

視覚障害者の道路横断にまつわる課題と 新たな方向定位支援ツールの提案

第28回バリアフリー推進ワークショップ

2016年01月29日

日本大学 理工学部 交通システム工学科

稲垣 具志



自己紹介

稲垣 具志 (いながき ともゆき)

博士 (工学)

日本大学 理工学部 交通システム工学科 助教



【略歴】

- H9～ 大阪府立大学 工学部 電子物理工学科
- H14～ 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻
- H20～ 公益財団法人豊田都市交通研究所 研究員
- H23～ 成蹊大学 理工学部 システムデザイン学科 助教
- H26～ 日本大学 理工学部 交通システム工学科 助教

【研究テーマ】

移動制約者の支援対策、道路交通の安全性評価
地域交通計画における住民参画
地域公共交通の導入・運営手法



2

学外での活動

【社会活動】

- 豊田市 通学路整備推進担当者会議 委員 (H22)
- 二子玉川地区交通環境浄化推進協議会 委員 (H24～)
- 西東京市 交通計画策定委員会 委員長 (H24～25)
- 西東京市 地域公共交通会議 副会長 (H25～)
- 武蔵野市 自転車等駐車対策協議会 委員 (H25～)
- 東京都 福祉のまちづくり推進協議会 委員 (H26～)
- 世田谷区 ユニバーサルデザイン環境整備審議会 委員 (H27～)
- 武蔵野市 バリアフリー基本構想評価委員会 委員 (H28～)
- 武蔵野市 バリアフリーネットワーク会議 会長 (H28～) ほか

【現在の主な学会活動】

- 土木学会 土木計画学研究委員会 少子高齢社会における子育てしやすいまちづくり研究小委員会 委員
- 交通工学会 自転車通行を考慮した交差点設計の手引小委員会 幹事
- 日本福祉のまちづくり学会 IPCアクセシビリティガイド和訳委員会 委員 ほか

3

研究の背景

視覚障害者の交差点横断に対する支援施設

誘導用ブロック

音響式信号機

エスコートゾーンetc

- 敷設方法が不適切な場合
- 環境制約により設置が不可の場合



横断口の歩車道境界部の整備状況が重要

【指摘されている課題点】

- 縁石の配列による誤った方向定位の誘発
- 歩車道境界の段差がない場合のフォロー

4

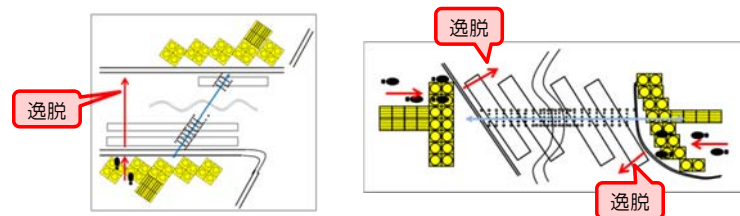
研究の背景

スクエアリングオフ (Squaring off)

動き出す際に、壁を背にして垂直に方向を取る方法
→ **視覚障害者が移動するための基本的な方向定位技術**

その技術ゆえの課題点

道路横断時：縁石を用いてスクエアリングオフを応用
→ **横断方向と縁石敷設方向**が直交しない場合は、
危険性の高い偏軌の可能性



研究の流れ

1. 横断支援に関する歩行空間デザインの整理

- 交差点横断支援設備・横断口の整備実態調査
- 整備における**課題の抽出**

2. 交差点横断の新たな支援方法の検討

- **新たな支援施設の提案**・歩行検証実験
- 発光ブロック機能の評価

3. 提案デザインの実道路空間における実証実験

- 実験対象交差点の選定
- **実道路空間における歩行実験による効果評価**

横断口施設整備の現状調査

横断方向と縁石敷設方向が直交していない例



線状ブロック方向と横断
方向にずれ
エスコートゾーンとのずれ



歩道巻込部の例

横断口施設整備の現状調査

誘導用ブロックの**好ましくない敷設例**



線状ブロック方向と
横断方向にずれ



線状ブロックがなく
線状のような点状ブロック

横断口施設整備の現状調査

エスコートゾーンの状況



エスコートゾーンの摩耗



歩道上の横断口に
2本のみ配置

横断口施設整備の現状調査

エスコートゾーンの状況

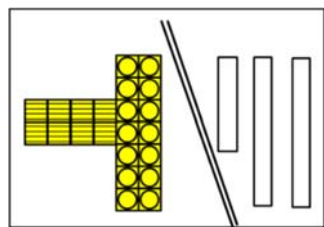


30cm四方ブロックが設置
できないスペースで効果発揮

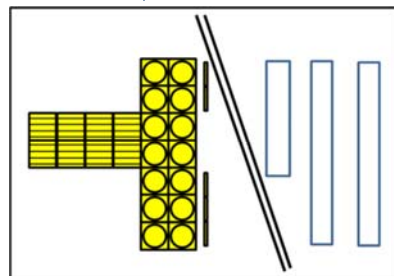


線状ブロック、縁石の方向の
ずれをフォロー

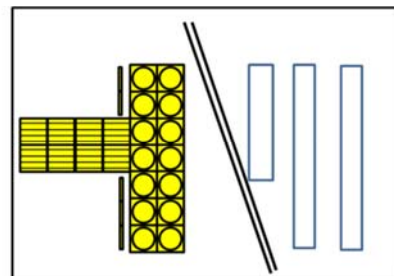
新たな支援手法の提案



線状突起 (1本or2本) を
横断方向に対して垂直に敷設
⇒ 横断方向の定位を支援



前方配置



後方配置

線状突起サンプルの評価実験

【実験日】

平成25年 10・11月の6日間 (天候良好)

