

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06676

研究課題名(和文)高齢者の転倒防止のための生活動作時における注視特性と環境条件との関係に関する研究

研究課題名(英文)Relation between gazing characteristics and environmental condition during daily behavior of elderly people

研究代表者

梅宮 典子(Umemiya, Noriko)

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：90263102

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者の転倒危険性と光環境の関係に関して、1)照度2条件変化実験で高齢は若齢よりa)照度差に対する明るさ評価の差が小、b)明化後の明条件をより暗く、暗化後の暗条件をより明るく評価、2)歩行時の注視点上下分布は1点集中D1と2点分布D2がともに4割。D1は部屋全体が明るいのを「好まない」、D2は「好む」、D1は暗条件が「不快」、D2は明条件が「まぶしい」、D2は上部より中央を注視、3)縮瞳速度が大きいほうが「まぶしさに敏感」、「目が疲れやすい」、「暗所で見えにくい」と回答。縮瞳速度は明るさ感と関係がないが、まぶしさ「気になる」、光環境「不快」、光環境「嫌い」、作業性「はかどらない」ほうが大きい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の転倒事故は高齢者の事故の約8割を占め、日常生活自立度が急激に低下する原因となっている。健康寿命と平均寿命の差が10年弱あるなかで、健康寿命を伸ばすために転倒事故の防止は重要である。本研究は転倒の環境側要因として光環境に着目し、アイカメラを用いて歩行時の注視特性や明るさ急変時の瞳孔反応を測定し、高齢者の光環境評価特性、およびその歩行時の注視点分布や瞳孔反応との関係について明らかにした。

研究成果の概要(英文)：To prevent fall accidents, elderly people evaluated light in bright and dark rooms for this study. Relations among light characteristics, daily health and consciousness, the vertical distribution of gazing points, and pupil responsivity to rapid light changes were measured. Results show these points: 1) Elderly people, who showed better responsivity to brightness than young people, judged bright environments as darker and dark environments as brighter than young people did. 2) People with concentrative type gazing points liked uniformly lit environments less, felt less comfort in dark environments, and felt less glare in bright environments. 3) Elderly people with high pupil responsivity reported glare-sensitivity and eye fatigue, with worse visibility in dark environments. For elderly people, who felt more glare, less comfort, with less preference for and more performance in light environments, pupil responsivity was higher, but it was unrelated to brightness.

研究分野：建築環境工学

キーワード：高齢者 転倒事故 注視特性 まぶしさ感 縮瞳速度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢者の「転倒事故」は高齢者の事故の約 8 割を占めるとされ、転倒をきっかけに日常生活自立度が急激に下がることも多い。世界保健機関の推計によると、2016 年におけるわが国の人口高齢化率は 26.7%、平均寿命は 83.7 歳で、いずれも世界最高である。一方で、自立した生活を送ることができる「健康寿命」の平均は 74.9 歳であり、健康寿命を伸ばす方策が求められている。こうした状況において転倒事故の防止は重要な鍵を握っている。

転倒事故の人体側要因として、筋力、視力、認知能力に関しては医療福祉分野で精力的に研究が進められている。環境側要因として床の歩行性や視認性に関する研究もおこなわれている。しかし転倒事故に影響すると思われる光環境と注視特性の関係には、わからないことが多い。

2. 研究の目的

- 1) 明るさ感やまぶしさ感などの光環境評価は、高齢者と若齢者のあいだで違いがあるか。
- 2) アイカメラと顔面照度計を用いて廊下歩行時の注視点と瞳孔径を測定する。歩行時の注視点分布は、光環境評価特性や日常の光環境意識と関係があるか。
- 3) 歩行時に照度が急増する場合の瞳孔の反応速度は、光環境評価特性や日常の光環境意識と関係があるか。

