

# 小学校の自然監視性の評価手法に関する研究

－可視頻度値と視認実験を用いた空間の視認性の定量化－

○窪園 翔治<sup>\*1</sup> 藤井 健史<sup>\*2</sup>  
山田 悟史<sup>\*3</sup>

キーワード：防犯環境設計 CPTED 可視頻度値 視認実験 画像処理

## 1. はじめに

近年、小学校には初等教育のみならず地域コミュニティの拠点としての役割が期待されており、空き教室やグラウンドの開放といった事例が数多く見られる。その半面、2001年に起こった池田小学校事件を契機として児童の安全性に対する関心が高まった。このように小学校では、開かれた学校と防犯対策という相反する課題が要請されるようになってきている。

このような要請に対して、犯罪発生の抑制や低減を目的とした防犯環境設計 (Crime Prevention Through Environmental Design: 以下、CPTED) という理論が施設計画に活用される例が増えている。CPTEDとは「機会犯罪」を誘発する環境や空間構成要素の分析を通じて、犯罪実行の機会を抑制する環境を形成しようとする理論である。Jeffery<sup>1)</sup> や Newman<sup>2)</sup> によるものをはじめ、多くの研究がなされてきた。CPTEDにおいては領域を明確にして部外者が侵入しにくい環境をつくる「領域性の確保」や窓などからの監視による犯罪企図者への「監視性の確保」などが重要な要素として挙げられている。

領域性の確保に関しては池田小学校事件以来、地域コミュニティとの繋がりを深くすることや校門の施錠をすることなどで強化されてきている。しかし、監視性の確保に関して現時点で存在する小学校での監視性を評価する例はあまりみられない。そこで、これまで建築計画学や意匠的な観点からの検討が主であった小学校の施設計画に対して、自然監視性による防犯性の確保という観点も平面計画・配置計画の検討に加えることを提案する。そのためには、小学校の自然監視性を定量的に評価する手法が必要である。

## 2. 研究の位置付け

自然監視性に関する既往研究として、大野ら<sup>3)</sup> は集合住宅を対象として任意の地点に周辺住棟から注がれる視線の量(視線輻射量)を計量することで自然監視性の図化を行い、アンケート調査に基づく防犯上の不安感との相関性を考察している。樋野ら<sup>4)</sup> は、公園利用時の犯罪不安の要因を公園行政に対する苦情等から抽出し、犯罪不安項目によるアンケート調査を行い、地域住民による管理活動によってどう改善されるかを分析・考察している。中迫ら<sup>5)</sup> は、防犯モデルマンションを対象と

して入居者にアンケート調査を行い、回答結果を項目ごとに分析することで防犯モデルマンションの防犯面での実態、評価と防犯性維持活動の実態を明らかにしている。田中ら<sup>6)</sup> は、レーザースキャナとGPSを用いた計測システムによって、街路から照射したレーザーが建物等の遮蔽物に遮蔽されるまでの到達距離を実測することで、歩行者から建物への自然監視性を図化している。

本研究では、窓からの自然監視性に着目し、対象地の物理的環境を定量化する事で自然監視性を評価する手法の構築を目的としている。これまで筆者ら<sup>7)8)</sup> は、小学校の外部空間から見渡すことのできる窓の立体的な可視量を計量することによって自然監視性を評価し、小学校5事例の比較考察を行った。

これまでの研究では主に窓面積といった物理的要因のみから自然監視性を評価しており、人間の視認性<sup>9)</sup> をふまえた自然監視性の評価の例は少ない。そこで本論文では、敷地内の可視頻度値を網羅的に解析し、解析結果に解析地点と窓の相対的な位置関係に基づく視認性を反映させ、自然監視性の評価分布図を作成することを目的とする。

## 3. 研究概要

視認実験・物理的環境の定量化の両者により自然監視性を評価する。視認実験においては、距離・水平角・俯角により異なると考えられる人の視認性を把握するために視認実験を行う。物理的環境の定量化においては、対象小学校の3Dモデルで各窓から各解析地点に入射する視線の有無、入射する視線の距離・水平角・俯角を算出する。そして特定窓からの各解析点に対する可視頻度値の計量結果に視認実験結果に応じた視認効果値を適用することで評価し、全窓点からの評価値を重ね合わせ、図の分布様態から小学校の自然監視性を評価する。おおまかな研究の流れを図1に示す。

