大学の工学教育に対する産学の意識比較

A Comparison of the Attitude Towards Academic Engineering Education in Industry and Academia

若林直子^{※1}
Naoko WAKABAYASHI

黄晶石^{※2}
JingShi HUANG

勝浦哲夫^{※2}
Tetsuo KATSUURA

We concluded this study with a nationwide questionnaire administered to the science and engineering department of a university and the technical department of a company. The survey's goal was to verify whether there was a mismatch between the content of academic education and the education desired by industry. While both sides indicated a consistent overarching opinion, some details were different. For example, academic education paid more attention to imparting professional capability and knowledge, while industry desired that more importance be placed on general capabilities and broad liberal arts education. We hope that this survey data will be helpful in the promotion of industry-academia collaboration and reform engineering education in the future.

Keywords: Questionnaire, The Education of Industry-Academia Collaboration, Basic Academic Skills, General Capability, Professional Capability

キーワード: アンケート, 産学連携教育, 基礎学力, 一般的な能力, 専門的な能力

1. はじめに

大学が実施している教育と、新卒者を受け入れる企業が望んでいる大学教育との間にはミスマッチはあるのか、あるとしたらそれは何か。工学分野においてもこれまで多くの指摘がなされている古くからの課題であり、かつ、労働人口が減少する中で今後も持続的な発展を維持すべく、イノベーションを担う理工系人材の育成が望まれる我が国にとって、今取り組むべき重要な課題でもある。

筆者らは、千葉大学が受託した文部科学省委託事業「工学分野における理工系人材育成のあり方に関する調査研究（平成27～28年度）」^{1), 2)}の中で、この課題を含んだ大学と企業対象の大規模アンケート調査に取り組む機会を得た。本稿では、この中から上記のいわゆる「産学のミスマッチ問題」に焦点を絞って、アンケート調査結果の一部を掘り下げて紹介したい。

2. アンケート調査の概要

調査対象は、国内の国公私立大学における工学主要7分野（電気・電子、機械、建築、土木、化学・材料、情報・通信、バイオ）³⁾に該当する学科・専攻等、および従業員100人以上の国内企業の上記7分野に関連する技術部門である。

調査の概要を表1に示す。調査項目が多く複雑な調査票である上に期間が短かったにも関わらず、多くの方々にご協力をいただき高い有効回答率となった。平成27年度の企業の有効回答率が他に比べて低いのは、各社から

表1 アンケート調査の概要

	平成27年度調査		平成28年度調査	
	大学 ^{*1}	企業 ^{*2}	大学 ^{*1}	企業 ^{*3}
調査時期	2015. 12	2016. 01	2016. 11-12	2016. 11-12
調査方法	H27は、郵送配布・郵送回収 H28は、郵送配布回収とwebサイト回答を併用（選択性） ※H28のwebサイト回答率：企業82%, 大学88%			
配布数 (組織数)	984 (175大学)	10,230 (約10,000社)	906 (175大学)	936 (908社)
有効回答数 (率)	677 (68.8%)	3,480 (34.0%)	558 (61.6%)	585 (62.6%)

*1 平成27年度全国大学一覧より抽出。

*2 東京商工リサーチ企業データベースより抽出（従業員数300人以上は全数、100人以上300人未満は各分野の総企業数の按分比例で割付）。分野は日本標準産業分類コードを参照。

*3 平成27年度調査結果を元に抽出。

の問合せ内容等から判断すると、本来対象とすべきでない企業にも調査票を配布してしまった、工学主要7分野の種別が企業活動の実態に合わなかった等によると思われる。

調査項目は各年度、大学と企業、ときに分野によって異なり、大学の研究・教育の実態、産学連携の実態・意向など多岐にわたる。本稿では、このうち大学と企業との比較を意図した大学企業共通の項目のみを扱う。

なお、本調査の一つのポイントは、企業対象アンケートの回答者属性にある。この種の調査では、企業の総務・人事部門に回答いただくことも多いが、本調査では工学系出身者の職場となることが多いと考えられる技術部門の方に回答いただけるよう工夫した。結果、平成28年度調査における回答者は、工学系分野出身（工学系分野の学部出身者81%）の技術者または研究者（技術系または

