

# 事前学習における能動的学習情報に基づく

## プログラミング学習進捗状況把握

王笑難<sup>\*1</sup>, 清光英成<sup>\*1</sup>, 孫一<sup>\*2</sup>, 蘇彦聰<sup>\*3</sup>, 大月一弘<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 神戸大学大学院国際文化学研究科, <sup>\*2</sup> 神戸情報大学院大学情報技術研究科,

<sup>\*3</sup> アモイ理工大学デザインアート学部

## Programming learning progress monitoring based on active learning information in on-demand advance learning

Xiaonan Wang<sup>\*1</sup>, Hidenari Kiyomitsu<sup>\*1</sup>, Yi Sun<sup>\*2</sup>, Yancong Su<sup>\*3</sup>, Kazuhiro Ohtsuki<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Intercultural Studies Kobe University,

<sup>\*2</sup> Graduate School of Information Technology Kobe Institute of Computing,

<sup>\*3</sup> School of Design and Art Xiamen University of Technology

オンデマンド事前学習用動画教材の時点と能動的学習情報とを紐づけることにより、状況を特定する記述をほとんど必要としないメモ・質問機能をもつ教育支援システムを開発した。学習状況を把握する手掛かりとなる観測・観察型のフィードバックを得ることが対面授業ほど容易ではないというオンデマンド型がかかえる問題、例えば、開始時刻、各回の授業内における学習者間での進捗の様ではないなどの諸問題に対する一改善策を提案し、事後調査の評価により本方式の有用性を確認したので報告する。

キーワード: 学習情報, オンデマンド授業, 教育支援システム

### 1. はじめに

従来の講義形態は知識や技能について教授する効率はよく、学習者が教授者へ質問する機会は確保されているものの、教授者から学習者への一方向に偏重する傾向があった。アクティブラーニングなど双方向性を重視する学習法の導入により、学習者が教授者へ質問する逆方向への情報伝達、多人数の前での質問や自分の意見を述べることなどによる情報・問題意識の共有が図られるようになりつつある。これらは主に対面授業で実施されているが、教育に情報通信機器が広く利用されるようになり、学習効果の考慮は従来の対面授業に加えて遠隔化・オンライン化が可能となった。

リアルタイム型の遠隔授業は、無料もしくは安価な遠隔会議システムが利用され学習場所の多様化を許容する。オンデマンド型では学習場所に加えて学習時刻の束縛も緩和される。しかしながら、対面授業と同等の臨場感を求めることには限界がある。例えば、遠隔

授業では教員が学生の表情などの変化から感じ取る種類のフィードバックを得にくい。学生は近くを通りかかった教員に気軽に質問をするという従来型の簡易質問ができない。さらに、オンデマンド型は学習時刻・時間が一律でないため対面型であれば同時に得られたはずのフィードバックが学習者個々の時間軸上に分布する。このように対面授業との授業形態、学生と教員のコミュニケーション方法などの違いに起因する問題が顕在化してきた。

教授方法の提案やオンライン通信システムの利用による授業コミュニケーションの改善などさまざまな研究がなされている[1, 2]。オンデマンド型授業において、学習活動の観察は困難であるため提出物の評価を介して知識・技能の習得過程を推測することは少なくない。しかしながら、提出物だけで学習状況の把握が対面授業と同等にできるわけではない。

学習管理システム (LMS) などを利用し、学習者の行

動履歴の記録を分析することが行われるようになった[3, 4]. 学習者の学習活動中の表情や脈拍などの生理情報を収集することによる学習活動の分析の研究も続けられている[5, 6]. これらは主に自動的に収集される学習情報に基づいた手法のため、客観的な学習者の状態や学習タスク達成度などの把握が可能になったが、内容の理解度や応用への着想など、学習者が実感した主観的な自己評価の把握には至っていない。

予備実験と同時に行った調査で、オンデマンド授業中の学生はプログラミングに関する質問に際し、状況の説明に難しさを感じていることが分かった。学習者の能動的活動（質問や学習ノートなど）を学習状況把握に利用できるようになれば、学習状況に応じたフィードバックならびに学習意欲などのエンゲージメント向上が期待できる。そこで本研究では、学習者が入力するコンテンツ（ノートと質問）とオンデマンド事前学習用の動画教材のシーン（時点）との紐づけにより、単元や状況を特定する記述をほとんど必要とせずに学習記録と教員への質問ができるシステムを提案した。本稿では、提案したシステムの構築、運用、プログラミング学習の状況把握に関する考察と今後の展望について議論する。