## 4. 人の視野と視認速度の関係性

佐藤ら<sup>10)</sup>の行った実験方法を参考に、距離・水平角・俯角によって異なる、人が人物を発見する際の視認速度を視認効果値として実験を行う。

### ・実験方法

実験環境を図2に示す。図3は仮想空間の地上に距

離・水平角・俯角をメッシュ分割し、線を引いたものを窓際に立った被験者の視点から見た図である。Thiel<sup>11)</sup>の距離のグレーディングを参考に距離の分割を行い、水平角の認知視野の範囲<sup>12)</sup>で実験を行う。1～3階からの視点を作成する。実験では分割した線は表示せず、距離・水平角・俯角それぞれに対応した位置に人体モデルを表示させる。被験者は19～30歳の男性11名、女性7名で行った。実験での手順は、始めに被験者の視線を固定するために画面上の十字の中心を見てもらい、スクリーン上で距離・水平角・俯角で分割された線に従って人体モデルを表示させる。これが表示され、発見できたときにタイマーを止めてもらう。この行程を分割された各メッシュごとに4回ずつ繰り返し、それぞれの平均時間を算出する。人体モデルは距離による減衰、水平角による立体的なモデルの見え方、俯角による立体的

なモデルの見え方をスクリーン上に反映させて画像を作成した。人体モデルの例を図4に示す。

・実験結果

表1と図5は視認実験結果である。1階は、人物発見にかかった最大秒数は0.95秒、最小秒数は0.43秒で、その差は0.52秒となっており、a6とf6の水平角-55°～-40°、40°～55°の視野の両端で135m以上の遠方での範囲とd6の0°～20°の視野の中央だが135m以上の遠方の範囲が他と比べて人物発見が遅くなっている。2階は、人物発見にかかった最大秒数は0.83秒、最小秒数は0.38秒で、その差は0.46秒となっている。1階の結果と同様にa6とc6とd6の視認速度が他と比べて人物発見が遅くなっている。3階は、人物発見にかかった最大秒数は1.67秒、最小秒数は0.44秒で、その差は1.23秒となっており、a6とf6に関しては1・2階の結果と同様であると考えられるが、3階の中央部分は1・2階の様な発見が遅れる結果とはならなかった。

