ 実際に、回転灯設置パターン及び機材なしのパターンでは速度差による接近により、レッカー車がブレーキ操作を行っているものと誤認してブレーキ操作を行う者が一定数いた（追突防止機材を設置しないパターンで誤認が少なかったのは、実験の順序により一定の慣れが発生したためと推察される）。
- ・ 「車両の停止距離」を基に机上計算を行うと、制動灯設置パターン以外では停車が間に合わず、レッカー車に追突してしまうものが多い。しかし、本実験の検証では普通自動車乾燥したアスファルト舗装路でフルブレーキをかけたものと想定して空走余裕時間を算出したが、牽引中のレッカー車が同程度のフルブレーキをかけることが難しいと想定すると、空走余裕時間がやや長くなる可能性がある点についても留意が必要である。
- ・ レッカー車がブレーキ操作を行ったことを認知し、確実に停止するためには、被牽引車への制動灯の設置が必要であると考えられる。
- ・ ただし、実験では周囲に走行する他の車両がなく、また、夜間に関しては街路灯のない状況であるなど、通常の走行環境とは異なる状況であった点には留意が必要である。
- ・ 距離感が掴みやすくなる同一車線での実験であれば、制動灯設置パターン以外でも停止が間に合う可能性がある。

第4章 安全な長距離走行等に必要な牽引方法と用具の検証

1 牽引方法や牽引用具の適合性に関する実験（実験3）

（1）実験3の概要

故障等牽引時の車両の最高速度引き上げ時に、故障車等を安全に牽引するために必要な牽引方法や牽引用具等の在り方について検討を行うため、時速60キロメートルで長距離・長時間の牽引を行った場合、既存の器具及び牽引方法が適合しているかについて検証を行った。

（2）実施場所及び実施コース

実験は、自動車安全運転センター安全運転中央研修所で図4-1-1のとおり実施した。なお、実施コースは実験2と同様に高速周回路を使用した。





<図4-1-1 実験の実施状況>

(3) 使用車両

レッカー車は、図4-1-2のとおり実験1及び実験2で使用したのと同じ車両を使用した。2台のレッカー車の車両諸元はやや異なるものの、レッカー装置自体は同じものであり、車両の牽引能力はほぼ同等のいわゆる「小型レッカー車」である。

被牽引車は、図4-1-3のとおり前前軸重がレッカー車の定格リフト荷重の最大となるものとしてトヨタハイエース（被牽引車①）、定格リフト荷重の半分程度となるものとして日産キューブ（被牽引車②）の2台を使用した。

レッカー車の車両外観	
	
レッカー車①	レッカー車②

<図4-1-2 レッカー車の車両外観>

被牽引車の車両外観及び前前軸重	
	
被牽引車①（前前軸重：約1,100kg）	被牽引車②（前前軸重：約620kg）

<図4-1-3 レッカー車の車両外観>

(4) 実験のパターンと被牽引車の固定方法

実験は、被牽引車の種類と固定方法の組み合わせにより表4-1-1のとおり4パターンを設定した。なお、昨今では被牽引車の固定にストラップが使用されることが多いようであるが、実験ではストラップに加えて旧来からのチェーンによる固定も行った。

実験では、図4-1-4のとおりチェーンによる車台下部フックへの固定やストラップによるタイヤ部分への固定ができる状態の被牽引車を使用した。事故車等では本実験と同様の方法による固定が行えない場合が多々ある点には留意が必要である。

<表4-1-1 実験のパターンと被牽引車の固定方法>

パターン	被牽引の前前軸重	被牽引車の固定方法
パターン1	定格リフト荷重 (最大)	ストラップ+チェーン
パターン2	定格リフト荷重 (最大)	ストラップのみ
パターン3	定格リフト荷重 (最大)	チェーンのみ
パターン4	定格リフト荷重 (半分)	ストラップのみ



<図4-1-4 被牽引車の固定方法>

(5) ドリーの使用

本実験では、路面と設置する側の車輪が使用できない場合等に使用されるドリーを装着することとし、図4-1-5のとおりラチェットストラップにより後輪に固定した。なお、ドリーは確実にハブ部にグリースを循環させるタイプと、グリースアップが不要な密閉型ハブタイプの2種類を使用した。



<図4-1-5 使用したドリーとドリー装着の状況>

(6) 実験の実施方法及び計測内容

実験は表 4-1-2 の方法により実施した。

<表 4-1-2 実験 3 の実施方法及び計測内容>

- ① 実施パターン（4パターン）で指定した組み合わせにより、1周5キロメートルの高速周回路を時速 60 キロメートル程度で走行（合計 72 周、360 キロメートル[※]を走行）。レッカー車はレッカー事業者のドライバーが運転する。
- ② 60 キロメートル走行するごとに停車させ、その時点での被牽引車の固定状況、被牽引車の屋根に取り付けた回転灯の状況及びドリーのグリースの状況を目視で確認するほか、ドリーの車軸温度及び路面温度を測定。
- ③ 上記の定期測定のほか、スタート地点において周回するレッカー車の状況観察を実施。
- ④ 計測や給油等によるインターバルについても記録。

※ 令和 2 年度調査研究で実施したレッカー事業者へのアンケート調査において、1 回の牽引距離の総距離が最長で 367 キロメートルだったことによる。



- ストラップやチェーンによる被牽引車の固定状況



- ドリーの車軸、タイヤの表面温度及び路面温度
- ドリーの固定状況やグリースの状況



- 被牽引車の屋根に設置した回転灯の状況

<図 4-1-6 計測内容>

(7) 計測結果

ア 被牽引車の固定状況

被牽引車の前輪を固定するホイールストラップ及びチェーン、後輪に取り付けたドリーを固定するラチェットストラップの状況は、表4-1-3のとおりであり、スタート地点を通過する都度（5キロメートル走行毎）目視による確認を行い、60キロメートル走行するごとに停車させて状況を確認した。

ホイールストラップに関しては、やや緩みが発生する状況はあったものの大きな変化は見られなかった。その一方で、ラチェットストラップに関してはパターン3及びパターン4で脱落するという事象が発生したため、脱落が確認された時点で停車させて装着し直した。

● ホイールストラップ及びチェーン

- ・ ホイールリフトと前輪を固定するストラップは、タイヤ径によりやや遊びが生じていた。
- ・ ストラップ自体はL型アーム及びサポートチューブにチェーンで固定されており、チェーン自体の緩みや脱落等は発生しなかった。
- ・ チェーンの場合も特に緩み等は発生しなかった。

