

### 1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

### 2. クリエータ氏名

青山 柗太郎（ぐんま国際アカデミー）

### 3. 委託金支払額

1,520,000 円

### 4. テーマ名

時間を操作する映像型ノートの開発

### 5. 関連 Web サイト

紹介ウェブサイト：<https://scrapbox.io/kineto/>

授業事例集：<https://scrapbox.io/kineto/授業事例>

### 6. テーマ概要

自分が記録したノートに授業の映像が紐づくこと、ノートはその効果をより効果的に発揮する。加えて、授業のリアルタイム映像に直接メモを書き込めるようになること、板書の内容をそのまま写す必要がなくなる。さらに、要約・言い換え等による符号化を促進することで、ノートの内容がより記憶に残りやすくなることに繋がる。このような、映像と書いた内容とを紐づけるノートを、以降「映像型ノート」と呼ぶ。

しかし、講義形式の授業では、教師の発言とノートを書くタイミングにはラグが発生するため、映像型ノートはそのような従来の同期型の授業にはマッチしない。そこで本プロジェクトでは、同期型と非同期型の双方の利点を取り入れた授業を実現する映像型ノートシステムを開発する。

本システムは、同期型授業において非同期型授業のように画面上のその授業映像の時間を操作できるようにすることで、各生徒が授業の進行を思い通りにコントロールできるようにする。また、同期型授業の双方向性を保ったまま、タブレット上で学習に効果的な映像型ノートテイキングが行えるようにする。時間操作によって生じた授業の進行のずれは、映像の内容を解析して自然に吸収

されるようにする。

本システムは、学校での対面授業とビデオ会議システムを使用したオンライン授業の二つの同期型授業に対応させる。これらによって生徒に時を操作するような授業体験を提供し、生徒の学習能力の拡張を目指す『Kineto』の開発を行った。

## 7. 採択理由

本提案は学習効果の向上に関するものであり、ユーザがインタラクティブに講義映像の時間を伸縮しながら再生することで、講義の理解度を深めることを目指している。VR や全方向映像技術を用いつつ、同期型・非同期型講義の双方に適応することを目指した意欲的なプロジェクトである。現在各所で行われている遠隔講義に利活用可能であり、時宜を得た提案であった。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでは、「生徒同士の豊かなコミュニケーション」と「生徒それぞれのペースに合った学び」の両立を実現する。そのために、授業における同期のあり方を再考し、同期的授業と非同期的授業の利点を組み合わせた授業環境アプリケーション『Kineto』を開発することを目的とした。

Kineto は以下のような、生徒が意見・考えなどを主体的かつ能動的に共有できる授業の実現を目指す。

- 教師が投げかけた質問に対して付箋で答える。
- 疑問に思ったことを付箋に書きこみ、他の生徒の反応を待つ。
- 映像を見ながら手書きメモで注釈を書き込む。

また、教室の「雰囲気」を作り上げる以下のような感情を共有することも目指した。

- 感情を表す絵文字のカウンターを連打する。
- 笑いや驚きなどの感情を手書きメモで表現する。

## 9. 進捗概要

iPadOS・macOS で動作する授業環境アプリケーション Kineto を開発した。Kineto を用いた授業の流れは以下の通りである。

教師は、Kineto のボード上に授業映像をアップロードするかライブ配信する(図 1)。

授業に参加する各生徒は iPad、Mac を用いて Kineto のボードを開き、配信される授業映像を視聴する。視聴中の生徒は、Kineto のボード上で手書きメモ

等を通じて考えや感情を共有できる（図 2）。生徒は視聴中に自由に一時停止や早送り、巻き戻しなどの時間の操作を行える。映像を巻き戻すと、映像に付随する手書きメモ等も共に巻き戻る。



図 1：ボード上に授業映像が配信されている様子  
図 2：ボード上で生徒同士のコミュニケーションが発生している様子

「生徒同士の豊かなコミュニケーション」と「生徒それぞれのペースに合った学び」の両立を可能にするために、授業における時間軸の新しい関係を作り出している。

同期的授業：現実の時間軸 = 生徒間コミュニケーションの時間軸 = 授業の時間軸  
非同期的授業：現実の時間軸 = 生徒間コミュニケーションの時間軸 ≠ 授業の時間軸  
Kineto の授業：現実の時間軸 ≠ 生徒間コミュニケーションの時間軸 = 授業の時間軸

従来の同期的授業と比較すると、Kineto は現実の時間軸から生徒間コミュニケーションの時間軸を独立させていると捉えられる。また、従来の非同期的授業と比較すると、Kineto は生徒間コミュニケーションの時間軸を授業の時間軸と繋いでいると捉えられる。

生徒間の豊かなコミュニケーションのために必要な生徒間の同期は、「文脈の同期」「時間を共有する感覚」「双方向対話」の 3 つの要素に分解できる。口述する新しい関係性の時間軸の元で、Kineto は非同期的な時間の操作を保ちながら各要素を満たしている。