2017年9月16日受付

※1(株)生活環境工房あくと

※2千葉大学大学院工学研究院

研究・開発系の職種90%以上、採用担当兼務も含む) となった。勤続年数は21年以上 (69%), 年齢は50代 (46%) または40代 (33%) が大半である。

一方、大学対象アンケートの回答者は、9割以上が学科長・専攻長等 (副学科長等を含む) である。大学勤続年数は21年以上が33%, 15～20年が22%, 企業での勤務経験は「なし」が38%と最多、次いで「5年未満」(30%) であった (平成28年度調査より)。

3. 大学教育で育むべき知識・能力・経験

平成27年度調査では、表2の各項目について、大学に対しては大学教育における「重視度」(5件法) を、企業に対しては新卒者として受け入れる工学系分野出身者への「期待度」(5件法) を聞いた。図1は、学部学生および学部新卒者の場合の結果で、「非常に重視/期待している」を5点、「重視/期待していない」を1点として数値化した上で算出した平均点の散布図である。

図1から、大学の重視度と企業の期待度は非常に一致度が高いことがわかる。「経験 (D)」は総じて低い、「知識 (A)」の中では「専門分野の基礎的知識 (A2)」が高く「資源・環境の有限性理解 (A4)」が低い、「専門的な能力 (B)」の中では「問題解決・ものづくり能力 (B2)」が高く「即戦力 (B1)」が低い、「一般的な能力 (C)」

(C)」は総じて高いが「語学力 (C8)」だけは低いなど、ほぼすべて同一の傾向といってもよい。

ただし、元の5件法の回答では、すべての項目において大学と企業との間に有意差がみられた。両者の違いで顕著なのは、「チャレンジ精神 (C4)」を初めとした「一般的な能力 (C)」では企業の期待度が高く、「専門的な能力 (B)」および「経験 (D)」では大学の重視度が高い点である (図2)。一般に、企業が求めていると思われる「即戦力 (B1)」についても、大学の重視度の方が企業の期待度よりも高いのは興味深い。「知識 (A)」でも、「幅広い教養 (A1)」は企業の期待度の方が、「専門分野に関する知識 (A2, A3)」は大学の重視度の方が高いという特徴的な傾向がみられる (図2)。

以上より、大学教育で育むべき知識・能力・経験については産学間に大きな意識差はないが、細かくみると、大学では「専門的な能力 (B)」および「専門知識 (A2, A3)」をより重視し、企業では「一般的な能力 (C)」および「幅広い教養 (A1)」をより期待しているという違いがあるといえる。

なお、この設問は、学部学生・学卒新卒者の場合だけでなく、修士・博士についても同じように聞いている。

図1 表2各項目の回答の平均点の散布図

表2 大学教育における重視度/期待度に関する調査項目		
知識	A1	文系分野も含む幅広い教養
	A2	専門分野に関する基礎的知識
	A3	専門分野に関する最新の知識と事情
	A4	資源や環境の有限性に関する理解
専門的な能力	B1	即戦力としてすぐに使える技能
	B2	専門分野の知識や情報などを利用して、問題を解決したり、ものを作り出していく能力
	B3	自己の専門分野に関連する他の専門分野を俯瞰できる能力
	B4	自己の専門分野に関連して、実際の社会の中で解決すべき課題を見出す能力
	B5	技術者としての倫理観
一般的な能力	C1	グループで仕事をする際のチームワーク能力
	C2	様々な考えを持つ人たちをまとめるリーダーシップ能力
	C3	必要な情報や知識を主体的に自分で獲得する能力
	C4	新しい課題に果敢に取り組むチャレンジ精神
	C5	将来の社会ニーズの変化に合わせて応用、展開できる基盤的能力
	C6	考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力
	C7	相手の話を丁寧に聴き、自分の意見を分かりやすく伝えるコミュニケーション能力
	C8	英語など他の言語を使える語学力
経験	D1	企業との共同研究の経験
	D2	学会等での口頭発表、論文発表の経験
	D3	ボランティア活動などの社会的経験
	D4	海外大学などへの留学経験
	D5	企業におけるインターンシップの経験

