

ICTを導入した学習環境においてディスプレイの配置が
グループワークへ与える影響

PBLのための学習環境の開発に関する研究(その2)

THE EFFECT OF THE LOCATION FOR THE DISPLAY ON A GROUP WORK
IN ICT-ENHANCED LEARNING ENVIRONMENTS

A study on developing the environment for PBL (Part2)

掛井秀一*¹, 花田 愛*²

Hidekazu KAKEI and Ai HANADA

The effects of the location for the display on a group work, which was important factor for PBL, were verified on following 2 aspects by the experiments.

The data obtained from the experiments were analyzed using the Brunner-Munzel test and Bayesian inference.

1. The interaction between using the ICT tools for sharing ideas and the location for the display was analyzed. And it was shown that an unsuitable location for the display decreased the merits in using ICT tools.
2. The actions of members during the group work were examined. And it was demonstrated turning one's eyes to the other members were influenced with the location for the display.

Keywords : Learning Environment, PBL, Group Work, Communication, Location for the Display, Bayesian Inference

学習環境, PBL, グループワーク, コミュニケーション, ディスプレイ配置, ベイズ推定

1. 研究の背景と目的

大学教育のカリキュラムに於いて PBL (課題解決型学習 : Project-Based Learning / Problem-Based Learning) が重要性を増している。

しかし, PBL では, 学生が主体的に参加し, 多様な活動を行い, 議論を重ねながら成果を生み出すという授業スタイルがとられるため, 一方向の情報提供が主となる講義型授業を前提とした学習環境では PBL による教育効果を効率的に得ることは難しい。新しい形態の学習にはそれに相応しい環境が必要である。

この認識に基づき, 筆者らは大学における PBL に適した学習環境の実現を目指し, この学習環境の開発に資する, 家具や ICT が PBL 中の受講生の活動に及ぼす影響に関する知見を得るための実証的研究を行っている¹⁾。

本報では PBL に於いて重要な位置を占めるグループワークに焦点を当て実施した, 情報共有のための ICT ツール利用とディスプレイ配置との相互作用, 及びこれらがグループワークへ及ぼす影響の検証を目的とする 2 つの実験について報告する。

1 つめの実験ではタブレット端末使用時における情報共有ディスプレイの影響について検証を行った。

2 つめの実験では 1 つめの実験結果を踏まえ情報共有ディスプレイとグループワークメンバーの位置関係が ICT ツールを利用した

グループワークへ及ぼす影響について検証した。

前報ではグループワーク時に用いるテーブルの天板形状に着目し, デザインがメンバーの行為に影響を及ぼし得ることを示した²⁾が, 本報では空間の関係性である配置がメンバーの行為に影響を及ぼす可能性について検討をする。

PBL に相応しい学習環境を構築するためには, 家具そのもののデザインと共に家具の配置についての知見も必須であると考えられるためである。

ICT の学習への導入については文部科学省による大規模な調査が実施され, ICT 活用の効果が報告されている³⁾。また, 教育工学などの分野でも ICT の効果について様々な検証が行われている。

最近の研究においても Wheeler らは, 小学生対象であるが, ICT の活用で生徒の創造的思考が促進される可能性について⁴⁾, 榊原らは, タブレット型端末を利用することでディベートにおける参加者の意欲が高まることについて報告している⁵⁾。

しかし, これらの研究では ICT 導入による影響については検討が行われているものの, 同時に使われる家具や家具の配置などの関連性については触れられていない。

ICT が導入された学習環境については建築分野において扱われている。

小倉らは, 実際の小学校を調査することにより電子黒板の使われ

*¹ 徳島大学大学院社会産業理工学研究部社会総合科学域
准教授・工博

*² 福岡村製作所オフィス研究所 芸修

Assoc. Prof., Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences,
Tokushima University, Dr.Eng.

Office Research Center, Okamura Corporation, M.Design

方について報告をしている⁸⁾。

後藤らは、ICT教育が積極的に推進されている韓国の学校を調査し、ICT導入により配置計画や設えに変化が求められていることを指摘している⁹⁾。

下倉は、ヨーロッパの学校を調査し、電子黒板やホワイトボード、机などの家具・設えの関係について報告をしている⁷⁾。

これらの研究によりICTが導入された学習環境の現状については確認することができるが、ICTの導入と学習環境の関係性が学習者に及ぼす影響については明らかではない。

よって、ICTにより支援された、PBLに適した学習環境を実現するためには、急速に取り入れられつつあるICTが単独で及ぼす効果だけではなく、それらが物理的な学習環境の中で利用される時の影響を実証的に検討することには大きな意義があると考えられる。

なお、本稿の一部は2013年度日本建築学会大会における報告^{8),9)}、ならびに日本建築学会第37回情報・システム・利用・技術シンポジウムにおける報告¹⁰⁾に基づいている。本稿では、分析の信頼性を高めるため既報告とは異なる手法を採用し分析を行った。

2. 情報共有ディスプレイ実験 (Experiment A)

(1) 実験目的

グループワークメンバー各自がタブレット端末により手で情報共有できる状況において、メンバー全員が同様に書き込み全体を一覧できる情報共有ツール(ディスプレイ)がタブレット端末の使用に及ぼす影響について検証する。

全員で情報共有をするためのディスプレイの設置は、タブレット端末は書き込み(情報生成)、ディスプレイは一覧(情報取得)と言う機能分化を発生させると考えたためである。

