

MS-Office 操作スキルを対象とした適応型学習のための AI ドリル教材の開発と評価

高木正則¹ 瀬戸山光宏²

概要: 本研究では、MS-Office 操作スキルの効率的な習得を目的として、コンピュータ適応型テストで測定された MS-Office 操作スキルに応じて学習すべき適切な演習問題が自動選択される AI ドリル教材を開発した。また、開発した AI ドリル教材を大学の情報リテラシー科目で利用し、AI ドリル教材を利用した場合と、従来のドリル教材を利用した場合で、能力値の変化を比較した。分析の結果、AI ドリル教材を活用した場合、従来の教材に比べて、同じ学習時間で能力値の向上度合いが高くなっていたことが示され、開発した AI ドリル教材が効率良く MS-Office 操作スキルを習得するのに役立っていたことが示された。

キーワード: AI ドリル教材, 適応型学習, 項目反応理論, MS-Office 操作スキル

Development and Evaluation of Drill Materials for Adaptive Learning for Microsoft Office Skills

MASANORI TAKAGI^{†1} MITSUHIRO SETOYAMA^{†2}

Abstract: In this study, we developed an adaptive learning system that automatically selects appropriate exercises to be learned according to the learner's Microsoft Office skills, as measured by computerized adaptive testing. The developed learning system was applied in a university information literacy course. We compared changes in ability scores between learners who used the adaptive learning materials and those who used traditional learning materials. The results showed that when the adaptive learning materials were used, the degree of improvement in ability score was higher than when the traditional learning materials were used over the same period of time. From this result, we conclude that the developed adaptive learning system was useful for helping learners efficiently acquire Microsoft Office skills.

Keywords: Drill Material, Adaptive Learning, Item Response Theory, Microsoft Office Skills

1. はじめに

著者らはこれまで Microsoft Office (以下、MS-Office) の操作スキルを短時間かつ高精度に測定可能なコンピュータ適応型テスト (以下、CAT) を開発してきた[1]。CAT とは、「テストへのそれまでの回答履歴を用いて逐次、受検者の能力を推定しながら、その能力に最も適した質問項目をアイテム・バンクより抽出しながら出題する」[2]テストである。CAT により、難しすぎる問題や易しすぎる問題が出題されることを防ぐことができ、受検者の能力を短時間で高精度に推定できることが期待できる。

本研究では、MS-Office 操作スキルの効率的な習得を目的として、CAT で測定された MS-Office 操作スキルに応じて学習すべき適切な演習問題を自動選択される AI ドリル教材を開発した。また、開発した AI ドリル教材を大学の情報基礎科目で利用した。さらに、AI ドリル教材を利用して学習した場合と、通常のドリル教材を利用した場合で、能力値の変化を比較した。分析の結果、AI ドリル教材を活用した場合、通常の教材に比べて、同じ学習時間で能力値の

向上度合いが高くなっていたことが示され、開発した AI ドリル教材が効率良くスキルを習得するのに役立っていたことが示された。

2. AI ドリル教材の設計と開発

2.1 システムの概要

AI ドリル教材を生成するシステムの概要を図 1 に示す。本システムでは、学習者が学習を開始する際に、過去の CAT の受験回数を確認する。過去に CAT を受験したことがない場合、CAT を受験するよう学習者にメッセージが表示される。CAT を受験したことがある場合、CAT の結果に基づいて学習すべき演習問題を自動選択してドリル教材を作成する。

2.2 演習問題と解答機能

本研究では、PC の操作スキルを向上するための自学自習型 e ラーニングサービスである「ナレロー」[3]で使われている問題と、問題解答機能を利用する。「ナレロー」は 2002 年からサービスを開始し、全国の大学生協で販売されるノート PC にプリインストールされている。そのため、利用