● ドリー用のラチェットストラップ

- ・ パターン3及びパターン4においては、走行中に左後輪のラチェットストラップがそれぞれ1回脱落する事象が発生した。
- ・ ラチェットストラップの脱落にはドライバーは気付いておらず、外部からの観察により把握された。

<表4-1-3 ホイールストラップ及びラチェットストラップの状況確認結果>

	パターン1		パターン2		天候
	ハイエース(ホイールストラップ+固定チェーン)		ハイエース(ホイールストラップのみ)		
	ホイールストラップ+チェーン	ラチェットストラップ	ホイールストラップ	ラチェットストラップ	
60km走行後	緩みなし	緩みなし	緩みなし	緩みなし	晴
120km走行後	緩みなし	緩みなし	緩みなし	緩みなし	晴
180km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	曇
240km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	曇
300km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	曇
360km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	雨

	パターン3		パターン4		天候
	ハイエース(固定チェーンのみ)		キューブ(ホイールストラップのみ)		
	固定チェーン	ラチェットストラップ	ホイールストラップ	ラチェットストラップ	
60km走行後	緩みなし	緩みなし	緩みなし	緩みなし	曇
120km走行後	緩みなし	120km走行で脱落	緩みなし	100km走行で脱落	雨
180km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	曇
240km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	雨
300km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	雨
360km走行後	緩みなし	緩みなし	やや緩みあり	緩みなし	曇



ハイエースの前輪に取り付けたホイールストラップ



キューブの前輪に取り付けたホイールストラップ



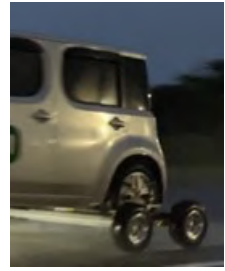
ストラップの固定チェーン



後輪に取り付けたドリー固定用のラチェットストラップ



走行中にラチェットストラップが脱落した状況



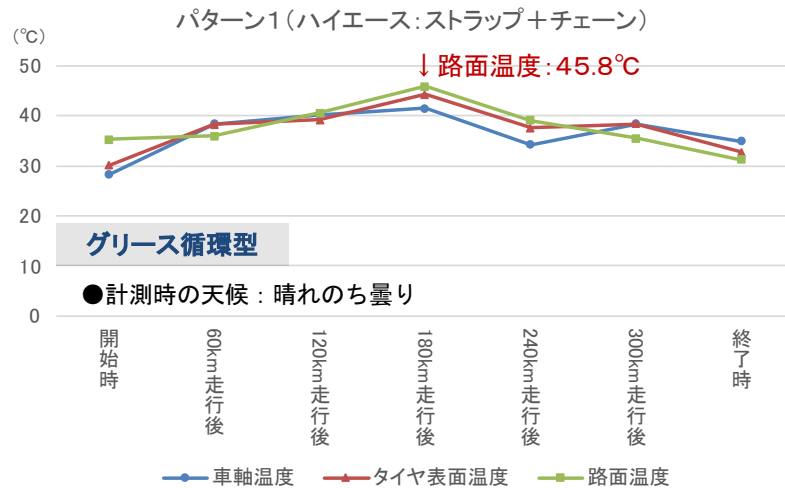
水飛沫をあげて走行する様子

<図4-1-7 被牽引車の固定状況>

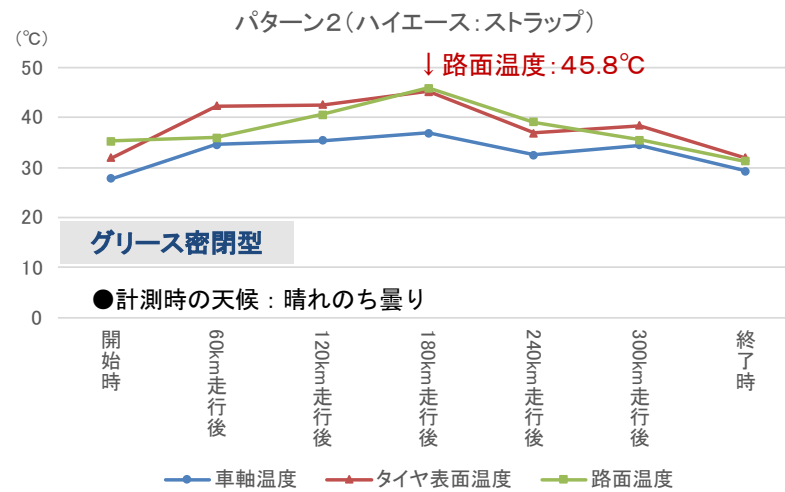
イ ドリーの車軸温度・タイヤ表面及び路面温度の変化

ドリーの車軸温度・タイヤ表面及び路面温度の変化については、各パターンとも60キロメートル走行するごとに計測し、開始時及び終了時を含めて合計7回の計測を行った。計測結果は図4-1-8～図4-1-11及び下記のとおりであった。

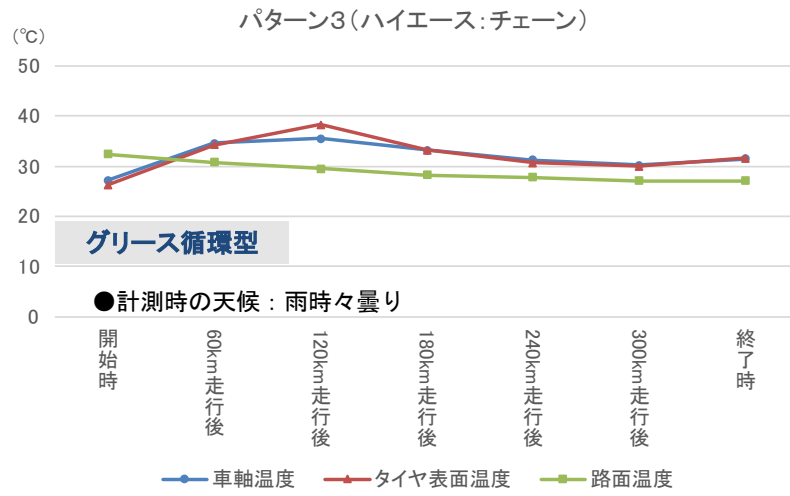
- ・ 晴れ間のあったパターン1及びパターン2における路面の最高温度は摂氏45.8度であり、タイヤ表面温度も同程度まで上昇した。
- ・ ドリーの車軸温度は最高で摂氏41.5度であり、グリースは循環型、密閉型ともに極端に上昇することはなかった。
- ・ パターン3及びパターン4の実施時は降雨及び日没の影響により、路面温度は低め基調で推移した。



