

平成 22 年 6 月 4 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19760416

研究課題名（和文）

歩行時の空間把握における中心視と周辺視の協応関係の解明

研究課題名（英文）

Co-relationship between Central Vision and Peripheral Vision in spatial perception while Walking

研究代表者

吉岡 陽介（YOSHIOKA YOHSUKE）

千葉大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00361444

研究成果の概要（和文）：

日常生活場面における中心視および周辺視の役割を検証するため、活動中の被験者の任意の視野部分を制限することのできる実験装置を開発した。また、この実験装置を用いて視野のいろいろな部分を制限し、そのときに生じる被験者の行動の変化を観察することで、制限された視野の部分が本来担っていたさまざまな役割を解明することに成功した。

研究成果の概要（英文）：

An experimental instrument was developed for clarifying the dynamic function of arbitrary visual fields, including the central visual field and the peripheral visual field in a usual life space. The instrument was adapted to restrict an arbitrary area of visual fields. By using the instrument, some normal functions of the area of visual field could be suggested through the analysis of the errors of behaviors under restricted condition.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	0	1,400,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	540,000	3,740,000

研究分野：建築計画

科研費の分科・細目：

キーワード： 中心視 周辺視 制限視野 歩行 空間把握

[テキストを入力してください]

1. 研究開始当初の背景

人間は日常生活に必要なさまざまな情報を「周辺視」によって捉えている。周辺視とは視野の周辺部分で環境を捉えることであり、日常の空間把握において、中心視の補助的役割に留まらない何らかの特別な役割を担っていることが予想される。

周辺視に関しては、これまで医学や心理学の分野で基礎的な研究がおこなわれてきた。しかしそのほとんどが実験室内での周辺視野の感度測定に留まったものであり、人間が能動的に活動しているときの周辺視の働きを解明しようとしたものはなかった。

本研究で用いる実験手法では、これまで不可能であった積極的な空間把握における周辺視の機能を定量的に検証することができる。環境のより広い範囲を捉えることのできる周辺視。人間の空間把握のメカニズムをこの周辺視の働きをとらえて理解することで、安全で快適な建築空間を計画するための新しい知見を得ることができると考える。

2. 研究の目的

能動的な空間把握における中心視と周辺視の役割を解明することを目的とする。

広い範囲の周辺視野を確保しながら任意の視野部分を制限することのできる実験装置を開発し、この実験装置を用いて階段歩行実験を行い、階段歩行時における特徴的な行動特性と中心視および周辺視の働きとの関係を検証する。

さらに小型デバイスを操作しながら歩行する時、周辺環境として周辺視野に入ってくるタイル目地のパターンが、歩行行動にどのような変化を及ぼすのかを分析する。

また、机上面で作業している人間の周辺視野内を「人影」が行き来するとき、その「人影」の大きさや動く速度が、机上面での作業に対する集中度にどのような影響を与えているのかを検証する。

3. 実験装置の開発

3.1 既往の実験装置について

本研究で開発する実験装置では視野の任意の部分を遮蔽することができる。この装置によって視野の一部を遮蔽するとき、そこで生じる被験者の行動の変化を観察することで、遮蔽された視野の部分が本来担っていた役割を抽出することができる。このような実験手法は「制限視野法」と呼ばれ、我々はこれまで、既にいくつかの実験装置を開発し、同様の手法を用いて周辺視機能の解明に向けた研究を進めてきた。

今回開発する実験装置では、全く新しい技術を用いており、上下左右に150°以上の視野を確保しながら任意の視野部分を遮蔽することができる。

3.2 実験装置の仕組み

詳細は図1に示す通りである。眼球の直前に薄い板を規則的に配列するこの時、板と板との隙間を通して入ってくる光によって、環境の全体を視野として「見る」ことができる（視野範囲）。ところが視覚解像度の高い中心視野を使って「注視」することができる範囲（注視可能な範囲）は視野範囲の中央のごく一部に限定されてしまう。本研究で開発した新しい実験装置はこのような原理を仕組みとして応用したものである。