(2) 実験方法

実験対象者は4名1組みとなりタブレット端末を利用してグループワークを行う。

実験対象者各自に用意されているタブレット端末にはWi-Fi経由で全員が同一のシートを共有しながら自由に同時並行で書き込みができるホワイトボードを模したアプリがインストールされており、このアプリを使ってグループワークを遂行する。実験参加者各自は手元のタブレット端末にシート全体を表示することも、シートの一部を拡大して表示することも可能である。

グループワークは以下の5つのセクションから成り、与えられたテーマ「日本に新しい休日を設けるとしたら、いつ、どのような日にするか」について検討する。

セクション1 アイディアを出す (5分間)

タブレット端末を自由に利用して、アイディアを出し合う。アイディアの質は気にせず、より多くのアイディアを出すよう促す。

セクション2 アイディアを膨らませる (15分間)

話し合いによりセクション1で出されたアイディアを基に5つのアイディアを選択し、内容を膨らませる。その際、具体性及び現実性についても考慮するよう求める。

セクション3 アイディアをまとめる (5分間)

セクション2で膨らませたアイディアの中から最も具体性、現実性があり、グループのメンバー全員が良いと思うアイディアを1つに絞る。多数決ではなく、そのアイディアに絞った根拠についても

考える。

セクション4 プレゼンテーション準備 (5分以内)

タブレット端末にインストールされたアプリの1シートにプレゼンテーションするための素材を作成する。5分程度で素材を作成するよう指示し、素材が完成したら終了する。

セクション5 プレゼンテーション (5分程度)

セクション4で作成したプレゼンテーション素材を提示し、5分程度のプレゼンテーションを行う。

グループワーク中はビデオにより各実験参加者のアクションを撮影した。また、グループワーク終了後に5段階のリッカート尺度を採用したアンケートへの回答を求めた。

(3) 実験参加者及び実験群

日本語を母語とする18歳~23歳(平均21.0歳、標準偏差1.43)の大学生及び大学院生を以下の2つの実験群に各12名(3グループ)ずつ配置した。

with-A群

情報共有ディスプレイにメンバーが書き込みを行っているシート全体を常時表示する。

without-A群

情報共有ディスプレイには何も表示しない

また、メンバー間の関係性がグループワークへ与える影響をできるだけ軽減するため、グループメンバーには少なくとも友人が1名は含まれるようグループ分けを行った。

グループメンバーの性別の内訳は両実験群とも、全員女性のグループが1グループ、男性1名女性3名のグループが1グループ、男性2名女性2名のグループが1グループであった。

(4) レイアウト

メンバー4名はテーブルを挟んだ両側に2名ずつ並んで着座し、ディスプレイはメンバーが着座していない一端に設置する。ディスプレイの設置高さはメンバーが見上げたり、見下げたりすることなく見られる高さとした(Fig.1)。

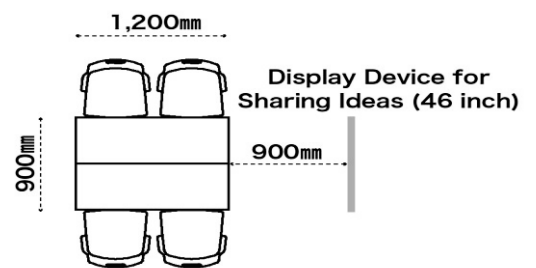


Fig.1 Furniture and layout (Experiment A)

(5) 分析方法

① アンケート回答

タブレット端末とディスプレイの機能分化の程度をみるためにQ1「他のメンバーの書き込みの見やすさ (1:非常に見にくい⇔5:非常に見やすい)」、およびQ2「ディスカッション時の書き込むスペースの広さ (1:とても狭い⇔5:とても広い)」に対する回答について

分析した。

手法：Brunner-Munzel 検定による仮説検定

要因：ディスプレイによる情報共有

帰無仮説：両実験群の回答は同じ分布に従う

有意水準：10%

リッカート尺度による回答の検定には離散変数の検定にも精度が高く¹¹⁾、サンプルサイズが小さな場合にも有効である¹²⁾とされる Brunner-Munzel 検定を採用した。

②他のメンバーへ向ける視線

撮影されたビデオよりメンバー各自が他のメンバーに視線を向けた回数をカウントし、両実験群間で比較した。視線が特定のメンバーに2秒以上留まっていると判断された場合、メンバーが他のメンバーへ視線を向けていると解釈した。

有意水準を10%とした Smirnov-Grubbs 検定により外れ値を除外したデータを対象として分析を行った。

手法：Bayes 推定による母集団の平均値の差の推定¹³⁾

Stan2.16.2 を用い、長さ 10000 のチェーンを4つ発生させ、バーンイン期間を5000とし、HMC法により得られた20000個の乱数で事後分布を近似する。

点推定にはEAP推定量を用いる。

収束判定指標 $R_{\hat{\mu}}$ が 1.1 以下かつ有効票本数 n_{eff} が 2000¹⁴⁾ 以上の場合、得られたサンプルは求めるべき事後分布に収束していると判断する¹⁵⁾。

情報仮説 H_i : with-A 群の回数の母平均値 μ_0 は without-A 群の回数の母平均値 μ_1 よりも大きい

補仮説 H_u : with-A 群の回数の母平均値 μ_0 は without-A 群の回数の母平均値 μ_1 以下である

事前分布：弱情報事前分布

$$\mu \sim \text{normal}(\text{mean}(x), 1000 * \text{sd}(x))$$

$$\sigma \sim \text{uniform}(\text{sd}(x) / 1000, 1000 * \text{sd}(x))$$

ここで

μ : 推定対象となる平均値

σ : 推定対象となる標準偏差

x : 標本データ

~: 左辺が右辺から確率的に生成されることを示す関係演算子

normal(a, b): 平均 a, 標準偏差 b の正規分布を生成する関数

uniform(a, b): 下限 a, 上限 b とする一様分布を生成する関数

mean(v): ベクトル v の平均値を返す関数

sd(v): ベクトル v の標準偏差を返す関数

とする

データ生成分布：正規分布

生成量：平均値の差, 効果量 (Cohen の d)

