HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	競技者視線動の修正手法と解析結果例 ： その1 バレーボール競技者へのアンケート結果と視線動解析手法の概要
Author(s)	森, 太郎; 牧野, 準司; 絵内, 正道 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-1, 環境工学I, 室内音響・音環境, 騒音・固体音, 環境振動, 光・色, 給排水・水環境, 都市設備・環境管理, 環境心理生理, 環境設計, 電磁環境, 2004, 465-466
Issue Date	2004-07-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50564
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-1_465-466.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Architectural Institute of Japan

日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道） 2004年8月

競技者視線動の修正手法と解析結果例
その1バレーボール競技者へのアンケート結果と視線動解析手法の概要

正会員　○ 森　太郎 *1
正会員　　牧野準司 *2
正会員　　絵内正道 *3
正会員　　羽山広文 *4

グレア　アンケート調査　照度　照度均斉度 画像解析

1. 研究の目的と背景

地域開放を目的とした小・中規模の体育館の照明計画は，必要照度の確保，照度均斉度の確保，輝度分布，演色性といったオフィスと変わらない指標によって評価されている．体育館における競技中は，競技者の視線は，速いスピードで，様々な場所を動き，その特性は，オフィスと大きく異なっている．本研究では，競技者の視線の動きに着目し，それを解析することで，体育館でよく発生するグレアの発生原因と解決法を探ることを目的としている．本報では，競技者に対するアンケート結果と，視線解析手法について，報告する．

2. 競技者へのアンケートと体育館調査

2-1. 競技者へのアンケート（図1-図6）

バレーボール競技者を対象にアンケートを実施した．アンケートの項目を以下に示す．

①ポジション，②普段どのような体育館で練習しているか，③照明が邪魔と感じた経験はあるか，またそれはどのような時か，④照明に関して，プレーしやすかった又は，しにくかったと思う体育館．

2-2. 体育館の調査

アンケート結果に登場する，「使いやすかった体育館」，「使いにくかった体育館」の幾つかについて照明環境の調査を行った，調査項目を以下に示す．

①体育館の規模（フロア面積，天井高さ），②竣工年度，③照明形状，④照明の配置，⑤バレーボールコート上の照度と照度均斉度，⑥照明の輝度，⑦体育館内部の写真．

調査対象の小，中学校の体育館の照明形式には，3種の型でまとめることが出来た．照明形式と竣工年を表1に示す．水銀灯が昭和40年代～50年代前半に使用され，高圧Naランプの開発とともに次第にGroup2, 3の型に移項したと考えられる．

図7に体育館の照度と照度均斉度を示す．この図は，体育館を竣工年順に並べたもので，左側が古く，右側が新しくなっている．照度は400lx前後で，体育館が新しくなるにつれて，徐々に明るくなる傾向があり，均斉度は0.7前後で，新しくなるにつれて，徐々に小さくなる傾向がある．個々の照明器具の性能が上昇しているため，かえって照度分布が生じやすくなっていると考えられる．

3. 三次元座標解析と競技者視線動追跡システムへの発展

1）システム開発の目的

アンケート結果からもわかるように，多くの体育館使用者が，体育館の照明に関するトラブルを経験しており，そのトラブルは，体育館の規模の大小，竣工年の新旧にかかわらず生じている．体育館の照明配置計画手法はJISに記述があり，各競技の協会団体が，競技のレベルに応じた必要照度などを定めている．しかし，現状の体育館の計画手法は，オフィス等の静的な空間の計画手法（必要照度の確保，照度均斉度の確保，輝度分布，演色性）と大きく変わるものではなく，このように多数のトラブル報告例があるということは，現状の計画手法では，片手落ちになってい

