

## 翻訳論文 大学研究室における1年次からのロボット開発の教育

著者	熊谷 正朗
雑誌名	東北学院大学工学部研究報告
巻	49
号	1
ページ	17-26
発行年	2015-02
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1204/00000322/">http://id.nii.ac.jp/1204/00000322/</a>

翻訳論文

## 大学研究室における1年次からのロボット開発の教育

### Educating Robot Development in a University Laboratory from First Year

熊谷正朗\*

Masaaki KUMAGAI

**Abstract:** A special trial university course in robotics and mechatronics developed by the author enables students who wish to explore robot development to freely use the author's laboratory, equipment, machines, and consumable supplies such as screws, aluminum materials, and electrical parts. This course aims to encourage students to start developing mechatronics devices in their first year at university rather than waiting—as is conventional—to start research and development in their fourth year. Hopefully, this will be an effective educational approach that brings the benefits of a robotics laboratory to a traditional mechanical engineering department while minimizing cost and time. Statistical data on the number of students taking part in this course and the number of the students seeking jobs are provided based on the basis of the six-year period.

**Keywords:** University education, Robotics and Mechatronics, Experience in development, Laboratory, Situated learning

#### 本論文の翻訳元

本論文は

Masaaki Kumagai: "Educating Robot Development in a University Laboratory from First Year – A Trial of a Robotics Club Under Observation at a Laboratory –," *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.23 No.5, 822/829, Fuji Technology Press (2011) \*<sup>1</sup>

を翻訳したものであり、併せて参照頂きたい。

#### 1 はじめに

多くのロボットや工学の教育は、理論的な概念を提供する講義室における講義と、実体験を提供する実験実習の両方によるべきである。たとえば、典型的な機械工学のカリキュラムでは、大抵は以下のような講義と実習を提供する。

1. 機械の設計法に関する講義と、設計製図やCADの実習
2. 機械加工に関する講義と、学生が実際に旋盤やフライス盤での加工を実体験できる工場での実習
3. 数値解析法に関する講義と、コンピュータ演習室におけるプログラミング実習

ロボット工学やメカトロニクスを扱うほとんどの学科では、すでに電子回路、制御、ロボット工学などのメカトロニクス分野に関する講義を用意しているが、その実習は限定的である。これは、これらの分野が依然として新しく、小さな分野であるため、十分な時間、スタッフ、予算を確保できないことにある。やはり、講義と実習は共に用意すべきであるが、この制約は伝統的な機械の学科では妥当なものといえる。

学校組織として、この「理論と体験」の問題を解決しようとした一例は千葉工業大学の「未来ロボティクス学科」であり、実際に見事なカリキュラム [1] を用意したといえる。このカリキュラムで

\*東北学院大学

<sup>1</sup><http://www.fujipress.jp/finder/xslt.php?mode=present&inputfile=ROBOT002300050022.xml>

はロボット工学・メカトロニクスに必要な講義を行い、かつ、実習として1年生から3年生までのロボットの実践的訓練と卒業研究を用意している。この教育はこの分野を真に学びたい学生にとっては理想的と言える。しかし、課題も当然ある。このような特定分野の学科を大学につくることは、経営的視点から挑戦的な試みである。また、講義と比較し、実践的実習を実施することは教職員にとっては非常に負担が大きい。特にロボット開発分野では、学生の意欲のためにも設計案の許容幅が広い必要があり、その対応には多くの時間を要する。さらに、たとえば「ロボット」というキーワードだけにあこがれて入学したような、本当に自分で何かをつくりたいわけではなかったと気付いた学生にとっては、このような明確なカリキュラムでは逃げ場がなく、学習意欲を維持することが困難になりうる。

一方、ロボットやメカトロニクスの科目を有するほとんど大学では講義のみが提供され、実践は専門的研究者の特定の研究室でのみ実施される。しかしながら、これらの研究室での学びは、大抵は3年生か4年生の初めまで待たなければならない。加えて、多くの学生がそのまま大学院に進学する環境では、4年生は大学院研究への訓練とみなされる。また、多くの学生が大学院には進学せずに就職する場合は4年間で最低限の教育を完結させなければならないが、最終学年を就職活動に費やす傾向の強い日本では、実践的経験を得るには4年目という時間は足りなすぎる。