事前分布については推定対象となるパラメータに対する知識が十分でない場合、主観性を排除するため無情報事前分布を指定することが一般的であるが、無情報事前分布はサンプルサイズが小さい場合、パラメータの事後分布が不適切になる可能性がある¹⁴⁾。これを回避するため今回の分析では事前分布として、事後分布に及ぼす影

響が非常に弱い弱情報事前分布を指定した¹⁵⁾。

(6)分析結果

①アンケート回答

設問に対する回答を Fig. 2, Fig. 3 に示す。

検定の結果、Q1「他のメンバーの書き込みの見やすさ」について実験群間に有意差が認められ ($p = 0.0603$)、帰無仮説は棄却された。回答の中央値は with-A 群が 3, without-A 群が 4 であり、with-A 群よりも without-A 群は他のメンバーの書き込みが見やすいと感じていることが示された (Fig. 2, Table 1)。

一方、Q2「ディスカッション時の書き込むスペースの広さ」については実験群間に有意差は認められず ($p = 0.793$)、帰無仮説は棄却されなかった (Fig. 3, Table 1)。

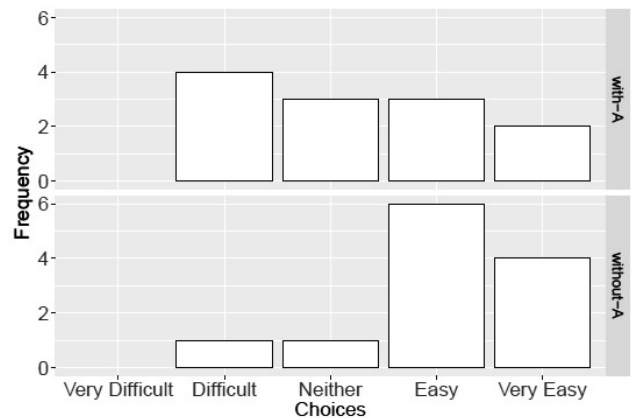


Fig. 2 The answers to Q1 "how easily did you see the others' ideas?" (Experiment A)

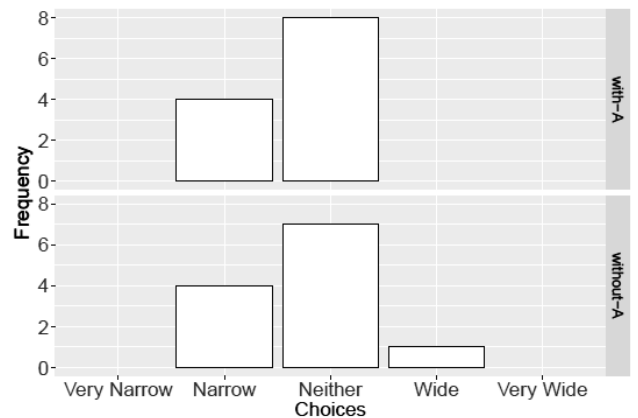


Fig. 3 The answers to Q2 "how wide is the space to note during the discussion?" (Experiment A)

②他のメンバーへ向ける視線

推定対象となるパラメータおよび生成量、すべてに対して $R_{\hat{\mu}} \leq 1.1$ かつ $n_{\text{eff}} \geq 2000$ となり、得られたサンプルは事後分布に収束した (Table 2)。

推定の結果、補仮説 H_u に対する情報仮説 H_i のベイズファクターは 61.7 となり (Table 3)、情報仮説が強く支持された (Table 4)。効果量は 0.983 であり (Table 3, Fig. 4)、実験群の効果の大きさ

Table 1 Results of Brunner-Munzel test for the answers to the questions (Experiment A)

	Median		p-value	P(X<Y)+0.5*(X=Y)
	with-A (N = 12)	without-A (N = 12)		
Q1	3	4	0.0603	0.712
Q2	3	3	0.793	0.528

Table 2 Convergence determination and effective sample size (Experiment A)

	μ_0	μ_1	σ_0	σ_1	$\mu_0 - \mu_1$	Effect Size
R_{hat}	1	1	1	1	1	1
n_{eff}	13041	10806	13193	10883	12928	14398

Table 3 Results of Bayesian inference for the number of times of turning one's eyes to the other members (Experiment A)

BF	ES	Probability of $\mu_0 > \mu_1$	$\mu_0 - \mu_1$		Number of Times	
			Mean	CI	Mean	SD
61.7	0.983	0.985	38.4	[4.23, 71.7]	with-A 106	53.0
					without-A 68.0	19.5

BF: Bayes Factor, ES: Effect Size, CI: Credible Interval, SD: Standard Deviation

Table 4 The guideline for interpretation the Bayes factor¹⁶⁾

BF _{iu}	Evidence against H _u
1 to 3	Not worth more than a bare mention
3 to 20	Positive
20 to 150	Strong
> 150	Very strong

Table 5 The guideline for interpretation the effect size¹⁷⁾

	Small	Medium	Large
d	.20	.50	.80

は Large であった (Table 5). また、事後分布に於いて情報仮説 H₁ が成立する確率^{注3)}は 98.5%であった (Table 3, Fig. 5).