【実験参加者】

早期全盲 (先天性、3～5歳で失明) 14人

後期全盲 (6歳以上で失明) 7人

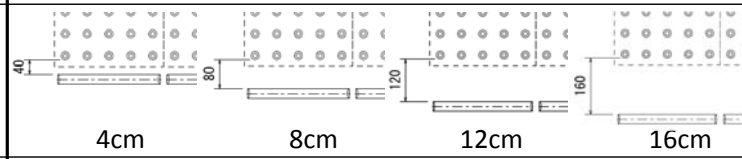
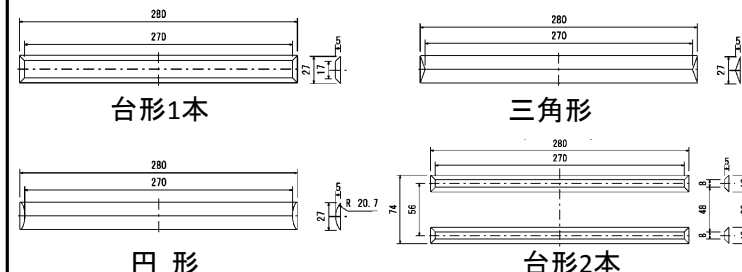
【実験場所】

成蹊大学構内 屋外道路 (関係者以外の通行は無し)

