

# 理解の差分を抽出する手法の提案と それを用いた対話活動支援の実験的評価

藤澤 祐二<sup>\*1</sup>, 仁野 由彬<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>

広島大学工学部第二類情報工学課程<sup>\*1</sup>

広島大学工学研究科<sup>\*2</sup>

## Proposing the Method of Extracting the Difference of Understanding and Experimental Assessment of Supporting Interactive Activities by the Method

Yuji FUJISAWA<sup>\*1</sup>, Yoshiaki NINO<sup>\*2</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*2</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Faculty of Engineering Course of Information Engineering, Hiroshima University

<sup>\*2</sup>Graduate School of Engineering, Hiroshima University

本研究では、Kit-Build 概念マップを用いることで学習者間の理解の差分を明示化し、それにより対話活動の促進と理解の集約を目指す。学校教育では、教授活動だけでは学習者が十分に獲得しきれなかった知識を補うために、学習者間で対話を行わせることで学習者同士の知識を補完し合わせている。その対話活動の中で重要とされることは、相手と理解が違っている部分に注目することであると言われている。そこで本研究では、構成部品が統一され直接的な比較が可能な Kit-Build 概念マップを理解の外化手段として提案する。この枠組みにより、学習者間の理解の差分が明確になるので、学習者は差分を解消しようと対話を行い、その結果対話の促進と共に学習者間の理解の一致を期待できる。本稿では小学校理科の授業にシステムを導入した事例と、紙媒体への自由な外化と比較した実験について紹介する。

**キーワード：**対話活動, Kit-Build 概念マップ, 学校教育, 理解の差分

### 1 はじめに

本研究における目標は学習者間の対話活動を促進させ理解を収束させることであり、そのために学習者間の理解の差分を明確にする外化方法を提案する。

学校教育において教授者が授業のみで全ての知識を学習者に獲得させることは困難であり、学習者ごとに誤った知識に対するフィードバックを行う必要がある。しかし学習者がもつ理解には個人差が存在するため、教授者は学習者の理解状況に合わせて個別指導を行うことが理想的であるが、教授者への負担が大きいことから個別指導は簡単には実現しない。そこで多くの教育現場では、学習者間で対話を行わせ彼ら自身に誤りを指摘し合わせることで、個別フィードバックを実現する方法が用いられている。

対話活動を行うにあたり学習者が注目すべき部分は「相手と理解が異なっている部分」であると言われ

ており<sup>(1)</sup>。その理由としては、相手の持つ異なった理解の獲得や、理解の違いに直面したことによる自身の理解への再吟味や知識の再構築などが言われている。このような効果を期待するためには学習者それぞれが明確に自身の考えを持ち、それを他者に説明できる形で外化してやる必要があると言われている<sup>(2)</sup>。一般的な外化手段とされるのは、自然言語等を用いて紙媒体等へ記述する方法であるが<sup>(3)</sup>、学習者に相手との理解の差分を注目させるという視点から考えると、直接的な比較ができない自然言語による外化方法は最適な外化手段であるとは言い難い。

そこで本研究では、自身の理解を外化するために用いる構成部品が全て統一される Kit-Build 概念マップ<sup>(5)(6)(7)</sup>を対話の際に用いる外化手段として提案する。

本稿では、Kit-Build 概念マップによる外化が学習者間の対話活動に対してどのような影響を与えるのかについて説明した後、小学校授業に導入した実践につ

いて述べ、最後に一般的な紙媒体への自由な外化と比較した実験について述べる。

## 2 対話活動による理解の集約

学習者が授業内容の全ての知識の獲得を完全には行うのは困難であり、多くの学校教育では学習者同士で対話を行わせ、獲得しきれなかった知識を補完させる。学校教育のような学習者が獲得すべき知識が明確に定まった場面における対話活動の目的は、学習者間でただ知識を伝達し合うだけでなく、知識の伝達を通じて学習者が自身の理解に対する再吟味を行い、最終的に全ての学習者の持つ理解を正解へと集約させてゆくことであると考えられる。そこで本研究では学習者間の理解を一致させる活動を行わせることで、対話活動が促進されることが考え研究を行った。

