

情報のデジタル化の理解をめざす 反転学習的アプローチの授業の設計

長瀧 寛之^{1,a)} 白井 詩沙香^{2,b)} Mehrasa Alizadeh^{2,c)} 竹村 治雄^{2,d)}

概要: 本稿では、一般情報教育科目において実施した反転授業の実践の概要について報告する。大阪大学において大学1年生を対象に開講した一般情報教育科目では、講義ビデオによる“e-Learning 授業”と、実習活動による知識の定着をはかる授業を交互に実施する形態で実施した。本研究は、著者らが開発した学習ツールを本科目の授業スタイルに適用することにより、反転学習的アプローチによる一般情報教育の学習効果を明らかにしようとするものである。本稿では、「情報のデジタル化」に関する理解を目的としたモデル授業の概要と、授業で活用した実習用ツールの技術的概要について述べるとともに、実際の授業実践による結果について考察する。

1. はじめに

大阪大学では、2019年度のカリキュラム改革において、初年次に開講される必修の全学共通科目である一般情報教育科目を、セメスター科目からターム科目（春学期4月～6月開講）に切り替えるとともに、一部学部学科を除き、授業内容を共通化し、実施することとなった。ターム科目であるが、計15回の授業から構成される2単位科目で、1週間のうちに毎週決まった時間と場所で行う対面授業とオンラインのビデオ講義を中心とする「e-Learning 授業」を実施する形態となっている。

そこで、本研究では、この開講形態を活用し、e-Learning 授業におけるビデオ講義と対面授業を組み合わせた効果的な学習モデルの構築の検討を行うとともに、著者らが以前から開発してきた実習用ツールを活用した対面授業の設計を行った。授業設計にあたっては、情報教育における学習効果について報告されている [1], [2] 反転授業のアプローチを適用する。前提知識の個人差が大きく、また知識とスキルの両輪の学習が不可欠である大学での情報教育において、“講義のビデオ受講による個人のペースに合わせた知識習得”から“周囲のサポートを受けやすい対面環境での実習活動”へつなげる学習形態を適用する効果は大きい。

本稿では、15回の授業のうち、第4, 5回目を実施する「情報のデジタル化とコンピューティングの要素と構成」をテーマとした授業における、反転学習的授業モデルの構築とそれに伴う授業内実習用のツール開発、実際の授業での実践について報告を行う。以降の章にて、著者らが設計・開発したモデル授業と実習用ツールの概要について述べ、各授業後に収集したアンケート結果について分析と考察を述べる。

2. 授業設計

2.1 全体の授業概要

本授業は、高度情報化社会の構成員として大学生にふさわしい情報社会の原理・本質・価値・限界・可能性等を理解し、これを使いこなす対応力を修得することを目的とした一般情報教育科目で、文系向けに「情報社会基礎」を、理系向けに「情報科学基礎」を開講しており、学部学科で自由に選択できるようになっている。

本稿で報告する文学部で開講されている「情報社会基礎」の授業概要を表1に示す。授業は、コンピュータ端末の実習室における対面授業（奇数回、全8回）とe-Learning 授業（偶数回、全7回）から構成される。ここで反転授業のスタイルを取り入れ、e-Learning 授業と対面授業が対になる形の授業構成としている。e-Learning 授業で知識を獲得し、対面授業の演習で獲得した知識の定着と応用力の修得を目指す。

2.2 本稿における議論対象の授業概要

本稿で紹介する授業実践は、表1に示す授業のうち第4

¹ 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

² 大阪大学
Osaka University

a) nagataki@osakac.ac.jp

b) shirai@ime.cmc.osaka-u.ac.jp

c) alizadeh.mehrasa@lab.ime.cmc.osaka-u.ac.jp

d) takemura@ime.cmc.osaka-u.ac.jp

表 1 情報社会基礎の授業の流れ

回	授業概要
1	ガイダンス
2	メディアとコミュニケーション
3	メディアとコミュニケーション
4	情報のデジタル化とコンピューティングの要素と構成
5	情報のデジタル化とコンピューティングの要素と構成
6	情報ネットワークと情報セキュリティ
7	情報ネットワークと情報セキュリティ
8	中間テスト + 復習講義
9	プログラミング演習またはデータ科学入門
10	プログラミング演習またはデータ科学入門
11	プログラミング演習またはデータ科学入門
12	インターネットサービスの仕組み
13	インターネットサービスの仕組み
14	社会で利用される情報技術
15	期末テスト

