

学習・記憶のしくみの人間・コンピュータ間比較を通じた 社会科学系大学生向け情報教育実践

鈴木 聡^{1,a)}

概要：情報通信技術（ICT）の発達により、人々の労働が変質し、新たな人間と ICT の関係を模索する必要性に迫られつつあることは、近年の人工知能の発達と人間の職業に関する議論などから明白になりつつある。この問題を理解し、問題解決に向けて必要な知識として、人間とコンピュータの学習・記憶のしくみの違いが挙げられる。しかし、特に社会科学系の大学生はコンピュータのしくみに関する理解も深くなく、また興味が薄い学生も多い。さらに、人間の学習のしくみについても、学習内容によっては機械的に単純作業を高速にこなすことが学習と思いついでいる学生も多い。以上の大学生の状況も踏まえ、本稿では社会科学系大学生を対象とした、学習・記憶のしくみの人間とコンピュータの比較を通じた情報教育実践を報告し、今後の授業実践と研究の展望についても検討する。

Practice of Informatics Education for Undergraduate Students Majoring in Social Science Through the Comparison of Learning and Memory Process Between Human and Computer

SATOSHI V. SUZUKI^{1,a)}

1. はじめに

近年の情報通信技術（ICT）の発達は、人々の労働を変えつつある。今後の人工知能（AI）をはじめとした ICT の発達が既存の職業における労働に影響を及ぼす可能性も指摘されている [1], [2], [3]。計算機の理論的限界 [4] や社会構造的視点 [5] などから ICT による労働の変質には限界がある可能性も指摘されてはいるものの、ある程度の変質を見込んだ準備は情報教育においても必要と考える。実際、新型コロナウイルス（COVID-19）の蔓延の影響で労働・教育の現場において労働形態の変更を余儀なくされた中でオフィスワークからリモートワークやオフィスワーク・リモートワークの併用への恒久的シフトも進みつつあったり、ICT により代替可能性が高いと指摘された業種 [1]、

とりわけ事務職や製造業現場職に対する求人掲載数が激減したりするなど、ICT による労働の変質を見込んだ教育の需要は高まっている [6]。このような社会の動向を見込んだ考え方、特に ICT による労働の変質に対応できる人を育てるための方策を考えることが大学における情報教育に求められているといえる。

しかし、日本の情報教育の現状をみた場合、ICT による労働の変質に対応可能な人を育てる環境に至るまで多くの課題が残されている。特に「情報の科学的な理解の教育機会不足」「情報教育のツール利用スキル習得分野への偏重」「情報分野を含めた学習量志向の学習観を持つ学習者へのアプローチ」が大きな課題と考えられる。

まず、「情報の科学的な理解の教育機会不足」について触れる。「情報の科学的な理解」とは「情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解と、情報を適切に扱ったり、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法の理解」のことである [7]。現行の学習指導要領では高等学校共通教科情報科の科目として「社会と情報」「情報の

¹ 大阪経済法科大学 教養部
Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka University of
Economics and Law, 6-10 Gakuonji Yao Osaka 581-8511
Japan

a) ssv@svslab.jp

科学」があるが、重田他 [8] の調査によれば「情報の科学的な理解」に関する内容を多く扱う「情報の科学」を設置している高等学校の割合は 18.2% に留まり、「情報の科学的な理解」の扱いが少ない「社会と情報」の 57.2% と比べると少ない状況にある。このような環境で教育を受け進学した大学生の中には、そもそも「情報の科学的な理解」に触れる機会が極めて少ない者が多い可能性がある。特に本稿における対象である社会科学系を専攻する大学生には特に多いとみられる。実際、複数の大学で実施されている情報プレースメントテスト [9] においても、「情報の科学的な理解」に関する分野の問題の正答率が、情報教育の他の目標とされる「情報活用の実践力」「情報社会に参画する程度」に関する分野と比べ一貫して低くなっている。2022 年より施行される次期学習指導要領では「情報の科学的な理解」の比重が増した「情報 I」が必修科目となる点はこの問題の解決に向けては前進といえるが、情報科の教員免許を持った情報科専任の教員は現状でもまだ少なく、多くの生徒が適切に指導を受ける機会を得られる可能性については課題が残されている [10]。

次に「情報教育のツール利用スキル習得分野への偏重」について説明する。内閣府の統合イノベーション戦略推進会議「AI 戦略 2019」 [11] において、専門分野の文系・理系を問わずすべての大学生に数理・データサイエンス・AI の知識・スキルの教育と並び、分野横断的、かつ多面的な情報の見方が行える批判的思考力を養成するリベラルアーツ教育の推進が目標として掲げられている。しかし、「社会からは『情報教育＝パソコン操作教育』、あるいは『プログラミング教育＝IT 技術者育成』と短絡的に捉えられる懸念」 [12] は現在もなお存在する。また、統計教育の観点からも表計算ソフトウェアの操作方法の教育にとどまり、データを多面的に捉えるスキルの獲得につながらない可能性を危惧する声もある [13]。分野横断的、かつ多面的な情報の見方を身につける教育も情報教育の中で重要であるという考えが、分野を問わず大学に浸透するかどうかは不透明といえる。

