

# 主体的な知識発見を促す観察学習支援システムの開発と評価

松田晃佑\*1, 林佑樹\*2, 瀬田和久\*2

\*1 大阪府立大学 現代システム科学域

\*2 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

## Development and Evaluation of Learning Support System That Encourages Self-directed Knowledge Discovery

Kosuke MATSUDA\*1, Yuki HAYASHI\*2, Kazuhisa SETA\*2

\*1 College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

\*2 Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

適切にデザインされた環境で行われる学習者主体の観察学習は、経験と紐付く知識の定着と更なる学習への動機付けを学習者にもたらす。しかしながら、教師にとっては、学習者に与える環境をデザインすることや学習者の主体性を尊重したフィードバックを与えること、学習者にとっては、自ら学習目標を設定することや独力で正しく知識を構築することはそれぞれ困難である。そこで、本研究では VR 空間を用いた観察学習環境を構築するための仕組みを整え、学習者の主体的な知識発見を促す学習支援システムを開発した。学習者の構造的理解とその持続性、および学習意欲の向上に対して、能動型学習の1つである概念マップ構成学習と同程度に寄与することを確認した。

キーワード: 発見学習, 観察, 理科学習, VR, マイクロワールド

### 1. はじめに

自然科学を学習するにあたって、学習者が自ら問題を設定し、解決することは深い学びに繋がると言われている。文部科学省<sup>①</sup>は学習者が自ら問題を設定し、それを解決するための具体的な観察や実験を学習者自らの手で行うことは、世界の見え方、考え方を身につけさせ、問題を解決する姿勢を養うことに繋がると述べている。こうした学びの形態は、昨今では「アクティブ・ラーニング」として日本の教育現場にも多く取り入れられている。一方で、概念について深い理解を求めず、断片的な言葉や図表を用いて教師から学習者に知識を一方向的に教授する知識伝達型の学習形態は、未だ多くの教育現場で見られる。こうした学習形態は学習者の経験から切り離され、意味を持たない「言葉面だけの」「実感を伴っていない」理解を学習者に与えてしまう。このことを Dewey<sup>②</sup>は批判し、日常生活から切り離された場において、抽象的・記号的概念を学

習者に注入する学習形態から、日常の直接的な経験に根ざし、インフォーマルで偶発的に生起する学習へ転換することの重要性を指摘している。

具体的に、花卉の鮮やかさがミツバチを惹きつけるといった知識や、そのことが「受粉」といった生物学的システムにおいて、どのような役割を担っているかを学習者に学習させることを考えてみる。より良い学びのためには、それらの知識を日常的な経験から切り離された名称や写真のみを手掛かりに学ぶのではなく、学習者が花卉とミツバチの間の関連性を理解するための学習目標を主体的に設定し、それらの観察を行い、上記の事実や、花卉やミツバチが受粉という生物学的システムにおいてステークホルダーとなっていること、あるいは受粉における役割などの理解を観察した実態と紐付けて獲得するような、能動的な知識構築が望ましい。こうした主体的な学習は、単なる知識の獲得にとどまらず、自発的に学習する楽しさや喜びを学習者にもたらし、さらなる学びへの原動力となることが知

られている<sup>③</sup>。

統合すると、自然科学を学習するにあたって、学習者に抽象的概念を与えるのではなく、学習者が主体的に学習目標を設定し、試行錯誤的に観察に取り組み、それらの具体的経験から得た発見を紐付けることは、知識を定着させ、学習への意欲を高めるという面で重要であると言える。

このような学習者が主体となって知識の構築過程に携わる学習形態は「発見学習」とよばれる<sup>④</sup>。本研究では、この発見学習の枠組みを採用し、観察を伴う自然科学学習において、学習者の主体的な知識構築を促す観察学習支援システムの提案を目的とする。

## 2. 発見学習

### 2.1 発見学習の意義

発見学習とは、学習者が主体となって知識の生成過程に携わり、規則、法則、関連性などを学習者自ら発見し、知識を構築する学習形態である。広岡<sup>⑤</sup>は発見学習を「教材構造ができてくる過程を教育的に編成し、子どもをして、その過程を歩ませることを通じて、子ども自身の手によって教材構造を作り上げさせる学習方法である。」と定義している。