3. 研究の方法

(1) 光環境評価実験

人工気候室は図 3.1.1 のように 6 名が着席する。実験スケジュールを図 3.1.2 に示す。天井照明の電圧出力を 25% (暗条件、机上面平均照度 580 lx) と 100% (明条件、2240 lx) の 2 条件とし、入室から約 10 分後に光環境評価をおこない、その後照明条件を変更して約 5 分後に再度光環境評価をおこなう。照度の変更順序として明化と暗化を行う。被験者は高齢者 21 人 (平均 $75.0 \pm$ 標準偏差 6.7 歳) と高校生 106 人である。

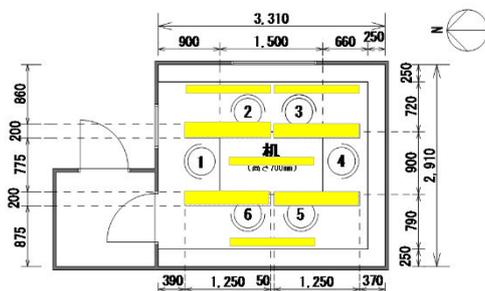


図 3.1.1 実験室と座席

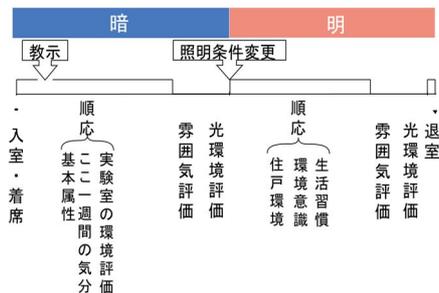


図 3.1.2 実験スケジュール

(2) 廊下歩行実験

被験者は実験室に入室後光環境評価を行い、写真のアイカメラ(Ditect ViewTracker)と顔面照度計(HIOKI 3640)を装着したのち廊下に出て、普段の速さで図 3.2.1 の約 180m の経路を歩行し実験室に戻る。以上の手順を 1 回の実験で 3 回繰り返す。照度は実験室をでたあと EV ホール付近で 1400lx 前後となるが廊下は数 lx ~ 100lux 程度である。被験者は地域在住で自力で自宅から実験室まで来ることができる 64 ~ 91 歳の高齢者 72 人と、大学生 34 人である。

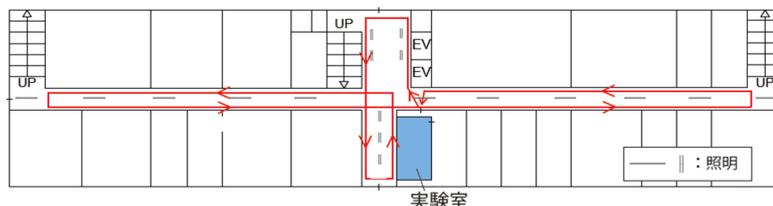


図 3.1.3 廊下の歩行経路



写真 装着状況

4. 研究成果

(1) 照度変化時における光環境評価の高齢者と若齢者の比較

図 4.1.1 に、高齢者 21 人と高校生 106 人について、明化後の明条件 (明[暗 明]) と暗化前の明条件 (明[明 暗]) の評価を示す。横軸の評価項目の () 内は評価平均値の差の有意水準 (%) である。1) 若齢の明条件では、明化が暗化より「明るい」($p < 0.01\%$)、「まぶしい」($p = 4\%$)、「快適」($p = 16\%$)、2) 高齢の明条件では、明るさ、まぶしさ、快適さが明化と暗化で差がない。

図 4.1.2 に、明化後の明条件、暗化前の明条件、暗化後の暗条件で高齢と若齢を比較する。1) 暗化前の明条件は高齢のほうが「明るい」が、快適さに差はない。2) 明化後の明条件は高齢のほうが「暗い」が、快適さにはない。3) 暗化後の暗条件は高齢のほうが「明るい」、「不快」である。

