

[研究ノート]

情報基礎教育におけるペアワークの 効果検証（Ⅳ）

大 矢 芳 彦
内 田 君 子

1. はじめに

筆者らは、大学の情報基礎教育で有効なペアワークの確立を目的として研究を進めているが、2008年度からはペアの組み合わせに着目し、主に新入生を対象とした情報リテラシー授業の受講者約280名にペアワークの実験授業を行って来た。その結果、ペア編成が課題達成度に影響すること、性別や基礎学力差、パソコン経験差がペア編成基準として有効であることなどが明らかとなっている^{1)、2)}。

しかしながら、クラス全体でみるとペア効果が認められない学生やペアによって逆にペア効果値が低下する学生が少なからず存在するという点が問題となっている。したがって、ペアワーク効果の阻害要因を解明し、その対策を講ずることがクラス全体の効果向上に必要となる。

ペアワークの阻害要因として図1の項目が考えられ、前回の報告³⁾では、教員の関与(Encouragement of teacher)に焦点を当ててその影響を調査し、ペアワーク中の教員関与量が少ない場合にペアTest得点が低下するなど、教員の関与がペア効果に大きな影響を与えていることを明らかにした。同時に、ペア効果が低調な学生の特徴として、個人成績がよく、双方のPC経験が少なく、個人試験得点の差が小さいことが抽出された⁴⁾。

今回は、阻害要因のうち時間的制約に着目し、その影響について調査を行った。前回同様内的要因についても同時に調査を行ったが、これについ

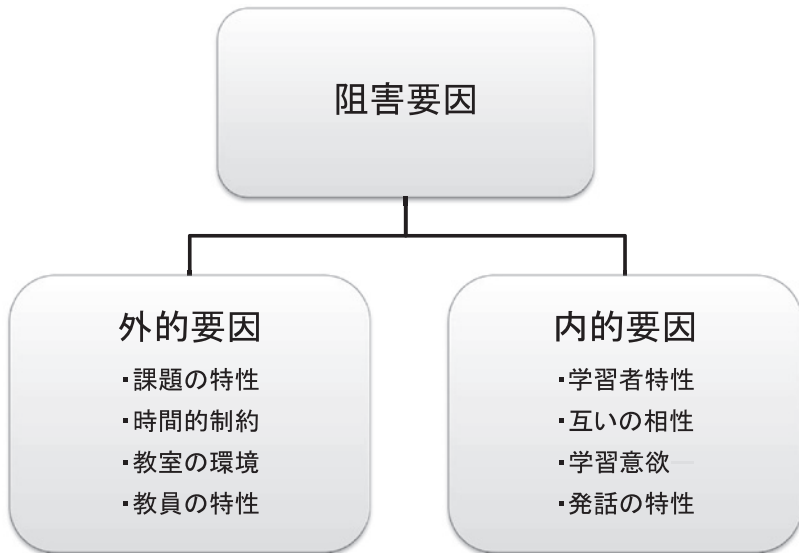


図1 ペアワーク阻害要因

ては別の場所で公表する予定である。また、本研究で重要な変数となるペア効果値の算出方法を検証しその妥当性についても考察を加えた。

2. 調査方法

1) 調査の概要

今回の調査は2012年調査とほぼ同じ流れ(図2)で、2013年に3大学8クラス約334名を対象として、4月にペア組み合わせに関する基礎学力およびPC経験の調査、その後10回程度のワープロ演習などの通常授業、6月下旬にペアワークの実験授業を行った。今年度は、①前回有効性が確認された教員の口頭による関与を行ったこと、②前回TEGに準じた性格調査を行い、ペア効果との関係が認められたため、一般的なTEGを用いたこと、③学習意欲との関係を探るために学習意欲検査(GAMI)を行ったこと、④