¹ 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

² (株)ナレロー
Narero Corporation

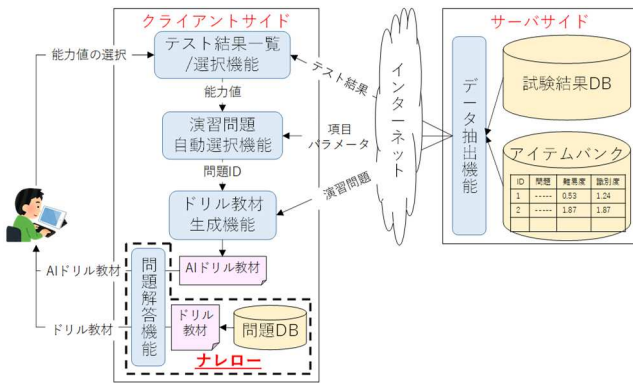


図 1 システムの概要図

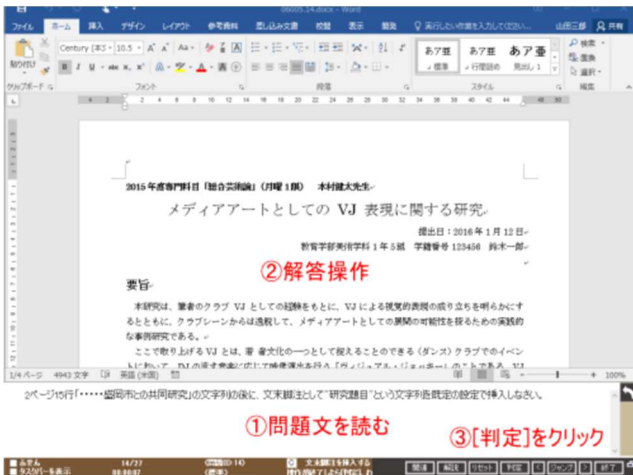


図 2 「ナレロー」の問題解答画面

者のほとんどは大学生であり、毎年 6 万人以上が利用している。「ナレロー」では学習モードと試験モードがある。図 2 にナレローの学習モードの問題解答画面を示す。画面下側に問題文が表示され、問題文に指示された内容を画面中央部の MS-Office 上で実際に操作する。判定ボタンを選択すると操作した内容が自動的に診断され、問題文に指示された内容を正しく操作した場合、正解となる。そのため、「ナレロー」では MS-Office に関する知識が問われるのではなく、指示された内容を実際に操作できるかどうかを評価している点に特徴がある。操作方法が分からない場合は解説ボタンを選択することで、操作方法のデモを閲覧できる。提供されている科目には Windows7, Windows8.1, Windows10, Word, Excel, PowerPoint 等があり、全部で 403 問の問題が登録されている。

2.3 学習すべき問題の自動選択方法

本システムでは、項目反応理論 (Item response theory: IRT) の 2 母数ロジスティックモデル[4]を利用して、各問題の正答確率が 70%になる能力値を算出し、その能力値が学習者の能力値よりも高い場合、学習すべき問題としてドリル教材に含めることとした。2 母数ロジスティックモデルでは、能力値 θ_i の受験者 i が項目 j に正答する確率を次式で定義する。

おすすめ学習方法

効率的にスキルアップしたい方におすすめの学習方法

コンピュータ適応型学習(CAL)
 テスト(CAT)により測定したスキルレベルに応じた学習ができます。

CAT(テスト)スキルレベルを把握 → CAL(ラーニング)スキルレベルに応じた学習 → CAT(テスト)実力を実感

難易度(CAL) vs スキルレベル(CAT) graphs showing difficulty increasing with skill level and question count decreasing.

※スタートメニューでCALを選択します。

次回からのメッセージを表示しない。(スタートメニュー>ヘルプ>ご利用の手引きで表示できます。)

開じる

図 3 学習方法の説明画面

$$p_j(\theta_i) = \frac{1}{1 + \exp(-1.7aj(\theta_i - b_j))} \quad (1)$$

ここで、 aj と bj は、項目 j の識別力と困難度である。つまり、学習者が解答した際の正答確率が 70%以下の問題が自動選択されたドリル教材を生成する。AI ドリル教材では、自動選択された問題が難易度の易しい順に出題される。

