

タブレット端末の利用による作問学習支援システムの一般授業への導入

MONSAKUN Touch: Learning by Problem-posing in a Usual Classroom with Tablet PCs

山元 翔^{*1}, 神戸 健寛^{*1}, 吉田 裕太^{*1}, 前田 一誠^{*2}, 平嶋 宗^{*1}
Sho YAMAMOTO^{*1}, Takehiro KANBE^{*1}, Yuta YOSHIDA^{*1}, Kazushige MAEDA^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1}広島大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Hiroshima University

^{*2}広島大学附属小学校

^{*2}Elementary School Attached to Hiroshima University

Email: sho@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 本研究では算数の作問学習支援システムをタブレット端末に実装し, パソコン教室のみではなく, 一般教室での利用を可能とした. ここではタブレットに実装したシステムと, システム上での演習状況をモニタリングするためのシステム, そしてこれらを導入した授業の結果について報告する.

キーワード: タブレット, モニタリング, 一般教室, 授業, 作問学習

1. はじめに

問題解決能力を向上するには, 問題を解くだけでなく, 作成してみることが有効だと言われている⁽¹⁾. 問題を作成する際に, 学習者は解法の成立条件を考えることを求められるためである. 筆者らは作問演習で学習者の作成した問題を診断することの困難さから, 算数の文章題でも加減算の二項演算を対象とした作問学習支援システムの開発を行なってきた⁽²⁾. またシステムを用いた実践も行なっており, システム上での作問学習が教師と児童に受け入れられ, 十分な演習が行えることがわかっている⁽³⁾.

しかしながら, システムはデスクトップ PC 上で実装されているものであり, パソコン教室で運用されるものであった. つまり一般教室で行われる算数の授業に組み込んで運用することができず, 従来の授業とは切り離されたものになっていた. そこで本研究ではシステムをタブレット端末に移植, 一般教室で利用するための改良と, システムの演習状況を管理するモニタリングシステムの開発を行った. これにより算数の授業で作問を扱うだけでなく, 例えば, 教授された解法の成立条件を, モンサクンを用いた演習により定着させるという形式の授業が可能となる. 以下, 第二章で新たに開発したモンサクン Touch, 第三章で授業実践の報告をした後, 第四章でまとめる.

2. モンサクン Touch

2.1 単文統合型の作問学習

加減算の二項演算における算数の文章題とは, 二つの存在を表す単文と, 一つの関係を表す単文を統合することで成立するものとしており, これを単文統合と呼んでいる. 単文とは, 「みかんが3つあります」といったように, オブジェクト (みかん), その数値 (3つ), 述語 (あります) で構成されるものである. 文章の意味は, 存在を表す文と関係を表す文

があり, 関係を表す文は更に, 合併, 変化 (増加, 減少), 比較の4つに分けられる.

2.2 モンサクン Touch の設計開発

タブレット化したモンサクン Touch のインタフェースを図1に示す. システムでは左部に作問課題と, 解答となる単文をセットする空欄が与えられている. 課題は解法となる数式と, 問題のカバーストーリーの指定が提示されている. 例えば, 「?7-?=5」でけいさんできる?へるといくつ?のもんだいをつくらう」などである. 右部では回答のためのカードセットが与えられており, 正解のカードセットと, 誤りを引き起こすためのダミーカードで構成されている. 学習者は指で直接操作することによって, 空欄にカードを当てはめ, 問題を作成することができる. 全ての空欄を埋めて問題を作成すると答え合わせボタンを押すことができ, システムは作成された問題を診断し, フィードバックを返す.

システムで学習者が体験する演習は以前のモンサクンと変わらないが, 学習者が問題を直接指で操作できるようになっている. また授業での運用とオンライン化を前提としているので, 学習者の作問履歴や現在取り組んでいる課題についての情報がサーバに送られ, 後述するモニタリングシステムで閲覧できる. また教師の説明を重視するために, フィードバックを正誤のみに制限したり, 任意の課題に移動したりする機能も取り付けている.

またレベル分けは今回実践を行なっていた教諭と吟味した上で表1のようにになっている. レベルごとの各課題については, 小学校1, 2年生の6社の算数の教科書を参考に, それらに準拠した形で用意している.