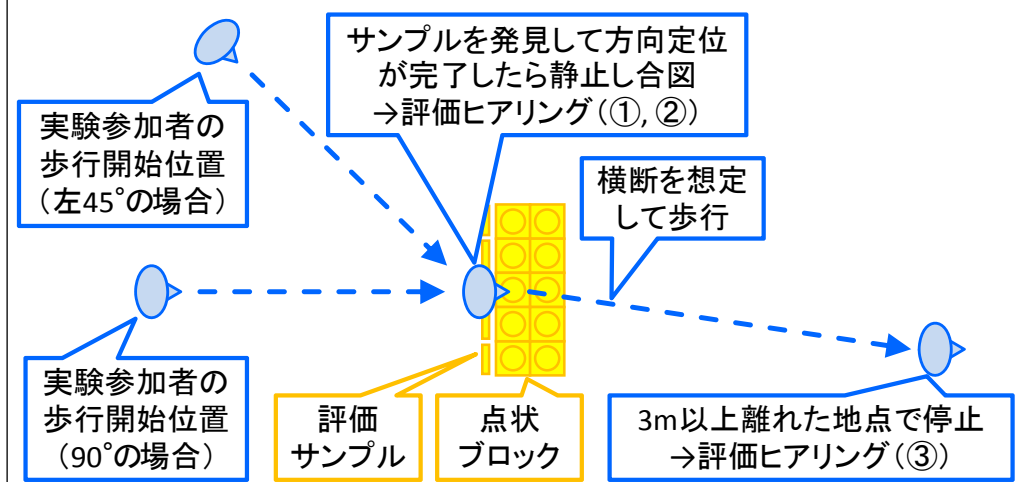


実験参加者は、
歩道上で横断口へ接近する
ことを想定して歩行・評価

評価パターンの構成要素

要素	水準
点状ブロック に対する位置	
点状ブロック までの離隔	
突起断面形状	

実験の実施要領

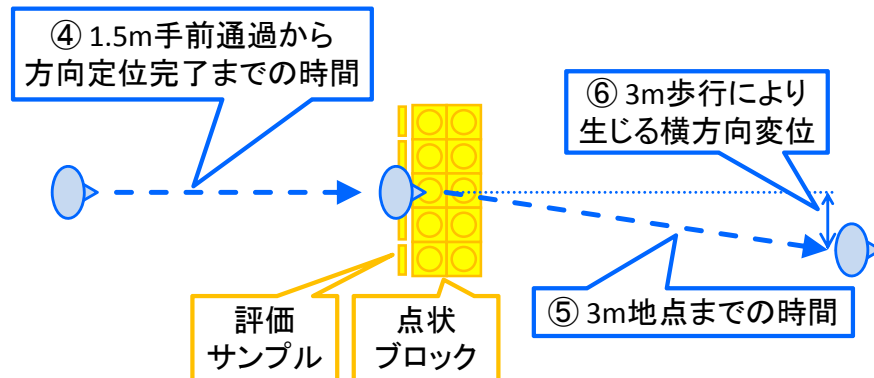


【主観的評価の内容】 -3～+3 の7段階評価

- ① サンプルの**見つけやすさ**、② 横断**方向の定位のしやすさ**
 ③ このまま横断を続ける場合の**安心度**

実験の実施要領

【客観的指標の内容】



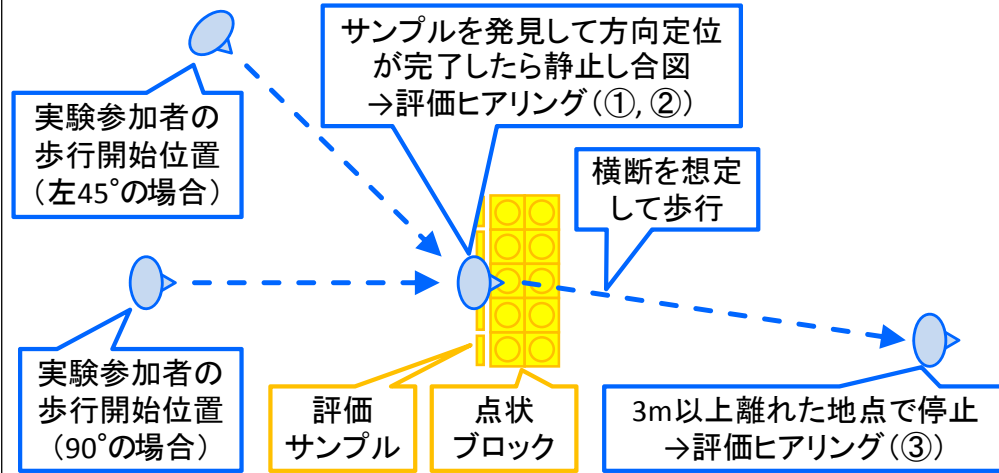
※ 測定スタッフがリアルタイムで計測

試行パターン

	要素	水準
評価パターン	点状ブロック に対する位置	前方配置、後方配置
	点状ブロック までの離隔	4cm、8cm、12cm、16cm
	突起断面形状	台形1本、三角形、円形、台形2本
アプローチ方法	歩行開始位置 の点状ブロック までの距離	3m、2m
	進入角度	90°、左45°、右45°

評価パターン・アプローチ方法の各要素をL32直交表に割り付け
 ⇒ 試行パターンは32種類 ⇒ 1人につきランダムに2巡実施

実験の実施要領



【主観的評価の内容】 -3～+3 の7段階評価

- ①サンプルの**見つけやすさ**、②横断**方向の定位のしやすさ**
 ③このまま横断を続ける場合の**安心度**

実験結果 - ① サンプルの見つけやすさ

コンジョイント分析結果 (相関係数 0.937)

要因	相対重要度	水準	効用値
点状ブロックに対する位置	14.6	前方設置	-0.032
		後方設置	0.032
点状ブロックまでの離隔	36.6	4cm	-0.711
		8cm	0.187
		12cm	0.391
		16cm	0.134
断面形状	22.4	台形1本	-0.093
		三角形	-0.027
		円形	0.002
		台形2本	0.118
横断開始位置	9.2	3m	-0.050
		2m	0.050
進入角度	17.3	90°	0.111
		左45°	-0.032
		右45°	-0.078

実験結果 - ② 方向定位のしやすさ

コンジョイント分析結果 (相関係数 0.934)

要因	相対重要度	水準	効用値
点状ブロックに対する位置	15.2	前方設置	-0.082
		後方設置	0.082
点状ブロックまでの離隔	37.5	4cm	-0.448
		8cm	0.173
		12cm	0.274
		16cm	0.001
断面形状	21.4	台形1本	-0.067
		三角形	0.004
		円形	0.028
		台形2本	0.035
横断開始位置	9.9	3m	-0.046
		2m	0.046
進入角度	16.0	90°	0.089
		左45°	-0.038
		右45°	-0.051

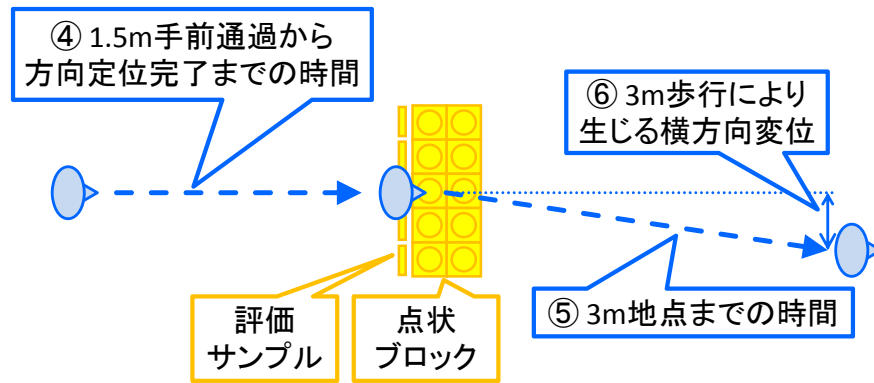
実験結果 - ③ 横断の安心度

コンジョイント分析結果 (相関係数 0.900)

要因	相対重要度	水準	効用値
点状ブロックに対する位置	20.7	前方設置	-0.161
		後方設置	0.161
点状ブロックまでの離隔	33.2	4cm	-0.284
		8cm	0.145
		12cm	0.199
		16cm	-0.059
断面形状	22.6	台形1本	-0.076
		三角形	0.032
		円形	0.003
		台形2本	0.041
横断開始位置	7.5	3m	-0.036
		2m	0.036
進入角度	16.0	90°	0.024
		左45°	0.005
		右45°	-0.028