3.3 実験装置の構造

実験装置は、視野状態をコントロールするための「本体」と、本体を頭部に固定するための「台座」によって構成されている。本体には0.2mm厚の黒色の薄い円錐形の板が22枚配列されており、これによって上下左右に150度程度の広い視野範囲を確保しながら、「注視可能な範囲」を12度前後に抑えることができる。台座には、被験者の眼球と本体との位置調節をするため、2段階の可動部が設計されている。また本体との接合部の近傍には数本の細い溝が掘り込まれており、この溝に、さまざまな形の「遮蔽板」を嵌め込むことで、任意の視野の部分を制限することが可能となる。台座上部には、被験者の前方視野を記録する小型のCCDが設置されている。

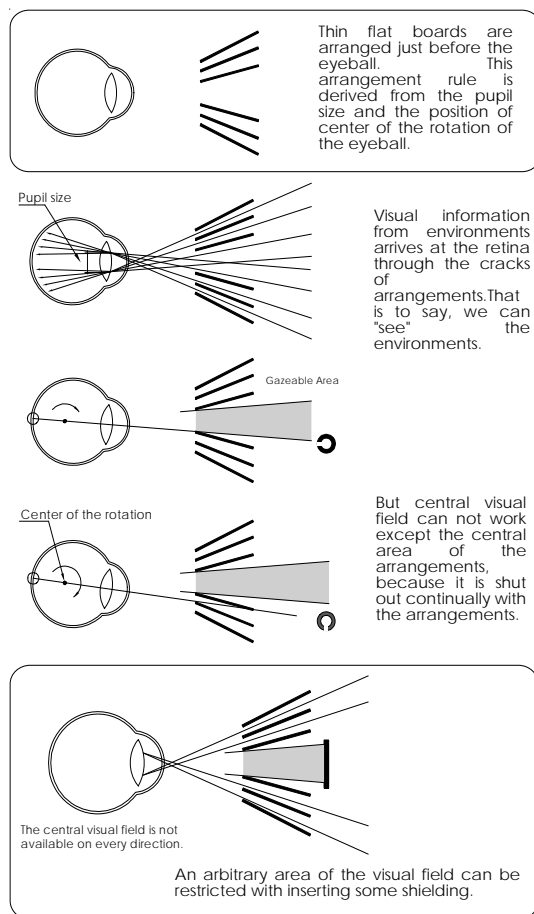


図1 実験装置の仕組み

4. 実験 I

4. 1 実験方法

被験者 32 名（大学院生、20 代前半）による歩行実験を実施した。今回実施した実験では、中心視野や周辺視野を意図的に制限し、そのときの行動特性の変化や不具合を観察することによって、歩行中の能動的な空間把握における中心視と周辺視の役割の解明を試みる。

歩行空間として、曲がり角及び階段を含む経路（図 2）を実験経路として選定した。被験者にはこの実験経路を、上述の実験装置を装着した状態を含め、以下の 4 つの実験条件のもと歩行してもらう。

通常視野条件（NVF）：

被験者はアイカメラを装着した状態で実験経路を歩行する。視野は制限されていない。

注視範囲固定条件（RVF-Normal）：

既述の実験装置を装着し実験経路を歩行する。各被験者の視野特性は表 1 の通り。視角にして 150° 程度の視野範囲が確保されているものの、その中で中心視野によって注視することができるのは視野中央の 12° 前後の部分に過ぎない。

中心視野制限条件（RVF-Central）：

上記の注視範囲固定条件で、実験装置前部にさらにパーツを増設し、視野中央の注視可能な範囲を遮蔽する。これによって中心視野が完全に制限され、周辺視野しか機能しない視野が作り出される。被験者はこの状態で実験経路を歩行する。

周辺視野制限条件（RVF-Peripheral）：

被験者は図 3 に示す周辺視野を制限するためのマスク 2) を装着した状態で実験経路を歩行する。このマスクには 3mm 角の開口が 2 つ開けられており、これによって被験者の周辺視野が制限され、視角にしておよそ 10 度前後 ($9.2^\circ \sim 11.5^\circ$) の正方形の視野が残ることになる。

なお、順序効果を相殺するため、一連の実験条件の実施順序は、被験者ごとにランダムに入れ替えている。また各実験条件での歩行終了後、被験者の視野特性を再度測定し、歩行時の振動によってマスクなどの装着位置にズレが生じていないことを確認した。

4. 2 実験結果と考察

実験用経路の中でも、直線の廊下や曲がり角、あるいは階段を歩行しているときなど、それぞれの歩行局面の特徴や違いに応じて中心視や周辺視の役割にも変化が生じていると考えられる。この変化を数量化して分析するため実験用経路を、1) 直線経路、2) 曲がり角、3) 階段下り手前、4) 階段下りの 4 つの経路場面に区分し（図 2）、それぞれの場面における歩行速度を抽出した（図 3）。その結果、特に中心視野制限条件における歩行速度に定性的な変動が見られた。

