

特集：持続可能な学習教育支援システムの開発と運用

CSCL を用いたディスカッションの可視化によるものづくり型 PBL におけるチームワークスキル教育の実践

大崎 理乃*, 不破 泰**

The Case Study of Visualized Discussions by CSCL for Team Work in Project/Problem Based Learning of Monozukuri

Ayano OHSAKI*, Yasushi FUWA**

In a higher education, improvement of generic skills (especially team work skills) is attracting attention. Many universities have begun an active learning include Project Based Learning and Problem Based Learning (PBL). Tottori University develops new education curriculum with creation for students from all faculties. Students learn teamwork skills as follows: sharing purposes, distribution of roles, sharing information and logical argument. There are two problems. (1) Students do not write a good reflection report. It is necessary to improve their quality. (2) Students do not describe their argument with the reason. This is the case study of activities with Computer Supported Collaborative Learning (CSCL). The first result of this study is an increased number of characters per report by visualizing discussion. The second result showed a students' understanding of the discussion.

キーワード：高等教育, 授業実践, PBL, アクティブ・ラーニング, CSCL, ディスカッション可視化

1. はじめに

近年、大学教育においては専門教育のほか、汎用的能力の育成が重要視されている。汎用的能力は「特定の専門分野や職種・業種にかかわらず、大学卒業レベルに汎用的に求められる能力、スキル、態度特性⁽¹⁾」とされており、学士力⁽²⁾や社会人基礎力⁽³⁾、人間力⁽⁴⁾など、さまざまな形で具体的な内容が定義されている。これらの定義から、「チームワーク力」が汎用的能力の一つとして重要視されていることが確認できる。さらに、授業方式についても、学習者主体の教育への転換が図られている。中央教育審議会答申にて、大学教育は「学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学習（アクティブ・ラーニン

グ）への転換が必要である。」⁽⁵⁾とされており、PBL（Project Based Learning：プロジェクト型学習および Problem Based Learning：問題基盤型学習）が注目されている。

そこで鳥取大学では、全学部生を対象として、ものづくり活動を行う PBL（以下、ものづくり型 PBL）を中心とした教育カリキュラムの開発を行っている。そのなかでは、チームで目標達成のために協力する力、即ちチームワーク力の育成を目指している。そして、そのチームワーク力として、1) チーム内で目標を共有し、役割分担をしたうえで、情報の共有を行うこと、2) 意見を理由とともに論理的に述べること（以下、理由を伴う意見構築）、を定義している。

しかし、学習者の実態として、目標の共有・役割分

* 鳥取大学大学院工学研究科 (Graduate School of Engineering, Tottori University)

** 信州大学総合情報センター (Information Center, Shinshu University)

受付日：2014年5月9日；再受付日：2014年7月19日；採録日：2014年8月25日

担・情報共有については実践されているものの、理由を伴う意見の主張は実践されていない。具体的には、(1) 各授業後に提出させる振り返りレポートが、翌週にクラスで共有されるにもかかわらず、文字数や記述内容に個人のばらつきがあり、質の向上が求められる、(2) 活動時のディスカッションのなかで、自らの意見を示す際にその意見の理由を明確にしていることが少ない、といった状態が確認されている。

本研究は、ものづくり型PBLにおけるこれらの問題を解決する学習支援方法を開発するために、CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) を用いた実践結果を述べるものである。具体的には、まず、振り返りレポートの質向上をねらいとして授業中のディスカッションの可視化を行い、文字数の増加を確認した。そして、「理由を伴う意見構築」ができるようになることをねらいとして、足場かけ利用と活動の見直しを伴うディスカッションの可視化を行った結果、理由を伴う意見の増加は確認できなかったものの、学習者のディスカッションに対する認識が明らかになるとともに、その課題を確認した。

2. 研究の位置づけ

2.1 PBL

PBLとは、Project Based Learning (プロジェクト型学習) または、Problem Based Learning (問題基盤型学習) を示す言葉である。両者は混同されることが多いが、プロジェクト型学習では、知識の運用に主眼が置かれるのに対し、問題基盤型学習では新しい知識の獲得に主眼が置かれる。二つの学習デザインの共通点として、グループワークでの自主的な学びを中心に構築されていることと、協調活動をサポートするファシリテーターとして教師の役割の明示がある⁽⁶⁾。

表1 ものづくり型PBLのデザイン

レベル	難易度	問題基盤型 知識・技能の 獲得	プロジェクト型 知識・技能の 運用
実践	高	設定有	設定有
体験	中	設定有	科目による
導入		設定有	科目による

ものづくり型PBLは、汎用的能力に関する知識・技能の獲得と、それまでに学んだ知識・技能の運用の両方をねらいとした活動が設定されているため、Project/Problem Based Learning としている(表1)。

2.2 ものづくり教育

ものづくり教育は、実際の製作活動を通して学習を行う教育手法の総称である。初等中等教育課程では、技術・家庭科、図画工作科などがものづくり教育とされるほか、正課外に行われる理科の学習を深めるための製作活動がものづくり教育と呼ばれている。高等教育では、1999年頃からJABEE(日本技術者教育認定機構)認定の開始に伴い、教師が学生に一方的に講義するのではなく、学生が能動的に学習することを目指した授業実践が工学系学部で増えている。特に「PBLでは、自己学習能力、コミュニケーション力、応用力等を身につけさせることができる」⁽⁷⁾として、実際の製作活動を伴ったPBLへの期待は高い。

先行研究としては、ものづくりの基礎知識、スキル、問題解決力の育成を目標として、地元機関と連携した製品開発活動を行い、プレゼンテーションスキルすなわち他者に対して情報提供する力が向上した実践がある⁽⁸⁾。しかし、研究ではプレゼンテーションスキル向上の要因は経験であるとされており、指導法は明らかにされていない。

