

水産大学校のエンジニアリング・デザイン教育における ルブリック評価の有効性

石田武志^{1†}, 毛利雅彦², 杉浦義正³, 安本信哉⁴, 藤井陽介⁵

Implementation effect of rubric assessment in engineering design education at National Fisheries University

Takeshi Ishida¹, Masahiko Mohri², Yoshimasa Sugiura³,
Shinya Yasumoto⁴ and Yousuke Fujii⁵

At National Fisheries University, Japan, lessons using problem-based learning (PBL), or project-based learning, were newly designed to develop engineering design abilities in students. This curriculum development was a part of the introduction of active learning into higher education. Rubric assessment was also introduced for evaluating the learning outcome of PBL. Thus, based on the results of the questionnaire survey administered to the students and the rubric assessment used to evaluate the learning outcome, the effectiveness of the sheets used for rubric assessment was also analyzed in this study. An analysis of the rubric assessment that was used in PBL classes revealed that the students' self-evaluations generally correlated with teachers' individual evaluations and team members' evaluations. Furthermore, it is now possible to effectively evaluate the students who were actively engaged in learning. Therefore, it can be concluded that this new curriculum might contribute toward nurturing engineering design abilities in students.

keywords : Active learning, PBL (Problem-Based Learning, Project-Based Learning), Rubric assessment, Engineering design, Higher education

1. 緒 言

1-1 背景

「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)」(平成24年8月28日, 中央教育審議会)¹⁾に示されるように, 今後, 大学生に最も求められているのは, 新たな社会像を描く知的な構想力であり, 学士課程教育の質的転換が求められている。この方法のひとつとして, ディスカッションやディベートといった双方向の授業やインターンシップ等の教室外学修プログラムによる主体的な学修(アクティブ・ラーニング)が挙げられ, 多くの教育現場で取

り入れつつある。

アクティブ・ラーニングとは, 文献1)によると「教員による一方的な講義形式の教育とは異なり, 学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって, 認知的, 倫理的, 社会的な能力, 教養, 知識, 経験を含めた汎用的能力の育成を図るものである。発見学習, 問題解決学習, 体験学習, 調査学習等が含まれるが, 教室内でのグループ・ディスカッション, ディベート, グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。」と定義されている。

このような教育の質の担保が求められる中で, 特に技術者教育においては, 一般社団法人日本技術者教育認定機構

¹⁾ 水産大学校海洋機械工学科 (Department of Ocean Mechanical Engineering, National Fisheries University)

²⁾ 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fishery Science and Technology, National Fisheries University)

³⁾ 水産大学校食品科学科 (Department of Food Science and Technology, National Fisheries University)

⁴⁾ 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

⁵⁾ 水産大学校水産流通経済学科 (Department of Fisheries Distribution and Management, National Fisheries University)

[†] 別刷り請求先 (corresponding author): ishida@fish-u.ac.jp

(JABEE)が1999年に設立され、大学等の高等教育機関で実施されている技術者を育成する教育プログラムが社会の要求水準を満たしているかを国際的な同等性を持つ認定基準に基づいて認定している。審査におけるJABEE認定基準は、技術者教育認定機関の世界的枠組みであるワシントン協定等の考えに準拠して作られているので、JABEE認定プログラムは国際的同等性が保証されている。また、JABEE認定プログラム(学部、修士)修了生は国家試験である技術士資格試験の第一次試験が免除される。また、認定審査において近年重視されているのは、アウトカムベースの教育への改革、PDCAサイクルによる教育改善、および技術者教育で特に重要なエンジニアリング・デザイン教育、チームワーク教育などである。

ここで、エンジニアリング・デザイン能力とは、種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力(企画・実行能力)である。与えられた環境の中で、科学・技術に関する知識や種々の情報を利用して、問題を明確にとらえ、最も適切な解決策や方法を見つけていく能力を養うことである。

このような流れのもとで、水産大学校は、全学科が一つの課程としてJABEE認定を受けており、2005年度以降に入学し2009年3月以降に卒業した学生は全員、「修習技術者」となり、登録すれば「技術士補」の資格が得られるようになってきている。また2014年度にはJABEE認定の更新審査が行われ、この審査において、認定の6年間の延長が認められたものの、エンジニアリング・デザイン能力を養成する科目の補強や、学修ポートフォリオやルブリック評価の導入などによる「学習の到達度」を学生自身が把握できる仕組みの構築などが、新たな課題として指摘された。

学修ポートフォリオとは、文献1)によると「学生が、学修過程ならびに各種の学修成果(例えば、学修目標・学修計画表とチェックシート、課題達成のために収集した資料や遂行状況、レポート、成績単位取得表など)を長期にわたって収集し、記録したものである。それらを必要に応じて系統的に選択し、学修過程を含めて到達度を評価し、次に取り組むべき課題をみつけてステップアップを図るといふ、学生自身の自己省察を可能とすることにより、自律的な学修をより深化させることを目的とする。」と説明されている。高等教育課程でも近年導入事例が増えてきている²⁾。

また、ルブリック評価は、文献1)によると、「米国で開発された学修評価の基準の作成方法であり、評価水準である「尺度」と、尺度を満たした場合の「特徴の記述」で

構成される。記述により達成水準等が明確化されることにより、他の手段では困難な、パフォーマンス等の定性的な評価に向くとされ、評価者・被評価者の認識の共有、複数の評価者による評価の標準化等のメリットがある。」と説明されている。文献3)は高等教育におけるルブリック評価導入の標準的な解説書となっている。文献3)によると、ルブリック評価とは、「ある課題について、できるようになってもらいたい特定の事柄を配置するための道具であり、ある課題をいくつかの構成要素に分け、その要素ごとに評価基準を満たすレベルについて詳細に説明したもので、様々な課題(レポート、グループワーク、討論、プレゼンテーションなど)の評価に使うことができる」と説明されている。より具体例で説明すると、例えば「学生がプレゼンテーションをする」という課題を評価する場合、評価する要素(例えば、「話法」、「時間配分」など)を明確にし、それぞれの要素での満たすべき水準(例えば、「話法」であれば、「明瞭で十分な音量と適切なスピードで話すことができる」など)を詳細に説明したものである。通常はこれらの要素や水準を「ルブリック票」という表形式にまとめ、評価者と被評価者が評価に対する認識を共有したり、複数の評価者による評価の標準化を行うことが可能となる。