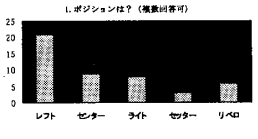

図1. 設問①

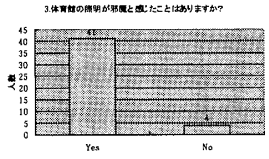

図2. 設問③

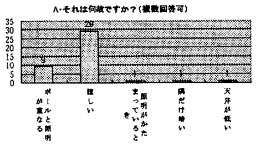

図3. 設問③

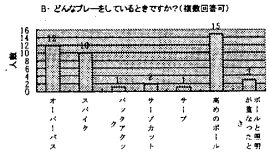

図4. 設問③

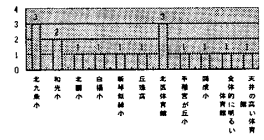

図5. 設問④

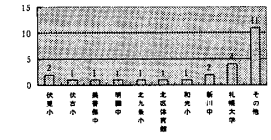

図6. 設問④

表1　体育館の竣工年と照明形式

Group1	Group2	Group3
中央小（S43）	北九条小(S62)	北大第二(S62)
栄北小（S47）	北園小(S62)	明園小（H10）
美香保中(S51)	和光小(S63)	栄西小（S46)増築S53
北辰中（S52）	大通小(H1)	

注）Group1：水銀灯単独，均等配置，Group2：水銀灯，高圧Naランプ各2個の混光照明，集中配置Group3：水銀灯，高圧Naランプ各一個の混交照明，均等配置，と分類した

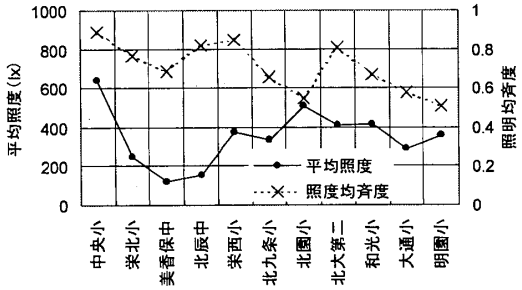

図7　照度と照度均斉度

Study on a glare on a sports-players in a gymunasium　　Mori Taro et al
Part I The results of Questionaire to the volley ball players and the outline of the method for making glance line in a computer

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

る要素があると考えられる．そこで，本報告では，バレーボールを対象に競技中の視線の動きを把握する手法を開発し，それを解析することで，競技中のグレア障害を解決するための方法を探ろうと考えた．

2) 競技者の視線の定義

図4の結果からもわかるように，グレアが問題となるのは，ボールに対してアクションを起こそうとしている時の視線である．したがって，視線を競技者頭部とボールを結ぶ直線として定義した．

3) 競技者視線追跡システムの開発

視線解析は以下の様に行った．

①：体育館内座標系（原点，X軸，Y軸，Z軸）を設定．

②：二台のCCDカメラを体育館内の任意の点に設置し，その際，カメラのおおよその位置（X0, Y0, Z0）を測定し，カメラ位置の計算用の初期値とする．

③：競技を撮影する．使用しているCCDカメラは，PCによってコントロールされ，二台同時にシャッターが動作可能である．また撮影間隔は50Hz程度である．（図7）

④：撮影した写真から一枚を選び，画像解析ソフトにより，空間内座標既知点の写真座標を収得し，それらの関係をもとに空間内におけるカメラの位置座標(X0, Y0, Z0)と回転角（κ，ϕ，ω）を算出する．注1)

⑤：カメラの正確な位置座標(X0, Y0, Z0)と回転角（κ，ϕ，ω）が④の作業によって，固定された後，対象とする競技者の頭部とボールの写真座標を収得する．（図8）

⑥：それぞれの写真座標からカメラ→競技者，ボールの方向ベクトルを計算することが出来る．二台のカメラ得た，二つの固定ベクトルによって三角測量の原理を用い，対象物の位置を入手できる．（図9）注2)

⑦：⑥の作業の結果，競技者頭部とボールの位置を入手できた．その結果，二つの位置を結ぶ線分を定義できる．これが視線である．今回の解析では，ボールの背景にあるものが，何かを知りたいので，この直線を体育館の壁や，天井まで延長し，それぞれの交点を求めた．