### 2.1 理解の集約フロー

教授された内容について二人の学習者の持つ理解を完全に一致させるためには、教授された内容を命題単位で一致させてゆく必要がある。本研究では、相手と同じ理解を持つ命題を「一致命題」、異なる理解を持つ命題を「不一致命題」と呼ぶ。学習者の理解を完全に一致させるためには、一致命題に対しては同じ理解を持つと学習者同士で合意をし、不一致命題に対しては対話を通して理解を統一させた後合意をする必要がある。以上を踏まえて、理解の集約フローを示す。

- (1) 自身の理解の表出
- (2) 相手の理解の解釈
- (3) 自身と相手の理解の比較
- (4) 一致命題であれば合意形成
- (5) 不一致命題であれば対話を通じて理解を統一後、合意形成

学習者はこの一連の流れを教授された全ての命題に対して行うことで完全に一致した理解を獲得することができる。

### 2.2 理解の外化

対話の際に重要なことは自身の理解を明確にすることであり、そのための手法の一つに自身の理解の外化が挙げられる<sup>(2)</sup>。一般的な理解の外化は紙媒体に対して図や自然言語を用いて行われる<sup>(4)</sup>が、理解の差分の明確化という観点からすると、自然言語による外化は自由度の高さから直接的な比較が難しいと考えられる。

そこで本研究では学習者間の理解の差分を明確にする外化手段として Kit-Build 概念マップを提案する。

## 3 Kit-Build 概念マップ

Kit-Build 概念マップとは、全ての学習者に同じ概念マップの構成部品を与えることで、理解状況を外化させる手法である。概念マップとは、概念をノード、概念間の関係をリンクとして意味構造を表した図的表現であり、知識や理解の外化・整理に有効な手段とされている<sup>(8)</sup>。2つの概念とその関係で表されたものを命題と呼び、命題を組み合わせた概念マップの例を図1に示す。

### 3.1 Kit-Build 概念マップによる理解の外化手順

Kit-Build 概念マップを用いたインタラクションは1) ゴールマップ作成過程、2) 学習者マップ作成過程、3) マップ診断過程、の3つで行われる。以下に各過程の詳細を記述する。

#### 3.1.1 ゴールマップ作成過程

教授者は学習者が獲得すべき命題を教材などから抽出し、概念マップとして事前に表現しておく。この概念マップをゴールマップと呼び、学習者が概念マップを作成する際に目指すべき正解のマップであると共に、学習者が理解すべき事柄となる。作成したゴールマップをノードとリンクの集まりに分解したものが学習者に配布するキットとなる。ゴールマップ、キットの作成は Kit-BuildMapEditor (PC) を用いて行う。

#### 3.1.2 学習者マップ作成過程

学習者は配布されたキットを組み立てることによって、理解を概念マップで表現する。この概念マップを学習者マップと呼ぶ。全ての学習者マップは同一の構成部品から成るため、他者の作成した学習者マップとの差分を計算機によって抽出できる。学習者マップの

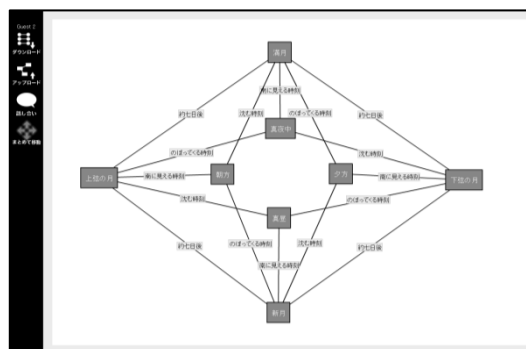


図 1 KitBuildMapEditor

作成は KitBuildMapEditor(タブレット)上で行う。システムのインターフェイスを図 1 に示す。

### 3.1.3 マップ診断・フィードバック過程

ゴールマップと学習者マップは同じノードとリンクで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の違いとして取り出すことができる。この差分は学習者が理解できていない命題となり、授業内で指導すべき対象になる。

また、全ての学習者マップを重ね合わせることで、学習者グループとしての学習者マップを作成することができる。この重ね合わせたマップを重畳マップと呼ぶ。重畳マップを見ることで学習者グループとしての理解の傾向や知識の伝搬状況の確認が可能となり、これにより授業内での形成的評価が実現している。上記の差分の抽出、重畳マップの作成、またそれらの分析は Kit-BuildMapAnalyzer(PC)を用いて行う。システムのインターフェイスを図 2 に示す。

