

# タイムスタンプとアイトラッキングを利用した動画コンテンツの効果的な 利用と配信基盤の構築

Using Timestamps and Eye-Tracking for an Effective Utilization of Video Content  
and the Construction of its Platform

海野萌\*, 大場春佳\*, 鈴木祐介\*\*, 水野信也\*

Moe UNNO\*, Haruka OHBA\*, Yusuke SUZUKI\*\*, Shinya MIZUNO\*

**Abstract :** In recent years, an increasing number of universities are also using services such as iTunes U, YouTube to make their lectures accessible to the public. In order to improve the quality of video content, we use time stamp and eye tracking together and extract what kind of defect is in the video. A timestamp in this context refers to elapsed time since the start of the video, and it is linked to a viewer. By using this timestamp, the viewers are able to compare their own thoughts to the thoughts of others, thus enabling them to clarify their previously vague ideas in a relatively clear manner. Eye tracking can visualize the potential movement of video viewers and clarify viewers' focus points. We will also construct a platform where this timestamp and eye-tracking can be utilized, and support wide-ranging utilization of video content.

## 1. はじめに

近年,大学の授業やイベントが一般公開される動きが広まっている.そのような目的のために利用されているプラットフォームには,講義資料や講義動画への公開アクセスを提供する Open Course Ware (OCW) [1][2]や,学習支援と認定を提供する Massive Open Online Course (MOOC) [3]がある.さらに,iTunes U,YouTube,スライドシェアなどのサービスを利用して,講義を公開することも増えている[4][5].しかし,講義の公開には様々な課題が存在する[6][7].Webサイトのコンテンツに対するアクセス数の増加に焦点が当てられているが,個々の公開講義動画の利用分析にはほとんど注意を払われていない.その理由の1つに,動画分析の難しさがあげられる.反転授業では動画コンテンツを活用した授業が行われており,学習に効果的な動画コンテンツとその配信環境が求められている[8][9].

そこで,本研究では,動画コンテンツの利用状況を測定するためにタイムスタンプとアイトラッキングを用いた解析プラットフォームを構築する.これによって学習に効果的なコンテンツと学習環境の提供を提案する.タイムスタンプでは動画の再生時間に紐づいてコメントを追加でき,どの時点に注目しているのかを明確にすることができる.一方でアイトラッキングでは,視線を計測,可視化することで無意識に注目している場面を客観的にとらえることができる.さらに,このタイムスタンプとアイトラッキングを利用できるプラットフォームを構築し,動画コンテ

ンツの幅広い利用を促進する.動画コンテンツは,教育や医療におけるeラーニングなど,さまざまな分野で活用される可能性がある.本研究では,学生を対象とした反転授業の事例について説明する.

## 2. 動画コンテンツの利用と分析のためのプラットフォーム

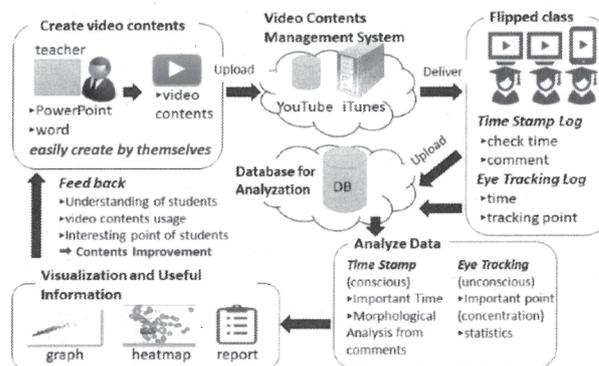


図1 動画コンテンツ解析プラットフォームのシステムフロー

本研究では,それぞれの動画にタイムスタンプとアイトラッキングのデータを紐づけ,動画の利用率を測定する.図1にシステムフローを示す.このシステムは,コンピュータ端末を用いたeラーニング形式と対面形式の両方で動作可能である.動画コンテンツの作成,反転授業の実施,

2018年1月31日受理

\* 理工学研究科 システム工学専攻

\*\* 株式会社東海コミュニケーションズ

タイムスタンプとアイトラッキングのログ情報の取得、分析とフィードバックを繰り返すことにより、動画コンテンツの品質を改善し、反転授業の効果を向上させることが期待される。また、データ解析のためのデータベースの構造を図2に示す。