5. 物理的環境の定量化

・可視頻度値の計量

芦屋市立宮川小学校を解析対象小学校とした。3階建てで、運動場と校舎の間に樹木群が存在し、周辺建物が

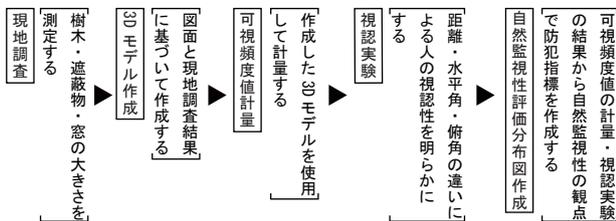


図1 研究フロー

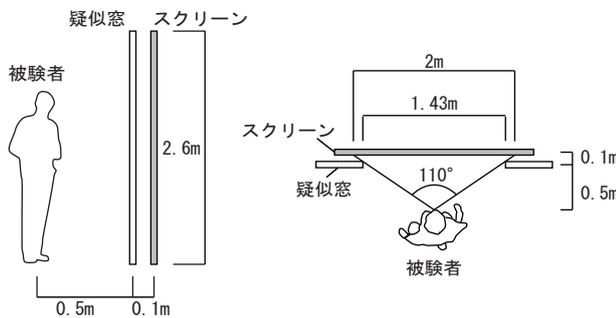


図2 実験環境

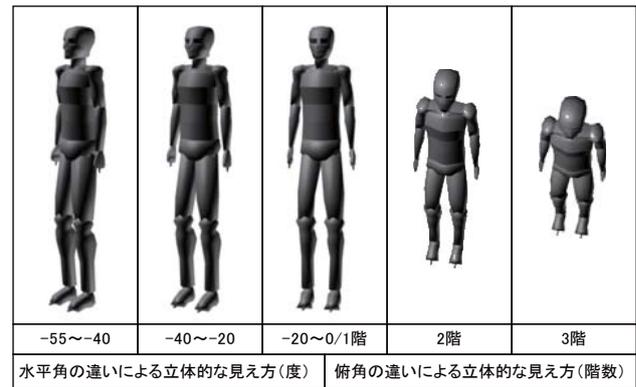


図4 人体モデル

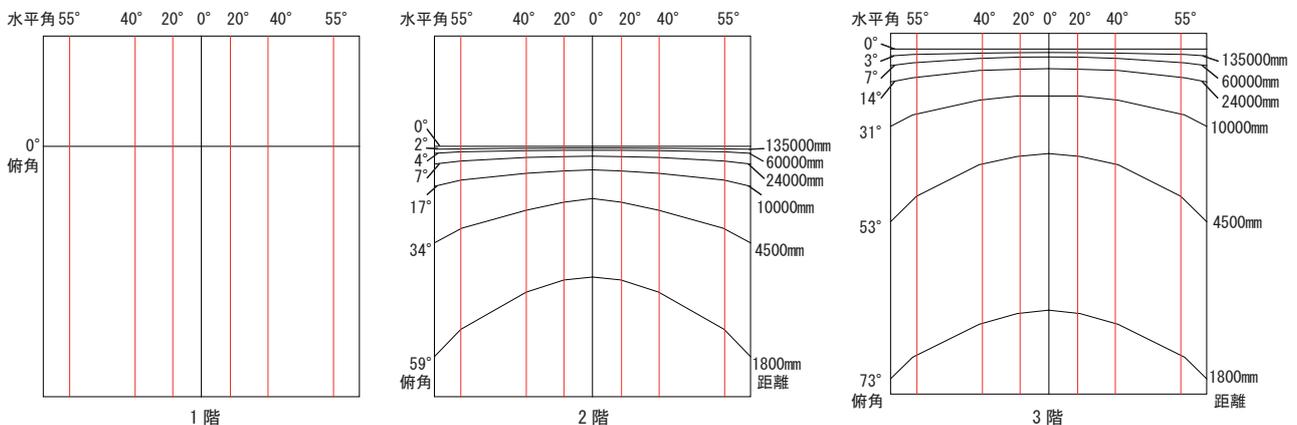


図3 各階分割線

比較的多い。3D モデルを用いて小学校の敷地内を 2×2 の 4 平方メートルの正方形で分割した各解析点の可視頻度値を計量する。図 6 のように、メッシュの中心点から高さ 1.6m<sup>13)</sup> に設定した解析点と対象窓を人の平均肩幅 0.5m で分割した各窓の床から 1.6m に設定した窓点が線で結ばれるかの判定により視線入射の有無を判別し、同時に距離・水平角・俯角を計算する。小学校の実例の 3D モデルの作成に関しては、建築系専門雑誌に掲載されている図面を基本とし、掲載されていない窓・樹木・工作物等の遮蔽物の形状と配置は現地測量結果を用いて作成した。具体的な調査項目は、①建物の立面および窓の形状と位置、②敷地内に生育する樹木・植栽の形状と位置、③敷地周辺に隣接する建物の立面形状および窓の形状と位置、④小学校あるいは敷地周辺建物からの自然監視を阻害する壁・倉庫等の工作物等の形状や位置⑤地形の高低差、とした。計量対象とする窓は、教員が常駐している部屋、および時間割に従って定期的に教員が使用する部屋にあるものに限定した。具体的には、普通教室・ワークスペース・特別教室・体育館・職員室・

ないよう配慮したためである。図 7 は作成した 3D モデルと現地写真である。

## 6. 自然監視性の評価

図 8 に解析手順の例として 1 窓点からの視線入射の有無を、図 9 に 1 窓点からの視認効果を表した図を示す。図 10 に芦屋市立宮川小学校の各階平面図を示す。図 11 は筆者らの既往研究で行った窓の立体的な可視度を計量した結果である。図 12 は全窓点からの可視頻度値のみを計量した結果である。図 13 は全窓点からの可視頻度値の計量結果に視認実験結果を加味した、自然監視性評価分布図である。視認実験結果は、人物発見が早いほど高評価になるよう最大秒数から各分割領域での秒数を引いた値を適応した。

