理科教育の背景と学生自主研究支援制度の試み※

Background of Science Education and Try of Students' Voluntary Research Projects

嵯峨 宣彦※¹

Norihiko SAGA

岡野 秀晴※¹

Hideharu OKANO

加藤 正名※¹

Masana KATO

秋田県立大学では開学時より1, 2年生を対象に“学生自主研究支援制度”設け、試行している。この制度によって1年生であっても、自分の提案するテーマで研究を始めることができる。学生にとって、自主性や創造性、自分で体験するなど近年の学生には経験の少なくなった教育を課外学習で体得させるという狙いもある。この制度の成果などについて報告する。

キーワード：工学教育、学生、自主性、創造性、課外研究、実践教育、学生自主研究支援制度

“Students' Voluntary Research Projects” for the freshman and the sophomore at Akita Prefectural University are established and tried. In this system, students are given an opportunity to conduct extracurricular researches of their own by consulting their academic supervisor. In addition, the purpose of this system is to make the student learn empirical study at the extracurricular time. We report on the passage of this system.

Keywords : Engineering Education, Independence, Creativity, Extracurricular Research, Students' Voluntary Research Projects

1. はじめに

工学系大学の1, 2年生を対象とした教育は、一般に教養科目である、数学や物理、化学などの理論の把握と、その基礎実験などを主体に行われている。最近では、“ゆとり教育”に基づく高等学校等の学習指導要領などの変更で、入学してくる学生の履修科目や履修内容にバラツキが多いばかりでなく、実験実習などの削減により、学生自身が手を汚して体得する学習が充分であるとは言えない。

また、ロボットについて学びたい等の具体的な目標を持って入学してきた学生にとって、専門教育を指導する教員と教養科目を指導する教員が異なる現状の中では、教養科目の学習において専門教育との強い相関を意識させるには至らず、ともすれば学生の意欲を失わせてしまうことにもなる。

そこで、秋田県立大学では1, 2年生を対象に“学生自主研究支援制度”を設け、平成11年開学時から試行している。この制度によって1年生であっても、自分の提案するテーマで研究を始めることができる。具体的な例を示しながら、この新しい試みについて報告する。

2. 大学以前の学校教育の変化

2001年12月の新聞やTVのニュースで、PISA（国際学習到達度調査）の実施結果に対し、「知識も、実生活での応用も概ね良好だったが、学ぶ意欲を育て、伸びる子を伸ばす指導が課題」との文部科学省のコメントを一斉に報道した。このPISAは経済協力開発機構が加盟国を中心に32カ国の15歳の生徒26万5千人を対象に行ったものである。少し前の1999年のIEA（国際教育到達度評価学会）の調査においても対象となる38カ国の中で、数学・理科は上位を占めているものの数学や理科を好きと答える生徒は下位グループに位置する結果が報告されている[1]。

これらはいずれも平均的生徒の水準の高さを示す一方で、理科系離れと飛び抜けてできる生徒の減少を示している。

小・中学校、高等学校における理科時間数について公示年（あるいは実施年）ごとの推移を図1に示す[2]。

これを見ると、1960年頃にピークを迎え、最近では“ゆとり教育”の方針により時間ばかりか内容もかなり削減されていることが報告されている。また、高等学校では、必修で学ぶことになっていた理科Ⅰがなくなり、現在では全てが選択科目となっており、物理履修者の激減の実態がある。また、実験時間を見ると、わずかであるが減少していることと理科の全ての科目において履修しない学生の割合の増加していることな

※平成14年1月28日受付

※¹ 秋田県立大学システム科学技術学部

図1 理科時間数の推移

どを考えると、全体でみる実験による体験的学習は、減少していると言わざるを得ない。

このように、大学工学系の基礎としての大学以前の理科教育は、決して十分な内容とは言えず、本学機械知能システム学科においても高等学校での物理を履修しない学生が少なからず存在する現状をみると、小学校から高等学校までの教育を単なる数合わせの時間削減ではなく、小・中学校、高等学校のそれぞれの内容を一層吟味しシステムティックに考える必要があると思われる。