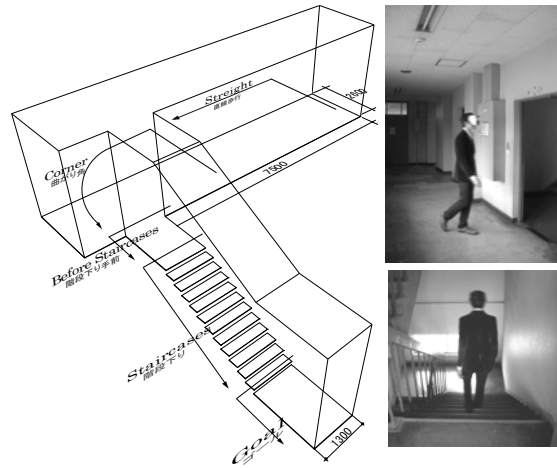
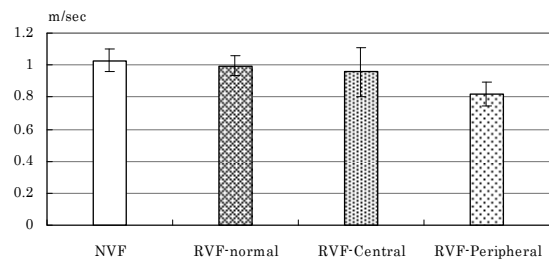
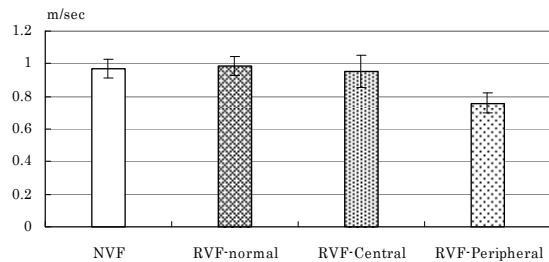


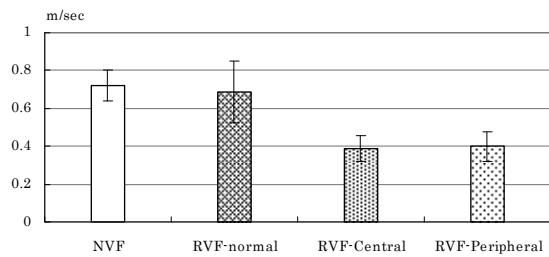
図 2. 実験経路



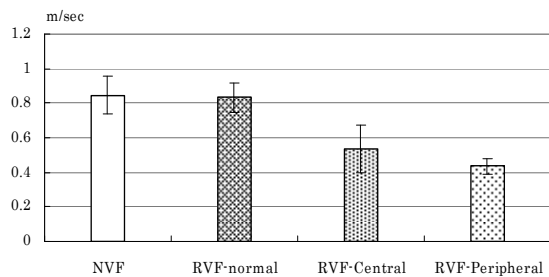
Walking Speed in the Straight Path



Walking Speed in the Corner



Walking Speed in the Path before the Stairs



Walking Speed in the Stairs

図 3. 各場面における歩行速度

まず、1) 直線経路および2) 曲がり角を歩行している時の歩行速度を見ると、周辺視野制限条件下での歩行速度が、他の条件下の歩行速度より有意に小さくなっていることが分かる ($df=5$, $P<.05$)。このとき中心視野制限条件下では、通常視野条件や注視範囲固定条件とほぼ同程度の歩行速度が維持されている。このことから、直線経路や曲がり角などいわゆる平面を歩行するときには、中心視野よりも、周辺視野を制限されることによって歩行行動により大きな支障を来す傾向にあることがわかる。すなわち平らな場所を歩行している時には周辺視の方が、中心視よりも大きい役割を担っていることが示唆される。

つづいて、3) 階段下り手前歩行時における歩行速度と、4) 階段下りにおける歩行速度を、各条件間で比較してみると、周辺視野制限条件下での歩行速度と同様に、中心視野制限条件下における歩行速度も、他の実験条件における歩行速度より有意に小さくなっている ($df=5$, $P<.01$)。このことから、階段下り歩行および階段下り手前における歩行においては、周辺視野の制限だけでなく中心視野の制限によっても、歩行速度の維持に重大な支障が生じていることがわかる。すなわち、階段を下るとき、あるいは下り始めるときには、中心視と周辺視の双方が同等に重要な機を担っていることが推察される。