2.4 システムの開発

本システムはデータベースに Microsoft Azure SQL サーバを採用し、サーバサイド、クライアントサイドともに C#と VB で実装を行った。開発したシステムの画面例を図 3~6 に示す。

学習者が CAT の受験を終了するか、AI ドリル教材での学習を開始すると、AI ドリル教材を活用した効率的な学習方法を説明した画面 (図 3) が表示される。次に、過去の CAT の受験結果が表示される (図 4)。CAT を複数回受験していた場合、過去の CAT の全受験結果が一覧で表示され、AI ドリル教材を作成する際に採用する CAT の結果 (能力値) を学習者が選択できるようになっている。学習者が図 4 の受験結果一覧から、自分の能力値として採用する受験結果を選択すると、指定された能力値で正答確率が 70%以下になる問題が自動選択されて、演習問題が表示される。図 5 は能力値が低い CAT の結果を選択した場合の画面であり、104 問が選択されている。図 6 は能力値が高い CAT の結果を選択した場合の画面であり、52 問が選択されている。このように、能力値が高くなるにつれて、ドリル教材に含まれる演習問題が少なくなり、効率よく学習できるようになると考えられる。



図 4 過去のCATの受験結果一覧表示画面

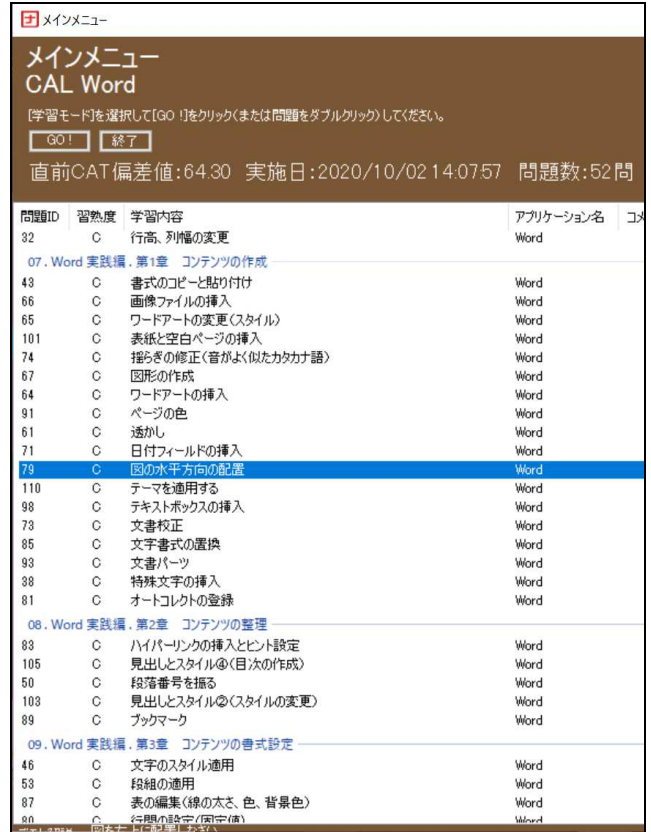


図 6 AIドリル教材の画面例(能力値が高い場合)



図 5 AIドリル教材の画面例(能力値が低い場合)

3. 評価

3.1 評価の概要

学習者の能力値に応じてドリル教材に含める演習問題を動的に変化させる本システムの有効性を評価するために、2020年度前期セメスターにAIドリル教材を利用して学習した場合(AIドリル利用群)と、従来のドリル教材(全員に同じ問題が提供される)を利用した場合(従来ドリル利用群)で、学習時間と能力値の推移を分析した。

3.2 分析対象

AIドリル利用群は、A大学(文系の公立単科大学)1年生対象の必修科目である情報リテラシー科目の全6クラスで試験的にAIドリル教材を利用した学習者のデータを分析対象とした。AIドリル教材が利用された科目では、最初にCATを受験させたあと、授業時間外の課題としてAIドリル教材を活用して学習させた。また、前期セメスター中にCATの受験機会を4回設けて、授業時間外に各自でCATを受験させた。