これらより情報仮説が成立することが示され、with-A 群は without-A 群よりも他のメンバーへ視線を向ける回数が多いことが明らかになった。

(7) 考察

情報共有ディスプレイの使用は「ディスプレイで他のメンバーの意見を一覧し、タブレット端末に自身の意見を書き込む」と言う機器の使い分けを実験参加者に促し、見やすさや書き込むスペースの広さ感を向上させると予想していた。

しかし、アンケートの回答からは、この実験における情報共有ディスプレイの使用は見やすさ、書き込むスペースの広さ感の向上には結びつかないという結果が得られた。

その素因はディスプレイの配置だと推測された。

ディスプレイを使用した実験群はディスプレイを使用しない実験群と同様に、ディスプレイを見なくともタブレット端末で他のメンバーの書き込みを一覧することも可能であった。したがって、ディスプレイを無視したグループワークの遂行も可能であった。

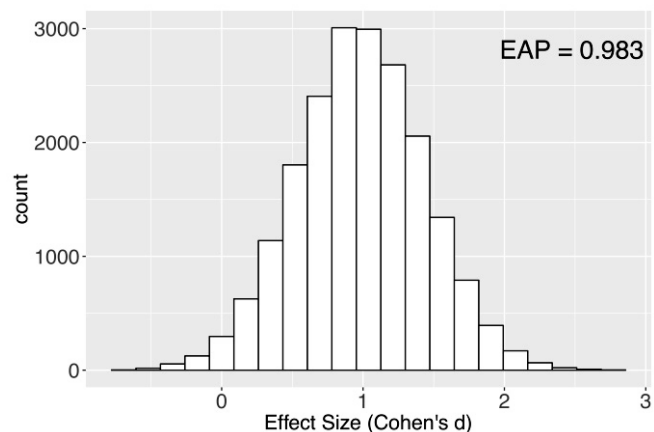


Fig. 4 Posterior distribution of effect size (Experiment A)

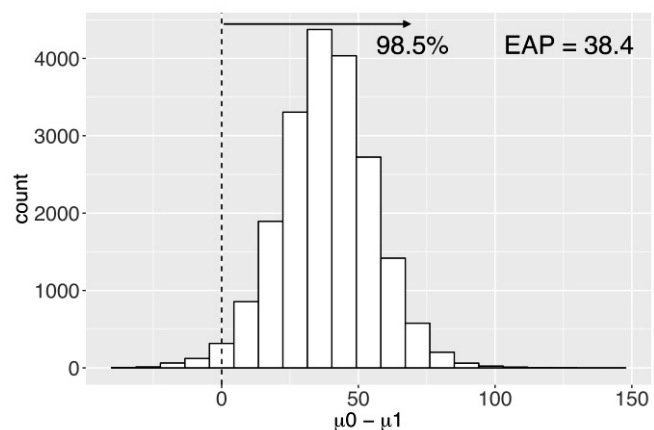


Fig. 5 Posterior distribution of $\mu_0 - \mu_1$ (Experiment A)

もし、ディスプレイを使用した実験群がディスプレイを無視していたのであれば、上述したアンケート回答、他のメンバーへ視線を向ける回数に両実験群で差異は生じないこととなる。

しかし、実験結果からはアンケート回答にも他のメンバーへ視線を向ける回数にも差があることが示された。

このことは、ディスプレイの使用が実験参加者にタブレット端末とディスプレイとの使い分けを意識させていたことを示している。しかし、ディスプレイで他のメンバーの書き込みを一覧するためには首をほぼ 90° 回し、顔を意識的にディスプレイへ向ける必要があった。

このディスプレイを見ることに伴う煩わしさにより、ディスプレイを使用した実験群の他のメンバーの書き込みの見やすさに対する評価はディスプレイを使用しない実験群の見やすさに対する評価よりも低くなったと思われる。

また、タブレット端末とディスプレイとの使い分けを意識しているもののディスプレイを見ることに伴う煩わしさのため、実際に他のメンバーの書き込みを一覧する際にはディスプレイで見ることがあればタブレット端末で表示範囲を変更し見ることもあるというように機能分担が十分には為されなかった。

これによりタブレット端末を書き込み専用のツールとして利用することができず、ディスプレイ使用によるタブレット端末への書き込みやすさの向上が認められなかったのではないかと考えられた。

他のメンバーに視線を向ける回数が情報共有ディスプレイを使用しない場合に少ない理由については以下の様に考えられる。

ディスプレイを使用する実験群ではディスプレイを見る時にも顔を上げ、首を回し、ディスプレイに顔を向けることになる。このためディスプレイを見るという一連の行為の流れの中でも、容易に他のメンバーへ視線を向けるという行為が発生し得る。

一方、ディスプレイを使用しない実験群では書き込みも見ることもタブレット端末のみで完結する。このためタブレット端末へ注意が向き、顔を上げるのは他のメンバーに視線を向けるときだけとなる。したがって、顔を上げて他のメンバーに視線を向けることの意識的な労力がディスプレイを使用する実験群に比較して高くなると考えられる。

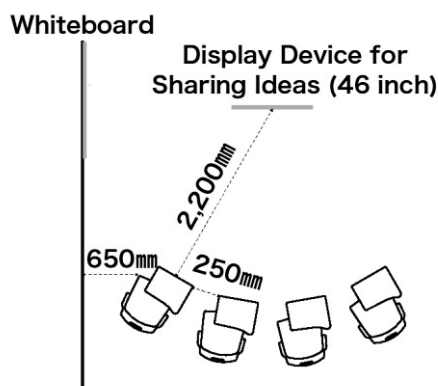


Fig. 6 Furniture and layout (Experiment B)

3. ディスプレイ配置実験 (Experiment B)