### 3.2 Kit-Build 概念マップによる外化の利点

Kit-Build 概念マップを理解の外化手段として用いることで、不一致命題の明確化と重要な命題の選択漏れを回避することが可能となり、その結果、対話活動が促進されと考えられる。

Kit-Build 概念マップでは外化に必要な構成部品を教授者があらかじめ選択しているため、学習者による命題選択に漏れが起きることがない。さらに全ての学習者マップは同一の部品により構成されるため、学習者間で理解を統一すべき不一致命題を、マップ間の差分としてシステムで抽出することが可能となっている。

用意されたキットでマップを作成するので、学習者は分節化の作業は行わないことになるが、これがマップ内の命題に対する学習効果に影響を及ぼさないことが先行研究によって示されている。(9)

## 4 小学校理科における授業実践

本章では Kit-Build 概念マップを利用した対話活動の利用例として小学校授業での実践について紹介する。本実践の目的は、Kit-Build 概念マップを用いた理解の外化が学習者に受けいられるのかどうかの確認と、学習者間の情報伝達による理解の変化を Kit-Build 概念マップの利用によりモニタリングできることを確認することである。

### 4.1 授業実践の概要

本節では小学校理科における授業実践の概要について述べる。

#### 4.1.1 被験者

小学校 4 年生 2 クラス 70 名対象に授業を実施した。

#### 4.1.2 単元

単元は「月の形と太陽」を用いた。被験者は本実践の前に単元の内容について教授を受けている。ゴールマップは図 1 に示したマップと同一である。このマップは教授者が学習者に獲得させるべき内容を考慮して作成したものである。

#### 4.1.3 活動の流れ

授業実践の流れを以下に示す。

- (1) システムについての説明[5min]
- (2) 学習者の理解を Kit-Build マップに外化[10min]
- (3) 対話前マップのアップロード
- (4) 他の学習者との対話活動[10min]
- (5) 対話後マップのアップロード

(1)のシステムの説明では、Kit-BuildMapEditor を用いた概念マップ作成に慣れてもらうため、マップの基礎的な作り方を説明した後、簡単な練習用マップを作成してもらった。(4)では、対話相手や対話内容についての指示は一切行わず、また自身のマップの変更にしても一切指示は行っていない。学習者が作成したマップが自身の理解を反映したものであるのならば、(3)と(5)でアップロードしてもらった対話前後のマップの変化を確認することで、対話による学習者の理解の変化を確認することができる。

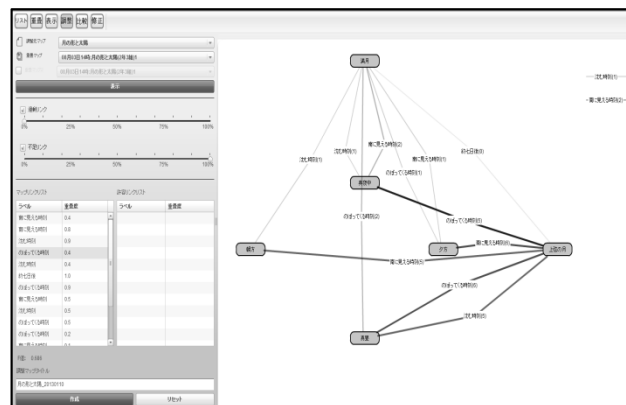


図 2 KitBuildMapAnalyzer

## 4.2 実践結果

活動の様子から、Kit-Build 概念マップが対話活動に与える影響を調査した。実践の様子を図 3 に示す。教授者が特別な指示を行わずとも学習者が互いにマップを見比べながらマップ上の差分を探す活動を行っている様子が確認できた。また、発見した差分に対して、差分が発生した理由を問うための対話を行っている様子が確認できた。さらにほとんどの学習者が、対話を通じて相手から知識を獲得したとき、理解の変化をマップ上に外化していた。Kit-Build 概念マップはリンクの接続先を変更するだけで理解の変化を表現できるので、一般的な紙への外化と比べて学習者の負担が小さいと言え、その結果学習者のほとんどがマップを変化させているのではないかと考える。

次に、対話前後のマップの変化について分析を行った。ここでは対話前の学習者マップをプレマップ、対話後の学習者マップをポストマップと呼ぶ。天井効果を考慮してプレテスト平均点の上位・下位群に分け、「成績上位・下位」、「対話前後」を要因とする 2 要因分散分析を行った。