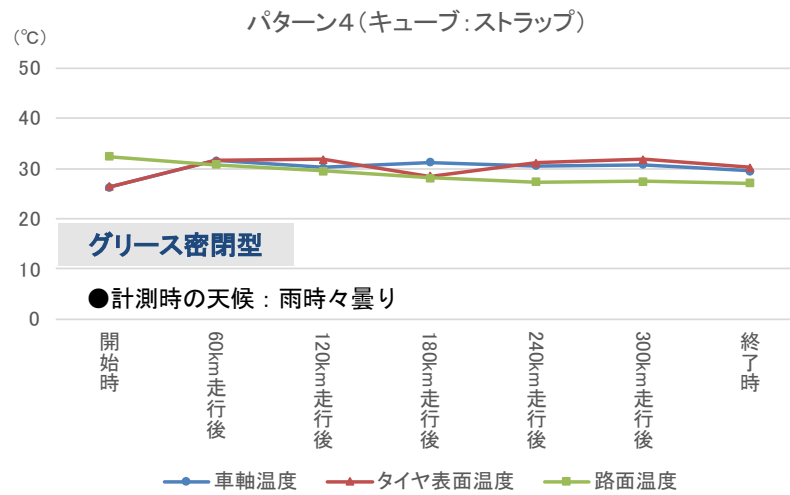
<図4-1-8 パターン1の計測結果>



<図4-1-9 パターン2の計測結果>



<図 4-1-10 パターン3の計測結果>



<図 4-1-11 パターン4の計測結果>

ウ その他の目視確認事項

目視確認を行ったドリーのグリースの状況確認（キャップを外して観察が可能なハブ部内にグリースを循環させるタイプに関してのみ実施）、被牽引車の屋根に設置した回転灯の状況は以下のとおりであった。

● グリースの状態

- ・ ドリーのハブ部内のグリースは、走行開始前はほぼ固形だったものが、360 キロメートル走行後（走行実験終了後）は図 4-1-12 のとおりやや溶けた状態となっていたものの、車軸の焼き付きや車輪のバーストにつながるような状況は確認されなかった。



走行実験開始前のグリースの状態

360 キロメートル走行後のグリースの状態

<図 4-1-12 グリースの状態>

● 回転灯の状態

- ・ 被牽引車の屋根には図 4-1-13 のとおりマグネットで固定するタイプの回転灯を設置したが、固定位置の変動は発生しなかった。



被牽引車の屋根に設置した回転灯

<図 4-1-13 回転灯の設置状況>

(8) 実験3のドライバーの感想

実験3の走行を担当したドライバーに対して走行時の感想を聴取し、その結果を取りまとめた。

● 高速度での走行に関するもの

- ・ 雨天走行時は、カーブでリアが滑っていくのではないかと緊張した。
- ・ 今回の実験では周りに車がいなかったが、並走して走っていたらと思うと恐怖を感じる。
- ・ 夜間走行時はドリーの幅を確認しづらく、高速走行で隣の車線に車がいることを想定すると恐怖を感じる。
- ・ 走行中にドリーがバーストしたらと思うと、恐怖を感じた。
- ・ 降雨時は恐怖心が増した。

● 長距離走行に関するもの

- ・ 常に後方への注意、意識をし続けるため疲れた。
- ・ 夜間かつ雨天時の走行では、精神的に通常の数倍の疲れを感じた。

● その他全般

- ・ 実験の方法でレッキングを行う割合は3～5割程度であり、前方やタイヤの潰れた事故車の場合はJフックチェーンによる吊り上げとチェーンによる固定となるため、L型アームにタイヤを載せる今回の実験とは異なる結果になる可能性がある。
- ・ 実験でもホイールストラップが緩んだり、ラチェットストラップが外れる場面があったが、現行規制下における業務でもベルトやストラップが緩んだり外れたりすることは結構ある¹⁴。
- ・ 実験で牽引した車両は状態が良かったが、事故車の場合は牽引中にガラス片が散乱したり、破損部が落下することがあるため、高速度での走行は危険だと思う。事故車牽引中のレッカー車の規制速度を引き上げるのであれば事故車による実験を実施した方が良い
- ・ 今回の実験コースにはなかったが、長い下り坂を走行することを想定すると非常に怖い。

¹⁴ ストラップの脱落事故に関する統計データは確認できなかった

(9) 通常の牽引業務の実態（参考情報）

実験3の走行を担当したドライバーが所属する2社に対し、通常の牽引業務の実態を聴取し、参考情報として取りまとめた。

●通常業務で長距離走行を行う場合の休憩の取得状況

A社	B社
<ul style="list-style-type: none">・ 2時間に1度程度	<ul style="list-style-type: none">・ レッカーの場合はほぼノンストップで走行・ 積載車の場合は4時間に1度、30分休憩

●レッキング状態やストラップ等の緩みを確認するタイミング及び間隔

A社	B社
<ul style="list-style-type: none">・ 異常がなければ確認することはない	<ul style="list-style-type: none">・ レッキングを行い、走行を開始してから5～10キロメートルで確認するが、道路状況による・ 異音が生じた時にも確認する

●追突防止機材の設置状況

A社	B社
<ul style="list-style-type: none">・ 追突防止機材は設置していない（車両に傷がつく、機材の固定に戸惑う、機材が落下するリスクがある）・ 追突防止対策として、後方警戒車をつけている	<ul style="list-style-type: none">・ 追突防止機材を設置することはあまりない（車両に傷をつける可能性があるため）・ 追突防止対策としては、後方警戒車の追走が効果的

