

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

本報告書は、文部科学省の調査研究委託費による委託業務として、国立大学法人千葉大学が実施した平成27年度「理工系プロフェッショナル教育推進委託事業」調査研究テーマ：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の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の複製、転載、引用等には文部科学省の承認手続きが必要です。

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



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  
目 次

1. はじめに

1.1 背景と目的

(1) 背景 .....	1
(2) 目的 .....	2

1.2 調査研究の枠組み

(1) 実施内容 .....	3
(2) 実施体制 .....	3

2. アンケート調査

2.1 アンケート調査の概要

(1) 調査の目的と設計 .....	7
(2) 調査の実施 .....	15
(3) 回答組織の属性 .....	18

2.2 アンケート調査の結果

(1) 大学における研究・教育について .....	24
(2) 産学連携, 企業の取組みの現状について .....	31
(3) 産業界のニーズと大学教育の実態 .....	36
(4) 今後の産業界に必要な人材, 人材の減少が懸念される分野 .....	68

2.3 アンケート調査のまとめ

(1) 工学系大学の実態 .....	73
(2) 工学系大学の教育に対する産業界のニーズ .....	73

3. シンポジウム

3.1 シンポジウム概要

(1) 概要 .....	77
(2) 参加者 .....	79

3.2 講演概要

(1) 講演 1 「理工系人材育成に関する産学官円卓会議への提言について」 .....	81
(辻 太一朗 NPO 法人 DSS 代表・(株) 大学成績センター代表 取締役)	

- (2) 講演 2 「大学学長らによる「工学教育の未来を語る」  
 ～教育課程の体系化の大切さ～  
 対話型講義による創成能力や応用能力の向上を目指して ..... 85  
 (野口 博 静岡理工科大学学長・日本工学教育協会理事・工学教育研究講演会委員会委員長)
- (3) 講演 3 「To engineer –未来を担う若者に,  
 エンジニアリングを学ぶ機会を提供しよう-」 ..... 89  
 (大来 雄二 金沢工業大学客員教授・NPO 法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ理事長)

### 3.3 グループワーク

- (1) グループワークのねらいと進め方 ..... 94
- (2) 各論点と議論のガイド ..... 94
- (3) グループワークのまとめ ..... 95

## 4. 理工系大学教育に関するヒアリング調査

### 4.1 ドイツにおける現地調査

- (1) 調査概要 ..... 97
- (2) 調査結果 ..... 100

### 4.2 金沢工業大学に対するヒアリング調査

- (1) 調査概要 ..... 102
- (2) 調査結果 ..... 105

### 4.3 新潟大学に対するヒアリング調査

- (1) 調査概要 ..... 108
- (2) 調査結果 ..... 110

## 5. おわりに

- 5.1 成果の概要 ..... 113
- 5.2 今後さらに調査が必要な課題 ..... 114
- 5.3 今後の理工系教育の改善に向けた課題 ..... 114

## ■ 資料

### 【会議開催状況】

資料 1) 調査研究実行委員会 .....	資 1-1
資料 2) 調査研究実行委員会幹事会.....	資 2-1
資料 3) 連絡調整会議 .....	資 3-1

### 【アンケート調査】

資料 4) 調査票 .....	資 4-1
資料 5) 調査票発送資料（封筒，はがき，依頼文） .....	資 5-1
資料 6) 単純集計・クロス集計一覧.....	資 6-1
資料 7) 大学と企業の比較帯グラフ（問 2，問 3） .....	資 7-1
資料 8) 自由記述一覧 .....	資 8-1

### 【シンポジウム】

資料 9) 講演 1.....	資 9-1
資料 10) 講演 2.....	資 10-1
資料 11) 講演 3.....	資 11-1
資料 12) グループワーク論点のまとめ .....	資 12-1



# 1. はじめに

---

## 1.1 背景と目的

---

### (1) 背景

少子高齢化に伴い生産年齢人口が減少する中、我が国の持続的な発展を今後も維持促進するためには、イノベーションを担う理工系人材の育成が重要である。その中で高等教育において学術的な専門性の追求だけではなく、高度な技術開発やグローバルな経営を担う質の高い職業能力を身に付けさせることが求められている。

こうした背景のもとに、大学と産業界の双方のコミットメントによるプロフェッショナルプログラムを開発し、産業界に必要な人材を輩出する高等教育レベルの一貫した職業教育システムを構築する取り組みを平成 27 年度概算要求（1 件 1 億円×50 件、総額 50 億円）として文部科学省より立案提出された。しかし、平成 26 年 11 月の行政改革推進会議「秋のレビュー」において、「産業界のニーズの把握が十分でないほか、各大学の学部・大学院のカリキュラムがどの程度産業界のニーズに合っているのか、これらのカリキュラムのどのような点が問題となり得るのかなど、従来の理工系大学教育の問題点の検証が十分に行われているとは認められず、より精緻な分析、検証を行うべきではないか。理工系大学教育のシステム改革を達成するためには、本事業により実務家教員に職業教育プログラムを構築させるだけでは不十分と思われ、その他のいくつかの対策が必要と考えられることから、50 大学で本事業を一斉に実施する前に、まずは、各大学・大学院が研究と教育のバランスをどのように考えているのかを含め、基礎的な調査を実施すべきではないか。その際、調査のために大学にプロジェクトを行わせるとしても、ごく少数の大学に絞って実施すべきではないか」との指摘を受けた。

さらに、平成 27 年 3 月には文部科学省より理工系人材育成戦略が出され、その中で戦略の方向性 1「高等教育段階の教育研究機能の強化」、方向性 3「産学官の対話と協働」等がうたわれている。方向性 1 の中で重点 1 として「理工系プロフェッショナル、リーダー人材育成システムの強化」、方向性 3 の中で重点 10 として「理工系人材育成-産学官円卓会議（仮称）の設置」が重点項目としてあげられた。

以上のような経過を経て、平成 27 年度に「理工系プロフェッショナル教育推進委託事業」が認められ、千葉大学が調査研究テーマ「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」を受託し、平成 27 年 10 月より本事業を開始した。なお、農学分野については東京農工大学が受託している。

## (2) 目的

本委託事業の「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」では、以下の3つの業務を行うことを目的とした。

1. 理工系大学教育のシステム改革を達成するために、各大学・大学院が研究と教育のバランスをどのように考えているのか、全国の理工系大学の実態を把握し、アンケート調査を含む基礎的な調査を実施する。

2. 産業界のニーズの把握を十分に行い、理工系大学の学部・大学院のカリキュラムがどの程度産業界のニーズに合っているのか、これらのカリキュラムのどのような点が問題となり得るのかなど従来の理工系大学教育の問題点の分析、検証を行う。

3. 上記検証結果を踏まえ、産業界が求める理工系人材像の把握・検証と理工系人材を育成するための工学分野における理工系大学教育カリキュラムマッチング等人材育成方策につながる報告書を取りまとめる。

## 1.2 調査研究の枠組み

---

### (1) 実施内容

本事業において上記目的を達成するために、アンケート調査、シンポジウム開催、国内外の理工系大学教育に関するヒアリング調査を行った。

アンケート調査は、国内の国公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）に該当する学科・専攻等（175大学の約1千学科・専攻等）、および国内の理工系人材採用に関わる従業員数100名以上の企業（約1万社）に対して、平成27年12月から平成28年1月に実施した。なお、アンケート用紙は大学、企業別にそれぞれ7分野毎に計14種類を作成した。

さらに、これらの大学側と産業界側に個別に実施するアンケート調査だけでは、①大学側と産業界側の双方向的な議論を通じた新しい方向性にアプローチできないこと、②世界的な動向などの最新情報が不十分な中で回答されたアンケート結果は従来の枠に囚われた内容にとどまる懸念があること、などに鑑みて、産学の関係者が一堂に会して議論する1泊2日のワークショップ形式のシンポジウムを平成28年2月に開催した。

また、理工系大学（大学院）教育の国際的な実態と先進的な事例に関する情報を入手するため、欧州に実行委員会メンバーを中心に構成する調査団を派遣し、ヒアリング調査を実施した。派遣先は、ドイツのドレスデン応用科学大学、ベルリン工科大学および千葉大学ベルリンオフィスであった。さらに、工学系教育に関する先進的な取り組みを行っている新潟大学、金沢工業大学についてもヒアリング調査を行った。ヒアリング調査の主眼点は、理工系各大学・大学院のカリキュラムの実態と、それが、どのような考え方に基づいて策定されているのか、特に、人材育成の観点から、産業界のニーズにどのように対応させているのか、研究と教育のバランスをどのように考えているのか、等であった。

### (2) 実施体制

本事業の実施体制を図1.2.1に示す。本事業の公募、決定、進捗管理を行うために文部科学省の下に理工系プロフェッショナル教育推進委託事業委員会が設けられた。千葉大学には、理工系大学教育に専門性を有する有識者から構成される調査研究実行委員会を設けた。調査研究実行委員会委員は理工系の各主要専門分野のバランス、所属大学の規模、種類（国立、公立、私立）、地域（大都市圏、地方等）の偏りが生じないように配慮して学外委員8名を選出し、学内委員と併せ15名で構成した。また、調査研究実行委員会のうち分野のバランスを配慮して選定した7名からなる幹事会を設けた。さらに、調査研究実行委員会の活動を実務的にサポートする体制として、調査研究事業推進室を設置し、理工系大学教育の経験者1名およびその補助者2名と、事務的業務の担当者2名を配属した。

本事業の「農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」を受託した東京農工大学にも同様に調査研究実行委員会が設けられており、千葉大学、東京農工大学の両受託機関および文部科学省高等教育局専門教育課で連絡調整会議を適宜実施した。

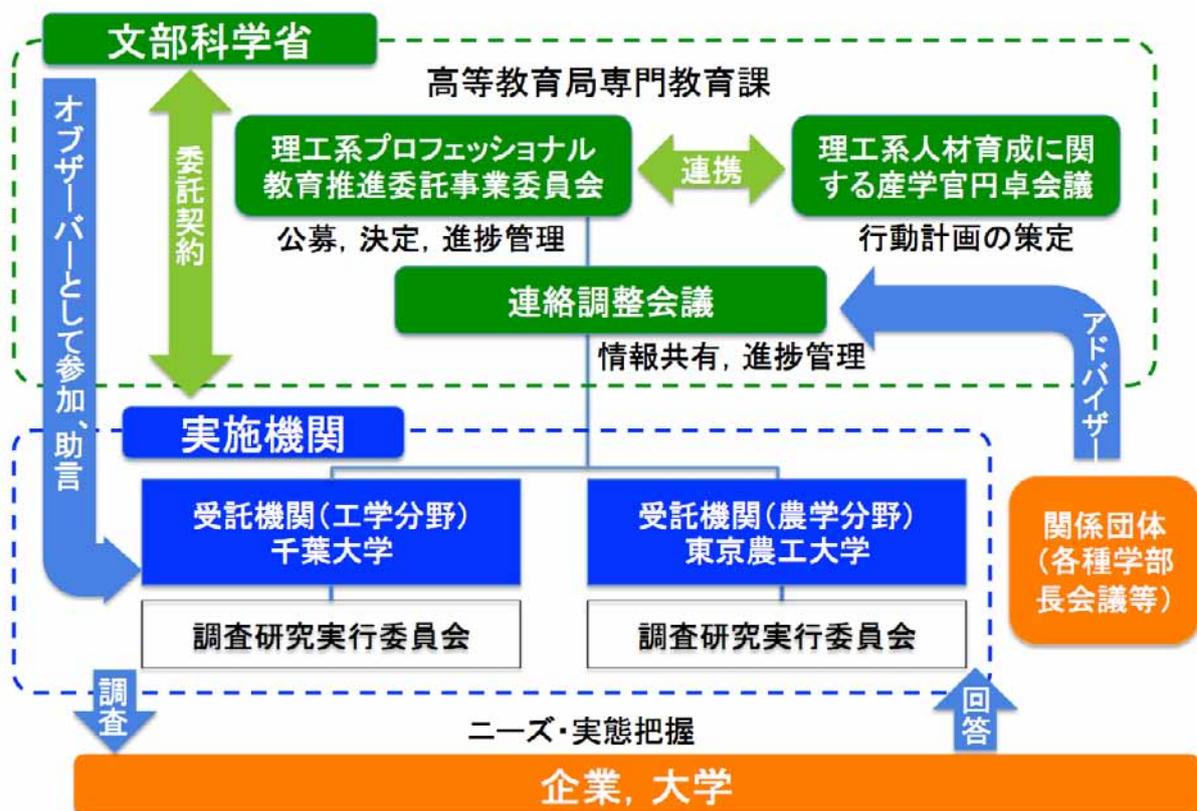


図 1.2.1 平成 27 年度「理工系プロフェッショナル教育推進委託事業」の実施体制（文部科学省資料より改変）

調査研究実行委員会の委員等を以下に示す。

#### a 調査研究実行委員会

委員長	関 実	千葉大学大学院工学研究科	研究科長・教授
学外委員	大輪 武司	金沢工業大学	客員教授
学外委員	工藤 一彦	東京電機大学 学長室	特別専任教授
学外委員	辰巳砂 昌弘	大阪府立大学大学院工学研究科	工学研究科長
学外委員	間瀬 憲一	新潟大学	名誉教授
学外委員	丸山 武男	新潟大学	名誉教授
学外委員	宮里 心一	金沢工業大学環境・建築学部	教授
学外委員	養王田 正文	東京農工大学大学院工学研究院	教授
学外委員	渡邊 眞理	法政大学デザイン工学部	教授
学内委員	勝浦 哲夫	千葉大学大学院工学研究科	特任教授
学内委員	岩永 光一	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
学内委員	高橋 徹	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
学内委員	塩田 茂雄	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
学内委員	佐藤 之彦	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
学内委員	武居 昌宏	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授

## b 調査研究実行委員会幹事会

関 実	千葉大学大学院工学研究科	研究科長・教授
勝浦 哲夫	千葉大学大学院工学研究科	特任教授
岩永 光一	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
高橋 徹	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
塩田 茂雄	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
佐藤 之彦	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授
武居 昌宏	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長・教授

## c 文部科学省

土生木 茂雄	文部科学省高等教育局	視学官
辻 直人	文部科学省高等教育局専門教育課	課長補佐
草田 善之	文部科学省高等教育局専門教育課	科学・技術教育係

## d 調査研究事業推進室

勝浦 哲夫	千葉大学大学院工学研究科	特任教授
若林 直子	千葉大学大学院工学研究科	特任研究員
黄 晶石	千葉大学大学院工学研究科	特任研究員
鈴木 静恵	千葉大学大学院工学研究科	事務補佐員
中川 まりな	千葉大学大学院工学研究科	事務補佐員

## e 事務局

堀内 伸也	千葉大学学務部	教育企画課長
佐瀬 好弘	千葉大学工学系事務センター	事務センター長
園部 和男	千葉大学工学系事務センター	副事務センター長（総務室長）
佐藤 光浩	千葉大学工学系事務センター	副事務センター長（経営・研究支援室長）
高橋 浩之	千葉大学工学系事務センター	総務係長
蓮瀧 和也	千葉大学工学系事務センター	人事・労務係長



## 2. アンケート調査

### 2.1 アンケート調査の概要

#### (1) 調査の目的と設計

##### a 調査目的

本アンケート調査は、理工系大学教育のシステム改革を達成するために、各大学・大学院が研究と教育のバランスをどのように考えているのか、理工系大学の学部・大学院のカリキュラムがどの程度産業界のニーズに合っているのか、これらのカリキュラムのどのような点が問題となり得るのかなど、従来の理工系大学教育の問題点の分析、検証を行うことを目的とした。

##### b 調査対象

本調査の対象は、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）に関わる大学の学科・専攻等と従業員 100 人以上の企業であり、詳細は表 2.1.1 の通りである。

表 2.1.1 本調査の対象抽出方法と抽出数

	調査対象	対象抽出元資料	抽出数	想定回答者
大学	国内の国公立大学における工学主要 7 分野に該当する学科・専攻等	平成 27 年度全国大学一覧	984	学科長・専攻長等
企業	国内の理工系人材採用に関わる従業員数 100 名以上の企業、かつ工学主要 7 分野に関連する企業	東京商工リサーチ企業データベース	10,230	該当分野の技術部門担当者

企業の分野分類は、基本的に総務省の日本標準産業分類コードに基づいて行った。企業対分野は必ずしも一対一ではなく、複数分野に該当すると判断した企業もある。

抽出数は、大学については該当資料から抽出した全数だが、企業は従業員数 300 人以上については抽出した全数（4,270 社）、100～299 人は各分野の総企業数の按分比例で割り付けを行った。結果的に、従業員数 100～299 人の企業については、抽出した全数の約半分となった。

企業の分野分類と従業員規模別対象数を表 2.1.2 に、この表のうち、従業員規模別対象数の割合をグラフ化したものを図 2.1.1 に示す。全体の割合は化学・材料分野が突出しており、ついで機械分野、情報・通信分野、その次は電気・電子分野、バイオ分野、もっとも少ないのが建築分野、土木分野であった。分野ごとの企業の規模も異なっており、化学・材料分野は小規模が多く、電気・電子分野は大規模が多い傾向が見られた。

表 2.1.2 企業の分野分類と従業員規模別対象数

*カッコ内の数字 は各分野対象数 合計	100人 -299人	300人- 999人	1000人 以上	日本標準産業分類
電気・電子 (1,324)	660	433	231	28 (電子部品・デバイス・電子回路製造業), 29 (電気機械器具製造業), 30 (情報通信機械器具製造業), 081 (電気工事業), 0831 (一般管工事業)
機械 (2,078)	1,139	685	254	13 (家具・装備品製造業), 25 (はん用機械器具製造業), 26 (生産用機械器具製造業), 27 (業務用機械器具製造業), 31 (輸送用機械器具製造業), 084 (機械器具設置工事業)
建築 (656)	399	197	60	061 (一般土木建築工事業), 064 (建築工事業(木造建築工事業を除く)), 065 (木造建築工事業), 066 (建築リフォーム工事業), 07 (職別工事業(設備工事業を除く)), 0832 (冷暖房設備工事業), 0833 (給排水・衛生設備工事業), 0839 (その他の管工事業)
土木 (310)	196	87	27	061 (一般土木建築工事業), 062 (土木工事業(舗装工事業を除く)), 063 (舗装工事業)
化学・材料 (2,968)	1,940	800	228	11 (繊維工業), 12 (木材・木製品製造業(家具を除く)), 14 (パルプ・紙・紙加工品製造業), 15 (印刷・同関連業), 17 (石油製品・石炭製品製造業), 18 (プラスチック製品製造業), 19 (ゴム製品製造業), 20 (なめし革・同製品・毛皮製造業), 21 (窯業・土石製品製造業), 22 (鉄鋼業), 23 (非鉄金属製造業), 24 (金属製品製造業), 161 (化学肥料製造業), 162 (無機化学工業製品製造業), 163 (有機化学工業製品製造業), 164 (油脂加工製品・石けん・合成洗剤・界面活性剤・塗料製造業), 166 (化粧品・歯磨・その他の化粧用調整品製造業), 169 (その他の化学工業)
情報・通信 (1,787)	1,002	573	212	37 (通信業), 38 (放送業), 39 (情報サービス業), 40 (インターネット附随サービス業), 082 (電気通信・信号装置工事業), 411 (映像情報制作・配給業), 412 (音声情報制作業), 414 (出版業), 415 (広告制作業)
バイオ (1,107)	624	365	118	09 (食料品製造業), 10 (飲料・たばこ・飼料製造業), 711* (自然科学研究所), 165 (医薬品製造業), 1697 (試薬製造業), 7299* (他に分類されない専門サービス業)
企業合計	5,960	3,140	1,130	

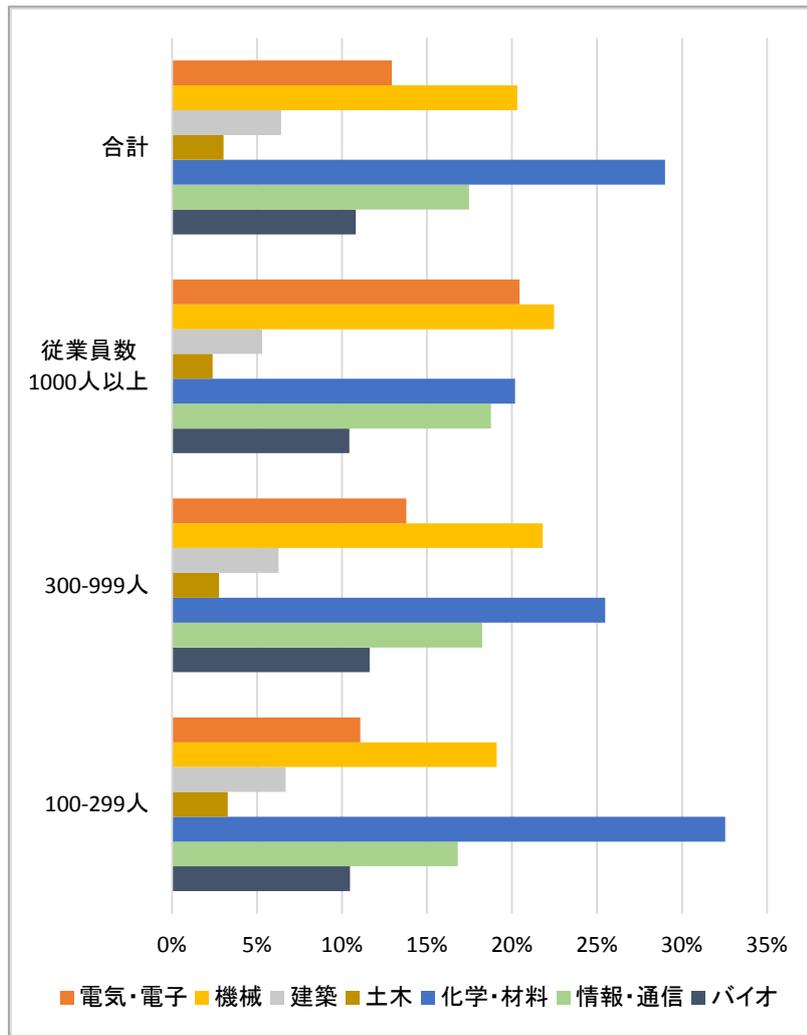


図 2.1.1 【企業】アンケート調査の対象企業数の割合（分野別）

### c 調査項目と調査票

調査項目は、過去の調査研究（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）等を参考に、調査研究実行委員会幹事会（以下、幹事会）にて案を検討し、第 1 回調査研究実行委員会を経て、関係者の意見を調整して作成した。

調査項目は、表 2.1.3 に示すとおり、大学対象の項目と企業対象の項目、および両者に共通の項目からなる。一部、主要 7 分野ごとに異なる調査項目も設けた。

表 2.1.3 調査項目一覧

主な調査項目		大学対象	企業対象
属性	回答者個人	・勤続年数	
		・職種	・年齢
	回答組織、部署	・部署名	
		・学生の進学・就職先	・主な取り組み分野（調査票と一致しているか、不一致の場合はどの分野か） ・5 年以内に採用した新卒者合計人数
大学における研究・教育		・卒業研究，修士研究，博士研究への考え方	
		・講義・演習等の単位数 ・教員数（実務経験者内数） ・大学教員の職務バランス	
産学連携，企業の取り組み		・産学連携に関する重視度，実施経験，今後の意向	
			・社員の専門性を高めるために行っている取り組み
産業界のニーズと大学教育の実態	知識・能力・経験 (22 項目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学における重視度，企業の新卒者に対する期待度</li> <li>・身につけていない（大学），不足を感じる（企業）項目</li> <li>・以前の学生（大学），新卒者（企業）との比較</li> </ul>	
	工学系共通基礎科目（14～28 項目） * 主要 7 分野ごとに選択		
	専門科目 (11～20 項目) * 主要 7 分野ごとに異なる固有の項目		
今後の産業界に必要な人材，人材の減少が懸念される分野		・今後の産業界に必要な人材	
			・外国人工学系人材の採用
		・人材の減少が懸念される分野における人材育成の取り組み状況（大学），人材の必要度・充足度（企業）	

このうち、「産業界のニーズと大学教育の実態」は、各項目を学士課程、修士課程、博士課程（企業の場合は学部卒業者、修士卒業者、博士卒業者）に分けて聞く設問であり、調査票全体の6割を占めるボリュームである。このうち、「知識、能力、経験（22項目）」は全分野共通だが、「専門科目」は主要7分野ごとに異なる固有の項目とした。「工学系共通基礎科目（28項目）」は分野共通であるが、それぞれの分野の特性および「専門科目」との関係等で、分野ごとにどの項目を採用するかをそれぞれ検討した（表2.1.4）。

表 2.1.4 工学系共通基礎科目の調査項目と各分野の採用状況（○は調査票に採用）

		電気 電子	機械	建築	土木	化学 材料	情報 通信	バイオ
基礎 数学	微分積分の概念の理解と活用	○	○	○	○	○	○	○
	線形代数の概念の理解と応用	○	○	○	○	○	○	○
	常微分方程式に関する基本的な概念の理解と計算	○	○	○	○	○	○	○
専門 指向 型 数学	確率・統計の基本的な概念の理解と計算	○	○	○	○	○	/	○
	ベクトル・スカラーの概念の理解と計算	○	○	○	○	○	○	○
	複素数、複素平面などの概念の理解と計算	○	○	○	○	○	/	/
	偏微分方程式の概念と方程式の表す様々な物理現象の理解	○	○	○	○	○	○	/
	フーリエ解析・ラプラス変換の理解と計算	○	○	○	○	○	○	/
	確率過程および待ち行列理論の理解と計算	○	○	○	○	/	/	/
	離散数学の基本的な概念の理解と活用	○	○	/	/	/	/	/
物理	システムの数学モデル化と具体的問題への適用	○	○	/	/	/	/	/
	数値計算に関する基本的な解法の理解	○	○	/	/	/	○	/
	力学に関する基本的な概念、法則の理解と応用	○	○	○	○	○	○	○
	電磁気学に関する法則の理解と応用	○	○	○	○	○	○	○
	熱・温度に関する法則の理解と応用	○	○	/	/	○	○	○
化学	特殊相対論と古典的力学との相違点の理解	○	○	/	/	/	/	/
	量子力学に関する基本的な概念の理解	○	○	/	/	○	○	/
	原子の構成に関する概念の理解	○	○	○	○	/	○	/
	原子間の結びつきなどに関する概念の理解	○	○	/	/	/	/	/
	化学反応に関する概念の理解と活用	○	○	○	○	/	/	/
情報 リテ ラシー	無機化合物と有機化合物の概念の理解と活用	○	○	/	/	/	/	/
	物質の構造・性質、光の特徴に関する概念の理解	○	○	/	/	/	/	/
	情報の基本的な概念とコンピュータ処理の役割の理解	○	○	○	○	○	/	○
工学 基礎	情報伝達の内容と社会的責任などの理解とインターネットの実践的使用	○	○	○	○	○	○	○
	プログラミング言語の理解と簡単なプログラムの作成	○	○	○	○	○	/	○
	機械工学・電子回路の基本的な概念の理解と活用	○	○	○	○	○	/	○
工学 基礎	工学分野に共通した基礎原理を理解するための実験実施と報告書の作成	○	○	/	/	○	○	○
	数値計算の基礎知識とアルゴリズムの理解	○	○	/	/	○	/	○

以上の調査項目を、大学向けと企業向け、および各々主要7分野ごとにまとめ、計14種類の調査票（資料4に掲載）とした（図2.1.2）。各大学・企業に複数分野の調査票を送るケースもあるので、分野ごとの識別が誰にでも簡単にできるよう、調査票の用紙および調査票を入れる封筒の色を分野ごとに変えた。

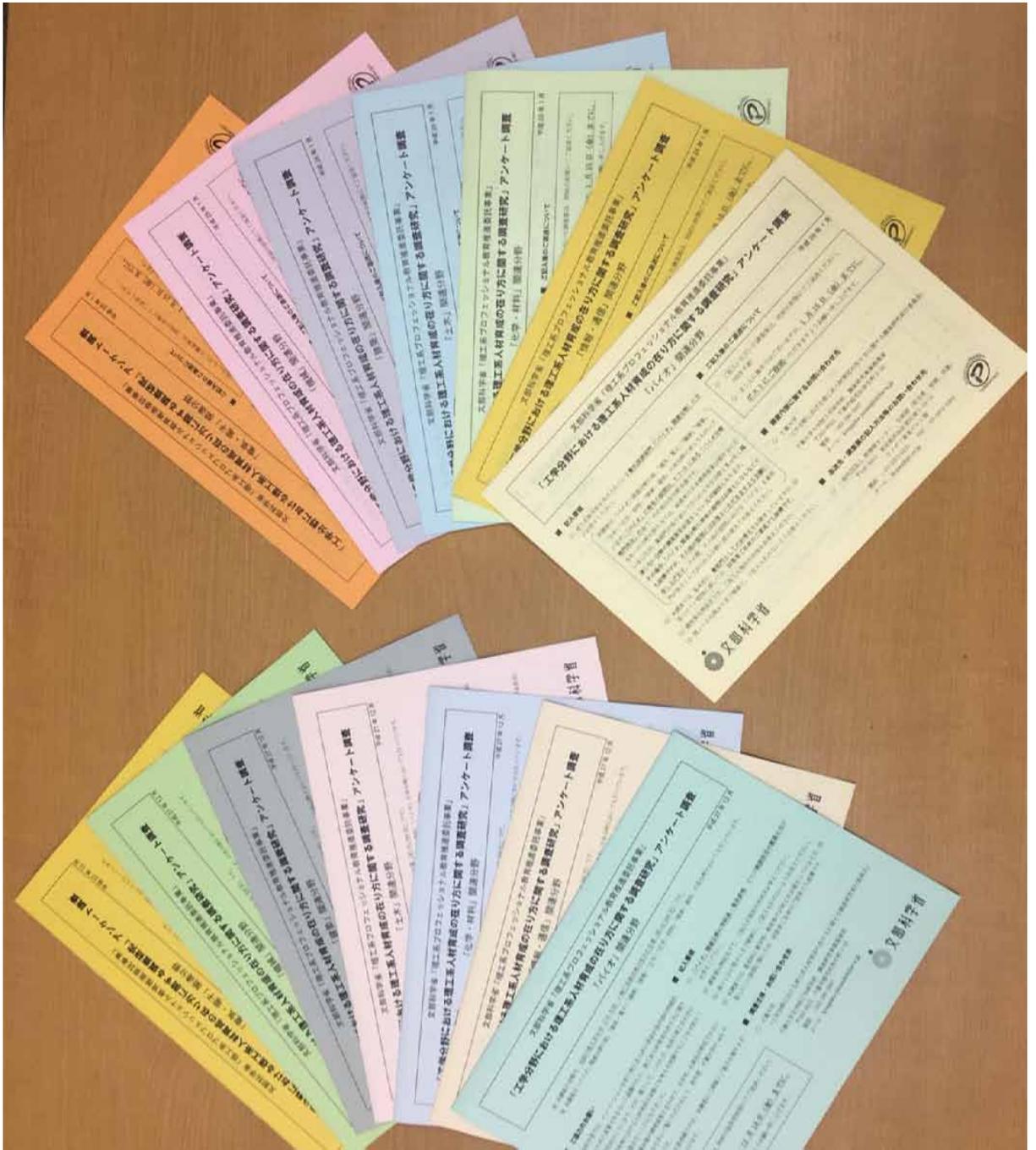


図 2.1.2 14種類の調査票（上が企業向け、下が大学向け）

## d 調査方法

大学、企業とも、郵送配布・郵送回収とした。調査票の発送に要した封筒、依頼状等は、資料5のとおりである。

大学の調査票郵送先は、主要7分野を含む部署の研究科長・学部長である。該当分野の調査票を内封筒に入れて同封し、研究科長・学科長宛の依頼文にて、想定回答者（回答していただきたい方。該当分野の学科長・専攻長等）に調査票を渡していただけるよう依頼した。内封筒には調査票とともに返信用封筒を入れ、回答者から直接郵送していただけるようにした。

企業の調査票郵送先の宛名は、「貴社 技術部門ご担当者様」とした。企業内で、回答していただきたい技術部門の方に調査票が渡るよう、封筒に、各分野名と以下のような調査内容を記載し、「これらにお答えいただくのに適任と思われる技術部門の方にこの封筒をお渡してください」と記した。なお、大学とは異なり、封筒に同封するのは調査票一票としたため、該当分野の多い企業には複数の封筒を発送した。

### 【封筒に記した「主な調査内容」】（※※：分野名）

- ※※関連分野出身の新卒者への期待と評価（専門知識・能力等への期待、不足と感じていること、約5～10年前の新卒者との比較など）
- 産学連携に関する実績・ご意向、今後の産業界に必要な人材へのお考え 他

また、調査票の分野が、実際にその企業が取り組んでいる分野と異なる可能性もあるので、調査票の表書きに以下のような断りを入れ、できるだけ多くの企業に答えてもらえるようにした。同時に、調査票には、各企業の主な取り組み分野が郵送した調査票と一致しているか否か、一致していない場合はどのような分野であるかを答えてもらう設問も設けた。

### 【調査票表書きに記した「記入要領」部分：電気・電子関連分野の例】

- (1) 理工系新卒者を受け入れている貴社技術部門（「電気・電子」関連分野）の方がお答えください。

本調査は、「電気・電子」関連分野の他、「機械」「建築」「土木」「化学・材料」「情報・通信」「バイオ」の各分野に対しても行っています。「電気・電子」に特有の設問は、P.9～10にある「電気・電子分野専門科目」のみで、その他は各分野共通です。

各社への分野の割り当ては、総務省の日本標準産業分類を元に行いましたが、貴部門が取り組んでおられる主な分野とまったく関連しない分野の調査票をお送りしている可能性もあります。

その場合、「電気・電子」関連分野に特有の設問はお答えにならなくても結構ですが、その他の設問にはお答えいただきますようお願い申し上げます。その際、その他の設問における「電気・電子」を貴部門が取りくんでおられる分野に読み替えてお答えください。

なお、回収率の向上を目指して、大学に対しても企業に対しても、調査票に記載した回答期限の前後に到着するよう「御礼兼催促はがき」を郵送し、最終的な回収期限を各々1週間延ばした。

## (2) 調査の実施

調査実施概要を表 2.1.5 に示す。

スケジュールの関係で調査時期が年末年始となってしまったが、多くの方々にご協力いただくことができ、大学の回収率は 69.1%、企業の回収率は 34.2%となった。このうち、ほとんど回答がない調査票を無効とし、有効回答を整理した。

表 2.1.5 アンケート調査実施概要

	大学	企業
調査時期	2015.12 ・ 配布 : 2015.12.10 ・ 第一次締め切り : 2015.12.18 ・ 第二次締め切り : 2015.12.25 (2016.02.02 回収分まで対象)	2016.01 ・ 配布 : 2016.01.05 ・ 第一次締め切り : 2016.01.15 ・ 第二次締め切り : 2016.01.22 (2016.01.27 回収分まで対象)
配布数 (回収数)	984 (680, うち無効票 3)	10,230 (3,495, うち無効票 15)
有効回答数 (率)	677 (68.8%)	3,480 (34.0%)

調査に関する問合せは、大学からは 55 件、企業からは 75 件あった。

企業からの問合せは、「新卒を採用していないし今後も予定はない」「理工系を採用したことがない」「分野が異なる（化学・材料分野が届いたが印刷屋でありそのような人材はいない、情報・通信分野が届いたが編集者の採用だけでそのような分野の採用はない、など）」「技術部門はグループ会社であり答えられない」「採用は親会社が行っているので答えられない」「弊社には技術部門はない」などが少なくなく、類似する意見は回収したアンケート調査票の自由記述欄にも複数書かれていた。また、調査項目が非常に多い上に複雑であること、回答時期が厳しいこと等もあり「回答を辞退する」という申し出も多かった。

企業の有効回答率が大学に比べて比較的低いのは、回収までの期間が大学より短かったこと等だけでなく、以下のような根本的な原因があると考えられる。

- 本来調査対象とすべきでない企業にも調査票を配布した。
- 企業内で回答いただきたい部署（技術部門）まで到達しなかった。
- 主要 7 分野の種別が企業の活動実態にそぐわなかった。

実際、回答をしてくれた企業においても、「主な取り組み分野は郵送した調査票の分野と一致していない」と回答した企業が全体の 23% (795 件) にのぼった。一致していないとした企業に対し、「もっとも関連が強い分野」を答えてもらう子設問（選択肢は、郵送した調査票の分野以外の主要 7 分野および「その他」）では、「その他」が 316 件と多かった。また、複数の選択肢に○がついた回答、無回答も少なくなかった。

そこで、以下の条件で分野を振り分けることとした。

- 「もっとも関連が強い分野」一つだけに○があり、かつ郵送した調査票の分野オリジナルの設問である専門科目(問 3-1)に回答がなかった場合は、「もっとも関連が強い分野」として集計する。
- 「もっとも関連が強い分野」が無回答・複数回答・「その他」回答であったもの等については、主に以下を総合的に判断して分野を決める。
  - ◇ 専門科目(問 3-1)に回答があった場合は、郵送した調査票の分野とする。
  - ◇ 問 1-2-1)の自由記述欄に記された回答部門の名称、および「その他」の自由記述内容から、該当する主要 7 分野に特定することが可能と判断できる場合は、その分野とする。

今回の調査では企業の調査票は総じて無回答率が高く、とくに専門科目(問 3-1)で顕著であった。上記のように分野を振り分けず、矛盾回答等を「その他」として切り分けることも考えられたが、とくに専門科目の貴重な回答を活かすには(専門科目は分野ごとに集計する)このような振り分けが必要と判断した。

結局、郵送した調査票の分野と異なる分野に集計することになったのは全体の 12% (413 件)となった。このうち 32 件は「その他」としたが、それ以外はすべて主要 7 分野のどれかに振り分けた。内訳は表 2.1.6 のとおりであり、これ以降は、企業の分野は「調整した分野」として集計する。

表 2.1.6 企業の「分野」再集計

		〔配布した調査票の分野〕									
		合計	1. 電気・ 電子	2. 機械	3. 建築	4. 土木	5. 化学・ 材料	6. 情報・ 通信	7. バイオ	調査票 と一致	不一致
調整した 「分野」	1.電気・電子	N 477 % 13.7%	431 90.4%	26 5.5%	1 0.2%	1 0.2%	13 2.7%	5 1.0%	0	431 90.4%	46 9.6%
	2.機械	N 924 % 26.6%	28 3.0%	730 79.0%	6 0.6%	3 0.3%	125 13.5%	0	32 3.5%	730 79.0%	194 21.0%
	3.建築	N 337 % 9.7%	10 3.0%	4 1.2%	286 84.9%	2 0.6%	34 10.1%	1 0.3%	0	286 84.9%	51 15.1%
	4.土木	N 201 % 5.8%	1 0.5%	0	11 5.5%	170 84.6%	16 8.0%	3 1.5%	0	170 84.6%	31 15.4%
	5.化学・材料	N 822 % 23.6%	5 0.6%	14 1.7%	1 0.1%	0	785 95.5%	1 0.1%	16 1.9%	785 95.5%	37 4.5%
	6.情報・通信	N 482 % 13.9%	9 1.9%	1 0.2%	0	0	8 1.7%	462 95.9%	2 0.4%	462 95.9%	20 4.1%
	7.バイオ	N 205 % 5.9%	0	1 0.5%	0	1 0.5%	0	0	203 99.0%	203 99.0%	2 1.0%

大学と企業の分野別の配布数・有効回答数を整理すると、表 2.1.7 のようになる。

大学・企業とも、たとえば「土木」のようにもともと配布数が少なかった分野では有効回答率が高いという傾向があった。配布数が多くなると、どうしても調査対象設定の精度が低くなる傾向があり、このことも有効回答率に影響していると考えられる。

表 2.1.7 分野別有効回答数（企業の分野は調整済み）

		電気・電子	機械	建築	土木	化学・材料	情報・通信	バイオ	その他	合計
大学	配布数	170	170	109	87	143	231	74	-	984
	有効回答数	116	113	82	74	98	143	51	-	677
	有効回答率	68.2%	66.5%	75.2%	85.1%	68.5%	61.9%	68.9%	-	68.8%
企業	配布数	1,324	2,078	656	310	2,968	1,787	1,107	-	10,230
	有効回答数	477	924	337	201	822	482	205	32	3,480
	有効回答率	36.7%	37.3%	46.8%	57.1%	33.7%	26.9%	22.9%	-	34.0%

なお、その他の有効回答率の違いは下記のとおりである。

- 大学 : 国立 69%, 公立 67%, 私立 69%
- 企業 : 従業員 100~300 人未満 24%, 300~1,000 人未満 52%, 1,000 人以上 35%

### (3) 回答組織の属性

#### a 大学

回答を得た学科・専攻等の国公私立，分野，地方（立地）を図 2.1.3 に示す。「地方」は，企業のデータを含めた全体の分布を見て，「東日本（北海道・東北・東京都を除く関東）」「東京都」「中部」「近畿」「西日本（中国，四国，九州・沖縄）」の 5 区分としている。

分野は，情報・通信分野が 21%と多くバイオ分野が 8%と少ないが，ほぼ配布数を反映した割合であり，国公私立，地方による分野の差はほとんどない。地方は，国立は都道府県にほぼ満遍なくあるが，私立は東京都に集中しており，西日本が少ないのが特徴的である。

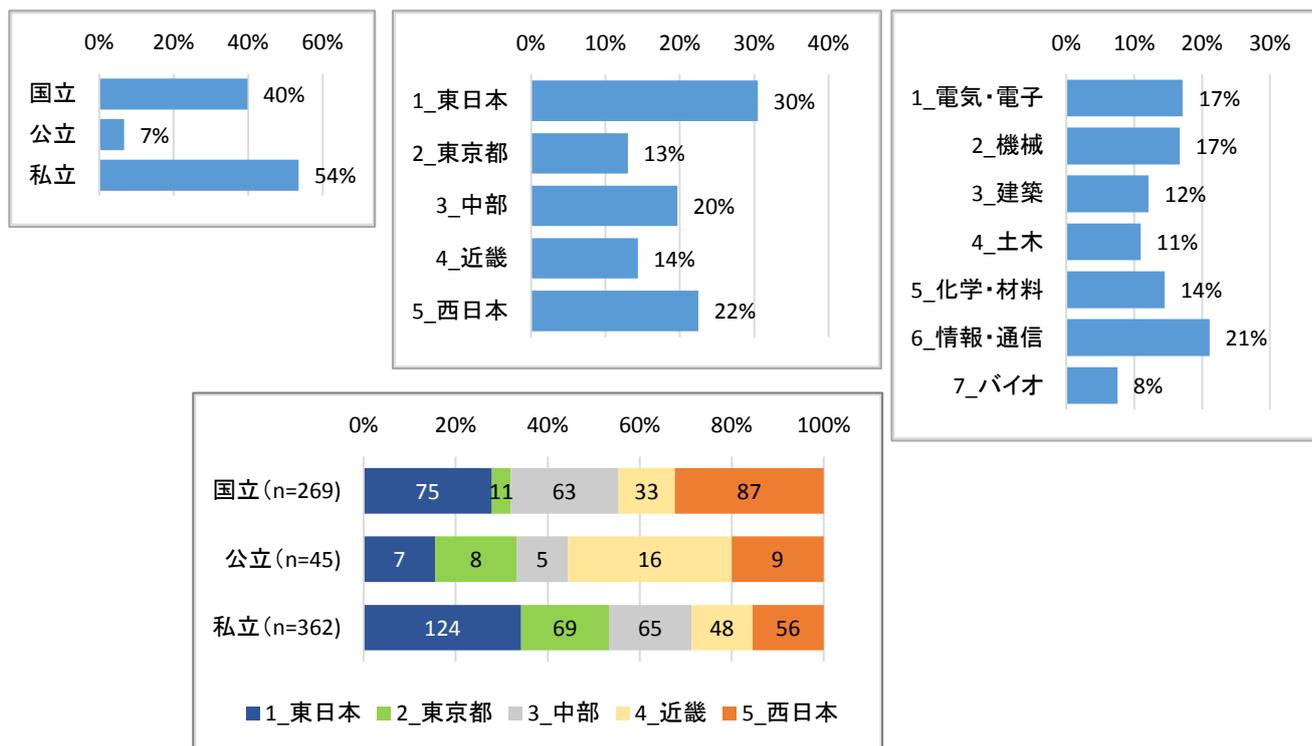


図 2.1.3 回答大学（学科・専攻等）の属性

回答者は，約 9 割が「学科長・専攻長等（副学科長等含む）」であり，勤続年数は「21 年以上」が 36%と最多，次いで「15-20 年」22%，「10-14 年」19%，「5-9 年」15%，「0-4 年」8%である。なお，勤続年数は国立で長く，私立で短い傾向があった。

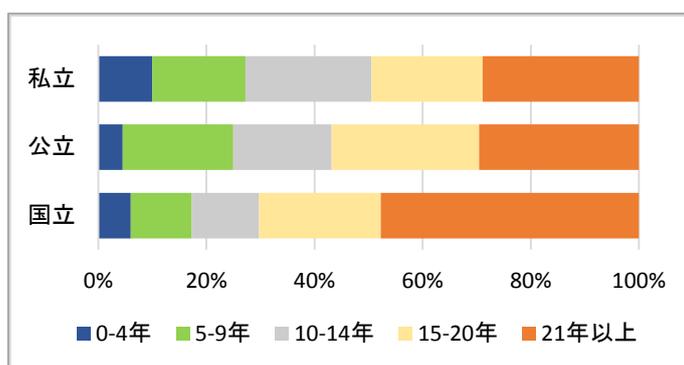


図 2.1.4 国公私立別の回答者勤続年数

各学科・専攻等の卒業生・修了者の就職，進学先（過去3年程度の実績で多いものを各々5つ選択）は，図2.1.5と図2.1.6のとおりである。分野ごとに特徴があるが，電気・電子分野と機械分野，建築分野と土木分野，化学・材料分野とバイオ分野はそれぞれ類似していることがわかる。