4. 3 まとめ

階段および曲がり角を含む経路を実験経路として歩行実験を実施した。結果、一連の実験経路の中でも直線経路や曲がり角など、平らな場所を歩行しているときには周辺視が、階段を下るとき、あるいは下り始める手前では中心視と周辺視の双方が、歩行速度の維持に関して重要な役割を担っていることが示唆された。

5. 実験Ⅱ

小型デバイス进行操作しながら歩行する時、周辺視野に入ってくる床タイル目地のパターンが、歩行行動にどのような変化を及ぼすのかを分析する。

5. 1 実験方法

携帯電話进行操作しながら、いくつかの目地パターンの床を歩いてもらう歩行実験を行った。被験者は9名(男5名、女4名、平均年齢 21.3 ± 1.8 歳)である。

歩行経路の条件は (α) タイル目地に対して並行、(β) タイル目地に対して右斜め、(γ) タイル目地に対して左斜め、(目地無し) アスファルト、の4条件とした(図2)。歩行中の携帯電話の操作は予備的に行った検討の結果を踏まえ、(1) 通常歩行、(2) メール作成時の歩行、(3) 動画視聴時の歩行、の3種類とした。「メール作成」条件では歩行開始前に被験者に予め日常的な内容に即し

た課題を提示させその解答を入力させた。「動画視聴」条件においては画面上にランダムに切り替わる数字を提示させ、その内の特定の数字を記憶させる課題を提示した。

5. 2 分析方法

まず原点を歩行開始位置にとり、進行方向に並行な軸を y 軸(進行方向を正)、直行する軸を x 軸(進行方向に対し右手側を正)とする。被験者の前方・後方に設置した固定カメラ2台と被験者後方から追従する可動カメラ1台の映像から足底面の接地時の踵骨部と床との点をプロットして抽出する。2足による左右の揺れを取り除くために1歩間の区間平均処理を行い、歩行軌跡とする。さらに平均歩行軌跡として、各被験者の y 軸からの左右への変位を変化量として扱い、平均歩行軌跡を出した。また携帯電話に取り付けた小型カメラの映像より、携帯電話以外への注視の移動回数を測定し、これを周辺確認動作回数とする。