結果のグラフを図 4 に示す。上位・下位群に交互作用が見られたため( $F(1, 68)=25.431$ ,  $p < 0.001$ )、下位検定を行ったところ、下位群において対話前後でマップスコアが有意に向上することが確認できた。( $F(1, 68)=43.026$ ,  $p < 0.001$ )。この分析結果から、Kit-Build 概念マップを用いることで学習者は教授内容に対する対話を他の学習者と行い、その結果正しい知識を獲得したと言える。

## 4.3 まとめ

実践授業の結果から、Kit-Build 概念マップを用いることで学習者の理解の変化を確認でき、また教授者が正解とする正しい知識に集約されることが確認できた。しかし一般的な外化方法と比較して、理解の集約率がどの程度優れているのかは検証できていない。

Kit-Build 概念マップを用いることの効果として、同一の構成部品を用いて外化させることで他者との比較が容易になり、その結果対話活動で重要とされる差分に着目した対話が促進されると考えられる。その反面、一般的な紙への外化と比較して、教授者から与えられた構成部品のみを用いた制約のかかった外化では、学習者は自身の理解を自由に外化できない欠点もある。

そのため Kit-Build 概念マップへの外化と紙媒体への外化を比較し、学習者の対話活動に与える影響を検証する必要がある。

## 5 紙媒体への自由な外化との比較実験

本章では理解の外化方法が対話活動に与える影響について、Kit-Build 概念マップと紙媒体を比較した実験について述べる。

### 5.1 概要

本節では実験の概要について述べる

#### 5.1.1 目的

本実験では、表現方法に制約がある Kit-Build 概念マップへの外化と、自由に記述可能な紙媒体への外化を比較し、Kit-Build 概念マップによる外化の有用性を検証した。

#### 5.1.2 被験者

大学生 22 名 11 ペアを対象としており、対話が円滑に行われるよう、お互いに面識がある被験者を選んだ。

### 5.2 Kit-Build 概念マップと紙媒体の比較

Kit-Build 概念マップは「限られたキーワード」の範囲で「マップ形式」のみの表現が可能な外化手段で

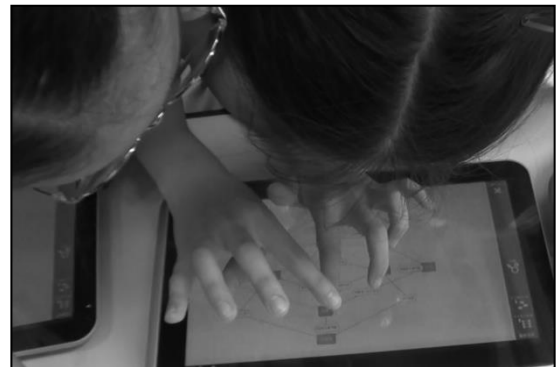


図 3 小学校の授業実践の様子

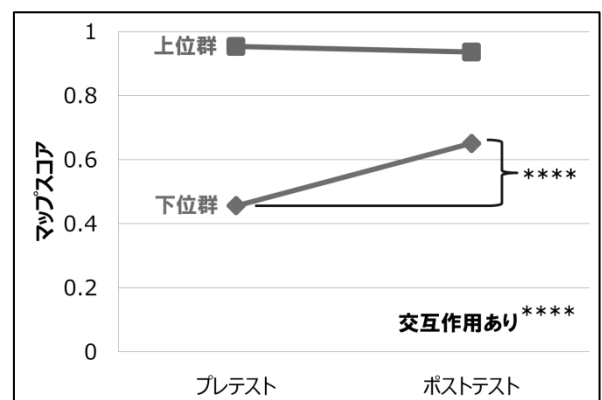


図 4 分散分析の結果グラフ

図 6 哺乳類の分類 2 のゴールマップ

テストの方が低く、他のペアと一致率の変化傾向が違っていた。また全てのペアの一致率の変化量の平均と比較してみると、外れ値としたペアの変化量は分散の2倍以上離れていた。このような値を取る確率は5%以下であることから、外れ値とすることは統計的にも妥当であると判断した。

