

大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会について

平成29年1月10日
高等教育局長決定

1. 趣旨

イノベーションが急速に進展し、技術が目まぐるしく進化する中、第4次産業革命や「超スマート社会」(Society5.0)の実現に向け、人工知能・ビッグデータ・I o T (Internet of Things)などの技術革新を社会実装につなげ、産業構造改革を促す人材を育成する必要がある、その中心を担う大学における工学系教育への期待が高まっている。

そのため、大学における工学系教育については、第4次産業革命や「超スマート社会」(Society5.0)の実現のみならず、まだ見ぬ新たな科学技術の展開に対応した人材育成に資するような不断の見直しを可能とする教育システムに改革することが必要であり、その実現に向けた検討を行う。

2. 検討事項

大学における工学系教育の在り方に関し、以下の観点から検討を行う。

- (1) 学部・大学院の教育体制・教育課程の在り方について
- (2) 産学連携教育の在り方について
- (3) 国際化の推進について
- (4) その他

3. 実施方法等

- (1) 別紙の有識者の協力を得て、上記2に掲げる事項について検討を行う。
- (2) 必要に応じ、関係者の意見を聴くことができるものとする。

4. 実施期間

平成29年1月10日から平成30年3月31日までとする。

5. その他

- (1) 委員会に関する庶務は、高等教育局専門教育課において処理する。
- (2) その他委員会の運営に関する事項は、必要に応じ委員会に諮って定める。

(別紙)

大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会
委員名簿

(五十音順、敬称略)

- | | |
|--------|-----------------------------------|
| 浅見 孝雄 | 日産自動車株式会社専務執行役員 |
| 天羽 稔 | Office 天羽代表、デュポン株式会社前名誉会長 |
| 石川 正俊 | 東京大学情報理工学系研究科長 |
| 江村 克己 | 日本電気株式会社取締役執行役員常務兼 CTO |
| 大西 隆 | 豊橋技術科学大学学長 |
| ◎小野寺 正 | KDDI 株式会社取締役会長 |
| 川田 誠一 | 産業技術大学院大学学長 |
| 黒田 壽二 | 金沢工業大学学園長・総長 |
| 幸田 博人 | みずほ証券株式会社取締役副社長 |
| 関 実 | 千葉大学理事 |
| 土井 美和子 | 国立研究開発法人情報通信研究機構監事 |
| 永里 善彦 | 株式会社旭リサーチセンターシニア・フェロー |
| 中村 豊明 | 株式会社日立製作所取締役 |
| 名和 豊春 | 北海道大学総長 |
| 西尾 章治郎 | 大阪大学総長 |
| 沼上 幹 | 一橋大学理事・副学長、大学院商学研究科教授 |
| ○三島 良直 | 東京工業大学学長 |
| 利穂 吉彦 | 鹿島建設株式会社執行役員
土木管理本部副本部長兼土木企画部長 |

※ ◎：座長、○：副座長

役職は平成 29 年 6 月現在

大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会
審議経過

○第1回 平成29年1月17日（火）

- ・大学における工学系教育の在り方に関する検討の論点について

○第2回 平成29年3月10日（金）

- ・工学系教育に関する調査結果について
- ・「工学系教育の在り方に関する調査研究ワーキンググループ」
検討状況報告等について

○第3回 平成29年4月27日（木）

- ・工学教育改革（中間とりまとめ）に向けて

○第4回 平成29年5月24日（水）

- ・大学における工学系教育の在り方について（中間まとめ）

工学系教育の在り方に関する調査研究ワーキンググループの設置について

平成29年1月17日
大学における工学系教育の在り方
に関する検討委員会決定

1. 趣旨

第4次産業革命や「超スマート社会」(Society5.0)の実現に向けた人材の育成、未来の産業構造・社会変革に対応した工学系教育の在り方に関し、具体的・専門的な調査研究を行うため、大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会(以下「検討委員会」という。)の下に、工学系教育の在り方に関する調査研究ワーキンググループ(以下「WG」という。)を設置する。

2. 検討事項

WGにおいては以下の観点から調査研究を行い、その結果を検討委員会に報告する。

- (1) 学部・大学院の教育体制・教育課程の在り方について
- (2) 産学連携教育の在り方について
- (3) 国際化の推進について
- (4) その他

3. 実施方法等

WGは、別紙の有識者により構成する。なお、必要に応じ、他の有識者を参画させることができる。

4. 実施期間

平成29年1月17日から平成30年3月31日までとする。

5. 会議の公開

WGは原則として非公開とし、WGにおいて取りまとめられた調査研究結果については公開するものとする。

6. その他

ここに定めるもののほか、WGの運営に関する事項は、WGに諮って定めるものとする。

工学系教育の在り方に関する調査研究ワーキンググループ

委員名簿

(五十音順、敬称略)

- 天羽 稔 Office 天羽代表、デュポン株式会社前名誉会長
有吉 司 株式会社日立製作所 総合教育センター 日立総合技術研修所長
(平成29年4月1日～)
- 石川 正俊 東京大学大学院情報理工学系研究科長
石原 直 東京大学大学院工学系研究科 上席研究員
江崎 研司 名古屋大学未来社会創造機構 特任教授(元トヨタ自動車株式会社未来開拓
室担当部長)
- 岡田 益男 東北大学未来科学技術共同研究センター 客員教授、東北大学名誉教授
八戸工業高等専門学校元校長
- 北村 隆行 京都大学大学院工学研究科長
佐野 伸行 筑波大学理工学群長
鹿田 正昭 金沢工業大学副学長(教育支援担当)
進士 正人 山口大学工学部長兼山口大学大学院創成科学研究科長
菅野 重樹 早稲田大学創造理工学部長・研究科長
関 実 千葉大学 理事
武石 彰 京都大学大学院経済学研究科 教授
田中 昌宏 鹿島建設株式会社 土木管理本部土木技術部 担当部長
兼 要素技術開発グループ長
中林 亮 旭化成株式会社 基盤技術研究所 所長
- ◎名和 豊春 北海道大学 総長
前野 隆司 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科委員長
諸永 知子 株式会社富士通研究所 R&D マネージメント本部企画部シニアマネージャー
安浦 寛人 九州大学理事・副学長
依田 章 富士フイルム株式会社 R&D 統括本部画像技術センター長兼インフォマティク
ス研究所所長兼経営企画本部ICT戦略グループ兼富士フイルムホールディン
グス株式会社画像基盤技術研究所長
- 六嶋 一雅 パナソニック株式会社エコソリューションズ社 技術本部 R&D 企画室室長(兼)住
宅研究所所長
- 沢 真司 株式会社日立ハイテクノロジーズ CTO 付
(平成29年1月26日～平成29年3月31日)

※ ◎座長、○副座長

役職は平成29年6月現在

工学系教育の在り方に関する調査研究ワーキンググループ 審議経過

- 第1回 平成29年1月26日（木）
 - ・WGの運営
 - ・WGでの検討の論点等について

- 第2回 平成29年2月23日（木）
 - ・「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」中間報告（千葉大学）
 - ・ヒアリング調査の実施について
 - ・今後の議論の方向性等について
 - ・中堅研究者・技術者等ヒアリング

- 第3回 平成29年3月27日（月）
 - ・WGにおける議論のまとめ
 - ・国内大学ヒアリングの概要報告
 - ・WGにおける議論のまとめについて

- 第4回 平成29年4月13日（木）
 - ・工学教育改革（中間とりまとめ）の具体的方策のイメージ（案）について

- 第5回 平成29年5月19日（金）
 - ・工学教育改革（中間とりまとめ）（案）について

- その他の活動
 - 大学ヒアリング（12校）
 - 既存の調査報告の調査

1. 背景

科学技術・知的生産の基本構造として、従来の帰納的プロセスに基づく真理の探究に加えて、構成的仮説演繹プロセスに基づく価値の創造が求められている。また、グローバル化の進展とともに、科学技術の細分化と短命化が急速に進む中で、産業分野は急激に変化し、特に情報関連技術の急速な進展が、多くの工学関連分野の関心を引導し、社会構造の革新をもたらしている。

我が国の工学部は、明治以来の学科・専攻の編成に基づく1つの分野を深く学ぶモデルが成功体験となってきたが、今後は、ビッグデータ、AI、IoT、ロボット等、Society 5.0、あるいはその先の時代に対応し、我が国の成長を支える産業基盤強化とともに、新たな産業の創出を目指す工学の役割を再認識し、それらを支える人材の養成を目指した工学教育の革新は喫緊の課題である。このため、産業界との強い連携のもとに、①工学基礎教育の強化、とそれを基盤として、②他分野理解を進め、次の世代の産業界や学術界を支える優れた工学人材の輩出について国をあげて取り組む必要がある。

2. 工学教育の歴史

【明治期から昭和前期】

明治時代、我が国は、富国強兵を目指し、欧米並みの工業力を有する国へ成長するため、1871年（明治4年）に工部省は工学寮を設置、予備、専門、実地各2年の計6年の工学教育を開始し、1877年（明治10年）には工部大学校に発展する。1886年（明治19年）、工部大学校は帝国大学の工芸学部と合併され、世界でも先駆けて、総合大学の中に工学組織が設置され、帝国大学工科大学に発展、1919年（大正8年）の帝国大学令の改正以降、帝国大学工学部が順次設置される。

一方、実践的な技術者育成として、1903年（明治36年）、専門学校令が公布され、順次高等工業学校が全国に設置され、我が国の工業化を急速に進めた。

これらの組織体制について、1885年（明治18年）の工部大学校には、教頭である英国人ダイアー氏が、チューリッヒ工科大学等の欧州の工学教育体制を踏まえて、①土木、②機械、③電信、④造家（現在の建築）、⑤化学、⑥鉱山、⑦冶金、⑧造船の専門学科を配置し、その後の帝国大学工学部や高等工業学校も、それらの編成を継承した。このように、戦前は、工学教育が、我が国の産業の発展をリードしていく形となった。

【戦後】

戦後、米国の対日工業教育顧問団報告書は、「工学教育は一つの広い一般産業の内の狭い分野における専門化を避けるべき、学者との違いに言及し、工学は生産過程や機械について、工業的問題の解決と同時に経済的な解決が必要」と指摘していた。

高等工業学校は新制大学に移管され、1960年代には工学部の新設が相次ぎ、我が国の工学部は、明治以来の学科・専攻の編成を堅持しながら、その規模を拡大していく。

その一方で、高等工業学校の担っていた中堅技術者養成システムの再構築が経済界から強く要請され、1962年（昭和37年）、高等専門学校制度が創設される。

1991年（平成3年）5月の大学審議会答申（「大学院の整備充実について」）において、欧米諸国に比し、質的にも量的にも不十分な我が国の大学院の飛躍的な充実を図るため、その方策の基本的な在り方が示され、現在では、多くの国立大学の工学部の大学院（修士課程）進学率は、5割を超え、旧帝国大学及び東京工業大学の8大学では8割を超える状況となっている。一方で、修士課程から博士課程に進学する者は1割程度にとどまっている。

1970年（昭和45年）にはじめて、工学部の中に情報工学科が京都大学や大阪大学に設置された。しかしながら、産業構造が変化していく中で、就職先の産業分野は、従来の製造業から運輸・通信業やサービス業など多様化していくが、工学教育の体制は、学生定員や教員定員の規模も含め大きく変化していない。このような状況の中で、大学における工学教育は、工学教育研究内容は、幅広く構造変化に対応するというよりもむしろ専門分野の分化と教育研究を深化させる方向に傾倒していった面もあった。

大学における工学系教育改革（中間まとめ）概要②

3. 検討の視点

- ・産業構造の急速な変化を踏まえ検討の時間軸として、5年、10年、20年と分けて議論。
- ・産業界との連携を強化し、産業界の成長や持続的発展に資する教育を強化。
- ・細分化された教育システムを総合的に俯瞰できる教育システムに転換。（デザインシンキング）
- ・学生が主体的に学べる環境を確立し、大学を卒業した後の出口を見据えた教育システムに転換。
- ・将来活躍する人材像を踏まえて、教育システムの画一化を忌避し、複線化を提示。

4. 輩出すべき人物像

短期、中期、長期の戦略への対応を意識した人材教育が必要であり、一人の学生にすべてを教えるのではなく、人材のダイバーシティを確保することが必要。

- ・社会における工学の価値を理解し、自立的に学ぶ姿勢を具備するとともに、原理・原則を理解する力、構想力、アイデア創出能力、問題発見能力、課題設定能力、モデル化能力、課題解決・遂行能力を持つ人材
- ・スペシャリストとしての専門の深い知識と同時に、ジェネラリストとしての幅広い知識・俯瞰的視野を持つ人材
- ・分野の多様性を理解し、他者との協調の下、異分野との融合・学際領域の推進に合った人材
- ・製造業と非製造業の橋渡しができる人材
- ・「リアル空間」と「バーチャル空間」を俯瞰的に把握できる人材

5. 人材育成を担うべき人物像

- 1) 教育指導力を具備
- 2) 大学と産業界のマネジメントを理解
- 3) 他分野への関心と協調性
- 4) 社会との好循環を生み出す発想力

今の技術を先導する力

短期的人材養成
(2,3年~5年)

現在の技術分野を牽引する人材、社会の要請に的確に答える人材の養成、トップ人材と中間層人材。

次の技術を生み出す力

中期的人材養成
(5年~10年)

次の技術を創造し、牽引する人材、新しい技術、新しい分野を創造する力をもった人材の養成。

技術革新に適応する力

長期的人材養成
(10年~20年)

技術の変化に対して、共通基盤技術、要素技術を理解し、分野内、分野間で新たな展開ができる人材の養成。

6. 学部・大学院の教育体制の改革

改革・改善の目標を設定するとともに、その実現のための制度等の在り方を検討し、実現手段を広げることにより、各大学が多様性と独自の特色を活かしつつ、今後の取組を活性化し、我が国の工学教育を総合的に改革・強化する。

(1) 教育体制の改革 ※すべての工学系課程

- 1) 学科・専攻定員制度の見直し
 - 産業構造の変化を踏まえた大学の組織構造の転換が可能に
 - 分野構成・定員管理・教育体制の柔軟な運用が可能に
 - 教育組織の統合・集約的運用が可能に
 - 時代の要請・科学技術の構造の変化・産業分野の変化に迅速に対応
- 2) 学部・大学院における学位プログラム制の積極的導入
(教員組織と教育組織の分離)
 - 幅広い分野の知識と専門の深い知識の習得が可能に
 - 細分化された教員組織の大きくくり化
 - 設置審査・設置基準等の考え方の見直し

(2) 学部段階における基礎教育の強化 ※すべての工学系課程

- 1) 工学基礎教育の必修講義内容・分野の設定（コア・カリキュラムの策定）
 - 教員が教えたいことではなく、学生が学ぶべきことを精選
 - 自ら学ぶ力をつけるため、e-learningやICTを活用した教材の開発が不可欠
 - 基礎科目：数学、物理、化学、生物
 - スキル科目：情報（情報セキュリティを含む）、数理・データサイエンス、工学英語
 - 工学概論科目：（倫理・安全（ELSI(エルシー)）、マネジメント（知的財産を含む）、アントレプレナーシップ、標準化）
 - 多様な知識形成として、一般教育における人文社会科学教育も必須
- 2) 卒業論文の在り方の見直し（社会とのつながりの理解）
 - 積極的活用 VS PBLへの転換等による展開力、課題設定・解決能力の醸成型に転換
 - 低学年からのPBL教育の各授業への組み込みやインターンシップの導入

(3) 学士・修士課程段階における他分野理解の推進

※学士・修士6年教育を主体とする工学系課程

- 1) 学士・修士の6年一貫教育のための大学院の創設（仮称：工学・情報大学院）
 - 工学と情報学等のダブル・メジャー・システム
 - たこつぼ型の卒論の在り方を見直し、自らの課題設定、PBLを活用、修士論文に重点、卒論と修論の分野の転換（研究室の移動）
 - 共通基盤教育(学部前期・後期)と専門教育(学部後期・修士)の柔軟な年次区分が可能に
 - 工学基礎力・展開力・適応力の強化
 - 早期卒業や飛び級を活用し、優れた学生は5年
 - 学生の志向に応じ、学部4年卒業や5年博士課程への円滑な移行へ配慮
- 2) 主専攻・副専攻（メジャー・マイナー）制の導入
 - 他分野に関心を示し、多様性を理解
 - バイオ、医学、社会学、心理学、経営学等、広範な分野と工学の融合のスタート地点
 - キャップ制の緩和
 - 企業側の修得学生に対する評価が必要

(4) 学部・博士課程教育によるリーダーの育成の充実

※博士課程を重視する工学系課程

- 1) 9年一貫教育による工学・情報系博士人材の量的拡大・質的充実
 - 学生オリエンティッドのオーダーメイド・プログラム
 - 産業界と学術界の出口を見据えた平行型
 - 産業界と共同研究を通じた社会人の学び直し
 - 企業による博士人材の積極採用
- 2) 博士課程におけるダブル・メジャー・システムの推進
 - 他分野（バイオ、医学、社会学、心理学、経営学等）の複数メジャー
 - 大学内において柔軟な研究指導体制を構築
 - 分野横断的学位審査体制など内部質保証に留意
 - ※博士プログラムの中で一貫したリベラルアーツ教育も重要。
 - ※別領域のネットワーク形成のため、社会科学系ゼミへの参加も有効。

3

(5) 教員組織、教育手法の多様化

- 1) 教員組織構成・雇用形態の多様化・柔軟化
 - 教員の学内クロス・アポイントメント制度の導入（エフォート管理と第三者評価）
 - 教育専任教員の導入（シニア教員の参画、TAの育成等）
 - 企業からの教員派遣（実務家教員制度の導入：論文、博士学位なし）
 - 研究成果等を中心とした教員評価と同等の教育に対する評価制度の構築
 - 教員組織と教育体系の関連性を柔軟化することが可能に
- 2) 教員の意識改革・能力開発
 - 工学部共同の全国的なFDの実施
 - 教員の企業等への派遣の推進
- 3) カリキュラムの体系化と学生ごとのカスタム化
 - 支援ツールの導入により、個人のキャリア設計に応じたカリキュラムの選択が可能に
 - 自学自習のためのe-learningのシステムを活用
 - 学生の学修が効果的になるよう、講義の組み方や体系的なカリキュラム編成が重要
 - 単位数の考え方の柔軟化
- 4) 希少となった工学教育の保持・継承
 - 産業界のニーズが高い希少工学教育の機会の保持・継承が可能な体制の構築（潤滑、切削技術など）

7. 情報科学技術の工学共通基礎教育の強化と先端人材教育の強化

- 1) 工学基礎教育としての情報科学技術教育の強化による工学諸分野との融合技術の創出
 - 非情報関連分野の人材の情報関連スキルの向上（それぞれの分野の情報教育のコア・カリキュラムの策定）
 - 情報技術応用分野の拡大
 - スキル別教育の導入による教育効果の向上
- 2) 情報系人材の育成の量的拡大と質的充実
 - 不足する情報関連人材の養成が可能に

8. 産学共同教育体制の構築

- 1) 企業からの教員や支援人材の積極的派遣、学外クロス・アポイントメントの推進
 - ①学生が工学を学ぶ目的意識の企業人による醸成、②産業界が期待するスキルや知識の修得、③事業化・起業・イノベーションへの志向醸成
 - 企業の人材ミスマッチを踏まえ、流動性をもたせる
- 2) 産学連携による(就職活動目的でない)教育効果の高いインターンシップの推進
 - 早期に企業活動を知ることによって生まれるカリキュラム選択への目的意識の醸成
 - 「組織対組織」の連携を促進する産学協同のコンソーシアムの構築
 - 学生が主体的にキャリアを決定していく力を育成
- 3) 産業界との共同研究を通じた社会人の博士課程教育の推進
 - 目的意識を持った社会人の仮説演繹型知的生産の活性化
 - 大学に籍を置いたまま教員が企業に出向し、共同研究を実施するケースもあり（企業との関係で研究データの公開を現行の1年から2～3年に延期することの検討が必要）
- 4) 産学連携による協働プログラムの開発・提供
 - 大学と産業界のマッチングファンドによる革新的・創造的なプロジェクトの創出支援
- 5) 工学教育改革を行う大学の学生の積極的採用
 - 産業界においては、産学の有識者による真摯な議論を重ねてとりまとめられた、この新たな工学教育によって輩出された学部、修士、博士人材を積極的に採用することを求めたい。

9. 国際化の推進

すでに、文部科学省等の支援を得ながら、各大学において全学的な取組として、英語による授業の展開、留学生の派遣や海外の大学との提携などが進められているところ、工学教育においても、これらの中で、国際化が進められていくことが必要。

10. 工学教育改革の考え方の共有

- 1) 工学系教育改革を先導役として、改革の成果を他分野へ波及させることが重要。
- 2) JABEEにおけるプログラム認定等においても、この工学教育改革の趣旨を十分踏まえ、その認定基準等の見直しを進めることを求めたい。
- 3) 技術士などの国家試験の資格取得を前提にする教育課程においては、この改革の趣旨に配慮しながら、可能な範囲で改革を進めていただきたい。

5

11. 工学系人材の量的拡大方策

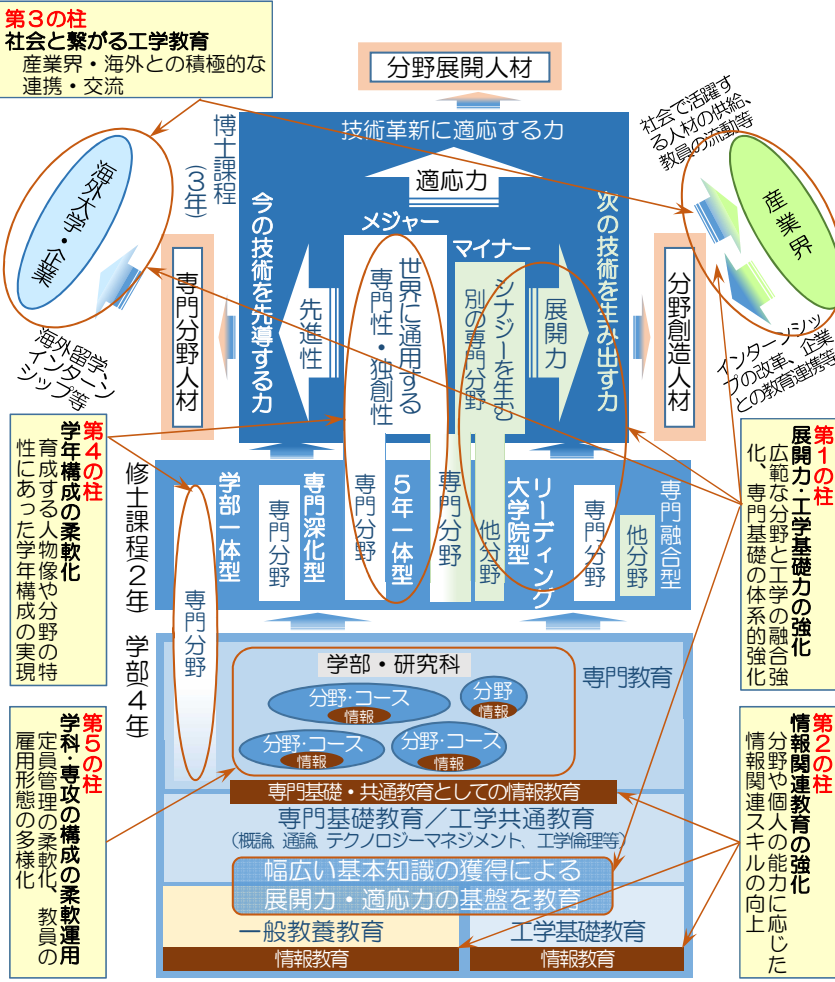
- 1) 工学部の入学定員は約10万人であるが、産業構造が大きく変化していく中で、IT人材のみならず、工学系分野での人材の数はまだまだ十分といえない。また、今回の工学教育改革によって輩出される、より実践的でハイブリッドな人材は、従来の製造業に限らず、非製造業も含めて幅広く活躍することが期待される。このため、地域的な配置に配慮しつつ、我が国全体の工学系学部・研究科の学生の定員について重点的な拡大を図るべき。
- 2) 工学系学生の拡大に当たっては、より多くの高校生が工学分野に進学を希望してもらうことが重要、このため、①理科の科目等に工学分野の出身の高校教員を増加していくこと、②大学教員の出前授業などによる高校生の工学分野への関心の醸成を進めていくことなどの取組が必要不可欠。

