

問題解決工程におけるつまずきを 分析するためのワークシートの提案

高橋 B. 徹^{*1}, 高橋 聡^{*1}, 吉川 厚^{*2}

^{*1} 東京理科大学, ^{*2} 東京工業大学

Propose of a Worksheet to Analyze a Process of Problem Solving

Toru B. Takahashi^{*1}, Satoshi Takahashi^{*1}, Atsushi Yoshikawa^{*2}

^{*1} Tokyo University of Science, ^{*2} Tokyo Institute of Technology

Learners acquire problem-solving skill through a problem based learning. Many studies discuss what scaffoldings is appropriate to each problem based learning. To analyze these scaffoldings, we need to clarify a learner's misstep in the process of problem solving. We propose a worksheet to analyze them. At first, we develop the model of the process of problem solving and its misstep. It consist of 1-1) goal is not clear; 1-2) current condition include misconception; 1-3) goal is solution; 2-1) analysis of problem is out of focus; 2-2) analysis of problem is not enough; 3-1) Solution do not meet a problem; 3-2) Solution is inconsistent with analysis of problem; 4-1) preparation of evaluation is not enough; 4-2) interpretation of evaluation include misconception. And, we develop the worksheet based on the model. We tried to analyze the worksheet in a lesson about problem solving. As a result, we could analyze learner's misstep in the process of problem solving.

キーワード: 問題解決, ワークシート, つまずき

1. はじめに

近年, 問題解決能力に対する関心が高まっている。たとえば、OECD は 21 世紀型スキルの要素の一つとして数えている⁽¹⁾し、PISA では 2003 年に問題解決能力の評価が行われ、2015 年でも協調的問題解決が評価項目に加えられている⁽²⁾⁽³⁾。一方で、問題解決は社会人にいたっても身につけることが困難なものであることが知られている。

問題解決能力とは、必ずしも答えが唯一に決まっていない問題に対して、その問題を解決するスキルである。問題解決能力を身につけるには問題解決を実践する必要があるといわれている。この点、従来型教育、すなわち体系だった知識を教授する系統学習では問題解決能力を身につけさせることは難しいと考えられて

いる。そこで、問題解決能力を身につけることを狙いに Problem Based Learning⁽⁶⁾ や Project Based Learning(PBL)⁽⁷⁾ が近年さかんに実施されている。古くからも、デューイは問題解決学習を従来型教育と同じ枠でとらえられるように、問題を発見し、解決策を立てて、実施、検証を行うという要素分解を行い、この実践を行っている⁽⁴⁾。成人学習理論においてもほぼ同様の問題解決学習が行われている⁽⁵⁾。しかしながら、これらの方法では問題解決を行う人が問題をいくつかのステップに分解できるほどの能力を有していたり、あるいはそれが見えるくらいの簡単な問題であることが前提にある。学習者が主体的に問題に対しての情報収集や解決策の立案・実施・検証を行っている PBL ですら、学習者に振り返らせると何が問題解決であったのか不明瞭なことも多い。

また、問題解決学習において、教師は様々な足場かけを提供しなければならない⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。目的も、学習者に探索を促したり、誤解を防いだり、反省を促したりと様々であり、方法も学習者の状況に合わせて行うような動的なものと、予めワークシートなど用意するような静的なものがある⁽¹¹⁾。しかしながら、Saye ら⁽¹¹⁾や Choo ら⁽¹²⁾では、静的な足場かけが有効である場合やそうでない場合、あるいは複雑な部分においては動的な足場かけが必要であることなどが調査され、足場かけが有効になるためには何か条件が必要なことは示唆されている。

