

も く じ

■開催日時：2016年5月14日（土）10:00-17:30 於：放送大学（千葉市美浜区若葉2-11）

■テーマ：学習環境デザインと Learning Analytics ・学習サービス／
医療・看護・福祉における先進的 ICT 利用／一般

- 1) インタラクションに関する多面的データと学習者の心的状態の関心の分析 1
○竹花和真(早稲田大学大学院), 松居辰則(早稲田大学)
- 2) 高等教育における価値共創実現のための授業共同設計支援手法 9
○杉野涼太, 木見田康治(首都大学東京), 松居辰則(早稲田大学), 下村芳樹(首都大学東京)
- 3) 学び続ける教員像の確立を目的とした ICT を活用した実践研究15
○瀬田康就, 北澤武(東京学芸大学)
- 4) 入手可能な素材と機会を用いた無理のない学校評価という可能性23
○石田健一(東京大学)
- 5) 論文検索データから歴史を見る29
○土屋敏明(放送大学大学院), 鈴木一史(放送大学)
- 6) 利用者の資料検索語における考察－旧制第一高等学校理科教育機器の事例－33
○安成真理, 柳沼良知, 苑復傑(放送大学大学院)
- 7) メッセージングサービス LINE@によるプッシュ型授業情報提供の効果37
○樋口三郎(龍谷大学)
- 8) Moodle データベースからの学習分析：Ad-hoc database queries プラグインと R を用いた解析事例41
○浅田義和(自治医科大学)
- 9) 汎用的能力（認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験）の育成を目的とした AL 型授業の
取り組みと課題47
○庄司一也(徳山大学)
- 10) 自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の学習者意識調査51
○仲林清(千葉工業大学/熊本大学)
- 11) 表の読み取り問題を対象とする出題意図を意識させた作問学習59
○原一生, 仲林清(千葉工業大学大学院)

- 12) MOOC 改善支援のためのダッシュボード設計と試作
 ○武田俊之(関西学院大学), 林康弘(千歳科学技術大学), 重田勝介(北海道大学), 森秀樹(東京工業大学), 金子大輔(北星学園大学), 八木秀文(東北大学), 永嶋知紘(北海道大学)
- 13) 氏名をユーザ ID とする学習管理システムの構築と改良 ～筑波大学附属病院の場合～
 ○讃岐勝(筑波大学)
- 14) 臨床研修医に対する e ラーニングを活用した救急医療研修プログラムの開発
 ○杉木大輔(獨協医科大学/熊本大学大学院)
- 15) 看護技術の多視点映像教材の開発67
 ○藤本清隆(サンメッセ), 古田雅俊(中京学院大学)
- 16) 他施設との共有を前提とした臨床看護技術映像の簡易作成方法の提案と検証71
 ○真嶋由貴恵(大阪府立大学), 寫田聡(日本大学), 石亀篤司(大阪府立大学), 前川泰子(関西福祉大学), 柳川のり子, 笹田友恵(大阪府立成人病センター)
- 17) 健康教育におけるウェアラブル機器を用いたランニングデータの活用77
 ○吉井泉(大阪府立大学), 真嶋由貴恵(大阪府立大学大学院)
- 18) 問題解決工程におけるつまづきを分析するためのワークシートの提案81
 ○高橋 B.徹, 高橋聡(東京理科大学), 吉川厚(東京工業大学)
- 19) 小テストの出題方法が動機づけに与える影響—タブレット端末を対象として—89
 ○北澤武(東京学芸大学/教育テスト研究センター)
- 20) 順序尺度データの分析方法に関する考察93
 ○櫻井良樹(熊本大学), 根本淳子(愛媛大学)
- 21) 道路進行方向における新視点画像の生成システム97
 ○大政孝充(放送大学大学院), 鈴木一史(放送大学)
- 22) 複数視点の動画を用いた自己省察補助の提案103
 ○空野耕介(大阪教育大学大学院), 西奥一清, 尾崎拓郎(大阪教育大学)
- 23) 大学専門基礎数学における反転授業に向けた動画教材開発107
 ○吉富賢太郎(大阪府立大学)

インタラクションに関する多面的データと 学習者の心的状態の関係の分析

竹花和真^{*1}, 松居辰則^{*2}

^{*1} 早稲田大学大学院人間科学研究科

^{*2} 早稲田大学人間科学学術院

Experimental Study on the Relationships Between Diversified Data of Teacher-Learner Interaction and Learner's Mental States

Kazuma TAKEHANA^{*1}, Tatsunori MATSUI^{*2}

^{*1} Graduate School of Human Sciences, Waseda University

^{*2} Faculty of Human Sciences, Waseda University

To improve the efficiency of teaching and learning, it is very important to grasp learners' mental states during their learning processes. We aim to detect the relationships between learners' mental states and learners' physiological information complemented with teachers' speech acts using the association rule mining technique. Four rules concerning the mental states "Enjoy", "Pride", "Shame" and "Anxiety", were detected in our previous study. However, we later noticed that the biometric equipment operated with an inherent delay of a few seconds when measuring the NIRS signals. In this study, thus, we try to fix this time delay and to detect association rules with higher accuracy. By analyzing the data on the teachers' speech acts, the learners' mental states and the NIRS signals, we found that the time delay in the NIRS measurement was about seven seconds in this study. As a result, new association rules were detected from the fixed data.

キーワード: 学習者の心的状態の推定, 生体情報, 行動情報, インタラクション, 相関ルール抽出, NIRS

1. はじめに

学習者の学習意欲を向上させるには学習者の心的状態を把握することは極めて重要なことである。しかし、学習者の心的状態を第三者が推定することは非常に困難である。対面授業における人間教師であれば、教授・学習過程の適材適所において学習者の心的状態を把握して教授戦略や教授方略に反映させることができるが、近年広まってきたeラーニングなどの形態の授業では教師が生徒の心的状態を把握することは非常に困難である。そこで、生徒の心的状態の推定をコンピュータに行わせることが今後の教育システム研究にとって非常に重要なことだと言える。昨今のコンピュータの高機能化と低廉化によって、生体計測機器から送られる大量のデータを比較的高速に処理することが可能となり、生体情報や行動情報を用いた学習者の心的状態のコンピュータによる自動推定と教育支援への試みが盛んに行われるようになってきた[1]。

また、教育実践研究においては、授業中の教師と学習者のインタラクションは互いの心的状態に大きな影響を及ぼし、学習効果の決定要因として重要であるということは広く共有されている。特に、教師の発問や教授行動は学習者の心的状態や学習環境に大きな影響を与える要因になり、昨今の教師にはその質の向上が求められてきている。したがって、学習時における教

師の行動や発言と学習者の心的状態、あるいは心的状態の変化に関する要因との関係の形式化は重要な課題であり、これらの知見を用いて学習者の授業に対する快楽や満足度といった感情を推定し、教師に提供することによってより質の高い授業を提供することができるようになると期待される。

そこで、本研究では、教師と学習者のインタラクションにおいて教師の発話と学習者の生理データ、および学習者の心的状態との関係の形式化を実験的に試み、また後述する生理データに関する時間遅れに対する考察と再分析を行った。その結果、先行研究[9]で得られた結果とは異なる結果が得られ、この分析による意義と有効性が示唆された。

2. データ取得のための実験

本研究では、教師と学習者のインタラクションにおける教師の発話や学習者の生理データを扱うため、生体計測機器を用いたデータ取得のための実験を行った。

大人数などの授業でのノイズを回避するために今回は教師1名と生徒1名の個別指導塾での実験環境で計測実験を行った。

2.1 実験の方法

実験では個別指導塾に通う中学生 2名(以下被験者

A, B とする)に協力してもらい、複数の生体計測機器を装着したうえで普段通りの授業を受けてもらった。使用した機材は脳波計(Emotiv EPOC), 脳血流計(日立 WOT-100), 呼吸計(NeXus), 発汗計(NeXus), 容積脈波計(NeXus)であった。しかし、脳波計と脳血流計はどちらか一方しか装着する事ができないため被験者 A には脳波計、被験者 B には脳血流計を装着してもらった。また、生徒や教師の行動データを取得するために、実験中の様子を 3 方向からビデオカメラで撮影した。被験者には後日実験で得られた映像をもとに学習時の心的状態の内省報告を求めた。その様子を図 1 に示す。



図 1 実験中の様子

2.2 学習者の内省報告データの取得方法

本実験では複数のデータを同時に取得するため、時間的に同期が可能である内省報告データを取得するのが望ましい。そこで、PC 上で動画を再生しながらキーボードの数字を押下することでその再生時間に感情カテゴリを付与してデータとして出力する事が出来るアプリケーションを開発した(図 2)。被験者には、後日実験で得られた映像をもとに当時の心的状態と最も近い感情を 1 から 9 までの 9 種類の感情から選んでキーボードを押下してもらった。その際、被験者には押下する感情を間違わないよう十分な教示をした後に実験を行った。アプリケーション内の感情カテゴリは、Achievement Emotions Questionnaire(AEQ)[2]で使用されている 9 感情についての尺度(Enjoy, Hope, Pride, Anger, Anxiety, Shame, Hopelessness, Boredom, Other)を用いた。

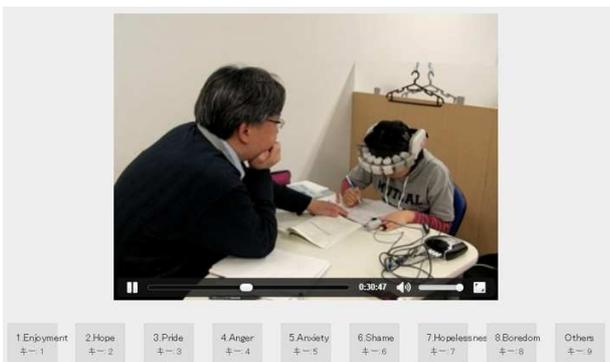


図 2 内省報告データ取得ソフトウェアの画面

3. 得られたデータの分析

取得したデータは種類が多く、60 分間の全てのデータを対象とすると膨大な量のデータになってしまうため、分析手法に何らかの工夫を施さなくてはならない。

本分析ではデータを分析者の観点から比較的インタラクションが豊富なシーンを選出し、カテゴリを施すといった手法を採用し分析を行った。

3.1 分析の対象とした範囲

今回の実験では 60 分間の授業のデータを取得したが、その授業時間の中で教師と生徒とのインタラクションが比較的多く確認できた 6 か所の区間(シーン)を分析の対象とした。選定した各区間と、そこに含まれているインタラクションは以下の通りである。

- シーン 1…記録開始後 30 分 50 秒から 31 分 50 秒まで(60 秒)。「計算のミス指摘」、「正しい計算方法を問いかける」、「生徒がよく間違えているところであるということに注意(それほど厳しくは言っていない)」といったインタラクションが含まれていた。
- シーン 2…記録開始後 34 分 30 秒から 35 分 30 秒まで(60 秒)。「生徒の計算方法をほめる」、「間違えているところや上手にやるコツなどを説明する」といったインタラクションが含まれていた。シーン 2 は授業全体を通して唯一褒める行為を行っているシーンであった。
- シーン 3…記録開始後 36 分 53 秒から 37 分 20 秒まで(27 秒)。「計算問題が終わった生徒に回答する」、「そのうえで次の問題を提示する」といったインタラクションが含まれていた。シーン 3 は授業全体を通して少数な回答行為を行っているシーンであった。
- シーン 4…記録開始後 51 分 04 秒から 52 分 27 秒まで(83 秒)。「生徒に説明をする」、「例題を解きながら計算方法の解説を行う」、「最後に生徒の苦手なところを聞く」といったインタラクションが含まれていた。
- シーン 5…記録開始後 53 分 51 秒から 54 分 22 秒まで(31 秒)。「生徒の間違いを気づかせるような注意をする」、「生徒の理解しているふりを見抜いてさらに注意をする」といったインタラクションが含まれていた。
- シーン 6…記録開始後 57 分 55 秒から 58 分 51 秒まで(56 秒)。「同じ間違いをした生徒を注意する」、「冗談を交えて厳し過ぎない注意をする」といったインタラクションが含まれていた。

3.2 取得したデータの加工

取得したデータは生理データ、行動データ、心理データと形式や粒度が異なるためそのまま同時に分析することが困難である。従来の分析方法では、得られたデータに対して数学的な処理を施し分析を行うものが多いが、これらの場合は実現象との対応付け等の解釈が困難であるという問題点があった。そこで、本分析では全てのデータを分析の前処理として分析者の観点からカテゴリカルデータへの変換を行うという手順を踏んだ。これを行うことによって、得られた分析結

果を實現象と対応付けすることが比較的容易になる。

3.2.1 生理データのカテゴリ化

生理データ(呼吸, 発汗, 容積脈波)は連続データであるため, 時系列的上1つ前のデータからの変化量に応じて1から5の5段階で分類を行った. NIRS(脳血流)データは大域平均基準化[3]を行い標準化を施した後にカテゴリ化を試みたが, 機材の性質上秒間データ取得数が5Hzと他のデータに比べて少ないため, 変化量でカテゴリ化を行うと他のデータと大きく性質の異なったカテゴリに分類されるという問題が生じる. そこで, NIRS データのみ数値の大きさによって5段階に分類した(図3).

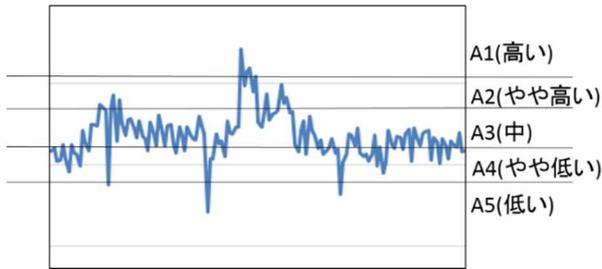


図3 NIRS のカテゴリ化イメージ図

3.2.2 教師の発話データのカテゴリ化

教師の発話データは, 学校における対話分析等の研究[4][5][6]で使用されたカテゴリを一部修正した9種類のカテゴリ(1: 説明, 2: 発問, 3: 指示確認, 4: 復唱, 5: 感情受容, 6: 応答, 7: 注意, 8: 雑談, 9: その他)を用いてカテゴリを付与した. カテゴリを付与する際に生理データおよび内省報告データと同様に時間的に同期が可能なものであることが好ましい. そこで, 内省報告で使用したアプリケーションを応用し, キーボードを押下することによって時間的な変化を同時に記録できる形式でカテゴリを付与した. なお, 本研究の現段階では, カテゴリ付与にあたって教師の発話の意図や文脈などのものは考慮せず, 発話した内容のみに対してカテゴリを付与することとした(教師の発話の意図や文脈の扱いは今後の課題としている). したがって, 教師本人ではなく第三者である分析者が発話のカテゴリを付与した.

3.2.3 カテゴリカルデータセットの作成

カテゴリを付与した結果, 各データとのカテゴリとの対応は図4のようになった.

カテゴリを付与した全てのデータはデータごとに記録された時間によって図5のように時系列に整序した. その結果, シーン1の全てのデータを統合したデータセットは2267レコードのデータとなった.

しかし, 異なる生理データ間では取得データ数(Hz)の違いによって計測データが存在しないレコードが存在する. この点に関しては, 計測データが存在しない時間は極めて短い時間であり, その時間内で大きな変化があるとは考えにくいため, そのレコードには連続データとして1つ前のデータを補完する形にした.

また, 脳波と容積脈波のデータについては欠損データが多かったこと, また取得データ数が他のデータと

著しく異なることから他のデータと統合的な分析を行うことは難しいと判断したため, 本分析より除外した.

脳波データが使用できない都合上, 今回の分析では脳血流計を装着してもらった被験者Bのみのデータを扱うこととなった.

データ	カテゴリ	意味	データ	カテゴリ	意味
NIRS	A1	高い	教師発話	D1	説明
	A2	やや高い		D2	発問
	A3	中		D3	指示・確認
	A4	やや低い		D4	復唱
	A5	低い		D5	感情受容
皮膚コンダクタンス	B1	大きく上昇	内省報告	D6	応答
	B2	上昇		D7	注意
	B3	変わらず		D8	雑談
	B4	下降		D9	その他
	B5	大きく下降			
呼吸	C1	大きく上昇		E1	Enjoy
	C2	上昇		E2	Hope
	C3	変わらず		E3	Pride
	C4	下降		E4	Anger
	C5	大きく下降		E5	Anxiety
				E6	Shame
				E7	Hopelessness
				E8	Boredom
				E9	Other

図4 データのカテゴリ化対応表

	A	B	C	D	E	F
1	標準時	NIRS	内省報告	発話(教師)	呼吸	皮膚コンダ
2	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
3	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
4	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
5	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
6	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
7	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
8	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
9	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
10	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
11	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
12	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
13	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
14	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
15	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
16	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
17	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
18	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
19	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4
20	19:37.0	A4	B5	C3	D4	E4

図5 カテゴリカルデータセットの一部

3.3 データの分析方法

カテゴリ化したデータは相関ルール抽出アルゴリズムを用いて分析を行った. 相関ルール抽出はアイテム群の中から同時に出現する頻度が高いアイテムの組み合わせを抽出することが可能である[7]. 一般的にSupport(支持度), Confident(確信度), Lift(リフト)の3つの指標(定義は下記の通り)で表されることが多い.

- Support…ルール $X \Rightarrow Y$ の支持度は, アイテム集合 X と Y を含むトランザクションが全体 (M) の中に占める比率で定義されている.
- Confident…確信度とは, アイテム集合 X と Y を含むトランザクションの数 $\sigma(X \cup Y)$ を, 条件 X を含むトランザクションの数 $\sigma(X)$ で割った値である.
- Lift…リフトは, 確信度を $\text{supp}(Y)$ で割った値で定義されている.

分析では「R」を用いて幅優先探索の apriori アルゴリズムを適用し, 相関ルール抽出を行った.

3.4 分析の結果

シーン 1 のカテゴリカルデータセット(2267 レコード)に対して相関ルール抽出を行った。支持度 0.02, 確信度 0.89, リフト 2.2 以上で相関ルールを抽出した結果, 以下の 12 個のルールが抽出された(図 6)。

- ルール 1…右辺部に「内省報告=E1(Enjoy)」を含む相関ルールを抽出した結果である。脳血流が A2(やや高い), 教師が D7(注意)をしていて呼吸が C1(大きく上昇した)とき, 学習者は心的状態として E1(Enjoy)を報告している。
- ルール 2~4…右辺部に「内省報告=E3(Pride)」を含む相関ルールを抽出した結果である。脳血流が A2(やや上昇)であり, 教師が D3(指示確認)を行っており, 呼吸は C4(低い), 皮膚コンダクタンスは B3(変化なし)であるとき, 学習者は心的状態として E3(Pride)を報告している。
- ルール 5…右辺部に「内省報告=E5(Anxiety)」を含む相関ルールを抽出した結果である。脳血流が A5(非常に低い)であり, 呼吸が C1(非常に高い)とき, 生徒は心的状態として E5(Anxiety)を報告している。
- ルール 6~12…右辺部に「内省報告=E6(Shame)」を含む相関ルールを抽出した結果である。教師が D3(指示確認)または D1(説明)を行っており, 脳血流が A4(やや低い)とき, 学習者は心的状態として E6(Shame)を報告している。また, 教師が D3(説明)を行っているとき, 学習者の呼吸が C1(高い)状態になっていることが多い。

3.5 実現象との対応付け

- ルール 1 では, 教師の注意行動がそれほど厳しいものではなかった(半分冗談を含めたもの等)ため, 生徒の笑いを誘発させて, その結果脳血流および呼吸が上昇し Enjoy という感情が喚起されたものと推測される。実際, 授業記録映像からも, 教師が冗談を交えて雑談や注意などを行っている様子が複数回確認された。
- ルール 2~4 では, 教師の指示確認が生徒の脳血流の上昇を誘発させた, つまり生徒の脳活動に負荷を与える内容であったということが推測される。しかし, 呼吸や皮膚コンダクタンスからは生徒が「慌てる・焦る」といった状態は確認されなかったため, 教師が課したタスクを生徒がクリアすることができた状態であり, その結果 Pride という感情が喚起されたものと考えられる。
- ルール 5 では, 内省報告 B5(Anxiety)では NIRS の数値が下降していることを読み取ることができる。これは, Anxiety の感情が喚起される際に賦活する脳部位が本実験で使用した NIRS で測定される脳部位とは異なるため, 前者における血流量が増加し後者における血流量が減少したものと推測される。今回の実験で得られたルールの中で「NIRS が A5(低い)」が含まれているルールはルール 5 だけであるということ, 呼吸数に大きな変化が伴っているというこ

とから, E5(Anxiety)の感情に関しては生理データからある程度推測可能なものであると期待される。

- ルール 6~12 では教師が発言した内容が生徒の応答を要するものであり, それに対して生徒は満足に応答することが出来なかったため, 呼吸数の乱れ(C1(高い))が表れ, その結果, 内省報告が E6(Shame)という感情が喚起されたものと考えられる。また, 教師が D1(説明)を行っているとときの相関ルールでは呼吸数は逆に C4(やや低い)状態であった。これは教師が生徒に応答を要さない発言を行っていたため, 生徒は呼吸数を乱すことなく聞くことができたものと考えられる。NIRS に関しては全体的に低い値をとっていたが, これは内省報告 E5(Anxiety)と同様に, 別の脳部位で脳が賦活していたため, 本実験における NIRS での測定部位の血流量が減少したものと考えられる。

	左辺部	右辺部	supp	conf	lift
1	NIRS=A2, 教師の発語=D7, 呼吸=C1	⇒ 内省報告=E1	0.027	0.943	6.039
2	NIRS=A2, 教師の発語=D3, 呼吸=C4, 皮膚コンダクタンス=B3	⇒ 内省報告=E3	0.047	0.906	3.380
3	教師の発語=D9	⇒ 内省報告=E3	0.030	1.000	3.730
4	NIRS=A2, 教師の発語=D9	⇒ 内省報告=E3	0.029	1.000	3.730
5	NIRS=A5, 呼吸=C1	⇒ 内省報告=E5	0.026	0.891	7.164
6	NIRS=A4, 呼吸=C1	⇒ 内省報告=E6	0.047	1.000	2.289
7	NIRS=A4, 教師の発語=D1	⇒ 内省報告=E6	0.043	1.000	2.289
8	NIRS=A4, 教師の発語=D3, 呼吸=C1	⇒ 内省報告=E6	0.041	1.000	2.289
9	NIRS=A4, 呼吸=C1, 皮膚コンダクタンス=B4	⇒ 内省報告=E6	0.041	1.000	2.289
10	NIRS=A4, 教師の発語=D1, 呼吸=C4	⇒ 内省報告=E6	0.037	1.000	2.289
11	NIRS=A4, 教師の発語=D3, 呼吸=C1, 皮膚コンダクタンス=B4	⇒ 内省報告=E6	0.036	1.000	2.289
12	NIRS=A4, 教師の発語=D1, 皮膚コンダクタンス=B4	⇒ 内省報告=E6	0.024	1.000	2.289

図 6 シーン 1 における相関ルールの一部

3.6 関係の形式化

シーン 1 からは 12 個の相関ルールが抽出されたが, より一般的なルールを調べるためにシーン 2~6 に対しても同様の分析を行った。

分析の結果、シーン 1~6 までの相関ルールで共通して出現する頻度が多かったルールは内省報告 E1(Enjoy), E3(Pride), E5(Anxiety), E6(Shame)の 4 感情であった。それぞれの詳しいアイテム群は図 7 に示した通りである。

内省報告：E1 (Enjoy) に関する相関ルール	
NIRS : A2 (やや高い) & 呼吸 : C1 (大きく上昇) & 教師発話 : D7 (注意)	
NIRS : A2 (やや高い) & 皮膚コン : B2 (上昇) & 呼吸 : C2 (上昇) & 教師発話 : D1 (説明)	
NIRS : A2 (やや高い) & 皮膚コン : B1 (大きく上昇) & 教師発話 : D1 (説明)・D2 (発問)	
NIRS : A5 (低い) & 皮膚コン : B2 (上昇) & 呼吸 : C3 (変わらず) & 教師発話 : D1 (説明)	
NIRS : A1 (高い) & 皮膚コン : B3 (変わらず) & 呼吸 : C1 (大きく上昇) & 教師発話 : D7 (注意)	
内省報告：E3(Prize)に関する相関ルール	
NIRS : A2 (やや高い) & 皮膚コン : B3 (変わらず) & 呼吸 : C4 (下降) & 教師発話 : D3 (指示・確認)	
皮膚コン : B2 (上昇)・B5 (大きく下降) & 教師発話 : D6 (応答)	
内省報告：E5 (Anxiety) に関する相関ルール	
NIRS : A5 (低い) & 呼吸 : C1 (大きく上昇)	
NIRS : A4 (やや低い) & 皮膚コン : B1 (大きく上昇) & 教師発話 : D5 (感情受容)	
NIRS : A4 (やや低い) & 皮膚コン : B1 (大きく上昇) & 呼吸 (大きく上昇)・C5 (大きく下降) & 教師発話 : D4 (復唱)・D7 (注意)	
NIRS : A2 (やや高い) & 皮膚コン : B1 (大きく上昇) & 呼吸 : C3 (変わらず) & 教師発話 : D1 (説明)	
内省報告：E6 (Shame) に関する相関ルール	
NIRS : A4 (やや低い) & 皮膚コン : B4 (下降) & 呼吸 : C1 (大きく上昇) & 教師発話 : D1 (説明)・D3 (指示・確認)	

図 7 一般性の高いルール群

次に、得られたデータと実際の授業での出来事を分析者の観点より関連付けを行った。結果、学習者の心的状態と計測可能な生体情報及び教師の行動の関係性は以下のようなことが考察される。

- 内省報告 E1(Enjoy)に関するルールでは教師が説明、または注意動作を行っていることが多い。該当するシーンからはこの教師は生徒がミスをしたときに頭ごなしに叱らずに、少し冗談交じりに注意するような行動がたびたび確認された。そのような態度に対して生徒は楽しいと感じたものと考えられる。本分析の結果も、この教師が生徒を「冗談交じりに注意する」といった現象を抽出したものではないかと考えられる。脳血流は、全体的に高い数値を出しており、Enjoy の感情が表れているときは A2(高い)以上である可能性が高いものと考えられる。したがって、NIRS の値と生徒の E1(Enjoy)の感情には大きな関係があるのではないかと考えられる。また、発汗や呼吸に関しても B3(不変), C3(不変)以上の変化を示していることが多い。以上のことから、脳血流が A2(高い)以上であり、呼吸、発汗ともに B3(不変), C3(不変)以上で教師が D1(説明)または D7(注意(ただし冗談交じりの軽い注意の時に限る))を行っている場合、高い確率で内省報告 E1(Enjoy)になっているものと考えられる。
- 内省報告 E3(Pride)に関するルールに関しては抽出された相関ルールが少なく、他のシーンとの共通性が確認されなかった。しかし、教師の D6(応答)行為が見られたのは全ルールの中でこの感情についてのルールだけであり、限定された条件で感情が誘発するものと考えられる。また、この感情は生徒にとって自覚して内省報告することが難しい感情の一つだと思われるので、より多くのサンプルを収集してデータ数を増やしていくことが重要だと考えられる。以

上のように、非常に個別性の高い特徴が抽出されたが、他のシーンとの共通性が無いためこの感情を推測することは現時点では困難であると考えられるが、今後データ数を増やしていくことによって推測可能な範囲にまでルールが増える可能性がある。

- 内省報告 E5(Anxiety)に関するルールに関しては、教師の発話では共通性が抽出されなかった。しかし、脳血流と発汗に関しては共通する傾向が抽出された。このルールでは、脳血流が A4(やや低い)以下であり発汗が B1(大きく上昇)の場合が多く、呼吸に関しては C1(大きく上昇)にやや共通性が抽出された。これは、E5(Anxiety)の感情が NIRS の値の低下と関連があり、また呼吸と皮膚コンダクタンスの値上昇しているときとも関連があると考えられる。以上のことから、このルールでは E1(Enjoy)のように発汗と呼吸が非常に高く(B1(大きく上昇), C1(大きく上昇)), しかし、脳血流は A4(下降)以下の場合にこの感情が誘発する可能性が高いものと考えられる。
- 内省報告 E6(Shame)のルールに関しては、脳血流、発汗、呼吸共に共通性が抽出されず、全シーンにおいて値が様々であった。しかし、教師の発話 D3(指示・確認)のみ共通性が抽出された。これは教師の指示確認動作が生徒にとって恥ずかしさを導出させるものであったとも考えられる。Pride と同様に個別性の高いルールと考えられるため、この感情を推測することは現時点では困難であると考えられるが、同様に今後データ数を増やすことによって推測可能になる可能性があるということが考えられる。

4. 生理データの時間遅れに関する考察

分析の結果、E1(Enjoy), E3(Pride), E5(Anxiety), E6(Shame)の 4 感情についてのルールが抽出された。しかし、本分析には生理データの時間遅れに関する問題点が指摘された。そこで、生理データの時間遅れを検討したカテゴリカルデータセットを構築し再分析を行った。

4.1 現状の分析方法の問題点

今回行った分析では教師と学習者のインタラクションの”一瞬”に着目して分析を行った。つまり、教師と学習者間とのインタラクションにおいて時間的な変化を一切考慮していないで分析を行った。しかし、生理データは感情と同一時刻に変化するわけではなく、刺激を受けた後に数秒の時間のずれが発生するとされている。したがって、より精度の高い分析を行うために生理データの時間遅れに関する知見を考慮したデータによる分析を再度行う必要がある。

4.2 NIRS データの時間遅れの修正

本研究では、特に NIRS データの時間遅れを修正したデータを作成し、それに対する再分析を行うことにした。脳血流の数値は刺激が与えられた後極大値を取るまでに 5~8 秒の時間的な遅延があるということが

知られている[8]。そこで、本研究における NIRS の波形データをもとに、どの程度の遅れが生じているのかの調査を行った。

方法としては、今回分析に使用したシーンのうち、まず教師の行動(刺激)と学習者の内省報告との時間的な差異を調査したのちに(図 8)、波形と内省報告を時系列で整序してどの程度遅れているのかを内省報告の変化したタイミングと波形の上昇・下降の時間的な差を調べることで確認した。教師のインタラクションは一連の授業の流れの中で断続的に行われているものであり、どの行為が直接影響を与えているのかを断定することは困難である。そこで、今回の分析では生徒に影響を与えていると思われる行動を分析者の観点で抽出し、本分析内における「刺激」とした。波形データを分析した結果、波形が明確に変動したと判断できるシーンはシーン 2, 3, 6 であった。

A	B	C	D	E	F		
25	E	5.Anxiety	58:17.1598999999999	14	A	1.説明	58:12.0
26	E	5.Anxiety	58:18.1603900000001	15	C	3.指示	58:13.0
27	E	5.Anxiety	58:19.160453	16	C	3.指示	58:14.9
28	E	5.Anxiety	58:20.1998999999999	17	C	3.指示	58:15.9
29	F	6.Shame	58:20.8008750000001	18	D	4.復唱	58:21.5
30	E	5.Anxiety	58:21.6398999999999	19	G	7.注意	58:27.0
31	E	5.Anxiety	58:22.6798999999999	20	G	7.注意	58:28.0
32	E	5.Anxiety	58:23.6800450000001	21	G	7.注意	58:29.5
33	E	5.Anxiety	58:24.7202259999999	22	G	7.注意	58:33.0
34	E	5.Anxiety	58:25.7200899999999	23	G	7.注意	58:34.1
35	E	5.Anxiety	58:26.7600000000002	24	H	8.雑談	58:37.7
36	E	5.Anxiety	58:27.7617230000001	25	H	8.雑談	58:38.7
37	E	5.Anxiety	58:28.7600000000002	26	H	8.雑談	58:40.4
38	E	5.Anxiety	58:29.800829	27	H	8.雑談	58:41.4
39	E	5.Anxiety	58:30.8000000000002	28	H	8.雑談	58:42.4

図 8 内省報告と発話データの時間的一致例

シーン 2 では Enjoy の感情に関して明確に NIRS が上昇している箇所を確認することができた。被験者が Enjoy を報告している約 7 秒後に NIRS が極大値を取っていることが確認できた。図 9 の赤線(上)が内省報告の変化したタイミングで、赤線(下)が波形の極大値を取っていたタイミングである。このタイミングでの映像中の教師の教授行為を参照してみると、学習者が問題を解き終わった後に説明・解説をするという行為を行っており、学習者の内省報告の変化のタイミングとほぼ一致していた。そのため、刺激(教師の説明・確認行為)と生徒の内省報告の変化は同時刻であると考えられ、刺激から約 7 秒後に NIRS が極大値を取っているという解釈をする事が出来る。

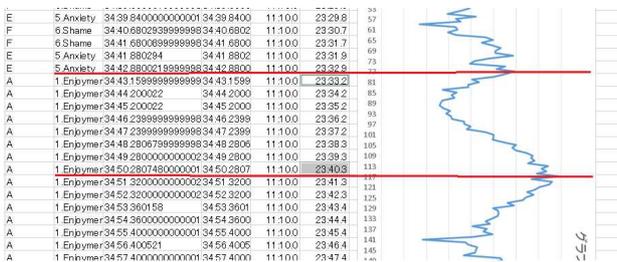


図 9 シーン 2 における波形および内省報告データ

シーン 3 ではシーン 2 と同様に Enjoy についての NIRS の変化を確認することができた。このシーンでは被験者が Pride だった内省報告を Enjoy に変化させた後約 6 秒後に NIRS の数値が極大値を取っていることが確認できた。図 10 の赤線(上)が内省報告の変化し

たタイミングで、赤線(下)が波形の極大値を取っていたタイミングである。このタイミングでの映像中の教師の教授行為を参照してみると、生徒が問題を解き終えたときに教師が褒めて、その後内容の確認を行うといった行為が確認できた。特に、「確認」動作のタイミングが生徒の心的状態の変化と対応しており、生徒が問題を自信をもって解けており、それが教師の確認と合っていたため Enjoy という感情につながったと思われる。そこで、刺激(教師の確認)が生徒の心的状態の変化と同時刻であると考えられ、刺激から約 6 秒後に NIRS が極大値を取っていると解釈することが可能である。

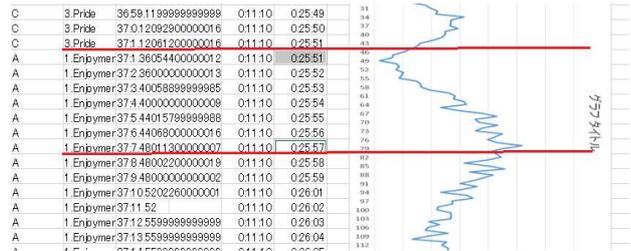


図 10 シーン 3 における波形および内省報告データ

シーン 6 では Shame の感情に関する NIRS の変化を確認することができた。今回得られたデータでは Shame が報告された約 7 秒後に NIRS の数値が極小値を取っていることが確認できた。図 11 の赤線(上)が内省報告の変化したタイミングで、赤線(下)が波形の極小値を取っていたタイミングである。このタイミングでの映像中の教師の教授行為を参照してみると、教師が生徒の答えを聞き返しているといった行為を行っており、学習者の内省報告の変化のタイミングとほぼ一致していた。そのため、刺激(教師聞き返すという行為)と生徒の内省報告の変化は同時刻であると考えられ、刺激から約 7 秒後に NIRS が極小値を取っているという解釈をすることが可能である。

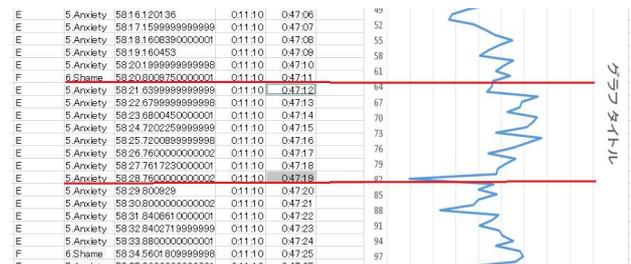


図 11 シーン 6 における波形および内省報告データ

この 3 シーン以外のデータでは内省報告がめまぐるしく変動している場合や、NIRS の波形の変化がとらえにくい取った点から時間遅れについての情報を得る事が出来なかった。以上の 3 シーンから、今回の実験で得られたデータにおける NIRS の時間遅れは約 7 秒であると仮定してデータの調整を施して再分析を行った。

4.3 修正したデータの再分析

NIRS データを修正したカテゴリカルデータセットを再度同様の相関ルール抽出により分析を行った。

シーン1のNIRSを7秒ずらして再度カテゴリカルデータセットを作り直した。NIRSの時間を7秒早めるが、その空白のデータはあまりに大きく補完することができないためその空白になった7秒のレコードは破棄した。他の種類のデータも同様にNIRSの空白になった部分のデータは統合的な分析が行えないため一部削除した。結果、2267レコードであったのが2164レコードとなった。NIRSの時間補正を施したデータセットに対して相関ルール抽出を行った結果、各内省報告に対して以下のような結果が得られた。

- 内省報告 E3(Pride) … 修正前のデータと比較してNIRSの値がA1~A2と上昇したが、皮膚コンダクタンスや発汗に関しては大きな変化は確認されなかった。
- 内省報告 E5(Anxiety) … NIRSデータを修正したことにより相関ルールによって抽出されるルール数が増加した。また、NIRSには変化がないものの呼吸においてC1(大きく上昇)からC4(下降)といった変化が確認された。
- 内省報告 E6(Shame) … 修正後のルール内でのNIRSの値はA4(やや低い)に加えてA2(やや高い)が出現していた。また、皮膚コンダクタンスはB4(下降)からB1(大きく上昇)へと変化しており、呼吸はC1(大きく上昇)からC4(下降)へ変化していた。

分析の結果、修正前と違い内省報告 E1(Enjoy) についての相関ルールが抽出されなかった。また、全体を通して、NIRSの時間遅れを修正してしまったことによって、抽出されるアイテムの組み合わせの変動が大きくなってしまった。

シーン2~6も同様にNIRSデータの修正を行った後に相関ルール分析を行った。結果の細部は省略するが、どのシーンにおいても共通して得られた相関ルールのアイテムの組み合わせやサポート値等に何らかの変化が確認された。今回の分析についての相関ルールに対する考察を次節で述べる。

5. 考察

NIRSデータの時間遅れを考慮し、再分析を行った結果、内省報告 E1(Enjoy)、内省報告 E2(Hope)、内省報告 E3(Pride)、内省報告 E5(Anxiety)、内省報告 E6(Shame)の4つの感情に関する分析結果が得られた。

- 内省報告 E1(Enjoy) … この感情は6シーン中4シーンと高頻度で出現しているルールである。NIRSの値は修正前であればA2~A3など比較的高い値であったが、修正後はA1、A2、A4、A5とばらつきが大きい。これは同じE1(Enjoy)でも複数の種類の感情があったため極端に高い方と低い方に二極化したものと考えられる。教師の発話に関しては多くがD1(説明)をしていることから、様々な行動のうち「説明」という行動はこの感情に非常に関係が深いと考えられる。生徒は教師の説明を受け様々な情報を取得している過程でNIRSの値が上下し、それがEnjoyという感情につながったものと考えられる。皮膚コンダクタンス(発汗)に関しては3つのシーンで

B2(やや高い)以上、1つのシーンでB5(低い)という結果が出ている。修正前の結果では表れなかったB5(低い)が抽出されており、また呼吸はC2、C3、C5と変動があった。これは他の生理データの時間遅れはまだ修正されていないため、その影響で現れたものではないかと推測される。

- 内省報告 E2(Hope) … この感情は6シーン中1シーンでのみ確認することができた。NIRSはA3(中)であり、皮膚コンダクタンス(発汗)はB5(大きく下降)、呼吸はC3(変化なし)で教師の発話はD3(指示・確認)であった。しかし、得られたルールのサポート値は非常に低く、また全体的に出現頻度が低いルールであったためこの感情を推定することは現状では困難であると考えられる。
- 内省報告 E3(Pride) … この感情は6シーン中2シーンで確認された。NIRSの値はA1~A5と幅広く変動しており、皮膚コンダクタンスと呼吸に関しても同様の差があった。よって、生体データからこの感情を推定することは現時点では困難であると考えられる。
- 内省報告 E5(Anxiety) … この感情は6シーン中5シーンと非常に高い確率で出現している感情である。NIRSの値は3シーンでA4~A5(低い)、2シーンでA1~A2(高い)と二極化した。皮膚コンダクタンスと呼吸に関しては両方とも共通してB1~B2(高い)、C3~C4(やや低い)が抽出された。教師の発話に関してはどちらとも共通してD3(指示確認)が抽出され、1つのシーンのみD5(感情受容)が抽出されている。この感情においてもNIRSの値が二極化していることから、複数の種類の感情に分ける事が出来るものと考えられる。
- 内省報告 E6(Shame) … この感情も6シーン中5シーンで確認されている。NIRSの値は全体的にA1~A2が多いが、皮膚コンダクタンスと呼吸に関してはばらつきが多かった。教師の発話に関してはD2(発問)、D3(指示確認)、D7(注意)が抽出された。NIRS以外のデータにばらつきが多く、このままこの感情を推定することは難しいが、今後他の種類のデータの修正を行い、より精緻な相関ルールが導き出せればこの感情の推定は大いに期待できるものと考えられる。

今回NIRSデータの時間遅れを考慮して分析を行った結果、非常に高い頻度で抽出された感情はE1(Enjoy)、E5(Anxiety)、E6(Shame)であった。分析結果からは時間遅れを考慮したことに関する優位性に関する一般性の高い考察は困難であるが、時間遅れを考慮する前の結果としてより実現象に近いルールを抽出しているものと期待される。E1(Enjoy)とE5(Anxiety)に関しては分析結果の値が二極化したため、この現象が生じた原因に関しては検討を行う必要がある。また、今回は対象としなかった皮膚コンダクタンスと呼吸に関する時間遅れの修正を入れることによって、今回不鮮明であった学習者の心的状態と生理データとの関係性など、より詳細な相関ルールが抽出されることが期待される。E6(Shame)に関しては共

通して得られた相関ルールの数が多いため、皮膚コンダクタンスと呼吸の時間遅れを考慮して、より多くの共通した傾向を抽出することができれば心的状態の推定の可能性が向上することが期待される。

6. まとめ

著者の先行研究[9]では時間的な遅れを考慮しないままの分析を行い、いくつかの実現象との関連したルールを抽出することができた。しかし、同時に生理データ計算における「時間遅れ」を考慮する必要があった。そこで、今回は NIRS のデータについての時間遅れに関する修正を行い、再分析を行った。生理データには何らかの時間遅れは存在していることはわかっており、今回の分析の結果、時間遅れを考慮する前の結果とは異なる結果が得られた。したがって、生理データの時間遅れが結果に対して何らかの影響を与えているということは明確であり、この時間遅れを調査するということに対する意義と有効性が示唆された。今回取り扱わなかったが、同様に皮膚コンダクタンスや呼吸データに関してもなにかしらの時間差が存在していると考えられる。修正後の相関ルールのアイテム群にばらつきがあったのはこれらの生理データの修正が行われなかった影響であると考えられる。もし、皮膚コンダクタンスや呼吸データの「時間遅れ」を修正し分析することが出来れば、より正確なカテゴリカルデータセットを構築することができる。そこで、今後相関ルールのさらなる精度の向上のためには、今回取り扱った NIRS 以外の生理データの時間のずれを調査し、修正する必要があると考えられる。

7. 今後の課題と展望

今後の課題として、上節の生理データの時間遅れについて調査、検討していくことが重要であるが、被験者数を増やすことや、複数人数などの別の学習環境での実験を行うなどの課題も残っている。

今回行った実験では個別指導塾という環境下で学習者と教師が 1 対 1 で授業を取り組んでいた。被験者も 2 名で、分析に使用できたデータは 1 名のデータのみである。相関ルールの一般化に向けて、今後被験者を増やし、それらの共通したルールを見つけることが非常に重要だと考えられる。

また、一般的な学習環境はこのような教師と学習者の 1 対 1 という環境ではないことが多い。そこで、より広い空間や、多人数の教室といった環境下での実験を行い、その結果が本実験の結果とどれほどの差があるのか調査するという事も求められる。

なお、今回の分析では教師側の教授行動の意図や感情などの情報を扱っていなかった。教師の教授戦略や意図等の情報や、教師の心的状態などの情報を取得・整理し、カテゴリカルデータセットの行に加える事が出来れば、より多くのアイテムの組み合わせから有意な相関ルールを導き出せることが期待できる。後日、教師から話を伺ったところ、短い授業時間の中でも様々な教授方略を用いており、その中で教師の感情の

変化や教授行動の変容などが確認された。今後、このような「教師の視点からのデータ」についてもより深く分析をし、学習者の心的状態との関係性の形式化を行う予定である。

謝辞

本研究は、科学技術振興機構・社会技術研究開発センター (JST/RISTEX) 「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」の研究開発プロジェクト「高等教育を対象とした提供者のコンピテンシーと受給者のリテラシーの向上による共創的価値の実現方法の開発」、および日本学術振興会・科学研究費補助金「挑戦的萌芽研究(課題番号 25540165)」の成果によるものである。

参考文献

- (1) 中山実, 清水康敬: “生体情報による学習活動の評価”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 24, No.1, (2000)
- (2) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. et al. : “Measuring Emotions in Students’ Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)”, Contemporary Educational Psychology, Vol. 36, No. 1, pp. 36–48 (2011)
- (3) 野澤孝之, 近藤敏之: “NIRS 脳計測データのオンライン分析のためのアーティファクト除去手法の比較”, 計測自動制御学会生体・生理工学シンポジウム論文集, Vol. 24, pp. 381-384 (2009)
- (4) 岸俊行, 野嶋栄一郎: “小学校国語科授業における教師発話・児童発話に基づく授業実践の構造分析”, 教育心理学研究, Vol. 54, No. 3, pp. 322-333 (2006)
- (5) 藤江康彦: “一斉授業における教師の「復唱」の機能: 小学 5 年の社会科授業における教室談話の分析”, 日本教育工学雑誌, Vol. 23, No. 4, pp. 201-212 (2000)
- (6) 清水由紀, 内田伸子: “子どもは教育のディスコースにどのように適応するか-小学 1 年生の朝の会における教師と児童の発話の量的・質的分析より-”, 教育心理学研究, Vol. 49, No. 3, pp. 314-325 (2001)
- (7) Michael, H., Bettina, G., Kurt, H., et al.: “Introduction to arules - A computational environment for mining association rules and frequent item sets”, Journal of Statistical Software, Vol. 14, Issue. 15, (2010)
- (8) David A Benaron: “Noninvasive Functional Imaging of Human Brain Using Light”, Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism, Vol. 20, No. 3, (2000)
- (9) 竹花和真, 田和辻可昌, 松居辰則: “学習に関わる多面的情報の統合的分析手法の検討”, 人工知能学会第 73 回先進的学習科学と工学研究会資料, B403-13, pp. 67-70 (2015)

高等教育における価値共創実現のための 授業共同設計支援手法

杉野涼太^{*1}, 木見田康治^{*1}, 松居辰則^{*2}, 下村芳樹^{*1}

^{*1} 首都大学東京, ^{*2} 早稲田大学

A Method for a Class Co-design in Higher Education to Realize Value Co-creation

Ryota Sugino^{*1}, Koji Kimita^{*1}, Tatsunori Matsui^{*2}, Yoshiki Shimomura^{*1}

^{*1} Tokyo Metropolitan University, ^{*2} Waseda University

In recent years, the importance of value co-creation is paid attention in the field of products and services. For value co-creation, it is necessary to enhance and utilize not only abilities of provider but also abilities of receiver for playing an appropriate role. Therefore, in value co-creation, it is important to build a consensus about a provider's role and a receiver's role between each other. However, there is not a well-established method to build a consensus about each role. This study aims to clarify a process of consensus building between a provider and a receiver for value co-creation. In this paper, we focus on co-design by providers and receivers in higher education, and we propose and analysis method to clarify a co-design process to realize value co-creation.

