

# 双方向授業システムの多選択肢化と高精度化の検討

山田圭祐\*1・吉川桂太郎\*1・鎌田洋\*1  
Email: b6500942@planet.kanazawa-it.ac.jp

\*1: 金沢工業大学大学院 工学研究科 システム設計工学専攻

◎Key Words 双方向授業システム, カード認識, 画像処理

## 1. はじめに

大教室では、教員 1 人が多数の学生に対し、授業を計画的に進行する必要がある。また、授業の理解度も全学生に対し、把握する必要がある。たとえば、多数の学生の状態を把握するには、挙手による質問やコメントを求めるやり方が最も一般的である。しかし、本学の大教室では挙手して積極的に発言する学生は少ない。学生 1 人 1 人の状態を把握する方法が必要とされている。

1つの方法として、電気的ネットワークとボタン操作ができる端末を用いる試みのアクティブラーニング(双方向授業)が様々な形で実施されてきた。アクティブラーニングとは、一斉授業と異なり、学生たちが能動的に授業に参加する授業形態である。

教員の問いに対する学生の回答用 IT(Information Technology)端末としては、専用の超小型端末<sup>(1)(2)(3)</sup>、学生の携帯電話<sup>(4)</sup>、学生用 PC 端末<sup>(5)(6)</sup>が用いられている。専用の超小型端末は学生の作業スペースを制限しない長所がある一方で、紛失のリスクのため管理コストが生じる。学生の携帯電話は、通信パケット代を学生が負担する必要がある。学生用 PC 端末を用いるシステムは、教室全体を IT 化する投資が必要である。

そこで、本システムでは、学生に複数の色付きカードを配布しておき、教員の質問に対して回答に対応する色のカードを挙げさせる方法のもとに、学生が挙げた回答に対応するカードを自動集計する PC(Personal Computer)と 2 台の Web カメラからなる簡便なシステムである。図 1 にシステム構成を示す。

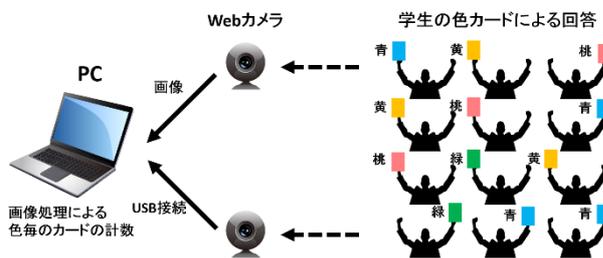


図1 システム構成

このシステムによれば、従来システムに比べて、導入コストが低く、維持管理しやすく、かつ使用法が簡便である利点がある。また、挙手による回答より、カードを挙げて回答した方が、色の種類により回答の幅が増える利点がある。

したがって、本システムの双方向授業システムを用いて、学生自らが積極的に授業に取り組めるようにする。これにより、教員と学生のコミュニケーションを図ること

ができ、双方向授業が実現する。

本論文では2章で本システムの構成、3章で前研究と課題、4章で授業での5色カードの認識実験を述べる。

## 2. 本システムの構成

### 2.1 画像入力システム

授業で学生が挙げたカードを漏れなく画像として捉えるために、2台のWebカメラを使用し、カードを広範囲で捉えるようにした。また、前方席の学生が挙げたカードを画像上で重なるのを防ぐために、三脚の上に2台のWebカメラを設置し、高い位置から学生がカードを挙げている風景を撮影するようにした。

### 2.2 カード仕様

図2は、本システムで利用しているカードのレイアウト仕様を示す。

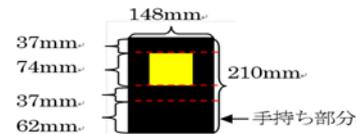


図2 カードのレイアウト

図2のカードは、A5サイズの黒上質紙に正方形の色部分と、それを囲む黒枠部分と、余白を手持ち部分としたカードである。黒枠のマーカを付けた理由は、物体の外輪郭を囲むようにマーカを貼り付けると物体と背景を分離でき、物体の外輪郭を正しく抽出するためである。

### 2.3 画像処理の内容

本研究は、参考文献(8)に示した前研究論文から、画像の前処理に用いた設定と同様にした。以下に設定の流れを示す。

- ① 入力画像に対してグレースケール化を行う。
- ② 固定閾値を75として、2値化処理を行う。
- ③ 2値化した画像から色部分の面積を抽出する。
- ④ 抽出した面積から、四角形判定を行う。
- ⑤ 四角形判定の後に、色判定を行う。

## 3. 前研究<sup>(8)</sup>の課題

### 3.1 新カード認識実験と追加実験

前研究<sup>(8)</sup>では、本学の教室(幅:14.7m 奥行き:20.7m)で行った新カード認識実験の結果で、実際に使用するカードを3色(青, 黄橙, 牡丹)から4色(青, 黄橙, 桃, 緑)に変更した。赤カードの認識率も高かったが、設定したパラメータの色相値340~18であり、桃カードの色相値310~350