最後に「情報分野を含めた学習量志向の学習観を持つ学習者へのアプローチ」について言及する。大学の数学教育の現場では統計の基本といえる比と割合の概念が理解できていない、データを多面的に捉える学び以前の存在にある大学生も多いが、これは数と量の原理的な理解ではなく問題の解法パターンの詰め込みに偏重した教育現場に問題があるとする考え方があり [14]。一方、植木 [15] の高校生を対象とした学習観の研究において、学習において練習量を重んじる「学習量志向」、学習内容を既有知識に結びつける精緻化方略の使用頻度の高い「環境志向」、精緻化方略に加え問題解決・文章読解の際の自身の理解度をメタ的に捉えるモニタリング方略も頻繁に使用する「方略志向」の 3 種類の学習観の存在の可能性を示した。また、犬塚 [16]

の大学初年次生を対象とした数学の学習や知識の応用に関する信念の研究では、入試難度の高い大学の学生や、高等学校での履修経験や受験経験といった学習経験の多い学生は、正解を出すことより、問題解決に至る過程を論理的に組み立てることの方が数学では重要と考える傾向がみられた。これらのことから、情報分野を含めて「ひたすら量さえこなせば学習の成果は挙げられる」「考える過程よりも正解を出せることが大事」と捉える大学生の学習観にアプローチできる学習環境の整備が、情報教育の中にも求められるが、その前提のひとつとして学習量志向の学習者が環境志向・方略志向に学習観を変容できない原因の解明も必要である。

学習観にアプローチする手法としては、たとえばすでにピアチュータリング [17] や議論のファシリテーション [18] によるアプローチがすでに存在するが、本稿では正課授業の中で、情報教育の文脈の中でアプローチする可能性を模索している。その中で著者は、学習・記憶のしくみの人間・コンピュータ間比較に着目した。数学教育においては定型的な問題を素早く解くスキルより、「複雑で見慣れない非定型的な (complex, unfamiliar, and non-routine) 問題」の解決のスキルの養成が重要という考え方がある [19] が、これは情報教育にも同様にあてはまるものと考えられる。著者は工学系の大学生を対象としたコンピュータシミュレーションの授業において、反転授業とペアプログラミングによりこのような問題解決のスキルの養成を試みた [20]。本稿ではこれと異なる社会科学系の大学生を対象にした、オンデマンド型講義を中心とした遠隔授業において、大学生の学習観にアプローチするため、なぜ「複雑で見慣れない非定型的な問題の解決」が人間の問題解決のスキルとして重要なのか、そしてそのスキルはどのように身につけられるかを含めて身につけられる授業設計を試みた。これにより、「情報分野を含めた学習量志向の学習観を持つ学習者へのアプローチ」だけでなく、「情報教育のツール利用スキル習得分野への偏重」という問題に対しても情報の多面的な捉え方の基盤について考え、身につける機会を学生に与えられる。また、「情報の科学的な理解の教育機会不足」に対し、理解のための基盤を形成するために人間の学習・記憶のしくみを知ることは重要である。

以上を踏まえ、著者は学習・記憶のしくみの人間・コンピュータ間比較に着目した社会科学系大学生向け情報教育を実践した。以下、2 節では人間とコンピュータの学習・記憶の違いについて概説し、3 節では実際の授業の構成について説明し、4 節では授業の実施状況の報告および今後の研究としての展望を述べる。

2. 人間とコンピュータの学習・記憶の過程の違い

コンピュータの登場と普及は心理学の研究にも影響を及

ばし、人間の情報処理過程の解明にも貢献した。その一方で、研究が進むにつれ人間とコンピュータの情報処理の違いも明らかになってきた [21]。以下にその例を挙げる。

2.1 コンピュータが得意/苦手とする情報処理

代表的なコンピュータが得意な情報処理には

- 数値計算をはじめとした定型的な情報処理
- 膨大なデータの中にある規則性の抽出
- 電力が続く限り可能な辛抱強い繰り返し情報処理

がある [22], [23]。その一方でコンピュータが苦手とする情報処理には

- 創造的な思考
- 意味の理解を伴う情報処理
- 既有知識を「いい加減」に応用するトップダウンの情報処理

が挙げられる [22]。

1 節で挙げた「学習量志向」 [15] の学生は人間の情報処理過程を上記のコンピュータの得意な情報処理と同一視し、コンピュータのような情報処理を目指し、それができないのは自分に学習能力が足りないからと信じてしまう傾向が表面的には観察される。ただし、実際の情報処理過程まで踏み込んだ分析はしていないため、たとえば精緻化方略やモニタリング方略についてわかってはいるが用いる余裕がなかったり、あえて用いない動機が存在したりする可能性などもある。またこの状況に置かれた学生に対して介入し、精緻化方略やモニタリング方略を通じた理解の深化や問題解決の過程への留意といった思考の過程を養成する方法はいまだわかっていない。本稿の授業ではこれらを明らかにするまでには至っていないが、今後授業実践以外にも実験・調査を通じて解明が必要なテーマと考えている。