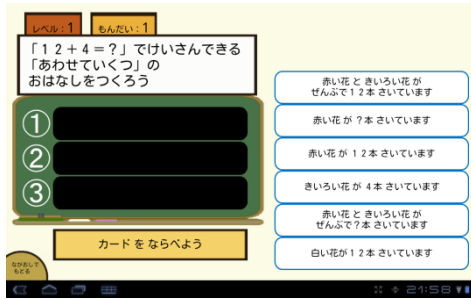


図 1: モンサクンII インタフェース

表 1: 今回の実践に対応したレベル分け

レベル	思考順	演算式	物語構造
レベル1	順思考	関係式	増加 合併 比較 減少
レベル2	順思考	関係式	増加・合併
レベル3	逆思考	関係式	増加 合併 比較 減少
レベル4	逆思考	関係式	増加・合併
レベル5	逆思考	計算式	増加 合併 比較 減少
レベル6	ランダム	ランダム	ランダム

2.3 モニタリング機能

モニタリング機能は大別して進捗確認機能と誤り確認機能がある。進捗確認機能では、各学習者がどのレベルのどの課題に現在取り組んでいるのかを一瞥できる。そのためあるレベルや課題に取り組んでいる人数が変動しない場合には、多くの学習者がその課題でつまづいていることが確認できる。誤り確認機能では、学習者らが現在どの課題でどれだけ、どのような種類の誤りをしているかを確認できる。学習者がどの問題に対して、どのような誤りをしているか、それぞれの段階でどのような誤りをしやすいかを確認することができ、よりその状況に即した授業運営を行うことができると考えられる。加えて各学習者のログも閲覧可能なので、学習者ごとの演習状況を確認したい場合にも有効である。

3. 授業実践

3.1 内容

対象者は広島大学附属小学校の1年生1クラス39名で、計9時限（1時限45分、3週間、8日）にわたり実施した。プレ・ポストテストとアンケートはその前後で行なっている。テストは問題解決テストと、作問テストを行なっている。作問テストは17枚の単文から4つの問題を作成するものである。授業は導入としてのモンサクンの利用(5min)、単文統合型の作問による問題の成立条件の教授、確認としてのモンサクンの利用(5min)となっており、モンサクンで実装されているレベルに沿って行われた。授業では単文統合型の作問を利用して、担当教諭はモンサクンで用いている問題の構造を利用して問題の成立条件を教授している。今回対象は1年生であるが、モンサクンにより演習量を確保できるということで、

レベル3以降は2年生で習う内容になっている。なおモニタリングツールは今回、授業に組み込んで利用できるかどうかを確認してもらうために利用している。

3.2 結果

問題解決テストでは、逆思考の問題は全部で8問用意している。結果は、プレテストで平均7.1点、ポストテストで7.7点であり、ウィルコクソンの符号付順位和検定を行ったところ、有意差があり($t(38)=10.3$, $t=.009$, 両側検定)、効果量は中($r=.45$)だった。作問テストは合計4問の問題を作成してもらったもので、逆思考の問題作成数が平均0.74個から1.44個に上昇していた。ウィルコクソンの符号付順位和検定を行ったところ有意差があり($t(38)=14.1$, $p=.0006$, 両側検定)、効果量は中($r=.39$)だった。このことから、特に逆思考の問題について理解を深めることができたといえる。

またアンケートについては、作問を行うことで算数の勉強になる、問題が解きやすくなった、問題を作ることは楽しかった、などの項目について9割の児童が同意していた。また担当教諭についても、黒板と組み合わせた授業構成ができること、1限の中で作問量が確保できることを利点としてあげている。モニタリングもモンサクンを用いた授業運営に有用、授業構成を行う上で役立つといった意見をいただけた。これらのことから、タブレットを用いた作問学習支援システムの一般教室における授業への導入は新たな授業形態として好意的に受け入れられ、また効果的であったと考えている。

4. 終わりに

本稿では作問学習支援システムをタブレットに実装、タブレット上での演習をモニタリングするシステムを開発することで、一般教室における授業に導入することと、その結果について報告した。システムの導入により黒板と組み合わせられる、作問量を確保できるなどの意見が得られ、児童にも算数の問題を解けるようになるといった意見を得られたことから、タブレットを用いることによる授業としては有効であったと考えている。

今後はモニタリングシステムの導入などを行いながら、継続して授業実践を行なって行きたいと考えている。

参考文献

- (1) Polya, G. : "How to solve it": A new aspect of mathematical method, Princeton University Press, (1957) .
- (2) 倉山めぐみ, 平嶋宗: 逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システム設計開発と実践的利用, 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.2, pp.82-91(2012).
- (3) Hirashima, T., Yokoyama, T., Okamoto M. & Takeuchi, A : "A Computer-Based Environment for Learning by Problem-Posing as Sentence-Integration", Proc. International Conference on Computers in Education, 127-130 (2006) .