12. 国や産業界による工学教育改革への先行投資

我が国の成長を支える産業基盤を強化し、新たな産業を創出していくため、世界トップレベルの工学教育を実践する改革を進めるための重点投資が必要不可欠。工学教育の改革により工学系の有為な人材の輩出の受益者は、国や産業界であり国民である。産学共同教育体制の構築の実現や工学系人材の質的向上とともに量的拡大を図るためにも、国や産業界が責任を持って工学教育改革に対する投資を推進すべき。

- (1) 国からの経済的支援の充実
 - 1) 工学教育改革を推進する大学への重点投資
 - 2) 工学系学生への経済的支援の拡大及び規制の緩和
- (2) 企業からの投資の拡大に当たって考慮すべき点
 - 1) 工学系人材育成に対する企業の投資の税制上の優遇措置
 - 2) 企業における大学院生の知的財産の問題の整理
 - 3) 「一企業からの提供」だけでなく、一産業分野の「組織的な提供」の拡大

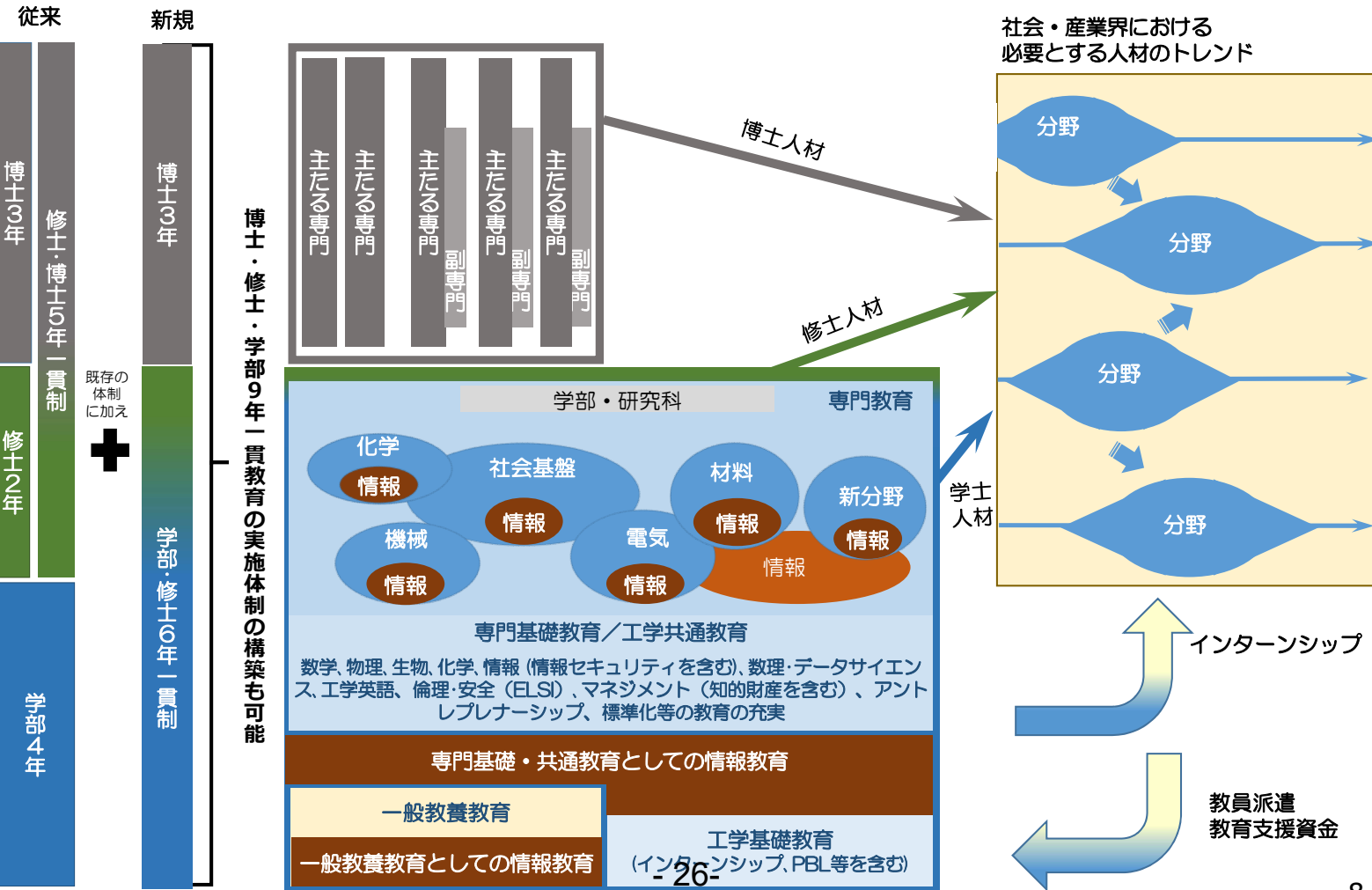
工学教育の構造：全体像



- 第1の柱** 展開力・工学基礎力の強化、広範な分野と工学の融合強化
 - メジャー・マイナー制の導入 (6. (3) 2))
 - 文系分野(MBA等)も含む広範な分野と工学の融合教育の強化 (6. (3) 2))
 - 専門基礎(共通)教育の体系的強化、展開力・適応力の醸成に必要な講義の設定 (6. (2) 1))
- 第2の柱** 情報関連教育の強化、分野や個人の能力に応じた情報関連スキルの向上 (7.)
 - 非情報関連分野の人材の情報関連スキルの向上 → 一般教養教育での情報教育強化
 - 情報技術応用分野の拡大 → 専門基礎教育での情報教育強化、 → 各専門分野の特色にあった情報教育
 - 情報専門分野の強化 → 特定専門分野の深化を目指す情報教育
 - スキル別教育
- 第3の柱** 社会と繋がる工学教育、産業界・海外との積極的な連携・交流
 - 産学連携による工学インターンシップの推進 (8.)
 - 産業界との共同研究を通じた社会人学生の博士課程プログラムの構築 (8.)
 - 社会人教育の推進 (8.)
 - 国際化の推進 (9.)
- 第4の柱** 学年構成の柔軟化 育成する人物像や分野の特性にあった学年構成の実現
 - 学士4年+修士2年+博士3年以外の構成の検討 → 学士・修士6年制の導入 (6. (3) 1))
 - 修士・博士5年制の推進 (6. (4) 1))
 - 学士・修士・博士9年一貫の検討 (6. (4) 2))
 - 卒業論文、修士論文等のあり方の見直し (6. (2) 1)) → 積極的活用 vs PBLの導入
 - カリキュラムの体系化と学生ごとのカスタム化 (6. (1), (3), (4))
- 第5の柱** 学科・専攻の構成の柔軟運用、教員の雇用形態の多様化
 - 学科・専攻定員制度の柔軟化、フレキシブルな学科・専攻の構成 (6. (1) 1))
 - 教員の学内クロスアポイント制度の導入、教育専任教員の導入、企業からの教員派遣 (6. (5) 1))
 - 産業界・学術界の価値に基づく評価システム (6. (4) 1))

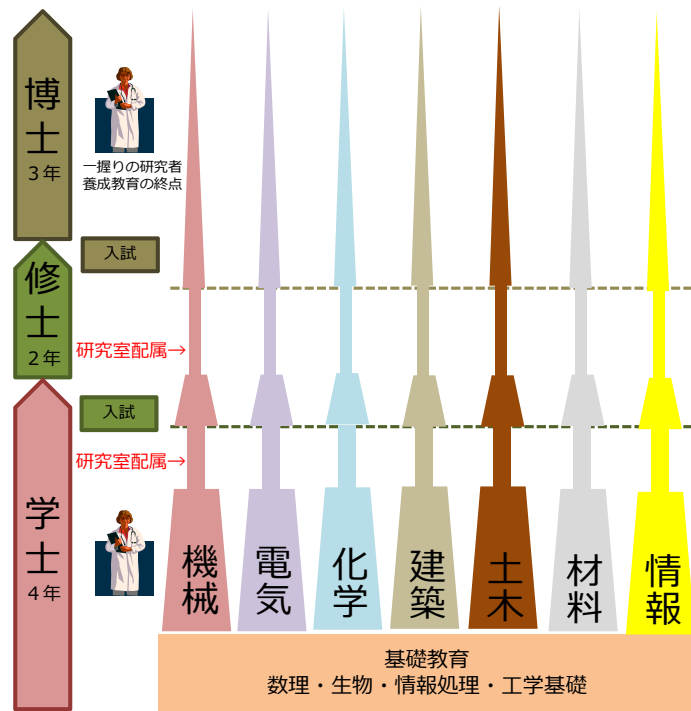
※青字は「大学における工学系教育改革（中間まとめ）概要」該当箇所

工学教育改革の具体的方策のイメージ図



資料4工学教育改革の検討に当たって（小野寺座長提出資料）
（第2回大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会）

<現行のシステム>



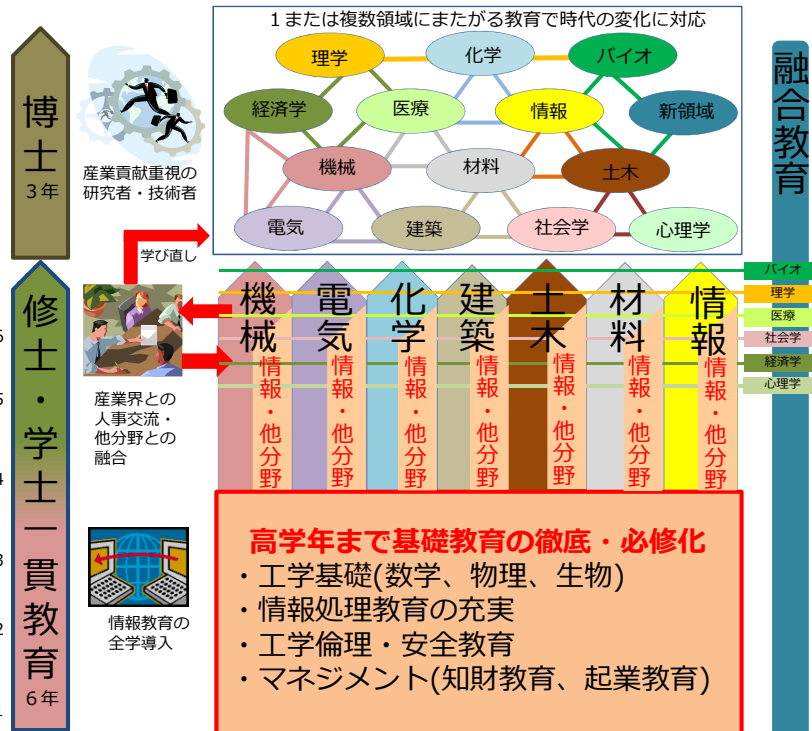
- ・ 学士から博士までの研究者養成型教育
- ・ 縦割り構造による学科間の連携不足
- ・ 他の分野を知らない、たこつぼ型教育

<改革後のシステム>

第四次産業革命・Society5.0（AI・ビッグデータ・IoT）

の実現と

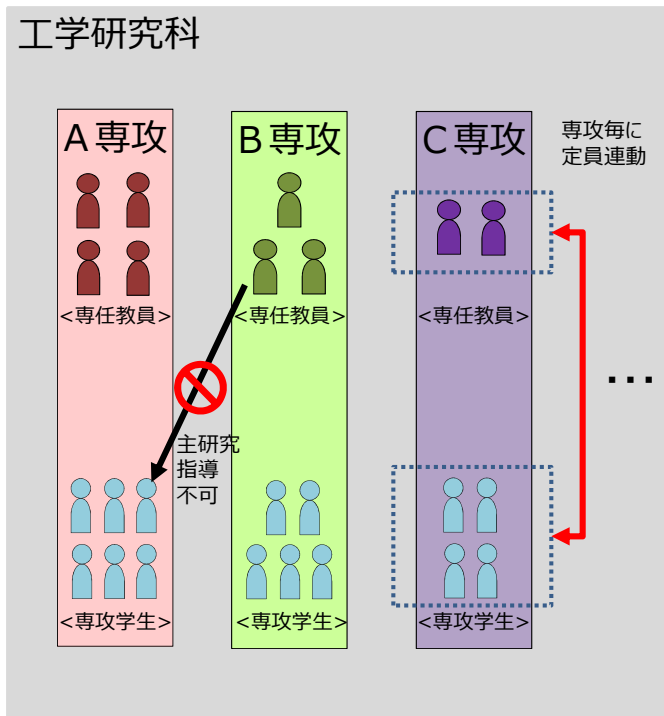
その先の新たな時代を創り出す人材の輩出



- ・ 工学共通基礎教育の強化
- ・ 6年一貫教育（専門分野+情報教育）
- ・ 他の学問分野との融合

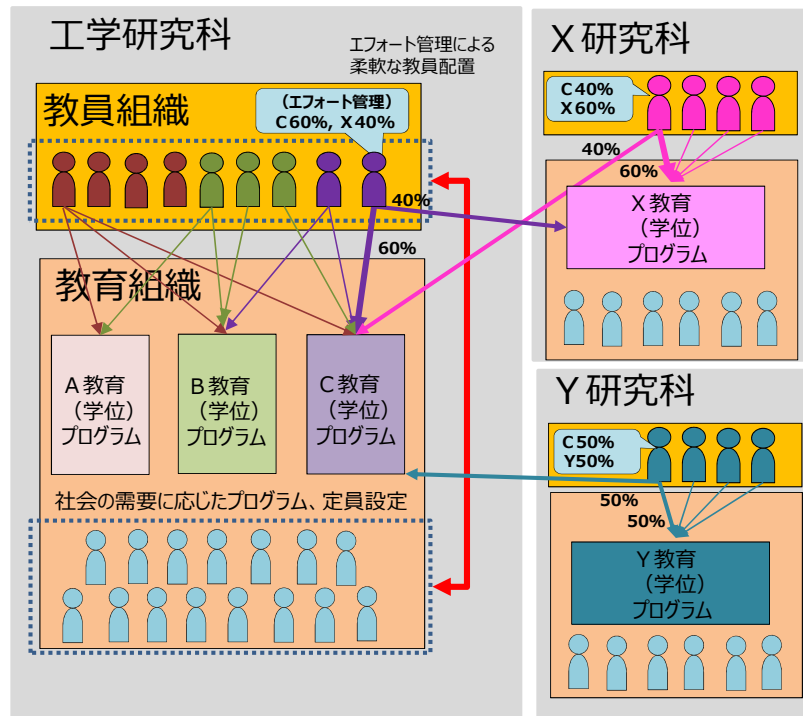
教員組織と教育組織の分離（案）

<現行のシステム>



- ・ 専攻毎に専任教員、学生定員が連動。
- ・ 所属専攻をまたぐ研究指導が不可。
- ・ 専攻毎に教育プログラムを設定。

<改革後のシステム>



- ・ 教育プログラム毎の教員や学生配置が可能
- ・ 専攻に縛られない、研究指導体制の構築
- ・ 学内全体での教育資源の配分が可能

＜産業界中堅研究者・技術者に対するヒアリングの実施概要＞

第2回工学系教育の在り方に関する調査研究WGで実施した産業界中堅研究者・技術者に対するヒアリングの実施概要は、下記の通り。

A氏【化学(外資系)】

- 教室や実験で学んでいることがどのように社会と繋がっているのかイメージが湧かなかった。就職してから大学で学んだことは大事であると気づき、自宅にあった教科書を改めて一から読み直して勉強した。
- 世の中はもっと国際化していきだろうと卒業時には思っていたが、当時はどのようにしたら海外と関わっていけるかわからなかった。
- 専門の授業はもちろん大事だが、歴史、経済、政治等、過去も含めた時代背景を理解したうえで社会に出ないと、専門しか知らない人は国際社会に出たときに苦労する。

B氏【建設】

- 土やコンクリートの設計や実際に施工する上での安全性の確保など、業務に直結するものに関して、大学での基礎工学的な知識が役に立っている。
- 実務と大学の専門的な授業とに距離がある。大学と社会がうまくリンクしていけば良い。
- もう一度大学に戻るとすれば、所属している設計という部署で技術的なものを掘り進めてエキスパートになる道と、会社の経営や工事を管理するといった経営に関する道がある。

C氏【化学】

- 化学系専攻だったので、学部では基本的な無機化学、分析、有機、化学工学などの基礎を勉強した。そういった学問は、今の研究をするうえでの思考のベースになっているので非常に有用。
- 材料系の開発をしているが、大学時代に履修できる科目に材料工学がなかった。概論でもいいので学ぶ場があれば、研究生生活や今の会社生活で少し入りやすかった。
- 大学の研究と会社とでは、安全に対する考え方がかなり異なり、会社では非常に厳しい。

○知財の授業を選択で取ればよかった。多岐にわたって知財は非常に重要であり、総論を知るだけで有意義。

○学問が細分化されすぎて総論的な授業がない。

D 氏【化学】

○企業では、研究活動をしていて思うようにいかないことがあった。トップカンファレンスにおいて論文が通らなかった。リジェクトを繰り返しているうちに、学びなおす必要性を感じ、博士課程に入学した。

E 氏【電気機器】

○大学で学んだことが直接的に仕事に繋がったというよりも、研究をするうえでの数学的、あるいはデータを解析する上での手法論、問題発見と問題解決をする上での上位概念の考え方が仕事に役立った。

○特定技術分野だけを追求すれば、長年同じ仕事が続くということはない時代になってきている。そのため、大学で2分野くらいは研究をしておきたかった。

○大学では教育内容については教えてもらえるが、その先にどういう社会貢献があるかまでは教えてもらえない。

「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」

調査結果 【資料】



千葉大学

目次

	1. 全体の進捗について-----シート	3
	2. アンケート調査の概要と回答者属性-----シート	5
	3. アンケート調査結果概要-----シート	13
分野の 実態	1. 教育分野(大学)・関連分野(企業)-----シート	14
	2. 分野横断的な科目-----シート	32
実践的 PBL	3. PBL(Project Based Learning)-----シート	36
	4. 卒業研究・修了研究・博士研究-----シート	53
理工系教育の 基礎	5. 数理・データサイエンス教育/専門基礎科目-----シート	62
	6. インターンシップ-----シート	77
産学連携	7. 産学共同研究-----シート	78
	4. ヒアリング調査結果概要-----シート	82
	5. まとめ-----シート	94

1. 全体の進捗について

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」

業務内容：

- (1) 実践的なプロジェクト型教育を展開するための課題，好事例等の収集，併せて卒業研究や修了研究の実態調査を実施する
- (2) 大学と企業の相互理解を深めるための方策の一つとして，インターンシップ等を含む産学連携教育の一層の強化のための課題の実態調査を実施する。
- (3) 理工系教育（工学分野）の基礎となる数理・データサイエンス教育の実態調査を実施する。
- (4) 諸外国の大学における工学教育の実態調査，就職状況調査等を実施し，我が国における工学教育との比較調査を実施する。
- (5) 上記検証結果を踏まえ，より精緻な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養成するための工学教育カリキュラムのマッチング等を検討し，具体的な人材育成方策を示す報告書を取りまとめる。

3

進捗状況と今後の予定

アンケート調査

- 2016.11～12:実施
- 2017.01 :データクリーニング，集計
- 現在，分析中

ヒアリング調査

- 2016.11～ :国内実地調査(実施中)
- 2016.12 :海外実地調査(米国)
- 2017.01 :海外実地調査(ドイツ)
- 現在，適宜取りまとめ中

【シンポジウム】 2017.03.03-04

- 調査結果等の報告，講演，ワークショップ等を予定

人材育成の方策に関する提案の検討

【第三回実行委員会】 2017.03.21

報告書の作成

4

2. アンケート調査の概要と回答者属性

■ 調査概要

	調査対象	対象抽出方法	対象数	回答数	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」より抽出して実施した前年度の調査対象リストを使用（前年度と同様）	906 (175大学)	558 (有効回答率 61.6%)	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分野に関連する部門	前年度（「東京商工リサーチ企業データベース」より抽出した10,230部門）の調査結果を元に以下を抽出。 <ul style="list-style-type: none"> 無回答が少ない。 5年以内に工学主要分野出身の新卒者採用実績あり。 インターンシップや共同研究等の経験や意向がそれほど低くない。 	936 (908社)	585 (有効回答率 62.6%)	技術部門担当者

※ 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 5

■ 調査概要 ～調査方法・調査期間(大学, 企業共通)～

● 調査方法

➤ Webと紙の併用

- 調査用Webサイト上での回答を主としつつ、難しい場合は紙媒体でも回答できるようにした。

※ Web : 対象者に画面URL, ID, PW等を郵送。

矛盾回答を防止できるため、設問の分岐や子設問などが多い複雑なアンケートでも、正確なデータの取得が可能

※ 紙 : 上記に紙媒体アンケートを同封。郵送回収。

- 結果, Web入力回収が大半となった(大学88%, 企業82%)。
- 回収率を高める工夫
 - 調査票等送付前の事前予告ハガキ, 催促ハガキの送付を行った。

● 調査期間

- 2016.11.16～2016.12.20

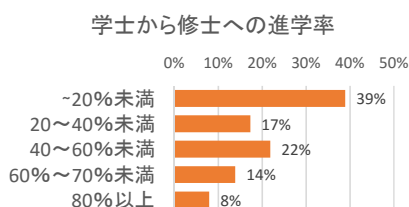
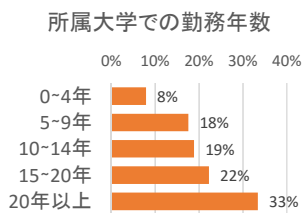
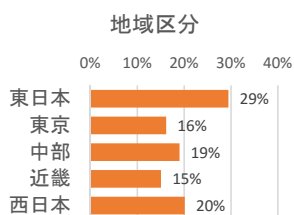
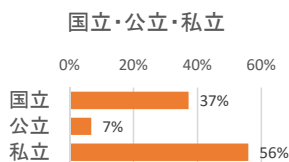
■ 主な調査項目

カテゴリー	共通	大学	企業
属性など	教育内容, 分野	設置課程 (B,M,D) と定員数, 進学率	5年以内に採用した新卒者数
専門基礎科目 (数理・データサイエンス・学部共通基礎)	重要度 (大学), 実務上での必要度 (企業)	開講状況, 必修か否かなど	—
学科・学部横断科目	—	開講状況, 必修か否か, 特徴的な科目名称・概要など	—
卒業研究・修士研究	—	開講状況, 必修か否か, テーマをどう決めるか, 発表の義務付け等	実務役立ち度 (個人の経験)
プロジェクト型教育 (Project Based Learning)	—	開講状況, 必修か否か, 実務経験者の参加や外部発信などの状況, 課題など	協力経験, 協力の意義に関する認識
産学連携	インターンシップの実施状況, 学生参加の意義や課題	—	—
	産学共同研究の実施状況, 学生参加の意義や課題	—	—