これらの課題を解決し、制約を緩和する一つの提案が、ロボットづくりに関心をもつ学生を研究室に招き入れることである。この案は新しいものではなく、伝記には大学1年生から特定の研究室に入り浸っていた学生がたくさんいる。しかし、新生を意図的に教育機会のために招き入れる研究室は多くはない。著者はこのコースを2004年(東北学院大学勤務の2年目)から始めた。これまで<sup>\*2</sup>に10人の学生がこのコースで得たメカトロニクス機器の開発経験を活かして、組込ソフトウェアやハードウェア開発の仕事に就き、大学院に進学した者もいる。

このコースは「状況学習」(*Situated learning*)[2, 3]の1形態と考えられる。基本的な学習手段には教室で機械工学やロボット工学の理論を学ぶこと

があるが、これ自体は学生がこれらの知識を実問題に適用できるようになるには不十分である。演習系科目でも、単純化した非現実的な課題を用いる。それに対し、このコースでは、学生はロボット開発をするために、その知識を実問題に適用するためのチームとなる。あわせて、力学のような一般科目が重要であることとその適用方法を知っていく。実践には、教科書には記載されない、現実的に有用な追加の知識が必要となろうが、これらは実経験を通しては得やすい。また、「徒弟制度的環境は、「親方」(教員)だけでなく、経験を積んだ先輩からも知識と技能を新入生へと伝える。研究室所属の4年生も新入生にとっては3年後の未来を示すことになる。このような学生間の深い相互作用も学習には効果的である。

同様なアプローチは、情報科学分野で、宮崎らによって既に提案、実践されており[4]、著者自身がこれによってコンピュータシステム、ソフトウェア、OSといった経験をj得ている。この方式の経験が、ロボット分野でも同様の手法が可能かを確かめ、分野に適した修正を行おうとした動機である。

本論文では、この宮崎モデルに従った研究室教育型事例に取り組んだ手法と実践について述べる。これまでの統計的データについても、議論のために掲載している。

## 2 背景

本論文の提案は、主に学科のカリキュラムと宮崎モデルに依存するため、まず、これらについて述べる。

### 2.1 学科カリキュラム

本提案は、東北学院大学 機械知能工学科におけるロボットおよびメカトロニクスの実習面を補う意図がある。

表1に同分野に関連する機械知能工学科の専門科目の一部を示す。伝統的な機械工学科をもとにした機械知能工学科のカリキュラムには、四つのロボット・メカトロニクス科目がある。「メカトロニクスI・II」はこれらの分野に必要な電子回路、センサ、アクチュエータ等について講義する。「ロボット基礎工学」は座標変換およびマニピュレータや車輪移動ロボットについて扱うが、ほぼ数学的講義である。「ロボット開発工学」は学科科目全体にわたるロボット関連知識をとりまとめる、真のメカトロニクス科目である。なお、「どうすれば

<sup>\*2</sup>※訳注：他の記述も含めて原論文執筆時点であり、現在は異なる箇所があるが、本論文の主旨に影響するような変更はない。

表 1: 機械知能工学科のカリキュラム (メカトロニクス, ロボット関連のみ, 2010 年入学者).[6]

学年	科目名
1,2	数学 (微分積分, 線形代数等)
1,2	コンピュータ (基礎, プログラミング)
1	工業力学 および 演習
2	材料力学 および 演習
2	熱力学 および 演習
2	流体力学 および 演習
3	機械力学 および 演習
1	機械工作実習
1,2	製図 (実習), 機械設計製図 (実習)
2	機械設計学
2	機械工作学
2	機構学
3,4	機械知能工学実験 (I,II,III) (学生実験)
4	卒業研究
3	制御工学 (I,II)
2,3	メカトロニクス (I,II)
3	ロボット基礎工学 (ロボットの数学理論)
4	ロボット開発工学
4	ヒューマンマシンインターフェイス
4	システム工学

ロボットを開発できるか」に直接的に関連する科目はない。「ロボット開発工学」はこの点について述べるが、20時間程度の講義ではその目的を達することはできない。それゆえ、この科目では「様々な知識をどのようにつなぎ合わせるか」に焦点をおいている。学生実験科目では、これらの分野の中で電子回路、アクチュエータ、制御については実体験をすることができる。

