

遠隔環境に対応する「動画記録試験」の試みと運用支援システム「ReCom」の開発

齋藤 敦輝¹ 吉田 葵^{1,a)} 松澤 芳昭^{1,b)}

概要：

2020年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、ICTを活用した遠隔授業の実施が求められることとなった。ICTを用いた遠隔環境での授業において問題となるのは試験の実施方法である。本研究では、学生の試験の様子と操作画面の両方が確認できる映像を撮影し、不正がないかを確認員が確認する「動画記録試験」の試みとその運用を支援するシステム「ReCom」の提案を行った。本システムには、動画記録試験の運用において(1)学生の動画撮影や提出ミスの軽減や生じた時の支援機能、(2)確認員が効率よく動画を確認するための支援機能が求められる。これにより、遠隔環境においても学生が公平性の担保に一定の理解が得られる人間活動システムの実現を目指す。本システムは2021年度にハイフレックス方式で実施されたプログラミング導入授業における毎週の小テスト環境で運用した。毎週平均して約30%の学生が動画記録試験を選択しシステムを利用した。運用の結果、(1)学生の正常動画提出率95%を達成した、(2)5分の小テスト1件につきおよそ1.5分まで確認時間を効率化することができた、(3)学生への質問紙調査で「動画記録試験」は対面環境と遠隔環境のどちらで受験した学生にとっても概ね公平性の担保が評価された、という結果が得られた。

キーワード：遠隔教育、CBT・WBT、プログラミング教育、オンライン試験

1. はじめに

2020年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、教育機関ではICTを活用した遠隔授業の実施が求められることとなった。世界的に遠隔授業の導入と研究が進んだ結果、遠隔会議システムを利用した授業の運用はあたりまえの日常となっている。コンピュータを使った演習についても、遠隔を主とするフルオンライン環境でも対面と同様の運用が可能であることが分かってきた[1]。

ICTを用いた遠隔教育において、最後に残された課題が試験の実施である。遠隔環境における試験は、受験者が試験を受験している様子が不透明となりやすく、試験に不適切な通信によるカンニングや受験者のなりすましといった不正が容易であるという課題がある。

この問題に対応するため、青山学院大学社会情報学部ではプログラミング導入講義において「動画記録試験」の試みが行われてきた。「動画記録試験」とは、受験者が任意の場所でプログラミング試験を実施し、操作過程の共有画

面、受験者PCのカメラ映像、マイク音声を記録した試験動画を提出する試験方式である。

しかし「動画記録試験」には学生が動画撮影時に画面共有を忘れる、視聴できない無効な動画を送るなど提出に際してのミスが散見されるという問題があった。加えて試験の動画に不備がないか確認を行う者（以降、確認員とする）が学生の提出する記録動画を目視で1件ずつ確認することに膨大なコストがかかるという課題が残った。

本研究では、学生が遠隔と対面のどちらの参加方法であっても試験を公平に行うため、学生の試験の様子と操作画面の両方が確認できる動画を提出してもらう「動画記録試験」の要件を整理し、その運用を支援するシステム「ReCom」の開発を行った。学生の提出ミス抑止や軽減と確認員の確認作業効率化を目指したシステム「ReCom」を用いて、遠隔からでも対面試験と同様な評価基準で受験することができる「動画記録試験」の運営を支援できるか、というのが本研究のリサーチクエスションである。

2. 先行研究

定期試験には学習ナビゲータとしての役割があり、e-Testingにおいても学習管理システムの構築を果たすこと

¹ 青山学院大学 社会情報学部
School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University
^{a)} aoi@si.aoyama.ac.jp
^{b)} matsuzawa@si.aoyama.ac.jp

で、その役割をもつと言われている [2]。遠隔による試験の受験においても教育効果が期待されている。

2000 年台より CBT(Computer Based Testing) という分野で、コンピュータを利用した試験環境の研究が行われてきた。例えば、仲林ら [4] はオンラインによるテストシステムの開発を報告している。松浦ら [5] は教科「情報」入試における受験方式として、CBT システムの利用を目指した研究開発を報告している。しかし、これらの研究は、基本的には学習者が非同期の e-Learning 利用を行い、その成果をチェックするための設計となっており、実際の教育現場の定期試験のように、本人による受験保証などの公平性を保つことは研究対象となっていない。服部ら [3] は、2020 年度コロナ禍に実施された遠隔受験による定期試験の取り組みについてのアンケートの結果から、殆どの学生が自宅で受験をし、50 %以上の学生の試験に対する取り組みが不正行為に該当する可能性があった、と報告している。

