

## 瞳孔径による授業評価

### Lecture evaluation using pupil diameter

大山 貴紀† 金子 格† 小野文孝† 曾根順治† 花村剛‡

Takanori Oyama, Itaru Kaneko, Fumitaka Ono, Junji Sone, Tsuyoshi Hanamura

#### 1. はじめに

視線計測装置の軽量化高性能化が進み、手軽に利用可能になった。その教育への応用は大きな可能性を秘めている。教育産業はその規模が巨大であり、わずかな改善が大きな経済効果をもたらす。視線計測装置はすでに web ページの最適化などに応用され、効果をあげている。授業評価に利用すれば、これまででない詳細なデータが得られ、講義の実施中に起こる様々な現象を、細部に至るまで、非常に詳細に分析することが可能になる。

最近の視線計測装置の中には、視線と瞳孔径を同時に測定できるものもある。瞳孔径は被験者が注意を向けるとより大きく開く特性があり、被験者が視野のある部分に視点が移動しただけでなく、その部分にどれだけ注意をはらったかを評価することができる。

今回、授業評価において瞳孔径の分析を行い、興味深い知見を得たので報告する。

#### 2. 視線計測に基づく分析例

##### 2.1. 視覚追跡デバイスの動向

1990年代頃にはすでに視線測定技術は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、視線計測システムの小型化、軽量化が急速に進んだ。頭部への装着部分はゴーグル程度の重量で、記録部分も軽量化で携帯可能となった。このようなデバイスはゴーグルと同様の手軽さで装着、利用でき、授業中に学生に装着してデータ収集することも可能である。また映像とあわせて数時間の記録をとることも容易になった。

すなわち、視線計測の基本的な原理は変わっていないが、小型化、軽量化により、これまでの視覚記録分析システムとは全く異なった分野での利用が可能となりつつある。

視線計測の用途については、古くから研究がおこなわれており、たとえばオン等は、視線、瞳孔に基づく映像要約手法を提案している<sup>1)</sup>。講義コンテンツに適用する場合、視線はいうまでもなく講義コンテンツの注目点を示すが、オン等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。CM やインターネット広告の分析ではすでに実用化が進んでいるが、講義中の瞳孔変化の分析はまだ十分な研究がされていない。そこで今回われわれのグループでは講義を受講する学生の瞳孔径の変化について分析を行った。

##### 2.2. 使用した視線計測分析システム

今回使用した視線計測分析システムはエモヴィス社に提供を受けたもので、視線計測を含むセンサー部(図1)と高度な分析ツール一式がまとめて提供される。

視線測定部は軽量、大容量の最新型のものである。ごく軽量の視線・瞳孔センサー、視野映像録画カメラと、ケーブル等で接続された大容量の録画記録部からなる。60回/秒の頻度で連続して60分の視線、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、様々なセンサーから得られるデータを分析し、被験者の情動を映像とともに分析可能となっている。

今回の実験では、システムに最初から組み込まれた情動解析支援ツールではなく、測定された瞳孔径を用いて授業分析への利用を目指した新たな分析方法を試みた。

##### 2.3. 分析対象とした講義

本大学で開講している2つの講義を評価に用いた。これらの講義の1回分について、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分程度記録した。

授業は系統の異なる2つの講義を選んだ。科目1の講義は外部講師による3年生を対象とした講義である。様々な技術の概要を紹介し、知識として覚えればよく、深く考えながら内容を追う必要はない。プレゼンテーションはパワーポイントを使用している。

科目2の講義は2年生を対象とした工学基礎科目で、数学的な内容を含んでいる。講師はベテランであり、板書により数式を示しながらゆっくり順序をおって説明するスタイルをとっている。学生は板書をしている間、数式をじっくり眺め、その後で説明を聞く、というサイクルを繰り返しながら授業を理解する。板書と説明で一定のリズムが作られる。また、学生は数式の意味を追うために、ある程度考えながら講義に参加する必要がある。

##### 2.4. 瞳孔径の時間変化

瞳孔径の時間変化を図1~図2に示す。科目1では瞳孔径が漸減する傾向がみられた。また、授業終盤では居眠りとみられる数値が多くみられた。科目2では平均40で安定していた。授業への一定の関心を保っていると解釈できる変化パターンであった。