一方、従来ドリル利用群は、B大学(私立の総合大学)の選択科目である情報リテラシー科目の全8クラスでナレローを利用した学習者のデータを分析対象とした。B大学の情報リテラシー科目では、履修する前にCATを受験させ、学生本人で得点を確認させてこの科目の履修の必要性を検討して履修していることもあり、この科目の履修者は8割が文系学部の学生である。この科目では、ドリル教材を授業外課題として利用してもらったが、科目の履修期間中のCATの受験は必須とはしなかった。

また、両群ともに2020年度の4月1日から9月30日までのデータを対象とし、CATを1回しか受けていない学生や、ドリル教材を活用して学習しなかった学生のデータは分析の対象外とした。表1に分析対象のデータ数を示す。

表 1 分析対象のデータ数

	AIドリル利用群	従来ドリル利用群
Word	342人	291人
Excel	336人	242人
PowerPoint	332人	235人

表 2 MS-Office 操作スキルの能力値の平均と標準偏差

		1回目	最高得点
Word	AIドリル利用群	平均	44.9
		標準偏差	7.3
	従来ドリル利用群	平均	50.5
		標準偏差	6.2
Excel	AIドリル利用群	平均	39.8
		標準偏差	10.3
	従来ドリル利用群	平均	46.5
		標準偏差	9.1
PowerPoint	AIドリル利用群	平均	44.4
		標準偏差	11.0
	従来ドリル利用群	平均	52.0
		標準偏差	7.8

3.3 分析と考察

3.3.1 得点の推移

分析対象の学習者のデータの中で1回目のCATの得点と2回目以降のCATの得点の最大値を抽出し、その差分(2回目以降で最大の能力値-1回目の能力値)を求めた。なお、CATで算出される得点は、IRTで推定された能力パラメータ θ に10を掛けて50を足した値となっている。また、ドリル教材の学習履歴データを分析し、CATの1回目の受験後から、最高得点となったCATの受験直前までの学習時間を算出した。AIドリル利用群と従来ドリル利用群のそれぞれで、CATの1回目の得点の平均値と標準偏差、2回目以降のCATの最高得点の平均値と標準偏差を表2に示す。表2の結果から、Word、Excel、PowerPointのいずれも、従来ドリル利用群のほうが1回目の能力値の平均値は高いが、2回目以降の最高得点の平均値はAIドリル利用群のほうが高くなっていることが確認できる。また、WordのAIドリル利用群では最高得点の標準偏差が1回目よりも小さくなっているが、従来ドリル利用群では最高得点の標準偏差のほうが1回目よりも大きくなっており、従来ドリル利用群のほうが、能力値のばらつきが大きくなったといえる。これは、従来ドリル利用群では、全員に同じ演習問題が出題されるため、学習者は解答する演習問題を自分で選んで学習する必要があり、学習者自身で適切に学習すべき演習問題を選択できた学生と、学習すべき演習問題を適切に選択できなかった学生で、得点の向上に差が生じたと推察される。Excel、PowerPointの標準偏差の値は、AIドリル

表 3 学習時間(分)の平均と標準偏差

		平均	標準偏差
Word	AIドリル利用群	370.9	140.0
	従来ドリル利用群	252.4	117.7
Excel	AIドリル利用群	353.8	147.1
	従来ドリル利用群	263.3	103.2
PowerPoint	AIドリル利用群	211.1	96.7
	従来ドリル利用群	183.3	76.0