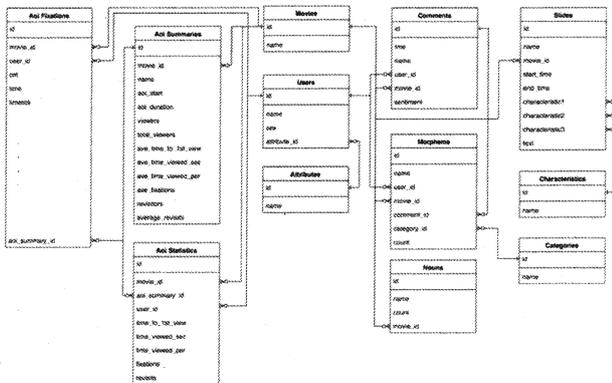


図2 分析のためのデータベース構成

### 3. 反転授業への適用

2章で示したシステムを反転授業に適用した。16人の視聴者に、学校給食の良さを紹介する5分間の動画を視聴してもらい、その時の注目している部分を分析した。また、この動画はPowerPointで作成された28枚のスライドに、ナレーションが付いている。被験者は、16人である。

#### 3.1 タイムスタンプのログデータの取得

タイムスタンプを取得する際には、図3に示すように、視聴者が映像を視聴しているときに、視聴者がコメントを登録した際の時間を取得する。視聴者は自分のコメントしか見ることができないが、管理者は全員のコメントを見ることができる。図4にユーザごとのスライドごとのコメント数と、スライド時間について示す。これより、ユーザごとに注目しているスライドが明確になる。また、各スライドの時間と、各スライド単位時間あたりのコメント数を折れ線グラフで示している。グラフより、スライド時間の長さはコメント数に影響しておらず、ユーザは時間に均等にコメントを入れていたことがわかった。

次に、機械学習 API (Indico) [10] でコメントの感情がポジティブまたはネガティブであるのかを分析した。図5に、スライドごとにポジティブまたはネガティブなコメントの数を示した。ネガティブなコメントを多く含むスライドでは、音質が悪いことや、説明がわかりにくいなどの特徴がある。タイムスタンプを用いたコメントを解析することで、簡単に改善すべきスライドを抽出できる。また、タイム

スタンプの量が多い場合でも容易に解析できる。

他にも、名詞間の類似度を、cos 類似度を用いて算出し、共起ネットワークを作成した、図6にネットワーク図を示す。これにより、単語同士の関係性が明らかになり、注目してほしい単語が、どの単語と入力されやすいのか確認することができる。またネガティブな名詞とともに共起する単語から、改善すべき点について思考することが可能である。例えば、学習指導要領に関する説明部分においては、「学習」「指導要領」「説明」の名詞とともに、「箇所」「白」「デザイン」「位置」「違和感」が近くに共起している。そこからパワーポイントにおけるレイアウトがよくなかったのではないかと推測できる。