2.2 記憶の貯蔵・想起過程の違い

コンピュータにおけるメインメモリとストレージのような関係にある人間の記憶のメカニズムとして短期記憶・長期記憶が存在することは、20 世紀の認知心理学の研究が示してきた。しかし、コンピュータの記憶と大きく異なる点として、ハードウェアの故障・不具合がない前提で

感覚記憶 コンピュータは入力された情報を偏りなく受け付けるが、人間は注意の向けられた情報以外は短期記憶に転送されない。

短期記憶 コンピュータの記憶の容量は記憶装置のスペックに依存するが、人間の場合は情報の精緻化（個人の既有知識に合わせた情報の変質）により記憶の単位が変わりうる。

長期記憶 メインメモリからストレージへの転送は情報の変質を伴わず、容量の許す限りそのまま行われるが、人間の場合はリハーサル（記憶したい情報の復唱）や精緻化といった過程が伴う必要がある。

また、コンピュータは記憶した情報を時間を経ても変質せず保存可能だが、人間の場合は過去の記憶を思い出す際に長期記憶の内容がそのまま思い出されるわけではなく、思い出す手がかりに依存して短期記憶に呼び戻される記憶が変質する。

といった特徴が挙げられる [21]。

こちらについても「学習量志向」の学生は、コンピュータと同様に、たとえば教科書から得られた情報や教員から教えられた情報はそのまま「頭の中に転送できる」と信じており、それがうまくできないのは自分の学習能力不足としてしまう傾向が表面的には観察される。2.2 節と同様、こちらでも実際の情報処理過程までは明らかになっていないため、授業実践以外のアプローチで明らかにする必要があると考える。

1 節と 2 節の議論を整理したものを表 1 にまとめる。人間とコンピュータの情報処理の違いを表 1 で同列に扱ったのは、この違いに着目することで、本節で議論した問題と今後情報教育で目指す目標が明確になると考えたためである。本稿では、正解重視に偏っている現状のあり方を見直し、問題解決過程重視の情報教育を目指すため、人間とコンピュータの学習・記憶の違いに着目し、正課授業の中にこの違いに着目するための教育実践を行った。

3. 授業設計

ここまでの議論を踏まえ、著者の大阪経済法科大学における担当科目「ハードウェア論」の 2020 年度春学期分の授業設計を行った。授業は全 15 回だが、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、オンデマンド型授業（一部回除く）として設計を進めた。全体のスケジュールは図 1 に示した通りである。シラバスにおいて、本科目全体の到達目標として

- 人間とコンピュータの関わり方の現状と、人間とコンピュータの情報処理の違いについて、自分の考えを他者に説明できる。（図 1 のテーマ 1 に対応）
 - 人間とコンピュータの情報処理の違いを念頭に置きながら、コンピュータのしくみについて、自分の考えを他者に説明できる。（図 1 のテーマ 2 に対応）
 - 人間とコンピュータの情報処理の違いを念頭に置きながら、デジタル情報処理のしくみについて、自分の考えを他者に説明できる。（図 1 のテーマ 3 に対応）
- を学生には第 1 回授業において授業のスケジュールとともに示した。

授業の基本的なルーティーンは

- (1) 一部の授業回には【予習課題】を設定したので、その予習課題にあらかじめ取り組む。
- (2) 講義資料・講義音声*1をダウンロードし、教科書（本

*1 データダイエット [30] の観点から、講義は動画を用いず、プレゼンテーションスライドを PDF 化したものと講義音声の MP3

表 1 人間・コンピュータ間比較からみた情報教育の論点

問題解決の着眼点	情報教育の現状	学習者の学習観	得意とする情報処理	記憶の保存・想起
正解重視 正解さえ出せばよく、問題解決の過程については問わない考え方	教育が手厚く行われ、大 学生の理解度の高い分 野 [8], [9], [12] ● 情報活用の実践（ソ フトウェアの利用法 など） ● 情報社会に参画す る態度（情報モラル など）	学習量志向 [15] ● 学習＝時間と労力 の量 ● 機械的な問題解決の 高速化が目標 ● 手段を問わない、定 量的な成績の追求	コンピュータが得意とす る情報処理 [22], [23] ● 定型的な情報処理 ● 規則性の発見・抽出 ● 膨大な情報量かつ長 時間の繰り返し情報 処理	正確なデータの記録 [21] ● 入力データを偏りな く受理 ● 原則データは変質す ることなく記憶装置 に保存 ● 長期保存されたデー タも不変
問題解決過程重視 正解のない問題の 発見・解決や、問題 解決過程の質を重 視する考え方	教育が手薄で、大学生の 理解が伸び悩む分野 [8], [9], [12] ● 情報の科学的理解 （コンピュータや ネットワークのしく み、デジタル情報処 理など）	環境志向／方略志向 [15] ● よりよく学習できる 方法の振り返り・見 直し ● 学習と問題解決の 過程の振り返り・再 検討	人間が担うべき情報処 理 [22] ● 創造的な思考 ● 情報の価値判断 ● 複雑な情報からの 「いい加減」な情報 処理・問題解決	個人に合わせた記憶 [21] ● 注意を向けた情報の み記憶可能 ● 個人の既有知識に 合わせて情報を変質 （精緻化） ● 長期記憶は再生手が かりに依存して変化

