

オンライン授業実施状況ダッシュボード

井上 仁^{1,a)}

概要：オンライン授業における学習者の環境は対面授業と大きく異なる。対面授業では学習者のほとんどが同じ環境で受講するのに対して、オンライン授業ではPCやネットワークの状況や家庭環境に大きく依存する。そのため、受講時の問題の原因が、個人環境、プロバイダー、システム等のどこにあるのかを教員や受講者が把握するのは容易でない。そこで、オンライン授業の実施状況を提供するダッシュボードを作成した。

キーワード：オンライン授業，状況監視，ダッシュボード

Dashboard for Online Class Situation

INOUE HITOSHI^{1,a)}

Abstract: The environment of learners in online classes differs greatly from that of face-to-face classes. In contrast to face-to-face classes, where most learners use the same environment, online classes are highly dependent on PC and network conditions and the home environment. Therefore, it is not easy for instructors and students to understand where the cause of problems lies in the personal environment, provider, or system. To solve this problem, we developed a prototype of a dashboard that provides information on the status of online classes.

Keywords: Online Class, Situation Monitoring, Dashboard

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、大学における従来の対面授業の多くがオンライン授業に置き換わっている。対面授業では、教室に来ればほぼ全員が同じ条件で受講することができる。もし学生になんらかの障害がある場合には、合理的配慮として、教員や支援員等の確保、施設や設備の整備の対応がされる。授業時に、教室内での映像や音声の視聴に問題があれば、受講者全員に影響が生じ、教員も含めてすぐに状況を把握することができる。

しかしながらオンライン授業においては、PCやネットワークの状況や家庭環境に大きく依存する。大学によっては、経済的な支援としてPCやWi-Fiルーターの貸与する

事例もあるが、多くの場合は学生の負担で受講環境を整備する必要がある。また、受講時になんらかの問題が発生した場合、その原因が、個人環境、プロバイダー、システム等のどこに原因があるのかを教員や学習者が把握するのは容易でない。そのため、受講者の一部あるいは全員の問題が解決されないだけでなく、把握されないまま授業が進められることがある。

鈴木 [1] は、インストラクショナルデザインの観点からeラーニングの質保証の五つの観点から捉えたレイヤーモデルを提案している。最下層は、アクセス環境、十分な回線速度、IT環境のレベルに応じた代替利用方法、サービスの安定度、安心感を挙げており、eラーニング環境が学習者にマイナスの影響を与えていないかを確認するマイナス1のレベルとしている。このレイヤーは、「いらつきのなさ(精神衛生上の要件)」となっているが、そのみならず安定した受講環境はオンライン授業の最低要件である。

¹ 群馬大学 Gunma University

^{a)} hitoshi.j.inoue@gunma-u.ac.jp

2. 研究目的

本学では、リアルタイムのオンライン授業において、オンライン会議システムである Zoom を大学全体で契約して利用している。Zoom の利用状況は 3 節に記す情報が一般に取得可能であるものの十分ではないと考える。そこで、本学で実施しているオンライン授業の実施状況を利用者に提供するダッシュボードを試作した [2]。

一連の研究では、作成したシステムを利用者に提供するとともに、本システムの有用性を検証し、さらにシステムを改善することを目的とする。本稿では、この過程において、まず作成したシステムの詳細について報告する。

3. 一般に取得可能な情報

オンライン授業に支障がある原因は、受講者/教員の PC やネットワーク環境の障害、受講者/教員の PC と Zoom データセンター間のネットワークの障害、Zoom データセンターの障害、教員の操作の問題等さまざまである。現在取得可能な情報からは原因の特定は限定的である。これらの原因の特定は、現在取得可能な情報からは限定的である。

3.1 受講者や教員が取得可能な情報

Zoom 社の公式サイト^{*1}から障害情報が得られる。また Zoom に限らず国内外の多くのサービスの障害や稼働停止状況を監視する Downtector^{*2}というサービスがある。しかしながら、これらのサイトは大規模な障害が発生しない限り、情報が反映されない場合がある。

個人の通信環境に関しては、Zoom アプリケーションの統計情報により、音声、ビデオ、画面共有の通信状況や品質を得ることができる (図 1)。しかしながら、自分だけが通信状況や品質が悪いのか、他の受講者も同様なのかを比較することができない。またミーティングに参加できないことや、音声や画面共有を受信できないことが、受講者側と教員側のどちらに問題があるのかを判断することができない。



図 1 Zoom 統計情報

*1 <https://status.zoom.us/>

*2 <https://downtector.jp/>

3.2 管理者が取得可能な情報

管理者は、Zoom が提供するダッシュボード機能により、ライブあるいは開催済みのミーティングの状況を閲覧することができる。これらの情報を常時監視するのは現実的ではなく、利用者からの問い合わせがあった際の調査に利用することが多い。また、利用者に直接提供することができない。

