

令和元年6月3日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00745

研究課題名(和文) 視覚障害者の歩行安全を目的とした新たな高視認性衣服の開発

研究課題名(英文) Proposal for new high-visibility clothing and accessories for the safety of visually disabled pedestrians

研究代表者

落合 信寿(OCHIAI, Nobuhisa)

産業医科大学・医学部・助教

研究者番号：90386649

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：蛍光色生地と再帰性反射材を用いた高視認性衣服は、運転者等から着用者を瞬時に発見可能であり、危険回避が困難な視覚障害者の交通安全に有用である。本研究の目的は、視覚障害者向けの新しい高視認性衣服・装備品の試作開発である。その前段階として、交通事故統計に基づく視覚障害者の交通事故の特徴分析、視覚障害者における高視認性衣服のニーズ調査を実施した。介助者による試作品デザイン案の評価結果に基づき、蛍光オレンジ色を用いたベスト、ポディーバッグ、帽子3種類の試作品を製作した。3週間の使用期間を設けて視覚障害者による試作品の使用評価を行い、安全に対する試作品の効果について検証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高視認性衣服は路上等で危険作業に従事する労働者のユニフォームの工業規格であるが、簡便に実現可能な視覚障害者の交通安全対策として、高視認性衣服に着目した研究はこれまでなかった。研究の過程で、視覚障害者の交通事故の実態を、交通事故統計データを基に明らかにした。高視認性衣服の着用に対する心理的拒絶・抵抗感への対応策として、衣服以外のバッグ、帽子といった身体の一部に着用する装備品に蛍光色生地や再帰性反射材を用いて、それらの有効性を視覚障害者の使用評価によって検証した。本研究は、視覚障害者の交通安全に寄与する新しい高視認性製品として、これらの装備品が有用であることを示した点に社会的意義を有する。

研究成果の概要(英文)：High-visibility clothing that utilizes fluorescent color fabric and retroreflective materials makes the wearer immediately visible to drivers and, as such, is useful for the safety of visually disabled pedestrians, who have a difficult time avoiding danger. The purpose of this study was to propose new prototypes of high-visibility clothing and accessories for the visually disabled. As a preliminary step, based on traffic accident statistics, a traffic accident feature analysis of visually disabled persons was conducted. In addition, a survey was conducted to ascertain the demand for high-visibility clothing among the visually disabled. Based on caregiver evaluations of prototype design ideas, three kinds of prototypes were produced: a vest, a sling bag, and a cap, all of which were fluorescent orange. Evaluations of the prototypes were done by visually disabled persons during a three-week trial run, and the effects of the prototypes on their safety were tested.

研究分野：色彩心理学、人間工学

キーワード：視覚障害者 交通安全 衣服 装備品 色彩 工業規格 視認性 誘目性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高視認性衣服 (high-visibility clothing; 高視認性安全服とも呼ばれる) とは、着用者の安全確保のため、蛍光色生地と再帰性反射材を用いて視認性を高めた衣服である。主に道路等の交通場面において、危険を伴う作業に従事する労働者が着用するユニフォームの工業規格として、近年国際的に規格化が進んでいる。2013年には、国際標準化機構 (ISO) において国際規格 ISO 20471 "High-visibility clothing - Test methods and requirements" が制定された。その後、日本においても、2015年に日本工業規格 (JIS) の JIS T 8127 「高視認性安全服」が制定されている。高視認性衣服は、視認性・誘目性の高い赤、オレンジ、黄のいずれかの蛍光色生地を一定面積以上用いることが規格に定められており、交通場面における着用者の事故防止に効果を発揮している。

昨今は法制度や社会基盤の整備により、就労、就学等、障害者の社会参加の機会が増え、従来よりも単独で外出することが多くなっている。高い視認性・誘目性を備えた高視認性衣服は、労働者のユニフォームの工業規格であるが、自動車等の運転者から着用者を瞬時に発見可能であり、交通場面における障害者の安全確保にも有用と考えられる。

