

授業評価で使用する視線データの取り扱いと分析方法の検討

大山貴紀[†] 竹内大貴[†] 金子格[†]

教育の重要性が飛躍的に高まる中、ITによる教育改善の可能性に世界的に関心が高まっている。CMSやwebテストが十分普及した後は、我々はより高度なITによる授業評価が進むと考えている。その中で視線計測による授業評価には大きな可能性がある。本論では視線計測を用いた授業評価において、データの取り扱いと分析方法について論じる。我々はハイビジョン録画映像と視線計測装置を用い、瞳孔径や視点移動から授業の特徴の分析を試みている。前半で視線計測の利用による授業評価の可能性を論じ、後半で、今後応用に向けて大量の視線データを収集するにあたり、個人情報や倫理上の問題を検討する。

Concerning Handling and Processing of Eye Mark data for Lecture Evaluations

TAKANORI OYAMA[†] DAIKI TAKEUCHI[†]
ITARU KANEKO[†]

We prepared recorded video of lectures and use them for eye tracking analysis of the students. Two lectures are used and experimental eye tracking data acquisition was started. In this experiment, we are planning to analyze Characteristics of lecture in terms of pupil motion and size. In this paper, we are describing possibility of such lecture analysis. Then we are discussing associate privacy issues associate with such measurement system.

1. はじめに

我々のグループでは視線計測による授業評価の可能性を探っている。今日、瞳孔径や視線移動等のデータを詳細に得ることが技術的に可能になり、これらのデータによる教育改善には大きな可能性があると考えている。

視線計測では様々なデータが得られるが、授業評価への応用はまだ研究の途上である。今後、より多くの視線計測データを収集する必要がある。

本論文ではこれまで行った計測と分析の結果の一部を紹介する。そして、授業評価用の視線を計測分析することに伴う個人情報や倫理上の問題を検討し、今後大量のデータを蓄積する上で検討すべき課題を考察する。

2. 視線計測

2.1 視線計測の背景

視線計測は1990年代頃にはすでに広く用いられていたが、装置のサイズ、重量とも大きく、実験室外での測定は困難だった。また長時間、大量の記録をとることも困難だった。近年、動画圧縮技術と無線技術の進歩により、視線計測装置の小型化、軽量化が急速に進み、頭部への装着部分はスポーツ用、作業用のゴーグル程度に軽量化され、動画と視線の記録装置も携帯できる程度に小型化された。このような装置はスポーツや作業用のゴーグルと同様の手軽さで装着、利用でき、我々が目的とする授業評価のためのデータ収集に利用することも十分可能である。

たとえば視線データに含まれる瞳孔径については、オン・コックメン等3)は瞳孔により受講者の感情変化、たとえば興奮の度合いなどを分析できると報告している。講義中に瞳孔径を計測することにより、受講者の感情変化や興奮の度合いを計測できれば、授業評価に応用できるのではないかと考えられる。



図1 アイマークレコーダ
(<http://www.eyemark.jp/product/> より引用)

2.2 視線計測システム

今回使用した視線計測分析システムはエモヴィス社から提供を受けたアイマークレコーダである。

視線計測装置を図1に示す。視線測定部は授業中に装着するのに支障がない程度軽量で小型である。装置は視線・瞳孔センサー、視野映像録画カメラ、眼鏡の後ろに垂れるケーブル等で接続された録画部からなる。60回/秒の頻度で連続して90分以上の視線、瞳孔径データを記録できる。

システムには情動解析支援ツールが付属しているが、我々の研究では、システムに最初から組み込まれた情動解

[†] 東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University

析支援ツールではなく、分析前の瞳孔径と視点データを用い、授業評価への利用を目指した新たな分析方法を模索している。

試行的な評価実験の概要これまでに2回の評価実験を行った。それらの実験をまず紹介する。

2.3 評価実験 1

2010年7月に行った実験1)では、瞳孔径に授業の特徴が表れるかを本大学で開講している2つの講義により評価した。これらの講義の一部を受講しながら視線計測カメラによるデータを記録した。それぞれ、視線と瞳孔径を毎秒60回45分~75分記録した。