遠隔環境からの試験受験において、不正行為を防止するために様々な手法が検討されている。濱田 [6] は遠隔による Moodle を用いた日本語クラスの定期試験において、問題数を増やす、時間を短くするという工夫を行っている。林ら [7] は遠隔環境での定期試験実施において、予め採取した筆跡データにより本人証明を行う筆記認証法を、志田 [8] は指紋認証を利用したオンライン試験の受験方式をそれぞれ提案している。安田ら [9] は試験時に使用するタブレット型端末を操作する手の形状を記録し機械学習を行い、遠隔試験でのなりすましの検出を試みている。鈴木 [10] は CBT における不正のトライアングルモデルに基づいて検討した不正行為防止策を実践し、従来の紙面型試験よりもコンピュータベース型試験を支持する学生が多数を占めていたことが報告されている。小方ら [11] は長文読解課題における聴覚から得た不正を、眼球運動を利用して検出する試みを行っている。David [12] は既存の教育ツールと動画共有ツールを使用し、不正行為の抑止を期待した遠隔における小テストを実施している。

3. 動画記録試験

3.1 動画記録試験とは

本研究では、遠隔環境における試験において、受験者の試験中の様子を明らかにし、不正が行われない環境での試験を遂行するための「動画記録試験」方式を提案する。「動画記録試験」の基本的な考え方としては、受験者が自身の PC のブラウザ画面を利用して回答するような試験問題に対して、その回答過程における画面・PC カメラ映像・PC マイクの音声を動画として記録し、提出することで試験の不正を抑止する。PC カメラ映像と PC マイクの記録から、試験開始から試験終了まで本人が受験し、他人と通信をしていないことを確認する。解答過程における画面記録

によって、規定の資料のみ閲覧をしており、定められていない情報の収集が行われていないかを確認する。

動画記録試験のツールとして、Webex ミーティングを利用した。実験対象となる著者所属大学では、全ての学生に Webex アカウントが付与されているためである。自身が適切な設定を行い個人ミーティングを実施することで、クラウド上に動画記録試験の要件を満たす試験動画が記録される。これを利用して、実際の授業では、開始時刻を合わせて受験者が記録動画を Webex ミーティングによる画面録画機能を利用して撮影を行い、確認員が提出された記録動画のチェックを行った。

「動画記録試験」を受講する受験者のおおまかな手順は以下の通りである。

- (1) Webex の設定を行い、パーソナルミーティングを開催する。
- (2) デスクトップ全体を画面共有し、マイク・カメラを ON にして録画を開始する。
- (3) 学生番号と名前を発声し、課題に取り組む。
- (4) すべての課題が終了したら、録画を終了する。
- (5) Webex クラウドに動画が生成され次第、共有リンクを提出システム (ReCom) から提出する。

受験者が動画記録試験を行う際に注意すべきこととして、以下の注意事項を守るように周知した。

- 課題が提示されてから、5 分以内に録画を始めてください。試験開始時間に大きな差がある場合は理由を聞く場合があります。
- LINE などの通知が試験中に表示されないように設定してください。
- マルチディスプレイは利用しないでください。
- パーソナルミーティングは 30 分経過するとアラートが表示されますが、ミーティングが終了されないように気をつけてください。
- 声に出しながら考えてもらっても構いません。
- よそ見をせずに課題を実施してください。少しよそ見をしただけで不正とはしませんが、長期間や頻繁なよそ見はソースコード履歴のチェックを厳しく行います。
- お手洗いなど、やむを得ず PC 前から離れる場合には、離席時間を記録して、録画共有リンク提出時に報告してください。
- 早く終わった場合は、そこで録画を終了しても構いませんが、その後解答を変更することはできません。

3.2 動画記録試験の対象とする問題

本研究での実験では、毎週の授業で行われる小テストと中間試験の 2 種類の試験について、動画記録試験方式を採用した。小テストには山口ら [13] によって開発が行われているジグソー・コードが用いられた。ジグソー・コードとはシャッフルされたプログラム断片を操作可能なプログラムとなるように順番を並べ替えることで回答するシステムである。中間試験では指定された Web 開発環境を用いて、制限時間 80 分以内に指定された仕様のプログラム作成を行う試験を実施した。

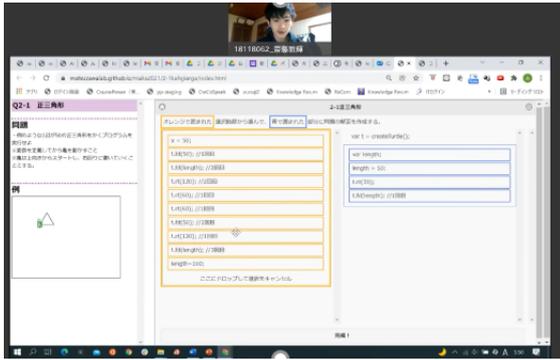


図 1 小テスト記録の正常提出例

3.3 動画記録試験の要件

動画記録試験には公平性を担保するために以下の 5 点を満たす記録動画であることが求められる。

- 要件 1 受験者の顔が確認できる
- 要件 2 受験者の視線が確認できる
- 要件 3 受験時における周囲の音声を確認できる
- 要件 4 操作画面が確認できる
- 要件 5 試験開始時刻が確認できる