谷川<sup>⑥</sup>は主体的な学習が求められる発見学習の意義として、学習そのものに対する動機付けを高め、日常的に問題意識を持ち、知的態度を発揮するといったことが期待できる点を挙げている。

### 2.2 観察学習における困難性

#### 2.2.1 教師が学習環境を整える上での困難性

学習者を不自由なく、フィールドを学びの場とする発見学習に従事させるためには、主体的な学習が実行可能な観察環境を整える必要がある。例えば、水生昆虫の生態系を学ぶためには、観察目標の昆虫が生息する池や川といった環境が必要となる。さらに学習が進んだ状況、例えば、水の中にいるプランクトンといった微生物を観察するためには、顕微鏡を備えた理科実験室を学習者に提供する必要がある。このように学習内容の理解を促す固有の環境を教師があらかじめデザインして学習者に提供することが発見学習において必要となるが、これは教師の作業負担や、空間的・時間的制約の面でのコストが高い。

また、集団教育において発見学習を進める際には、学習者個々人の興味や前提知識、理解状態がそれぞれ異なり、それらに配慮した指導を行き届かせることは難しい。学習者が主体的に学習を進めるためには、教師は学習者の状態を個別に把握し、学習目標の設定と発見活動を適応的に誘導する必要がある。しかし、現実に発見学習をカリキュラムの中に取り入れるとなると、足並みを揃えて学習させるために学習者全体に一定の学習目標を与えてしまい、学習者それぞれの興味、関心、ペースに基づいた主体的な知識構築過程の尊重が難しいジレンマがある。

#### 2.2.2 学習者が学習する上での困難性

発見的な学習が実りあるものとするためには、その目的や必要性に目を向け、それらの学習目標を達成すべく見通しをもって実験や観察することが必要である。しかしながら、日高<sup>⑦</sup>は「見通しをもつことや学びに自己責任をもつことを求められて、子ども達は困惑している。自然を見つめるための枠組みをもたないで子どもは果たして確かな問題を発見し、見通しをもつことができるのだろうか。」と述べており、見通しをもって学習者が主体的に学習活動を遂行することへの難しさに言及している。川上<sup>⑧</sup>は目的や必要性を理解しないまま、見通しを立てないで発見的な学習をする場合には、学習効果が低下することを指摘している。

また、学習者は直接的に知識を教授されるわけではなく、観察や実験といった発見活動を主体的に遂行する必要があるため、学習者が独力で正しい知識構築に至ることは必ずしも容易ではない。

## 3. 観察学習支援システムの開発

上述の観察学習における教師と学習者の困難性を軽減するための観察学習環境の設計指針を整理し、これに基づき開発したシステムについて述べる。

### 3.1 観察学習環境の設計指針

発見学習の過程を支援する学習支援システム研究として、構成主義的な学習観に基づく ILE (Interactive Learning Environment) が挙げられる<sup>⑨</sup>。ILE では、学習者が与えられた環境のなかで、学習者が主体的に新しい知識を獲得することや、既得の知識を適用・検証して理解を深めることを目的とする。ILE には、学