(10) 実験3の分析結果

● 被牽引車の固定状況

- ・ ホイールリフトとホイールストラップは、タイヤ径によりやや遊びが生じる場合があり、走行前後で緩みが発生する場面があった。
- ・ ただし、高速度での走行や長距離走行によりホイールストラップが脱落することはなかった。
- ・ 固定チェーンを使用したパターンでは、特にチェーンの緩み等は確認されなかった。
- ・ ドリーと後輪を固定していたラチェットストラップは走行中に脱落（ドリーのフレームに引っかかって走行）する場面があったが、ドライバーは脱落には気付いていなかった。
- ・ 雨天時の高速度での走行では、水飛沫によりドライバーからドリーの状況が確認できなかった。

● ドリーの車軸温度・タイヤ表面及び路面温度の変化

- ・ ドリーの車軸及びタイヤ表面温度は、路面温度が高い状況では上昇したものの、摂氏 50 度を超えるような状況は発生しなかった。

● その他の目視確認事項

- ・ ドリーの車軸の焼き付きや車輪のバーストにつながるような状況は確認されなかった。
- ・ 被牽引車の屋根上にマグネット固定により設置した回転灯は、一切のズレがなかった。

(11) 実験3の考察

以上の結果を踏まえ、実験3について以下のように考察した。

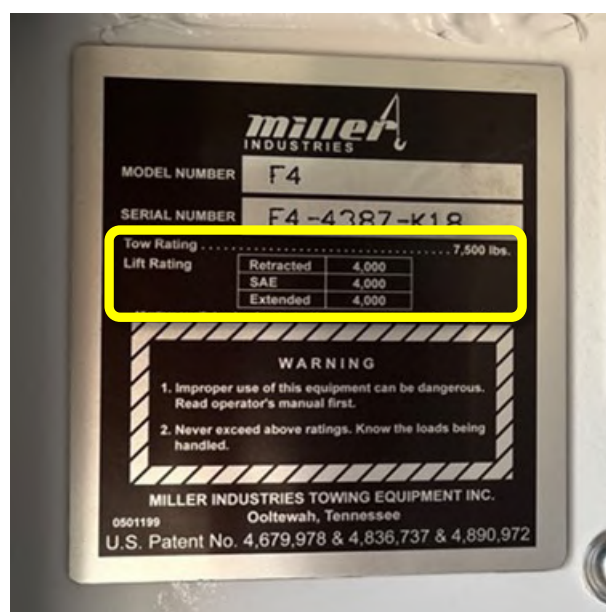
- 今回の実験では、ホイールリフト（レッカー装置）やドリー自体に異常は発生しなかった。
- ただし、前輪に取り付けたホイールストラップに若干の緩みが発生したほか、ドリーと後輪を固定するためのラチェットストラップに関しては、走行中に脱落する事象が発生した。
- ラチェットストラップの脱落は、雨天時の走行による後輪タイヤ表面の滑り、一定方向のみの走行（反時計回り）であったことが影響している可能性があるが、脱落の原因については特定できなかった。
- ストラップの脱落に起因する事故を防ぐためには、定期的な休憩と休憩時における固定状況の確認と再固縛を徹底すること、また、固定箇所1箇所が緩んでもすぐに脱落しないように二重三重の固定をしておくことが効果的と考えられる。
- 本実験に参加した運転者からは、高速度での長距離走行に対する不安が挙げられており、この点については十分に考慮する必要がある。
- なお、事故車等を牽引する場合は、ホイールリフトにタイヤを固定できないためレッキング方法が異なり、また、事故車から破損物が脱落する可能性が高い等、本実験よりも悪条件での牽引となることについては十分に留意する必要がある。

2 牽引用具等の設計諸元等

(1) レッカー装置に関する調査

ア レッカー装置（ホイールリフト）に関する取りまとめ

レッカー装置（ホイールリフト）は牽引定格やリフト能力が定められており、本実験で使用したレッカー車に装備されていた、米国ミラーインダストリー社製のレッカー装置（ホイールリフト）では、コーションプレートには、図4-2-1のとおり牽引定格が7,500lbs（約3,400キログラム）、定格リフト荷重は収縮時・伸長時とも4,000lbs（約1,800キログラム）との表記があった。ただし、これはレッカー装置そのものの能力であり、実際には架装する車両によりその能力は大きく左右される。道路運送車両基準第5条の1では車両前輪設置荷重は車両総重量の20パーセント以上であることが規定されており、レッカー車の前軸重、後軸重、ホイールベース、レッカー車と被牽引車間のオーバーハングによりレッカー車の定格リフト荷重が決定する。本実験で使用したレッカー車については、計算上は定格リフト荷重が約1,200キログラム程度であり、これはレッカー装置自体が許容する定格荷重を下回るものである。