要件 1 は受験者が別の誰かによるなりすましを防止する役割を果たす。要件 2 は視線の移動が顕著な学生は周囲から回答を得ようとしていないか対面環境と同様に観察する必要がある。要件 3 は音声による回答の共有を防ぐことを目的としている。それに伴い、各受験者には小テスト開始時に学生番号と名前を発声することを依頼した。要件 4 は操作画面を共有することにより、プログラミングの過程を観察できるようにする役割を果たす。これは同時に LINE を代表するコミュニケーションツールでの回答共有や、Web ページ上での検索・閲覧が行われていなかを監視するためにも必要となる。要件 5 は学生が回答を入手してから後で受験することを防ぐため、対面で行われている試験と同期していることが保障できるようにする必要がある。

これらの要素を満たした記録動画を本試験における正常提出とし、図 1 にその例を示す。

3.4 動画記録試験における課題

2020 年度コロナ禍におけるフルオンライン授業下で実施された実習授業において動画記録試験が実施された。そこでの取り組みから、動画記録試験を運営するうえで以下の 2 点が課題となっていた。

- 課題 1 学生が画面共有を忘れてしまったり、音声が入っていないなど正常な提出が行えない。
- 課題 2 確認員が動画チェックをおこなう際に、目視で 1 件ずつ確認することに時間がかかりすぎる。

課題 1 は学生の提出時における提出ミスについてである。これには、そもそも評価できる動画が提出されていないケースや、動画 URL が 2 つ以上に分かれているものを

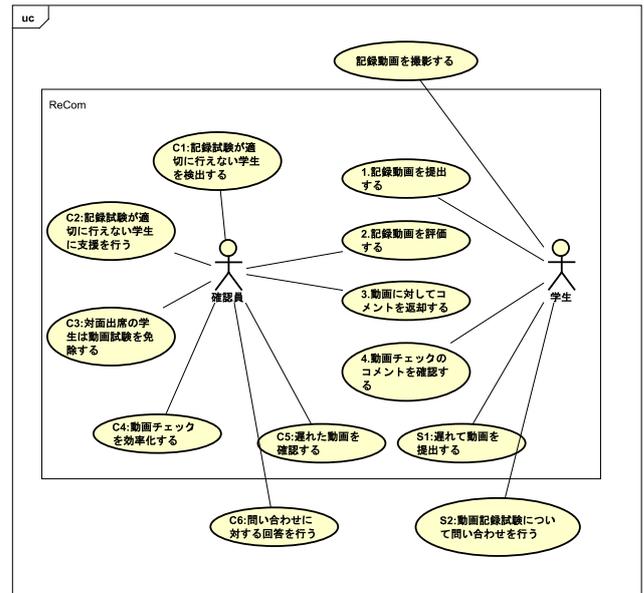


図 2 ReCom のユースケース図

繋げて記述しているケース、提出はできているが正しく評価を行うには要素が不十分であるケースなどがある。

課題 2 は確認員の労力についての問題である。目視で確認を行うにあたり、収集した記録動画のリンクを 1 件ずつ選択しながら評価することへの手間は、運営していくうえで非常に大きい。これらの課題を解決するために動画記録試験を支援する機能を備えたシステムの開発が必要である。

4. 提案システム

4.1 システム概要

本研究では、動画記録試験の運用支援システム「ReCom」を提案する。「ReCom」名前には、本試験を象徴する試験過程の記録 (Record) と、学生と確認員がシステムを通じて発言し合う (Comment) ことで試験を運営していくことができるようにと願いが込められている。

ReCom の外部機能をユースケース図 (図 2) に示す。ReCom には「学生」と「確認員」の 2 つのアクタがいる。学生と確認員との間における記録動画の授受や評価を行うことを仕様の範囲とし、各自が Webex で行う試験の撮影と記録試験への問い合わせは範囲外としている。

「ReCom」は、3.4 節にて述べた 2 つの問題の解決を目的とした 2 つの機能、即ち、

- 機能 1 学生の提出ミス抑止や軽減を行う機能
- 機能 2 確認員の確認作業効率化を支援する機能を備えている。

機能 1 は、主にユースケース 1 に対応する。学生は記録動画を提出する際に提出するファイルが間違いないようにすることが必要である。一般的な LMS (Learning Management System) では提出するファイルを確認することが学生自身に一任されてしまう。提出時の画面遷移に工夫を行うこと