奇数回：対面授業，偶数回：e-Learning 授業

回と第5回に当たる。ここでは「情報のデジタル化とコンピューティングの要素と構成」をテーマに、e-Learning 授業では情報の単位、コンピュータの構成要素、OS の役割、アナログデータとデジタルデータといった内容の講義ビデオによるオンライン学習を実施した。

対面授業では、第4回 e-Learning 授業で学んだ内容のうち、特に初学者にとってイメージがしづらいたと考えられる情報のデジタル化に関する内容を演習を通じて体験的に学ぶことで、知識の定着を目指した。具体的には、「デジタルデータの仕組み」と「圧縮技術」に関する2つの演習を行った。デジタルデータの仕組みに関する演習では、次章で述べるビット列表現ツールを用いて、文字と画像をビット列で表現し、確認する演習を行った。圧縮技術に関する演習として、Windows のペイントを使い、BMP、JPEG、PNG、GIF 形式で画像データを保存し、実際にデータ量や画質がどのように変化するかを体験する演習を行った。

3. 開発ツールの概要

本章では授業で使用した実習用ツールの概要を紹介する。ここで紹介するツールは、著者の一人が以前実施した反転授業 [3] において開発したツールを改良したものである。いずれも Web アプリケーションであり、開発言語は PHP で、ライブラリとして JQuery を用いた以外は PHP の標準機能のみで実現している。

3.1 文字→ビット列表現ツール

文字を入力すると、その文字が各種文字コードにおいてどのようなビット列に対応するかを確認できるツールである (図 1)。文字コードは、Shift-JIS(Windows-31J)、

ある文字が、文字コードごとにどんなビット列に対応するか

(UTF-8) 阪 Convert (1文字ずつ入力するのをおすすめします)

コード	文字	ビット列(2進表現)	ビット列(16進表現)
SJIS-WIN		1000110111100011	8de3
EUC-JP		1011101011100101	bae5
UTF-8	阪	111010011001100010101010	e998aa
UHC		1111100010100001	f8a1

図 1 入力文字のビット列を表示するツール

EUC-JP, UTF-8, UHC*1 に対応している。ビット列は、2進表現と16進表現が併記されている。また、1文字だけでなく、複数の文字列の変換にも対応している。

プログラム内部では、入力された文字を、PHP のエンコーディング変換関数 (mb_convert_encoding()) によって UTF-8 から各種文字コードのビット列に変換し、そのビット列を2進と16進の文字列に加工して表示している。16進表現は、2進表現の文字列を標準の関数 (base_convert()) によって16進に基数変換しているが、変換できる桁数に制限があるため、予め2進の文字列を一定桁数で区切ってから、個別に16進に変換して表示している。

3.2 ビット列→エンコード別文字表示ツール

同じビット列が各種文字コードではどう解釈されるかを、実際に表示される文字によって確認できるツールである (図 2)。対応する文字コードはビット列表現ツールと同一である。ビット列は手入力することも可能であるが、ビット列表現ツールにおいて表示されているビット列をクリックすることでも、そのビット列が入力された状態で本ツールの画面が表示される。2進表現、16進表現いずれにも対応している。

なお、ツール自体の文字コードは UTF-8 で作成しているため、本来は同じ Web ページ上で異なる文字コードの文字は表示できない。そのためプログラム内では、同じビット列に対して一旦各文字コードのビット列であると見立てて、PHP のエンコーディング変換関数 (mb_convert_encoding()) で UTF-8 に変換した結果得られる文字列を、Web ページ上に表示している。

3.3 ファイルのビット列表示ツール

ファイルをアップロードすると、そのファイルの中身であるビット列を表示するツールである (図 3)。ビット列は2進、16進いずれかの表示を選択できる。また、Base64 での表示にも対応している。