さらに別の先行研究では、創造性や問題発見・問題解決能力、コミュニケーション能力を育成することを目標に、製品開発を体験させるPBLを実施しており、授業協力企業担当者への「学生は企業の人や教職員とのコミュニケーション能力が向上したと思いますか?」というアンケートにて、約70%から「非常に」または「ある程度」と評価されている⁽⁹⁾。しかし、この「コミュニケーション能力」の内容は不明であり、能力向上の具体的要因も明らかにされていない。

このように、これまでのものづくり教育研究は、プロジェクト型学習の例が多く、指導法に関して言及されたものは、参考文献(10)で示す研究などに限られている。本研究では、理由を伴う意見構築に関する学習支援方法開発を目的としているため、これまでの研究で得られた成果だけでは不十分であり、より具体的に能力を定義して指導方法の研究を行う必要がある。

2.3 チームワーク力教育

チームワーク力育成を行うものづくり教育の先行研究には、他者にわかりやすく情報を伝える力の育成を目標として、全授業回を三つのフェーズに分割し、各フェーズでの成果物を他班が活用・評価する分担方式の実践がある。当該研究では、図面作成から評価までを一貫して同じ班が担当する授業に対して、分担方式授業がものづくりに必要な情報提供の能力育成に有効であると学習者に評価されたことを報告している⁽¹⁰⁾。

しかし、先行研究の教育目標は、他者にわかりやすく情報を伝える力を「図面作成」「レポートをまとめる」「ものづくりに必要な情報提供」と定義している。対して、本研究では「理由を伴う意見を構築すること」と限定している。また、手法についても、先行研究は教師が授業活動の流れを設定した演習的位置づけにある。対して、本研究は実社会の問題解決をテーマにし、活動の内容を学習者の選択に委ねる授業を目指している。そのため、先行研究のように教師が活動を設定することを前提とした方法は採用できず、本研究では学習者の活動のなかでの支援方法を検討する必要がある。

3. 研究の目的

本研究は、ものづくり型 PBL におけるチームワーク力の学習支援方法を開発することを目的として、CSCL によるディスカッションの可視化を通して現状の課題を解決しようとするものである。

3.1 鳥取大学におけるものづくり教育

鳥取大学工学部ものづくり教育実践センターは、2011 年度から、文部科学省特別経費プロジェクト「先進的な視点に立った総合的ものづくり教育プログラム」(以下、ものづくり教育 PG) の開発に取り組んでいる。ものづくり教育 PG 開発の目標は、1) 体系的なカリキュラム・教育手法を構築する、2) 教育効果の評価・測定手法を開発する、の 2 点である。

ものづくり教育 PG は、全学部生を対象として、育成する人材を「アイデアを形にすることのできる人材」と定義し、学習者が 15 の知識・能力を習得す

ることを教育目標としている⁽¹¹⁾。15 の教育目標は、1 年生から 3 年生までのカリキュラムのなかで 3 段階に設定されたレベルに割り当てられており、一つの授業には 2 から 3 の教育目標が設定されている。チームワーク力に関しては、導入レベルにて人と話す練習を行い、体験レベルでは教師の支援のもとでチーム活動を行い、実践レベルにて自立したチーム活動を行う、という段階別の活動を設定することで、3 年次の実践的科目で滞りなくチーム活動ができるように設計している。さらに、教育プログラムの一環として課外活動においても 15 の教育目標をベースとした指導・支援を行っている。

3.2 ものづくり教育 PG への ICT 支援状況

ものづくり教育 PG では、活動を通してさまざまな ICT ツールを利用することで、学習者がより円滑にチーム活動を行えるようになることも目指している。

そこで、2012 年度より一部授業と課外活動においてオープンソースの LMS (Learning Management System) である Moodle を利用している⁽¹²⁾⁽¹³⁾。Moodle は協調学習支援機能が充実しているため、教師からの授業資料提供、学習者からの宿題提出など、教師と学習者の情報共有だけでなく、Wiki や掲示板機能を用いて学習者同士の情報共有も可能である。また、活動においては、Moodle をリポジトリやコミュニケーションツールとして利用することを学習者に勧めている。さらに、体験レベルと実践レベルの科目では、チームでの資料作成があるため、Moodle と併用して、オンライン上で非同期に資料編集が可能なサービスである Google ドライブ⁽¹⁴⁾ による資料の作成を推奨している。

3.3 ものづくり教育 PG の課題

ものづくり教育 PG では、学生をチームに分け、各チーム内で目標を共有し、役割分担をしたうえで、チームで目標達成のために協力する力、すなわちチームワーク力の育成を目指している。そして、そのチームワーク力として、1) チーム内で目標を共有し、役割分担をしたうえで、情報の共有を行うこと、2) 意見を理由と共に論理的に述べることを定義している。

しかし、学習者は目標の共有・役割分担・情報共有については実践しているものの、理由を伴う意見の構築は実践できていない。具体的には、(1) 各授業後に提出させる振り返りレポートは翌週にクラスで共有されるにもかかわらず、理由と意見の記述の有無を評価する以前に、意見や感想の理由となりうる他者意見・活動や学習などの具体的内容(以下、具体的事実)の記述数と文字数に個人のばらつきがあり、質の向上が求められる、(2) 活動時のディスカッションのなかで、自らの意見を示す際にその意見の理由を明確にしていることが少ない、といった状態が確認されている。

さらに、チームで活動するために重要なことを問う自由記述式アンケートに、「班で協力するときには一人ひとり自分の役割や仕事をみつめて行動する」など、役割分担や目標の共有に関する記述は多いのに対して、理由を伴う意見構築に関する記述は少ない。また、目標の共有・役割分担・情報共有といった活動上の課題は、役割分担表の作成など具体的な成果物としてわかりやすい一方、他者に対して意見を述べることは、具体的な成果物として可視化されにくい。これらのことから、先に述べた(1)(2)の状態には、学習者の意識が影響していると考えられる。