科目では久野他 [31] を使用) の該当ページおよび講義資料を読みながら講義を聴取る。講義音声は 1 回あたり 80~90 分程度とし、5~10 分程度の導入部と、20~30 分程度の講義本編を 3 部構成（後述の小テストの解説を含む）として音声ファイルを作成した。

(3) 小テスト（授業内容の正誤を問う多肢選択問題を 2~3 問）と授業内容のコメントについて Microsoft Forms から回答する。

という形をとった。第 5 回・第 10 回・第 15 回については Zoom*2 による同時双方向形式の授業とし、Zoom のブレイクアウトルーム機能を用いて 3~5 名程度の学生グループをランダムに生成し、グループディスカッションを行った。この結果を踏まえ、レポート課題（5~6 問の問いから少なくとも 2 問選択、少なくとも A4 で 1 ページ程度）を課した。

4. 結果・今後の課題

4.1 小テストの成績

「ハードウェア論」の履修登録者は 71 名（1 年生 39 名、2 年生 19 名、3 年生 6 名、4 年生以上 7 名）で、このうち単位取得者は 44 名（履修登録者全体の 62.0%）となり、ドロップアウトした学生も多かった。

小テストの正答率・回答率を示したグラフを図 2 に示す（小テストを実施しなかった第 5 回、第 10 回、第 15 回を除く）。全 12 回の正答率は 63.6%、回答率は 64.4% であった。各回の内容の理解度についてはそこまで大きな差がみ

られなかったものの、第 3 回、第 7 回、第 11 回、第 13 回が正答率の平均 63.6% を下回っていた。第 3 回は Media Equation [24]、第 7 回はユーザインタフェースにおけるデスクトップメタファアの限界 [32]、第 11 回はデジタルデータの表現と計算方法（二進法の表現と基数変換、二進法の加減算）、第 13 回ファイル形式（PDF と電子署名）に関する問いで正答率が低かった。第 3 回・第 7 回は研究としても慎重な説明が求められる概念であるため、授業での扱い方に工夫が必要であるといえる。第 11 回のデジタルデータの表現と計算方法は過去の情報関連科目でも一貫して学生の苦手意識の強い分野であり、こちらも授業での扱いに工夫が必要といえる。第 13 回のファイル形式は文書・画像・音声・動画のファイル形式を整理せずに扱ったところがあり、内容の整理が必要といえる。

4.2 授業の実践例と学生のコメント

4.2.1 ICT の「人間らしさ」

第 3 回では ICT の「人間らしさ」と題して、人間が情報通信機器と接している間に無自覚に感じ取る「人間らしさ」やそれに対し無自覚に対人的な応答をしてしまう現象 [23], [24]、そして情報通信機器の開発者が意図的に設計する「人間らしさ」が必ずしもその意図通りに人間に受け取られない現象についてとりあげた。その際、図 1 の【予習課題】として

- 図形の動きから無自覚に「人間（生物）らしさ」を人間が読み取る現象に関する動画 [33]*3
- テキストエディタ Emacs の M-x doctor プログラム

ファイルをクラウドストレージ上に保存し、共有リンクを学内の学習管理システム (LMS) から張る形とした。

*2 <https://zoom.us/>

*3 <https://youtu.be/VTNmLt7QX8E>

テーマ1 人間とコンピュータの関わり

第1回 ガイダンス/ ICT と学び

- 本科目の概要・授業のルーティーンの説明
- 教育における ICT 活用
- メディアリテラシー/情報検索/Q&A サイト

第2回 生活の中の情報システム

- 生活・ビジネス・行政・産業を支える情報システム
- 情報システムを支える技術：組み込みシステム、センサ、IoT

第3回 ICT の「人間らしさ」

- 【予習課題】プログラムやアニメーション、ロボットの「人間らしさ」の評価アンケート
- 人間が無意識に感じ、反応する ICT の「人間らしさ」：Media Equation [24]
- 人間らしさを意図的に高めようとする技術：AI、アンドロイド [25]
- ICT の限界と人間・ICT の役割分担の必要性：「弱いロボット」 [26] に着目

第4回 人の能力を拡張する ICT

- 情報のユニバーサルアクセス
- 仮想現実 (VR) 技術と人間への影響
- 人間の能力の ICT による拡張

第5回 テーマ1 まとめ・振り返り

- 第1回～第4回の中で印象に残った内容のグループによる共有
- レポート課題

テーマ2 コンピュータのしくみ

第6回 人間とコンピュータの違い/コンピュータの構成

- 電子計算機前史：人間が“computer”だった時代 [27]
- コンピュータの歴史
- コンピュータの得意/苦手な情報処理 [22]
- コンピュータの五大機能
- さまざまな形のコンピュータ
- ハードウェアとソフトウェア