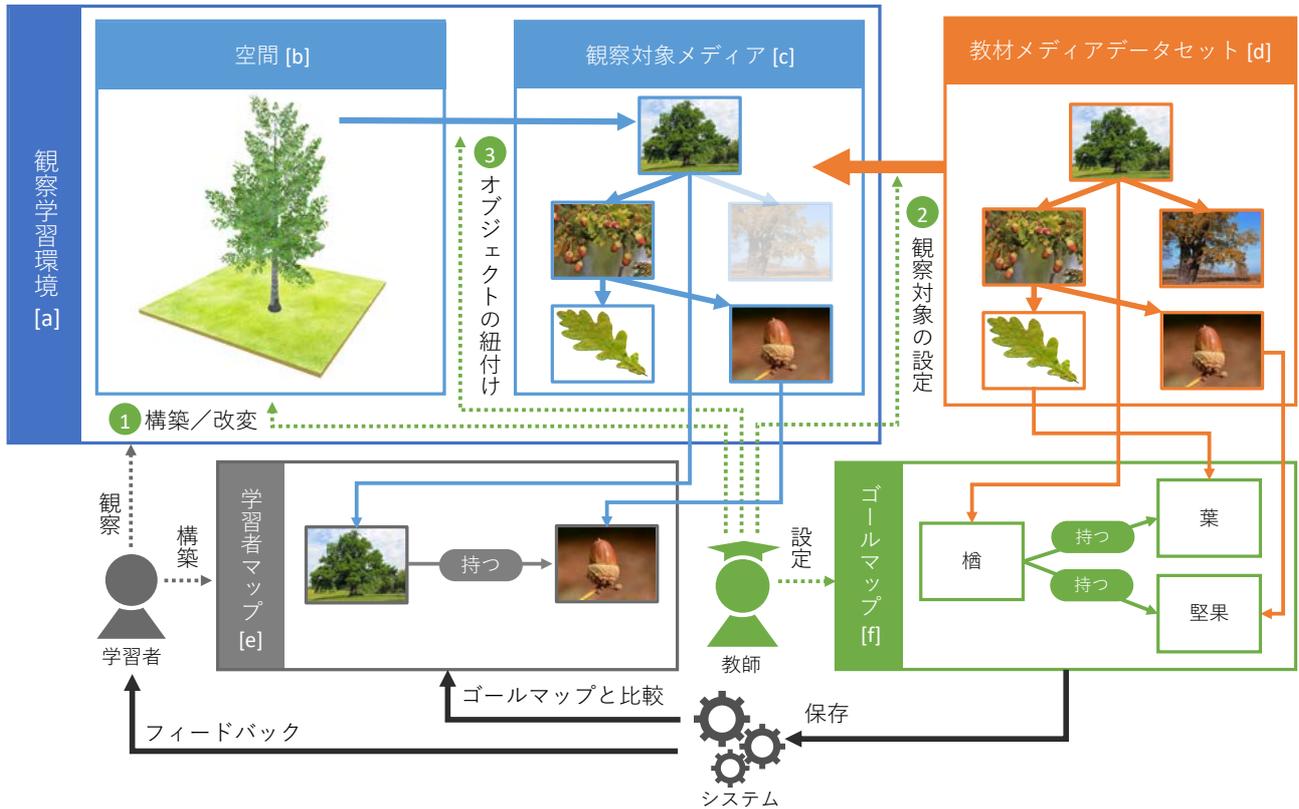


図1 提案する観察学習環境アーキテクチャ

習者との相互作用をもたらす学習環境の他に、仮説を設定し、検証した結果を整理する機能など、学習者の主体的な学習プロセスを促す機能を備えるものが多い。

本研究においても、ILE としての要素を取り入れ、前章で挙げた学習環境をデザインする上での困難性を軽減する観察学習支援システムのアーキテクチャを提案する(図1)。教師(教材作成者)は、学習活動前に観察学習環境(図1[a])のための空間(図1[b])と観察対象メディア(図1[c])をデザインする。教師は空間を一から構築したり、既に定義されているものを改変してデザインする(図1-①)。観察対象メディアはそれらがまとめられたデータセット(図1[d])から抜き出され(図1-②)、いくつかのメディアは空間内のオブジェクトに紐付けられる(図1-③)。加えて、教師は学習の達成目標にあたる概念マップ(以下、「ゴールマップ」・図1[f])をデータセットから抜き出して設定し、システムに保存する。学習者は観察学習環境で観察活動を行い、観察した教材メディアをもとに概念マップ(以下、「学習者マップ」・図1[e])を構築する。システムは保存されているゴールマップと学習者マップを比較し、学習者にフィードバックを与える。

### 3.1.1 学習環境の構築

本研究では教材作成者がデザインする、観察学習環

境における空間をVRで実現する。理科の学習においては、瀬戸崎ら<sup>9)</sup>による天体学習のためのVR教材の開発など、既に多くのVRを用いた学習支援の先行研究がある。VR空間で発見学習の環境を整える利点として、現実と同様にオブジェクトが3次的に配置されているので、学習者があたりを見渡す、探索するといった主体的な学習が可能になる点が挙げられる。