図 2 は、管理者ダッシュボードに表示される情報の一つである。ダッシュボードには、過去に開催されたミーティングと現在開催されているミーティングの情報が表示される。ミーティング一覧では、ミーティング ID、トピック、ミーティングを開催しているホスト、開始時刻、参加者数、音声・ビデオ・画面共有の利用状況等が表示される。また、設定により各ミーティングの品質が表示される。ミーティングの品質は、音声・ビデオ・画面共有それぞれのビットレート、レイテンシー、ジッター、パケットロス等を元に算出される。

ミーティングID	トピック	ホスト	開始時刻	参加者数	ビデオ	オーディオ	画面共有
97	...	...	2021年8月24日 05:00 PM	128	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 12:32 PM	124	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 11:59 AM	65	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 12:29 PM	64	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 12:16 PM	63	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 12:38 PM	40	...	...	...
...	...	...	2021年8月24日 12:33 PM	59	...	...	...

図 2 Zoom 管理者ダッシュボード (一覧)

また、図 3 のように、ミーティングの参加者の個々の状況を閲覧することができる。

参加者	ビットレート	レイテンシー	ジッター	パケットロス (平均/最大)
...	61kbps	17ms	7ms	0% (0%)
...	62kbps	17ms	7ms	0% (0%)
...	62kbps	28ms	16ms	0% (0%)
...	62kbps	23ms	7ms	0% (0%)
...	62kbps	20ms	8ms	0% (1.9%)
...	62kbps	16ms	7ms	0% (0%)
...	62kbps	18ms	7ms	0% (0%)
...	62kbps	20ms	7ms	0% (0%)

図 3 Zoom 管理者ダッシュボード (詳細)

4. Zoom の API

Zoom には多くの API^{*3}が提供されている。アカウント、利用者、ダッシュボード、ミーティング、チャット等の Zoom が備える多くの管理機能を API で操作し、また情報を JSON 形式で取得することができる。

*3 <https://marketplace.zoom.us/docs/api-reference/>

本システムでは、以下の二つの API を利用している。

- List meetings
- List meeting participants QoS

List meetings は、過去に開催された/あるいは現在開催中のミーティング一覧を取得する。過去に開催されたミーティング一覧を取得する際には、ミーティングの開催日の範囲を指定する。取得できる情報は、ミーティング ID、トピック、ホスト名、ホストのメールアドレス、ホストのライセンス種別、ミーティングの開始時刻、ミーティングの終了時刻、ミーティングの開催時間、参加者数、音声の有無、ビデオの有無、画面共有の有無、録画の有無、等である。

List meeting participants QoS は、指定したミーティングの参加者全員の品質を取得する。取得できる情報は、ユーザー ID、ユーザー名、IP アドレス、場所、参加時刻、退出時刻、品質、等である。品質は、ミーティングに参加してから 1 分ごとの音声、ビデオ、画面共有の入出力それぞれについて、ビットレート、レイテンシー、ジッター、平均パケットロス、最大パケットロス、ビデオと画面共有についてはフレームレート、解像度、等である。

5. 作成したシステム

本節では、作成システムに関して、利用者に提供している情報とシステム内の処理について説明する。

5.1 提供している情報

利用者は、情報提供用のサーバーに Web ブラウザーでアクセスする。現在、システムでは以下の三つの情報を提供している。

- (1) 現在学内で開催されているミーティング数と参加者数、直近 15 分間のミーティング数と参加者数の 1 分ごとの推移 (図 4)
- (2) 全ミーティングの平均品質として、音声、ビデオ、画面共有の通信量、レイテンシー、ジッター、パケットロスの直近 15 分間の推移 (図 5)
- (3) 個別のミーティングの音声、ビデオ、画面共有の通信量、レイテンシー、ジッター、パケットロスの直近 15 分間の推移 (図 6)

5.2 システム内での処理

情報取得のプログラム主に二つからなる。一つは、ミーティングの開催数と参加者数の情報を得るためのものであり、API の **List meetings** を利用している。もう一つは、全体と個別のミーティングの品質情報を得るためのものであり、API の **List meeting participants QoS** を利用している。各プログラムは Python で記述されており、サーバー内で定期的に起動されている。

Zoom接続状況

学内全ミーティング

開催状況 (1分ごとに更新)

- 参加者数:1199
- ミーティング数:76

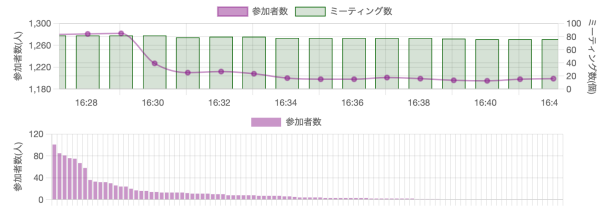


図 4 学内全ミーティングの開催状況 ([2] から引用)