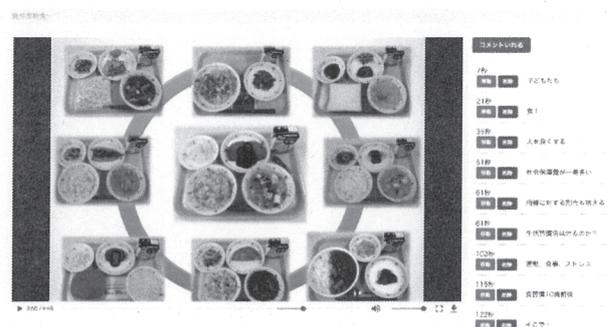


図3 タイムスタンプを用いたコメント投稿画面

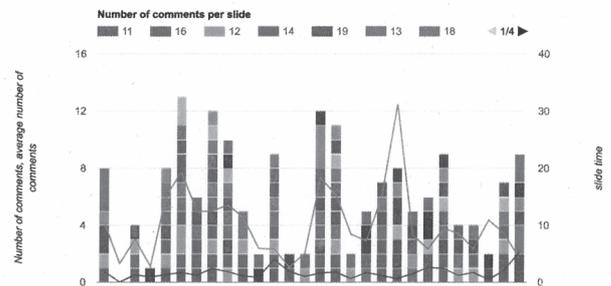


図4 ユーザごとのスライドごとのコメント数と時間

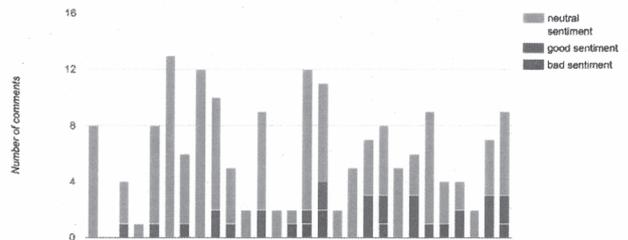


図5 登録されたコメントのスライドごとの感情分析

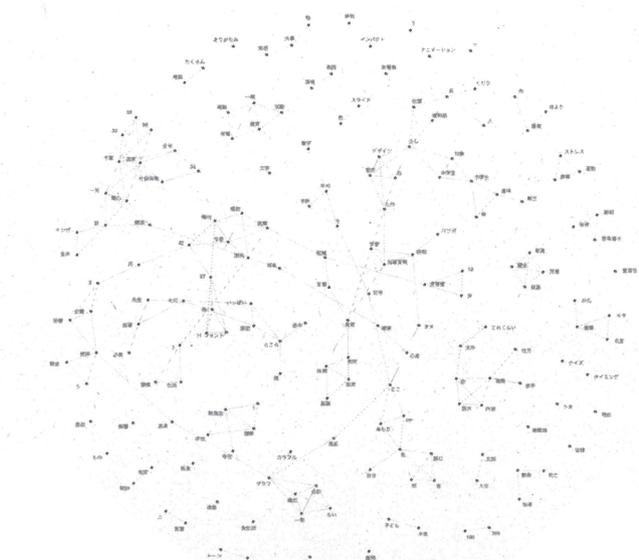


図6 共起ネットワーク図

このシステムは、タイムスタンプを入力するときに動画が一時停止する。それは、タイムスタンプが指す位置を明確にするためである。そこで、一時停止機能の有用性について検証する。図7は、各スライドにおいてナレーションの内容に含まれていない単語数を示したものである。これは、スライド時に入力された単語からナレーションに含まれている単語を除き、一つ前のスライドに含まれていた単語のみを抽出することで作成した。これにより、一つ前のスライドの内容と思われる単語とその数を抽出することができる。グラフより、一つ前のスライドの内容を入力してしまったとみられるコメントは少なく、また抽出された単語は、「習慣」や「給食」など、今回の動画のトピックに含まれる単語が多いことがわかった。これにより、タイムスタンプを入力する際に一時停止する機能は、有用ではないかと考える。

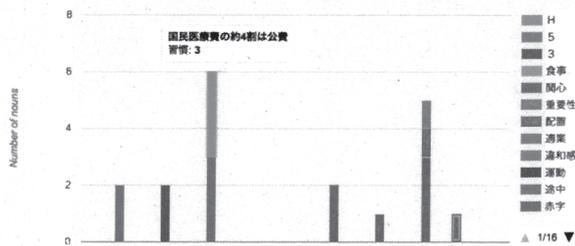


図7 ナレーションに含まれない単語の関係

3.2 アイトラッキングのログデータの取得

アイトラッキングの実施環境を図8に示す。実験の手順

は以下のように行った。被験者はアイトラッキングのソフトウェアとデバイスがセットされているPCの前に座り、視線のキャリブレーションを行う。次に、動画を視聴してもらう。アイトラッキングのデバイスとソフトウェアはGP3 HD Ultimateバンドルアイトラッキング[11]を使用した。このデバイスは基本機能として、ヒートマップ、フィクゼーション, AOI (Dynamic Areas of Interest) を備えている。