上記のように、問題解決能力が単に実習をただけでは効果的に学習できないことや、教師が足場かけを単純にしたのではうまくいかないことを考えると、学習者が問題解決の工程においてどのようなつまずきをしているのか深く入って分析をする必要がある。しかしながら、多くとられている研究スタイルのプレテスト・ポストテスト法では結果の分析であり、工程におけるつまずきの分析まではできない。そこで、学習者が問題解決の工程でどのようなつまずきをしているかを調べ、問題解決学習にどのような問題点があるのかを明らかにする必要がある。その結果、問題解決学習を細かく分析して、それぞれに対応した足場かけを検討することができるようになると考えられる。

そこで、問題解決の工程を分析するために、問題解決に慣れていない人でも使える問題解決ワークシートを提案する。問題解決にあたって、問題解決ワークシートに問題解決にいたるプロセスを記入してもらいながら、問題解決を進める課題を問題解決者に依頼する。そして、記入された問題解決ワークシートを分析し、どのようなつまずきが存在するのかを分析する。また、問題解決ワークシートによるつまずきの分析からどのように問題解決学習に必要な足場かけを検討できるかの仮説を示す。

2. 問題解決とつまずきのモデル

問題解決の工程に関するモデルや方法は教育分野のほか、認知心理学やビジネス分野においても多く提案されている⁽⁴⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。これらのモデルに基づき本稿における問題解決のモデルを定める。

ビジネス分野ではバーバラ・ミントが分析的問題解決には以下のような手順が必要であると指摘している⁽¹³⁾：1. 問題は何か？-現状の結果と望んでいる結果との違いを図に描く-；2. 問題はどこにあるのか？-結果を引き起こしている、現状を構成する要素を図に描く-；3. 問題はなぜ存在するのか？-それぞれの要素を分析し、なぜそれが問題を引き起こすのかを明らかにする-；4. 問題に対し何ができるか？-望んでいる結果をもたらす変更案を論理的に系統だてて書いてみる-；5. 問題に対し何をすべきか？-最も満足のいく結果をもたらすよう変更案を統合して新しい構造を作り上げる-。まず、1ステップ目で現状と結果を比較することで問題の大枠を捉える。そして、2, 3ステップ目で問題の大枠内の分析を行う。4, 5ステップ目では、分析にあわせてどういう解決の可能性があるのかを探り、統合するという流れである。

認知心理学の分野ではブランスフォードが問題解決の工程を IDEAL モデルとして以下のように定めている⁽¹⁴⁾：1. Identifying problems and opportunities; 2. Define goal; 3. Explore possible strategies; 4. Anticipate Outcomes and Act; 5. Look and Learn. ブランスフォードは最初の二つのステップで、現状を所与のものとするのではなく、改善の可能性を認識し、それに対する目標を定める必要性を示している。そして、3ステップ目では目標のさらなる分析を含めて、解決策の検討を行う。そして、立てた解決策をすぐに実行するのではなく、それがどういった結果をもたらすかを予期しておく必要性についても指摘している。最後の5ステップ目には解決策の実行後の観察を行い、それから学び取ることが必要であるとしている。

教育分野のデューイ⁽⁴⁾もまずは問題に直面し、その所在と定義を明らかにするとしている。そして、それらに対して可能な解決策を上げて、さらに検討を重ねていく。最後に、解決策を実行するだけでなく、その結果について反省をすることこそが重要だと指摘している。

これらを統合して、以下のように問題解決工程を構築した。

- 1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる
- 2) 問題を分析して解くべき問題を決定する

3) 問題に対して解決策を立てる

4) 解決策を実施・評価する

まず、最初の段階として1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる。この点は目標と現状のギャップを問題とするハーバード・サイモンの考えにも通じている⁽¹⁵⁾。次の段階として2) 問題を分析して解くべき問題を決定する。問題の分析では問題の大枠の中で深堀していくことが重要である。そして次の段階は3) 解くべき問題に対して解決策を立てるというものである。最後の段階では4) 解決策の実施・評価を行う。ブランスフォードやデューイが指摘している通り、解決策は実施するだけでなく、その結果を評価することが重要である。