図 11 と図 13 を比較すると、図 11 では建物に近づくにつれて窓の面積が大きくなるため、建物際の自然監視性の評価が急激に高くなっているが、図 13 だとグラウンド中心部が高く、緩やかなグラデーション状の評価を示している。図 11 は、窓面積の計量結果の大小から誰かに見られているかもしれないという自然監視性の抑

表 1 視認実験結果

記号	1階						2階						3階										
a6	b6	c6	d6	e6	f6	0.95	0.57	0.56	0.88	0.53	0.74	0.84	0.45	0.67	0.48	0.42	0.67	1.67	0.53	0.57	0.56	0.51	1.46
a5	b5	c5	d5	e5	f5	0.64	0.50	0.47	0.46	0.48	0.54	0.50	0.43	0.42	0.41	0.40	0.49	0.63	0.46	0.45	0.44	0.46	0.80
a4	b4	c4	d4	e4	f4	0.59	0.50	0.45	0.46	0.49	0.57	0.46	0.42	0.41	0.38	0.39	0.44	0.52	0.46	0.46	0.41	0.45	0.55
a3	b3	c3	d3	e3	f3	0.56	0.46	0.46	0.43	0.51	0.54	0.48	0.40	0.40	0.38	0.39	0.47	0.51	0.46	0.44	0.44	0.44	0.54
a2	b2	c2	d2	e2	f2	0.57	0.49	0.47	0.46	0.45	0.52	0.46	0.42	0.38	0.38	0.41	0.46	0.52	0.51	0.48	0.51	0.46	0.51
a1	b1	c1	d1	e1	f1	0.55	0.50	0.45	0.48	0.48	0.54	0.49	0.42	0.44	0.41	0.43	0.45	0.65	0.63	0.66	0.55	0.69	0.70

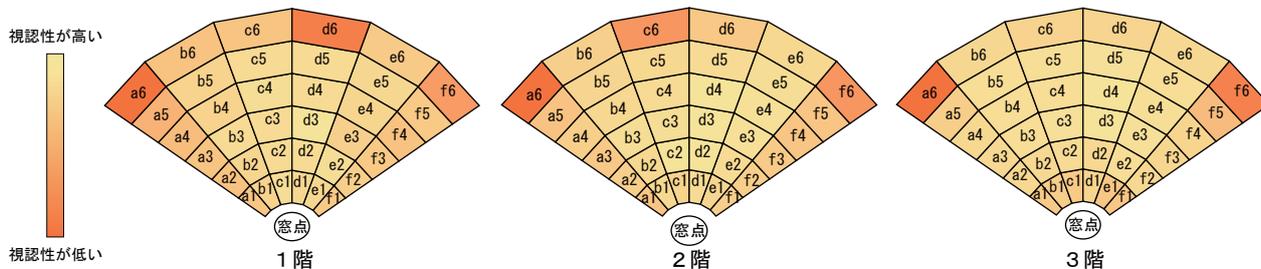


図 5 結果対応記号図

校長室・保健室等における窓を有効窓とし、計量対象としてモデリングを行い、トイレ・廊下・倉庫・準備室等の窓は計量対象外とした。また、すりガラス等の透過性の低い素材による窓も計量対象外とした。樹木のモデリングにおいては、現地測量の結果を基に樹木高さ及び樹冠の開始高さを設定した。樹冠の形状については、形状を忠実に再現するのは困難であると判断し、樹冠を内包する直方体として簡略化した。この方法を採用したのは、CG や景観の研究における樹木のモデリングには、樹冠形状をおおまかに再現する方法がしばしば用いられることと葉の隙間の視線透過を加味することで自然監視性を過大に評価するという危険側の分析結果となら

