

ICTを用いた協働自律学習プロセスの可視化が PBL成果のクオリティ向上に及ぼす効果

Effect of Graphic Visualization of Group Learning Processes Using ICT on Group Research Outputs in PBL

木村 敦

東京電機大学情報環境学部

Abstract: This paper deals with the development and evaluation of a prototype e-Logbook system, which is meant to assist learners in visualizing the processes of small-group activities. With this system, each member of a group is asked to input their degree of motivation and work rate for the group activity every week. It allows motivational patterns for all members in the group and the group's progress to be seen in graphic representations. The introduction and evaluation of the proposed system were performed in a 2013 problem-based learning (PBL) class. Results demonstrated that students in the 2013 class ($N = 30$) more often reported that their groups were well planned and had more oral presentation practice than those in the 2012 class ($N = 35$), which did not use the system. Furthermore, the scores of peer evaluation toward group research outputs for PBL were higher in the 2013 class than those in the 2012 class. These results imply that the proposed system was effective for managing small-group activities and improving the overall quality of group research outputs in a PBL environment.

Keywords: Logbook, problem-based learning (PBL), small-group learning, communication support

1. はじめに

(1) 背景および目的

学部目標である「高度情報化社会を牽引する技術者の輩出」には、高度な技術力に加え人間と情報社会の互恵的発展を見据える先進的・創造的な視野の育成が不可欠である。そこで学部4年次推奨の専門科目「ITコミュニケーションと社会」では、情報化社会の現状と課題を客観的に整理するとともに、自身の専門的知識や技能を活用して問題解決や新規な価値創造を経験することを到達目標としている。その学習手段としてPBL (problem-based Learning) を導入しているが、4年次推奨の専門科目というカリキュラム上の位置づけから、本科目ではただ協働自律学習を体験するにとどまらず、大学で習得した知識や技術を統合・応用した高度な問題解決案の創

出が求められる。一方で、学生の多くはPBLや小集団学習経験が少ないこともあり、班運営を円滑に進められず結果的に班全体のPBLの学習成果が不十分なものとなるケースも散見される。このようなPBL実施上の課題^[1,2]を解決するために、ICTを用いて学生の小集団学習マネジメントを支援するシステムを開発した。本論文ではその実践と効果について報告する。

まず、PBLの学習成果を高めるためにどのような小集団学習がなされる必要があるかを把握するため、本科目の2012年度PBL成果発表会の中で聴講学生評価が高かった班と低かった班を抽出し、両群の学習プロセスを比較した。その結果、個々の学生の学習意欲や自主調査量は群間で統計的な差がないものの、班としての計画性やメンバー間での議論量、成果発表のためのプレゼン準備量については高評価群の方が有意に高かった^[2]。このことから、PBLの学習効果を高めるには個々の自主学習を班全体の成果に統合するため

Atsushi Kimura
School of Information Environment
Tokyo Denki University
E-mail: kimuraa@mail.dendai.ac.jp

(受付：2014年10月4日、 受理：2014年10月21日)

の集団マネジメントが必要であることが推察される。一方で、班運営に教員が主導的に介入することは学生の自主性を妨げる懸念がある。そこで、学生が主体的に班運営を行えるよう授業環境の側から支援する仕組みを検討した。

学生の主体的な班運営を促すには、班の状態や問題を把握しやすい環境づくりが必要と考えられる。アクティブラーニングにおいては、自身の学習プロセスの記録・共有のためのツールとしてログブック (Logbook) が用いられることが多い^[3]。一方で、従来の紙媒体で各メンバーが別々に記録するスタイルでは、自分以外のメンバーや班全体の状態を常時把握することが難しい。そこで、ICTを活用し班全体の学習状態を可視化する電子版ログブック「小集団用e-Logbook」を開発した。

本研究では、小集団用e-Logbookの導入が教育改善目標であるPBLにおける学生の主体的な班運営の促進、およびその結果としてのPBL成果のクオリティ向上に及ぼす効果を定量的に検証した。