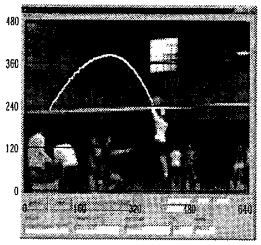

図7　競技の撮影結果

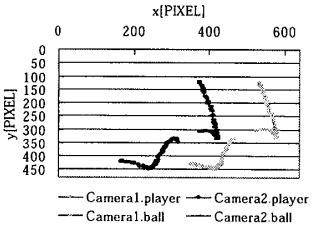

図8　ボールと頭部の軌跡

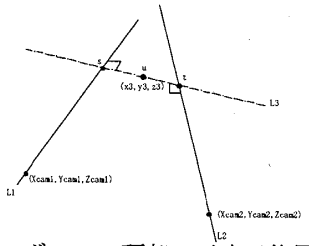

図10　ボール，頭部の三次元位置の把握

4. まとめ

本報では，競技中のグレアに関するアンケート結果と，視線解析手法について報告した．次報では，視線動の修正手法と解析結果例について報告する．

[参考文献](1)村木広和／田中成典／古田均：デジカメ活用によるデジタル測量入門，森北出版株式会社，2000(2) William H. Press, Saul A. Teukosky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery：Numerical Recipes in C, 技術評論社，2003(3)小西崇永：自由浮遊バグを用いた大規模空間の気流動の可視化に関する研究，卒業論文，1998(4)岩崎電気株式会社：スポー施設照明，岩崎電気株式会社，2000

謝辞：本研究は，科学研究費補助金（若手研究B，課題番号：14750489，研究代表者：森太郎）の補助を受けた，記して感謝の意を表す．

注1) カメラの位置座標の算出方法

カメラの正確な位置情報を知るためには，位置座標(X_0, Y_0, Z_0)と回転角（κ，ϕ，ω）が必要となる．つまり，未知数は6個である．次式(1)，(2)は共線条件式という式で，カメラを利用した測量に用いられる式である．式中のx, yは座標既知点の画像上の座標，X, Y, Zは座標既知点の空間内の座標で，既知点1個につき2本の式を作成することが出来るので，既知点が画像内に3個あると，カメラの正確な位置を割り出すことが出来る．ただし，方程式は非線形となるため，Newton-Raphson方によって近似解を得た．

$$x = -C\frac{A1}{C1} \quad (1)$$

$$y = -C\frac{B1}{C1} \quad (2)$$

$$A1 = a_{11}(X - X_0) + a_{12}(Y - Y_0) + a_{13}(Z - Z_0) \quad (3)$$

$$B1 = a_{21}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{23}(Z - Z_0) \quad (4)$$

$$C1 = a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0) \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
a_{11} &= \cos\phi\cos\kappa \\
a_{12} &= -\cos\phi\sin\kappa \\
a_{13} &= \sin\phi \\
a_{21} &= \cos\omega\sin\kappa + \sin\omega\sin\phi\cos\kappa \\
a_{22} &= \cos\omega\cos\kappa - \sin\omega\sin\phi\sin\kappa \\
a_{23} &= -\sin\omega\cos\phi \\
a_{31} &= \sin\omega\sin\kappa - \cos\omega\sin\phi\cos\kappa \\
a_{32} &= \sin\omega\cos\kappa + \cos\omega\sin\phi\sin\kappa \\
a_{33} &= \cos\omega\cos\phi
\end{aligned} \quad (6)$$

注2) カメラの位置座標の算出方法

三角測量の原理を用いて，二台のCCDカメラによって行う．このとき，それぞれのカメラの焦点の座標と対象物を結ぶ一本の直線を導き，その直線同士が重なる点が理論的な対象物の位置となる．しかし，実際には，これら二本の直線L1, L2は互い誤差を含むため，交わるない．従って，三本目の直線L3（L1, L2はL3に交わりかつL1 ⊥ L3, L2 ⊥ L3）を導き，L1, L3の交点Pc1とL2, L3の交点Pc2の中点Pc3を対象物の座標とする．直線L1, L2, L3を定義する方向ベクトルをV1, V2, V3と定義すると，外積V1 × V2=V3の関係が成立しパラメータs, tでつくられる連立方程式を解くとPc1, Pc2, Pc3は得られる．

1) 釧路工業高等専門学校　助教授・博士(工)　Assoc. Prof., Kushiro National college of Technology, Dr. Eng
2) 北海道大学大学院工学研究科　修士課程　Grad. Student, Grad. School of Eng., Hokkaido Univ.
3) 北海道大学大学院工学研究科　教授・博士(工)　Prof., Grad. School of Eng., Hokkaido Univ.
4) 北海道大学大学院工学研究科　助教授・博士(工)　Assoc. Prof., Grad. School of Eng., Hokkaido Univ.

NII-Electronic Library Service