実験の実施要領

【客観的指標の内容】



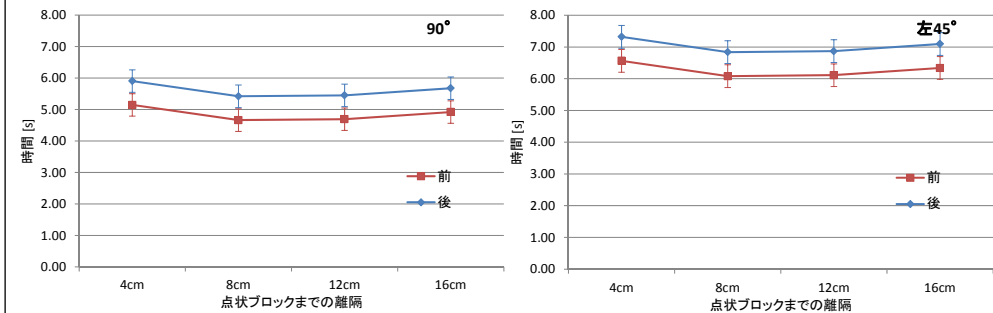
※ 測定スタッフが一リアルタイムで計測

実験結果 - ④ 発見・方向定位までの時間

多元配置分散分析結果

要因	自由度	偏差平方和	平均平方	分散比(F)	p値	判定
前後位置	1	169.68	169.68	30.06	0.00	***
ブロック離隔	3	44.95	14.98	2.65	4.68	*
進入角度	2	474.79	237.40	42.06	0.00	***
誤差	1159	6522.27	5.63			
全体	1183	7282.29				

平均時間の比較

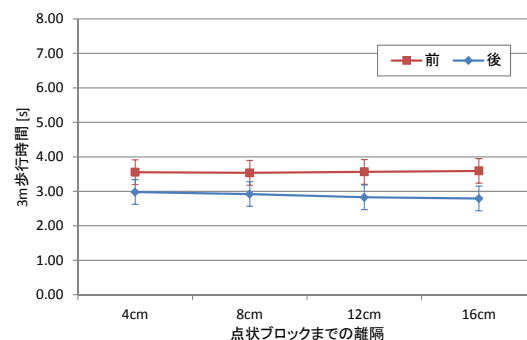


実験結果 - ⑤ 3m歩行時間

多元配置分散分析結果

要因	自由度	偏差平方和	平均平方	分散比(F)	p値	判定
前後位置	1	139.04	139.04	470.47	0.00	***
位置×離隔	3	3.34	1.11	3.77	1.03	*
誤差	1193	351.71	0.29			
全体	1215	500.07				

平均時間の比較

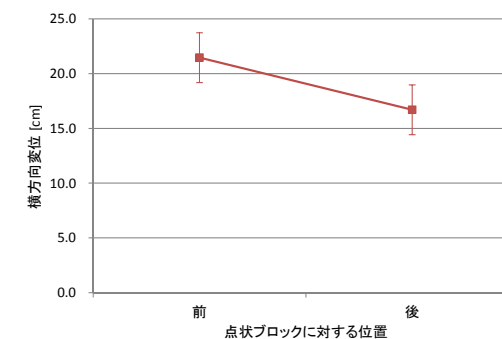


実験結果 - ⑥ 3m歩行による横方向変位

多元配置分散分析結果

要因	自由度	偏差平方和	平均平方	分散比(F)	p値	判定
前後位置	1	6863.28	6863.28	8.42	0.38	**
誤差	1196	974884.17	815.12			
全体	1215	993564.39				

平均変位の比較



実験結果のまとめと仕様の抽出

- 全盲者を対象とした**サンプル評価実験**を実施
 - 点状ブロックに対する**前後位置**
 - 主観評価では、**後方配置が高評価**。
 - 発見時間は、後方配置の方が長いが影響は小さい。
 - 横断後の偏軌程度は**後方配置の方が低い**。
 - 点状ブロックまでの**離隔**
 - 主観評価では、**8cm、12cmが高評価**。
 - 発見時間は、**8cm、12cmが他より短い**。
 - **突起断面形状**
 - 主観評価では**台形2本が高評価**。客観評価は有意差なし。