キーワード: 高等教育, 価値共創, 合意形成, 共同設計

1. はじめに

サービスの提供において、その付加価値を高め、かつ生産性を向上するためには、受給者がサービスを使用することで生まれる使用価値を高めることが重要である。この使用価値は、提供者と受給者の相互作用により価値を生産する価値共創により実現される。そして、この価値共創を実現するためには、提供者が受給者の製品・サービスの使用に関わる活動に関与するだけでなく、受給者も、提供者により行われてきた設計・生産活動に参画し、価値の共同生産者としての役割を担うことが求められる。そのため、提供者と受給者の間で、互いの状態を理解し、価値共創における双方の役割を明確にするための合意形成を行う必要がある。しかしながら、効果的な価値共創を実現するための合意形成過程を明らかにするための具体的な手法は確立されておらず、効果的な価値共創を実現する上で大きな障害となっている。

本研究では、効果的な価値共創を実現するために、提供者と受給者間の合意形成過程を明らかにするための具体的な方法の確立を目指す。本研究では、提供者と受給者による製品・サービスの共同設計段階に着目し、効果的な価値共創を実現するための共同設計過程を明らかにするための分析手法を提案する。本研究では、価値共創に多くの課題を有する高等教育を対象とし、提案手法を用いて実事例の分析を行い、分析結果を基に共同設計支援手法を提案する。

2. 高等教育サービスにおける価値共創

2.1 高等教育における問題

現在、高等教育では、外国人留学生や社会人学生の増加、生涯学習による学び方の変化により、学習者が多様化し、価値共創の実現が困難とされている。そのため、高等教育では、高等教育における使用価値である学習成果は、自身の経験から学習者に適した教授行

動を選択できる一部の教師や、自身の目標に対して適した学習行動を選択できる一部の学習者により、属人的に達成されるという問題を抱えている。そのため、効果的な価値共創を実現することが困難となっている。

2.2 目標とする高等教育サービス

図1に本研究が目標とする教育サービスを示す[1]。本教育サービスでは、教育内容と、目標とする学習成果を達成するために必要な学習行動に関して、教師と学習者が段階的に合意形成を行いながら効果的な教育／学習を実現する。この合意形成により、学習者は目標とする学習成果と現在の状態の乖離とその理由を明確に理解し、効果的な学習行動を選択することが可能となる。また、教師も自身の思い描く学習者像と現実の乖離と、その理由を明確に理解し、自身の教授活動を見直すことで、学習者にとって効果的な学習コンテンツを提供することが可能となる。このように、教師と学習者が互いの状態に関して合意形成を行い、学習成果を実現するための行動を選択することで、共創的に価値を実現することが可能となる。

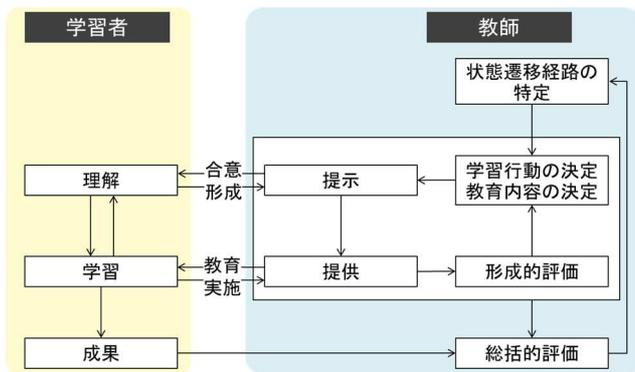


図1 目標とする教育サービスの実施手順

3. 提案手法

3.1 共同設計過程分析手法

本研究では価値共創を実現するための共同設計過程を明らかにするための共同設計過程分析手法を提案する。授業共同設計において、教師は学習者が望む状態や要求を踏まえた上で、学習内容や学習の進め方といった設計解を展開、具体化し、当該設計解に対して学習者と合意形成を行う必要がある。それ故、単に展開された設計解を明確化するだけでなく、教師と学習者の間でどのような合意形成が行われ、当該設計解を

展開するに至ったのかという経緯を分析する必要がある。そのため、本提案手法では、設計解を展開するに至った経緯を「設計根拠」として分析可能とする必要がある。以上のことから、本研究では、共同設計過程の分析手法として、設計解モデルを提案する。提案する設計解モデルを図2に示す。

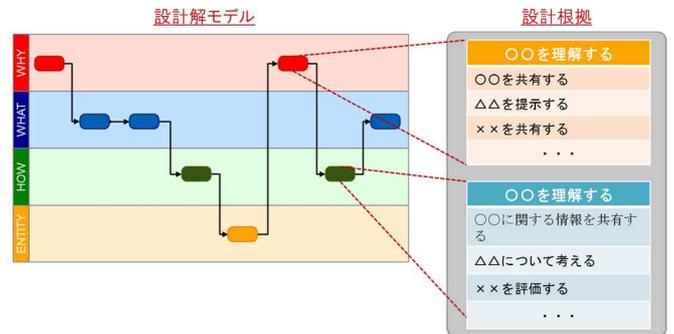


図2 設計解モデル

本モデルでは、設計解を「Why」「What」「How」「Entity」の4つの観点を用いて整理する。まず、「Why」の観点には、学習者が望む状態や要求、将来的な目標、などを明確化し、記述する。次に、「What」の観点には、明確化された「Why」を実現するために、当該授業において必要な達成項目や学習目標を記述する。そして、「What」に記述された当該授業における達成項目や学習目標を実現するための、教師や学習者の行動や学習方略を「How」の観点に記述する。最後に、「Entity」の観点に、「How」を実現するために必要な学習ツール等の要素を記述する。そして、これらの設計解を時系列に沿って合意された順に記述する(図2の左部)。加えて、これらの設計解について、教師と学習者の間で合意形成するために実現すべき状態とその達成項目を設計根拠として整理する(図2の右部)。橙色の設計根拠は教師、水色の設計根拠は学習者が実現すべき状態を示す。これにより、共同設計結果である設計解及びその設計根拠の可視化が可能となる。

3.2 共同設計支援手

3.1節で述べた設計解モデルによる分析結果は、対象とする教師と学習者により異なる。そのため、分析結果を用いて、効果的な価値共創を実現するための共同設計方略を統合・整理することが難しい。したがって、複数の分析結果を統合・整理し、教師と学習者の状態を踏まえた上で、どのような手順で設計解を展開・具体化すれば良いのかを一般的な方略として整理

する必要がある。本研究では、複数の分析結果を統合・整理し多数の要素が複雑に関係しあう構造を階層的有向グラフとして俯瞰的に可視化する手法である ISM (Interpretive Structural Modeling) 法を用いる [2]。具体的には、設計解における「Why」「What」「How」「Entity」の 4 観点に関する要素が決定された順序に基づいて各要素の依存関係を表現するマトリクスを作成する。そして、作成したマトリクスを隣接行列と見做し、ISM 法を用いて構造化することで、設計解を展開・具体化する際の手順を示す階層的有効グラフを作成する。これにより、共同設計の際に、提供者と受給者の状態を踏まえ、設計解をどのような手順で具体化・展開すれば良いかを形式化することが可能となる。

4. 事例検証

4.1 設計解モデル

本稿では、本提案手法の有効性を確認するために、価値共創を実現する授業の共同設計過程を明らかにす

ることを目的として、東京大学・創造性工学・創造的ものづくり工学プロジェクトの一環として行われた対話式英語授業を対象に検証を実施した。教師と学習者が授業を共同設計する場として、個々の学習者に対して約 1 時間のカウンセリングを実施し、学習者が知覚した価値を評価するために、英語のコミュニケーション能力を評価するためのテストを用いて各学習者の学習成果を評価した。また、学習者の学習意欲を評価するために、共同設計の前後において ARCS モデル [3] に基づいて作成したアンケートを実施し、各学習者の学習意欲の変化を把握することを試みた。本稿では、カウンセリングを行った計 19 名の学習者のうち、テストの成績が大きく向上した又は学習意欲が向上した学習者の計 9 名を対象にカウンセリングを分析した。その結果とし、テストの成績と学習意欲の双方が向上した学習者（以下、学習者 A）の設計解を図 3 に、学習意欲のみが向上した学習者（以下、学習者 B）の設計解を図 4 に示す。

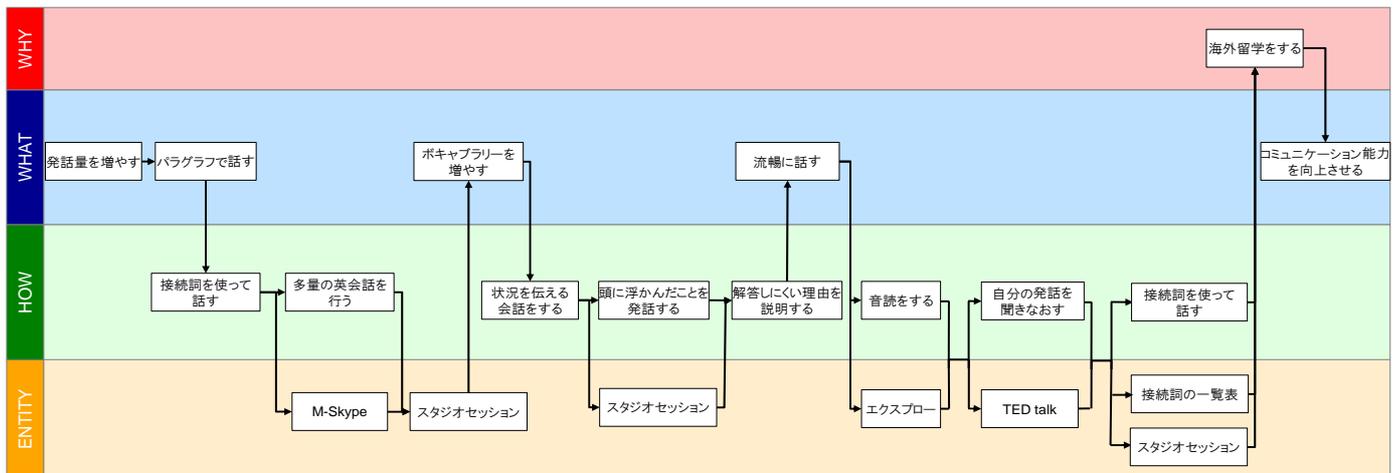


図 3 学習者 A の設計解モデル（成績及び学習意欲向上）

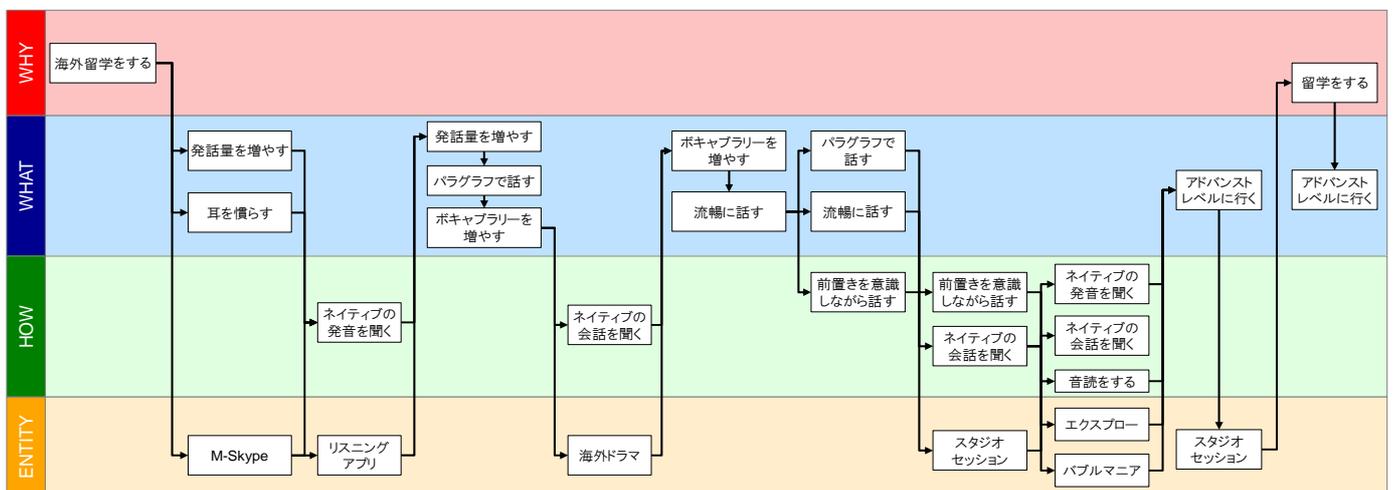


図 4 学習者 B の設計解モデル（学習意欲向上）

学習者 A と学習者 B の設計解の展開の仕方に関して、学習者 A の設計解は What に該当する内容から記載され、学習者 B の設計解は Why に該当する内容から記載されたことを確認した。そして、両者共に Why に「海外留学をする」という内容が記載されたが、Why を実現するための What には異なる内容が記載されていることを確認した。学習者 A に関しては、「ボキャブラリーを増やす」「英語での発話量を増やす」「パラグラフで話す」等の英語能力に関する学習目標に加え、「コミュニケーション能力を向上する」といった学習目標が記載されていることを確認した。一方で、学習者 B に関しては、英語能力に関する学習目標のみが記載されていることを確認した。また、両者に共通する What である「発話量を増やす」という学習目標に関して、教師と学習者 A の間では 1 度しか合意形成されなかったが、教師と学習者 B の間では 3 度の合意形成が行われていたことを確認した。そして、「発話量を増やす」という学習目標の次に、学習者 A では「パラグラフで話す」という What に関する内容が記載され、学習者 B では「パラグラフで話す」という What に関する内容に加え、「ネイティブの発音を聞く」「ネイティブの会話を聞く」等の How に関する内容や、学習ツール等の Entity に関する内容が記載されていることを確認した。以上のことから、学習者により、設計解の展開・具体化の手順及び設計解の内容に差異が存在することを確認した。

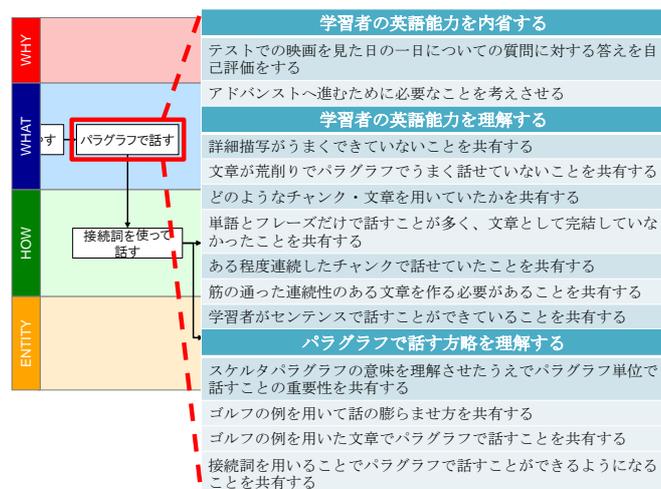


図 5 学習者 A の設計根拠（一例）

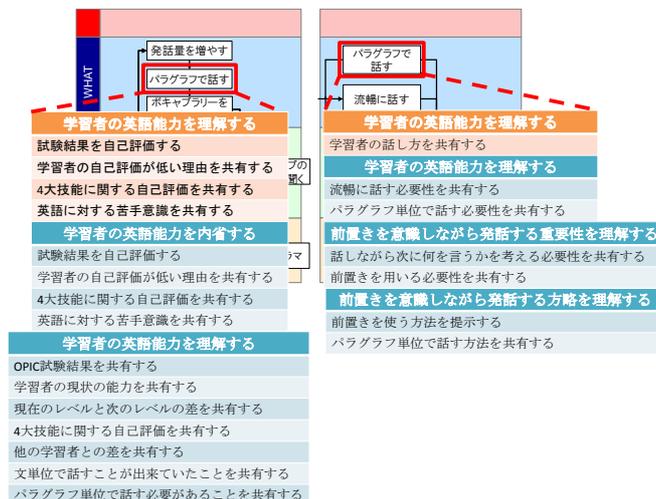


図 6 学習者 B の設計根拠（一例）

以上のことに加え、教師と学習者が当該設計解の合意形成に至った設計根拠を確認した。図 5、図 6 に学習者 A と学習者 B の設計根拠の一例を示す。学習者 A 及び学習者 B の両者の設計解に共通する「パラグラフで話す」という項目について、学習者 A は教師と共に、学習者の英語能力を踏まえた上で、具体的な例を示し、具体的に合意形成が行われていることを確認した。一方で、学習者 B は教師と共に、学習者の英語能力に関してのみに合意形成が行われていることを確認し、学習者間での設計根拠に対する具体性の差異を確認した。

4.2 ISM 法を用いた分析結果の統合

4.1 節における分析結果を基に、ISM 法を用いて設計解を展開・具体化する際の手順として階層的有向グラフを作成した。図 7 に示すグラフは、成績と学習意欲の両方が向上した学習者 4 名の設計解モデルを基に、各要素間の依存関係を表現するマトリクスを作成し、ISM 法を用いて構造化した結果の一部である。これにより、学習者が望む状態に応じて、教師が学習者と共同で設計・合意形成した内容と手順を形式化した。例えば、図 7 より、「海外留学する」ことを望む状態としている学習者に対して、まず、教師と学習者の間で「海外留学する」という将来像を合意する。次に、それを踏まえた上で「弱点を克服する」「コミュニケーション能力を向上させる」といった学習目標や、「流暢に話す」「発話量を増やす」といったより具体的な学習目標に関して合意する。このように、ISM 法を用いて、本提案手法の分析結果を統合することで、設計の展開・具体化の手順と合意形成の内容を「Why」「What」

「How」「Entity」の4観点から可視化可能であると確認した。

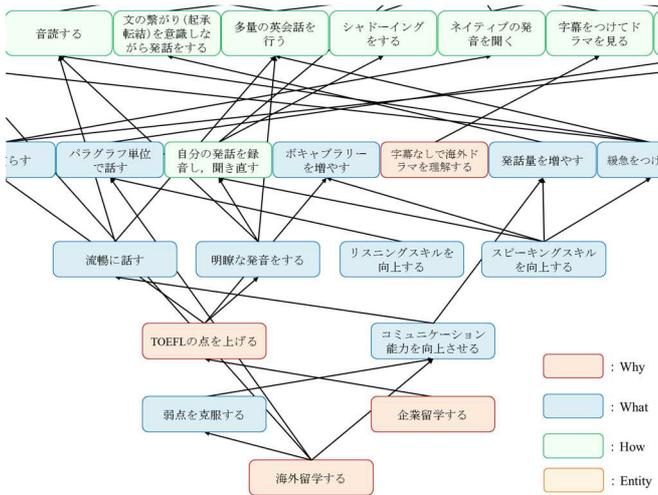


図 7 設計解展開手順を示す階層的有向グラフ

5. 考察

本事例検証の結果から、提案する設計解モデルを用いて共同設計過程及びその結果を分析することが可能であることを確認することができた。そして、学習者により、教師と学習者の間で行われる合意形成のパターンに差異が存在することを確認することができた。このことから、学習者の成績及び学習意欲を向上させる共同設計の方法が複数存在することが期待される。また、本分析結果から、学習成果と学習意欲が向上した学習者は、Whatに該当する学習目標や、Howに該当する学習行動を合意形成する際に、より具体的な根拠を展開する傾向にあることを明らかにすることができた。このことから、提案手法を用いて共同設計及びその設計過程と実現された価値との関係を分析することで、効果的な価値共創を実現する共同設計の方法を構成できると考えられる。

また、本分析結果を基に ISM 法を用いて設計解を展開・具体化する際の手順及び合意形成の内容を統合・整理することが可能であることを確認した。本手法を用いることで、学習者が望む状態や将来像、要求に応じて教師が学習者と共同で設計すべき内容と合意形成を行う手順を形式化することが可能となると期待される。ISM 法を用いた階層的有効グラフに加え、設計根拠リストを用いることで、「Why」「What」「How」「Entity」の4観点の要素に関して合意形成する際に

どのような設計根拠を基に合意形成を行えばよいのかを把握することが可能となると考える。以上のことから、本手法を用いて共同設計を行うことで、教師及び学習者の合意形成及び共同設計を容易化することが可能となり、効果的な価値共創を実現するための共同設計支援が可能となると期待される。

6. 結論

本研究では、価値共創を実現する共同設計過程を可視化・分析するための手法として、設計解モデルを用いた共同設計過程分析手法を提案した。加えて、共同設計支援手法として、本提案手法の分析結果及び ISM 法を用いた共同設計支援手法を提案した。今後は、本提案手法を用いて教師と学習者での授業共同設計を行い、本提案手法の有効性を検証する。

謝辞

本研究は、科学技術振興機構・社会技術研究開発センター「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」の研究開発プロジェクト「高等教育を対象とした提供者のコンピテンシーと受給者のリテラシーの向上による構想的価値の実現方法の開発」の成果によるものである。

参考文献

- (1) 木見田他：“価値共創を実現する教育サービス設計のための学習者分析手法”，精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集(2014)
- (2) J. N. Warfield: “Societal Systems Systems-Planning, Policy and Complexity”, pp. 208-366, John Wiley (1976)
- (3) J. M. Keller: “Development and use of the ARCS model of instructional design”, Journal of instructional development, Volume 10, Issue 3, pp. 2-10 (1987)

学び続ける教員像の確立を目的とした ICT を用いた実践研究

瀬田 康就*¹, 北澤 武*¹

*¹ 東京学芸大学

A Practical Study that Teachers aim to increase the Image of the Teachers who continue Studying with ICT

Kouju SETA*¹, Takeshi KITAZAWA*¹

*¹ Tokyo Gakugei University

本研究では、日々多忙な教員が「学び続ける教員像」を確立できるようにするために、教員同士が LINE のグループ機能を使って教育に関する情報の共有が行える環境を構築した。東京都内の公立小学校に勤務する教員 20 名を対象に、LINE のグループ機能を使って教育に関する情報共有を行った。約 3 か月の実践の後、教員同士が LINE のグループ機能を使って教育に関する情報の共有が行える環境についてアンケート調査を行ったところ、「これからの教員に求められる資質能力」のうち、教職に対する責任感や使命感、学ぶ機会の充実、学び続けることに対する意欲に関して、教員の認識が高まる可能性が分かった。

キーワード: ICT, LINE, コミュニティ, 教員の資質能力, 学び続ける教員像

1. はじめに

平成 24 年 8 月の中央教育審議会答申⁽¹⁾では、情報通信技術の急速な発展に対応できる人材育成のために、「教育の直接の担い手である教員の資質能力を向上させることが最も重要である」と述べられており、教員の資質能力を向上させる必要性が強調されている。

また、同答申では、学校が抱える多様な課題に対応し新たな学びを展開できる実践的な指導力を身に付けるためには、教員自身が探究力を持ち学び続ける存在であるべきであるという「学び続ける教員像」の確立を提言している⁽¹⁾。そのため、学校現場では、「学び続ける教員像」を具現化していくことが求められている。

一方、平成 27 年 12 月の中央教育審議会答申⁽²⁾では、近年の教員の大量退職、大量採用の影響により、必ずしも先輩教員から若手教員への知識・技能の伝承がうまく図られていない状況があるといった指摘もある。さらに、同答申⁽²⁾では「文部科学省が平成 18 年度に実施した教員勤務実態調査⁽³⁾において、教諭の残業時間は、一月当たり、約 42 時間という結果が出ている」と

報告がなされ、児童生徒の指導や学校経営に係る業務、事務的な業務が増加していることが分かっている。国際的に比較してみても、日本の教員の 1 週間当たりの勤務時間は参加国中で最長となっている⁽⁴⁾。このため、教員の仕事と私生活のバランスを考慮しながら、教員がいつでもどこでも学びの機会を確保できる環境を整備することが課題である。

いつでもどこでも学びの機会を確保する方法の一つとして、インターネット上のコミュニティサイトを利用する方法が挙げられる。安藤ら(2016)の研究では、教員志望の大学生を対象に、CIT (Cloud for Innovative Teaching) とよばれるネットワークサービスを活用し、学び続ける教員を具現化していくことを目的とするコミュニティを形成している⁽⁵⁾。この利点として、教育実習前の模擬授業や、教育実習中の授業動画の投稿やそれに対する評価などをネットワーク上で行うことができ、コミュニティが有効に作用することが示唆された。しかしながら、インターネット回線の安定化が求められたり、扱うデータの著作権や肖像

権への十分な配慮が必要であったりする課題が挙げられている。また、安藤ら(2016)の研究は教員志望の大学生を対象に行ったものであり、限られた時間の中で情報共有しながら学ばなければならない教員とは対象が異なる⁵⁾。そのため、実際に現職教員を対象とした実践の場合は、先行研究と異なる効果が存在する可能性がある。そのため、より閉鎖的で通信が安定するシステムで、かつ、多忙な教員がいつでもどこからでも手軽にアクセスできるシステムを使用することが、教員がインターネット上で教育に関する情報を容易に共有できることに繋がると期待できる。

上述の条件を満たしたシステムとして、本研究ではコミュニケーションアプリ「LINE」(©LINE corporation)のグループ機能⁶⁾を採用した。この理由として、アプリのダウンロードと基本使用が無償である点、ユーザーが世界中で2億人以上と広く使われている点、テキストのみならず画像や映像データも扱うことができる点、スマートフォンなどのモバイル端末から素早く起動し、接続できる点、そして、閉鎖的であり情報流出の可能性が極めて少ないという点を考慮したためである。

伊藤(2014)は、現場の教員による校内コミュニティの構築と運営ビジョンについて、教科・学年・年齢にこだわらず、多様な考えに触れられるようなグループを意図的につくり、かつ、定期的なコミュニティの場を位置付けることが重要だとしている⁷⁾。これにより、日常的には強い結びつきをもたない教員との交流の場が増え、若手教員の価値観が高まることが期待できる。この知見から、LINEのグループ機能による教

員のコミュニティの場によって、若手教員の価値観を高められるかもしれないが、一方で中堅やベテランの教員によっても、学び続けられる場であるかもしれない。そこで本研究では、ネットワーク環境下において、LINEのグループ機能による教員のコミュニティの場を構築し、教育に関する情報共有をいつでもどこからでも行える環境を構築する。そして、この場を介して教育に関する情報を共有する実践が「学び続ける教員像」に対する教員の認識にどのような効果があるのかを分析するとともに、得られた知見から、LINEのグループ機能による教員のコミュニティの場のあり方について提言することを目的とする。

2. 概要

本研究の実施期間は、2015年9月25日から12月31日までとした。実践を行うに際し、校内研究会を開催し、参加する教員に本研究の趣旨説明を行った後、LINEのグループの説明と登録を行った。本研究に参加したのは、都内公立T小学校に勤める教員20名であった。本研究のLINEのグループは、20名の教員のほか、第一著者、第二著者の計22名が参加していた。参加者は、各々のスマートフォンやタブレット端末でアクセスできるように設定した。

3. 分析方法

3.1 投稿のログ

LINEのグループに投稿された教育に関する情報の内容を分析した。

表1 これからの教員に求められる資質能力

(i) 教職に対する責任感、探究力、教職生活全体を通じて自主的に学び続ける力 (使命感や責任感、教育的愛情)
(ii) 専門職としての高度な知識・技能 <ul style="list-style-type: none"> ・ 教科や教職に関する高度な専門的知識 (グローバル化、情報化、特別支援教育その他の新たな課題に対応できる知識・技能を含む) ・ 新たな学びを展開できる実践的指導力 (基礎的・基本的な知識・技能の習得に加えて思考力・判断力・表現力等を育成するため、知識・技能を活用する学習活動や課題探究型の学習、協働的学びなどをデザインできる指導力) ・ 教科指導、生徒指導、学級経営等を的確に実践できる力
(iii) 総合的な人間力 (豊かな人間性や社会性、コミュニケーション力、同僚とチームで対応する力、地域や社会の多様な組織等と連携・協働できる力)

3.2 アンケート調査

本研究では、「教員の学び」というものを「これからの教員に求められる資質能力」の向上として定義した。「これからの教員に求められる資質能力」とは、中央教育審議会答申⁽¹⁾で述べられたものである(表1)。

表1の内容をもとに、質問項目(全20問、5件法)を作成し、実践後に調査を実施した。得られた結果について、項目ごとに肯定、否定の回答の傾向を分析するために、中央値を3とする母平均の検定(t 検定)を行った。

さらに、「LINEグループをどのように活用したか(活用方法)」、「LINEグループの実践で良かった点と役に立った投稿内容(良かった点・役立った投稿内容)」、「LINEグループの実践の改善点(改善点)」、「教職生活の全体を通じて「学び続ける」ことができるようなLINEグループの活用方法についてのアイデア(活用方法のアイデア)」の4つの自由記述を問い、分析した。



図1 投稿された内容(授業の振り返り)

4. 結果

4.1 投稿のログ

図1と図2は、LINEのグループに投稿された教育に関する情報の内容の一部である。投稿されたものの内訳は、コメントが172件、図が27件、ウェブサイトへのリンクが1件、動画が1件、スタンプが7件であった。

投稿された内容は、研究授業の板書、児童のノート、

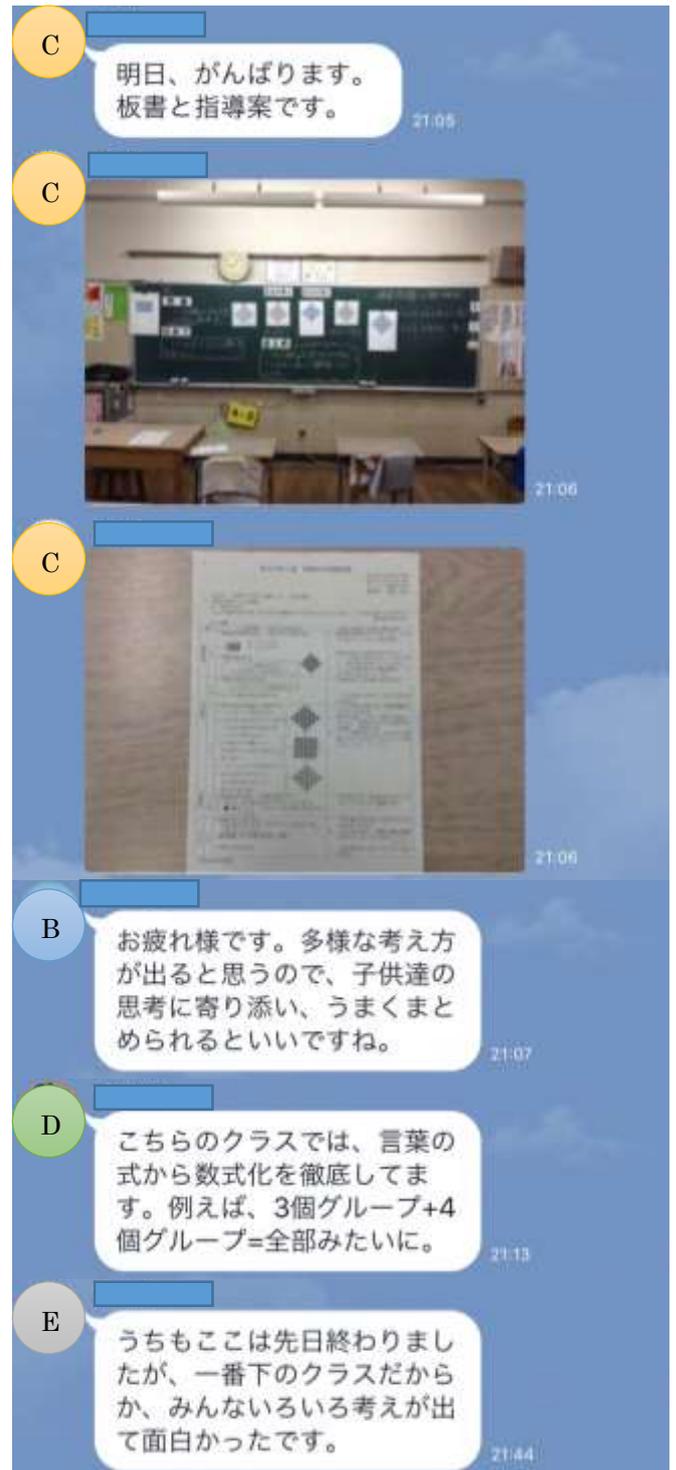


図2 投稿された内容(授業準備)

表2 アンケート調査の結果（中央値を3とした母平均の検定（*t*検定））

項目	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i> 値	<i>p</i> 値
1. LINE グループの実践によって、教職の重要性を自覚し、その自覚に基づいて行動しようという思いが高まった。	20	3.50	0.89	2.52	*
2. LINE グループの実践によって、児童にとって最善の方法は何かを追求し、児童とともに成長していこうという思いが高まった。	20	3.35	0.93	1.68	<i>n.s.</i>
3. LINE グループの実践によって、教職に関する新たな課題に対応できる知識技能が向上した。	20	3.25	0.91	1.23	<i>n.s.</i>
4. LINE グループの実践によって、教科に関する新たな課題に対応できる知識技能が向上した。	20	2.95	0.89	-0.25	<i>n.s.</i>
5. LINE グループの実践によって、新たな学びを展開できる実践的指導力が向上した。	20	2.95	0.89	-0.25	<i>n.s.</i>
6. LINE グループの実践によって、教科指導を的確に実践できる力が向上した。	20	2.90	0.85	-0.53	<i>n.s.</i>
7. LINE グループの実践によって、生活指導を的確に実践できる力が向上した。	20	3.20	0.70	1.29	<i>n.s.</i>
8. LINE グループの実践によって、学級経営を的確に実践できる力が向上した。	20	2.90	0.85	-0.53	<i>n.s.</i>
9. LINE グループの実践によって、人間性が豊かになった。	20	2.65	0.67	-2.33	*
10. LINE グループの実践によって、社会性が豊かになった。	20	2.60	0.68	-2.63	*
11. LINE グループの実践によって、コミュニケーション力が向上した。	20	2.65	0.75	-2.10	*
12. LINE グループの実践によって、同僚とチームで対応する力が向上した。	20	2.95	0.89	-0.25	<i>n.s.</i>
13. LINE グループの実践によって、地域社会の多様な組織（区小研、都の研究会等）と協働し、組織で得た学びを校内で共有できる力が向上した。	20	3.20	0.83	1.07	<i>n.s.</i>
14. LINE グループの実践によって、自分の思ったことが発言しやすくなった。	20	2.55	0.89	-2.27	*
15. LINE グループの実践によって、自分の悩みを相談しやすくなった。	20	2.70	0.80	-1.67	<i>n.s.</i>
16. LINE グループの実践によって、自分の悩みを和らげることができた。	20	2.65	0.59	-2.67	*
17. LINE グループの実践によって、学びの機会が充実した。	20	3.50	0.61	3.68	**
18. LINE グループの実践によって、常に自ら学び続けようという意欲が高まった。	20	3.40	0.82	2.18	*
19. LINE グループの実践では、よく発言した。	20	2.15	0.81	-4.68	**
20. LINE グループの実践では、自分がコミュニティに関わっているという存在感があった。	20	3.10	0.85	0.53	<i>n.s.</i>

p*<.05; *p*<.01

教育に関するニュースや書籍の情報提供などであった。

4.2 アンケート調査

表2は、中央値を3とする母平均の検定（*t* 検定）の結果を示した表である。全20問中、9項目に有意差が認められた。中央値3よりも平均値が有意に大きい項目（つまり、教員が肯定的な認識を示した項目）は、「1. LINE グループの実践によって、教職の重要性を自覚し、その自覚に基づいて行動しようという思いが高まった（*t*(19)=2.52, *p*<.05)」、

「17. LINE グループの実践によって、学びの機会が充実した（*t*(19)=3.68, *p*<.01)」、

「18. LINE グループの実践によって、常に自ら学び続けようという意欲が高まった（*t*(19)=2.18, *p*<.05)」であった。これらは、主に表1の「(i) 教職に対する責任感、探究力、教職生活全体を通じて自主的に学び続ける力」に関する項目である。よって、LINE を用いたコミュニティを構築し、教育に関する情報を共有する実践を行うことで、教員は、教職に対する責任感や使命感、学ぶ機会の充実、学び続

表3 LINE グループの活用方法に関する自由記述

- お題に対する回答
- 情報交換. 教室の掲示物や板書の写真を張り付けた
- 情報の閲覧. 質問に対する回答.
- 他の先生方の実践を知り, まなばせて頂きました.
通常級での教科指導を知る機会がほとんどないので, とてもありがたいです.
通級と通常級で, 教科指導の方法と一緒に学び合う時間はなかなか無いので, 先生方の指導法を知れることは, 嬉しいです.
- 他の方の発案があった時のみ, 自分の考えを書いた.
- 自分から何かを発信することができなかった. 誰かの投稿について意見を述べるにとどまってしまった.
- 授業の板書や新聞記事についての意見交換
- あまり活用できていない.
- 情報提供, 個々の思考共有, 指導助言
- 授業をして, ご指導いただいたことを共有した.
- 皆さんの意見を参考にし, 自分の指導に活かすことができた.
- 情報交換, 意見交換
- 特別支援学級(通級)担任なので通常級に対して発信できる内容が無かったが, 皆さんの意見を読むことだけでも勉強になった.
- 指導でした悩んだとき活用した.
- 情報の共有
- 一つのテーマについての意見交換. 板書についての意見交換など
- 立場が微妙なので積極的に参加するのが難しく今回の回答にも迷いました.
私が若手なら積極的に活用したいところですが f^_^;)
主幹が口出しすると若手や中堅が昨日しなくなるのではないかと思います, 微妙な立場のままでおります.
私のような立場の人間は参加しないほうがいいのかと考えると悩んでいます.
- 教育記事の情報提供により, 様々な意見交換が行われました. また, 他教諭の授業指導の様子を知ることができました.
- 交流と情報の場として
- 主に, 生活指導や学級経営, 授業実践など.

けることに対する意欲について高まる可能性が分かった。これらの知見から、LINE グループで教育に関する情報を共有することで、教員が教員として学び続けるためのモチベーションが高まる可能性がある。

表3の「LINE グループの活用方法」に回答された意見のうち「授業の板書や新聞記事についての意見交換」、「情報の共有」などの回答から、主に情報提供やそれに関する意見交換などに広く活用されたことが分かる。また、表4の「LINE グループの良かった点・役立った投稿内容」に回答された意見のうち「全体の周知が早い」、「板書や掲示物の写真」「交流と情報の場として」などの回答から、対面研修では難しい、授業の板書などの写真や動画の共有が容易にでき、リアルタイムで情報が共有されるため、多忙な教員にとっても比較的手間が少なく、あまりストレスを感じずに学び続けることができたという認識があったことが考えられる。さらに、「いろんな立場の方の意見を聞いたり、自分の意見を述べたりし、考えが深まった。」、「特別支援学級(通級)担任なので通常級に対して発信できる内容

が無かったが、皆さんの意見を読むことだけでも勉強になった。」などの回答から、普段、知る機会が少ない、他学年、他学級の活動の実態を知ることができるという意見が述べられており、教員歴や担当学級、考え方や感じ方の異なる多様な立場の教員との意見交流によって、思いや考えが生み出されたり、磨かれたりしたという実感が、教職に対する責任感や使命感の肯定的な認識に繋がったということが考えられる。

一方、平均値が中央値3よりも有意に小さい項目(つまり、教員が否定的な認識を示した項目)は、「9. LINE グループの実践によって、人間性が豊かになった ($t(19)=-2.33, p<.05$)」、「10. LINE グループの実践によって、社会性が豊かになった ($t(19)=-2.63, p<.05$)」、「11. LINE グループの実践によって、コミュニケーション力が向上した ($t(19)=-2.10, p<.05$)」、「14. LINE グループの実践によって、自分の思ったことが発言しやすくなった ($t(19)=-2.27, p<.05$)」、「16. LINE グループの実践によって、自分の悩みを和らげることがで

表4 LINE グループの良かった点・役立った投稿内容に関する自由記述

-
- 全体で周知するのが早い
 - 気軽に写真を投稿できて、1つのものを共有できたこと。
困ったことや相談したいことに、先輩方にも意見やアイデアをいただける。
 - 生活指導やN先生の授業実践に向けてのやり取りの閲覧。
 - 板書や掲示物の写真
 - 気軽に投稿できる点
 - 通常級の実践や生活指導のこと、最近の教員に関するトピックスなど、知ることができて良かった。
 - 情報共有機能
新聞や書物を読まない方たちに有効だと感じる。
障害と親の気持ちは考えさせられるものであった。
 - 新聞の記事について、意見を出し合ったことで、いろいろな考えがあることを知り、学びになった。
 - 手軽に閲覧ができた
 - いろんな立場の方の意見を聞いたり、自分の意見を述べたりし、考えが深まった。
 - 授業の板書写真が参考になりました。
 - 授業研究について
 - 授業について、あれこれ言える学びの機会になりました。
-

表5 LINE グループの改善点に関する自由記述

-
- 他の先生方の実践を知り、とても良い機会を頂けたことがありがたく思っております。
もし可能であれば、プライベートと仕事のラインを分けて、活用できると嬉しいなと思いました。（カカオトークなどの活用）
 - 長文の投稿には適してないし、2～3人だけのやりとりになってしまってもよくないと思う。
 - ラインは気軽にできそうだけど、意外と難しい。
長文を打つのが厳しいところがある。
 - やむを得ない時もあるとは思いますが、勤務時間外や休日の投稿は控えてほしい。
 - 長文はよくない。目的をもっと絞って活用する。
対面による研修とどのように関連性をもたすのかも検討が必要。
 - 話題に対するレスをみんなが返信すると、数がたくさんになるから意見等は直接、ということだったと思うが、そこは難しかったと思う。
 - 勤務時間外に強要するのはやめてほしい。読むだけを批判するのはやめてほしい。投稿しづらい場合もある。
 - 自主的でない部分があった
休みの日まで仕事のことを考えなければいけない→書き込みの強要
 - ・時事問題を素早く取り上げて、意見交換するのは効果的だと思うが、なかなか投稿できない（時間的に…、内容的に…）
ということもあったかと。…・専科や特別支援の立場からも意見聞けたらな、とは思いますが、連携していくには、いろんな立場の方の意見を聞きたい。
 - 写真で撮って気軽に投稿するのが第一歩かと
 - 自分の発言がどのように評価されるのかわかるようではわからない点が、発言しづらいと感じました。
 - 若手の先生方から発信できるといいです。
-

きた ($t(19)=-2.67, p<.05$)」, 「19. LINE グループの実践では、よく発言した ($t(19)=-4.68, p<.01$)」であった。項目9, 10, 11の結果に注目すると、人間性、社会性、コミュニケーション能力の向上に関する認識が低いことが分かった。これらは、表1の「(iii)総合的な人間力」に関する項目である。よって、本実践では、総合的な人間力の向上が促進されなかったことが明らかとなった。この理由として、今回設定した目的

が「これからの教員に求められる資質能力」の向上という一般的には抽象度の高いものであったことが原因の一つと考えられる。

すなわち、具体的にどのような使い方をすればいいのか、どのような発言が目的に適しているのかなどが参加者の中で不透明であり、本実践ではこの人間性、社会性、コミュニケーション能力の向上に関する情報交換、意見交換が十分に行われなかったということ

表6 LINE グループの活用方法のアイデアに関する自由記述

-
- 板書を写真でとって共有する
 - 少人数のグループでやりとりをする。
自分の実戦をグループに投稿する。返事はせず、互いに思ったことは直接話す。
 - グループを細分化する。
 - 文より写真を投稿する。
コメントは短く、簡易的なやりとり。
 - ラインと、OneNote をうまくつかうといい。
書き込みは OneNote で、書き込んだことをラインで知らせるとか。
ラインだとすぐ返事返さなきゃいけないと焦ってしまう。
気軽そうに見えて結構大変でした。
 - 志のある者でグループを作る。自主研修である限り、自分にあったスタイルを選択することも大切かと思われる。
個々の学びの記録を画像として蓄積していきたい。
 - K 先生が行っていた情報提供は、《学び続ける》というテーマにとっても合っていた。
考えることができた。
 - 時間を決めて書き込む
あくまでも対話がメイン
対等な立場での書き込み
 - 時間がないときの、イイね！ボタンみたいなのがあれば、参加してる感じがする。
 - 毎日何かしら発信すること。
グループの活動に参加していることだけでなく、自分を見つめることにもなると思います。
学級日誌的なものでもいいかなと。子供に毎日書かせている人もいるくらいなんで。一行日記でもいいから、Line 開ける。見る。書く。を実践する。
カッコつけないことが大事。
 - 例えば、授業の教材集め。
地方出身の教員が多いので、例えば（立ち消えになってしまいましたが）お正月の雑煮。写真をアップしてもらい、各地方の違いを見つける…とか。
-

ある。したがって、本研究で向上が認められなかった項目について、認識の向上を図るためには、より具体的な目標設定が必要であろう。

また、本研究では、人間性、社会性、コミュニケーション能力に対する認識の向上が乏しかった。この結果について、例えば、対面の校内研修において、LINE で議論された内容を取り上げて、投稿内容を振り返りながら、より良い教育活動のあり方について議論させるなど、対面研修とネットワーク上での議論を上手く連携させることで、これらの向上が期待できるかもしれない。今後、対面研修とネットワーク上での議論の連携の方法について検討することが必要である。

また、項目 14, 16, 19 の結果に注目すると、自分の考えや思ったこと、悩みなどが発言しやすくなる認識が低いことが分かった。よって、本研究では、自分の考えや思ったことの発言のしにくさがあったと思われる。

この裏付けとして、表 5 の「LINE グループの改善点」に回答された意見のうち「自分の発言がどのように評

価されるのかわかるようでわからない点が、発言しづらいと感じました。」、「若手の先生方から発信できるといいです。」などの回答から、対面での研修とは異なり、自分の発言に対する相手の率直な反応が見えにくく、しかも様々な教員歴、役職の教員が混在しているので、参加者はより他の参加者の目を気にして発言をためらってしまうことが考えられる。この改善策として、表 6 の「LINE グループの活用方法のアイデア」に回答された意見を参照しながら考察すると、「少人数のグループでやりとりをする」や「グループを細分化する」などの回答から、参加者全体のグループの他に、目的や担当に応じた小グループを編成することが考えられる。今後は、ネットワーク上の議論を活性化させるようなグループのあり方や情報提供の方法について検討することが求められる。

さらに、表 5 の「LINE グループの改善点」として、「もし可能であれば、プライベートと仕事のラインを分けて、活用できると嬉しいなと思いました。」や「休みの日まで仕事のことを考えなければいけない→書き

込みの強要」という回答があった。教員によって LINE にアクセスし情報を書き込める時間帯が異なることや、仕事とプライベートをきちんと区別している教員が存在するため、これらの意見が出されたと考えられる。多忙な教員にとって、プライベートと仕事の線引きは大事と思われる。しかし、「学び続ける教員像」の見方となれば、教員はいつでも学び続けなければならないという価値観が生じるだろう。教員のプライベートの確保と、いつでもどこでも「学び続ける教員像」のバランスについて検討することが重要である。

さらなる課題として、「長文の投稿には適していないし、2～3人だけのやりとりになってしまってもよくないと思う。」、「話題に対するレスをみんなが返信すると、数がたくさんになるから意見等は直接。ということだったと思うが、そこは難しかったと思う。」というような回答など、投稿された記事について、長文になったり連続投稿をしたりすると読みづらく、発言や閲覧をする意欲が削がれるという指摘もあった。この問題を解決するためには、例えば、長文での投稿は控え、連続投稿は避けるようなルールを事前に作成することが考えられる。対面による研修と LINE のグループ機能による教員のコミュニティの場の兼ね合いを考慮しつつ、書き込み内容や記事の投稿方法のルールについて、詳細に検討していくことが求められる。

5. まとめ

本研究では、日々多忙な教員が「学び続ける教員像」を確立できるようにするために、教員同士が LINE のグループ機能を使って教育に関する情報の共有が行える環境を構築した。そして、東京都内の公立小学校に勤務する教員 20 名を対象に、LINE のグループ機能を使って教育に関する情報共有を行った。その結果、「これからの教員に求められる資質能力」のうち、教職に対する責任感や使命感、学ぶ機会の充実、学び続けることに対する意欲に関して、教員の認識が高まる可能性が分かった。今後は、教員が向上させたいと思う資質能力を具体的にしながら、同じ目的を持った LINE のグループの構築と議論の実践、対面の研修とネットワーク上で議論された内容との連携方法について検討したい。

謝辞

本研究は、科研費基盤研究(C)「教員養成と21世紀型スキルを考慮したICT活用指導力向上プログラムの開発と評価」(課題番号 26350310, 代表:北澤武), および、東京学芸大学平成27年度若手教員等研究支援費(若手教員支援枠)「デジタル教科書を活用した授業力向上を目指すネットワークを介した学校支援体制の構築」(代表:北澤武)の助成を受けた。本研究にご協力いただいた都内T小学校の教員の皆様にお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 中央教育審議会: “教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について (答申)” (2012)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325092.htm (2014年2月27日確認)
- (2) 中央教育審議会: “これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について ～学び合い、高め合う教員育成コミュニティの構築に向けて～ (答申)” (2016)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1365665.htm (2016年3月31日確認)
- (3) 文部科学省: “教員給与の在り方に関する調査研究報告について” (2007)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyuuyo/ (2016年3月31日確認)
- (4) 国立教育政策研究所: “TALIS 日本版報告書「2013年調査結果の要約」” (2014)
<http://www.nier.go.jp/kenkyukikaku/talis/> (2016年3月31日確認)
- (5) 安藤明伸, 石澤公明, 中井滋, 村上由則, 松岡尚敏, 熊野充利, 大村巖, 林政慶: “宮城協働モデルにおける Cloud for Innovative Teaching (CIT) システムの開発と活用”, 宮城教育大学紀要, 第50巻, pp.215-222 (2016)
- (6) LINE Corporation: “コミュニケーションアプリ LINE (ライン)”, <http://line.me/ja/> (2016年3月31日確認)
- (7) 伊藤智裕: “若手教員の内発的な力量向上を支援する「校内コミュニティ」の組織化に関する開発実践”, 教師教育研究(岐阜大学), 第10巻, pp.221-235 (2014)

入手可能な素材と機会を用いた無理のない

学校評価という可能性

石田健一*1

*1 東京大学

An attempt to expand the diversity of school evaluation in a way that people use presently available materials and take opportunities

*1 University of Tokyo

School evaluation under the current guideline by Ministry of Education and Science has been introduced and implemented in all public schools in the area of primary and secondary education. I had a unique opportunity to actively participate school-evaluation project carried out at the middle school in the northern Tama, Tokyo as one of core evaluators. This evaluation is unique because it focused on the experiential learning rather than on the score of the examination results by students. In this report I will explain the result of the evaluation, discussing pros and cons of the approach and highlighting further issues of sustainable and user-friendly school evaluation.