これまで研究代表者らは、障害者福祉を目的とした高視認性衣服の応用研究に取り組んできた。当初は、黄の蛍光生地と再帰性反射材を用いて、視認性の低下する雨天時に車いす利用者が着用する高視認性衣服としてレインウェアを試作した (落合ら, 2008)。黄は薄暮のような低照度環境でも比較的容易に検出可能であることから、黄の蛍光色を全面に用いることで安全確保を意図したが、色嗜好や目立つことに対する抵抗感といった心理的側面に対する配慮は十分ではなかった。その後、2011年~2014年には、科学研究費補助金 (若手研究 B) の助成を受けて、高視認性衣服が有する視認効果を維持しながら車いす利用者の嗜好性を高める配色を明らかにして、視認性と嗜好性の高さを両立させた車いす利用者向け高視認性衣服の試作開発を実施している。

一方、近年、視覚障害者が歩行時に被害を受ける交通事故が社会問題として認識され、報道等で取り上げられるようになってきた。例えば、2015年10月に徳島県で起きた視覚障害者と盲導犬の死亡事故は、新聞やテレビ等で大きく報道された。

視覚障害者の交通安全には、歩行環境や社会基盤の整備、支援機器の開発・改良といった抜本的な安全対策が求められる。しかしながら、このような抜本的対策を推進するためには、長期にわたり高いコストを費やす必要がある。これに対して、高視認性衣服は、比較的短期間で簡便に導入できる交通安全対策として、その効果が期待される。視覚障害者の場合、道路等の交通場面で視覚情報を手がかりとした能動的な危険回避を行うことは困難であるが、高視認性衣服を着用することで、運転者にその存在を認知されやすくすることにより、運転者側からの素早い危険回避が可能になると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、視覚障害者の交通安全に寄与するため、視覚障害者向けの新しい高視認性衣服・装備品の試作開発を行うことを目的としている。その前段階として、本研究では、以下の2つの調査研究を実施した。

(1) 視覚障害者の交通事故の特徴分析

視覚障害者における交通事故の実態と問題点を把握する目的で、2015年に全国で発生した視覚障害者の交通事故に関する統計データを対象に、既存の交通事故統計を利用した歩行者事故全般との比較、項目間のクロス集計に基づく統計解析を行い、視覚障害者における交通事故の特徴について検討した。

(2) 高視認性衣服のニーズに関する調査

高視認性衣服は労働者のユニフォームとして交通安全に効果を発揮しているが、日常生活で着用する衣服としての評価は不明である。故に、視覚障害者における高視認性衣服のニーズを明らかにする目的で本調査を実施した。

更に、上記の調査結果等を踏まえ、視覚障害者向け高視認性衣服・装備品の試作開発の前後において、以下の2つの調査研究を実施した。

(3) 試作品デザイン案の評価

視覚障害者向け高視認性衣服・装備品の試作品のデザインを選定する目的で、10種類の試作品デザイン案を作成し、視覚障害者の介助者を対象に各デザイン案の評価を行った。

(4) 視覚障害者による試作品の使用評価

専門家の協力のもとに製作した3種類の試作品における交通安全への効果等を検証する目的で、視覚障害者ならびにその介助者を対象に、3週間の使用期間を設けて評価を実施した。

3. 研究の方法

(1) 視覚障害者の交通事故の特徴分析

視覚障害者の交通事故統計データ 44件を分析対象とした。当該データの入手方法は、行政機関の情報公開制度を利用し、警察庁へ当該事故データに対する行政文書開示請求を行った。開示請求の結果、一部の項目を除き事故統計データの開示が認められた。開示されたデータは、「都道府県」、「発生状況」、「事故類型」、「歩行補助手段」、「性別」、「年代」、「相手当事者」、「運転状況」、「時間帯」の9項目であった。「都道府県」は、地方自治体が管理している道路の整

備状況（舗装率、歩道設置率）を鑑みて、事故が発生した 27 都道府県を、道路整備が進んだ「六大都市圏」を含む 6 都府県（東京、神奈川、愛知、京都、大阪、兵庫）と、道路整備が遅れている「それ以外」の 21 道県の 2 つのカテゴリに区分した。

（2）高視認性衣服のニーズに関する調査

視覚障害者の同居家族で日常的に介助をしている成人 146 名（男性 78 名、女性 68 名）を対象にインターネット調査（調査委託先：株式会社マクロミル）を実施した。調査用 Web ページに高視認性衣服の画像を提示して、ニーズに関する質問項目に回答を求めた。ニーズは、高視認性衣服の着用に対して、介助者の立場からどう思うか（介助者側におけるニーズ）、視覚障害者本人（当事者）はどう思うと考えるか（当事者側におけるニーズ）の 2 項目で聴取した。