(1) 実験目的

情報共有ディスプレイの配置が他のメンバーの書き込みの見やすさ、書き込むスペースの広さ感、他のメンバーへ向ける視線の回数に影響するとして情報共有ディスプレイ実験の結果に対する考察を検証する。

(2) 実験方法

情報共有ディスプレイ実験と同様の方法により実験を行った。

(3) 実験参加者及び実験群

情報共有ディスプレイ実験の参加者とは重複しない、日本語を母語とする 19 歳～28 歳 (平均 21.5 歳、標準偏差 1.72) の大学生及び大学院生を以下の 2 つの実験群に各 12 名 (3 グループ) ずつ配置した。

with-B 群

46 インチディスプレイにメンバーが書き込みを行っているシート全体を常時表示する。

Without-B 群

46 インチディスプレイには何も表示しない

また、メンバー間の関係性がグループワークへ与える影響をできるだけ軽減するためグループ内には少なくとも友人が 1 名は入るようグループ分けを行った。

グループメンバーの性別の内訳は with-B 群では全員女性のグループが 1 グループ、全員男性のグループが 1 グループ、男性 2 名女性 2 名のグループが 1 グループ。without-B 群では全員女性のグループが 2 グループ、全員男性のグループが 1 グループであった。

(4) レイアウト

情報共有ディスプレイを全員が正面を向いたときに見えるよう配置し、4 名の実験参加者はテーブル付きチェアに着座する (Fig. 6)。

(5) 分析方法

情報共有ディスプレイ実験と同様の方法により分析を行った。但し、他のメンバーへ向ける視線については、着座位置の関係で他のメンバーの誰かに視線を向けていることは確認できたが、どのメンバーに視線を向けているかを特定することが難しく回数をカウントすることはできなかった。

このためディスプレイ配置実験では他のメンバーへ向ける視線の回数ではなく時間を計測し、これを分析した。

(6) 分析結果

① アンケート回答

設問に対する回答を Fig. 7, Fig. 8 に示す。

検定の結果、Q1「他のメンバーの書き込みの見やすさ」については実験群間に有意差は認められず ($p = 0.545$)、帰無仮説は棄却されなかった (Fig. 7, Table 6)。

一方、Q2「ディスカッション時の書き込むスペースの広さ」については実験群間に有意差が認められ ($p = 0.0219$)、帰無仮説は棄却された。

回答の中央値は with-B 群が 3、without-B 群が 2 であり、without-B 群は with-B 群よりもディスカッション時の書き込むスペースを狭いと感じていることが示された (Fig. 8, Table 6)

② 他のメンバーへ向ける視線

推定対象となるパラメータおよび生成量、すべてに対して $R_{\text{hat}} \leq 1.1$ かつ $n_{\text{eff}} \geq 2000$ となり、得られたサンプルは事後分布に収束した (Table 7)。

推定の結果、補仮説 H_u に対する情報仮説 H_i のベイズファクターは 1.06 となり (Table 8)、情報仮説 H_i を積極的に採択するエビデンスは得られなかった (Table 4)。効果量は 0.0175 であり (Table 8, Fig. 9)、実験群の効果の大きさは認められなかった (Table 5)。また、事後分布に於いて $\mu_0 > \mu_1$ となる確率は 51.8%であった (Table 8, Fig. 10)。

これらより情報仮説は採択されなかった。

(7) 考察

他のメンバーの書き込みの見やすさについて、情報共有ディスプレイ実験ではディスプレイを使用した実験群はディスプレイを使用しない実験群よりも評価が低かったが、ディスプレイを全員が容易に見られる位置に配置したディスプレイ配置実験では有意差が認められなかった。

これはディスプレイが容易に見られる位置に配置されたことにより、情報共有ディスプレイが有効に機能し、情報を表示するという役割が十分に果たされたためであると考えられる。

書き込むスペースの広さについて、情報共有ディスプレイ実験では有意差が認められなかったが、ディスプレイ配置実験ではディス

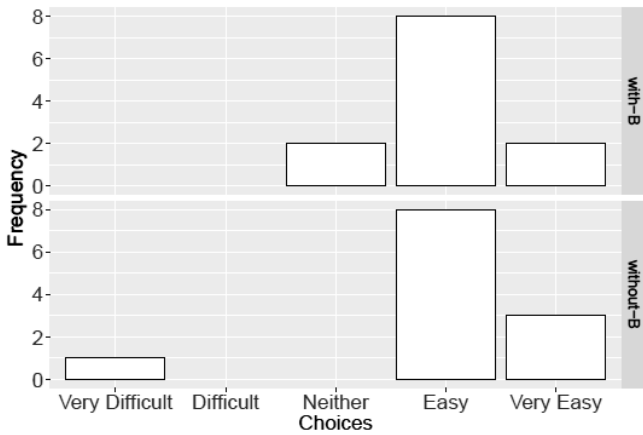


Fig. 7 The answers to Q1 “how easily did you see the others’ ideas?” (Experiment B)

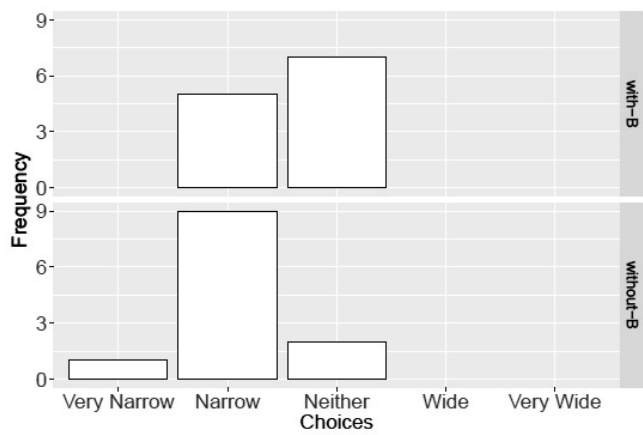


Fig. 8 The answers to Q2 “how wide is the space to note during the discussion?” (Experiment B)