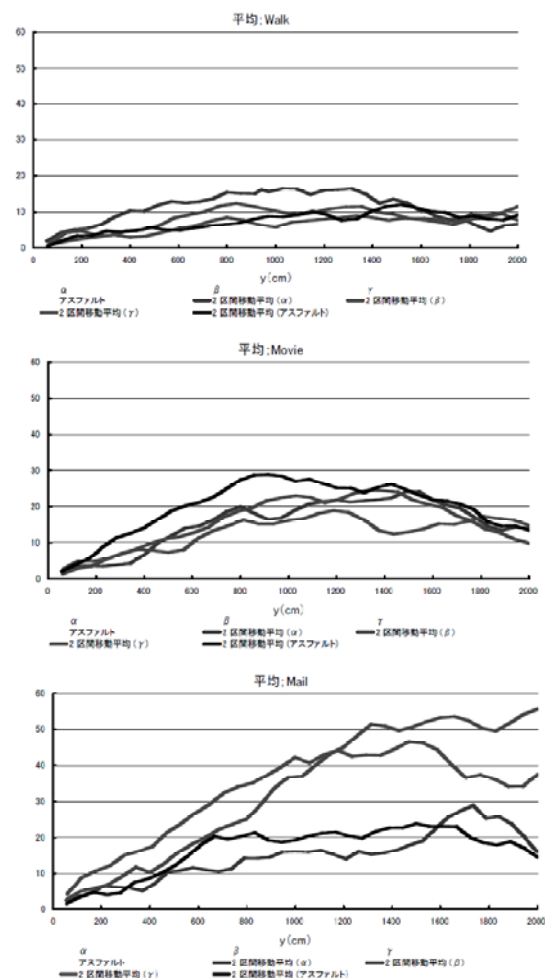


図4. 各条件における歩行軌跡

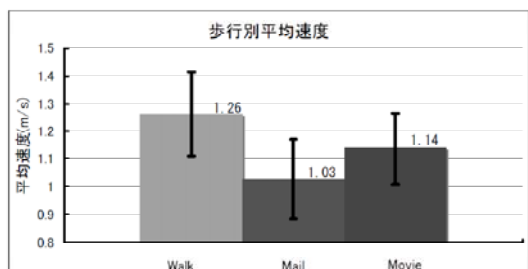


図5. 各場面における平均歩行速度

5. 3 実験結果・考察

歩行条件別の被験者平均歩行軌跡を図4に示す。通常歩行と比較すると、「メール作成」条件、「動画視聴」条件ともにx軸方向への変化量は増大することが分かる。いずれも通常歩行に比べて周辺環境への注視が制限されるためであると考えられる。一方、(目地なし)アスファルトでの歩行動作と比較したとき、通常歩行と動画視聴ではタイル目地に関係なく似た軌跡を辿ることがわかるが、メール作成において β と γ では軌跡に差が見られる。

また歩行動作間における平均歩行速度を図5に示す。平均歩行速度は「通常歩行」「動画視聴」「メール作成」の順に約1割ずつ低下することがわかる。ここから歩行中の動作が歩行速度に影響を与えていることが分かるが、一方でタイル目地のパターンは歩行速度にそれほど影響を与えないということも示唆された。

5. 4 まとめ

以上の実験結果より、小型デバイス利用時の歩行動作にタイルの目地が影響を与えるということが限定的にだが示すことができた。

- ・ 【タイルの目地に対して並行(α)】に歩行するときには、小型デバイス利用時でも歩行軌跡は乱れない。すなわちタイル目地 α は、通常歩行と同じ歩行をアフォードできているといえる。
- ・ 【タイルの目地に対して斜め($\beta \cdot \gamma$)】に歩行するときには、メール作成時のような周辺確認ができない条件において、特に歩行に対して左右へのブレが大きい不安定な影響を与える。

6. 実験Ⅲ

中心視野において意識的に見ようとして見ている情報と、意識せずに周辺視野に入った情報との組み合わせ。この組み合わせによって、我々は日常の行為を、安全かつ目的通りに、そして楽しみながら実現することができる。しかし、室内において集中を要する作業をする時には、周辺情報が作業の妨げになることがある。特に「人影」が急に接近してくるときや、周辺視野の端に留まっている時、作業に対する集中が著しく妨げられる。

ここでは、机上面で作業している人間の周辺視野内を「人影」が行き来するとき、その「人影」の大きさや動く速度が、机上面での作業に対する集中度にどのような影響を与えているのかを明らかにする。

6. 1 研究方法

被験者6人(大学生男子3名、女子3名)による実験室実験を行った。被験者は実験室内の小型PC上でクレペリンテストを4回行う。テストの制限時間は各回2分である。4回のテストのうち、2回では被験者の前方の壁面にプロジェクターにて「人影」の映像を投影する。残りの2回では被験者の右側方の壁面に「人影」の映像を投影する。投影する方向は、被験者ごとにランダムに順番を入れ替える。実験終了後ヒアリングを行い実験中に被験者が気づいたことを口頭で答えてもらった。

実験室については、四方を木製のパネルで囲い実験室を設営し、机上面に視線追尾装置(ViewTracker:Ditect社)、瞬目計測装置(GE-60:Pentax社製)を設置。そのうちの一方の壁に、プロジェクターによって人影が行き来する動画を投影した。(図1、図2)

また、壁面に映し出す「人影」の映像は、表1のようなパターンをそろえた。またこれらの映像は一連の動画として、壁面に写し出したが、順序効果を相殺するため、被験者ごとに各パターンの出現順序を変えている。この「人影」の動きや速度、大きさ、あるいは被験者の頭部向きに対する提示方向が、被験者の机上面での作業に対する集中度にどのような影響を与えるのかを検証する。

6. 2 実験結果と考察

ヒアリングで得られた回答の要点を列挙する。1)被験者6人とも「人影」の存在に気づいていた。2)「人影」を見てしまった被験者は2人。この2人はそれぞれの動画パターンも細かく識別していた。3)「人影」を見なかったと答えた他の被験者も、「人影」が中央に停止するパターンは識別していた。4)正面方向と横方向の「人影」とでは、被験者によって気になる度合いが異なった。

