

令和元年5月31日現在

機関番号：25403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K12174

研究課題名(和文) デジタル教材における説明支援に関する研究

研究課題名(英文) A study on learning support of expository texts in digital teaching materials

研究代表者

岩根 典之(Noriyuki, Iwane)

広島市立大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：60264933

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：デジタル教材における身体知の説明支援を目指し、(1)教材において伝えたい知、知りたい知の種類、(2)既存の伝達メディアとその組み合わせによる効果、(3)知の新しい伝達手段としての有用性、から力覚でデバイスの可能性を調査分析した。陶芸におけるコテを用いた粘土の成形を対象に専門家から身体知と形式知を獲得し、初心者に提示して説明的文章の理解の変化を評価した。評価シートとアンケートから理解を支援できる可能性があることが示唆された。しかし、注意点が異なると感じ方やわかり方にかなりばらつきがあることもわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

デジタル教材はすでにマルチメディア化されているが、デジタル教材における触力覚情報の提示は未開拓な分野である。そのため学術的に研究課題の新規性はあるが、実験は予備的なもので十分な結果を得るまでには至っていない。しかし、力覚メディアの追加によりわかりやすさが向上したケースもあり、将来のデジタル教材の在り方や可能性に対して、ひとつの方向性を示した点で社会的な意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In order to support comprehending bodily knowledge in expository texts, the utility of a haptic device were investigated in the following viewpoints: kinds of knowledge to transmit from writer to reader, effects of combining medias, and the feasibility to use haptic media. In this study, the forming clay with a pottery trowel were investigated as examples. Expert knowledge about the skill and its expository texts were acquired, and evaluated in the comprehensibility of the texts by the expert and novice users. The result of evaluations and questionnaires indicated that a haptic device might support comprehending a text about bodily knowledge. But it was found that the sensitivity would be so different in respective persons due to focusing point of the texts and the haptic information.

研究分野：教育工学

キーワード：デジタル教材 マルチモーダルインタフェース 身体知 形式知 学習システム

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 教科書のような教材は説明的文章であり、その著者は学習内容と想定読者に対して学習目標に応じた説明を展開する。映像音声で提示できるデジタル教材となったとしても、人間の知識処理を考えれば言語的な説明が中心になる。説明は、基本的に問いに対する答えである。教材は著者が自ら設定した暗黙的あるいは明示的な問いに答えた設計物である。その設計物には設計意図に基づいた論理的な構造や物理的な構造がある。文章の構成であったり、論理の展開であったりする。前者は章や節構成や段落構成などであり、後者は説明の流れ、すなわち明示的に接続詞で示されていたり、暗黙的に省略されていたりする構造である。

(2) 学習者は、著者の文章構成や論理展開を共有し、問いや答えを見出しながら、説明内容を理解していく。教材で説明される知識の種類には様々なものがある。概念的なものや記号操作的なものはその知識を言語情報だけで伝えることができる。学習者は具体例を考えて抽象化したり、実際に記号を操作したりすれば納得できる。しかし、身体動作を伴う知識は体験したことがなければ直感的にはわかりにくい。言葉を尽くしても、映像や音声で補足したとしても実際はどうなのだろうという感覚はぬぐえない。例えば、陶芸入門書に「ろくろは両手にかかる力加減で急に形が崩れる」といった説明の記述がある。言語的な意味やイメージはなんとなくわかる。形が崩れた写真があればどう崩れるのかもわかる。映像であればその経過も見える。しかし、現状では「力加減」との関係を感覚的に伝えるのは困難である。そのため、伝えたい知、知りたい知に対してもっとわかりやすい説明支援が必要とされている。デジタル教材において、デジタル教材だからこそ、よりよい説明のための新しい伝達手段が求められる。

2. 研究の目的

(1) デジタル教材の触力覚に関係する記述に対してわかりやすい説明を支援するため、学習メディアのひとつとして力覚デバイスを導入し、具体的な事例を通じて可能性を探索する。

(2) 陶芸を題材にして、次の3つの観点、すなわち、教材において伝えたい知や知りたい知の種類、既存の伝達メディアとその組み合わせによる効果、知の新しい伝達手段としての有用性などから説明支援における力覚デバイスの可能性を調査分析する。