キーワード: 学校評価、体験学習

1. はじめに

学校評価は努力目標として学校評価ガイドラインに定められた行為であり、全国の4万校でその実施が繰り返されている。

学校評価士の有志が集まり、平成27年度に北多摩地区（東京都）に位置する中学校で実施された学校評価の特徴は、以下である。

- テストの成績によらない学校評価
- 学校評価の「見える化」を目指す
- 体験学習を評価する

報告者は評価のコアメンバーとして、評価計画の策定から実施、評価終了後の振り返りまで全てのプロセスに深く関与した。

本報告では評価の結果を交えながら、入手可能な素材と機会を用いた評価の試みとその可能性について論じるものである。

2. 評価の方法

2.1 評価対象の活動について

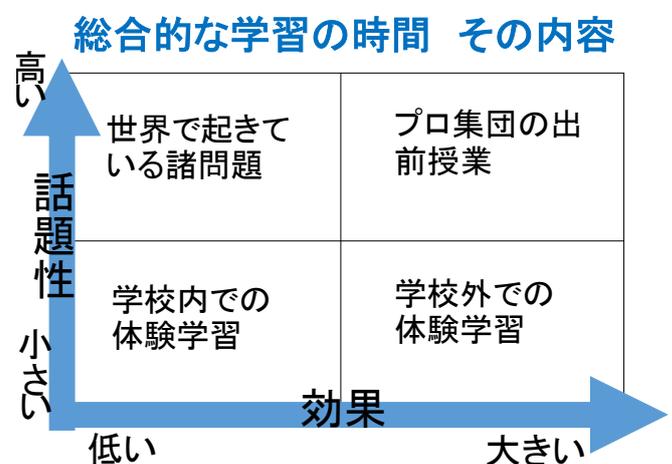


図1 総合的な学習の項目の比較検討

図1に示したように、体験学習は他の諸課題と比較して話題性はそれほど高くないが、本人そして身近な人たちの生活に直結することでの直接的な体験を得ることが多いため、生徒にとっては効果が高いと推定されるものである。

学校外での体験学習を評価の対象事業と定め、当該校で実施されている多数の体験学習プログラムから都内巡り（2年生対象、5月実施）と農業体験（2年生対象、9月実施）を選定した。

選定の理由は以下の通り。

- 学校圏を抜けた探究型の活動
- 暮らしに欠かせない「農業」の現地体験を行う実践型の活動である
- 学力テストでは測れない効果の評価への期待
- 評価素材の入手・利用のしやすさ（作文）
- 真ん中の学年であること

2.2 評価方法

評価の方法と対象者を表1にまとめた。

表1 評価の方法と対象者

都内巡り	農業体験
作文分析（対象：生徒）	体験日誌分析（対象：生徒）
（個別）インタビュー（対象：生徒数名）	フォーカスグループ・ディスカッション（対象：連絡協議会委員）
グループ・インタビュー（対象：生徒数名）	

・作文分析：都内巡り実施後の作文、農業体験日誌の内容をコーディング（分析指標）を用いて読み解いた。全数調査。

・生徒インタビュー：都内巡りの作文を解読することで、その考え方や感じ方に際立った特徴がある生徒を個別にまたは数名まとめてインタビューを行い、彼らが何に感心しどのような変化がもたらされたかを読み取ろうと試みた。

・フォーカスグループ・ディスカッション：作文と日誌では読み取れない情報の収集を試みた。保護者のコメントを深く知ることは農業体験の評価素材になりえると考え、当該校の連絡協議会委員（4名）が委員

会開催のため学校に集合した機会を利用し FGD の実施を行った。

3. 評価結果

3.1 都内巡り

3.1.1 分析に用いた指標

7月に教員対象のワークショップ（教員研修、約1時間）を実施し、リベラルアーツの活動（清瀬第五中学校、2015）の評価に際して、どのような基準や指標または視点が望ましいかということ学年毎に議論してもらった。議論されて浮かび上がってきた指標を都内巡りの作文を評価する際の基本的な指標案と定めた。

続けて評価チーム内で指標策定の会議を行い、考え抜く力「前に踏み出す力」「チームで働く力」（という3つの「力」に対し、それぞれ3種類の指標（視点）を構成した（表2）。

表2 都内巡りの作文分析に用いた指標

考え抜く力	前に踏み出す力	チームで働く力
目的を考えながら活動している	新しい知識を身に着けている	各自がリーダーの役割を理解し、活動への見通しを持っている
困難に直面したときに試行錯誤しながら解決方法を探っている	ルールやマナーの大切さに気付き、それに基づいて活動している	他のメンバーと協力して活動している
今後の自分に必要な事柄について意識している	不明な点や疑問などについて調べたり尋ねたりしている	各自が責任をもって行動している

3.1.1 分析結果

作文分析で抽出された項目の総数は340個であり、主な結果は以下である。

- ・活動で得られた経験から結論（今後の活動）に結び付けがちな傾向がみられる。
- ・活動を通じて多くの事柄に関心を示し新しい知識を見つけている。
- ・見つけた知識を基に更に新しい知識の獲得にむけて踏み出す意識や行動は顕在化してない傾向がある。
- ・班行動ではメンバーと意識して協力しようとしており、班活動全体に目を向け、一人一人の役割を意識することにもバランスよく関心を向けている。

同時に比較のため社会人基礎力の指標（経済産業省

ホームページより)を用いて都内巡りの作文分析を行ったところ、課題発見力、実行力、計画力、状況把握力の4要素が抽出記述の78%を占めており、想像力、主体性、働きかけ、発信力、傾聴力、柔軟性、起立性、ストレスコントロール力の8要素の抽出は低い数字にとどまった。

3.2 農業体験

3.2.1 分析に用いた指標

都内巡りの作文を分析する際に用いた9つの観点を念頭に置き、農業日誌の記述、学校便りから読み取れた/見えたことを指標化した。

考え抜く力：関心を持って体験し、農家から話を聞いている、関心を持った体験や話をまとめて、感想を持っている、まとめた感想をもとに、自分なりに関心を発展させて考えている。

前に踏み出す力：体験を踏まえて、今後の自分の行動について希望や意思を表明している、保護者が生徒の行動や発言の変化に気付いている

3.2.2 分析結果

・考え抜く力については指標により記述数の増減が激しいがいずれもより絞り込まれた内容に自分なりの関心を深め発展させている。

・全体の7割以上の生徒が体験から自分なりの考えを発展させており、それは記述量の多少に関わらない。

・全体の7割の生徒が、体験を終えた後の自分の行動について記述を行い、帰宅後の言動に実際の変化が見て取れる。

・日誌に記述がない場合でも保護者の目からは体験後の生徒の行動変容が認められる。

3.3 フォーカス・グループ・ディスカッション (FGD)

3.3.1 方法

FGDの実施には評価中間報告の協議会の機会を利用し、4名の協議会委員が参加した。テーマは農業体験、並びに、関係者評価についてであった。

3.3.2 農業体験

農業体験への評価：高く評価する。普段の生活とは異なる環境で長時間にわたり何もかも初めてであること(農家、農作業)に直面しながら学んでいること、が主な理由であり、今後も継続して欲しいかとの問い

かけには一斉に「もちろん」との声が上がった。

農業体験を保護者グループがパトロールすること：保護者が中心となって生徒の農作業活動を見て回る活動が実施されていたが、五中の農業体験が地域にしっかりと根付いていることがよくわかった。またパトロールそのものが地域での評判を直接に聞き取る・拾うという情報収集における適切な手段として機能していることも判った。

農業体験の改善について：農業体験の効果を参加者全員が確認しつつ、例えば、種付け作業を通じて普段は大きく成長し成長したセロリしか見ていない生徒がもとは小さな種であることを肌で感じる事ができた。そのため、種付けから収穫までの段階を参加生徒全員に体験させたい。そのためには農家同士の融通を含む体験プログラムの見直しを希望したい。

3.3.3 その他

学校の評価について：保護者が学校の評価に期待することは、子供たちが楽しく学校で過ごしているか、心も体も健やかに成長しているか、ということであり、それら2点を評価したい、評価で見たい。

3.4 学習のフィードバックを目指して

校外学習		
目標		振り返りの項目
自分の仕事に責任		内容
積極的に行動		場所
マナーを守る		時期
修学旅行につなげる		きまり
etc.		大学見学について
		その他
(目標と項目：平成27年度リベラルアーツ実施要項より)		

表3 都内巡りににおける目標設定と振り返りの項目

作文の評価分析を行うことで、評価メンバー間において、それぞれの体験学習において目標を設定すること、目標の到達度合いを測定すること、生徒へのフィードバックを適切に行うこと、等の課題における現状で先ず何から手を付けていくべきか、ということが主たる議論の一つとなった。

その一つの表れとして、体験学習において目標設定

と学習実施後の返りを有効に関連付けることを念頭に、その後の評価活動を進め（表3）た結果、当該校の教員を対象として、体験学習目標の設定と作文等のハードエビデンスを通した振り返りと生徒への還元指導を行う一助となることを目指した研修（2016年1月）を実施できた。

（注：学年主任へのインタビューから、平成27年度は種々の行事の重なり等の理由で都内巡り活動の目標を生徒に徹底させる時間が確保できなかった、平成26年度はその時間が確保できて都内巡りに出かける前に生徒には活動の目標が徹底されていた、ということが判った。そのため、平成26年度の作文資料の入手を試みたが既に作文自体が生徒の手元に戻されており、比較検討を行うことができなかった。翌年度の評価における課題である。）

3.5 ゴールフリー評価

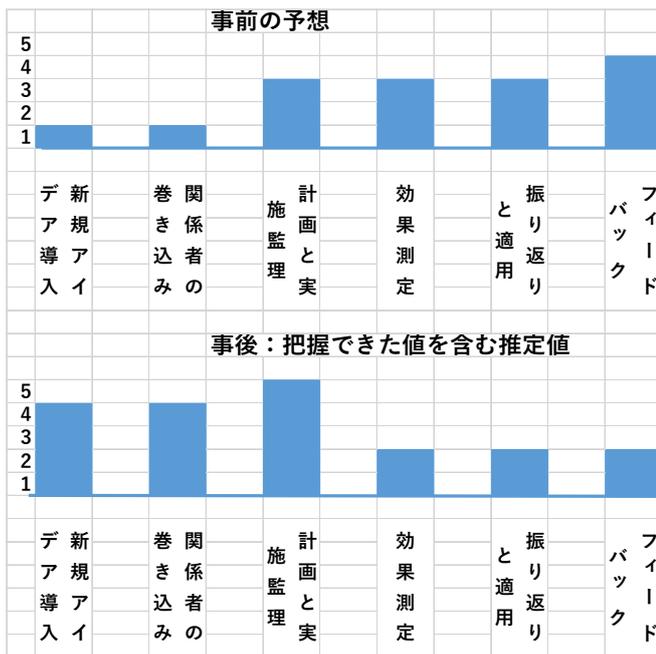


図2 実施プロセスの事前予想と事後の評価

予備的な分析にとどまるが、体験学習の評価を行う前には、それぞれの学習実施プロセス（計画策定、実施、効果測定、振り返り、生徒へのフィードバック、等）が実直に実施されているものであろう、と事前予測をしていた（図2、上方のグラフで表現）。

学校訪問、教員へのインタビュー、校長へのインタビュー等を通じて、学習効果を高めるアイデアの導入

や保護者や農業団体といった地域の関係者の適切な巻き込み、実施の計画づくりと詳細な実施監理は当初の予想を超えて着実に行われていたことを知った。

一方で、効果測定や振り返り、生徒へのフィードバックに課題が残されているようである（それゆえ、上記の研修が実施された）（図2、下方のグラフで表現）。

4. 評価のまとめ

4.1 評価結果について

2つの体験学習の取り組みを評価することで、生徒の成長の一端が具体的に確認された。

都内巡りと農業体験の評価結果を比較することで、農業体験のほうにより一層の狙いと成果が出ていることが理解される。

この違いには、作文または日誌で記述する課題が異なること、取り組み内容の異なりからもたらされるインパクトの差、生徒が取り組みを経ることにより変化していくこと、などがその理由として考えられる。

作文、日誌等の記録分析に、インタビュー（個別、グループ、FGD）を組み合わせた評価により、体験学習をより構造的にかつ多角的に評価することが可能であることが判った。

当該校においては教職員、保護者、地域が連携を図って生徒に豊かな体験学習の場を用意しており、そのことが生徒の変容や好ましい成果を引き出すことにかかなりの程度強く関連していることが示唆される。

そのような背景のもとでは、今回の評価で用いた評価手法はその特長—取り組みやすい方法であること、継続して実施できるように軽量化してあること—を十分に生かし続けていけるのではないだろうか。

4.2 今後の課題

- 生徒の好ましい変容について学年を通じて共有化の試み。
- 目標設定、成果、振り返りを意識した取り組みに継続して取り組むこと。
- 評価の対象とした2つの体験学習では詳細な実施計画が作成実行され、保護者などの巻き込みも十分なものと判断される。それらの取り組みの効果をより高めていくために、体験学習毎の目標と成果（生徒の変容）を結びつける

仕組みが明確化されてその測定と振り返りが着実に実行されていくことが望ましい。

- 当該校が実施するリベラルアーツの取り組み全般を検証していくこと。

5. 無理無駄のない学校評価を目指して

今年度も引き続き当該校において学校評価を継続する予定である。そのため、昨年度の評価結果を参照しながら今後目指すべき方向性について考察する。

5.1 評価手法と担い手

使用した評価の方法を一覧として整理した（表4）。今回の評価で用いた評価手法の特徴は、簡便でも評価結果を検証しやすい、必要な情報を集めやすい方法となっていることである。

評価の担い手を外部者（第三者）に長く依存するのではなく、簡便かつ簡単な評価の方法を適用することによって、徐々に内部主導に、つまり教員および職員を主体とした学校のスタッフの手で、さらには、直接の関係者でもある保護者にその権限を委譲・移行していくことなども中長期的な狙いに含めて良いのではないだろうか。

表4 評価作業、目的、方法、担い手

作業	目的、手段	評価方法	担い手	これからの担い手
"拾う、見つける"	指標	作文分析	評価者	教員、評価者
"教える"	作文の記述	作文分析	評価者	教員、評価者
"声を聴く"	インタビュー	インタビュー（3種類）	評価者	評価者
"比べる"	異なる指標	作文分析	評価者	教員、評価者
"時の流れに置いてみる"	計画、実施、振り返り、学び	教員研修（1月）	教員&評価者	教員

5.2 学校評価—その方法を比較する

現在、わが国で用いられる機会が多い評価方法（表5、左）は、取り組み目標（アウトプットの指標）と達成目標（アウトカムの指標）を設定し評価するやり方である。一覧性に富んでおり、指標の設定が適切に行われれば、導入コストは安く、指標により評価における一定の質は保たれる。

一方、この方法では指標設定にかかる困難さが解消

できず、定型化した作業の中から生徒のインパクトや変容を測定し活かしていくことが容易ではない。

今回試行した多様で簡便な方法を用いることで、体験学習毎の目標の達成度を測定することや予期または想定していなかったプラス面/マイナス面の評価（ゴールフリー評価）が実施できる可能性があるように思える（図2、表5）。

表5 評価の方法比較

規格化
standardization

多様化
diversification

自己評価表(教師、生徒)
関係者評価表(保護者)

作文、日誌分析
関係者の声を聴く

指標設定
低コスト
質が一定
導入・実施が楽

PDCAと実施構造
高コスト
質は高い
実施導入に難あり?

（実施校によって学校評価に実際に用いられている方法の呼び名は異なるものと思われる。ここでの名称は便宜的なものであることに注意していただきたい）

評価の方法を多様化させることで、事業の振り返りや生徒へのフィードバックに役立てることができ、多様なステークホルダー（生徒、保護者）の声を拾うことが具体的に可能となる強さ（robust）を得たように思う。

他方で作文分析の手間などのコスト（技術ではなく時間のコスト）は高い。受益者を含めて学校取をとり巻く環境の変化を判断しながら評価を進めかつ評価計画を柔軟なものとして保つという創発的な実施が必要となろう。

そのためには、適切な評価手法の議論を継続するとともに、生徒の成長を支える教員の業務、校長による学校運営に役立てることができる評価の実施体制づくりが欠かせないものと思われる。

5.3 学校評価はどこを目指すべきか？

図3は評価結果から想定される正の便益の流れをロジックモデルに落としてみたものである。ここでは、評価の取り組みによって期待されるのは主にアウトプ

ットとアウトカムである。そこに重点が置かれている。

効果の段階	産出物/問いかけ	教員による評価	
output	(作文分析結果)	良い	予想を裏付け
↓			
outcome	(使えそうか?)	おそらく	取り組みたい
↓			
impact	(生徒への効果は?)	can't se yet	きっとある
	(教員への効果は?)	don't know yet.	高めていきたい

*教員による評価：アンケート、口頭での確認

図3 効果のロジックモデル

一方、学校という組織における直接の受益者（教職員、管理職、生徒）の関心事は何であろうか。評価を実施することでご利益を感じ取れば評価も定着するとはよく言われるたとえであるが、それらのご利益はインパクト（効果）の領域に集中しているのではないだろうが（図4）。

効果の段階	産出物/問いかけ	方向	
output	(作文分析結果)	良い	予想を裏付け
↓			
outcome	(使えそうか?)	おそらく	取り組みたい
↓			
impact	(生徒への効果は?)	作文が判る、楽しさ、喜び	
	(教員への効果は?)	作業が楽になる 生徒の理解が進む 教職が楽しくなる	

図4 受益者の効果を重視したロジックモデル

評価の実施だけで学校の改善が一夜にして成し遂げられるわけではないが、評価の実施にあたり受益者側の抜け落ちているニーズをとらえ、学校という組織の教育現場を担う教員と最終受益者である生徒への効果が“見える”学校評価を目指していくこと。そのことが学校評価士をはじめとする学校評価に関わるものの責務ではないだろうかと思う次第である。筆者は今後その方向で学校評価の実践と研究を進めていきたいと願っている。

謝辞

第三者評価の実施を受け入れていただきました清瀬第五中学校の小池雄志郎校長、同校教職員の皆さん、インタビューに応じていただいた同校の生徒さん並びに同校学校運営連絡協議会委員の皆さんにお礼申し上

げます。

評価チームメンバー（石井徹弥、石田楓軒、石田洋子、伊藤美保、大河原尚、小澤伊久美、西村昭彦）とは共に評価を進め議論をしていく中でたくさんのごことを教わりました。評価チームの監修者（小倉博義、橋本明彦）には評価チームの作業進行を見守っていただきました。併せて感謝感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 平成27年度清瀬第五中学校:特色ある学校づくり事業の実施に関わる資料、清瀬第五中学校ホームページ、<http://www.kiyose.ed.jp/k019/>（2016年4月11日確認）
- (2) 経済産業省：社会人基礎力ホームページ、<http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>（2016年4月11日確認）
- (3) 瀬第五中学校評価チーム：清瀬市立清瀬第五中学校第三者評価報告書、pp28（2016）

論文検索データから歴史を見る

土屋 敏明^{*1}, 鈴木 一史^{*2}

^{*1} 放送大学大学院, ^{*2} 放送大学

How to Determine Historical Context in Web Search Data

Toshiaki TSUCHIYA^{*1}, Motofumi SUZUKI^{*2}

^{*1} Graduate School of the Open University of Japan, ^{*2} The Open University of Japan

The Internet has been growing explosively through the use of information technology based on highly improved communication speed and computer ability. If someone investigates the historical background of an event in the field of technology on the Internet, the information is considered as "recent data" in most cases. The information that exists on the Internet has been optimized for "current" users' interest for only a few years. It is considered difficult to organize historical context using primary information. Therefore it is necessary to conceive organization of context in time series using data on the Internet. In this study, methods that receive a large amount of data from the Internet and some results of the trial are discussed.

キーワード: 情報検索, ビッグデータ, 歴史, データベース, インターネット

1. はじめに

今後インターネットに広がる情報を有効活用することは教育システムを考える上でも重要である。インターネットは、通信速度やコンピュータ能力の劇的向上による情報技術を利用して爆発的に成長している⁽¹⁾。インターネット上に存在する情報は、現在のユーザによる数年間の興味や行動を対象に最適化されている⁽²⁾。そのため、ある技術分野の事象の歴史的な文脈をインターネット上で調査する場合、ほとんどの情報源は何かの恣意的作用による順序付けられた上位の情報であり、「最近のデータ」となってしまう。これは、Wikipediaで整理された2次的情報を活用するような行為に象徴される⁽³⁾。このような状況では、一次情報を使用して歴史的な文脈を客観的に整理することは困難であると考えられる。インターネット内の一次的情報源のデータを使用して、時系列な文脈を整理する方法を考案する必要がある。本研究では、具体的なキーワードを設定してインターネットから大量のデータを取得する複数の方法を実行して、結果を比較検討する。そこからさらに、歴史的な推移をする時系列データを抽出して、その特性について議論する。第一報として、インターネッ

トからの情報取得方法の検討を行い、その特性について報告する。

2. 情報取得方法の検討

2.1 キーワードの設定

インターネットからの取得情報の特性を考えるために、ある技術分野のキーワード具体的に設定し、取得された情報を整理する。そのために、1980年代にスーパーコンピュータの出現と発達とともに自然科学分野の研究開発において注目され⁽⁴⁾、さらに近年のインターネット上の「ビッグデータ」を処理し認識するための方法としての「visualization (可視化)」というキーワードに注目した⁽⁵⁾⁽⁶⁾。このキーワードを元に、インターネットでキーワードに関する情報を取得し、歴史的経緯を整理する方法について検討する。

2.2 仮説と取得対象データ

キーワードに関するデータはインターネット上に無数に存在する。この研究では情報検索において最初に表示され、見出しとして機能している記事名に注目する。記事名を時系列で大量に取得し、分析すること

で、キーワードに関する歴史的な文脈を客観的に捉えることができるという仮説を立てている。

2.3 インターネット情報の取得方法

インターネットの WWW 上には無数のウェブサイトがあり、そこで提供されるウェブサービスがある。ウェブサイトに対する情報検索について以下の方法を試行し、得られる情報の傾向について整理した。

ウェブサイト中存在する情報は、デジタルデータであるが、その形態は入手経路や取得可能性、公開性等により分類される。個別ウェブサイト url の入手経路は、受動的な場合であり、ポータルサイト、SNS により url を取得する方法である。能動的な url 入手経路は、キーワードを使い検索エンジンを使う方法や専用データベース・サービスを利用する方法である。また、取得可能性による分類、例えば「無料か、有料か」という分類も考えられる。さらに言えば、インターネットに接続している情報であっても、公開性のある一般に公開している情報なのか、企業等の私的組織内での管理下の情報なのかという分類も考えられる。

インターネット上のサービスは、個人が無料で使用できる代わりに、サービスの仕様が明らかになっていない部分が多いことがある。そこで、キーワードを「visualization」として、ウェブ情報取得方法について以下の複数の方法を試行し、得られる情報の傾向について整理した。

表 1 ウェブ情報取得方法

サービス概要	サービス名	データソース
通常のウェブ検索	Google	WWW
専門的なウェブ検索	Google Scholar	WWW
専門データベース	放送大学ディスカバリーサービス	EBSCO 社

2.4 ウェブ情報の評価方法

分析に足る大量にデータを取得する場合に、以下のような評価項目が考えられる。

- ① 記事等の結果の件数
- ② 取得可能ページ数
- ③ 取得可能件数
- ④ ページの定型性（プログラムでの取得容易性）

- ⑤ 1 件の記事等の定型性（プログラムでの取得容易性）
- ⑥ 1 件あたりの、属性情報、リンク（リンクを飛ばずに取得できる属性）
- ⑦ 取得性、手動、自動、リスク

2.5 ウェブ情報取得方法の検討

2.5.1 方法 1 : Google ウェブ検索サービスの

一般的なウェブ検索サービスとして Google を利用した。Google は、インターネットの WWW 上のウェブサイトから、ある条件に基づき複数のページを「スパイダー」、「ロボット」呼ばれるプログラムを使って自動的に取得していく「ウェブクロウリング」によって世界中のウェブサイトを巡回し、自社の大規模サーバーにページをコピーし、独自のデータ整理とデータ抽出ルールに基づく検索サービスを提供している。キーワード「visualization」を使った検索結果の表示画面の冒頭が図 1 であり、結果の概要を表 2 に示す。

2.5.2 方法 2 : Google Scholar⁽⁶⁾

「Google Scholar」は、Google 社が提供する学術文献用ウェブ検索サービスである。WWW にウェブサイトとしてオープンされた複数の文献データサービス等を大量に組み合わせたデータベースにより学術論文に関する検索サービスとなっている。キーワード「visualization」を使った検索結果の表示画面の冒頭が図 2 であり、結果の概要を表 3 に示す。

2.5.3 放送大学ディスカバリーサービス⁽⁹⁾

情報を取得するために、最も簡単な方法はその情報に関連するデータベース・サービスに対して、キーワード等によりデータを検索し、結果を取得するという方法である。ウェブブラウザの画面から必要項目を打ち込み検索することで、検索結果がウェブページ、つまり html 形式で表示される。

これについては、放送大学附属図書館が提供している文献検索サービス「放送大学ディスカバリーサービス」を使うこととした。キーワード「visualization」を使った検索結果の表示画面の冒頭が図 3 であり、結果の概要を表 4 に示す。

3. 考察

複数のウェブ情報取得方法の検討から、以下のことがわかった。

3.1 方法1 (Google) による情報取得

Google の検索結果及び検索機能では、今回の研究目的に不向きである。

3.2 方法2 (Google Scholar) による情報取得

Google Scholar では論文発表年での検索条件で、検索結果を分割しながらウェブクロウリングでページを取得していくこと試みた。しかし、検索結果は約 10 万件であったとしても、1 ページ 100 件で最初の 1000 件までしか html ページを表示されないことがわかった。Google Scholar では、検索可能ページ数、件数に限定があり、今回の研究目的に不向きである。

3.3 方法3 (放送大学ディスカバリーサービス) による情報取得

放送大学ディスカバリーサービスでは、ページ数が多いため、手動でのデータ取得が困難である。

「タイトルに『visualization』を含む」という条件で放送大学附属図書館の「ディスカバリーサービス」で検索すると、約 10 万件の検索結果がある。1 ページで最大 50 件のため、2000 ページ程度を保存する必要がある。これは1ページの保存作業に2分かかるとして、4000分 (=60 時間) であり、余り実用的な方法とは言いがたい。そこで、プログラミングによる自動取得やデータ整形を表 5 の方法で検討した。

4. 今後の課題

インターネット上の公開情報は比較的短い期間での個人の欲求や社会の傾向に関する情報が広く分布しているため、情報検索の結果は「利他的な」に最適化されている傾向があることがわかった。その意味では、個人がアクセスできる長期間の時系列的な情報の蓄積所としての公共機関やデータベース・サービスは重要と考えられた。

インターネット上のデータベースサービスとして検索結果を一括で保存する機能を活用してデータを入力した。これは方法3に対して慎重にウェブクロウリ

ングしたデータと同等のデータであると考えられる。今後、このデータ (XML 形式) を整理して分析を実施することを検討していきたい。



図 1 方法1の試行結果の冒頭 (Google)

表 2 方法1の結果概要

検索結果特性	結果等
検索ヒット数	約 54,600,000 件
上位 1 位	辞書サービス
上位 2 位	Wikipedia
上位 3 位	学会
上位 4 位	最近の技術紹介
上位 5 位	最近の技術紹介
期間設定	最近 1 年程度
検索可能ページ数	30
検索可能件数	約 300 件
年代順並び替え	不可
件名限定検索結果	約 398,000 件

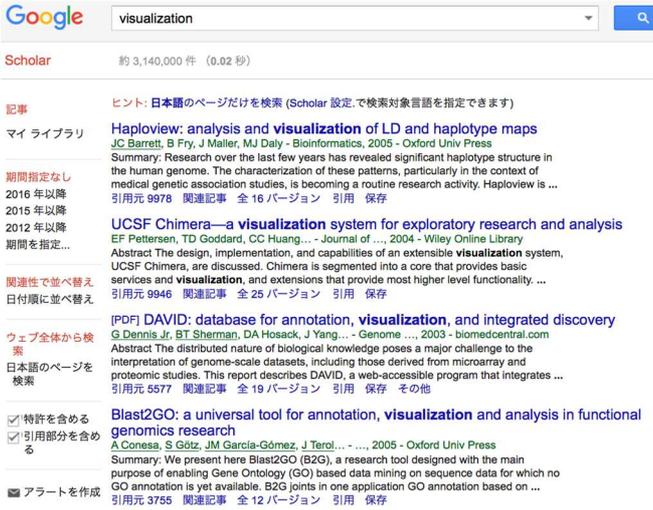


図 2 方法 2 の試行結果 (Google Scholar)

表 3 方法 2 の結果概要

検索結果特性	結果等
検索ヒット数	約 3,140,000 件
上位 1 位	Oxford Univ Press
上位 2 位	Wiley Online Library
上位 3 位	オープン文献サービス
上位 4 位	Oxford Univ Press
上位 5 位	Oxford Univ Press
期間設定	任意
検索可能ページ数	10
検索可能件数	約 1000 件
年代順並び替え	可能
件名限定検索結果	約 135,000 件

表 4 方法 3 の結果概要

検索結果特性	結果等
検索ヒット数	1,536,342 件
上位 1 位	関連書籍
上位 2 位	関連書籍
上位 3 位	関連書籍
上位 4 位	関連書籍
上位 5 位	関連書籍
期間設定	任意
検索可能ページ数	全て
検索可能件数	全て
年代順並び替え	可能
件名限定条件	100,738 件

表 5 プログラミングツール

目的	ツール名称	概要
クローリング	CasperJS	ヘッドレスブラウザを操作するためのスクリプト
スクレイピング	Python	汎用プログラミング言語
	BeautifulSoup4	スクレイピング用ライブラリ

参考文献

- (1) 総務省: “ICTコトづくり検討会議 報告書”, (2013)
- (2) 岡崎, 松尾, 石塚: “関連する複数新聞記事からの重要文抽出法”, 第 3 回 AI 若手の集い, 人工知能学会誌, 第 17 巻, 第 5 号, pp.646-648 (2002)
- (3) Wikipedia: <https://ja.wikipedia.org/>
- (4) 山田: “超大型科学用コンピュータ (スーパーコンピュータ)”, 日本航空宇宙学会誌, vol. 28, no. 318, pp.10-16 (1980)
- (5) 白山, 桑原: “計算流体力学における可視化技術とその問題点”, 日本物理学会誌, vol. 45, no. 7, pp.483-490 (1990)
- (6) M.Cox, D.Ellsworth: “Managing Big Data for Scientific Visualization”, ACM Siggraph (1997)
- (7) Google: <https://www.google.co.jp>
- (8) Google Scholar: <https://scholar.google.co.jp/>
- (9) 放送大学ディスカバリーサービス: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/Search/>

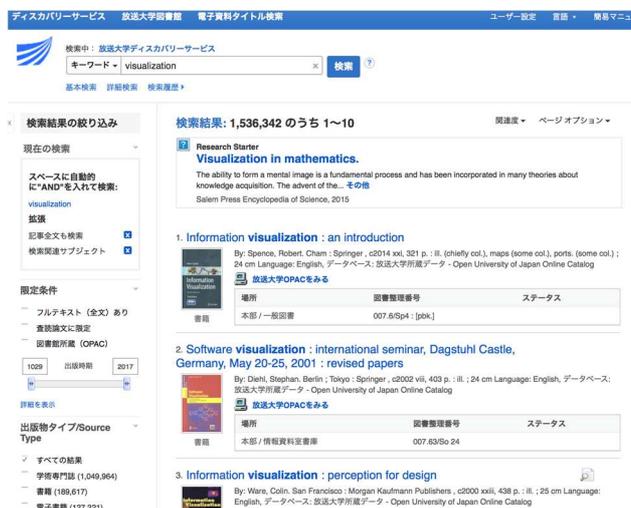


図 3 方法 3 の試行結果 (放送大学ディスカバリーサービス)

利用者の資料検索語における考察

—旧制第一高等学校理科教育機器の事例—

安成真理*1, 柳沼良知*1, 苑復傑*1

*1 放送大学大学院

A Study of The First Higher School's Instruments for Science Search Term

Yasunari Mari*1, Yaginuma Yoshitomo*1, Yjuan Fujie*1

*1 The Open University of Japan

明治から昭和にかけて、日本の理科や工学の教養教育に用いられた、旧制第一高等学校の教材や機器類が、東京大学教養学部の駒場博物館に収蔵されている。これらの資料は、一般利用者や初学者の情報検索では、公開アーカイブにたどりつけない状況が潜在的にある。この現状を改善する目的で、利用者の検索語について、展示と同時にアンケート調査を行い、回答内容についてテキスト分析を行った。その調査の中で、展覧会場全体を対象とした、他の博物館では成立しがたいと推測される、展示品に直接付箋を貼り付けるという方式で行った人気投票形式のアンケートは、利用者からの反響が多く、また、博物館学的・情報学的にも数々の興味深い現象を確認することができた。

キーワード: 博物館, デジタルアーカイブ, 利用者, アンケート, 第一高等学校, 理科教育, 実験機器

1. はじめに

東京大学教養学部の駒場博物館には、旧制第一高等学校（一高）から引き継いだ近代日本の理科教育に関係する多種多様な資料が収蔵されている。

中でも 19 世紀後半～20 世紀初頭の理科教育に用いられた、第一高等学校の機器類（一高機器）^①のような非文献資料^②については、一般利用者や初学者には馴染みの無い形状や用途のものが多く、利用者が情報検索を試みても、既存のアーカイブ^③やその周辺情報にたどり着くことができない状況にある。

その原因は、情報検索を行う際に用いる、利用者と専門家の検索語の違いにあると推察し、利用者が資料検索で用いる語を調査した。調査で得られた回答を、KH coder^④を用いてテキスト分析を行い、分析した内容について、既存のアーカイブおよび周辺情報に反映させることを研究課題とした。

調査は、駒場博物館内において、一高理科に関する

展示と共に来館者を対象に、アンケート形式にて実施した。

調査手法のうちの 1 つに、付箋紙を用いた人気投票という形式を初めて試みた。この手法は、展示ケースや解説パネルなどの展示物に、利用者がコメントを書いた付箋を直接貼り付けるという形式で実施した。一般的な博物館・美術館では、保守管理の事由から、容易には成立しがたいと思われるこの手法であるが、駒場博物館においては、60 日間の継続した調査が実現し、開始当初からの状態を保持したまま、最後まで調査を続け、経過観察をすることができた。

2. 調査概要

2.1 調査に関する基本情報

調査期間: 2015 年 7 月 18 日～9 月 23 日 (60 日間)

実施時間: 10:00-18:00 の 1 日 8 時間 (計 480 時間)

実施場所：駒場博物館「一高理科へようこそ—科学する心」展（一高理科展）の会場内
 対象者：上記の展覧会入場者のべ 3,433 人
 調査形態：質問紙の配布等による自由参加型

2.2 調査の種類と回答件数

調査は、紙を用いた穴埋め形式、自由記述式、付箋紙による人気投票式の 3 種類のアンケートと、Twitter、Instagram 等の利用による SNS 投稿形式、その他、事後にブログ記事からのデータ収集も加え計 5 種類を実施した。この中で、普段から駒場博物館で実施している利用者アンケートは、自由記述式のみである。

最も利用者からの回答件数の多かった、付箋紙による人気投票形式のアンケート実施風景を図 1 に示す。

また、各調査による回答件数を表 1 に示す。付箋紙人気投票の次に回答件数が多かった穴埋め形式のアンケートによる回答からは、質問票上で指定した 6 種類の一高機器に対する利用者検索語を、抽出・分析することができた。



図 1 付箋紙人気投票形式アンケート実施風景

表 1 調査の種類と回答件数

調査の種類	数	備考
穴埋め形式	170	指定 6 機器対象
自由記述式	54	付箋の影響で減少
付箋紙人気投票	469	総数 625 件, 154 項目
SNS 投稿形式	119	Twitter, Instagram
ブログ記事	10	事後調査
総数	822	付箋無記入含総数 978 件

3. 付箋アンケートの特徴

3.1 付箋紙人気投票形式アンケートの分析

付箋での回答総数は、本調査の中で最も多い 625 件であった。その中には無記入での投票もあるため、記載があった 469 件をデータとして扱い分析を行った。付箋による上位の頻出語を表 2 に示す。

表 2 付箋人気投票上位頻出語

抽出語	出現回数
面白い	42
良い	36
凄い	26
見る	22
思う	19
使う	18
美しい	17
今	16
人	16
先生	13
素敵	13
解る	12
楽しい	11
デザイン	10
易い	10
音	10
気	10
格好	9
感じる	9
色	9
綺麗	9
形	8
見える	8
昔	8
言う	7
時代	7
授業	7
素晴らしい	7
知る	7
展示	7

メッセージングサービス LINE@による

プッシュ型授業情報提供の効果

樋口三郎^{*1}

^{*1} 龍谷大学理工学部

Push type learning information distribution through LINE@ messaging service

Saburo Higuchi^{*1}

^{*1} Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

LINE@は、登録ユーザの LINE アプリにメッセージを一斉に配信できる主にビジネス向けのサービスである。LINE@を利用して、コースの学習情報をプッシュ型配信する実践を報告する。この使用方法での LINE@の長所と短所を、実践の知見に基づいて指摘する。また、学習者の、LINE@の学習情報を受け取る選択と、eラーニング上での活発な活動の間に相関がある可能性があることを述べる。

キーワード: LINE@, LINE, SNS, プッシュ型情報配信

1. はじめに

一連の対面授業からなるコースやeラーニングコースの運営において、教授者から学習者へは、教科書などのテキスト情報、動画や音声による説明などの形で、構造化された形の学習内容に関する情報が渡される。これとは別種の情報提供として、授業時間外に、活動の指示、スケジュールの通知やリマインダ、励まし、アドバイス、学習内容に付随する情報などの、電子メールなどによる全学習者への一斉の提供が行われることがある。このような情報提供をここでは、プッシュ型授業情報提供と呼ぶ。

プッシュ型授業情報提供は、古くは電話や郵便で、最近ではキャリアメール、インターネットメールやSNSを通じて行われてきた。その時点に即した内容であることが重要なため、学習者が早い時点で情報提供に気づくことが必要である。したがって、学習者が受信に気づきやすい、普及した通信手段を用いることが適切と考えられる。

LINEは、LINE Corporationの提供する主に携帯端末向けのSNS、メッセージングサービスであり、20代以下の国内在住者の62.8%が利用しており⁽¹⁾、高校生、

大学生には非常に普及したサービスである。Facebookなどの既存のSNSと異なり、LINE@インターネットメールによる通知を行わないという特徴がある。すなわち、LINEは専用クライアントアプリのみによりユーザに通知する。したがって、プッシュ型情報提供において、LINEとインターネットメールとを対比して論じることは妥当である。一方、LINEにはグループと呼ばれる特徴的な機能があり、これを学習に利用する試みが報告されている⁽²⁾。

LINE@は、事業者がLINEアプリに対してメッセージを一斉的に一斉送信するサービスである⁽³⁾。LINEのユーザ間テキストメッセージ(トーク)を個人間のメールに例えるなら、LINE@はその上に構築された匿名型メールマガジンに例えられる。

著者は、大学理工学部入学予定者向け高校数学コース、大学理工学部の確率統計のコースにおいてLINE@を利用したプッシュ型授業情報提供の実践を行った。その結果から、この用途でのLINE@の長所短所、効果を分析するとともに、LINE@によるプッシュ型情報提供を受けることを選択したユーザの特性について述べる。

LINE@の「友だち」登録は表 2 の通りとなった。

表 2 授業終了時の「友だち」数

情報の種類	確率統計	高校数学
1:1 トーク利用者	10	34
LINE@「友だち」登録者	35	97
メールアドレス登録者	90	51
学習者総数	90	148

4.2 授業使用での LINE@の短所

LINE@ユーザである教授者は、アカウントの「友だち」の人数しか確認することができず、学習者全体とどのように重なっているかを知ることができない。したがって、コースの学習者以外には公開できない情報をメッセージとして送ることは困難である。また個々の「友だち」LINE ユーザがどの受講者であるかを確認するには、LINE@の有料サービスを使用しないかぎり、スマートフォンアプリの画面を確認する以外の方法がない(画面を見せることを動機づけるクーポンの機能がある)。

実際、LINE@には 1:1 トークと呼ばれる教授者と学習者が他の学習者に対して公開されないメッセージを送受信する機能があるが、ここで成績など個人情報に関わる相談を受けることはできなかった。

4.3 使用者の主観評価と不使用者の意見

コース高校数学において、コース終了後に質問紙調査を行った。「友だち」登録した学習者のうち 81 名から回答を得た。

LINE@での情報について役立ったかどうか 5 件法でたずねたところ、表 3 の結果を得た。

役立ったと考える用途について、表 4 のようになった。

コース高校数学において、「友だち」として登録しなかった参加者に、コース終了後の質問紙調査で理由をきいたところ、45 名から回答を得て、表 5 のようになった。

表 3 評価

理由	人数 (高校数学)
役立った	21
やや役立った	41
役立ったとも役立たなかったとも言えない	11
あまり役立たなかった	2
役立たなかった	0

表 4 役だった用途(複数回答)

理由	人数 (高校数学)
授業内情報(入学前学習課題のスケジュールや取り組み方の連絡)	46
点数の通知の連絡(確認課題の受取や成績の連絡)	36
授業外情報(入学準備や入学後についての情報)	46
1:1 トークによる相談	6
その他	1

表 5 「友だち」非登録の理由(複数回答)

理由	人数 (高校数学)
LINE を使っていなかった	5
登録するタイミングを逃した	8
登録方法がわからなかった	8
登録を試みたがうまくいかなかった	0
LINE で勉強や大学の情報を受け取りたくなかった	1
LINE ID のプライバシーが不安だった	4
連絡はメールや Web で十分だと考えた	13

4.4 LINE@の使用の有無と活動傾向

LINE@で「友だち」登録をした学習者(「友だち」群)は、e ラーニング上で活発に活動する傾向があった。

例えば、コース確率統計において、授業内小テスト準備のための 13 個の Quiz の点数(13×12=156 点満

点)は、「友だち」群が平均 107.4,標準偏差 45.2, 非「友だち」群が平均 93.6, 標準偏差 45.8 だった。しかし,マン-ホイットニー検定を行ったところ,両群の分布は同一であるという帰無仮説は有意水準 0.05 で棄却できなかった。

また,「友だち」群はメッセージ内の LMS へのリンクをよく利用する傾向があった。例えば,上記の Quiz のうち 13 個目では,「友だち」登録の有無と, LINE@メッセージまたはメールの通知に記されたリンク経由で Quiz を受験したどうかは,表 6 のような分割表にまとめられる。独立性の検定を行ったところ,独立であるという帰無仮説は有意水準 0.05 で棄却された。

ただし,「友だち」群のうち 6 名はどの学習者であるかが不明であり,これら 6 名がリンクを利用しなかったものと仮定して表を作成した(これは仮説がもっとも棄却されにくくなるケースである)。

表 6 メッセージ内リンクの使用の差

	「友だち」群	非「友だち」群
メッセージまたはメール内リンク経由で Quiz を受験	14	7
それ以外	21	35

13 個目の Quiz への各経路(LINE@メッセージ内のリンク,フォーラムの通知メール内のリンク,その他)からのアクセス数の時系列を図 1 に示す。縦軸はユニークユーザ数でなくアクセス数である。LINE@メッセージを 1 月 14 日 09 時 05 分,同内容のフォーラムの通知メールを 1 月 14 日 19 時 08 分に送信し,1 月 15 日 11 時 05 分から準備対象の小テストを開始した。その他,すなわち LMS のメニューをたどって受験した学習者が最も多いが,「友だち」群が全体の 1/3 であることを考えると,LINE@のメッセージ内のリンク経由のアクセスは多い。

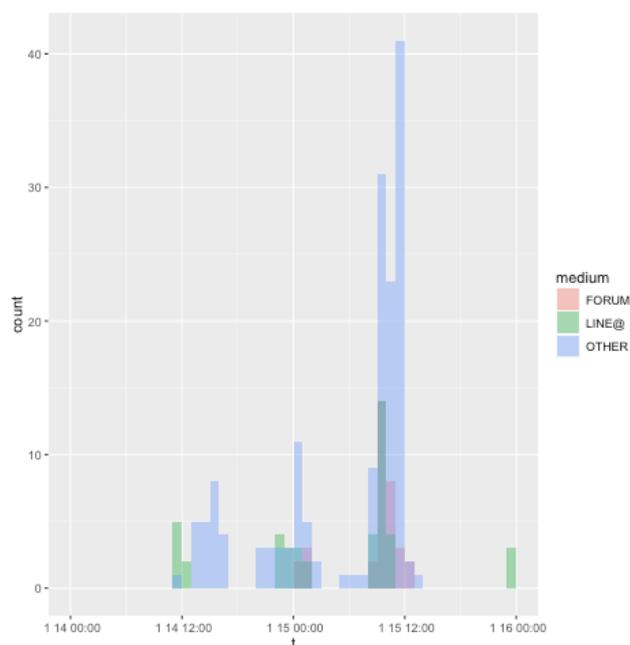


図 1 課題へのアクセス数

5. 結論

2 つのコースでの LINE@によるプッシュ型授業情報提供の実践を報告した。LMS との連携ができないという欠点があるが,それを除けばメールと比較して致命的な欠点はなかった。LINE@で「友だち」登録した学習者は e ラーニング上で活発に活動する傾向が示唆された。LINE@の使用がメールと比較して学習にどのような効果を与えるか明確にすることは今後の課題である。

参考文献

- (1) 総務省:平成 27 年版情報通信白書,
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/> (2016 年 4 月 11 日確認)
- (2) 田島博之:“少人数クラスの運営に汎用ソーシャルネットワークを活用した教育事例の研究”,第 14 回情報科学技術フォーラム講演論文集, K-027, pp.533-534(2015)
- (3) LINE Corporation: LINE@, <http://at.line.me/> (2016 年 4 月 11 日確認)

Moodle データベースからの学習分析: Ad-hoc database queries

プラグイン と R を用いた解析事例

浅田義和^{*1}

^{*1} 自治医科大学

Learning Analytics from Moodle Database : Using Ad-hoc Database Queries Plugin and R

Yoshikazu Asada^{*1}

^{*1} Jichi Medical University

Moodle は国内外で広く利用されている LMS である。Moodle における教員および学生の活動履歴はログとしてデータベースに保存されているが、Moodle 上から閲覧できるのはそのごく一部である。今回、Moodle のデータベースに保存されたログを直接解析することで、どのような学習分析が可能となるか検証した。Moodle という共通の LMS を利用して教育実践を行っていくにあたっては、再利用可能な解析コードを用い、効率的な学習分析が実施できるよう、環境を整備していくことが必要と思われる。

キーワード: Moodle, 学習分析, e ラーニング, Ad-hoc database queries, R

1. はじめに

EDUCAUSE Center for Analysis and Research (ECAR) の Working Group によるレポートでは「予測的学習分析 (Predictive Learning Analytics)」として「予測」するための学習分析 (例えば成績不良者の事前予測など) を紹介している⁽¹⁾。この学習分析を行うにあたっては、例として LMS 上での「全活動数」と「成績」との相関などを分析対象としている。学習分析に用いるデータの例として、他にもアクセス回数やアクセス日時、フォーラムの投稿・閲覧件数、課題や小テストの成績などが挙げられる⁽²⁾。学習分析を行うにあたっては、こうした各種データを必要に応じて LMS から抽出し、分析・可視化等を行う必要がある。

Moodle は国内外で多く活用されている LMS であり、Moodle を用いた授業・研修等の実践は数多くなされている。この Moodle での学習結果について、前述のような学習分析を検討する場合、Moodle 上だけでは分析できない、あるいは分析が非常に煩雑になるという課題がある。例えば「成績」や「活動ログ」など、それ単体では Moodle 上からも閲覧することは可能で

あるが、複数の結果を結合して表示することはできない。また、フォーラムでの投稿件数や相互コメントを付けた相手のリストなどは Moodle 上で確認することは不可能である。

こうした解析の一部は、Moodle のプラグインを活用することで対応が可能なものもある。例えば前述したフォーラムの相互コメント相手については Forum Graph⁽³⁾ というプラグインを利用することで可視化・解析が可能である。しかし、プラグインを利用して解析を行うにあたっては、そのプラグインが Moodle 本体のバージョンに対応しているかを常に検討する必要がある。実際、Forum Graph は 2016 年 3 月現在で Moodle 2.7 までの対応となっており、本稿執筆時点での最新版である Moodle 3.0 では利用することはできない。

このような事態を回避する方法として、Moodle のデータベースから直接データを集めて解析するという方策が考えられる。Moodle は MySQL や PostgreSQL といったデータベースに様々な情報を蓄積しており、ユーザがアクセスした画面 (トップページや小テスト

などの活動など)に応じて必要なデータを抽出して表示させている。言い換えれば、Moodle 上で何らかの形で閲覧可能なデータであれば、データベースから直接情報を集めることで集計・解析を行うことが可能であるといえる。

本発表では Moodle のデータベースから得られる情報の分析によってどのような結果が得られるか、その実践結果の一部を紹介し、今後の展望について述べる。

2. 方法

2.1 Moodle からのデータ収集

Moodle のデータベースにアクセスする方法は複数あるが、ここでは Ad-hoc Database queries プラグイン⁴⁾を利用する。本プラグインは Moodle 上からデータベースに直接アクセスが可能である。また SELECT 文(データ読み出し)のみ利用可能であり、INSERT (追加)や DELETE (削除)などは利用不可能となっているため、安全に利用することができる。

2.2 R での解析

得られたデータについて、R を用いて集計・解析・可視化を行った。本研究では R version 3.2.4 および R Studio version 0.99.887 を利用した。また、一部の可視化には Cytoscape 3.3.0 を利用した。

3. 結果

Moodle の活動別に整理する。

3.1 小テスト

平均点や標準偏差、多肢選択問題における誤答傾向などは Moodle 上からも教師権限で閲覧可能である。そこでそれ以外の切り口として、コース内に存在する複数の小テストについて「学生が合格点を取るまでの回数分布(図 1)」「学生が小テストを実施した日時の分布(図 2)」をそれぞれ可視化した。

また、Moodle 3.0 より利用可能となった Drag & Drop 形式の小テストについて、学習者全員の実践結果を集約して表示することを試みた(図 3)。Drag & Drop 形式のテストは画像やテキストを正しい位置に Drag & Drop して答える形式の小テストである。Moodle のデフォルト機能では学習者個人が自分の解

答結果を閲覧することはできたが、複数回の解答結果を 1 つに集約して表示することはできなかった。

3.2 フォーラム

前述のようにフォーラムの投稿件数や相互コメントの相手などを集計する機能は Moodle の標準機能に含まれていない。そこで単一のフォーラムについて、「投稿の文字数(図 4)」「投稿の時間帯(図 5)」「投稿の曜日(図 6)」を例として可視化した。また、フォーラム上でのコメントについて、「誰が誰にコメントを投稿したか(図 7)」を可視化した。

3.3 レッスン

レッスンモジュールでは分岐をもったストーリー型の教材を作成することが可能である。ここでは学習者がどのような分岐でストーリーをたどったかを可視化した(図 8 および図 9)。

4. 考察

Moodle での学習分析を行うにあたって、データの切り口としては以下のようなカテゴリが考えられる。

1. 粒度：学年全体、グループ単位、個人単位など
2. ユーザの属性：教師か学生か、性別、学年、グループなど
3. 日時情報：日付・曜日・時刻など
4. 活動の種類：小テスト、フォーラムなど
5. 学習行動の種類：閲覧、投稿など
6. 学習行動の内容：投稿内容、解答結果など
7. 学習行動の結果：正誤判定など
8. 関わった相手：採点者、コメント相手など

これらのデータは Moodle のデータベース上にそれぞれ保存されているため、目的に合わせて必要に応じて組み合わせることで結果を得ることができる。例えば今回はコース全体の小テストに関する受講回数や日時を可視化した。ある特定の学生の受講日時、あるいはある特定のテストの受講日時といった切り口でのデータ収集・可視化も可能である。また、「学習を支援するにあたって、どの活動が多く使われているか」といった視点での解析につながることもできる(図 10)。