7

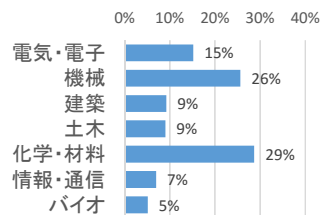
■ 主な回答者属性

大学

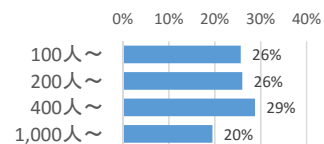


※ 修士から博士への進学率:
97%が「20%未満」

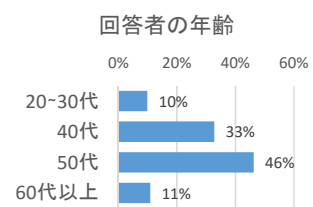
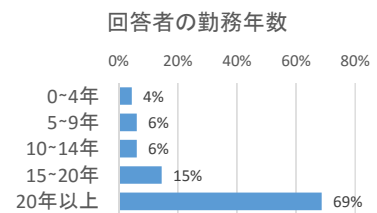
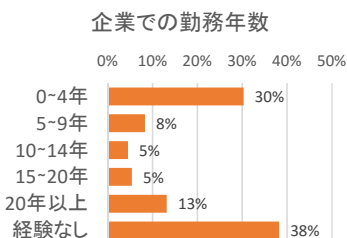
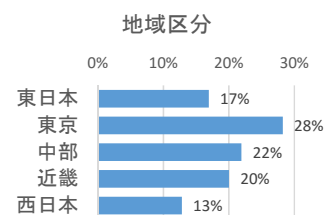
【参考】 昨年度の工学主要7分野



従業員規模



企業

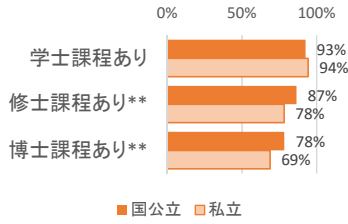


8

主な回答者属性

大学

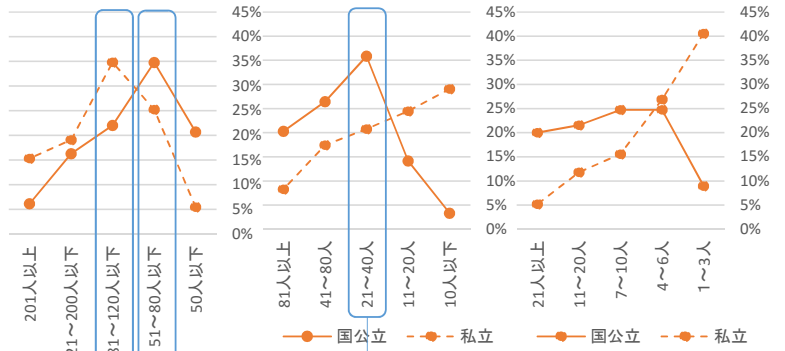
各課程の設置率



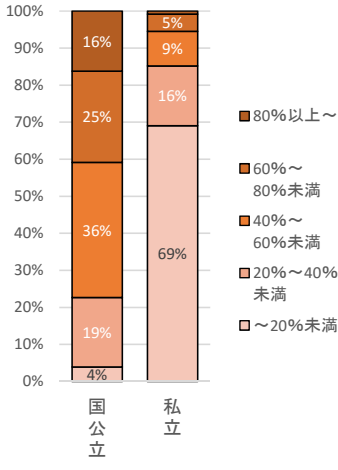
学士定員数

修士定員数**

博士定員数**



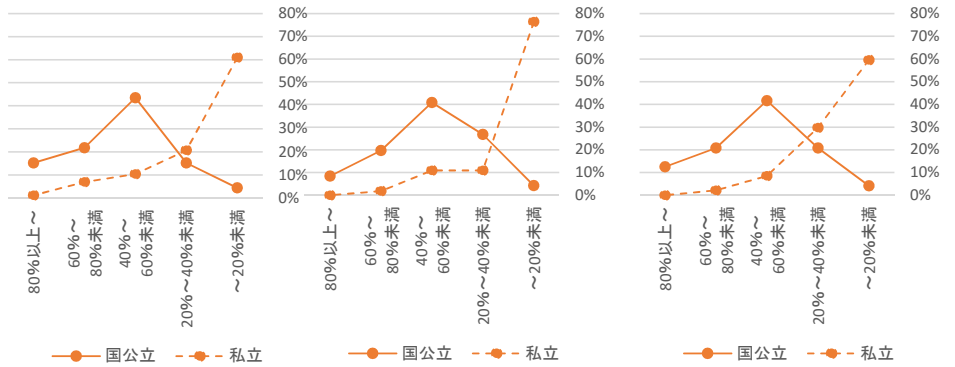
修士進学率**



学士定員「81~120人以下」の修士進学率

学士定員「51~80人以下」の修士進学率

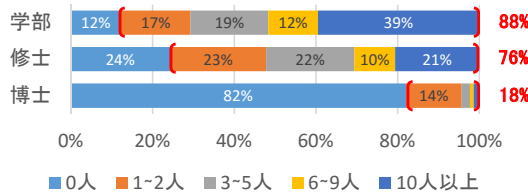
修士定員「21~40人以下」の修士進学率



主な回答者属性

企業

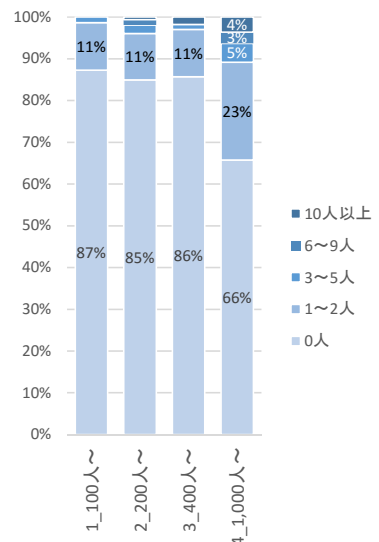
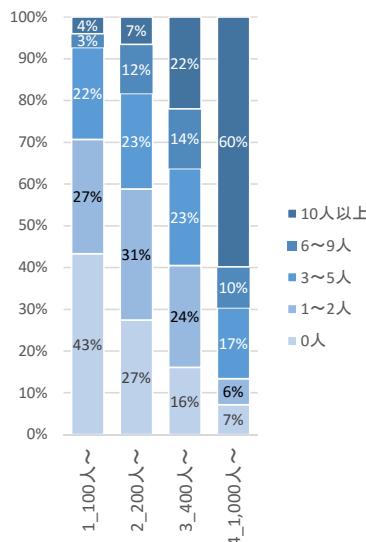
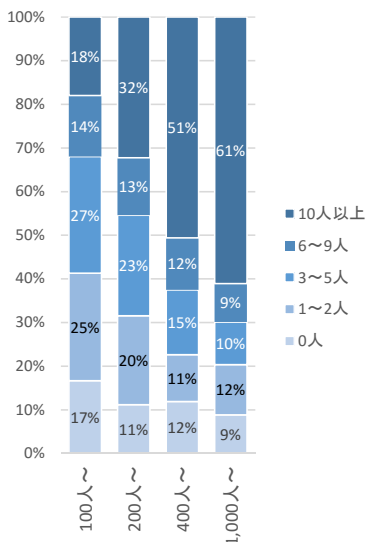
合計採用人数(過去5年間)



学卒の採用人数(従業員数別)

修士卒の採用人数(従業員数別)

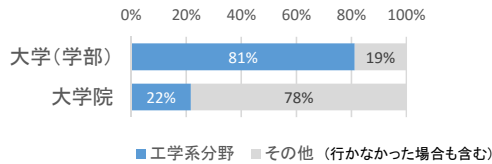
博士卒の採用人数(従業員数別)



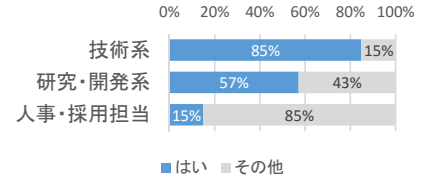
■ 主な回答者属性

企業

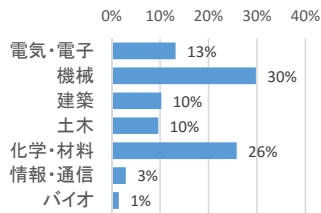
回答者の大学時代の専攻



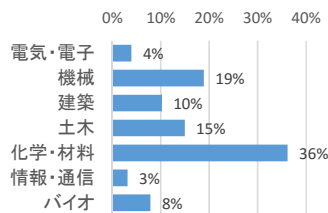
回答者の職種



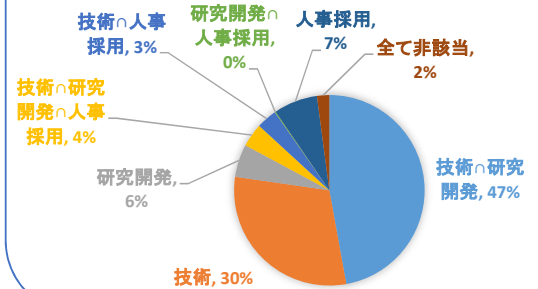
大学の専攻(n=476)



大学院の専攻(n=127)



回答者の職種内訳詳細
(いずれかが欠測値であるN=8を除くN=577のトリプルクロス集計結果)



11

■ 主な回答者属性 (まとめ)

● 大学

➤ 回答学科・専攻等の属性

- 修士への進学率は「20%未満」が最多で39%、次いで「40～60%未満」で22%。
- 進学率は、修士、博士ともに国公立の方が私立より高い。
- もともと定員数に差があるが(国公立は学士が少なく、修士・博士が多い)、同じ定員数の大学を抽出、比較してもやはり進学率は国公立の方が高かった。

➤ 回答者の属性

- ほとんどが学科長・専攻長等(91%)で、勤続年数は長い(「20年以上」33%)。

● 企業

➤ 回答部署の属性

- 所在地は28%が東京都(大学は16%)。

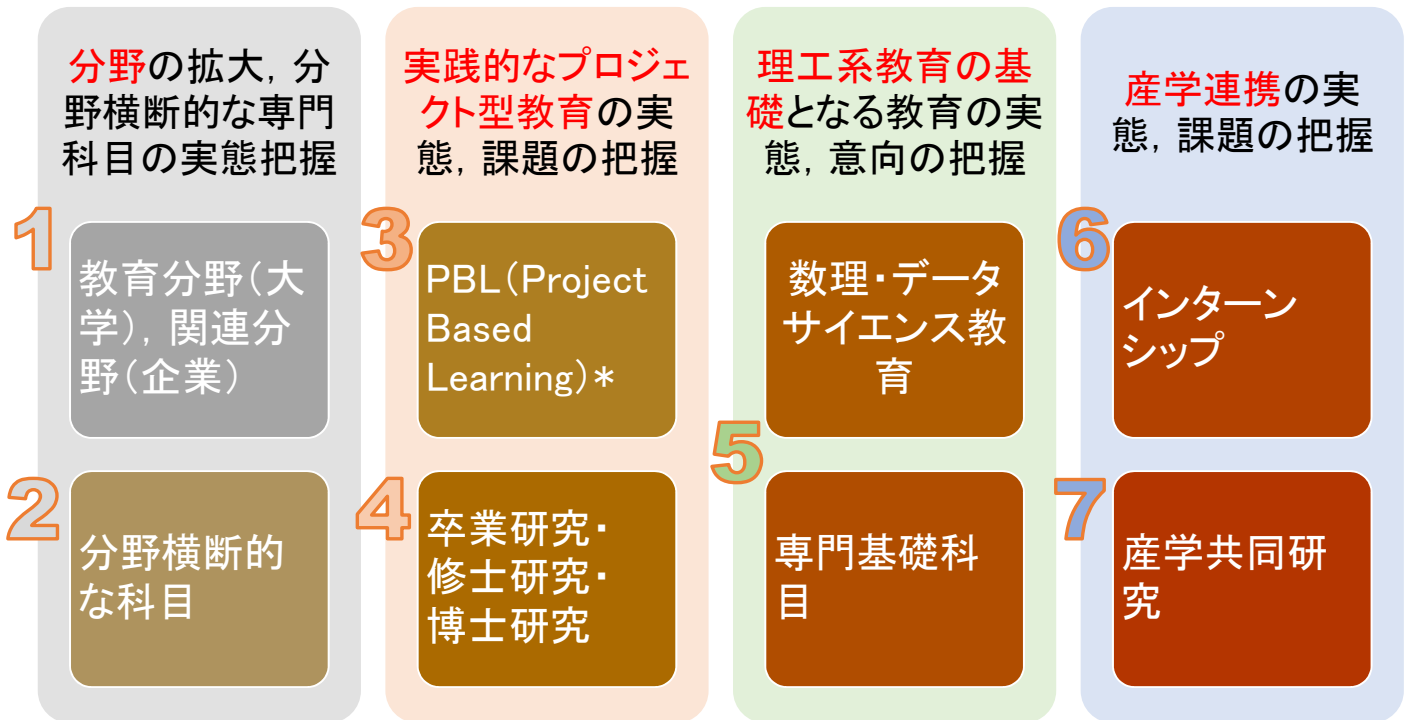
➤ 回答者の属性

- 勤務年数20年以上(69%)、50歳代(46%)が多い。
- 職種は90%以上が技術系、または研究・開発系であり(人事・採用担当を兼ねている場合もある)、大学時代の専攻は工学系分野(81%)が多い。

12

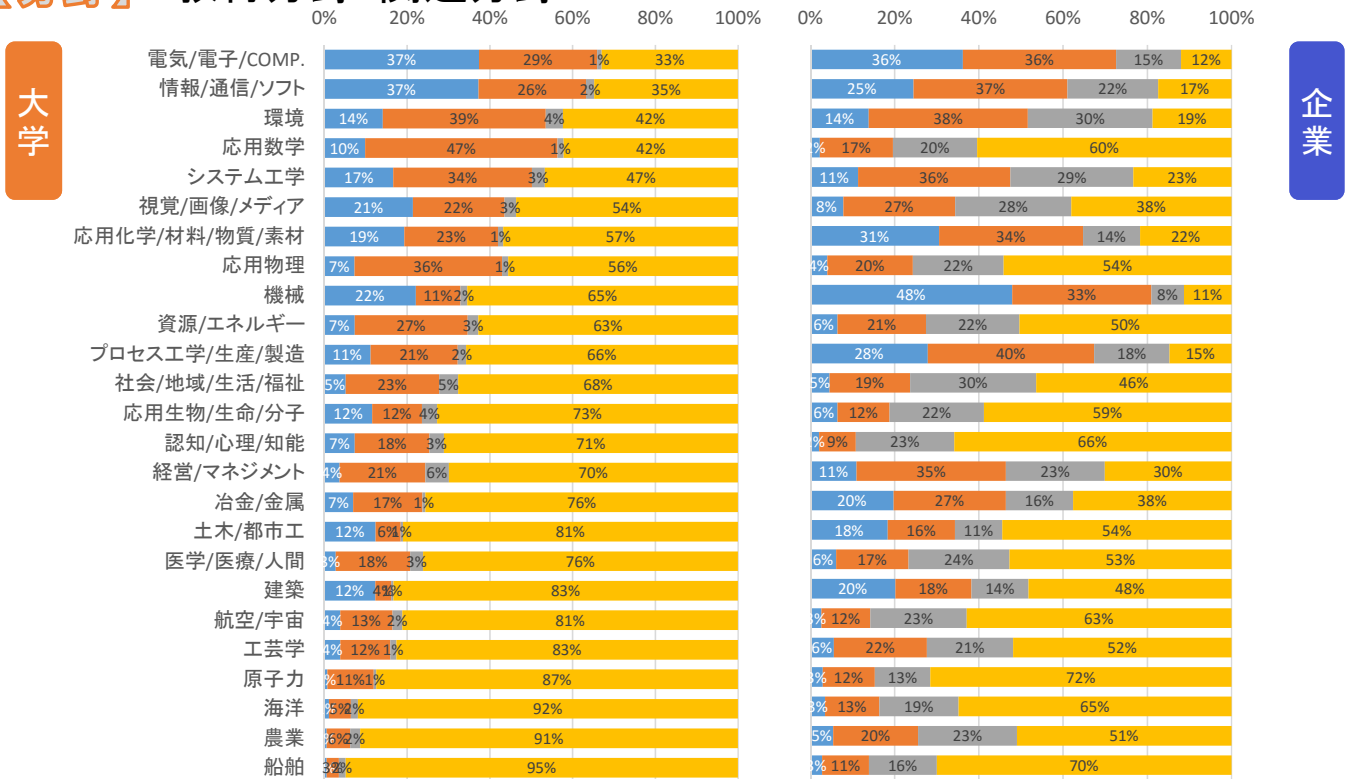
3. アンケート調査結果概要

■ 調査目的と今回の報告一覧



* PBL：課題の解決を目的として、学生がチームを組み、自主的、主体的に取り組む実践的教育手法¹³

1 【分野】 教育分野・関連分野



大学の回答を基準として、各項目の平均点が高い順に並べ替え。平均点は、各回答を凡例に示した数値ととらえて算出。

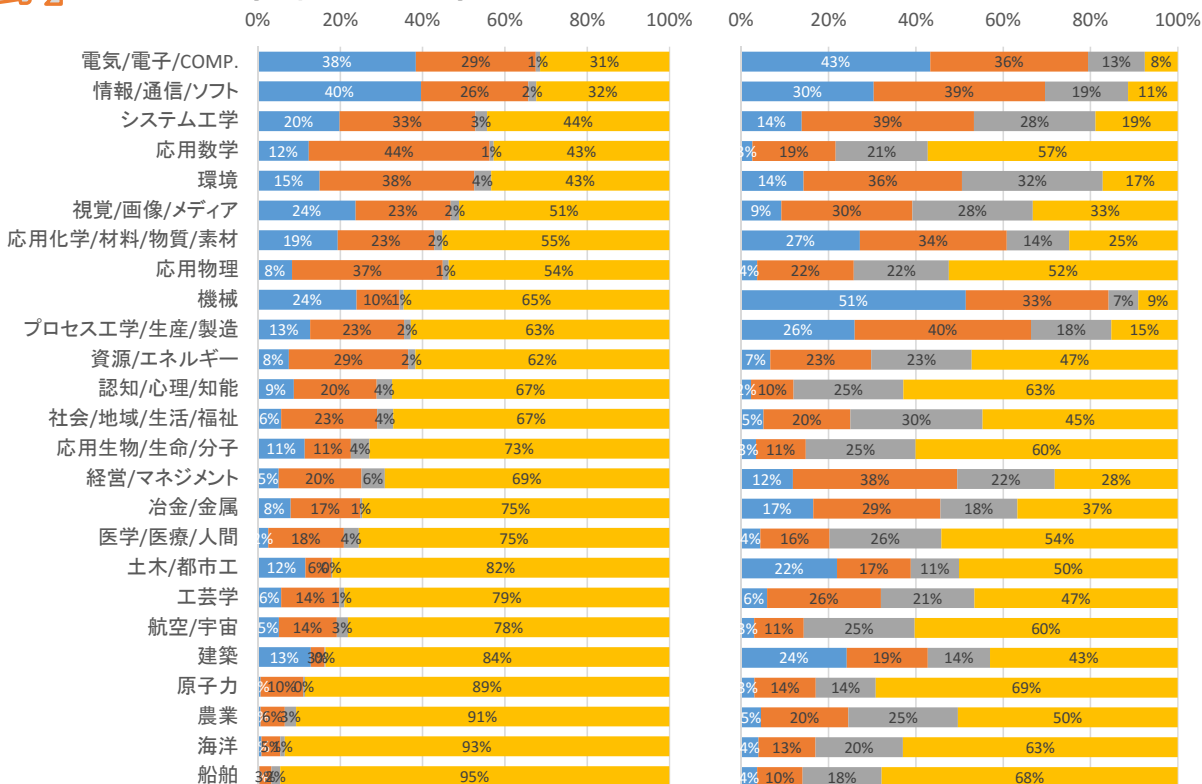
- 4点 ■ 主要な分野として教育している
- 3点 ■ 主要な分野ではないが教育している
- 2点 ■ 現在教育していないが今後教育する予定である
- 1点 ■ 現在教育しておらず今後も教育する予定がない

- 4点 ■ 最も関連が深い
- 3点 ■ それほど深くはないが関連はある
- 2点 ■ 現在は関連していないが今後関連が深まると思われる
- 1点 ■ 今後も含め関連がない

1 【分野】 教育分野・関連分野 (学士課程: 大学×定員数, 企業×合計採用人数)

大学

(定員数・5水準に順序尺度化し、各中央値で傾斜をかけて計算)



企業

(合計採用人数: 1~2人は1, 3~5人は3, 6~9人は6, 10人以上は10として傾斜をかけて計算)

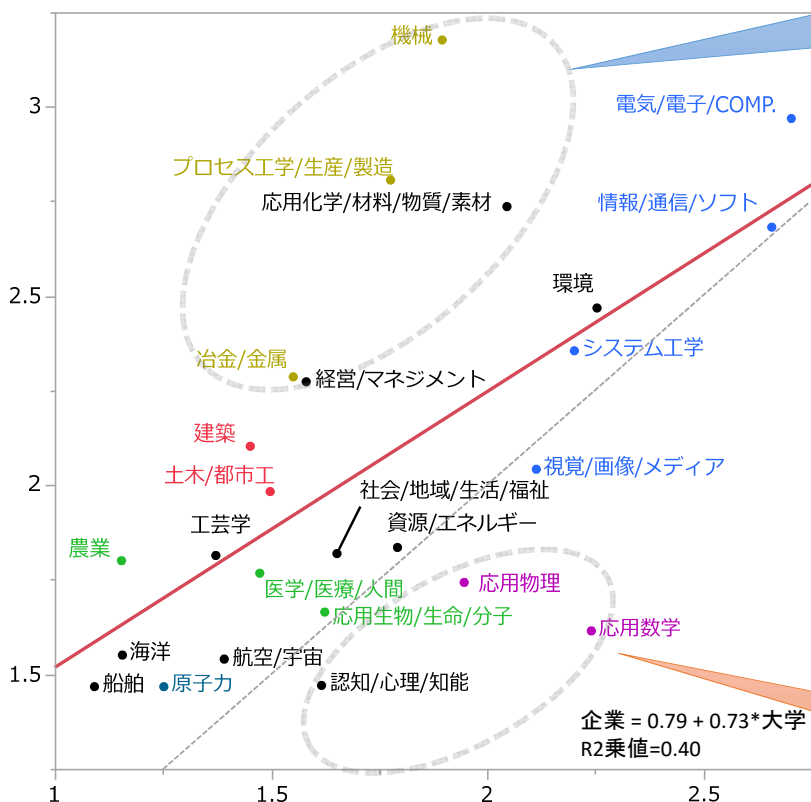
大学の回答を基準として、各項目の平均点が高い順に並べ替え。平均点は、各回答を凡例に示した数値ととらえて算出。

- 4点 ■ 主要な分野として教育している
- 3点 ■ 主要な分野ではないが教育している
- 2点 ■ 現在教育していないが今後教育する予定である
- 1点 ■ 現在教育しておらず今後も教育する予定がない

- 4点 ■ もっとも関連が深い
- 3点 ■ それほど深くはないが、関連はある
- 2点 ■ 現在は関連していないが、今後関連が深まると思われる
- 1点 ■ 今後も含め、関係はない

1 【分野】 教育分野・関連分野 (平均点※の散布図プロット)