5.7 紙媒体への外化形式の分類

学習者が紙媒体へ行った外化形式を分類すると、大きく3種類あることが分かった。結果を表1に示す。以下でその特徴について述べる。

(1) グループ形式

与えられたキーワードでグループを構成し、哺乳類の分類に対する理解を外化する表現形式である。この形式で記述した学習者は与えられたキーワードだけでなく、グループの特徴を図や文章で記述していた。

(2) 文章形式

自身の理解を文章で外化する表現形式である。この形式で外化したすべての学習者は与えられたキーワードを用いて分類を表現するだけでなく、その分類にした理由について詳しく記述しており、他の記述方法に比べて情報量が多かった。

(3) 紙KB形式

与えられたキーワードのみを使って概念マップのように自分の理解を外化する表現形式である。Kit-Build 概念マップを用いた対話活動と似た結果となる可能性が高いと考えられる。

まず、先に自由外化群を行った被験者（以下、先自由外化経験者と呼ぶ）の紙媒体への外化形式の分類を行った。過半数の学習者は文章形式で記述しており、自身の理解の根拠などを表現していた。

それに対してKB群を先に行った後、自由外化群を行った被験者（以下、後自由外化経験者）は、全員がKit-Build 概念マップと同じ形式で外化していることが確認できた。

これは先にKit-Build 概念マップを用いた対話活動を行った結果、学習者がKit-Build 概念マップの形式が対話活動において効率のよい外化方法であると感じたためであると考えられる。

この結果から、自由外化群をKB群より後に経験した場合紙媒体の外化形式が変化することが確認されたため、今後の分析では順序効果を考慮し分析を行う。

5.8 一致率の分析

プレ・ポストテストの一致率の変化について分析を行った。一致率の変化をまとめたものを表2に示す。学習者による差を解消するためにカウンターバランスをとり、被験者にはKit-Build 概念マップと紙媒体、両方の外化を行わせたが、紙媒体への外化の際の外化形式によって差が生じることも考慮にいれ、順序効果を想定した分析をおこなうため、「先・後自由外化経験者」を被験者間要因(水準数2)、「プレ・ポスト」を被験者内要因1(水準数2)、「KB・自由外化による外化手段の違い」を被験者内要因2(水準数2)とし、テストの一致率について3要因分散分析を行った。

その結果、KB群の方が自由外化群よりも一致率が高い傾向が見られた( $F(1, 8)=3.606$ ,  $p < 0.1$ )。交互作用は全ての要因間で見られなかったが、ポストにおいてKB群と自由外化群の平均値に差があることを検証することは必要であると考え、事前比較(Howell, 2002)の立場から多重比較を行った。その結果、ポストテストにおいて自由外化群よりKB群の方が有意に高い傾向があることも分かった( $F(1, 16)=3.846$ ,  $p < 0.1$ )。また先自由外化経験者においては、紙媒体への自由な外化よりKit-Build 概念マップによる制約のある外化を行った方が有意に一致率が高いことも分かった( $F(1, 8)=6.338$ ,  $p < 0.05$ )。後自由外化経験者では外化手段の違いによる一致率の差は見られなかった。

続けて、ポストにおいて先・後自由外化経験者とKB・自由外化群を要因とした交互作用が見られることから( $F(1, 16)=5.538$ ,  $p < 0.05$ )、さらに下位検定を行った。その結果、先自由外化経験者のポストテストでの

表 2 紙媒体への外化形式の分類

	グループ形式	文章形式	マップ形式
先自由外化経験者	2	2	6
後自由外化経験者	0	0	10

表 1 ペーパーテストの一致率

		プレテスト	ポストテスト
先自由外化経験者	KB	5.8	9
	自由外化	5	6.8
後自由外化経験者	KB	4.8	7.8
	自由外化	4.4	8

み KB 群と自由外化群との一致率に有意差が確認され (F(1, 16)=9.308 , p < 0.01), 後自由外化群では確認されなかった. 自由外化を先に経験したか、後に経験したかに着目し、テストの一致率の変化を示したグラフを図 7 と図 8 に示す.

一致率の遷移を別の観点から分析を行うため、プレテストの段階で不一致だった解答がポストテストで一致した解答に変化する確率(以下、集約確率と呼ぶ)と、反対にプレテストで一致した解答がポストテストで不一致に変化した解答として保持する確率(以下、発散確率と呼ぶ)を調査した. その結果を図 9 に示す. 発散率をみると KB 群が自由外化群の半分以下であり明らかな差があることが分かる.

