

# 病院内部空間の印象評価時における視線行動の特性

## Characteristics of Gaze Behavior during Impression Evaluation of Hospital Interior Spaces

○グエン ホン・タイ<sup>\*1</sup>, 沖 拓弥<sup>\*2</sup>  
Hong Thai NGUYEN<sup>\*1</sup> and Takuya OKI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 東京工業大学環境・社会理工学院 修士課程

Graduate Student, School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology

<sup>\*2</sup> 東京工業大学環境・社会理工学院 准教授 博士(工学)

Associate Professor, School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

キーワード：病院内部空間；印象評価；空間構成要素；視線行動；アイトラッカー

Keywords: Hospital interior space; impression evaluation; spatial element; gaze behavior; eye tracker.

### 1. はじめに

病院は、入院・外来患者の治療・療養の場所であると同時に、医療従事者をはじめとするスタッフの働く場所（ワークプレイス）でもある。こうした人々に対して、様々な観点からより良い印象を与える空間を、エビデンス（根拠）に基づき計画する手法が求められている。

筆者ら<sup>1)</sup>は、Web から収集した大規模病院の内部空間画像を用いて、9 個の評価項目に関する印象評価実験を実施した。そして、一般被験者と医療従事者の評価傾向の差異や、空間構成が印象評価に及ぼす影響を検証した。さらに、内観画像を入力することで、評価項目別の印象評価値を予測する、深層学習ベースの回帰モデルを構築した。しかし、被験者が実際にどのように空間を捉えたかどうかは、明らかにできていない。また、既往の関連研究を概観しても、空間構成要素に対する視線行動測定値と評価スコアとの間の相関分析にとどまっており、異なる評価項目や異なる被験者による視線行動の類似性に着目した研究はほとんど見られない。

そこで本稿では、上記の実験時にあわせてアイトラッカーで取得した被験者の視線計測データ<sup>2)</sup>を用いて、病院内部空間の印象評価時における視線行動の特性に関する基礎的な分析を行う。具体的には、主に視線行動の類似性に着目し、(1)同一画像・同一被験者の、評価項目間の視線分布はどの程度類似しているか、(2)同一画像・同一評価項目の、被験者間の視線分布はどの程度類似しているか、という 2 つの Research question (RQ) に対する解を得ることを目的とする。

### 2. 印象評価実験と視線計測の方法

#### 2.1. 分析対象病院

日本建築学会情報システム技術委員会  
第46回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 233-236, 2023年12月, 東京  
Proceedings of the 46th Symposium on Computer Technology of Information,  
Systems and Applications, AIJ, 233-236, Dec., 2023, Tokyo

東京都内の大病院 33 施設<sup>注2)</sup>を分析対象とした。より実際の利用時に近い状況を再現するため、Google マップ上で各病院に紐づけられた投稿画像を収集した。そして、目視によるフィルタリング後に 8 種類の空間（エントランス、中央待合室、小待合室、通路、病室、デイルーム、休憩、複合）に分類し、そのうち計 120 枚の内観画像を実験に使用した（図 1）。



図 1 画像収集の流れ

#### 2.2. 印象評価実験と視線計測の方法

実験の概要を図 2(a)に示す。前節で選定した 120 枚の画像をランダムな順序で提示しながら、病院内部の印象に関する 9 個の評価項目（図 2(b)）の中からランダムに選択した質問を提示した。被験者には、画像を 1 枚につき約 8 秒間自由に眺めた後、質問に対して画像から受ける率直な印象を 7 段階で評価し、それを口頭で担当者に伝えるよう指示した。そして、1 名あたり 240 回（＝120 枚×2 巡）<sup>注3)</sup>の評価を計 30 名（図 2(a)）に行ってもらった。また、被験者の思考過程や回答根拠の把握を目的に、非接触型のアイトラッカー（Tobii Pro nano）を用いて、印象評価時の被験者の視線を計測・記録した（図 2(c)）。