3.3.1 振り返りレポートの質に関する課題

チームで活動する際には、参加者が相互的に意見交換し、他者の意見や活動、学習の具体的事実を踏まえて意見を構築し活動することが重要である。さらに、PBLのように、学習者の活動を中心とした授業では、Kolbの経験学習モデルにおける「振り返り」が重要である⁽¹⁵⁾。これらの理由から、ものづくり教育PGにおいては、各回の授業後に振り返りレポートの作成活動を行っている。また、提出されたレポートは全員分を翌週の授業にて配布し、クラスという大きなチームのなかで他者に自分の感じたことや学んだことを主張するツールとして設定している。しかし、振り返りレポートの質は、学習者によってばらつきがある。

振り返りレポートの質に関する一つの尺度は文字数である。文字数だけではレポートの質を評価することはできないが、振り返りとしての質を確保するためにも、学習内容や他者の意見・活動などを述べることが重要であり、そのためには一定の文字数が必要にな

ると考えられる。しかし、学習者の振り返りレポートの記述は、単語のみであったり、一文の感想であったりと文字数が少ない。なお、文字数の多い振り返りレポートを書けるようになることが目標の場合、まず文字数を指定し、徐々にその文字数指定を緩和することで、自立的に文字数の多いレポートが書けるようになる可能性がある。しかし、学習内容を意識して活動し、理由を伴う意見構築ができるようになることを目指している本研究では、文字数を学習者の意識の尺度として用いており、教育目標としては用いていないため、文字数を指定した指導は採用していない。

振り返りレポートの質に関する二つ目の尺度は具体的事実の出現頻度である。過去の調査から、学習者が他者の意見や考えに興味を持ち、振り返りレポートの共有活動を通して、他者意見と授業内容について理解を深めていることが確認されている⁽¹⁶⁾。しかし、学習者の振り返りレポートは、「テーマ1つで、思った以上にさまざまな意見がでて驚きました。」というように、他者の意見や活動の中身の表記は少ない。

3.3.2 理由を伴う意見に関する課題

ものづくり教育PGでは意見とともに理由と事実を述べ、建設的な話し合いを行うことを教育目標の一つとしている。これは、チームで活動する際にほかのメンバーに対して説明する、またはチーム外の関係者に活動や決断を示す際に重要な技能として位置づけている。指導は、議論の構造⁽¹⁷⁾やトータルミンモデル⁽¹⁸⁾を参考に、意見や決断には事実を基とした理由が必要であると示したうえで、理由を伴う意見構築ができることを目指した活動を設定している。

3.3.3 研究の目標

本研究では、これまでの課題を背景として、1) 振り返りレポートの文字数増加とレポート内での具体的事実の出現数増加、2) ディスカッションにおける「理由を伴う意見」の増加、の2点を目標とする。

4. CSCL 導入の意義と実践手法のデザイン

4.1 使用するCSCLの意義

3章で述べた2点の課題を解決するためにCSCLを使用した実践を提案する。CSCLは複数ユーザーがコンピュータを用いて協力する活動を支援するものであ

り、同一の課題について参加者が意見交換などを繰り返し、グループの合意としてのプロダクト生成を想定している。CSCLを利用することで、プロダクト生成のプロセスを記録し、すべての参加者が共有することが可能となる⁽¹⁹⁾。

CSCLを問題基盤型学習に導入した先行研究では、グループ学習支援手法の開発を目的として、問題解決のためのディスカッションを、文字と発言意図を示す表示で可視化するとともに、ディスカッションの自動支援を行い、議論の進行支援として有効であったことが報告されている⁽²⁰⁾。

さらに、プロジェクト型学習にCSCLを利用した先行研究では、プロジェクト活動の振り返りミニレポートの記述時にCSCLの足場かけ機能を使用した結果、学習者がより俯瞰的な振り返りを書くことができるようになったことが確認されている⁽²¹⁾。なお、足場かけ(Scaffolding)とは、学習者の課題実行を助けるために教師が提供する支援であり、学習者のニーズに応じて追加、修正、除去され、最終的には完全に消し去られるものである⁽²²⁾。

二つの先行研究のうち前者は、学習支援方法の開発という目的と、ディスカッションの可視化という手法は、本研究と同じである。しかし、ものづくり型PBLで学習者は、定められた演習課題ではなく実社会の解の一つではない問題の解決を図るため、問題範囲や問題解決のための探索範囲が先行研究に対して広い。そのため、多様な発言がなされることが想定され、それらの発言のつながりの可視化が重要となる。

さらに、後者の先行研究は、足場かけにより学習者にとって新たな観点の取得を促す手法は本研究と類似しているが、先行研究では俯瞰的な振り返りの促進を目的として振り返り活動時にCSCLを使用しており、目的と使用状況が本研究とは異なっている。本研究では、チームでものを作る過程でお互いの意見を述べる際に、理由を伴うことの必要性に気づき、理由とともに意見を述べることを促進するため、活動のなかでCSCLを用いた。さらに、ディスカッションを可視化することで、より学習や活動の内容が意識されることも本研究では期待している。

そこで、研究で用いるCSCLに必要な機能として、1) ディスカッションの可視化が行えること、2) 発

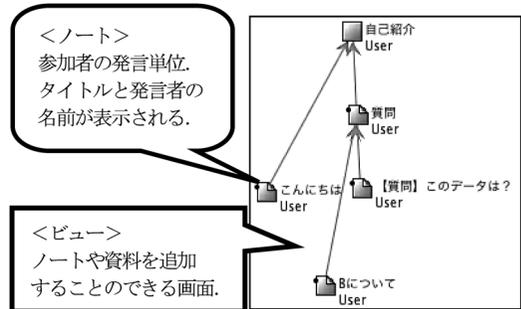


図1 KF 閲覧用インターフェース



図2 KF 入力用インターフェース

言の足場かけが行えること、が挙げられる。これらの機能を満たすCSCLとして、本研究ではKnowledge Forum[®] (以下、KF)を採用した。KFは、カナダトロント大学にて開発された同期/非同期活動支援タイプの協調学習支援ツールである⁽²³⁾。KFの特徴は参加者の発言関係が矢印で表現されること、作文支援のための足場かけ機能があることである。