卒業研究においては、全 16 研究室約 140 人の 4 年生のうち、2 研究室あわせて 18 人がロボット開発系のプロジェクトを、1 研究室 8 人が制御系の内容に取り組んでいる。これらの研究室の学生 (全体の 2 割) はロボットや制御の実践を学ぶ機会を得ている。以上の科目一覧やロボット研究室の割合は、日本における類似の学科に典型的といえる。

日本のほとんどの国立大学や首都圏などの大規模私立大学では 6 割以上の学生が大学院に進学することに比較し、機械知能工学科では平均して 5 ~ 10 人の学生しか進学しない。この人数は少ないが、地方私立大学では典型的な人数である (地方公立大学でも同様に 1 ~ 3 割と少ない)。他の多くの

学生は産業、メンテナンス、専門知識を活かした販売業などに就職していく。それゆえ、カリキュラムの目標は、高い水準ではないにせよ、基礎を全体的にカバーする知識とするべきである。

## 2.2 プレゼミ コンピュータサイエンス

ここでは、宮崎らによって東北大学で 1980 年代に開始された先駆的な取り組みを簡潔に紹介する [4, 5]。このコースは「プレゼミ コンピュータサイエンス」(以下プレゼミとする) という名称で、教養部の特殊な科目の一つであった。教養部は 1990 年代半ばまで、文学、教育学、法学、経済学、理学、医学、歯学、薬学、工学、農学の各学部の 1, 2 年次学生の教育を行っていた。「プレゼミ」は高度な学術体験を提供するために、研究室の扉を学生に開く公式な手段であり、宮崎はコンピュータサイエンスを教養部で教えていた。

プレゼミでは、宮崎は研究室にあるインターネット接続されたワークステーションを、学生に毎日 24 時間自由に使わせていた。1990 年代前半に Windows95 の登場でインターネットが広く知られるようになる前、インターネットの利用者が限られていたころのことである。これにより、UNIX ワークステーションとネットワークで可能になる全てのこと、たとえば実践的な利用、管理方法、研究開発、をするように誘導した。このコースは、公式には 1 年生と 2 年生の学生向けであったが、2 年間を終えた学生の多くは、それぞれの学部のそれぞれのキャンパスに分かれたあとでも、研究室には来ていた。

宮崎によれば [4]、毎年 100 人の学生がプレゼミには応募していた。その中から応募書類にもとづいて 10 ~ 20 人が選考されており、著者は 1992 年の幸運者の一人であった。しかしながら、毎年の新人は、最初の半期がすぎるところには 10 人も残っていなかった。これはおそらく、このプレゼミの課題が「自由に何かせよ」であったことによる。この自由は学生にとっては非常に難題だった。

宮崎のプレゼミで興味深かった点は、1 年生から 4 年生までがいたこと、また、主には工学部の学生であるが、法学部や経済学部の学生もいたという多様性である。この多様性により、異なる背景知識による学生間の議論があり、ここでの経験をそれぞれの分野でも使えた。たとえば、二人の法学部学生は大学教員となり、情報に関わる問題やデジタル時代の著作権も扱っていた。



表 2: コースの関係者への利点と不利点

利 点	不 利 点
コース参加学生 (ロボット研究会の所属メンバ)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボット・メカトロニクスシステムの実践的な開発を体験できる。単独の学生団体では準備することが容易ではない道具類や部品類を使用できる。</li> <li>・教員、先輩、大学工場の専門職員の協力を得られる機会が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教員や大学院生などの年配者の目があるため、自由が多少制限される。</li> <li>・頻繁ではないが、作業場所や道具の使用が卒業研究で制限される (主に冬期)。</li> </ul>
卒業研究のために研究室に公式に配属された学生	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボット研究会に、人手が必要なとき (大型ロボットの実験、運搬、映像撮影など) に手助けを求めたり、技術的な助力 (機械加工、道具の使い方、設計、プログラミング等) を求めることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験室の場所や機材類をロボット研究会と共有しなければならない。</li> <li>・3年生後期に研究室に配属されたとき、自分より後輩であるコース参加者のほうが専門知識を持っていることで自身に不安を感じるかもしれない。</li> </ul>
研究室運営	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・コース参加者がそのまま研究室で卒業研究を希望することは多く、経験と意欲を持ち、親しんでいる学生を研究室に獲得できる大きな機会を得られる。</li> <li>・少なくとも一人の学生が研究室にいる時間が増加する (本文参照)。</li> <li>・オープンキャンパスのようなイベントへの協力をロボット研究会に求められる。彼らの協力により、オープンキャンパスでは10台程度のロボットが実動する最大の実演会場となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験室の機材やコンピュータの共有は最大の課題であるが、これまでは大きな問題とはならなかった。工作による音は他人の邪魔になることはある。</li> <li>・消耗品のコストが余分にかかる。しかし、マイコンやモータなどの特殊部品はロボット研究会参加者が自ら購入しており、研究室の追加費用は10万円を越えない (学内工場は加工依頼を無償で受け付けている)。</li> </ul>