（3）試作品デザイン案の評価

ニーズ調査と同一の介助者 146 名を対象とした。試作品デザイン案は、5 アイテム（ベスト A、ベスト B、ボディーバッグ、キャップ A、キャップ B）×2 色（オレンジ、イエロー）の組み合わせで 10 種類の CG を作成した（図 1）。インターネット調査（調査委託先：株式会社マクロミル）により、CG を Web 画面に提示して評価を実施した。デザイン案については、評定尺度法によるデザイン案の利用意思に関する評価、選択法による色の好みさ評価、順位法によるアイテムの実用化に関する評価（実用化するとしたらどれがよいと思うか）、自由記述による項目 3 の順位づけの理由、の 4 項目で評価した。

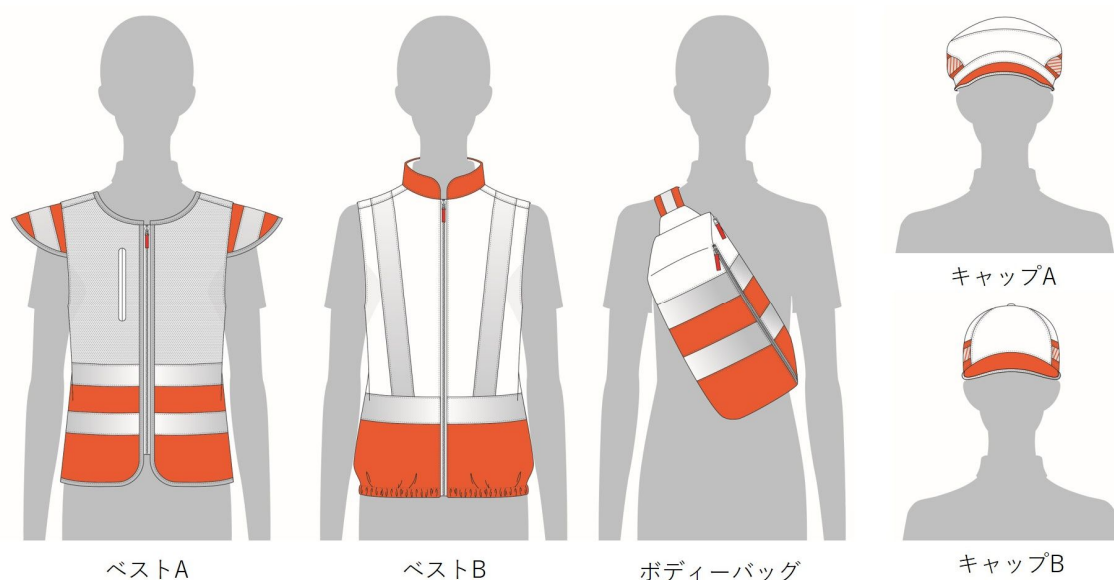


図 1 試作品デザイン案の CG の一部(ハイドサイン株式会社作成)

（4）視覚障害者による試作品の使用評価

北九州在住の視覚障害者 11 名（男性 8 名、女性 3 名）、介助者 7 名（男性 2 名、女性 5 名）が評価に参加した。評価に参加する視覚障害者を対象に事前説明会を開催して、3 週間の評価期間中、外出時には試作品をなるべく多く着用するように依頼した。参加者は、評価期間中に試作品の評価に関する質問紙に回答して、3 週間の評価期間終了後に質問紙を提出した。

4. 研究成果

（1）視覚障害者の交通事故の特徴分析

2015 年における視覚障害者の交通事故は、27 都道府県で 44 件発生していた。視覚障害者の交通事故統計が存在する 2001 年～2006 年の 6 年間の平均発生件数（43.5 件）と比較すると、事故発生件数にほとんど差はなかった。

交通事故総合分析センター（ITARDA）の交通事故統計年報に基づき、歩行者事故の全般的傾向と視覚障害者の事故発生状況との比較を行った。「事故類型」については、過去 3 年間における歩行者事故の傾向として「横断中」の事故が多く全体の約 57% を占めていたが、視覚障害者の事故は「横断中」と「横断中以外」とが 50% 前後とほぼ同比率で発生していた。