## 2. 支援システムの概要

### 2.1 システムの構成

提案システムは Web ブラウザ上で動作する。授業は(1)教員が動画教材を用意、(2)学生が事前学習、(3)授業は主に演習とオンラインの質疑応答、という形態である。学生は Web ブラウザでシステムにアクセスし、事前学習しながらノートをとる、質問するなどの機能を利用できる。ノートと質問はサーバへ送信され、動画教材の時点と共に行動履歴として記録される。学生の行動履歴とノートと質問の内容は選別確認機能を介して教員用の画面に集約表示される。図 1 にシステム構成を示す。

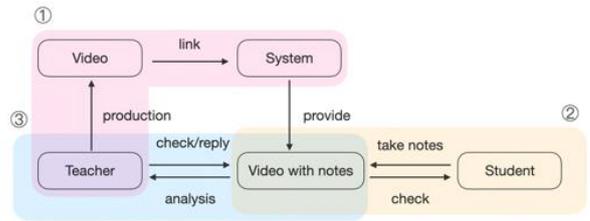


図 1 システム構成

### 2.2 学生用のインターフェース

図 2 に学生用のインターフェースを示す。画面の左側は、動画教材を再生するプレーヤーである。右側には、入力フォームがあり、上側の+Note または+Question ボタンをクリックすることにより動画が一時停止し、動画プレーヤー下側のタイムラインに現在の時点がマークされる（ノートがオレンジ、質問が緑）。同時にボタン下側の入力フォームにはマーク色に応じ動画時点に紐づいたタグが表示され、学生がノートや質問を入力できるようになる。入力完了と内容の修正の操作はフォーカスが離れた際に入力した内容と関連情報をサーバに送信し、データベースの更新を行う。通信成否の情報はタグの右側にグレー文字で提示する。また、メモタグ（以下メモ：便宜上、質問用のタグもメモと呼ぶ）やタイムラインでのマークのいずれかをクリックすると、動画が紐付けされた時点に戻り、メモがついたコンテンツは動画と共に確認・復習することができる。これにより、プログラミング学習の習慣に応じた単元や状況を特定する記述をほとんど必要とせずに、教員へ直接質問を送信するハードルを下げられる。



図 2 学生用のインターフェース

### 2.3 教員用のインターフェース

教員用の画面を図 3 に示す。左側に学生一覧フォームを設置することにより、学生毎にメモがついたコンテンツを確認できる。最初には動画のタイムライン

のマークと右側入力フォームで全てのメモを表示する。学生名をクリックすると、入力フォームでこの学生のメモのみ表示される。その上、入力フォーム上側の「Note」・「Question」・「All」ボタンを利用し、ノートのみや質問のみなどを絞り込み、表示することが可能である。ボタンの組み合わせによる表示可能な場面を表 1 に示す。



図 3 教員用のインターフェース

表 1 フィルター機能にあたりボタンの組み合わせによる表示可能な場面

	「学生名」	「Allstudents」
「Note」	この学生のノートメモ	全ての学生のノートメモ
「Question」	この学生の質問メモ	全ての学生の質問メモ
「All」	この学生の全てのメモ	全ての学生の全てのメモ

学生の事前学習における異なる学習時間でのメモ情報を集約してフィルター機能で絞り込み、さらに動画教材のシーンに紐づけたタイムライン上のマークを提示することにより、能動的学習記録の分布、例えば、ノートや質問が集中する場面などを教員が把握できるようになる。こうした能動的な情報を把握し、教員は対面授業の進捗の調整や学習進捗状況を知る手掛かりとして有用である。

### 3. システム運用実験

#### 3.1 実験概要

Amazon のサーバ上に提案システムを実装し、大学生を対象とした Python 基礎コースで実験を行った。被験者は学生 38 名、教員 7 名である。

システムの運用期間は一週間であり、期間内は学生がシステムに自由にアクセスし、を好きなときに事前学習で利用できるようにする。授業前に教員がシステムによる提示された内容を確認する。教材は 20 分程度の三つの動画を利用した。また、実験後にシステムに対する教員・学生両方アンケートへの回答を依頼した。

#### 3.2 実験結果

適用実験終了後のシステムは、学生 38 名により、359 件のメモを収集した。学生のうち 26 名のメモが記録され、ノート 303 件、質問 56 件であった。三つの動画で各記録されたメモ状況を図 4 に示す。