図 3 学生の記録動画提出画面

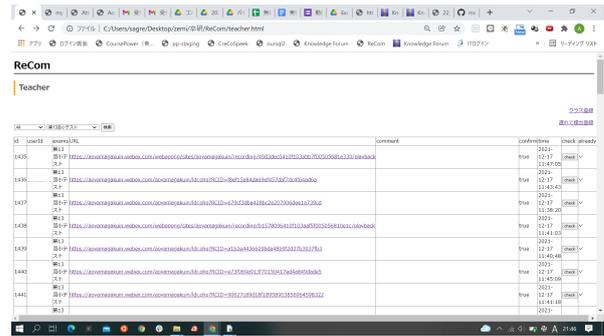


図 5 記録動画一覧表示画面



図 4 提出動画の確認画面

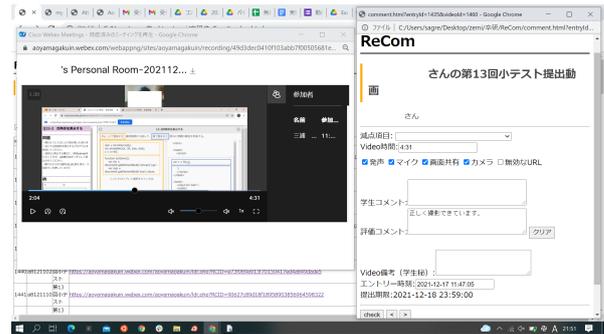


図 6 記録動画評価画面

で提出する記録動画にミスがないか確認してもらうことでこの問題を解決する。

機能 2 は、ユースケース C4 に対応する。確認員が学生の提出した記録動画を目視で確認する際に効率をあげるために利用される。動画視聴を行う際に、受験の様子が正しく撮影された正常提出なのかを 1 件ずつ評価する必要がある。1 画面で作業するとき「動画視聴」と「評価登録」を並行して行なうことができるようにする。

4.2 インタフェース

4.2.1 機能 1-学生の提出ミス抑止や軽減を行う機能

図 3, 図 4 は学生が ReCom により、撮影した記録動画を提出する際のインタフェースである。Webex 上で行った試験の様子を録画した記録動画が再生可能であるか、試験上の必要項目が満たされているかを学生自身にも確認を行ってもらうような設計とした。学生は共有するリンクを確認してから提出することで、記録動画の不備がないかという不安が払拭され、確認員も視聴可能かを事前に判断することができる設計となることを期待した。

4.2.2 機能 2-確認員の確認作業効率化を支援する機能

確認員が提出された記録動画を確認するために使用されるインタフェースをそれぞれ図 5, 図 6 に示す。図 5 は提出された試験を授業回別にソートし一覧表示にした様子を、図 6 は check ボタンを押下することで表示された評価画面を表している。評価を行う際は、3 章で示された記録動画の確認する 5 項目を満たしているかをチェックするため、画面左側に記録動画を、画面右側に動画の評価登録の

インタフェースを表示させた。これら 2 つのウィンドウを用いて効率よく評価を行っていく設計となっている。

4.3 開発プロセス

本システムの開発は、コロナ禍でのプログラミング授業運営という状況から、ならびに、迅速な要求分析と改善サイクルを実現するために、数週間の運用結果を踏まえて改版開発を行い、機能を練り直すという反復型方式で開発を行った。本論文では、開発プロセスを 3 つのフェーズに分けて説明する。

フェーズ 1 では、ユースケース 1 から 4 までの、両アクタ間における記録動画の授受が適切に行えるまでを設計した。学生が記録動画の視聴確認を行うことができるインタフェースを設計し、機能 1 の役割を備えた。機能 2 にあたるユースケース C4 は、学生の提出と試験の運用に対して影響が少なく、優先度が低いと判断したため開発は未着手であった。そのため、データベースの入出力と動画確認の評価は Excel シートで行った。

フェーズ 2 では、授業運営を行うことで具体的となった、提出期間外の記録動画の提出リクエストや、正常提出を行えない学生への対応を行った。ユースケース S 1 の、学生が遅れて記録動画を提出した場合、確認員は評価を行う対象とするのか(ユースケース C5)を検討した。これは学生につき 1 度のみ遅れての提出を許可し、Gmail にて直接提出してもらうことで解決した。ユースケース C1, C2 については、マニュアルを読んでも適切な録画方法が分からない学生に対して個人あてに YouTube で撮影した手順説明

の動画を送付することで対応した。これらに該当する学生の検出を ReCom で行えるように設計した。加えてフェーズ 2 では、ハイフレックスの対応を行えるように設計を行った。ユースケース C3 はハイフレックス授業において重要であり、対面で受験した学生と動画記録試験で受験した学生との試験評価を分けて行う必要があった。対面で受験した学生が使用した、大学備え付け PC のログデータを収集し、動画記録試験の受験者と対面で受験した学生の評価をそれぞれ ReCom で評価できるように設計した。ユースケース C4 については、記録動画のデータを一覧表示させ、1 件ごとの URL を選択・視聴ができるウェブページを設計した。しかし、画面遷移とデータ入力は手作業のままであった。

フェーズ 3 では、ユースケース C4 の、確認員の確認作業効率化を支援する機能に焦点を当てたインターフェースの開発を行った。「>」ボタンで対象回における次の評価対象とする学生の動画へと遷移できるようにし、データの登録もウェブページ上で登録できるインタフェースを設計した。