図2 表2各項目の回答結果例

図3では、図1の学部学生・学卒新卒者の平均点に、修士、博士の平均点を重ねて表示し、各項目の変化をみた。

図3からは、大学では学部、修士、博士と進むにしたがって重視度が高くなる項目が多いのに対し、企業ではあまり変化がないことがわかる。大学でもっとも大きな変化があったのは「経験 (D)」の「企業との共同研究 (D1)」と「学会発表等 (D2)」だが、これらについては企業でも同じように変化している。大学と企業で傾向が異なるのは、「知識 (A)」と「一般的な能力 (C)」である。

「知識 (A)」の「幅広い教養 (A1)」と「専門分野

図3 学部・修士・博士の表2各項目の結果(平均点)比較

表3 専門教育科目/業務に必要な知識に関する調査項目

数学	A1	微積分学	情報	C1	シミュレーション技法
	A2	線形代数学		C2	コンピュータアーキテクチャー
	A3	微分方程式		C3	オペレーティングシステム
	A4	偏微分方程式		C4	プログラミング言語
	A5	複素解析		C5	情報ネットワーク
数理・データサイエンス	B1	統計学	化学・力学	C6	情報・セキュリティ
	B2	確率論		D1	基礎化学
	B3	多変量解析		D2	力学
	B4	最適化理論		D3	熱・統計力学
	B5	数値計画法		D4	電磁気学
	B6	データマイニング	工学共通	D5	物理・化学基礎実験
	B7	機械学習		F1	工学倫理
	B8	データ構造とアルゴリズム		F2	知的財産権
造形等	E1	造形	工学共通	F3	マネジメント
	E2	図学		F4	アントレプレナー

の基礎的知識 (A2)」については、大学では学部より修士・博士で重視度が低かった。これは、修士以上では教養科目と専門基礎科目の開講が少ないことの反映であろう。しかし、一方の企業は期待度に変化がないため、修士・博士では大学と企業の差が広がる結果となった。

「一般的な能力 (C)」については、企業では「語学力 (C8)」を除き学部と変わらないが、博士へと進むにしたがってむしろ期待度が下がる項目が多いが、大学では「チームワーク能力 (C1)」を除いたすべての項目で学部、修士、博士の順に重視度が高くなった。

この設問は、該当する組織のみの回答であるため、学部、修士、博士と進むにしたがって、大学も企業も回答数は減少し、データのばらつきは大きくなる。このことから修士・博士の結果は参考程度とすべきだが、全体的な傾向については産学の意識差を表すものとして一考の価値があると思われる。

4. 理工系教育の基礎となる専門基礎教育

平成28年度調査では、表3の各項目について、大学に対しては開講状況や「学生の理解度」(5件法)、「授業内容の必要性」(5件法)等を、企業に対しては回答部門の「実務上の必要性」(5件法)を聞いた。図4は、「必要性は高い(大学では“全ての学生に必要”, 企業では“多くの業務で役立つ”)」を5点、「必要性は低い(大学では“必要とする学生は少ない”, 企業では“役立つ業務は少ない”)」を1点として数値化した上で算出した平均点の散布図である。なお、大学では学部と修士に分けて聞いているが、図4は学部の結果である。

図4からは、学業における必要性(大学)と実務上の必要性(企業)の一致度は低いことがわかる。「力学 (D2)」 「統計学 (B1)」等の必要性は高く、「造形 (E1)」 「アントレプレナー (F4)」等は低いなど一部に一致点もみられるが、「数学 (A)」全般は大学で、「マネジメント (F3)」や「知的財産権 (F2)」は企業で必要性が高いなど、産学で大きく異なる項目も少なくない。なお、各項目の必要性は分野によって異なると予想して、主要な取り組み分野に分けてそれぞれ産学の結果を比較したが、どの分野においても産学の一致度は高くはならなかつ