教材作成者は一から空間を構築することもできるが、既存の空間を選択して再利用し、改変することも可能である。観察学習空間には様々なオブジェクト(サボテン、針葉樹など)が配置される。教材作成者は、観察対象メディア(画像、動画)が階層的にまとめられたデータセットから学習活動に必要なものを設定する。設定教材を学習者が探索中に直接観察可能なものと設定する場合は、その教材を空間内にあるオブジェクトに紐付ける。このように空間そのもののデザインと、学習者に実際に観察してもらう教材メディアのデザインを切り分け、それらをモジュール化し再利用可能な形で教材作成者に提供することで、観察学習環境の構築に伴う負担を軽減し、次回以降の環境構築のための基盤とすることができる。

### 3.1.2 学習環境とのインタラクション

学習者に学習内容をより深く理解するためには、

個々の観察経験を関連づけて、構造的・体系的に把握することが重要である。知識の構造化のための学習法として、Novak ら<sup>(10)</sup>が開発した「概念マップ構成法」がある。概念マップは学習者の理解状態を示すだけでなく、他者がその理解状態を把握することにも役立つ。また、Hirashima ら<sup>(11)</sup>は学習者が構築した概念マップを計算機が診断することができる、Kit-Build メソッドを提案している。Kit-Build メソッドでは、教師が学習目標となる概念マップを作成し、それをノードとリンクに分解したものを Kit として学習者に提供し、学習者がそれらを学習内容に合わせて組み立て直す。

本研究では、学習者は観察活動を通して学んだことを教材メディアの画像や動画を用いて概念マップで表現することで、観察を通じた教材作成者が意図する教材構造を学習者自ら作り上げる学習活動を提案する。システムは学習者が構築した学習者マップと、教材作成者が設定したゴールマップを比較することで学習者の理解状態を把握し、教科内容の構造的な理解に至るためのフィードバックを学習者に与えることができる。

### 3.1.3 見通しをもった学びを促す仕掛け

観察学習では、学習者自らが学習目標を設定し、これを目掛けて学習を進める、見通しを持った学習活動を行うことが重要であることは、先述した通りである。一方、適切な介入なしでこのような活動を実践するには困難を伴うが、学習者のレディネスが高まっていない状況にも関わらず学習目標やその解を直接的に投げかけることでは学習者の主体的な学びには繋がらない。

そこで、本研究では学習者に対して学習内容に関連する「問い」を投げかける学習方法を提案する。例えば、「雄しべが花粉を分泌すること」を観察させるために、「雄しべは生殖活動において重要な役割を担っていますが、それはどうしてでしょうか?」といった問い

を提示する。学習者にはこの「問い」に応えることが学習目標となるので、これを刺激とした観察学習 (inquiry-based learning) を促し、学習目標の下での観察学習経験の体制化を意図している。

### 3.1.4 フィードバック

学習者の知識理解の誤りを指摘し、解を外発的に教示することと、学習者の主体性が担保された学びを両立することは、正しい知識を身につける点と観察学習の質の担保という点においてトレードオフな問題である。主体性を尊重する観察学習に重きを置く場合には、誤りを直接的には指摘せず、学習者自らが学習目標を設定するように働きかけることが望ましい。

そこで、システムが「問い」を起点として学習者にフィードバックを与えることを考える。すなわち、学習者が構築した概念マップに内包される誤りを直接指摘するのではなく、誤りへの気づきを促す「問い」を強調する。先述の具体例として挙げた「問い」の答えに間違った答えを学習者が設定してしまった場合、「雄しべと花粉の間で仮説を立てて観察してみましょう」といったように、答えとなる「雄しべが花粉を分泌すること」を観察させるため、学習者に仮説を立てさせ、観察へ向かうようにシステムは助言する。

## 3.2 観察学習支援システム

前節で述べた設計指針を具体化したシステムを開発した。そのインタフェースを図 2 に示す。

### 3.2.1 学習教材の設定

学習者は、学習活動開始時に図 2 左のログイン画面で学習教材の設定を行う。ログイン画面上の「ゴールマップ選択メニュー」には、教材作成者が設定したゴールマップのリストが提示され、学習者はそこから学習教材を選択する。