5. システム運用実験

5.1 目的

本研究の目的は、学生の提出ミス抑止や軽減と確認員の確認作業効率化を目指したシステム「ReCom」を用いて、遠隔からでも対面試験と同様な評価基準で受験することができる「動画記録試験」の運営をどの程度支援できるかを示すことである。筆者本人が確認員として本システムを利用し、授業が実施される 1 週間ごとに学生が提出した記録動画の確認とフィードバックを行った。動画記録試験を運営するうえで、ReCom が課題を満たす機能が備えられたシステムであるのか妥当性の評価を行う。

5.2 適用対象

本研究の分析対象は、2021 年度青山学院大学社会情報学部社会情報学科 1 年生の必修授業であるコンピューティング実習の受講者 256 名分のデータである。

5.3 授業環境

授業は、対面での授業の参加と、遠隔からの授業の参加を学生が日ごとに選択できる「ハイフレックス」形式で行われた。そのため、遠隔からの授業参加の場合は、動画記録試験を行ったうえで記録動画の提出を必須とした。第 2 回授業において、学生には記録動画の撮影と操作ができるようにしてもらうため、10 分程度のインストラクション及び小テスト 1 問分のデモンストレーションを行った。

5.4 使用データ

本研究で分析するデータは、システムログとアンケート

の 2 種である。システムログは、ReCom で提出された動画の件数や確認員のチェックを行う時に記録される作業時間である。アンケートは第 12 回の授業で行い、有効回答数は 122 件（有効回答率 48%）であった。

6. システム運用実験結果

6.1 システムログ評価

ReCom システムログから得られた動画件数、確認員の作業時間を表 1 に示す。

動画記録試験を選択した学生は、第 10 回講義を除き、およそ 3, 4 割程度いることが分かった。第 2, 3 回の授業では、自然災害により登校して授業へ参加することが困難であったこと、第 10 回の授業では中間試験を実施することが事前に告知されていたこと、がそれぞれの人数となった要因と推測される。これらの回を除いた授業では、遠隔から授業に参加していた学生が全体のおよそ 1/3 いたことから、動画記録試験による遠隔での出席を積極的に利用する学生が一定数いることが分かった。

学生が提出した記録動画が正常提出であったかについてシステムログから評価していく。学生の記録動画の正常提出率について、第 2 回から第 13 回にかけて元々 78.9%あったが、第 13 回では 94.7%に上昇している。授業開始当初は動画の確認を行わずに提出していたが、返却された確認員からのコメントを見ることで適切な動画なのかを確認する学生が増加したのではないかと考えられる。その結果、学生が機能 1 を利用することで、授業後半の小テストでは提出ミスを全体の 5%程度に収めることができた。

確認員の作業時間について、ReCom の開発フェーズが進むごとに総動画時間に対する作業時間の割合が減少していったことが分かる。第 2 回から第 13 回にかけて、総動画時間に対する作業時間の割合がおよそ 55%削減された。特に第 10 回から第 12 回にかけて確認員の作業効率化を目的とした開発を行ったため、動画時間に対する総作業時間の割合が著しく低下し、総作業時間が削減されたことが確認できた。

6.2 アンケート評価

6.2.1 学生による提出時の動画確認への意識調査

本システムの機能 1 が、設計の意図通りに学生の提出ミス防止に寄与していたかを評価するため、「ReCom で動画提出をする際に確認用の URL が表示されますが、URL を提出するときに確認していましたか？」という設問のアンケートを行った。その結果を図 7 に示す。大部分の学生は、動画提出時に視聴の確認をしてから提出していたことが分かった。学生はシステムを設計の意図通りに利用していたため、全体の提出ミス抑止に繋がったことが示された。

6.2.2 動画記録試験に対する公平性の評価

動画記録試験と対面試験との間に公平性が担保されてい

表 1 小テスト実施回ごとの記述統計量

	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 6 回	第 7 回	第 8 回	第 9 回	第 10 回	第 12 回	第 13 回
開発フェーズ	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
総出席者数	256	256	208	224	227	220	216	207	217	204	208
遠隔出席者数	184	194	103	82	122	119	106	105	29	92	91
遠隔出席率	46.09%	61.72%	40.23%	32.03%	47.66%	46.48%	41.41%	41.02%	11.33%	35.94%	35.55%
記録動画提出件数	180	216	100	69	106	97	104	102	45	82	76
正常提出率	78.9%	73.6%	80.0%	85.5%	84.0%	89.7%	84.6%	90.2%	95.6%	92.7%	94.7%
総動画時間 (h)	20.84	17.60	14.33	8.86	12.50	15.71	14.25	8.19	4.11	6.29	6.47
動画確認時間 (h)	10.72	4.76	4.20	3.02	3.70	5.27	4.93	3.25	1.19	1.04	1.56
総作業時間 (h)	12.72	8.06	6.41	3.70	5.47	6.99	6.14	3.86	1.28	1.60	1.81
総動画時間に対する視聴時間の割合	51.4%	27.0%	29.3%	34.1%	29.6%	33.6%	34.6%	39.7%	29.0%	16.5%	24.1%
総動画時間に対する作業時間の割合	61.0%	45.8%	44.7%	41.8%	43.7%	44.5%	43.1%	47.1%	31.1%	25.4%	27.9%