(2) 導入科目概要

2013年度「ITコミュニケーションと社会」にて導入・検証を行った。本科目はインターネット上の人間行動を客観的に解釈するための基礎知識を習得する講義と、自ら関心あるテーマに関する専門的知識・技能および問題解決力を習得するPBLの両者を1科目内で実施するハイブリッド型PBLを実施している。取得単位は2単位で、本学部では50分授業制を採用しているため50分の授業が週2回、計30回ある(表1)。2013年度の履修者は31名(男性22名、女性9名)であった。

PBLでは、まず第1週に学生と教員でテーマを案出し、希望に応じて各テーマ2~3名を割り当てた。2013年度は「ネット選挙解禁でできることと課題」「無料オンラインゲームのビジネスモデルを再考する」「ICTで

表1 「ITコミュニケーションと社会」授業計画

週	第1回(50分)	第2回(50分)
1	ガイダンス/テーマ募集	班決め
2	アイスブレイク	班学習(1)
3	班学習(2)*	班学習(3)*
4	班学習(4)	講義(1)
5	講義(2)	講義(3)
6	講義(4)	企画検討会
7	講義(5)	講義(6)
8	講義(7)	中間期学力考查
9	学力考查解説	班学習(5)
10	成果発表予告プレゼン	班学習(6)
11	成果発表(1)	成果発表(2)
12	成果発表(3)	成果発表(4)
13	成果発表(5)	成果発表(6)
14	成果発表小テスト	班学習振返り*
15	総括・期末レポート提出	レポート返却・解説

* 祝日分の補講として、第3週にはPBL演習の班学習を、第14週にはPBL演習の振返りを実施した。

高齢者の孤立を防ぐ」など計11テーマが設定された。次に、第2~10週の授業時間内外に班単位でテーマに関する現状俯瞰・問題の所在の明確化・解決法提案を行い、その成果を第11~13週の成果発表会(公聴会形式)で発表した。学習時間は表1における授業内の班学習(1)~(6)の他に、講義週であっても授業時間外に毎週定期的に個人や班で自主学習を進めるよう指示した。第6週には企画検討会を開催し自班の学習進捗および成果発表計画を企画書1枚にまとめ、他の班とペアになって学習内容や企画に関する意見交換を行った。第10週に全班が2分間の成果発表予告プレゼンを行い、第11週から成果発表会を行った。成果発表は各班発表12分、学生同士の討論6分、聴講学生の評価記入・教員講評2分の計20分で実施した。成果発表後には各班が自班の発表理解度を問う小テスト問題を作成するとともに(小テストは第14週に実施)、成果発表も踏まえた自主学習内容の総括を期末レポートにまとめて提出した。なお、第4~8週に実施した講義(1)~(7)は

主にCMC (Computer-mediated Communication) の特徴とその心理学的背景について論じるものであり、PBLの各テーマに直接的に深く関わる内容ではなく、科目領域の基礎知識を習得するものであった。

2. 教育改善の内容と方法

(1) 提案システム

小集団用e-Logbookのコンセプトは、小集団学習中に各学生が自分と他のメンバー、および班全体の現状を直感的に把握できるようにすることである。そのため、主要な要求仕様は、学生班の各メンバーが定期的に入力した学習記録データを班内全員で共有・保存できる情報管理インフラ、および入力データを集計してグラフ表示する機能が実装されていることとなる。そこで市販の表計算ソフトウェア (Microsoft社Excel2010) とクラウドストレージ (Dropbox社Dropbox) を組み合わせることで、個々の班員の学習記録が自動的に集計され、各メンバーの学習意欲の推移や班全体としての学習内容・量がグラフ表示されるシステムを開発した (図1)。