1-2 研究目的

以上のような状況を踏まえ、水産大学校では、アクティブ・ラーニングの導入として、PBLを行う授業を新たに設計し、そのPBLの成績評価をルブリック票により実施するという新たな教育カリキュラムの開発を行った。そして本研究は、授業時のアンケート調査及びルブリック評価結果などを踏まえ、ルブリック評価の有効性を分析するとともに、本取り組みの教育効果を考察することを目的とする。

ここでPBLとは、問題基盤型学習法(Problem-based Learning)またはプロジェクト型学習(Project-Based Learning)の略でアクティブ・ラーニングの一つである。与えられたテーマに対して、少人数グループにより学習者自らが、調査、分析、グループ討議、考察、成果報告を行っていく統合的・創造的な学習に主眼を置いた実践形式の学習方法で、実社会での様々な課題に対する対応能力を身に着けるものである。ここでは教員はコーチ的役割に徹する。今回の授業においては、時間数の制限や学生の専門知識の制約などを考え、教員が解決すべき課題を与え、その解決方策を検討することを主体としたため、問題基盤型学習法(PBL)に近いと考えられる。

2. 授業設計

2-1 PBL実施科目の概要

PBLの実施においては、新たな科目を設置するのではなく、既存科目である「技術者倫理」の拡充により対応した。「技術者倫理」は、学部2年次に設定されており、当初1単位授業（全8コマ）として実施されていたが、これを2単位15コマの授業に拡大し、授業の後半7コマを用いて、5人の教員により5クラス体制でPBLを実施した。拡充された「技術者倫理」は、2014年度入学者から適用されている。

この科目のシラバスにおける授業概要、授業目標、授業計画を抜粋すると以下のようにになっている。授業の1回目から8回目までは1人の教員が、講義形式の授業を行い、9回目以降は、5つの教室に分かれてのPBLの実施となる。また前半の授業に関しては、期末試験において知識の習得状況を判定する試験を実施する計画となっている。

(1) 授業概要

科学技術の進展は、人々の生活の質の向上を果たす一方で、科学技術がもたらす危険性も大きなものとなってきている。科学技術を扱う技術者は、安心して安全な社会の実現や、持続可能な社会の実現のために、専門知識の習得だけでなく、倫理的な観点からの判断・行動規範を身に着ける必要がある。さらに、それらを踏まえて、与えられた制限の中で、科学・技術に関する知識や種々の情報を利用して、問題を明確にとらえ、最も適切な解決策や方法を見つけていく能力（エンジニアリングデザイン能力）を、グループによる問題基盤型学習（PBL）で習得する。

(2) 授業の目標

一般目標：科学技術が社会に与える影響、技術者の法的責任を理解するとともに、重大事故や失敗事例から学び、技術者としての適切な判断を選択することができるようになる。さらに、グループによる問題基盤型学習（PBL）を通じて、エンジニアリング能力を習得する。

行動目標：グループ学習においては、グループ内のメンバーと連携して、課題の把握、情報収集、問題解決方策の提案が的確にできるようになる。さらに学習到達基準を自ら意識して、達成していくことができるようになる。

(3) 授業計画

- 第1回 なぜ「技術者倫理」を学ぶ必要があるのかを理解する
- 第2回 技術者倫理の概要を学ぶ（倫理とモラル、技術者と技術者倫理、科学技術と倫理）
- 第3回 技術倫理が生まれた歴史を理解する（安全確保の潮流と技術倫理の誕生）
- 第4回 技術者倫理の実践(1)（組織と技術者、利益相反、企業風土、集団思考）
- 第5回 技術者倫理の実践(2)（技術者の法的責任、PL法、コンプライアンスと倫理）
- 第6回 技術者倫理の実践(3)（情報と技術者、警笛鳴らし（内部告発）、知的財産権）
- 第7回 技術者倫理の実践(4)（技術者とリスク、リスクマネジメント、生命倫理）
- 第8回 PBLの実施方法（PBLの進め方、PBLに必要な知識、班分け、評価方法）
- 第9回 課題の設定（課題の設定、情報機器の解説、班ごとのディスカッション）
- 第10回 課題解決のためのアイデア抽出（アイデア抽出法の解説、班別ディスカッション）
- 第11回 課題解決のための具体的な方策の検討（学術情報等の収集方法説、班別の作業）
- 第12回 中間報告（班ごとに教員に中間報告を行う、教員とディスカッション）
- 第13回 企画提案の修正、最終的な内容のまとめ（企画提案書のとりまとめ法、班別作業）
- 第14回 発表資料のとりまとめ（効果的な発表方法の解説。班ごとに、発表資料の作成）
- 第15回 最終報告（発表会）

2-2 PBLの実施計画

(1) PBLの目的とエンジニアリング・デザイン能力

当該科目において、PBLを行うことで「エンジニアリング・デザイン能力」を身に着けることが、当該科目の中心となる目的である。水産大学校では、習得すべきエンジニアリング・デザイン能力を以下のように定めている。

水産大学校で習得をするエンジニアリング・デザイン能力

①水産科学に関する諸問題を解決するための仮説を立てられる。

- 解決すべき問題を認識する能力

②仮説を検証するための調査研究等の取り組みを企画・遂行できる。

- 公共の福祉, 環境保全, 経済性などの考慮すべき制約条件を特定する能力
- 解決すべき課題を論理的に特定, 整理, 分析する能力
- 課題の解決に必要な, 数学, 自然科学, 該当する分野の科学技術に関する
系統的知識を適用し, 種々の制約条件を考慮して解決に向けた具体的方針を立案する能力
- 立案した方針に従って, 実際に問題を解決する能力

③付属の諸施設(実験場, 練習船等)を利用して, 問題に取り組みこれを解決できる。

(2) 班分け

2016年度の学部2年生209名について, 1班6名編成の班を35班編成した(内1つの班のみ5名編成)。各班には, 5学科の学生がなるべく均等に入るような学科混成の形式で編成した。これは, JABEE審査の要件において, 多様な背景の人と組んでのチームワーク力が求められているためである。