また、アンケート調査の実施の結果は学生 21 名、教員 7 名の回答を収集した。

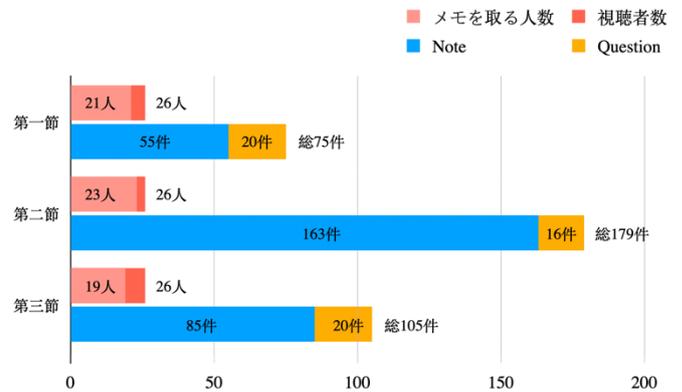


図 4 各節の動画の記録の状況

### 4. 分析と考察

#### 4.1 メモ内容の分析

図 5 に第一節の動画での全ての質問の表示画面を示す。タイムラインに集まったマークにより、問題が多発した時間帯 a (0:49-3:36), b (10:25-11:33), c (14:34-17:33) の 3 つの時間帯が検出された。質問を確認した結果、時間帯 a では主にバージョンの問題である。動画画面と違った画面新しいバージョンあるため、それに対する疑問が多いことが分かった。時間帯 b では三つ質問があり、いずれも言語設定の問題であった。動画では英語の IDE 画面を使用し、英語が苦手、環境言語を変更してほしい学生が多いことが分かった。時間帯 c の質問は、異なるバージョンをインストールしたため、環境設定の際に学習動画と見え方が微妙に違ったため、トラブルが多発していたことが判明した。

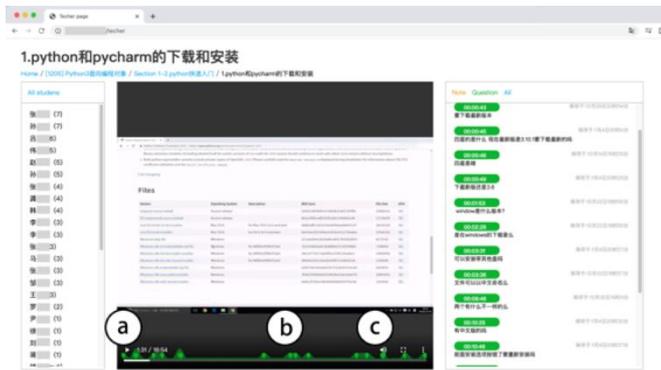


図 5 第一節動画の全ての質問メモの表示画面

図 6 に第二節の動画での全てのノートと質問の表示画面を示す。メモをとった学生は 23 名おり、最大 35 件のメモをとった学生がいた。

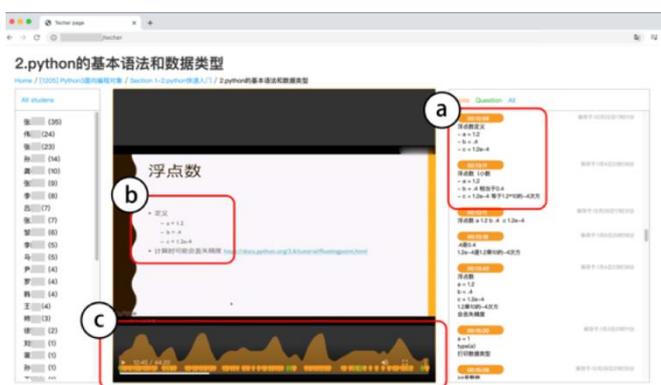


図 6 第二節動画の全てのノートと質問の表示画面

ノートを確認した際に右側のメモフォームに「-a = 1.2」という不自然な表現式があった (図 6④)。学習動画の 13 分あたりの時点であった (図 6⑤)。タグをクリックし、ノートに紐づいた時点の動画の内容を確認した結果、「float 型」について説明するスライド (図 6⑥) は、箇条書きの行頭記号「-」が学生にマイナスの意味と認識された問題を判明した。同様の問題が他の 3 名の学生のノートからも確認できた。動画教材の間違いや改善が必要な点なども学生のメモから判明する可能性がある。