<図4-2-1 レッカー装置のコーションプレート>

イ 架装メーカーに対する聞き取り調査

上述のように、レッカー装置の能力は架装する車両の能力に左右されることから、本調査ではレッカー車の架装メーカーに対して聞き取り調査を行った。

● レッカー装置架装の状況

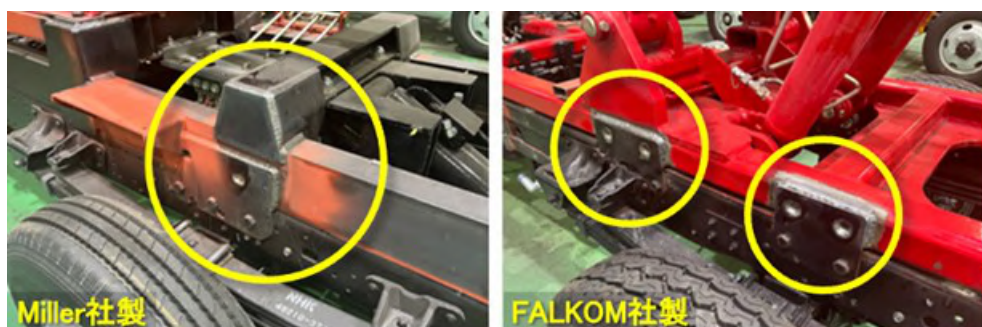
レッカー装置は、図4-2-2のように車両フレームに直接取り付けられている。



<図4-2-2 レッカー装置を架装中の状況>

● 車両フレームへの溶接の状況

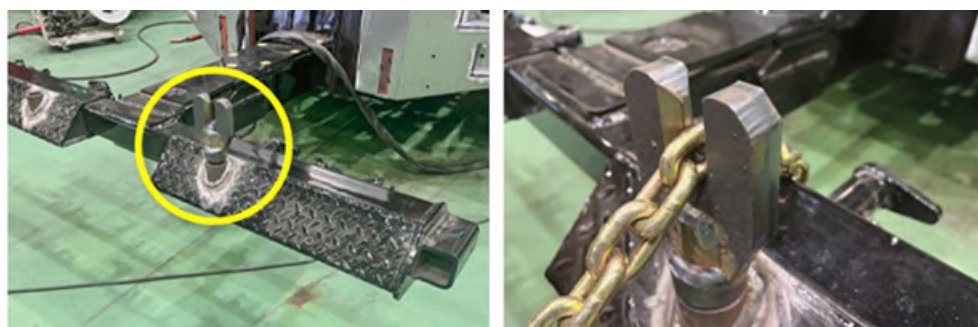
レッカー装置はメーカーにより構造が異なるため、図4-2-3のとおり車両フレームへの溶接方法も異なっている。なお、レッカー装置は海外メーカー製であり、日本製の架装ベース車両のフレームへの溶接に際しては一部部材の加工等が必要とのことであった。



<図4-2-3 車両フレームへの溶接の状況>

● サポートチューブの加工

サポートチューブは、被牽引車の車輪が固定される部分であるが、事故車等、被牽引車のタイヤが固定できず、Jフックチェーンにより固定する場合や、急制動により被牽引車がレッカー車に追突するのを防ぐためにアタッチメントを取り付ける場合がある。このアタッチメントの取り付け部については、レッカー装置によっては設置されておらず、その場合は架装メーカー側でサポートチューブを図4-2-4のとおり加工しているとのことである。



<図4-2-4 サポートチューブの加工の状況>

● Lアームの加工

サポートチューブに取り付ける「Lアーム」(図4-2-5)はそのままでは長すぎ、レッカー車の後部バンパーと接触するおそれがある。そのため、架装メーカーにおいて切断加工が行われることがあるが、それに伴う強度や耐久性の試験等を行われていないとのことであった。



<図4-2-5 Lアーム(上段)とLアーム加工の状況(下段)>

● **その他**

その他にも、図4-2-6に示すような後部の荷重とのバランスを保つためのウエイトの設置（キャブ後部に設置）、軽自動車等の小輪径に対応するためのアタッチメント製作（サポートチューブに取り付け）、廃盤となった部品の製作等も行われていたが、レッカー車の使われ方は多種多様であり、レッカー事業者からの要望や現場での使い勝手等を考慮してオリジナルの部材を製作することが多いとのことであった。



<図4-2-6 ウェイト（左側）とアタッチメント（右側）>

(2) ドリー（補助輪）に関する調査

ドリーは、製品によりタイヤの定格荷重が決められており、本実験で使用した In The Ditch 社製のドリーでは、図4-2-7のとおり 3,040lb (1,379 キログラム) とされていた。使用時の最高速度に関する記載はなかったが、他社製のものでは 65mph (時速 104 キロメートル) とされているものもある。

タイヤの取り付け部に関しては、製品により「ネガティブキャンバー」（タイヤが接地面に対してハの字に取り付けられているもの）、「アクティブキャンバー」（タイヤが接地面に対して直角に取り付けられているもの）があり、一般的には部品の一点にかかる荷重はネガティブキャンバーの方が大きいとのことであった。

なお、前述の実験3で示したように、本調査ではドリー本体のトラブルは発生しなかったが、適切なメンテナンスが行われていない場合は車軸が焼き付けを起こす等の問題が発生する可能性がある。



<図4-2-7 ドリーのコーションプレート>

第5章 まとめ

故障車等牽引時の車両の最高速度は、現行の道路交通法令においては時速 30 キロメートル（車両総重量が 2,000 キログラム以下の車両を、その車両の車両総重量の 3 倍以上の車両総重量の自動車で牽引する場合には時速 40 キロメートル）とされており、最低速度が時速 50 キロメートルとされている高速道路等で牽引を行う場合は、道路交通法第 75 条の 4 に規定する「危険を防止するためやむを得ない場合」に該当するものとして、直近のインターチェンジまでの走行しか認められていない。仮に故障車等牽引中のレッカー車の最高速度が時速 50 キロメートル以上に引き上げることができれば、レッカー車が高速道路等を走行することが可能であるとして、自動車安全運転センターが実施した令和 2 年度の調査研究では、被牽引車両（普通自動車）が牽引用具等に堅固に固定されている場合であれば、時速 60 キロメートルに引き上げても走行安全性自体に問題はないものとした。一方で、故障車等を牽引中の状態においてはレッカー車の制動灯等の視認が困難になることから、特に高速道路等における追突防止措置を講ずることについての検討が必要であること、また、長距離・長時間の走行に必要な牽引方法及び牽引用具等の在り方についての考察が必要であると結論付けられたところである。

実際に、第 2 章の交通事故実態調査の結果が示すように、自動車安全運転センターが把握した平成 30 年から令和 4 年上半期までに発生した高速道路等におけるレッカー車が関係する交通事故 3 件中 2 件が追突事故（レッカー車に後続車が追突）であり、うち 1 件は死亡事故であることから、レッカー車の高速道路等走行時においては、追突防止措置の十分な検討が必要であると言えた。

このことを踏まえ、本調査では第 3 章のとおり、まずレッカー車の視認性等に関する 2 種類の実験を実施した。実験 1 は、追突防止機材の設置による視認性向上効果の検証を行ったものであり、レッカー車に制動灯、回転灯、反射器具を設置し、これらの追突防止措置を講じなかった場合と比較して、後続車両からの視認距離にどの程度の差が生じるかを計測したものである。その結果、夜間で「追突防止機材なし」の場合でも、387.4 メートル後方から“前方に何かある”こと自体は視認可能であったことから、追突防止措置を講じなくても後続車両からの一定の視認性は確保可能であると考えられた。機材なしと比較した統計的検定においては、制動灯と回転灯で有意差が確認され、機材の設置により後方からの視認性向上の効果があることが示唆された。ただし、本実験は視認距離を計測することを主目的としたものであり、レッカー車は停車した状態、後続車は時速 10 キロメートルの低速で走行させたという点に留意が必要である。

実験 2 は、高速道路等で速度差のある車両が走行している状況を想定したもので、時速 60 キロメートルで走行するレッカー車が急制動により停車した場合、後方を高速で走行する後続車両がそれを認知し、制動を開始するまでに要した時間を計測したものである。この実験では、追突防止機材として、制動灯、回転