また、大学教育においては、早急に大学以前の教育実態を考慮した内容の補充と、不足する実験・実習などをどのように大学教育の中で補っていくかが大きな課題であるといえる。

3. 秋田県立大学への入学者の動向

秋田県立大学は平成11年開学した大学で、システム科学技術学部と生物資源科学部の2学部で構成される。さらに、システム科学技術学部は、機械知能システム学科、電子情報システム学科、建築環境システム学科、経営システム工学科の4学科からなり、1学年の定員は前者の2学科が80名、後者の2学科が40名である。

本学部の入学者の状況について、アンケート調査を実施した結果を図2に示す。

まず、志望理由では、「学びたい専門分野がある」、「将来の進路を考えて」と答えた学生が3割おり、入学以前から専門分野に対する具体的な興味や目標を持つ学生であると思われる。

また、入学後の学部への適否の調査結果では6割の学生が「適している」、「悪くはない」と答えた反面、3割の学生が「良いと思わない」、「不適である」と答えている。

また、授業の満足度では、「ほとんどの授業に満足」

(a) 本学の志望理由

(b) 入学した学部への適否

図2 入学者の状況調査

「2/3の授業に満足」とする学生が5割いるが、「2/3の授業に不満」とする学生も1割となっている。さらに、不満と答えた学生に理由を聞くと、大半が「内容が難しく理解できない」、「内容がつまらない」としている。

これらの結果は、工学系を志望する学生にとって、専門分野に対する十分な理解とその基礎となる理数科目の知識が不可欠であると判断できる。ただし、専門分野に対し強い志望によって入学した学生が1, 2年生の教養科目に満足できる教育内容であるかということも考えておく必要があると思われる。

4. 学生自主研究支援制度

学生自主研究支援制度は1, 2年生を対象に、理工学系分野への興味を深め、卒業研究を待たず専門分野の教員から実験設備の利用や指導・教育を受けられるよう学生に対し研究支援を行う秋田県立大学独自の制度である。この制度は平成11年開学時から全学的(システム科学技術学部と生物資源科学部)に行われており、学生にとって、自主性や創造性、自分で体験するなど近年の学生には経験の少なくなった教育を課外学習で体得させるという狙いもある。

この制度の特徴は、

- 1) 個人またはグループの学生が自分でテーマを決めて、指導可能な先生を捜し応募しなければならない
- 2) 採択されれば1年間、研究費も含めて支援を受け、自発的に研究を進めることができる

という点である。特に2) 項は全国でも見受けられない特筆すべき点である。

システム科学技術学部における平成11年度の採択数は13件、平成12年度は25件であった。本学部における研究テーマと参加状況を表1と表2に示す。

表1 平成11年度のシステム科学技術学部の学生自主研究支援制度のテーマと参加状況

研 究 テ ー マ	学 生 数	指導教員数
歩行ロボットの機構と制御法について	2名	1名
音声認識の研究	1名	1名
ガソリン・エンジンのメカニズムの探求	5名	1名
ソーラーカーの構造の強度解析、設計および変形評価	3名	2名
木酢液抽出の研究	1名	1名
酸化チタンの光反応特性に関する基礎研究	5名	1名
ソーラーパネルの性能研究	4名	1名
フラクタルアンテナの研究	2名	1名
コンピュータの製作と理解	1名	1名
本荘市活性化計画	6名	1名
高齢者・障害者利用を考慮したこれからのユニバーサルデザインの研究	4名	1名
ペットロボットの移動機構の研究	3名	1名
自動車開発における解析技術の研究	17名	1名
(合 計)	54名	14名