図 2 システムインタフェース

学習者はゴールマップを選択した後、「学習ノート」として学習者マップの初期設定を行う。システムはゴールマップと紐づけて学習者のマップを保持しているため、学習を再開する場合には「続きから」を選択することで、以前作成した学習者マップが表示され、選択し、再び学習を始めることも可能である。

### 3.2.2 観察エリア

観察エリアでは、キーボード操作により観察学習空間内を自由に見渡したり移動することができる。観察したいオブジェクトにマウスカーソルを重ねた際に、メディアが設定されたものであれば、観察可能であることを表すエフェクトが出現する(図3左)。学習者がオブジェクトをクリックすると、紐づけられた観察対象メディアが学習者に提示される(図3右)。

その教材メディアは学習者マップを構成するノードとして、図2右の編集エリアに投影される。

### 3.2.3 編集エリア

学習者は、図2右の編集エリアで学習した内容を概念マップとして表現する学習活動に取り組む。「関係メニュー」ではゴールマップを分解して得られるリンクが提示される。ここでは、同じリンクを何度でも使用可能としている。というのも、一度の使用に限定すると、マップ構築の進行に伴って使用できるリンクが限定されるため、リンクの選別に駆動された学習になり、発見したことをもとに教材構造を積み上げる主旨から外れるためである。反映されたノードと提供されたリンクを繋げ概念マップを構築することにより、学習者は発見した個々の内容を結びつけることで、発見活動駆動で知識構造を組み上げることができる。

ノードを選択すると、名称とともに教材作成者が設定した「問い」が提示される。学習者はそこで仮説と、答えとなるリンクを設定できる。例えば、「雄しべは生殖活動において重要な役割を担っていますが、それはどうしてでしょうか?」という問いに対しては、「雄しべ」から「花粉」ノードに接続する「分泌する」リンクを答えとして学習者は設定する。

### 3.2.4 フィードバック

学習者が選択した教科について学習を完了したと考えた場合、編集エリア左下の「振り返る」ボタンを押下する。その際、学習者主体の再観察と再考察することを促すため、ここでは、「問い」を用いて主体的学習

を促すことを考える。システムは誤りを認識すると、仮説を設定するように助言を提示する。

ゴールマップに存在し学習者マップに存在しないノードについては、接続される当該リンクの発見活動を促す「問い」を強調する。一方、「問い」の答えとして設定されていないリンクや、ゴールマップに存在しないリンクには、そのリンクを答えとする「問い」は存在しない。そこで、学習者の主体的な学習活動を行わせるため、システムは具体的な間違いは指摘せず、誤りがあることだけを伝える。どうしても誤りが修正されない場合には、観察対象を提示し観察活動を促す。

### 3.2.5 振り返り活動

観察学習を十分に行ったと考える学習者は、振り返り活動に取り組む。これは、観察を行なって得た学びをもう一度振り返り、観察学習の経験と紐づいた知識の体制化を狙いとしている。学習者は自身の学習者マップにあるリンクを一つ一つクリックし、システムが提示する学習内容を確認する(図4)。

学習者マップのリンクを全てクリックし終わると、学習内容の正解にあたるゴールマップと、「問い」に対する答えが提示される。学習者は正解と自身のマップを見比べ、学習者は再度観察を行い、自身のマップを更新し、知識の修正活動を行う。



図3 エフェクトと教材メディアの提示

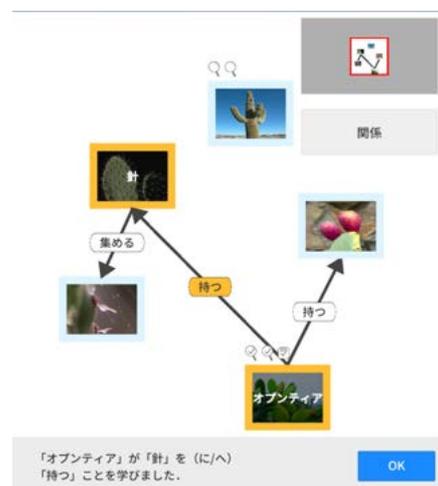


図4 振り返り活動

## 4. 評価実験

開発した観察学習支援システムとテキストを学習の基本に据える知識伝達型の受動的な学習活動とを比較することが必要ではあるが、それ以上の学習効果が様々な文脈, 対象で既に広く知られている<sup>(12)(13)(14)</sup>能動型の学習形態である概念マップ構成法と比較する。本研究における、テキストを用いず、学習者の発見に委ねる学習形態であっても、学習教材についての構造的な理解を促進し、学習意欲を高めることができるかを検証することを目的として評価実験を実施した。