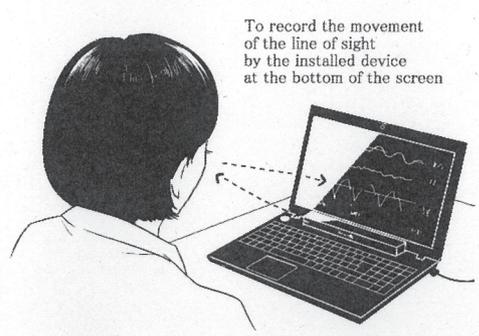


図8 アイトラッキングを用いた測定実施環境

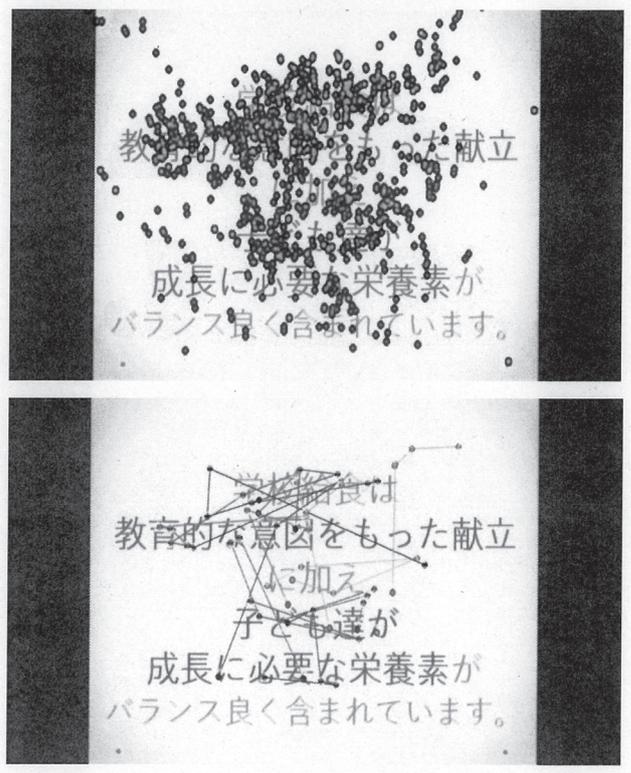


図9 ヒートマップによる視線可視化(上)  
フィクゼーションによる視線可視化(下)

図9にヒートマップによる視線可視化とフィクゼーション

ョンによる視線可視化の様子を示した。このとき、被験者が複数人いる場合、任意のユーザを選択して可視化できる。このようにして、基本機能を利用して高度な目線の視覚化が可能である。また、図10に示すように、AOI機能によって画面を16のエリアに分割することにより、視線を定量的に計測することが可能である。

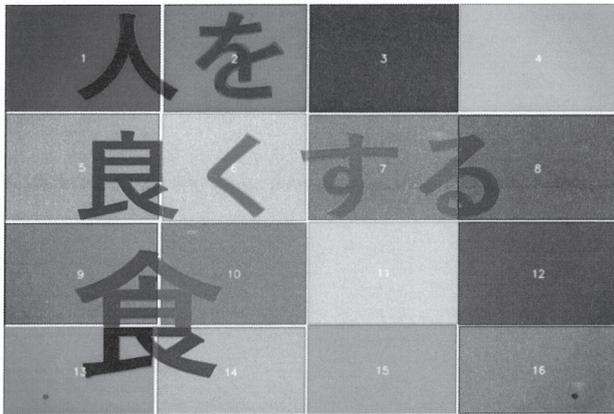


図10 AOIによる画面のエリア分割

### 3.3 視線追跡ログデータを用いた分析

アイトラッキングのデータを用いて視聴者のコンテンツ視聴状況を分析した。

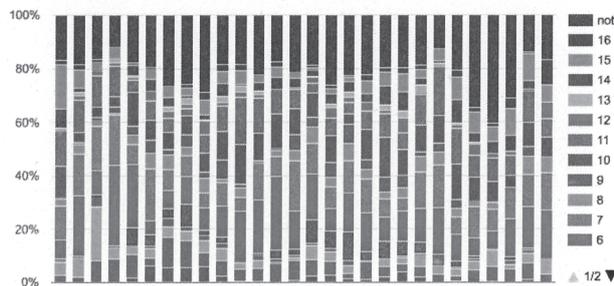


図11 スライドごとの注視されたエリアの集計

図11は、各スライドについて、どの領域が注目されているかを示している。グラフの上部は、スライド上のどの領域も見えていない割合である。スライドは左から順に並んでいる。このとき、4番目、22番目、27番目のスライドは、スライドのいずれのAOIも見えていない割合が少ない。つまり、これらのスライド比較的良好に注目されている。その理由として、他のスライドと比べ文字数が少ないという共通する特徴があげられる。文字数が少ないことによって文字に注目されやすく、どこも見えていない時間が、他のスライドに比べて少なかったのではないかと推測される。さらに、22枚目のスライドはナレーションの音が非常に大きく、声による