図 2 印象評価実験と視線計測の方法

### 3. 印象評価時の視線行動分析

#### 3.1. 分析の方針

Tobii Pro nano では、60Hz（約 16.7 ミリ秒に 1 回）の間隔で視線座標と瞳孔径が記録される。すなわち、8 秒間の画像提示の間には、最大で 480 時点<sup>注 4)</sup>の視線座標データが得られることになる。このうち、一定時間内の眼球運動速度などをもとに判定した「注視」時点に限定して分析を行う方法もあるが、本稿では視線行動全体に着目するため、全ての時点の視線座標データを用いることとした。また、思考過程の把握には、視線行動軌跡を分析することが必要である。しかし本稿では、基礎的な知見を得ることを目的としているため、視線座標データを時系列データとは見なさず、画像上での視線分布の分析にとどめた。

具体的には、 $120[\text{枚}] \times 2[\text{項目}] \times 30[\text{名}] = 7,200[\text{通り}]$ の計測データのうち、300 時点以上（すなわち、計 5 秒以上）の視線座標データ<sup>注 4)</sup>が得られている 7,049 通りのデータそれぞれについて、視線のカーネル密度分布を推定し、それを 100 行×100 列に集計した。このとき、ある 2 通りの提示画像に対する見方（画像のどの部分をより長い時間見たか）が類似していれば、100 行×100 列のマトリクスの類似度も高くなるはずである。本稿では、類似度の指標としてコサイン類似度を用いた。

#### 3.2. 同一画像に対する同一被験者による評価項目間の視線分布の類似度分析

前述の通り、各被験者は実験中に 1 枚の画像を 2 回（2 項目）評価する機会があった。ここでは、異なる評価の観点で同一被験者が同一の画像を見たとき、その見方がどの程度類似しているかを検証する（RQ1）。

まず図 3 に、同一画像に対する同一被験者による印象評

価時（2 項目）における視線分布の類似度の頻度分布（および、その分布から求めたカーネル密度曲線）を示す。コサイン類似度は、平均 0.698、標準偏差 0.139、最大値 0.953、最小値 0.039 であり、評価項目によらず、同一画像に対して同一被験者は同じような見方をする傾向がある。