歩行者全般における年代別の事故発生率は、2011 年～2015 年の 5 年間で大きな変化は見られない。視覚障害者と歩行者全般とを比較すると、30 歳代～50 歳代、65 歳以上の発生率がほぼ等しかった。しかし、視覚障害者は、20 歳代以下の事故発生がなく、60 歳～64 歳の発生率が顕著に高くなっており、歩行者全般とは異なる傾向が示された。

次に、項目間のクロス集計表を作成し、Fisher の直接確率計算法（Fisher's exact test）により有意性の検定を行った。その結果、都道府県×事故類型、発生状況×時間帯、運転状況×事故類型、歩行補助手段×性別、歩行補助手段×発生状況のクロス集計表が 5% 水準で有意であった。BH（Benjamini & Hochberg）法による多重比較検定を行い群間の有意性

を検討した結果、以下の傾向が認められた。

- 「六大都市圏」では「横断中」が多く「それ以外」では「通常歩行」が多かった（表1）。
- 「軽傷」は「昼間帯」が多く「重傷」は「夜間帯」が多かった。
- 「通常歩行」は「後退時」が多く「横断中」は「後退時以外」が多かった（表2）。
- 「白杖」は「男性」が多く「その他」は「女性」が多かった。
- 「白杖」は「軽傷」、「重傷」が多く「その他」は「死亡」が多かった。

分析結果から、歩行者事故全般とは異なる視覚障害者の交通事故の特徴がいくつか見出された。とりわけ、視覚障害者は、通常歩行時等の横断中以外のリスクが晴眼者より高く、その傾向は歩道設置率の低い道路整備が遅れた地域でより顕著に見られることが明らかになった。また、通常歩行時では車両の後退時に事故発生が多い傾向が認められ、白杖の不使用が事故のリスクを高める可能性が示唆された。

これらの結果は、一般的な歩行者事故に対する安全対策だけでは、視覚障害者の安全性向上には不十分であることを示唆している。視覚障害者の交通安全対策に高視認性衣服を導入することの重要性について、一定の根拠を与えるものであると考える。

表1 都道府県×事故類型のクロス集計表

| | | 事故類型 | | | 合計 |
|------|-------|------|-----|-----|----|
| | | 通常歩行 | 横断中 | その他 | |
| 都道府県 | 六大都市圏 | 1 | 14 | 0 | 15 |
| | それ以外 | 18 | 9 | 2 | 29 |
| 合計 | | 19 | 23 | 2 | 44 |

表2 運転状況×事故類型のクロス集計表

| | | 事故類型 | | | 合計 |
|------|-------|------|-----|-----|----|
| | | 通常歩行 | 横断中 | その他 | |
| 運転状況 | 後退時 | 12 | 2 | 0 | 14 |
| | 後退時以外 | 7 | 21 | 2 | 30 |
| 合計 | | 19 | 23 | 2 | 44 |

(2) 高視認性衣服のニーズに関する調査

介助者側におけるニーズ（図2）については、60名（41%）が「ぜひ利用したい」と回答した。一方、当事者側におけるニーズ（図3）については29名（20%）が「着用には抵抗を感じないと思う」と回答しており、高視認性衣服に一定のニーズがあることが明らかになった。しかし、介助者側の立場から29名（20%）が「利用したくない」、当事者側の立場から16名（11%）が「絶対に着たくないと思う」と回答していた。すなわち、目立ち感が高いことよって、高視認性衣服の着用を拒絶したり、抵抗感を持つ人がある程度存在することが示された。

一方、「衣服や持ち物の一部に目立つ素材を使ったもの」を着用する場合、介助者側の立場から36名（25%）、当事者側の立場から47名（32%）が利用の意思を示した。これより、バッグや帽子等のような身体の一部に着用する装備品に対して、蛍光色生地や再帰性反射材を取り入れた製品の方が、全身にまとう衣服よりも視覚障害者により受け入れられやすい可能性が考えられる。

本調査の結果を踏まえ、試作開発を行う試作品には、高視認性衣服だけではなく、バッグ、帽子等の身体の一部に着用する装備品に蛍光色生地と再帰性反射材を用いた製品も候補に含めることにした。