特徴的な演出効果もみられた。よって、声の大きさや、声による演出効果といった要素も人々の視線の動きに関係している可能性がある。スライドの中心が全体的によく見られることも解析により明らかになった。

#### 3.3.1 属性ごとスライド別の視線の動きの比較

次に、学年属性が関係しているのかを検討した。図12は大学1年生の5人と、図13は大学3年生の4人の学生の閲覧データを示した。

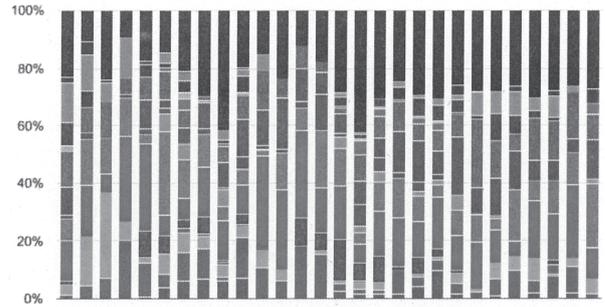


図12 大学1年生の5人の視線集計

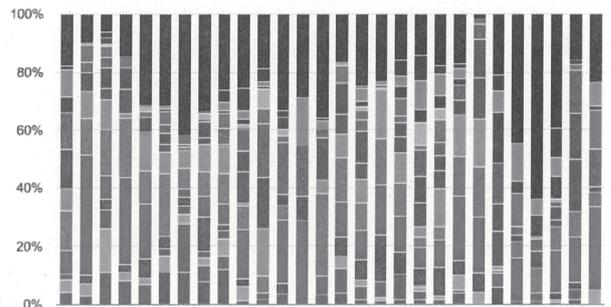


図13 大学3年生の4人の視線集計

このグラフはAOIで設定された16のエリアのいずれも見えていない割合を表している。すると、3年生よりも1年生の方がより均等に動画を見ていることがわかった。

#### 3.3.2 属性ごとの注目領域の検証

属性ごと、スライドのどの部分を中心に注目しているかについて検討した。図14に、全体での注目されているAOIの割合を示した箱ひげ図を示す。

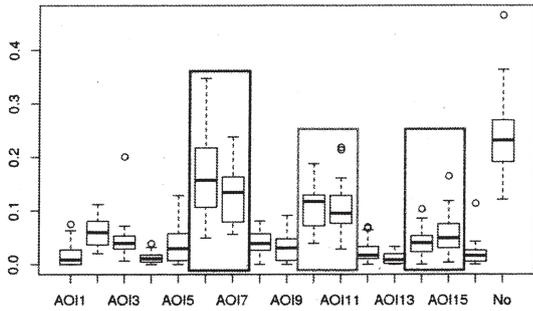


図14 注目しているAOIの割合(全体)

図6から、16分割したスライドの中心から1/4上(6番, 7番), 中心から1/4下(10番, 11番), 中心の下1/4(14番, 15番)がよく注目されていることがわかる(図14)。次に学年ごとの箱ひげ図を図15に示す。上から大学1年生(5人), 大学2年生(5人), 大学3年生(4人), 大学4年生(2人)である。図15より、学年が下がるにつれて、注目しているAOIが下がっている。これより、学年が上がるにつれて、PC操作に慣れた学生の視線が下がっていくのではないかとということが考えられる。