もっとも関連が深い
↑
企業
↓
今後も含め、関連がない



• 大学に比して「関連が深い」企業が多い分野
• とくに「機械」は非常に多くの企業が関連分野だとしている。

※平均点 : 以下を数値として計算

【大学】

主要な分野として教育している	1点
主要な分野ではないが、教育している	2点
現在教育していないが、今後教育する予定である	3点
現在教育しておらず、今後も教育する予定がない	4点

【企業】

もっとも関連が深い	1点
それほど深くはないが、関連はある	2点
現在は関連していないが、今後関連が深まると思われる	3点
今後も含め、関係はない	4点

• 企業に比して「主要な教育分野」とする大学が多い分野

現在も教育していないし、今後も予定はない ← 大学 → 主要な分野として教育している

1 【分野】 教育分野 (各学科・専攻等は何個の項目を選んだか)

大学

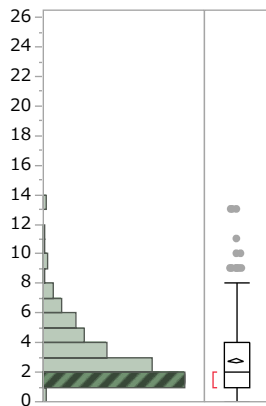
「主要な分野として教育している」

「主要な分野ではないが、教育している」

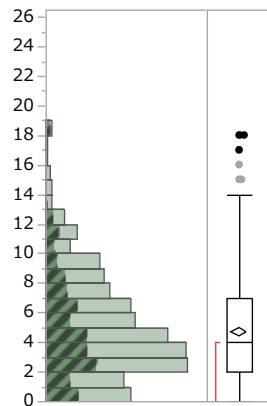
「現在教育していないが、今後教育する予定である」

「現在教育しておらず、今後も教育する予定がない」

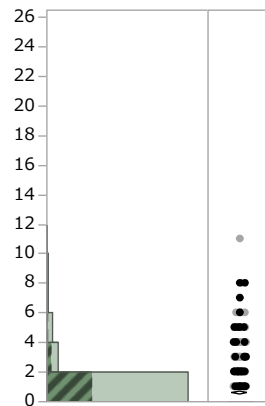
選んだ分野の数(項目数)



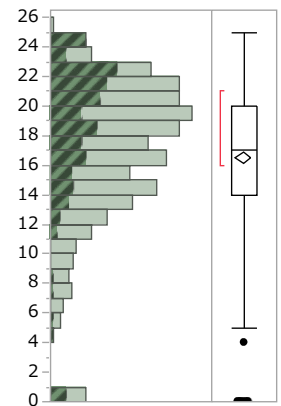
・平均 :2.7
・中央値 :2



・平均 :4.7
・中央値 :4



・平均 :0.5
・中央値 :0



・平均 :16.5
・中央値 :17

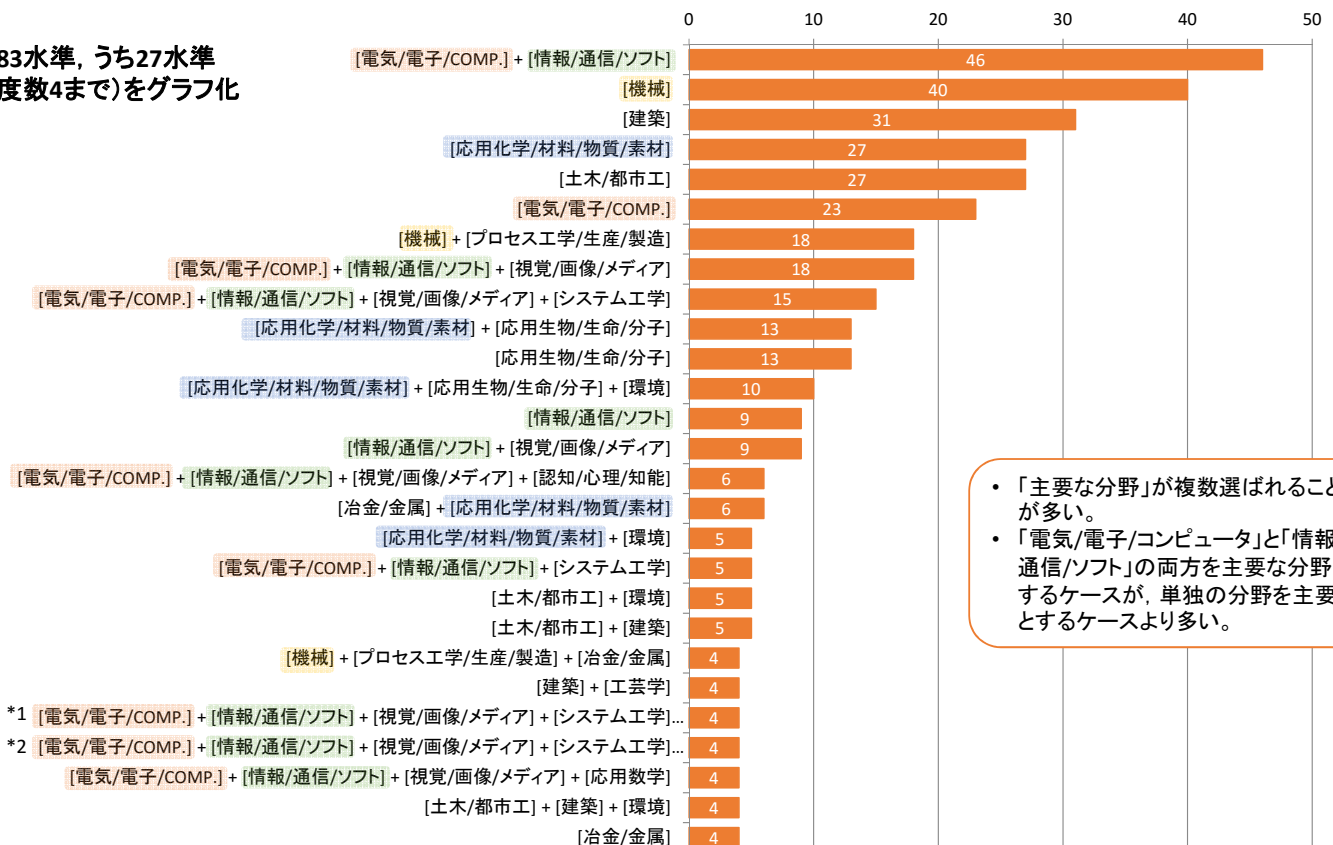
グラフの濃い色は、「主な分野として教育している」を25分野中ただ1つだけを選んだ学科・専攻等であり、全体の33%(n=184)である。残りの66%は複数の分野を選択している。(1%は1つも選ばず)

17

1 【分野】 教育分野 (「主要な分野として教育している」内訳)

大学

183水準, うち27水準
(度数4まで)をグラフ化



・「主要な分野」が複数選ばれることが多い。
・「電気/電子/コンピュータ」と「情報/通信/ソフト」の両方を主要な分野とするケースが、単独の分野を主要とするケースより多い。

18

*1: [電気/電子/COMP.] + [情報/通信/ソフト] + [視覚/画像/メディア] + [システム工学] + [応用数学] + [認知/心理/知能]
*2: [電気/電子/COMP.] + [情報/通信/ソフト] + [視覚/画像/メディア] + [システム工学] + [認知/心理/知能]

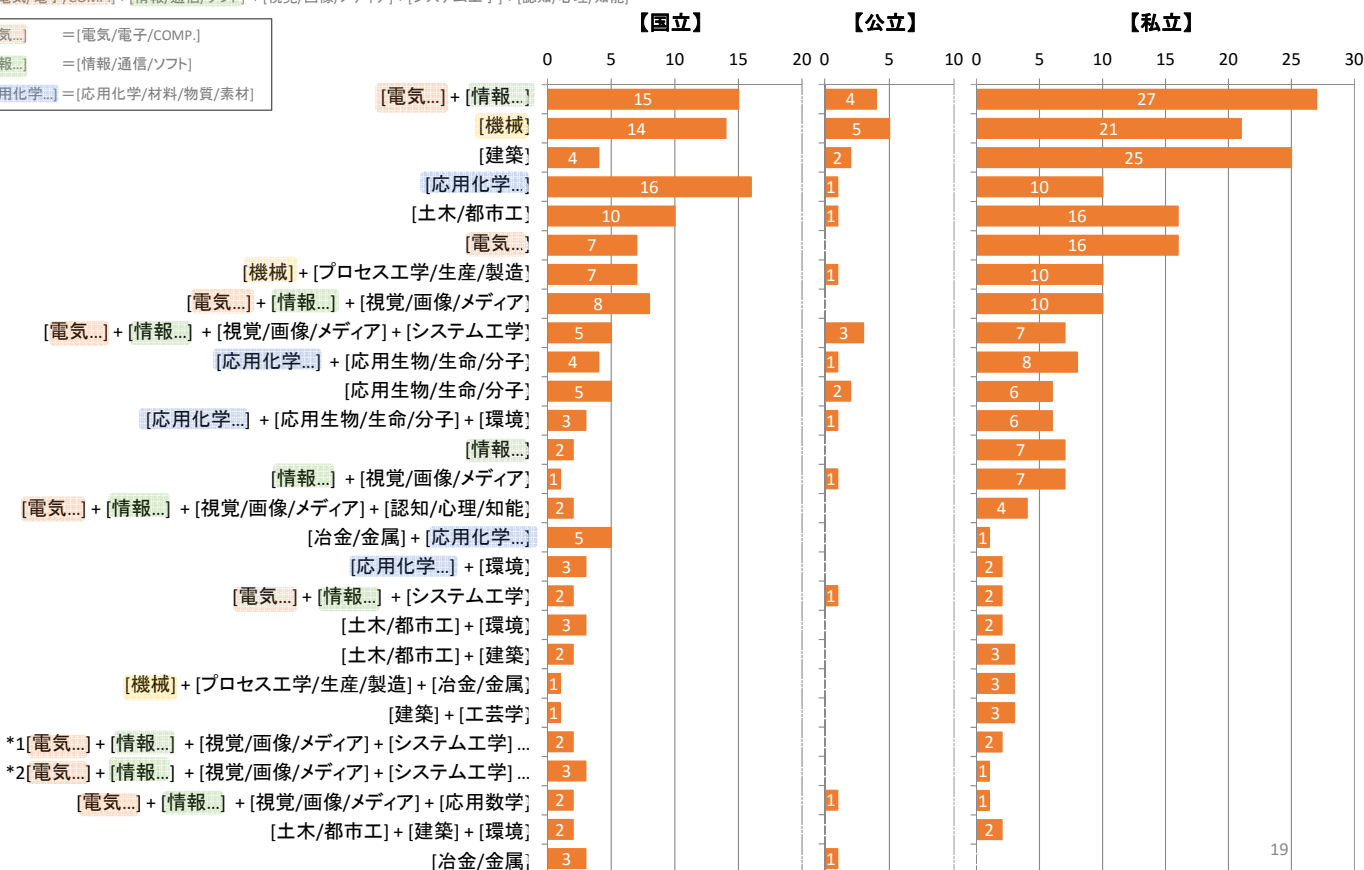
1 【分野】 教育分野 (「主要な分野として教育している」内訳×国公立)

大学

*1: [電気/電子/COMP.] + [情報/通信/ソフト] + [視覚/画像/メディア] + [システム工学] + [応用数学] + [認知/心理/知能]

*2: [電気/電子/COMP.] + [情報/通信/ソフト] + [視覚/画像/メディア] + [システム工学] + [認知/心理/知能]

[電気...] = [電気/電子/COMP.]
 [情報...] = [情報/通信/ソフト]
 [応用化学...] = [応用化学/材料/物質/素材]



1 【分野】 関連分野 (各企業は何個の項目を選んだか)

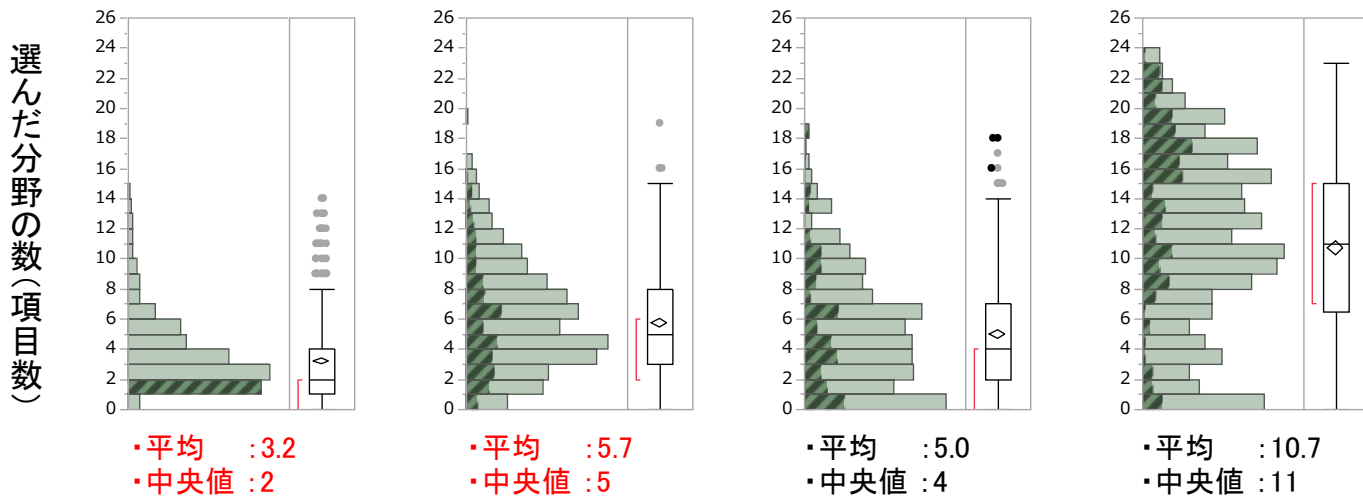
企業

「もっとも関連が深い」

「それほど深くはないが、関連はある」

「現在は関連していないが、今後関連が深まると思われる」

「今後を含め、関連はない」

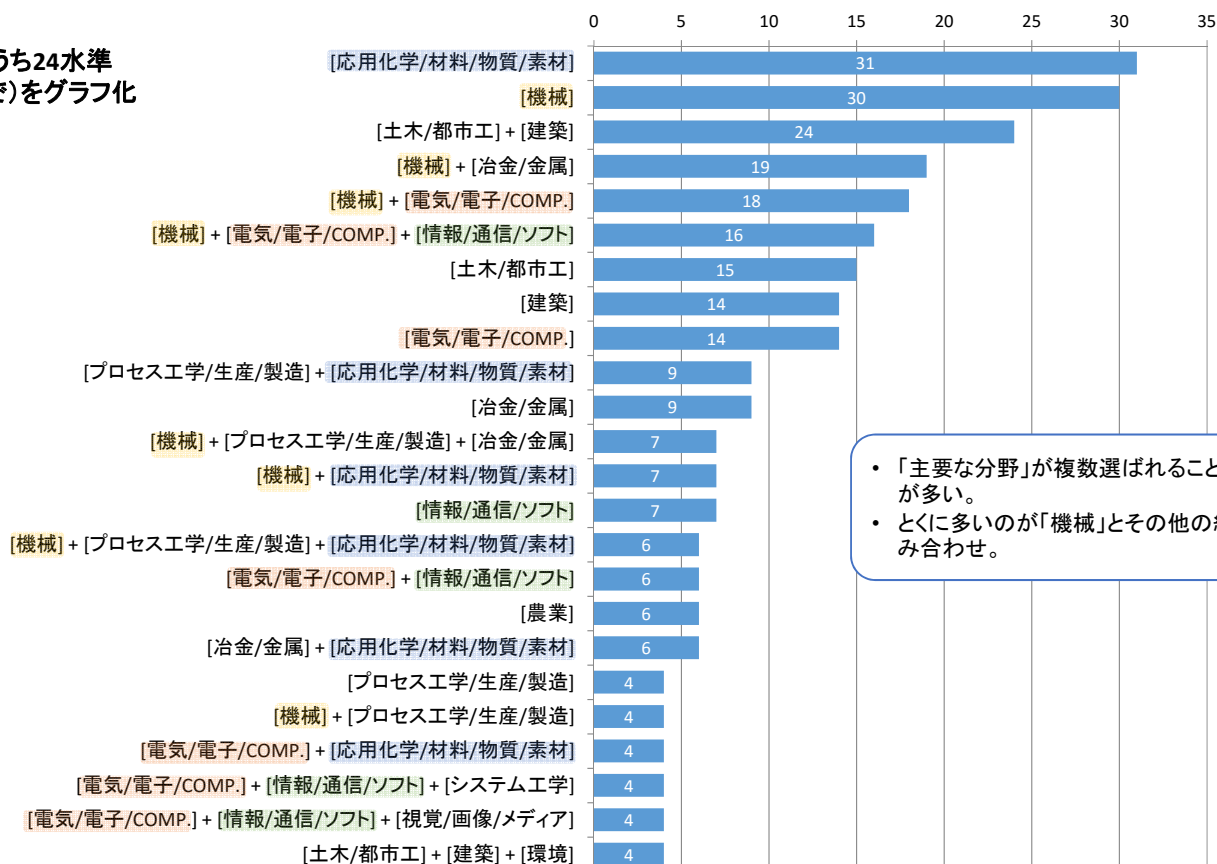


グラフの濃い色は、「もっとも関連が深い」を25分野中ただ1つだけを選んだ企業であり、全体の22%(n=136)である。残りの75%は複数の分野を選択している。(2%は1つも選ばず)

1 【分野】 関連分野 (「もっとも関連が深い」内訳)

企業

277水準, うち24水準
(度数4まで)をグラフ化



・「主要な分野」が複数選ばれることが多い。
・とくに多いのが「機械」とその他の組み合わせ。

21

1 【分野】 教育分野・関連分野 (因子分析結果:最尤法・共通因子解・Promax回転)

大学	因子1 情報/電気/電子など	因子2 機械/製造/航空など	因子3 建築/土木/都市/社会など	因子4 生物/医学/農業/化学など	因子5 資源/エネルギー/原子力	因子6 数学・物理
情報/通信/ソフト	.94	-.09	-.08	-.08	.16	.03
電気/電子/COMP.	.86	-.01	-.17	-.13	.25	.02
視覚/画像/メディア	.83	-.17	.09	.04	-.07	.03
システム工学	.66	.24	.06	-.01	.03	.09
認知/心理/知能	.51	-.02	.38	.27	-.24	.10
機械	-.05	.86	.03	-.05	-.04	-.01
プロセス工学/生産/製造	.02	.84	.01	.06	.02	-.01
航空/宇宙	.02	.68	.03	-.07	.05	-.02
冶金/金属	-.18	.64	-.11	.05	.09	.09
船舶	.06	.36	.14	-.11	.16	-.03
社会/地域/生活/福祉	.10	.05	.68	.17	.07	-.04
土木/都市工	-.21	-.10	.64	-.28	.15	.06
建築	-.27	-.05	.64	-.25	-.01	-.00
工芸学	.10	.08	.62	-.03	-.07	.02
環境	-.25	-.05	.42	.25	.37	.18
海洋	.09	.04	.37	.08	.32	-.18
経営/マネジメント	.23	.06	.35	.19	.01	-.01
応用生物/生命/分子	-.15	-.18	-.16	.75	.07	.01
医学/医療/人間	.12	.07	.06	.63	-.09	-.04
農業	.06	-.02	.16	.45	.20	-.28
応用化学/材料/物質/素材	-.20	.07	-.20	.43	.26	.19
資源/エネルギー	.08	.06	.17	.15	.69	.03
原子力	.21	.12	-.01	-.05	.44	.04
応用物理	.10	.01	-.05	-.06	.15	.70
応用数学	.32	.02	.03	-.06	-.05	.65

企業	因子1 情報/電気/電子など	因子2 建築/土木/都市など	因子3 生物/医学/農業/化学など	因子4 冶金/化学/機械など	因子5 船舶/海洋/航空/原子力	因子6 数学・物理
情報/通信/ソフト	.94	-.02	-.06	-.08	-.00	-.05
電気/電子/COMP.	.80	-.06	-.15	.06	.03	-.02
視覚/画像/メディア	.64	-.01	.21	-.09	-.03	.03
システム工学	.59	-.02	.06	.21	-.03	.07
経営/マネジメント	.28	.18	.27	.15	-.01	.12
土木/都市工	-.08	.94	-.14	-.05	.00	-.00
建築	-.02	.92	-.11	-.01	-.08	-.04
環境	.02	.46	.33	.20	.01	-.04
資源/エネルギー	.03	.37	.13	.14	.27	.06
応用生物/生命/分子	-.17	-.11	.68	.04	-.02	.02
医学/医療/人間	.09	-.22	.65	-.03	.04	-.08
農業	-.07	.16	.52	-.11	.18	-.05
社会/地域/生活/福祉	.16	.33	.49	-.09	-.02	-.00
認知/心理/知能	.26	.03	.41	-.04	.00	.17
工芸学	.27	.18	.33	.02	.01	.05
冶金/金属	-.06	.03	-.17	.70	.17	.03
応用化学/材料/物質/素材	-.27	-.01	.33	.69	-.09	-.01
プロセス工学/生産/製造	.23	-.08	.16	.61	-.06	-.04
機械	.24	.08	-.23	.60	.10	-.03
船舶	-.05	-.04	-.06	.10	.84	-.08
海洋	-.03	.19	.20	-.16	.64	-.01
航空/宇宙	.07	-.18	.01	.16	.53	.06
原子力	.04	.18	.06	.04	.39	.14
応用数学	.03	-.05	-.04	-.08	.03	1.00
応用物理	.00	.00	-.01	.08	-.02	.83

大学と企業で傾向が異なる因子, 変数

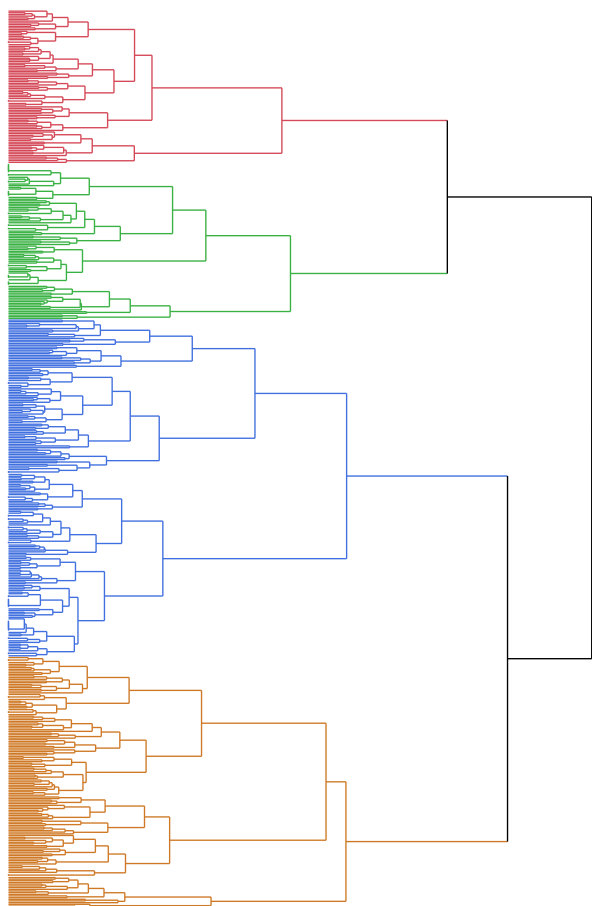
22

1 【分野】 教育分野 (クラスター分析(Ward法):3水準に変換して実施)