と重複していたことから、同時には使用できなかった。照明条件については、教壇側の照明を消した場合と教壇側と前方の照明を消した場合の2通りで行った。図3に色相環上に4色と赤カードの色相範囲を描画したものとカード認識率を示す。また、各カードの枚数は75枚であった。

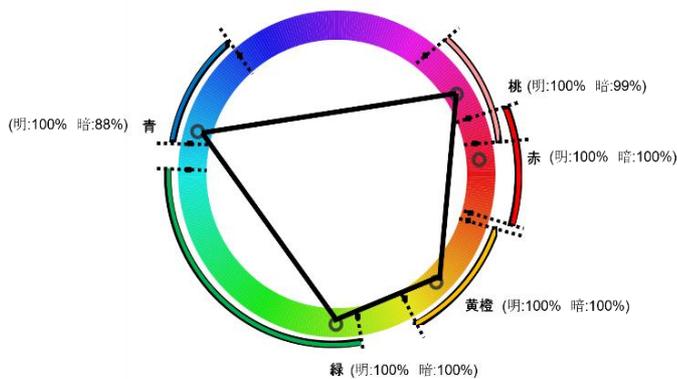


図3 前研究<sup>8)</sup>の色相範囲と認識率

また、追加実験では Web カメラを2台使用した教室後方のカード認識率と3台目を使用した教室後方カード認識率の比較を行い、3台目使用時の方がカードの認識率が高かった。

しかし、これらの認識実験はカードを土台に固定させて行ったものであり、実際の授業での有用性が明らかになっていなかった。

以上から、第1の課題は、使用するカードが4色のみである。第2の課題は、使用するカードを変更したが、実際の授業での有用性が示されていないことである。第3の課題は、教室後方のカード認識で、2台の Web カメラ使用時と3台目の Web カメラ使用時の有用性を実際の授業で示していないことである。

## 4. 授業での5色カードの認識実験

### 4.1 課題の解決策

第1の課題では、本システムの色判定の色相判定において、赤カードの認識する色相範囲を変更し、前研究<sup>8)</sup>とのカード認識結果に差異が生まれるか検証する。第2の課題および第3の課題では、改善した本システムを実際の授業で使用し、認識精度を検証する。

### 4.2 赤カードの認識実験

4色のカードに赤カードを加えるため、赤カードの色相値を340~18から、352~18に変更した。

変更したパラメータで、赤カードのみの認識実験を行った。前研究<sup>8)</sup>と同じ本学教室で行い、照明条件も同様に教壇側の照明を消した場合と、教壇側と前方の照明を消した場合の2通りで行った。

その結果、色相のパラメータの値を変更した後においても、認識率はどちらも100%であった。したがって、新たに赤カードを使用することとし、5色カードでの実際の授業の運用を試みる。

### 4.3 実験条件

赤カード認識実験と同じ本学教室で、実際の授業中に本システムを利用した5色カードの認識実験を行った。3台の Web カメラを使用し、教室の1列目から16列目までを捉えた。

実験に使用したカードは、青色、黄橙色、桃色、緑色、赤色の5色である。図4に使用したカードを示す。表1に各カードの色判定時に設定したパラメータの値と前研究<sup>8)</sup>の認識結果および、図5に色相環上に設定した色相範囲を描画したものと赤カードの認識率を示す。

TAからの質問を5回行い、それぞれの質問に対して学生がカードを1枚挙げて回答した。

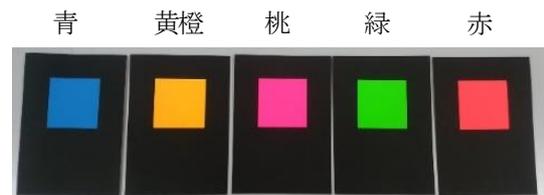


図4 実験に使用したカード

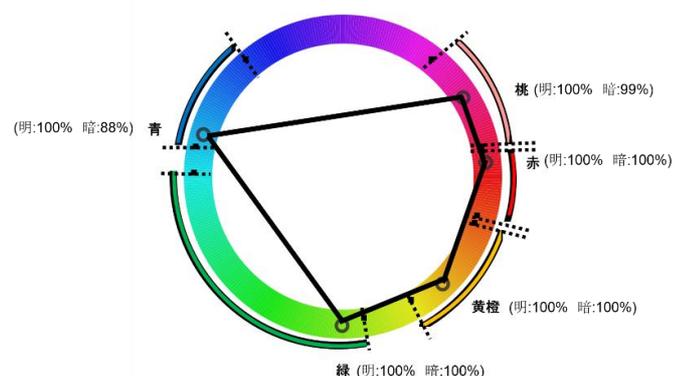


図5 色相範囲と前研究<sup>8)</sup>の認識率

表1 設定した色パラメータと前研究<sup>8)</sup>の認識結果

カード名	色相 (0~359)	認識率(明)	認識率(暗)
イルミカラー#80 黄橙	20~60	100%	100%
ササガワ 緑	80~180	100%	100%
イルミカラー#80 青	190~230	100%	88%
ササガワ 桃	310~350	100%	99%
ササガワ 赤(変更前)	340~18	100%	100%
ササガワ 赤(変更後)	352~18	100%	100%