学習記録として学習意欲と学習内容・量を採用した理由は、学生間の学習意欲格差が小集団学習の生産性に影響を及ぼすこと^[4,5]、および班内での議論量や成果発表練習といった特定の学習内容の充実がPBL成果のクオリティ向上に影響を及ぼす可能性^[2]があるからである。学習意欲は先行研究^[4]においてPBLの協働自律学習で求められるとされる「自主性」「知識・技能習得」「創造的思考」「協調性」の4項目の達成度をそれぞれ5段階で毎週評定させ、その平均評定値を表示することとした。学習量は図1右上のグラフに示す10項目の学習項目のうち、各週に自分が取り組んだ項目についてそれぞれ学習時間 (h) を入力させた。表示に関しては、全学習項目への取り組みを促すために各項目のグラフ表示上限を20時間とし、20時間以上はグラフ右端まで表示されるようにした (図1参照)。ただし、自主調査時間は他項目より学習時間が大幅に長くなることが予想されることから、4～5月分と6～7月分で記入欄 (項目) を分けた。システム実装に関しては、学生や大学に高額・特殊な設備投資を求めることなく導入で

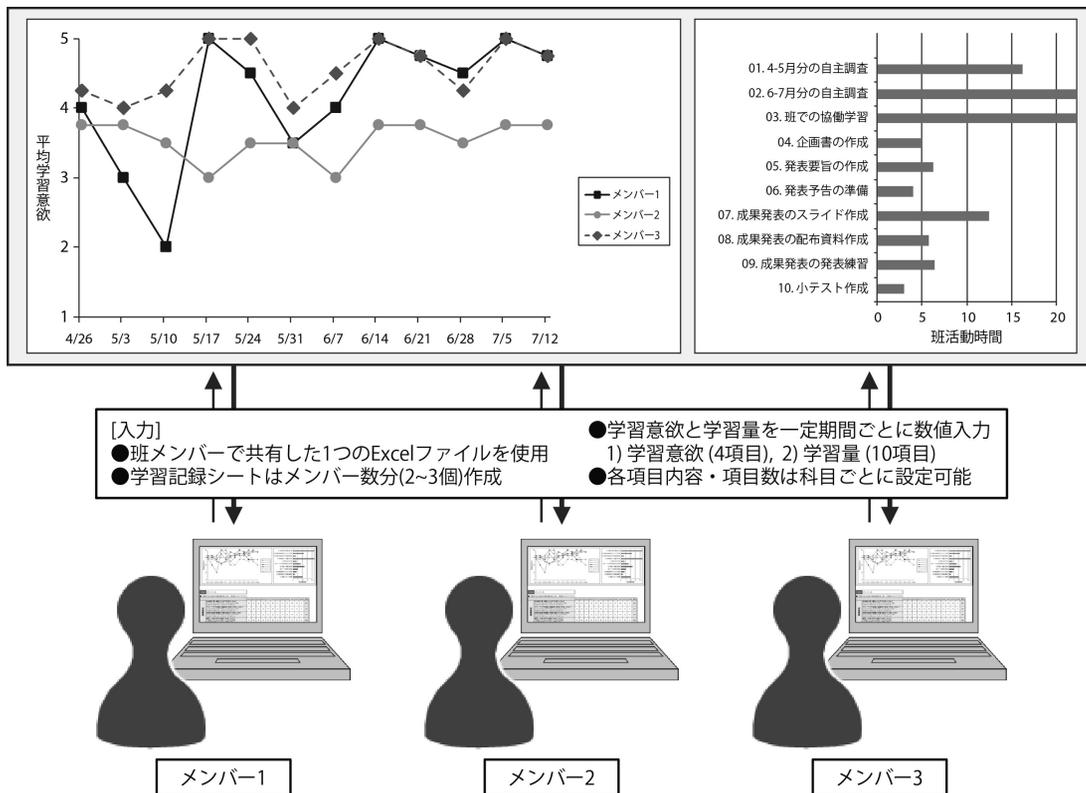


図1 本科目で使用した小集団用e-Logbookプロトタイプ概念図

きるよう、上述のように既存の表計算ソフトウェアとクラウドストレージサービスを組合せたものとした。本学部では全学生が入学時にノートPCを購入し、授業に持参することとなっている。また、Microsoft Officeを全学生にライセンス貸与し、全教室に無線LAN環境が整備されている。Dropboxに関しても一つのExcelファイル（100KB程度）を班で共有するのみであることから無料アカウントの範囲で対応できる。