表2 平成12年度のシステム科学技術学部の学生自主研究支援制度のテーマと参加状況

研 究 テ ー マ	学 生 数	指導教員数
ソーラーカーの強度評価と次世代機モデル作成	3名	1名
音声認識の研究(Ⅱ)	1名	2名
廃物を利用した自然にやさしい発電機の製作	3名	1名
模型飛行機のまわりの空気の流れについて	3名	1名
感性評価の手法について	1名	1名
エコランカーの製作	4名	1名
燃料電池の研究	4名	1名
レーシングカートの研究	3名	1名
ロータリー・ターボ・エンジンの研究	13名	1名
自律歩行ロボットの制御の研究	1名	1名
歩行ロボットの機構と制御法についての研究(Ⅱ)	2名	1名
健康管理データ測定に関する研究	1名	1名
風力エネルギーに関する研究	1名	1名
ボウリングシミュレーションシステムの構築	2名	1名
移動体通信に用いるフラクタル形状小形アンテナの研究	2名	1名
インターネット無線ネットワークにおけるパケットの衝突回避	1名	1名
脳MRI画像における異常部位の検出方法	1名	1名
コンクリートの新しい利用法に関する調査と研究	5名	1名
木造住宅における木材の適正に関する研究	2名	1名
木造高層ビル計画の可能性についての研究	2名	1名
ヨットの科学	3名	1名
電動アシスト移動機械の開発とマーケティング	2名	1名
個人の株式投資が社会にもたらす働きに関する研究	3名	1名
消費者の購入意欲を考慮した、次世代の音楽販売形態の技術動向に関する研究	1名	1名
販売管理情報のデータベース化と経営支援システムの確立	2名	1名
(合 計)	57名	26名

テーマに対し学生数が多いのは、この制度に対しグループ活動が多いためである。また、平成11年度に複数テーマで採択された学生も含めて、この制度を利用した学生54名中26名が平成12年度もこの制度を利用している。これは、利用した学生にとって魅力的な制度であったと判断できる数字である。

また、平成12年4月には全ての学生に対し自由な創作活動ができるような創造工房が完成し、学生自主研究やサークル活動などで活発に利用されている。この創造工房は、機械系、電子系の学生のための、リフトマスターや加工機の置かれたコンクリートの作業場とシミュレーションやロボット工作などを行うコンピュータ室からなる1階と、建築系、経営工学系の学生のためのミニチュア建築や人間の動作解析などが行える2階で構成されている。創造工房の外観を図3に示す。

図3 創造工房

この制度のスケジュールは、開学直後の平成11年度は1年生のみのため、6月末を期限に公募を実施し、7月下旬に採択テーマの発表、8月から活動が始め、3月下旬に成果報告（論文またはレポート提出）となっていたが、2年目の平成12年度は、1年生と2年生が対象となることから、公募を、2年生を中心とした5月末期限の1次と1年生を対象とした6月中旬期限の2次の2度行うよう改善されている。また、採択テーマの発表も定期試験や夏期休暇への配慮から、7月上旬に繰り上げられ改善されている。

研究の成果は翌年末に学生自主研究支援制度論文集として製本されまとめられており、さらに学部全体でテーマが選定され報告会などが行われている。

5. 研究の状況

制度に基づく具体的な遂行状況について、平成12年度に指導を行った教員と研究を行った学生のアンケート結果をもとに解説する。

5. 1 研究の目的およびテーマについて

研究テーマの決定は、専門教育を受けていない学生にとって難しさがあるように思われていた。また、決定したテーマに対して指導を受ける教員の選定も、1、2年生では講義等で面識のない教員も少なからず、テーマの決定と同様に難しいであろうと予想していた。これに関連する学生のアンケート結果を図4示す。

図4 自主研究の動機付けとテーマ選定に関するアンケート結果

図4を見ると、圧倒的に学生が自発的に研究の応募を行い、過半数が自分でテーマを決定していることが分かる。これは、大学入学以前から工学系に興味を持ち、専門分野に対しての学習意欲が旺盛であることが伺える。