KFは「ビュー」と呼ばれるスペースに、参加者が「ノート」と呼ばれる単位の発言を書き込むことで議論を構築していく構造となっている。それぞれの発言がどの発言に対応したものであるかを視覚的に把握できるインターフェースが備えられている(図1)。さらに、KFの足場かけ機能は、発言する際に教師が設定した言葉を参加者が選択し、足場として用いることができるように設計されている(図2)。

4.2 振り返りレポートの質向上のための手法

振り返りレポートの文字数増加と内容への具体的事実の出現頻度増加のために、KFを用いたディスカッションを提案する。

振り返りレポートの文字数や具体的事実の出現が少ない理由として、活動に意識が集中してしまい、授業全体の流れや学習内容、他者の発言・活動を学習者が

意識できていない可能性がある。そこで、KFを用いて可視化されたディスカッションを行うことで、口頭でのディスカッションに比べて他者の考えをより具体的に認識し、それを受けて自らの考えを深めた結果、振り返りレポートにて他者の意見や活動などがより多く確認できることを期待する実践を行う。

これまでも、授業時にホワイトボードなどを使用してディスカッション内容を可視化することを指導しているが、話に集中して書くことを忘れるなど、可視化が円滑に行われていない。また、コンピュータ上で掲示板形式のツールを使ったディスカッションでは、ディスカッションが進むうちに話のテーマが変わり、話の流れがわからなくなる様子が確認されている。

そこで、発言を書き込むだけで自動的に発言の関係が可視化され、ディスカッション後も自分のペースで他者の発言を確認することのできるツールであるKFを用いた実践を行うこととした。評価は振り返りレポートの文字数と、振り返りレポート内の具体的事実の出現頻度のKF使用有無の差で行うこととした。

4.3 理由を伴う意見増加のための手法

学習者の「理由を伴う意見」を増やすために、KFの足場かけ機能を用いた実践を提案する。

3章で述べた課題の原因として、主張には理由と事実が伴うという理想的な文章構造を知らないこと、理由と意見をセットにした文章構造を使って発言することができないこと、が考えられる。

そこで、1) 発言時に教師の設定した足場を見るこ

表2 理由を伴う意見構築のための実践デザイン

段階	概要	活動時の指示内容
1	足場利用指示(弱)	・KFに自分の考えや意見を書き込み、ほかの人とディスカッションする
2	足場利用指示(強)	・KF上でディスカッションを行う ・本日の活動では足場を利用する
3	見直し + 足場利用指示(弱)	・前回のディスカッションを見直し、その利点や問題点について考える ・KF上でディスカッションを行う ※足場が不要になっている、または足場の効果を意識している可能性を考慮して、足場利用は指示しないものとする

とで、理由を伴う意見を増加させる、2) 発言を振り返り、理由を伴う意見が少ないことを意識させ、理由を伴う意見を増加させる、の2点をねらいとした実践を設計した。実践における具体的な活動と指示内容は、表2に示すとおりである。

また、ディスカッション自体への影響を少なくするために、作文支援機能でもあるKFの足場かけ機能⁽²⁴⁾を利用することとした。評価は、第1段階と第3段階の、理由を伴う意見の出現率を比較することとした。

5. 実践の内容

5.1 実践環境A：授業

実践環境Aは、2013年度後期共通科目の授業である。本科目は、教養課程の選択科目であり、1年生から4年生までの全学部の学生が履修可能である。ものづくり教育PGでは、導入レベルに位置づけられている。授業の教育目標は、分析的思考と総合的思考の概要・メリット・手順が記述できることである。各回の授業では、授業前に受講生が担当パートの調査と発表資料作成を行い、授業中に発表し合うことで知識を学習者が相互的に伝達し、ディスカッションでわからなかったところを確認、発表担当学生もしくは教師が解説するというサイクルを繰り返した。各授業回の活動内容は表3に示すとおりである。

本研究では、授業に対する資料共有や振り返りレポートの提出にMoodleを使用したまま、第11回・第12回・第14回・第15回の計4回で、授業時間内のディスカッションのKFによる可視化を行った。

調査対象者は、KFを利用したディスカッション実施会である第14回授業に参加した8名である。本授業における最終成果物は、授業の内容をまとめた「教養の教科書」であり、個人で製作することとしている。しかし、教科書を作る過程では他者とのディスカッションのなかで考えを深めるよう授業を設計している。

5.2 実践環境B：課外活動における実践

実践環境Bは、地域企業と連携してグループで加工食品の開発を行った課外活動である。活動期間は

2013年7月から2014年3月までの8カ月であり、KFは2014年1月から利用を開始した。調査実施回3回すべてに参加した3名を調査対象者とした。

ICTによる支援は、情報共有にMoodle、リポジトリにGoogleドライブを使用しており、対面式ディスカッションの代わりにKFを使用した。

5.3 振り返りレポートの質向上に向けた実践

振り返りレポートの質向上に向けた実践は、実践環境Aでのみ行った。

振り返りレポートは、授業終了後3日以内にMoodleのフィードバック機能を用いて提出することとしている。振り返りレポートのテーマは、第1回から第5回までを「本時の授業で知ったこと・考えたこ

表3 実践環境Aの活動とレポート平均文字数

回	授業の活動：テーマ ※背景灰色部がKF使用回	平均文字数
1	ディスカッション： “ものづくり”と“教養”	74.8
2	ディスカッション：“未来のデザイン”	76.9
3	実習：製品分解	87.1
4	調査発表+ディスカッション： ものづくりの歴史	97.3
5	調査発表+ディスカッション： 宣伝、ブランド	67.4
6	調査発表+ディスカッション： ヒット商品	80.9
7	ディスカッション： ものの作り手のイメージ	77.3
8	調査発表+ディスカッション： 設計と法律、原価計算、輸出入と法律	94.3
9	調査発表+ディスカッション： 生産と法律、工場	104.9
10	実習：工場見学	99.9
11	ディスカッション：工場見学の振り返り	179.0
12	調査発表+ディスカッション： 世界の問題、経営者、イノベーション	174.1
13	実習：商品のCM作り	112.3
14	ディスカッション： 教養の教科書に必要な要素	143.7
15	発表+ディスカッション： 教養の教科書発表会	105.6