灯を設置した場合と、追突防止措置を講じなかった場合との比較を行った。その結果、レッカー車の制動灯が後続車両から見えない状況では、後続車両が制動を開始するまでに要した時間は多くのケースで「空走余裕時間（前方車両に追突することなく停車するための余裕時間）」を超過し、後続車両のレッカー車への追突が懸念される結果となった。機材なしと比較した統計的検定の結果においては、制動灯を設置した場合に有意差があり、機材設置によるブレーキ認知の向上効果が示唆されたが、回転灯には有意差が確認されなかった。追突防止機材として制動灯を設置した場合は、ほぼ空走余裕時間内に収まっていることから、被牽引車後部に制動灯を設置することで追突の危険性を回避することは可能であると考えられる。しかし、制動灯とブレーキを連動させるケーブルは全てのレッカー車において設置されているものではないため、レッカー車の改修、ケーブルや制動灯の準備が必要であり、また実際の現場では、被牽引車に制動灯を設置するための煩雑な作業が必要となるなど、現時点での導入は課題が多い。

次いで第4章のとおり、牽引方法や牽引用具の適合性に関する実験（実験3）を実施した。これは既存の器具及び牽引方法で、時速60キロメートルでの長距離・長時間の走行に耐えられるか検証を行ったものである。その結果、牽引装置や後輪に設置したドリー（補助輪）自体に問題は発生しなかったものの、これらと被牽引車を固定するためのストラップの脱落や緩みが確認された。ストラップは被牽引車のタイヤに取り付けられており、タイヤ表面の滑りや走行中の振動等により脱落する可能性があるが、高速道路等で高速走行を行う場合は振動等の負荷が大きくなることで脱落しやすくなるものと想定された。なお、レッカー事業者への聞き取りを行ったところ、現状においても「ストラップの脱落」は発生しているという意見があった。高速道路等の路面上にストラップが脱落して取り残された場合、後続車両（特に二輪車）の重大事故を誘発するおそれがある。また、被牽引車両が破損している事故車は本実験と同様の固定方法が採用できないこともあるため、別途実験が必要との意見があった。

以上のように、今回の調査研究においては被牽引車両に回転灯や制動灯を設置することで、後方からの視認性が向上することが確認された。また、制動灯の設置により、後続車両にレッカー車の制動のタイミングを伝達可能であることも分かった。しかし、制動灯の設置には解決すべき課題があり、制動灯を設置しない状況で故障車等牽引中のレッカー車が時速60キロメートルで高速道路等を長時間走行するに当たっては、後方車両からレッカー車の制動が十分に認知できないことが確認された（pp. 28-43 参照）。また、牽引用具が離脱してしまう問題も確認された（pp. 44-57 参照）。

これらの結果に鑑みると、故障車等牽引中のレッカー車が高速道路等を時速60キロメートルで走行することは、交通の安全を確保する上で解決すべき課題が多くあり、時期尚早と考えられる。

参 考 资 料

参考資料1 実験1の結果

結果まとめ（「何かある」と認識できた地点〔被牽引車後部からの距離〕）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼								夜								
					1回目				2回目				1回目				2回目				
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	
高齢層	1	70代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	250.0m	371.0m	400.0m	400.0m	380.0m	380.0m	
	2	70代前半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	350.0m	400.0m	400.0m	380.0m	380.0m	
	3	70代前半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	373.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
	4	70代後半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	390.0m	400.0m	400.0m	370.0m	380.0m	400.0m	400.0m	320.0m	390.0m	
	5	60代後半	男	0.8	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
	6	60代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	375.0m	370.0m	400.0m	400.0m	370.0m	380.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	390.0m	370.0m	370.0m	380.0m	380.0m	370.0m	380.0m	340.0m	380.0m	390.0m	370.0m	370.0m	380.0m	380.0m	370.0m	370.0m	
	8	30代後半	女	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	386.0m	387.0m	400.0m	400.0m	392.0m	400.0m	
	9	40代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	394.5m	400.0m	400.0m	396.0m	394.0m	
	10	50代前半	男	0.9	390.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	400.0m	390.0m	390.0m	400.0m	400.0m	385.0m	380.0m	
	11	50代前半	男	0.7	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	376.0m	400.0m	400.0m	390.0m	400.0m	
	12	40代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
	13	50代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	390.0m	385.0m	380.0m	400.0m	400.0m	390.0m	390.0m
	14	50代前半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
	15	30代前半	女	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	388.0m	400.0m	400.0m	394.0m	395.0m
	16	40代後半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	390.0m	400.0m	380.0m	390.0m	400.0m	400.0m	390.0m	390.0m	
	17	40代前半	男	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
	18	20代後半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	383.0m	391.0m	400.0m	400.0m	389.0m	388.0m
最大					400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	
最小					380.0m	370.0m	370.0m	380.0m	380.0m	370.0m	380.0m	340.0m	380.0m	380.0m	250.0m	350.0m	380.0m	380.0m	320.0m	370.0m	
平均					396.7m	396.1m	396.1m	396.7m	396.7m	396.1m	396.7m	395.0m	396.1m	397.8m	381.1m	383.9m	398.9m	398.9m	385.9m	390.9m	
標準偏差					6.9	9.2	9.2	7.7	7.7	9.2	7.7	14.7	7.0	5.5	34.4	13.8	4.7	4.7	19.1	9.5	