図 2 帽子型アイマークレコーダ

評価実験1では被験者2名に対し、それぞれ2科目の受講を行った。使用した機材は表1の通りである。

表 1 瞳孔径計測実験の使用機材

機材名	機種名
アイマークレコーダ	nac EMR-9
PC	DELL Vostro

結果の一部を図3~図6に示す。

図3は被験者1、科目1における瞳孔径の時間的な変化を示す。横軸が時間で縦軸が瞳孔径である。瞳孔径が徐々に小さくなっている傾向がみられた。

図4は、科目2における被験者1の瞳孔径の時間的な変化を示す。横軸が時間で縦軸が瞳孔径である。瞳孔径の値が平均40で安定していた。

これらのデータでは瞳孔径の時間変化パターンに差が生じている。これが授業の差によるものであれば、授業評価に利用できる可能性があることになる。

瞳孔径の変化パターンをフーリエ変換し、スペクトル領域でも比較してみた。

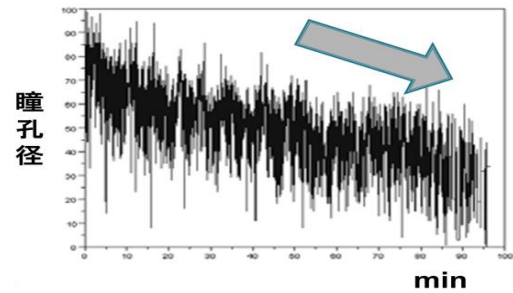


図 3 瞳孔径時間変化(科目 1)

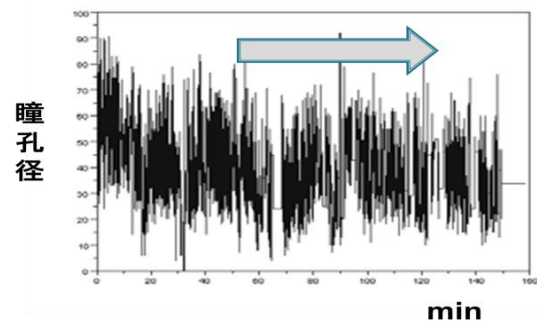


図 4 瞳孔径時間変化(科目 2)

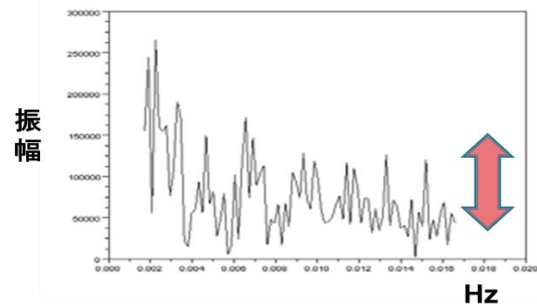


図 5 スペクトル分析(科目 1)

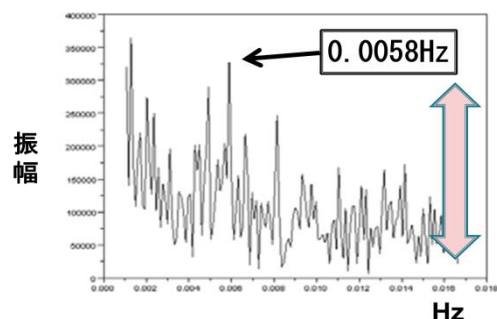


図 6 スペクトル分析(科目 2)

図5は瞳孔径を時間の関数としてフーリエ変換し、横軸を周波数として示したものである。科目1のスペクトルはすべての周期で比較的振幅が小さい。すなわち、瞳孔径は

大きな変化がなく、全体的には時間とともになだらかに縮小している。瞳孔径の変動振幅が小さいということは、被験者が興奮度の周期的変化を感じることがないことを示している。

図 6 は科目 2 の瞳孔径変動の周波数スペクトル分布を示す。いくつかの周波数で、瞳孔径の大きな周期的変化の振幅がみられる。特に 0.0058Hz にピークが見られるがこれは 3 分弱に一回の周期があることを示していると思われる。

実験 1 では 2 人の被験者の 2 つの講義のデータが得られ、瞳孔の変化に授業の特徴がみられるかを分析した。瞳孔データ変動の周波数変動に特徴的なパターンが見られたが、データ量が少ないため、これが授業の特徴として安定して現れるかは結論づけることができなかった。

この方法で授業の視線計測は可能だが以下の問題が生じることがわかった。

- (1) 視線計測装置は小型であっても目立つので授業への影響が無視できない。
- (2) 視線計測装置はまだ高価であり多くの学生に装着させることができない。

このような方法ではある特定の回の授業について少数の被験者のデータしかとれないが、被験者のばらつきやその時々被験者の行動の影響が大きく、授業の特徴を特定するのに十分なデータがとれない。