3. 研究の方法

(1) 身体知の獲得と利用のモデル化

知識の獲得や提示における考え方や方法を明確にし、実験システム構築に向けてモデル化する。

(2) 実験システムの構築と特性評価

知識獲得のモデルに基づいた実験システムを構築してシステムの特性を評価する。

(3) 専門知識の獲得と評価

実験システムで陶芸専門家から知識（身体知と形式知）を獲得し、専門家により評価する。

(4) 初心者による評価と説明支援の可能性

専門家から獲得した知識を陶芸初心者により評価する。

4. 研究成果

(1) 教育現場での利用を前提に以下の方針から身体知の獲得と利用をモデル化した。

- ・身体知は受動的に伝達する。
- ・陶芸の成形用コテを介した間接的な触力覚を提示する。
- ・コテの支点での荷重変化を獲得する。
- ・コテの移動に応じた粘土への圧力を可変にする。

図1は、考案した身体知の獲得利用モデルである。デジタルフォースゲージによる荷重データ取得、固定スタンドによるコテの線形な移動、電動ろくろのターンテーブルへの粘土の固定など、身体知の獲得時に条件が一定になるようなモデルにした。

(2) 身体知の獲得利用モデルに基づいて、力覚デバイスやデジタルフォースゲージを導入して実験システムを構築し、システムの特性を調査した。実際の粘土とコテの接触による荷重変化ではなく、力覚デバイスでシステムティックに反力を生成して確かめた。その結果、反力の生成開始時は荷重が不安定になることや安定後も反力が大きくなるとノイズが混ざることがわかった。

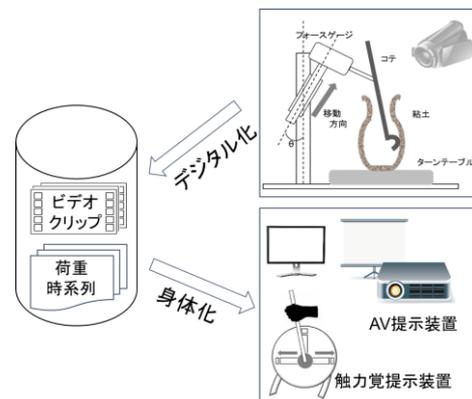


図1 身体知の獲得利用モデル

(3) 実験システム上で陶芸の専門家にコテによる成形の失敗パターンを演じてもらい身体知を獲得した。さらに、それぞれの失敗パターンについて、何を伝えようとしたのか、その演示の意図を形式知として文章化した。図2は、身体知の獲得例である。グラフは取得した荷重データの時系列変化であり、写真は実験システム上でコテによる成形とその荷重変化を取得しているシーンのスナップショットである。一方、形式知は以下の例のような知が獲得された。

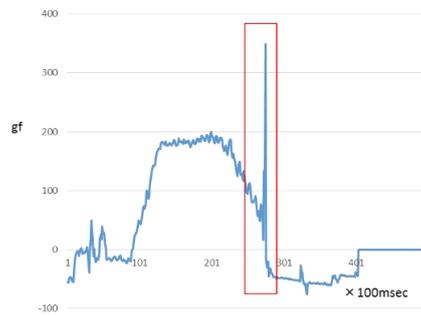
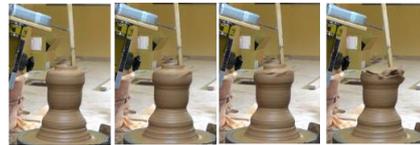


図2 身体知の獲得例

例1)「内側からどれぐらいの力を加えたら最終的に土が薄くなって失敗の原因になるか理解する必要がある。ロクロの回転が一定でなかったり、手が止まったりして、力が集中することで形が崩れ、失敗の原因になる」