第7回 ユーザーインターフェース

- ユーザと情報の間：二重接面論 [28]
- メタファーはコンピュータを本当にわかりやすくしているのか
- さまざまな入力装置：アイトラッキング、ハプティックフィードバック
- インターフェースコネクタ

第8回 出力装置

- 映像の入出力：デジタルカメラ、イメージスキャナ、ディスプレイ
- ディスプレイとプリンターの色表現能力
- 次世代テレビや映像表現が人間の視覚に与える影響 ([29] など)

第9回 記憶装置/ CPU /コンピュータの種類

- 【予習課題】「偽りの長期記憶」の想起
- 人間の記憶のしくみ [21]
- さまざまなストレージ
- メインメモリ・CPU

第10回 テーマ2 まとめ・振り返り

- 第6回～第9回の中で、人間とコンピュータの違いに着眼した上で印象に残った内容のグループによる共有
- レポート課題

テーマ3 デジタル情報処理

第11回 情報のデジタル化

- 【予習課題】二進法の表現と計算のしかた
- 記数法とデータの単位
- 補数表現と二進法における減算
- アナログ・デジタル変換の過程
- 誤り検出・訂正

第12回 コンピュータと文字

- フォントの種類と扱い方
- さまざまな文字コード
- 絵文字の誕生とコミュニケーションの変化
- コンピュータの文字入力 (手書き・音声も含む)

第13回 ファイル形式/データサイエンス

- 文書ファイルの形式
- HTML と文書の構造化
- マルチメディアとファイル形式
- データのモデル化とデータサイエンス

第14回 プログラムの動作

- プログラムのつくりかた
- プログラムはどのように動くのか
- アルゴリズムとは何か
- 【付録】現代の ICT を支えるアルゴリズム (PageRank, 乱択アルゴリズム, 進化計算)

第15回 テーマ3 まとめ・振り返り

- 第11回～第14回の中で印象に残った内容のグループによる共有
- レポート課題

図1 「ハードウェア論」全15回のスケジュール

の動作例 [34]^{*4}

- ショッピングモールのガイドを受け付けるアンドロイド [25]^{*5}
- ごみ箱の形をし、言葉になっていない言葉でごみを拾って自分に入れて欲しいとそれとなく周囲の人に呼びかける「弱いロボット」 [26]^{*6}

を紹介し、これらの印象についてアンケートに回答した。アンケートの質問項目は先行研究 [35], [36] のものを利用し、著者による回答のコレスポネンダ分析により、これらの先行研究とは異なる形ながら、先行研究で指摘されていた4種類の動画の中の図形・プログラム・ロボットから

「生物らしさ」と「言動の目標の有無」の2つの特徴を読み取っていることを授業の中で説明した。

4.3 人間の記憶のしくみ

第9回ではコンピュータの記憶装置と人間の記憶のしくみの違いについてとりあげた。人間の記憶のしくみの中でも特に顕著なものひとつである虚偽記憶について、図1の【予習課題】として虚偽記憶の研究で有名な Elizabeth Loftus の TEDGlobal 2013 の講演^{*7}を事前に視聴し、内容理解に関する多肢選択問題とコメントに回答した。学生からの主なコメントとしては

^{*4} <https://youtu.be/smrQWc7JYiI>

^{*5} <https://youtu.be/3AETb7w403U>

^{*6} <https://youtu.be/g6XUHhsOrmA>

^{*7} https://www.ted.com/talks/elizabeth_loftus_how_reliable_is_your_memory

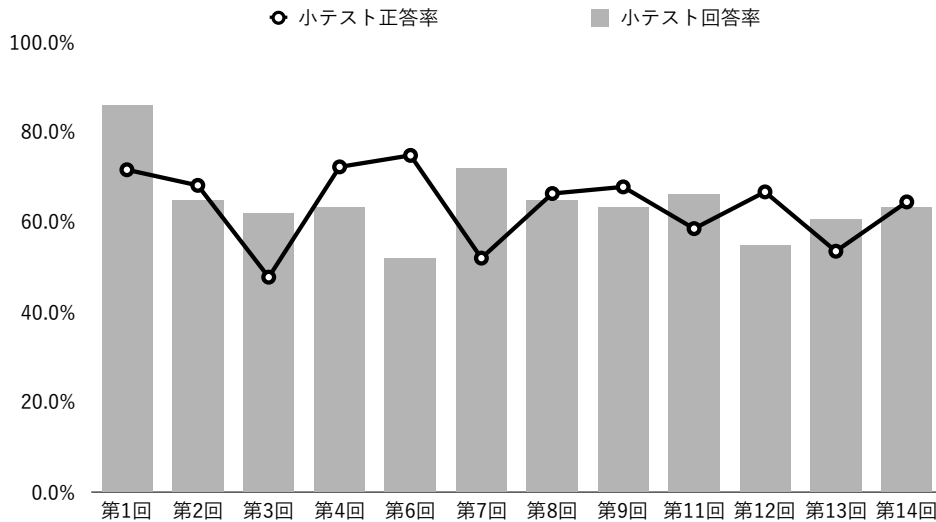


図 2 小テストの正答率・回答率

- 人間の記憶はウィキペディアと一緒に簡単に書き換えることができってしまうということ（が強く印象に残った）。質問次第で記憶に歪みが生じて事実と異なってしまう。
- 激突という言葉を使えば車のスピードが上がる*8というのは興味深かった。質問次第で誘導できてしまうのはおもしろい。

