

KH Coder を用いた PBL 授業自由記述式感想文の計量テキスト分析 (機械工学科 PBL 授業改善の取り組み)

Quantitative Text Analysis of PBL Lesson Free-form Questionnaires

By Using KH Coder

(Educational Approach for Improving PBL Lesson done at the Department Mechanical Engineering)

内野 泰伸¹⁾ 亀谷 恭子¹⁾ 六人部 隆夫¹⁾ 近藤 雄基¹⁾
吉田 一郎¹⁾ 相原 建人¹⁾ 平野 元久¹⁾

Yasunobu Uchio, Kyoko Kameya, Takao Mutobe, Yuki Kondo,
Ichiro Yoshida, Tatsuhito Aihara, and Motohisa Hirano

¹⁾ 法政大学理工学部機械工学科

This article discusses the quantitative text analysis, i.e., text mining of the PBL lesson free-form questionnaires by using KH Coder in order to examine the educational effects of the lesson done at Department of Mechanical Engineering. To do this end, we have conducted a statistical analysis of the texts written in the student questionnaires for PBL lessons that were conducted in two semesters in 2017 and 2018. It has been discussed whether this lesson project has been effective for attaining the class goals to acquire the fundamental academic ability that can tackle the project solution.

Keywords : KH coder, Quantitative text analysis, Text mining, Project/Problem-Based Learning

1. はじめに

学部教育では教員と学生との対面授業を通して、限られた時間・期間内に幅広い分野の内容を効率良く教育することに主眼を置く従来型の授業が一般に多く実施されている。かつて、ひとにぎりの学生が大学で学んでいた遠い昔、このような集団講義による知識伝達は国策として効率的であった。一方、最近の教育研究では、教育改革モデルの革新が望まれており、アクティブ・ラーニングを活用した教育・学習方法の開発研究の試みが産学官連携の下、多くの教育機関で実施されるようになった。中央教育審議会答申 [1] (2016年12月)においても探求の過程を通じた学習活動を行うよう指導の改善を図る必

要があると提言されている。このような背景下、「問題解決型の学習を取り入れた高大接続カリキュラムの在り方」に関する教育研究の報告もある [2]。本来、大学教育は知識の獲得に加えて、学問の成り立ちや学問間の関連性を俯瞰して理解させ、課題解決に自主的・自立的に立ち向かえる人材育成を目指すべきと考える。日本学術会議の取り組みの一つとして、機械工学分野教育質保証のためのカリキュラム編成参照基準が提案されている [3]。この提案では、次世代技術者・研究者の育成の考え方が議論され、流動的社会の変容を鑑みると、これからは社会性・市民性・専門性を兼ね備えた機械工学技術者の育成が重要課題とされている。また、機械工学の勉学を通じて獲得される具体的能力には基本的な共通性が

あると指摘されている。それらの基本的能力は、機械工学の体系的知識を踏まえた論理的な問題設定能力、機械工学の体系的知識に基づく分析的な問題解決能力、機械工学の体系的知識に基づいた類推による他分野の理解能力と個々の知識を応用・総合し制約条件の下で所定の機能を実現する能力、そして機械工学の体系的知識を踏まえた論理的でごまかしのない明快な説明能力であると示されている [3]。

2017年度より機械工学科 PBL 授業では、教職員からなる PBL ワーキンググループ (PBL WG) を立ち上げ、機械工学専修の 13 研究室が共通の課題解決に取り組むこととした。また、各研究室代表のリーダー学生と PBL WG からなるリーダー会議において課題の具体的内容や評価法の詳細を決定し、授業の代表的成果を学科全体で評価するコンテストを最終回授業で行い、受講学生にはコンテスト終了後自由記述式の感想文の提出を義務付けている。

筆者らは、機械工学科 PBL 授業の改善に向けての足掛かりをつかむことを目的として、自由記述式感想文の計量テキスト分析を行い、分析結果から PBL 授業改善に必要な項目の抽出を試みた。感想文の計量テキスト分析を行うには、感想文のテキストデータを一定の書式に整えることにより、R・SAS・SPSS といった汎用の統計ソフトの利用が可能になる。しかしながら、非定型データを整形するためのソフトウェアは用意されていないことが多いため [4]、筆者らは計量テキスト分析を平易な操作で実践できるフリーウェアである KH Coder を利用することとした。