(2) システムの導入と運用

小集団用e-Logbookを本科目のPBL協働自主学习期間（第3～14週）に導入した。学生には、自主学习状況を毎週金曜の授業終了時に本システムに入力するよう指示した。その際、本システムは班状態の把握や班運営上の問題の早期発見・解決のために試行するものであり、本システムへの記録内容が成績評価に反映されることはないことを教示した。

3. システムの効果検証

(1) 学生の主体的な班運営は促進されたか

学期末に実施したPBL振り返り調査の各項目評定値について、2013年度（調査日に欠席した1名を除いた30名）とシステム導入前の2012年度（35名）とで平均値の差を対応

のないt検定により比較した（表2）。いずれも有意水準は5%とした。なお、以降の記載において統計的検定の結果が有意な場合は $p < .05$ と、有意でない場合は*n.s.* (no significance)と記載する。検定の結果、2013年度は「自己計画性」($t(63) = 2.26, p < .05$)、「班計画性」($t(63) = 2.10, p < .05$)、「発表練習量」($t(63) = 2.33, p < .05$)が2012年度より有意に高かった。

次に、小集団用e-Logbookに定期入力されたPBL演習に関わる学習意欲値を集計した（次ページ図2）。その結果、各週の平均値は3.1～3.8と学期を通じて中央評定値3.0を上回り、標準偏差も各週0.8以下であった。また、各週の最低評定値も学期後半は2.0を上回ったことから（図2）、極端な意欲格差は少なく安定した学習意欲維持ができたことが推察される。

(2) PBLの成果クオリティは向上したか

PBL成果発表クオリティに関して、各班のPBL成果発表に対する聴講学生の評価点（10点満点）を2012年度と比較した（次ページ表3）。聴講学生の評価は本科目履修者のうち発表者以外の履修学生の評価であり、2013年度の公聴会形式実施に伴う非履修学生の評価は除外した。聴講学生の評価は教員

表2 本科目の学期末に実施した意識調査の平均評定値 (SD)

項目 ¹⁾	設問内容	2012年度	2013年度	t値	有意差 ²⁾
参加意欲	演習活動に熱心に取り組みましたか?	4.4(0.8)	4.1(0.7)	1.21	<i>n.s.</i>
自己調査量	テーマについて十分に調べ、考えることができましたか?	4.5(0.8)	4.3(0.6)	1.00	<i>n.s.</i>
自己計画性	あなたは計画的に準備を進めることができましたか?	3.4(1.0)	4.0(0.8)	2.26	$p < .05$
班計画性	班全体として計画的に準備ができましたか?	3.5(1.3)	4.1(0.7)	2.10	$p < .05$
班議論量	班内で議論が十分にできましたか?	3.7(1.3)	3.9(1.1)	0.51	<i>n.s.</i>
スライド準備量	スライドや視聴覚資料の準備は十分にできましたか?	3.9(1.1)	4.0(0.8)	0.45	<i>n.s.</i>
発表練習量	発表の練習は十分にできましたか?	2.7(1.4)	3.4(0.7)	2.33	$p < .05$
総合的聴講満足度	他班の発表クオリティに満足していますか?	3.8(0.7)	4.2(0.5)	2.07	$p < .05$