次に問題解決工程の各段階に対してのつまずきのモデルについて述べる。

1) 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる段階でのつまずきは問題の大枠を正しく認識することができないことである。そのためには目標と現状を正しく認識することが必要であるが、1-1) 目標が明確になっていなかったり、1-2) 現状を誤認してしまったりするつまずきが考えられる。加えて、本当の目標が何であるかを定めることなく、解決策を先に考えてしまっただけで、結果的に1-3) 目標が解決策の実施になってしまいうつまずきがある。このつまずきをしてしまうと、目標に対する他の解決策の可能性を見落としてしまう危険がある。

表 1：問題解決とつまずきのモデル（※がついている項目は学習内容によっては分析が難しいものである）

| 問題解決の工程 | つまずきの種類 | ワークシートでつまずきの分析が可能か |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1. 目標と現状を確認して問題の大枠をとらえる | 1-1) 目標が明確でない | ○ |
| | 1-2) 現状を誤解している | ○※ |
| | 1-3) 目標が解決策の実施になっている | ○ |
| 2. 問題を分析して解くべき問題を決定する | 2-1) 対象となる問題を分析していない | ○ |
| | 2-2) 問題の深堀ができていない | ○※ |
| 3. 問題に対して解決策を立てる | 3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある | ○ |
| | 3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう | ○ |
| 4. 解決策を実施・評価する | 4-1) 評価の体制が整っていない | |
| | 4-2) 評価の解釈に誤解がある | |

2) 問題を分析して解くべき問題を決定する段階におけるつまずきは1) で定めた問題の大枠の中で十分な分析を行えないことである。大枠の問題の中で分析をしなければならないのに関わらず、2-1) 対象とな

る問題の分析を行えていないというものである。これは分析しているうちに直面している問題の枠から外れてしまったり、一般論で分析をしてしまったりするような場合である。また、要素を分析し、引き起こしている原因を特定しなければならないにもかかわらず、2-2) 問題を深堀りすることなく、短絡的に捉えてしまいうつまずきが考えられる。

3) 解くべき問題に対して解決策を立てる段階でのつまずきは解くとした問題と解決策の論理的関係によるものである。一つには3-1) は問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるというつまずきである。文献⁽¹⁷⁾は PBL において、一部の問題のみについて考えて解決策を立ててしまい、同時に解く必要のある別の問題については考慮していなかった学習者がいたことを報告している。また、3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまうというつまずきが考えられる。こうなってしまう原因はブランスフォードが挙げた、結果の予測が足りていないからである⁽¹⁴⁾。例えば、数学の点数を上げるという目標に対して、やる気が出なくて勉強ができないという問題が発見されたときに、「やる気を出して勉強する」という解決策をたてることである。これは「やる気を出して勉強する」という解決策を実施した場合にどのような結果になってしまうかを予測できていないと言える。二つは似ている部分もあるが、前者は論理的な対応関係の欠落のつまずきであり、後者は論理的な矛盾のつまずきである。

4) 解決策の実施・評価でのつまずきの一つは、そもそも反省するための、4-1) 評価の体制が整っていないことである。評価は反省し、次の機会に活かすために行う。そのため、成否を決めるだけの評価の準備だけではなく、反省の材料とするために多角的な評価の体制が必要になる。また、4-2) 評価の解釈に誤解があるというつまずきが考えられる。これは評価の解釈を短絡的にとらえてしまい、その因果関係を誤解してしまうことなどがあげられる。

以上の問題解決工程とそれに対応したつまずきのモデルを表 1 に示す。

3. 問題解決ワークシート

本章では問題解決ワークシートをいかに設計したの

かと、それを使っていかにつまづきを分析するのかについて述べる。

3.1 問題解決ワークシートの設計

表1に示した学習者のつまづきを分析するための問題解決ワークシートを図1に示すように設計した。また、表1にはつまづきの分析な部分と困難な部分についても示した。学習者は解決策の実施の手前までの工程を、この問題解決ワークシートに記入する。教師は学習者の各項目への記入内容を確認することで、学習者のつまづきを確認することができる。