本報告では、2018 年度に実施した PBL 授業の成果を振り返るにあたり、3 年計画の中間評価として、後述する成績評価項目に記載した自由記述式の授業体験感想文の計量テキスト分析が、授業目標の達成度評価に有効かどうかについて議論する。

2. 理工学部機械工学科における PBL 授業

法政大学理工学部機械工学科は、現行カリキュラムの PBL 授業を活用し、「自己学習を習慣化する」ことを PBL 授業目標として掲げ、昨年度 2017 年度より、自動車等移動体の設計・製作の課題研究を、学部学科 3 年生受講者約 100 名を対象とし、全専任教員を担当教員として実施してきた。実施方法として、学生の学習意欲創出も意図し、「人を乗せて走る自動車開発の設計・製作」を学科統一テーマとして取り上げ、授業改善の教育研究の目標として、教職員・

TA・学生間の双方向教育 (アクティブ・ラーニング) の実現と有効性検証を掲げ、この試みを 3 年計画として始めた。本 PBL 授業は 3 年次秋学期に開講され、2018 年度 3 年生受講者数は 96 名であった。2017 年度の受講者数は 132 名であった。さらに、毎年春学期末に機械専修 13 研究室に配属される各研究室の 3 年生 7～10 名からなる研究室 PBL チームを編成した。各チームには 2 名の TA を配置し、各教員と教務職員が各研究室チームを助言・指導する体制を構成した。2018 年度の授業計画では、「いろいろなエネルギー源で走る自動車開発プロジェクト」と題した全研究室統一テーマを設定し (2017 年度テーマは「乾電池プロジェクト: 人が乗って走る自動車を作る」)、週 2 コマ 14 週の授業計画の枠組みの中で、企画設計、機械設計、自動車製作、実験、改良設計・製作の開発工程を体験する課題研究を実施した。課題研究の工程管理・確認を目的として、適宜、計 3 回のガイダンス・進捗報告全体授業を実施し、最終週の第 14 回講義では成果発表と製作した自動車のデモ走行会コンテストを実施し、成績評価の一項目として開発車の性能ランキングを学生・TA・教員が一体となって決定した。

成績の総合評価については、法政大学教育開発支援機構 FD 推進センター作成の「ゼミ等活動を対象とした学生向けループリック」を機械工学分野にアレンジして学生に事前に提示し活用した。

本授業の教育効果のねらいとして、学生に備えて欲しい基盤能力 (100%) を項目別に、

- (1) 考える力 (総合力・判断力) の要素として、
 - ① 課題発見力 (10%)
 - ② 創造的思考力 (20%)
 - ③ 論理的思考力 (15%)
- (2) 伝える力 (コミュニケーション力) の要素として、
 - ④ 発信力 (12%)
 - ⑤ 傾聴力 (8%)
 - ⑥ 状況把握力 (5%)
- (3) 進める力 (自立力・行動力) の要素として、
 - ⑦ 実行力 (15%)
 - ⑧ 計画力 (7%)
 - ⑨ 管理力 (8%)

とした。ここで、上記 () 内の数字は学生が備えるべき基盤能力 100 % の内訳を示す。

受講者に示した成績評価項目は、

- (1) グループワーク記録
- (2) 全体授業でのチームプレゼンテーション
- (3) 機械設計の達成度・オリジナリティ (車体

の軽量化と工業デザイン性)

- (4) タイムトライアル (申告値と実測値の差)
競技会とポスター発表
- (5) 授業体験感想文 (受講者全員)

とした。

このようにして、機械工学科の PBL 授業は、研究室チームとして学科統一テーマの課題研究に取り組み、チームのグループワークを通して課題達成を目指す「自立思考育成を目指した機械工学教育の新しい試み」を 2017 年度から開始した。

3. デジタルデータ化

自由記述式感想文の計量テキスト分析を行うために、手書きで書かれた感想文をテキストデータに変換する必要がある。当初、光学文字認識 OCR (Optical Character Recognition) によるテキストデータ化を試みたが、スキャン画像からの手書き文字の認識率は低かった。OCR を用いてテキストデータ化する場合、感想文アンケート用紙のフォーマットを OCR 用にカスタマイズして作成する必要があると考えられる。