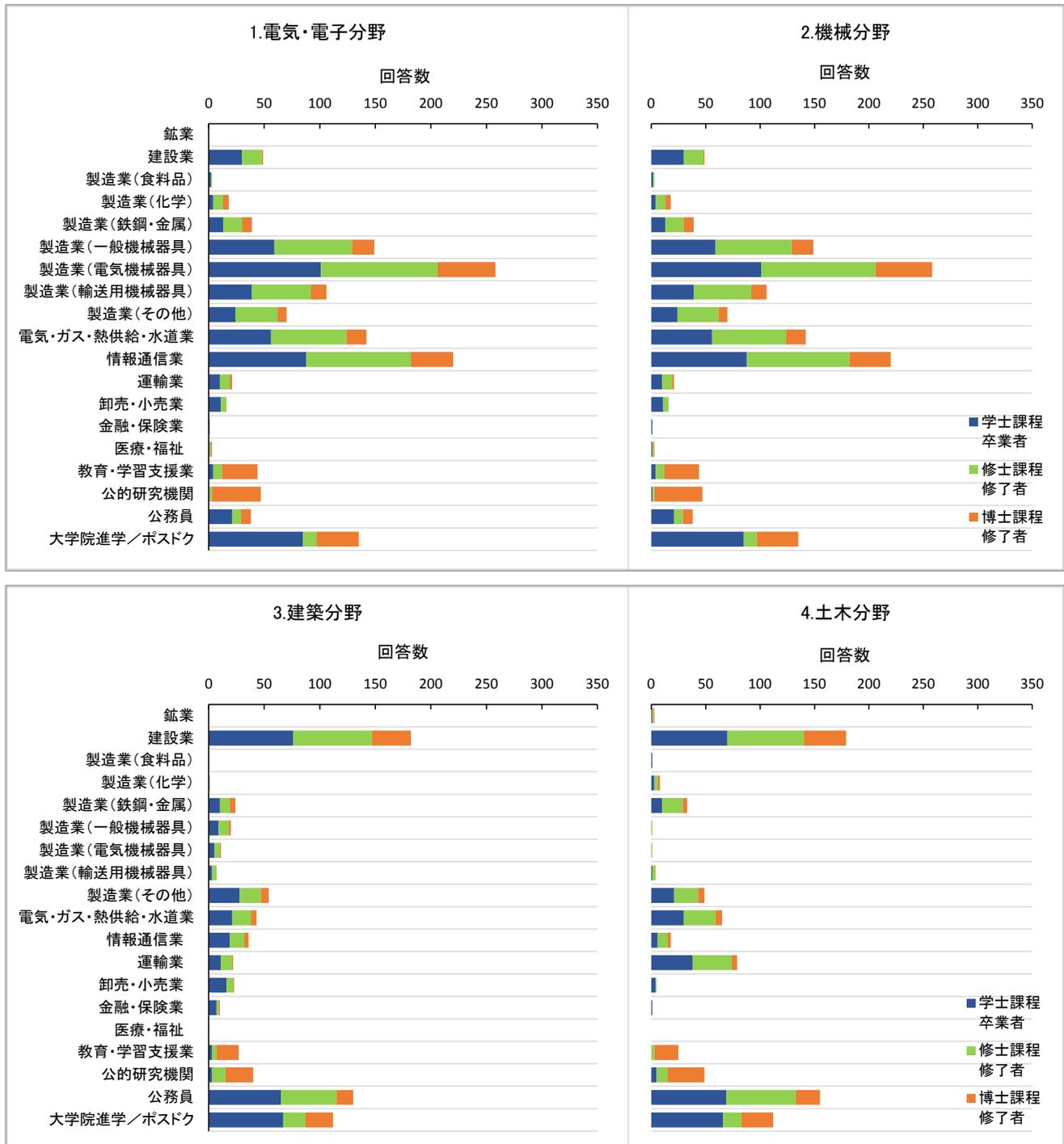


図 2.1.5 卒業生・修了者の就職，進学先（電気・電子，機械，建築，土木）

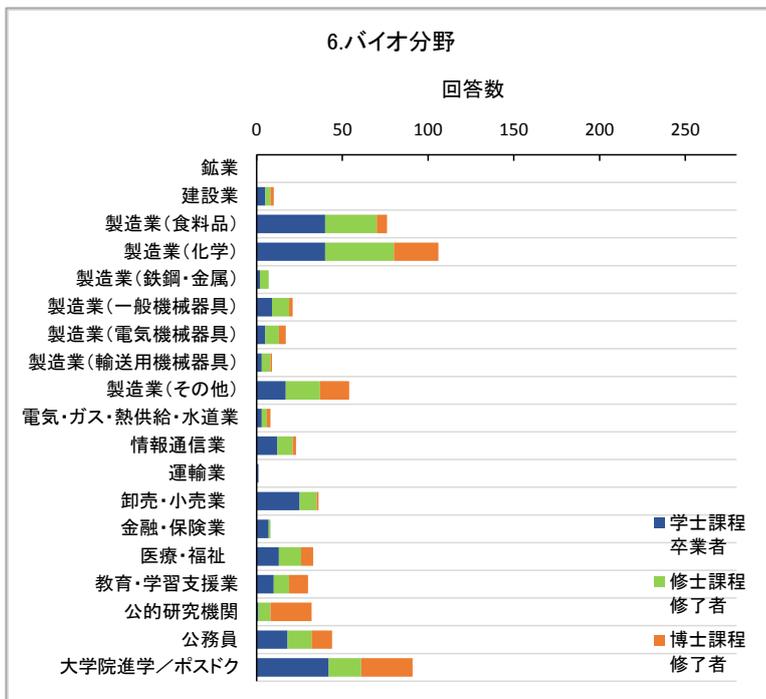
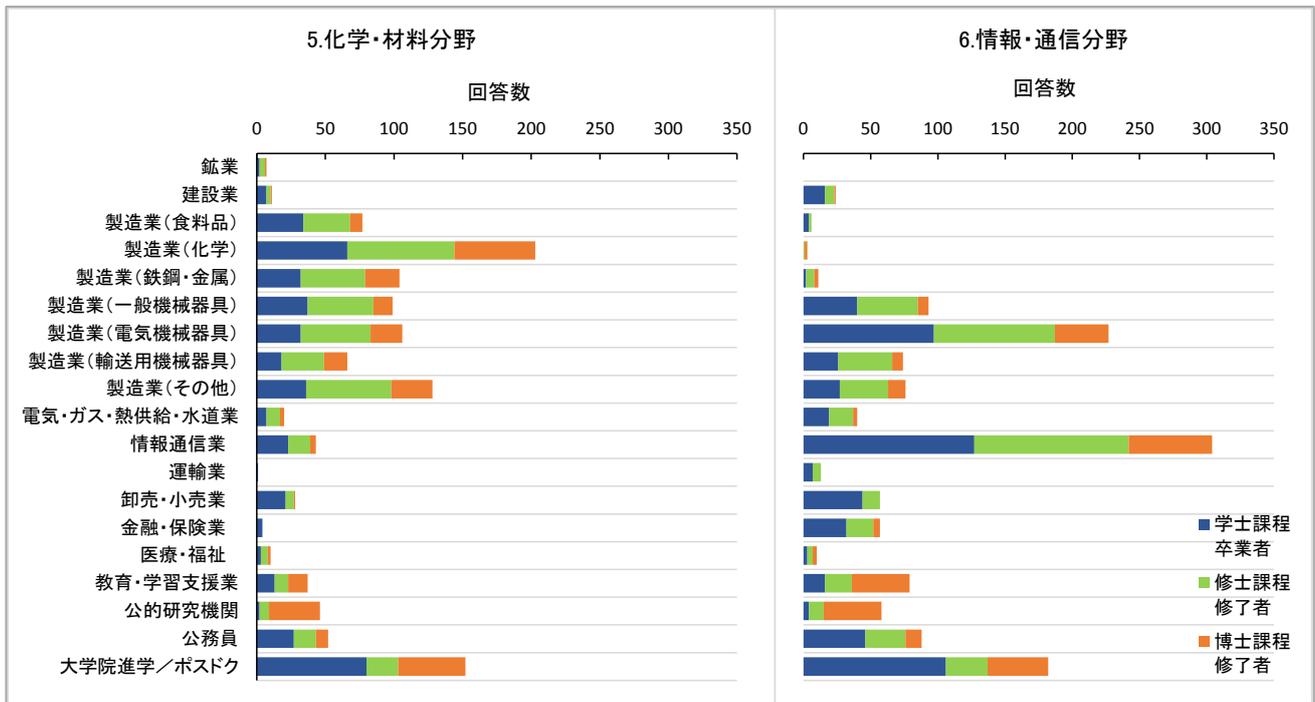


図 2.1.6 卒業者・修了者の就職，進学先（化学・材料，情報・通信，バイオ）

## b 企業

回答を得た企業の従業員規模，分野，地方を図 2.1.7 に示す。

大学と比較すると，地域では東京都が突出して多い，分野では大学で多かった情報・通信分野よりも機械分野，化学・材料分野が多いなどの特徴がある。

従業員規模別に差があり，大企業ほど，東京都に集中，電気・電子分野の割合が多いといった特徴がある。地域別に分野を見ると，東京都では情報・通信分野が多く，機械分野が少ないという顕著な傾向があることがわかる。

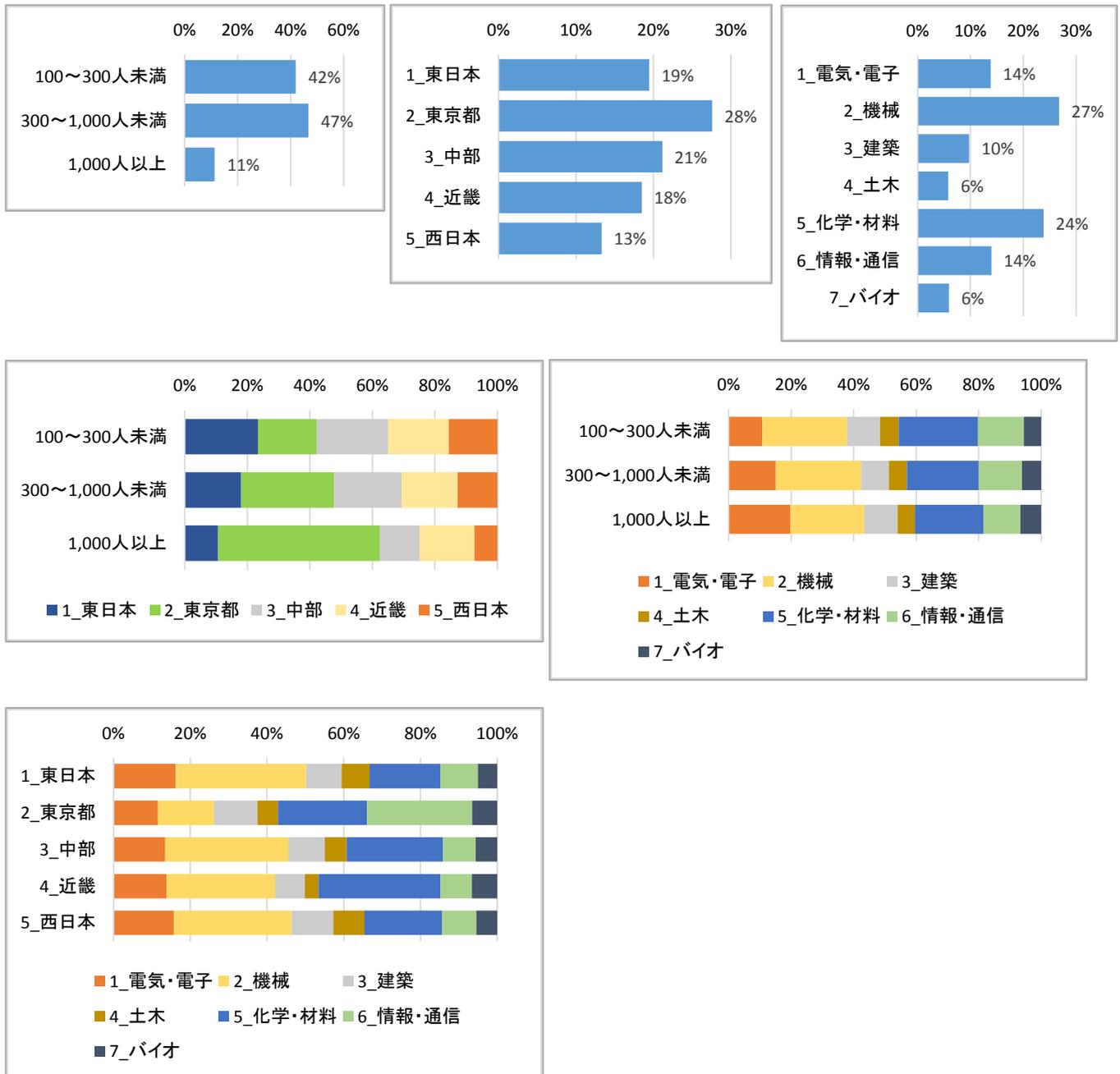


図 2.1.7 回答企業（部門）の属性

該当分野出身の新卒者で5年以内に採用した合計人数は、従業員規模が大きいほど顕著に多かった(図2.1.8)。博士修了者を採用している企業は100~300人未満および300~1000人未満の企業ではほとんどないが、1000人以上の企業では34%にもなる。また、100~300人未満および300~1000人未満の企業では、学部卒業者採用より修士修了者採用の方が少ないが、1000人以上の企業では逆に修士修了者採用の方が多かった。高学歴の新卒者の多くは、規模の大きい企業に採用されていることがわかる。

採用合計人数は分野別にも有意差があった(図2.1.9)。化学・材料分野とバイオ分野では、学部卒業者の採用人数の割合は他分野より少ないが、修士・博士修了者になると他分野より多いという特徴が見られた。

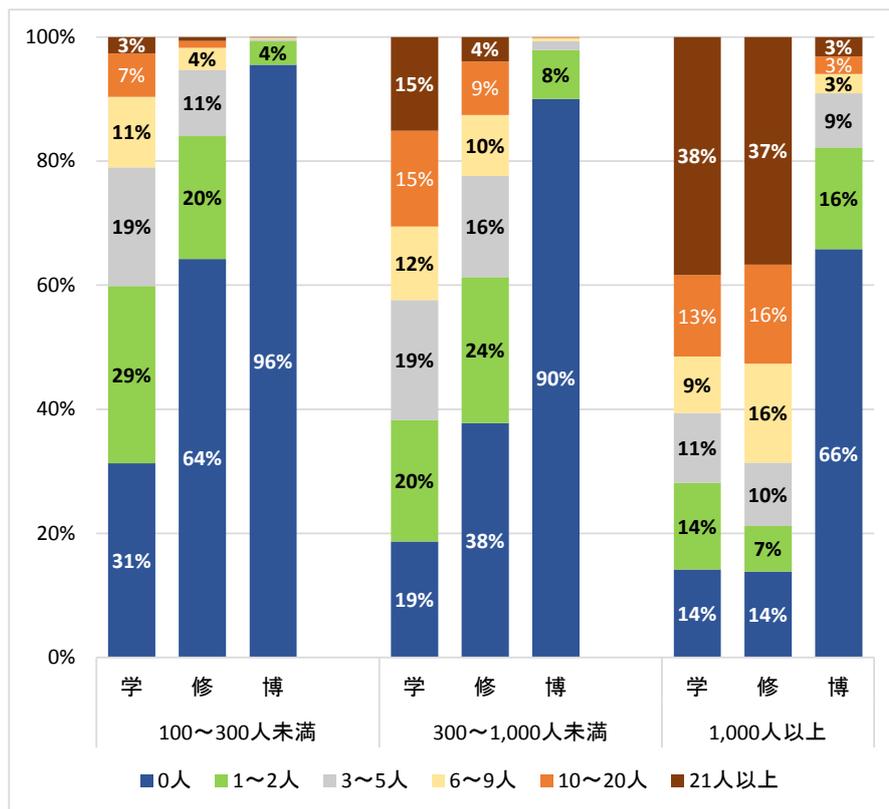


図 2.1.8 規模別の合計採用人数 (過去5年間)

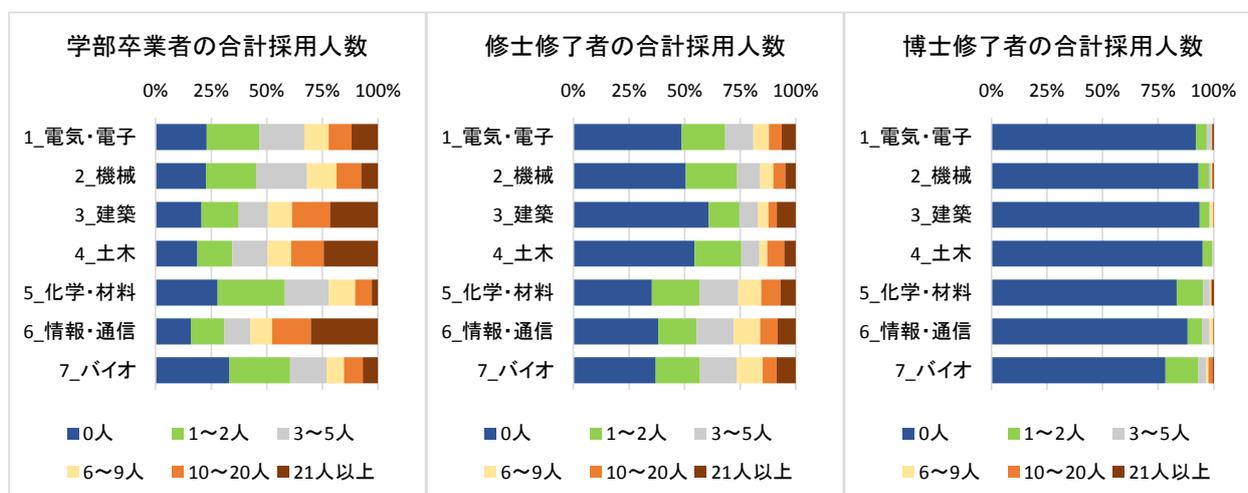


図 2.1.9 分野別の合計採用人数 (過去5年間)

なお、本調査では、5年以内に採用した合計人数が学部・修士で5人以下、博士で2人以下の場合は、「知識・能力・経験」および「工学系共通基礎科目・専門科目」の各設問の該当箇所（学部・修士・博士）に答えなくてよいとした。今回、とくに企業で無回答率が高かったのが目立ったが、それは図 2.1.8 のとおり採用人数 0 人の企業が多いためでもある。ただし、合計採用人数が 0 人であっても、これらの設問に回答した企業もあった。無回答率が高い中での貴重な回答なので、本報告ではこれらを矛盾回答として省くのではなく、そのまま集計することとした。

企業の回答者の年齢は、50代が46%でもっとも多く、次いで40代(31%)、60代以上(12%)、20~30代(11%)である。勤続年数は、「21年以上」が58%でもっとも多く（大学では36%）、次いで「15~20年」15%（大学では22%）であり、15年以上が7割以上を占める。大学と比較すると、さらに勤続年数の長い人の割合が高くなっている。

なお、回答者の勤続年数は規模によって差があり、大企業ほど長いという傾向があった。

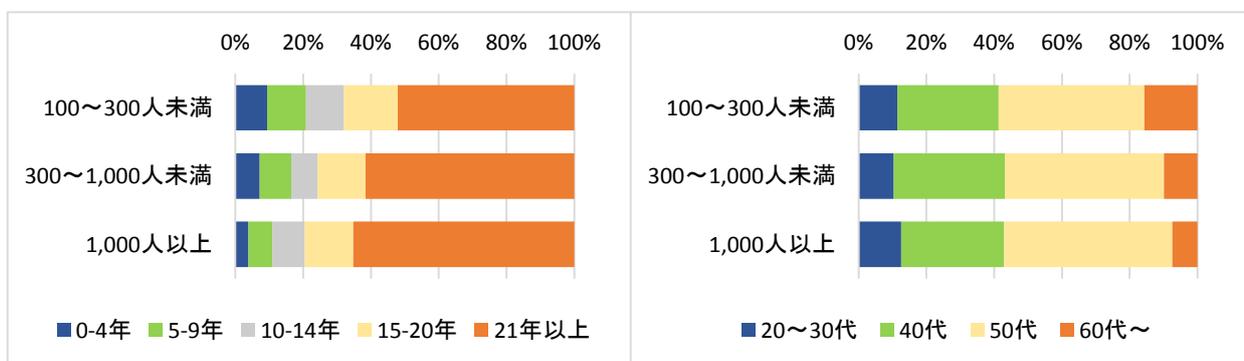


図 2.1.10 規模別の回答者勤続年数，年齢

## 2.2 アンケート調査の結果

全調査項目（前節で記した回答組織属性を含む）の単純集計結果、および7分野・5地域・大学の国公立・企業の従業員規模ごとのクロス集計結果は、巻末の資料6に示した。また、資料7には、産業界のニーズと大学教育の実態に関する「知識・能力・経験」「工学系共通基礎科目」の集計結果を帯グラフにして示した。

ここでは、主要な単純集計結果を中心に記す。複数項目間の関連等、詳細な分析については今後の課題とする。

### (1) 大学における研究・教育について

#### a 開講している科目の単位数の比率（大学）

大学対象の調査項目で、「開講している工学系共通基礎科目、専門科目の講義・演習・実験実習の単位数」を学士課程、修士課程、博士課程ごとに記入してもらう設問（問1-2-5）であるが、大学によって回答の仕方が大きく異なり、単純な集計は困難な結果となった。欄外には、たとえば「年により変動するので答えられない」「工学系共通基礎科目の定義が曖昧で回答できない」等の記述があり、無回答も多かった。記入された単位数も、たとえば学士課程の講義では2単位～400単位までと非常に幅広かった。単位数が非常に少ない学科・専攻等では、たとえば「本学科では“工学系”の開講科目は少ない」といった記述もあり、調査対象の学科・専攻等の領域が多様であることがわかった。その他、欄外には各学科・専攻等の科目に関する説明等の記述が多くあり、一つの回答欄に複数の数字が書かれているケース、複数の回答欄を括って一つの数字が書かれているケース等も多かった。

とくに多かったのは、「演習」と「実験実習」を分けずに一つとして扱っているという回答である。そこで、調査票のとおり「演習」と「実験実習」を分けて記入している場合は合算して、「演習+実験実習/講義」を国公立ごとに算出して比較した（図2.2.1）。

学士課程と修士課程は、国公立を問わず、学士より修士の方が演習・実験実習の比率が高い。博士課程は、国公立では比率が高い大学と低い大学に二分されるが、私立では、学士、修士、博士と進むにつれ、比率が高くなっていることが分かる。

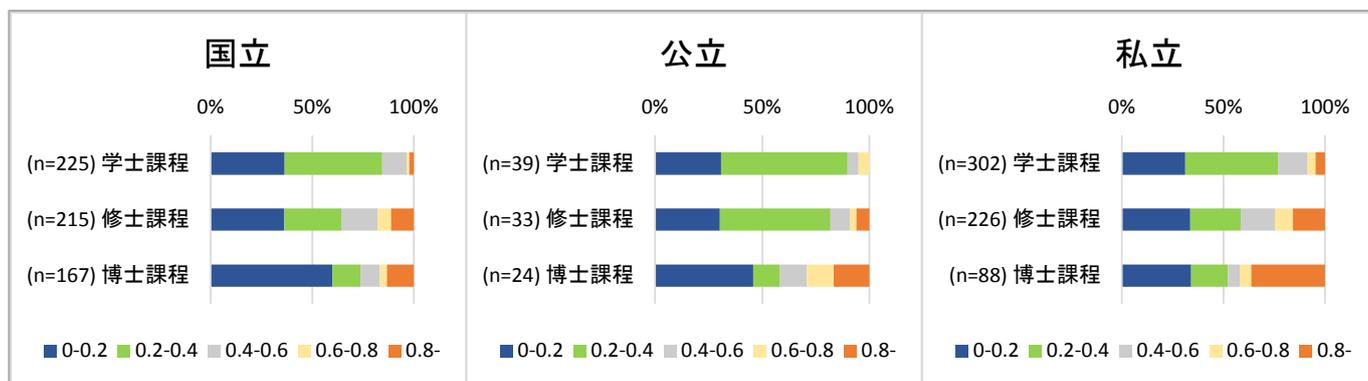


図 2.2.1 「演習・実験実習/講義」比率（国公立別）

## b 大学教員における実務経験者の割合（大学）

大学対象の調査項目で、「教員の総人数と企業における実務経験者の内数」を教授、准教授・講師、助教、非常勤講師ごとに記入してもらう設問（問 1-2-2, 1-2-3）である。前述の単位数と同様、回答の幅が大きい上、「年度ごとに変わるので答えられない」「把握していない」「非常勤は沢山いる」などの記述も多く、無回答率が高かった。

図 2.2.2, 図 2.2.3 は、計算可能な数字の書かれている回答を抽出し、大学教員における実務経験者の割合を、国公立ごと、および分野ごとに算出して比較したものである。

国公立や分野の違いを問わず、実務経験者の割合は非常勤講師でもっとも高く、ついで教授となる。准教授・講師、助教では割合が低く、とくに助教では 5 割～9 割は「0-20%」であった。

国公立では、非常勤講師では違いはみられないが、専任教員では、いずれも私立で実務経験者の割合が高いのが特徴的であった。

分野による違いは非常に大きかった。

職位を問わず実務経験者の割合が常に顕著に高いのは建築分野である。いずれの職位においても「80～100%」という高い割合の回答が少なくない。

次に実務経験者の割合が高いグループは、土木分野、電気・電子分野、情報・通信分野、機械分野である。とくに土木分野は非常勤講師に限るともっとも実務経験者割合が高い。

もっとも実務経験者の割合が低かったのは、バイオ分野、化学・材料分野である。これらの分野では、実務経験者割合が「0～20%」と低い学科・専攻等が多く、助教では 9 割近く、准教授・講師では 8 割近く、教授では 4～6 割であった。バイオ分野では、実務経験者割合が通常は多い非常勤講師でさえ、6 割が「0～20%」の割合であった。

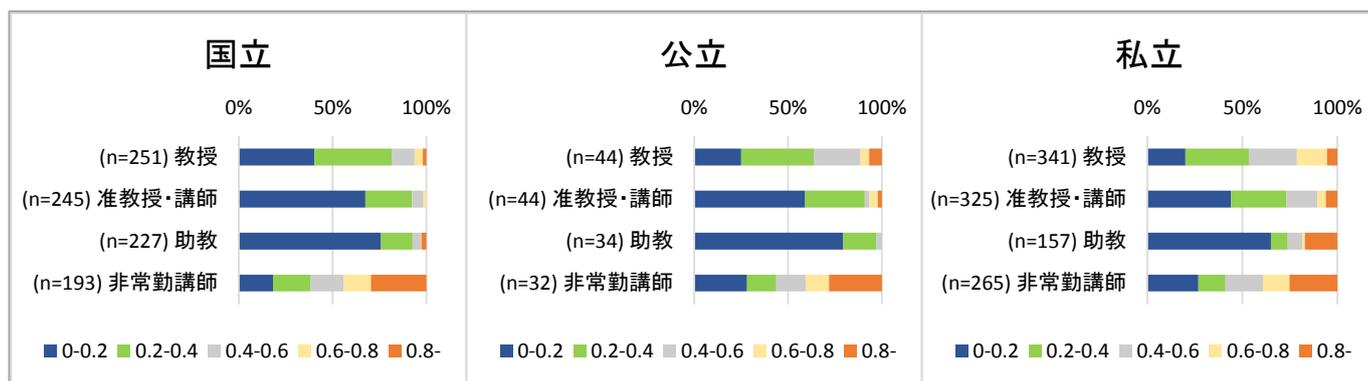


図 2.2.2 「実務経験者内数／教員総人数」比率（国公立別）

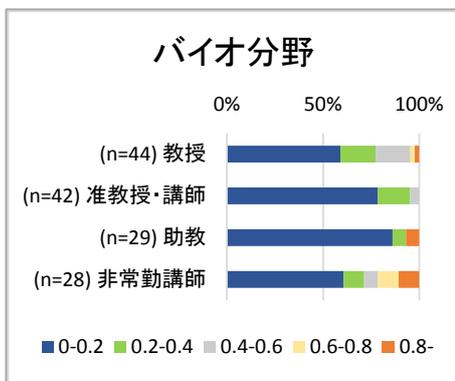
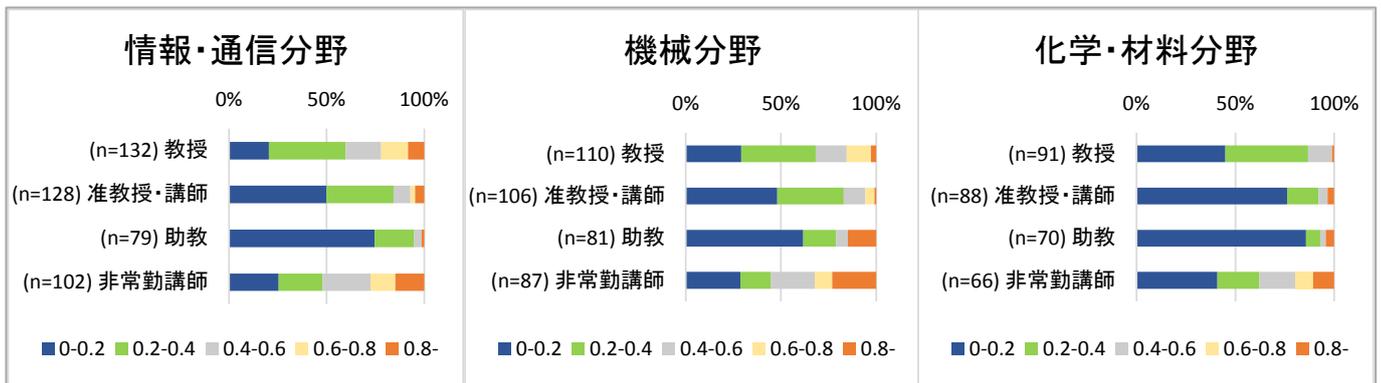
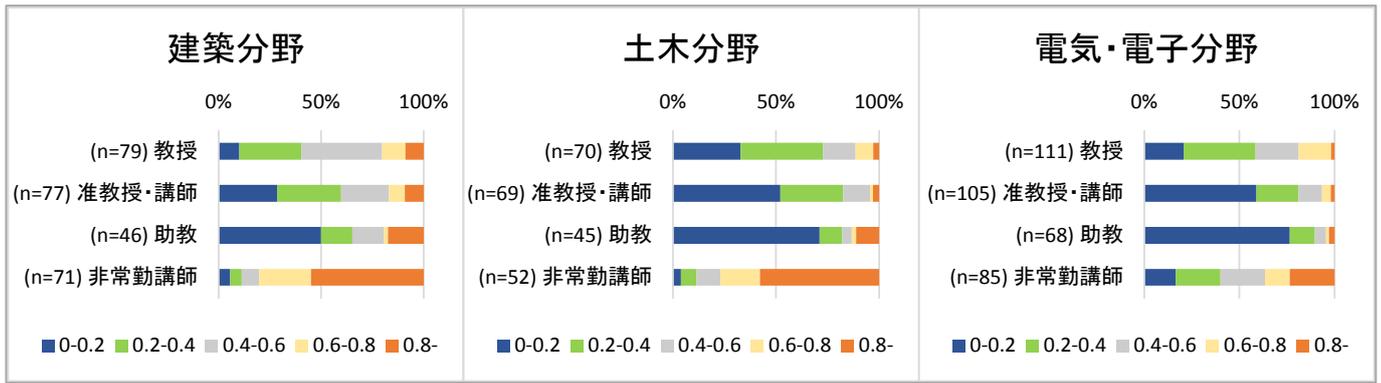


図 2.2.3 「実務経験者内数／教員総人数」比率（分野別）

### c 大学教員の職務バランス（大学）

大学対象の調査項目で、「平均的な大学教員の職務エフォート率（「教育」「研究」「社会貢献」「管理運営」の合計で100%とする）」の現状と「社会的役割を果たすためにあるべきとお考えの比率（以下、「あるべき）」を、職位ごとに記入してもらった設問である（問 1-3）。この設問も回答が非常に難しい設問であり、欄外には「個人によって異なるので回答は無理」「意図不明」「あるべき比率から程遠いことは確かです」「入試業務を別項目にすべき」といった記述がみられ、無回答が多く、合計で100%とならない数字の回答等も散見された。そこで、合計で90%に満たない回答は無効という方針でデータを整えた上で、あらためて割合を算出した。結果を図 2.2.4 に示す。

「現状」比率は職位ごとに以下のような特徴があった。

- 教授 : 「教育」が高く「社会貢献」が低い（ただし他の職位よりは高い）。「研究」と「管理運営」では、若干「研究」の比率が高い。
- 准教授・講師 : 「教育」と「研究」がほぼ同じでもっとも高い。次いで「管理運営」「社会貢献」の順である。
- 助教 : 「研究」がもっとも高く、次いで「教育」が高い。「社会貢献」「管理運営」は同じで低い。

図 2.2.4 からは、いずれの職位においても、あるべきと考える方向性は同じであることがわかる。すなわち、「研究の比率を高め、管理運営の比率を減らしたい」という方向性である。

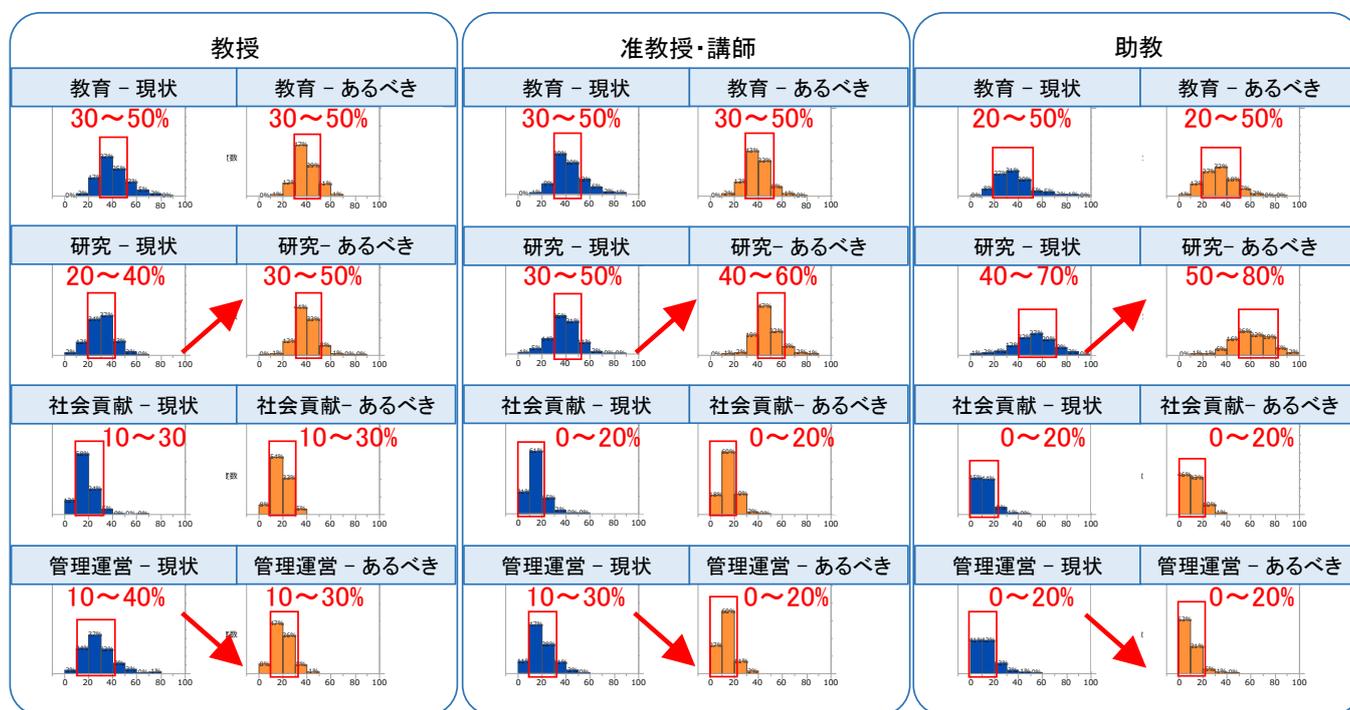


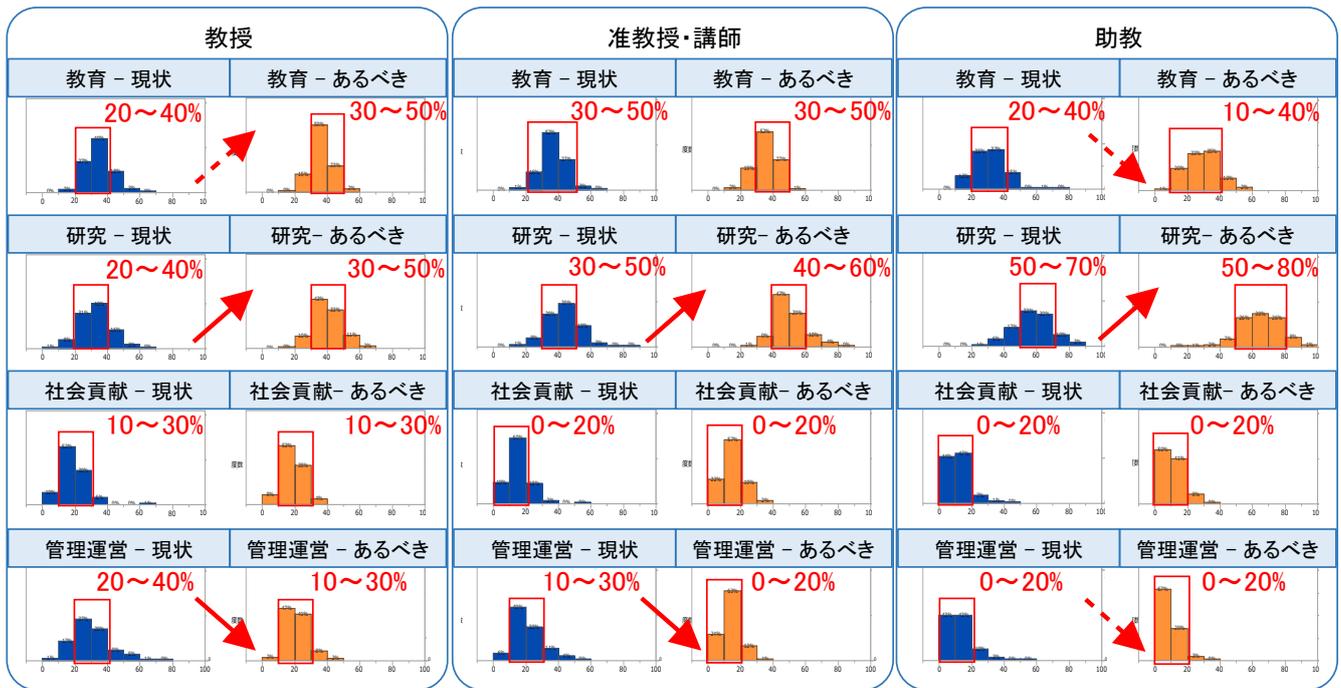
図 2.2.4 大学教員の職務エフォート率

国立のみ、私立のみのデータを抽出したグラフを図 2.2.5 に示す。

国立と私立の「現状」を比較すると、どの職位であっても、国立より私立の方が「教育」の比率が高いことがわかる。とくに顕著なのは助教である。助教では「教育」の比率が高い分、「研究」の比率が低くなっている。

このように「現状」は異なるが、あるべきと考える比率の数字はほとんど変わらないのは注目に値する。

### 【国立大学のみの結果】



### 【私立大学のみの結果】

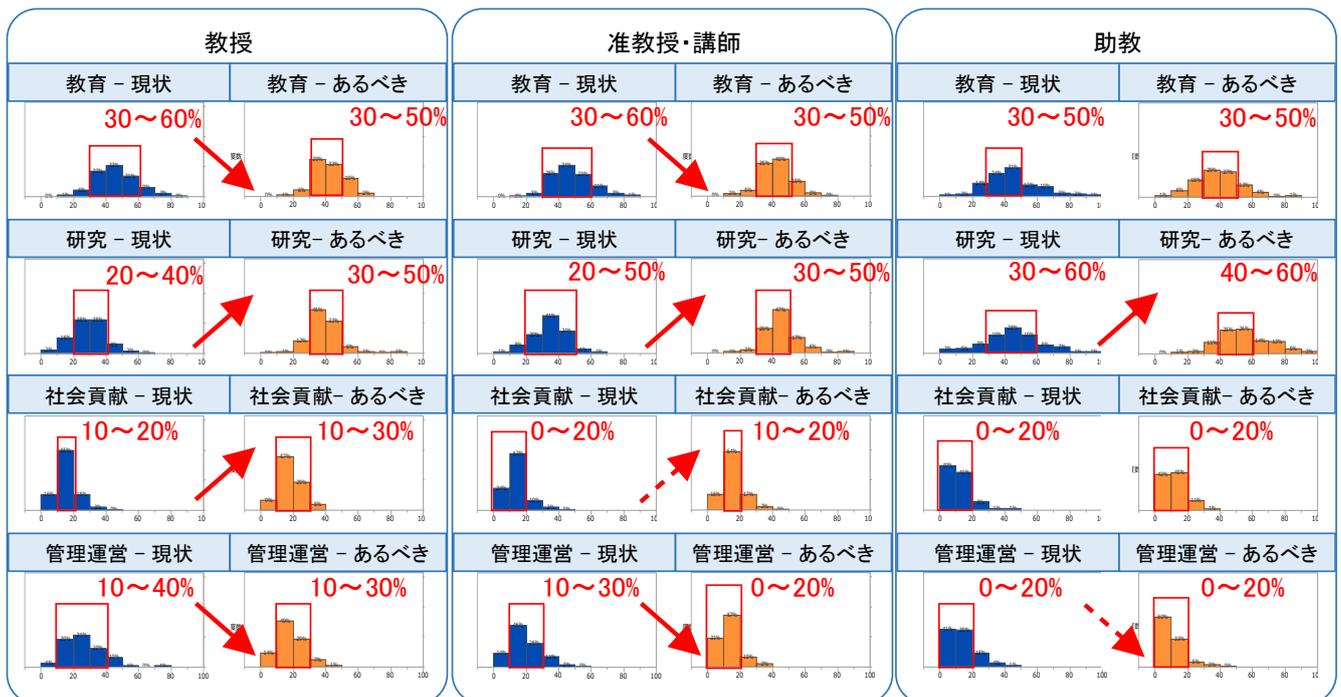


図 2.2.5 国立、私立別の大学教員の職務エフォート率

#### d 卒業研究，修士研究，博士研究への考え方（大学，企業）

卒業研究・修士研究・博士研究に関する以下の項目について「そう思う～そう思わない」の5件法で聞いた大学・企業共通の設問である（問 1-3）。結果を図 2.2.6 に示す。

① 専門性が培われる

✧ これらの研究に取り組むことによって，専門分野を深く掘り下げ，その分野に対する理解，知識などの専門性が培われる

② 情報収集力，課題解決能力などが培われる

✧ これらの研究を行う過程で，文献調査，研究計画の立案，結果の考察などを通して情報収集力，課題解決能力などが培われる

③ 大学の人材育成にとって重要

✧ これらの研究は，大学の人材育成にとって非常に重要である

④ その分野の研究発展にとって重要

✧ これらの研究は，その分野の研究発展にとって非常に重要である

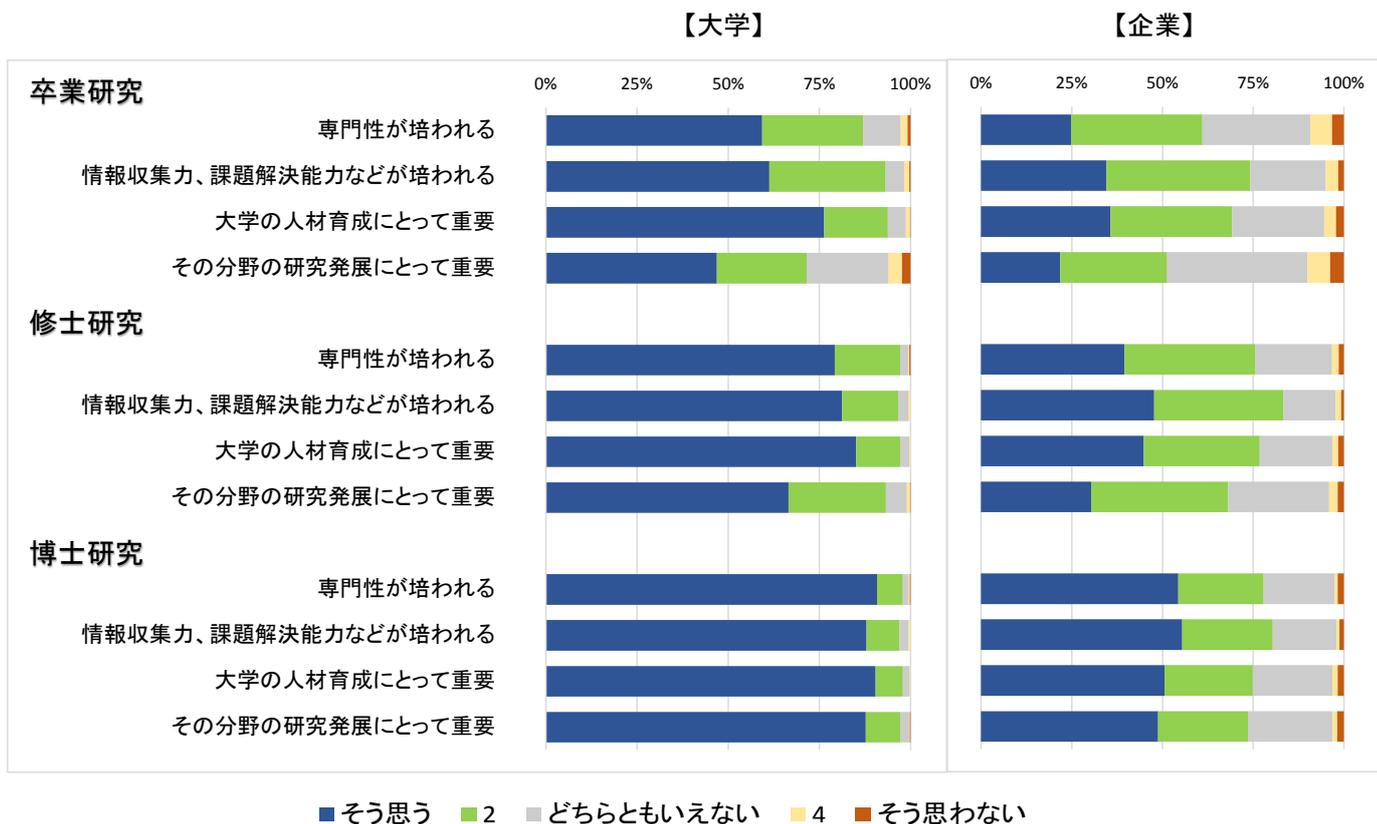


図 2.2.6 大学・企業の卒業研究，修士研究，博士研究への考え方

図 2.2.6 からは、大学の方が企業よりもどの項目に対しても「そう思う」側の回答が有意に多いことがわかる。とくに、「大学の人材育成にとって重要」では大学の方が「そう思う」が多い。ただし、以下の点は大学・企業に共通しており、大学と企業はほぼ同じ考え方であることが示唆される。