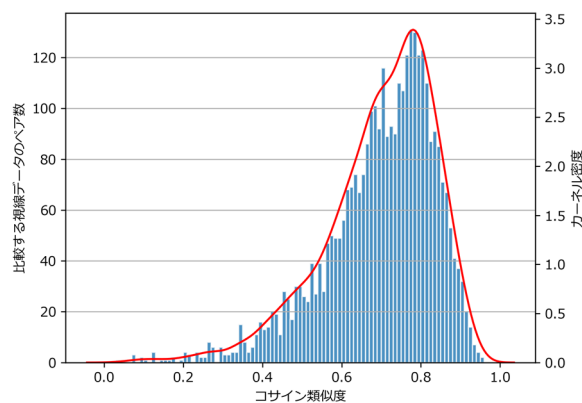


図 3 同一画像に対する同一被験者による印象評価時（2 項目）における視線分布の類似度の頻度分布

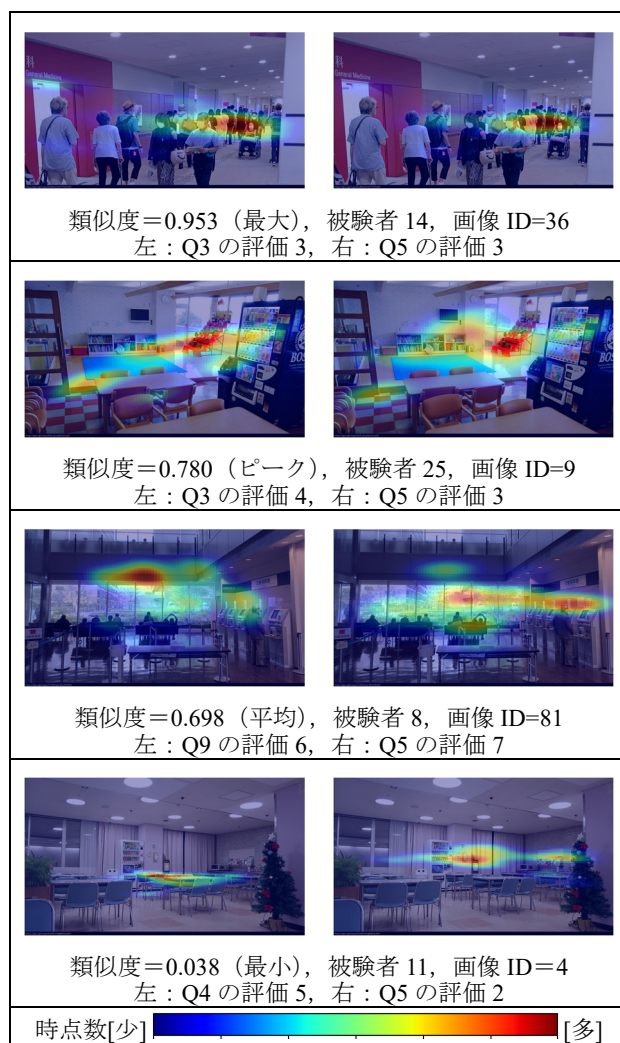


図 4 コサイン類似度と視線分布の対応

一方で、視線分布の傾向は似ていても、その位置が若干ずれるだけで類似度が大きく低下している例もある（図4最下段）。誤差の影響や、分布の形状とずれの程度をともに考慮可能な類似度指標への改良が今後の課題である。

次に、図3を8種類の空間別に見た結果を図5に、さらに、空間ごとに画像単位で頻度分布（カーネル密度曲線）を描画した結果を図6に示す。同一被験者の同一画像に対する見方の傾向は空間種類によらないことが見て取れる（図5）。一方で、空間・画像によっては見方が全体の傾向とは大きく異なる例が見られる（図6）。特に、エントランスや複合などの空間では、尖度が低い曲線が比較的多い。広い空間や、画像に映り込んでいる要素の多い空間では、同一画像・同一被験者であっても評価項目によって見方が変わる可能性を示唆している。

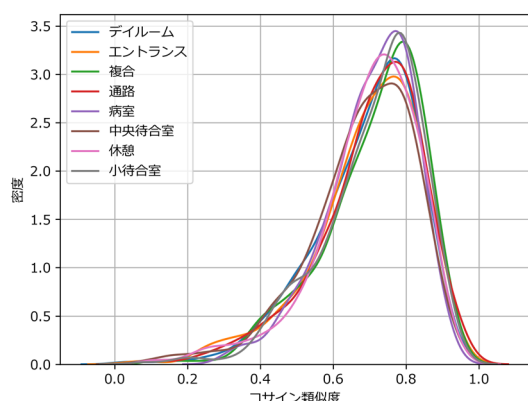


図5 同一画像に対する同一被験者による視線分布の類似度の頻度分布（空間別）

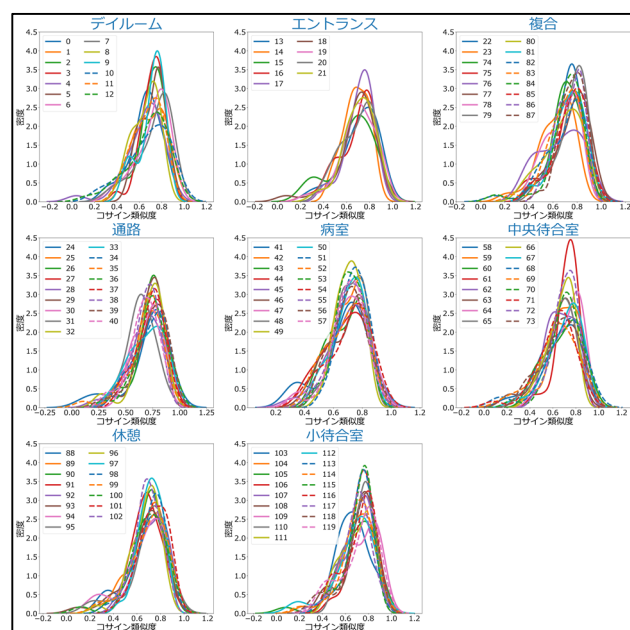


図6 同一画像に対する同一被験者による視線分布の類似度の頻度分布（空間別、画像別）※凡例の数字は画像ID

さらに、図3を属性別・個人別に集計して描画した結果を図7に示す。同一画像に対する視線の類似性の傾向は個人ごとに異なる様子が見てとれる。特に、日本人以外の被験者について、頻度分布の形状が大きく異なっている（図7中列）。この結果は、文化的背景や施設の利用経験が、視線分布の類似性に影響する可能性を示唆している。