(3) PBL実施の共通事項

本学内5学科から各1名の教員が担当し, 5つのクラスに分かれたPBLを実施した。PBLの実施手順などについては文献4)を中心に, 文献5)–8)を参考として設計した。PBLの実施において課題の設定や授業の進行については, 各教員の判断とし, 「最終回に発表を行う」, 「共通のルブリック評価票で評価を行う」という2点については, 共通事項として授業を実施した。このため各クラスでのテーマ設定については, 各教員の専門分野などを踏まえた最も指導しやすいテーマの設定となった。

2-3 成績評価の方法

(1) 科目全体の授業評価

科目全体の成績評価は, 前半の技術者倫理に関する知識が50%, 後半のPBLの評価が50%という比重で行った。前半については授業時の提出課題と期末試験により評価を実施した。後半のPBLについては, 後述するルブリック評価票により評価を実施した。

(2) ルブリック評価方法の概要

下記の①~③の項目について, 学習結果の目安を数段階に分けて記述し, 学習の達成度を判断するルブリック評価票を, 文献3)を参考に作成した。評価票は, 評価票AからEまでの5種類である。評価票を付録に示す(氏名, 班などの記入欄などや, 表が繰り返される部分は省略)。

- ①教員による各学生の取り組み状況の評価(評価票A, Bを使用)
- ②各班の発表の内容, 完成度(班単位の点数)(教員の採点, 及び他班の学生による採点)(評価票Cを使用)
- ③各学生の自己評価, 班内のメンバー間の評価(評価票D, Eを使用)

(3) 評価手順

評価については, PBLの最後の2週(2コマ)で実施した。実施の手順は以下のとおりである。

①教員による各学生の取り組み状況の評価

- **評価票A**により, 教員は各班全体の取り組み状況の評価を行う。
- **評価票B**により, 教員は班ごとに各学生の様子を評価する。
- 評価票A及びBによる点数を合計し, 教員は各学生に対して30点満点(班の評価18点+個人評価12点)で評価を行う。

②教員及び学生による発表の内容, 完成度(班別の点数)

- **評価票C**評価票により, 教員と発表を聞いている他の班(班ごとに1枚)が評価する。
- 教員24点+学生評価(聞いている5班の平均値)24点×係数2/3 = 40点満点で評価する

③各学生の自己評価, 班内のメンバー間の評価

- 各学生は, **評価票D**により, 自身の自己評価15点満点を行う。
- 各学生は, **評価票E**により, 自分の班の他のメンバーの評価(3点満点)を行う。
- 自己評価点15点+他のメンバーからの評価15点満点(5名×3点)を加えて, 学生ごとに30点満点で評価

④総合評価

- 教員による各学生の取り組み状況の評価 30点満点
- 発表の内容, 完成度(班別の点数) 40点満点
- 各学生の自己評価, 班内のメンバー間の評価 30点満点

以上により合計100点満点で各学生の評価を行った。

2-4 学生による授業評価アンケート調査の実施

水産大学校では、学生による教員及び授業内容等の評価を、科目共通の授業評価アンケート票により実施している。

しかしPBLにおいては、教育は補佐役であり、授業内容も学生自らがつくるものであるため、新たなアンケート票を作成した。アンケート項目は以下のとおりである。

1. 本授業は、PBL（プロジェクトベースドラーニング；少人数グループによる問題発見解決型（事例解決型、事業課題解決型）の学習）という形式でグループ学習を行いました。

(1) PBLという形式での学習の経験は？

①初めて ②以前に経験がある → 小学校、中学校、高校、その他（ ）

※該当するものに○印（複数回答可）

(2) 各班の人数について

①多すぎる ②ちょうどよい ③少ない ④その他（ ）

(3) PBLという形式での学習について

①有意義であると感じた ②どちらかというとも有意義 ③どちらともいえない

④どちらかというとも有意義ではないと感じた ⑤有意義ではないと感じた

そう感じた理由は？（①～⑤いずれの回答でも理由を可能な限り記載してください）

（ ）

2. PBLを行うことで、「エンジニアリング・デザイン能力」を身に着けることが、この授業の目標でした。（エンジニアリング・デザイン能力とは、種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力（企画能力+実行能力）です。）

(1) 今回のPBLで、様々な課題解決へのアプローチ方法が理解できましたか？

①理解できた ②少し理解できた ③あまり理解できなかった ④その他（ ）

(2) 今回のPBLで、企画を立案しまとめる能力が向上したと感じますか？

①向上したと思う ②少し向上したと思う ③あまり向上してない ④よくわからない

⑤その他（ ）

(3) 「エンジニアリング・デザイン能力」を向上させるためには今後、どのような知識・スキルが重要だと思いますか。（複数回答可、3つぐらいまで）

①専門知識 ②教養知識 ③情報技術（IT）を扱う能力 ④コミュニケーション能力

⑤リーダーシップ ⑥英語・英会話 ⑦その他（ ）

3. 今回のPBLによるグループ学習に関して改善点などがあれば提案してください。

3. 授業及び成績評価の実施経過

3-1 実施経緯

2016年12月2日（金）から、2017年2月3日（金）までの期間、科目「技術者倫理」において週1コマ（90分）合計7コマを用いてPBLを実施した。各回の流れは、以下のよう
に5クラスともほぼ同じであった。クラスによっては中間発表を実施したクラスもあった。最終の回において、5
クラスとも、全ての班が発表を行うことができた。

①第9回（12月2日）

課題の提示、検討の条件を説明、班の学生同士でアイズプレーキングを実施した。さらにアイデアを出す方法として、ブレインストーミング、KJ法などを具体的な事例を解説した。その後、班の学生同士で、ブレインストーミング等の実施をした。さらに各班内での役割分担を決め、班長を決めた。ノートパソコンの取扱注意などをした後、残った時間はフリーディスカッションの時間とした。

②第10回（12月9日）～第13回（1月20日）

引き続き班内でブレインストーミング、KJ法等の実践をしつつ、フリーディスカッションの時間とした（図1）。各班の具体的なテーマの決定を行った。また、クラスによっては中間発表を実施した。