学習分析を行うにあたり、個々の施設の特徴(学生数や授業形態)によって、同一の解析方法であっても

異なる結果が得られるため、施設ごとにその背景を考慮した分析を行うことは不可欠である。一方で解析手順については車輪の再発明をする必要はない。特に Moodle という共通の LMS を利用しているのであれば、再利用可能な解析コードを利用し、効率的に学習分析を進めていけるよう環境を整えることも必要であろう。

今回は参考までに、付録として図 1 に示した「小テスト合格までの回数分布」を可視化するために用いた SQL のコード (Ad-hoc database queries プラグイン) および R のコードを添付する。なお、コードは可視化の検証を目的としたものであり、リファクタリングについては検討の余地がある。今後、学習分析を進めるにあたって、利用した SQL や R のコードについては分析ツールとして公開・共有していくことを検討している。

5. 今後の課題

今回利用した Ad-hoc database queries プラグインは 5000 行までの結果しか返すことができないという制限がある。このため、大規模なデータ処理を行うには件数が不十分である。また、解析するにあたって一度データを CSV でダウンロードし、R で読み込んだうえで解析を行うという手間が発生している。この作業を簡素化するため、データベース操作の SQL 文および解析用の R コードを入力データとし、得られる解析結果を出力として返すプログラムあるいはプラグインの開発を検討する必要がある。

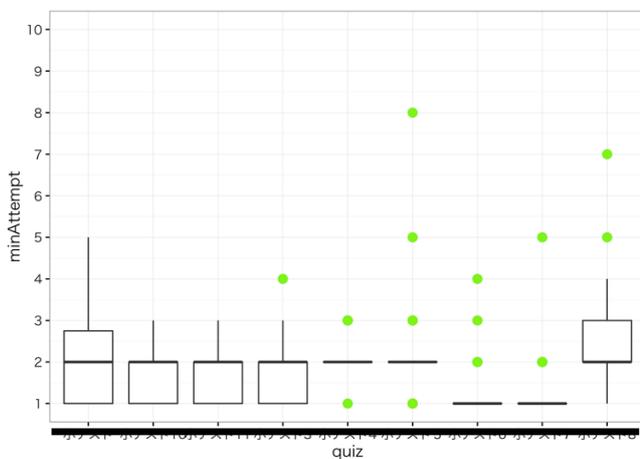


図 1 学生が合格点を取るまでの回数 (小テスト別)

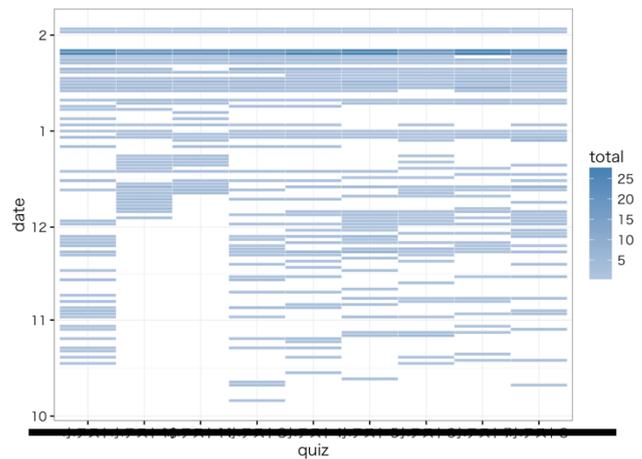


図 2 学生が小テストを実施した日時の分布

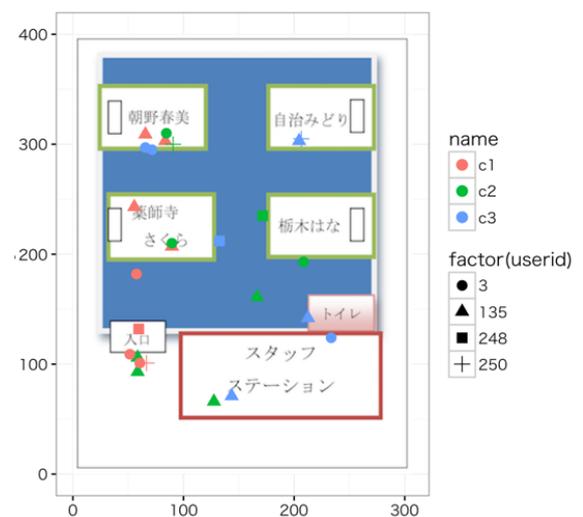


図 3 Drag & Drop テストの結果集約例

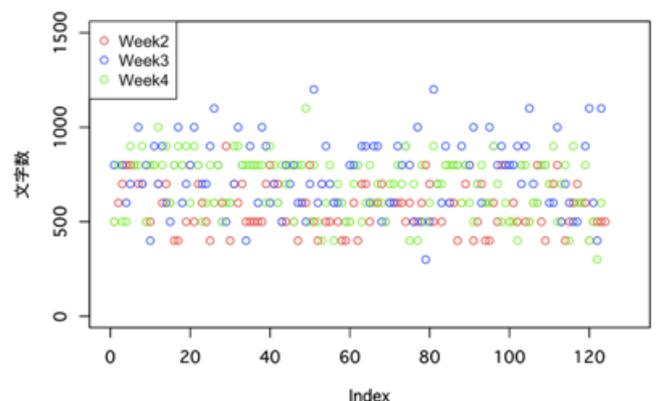


図 4 フォーラムの投稿文字数

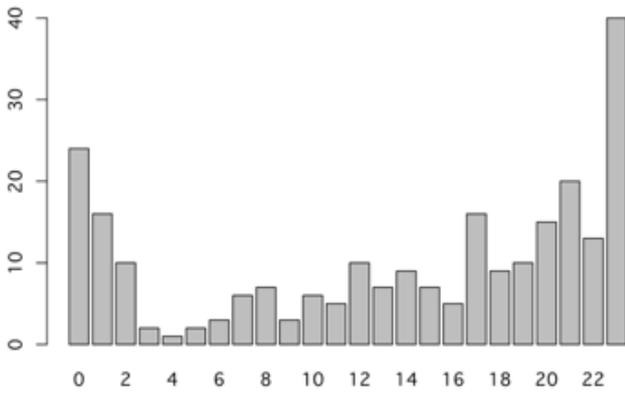


図 5 フォーラムの投稿時間帯



図 8 レッスの画面遷移（全体像）

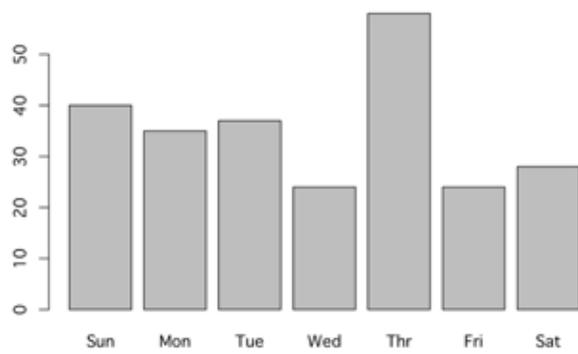


図 6 フォーラムの投稿曜日

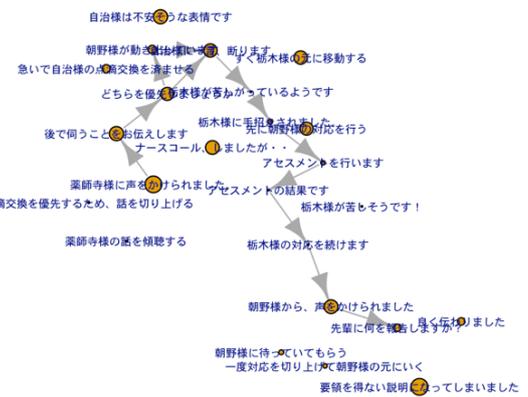


図 9 レッスの画面遷移（学習者の解答結果）

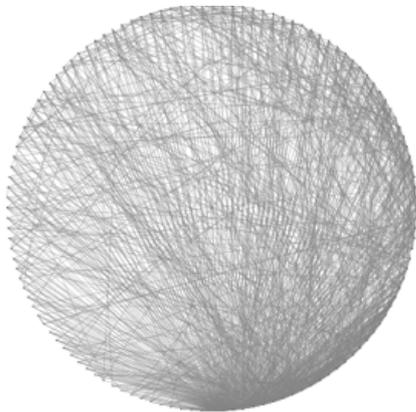


図 7 フォーラムのコメント返信先

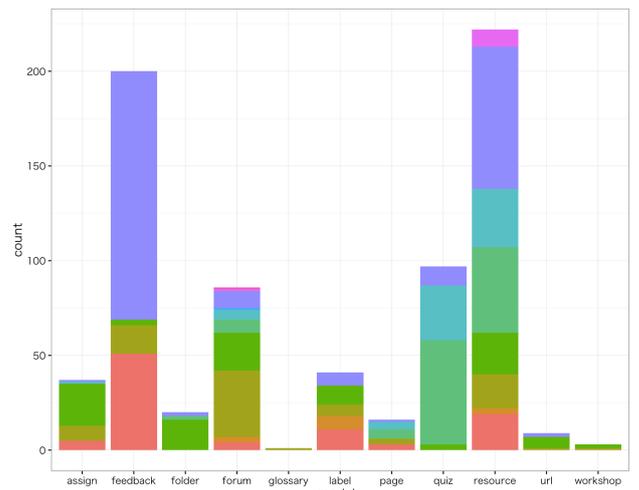


図 10 モジュール別使用状況の可視化

参考文献

- (1) “The Predictive Learning Analytics Revolution: Leveraging Learning Data for Student Success” <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ewg1510.pdf>

(2016年4月1日確認)

- (2) Beth Dietz-Uhler, Janet E. Hurn: “Using Learning Analytics to Predict (and Improve) Student Success: A Faculty Perspective”. *Journal of Interactive Online Learning*, 12(1), pp.17-26, 2013
- (3) https://moodle.org/plugins/report_forumgraph (2016年4月1日確認)
- (4) https://moodle.org/plugins/report_customsql (2016年4月1日確認)

付録 1: 用いた SQL の例

```
SELECT u.username, qa.userid as id, qa.attempt, q.id
as Qid, qa.sumgrades as QAsumgrades, q.sumgrades
as Qsumgrades, q.grade, q.name as Quiz
FROM prefix_quiz_attempts qa
LEFT JOIN prefix_quiz q ON qa.quiz = q.id
LEFT JOIN prefix_course c ON q.course = c.id
LEFT JOIN prefix_course_categories cc ON c.category
= cc.id
LEFT JOIN prefix_course_modules cm ON ( cm.course
=c.id AND cm.instance = q.id )
LEFT JOIN prefix_user u ON qa.userid = u.id
LEFT JOIN prefix_modules m ON cm.module = m.id
WHERE m.name = 'quiz' AND c.id = :course_id
```

付録 2: 用いた R のコードの例

```
library(dplyr)
library(ggplot2)
datatemp <- read.csv("a.csv")
data <- datatemp %>% dplyr::arrange(qid) %>% filter
(qasumgrades == qsumgrades) %>% dplyr::group_by(qi
d, quiz, username) %>% summarize( minAttempt = m
in(attempt))
grp <- ggplot(data, aes(x=factor(qid), y=minAttempt) )
grp <- grp + geom_boxplot(outlier.colour = "green", ou
tlier.size = 3)
grp <- grp + theme_bw(base_family = "HiraKakuPro
N-W3")
plot(grp)
```


汎用的能力（認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験） の育成を目的とした AL 型授業の取り組みと課題

庄司一也^{*1}

^{*2}徳山大学

General ability (cognitive, ethical, social skills, education, knowledge, experience) of AL type class for the purpose of training initiatives and challenges

Kazuya Shoji ^{*1}, Tokuyama University ^{*2}

前任校である滋賀大学において、平成 28 年 2 月「映像表現入門 2015 年（ひこねびと第 4 弾）」を開講した。本科目は、iPad を使用して最終的にはドキュメンタリー映像を完成させることを目的とするものであるが、特に今回（第 4 弾）は文部科学省のアクティブ・ラーニング（AL）の定義に沿って汎用的能力（認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験）の育成を目的として、PBL 型授業に取り組んだ。そこで本発表では、汎用的能力の育成事例（授業実践）を報告するとともに、その取り組みから見えてきた課題等を考察する。

キーワード： 汎用的能力（認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験）

アクティブ・ラーニング（AL） チーム 映像制作 iPad

1. はじめに

本学会の 2015 年度第 5 回研究会においても本科目「映像表現入門（第 3 弾・平成 27 年 9 月開講）」の実践事例および課題等を報告したが、本発表は「第 4 弾（平成 28 年 2 月開講）」の取り組みを対象としている。前回開講の反省点の 1 つとして、「アクティブ・ラーニング（以下 AL）が手段の 1 つとなってしまうこと」であったため、今回は「目的に重きをおいて」AL 型授業を実践した。すなわち、文科省の AL の定義にあるとおり、「学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る」という点を忠実に再現し、学生の様々な能力を高めることに主軸を置いたわけである。

本科目の内容自体は、撮影対象が変更されたほかは、AL 型授業という意味では前回と同様である。すなわち、iPad を 1 人 1 台貸与し、最終的にはドキュメンタ

リー映像を制作することを目的とした PBL 型授業であり、撮影・編集等すべてを iPad で行うものである。

このような授業に取り組もうと考えた理由は、AL 自体（学生の活動の手段）が目的となってしまう（自己も含めた多数の）現代の AL 授業の反省から、「AL は手段の 1 つであり目的を重視すべき」との考えの下、真に学生の能力を育成しようと考えたためである。今回の取り組みによって、主体的な態度と技能を育成するのみならず、コミュニケーション能力や人間関係構築など多数学生の資質を高めることができたのも事実である。もちろん、後述するように、汎用的能力を育成するに当たっては多くの課題を見出すこともできた。

そこで、今回の取り組みには失敗事例も含まれるなかで、その点も含めて、研究会参加者様の教育・学習支援に活かしていただければ幸いである。なお、先行研究として、西川純『アクティブ・ラーニングによる

キャリア教育入門』(東洋館出版社 2016年)を参考に
するほか、汎用的能力(認知的、倫理的、社会的能
力、教養、知識、経験)の解釈についても同氏の見解
を基にしている。

2. 汎用的能力の育成事例 (AL 型授業実践)

2.1 教養、知識、経験の育成

まず、「教養・知識・経験」である。本科目はその
名のとおり「映像学分野」の授業であり、あくまで高
等教育における学問である。よって、一定の「映像デ
ザイン」や「映像倫理」の教養や知識を高めるように
工夫した。まず行ったのは、LMSにて映像機器の操作
方法や編集ソフトの使用方法等の教材ビデオを配信し
たほか、完成作品を数本 LMSにて配信して、どのよ
うな水準の映像完成物が求められるか理解を深めさせ
るようにしたわけである。前者については反転授業形
式を採用し、自宅等で事前に操作方法・使用方法等を
ビデオ授業で学習した上で、教室授業では即実技学習
に移行できるように工夫した。

特に、今回の反転授業での成果は教室での説明時間を
省略(あるいは大幅に短縮)できたということであっ
た。これによって教室授業では下記に述べる体験・体
感学習に時間を十分に注ぐことができた。

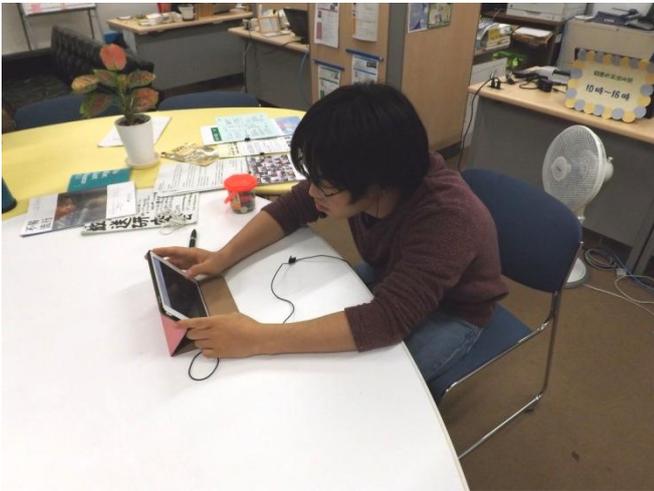


図 1 反転授業形式を採用したことにより、事前に
習得した知識を活用した AL を実践することができた。

後者については、映像をどのように制作するかをま
ずは自分で見て、映像制作分野の理解を深めたいう
えで、教室授業への参加(実践)となった。

また、授業の開講中(後半)において、教室授業に
おいて、専門家(映像作家・映画監督)からの映像制
作における指導をもとに、映像学に関するピア・イン

ストラクションを実施し一定の当該分野の知識や教養
を高めることができた。

さらに、経験においては、iPadを使用した学外活動
を通して、映像制作の経験および取材対象者との調整
や打ち合わせ(およびコミュニケーション)、仲間との
共同作業など多数の実務経験・社会経験を積むことに
成功した。

2.2 認知的能力の育成

認知的能力、すなわち、「問題が解けるかどうか」
については、本科目の主目的である「最終的に映像制
作物を完成させるにあたって、そのプロセスにおける
各課題について適宜解決しながら目標を達成できるか」
という点である。

そのため大きな課題となる、相手との折衝や撮影・
編集(アニメーション・テロップ、ミュージック挿入
等)、発表会までのスケジュール調整、役割分担などは
学生主体で取り組ませた。

後述する「社会的能力」と関連することであるが、
本授業を完結(よりよい制作物を完成)するためには
1人では不可能なものである。同じチーム内で協力し
て、どのようなプロセスを踏みながら最終的に成果物
を完成させ発表・製品化に至るかということが重要に
なってくる。

なお、本科目の受講生は経済学部生であり、そのほ
とんどの授業が座学(講義中心)であるため、本科目
のような対外的活動を含む学習はあまり経験もなく、
また1年生の受講生も多くみられた。したがって、こ
のような取り組みは初めて、またはほとんど経験がな
い学生が多かったわけである。そこで、チームビルデ
ィングの際に、(学生が効果的な共同学習を行うにはグ
ループ分けや役割分担などをのり入念な準備が必要との
考えから)まず映像制作にある程度のスキルを持つ者
か、多少なりとも経験がある者を含めたチームを編成
し認知的能力の向上に寄与できるよう努めた。

結果として、元々モチベーションが高い学生集まり、
かつ iPadを使用した授業ということもあって学習意
欲の喚起ができたため、授業に真面目に取り組み、専
門分野の視点からは「構成表」の作成を十分に行えた
ことが理由となり、全チームが最終的な映像制作物
を完成することができた。また、時にイレギュラー対

応を求められることもあったが、チーム内で相談および教員への報告・連絡・相談も適宜行い、各課題を解決することができた。



図 2 専門家による指導、チームビルディング、モチベーションや学習意欲の喚起など複合的な要因により認知的能力の育成に成功した。

2.3 社会的能力の育成

社会的能力、すなわち、「他者と協力できるかどうか」については、前述したとおり「最終的に映像制作物を制作するにあたって、同じチーム内で適切に協力し合い完成（発表・製品化）させることができるか」という点である。

本科目の目的は表面的には「iPad を使用して地域にかかわる映像制作物を完成させ、地域貢献に寄与すること」であるが、本質は、他者との共同学習を通して人間力や社会人基礎力を高めることを目的としている。

極端なことを言えば、1 人でもドキュメンタリー映像を完成させることはできるかもしれない。しかし、それでは個別学習と何らかわりはなく開講の意味が薄れるため、あくまでチーム学習を前提とした共同学習により、コミュニケーション能力や人間関係構築も目的として体験学習に取り組んだわけである。

もう少し具体的にいうと、撮影担当者、インタビュアー、連絡調整係、編集担当など役割分担も必要となり、同時にチーム内で協力して一緒に上記作業を行う場合も出てくる。併せて、各担当部分に責任をもち、協調性を持って取り組むことも求められる。

結果として、それぞれのメンバーに役割を持たせることとチームでの貢献への考えにより協力作業はうまくいき、最終的な映像制作物の完成に至ったわけであ

るが、この要因は前回の反省点を活かし、ガイダンスを充実させたほか、効果的なアイスブレイクを取り入れ授業に参加しやすい雰囲気を提供できたこと、随時発問を行い制作物の進捗状況を確認したこと等であろうと考えられる。



図 3 撮影担当者やインタビュアーなど役割分担を決め、チームへの貢献を意識させることで「他者と協力する」という社会的能力の育成に寄与した。

2.4 倫理的側面の育成

倫理的能力、すなわち、「よいことと悪いことの区別がつくかどうか」については、映像制作の各過程において表出してくる問題である。

例えば、前述の社会的能力に関係することであるが、人任せにしないで、自分の役割や責任を果たし、チームの一員として責任を果たすということである。

また、映像制作にあたっては、取材対象者および撮影場所において、関係機関に迷惑をかけずに、ルールを守り、適切なかたちで撮影を行うこと等である。

また編集段階においては、特定のメンバーに過度な負荷がかからないよう協力することはもちろんのこと、また著作権や肖像権に配慮（法の遵守等）した作業が求められるわけである。これらについては、どの点がよいか悪いか否か学生たちでの判断が難しい場面もあったため、専門家による指導のほか適宜相談や報告の場を設けた（インタラクティブな学習環境）。

全体に言えることであるが、説明は必要最低限にし、学生主体で問題解決にあたる PBL 型授業の実践だったわけである。そして、何かあればすぐに専門家や教員に相談なり質問なりをするような環境を提供し、実践を通しながら倫理面の向上を図った。



図 4 映像制作を通して様々な倫理的側面を育成するため、適宜専門家や教員による適切な支援に努めた。
(左端の映像監督より直接指導を受ける様子)

3. おわりに

以上のように、汎用的能力の育成を目的に映像制作を通した AL 型授業に取り組んだわけであるが、本科目がその部分に注力した関係もあり、若干の課題も露呈することとなった。その点について以下考察したい。

3.1 教養、知識を一層高める上での課題

本科目は大学設置基準でいうところの「実技」に該当する。よって、前述したとおり、チーム内で協力したうえで、iPad を使用してドキュメンタリー映像を完成させることが目的（主活動）であり、知識や教養の獲得の優先順位は低いかもしれない。しかし（AL 型の）大学の授業として開講している以上、一定の映像学に関する知識や教養を高める必要がある。

しかし、本科目が 5 日間の集中講義という事情もあり、いわゆる「映像デザイン」「映像倫理」にあたる内容の解説や説明は最低限のものとなったほか、前述したピア・インストラクションは本当に必要最低限の内容のものにとどまった。

確かに学生にとっては iPad を使用した実技中心の楽しい授業になったかもしれないが、知的に得られるものが不足していたとも考えられる。

今後も集中講義形式で開講されることが予定されており、上述のとおり教室授業中は説明時間を確保することが難しいため、LMS を活用した映像活用授業（教材ビデオ配信）を実施し、実技的側面のみならず、知識や教養をより一層高める工夫が求められる。

3.2 認知的能力・社会的能力の課題

前述のとおり、本科目が AL 型授業であり、PBL 型の授業を開講したため、認知的能力および社会的能力を一定程度育成することができた。

しかし、この点につき、若干の課題も存在する。両者に共通することであるが、（一部ではあるが）チーム内である特定の者が孤軍奮闘したり、自分の意見を押し通す場面も見られた。一方で参加度が低い学生も見られた。これは教員の指導不足、ファシリテート（グループへの適切な助言や支援）不十分が原因ともいえるが、チーム内での協力の重要性や責任感・協調性の重要性についての説明や指導が不足していたものと考えられる。また、スキルがチーム内で突出している者、十分な自信がある者にどのようにファシリテートし、効果的なチーム学習を実践できるかは今後の大きな課題となった。

3.3 今後の取り組み

以上のように汎用的能力の一定の育成を図ることができたが、一方で各育成場面において課題や反省点も見られる結果となった。もちろん、授業自体は AL 型授業として一定の成果を上げられたし、ドロップアウト者も 1 人も出ることなく完結できたことは大きな成果である。また学生たちにとってもスキルアップや自信あるいは様々な能力育成に寄与できたであろう。何より、目標に重きを置いたことで、単に活動するだけの AL とはならなかったことは評価できる。

今後の同科目の開講に当たっては、おなじく AL 型授業として汎用的能力を一層育成することを目的に取り組み、より効果的な授業運営を行っていきたい。

参 考 文 献

- (1) 西川純：“アクティブ・ラーニングによるキャリア教育入門”，東洋館出版社，pp.38-41（2016）。
- (2) 中井俊樹編著：“アクティブ・ラーニング”，多摩川大学出版部，pp.3-109（2015）。
- (3) 溝上慎一：“アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換”，東信堂，p.23（2014）。
- (4) 前林清和，江田英里香，須釜幸男，田中綾子，上谷聡子：“アクティブ・ラーニング理論と実践一”，デザインエッグ，pp.8-9（2015）。

自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを 活用した授業の学習者意識調査

仲林 清^{*1,2}

*1 千葉工業大学

*2 熊本大学

Survey of Learner's Perception on a Lesson on the Subject of Self-regulated Learning Using Video Content and Online Report

Kiyoshi Nakabayashi^{*1,2}

*1 Chiba Institute of Technology

*2 Kumamoto University

自己調整学習の概念や方略を、学習者が意識して活用することを促進するための授業の試行と評価を行った。大学1年生の学生を対象に、学習理論や自己調整学習に関する知識を与えたのち、これらの理論の観点から、中学生の学習の様子を描いたドキュメンタリービデオを視聴させた。その後、自らの学習経験とビデオの内容を対比したレポートを提出させた。入学時と授業後アンケートの比較から、学習者の学習経験と授業評価の関係を調べた。

キーワード: 自己調整学習, ドキュメンタリービデオ, 学び方の学習, 既有知識の活用

1. はじめに

急速な社会構造の変化に対応するために、自律的に学び続ける能力の重要性が叫ばれている⁽¹⁾。学校教育においてもこのような力の育成が重視されており⁽²⁾。いわゆる21世紀型スキルの中にも「学び方の学びとメタ認知 (Learning to Learn and Metacognition)」が位置付けられている⁽³⁾。自ら学ぶ力に関する学術的な理論や知見としても、メタ認知⁽⁴⁾⁻⁽⁷⁾や自己調整学習⁽⁸⁾⁻⁽¹⁰⁾、熟達化⁽¹¹⁾などに関するものが数多く得られている。

メタ認知や自己調整学習を促進するための教授方法についても様々な研究があるが、多くは個別の課題・教科・分野を対象としたものとなっている。文章の読み・書きや数学・理科に関するメタ認知⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾の研究や、国語・算数・理科・英語・心理学・統計学などの教科で小学生から大学院生までの学習者に自己調整学習を身につけさせる実践授業が行われている⁽⁸⁾⁻⁽¹⁰⁾。

これらの先行研究が、特定教科の授業において、メタ認知や自己調整学習を促進させる介入を行うものであるのに対し、本研究は、大学生を対象に、学習に関する学術的・体系的知識と自らの学習経験とを結びつけて内省・概念化させ、以後の学習活動におけるメタ認知や学習方略の活用を促進することを意図している⁽¹²⁾⁻⁽¹³⁾。大学生は、メタ認知や自己調整学習の能力を

誰もが身につけているわけではないが、小中等の学習者に比べれば、上記のような学術的・体系的知識を理解するのに十分な知的水準を有していると仮定できる。また、勉強やスポーツ・趣味・アルバイトなどを通じた学習過程に関する経験があり、これを客観的に振り返る能力も有していると期待できる。そこで、これらの学術的・体系的知識と学習者自身の経験・既有知識とを結びつけさせて内省・概念化を促進する。自己調整学習は、場面限定的・文脈依存的で、全ての場面で自己調整している学習者は存在しない、とされている^{(10)(p.12)}。逆に言えば、自らの学習経験を自己調整学習の立場から内省・概念化すること⁽¹⁴⁾ができれば、それをこれまでの経験とは異なる対象や状況の学習に転移させることも期待できる。

具体的な授業には、筆者らがこれまで、技術イノベーションや組織における問題解決といった、抽象度が高く正解が一意に定まらない分野の学習に適用して効果を確認したドキュメンタリービデオとオンラインレポート提出を組み合わせた授業設計の枠組み⁽¹⁵⁻¹⁶⁾を適用する。この授業設計では、まず学習主題に関する体系的知識を説明する。次に学習主題に関連する観点を提示してドキュメンタリービデオを視聴させ、ビデオの登場人物の行動や考えを、体系的知識や自らの経験と関連付けて解釈させる。そして、その内容をレポートにまとめさせ、次の授業で全員のレポートを配

布・閲読させて、自他の考えを比較して吟味させる。
 このような設計で、自らがこれまで行ってきた学習行動が、様々な学習理論の概念から解釈できることに気付かせ、以後の行動を客観的に観察し意識的に修正することを促すことを意図している。

なお、本稿は先に発表した授業の試行結果⁽¹²⁾ ⁽¹³⁾を新たな観点を加えて評価したものであり、特に、学習者の入学時と授業後のアンケートの比較から、学習者の学習経験と授業評価の関係を調べることを目的としている。以下、第2章で、本授業設計の学習目標について述べる。第3章ではビデオとオンラインレポートを活用した授業設計を示す。第4章でアンケート、レポートの内容を調べた結果を示し、第5章で考察とまとめを行う。

2. 自己調整学習に関する学習主題

本授業では、自己調整学習^(5,7)を中心に学習理論や学習の動機づけを取り上げる。自己調整とは、教育目標の達成を目指して学習者が自ら作り出す思考・感情・行為であり、学習過程において、メタ認知・動機付け・行動に能動的に関与することを自己調整と呼ぶ。特に、自己調整学習方略・自己効力感・目標への関与が重要とされている⁽⁹⁾(pp.16-17)。

自己調整学習は、図1に示す予見段階、遂行段階、自己内省段階からなる個人的フィードバック・ループとしてモデル化される⁽¹⁰⁾。

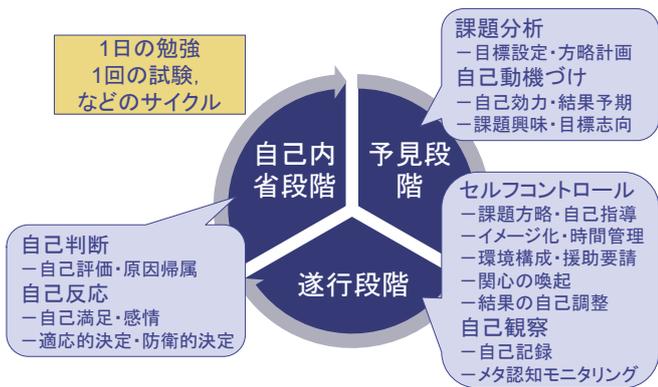


図1 自己調整学習のサイクル

予見段階は、学習に先立って、学習を自己調整する準備と自己動機付けを行う段階である。準備においては、課題の目標設定や課題を解くための方略の計画立てが行われる。動機付けは、自己効力、結果予期、課

題興味などに依っていて、さらにこれは、課題の目標設定や方略計画に関係している。すなわち、自己調整学習に上達した学習者は、明確で具体的な目標設定や方略の計画を立てることができ、これによって、自己効力や結果予期に起因する高い学習動機を得ることができる。

遂行段階は、実際の学習や課題解決に対応していて、セルフ・コントロールと自己観察の要素からなっている。セルフ・コントロールは、課題固有の解決方略と課題に依存しない一般的な方略からなる。一般的な方略としては、抽象的な情報を適切な心的イメージで捉えるイメージ化、課題に必要な時間を見積もる時間管理、先生や親に適切な支援を求める援助要請、などが挙げられる。自己観察は、メタ認知モニタリング(セルフ・モニタリング)と自己記録が含まれる。自己調整学習に上達した学習者は、遂行過程のセルフ・モニタリングを行い、これに基づいてセルフ・コントロールを行って方略を修正していくことができる。

自己内省段階は、学習や課題解決の結果に関わる段階で、この段階が次の学習の予見段階に影響する。自己内省段階には、自己判断と自己反応が含まれる。自己判断は、遂行結果を目標基準と比較する自己評価、および、遂行結果の原因を能力・努力・方略使用などの原因と結びつける原因帰属からなる。自己反応は、自己満足/感情と適応的/防衛的決定に分類される。前者は自己判断に対する情動的な決定で、一般に、学習者はマイナスの感情を生じる学習活動を避ける傾向がある。適応的決定は、使用した方略が良くなかったという原因帰属を行った場合に、次回は方略を修正する、といった決定を行うことである。逆に、防衛的決定は、能力に原因を帰属させ、マイナスの感情から逃れるために遅延や課題回避を行うことである。自己調整学習に上達した学習者は、自己評価を行い、努力や方略に原因を帰属し、これらを修正する適応的決定を行うことができる。

本授業設計では、自己調整学習を主要な学習主題とするが、特に後述するドキュメンタリービデオの内容との関連から、以下を具体的な学習主題とした。

- 1) 予見段階における目標設定・動機付け・自己効力感
- 2) 遂行過程のセルフ・モニタリング

- 3) 自己内省段階における自己評価や原因帰属, それによる適応的/防衛的反応
- 4) 自己調整学習を促進するための教師の介入

3. 授業設計

3.1 概要

前章で述べた自己調整学習の理論は、体系的にまとめられたものであるが、実際に自己調整学習が行われる状況や場面は多様であり、学習者の思考や感情、学習方略もさまざまで、唯一の正解が存在するようなものではない。従って、単なる知識付与型の教育形態では十分な教育効果を得ることは困難で、自己調整学習が行われる実際の文脈を学習者に提示する必要があると考えられる。また、大学生の学習者は、自身で意識していなくても、自己調整学習の概念で説明可能な学習経験を有していると思われる⁽⁹⁾(pp.68-82)。従って、コルブの経験学習モデル⁽¹⁴⁾に鑑みて、これらの経験を内省・概念化させ、体系的な知識と結び付けさせることができれば、これまでの経験とは異なる学習対象においても自己調整学習の転移を促進できると考えられる。

そこで本授業では、ドキュメンタリービデオ視聴とオンラインレポート提出を組み合わせた図2の枠組み⁽¹²⁾⁽¹³⁾を適用する。この授業設計では、(1) 学習者の既有知識の活用、(2) 主題に関する真正な状況・文脈の提示、(3) 他者の考え自らの考えと対比する機会の設定、という方針をとる。具体的には、学習の主題に即したドキュメンタリーを視聴させ、これに関するレポートを課す。次の授業直前までにレポートをオンラインで集約して授業で配布し、教員が内容を適宜紹介する。

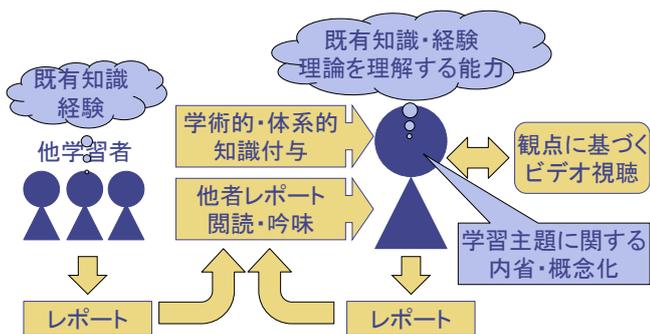


図2 授業設計の枠組み

ドキュメンタリービデオは後述するように、学習主題を直接解説した教材ビデオではないので、学習者は、現実の学習場面で生じている事象や登場人物の言動の背景にある学習主題を、講義の知識に結び付けて能動的に読み解く必要がある。これによって、学習主題を単なる知識としてではなく、文脈を含めて理解し、さらに学習者自身の経験と対比させることを意図している。レポートの提出と配布は、自らの考えを他者の考えや経験と対比しながら深めることを狙っている。上記のように、ビデオは、学習主題を直接的に解説したのではないので、レポートの内容は、学習者の着目点や経験との対比も含めて、非常に多様なものになることが期待される。このように、レポートの提出・配布で、自他の解釈や意見を対比しながら、学習主題についての理解を深化させることが狙いである。

3.2 ドキュメンタリービデオの内容と解釈

授業ではふたつのドキュメンタリービデオを用いた。ひとつは、NHKの「あしたをつかめ」というシリーズの「#33 塾講師」⁽¹⁷⁾ (以下、塾講師)、もうひとつは、やはりNHKの「目撃日本列島」というシリーズの「負けて強くなれ 愛媛・将棋道場の日々」⁽¹⁸⁾ (以下、将棋道場)である。いずれも視聴時間は25分程度である。中学生とその指導者が主人公で、大学生の学習者が自身の過去の学習経験と結び付けやすいと思われる。以下に、塾講師の概要と学習主題に沿った解釈を述べる。将棋道場の概要・解釈については先行研究⁽¹²⁾を参照されたい。

塾講師は、講師の増田さんと増田さんの上司、および、増田さんの生徒の女子中学生徳永さんが主な登場人物である。あらすじは以下のとおりである。

徳永さんは数学が苦手で、成績を良くしたいと考えて塾に通っている。しかし、成績が伸びずやる気を失っている。増田さんとの面談では「周りが天才だから」と、自信を無くしている。増田さんは、努力すれば成績が伸びることを生徒に知ってもらいたいと、クラスで小テストを実施するが、徳永さんは合格できない。再テストでも合格できず、増田さんは休みの日に上司に相談する。上司は、「先生が押し付けると、生徒はその場限りでし

か勉強しない。自発的に勉強するような施策が大事だ」とアドバイスする。どうすればよいか考えた増田さんは、自習ノートと徳永さんに渡し、「科目はなんでもいいから、目標を書いて自習し、やった結果を見せてほしい」と告げる。徳永さんは、自分で数学を自習することに決め、「その日間違ったところを復習する」という目標を決め、「繰り返し学習すればできるようになるかな」と発言する。次の小テストで、徳永さんは初めて1回で合格し、「スッキリした」と喜ぶ。

このドキュメンタリーにおける徳永さんの言動は、自己調整学習の観点から以下のように解釈できる。徳永さんは、数学に苦手意識があり、自己効力感がない。「周りが天才だから」という発言から、成績の悪さを能力に原因帰属していることがうかがえる。また、間違えたところを振り返ることもしておらず、防衛的な感情が出ていて、適応的な決定ができていない。このため、目標設定も漠然としている。ビデオの中では、徳永さんの書いた冬休みの目標が「積極的に勉強に取り組む」という非常に漠然としたものであることが示されている。

それに対して増田さんは、徳永さんの能力帰属の考え方を方略帰属に変えさせようと小テストを実施するがうまく行かない。そこで、徳永さんの適応的決定を促すために、自習する科目・目標を自分で決めるように告げて、予見段階における目標設定を促し、また自習ノートによる努力の可視化の仕組みを作っている。これに対して徳永さんは、「数学でその日間違ったところを復習する」という近時的で具体的な学習目標を自分で決め、「繰り返し学習する」という方略で自習を行う。この結果、小テストに合格し、プラスの感情を得ることができた。

3.3 授業の進め方

授業は全体で4コマの構成である。これまでの授業実践⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾では一本のビデオを用い、ビデオ視聴とレポート提出を2回繰り返したが、今回は前述の二種のビデオを用い、合計3回の視聴とレポート提出を行った。使用したビデオは学習主題を直接解説した教材ビデオではないので、学習者は学習主題の観点からドク

ュメンタリーの内容を解釈する必要がある。しかし、1回のビデオ視聴では、学習者はビデオのストーリーを追うだけで精いっぱい、前節で議論したような踏み込んだ解釈を行うのは困難と思われる。また、二種のビデオは表層的なストーリーは全く異なっているが、学習主題の観点からは、共通点と相違点がある⁽¹²⁾。そこで、まず負荷の軽い観点を意識させて、2本のビデオを1回ずつ視聴させる。2回目の視聴では、まず、他者のレポートを配布して、特徴的なものや学習主題に適合したものを適宜紹介したうえで、2本のビデオを比較させる踏み込んだ観点を課題として示してレポートを作成させる。1コマ目で塾講師のビデオを視聴させる際のレポート課題、および、3コマ目で塾講師と将棋道場の双方のビデオを視聴させる際のレポート課題は以下のとおりである。詳細については先行研究⁽¹²⁾を参照されたい。

【1 コマ目】ビデオを視聴して、塾講師（増田さん）が女子生徒（徳永さん）の学習を促進するためにやっていることを、自分の学校・家庭・塾・習い事・部活などでの学習経験と結びつけて、学習の動機付けや学習理論の観点から説明してください。塾講師や生徒の発言や行動に注意してください。（2～300字）

【3 コマ目】前々回・前回のビデオ（全50分）を再度視聴し、他の人のレポートも参考にして、学習理論・動機付け・自己調整学習の概念を用いて、以下を説明してください（1000～1500字）

- 双方のビデオの学習者の学習が促進されていなかった要因は何か？両者の共通点や相違点は何か？学習者の感情や考え方、学習方法に注意すること
- 学習を促進するために、双方のビデオの指導者はどのような意図でどのように、学習者に働きかけているか？
- 指導者の働きかけは、学習者の感情や考え方、学習方法、理解の点で効果があったか？効果が得られた／得られなかった理由は何か？学習者は今後、自律的に成長できると思うか？

4. 学習者の反応

情報系学科の1年生「情報社会とビジネス」という科目中で、2015年度前期に授業を実施した。初回の授業で後述する入学時アンケートを実施した。さらに、11回目から14回目の授業で3章に述べた授業を行い、その後、授業後アンケートを実施した。以下、両アンケートの内容と、それらに基づく学習者の学習経験と授業効果の関係について述べる。

4.1 入学時アンケート

このアンケートは、入学直後の学習者に対して、学習観・学習動機・進路に関する意識などを調べるために行っている。全55項目で、7件法で実施している。今回の回答者は164名であった。結果の一部を表1に示す。

表1 入学時アンケート（7段階、164名）

質問	平均（標準偏差）
卒業した後、就職したい業種や職種がある	5.30 (1.24)
4年間で卒業できるかどうか不安だ	4.65 (1.78)
人の役に立つために働きたいと思う	5.27 (1.37)
働くことを通じて成長していきたい	6.06 (1.08)
働くことの意味をよく考える	4.70 (1.51)
友人は多いほうだ	4.18 (1.49)
授業がわからないときは、友だちに相談する	5.52 (1.34)
文章を書いたりする時、自分の考えをまとめるのに苦勞する	5.26 (1.49)
教育番組や授業で見る教材ビデオはおもしろくないと思う	3.76 (1.37)
勉強を自発的にやっている	4.04 (1.54)
学習内容が何に役に立つか考えて勉強している	4.76 (1.39)
勉強することとは、知識を暗記することだと思う	3.65 (1.43)
考える道筋が間違っているけど結果が合っているほうが大事だ	4.12 (1.58)
勉強したことが応用できないと意味が無いと思う	5.56 (1.13)
勉強のやる気を出すために工夫したり意識していることがある	4.77 (1.35)
効果があがるように勉強方法の工夫を意識している	4.51 (1.35)
学習内容が理解できないときは、複数の参考書で調べる	4.65 (1.51)
難しい問題が苦勞して解けたときは、次もがんばろうという気になる	5.21 (1.45)
まちがえた場合は、なぜまちがえたのか理由をよくかんがえる	5.22 (1.28)

4.2 授業後アンケート

3章に述べた3回のレポートをすべて提出し、さらに授業後のアンケートに回答した学生は112名であった⁽¹³⁾。ただし、一部のアンケート項目に回答しなかった学生もあり、項目によって数名の欠損がある。表2に結果を示す。

表2 授業後アンケート（7段階、112名）

質問	平均（標準偏差）
内容は理解できた	5.73 (1.03)
内容は役に立った	5.51 (1.15)
内容に納得した	5.58 (1.10)
学習の際に、自己調整学習で挙げられていることを意識していた	4.18 (1.38)
このような内容を今後も学んでみたい	5.15 (1.22)
今後の大学での学習を進めるうえで参考になった	5.50 (1.09)
社会に出てからもこのような考え方は参考になると思った	5.77 (1.14)
「学び方」に関する考え方が深まった	5.67 (0.93)
「学び方」に関する考え方が変わった	5.46 (1.10)
自分の経験と結びついた	5.67 (0.91)

4.3 入学時と授業後の意識の関係

入学時と授業後の意識の関係を調べるために二つのアンケートの相関を調べた。対象は、3回のレポートを提出し、両方のアンケートの全項目に回答した学習者100名である。表1と表2の各項目の相関を調べた。結果の一部を表3に示す。ここでは特に明確な相関がみられた項目、および、特徴的な項目を示している。

まず、授業後アンケート（項番8~13）については、項番10「学習の際に、自己調整学習で挙げられていることを意識していた」以外は互いに正の相関が見られた。一方、入学時アンケートの項目については、項番1「働くことを通じて成長していきたい」と、授業後アンケートの項目も含めた他の項目と比較的高い正の相関が見られた。また、項番2「文章を書いたりする時、自分の考えをまとめるのに苦勞する」、項番3「教育番組や授業で見る教材ビデオはおもしろくないと思う」は、他のいくつかの項目と負の相関が見られた。項番4「学習内容が何に役に立つか考えて勉強している」、項番6「勉強のやる気を出すために工夫したり意識していることがある」、項番7「学習内容が理解できないときは、複数の参考書で調べる」は互いに正の相関があり、項番6は授業後アンケートの項目のいくつ

表3 入学時・授業後アンケートの相関（項番 1~7：入学時，項番 8~13 授業後，100 名）

項番	質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	平均 (S.D.)
1	働くことを通じて成長していきたい	—	-.31**	-.18 ⁺	.32**	.01	.46**	.18 ⁺	.35**	.27**	.20*	.26*	.27**	.31**	6.00 (1.06)
2	文章を書いたりする時、自分の考えをまとめるのに苦労する	-.31**	—	.16	-.10	.12	-.23*	-.12	-.12	-.11	-.14	-.33**	-.29**	-.24*	5.24 (1.43)
3	教育番組や授業で見る教材ビデオはおもしろくないと思う	-.18 ⁺	.16	—	.03	-.03	-.24*	.04	-.17 ⁺	-.17 ⁺	.02	-.23*	-.21*	-.13	3.70 (1.30)
4	学習内容が何に役に立つか考えて勉強している	.32**	-.10	.03	—	-.15	.51**	.38**	.08	.11	.01	.23*	.04	.13	4.79 (1.34)
5	考える道筋が間違っているけど結果が合っているほうが大事だ	.01	.12	-.03	-.15	—	-.14	-.12	.02	-.04	.11	-.06	-.04	.01	4.01 (1.38)
6	勉強のやる気を出すために工夫したり意識していることがある	.46**	-.23*	-.24*	.51**	-.14	—	.35**	.25*	.18 ⁺	.18 ⁺	.24*	.18 ⁺	.33**	4.73 (1.31)
7	学習内容が理解できないときは複数の参考書で調べる	.18 ⁺	-.12	.04	.38**	-.12	.35**	—	-.03	-.01	.13	.06	.08	.09	4.69 (1.45)
8	内容は役に立った	.35**	-.12	-.17 ⁺	.08	.02	.25*	-.03	—	.65**	.11	.47**	.47**	.42**	5.52 (1.07)
9	今後の大学での学習を進めるうえで参考になった	.27**	-.11	-.17 ⁺	.11	-.04	.18 ⁺	-.01	.65**	—	.07	.49**	.41**	.47**	5.52 (1.11)
10	学習の際に自己調整学習で挙げられていることを意識していた	.20*	-.14	.02	.01	.11	.18 ⁺	.13	.11	.07	—	.16	.10	.22*	4.19 (1.35)
11	「学び方」に関する考え方が深まった	.26*	-.33**	-.23*	.23*	-.06	.24*	.06	.47**	.49**	.16	—	.54**	.58**	5.71 (0.89)
12	「学び方」に関する考え方が変わった	.27**	-.29**	-.21*	.04	-.04	.18 ⁺	.08	.47**	.41**	.10	.54**	—	.36**	5.41 (1.10)
13	自分の経験と結びついた	.31**	-.24*	-.13	.13	.01	.33**	.09	.42**	.47**	.22*	.58**	.36**	—	5.65 (0.91)

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$, 赤字：正の有意な相関，青字：負の有意な相関

かとも正の相関が見られた。項番 5「考える道筋が間違っているけど結果が合っているほうが大事だ」はいずれの項目とも相関は見られなかった。

5. 考察

前章の結果に対していくつかの考察を行う。

まず、顕著なのは、入学時アンケートの項番 1「働くことを通じて成長していきたい」と他の項目に正の相関が見られたことである。入学時アンケートでは他にも「人の役に立つために働きたいと思う」など卒業後の進路に関する項目を尋ねたが同様の傾向が見られた。この傾向の解釈は難しいが、自己効力感が高く将来のことを積極的に捉えている学習者に対して、自己効力感を重視する自己調整学習の概念が受け入れやすかった、と解釈することもできる。「周りが天才だから」と発言している学習者が、自分で目標設定して自己効力感を高める、というビデオの内容の影響も考えられる。

次に、項番 2「文章を書いたりする時、自分の考えをまとめるのに苦労する」は、他の項目と負の相関が見られた。特に、項番 11, 12 の学び方に関する考え方の変化・深化や項番 13 の自分の経験との結びつきに

ついては、有意な負の相関がある。これについても解釈は難しいが、このような学習者は、学習結果を能力に原因帰属する傾向が高く、そのため自己効力感が低いために、自分の経験とも結びつかず、授業に対する評価が低いことが考えられる。また、ビデオを視聴し、他者のレポートも勘案しながらレポートを書く、という授業形式が、考えをまとめることに苦手意識を持っている学習者に負の影響を与えていることも考えられる。

項番 3 の「教育番組や授業で見る教材ビデオはおもしろくないと思う」も、項番 11, 12 の学び方に関する考え方の項目と負の相関があるが、これはビデオを視聴するという授業形式の影響と考えられる。

項番 5 の「考える道筋が間違っているけど結果が合っているほうが大事だ」は、学習者の「結果主義」の学習観を表すと考えられる項目であるが、いずれの項目とも相関は見られなかった。強いて言えば、負の相関係数となっている項目が多いが有意性はない。この項目は、学習者個人の学習動機や学習方略と異なり、これまでに受けてきた教育環境の価値観を反映していることも考えられる。