そこで、筆者らは手書き文字を読み上げた音声をテキストデータに変換するアプリケーションソフト Speechnotes [5] を利用することとした。Speechnotes は Google のハイエンド音声認識エンジンに基づいて設計された Web アプリケーションであり、Web ブラウザ上で動作するだけでなく、携帯端末用に開発されたアプリケーションでの利用も可能である。このような音声タイピングの利用により文字列のテキストデータ化を入力者のタイピング能力に依らずに短時間で実行できた。

4. KH Coder

KH Coder [6] は、樋口によって開発された計量テキスト分析 (テキストマイニング) 用フリーウェアである。今回利用した Windows 版のパッケージ (使用バージョン: 3.Alpha.15g [Perl 5.14.2, Perl/Tk804.03]) には、いずれもフリーウェアである形態素解析システム「茶筌」[7]、データベース MySQL、汎用統計ソフト「R」などが同封されており、計量テキスト分析に必要な形態素解析機能、データベース機能、分析機能が実現されている。KH Coder では計算の実行はほとんど行われず、KH Coder は「R」のコードを生成し、そのコードを「R」に転送してコードを実行することにより分析結果を

作成している。

日本語文章から単語を切り出すよく知られたソフトウェアとして、「茶筌」や「案山子」が知られているが、デフォルトのまま専門用語の抽出に使う場合には注意が必要である。一つには、デフォルトのそれらのソフトウェアは複合語に対応していないことである。専門用語の多くは、単語を組み合わせる複雑な概念を表すことが多い。特に「茶筌」の場合、単語を品詞単位で細かく分割するため、デフォルトのまま使用するには問題があるといわれている。そこで、KH Coder で計量テキスト分析を行うための前処理として、必要な複合語の検出を可能とするために、TermExtract と「茶筌」を併用することとした。

5. 分析方法

本研究では 2017 年度と 2018 年度の PBL 授業での自由記述式感想文の文章を上述の方法によってデジタルデータ化し、そのテキストデータを用いて以下に述べる方法に従って KH Coder を用いた自由記述式感想文の計量テキスト分析を行った。

5.1 前処理

はじめに、テキストデータ化したファイルを、KH Coder で処理できるよう HTML マーキングを施した。この方法によれば、CSV・Excel 形式のファイル表現に比べて、より複雑な意味の階層構造を表現することが可能になる。KH Coder では、<H1> から <H5> までの 5 種類のタグが使用可能であり、<H1> を実施年度 (2017・2018 年度)、<H2> を研究室 (13 研究室)、<H3> を学籍番号 (2018 年 90 名分・2017 年度 128 名分) としてタグ付けした。これにより外部変数と同様の扱いで分析が可能となる。このような前処理の結果、総抽出語数 (使用): 61940 (26205)、異なり語数 (使用): 3763 (3259) となり、文章の単純集計は、文: 2142、段落: 1896 であった。

つぎに、TermExtract を用いて複合語や専門用語の抽出を行った。ここで、複合語について問題となるのは次のような場合である。例えば「利用者」という単語が、「利用」と「者」の 2 語に細かく切り分られて抽出された場合、切り分けが細かくなりすぎて「利用者」の意味を抽出できなくなる場合がある。比較のため、もう一つの「茶筌」を用いて複合語や専門用語の抽出を行ったが、その結果は TermExtract の結果と特別な差異は見られなかった。そこで、複合語や専門用語のみならず、大学独自の表現・用語 (例えば、研究室名を「指導教員の名前

+研究室」とする表現)を登録した独自の辞書を作成・登録した。こうして作成した辞書の用語登録数は168語となった。この辞書を用いて「強制抽出」(辞書に基づく抽出)を予め行って前処理を行ったところ、総抽出語数(使用):60872(26060)、異なり語数(使用):3899(3397)となった。さらに2018年度のテキストデータの<H2>タグをデモ走行会コンテンツの順位とし、同様の手順で前処理を行ったところ総抽出語数(使用):24139(10441)、異なり語数(使用):2569(2191)となった。