### 5.9 正解率の分析

プレ・ポストテストの正解率の変化について分析を行った. 正解率をまとめたものを表 3 に示す. 一致率の分析と同様に順序効果を考慮して、「先・後自由外化経験者」を被験者間要因(水準数 2), 「プレ・ポスト」を被験者内要因 1(水準数 2), 「KB・自由外化による外化手段の違い」を被験者内要因 2(水準数 2)とし、テストの正解率について 3 要因分散分析を行った. その結果, KB, 自由外化群に有意差は見られなかった.

### 5.10 実験結果の考察

本実験では, Kit-Build 概念マップを用いた対話活動が学習者間の理解の一致にどのような影響を与えるのかを一般的な授業で用いられる紙媒体への自由な外化と比較検証した.

先自由外化経験者に着目すると, KB・自由外化による外化手段の違いによる差がポストテストでのみ見られたことから, Kit-Build 概念マップによる外化は学習者間の理解の一致に有効な手段であることが確認できた. このことから実験前に立てた「Kit-Build 概念マップの方が紙媒体への自由な外化よりも一致率は高くなる」という仮説が検証された. これは Kit-Build 概念マップが同一の構成部品を持つことから, 学習者間の理解の差分が明確になったため, 差分を解消しようと学習者が自身の理解を再吟味し, 理解を持った理由をこれまで以上に深く考えた結果であると考えられる. Kit-Build 概念マップを利用することでこのような理解の深化が期待できる.

後自由外化経験者に着目すると, 自由な形式で記述可能な紙媒体への外化のときに Kit-Build 概念マップと同じ形式で外化していることから, 学習者は Kit-Build 概念マップの記述方法が対話活動における外化手段として優れていると感じたことが考えられる. また Kit-Build 概念マップと同じ形式で紙媒体へ外化した結果, KB 群と自由外化群の一致率に差が生じなかったことから, Kit-Build 概念マップ形式の記述方法は紙媒体でも効果があると考えられる.

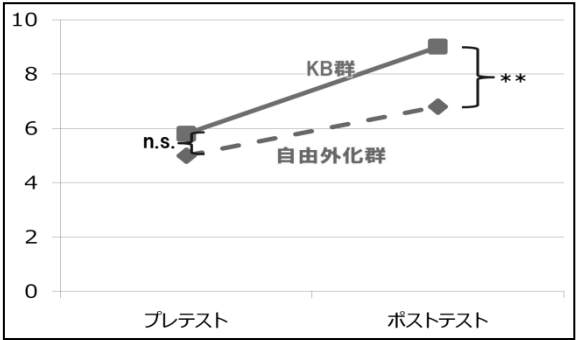


図 7 先自由外化群の一致率

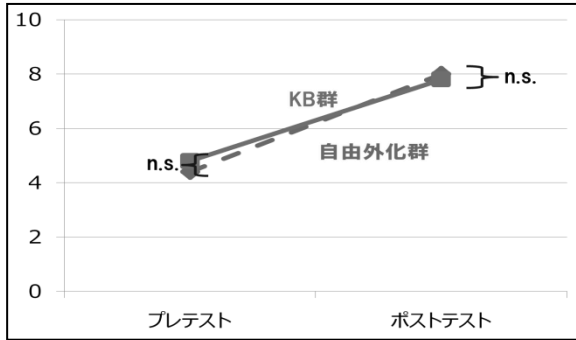


図 8 後自由外化群の一致率

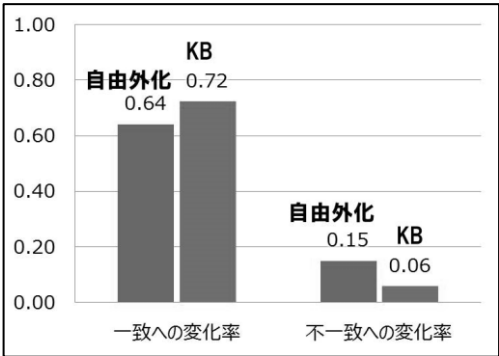


図 9 プレ・ポスト間の回答の変化

表 3 ペーパーテストの正解率

		プレテスト	ポストテスト
先自由外化経験者	KB	6.3	6.9
	自由外化	5.4	6.9
後自由外化経験者	KB	5.2	6.3
	自由外化	5.5	6.5

これらの結果を踏まえると、Kit-Build 概念マップを用いて理解を外化させる方法は、学習者間の対話活動を促進させる効果があり、一般的に用いられている紙媒体への自由な外化と比較してもより理解の深化を期待できるのではないかと考えている。