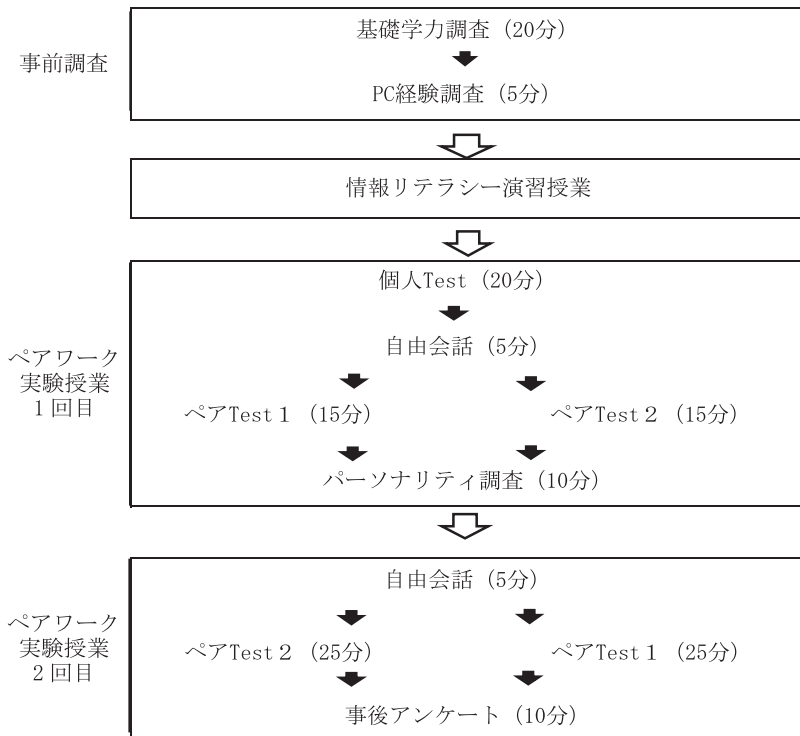


図2 調査の流れ

ペア試験としてMOS検定に準ずる問題 (Test 1) と前回新たに加えた word のサンプル文書を作成する問題 (Test 2) を改変して行ったこと、⑤これら 2つの試験を試験時間を変えて15分と25分で行ったこと、の5点がこれまでと異なる点である。

なお、ペアの組み合わせは、これまでの研究によって有意差が確認された方法、すなわち、基礎学力差が小さい異性のペアとなるよう調整を行った。

実験授業時にはペアワークの内容を20台のICレコーダを用いて録音し、発話数を調査すると同時に、一部の録音データは文字おこしをして分析を

行った。また、実験授業後にペアワークについてのアンケートを実施した。

2) 問題時間別クラス分け

本調査の目的のひとつは、課題解決時間が達成度やペア効果に及ぼす影響を明らかにすることにある。そのため、図2に示す実験授業1回目の15分間でTest 1、実験授業2回目の25分間でTest 2を行うクラスと、実験授業1回目の15分間でTest 2を行い実験授業2回目の25分間でTest 1を行うクラスに分けて行った。クラス分けは、大学及び学部で均等になるように8クラスを大学・学部ごとに1クラスまたは2クラスに分けて行った。各大学・学部内のクラス間では学生のレベルや質に差はなく、また、授業内容、教授方法、担当教員も同じであるため、この2つの群間にほとんど違いはないものと考えられる。

課題解決時間を15分と25分に設定した理由として、15分はTest 1を2008年から継続して15分の時間制限で行い、過去データと比較検討し易いこと、毎年得点が6割程度と適切な正答率であることによる。25分の試験時間についてはTest 1にはやや長く、Test 2にはやや短く(前回は30分)なる時間の設定で試行することとした。

3) ペア効果算定について

本研究において最も重要な変数のひとつが、ペアワークの有効性を判断するための基準となるペア効果である。これまでペア効果値(E_p)は、ペア試験得点偏差値(Pd_p)から個人試験得点偏差値(Id_p)を引くことにより算出しているが、これについては議論の余地があるためこの場を借りて述べておきたい。