2.4 評価実験 2

2011 年 10 月から 11 月には実験 1 の成果をもとに改良した実験 2 を行なった 2)。

今日普及しているハイビジョン撮影装置を用いれば、従来のビデオ画像と異なり、授業を録画再生してもほぼ実際の授業と同じ視野角と視認性が再現できる。そこで、実際の講義のかわりに録画映像を用いることにより、実際の口語とほぼ同等の条件を再現し、かつ同じ講義の条件でくり返し異なる被験者によるデータを取得することが可能である。この方法で同一の授業、受講条件で多くのデータを収集し、被験者の特性によらない授業の特徴をより精度よく算出できると期待できる。

被験者数を実験 1 の 2 人から実験 2 では 21 人に増やし視線計測を行った。

映像は前回実験に使った講義と同じ講師の授業映像を作成した。以下では前回の科目 1 と同じ講師の科目を科目 3、前回の科目 2 と同じ講師の科目を科目 4 とする。

今回は試験時間を短縮し、科目 3 を 20 分、科目 4 を 20 分視聴してもらい。最後にアンケートを書いてもらった。なお、講義の環境に近づけるために講義のノートもとってもらった。視聴は研究室で行い、視聴位置はディスプレイから 1m とした。

図 7 に視聴の様子を示す。

講義中の音はヘッドホンで再生した。

実験前に視点計測のためのキャリブレーションを行う

必要があるが 21 人中 6 人でメガネの装着などの問題があり、最終的には 15 人のデータを取ることが出来た。



図 7 視聴の様子。42 インチ液晶テレビで視聴。

表 2 授業評価実験の使用機材

機材名	機種名
ヘッドホンアンプ	STAX SRM-323A 03
ヘッドホン	Stax SR-303 03
PC	DELL Vostro
アイマークレコーダ	nac EMR-9
ディスプレイ	TOSHIBA REGZA

したがって 15 人について、2 つの講義を視聴し、それぞれ瞳孔径、被験者の頭につけているカメラからの視野映像、視線の座標データ、講義後のアンケートのデータが得られた。

2.5 授業評価の結果

図 8 スペクトル分析 (科目 3) は、科目 3 を見た 30 人の瞳孔径変動をスペクトルに変換しその平均を求めたものである

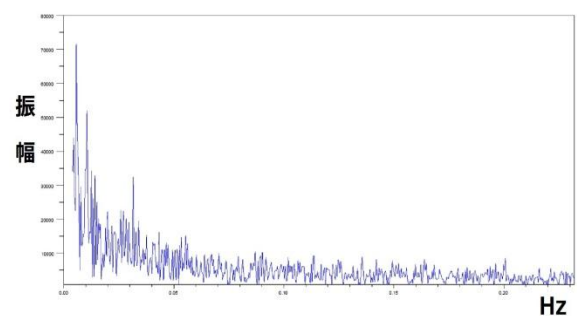


図 8 スペクトル分析 (科目 3)

15 人分のスペクトルの平均を求めるとスペクトルピークの信頼性は向上した。しかし実験 1 で見られた特徴とは一致しなかった。また 15 人のデータを収集したが、確認したところ被験者によるばらつきがかなり大きく、授業 3、授業 4 において被験者によらず共通する授業の特徴を確認することは難しいことがわかった。

3. 分析における検討課題

3.1 瞳孔径についての検討

前述のようにオン・コックメン 3)は瞳孔径に情動の影響が表れると報告しているが、2章で報告したように現在のところ瞳孔径から授業の特徴を安定的に抽出することには成功していない。

瞳孔については本来以下のような特性がある。

- 散大：暗い、遠く、興奮
- 縮瞳：明るい、近く、沈静

つまり、注意を向けると大きく開く特性がある他、本来明るければ縮瞳し、暗ければ散大する。瞳孔径から情動の分析を行うにはこれら興奮や注意を向けるといった情動意外の影響を取り除く必要がある。

3.2 他の指標

瞳孔以外にも視線計測から様々なデータが得られるが、これらも授業評価に利用できると考えられる。

①サッケード

都築等 4)によればマーケティングの魅力効果を調べるのに対してサッケードの頻度を利用できるとしている。

②視線の停留時間

視線の停留時間は、画面上のある座標における視線の停留時間であり、石井等 5)によればでは視線の停留時間の分析に視線計測システム nac EMR-8 の解析ツールを使用している。