## 6 まとめと今後の課題

学習者間で対話を行わせることで学習者は互いに誤った理解に対して指摘をし合い、その結果正しい知識を獲得してゆくが、その過程で学習者は互いの理解を表出し、さらにその差分について議論を行うことで互いの理解を一致させる活動を行っている。このような活動を円滑に行うためには自身の理解を他者と比較可能な形式で明確に外化してやる必要があるため、本研究ではその外化手段として Kit-Build 概念マップを提案する。

Kit-Build 概念マップを用いることで全ての学習者は同一の構成部品を基にした外化が可能となるため、Kit-Build 概念マップにより外化した理解は直接的に比較可能であり、それにより理解の差分を明確にすることができる。

Kit-Build 概念マップを用いた対話活動が実現するかどうかを確認するため、小学校理科の授業にシステムを導入し授業実践を行ったところ、学習者間で正しい知識の伝播が確認され、Kit-Build 概念マップを用いた対話活動は実現することが確認できた。

また一般的な外化手段である紙媒体への自由な外化との比較実験を行ったところ、Kit-Build 概念マップの方が学習者間の理解の一致度は有意に高いことが分かったため、Kit-Build 概念マップが対話活動の促進により影響を与えることも確認できた。

今後の課題としては、Kit-Build 概念マップの方が回答の一致度は高かったものの、正解率に関しては紙媒体への自由な外化と有意な差は見られなかったことが挙げられる。このことは学習者の対話を一致させてゆくことが必ずしも正しい知識の獲得に繋がらないことを意味している。この課題を解決するためには、学習者間の理解をただ一致させるだけでなく、正しい知識に一致させることが必要である。Kit-Build 概念マップを用いた対話活動では学習者間で一致した理解は不一致になりにくいことが本実験で確認されたため、今後のアプローチとしては Kit-Build 概念マップの

「学習者の理解状況を命題単位で把握できる」という特徴を活かし、正しい理解を持つ学習者と誤った理解を持つ学習者でグループを組ませる機能を追加することで、学習者にその差分を吟味させ、正しい理解に一致させることを目指していきたい。

## 7 参考文献

- (1) 波多野 誼余夫:「問題解決と理解」『波多野 誼余夫・永野重史・大浦容子:教授学習過程論—学習の総合科学をめざして—』, 91-100, (2002), 放送大学教育振興会
- (2) 三宅なほみ:「学習における協調」『波多野 誼余夫・永野重史・大浦容子:教授学習過程論—学習の総合科学をめざして—』, 101-122, (2002), 放送大学教育振興会
- (3) 清水 誠, 山浦 麻紀, 「考えを外化し話し合いをすることが概念的知識の一般化に及ぼす効果—花の働きの学習を事例に—」, 理科教育学研究 Vol. 47 No. 1 pp. 35-43 (2006)
- (4) 「文部科学 新学習指導要領・生きる力 言語活動を充実させる指導と事例 理科」  
<[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/gengo/1300866.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/gengo/1300866.htm)> (2014/02/05)
- (5) 福田 裕之, 山崎 和也, 平嶋 宗, 舟生日出男:「Kit-Build 方式による概念マップの自動診断及びその実験的評価」, 第 35 回教育システム情報学会全国大会, pp. 493-494, (2010)
- (6) Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, Tsukasa Hirashima and Hideo Funaoi:” Kit-Build Concept Map and Its Preliminary Evaluation”, Proc. of ICCE2010, pp. 290-294 (2010)
- (7) Tsukasa Hirashima, Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, and Hideo Funaoi:” Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis. “AIED 2011: 466-468(2011)
- (8) Novak, J.D. & Canas, A. J.: “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”, Technical Report IHMC CmapTools, (2006)
- (9) 舟生日出男, 石田 耕平, 福田 裕之, 山崎 和也, 平嶋 宗:「概念マップ作成方式の違いによる記憶効果の差異の比較」, 日本教育工学会論文誌 35(2), 125-134, (2011)