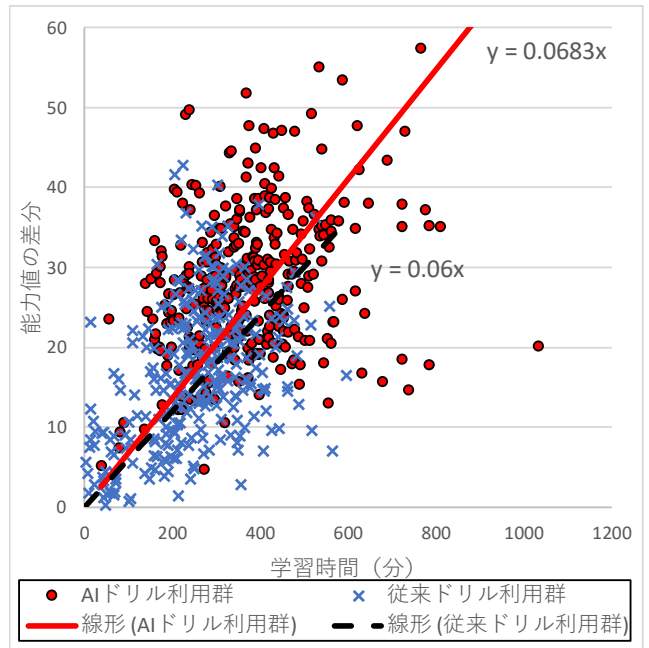


図 7 学習時間と能力値差分の散布図 (Word)

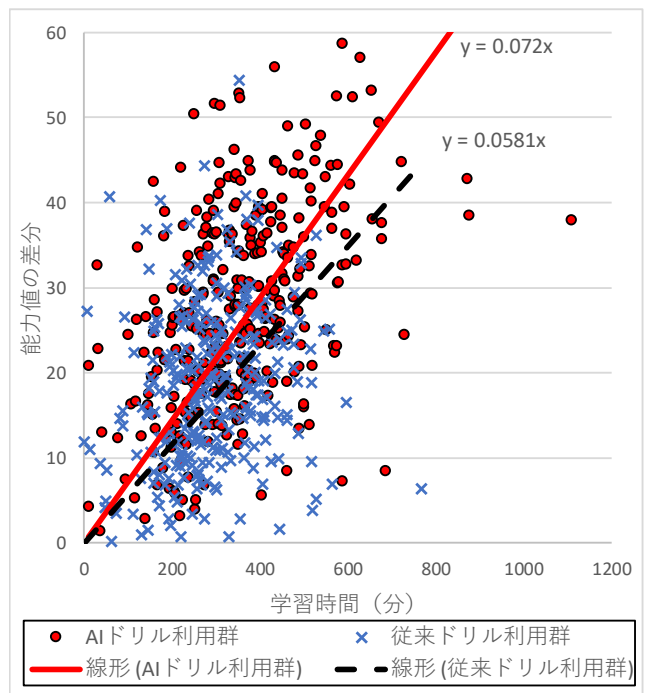


図 8 学習時間と能力値差分の散布図 (Excel)

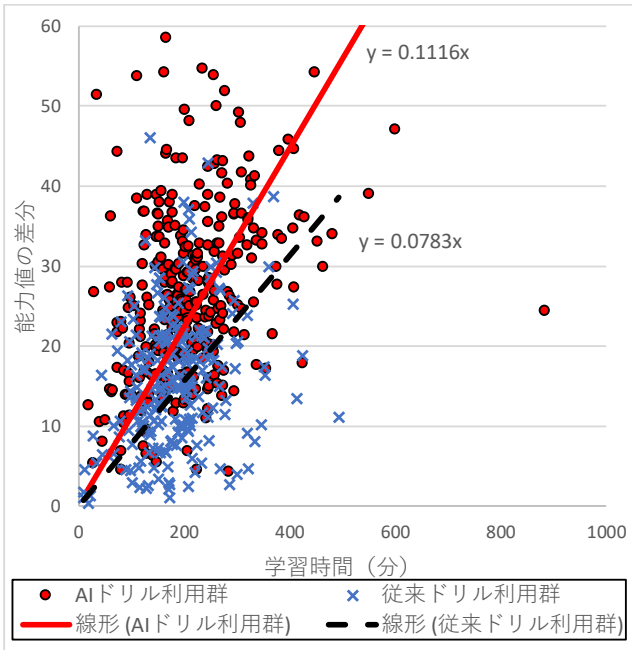


図 9 学習時間と能力値差分の散布図 (PowerPoint)

ル利用群, 従来ドリル利用群ともに, 最高得点のほうが 1 回目よりも値が小さいが, AI ドリル利用群のほうが値の減少が大きかった. AI ドリル利用群は, 従来ドリル利用群に比べて得点の平均値の向上度も大きいことから, AI ドリル教材を利用することで, 従来ドリル教材を利用するよりも能力値が向上し, 能力値のばらつきが小さくなったと考えられる.