学習効果についての研究の多くは学習前と学習後の試験得点などの平均点に有意差があるかどうか t 検定などの統計的な計算を行い判断されることが多い。その他、クラスなどのグループ単位では、相関係数、分散分析によっても学習効果の検討が行われているが、異なる試験を使用して

個別の学習効果を比較するものはほとんど見当たらない。

こうした状況下で、内容が異なる試験得点を分析に用いる場合、試験の難易度および得点分布が異なり単純に比較することが困難である。そのため偏差値を用いて比較する方法が考えられる。

偏差値の問題点については畑中(2003)⁵⁾にまとめられているが、その特徴として、①素点では問題の難易度・得点分布によって大きく変動するが、偏差値を用いることにより、平均が50で分布も均等になり2つ以上の試験を比較しやすいこと、②偏差値を利用するためには得点分布が正規分布を成している必要があること、③母数が数十名の場合は変動が大きく用いることができないこと、などがあげられる。

本研究では、マークシート方式の個人試験と実技試験のペア試験を比較するため、①で指摘されているように素点より偏差値を比較することが適切と判断される。②については、本調査結果が正規分布していないものの、この場合でも偏差値を算出することはできるので問題ないと思われる。すなわち、一般的な偏差値は正規分布をしているとの前提にZ得点を計算しそれを直接(あるいは50を加算して)偏差値として利用しているが、正規分布をしていないZ得点についても、得点と順位の間に対応をつけ、素点分布の形状が正規分布に近似されるように素点を非線形変換することにより、偏差値として扱うことができる。これはT得点と呼ばれるもので、計算は若干複雑になるが非正規分布でも偏差値は算出できる。

③については、今回のデータは母数が約300であり、十分満足できる数とは言えないものの、偏差値を使用しても問題ない数と思われる。また、個人試験得点、2つのペア試験得点分布について χ^2 乗検定による正規分布の検証を行ったところ、1%の確率で有意性が認められたため、ここではT得点による偏差値を利用することにした。以上のことから、個人試験結果およびペア試験結果(Test 1およびTest 2)を偏差値によって比較することは妥当であるといえる。

次に、同一被験者の値を比較する場合、比(除算)または差(減算)を

用いることが一般的であろう。ここで、一人の学生の個人試験偏差値(Pd_i)とペア試験の偏差値(Id_i)を比較する場合、ペア効果値(Ed_i)は、

$$Ed_i = Id_i - Pd_i \quad \text{--- ①} \quad \text{または、} \quad Ed_i = Id_i/Pd_i \quad \text{--- ②}$$

で算出される。この計算式の意味について例を挙げて考えてみたい。

例えば、①で表1のようなA～Iの個人試験偏差値とペア試験偏差値の学生を考えた場合、縦軸をペア試験偏差値(y_i)、横軸を個人試験偏差値(x_i)のグラフにプロットすると図3ようになる。ここで $y = x$ の直線上に乗るC、E、Gは $Pd_i = Id_i$ でありペア効果値 $Ed_i = 0$ となる。すなわち、この $y = x$ の直線に近いものはペア効果がゼロに近く、逆にこの $y = x$ の直線から離れているものはペア効果が高い、またはペア効果がマイナスということになる。したがって、それぞれの被験者のペア効果は $y = x$ の直線の左上か右下に位置するか、及び各ポイントから $y = x$ の直線上に垂線を下したその線分の長さを測ることによってその大小を見るのが妥当である。この線分の長さ l_i は、

表1 ペア効果計算の例

学生	ペア試験得点偏差値(y_i)	個人試験得点偏差値(x_i)	ペア効果(Ed_i)	l_i
A	60	40	20	14.14
B	60	50	10	7.07
C	60	60	0	0.00
D	50	40	10	7.07
E	50	50	0	0.00
F	50	60	-10	7.07
G	40	40	0	0.00
H	40	50	-10	7.07
I	40	60	-20	14.14