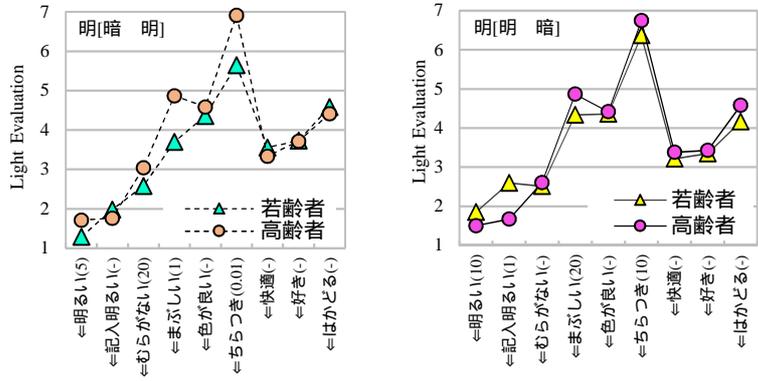


図 4.1.1 年齢による光環境評価の比較（明条件）

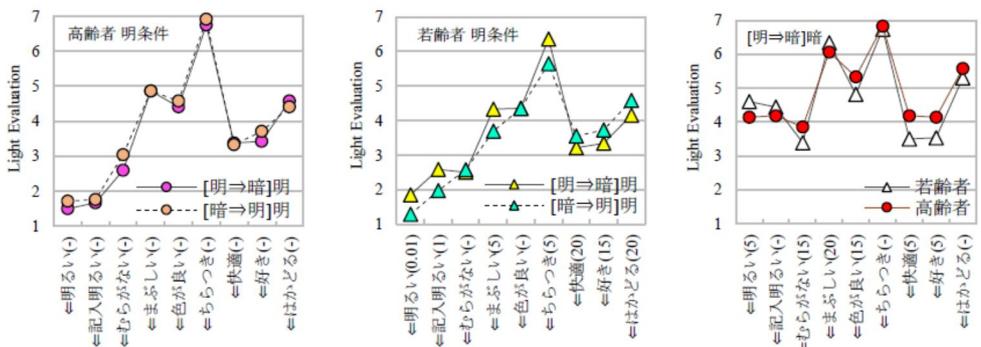


図 4.1.2 変更順序による光環境評価の比較（高齢の明、若齢の明、暗）

(2) 高齢者の直線歩行時における注視点の上下方向分布

図 4.2.1 に、注視点のパルプロットの例を示す。高齢者 20 人の 60 回の廊下歩行時（直進部分のみ抽出）における注視点は、視野を水平に 3 分割すると、中央部に 86.6% が出現し、さらに中央部を上下に 10 分割すると 62.3% が 5~8 領域に出現した。注視点の上下分布は 1 領域に集中する D1 が 4 割、連続 2 領域に出現する D2 が 4 割で、残りが連続 3 領域に出現する D3 と全体に分散する D4 に分類できる。図 4.2.2 に D1~D4 の上下分布の例を示す。平均年齢は D1~D4 で 75.1 歳、74.4 歳、81.1 歳、79.4 歳であった。平均の 2 ステップ値は D1~D4 で 1.20、1.25、1.17、1.04 であり、D4 では 1.1 以下が 7 割近くを占めた。



図 4.2.1 注視点分布の例

図 4.2.3 に注視点分布類型別の上下出現割合を示す。

上下 1-10 のうち最も出現率が高い領域の分布をもとに、1-4 を上部、5-8 を中央部、9-10 を下部とする。D2 は中央部が 8 割を超えている。D1 は上部 3 割、中央部 6 割である。D3 は上部が 4 割で他より多い。

図 4.2.4 に類型別の体力の分布を示す。視力は D3 が特に弱く片目で平均 0.19 で、両目でも 0.47 である。握力も視力同様、D3 が特に弱い。D1 と D3 は健康「良好」が多いが、「不良」も多い。D2 は「不良」が少なく D4 に「良好」はない。D3 と D4 は「体力に自信がない」が多く、D1 は「ある」、D2 は「普通」が多い。