タブレット端末を利用した Kit-Build 概念マップの 運用方法とその実践報告

Operation System and Practical Use of Kit-Build Concept Map with TabletPC

仁野由彬^{*1}, 杉原康太^{*1}, 森山 将吾^{*1}, 石田 耕平^{*1}, 長田 卓哉^{*1},
水田 曜平^{*1}, 中田晋介^{*2}, 平嶋 宗^{*1}, 舟生 日出男^{*3}
Yoshiaki NINO^{*1}, Shinsuke NAKATA^{*2}, Kota SUGIHARA^{*1}, Shogo MORIYAMA^{*1},
Kohei ISHIDA^{*1}, Takuya OSADA^{*1}, Youhei MIZUTA^{*1}, Tsukara HIRASHIMA^{*1}, Hideo HUNAOI^{*3}

^{*1} 広島大学工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 広島市教育センター

^{*2} Hiroshima City Education Center

^{*3} 創価大学教育学部

^{*3} Faculty of Education, Soka University

Email: nino@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 概念マップは, 学習者の理解を共有・診断可能にするうえで, 大きな意義を持つとされている. この概念マップの自動診断を可能とすることで, 教授者, 学習者の理解を共有・診断する手法として Kit-Build 方式が提案されている. 本稿ではタブレット端末を利用して学習者のマップ間の差分について議論を行う活動を提案し, 運用実績として小学校理科の授業に適応した事例について紹介する.

キーワード: Kit-Build, 概念マップ, タブレット, 話し合い活動, 小学校

1. はじめに

概念マップとは, 2つ以上の概念を表すノードと, それらの関係を表すリンクから構成される命題の集まりによって意味構造を表した図的表現であり, 知識や理解の外化・整理活動としての学習効果と共に, 学習者の理解を共有・診断可能にするうえで, 大きな意義を持つとされている. この概念マップを用いて教授者, 学習者の理解を共有・診断する手法として, Kit-Build 概念マップ(以下, KB マップ)が提案されている. KB マップでは教授者が概念マップを構成するために必要な部品を提供し, 学習者がその部品を組み立てることで各自の理解を表現する. 学習者全員に同一の部品が提供されるため, 学習者の作成したマップの差分の自動抽出が可能となる.

理解の外化表現としての KB マップを有効利用する一つの方法として, 学習者同士にお互いのマップを見せ合い, それらの異同について話し合わせるといった活動が有望である. このような活動を一般教室において実現することを考え, 本研究ではタブレット端末を用いた KB マップの実現を行った.

本稿ではタブレット端末を利用した KB マップの運用方法とその実践授業について述べる.

2. Kit-Build 概念マップ

以下では KB マップを用いた授業における活動フローについて述べる.

2.1 ゴールマップ作成

まず教授者は学習者に対して教授した事柄を概念マップに表すことで外化を行う. この概念マップはゴールマップと呼ばれ, 学習者が作成したマップを

診断するためのとして扱われる.

2.2 学習者マップ作成

教授者によって作成されたゴールマップを, ノード, リンクの集合に分解する. この分解された構成部品をキットと呼ぶ. 学習者はこのキットを組み立てることで自身の理解状態を概念マップに表現する. この学習者により作成された概念マップを学習者マップと呼ぶ.

学習者マップの作成は, 従来は PC で動作する KitBuildEditor によって行っていたが, 3章で述べるように PC では様々な問題を抱えていたため, 現在は新たに開発したタブレット端末で動作する KitBuildEditor によって行っている.

2.3 マップ診断

学習者マップはすべて同じノードとリンクにより構成されているため, 2つの概念マップの差分はリンクによる概念の関係付けの違いとして取り出すことができる. 学習者マップ間の差分は学習者間の理解が違う部分となるため, 学習者間で議論可能な命題となる.