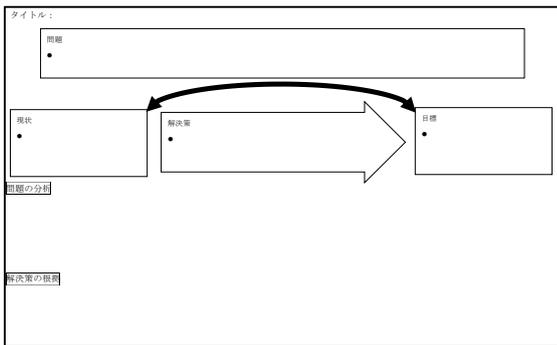


図1 問題解決ワークシート

1-1) 目標の明確であるかと1-3) 目標が解決策になっているかを確認するために、まずは『目標』の項目を設けた。次に1-2) 現状を誤解しているかを確認するために『現状』の項目を設けた。学習者がこれらの項目に記述した内容で1) 目標と現状を確認して大枠の問題を捉える際につまづきを分析することができる。

2-1) 対象となる問題の分析になっていない場合と、2-2) 問題の深掘りになっていないかを確認するために、『問題』と『問題の分析』の項目を設けた。『問題』には解くべき問題を記述させるが、それだけではどのように分析したかは分からない。そのため『問題の分析』の項目を設けて、ここに解くべき問題をどのような分析によって導き出したかを記述させる。

3-1) 問題と解決策の対応が成り立っていない部分と、3-2) 問題の分析と矛盾した解決策のつまづきを確認するために『解決策』と『解決策の根拠』の項目を設けた。『解決策』が問題と対応しているように見えても、そこに至る論理に誤りがある可能性があるため、『解決策の根拠』も記述させることにした。これらの項目と『問題』、『問題の分析』と比較することで3)

問題に対して解決策を立てる際につまづきを分析することができる。

4-1) 評価の体制が整っていないかと、4-2) 評価の解釈に誤解のつまづきがあるかについては提案する問題解決ワークシートでは分析を行わない。本稿の問題解決ワークシートは解決策を実施する前までを対象とするため、実施後のつまづきについては分析の対象外とする。

また、これらの項目を問題解決の構造になぞらえてワークシートに配置した。目標と現状のギャップが問題であることになぞらえて、『目標』と『現状』の欄の間に『問題』の欄を配置した。解決策は現状を目標に近づけるという意味で、『解決策』を矢印形の欄にして、『目標』と『現状』の欄の間、『問題』に並行する位置に配置した。『問題の分析』と『解決策の根拠』は記述が長くなることが予想されるため、問題解決の構造とは別に、下部にそれぞれ配置した。

以上のように、設計することで問題解決学習時に問題解決ワークシートを記述させることで、どのようなつまづきをしているかを分析することができる。

3.2 問題解決ワークシートを使った分析方法

1-1) 目標が明確でないかは『目標』の欄を確認することで分析することができる。このつまづきでないかは以下の点に該当しないかを確認する。何が達成できたら良いかが分からなかったり、直接関係のない二つ以上の目標が含まれていたりしないかを確認する。

1-2) 現状を誤解していないかは『現状』の欄を確認することで分析できる。教示者が認識している現状と食い違っていたり、現状を示すのに十分な情報がなかったり、解釈に明らかな誤りがなかったりしないかを確認する。ただし、問題設定の都合で現状の是非を確認できない場合は分析することはできない。また、設定したテーマによっては、目標と現状を与えるのでこのつまづきについて分析する必要が無い場合もある。

1-3) の目標が解決策になっているかは『目標』を確認すればよい。他の解決策を検討する余地があるにも関わらず、解決策を実施することが目標であると確認できた場合はこのつまづきに該当する。