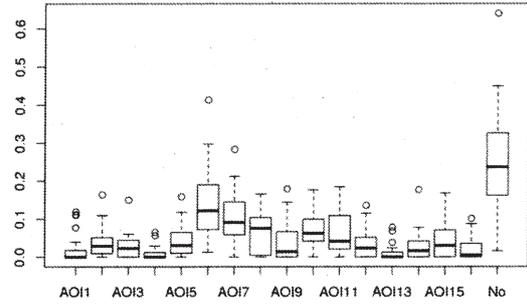
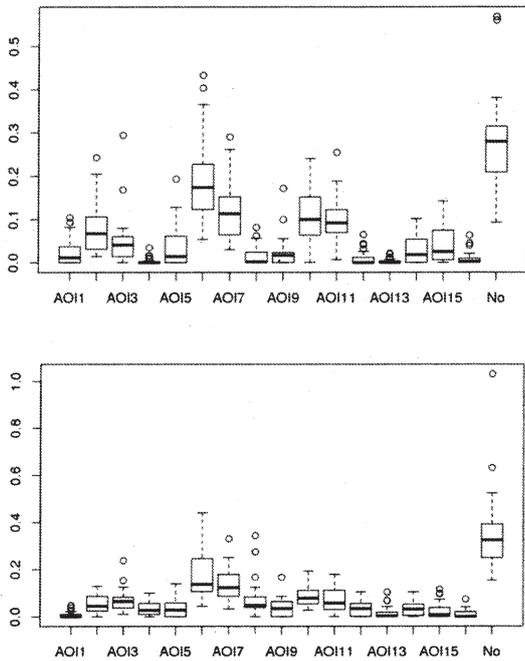
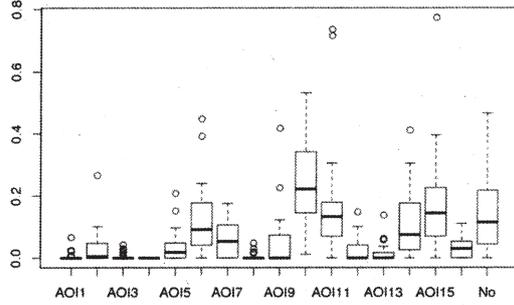


図15 学年別注目しているAOIの割合(上から大学1年生, 大学2年生, 大学3年生, 大学4年生)



### 3.3.3 スライドに関する基本分析

ここでは、スライドに関する基本分析を行う。図16に、スライドをk-means法を用いて分類した結果を示す。図に示されている数字はスライド番号であり、用いたデータはユーザごとのスライドに対する、AOIの滞在割合である。

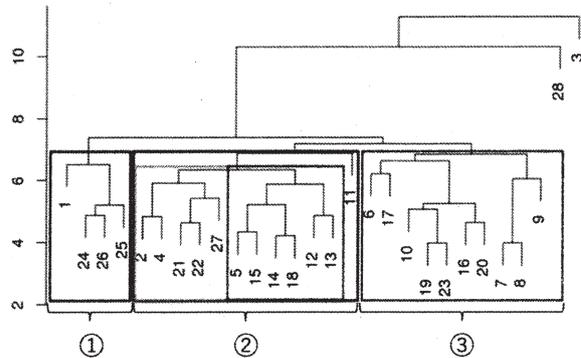


図16 K-means法でのスライドの分類

図16より、スライドを大きく分けて3つのグループに分類することができた。注目すべきは左のオレンジ色で囲われた①グループである。今回、被験者に見てもらった動画の中には、大きな声と大きな文字を出す部分(スライド番号22)が含まれている。スライド22番は視聴から約4分であ

り、被験者が動画視聴に疲れを感じはじめているころだと考える。そのようなタイミングにおいて、インパクトのある効果を入れることによって、集中力の持続につながる可能性があると考えられる。

3.3.4 AOI移動に関する基本分析

次にユーザの視線の動きについて検証を行った。図17は今回の動画を見ているときに、ユーザが視線を移動したAOIの関係性について示したものである。AOI1からAOI2への移動は動画を通して54回、AOI3からAOI4へは32回であり、回数が多いほどマスの色が濃くなっている。これより、AOI1からAOI2、AOI5からAOI6、AOI13からAOI14への移動が顕著であることが分かった。これはスライドごとのAOI分布からも、確認できた。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	No see
1	0	54	6	0	22	15	4	0	5	2	1	1	0	0	0	0	20
2	47	0	52	6	23	19	41	2	2	9	7	2	1	5	1	0	62
3	10	57	0	32	13	46	65	9	1	6	9	3	0	1	3	1	59
4	0	8	27	0	3	2	14	15	0	1	3	2	0	0	0	0	32
5	22	18	3	0	0	12	20	1	29	23	10	1	2	2	0	0	41
6	9	13	42	6	83	0	27	18	21	43	52	4	4	7	7	0	70
7	10	38	54	18	43	14	0	10	15	57	17	1	4	14	4	4	49
8	1	5	8	8	20	22	73	0	7	14	15	21	1	0	1	1	33
9	2	3	2	1	27	29	9	2	0	38	11	2	9	13	3	1	30
10	6	15	9	0	22	12	43	9	50	0	16	21	7	38	39	6	59
11	1	8	10	2	1	56	105	13	31	11	0	55	10	41	77	27	46
12	2	3	1	4	4	12	11	15	16	19	39	0	4	7	18	15	26
13	0	2	0	0	3	7	1	0	11	10	2	2	0	38	1	0	15
14	1	4	0	0	2	11	4	0	15	69	29	12	11	0	33	6	54
15	1	1	2	0	1	16	17	7	3	34	66	15	16	49	0	46	66
16	0	3	1	0	1	10	11	2	7	16	8	11	10	7	27	0	16
No see	28	77	58	30	29	14	61	34	20	31	41	26	16	49	55	24	0