図1. ブレインストーミングとKJ法によるアイデアの検討の様子（教員εクラス）

Fig. 1. A snapshot of a class that was discussing ideas using brainstorming and KJ method (teacher ε class)

③第14回（1月27日）

発表用のパワーポイントの作成、班内でのディスカッションの作業時間とし、各班の発表スライドの作成状況を教員が最終的な確認をした。評価票の配布、記入、提出などを合わせて実施した。

④第15回（2月3日）

各班10分程度で発表を実施した。教員、聞いている班の代表が評価票Cにより発表を評価した。図2は発表の様子である。



図2. 学生による発表の様子（教員αクラス）

Fig. 2. A snapshot of presentation (teacher α class)

3-2 各クラスのテーマ設定

各クラスのテーマ設定を以下にまとめる。教員によりテーマの設定の範囲に多様性があり、教員αのように具体的な数値を計算させるテーマ設定もあれば、教員εのように、キーワードを示し、幅広くアイデアを提出させるものなどがある。これはPBL実施の1年目であり、有効なテーマ設定の方法を検討するという視点もあり、各クラスで多様なテーマ選定の実施となった。

(1) 教員αクラス

①課題設定

「下関漁港」の概要を調べ、下関漁港に自然エネルギー（分散エネルギー）設備を導入した場合、エネルギーコストやCO₂をどの程度、低減できるかを明らかにする。

- ・対象地区：下関漁港（本港，南風泊分港），南風泊水産団地
- ・自然エネルギー（分散エネルギー）の選択肢
 - ①太陽光発電，太陽熱発電，②風力発電，
 - ③潮流発電，水力発電 ④バイオマス発電
 - ⑤燃料電池

②課題設定のねらい

- ・再生可能エネルギーについては、どの学科の学生にとっても知っていることが望ましいものであると考え、テーマ設定をした。
- ・また、具体的な数値を出すということを課題で要求することで、漠然としたアイデアの提示ではなく、より詳細な検討が必要な状況を設定した。

(2) 教員βクラス

①課題設定

「山口県における漁業」の概要を調べ、持続的な漁業生産を継続しようとした場合、現在の問題点、解決策、将来展望を明らかにする。

- ・対象地区：山口県
- ・持続的な漁業生産に向けての選択肢
 - ①漁業者の年齢，②生産量，③生産額，
 - ④漁業者数の推移，⑤後継者，
 - ⑥主漁獲対象種

②課題設定のねらい

- ・日本における食料の自給率へ直接に関わる国内の漁業生産については、どの学科の学生にとつ

でも知っていることが望ましいものであると考え、水大校の位置する山口県を対象にテーマ設定をした。

(3) 教員 γ クラス

① 課題設定

「食品」だけでなく「食」に関わる問題まで範囲を広げたテーマ選定を指示した。

「食品」という物ではなく、「食」に関わる法令や食文化まで広範囲で考えさせた。

ディスカッション能力の向上を踏まえ、テーマ内容が重複する班が無いようにした。

② 課題設定のねらい

- ・「食」は生きていくために不可欠であるが、当たり前過ぎて問題意識が欠落しやすい。

このような日常の問題点に取り組むことで、問題発見能力を育成する。

- ・学科間の知識の偏りが影響しないよう配慮した。

(4) 教員 δ クラス

① 課題設定

下関の特産種である「トラフグ」について調べ、下関で養殖生産する方法を検討する。

- ・対象地区：下関市内

② 課題設定のねらい

- ・下関のトラフグ事情については、どの学科の学生にとっても知っていることが望ましいものであると考え、テーマ設定をした。

- ・また、具体的な養殖方法、販売方法、ランニングコストなどを提案・考察させることで、漠然としたアイデアの提示ではなく、より詳細な検討が必要な状況を設定した。

(5) 教員 ε クラス

① 課題設定

テーマ：「安倍総理にスタバであつたら何を提案する？」

キーワード：下関、門司、一年住んで、いいマチ、いい暮らし、祭り、連携

達成目標：下関市の税収を増やす

② 課題設定のねらい

エレベータートーキングの手法を応用し、具体的な課題を設定せずに班ごとにキーワードと達成目標をもとにテーマを決めさせた。意図として、学生間の合意形成スキルの向上および、短時間で

相手に予算を出す気にさせるプレゼンテーション能力の向上を図った。

4. 教育効果の分析

4-1 成績評価の概況

科目「技術者倫理」の成績評価結果を表1に示す。前半の技術者倫理の知識に関する部分（50点満点）と、後半のPBLに関する成績（50点）、これらを単純合計した100点満点での成績分布を示す。総合評価の結果、68%の学生が80点以上（「優」評価）となったが、PBL部分においては、40点以上は56%にとどまっている。前半の知識に関するテストでは40点以上が71%であることを考えると、PBLで30点台の学生でも、前半の成績がよくて、総合80点を超える学生が多くいたことがわかる。

表1 成績の分布状況

Table 1. Distribution of score

Evaluation of the first half of class

Score	Number of student	Constituent ratio
40 or more	148	71%
35-39	40	19%
30-34	10	5%
Less than 30	4	2%
Lack of attendance	7	3%
Total	209	100%

Evaluation of the second half of class (PBL)

Score	Number of student	Constituent ratio
40 or more	118	56%
35-39	61	29%
30-34	20	10%
Less than 30	3	1%
Lack of attendance	7	3%
Total	209	100%

Overall evaluation

Score	Number of student	Constituent ratio
80 or more	143	68%
70-79	53	25%
60-69	6	3%
Less than 60	0	0%
Lack of attendance	7	3%
Total	209	100%

Total is not 100% because the data are rounded to integers.