2-1) 対象となる問題を分析していないかは、『問題』と『問題の分析』を確認すればよい。ここで、問題の

分析をしているうちに問題の大枠から抜け出してしまっていて、関係のない分析をしてしまっていないかと、対している問題自体ではなく、一般論で問題を分析してしまっていないかを確認する。

2-2)問題の深堀ができていないかについても『問題』と『問題の分析』を確認すればよい。ただし、深堀が十分であるかは問題に依るところがあるので分析は難しい。問題の分析の達成目標がある場合は、それとの比較になる。達成目標がない場合は、問題を深掘りしているような記述が何度あったかや、問題分析が論理的に行われているかなどで分析することが考えられる。

3-1)問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるかは『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』を比較すればよい。比較したときに問題に対応していない解決策があったり、解決策に対応していない問題がなかったりしていないかを確認する。

3-2)問題の分析と矛盾した解決策を立てていないかも『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』を確認すれば良い。問題の分析と照らし合わせたときに、解決策を実施した場合にうまくいかないことがすでに示されていないかを確認する。

以上のように問題解決のつまずきの分析方法を示した。ただし、問題解決学習の内容によっては分析を行えなかったり、困難であったりすることがある。これは問題解決学習の内容を確認して、どのようにつまずきを分析するかをあらかじめ決めておく必要がある。

4. 実験

本実験では問題解決ワークシートを使って問題解決の講義を受講した学習者の問題解決工程の分析を行う。講義では問題解決学習の初学者に向けて、足場がけとしていくつかの問題解決の方法について行っている。これらの効果について問題解決ワークシートを使って分析を行う。また、問題解決ワークシートの利用方法の一例として、つまずきの分析結果から、講義にどのような足場がけが必要であるかを考察する。

4.1 実験条件

情報系の講義の一環として実験を行った。受講者は工学系の学部一年生であり、問題解決についてはほとんど初学者であると言える。4つのテーマでそれぞれ

を問題解決ワークシートに記入する課題を76名の受講者に課した。課題の期限は課題発表後の6日後とした。

4.2 実験内容

問題解決ワークシートを任意のテーマで学習者に記入させた。テーマの例として自分の生活や仕事に関わるものの他、社会的なものや娯乐的なものをあげ、どれにするかは自分で決めて良いとした。記入された問題解決ワークシートを分析することにより、講義の教示を受けた上で、学習者がどのようなつまずきをしやすいのかを明らかにする。講義では静的な足場がけとして問題解決の基本的な考え方を教示した。

ただし、問題解決のテーマを任意としたために分析の難しいつまずきがある(表1)。1-2)現状の誤解については、テーマによってはその是非について分析することが困難である。そのため、本実験では1-2)現状の誤解については分析を行わないものとした。同様に2-2)問題の深掘りについても、どの程度の深掘りが適切であるかの是非を決めることは難しい。そこで、本実験では『問題の分析』において深掘りしているような記述が何回あったかを数えることでひとまずの分析とすることにした。

4.3 実験結果

提出されたワークシートの数は304枚(76名×4枚)であり、課題の期間は十分であったと考えられる。学習者が記入した問題解決のテーマは生活習慣や勉強、サークルといった卑近なものであり、日頃考えられるテーマになっていた。

それぞれのつまずきについて提出されたワークシートで確認された枚数を表2に示す。何らかのつまずきがあるとされたのは142枚であり、うち2枚は2つのつまずきが確認されている。また、図2には問題を深掘りしようとした回数を示す。

つまずきが確認された例をそれぞれ図3, 4, 5, 6, 7に示す。また、図8, 図9は2-2)の問題の深堀に関連して、深堀が少なかったものと多かったものを示した。図10にはつまずきに分類できるか難しいものをあげた。