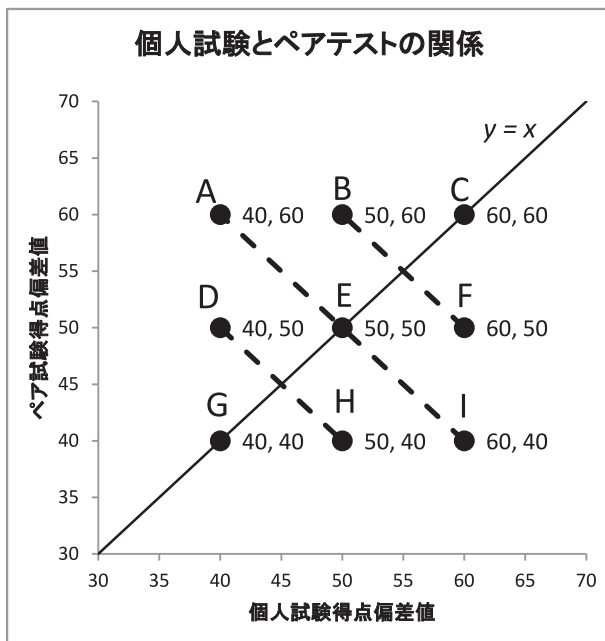


図3 ペア効果値算出のためのグラフ

$$l_i = \frac{|y_i - x_i|}{\sqrt{2}} \quad \text{--- ③}$$

で表される。

例えばAは $y_a=60$ 、 $x_a=40$ であるから l_a の値は $20/\sqrt{2} \approx 14.14$ となる。すなわちペア得点偏差値から個人得点偏差値を減算して $\sqrt{2}$ で割った値となる。

逆に比(②)の場合は、分母の大きさに左右されやすく、実際の分布と異なる状況が生じる場合がある。例えばBとDを比較した場合、 $y=x$ の直線から当距離に位置しており、減算処理をすれば同じペア効果値になるが、除算処理をした場合、 $E_b=60/50=1.20$ $E_d=50/40=1.25$ となりDの方がペア効果が高い結果となる。すなわち、分母である個人試験が低いほどペア効果が高くなることになり、例えば $Pd_i=30$ 、 $Id_i=60$ であれば E_i は2.00

となる。しかし、個人試験で偏差値60を取った学生が $E_i = 2.00$ を取るためには、ペア試験で偏差値120を取る必要があり不可能である。すなわち除算によるペア効果算出の場合は、分母である個人試験の偏差値でペア効果値が規制されることになる。

実際に今回のTest 2に①②の式を用いて計算を行いその分布を示した結果が図4である。グラフの白色の部分基準値 ($Pd_i = Id_i$) の箇所である。減算を行った方(図4-a)は基準値を中心にほぼ均等に分布しているのに対し、除算を行った方(図4-b)は右側に尾を引く分布を示しており、かけ離れたデータも認められる。この分布からも減算処理の方が適切であると判断される。また、正規分布の検定においても除算を行った方は正規分布ではないという統計的結果となっている(表2)。

以上の結果から、ペア効果値は減算による算出方法(①)の方がより適切と判断することができる。ただし、ペア効果値はあくまで相対的なものであるため③式の $\sqrt{2}$ を計算する必要がなく、単に減算でよいということになる。すなわち、ここで用いるペア効果値は I_i の絶対値を取って $\sqrt{2}$ を掛け たもの、