5.2 抽出語の分析

KH Coderは動詞や形容詞など活用のある語を基本形に直して抽出する。形態素解析によりテキストから抽出した品詞別の抽出語は名詞では、「自分」、「知識」、「目標」、サ変名詞では「経験」、「授業」、「意見」、形容動詞では「必要」、「様々」、「大切」が上位3位であったが、これだけでは特別な意味は見いだせなかった。

つぎに、データをいくつかの部分に分けて、それぞれの部分ごとの特徴を見るのに適している抽出語を用いた対応分析を行った。ここでは、2018年度の授業体験感想文の<H2>タグ(デモ走行会の順位)に分割し、順位ごとの特徴を調べた。

5.3 コーディング

コーディングルールファイルの内容にしたがってコーディングを実行すると、以下の集計を行える。

- (1) それぞれのコードが与えられた文書数はいくつで、それは全体の何%にあたるのか。
- (2) 文書群のうち、一つもコードが与えられなかった文書はいくつで、それは全体の何%か[6]。

そこで筆者らは授業目標の達成度を評価するために抽出語の中から、学生に備えて欲しい基盤能力として、(1)考える力(総合力・判断力)・(2)伝える力(コミュニケーション力)・(3)進める力(自立力・行動力)に関連すると考えられる語を、抽出語の名詞・サ変動詞・動詞の上位から表1に示すように選び、コーディングルールファイルを作成しクロス集計を行った。

6. 分析結果および考察

2017年度および2018年度の授業体験感想文を対象としてKH Coderを用いた計量テキスト分析を行い、計量テキスト分析が、授業目標の達成度評価に

表1 コーディングルール

Table 1 Coding rule

考える力	伝える力	進める力
知識	メンバー	目標
課題	チーム	経験
方法	仲間	解決
アイデア	発表	実現
意見	話し合い	進める
学ぶ	いう	
	グループ	



図1 対応分析結果

Figure 1 Results of correspondence analysis

有効かどうかについて議論する。

6.1 対応分析

2018年度の授業体験感想文を<H2>タグ(デモ走行会の順位)に分割し、順位ごとの特徴を見た対応分析の結果を図1に示す。図1の対応分析の結果から、原点(0.0, 0)付近には特別な特徴を持たない語が集まり、一方、原点(0.0, 0)から離れたところには特徴的な語が現れることを読み取ることができる。このことから、原点付近には7・10・11・12位の成績である比較的下位のチームが多く集まり、これらの外側に1・2・3位などの成績上位のチームが観察される。したがって、比較的下位チームのテキスト分析からは特徴的な語が少なく平均的な感想文であったことに対し、上位チームの感想文は特徴的な表現を多く含むものと考えられた。興味ある

ことに、13位のチームの「エンジン」に特徴が見られるが、このチームは果敢に難題である「エンジン駆動」にチャレンジしたが完走できず13位となったチームであった。「チャレンジ精神」は、学生に備えて欲しい基盤能力として掲げた「創造的思考力」に関連する項目であり、教育効果として重要視すべき育成ポイントである。

6.2 クロス集計

2017年度および2018年度の授業体験感想文のテキストデータに対して、コーディングルールファイルに基づきクロス集計を行った結果を表2に示す。ここで、カイ2乗値については、各コードが付与された文章の割合が統計的に有意に変化している場合カイ2値の欄にアスタリスク「*」が表示される。アスタリスクの表示数は1%水準で有意な場合の一つである[6]。

表2のクロス集計について、2017年度と2018年度の結果を比較する。2017年度に対して2018年度においては、コーディングルールに定めた語の出現率が、学生に備えて欲しい基盤能力として掲げた三つのカテゴリーである、(1) 考える力（総合力・判断力）・(2) 伝える力（コミュニケーション力）・(3) 進める力（自立力・行動力）のいずれにおいても増加した。この増加の原因として、表3に示すように、2017年度と2018年度のテーマ設定の自由度が異なっただけが考えられる。具体的には、2017年度テーマでは全チームが同一の「単一電池4個」のセットを使うレギュレーションとしたため全チームがモータ駆動方式となったことに対し、2018年度では独自色を出すように雰囲気作りにつとめ、独自にエネルギー変換方式を考案するルールにしたことにより、端的には2018年には設計の自由度が増したことになった。このことにより、企画設計、機械設計の開発初期段階から、学生たちは自主的・自立的な取り組みの必要性に迫られたと考えられる。一方、自立的学習が求められる状況下で、自ら積極果敢に取り組む学生と消極的行動に向いてしまう学生に2分される傾向がリーダー会議等を通じて報告された。