緊張感や一体感のある授業体験には、他の生徒と時間を共有している感覚が必要である。Kineto を用いた授業では、生徒は実際には同期していない他の生徒とも「時間を共有している感覚」を持つことができる。映像の時間軸上の「その時」に他の生徒がどう考えたか・感じたかを知れるため、他人と同じタイミングで授業を受けているような感覚を与えられる。また、付箋や手書きメモ等で書き込む際に入力過程が一文字ずつ共有されるため、一緒に授業を受けている他人の存在を強く感じさせることができる。

コミュニケーション体験を通じて学びを得るような授業では、進度が異なる生徒間のコミュニケーションにはネタバレのリスクがある。そのため、コミュニケーションを取る生徒間で文脈が同期している必要がある。Kineto では、映像の時間軸上の「その時」に他の生徒がどう考えたか・感じたかを知れるため、コミュニケーション時のネタバレを防ぐことができる。よって、教師が設計した学びのプロセスを追体験することができる。

双方向の同期的な対話を実現するために、非同期的に視聴しているユーザ同士は弾力的に同期される。非同期的に視聴している各クライアントの再生速度が自動的に変化し、再生位置の差が減らされていく同期の形を「弾性同期」と名付けた。図 3 は、「授業の時間軸」と「現実の時間軸」のグラフとして従来の同期の形と弾性同期を表したものである。グラフの各線は各視聴者を表し、線の傾きは再生速度を表す。常に同期しているリアルタイム授業、常に非同期的なオンデマンド授業と異なり、非同期的な時間の操作と同期的な双方向対話が両立出来る。

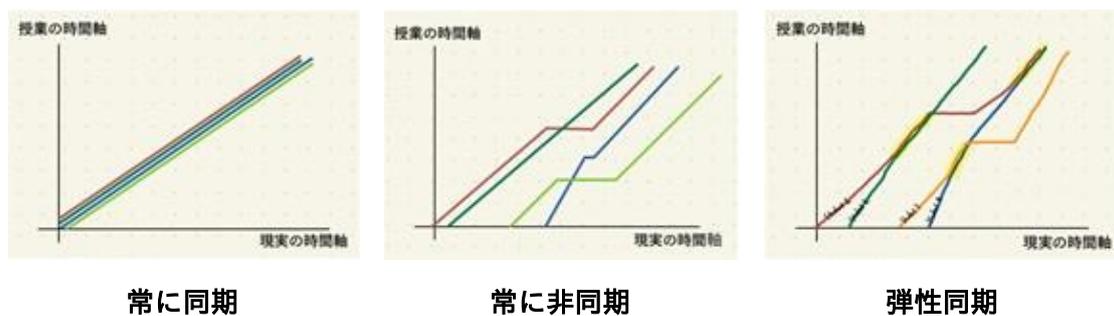


図 3：授業の時間軸と現実の時間軸

従来の授業環境では「生徒間の豊かなコミュニケーション」と「生徒それぞれのペースに合った学び」の両立が出来なかった。現実やオンラインなどの従来のリアルタイム授業では「生徒それぞれのペースに合った学び」が十分にカバー出来ていない。また、YouTube やニコニコ動画などの従来のオンデマンド授業では生徒同士の豊かなコミュニケーションが十分にカバー出来ていない。そのため、従来の授業環境では図 4 の「未踏の領域」にあたる形の授業が実現できない。対面授業の体験を再現する事を目的としている既存の授業環境ソフトウェアと異なり、Kineto は授業のあり方を大きく拡張している（図 5）。そのため、教師や生徒の使い方次第で今まで想像されなかったような授業を生み出すことが可能である。

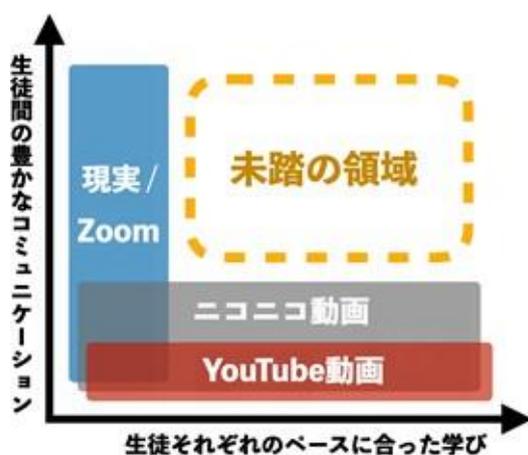


図 4：従来の授業がカバーしている範囲



図 5：Kineto がカバーしている範囲

開発したアプリケーション Kineto をオンライン・対面授業にて使用することで、「生徒同士の豊かなコミュニケーション」と「生徒それぞれのペースに合った学び」の両立が可能となる。実際に様々な種類の授業環境にてユーザテストを行い、「時間を共有する感覚」「文脈の同期」「弾性同期による双方向対話」が非同期的な映像授業で成り立つことを確認した（図 6）。