項番 4「学習内容が何に役に立つか考えて勉強して

いる」、項番 6「勉強のやる気を出すために工夫したり意識していることがある」、項番 7「学習内容が理解できないときは、複数の参考書で調べる」は互いに正の相関がある。これらの項目は、学習習慣や方略に対応すると考えられる。このうち、項番 4 と 6 は項番 11 と相関があり、さらに項番 6 は項番 8, 13 と相関がある。項番 6 のような意識を有する学習者は、自己効力感を高める工夫を意識的に行っていて、「学習に対する動機付け」の観点で、「授業が役に立った」、「学び方」に関する考え方が深まった、「自分の経験と結びついた」と授業を評価していることが示唆される。

また、本研究の枠組みは、3.1 で述べたようにコルブの経験学習の考え方を踏まえたものとなっている。従って、学習経験、特に、失敗経験と授業評価の間に相関が見られることが期待される。しかし、今回はこれを裏付けるような結果は得られなかった。授業後アンケートの「学習の際に、自己調整学習で挙げられていることを意識していた」は 7 件法で平均 4.18 と高い値ではなく、他の授業後アンケートの項目との相関も、項番 13 の「自分の経験と結びついた」以外とは見られなかった。また、表 1 で挙げた項目で、学習経験に関係すると思われる「授業がわからないときは、友だちに相談する」、「難しい問題が苦勞して解けたときは、次もがんばろうという気になる」、「まちがえた場合は、なぜまちがえたのか理由をよくかんがえる」などの項目と、授業後アンケートの項目との間にも目立つ相関は見られなかった。相関が見られなかったということは、学習経験によらず一定の授業評価が得られた、と考えることもできるが、学習者のレポート・自由記述アンケートからの学習経験やビデオの着目箇所分析、学習経験に関するより具体的なアンケートの実施などの方法で、さらに詳しく検証を行う必要がある。

6. まとめと今後の課題

自己調整学習の概念・方略の意識的活用の促進を目的とする授業の試行と評価を行った。学習者の過去の学習経験が授業評価にどのような影響を与えているかについて分析を行うため、入学時と授業後に行ったアンケートの相関を調べた。その結果、将来の進路につ

いて意欲的な学習者、学習に対する動機付けを意識している学習者に授業を高く評価する傾向が見られた。一方、考えをまとめることが苦手な学習者の評価は低い傾向となった。これらは、個別具体的な学習経験というよりも、自己効力感や学習観が授業評価に影響を及ぼした結果と考えることもできる。

今後は、学習者の学習経験・学習観と授業評価・レポート内容の関係の分析を行い、学習効果の確認を行う。そのために、レポート・自由記述アンケートからの学習経験やビデオの着目箇所分析、学習経験に関するより具体的なアンケートの実施などを進めていく。特に、自己効力感が授業評価に影響を及ぼしていることが考えられるので、この点について、自己調整学習を促進する他の要因の影響も含め、さらに検討を行う。

また、現在は、ビデオの内容と自分の学習経験を結び付けてレポートを記述させているが、自分の学習経験だけを記述するレポート課題は実施していない。まず自分の学習経験のみに関するレポートを提出させて、自身の経験を明確に意識させてからビデオ視聴を行うことも検討する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26560127 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 日本経済団体連合会：“次代を担う人材育成に向けて求められる教育改革”，一般社団法人 日本経済団体連合会 (2014)
- (2) 中央教育審議会：“新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）”，中央教育審議会 (2012)
- (3) P.グリフィン、他（編）、三宅なほみ、他（監訳）：“21世紀型スキル：学びと評価の新たなカタチ”，北大路書房 (2014)
- (4) Bruer, J.T.: “Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom”, MIT Press (1993)
- (5) Dunlosky, J. and Metcalfe, J.: “Metacognition”, Sage (2009)
- (6) 三宮真智子（編）：“メタ認知”，北大路書房 (2008)
- (7) 市川伸一（編）：“発達と学習”，北大路書房 (2010)
- (8) Schunk, D. H. and Zimmerman, B. J.:

- “Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice”, Guilford Press (1998)
- (9) 伊藤崇達：“自己調整学習の成立過程”，北大路書房 (2009)
- (10) 自己調整学習研究会（編）：“自己調整学習—理論と実践の新たな展開へ—”，北大路書房 (2012)
- (11) 金井壽宏，楠見孝（編）：“実践知”，有斐閣 (2012)
- (12) 仲林 清：“自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業設計の検討と試行”，日本教育工学会研究報告集，JSET15-4, pp.63-70 (2015)
- (13) 仲林 清：“自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の試行と評価”，教育システム情報学会研究報告, 30(5), pp.33-40 (2016)
- (14) Kolb, D. A.: “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”, FT Press (1983)
- (15) 仲林 清：“技術イノベーションを主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業実践”，教育システム情報学会誌, Vol.30, No.2, pp.172-186 (2013)
- (16) 仲林 清：“組織における問題解決を主題とする ビデオとオンラインレポートを活用した授業実践”，教育システム情報学会誌, Vol.32, No.2, pp.171-185 (2015)
- (17) NHK：“あしたをつかめーしごともくらしも #033”，<http://www.nhk.or.jp/u29design/ashitsuka/033/> (2014)
- (18) NHK：“負けて強くなれ ～名門将棋道場の日々～”，http://www.nhk.or.jp/matsuyama/rashinban/details_program_04259.html (2012)

表の読み取り問題を対象とする出題意図を意識させた作問学習

原 一生, 仲林 清
千葉工業大学大学院

Learning-by-Problem-Posing for Table Reading Task with Instruction on the Intended Objective of the Task

Itsuki Hara, Kiyoshi Nakabayashi
Graduate School of Chiba Institute of Technology

あらまし：企業の採用選考で用いられる表の読み取り課題の能力向上を目的に、出題意図を意識させた作問学習を行った。学習者に問題の出題意図を考えさせ、データの関係を論理的に考える能力を見極める問題を作らせることで、表の読み取りにおける論理的思考力の必要性に気付かせる狙いがある。作問後ディスカッションを行い、他学習者の出題意図を知ることによって理解を深めさせる。アンケートによって、出題意図に関する意識の変化を調査した。また、作問の際に出題意図を意識せずに単に問題を作成した学習者群と比較することで、出題意図を意識させる効果を調べた。

キーワード 作問学習, 出題意図, 自他の意見の比較, 論理的思考力, 表の読み取り

1. はじめに

就職活動を行う学生に対して社会人基礎力が求められている⁽¹⁾。社会人基礎力とは、職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力として経済産業省が定義付けたものであり、社会人に必要とされる行動の種類を示したものである⁽²⁾。社会人基礎力のひとつに「考え抜く力」があり、これは以下の三つの要素から構成される。ひとつ目は課題発見力であり、どこに問題があるのかを分析し、解決の目的を明確化する際に必要となる。ふたつ目は計画力であり、問題解決のプロセスを複数明確化し、その中から最善なものを選択する際に必要となる。三つ目は創造力であり、既存の発想にとらわれずに、問題に対して新たな解決方法を考える際に必要となる。これらの要素に共通する能力として、複数の立場から合理的に物事を考えるという点で、論理的思考力が挙げられる。また、社会に必要とされる論理的思考力として、単に論理的に考えるのではなく、それをベースに情報処理や資料作成などの共有を行ったり、企業全体の売り上げや利益の変化の把握といった情報吟味・判断を行うなど、実践的な論理的思考力が必要である⁽³⁾。このような論理的思考力など、あらゆる仕事で共通して求め

られる思考や判断力、コミュニケーション力を測定する就職採用テストとして、リクルート社が作成したSPI3がある。SPI3の能力検査は、以下の二種類の分野で構成される。ひとつは言語分野であり、言葉や文章の意味・構成・要旨を的確に理解する能力を測定する。もうひとつは、獲得した情報を元に新しい情報や的確な判断を導き出す能力を測定する非言語分野であり、前述のような論理的思考力を試す検査はこれに相当する。このように企業は、学生の人物イメージや能力を測定し、職務適応性を明らかにする狙いでSPI3を利用している⁽⁴⁾。

一方で就職活動を控えた学生は、選考の対策として普段からSPI3の問題集などを活用し、問題を解く練習をしていることが想定できる。しかし、SPI3の合格ラインは企業によって異なり、何割正解すればよいとは一概にはいえないものになっている。また、SPI3の特徴として時間制限の設定が短く、短時間に多くの問題を解かせる形式となっている。これによって、学生は、短い時間でより多くの問題を解答することを心がけると考えられる。そのため、多くの学生がSPI3に対して、単なる表面的な知識を測るテストとといった印象を受けていることが考えられる。前述のとおり、企業はSPI3を利用することで、問題に対する表面的な知識ではなく、物事を理解したり論理的に考える基

礎的な力を測っており、単に問題集を解くだけでは、問題の形式に対する慣れ以上の得点向上は見込めないことが考えられる。

従って、企業の採用選考において SPI3 が利用される目的について理解することは、就職活動を控えた学生にとって、企業が求めている能力を身につけ、SPI3 で扱われる課題の能力を向上させる点で有効であると考えられる。また、SPI3 の利用目的を理解するために単なるレクチャーを行うだけではなく、学生が企業の立場に立ち、「なぜその問題を解かせるのか」というように問題の出題意図について考えながら作問を行うことで、企業が求めている能力が活用される具体的な場面や、物事の目的を考えることの必要性についての気付きを与えることができると考えられる。

大学生を対象とした作問学習が学習内容の理解に有効であった例として、情報系の学生を対象にコンピュータのしくみの理解を目的とした作問学習を行わせた結果、問題を多く作成した学生ほど成績が向上した例や⁽⁵⁾、やはり情報系の学生を対象に問題作成および相互評価を行わせた結果、問題を作成することによる理解度の向上と、相互評価の有効性が示唆された例⁽⁶⁾、また、大学入学を控えた高校3年生に出題意図を考えさせた作問学習を行った結果、作りやすさを考慮した意図よりも、自己または他者の学習に役立つ問題を作成するという意図をもつ学生の方が、学習内容の理解が深まったと回答する割合が多かった例が報告されている⁽⁷⁾。本研究では、ある分野において内容の理解が深まると考えられる出題意図を学習者に意識させて作問学習を行うことで、対象分野に対する学習者の能力向上を測った。

本稿では、就職を控えた大学生を対象とし、出題意図を意識させた作問学習の実験とその結果について述べる。企業が SPI3 を利用する目的を学習者に学ばせる際に注意しなくてはならない点として、分野によって測定している能力が違うということが挙げられる。そこで、本研究では、SPI3 の非言語分野における表の読み取り問題を対象とした作問学習を行う。表の読み取り問題は、ビジネスにおける数字を裏付けとした意思決定のために、表やグラフの意味するところを正確に理解できるかを測定する課題である。この問題を

解くには、現在揃っているデータの関係を組み合わせ、筋立てて考えるという点で論理的思考力が必要になる。社会における論理的思考力の必要性は前述のとおりであり、表の読み取り問題の出題意図を意識させて作問を行わせることで、表の読み取りにおける論理的思考力の必要性を学習者に結び付けさせる。作問学習では、作問終了後に学習者同士でディスカッションを行い、出題意図について自他の考えを比較させる。このような実験方法で、問題の出題意図を意識して作問を行わせ、自他の意見を比較しながら、表の読み取りにおける論理的思考力の必要性を結び付けさせることで、表の読み取り課題の能力を向上させることを目的とする。本実験では学習者をふたつの群に分けて行う。問題の出題意図を意識しながら作問を行う実験群と、出題意図を意識せずに作問を行う統制群を比較することで、問題を解くために必要な能力について学習後の意識の変化の差を調べる。

以下、第2章で本研究で扱う表の読み取り課題の詳細について述べる。第3章で出題意図を意識させた作問学習の概要を示す。第4章でアンケートを元に実験結果を示し、第5章でまとめと考察を行う。

2. 表の読み取り課題の特徴

SPI3 は学生の能力を様々な側面から測定するために複数の分野が存在する。その中から、本研究で表の読み取り分野を扱う理由として、ふたつの点が挙げられる。ひとつは、就職活動中の学習者にとって助けとなるために、SPI3 で頻出する分野を選択する点である。第1章で述べたとおり、社会人において論理的思考力は非常に重要視されるものであり、その能力を測定する表の読み取り問題は SPI3 において高い確率で出題される傾向にある。ふたつめは、学習者が問題を作成する際の経験が、今後の行動に必要な能力と一致している点である。具体的には、表の読み取り問題を対象とした作問を行わせることで、学習者が表の作成を経験し、卒論や仕事上の事務活動などにおける資料の作成に役立つことが想定できる。

出題意図を意識させた作問学習を行う場合、学習者に的を得た出題意図を意識させるために、特徴につい

てあらかじめレクチャーを与える必要がある。そのため、表の読み取り分野の特徴として、表やグラフの意味するところを正確に理解し、それらの関係を論理的に考える必要があることをあらかじめ学習者に説明しておくことで、表の読み取り問題における論理的思考力の必要性を意識させる。また、出題意図として「なぜこの問題を解かせるのか」と考えさせる際に、その問題を解く能力の必要性をより具体的なものとするために、「その問題を解く能力はどのような場面で役に立ちそうか」という点についても考えさせる。

3. 実験方法

本研究の対象は就職活動を控えた大学生であり、採用選考で行われる筆記試験の対策として普段から SPI3 の問題集を解いていることが想定できる。従って、SPI3 の出題形式や、本実験で扱う表の読み取り問題については馴染みがあるものと考えられる。一方で、学生は SPI3 に対して、単なる表面的な知識を測るものと捉えており、企業が採用選考において SPI3 を行う狙いについて意識することはほとんどないと思われる。本研究では、このような大学生に対して、企業が SPI3 を行う狙いについてレクチャーを行い、表の読み取り問題における論理的思考力の必要性を理解させることで、表の読み取りや作成の能力を向上させることを目的とする。

企業が採用選考において表の読み取り問題を出題する狙いについて、単なるレクチャーでは深い理解を得ることが難しいと考えられる。そこで、学習者を企業の立場に立たせ、実際に表の読み取り問題の出題意図について考えさせながら作問を行わせる。

3.1 実験の流れ

本研究では、学習者が作問学習を行う際に出題意図を意識させる効果を調査するため、学習者を二つの群にわけて実験を行った。具体的には、作問学習を行う前に、企業が採用選考で SPI を行う狙いと、それを踏まえて問題を作成する際に、「なぜその問題を解かせるのか。」「その問題を解く能力をもつ人はどのような場面で役に立つか。」ということについて考えさせる趣旨のレクチャーを実施する実験群と、レクチャーを実施

しない統制群に分かれており、それぞれの学習の流れと実施の意図は表 1 の通りである。

3.2 事前・事後テストの実施と狙い

表の読み取り問題について、学習者に出题意図を意識させた作問学習を行わせることによる表の読み取り能力の変化を測るために、学習者が作問を行う前後で表の読み取り問題を対象としたテストを行う。テストの内容は実際に SPI3 で出題される問題を参考にしたものであり、事前と事後でそれぞれ 10 問ずつ出題する。問題の内容は事前と事後で対応しており、問題の文章や表の内容は違うが、解き方の順序や必要なヒントの場所が一致しているなど、問題の構造が同じものを使用する。また、テストの時間はそれぞれ 30 分と設定する。

本研究で扱う作問学習は、問題の難易度や文章の複雑さを高めるといったものではなく、出題意図を意識して作問を行うことで対象とする問題を解くために必要な能力の必要性を結びつけるといった狙いで行うため、学習者が作問を行う際、事前テストの問題を参考にしてよいものとする。これによって、作問活動に不慣れな学習者に対して、スムーズに問題を作成させることを意図している。また、問題の出題意図を意識しながら作問を行う実験群と、事前テストを単に模倣するだけの作問を行う統制群を比較することで、出題意図を意識させた作問学習の効果を調べる。

3.3 レクチャーの内容

出題意図を意識して作問を行う実験群の学習者に対して、作問を通して表の読み取りにおける論理的思考力の必要性を結びつけるために、以下の観点についてレクチャーを行った。

- SPI の概要
- 企業の採用選考において SPI が実施される理由
- 作問学習の概要
- 作問における出題意図の決め方
- 表の読み取りで出題意図を決める際のヒント

はじめに、学習者の SPI3 に対する認識を共通のものとする目的で、使用される場面や出題形式など SPI の概要について説明を行った。次に、学生が普段の就職活動で着目しないと考えられる企業側視点の測定領

表 1 学習の流れ

順番	内容	意図	
		実験群	統制群
1	事前テスト	<ul style="list-style-type: none"> 表の読み取り能力の変化について事後テストとの比較調査 作問の際に例題として参考 	<ul style="list-style-type: none"> 表の読み取り能力の変化について事後テストとの比較調査 作問の際に例題として参考
2	レクチャー	<ul style="list-style-type: none"> 企業が SPI を行う狙いの説明 作問学習の説明と行い方の指示 作問の出題意図の決め方の指示 表の読み取り問題の特徴の説明 	作問学習の説明と行い方の指示
3	作問	<ul style="list-style-type: none"> 出題意図を決めたことによる問題を解くために必要な能力の意識 能力が活かされる具体的な場面の気付き 	事前テストを模倣しただけの作問と出題意図を意識して作問を行った実験群との学習後の意識の変化の比較調査
4	ディスカッション	<ul style="list-style-type: none"> 出題意図について自他の意見の比較 他者と出題意図が同じだった場合能力が活かされる別の場面の気付き 	作成した問題の難易度など表面的な質に焦点を当てた議論と実験群の議論の内容の比較調査
5	事後テスト	事前テストと比較した表の読み取り能力変化の調査	出題意図を意識して作問を行った実験群との能力の変化の比較調査

域など、SPI3 を実施する狙いについて説明を行い、表の読み取り分野の問題について作問を行うことについて触れた。作問学習の一般的な効果や思考過程など、作問学習の概要について説明を行った。また、作問を行うことが初めてなど、作問に不慣れな学習者を想定し、この工程のみ統制群に対しても行った。その後、作問を行う際に、「なぜその問題を解かせるのか」、「その問題を解く能力はどのような場面で活用できるのか」というように、具体的な出題意図を決めることを指示した。最後に、表の読み取り問題の出題意図を決める際のヒントとして、表の縦軸と横軸がそれぞれ何を読み取り、それらの軸が交わる箇所の意味を正確に理解することができるか考える必要があるといった問題の特徴を説明し、表の読み取り問題における論理的思考力の必要性を意識させた。

3.4 出題意図を意識させた作問学習の内容

本研究では学習者に対して、表の読み取りにおける論理的思考力の必要性を結びつける狙いで作問学習を行う。具体的には、学習者が自ら出題意図を考え、データの関係を論理的に考えることで表の読み取りにおける論理的思考力の必要性について気付きを与える。そのために、出題意図を意識して作問を行う実験群の

学習者には、「なぜその問題を解かせるのか」、「その問題を解く能力はどのような場面で活躍できるのか」という点について考えながら作問を行うように指示を与える。一方で、出題意図を意識させた作問学習の効果を調べるために、統制群の学習者にはこれを実施しない。作問の内容は二つの群に共通して以下の通りである。

- 考えた問題に合わせて表を作成せよ。ただし、表はいくつ作成しても構わないものとする。
- 作成した表を利用した問題の文章を記述せよ。
- 作成した問題の解答と解説を記述せよ。

作問終了後、「なぜそのような問題を作成したのか」というテーマに沿って、それぞれの群でディスカッションを行う。実験群のディスカッションでは、学習者に対して出題意図について自他の考えを比較させることで新たな気付きを与える狙いや、同じ出題意図から連想される能力の活躍の場面が違った場合、より具体的に能力の必要性を結び付けることができるといった狙いがある。また、ディスカッションに不慣れな学習者の補助や、学習者の発言の内容をより具体的なものにするために、「なぜそう考えたのか」という質問を適宜投げかける。

表2 アンケート内容

内容	意図
実験前と実験後を比べて、意識が変化したことを記述してください。	問題を解くために必要な能力に関する意識の変化の調査と二つの群の比較調査
自分で問題を作成してみて気づいたことや考えたことを記述してください。	問題を解くために必要な能力に関して、作問を通して気づいたことの調査と二つの群の比較調査
他の学習者が作成した問題を見て異なる考え方に気づいたり、自分の考えが変化したことを記述してください。	<ul style="list-style-type: none"> ・出題意図やその他の内容に関する自他の意見の比較とそれによる新たな気づき ・上記に関する二つの群の比較調査
今回の実験を行って、今後役に立ちそうだと感じたことを記述してください。	今回の実験を通して役に立ちそうだと感じたことの調査と二つの群の比較調査

4. 実験結果分析

2016年3月に実験を行った。学習者は理工系の大学学部3年生9名である。実験前に学習者を二つの群に分け、内訳は実験群が6名、統制群が3名である。実験群には作問を行う前に出題意図について考えさせる旨のレクチャーを実施する。一方で、統制群にはレクチャーを実施しないものとする。実験終了後、学習後の意識の変化に焦点を当てたアンケートを行った。また、二つの群のアンケートを比較することで、作問学習において出題意図を考えさせる効果を調べた。表2でアンケートの内容と意図について示す。

4.1 表の読み取り能力の向上について

本実験の学習者に対して、表の読み取り問題を対象とした作問の事前と事後でそれぞれ同じ構造をもつ問題を10問ずつ出題した。学習者の事前テストと事後テストの点数を比較した結果を表3に、学習後変化したことで能力の向上について触れているアンケート結果を表4に示す。点数の差に関しては、1名を除いた学習者全体に向上の結果が見られた。また、表4のように、実験の前後で意識が変化したことについて表の読み取り課題の能力の向上に触れている学習者は実験群から3名、統制群から1名見られた。この中で、実験群の学習者は3名とも「解くために何が知りたいのかよく考えるようになった」、「問題ひとつひとつが何を問いたいのか意識するようになった」、「問いの目的に合いそうな問題を解くための手法を意識的に選択できた」と回答した。これは、企業がSPI3を実施する理由についてレクチャーを受けたことで、問題が出題される意味を考えるようになったためであると考えら

れる。

表4で示されている学習者が実際に問題を作成した時に気づいたことについて触れているアンケート結果を表5に示す。表5では、実験群の学習者B、D、Fがそれぞれ「問題を解くときは全体の数はあまり深く考えなかったが、作成するときは全体を考えて矛盾がないかを考えた」、「SPIの意義について考え、それを踏まえた上で問題作成を行ったことで『なぜ?』、『どうして?』を考えることの重要性を学ぶことができた」、「問題の目的から問題の表を書こうとした際に少し書きにくさを感じた。これは問題を解くための手法と問題の目的を結びつけていなかったためだと後から気づいた」と回答している。この内容は表4における実験群の学習者B、D、Fそれぞれの「実験で問題を作成したことにより全体の数や流れがよくわかり、事後テストは解きやすかった」、「問題を解く際に実験前ではただ解いているだけであったが、実験後は問題ひとつひとつが何を問いたいのか意識するようになった」、「問いの目的に合いそうな問題を解くための手法を意識的に選択できた」という回答に対応している。問題の構造に目を通し、正確に問題の意図を読み取ることで解答に必要な情報を明確化しているこの思考過程は、物事の全体を見通し合理的に考える点で論理的思考力と一致しており、B、C、Dは出題意図を意識した作問学習を行うことで少なからず表の読み取り課題における論理的思考力の必要性に気がついていると考えられる。また、それに応じて表の読み取り能力の向上が期待できると考えられる。この3名のうち、Dの事前テストと事後テストの点数が変化していない理由として、SPI3の問題が比較的単純であり、事前と事後の両方で同じ構造の問題を解答したときに、事前テスト

の解答がすでに正解であれば、事後テストと差がでづ
らいことが考えられる。事前・事後テストにおける学
習者の傾向として、事前テストで解き方がわからず不
正解であったと考えられる白紙の問題でも、それに対
応する事後問題では正解しているケースが見受けられ
た。そのため、事前問題で表の情報を読み間違えてし
まったり、解き方が分からないという問題に対して、
出題意図を考える効果があるのではないかと考えられ
る。一方で、学習者の事後テストの点数向上について、
単に問題の形式に慣れただけであり、それによって解
くスピードが向上し、余った時間を計算の見直しや、
事前テストで解けなかった問題に多くの時間を当てる
ことができたという可能性についても考えられる。

表4で示されている統制群の学習者Hは、出題意図
を意識せずに作問を行っていたが、「作問を行い問題の構
造を理解することが、事後テストを解く上での助けに
なると思った」と回答している。企業がSPIを行う狙
いについてのレクチャーによって、問題を解くために
必要な能力について意識するきっかけが与えられなく
ても問題の構造理解の重要性を認識していることから、
出題意図を意識せずに単なる作問を行うことによっ
ても問題の構造を把握する効果があることが伺えた。こ
れは、問題の答えを決めた後にその答えを導き出すた
めの文章を考えるとといった作問学習の思考過程を体験
したためだと考えられる。しかし、表5で示すように
作問を通して考えたことが問題を解くために必要な能
力と結びついておらず、事後テストにおいて、表の読
み取り問題を解くために論理的思考が必要であり、そ
れを実践するために必要な要素を明確化し、順序立
てで考える必要があることには気づいていなかった。

表3 事前テストと事後テストの結果 (10点中)

実験群	事前	事後	差
A	3	6	3 (増)
B	4	6	2 (増)
C	5	7	2 (増)
D	6	6	0
E	6	7	1 (増)
F	4	6	2 (増)
統制群	事前	事後	差
G	2	6	4 (増)
H	5	7	2 (増)
I	3	6	3 (増)

表4 能力の向上に触れられているアンケート結果

実験群	実験前と実験後を比べて、意識が変化したことを記述してください。
B	実験前と実験後で問題に対する考えの深さが変わった。事前テストではただ問題を解いていただけだが、事後テストでは解くために何が知りたいのかよく考えるようになった。また、実験で問題を作成したことにより全体の数や流れがよくわかり、事後テストは解きやすかった。
D	問題を解く際に実験前ではただ解いているだけであったが、実験後は問題ひとつひとつが何を問いたいのか意識するようになった。そのため、解く時に問題をしっかりと読むようになり、注意することが多くなった。
F	レクチャー前のテストでは、単に答えを求めるために問題を解いていたと思う。レクチャー後のテストでは、テストそれぞれの問題の目的までは考えられなかったものの、目的が存在するという意識していたため、問いの目的に合いそうな問題を解くための手法を意識的に選択できた。
統制群	実験前と実験後を比べて、意識が変化したことを記述してください。
H	作問を行い問題の構造を理解することが、事後テストを解く上での助けになると思った。

表5 作問中気づいたことについてのアンケート結果

実験群	自分で問題を作成してみて気づいたことや考えたことを記述してください。
B	問題作成の難しさがよくわかった。ただ式を作るのではなく、全体の数や答えを設定し、どういうプロセスで進んでいけば答えにたどり着けるか考えるのがいかに大変かわかった。問題を解くときは全体の数はあまり深く考えなかったが、作成するときは全体を考えて矛盾がないかを考えた。
D	SPIの意義について考え、それを踏まえた上で問題作成を行ったことで「なぜ?」、「どうして?」を考えることの重要性を学ぶことができた。
F	問題の目的から問題の表を書こうとした際に少し書きにくさを感じた。これは問題を解くための手法と問題の目的を結びつけていなかったためだと後から気づいた。
統制群	自分で問題を作成してみて気づいたことや考えたことを記述してください。
H	数字だけでなく単位も問題を作る上では重要な要素になると気づいた。

4.2 二つの群の学習効果の比較

作問終了後、出題意図について自他の考えを比較するために、それぞれの群でディスカッションを行わせた。統制群には出題意図を意識して作問を行うことを指示していないため、出題意図について意見を交換する際、ディスカッションがどのように進行するのか実験群と比較した。ディスカッションの中で学習者に対して、なぜその問題を作成したのか質問を行った。各学習者の回答をまとめたものを表6に示す。また、自他の意見の比較についてのアンケート内容を表7に示す。

実験群の学習者には、あらかじめレクチャーを実施し、作問を行う際に、「なぜその問題を解かせるのか」という観点で出題意図を意識するよう指示をした。そのため、表6が示すように、なぜその問題を作成したのかという問いかけには学習者全員が、その問題を解くことによって確かめられる能力について、その能力が必要とされる背景と絡めて回答した。学習者Eは、作成した問題を解くことでどのような能力が測れるかは分かっていたものの、それを活用できそうな具体的な場面とは結び付けることができなかつた。しかし、同型の問題を作成していた学習者Bが、Eの作成した問題で測れる能力が活躍できそうな場面について提案を行う1面が見られた。また、Bと同じくEと同型の問題を作成した他の学習者から、同型の問題でも測定する能力に差異があるという意見も交わされた。表7でEが「同型問題であっても必須能力は異なり、判断できる範囲は限りがあると考えを改めた」と述べている通り、ディスカッションによって新たな気づきを得ていることがわかる。Eは実験前後の意識の変化を記述するアンケートにおいて、「実験後はあらゆる問題への考え方的に定義するように意識するようになった」と述べており、今後、表の読み取り課題以外の問題を解く場合も、出題意図を意識することで、問題の解決を達成するために必要な能力を理解し向上させることができるのではないかと考えられる。また、その他の学習者が自他の意見の比較を行った際には表7が示す通り、「もう少し柔軟に考えれば似たような形式の問題でも様々な能力を試すことができる問題が作れたかもしれない」、「私は個人の能力があるかないかを測る問題を作成したが、そうではなく個人の物事に対しての

姿勢について測定する問題を作成している人がいて勉強になった」、「問題から姿勢を見るという発想を思いつかなかつた」といった、物事を複眼的に見る必要性について回答していた。このように、ひとつの出題意図に焦点を当てて作問学習を行うことで、複数の学習者が様々な意見を持ち寄り、議論の活性化や内容の理解の深化が期待できると考えられる。

一方で、作問の前にあらかじめ出題意図を決めることを指示しなかつた統制群のディスカッションでは、学習者の意図がそれぞれ「例題の模倣」、「内容の理解」、「難易度の高い問題の作成」とバラバラであり、議論は活性化されなかつた。この要因として、出題意図が共通でないため、一方の学習者が考えていることに対してもう一方の学習者は深く考えていないことから、議論の内容が表面的になってしまうことが考えられる。

表6 問題の作成理由

実験群	なぜその問題を作成したのですか。
A	相手の要求をきちんと理解するために、文章の意味を明確に理解しているか、問題を解くために必要な物を推測することができるかを見極める問題を作成した。
B	問題を解決する際に切り口をきめることができるように、表と文章から正確な値を読み取り、どの値を使えばいいのを見極める問題を作成した。
C	書類の作成や確認など、毎日行う必要があったり、面倒な仕事で細かいミスを減らすために、細かい計算を行う問題を作成した。
D	社会では学校のテスト範囲のようにあらかじめ必要な情報を用意することができないため、与えられた情報から必要な物を取捨選択する問題を作成した。
E	どのような場面で使うか考えることができなかつたが、現在ある情報を理解し、つなぎ合わせたり、足りないものがあればそれはなにか考えることが必要だと重要だと思った。
F	人にものを説明する時に、言葉の裏付けとして適切な数値を用いるために、適切な数値を割り出す問題を作成した。
統制群	なぜその問題を作成したのですか。
G	事前問題から模倣しやすい問題を作成した。
H	SPI3を対策するために作成した。
I	難易度の高い問題を作成した。

表7 自他の意見の比較についてのアンケート結果

実験群	他の学習者が作成した問題を見て異なる考え方に気づいたり、自分の考えが変化したことを記述してください。
A	多くの人は推測に関する問題を作成していたが、他の能力を試す問題を作成した人もいた。もう少し柔軟に考えれば似たような形式の問題でも様々な能力を試すことができる問題が作れたかもしれない
B	数字はその物で使うのではなく説明と組み合わせることでビジネスにおける説得力の向上に繋がる。大きな問題の解決能力だけでなく、日々の小さな仕事に対する姿勢も大事
C	自分は社会に出て仕事をする上での姿勢などを確かめる問題を作ったが、他の人は特定の状況に対応する能力などを確かめる問題を作っていた。実際のSPIでは能力を確かめるための問題にも気をつけようと思った
D	私は個人の能力があるかないかを測る問題を作成したが、そうではなく個人の物事に対する姿勢について測定する問題を作成している人がいて勉強になった
E	情報を理解する、選別する、能力を持続させる等の考え方があった。同型問題であっても必須能力は異なり、判断できる範囲は限りがあると考えを改めた
F	問題から姿勢を見るという発想を思いつかなかった
統制群	他の学習者が作成した問題を見て異なる考え方に気づいたり、自分の考えが変化したことを記述してください。
G	問題を作っていく内にパーセンテージの数を途中で確かめなければならないと思ったことを他の参加者も考えていて少し驚いた
H	最終的に何を解答してもらおうかと工夫することで単純でも味のあるような問題ができていた
I	私は新たに問題を作ることにとらわれていたが、他の人は事前テストの問題を参考にしながら作成していた。他の人の解法からそのような解き方があるのかという発見があった

5. 考察とまとめ

表の読み取り課題の能力向上と、出題意図を意識させた作問学習の効果について考察を行う。「なぜその問題を解かせるのか」と考えながら作問を行うことで必

要な情報が明確になり、それらの関係を正しく組み合わせるといふ点で、論理的思考力の必要性に気がついた学習者が数名いた。学習者が表の読み取り問題における論理的思考力の必要性を意識することで、表の読み取り課題の能力の向上が期待できるのではないかと考えられる。

被験者数を増やし、群の人数を同じにして実験を行うことが今後の課題である。また、学習者の作成した問題について形式による分類を行い、実験群と統制群での違いを調べる必要がある。

作問学習では、学習者に出題意図を意識させて作問を行わせることで、その後のディスカッションの活性化が確認された。これによって、内容の理解が深まると考えられる。

本研究のフレームワークを別の分野に当てはめることで、作問学習において出題意図を意識させる重要性についてさらに確認する必要がある。

参考文献

- (1) “社会環境の変化と求められる人材像(文部科学省)”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/siryo/attach/1335152.htm
- (2) “経済産業省 社会人基礎力(METI/経済産業省)”, <http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>
- (3) 茂木秀昭：ロジカルシンキング入門，日経(2004)
- (4) “リクルート SPI3の測定領域”
<http://www.spi.recruit.co.jp/spi3/measurement.html>
- (5) 平井佑樹，樫山淳雄，井上智雄，学習者による作問に基づく学習支援システムの分散非同期環境への適用とその効果，教育システム情報学会誌，Vol. 27, No. 1, pp. 62-73(2010)
- (6) 高木正則，田中充，勅使河原可海，学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム，情報処理学会論文誌，Vol. 48, No. 3, pp. 1532-1545(2007)
- (7) 井上裕之，高木正則，佐々木淳，山田敬三，作問学習における作問者の出題意図と主観的な学習効果との関係性，情報処理学会第75回講演論文集，No. 1, pp. 685-686(2013)

看護技術の多視点映像教材の開発

サンメッセ株式会社 藤本清隆
中京学院大学 古田雅俊

The Development of the MultiView Picture Teaching Materials for Nursing Techniques

Kiyotaka Fujimoto Sun Messe Co., Ltd.
Masatoshi Furuta Cyukyo Gakuin University

近年、新卒看護師の看護技術の修得状況が十分とは言えず、看護技術教育の工夫が求められている。看護技術を学習する上で、看護技術の根拠となる知識を身につけ、さらに技術の流れを把握・イメージ化することが重要である。そこで、看護技術のイメージ化をより推進するために、看護技術を多視点で撮影し、タブレット端末用の多視点映像教材として開発したので紹介する。

キーワード: 看護技術, 多視点映像, タブレット端末, アプリケーション

1. はじめに

2002年の日本看護協会の調査によると、新卒看護師の7割以上が「入職時1人でできる」と認識している技術は、103項目のうちわずか4項目である。卒業時に一人で看護技術の実践ができないという問題は、自信喪失や医療事故を引き起こし、その結果早期離職を生む悪循環となることが考えられ、教育方法の工夫が求められている。

学生が看護技術を習得する為には、一般的にまずその技術の根拠となる知識を講義から学ぶ。次に映像教材やデモンストレーションから看護技術のイメージ化を図り、講義で得た知識と統合しながらかつ、教員の指導を得ながら演習を行い、技術習得を目指している。しかしながら技術のイメージ化が十分でないと、技術の模倣(想起しながら行動をしてみる段階)ができず、看護技術の習得が困難となる。そこで今回、より技術のイメージを容易にするため、死角を減らし看護技術を様々な角度から確認できるようにした、タブレット端末用多視点映像教材を作成したのでその報告を行う。



図1 タブレット教材

2. 方法

2.1 動画撮影について

今回多視点映像教材を作成するにあたり、テーマとなる看護技術を「ベッドから車椅子への移乗」に設定した。撮影は、シナリオを基に事前に開発メンバーや撮影スタッフと検討を行い、またアドバイザーより意見をいただきながらカメラの台数や配置の設定を検討した。カメラは、業務用ビデオカメラ4台とGoPro2台の計6台を使用した。カメラの配置は、ベッド枕元

上部，ベッド足元左右上部，側面を正面として業務用カメラを配置した．天井と足元からの撮影に GoPro を使用した（図 2）．また，撮影の際には，それぞれのカメラが写り込まないように高さやアングルの調整を行い，配線等にも配慮をした．



図 2 撮影時のカメラ配置

2.2 編集について

基本的な作成方針としては，看護技術の根拠に関する講義を終え，演習で技術のイメージ化を図るためあるいは，自己学習（復習）のための教材とした．

多視点で撮影した映像が同時にタブレット端末一つの画面で確認ができるように 6 方向からの映像を 1 つの画面に表示できるようにした 6 面マルチのもの（図 3）と，4 方向の映像を 1 つの画面に表示できるようにした 4 面マルチのもの（図 4）を作成した．作成した映像は，最大限に活用するために，いつでもどこでも学習が可能な，オフラインで使用できるタブレット端末用のアプリケーションとした．



図 3 6 画マルチ画面イメージ



図 4 4 面マルチ画面イメージ

3. 多視点映像教材アプリケーション

作成したアプリケーションには，一般的な映像を閲覧するための一時停止やスライドバー等の機能を備えているが，それらに加えさらに閲覧が容易に，さらには学習が進むよう，以下のような機能を加えた．

(1) 6 画面マルチと 4 画面マルチの切り替え

1 回の画面のボタン操作で，マルチ画面の切り替えができるようにした．

(2) 各マルチ画面と 1 画面の切り替え

マルチ画面の閲覧中に，詳細に確認したいアングルがあれば，そのアングルをタップすることで任意の画面に切り替わる．再度画面をタップすることで，再びマルチ画面に切り替わるようにした．

(3) 看護技術のポイントの表示

既習の知識や多視点映像を活用し自ら学べるよう，看護技術を解説するのではなく看護技術のポイントとなる事項について確認を促すようにコメントを表示した．また，この表示は閲覧を遮ることがないように表示・非表示の切り替えができるようにした．

(4) チャプターメニュー

閲覧したい場面がすぐに確認できるよう，チャプターメニューを設けた．

(5) 5 秒早戻し

閲覧中，見逃してしまった場合や再度確認したい場合に早戻しボタンをタップすることで 5 秒戻しをする機能を設け，改めて容易に確認ができるようにした．

上記 (1) ～ (5) の機能の切換方法を図 5 に示す．

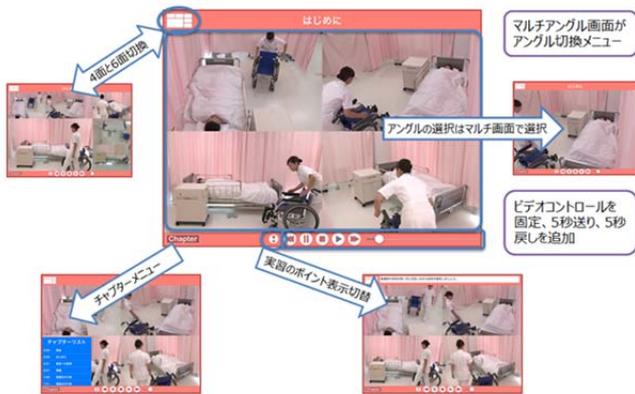


図5 機能の切替方法

4. 課題と今後の展開

作成に関する課題としては、撮影に関して時間とコストの問題である。業務用のカメラを使用することで、多方向からの視点カメラが映り込んでしまうリスクが高まる。その映り込みを解消するための対応で時間を非常に要してしまう。また、撮影準備には人材も必要となるため GoPro 等の小型カメラの使用による撮影を検討していきたい。

今後の展開としては、まずアプリケーションの充実である。現在リリースしているアプリケーションは「ベッドから車椅子への移乗」のみであり、「車椅子からベッドへの移乗」、「真空採血管を用いた静脈血採血」の開発を進めている。さらに数を増やしていく。

また、授業者自身がこの多視点映像教材を簡単に作成することができるオーサリングツールの開発も手掛けていく。

オーサリングツールは図6のように、編集済みの動画素材をマルチ画面用テンプレートにアサインすることで教材を半自動的に生成する仕組みを構築する。



図6 オーサリングツールのイメージ

このアプリケーションの作成に関しては、公益財団法人ソフトピアジャパン平成 26, 27 年度産学官連携による共同開発事業による補助を受け実施している。

なお、平成 27 年度の成果として、Appstore より無料版のアプリケーションをリリースした。

アプリケーションは以下の URL からダウンロードできる。

マルチビューで解る！看護技術

「ベッドから車椅子への移乗」無料版

<https://itunes.apple.com/jp/app/id1069294870?mt=8>

参考文献

- (1) 岐阜女子大学教授 久世均：基礎研究 (B) 研究成果報告書「学習者の目的に応じた多視点映像教材の開発研究」2011 年 3 月発行

他施設との共有を前提とした

臨床看護技術映像の簡易作成方法の提案と検証

真嶋由貴恵^{*1}, 鳶田聡^{*2}, 石亀篤司^{*1}, 前川泰子^{*3}, 柳川のり子^{*4}, 笹田友恵^{*4}

^{*1} 大阪府立大学, ^{*2} 日本大学, ^{*3} 関西福祉大学, ^{*4} 大阪府立成人病センター

Proposal and verification of the simple creation method for a clinical nursing skill image based on sharing with other institutions

Yukie Majima^{*1}, Satoshi Shimada^{*2}, Atsushi Ishigame^{*1}, Yasuko Maekawa^{*3},
Noriko Yanagawa^{*4} and Tomoe Sasada^{*4}

^{*1} Osaka Prefecture University, ^{*2} Nihon University, ^{*3} Kansai University of Social Welfare,
^{*4} Osaka Medical Center of Cancer and Cardiovascular Diseases

本研究の目的は、臨床看護において、自施設あるいは個人のみでしか実施されていない埋蔵された看護実践知を発掘し看護界で普及させ、基礎看護教育および新人看護師研修等で学習支援を行うための看護技術教育用映像データベースを構築することである。そのために、臨床現場で実施されている看護技術の映像化において簡易な映像撮影の仕組みについて検討し、試行撮影を行った。編集映像について評価・検証を行ったので報告する。

キーワード: 臨床看護技術, 映像撮影方法, 情報共有, 暗黙知

1. はじめに

医療の高度化の中、看護では、患者やそれを支える家族の個別性・多様性に柔軟に対応した上で、当事者たちの行動変容に連結できる能力の育成が求められている。それには、技術の熟達の側面だけでなく、患者や家族の個別的で多様な状況での意向など、情動的側面を十分に考慮できる看護観を併せ持つ「看護実践知」を醸成することが重要である。しかし、看護技術を代表とする看護実践知は暗黙性が高く、言語化が難しい。また、臨床現場の看護実践は閉じた環境で行われており、普及、情報共有する機会がなく精錬されていく機会が少ない。

看護実践知については、排泄ケアについて過去の文献から実践事例をメタ統合して明らかにしたもの^①や、個々の実践からすぐれた看護の事例を紹介し、実践を言語化する取り組み（語り）の必要性^②を述べたもの

や外来看護師が行う瞬間の看護に潜在する暗黙知^③を明らかにしたものなどがあるが、インタビューやナラティブなどの質的な研究アプローチがほとんどである。また、看護技術の技能の暗黙性については、2009年に「言葉にならない技術の共有・伝達・創発—暗黙知の学際的検討—」(インターナショナルナーシングレビュー 日本版, Vol.32(4), 日本看護協会出版会)として、解説記事が出されたが、これまでに論文の発表はほとんど見当たらず、研究の困難さが伺える。

そこで、本研究の目的は、臨床看護において、自施設あるいは個人のみでしか実施されていない埋蔵された看護実践知を発掘し看護界で普及させ、基礎看護教育および新人看護師研修等で学習支援を行うための看護技術教育用映像データベースを構築することである。

そのために臨床現場で実施されている看護技術の映像化において簡易な映像制作の仕組みについて検討し、試行撮影、評価・検証を行ったので報告する。

2. 看護教育分野における学習支援システム

2.1 看護実践事例学習用 e ラーニングシステム

ナレッジマネジメントの基礎理論である組織的知識創造理論では、次のような基本的な前提を置き、知の創造を説明している。(1) 知識には、形式知と暗黙知という二つの相互補完的なタイプがある。(2) 人間の創造的活動において、両者は互いに作用し合い、形式知から暗黙知が、暗黙知から形式知が生成される。(3) 組織の知は、異なったタイプの知識（暗黙知と形式知）そして異なった内容の知識を持った個人が相互に作用し合うことによって創られる。

看護実践における教育活動では、臨床実習前に患者事例を教材（ペーパーペイシエント）として活用してきた歴史があるが、それらの教材の共有を目的として大阪府立大学では看護実践事例学習用の e ラーニングシステムが開発された⁽⁴⁾。

2.2 看護技術の暗黙知におけるこれまでの取り組み

看護技術の暗黙知について、静脈注射技術における熟達した看護職の暗黙知の特徴を、技術実施方法、実施時の視線から分析し、その結果、基本的な実施手順は同じであるが、手順の中での注意点が個人によって異なること、視線の流れが初学者（看護学生）と熟練者（看護職）では異なり、熟練者は次の作業に向かい視線を動かす（先行処理）ことなどが明らかになっている⁽⁵⁾。多くの看護師は、上手にできた瞬間を言語的に、『くくっと』、『すーっと』血管に入る感覚と表現することが多いが、その感覚を正確に伝えることは困難である。

一方、看護学生は、手順を覚えることが技術のコツであると考えており⁽⁶⁾、学習のプロセスとしては、まず手順をマスターすることが重要と考える。これらの知見をふまえ、手順及び視線の動きから、自己学習で看護技術の振り返り（リフレクション）を支援する内省型学習機能をもった e ラーニングシステムを開発し、効果の確認を行っている⁽⁷⁾。さらに、看護技術のコツを収集するために、映像ベースでコメントを登録できる SNS を活用し、新人看護師研修⁽⁸⁾だけでなく、患者や医師、コメディカルなどの医療にかかわるステークホルダの参画の下で、ナレッジマネジメントによる、

新しい看護実践知の学習コンテンツが自律的・継続的に精錬・発展する開かれた学習コミュニティの成長モデル（看護ソーシャル e ラーニングモデル）が提案されている⁽⁹⁾。

2.3 看護技術の暗黙知研究における課題

これまでの研究における看護技術映像は教育用に編集されたものであり、臨床の看護実践知そのものを撮影したものではない。そのため、熟練者が本来無意識的に実施した中の暗黙知については表現されているのか、その有無さえもわからない。

さらに、映像コンテンツ制作は高額で、暗黙知の形式知化プロセスにも時間がかかるため、データベースを構築するほどの数の収集には限界がある。

そのため、本研究では教育用として技術を撮影するのではなく、臨床に埋蔵されている看護実践知を容易に撮影・収集して発掘し、収集したビッグデータからマイニングしてコツなどの暗黙知を抽出することを目的としている。

3. 臨床看護技術映像の簡易作成方法の提案

3.1 概要

看護技術映像では1つのカメラアングルのみでは死角が発生しやすいため、複数アングルからの映像が必要である。また、作業内容を把握するには全体の俯瞰映像と細部のアップ映像を適切に編集する必要がある。さらに、病院スタッフだけで業務中に運用することを考慮すると撮影と編集の自動化が望まれる。そこで、固定カメラを複数台常設しておき、取得した複数視点映像を素材とし、どの視点映像を採用するかのカメラ選択と、ショットサイズを決めるエリア選択を自動化することで技能映像を生成する。

つまり、今回提案する映像制作方法は、撮影を自動化して素材映像を取得し、この映像のプレビュー時に簡単な設定を行うだけで、映像制作の専門家がいなくても自前で（今回は看護師で）映像を撮影する方法である。

3.2 撮影方法

撮影に用いるカメラにおいては、よく使用されるベッドの周辺を移動する作業などでも固定して確実に記

録できるように広範囲を撮影できる広角のものを採用する。また、注射などの手元映像が必要な場合、エリア選択をして細部を表現したときの品質を確保するために高解像度のものが必要である。そこで、看護技術実施周辺を撮影範囲とし、この四隅と天井に広角レンズを用いた4Kの高解像度カメラ（SONY FDR-X1000V W）を5台常設する(図1)。

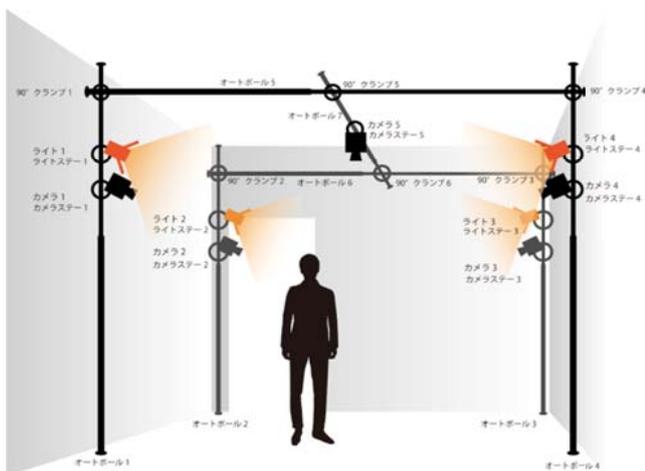


図1 撮影機材のセッティング方法

3.3 編集方法

編集時に設定する主な項目は、以下のとおりである。

- ①編集シナリオ選定（看護技術の選定）
- ②切り出す範囲（画角）の設定（ズームアップ映像、俯瞰映像などの撮影範囲）
- ③動きを検出する範囲

看護技術においては、手順などの基本的な方法は体系化されているので、撮影対象の看護技術が決まれば、どのような作業工程があるかは既知となる。さらに、工程ごとの適切なアングルやショットサイズもおおよそ決めることができる。そこで、工程ごとにカメラ選択とエリア選択の選定ルールを編集シナリオとして事前に設定しておく。主に天井のカメラ映像を用いた作業工程の識別と、選択されたカメラ映像の動物体領域からのエリア選択により編集の自動化を実現する。