4-2 ルブリック評価結果の分析

(1) 教員評価と学生評価の相関

図3に教員による学生個人評価と、学生の自己評価の関係を示す。教員による学生ごとの評価（評価票B）による点数が大きくなるにつれ、学生の自己評価（評価票D）の点数も増加傾向にあることがわかる。自己評価の高い学生は、教員による評価も高い傾向があり、これにより評価票による得点化が妥当であると考えられる。また自己評価点15点に対して、教員点が8点をつけているところに学生数のピークがあり、学生の中では自己評価を高くつける傾向が読み取れる。

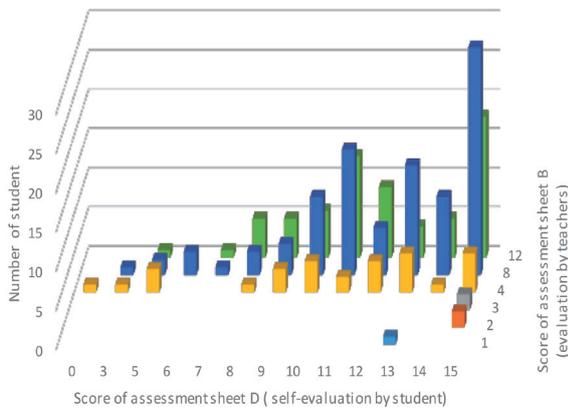


図3. 教員による学生個人評価と学生の自己評価の相関
Fig. 3. Correlation between individual evaluation by teachers and self-evaluation by students

(2) 学生の自己評価と学生相互評価の相関

図4に班のメンバーによる各学生の評価と、学生の自己評価の関係を示す。図3と同様に、班のメンバーによる各学生の評価（評価票E）による点数が大きくなるにつれ、学生の自己評価（評価票D）の点数も増加傾向にあることがわかる。自己評価の高い学生は、班内の他のメンバーによる評価も高い傾向があり、評価票による得点化が妥当であると考えられる。また評価票E（メンバー評価）では最高点の15点がつけられている比率が高くなっている。これは学生が他メンバーの評価を高くつける傾向があると読み取れる。評価票Eの配布、回収においてはこの評価票が表に見えないように配慮して配布したが、学生にとっては、顔を合わせているメンバーの評価を厳しくしづらいという心理が働いたものと考えられる。

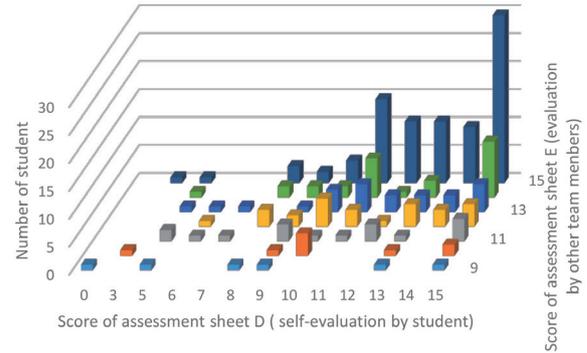


図4. 班メンバーによる学生個人評価と学生の自己評価の相関
Fig. 4. Correlation between individual evaluation by other team members and self-evaluation by students

(3) 発表に関する評価

図5に教員による発表の評価と、学生による発表評価の関係を示す。相関はそれほど高くないが、教員による評価と学生による評価には相関がみられることから、発表に対する評価も妥当に行われていたと考えられる。また、学生による評価は、評点の幅が少ないことが分かり、これが相関を低くしている原因である。ここには同じ学生同士で評価することへの遠慮が含まれていると考えられる。

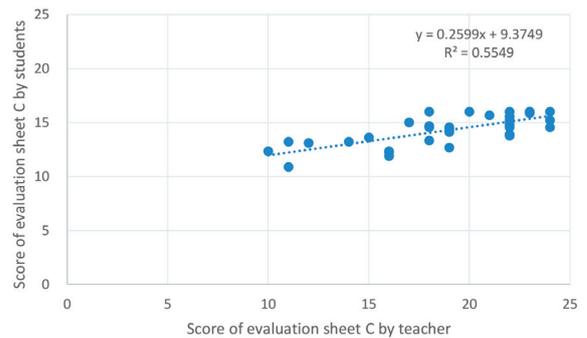


図5. 教員による発表の評価と学生による発表評価の相関
Fig. 5. Correlation between presentation score by teacher and by students

図6に教員による班の評価（評価票A）と、発表の評価（評価票Cの教員と学生の評価値の平均）の関係を示す。両者の間には相関がみられないことがわかる。班の取り組み状態の評価と発表の出来具合の評価には大きな相関がないことがわかる。これは、発表評価が、発表者の発表技巧などに左右される点などが考えられる。図6の相関図については、学生のみの評価票Cの得点を用いても、教員のみ

の点数を用いても、評価票Aとは明確な相関が得られなかった。



図6. 教員による班の評価（評価票A）と発表の評価（評価票C）の相関

Fig. 6. Correlation between performance score of team by teacher and presentation score by teacher and students

4-3 授業アンケート結果分析

授業アンケート結果は、有効回答数が177件であった。このうち、PBLを初めて経験した学生は67%であり、全体の2/3であることが分かった。既にPBLを体験している学生について、どこで経験したかについては、小学校、中学校、高校と分散し、明確な傾向は見られなかった。

班の人数構成については、87%の学生が「ちょうどよい」と回答しており、1班6名というのが、おおむね妥当な構成であったと考えられる（図7）。

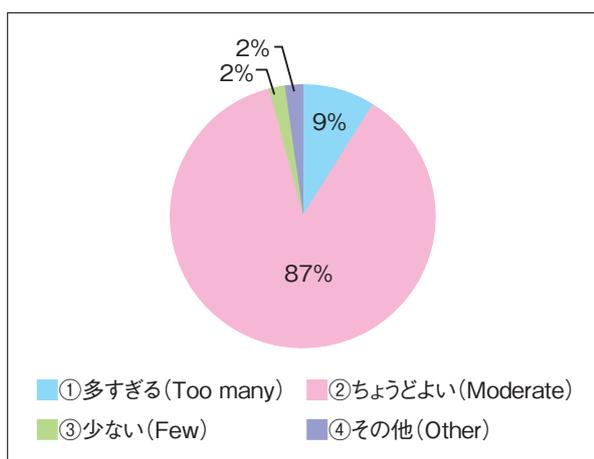


図7. 班構成に関するアンケート調査結果
Fig. 7. Questionnaire survey on team size

図8に示す学習形式についてのアンケート結果では、「有意義」、「どちらかというと有意義」と回答した学生が67%となり、約3/2の学生が、PBL形式でのアクティブ・ラー