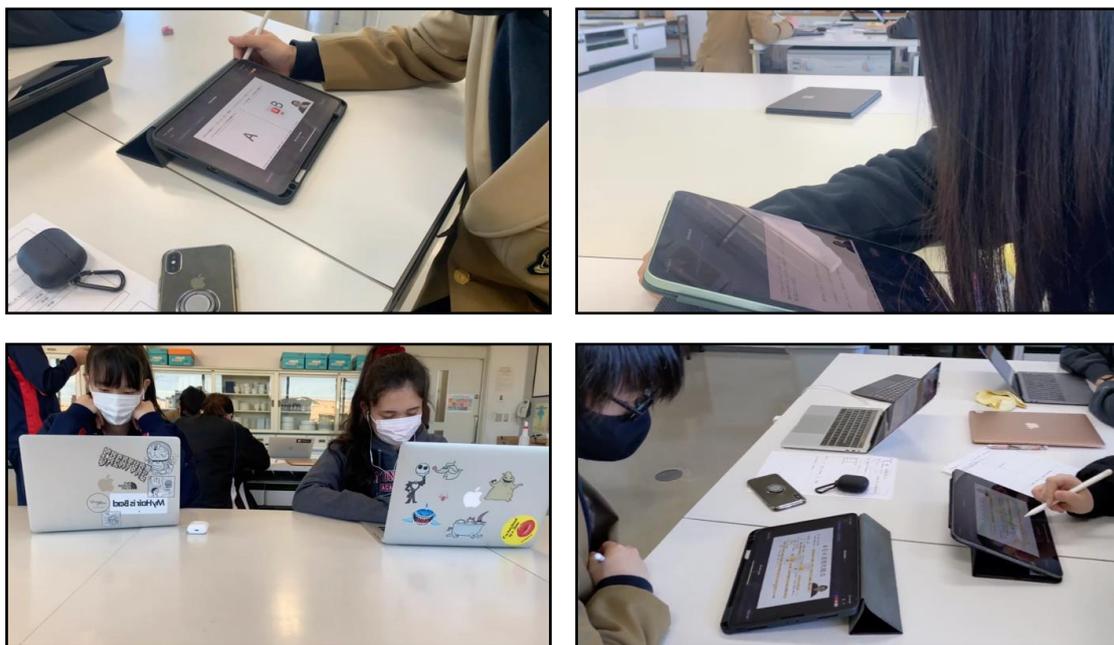


図 6：ユーザテストの様子

## 10. プロジェクト評価

コロナ禍の中で遠隔講義は一気に広まった。しかしながら大きく問題となっているのが生徒間のコミュニケーションである。通常の対面授業であれば講義で少しわからないことがあっても隣の学生に相談するということができるが、

それが困難になっているためである。実際基本的な事項の理解はオンデマンド教材の方が効果はあるが、難解な事項に関しての理解が抜け落ちている学生が増えたとの指摘が同僚の教員からも聞かれている。

クリエイターの青山柗太郎氏は自ら学ぶ高校での授業の理解を高めることを目指して当プロジェクトを発案した。成果物の Kineto は生徒間の疑似同期的なコミュニケーションを促す。そして生徒間の講義動画の進度の違いを徐々に同期させる弾性同期という新たな発想で、疑似同期を実現している。この発想の独自性は高く、恐らく関連する国際会議でも高く評価されるレベルであると判断する。ただし、同期のための速度などのパラメータは今後ユーザスタディを通して最適化する必要がある。

クリエイターの青山氏はほぼ自律的に開発を進めただけでなく、特筆すべきは課題を抽象化し説明する能力にある。特に弾性同期のシステムを折れ線グラフで明快に整理した点は、普段 PM が大学で指導している大学院学生と比肩する能力であると判断できる。一方でコロナ禍によりプロジェクトを実際のフィールドで実験することが 2 月初頭にまでずれ込み、開発したソフトウェアに十分フィードバックできなかつた点は返す返すも残念である。

青山氏自身の開発能力やプロジェクト期間中の成長を勘案すると、本プロジェクトもクリエイター自身もさらなる飛躍を遂げると信じている。

## 11. 今後の課題

学校の教師へのヒアリングから、実際の授業の使用イメージが湧きづらい点が普及の課題である事が分かった。そのため、今後は Scrapbox 上で公開している授業事例データベースを充実させることで導入のハードルを下げることを目指す。多様な科目や対象学年の事例を増やし、一年後には 50 個程の事例を集めることを目標としているようである。

授業事例が多く集まるまでは、教育関係者に直接コンタクトを取ることによって普及を進める。現在、学校法人太田国際学園ぐんま国際アカデミー中・高等部などの複数の教育機関にて使用を検討中の模様である。