3.3.2 学習時間と能力値の関係

表 3 に AI ドリル利用群と従来ドリル利用群のそれぞれについて, 学習時間の平均と標準偏差を示した. 表 3 の結果から, AI ドリル利用群のほうが, 1 人あたりの学習時間が長かったことが確認できる.

図 7~9 に AI ドリル利用群と従来ドリル利用群のそれぞれについて, 各学習者の学習時間と, 1 回目の得点と最高得点の差分の散布図を示す. 表 3 と図 7~9 から, AI ドリル利用群のほうが従来ドリル利用群よりも学習時間が長く, 同一学習時間における得点の向上が大きい傾向にあることがわかる. また, Word, Excel, PowerPoint で比較すると, PowerPoint が Word, Excel に比べて, 学習時間 1 分あたりに向上する得点が高くなる傾向が推察される. なお, 学習時間については, 各大学の授業でナレローやドリル教材の活用に対する指示方法の違いも影響していると考えられる.

学習時間と得点の差分の相関係数を求めたところ, Word では, AI ドリル利用群で弱い正の相関 ($r=0.29, p=3.06 \times 10^{-8}$), 従来ドリル利用群で中程度の正の相関 ($r=0.44, p=6.09 \times 10^{-15}$) が確認された. Excel では, AI ドリル利用群で中程度の正の相関 ($r=0.44, p=3.21 \times 10^{-17}$) が確認されたが, 従来ドリル利用群は無相関 ($r=0.18, p=1.8 \times 10^{-3}$) であった. PowerPoint では, 両群ともに弱い正の相関 (AI ドリ

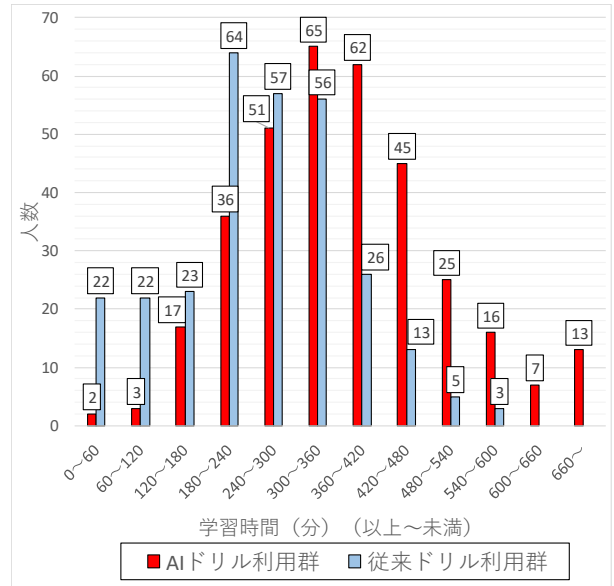


図 10 学習時間と学習者数 (Word)

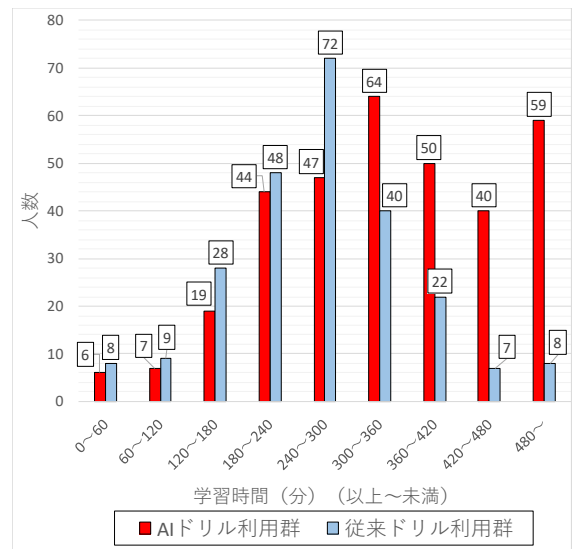


図 11 学習時間と学習者数 (Excel)