当初想定していなかった興味深い効果は、各人の研究室滞在時間の増加である。このコースを開始する前、卒業研究学生はしばしば短時間で去ってしまっていた。これは「他の人がだれもいなかったから」という理由によっており、集団志向の日本では一般的なケースである。コース参加者が実験室にいて、卒業研究学生も滞在しやすくなったといえる。

著者の研究室は2003年に設置され、このコースを2004年の秋に開始した。さらにその後、2005年に大学後援会からの支援も得られる大学公認の学生団体としての「ロボット研究会」となった。これにより、コース参加学生は平日のロボット競技会に参加する場合に公的に講義を欠席できるようになったほか、研究室から物的および技術的支援に加えて、大学からの予算的支援を獲得した。また、学生団体として、研究室の特別コースという

説明をつけたうえでの独自の新入生勧誘も行っている。なお、宮崎のプレゼミに比べて参加希望者は少ないため、選考は行っていない。

## 4 統計データと検討

学生の活動と就職活動に関する統計データを本節では示す。

### 4.1 学生数

コースと研究室の学生数を表3に示す。研究室の設置は2003年であり、本コースは2004年に開始した。たとえば、2004年には1年生2名と2年生2名が参加しており、そのまま翌年にも所属している (表中の数値は人数であり、必ずしも同一学生ではない)。

人数の内、女子学生数を {} で、研究室が所属する機械知能工学科以外の学科から参加した学生

表 3: コース参加学生と熊谷研究室の人数

年 度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 年 生	—	2	3	6 (1){1}	1	4 (1)	8 (2){2}	3
2 年 生	—	2	2	3	6 (1)	1	4 (1)	6
3 年 生	—		2	2	3	5 (1)	1	2 (1)
4 年 生	—			1 [1]	1 [1]	3 [3]	5 (1)	1
合 計	—	4	7	12	11	13	18	12
他学科 ( )	—			1	1	2	4	1
女 子 { }	—			1			2	
学部生 (K)	5	6	6	6 [1]	6 [1]	7 [3]	—	—
修 士 (K)			2	3	1	2	2	—

学部生 (K): 卒業研究のために熊谷研究室に配属された 4 年生.

修士 (K): 熊谷研究室大学院生 (前期 2 年の課程).

凡 例:

数 値 該当する人数であり, 以下の 3 タイプの学生数を含む. (各年度, 各学年, 女子学生と機械知能工学科以外に所属する学生を含む)

( ) 他学科からの学生数 (注: 2006 年の 1 年生 1 名と 2007 年の 2 年生 1 名 (2009 年に 4 年生となる) は異なる学生である. 東北学院大学は多くの文系学科も擁するが, 我々のキャンパスはメインキャンパスから離れており, 工学部の 4 学科のみがある)

{ } コース参加の女子学生の人数 (注: 例年, 学科全体の女子学生数は 2,3% である)

[ ] コース出身で研究室配属となった人数

数を ( ) にて示した. また, 研究室に卒業研究で配属された学生数と大学院生の数も併記し, 3 学年次の研究室配属までコースに所属し, そのまま卒業研究室配属となった学生数を [ ] で示した. なお, 在外研究のため 2009, 2010 年には研究室配属の 4 年生を受け入れておらず, 2009 年に 4 年生となったコースの学生の大半は他のロボット系研究室に所属したほか, 2010 年の 4 年生は 2011 年 (表外) には大学院生として当研究室に所属している. これらのデータから以下のことが確認できる.