Table 6 Results of Brunner–Munzel test for the answers to the questions (Experiment B)

	Median		p-value	P(X<Y)+0.5*(X=Y)
	with-B (N = 12)	without-B (N = 12)		
Q1	4	4	0.545	0.563
Q2	3	2	0.0219	0.274

Table 7 Convergence determination and effective sample size (Experiment B)

	μ_0	μ_1	σ_0	σ_1	$\mu_0 - \mu_1$	Effect Size
R_{hat}	1	1	1	1	1	1
n_{eff}	11660	12001	11053	10212	11813	13432

プレイを使用しない実験群はディスプレイを使用した実験群よりも広さが狭いと評価している。

ディスプレイ配置実験のディスプレイを使用した実験群では、情報共有ディスプレイが有効に機能したことにより、タブレット端末を書き込みに特化したツールとして利用することができ、タブレット端末には自分が書き込むスペースだけを表示し続けることができた。

一方、ディスプレイを使用しない実験群では、タブレット端末で

Table 8 Results of Bayesian inference for the time of turning one’s eyes to the other members (Experiment B)

BF	ES	Probability of $\mu_0 > \mu_1$	$\mu_0 - \mu_1$ (sec)		Time(sec)		
			Mean	CI	Mean	SD	
1.06	0.0175	0.518	3.20	[-166, 170]	with-B	364	198
					without-B	361	189

BF: Bayes Factor, ES: Effect Size, CI: Credible Interval, SD: Standard Deviation

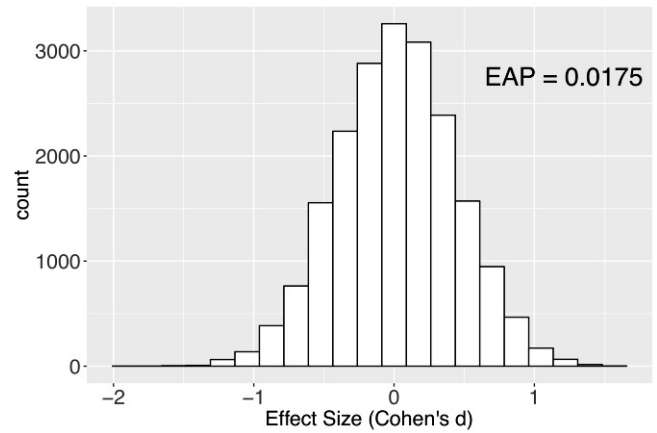


Fig. 9 Posterior distribution of effect size (Experiment B)

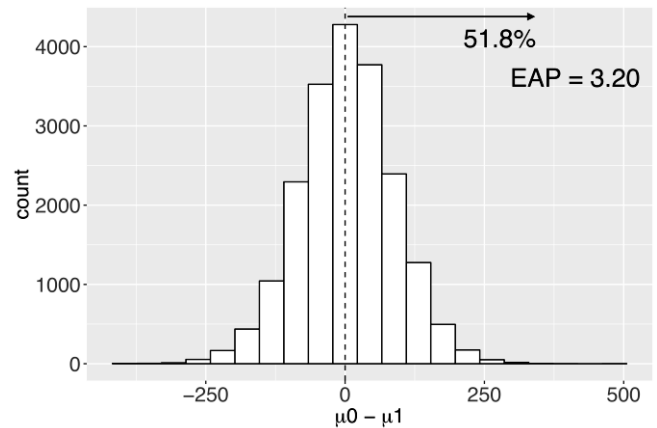


Fig. 10 Posterior distribution of $\mu_0 - \mu_1$ (Experiment B)

自分の書き込みをするだけでなく、他のメンバーの書き込みを一覧しなければならなかった。このためディスプレイを使用しない実験群はタブレット端末にシート全体を表示しながら書き込む、あるいは書き込むときと一覧するときでシートの表示範囲を変化させなければならなかった。

このことが情報共有ディスプレイ実験における書き込むスペースの広さ感に対する実験群間の相違につながったと考えられる。

他のメンバーに向ける視線について、情報共有ディスプレイ実験ではディスプレイを使用した実験群はディスプレイを使用しない実験群よりも視線を向ける回数が多かったが、顔を上げるだけで見られる位置にディスプレイを配置したディスプレイ配置実験では有意差が認められなかった。

これはディスプレイを見るという行為が他のメンバーへ視線を向ける行為を誘発し得るという情報共有ディスプレイ実験の結果に対

する考察を支持していると考えられる。

4. 結論

今回実施した2つの実験より、情報共有ディスプレイとタブレット端末を使用した4名程度の少人数グループで行われるブレインストーミング的なグループワークの環境について、以下の知見が得られた。

- 1) 画面を見るためだけに首を回すという負担が生じるディスプレイの適切とは言えない配置は、ディスプレイ利用の情報共有という目的を損なうだけではなく、ディスプレイを利用しない場合よりも情報の一覧性に対する評価を低下させるというマイナスの効果を生み出してしまふ
- 2) 情報取得のためのツールである情報共有ディスプレイの配置が情報発信のためのツールであるタブレット端末の使いやすさにも影響する
- 3) ディスプレイの配置により視線を他のメンバーへ向けるといふ行為を誘発することが可能である