- いずれの設問に対しても「そう思う」側の回答が同じように多い。卒業論文、修士論文は「その分野の研究発展にとって重要」よりも、「情報収集力、課題解決能力が培われる」等で「そう思う」が多い点など、設問による回答の違いについてもほぼ同傾向である。
- 卒業論文・修士論文・博士論文の順に「そう思う」側の割合が増す。卒業論文、修士論文では 4 項目の回答にばらつきがあったが、博士論文ではそれがなくなる点も同じである。

企業の規模別にみると、規模が大きいほど「そう思う」側の回答が多い傾向があり、その傾向は卒業論文、修士論文、博士論文の順に顕著になることがわかる（図 2.2.7）。この傾向は、高学歴の新卒者を採用しているのは規模が大きい企業に偏っていることから説明することができる。

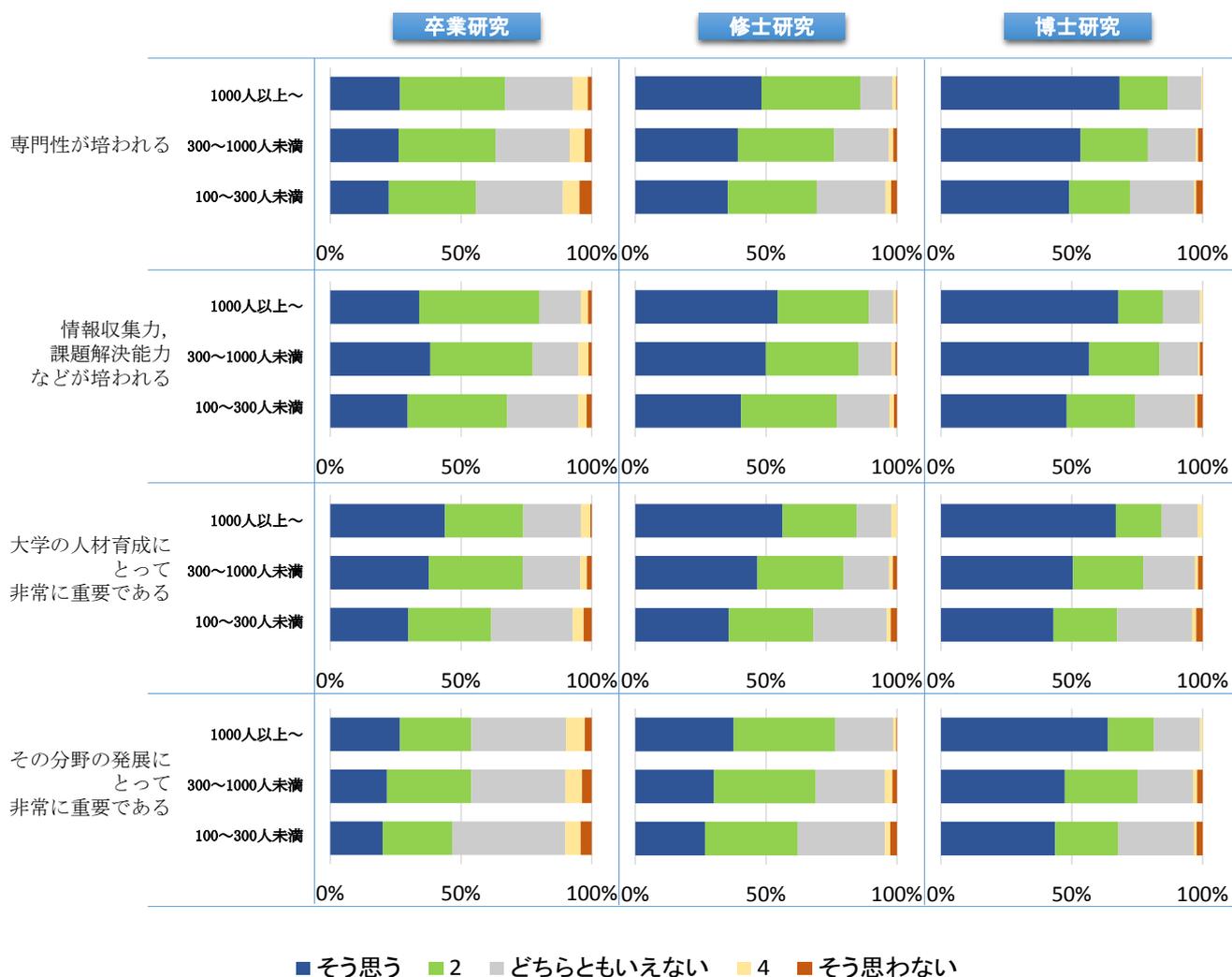


図 2.2.7 企業の卒業研究、修士研究、博士研究への考え方（規模別）

## (2) 産学連携，企業の取り組みの現状について

### a 産学連携に関する重視度，実施経験，意向（大学，企業）

産学連携に関する項目各々について，①重視度（非常に重視している～重視していない：5件法），②実施経験（数多く実施している～実施したことはない：4件法），③今後の実施意向（積極的に実施したい～実施したくない：5件法）で聞いた大学・企業共通の設問である（問4-1）。大学と企業別の結果を図2.2.8～2.2.10に，大学と企業の平均点の散布図プロットを図2.2.11に示す。

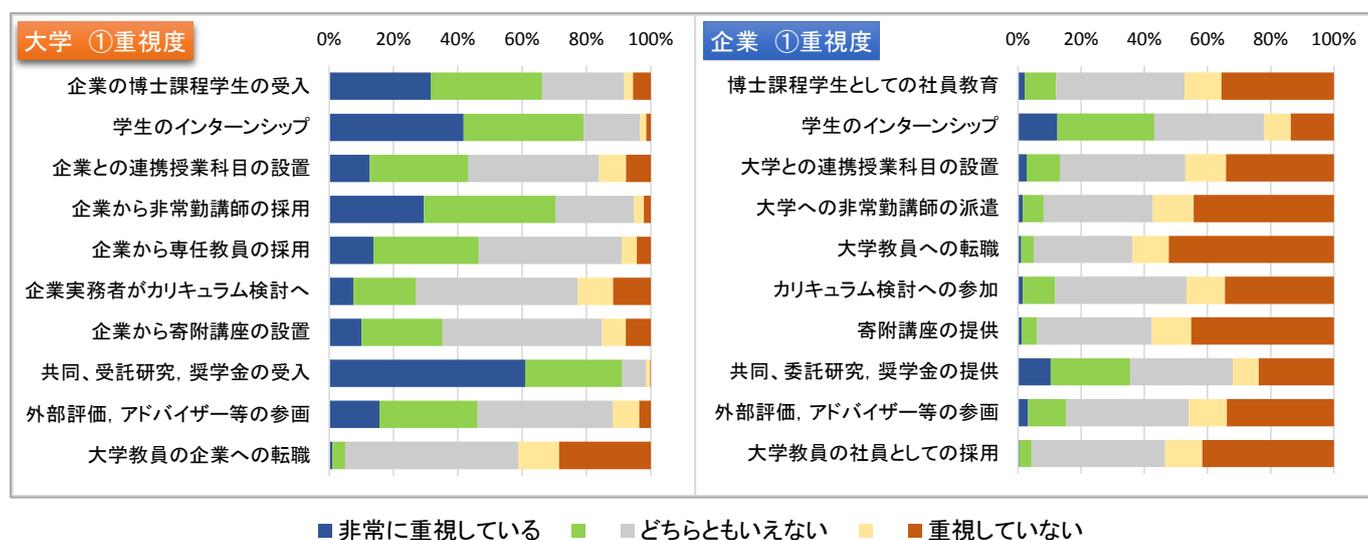


図 2.2.8 産学連携に関する各項目の重視度

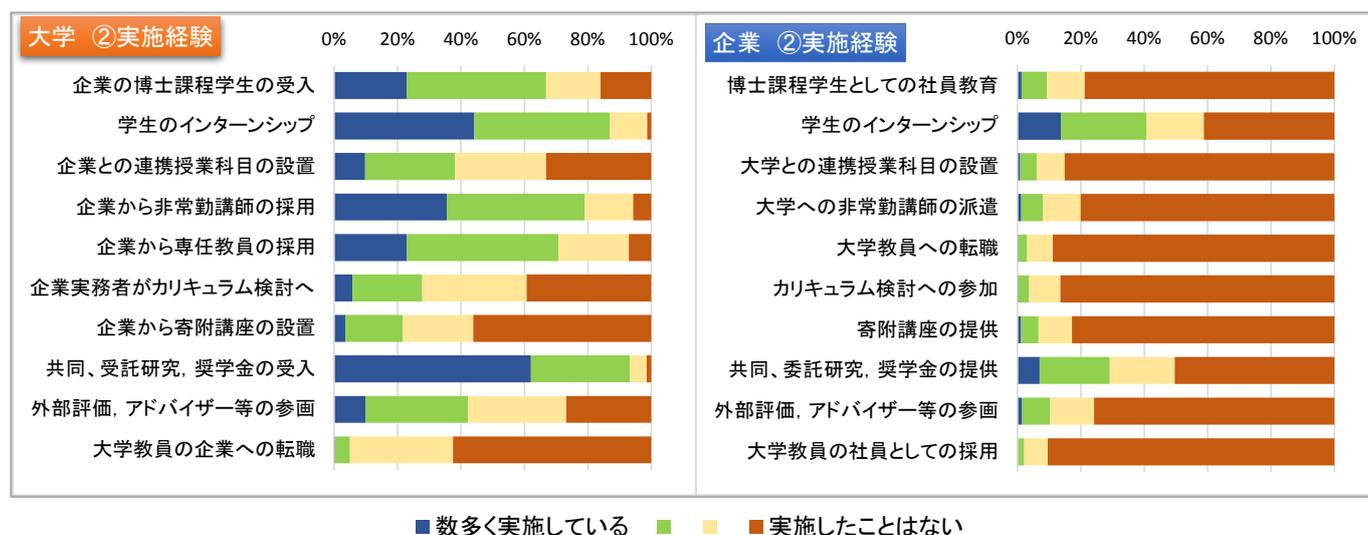
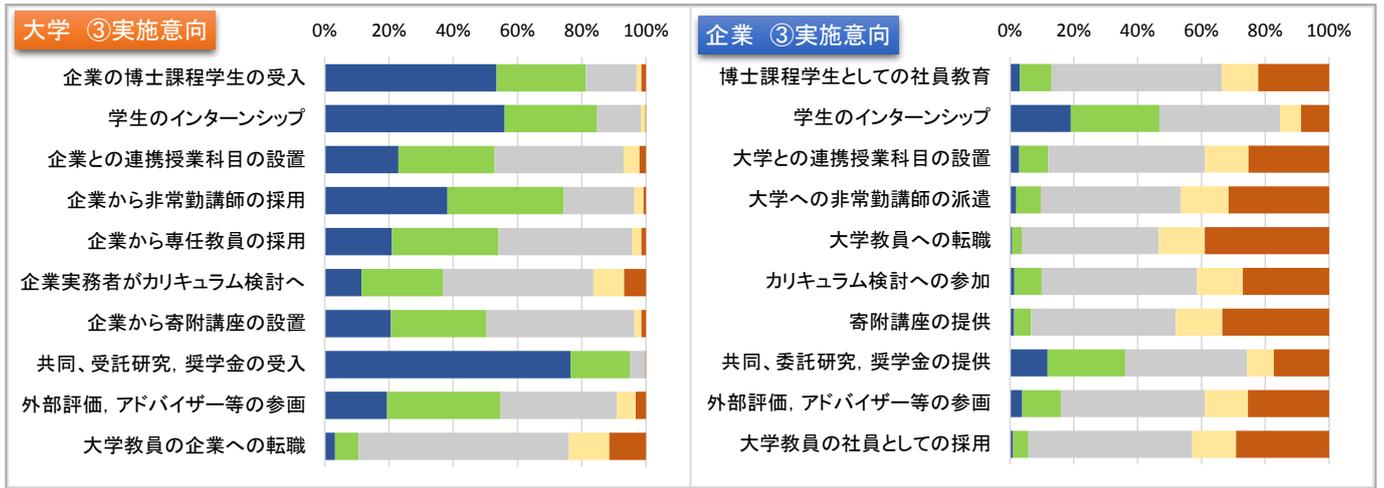
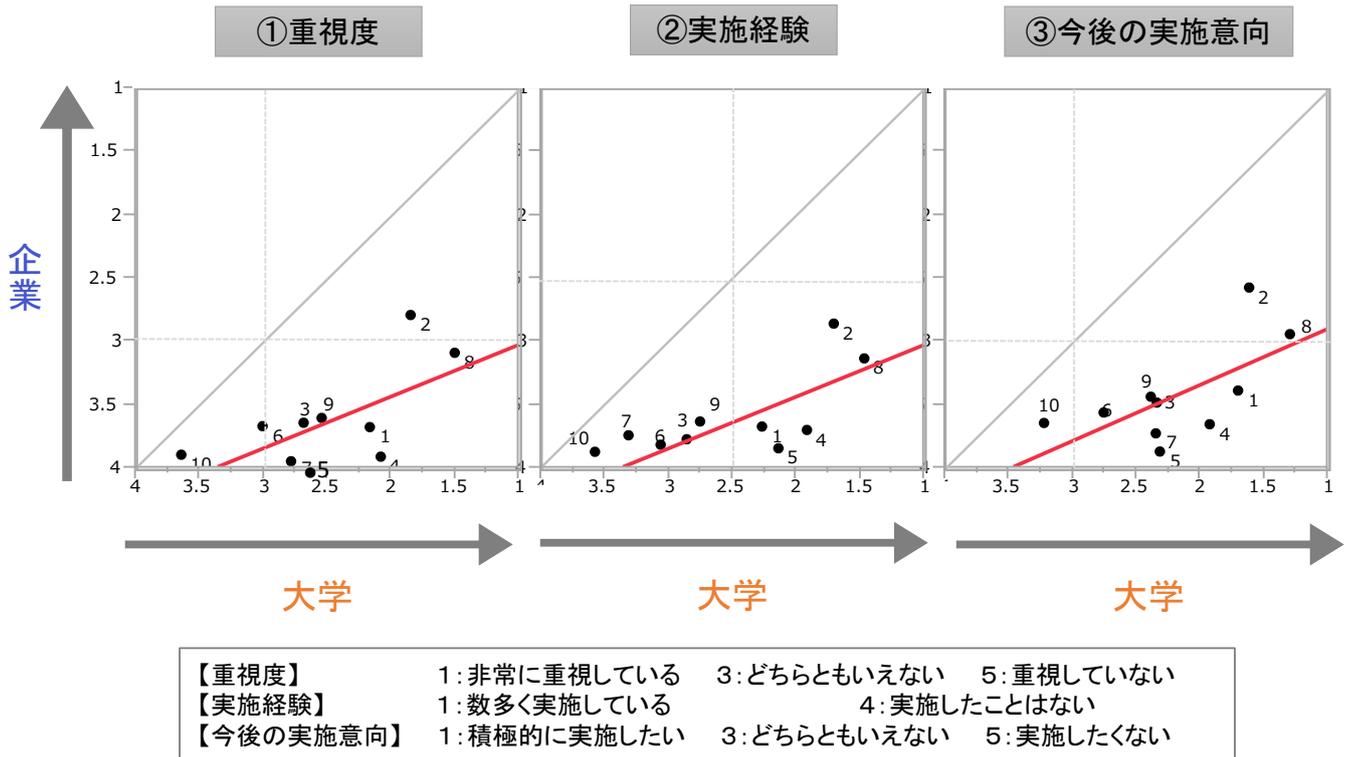


図 2.2.9 産学連携に関する各項目の経験



■ 積極的に実施したい ■ どちらともいえない ■ どちらともいえない ■ 実施したくない

図 2.2.10 産学連携に関する各項目の今後の意向



(図中にプロットした1~10は、図 2.2.10 までの各項目の番号と共通。赤線は回帰直線。)

図 2.2.11 産学連携:大学と企業の平均値の散布図プロット

大学と企業を比較するとその温度差は明らかで、どの項目においても、大学の方が重視度は高く、実施経験は多く、実施意向は顕著に高い。

ただし、類似点もあり、企業の重視度等が比較的高いインターンシップや共同研究・受託研究などは大学でも重視度等が高いなど、各項目間の相対的な関係は似ていて、散布図プロットの回帰直線も概ね右肩上がりである。

項目間の関連でとくに異なるのは、「非常勤講師の派遣（大学では「採用）」」「大学教員への転職（大学では「専任教員の採用）」および「寄附講座」であろう。これらはとくに大学と企業の温度差が大きい項目で、大学と企業の開きが更に大きくなっている。

なお、企業の回答は、規模・分野ともにほぼ全項目とも有意差があった。規模では、大規模ほど、重視度が高く、実施経験が多く、実施意向が高い。

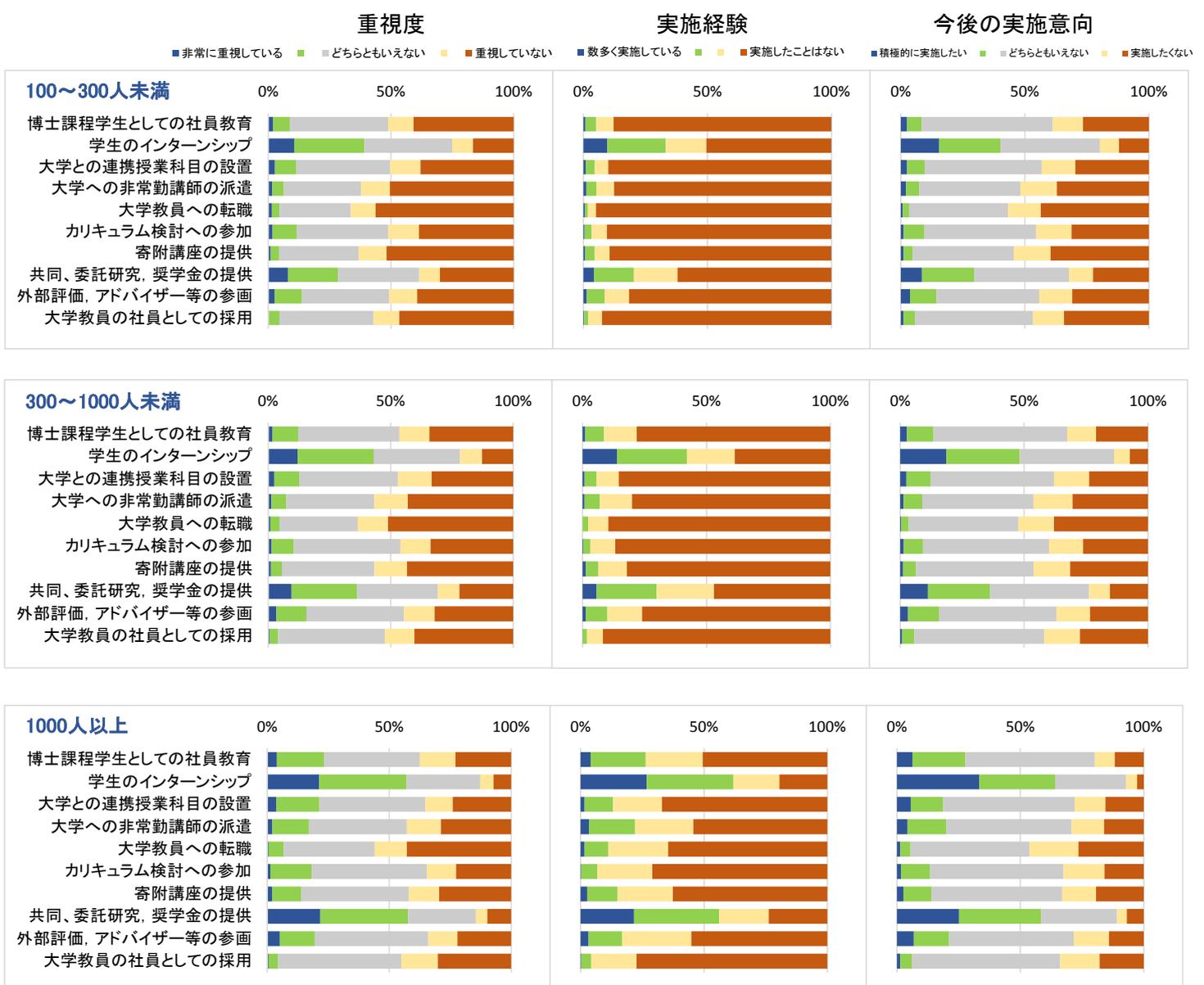


図 2.2.12 産学連携:企業の規模による違い

## b 社員の専門性を高めるために行っている取り組みの現状（企業）

企業対象の調査項目で、社員の専門性を高めるために行っている取り組みとして9項目をあげ、どの程度実施しているかを4件法で答えてもらった設問である（問1-4）。図2.2.13は、実施経験が多い順に並べ替えたグラフである。

もっとも実施されているのがOJTであり、ほとんどの企業が数多く実施している。研修会・講習会は、社内で開催するより、社外開催への参加の方が多い。社内研修会・講習会の講師で多いのは、社内講師、他社講師、大学講師の順である。

「実施したことがない」が際立って多いのは、「海外大学・研究所などへの派遣」「国内大学・研究所などへの派遣」「大学の講師による社内研修会・講習会」であり、いずれも大学関連である。ここでも、企業が大学との連携を行っていない現状が顕著に現れている。

企業の規模別（図2.2.14）では、いずれの項目も規模が大きいほど実施率が高くなるが、上記の状況は変わらない。

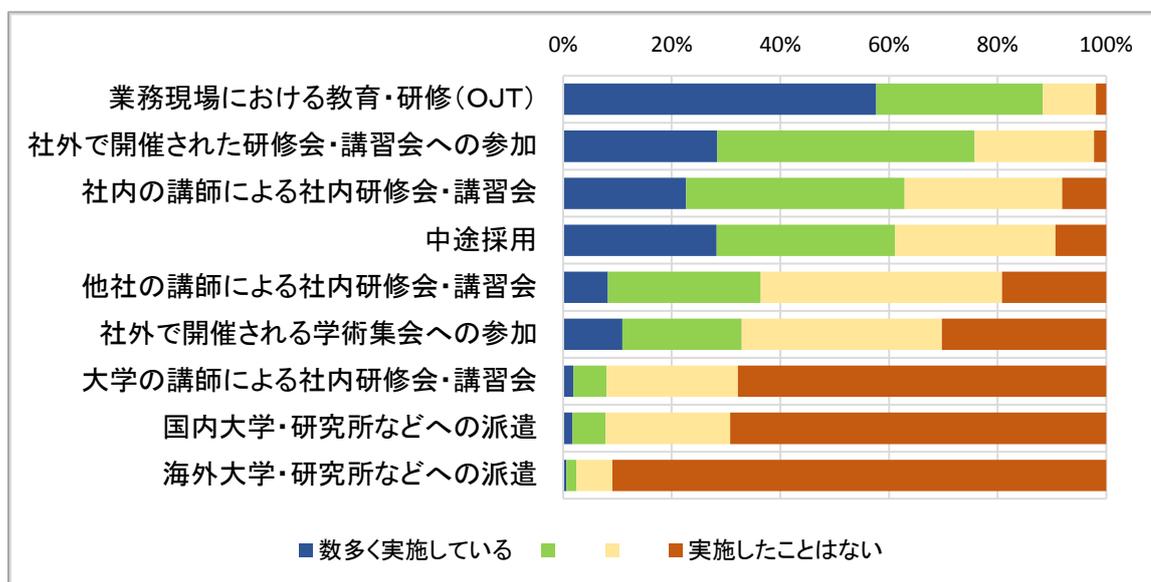


図 2.2.13 企業の取り組みの現状

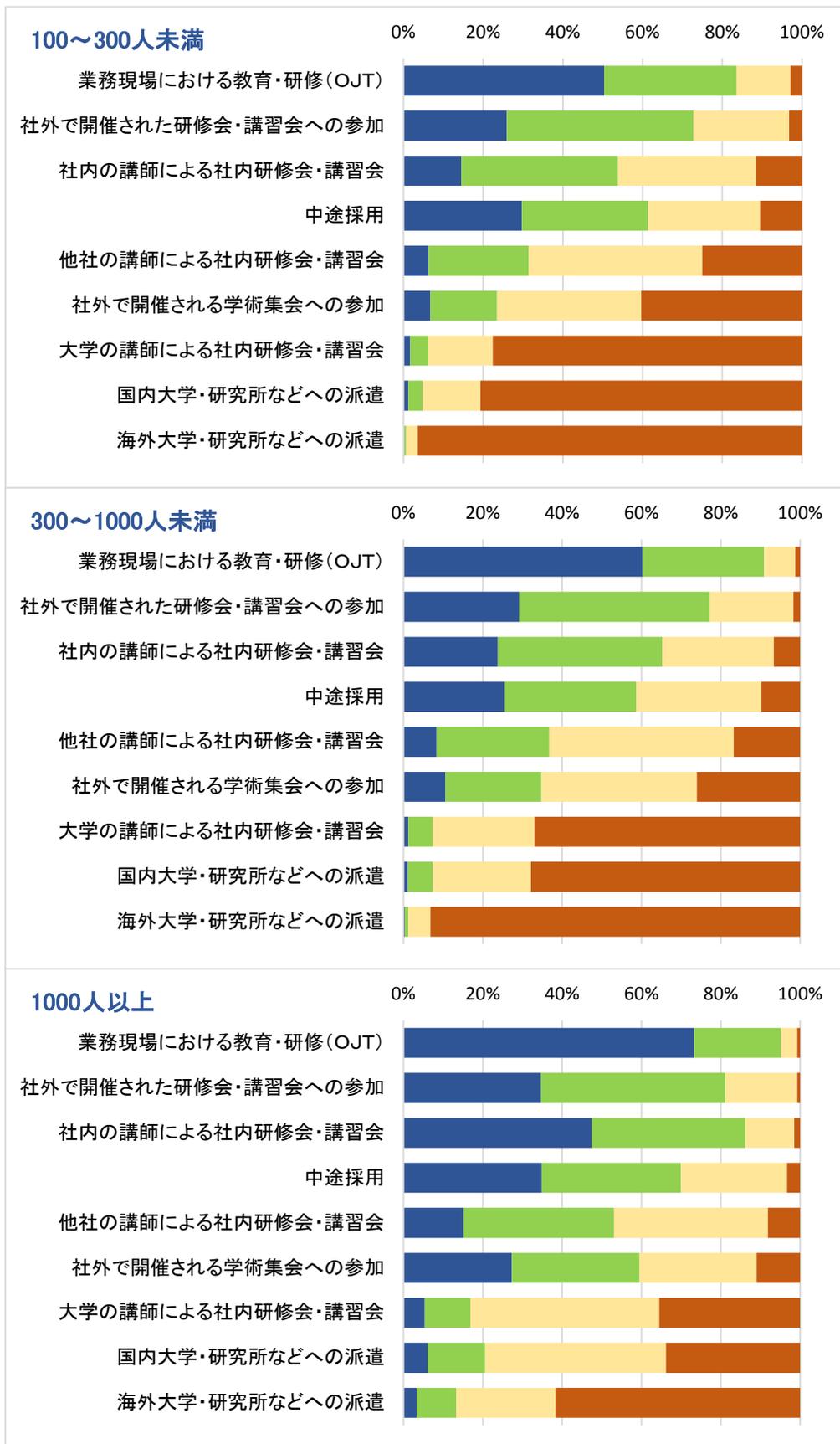


図 2.2.14 企業の取り組みの現状（規模別）

### (3) 産業界のニーズと大学教育の実態

本節で示すのは、本アンケート調査の中心的な設問（問 2、問 3）の結果である。これらの問では、同じ項目に対して、大学には「学科・専攻等では、どのような知識や能力等を重視しているか（重視度）」を、企業には「新卒者として受け入れている各分野出身者に対して、どのような知識や能力等を期待しているか（期待度）」をそれぞれ 5 件法で聞き、一項目につき、学部（大学では「学士課程」、企業では「学部卒業生」。以下同じ）、修士、博士の 3 つの回答欄とした。さらに、各項目に対し、大学では「卒業・修了時の学生に、とくに身につけていないと感じるもの」、企業では「(新卒者として受け入れている各分野出身者に) とくに不足していると感じるもの」をチェックしてもらう欄を設けた。

項目群は大きく下記の 3 種である。

- 知識、能力、経験：22 項目（問 2-1「大学教育に期待していること」。全分野共通）
- 工学系共通基礎科目：全 28 項目（問 3-1。分野によってどの項目を調査するかを取捨選択した。結果、最小 14 項目、最大 28 項目。）
- 専門科目：11～20 項目（問 3-1。分野ごとに異なるオリジナル項目。）

#### a 散布図プロットについて（大学における重視度，企業における期待度）

これらの結果で重要なのは大学（重視度）と企業（期待度）の比較である。本報告では、比較しやすいよう各項目の平均値の散布図プロット（図 2.2.15）を用いる。このような散布図は、各項目が散布図上のどの位置にプロットされたかでその結果を直感的に解釈することができるだけでなく、項目ごとの相対的な比較も同時に行うことができる点が優れている。

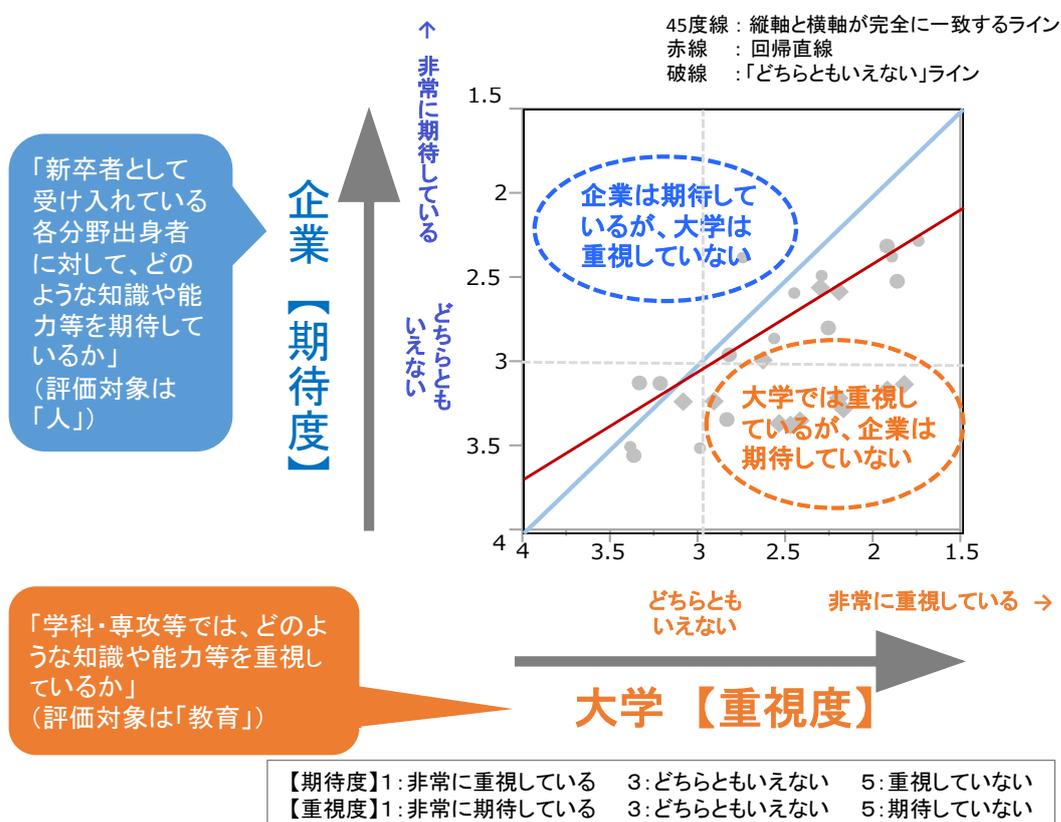


図 2.2.15 期待度（企業：平均値）と重視度（大学：平均値）の散布図プロットについて

結果の解釈において注意すべきなのは、大学と企業では、調査項目は同じでも、評価対象および尺度が異なるという点である。大学の評価対象は、「学科・専攻等で行っている教育」ということができるが、企業の評価対象は「新卒者として受け入れている各分野出身者」、つまり「人（卒業生）」である。

## b 知識, 能力, 経験 (大学, 企業)

### ① 全体の結果

「知識, 能力, 経験」で用いた 22 項目を表 2.2.1 に示す。調査票はこの表のとおり, 分類・番号・調査項目を示している。なお, 次ページ以降の散布図プロットのラベルには, 種類ごとに色分けした表中の 1~22 の数字を用いる。

表 2.2.1 「知識, 能力, 経験」の調査項目

分類	番号	略称 (本文中に表記)	調査項目 (調査票上の文言)
知識	1	文系分野も含む幅広い教養	文系分野も含む幅広い教養
	2	専門分野の基礎知識	専門分野に関する基礎的知識
	3	専門分野の最新知識	専門分野に関する最新の知識と事情
	4	有限性理解	資源や環境の有限性に関する理解
専門的な能力	5	即戦力	即戦力としてすぐに使える技能
	6	問題解決・もの作り	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
	7	他分野俯瞰	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
	8	課題を見出す力	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
	9	倫理観	技術者としての倫理観
一般的な能力	10	チームワーク	グループで仕事をする際のチームワーク能力
	11	リーダーシップ	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
	12	情報知識獲得	必要な情報や知識を主体的に自分で獲得する能力
	13	チャレンジ精神	新しい課題に果敢に取り組むチャレンジ精神
	14	基盤的能力	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
	15	プレゼンテーション	考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力
	16	コミュニケーション	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
	17	語学	英語など他の言語を使える語学力
経験	18	企業共同研究	企業との共同研究の経験
	19	学会等での発表	学会等での口頭発表, 論文発表の経験
	20	ボランティア	ボランティア活動などの社会的経験
	21	留学	海外大学などへの留学経験
	22	インターンシップ	企業におけるインターンシップの経験

縦軸に企業の期待度（平均値）、横軸に大学の重視度（平均値）をプロットした散布図を図 2.2.16 に示す。

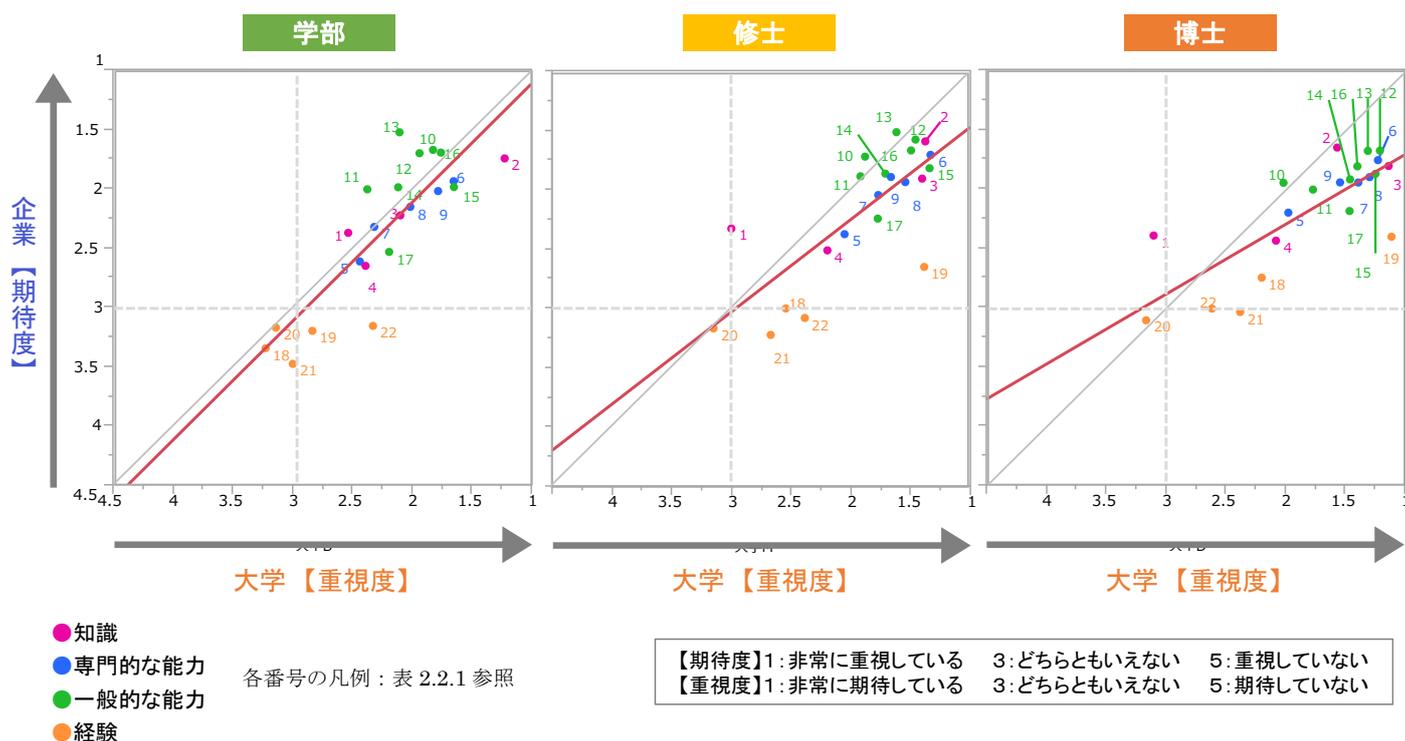


図 2.2.16 大学が重視・企業が期待している知識, 能力, 経験

大学の重視度と企業の期待度は、全体としてほぼ一致しているといえる。大学の重視度、企業の期待度共に高いものは、「13.チャレンジ精神」「10.チームワーク」「16.コミュニケーション」「15.プレゼンテーション」等の一般的な能力、「2.専門分野の基礎知識」の知識、「6.問題解決・もの作り」「8.課題を見出す力」「9.倫理観」等の専門的な能力であった。「18.企業共同研究」「20.ボランティア」「21.留学」等の経験は大学の重視度、企業の期待度共に低かった。

大学と企業の一致度がとくに高いのは学部であり、修士、博士と進むにしたがって、回帰直線の傾きが緩やかになっていく。これは、大学・企業とも、学部では高くなかった経験等の項目が徐々に上がっていくが、学部で高かった一般的な能力がほとんど変わらないこと、大学において、重視度が一気に高くなる項目（「19.学会等での発表」と一気に低くなる項目（「1.文系分野も含む幅広い教養」）があることによるところが大きい。大学の企業の差は、とくに後者の原因によるところが大きい。

「19.学会等での発表」については、企業でも、学部より修士・博士において期待度があがっているが、大学の重視度ほどではない。「1.文系分野も含む幅広い教養」については、企業の期待度は学部、修士、博士ともにほぼ変わらない。

大学において「1.文系分野も含む幅広い教養」が一気に低くなるのは、大学向けの質問は学科・専攻での重視度を尋ねており、専門科目としては教養科目を開講していないことから「どちらともいえない」とする回答が多くなったためと解釈できる。後述するように、大学側も「1.文系分野も含む幅広い教養」について学生が身につけていないとする回答が非常に多いことから「教養」を大学教育全体としては軽視していないことが伺える。