1. 2009 年には 1 年生の人数が増えているが, 翌年には 1, 2 年生が減少している. 実験室の許容人数と, 先輩や著者の手では面倒を見切れなかったことが原因の可能性<sup>\*3</sup>.
2. 他学科 (電気情報工学科, 電子工学科) からの学生 5 名のうち, 3 名は途中離脱している<sup>\*4</sup>. 機械知能工学科向けの教育コースとし

て開始した後, 2005 年には学生団体ともなり, それまでの学科掲示板での告知に加え口コミなどでも他学科の学生が関心をもつようになった. この広がりや学生にとって良いことである. 多様化はしたが, 機械知能工学科の学生が依然として多数派であり, ロボット研究会の活動が機械知能工学科の学科時間割等の影響を受けやすく, このことは他学科のメンバに不便となることがあった.

3. 3 名の女子学生が加わっているが, 1 年以内に去っている. 女子学生はもともと工学部で少数派であるが, 団体内でも少数派であったことは上記同様に影響があった可能性があり, また, ロボット開発における男女の垣根のない共同作業への不慣れもあったかもしれない<sup>\*5</sup>.

上記の制約のひとつはコースの許容人数である. 学生数はすでに, 機械加工やロボットの組み立て者や幹部を他学科の学生が担うことも増えてきた.

<sup>\*5</sup> 訳注: この後も女子学生の定着率は良くはなかったが, 2014 年には 3 年生もおり, 当研究室への卒業研究配属が内定している.

<sup>\*3</sup> 訳注: この後増加に転じ, 2014 年には 1 年生が約 20 名, 2, 3 年生が各約 10 名とかなり多くなっており, この推測はほぼ否定されている. 実験室に対して 40 人は過大であるが, 作業時間の調整などの工夫がある程度なされている.

<sup>\*4</sup> 訳注: この後, 他学科からの学生数も増え, 団体の代表

をするのに必要な場所の点で上限に達している。宮崎のプレゼミでも部屋の人数上限はほぼ同じだが、ほとんどの学生が個人で各々の活動にあたっていたことに対して、数人の学生が同時に作業しなければならないロボット開発では、実効的な許容数が低いといえる。宮崎も述べていたように、メンバの多様性が学生にとって良いことであり、このことは今後の課題である。

表3に示したように、学生は二つのシステムをまたいで6学年、すなわち学部1年生から大学院2年生の範囲で分布している。このことは低学年の学生にとって、より高いレベルの知識や技術の理論と実践を得る良い機会である。また、4年生からは研究室の活動や就職活動など様々なことを学ぶとともに、自分の将来を強く意識していない場合には良い警告ともなる。

## 4.2 学生の活動

### 4.2.1 日常の活動

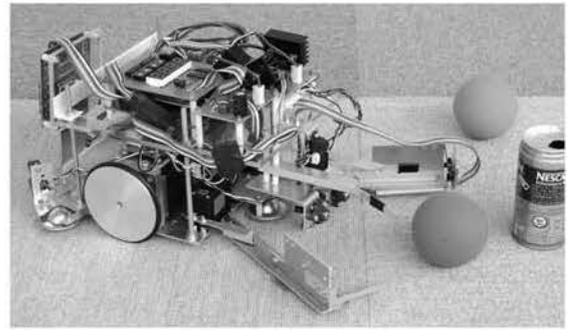
コース参加学生は実験室で長い時間を過ごし、キャンパス内の居場所となっている。その日の講義が始まる前に現れ、空き時間や昼食時、放課後にも現れる。研究室に昼時や18時ころにいくと、数人の学生が食事をしていたり、宿題をしていたり、開発の議論をしていたり、その他の趣味について語り合っていたりすることをよく見かける。4年生が就職活動などで不在がちな前期には、コースの学生のほうが卒業研究学生よりも多くの時間を過ごしている場合もあり、朝に部屋の鍵をあけて、夜に施錠していることも多い。おそらく、典型的なメンバは研究室で1日に3時間ほど過ごしていたと思われる。この活動は年間予定に大きく左右される。たとえば、ロボット競技会や各種展示の前には非常に長時間となり、一方、試験期間にはほとんどいなかった。