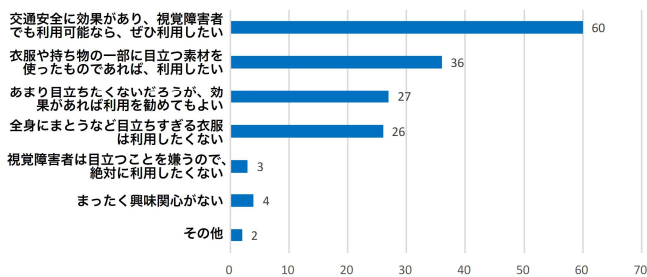


図2 介助者側におけるニーズ

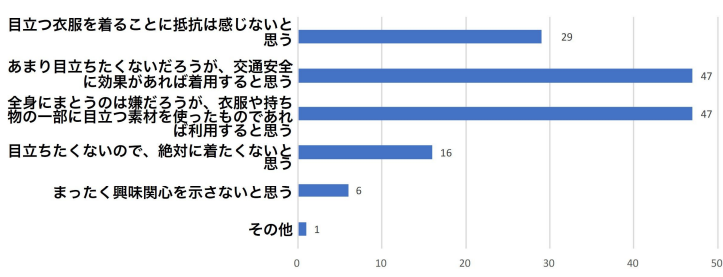


図3 当事者側におけるニーズ

(3) 試作品デザイン案の評価

評価項目 ~ に対して統計解析を行った。項目 は、5×2の2要因分散分析を行った。その結果、アイテム×色の交互作用が有意であった。多重比較検定の結果、オレンジの場合、ポディーバッグの利用意思がキャップBよりも有意に高かった。項目 は、全アイテムでオレンジを好ましいと選択する頻度が高かったが、二項検定の結果は有意でなかった。項目 の分析には、正規化順位法とKendallの一致係数を適用した。正規化順位法におけるアイテムの尺度値は、ポディーバッグ、ベストB、ベストA、キャップA、キャップBの順であった。しかし、キャップB以外は尺度図上で隣接するアイテム間では有意差が認められなかった。Kendallの一致係数はW=0.086であり、順位づけの一致度は非常に低かった。

ベストAとベストBの評価を詳しく検討するため、アイテム×順位のクロス集計表を作成して²検定を行った結果、有意差が得られた。残差分析の結果、ベストAは1位と5位の頻度が高く、3位の頻度が低かった。一方、ベストBは1位の頻度が高く、5位の頻度が低かった。

アイテムの評価については、ボディーバッグの評価が高く、キャップ B の評価が低い点で、絶対評価の項目 と相対評価の項目 の結果が一致していた。一方、項目 の順位は一致度が低く、上位 4 アイテムの尺度値に明確な差が得られなかった。項目 の結果から、各アイテムの評価の観点は対象者によって異なっており、ベスト A の場合、安全面での視認効果を重視した人は高く評価したが、デザインの好ましさを重視した人は低く評価する傾向が見られた。

本調査の結果に基づき、色は蛍光オレンジ、アイテムはベスト B、ボディーバッグ、キャップ A の 3 種類を選定した。高視認性衣服製作の専門性を有する企業（ハイドサイン株式会社）の協力を得て、試作品（図 4）を製作した。

ベスト B はリバーシブル仕様のベストで、表面は蛍光オレンジの生地と再帰性反射材を組み合わせた高視認性安全ベスト、裏面は両側に腰ポケットがついたブルーのベストになっている。ボディーバッグは肩から斜掛けで担ぐバッグである。ストラップに再帰性反射材を施して全方向への視認性を確保している。キャップ A はキャスケット型の帽子で、つばの周囲に再帰性反射材を施している。側面、背面にも、通気性を考慮したストライプの再帰性反射材を施しており、全方向への視認性を確保している。