表2 クロス集計結果
Table 2 Results of cross tabulation

	*考える力	*伝える力	*進める力	ケース数
2017	259 (23.25%)	153 (13.73%)	169 (15.17%)	1114
2018	203 (25.96%)	145 (18.54%)	146 (18.67%)	782
合計	462 (24.37%)	298 (15.72%)	315 (16.61%)	1896
カイ2乗値	1.686	7.659**	3.813	

表3 課題およびレギュレーション
Table 3 PBL subjects and its regulations

	2017年度	2018年度
課題	乾電池プロジェクト：人が乗って走る自動車を作る	いろいろなエネルギー源で走る自動車開発プロジェクト
レギュレーション	単一電池4個以内を使用 人が乗って移動できること 部品・素材から組立て製作する	各チームで動力発生のためエネルギー変換方式アイデアを提案し、実験のための機構の設計・製作を実行する 人を乗せて移動できること 車体が軽いこと 部品・素材から組立て製作すること 安全を十分に確保すること

表4 リーダー学生のクロス集計比較
Table 4 Results of cross tabulation
for team leader students

	考える力	伝える力	進める力
2018年度全体	25.96%	18.54%	18.67%
2018年度リーダー	21.70%	24.53%	23.58%

そこで、2018年度のリーダー学生13人の授業体験感想文に対して表2と同様のクロス集計を行ない、その集計結果を表4に示す。表4から、三つの基本カテゴリーのうち、二つのカテゴリーの、伝える力（コミュニケーション力）と進める力（自立力・行動力）において顕著な増加傾向が見られた。詳細分析については、来年度2019年度の検討も必要であるが、リーダー学生に対してはPBL授業目標に対する教育効果がより大きくなる可能性が示されたことは、PBL授業の有効性につながるものと期待される。

7. 結論

KH Coderを用いた授業体験感想文の計量テキスト分析（テキストマイニング）の実施結果に基づいて授業目標の達成度評価を分析し以下の結論を得た。

- (1) 対応分析から、成績上位チームや取り組みに独自性があるチームには、対応分析図の原点付近から離れる従来の特徴が見られ、このことにより本研究の対応分析図の有効性を示した。
- (2) 授業体験感想文のクロス集計分析から、課題設定の自由度を増やす、端的にはルールを緩くすると、自然と学生の自主的・自発的な取り組みを促す可能性が示唆された。
- (3) 研究室チームのリーダーの学生は、通常メンバーの学生に比べて、授業目標に対する教育効果が大きくなること推察された。

以上のように、授業体験感想文の計量テキスト分

析から、チームや受講学生の特徴を分析できる可能性を示した。一方、コーディングルールの作成など改善すべき点も多く、3年計画の最終年を迎える節目に向けて継続して改善を図る。

参考文献

- [1] 中央教育審議会, “幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)”, 2016.
- [2] 石川真理代, “問題解決型の学習を取り入れた数値解析における高大接続カリキュラムの在り方”, 物理教育, Vol.60, No.4, pp.237-242, 2018.
- [3] 日本学術会議 機械工学委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会, “大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準機械工学分野”. <http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/daigakuhosyo/daigakuhosyo.html> (最終閲覧日:2013年8月19日)
- [4] 樋口耕一, “計量テキスト分析の提案と必要なソフトウェアの開発”, ソシオロジ, Vol.55, No.3, pp.102-108, 2011.
- [5] Speechnotes | Speech to Text Online Notepad, <https://speechnotes.co/>
- [6] KH Coder: 計量テキスト分析・テキストマイニングのためのソフトウェア, <http://kxcoder.net/>
- [7] 松本祐治, 北内啓, 山下達雄, 平野善隆, 松田寛, 高岡一馬, 浅原正幸, 形態素解析システム「茶釜」version 2.2.5 使用説明書.2001年3月.
- [8] 樋口耕一, KH Coder 3 リファレンス・マニュアル. <https://kxcoder.net/> (最終閲覧日:2018年11月28日)