3. タブレット端末の利用

本章では, KitBuildEditor を PC で動作させることの問題点と, その解決案として利用したタブレット端末の利点について述べる. KB マップを用いて議論を行うためには, 学習者マップ間に差分が存在する相手とグループを構成する必要がある. しかしながら PC で動作するシステムではマップの持ち運びが困難であるため, 適切な相手とグループを構成す

ることが難しい。そこでタブレット端末を利用して一般的な教室にモバイル環境を提供することで学習者の自身のマップの持ち運びを実現し、任意の相手とのグループの構成を可能にした。

タブレット端末を用いて KB マップを運用することの利点として、パソコン教室への移動コストが削減され、さらに一般的な授業内で KB マップを利用することも可能となったことがあげられる。加えて学習者マップの作成時のノードとリンクの移動操作がタッチパネルの操作と相性がいいこと、KB の特性上文字の入力が不必要であることから、タブレット端末は KB マップの操作に適しているといえる。

4. 小学校での実践授業

この章では、以上に述べたタブレット上で動作する KB マップを小学校理科の授業に適応した事例について述べる。単元「月の形と太陽」において4年生に対して授業を行った。

4.1 活動の流れ

まず教授者があらかじめゴールマップを作成しておく(図1)。授業開始後、学習者に学習者マップを作成してもらい(15分)、その後他の学習者と話し合いを行う時間を与えた(15分)。その際、話し合いによって自身の理解が変わった場合、その理解の変化に合わせて自身の学習者マップを変更するように促した。

4.2 学習者間の話し合い結果

以下では学習者間の話し合いの様子についてと、話し合いによって学習者のマップがどのように変化したかについて述べる。図2に示すように、タブレット端末の利用によって学習者が自身のマップを持ち運び、任意の人とグループを構成することが可能となっていることが分かる。

話し合いによる効果として話し合い前後のマップがどのように変化しているかを分析した。天井効果があることから学習者の話し合い前のスコアの平均で学習者を分け、「上位・下位」、「話し合いの前後」の2要因の分散分析を行った。その結果を図3に示す。下位群において話し合い前後有意差が見られる($p < .001$)。効果量は0.712で中程度の効果があった。

以上の結果よりタブレット端末の利用によって学習者間で話し合う活動は成立することがいえた。

5. まとめ

本稿では KB マップの新たな利用法としてタブレット端末を利用して学習者間でマップの差分について議論を行う活動を提案し、運用実績として小学校理科の授業に適応した事例について紹介した。

実践授業ではまず、学習者個人にマップを作成させ、その後他の学習者と任意に話し合いを行い、話し合いによって自身の理解が変わった場合、その理解の変化に合わせて変更するように促した。

授業実践の様子から、タブレットの導入によって

学習者が任意の相手とグループを構成することが可能となっていることが分かる。さらに話し合い前後でマップスコアに差があることから、学習者間の話し合いが成立するということがいえた。

今後の課題としては、本実践によって現れた、(I)お互いのマップ間の差分の発見は必ずしも簡単ではない、(II)必ずしも教え合うのに適した学習者同士が話し合っているわけではない、といった問題点を解消するための機能を KB マップに追加してゆくことがあげられる。

参考文献

- (1) Novak, J.D., & Canas, A.J.: "The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them", Technical Report IHMC CmapTools, (2006)
- (2) 福田裕之, 山崎和x也, 平嶋宗, 舟生日出男: Kit-Build 式概念マップによる授業内容の構造的理解促進法, 人工知能学会全国大会 IES-OS7-7(2010)
- (3) 長田卓哉, 中田晋介, 舟生日出男, 平嶋宗: による授業内対話の支援 -小学校6年理科「月の形と太陽」での実践事例-, JSiSE 第36回全国大会(2011, 9)

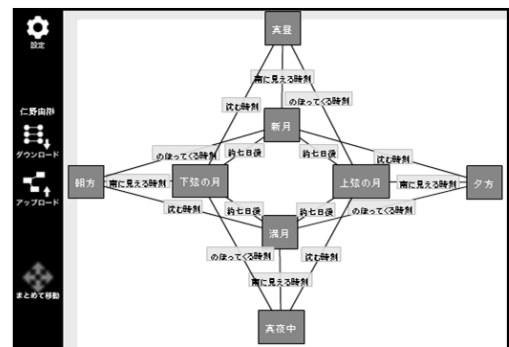


図1 ゴールマップ



図2 話し合いの様子

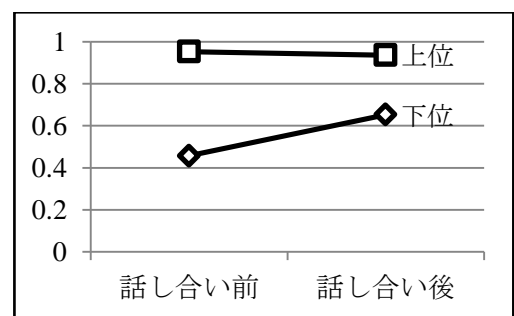


図3 話し合い前後の分析結果