卒業研究における学生主体のディベート学習とその教育成果

Debate Discussions by Special Research Project Students and Educational Outcomes

吉 村 忠与志^{※1}

Tadayosi YOSHIMURA

An advanced engineering course has been introduced at the Fukui National College of Technology. Each year, the laboratory accepts 2 or 3 graduate students and 4 or 5 undergraduate students (fifth year). The laboratory conducts research into 4 or 5 graduate research fields. Monthly meetings are held in the laboratory, with a discussion of each of the research themes by all of the laboratory members conducted for 2 hours. The supervisor chairs the announcement of research themes in the monthly progress meetings. Nurturing the technical communication ability of the students was set as an education goal. In addition, the debating potential of each student may be found in this way. Educational outcomes were analyzed by principal component analysis of educational data at each monthly meeting.

Keywords : Nurturing Creativity, Identification of Graduate Research, Debate, Principal Component Analysis

キーワード：創造性の育成，卒業研究の自主性と主体性，ディベート，主成分分析

1. はじめに

実践的技術者の育成を目指す高等専門学校（以下、高専）教育では、いろいろな教育改善が試みられている^{1), 2)}。福井高専物質工学科では、学生実験である物理化学実験において、インターネットによる事前・事後学習、テーマ設定によるプレゼンテーション、少人数グループによるディベート学習などを設定し教育実践を行っている³⁾。創造性豊かなデザイン能力を育成するために本高専では、本科に卒業研究を、専攻科に特別研究を必修科目として大きい単位を課している。それらにおける学生指導は、指導教官の器量に任されていることが多い中、我が研究室での学生指導の教育成果を報告する。

2. 創造性の育成思考

高専では、高度な工学知識の伝達が教授の主体となっている。しかし、高度な知識ばかりを頭に詰め込ませても決して優れた教育を行ったとは言えない。学生にとって詰め込まれたくない知識もあり、拒否する受講態度もあってしかるべきである。学校教育において高級な知識の伝達は講義の中で行われ、学生は熱心に学び、より高度なものを学びさえすれば達成感が得られ高級志向を満足する。そして、学生は高級な指示を受けたがりその教示どおりの思考をしていれば、なに

か高級な研究を行ったかに満足している。そこには創造性は決して育成されてはいない。

B.フランクリンは、風揚げで雷が電気であることを証明したが、無類の発明家であった。ある時、発明したものを人に見せたくて友人に報告したところ、その友人は「それが何の役に立ち、どのような使い道があるのか」と尋ねた。すると、彼は、傍に寝そべる赤ん坊を指して「じゃあ、この赤ん坊は何の役に立つと思うかい」と、逆に問い掛けたと言う。発明という創造されたばかりのものは赤ん坊のように無垢で幼稚なものであり、作り出された時点では評価される環境が出来ていないため、一般には無視される。いま教育で大切なことがそこにあるのである。完成未熟なものを低級として切り捨てることなく、「もしかしたら、ひょっとしたら何とかなるかも…」と考えて、教育をする側も受ける側も謙虚でなければならない。幼稚な状態から成長するものであり、創造性を育み、先を急がずその楽しみを共感できるように配慮すべきである。そして、創造的な思考を創発できる教育環境を備えなければならない。

教育の現場であってはいけないうことであるが、学生がやったことに対して「そんな幼稚なことしか出来るのか」と一括却下する教官がいる。その教官の主観から見れば幼稚なことであっても、当の学生には創造的な発想に基づく初期的な行為だったかもしれない。幼稚な事柄が基礎となり、それらに基づく創発がある。教官の愚劣な一言で学生は逆境に立たされ、思考発展

の妨害にあったことになる。誰しも一度は逆境に遭い、その苦しい経験を糧に成長してくれば良いが、教育に不信感を持ち、創造的な思考ができなくなり、基底のことししか出来ない人間になってしまうのである。ある定められたプログラムだけを行うロボットを作ってはならないのである。

3. 卒業研究と特別研究の指導

専攻科設置以前における卒業研究での指導は、テーマごとに学生をはり付けて、研究の課題ごとにその進捗状況を尋ね、マンツーマン教育といえどもほぼ一方通行の学生指導に甘んじてきた。そして、「あれをやりなさい。これを試してみなさい。」と、個々に指導するほうが研究成果に確実性があると思い、また、学生においても一つひとつ研究指針を貰うことが教育を受けているのだと思ひ込むきらいがあったことも事実である。このような受動研究では、「考える」という創造性の育成には程遠いものがある。

そこに、専攻科設置によって専攻科生と本科5年生という学生の組み合わせが出来上がり、学生間の技術開発に伴う切磋琢磨の精神が芽生えて、お互いに教え合う研究室体制が出来上がっていったようである。特に、本科のみでは出来なかった研究室単位での報告会を行う指導が可能になった。従来の大学では講座制をとっていたことから、報告会形式の学生指導は当然の方法であったかもしれないが、本科のみでの高専教育では不可能に近い出来事であった。