4.4 考察

つまずきのモデルのうち、本実験で分析対象とした6つについてどのように分析ができたのかを示す。

表2：本実験で分析したつまずきとその数

| つまずきの種類 | 本実験での評価対象 | つまずきのあったワークシート数 |
|--------------------------------|-----------|-----------------|
| 1-1) 目標が明確でない | ○ | 6 |
| 1-2) 現状を誤解している | — | — |
| 1-3) 目標が解決策の実施になっている | ○ | 7 |
| 2-1) 対象となる問題を分析していない | ○ | 6 |
| 2-2) 問題の深堀ができていない | ○ | ※図2参照 |
| 3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある | ○ | 73 |
| 3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう | ○ | 47 |
| 4-1) 評価の体制が整っていない | — | — |
| 4-2) 評価の解釈に誤解がある | — | — |

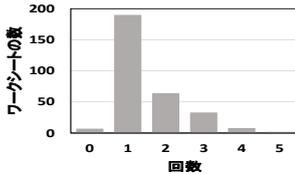


図2：問題の深堀が確認された回数

目標
他学科、他学年、他学校などとの交流もできればなお、現状のままでもOK

図3：つまずき「1-1) 目標が明確でない」の例

目標
生活費ぐらいは自分で賄えるくらいに稼ぐ。

図4：つまずき「1-3) 目標が解決策の実施になっている」の例

問題
彼女いない

問題の分析

- ・ モテるためには、現実的に容姿に問題があることが多い。
- ・ 性格で嫌われる場合も多い。
- ・ 彼女ができない人には相手の理想が高いのが原因だということも多い。

図5：つまずき「2-1) 対象となる問題を分析していない」の例

問題
成績が思うようなものでない。

問題の分析
やり方は分かっているのだが、ケアレスミスが多く点数がよくない。

解決策
間違えた箇所を確認する。

解決策の根拠
つめが甘いところが多かったので細かいところまで理解し試験に挑む。

図6：つまずき「3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分がある」の例

問題
数学の勉強を怠ったこと。

問題の分析
数学が苦手→苦手だから勉強をする気力が起こらない→更に苦手になるという負のループになっている。

解決策
数学の勉強をする

解決策の根拠
数学の勉強をして自信がつけば負のループを断ち切る事ができるため

図7：つまずき「3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう」の例

問題
朝起きるのがつらい。

問題の分析
→夜更かしをしている。

図8：つまずき「2-2) 問題の深堀ができていない」に関連して1回しか深堀されていない例

問題
ちょっとした遅刻が多い

問題の分析
ちょっとした遅刻が多い
なぜなら、電車に乗り遅れてしまうことが多い
なぜなら、家をでる直前に忘れ物に気が付くから
なぜなら、準備の確認がきちんとできていないから
なぜなら、前日に準備をしていないから

図9：つまずき「2-2) 問題の深堀ができていない」に関連して4回深堀されていない例

問題
食べ過ぎでおなかが太ってきた

問題の分析
食べたいものをいつでも我慢していない。
おなかがいっぱいになっても食べ続けている。

解決策
なるべく間食を減らす。運動をする。

解決策の根拠
基本的に食べなければ痩せるから。
運動も新陳代謝を良くする。

図10：つまずき「3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまう」であるか判断が難しい例

1-1) 目標が明確でないかは、『目標』を確認することで分析できるという設計であった。そこで、何が達成したらよいか分からなくなっていないかを確認する。すると、交流を広げたいと述べている一方で、現状のままでもよいと述べているため、何を達成できればよいか分ならず、目標が明確になっていないことが確認できる。

1-3) 目標が解決策になっているかも、同様に『目標』を確認することが分析できる設計になっている。そこで、図4に示す内容が、ほかの解決策の余地があるのに解決策が目標になっていないかを確認する。これを見ると目標が「生活費を自分で賄う」ということが分かる。しかし、ここで目標に解決策である「稼ぐ」までも含んでしまっている。そのために、「節約する」などの別の解決策の余地があるのに、検討できなくなってしまっていることを確認できる。