結果まとめ（「クルマ」と認識できた地点〔被牽引車後部からの距離〕）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼								夜							
					1回目				2回目				1回目				2回目			
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし
高齢層	1	70代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	211.5m	203.0m	224.0m	170.0m	218.0m	174.0m	140.0m	183.0m
	2	70代前半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	158.0m	350.0m	220.0m	170.0m	210.0m	235.0m	215.0m	220.0m
	3	70代前半	男	0.9	250.0m	313.0m	251.0m	321.0m	340.0m	312.0m	328.0m	280.0m	205.0m	169.0m	127.0m	161.0m	320.0m	181.0m	180.0m	160.0m
	4	70代後半	男	0.8	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	380.0m	390.0m	330.0m	320.0m	230.0m	300.0m	370.0m	360.0m	240.0m	370.0m
	5	60代後半	男	0.8	300.0m	336.0m	320.0m	338.0m	357.0m	350.0m	351.0m	350.0m	230.0m	250.0m	224.0m	261.0m	350.0m	329.0m	284.0m	220.0m
	6	60代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	170.0m	249.0m	207.0m	368.0m	287.0m	333.0m	239.0m	279.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	270.0m	280.0m	310.0m	330.0m	310.0m	300.0m	350.0m	250.0m	80.0m	80.0m	70.0m	65.0m	100.0m	80.0m	110.0m	80.0m
	8	30代後半	女	1.3	372.0m	367.0m	363.0m	361.0m	380.0m	366.0m	371.0m	371.0m	90.0m	73.0m	86.0m	85.0m	71.0m	75.0m	84.0m	85.0m
	9	40代前半	男	1.3	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	383.0m	388.0m	388.0m	385.5m	392.0m	392.0m	396.0m	393.0m
	10	50代前半	男	0.9	390.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	330.0m	210.0m	200.0m	320.0m	370.0m	380.0m	210.0m	200.0m
	11	50代前半	男	0.7	320.0m	250.0m	287.0m	316.0m	320.0m	320.0m	316.0m	331.0m	34.0m	48.0m	67.0m	57.0m	71.0m	120.0m	90.0m	70.0m
	12	40代後半	男	1.0	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	申告忘れ	361.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m
	13	50代後半	男	1.0	340.0m	330.0m	330.0m	330.0m	330.0m	340.0m	340.0m	330.0m	210.0m	104.0m	210.0m	300.0m	270.0m	340.0m	320.0m	320.0m
	14	50代前半	女	1.1	370.0m	370.0m	376.0m	393.0m	387.0m	388.0m	390.0m	389.0m	375.0m	391.0m	385.0m	380.0m	388.0m	388.0m	400.0m	400.0m
	15	30代前半	女	1.3	400.0m	400.0m	40.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	378.0m	367.0m	367.0m	349.0m	384.0m	391.0m	372.0m	372.0m
	16	40代後半	男	0.9	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	55.0m	210.0m	180.0m	350.0m	370.0m	360.0m	250.0m	300.0m
	17	40代前半	男	1.1	347.0m	343.0m	343.0m	345.0m	358.0m	360.0m	367.0m	367.0m	226.0m	247.0m	243.0m	189.0m	306.0m	296.0m	285.0m	268.0m
	18	20代後半	女	1.1	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	379.0m	377.0m	368.0m	365.0m	377.0m	383.0m	372.5m	364.5m
				最大	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	383.0m	391.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m	400.0m
				最小	250.0m	250.0m	40.0m	316.0m	310.0m	300.0m	316.0m	250.0m	34.0m	48.0m	67.0m	57.0m	71.0m	75.0m	84.0m	70.0m
				平均	362.2m	363.8m	343.3m	371.9m	374.6m	372.0m	376.3m	368.8m	226.1m	244.3m	233.1m	259.8m	291.9m	289.8m	254.9m	260.3m
				標準偏差	47.9	46.0	88.2	32.6	31.0	34.2	28.1	44.8	119.8	116.2	109.5	117.9	112.8	114.4	107.3	113.7

結果まとめ（「レッカー」と認識できた地点〔被牽引車後部からの距離〕）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼								夜							
					1回目				2回目				1回目				2回目			
					制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし	制動灯	回転灯	反射器具	機材なし
高齢層	1	70代前半	男	1.3	164.5m	143.0m	117.0m	69.0m	143.0m	133.5m	117.0m	89.0m	0.0m	78.0m	38.0m	0.0m	0.0m	0.0m	33.0m	0.0m
	2	70代前半	男	0.8	60.0m	100.0m	90.0m	60.0m	80.0m	80.0m	80.0m	60.0m	20.0m	40.0m	35.0m	28.0m	20.0m	35.0m	45.0m	25.0m
	3	70代前半	男	0.9	120.0m	139.0m	133.0m	206.0m	229.0m	225.0m	207.0m	250.0m	128.0m	75.0m	72.0m	54.0m	131.0m	130.0m	110.0m	133.0m
	4	70代後半	男	0.8	300.0m	260.0m	300.0m	280.0m	300.0m	260.0m	260.0m	200.0m	80.0m	180.0m	100.0m	85.0m	150.0m	230.0m	130.0m	90.0m
	5	60代後半	男	0.8	137.0m	162.0m	203.0m	226.0m	245.0m	221.0m	220.0m	221.0m	60.0m	56.0m	58.0m	58.0m	120.0m	97.0m	83.0m	46.0m
	6	60代後半	男	1.0	111.0m	180.0m	91.5m	24.5m	100.5m	160.5m	136.0m	54.0m	33.0m	117.0m	20.0m	0.0m	127.0m	173.0m	48.0m	0.0m
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	120.0m	140.0m	160.0m	120.0m	260.0m	160.0m	210.0m	120.0m	12.0m	22.0m	35.0m	22.0m	25.0m	25.0m	50.0m	25.0m
	8	30代後半	女	1.3	95.0m	120.0m	103.0m	70.0m	99.0m	75.0m	106.0m	59.0m	31.0m	35.0m	44.0m	22.0m	36.0m	41.0m	48.0m	25.0m
	9	40代前半	男	1.3	200.0m	194.5m	198.5m	189.0m	203.0m	201.5m	191.0m	195.5m	0.0m	0.0m	40.0m	0.0m	0.0m	0.0m	60.0m	0.0m
	10	50代前半	男	0.9	365.0m	360.0m	340.0m	300.0m	350.0m	365.0m	380.0m	325.0m	140.0m	170.0m	140.0m	80.0m	170.0m	330.0m	120.0m	60.0m
	11	50代前半	男	0.7	160.0m	150.0m	181.0m	215.0m	227.0m	250.0m	226.0m	236.0m	0.0m	0.0m	20.0m	0.0m	0.0m	0.0m	30.0m	0.0m
	12	40代後半	男	1.0	101.0m	66.5m	124.0m	98.0m	67.0m	79.0m	133.0m	73.5m	29.0m	26.5m	49.5m	0.0m	47.0m	23.0m	55.0m	20.0m
	13	50代後半	男	1.0	260.0m	260.0m	250.0m	230.0m	250.0m	250.0m	250.0m	250.0m	115.0m	50.0m	73.0m	100.0m	138.0m	126.0m	110.0m	126.0m
	14	50代前半	女	1.1	118.0m	158.0m	87.0m	105.0m	92.0m	242.0m	95.0m	146.0m	22.0m	25.0m	58.0m	20.0m	27.0m	26.0m	60.0m	25.0m
	15	30代前半	女	1.3	300.0m	284.5m	337.0m	247.0m	328.0m	308.0m	375.0m	240.0m	67.0m	63.0m	51.0m	0.0m	250.0m	106.0m	54.0m	0.0m
	16	40代後半	男	0.9	150.0m	140.0m	110.0m	110.0m	100.0m	150.0m	100.0m	90.0m	15.0m	61.0m	55.0m	39.0m	86.0m	190.0m	100.0m	78.0m
	17	40代前半	男	1.1	192.0m	190.0m	192.0m	138.0m	209.0m	159.0m	193.0m	126.0m	29.0m	45.0m	86.0m	33.0m	35.0m	34.0m	95.0m	30.0m
	18	20代後半	女	1.1	337.0m	338.0m	347.0m	332.0m	352.0m	342.5m	360.0m	347.5m	268.0m	310.0m	240.0m	84.5m	327.0m	326.5m	214.0m	59.0m
				最大	365.0m	360.0m	347.0m	332.0m	352.0m	365.0m	380.0m	347.5m	268.0m	310.0m	240.0m	100.0m	327.0m	330.0m	214.0m	133.0m
				最小	60.0m	66.5m	87.0m	24.5m	67.0m	75.0m	80.0m	54.0m	0.0m	0.0m	20.0m	0.0m	0.0m	30.0m	0.0m	
				平均	182.8m	188.1m	186.9m	167.8m	201.9m	203.4m	202.2m	171.3m	58.3m	75.2m	67.5m	34.8m	93.8m	105.1m	80.3m	41.2m
				標準偏差	91.2	80.8	91.6	91.2	96.7	86.4	95.7	92.9	68.3	77.1	52.1	34.4	91.7	107.0	45.7	42.1