¹⁾各項目は5段階評定で得点化した(1:まったくそう思わない～5:とてもそう思う)。

²⁾対応のないt検定の結果、5%水準で有意差がみられた場合は「 $p < .05$ 」と、有意差がない場合は「*n.s.*」と表示。

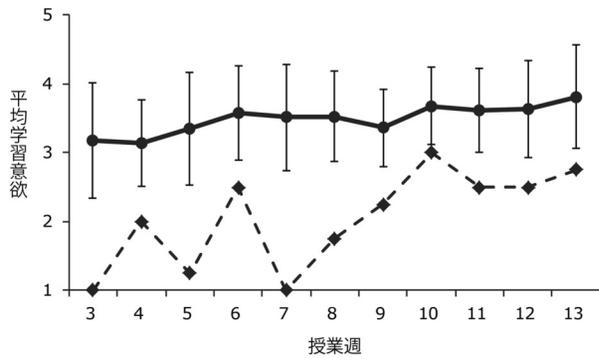


図2 学習意欲の推移

実線は平均値を、破線は最低値を示す。平均値の誤差棒は標準偏差を示す。

表3 PBL成果発表に対する聴講学生評価点の比較

	2012年度	2013年度
班数	12	11
平均評価点(SD)	6.4(0.8)	6.7(1.0)
中央値	6.6	7.2

評価と強い正の相関を有していることが示されており^[2]、PBL成果の評価指標として信頼性のある指標と言える。比較の結果、平均評価点は年度間で有意な差がみられなかったものの（対応のない t 検定による比較: $t(21) = 0.9, n.s.$ ）、中央値は2013年度の方が高かった。なお、教員は本システム導入に関する経緯・意図を熟知しているため、効果検証の公平性を鑑み教員評価の年度間比較は行わなかった。

また、PBL振返り調査結果における履修学生の他班発表に対する総合的な聴講満足度は2013年度の方が2012年度より高かった（対応のない t 検定による比較: $t(63) = 2.1, p < .05$, 表2）。さらに授業感想に関する自由記述回答において、「どの班の発表も工夫されていて、発表の取り組み方としても、新しい知識としても良い演習でした」など成果発表全体の質の高さに言及する感想が約33%あり（24件中8件）、2012年度（32件中3件、約10%）より多かった（ χ^2 検定による比較: $\chi^2(1) = 4.6, p < .05$ ）。

学習者自身のPBL学習効果に関して、「社会的問題解決インベントリー改訂版」（SPSI-R 日本語版）^[6]の結果を受講前後で対応のある

t 検定により比較した（図3）。その結果、受講後には「合理的問題解決」（RPS）因子に含まれる四つの下位因子のうち「様々な解決法の案出」（GAS）と「解決法の実行と検証」（SIV）の向上が認められた（GAS: $t(29) = 2.46, p < .05$; SIV: $t(29) = 2.30, p < .05$ ）。「問題の定義と公式化」（PDF）と「意思決定」（DM）には差がみられなかった。なお、本尺度の測定は2013年度から実施したものであり、2012年度との比較は行えない。

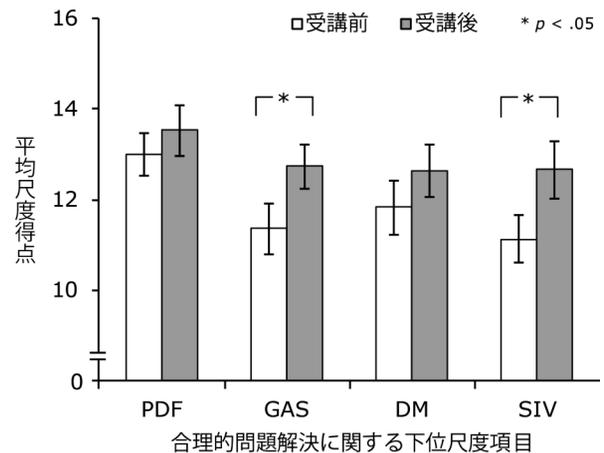


図3 受講前後での問題解決能力の差異

4. 結果と考察

(1) システム導入効果の総括

小集団用e-Logbookを導入した2013年度は、PBLの学習効果に関わる班運営上の要因^[2]とされる「班計画性」や「発表練習量」が導入前の2012年度よりも向上した（表2）。また、履修学生の学習意欲の推移をみても学期を通じての全体的な意欲の維持・底上げが達成されたことが示唆される（図2）。各年度とも教員は各班の運営に主導的な介入を行っていないことから、ICTを活用した集団学習状況の可視化が学生の主体的な集団マネジメントを促進したものと考えられる。