③視点の停留点

視野映像上の視点の座標の集まりであり宮本等 6)は停留点からヒートマップを作成、優先的に閲覧するユーザの傾向を可視化した。

4. 倫理とプライバシーの検討

ここでは、これまで述べたような授業評価の実験および、実用に供した場合における個人情報の取り扱いについて検討すべき課題を考察する。

4.1 プライバシーの検討

プライバシーマーク制度が準拠している「JIS Q 15001 (個人情報保護マネジメントシステム-要求事項)」8)では、個人情報を「個人に関する情報であって、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述、又は個人別につけられた番号、記号その他の符号、画像若しくは音声によって当該個人を識別できるもの(当該情報だけでは識別できないが、他の情報と容易に照合することができ、それによって当該個人を識別できるものを含む)」と定義している。

この定義によれば、視線計測データ(瞳孔径、被験者の頭につけているカメラからの視野映像、視線の座標データ)から仮に個人が特定できれば個人情報ということになり、個人が特定できなければ個人情報ではないことになる。現状で視線計測データから個人が特定できる方法が確認されているわけではないが、その可能性は否定できないから、

個人情報として扱うのが安全ではないかと考えている。

4.2 実験における倫理基準の検討

(1) アメリカ音響学会倫理規定

アメリカ音響学会では人間の被験者を用いた実験における倫理規定を定め公開している 7)。これを本研究においても参考とした。

(2) 本研究における倫理的配慮

視線計測は被験者を利用した実験の一つである。このように被験者を使った実験では一般に、実験を行うための倫理基準が適用されている。本大学では 2011 年に倫理委員会を設立し、主観評価実験などの被験者を用いる実験における倫理基準の整備を進めている。本研究室においてこれまで研究者が自らを被験者として予備的な検証を行ってきたが、今後より多くのデータを得るために被験者を募集する際には倫理規定に基づいた募集説明を用いることにしている。すでに音響評価実験で用いている同意書(付録 1)を参考に同様のものを用いるのが適切ではないかと考えている。

(3) 被験者の同意

本実験においては被験者固有の視線計測データを記録する必要がある。またその分析結果は研究成果として発表する必要がある。この際個々の被験者のデータを個別に提示する必要は通常はない。そこで実験参加者への同意書(付録 1)では以下のように説明している。

- 個人情報は記録しますが、公表はしません。
- 実験により得られた個人情報を除外した数値的な記録(以下実験結果と記載)は整理され、学術論文、書籍、インターネット等で公表される場合があります。

4.3 個人情報の保管方法

個人情報の保管にも注意が必要である。本研究においても個人情報の保管は適切な方法で行う予定である。

参考として、立命館大学では人を対象とする研究倫理を定め公表している 9)。実験を行う研究者に対しては、個人情報の匿名化の方法、収集した個人情報やデータ等の保管方法、収集した個人情報やデータ等の廃棄方法に関して記入を求めている。

4.4 実用化時における課題

本研究の成果として、実際に授業評価に視線計測データを利用できるようになることが考えられる。この場合には倫理および個人情報保護に関して以下の課題があるのではないかと考えている。

(1) 授業評価における利用

本研究は授業の分析を目指している。しかし今のところ分析結果と授業の特徴の相関を示す結果は得られていない。利用における懸念として、複数の授業の優劣比較にこのような客観指標を使おうとすることが考えられる。実験データを見る限り、あるいは教育という行為の複雑さを考えた場合、最終目標である人格形成という成果と相関がある指標が得られることは、常識的にはあり得ないと考える。教

育効果の優劣はこれまで通りすぐれた教育機関や経験者の判断によるべきであり、客観指標はいうまでも補助的に用いるべき指標である。一方、講師が授業方法を改善した場合の効果の測定には本研究の成果が応用できる可能性があると考えている。修正前と修正後に指標にどれだけ変化があったかは、修正の効果が大きいか少ないかの参考になると考えられる。

(2) 受講者評価における利用

受講者評価における利用でも同様のことが言える。すべての利用者に有効な助言が指標から得られる可能性は低い。一方で、受講者が自発的に指標を利用する場合は、学習方法の変更の効果を確認する場合などで、有益な情報が得られる可能性があると考えられる。

以上のように、視線計測によって得られるデータはさまざまな要因に敏感である。個人性や授業内容の影響も反映するが、はるかに敏感に他の要因にも大きく影響される。そのため、現在のところ異なる授業の優劣比較や受講者への診断に使うには適していないと我々は考えている。