大学

「今後教育する予定である」と「今後も教育する予定はない」を合成

各学科・専攻 (n=535 : 欠測値を除く)



【化学・生物】
など

応用化学科, 生物工学科, 生命工学科など

【建築・土木】
など

建築学科, 土木工学科, 社会環境工学科など

【電気・情報】
など

電気電子工学科, 情報工学科, 電気電子情報工学科, 情報メディア学科, コンピュータサイエンス学科など

【機械など総合】

機械工学科, 機械システム工学科, 電気電子工学科, 材料工学科, 電気・情報生命工学科など

23

1 【分野】 教育分野 (4分野分類の内訳)

大学

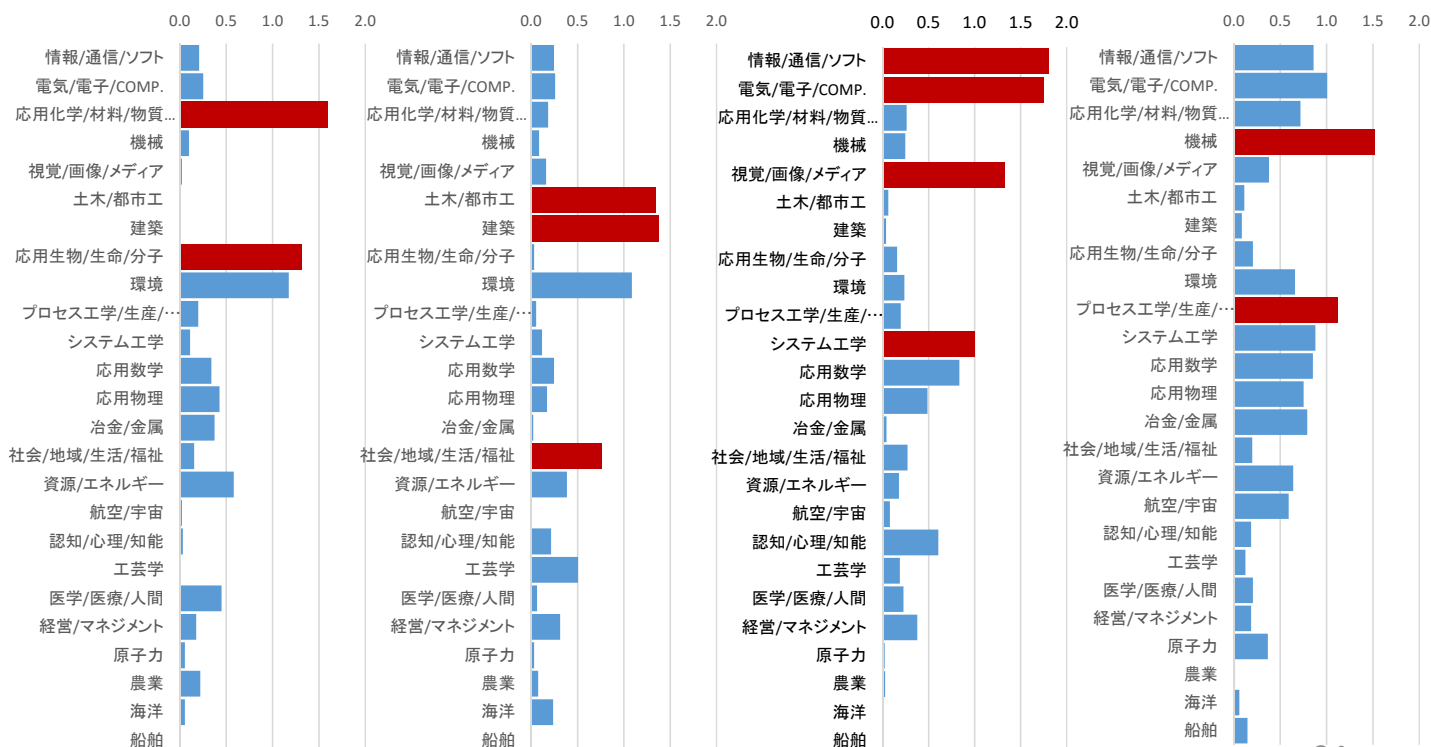
「主要な分野として教育している:2点」「主要ではないが教育している:1点」「その他:0点」の平均点

【化学・生物】

【建築・土木】

【電気・情報】

【機械など総合】



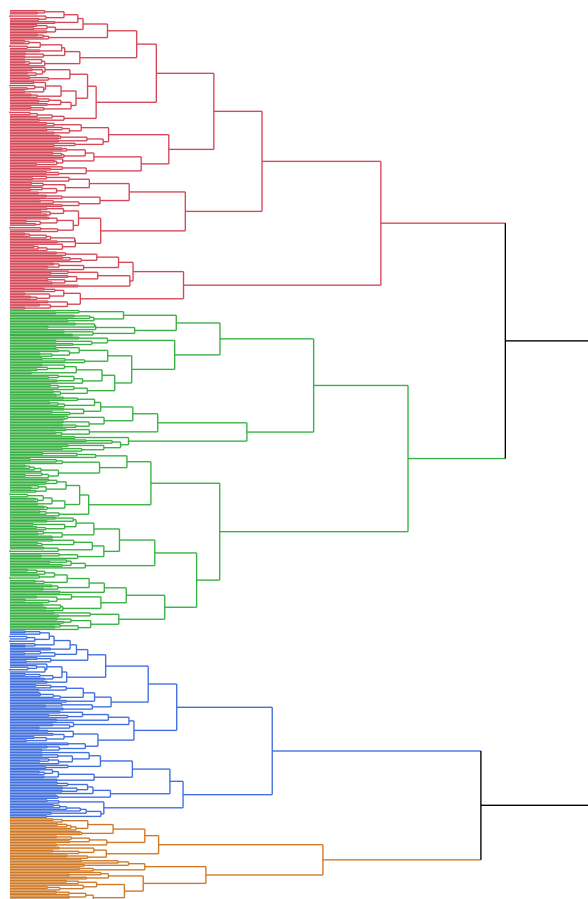
24

1 【分野】 関連分野 (クラスター分析(Ward法):3水準に変換して実施)

企業

「今後関連が深まると思われる」と「今後を含め、関連はない」を合成

各部門 (n=565 : 欠測値を除く)



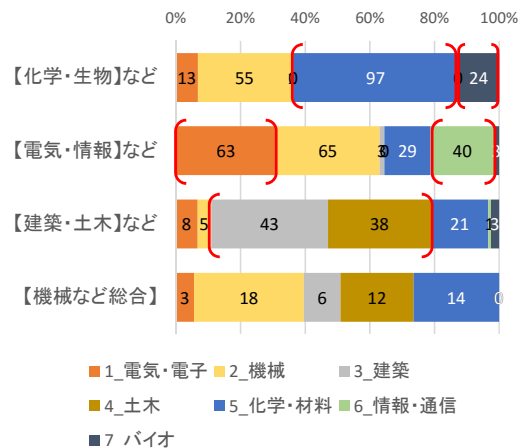
【化学・生物】
など

【電気・情報】
など

【建築・土木】
など

【機械など総合】

昨年度アンケートの「工学主要7分野」と今年度のクラスター分析結果との関連



1 【分野】 関連分野 (4分野分類の内訳)

企業

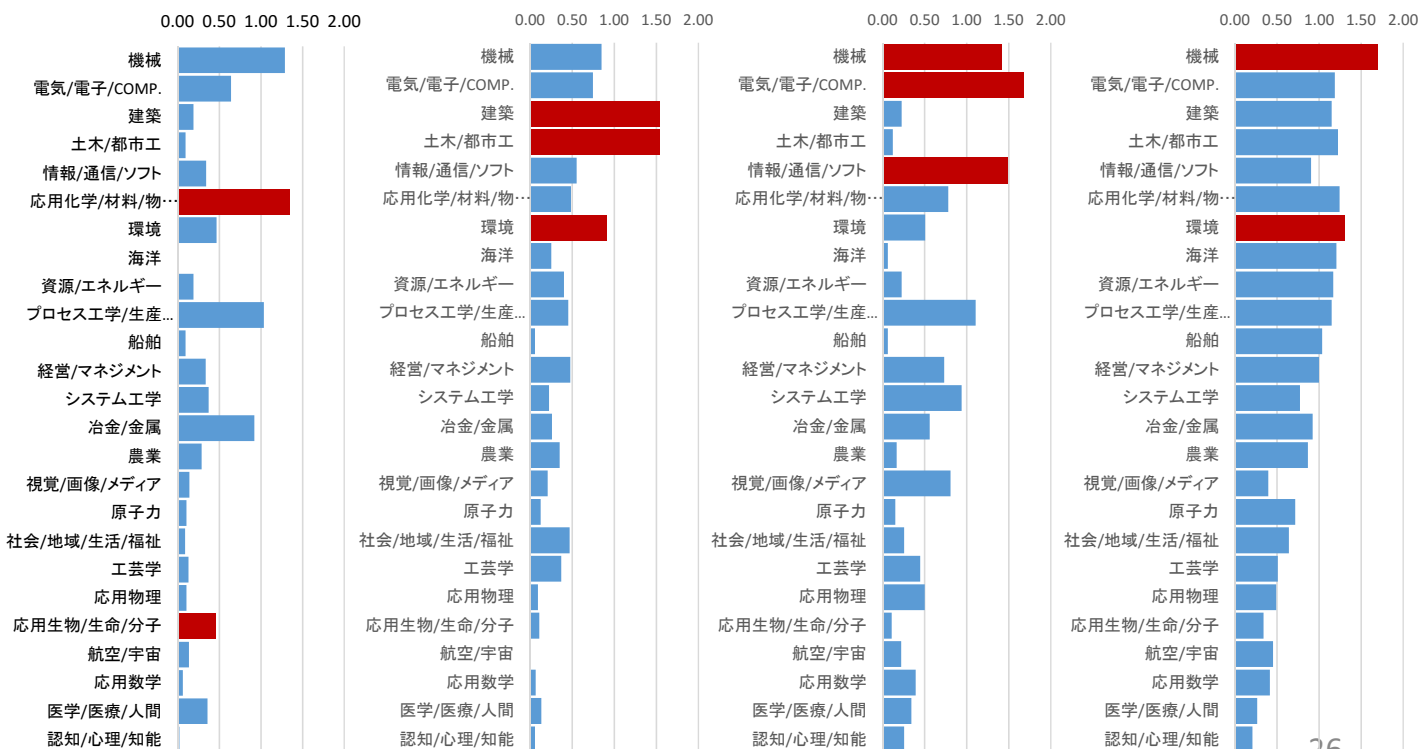
「もっとも関連が深い:2点」「それほど深くはないが、関連はある:1点」「その他:0点」の平均点

【化学・生物】

【建築・土木】

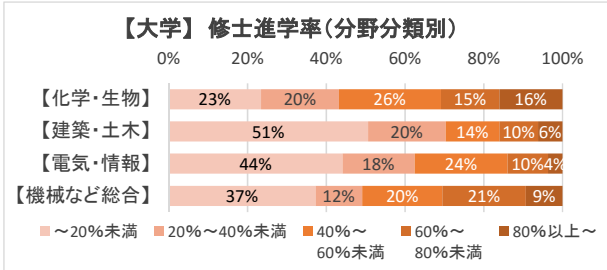
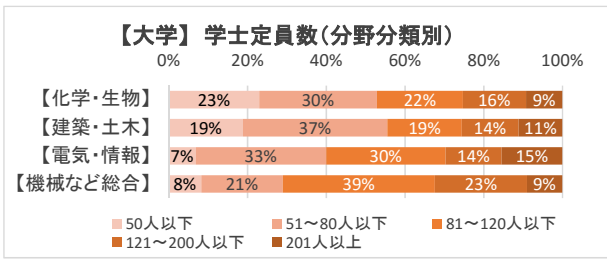
【電気・情報】

【機械など総合】



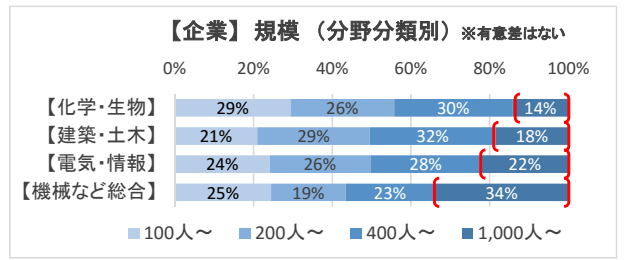
分野分類 × 回答者属性

大学

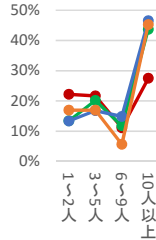


※ 国公立、地域、修士・博士の定員数は、分野分類による有意差なし

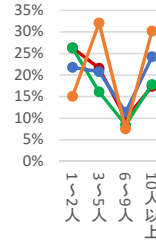
企業



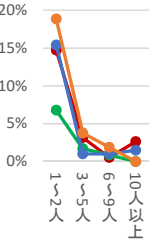
学卒の採用人数(分野分類別)



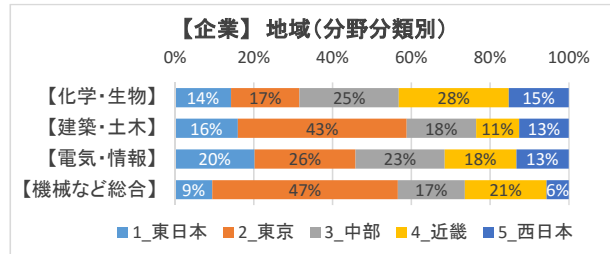
修士卒の採用人数(分野分類別)



博士卒の採用人数(分野分類別)



●【化学・生物】
●【建築・土木】
●【電気・情報】
●【機械など総合】



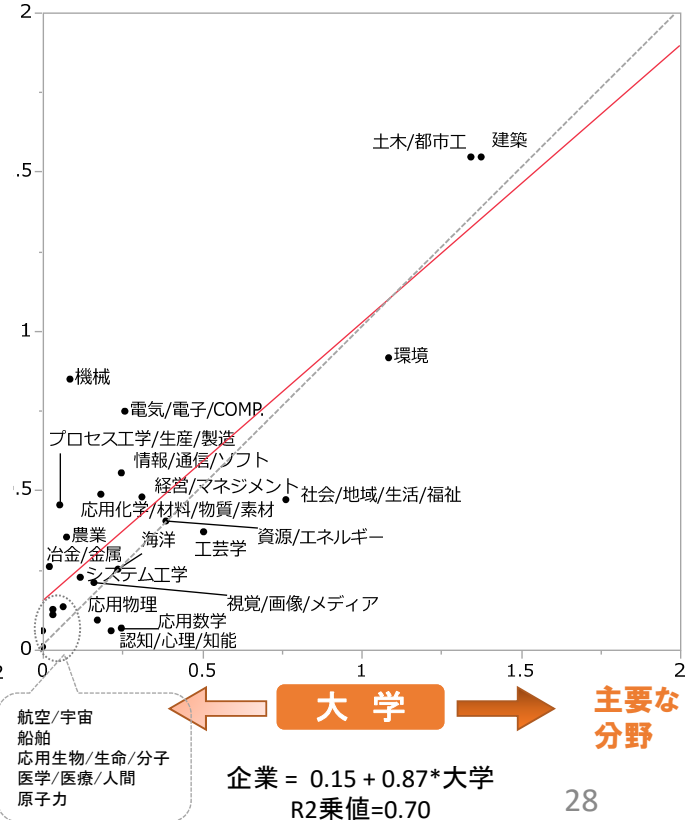
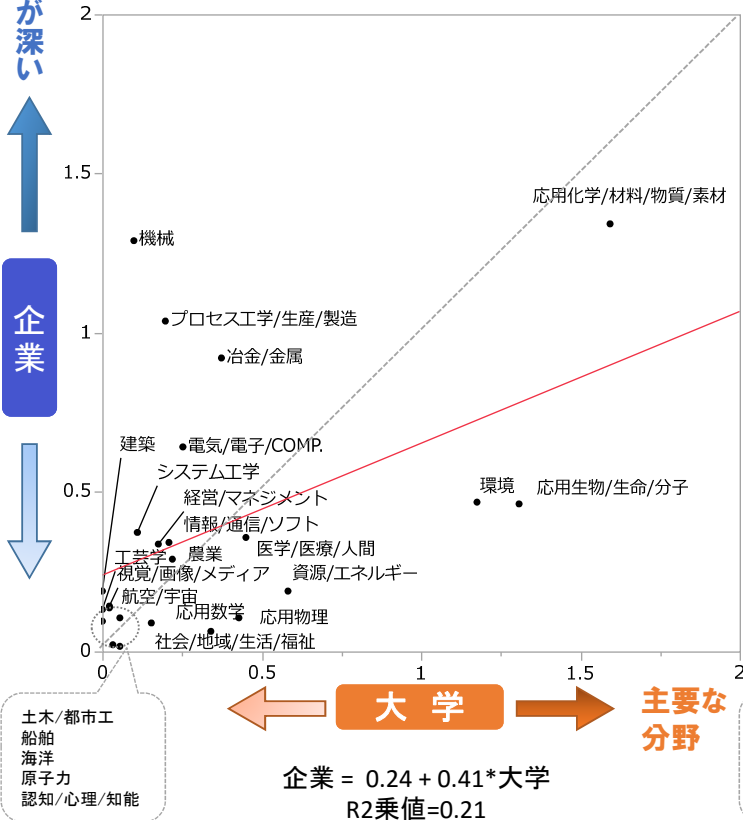
1 【分野】 教育分野・関連分野 (4分野分類別の平均点※の散布図プロット)

※ 「主要な分野として教育している:2点」「主要ではないが教育している:1点」「その他:0点」/「もっとも関連が深い:2点」「それほど深くはないが、関連はある:1点」「その他:0点」の平均点

関連が深い
↑
企業
↓

【化学・生物】など

【建築・土木】など



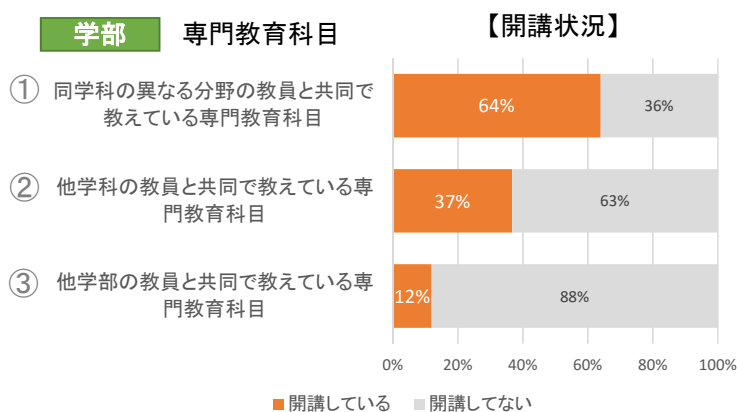
1 【分野】 教育分野・関連分野（まとめ2）

- 大学の分野分類(クラスター分析結果)
 - 以下の4分類となった。ボリュームが多い3と4は、比較的混在している。
 1. 【化学・生物】など： 応用化学科, 生物工学科など
 2. 【建築・土木】など： 建築学科, 土木工学科など
 3. 【電気・情報】など： 電気電子工学科, 情報工学科, 電気電子工学科など
 4. 【機械など総合】：機械工学科, 機械システム工学科, 電気電子工学科など
 - 修士進学率は1, 4, 3, 2(高い順), 学士定員数は4, 3, 2, 1の順(多い順)。
- 企業の分野分類(クラスター分析結果)
 - 大学と類似した4分類となった。ボリュームがもっとも多いのは1(【化学・生物】など)と3(【電気・情報】など), もっとも少ないのは4(【機械など総合】)である。
 - 4は、多くの分野に関連する大企業が多く、学卒より修士卒の採用人数が多い。
- 分野分類ごとの大学・企業の比較
 - 類似度が高い順に、2, 3, 1, 4である。
 - 大学より企業の方が関連分野が多い。とくに「機械」「プロセス工学等」等は、1, 3でも関連度が高くなっている。

31

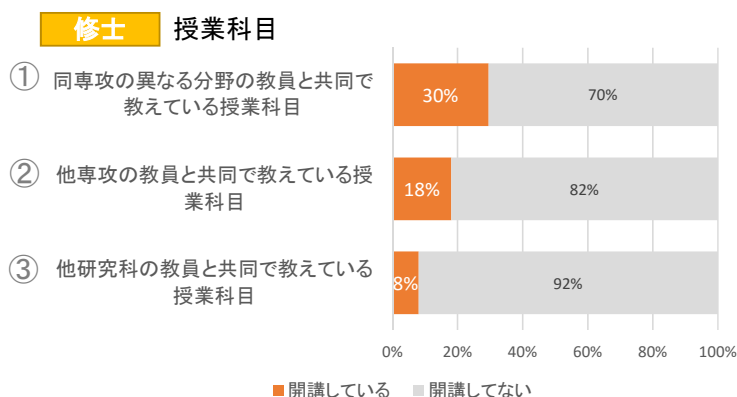
2 【分野】 分野横断的な科目の開講状況

大学



各開講科目のうち、

- ① ● 必修70%, 選択必修12%
- 学部共通で開講している科目が34%
- ② ● 必修48%, 選択必修17%
- 学部共通で開講している科目が72%
- ③ ● 必修37%, 選択必修19%
- 学部共通で開講している科目が52%



各開講科目のうち、

- ① ● 必修30%, 選択必修34%
- 研究科共通で開講している科目が36%
- ② ● 必修25%, 選択必修22%
- 研究科共通で開講している科目が77%
- ③ ● 必修22%, 選択必修38%
- 研究科共通で開講している科目が70%

32

2【分野】 分野横断的な科目の内容(特徴的な科目:自由記述)

大学

学部	科目内容(自由記述の分類)	①	②	③
		他学部と共同	他学科と共同	他分野と共同
工学共通	数学・データサイエンス※ (微積分学, 代数学, 情報学総論, 情報セキュリティ, 情報科学演習, 情報科学実験など)	12	36	46
	物理・化学・自然科学※ (基礎力学, 生物学, 物理学実験, 化学概論, 応用化学基礎演習など)	7	22	29
工学専門	電気・機械・材料, エンジニアリングデザイン※ (電気電子特論, 機械設計・製図, 機械工学実験, 電磁気学, 材料工学入門など)	1	33	76
	都市・環境・建築・土木※ (建築学概論, 環境工学システム特論, 建築計画設計, デザインスタジオ, 先端建築特論など)	11	15	43
	科学・技術 (科学・技術の最前線, サイエンス工房, 先端科学序論など)	1	4	6
	ものづくり, 製品, 生産, 創成 (ものづくり文化, 創成工学実践, 食品医薬品開発工学など)	1	1	1
技術者教育	倫理, 特許, 知財, リスク管理, セキュリティ※ (知的財産概論, 特許法, 技術者倫理, 工学倫理, リスクマネジメント特講など)	5	11	9
	キャリア, 経営, アントレプレナー, 企業, インターンシップ (経営学概論, ベンチャー体験工房, 学内インターンシップなど)	2		2
その他	ゼミ, セミナー, ワークショップ, 卒業研究※ (新入生セミナー, 進路支援セミナーなど)		3	8
	PBL, プロジェクト (プロジェクトスキル, プロジェクトデザイン実践など)			8
	他 (科学技術英語が主)	4	10	12
総計		44	135	240

※「講義」が主

33

2【分野】 分野横断的な科目の内容(特徴的な科目:自由記述)