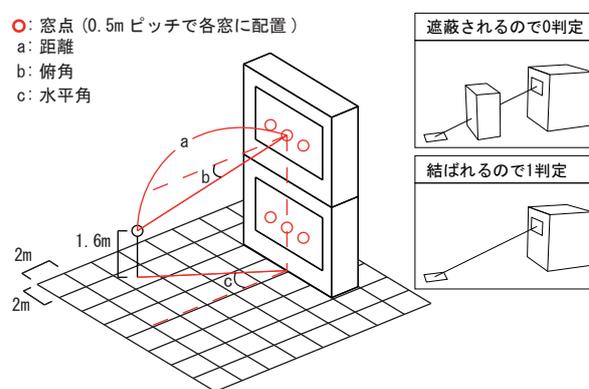


図 6 視線有無の判定方法

止力を評価している。対して図13では、窓からの自然監視性そのものを評価している。両図の比較から、抑止力と監視性の敷地内の相対的評価は異なるため、両概念に基づいて計画を行う際は、空間の評価を同一に行うのではなく個別に評価を行い、場所に応じて計画する事が望ましいと考えられる。

図12をみると、Xの範囲全体が評価が低いという結果になっているが、図13だと窓の正面から端にずれた位置よりも、窓の正面の方が監視性の評価が高くなっており、人の視認性による評価の違いが表れている。

図13を見ると、芦屋市立宮川小学校では、Aのグランド中央、Bの職員室・校長室前で監視性が高く、Cの保健室前、Dの西側出入口、E・Fの東側出入口、Gの普通教室前で監視性が低くなっている。Aの範囲は周辺建物の窓および校舎のグランド側の窓の影響で監視性が高くなっている。Bの範囲は職員室、校長室の窓からの視線が集まっているため監視性が高くなっている。Cの範囲は人の視認性により多少の優劣はあるが、有効窓が少なく視線があまり集まっていないので監視性が低くなっている。D、E、Fの範囲に関しては外部との接続部であるにも関わらず、周囲に有効窓が少ないため監視性が低くなっている。Gの範囲は、普通教室の正面に位置するにも関わらず、樹木が密集しており窓からの視線が遮られているため監視性が低くなっている。

図14のグラフはどの窓点が小学校敷地内の各解析点に対して視認性に影響しているかを示したものである。図14を見ると、視認効果値の合計が高いという結果を示しているのはαの普通教室の3階窓からの視線、βの南側の周辺建物の2階窓からの視線、γの隣接する保育園の3階窓からの視線である。これにより、どこの窓を遮蔽すべきではないかが把握できる。

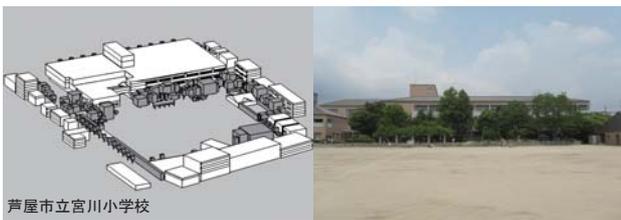


図7 作成した3Dモデルと現地写真

## 7. まとめ

本研究では、まず視認実験を行い、人の距離・水平角・俯角による視認性の違いを明らかにした。次に芦屋市立宮川小学校の3Dモデルを図面と現地測量結果を参考に作成し、これを使って敷地内の各解析点における可視頻度値を計量した。そして可視頻度値の計量結果に実験より得た視認効果を反映させて自然監視性の評価分布図を作成し、小学校敷地内における自然監視性の相対的な評価を明らかにした。同時に有効窓ごとの視認性における視認効果値の合計を算出し、運用上どの窓からの視線を遮蔽すべきではないかを明らかにした。