図 4.2.5 に類型別の日常の光環境意識の分布を示す。「部屋全体が明るいのを好む」は D2 と D4 に多く、D1 と D3 は「好まない」が多い。D1~D4 は「暗いところで物が見にくい」が多いが、D3 は「感じない」との差が大きい。D1~D4 は「目の疲れを感じやすい」が多いが、D1 は「感じにくい」との差が小さい。D2 は「まぶしさに敏感」が多く D1 は「普通」が多く D4 は「鈍感」が多い。

図 4.2.6 に類型別の光環境評価の分布を示す。1)明条件では D1~D4 で「明るい」側が 9 割以上、暗条件では D1~D3 で「暗い」側が半数以上、2)明条件では D2 で「まぶしい」側が多く、D4 で「まぶしい」側はなく、暗条件では D1~D3 で「まぶしくない」側が 9 割以上、3)D3 は「不快」側が多く、D4 は「不快」側がない。D2 は明条件と暗条件で快適さに差がない。D1 と D3 は暗条件で「不快」側が多い、4)D1~D3 で明条件暗条件とも「嫌い」側が多く、暗条件では特に多い。

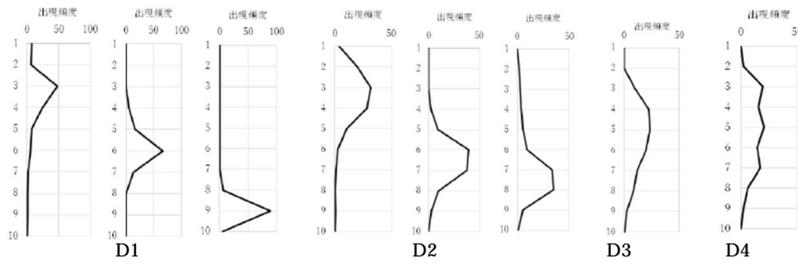


図 4.2.2 注視点分布 4 類型の例

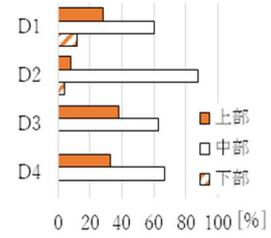


図 4.2.3 類型別の上下分布