大学

修士	科目内容(自由記述の分類)	①	②	③
		他研究科と共同	他専攻と共同	他分野と共同
工学共通	数学・データサイエンス※ (応用数学, 計算論理学, 数値解析学特論・演習, 情報システム工学基礎など)	4	3	12
	物理・化学・自然科学※ (化学物質管理の基礎知識, 無機化学特論, 組成分析化学, 生体分子計測など)	1	6	8
工学専門	電気・機械・材料, エンジニアリングデザイン※ (先端工学概論, 電気電子工学特論, 機械工学特別演習, 計算材料学特論など)		12	25
	都市・環境・建築・土木※ (建築学概論, 環境工学システム特論, 建築計画設計, デザインスタジオ, 先端建築特論など)	3	8	16
	科学・技術 (先端融合科学特論, 先端技術特論など)	1	1	3
	ものづくり, 製品, 生産, 創成 (生産システム工学概論, ものづくり論, ものづくりデザイン統合特論など)		3	4
技術者教育	倫理, 特許, 知財, リスク管理, セキュリティ※ (研究者倫理, 工学倫理知財特論など)	2	8	1
	キャリア, 経営, アントレプレナー, 企業, インターンシップ (技術者経営特論, グローバルアントレプレナーなど)	2	1	1
その他	ゼミ, セミナー, ワークショップ, 卒業研究※ (ゼミナール)			1
	PBL, プロジェクト (クラウド開発型プロジェクト, プロジェクトゼミナールなど)		1	1
	他 (科学技術英語が主)	6	7	8
総計		19	50	80

※「講義」が主

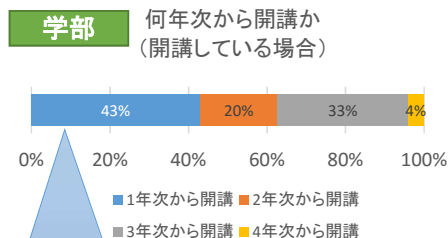
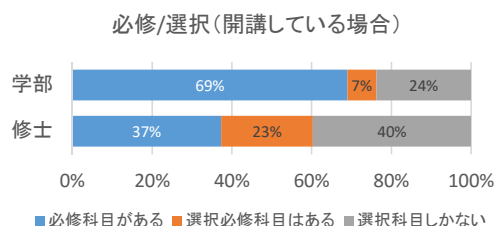
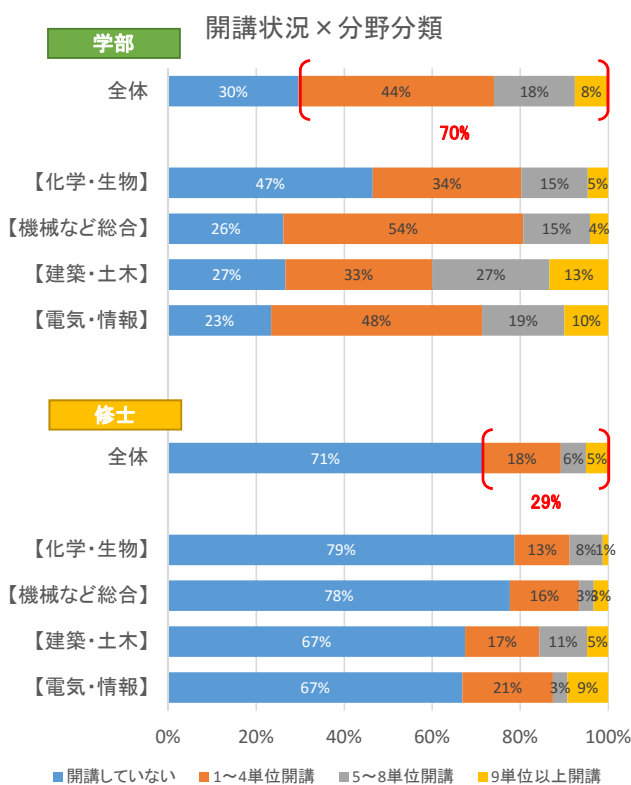
34

- 該当科目を開講している学科・専攻等は、①がもっとも多く、③が少ない(学部・修士とも)
 - ① 「同学科・専攻の異なる分野の教員と共同で教えている」科目
 - ② 「他学科・他専攻の教員と共同で教えている」科目
 - ③ 「他学部・他研究科の教員と共同で教えている」科目
- 特徴的な科目(自由記述)の内容は以下に分類できる。いずれも、「工学専門」が最も多く、次いで「工学共通」である。
 - A) 工学共通(「数理・データサイエンス」, 物理・化学・自然科学)関連)
 - B) 工学専門(「電気・機械・材料, エンジニアリングデザイン」, 「都市・環境・建築・土木」 「ものづくり, 製品, 生産, 創造」関連)
 - C) 技術者教育(「倫理, 特許, 知財, リスク管理, セキュリティ」 「キャリア, 経営, アントレプレナー, 企業, インターンシップ」関連)
 - D) その他(ゼミ, 卒研, PBL, プロジェクト, 技術英語など)

3【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の開講状況(分野分類を含む)

: 課題の解決を目的として、学生がチームを組み、自主的、主体的に取り組む実践的教育手法

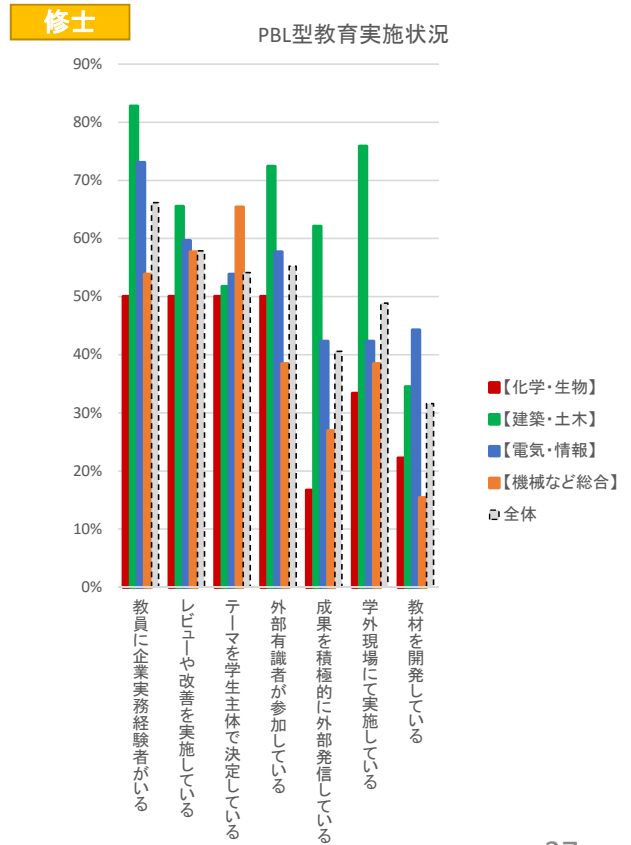
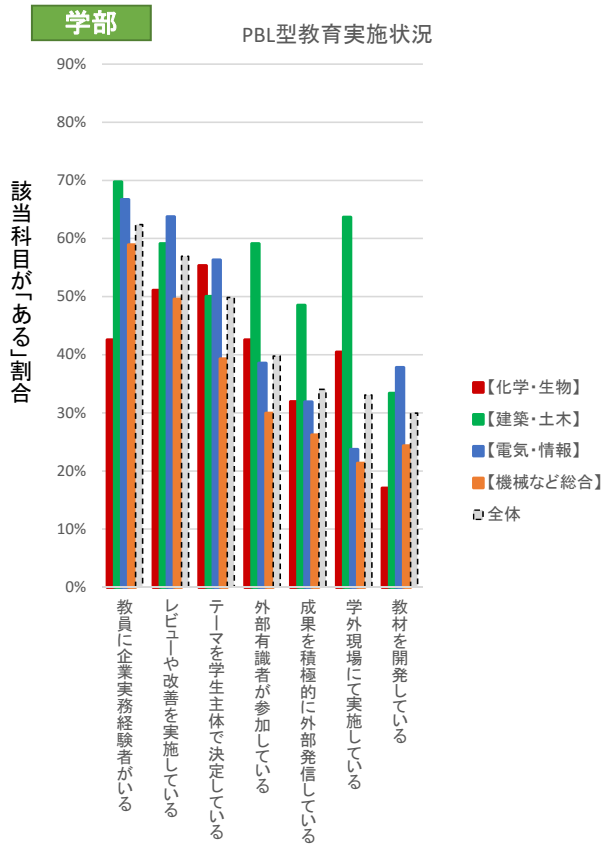
大学



1年次から開講されている科目には、フレッシュマンセミナー、入門ゼミナール、基礎ゼミ、キャリア基礎などが含まれる(代表的な科目の自由記述より)。学部より修士の方が開講率が低いことから、専門教育としてのPBLの実施は、それほど多くはないと考えられる。

3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の実施状況(分野分類別)

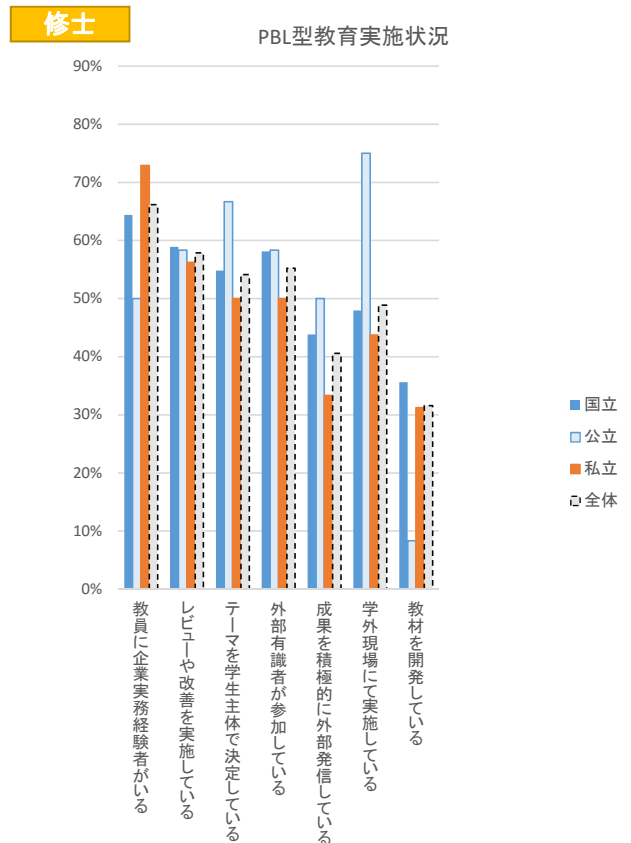
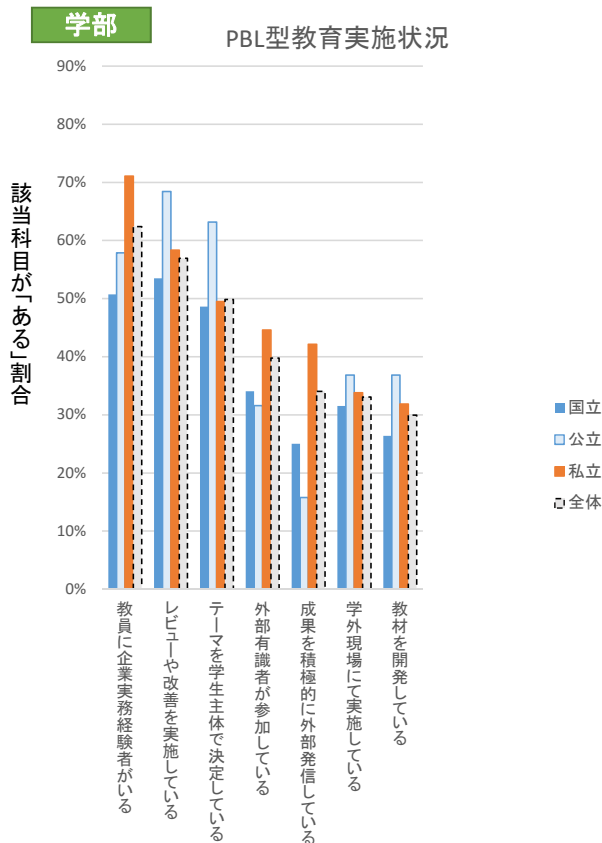
大学



37

3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の実施状況(国公立別)

大学



38

3【プロジェクト型教育】プロジェクト型教育の内容(代表的な科目:自由記述)

大学	科目内容(自由記述の分類)	学部	修士
		記入件数(学部)	記入件数(修士)
	電気・機械・材料, エンジニアリングデザイン※ (機械工学実験, 電気電子工学実験, 材料基礎実験, 応用機械設計製図, 機械設計製作, ロボットデザインなど)	88	9
	都市・環境・建築・土木※ (建築設計製図, 環境デザイン演習, デザイン探求演習, 構造力学実験, 建築学特別課外活動など)	42	17
	数理・データサイエンス※※ (情報工学実験, 情報デザインプロジェクト演習, プログラミング演習, ソフトウェア設計及び実験など)	34	11
	ゼミ, セミナー, ワークショップ, 卒業研究 (フレッシュマンセミナー, モノづくりワークショップ, 卒業研究)	23	6
	物理・化学・自然科学※ (応用化学実験, 環境生命化学実験, 応用物理学実験など)	17	3
	ものづくり, 製品, 生産, 創成※ (ものづくりゼミ, 創成工学, 生産実習など)	13	9
	キャリア, 経営,アントレプレナー, 企業, インターンシップ (キャリア基礎, 学士インターンシップ, 経営実践など)	6	9
	PBL, プロジェクト(具体的な科目名の記載がない)	50	13
	その他	15	15
	総計	228	92

※ 「演習・実習・実験」が主

※※ 「演習・実習・実験」および「ワークショップ」が主

39

3【プロジェクト型教育】プロジェクト型教育の内容(代表的な科目:自由記述)

大学

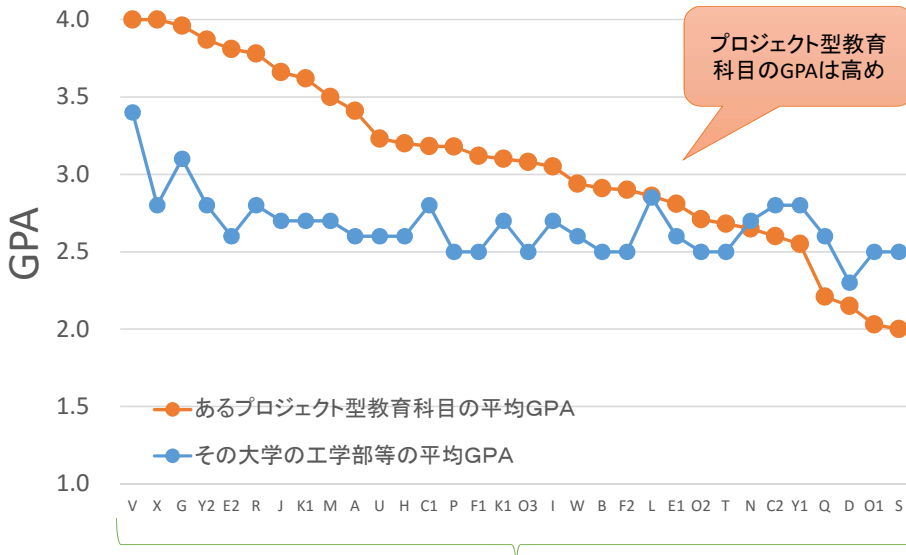
- 代表的な開講科目の内容(学部)
 - もっとも多かったのは、電気電子, 機械, 情報, 材料等の分野における実験・実習, エンジニアリングデザイン等(学部では, 記入総数の1/3程度)。次いで多かったのは, 以下の内容である。
 - ※ 都市・環境・建築等の分野における実習
 - ※ 情報・データサイエンス関連の実習・演習(プログラミングなど)
 - ※ ものづくり, 製品, 生産など(ものづくりゼミ, 人工知能, アプリ開発など)
- 企業の協力が得られている科目(学部)【例】
 - 企業の協力が得られている科目はごく少数。企業から講師を招く, インターンシップなど。中には以下の例があった。
 - ※ 近隣の企業, 地方公共団体からの依頼により, 制作物を納品する。ポスターから, ロゴ, 看板, 案内表示, マスコットキャラクターなどのデザインをクライアントの意見を調整しながら作成。
 - ※ 5~6人1チームとして, 1台のオートバイ(50cc)を完全にばらし, その機械要素の役割を理解し, 再び完全に組み立てる。オートバイは企業からの寄贈品。

40

3 【プロジェクト型教育】 PBL科目の成績傾向(学部平均GPAとの比較)【参考】

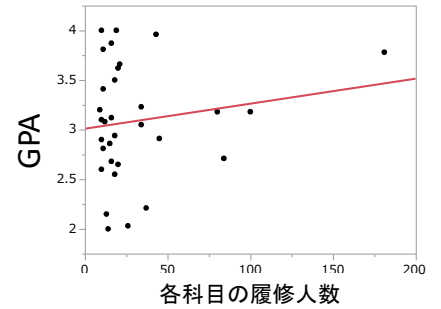
大学

「代表的な開講科目名」の自由記述(任意回答)より抽出した科目の平均GPAと
その大学の工学部等の平均GPAの比較



学士課程の「代表的な開講科目名」の自由記述(n=228)より適宜抽出した32科目

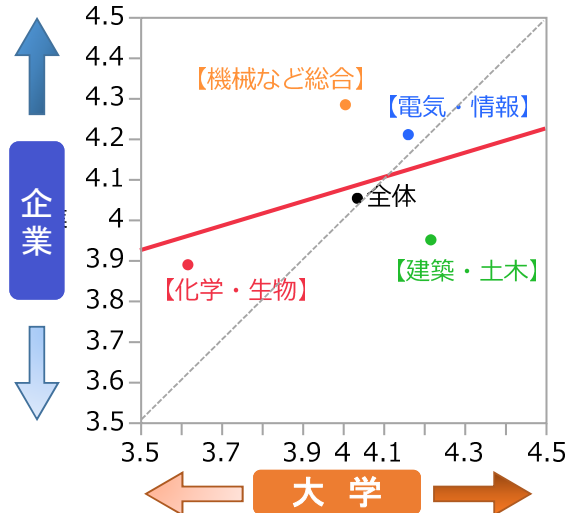
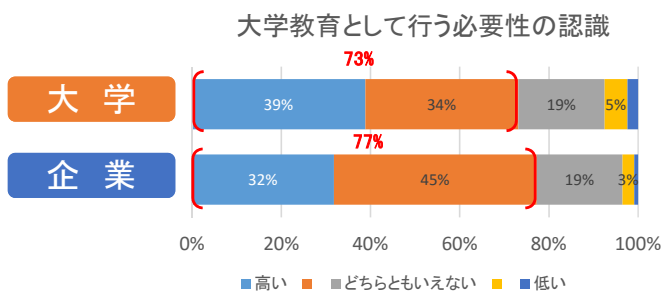
今回抽出したPBL科目のGPAと履修人数との関連



GPAデータ提供: (株)大学成績センター

3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育を大学教育として行う必要性

大学教育として行う必要性
(平均点の散布図プロット)

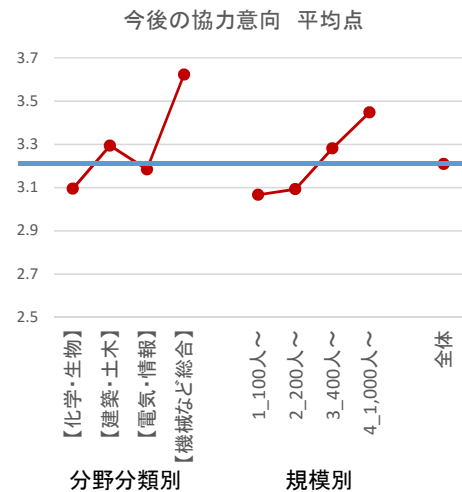
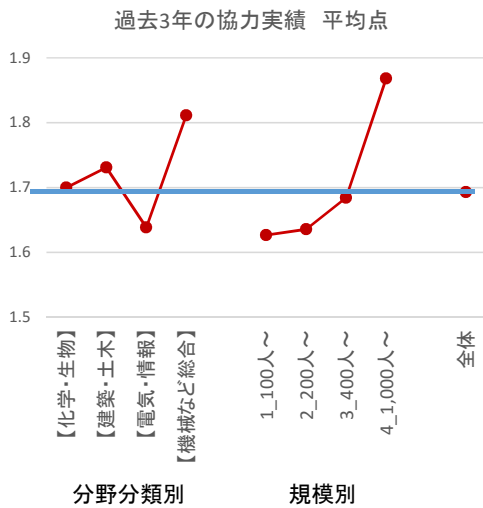
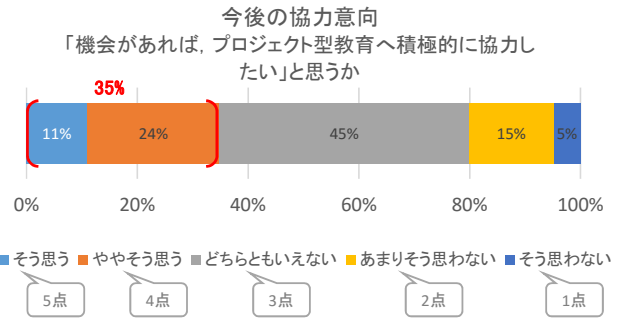
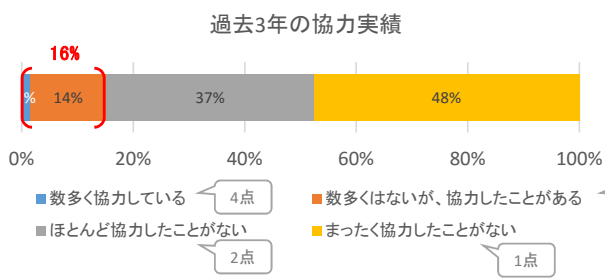


※以下を数値とし、分野分類ごとに平均点を算出

大学教育として行う必要性は低いと思う	1点
どちらかといえば、必要性は低いと思う	2点
どちらともいえない	3点
どちらかといえば、必要性は高いと思う	4点
大学教育として行う必要性は高いと思う	5点

3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の協力実績・意向

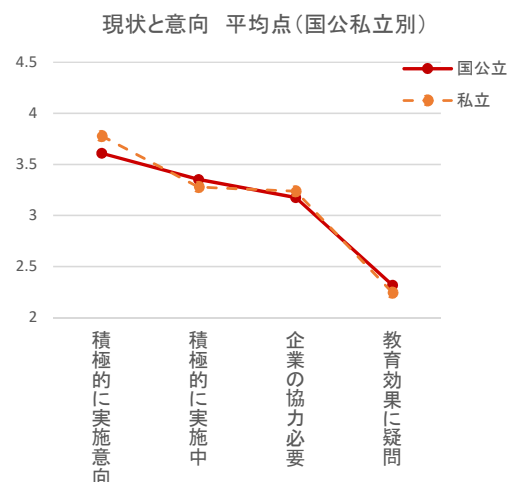
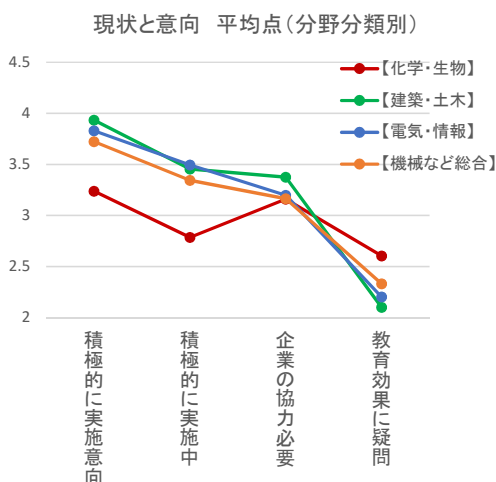
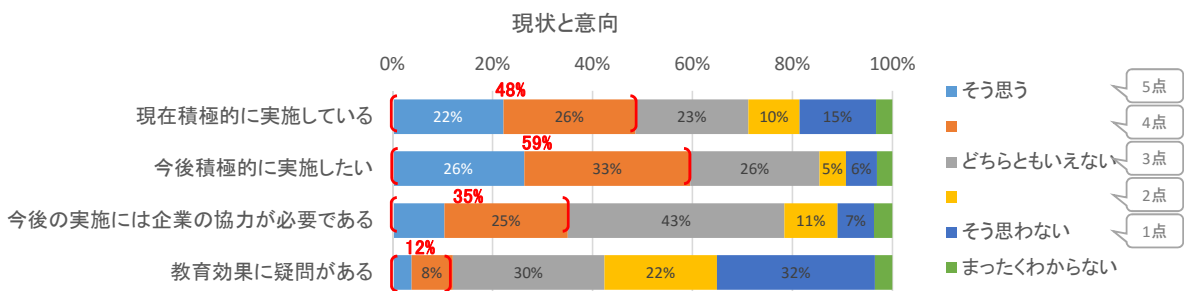
企業