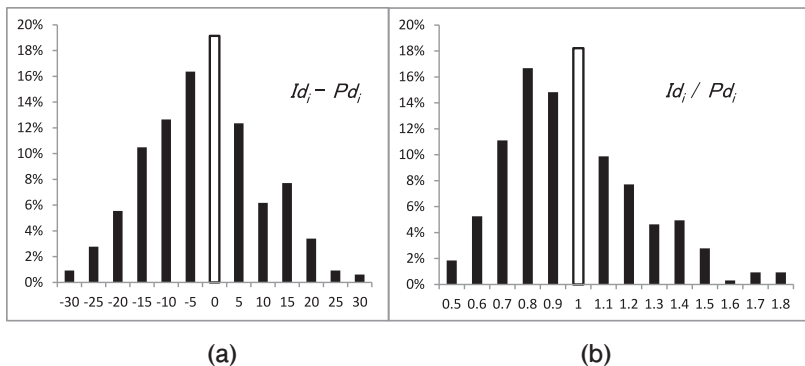


図4 Test 2におけるペア効果値の分布
(a-差を用いた場合 b-比を用いた場合)

表2 各ペア試験得点の正規分布検定結果

		n	平均	標準偏差	χ^2	ρ	判定
Test 1	$Id_i - Pd_i$	324	-0.02	11.95	10.87	0.3673	
	Id_i / Pd_i	324	1.03	0.25	49.35	0.0000	XX
Test 2	$Id_i - Pd_i$	323	-0.13	11.69	15.44	0.0794	
	Id_i / Pd_i	323	1.02	0.24	18.75	0.0436	X

$$Ed_i = \sqrt{2} \cdot l_i \quad (x_i \leq y_i) \quad \text{または} \quad Ed_i = -\sqrt{2} \cdot l_i \quad (x_i > y_i)$$

となる。

したがってペア効果の評価にペア試験得点偏差値から個人試験得点偏差値を引いた値(②式)を用いることは妥当であると考えられる。

3. 結果

今回は、前回調査に比べ1クラス多い8クラスとなり、データが得られた学生数も334名と50名程度上回った。まだデータ分析が始まったばかりであり、速報として、本論ではアンケート結果と試験時間別の成績、ペア効果について報告する。

1) アンケート結果

アンケートは2回目のペア実験授業が終わった直後に行われたもので、21項目とし、20の設問については各項目否定1～肯定4の4段階スケール選択肢を用いて行い、最後に自由記述欄を設け学生の率直な意見・感想を求めた。各質問項目で平均を算出し、全体の平均(基準値)に比べ0.5ポイント上回った項目(肯定的な意見が多かった質問)と下回った項目(否定的な意見が多かった質問)をリストアップした(表3、表4)。その結果、「ペアの時相談した」、「ペアワークは楽しかった」など実験授業に対する肯

表3 事後アンケート結果（高支持項目）

質問項目	N	平均値	標準偏差
Q3 ペアの時、相談しましたか？	330	3.65	0.615
Q7 ペアワークは楽しかったですか？	330	3.65	0.736
Q2 ペアの時、あなたは相手に教えた側ですか？	330	3.60	0.621
Q19 ペアと少人数グループではペアの方がいいですか？	330	3.59	0.750
Q13 模擬試験形式問題時のペアワークの時間は十分でしたか？	330	3.56	0.781

表4 事後アンケート結果（低支持項目）

質問項目	N	平均値	標準偏差
Q9 ペアの相手は自分で選びたかったですか？	330	1.84	1.192
Q11 模擬試験問題形式の方がペアワークに向いていると思いますか？	330	2.07	1.049
Q16 ペア相手は同性がいいですか？	330	2.08	1.174
Q8 今までに学校でペアワークをしたことがありますか？	330	2.25	1.049

定的意見が上位を占めた。また今回新たに加えた質問項目である少人数グループについての質問でも「ペアの方が良い」という意見が多いことが明らかとなった。一方、否定的な意見としてペアの相手を自分で決めるのに反対が多いことが示された。また、ペアの相手として異性が良いという学生の意向もわかった。

予想外であったのは「模擬試験形式問題時のペアワークの方がペアワークに向いている」という質問に対し否定的な考えを持っている学生が多かったことである。前回調査では、ペアワーク時の時間あたりの発話数が多かったのは模擬試験形式問題で、発話数はペア効果と相関があることからペア効果と学生の意見に違いが認められた。これは、模擬試験形式問題は、ペーパー試験と同様の質問形式で個人で行うのに慣れているのに対