仕様の抽出

- **台形2本・後方配置**で、施工の可能性が広い
離隔**8cm**のパターンを**公道実験の対象**

ロービジョン者を対象とした発光機能の視認性評価

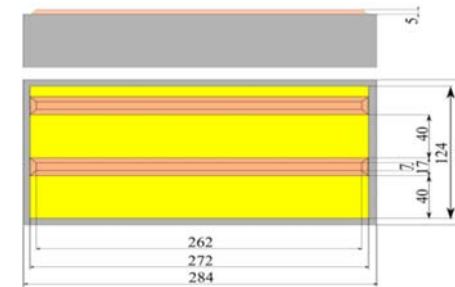
ロービジョン者を対象とした支援

路面輝度差を用いた誘導手法が有効

▶ **薄暮時等の低照度環境では輝度差が不明瞭**



発光機能による視覚的手がかりの付加



- LED2本まで搭載可
- PWM調光による発光量の変更が可能
- ソーラーパネルによる給電

視認性の評価実験

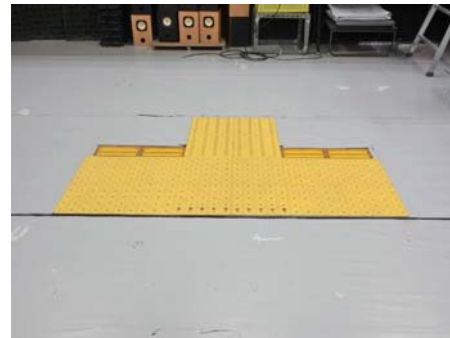
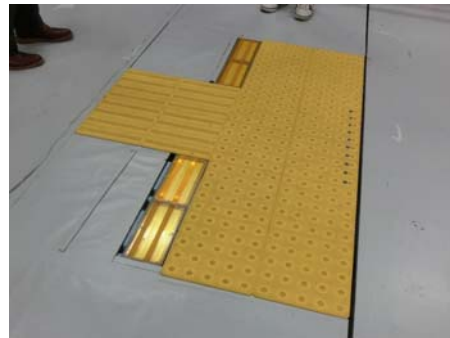
【実施場所】

徳島大学 総合研究地下実験室

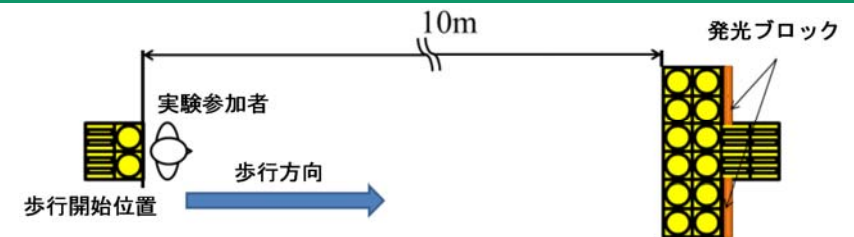
【実験参加者】

ロービジョン者20人

(男女各10人、第一級11人・第二級8人・第三級1人)



視認性の評価実験



【実施手順】

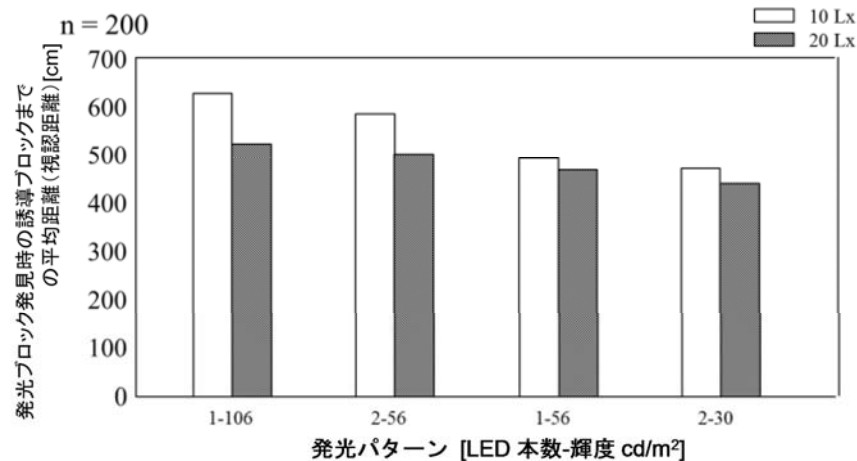
- ① 横断歩道入口側の誘導ブロックから歩行開始
- ② 発光ブロックが見えたら停止
- ③ 横断出口誘導ブロックまでの「視認距離」を計測

【実験環境変数】

- 横断環境を想定した**照度**〔10Lx, 20Lx〕
- 発光パターン (**LED発光本数・発光量**)
 - 「1本発光・輝度106cd/m²」 「2本発光・輝度56 cd/m²」
 - 「1本発光・輝度56 cd/m²」 「2本発光・輝度30 cd/m²」

視認性の評価実験結果

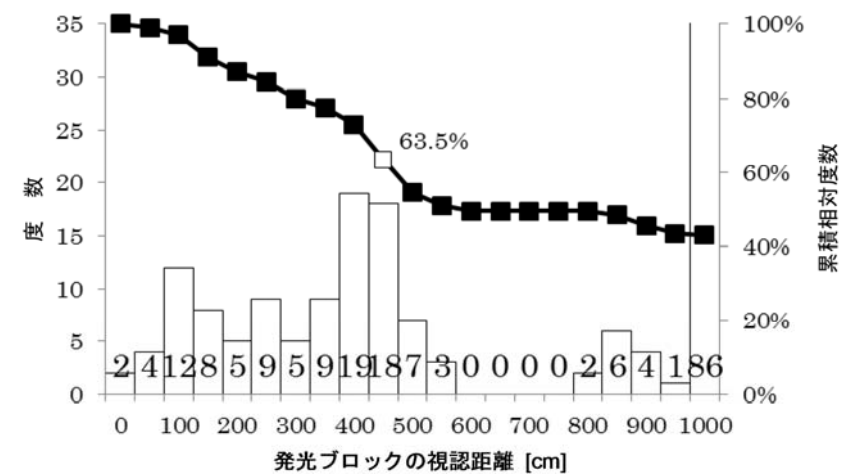
● 発光パターン別の視認距離



- ・ 室内照度10Lxの方が視認距離が長くより早く光を視認
- ・ 「1本発光・輝度106cd/m²」が最も良好

視認性の評価実験結果

● 視認距離の分布 (1本発光・輝度106cd/m²)