参考資料2 実験2の結果

結果まとめ（レッカー車がブレーキ操作してから後方車両がブレーキを操作するまでの時間）

	被験者番号	年齢	性別	視力	昼間						夜間						
					1回目			2回目			1回目			2回目			
					制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	制動灯	回転灯	機材なし	
高齢層	1	70代前半	男	1.3	1.22秒	6.20秒	6.85秒	1.22秒	6.20秒	5.95秒	1.37秒	3.30秒	4.77秒	1.50秒	3.55秒	4.80秒	
	2	70代後半	男	0.8	1.30秒	4.37秒	5.01秒	1.45秒	4.61秒	3.69秒	0.95秒	4.29秒	3.82秒	1.29秒	4.20秒	2.58秒	
	3	70代前半	男	0.9	1.35秒	4.58秒	4.02秒	2.00秒	3.65秒	4.06秒	0.90秒	3.09秒	4.71秒	1.10秒	3.91秒	5.30秒	
	4	70代前半	男	0.8	1.15秒	4.36秒	4.20秒	1.17秒	4.60秒	3.67秒	1.56秒	4.80秒	3.47秒	1.30秒	3.65秒	3.71秒	
	5	60代後半	男	0.8	1.37秒	3.69秒	3.20秒	1.58秒	2.80秒	1.77秒	1.22秒	3.72秒	3.75秒	1.36秒	4.39秒	4.38秒	
	6	60代後半	男	1.0	2.20秒	4.76秒	4.03秒	1.37秒	3.50秒	3.01秒	1.57秒	1.55秒	3.70秒	1.30秒	3.06秒	3.85秒	
非高齢層	7	30代後半	男	1.0	0.69秒	2.70秒	0.77秒	0.80秒	0.60秒	0.95秒	0.90秒	1.85秒	2.11秒	1.49秒	3.65秒	1.36秒	
	8	50代前半	男	0.9	1.27秒	2.38秒	1.62秒	1.37秒	0.59秒	3.35秒	1.36秒	4.50秒	3.86秒	1.23秒	4.11秒	4.62秒	
	9	20代前半	男	1.4	0.55秒	1.77秒	1.41秒	0.60秒	3.32秒	2.31秒	1.25秒	2.02秒	2.97秒	0.90秒	2.00秒	2.42秒	
	10	30代前半	女	0.8	0.67秒	2.27秒	1.97秒	1.28秒	0.97秒	2.48秒	0.72秒	1.95秒	2.16秒	1.12秒	2.22秒	2.49秒	
	11	40代後半	男	0.9	1.25秒	2.36秒	1.92秒	1.17秒	1.59秒	1.97秒	1.30秒	2.27秒	2.71秒	1.34秒	2.09秒	2.25秒	
	12	40代後半	男	1.1	1.20秒	3.78秒	3.69秒	0.95秒	3.62秒	4.06秒	1.96秒	3.82秒	2.08秒	1.00秒	4.17秒	2.76秒	
					最大	2.20秒	6.20秒	6.85秒	2.00秒	6.20秒	5.95秒	1.96秒	4.80秒	4.77秒	1.50秒	4.39秒	5.30秒
					最小	0.55秒	1.77秒	0.77秒	0.60秒	0.59秒	0.95秒	0.72秒	1.55秒	2.08秒	0.90秒	2.00秒	1.36秒
					平均	1.19秒	3.60秒	3.22秒	1.25秒	3.00秒	3.11秒	1.26秒	3.10秒	3.34秒	1.24秒	3.42秒	3.38秒
					標準偏差	0.43	1.32	1.76	0.37	1.77	1.33	0.35	1.14	0.94	0.18	0.87	1.23

※【回転灯】被験者7の昼-1は反応速度が0.60秒、被験者8の昼-2は0.59秒、被験者10の昼-2は0.97秒でいずれも1秒未満と早過ぎ、係員による制動開始合図に反応した可能性がある

※【機材なし】被験者7の昼-1は反応速度が0.77秒、昼-2は0.95秒と早過ぎ、係員による制動開始合図に反応した可能性がある

令和4年度調査研究報告書
故障車等牽引時の安全対策に関する調査研究

この著作物の著作権は、自動車安全運転センターに属します。
無断使用を禁じます。

令和5年2月



自動車安全運転センター調査研究部
〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3番6号
URL <https://www.jsdc.or.jp/library/research/tabid/123/Default.aspx>