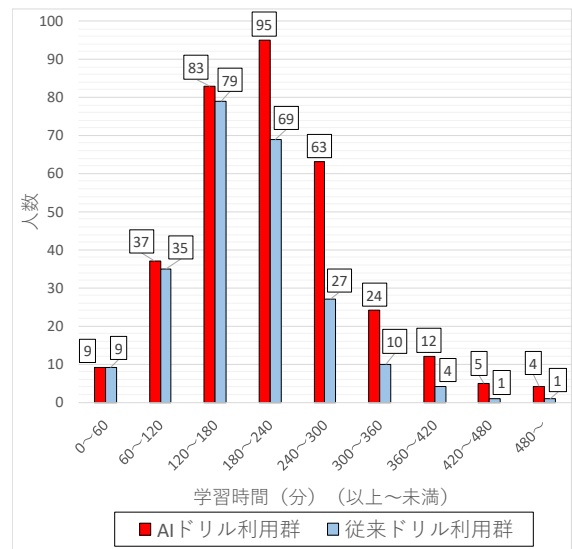


図 12 学習時間と学習者数 (PowerPoint)

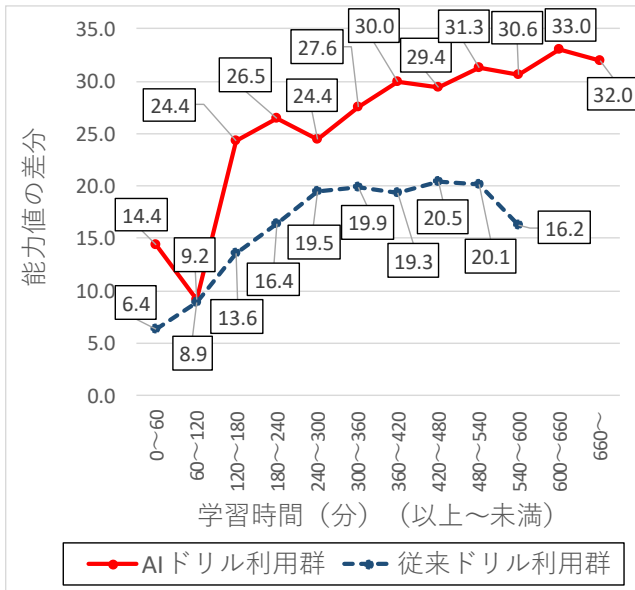


図 13 学習時間と能力値差分の分析結果 (Word)

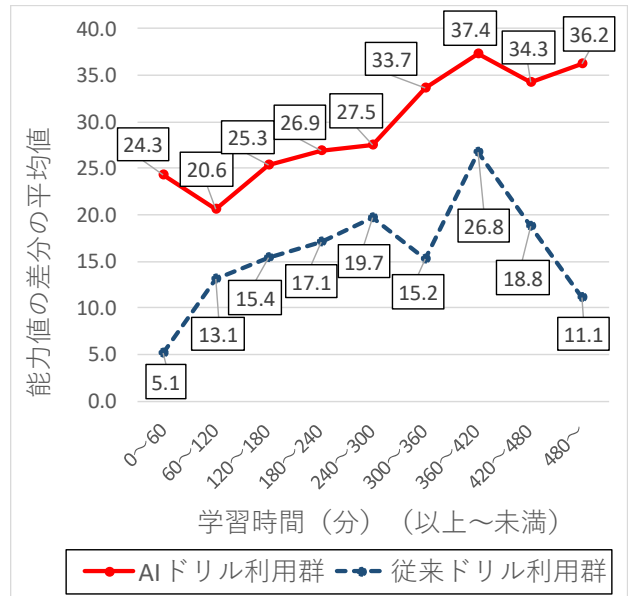


図 15 学習時間と能力値差分の分析結果 (PowerPoint)