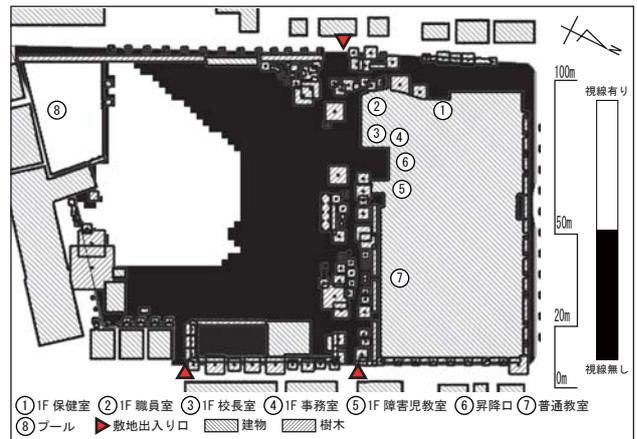


図8 1窓点からの視線有無

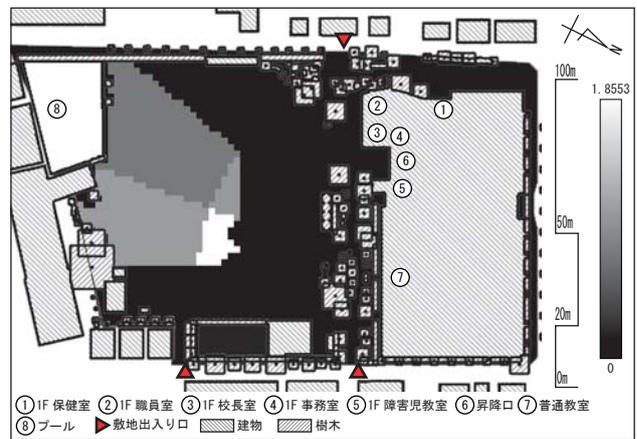


図9 1窓点からの視認効果

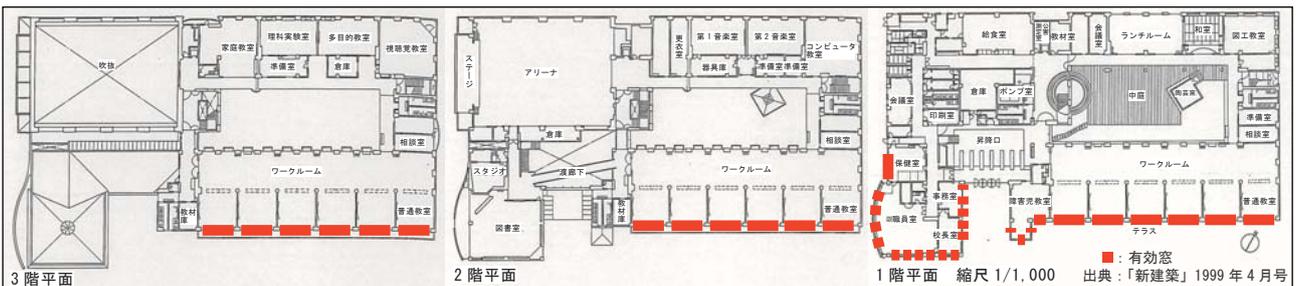


図10 芦屋市立宮川小学校の各階平面図



図 1 1 芦屋市立宮川小学校の窓面積計量結果

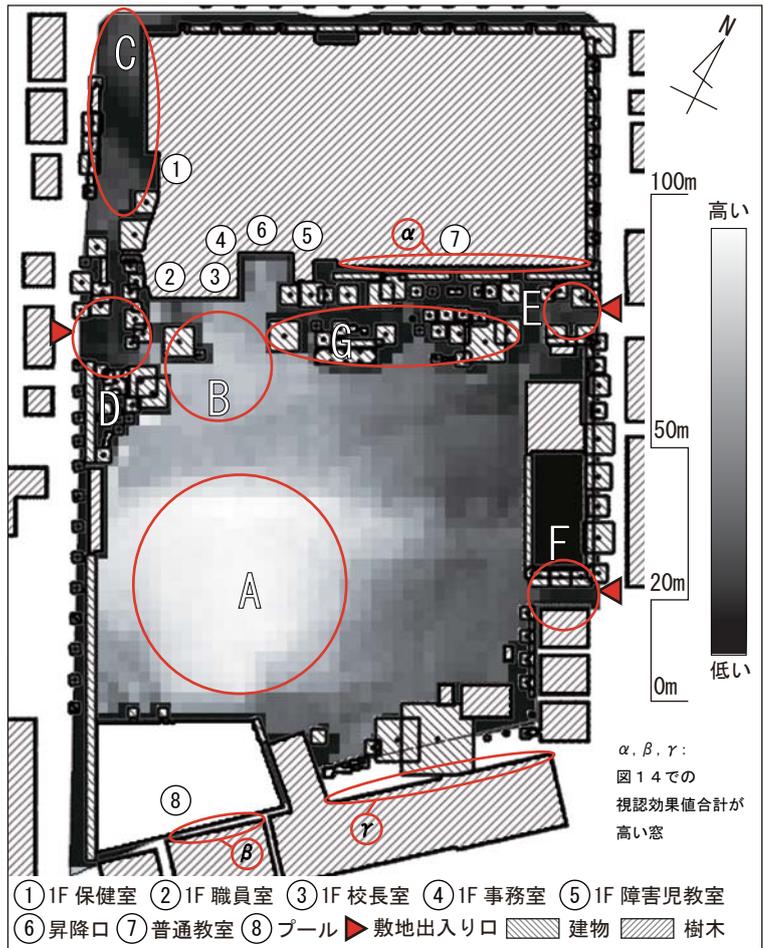


図 1 3 芦屋市立宮川小学校の自然監視性評価分布図

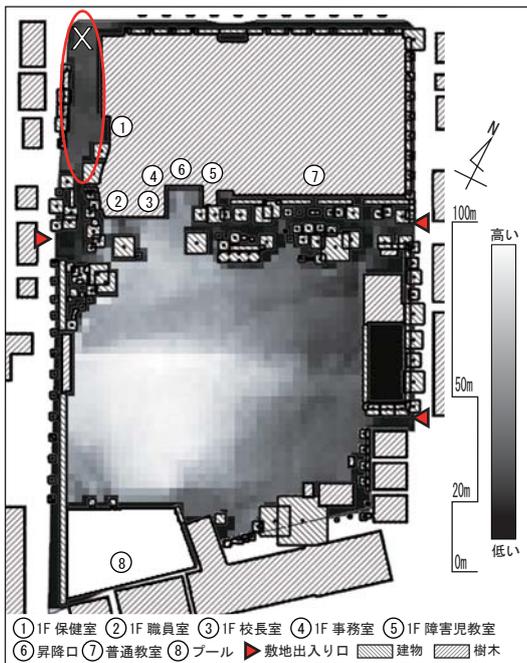


図 1 2 芦屋市立宮川小学校の可視頻度値の合計

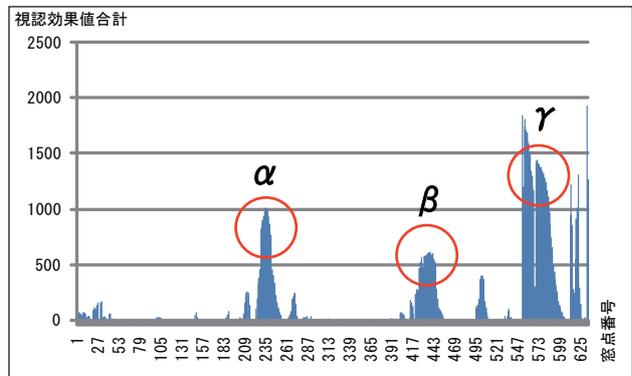


図 1 4 芦屋市立宮川小学校の視認効果値合計グラフ

[参考文献]

- Jeffery, C.R.: Crime Prevention Through Environmental Design., Sage Publications, 1971
- Newman, O.: Defensible Space; Crime Prevention Through Urban Design., Macmillan, 1972
- 大野隆造, 近藤美紀: 視線幅射量と防犯性の評価: 住民の視覚的相互作用を考慮した集合住宅の配置計画に関する研究 (その 1), 日本建築学会計画系論文集, 第 467 号, pp. 145-151, 1995. 01. 30
- 樋野公宏, 小出治: 住民による管理活動が公園の犯罪不安感に与える影響: 日本建築学会計画系論文集, 第 592 号, pp. 117-122, 2005. 06
- 中迫由美, 瀬渡章子, 澤井貴子: 「防犯モデルマンション」の防犯性に対する入居者評価と自主防犯性について - 広島県における事例 - : 日本建築学会計画系論文集, 第 590 号, pp. 33-40, 2005. 04
- 田中英人, 趙弁菁, 柴崎亮介: 都市空間における道路上からの自然監視性のマッピング, GIS: 理論と応用 = Theory and applications of GIS 17(1), pp. 31-42, 2009. 06. 30
- 藤井健史, 山田悟史, 窪園翔治, 及川清昭, 宗本晋作: 建物の可視窓面積の計量による小学校の自然監視性の評価手法, 第 34 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 19-24, 2011, 12