ニングを肯定的にとらえていることが分かった。一方で、残りの1/3の学生に対しても有効性が伝わるような工夫をしていくことが必要であると考えられる。

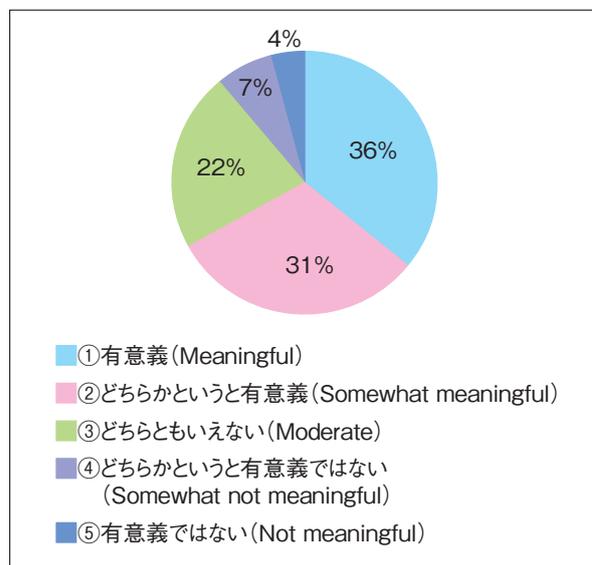


図8. 学習形式についてのアンケート調査結果
Fig. 8. Questionnaire survey on leaning style

図9に示すように課題解決のアプローチ方法が理解できたかという点については、91%とほとんどの学生が、理解が進んだと回答している。ブレインストーミングなどの利用による課題解決方策の導出などについて、一定の理解が得られ、今後実社会でも役に立つのではないかと考えられる。

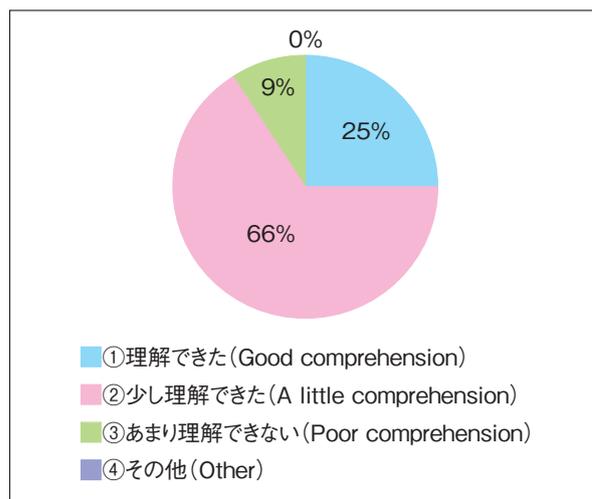


図9. 課題解決のアプローチ方法の理解度についてのアンケート調査結果
Fig. 9. Questionnaire survey on understanding of problem solving method

図10に企画立案能力についての向上についての設問では、「向上」、「少し向上」と回答した学生が75%と回答し

ている。7コマだけのグループ学習だけでは、企画提案力の向上は限定的であるが、企画立案能力についての意識が高まったと考えられる。



図10. 企画立案能力の向上の自覚についてのアンケート調査結果

Fig. 10. Questionnaire survey on awareness of improvement of engineering design abilities

図11に今後必要なスキルを学生がどのように意識しているのかを確認するために設問を設定した。コミュニケーション能力が最も高く、社会からの要請とも合致している分布になっていると考えられる。

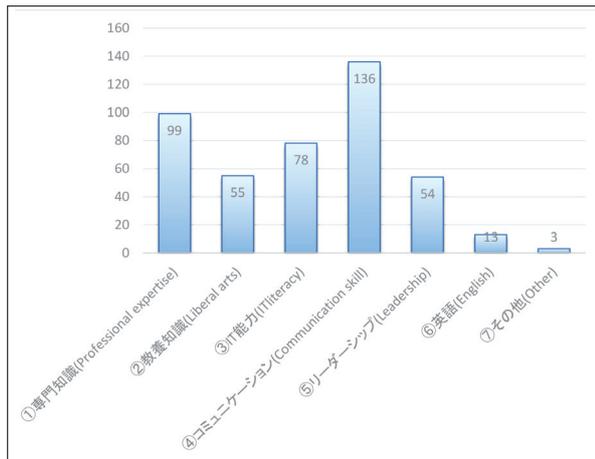


図11. 今後必要な知識・スキルについてのアンケート調査結果 (回答数)

Fig. 11. Questionnaire survey on knowledge and skills necessary in the future

4-4 総合的な考察

今回のPBLにおいて用いたルブリック票において、学生

自身による自己評価は、教員による個人評価や、班のメンバーからの評価と概ね相関がある結果が得られており、積極的に取り組んでいる学生を有効に評価できていると考えられる。また、アンケート結果からも多くの学生が、PBLを肯定的にとらえていることがわかり、エンジニアリング・デザイン能力の向上に寄与できていると考えられる。

一方で、ルブリック票が機能していると仮定すると、教員評価も自己評価も低い学生が一定数みられ、これらはグループ作業にうまく参加できない学生であると考えられる。またこのような学生がいるため、アンケート調査において、PBLを有意義に感じない学生が一定比率いる結果につながっていると考えられる。このような学生への対処方法について、他の教育機関の事例なども調査して、さらに検討、改善していく必要がある。

このように、ルブリック票とアンケート調査結果を連携してみていくことで、PBLの有効性をある程度みていくことができると考えられ、今後のルブリック評価、アンケート調査の継続をしていくことが必要である。

5. まとめ

PBLの実施やルブリック評価の導入については、初めての取り組みであったが、5クラスとも大きな混乱はなく、完了できたと考えられる。クラスによっては、テーマの設定において具体的な数値の算定まで要求をしたため、学生がどこまで対応できるかが分からなかったが、7班とも数字の提示まで可能であった。一方で、課題を広く設定したクラスにおいても、発表のイメージが湧かない者も当初はみられたが、最終的には班としてとりまとめ発表することができた。