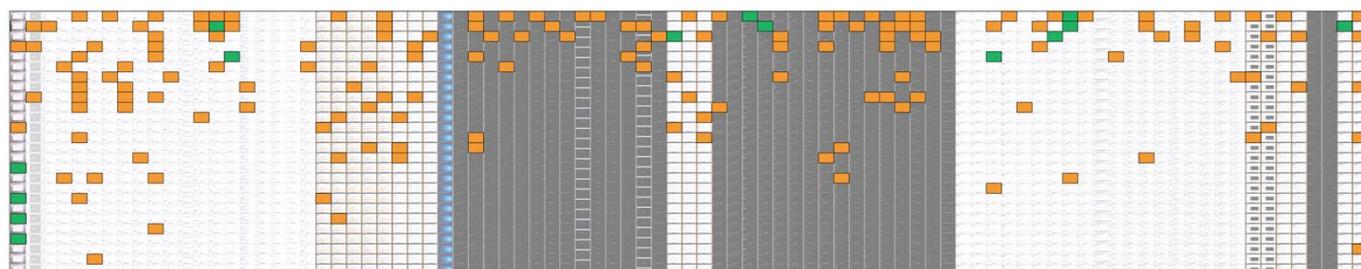


図 7 学習動画教材の 30 秒時間間隔における学生ごとのメモ分布。

## 4.2 システム利用アンケートの分析

学生へのアンケート調査の結果では、教員に質問した人数が従来の 33.33%から 95.24%に増えたことから、従来の質問の提出方法より気軽で容易になったと推測できる。「質問の便利さ」「問題記述の容易さ」と「メモの利用効果」の設問に対してもおおむね良好な評価を得た。一方、教員への調査結果では本システムを導入する場合、学生からの質問数は従来よりも増加し、有用なフィードバックが増えたことをすべての教員から確認できた。学生の学習進捗や内容の理解度など学習状況の把握についても全ての項目で肯定的な評価を得た。

## 4.3 可視化による分析

ノートが学生の学習状況把握に有効であると考えられるが、各学生個別にノートを見るコストは無視できない。また、動画のタイムラインにマークしたメモが多く記録されると重なってしまい確認には不便であった (図 6③)。動画内の学生毎のノート分布をわかりやすくするために可視化方法を改善しメモマップを試作した (図 7)。学生ごとのノート・質問が動画内でどのように分布しているかを示している。横軸は時間軸であり、時間間隔は 30 秒を一行とした。縦軸は上からメモ数降順に学生を並べた。ノートがあった時点をオレンジ色で、質問があった時点を緑で表している。背景は動画教材のサムネイルである。メモマップは一瞥で教材動画の内容の変化や各学生の能動的学習記録としてのノートと質問の分布をその時間軸とともに確認できる。活動記録の少ない時間帯や質問頻出の時点やシーンが捕えやすくなる。また、学習内容の特性に応じた差異や学習活動の特徴と学生メモの関連性について分析が可能な属性集合の発見も期待できる。

## 5. おわりに

本研究はプログラミング学習に特有の動作などを参考にし、オンデマンド型授業に適応した教育システムを開発した。初学者用の Python の授業で実験を行い、学生が動画教材の時点に質問を紐づけることで、単元や状況に関する詳細を説明することなく、気軽に自分の意見を提出できることを確認した。アンケート調査から教員は学生からのフィードバックが増え、学生の学習状況を把握することにおいて本方式が有効であることを確認した。さらに、可視化の方法を利用した学習データの分析は、学生特徴の発見や授業内容改善のための有用な手掛かりとして双方向性を含めた多岐にわたる応用が期待できる。

今後、収集したデータの可視化方法の検討を進めるとともに、より多く、多種類の教育データの収集と分析を行う。また、収集データの観察と分析結果から人工知能的手法によるデータの処理、処理後のデータの可視化方法の開発を行う。これらを利用して教授法と教材の改善について整理・検討を行う。

## 謝辞

本研究の一部は科研費(19K03000)「プログラミング教育のための進捗把握手法」、科研費(19K03030)「コピペ時代のプログラミング学習方法の開発」の支援による。ここに記して謝意を表す。

## 参 考 文 献

- (1) 内田いづみ. "反転授業の授業外学習を支援する学習環境の設計と効果: 情報基礎科目における Moodle 活用." 駿河台大学教職論集 (2017): 26-35.
- (2) 守一雄. "Microsoft Teams を使ったオンライン授業での小グループに分かれてのディベートの実践報告." 教育総合研究 4.special (2020): 249-256.
- (3) 岡田浩希, 鈴木孝幸, 納富一宏. "映像講義における受講者の視聴ログの可視化." バイオメディカル・ファジィ・システム学会大会講演論文集 29. バイオメディカル・ファジィ・システム学会, 2016.
- (4) Shi, Conglei, et al. "VisMOOC: Visualizing video clickstream data from massive open online courses." 2015 IEEE Pacific visualization symposium

(PacificVis). IEEE, 2015.

- (5) 中村和晃, 村上正行, 角所考. "非同期型 e-learning 環境における学習者の顔情報把握のための視覚的インタフェース." ヒューマンインタフェース学会論文誌= Human interface: the transaction of Human Interface Society 8.4 (2006): 527-536.
- (6) Monkaresi, Hamed, et al. "Automated detection of engagement using video-based estimation of facial expressions and heart rate." IEEE Transactions on Affective Computing 8.1 (2016): 15-28.