### 4.2.2 年間行事

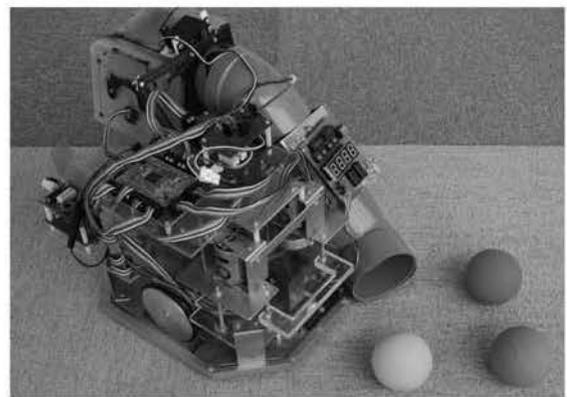
年間の活動として、ロボット競技会と大学祭に注力している。

毎年恒例の6月中旬の「知能ロボットコンテスト」[7]は重要である。この大会のルールでは、参加者は手動では操作不可能な、自動型のロボットを製作する。このロボットは自力で走行し、物体を持ち上げて判別し、適切なゴールまで運搬する。この競技は機構のハードウェアからソフトウェア制御までに渡る、ロボットの知識、経験、技能を要し、例年、80-100チームが参加する。

ロボット研究会は2005年以来、毎回2,3台のロ



(a) 多色のボールや空き缶を見つけ、形状や色を認識し、一つずつ保持して適切なゴールに運ぶロボット。ロボットは2個のモータ駆動の車輪、二つの手、10個以上のセンサ(4個の距離センサ、8個の床面ラインセンサ、1個の色識別センサ)をもつ。



(b) ボールを吸い込み、色を確認し、適切なゴールに2個の回転ローラで射出するロボット。パイプの端にある箱の裏にファンが取り付けられている。

図2: コースの参加者が開発したロボット。マイコン周辺や電源回路などの重要部品は両者で共通であるが、ロボットの構成は個々に検討、開発されている。

ットを出場させており、そのうちの2台を図2に示す。多くの大学、高校、専門技術者、大学院生のチームのなかで、2010年までのあいだで、上位クラスの競技での2位、2回の特別賞を受賞している

ロボット開発のチームは2~4人の、1年生から3年生までの学生で構成している。新入生はロボット研究会に4月に加入し、大会までは2ヶ月しかないため、上級生のもとで徒弟となる\*6。

この大会はロボット研究会として取り組むべき

\*6 訳注: 近年は5, 6月に2, 3年生がCADの使い方や電子回路の工作法などを講習したうえで、後述の大学祭向け開発から本格的に加わる形態に変わっている。また、最初に学生団体としてのロボット研究会に加入し、十分に定着したところでコース参加者として手続きをするようにしている。

ものとして著者が強く勧めており、学生も挑んでいる。一部の学生は「全日本ロボット相撲大会」にも挑戦を始めた。まだ十分な性能のロボットにはなっていないが、別の大会に挑戦しようという意思は独立心の表れといえる。

その後にもう一つの大きなイベントである10月の大学祭がある。彼らは上述の大会に参加したロボットの弱点を克服して展示用に改良するほか、ロボットを新作する。これらの展示にはルールはないため、おもしろさやエンターテインメント性により重点をおいて、ロボットを来訪客が手動操縦できるようにもする。また、夏のオープンキャンパスにおいてもロボットのデモンストレーションを行う。高校生には、若い大学生の活動は好評なようである。

これらの主要行事の間には、学生同士で集まり、たとえば、次の競技会のロボットの計画のプレゼンテーションを行う。また、一部の学生は、4年生の卒業研究等の発表会にも参加し、アイデアを探すと共に自身が今後行うべきことを学んでいる。

### 4.3 求職における効果

卒業後の就職状況に関する数値を表4にまとめた。この表では3群の学生(1)このコースを早期に離脱せずに3、4年生まで在籍した学生、(2)卒業研究のために公式に熊谷研究室に所属した学生、(3)機械知能工学科の学生を比較した。コースの参加者と研究室学生は表示された期間の合計人数であり、学科では求職した学生のみ(つまり大学院進学希望者や資格取得の準備をする者などを除く)を数えた。2005年と2009年の数値の差は主には経済状況の変化によるものであり、たとえば不明欄の学生の多くは卒業の時点では職を得ていない。