専攻科生が特別研究を行い、関連したテーマで本科5年生が卒業研究に従事するようになり、年齢と学習歴の異なる学生が一つの研究室で研究思考活動を行うこととなり、個々に「考える」という行動と、関連する他人の「テーマの盲点」を指摘することとの、両面の思考活動が起こり、カリキュラム設定で目指した創造性の育成が実践されるようになった。

4. 報告会でのディベート

卒業研究や特別研究のテーマは、我が研究室で掌握できる範囲で学生が主体的に設定している。研究の期間は、卒業研究が1年、特別研究が2年と異なるが、本科卒業後専攻科に進学した者は合せて3年間の研究生活となる。

学生が主体的に進める研究に対して、マンスリーミーティングと称して報告会を毎週実施している。報告する学生は、約1ヶ月間実験を行ってきたことをまとめたマンスリーレポートをA4版で数枚作成して、参加者全員に配り、研究した成果の内容を口頭で説明する。セミナー形式の発表なので、聴衆学生が質疑を持った時点で討論が始まる。まさに、ディベートである。討論を通して他人の主眼で研究内容を見てもらうことである。島田弥は、「Jo-Hariの窓」により、ディベ

ートの重要性を提案している⁴⁾。図1に「Jo-Hariの窓」を記述し説明する。

他人と、問題解決の目的をもってテクニカルな討論をすることにより、自己の変革と自己の創造を自己の中で実現することができる。図1の窓について説明すると、Ⅰの窓は自他共に分っている領域（開放）で、Ⅱの窓は他人に見えているが自分で気づかない知的ネック（盲点）で、Ⅲの窓は知識の出し惜しみや自己隠蔽で、Ⅳの窓は自他共に分らない未知の領域（潜在）である。

報告会で設定したディベートの教育目標は、Ⅱの盲点を解消しようとするものである。さらに、話し手も聞き手も分からない潜在事項を発見できれば、研究に関する思考発展には最も大きい貢献である。

卒業研究および特別研究を遂行するに当たり、マンスリー報告会のプレゼンテーションとディベートを図2のような流れに設定した。その中で研究室メンバーによるディベート討論を実施した。事前に討論された課題に対して、学生は主体的に実験を遂行し、それら

		自分に	
		分る	分らない
他人に	分る	Ⅰ 開放	Ⅱ 盲点
	分らない	Ⅲ 隠蔽	Ⅳ 潜在

図1 Jo-Hariの窓 (1995)⁴⁾

図2 マンスリー報告とディベート学習の流れ

表1 報告会に関するデータ (学生の報告)

番号	チーム構成	紙数X (1)	図X (2)	表X (3)	ディベート件数X (4)
1	専1 + 本5	18	8	11	25
2	専1 + 本5	16	6	7	25
3	専1	24	18	3	45
4	本5	28	28	7	16
5	専2 + 本5	28	18	18	23
6	専2	18	10	16	32
7	本5	24	18	7	16
8	本5	20	16	5	17
9	本5	16	17	19	28

をまとめて報告書を作成する。そして、学生個々の担当で報告会が始まると、マンスリーレポートを配布してプレゼンテーションを行う。そのとき、聴衆学生が質疑を持った時点でそれに関するディベートが始まり、盲点が解明される。討論の結果、今後の課題が提案されて、研究に関する創造的なデザインが構築される。そこにもものづくりの原点があると考えている。この報告会でのディベート学習方法は、発表学生と聴衆学生との間に発生した質疑に関して自由に討論させる傍らで、司会の教官は、その質疑事項が図1の4つの観点のうちどれに属するかをメモ取りするだけにし、その質疑の動向を見守るだけにした。

このマンスリー報告会における2001年と2002年の2年間の教育成果をまとめると、表1のようになった。対象とした9グループの学生の構成は、専攻科1年生(専1)、2年生(専2)と本科5年生(本5)による組合せである。チェックした件数項目は、配布された報告書のA4紙の枚数、その中の図と表の数、そして、そのとき行われた質疑のディベート件数を整理した。表中の行番号は研究テーマごとで2年間延べ9件が研究課題(グループ)であった。全体としてディベート件数227件のうち、盲点に関するものが60%で、潜在に関するものが10%であった。表2の数値は、指導教官がディベート進行過程でその内容を分類したものである。隠蔽に関するものは、報告に無くすぐに回答ができたもので、不明は分類できなかった事項である。これらのディベートによって報告するまで気づかなかった点が研究の今後の課題となって、研究の進展があったことについてマンスリー報告会を行っていく中で確認した。

マンスリー報告会での報告書の作成においては各研究グループが自主的に作成したもので、指導教官はそれに関する指示をまったく行っていない。学生自身が報告会で報告しようとする研究事項について主体的にまとめたものである。グループごとの積極的な研究遂行における教育成果である。

表2 ディベート内容を分類したカウント数

番号	盲点	隠蔽	潜在	不明	合計
1	16	3	2	4	25
2	15	3	3	4	25
3	25	5	6	9	45
4	8	4	2	2	16
5	15	3	2	3	23
6	22	4	2	4	32
7	9	3	1	3	16
8	8	3	3	3	17
9	19	3	2	4	28
合計	137	31	23	36	227
割合(%)	60.3	13.7	10.1	15.9	