本実験では、15名の学習者（大学院生7名、大学生8名）にシステムを利用してもらった。ここでは、実験参加者にとって学習する機会が少ないと考えられる「きのこ」を観察学習の教材として設定した。

### 4.1 実験設定

#### 4.1.1 事前課題による実験対象者のグループ分け

事前に、学習への意欲や積極的な学習行動を図るために光浪<sup>(15)</sup>によって開発された学習行動尺度を参考に、実験に用いる学習教材に対する興味と、学習を行ったかどうかを尋ねる項目、および学習教材に対する学習への意欲を尋ねる項目を追加したアンケート（5件法）を実施した。

学習行動点と学習教材に対する興味点に基づき実験参加者を二群に分割し（表1）、本研究で開発した観察学習支援システムを用いる実験群（n=7）と、後述する実験用のシステムを用いる統制群（n=8）とした。

実験群と統制群の学習行動点および教材の興味点について Welch の t 検定を行なった結果、両群の間で有意差は見られなかった（ $t(13)=.643, p=.532$ ;  $t(13)=.076, p=.940$ ）。このことから、二群の間で学習行動、及び学習教材への興味に差異は無く、グループ分けは妥当であると結論づけた。

#### 4.1.2 準備した学習教材

きのこに関連する書籍<sup>(16)</sup>に基づいて、両群の学習者の学習目標となるゴールマップを設定した。ノードは計16個、リンクは計31本で構成されている。この31本のリンクには、用いることを必須とはしないものを13本含めている。

	学習行動点 平均（標準偏差）	教材への興味点 平均（標準偏差）
実験群（n=7）	3.31 (0.59)	2.43 (1.29)
統制群（n=8）	3.43 (0.45)	2.57 (1.22)

表1 実験群と統制群の事前調査結果

	実験群	統制群
P0	事前アンケート（4.1.1節）	
P1	システムの操作説明と練習	
P2	発見活動による 概念マップ構成学習	教科書を参照した 概念マップ構成学習
P3	事後テスト	
P4	事後アンケート	
P5	遅延テスト	

表2 実験手順

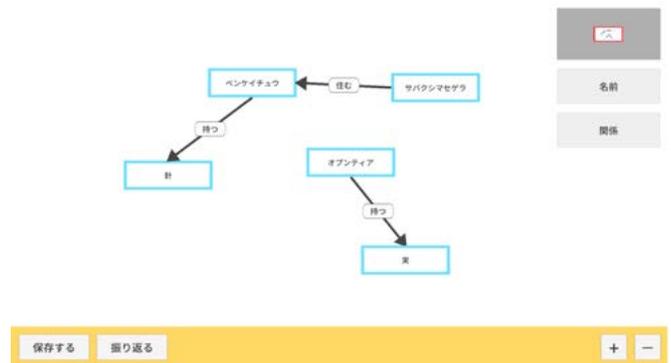


図5 統制群が用いた実験用システム

### 4.2 実験手順

表2に実験手順を示す。以下、各手順を説明する。

#### P1：システムの操作説明と練習

実験群には本研究で開発したシステムを、統制群には実験用のシステム（図5）を提供し、練習用のテキストを読みながら概念マップを構築するよう説明し、両群ともシステムに慣れるまで十分に練習させた。

#### P2：システムを用いた学習

学習者マップを構築するために必要なものとして、実験群には観察空間を、統制群には写真付きのテキストを用意した。学習活動時間は目安だけ提示し、十分学習できたと思ったら終了してもらうように伝え、両群にシステムを用いた学習活動を行なってもらった。