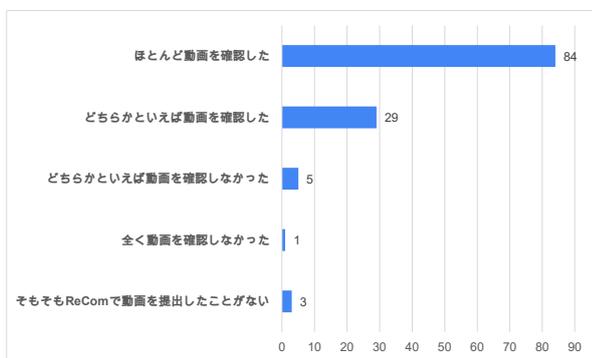


図 7 動画提出に際してシステムで再生可能かを確認した学生の内訳

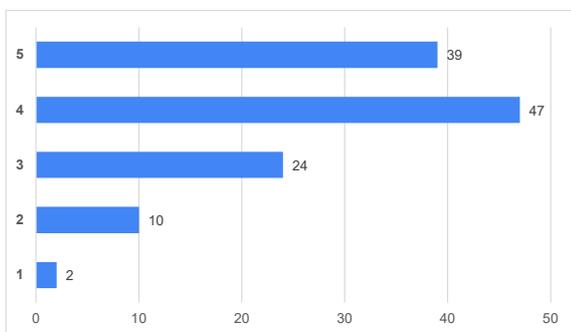


図 8 学生による動画記録試験への公平性についての評価

たかについて学生の評価を得るため、アンケートを行った。「本授業は動画記録方式と対面試験が選択できましたが、ハイフレックス環境下において動画記録試験は公平性が担保できていると考えますか?」という設問に対して5段階の評価を行ったところ、図 8 の結果が得られた。5が公平性が担保されていることに対して強くそう思うことを意味し、平均は 3.91 で分散が 0.98、中央値は 4 であった。この結果から、概ねの学生が動画記録試験は公平であったと感じていることがわかった。

この結果と、受験形態の内訳についての回答から、動画記録試験でより多く受験した動画記録試験群と対面試験でより多く受験した動画記録試験群に 2 群に分け、公平性に

表 2 受験方法別の公平性に対する評価の平均

	人数	公平性への評価の平均
動画記録試験群	53	4.38
対面試験群	58	3.52

についての評価の平均を求めた。その結果を表 2 に示す。平均の差の t 検定をおこなった結果、有意であった(両側検定: $t(109)=4.96, p<.05$)。したがって、動画記録試験群の学生よりも対面試験群の学生の方が公平性に対する評価は若干低くなったといえる。

対面試験群の学生の公平性に対する評価が低くなった理由について、理由記述欄の分析を行った。代表的な意見を表 3 に示す。A は 2 種類の試験を受験した上で公平であったと実感したという意見であった。B は試験について顔を出すことと操作画面が記録されていることへの信頼を評価していた。C は Webex ミーティングの機能により開始時刻が確認できることで、試験時間が同期されていることを保障できる点を指摘している。D は記録動画の確認がいつでもできることと、動画を証拠として残すことができる利点を評価している。対して、E は画面操作を学生に委ねることで別のディスプレイの操作などを検知することが困難であることを指摘している。F はカメラの撮影位置によっては十分なチェックが出来ないことを危惧している。

7. 確認員支援機能評価実験

7.1 目的

確認員による ReCom を使用した評価が、開発者以外が使用した場合においても効果的なのかを評価するため、実験を行った。本システムは開発者以外の確認員が使用した場合においても作業効率が果たせるのか検討する必要がある。動画記録試験の記録動画を評価する確認員のシステム ReCom を開発者以外に使用してもらうことで、確認員のコストがどの程度軽減ができていくのかについて客観的な評価を得ることを目的とする。

表 3 公平性に関する受講者のコメント

受講者	評価	コメント
A	5	対面と動画記録試験の両方で受験経験があるが、どちらも変わらず試験を行うことが出来たから。
B	5	顔だしやミュート解除され、画面共有もしていたら、誰も違反行為を起こせないと思うから。
C	5	何時にテストを開始したかを確認できるため。
D	4	動画が証拠として残るから。
E	2	画面録画をしているとはいえ、モニターの手前などにカンニングペーパーを仕込んである可能性は否めないから。
F	2	比較的できていると思うが、パソコン周辺にカメラの死角が存在するので、完璧には難しいと思う。

7.2 実験方法

被験者 2 名に対して本システム ReCom を使用した記録動画の確認を行ってもらった。実験冒頭に筆者による導入及びシステムについての説明と、実際に評価を行うデモンストレーションを 15 分ずつ行った。その際に失敗の提出例についてとその対応方法やシステムの操作方法への諸注意を行った。その後、前半と後半の 2 回に分け、確認作業を 30 分ずつ実施してもらった。2 回取り組むことで確認作業への慣れが影響するのかを調べた。