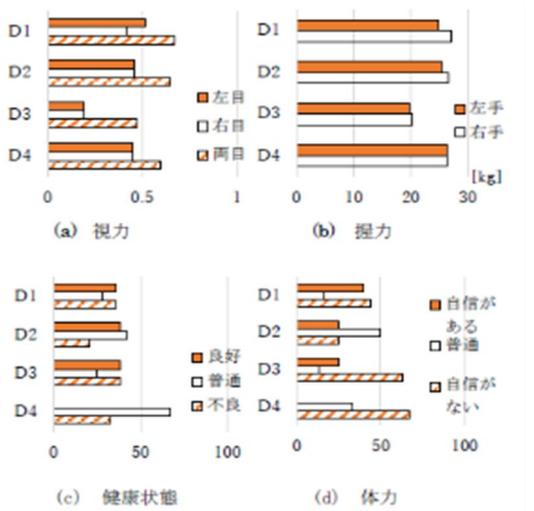


図 4.2.4 類型別の体力の出現率

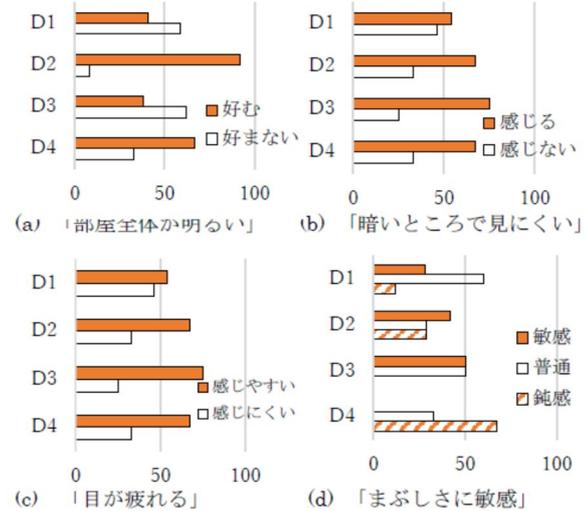


図 4.2.5 類型別の日常の光環境意識の出現率

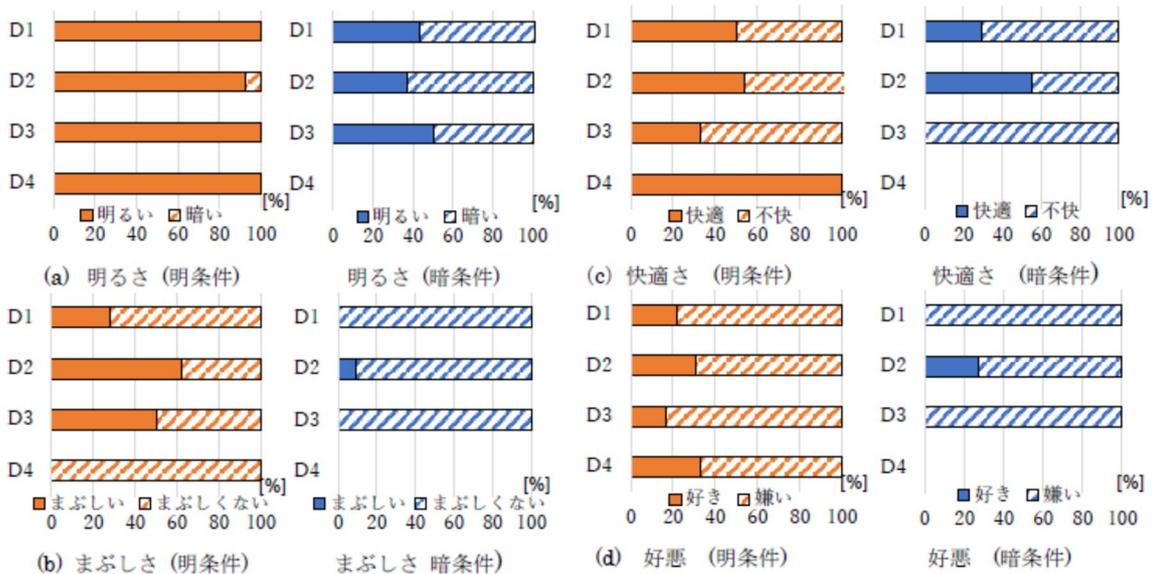


図 4.2.6 類型別の光環境評価出現率

(3) 明るさ急変時における高齢者の瞳孔反応と光環境評価

高齢者 40 人について図 4.3.1 のように EV ホール付近で明るさが急増する時間帯を抽出し、瞳孔の反応性を分析した。図 4.3.2 に年齢分布を示す。図 4.3.3 のように、瞳孔径が最小に達するまでの時間に対する瞳孔径変化率を「縮瞳速度」と定義する。図 4.3.4 のように瞳孔径には個人差が大きいですが、図 4.3.5 のように縮瞳速度でみると年齢差があり、高齢のほうが遅い。

図 4.3.6 に、3 回の歩行の縮瞳速度の平均値と視力、握力、2 ステップ値、廊下歩行時間の関係を年齢別に示す。視力、握力は縮瞳速度と関係がない。2 ステップ値と縮瞳速度には相関関係が見られ、2 ステップ値が低いと縮瞳速度も小さい。この関係は 75 歳以上で弱くなる。廊下歩行時間と縮瞳速度にも関係があり、歩行時間が長いと縮瞳速度が小さい。この関係は 75 歳以上で強くなる。