## ② 各分野別の結果比較

分野別の散布図プロットを図 2.2.17～図 2.2.23 に示す。

### 1. 電気・電子分野

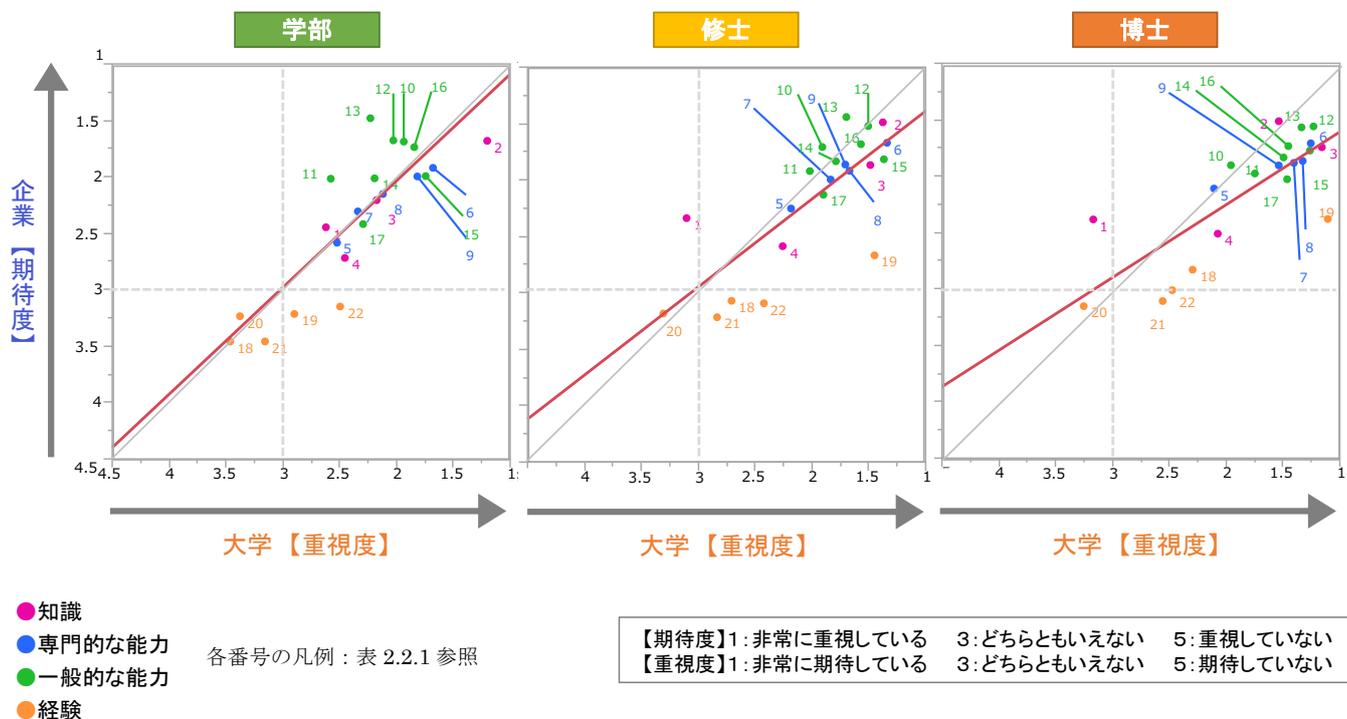


図 2.2.17 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験「電気・電子分野」

### 2. 機械分野

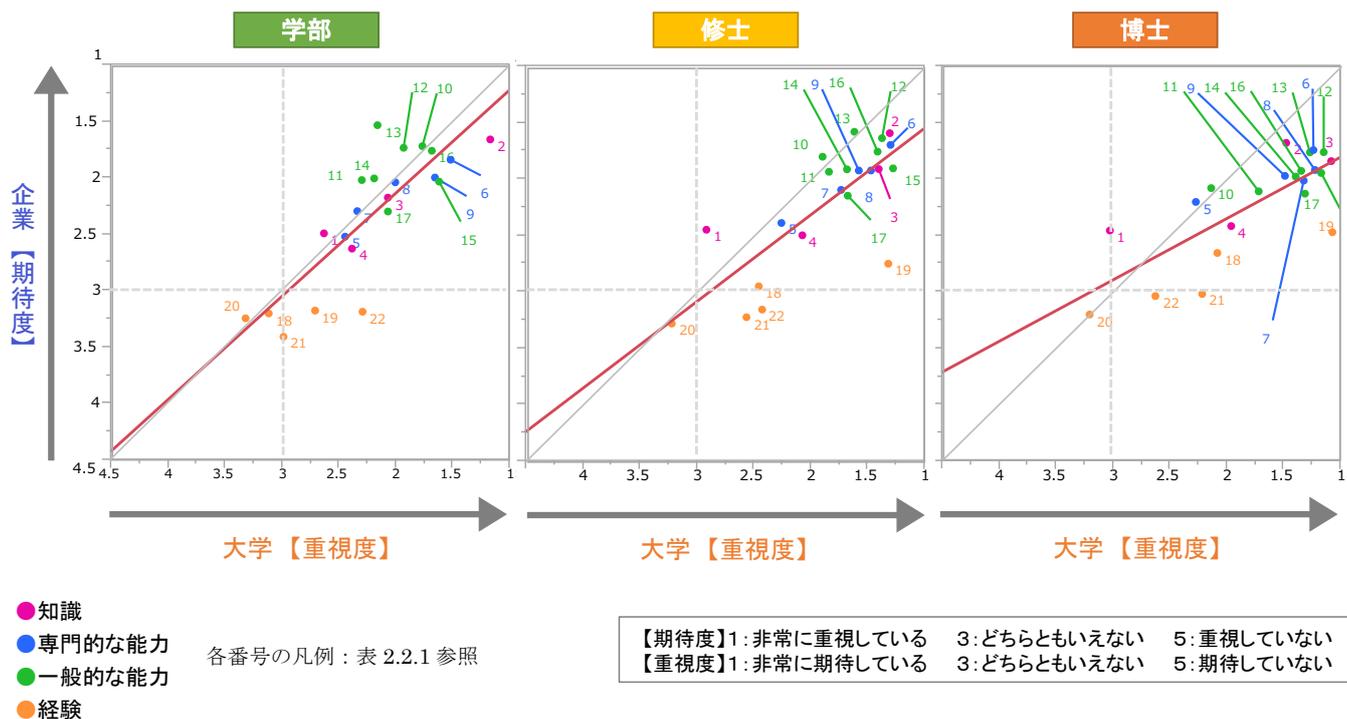


図 2.2.18 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験「機械分野」

### 3. 建築分野

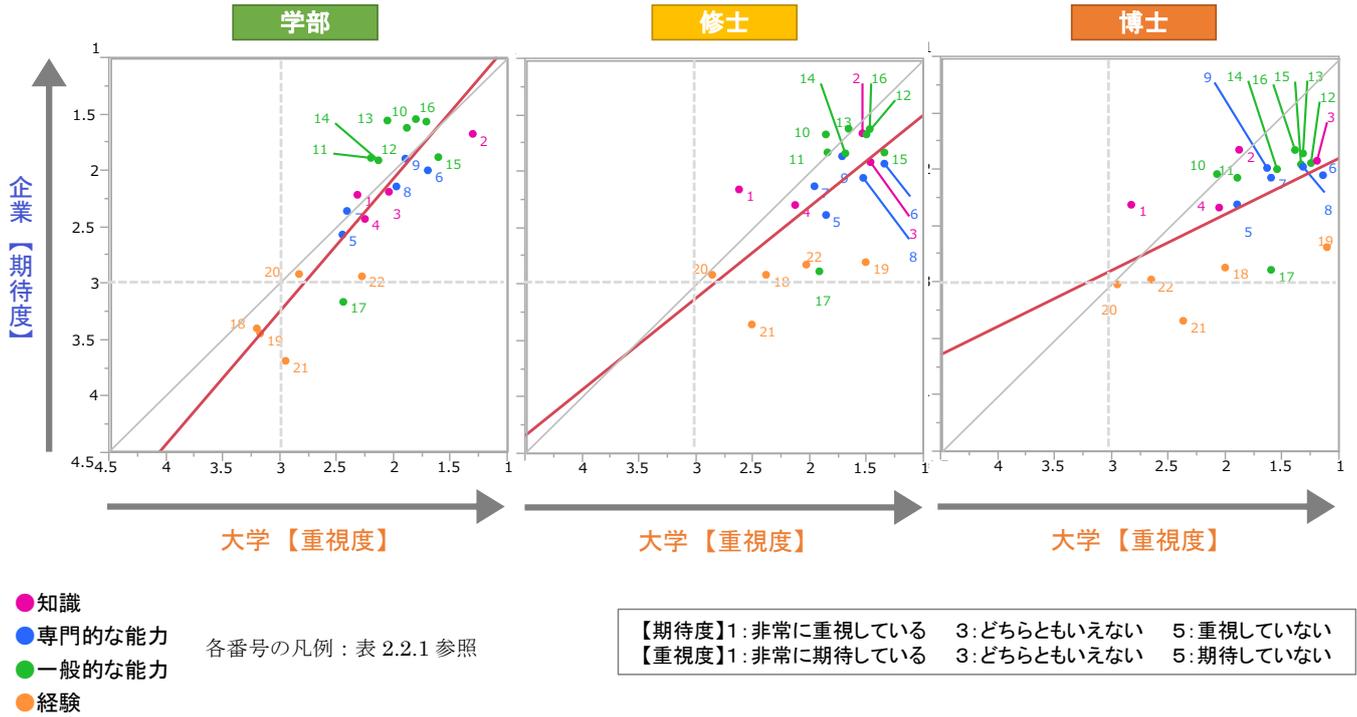


図 2.2.19 大学が重視・企業が期待している知識、能力、経験「建築分野」

### 4. 土木分野

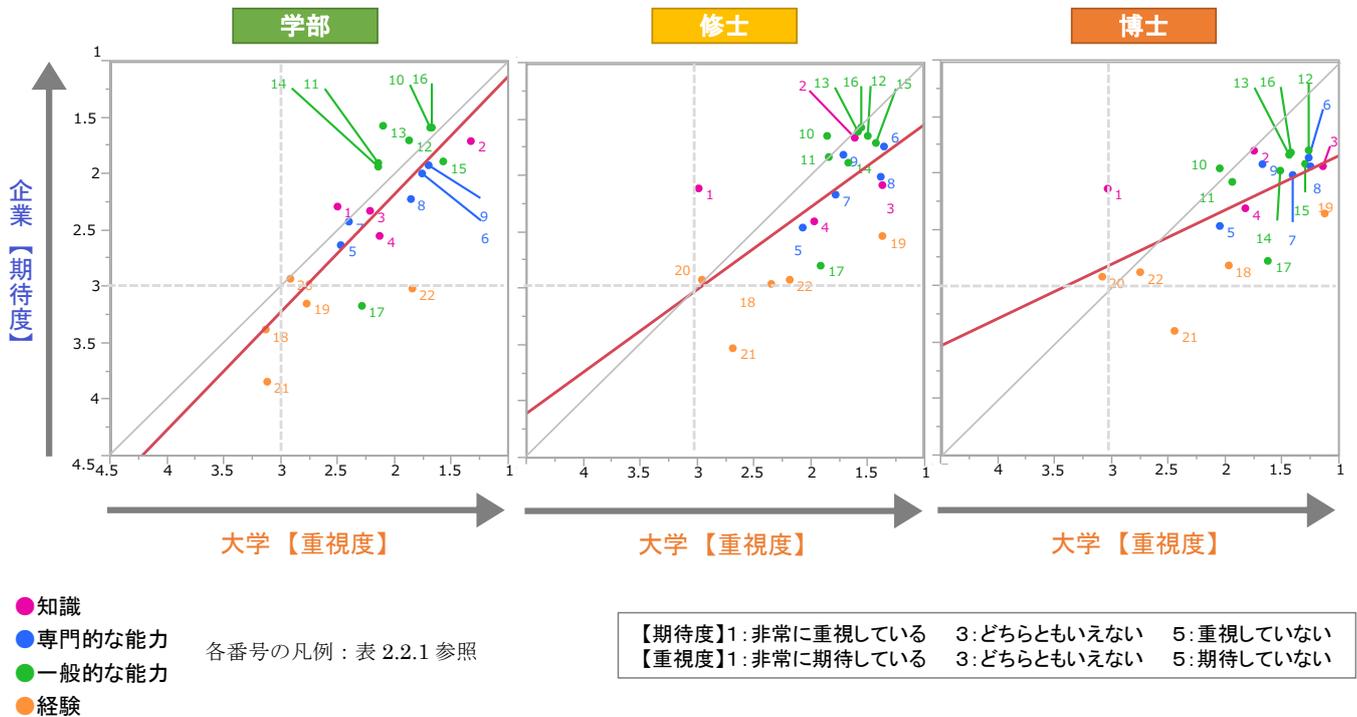


図 2.2.20 大学が重視・企業が期待している知識、能力、経験「土木分野」

## 5. 化学・材料分野

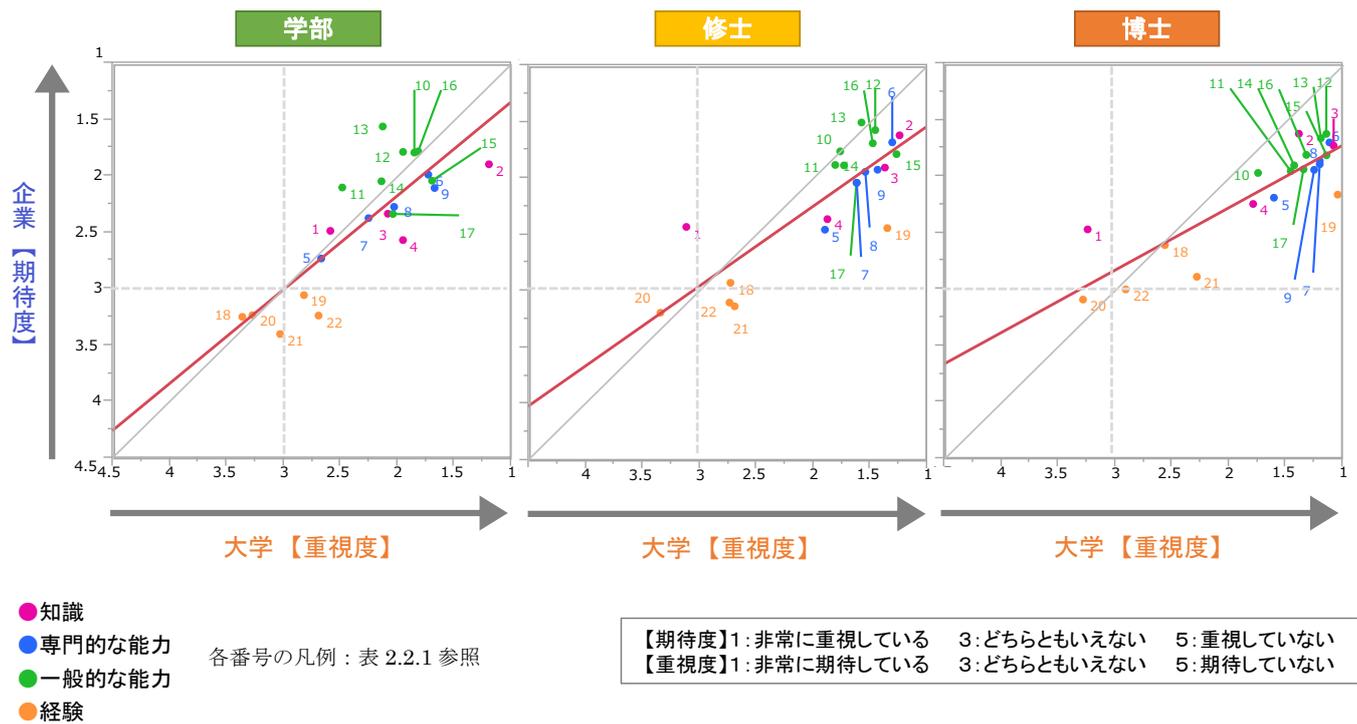


図 2.2.21 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験「化学・材料分野」

## 6. 情報・通信分野

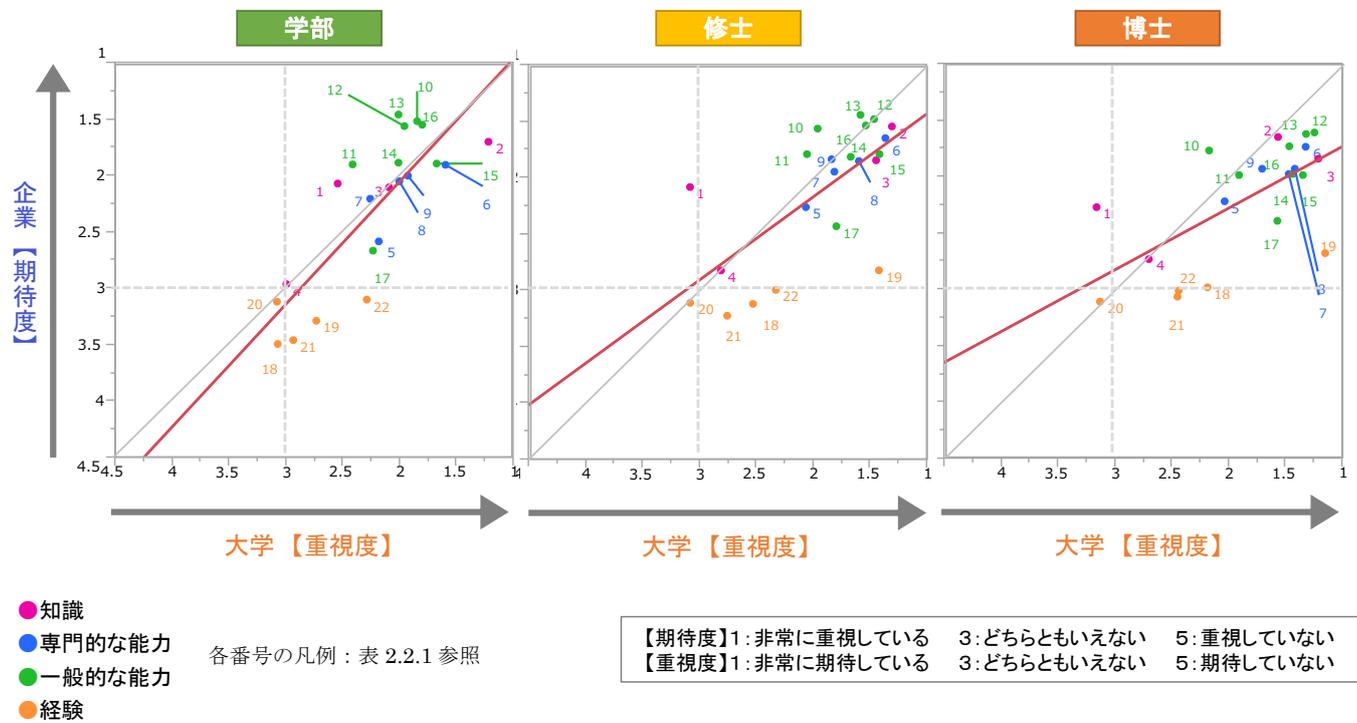


図 2.2.22 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験「情報・通信分野」

## 7. バイオ分野

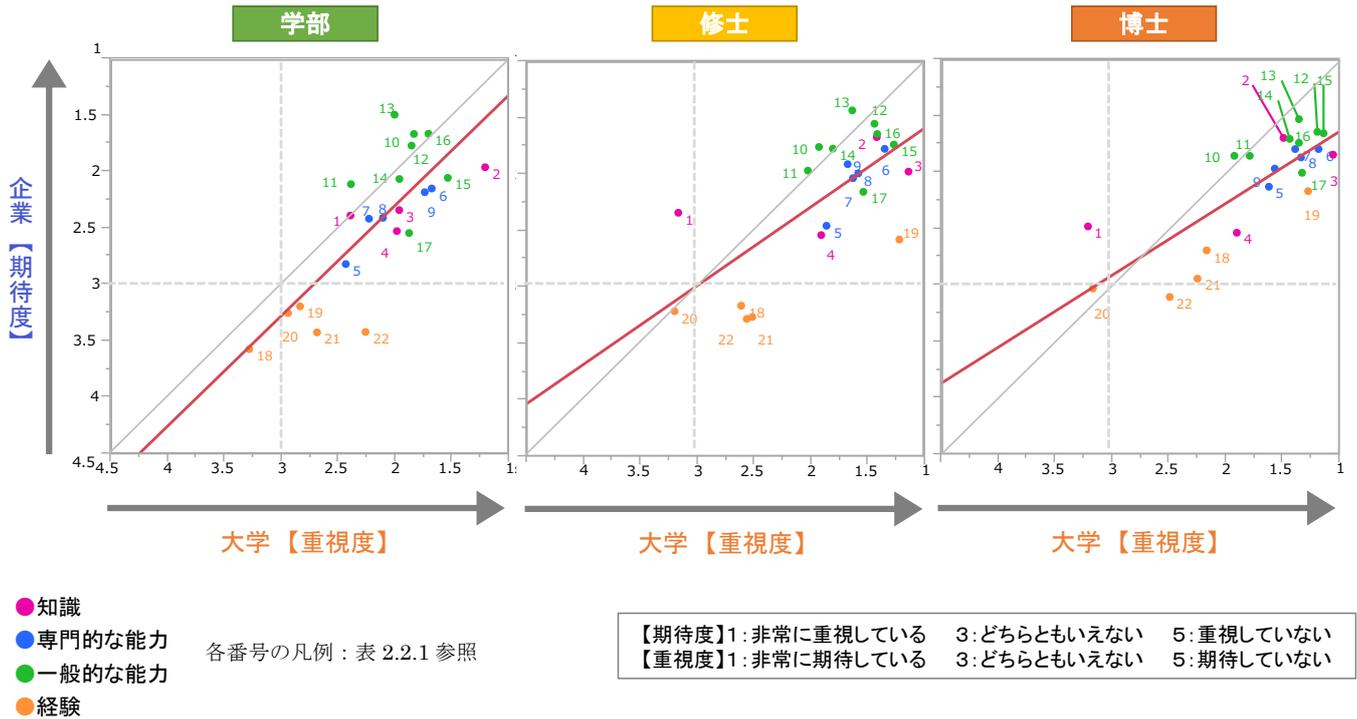


図 2.2.23 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験「バイオ分野」

図 2.2.17～図 2.2.23 から、分野による大きな差はないといえる。どの分野でも、全体の結果と同様に、学部、修士、博士と学歴があがるほど、企業の期待度と大学の重視度が開くという傾向がある。

ただし、分野によっては、部分的に特徴がみられた。たとえば、建築分野、土木分野では、「17.語学」または「21.留学」に対する企業の期待度が全体に比べて低いという特徴があった。この裏には、海外に進出しているのはごく一握りの大手ゼネコンに限られている、という国内重点産業の特徴が現れていると思われる。

### ③ 企業の規模による結果比較（企業）

ここでは、企業の期待度は、企業の規模別に異なるのかを検討した。これまでと同様の散布図プロットで、企業の期待度のみ規模別にしたグラフを図 2.2.24 に示す。

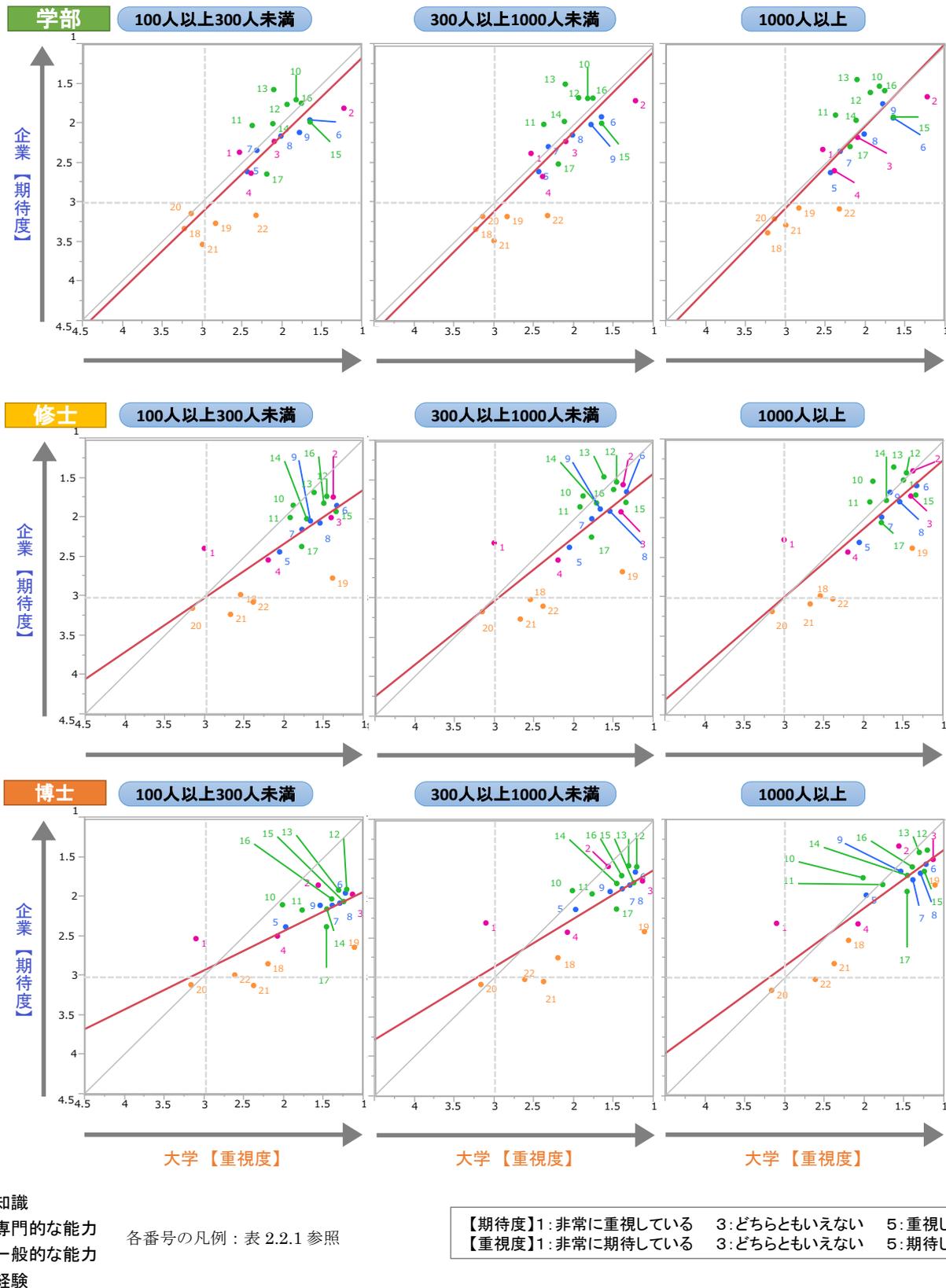


図 2.2.24 大学が重視・企業が期待している知識，能力，経験（企業の規模別，大学は全体）

また、企業の期待度の規模別平均のみを比較した結果を図 2.2.25 に示す。同図では、「知識」「専門的な能力」「一般的な能力」「経験」の分類ごとに平均点の高い順に並べ替えている。

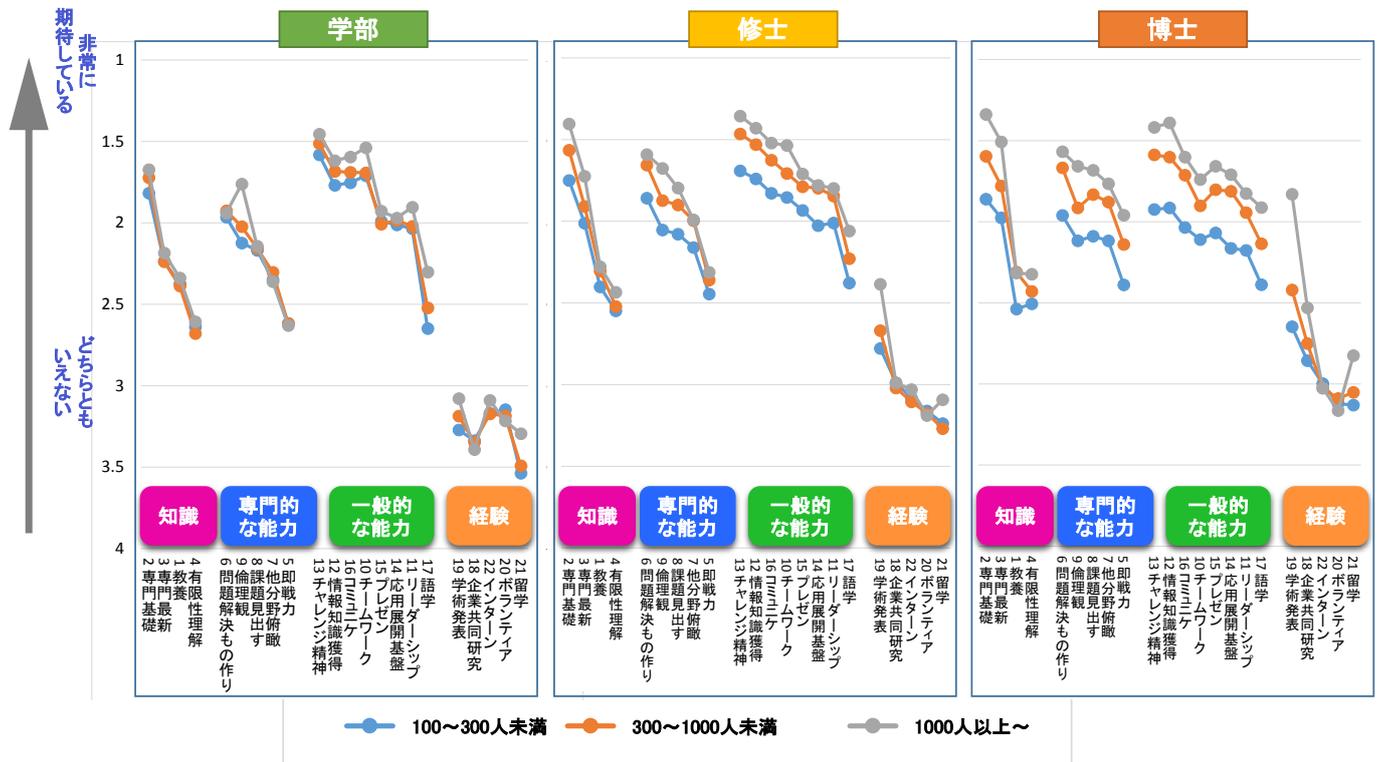


図 2.2.25 「知識，能力，経験」企業の期待度（平均点），規模別比較

企業の期待度は、学部，修士，博士と進むにしたがって、全体的に従業員規模による差が大きくなる傾向が見られた。全体の結果では、学部，修士，博士と学歴があがるほど、大学の重視度との差が開く傾向があったが、従業員 1000 人以上の企業では、博士でも大学との差は小さかった。大学の重視度の方が顕著に高かった「19.学会等での発表」も、1000 人以上の企業では、大学同様に期待度が高いことが示された。

#### ④ 身についていない（大学）、不足を感じる（企業）項目

知識、能力、経験の 22 項目の各々に対し、大学では「卒業・修了時の学生に、とくに身についていないと感じるもの」、企業では「新卒者として受け入れている新卒者に、とくに不足していると感じるもの」があれば該当欄にチェックしてもらおうという設問を設けた。この設問は、大学も企業も評価対象は同じ人（大学では卒業・終了時の学生、企業では受け入れた新卒者）だという点で、両者を比較するのに適した設問といえる。

この結果を、回答割合として図 2.2.26～図 2.2.28 に示した。分母は、それぞれの項目において「重視度（大学）」「期待度（企業）」に回答があった数とした。全回答者数は、大学が 677、企業が 3480 なので、全回答者数に比較すると、大学より企業で回答者数が小さく、また両者とも学部、修士、博士という順で回答者数が小さくなっていることがわかる。

大学と企業でそれぞれ特徴のある結果が得られた。

大学の「学生に身についていない」という回答割合が相対的に高かったのは、「17.語学」、「1.文系分野も含む幅広い教養」、「7.他分野俯瞰」、「21.留学」である。しかし、企業の「新卒者に不足している」という回答割合は、「1.文系分野も含む幅広い教養」は高いものの他はそうでもない。とくに「21.留学」を含む経験全体は非常に低い割合に留まる。

企業でとくに回答割合が高かったのは「6.問題解決・もの作り」、「13.チャレンジ精神」、「16.コミュニケーション」「2.専門分野の基礎知識」、「1.文系分野も含む幅広い教養」などである。

なお、学士、修士、博士と進むにしたがって回答割合が減少するという点は、大学・企業に共通している。

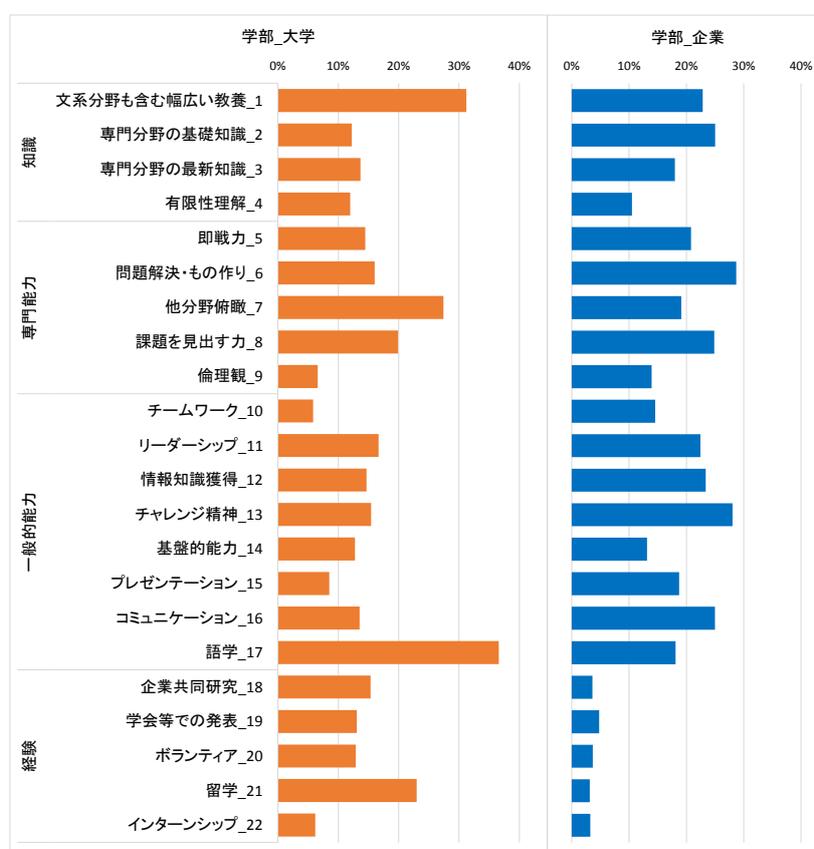


図 2.2.26 学生に身についていない、新卒者に不足している「知識、能力、経験」（学部）  
（大学：n=約 630、企業：n=約 2,500）

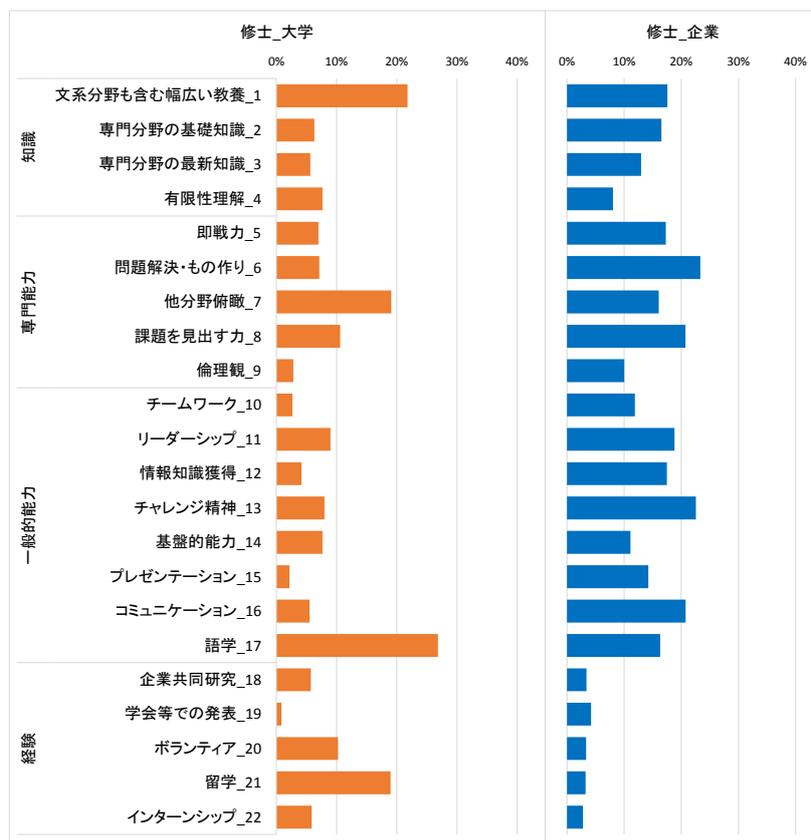


図 2.2.27 学生に身につけていない、新卒者に不足している「知識、能力、経験」（修士）  
 (大学：n=約 600，企業：n=約 1,900)

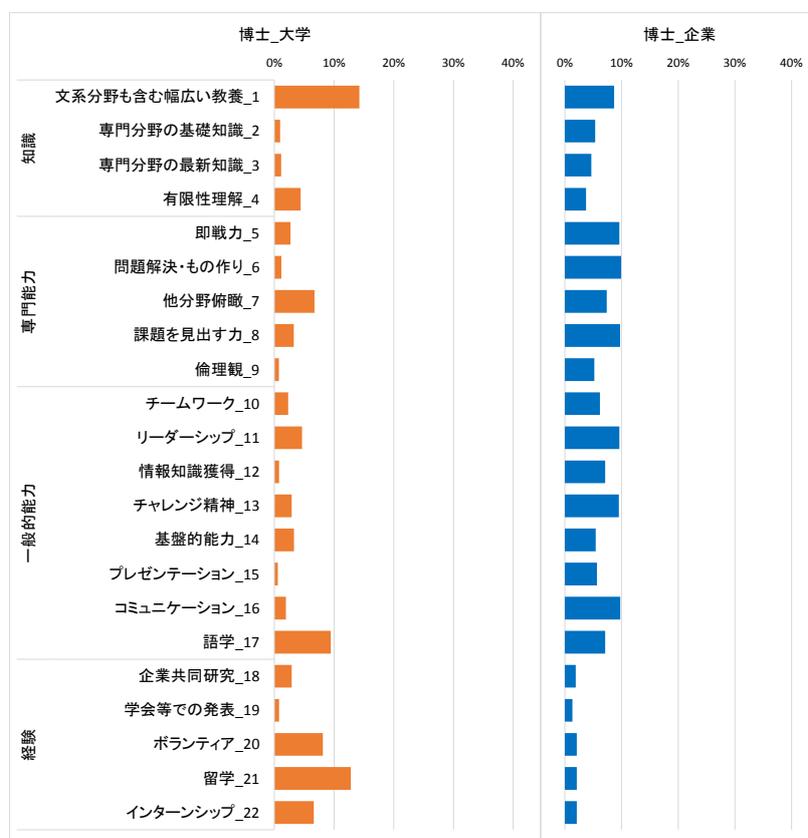


図 2.2.28 学生に身につけていない、新卒者に不足している「知識、能力、経験」（博士）  
 (大学：n=約 520，企業：n=約 1,200)

c 工学系共通基礎科目，専門科目（大学，企業）

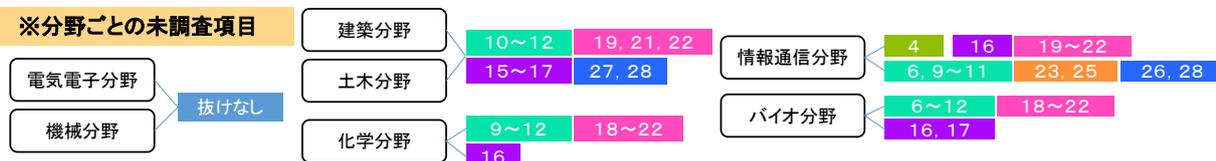
① 全体の結果と分野別傾向（工学系共通基礎科目）

「工学系共通基礎科目」で用いた 22 項目は表 2.2.2 のとおりである。表の下に示したとおり，これらは全分野で共通ではなく，分野によっては調査しなかった項目もある。

表 2.2.2 「工学系共通基礎科目」の調査項目

分類	番号	略称（本文中に表記）	調査項目（調査票上の文言）
基礎数学	1	微積	微分積分の概念の理解と活用
	2	線形代数	線形代数の概念の理解と応用
	3	常微分方程式	常微分方程式に関する基本的な概念の理解と計算
	4	確率統計	確率・統計の基本的な概念の理解と計算
専門指向型数学	5	ベクトル・スカラー	ベクトル・スカラーの概念の理解と計算
	6	複素数・平面	複素数，複素平面などの概念の理解と計算
	7	偏微分方程式	偏微分方程式の概念と方程式の表す様々な物理現象の理解
	8	フーリエ・ラプラス	フーリエ解析・ラプラス変換の理解と計算
	9	確率過程	確率過程および待ち行列理論の理解と計算
	10	離散数学	離散数学の基本的な概念の理解と活用
	11	数学モデル	システムの数学モデル化と具体的問題への適用
	12	数値計算	数値計算に関する基本的な解法の理解
物理	13	力学	力学に関する基本的な概念，法則の理解と応用
	14	電磁気学	電磁気学に関する法則などの理解と応用
	15	熱・温度	熱・温度に関する法則などの理解と応用
	16	特殊相対論	特殊相対論と古典的力学との相違点の理解
	17	量子力学	量子力学に関する基本的な概念の理解
化学	18	原子構成	原子の構成に関する概念の理解
	19	原子間結びつき	原子間の結びつきなどに関する概念の理解
	20	化学反応	化学反応に関する概念の理解と活用
	21	無機有機化合物	無機化合物と有機化合物の概念の理解と活用
	22	物質構造・光特徴	物質の構造・性質，光の特徴に関する概念の理解
情報リテラシー	23	情報概念・PC処理	情報の基本的な概念とコンピュータ処理の役割の理解
	24	インターネット実践	情報伝達の問題と社会的責任などの理解とインターネットの実践的使用
	25	言語・プログラム	プログラミング言語の理解と簡単なプログラムの作成
工学基礎	26	機械工学・電子回路	機械工学・電子回路の基本的な概念の理解と活用
	27	実験・報告書	工学分野に共通した基礎原理を理解するための実験実施と報告書の作成
	28	アルゴリズム	数値計算の基礎知識とアルゴリズムの理解

※分野ごとの未調査項目



全体の結果（各分野の合計）を図 2.2.29 に示す。

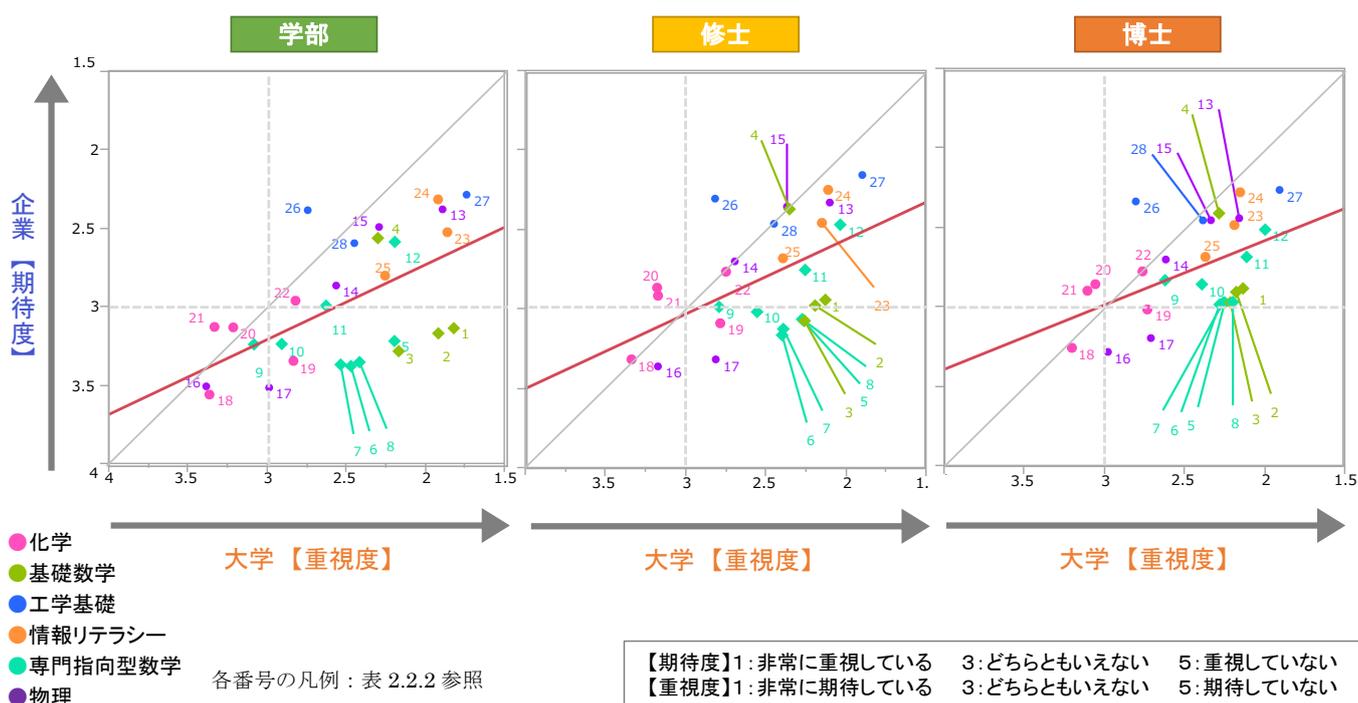


図 2.2.29 大学が重視，企業が期待している工学系共通基礎科目

全体的には、大学の重視度と企業の期待度には大きな乖離はない。しかし「知識、能力、経験」に比べると、「工学系共通基礎科目」の散布図では回帰直線の傾斜が浅いという特徴がある。大学の重視度は項目間で差があるが、企業の期待度には大きな差がないこともその一因だといえる。

大学の重視度、企業の期待度共に高いものは、「27.実験実施・報告書」などの工学基礎、「23.情報概念・PC 処理」「24.インターネット実践」などの情報リテラシー、「4.確率統計」「12.数値計算」などの数学、「13.力学」「15.熱・温度」などの物理であった。「18.原子構成」「21.無機有機化合物」などの化学、「16.特殊相対論」「17.量子力学」などの物理は大学の重視度、企業の期待度共に低かったが、とくに化学については、化学を専門とする化学・材料分野、バイオ分野などでこれらの項目を質問しておらず、専門外の分野からの回答結果であったことが関係していると思われる。

大学の重視度と企業の期待度が異なる特徴的な項目もあった。大学の重視度は高いが企業の期待度が低かったものは、「1.微積」「2.線形代数」「3.常微分方程式」などの基礎数学、「5.ベクトル・スカラー」「6.複素数・平面」「7.偏微分方程式」「8.フーリエ・ラプラス」などの専門指向型数学である。逆に、大学の重視度より企業の期待度が高かったものは、「26.機械工学・電子回路」などがある。

なお、学士、修士、博士と進むにしたがって、大学の重視度、企業の期待度が低い「16.特殊相対論」「17.量子力学」「18.原子構成」はやや高くなり、企業の期待度が低い基礎数学、専門指向型数学はかなり高くなる傾向が見られた。

## ② 電気・電子分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.30 に、電気・電子分野の専門科目の結果を図 2.2.31 に示す。表 2.2.3 は、電気・電子分野の専門科目一覧である。

なお、専門科目の図には、参考として、全専門科目の企業の平均回答数等を示した。以下、他の分野についても同じように記す。

工学系共通基礎科目は、全体の結果と類似しているが、全体の結果よりさらに大学の重視度と企業の期待度の一致度が高い。また、全体の結果より、大学の重視度、企業の期待度ともに高いものが多い。

大学の重視度、企業の期待度の双方が高いものは、工学基礎（「26.機械工学・電子回路」「27.実験・報告書」と物理の基礎（「13.力学」「14.電磁気学」「15.熱・温度」）である。特に、「15.熱・温度」に関しては企業側の期待度の方が高い。

数学に関しては企業の期待度は低いが、その中であって、「4.確率統計」と「12.数値計算」については企業側の重視度が比較的高い。

専門科目は、比較的重要度の高い項目を選んで設問にしたために、項目間の差が小さいという結果になった。全般的傾向として、学部生に対しては、専門分野の知識・能力への期待度が高くない傾向を示している。

なお、設問の文章については、「何をどの程度できる」というような知識や能力のレベルがわかるような書き方にしていたので、「この程度でよい」、「もっと高いレベルがほしい」、「そんなレベルまでは必要ない」というような水準の妥当性に関する質問を入れるべきであった。