1)および2)からは、学習環境におけるICTツールの使用については、ツールそのものが単独でもたらず効果を見積もるだけでは不十分であり、ツールを機能させるためにはそれらの配置への考慮も重要であることが示された。

3)からは他のメンバーへの視線がツールの配置により左右されることが示されたが、視線はコミュニケーションに於いて重要な役割を担っていることが知られている¹⁸⁾。このことはツールの配置がグループワークのコミュニケーションにも影響することを意味している。

以上より、PBLを対象とするICTを導入した学習環境の実現のためには空間とツールの相互依存性を捉えた学習環境の在り方を検討する必要があることが確認された。

今回の実験条件は被験者の性別、親密さなどは統制されておらず、分析結果をそのまま普遍化することは困難である。

しかし、今回の実験参加者は一般的な大学生であり、実験参加者の性格などの特性は一定の範囲に収まっていると想定することに無理はなく、受講生の特性をコントロールすることが困難な大学の授業の状況を考慮するならば今回の実験条件は、より現実に即していると考えられる。

今回の分析結果からは、適用範囲は限定的であるが、大学におけるPBLの学習環境を実現する上で実践的に活用できる知見が得られた。

グループワークメンバー個々の特性を配慮した普遍化された知見、異なる種類のICT利用時の知見の獲得については今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Hanada, A., Yoshida, K. and Kakei, H.: The Effect of the Table Top Shape on a Psychological Territory Generated on the Surface: A Study on Developing the Environment for PBL(Part1), Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ), Vol. 80, No. 710, pp.823-830, 2015.5 (in Japanese)

- 2) 花田愛, 吉田健介, 掛井秀一: 机上面に形成される心理的領域への天板形状の影響 PBLのための学習環境の開発に関する研究(その1), 日本建築学会計画系論文集, 第80巻, 第710号, pp.823-830, 2015.5
- 3) MEXT, ed.: Manabino Innovation Jigyo Jisshokenkyu Houkokusho(the Empirical Research Report on Learning Innovation Project), http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf (in Japanese, accessed 2017.11.30)
文部科学省編: 学びのイノベーション事業実証研究報告書, http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf (参照 2017.11.30)
- 4) Wheeler, S., Waite, S. J. and Bromfield, C.: Promoting Creative Thinking through the Use of ICT, Journal of Computer Assisted Learning, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0266-4909.2002.00247.x/full> (accessed 2017.11.30)
- 5) Sakakibara, N., Matsuzawa, T. et al.: A Study of the Effect on Listeners' Learning Motivation in Debate: Using Tablet Terminals with Synchronous CSCL for Visualizing of Thinking, Journal of Science Education in Japan, Vol.41, No. 2, pp.85-95, 2017.7 (in Japanese)
榊原範久, 松澤健彦 他 3名: タブレット型端末を利用した同期型CSCLによる思考の可視化がディベートに参加する聞き手の学習意欲に与える効果に関する研究, 科学教育研究, 第41巻, 第2号, pp.85-95, 2017.7
- 6) Ogura, H., Uchida, T., Yanagisawa, K. and Morita, M.: A Study on the Class Space Utilization toward Educational Computerization and Variation, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Architectural Planning and Design, pp.317-318, 2014. 9 (in Japanese)
小倉一美, 内田武, 柳澤要, 森田舞: 教育の情報化・多様化に対応した教室空間の在り方に関する調査研究 -西南学院小学校をケーススタディとして-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.317-318, 2014. 9
- 7) Goto, Y., Yoo, Y., Yanagisawa, K. et al.: Analysis on ICT for Education, Facility and Space in Korea, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Architectural Planning and Design, pp.319-320, 2014. 9 (in Japanese)
後藤由佳, 兪煥妹, 柳澤要 他 2名: 韓国のICT教育と施設・空間に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.319-320, 2014. 9
- 8) Shimokura, R.: Room Arrangements to Use ICT in Schools in the UK, Sweden and Spain, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Architectural Planning and Design, pp.321-322, 2014. 9 (in Japanese)
下倉玲子: ヨーロッパの学校における電子黒板とパソコンの配置, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.321-322, 2014. 9
- 9) Yoshida, K., Hanada, A. and Kakei, H.: The Effects of Information Sharing Tool on Communication in Group Work: the Outline of the Experiment and the Analysis Items, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Architectural Planning and Design, pp.895-896, 2013.8 (in Japanese)
吉田健介, 花田愛, 掛井秀一: グループワークのコミュニケーションに情報共有ツールが与える影響: 実験概要および分析項目, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.895-896, 2013. 8
- 10) Hanada, A., Yoshida, K. and Kakei, H.: The Effects of Information Sharing Tool on Communication in Group Work: the Experiment Results and the Consideration, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Architectural Planning and Design, pp.897-898, 2013.8 (in Japanese)
花田愛, 吉田健介, 掛井秀一: グループワークのコミュニケーションに情報共有ツールが与える影響: 実験概要および分析項目, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.897-898, 2013. 8