さらに、研究の目的が勉強した異分野であったことを挙げる学生が90%近かったことから裏付けされる。

また、テーマを絞り込むのに当たっては教員との相談や提供を受けた学生も多く、専門分野に対して知識の深さが不十分であり、断片的な知識によって興味を抱いていることが推察される。

その他、支援依頼を受けた教員のほとんどは1、2年生の講義を担当している、もしくはサークルの顧問であり、学生にとって身近な存在であることが条件のようである。

5. 2 教員の受け入れ準備状況

一方、学生を支援する教員側の状況について、図5にアンケート結果を示す。

結果として、研究実績のある分野であると答えた教員は1割にも満たず、興味ある分野であったとの回答が5割、4割の教員は関連が薄いとしている。

教員側には多少の負荷が加わっても学生との関わりを重視する様子が伺える。

また、教員の指導も学生からの呼びかけを待つというのが5割近くあり、この研究が学生主体であり、学生が自分達自身で考えて進行していると推察できる。

(a) 研究テーマの実績

(b) 学生と教育の関わり

図5 教員の受け入れ体制

5. 3 研究成果

学生の研究成果に対する満足度を図6に示す。

アンケートの結果、「非常に満足」、「満足」に「まあまあ」を含めると74%が自分の研究成果に対してある程度満足感を持っていることが分かった。

図6 学生の研究成果に対する満足

6. 研究支援の事例

ここでは、実際に平成11年度行われた「ガソリンエンジンのメカニズムの探求」と平成12年度行われた「感性工学の手法について」について紹介する。

これらの研究テーマは全く異なる選定方法で行われ

ており、前者は自動車部の活動の一環として選定し、研究メンバーもサークルの有志12名によって構成、指導教官もサークルの顧問に依頼されたのに対し、後者は学生1名が、何か自主研究を行ってみたいが具体的なテーマは決まっていないとのことで指導教官と話をするうちに決定したテーマである。

6. 1 「ガソリンエンジンのメカニズムの探求」の例

研究の構成は大きく分けて、「Ⅰ. 製作・組立」と「Ⅱ. 文献調査」からなっており、自主的に構成内容を考え、それぞれ構成する学生で分担を決めて研究を進めていた。指導教官とは、問題が発生した時や区切りのついた時に打ち合わせを行った。詳細は以下の通りである。

Ⅰ. 製作・組立

- ① スケルトンエンジン模型の組立
- ② 光岡自動車製マイクロカー用エンジンの組立

Ⅱ. 文献調査

- ① ガソリンエンジンの構造
- ② ガソリンエンジン開発の歴史
- ③ ガソリンエンジンの現状と今後

スケルトンエンジン模型の製作では、インターネットによる模型の調査に始まり、海外の業者からの取り寄せのための対応も経験している。この模型はV型8気筒エンジンの模型でピストンの往復運動やバルブの開閉などが本物と同じ動きをして確認できるようになっている。

その他、製作・組立では1人乗り50ccのマイクロカー（光岡自動車製K-1）のエンジン組立を行い、実際にエンジンの動作確認とその後車を完成させて走行試験も行っている。ここでは、実際にエンジンが精巧に設計製作されているかを試行錯誤の中で学んでいた。

一方の文献調査では8冊の書籍を購入してガソリンエンジンに関する資料を整理し、冊子にまとめている。

図7 マイクロカーの組立風景

把持特性測定用センサ

サンプル 軟式野球ボール

図8 把持特性の実験装置と測定結果の例

学生達はこの研究を通して、それまで何故車が走るのか不思議だったが、エンジン内部で起きている現象が理解でき疑問が解消され、実際にエンジン組立も経験できて、車への興味が一層強くなったと感想を述べている。

6. 2 「感性工学の手法について」の例

研究当初から感性工学の評価手法として多変量解析を基礎から学ぶことは決められていたが、その対象として人間のどんな感性を研究の対象にするかということをも1番始めに議論した。その結果、指導教員のロボットやメカトロニクスの研究テーマにつながるということで把持特性を対象とすることに決定した。