図17 ユーザの視線の移動(上：回数，下：割合)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	No see
1	0.00	0.39	0.04	0.00	0.16	0.11	0.03	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
2	0.12	0.00	0.23	0.01	0.06	0.28	0.10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.15
3	0.03	0.18	0.00	0.10	0.04	0.15	0.21	0.03	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.19
4	0.00	0.07	0.25	0.00	0.03	0.02	0.13	0.14	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	0.07	0.06	0.01	0.00	0.00	0.42	0.07	0.00	0.10	0.08	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.14
6	0.01	0.14	0.05	0.01	0.10	0.00	0.27	0.02	0.03	0.18	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.09
7	0.01	0.05	0.08	0.03	0.06	0.23	0.00	0.15	0.02	0.08	0.17	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07
8	0.00	0.02	0.03	0.03	0.09	0.10	0.38	0.00	0.03	0.06	0.06	0.09	0.00	0.00	0.01	0.00	0.14
9	0.01	0.01	0.01	0.00	0.12	0.12	0.04	0.01	0.00	0.28	0.05	0.01	0.04	0.06	0.01	0.00	0.13
10	0.01	0.02	0.01	0.00	0.03	0.18	0.06	0.01	0.07	0.00	0.27	0.03	0.01	0.13	0.06	0.01	0.09
11	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.09	0.18	0.02	0.05	0.19	0.00	0.10	0.02	0.07	0.13	0.05	0.08
12	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.06	0.06	0.08	0.08	0.10	0.20	0.00	0.02	0.04	0.09	0.08	0.13
13	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.08	0.01	0.00	0.12	0.11	0.02	0.02	0.00	0.04	0.01	0.00	0.16
14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00	0.05	0.22	0.09	0.04	0.04	0.00	0.00	0.02	0.17
15	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.05	0.02	0.01	0.10	0.19	0.04	0.05	0.14	0.00	0.14	0.19
16	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.08	0.08	0.02	0.05	0.12	0.06	0.08	0.08	0.05	0.22	0.00	0.12
No see	0.04	0.10	0.08	0.04	0.04	0.11	0.09	0.05	0.03	0.12	0.06	0.04	0.02	0.07	0.08	0.03	0.00

3.3.5 瞳孔の変化に関する基本分析

瞳孔の変化は、学習者の興味や認知・心理的な負荷の大きさを表していると考えられている[12][13]。そこで、瞳孔の変化を可視化し、集中度やスライド内容との関連性を明らかにする。

図18は、瞳孔の変化を時系列で追ったグラフである。線の色は各ユーザを表しており、キャリブレーション時を1とした時の、左右の瞳孔面積の平均を示している。大きく瞳孔が変化したユーザがいたため、今回は外れ値として扱うこととした。外れ値を除いたグラフを図19に示す。