図4 表2各項目の回答の平均点の散布図

た²⁾。

図5では、表3の各項目の開講率を横軸に、大学と企業における必要性の各平均点を縦軸にプロットした。この図からは、開講率と大学における必要性とは概ね比例関係にあるが、企業における必要性とはそのような関連はないことがわかる。実務上の必要性が高い内容を大学教育では行っていない可能性がある（＝独立した科目としては開講されていない）のは、大学が実施している教育と企業が望んでいる大学教育との間のミスマッチの一つと捉えることもできよう。該当するのは、たとえば「知的財産権（F2）」「マネジメント（F3）」「シミュレーション技法（C1）」「熱・統計力学（D3）」などである。

図6は、企業における必要性の平均点を横軸に、大学における「学生の理解度（5件法）」の平均点を縦軸にプロットしたものである。なお、「学生の理解度」はいずれの科目でも修士進学率が高い大学ほど高いという明確な

傾向があった。その一例として「力学（D2）」の平均点を進学率別に示したのが図7である。

図6からは、「統計学（B1）」「確率論（B2）」などは、必要性が高い割に理解度が低いことがわかる。これらは、大学でもその必要性が高く認識されている（図5参照。むしろ企業より高い）。しかしその割に、開講率、学生の理解度の双方とも低い。このことから「数理・データサイエンス（B）」については、大学側でも、必要性の認識と実態にギャップがあると考えられる。

5. 今後の産業界に必要な人材の能力・資質と大学教育

ここまで「大学教育」に関する調査結果をみてきたが、ここでは「大学教育」を一旦離れ、「今後の産業界に必要な人材」に関する調査結果を取り上げる。

平成27年度調査では、表4の各項目をあげ、「技術革

図5 表3各項目の開講率と大学・企業の回答「必要性」との関連

※「学生の理解度」は、開講している場合のみの回答（「ある授業の一部として開講している」を含む）。「ご回答いただいている方の主観で構いません」としたが、いずれの項目でも「どちらともいえない」が最多。たとえば「統計学（B1）」は53%、「力学（D2）」では43%。

図6 表3各項目の企業の回答「実務上の必要性」と大学の回答「学生の理解度」との関連

図7 「力学（D2）」に対する「学生の理解度（大学の回答）」修士進学率別の比較

新、グローバル化の進展に伴い、必要とする能力、資質も変化してきている」と前置きした上で、「今後、日本の産業競争力を高めるためにとくに重要と考える能力・資質」について大学・企業の双方に対し同じ形式で聞いた（以下「今後の産業界に必要な能力」と記す）。該当する項目を選択させた後（複数選択可）、とくに重要度が高いものを1位～3位まで選択させるという回答形式だが、必須回答とした「1位」以外は回答率が非常に低かったため、図8では、各項目が1位として選択された割合を示した。

図8からは、産業界で必要な能力について大学と企業の一致度は高いことがわかる。双方とも、「チャレンジ精神（G）」「コミュニケーション能力（B）」「課題解決力（I）」がもっとも重要と考えており、比較すると「協調性・柔軟性（C）」「チームワーク能力（D）」「倫理観（J）」「日本人としてのアイデンティティ（M）」などは重要視していない。異なるのは、大学が「高度な専門性（L）」および「基礎的な知識（K）」を、企業が「コミュニケーション能力（B）」をより重要視している点である。大学では「知識」「専門性」を、企業では「一般的な能力」をより重要視しているという、前述の「大学教育で育むべ

き知識・能力・経験」（3.参照）と同様の傾向だと考えられる。

これら「今後の産業界に必要な能力」の項目は、「大学教育で重視/期待している能力」で用いた項目（表2）と類似した内容が多いので、類似項目をピックアップし（表5）、企業と大学に分けて、両設問の結果の比較を試みた（図9）。この比較は「今後の産業界に必要な能力」と「大学教育で重視/期待している能力」との比較であるから、「大学教育」という枠が、どのように捉えられているかがみえてくると期待できる。