### 4.4 実際の授業での認識実験

本認識実験では、2台の Web カメラと5色のカードを用いて実際の授業での認識率を検証した。図6に2台の Web カメラで捉えた範囲の教室のレイアウトを示す。図7には、学生がカードを挙げて認識実験を行った様子を示す。また、表2に本認識結果を示す。結果の値は、5回の質問の結果を合計したものである。

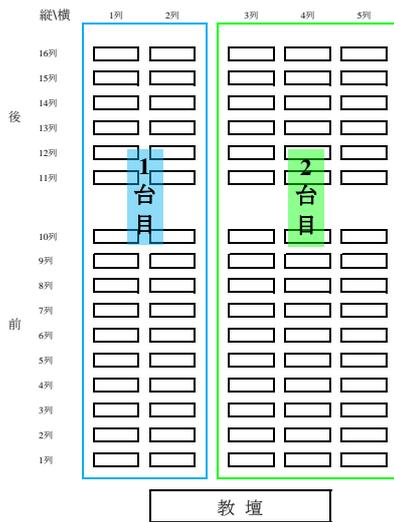


図6 教室のレイアウト



図7 授業での認識実験の様子

表2 本認識結果

色カード	認識率	認識枚数/ カード枚数	未認識数	過剰認識数
黄橙	83.8%	88/105	17	2
緑	82.1%	32/39	7	1
青	83.2%	109/131	22	7
桃	79.6%	43/54	11	1
赤	74.5%	79/106	27	0
合計	80.7%	351/435	84	11

表2の各カードの本認識結果から、全体的な認識率は80%を超えた。

#### 4.5 3台のWebカメラを用いた認識実験



図8 3台のWebカメラ

本認識実験は、4.4節の認識実験のときに同時に行い、同一の実験条件である。3台のWebカメラを用いた画像を図8に示す。3台目のWebカメラが捉える範囲は、教室後方の11列目から16列目までとした。図9に3台目のWebカメラで捉えた範囲の教室のレイアウトを示す。また、図10に教室後方のみを捉えた3台目のWebカメラの認識実験の様子を示す。

2台のWebカメラが捉えた教室後方のカード認識率と3台目のWebカメラが捉えた教室後方のカード認識率を比較し、有用性を検証した。表3に2台のWebカメラの教室後方のカード認識結果を示す。また、表4に3台目のWebカメラの教室後方のカード認識結果を示す。結果の値は、5回の質問の結果を合計したものである。

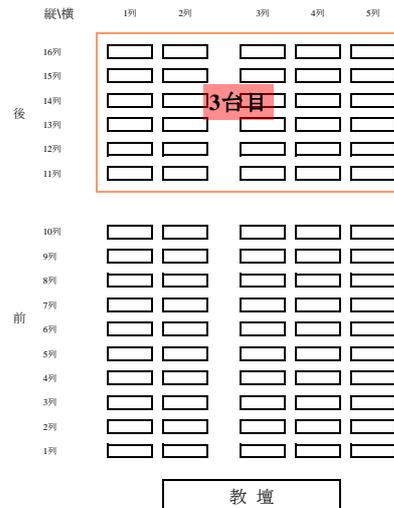


図9 3台目のWebカメラの教室のレイアウト



図10 3台目のWebカメラでの認識実験の様子

表3 2台のWebカメラで捉えた教室後方カードの認識結果

色カード	認識率	認識枚数/ カード枚数	未認識数	過剰認識数
黄橙	67.4%	29/43	14	0
緑	65.0%	13/20	7	0
青	81.8%	45/55	10	4
桃	52.6%	10/19	9	1
赤	57.8%	26/45	19	0
合計	67.6%	123/182	59	5

表4 3台目のWebカメラで捉えた教室後方カードの認識結果

色カード	認識率	認識枚数/ カード枚数	未認識数	過剰認識数
黄橙	100.0%	43/43	0	0
緑	100.0%	20/20	0	0
青	96.4%	53/55	2	4
桃	100.0%	19/19	0	0
赤	88.9%	40/45	5	3
合計	96.2%	175/182	7	7