が得られた一方で

- なぜちょっと表現が違った言葉で人は変えられるのかと思いました。少し怖いです。
- 記憶は不確かなものであることは昔からわかっていることでもあるし、感覚的に分かりそうな物なのにもかかわらず、なぜ未だに犯罪の捜査において目撃証言を重要視しすぎて冤罪を生んでしまうのかと疑問に思った。
- この動画の女性の研究で、質問によって証言が変わることが研究結果に出ていましたが、その研究結果を利用して警察は質問を意識したりしているのか？ この研究によって助かった人はいるのか？ 記憶を植え付けるというのは、他者に「あなたは昔こういうことがあったね」と話されるだけで植え付けられるものなのか？ といった疑問やネガティブな印象に関するコメントも得られた。

4.3.1 絵文字とコミュニケーション

第 12 回の授業ではコンピュータ上の文字の扱い方の話

*8 同じ自動車衝突する映像を呈示しても、質問の際に「お互いの車がぶつかった時、どのくらいの速さで走っていましたか？」と「お互いの車が激突した時、どのくらいの速さで走っていましたか？」と質問が異なるだけで、見積もった衝突した自動車の速度について後者の方が速かったという Loftus らの実験 [37] を講演で紹介していた。記憶を思い出す手がかり次第で思い出される記憶が変質するという人間の記憶の性質を示した実験のひとつであり、Loftus は講演の中でこの性質を悪用した心理療法や、目撃証言に基づく事件の捜査で発生した冤罪についてもとりあげている。

題の中でフォントや絵文字をとりあげ、フォントの種類や絵文字の開発と普及の歴史の概要と、それにより起こっているコミュニケーションの齟齬と問題解決の話題を紹介した。特に UD フォントが文字の読みやすさを改善しているという研究結果*9について

- ユニバーサルデザインのフォントが学力向上の効果があるのはすごいと思った。

● フォントの装飾、読みやすさへの配慮（が印象深かった）。などといった学生からのコメントがあった。

また、絵文字が日本で開発され世界に普及したこと*10や、それに伴い文化などの差によってコミュニケーションの齟齬が生まれていること*11についても反響があり、

- 絵文字が日本発祥ってなんか面白いな、意外やなと思いました。
- 参考文献の絵文字について研究者が真面目に議論が面白く感じた。
- 絵文字を普段使わないのでトラブルがあるということを知った。

といった学生からのコメントがあった。

4.3.2 ボーカロイドの開発と普及の歴史

第 13 回ではコンピュータ上の音声情報の扱い方の中で、「MP3 や AAC などの形式の音声ファイルは音声そのものの情報を含むが、スタンダード MIDI ファイルはいわゆる『譜面の情報』のみしか含まない」という話題の延長上の位置づけで、ボーカロイドの開発と普及の歴史 [38]*12をとりあげた。人間の創造的思考や、長期的な視点での ICT の

*9 <https://www.asahi.com/articles/ASM83358VM83UTIL00H.html>

*10 https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/201808/201808_12_jp.html

*11 <https://wired.jp/2018/07/24/academic-emoji-conference/>

*12 <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/0802/22/news013.html>

活用方法の習得といった観点でも考えるヒントになりうることを意図している。学生からは

- 大学の講義でボーカロイドが出てくるとは思わなかったのが驚きました。実際に身の回りで使われているものの多くは、技術開発の賜物なのだなと感じました。
- (前述のボーカロイドの普及の歴史に関する記事の中の) 特に「どんな技術でも一発目は外すの法則」という言葉がとても印象に残りました。

などといったコメントが得られた。

4.4 授業・学修評価アンケートの結果と授業の再設計

全学共通の授業・学修評価アンケートでは、全体として講義の時間だけで1 授業回あたり 90 分近くかかってしまう回もあったからか、「講義が長過ぎる」「難し過ぎる」といった声も学生からは多く聞かれた。