研究の構成も同様に学生と教員との議論に基づき、把持の感覚をアンケート調査し数量化理論を用いて、持ちやすさについて評価する「Ⅰ. データ解析」と、教官の保有する研究設備の把持センサを用いて、手の圧力分布を計測する「Ⅱ. 実験」を行うことに決定した。頻繁に指導教官と学生は事前打ち合わせと報告・検討を行っている。

研究の詳細は次の通りである。

Ⅰ. データ解析

- ①把持の対象サンプルを入手性や将来的な応用を考慮し、ペットボトル（円筒、六角、四角）や球状（硬式や軟式テニスボール、ピンポン玉等）に決定
- ②形状や硬さ、大きさなどに関しアンケート項目を決め男女の学生にアンケートの実施
- ③専門書などを使って、数量化理論の理解とプログラムの作成
- ④データ解析

Ⅱ. 実験

- ①把持特性で利用したサンプルを対象に把持センサを使い、手の圧力分布を計測
- ②圧力分布の結果のみの考察とアンケート結果とも

比較・検討

学生はこの研究を通して、数量化理論について理解を深めたことと、人間の持ちやすさを感じるものには、手の接触面積が大きい、圧力が分散しているなどの特徴が理解できたと感想を述べている。

前者のテーマと異なり、研究テーマに対する強い動機はなかったが、研究の導入を指導教官と頻繁に議論することで、学生自身に自分の研究テーマとして動機付けできた事例であると考えられる。

このように学生自主研究支援制度は、学生と教官との間でテーマと同数のパターンの進め方が存在するものと思われるが、学生にとって専門科目に早くから触れることができる機会を与えられるとともに、学生にとって専門分野への興味に対し非常に満足度の高い成果を上げることができていると判断できる。

7. まとめ

本報では、大学以前の理科教育の現状と、工学系に入学してきた1、2年生に対し新しく設立した課外学習を支援する“学生自主研究支援制度”について、応募により採択された学生のアンケート調査を用いながら紹介するとともに、今後の大学教育について考えた。まとめると次のようになる。

- ①大学1、2年生への専門教育の一環として、学生自主研究支援制度を実施し、学生の満足度もかなり高い結果が得られた。制度を利用した学生のアンケートから、この制度によって近年、大学以前の学習で不足している学生の自主性や創造性、体験型学習が補われていると判断できる結果が得られた。
- ②また、大学以前の理科教育の動向から、大学教育は、単に大学の在学期間の教育だけを考えるのではなく、小・中学校、高等学校の教育において学力低下や理科系離れの一因となる内容削減や時間数の削減

が行われている実態を理解し認識した上で、大学での教育内容や教育のあり方について考えていく必要があると思われる。

- ③今後、工学系への強い興味を持って入学してきた学生の欲求を満たし、さらに深める制度として発展させていくため、研究終了後のアンケートを継続させ、今後の制度に反映させていくのと同時に、教養基礎科目が専門科目といかに強い相関を持っているかを学生に意識させられる学習指導ができるかが課題である。

参 考 文 献

- [1] 例えば、国立教育研究所：小・中学生の算数・数学，理科の成績－第3回国際数学・理科教育調査国内中間報告書－，東洋館出版社，1996。
- [2] 例えば、文部省：高等学校学習指導要領解説，(株)ぎょうせい，平成元年12月。

著 者 紹 介

嵯峨 宣彦

秋田県立大学システム科学技術学部機械知能システム学科，〒015-0055 本荘市土谷84-4，
専門分野：機械力学，メカトロニクス

岡野 秀晴

秋田県立大学システム科学技術学部機械知能システム学科，〒015-0055 本荘市土谷84-4，
専門分野：ロボット工学，機構学

加藤 正名

秋田県立大学システム科学技術学部機械知能システム学科，〒015-0055 本荘市土谷84-4，
専門分野：機械要素，機械製作，リサイクル工学