現状では、利用者が簡易に選定できるインターフェースを実装していないので、上記②、③の設定は、看護師ではなく研究者（システム開発者）が行った。

4. 臨床看護技術撮影および検証

4.1 自動撮影について

先に行った妥当性検証の結果、本提案方法では、死角となる部分が減り、見やすい映像を生成できることを確認している⁽¹⁰⁾。そのため、今回は運用性の検証を目的とし、A病院看護部の協力を得て、看護研修室に撮影機材をセットし、提案手法により臨床看護師のみで看護技術映像を撮影した。撮影場所と設定した機材について図2に示す。対象技術は点滴静脈注射技術を選定した。自動撮影した映像を図3に、編集した映像を図4にそれぞれ示す。今回はあらかじめ録画セットをした後、スタッフは退出しており、看護師のみで普段通りの技術を自動撮影することが可能であった。



図2 撮影機材の設置状況

4.2 評価

撮影および編集した映像について、臨床での看護師教育に携わる看護師2名に視聴してもらい、同意を得た上で以下のQ1~4における評価を行った。

Q1 各シーンに関して

- ① 見たい箇所が映っていたか
- ② 動作の確認ができたか
- ③ 撮影アングル（撮影方向）は適切か
- ④ 撮影されている範囲（画角）は適切か

Q2 映像全体について

- ① 作業手順の確認できるか



図3 撮影映像(点滴静脈注射)



図4 編集映像の主なシーン(点滴静脈注射)

- ② 作業の詳細を確認できるか
- ③ シーンの切替で不自然なところはなかったか
- ④ 違和感はなかったか
- ⑤ 技術の確認を行う院内での内部資料として利用できるか

Q3 看護技術の熟練さについて

Q4 撮影機器および操作について

5. 結果および考察

5.1 ユーザからの評価

ユーザからの評価において、課題となる点を以下に述べる。

Q1 各シーンに関して、①見たい箇所が映っていないという指摘があった。その箇所は、「血管の選択、消毒範囲、穿刺の角度、逆血の確認、終了後の内針をおさめるタイミング」であり、逆によくわかった箇所は、「点滴との接続と固定の仕方」であった。映像自体は両者ともアップであったが、専門家が注意したい点の程度があるということがわかった。③撮影アングル

(撮影方向)については、見たいところは上からの映像であったこと、患者の顔が映らないようプライバシーに配慮された編集を良いと評価していた。5点のアングルのうち、本映像で使用されていないものもあったが、技術によって必要な映像を使用できるメリットがある。④撮影されている範囲(画角)については、背景がどうしても映り込んでしまい気になるので、もう少し狭くても良いのではないかという意見であった。背景を隠すようなセットを考慮する必要がある。

Q2 映像全体について、①作業工程の確認は、撮影時に誰も指摘ができずに進んでいくため、作業手順の落ちがあった場合の確認が本人達しかできないのではないかと指摘があった。編集映像を完成形ととらえるのではなく、修正を加えてブラッシュアップする運用を検討したい。②作業の詳細については、Q1と同様に専門家が注意した程度があるため、簡易な編集システムが必要である。③シーンの切り替えにおいては自然に行われていた。④違和感については、看護師の立つ位置が天井カメラを意識したように見え、不自然

であった。最初の設定および説明において意識させないような工夫が必要である。⑤院内の資料としての活用においては、新人看護師用として用いるなら、手順が早くて流れ過ぎであり、初めて見る人にとっては難しいのではないかと指摘があった。教育用の映像である場合は、実技を行う人が、新人に教えるといったスタンスで気持ち的にゆっくり実施するなど、教育用であることの配慮が必要と思われる。

Q3 看護技術に含まれる熟練さを撮影する場合には、教育用とは異なる視点が必要と思われる。今回の点滴静脈注射映像の場合は、血管を探す動作をゆっくりと行い、そこにコツがあることを強調するようになると良いといった意見があったように、技術実施のスピードを変えるなど、編集する際の工夫が有効と考える。また、映像に患者側の感想がないことが指摘されたことから、熟練度を測る指標も加える必要があると考える。

Q4 撮影機器および操作について

今回の自撮影においては、採用したカメラの特性により、以下のような指摘があり、設定・編集上の条件と合わせて今後の課題としたい。

- ・各カメラの録画操作がワンクリックでできると良い
- ・撮影後の映像をその都度レビューができるとよい
- ・映像確認用のモニター画面が大きければよい
- ・取り直しの必要性の判断のためには、必ずレビューが必要だと思う

5.2 システム開発について

提案方法は自動撮影で素材映像を取得し、素材映像のプレビュー時に簡単な設定を行うだけで、看護師が技能映像を制作する方法である。映像編集時に設定する主な項目は、編集シナリオ選定（看護技術の選定）、切り出す範囲（画角）の設定（ズームアップ映像、俯瞰映像などの撮影範囲）、動きの検出範囲の設定である。現状では、これらの設定を利用者が簡易に行えるインタフェースが未実装なので、本実験では看護師ではなくシステム開発者が設定した。Q1やQ2において撮影範囲に関して指摘されているように、施設や看護技術によって最適な範囲は異なるので、看護師が最適な範囲を指定する方法がよく、今後は簡易設定のインタフェースを開発して操作性とともに編集映像の評価を行

う予定である。また、撮影フェーズと編集フェーズのスムーズな連携についても本実験の結果を踏まえ検討する予定である。

6. まとめ

本研究では、臨床看護において、自施設あるいは個人のみでしか実施されていない埋蔵された看護実践知を発掘し看護界で普及させ、基礎看護教育および新人看護師研修等で学習支援を行うための看護技術教育用映像データベースを構築することを目的に、臨床現場で実施されている看護技術の映像化において、簡易な映像制作の仕組みについて検討し、試行撮影を行った。また、作成した映像について教育担当の看護師からの評価をもとに検証を行った。今後は簡易設定のインタフェースを開発して操作性とともに看護専門家の意図にあった編集方法の検討に加え、編集映像の評価を行う予定である。また、撮影フェーズと編集フェーズのスムーズな連携についても本実験の結果を踏まえ検討する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26293451 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 植田 彩ら：“排泄ケアにみられる身体性・国内文献に記述された実践事例のメタ統合を通して”，千葉看護学会会誌, Vol.15, No.1, pp.68-75(2009)
- (2) 東めぐみ：“看護の実践知をどう伝え学び合うか 看護の質を高める経験の語り合い・認め合い、信じ合える組織力が患者を支える”，看護展望, Vol.32, No.13, pp.1255-1262(2007)
- (3) 大川百恵ら：“外来看護師が行う瞬間の看護に潜在する暗黙知-看護場面をナラティブで振り返って”，日本看護学会論文集, 看護管理 Vol.39, pp.75-77(2008)
- (4) 真嶋由貴恵, 中村裕美子, 青山ヒフミ他：“看護実践能力の獲得を支援する e-Learning -CanGo プロジェクト-”，平成 18 年度情報教育研究集会講演論文集, pp.87-94(2006)
- (5) 真嶋由貴恵, 前川泰子：“看護師と看護学生の静脈スキル

- の比較 - 視線と看護技術手順に焦点を当てて-”, 教育システム情報学会第 34 回全国大会講演論文集, pp.28-29(2009)
- (6) 前川泰子, 真嶋由貴恵: “静脈注射実施時のコツ (暗黙知) に対する熟練看護師と看護学生の意識の比較—インタビュー調査より—”, 第 29 回日本看護科学学会学術集会講演集, p.315 (2009)
- (7) Yukie Majima, Masayuki Sakoda, Yasuko Maekawa & Masato Soga: “Evaluation of Nursing Skills Acquisition of Reflective e-Learning System for Nursing Students by Different Learning Methods”, Proceeding of the 20th International Conference on Computers in Education, pp.460-467(2012)
- (8) 伊津美孝子, 真嶋由貴恵, 畠田聡: “e ラーニングを活用した新人看護師研修プログラムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.31, No.1, pp.57-63(2014)
- (9) 真嶋由貴恵, 前川泰子, 畠田聡, 伊津美孝子: “映像ベースのコメントシステムを活用した看護技術マニュアル改善プログラム”, 信学技報, Vol.113, No.67, pp.45-50(2013)
- (10) 畠田 聡, 佐藤直樹, 小松直樹, 真嶋由貴恵: “看護実践知データベース構築のための技能映像の簡易生成法”, 第 49 回日本生体医工学会東北支部大会講演論文集, p.21 (2015)

健康教育におけるウェアラブル機器を用いた ランニングデータの活用

吉井 泉^{*1}, 真嶋由貴恵^{*2}

*1 大阪府立大学高等教育推進機構, *2 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科

Running Data Analysis using Wearable Device for Health Education

Izumi YOSHII^{*1}, Yukie MAJIMA^{*2}

*1 Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University

*2 Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University

健康の保持増進においてランニングやウォーキングは最も身近で効果的な運動である。しかし学校や成人に対する健康教育の中で、健康の自己管理ができる実施方法について取り扱われることは少なく、データを活用した運動の実践を体感できるシステムの開発が必要である。本研究では、対象者の年齢や健康運動の実施目的、IT活用能力などを考慮し、一定区間の通過タイムを自動記録するシステムと心拍数や走行データを計測できるウェアラブル機器を用いた試行を行ったので報告する。

キーワード: 健康教育、ランニング、ウォーキング、ウェアラブル機器

1. はじめに

近年、健康志向やマラソンブームの高まりからランニング愛好者が増加している。2014年笹川スポーツ財団「スポーツライフ・データ2014」¹⁾によると、成人のランニング・ジョギング人口は986万人と推計されている。ランニングやウォーキングは、特別な技術や用具を使うことがなく、最も身近な健康運動といえ、そのためひとりで実施する機会が多く、自己管理する能力が求められる。

またここ数年、健康データの取得が操作面でも費用面でも容易に行えるウェアラブル機器が発表され、スマートフォン、アプリを利用した健康・運動の管理も一般的になってきている。しかしまだ全年代で利用可能といえる状況ではない。

これらのことから、健康運動の効果的で継続的な実施を促進するためにはウェアラブル機器の利用や、対象者の年齢、健康運動の実施目的、IT活用能力などに対応したシステムの開発とそれらを用いた健康教育が必要であると考えられる。

そこで学校や公園などでの多人数でのデータの取得と管理を想定して、一定区間の走行タイムを自動記録する「ラン&ウォーク自動記録システム」を試作しその検討を行った。また大学の健康スポーツ系授業において、ランニングデータの取得と管理が可能な心拍計・GPS内蔵の腕時計型のウェアラブル機器の利用について検討した。本稿では、これらの機器を利用して大学生と高齢者を対象に健康教育を試行したので報告する。

2. ラン&ウォーク自動記録システム

2.1 近隣住民の健康運動の現状

システムの開発に先立ち、本学近隣住民の方を対象に「健康・運動習慣に関するアンケート調査」を実施した⁴⁾。調査は平成24年10~12月に行い1573件の回答を得た。その結果何らかの運動・スポーツを週1回以上実施している人は71.5%であった。そのうち69.8%は散歩(ウォーキングを含む)を「ひとり」か「家族と二人」で実施していた。実施場所は、「自宅周

辺の道路」と「近隣の公園」が多かった。しかしその際、運動の実施時間や距離の記録はほとんど行われておらず、効果的な運動の実施とはいえない現状であった。

2.2 ラン&ウォーク自動記録システムの概要

大学構内でのランニングやウォーキングの実施者が自身の運動の距離や時間活用できることを目的とし、「ラン&ウォーク自動記録システム」を開発した。本システムは、運動中に実施者が保持する送信機である「ランナータグ」、実施者の通過を認識する「無線アクセスポイント」、実施者に取得データを提示する「表示端末」から構成された（図 1、2）。ランナータグは、iBeacon の仕様に準拠し、データの読み取り距離は約 10m に設定した。表示装置には、液晶と比較して屋外での高い視認性と広い視野角という点で優位性の高い電子ペーパーを用いた。

大学構内に設定した 1 周 1.35km のコース（図 3）上に無線アクセスポイント（図 3-A）を設置し、そのポイントを通じた実施者の ID と通過日時を記録した。記録されたデータはクラウド上のサーバーに格納され、タグを保持した実施者がマーカー通過する表示端末（図 3-B）を操作することで、本人の記録データを確認することができる。管理者は、サーバーにアクセスすることで、全てのログデータを閲覧可能であった。

システムは、株式会社社ワイズ・ラブ（大阪府堺市）にその設計と製作を依頼した。



図 1 ラン&ウォーク自動記録システムのイメージ



図 2 ラン&ウォーク自動記録システムの各機器

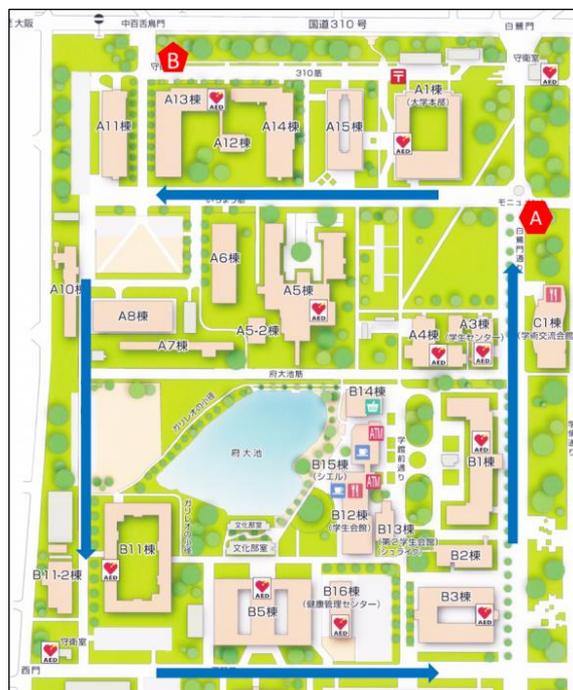


図 3 学内ラン&ウォークコースと機器設置ポイント

2.3 ラン&ウォーク自動記録システムの試行

システムの有用性および問題点を検証する目的で、大学生 12 名（19～22 歳、平均年齢 20.1 歳）、と高齢者 11 名（65～76 歳、平均年齢 71.2 歳）を対象とした試行を実施した。学内ラン&ウォークコースを 3 周、自己ペースでランニングまたはウォーキングすることを課題とした。検証内容は、タグの受信感度と範囲、認識率などであった。また、データの表示方法や手順については、終了後に各自記載したコメントから検討

した。

その結果、大学生では 12 名全員、高齢者では 1 名を除いた 10 名の全データが認識され、実施中のデータが収集された。エラーとなった 1 名については、タグの基盤に問題があったことが確認された。また受信部、表示部の電源に不定期の異常が認められたこと、表示部の操作方法が高齢者にはやはりやや分かりづらかったことも指摘された。総合的には、実用化に向けて非常に満足いく結果が得られた。



図 4 検証場面

3. 腕時計型ウェアラブル機器の活用

3.1 運動中の心拍数測定

前述のシステムで得られるデータは運動実施距離とそのタイムだけであり、システムの使用方法は非常に簡単とはいえ運動の質の確認ができなかった。ランニングやウォーキングの効果を評価する上で最も有用な指標は心拍数であり、運動の前後に手首の橈骨動脈もしくは頸部の頸動脈の触診によって測定することが多い。運動中の負荷強度の確認には、運動中の心拍数を記録が必要となり、運動の目的や期待される効果に対応するターゲット心拍数 (THR) がトレーニング処方基準となっている⁵⁾。運動中の心拍数の測定を触診によって行うことは困難であることから、胸部に装着したベルトにより計測できる機器が使用されてきた。しかしベルトの装着が面倒で、また装着感が悪いことなどから広く使用されるには至らなかった。ここ数年、心拍計や GPS を内蔵した腕時計型ウェアラブル機器がいくつか発表されてきた。

3.2 腕時計型ウェアラブル機器 (EPSON・SF-810)

本研究では、心拍計や GPS を内蔵した腕時計型ウェアラブル機器の中から、価格、測定精度、操作性の観点から EPSON 社の SF-810 を採用した。本機には高精度脈拍センサー 2 基が搭載され、手首の血管に照射され

る LED 光を血中ヘモグロビンが吸収する性質を利用して脈拍を測定している。不整脈や脈欠損がない限り、心拍数と脈拍数はほぼ同値を示すことから、胸ベルトの装着なしで心拍数のモニタリングが可能となる。また、GPS チップやストライドセンサーも搭載されており、運動時間に加え、走行コースや距離、勾配、ストライド幅なども同時に記録できる。さらに、年齢、性別、身長、体重を設定することで、運動の消費カロリーも推定される。これらのデータは運動中も確認できるが、運動後には専用ソフトを使用して詳細なデータを総合的に確認可能である。



図 5 SF-810 と検証場面

3.3 腕時計型ウェアラブル機器を使用した試行例

対象者には、本ランニングやウォーキングは、健康運動としての実施率が高いにも関わらず、大学の健康スポーツ系授業で取り扱われることは少ない。そこで、生涯にわたって健康の自己管理ができる能力の獲得を目指し、運動実施のデータを活用した授業方法について試行した。大学生 14 名 (男子 6 名、女子 8 名) を対象として、EPSON・SF-810 を使用してのランニングを実施した。研究の趣旨を説明し、身体活動量の測定に協力する旨の承諾を得た。ウォーミングアップ後 SF-810 を装着し、自分の身長、体重、性別、生年月日などの設定を行った。その後、本学キャンパス内および大学周辺で各自ランニングを行った。ランニング時間は 20 分間程度を目安にするよう指示したが、走行コース、ペース、時間は各自の判断で決定した。SF-810 では、走行ルート、走行中の心拍数、歩幅、歩数、消費カロリーなどを記録した。ランニング中もスイッチの切り替えによって、走行時間、心拍数、平均ペースなどをリアルタイムで確認しながら走行可能であった。測定データは、ランニング終了後、分析ソフトを用いて PC 上に表示し、自分の走行時間、走行距離、平均ペース、歩幅、心拍数、GPS により地図上にトレースさ

れた走行ルートを確認することができた。また、複数回のデータ、他者のデータも確認することで、可視化された身体運動の結果の活用を体感できた。

ランニングデータの記録とフィードバックにより、自分のランニングの確認、また次回の改善点や目標の設定が明確になった。トレーニングに対するモチベーションの向上が確認できたことから、通常の授業への導入も可能であると評価した。

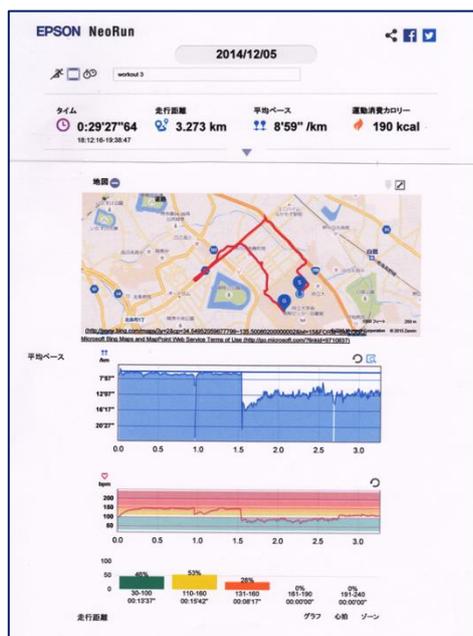


図 6 EPSON NeoRun 測定結果

4. まとめ

本研究では、学校や一般に対する健康教育の中で、ランニングやウォーキングのデータを活用した方法について検討した。健康運動は、年齢や目的、実施条件や IT 環境などの違いによって、多様な実施形態をとることが推察できる。いずれの実施形態でも、データの記録と活用は効果的な健康運動の継続的な実施に貢献できると考える。今回の試行では、実施者がこのシステムやウェアラブル機器を活用可能であることが確認できた。今後これらを活用した学校や一般の健康教育での教育方法について、さらに検討していく。

謝辞

本研究は、平成 24、25 年度堺市・大阪府立大学産官学人材育成等事業および平成 26 年度大阪府立大学高等教育推進機構プロジェクト型研究の助成を受けた。

参 考 文 献

- (1) 笹川スポーツ財団編：“スポーツライフ・データ 2014 –スポーツライフに関する調査報告書–”，pp.70-75 (2015)
- (2) 北村潔和：“ランニングとウォーキングの主観的運動強度と心拍数”，臨床スポーツ医学, 30 (4) ,459-463 (1996)
- (3) 山崎健, 馬場裕子, ソリタラト, 岡本芳三：“長距離ランニング中のペース変化と瞬時心拍数変動”，新潟大学教育人間科学部紀要, 8 (2) , 109-123 (2006)
- (4) 堺市・大阪府立大学・産官学連携推進協議会：“堺市民が大阪府立大学に求める施設・環境整備に関する調査と検討ーランニング・ウォーキング利用を目指して”，堺市・大阪府立大学産官学連携共同研究開発事業・人材育成等事業平成 24 年度成果報告書 (2013)
- (5) 道場信孝, 西脇要, 日野原重明：“運動処方における Target Heart Rate (THR)に関する検討ーKarvonen 法の有用性についてー”，体力科学, 37, 245-253 (1988)
- (6) 堺市・大阪府立大学・産官学連携推進協議会：“堺市民の健康づくりに貢献するランニング・ウォーキングコースの整備と検討”，堺市・大阪府立大学産官学連携共同研究開発事業・人材育成等事業平成 25 年度成果報告書 (2014)

問題解決工程におけるつまずきを 分析するためのワークシートの提案

高橋 B. 徹^{*1}, 高橋 聡^{*1}, 吉川 厚^{*2}

^{*1} 東京理科大学, ^{*2} 東京工業大学

Propose of a Worksheet to Analyze a Process of Problem Solving

Toru B. Takahashi^{*1}, Satoshi Takahashi^{*1}, Atsushi Yoshikawa^{*2}

^{*1} Tokyo University of Science, ^{*2} Tokyo Institute of Technology

Learners acquire problem-solving skill through a problem based learning. Many studies discuss what scaffoldings is appropriate to each problem based learning. To analyze these scaffoldings, we need to clarify a learner's misstep in the process of problem solving. We propose a worksheet to analyze them. At first, we develop the model of the process of problem solving and its misstep. It consist of 1-1) goal is not clear; 1-2) current condition include misconception; 1-3) goal is solution; 2-1) analysis of problem is out of focus; 2-2) analysis of problem is not enough; 3-1) Solution do not meet a problem; 3-2) Solution is inconsistent with analysis of problem; 4-1) preparation of evaluation is not enough; 4-2) interpretation of evaluation include misconception. And, we develop the worksheet based on the model. We tried to analyze the worksheet in a lesson about problem solving. As a result, we could analyze learner's misstep in the process of problem solving.

キーワード: 問題解決, ワークシート, つまずき

1. はじめに

近年, 問題解決能力に対する関心が高まっている。たとえば、OECD は 21 世紀型スキルの要素の一つとして数えている⁽¹⁾し、PISA では 2003 年に問題解決能力の評価が行われ、2015 年でも協調的問題解決が評価項目に加えられている⁽²⁾⁽³⁾。一方で、問題解決は社会人にいたっても身につけることが困難なものであることが知られている。

問題解決能力とは、必ずしも答えが唯一に決まっていない問題に対して、その問題を解決するスキルである。問題解決能力を身につけるには問題解決を実践する必要があるといわれている。この点、従来型教育、すなわち体系だった知識を教授する系統学習では問題解決能力を身につけさせることは難しいと考えられて

いる。そこで、問題解決能力を身につけることを狙いに Problem Based Learning⁽⁶⁾ や Project Based Learning(PBL)⁽⁷⁾ が近年さかんに実施されている。古くからも、デューイは問題解決学習を従来型教育と同じ枠でとらえられるように、問題を発見し、解決策を立てて、実施、検証を行うという要素分解を行い、この実践を行っている⁽⁴⁾。成人学習理論においてもほぼ同様の問題解決学習が行われている⁽⁵⁾。しかしながら、これらの方法では問題解決を行う人が問題をいくつかのステップに分解できるほどの能力を有していたり、あるいはそれが見えるくらいの簡単な問題であることが前提にある。学習者が主体的に問題に対しての情報収集や解決策の立案・実施・検証を行っている PBL ですら、学習者に振り返らせると何が問題解決であったのか不明瞭なことも多い。

また、問題解決学習において、教師は様々な足場がけを提供しなければならない⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。目的も、学習者に探索を促したり、誤解を防いだり、反省を促したりと様々であり、方法も学習者の状況に合わせて行うような動的なものと、予めワークシートなど用意するような静的なものがある⁽¹¹⁾。しかしながら、Saye ら⁽¹¹⁾や Choo ら⁽¹²⁾では、静的な足場がけが有効である場合やそうでない場合、あるいは複雑な部分においては動的な足場がけが必要であることなどが調査され、足場がけが有効になるためには何か条件が必要なことは示唆されている。

上記のように、問題解決能力が単に実習をただけでは効果的に学習できないことや、教師が足場がけを単純にしたのではうまくいかないことを考えると、学習者が問題解決の工程においてどのようなつまずきをしているのか深く入って分析をする必要がある。しかしながら、多くとられている研究スタイルのプレテスト・ポストテスト法では結果の分析であり、工程におけるつまずきの分析まではできない。そこで、学習者が問題解決の工程でどのようなつまずきをしているかを調べ、問題解決学習にどのような問題点があるのかを明らかにする必要がある。その結果、問題解決学習を細かく分析して、それぞれに対応した足場がけを検討することができるようになると考えられる。

そこで、問題解決の工程を分析するために、問題解決に慣れていない人でも使える問題解決ワークシートを提案する。問題解決にあたって、問題解決ワークシートに問題解決にいたるプロセスを記入してもらいながら、問題解決を進める課題を問題解決者に依頼する。そして、記入された問題解決ワークシートを分析し、どのようなつまずきが存在するのかを分析する。また、問題解決ワークシートによるつまずきの分析からどのように問題解決学習に必要な足場がけを検討できるかの仮説を示す。

2. 問題解決とつまずきのモデル

問題解決の工程に関するモデルや方法は教育分野のほか、認知心理学やビジネス分野においても多く提案されている⁽⁴⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。これらのモデルに基づき本稿における問題解決のモデルを定める。

ビジネス分野ではバーバラ・ミントが分析的問題解決には以下のような手順が必要であると指摘している⁽¹³⁾：1. 問題は何か？-現状の結果と望んでいる結果との違いを図に描く-；2. 問題はどこにあるのか？-結果を引き起こしている、現状を構成する要素を図に描く-；3. 問題はなぜ存在するのか？-それぞれの要素を分析し、なぜそれが問題を引き起こすのかを明らかにする-；4. 問題に対し何ができるか？-望んでいる結果をもたらす変更案を論理的に系統だてて書いてみる-；5. 問題に対し何をすべきか？-最も満足のいく結果をもたらすよう変更案を統合して新しい構造を作り上げる-。まず、1ステップ目で現状と結果を比較することで問題の大枠を捉える。そして、2, 3ステップ目で問題の大枠内の分析を行う。4, 5ステップ目では、分析にあわせてどういう解決の可能性があるのかを探り、統合するという流れである。

認知心理学の分野ではブランスフォードが問題解決の工程を IDEAL モデルとして以下のように定めている⁽¹⁴⁾：1. Identifying problems and opportunities; 2. Define goal; 3. Explore possible strategies; 4. Anticipate Outcomes and Act; 5. Look and Learn. ブランスフォードは最初の二つのステップで、現状を所与のものとするのではなく、改善の可能性を認識し、それに対する目標を定める必要性を示している。そして、3ステップ目では目標のさらなる分析を含めて、解決策の検討を行う。そして、立てた解決策をすぐに実行するのではなく、それがどういった結果をもたらすかを予期しておく必要性についても指摘している。最後の5ステップ目には解決策の実行後の観察を行い、それから学び取ることが必要であるとしている。

教育分野のデュイ⁽⁴⁾もまずは問題に直面し、その所在と定義を明らかにするとしている。そして、それらに対して可能な解決策を上げて、さらに検討を重ねていく。最後に、解決策を実行するだけでなく、その結果について反省をすることこそが重要だと指摘している。

これらを統合して、以下のように問題解決工程を構築した。

- 1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる
- 2) 問題を分析して解くべき問題を決定する

3) 問題に対して解決策を立てる

4) 解決策を実施・評価する

まず、最初の段階として1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる。この点は目標と現状のギャップを問題とするハーバード・サイモンの考えにも通じている⁽¹⁵⁾。次の段階として2) 問題を分析して解くべき問題を決定する。問題の分析では問題の大枠の中で深堀していくことが重要である。そして次の段階は3) 解くべき問題に対して解決策を立てるというものである。最後の段階では4) 解決策の実施・評価を行う。ブランスフォードやデューイが指摘している通り、解決策は実施するだけでなく、その結果を評価することが重要である。

次に問題解決工程の各段階に対してのつまずきのモデルについて述べる。

1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる段階でのつまずきは問題の大枠を正しく認識することができないことである。そのためには目標と現状を正しく認識することが必要であるが、1-1) 目標が明確になっていなかったり、1-2) 現状を誤認してしまったりするつまずきが考えられる。加えて、本当の目標が何であるかを定めることなく、解決策を先に考えてしまったり、結果的に1-3) 目標が解決策の実施になってしまったりするつまずきがある。このつまずきをしてしまうと、目標に対する他の解決策の可能性を見落としてしまう危険がある。

表 1：問題解決とつまずきのモデル（※がついている項目は学習内容によっては分析が難しいものである）

問題解決の工程	つまずきの種類	ワークシートでつまずきの分析が可能か
1. 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる	1-1) 目標が明確でない	○
	1-2) 現状を誤解している	○※
	1-3) 目標が解決策の実施になっている	○
2. 問題を分析して解くべき問題を決定する	2-1) 対象となる問題を分析していない	○
	2-2) 問題の深堀ができていない	○※
3. 問題に対して解決策を立てる	3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある	○
	3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう	○
4. 解決策を実施・評価する	4-1) 評価の体制が整っていない	
	4-2) 評価の解釈に誤解がある	

2) 問題を分析して解くべき問題を決定する段階におけるつまずきは1) で定めた問題の大枠の中で十分な分析を行えないことである。大枠の問題の中で分析をしなければならないのに関わらず、2-1) 対象とな

る問題の分析を行えていないというものである。これは分析しているうちに直面している問題の枠から外れてしまったり、一般論で分析をしてしまったりするような場合である。また、要素を分析し、引き起こしている原因を特定しなければならないにもかかわらず、2-2) 問題を深堀りすることなく、短絡的に捉えてしまったりつまずきが考えられる。

3) 解くべき問題に対して解決策を立てる段階でのつまずきは解くとした問題と解決策の論理的関係によるものである。一つには3-1) は問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるというつまずきである。文献⁽¹⁷⁾は PBL において、一部の問題のみについて考えて解決策を立ててしまい、同時に解く必要のある別の問題については考慮していなかった学習者がいたことを報告している。また、3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまうというつまずきが考えられる。こうなってしまう原因はブランスフォードが挙げた、結果の予測が足りていないからである⁽¹⁴⁾。例えば、数学の点数を上げるという目標に対して、やる気が出なくて勉強ができないという問題が発見されたときに、「やる気を出して勉強する」という解決策をたてることである。これは「やる気を出して勉強する」という解決策を実施した場合にどのような結果になってしまうかを予測できていないと言える。二つは似ている部分もあるが、前者は論理的な対応関係の欠落のつまずきであり、後者は論理的な矛盾のつまずきである。

4) 解決策の実施・評価でのつまずきの一つは、そもそも反省するための、4-1) 評価の体制が整っていないことである。評価は反省し、次の機会に活かすために行う。そのため、成否を決めるだけの評価の準備だけではなく、反省の材料とするために多角的な評価の体制が必要になる。また、4-2) 評価の解釈に誤解があるというつまずきが考えられる。これは評価の解釈を短絡的にとらえてしまい、その因果関係を誤解してしまうことなどがあげられる。

以上の問題解決工程とそれに対応したつまずきのモデルを表 1 に示す。

3. 問題解決ワークシート

本章では問題解決ワークシートをいかに設計したの

かと、それを使っていかにつまづきを分析するのかについて述べる。

3.1 問題解決ワークシートの設計

表1に示した学習者のつまづきを分析するための問題解決ワークシートを図1に示すように設計した。また、表1にはつまづきの分析な部分と困難な部分についても示した。学習者は解決策の実施の手前までの工程を、この問題解決ワークシートに記入する。教師は学習者の各項目への記入内容を確認することで、学習者のつまづきを確認することができる。

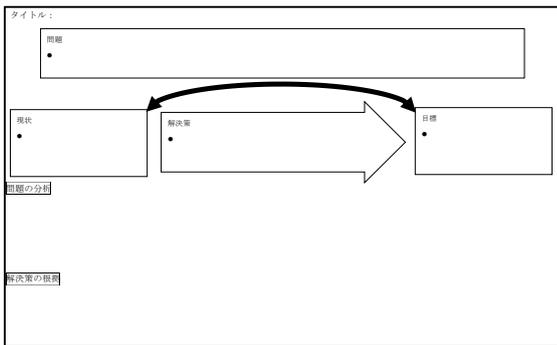


図1 問題解決ワークシート

1-1) 目標の明確であるかと1-3) 目標が解決策になっているかを確認するために、まずは『目標』の項目を設けた。次に1-2) 現状を誤解しているかを確認するために『現状』の項目を設けた。学習者がこれらの項目に記述した内容で1) 目標と現状を確認して大枠の問題を捉える際につまづきを分析することができる。

2-1) 対象となる問題の分析になっていない場合と、2-2) 問題の深掘りになっていないかを確認するために、『問題』と『問題の分析』の項目を設けた。『問題』には解くべき問題を記述させるが、それだけではどのように分析したかは分からない。そのため『問題の分析』の項目を設けて、ここに解くべき問題をどのような分析によって導き出したかを記述させる。

3-1) 問題と解決策の対応が成り立っていない部分と、3-2) 問題の分析と矛盾した解決策のつまづきを確認するために『解決策』と『解決策の根拠』の項目を設けた。『解決策』が問題と対応しているように見えても、そこに至る論理に誤りがある可能性があるため、『解決策の根拠』も記述させることにした。これらの項目と『問題』、『問題の分析』と比較することで3)

問題に対して解決策を立てる際につまづきを分析することができる。

4-1) 評価の体制が整っていないかと、4-2) 評価の解釈に誤解のつまづきがあるかについては提案する問題解決ワークシートでは分析を行わない。本稿の問題解決ワークシートは解決策を実施する前までを対象とするため、実施後のつまづきについては分析の対象外とする。

また、これらの項目を問題解決の構造になぞらえてワークシートに配置した。目標と現状のギャップが問題であることになぞらえて、『目標』と『現状』の欄の間に『問題』の欄を配置した。解決策は現状を目標に近づけるという意味で、『解決策』を矢印形の欄にして、『目標』と『現状』の欄の間、『問題』に並行する位置に配置した。『問題の分析』と『解決策の根拠』は記述が長くなることが予想されるため、問題解決の構造とは別に、下部にそれぞれ配置した。

以上のように、設計することで問題解決学習時に問題解決ワークシートを記述させることで、どのようなつまづきをしているかを分析することができる。

3.2 問題解決ワークシートを使った分析方法

1-1) 目標が明確でないかは『目標』の欄を確認することで分析することができる。このつまづきでないかは以下の点に該当しないかを確認する。何が達成できたら良いかが分からなかったり、直接関係のない二つ以上の目標が含まれていたりしないかを確認する。

1-2) 現状を誤解していないかは『現状』の欄を確認することで分析できる。教示者が認識している現状と食い違っていたり、現状を示すのに十分な情報がなかったり、解釈に明らかな誤りがなかったりしないかを確認する。ただし、問題設定の都合で現状の是非を確認できない場合は分析することはできない。また、設定したテーマによっては、目標と現状を与えるのでこのつまづきについて分析する必要が無い場合もある。

1-3) の目標が解決策になっているかは『目標』を確認すればよい。他の解決策を検討する余地があるにも関わらず、解決策を実施することが目標であると確認できた場合はこのつまづきに該当する。

2-1) 対象となる問題を分析していないかは、『問題』と『問題の分析』を確認すればよい。ここで、問題の

分析をしているうちに問題の大枠から抜け出してしまっていて、関係のない分析をしてしまっていないかと、対している問題自体ではなく、一般論で問題を分析してしまっていないかを確認する。

2-2)問題の深堀ができていないかについても『問題』と『問題の分析』を確認すればよい。ただし、深堀が十分であるかは問題に依るところがあるので分析は難しい。問題の分析の達成目標がある場合は、それとの比較になる。達成目標がない場合は、問題を深掘りしているような記述が何度あったかや、問題分析が論理的に行われているかなどで分析することが考えられる。

3-1)問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるかは『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』を比較すればよい。比較したときに問題に対応していない解決策があったり、解決策に対応していない問題がなかったりしていないかを確認する。

3-2)問題の分析と矛盾した解決策を立てていないかも『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』を確認すれば良い。問題の分析と照らし合わせたときに、解決策を実施した場合にうまくいかないことがすでに示されていないかを確認する。

以上のように問題解決のつまずきの分析方法を示した。ただし、問題解決学習の内容によっては分析を行えなかったり、困難であったりすることがある。これは問題解決学習の内容を確認して、どのようにつまずきを分析するかをあらかじめ決めておく必要がある。

4. 実験

本実験では問題解決ワークシートを使って問題解決の講義を受講した学習者の問題解決工程の分析を行う。講義では問題解決学習の初学者に向けて、足場がけとしていくつかの問題解決の方法について行っている。これらの効果について問題解決ワークシートを使って分析を行う。また、問題解決ワークシートの利用方法の一例として、つまずきの分析結果から、講義にどのような足場がけが必要であるかを考察する。

4.1 実験条件

情報系の講義の一環として実験を行った。受講者は工学系の学部一年生であり、問題解決についてはほとんど初学者であると言える。4つのテーマでそれぞれ

を問題解決ワークシートに記入する課題を76名の受講者に課した。課題の期限は課題発表後の6日後とした。

4.2 実験内容

問題解決ワークシートを任意のテーマで学習者に記入させた。テーマの例として自分の生活や仕事に関わるものの他、社会的なものや娯乐的なものをあげ、どれにするかは自分で決めて良いとした。記入された問題解決ワークシートを分析することにより、講義の教示を受けた上で、学習者がどのようなつまずきをしやすいのかを明らかにする。講義では静的な足場がけとして問題解決の基本的な考え方を教示した。

ただし、問題解決のテーマを任意としたために分析の難いつまずきがある(表1)。1-2)現状の誤解については、テーマによってはその是非について分析することが困難である。そのため、本実験では1-2)現状の誤解については分析を行わないものとした。同様に2-2)問題の深掘りについても、どの程度の深掘りが適切であるかの是非を決めることは難しい。そこで、本実験では『問題の分析』において深掘りしているような記述が何回あったかを数えることでひとまずの分析とすることにした。

4.3 実験結果

提出されたワークシートの数は304枚(76名×4枚)であり、課題の期間は十分であったと考えられる。学習者が記入した問題解決のテーマは生活習慣や勉強、サークルといった卑近なものであり、日頃考えられるテーマになっていた。

それぞれのつまずきについて提出されたワークシートで確認された枚数を表2に示す。何らかのつまずきがあるとされたのは142枚であり、うち2枚は2つのつまずきが確認されている。また、図2には問題を深掘りしようとした回数を示す。

つまずきが確認された例をそれぞれ図3, 4, 5, 6, 7に示す。また、図8, 図9は2-2)の問題の深堀に関連して、深堀が少なかったものと多かったものを示した。図10にはつまずきに分類できるか難しいものをあげた。

4.4 考察

つまずきのモデルのうち、本実験で分析対象とした6つについてどのように分析ができたのかを示す。

表2：本実験で分析したつまずきとその数

つまずきの種類	本実験での評価対象	つまずきのあったワークシート数
1-1) 目標が明確でない	○	6
1-2) 現状を誤解している	—	—
1-3) 目標が解決策の実施になっている	○	7
2-1) 対象となる問題を分析していない	○	6
2-2) 問題の深堀ができていない	○	※図2参照
3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある	○	73
3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう	○	47
4-1) 評価の体制が整っていない	—	—
4-2) 評価の解釈に誤解がある	—	—

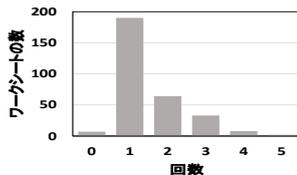


図2：問題の深堀が確認された回数

目標

他学科、他学年、他学校などとの交流もできればなお、現状のままでもOK

図3：つまずき「1-1) 目標が明確でない」の例

目標

生活費ぐらいは自分で賄えるくらいに稼ぐ。

図4：つまずき「1-3) 目標が解決策の実施になっている」の例

問題

彼女いない

問題の分析

- ・ モテるためには、現実的に容姿に問題があることが多い。
- ・ 性格で嫌われる場合も多い。
- ・ 彼女ができない人には相手の理想が高いのが原因だということも多い。

図5：つまずき「2-1) 対象となる問題を分析していない」の例

問題

成績が思うようなものでない。

問題の分析

やり方は分かっているのだが、ケアレスミスが多く点数がよくない。

解決策

間違えた箇所を確認する。

解決策の根拠

つめが甘いところが多かったので細かいところまで理解し試験に挑む。

図6：つまずき「3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある」の例

問題

数学の勉強を怠ったこと。

問題の分析

数学が苦手→苦手だから勉強をする気力が起らない→更に苦手になるという負のループになっている。

解決策

数学の勉強をする

解決策の根拠

数学の勉強をして自信がつけば負のループを断ち切る事ができるため

図7：つまずき「3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう」の例

問題

朝起きるのがつらい。

問題の分析

→夜更かしをしている。

図8：つまずき「2-2) 問題の深堀ができていない」に関連して1回しか深堀されていない例

問題

ちょっとした遅刻が多い

問題の分析

ちょっとした遅刻が多い

- なぜなら、電車に乗り遅れてしまうことが多い
- なぜなら、家をでる直前に忘れ物に気が付くから
- なぜなら、準備の確認がきちんとできていないから
- なぜなら、前日に準備をしていないから

図9：つまずき「2-2) 問題の深堀ができていない」に関連して4回深堀されていない例

問題

食べ過ぎでおなかが太ってきた

問題の分析

食べたいものをいつでも我慢していない。
おなかがいっぱいになっても食べ続けている。

解決策

なるべく間食を減らす。運動をする。

解決策の根拠

基本的に食べなければ痩せるから。
運動も新陳代謝を良くする。

図10：つまずき「3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう」であるか判断が難しい例

1-1) 目標が明確でないかは、『目標』を確認することで分析できるという設計であった。そこで、何が達成したらよいか分からなくなっていないかを確認する。すると、交流を広げたいと述べている一方で、現状のままでもよいと述べているため、何を達成できればよいか分ならず、目標が明確になっていないことが確認できる。

1-3) 目標が解決策になっているかも、同様に『目標』を確認することが分析できる設計になっている。そこで、図4に示す内容が、ほかの解決策の余地があるのに解決策が目標になっていないかを確認する。これを見ると目標が「生活費を自分で賄う」ということが分かる。しかし、ここで目標に解決策である「稼ぐ」までも含んでしまっている。そのために、「節約する」などの別の解決策の余地があるのに、検討できなくなってしまっていることを確認できる。

2-1) 対象となる問題を分析していないかは『問題』と『問題の分析』を確認することで分析できる設計である。そこで、図5に示す内容が一般論で分析してし

まっていないかを確認する。この内容は大枠の問題としては「彼女がいない」という、自分についての話である。しかし、一方で問題の分析では一般論についての議論になってしまっている。そのため、解かねばならない「自分に彼女がいない」という問題の直接の分析にはなっていないことが確認できる。これを修正する方法としては、例えば一般的に性格が問題になることはあるが、それに照らし合わせて自分はどのような状態であるのか分析することなどが考えられる。

3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるかは『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』の対応関係を確認することで分析できる設計になっている。そこで図6の内容について問題と解決策が対応していない部分がないかを確認する。『問題の分析』を見ると、内容は理解している一方でケアレスミスがあったとしている。しかし、『解決策』と『解決策の根拠』を確認してみると、ケアレスミスについて対応するものはなく、理解についての解決策になってしまっている。これはまさに問題としたケアレスミスと、解決策の理解を進めることが対応していない状態である。この場合は例えばケアレスミスの箇所を確認して、チェックリストを作成することなどが考えられる。

3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまっているかも、『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』の対応関係を確認することで分析できる設計になっている。図7について問題の分析結果から解決策が効果を上げられないことが示されていないかを確認する。すると、『問題の分析』のなかで苦手勉強のやる気がでないとしている。一方で、解決策は「勉強する」としているが、すでに効果があげられないことが問題の分析結果から効果があげられないことを示されている。本来であればやる気をいかに引き出す方

法や、やる気があまりでなくとも始められる簡単な課題がないかを検討する必要がある。

2-2)問題の深堀ができていないかは、『問題』と『問題の分析』を確認することで分析できる設計になっている。ただし、今回の実験では身近なものをテーマとしたためにどの程度の深堀が適切であるかは一概に判断することができない。そこで、ひとまずは、問題を深堀した記述が何度あったかで分析したのが図2に示すグラフである。また、1回しか深堀が確認できなかったものを図8に、4回の深堀が確認されたものを図9に示す。図8を見てみると、朝が起きることがつらいという問題を1度だけ深堀して「夜更かしをしている」としている。しかし、なぜ夜更かしをしているのか、さらなる深堀をしていないために、効果的な解決策になっていない可能性がある。一方で、図9のほうでは『なぜなぜ分析』⁽⁴⁸⁾を利用して、遅刻の原因を深堀していき、前日の行動が問題になっていることまでを明らかにしている。このほかのワークシートを見ても、問題の深堀が多く確認されているものに比べて、少ないものは深堀をより進められる余地があると考えられるものが多い。いずれにしても、問題の深堀の工程を確認することができるので、それが十分であるかの議論の焦点は絞り込める。

一方で、図10に示すのは3-2)問題の分析と矛盾した解決策になっているかの判断がしづらいものである。「食べたいものをいつでも我慢していない」とあるのに対して、解決策は「なるべく間食を減らす」となっている。この「食べたいものをいつでも我慢していない」というのが、あえてそうしているのであれば矛盾はないが、これが我慢できていないのだとしたら矛盾である。テーマの都合上、これの是非を決めることができるのは学習者自身なので、こちらが矛盾であるかを決めることは難しい。しかし、一方で「本当に我

慢ができるのか？」という問は学習者に投げかけることができる。つまり、分類は難しくとも学習者に対してどういう議論や指導をするかを定めることは可能であると言える。

以上のように、問題解決ワークシートを確認することで、学習者がどのようなつまずきをしているのかを分析することが可能であり、どういった指摘をすれば良いのかも分かる。また、どのつまずきをしているのか分類すること自体は難しくとも、学習者に対してどのような議論をすればよいかは定めることができる。本実験では身近な問題をテーマにしているため、問題の深堀について、全体としては回数で分析しているが、深堀の余地があるかは同様に議論をすることは可能であると考えられる。

5. 結論

本稿では、問題解決の工程とつまずきのモデルを構築し、それに基づいて設計した問題解決ワークシートを提案した。問題解決学習の中で、学習者にこの問題解決ワークシートを記入させることで、どういったつまずきをしているのかを分析することができる。

問題解決の講義での学習者のつまずきを分析するために問題解決ワークシートの記入を行わせた。記入された問題解決ワークシートを確認することで、学習者がどのようなつまずきをしているか分析できることが示唆された。今後は問題解決ワークシートをほかのPBLなどの問題解決学習に適用することで、今回の実験で分析することができなかったつまずきを含めた分析や、さらなるつまずきの分析方法についての検討を行う。また、それぞれのつまずきに基づいた足場がけの開発も行っていく。

- (1) Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. (ed) : Assessment and Teaching of 21st Century Skills, 2012.
- (2) Organisation for Economic Co-operation and Development, : PISA 2003 technical report., OECD Publishing, 2005.
- (3) Organisation for Economic Co-operation and Development, : PISA 2015 draft collaborative problem solving framework, OECD, 2013.
- (4) Dewey, J., How we think. Courier Corporation., 1997.
- (5) ノールズ, マルカム, 成人教育の現代実践: ペダゴジーからアンドラゴジーへ. 堀薫夫, 三輪建二 (監訳) 鳳書房 (原著 Knowles, M.(1980) The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy. Upper Saddle River, NJ: Cambridge Adult Education.), 2002.
- (6) Barrows, H. S.: A taxonomy of problem - based learning methods. Medical education, 20(6), pp.481-486, 1986.
- (7) Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A.: Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational psychologist, 26(3-4), pp.369-398, 1991.
- (8) Belland, B. R.: Glazewski, K. D., & Richardson, J. C., A scaffolding framework to support the construction of evidence-based arguments among middle school students. Educational Technology Research and Development, 56(4), pp.401-422, 2008.
- (9) Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. : Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Educational Psychologist, 42(2), 99-107, 2007.
- (10) Simons, K. D., & Klein, J. D.: The impact of scaffolding and student achievement levels in a problem-based learning environment. Instructional Science, 35(1), pp.41-72, 2007.
- (11) Saye, J. W., & Brush, T.: Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. Educational Technology Research and Development, 50(3), pp.77-96, 2002.
- (12) Choo, S. S., Rotgans, J. I., Yew, E. H., & Schmidt, H. G.: Effect of worksheet scaffolds on student learning in problem-based learning. Advances in health sciences education, 16(4), pp.517-528, 2011.
- (13) Minto, B., & 山崎康司 (訳), 考える技術・書く技術: 問題解決力を伸ばすピラミッド原則. ダイヤモンド社, (原著 : Minto, B.: The Pyramid Principle: Logic in Thinking and Writing, Financial Times Management, 1995), 1999.
- (14) Bransford, J. D., & Stein, B. S.: The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning, and creativity second edition, Worth Publishers, 1993.
- (15) Newell, A. and Simon, H. A., GPS, a program that simulates human thought: Defense Technical Information Center, pp. 109-124, 1961.
- (16) 川喜田二郎, 発想法: 創造性開発のために, 中央公論社, 1967.
- (17) 東海Aチーム: アクティブラーニング失敗事例ハンドブック, <http://www.nucba.ac.jp/archives/151/201507/ALshippaiJireiHandBook.pdf>, 2015年8月アクセス.
- (18) 大野耐一, トヨタ生産方式: 脱規模の経営をめざして, ダイヤモンド社, 1978.