この2つの設問は、各項目の文言だけでなく回答形式も異なるため単純な比較はできないが、図9では、大まかな違いが把握できるよう、両設問の軸（縦軸）を変えて、結果をあえて同じ図上にプロットした。図9の項目の順序（横軸）は、大学、企業ともに、「今後の産業界に必要な能力（重要度1位）」の割合が高い順とした。

図9の大学（a）と企業（b）を比較すると、企業（b）の方が両設問の回答傾向が一致しているようにみえる。企業

表4 今後の産業界に必要な能力に関する調査項目

A	語学力
B	コミュニケーション能力
C	協調性・柔軟性
D	チームワーク能力
E	リーダーシップ能力
F	責任感・使命感
G	チャレンジ精神
H	主体性・積極性
I	課題解決力
J	倫理観
K	基礎的な知識
L	高度な専門性
M	日本人としてのアイデンティティ

図8 「今後の産業界に必要な能力」重要度1位比較

表5 類似した内容の「今後の産業界に必要な能力」と「大学教育で重視/期待している能力」に関する調査項目

※カッコのアルファベットは、左列は表4・図8、右列は表2・図1と対応

今後の産業界に必要な能力（重要度）	大学教育で重視していること（大学「重視度」） 大学教育に期待していること（企業「期待度」）
・語学力（A）	・英語など他の言語を使える語学力（C8）
・コミュニケーション能力（B）	・相手の話を丁寧に聴き、自分の意見を分かりやすく伝えるコミュニケーション能力（C7）
・チームワーク能力（D）	・グループで仕事をする際のチームワーク能力（C1）
・リーダーシップ能力（E）	・様々な考えを持つ人たちをまとめるリーダーシップ能力（C2）
・チャレンジ精神（G）	・新しい課題に果敢に取り組むチャレンジ精神（C4）
・課題解決力（I）	・専門分野の知識や情報などを利用して、問題を解決したり、ものを作り出していく能力（B2）
・倫理観（J）	・技術者としての倫理観（B5）
・基礎的な知識（K）	・文系分野も含む幅広い教養（A1） ・専門分野に関する基礎的知識（A2）
・高度な専門性（L）	・専門分野に関する最新の知識と事情（A3） ・自己の専門分野に関連する他の専門分野を俯瞰できる能力（B3） ・自己の専門分野に関連して、実際の社会の中で解決すべき課題を見出す能力（B4）

●今後の産業界に必要な能力（日本の産業競争力を高めるために重要な能力・資質）重要度「1位」として選択された割合【左軸】
 ◇(a) 大学教育で重視していること（大学「重視度」平均点）、(b) 大学教育に期待していること（企業「期待度」平均点）【右軸】
 ※「基礎的な知識」と「高度な専門性」については、表5に示した複数項目の平均値とした。

図9 「今後の産業界に必要な能力」と「大学教育で重視／期待している能力」の比較

では、「チャレンジ精神」「コミュニケーション能力」「課題解決力」等「今後の産業界に必要な能力」としての重要度が高い項目については、大学教育への期待度も高くなっているためである。一方、大学(a)では、同じく一番重要度が高い「チャレンジ精神」については大学教育における重視度が明らかに低い。つまり、「チャレンジ精神」の育成については、教育の当事者である大学は、企業が期待しているほど大学教育としては重視していないのであり、産学の大学教育に対するミスマッチの一つと考えることができる。ただし、前述のとおり、「チャレンジ精神」等の大学の重視度は、学部、修士、博士と進むにしたがって高くなるので（企業はほぼ変わらない）、このミスマッチは博士へと進むにしたがって小さくなる。

なお、「今後の産業界に必要な能力」の重要度1位に選ばれることが少なかった「チームワーク能力」「倫理観」は、大学教育においては重視も期待もされているという結果である。これらは、「今後の産業界」を持ち出すまでもなく、学生・新卒者に必要な、いわば当たり前の能力であり、産学ともに大学教育が担うべきと捉えているのであろう。この他、産業界における重要度は高くないが大学教育では重視／期待されている能力には、企業では「リーダーシップ能力」と「基礎的な知識」、大学では「コミュニケーション能力」がある。