図 4.3.7 に日常の光環境意識と縮瞳速度の関係を示す。「まぶしさに敏感」側(1,2)は「敏感ではない」側(3~5)より縮瞳速度が大きい、この傾向は75歳以上で弱い。「目が疲れやすい」側は「疲れにくい」側より縮瞳速度が大きい、この傾向は75歳以上にはない。「暗いところでものが見えにくい」側は「見えにくい」側より縮瞳速度が大きい、この傾向は75歳以上にはない。瞳孔の対光反応性が大きい高齢者は、まぶしさに敏感で目が疲れやすく、暗いところでものが見えにくい、これらの傾向は高齢になると弱くなる。

図 4.3.8 は光環境評価と縮瞳速度の関係を示す。明るさ感は縮瞳速度と関係がない。75歳以上では「まぶしさが気になる」側が「気にならない」側より縮瞳速度が大きい傾向がある。光環境「不快」側が「快適」側より縮瞳速度が大きい、この傾向は75歳以上にはない。

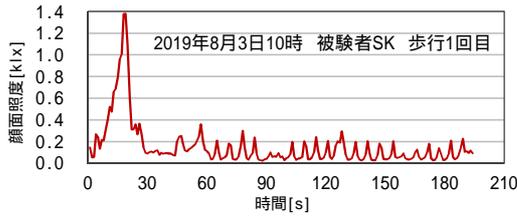


図 4.3.1 顔面照度の経時変化の例

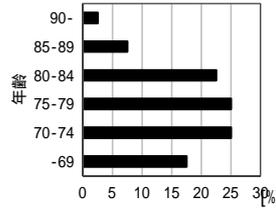


図 4.3.2 被験者の年齢分布

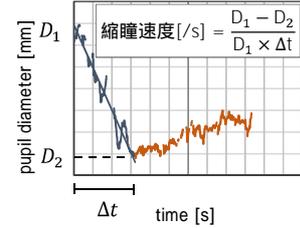


図 4.3.3 縮瞳速度の定義

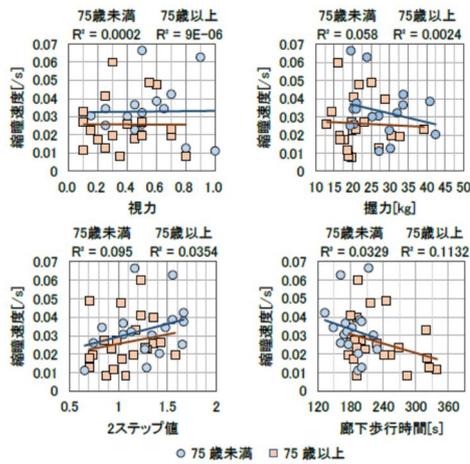


図 4.3.6 体力と縮瞳速度の関係

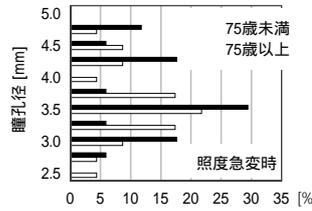


図 4.3.4 瞳孔径の分布

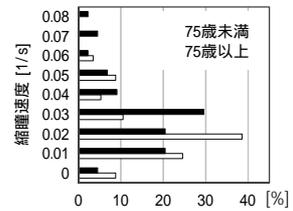
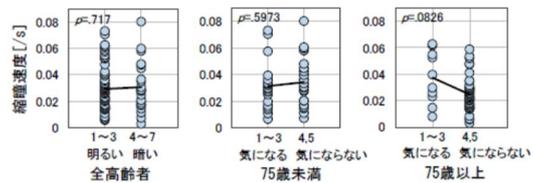
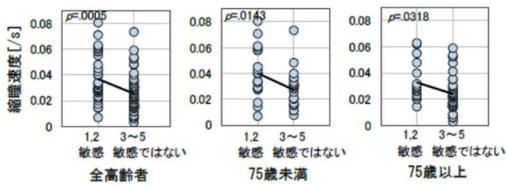