- ・ 4.5～5.0mで、累積相対度数が60%を超える
- ・ 片側1車線道路では横断経路の中心付近から視認可能

実道路区間における実証実験

● 実道路空間における方向定位支援性の評価



実道路区間における実証実験

【実験箇所概要】

徳島市南二軒屋町1丁目（徳島県道136号宮倉徳島線）
 歩行者横断用信号付きの横断歩道（音響式信号）
 横断距離：9.6m、横断歩道幅員：4.0m



実道路区間における実証実験

【実験対象者】

全盲の視覚障害者12人（男性9人 女性3人）

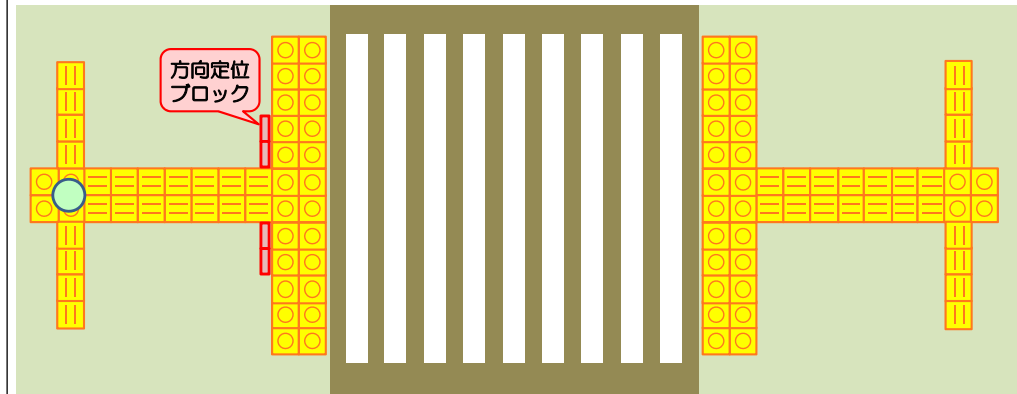
※ 触覚的手がかりによる支援性を評価

● 実験の実施状況



実道路区間における実証実験

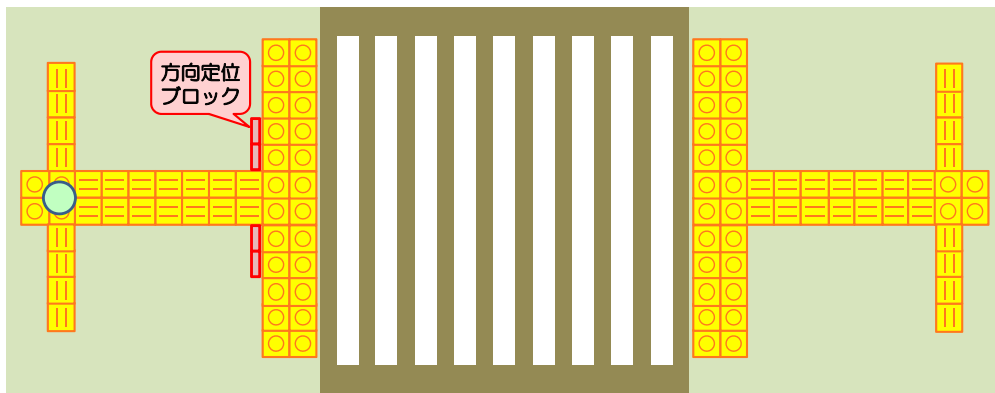
● 実施手順



- ① 横断歩道口の誘導ブロック・方向定位ブロックの敷設状況を十分に理解する

実道路区間における実証実験

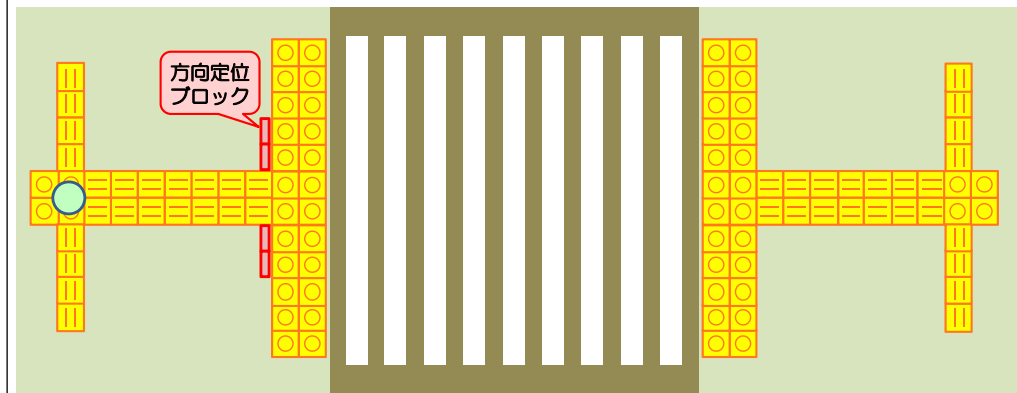
● 実施手順



- ② 横断歩道口より手前の誘導ブロックがT字に交差する点状ブロックの上に立つ