43

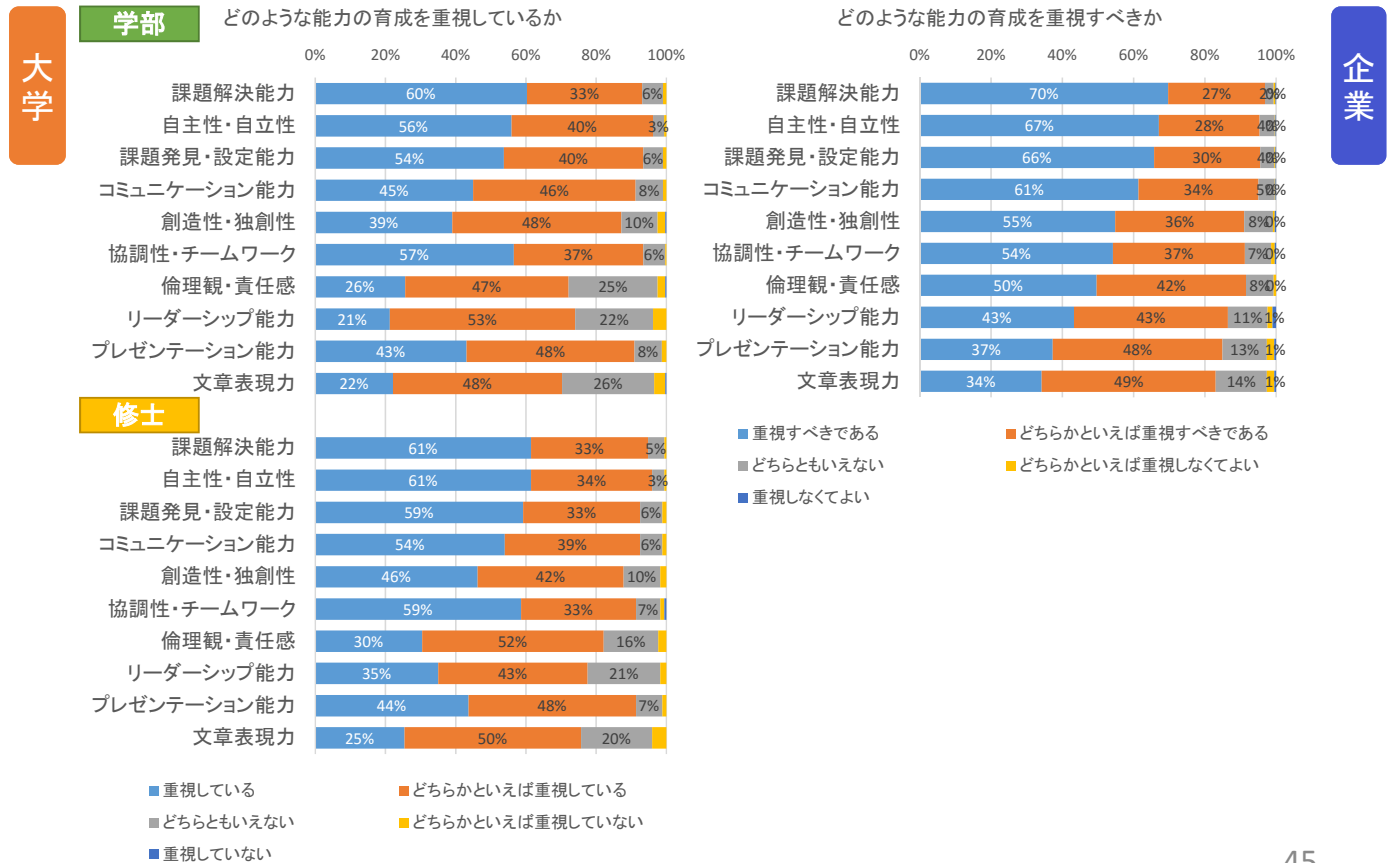
3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の現状と意向

大学



44

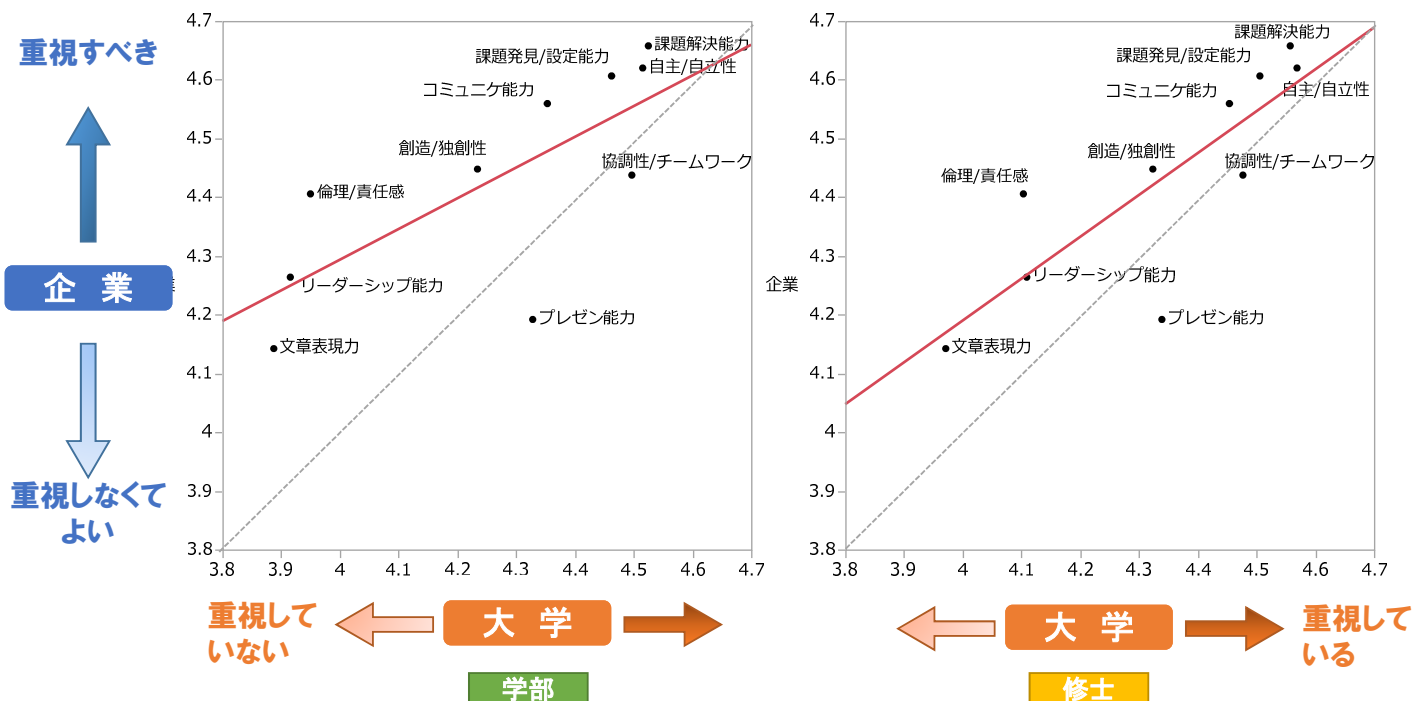
3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育(育成を重視している・重視すべき能力)



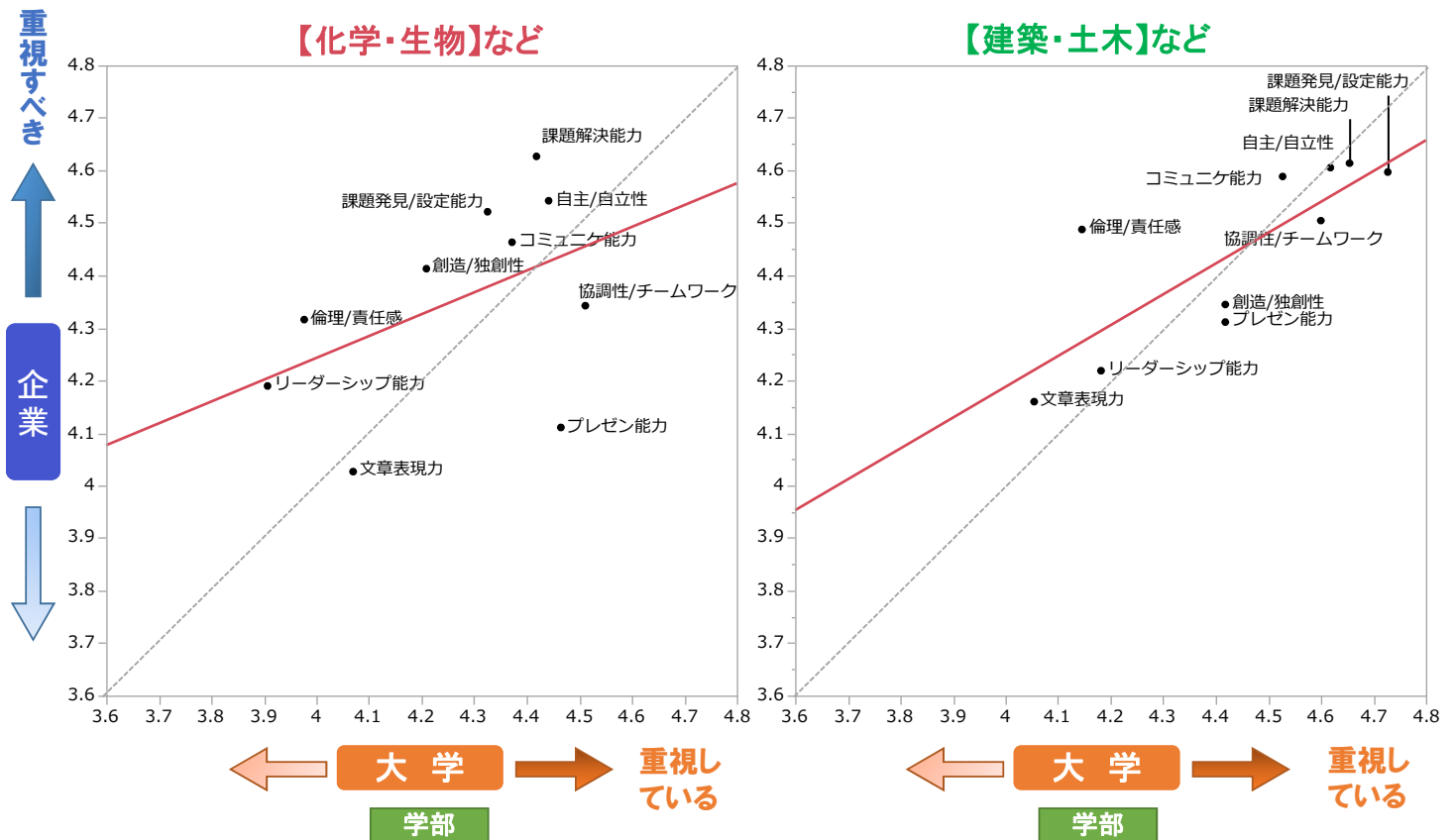
3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育(育成を重視している・重視すべき能力)

平均点(5点満点)※の散布図プロット

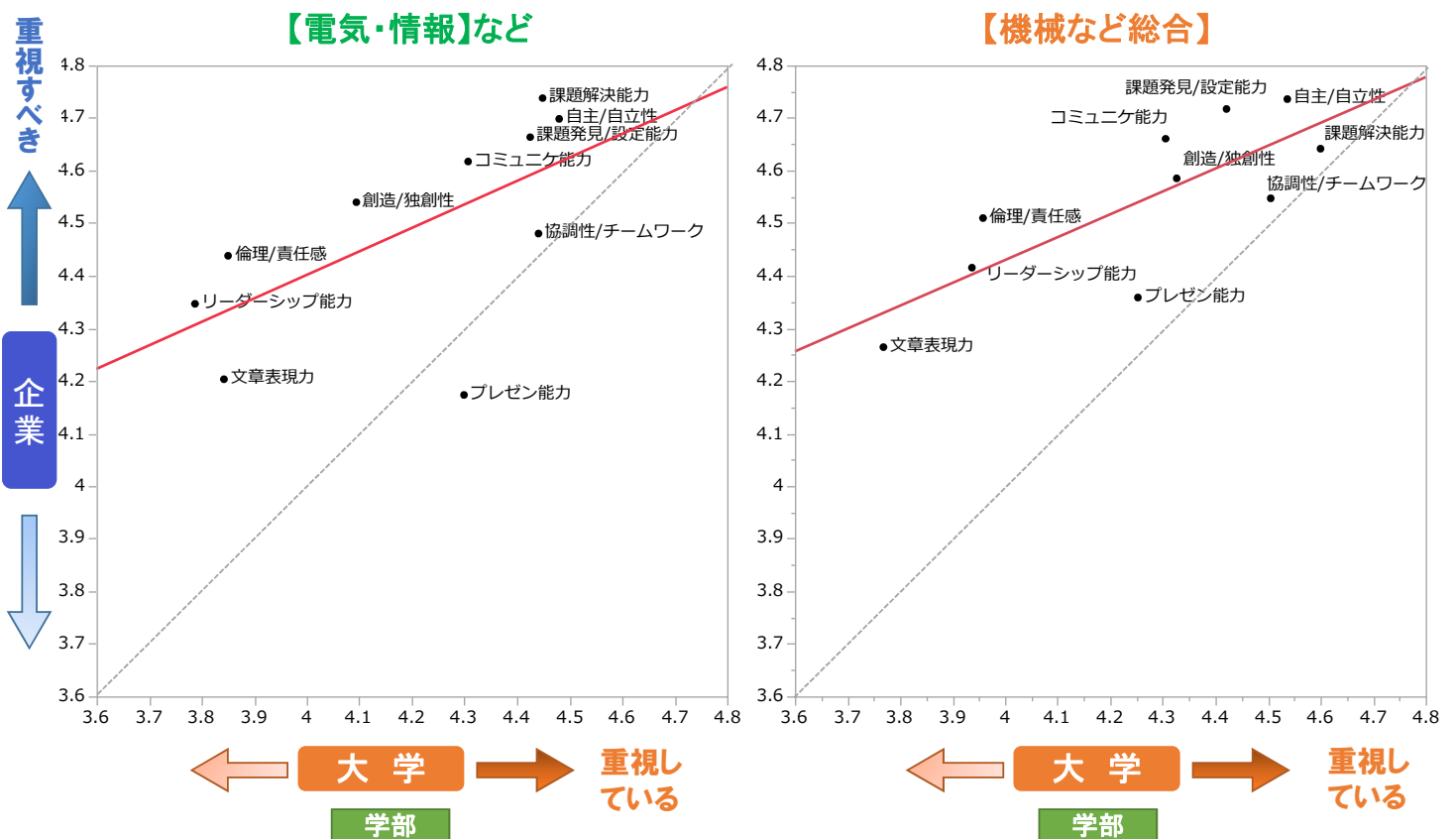
※「重視している(企業:重視すべきである)」5点～「重視していない(企業:重視しなくてよい)」1点として算出



3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育(育成を重視している・重視すべき能力)

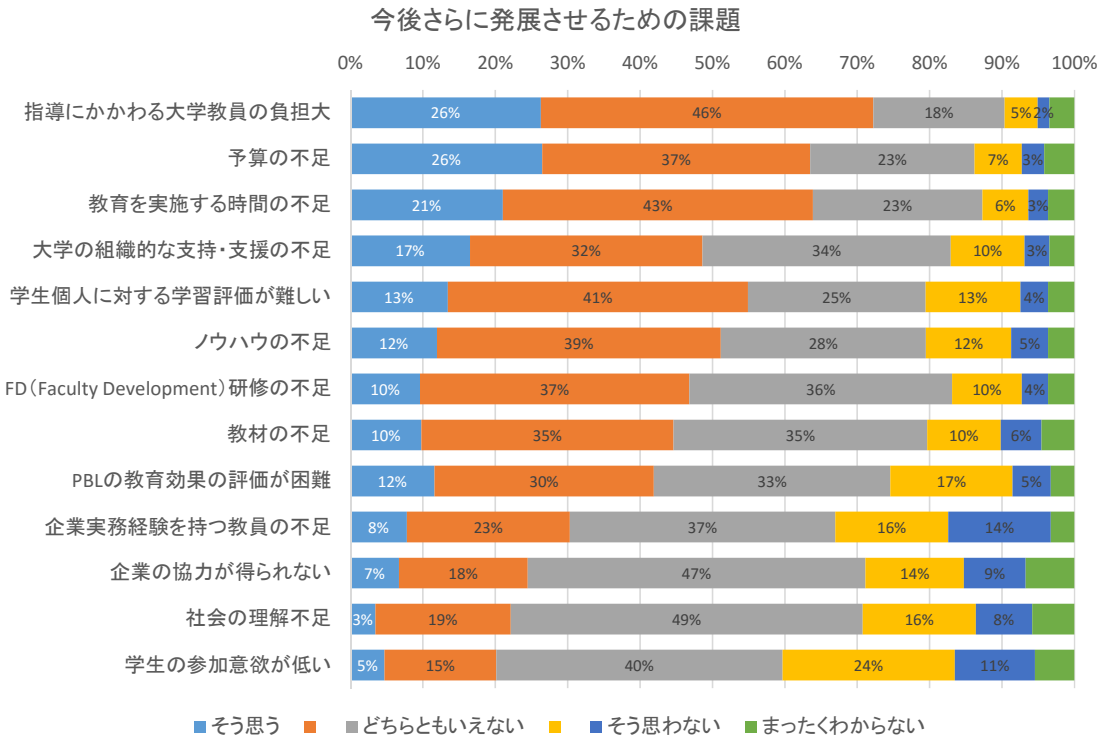


3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育(育成を重視している・重視すべき能力)



3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の課題

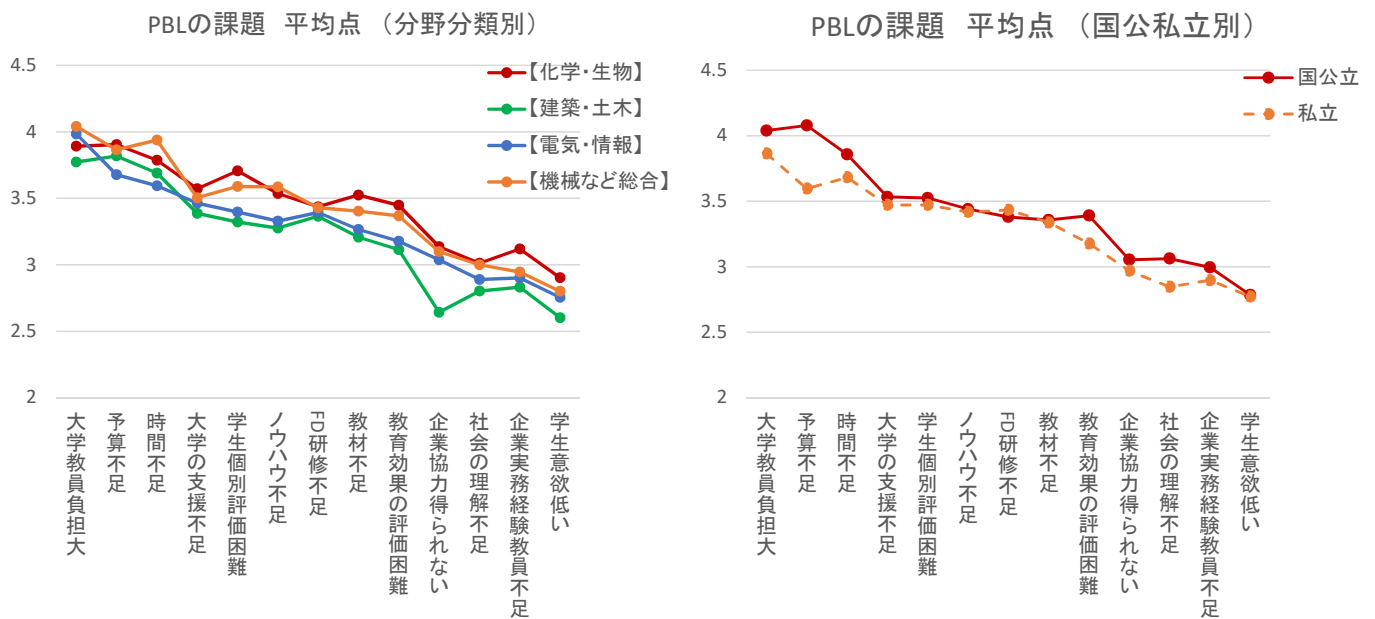
大学



49

3 【プロジェクト型教育】 プロジェクト型教育の課題(分野分類別, 国公立別)

大学



※ そう思う(5点) どちらかといえばそう思う(4点) どちらともいえない(3点) どちらかといえばそう思わない(2点) そう思わない(1点)

50

3【プロジェクト型教育】プロジェクト型教育（まとめ1）

- PBL実施状況
 - 48%が「**現在、積極的に実施している**」と回答。
 - 学部は70%、修士は29%でPBLを実施。とくに学部では**必修科目が多く**(69%)、**開講時期は早い**(「1年次から」が43%)。ただし、この実施割合の高さはフレッシュマンセミナーなどの導入教育科目が多いため(自由記述より)と推測され、**専門教育としてのPBLの実施にはまだ課題が残る**。
 - 「担当教員に企業実務経験者がいる」割合は高い(「そのような科目がある」割合:学部62%/修士66%)。「レビュー・改善を実施」「テーマを学生主体で決定」の上記割合も過半数。
- 必要性の評価、今後の意向
 - **大学、企業ともに「PBLを大学教育として行う必要性」を非常に高く評価**。
 - 大学では59%が「今後積極的に実施したい」としている。「教育効果に疑問がある」はごく少数(約1割)。
 - 企業では、過去3年間の協力実績は15%だが、35%が「機会があれば積極的に協力したい」としている。

51

3【プロジェクト型教育】プロジェクト型教育（まとめ2）

- 分野分類ごとの比較
 - **分野分類による差は大きい**。【建築・土木】がもっとも取り組んでおり、次いで【電気・情報】、【機械など総合】、【化学・生物】である。
 - 「大学教育として行う必要性」は、大学と企業で分野分類ごとに傾向が異なる。
 - 大学:【建築・土木】【電気・情報】【機械など総合】【化学・生物】の順
 - 企業:【機械など総合】【電気・情報】【建築・土木】【化学・生物】の順※企業の【機械など総合】には大企業が多いことも一因
 - 企業の協力実績、協力意向は、従業員数が多い企業ほど高いという顕著な傾向があるが、【建築・土木】は従業員数の割に実績・意向とも高かった。
- 国公立と私立の比較
 - 私立の方が国公立より「今後積極的に実施したい」という意向は若干高い。
 - **国公立の方が私立より、今後さらに発展させるための課題が大きいと考えている**。とくに差が開いたのは「**予算の不足**」である。また、「教育効果の評価困難」、「大学教員負担大」などでも大学の方が「**そう思う**」側の回答が多い。