図 4.3.5 縮瞳速度の分布

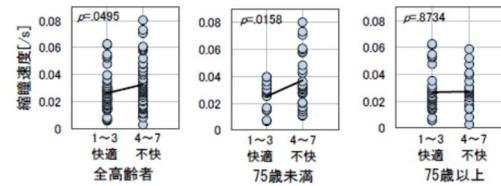


a) 明るさ感

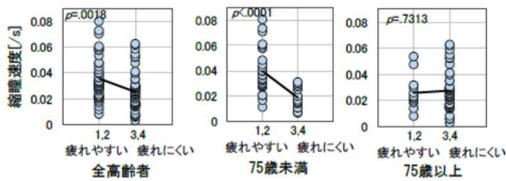
b) まぶしさ感



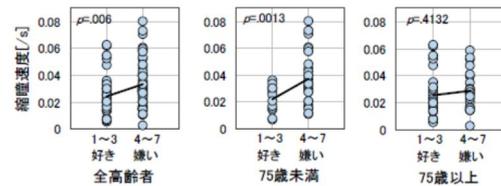
a) まぶしさに敏感



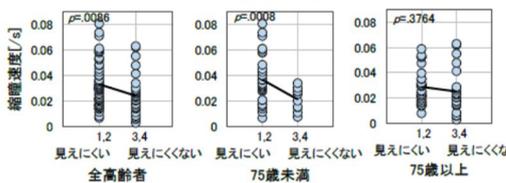
c) 快適性



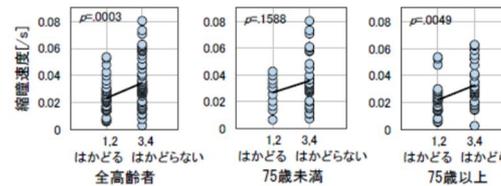
b) 目が疲れやすい



d) 好悪



c) 暗いところでものが見えにくい



e) 作業性

図 4.3.7 日常の光環境意識と縮瞳速度の関係

図 4.3.8 光環境評価と縮瞳速度の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 富田実加、梅宮典子、小倉菜緒
2. 発表標題 高齢者の直線歩行時における注視点の上下方向分布
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小倉菜緒、梅宮典子、富田実加
2. 発表標題 明るさ急変時における高齢者の瞳孔反応と光環境評価
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富田実加、梅宮典子、小倉菜緒
2. 発表標題 高齢者の直線歩行時における注視点の上下方向分布と光環境特性の年齢比較
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mika Tomita, Noriko Umemiya, Yasuha Kureyama
2. 発表標題 Comparison between elderly people and young people in factors related to gazing characteristics during walking in corridors
3. 学会等名 The 12th Asia Lighting Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noriko Umemiya, Yasuha Kureyama, Mika Tomita
2. 発表標題 pupil size change and light evaluation of elderly people
3. 学会等名 The 12th Asia Lighting Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田実加、梅宮典子
2. 発表標題 高齢者の廊下歩行時における注視特性と影響する要因
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 呉山恭葉、梅宮典子
2. 発表標題 高齢者の廊下歩行時における瞳孔径の変化特性と光環境評価
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅宮典子、白本雄大、喬蔚
2. 発表標題 高齢者の歩行時における注視点の分布と明るさ・まぶしさ評価特性
3. 学会等名 照明学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Umemiya Noriko, Shiramoto Yudai and Quiao Wei
2. 発表標題 Relation among gazing point distribution, pupil size and illuminance for elderly people when walking,
3. 学会等名 the 11th Asia Lighting Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noriko Umemiya and Wei Quiao
2. 発表標題 Difference of light environment evaluation between elderly and young people
3. 学会等名 the 29th CIE Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅宮典子
2. 発表標題 歩行時における光環境と高齢者の注視特性
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 喬蔚
2. 発表標題 照度変化時における光環境および室内印象評価の高齢者と若齢者の比較
3. 学会等名 日本建築学会近畿支部
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----