#### P3：事後テスト

両群の学習者が学習内容を構造的に理解しているかどうか、テキストベースの事後テストにより調査した。両群共通で基礎的内容10問、発展的内容4問の計14

問の4択問題に制限時間を5分として解答させた。

#### P4：事後アンケート

両群の学習者に学習中と学習後の学習意欲、姿勢を測るため、後述する表5に示す4項目を5件法で問い、項目1に関してはその理由を自由記述で回答させた。

#### P5：遅延テスト

実験群7名と、都合により参加できなくなった1名を除いた統制群7名で一週間後に遅延テストを実施した。遅延テストでは、学習課題で学習目標に設定したゴールマップをノードとリンクに分解して提供した。なお、ノードには名称と写真を付与する必要がある、それらは分離して別々に提供した。参加者にはそれらを組み合わせて学習したことを表現するよう伝え、制限時間を20分として概念マップを作成させた。

### 4.3 考察

#### 4.3.1 学習活動

P2の学習活動の平均時間を表3に示す。学習にかかった時間は実験群の方が長くなり、それに伴い振り返り活動と訂正活動の時間も長くなっている。実験群の中には振り返り活動に5分以上かけた学習者も確認できた。このことから、提案システムを用いた学習活動では、より多くの時間をかけ、観察を通して経験したことと学習内容を紐付け、体制化を試みるために多くの時間を費やしていたことが示唆される。

#### 4.3.2 学習内容の理解度

事後テストの平均正答率は、実験群が0.867、統制群が0.807であった。Welchのt検定を行なった結果、有意差は見られなかった( $t(13) = 1.12, p = .283$ )。このことから、本システムが教科書を使用しないにも関わらず、教科書を参照する概念マップ構成学習と遜色ない程度に知識定着に寄与していることが示唆された。

遅延テストにおける、学習者が作成した概念マップのノードとリンクのゴールマップに対する平均の再現率、適合率を表4にそれぞれ示す。

リンクの一致に関する再現率が両群共に低いのは、リンクに接続する両端のノードの名称と写真も一致していないと正解とみなさないためである。Welchのt検定を行なった結果、ノード一致およびリンク一致に関する再現率には有意差が見られなかった( $t(13) = 1.68, p = .130; t(13) = .060, p = .953$ )。このことから、実験

	実験群 (秒(SD))	統制群 (秒(SD))
総学習活動時間	3,979 (1,279)	2,065 (728)
システム利用時間	3,297 (1,325)	1,875 (718)
振り返り活動時間	122 (91)	66 (19)
訂正活動時間	561 (642)	123 (124)

表3 学習活動にかかった時間

		実験群	統制群
再現率	ノード	0.813	0.696
	リンク	0.373	0.468
適合率	ノード	0.845	0.696
	リンク	0.510	0.502

表4 遅延テストのリンクとノードの結果

	設問内容	実験群	統制群
Q1	きのこについて学んでいて楽しかった	3.86	4.13
Q2	きのこへの興味の高まりを感じながら学べた	3.71	3.88
Q3	実際にきのこを観察したいと思っている	2.86	3.13
Q4	きのこについてもっと学びたいと思っている	3.14	3.25

表5 事後アンケートの結果

群の学習者は教科内容に対する実体と結びついた構造的な理解が通常の教科書を参照した概念マップ構成活動と同程度達成され、持続することがわかった。

事後テストと遅延テストの両群の結果に大きな差が見られなかった理由として、知識の定着および持続に概念マップの構築が大きく寄与しており、観察活動と教科書を参照した概念マップ構成活動の間での学習効果の差異が見られなかった可能性がある。一方で、実験群の学習者には何を学習すべきかを明示せず、参加者が自由に学習を行なった上でこの結果を得られたことを考えると、本システムが学習者の主体的な観察活動を促し知識構築に寄与していることが示唆される。

#### 4.3.3 学習意欲の向上

学習意欲について尋ねた事後アンケートの実験群と統制群の平均点を表5に示す。

Q1, 2に対する両群の回答は「ややあてはまる」「非常にあてはまる」が過半数を占め、実験群の項目1の答えを選択した理由については「思っている以上にきのこのことを知らないことに気づけたから」といった自身の理解に目を向けようとする学習者や、「学びの中でも、きのこを探る楽しさを感じたから」といった学習活動そのものに対する楽しさを見出すコメントが多