表3と表4の認識結果を比較すると、3台目のWebカメラでのカード認識率が非常に高い。したがって、教室後方を捉える3台目のWebカメラの有用性は高い。

本研究で用いた5色のカードでの実際の授業の認識実験は、2台のWebカメラを用いる場合のみカード認識率が低い。しかし、3台目のWebカメラを使用することで、教室後方の未認識になるカードを認識できるようになり、5色のカードを用いても有用性は高い。

そこで、表2の認識結果から、教室前方のカード認識結果のみを抽出し、表4のカード認識結果と組み合わせることで、実際の授業でのWebカメラ3台同時使用の有用性を検証できる。図11に3台同時使用時の教室レイアウトを示す。また、表5に3台同時使用のカード認識結果を示す。

表5 3台同時使用のカードの認識結果

色カード	認識率	認識枚数/ カード枚数	未認識数	過剰認識数
黄橙	96.2%	101/105	4	2
緑	100.0%	39/39	0	1
青	90.1%	118/131	13	7
桃	96.3%	52/54	2	0
赤	85.8%	91/106	15	3
合計	92.2%	401/435	34	13

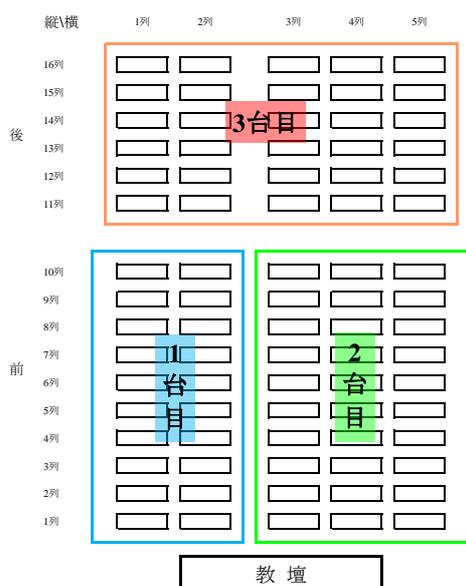


図11 3台同時使用時の教室レイアウト

表5のカード認識結果から、全体の認識率は90%を超え、各色カードの認識率も非常に高い。そのため、Webカメラを3台同時使用時の赤カードの有用性は高いと考えられ、全体の過剰認識数も2台使用時と大きな差異はない。

## 5. 考察

本研究の2台のWebカメラを用いたカード認識実験では、認識率が高くなかった。しかし、3台目のWebカメラと組み合わせることで教室後方の認識率が向上した。3台同時使用のカード認識結果では、認識率が90%を超えたため、実際の授業でWebカメラを3台同時使用し、5色のカードを用いるのは有用性が高いと考えられる。

## 6. おわりに

本研究のカード認識結果の認識精度が高かったことから、より円滑な授業運営が期待できる。5色カードを用いることで、教員の質問に対して学生が答える幅が広がり、教員と学生のコミュニケーションのさらなる向上が期待できる。そのため、今後は本システムを5色のカードと3台のWebカメラを用いるシステムに変更する計画である。

## 謝辞

本研究はJSPS 科研費 15K01041 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- (1) 株式会社 TERADA.LENEN: “IC カード連携型クリッカーを使用した双方向対話型支援システム 株式会社 TEARDA.LENEN”, <http://www.t-lenon.com/>(2016/06/04 取得).
- (2) 株式会社 ICブレインズ: “株式会社 ICブレインズ 商品のご紹介”, <http://www.icbrains.com/products/>(2016/06/04 取得).
- (3) 杉原太郎, 三浦元喜, 阪本康之, 國藤進: “教室の中の舞台: デジタルペンをを用いた双方向授業の提案”, 情報処理学会研究報告, 2009-HCI-133 巻, 3号, pp.1-8(2009).
- (4) 九里徳泰: “携帯電話によるEラーニングを活用した大学多人数講義での運用実験”, メディア教育研究, 1巻, 2号, pp.145-153(2005).
- (5) 株式会社コンピュータウィング: “Wingnet| 教育支援システムの株式会社コンピュータウィング”, [http://www.cwg.co.jp/?page\\_id=141](http://www.cwg.co.jp/?page_id=141)(2016/06/04 取得).
- (6) 松内尚久, 芝治也, 山口巧, 藤原敬一郎: “自発能動的な学習環境を提供する双方向型支援システムの実践と評価”, 情報処理学会論文誌, 49巻, 10号, pp.3439-3449(2008).
- (7) 末武国弘: “教育工学による大学教授の方法の改善”, 神奈川大学工学研究所所報, 第12号, pp.23-38(1989).
- (8) 山田圭祐, 鎌田洋: “画像処理を用いた双方向授業システムの改善検討”, CIEC 研究会報告集, Vol.7, pp.49-53(2016).