し、サンプル作成問題は応用問題であるため、単独解決に不安を感じ、他者の助けを必要としたのではないかと推察される。

2) ペア試験時間別相違

前述したように今回は8クラスを2つに分け、一方はTest 1を15分、Test 2を25分、他方はTest 1を25分、Test 2を15分で行い、試験時間の影響を調査した。詳細な分析結果については別紙で報告することにして、ここではその概要を述べることにする。

まず、Test 1については15分のクラス平均点は14.99点、25分のクラス平均は18.69点と3.7点ほど25分クラスが上回る結果となった。標準偏差は15分クラスが3.31、25分クラスが1.75と逆に15分クラスが1.56上回る結果となった(表5)。これはペアワーク時間が長いと得点が高くなることを示している。Test1の場合、平均点が高いため、時間をかけると満点に近い学生が増え、図5-aに示されるように25分クラスでは得点分布が右端に偏ったため標準偏差が小さくなったものと思われる。

Test 2についても、平均点は15分クラスが8.86点、25分クラスが13.98点と5.12点25分クラスが上回った。一方、標準偏差は、15分クラスが2.75、25分クラスが3.41とTest 1とは異なり、25分クラスの方が大きな値を示した。得点分布を見ると(図5-b)15分クラスでは平均点を中心に分布しているが25分クラスでは10点前後と16点前後の2つのピークが認められた。この理由については今後の分析が必要であるが、ひとつの可能性としてペアワークがうまく機能したペアと機能しなかったペアとの二つのピークであることが考えられる。すなわち、ペアワークがうまく機能したペアでは得点が大きく向上しひとつのピークをもつ得点分布を示し、ペアワークが機能しなかったペアは低得点に留まった可能性がある。

ペア効果についても同様で平均値はTest 1の15分クラスでは-5.80、25分試験が5.52と10 pt程度の違いが認められた(表6)。標準偏差に関しては15分クラスが大きいものの得点の場合に比べてその違いは小さい結果と

表5 ペア試験得点の時間別統計値と有意差

	n	平均	標準偏差	最小値	最大値	正規分布		Mann-Whitney の U 検定		
						ρ	判定	u	ρ	判定
Test 1-15分	161	14.99	3.31	4.8	21.0	0.017	X	5951.00	0.000	**
Test 1-25分	164	18.69	1.85	10.1	21.0	0.000	XX			
Test 2-15分	165	8.86	2.75	3.0	16.8	0.257		4523.50	0.000	**
Test 2-25分	162	13.98	3.41	6.6	20.0	0.006	XX			

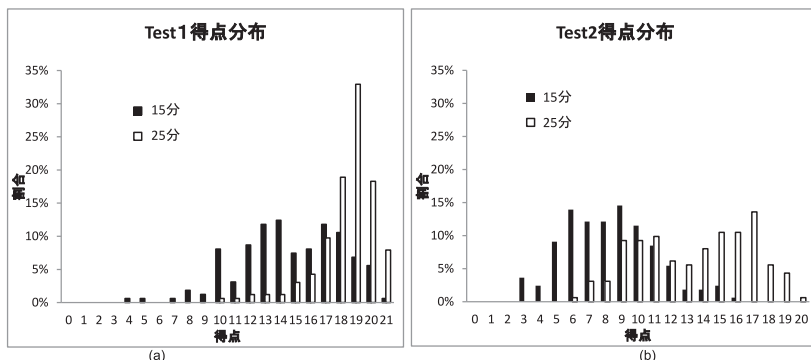


図5 ペア試験得点の時間による分布の違い

なった。分布図(図6-a)が示すように15分クラスに比べ25分クラスは全体的に右に移動している傾向が認められる。Test 2においても平均値が15分クラスで-6.46、25分クラスで6.50と25分クラスが上回っているがTest 1に比べてその差が大きいことが確認できる(表6、図6-b)。