- 藤井健史, 山田悟史, 窪園翔治, 宗本晋作, 及川清昭: 小学校の自然監視性の評価手法 - CG モデルによる窓の立体的な可視量の計量方法とその応用可能性 -, 日本建築学会計画系論文集, 第 676 号, pp. 1309-1318, 2012. 06
- 三浦利章: 視覚的注視と安全性 有効視野を中心として, 照明学会誌, 第 82 巻, 第 3 号, pp. 180-184, 1998
- 佐藤幸男, 金澤裕: 有効視野による認識対象の情報量評価 情報量と有効視野の関係を示す心理実験結果, 電子情報通信学会信学技報, pp. 97-30, 1998, 01
- P. Thiel: Notes on Description, Scaling, Notation and Scoring of Some Perceptual and Cognitive, 1961
- 高橋研究室編・彰国社刊: かたちのデータファイル, pp. 21
- 第三版コンパクト建築設計資料集成, pp. 070

- \*1 立命館大学大学院 環境都市専攻 博士前期課程
- \*2 立命館大学 助手 修士(工学)
- \*3 立命館大学 助教 博士(工学)

# Study on Evaluation Technique of Natural Surveillance at Elementary School

## -Quantification of the visibility of the space based on visible frequency value and visibility experiment-

○Shoji KUBOZONO\*<sup>1</sup> Takeshi FUJI\*<sup>2</sup>  
Satoshi YAMADA\*<sup>3</sup>

Keywords: Crime prevention through environmental design, CPTED, Visible frequency value,  
Visual experiment, Image processing

### 1. Introduction

In recent years, elementary school education has been expected to play as central a role in local communities as primary school education, as can be witnessed from the many cases of the opening of grounds and the prevalence of empty classrooms. Additionally, cases of crime have been reported in elementary schools, and consequently, concern over the safety of children has increased. To alleviate this, crime prevention measures have been initiated and cooperation from schools has been requested. Crime prevention through environmental design (CPTED) amalgamates these two approaches. While CPTED uses conventional security devices such as surveillance cameras, the cooperation of local residents and the police is considered important. Moreover, “ensuring monitoring” has been cited as an important factor. Crowe classified monitoring into three categories, and focused on the importance of surveillance (e.g., by keeping a watch through one’s windows). In recent years, the focus has shifted to “natural monitoring” (monitoring using natural means). So, against that of elementary school facilities planning study of science and design from the perspective of the building project so far were mainly added to the study of planning and deployment plan in terms of ensuring the security plane also by nature of monitoring proposed. With regard to this, this study quantitatively assesses the prevalent nature of surveillance in elementary schools.

### 2. Research outline

In this study, natural monitoring was assessed in a recognition speed experiment. Additionally, a quantification of the physical environment was performed. In the former, the characteristics of human visual were considered to change depending on the depression angle, horizontal angle, and distance. In the latter, a 3D model of an elementary school was developed to calculate, for each school window, the depression and horizontal angles and distance of the presence or absence of eye gaze incident to each analysis point. Evaluated by applying the evaluation value according to the quantification of the physical environment to speed the analysis results of the experiment recognized the nature monitoring for each analysis point from a particular window, overlay the value evaluated from the point of all windows, and Figure monitoring to assess the nature of the elementary school from the manner of distribution.

### 3. Results

In this study, experiments were performed visually. We made it clear the difference between visibility distance and viewing angle by the angle of depression and human. We weighed the number of eyes in each analysis point in the elementary school site with a 3D model of the target of analysis. And, shows the results of measurement by making the number of look at taking into account the characteristics of human visibility, we were able to construct an evaluation method for natural surveillance. In addition, we were able to ascertain the usefulness of surveillance through windows and to determine the influence of the position of a window.

---

\*1 Graduate Student, Dep. of Architecture and Urban Design, Ritsumeikan Univ.

\*2 Research Assoc., Ritsumeikan University, Department of Architecture and Urban Design, M Eng.

\*3 Assistant Prof., Ritsumeikan University, Department of Architecture and Urban Design, Dr.Eng.