実道路区間における実証実験

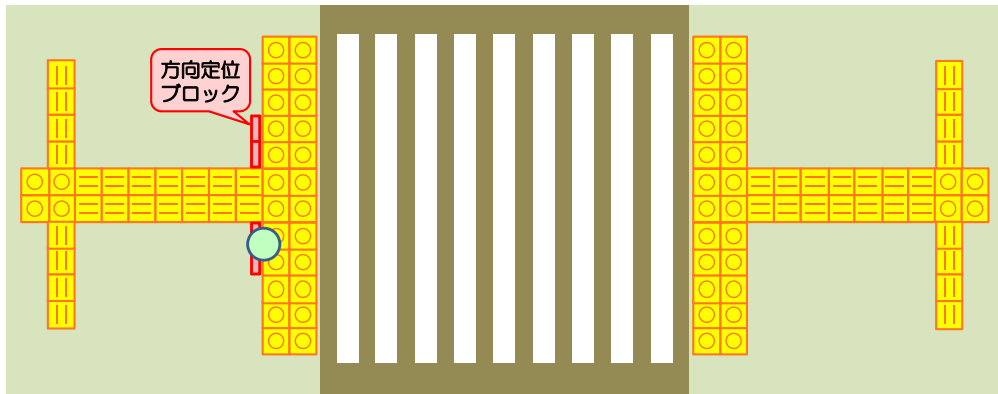
● 実施手順



- ③ 方向定位ブロックを見つける（実験者は所要時間を計測）
- ④ 見つけやすさ等の主観評価を行う

実道路区間における実証実験

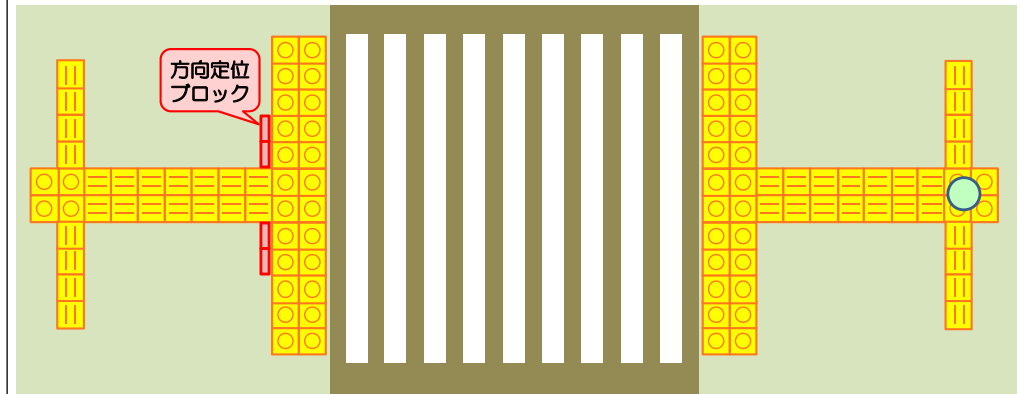
● 実施手順



- ⑤ 青信号で横断を開始し、横断を終了したら実験者は到達地点の横方向位置を記録

実道路区間における実証実験

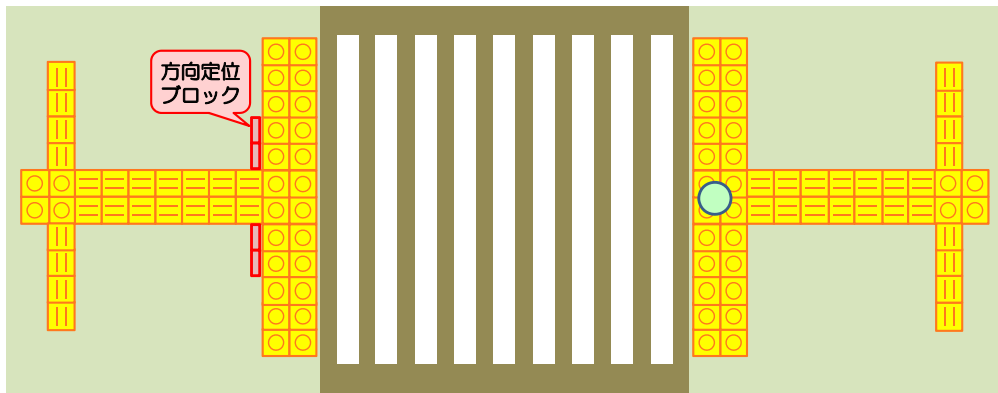
● 実施手順



- ⑥ 方向定位ブロックの敷設されていない側では、T字交差部から線状ブロックを伝い、点状ブロック上で止まる(実験者は所要時間を計測)

実道路区間における実証実験

● 実施手順

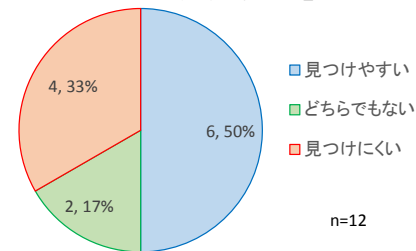


- ⑦ 横断歩道口の点状ブロックで方向定位した後、青信号で横断を開始し、横断を終了したら実験者は到達地点の横方向位置を記録(所要時間を計測)