と」、第6回から第15回までを「今回の授業で行った活動と、考えたこと・知ったこと」とした。

5.4 理由を伴う意見の増加に向けた実践

ディスカッションにおける理由を伴う意見の増加のために、KFを用いたディスカッションを、表4のとおり3段階の活動で設計し、学習者の発言の変化を調査した。実践環境Aにおける各回のディスカッションテーマは表4に示す。実践環境Bでのディスカッションテーマはすべて「最終報告書の修正」である。

なお、実践環境Aの第12回・第15回の各授業回

表4 実践環境A・Bの活動とねらい

段階	実践環境A (ディスカッション テーマ)	実践環境B	活動のねらい
練習	第11回授業 前半	1/18 ~ 2/24	KFに慣れる
1	第11回授業 後半 (工場見学で知ったこと)	第1回	意見交換を行う
2	第14回授業 前半 (これまでの疑問)	第2回	足場かけを意識した意見交換を行う
3	第14回授業 後半 (「教養の教科書」に必要な要素)	第3回	理由と意見の構造を意識した意見交換を行う

表5 KFに整備された英語版足場

カテゴリ	No	足場
Theory Building	1	My Theory
	2	I need to understand
	3	New information
	4	This theory cannot explain
	5	A better theory
	6	Putting our knowledge together
Opinion	7	Opinion
	8	Different opinion
	9	Reason
	10	Elaboration
	11	Evidence
	12	Example
	13	Conclusion

は、共通課題に関する意見交換を主としたディスカッション可視化ではなく、振り返りレポートの質向上のみを目的に、各発表の質疑応答の可視化を行った。そのため、理由を伴う意見の増加に向けた実践には含まない。

足場は、KFに整備されている13種類の英語版足場(表5)を参考に設定し、実践ごとに改善を行った(表6,表7)。まず、KFに整備されていた英語版足場は名詞であったが、本研究では学習者が書き出しとして意識しやすいように、助詞まで含めたものを設定した。そして、英語版足場が理論構築と意見の記述を促すものであったのに対して、本研究では足場により理由や事実の記述を増加させるねらいがあったため、英語版足場からは「私の考え」だけを採用した。実践環境Aの第11回から第14回の間では、事実の記述と他者との意見交換を促すために足場を増やした。表6では授業回ごとに、提示した足場を丸印で示す。

さらに、実践環境Bでは、事実と理由の記述を促

すために、事実・データに関する足場の文言をより具体的にし、数を増やした。

足場のカテゴリ分けについては、カテゴリを分けることで足場の選択時にカテゴリの選択操作が加わるため、作業性を考慮して実践環境Aでは行っていない。しかし、口頭で行った学習者へのヒアリングでは、「事実と意見の違いがわからない」という声が寄せられており、学習者が自分の発言を区別できていないことも確認できた。そこで、実践環境Bでは、参加者が書き込み中や見直しの際に自分の発言構造を振り返り、課題に気づくことをねらいとして、足場を「意見」「理由」「事実・データ」のカテゴリに分類して提示した。他に、意見交換活性化のための「質問」カテゴリを設定した。カテゴリ「その他」は、提示していないにもかかわらず、実践環境Aの足場を参加者が使用したものをまとめた。

表6 実践環境A(第11回・第14回)の足場

No	足場	第11回	第14回
1	私の考えでは、	○	○
2	もっと知りたいのは、	○	○
3	もっと考えたいのは、	○	○
4	わからないのは、	○	○
5	授業で考えたのは、	○	○
6	工場見学で感じたのは、	○	○
7	工場見学で考えたのは、	○	○
8	授業で感じたのは、	○	○
9	ものづくりは、	○	○
10	社会では、	○	○
11	授業で知ったのは、	○	○
12	工場見学で見つけたのは、	○	○
13	工場見学で知ったのは、	○	○
14	理論では、	○	○
15	データによると、	—	○
16	追加すると、	○	○
17	みんなの意見が聞きたいのは、	—	○
18	質問したいのは、	—	○

表7 実践環境Bの足場

カテゴリ	No	足場
意見	1	私の考えでは
	2	補足すると
事実・データ	3	顧客の発言によると
	4	顧客の意見によると
	5	実験結果によると
	6	アンケート結果によると
	7	審査員のコメントによると
	8	本によると
	9	資料によると
	10	計算結果によると
	11	その他：○○によると
理由	12	なぜなら
	13	その理由は
質問	14	知りたいのは
	15	聞きたいのは
	16	教えてください
	17	質問です
	18	追加すると
その他	19	理論では
	20	分からないのは

6. 結果

6.1 振り返りレポートの質に関する結果

実践環境 A における各授業回の参加者全員の振り返りレポート文字数について、KF 使用群（第 11 回・第 12 回・第 14 回・第 15 回のレポート文字数、平均：148.42）と KF 非使用群（KF 非使用授業回のレポート文字数、平均：87.92）に対し、Welch の *t* 検定を両側検定で実施した。検定結果は $t(29)=3.302$, $p<0.01$ であり、有意差が確認された。参考までに、検定に用いた文字数を授業ごとに平均したものを、振り返りレポートの文字数変動を示すために表 3 に記載する。

振り返りレポートにおける具体的事実出現頻度の評価には、KF 使用群と KF 非使用群での出現頻度に対して Mann-Whitney の *U* 検定を両側検定で実施した。

検定には、個人の各授業回の振り返りレポートの記述に対して、表 8 のカテゴリ分類に基づいて出現の有無を判断し、参加者数で割ったものを用いた。カテゴリは、振り返りレポートにおける具体的事実の出現状況を分析するために筆者らが設定したものであり、1) 自身の意見に関すること、2) 事実に関することに分け、事実に関することをより細かく「授業活動」「他者の意見や活動に関する抽象的表記」「他者の意見や活動に関する具体的表記」の 3 種類に分類することとした。