PBL成果のクオリティに関しては、履修学生の自分自身に対する評価として特定の問題解決スキルがPBLを通じて向上し（図3）、学期末意識調査における履修学生の他班発表に対する総合的な聴講満足度が2012年度よ

り高かった(表2)。また、PBL成果発表時に履修学生が自班以外の班の発表に対して行った発表評価(聴講学生評価)に関しても、サンプル数の少なさから平均値に有意差はみられなかったものの、中央値は2013年度の方が高く、全体的水準は向上したことが示唆される(表3)。以上の結果から、本システム導入がPBL学習成果のクオリティ向上にも寄与したものと推察される。

ただし、2013年度と2012年度の授業支援環境の差異は厳密に小集団用e-Logbookの有無のみとはいえ、年度を重ねることでの教員の経験向上や、他の細かな授業運営方法の変更もある。たとえば、2013年度は成果発表会を公聴会形式とし履修者以外の学生も聴講参加可能とした。そのため、本システム導入のみがPBLの成果クオリティ向上に寄与したとは断言できず、今後より厳密な効果検証計画が必要であろう。ただし、集団学習支援を意図した授業運営方法の変更は本システム導入のみであり、集団運営に関する指標に有意な向上がみられたことから、本システムの直接的な目的である小集団運営の円滑化達成には本システムの寄与が大きいと言える。

(2) 今後の発展性と課題

小集団学習は、学生の主体性や協調性、対人問題解決力といった社会的スキルの育成に効果が見込まれることから、高等教育の授業改善方略の一つに挙げられている^[4,5]。一方で、学生の経験不足等により適切な集団運営がなされない場合には学習達成が困難になりやすいという課題も指摘されている^[1,2,4]。本研究はこの小集団学習導入上の課題について、ICTならではの即時的なデータ共有・集計・表示機能を活用することで解決案を示したものとと言える。さらに、定量的な授業評価分析^[2]

に基づいて問題の所在や問題解決のための要求仕様を整理することで、高額・特殊な設備投資を行うことなく学生にとって馴染みのあるICTツールのみでシステムを開発・運用することができた。そのため、本研究のアプローチやシステムは多くの教育機関・教育分野で応用が可能であると考えられる。今後、実際に本科目以外で小集団学習を取り入れている科目にも小集団用e-Logbookを導入し、同様の促進効果がみられるか検証したい。

謝辞

本システムの設計論についてご助言下さった東京電機大学武川直樹教授に御礼申し上げます。本研究は平成24～26年度東京電機大学PBL教育支援プログラムの助成を受けた。

参考文献

- [1] 玉利光太郎: 問題解決型学習による大学生の学習意欲の変化. 吉備国際大学研究紀要, 21, pp.1-9, 2011.
- [2] 木村敦: PBL (problem-based learning) における小集団学習の評価. 東京電機大学総合文化研究, 10, pp.125-134, 2012.
- [3] 林寛平, 是永かな子, 伏木久始: スウェーデンの基礎学校における「学習計画能力」指導の評価. 教育実践研究, 6, pp.21-31, 2005.
- [4] ウッズ,D.R., 新道幸恵 (訳): PBL 判断能力を高める主体的学習. 医学書院, 2001.
- [5] 鷲尾敦: グループ学習の効果をあげるためのグループ作り. 高田短期大学紀要, 30, pp.55-66, 2012.
- [6] 佐藤寛, 高橋史, 松尾雅, 境泉洋, 嶋田洋徳, 陳雯, 貝谷久宣, 坂野雄二: Social problem-solving inventory-revised (SPSI-R) 日本語版の作成と信頼性・妥当性の検討. 行動療法研究, 31, pp.15-30, 2006.