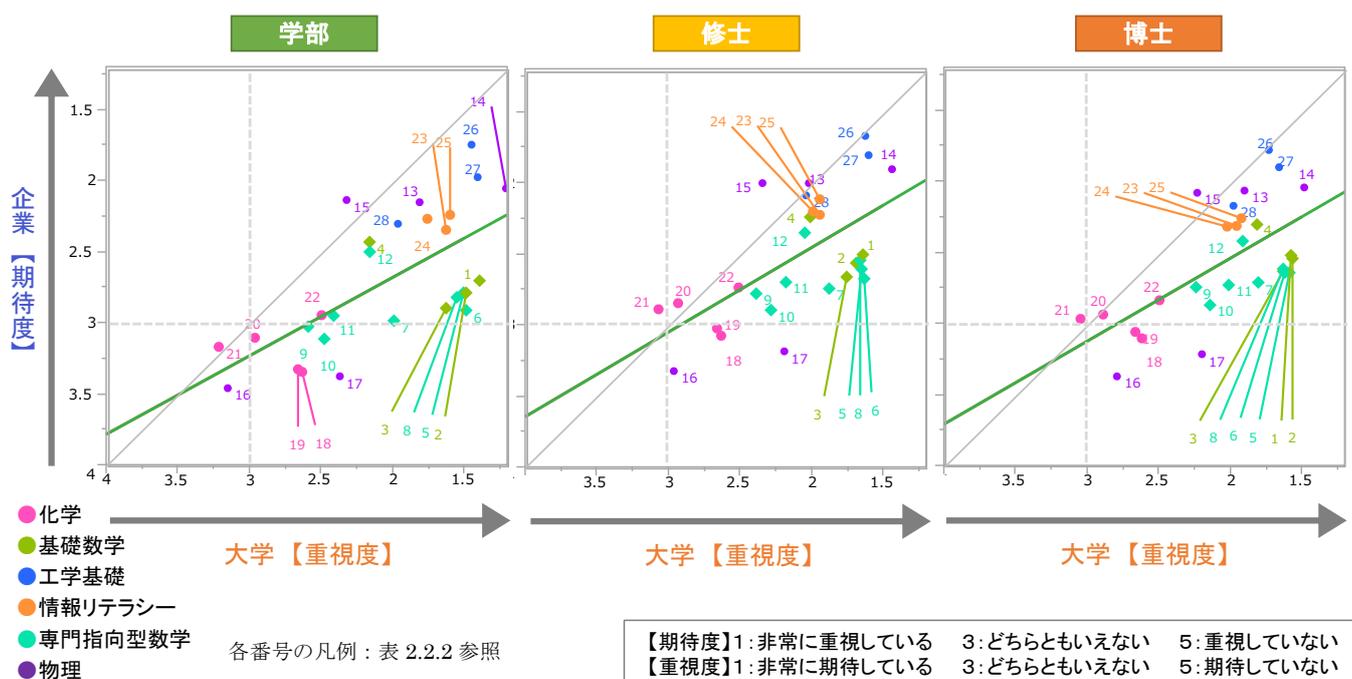


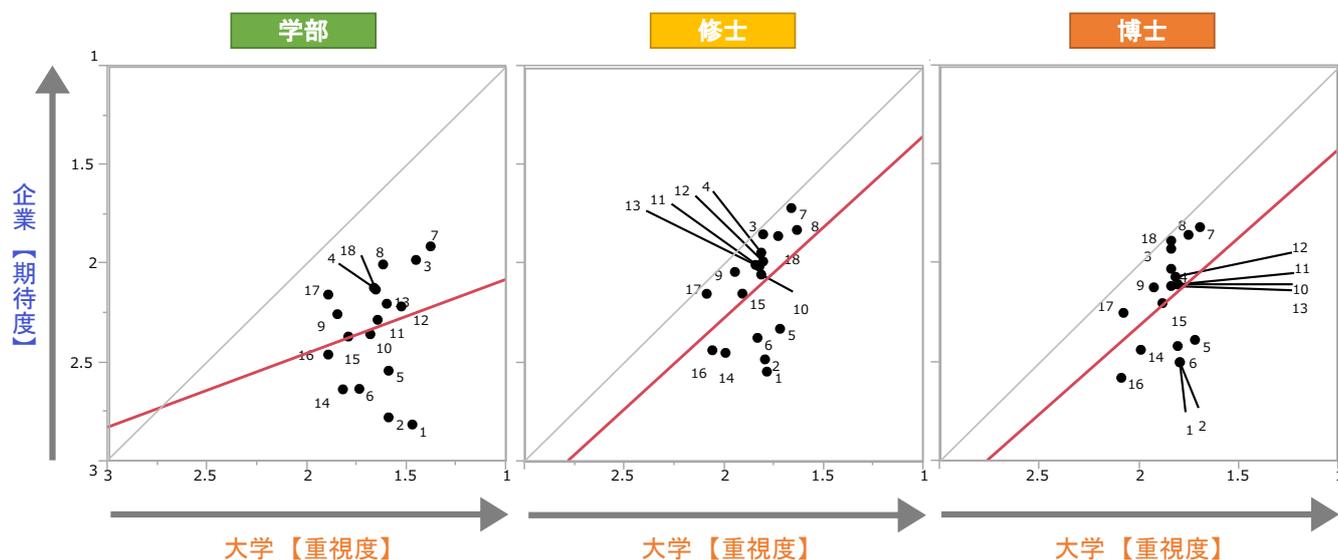
図 2.2.30 大学が重視，企業が期待している工学系共通基礎科目「電気・電子分野」

表 2.2.3 電気・電子分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	複素数やフェーザを用いた回路解析手法の理解と応用	10	各種半導体デバイスの役割と応用に関する理解
2	微分方程式の解法やラプラス変換を用いた回路の過渡解析手法の理解と応用	11	代表的な半導体デバイスの動作原理の理解
3	実効値，電力，力率の概念の理解	12	増幅回路，発振回路，オペアンプ応用回路などのアナログ電子回路の基礎的事項の理解
4	各種の回路解析手法を用いた簡単な回路の設計	13	論理回路やデジタル演算回路に関する基礎的事項の理解
5	電磁気現象に関する支配方程式の物理的解釈	14	変調・復調や有線・無線通信方式に関する基礎的事項の理解
6	電磁気現象に関する支配方程式を用いた簡単な解析	15	デジタル信号処理やデジタル通信に関する基礎的事項の理解
7	電気抵抗，インダクタンス，キャパシタンスに関する電磁気学的現象を基礎とした理解	16	発電，変電，送配電を担う各種機器とその機能の理解
8	各種計測機器の原理の理解と，それらを適切に使用した測定の実施	17	モータ，発電機，変圧器などの代表的な電気機器の原理，特性，構造に関する理解
9	制御理論に関する基礎的事項の理解と，それを用いた簡単な制御系の設計	18	電気電子工学に関する簡単な実験の計画立案，実施，結果の解析および考察

1. 電気・電子分野

各番号の凡例：表 2.2.3 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	306	226	127
企業の平均回答率	64.2%	47.4%	26.7%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.31 大学が重視・企業が期待している専門科目（電気・電子分野）

### ③ 機械分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.32, 機械分野の専門科目の結果を図 2.2.33 に示す。表 2.2.4 は, 機械分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目は, 全体の結果と類似しており, 学歴に関わらず, 回帰直線の傾きが 45 度よりもかなり小さくなる傾向があった。全体と同じく, 基礎数学や専門指向型数学は, 大学では重視しているが企業は期待していない項目としてあげられる。機械分野の企業の場合, 実際の業務において, 基礎数学や情報リテラシーの知識が必ずしも必要とされない実態があるようである。

専門科目では, 学歴に関わらず, 回帰直線の傾きが 45 度に近く, また「企業が期待する科目群」と「大学が重視する科目群」は同様の傾向があり非常に一致度が高い。1.~6.の機械工学の主要な科目については, 大学の重視度, 企業の期待度は共に高い。しかしながら, 「8.燃焼工学の理解と燃焼機械の知識」には, 多少の乖離が見られ, 学部生の「15.ものづくりを主眼に置いた PBL の経験」にも乖離が見られるが, 15.は学歴が上がるにしたがって 45 度の線上に乗る傾向がある。7.と 9.~14.のより実践的な科目についても 45 度の線に乗る傾向があり, 大学と企業間において大きなギャップは見受けられない。

- 大学が重視する科目群：材料力学, 機械力学, 流体力学, 熱力学の 4 力学, 機械製図, 機械要素, 加工生産工学, 制御メカトロニクス
- 企業が期待する科目群：上記の他に 3D-CAD

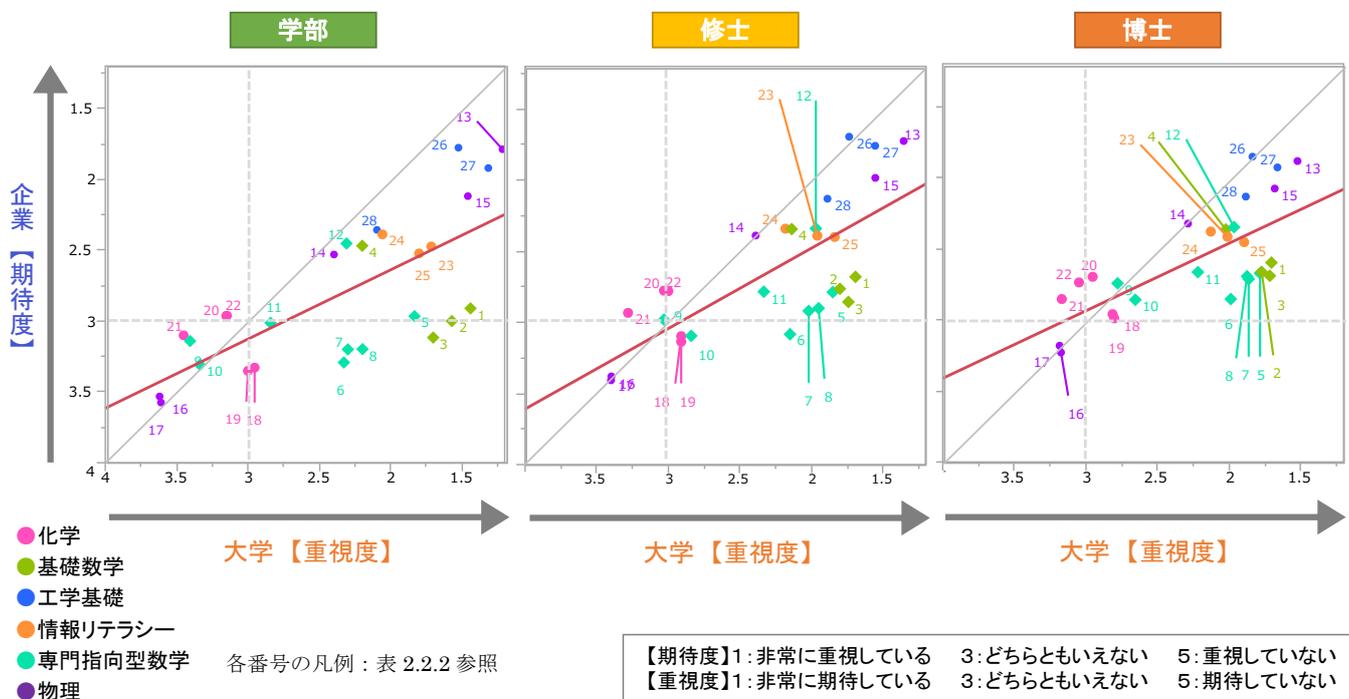


図 2.2.32 大学が重視, 企業が期待している工学系共通基礎科目「機械分野」

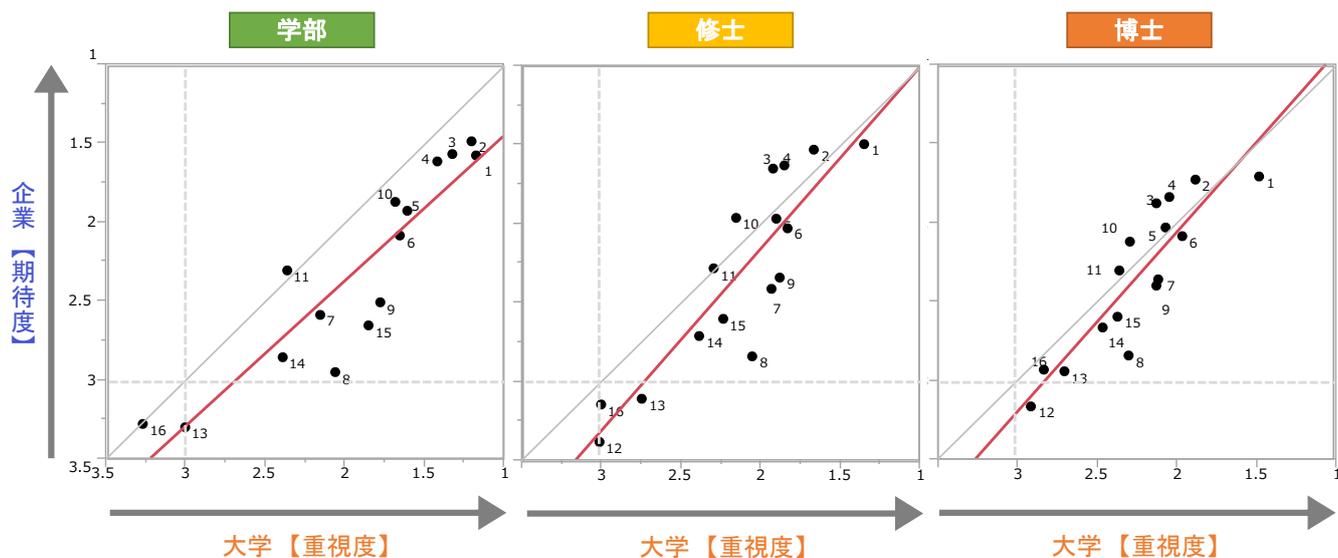
表 2.2.4 機械分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	材料力学，機械力学，流体力学，熱力学の4力学の理解
2	機械製図から機械要素や機械構造の理解
3	機械要素や機械構造から機械製図面の作図
4	機械要素の理解
5	加工生産工学の理解
6	制御メカトロニクスの理解
7	先端科学材料の知識
8	燃焼工学の理解と燃焼機械の知識
9	伝熱工学の理解
10	3D-CAD ソフトウェアを用いた機械部品の描画

11	機械工学の産業実例の知識
12	医療機器の知識
13	マイクロデバイスの知識
14	エネルギーシステム，航空機，鉄道車両など具体的な機械システムの知識
15	ものづくりを主眼に置いたPBLの経験
16	機械工学に関するベンチャー企業の経営マインド

2. 機械分野

各番号の凡例：表 2.2.4 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	530	362	201
企業の平均回答率	57.4%	39.1%	21.8%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.33 大学が重視・企業が期待している専門科目（機械分野）

#### ④ 建築分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.34 に、建築分野の専門科目の結果を図 2.2.35 に示す。表 2.2.5 は、建築分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目においては、大学側の重視度は、各項目間の相対評価になっているのに対し、企業側の期待度は学生に対する絶対評価になっているように思われる。その中でも、物理の「13.力学」に対する重視度・期待度は大学と企業いずれにおいても最も高くなっていることが明らかである。また、専門指向型数学は学部生に対してはあまり期待されていないが、修士や博士の学生ではそれなりに身につけておいて欲しいものと期待されていることがわかる。大学側で相対的に低い重視度となっている「18.原子構成」などの化学の素養も、修士や博士の学生ならそれなりに身につけておいて欲しいという期待度が伺える。

専門科目においては、企業側の期待度は、「1.基本設計図面の読解」「2.描画」「3.施工図面の読解」とも押し並べて上位に位置しているが、大学側では「3.施工図面の読解」はそれほど重視されていないことがわかる。大学における他の項目の重視度が押し並べて高いことがその差を際立たせている。企業側の期待度がそれほど高くないのが都市や歴史との親和性 (5, 6) であるが、時に意に沿わない開発をも進める企業側から見れば、余計なものとも見えたのかもしれない。しかし、この辺がいわゆる「教養」の部分であるので、企業側の自己矛盾と言ったら言いすぎであろうか。もっとも、それほど有意差とはなっていない。それ以外の項目の重視度と期待度は大学と企業の両者から見て同程度（いずれも重要）と見なされており、特に修士に対する期待度は押し並べて高いことがわかる。強いて差がある項目を挙げれば、「11.不静定構造物の力学」は学部生に対する期待度はそれほどでもなく、「10.静定構造物の力学」と差が付いているが、大学院生にはその程度の力学は充分身につけて欲しいという期待度が現れている。学部レベルでは選択科目となる事が多いと考えられる「17.震動工学」でさえ、その期待度は「11.不静定構造物の力学」よりも高いほどである。幅広い分野に対して同程度の理解と実践力が要求される（一級建築士の試験問題の範囲となる）という建築業界独特の傾向が表現されている。

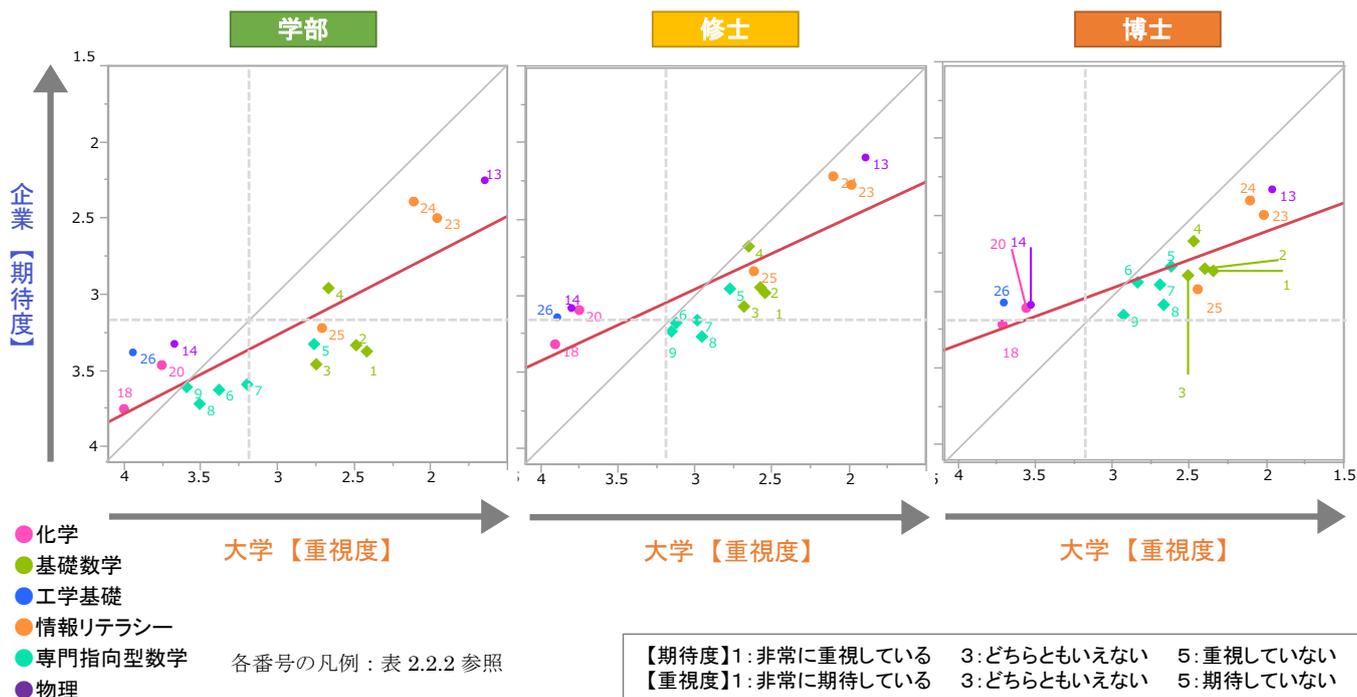


図 2.2.34 大学が重視・企業が期待している工学系基礎科目「建築分野」

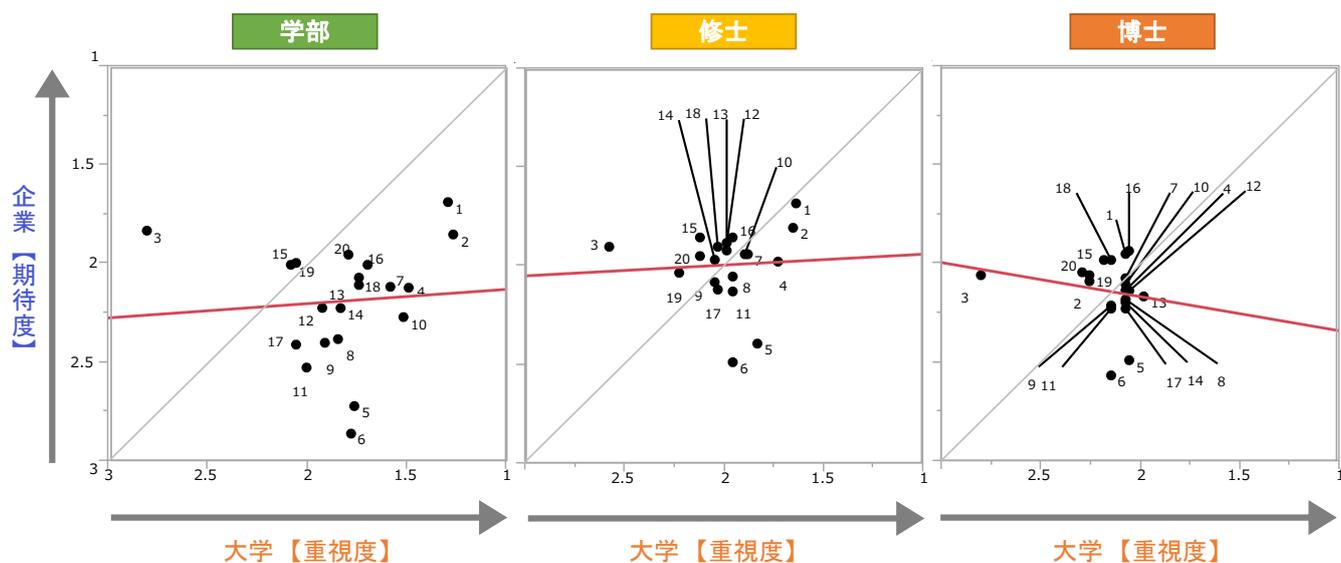
表 2.2.5 建築分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	基本計画図面の読解と説明
2	基本計画図面の描画（CADを含む）と模型作成
3	施工図面の読解と説明
4	基本的な施設に関する建築計画の要点の説明
5	都市の構造と当該建築計画の親和性の認識
6	建築の歴史と当該建築計画の妥当性の認識
7	採光、気流、温熱、音などの建築環境の理解
8	各種建築環境の要求に対する適切な計画立案
9	建築設備計画の要点の把握と適切な計画立案
10	静定構造物の構造力学の理解と応用

11	二層構造物の構造力学の理解と応用
12	許容応力度設計の意味の把握と構造計算過程の理解
13	鉄筋コンクリート構造物の特徴の理解と配筋計画
14	鉄骨造構造物の特徴の理解と部材断面計算
15	基礎の種類ならびに構法の理解と説明
16	各種建築材料の特性の理解と説明
17	地震と地震動の特性の理解と構造物の振動
18	各種建築構法の特徴の把握と説明
19	建築施工に関わる各種関係者の役割の理解
20	建築法規の理解

### 3. 建築分野

各番号の凡例：表 2.2.5 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	215	106	65
企業の平均回答率	63.7%	31.4%	19.3%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.35 大学が重視・企業が期待している専門科目（建築分野）

## ⑤ 土木分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.36 に、土木分野の専門科目の結果を図 2.2.37 に示す。表 2.2.6 は、土木分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目では、大学での重視度に比べて、専門指向型数学への期待度が低いのがこの分野の特徴に見える。類似の分野である建築よりも顕著であり、修士、博士と進学しても回帰直線から離れて低い傾向にあるのは興味深い。物理の力学が大変重要であるという認識は大学、企業に共通しているが、大学よりも企業の期待度が高い項目として情報リテラシー全般や「26.機械工学・電子回路」への企業側の期待度が専門指向型数学よりも高いことが特徴として挙げられる。企業の回答担当者が数学の重要度を理解しているのか若干疑問なところもある。回答者の属性を精査する必要があるかもしれない。

専門科目で興味深いのは、大学側の重視度で、学部では非常に重視している項目が修士、博士と進学するにつれてそれほどでもなくなり、重視度の差が出なくなる傾向にあることである。他方、企業側の期待度は建築分野ほどには集約化されていない。その結果、プロット点が縦に並ぶように配置されている。一番評価のばらついている学部で分析すると、大学側であまり重要視していない「4.品質管理など」が企業では上位に位置し、大変期待されていることがわかる。逆に「18.交通流・交通量の特性」は企業側の期待度が低い、これは企業の属性にも依存すると思われる。土木分野は守備範囲が広いので、会社によって得意分野に偏りがある可能性が大きく、その属性を分析することで、この偏りを理解することができるかもしれない。大学側で博士に進学するにつれて各科目に対する重視度が下がってくるのは、専門分野に特化するがゆえ、と考えれば理解できる。

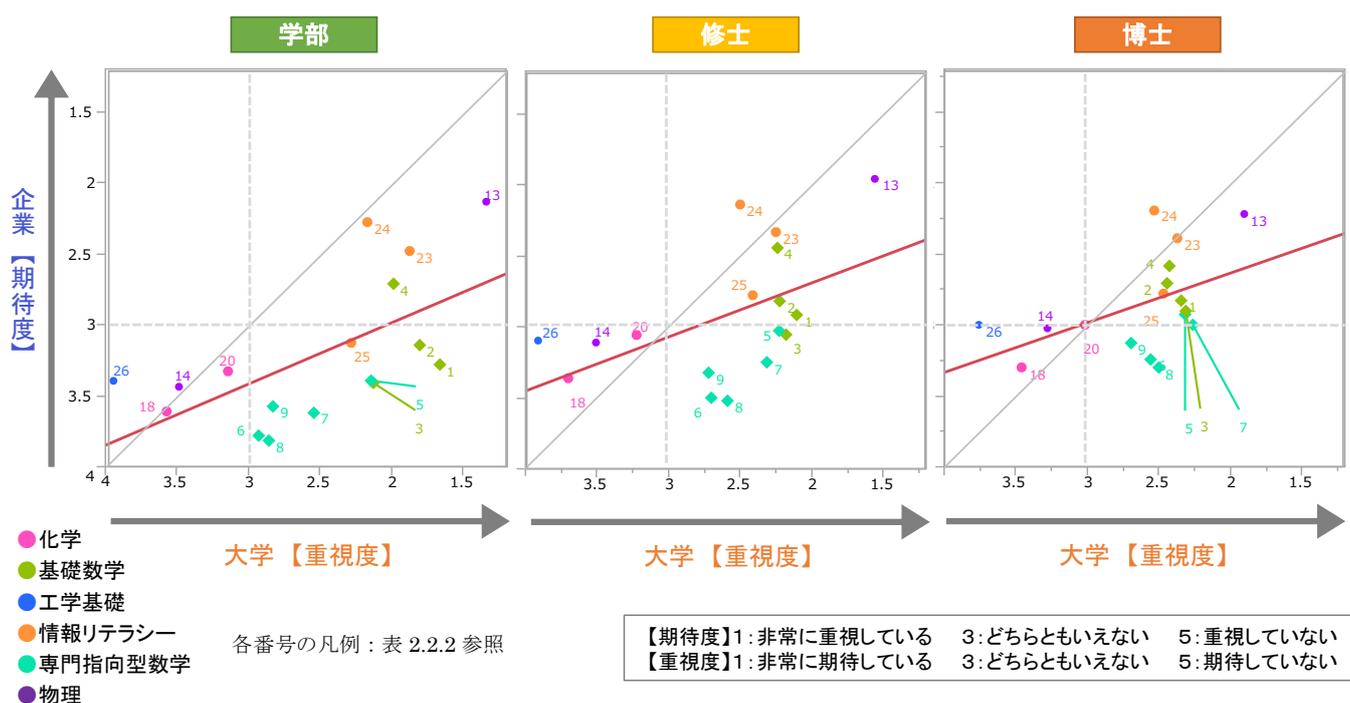


図 2.2.36 大学が重視、企業が期待している工学系共通基礎科目「土木分野」

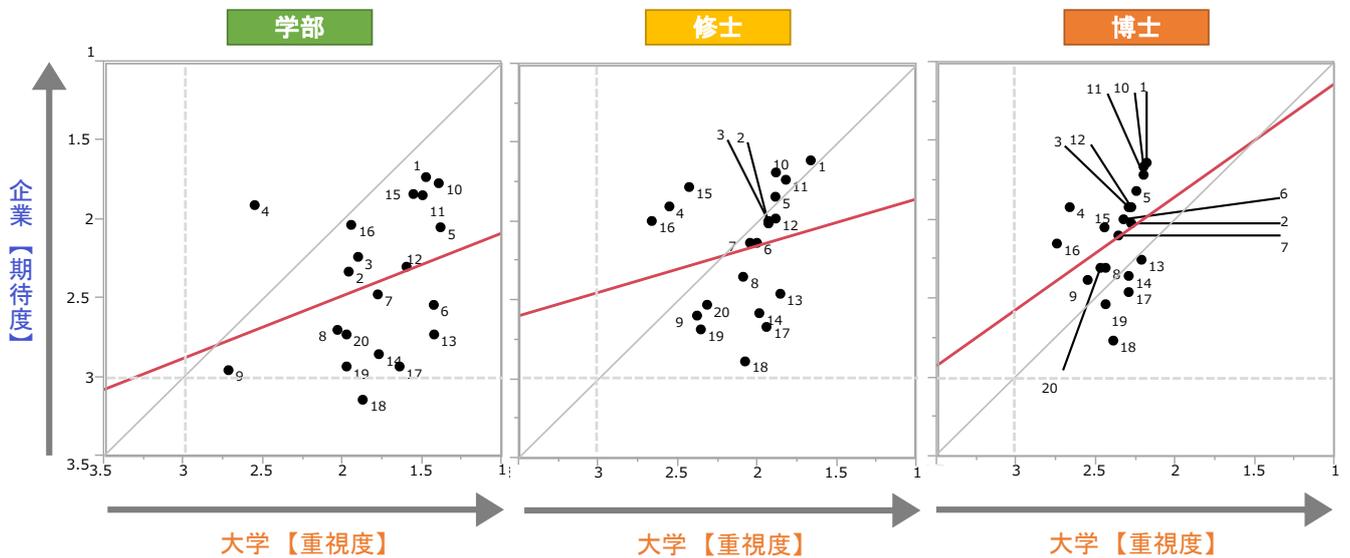
表 2.2.6 土木分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	コンクリートや鉄鋼の材料的特徴と特性に関する理解
2	限界状態設計法と許容応力度設計法に対する理解
3	曲げモーメントを受ける長方形断面のはり部材の終局限界状態設計
4	品質管理, 原価管理, 工程管理, 安全衛生管理, 環境管理の仕組みの理解
5	静定構造物を支える支点や対応する反力の理解と計算
6	トラスに生じる部材応力の理解と断面設計
7	橋梁の構成, 種類およびその特徴の理解
8	橋梁の各種部材の設計法の理解と計算
9	はりの有限変位理論と幾何学的非線形問題の理解
10	土の工学的分類の理解

11	構造物に作用する土圧や地震時の土圧の理解
12	半無限斜面の安定解析や円弧すべり機構を仮定した安定解析
13	ベルヌーイの定理の理解と計算
14	開水路における非定常流の基礎方程式の理解
15	三角測量の原理と三角網の種類理解
16	土木構造物の製図に必要な図法と規約の理解と描画
17	地域・都市交通計画の基本概念についての理解
18	交通流, 交通量の特性, 交通容量の理解
19	下水道の計画, 構成の理解と計算
20	環境影響評価の目的と現状の理解

4. 土木分野

各番号の凡例：表 2.2.6 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	128	65	39
企業の平均回答率	63.7%	32.2%	19.4%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.37 大学が重視・企業が期待している専門科目（土木分野）

## ⑥ 化学・材料分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.38 に、化学・材料分野の専門科目の結果を図 2.2.39 に示す。表 2.2.7 は、化学・材料分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目については、全体的に企業の期待度は大学の重視度より低い傾向が見られるが、「26.機械工学・電子回路」、「28.アルゴリズム」は企業の期待度が大学の重視度を上回っている。専門指向型数学、基礎数学、「17.量子力学」は企業の期待度が低い。

専門科目は、全体的に企業の期待度は大学の重視度より低め（とくに学部）であるが、両者の相関は比較的高い（除く博士）傾向が見られ、相対的に大学企業双方の考えは一致しているといえる。また、学部と大学院では、大学の重視度は大きく変わらないが、企業の期待度は全項目とも一気に高くなるという、他の分野にない特徴もみられた。

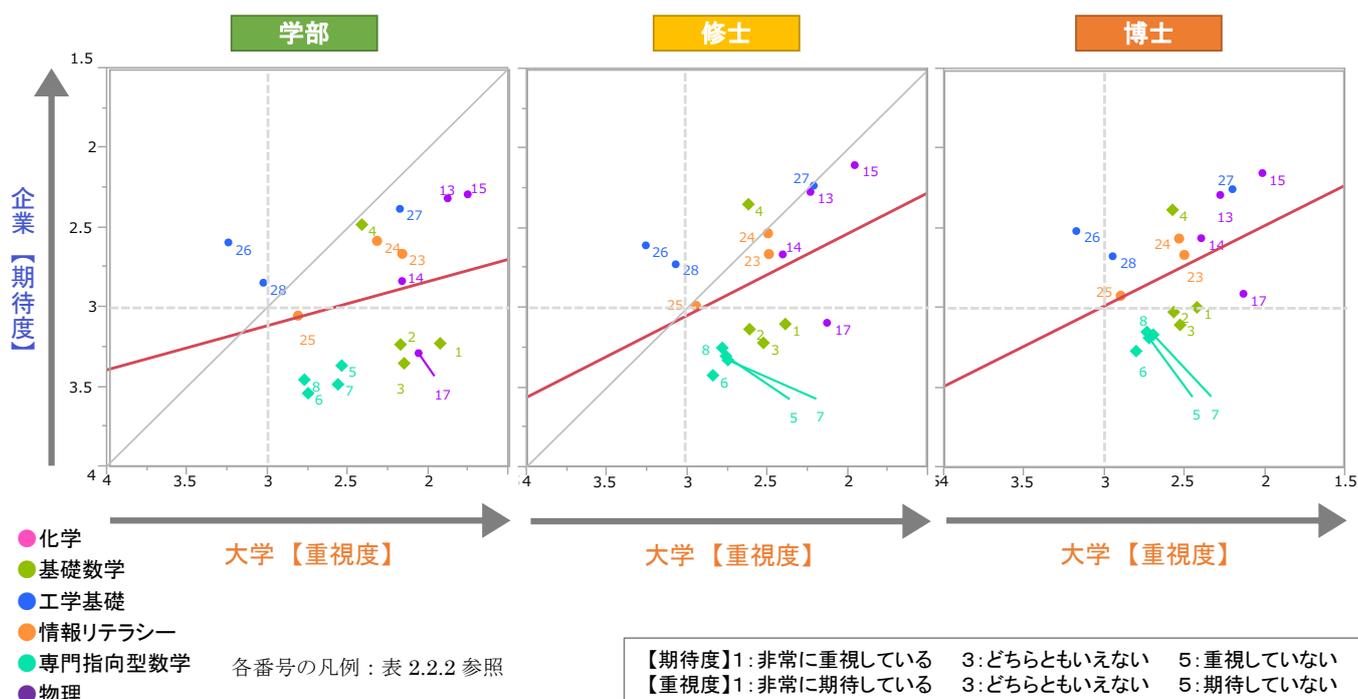
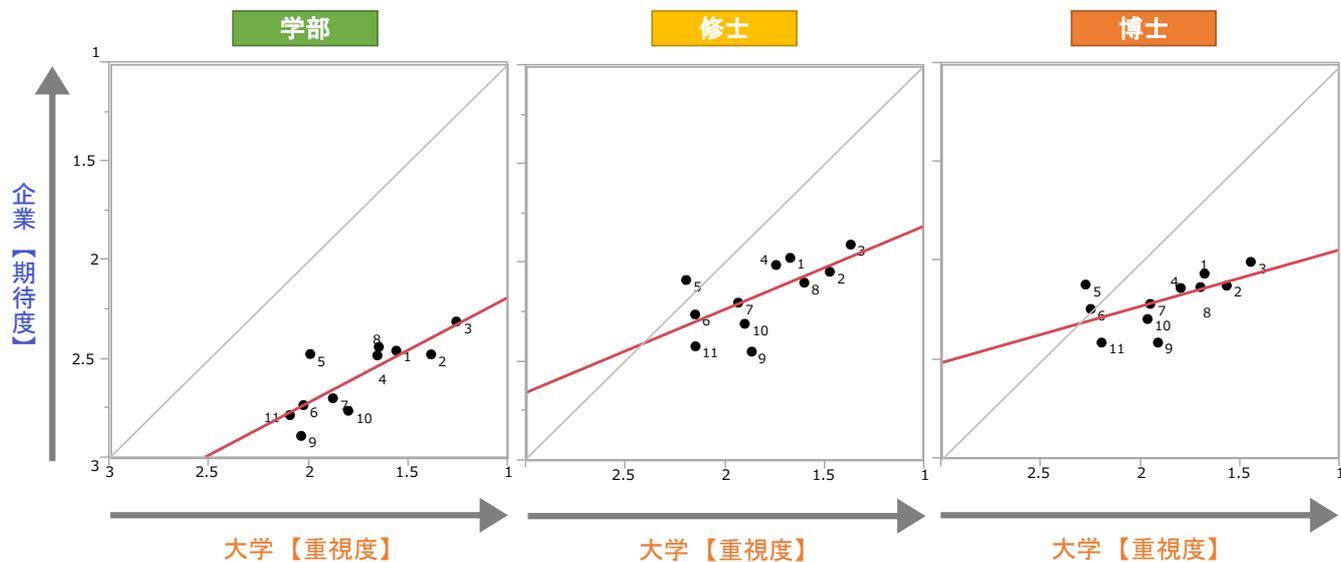


図 2.2.38 大学が重視，企業が期待している工学系共通基礎科目「化学・材料分野」

表 2.2.7 化学・材料分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	有機化学：構造と結合、官能基と化学的性質の関係の理解、問題解決への適用	7	高分子化学、薬化学、生化学：各分野の基礎知識、それらの問題解決への利用
2	無機化学：元素・周期表・化学的性質の体系的な理解、問題解決への適用	8	材料化学、電気化学：各分野の基礎知識、それらの課題解決への利用
3	物理化学：熱力学、化学平衡、相変化、状態方程式、分子間力、結晶構造、界面現象の理解、問題解決への適用	9	光化学、界面化学：各分野の基礎知識、それらの課題解決への利用
4	分析化学：酸塩基反応、錯形成反応、沈殿反応等に基づく定量法、基礎的な機器分析法の体系的な理解、問題解決への適用	10	化学熱力学、移動現象論、分離工学：各分野の基礎知識、それらの課題解決への利用
5	化学工学：物質・エネルギーの収支計算、流体の流動・混合状態、伝熱・分離操作原理の体系的な理解、問題解決への適用	11	エネルギー工学、プロセスシステム工学：各分野の基礎知識、それらの課題解決への利用
6	反応工学：反応速度の定量的解析法、反応装置の設計と操作法の体系的な理解、問題解決への適用		

5. 化学・材料分野 各番号の凡例：表 2.2.7 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	503	446	235
企業の平均回答率	61.1%	54.2%	28.5%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.39 大学が重視・企業が期待している専門科目（化学・材料分野）

## ⑦ 情報・通信分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.40 に、情報・通信分野の専門科目の結果を図 2.2.41 に示す。表 2.2.8 は、情報・通信分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目については、「24.インターネット実践」を除き、企業側の期待度が全般的に低い傾向が見られる。情報系の企業の場合、実際の業務において、基礎数学、物理、化学、工学基礎の知識が必ずしも必要とされていない実態があるためと考えられる。

専門科目については、図 2.2.41 上に示したように、「企業の期待度が高い科目群」と「企業の期待度が低い科目群」に明確に分かれる。企業は基礎的な科目群よりも、より実践的、応用的な科目群の履修を期待する傾向があることが示された。

- 企業の期待度が高い科目群
  - オブジェクト指向型言語 (Java), スクリプト言語 (Perl, Python), マークアップ言語 (HTML), ネットワークプログラミング, コンピュータの原理, オペレーティングシステム, コンピュータネットワーク, 無線通信, 光通信, 暗号・認証, 情報セキュリティ
- 企業の期待度が低い科目群
  - オートマトン, 形式言語, 情報理論, 通信路符号化, 回路理論, 信号処理, オペレーションズリサーチ, 確率, 統計, データ構造, マルチメディア技術

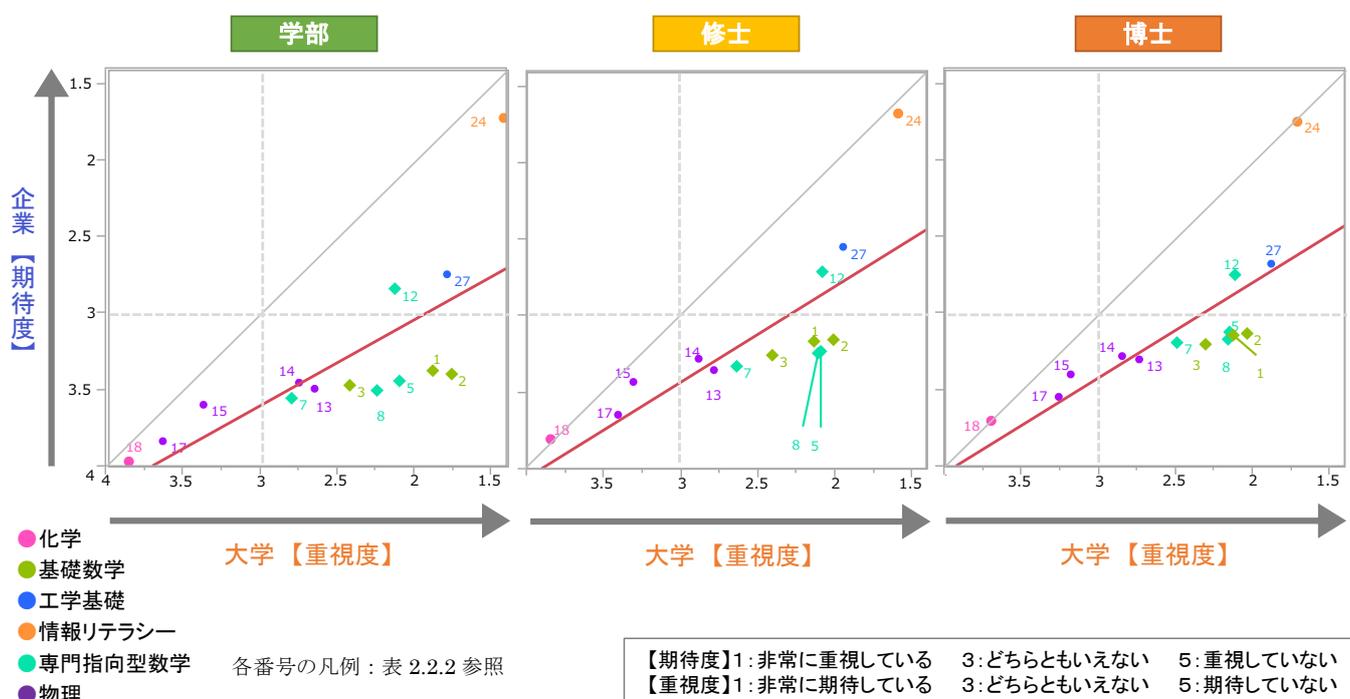


図 2.2.40 大学が重視，企業が期待している工学系共通基礎科目「情報・通信分野」

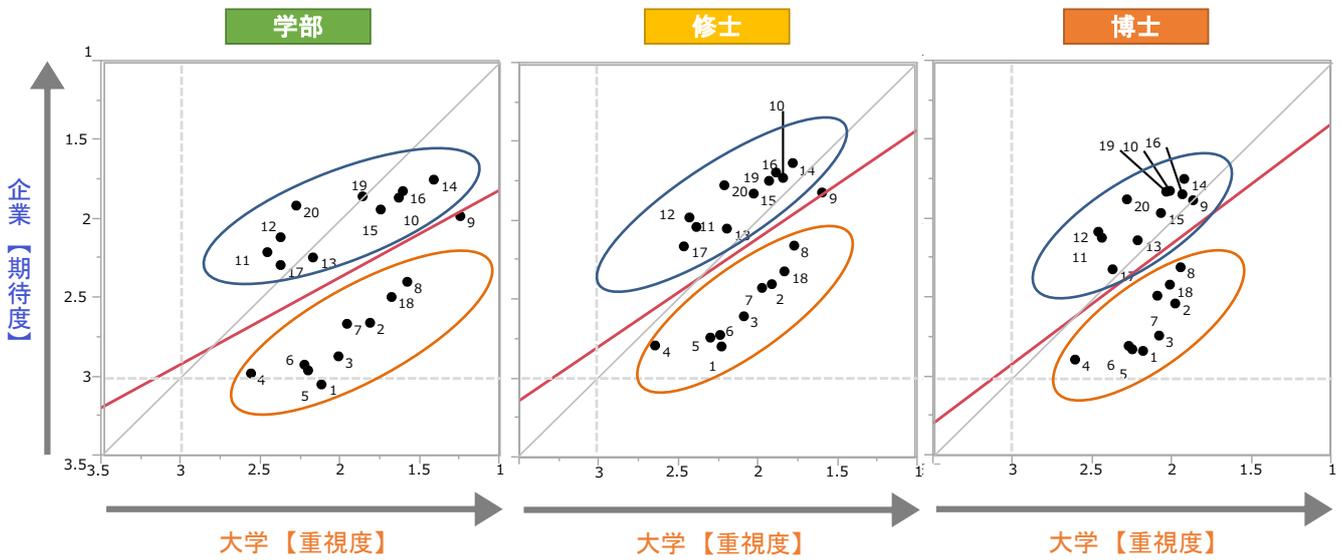
表 2.2.8 情報・通信分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	各種オートマトン・形式言語の定義や概念	11	スクリプト言語 (Perl, Python など) によるプログラム作成
2	情報伝送の基礎理論 (情報量の定義, 情報源/通信路符号化)	12	マークアップ言語 (HTML など) によるプログラム作成
3	通信路符号化の基礎理論 (ブロック符号, 巡回符号, 畳み込み符号)	13	ソケット通信とネットワークプログラミング
4	回路理論 (直流/交流回路の性質, 各種定理, 定常/過渡現象解析)	14	コンピュータの基本的な原理, 構造, 動作
5	信号処理の基礎理論 (信号解析法, 変復調方式, 符号間干渉)	15	オペレーティングシステムの種類と特徴, 代表的な機能
6	オペレーションズ・リサーチ (線形/非線形/整数計画法, グラフ理論, 待ち行列理論)	16	コンピュータネットワークの基本プロトコル (TCP/IP)
7	確率論・確率過程, 統計学, 時系列解析	17	無線通信システム, 光通信システムの構成と仕組み
8	基本データ構造 (配列, リスト, スタックなど) と操作技術 (ヒープ, ソーティングなど)	18	マルチメディア技術 (音声/画像符号化, CG など)
9	手続型言語 (C など) によるプログラム作成	19	情報セキュリティの概念と関連する基礎理論 (暗号, 認証)
10	オブジェクト指向型言語 (Java など) によるプログラム作成	20	ネットワークセキュリティ対策技術と運用能力

6. 情報・通信分野

各番号の凡例：表 2.2.8 参照

   企業の期待度が高い専門科目群  
   企業の期待度が低い専門科目群



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	359	282	184
企業の平均回答率	74.4%	58.6%	38.3%

【期待度】1:非常に重視している    3:どちらともいえない    5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している    3:どちらともいえない    5:期待していない