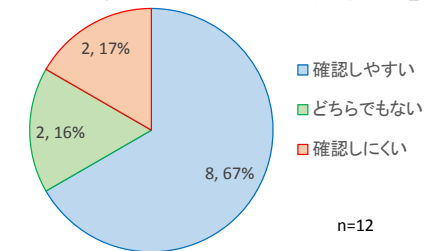
実証実験の結果

● 実験参加者の主観評価

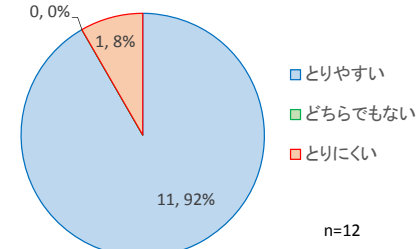
【見つけやすさ】



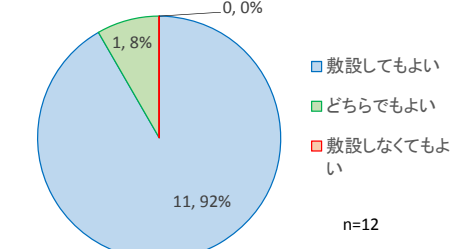
【足裏での確認しやすさ】



【方向定位のしやすさ】

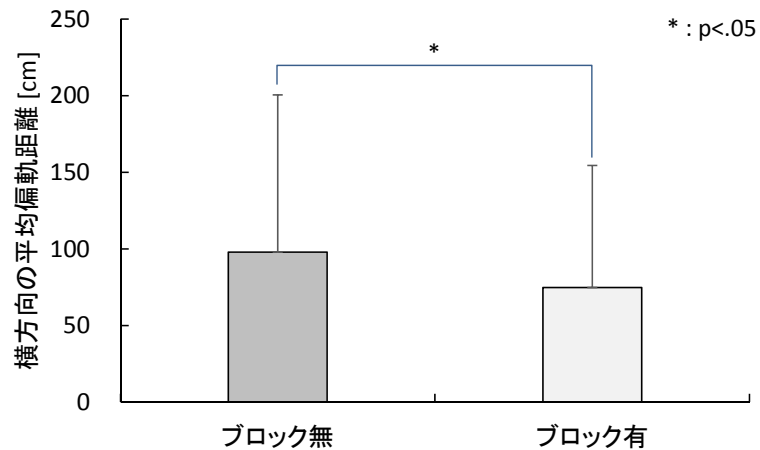


【敷設の必要性】



実証実験の結果

● 横断時の横方向平均偏軌距離 (n=61)



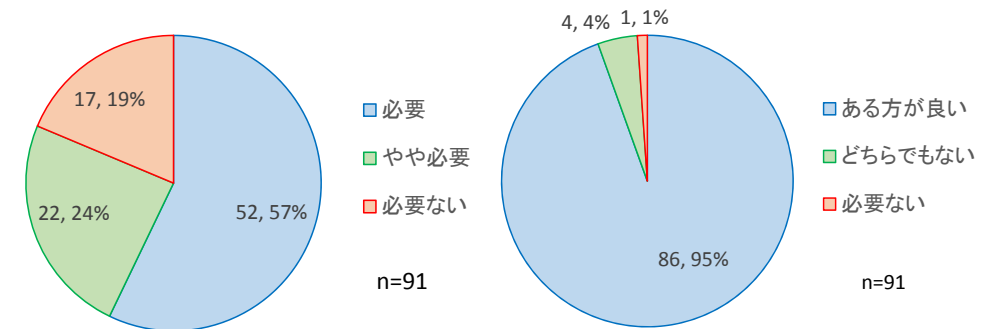
- 方向定位ブロックの活用により、
偏軌が抑制され、より安定した横断が可能
 $t(29)=1.70, p=0.048$

実証実験の結果

● 道路利用者に対するヒアリング

【一般利用者としての必要性】

【視覚障害者に対する必要性】



- 一般利用者、視覚障害者向いずれに対しても
必要性を肯定的にとらえている

成果のまとめ

1. 横断支援に関する歩行空間デザインの整理

- 横断支援施設の整備状況が不十分な点を指摘
- 方向定位に特化したツールに対するニーズの把握

2. 交差点横断の新たな支援方法の検討

- 方向定位ブロックの提案と最適な仕様の抽出
 - 断面形状・配置 (台形2本・後方配置・離隔8cm)
 - 発光パターン (1本発光・輝度106cd/m²)

3. 提案デザインの実道路空間における実証実験

- 触覚的手がかりによる支援の有効性を確認
- 一般道路利用者に対する受容性の評価

ご清聴ありがとうございました

本研究は、
公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団の
ECOMO交通バリアフリー研究助成を受けて実施しました。

実験の実施にあたり、実験参加者ならびに関係者の方々に
多大なるご協力を頂きました。

ここに記して心より感謝申し上げます。



稲垣へのお問い合わせはこちらまで
inagaki.tomoyuki@nihon-u.ac.jp