使用したデータは既に筆者による確認が済んでいたもので、確認の速さと正確性が後から比較できるようになっている。第 14 回小テストでは 70 件のうち 9 件が音声がかえらない、画面が共有されていないなどのミスが発見された動画となっており、それらが期待通りに指摘できたかを、入力されたデータのログから評価を行った。加えて、実験終了時に被験者には 10 分程のアンケートを行い、システムについての評価をした。

7.3 結果と考察

7.3.1 記録確認の正確性評価

被験者 A, B が行った評価と、筆者が事前に行っていた評価との一致率をまとめた結果を表 4 に示す。表内の数字が筆者による評価との一致率で、括弧内の数字が被験者による評価件数である。

被験者 A は前半の開始時に PC のマイクに不具合が生じていたことから、音声共有に関する確認がうまくいかなかった。しかし音声がかえらない動画が続くことに対して不信に感じた被験者 A は、PC 内マイクの設定を修正した以降は問題が解決され、後半は正しい評価を行うことができていた。

被験者 B は前半に小さな音声の動画を聞き逃していたため評価が異なったものが 1 件あった。筆者が見落としていた画面から視線が見切れてしまっている時間が長い学生の検知に成功していた例も 1 件あった。

これらの結果から、被験者と筆者の動画確認精度には大

表 4 被験者と筆者による評価の一致率

	前半適正評価率 (件数)	後半適正評価率 (件数)
A	76.9%(13)	100%(19)
B	90.9%(11)	93.75%(16)

きな差は生じておらず、評価基準について周知しておくことで公平な評価を行うことができることが分かった。加えて同じ動画を 2 人以上の確認員がチェックすることで、確認漏れなどが抑止される働きが見られることが示された。

7.3.2 確認時間に対する評価

実験の結果を表 5, 表 6 に示す。2 つの表はそれぞれ前半と後半の開始から 3 件、終了から 3 件の確認作業に費やした時間についてまとめられている。被験者 A は前半の 1 件目、3 件目が視聴不可能なリンクだったこと、2 件目が先述の PC トラブルで音声がかえなかったことが原因で困惑してしまい、時間がかかっている。しかし後半以降の確認作業ではシステム操作に慣れたためか、適正な評価を効率的に行えている。15 件目については 6 分 41 秒の動画を 1 分 24 秒で確認することができるようになっている。被験者 B も同様に、前半は不慣れな操作であったため時間がかかっていたが、後半から一定の作業効率化が来ている。

8. 考察

8.1 動画記録試験の受験者状況について

ReCom のシステムログから、動画記録試験を用いたハイフレックス環境の授業では、毎週およそ 3 割以上の学生が遠隔から参加する方式を選択していたことが分かった。このことから、動画記録試験により遠隔から出席することができる環境が整備されていれば、遠隔での出席を積極的に利用する学生が一定数いることが分かった。学生は可能な限り、個々の都合や環境に合わせて授業に参加したいと考えているのではないかと推測される。

8.2 学生の提出ミス抑止や軽減を行う機能は役立ったのか

ReCom のシステムログから、授業後半の回では学生による記録動画の正常提出率が 95% まで上昇していた。アンケートの結果からも、記録動画を提出する際に正しく撮影されていたかを確認していた学生が 9 割以上いることが分かった。適切に記録されていたのかフィードバックとして確認できたことも、正常提出率の上昇に貢献していた。これらの結果から、機能 1 により学生の正常提出を支援するのみならず、確認員の動画視聴以外の作業の削減にも効果的であったことが評価できた。

8.3 確認員の確認作業効率化を支援する機能は役立ったのか

ReCom のシステムログから、確認員の作業効率化を意図した機能を利用することで、作業時間を 55% 削減するこ

表 5 被験者の件数別確認時間（前半）

前半視聴件数	1	2	3	...	9	10	11
A 作業時間（動画時間）	0:34(0:00)	4:09(3:27)	0:58(0:00)		0:55(4:30)	1:17(4:59)	0:50(4:29)
B 作業時間（動画時間）	2:51(6:17)	4:08(4:48)	2:01(6:14)		2:09(7:20)	0:53(0:00)	2:39(6:53)

表 6 被験者の件数別確認時間（後半）

後半視聴件数	1	2	3	...	14	15	16
A 作業時間（動画時間）	1:07(7:28)	0:40(3:31)	0:43(2:21)		1:17(8:39)	1:24(6:41)	1:15(3:44)
B 作業時間（動画時間）	2:25(5:46)	2:09(7:32)	2:04(6:37)		1:27(3:59)	1:42(5:22)	0:57(1:50)