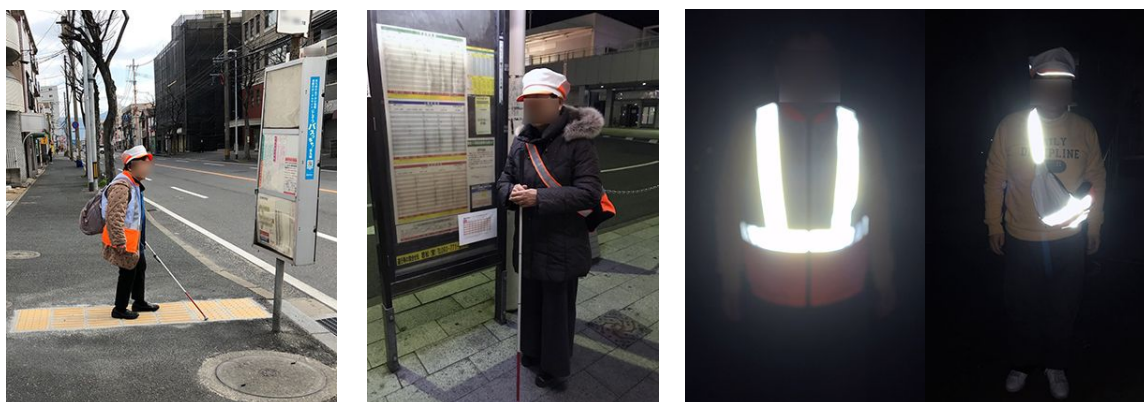
図 4 高視認性衣服・装備品の試作品（ハイドサイン株式会社製作）

（ 4 ）視覚障害者による試作品の使用評価

図 5 は、評価期間中に、参加者が試作品を着用して外出した際に撮影した写真である。

視覚障害者と介助者の両方が回答した試作品の総合評価に関する 2 項目の結果を示す。試作品の交通安全に対する効果について「非常に効果がある」と回答した人数は、ベスト B: 15 名、ボディーバッグ: 10 名、キャップ A: 6 名であった。「製品化するとしたら、どの試作品がよいか」の順位づけの結果は、1 位: ボディーバッグ、2 位: ベスト B、3 位: キャップ A の順であった。一方、視覚障害者の自由記述項目の中では、「試作品の着用により、白杖だけの時よりも周囲からの声掛けが増えた」、「歩道のない道路で自動車が徐行したり、避けるようになった」等の体験が報告された。

色と光がもたらす視認効果を視覚障害者が感じることは難しいが、本調査では、試作品着用時に他者から肯定的な言動・サポートを受けたり、未着用時との交通場面の状況の比較を通じて、安全に対する効果を実感できたことが高評価に結びついたと考えられる。



バス停でバスを待つ(左:昼間,右:夜間)

夜間の視認効果(左:ベスト,右:バッグ・キャップ)

図 5 視覚障害者による試作品使用評価の状況

試作品の中では、安全への効果はベスト B が最も高かったが、製品化についてはボディーバッグの評価が高かった。全身にまとうベストは非常に目立つがファッション性に欠ける等の指摘があり、バッグのような身体の一部に着用する装備品の方が、視覚障害者のニーズにより適合すると思われる。

参加者には、評価を通じて実際に試作品を使用した経験に基づき、各試作品の改良点についても尋ねており、使いやすさ、デザイン、仕様等、多様な観点から回答を得た。今後は、これらの改良点の指摘を参考に、試作品の実用化に向けた検討を行っていきたいと考えている。

<引用文献>

落合信寿, 吉井秀雄, 廣岡紀理子, 浜西富美子: 車椅子利用者のための高視認性レインウェアの試作, 日本色彩学会誌, Vol.32(SUPPLEMENT), 2008, pp.146-147

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

落合信寿, 村上美紀, 高橋 広, 近藤寛之: 視覚障害者における交通事故の特徴分析, 眼科臨床紀要, 査読有, 10 巻 9 号, 2017, pp.715-720

高橋 広, 落合信寿: 交通眼科に関する諸問題, Monthly Book OCULISTA, 査読無, No.49, 2017, pp.1-7

[学会発表](計4件)

落合信寿, 武田貴子, 中村龍次, 吉井秀雄, 近藤寛之: 高視認性安全服・装備品の試作品に対する視覚障害者の使用評価, 第 28 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 2019

落合信寿, 吉井秀雄, 近藤寛之: 視覚障害者向け高視認性安全服・装備品における製品デザイン案の評価, 第 60 回日本産業・労働・交通眼科学会, 2018

落合信寿, 吉井秀雄, 近藤寛之: 視覚障害者における高視認性安全服のニーズ, 第 27 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 2018

落合信寿, 村上美紀, 近藤寛之: 視覚障害者における交通事故発生状況の分析, 第 58 回日本産業・労働・交通眼科学会, 2016

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。