各カテゴリにおける KF 使用群、KF 非使用群の中央値はそれぞれ表 9 のとおりであった。検定の結果、有意水準 1% のもとで、具体的事実のみならず各カテゴリ記述の両群の中央値には有意な差は認められなかった。

表 8 振り返りレポート記述カテゴリ

分類	概要（例文）
活動	授業の活動内容（発表を聞いた）
感想	自分のことへの記述 （難しそうだと感じた、影響していると知った）
多様性	他者の考え・知識に関する記述 （色々な考えがある）
具体的事実	他者意見・他者活動・学習内容の具体的情報 （なぜ調べたのか分析している人がいた）

6.2 理由を伴う意見に関する結果

実践環境 A・B にて参加者が書いた KF 上のノートを、表 10 のカテゴリに分けた後、それぞれの件数とノート総数に対する各カテゴリ表現の出現割合を集計した結果を表 11 にまとめた。なお、1 ノートに対して複数のカテゴリ表現が出現している場合は、各カテゴリ表現をそれぞれ 1 回とカウントし、カテゴリごとに総ノート数に対する割合を示している。なお、カテゴリは、理由を伴う意見の集計のために筆者らが設定したものであり、1) 自身の意見に関すること、2) 記述の根拠に関すること、3) 他者とのコミュニケーションに関することに分け、実際に参加者が書いたノート中に多く出現するものについて、それぞれ 2 種類定めることとした。

また、実践環境 A では、第 3 段階「見直し+足場利用指示（弱）」を中止し、第 2 段階「足場利用指示（強）」を 60 分間行った。設計時点では第 2 段階を 30 分、第 3 段階を 30 分としていた。

第 3 段階中止の最大の理由は、KF へのログインが

表 9 U 検定結果

	KF 使用群 中央値 (計 4 回)	KF 非使用群 中央値 (計 11 回)	<i>U</i>	検定 結果
活動	0.414	0.285	8	<i>n.s.</i>
感想	1	1	12	<i>n.s.</i>
多様性	0.142	0.142	18	<i>n.s.</i>
具体的事実	0.414	0.571	20	<i>n.s.</i>

n.s.：非有意

表 10 ディスカッション発言カテゴリ

分類	概要（例文）
意見 A	考え・意見・主張 （ゴシックでも良いと思います）
意見 B	問いに対する応答の意見 （大丈夫だと思います）
理由	意見・考えの理由（関係性を考えるから）
説明	情報としての事実（設定を変えました）
呼びかけ	他者に対する呼びかけ （みんなの意見を聞かせてください）
返事	他者の活動・意見に対する応答 （ありがとう！）

表 11 実践環境 A・B における発言の分類・集計結果

	実践環境 A					実践環境 B					
	第 11 回		第 14 回前半		第 14 回後半	第 1 回		第 2 回		第 3 回	
活動時間	約 30 分		約 60 分			約 120 分		約 210 分		約 180 分	
	件数	割合	件数	割合	— (中止)	件数	割合	件数	割合	件数	割合
ノート	25	—	68	—	—	11	—	108	—	56	—
足場かけ	7	28%	37	54%	—	5	45%	30	28%	15	27%
意見 A	15	60%	37	54%	—	7	64%	36	33%	21	38%
意見 B	0	0%	0	0%	—	0	0%	13	12%	5	9%
理由	3	12%	20	29%	—	5.5	50%	13.8	13%	13	23%
説明	3	12%	17	25%	—	5	45%	9	8%	11	20%
呼びかけ	7	28%	24	35%	—	4	36%	41	38%	26	46%
返事	0	0%	1	1%	—	3	27%	45	42%	17	30%

表 12 実践環境 B の結果

参加者	第 1 回			第 2 回			第 3 回		
	ノート	意見	理由／意見	ノート	意見	理由／意見	ノート	意見	理由／意見
A	3	0	—	57	15	33%	28	9	44%
B	5	3	67%	18	9	50%	16	4	50%
C	8	4	88%	33	12	36%	14	8	88%

できないトラブルがあり、活動時間が計画よりも少なくなかったことである。さらに、該当回授業の目標である「教養の教科書作製の方針を決める」に対して、参加者が教師の想定よりも長い時間をかけて考え、書き込んでいる様子が確認された。そのため、短い活動時間の途中で参加者の議論を中断し、書き込み内容の見直しと文章構造の指導を行うことは、授業の目標達成に影響すると判断した。第 3 段階の実践検証は、対象人数が少ないものの、時間的余裕のある実践環境 B で行った。

実践環境 B の結果は、総ノート数を示す「ノート」、表 8 のカテゴリ上の意見 A を示す「意見」、そして一人あたりの意見 A の総数に対する理由を伴う意見の出現割合を「理由／意見」として表 12 に示す。

結果から、実践による理由を伴う意見の増加は確認できなかった。また、第 3 段階実践後に行った見直し時に気づいた課題と、それらに対する工夫を問う記述式アンケートでは、理由と意見に関する回答は確認されなかった(図 3)。

・最初に議題をきちんと決めておくことが重要だと気づき、最初いきなり決められるよう工夫した。
 ・前回は、一つの議題に時間がかかってしまい、時間が伸びてしまったので、今回は考えられるところを優先的に考えました。
 ・タイトルだけではおぼつと見てすぐにどんな内容が書いてあるかわかりにくかったため、タイトルの付け方を工夫しました。
 ・前回はあまり自分から発言ができなかったため、自分から積極的に発言するように心がけました。

図 3 見直しで気づいた課題と対応方法

7. 考察

7.1 振り返りレポートの質の向上

振り返りレポートの文字数に、KF 使用群と KF 非使用群で有意な差が確認できた。文字数の増加に影響がありうる要因は、KF 使用の有無のほか、1) 実習かディスカッションといった活動の形態、2) 通常教室と通常の教室以外といった活動場所、3) 授業前半である第 1 回から第 7 回か、授業後半である第 8 回から第 15 回かといったレポート記述への慣れ、の 3 点が考えられる。そこで、それぞれの観点で、KF 非