クレペリンテストの成績の全体的な傾向として「人影」提示時のほうが非提示時よりも、クレペリンテストの回答時間が増加していた。図6より、横方向の遠い位置では、「人影」の移動速度が上がるにつれて回答時間が延びる。正面の近い位置では、「人影」が中速で移動するとき最も回答時間が延びる。

また注視エリアを、PCモニター、人影(スクリーン)、それ以外のエリアの3つに分類し注視時間を集計した(図5)。正面遠くの人影提示条件では、他の3つの条件に比べ、人影に対する注視時間が著しく減少する。しかしそれでもPCモニターに対する注視時間は増加していない。正面遠く的位置の「人影」は

比較的気にならないが、そのことが直接作業に対する集中度を高めることにならず、作業面でも人影でもないエリアに対する、「よそ見」的な注視を発生させている、といった推察ができる。

さらに「人影」が提示されているときと、提示されていないときとの瞬目頻度を比較する(図7)。正面でも横方向でも、「人影」の提示位置が近い場合には、提示時の瞬目頻度が大きく、「人影」の提示位置が遠い場合には、非提示時の瞬目頻度が大きくなる傾向にあった。全体を通して「人影」提示時より、非提示時の瞬目頻度のほうが増減の幅が大きい。各パターン非提示時については条件的な差異はない。直前の提示時の余韻が、非提示時に残っている可能性が示唆される。



図1 実験室の様子

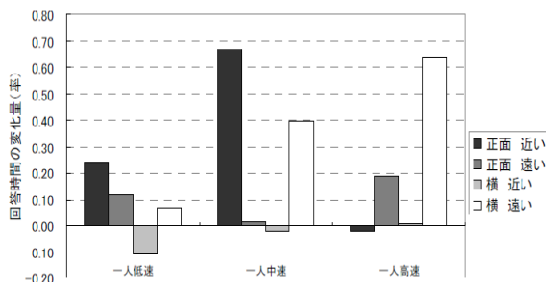


図6 「人影」の移動速度と回答時間

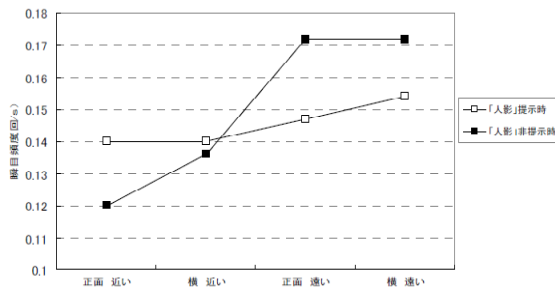


図7 「人影」の提示の有無と瞬目頻度

6. 3 まとめ

結果より、周囲の「人影」の存在が机上面での作業に対する集中度に及ぼす、以下のような影響が明らかになった。

- ・ 「人影」の速度：側方遠い「人影」は速いほど、正面近い「人影」は中速のとき、集中の妨げになる(回答時間)。
- ・ 「人影」の動き：側方近い「人影」は停止する時、側方遠い「人影」は停止しない時、集中を妨げる(回答時間)。
- ・ 「人影」の大きさや位置：正面の遠い「人影」は、比較的気にならない(注視時間)。

7. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① Yohsuke Yoshioka : Function of Peripheral Visual Field in Walking a Corridor and Staircases, AEI2008, Vol.13, pp.64-69,
- ② Yohsuke Yoshioka : Development of instrument for restricting an arbitrary area in visual field, Vision Vol.20, pp.156-161,

[学会発表] (計3件)

- ① Yohsuke Yoshioka : Relationship between Functions of Central Visual Field and Peripheral Visual Field in Walking through a Maze with Way-finding, IAPS2008(Rome)
- ② 仲田、吉岡：周囲の人影が机上面での作業に対する集中度に与える影響，2009年度日本建築学会全国大会(仙台)2009年8月
- ③ 鈴木、吉岡：小型デバイス利用時における歩行特性と床面タイルの目地との生態学的関係，2010年度日本建築学会全国大会(福井)2010年8月

[産業財産権]

○取得状況 (計1件)

名称：注視可能な範囲を制限する光学部材及びそれを用いた光学装置

発明者：吉岡陽介

権利者：国立大学法人 千葉大学

種類：特許

番号：4452881

取得年月日：平成22年2月12日

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉岡 陽介 (YOSHIOKA YOHSUKE)

千葉大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00361444