2-1) 対象となる問題を分析していないかは『問題』と『問題の分析』を確認することで分析できる設計である。そこで、図5に示す内容が一般論で分析してし

まっていないかを確認する。この内容は大枠の問題としては「彼女がいない」という、自分についての話である。しかし、一方で問題の分析では一般論についての議論になってしまっている。そのため、解かねばならない「自分に彼女がいない」という問題の直接の分析にはなっていないことが確認できる。これを修正する方法としては、例えば一般的に性格が問題になることはあるが、それに照らし合わせて自分はどのような状態であるのか分析することなどが考えられる。

3-1) 問題と解決策に対応関係が成り立っていない部分があるかは『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』の対応関係を確認することで分析できる設計になっている。そこで図6の内容について問題と解決策が対応していない部分がないかを確認する。『問題の分析』を見ると、内容は理解している一方でケアレスミスがあったとしている。しかし、『解決策』と『解決策の根拠』を確認してみると、ケアレスミスについて対応するものはなく、理解についての解決策になってしまっている。これはまさに問題としたケアレスミスと、解決策の理解を進めることが対応していない状態である。この場合は例えばケアレスミスの箇所を確認して、チェックリストを作成することなどが考えられる。

3-2) 問題の分析と矛盾した解決策を立ててしまっているかも、『問題』、『問題の分析』と『解決策』、『解決策の根拠』の対応関係を確認することで分析できる設計になっている。図7について問題の分析結果から解決策が効果を上げられないことが示されていないかを確認する。すると、『問題の分析』のなかで苦手勉強のやる気がでないとしている。一方で、解決策は「勉強する」としているが、すでに効果があげられないことが問題の分析結果から効果があげられないことを示されている。本来であればやる気をいかに引き出す方

法や、やる気があまりでなくとも始められる簡単な課題がないかを検討する必要がある。

2-2)問題の深堀ができていないかは、『問題』と『問題の分析』を確認することで分析できる設計になっている。ただし、今回の実験では身近なものをテーマとしたためにどの程度の深堀が適切であるかは一概に判断することができない。そこで、ひとまずは、問題を深堀した記述が何度あったかで分析したのが図2に示すグラフである。また、1回しか深堀が確認できなかったものを図8に、4回の深堀が確認されたものを図9に示す。図8を見てみると、朝が起きることがつらいという問題を1度だけ深堀して「夜更かしをしている」としている。しかし、なぜ夜更かしをしているのか、さらなる深堀をしていないために、効果的な解決策になっていない可能性がある。一方で、図9のほうでは『なぜなぜ分析』⁽⁴⁸⁾を利用して、遅刻の原因を深堀していき、前日の行動が問題になっていることまでを明らかにしている。このほかのワークシートを見ても、問題の深堀が多く確認されているものに比べて、少ないものは深堀をより進められる余地があると考えられるものが多い。いずれにしても、問題の深堀の工程を確認することができるので、それが十分であるかの議論の焦点は絞り込める。

一方で、図10に示すのは3-2)問題の分析と矛盾した解決策になっているかの判断がしづらいものである。「食べたいものをいつでも我慢していない」とあるのに対して、解決策は「なるべく間食を減らす」となっている。この「食べたいものをいつでも我慢していない」というのが、あえてそうしているのであれば矛盾はないが、これが我慢できていないのだとしたら矛盾である。テーマの都合上、これの是非を決めることができるのは学習者自身なので、こちらが矛盾であるかを定めることは難しい。しかし、一方で「本当に我