図 2.2.41 大学が重視・企業が期待している専門科目（情報・通信分野）

## ⑧ バイオ分野の結果

工学系共通基礎科目の結果を図 2.2.42 に、バイオ分野の専門科目の結果を図 2.2.43 に示す。  
表 2.2.9 はバイオ分野の専門科目一覧である。

工学系共通基礎科目については、学部、修士、博士と学歴が上がるほど、企業の期待度が上がり、大学の重視度との差が小さくなる傾向が見られる。学部では企業の期待度は大学の重視度より低い傾向が見られるが、「26.機械工学・電子回路」は企業の期待度が大学の重視度を上回っている。学部では基礎数学、専門指向型数学（ベクトル・スカラー）は企業の期待度は大学の重視度より低い。

専門科目については、全体的に企業の期待度は大学の重視度より低め（とくに学部）であるが、両者の相関は比較的高い傾向が見られ、相対的に大学企業双方の考えは一致しているといえる。「9.材料化学，電気化学」「10.光化学，界面化学」の大学の重視度，企業の期待度共に低い。

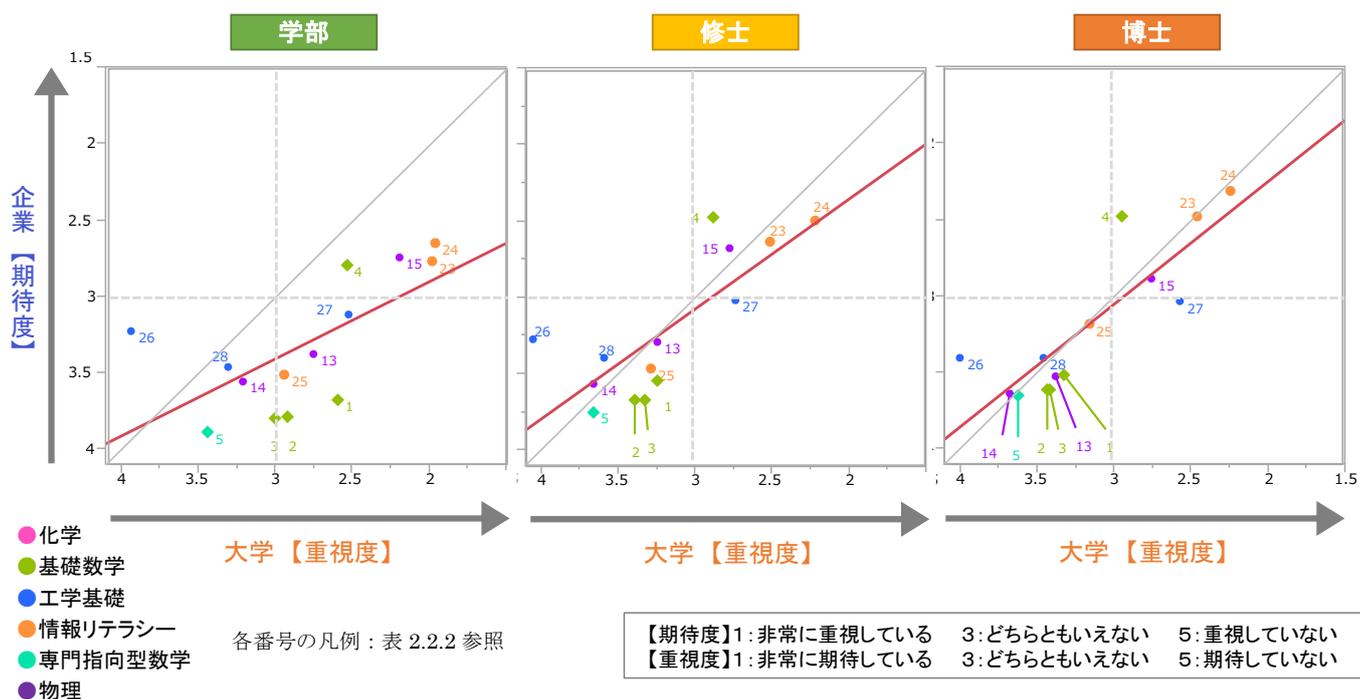


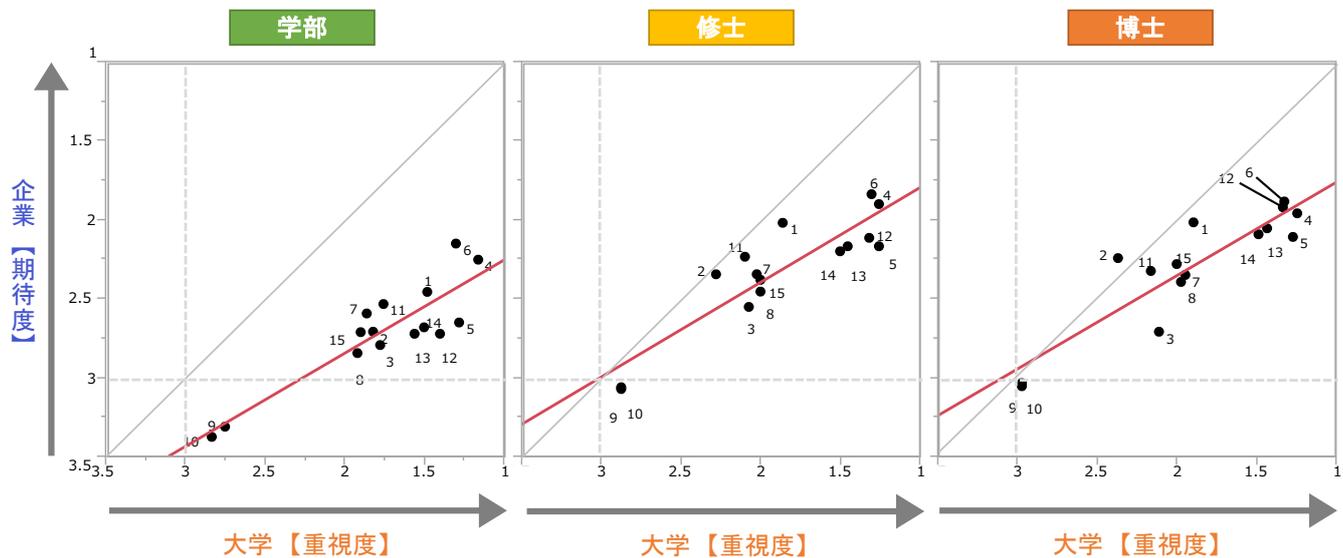
図 2.2.42 大学が重視，企業が期待している工学系共通基礎科目「バイオ分野」

表 2.2.9 バイオ分野「専門科目」の調査項目（表中の番号を散布図上にプロット）

1	有機化学：構造と結合，官能基と化学的性質の関係の理解，問題解決への適用	9	材料化学，電気化学：各分野の基礎知識，それらの課題解決への利用
2	無機化学：元素・周期表・化学的性質の関係を体系的な理解，問題解決への適用	10	光化学，界面化学：各分野の基礎知識，それらの課題解決への利用
3	物理化学：熱力学，化学平衡，相変化，状態方程式，分子間力，結晶構造，界面現象の理解，問題解決への適用	11	環境化学，分析実験技術：各分野の基礎知識，それらの課題解決への利用
4	生化学：生命を構成する物質の特性と，生命における物質・エネルギー代謝の基本的原理の理解，問題解決への適用	12	分子生物学，細胞工学，遺伝子工学：各分野の基礎知識，それらの課題解決への利用
5	分子生物学：遺伝子の転写・翻訳，組換え，発現制御機構（原核生物），解析技術の基礎の理解，問題解決への適用	13	タンパク質工学：真核生物の遺伝子発現制御機構，遺伝子組換えによるタンパク質生産技術，種々の遺伝子解析技術の理解，それらの課題解決への利用
6	細胞・微生物学：生物の分類，細胞の増殖・分化・情報伝達，微生物培養等に関わる基礎の理解，問題解決への適用	14	細胞・微生物学の分子論的理解：微生物多様性，動植物細胞の構造，細胞内物質移動，細胞の増殖・分化・情報伝達等を分子論的な理解，それらの課題解決への利用
7	生物化学工学：バイオ化学プロセスの収支計算，伝熱・分離操作，リアクターの設計・制御，酵素利用に関わる基礎の理解，問題解決への適用	15	バイオリアクター，酵素工学，バイオセパレーション：各分野の基礎知識，それらの課題解決への利用
8	高分子化学，薬化学：各分野の基礎知識，それらの問題解決への適用		

7. バイオ分野

各番号の凡例：表 2.2.9 参照



	学部	修士	博士
企業の平均回答数	98	94	53
企業の平均回答率	47.8%	45.7%	25.8%

【期待度】1:非常に重視している 3:どちらともいえない 5:重視していない  
 【重視度】1:非常に期待している 3:どちらともいえない 5:期待していない

図 2.2.43 大学が重視・企業が期待している専門科目（バイオ分野）

### ⑨ 工学系共通基礎科目の企業規模別比較（企業）

工学系共通基礎科目に関する企業の期待度が規模別に異なるのかをみるために、期待度の規模別平均のみを比較したグラフを作成した（図 2.2.44～図 2.2.46）。同図では、「基礎数学」「専門指向型数学」「物理」「化学」「情報リテラシー」「工学基礎」の分類ごとに、平均点の高い順に並べ替えている。

企業の期待度は、学部では従業員 300～1000 人未満の企業において若干高い傾向があるが、それほど顕著でない。工学系共通基礎科目は、分野によって調査していない項目があり、企業の規模は分野によっても異なるため、そのような影響が現れたのではないかと思われる。一方、大学院では、「知識、能力、経験」と同じく、企業の規模が大きくなるにつれて期待度が高くなるという傾向がみられた。その差は、修士より博士においてさらに明確に現れている。

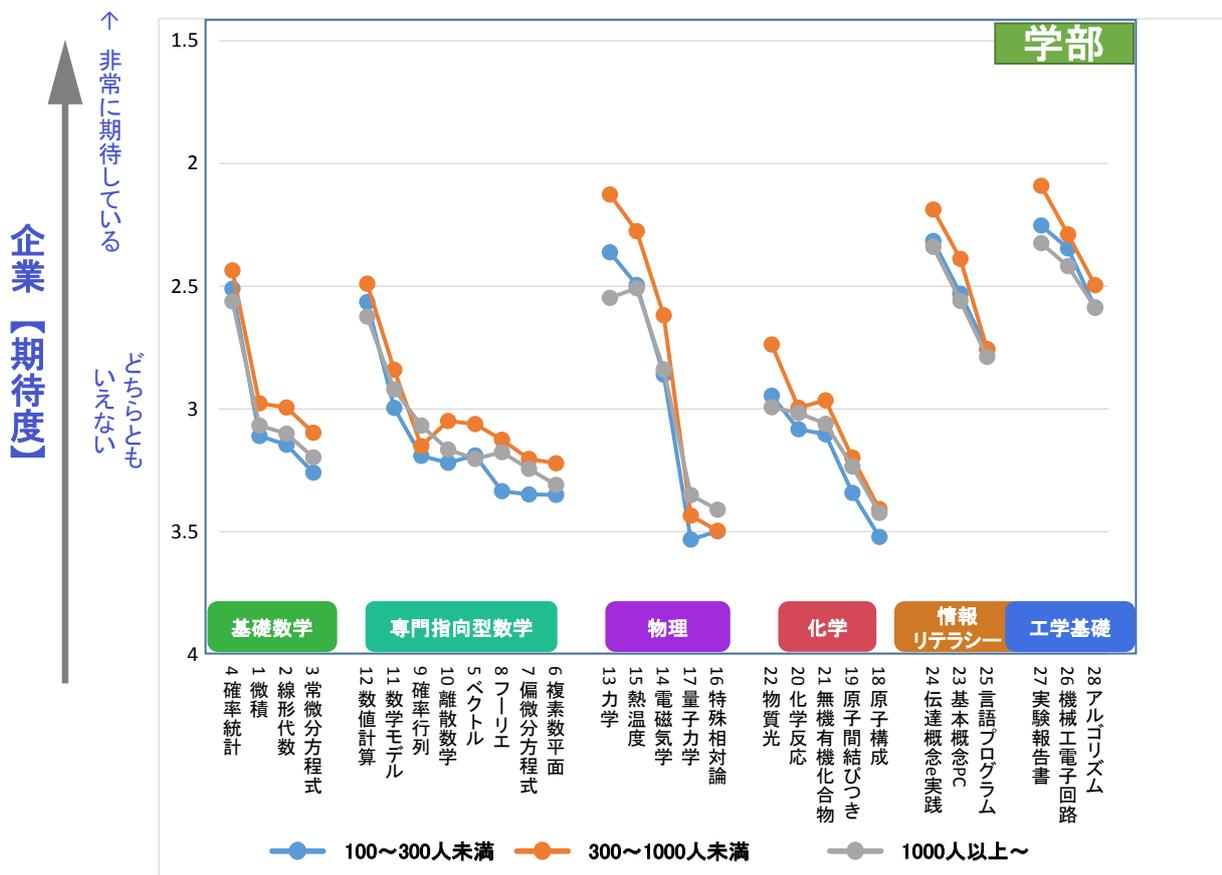


図 2.2.44 「工学系共通基礎科目」企業の学部卒業者への期待度，企業の規模別比較

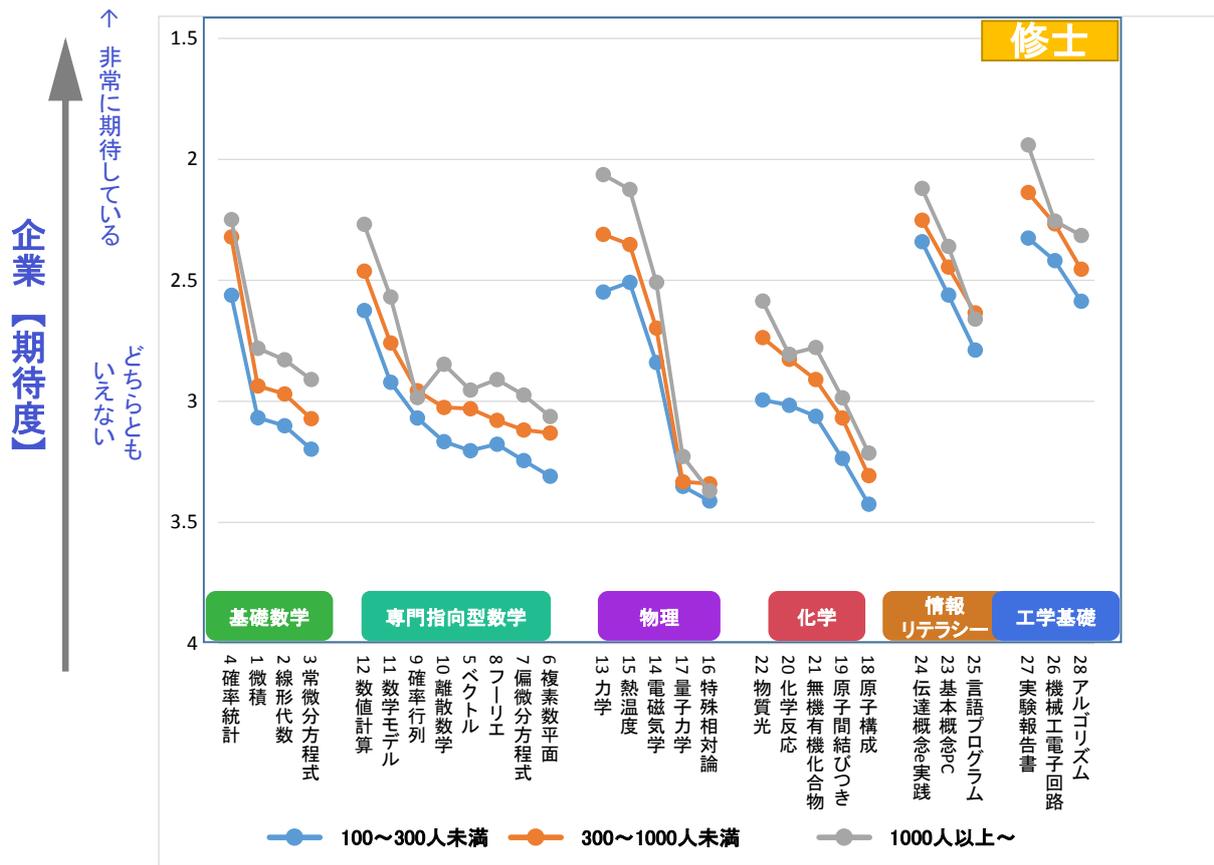


図 2.2.45 「工学系共通基礎科目」企業の修士修了者への期待度，企業の規模別比較

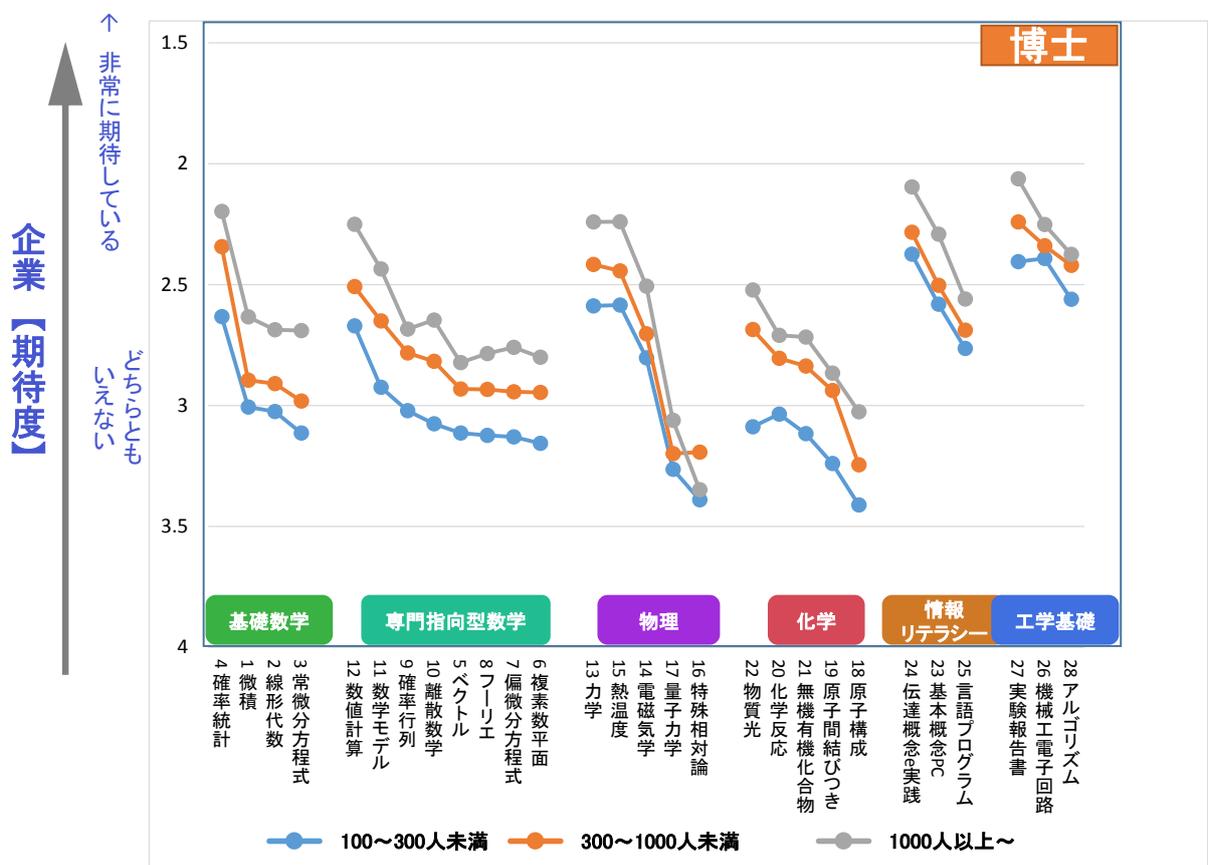


図 2.2.46 「工学系共通基礎科目」企業の博士修了者への期待度，企業の規模別比較

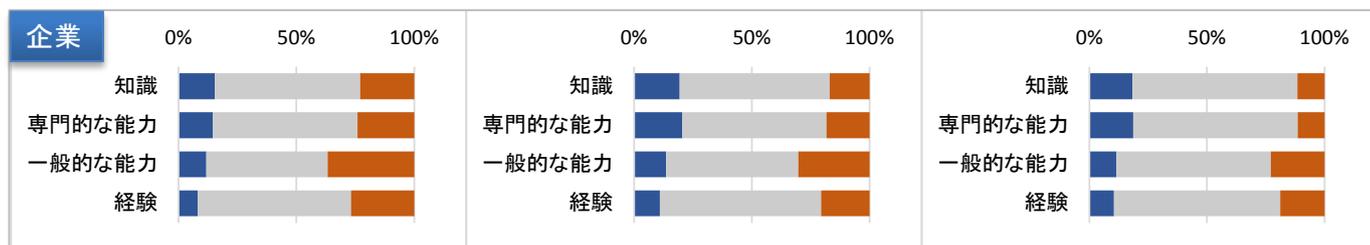
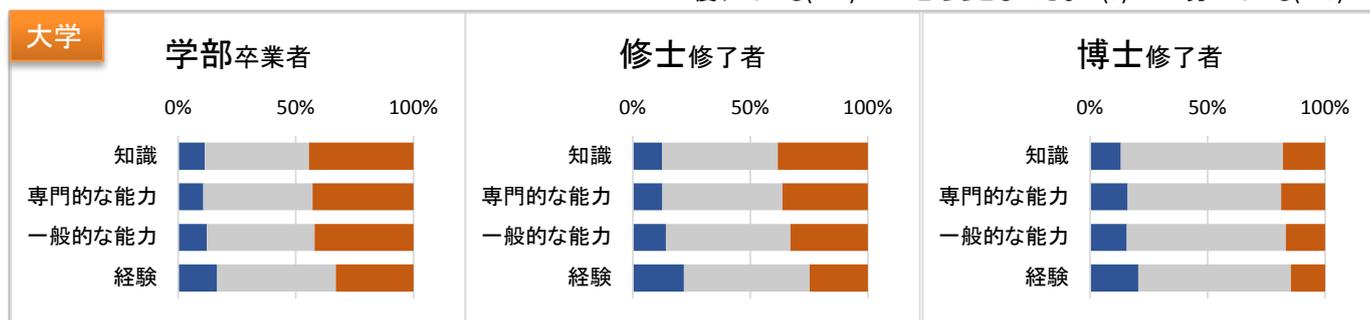
## d 以前の卒業・修了者および新卒者と現在の比較（大学，企業）

「知識，能力，経験」および「工学系共通基礎科目」「専門科目」に関する知識や能力等は，最近の卒業生・修了者（大学）および最近受け入れた新卒者（企業）と以前（およそ5～10年前）とは異なるのかを尋ねた設問である。この設問では，これまでみてきた重視度・期待度のような細項目については聞かず，「知識」「専門的な能力」「専門指向型数学」「情報リテラシー」などの各分類自体をそれぞれ一項目として聞いている。

集計結果を図 2.2.47 に示す。設問の選択肢はもともと「1：以前より優れている～2：以前より劣っている」の5水準であるが，回答が「3：どちらともいえない」に集中したため，図では「優れている」側の2水準，「劣っている」側の2水準をそれぞれ統合し，3水準で示した。

### 知識，能力，経験

■ 優れている(1+2) ■ どちらともいえない(3) ■ 劣っている(4+5)



### 工学系共通基礎科目

■ 優れている(1+2) ■ どちらともいえない(3) ■ 劣っている(4+5)

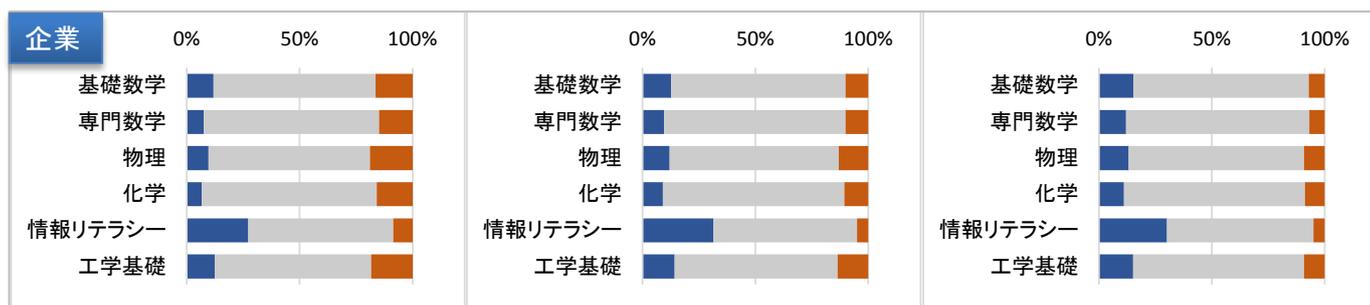
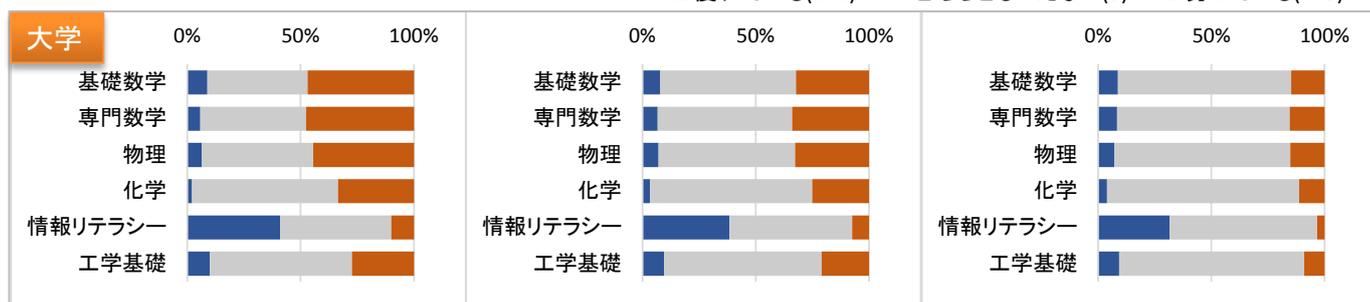


図 2.2.47 以前の卒業・修了者および新卒者と現在の比較

大学と企業を比較すると、大学の方が「以前より劣っている」という回答が多い傾向があり、それは知識、能力、経験においても工学系共通基礎科目においても変わらない。学部、修士、博士と進むにしたがって、大学・企業共に「以前より劣っている」は減り、その分「どちらともいえない」が増える傾向がある。

知識、能力、経験を項目別にみると、企業では「一般的な能力」が特徴的であり、「劣っている」という評価が目立つ。大学では「経験」が特徴的であり、他に比べると一番「優れている」という回答が多い。

工学系共通基礎科目では、大学と企業では一致しており、「情報リテラシー」のみ突出して「以前より優れている」が多いという結果であった。

図 2.2.48 は、「専門科目」について聞いた設問を分野別に集計した結果である。各分野の回答者数が少ないので参考程度だが、企業の回答では情報・通信分野において「専門科目」を「以前より優れている」とする回答が多いのが目立つ。一方、大学では、バイオ分野、次いで情報・通信分野において「優れている」とする回答が多いという結果であった。

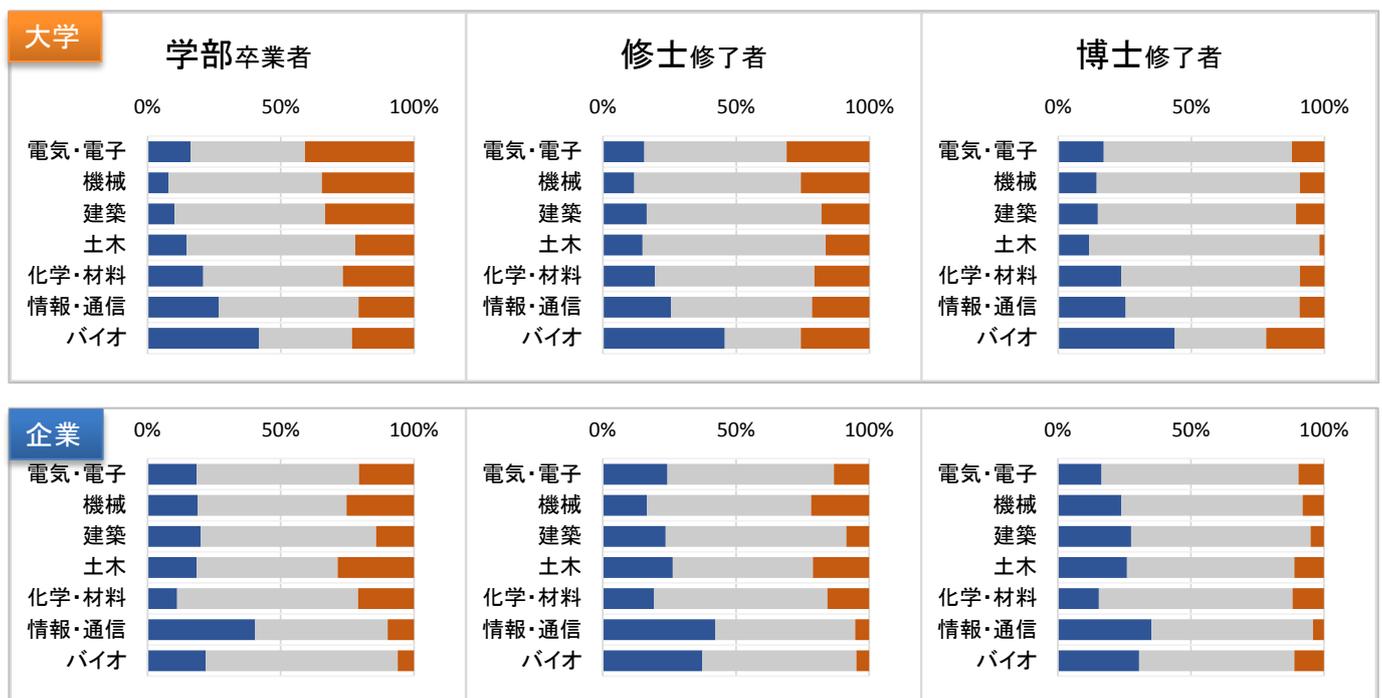


図 2.2.48 以前の卒業・修了者および新卒者と現在の「専門分野」比較（分野別）

#### (4) 今後の産業界に必要な人材，人材の減少が懸念される分野

##### a 今後の産業界に必要な人材（大学，企業）

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ている項目を複数回答可で選んでもらい、さらにその中でもっとも重要な順に1位～3位まで決めてもらうという大学企業共通の設問である。なお、設問の冒頭では、「技術革新，グローバル化の進展に伴い，必要とする能力，資質が変化してきている」と前置きしている。

複数選択可の設問の回答割合を図2.2.49，もっとも重要な項目1位～3位までを図2.2.50に示す。割合の分母はこの設問に回答があった数だが，この設問に限り，大学・企業とも回答率はほぼ100%であったため，この分母と有効回答数（大学677，企業3480）はほぼ変わらない。

図2.2.49からは，大学も企業も，もっとも重要と考えている能力等に大きな違いはないことが分かる。「コミュニケーション能力」「チャレンジ精神」「課題解決力」「主体性・積極性」「語学力」などは，大学も企業も過半数が重要な項目と考えている。

差がみられるのは，「基礎的な知識」「高度な専門性」「倫理観」である。これらについては，大学の方が企業よりも重要な項目としてあげる割合が顕著に高かった。

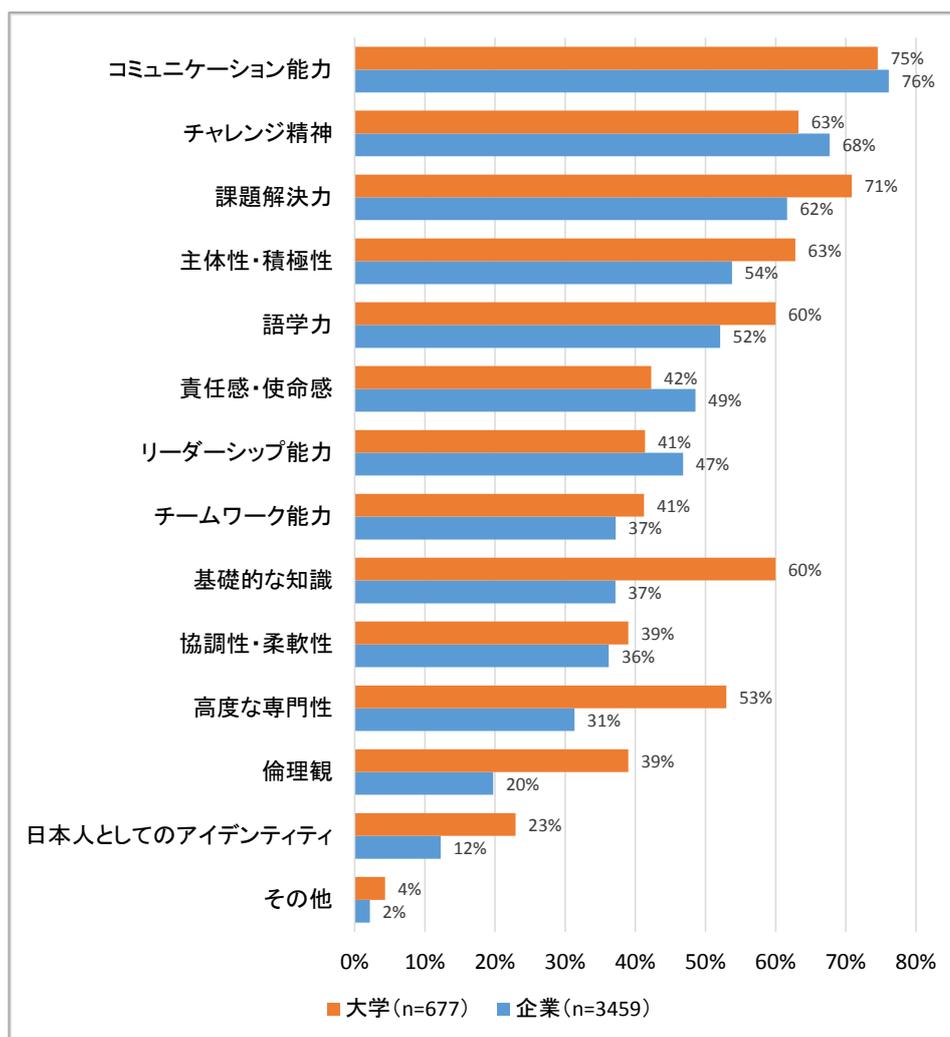


図 2.2.49 日本の産業競争力を高めるためにとくに重要だと思う項目（複数回答可）の回答割合

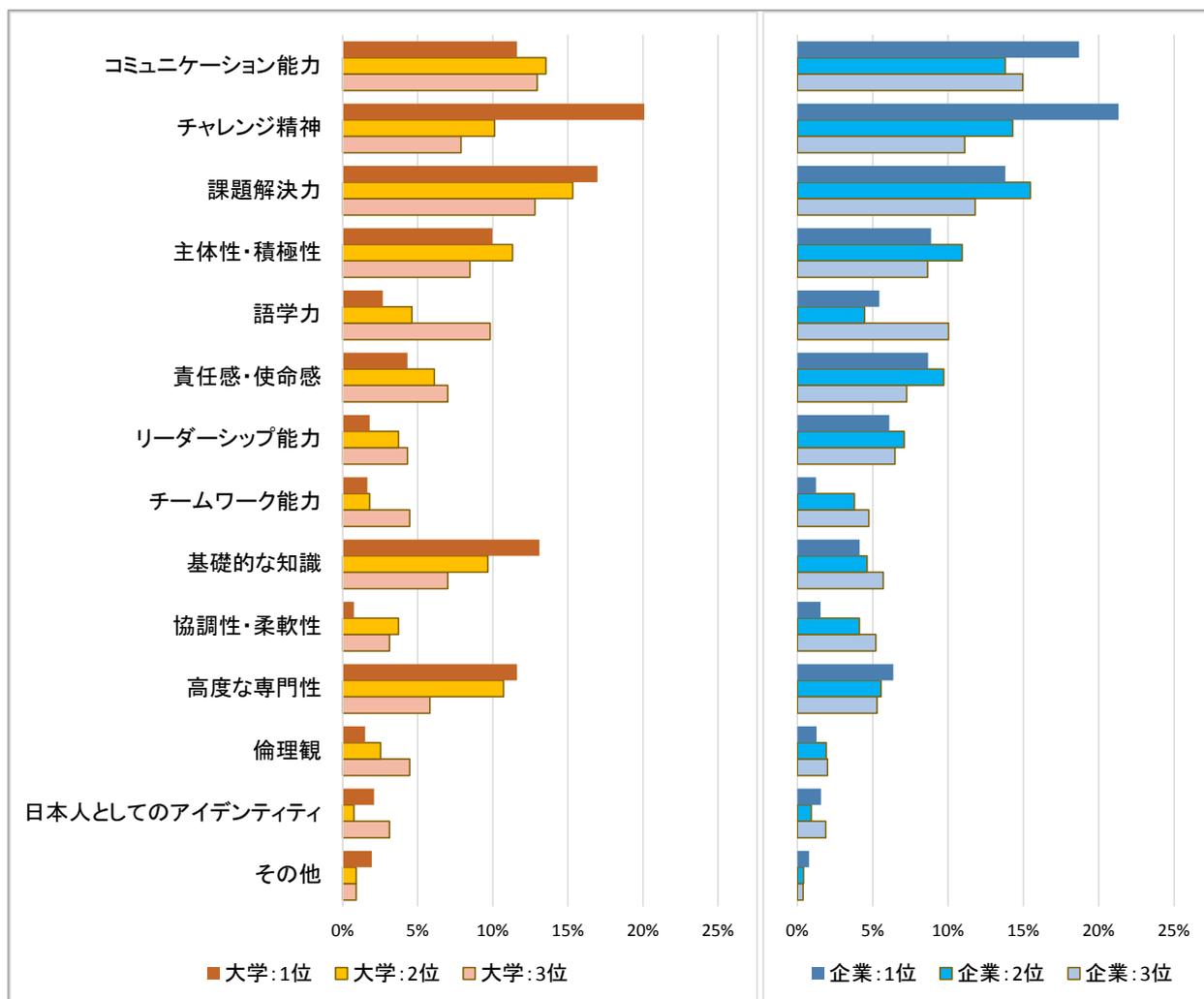


図 2.2.50 日本の産業競争力を高めるために重要な項目のうち、もっとも重要な上位3位の回答割合

全項目のなかでもっとも重要（1位）とした項目の回答割合が一番高いのは、大学も企業も同じで、「チャレンジ精神」であった。それ以降は違いがみられ、大学では「課題解決力」「基礎的な知識」「高度な専門性」「コミュニケーション能力」と続き、企業では「コミュニケーション能力」「課題解決力」「主体性・積極性」「責任感・使命感」と続く。大学では「基礎的な知識」「高度な専門性」を重視し、企業ではどちらかといえば「主体性・積極性」「責任感・使命感」などを重視していることが分かる。

## b 外国人工学系人材の採用について（企業）

企業に対する設問で、日本国内の職場における外国人工学系人材の採用について、採用実績（日本人採用人数を100%としたとき何%か）と今後の採用意向を聞いた。単純集計結果と従業員規模別結果を図2.2.51に示す。

採用実績は0%がほとんどだが、今後については「どちらともいえない」が過半数で、「採用したい」と「したくない」が相半ばする状況である。ただし、規模が大きくなるにしたがって実績・意向ともに高まり、たとえば、国内の理工系大学を卒業・修了した外国人の採用経験は従業員数1000人以上の企業では約半数となる。

国内の理工系大学を卒業・修了した外国人と海外の大学の場合を比べると、実績・意向ともに、また企業の規模を問わず、国内の方が海外よりも高かった。

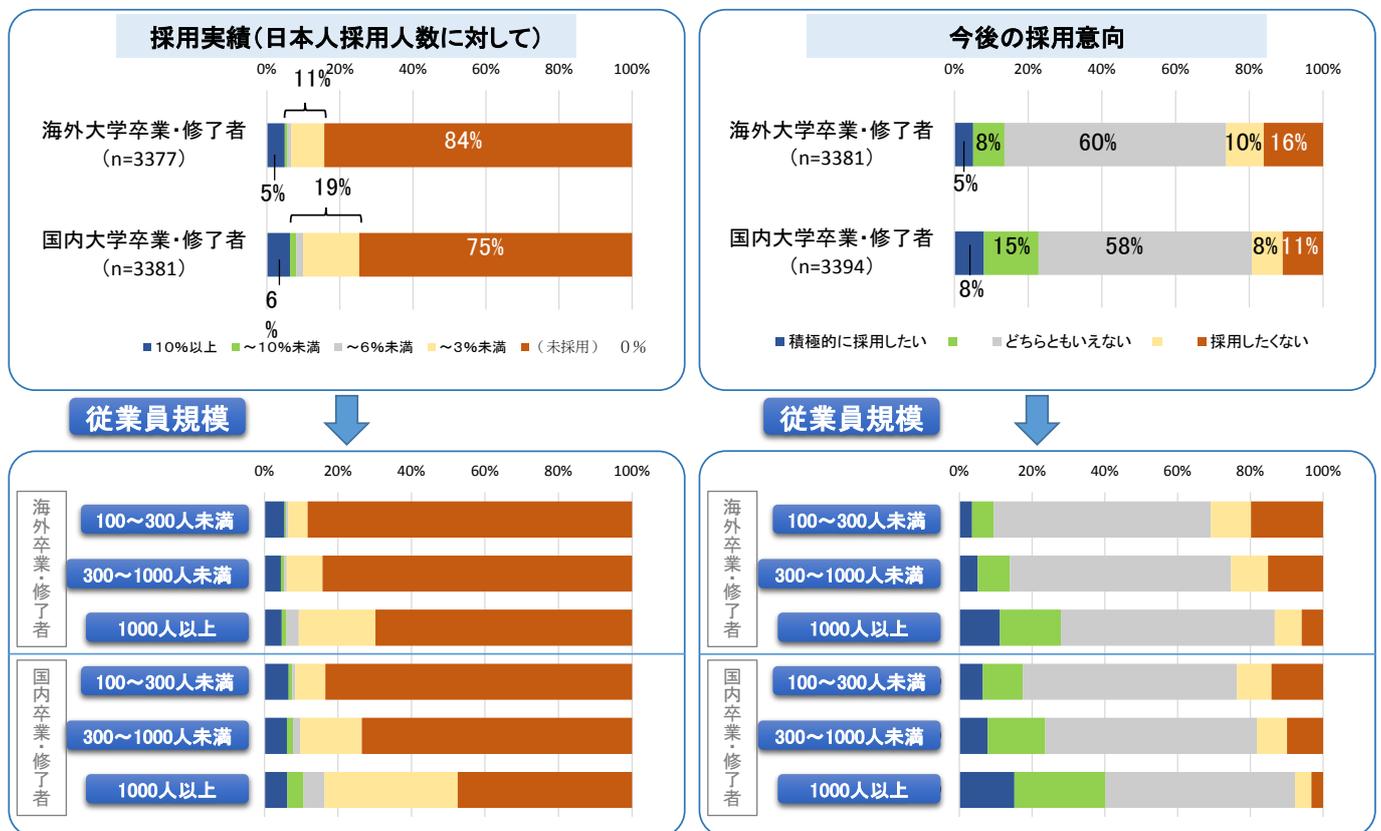


図 2.2.51 日本の産業競争力を高めるために重要な項目のうち、もっとも重要な上位3位の回答割合

### c 人材の減少が懸念される分野（大学，企業）

人材の減少が懸念される分野として図 2.2.53 の 7 分野をあげ、大学にはその分野の人材育成の取り組み状況（以前と現在）等を、企業にはその分野の人材の必要性和充足度を聞いた。ただし、これらの分野にまったく関連しない分野であれば詳細な回答はできないので、この設問の冒頭に、「貴学科・専攻等（企業の場合は貴部門）に“まったく関連がない”場合は□にチェックを入れてください。その場合は設問にお答えいただかなくて結構です」と記し、「まったく関連がない」というチェックボックスを設けた。その回答割合を図 2.2.52、各分野の人材育成取り組み状況（大学）とその分野の人材の必要度・充足度（企業）の集計結果を図 2.2.53 に示す。

図 2.2.52 で大学と企業の「まったく関連がない」割合を比較すると、「冶金・金属工学」「化学工学」「材料強度研究」「強電系」については企業の割合が低く、大学の割合と若干開きがあることが分かる。これら 4 分野に関する企業の回答の集計結果をみると（図 2.2.54 上部）、いずれも、人材を必要としているが（「必要性」のピークは 2）、不足している（「充足度」は 1,2 より 4,5 が多い）という傾向がみられる。一方、大学の回答には一定の傾向はみられない。

「応用数学」「地盤・地質工学」「原子力工学」については、企業、大学いずれの回答も「どちらともいえない」が多いなど、特徴はみられなかった。

以上より、今回調査した 7 分野の中では、「冶金・金属工学」「化学工学」「材料強度研究」「強電系」が企業のニーズが比較的高い分野であるといえる。

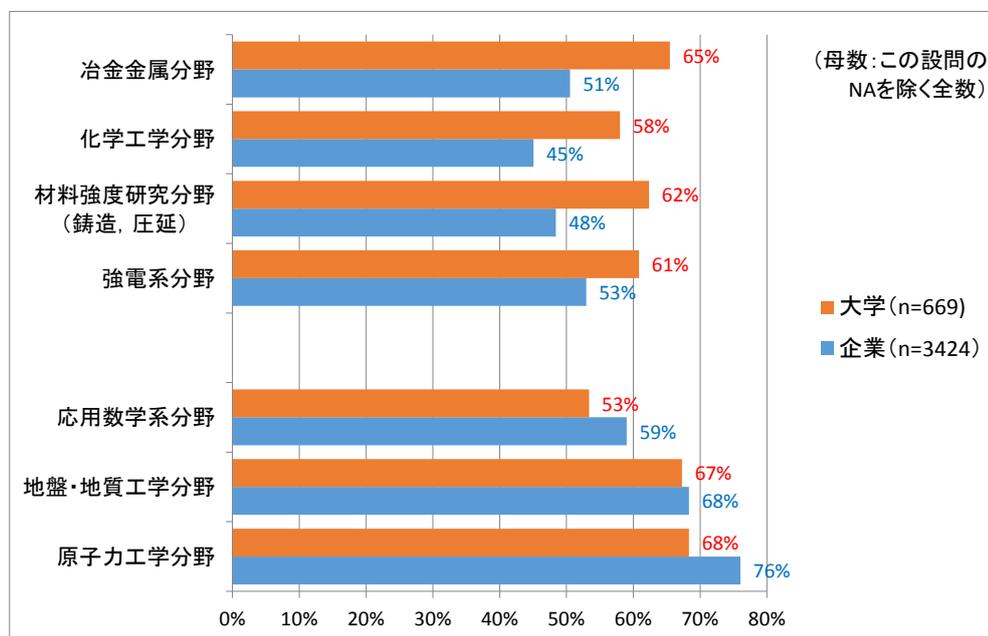
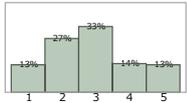