- ICT-Enhanced Learning Environment, Proceedings of the 37th Symposium on Computer Technology of Information, System and Applications, pp.163-166, 2014.12 (in Japanese)
- 花田愛, 吉田健介, 掛井秀一: グループワークのコミュニケーションに情報共有ツールが与える影響 ICT を活用した学習環境の構築, 第 37 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.163-166, 2014.12
- 11) Fagerland, M. W., Sandvik, L. and Mowinckel, P.: Parametric methods outperformed non-parametric methods in comparisons of discrete numerical variables, BMC Medical Research Methodology, <https://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-11-44>, (accessed 2017.12.5)
 - 12) Neubert, A. and Brunner, E.: A studentized permutation test for the non-parametric Behrens–Fisher problem, Computational statistics & data analysis, Vol. 51, Issue 10, pp.5192-5204, 2007
 - 13) Gelman, A.: Inference and Monitoring Convergence, Markov Chain Monte Carlo in Practice, pp.131–143, Chapman & Hall/CRC, 1996
 - 14) Matsuura, K.: Stan To R de Bayes Toke Modeling(Bayesian Statistical Modeling Using Stan and R), Kyoritsu Shuppan, p186, 2016 (in Japanese)
松浦健太郎: Stan と R でベイズ統計モデリング, 共立出版, p186, 2016
 - 15) Kruschke, J. K.: Bayesian estimation supersedes the t test, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 142, No. 2, pp.573-603, 2013
 - 16) Kass, R. E. and Raftery, A. E.: Bayes Factors, Journal of the American Statistical Association, Vol. 90, No. 430, pp.773-795, 1995.6
 - 17) Cohen, J.: A Power Primer, Psychological Bulletin, Vol. 112, No. 1, pp.155-159, 1992.7
 - 18) Mukawa, N.: Roles of Gaze in Communication: How are intentions and Feelings Conveyed by Gaze?, The Journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol. 85, No. 10, pp.756-760, 2002.10 (in Japanese)
- 武川直樹: コミュニケーションにおける視線の役割 視線が伝える意図・気持ち, 電子情報通信学会誌, 第 80 巻, 第 10 号, pp.756-760, 2002.10
- 19) Katagiri, S.: Imasaradaga, Bayes Toketoha Nannanoka(It may be too late, but what is Bayesian Statistics), <http://ill-identified.hatenablog.com/entry/2017/03/17/025625> (in Japanese, accessed 2017.11.30)
片桐智志: 今更だが, ベイズ統計とは何なのか, <http://ill-identified.hatenablog.com/entry/2017/03/17/025625> (参照 2017.11.30)
 - 20) Ozechowsky, T. J.: Empirical Bayes MCMC Estimation for Modeling Treatment Process, Mechanisms of Change, and Clinical Outcomes in Small Samples, Journal of Consulting and Clinical Psychology, Vol. 82, No. 5, pp.854-867, 2014.10
 - 21) Schoot, R., Broene, J. J., Perryck, K. H. et al.: Analyzing small data sets using Bayesian estimation: the case of posttraumatic stress symptoms following mechanical ventilation in burn survivors, European Journal of Psychotraumatology, Vol. 6, 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4357639/>, (accessed 2018.5.10)
- 注**
- 注 1) 頻度論的アプローチでは推定の精度を保証するものとしてサンプルサイズの大きさが重要となるが, Bayes 的アプローチではサンプルサイズに関する条件は頻度論的アプローチに比較して柔軟である¹⁹⁾. また, サンプルサイズが小さな場合でも無情報ではない事前分布を採用することで, パラメータの推定は安定し²⁰⁾, 検定力が最尤法では十分ではなくなるようなケースにおいても保たれる²¹⁾.
- 注 2) 乱数の総数の 10%
- 注 3) $\mu_0 > \mu_1$ となる確率

THE EFFECT OF THE LOCATION FOR THE DISPLAY ON A GROUP WORK IN ICT-ENHANCED LEARNING ENVIRONMENTS

A study on developing the environment for PBL (Part2)

Hidekazu KAKEI^{*1} and *Ai HANADA*^{*2}

^{*1} Assoc. Prof., Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University, Dr.Eng.

^{*2} Office Research Center, Okamura Corporation, M.Design

This study seeks to contribute to the design of the environment which will support students' activities in PBL (Project Based Learning or Problem Based Learning).

In the curriculum of university education, PBL is increasingly important. And learning of a new style requires an environment suitable for it.

In this paper, we aim at verifying the interaction between ICT tools for information sharing and furniture layout, focusing on group work which occupies an important position in PBL. We report on 2 experiments.

The experiment method and the analysis method were common in both experiments, but furniture layout was different in both experiments.

The experiment method: The experiment participants were one group of 4 people. And they performed group work using the tablet devices. To the tablet device prepared for each participants, an application simulating a white board was installed. The application enabled every participants to write simultaneously on the simulated white board. On the tablet device at hand, they could display the entire white board or enlarge and display a part of it. The 2 experimental groups were compared. On one group, the entire white board, which was the same on the tablet device, was always displayed on the wide display device (46 inch) for sharing ideas. On the other group, nothing was displayed on the display device.

The analysis method: The data obtained from the experiments were analyzed using the Brunner-Munzel test and Bayesian inference. They were evaluated by p-value, effect size and posterior distribution.

Layout: At Experiment-A, 2 members were seated side by side on each side across the table, and the display device was set on one end where the members were not seated. The height of the display was set as the height that the member could see without looking up or looking down (Fig.1).

At Experiment-B, the display device was arranged so that it could be seen when everyone faced the front, and 4 experiment participants sat on the table with chairs (Fig. 6)

Conclusion: The following findings are obtained from the 2 experiments conducted this time.

1) Display device with inappropriate arrangement not only doesn't function as an information sharing tool, but also creates a negative effect of lowering the evaluation of information browsability compared with the case of not using a display

2) The arrangement of the information sharing display which is a tool for acquiring information also affects the ease of use of the tablet device which is a tool for information transmission

3) It is possible to induce the act of directing the line of sight to other members by arranging the display

From the above, it is confirmed that to realize the learning environment introducing the ICT targeted at PBL, it is necessary to consider the learning environment that takes the interdependence of space and tools.

(2017年12月7日原稿受理, 2018年8月1日採用決定)