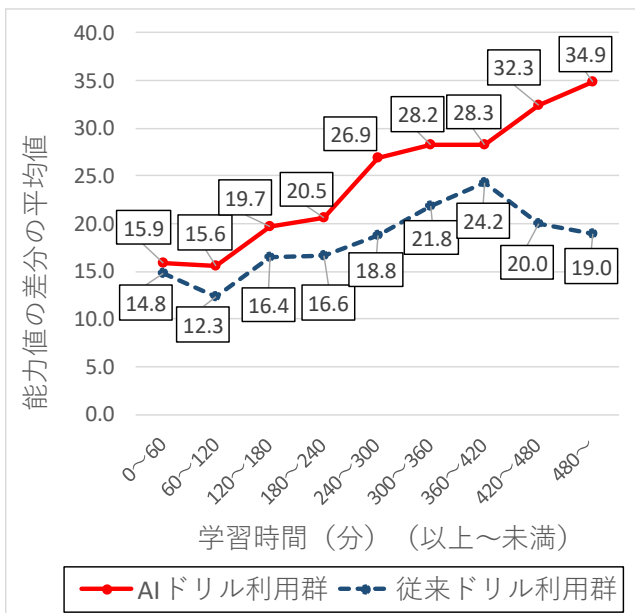


図 14 学習時間と能力値差分の分析結果 (Excel)

ル利用群:r=0.29, p=5.39×10⁻⁸, 従来ドリル利用群:r=0.27, p=2.43×10⁻⁵) が確認された。

図 10~12 に、各学習者の学習時間を 60 分ごとに分類して、学習者の人数を分析した結果を示す。また、図 10~12 同様、学習時間を 60 分ごとに区切って、学習者を分類したうえで、各学習時間帯で得点の差分の平均値を算出した結果を図 13~15 に示す。図 13~15 から、ほぼ全ての学習時間帯において、AI ドリル利用群のほうが得点の差分が大きいたことが確認できる。これは AI ドリル利用群のほうが従来ドリル利用群よりも同じ学習時間で能力値が向上していたことを表している。MS-Office 操作スキルは、その他の科目や授業以外で MS-Office を操作した経験など、教材以外の影響もあると考えられるため、AI ドリル教材による学習

効果だけとは言い切れないが、以上の結果から、本研究で開発した AI ドリル教材が、全学習者に同一の演習問題が提供される従来ドリルよりも、同一の学習時間で高い学習効果が期待できると考えられ、効率的に MS-Office の操作スキルを習得できたことが示唆できる。

4. おわりに

本研究では、MS-Office 操作スキルの効率的な習得を目的として、CAT で測定された MS-Office 操作スキルに応じて学習すべき適切な演習問題が自動選択される AI ドリル教材を開発した。開発した AI ドリル教材では、IRT の 2 母数ロジスティックモデルを利用して、各問題の正答確率が 70%になる能力値を算出し、その能力値が CAT で測定された学習者の能力値よりも高い場合、学習すべき問題としてドリル教材に含めることとした。

開発した AI ドリル教材を大学の授業で利用してもらい、AI ドリル利用群と従来ドリル利用群で学習履歴を分析した結果、本研究で開発した AI ドリル教材が、全学習者に同一の演習問題が提供される従来ドリルよりも、同一の学習時間で高い学習効果が期待できることが示唆された。今後は、CAT の結果の推移や AI ドリル教材の学習状況を学習者にフィードバックし、学習目標やモチベーションに応じて学習者自身で AI ドリル教材をカスタマイズできるような方法についても検討する。

参考文献

- [1] 高木正則, 瀬戸山光宏. MS-Office 操作スキルを測定するコンピュータ適応型テストの開発と評価. 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, Vol.2019, pp.220-225, 2019.8
- [2] 植野真臣, 永岡慶三. e テスティング. 培風館, 東京, 2009
- [3] “ナレロー”.
http://www.narero.com/personal/try_narero/try_narero.html (2020年10月2日参照)
- [4] 豊田秀樹. 項目反応理論[入門編][第2版]. 朝倉書店, 2012