今回のPBLでは、具体的に解決すべき内容より、解決に至るまでの思考ならびに合意形成の過程を方法論として学ばせることを主眼に置いた。これはエンジニアリング・デザイン能力の養成という観点からも妥当であると考えられ、問題を提起し、解決を行う技能の習得を目指した。学生の積極的な姿勢や、発表の優劣などについては、ルブリック票で評価できる一方で、エンジニアリング・デザイン能力の向上に関しては、一元的な到達度の判定が困難である。

また、アンケート調査の中では、「テーマにもっと自由度があったほうがよい」という提案や、「テーマに関する知識が乏しく、時間が短いため、話し合いが進みにくかった」との意見があったが、仕事上では、時間の制約の中、

あまり知識がない課題にも取り組まなければならない状況も頻繁に起こり得るため、今回の課題設定は職業人としての能力向上に有効であったのではないかと考えている。さらにアンケートの中では、「必修科目であるにも関わらず日により欠席者が多い班はディスカッションが進まない」という意見や、「結果として、役割が明確に決められなかった」との意見もあった。今回の授業で明らかになった課題は、次年度以降に改善や工夫をしていきたいと考えている。また今後は、本科目のみではなく、他の科目においてもアクティブ・ラーニングの手法を取り入れ、カリキュラム体系の中で、デザイン能力の一層の向上を図っていく必要があると考えられる。

謝 辞

PBLの実施に当たり、ノートパソコンや通信環境など教育環境の整備に関して、ご尽力いただきました水産大学学校長、学生部長、教務課長並びに教務関連職員の方に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 中央教育審議会： 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）、文部科学省（2012）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm
（参照日2017年6月18日）
- 2) 小川 賀代，小村 道昭編著：大学力を高めるeポートフォリオエビデンスに基づく教育の質保証をめざして，東京電機大学出版局（2012）
- 3) Stevens, D. & Levi, Antonia J.著，佐藤 浩章 監訳，井上 敏憲，俣野 秀典訳：大学教員のためのルブリック評価入門，玉川大学出版部（2014）：Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning, Stylus Publishing (2013).
- 4) 市坪 誠編著，油谷 英明，小林 淳哉，下郡 啓夫，本江 哲行著：授業力アップ アクティブ・ラーニンググループ学習・ICT活用・PBL，実教出版，87-107（2016）
- 5) 岩崎 千晶編著：大学生の学びを育む学習環境のデザイン—新しいパラダイムが拓くアクティブ・ラーニングへの挑戦，関西大学出版部（2014）
- 6) 松下 佳代，京都大学高等教育研究開発推進センター編著：ディープ・アクティブラーニング—大学授業を深化させるために，勁草書房（2015）
- 7) 溝上 慎一著：アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換，東信堂（2014）
- 8) 溝上 慎一監修，亀倉 正彦著：失敗事例から学ぶ大学でのアクティブラーニング，東信堂（2016）

付録 ルブリック評価票

評価票A 教員による各班の状況の評価

(班全体の取り組み状況の様子)

18点満点

	より高い目標レベル(3点)	目標レベル(2点)	最低限レベル(1点)	初歩的段階(0点)
①議論の活発度	<input type="checkbox"/> メンバー全員が積極的に発言をして、建設的な議論ができています。	<input type="checkbox"/> メンバー全員が発現し、議論に参加している。	<input type="checkbox"/> メンバーのほとんどが議論に参加しているが、一部のメンバーは発言や議論への参加が乏しい。	<input type="checkbox"/> 議論が乏しい。一部のメンバーしか発言しない。
②班内の役割分担	<input type="checkbox"/> 班内の役割分担が有効に機能し、相互に役割の補完ができています。	<input type="checkbox"/> 班内の役割分担が有効に機能している。	<input type="checkbox"/> 班内の役割分担が有効に機能しているが、運営上の問題点も見られる。	<input type="checkbox"/> 班内の役割分担がうまく機能していない。
③スケジュールの管理	<input type="checkbox"/> 班内でスケジュール管理が機能し、予定通りに作業が進んでいる。	<input type="checkbox"/> 班内でスケジュール管理が機能している。	<input type="checkbox"/> 班内でスケジュール管理が機能しているが、やや遅れている。	<input type="checkbox"/> 班内でスケジュール管理がうまくできておらず、遅れが生じている。
④教員への報告、質問など	<input type="checkbox"/> 教員への報告が適切に行われるとともに、積極的な質問、議論が行われている。	<input type="checkbox"/> 教員への報告が適切に行われるとともに、質問、議論が行われている。	<input type="checkbox"/> 教員への最低限の報告が行われるとともに、質問、議論が行われている。	<input type="checkbox"/> 教員への報告があまりない。質問や議論が乏しい。
⑤班の行動	<input type="checkbox"/> 机の移動、準備、片づけが定刻前に適切に行われている。	<input type="checkbox"/> 机の移動、準備、片づけが定刻どおりに適切に行われている。	<input type="checkbox"/> 机の移動、準備、片づけが適切に行われている。	<input type="checkbox"/> 机の移動、準備、片づけが遅くなかなか進まない。
	<input type="checkbox"/> パソコンの準備、片づけが定刻前に適切に行われている。	<input type="checkbox"/> パソコンの準備、片づけが定刻どおりに適切に行われている。	<input type="checkbox"/> パソコンの準備、片づけが適切に行われている。	<input type="checkbox"/> パソコンの準備、片づけが遅くなかなか進まない。

評価票B 教員による各学生の状況の評価

(班ごとに各学生の様子を評価する)

各学生3点満点×係数4

メンバー氏名	より高い目標レベル(3点)	目標レベル(2点)	最低限レベル(1点)	初歩的段階(0点)	点数×4
学生番号 _____ 氏名 _____	<input type="checkbox"/> 積極的に議論や作業を行い、与えられた役割を十分にこなすとともに、班全体のパフォーマンスの向上に貢献した。	<input type="checkbox"/> 議論や作業に参加し、与えられた役割に対して、十分な結果を出していた。	<input type="checkbox"/> 議論や作業への関与が少ない。与えられた役割を最低限しかこなしていないようだった。	<input type="checkbox"/> ほとんど議論に参加していない。与えられた役割の一部しかこなしていないようだった。	
(以下、人数分だけ同じ項目の繰り返し)					