平均品質 (5分ごとに更新)

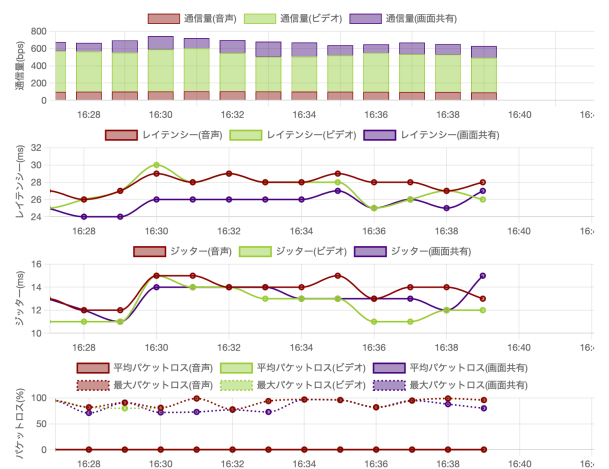


図 5 学内全ミーティングの平均品質 ([2] から引用)

個別ミーティング

開催状況 (1分ごとに更新)

- 参加者数:101

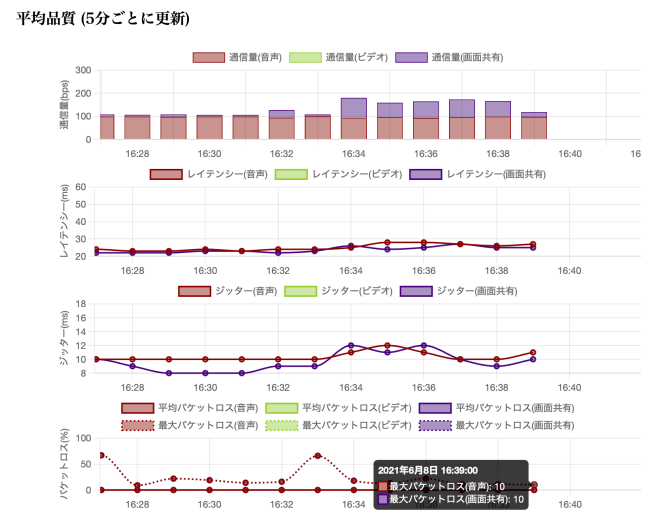


図 6 個別ミーティングの状況 ([2] から引用)

以下は、プログラムで生成される JSON 形式のデータの一部である。図 7 と図 8 は、ミーティングの数と参加者数の情報である。図 9 は、開催されているすべてのミーティングの平均の品質の情報である。図 9 と同様の形式で、現在開催中ならびに直近で開催された個々のミーティングの品質の情報がミーティングごとに生成される。

```
past_info.json:
{
  "past_info": [
    {
      "time": 1624411012049,
      "meetings": 65,
      "participants": 123
    },
    {
      "time": 1624411041988,
      "meetings": 65,
      "participants": 125
    },
    {
      "time": 1624411071982,
      "meetings": 67,
      "participants": 136
    },
    .....
  ]
}
```

図 7 プログラムで生成されるデータ (1)

```
info.json:
{
  "time": 1624411271986,
  "meetings": 20,
  "participants": 64
}
```

図 8 プログラムで生成されるデータ (2)

Web ブラウザでは、JavaScript によりサーバーから図 7-9 のデータを定期的取得する。グラフの描画は、JavaScript のライブラリ Chart.js^{*4}を利用している。

5.3 個別ミーティングの状況

受講者が特に興味があるのは、自分が参加できない、あるいは参加しているミーティングの情報である。参加人数や通信状況を知ることにより、自分だけがミーティングに参加できていないのか、他の参加者の通信状況と自分の統計情報を比較することによって、自分の環境に問題があるのかを知ることができる。

受講者は当然ミーティング ID を知っているが、ミーティ

```
all_qos.json:
{
  "qos": [
    {
      "time": 1624411000000,
      "audio_input_bitrate": 101,
      "audio_input_latency": 33,
      "audio_input_jitter": 12,
      "audio_input_avg_loss": 0.3,
      "audio_input_max_loss": 15.6,
      "video_input_bitrate": 693,
      "video_input_latency": 44,
      "video_input_jitter": 16,
      "video_input_avg_loss": 0.5,
      "video_input_max_loss": 13.1,
      "as_input_bitrate": 45,
      "as_input_latency": 32,
      "as_input_jitter": 11,
      "as_input_avg_loss": 0,
      "as_input_max_loss": 12.1
    },
    .....
  ]
}
```

図 9 プログラムで生成されるデータ (3)