表 13 文字数増加要因検討 *t* 検定結果

	A 群平均	B 群平均	自由度	<i>t</i>	結果
活動形態	99.76 (実習)	83.56 (ディスカッション)	35.50	1.33	<i>n.s.</i>
活動場所	93.50 (教室)	86.70 (教室外)	22.35	0.54	<i>n.s.</i>
慣れ	79.86 (前半)	103.14 (後半)	40.14	1.89	<i>p</i> <0.1

利用時のデータを用いて、Welch の *t* 検定を両側検定で実施した結果、表 13 のとおり活動形態、活動場所
 有意な差は見られなかった。また、慣れに関しては、有意傾向にあるものの、有意差があるとはいえないことを確認した。これらのことより、文字数の増加はディスカッションの可視化によって学習活動への興味関心が高まった、もしくは授業での学習内容や活動内容の印象が強くなったことが考えられる。なお、表 13 における各群平均値下の括弧書きは、群名である。

一方で、振り返りレポートにおける具体的事実の出現頻度には KF の使用有無に有意な差は確認されなかった。なお、具体的事実の出現については、実習群 (中央値: 0) とディスカッション群 (中央値: 0.41) 間の *U* 検定においても有意差は確認されなかった (*U*=13.5, *p*<0.01)。これらのことから、他者の意見・活動や学習内容を学習者に認識させるには、可視化や実体験だけでは不十分であると考えられる。

7.2 理由を伴う意見の増加

理由を伴う意見については、実践による増加を確認できなかった。しかし、実践環境 B の実践後に参加者を対象として行った半構造化インタビューでは、足場かけを使った効果として、「簡潔に論理的に文章を組み立てることができた」「意見を話すときに、『なぜそう思うか』を示すことができた」と全員が述べており、参加者は足場の有用性を意識していることが確認できた。

表 14 は実践環境 A・B の参加者を対象とした KF の利点・欠点に関する自由記述アンケート結果をまとめたものである。KF 利用の利点には可視化と他者の意見に関するものが多く、欠点にも返答のスピードや

表 14 KF の利点・欠点 (回答者総人数 11 名)

	回答内容	人数
利点	発言が後から確認できる	2
	自分の発言を深く考えるようになった	1
	発言の関係性がわかりやすい	2
	遠隔地同士でディスカッションできる	2
	他の人の意見がわかる	3
欠点 (改善案)	更新が遅いため、自分の返答が遅くなる	4
	java 起動時のトラブルが多い	2
	自分の発言をほかの人が見たか確認したい	1
	足場の選択に時間がかかった	1
	文字だけでは伝わりにくい	1
	返事がもらえるかわからない	1
	読む・書くに時間がかかる	2

他者の既読状況などが多い。このことから、参加者は発言への反応に関心があることがわかる。

さらに、実践環境 B での見直し結果 (図 3) の下線部分に見られるように、学習者の関心は表現方法や話の進め方などにあり、ディスカッションの中身や理由の提示については意識していないことがわかる。

これらのことから、実践環境 B 参加者の足場の有用性に関する実感が、理由を伴う意見数の増加につながらなかった要因として、理由を伴う意見構築の重要性が理解されていないことが考えられる。さらに、1) 第 1 段階から足場の有用性を意識して利用していたため第 1 段階から第 3 段階の間で変化が起らなかった、2) 見直しを通して理由を伴う主張よりも話し合いの進め方に意識が移ってしまった、ことも考えられる。

今後、理由を伴う意見構築の知識・能力の向上を促すためには、さらなる工夫が必要と考えられる。そこで、今回の実践から考えられる改善案を以下に示す。

1. 議論としてのディスカッションの意識づけ

実践環境 A にて学習者が理由を伴う意見を構築するには時間がかかることを確認したため、実践環境 B では非同期のディスカッションを指示した。しかし、参加者は「みんなと話し合うことによってより良いア

アイデアができる」「バラバラ（※筆者注：非同期）だと考えづらい」と考え、同期型のディスカッションを行った。表11からも、実践環境Bの第2回・第3回では、呼びかけと返事がノート総数に対して約40%と、参加者が会話のように利用している様子が確認できる。

これらのことから、参加者が本実践を論理的な議論ではなく日常的な会話として認識しているため、理由を伴う意見の数が少ないことが考えられる。

ディスカッションにおける決定事項の理由を成果物として提示するように指示するなど、論理的な意見構築が必要な議論として参加者が取り組むような工夫が必要と考えられる。

2. 見直し時の評価観点・評価基準提供

実践環境Bでの見直し結果（図3）から、見本の提示だけでは文章構造や意見の構築の評価を促すことができないことが確認された。そのため、見直し後の活動でも理由を伴う意見構築が進まなかったものと考えられる。この原因として、1) 理想的な文章構造を忘れていて、2) 評価観点がわからない、3) 評価基準がわからない、ことが挙げられる。

そこで、見直し時には、チェックリストを利用するなど、評価観点と基準の提供が必要と考えられる。

8. まとめと今後の展望

ものづくり型PBLにおけるチームワーク力、特に理由を伴う意見構築の能力育成のための学習支援方法の開発を目的として、ディスカッションの可視化を行った結果、振り返りレポートの文字数の変化を確認できた。また、足場かけにより理由を伴う意見の増加を目指した実践は、効果が明らかにならなかったものの、今後に向けた課題を確認できた。

さらに、今回の実践後に行ったアンケートでは、「KFはあなたの学習に役立ちましたか？」という質問（4件法）に対して、KFを利用した参加者11名中6名が「役に立った」、5名が「少し役に立った」と回答している。ほかにも、参加者からほかの活動でKFを利用したいとの声が寄せられるなど、KFによるディスカッションの可視化は有益だと捉えられたことが確認された。