一方講師や受講者が、他の条件を固定した状態で講義や学習方法の一部を変更し、その結果を自発的に確認する場合には有益な観測手法になりえる可能性がある。

これらの特性を考えると、視線計測の結果は各受講者に帰属するデータをその受講者にのみ提供し、授業に帰属するデータをその授業の講師にのみ提供するという利用方法が想定される。

このことから、実際の利用においてはサーバーに蓄積した視線計測データからそれぞれ必要な情報を集計し、該当する講師や受講者にのみ提供する、といった管理方法を実現することが必要と考えている。

5. まとめ

前半ではこれまでにを行った実験 1)2)では、授業動画を用いた視線計測について紹介した。15人の被験者にそれぞれ2つの授業動画を視聴させ、瞳孔径、視聴映像、視線の座標等の視線データを取得した。瞳孔径の分析を行い、サッケード、視線の停留時間、視線の停留点なども今後検討を進める予定である。

後半では授業評価用の視線を計測分析することにもなる個人情報や倫理上の問題に関して検討を行った。視線データのどの部分が個人情報と解釈されるべきか、実験に際しどのような倫理基準を設けるべきかなど、今後検討を続けるべき課題は多いと考える。現在実施している方法を示したが、様々な事例を参考にしつつ検討を進めたいと考えている。

参考文献

- 1) 大山 貴紀他, “瞳孔径による授業評価”, 第10回情報科学技術シンポジウム 2011, K-029, 情報科学技術フォーラム (2011)

- 2) 金子 格他, “視線計測装置による授業映像の比較分析の試み”, 情報処理学会 第74回全国大会 2012, 2H-7, 情報処理学会 第74回全国大会講演論文集
- 3) オン コックメン, “視線と瞳孔に基づく映像要約手法の評価”, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理 109(83), 39-44, 20090608
- 4) 都築 誉史他, 眼球運動測定による多属性意思決定における魅力効果の分析, 日本認知心理学会第5回大会, 3A-6
- 5) 石井 仁他, 軽度発達障害児における形態模写過程の基礎的解析(ヒューマンコミュニケーショングループ(HCG)シンポジウム), 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学 106(612), 37-42, 2007-03-16
- 6) 宮本 勝他, 視線を用いた Web デザインの評価(表現と評価,<特集>表現のためのインタフェース,および一般)情報処理学会研究報告. HI, ヒューマンインタフェース研究会報告 2006(72), 9-16, 2006-07-06
- 7) Acoustical Society of America, Ethical Principles of the Acoustical Society of America for Research Involving Human and Non-Human Animals in Research and Publishing and Presentations, http://acousticalsociety.org/for_authors/ethical_principles
- 8) JIS Q 15001 (個人情報保護マネジメントシステム-要求事項) <http://www.jisc.go.jp/>
- 9) 人を対象とする研究倫理,立命館大学 <http://www.ritsumei.ac.jp/research/ethics/mankind/>

付録1 倫理規定に基づく実験の説明と質問

以下に東京工芸大学工学部コンピュータ応用学科オーデオビジュアルメディア研究室で使用している実験の説明と質問を示す。

倫理規定に基づく実験の説明と質問

質問: もし以下にあてはまる場合申し出てください。

- (a) 実験の安全性について説明が十分でないと感じている
- (b) 実験に関して自分の健康上不安がある
- (c) 実験に参加しないと不利益を被ると感じている
- (d) 実験に参加することで(実験目的以外に)利益があると感じている

実験についての説明

- 人間が音の方向や広がりなどをどのように感じるかを調べる実験です。
- いろいろな方向からいくつかの音が聞こえます。
- 多少うるさいかもしれませんが、市街地の騒音にくらべて大きいことはありません。(80dBspl以下としています)
- 電子的な、不快な音である可能性もありますが、超音波や低周波音(20Hz以下や、20kHz以上)の音圧レベルは低く抑えています。
- いくつかの質問にキーボードやマウスで回答してもらいます。制限時間内に急いで答えてもらう場合があります。(プレッシャーを感じるかもしれません)

実験結果の使用について

- 個人情報は記録しますが、公表はしません。
- 実験により得られた個人情報を除外した数値的な記録(以下実験結果と記載)は整理され、学術論文、書籍、インターネット等で公表される場合があります。

以上をよく読んで、実験にご協力いただける場合、以下に署名してください。

氏名