6. おわりに

本報では、平成27年度と28年度に実施した全国の工学主要7分野に該当する国公私立大学の学科・専攻、および企業の技術部門を対象とした大規模なアンケート調査の結果より、大学が実施している教育と企業が望んでいる大学教育との比較に焦点をあてて検討した。両者の間にミスマッチはあったのか、本結果からは「総論は一致、各論にはミスマッチあり」だといえる。

大学と企業は、大学教育に対して、留学や共同研究等の

「経験」よりも「知識」や「能力」を重視／期待しているという点で驚くほど一致しているが、細かくみると、大学ではより「専門性」を重視し、企業では「チャレンジ精神」や「チームワーク能力」、および「幅広い教養」をより期待しているといった違いがあった。この産学各々の傾向は専門基礎教育においても同じようにみられ、大学では数学等、企業ではマネジメントや知的財産権などの必要性をより強く感じているという結果であった。

企業が「実務上必要性が高い」とする項目に該当する科目の開講率が低い、および開講している場合も学生の理解度が低いといった産学の齟齬もみられた。しかし、とくに「統計学」をはじめとした「数理・データサイエンス科目」については、大学内においても理想と現実にギャップがあることがわかった。

今後の産業界に必要な能力についても産学の考え方は非常に近いが、産学ともにもっとも重要と考える「チャレンジ精神」の育成を大学教育が担うべきかについては、産学の意識差も垣間見えた。大学は、企業が期待しているほどには「チャレンジ精神」の育成を大学教育の中で重視してはいないのである。

これら各論における産学のミスマッチの原因の一つとして、大学教育の受け手である学生／新卒者の影響が考えられる。当然ではあるが、大学が必要性を感じ重視しているからといって、必ずしも学生に届いている（身についている）とは限らない。

ただし、総論としては産学の考え方はぴったりと一致している。自由回答意見でも、「英語よりまず日本語力、論理的思考力とそれを伝える力」を「大学では基礎を教えるべき」など、産学に共通の意見が非常に多くみられた。一致する背景の一つには、企業側の回答者属性（工学系分野の技術者・研究者がほとんど）が、大学側の回答者属性と非常に近いということも考えられる。

産学共同研究に関する設問（平成28年度調査）でも、

産学ともに、大きな方向性、意向は一致している。共同研究に学生が参加することに対し、大学では「学生が研究活動と社会のつながりをより強く体験できる」（「そう思う」と「ややそう思う」を合わせて91%）、「学生の研究に対するモチベーションが向上する」（同84%）、企業では「産業界の人材育成につながる」（74%）と積極的な回答であった。今後の産学共同研究の発展のために重要な事項としては、産学ともに「産学の情報交換の促進」（「重要度が高い」「やや高い」を合わせて大学78%、企業83%）および「産学の人的交流の促進」（大学73%、企業77%）が最上位であった。

今後、産学の情報交換や人的交流を促進することにより、大学における工学教育をより有効なものとしていくことが望まれる。

謝 辞

お忙しい中アンケートにご回答いただいた皆様、調査研究実行委員会の皆様をはじめ、関係者の皆様に深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省：平成27年度理工系プロフェッショナル教育推進委託事業「工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査研究」報告書、平成28年3月、千葉大学、Webページ、<http://www.mext.go.jp/>

component/a_menu/education/detail/_icsFiles/af
ieldfile/2016/06/17/1372465_01.pdf, 参照日：2017-
9-9

- 2) 文部科学省：平成28年度理工系プロフェッショナル教育推進委託事業「工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査研究」報告書、平成29年3月、千葉大学、Webページ、http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/06/1387668_01.pdf, 参照日：2017-9-9
- 3) 文部科学省：平成22、23年度先導的大学改革推進委託事業「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」報告書、平成24年4月、千葉大学

著 者 紹 介

若林 直子

工学博士（東京大学大学院工学系研究科修了）、コンサルタント（㈱生活環境工房あくと、代表取締役）。専門は防災、地域コミュニティ、意識調査など。日本建築学会、日本人間行動計量学会所属。
本稿の調査時は、千葉大学工学研究科特任研究員。
E-mail：oko.wak@nifty.com