授業設計の面では講義内容の整理が不十分で詰め込み過ぎたところがある。2020 年度秋学期もオンデマンド型授業として同科目を開講するにあたり、

- 対面授業との併用でスケジュールの都合がつかない履修者がいる可能性があるため、第 5 回・第 10 回・第 15 回もオンデマンド型授業として開講する。
 - － 講義内容を整理し全体的に講義内容を少なくした上で、第 5 回・第 10 回・第 15 回は応用的な内容を集める形にしてレポート課題へのヒントを示すようにした。
- 講義資料・講義音声で分けると音声を追いかけながら資料を読むのが大変だったという履修者の声も多かったため、毎回 YouTube と Microsoft Stream により講義動画を配信する。
- 履修者のコメントを大福帳.js^{*13}で集める形とし、個々の学生に対して毎回フィードバックのコメントを返信する(原則毎回のコメント提出を必須とし成績評価対象とするが、レポート課題の負荷を考え第 5 回・第 10 回・第 15 回は必須としない)。
- 毎回の小テストに代えて、Microsoft Teams でディスカッション用の人間とコンピュータの学習・記憶のしくみの違いや、人間とコンピュータの接点に関する択一課題を 1~2 題準備し、選択肢を選んだ上でその理由を説明する形の課題を課す。課題の解説についても毎回行う。
 - － 第 5 回・第 10 回・第 15 回については、レポート課題の下準備となる問いをオープンクエスチョンとして課し、個々の履修者の回答にフィードバックした上でその問いをもとにレポート課題をまとめる形とする。

とし、履修者との対話の機会を増やし、より人間とコン

ピュータの学習・記憶に焦点を当てられる形に授業の形式と構成を見直した。しかし、到達目標や授業内の活動・評価基準の見直しといった授業設計で見直すべき課題も残っており、これらをクリアすることが授業実践上の課題である。

4.5 情報の科学的な理解・情報の学習観の検討

今後の課題であるが、このような授業が大学生に与える影響として、大学生が持つ情報の科学的な理解に対する一般的な理解度や態度、学習観について、授業実施前・実施後の変化を検討することは、本稿の目指すところを考えれば不可避である。まずこれに関する測定について、関連研究も踏まえつつ検討を進める必要がある。また、今回の分析対象であった授業のデータについても、学生の詳細な活動の分析ができていないため、個々の学生の小テスト・コメントの結果集計や傾向の分析から行い、学生の反応について詳細に調べる必要がある。加えて、授業実践のみでは明らかにならない問題については別途実験・調査を行うことも選択肢として検討が必要と考える。以上の分析を通して、大学生の情報の科学的な理解や情報の学習観について捉えることが、ICT に対する学びの深化に貢献できると考える。

参考文献

- [1] Frey, C. B. and Osborne, M. A.: The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 114, pp. 254-280 (2017).
- [2] 松尾 豊: 人工知能は人間を超えるか: ディープラーニングの先にあるもの, KADOKAWA, 東京 (2015).
- [3] Gratton, L. and Scott, A.: *The 100-Year Life: Living and Working in an Age of Longevity*, Bloomsbury Information, London, UK (2016). 池村千秋 (訳): LIFE SHIFT (ライフシフト): 100 年時代の人生戦略, 東洋経済新報社, 東京 (2016).
- [4] 新井紀子: AI vs. 教科書が読めない子どもたち, 東洋経済新報社, 東京 (2018).
- [5] Graeber, D.: *Bullshit jobs*, Simon & Schuster, New York, NY, USA (2018). 酒井隆史, 芳賀達彦, 森田和樹 (訳): ブルシット・ジョブ: クソどうでもいい仕事の理論, 岩波書店, 東京 (2020).
- [6] 中原 淳: 有事のリーダーシップ: 学びを保障し、学びをアップデートせよ! リーダーシップ格差を子どもの格差につなげるな (2020). 公益財団法人電通育英会 2020 年 8 月 15 日-16 日リーダー育英塾・特別オンラインセミナー http://www.nakahara-lab.net/blog/wp-content/uploads/2020/08/yuji_leadership_nakahara2020.pdf (最終アクセス日: 2020 年 10 月 2 日) .
- [7] 文部科学省: 情報化の進展に対応した教育環境の実現に向けて (情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議最終報告) (1998). https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/002/toushin/980801.htm.
- [8] 重田桂子, 植原啓介, 村井 純: 高校教科「情報」に関するアンケート調査と分析, 情報処理シンポジウム 2015 論文集, pp. 31-38 (2015).