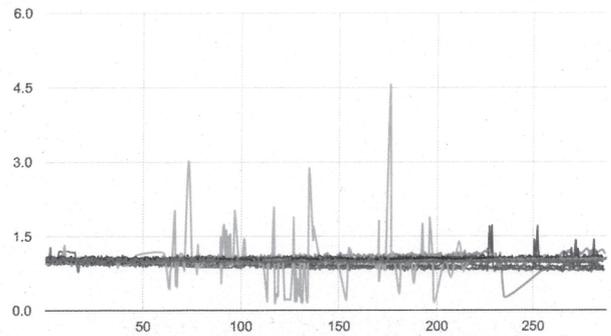


図18 ユーザごとの瞳孔面積の変化

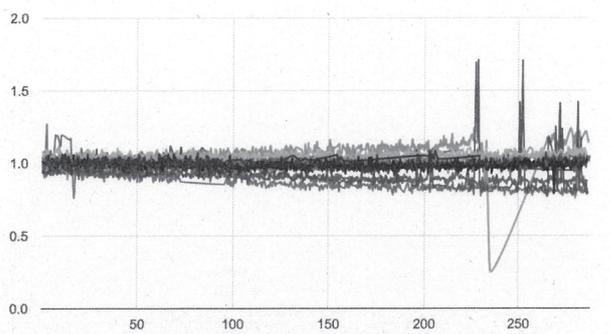


図19 ユーザごとの動向面積の変化(外れ値を除く)

図19より、瞳孔の大きさが徐々に小さくなるユーザがいることが分かった。ほかにも、230秒過ぎから大きく瞳孔面積が変化するユーザがいた。このユーザの瞳孔変化の要因として、集中度が続かなかったことが挙げられる。そこで、集中して見て欲しいと思われる動画は200秒以内が望ましいのではないかと考えられる。

4. さいごに

本研究では、タイムスタンプとアイトラッキングを備えた動画分析プラットフォームを構築し、提案を行った。このプラットフォームを使用することで、これまで広く研究されていなかった動画コンテンツの分析が容易になる可能性がある。また、教育環境におけるシステムの使用例として、反転授業にどのように適用するかを紹介した。タイムスタンプを他者と共有することで、学習効果を高めることが期待される。そして、タイムスタンプを用いたコメントを扱うことで、どのような言葉や行動が学生に影響を与えているのかを分析することができると考えられる。さらに、アイトラッキングを併用することにより、視聴者の視線を評価することが可能である。この動画解析プラットフォームは、汎用的なシステムである。教育や医療といった様々な分野で適用され、動画コンテンツの有効活用や学習

効果の向上が期待される。

#### 参考文献

- 1) MITOpenCourseWare, <http://ocw.mit.edu/index.htm>, (2016/04).
- 2) UTokyoOpenCourseWare, <http://ocw.u-tokyo.ac.jp/>, (2016/04).
- 3) mooc.org, <http://mooc.org/>, (2016/04).
- 4) 静岡大学テレビジョン, <http://sutv.shizuoka.ac.jp/>, (2016/04).
- 5) YouTube Edu, <https://www.youtube.com/edu>, (2016/04).
- 6) 竹村治雄. "8-333 大阪大学 OCW の現状と課題 (OS オープンコースウェアとその活用-II, 口頭発表)." 工学教育研究講演会講演論文集 第 60 回年次大会 (平成 24 年度). 公益社団法人 日本工学教育協会, 2012.
- 7) 山里敬也. "3-215 名古屋大学 OCW (名大の授業) で公開されている遊び, 体験から学ぶ授業 (オーガナイズドセッション: オープンコースウェアとその応用-I)." 工学教育研究講演会講演論文集 第 61 回年次大会 (平成 25 年度). 公益社団法人 日本工学教育協会, 2013.
- 8) 三保紀裕, et al. "反転授業における予習の仕方とアクティブラーニングの関連." 日本教育工学会論文誌 40.Suppl. (2017): 161-164.
- 9) 糸井重夫. "経済・金融教育における"反転授業"の有効性と課題." 経済教育 34 (2015): 144-148.
- 10) Indico, <https://indico.io/>, (2018/07)
- 11) Gazept, <https://www.gazept.com/>, (2018/07).
- 12) 矢島正晴, 野嶋栄一郎, and 梅沢章男. "747 瞳孔変化を指標とする映像認知過程の実験的検討 (文章理解 (1), 学習 8, 口頭発表)." 日本教育心理学会総会発表論文集 第 32 回総会発表論文集. 一般社団法人 日本教育心理学会, 1990.
- 13) 相澤裕紀, and 内藤佳津雄. "視覚的作動記憶における保持のオンライン指標としての瞳孔サイズ." 日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第 14 回大会. 日本認知心理学会, 2016.