5. 報告会における教育データの解析

報告会における教育データの解析には、教師なし学習の主成分分析法⁵⁾を用いた。教育データの分析結果、第三主成分までの累積寄与率は94.5%であった。各主成分に対する因子負荷量は表3のようになった。この場合の因子は、マンスリー報告会での報告書に関して利用した紙数、図、表、およびディベート件数である。

表3 主成分分析による因子負荷量
因子番号は表1と同じ

因子	第一主成分Z1	第二主成分Z2	第三主成分Z3
X (1)	-0.905	0.0366	0.268
X (2)	-0.911	-0.0535	0.241
X (3)	0.314	-0.8288	0.462
X (4)	0.449	0.5465	0.707

因子負荷量とは元の変数(因子)と各主成分間の相関係数であり、各成分がどのくらい負荷的に関与しているかの程度を示すもので、1に近いほど相関性があり、負の値は負の相関を表している。

これらの値を百分率でみると、報告書で使った紙の枚数は第一主成分で負の90.5%、説明に用いた図の数も第一主成分で負の91.1%、表の数は第二主成分で負の82.9%と、各主成分の特性を示していた。紙数と図表の数は、負の相関が高いことが明らかとなった。ディベート件数については、正の相関となり第三主成分で70.7%、第二主成分で54.7%を示した。すなわち、ディベートの教育成果は主として第三主成分に表現された。

延べ9件の研究グループについての主成分分析の結果を三次元虫ピン散布図に示すと、図3のようになった。

図3で示された特性を考察すると、グループ番号3が最も離れたところに位置している。その次に離れているのが番号4である。これら2件について考察すると、これらは2001年に指導教官が在外研究で本高専を1年間留守にしたため、その間我が研究室で預かつ

図3 主成分分析結果の虫ピン散布表示
主成分軸：Z1, 第一軸；Z2, 第二軸；Z3, 第三軸
図中番号は表1と同じ

たものであり、気が付かないうちに部外研究的な学生指導扱いが行われていたかと、分析結果を見て初めて気づかされたことである。指導しているときはそのような差別をした覚えもなく、学生本人について聞いてもそのようなことはなかったと言ってくれたことを信じていたい。特に、番号4については、指導教官が在外から戻ったら、研究テーマを変えることとなっていたので、研究テーマについて1年で上げることが出来るものを選び、その成果は国際会議で学生がポスター発表して英文のプロシーディング⁶⁾ができたほどであり、その学生には教育効果があったものと考えている。

後の7件については、番号1, 2, 7, 8が研究を始めて一年目のものであり、番号5, 6, 9が二年目のものであり、報告会の成果もはっきりと差が現れていた。特に、一年目と二年目については、第二主成分と第三主成分において差が見受けられたことから、報告の際、表の取扱いに有意差が見受けられており、ディベートでの成果も上がっていたようである。

6. まとめ

専攻科設置以前の卒業研究では、学生主体のディベートによる研究指導ができなかった。設置後、我が研究室では、専攻科生2, 3人と本科5年生3, 4人というのが毎年の学生構成となり、卒業研究および特別

研究における指導において、ディベートが実施できるようになった。過去2年間の教育データではあるが、特性抽出のデータ解析をすることができ、ディベートを通して学生主体のテクニカルコミュニケーション能力の育成に教育成果を上げることができた。

参考文献

- 1) 亀田悦正, 武田文雄, 西 敏行, 椎名 徹: 高専における専攻科を含むカリキュラムの充実策について, 工学教育, 51-1 (2003), 61-65
- 2) 田中裕一, 縄田 豊, 開 豊, 井山裕文, 他5名: “ものづくり”を身に付けさせるための導入教育, 工学教育, 51-1 (2003), 72-77
- 3) 吉村忠与志, 高山勝己, 片岡裕一: 学生実験でのプレゼンテーション能力の育成教育に関する試み, 工学教育, 51-1 (2003), 85-89
- 4) 島田 弥: 「考える」から「学ぶ」教育へー「学育」のすすめ, 平成13年度理科と情報数理の教育セミナー—21世紀の理数教育を考える—(2001)
- 5) 吉村忠与志, 青山義弘: 技術者のためのExcel活用研究, トランジスタ技術スペシャル, 78 (2002), 126-132
- 6) T. Yoshimura, K. Tsuchiyama, S. Munekyou: “Development of the Ceramic Sensor for Measuring the Adsorbed Amount of Harmful Gas”, Proceedings of the 19th Sensor Symposium, (2002), 195-200

著者紹介

吉村忠与志

1973年 福井大学大学院工学研究科修士課程修了

1982年 京都大学理学博士

現在 福井工業高等専門学校物質工学科教授

日本工学教育協会・日本化学会・電気学会・電気化学会・日本科学教育学会・日本コンピュータ化学会・日本分析化学会・教育システム情報学会会員