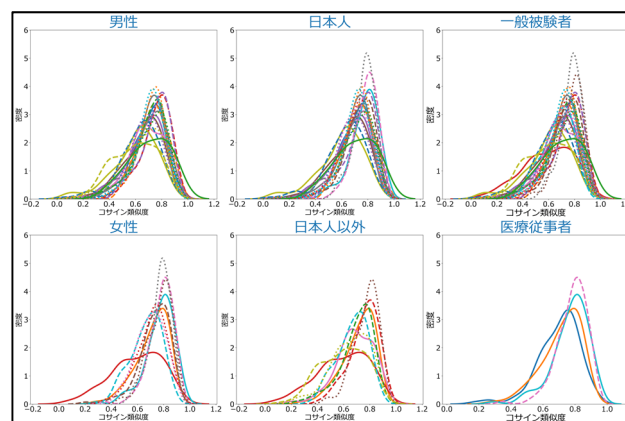


図7 同一画像に対する同一被験者による視線分布の類似度の頻度分布（属性別・個人別）

個人間の頻度分布の形状の違いと属性の関係をより具体的に把握するために、図7のカーネル密度曲線をもとに階層的クラスタ分析を試みた（図8）。

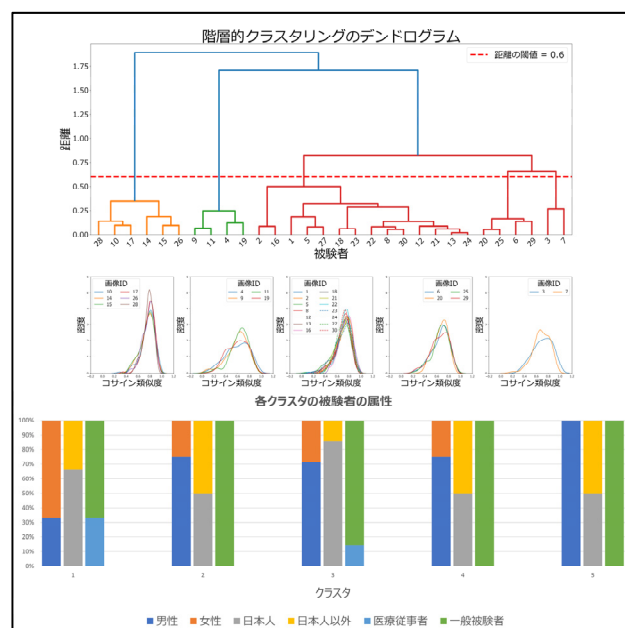


図8 被験者の階層的クラスタ分析の結果

ここで、図8上のデンドログラムをもとに被験者30名を5つのクラスタに分類し、各クラスタ内の属性別構成比を集計した（図8下）。比較的多くの被験者が属するクラスタ1とクラスタ3のうち、ピーク類似度と尖度がより高いクラスタ1は女性の構成比が高い特徴が見られた。クラ



スタ3の分布傾向は全体のものと類似しているが、日本人の構成比が特に高い。残りの3つのクラスは、尖度がいづれも低く、同一画像でも見方のばらつきが比較的大きいことを表しているが、それぞれ約半数が日本人以外であった。属性による見方の違いがある程度裏付けられたが、より多くの被験者を対象としたさらなる検証が必要である。

### 3.3. 同一画像・同一評価項目に対する被験者間の視線分布の類似度分析

ここでは、同一の画像について同じ観点での評価を行ったとき、被験者間の見方がどの程度類似しているかを検証する(RQ2)。具体的には、同一画像・同一評価項目は7名によって評価されていることから、画像ごと・評価項目ごとに $\gamma C_2=21$ [通り]のコサイン類似度を求めて考察する。

図9に、同一画像・同一評価項目に対する被験者間の視線分布の類似度の頻度分布(空間別)を示す。全体の平均は0.605、標準偏差は0.161、最大値は0.946、最小値は0.022であった。図5と比較すると、頻度分布の平均値やピークの値は左にシフトし、尖度も小さくなっていることがわかる。この結果から、同じ画像を同じ評価項目で評価してもらったとしても、被験者間の視線分布の類似度はさほど高くなく、むしろ図7などでも示したように、見方の個人差の影響の方が大きいと言える。