*13 <https://goose.cite.tohoku.ac.jp/daifukujs/>

- [9] 河村一樹, 喜多 一, 立田ルミ, 庄ゆかり, 和上順子: 大学における情報プレースメントテスト, 日経 BP マーケティング, 東京 (2019).
- [10] 中野由章: 高等学校共通教科情報科の変遷と課題, 情報処理, Vol. 59, No. 10, p. 933 (2018).
- [11] 統合イノベーション戦略推進会議: AI 戦略 2019 (2019). https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistrategy2019.pdf (最終アクセス日: 2020 年 10 月 2 日).
- [12] 喜多 一: わが国の情報教育: 初等教育から大学教育まで, システム/制御/情報, Vol. 62, No. 7, pp. 242-247 (2018).
- [13] 小島寛之, 三中信宏: 社会と科学のなかの統計学, 現代思想, Vol. 48-12, pp. 8-21 (2020).
- [14] 芳沢光雄: 「%」が分からない大学生: 日本の数学教育の致命的欠陥, 光文社新書 1000, 光文社, 東京 (2019).
- [15] 植木理恵: 高校生の学習観の構造, 教育心理学研究, Vol. 50, No. 3, pp. 301-310 (2002).
- [16] 犬塚美輪: 大学初年次生の数学信念の構造: 関連要因の探索的検討, 教育心理学研究, Vol. 64, No. 1, pp. 13-25 (2016).
- [17] 椿本弥生, 大塚裕子, 高橋理沙, 美馬のゆり: 大学生を中心とした持続可能な学習支援組織の構築とピア・チュータリング実践, 日本教育工学会論文誌, Vol. 36, No. 3, pp. 313-325 (2012).
- [18] 田中孝治, 陳 巍, ダムヒョウチ, 小林重人, 橋本 敬, 池田 満: 知識共創力を高めるメタ認知スキルの学び方の学び: 議論のファシリテーションを通じた経験学習, 電子情報通信学会和文誌 D, Vol. J101-D, No. 6, pp. 830-842 (2018).
- [19] Mevarech, Z. and Kramarski, B.: *Critical maths for innovative societies: the role of metacognitive pedagogies*, OECD, Paris, France (2014). 篠原真子, 篠原康正, 斐岩 晶 (訳): メタ認知の教育学: 生きる力を育む創造的数学力, 明石書店, 東京 (2015).
- [20] 鈴木 聡, 廣川佐千男: ペアプログラミングと反転授業を導入したコンピュータシミュレーション実習における履修者の学習活動の分析, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 255-269 (2017).
- [21] 鈴木宏昭: 教養としての認知科学, 東京大学出版会, 東京 (2016).
- [22] 今井むつみ, 野島久雄, 岡田浩之: 新人が学ぶということ: 認知学習論からの視点, 北樹出版, 東京 (2012).
- [23] Fogg, B. J.: *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, USA (2003).
- [24] Reeves, B. and Nass, C.: *The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*, Cambridge University Press, New York, NY, USA (1996).
- [25] 石黒 浩: アンドロイドは人間になれるか, 文春新書 1057, 文藝春秋, 東京 (2015).
- [26] 岡田美智男: 〈弱いロボット〉の思考: わたし・身体・コミュニケーション, 講談社現代新書 2433, 講談社, 東京 (2017).
- [27] Eames, C. et al.: *A computer perspective: Background to the computer age*, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA, new ed. edition (1990). 和田英一 (監訳), 山本敦子 (訳): コンピュータ・パースペクティブ: 計算機創造の軌跡, ちくま学芸文庫 イ-43-1, 筑摩書房, 東京 (2011).
- [28] 佐伯 胖: 機械と人間の情報処理: 認知工学序説, 意味と情報 (竹内 啓, 編), 東京大学出版会, 東京, pp. 21-54 (1988).
- [29] 妹尾武治: ベクシオンとは何だ!?, 共立スマートセレクション 16, 共立出版, 東京 (2017).
- [30] 国立情報学研究所: データダイエットへの協力をお願い: 遠隔授業を主催される先生方へ. <https://www.nii.ac.jp/event/other/decs/tips.html> (最終アクセス日: 2020 年 10 月 2 日).
- [31] 久野 靖, 佐藤義弘, 辰己丈夫, 中野由章: キーワードで学ぶ最新情報トピックス 2020: インターネットと情報機器を上手に利用するために, 日経 BP 社, 東京 (2020).
- [32] Laurel, B. and Mountford, S. J.: *The Art of human-computer interface design*, Addison-Wesley, Reading, MA, USA (1990). 上條史彦, 小嶋隆一, 白井靖人, 安村通晃, 山本和明 (訳): ヒューマンインターフェースの発想と展開: 人間のためのコンピューター, ピアソン・エデュケーション, 東京 (2002).
- [33] Heider, F. and Simmel, M.: An Experimental Study of Apparent Behavior, *American Journal of Psychology*, Vol. 57, No. 2, pp. 243-259 (1944).
- [34] Weizenbaum, J.: *Computer power and human reason: From judgment to calculation*, W. H. Freeman, San Francisco, CA, USA (1976). 秋葉 忠利 (訳): コンピュータ・パワー: 人工知能と人間の理性, サイマル出版会, 東京 (1979).
- [35] Opfer, J. E.: Identifying living and sentient kinds from dynamic information, *Cognition*, Vol. 86, No. 2, pp. 97-122 (2002).
- [36] 福田玄明, 植田一博: 対象の運動に対する関わりがアニメーション知覚に与える影響, 人工知能学会第 21 回全国大会論文集, pp. 2D5-11 (2007).
- [37] Loftus, E. F. and Palmer, J. C.: Reconstruction of automobile destruction: An example of the interaction between language and memory, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 13, No. 5, pp. 585-589 (1974).
- [38] 剣持秀紀: 歌声合成ソフトウェア VOCALOID の開発, 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン, Vol. 6, No. 4, pp. 336-341 (2013).