慢ができるのか？」という問は学習者に投げかけることができる。つまり、分類は難しくとも学習者に対してどういう議論や指導をするかを定めることは可能であると言える。

以上のように、問題解決ワークシートを確認することで、学習者がどのようなつまずきをしているのかを分析することが可能であり、どういった指摘をすれば良いのかも分かる。また、どのつまずきをしているのか分類すること自体は難しくとも、学習者に対してどのような議論をすればよいかは定めることができる。本実験では身近な問題をテーマにしているため、問題の深堀について、全体としては回数で分析しているが、深堀の余地があるかは同様に議論をすることは可能であると考えられる。

5. 結論

本稿では、問題解決の工程とつまずきのモデルを構築し、それに基づいて設計した問題解決ワークシートを提案した。問題解決学習の中で、学習者にこの問題解決ワークシートを記入させることで、どういったつまずきをしているのかを分析することができる。

問題解決の講義での学習者のつまずきを分析するために問題解決ワークシートの記入を行わせた。記入された問題解決ワークシートを確認することで、学習者がどのようなつまずきをしているか分析できることが示唆された。今後は問題解決ワークシートをほかのPBLなどの問題解決学習に適用することで、今回の実験で分析することができなかったつまずきを含めた分析や、さらなるつまずきの分析方法についての検討を行う。また、それぞれのつまずきに基づいた足場がけの開発も行っていく。

- (1) Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. (ed) : Assessment and Teaching of 21st Century Skills, 2012.
- (2) Organisation for Economic Co-operation and Development, : PISA 2003 technical report., OECD Publishing, 2005.
- (3) Organisation for Economic Co-operation and Development, : PISA 2015 draft collaborative problem solving framework, OECD, 2013.
- (4) Dewey, J., How we think. Courier Corporation., 1997.
- (5) ノールズ, マルカム, 成人教育の現代実践: ペダゴジーからアンドラゴジーへ. 堀薫夫, 三輪建二 (監訳) 鳳書房 (原著 Knowles, M.(1980) The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy. Upper Saddle River, NJ: Cambridge Adult Education.), 2002.
- (6) Barrows, H. S.: A taxonomy of problem - based learning methods. Medical education, 20(6), pp.481-486, 1986.
- (7) Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A.: Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational psychologist, 26(3-4), pp.369-398, 1991.
- (8) Belland, B. R.: Glazewski, K. D., & Richardson, J. C., A scaffolding framework to support the construction of evidence-based arguments among middle school students. Educational Technology Research and Development, 56(4), pp.401-422, 2008.
- (9) Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. : Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Educational Psychologist, 42(2), 99-107, 2007.
- (10) Simons, K. D., & Klein, J. D.: The impact of scaffolding and student achievement levels in a problem-based learning environment. Instructional Science, 35(1), pp.41-72, 2007.
- (11) Saye, J. W., & Brush, T.: Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. Educational Technology Research and Development, 50(3), pp.77-96, 2002.
- (12) Choo, S. S., Rotgans, J. I., Yew, E. H., & Schmidt, H. G.: Effect of worksheet scaffolds on student learning in problem-based learning. Advances in health sciences education, 16(4), pp.517-528, 2011.
- (13) Minto, B., & 山崎康司 (訳), 考える技術・書く技術: 問題解決力を伸ばすピラミッド原則. ダイヤモンド社, (原著 : Minto, B.: The Pyramid Principle: Logic in Thinking and Writing, Financial Times Management, 1995), 1999.
- (14) Bransford, J. D., & Stein, B. S.: The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning, and creativity second edition, Worth Publishers, 1993.
- (15) Newell, A. and Simon, H. A., GPS, a program that simulates human thought: Defense Technical Information Center, pp. 109-124, 1961.
- (16) 川喜田二郎, 発想法: 創造性開発のために, 中央公論社, 1967.
- (17) 東海Aチーム: アクティブラーニング失敗事例ハンドブック, <http://www.nucba.ac.jp/archives/151/201507/ALshippaiJireiHandBook.pdf>, 2015年8月アクセス.
- (18) 大野耐一, トヨタ生産方式: 脱規模の経営をめざして, ダイヤモンド社, 1978.