評価票C 教員・学生による各班の発表の評価

(班ごとの評価)

24点満点

	より高い目標レベル(3点)	目標レベル(2点)	最低限レベル(1点)	初歩的段階(0点)
①発表資料の内容(情報)	<input type="checkbox"/> テーマに対して十分に理解したうえで、必要十分な情報が盛り込まれている。	<input type="checkbox"/> テーマに対して適切な情報が盛り込まれている。	<input type="checkbox"/> テーマに対して理解が不足していると思える部分がある。また、情報も足りない部分がある。	<input type="checkbox"/> テーマに対して理解がなされていない、誤解もある。
②発表の構成	<input type="checkbox"/> 情報は、論理的かつ興味を引く順序で提示され、聴衆は容易に内容を理解することができる。	<input type="checkbox"/> 情報は、論理的に構成されているが、少し退屈である。	<input type="checkbox"/> 情報の順序に飛躍があり、内容が理解しづらい部分がある。	<input type="checkbox"/> 論理的な構成になっておらず、内容が理解できない。
③図表等の利用	<input type="checkbox"/> 発表内容の理解のために図表を効果的に用いている。	<input type="checkbox"/> 発表内容の理解のために図表を用いている。	<input type="checkbox"/> 図表を用いていないため、分かりづらい部分がある。	<input type="checkbox"/> 図表をほとんど用いていない。
	<input type="checkbox"/> 図表が分かりやすい。	<input type="checkbox"/> 図表が分からない部分がある。	<input type="checkbox"/> 図表が適切につくられていない。	<input type="checkbox"/> 図表がまったく理解できない。
④質問への回答	<input type="checkbox"/> 質問内容に対して、的確な正確な回答をすることができた。	<input type="checkbox"/> 質問に対して、最低限の回答ができた。	<input type="checkbox"/> 質問に対して、回答できないものがあった。	<input type="checkbox"/> 質問に対して、ほとんど回答ができなかった。
⑤話し方など	<input type="checkbox"/> 明瞭で、正確かつ的確な話し方であり、聴衆をひきつけた。	<input type="checkbox"/> はっきりと話し、正確な話し方である。	<input type="checkbox"/> 話し方に不明瞭な部分や、理解できない説明の仕方がある。	<input type="checkbox"/> 発表内容の多くが理解できない。
	<input type="checkbox"/> 声量は大きく楽に聞き取れる。	<input type="checkbox"/> 声量は十分である。	<input type="checkbox"/> 声量は小さく、聞き取れない部分がある。	<input type="checkbox"/> 声量や発音に多くの問題がある。
	<input type="checkbox"/> 容易に理解できる速度である。	<input type="checkbox"/> 理解できる速度である。	<input type="checkbox"/> 早すぎて理解できない。	<input type="checkbox"/> 何らかの問題で理解できない。

評価票D 学生の自己評価

①～の項目に対して、自分自身を評価し、該当するものを一つ選んでチェックし、点数を合計する。

に✓を記入する。

	より高い目標レベル(3点)	目標レベル(2点)	最低限レベル(1点)	初歩的段階(0点)
①班の役割	<input type="checkbox"/> 与えられた役割を十分にこなすとともに、班全体のパフォーマンスの向上に貢献できた。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割に対して、十分な結果を出すことができた。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割を最低限こなすことができた。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割の一部しかこなすことができなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。
②テーマの議論と決定	<input type="checkbox"/> テーマを決定する議論に積極的に参加し、議論をリードし、自分の意見が反映されたテーマを決定できた。	<input type="checkbox"/> テーマを決定する議論に積極的に参加できた。	<input type="checkbox"/> テーマを決定する議論において、いくつかの意見を述べた。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。	<input type="checkbox"/> テーマを決定する議論において、あまり発言ができなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。
③情報収集について	<input type="checkbox"/> テーマに関して、積極的に情報を集め、班の発表内容の主要な部分の構築に貢献できた。	<input type="checkbox"/> テーマに関して、積極的に情報を集め、班の発表内容の作成に貢献できた。	<input type="checkbox"/> テーマに関して、情報を集めたが、発表内容へは貢献できなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。	<input type="checkbox"/> テーマに関して、情報を集めて、提供することができなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。
④発表内容のとりまとめ	<input type="checkbox"/> 発表内容のとりまとめにおいて、積極的に参加し、発表物内容の作成に関与し、質の向上に貢献できた。	<input type="checkbox"/> 発表内容のとりまとめにおいて、積極的に参加し、発表物内容の作成を行った。	<input type="checkbox"/> 発表内容の作成に関与した。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。	<input type="checkbox"/> 発表内容のとりまとめにおいて、内容に関与できなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。
⑤成果発表	<input type="checkbox"/> テーマに関して、発表者を務め、質疑応答にも適切な対応をすることができた。	<input type="checkbox"/> テーマに関して、発表に貢献し、質疑応答にも適切な対応をすることができた。	<input type="checkbox"/> テーマに関して、発表者や質疑応答に対して、サポートを行った。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。	<input type="checkbox"/> テーマの発表において、貢献することができなかった。 ※原因や反省点を欄外に記入しよう。

合計点数 点 (15点満点)

それぞれの項目について、うまくできなかった原因や反省ポイントとまとめよう。

(各項目においてレベルを上げるには今後どのような学習や能力の向上が必要ですか?)

① 班の役割

--

② テーマの議論と決定

--

③ 情報収集について

--

④ 発表内容のとりまとめ

--

⑤ 成果発表

--

評価票 E 自分の班の他のメンバーはそれぞれの役割をどのように取り組んでいましたか

メンバー氏名	より高い目標レベル (3点)	目標レベル (2点)	最低限レベル (1点)	初歩的段階 (0点)	点数
学生番号 _____ 氏名 _____	<input type="checkbox"/> 与えられた役割を十分にこなすとともに、班全体のパフォーマンスの向上に貢献した。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割に対して、十分な結果を出していた。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割を最低限こなしていた。	<input type="checkbox"/> 与えられた役割の一部しかこなしていないようだった。	
(以下、人数分だけ同じ項目の繰り返し)					