これらの結果より、ペア試験の場合、課題解決時間が長い方がペア効果が高まり得点も上昇することが明らかとなった。

次に、試験時間によって分けた群別に事後アンケートを集計し、群間で有意差が認められた質問項目をリストアップした(表7)。この結果については今後検討が必要であるが、アンケート調査は25分試験が終了した直後に行われたものであり、25分試験でどちらの試験を行ったかの影響が大きいと思われる。すなわち、2回目にTest 1を行ったクラスは時間的余裕が

表6 ペア効果の時間別統計値と有意差

	n	平均	標準偏差	最小値	最大値	正規分布		Mann-Whitney の U検定		
						ρ	判定	u	ρ	判定
Test 1-15分	161	-5.80	10.91	-36.6	20.5	0.403		4272.50	0.000	**
Test 1-25分	164	5.52	9.73	-17.9	35.9	0.477				
Test 2-15分	165	-6.46	10.05	-37.4	18.6	0.016	X	4700.50	0.000	**
Test 2-25分	158	6.50	9.67	-16.7	36.1	0.276				

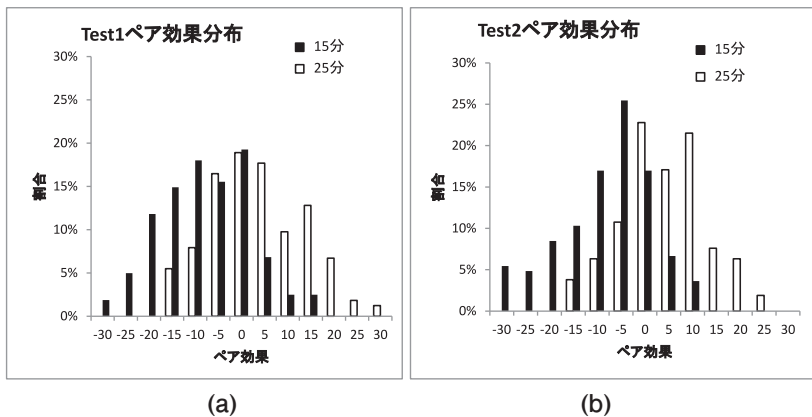


図6 ペア効果の試験時間による分布の違い

あり達成感が得られたため、2回目に難易度の高いTest 2を行ったクラスに比してより肯定的な結果が得られたと考えられる。そのため、「ペアワークの方法は良いと思うか」「授業内でペアワークを増やすべきか」などの項目に差が出たものと思われる。さらにペアの相手についても「2回目とも同じペアで良かったですか」で有意差が出ており、ペアの相手に対する満足感が示された。以上の結果から、ペアワークを授業に取り入れる場合には、ペアワーク時間を十分に確保すること、最初は簡単な問題でペアワークの楽しさや達成感を体験させることが重要となることが示唆される。