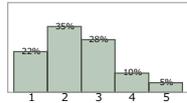
図 2.2.52 人材の減少が懸念される分野ごとの「まったく関連がない」回答の割合

① 冶金・金属工学

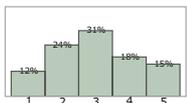
人材育成実施(過去)



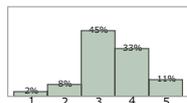
人材\_必要性



人材育成実施(現在)

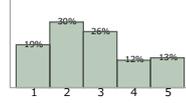


人材\_充足度

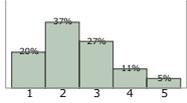


③ 材料強度研究

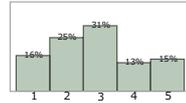
人材育成実施(過去)



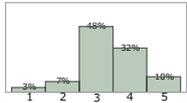
人材\_必要性



人材育成実施(現在)



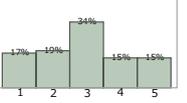
人材\_充足度



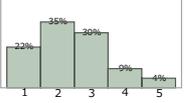
企業のニーズが比較的高い分野

② 化学工学

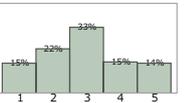
人材育成実施(過去)



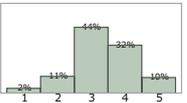
人材\_必要性



人材育成実施(現在)

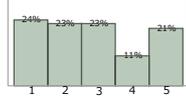


人材\_充足度

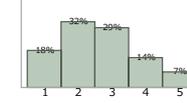


④ 強電系

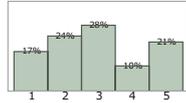
人材育成実施(過去)



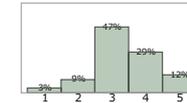
人材\_必要性



人材育成実施(現在)

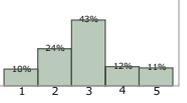


人材\_充足度

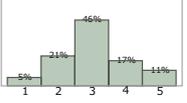


⑤ 応用数学系

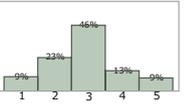
人材育成実施(過去)



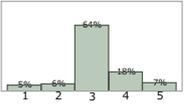
人材\_必要性



人材育成実施(現在)

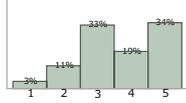


人材\_充足度

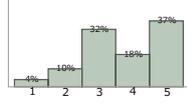


⑦ 原子力工学

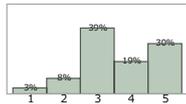
人材育成実施(過去)



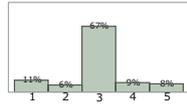
人材\_必要性



人材育成実施(現在)

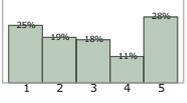


人材\_充足度

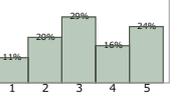


⑥ 地盤・地質工学

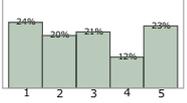
人材育成実施(過去)



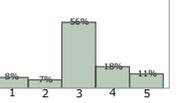
人材\_必要性



人材育成実施(現在)



人材\_充足度



大学が回答

人材育成実施(過去)  
【←1:充分に行っていた まったく行っていない:5→】

人材育成実施(現在)  
【←1:充分に行っている まったく行っていない:5→】

企業が回答

人材\_必要性  
【←1:とても必要としている まったくしていない:5→】

人材\_充足度  
【←1:充分に足りている 非常に不足している:5→】

図 2. 2. 53 人材の減少が懸念される分野に関する設問の集計結果

## 2.3 アンケート調査のまとめ

---

国内の国公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）に該当する学科・専攻等（175大学の984学科・専攻等），および国内の理工系人材採用に関わる従業員数100名以上の企業（10,230社）に対して実施した本アンケート調査（有効回答率は大学68.8%，企業34.0%）により明らかとなった主要な点を以下に示す。

### (1) 工学系大学の実態

#### a 大学教員の職務バランス

- 大学教員の職務（教育，研究，社会貢献，管理運営）のバランス（エフォート率）は，現状は教授で教育：30～50%，研究：20～40%，社会貢献：10～30%，管理運営：10～40%であるが，あるべきと考える比率は教育，社会貢献は現状と変わらず，研究：30～50%（現状より増やしたい），管理運営：10～30%（減らしたい）と考えていた。
- 准教授・講師，助教も若干比率は異なるが，あるべきと考える方向性は同じ（研究の比率を高め，管理運営の比率を減らしたい）であった。また，国立大学と私立大学を比較したが全体の傾向はほぼ一致した。

#### b 実務経験教員の比率

- 専任教員に占める企業実務経験者の比率は国公立大学いずれも，教授，准教授・講師，助教の順に低くなることが示された。教授の実務経験者比率が2割以下の回答は，国立大学で40%，公立大学で25%，私立大学で20%であった。助教の実務経験者比率が2割以下の回答は国立大学で76%，公立大学で79%，私立大学で65%と大半を占めた。
- 分野別では，化学・材料，バイオで教授の実務経験者比率は低く，建築，情報・通信，電気・電子では比較的高い傾向が認められた。

### (2) 工学系大学の教育に対する産業界のニーズ

#### a 知識，能力，経験

- 知識，能力，経験（問2）に対する大学の重視度と企業の期待度は全体としてほぼ一致していた。
- 大学の重視度，企業の期待度共に高いものは，「チャレンジ精神」，「チームワーク能力」，「コミュニケーション能力」等の一般的な能力，「専門分野に関する基礎的知識」等の知識，「問題解決・ものを作り出していく能力」，「課題を見出す能力」，「倫理観」等の専門的な能力であった。「企業共同研究」，「ボランティア活動」，「留学経験」等の経験は大学の重視度，企業の期待度共に低かった。
- 大学の重視度は高いが企業の期待度が低かったものは修士，博士の「学会等での発表」であった。逆に大学の重視度が企業の期待度より比較的低かったものは「文系分野も含む幅広い教養」であったが，大学向けの質問は学科・専攻での重視度を尋ねており，専門科目としては教養科目を開講していないことから「どちらともいえない」とする回答が多くなったものと思われる。後述するように，大学側も「文系分野も含む幅広い教養」について

学生が身につけていないとする回答が非常に多いことから「教養」を大学教育全体としては軽視していないことが伺える。

- 修士・博士修了者に対する企業の期待度は企業規模により異なり、企業規模が大きい程、期待度は高くなった。前述の「学会等での発表」も従業員 1000 名以上の企業では期待度は高かった。
- 分野別の大学の重視度、企業の期待度は全体として大きな違いは認められなかった。
- 卒業時の学生にとくに身につけていないと大学教員が感じているものは「英語など他の言語を使える語学力」、「文系分野も含む幅広い教養」、「他の専門分野を俯瞰できる能力」、「留学経験」で、回答者の 2～3 割以上が身につけていないとしていた。
- 企業では学部卒の新卒者にとくに不足を感じているものは「問題解決・ものを作り出していく能力」、「チャレンジ精神」、「コミュニケーション能力」、「専門分野に関する基礎的知識」、「文系分野も含む幅広い教養」など 22 項目中 9 項目で、回答者の 2 割以上が不足しているとしていた。修士修了者に対して、大学、企業共に身につけていない、不足していると感じている回答は減少し、博士修了者に対しては大学、企業共に身につけていない、不足していると感じている回答はさらに減少し、2 割を越える項目はなかった。
- 以前（およそ 5～10 年前）の卒業・修了者あるいは企業が受け入れた者と比較して、最近の卒業・修了者あるいは受け入れた者は、大学、企業共に「どちらともいえない」とする回答が最も多かったが、学部卒業生に対しては、「以前より劣っている」とする大学の回答が比較的多かった。企業の学部卒業生、修士修了者に対する「知識」、「専門的な能力」の「以前より劣っている」とする回答は大学より少なかった。大学、企業共に修士、博士修了者に対しては「以前より劣っている」とする回答は減少した。

## b 工学系共通基礎科目

- 工学系共通基礎科目（問 3 前半）で、大学の重視度、企業の期待度は基礎数学、専門指向型数学を除き、ほぼ一致していた。
- 大学の重視度、企業の期待度共に高いものは、「実験実施・報告書」などの工学基礎、「情報概念・PC 処理」、「インターネット実践」などの情報リテラシー、「確率統計」、「数値計算」などの数学、「力学」、「熱・温度」などの物理であった。「原子構成」、「無機有機化合物」などの化学、「特殊相対論」、「量子力学」などの物理は大学の重視度、企業の期待度共に低かったが、特に化学については、化学を専門とする化学・材料分野、バイオ分野などでこれらの項目を質問しておらず、専門外の実験からの回答結果であったことが関係していると思われる。
- 企業の期待度が比較的低い基礎数学、専門指向型数学も、修士・博士修了者に対しては高くなる傾向が見られた。
- 大学の重視度は高いが企業の期待度が低かったものは、「微積」、「線形代数」、「常微分方程式」などの基礎数学、「ベクトル・スカラー」、「複素数・複素平面」、「偏微分方程式」、「フーリエ・ラプラス変換」などの専門指向型数学であった。
- 修士・博士修了者に対する工学系共通基礎科目の企業の期待度は企業規模により異なり、企業規模が大きい程、期待度は高くなった。基礎数学、専門指向型数学も従業員 1000 名以上の企業では期待度は比較的高かった。
- 共通基礎科目の大学の重視度、企業の期待度を分野別に分析すると、全体的にはほぼ共通

した傾向が見られたが、分野によって大学が重視、企業が期待する項目には違いが見られた。

- 以前（およそ 5～10 年前）の卒業・修了者と比較して、企業、大学共に、情報リテラシーについては「以前より優れている」とする回答が多かった。大学の学部卒業生では、それ以外の項目については「以前より劣っている」とする回答が比較的多かった。修士修了者では「以前より劣っている」とする回答は減少し、博士修了者ではさらに減少し「どちらともいえない」とする回答が大半を占めた。企業の学部卒業生、修士・博士修了者に対する「以前より劣っている」とする回答は全体的に大学より少なかった。

#### c 専門科目

- 専門科目（問 3 後半）については、それぞれの分野で固有の質問をしているため、分野により大学の重視度と企業の期待度の関係は異なった。
- 大学の重視度と企業の期待度に有意な相関関係が認められたのは、機械分野、化学・材料分野（博士を除く）、情報・通信分野（博士を除く）、バイオ分野で、大学の重視度と企業の期待度がほぼ一致していた。一方、電気・電子分野では重視度、期待度が高いと思われる質問をしたため、ばらつきは少なく大学側、企業側の双方で重視、期待している結果となった。建築分野、土木分野でも比較的ばらつきは少ないが、一部の項目で大学の重視度と企業の期待度に差異が認められた。

#### d 卒業研究、修士研究、博士研究

- 大学はこれらの研究を人材育成等にとって非常に重要と考えていることが示された。
- 企業は重要であるとする比率は大学より低いですが、企業も卒業研究、修士研究、博士研究の順に非常に重要と考える比率は増加した。
- 企業も規模が大きいほど、これらを重要と考えていることが示された。

#### e 産学連携

- 産学連携に対する大学の重視度、実施経験、実施意向は全体的に企業よりかなり高く、大学と企業の産学連携に対する考え方に大きな違いがあることが明らかとなった。しかし、企業も規模が大きいほど、これらを重要と考えていることが示された。
- 企業の重視度等が比較的高いインターンシップや共同研究・受託研究などは大学でも重視度等が高いなど、項目間の相対的な関係は類似していた。

#### f 今後の産業界に必要な人材の能力、資質

- 大学、企業共に「コミュニケーション能力」、「チャレンジ精神」、「課題解決力」を最も重要と考えていることが明らかとなった。
- 大学は「基礎的な知識」、「高度な専門性」も比較的重視しているが、企業は大学ほど重視していなかった。

#### g 人材の減少が懸念される分野

- 人材の減少が懸念されている 7 つ分野の中で、企業が必要性を感じ、人材が足りないと考えている分野は、冶金・金属工学、化学工学、材料強度研究、強電系であった。
- 応用数学、地盤・地質工学、原子力工学の 3 分野については、企業の必要性、充足度共に「どちらともいえない」とする回答が大半を占めた。



## 3. シンポジウム

---

### 3.1 シンポジウム概要

---

#### (1) 概要

本委託事業では、大学側と産業界側に大規模なアンケート調査を実施したが、さらに産学の関係者が一堂に会して議論する1泊2日のワークショップ形式のシンポジウムを開催した。本シンポジウムでは、大学および産業界の世界的な動向などの最新情報を含む3つの講演と、小グループでのグループワークで大学側と産業界側の双方向的な議論を行い、さらに全体討議を行った。本シンポジウムにより、アンケート結果を補強し、産業界が求める理工系人材像の把握・検証と理工系人材を育成するための工学分野における理工系大学教育カリキュラムの在り方に関する貴重な情報を得ることができた。

#### a 日時

平成28年2月26日(金) 14時～17時(18時から懇親会)

2月27日(土) 9時～12時

#### b 場所

クロス・ウェーブ幕張(千葉市美浜区中瀬1-3)

#### c プログラム

2月26日(金)

14:00 開会の辞(佐藤 之彦 調査研究実行委員・千葉大学大学院工学研究科副研究科長)

14:02 ご挨拶(土生木 茂雄 文部科学省高等教育局 視学官)

14:10 本事業の背景・概要説明(関 実 調査研究実行委員長・千葉大学大学院工学研究科長)

14:30 アンケート調査中間報告(勝浦 哲夫 千葉大学大学院工学研究科調査研究事業推進室特任教授)

15:00 休憩

15:10 講演1「理工系人材育成に関する産学官円卓会議への提言について」

(辻 太一朗 NPO法人DSS代表・(株)大学成績センター代表取締役)

15:40 講演2「大学学長らによる「工学教育の未来を語る」～教育課程の体系化の大切さ～対話型講義による創成能力や応用能力の向上を目指して」

(野口 博 静岡理工科大学学長・日本工学教育協会理事・工学教育研究講演会委員会委員長)

16:10 講演3「To engineer -未来を担う若者に、エンジニアリングを学ぶ機会を提供しよう-」(大来 雄二 金沢工業大学客員教授・NPO法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ理事長)

16:40 「本調査研究の主要な論点の提案とグループワークの説明」(佐藤 之彦 調査研究実行委員・千葉大学大学院工学研究科副研究科長)(17:00まで)

18：00 懇親会（20：00まで）

2月27日（土）

9：00 グループワーク

10：30 休憩

10：40 全体討議

11：57 閉会の辞

12：00 終了

## (2) 参加者

池川 隆司	東京大学大学院数理科学研究科	キャリアアドバイザー
石川 孝重	日本女子大学家政学部住居学科	教授
大来 雄二	金沢工業大学科学技術応用倫理研究所 NPO 法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ	客員教授 理事長
大山 和伸	ダイキン工業株式会社	常務専任役員
大輪 武司	金沢工業大学	客員教授
工藤 一彦	東京電機大学学長室	特別専任教授
工藤 奨	九州大学大学院工学研究院	教授
剣持 庸一	公益社団法人日本工学教育協会	専務理事
小西 博雄	国立研究開発法人産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所	招聘研究員
小林 秀承	日本電信電話株式会社 研究企画部門	統括部長
米田 隆志	芝浦工業大学	副学長
酒井 憲司	東京農工大学農学研究院	教授
阪田 史郎	千葉大学大学院融合科学研究科	グランドフェロー
佐藤 俊明	株式会社大崎総合研究所	代表取締役社長
諏訪 泰裕	株式会社東芝 社会インフラシステム社 産業システム事業開発部	参事
田邊 裕治	新潟大学工学部	工学部長
辻 太一郎	NPO 法人 DSS 株式会社大学成績センター	代表 代表取締役
中山 良一	工学院大学先進工学部機械理工学科	教授
野口 博	静岡理工科大学	学長
藤井 恒人	東京農工大学大学教育センター	准教授
藤野 直明	株式会社野村総合研究所	主席研究員
間瀬 憲一	新潟大学教育研究院	名誉教授/フェロー
丸山 武男	新潟大学	名誉教授
三崎 雅明	ブランド・ハプンスタンス・ライフ研究所	代表
宮里 心一	金沢工業大学環境・建築学部環境土木工学科	教授
保田 祐司	鹿島建設株式会社 土木管理本部土木企画部	担当部長
養王田 正文	東京農工大学工学研究院	教授
渡邊 眞理	法政大学デザイン工学部建築学科	教授
土生木 茂雄	文部科学省高等教育局	視学官
辻 直人	文部科学省高等教育局専門教育課	課長補佐
草田 善之	文部科学省高等教育局専門教育課	科学・技術教育係
関 実	千葉大学大学院工学研究科	研究科長
勝浦 哲夫	千葉大学大学院工学研究科	特任教授
岩永 光一	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長
高橋 徹	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長
塩田 茂雄	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長

佐藤 之彦	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長
武居 昌宏	千葉大学大学院工学研究科	副研究科長
若林 直子	千葉大学大学院工学研究科	特任研究員
黄 晶石	千葉大学大学院工学研究科	特任研究員

## 3.2 講演概要

### (1) 講演1「理工系人材育成に関する産学官円卓会議への提言について」

辻 太一郎 NPO 法人 DSS 代表・(株) 大学成績センター代表取締役

昨年(平成27年)5月から理工系人材育成に関する産学官円卓会議が始まっている。現在まで7回開催されているが、私は第5回の円卓会議で理工系人材を育成するための提言を行った。本日はその内容をお話する。

NPO 法人 DSS と (株) 大学成績センターの設立目的は、企業の採用活動における履修履歴の活用を通じて大学生の学業への優先度を高め、日本の就職問題を解決することである。なお、(株) 大学成績センターは社会的企業として、4つの制約下(事業の制約、データ利用の制約、企業規模の制約、サービスの制約)で運営している。

日本の学生は就職活動が始まると勉強しないという、この問題を解決するためには企業が採用活動において、学業のことをもっと積極的に聞くというような形にしていかなないとまずい。そこで、DSS と 大学成績センターは一体となって活動し、①採用活動における履修履歴活用の企業メリットの啓蒙、②履修履歴のデジタルデータ化の推進「履修履歴データベース」の提供を行っている。

現在、各大学の成績証明書はフォーマットはまちまちで、成績表記も三段階のところから多いところは11段階まである。表記方式も秀優良可もあれば、Sが最高のところもあれば、Dが合格でAが最高のところもあり、わかりづらい。その辺はデータベース化することで企業の利便性も上がり、科目をチェックしやすくなるということと、何より成績評価の見える化というのを推進していける。当然、大学によって評価のバラツキがある。わりと厳正に評価をされている授業もあれば、残念ながらそうでもない大学教員がおられるのも事実で、企業から見たらそれがわからないので全般的にわからない、信用しないという流れを、見える化を進めることによって企業が着目をしていく。それからもう一つは見える化していくと、成績のバラツキがある程度出てきて、評価の厳正度が増していく。そういうことを目的にしている。

学生が自分の履修履歴を無料で登録し、そこからデータで送るという、大変シンプルな形で

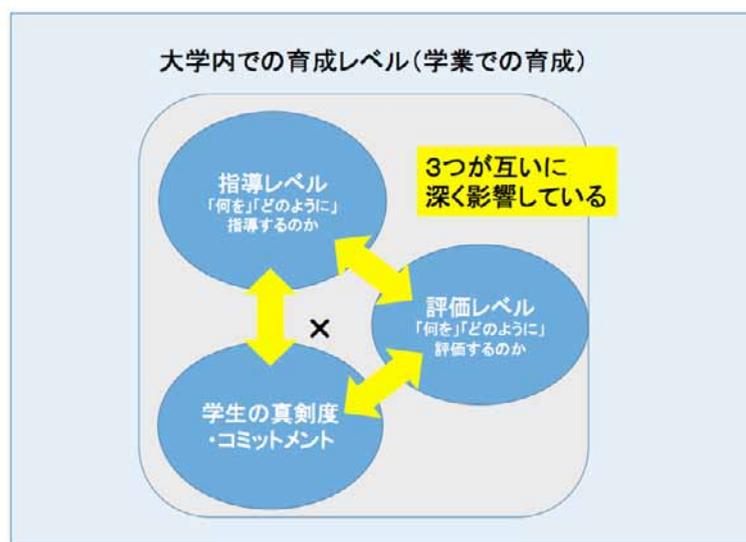


図 3.2.1 学業における育成の要素分解図(学部・大学院レベル)

ある。企業へのデジタルデータの提供は大学成績センターで行っている。

我々は学部と大学院レベルで、学業において育成される要素を3つに分けて考えている(図3.2.1)。1つは指導レベル、「何を」「どのように」指導するのか、どういう指導をどのようなやり方でするのである。もう1つは学生の真剣度・コミットメントである。いくらいい指導をされても学生に指導を受ける気がなかったら育成されない。それからもう1つは評価レベル、「何を」「どのように」評価するのかである。我々が今扱っている領域というのは、何を指導するかは一切関わっていない。我々が考えるのは企業が採用活動において大学に期待するものを履修履歴のデジタルデータ化ということで見やすくすることによって、学生が学業への真剣度を高めていくという社会の枠組みを作るということである。すなわち、履修履歴のデジタルデータ化による成績評価の見える化により、学生の真剣度・コミットメントを高める、評価の厳正度を高めやすくする、社会の学業の期待感、評価への信頼感を高めることになる(図3.2.2)。

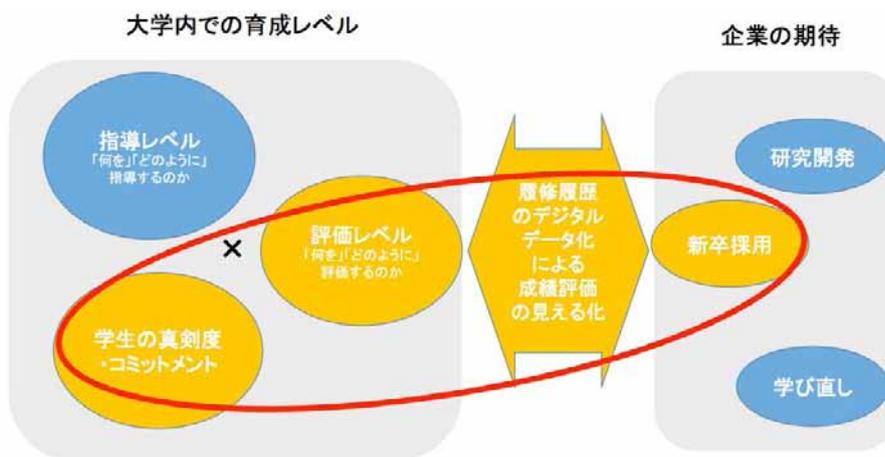


図 3.2.2 DSS (大学成績センター) が影響を与える範囲

理工系人材育成に関する産学官円卓会議では、①産業界における博士人材の活躍の促進方策、②産業界のニーズと高等教育のマッチング方策、専門教育の充実、③理工系人材の裾野拡大、初等中等教育の充実の3つの論点が検討されている。私はこの2番目についての具体的な提言を昨年12月の第5回円卓会議で行った。

この提言の中で以下のことを述べた。大学で育成されるもので企業にとって有用な要素は「知識」と「汎用的能力」である。「知識」とは、学業における一般教養や専門教育の知識、学業外活動における仕事の理解や、人間関係等を理解するための知識のことである。「汎用的能力」とは、学業を通して得られる分析力、理解力、ディスカッション力や、学業外活動で得られる対人力、初対面でのコミュニケーション力等である。ところが、現在、多くの企業の採用選考では、学業よりも学業外活動、専門知識の取得レベルよりも汎用的能力レベルの確認を重視している。基本的に面接で学業に関しては全般的にほとんど聞かれない。唯一聞くのはゼミの話とか、理系では研究の話とかである。採用の応募時に成績表(履修履歴)を提出させる企業は約10%しかなく、面接時に積極的に学業のことを聞く企業は1%しかない。ところが反面、学業外の話に関しては、ほぼ100%、エントリーシートを提出させており、面接でエントリーシートに書かれているアルバイトやサークル活動のことを聞いている。

このように、日本での採用選考では、学生における学業の優先順位を下げやすい環境になっており、理工系学生の専門知識の習得意欲を阻害する要因になっている。

ところが、実はいろいろな経済団体、経団連代表からは企業にいる技術者の基礎学力(専門

的な知識) はやはり高めておく必要があると言われている。すべての大手企業は会社に入ってから大学で教えたような基礎的な学問, 例えば電気系では電気力学, 電子回路, 電気回路等, 機械系では力学を教えている。専門科目の基礎科目は技術者として必要な科目であるが, 現実には入社後に個人または企業で学び直しをしている。

したがって, 理工系学生の育成レベル向上のためには, 学生の履修行動を変えて, ①専門の基礎科目の習得レベルを高める, ②専門外でも活躍の場を広げるための科目を履修することが重要である。

そこで, 学生の履修行動を変えるためには, ①入社後必要となる基礎的な科目に対する産業界のニーズの見える化, ②自社に必要な基礎科目の採用選考時点での習得レベルの確認を推進すべきである。産業界のニーズの見える化によって, 学生が将来(就職等)に必要な基礎科目を理解することができる。また, 採用選考時点での習得レベルの確認によって, 習得レベルを高める努力が必要であることを学生は実感する。

重要なのは, 学生が必要となる基礎科目の習得レベルを高めることの意義・意味を理解し, それを実感することで学業に対するモチベーションを高め, 学生の基礎科目への履修行動を変えることである。

大学の学科は当然, そんなに急に変わることはできない。そこで, 少し柔軟な体制として大規模公開オンライン講座(MOOC; Massive Open Online Courses)が2012年に米国から始まった。これは欧米中心に3000万人以上の受講生がおり, 誰でもオンラインの登録だけで大学レベルの授業を無料で受講できるものである。これの日本版がJMOOCで, 2013年11月に設立され, 2014年4月より講座配信を開始した。

JMOOCの大学における効用は, 専門の基礎科目の習得レベルを高められる, 専門外の科目を学ばせることによって幅広い知識の習得が可能となることである。例えば基礎的な科目は事前にオンラインでやっておいて, 実際の授業では演習等に力点を置くことができる。企業においても, 入社前・入社後での社員の学び直しに導入可能であり, 社内研修のアクティブラーニング化に活用できる。JMOOCでは, 経産省, 経団連の協力を得て, 今後2年以内に50科目の基礎科目を開講する予定である。

履修履歴のデジタルデータ化というのも大変重要である。デジタルデータ化によって, 大学・大学院の履修履歴, MOOC等の履修履歴, 留学先の履修履歴を全部1つにまとめることができる。採用に際し, 何千人とくる応募者の中から重要な科目の成績を成績証明書で見ようと思っただら今までは大変だった。だから企業はしてこなかった。しかし, デジタルデータであれば, 必要な科目の成績を簡単に検索でき, 知識レベルの確認がとてもしやすくなる。デジタルデータ化によって, 各大学の授業の成績のバラツキや平均が分かり, 評価の厳正度から習得レベルが類推できる。また, 企業内の教育場面では, 個別社員(内定者)の知識の過不足の確認ができ, MOOC等を活用し, 不足の知識の習得を促すことができる。また, 異動(配属)でも必要な科目の検索等から全社員の中から適正な知識の社員を発掘することができる。

提言のポイントは2つ。1番のポイントは産業界のニーズの見える化と採用選考時点での習得レベルの確認で, これらによって, 必要となる基礎科目の習得レベルを高めることの意義・意味を学生に理解・実感させることで学業に対するモチベーションを高めていくことができる。2番目のポイントとして, 今までは企業によって習得レベルをチェックすることが極めて難しかった履修履歴のデジタルデータ化とMOOCの活用である。これによって採用場面での習得

レベルの確認がやりやすくなり、また学生や先生方にとっても、MOOC の活用によって履修しやすく、教えやすくなっていく。そうすることによって、大学と企業の合わない部分をうまく橋渡しするような機能になるのではないかと考えている。

## (2) 講演 2 「大学学長らによる「工学教育の未来を語る」～教育課程の体系化の大切さ～ 対話型講義による創成能力や応用能力の向上を目指して」

野口 博 静岡理工科大学学長・日本工学教育協会理事  
工学教育研究講演会委員会委員長

今後の工学教育の本質は、普通の授業をできるだけインタラクティブ（対話型講義）にすることで、創成能力、応用能力の向上を目指すことではないかと思う。それは昨年（平成 27 年）9 月に九州大学で大学学長らによるワークショップを行い、2 時間みっちり議論したことから伺える。企業、すなわち正解がない実社会では、最大のニーズは自分でやるという主体性である。オーリン工科大学 (Olin College of Engineering) だけではなく、ミネルバ大学 (Minerva Schools at KGI) が 2014 年に設置されて、アメリカでは大学改革が驚くほど進んでいる。日本でも JABEE のプログラム認定を受けた大学のカリキュラム（教育課程）は、基礎、専門、能力の養成が体系化されつつあるが、未受審の大学の教育課程では、企業での持続的活躍に必須と考えられる諸能力の養成の体系化が十分でないのが実状である。

平成 22、23 年度文部科学省先導的の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」を行った。この調査研究で、教育課程の体系化には、次のような課題があることが明らかになった。

①教育コンテンツの体系化と具体化。これがなかなか難しい。学習・教育目標の基で、授業科目での到達目標を、学びの段階に注意して「改訂版ブルーム・タキソノミー」に基づいて、「...できる。」の評価しやすい形で具体的に設定する必要がある。

②到達目標は、知識のみでなく、就業能力にも役立つ能力（スキル、社会性、創成）の観点を含めて総合的に記述されることが望ましい。

③到達目標の設定と体系化を考える上では、IEA（国際エンジニアリング連合）の GA & PC の日本語訳（卒業生としての知識・能力等）を参照する等、国際的な担保に注意する（日本語訳は [http://www.eng.chiba-u.jp/H22-2\\_tyousakenkyuudata/contents.html](http://www.eng.chiba-u.jp/H22-2_tyousakenkyuudata/contents.html) 参照）。

この調査研究では、分野別の到達目標を踏まえた分野別カリキュラムのイメージをマッピングした。専門を楔型で高めながら教養も楔型で残し、横軸の知識・理解、数学、物理、化学、情報リテラシー、工学基礎などが調査で出てきた。

本来非常に重要なのは、社会人基礎力である。それにはスキルと社会性、要するに倫理感などが入る。そして最後に創成能力が必要である。基礎と専門を勉強しながら、まず簡単に解ける課題からやっていって、それを発見して解決するのはロジカルシンキングがないとできない。コミュニケーションスキルもないとできない。そうして、しっかり自分で管理して、リーダーシップを執ったり、突破する力や倫理感、市民としての社会責任、生涯学習力、こういうものを身につけながら何回も課題を解いていくと、社会に出てから複雑な問題も分析して解けるようになる。それが実は創成能力である（図 3.2.3）。

これをカリキュラムにどう落とすかが問題である。次のような課題がある。

④授業科目の学修段階や順序等の体系性を提示するナンバリングを含めて、科目の履修の流れを示す科目間関連や到達目標を構造化・可視化して、学生や社会に理解しやすくする。

⑤諸能力の養成は、定型化された科目によらないが、授業科目で養成できる能力を分類し、マップ化により関連づける。

⑥主体性等の能力を養成するのに効果的とされる卒業研究、キャリアデザイン、現場体験型

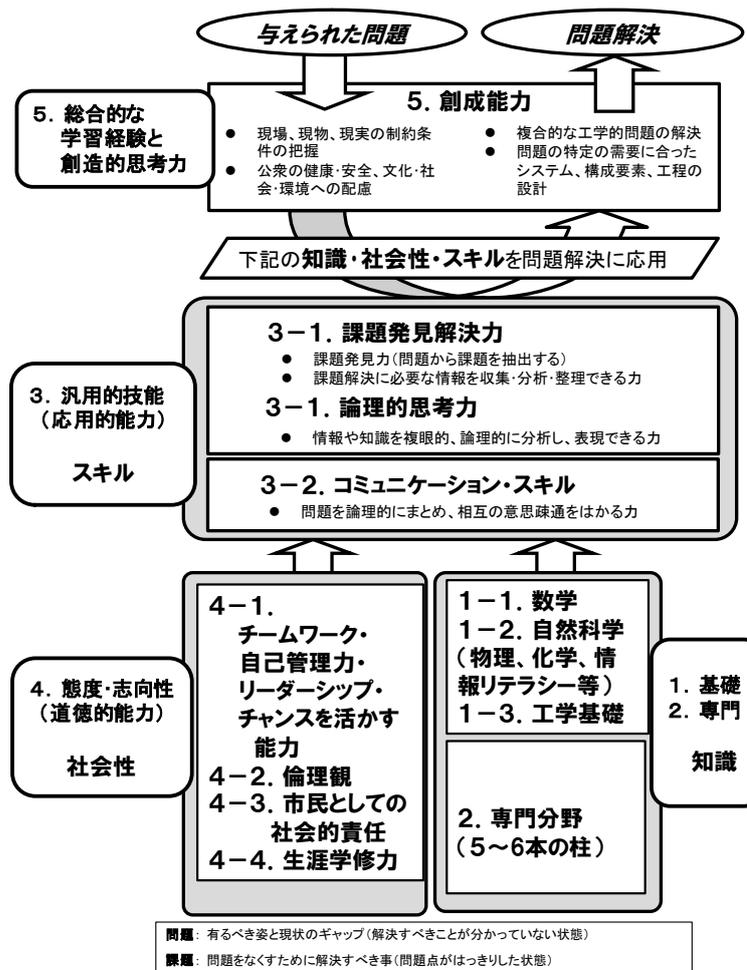


図 3. 2. 3 技術者教育において育成すべき知識・能力の相互関係(野口 博ほか, 2012; 文部科学省平成 22, 23 年度先導的の大学改革推進委託事業「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」報告書)

授業, PBL 等のような特定の授業科目だけでなく, 通常の講義や演習でも, 小レポートを活用して予習・復習を徹底し, 発表や質疑応答等で学生にも発言させる機会を増やす等, 授業の形態を可能な限り対話型にする工夫を凝らすことにより, 教育課程全体でバランスの取れた形でのスキル, 社会性, 創成の諸能力向上に役立つと考える。

PBL も最近では, problem based learning, project based learning, さらには team based leaning というようになってきている。やはりチーム力が必要で, そして反転授業も有効であるが, 全部の科目が反転授業になったら学生がパンクする。したがって, バランスよくやっていく必要がある。その授業の中でできるだけ完結してやる, 実験とか演習はもう予習はさせないとか, そういうふうにしていかないとバランスを持たせるのが非常に難しい。

こういうことは, 恐らくコンプリートということではなくて, 実践しながら不断の見直しをしていかないといけない。多分, 我々の次の世代にうまく引き継いでいくことが必要である。その土台になるのが日本工学教育協会(日工教)だと思っている。日工教はそういうところのデータベースになるべきだし, キャパシティベースになるべきだと思っている。日本工学教育協会第 63 回年次大会の特別企画で, 2 時間に亘り, 教育研究機関の学長, 研究院長, 学部長ら代表及び代表経験者の方々に多様化する学生や競争的資金獲得などで疲弊気味の工学教育を打破し, パラダイムシフトしての「工学教育の未来」の在り方についていろいろお話をいただ

いた（野口 博，工学教育，63-6，35-38，2015）。コーディネーターとしての私のとりまとめとして、以下のことを述べた。

①日本工学教育協会の役割として，文科省とも強く連携し，大学間の自律と協調へ。個々の教育手法から，大学のカリキュラムの体系化，運営管理まで情報の共有を図る。

②工学の意義として，イノベーション，起業家精神の種を埋め込む教育を。

③技術者として，工学の学問体系を身に付ける **Engineer** とスキルを身に付ける **Technologist** の分けを意識した教育を心がける。

④仕事が変わっても，自分を知り，社会の中で生き抜ける力を育成。人間力+視野の広い専門力を。

⑤予習重視の反転授業などの新しい授業での学生の負荷を，ナンバリングや授業整理などのトータルのシステム化で軽減すること。

⑥学生も教える側にも立つことで，学生の理解度を向上させる。

⑦教育能力の持続的な向上を。日本工学教育協会の教育士制度の改善と普及を図る。

⑧大学間での教員の流動性を促進し，他大学の様子がわかるように。

⑨e-learning で予習復習を徹底，授業では **Face to Face** の対話型でハイブリッド授業に。

⑩この討論をきっかけに，大学や教員はそれぞれの立場で，チャレンジして行って欲しい。

海外の工学系の先進的大学として，オーリン工科大学（Olin College of Engineering）がある。オーリン工科大学は，**New Kind of Engineering College** ということで，2002年に設立されたボストン郊外の工学系大学である。ABETの承認分野は電気・コンピュータ，機械，工学一般である。カリキュラムの特徴として，

①徹底したアクティブ・ラーニング（全科目の50%が，対話型で現実的課題を対象）

②PBLを通してのエンジニアリング・デザイン教育に特化

③学際性（芸術・人文社会科学&ビジネス，工学リベラルアーツの重視）がある。

革新的大学として，ミネルバ大学（Minerva Schools at KGI）がある。ミネルバ大学は，米国の大学教育が現代社会のニーズ変化に対応できていない状況を憂慮していたハーバード大学やスタンフォード大学の教授と，シリコンバレーの経営者が出会い，「最も学習効果が高いアクティブ・ラーニング手法を，より適切なコストで世界中の才能ある生徒に提供する」というミッションを実現するために2014年に設立された総合大学である。ハーバード大学，スタンフォード大学の合格率は5%台で全米難易度で1位と2位であるが，ミネルバ大学の2015年の合格率は，さらにそれを凌ぐ2.0%(160ヶ国11,000人受験し，220名合格)であった。

ミネルバ大学の特色は，

①基礎知識の講義はなく，各自が **Internet Education** で事前に学習する。

②大学講義は全てリアルタイムのオンラインでアクティブ・ラーニングを実現。

③世界から集う学生が全寮制で学び合う。

④4年間で世界7都市を巡り学び，各地でインターンシップを行う。

⑤学費は\$10,000，トップクラスの大学の1/4。（ニーズベースの学費全額免除制度もある）である。

また，オンラインによる少人数，セミナー形式，リベラル・アーツ教育，反転授業，多様性のあるクラス，プロジェクト形式の体験学習，インターンシップなどの授業方法をとることに

よって、高いアウトカムを得られるようにしている。さらに、オンラインの授業だけでなく、オフラインでの学生同士の交流（学び合い）を重視しているため、世界中から選び抜かれた学生達が共同生活を送ることで、様々な価値観に触れられるよう、学生寮で生活する。

独自の **Active Learning Form** と呼ばれる学習プラットフォームを開発し、オンラインにも関わらずアクティブ・ラーニングを実現した。一般の **Internet Education** との違いは、学生の学修の主体性に依存していないということである。

学習プラットフォームでは、教師は講義をしない。教師はファシリテーションと学生のパフォーマンス・チェックに注力し、授業中合計で 10 分以上話すと警告を受ける。学生同士のディスカッション、分析、グループワーク、プレゼンテーション等が展開され、全ての授業が記録される。学生のパフォーマンス・フィードバックは、最短で授業後 1 時間には各学生に対し学習改善アドバイスを提供するなど、革新的な教育を展開している。

### (3) 講演 3 「To engineer –未来を担う若者に、エンジニアリングを学ぶ機会を提供しよう–」

大来 雄二 金沢工業大学客員教授  
NPO 法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ理事長

#### a 見聞したこと

いただいたテーマは海外の工学教育を紹介するというので、タイトルを英語で「To engineer」とした。副題は「未来を担う若者に、エンジニアリングを学ぶ機会を提供しよう」としたが、これは日本の工学部ではエンジニアリング教育をほとんど提供できていないという意味である。タイトルの「engineer」の前に「To」を付けているが、「engineer」を動詞として考えようというのが、この講演を貫く基本的な考えである。

エンジニア、あるいはエンジニアリングとは何か。例えば、千葉大学の工学部は「Faculty of Engineering」というが、オーリン工科大学 (Olin College of Engineering) (以下、オーリン・カレッジ) は大学の名称に「Engineering」を冠している。今、そういう教育機関ができていく。その流れに対して日本は何をもって戦っていくのか。

2011年、2013年にアメリカの東海岸と西海岸に行き、オーリン・カレッジ (Franklin W. Olin College of Engineering), MIT (Massachusetts Institute of Technology), NAE (National Academy of Engineering)– U. of Maryland – U. of Michigan, ASEE (American Society for Engineering Education), Stanford University – d. school – SCPD (Stanford Center for Professional Development), The Tech Museum of Innovation, UC Berkeley, Plug and Play Tech Center, SRI (Stanford Research Institute)などを訪問した。

そこで見たものを簡単にまとめると、3行になる。

- Design, design, design
- Team - Project (interdisciplinary)
- Hands on

教育機関に行くとどこも、デザイン、デザイン、デザインである。また、どこに行ってもチーム、プロジェクトを教育の中に組み込んでいる。チームの構成メンバーは専攻をまたがりインターディシプリナリー (学際的) である。日本ではこれが難しい。機械と電気から人を出し合ってプロジェクトを組むような教育体制はなかなか組めない。

MIT を訪問した時に目に留まったポスターには、オーリン・カレッジの創立以来の学長であるリチャード・ミラー (Richard Miller) が MIT のエンジニアリング・システムズで講演するということが書かれていた。実は MIT の先生方が何人も辞めてオーリン・カレッジに行っている。オーリン・カレッジは教育の大学である。学部教育をしたいという先生方が集まっている。オーリン・カレッジのことは「工学教育」2012年9月号に小林信一先生が中心になって執筆した記事があるので是非読んでいただきたい。その記事で最も重要な部分は、「オーリン・カレッジの創意工夫に満ちた数々の取り組み、SCOPE (Senior Capstone Program in Engineering) に集約される革新的なエンジニアリングデザインなどの一つ一つに惹かれるのは事実だが、その背後にある考え方や熱意を、日本の現状と比較しながら吟味することが、日本の工学教育にとって有意義だろう」と書かれた部分だ。

科学技術白書にオーリン・カレッジの事例 ([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa201301/detail/1338152.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201301/detail/1338152.htm)) が載ったのが 2013 年である。教育の改革が必要だということで文科省も指導していた。オーリン・カレッジには、学生寮もあるし、教員の宿舍もある。

見学時に、学生達が教育棟の廊下の床に座り込んで課題か何かに取り組んでいた。学びのための自由な環境が用意されている。こうした学生が個人的あるいはグループで学び、議論する自由な空間があることが大事である。また、オーリン・カレッジではビジョンとミッションを大学教員が共有して教育を行っている。そこが大事な点で、少なくとも訪問した 2011 年時点でそれが非常に明確にできていた。

オーリン・カレッジのカリキュラムは、エンジニアリング（一般）、エンジニアリング（デザイン）、理学／数学／専攻、一般教養／ビジネスと起業に 4 種類に分けることができる（図 3.2.4）。たとえば、教養とか起業は 1 年前期から 4 年後期まで貫いて行っている。カリキュラムの設計思想が明確に出ている。日本では教養科目は楔形、専門科目は逆楔形に、カリキュラム内に配列することが多いと思う。また、日本でいう卒論、卒研は、オーリン・カレッジでは SCOPE（Senior Capstone Program in Engineering）と呼ばれ、これは学生がチームを組織し、企業が相当責任を持って支援するという体制で行っている。参加企業は 1 年間のプロジェクトに 5 万ドルの支援をする。企業はテーマを出し、学生はそれを選び、認められたら成立する。教員はアドバイザーの立場で支援する。もちろん、このチームのメンバーはインターディシプリナリーである。