このコース参加者のデータを研究室や学科全体と比較して、メカトロニクスの良い教育効果を示すと言うことは早計である。しかしこのデータからは、コース参加者が教室では機械工学を主に学んでいるにもかかわらず、メカトロニクス、ソフトウェア開発(より詳細には組込ソフトウェア開発)、電力システム分野に就職しているということは明らかである。また、卒業研究でのみ研究室にきた学生の傾向は、コース参加者より学科全体に類似しており、研究室配属は最終的な職には明確な影響がないことを示していた。

ここには、1年次からコースに参加し、継続してきたという学生の希望と意欲が反映されている

といえる。一方、研究室配属の学生は、半数以上がロボットを学ぶために本学科に入学したと言いつつも、本当に関心を示したのは3年生の配属時であり、入学時にはそこまでの関心がなかったかもしれない。

もう一つの差は、コースは意図的に参加を申し込む必要がある任意の活動であることに対して、3年次の研究室への所属は学生にとって必須の選択ということである。この意欲は、特定の領域での求職に明確に作用する。意欲をもった学生は、その希望が明確であるがゆえ、学習し、関心を維持し、それらの分野に適応することができる。

上述の差は「暗黙の選抜」によって生じている。本コースの重要な点であるが、学生はコースに申し込み、意図的に活動をつづけている。それゆえ、参加者は高い意欲を持っている。しかしながら、関連する学習にもプラスの効果があるため、この暗黙の選抜だけが差の理由でないことも言える。コース参加者は日常的に研究室に現れ、メカトロニクスに直接の関係の有無にかかわらず様々な科目の勉強をしている。彼らはしばしば、自身の理解度やレポートや試験などについて話しているため、学習への関心事がわかりやすく、励ましたりアドバイスしたり、時には説教することもある。学生同士でも互いに励ましあったり、自身の発表・質疑応答の技能を向上させるために技術的な発表会を開催していることさえある。このことは、求職傾向に対して、本コースを選んだこととその後の進歩が影響したことを示していると言えよう。この好効果は、このコースが必修では無く選択性の強いものであり、かつカリキュラム上は何の利益(単位)もないという性質から来ていると考えている。<sup>\*8</sup>

## 5 おわりに

本論文ではロボット・メカトロニクス分野における教育の取り組みを紹介した。特に工学教育においては、教室での教育に加えて実践的体験が不可欠であるという基本的認識に重点を置いたが、一般的な従来型の学科カリキュラムにはこの分野の実践訓練を組み込むことは容易ではない。このコースには毎年数名の学生が加わり、これまでに10名が卒業まで在籍した。このような学生はソフ

<sup>\*8</sup> 訳注：ロボット研究会の活動が一般化するにつれて、必ずしも意欲にあふれた学生だけが参加するわけではなくなってきたが、今でもここで述べたような意欲の高い学生群も存在する。

表 4: 業種ごとの卒業生の就職人数  
(a) 求職に用いられる粗い分類 (学生数, %)

業 種	ロボ研究会 †		熊谷研究室 ‡		機械知能工学科 ††			
	2006-09		2003-09		2005(単年度)		2009(単年度)	
建設業	1	11%	2	6%	11	10%	15	13%
製造業	4	44%	14	45%	50	47%	44	37%
運輸・通信・電気	0	0%	3	10%	3	3%	11	9%
卸売業・小売業	0	0%	2	6%	6	6%	7	6%
サービス業(情報)	3	33%	3	10%	22	21%	4	3%
サービス業(他)	0	0%	2	6%	10	9%	9	8%
公務員・教員・他	0	0%	2	6%	5	5%	2	2%
不明・就職せず	1	11%	3	10%	0	0%	28	23%
合 計	9		31		107		120	

(b) メカトロニクス関連分野の詳細分類 (学生数, %)

業 種	ロボ研究会 †		熊谷研究室 ‡		機械知能工学科 ††			
	2006-09		2003-09		2005(単年度)		2009(単年度)	
メカトロニクス開発, 生産設備 *	3	33%	9	29%	28	26%	20	17%
電気設備, 電気工事	2	22%	0	0%	0	0%	6	5%
ソフトウェア開発(情報サービス含)	3	33%	3	10%	16	15%	4	3%
機械分野(非メカトロニクス) **	0	0%	4	13%	33	31%	32	27%
労働者派遣業(アウトソーシング)	0	0%	3	10%	7	7%	0	0%
サービス業 ***	0	0%	9	29%	22	21%	23	19%
その他	0	0%	0	0%	1	1%	7	6%
不明・卒業時に就職せず	1	11%	3	10%	0	0%	28	23 %
Sum	9		31		107		120	