く見られた。実験群の Q3 の平均点数はあまり高くない、「ややあてはまらない」と答えた学習者も散見されたが、Q4 と P0 における学習教材に対する学習意欲を問うアンケート項目の間で、有意水準 5% の Welch の t 検定を行ったところ、有意に点数が上昇していた ( $t(13) = 2.82, p = .030$ )。これらのことから、本システムを利用した学習者は観察を行い、主体的な学習から理解を深める体験を重ね、学習活動に対する内発的動機付けを高めており、学習への意欲が育まれていることが示唆された。

以上より、開発した観察学習支援システムの利用による主体的な知識の構築と学習意欲に対する効果について総合すると、実験群の学習者は VR 空間で主体的な発見学習活動を行うことができ、また、その知識は正解が記載された教科書を参照した、概念マップの構成学習と遜色ない程度に構造化され、持続していた。実験群の学習活動前後のアンケートの結果やコメントから、実験群の学習者は学習活動そのものに対する内発的動機付けが促され、学習教材に対する学習意欲を高めていることが示唆された。したがって、開発したシステムは学習者の主体的学習活動を支援し、学習意欲の向上に資することが示唆される。

## 5. おわりに

本研究では、観察学習環境構築のための汎用的プラットフォームを整え、学習者の観察学習活動を支援するシステムを開発し、その有効性を検証した。

本システムは、学習者が主体的に行う観察学習の難しさを、実行する学習者とデザインする教材作成者の双方の面から支援している。大学生と大学院生を対象にした初期的な評価実験では、本システムを利用した学習者が主体的に知識を構築し、教材に対する学習意欲を向上させていることが示唆された。

今後の課題として、学習者に提供される観察学習教材のオーサリング環境を整える必要がある。そのオーサリング環境と本システムを接続し、より良い学びにむけた観察学習支援システムへと改良を続けたい。

## 参 考 文 献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領解説理科編”(2017)

- (2) Dewey: “The school and Society” , The University of Chicago Press (1915) (デューイ, 河村望 (訳): “デューイ=ミード著作集 7 学校と社会・経験と教育”, 人間の科学社 (2000))
- (3) 杉山成, 辻義人: “アクティブラーニングの学習効果に関する検証: グループワーク中心クラスと講義中心クラスの比較による”, 小樽商科大学人文研究, Vol.127, pp.61-74 (2014)
- (4) 谷川幸雄: “発見学習の基礎理論と実際”, 北海道浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要, Vol.2 (2002)
- (5) 広岡亮蔵: “学習形態論”, 明治図書(1968)
- (6) 日高晃昭: “教えることをためらわない理科授業 ～「知識伝達-事例化」学習の試み～”, ぎょうせい (2007)
- (7) 川上昭吾: “理科学習論の充実・発展”, 理科の教育, Vol.56, No.4, pp.4-7 (2007)
- (8) 大槻 説乎: “発見的学習とその支援環境”, 人工知能学会誌, Vol.8, No.4, pp.411-418 (2007)
- (9) 瀬戸崎 典夫, 森田 裕介, 竹田 仰: “天体学習における多視点型 VR 教材の効果的な活用場面に関する検討”, 電子情報通信学会研究報告. E T, 教育工学, Vol.107, No.391, pp.51-56 (2007)
- (10) Novak, J.D, Gowin, D.B: “Learning how to learn”, Cambridge University Press (1984)
- (11) T. Hirashima, K. Yamasaki, H. Fukuda, et al.: “Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, Vol.10, No.17 (2015)
- (12) 岡直樹, 今永久美子: “小学生の理科学習に及ぼす概念地図作成の効果”, 学校教育実践学研究, Vol.18, pp.11-15 (2012)
- (13) 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, et al.: “キットビルド概念マップの小学校理科での授業ない利用の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.4, pp.162-175 (2016)
- (14) 皆川順, “理科の概念学習における概念地図完成法の効果に関する研究”, 教育心理学研究, Vol.45, No.4, pp.464-473 (1997)
- (15) 光浪睦美: “達成動機と目標志向性が学習行動に及ぼす影響——認知的方略の違いに着目して——”, 教育心理学研究, Vol.58, No.3, pp.348-360 (2010)
- (16) 根田仁, 伊沢正名: “楽しい自然観察 きのか博士入門”, 全国農村教育協会(2006)