今後、今回明らかにされた課題と改善点の検証を通して、より良い学習支援方法を検討していきたい。

謝辞

本研究の一部は、平成23年度文部科学省特別経費プロジェクト「先進的な視点に立った総合的ものづくり教育プログラム」として行われたものである。

また、KFの利用に関して、静岡大学大学院情報学研究所 大島 純教授、大島律子教授、静岡大学大学院教育学研究科 益川弘如准教授、鳥取県教育委員会 千代西尾祐司氏、および静岡大学大学院教育学研究科 附属学習科学研究教育センター（RECLS）に多大なるご協力をいただいた。記して感謝する。

参考文献

- (1) 濱名 篤, 川嶋太津夫, 川島啓二, 他: “学士課程教育のアウトカム評価とジェネリックスキルの育成に関する国際比較研究”, 平成19-21年度科学研究費補助金基盤研究(B) 課題番号19330190 成果報告書(2010)
- (2) 文部科学省: “「学士課程教育の構築に向けて」中央教育審議会答申の概要”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm (参照2014.05.09)
- (3) 経済産業省: “社会人基礎力”, <http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/about.htm> (参照2014.05.09)
- (4) 鳥取大学: “人間力の考え方”, <http://www.tottori-u.ac.jp/dd.aspx?menuid=2382> (参照2014.05.09)
- (5) 中央教育審議会(2012) 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm (参照2014.05.09)
- (6) 湯浅且敏, 大島 純, 大島律子: “PBL デザインの特徴とその効果の検討”, 静岡大学情報学研究, Vol. 16, pp. 15-22 (2010)
- (7) 大中逸雄: “日本技術者教育認定基準の要点と教育の改善”, 工学教育, Vol. 48, No. 1, pp. 21-25 (2000)
- (8) 近藤康雄, 宮近幸逸, 田中久隆, 岡本尚機, 小野勇一, 赤尾尚洋, 岸 武保, 早川元造: “地元企業と連携したPBL教育: 「機械工学実践教育プロジェクト」”, 工学教育, Vol. 51, No. 5, pp. 31-36 (2003)
- (9) 長島正明, 近藤康雄, 田中久隆, 宮近幸逸, 秋山雅彦,

石淵信孝, 早川元造: “地元企業と連携した PBL 教育の実践と教育効果”, 工学教育, Vol. 54, No. 2, pp. 87-91 (2006)

(10) 石崎繁利, 尾崎純一, 齋藤 茂, 中辻 武, 英 崇夫: “分担方式によるものづくり教育の試み”, 工学教育, Vol. 58, No. 2, pp. 64-69 (2010)

(11) 大崎理乃, 三浦政司, 桐山 聡: “非工学系学生及び工学系学生を対象としたものづくり型 PBL カリキュラムの構築に関する研究”, 日本教育工学会研究報告集, JSET13-4, pp. 27-34 (2013)

(12) 大崎理乃: “ジェネリックスキル教育における Moodle の活用”, 教育システム情報学会教育システム情報学会研究報告, Vol. 28, No. 2, pp. 13-16 (2013)

(13) “Moodle”, http://docs.moodle.org/26/en/Main_page/ (参照 2014.05.09)

(14) “Google ドライブ”, <https://www.google.com/intl/ja/drive/about.html> (参照 2014.05.09)

(15) Kolb, D. A.: “Experiential learning: Experience as the source of learning and development”, Prentice-Hall, New Jersey (1984)

(16) 大崎理乃: “アクティブラーニングにおける振り返りミニレポートの活用とその影響”, 日本教育工学会研究会研究報告集, JSET13-5, pp. 127-130 (2013)

(17) 伊勢田哲治, 戸田山和久, 調麻佐志, 村上祐子: “科学技術をよく考える クリティカルシンキング練習帳”, 名古屋大学出版会, 名古屋 (2013)

(18) スティーヴン・トゥールミン (戸田山和久, 福澤一吉訳): “議論の技法 ツールミンモデルの原点”, 東京図書, 東京 (2011)

(19) 稲葉晶子, 豊田順一: “CSCL の背景と研究動向”, 教育システム情報学会誌, Vol. 16, No. 3, pp. 166-175 (1999)

(20) 岡本敏雄, 稲葉晶子, 榎場泰孝: “分散環境におけるグループ学習支援のための汎用フレームワークの研究”, 日本教育工学雑誌, Vol. 20, No. 2, pp. 109-122 (1996)

(21) 湯浅日敏, 大島律子, 大島 純, 榎原涼太, 上田芳伸, 村田大輔: “プロジェクト学習におけるメタ認知促進を目指した 足場かけのデザイン” 日本教育工学会 第 25 回全国大会講演集, pp. 71-74 (2009)

(22) R. K. ソーヤー(森 敏昭, 秋田喜代美訳): “学習科学ハンドブック”, 培風館, 東京 (2009)

(23) Bereiter, C.: “Situated cognition and how to overcome it,” Situated Cognition: Social, Semiotic, and Psychological Perspectives, Hillsdale, NJ, pp. 281-300 (1997)

(24) 三宅なほみ, 白水 始: “学習科学とテクノロジー”, 放送大学教育振興会, 東京 (2009)

著者紹介



大崎 理乃
2006 年埼玉大学教育学部卒。
2009 年信州大学大学院工学系研究科修士課程修了。2012 年鳥取大学大学院工学研究科特任教員。
2014 年より同特命助教。ものづくり教育の教材および評価法、支援システムの研究開発に従事。日本教育工学会, 教育システム情報

学会各会員。



不破 泰
1981 年信州大学工学部情報工学科卒業, 1983 年同大学院修士課程修了。同年信州大学工学部情報工学科助教授。1992 年博士(工学)(名古屋工業大学)。2003 年信州大学大学院工学系研究科教授。2010 年信州大学総合情報センター長。ICT 活用教育, ネットワー

クなどの研究に従事。教育システム情報学会, 電子情報通信学会, 情報処理学会, IEEE 各会員。