例2)「ロクロの回転数に対してコテの上がるスピードが遅いと力が一か所に加わることで土が薄くなり崩れる」

専門家から獲得した身体知と形式知を専門家の観点から評価した。評価項目は、力覚の支援は「わかりやすい—わかりにくい」「直感的な—論理的な」「曖昧な—明確な」、力覚の同期やノイズは「気にならない—気になる」などとし、回答の選択肢は「どちらともいえない」「少しあてはまる」「あてはまる」「たいへんあてはまる」とした。図3下のグラフは評価例である。同図上のグラフは、評価対象とした失敗パターの粘土の崩壊前後の荷重変化の時系列である。失敗パターンと評価結果に明確な関係性は見られなかった。しかし、アンケートから、「わかりやすい言葉と映像で良い」という意見があり、専門家の観点から伝えたい知をコンテンツに含ませることができるものもあることがわかった。一方、「文章だけではわかりにくい点もある」という指摘（気づき）もあり、さらに別の説明支援の必要性もわかった。また、「もう少し力が手にわかりやすく伝わると良い」、「装置が上下に動くときよい」などの意見があり、実験システムの機能や性能に改善の余地があることがわかった。

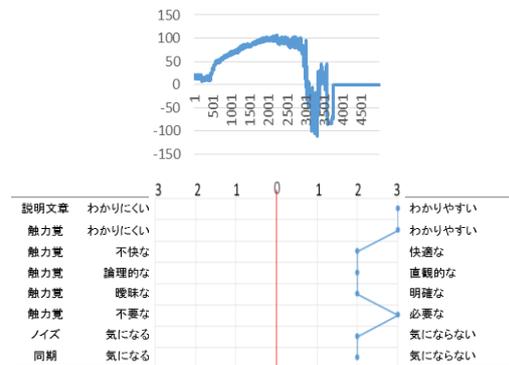


図3 評価例

(4) 実験システム上で陶芸初心者12名により身体知と形式知について評価した。まず、説明的文章（形式知）とそのビデオクリップによる説明を評価し、さらに力覚デバイスによる身体知の説明支援を追加して同様に評価した。評価項目は専門家による評価項目と同じである。図4は、力覚デバイスによる説明支援の有無による説明的文章に対するわかりやすさの評価結果である。D02、D03、D05は、それぞれコテの持ち上げが、ろくろの回転に対して適切、遅い、早い、の3種類の崩壊パターンであり、持ち上げるに従って粘土に対するコテの圧力が増加するのは同じである。矢印の上向き、横向き、下向きは、力覚デバイスによる説明支援の追加により、それぞれわかりやすさが向上、同じ、低下したことを意味する。初心者S1とS7について崩壊パターンD04に対する反応が類似していた。どちらの初心者も触力覚が論理的であるとの評価が高く「触力覚が論理的な」をよくあてはまるとしていた。身体知を体験した結果、説明文の論理性が納得できたと解釈できる可能性があることがわかった。また、S1のアンケートにも「動画を見ていると説明文は理解でき、装置を使用することでこういうことだと納得できる」とあった。一方で、専門家と初心者による触力覚の感じ方はずいぶん異なることもわかった。また、初心者同士でもかなりバラつくことがわかった。視覚情報と同じように触力覚情報も人によって注意点が異なることによるものと考えられる。身体知の説明的文章を力覚デバイスで

	D02	D04	D05
S1	↑	↑	→
S2	↓	→	↑
S3	→	→	→
S4	→	→	→
S5	→	→	→
S6	→	→	→
S7	→	↑	→
S8	→	↑	→
S9	→	→	↓
SA	↑	→	↑
SB	→	→	↑
SC	→	↑	→

図4 説明的文章に対する変化

支援する可能性は得られたが、何らかの補助的手段により注意点を提供する手段を追加する必要があることもわかった。アンケートには受動的な知の伝達だけでなく、能動的な知の伝達があるとよいという建設的な意見もあり、残された課題も明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 6 件）

- ① Noriyuki Iwane, et al., Preliminary Study of Haptic Media for Future Digital Textbooks, The 14th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, 2019
- ② 岩根 典之 他、デジタル教材における身体知の表現と理解の支援、教育システム情報学会、2017
- ③ 岩根 典之 他、ロクロ成形における経験知と形式知の獲得の試み、教育システム情報学会、2016
- ④ Noriyuki Iwane, et al., A Study on Haptic Media to Support Verbal Explanations, 19th International Conference on Interactive Collaborative Learning, 2016
- ⑤ Noriyuki Iwane, et al., Building an Experimental System to Examine a Method for Supporting Verbal Explanation, 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 2016
- ⑥ 岩根 典之 他、言語的説明の身体化のための実験システム構築、教育システム情報学会、2015

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。