図1 視線計測装置のセンサー部

† 東京工芸大学  
‡ (株)エモヴィス

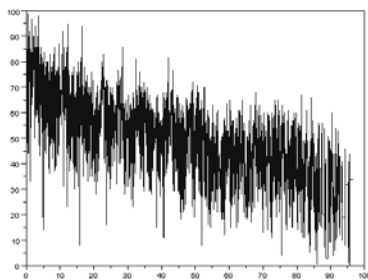


図2 瞳孔径時間変化(科目1)

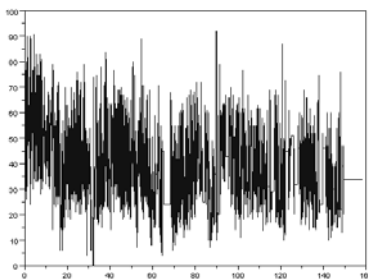


図3 瞳孔径時間変化(科目2)

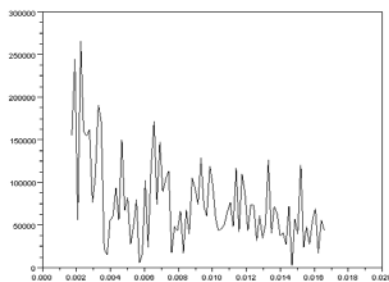


図4 瞳孔径変化周期(科目1)

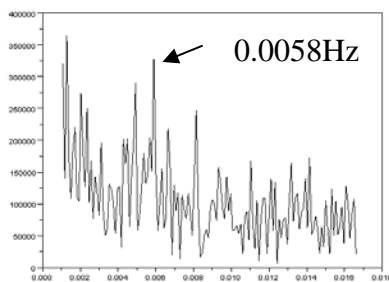


図5 瞳孔径変化周期(科目2)

## 2.5. スペクトル分析

瞳孔径における授業の特徴を分析するため、瞳孔径を時間の関数としてフーリエ変換し、周波数軸にプロットした結果を図3、図4に示す。

図3は科目1の瞳孔径の変動スペクトルを示す。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だ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

を示す。つまり、講義への関心が一定で、かつだんだんと低下しており、だんだん講義に飽きていったと推測できる。

図4は科目2における瞳孔径の変動スペクトルを示す。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0.058Hzにピークが見られるが、これは3分弱に一回の周期を示している。つまり熟練した教師に3分弱に一回受講者の注意を引いていると考えられる。

一方この授業では全体的な瞳孔径の縮小傾向は少なかった。3分弱毎に注意を喚起されることで、注意力の低下が抑制されているという仮説がなりたつ。

## 3. 視線以外の分析手法との統合

### 3.1. 視線と相補性の高い分析方法

視線計測だけでは以下の欠点がある。

(1) 多数の学生の平均的傾向を把握できない

視線計測装置は、安価になったとはいえかなり高価である。多数の学生に視線計測装置を装着させることはできない。

(2) 学習効果を確認できない

結果としてどの程度教育効果が得られたかを同時に評価する必要がある。

(3) 学生の能動的な活動を確認できない

視線計測は学生の反射的な反応をよく表すが、学生が能動的に行う学習行動はとらえていない。

そこで、我々のグループでは、視線計測と視線計測意外の授業分析方法を組み合わせた評価方法を検討している<sup>2)3)4)5)6)</sup>。

## 4. まとめ

受講者の視線計測に基づく授業分析を行った。瞳孔変化により授業の特徴を分析することが可能であることが示された。また、これまでに実現しているほかの分析手法と視線計測を組み合わせる可能性についても検討した。

謝辞: 本研究に協力いただいた、大学関係者、学生諸君に感謝いたします。

## [参考文献]

- 1) 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
- 2) 金子格, 曾根順治, 小野文孝, “最新の音声・映像分析技術の教育への利用”, ITを活用した教育シンポジウム2009 予稿集
- 3) 金子格, 曾根順治: “e-Learningによる反復練習, 問題回答率, レポート課題の比較検討”, ITを活用した教育シンポジウム2008 予稿集
- 4) 曾根順治, 金子格, 北村光芳, 小野文孝, “東京工芸大学におけるe-Learningの試行”, ITを活用した教育シンポジウム2007 予稿集
- 5) 曾根順治, 金子格, 北村光芳, 小野文孝, “e-Learningシステムの構築”, 東京工芸大学工学部紀要, Vol. 29, No. 1, pp 39-42(2006)
- 6) 曾根順治, 北村光芳, 齋藤頭一, “問題解決能力を向上させるためのWEB教育”, 第11回全国大学情報教育方法研究発表会 予稿集, pp.104-105, 2003.