とができた。これは記録動画と評価登録のページをウィンドウを横並びに配置し、効率的に画面遷移とデータ登録が行えたことが寄与していたものだと考えられる。他の被験者に対して行ったシステム評価実験から、任意の利用者でも筆者と同様に確認作業の効率化が期待されることも示された。これらの結果から具体的な数値で表現していくと、100人が受ける10分の小テストの合計1000分（≒16.6時間）を27%まで作業時間を削減した場合、およそ4時間で1週間分のテストを確認できる。確認員が1名の場合であれば、4時間かけることで動画記録試験を運用していくことができることが分かった。ReComを利用することで、1週間ごとに行われる小テストの確認と評価を現実可能なレベルで運営できることが示された。

8.4 動画記録試験は公平に行えたのか

動画記録試験を用いたハイフレックス環境下での試験では学生にとって概ね好印象であった。学生から得たコメントからも動画記録試験に対して剽窃の疑念が払拭されたという評価を得ることができ、カンニングの抑止力に繋がっていたことが確認された。非同期で行われる学生の様子が不透明な試験とは異なり、不正が行われない環境での試験を遂行するための環境として、動画記録試験が有効であることが分かった。

9. まとめ

本研究では、学生が遠隔と対面のどちらの参加方法であっても試験を公平に行うため、学生の試験の様子と操作画面の両方が確認できる動画を提出してもらう「動画記録試験」の要件を整理し実験を行い、その運用を支援するシステム「ReCom」の開発を行った。ReComを利用することで学生の提出ミスが抑止され正常提出率が95%まで上昇したこと、確認員の記録動画確認作業が55%削減されたことが実験で示され、動画記録試験の運用支援に際しての要件の妥当性、有効性が示された。

本研究がハイフレックス授業における公平な試験の実施方法としての解決策の糸口に繋がる結果が得られたと筆者は考える。学生のオンライン授業への期待は非常に高まっており、本システムを使用した動画記録試験に高い評価

と称賛のコメントも寄せられた。本研究が、今後より一般的となるオンライン授業の研究・発展の一助となることを願う。

参考文献

- [1] 松澤芳昭, 落合祥希, 齋藤敦輝, 村田和義: オンライン上でのコンピューティング実習支援システム「CreCoSpeak」の開発と評価, 情報処理学会論文誌: 教育とコンピュータ (印刷中) (2022).
- [2] 池田 央: デジタル教育時代のテストの役割: 一学習に組み込まれたテスト, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 32, pp. 16–21 (2012).
- [3] 服部辰広, 松田康宏, 伊藤 譲, 久保山和彦: 対面授業と比較した遠隔授業の学習効果に関する研究—保健医療学部整復医療学科学生に対するアンケート調査より—, 日本体育大学紀要, Vol. 51, pp. 1001–1009 (2022).
- [4] 仲林 清, 中村明仁, 吉岡俊正, 相良貴子, 加賀田俊, 永岡慶三: 標準規格に準拠したオンラインテストシステム, 日本教育工学会論文誌, Vol. 29, No. 3, pp. 299–307 (2005).
- [5] 松浦敏雄, 清水素彦, 香西省治, 萩原兼一: 教科「情報」におけるCBTのための問題作成支援機能の実現, 情報処理学会関西支部支部大会 講演論文集, Vol. 2017 (2017).
- [6] 濱田美和: 遠隔日本語クラスにおけるMoodleを用いたオンライン定期試験, 藤間大学国際機構紀要, Vol. 3, pp. 20–30 (2021).
- [7] 林 大介, 赤倉貴子: e-TestingにおけるタブレットPCとオンライン筆記情報をを用いた筆記認証法の提案, 日本教育工学会論文誌, Vol. 42, No. 1, pp. 101–104 (2018).
- [8] 志田 崇, 栗田るみ子, 杉本 理: JAMS (指紋認証システム) を利用したオンライン認証による不正防止可能性の検討, 情報処理学会関西支部支部大会 講演論文集, Vol. 17, No. 1, pp. 39–54 (2021).
- [9] 安田晶子, 小方博之: タブレット型端末を用いた試験における替え玉検出を目的とした手形状による本人認証, 日本教育工学会論文誌, Vol. 44, No. 4, pp. 419–429 (2021).
- [10] 鈴木大助: 学習管理システムを管理したコンピュータベース試験における不正行為防止策検討と実践, 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2018-IOT-43, No. 6, pp. 1–6 (2018).
- [11] 小方博之, 赤間 操, 鈴木 聡: アイトラッカによる試験時の聴覚利用型不正行為判別, データ分析の理論と応用, Vol. 6, No. 1, pp. 127–139 (2017).
- [12] David, Y. C.: ストリーミングビデオとオンラインテストの組み合わせによる学習評価の強化, 茨城キリスト教大学紀要, Vol. 54, pp. 29–39 (2020).
- [13] 山口 琢, 中村陽太, 大場みち子: プログラム・コードの並べ替えパズルにおける正解との距離の変化, 情報教育シンポジウム論文集, Vol. 2020, pp. 47–53 (2020).