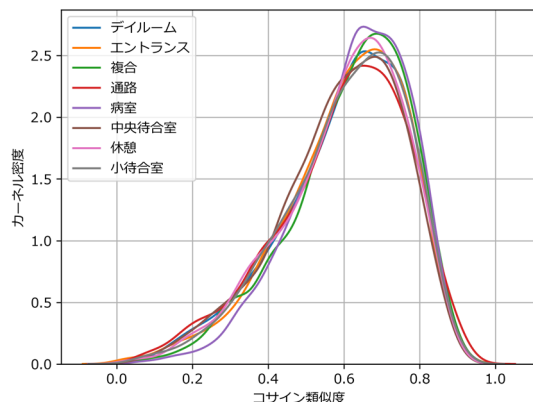


図9 同一画像・同一評価項目に対する被験者間の視線分布の類似度の頻度分布(空間別)

## 4. まとめと今後の課題

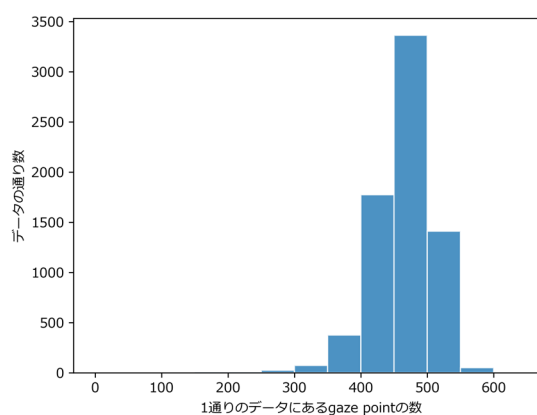
病院内部空間の印象評価時に計測した30名の被験者の視線データを用いて、視線分布の特性に関する基礎的な分析を行った。そして、同一画像を見たとき、同一被験者による評価項目間の視線分布の類似度は高いが、空間の種類によっては見方の差が大きくなること、また、個人差が比較的大きく、特に被験者の文化的背景や施設の利用経験などが影響している可能性があること、さらに、同一の画像を同じ評価の観点で見たとしても、被験者によってその見方が異なる傾向があることなどを、定量的に検証した。

今後の課題として、視線分布のずれの程度を考慮した類似度評価指標の開発や、視線データを時系列データと見なすことによる視線軌跡の類似度評価、さらに、空間構成要素の注視時間あるいは注視順の観点での類似度評価などが挙げられる。

**謝辞** 本研究の実験に協力頂いた方々に謝意を表します。

### 注

- 注1) 東京工業大学「人を対象とする研究倫理審査委員会」の承認の下で実施した(承認番号: 第2022264号)。  
 注2) 病床規模が500床以上の病院。東京都の病床機能報告<sup>2)</sup>に基づく。  
 注3) 被験者の負担を抑えつつ、できる限り多様な画像の印象を評価してもらうために、このような仕様とした。1名の被験者は、1枚につき9項目からランダムに提示される2項目だけしか回答しないことになるが、文献1)で構築した印象評価予測モデルでは、ニューラルネットワークの強みを生かし、直接回答が得られていない項目の評価を補完した。  
 注4) 画面外を見ることや瞬目(まばたき)、あるいは計測の不具合などの理由により、視線データが部分的に欠損し、480時点全ての視線座標が得られない場合がある。多くの時点の視線座標が欠損していると、正確な視線分布傾向が把握できない可能性があることから、ここでは300時点以上の視線座標が得られているもののみ(7,049通り)を分析対象とした(図i)。



図i 1つのデータ(8秒間)において視線座標を取得可能な時点数の頻度分布

### 【参考文献】

- グエンホンタイ・沖拓弥: 大規模病院の内部空間における印象評価と視線行動, 日本建築学会大会学術講演梗概集(建築計画), pp. 1129-1130, 2023.9
- 東京都福祉保健局: 令和2年(2020年)報告 東京都における医療機能ごとの病床の状況(許可病床), 2020, <https://www.byoshjo.metro.tokyo.lg.jp/2020/index.html> (参照2022-07-21).