*1 漢字やひらがなも含みつつ、Shift-JIS にはない文字が含まれる文字コードとして選択

表 2 アンケート項目

概要	質問文
1 難易度	授業の難易度は適切であった。
2 分量	授業内容の分量は適切であった。
3 説明	教員の話し方・説明の仕方は、わかりやすかった。
4 教材	授業内容の提示の仕方（PowerPoint のスライド・配布資料等）はわかりやすかった。
5 主観的理解度	この授業をとして、身につけるべきものとして期待された学習成果が得られた。
6 主観的満足度	総合的に見て、この授業に私は満足している。
7 自由記述	この授業について感想や意見、気づいたことなど、何かありましたら自由に書き込んで下さい。

同じビット列が文字コードによってどんな文字に解釈されるか

ビット列: e998aa 2進 16進

Convert

コード	ビット列	表示される文字
SJIS-WIN	e998aa	髯工
EUC-JP	e998aa	?
UTF-8	e998aa	阪
UHC	e998aa	擾

図 2 あるビット列のエンコード別文字表示ツール

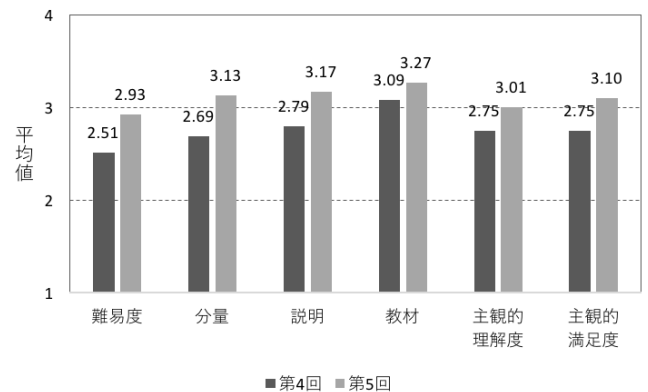


図 4 第 4, 5 回目のアンケート結果の平均値

ファイル内データのビット列表示

大きなファイルはアップロードできません。

ファイルを選択 16進

```
89504e470d0a1a0a0000000d49484452000
0046c000002b40806000000564dab240000
0c49694343504943432050726f66696c650
00048899557075853c9169e5b5249688108
4809bd8952a44b09a14510902ad8084920a
1c4981044ecc8b20aae5d44405dd1551145d
702c85ab19745b1f787222a2beb62c186ca9
b14d075bff7def7cef7cbbdf3d73ce7f4ae6de
cc00a053c3934a73515d00f224f9b2f88810d
```

図 3 ファイルのビット列表示ツール

3.4 ログ記録

各ツールでは、利用状況をログとして記録する機能を実装している。ログはツール共通で記録を行い、ツールごとの ID を付加することで種類を区別している。

ログの記録には SQLite3 を利用した。なお今回の授業実践では、同時に 100 以上のアクセスが起こりうる可能性が十分予想されたため、ログはセッション ID ごとに個別に作成したデータベースファイルに記録する仕組みとすることで、1DB1 ファイルで管理する仕様の SQLite3 で発生しやすい競合を回避することにした。

ログには IP アドレスと PHP セッション ID を記録しており、同時刻のアクセス人数の傾向や、同一人物の操作の推移をトレースできるようにしてある。一方今回は、授業で利用する際の利便性を優先して、ツール利用の際に

ユーザ認証などを行っておらず、ログと学習者個人を結びつける情報は記録できていない。今後 LTI(Learning Tools Interoperability)[4] 対応などで、成績と個人活動を十分紐付けられるように連携していく予定である。

4. 実践結果

2019 年 4 月に文学部の「情報社会基礎」で実践授業を行った。受講生のうち、データ分析の同意が得られなかった受講生、欠席やアンケートに無効回答のあった受講生を除く 141 名を分析対象とした。

4.1 評価方法

授業の評価として、難易度・分量・説明方法・教材の 4 つの観点による評価と主観的理解度、総合的な主観的満足度について、各授業の終了時に、LMS 上のアンケートに回答するように求めた。質問項目は表 2 の 6 項目で、「全く当てはまらない」、「あまり当てはまらない」、「やや当てはまる」、「よく当てはまる」の 4 件法で尋ねた。さらに、各授業の感想を自由記述で求めた。