ング ID を知らなくても、総攻撃により本学で開催しているミーティング ID が判明することが想定される。本学では、ミーティングには、バスコード、待機室、認証された利用者のみが参加可能のいずれか一つを最低設定する必要にするポリシーにしているが、開催中のミーティング ID が第三者に知られるのは好ましいとはいえない。

ダッシュボードを本学構成員のみが閲覧できるようにするには認証機能を組み込めば解決するが、学内認証システムとの認証は技術的かつセキュリティポリシー的な問題で敷居が高い。総当たり攻撃により、開催中のミーティング ID を知られることになる。総当たり攻撃により、開催中のミーティング ID を知られることになる。そこで、本学で開催されていないミーティング ID が入力されても、擬似的なミーティング情報を提示することにより、実在するミーティング ID が第三者に知られないように処理している。

- 現在開催されているミーティングの場合、その品質情報を表示する
- 現在開催されていないミーティングの場合
 - ー 過去に開催されたことのあるミーティングの場合、その品質情報を表示する (現在開催されていないので実際は表示されない)
 - ー 過去に開催されたことのないミーティングの場合、ある確率で、現在開催されているミーティングの品質情報を擬似的に表示する

^{*4} <https://www.chartjs.org/>

6. システムの評価

本システムは現時点で試作段階のため、有用性については未評価である。今後、以下の方法で評価の予定である。

一般にシステムの有用性は、利用者の目的が達成されたかどうかによって判断されることが考えられる。本システムは、オンライン授業実施のためのツールである Zoom の利用状況や品質をリアルタイムで利用者に提示することによって、問題点が利用者個人の PC やネットワーク環境によるのか、あるいはシステム全体に起因し他の利用者でも発生しているかの状況を把握するためのものである。そのため、問題点がすぐに解決されることは少ないと考えられる。

そこで本システムの評価方法として、まず提供した情報が何らかの役に立ったかどうかを図 10 のように利用者からのフィードバックから得ることとする。

Zoom接続状況で提供する情報について

本サイトで提供する精度向上と満足度調査のために以下についてご回答ください。

- 全ミーティングの開催状況
 - ☐役に立った ☐役に立たなかった ☐どちらでもない ☐参照しなかった
- 全ミーティングの平均品質
 - ☐役に立った ☐役に立たなかった ☐どちらでもない ☐参照しなかった
- 個別ミーティングの開催状況
 - ☐役に立った ☐役に立たなかった ☐どちらでもない ☐参照しなかった
- 個別ミーティングの平均品質
 - ☐役に立った ☐役に立たなかった ☐どちらでもない ☐参照しなかった

送信 リセット

図 10 利用者からのフィードバック

しかしながらシステムが利用されたからといって、必ずしもフィードバックが得られるわけではない。そこで、他の評価方法として、個別のミーティングの状況の参照を評価指標として利用する。参照が多いミーティングは複数の受講者が不便を感じていると想像される。各ミーティングの品質は図 9 の形式で生成されるので、個別ミーティングの情報の参照時の品質を記録する。参照された回数と品質に何らかの関係性があれば、そのミーティングに関する情報を入手する要求度が高いと判断される。

7. 今後の課題と展望

現時点では試作の段階であるが、公開の際には以下の課題を解決する必要があると考えている。

7.1 情報の正確さ

一つのミーティングの参加者数が多いもので 300 人程度ある。多くの参加者の通信品質を取得したほうが正確な情報を提供できるが、授業時間帯に同時に開催されるミーティング数は 100 個近くあり、受講者も 3,000 人前後であ

る。そのため、参加者数分の情報を定期的に取得すると、一日の API 呼び出し回数の上限を超える場合がある。

7.2 情報の更新頻度

接続の状況や通信品質は、最新の情報を提供するのが望ましい。しかしながら 7.1 節で述べたように、ミーティング数と参加者数が多いため、頻繁な API の呼び出しは、単位時間あたりの上限と一日の上限を超える場合がある。API の呼び出し状況は記録しているので、履歴の分析により API 呼び出しの上限を最大限に活かす考えている。

7.3 利用状況に基づく情報取得

6 節で述べたように、参照が多いミーティングは複数の受講者が不便を感じていると想像される。そこで、すべてのミーティングに対して一律に情報を収集するのではなく、問題があると考えられるミーティングに関する情報収集の頻度を増やすことで、実用性の高いシステムになると考えている。

7.4 正式運用と評価

現時点ではまだ正式運用していないが、2021 年度後学期の授業では教員・学生に対して公開する予定である。また公開後は、6 節に述べた評価を実施予定である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 18K18677 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 鈴木克明, ID の視点で大学教育をデザインする鳥瞰図: eラーニングの質保証レイヤーモデルの提案, 日本教育工学会第 22 回講演論文集, pp.337-338, 2006
- [2] 井上仁, オンライン授業実施状況ダッシュボードの試作, 第 46 回教育システム情報学会全国大会論文集, 掲載予定, 2021