付記:

全てのデータは該当する学生数と就職希望者数(たとえば大学院進学希望者数は除外)に対する百分率との組で示した。

\* 電子部品製造を含む。

\*\* 機械システム, 機械加工, 空調システムを含む。

\*\*\* 公共サービス, 販売, メンテナンス業を含む。

† 3, 4年次に研究室に来ていた学生のみ数であり, 1名の電気情報工学科以外は全て機械知能工学科である。

‡ ロボット研究会メンバを除き, 5名の大学院生を含む熊谷研究室所属者数(2006-08年でロボット研究会メンバは5名が所属していた。2009年は熊谷の在外研究のために研究室所属の4年生はいない。)

†† 機械知能工学科の各学生は東北学院大学から公式に公開されていたデータを元に, 著者が分類し, 数えた。2005年度[8]と2009年度[9]のデータはリーマンショック前後の比較用である\*7。

トウエア開発も含む, メカトロニクス関連の企業に就職し, このことからコースにプラスの効果があったと考えられる。1名の学生はロボット研究を続けるため, よりレベルの高い他大学院に進学した。

この初期の6年間の結果は, コース開始時に期

待していたものであり, 類似の手法はロボット・メカトロニクス系の研究室を運営する教員に勧めることができる。現在の学習科学における関連課題は, 学生に対して, 義務的な要求での学び(「学ばなければならない」)ではなく, 彼ら自身の意欲や希望に基づいて学ぶ(「学びたい」)環境をいかに

つくるか、ということである。一つの例は「ロングテール学習」[10]であり、本来の課程から外れたニッチなテーマも含めて、学生は学びたいことを選択し、似た興味を持つもの同士でコミュニケーションする。一つの研究室は2, 3種だけの特定分野しか提供できないかもしれないが、様々な分野にわたる複数の研究室であれば、「学びたい」のニーズに対応しやすい。似たようなコースを異なる分野で提供できれば、学科全体に新たな活気をもたらすこともできよう。

しかしながら、前述のような学生の多様性は現状ではまだ不十分であり、学生数のデータも統計処理をするには不十分である。これは本論文で不足する点であるが、改善にはより長い期間を要すると言える。

## 謝 辞

本コースの実施に当たって、非常に多くの部品を東北学院大学機械工場に加工して頂いた。職員の方々にこの場を借りて、著者と学生から謝意を表したい。

## 参考文献

- [1] “未来ロボティクス学科時間割表,” 千葉工業大学, 2010,  
<http://www.robotics.it-chiba.ac.jp/ja/subject/schedule.html>
- [2] J.S.Brown, A.Collins, and P.Duguid: “Situated Cognition and Culture of Learning”, *Educational Researcher* Vol.18 No.1, 1989, pp 32-42
- [3] J.A.Francois and F.Quek: “Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation,” *proc of CHI 2011*, 2009
- [4] 宮崎正俊: “教育課程におけるプレゼミ「コンピュータサイエンス」について,” 平成2年度情報処理教育研究集会報告書, 1990, pp.69-73
- [5] 宮崎正俊: “目指せ「ソフトウェア立国」,” *Bit*, Vol.28 No.8, 1996, pp 42-50
- [6] “東北学院大学 工学部 シラバス 2010,” 東北学院大学, 2010, pp 87-179
- [7] 熊谷正朗: “知能ロボットコンテスト – 自律型移動ロボットによるロボットコンテストとその運営 –,” 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会 *Robomec'07*, 2007, 2P1-E03
- [8] “就職ガイド DATA 2006,” 東北学院大学, 2006, pp 8-8
- [9] “就職ガイド DATA 2010,” 東北学院大学, 2010, pp 8-8
- [10] A.Collins, et al.: “Long-Tail Learning: A unique opportunity for CSCL?,” *Proc. of 9th international conference on Computer supported collaborative learning*, pp 22-24