表7 群間で有意差が検出された質問項目

質問項目	試験 タイプ	N	平均値	基準値 と比較	標準偏差	平均値 の差	Mann- Whitney のU検定	Z	有意確率																																																							
Q15 2回とも同じペアで良かったですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.09	-0.91	1.197	-1.11	7051.5	-7.838	.000 **																																																							
	Test 1-25 Test 2-15	167	3.20	0.20	1.093					Q16 ペア相手は同性がいいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.30	-0.70	1.169	0.44	10603.0	-3.679	.000 **	Test 1-25 Test 2-15	167	1.86	-1.14	1.146	Q6 ペアワークの 方法は良いと思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.29	0.29	.846	-0.26	11373.5	-2.920	.004 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.55	0.55	.717	Q17 もっと授業 内でペアワーク を増やした方が いいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.78	-0.22	1.069	-0.32	11169.5	-2.860	.004 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.10	0.10	1.019	Q12 ポスター作 製問題形式の方 がペアワークに 向いていると思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.26	0.26	.923	0.21	11835.0	-2.190	.028 **
Q16 ペア相手は同性がいいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.30	-0.70	1.169	0.44	10603.0	-3.679	.000 **																																																							
	Test 1-25 Test 2-15	167	1.86	-1.14	1.146					Q6 ペアワークの 方法は良いと思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.29	0.29	.846	-0.26	11373.5	-2.920	.004 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.55	0.55	.717	Q17 もっと授業 内でペアワーク を増やした方が いいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.78	-0.22	1.069	-0.32	11169.5	-2.860	.004 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.10	0.10	1.019	Q12 ポスター作 製問題形式の方 がペアワークに 向いていると思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.26	0.26	.923	0.21	11835.0	-2.190	.028 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.05	0.05	.981										
Q6 ペアワークの 方法は良いと思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.29	0.29	.846	-0.26	11373.5	-2.920	.004 **																																																							
	Test 1-25 Test 2-15	167	3.55	0.55	.717					Q17 もっと授業 内でペアワーク を増やした方が いいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.78	-0.22	1.069	-0.32	11169.5	-2.860	.004 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.10	0.10	1.019	Q12 ポスター作 製問題形式の方 がペアワークに 向いていると思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.26	0.26	.923	0.21	11835.0	-2.190	.028 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.05	0.05	.981																									
Q17 もっと授業 内でペアワーク を増やした方が いいですか？	Test 1-15 Test 2-25	162	2.78	-0.22	1.069	-0.32	11169.5	-2.860	.004 **																																																							
	Test 1-25 Test 2-15	167	3.10	0.10	1.019					Q12 ポスター作 製問題形式の方 がペアワークに 向いていると思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.26	0.26	.923	0.21	11835.0	-2.190	.028 **	Test 1-25 Test 2-15	167	3.05	0.05	.981																																								
Q12 ポスター作 製問題形式の方 がペアワークに 向いていると思 いますか？	Test 1-15 Test 2-25	162	3.26	0.26	.923	0.21	11835.0	-2.190	.028 **																																																							
	Test 1-25 Test 2-15	167	3.05	0.05	.981																																																											

4. おわりに

今回、ペアワーク時間とペア効果の関係を中心に分析したところ、ペアワークに時間が影響していることが明らかとなった。

今後は、発話分析などを行い、ペアワーク時間の影響について、吟味する必要があると思われる。同時にTEG（性格検査）やGAMI（意欲検査）などとの関係について分析を進め、ペアワークの阻害要因についてさらなる検討を行なっていく予定である。

5. 謝辞

本研究は、平成24～27年度科学研究費補助金・基盤研究（C）（課題番号：24501231）の助成を受けたものである。

【文献】

- 1) Yoshihiko Oya, Kimiko Uchida (2012) Effectiveness of Criteria for Pair Combination and Obstructive Factors of Pair Work in Computer Literacy Education, *The Asian Conference on Education Official Conference Proceedings 2012*: pp. 626-635.
- 2) Yoshihiko Oya, Kimiko Uchida (2013) Practical Consideration of Pair Problem Solving in Computer Literacy Education, *The IAFOR Journal of Education*: Vol. 1, pp. 103-122.
- 3) 大矢芳彦・内田君子 (2013) 情報基礎教育におけるペアワークの効果検証(Ⅲ)、名古屋外国語大学外国語学部紀要、第44号：pp. 159-171.
- 4) Kimiko Uchida, Yoshihiko Oya, Takashi Okuda (2013) Conversation Characteristics during Pair Work in Computer Literacy Education, *2013 IEEE 37th Annual Computer Software and Applications Conference*: pp. 599-600.
- 5) 畑中康一 (2003) 入学試験における偏差値とマークセンス方式、自然人間社会、第34号：pp.1-20.