小テストの出題方法が動機づけに与える影響

—タブレット端末を対象として—

北澤 武

東京学芸大学 情報科学分野／教育テスト研究センター

Effects of Motivation towards Quiz Setting Methods: Focusing on Using Tablet PC

Takeshi Kitazawa

Department of Information Science, Tokyo Gakugei University /
Center for Research on Educational Testing

本研究では、多肢選択と穴埋めの混合問題（計 15 問）を 60 名の大学生にタブレット端末を用いて解答させた。問題の出題方法について、全ての問題を一画面に表示する「全問表示群（30 名）」と一問一答形式で出題する「一問一答群（30 名）」に分けた後、動機づけ（テスト負荷と小テストに対する意欲）と小テストの解答方法についてアンケート調査を実施し、回答結果の差違を分析した。結果、一問一答群の方が「毎回、テストに取り組むことで知識定着につながる」と認識していることが分かった。一方、一問一答群は全問表示群よりも、前の画面に戻って問題の内容を確認したり、前の問題で解答した内容を確認したりしようとする意識は低いことが明らかになった。

キーワード: 小テスト, 出題方法, タブレット端末, 動機づけ

1. はじめに

昨今の大学では、LMS (Learning Management System) が導入され、タブレット端末やスマートフォンなど、モバイル端末を活用した授業支援が行われている⁽¹⁾⁽²⁾。大学では、大学生の授業時間外学習を促進させたり、知識定着につながったりするような授業改善が求められているが⁽³⁾、モバイル端末で LMS にアクセスできる環境を構築し、受講生に課題を促したりすることは、大学生の授業時間外学習を促進させることにつながる可能性がある。

一方、大学生の知識定着を図る一手法として、「小テスト」を課すことが考えられる⁽⁴⁾。一般的な LMS には、小テストを作成できる機能が備わっているが⁽⁵⁾、どのような小テストを大学生に配信すれば大学生の授業時間外学習や知識定着の支援となるか、明らかになっていない。そこで筆者は、これまでタブレット端末やスマートフォンを活用した小テストの問題形式や出

題方法の違いが、大学生の小テストに対する動機づけなどに与える影響について追究してきた⁽⁶⁾⁽⁷⁾。これまでの筆者の先行研究では、タブレット端末もスマートフォンも 15 問程度が大学生にとって取り組みやすく、「多肢選択」、「穴埋め」、「多肢選択と穴埋めの混合」の 3 つの問題形式の中では「多肢選択と穴埋めの混合」が、正答率や動機づけの観点から最も効果が高いと判断された。また、スマートフォンの場合、15 問全てが 1 ページに表示されている「全問表示」の出題方法の方が、「一問一答」の出題方法よりも正答率が高く、大学生は「全問表示」の方が知識定着につながるという認識になることが明らかになった。

一方、タブレット端末の場合、出題方法による正答率の差異は無いことが明らかになったが、大学生の小テストに対する動機づけや解答方法については明らかになっておらず、分析することが課題となっていた⁽⁸⁾。

そこで本研究では、大学の授業時間外学習の場を

情報科学概論 タブレット端末テスト (全問)

問題文の (1) に当てはまる語句について、穴埋めの場合は語句を直接入力してください。また、四択の場合は、正しい語句を1つ選んでください。

何らかの (1) が起こった時、人間は情報を入手する。

情報を入手した後、情報は (1) ・加工・蓄積される。

処理
 分析
 変容
 発信

自然科学とは、自然を対象とし、その (1) を明らかにする学問である。

反応
 環境
 現象
 法則

情報科学とは、情報そのものを各種観点から探求する学問であり、(1) を中心とした理論・応用を探求する学問である。

図1 小テスト (全問表示) の例

情報科学概論 タブレット端末テスト (一画面)

問題文の (1) に当てはまる語句について、穴埋めの場合は語句を直接入力してください。また、四択の場合は、正しい語句を1つ選んでください。

何らかの (1) が起こった時、人間は情報を入手する。

情報科学概論 タブレット端末テスト (一画面)

情報を入手した後、情報は (1) ・加工・蓄積される。

処理
 分析
 変容
 発信

図2 小テスト (一問一答, 穴埋め問題) の例 (上図 穴埋め問題, 下図 多肢選択問題)

想定して大学生にタブレット端末を用いた小テストを実施し、「全問表示」と「一問一答」の出題方法の違いによって、小テストに対する動機づけや解答方法にどのような認識の差異が生じるか明らかにすることを目的とする。

2. 調査概要

2.1 調査対象

実験参加者は、関東地区の大学生 60 名 (文系: 男性 22 名, 女性 21 名, 理系: 男性 8 名, 女性 9 名) であった。

2.2 調査日

2015 年 10 月 3 日 (土)。

2.3 手続き

2.3.1 講義

大学の講義を想定し、約 15 分の講義を行った。講義の内容は、大学初年時の情報基礎科目を想定し、「情報科学概論」の導入部分(「情報とは」)について扱った⁹⁾。実験参加者には、講義で説明される重要語句が穴埋め形式で書き込める資料を配布したが、書き込みは、実験参加者の意思に任せた。

2.3.2 小テストの配信

講義終了後の約 45 分程度、大学生は本研究とは全

く異なる学習課題を実施した。その後、授業時間外に、小テストが配信されたことを想定し、実験参加者は講義中に配付された資料を見ずに、準備されたタブレット端末 (Surface Pro 3) を用いて、多肢選択・穴埋めの混合テスト (15 問) に取り組んだ。

多肢選択・穴埋めの混合テストは、「全問表示」と「一問一答」のそれぞれ別の出題方法で表示されるフォームを用意した (図 1, 2)。実験参加者は、「全問表示」の小テストを実施する群 (全問表示群 (30 名, ただし、欠損値が 1 名)) と「一問一答」の小テストを実施する群 (一問一答群 (30 名)) の 2 つの群に分かれて、小テストを実施した。この際、両群の文系と理系のバランスを考慮し、全問表示群 (文系 22 名, 理系 8 名)、一問一答群 (文系 21 名, 理系 9 名) とした。

2.3.3 事後調査

事後調査として、「テスト負荷」, 「小テストに対する意欲」, 「小テストの解答方法」 (全 28 問, 4 件法) を問うた。これらの質問項目の結果について、全問表示群と一問一答群で t 検定を行い、平均値の差異を比較分析した。

3. 結果と考察

3.1 テスト負荷

「11. 一度に全問を出題する方法は、一問一答形式

表 1 アンケート調査の結果

質問項目	全問表示群 (n = 29)		一問一答群 (n = 30)		p 値
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
1. テストに取り組むのは負担であった.	1.97	0.78	2.10	0.89	
2. テストに意欲的に取り組んだ.	3.38	0.68	3.40	0.72	
3. 毎回, テストに取り組むことで知識定着につながる.	3.07	0.75	3.47	0.68	*
4. テストの問題数は多く感じた.	2.07	0.75	1.83	0.79	
5. 継続的に取り組みやすい.	2.90	0.82	2.93	0.69	
6. この授業で学習したことを十分理解した.	2.69	0.54	2.50	0.68	
7. この授業で学習した内容を他者に説明できる.	2.24	0.79	2.20	0.66	
8. テストの問題数は少なく感じた.	2.10	0.72	2.13	0.43	
9. 今回のようなテストだと, 継続的に取り組む.	2.93	0.75	3.07	0.83	
10. この授業で学習した内容に自信がある.	2.14	0.64	1.97	0.62	
11. 一度に全問を出題する方法は, 一問一答形式による出題よりも, 解くのが負担である.	2.69	0.60	2.23	0.86	*
12. 一問一答形式で問題を出題する方法は, 一度に全問を出題する方法よりも, 解くのが負担である.	2.14	0.69	2.20	0.89	
13. 一度に全問を出題する方法であると, 一問一答形式による出題よりも, 意欲的にテストに取り組む.	2.41	0.68	2.33	0.80	
14. 一問一答形式で問題を出題する方法であると, 一度に全問を出題する方法よりも, 意欲的にテストに取り組む.	2.66	0.67	2.63	0.89	
15. 一度に全問を出題する方法は, 一問一答形式による出題よりも, 知識定着につながる.	2.34	0.77	2.20	0.71	
16. 一問一答形式で問題を出題する方法は, 一度に全問を出題する方法よりも, 知識定着につながる.	2.76	0.69	2.80	0.81	
17. 一度に全問を出題する方法であると, 一問一答形式による出題よりも, 継続的にテストに取り組むやすい.	2.21	0.49	2.13	0.73	
18. 一問一答形式で問題を出題する方法であると, 一度に全問を出題する方法よりも, 継続的にテストに取り組むやすい.	2.79	0.56	2.70	0.88	
19. 一度に全問を出題する方法であると, 一問一答形式による出題よりも, この授業で学習したことを十分理解した感じになる.	2.59	0.78	2.30	0.88	
20. 一問一答形式で問題を出題する方法であると, 一度に全問を出題する方法よりも, この授業で学習したことを十分理解した感じになる.	2.69	0.76	2.60	0.86	
21. 一度に全問を出題する方法であると, 一問一答形式による出題よりも, この授業で学習した内容を他者に説明できるようになる.	2.48	0.63	2.13	0.78	
22. 一問一答形式で問題を出題する方法であると, 一度に全問を出題する方法よりも, この授業で学習した内容を他者に説明できるようになる.	2.59	0.68	2.47	0.82	
23. はじめにすべての問題を確認してから, 問題に取り組んだ.	1.69	0.93	1.40	0.68	
24. 前の問題の内容を戻って確認しながら, 問題に取り組んだ.	2.59	0.91	1.70	0.88	**
25. 前の問題の内容を思い出ししながら, 問題に取り組んだ.	2.55	0.91	2.33	0.80	
26. 前の問題で解答した内容を戻って確認しながら, 問題に取り組んだ.	2.52	0.87	1.77	0.86	**
27. 前の問題で解答した内容を思い出ししながら, 問題に取り組んだ.	2.55	0.87	2.40	0.81	
28. 全ての問題に解答した後, 全ての解答内容を再確認してから, 送信した.	2.72	1.00	2.00	1.23	*

* $p < .05$; ** $p < .01$

による出題よりも, 解くのが負担である ($t(57) = 2.35$, $p < .05$)」の 1 項目に有意差が認められ, 全問表示群 (2.69) の方が, 一問一答群 (2.23) よりも有意に認識が高いことが分かった. この結果から, 全問表示の小テストに取り組んだ大学生の方が, 一問一答に取り組んだ大学生よりも全問表示の方が解くのが負担と認識していたことが分かった.

3.2 小テストに対する意欲

「3. 毎回, テストに取り組むことで知識定着につながる ($t(57) = -2.13$, $p < .05$)」の 1 項目に有意差が

認められ, 全問表示群 (3.07) よりも一問一答群 (3.47) の方が, 有意に認識が高いことが明らかになった (括弧内は平均値. 以下, 同様). 両群とも平均値は中央値 (2.5) を上回っているため, 全体的には, 毎回, 15 問程度の小テストに取り組むことで知識定着につながると認識していると思われるが, 一問一答に取り組んだ大学生の方が, 全体的にその傾向が強いことが示唆された.

3.3 小テストの解答方法

「24. 前の問題の内容を戻って確認しながら, 問題

に取り組んだ ($t(57) = 3.82, p < .01$) (全問表示群: 2.59, 一問一答群: 1.70)」、**「26. 前の問題で解答した内容を戻って確認しながら, 問題に取り組んだ ($t(57) = 3.33, p < .01$) (全問表示群: 2.52, 一問一答群: 1.77)」、**「28. 全ての問題に解答した後, 全ての解答内容を再確認してから, 送信した ($t(57) = 2.48, p < .05$) (全問表示群: 2.72, 一問一答群: 2.00)」**の3項目に有意差が認められた。平均値に着目すると, 全問表示群の平均値は, 3項目とも中央値(2.5)に近い値を示していることから, 一問一答群の方が全体的に低い認識であることが分かった。つまり, 全問表示に取り組んだ大学生は, 前の問題や解答した内容を確認する者もいれば, 確認しない者もいると予想できることに對し, 一問一答に取り組んだ大学生の多くは, 前の問題や解答した内容を振り返ることはしないと思われる。したがって, 一問一答形式の小テストをタブレット端末で取り組ませる場合は, 前後の問題の文脈に依存しない問題を出題する方が, 正答率や理解力を確かめる上で望ましいかもしれない。**

4. まとめと今後の課題

本研究では, 大学生にタブレット端末を活用した小テスト(多肢選択と穴埋めの混合問題 15 問)を実施し, 「全問表示」と「一問一答」の出題方法の差異を, 動機づけ(テスト負荷と小テストに対する意欲)と小テストの解答方法の観点から分析した。結果, 一問一答群は全問表示群よりも「毎回, テストに取り組むことで知識定着につながる」と認識しているが, 前の画面に戻って問題の内容を確認したり, 解答した内容を振り返ったりしないことが分かった。

今後, 多肢選択と穴埋めの混合問題以外の問題に着目しつつ, 「全問表示」と「一問一答」の出題方法の差異について, タブレット端末とスマートフォンの異なる端末の観点から分析することが求められる。

謝辞

本研究は, 教育テスト研究センター(CRET)の支援を得た。本研究の一部は, 平成 26~28 年度科学研究補助金・基盤研究(C)「教員養成と21世紀型スキルを考慮したICT活用指導力向上プログラムの開発

と評価」(課題番号 26350310, 代表: 北澤武)の支援を受けた。

参考文献

- (1) 波多野和彦, 中村佐里, 永嶋昌博, 三尾忠男: “タブレット端末活用にかかわる一考察: 授業等のためにタブレット端末を共同利用するために”, 江戸川大学の情報教育と環境 12, pp.25-28 (2015)
- (2) 山田周二, 尾崎拓郎: “スマートフォンおよびタブレット端末を利用した大学での社会科地理授業: Google Earth による日本の農業の学習を事例として”, 新地理第 63 卷, 第 2 号, pp.33-444 (2015)
- (3) 中央教育審議会: “学士課程教育の構築に向けて”(2008), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/houkoku/080410/001.pdf (2016 年 4 月 10 日確認)
- (4) Bloom, B.S., Hastings, T. H. and Madaus, G. F: “Handbook on formative and summative evaluation of student learning”, McGraw-Hill, New York (1971), 梶田叡一, 渋谷憲一, 藤田恵璽 (訳): “教育評価法ハンドブック”, 第一法規東京 (1973)
- (5) 小柏香穂理, 浜本義彦, 王躍, 刈谷文治, 小河原加久治: “グラフを用いた教育評価支援ツールの開発-Moodle モジュールを活用して-”, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集 (1), pp.325-326 (2013)
- (6) 北澤武, 佐藤弘毅, 赤堀侃司: “モバイル端末を活用した小テストの出題形式と出題方法が動機づけや正答率に与える影響—テスト接近・回避傾向に着目して—”, 日本教育工学会論文誌, 第 38 卷, 第 3 号, pp.193-209 (2014)
- (7) Kitazawa, T., Sato, K. and Kanji, A.: “The Effect of Question Styles and Methods in Quizzes Using Mobile Devices”, Peña-Ayala, Alejandro (Ed.) Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning: Fundamentals, Applications, and Trends, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 406, Springer Book, pp.1-22 (2016)
- (8) 北澤武: “小テストの出題方法とテスト接近・回避傾向を考慮したタブレット端末とスマートフォンによる正答率の比較分析”, 日本教育工学会研究報告集 16-1, pp.359-366 (2016)
- (9) 伊藤俊彦: “情報科学入門 [第 2 版]”, ムイスリ出版, 東京 (2011)

順序尺度データの分析方法に関する考察

櫻井 良樹^{*1}, 根本 淳子^{*2}

*1 熊本大学, *2 愛媛大学

Study on the Methods to Analyze Ordinal Scale Data

Yoshiki Sakurai^{*1}, Junko Nemoto^{*2}

*1 Kumamoto University, Ehime University

教育研修の評価データ収集で用いられるリッカートスケールによるアンケートデータに関し、ピアソンの独立性検定を用いた分析方法を検討した。実データサンプルを題材としてこれらを適用した結果、いくつか新たな知見が得られることが示唆された。

キーワード: Learning Analytics, 順序尺度, リッカートスケール, ピアソンの独立性検定

1. はじめに

高等教育と企業内研修のどちらでも、教育研修評価のためにアンケートを収集することが多い。これは、アンケートが手軽に短時間で実施でき、実施者（提供者）と学習者（受給者）の双方にとってメリットがあるからである。通常、アンケートの各項目は、1) 選択肢を提示するクローズド・クエスチョン、2) コメント欄を設ける自由記述オープン・クエスチョンの2タイプを使い分ける。近年、Learning Analyticsが注目されるに従い、2)のような非構造化データに対して統計処理を適用する手法もいくつか考案されている。しかし現時点では、まだ1)を対象としたデータ分析が主流を占めている。アンケートの選択肢の設定方式としては、リッカートスケールを採用する例が非常に多く、特に5段階での選択肢提示が一般的である。ここで、リッカートスケールは順序尺度であるため、定量的なデータ分析には十分な注意が必要である。本稿では、筆者等が取り組んでいるアンケートデータ分析を題材として、5段階リッカートスケールによるアンケートデータ分析手法自体に関して検討した。

2. アンケートデータ

2.1 対象科目

今回分析するのは、某大学院大学の某大学大学院の入学予定者向けの準備科目である。年1回、毎年同

時期に実施される。履修期間は約3か月で、受講者は毎年10名～20名程度である。

2.2 アンケート情報

分析対象とするアンケートは、上述した科目に関する学習意欲や満足度を問う19の質問からなり、いずれも5段階リッカートスケール(1:全くxxではない, 2:あまりxxではない, 3:どちらともいえない, 4:ややxxである, 5:とてもxxである)を選択肢として提示している。質問の1つは逆転項目であるため、結果を反転させた。なお、アンケートの後半には、別の視点からの質問に関する自由記述欄を設けているが、今回はこれを対象外とする。

アンケートは、科目開始直後と終了後の2回、同じ内容で実施している。

2.3 属性項目

分析対象とするアンケートデータの属性は以下のとおりである。

- (1) 回答者
- (2) 質問番号
- (3) 実施タイミング

このうち、「(1) 回答者」には「(1) 年度」という関連属性がある。具体的には、アンケートを収集した当該カリキュラムの実施年度である2011～2015年度のいずれかに属している、

2.4 データ数

今回の分析では、19の「(2) 質問番号」と、事前（以下 Pre と記す）および事後（以下 Post と記す）の2回の「(3) 実施タイミング」全てに関して回答データが収集できた合計66名の「(1) 回答者」を対象とする。なお、「(1) 年度」別の対象「(1) 回答者」数は以下のとおりである。（）内には各年度の総受講生数を示す。

2011年度	11名	(18名)
2012年度	13名	(18名)
2013年度	11名	(17名)
2014年度	12名	(13名)
2015年度	19名	(22名)

3. 分析結果

3.1 年度別回答データ (Pre/Post 別)

「(3) 実施タイミング」をパラメータと考え、Pre/Post 別分析を前提とする。各「(1) 年度」に属する全回答者の全「(2) 質問番号」に対する、5選択肢別の頻度値を集計した。表1,2と図1,2にその結果を示す。

表1 年度別回答データ(Pre)

	1	2	3	4	5	合計
2011	2	6	22	94	85	209
2012	2	11	26	102	106	247
2013	0	7	11	95	96	209
2014	0	11	19	77	121	228
2015	2	6	25	147	181	361
合計	6	41	103	515	589	1,254

表2 年度別回答データ(Post)

	1	2	3	4	5	合計
2011	1	3	11	89	105	209
2012	3	8	21	103	112	247
2013	0	0	3	98	108	209
2014	17	9	13	77	112	228
2015	0	3	12	116	230	361
合計	21	23	60	483	667	1,254

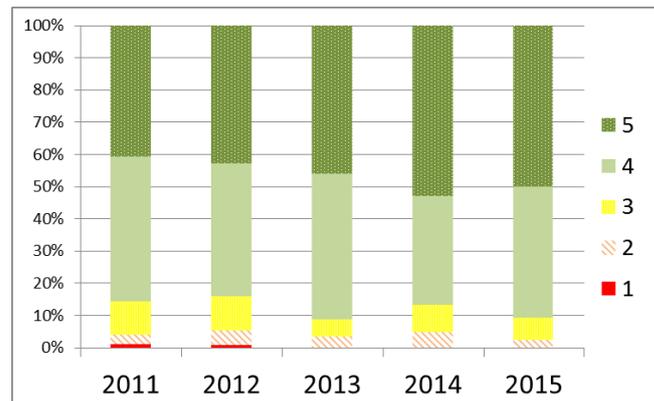


図1 年度別回答データ(Pre)

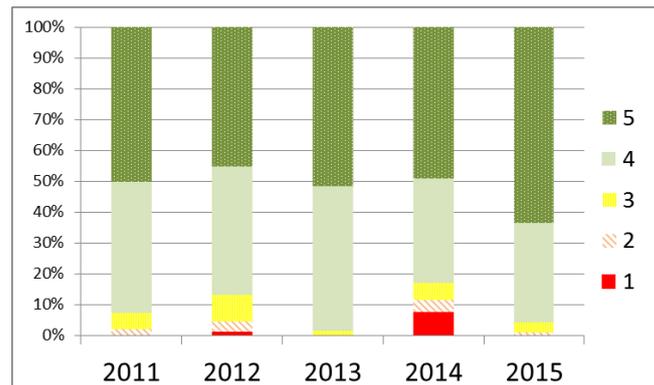


図2 年度別回答データ(Post)

表1および表2に関してピアソンの独立性検定を行ったところ、p値はそれぞれ0.0646と0.0000であり、以下の結果となった。

- (1) Post (表2) では、明らかに回答データと年度とは独立していない（年度ごとに回答データの分布に差がある）
- (2) Pre (表1) では、
有意水準10%で考えれば独立していない（年度ごとに回答データの分布に差がある）
有意水準5%で考えれば独立している（年度ごとに回答データの分布に差がない）

3.2 特異的な年度の抽出

3.2.1 分析方法の提案

前項で“独立ではない”，すなわち年度間で回答データ分布に差があると判明した場合，さらに分析を進めるためには特異的な分布を示す年度を同定できることが望ましい。そこで今回，この“特異的”な年度を同定する方法として以下に述べる4方式を試行した。

- (1) χ^2 計算の個別（期待度－観測度数）²データ判定
ピアソンの独立性検定では，クロス集計表にまとめられた個別頻度データから以下の計算式で χ^2 値を算

出する。(1)

$$\chi^2 = \sum \sum \frac{(\text{観測度数} - \text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

ここで、クロス集計表の各要素に対応した右辺の個別データで年度ごとの特徴を見極めることとする。個別データの判定閾値として、以下の2つを検討する。

当該データの自由度(今回は16)における設定有意水準での“ χ^2 判定値”をt, 個別データ個数をNとしたとき、

- ① 閾値 A = t
- ② 閾値 B = t/N

閾値 A は、個別要素1つで設定有意水準における閾値を上回る(すなわち、帰無仮説を却下する)場合、閾値 B は全個別要素がこれを上回ると設定有意水準において帰無仮説が却下される場合を意味する。

(2) 「単年度 vs 他年度合計」での独立性検定

例えば、2014年度のPreについて分析する場合、表1の2014年度とその他年度合計で2行×5列のクロス集計表に編集し、ピアソンの独立性検定を施す。

(3) 「当該年度以外」での独立性検定

例えば、2014年度のPreについて分析する場合、表1の2014年度以外で4行×5列のクロス集計表に編集し、ピアソンの独立性検定を施す。

(4) 単年度同士での独立性検定

全ての単年度同士の組み合わせ(2行×5列のマトリックス)それぞれに対してピアソンの独立性検定を施す。結果は5行×5列の対称マトリックス(ただし、対角成分は無効)で表現できる。

3.2.2 分析結果1

方式(1)による χ^2 計算の個別(期待度-観測度数)²データを表3と表4に示す、なお、閾値B以上のデータセルを赤字赤色塗りつぶしで示す。また、閾値A以上のデータセルを橙色塗りつぶしで示す。

表3 個別(期待度数-観測度数)²データ(Pre)

	1	2	3	4	5	合計
2011	1.000	0.102	1.361	0.777	1.766	5.005
2012	0.566	1.059	1.608	0.003	0.865	4.101
2013	1.000	0.004	2.215	0.979	0.048	4.246
2014	1.091	1.686	0.004	2.956	1.807	7.543
2015	0.043	2.853	0.730	0.011	0.772	4.408
合計	3.700	5.704	5.918	4.726	5.257	25.305

表4 個別(期待度数-観測度数)²データ(Post)

	1	2	3	4	5	合計
2011	1.786	0.181	0.100	0.898	0.342	3.306
2012	0.312	2.657	7.134	0.650	2.858	13.612
2013	3.500	3.833	4.900	3.804	0.090	16.128
2014	45.509	5.551	0.401	1.333	0.709	53.502
2015	6.045	1.980	1.610	3.820	7.514	20.969
合計	57.152	14.204	14.144	10.504	11.514	107.518

表4から、2015年度Postでは5つの評価値全てにおいて全般的な頻度分布傾向からの偏差が大きいため“特異的”であると考えられる。また、2014年度Postの「回答肢1」が個別データとしては特異値となっていることにも注目すべきである。

3.2.3 分析結果2

方式(2)および方式(3)の分析結果である各独立性検定におけるp値を表5と表6に示す。

表5 年度別Preデータの独立性検定p値

	方式(2)	方式(3)	(参考)総合
2011	0.0664	0.1987	0.0646
2012	0.0442	0.2765	
2013	0.0739	0.2777	
2014	0.1844	0.0558	
2015	0.0912	0.1854	

表6 年度別Postデータの独立性検定p値

	方式(2)	方式(3)	(参考)総合
2011	0.0000	0.41039	0.0000
2012	0.0000	0.00198	
2013	0.0000	0.00067	
2014	0.0000	0.00000	
2015	0.0000	0.00001	

2011年度Postは、5年間総合でも方式(2)でも“独立ではない”と判定されているにもかかわらず、同データを除外した方式(3)では“独立である”と判定された。このことから、2011年度Postは他年度Postとは頻度分布傾向が異なり“特異的”であると考えられる。

3.2.4 分析結果3

方式(4)による単年度同士の独立性検定結果を表7と表8に示す。なお、p値が0.01を下回るデータを赤字赤色塗りつぶしで示す。

表 7 単年度同士の独立性検定(Pre)

	2011	2012	2013	2014	2015
2011		0.864	0.170	0.028	0.170
2012	0.864		0.159	0.146	0.087
2013	0.170	0.159		0.073	0.334
2014	0.028	0.146	0.073		0.075
2015	0.170	0.087	0.334	0.075	

表 8 単年度同士の独立性検定(Post)

	2011	2012	2013	2014	2015
2011		0.341	0.060	0.001	0.021
2012	0.341		0.000	0.005	0.000
2013	0.060	0.000		0.000	0.002
2014	0.001	0.005	0.000		0.000
2015	0.021	0.000	0.002	0.000	

表 8 からは、Post では 2011 年度以外の各年度が互いに“独立ではない”ことを示唆している。

4. 考察

今回は、2 章で示したデータに対して複数の分析方式を適用した。これらの結果を総合的に俯瞰して得られる推定を以下に示す。

表 2 に示す Post データ全体(5 行×5 列)に関する独立性検定では p 値が非常に小さく“独立ではない”と推定された。すなわち、各年度の分布は何かしら異なっていることを示唆した。そこで分析粒度を「(1) 年度」へと小さくしたところ、2011 年度に関しては方式(1),(3),(4)の結果で他の 4 年度との違いが存在することが認められた。方式(1)の結果(表 4)からは、2011 年度が 5 年度全体の分布傾向に基づく“期待値”に近いことを示している。また、単年度比較である方式(4)の結果(表 8)では 2012,2013,2015 年度とは“独立である”となった。これらから、2011 年度は各年度の合計から導出される“平均的な分布”となっている可能性が高いと推定できる。

方式(3)でも 2011 年度は他の post 年度とは異なった結果を示している。方式(3)の結果では、2011 年度データを除外した 4 年度分のデータ(4 行×5 列)では“独立である”となった。これと Post データ全体の独立性検定が“独立ではない”という結果を合わせて考えると、2011 年度のデータが加わることによって独

立性が“なし”から“有り”に変化したことを意味すると考えられる。つまり、2012 年度から 2015 年度がそれぞれ“ばらばら”な分布傾向を示しているのに対し、全体の“平均的な分布”である 2011 年度データが加わることによって分布のばらつきが縮小されたと考える。

Pre 全体データの独立性検定結果に関しては熟慮する必要がある。当初の想定では、Pre 全体では“独立である”ことを期待していた。すなわち、各年度で受講者は異なるため、年度間でのサンプル集団の均一性は担保されていない。そこで、この全体データの独立性検定によって“独立である”ことをもって、年度間でのサンプル集団の均一性を検証しようと考えた。今回の結果で p 値は 0.06 となった。これは、有意水準を 5%(0.05)に設定すれば帰無仮説“年度と評価値は独立である”が却下されず、当初想定どおり“独立である”ことを意味する。しかし、“有意水準 5%”については米国統計学学会でもその“絶対視”に対して懸念が表明されている⁽²⁾。有意水準 10%で判定すれば前述の帰無仮説が却下され、“独立ではない”となる。有意水準の設定値に関しては今後の検討課題とする。

5. おわりに

今後、本稿で提案したピアソンの独立性検定に基づく分析方式を他のサンプルデータにも適用し、方式としての堅牢性を高めるとともに、様々な判定閾値や考慮すべき条件(例えば、クロス集計表のマトリックスサイズ、個別データの許容最小値など)の明確化を目指す。

参考文献

- (1) 栗原 伸一: “入門統計学”, オーム社 (2011)
- (2) The ASA's statement on p-values: context, process, and purpose, <http://amstat.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00031305.2016.1154108> (2016 年 4 月 11 日確認)

道路進行方向における新視点画像の生成システム

大政 孝充^{*1}, 鈴木 一史^{*2}
放送大学大学院^{*1}, 放送大学^{*2}

The System that Produces New View Synthesis along Roads

Takamitsu Omasa^{*1}, Motofumi Suzuki^{*2}

Graduate School of the Open University of Japan^{*1}, The Open University of Japan^{*2}

In the field of education, it is useful for students to learn outdoors rather than indoors. However, it is difficult to learn outdoors because of various restrictions. In order to solve these problems, we propose a new system by which students can obtain valuable experiences as if they were outdoors. In this system, it is important to produce image from a new viewpoint in this field, there are already several methods such as Sweep-Space algorithm or DeepStereo which uses CNN. While these methods produce realistic images, there are two main drawbacks. First, these methods require an enormous amount of time. Second, these methods require many images that are taken at closed viewpoints. We will limit these methods to the task of rendering digital images of road scenes, thereby finding solutions for these problems.

キーワード: 新視点画像合成, イメージベースドレンダリング, 画像処理

1. はじめに

学校の生徒が戸外での体験を通して学ぶことは多い。もし仮に生徒が世界各地の道路上を自由に歩き回ることができれば、彼らが得られるものは計り知れないだろう。しかし実際には時間的制約や経済的制約のために戸外で歩き回ることが容易でない。一方で近年における情報技術の発展により、我々は様々な分野でヴァーチャルな体験を得ることができるようになった。しかしその現在においても、生徒が屋内にしながら戸外に出て自由に歩き回るような感覚を得ることは難しい。なぜなら戸外の完全な 3D モデルが存在しないため、外の景色と同じものをヴァーチャルに作り出すことが容易でないのだ。よって、なんらかの方法で 3D モデルを作り出すか、あるいは 3D モデルを代用する必要がある。

画像処理の研究分野において、この問題への対応策の 1 つとして *image-based rendering* という研究領域が存在する。これは複数の画像から 3D モデルを構築する領域である。この領域には幾つかの手法が提案されている。しかし本研究の目的を鑑みた場合、必ずし

も完全な 3D モデルを構築する必要はない。なぜなら戸外を歩き回る状況においては、その主たる行動範囲は道路上に限定される。よって道路上からの視点による道路周辺を捉えた映像があれば足りるのである。

そこで我々は *Google Street View* に代表される、風景画像配信サービスに着目した。これらのサービスでは、道路上から見た風景画像を無料で大量に得られる。しかし一般的にこれらのサービスが配信するのは、道路に沿った数十メートル地点ごとの風景画像である。これだけでは道路を歩くような感覚のシステムは作れない。よって離れた 2 地点から撮影した風景画像から、その中間地点から見た風景画像を自動生成する必要がある。

このように画像を生成する手法は *new view synthesis* と呼ばれる。同分野では従来からアルゴリズムで幾つかの手法が提案されている。いずれも挑戦的な試みではあるものの、実際の風景画像と見間違えるような画像の生成には至っていない。しかし 2015 年において *deep learning* を用いた *DeepStereo*[5] と呼ばれる手法が提案され、その高い性能が確認された[6]。

近年コンピュータビジョンの各分野では deep learning を用いることで従来のアルゴリズムによる結果を上回る、高い性能が得られている。このような状況を踏まえると、new view synthesis においても今後 deep learning が主流になると思われる。しかし DeepStereo を我々が目的とするタスクに使用することは、いくつかの問題のため困難である。このような背景から、本研究では DeepStereo の仕組みを真似た新手法を提案する。それは既存の手法を組み合わせ、それに独自のアルゴリズムを加えたものである。

2. 関連研究

2.1 アルゴリズムを用いた new view synthesis

従来からアルゴリズムで処理する new view synthesis の手法は幾つか提案されている。O. Woodford[8]らは CRF (conditional random fields) によるグラフカット法を改良したモデルを用いた。また G. Chaurasia[7]らのモデルは画像を superpixel に分割し、それを歪めて新視点画像を生み出した。

いずれの手法においても非現実的な画像が生成されるという問題点がある。これは特にオクルージョンの周辺で顕著である。

2.2 deep learning を用いた new view synthesis

DeepStereo は deep learning を使って新視点からの画像を創り出そうという意欲的な試みである。この手法では、まず複数視点からの画像から新視点における画像候補を plane-sweep 法により複数生成する。これら候補画像を deep learning のモデルへ入力する。deep learning のモデルは2つの Tower から構成される。1つ目は Color Tower であり、画像の色情報を学習する。2つ目は Select Tower であり、深さの確率を学習する。この2つを最上層にて統合し、出力画像を生成する。出力画像と実際に新視点から撮影された画像との誤差を求め、学習する。

この仕組みにより DeepStereo は高い性能を実現した。しかしこれを我々が目的とするタスクに使用する場合、2つの点で問題が生じる。1つ目の問題点は、学習済みのモデルで出力する場合においても、計算に膨大な時間を要することである。これにより、リアルタイムの処理が不可能となる。よってそのままでは

我々の求めるシステムに対応できない。

2つ目の問題点は、入力画像として近接する5地点の画像が必要なことである。Google 自身はこのような画像を有しているが、一般にはその一部が公開されているのみである。代わりに離れた地点から撮られた画像を用いて同様の処理を行った場合、精度の低下が考えられる。よって DeepStereo の仕組みを用いるにはこれを変化させる必要がある。我々の手法は DeepStereo で用いられた plane-sweep 法を真似つつも、全体を学習に頼らない新たなものである。具体的には semantic segmentation で deep learning を使い、これとアルゴリズムを組み合わせている。

2.3 deep learning を用いた semantic segmentation

近年、deep learning を用いた semantic segmentation に関しては幾つかの手法が提案されている。J. Long ら[1]は CNN (convolutional neural network) で通常用いられる高層における全結合を畳み込み層に変えたモデルで従来のアルゴリズムの性能を大きく上回る精度を達成した。P. Pinheiro らの DeepMask[3]は、通常の CNN 構造の後に2つに分割された構造をつなげたモデルである。分割された1つ目の構造からは物体のセグメントを出力し、2つ目の構造からはその物体の可能性を出力する。S. Zheng ら[4]は条件付き確率場と RNN (recurrent neural network) を組み合わせたモデルを提示している。これらのモデルはいずれも学習済みモデルで出力する際にも多くの時間を要する。

V. Badrinarayanan らの SegNet[2]は CNN の encoder の後に同じ構造で順序が逆の decoder を繋げたモデルを用いた。SegNet は車載カメラからの映像のように路上からの視点に対応するため作られたものである。よってリアルタイムに対応する高い処理速度を達成している。本研究ではこの手法を利用する。一方で SegNet のセグメンテーションは他の手法に比べて幾分粗い。本研究ではこの点をアルゴリズムと組み合わせることで克服する。

2.4 アルゴリズムを用いた領域分割

アルゴリズムを用いた領域分割に関しては幾つかの手法が提示されている。ミーンシフト法[10]は標本

点から確率密度関数の極大点を探索する手法であり、対象画像の追跡にも用いられる。グラフカット法[11]は各画素を対象と背景に分割する問題を各画素のラベル付け問題として解く手法である。SLIC[12]は色情報と距離情報をもとに領域に分割する手法である。我々の手法では領域分割として SLIC を用いる。

2.5 plane-sweep 法

R. T. Collins[9]は複数の視点における画像から新たな視点における画像を生成する手法を提案した。まず求める新視点から複数の距離 $d_i (i = 1, 2, \dots, n)$ に平面 $Z_i (i = 1, 2, \dots, n)$ を想定する。この平面それぞれに対して複数の視点 $m_j (j = 1, 2, \dots, k)$ から画像を投影する。これを全ての視点 m_j に対して行う。ある注目物体 Y が d_i の距離に存在するとする。そうすると、 d_i の距離にある平面 Z_i においては、この注目物体 Y がいずれの視点 m_j からも平面 Z_i 上の同一座標 X に投影されることになる。つまり座標 X においては、それぞれの視点から投影された色は等しい。よって色が等しくなる座標は対象の物体が一致すると見なして、その対象物体の距離を d_i と考える。このようにしてそれぞれの物体の距離を求めると、新視点からの画像も作成できる。我々の手法では、plane-sweep の手法を用いて、2 視点からの画像を別の新視点における画像上に投影する。

3. 提案手法

提案手法の概略は以下のようになる。まずある視点から撮影した画像に対して、何らかのアルゴリズムで superpixel の領域に分割する。一方で、同じ画像を deep learning の semantic segmentation 系モデルにかけ、その出力を得る。次にこの両者を照合し、superpixel 領域ごとにそのクラスが何であるかタグ付けする。この操作を別の視点から撮影した画像に対しても行う。

次に、plane-sweep 法により、新視点からの距離がそれぞれ違う n 個の平面を生成する。この平面を使って、2 地点からその中間となる新視点に対してピクセルごとの投影を行う。これを全ての n に対して行う。最後に、どの n が最もらしいか判定する。この判定には、色情報およびクラス情報を用いる。

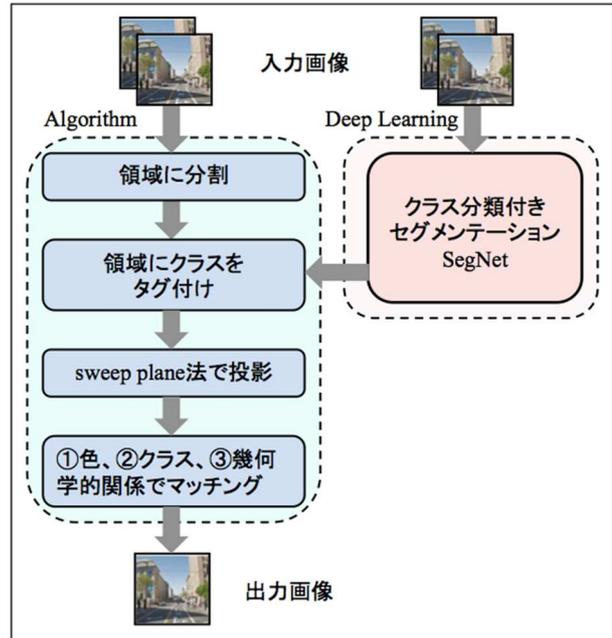


図 1 提案手法の全体図

以下、提案手法の詳細を述べる。

3.1 領域に分割

領域分割で用いる SLIC の概要は以下である。まず分割数 k を決定し、画像全体を k 個の格子状領域に均等に分ける。各領域に i の番号をラベリングする。初期の各領域における色情報及び座標を

$$C_i^0 = (l_i^0, a_i^0, b_i^0, x_i^0, y_i^0) \dots (3.1.1)$$

とする。分割領域のサイズを $S \times S$ とする。注目画素に対し、 $2S \times 2S$ の範囲で(3.2)~(3.4)式を用いて探索を行う。

$$D = \sqrt{d_c^2 + m^2 d_s^2} \dots (3.1.2)$$

$$d_c^2 = (l_j - l_i)^2 + (a_j - a_i)^2 + (b_j - b_i)^2 \dots (3.1.3)$$

$$d_s^2 = (x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 \dots (3.1.4)$$

ここで d_c は注目画素と中心画素との色の差、 d_s は注目画素と中心画素とのユークリッド距離、 m は色に対する距離の重みである。全ての画素をいずれかの領域にクラスタリングすれば、0 回目の操作は終了である。以上の操作を各領域の中心座標が動かなくなるまで繰り返す。

図 2 に SLIC による領域分割の例を示す。



図 2 SLIC による領域分割例 元画像（左）、SLIC による処理結果（右）

3.2 deep learning による semantic segmentation

semantic segmentation で用いる SegNet は encoder 部の後に decoder 部をつなげた構成である。encoder 部では畳み込み層とプーリング層の組み合わせを 5 回繰り返す。decoder 部では upsampling 層と畳み込み層の組み合わせを 5 回繰り返す、最後に softmax 層で出力する。SegNet を用いた場合の 2 地点入力画像を図 3 に示す。

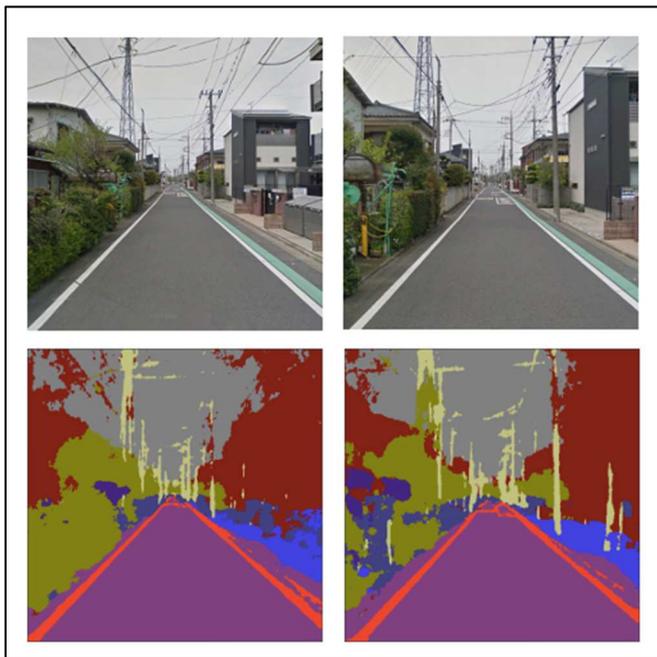


図 3 SegNet による出力結果 上側が入力画像、下側がそれぞれの出力結果。

3.3 領域にクラスをタグ付け

3.1 で得られたそれぞれの領域に対してクラス付けを行う。 i 番目の領域 S_i に含まれる全てのピクセルの個数を N_{S_i} とする。 i 番目の領域 S_i に含まれるピクセルのうち、3.2 で求めた j 番目のクラスに属する個数を $N_{S_i}^j$ とする。

$$\frac{N_{S_i}^j}{N_{S_i}} \geq Th \dots (3.3.1)$$

ならば、領域 S_i は j 番目のクラスとする。 Th は閾値である。この結果を図 4 に示す。

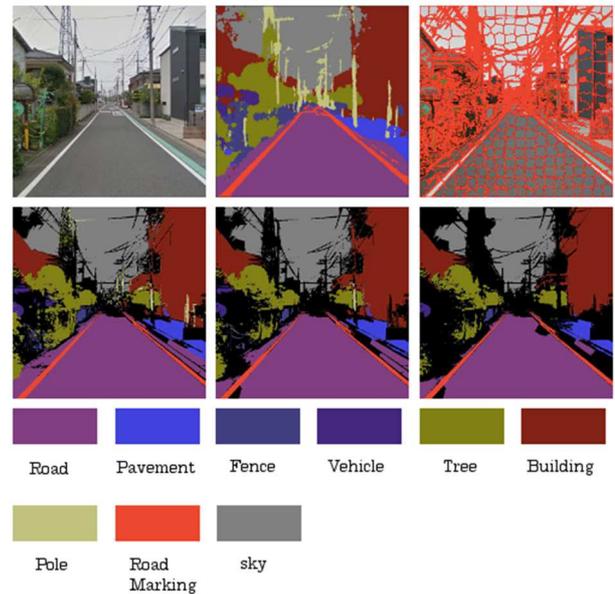


図 4 領域ごとにタグ付けされたクラス 元画像（左上） SegNet による出力（中央上）、SLIC による領域分割（右上）。下段はクラスをタグ付けされた領域で左から閾値 0.6、0.7、0.8。黒色はクラスをタグ付けされていない領域

3.4 sweep-plane で投影

図 5 のように幾何学的関係を単純化する。

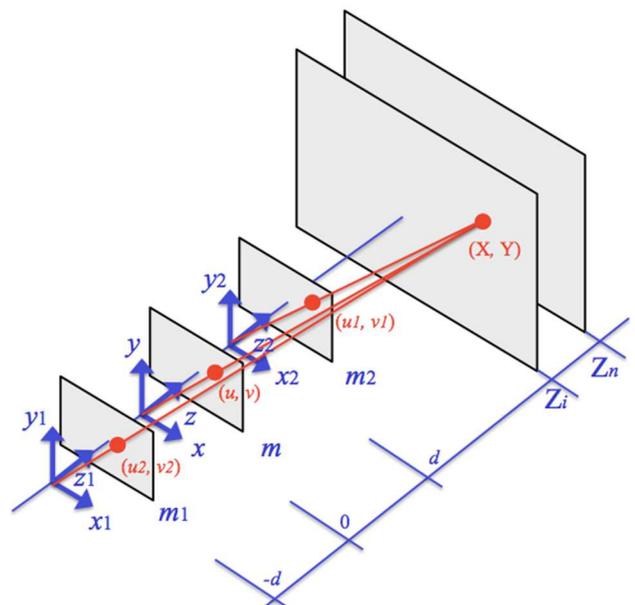


図 5 撮影地点の幾何学的関係

m_1 地点と m_2 地点から撮られた 2 枚の画像から新視点 m における画像を生成する. m 視点のカメラ座標系をワールド座標系と一致させる. m_1 のカメラ座標系および m_2 のカメラ座標系はワールド座標系を z 軸方向にそれぞれ $-d$ 、 d 平行移動させたものとする. カメラ座標系はそれぞれの画像の中心を通るようにする. sweep-plane を n 枚想定する. i 番目の sweep-plane のワールド座標系における z 座標の値を Z_i とする. ワールド座標系における $X(X, Y, Z_i)$ の値を m 、 m_1 、 m_2 からの画像に投影した場合、その画像上の座標をそれぞれ $m(u, v)$ 、 $m_1(u_1, v_1)$ 、 $m_2(u_2, v_2)$ とする. X およびこれらの点における同時座標をそれぞれ $\tilde{X}(X, Y, Z_i, 1)$ 、 $\tilde{m}(u, v, 1)$ 、 $\tilde{m}_1(u_1, v_1, 1)$ 、 $\tilde{m}_2(u_2, v_2, 1)$ とする. 幾何学的関係から

$$\tilde{m} \sim A(R|t)\tilde{X} \dots (3.4.1)$$

$$\tilde{m}_1 \sim A(R|t_1)\tilde{X} \dots (3.4.2)$$

$$\tilde{m}_2 \sim A(R|t_2)\tilde{X} \dots (3.4.3)$$

となる. ここで A はカメラの内部パラメータを表す 3×3 の行列である. R はワールド座標系からそれぞれのカメラ座標へ変換する 3×3 の回転行列であるが、今回は単位行列である. t はワールド座標系からそれぞれのカメラ座標への平行移動を表す 3×1 の行列である. \sim は両辺が定数倍の違いを残して等しいことを表す. 図 5 の幾何学的関係から、(3.4.1) 式は

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} \frac{f}{\delta} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{f}{\delta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_i \\ 1 \end{bmatrix} \dots (3.4.4)$$

となる. ここで画素の物理的な間隔は x 軸方向、 y 軸方向いずれにおいても δ としている. f は焦点距離である. これを計算して

$$\begin{cases} u = \frac{f X}{\delta Z_i} \dots (3.4.5) \\ v = \frac{f Y}{\delta Z_i} \end{cases}$$

が求まる. 同様にして(3.4.2)式、(3.4.3)式から

$$\begin{cases} u_1 = \frac{f X}{\delta Z_i + d} \dots (3.4.6) \\ v_1 = \frac{f Y}{\delta Z_i + d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_2 = \frac{f X}{\delta Z_i - d} \dots (3.4.7) \\ v_2 = \frac{f Y}{\delta Z_i - d} \end{cases}$$

がそれぞれ求まる. (3.4.5)、(3.4.6)、(3.4.7)から (u, v) と (u_1, v_1) 、 (u_2, v_2) との関係が以下のように求まる.

$$\begin{cases} u = \frac{Z_i + d}{Z_i} u_1 \dots (3.4.8) \\ v = \frac{Z_i + d}{Z_i} v_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} u = \frac{Z_i - d}{Z_i} u_2 \dots (3.4.9) \\ v = \frac{Z_i - d}{Z_i} v_2 \end{cases}$$

(3.4.8)式は m_1 地点の画像上 (u_1, v_1) におけるピクセルが表す物体が Z_i の距離にあると想定した場合、 m 地点における画像上でその物体の座標が (u, v) となることを表している. これを全てのピクセルに関して行う. これにより m 地点において 2 枚の画像 M_1^1, M_1^2 が作成される.