また、対面授業においては、アンケートに加え、授業の前後でプレ・ポストテストも行った。なお、本稿では、アンケートの調査結果について報告する。

4.2 結果と考察

第 4, 5 回目の授業に関するアンケート結果を図 4 に示す。全体を通して、第 5 回目の対面授業の方が評価が高い

結果となった。

各項目の平均値について、理論的中間点(2.5点)との差を比較したところ、第4回目eラーニング授業は、難易度($t(140) = .15$)および分量($t(140) = 2.81$)を除き、すべて有意に高かった(説明方法, 教材, 主観的理解度, 主観的満足度の順に, $t(140) = 4.48, 9.03, 3.60, 3.90, ps < .01$)。自由記述を確認したところ、「情報量が少し多くついていくのが大変である」、「いきなりたくさんいろんな分野の専門用語を聞かされてもすっと頭には入ってこなかったというのが素直な感想です。スライドや分かりやすい説明のおかげで難解だったというわけではありません。」といった意見が見えられた。当該授業では、ハードウェアとソフトウェアなどコンピュータの要素と構成に関する内容と情報のデジタル化に関する内容を1回の授業で取り扱ったため、難易度が高く、分量が多いという評価に繋がったと考えられる。一方、「高校で習ったことに加えて、さらに専門的な内容を学べてよかったです。スライドが毎回わかりやすく、確認テストを通して知識が身についている感覚が得られています。」「大学で使うパソコンを買う時のスペックの指定で意味が分からなかった言葉の意味が分かりました」という意見も見られた。

第5回目対面授業は、総じて評価は高く、満足度が高いことが分かった。各項目の平均値について、理論的中間点(2.5点)との差を比較したところ、すべて有意に高かった(難易度, 分量, 説明, 教材, 主観的理解度, 主観的満足度の順に, $t(140) = 6.18, 9.82, 9.42, 11.68, 7.55, 8.75 ps < .01$)。第5回目の授業では、取り扱った演習内容が情報のデジタル化のみだったことやeラーニング授業をベースとした演習であったため、第4回目と比較し、難易度や分量も含め、全体的に評価が高い結果となったと考えられる。

自由記述では「これまで文字化けを実際に経験したことは何回もあるが、なぜ文字化けが起こるのかについては考えたことがなかった。その理由について知ることができ、役に立った。」「画像ファイルの種類(PNGとかGIFとか)の説明がわかりやすかったです。また、もっと統一されていると思っていたのに、文字コードがシステムによってかなり違った設定になっているのは驚きました。」「単純な一色だけの画像だけでも何百何千の1と0の文字が並んでいるのは驚きだったし、それが一つでも違えばそのデータも変わってきてしまうのは面白くPCの緻密さを感じることができた。」等の記述が見られ、実生活と繋げながら、理解が深まっていることが示唆された。

5. おわりに

著者らは「情報のデジタル化」を対象とした反転学習的授業モデルの設計を行い、複数のクラスにおいて本授業モデルを適用することでその効果を検証した。授業実践を行い、eラーニング授業および対面授業それぞれについて、

難易度・分量・教材・説明に関する満足度や主観的理解度を分析した結果、eラーニング授業の分量はやや多く、難易度は高いことが示唆されたが、総じて満足度の高く、授業目標を達成していることが示唆された。

今後はさらにポストテストとプレテストの結果について分析を進めるとともに、本実践の結果をもとに、学習トピックの再検討を行い、授業内の実習活動についても再検討を行っていく予定である。また実習用ツールについては、授業内で発生した問題や利用者からの要望を反映した改良を行うとともに、学習者の活動状況を随時確認できる仕組みを加え、授業支援としての機能を高めるとともに、学習効果の詳細な測定を行いたい。

謝辞 本実践においてご協力いただいた、大阪学院大学西田知博先生、大阪大学 外川直子先生に感謝いたします。

参考文献

- [1] 渡辺博芳, 高井久美子: 「情報基礎」におけるビデオ講義を用いた反転授業の評価, 情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ, Vol.1, No.4, pp.64-74 (2015-12).
- [2] Maher, M.L., Latulipe, C., Lipford, H., Rorrer, A.: Flipped Classroom Strategies for CS Education, Proc. the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '15), ACM, pp.218-223 (2015-03).
- [3] 長瀧寛之: 情報処理入門科目における反転授業形式の授業実践, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-143, No.22, pp.1-9 (2018-02).
- [4] IMS Global Learning Consortium: Learning Tools Interoperability (online), 入手先 <<https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>> (参照 2019-07-12)