2011 年の訪米で得た知見を元に、巻末の資料 11（資 11-16）のような大学教育のチェックリストを作った。参考にさせていただきたい。

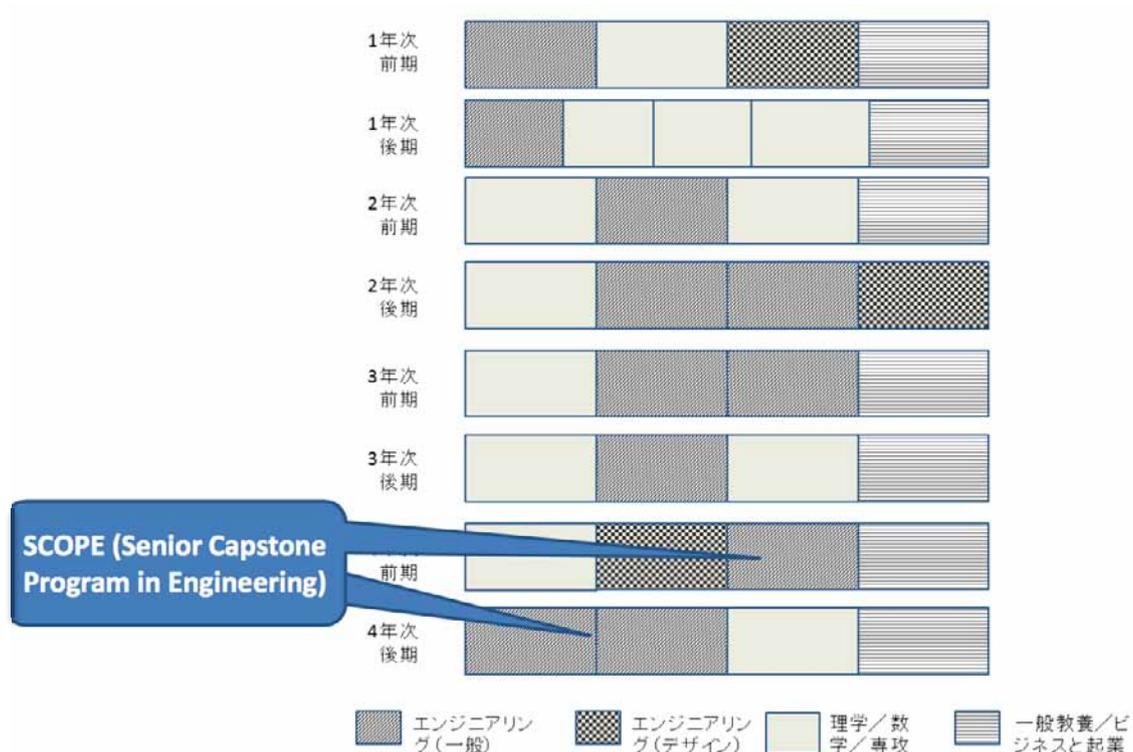


図 3.2.4 オーリン・カレッジのカリキュラム

2013 年夏にアメリカの西海岸のいくつかの大学、研究機関を訪問した。1 番の目的はイノベーションや教育を含めた、彼らの仕組みを見ることであった。例えば、有名なインキュベーションの仕組みである Plug and Play Tech Center (P&P) を訪問した。3 階建ての建物で、2 階は主にベンチャー、起業したい人たちのスペース、1 階は 2 階でやっていることに興味のある人のスペース、そして 3 階はファンディング・エージェンシー、どのテーマにお金を出すかを見る人たちのスペースになっている。学生たちのスペースもあり、スタンフォード大学、ハー

バード大学, MIT などの 10 大学ほどがスペースを持っており, 学生に P&P でプロジェクト活動を行う機会を提供している。

スタンフォード大学には d. school というものがあり, ロス (Bernie Roth) 先生がリーダーシップを発揮し, インターディシプリナリーに教育を行っている。d. school も科学技術白書に載っている。また, UC Berkeley では, アリス・アゴディーノ (Alice M. Agogino) 先生からいろいろ話を聞くことができた。アリス先生から, エンジニアリングデザインの中で倫理 (ethics) は必要不可欠な要素であるとして, この本 (Engineering Design: A Project Based Introduction ; Third Edition by Clive L. Dym and Patrick Little (Author), John Wiley & Sons, INC. 2009) を紹介してもらった。また, アリス先生は全米技術アカデミー (National Academy of Engineering) の会員で, アカデミーから出版されている 2 冊の本 (The Engineer of 2020 – Visions of Engineering in the New Century, 2004; Educating the Engineer of 2020 – Adapting Engineering Education to the New Century, 2005) を作った委員会の委員であることをこの時知った。シリコンバレーの南のサンノゼにある The Tech Museum of Innovation にも行った。ここは本当にイノベーション一色であった。たとえば, ロボットの工作室があって, お母さんと子どもがパーツを集めて自律的に動く機械を作る, そういう機会を提供していた。

次に, 自分の目では見ていないが聞いた話をする。初めのキーワードは, 「Engagement (契約, 約束)」である。ISO26000 (Social responsibility) を重視する企業は Engagement を重視しているが, 大学でも Engagement に注目してきている。日本にあるイギリスの British Council が 2013 年に開催したシンポジウム「英国における Public Engagement と Research Impact の目指すもの」で, 大学の社会との Engagement を非常に重視していた。ISO26000 は組織としての社会的責任を規定したもので, 組織というのは企業に限らず, 大学も含まれる。その中の clause 5 「Recognizing social responsibility and engaging stakeholders」はまさに Engagement の節になっており, ISO26000 が重視している概念であることがわかる。

Industry については, 「日経ものづくり」2016 年 1 月号に, ドイツの Industry4.0 と教育の関係について, 大学と産業界との連携プレーを含めた教育をテーマとした記事が掲載されているので参考にしてほしい。

## b エンジニアリング

Engineering については, 先程述べたオーリン・カレッジのビジョン, ミッションに書かれているように, こういう学生を育て社会に送り出すのだということを先生方は意識し, 実際に行っている。また, The Tech Museum of Innovation では Design Challenge Learning という教育機会を提供している。

また, Engineering に関連して, テクノロジー (technology) とエンジニアリング (engineering) の関係を大学でちゃんと教えているのかという問題がある。「The Engineer of 2020 - Visions of Engineering in the New Century」(The National Academies Press, 2004) の中には次のように書かれている。「技術はエンジニアリングという行為から生み出される成果である」, 「エンジニアリングは大変創造的なプロセスだ。そのもっともエレガントな説明は, エンジニアリングは制約条件下のデザインということだ」。

デザイン能力について, 上述の「The Engineer of 2020」では「エンジニアは, 素子, 器具, サブシステム, システムをデザインする。成功したといえるデザインの創造は, 技術, 経済,

事業、政治、社会、倫理面からの制約の枠内で、直接もしくは間接的に生活の質改善をもたらすものでなくてはならない」としており、ABET(米国の大学レベルの科学技術教育の外部認定機関)の Criterion 3 の (C)では「学生は学部卒業時に、次のような能力を獲得していなければならない。経済性、環境対応、社会、政治、倫理、健康、安全、製造しやすさ、持続性などの現実的な制約条件を充足しつつ、システム、器具やプロセスをデザイン(設計)できる能力」と書かれている。両方とも共通して、制約条件のもとで、世の中に役立つものを作り出すのがエンジニアリングであり、その中でもデザイン能力だということである。先程述べたアリスが紹介してくれた本の中では、エンジニアリング・デザインについて「Designer」「Client」「User」のトライアングルが強調されている。日本の工学教育の中でも、この3つの関係を十分理解させるような教育をやっていただけたらと思う。日本では、エンジニアの倫理(工学倫理)について、関西大学の斉藤了文先生は「技術者にとって、考慮すべき人(公衆)は遠い。技術者は社会システムの中で仕事をする必要がある」と述べている。

### c 問題意識

今、インダストリー(industry)が世界的に根本的に変わってきている。日本に、この根本的に変わりつつあるインダストリーを担う人がいるだろうか。誰がどこでいつどうやってこの担い手を育てるのかという方法論まで含めた、具体的な掘り下げがないとまずいことになる。それが、私の問題意識である。

人口問題を具体的な数字にしてとらえると、地球の人口は農耕革命が大きな転機になって増えた。それからイギリスに始まる産業革命でさらに大きな変化が起きて、人口が非常に増えた。今やその人口が地球を滅ぼそうとしている。人口が飽和する中で、インダストリーは何を求められているのかということを経験してぜひ教えてほしい。本気になってエンジニア側と社会側がエンゲージ(engage)して社会を革命していかないと、地球はもたない気がする。

### d 行動を

以上のような問題意識を踏まえて、実際に行動しなくてはならない。教育科目の見直しは当然必要である。

私は工学部の教育全体を云々する立場にはない。現在、いくつかの大学で技術者倫理を教えている立場から、申し上げたいことがある。いまいただいている科研費で、技術者倫理科目の学生アンケート調査を行った。技術者倫理の授業を始める前と、始めた時点で学生がどう変わったかを調べると、授業による変化度合いが把握できる。それと同時に、授業開始時点のスコアから、技術者倫理科目を履修する前に大学でどういう教育を提供したかということがわかる。一例を示せば、昨年度に卒研冒頭にエンジニアリング・デザインのプロジェクト演習を組み込んだ大学があった。その大学では演習終了後に技術者倫理科目が担当されている。授業アンケートの開始時スコアは、全国平均と比較して、エンジニアリングやチーム活動を問うた設問で突出した結果が示された。そして終了時スコアで、スコアがさらに伸びている。このようなデータを見たり、いくつかの授業等を経験すると、技術者倫理科目という2単位の科目を1回だけ提供するという今のスタイルがよいのか疑問になってくる。科目を解体して、一部分(学生としての倫理)を新入生教育の一環として、他の一部分(社会人の倫理)を学部就活が本格化する前に、さらに一部分(研究倫理)を大学院に入ったら、そして最後に研究室マネジメント

的な教育機会を提供するようにするのがよいと考えている。他の科目と連携し、教育全体を効率化する努力もいるだろう。

私はこれからの時代に通用するエンジニアリング方法論の開発も一生懸命やっている。従来のエンジニアリングの何が課題かというのを明確に意識させて、どうやったらその課題が解けるかというのを一生懸命教えている、それに加えて、なぜそれが課題なのかというのをもっと重視しなければいけない。エンジニアのサイドからの社会とのエンゲージメントの実践というのがこれからの時代には必要で、それができる人材を大学には育ててほしいし、企業も企業活動の中でそれをやっていただければなというふうに思う。

### 3.3 グループワーク

---

アンケート調査の結果をもとに、産学における工学系人材育成に関するミスマッチの有無も含めた実像に迫るためには、大学側の視点だけで取りまとめるのではなく、産業界の視点も入れた分析が必要である。また、人材育成に関して具体的で実行可能な産学連携の取り組みを考えるには、産学の関係者が一堂に会して議論する必要がある。以下、これらの目的でシンポジウムの2日目の午前中に実施したグループワークの概要と成果について述べる。

#### (1) グループワークのねらいと進め方

上述の趣旨に基づき、グループワークのねらいを以下のように設定した。

- アンケート調査の結果に関して、大学関係者と産業界関係者がそれぞれの視点から意見交換し、ミスマッチの実態や背景に迫る。
- 工学分野の人材育成に関して、大学と産業界が連携して取り組める効果的な具体策を考える。

議論のポイントを絞るために、アンケートの結果も踏まえて、以下の3点を論点として設定した。また、これらの議論で漏れている視点があることが懸念されるため、論点4として抜けている視点について議論した。

- 論点1 ミスマッチはあるのか？
- 論点2 研究活動を通じた教育の必要性
- 論点3 産業界を大学教育に巻き込むには
- 論点4 抜けている視点はないか？

上記の論点1～論点4に関して、5～6名の小グループに分かれて議論し、その概要をパワーポイントの記録シートに箇条書きでまとめた。各小グループは大学関係者と産業界関係者のバランスにも配慮して構成した。小グループでの議論は9:00～10:30にわたって行い、その後休憩を挟んで、正午前まで各グループでの議論の概要をシンポジウム参加者全体で共有した。

#### (2) 各論点と議論のガイド

グループワークにおける議論の説明と、各論点の議論のポイントについては、1日目の講演の最後に簡単な説明を行った。これは、その後の意見交換会でも出席者間の意見交換を促し、翌日のグループワークの材料が出て来ることを意図したものである。論点1～4のそれぞれに関して、議論のポイントとして説明した内容は以下のとおりである。

論点1 ミスマッチはあるのか？

- 大学と産業界の認識にはどのようなミスマッチがあるか？ その中で問題にすべきものは何か？
- ミスマッチがあるとしたら、その背景は何か？
- 大学で身につけるべきものと、社会で身につければよいものの、区分けの認識が異なるのではないか？
- 「すぐに役立つこと」と「将来にわたって役立つこと」の必要性の認識の違いなのか？
- 会社の規模や業種などの違いが、期待する能力の違いに影響しているのではないか？

#### 論点2 研究活動を通じた教育の必要性

- 「既存の知識の切り売り」ではない、知の探究力や問題解決力の涵養は「研究活動を通じた教育」によってこそできるのではないか？
- 研究の取りませ方に関する認識の違いではないか？
- 「研究活動を通じた教育」に本当に期待されるべきアウトプットは何か？
- 教員の研究の単なる「下請け」が横行しているのではないか？
- 研究活動では修得が困難な重要な身につけるべき能力があるのではないか？

#### 論点3 産業界を大学教育に巻き込むには

- 「ミスマッチ」の根源は、大学に対する産業界の無関心にあるのではないか？
- 人材育成における大学と産業界の守備範囲はどうあるべきか？
- 大学と産業界の連携によって効果的に育成できる能力があるのではないのか？
- そもそも、人材育成に関する産業界のビジョンが明確に存在しないため、大学への期待も希薄なのではないか？
- 大学教育に参画することが、行く行くは産業界の活性化につながるという共通認識をどうしたら築けるか？
- 企業の技術者が大学教育に、大学教員が企業の技術者教育に、相互に参画できる効果的で実行可能な方策はないか？

#### 論点4 抜けている視点はないか？

- 工学分野の人材育成に関して、これまでの議論で抜けている視点はないか？

### (3) グループワークのまとめ

以上の論点1～4について議論した結果は、本報告書巻末の資料12に収録するとおりであるが、各論点に関して、以下に総括する。

#### a 論点1 ミスマッチはあるのか？

アンケート結果に関して、大学側で重視しているものと産業界でも期待しているものに一致する傾向が見られたことについては概ね理解が得られたが、一見ミスマッチがないと見えても、知識・能力を表す言葉の定義の違いや、具体的な知識・能力の内容やレベルなどに踏み込んでみると、ミスマッチが見えてくるのではないかと指摘が多くあった。

#### b 論点2 研究活動を通じた教育の必要性

研究活動を通じた教育の必要性については、課題解決型教育の重要な機会となっており、どれだけ考えさせたかなどの取りませ方が重要であることなども含めて、大学と産業界での共通認識が確認できた。また、研究そのものだけでなく、研究室における下級生の指導などの運営やチームワーク能力の育成に関しても重要性の指摘が多かった。しかし、教育としての有効性が研究室や指導教員に大きく依存する点や、視野を狭めてしまう危険性もあることなどの留意点についての指摘も多かった。また、学会発表については、アンケート調査では産業界ではあまり重視していないという傾向が見られたが、グループワークでは産業界でも重視しているとの指摘があった。この点については、企業の規模などに依存する部分もあると考えられる。

### c 論点3 産業界を大学教育に巻き込むには

大学教育に対する産業界の関心が低い原因として、大学と産業界の情報交換の不足や、連携したいと思わせる魅力が人材育成の面でも研究面でも不足しているという指摘が目立った。その解決策の第一歩として、議論の場としてのコンソーシアムの設立などを検討してはどうかとの意見があった。さらには、産と学の連携だけでは不十分であり、官や行政の参画が不可欠であるとの意見も多かった。具体的な教育への産業界の参画としては、学生に対してロールモデルを見せることや、大学から産業界に入ってまでを通した学生個人の成長のロードマップを共同で作成するなどの取り組みを始めるべきではとの意見が出された。また、産業界と大学の人材育成における連携の場としてインターンシップを機能させるべきとの意見も目立った。さらには、大学教員を対象とした産業界でのインターンシップやサバティカルなどの提案もあった。

## 4. 理工系大学教育に関するヒアリング調査

---

### 4.1 ドイツにおける現地調査

---

#### (1) 調査概要

理工系大学（大学院）教育の国際的な実態と先進的な事例に関する情報を入手するため、ドイツの 3 大学（ドレスデン応用科学大学、ベルリン工科大学及び千葉大学ベルリンオフィス）を訪問し調査を行った。

具体的には、以下の事項について、ドイツの大学の考え、実態、先進的な取り組みなどのヒアリング調査を実施した。

1. 教育システムについて
  - ① 成績評価、卒業要件・修了要件は厳格か
  - ② 学部・修士課程の一貫教育はされているか
  - ③ 産業界のニーズと大学カリキュラムのミスマッチ解消のためにどのような取り組みをしているか
  - ④ 実践的な教育を行う理工系専門職業人材を育成する職業教育システムはあるか
  
2. 産学連携について
  - ① 産学共同研究へ学生は参加しているか
  - ② 企業などでのインターンシップは行われているか
  - ③ 産業界出身の実務家教員の採用は積極的に行われているか
  - ④ 大学と産業界の連絡調整は十分に行われているか
  
3. 博士課程について
  - ① 博士課程学生、ポストドクターへの経済的支援は十分にされているか
  - ② 博士課程修了者の民間企業への就職は十分にされているか

調査担当者は以下のとおりである。

- |                  |           |         |
|------------------|-----------|---------|
| ● 工学研究科          | 副研究科長（教授） | 武 居 昌 宏 |
| ● 工学系事務センター総務室   | 総務係長      | 高 橋 浩 之 |
| ● 工学系事務センター総務室   | 一般職員      | 武 村 美 香 |
| ● 工学研究科調査研究事業推進室 | 事務補佐員     | 鈴 木 静 恵 |

調査概要は、表 4.1.1 のとおりである。

表 4.1.1 ドイツにおける現地調査概要

訪問先と 訪問日時	対応者	現地の様子
<p>ドレスデン応用 科学大学 (University of Applied Sciences)</p> <p>平成 28 年 2 月 12 日 (金) 10:00~13:00</p>	<p>Prof. Dr.-Ing Jens Morgenstern (Technical Thermodynamics Faculty of Mechanical Engineering) (International Relations Advisor of the Faculty of Mechanical Engineering)</p> <p>Prof. Dr.-Ing Prof.eh. Jochen Dietrich (Manufacturing Engineering Faculty of Mechanical Engineering/Process Engineering)</p> <p>学生 Mr. Wetzing</p>	  <p>写真左から 4 番目が Prof. Morgenstern, 5 番目が Prof. Dietrich</p>
<p>ベルリン工科大 学 (Technical University Berlin)</p> <p>平成 28 年 2 月 13 日 (土) 10:00~12:00</p>	<p>Prof. Dr.-Ing Matthias Kraume ( Chair of Chemical and Process Engineering)</p>	  <p>写真一番右が Prof. Kraume</p>

表 4.1.1 ドイツにおける現地調査概要（続き）

訪問先と 訪問日時	対応者	現地の様子
<p>千葉大学ベルリンオフィス</p> <p>平成 28 年 2 月 15 日（月） 10:00～13:00</p>	<p>Mr. Makoto Kashiwabara (MPH) 千葉大学客員研究員</p>	

## (2) 調査結果

ドレスデン応用科学大学では、主に学部及び大学院博士前期課程（修士課程）について、ベルリン工科大学では、主に大学院博士後期課程（博士課程）及びポストドクターについて、千葉大学ベルリンオフィスでは、主にドイツの全般の教育体制についての調査を行った。

各大学でのヒアリングを実施した結果は以下のとおりである。

### 1. 教育システムについて

#### ① 成績評価、卒業要件・修了要件は厳格か

ドイツでは、日本と同様な基準があり、厳格に行われている。

#### ② 学部・修士課程の一貫教育はされているか

ドイツでは、ボローニャプロセス（ヨーロッパ主流のシステム）が主流であり、Diploma 制度（8-9 セメスター）であるが、併せて、Bachelor（6-8 セメスター）、Master（2-4 セメスター）の 5 年一貫教育が一般的になっている。

#### ③ 産業界のニーズと大学カリキュラムのミスマッチ解消のためにどのような取り組みをしているか

企業と学生が Web 上でつながり、マッチングできるようなシステムを構築している。

また、ドイツでは、特に化学工学分野においては DECHEMA という大きな学会（協会）があり、その中には、多くの分野のワーキンググループ（プラットフォームと呼んでいる）が組織され、企業と大学の連絡調整を行っている。

#### ④ 実践的な教育を行う理工系専門職業人材を育成する職業教育システムはあるか

ドレスデン応用科学大学では、20 週間のインターンシップ（5 セメスターに実施）を約 90%の学生が実施している。

また、卒業研究でもインターンシップを取り入れている。

ベルリン工科大学では、DECHEMA のプラットフォームを利用し、企業と学生が密な連絡をとることでコラボレートした研究を行うことで実務的な教育を行っている。

### 2. 産学連携について

#### ① 産学共同研究へ学生は参加しているか。

ドイツでは、産学共同研究・プロジェクトが盛んに実施されており、多くの学生が参加している。

#### ② 企業などでのインターンシップは行われているか。

ドイツでは、インターンシップは昔から伝統的なものであり、盛んに行われている。

ドレスデン応用科学大学では、20 週間のインターンシップ（5 セメスターに実施）を約 90%の学生が実施している。卒業研究でもインターンシップを取り入れている。インターンシップを修了した者には証明書が交付され、評価されている。

また、学生には、月に 520 ユーロの給与が支給されている。

- ③ 産業界出身の実務家教員の採用は積極的に行われているか。

ドレスデン応用科学大学では、3年以上の実務経験者を採用している。

- ④ 大学と産業界の連絡調整は十分に行われているか。

ドレスデン応用科学大学では、企業と学生の間をコーディネートする組織があり、企業と学生が Web 上でつながり、マッチングできるようなシステムを構築している。

ベルリン工科大学では、DECHEMA が主催するACHEMA という大規模な展示会があり、その機会を利用して、定期的に企業と大学が合同で発表会を開催している。

また、プラットフォームを利用し、企業と大学の連絡調整、企業と学生のコンタクト、プロモーション、リクルート活動を行っている。

### 3. 博士課程について

- ① 博士課程学生、ポストドクターへの経済的支援は十分にされているか。

ドイツでは一般的に博士課程学生の学費は無料である。

企業とのリサーチプロジェクトでは、大学が Ph.D.学生を雇用し、企業がその費用を負担している。

- ② 博士課程修了者の民間企業への就職は十分にされているか。

ドイツでは、博士課程修了後、民間企業へ就職する者は非常に多い。

実際に、ベルリン工科大学 Prof. Kraume の研究室には、20名の Ph.D.学生がおり、ドイツ人16名の他、4名の留学生（フランス1名、ブラジル1名、インドネシア2名）が在籍しているが、そのほとんどが自分で就職先を見つけ民間企業へ就職を予定している。

最近では43人の Ph.D.学生のうち4人が研究職へ、39人が民間企業へ就職した。Ph.D.学生は、ひとつの研究だけでなくプロジェクトの様々なことを行っているので、近い分野に就職する者もいる。

全体的に、ドイツにおける企業と大学の連携体制は、日本の制度より進んでいる印象がある。これは、連携を調整する組織の存在が大きく、企業ニーズと大学のシーズのマッチアップ、企業と学生が直接連絡できる環境の提供など連携体制が整備されている。

このため、学生のインターンシップや共同研究を通じて実務的な教育も行われており、結果、産業界のニーズにあった実践的な教育が行われている。

## 4.2 金沢工業大学に対するヒアリング調査

---

### (1) 調査概要

理工系大学（大学院）教育の先進的な事例に関する情報を入手するため、金沢工業大学を訪問し調査を行った。

具体的には、以下の工程で、金沢工業大学の考え、実態、先進的な取り組みなどのヒアリング調査を実施した。

#### 1. 金沢工業大学の理工系教育に対する取り組みの説明

宮里心一教授（金沢工業大学 環境・建築学部）から、金沢工業大学の理工系教育に対する取り組みについての説明があった。

#### 2. 校内見学

宮里心一教授から、アントレプレナーズラボへの案内があり、西川紀子運営係長（金沢工業大学 産学連携機構事務局 産学連携推進部）から施設概要の説明があった。

#### 3. 石川憲一学長との面談

石川憲一学長との面談を行った。

#### 4. 学生面談

宮里心一教授の担当するゼミの学生たちと、面談を行った。

調査担当者は以下のとおりである。

● 工学研究科	研究科長（教授）	関 実
● 工学研究科	副研究科長（教授）	塩 田 茂 雄
● 工学系事務センター総務室	一般職員	井 上 博 絵
● 工学研究科調査研究事業推進室	事務補佐員	中 川 まりな

調査概要は、表 4.2.1 のとおりである。

表 4.2.1 金沢工業大学に対するヒアリング調査概要

訪問先と 訪問日時	対応者	現地の様子
<p>金沢工業大学 扇が丘キャンパス</p> <p>平成 28 年 3 月 11 日 (金) 9:00～12:30</p>	<p>石川 憲一 (金沢工業大学 学長)</p> <p>宮里 心一 (金沢工業大学 環境・建築学部 教授, 調査研究実行委員会 委員)</p> <p>西川 紀子 (金沢工業大学 産学連携機構事務局 産学連携推進部 連携推進室 運営係長)</p>	 <p>金沢工業大学 1 号館の外観</p>  <p>アントレプレナーズラボ・ラウンジの様子</p>  <p>写真左から 3 番目が西川紀子運営係長, 4 番目が宮里心一教授</p>



左から 2 番目が石川憲一学長



宮里心一教授のゼミ生達

## (2) 調査結果

金沢工業大学に対するヒアリング調査の結果は以下のとおりである。

### 1. 金沢工業大学の理工系教育に対する取り組みの説明

#### ① CDIO アジア地域会議 2014

2014年3月に金沢工業大学においてCDIOアジア会議を主催し、アジア地域における工学教育の発展と関連教育機関の交流を図るとともに、大学COC事業に基づく総合ラーニング型教育に関する取組等を紹介した。CDIOとは、Conceive（考え出す）、Design（設計する）、Implement（実現する）、Operate（運営する）の頭文字である。

#### ② 産学連携プロジェクトによる修士課程学生への教育

大学院の修士研究を教員と企業の共同研究プロジェクトに積極的に組み入れることで、学生はプロジェクトを通じて第一線の技術者と触れ合うことができ、インターンシップとは違った教育効果が得られることを確認した。学生の負担が大きいため、メリットを学生にわかりやすく提示するという課題が残る。

#### ③ 博士課程学生のインターンシップ

博士課程の学生には、3ヵ月以上のインターンシップを必修として課している。学生によっては半年の長期に渡る場合もあり、事前の研究計画を修士課程時代から立てている。

#### ④ 環境土木工学専攻におけるモジュール統合科目

環境土木工学専攻で提供している（欧米では一般的な）モジュール科目群（水環境の創造と防災、国際モジュール、メンテナンス・建設マネジメント）において、PBL型の取り組みを実施している。

#### ⑤ 基礎と専門が連携した初年次科目「環境・建築系数理」

環境・建築学部の一年生用科目として、基礎教育を担当する教員と専門教育を担当する教員が連携し、数学の基礎とその専門分野への応用を繋げて学ぶ「環境・建築系数理」を開講している。

#### ⑥ 「プロジェクトデザイン」の開講

金沢工業大学では、プロジェクトに関わっていく能力を育むために、学部の一・二年生を対象にプロジェクトデザイン科目を必修にしている。この科目では、6～7人の学生がチームを組み、専門に限らない自由なテーマを自分たちで設定する。また、学内での調査だけでなく現地にも視察に向かい、評価は教員と学生達同士で実施する。金沢工業大学では、新任の教員はまずこの授業の専任となり、教員としての経験を積む。一人の教員が約60人前後の学生を担当するため、教員の能力が求められる。

#### ⑦ SRI インターナショナルとの共同教育

金沢工業大学では、アメリカのSRIインターナショナル（旧スタンフォード研究所）と共同し、イノベーション力教育を行っている。具体的には、SRIインターナショナルの日本支社から講師を招いてワークショップを開き、学生のみならず教職員も受講することができる。

- ⑧ ベトナムで新設される大学に金沢工業大学の教育カリキュラムが採用  
平成 26 年、ベトナムのホーチミン市工業大学が新設する「ベトナムー日本技術  
大学」にて、金沢工業大学の教育プログラムが評価され、カリキュラムに採用さ  
れた。

## 2. アントレプレナーズラボ見学

### ① アントレプレナーズラボ

金沢工業大学は、地域・企業・大学との交流の場として、アントレプレナーズ  
ラボを設置している。四階建ての建物の中に、ラウンジ・プロジェクトブース、  
社会イノベーターブース、イノベーションホールが設置され、大学内における  
COC 事業の拠点になっている。1 階のラウンジは、学生間の打ち合わせや、大学  
と企業との打ち合わせ場所として利用しやすいように、くつろげるスペースを意  
識した、開放された空間作りが行われている。また、「ものづくり」だけでない  
「コトづくり」を目標にしており、野々市市、金沢市の地域の課題解決へ向けた  
プラットフォームが構築されている。1 階のオフィスには事務スタッフが 7 人常駐  
し、チラシ作り、公開講座などの企画や参加呼びかけ、地元企業との連携活動に  
専念し、教員及び学生の負担を減らしている。なお、産学連携機構事務局は 40  
～50 人のスタッフを抱えている。

### ② 学内に配置されたディスプレイによるコンテンツ配信

金沢工業大学では、学内の各所に配置されたディスプレイにて、建学の精神や  
大学としての方向性を意識付けるような動画コンテンツを作成、配信し、学生の  
愛校心とモチベーションを向上させている。コンテンツ作成には卒業生が関わっ  
ている。

## 3. 学長との面談

- ・大学と企業 mismatches は、双方の価値観が異なることに原因がある。 mismatches の  
解消のためには、教員の評価の方法を研究成果重視から変えていく必要がある。また、  
教員評価の方法を文部科学省が決定し、全国の大学に発信すべきである。
- ・金沢工業大学では教員評価を教育 5、研究 3、社会貢献 2 の割合で実施しており、この  
ことを採用時に教員にはっきりと伝えるとともに、採用後 3 年間は仮採用とし、3 年間  
の教員評価を踏まえて、本採用とするかを判断している。私立は学費が高く、高い学  
費にふさわしい教育サービスを提供することが肝要である。
- ・教育の評価は、最終的には卒業生が社会でどのように活躍しているかで定まる。この  
ため、卒業した学生の追跡評価をすることが重要である。具体的には 3 年後の離職率  
やインタビューなどを行い、企業で働ける学生を育てられているかを見る。
- ・教員は、大学に安住せず、訓練し、努力しなければならない。日本では大学の教員が  
インターンシップに行くことがないが、学生よりもまずは教員が企業精神を学ぶべき  
である。
- ・学内の教員評価委員会の設置を検討すべきである。全体のコンセンサスを得ながら、  
一つの組織として教員を評価する。教員のマンネリ化防止として、メールなどの間接  
的ではなく、口頭で直接伝えるのが重要である。

- ・新任の教員へは、外部の講師を招いてプレゼンテーションの講習を受けさせる。
- ・学長が強いリーダーシップとヴィジョンを持つことが重要である。教育理念を達成するために、組織で一体となって動く。
- ・卒業生の社会での活動を把握するためには、同窓会組織が重要である。教員がゼミ生たちとの繋がりを持ち続けていくことで、学生が手を離れた後も責任を持ち続ける努力が必要である。同窓会は、卒業生が生涯教育の場として大学に戻るきっかけを与えたり、激励を受けたりする場としても役に立つ。そのためにも、在校時代に愛校心を育てる教育が必要である。
- ・研究に真剣なだけでなく、教育に情熱を持ち続けられる人が教員になって欲しい。学生に専門知識を教えるのは教員として当然で、それだけでなく人間力も伝授していく。
- ・学力×人間力＝総合力である。
- ・博士課程は論文で卒業できるシステムを変えるべきである。
- ・「企業倫理」を「企業価値」に変えて必修にする。

#### 4. 学生との面談

- ・企業との共同研究を通じて、ホームページからは読み取れない企業の考え方を学ぶことができた。また、共同研究の打ち合わせのために資料を準備することは、自分の研究を整理する機会として役に立った。
- ・インターンシップや共同研究は、就職先を考えるきっかけにもなる。
- ・大学院への進学率は研究室によって違う。必ずしも大学院生ではなく、学部生を採用する地方の中小企業も少なくない。一方、学部では就職できる企業が限られてしまうので、それが大学院進学のもちづけともなっている。
- ・モジュール科目について、話の流れの作り方の勉強として捉えている。
- ・大学そのものよりも、研究室や教員に愛着を持つことが多い。教員が退職し、研究室がなくなれば、大学に来るモチベーションは低下する。
- ・同窓会が定期的開催され、かつ在学時代から学生も参加すれば、卒業した大学への愛着や愛校心が深まるのではないか。

全体的に、金沢工業大学における教育システムや産学連携システムは先進的な印象を受けた。特に、アントレプレナーズラボに代表されるように、数多く（50人程度）のスタッフを産学連携部門に投入し、大学の活発な地域貢献・産学連携活動を強くサポートしている点、また産学連携部門のスタッフがその活動を誇りを持って進めている点が印象に残った。また、学長が教育に対し高い情熱を有し、学長の強いリーダーシップのもとで、先進的な教育システムの導入を進めている点も印象的であった。

本調査のまとめ方や次年度以降の展開について、地方の中小企業、特に小規模な企業への理工系人材供給についても視野に入れて欲しい、という趣旨のコメントを宮里先生からいただいたので付記しておく。

## 4.3 新潟大学に対するヒアリング調査

---

### (1) 調査概要

理工系人材育成に関する国内の特徴ある取組みに関する情報収集の一環として、新潟大学工学部を訪問し調査を行った。

具体的には、以下の工程で、新潟大学の考え、実態、先進的な取組みなどのヒアリング調査を実施した。

#### 1. 新潟大学の理工系人材育成の取組みの説明

阿部和久教授（副工学部長・工学部附属工学力教育センター長）より、新潟大学工学部の改組計画（平成 29 年 4 月予定）として策定された教育体制改革について、特に分野横断型主専攻としての「協創経営プログラム」の内容を中心に説明があった。

#### 2. 質疑応答・意見交換

1 で受けた説明について、質疑応答・意見交換を行った。また、先に千葉大学において実施した「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」アンケートの結果等について意見交換を行った。

調査担当者は以下のとおりである。

● 工学研究科	副研究科長（教授）	岩 永 光 一
● 工学研究科	副研究科長（教授）	高 橋 徹
● 工学系事務センター	副事務センター長	佐 藤 光 浩
● 工学系事務センター総務室	一般職員	窪 梢

調査概要は、表 4.3.1 のとおりである。

表 4.3.1 新潟大学に対するヒアリング調査概要

訪問先と 訪問日時	対応者	現地の様子
<p>新潟大学 五十嵐キャンパス</p> <p>平成 28 年 3 月 14 日 (月) 13:00～14:45</p>	<p>田邊 裕治 (新潟大学 工学部 長)</p> <p>小椋 一夫 (新潟大学 副工学 部長)</p> <p>阿部 和久 (新潟大学 副工学 部長)</p> <p>三村 宣治 (新潟大学 副工学 部長)</p> <p>坪井 望 (新潟大学 副工学部 長)</p> <p>丸山 武男 (新潟大学 名誉教 授, 調査研究実行委員会 委 員)</p> <p>【以下陪席】</p> <p>山崎 利弘 (新潟大学 工学部 事務室長)</p> <p>樽松 淳 (新潟大学 工学部学 務係長)</p> <p>石井 薫 (新潟大学 工学部総 務係長)</p>	 <p>新潟大学の本部及び工学部外観</p>

## (2) 調査結果

新潟大学に対するヒアリング調査の結果は以下のとおりである。

### 1. 新潟大学の理工系人材育成の取り組みの説明

新潟大学工学部工学科協創経営プログラムの概要について

#### ① 新潟大学工学部の改組の概要について

新潟大学工学部では現在の7学科体制を1学科に改組し、そこに工学系主専攻として7プログラム、分野横断型主専攻として2プログラムの配置を計画している(表4.3.2)。

表 4.3.2 新潟大学工学部の改組計画の概要

工学部工学科	工学系主専攻	機械システム工学プログラム
		社会基盤工学プログラム
		電子情報通信プログラム
		知能情報システムプログラム
		化学システム工学プログラム
		材料科学プログラム
		建築学プログラム
	分野横断型主専攻	人間支援感性科学プログラム
		協創経営プログラム

この改組の背景には、平成27年3月に文部科学省が公表した「理工系人材育成戦略」に示された理工系プロフェッショナル・リーダーの育成システム強化の必要性、平成27年4月発表の経済同友会「これからの企業・社会が求める人材像と大学への期待」に示された産学連携教育の推進と卒業生の質保証・企業が求める能力の涵養等の社会的要請がある。

なお、協創経営プログラム以外の各プログラムは、基本的には、改組前の7学科体制とその定員を継承したプログラムとなっているが、協創経営プログラムについては、教育学部改組に伴う学生定員の異動によって新たに30名の学生定員を確保している(工学部全体では50名の定員増)。

#### ② 協創経営プログラムについて

協創経営プログラムは、改組後の工学部工学科に分野横断型主専攻の1つとして設置されるプログラムであり、育成する人材像と名称の意味は以下の通りである。

<育成する人材像>

多様化・複雑化する社会現象から個々人の必要に応じた問題を具現化し、そこからの課題の抽出とその解決を模索し実践できる、理工系分野で活躍する人材を育成する。すなわち、工学的側面から様々な技術を統合し解決策を見出すことのできる構想(プロデュース)力やマネジメント・リーダーシップ等を涵養し、且つ社会科学的視座から世界に通用する地域産業の発展に貢献し得る人材を育成することを目的とする。

### <名称の意味>

工学と経済学・経営学という異なる分野を横断的に学び、これらの分野が協力して新たなものを創り出し経営（ビジネス展開）できる能力を身に付けさせる。大学と地域企業とが協力して教育に携わる。

協創経営プログラムのカリキュラムは、大学院修士課程までの6年一貫教育を基本としてアクティブラーニングとPBLを中心とした実践的教育を基本方針としている。その中で、各学年での長期（1～6ヶ月）インターンシップ、工学分野と経済学分野を融合した科目構成、各学年でのディベートやマーケティングなどのコミュニケーション・経営関連科目、必修科目の学年均等配置、卒業研究の廃止などを特徴とするものである。

協創経営プログラムの科目は、一般系科目、専門系科目、MOT（Management of Technology, 技術経営）関連科目（必修）、企業連携インターンシップ・PBL（必修）、語学から構成されている。

MOT 関連科目では、協創経営プログラムの独自科目として、アントレプレナーシップⅠ（1年次）、経営管理と社会的責任（2年次）、プロジェクト・マネジメント（3年次）、リーダーシップ基礎（4年次）、マーケティング・品質管理（修士課程）などの科目が必修として設置されている。

また、企業連携インターンシップでは、学部1・2年生、学部3・4年生、大学院（修士）1・2年生、企業の若手社員が階層的に連携し、各学年2～3名程度のチームを構成して、若手社員は大学院生を、大学院生は学部3・4年生を、学部3・4年生は学部1・2年生を指導するといった6年一貫型の課題解決型インターンシップを提案し、「ドミトリー型教育」と称している。

### ③ 協創経営プログラムの課題

今後解決すべき課題として、以下が挙げられた。

- インターンシップ先企業の開拓
- AP, COC+などでインターンシップが林立
- 専任教員の確保
- 学部を越えた連携の実現

## 2. 質疑応答・意見交換

### ① 協創経営プログラムの学生定員の確保について

協創経営プログラムは新規に工学部に設置される教育プログラムとして30名の学生定員が配置されているが、その確保の見通しについてはどのように考えているのか。

→ 高校等にアンケート調査を実施した結果では、定員の6倍程度の受験希望者が見込まれている。同じく分野横断型主専攻に設置される人間支援感性科学プログラムでは4倍程度であり、分野横断型の工学教育に対する受験生の需要はあると考えている。

### ② 協創経営プログラムを修了した学生の就職先について

出口として協創経営プログラムを修了した学生の就職先はどのように考えているの

か。

→ 新潟県内の企業を前提に考えた場合、基礎的な工学的知識や技術が重視される反面、経営という視点から工学領域をコーディネートできる人材も求められており、企業のニーズに対応した人材の供給が可能になると思われる。

③ 改組後の工学部の入試について

改組に伴い5つの導入科目群（A～E）による大括り入試が実施されるが、具体的な合否判定はどのように行うのか。

→ 受験生は、出願時にA～Eの科目群に希望順位を付けて出願する。ただし、希望する科目群の数は1つ以上で任意とし、希望する科目群ごとに合否判定を行う。

④ 大学教育と企業が求める人材のミスマッチについて

大学教育と企業が求める人材のミスマッチについては、どのように考えているか

→ 大学と企業が共同して理工系人材を育成すると言う意識改革が必要であり、そのための大学と企業の連携教育の機会を増やすことが重要である。結果として地域の産業を振興し、地域と企業の発展につながる。

⑤ インターンシップについて

現在の大学では、さまざまなプロジェクトに対応してさまざまなインターンシップが林立しており、効果的な教育が実施されているとは言いがたい。

→ 大学として、インターンシップを担当する部署が統一されていないのが現状であり、この状況を変える必要がある。また、大学では教育カリキュラムの一環としてインターンシップを位置づけているが、企業では必ずしもそうではなく採用活動の一環として捉えている例も多い。また、短期間（1ヶ月以内）のインターンシップでは効果が見込めず、3ヶ月程度の時間が必要であろう。

3. まとめ

今回の新潟大学工学部の現地調査を通じて、工学における分野横断型教育として協創経営プログラムの計画と内容について知ることができた。また、企業と大学との連携による理工系人材育成の重要性について再確認し、その具体策としてのインターンシップの現状と課題についても貴重な意見交換と情報収集を行うことができた。

## 5. おわりに

---

本委託事業では、理工系の主要分野に関して、大学学士課程および大学院修士および博士課程の修了者が身につけるべき知識・能力の重要性に関する考え方を広範囲にわたって調査した。特に、大学については全数、関連企業についても1万社余りを調査し、大企業だけではなく企業の規模を問わず広範囲に調査を行ったことは有意義である。これにより、我が国の産業を支える多様な企業のニーズを包括的に把握できたと考えている。以下、成果の概要、今後さらに調査が必要な課題、今後取り組むべき課題について整理する。

### 5.1 成果の概要

---

本委託事業において実施した大学と企業を対象としたアンケート調査、それを踏まえて実施したシンポジウムにおける議論、国内外の理工系大学でのヒアリング調査を通して、以下のような成果が得られた。

- 国内の国公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）に関連する学科・専攻等（175大学の984学科・専攻等）、および理工系人材を採用している従業員数100名以上の国内企業（10,230社）に対して、理工系教育において重視している点や期待する点に関するアンケート調査を実施し、大学の有効回答率68.8%、企業の有効回答率34.0%を達成した。この結果に基づいて、大学と企業における理工系教育に関する意識について、一致点や相違点を分析した。
- 大学において重視している項目と産業界のニーズについては、重要と考える項目の一致度は全般的に高いことが確認できた。しかし、産業界の関係者を交えて実施したシンポジウムにおけるグループワークでの議論を通して、重要と考える項目について、それぞれが考える定義、期待する内容やレベルなどに踏み込むとミスマッチの可能性もあることも指摘された。
- 大学、企業ともに「コミュニケーション能力」、「チャレンジ精神」、「専門分野に関する基礎的知識」、「問題解決・もの作り能力」、「情報伝達の内容の理解・インターネットの実践的使用」などの情報リテラシー、「確率統計」などの基礎数学などを重視し期待していることが明らかとなった。また、今後の産業界に必要な能力、資質としても「コミュニケーション能力」、「チャレンジ精神」、「課題解決力」を大学、企業ともに上位にあげているなど一致した結果が得られた。
- 「文系分野も含む幅広い教養」については企業の期待度は高く、多くの大学教員も学生にこの「幅広い教養」が身につけていないと感じていることが示された。
- 基礎数学、専門指向型数学などの工学系共通基礎科目、卒業研究や修士論文・博士論文研究など研究を通じた教育、学会発表の経験に対する期待度は、学士から修士、博士課程に上がるほど、また、企業規模が大きいほど高いことが明らかとなった。
- 産学連携に対する取組への期待は、企業の規模が大きいほど高いことが明らかとなった。

## 5.2 今後さらに調査が必要な課題

---

本委託事業におけるアンケート調査では、膨大な情報が収集できたが、本報告書作成の段階までの時間的な制約から、そのすべてを解析して有用な知見を引き出すことは十分には行えなかった。今後は、取得した情報の分析をさらに進め、自由記述欄の記載内容の分析や、回答項目間の相関の分析などを行う必要がある。さらに、今回のアンケートで十分に情報が引き出せなかった以下の点について、さらに踏み込んだ調査が必要と考えられる。

- 専門分野共通の項目のうち、今回のアンケート調査によって明らかとなった大学および企業の双方の重視度が高い項目に関して、それぞれが考える定義や、身に付けるべきと考える内容やレベルに踏み込んだ詳細な調査が必要である。
- 個別の専門分野ごとに大学が重視する項目と企業が期待する項目についても調査を行ったが、いくつかの専門分野では調査対象項目が重要性の明白なものに偏っていたため、大学と企業の重視度の相関を分析する上で必要な情報が得られていない。重要度の認識に幅が出るような項目を含めて調査をやり直す必要がある。また、前項と同様に個別の専門分野における項目についても、大学と企業のそれぞれが考える定義や、身に付けるべきと考える内容やレベルに踏み込んだ詳細な調査が必要である。
- 上記の調査項目に関して、アンケート調査では把握が困難なものに対しては、ヒアリング調査などを実施する必要がある。

## 5.3 今後の理工系教育の改善に向けた課題

---

本委託事業の成果を踏まえ、今後の理工系教育の改善に向けて取り組むべき課題として、以下の事項が考えられる。

- 大学と企業の双方において重視している「チャレンジ精神」、「チームワーク能力」、「コミュニケーション能力」等の一般的な能力、「専門分野に関する基礎的知識」等の知識、「問題解決・ものを作り出していく能力」、「課題を見出す能力」、「倫理観」の育成には、実践的なプロジェクト型教育が有効な方策の一つであり、その実行に向けた産学連携の体制づくりが必要と考えられる。
- 全般的に大学と産業界の相互理解が十分でないことが推察される。その解消のためには、産学で日頃から議論ができるコンソーシアムなどの場の形成や産業界と大学間での双方向の人事交流の仕組みの整備などが必要と考えられる。
- 前項に関連して、産業界の大学に対する理解が不十分な原因のひとつに、教育に関する方針や、学生に身につけさせようとしている知識や能力とその必要性について、大学がわかりやすく情報発信ができていない現状があると考えられる。今後は、大学がこれらの情報発信を効果的に行うための支援や働きかけを行う必要がある。
- 従業員 1000 人未満の企業では、産学連携や大学教育に対する理解が十分でない傾向があるため、これらの規模の企業を対象とした産学連携や大学教育に対する理解を深めるための具体的な方策を考える必要がある。
- 専門性を深める専門教育の充実を図るとともに、教養教育、数学、情報などの基盤となる分野の基礎教育の充実が必要と考えられる。