さらにこの操作を全ての $Z_i (i = 1, 2, \dots, n)$ に対して行う. これにより $2n$ 枚の画像 $M_i^j (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2)$ が作成される. 画像 M_i^j の各ピクセル $m_i^j(u, v)$ は色情報のほか、3.3 で求めたクラス情報を保持している.

3.5 マッチングによる出力

マッチングは 2 段階で行う. 第 1 段階において、sweep-plane 法に馴染まない道路、路面表示、空を独自に求める. 第 2 段階において、道路、路面表示、空以外のマッチングを行う. 具体的には 3.4 で求めた M_i^j に対し、 $i = 1$ から順に、 M_i^1 と M_i^2 とのマッチングをピクセルごとに判定していく. 判定には色情報とクラス情報を用いる. $i = 2$ 以降はマッチングしたと判定されていないピクセルに対してのみ行う.

4. 今後の課題

特に 2 つの点で大いに改良の余地があると思われる. 1 つ目は最後のマッチングの段階において領域の特性をいかすことである. 同じ領域であれば同程度の距離にあると思われる. これらを同一に扱うような改良が考えられる. 2 つ目は同じくマッチングにおいて、SegNet で得られた意味的情報を十分に生かすことである. 例えば、pole と判定された電信柱の位置はおお

よそ道路の端である。このような典型的な位置関係をいかすことは精度の向上に貢献すると思われる。あるいは街路樹はどれも似ているので、マッチングの際に別の木とマッチングされないような工夫が必要である。

5. おわりに

本研究では2地点から撮られた風景画像から新たな視点における風景画像を生成する新たな手法を提案した。これはアルゴリズムとディープラーニングを組み合わせたものである。これによりこれまでになく新たな仕組みを提示できた。しかし先に述べたように改良の余地は多い。またこの手法の優位性を示すには、精度、処理速度両面における定量的な評価が必要となる。

参 考 文 献

- (1) J. Long, E. Shelhamer, and T. Darrell: “Fully convolutional networks for semantic segmentation”, in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.3431-3440 (2015)
- (2) V. Badrinarayanan, A. Kendall, R. Cipolla: “SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Robust Semantic Pixel-Wise Labelling”, arXiv:1505.07293 (2015)
- (3) P. O. Pinheiro, R. Collovert, P. Dollar: “Learning to Segment Object Candidates”, arXiv:1506.06204 (2015)
- (4) S. Zheng, S. Jayasumana, B. Romera-Paredes, V. Vineet, Z. Su, D. Du, C. Huang, P. H. S. Torr: “Conditional Random Fields as Recurrent Neural Networks”, arXiv:1502.03240 (2015)
- (5) J. Flynn, I. Neulander, J. Philbin, N. Snavely: “DeepStereo: Learning to Predict New Views from the World’s Imagery”, arXiv:1506.06825 (2015)
- (6) DeepStereo: Learning to Predict New Views from the World’s Imagery – YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=cizgVZ8rjKA>
- (7) G. Chaurasia, S. Duchene, O. Sorkine-Hornung, G. Drettakis: “Depth synthesis and local warps for plausible image-based navigation”, ACM Transactions on Graphics, 32. (2013)
- (8) O. Woodford, I. Reid, P. Torr, A. Fitzgibbon: “On new view synthesis using multiview stereo” (2007)
- (9) R. T. Collins: “A Space-Sweep Approach to True Multi-Image Matching”, Technical Report 95-101,

- Computer Science Department, Univ. of Mass (1995)
- (10) D. Comaniciu, P. Meer: “Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis”, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no.5, pp. 603-619 (2002)
- (11) Y. Boykov M-P. Jolly: “Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary & Region Segmentation of Objects in N-D Images”, Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, I, pp. 105-112 (2001)
- (12) R. Achanta, A. Shaji, K. Smith, A. Lucchi, P. Fua, S. Susstrunk: “SLIC Superpixels Compared to State-of-the-art Superpixel Methods”, PAMI (2012)

複数視点の動画を用いた自己省察補助の提案

空野 耕介^{*1}, 西奥 一清^{*2}, 尾崎 拓郎^{*3}

*1 大阪教育大学大学院 教育学研究科, *2 大阪教育大学 教育学部,
*3 大阪教育大学 情報処理センター

Propose a support of self-reflection by multi-viewpoints of the videos

SORANO Kosuke^{*1}, NISHIOKU Kazukiyo^{*2}, OZAKI Takuro^{*3}

*1 Osaka Kyoiku University Graduate School, *2 Osaka Kyoiku University Departments,
*3 Osaka Kyoiku University Information Processing Center

あらまし：本稿では、複数視点の動画を用いた自己省察補助の提案を行う。平成 24 年に中央教育審議会からの答申により、学び続ける教員像が注目された。従来、授業者が授業リフレクションを行う際には自身の指導案や記憶から行ってきた。しかし、指導案や記憶からでは授業者の所作や学習者の反応を正確に読み取ることができない。そこで複数の動画プレーヤを用いて、複数の視点で授業リフレクションができるアプリケーションを開発した。開発したアプリケーションにより、教員は自身の授業における授業リフレクションをより簡単に、自身のタイミングで行うことができるようになった。

キーワード：学び続ける教員像, 省察, 動画, 授業リフレクション

1 はじめに

教育水準の保証を図る上で、教職員による自己省察の実施は進んでいる⁽¹⁾。平成 24 年に中央教育審議会から「教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について」が答申され、学び続ける教員像が注目された⁽²⁾。

大阪教育大学において教員養成を行う課程で、様々な試みがなされている。例として、2011 年より省察する教師を養成する教育実習の開発の一環として、カンファレンスを組み込んだリフレクション・プログラムの検証がなされた⁽³⁾。教育実習生に対して、事前カンファレンス、中間カンファレンス、事後カンファレンスの 3 度のカンファレンスの場を設けることで、授業に対する見方や自身の授業改善への意欲を高めることができた。また、教員養成用 SNS の開発として、2014 年より教育実習における情報共有サービス「スマートフォリオ」を試用し、教育実習生における授業リフレクションの検証を行っている⁽⁴⁾。スマートフォリオを通して教育実習生と実習校の担当教員、そして大学の指導教員が情報交換を行うこと可能である。そのため、遠隔地でも実習校の担当教員と大学の指導教員が連携して教育実習生の指導に当たることができた。スマートフォリオにより、実習簿や、学習指導案、授業動画の閲覧をオンライン上で行うことができた。

しかし、上記で挙げられた既存の授業リフレクション制度は、教育実習における効率的・効果的な授業リフレクションを目的としている。そのため、学び続ける教員像として、大学を卒業しても教員だけで授業リフレクションを行うことができる保証は無い。また授業ビデオなどで授業リフレクションを行うこともあるが、授業リフレクションを行うための単一動画プレーヤでは、授業者の所作または学習者の反応から 1 つしか見ることができない。

そこで、授業者が手軽に授業リフレクションを行うことができ、複数の動画を用いることで授業者の所作と学習者の反応を同時に視聴することができるアプリケーションの開発を目的とした。

2 動画アプリケーション

平成 26 年度に行われた学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果から、タブレット端末の主要 OS である iOS と Android のシェアを比較すると、教育現場では iOS が 3.5 倍のシェアを占めていることがわかる⁽⁵⁾。現職教員による活用を考慮しているため、iOS 対応アプリケーションを開発することにした。既存の iOS 対応した動画再生アプリケーションについて述べる。

2.1 iMovie

iMovie は Apple 社が 1999 年よりリリースしている iOS 向けムービー制作アプリケーションである⁽⁶⁾。iMovie は、iOS 7 対応デバイスを対象に App Store で無料でインストールすることができる。

2.1.1 iMovie の機能

iMovie の機能について述べる。

- ムービークリップの連結
- オーバーレイ機能
- クリップにおける長さや順番の調整
- 静止画の追加
- 効果の付与
- トランジションの追加
- BGM の追加
- プロジェクトの複製
- ムービーの書き出し
- YouTube にムービーの公開

動画ごとに分割や複製，再生スピード，音量調節，文字入力，フィルタの適用をすることができ，自身に合った編集ができる．またムービークリップを連結するための制限は無いため，いくらでも動画をつなげることができ，オーバーレイ機能により，動画を2つまで重ねて再生できる．

2.1.2 授業リフレクションとしての iMovie

iMovie を通した授業リフレクションとして用いる時，iMovie の操作性が良いとはいえない．実際，動画部分が占める画面の占有面積は 1/3 から 1/2 であり，カメラロールにムービーファイル書き出すまで動画をフルスクリーンで視聴できない(図 1)．また再生中の操作ができないため，注視点に応じた操作ができない．



図 1 iMovie のプロジェクト画面

2.2 Fun!Lesson

Fun!Lesson は ISAC 社が 2013 年よりリリースしている自己レッスン向け動画プレーヤーアプリケーションである(7)．Fun!Lesson は，iOS6.0 以降に対応しており，価格は 240 円で App Store で販売されている．Fun!Lesson の動画プレーヤーは異なる 2 つのビューア用意されており，一方に手本となる動画を写し，他方に自身の所作を写した動画を写すことを想定している．

2.2.1 Fun!Lesson の機能

Fun!Lesson の機能について述べる．

- 録画・再生
- 再生スピードの変更
- 左右反転
- 動画の拡大・縮小
- Overlap Window

動画に対して行う編集作業は iMovie よりも少ないが，Overlap Window 機能を用いることで動画に透過性を持たせ，動画を重ねることができる．2 つの動画を重ねることによって，所作の差異を細かく視ることができる．

2.2.2 授業リフレクションとしての Fun!Lesson

Fun!Lesson はダンスやゴルフのフォームに対し，動画を重ねることによって細かな差異を視ることができる．しかし，Overlap Window 機能は 2 つの動画に対して，強制的に透過性を持たせることから，動画が見えづらく，授業リフレ

クションとしての利用が難しくなる(図 2)．また，有料アプリであることからダウンロードのハードルは高いことがある．



図 2 Fun!Lesson の OverlapWindow 機能

3 提案アプリケーション

本章では提案アプリケーション(以下，提案アプリ)について述べる．提案アプリは，2 つの動画を用いることにより，多視点での自己省察補助を目的とし開発を行った．一方に授業者の所作を写し，他方に学習者の反応を写すことを想定している．ただし，単一動画の視聴もできる．提案アプリにおいて，ユーザはカメラロールからアプリ内に動画を圧縮しアップロードすることによって，動画を視聴できる．

提案アプリはプロジェクト選択画面，プロジェクト画面，動画選択画面から成る．プロジェクトとは，プロジェクト画面で操作された 2 つの動画，2 つの動画におけるトリミング状態そしてフォーカスの状態を指す．

プロジェクト選択画面では，保存されたプロジェクトを選択できる．プロジェクトを選択することによって，保存されたプロジェクト内容が復元される．プロジェクトにはプロジェクト名が付与でき，日時や内容に関する名前をつけることができる．

プロジェクト画面では，2 つの動画を並べて視聴できる．また 2 つの動画に対して，トリミングやフォーカスの変更などの操作を行うことができる．機能については 3.1 で述べる．動画選択画面には選択ボタンにより遷移できる．

動画選択画面ではプロジェクト画面で視聴するための動画をサムネイルから選択する．アプリ内に動画をアップロードすることによりサムネイルが表示され，動画の選択を行うことができる．また動画のサムネイルを長押しすることによって，アプリ内から動画を削除することができる．

プロジェクト選択画面を図 3 に示し，プロジェクト画面を図 4 に示す．

3.1 機能

プロジェクト画面での機能について述べる．

- 各動画の再生，停止



図3 プロジェクト選択画面



図4 プロジェクト画面

- 各動画の音量調整
- 同時再生機能
- フォーカスの変更
- 動画トリミング
- 動画反転
- シークバーの同期
- プロジェクトのアプリ内保存
- ムービーの書き出し

各動画プレーヤに再生と停止が可能であり、音量も動画プレーヤに依存して設定ができる。

動画トリミングでは、動画の長さや、開始時間を変更することができる。動画トリミング作業中は再生や音量調整ができるが、シークバーの同期はできない。

シークバーの同期とは、それぞれの動画におけるシークバーに対して、一方のシークバーによる挙動を同期させる機能である。シークバー同期ボタンが存在し、シークバーの同期状態を切り替えることができる。シークバーの同期状態の場合にシークバーの同期機能を利用することができる。シークバーを同期させることで、互いの再生位置における対応をずらすことなく、シークバーを動かすことができる。シークバー同期中は動画トリミングができない。

フォーカスの変更とは、一方の動画をフルスクリーンに置き、他方をパンによる動画の移動とピンチイン・ピンチアウトによる拡大・縮小を行うことで動画の注目を変えることができる機能である。フォーカスの変更は再生中に行う

こともできるため、注目したいタイミングでフォーカスを変えることができる(図5)。

プロジェクトの保存では、2つの動画や、2つの動画におけるトリミング状態、焦点の変更状態、プロジェクト名を保存できる。保存されたプロジェクトは提案アプリのプロジェクト選択画面に表示される。



図5 フォーカスの変更による授業リフレクション

3.2 開発環境

開発環境について表1に示す。テスト環境について表2に示す。

表1 提案アプリ開発環境

	ソフトウェア	バージョン
OS	OS X El Capitan	10.11.3
統合開発環境	Xcode	7.2
開発言語	Swift	2.1.1

表2 提案アプリテスト環境

	OS	バージョン
iPad mini2	iOS	9.3.2
iPad Pro	iOS	9.3.2

3.3 提案アプリで扱う動画

提案アプリはiOS対応タブレットのカメラロールに保存されている動画を扱うことができるため、提案アプリで扱うことができる動画もiOS対応タブレットのカメラロールに準拠する。

また、提案アプリ内にアップロードできる動画時間は5,000秒(約90分)であり、大学の1講義分の動画をアップロードできる。

4 評価

4.1 授業リフレクションとしての提案アプリ

提案アプリは、タブレット上で動作するアプリケーションであるため、人数や時間、場所にとらわれず利用することができる。また教員は動画を用いて授業リフレクションを行うため、授業から長時間離れていても、記憶に左右されず正確な授業リフレクションを行うことができる。複数視点により授業者の所作と学習者の反応を同時に確認することができることによって、より良い授業リフレクションを行うことができる。異なる2つの動画を扱う以外にも、プロジェクト保存機能やシークバーの同期機能、同時再生機能などは、授業リフレクションに配慮した機能である。特に、フォーカスの変更機能は、手軽に2つの動画の注視点を変更できるため、教員が教員固有の授業リフレクションを行うことができる。

提案アプリはオフラインで使用可能であるため、提案アプリに関してデータの漏えいを考慮する必要がなく、データの取り扱いに注意するだけに留めることができる。

4.2 既存制度との比較

大阪教育大学の省察する教員を育成する制度は利用資格が大学構成員に限られるため、大学を卒業すると利用資格を失う。スタンドアロンで利用可能な提案アプリを利用することで、授業リフレクションを行う環境を整えることができた。

しかし、データの取り扱いなどの責任はすべて担当教員が負うため、注意が必要である。

4.3 既存アプリケーションとの比較

2章で挙げたアプリケーションと提案アプリの機能比較を表3に示す。

表3 既存アプリケーションと提案アプリの機能比較

	iMovie	Fun!Lesson	提案アプリ
再生・停止	可能	可能	可能
各動画の音量調節	可能	不可能	可能
再生スピードの変更	可能	可能	不可能
効果の付与	可能	不可能	不可能
フルスクリーン化	不可能	可能	可能
動画反転	不可能	可能	可能
同時再生	可能	可能	可能
フォーカスの変更	不可能	不可能	可能
ムービーの書き出し	可能	不可能	可能
プロジェクト保存	可能	可能	可能

4.4 実際の試行利用

本学所属の教員による自己省察を目的とした動画を利用し、提案システムの試用を行った。動画は、担当教員の講義において異なる2視点からビデオカメラによる動画収録を行い、mp4形式に変換したものを提案システムのiPadにインポートすることで行った。

2章で挙げたアプリケーションは同時再生や、プロジェクトの保存が可能であり、2つの動画を扱うことができた。しかし、各動画の音量調整やフルスクリーン化が不可能であったり、再生スピードの変更や効果の付与など、授業リフレクションにおいて不必要な機能が存在したりする。

提案アプリは授業リフレクションにおける必要な機能のみを搭載している。また独自機能であるフォーカスの変更機能によって、ユーザの操作性を一層向上させることができた。

5 おわりに

本稿では複数視点の動画を用いた自己省察補助の提案を行った。提案アプリは2つの動画やフォーカスの変更などを用いることで、授業リフレクションのサポートを行うことができる。提案アプリは実地検証を行っていないため、今後、教育実習生や、教員、塾講師などに協力依頼し、実地検証を行っていく。

参考文献

- (1) 文部科学省：自己点検・評価、教員の教育面の業績評価等の実施状況、http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/06/08061617/005.htm, 2016.4.2. 閲覧.
- (2) 文部科学省：中央教育審議会、教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について、http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/08/30/1325094_1.pdf, 2016.4.2. 閲覧.
- (3) 馬野範雄, 新坊昌弘, 菱田準子, 恵美成至, 橋本隆公：「省察する教師」を育成する教育実習の開発-カンファレンスを組み込んだリフレクション・プログラムの検証-, 大阪教育大学紀要, 第IV部門, 第64巻, 第1号, pp.55-67 (2015)
- (4) 仲矢史雄, 尾崎拓郎, 江藤亮, 手取義宏, 森田英嗣, 片桐昌直, 越桐國雄：動画, 手書きデータ, デジタルファイルを活用できる教員養成用 SNS の開発, 日本教育大学協会研究年報, Vol.33, pp.215-223 (2015)
- (5) 文部科学省：H26 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000031329511>, 2016.4.2. 閲覧.
- (6) Apple：iMovie, <http://www.apple.com/jp/ios/imovie/>, 2016.4.2. 閲覧.
- (7) ISAC：Fun!Lesson, http://www.isacnet.co.jp/teamapple/my_lesson.html, 2016.4.2. 閲覧.
- (8) Apple：iPad - 仕様書, https://support.apple.com/kb/SP580?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP, 2016.4.3. 閲覧.

大学専門基礎数学における反転授業に向けた動画教材開発

吉富 賢太郎

大阪府立大学 高等教育推進機構

Making of Video Lectures toward Flipped Classrooms in College Mathematics Courses

Kentaro Yoshitomi

Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University

大学における専門基礎数学(主として微積分や線型代数)の授業において、ブレンディッドラーニング等のアクティブラーニングの取り組みはまだ少ない。特に動画教材を活用した反転授業の事例は希少である。一方、近年、ほぼ100%の学生がスマートフォンを所有しており、動画視聴環境は十分そろっていると考えられる。本稿では、線型代数の特に抽象度の高い後期授業において、概念理解の促進を目的とした反転授業利用を目標とする教材としての動画開発とその利用について実践事例を紹介する。学生へのアンケート結果を元に問題点と課題を検証、動画教材における作成のポイントについて考察する。また、Webベースの評価システムと組み合わせた反転授業教材開発に向けてスマートフォン活用の今後について検討する。

キーワード： 動画教材, 反転授業, 数学教育, eラーニング

1. はじめに

反転授業 (flipped classroom) とは、通常、講義で解説する内容を、主に動画教材を活用して事前に自学自習させ、教室で行う授業 (= 対面授業) においては、より進んだ議論や演習によってその理解を深めたり、もしくは、技能を高めたりする授業形態である。対面授業におけるディスカッションやグループワークによる活動はアクティブラーニングであり、受講者の授業参加を受動的なものから能動的なものへと転換する。

反転授業において用いられる事前学習教材は、自習教材であり、一般に解説教材とプレテスト・ポストテストによる評価を組み合わせたものである⁽¹⁾。学習者はプレテストによって、履修の必要性の判断や基礎知識の確認を行い、ポストテストによって、自分の理解状況の確認を行う。対面授業と自習教材の組み合わせは受講者のブレンディッドラーニングを提供する。教員はまた、ポストテストにオンラインテストシステムを用いることで学生の履修状況の把握や評価が可能である。

大学専門基礎数学・微積分学や線型代数において、反転授業の取り組みをしている大学・高等教育機関は、筆

者の知る限り金沢工業大学の微積分における取り組み事例しかない⁽²⁾。同大学は組織的な反転授業への取り組みを行っていることで知られる²。海外での取り組み事例も存在する⁽³⁾が、連立1次方程式の範囲やベクトルの基礎的な内容であり、抽象度の高い内容 (一般次元や抽象ベクトル空間についての一般論) についての報告は見つけることができなかった。

大学における専門基礎数学でこのように反転授業の活用例が少ないのは、教材作成の敷居が高いことやアクティブラーニングの取り組み自体がまだ大学の数学教育の現場ではそれほど積極的ではないこと、仮に公開されている講義動画をそのまま活用するとしても、一般にカリキュラムの相違等の内容上の理由や長さ等で困難があると想像される。また、自作するのは手間がかかるなどいくつかの理由が考えられる。筆者の今回の取り組みでも相当の労力を要した。

次節では、筆者が2014年度および2015年度において作成した解説動画とその活用事例について、その手

¹筆者は昨年度授業の見学をさせていただいた。この場を借りて感謝する。

²http://www.kanazawa-it.ac.jp/kit-ap/jirei/case_shikada.html

法とアンケートの分析結果を主として紹介する。また、動画作成や評価方法を含めた反転授業用教材としての問題点と課題を検証し、今後の同様の取り組みへのヒントとなることを目指す。

2. 取り組み事例と分析

2.1 経緯

筆者は、2014 年度後期から $\text{T}_\text{E}_\text{X}$ +beamer を用いてスライドを作成、ドットインストール³を意識した比較的短時間の解説動画の作成を開始した。利用用途として復習用や欠席者の自習を念頭においていたが、この時期はすでに反転授業も人口に膾炙しており、反転授業も少なからず意識していた。ただし、残念ながら、反転授業用の予習教材としての活用はほとんどできなかった。動画の作成が予習用にはほぼ追いつかなかったことが主な理由である。

そこで、次年度の 2015 年度後期において、前年度の改良版を作成することで教材の開発が前進し、反転授業を試みることができた。前年度のスライドを細分化して修正し、各内容について動画を再録、予習用教材としての活用を開始した。また、反転授業における評価方法として、講義支援システム (Moodle) の小テスト機能を用いた。問題タイプとしては、多肢選択問題の他、Maxima をバックエンドにもつ STACK⁴を用いた問題を作成した。STACK は 2014 年の後期から本学で使用可能で、依然から運用していた MATH ON WEB⁴ と並んで数学におけるブレンディッドラーニングを支える ICT である。また、システムの機能を利用したアンケートを随時実施、その結果に基づいて動画の改良や評価方法・対面授業設計の修正を行いつつ授業を進めた。このように、リソースの要件は整いつつあったのである。

2.2 動画教材の作成について

動画教材の作成は画面のキャプチャと音声入力により動画作成する機能を備えた「Camtasia Studio⁵」を用いて行った。本ソフトは有償であるが、Web カメラの画面をワイプでとりいれることもでき、編集も比較的容易で咳払いなどのノイズが入った場合のカットや部



図 1 Camtasia Studio 操作パネル



図 2 使用した機材 (USB 機器とマイク)

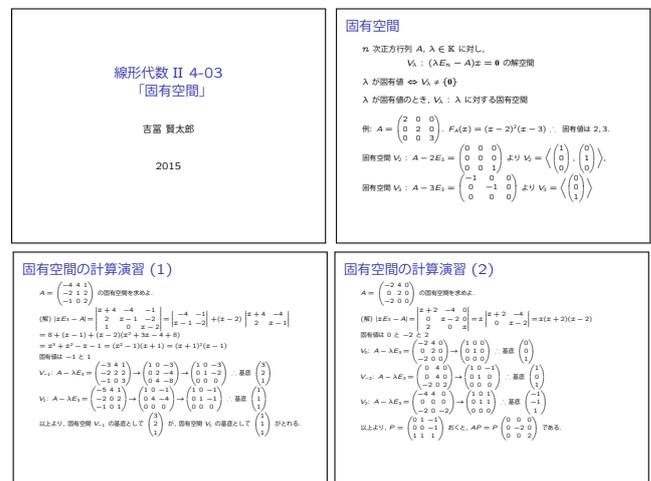


図 3 スライドの例

分的な撮り直しによる修正なども直感的な操作で可能である。図 1 は、Camtasia Studio on Mac の場合の操作パネルである。キャプチャーする領域は自由な枠指定・定型枠・アプリケーションウィンドウ指定・全画面指定ができ、前回使用した領域がデフォルトなので、同じ環境で録画するときは録画ボタンを押すだけで録画を開始することができる。マイク選択ボタンでは、内蔵マイクや外部マイクを選択できる。本研究では、USB 機器 (PODCAST FACTORY M-AUDIO⁶) を使用した (図 2)。学生の聞きとりやすさを考慮して、高価なマイクの購入も検討したが、すでに所有していた本機器で結果的には問題はなかったと考えられる。注意点として、YouTube にアップロードする前に、“Mix to Mono” チェックボタンをチェックしておく必要がある。さもないと、

³<http://dotinstall.com/> : 3 分前後の短い動画で IT 関係のさまざまな技術や言語の初歩を 10~20 回程度にわけて解説している。その種類は非常に広範囲であり、短い動画は達成感がある。

⁴<http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/>

⁵<https://www.techsmith.com.jp/camtasia.html>

⁶<http://www.m-audio.com/> すでに生産は終了している

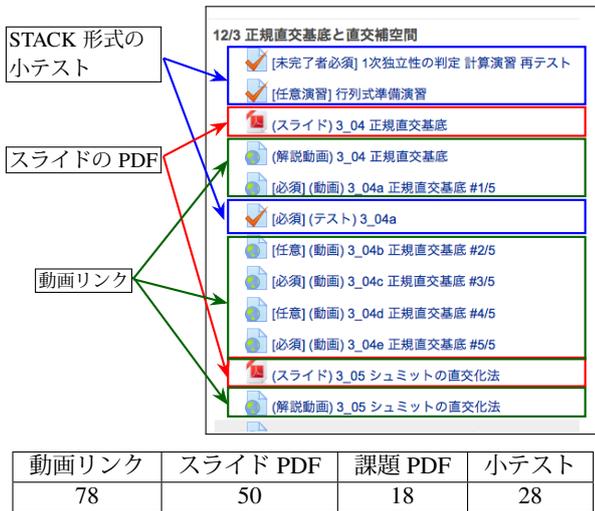


図4 授業支援システムでの利用例

YouTubeでの再生でイヤホンでの視聴で音声片方しか聞こえないという現象が発生した(後述のアンケート結果参照)。これは、一般的なUSBマイクや使用機器のSTEREO/MONO切替の如何に依らず発生した。

画面は、スライドをMac上で動作するPDFビューワSkim⁷を用いて全画面表示し、スライド部分を枠指定して行った。図3は2015年度のスライドの例(配布用形式)である。2014年度はページ数が多く、動画作成時に分割する方法をとっていたが、2015年度はできるだけ学習目標を細かく設定し、目標毎にファイルを作成するようにしたため、タイトルを除いておおよそ2~3ページの構成である。このようなスライドを2014年度は28個、2015年度は2014年度のファイルをベースに55個作成した。図3のスライドの場合でも動画は3つに分割して作成し、個々の時間は約5~10分となる⁸。作成した動画は全部で約80あり、すべてCamtasia Studioの機能を使ってYouTubeにアップロードし、自由に閲覧可能な状態になっている⁹。

2.3 動画の利用目的と方法について

2015年度において動画を利用した講義科目は本学現代システム学域の知識情報システム学類の2回生を対象とする「線形代数II」である。従来、線形代数の授業は工学域1回生を対象とする「線形数学I/II」、生命環境科学域自然科学類1回生を対象とする「線形代数I/II」であったが、当該学域学類2回生以上を対象とし

問題1
未解答
最大得点 1.00
問題にフラグ付けする
問題を編集する

K上のベクトル空間の定義について正しいものをすべて選びなさい。
1つまたはそれ以上選択してください。
 ベクトル空間におけるスカラー倍について $1x = x$ という条件が必要である。
 ベクトル空間においては2つの要素 x, y に対して V の要素である $x + y$ と K の要素である積 xy が定まり後者はスカラー倍と呼ばれる。
 ベクトル空間において $5(3x + 2y) = 30xy$ が成り立つ。
 ベクトル空間には逆元 y が存在してどんな V の要素(ベクトル) x に対しても $x + y = 0$ (零元)となる。
 ベクトルとは矢印のことである。
 ベクトル空間 V の零元 0 は V にただ一つ含まれる。
 ベクトルの集合をベクトル空間という。
 ベクトル空間における和は結合法則や交換法則を満たす他、零元や逆元と言われる要素が存在する。
 ベクトル空間の3つの要素 x, y, z について $x + y + z$ は足す順序によって答が違うので注意が必要である。
 ベクトル空間の要素をベクトルとよぶ。
 ベクトル空間には和とスカラー倍の2つの演算が定義されている。

問題2
未解答
最大得点 1.00
問題にフラグ付けする
問題を編集する

次の \mathbb{R}^3 のベクトル v_1, v_2, v_3 の1次独立性を判定しなさい。
1次従属ならば、 $c_1v_1 + c_2v_2 + c_3v_3 = 0$ となる自明でない c_1, c_2, c_3 を一組答え、1次独立ならば $(0,0,0)$ と答えよ。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -2 & 1 & 1 \\ -8 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$(c_1, c_2, c_3) = (\quad, \quad, \quad)$

問題3
未解答
最大得点 1.00
問題にフラグ付けする
問題を編集する

次の \mathbb{R}^3 のベクトル v_1, v_2, v_3 の1次独立性を判定しなさい。
1次従属ならば、 $c_1v_1 + c_2v_2 + c_3v_3 = 0$ となる自明でない c_1, c_2, c_3 を一組答え、1次独立ならば $(0,0,0)$ と答えよ。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$(c_1, c_2, c_3) = (\quad, \quad, \quad)$

問題4
未解答
最大得点 1.00
問題にフラグ付けする
問題を編集する

次の \mathbb{R}^3 のベクトル v_1, v_2, v_3 の1次独立性を判定しなさい。
1次従属ならば、 $c_1v_1 + c_2v_2 + c_3v_3 = 0$ となる自明でない c_1, c_2, c_3 を一組答え、1次独立ならば $(0,0,0)$ と答えよ。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 0 \end{pmatrix}$$

$(c_1, c_2, c_3) = (\quad, \quad, \quad)$

図5 小テストの問題例~多肢選択(上)とSTACK(下)~

で新設された。筆者は2014年度まで工学域の授業のみを担当してきたが、2015年度に初めて後期から当該クラスの授業を反転授業形式で担当したことになる。対象科目の履修者数は51名で、2回生39名、3回生9名、4回生3名であった¹⁰。

抽象的ベクトル空間や1次独立性の定義などから始まって非数学専攻の学生を対象とする授業内容としては、後期の線型代数は抽象度が高く最初の壁となる学習項目が多い。筆者の考えとして、このような壁の主要な原因として、「初めて遭遇する数学概念に対する脆弱性」があると考えている。動画利用による事前学習は、例えば動画で完全に理解できなくても少なくともこの「脆弱性」を弱める効果はあると考えている。

反転授業の典型的な利用例としては、語学学習等技能的履修への利用がある。このような事例においては、事前学習で動画教材により技能を学習し、対面授業でそれを使って利用することによって技能を高めるといった効果が期待される。線型代数も前期の内容であれば、連立1次方程式の行列による解法(基本変形)、行列式の計算、逆行列の計算など、技能的な側面が強く反転授業を適用しやすいものと考えられる。

一方、筆者は教務上の都合で前年度に続き2年連続で

⁷ <http://skim-app.sourceforge.net/>

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=C85jitpppHc>

<https://www.youtube.com/watch?v=7IINaiCXoRU>

<https://www.youtube.com/watch?v=kZ7poCIRScA>

⁹ 筆者の名前でYouTube上で検索すると表示される

¹⁰ 3,4回生は再履修生である

後期の線形代数のみの担当となった¹¹。これはつまり、前期に通常の授業を他の教員の元で受講した履修者が後期から「反転して受講する」ということになる。

本取り組み事例では事前学習によって内容が概念的に理解されない、つまり、「解説が理解できない」可能性もあり、授業内容を事前にある程度学習した上で対面でも同じ内容を解説するいわゆる「ダブルティーチング」の必要性も想定する必要がある。実際には、動画視聴と簡単な確認テストの結果が良好であれば、例年授業の後半に解説後に行っているプリントによる演習を授業冒頭から行って、時間をかけて演習することも可能であると考えていた。

動画活用の利点の1つに繰り返し利用できるという点がある。一回だけではわからない説明も複数回視聴することにより理解できたり理解が深まる可能性があるからである。問題はそのような複数回の視聴を1回の授業で4~5本の動画に求めていくと予習時間が非常に長くなる恐れがあるということである。そのような観点からも短時間で動画を作成する必要性は高い。

実際の授業での利用は、Moodle ベースの本学授業支援システム上に YouTube の URL へのリンクとスライド PDF を設置して行った(図4)。スライド PDF は、当初は動画作成時に使用している PDF でアニメーション動作のためにページ数が多い構成になっていた。だが、アンケート結果で不評であったため、配布用形式¹²で別途作成したものを掲載するように改めた。

また、簡単な視聴確認やより深い理解・前期内容の復習等を目的として、Moodle の小テスト機能を利用した。問題タイプとしては、多肢選択問題や STACK による問題を開発した(図5)。

多肢選択問題は、概念の確認を簡潔に行うことができ、細分化された学習目標の視聴確認には適している。一方で実際に計算して確かめる問題には、STACK のような CAS に基づく評価システムが必要であり、オンライン小テストとしても有効である。

2.4 アンケートの結果について

本取り組みの授業においては、授業支援システム(Moodle)のアンケート機能を用いてアンケートを実施した(2014年度の授業でも実施した⁽⁵⁾)。

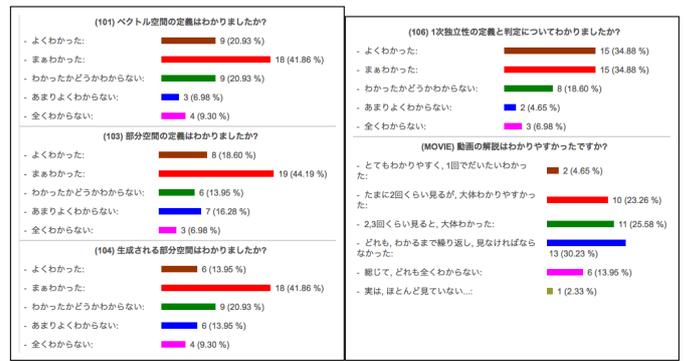


図6 アンケート結果 [10/8 回答数:43]



図7 アンケート結果 [11/05 回答数:8]

図6は授業開始2回目(10/8)に実施したアンケート結果である。主として「動画の内容が理解できているかどうか」、「スマートフォンでの利用において音質や画質に問題がないか」を確認する目的で実施した。

回答数が少なかったものの、概ね理解とできていると考えられたが、音質に問題があり、片方からしか聞こえない問題が発生して解決に時間を要した(前述)。

また、この段階で記号の参照に対して不便があったと思われるが、筆者はこの時点では見落としていた。

また、図7は11/5に行ったものであるが、内容の理解度の自己評価のみに留めた。回答数は少ないものの内容の理解について大きな問題はないと考えられた。ただし、繰り返し見ている様子は推察される。

後期中盤になって「プリント演習で学生の手が動かない」「授業後に想定外の基本的質問が来る」など状況が良くなってきたため、11/26に大規模アンケートを[必須]指定して行い47名からの回答を得た(図8,9,10)。

まず、動画の視聴時間であるが、図8に示すように、1時間から2時間が多く、それほど時間をかけていない。

¹¹2016年度も同じ状況であり、自然科学類の「線形代数II」で反転授業に取り組む予定である

¹²beamerのオプションにhandoutを指定した

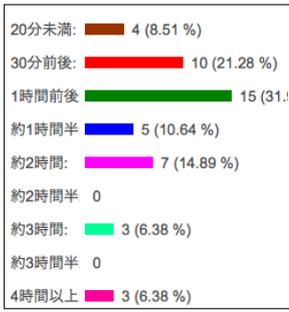


図8 動画の視聴時間と回数 [11/26 回答数:47]

頻度	II-01	II-02	II-03
0回	4.3%	12.8%	21.3%
1回	63.8%	72.3%	66.0%
2-3回	31.9%	17.0%	14.9%
4回以上	0%	0%	0%

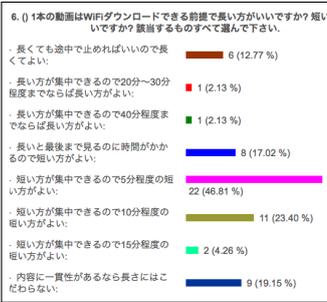


図9 動画の長さや視聴手段 [11/26 回答数:47]

視聴デバイス	比率
PC or Mac	80.9%
タブレット (Win)	10.6%
iPhone6(s)plus	4.3%
Android4.4 スマホ	4.3%
計	100%

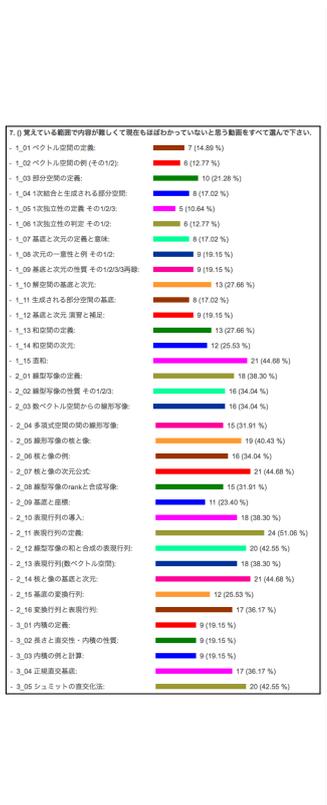
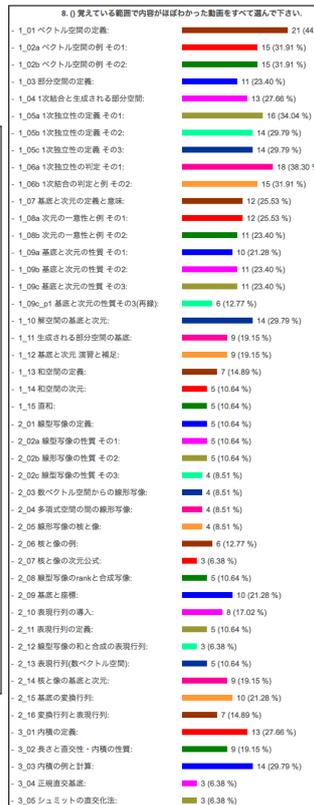


図10 わからなかった単位(左) とほぼわかった動画(右)



一方で、3~4時間かけている学生が10%強いることからやや時間をかけてやっと理解、もしくは、時間をかけてもわからないという状況の学生が少なからずいと推察される。実際には、個別に結果を考察すると、わからないにもかかわらず1回しか見ていない学生もおり、「動画を見てわからない」と「あきらめ状態」の学生が相当数いたことが懸念される。

図9は動画の長さや視聴デバイスについてのアンケート結果である。動画の長さについては、短い方が良いと回答した学生が多かった。一貫性があれば長さにこだわらないという回答も20%ほどいるが、時間としては「5分がよい」が46.8%、「10分よい」が23.4%となっており、5~10分程度の動画がよいと回答した学生が多かった。また、多くが理由として、「集中できる時間が5分から10分程度である」としていた。このような短時間で視聴できる動画であればスマホで電車の中で繰り返し見る学生の姿が想像されるが、視聴デバイスのアンケートによれば実際にはPCやMacで見ている学生が圧倒的で、じっくり取り組もうと構えている様子が伺える。また、スマートフォンでの視聴が多くない理由として、学内ネットワークにはスマートフォンから接続できないというネットワーク環境の問題も少なからず影響していると思われる。この問題については、データ通信の負担軽減の問題に対処するため、WiFi経由でダウンロードできるWiFiデバイスサーバ¹³を講義棟の質問受付室に設置している。

また、図10は「わからなかったと思う単位」と「わかったと思う動画」のアンケート結果である。「覚えている範囲で回答して下さい」としたので正確ではないが、単元毎・動画毎の難易度を表す指標としては参考になると考えられる。わからなかったと思う単元の割り合いが後になるにつれて増加しており、その中で一部減少しているのは、内積の計算に関連する項目である。逆にわかったと思うと答えた動画の方でもその割合は同じところで増加していることがわかる。このように、具体的な計算手続き中心の内容では、当然ではあるが、動画も理解しやすかったことがわかる。また、「直和」と「線形写像の核と像」と「表現行列」がわからないと答えている学生が多い。一方で「解空間の基底と次元」がわかっていないという学生がそれほど多くないことや「基底と座標」の動画がわかったと答えている学生が比較的多いことから、後一步で抽象概念の前につまづいている様子が推察される。

図11にアンケートの自由記述の抜粋を示した。かなり辛辣な評価があるが、ネガティブな評価は一定数は覚悟しなければ反転授業には取り組めないものと考えている。

¹³加賀ハイテック, MeoBankSD MBS-D-SUR01/W を利用

例題を動画で解説はうれしい	動画とスライドは自分で時間をとってで	きるのでよい	小テストに不備・スマホ対応が不十分	テストのタイミングがおかしい	役に立つ事例を知りたい	スライドが見にくい・問題番号がわかり	づらい	課題が多過ぎる、ファイルが多過ぎる、時間が足りない	づらい	スライドが見にくい・問題番号がわかり	づらい	動画を授業で、解説を動画で??	もっと具体的な数値例を!	動画が長い	ダブルתיינגをしてほしい	普通に講義をしてほしい
1	2	2	2	2	1	0	6	2	4	6	2	6	2	2	1	1

課題が多すぎる。満点を取るまでテストを受ける … 略 … 意味がわからない。… 略 … 具体的な例題を多く取り扱ってほしい。… 略 … 課題や確認テストをしっかりとこなしかつ動画も2.3回見るとなれば1週間に7,8時間以上要するので、割に合わない。

動画を授業の代わりにしてテストさせるのをやめてほしい。何回動画をみても、同じことしか言わないのだからわからないところは理解できないし、… 略 … 正しい解答はわからない。それにテストの問題数が多すぎて、… 略 … 時間がかかかすぎるし負担が大きい。

最近難しくなって全然理解できていません… 略 … 動画視聴そのものが追いつかず、課題が提出できない状況で… 略 … 自分はまず手を動かして問題を解いて単元のイメージをつけてから定義などを理解してきたので、最初に抽象的な定義の話から入ると理解に時間がかかるようです。… 略 … 解法の手順に焦点を当てた解説があると助かります。

動画予習後の課題、テストを採点の対象にするのは、おかしいわからないところがあれば減点され、そもそも忙しくて動画が見られない人は単位すら危ういのですか? 私自身は真面目に動画を見てしっかりとやりたいのですが、時間がありません。… 略 …

… 略 … スマホでできるをうたっているのにもかかわらず、スマホでやると問題が欠けて表示されない。… 略 … ポータル上のテストかと思いきや、紙でのテストになり、… 略 … 混乱することがあります。ひとつひとつ動画を作ってくれたり先生が講義のため頑張ってくれているのが伝わります。… 略 … 上のようなことを改善していけばよりよい講義になるのではないかと自分は思いました。

もともと数学が苦手なので、動画を繰り返し見て理解に努めても、自分の力だけでは理解しきれない部分があり、… 略 … 動画視聴に対するモチベーションが下がってきてしまっています。

図 11 自由記述コメントの要約と抜粋 (11/26)

2.5 反省点

今回の取り組みは、かなり挑戦的な試みである。さらに、通常受けもっているクラスと違い、学生の理解力や基礎となる学力の把握が困難であったこと、前期を担当していないため、前期の内容に対する理解度を把握しきれなかったこと、などの要因もあって、かなり厳しい授業展開であったと反省せざるを得ない。

また、理解度をはかるテスト問題や課題の分量に調整不足があったことも大きい。小テストの問題を多数準備しすぎた上にスマホでの動作確認が不十分であった点も反省される。自由記述を見るかぎり、選択式アンケート結果の分析よりも実際は深刻な状態であったと思われる。

従来、一般的には学力の差がある場合こそ、反転授業

による効果が高いとされる。しかし、今回実施したクラスでは学力の差が非常に大きいということも特徴であった。データとしては本稿では示していないが、小テストの結果には成績にかなりばらつきがあり、また、進んだ理解を示すが学生も一部では見られる反面、2次元の数ベクトルの内積の計算にとまどう学生がいるなど、想定外であった点は否めない。

この初期学力の差を埋めるには、前期の内容を含めた広範囲の教材を予め用意しておく(その為には前期授業を反転授業で担当することが望ましいが)、後期はスロースタートで進め、前提となる基礎知識をプレテストにより初期の段階で履修させる工夫が必要である。つまり、フィードバックを持たせた教材の構成が求められる。反転授業によって埋められる学力差にも当然限界はある。授業の進行や適切なフィードバックによってサポートしながら進めて行くことは理論的には十分可能であると考えているが、それにはより細かな個々の学生に対する学習分析と洞察が必要であり、その結果に随時対応できるような綿密な授業設計が要求される。

3. まとめと今後の課題・方針

大学における専門基礎数学(線形代数や微積分学)における反転授業形式による授業展開は、抽象度が高い内容においては難易度の高いものではあるが、木目細かい教材設計と注意深い学生観察に基づいて実施すれば十分可能なものではあると期待できる。特に学生毎の学習目標別達成状況を把握できるようにすることが肝要であり、教材の対応範囲を越える場合には十分なケアが求められる。また、効果検証できるようになるまでには、教材や対面授業設計の格段の改善が必要であるが、学習分析により検証可能となるようなアンケートおよび評価方法の緻密な設計が求められる。

3.1 教材作成と利用のポイント

以下に本取り組みにおいて得られた教材設計と教材の授業活用の改善ポイントについてまとめておきたい。

1. 動画は内容として一貫性はあるが可能な限り短いもの(5~10分)とする。
2. 解説はまず具体的な数値例から入り、抽象的定義はその後に簡潔に行う。
3. 抽象論理解の準備となる具体数値例は必須動画と

し、抽象度が高い内容についての解説動画は補助的に用意、後者は対面授業で補足する。

4. 動画の視聴確認は、紙媒体利用もしくはシステム利用のいずれかで一貫性を持たせ、目標を可能な限り単純化して個々が短時間で完結するようにする。
5. 課題の解答や解説も動画か対面授業で補足する、もしくは、グループワークで考えさせる。
6. スマートフォンを活用する場合は、動画の視聴およびシステムを用いた小テストは表示や再生品質の確認を注意深く行う。
7. 動画の配信には、WiFi 環境が学内で利用できない場合には USB メモリや WiFi デバイスサーバ等による配布方法も用意する。
8. アンケートは毎回全員必須でとり、個人別に考察して、常時教材の点検を行う。

1, 2, 7 についてはすでに述べた通りである。

3 については、教材が多数になる為、学生が予習できなかったときの不安を感じないように、重要度もしくは必須か任意かを指定して、優先順位をつけて提示することが肝要である。講義 1 回分の内容が細かい達成目標を多く包含する場合には、特に注意する必要がある。

4 については、3 とも関連するが、小テストはあまり負担にならないようまた、過度に課題を出し過ぎないように注意する。成績評価対象とするテストの場合は、殊更に注意する必要がある。

5 については、課題を採点して返却するだけでなく、動画や対面授業で補足したり学生に考えさせるなどしてケアすることが重要である。

6 は 8 とも関連するが、学生のアンケート結果に毎回注視する他、可能ならば TA を利用してチェックしてもらう方法も検討したい。

8 については、今回システムを用いたアンケートでは、任意回答にした場合に回答数が著しく少なくなった。アンケートをシステムでとる場合はなかなか強制しにくい事ではあるが、「必須」指定して回収することが重要であると感じた。紙媒体での課題を出した場合には同時にアンケートを配布して授業時に一緒に回収する方法も検討すべきである¹⁴。なお、11/26 のアンケートは授業時間内に時間をとって回答してもらったので回

答率が高かった。システムを使った場合でもアンケート回答程度ならば授業時間内でも問題なくできるので、授業内実施も一つの方法である。

3.2 今後の予定

2016 年度も後期の「線形代数 II」を担当する。今回もまた異なるクラスであるが、これまでの経験を元に効果的な反転授業を目指していきたいと考えている。

これまでの反転授業では対面授業はもっぱら、従来型授業で行っていた演習問題に取り組むことであったが、作問演習やグループワークによる証明問題への取り組みなど事前学習の内容を活用することによって、モチベーションを高めるような対面授業設計を検討したい。

また、学習目標を細分化し、目標間の関連性(通常はカリキュラムや学生のレベルに強く依存する)に応じて組み合わせ可能な教材開発を目指したい。技術的にはスマートフォンでの利用を想定したアプリ開発や Moodle と連携できる電子書籍(iBooks の開発事例がある⁶⁾)の利用によるパッケージ化を目指して反転授業用教材を開発していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00926 「スマートフォン最適化型 Web ベース教材による大学専門基礎数学用反転授業の開発」の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 鈴木克明, “教材設計マニュアル-独学を支援するために-”, 北大路書房, 2002
- (2) 西 誠, “数理基礎科目における反転授業の実施とその教育効果”, 日本教育工学会研究報告集, 15(1), 237-240, 2015-02-28
- (3) E.S.Vejar, “Evaluation of Flipped Classrooms in Undergraduate Mathematics courses”, eLearning, 2015
- (4) 谷口哲也, 中村泰之, 中原敬広, “STACK を用いた数学 eラーニングの実践例と STACK 用の問題バンクの構築”, 数理解析研究所講究録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」1909, 165-175, 2014
- (5) 吉富 賢太郎, “線形代数の自作解説動画の授業利用と効果検証”, 日本数学教育学会, 第 97 回全国算数・数学教育研究(北海道)大会 高専・大学部会 (2015.8.7)
- (6) 中原 敬広, 曾我 聡起, 中村泰之, 三谷正信, 川名典人, “iBook と Moodle による本当にインタラクティブなデジタル教科書”, CIEC PC カンファレンス, 2013

¹⁴ 見学した金沢工業大学の反転授業では、このような方法でアンケートを回収していた。