52

4【プロジェクト型教育】卒業研究・修士研究・博士研究のテーマ決め

大学

学部

教員が設定したテーマの中から学生が選択し教員と相談

教員がテーマを学生に付与

学生本人の希望と提案をもとに教員と相談

企業との共同研究をもとに教員と相談

修士

教員が設定したテーマの中から学生が選択し教員と相談

教員がテーマを学生に付与

学生本人の希望と提案をもとに教員と相談

企業との共同研究をもとに教員と相談

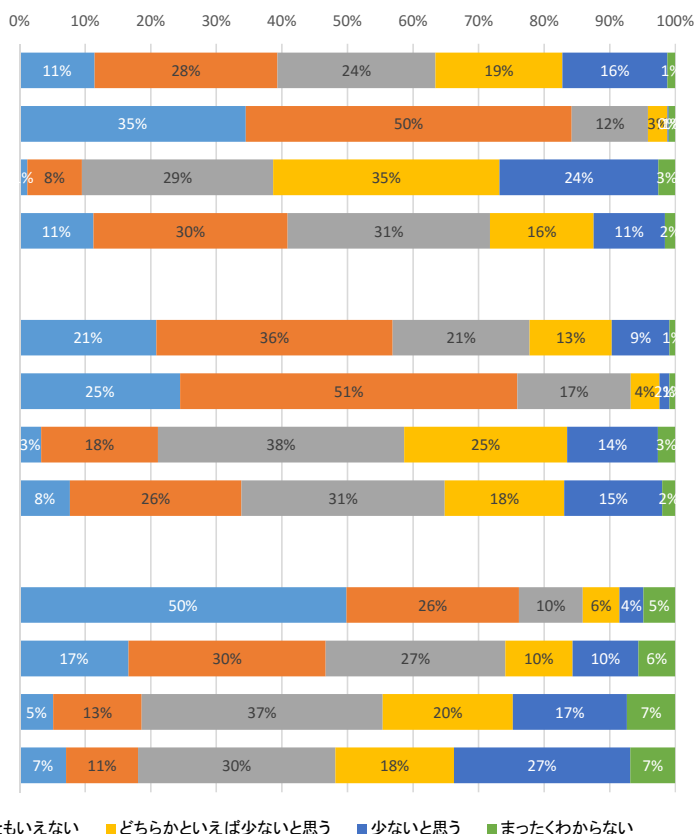
博士

教員が設定したテーマの中から学生が選択し教員と相談

教員がテーマを学生に付与

学生本人の希望と提案をもとに教員と相談

企業との共同研究をもとに教員と相談



■多いと思う ■どちらかといえば多いと思う ■どちらともいえない ■どちらかといえば少ないと思う ■少ないと思う ■まったくわからない

4【プロジェクト型教育】卒業研究・修士研究・博士研究の重要点

大学

学部

授業で学んだ知識と技術の総合的理解

技術や知識を統合して研究を計画し実施する能力の修得

課題設定と課題解決の過程の経験と修得

自分の考えをまとめ、文書で表現できる能力の修得

考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力の修得

実社会で活用できる応用能力の修得

その分野の研究発展

修士

授業で学んだ知識と技術の総合的理解

技術や知識を統合して研究を計画し実施する能力の修得

課題設定と課題解決の過程の経験と修得

自分の考えをまとめ、文書で表現できる能力の修得

考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力の修得

実社会で活用できる応用能力の修得

その分野の研究発展

博士

授業で学んだ知識と技術の総合的理解

技術や知識を統合して研究を計画し実施する能力の修得

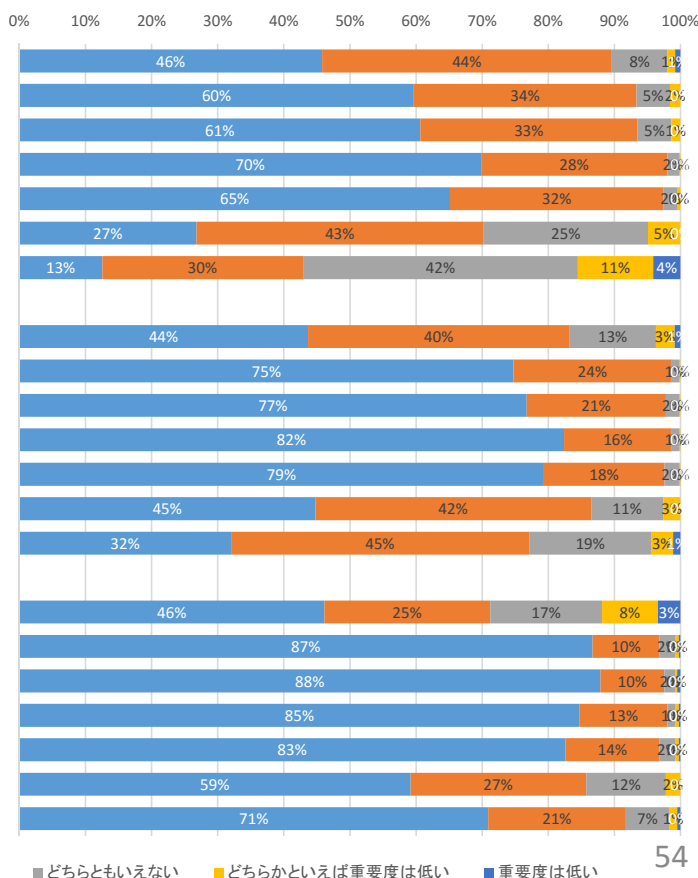
課題設定と課題解決の過程の経験と修得

自分の考えをまとめ、文書で表現できる能力の修得

考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力の修得

実社会で活用できる応用能力の修得

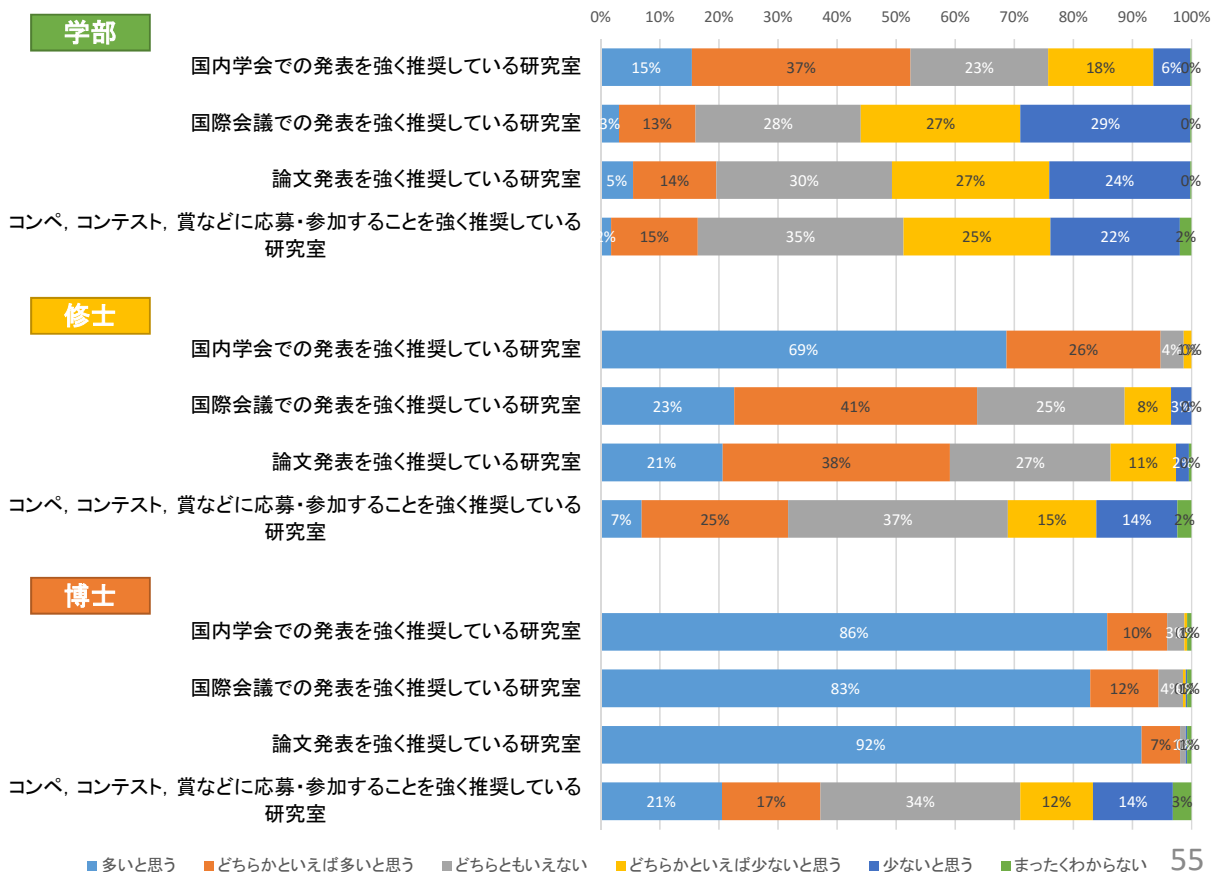
その分野の研究発展



■重要度が高い ■どちらかといえば重要度が高い ■どちらともいえない ■どちらかといえば重要度は低い ■重要度は低い

4【プロジェクト型教育】卒業研究・修士研究・博士研究(発表の義務付け等)

大学

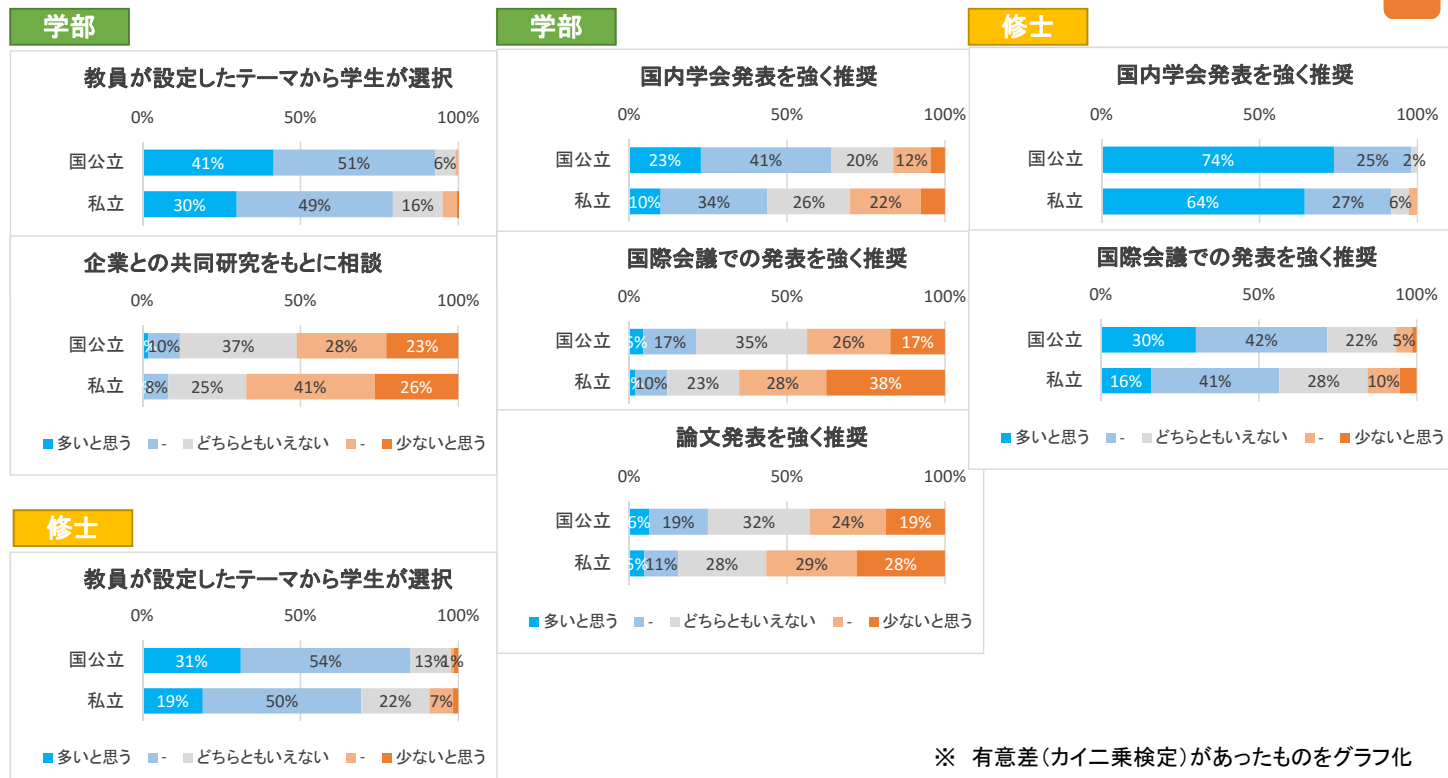


4【プロジェクト型教育】卒業研究・修士研究(国公立・私立による差)

大学

【テーマ決め】

【発表の義務付け等】



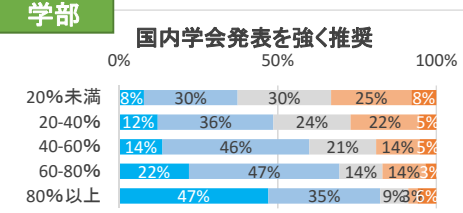
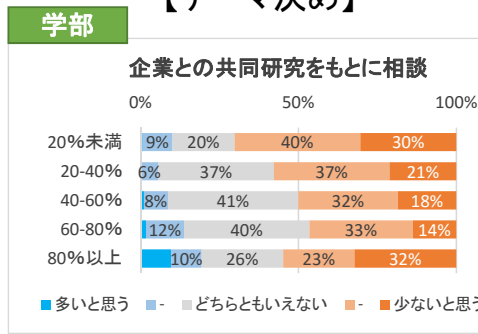
※ 有意差(カイニ乗検定)があったものをグラフ化

4【プロジェクト型教育】

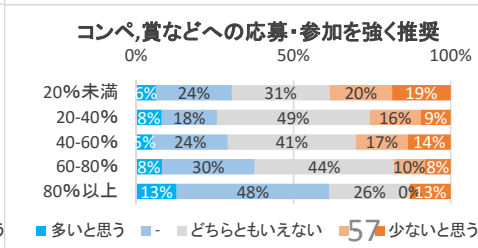
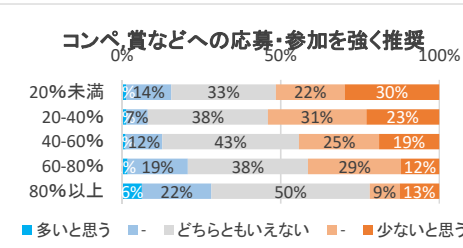
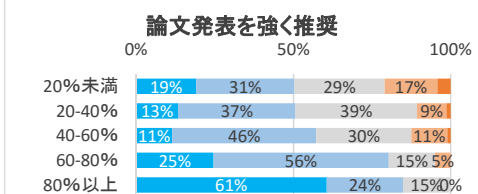
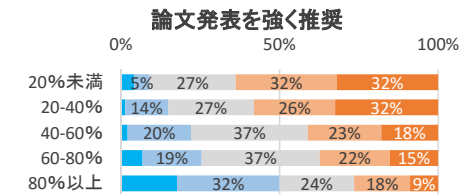
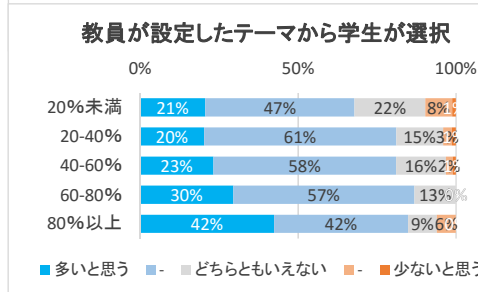
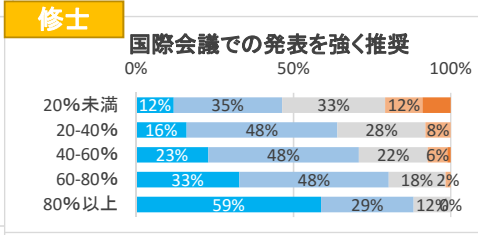
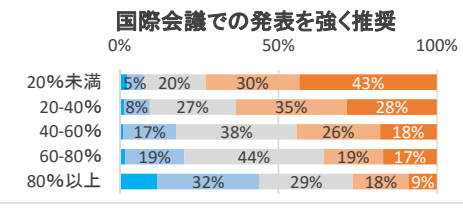
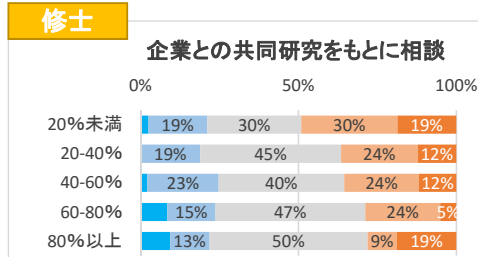
卒業研究・修士研究(進学率による差)

大学

【テーマ決め】



【発表の義務付け等】

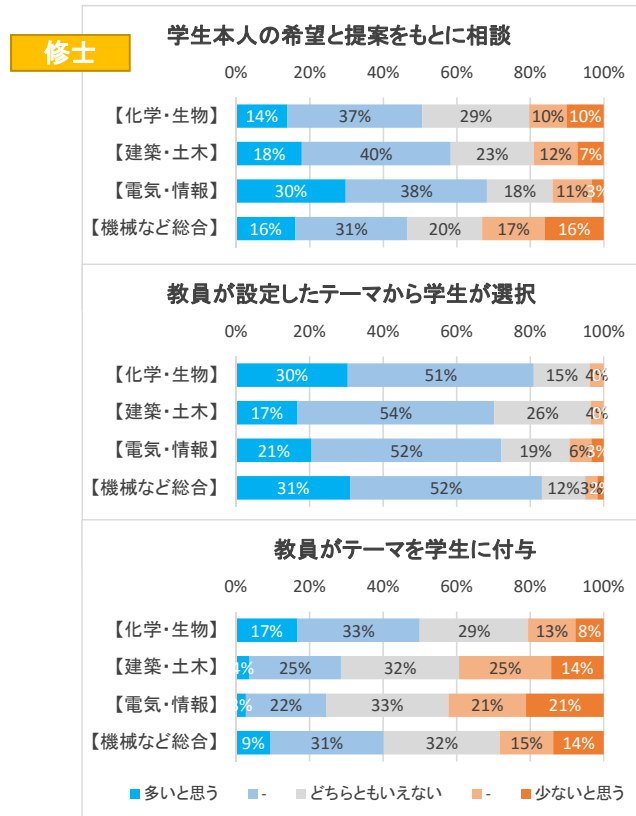
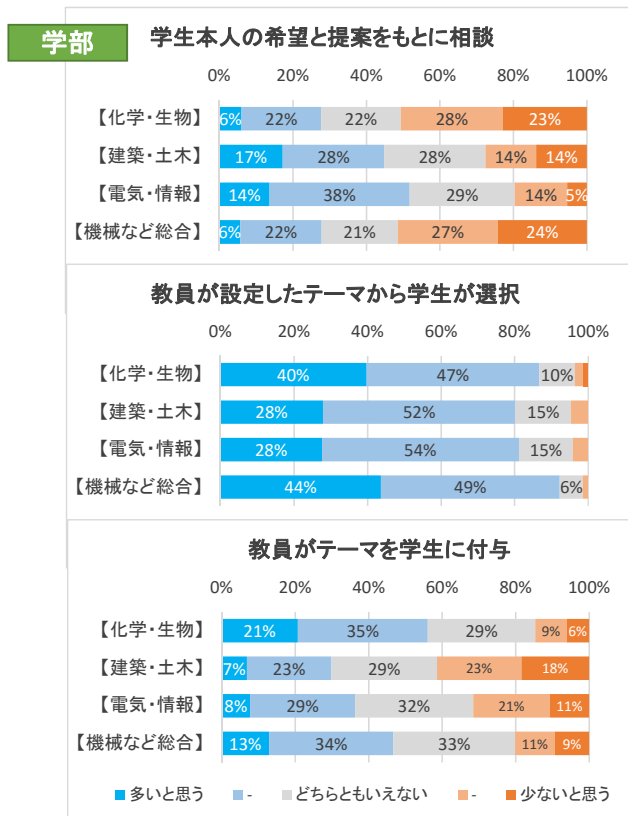


4【プロジェクト型教育】

卒業研究・修士研究(分野分類による差)

大学

【テーマ決め】 ※ 有意差(カイニ乗検定)があったものをグラフ化



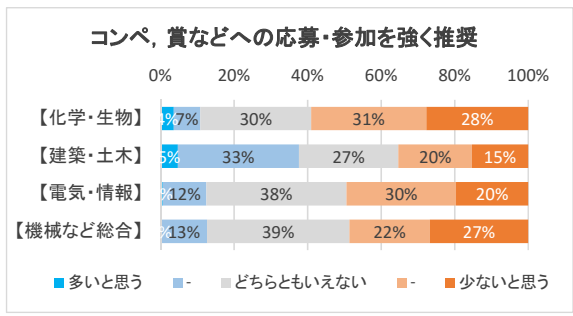
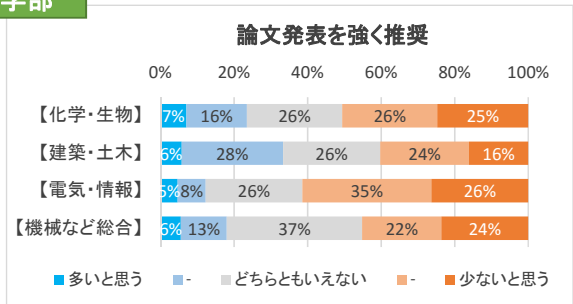
4【プロジェクト型教育】

卒業研究・修士研究(分野分類による差)

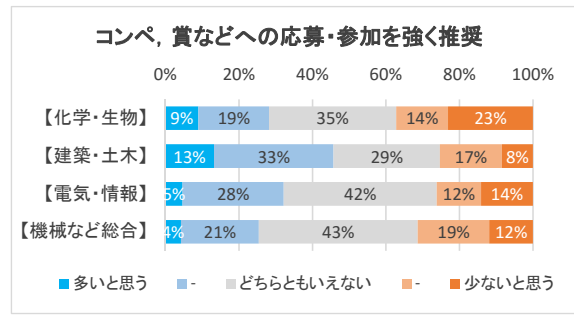
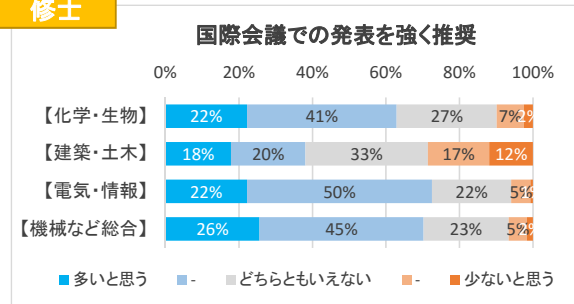
【発表の義務付け等】

※ 有意差(カイニ乗検定)があったものをグラフ化

学部



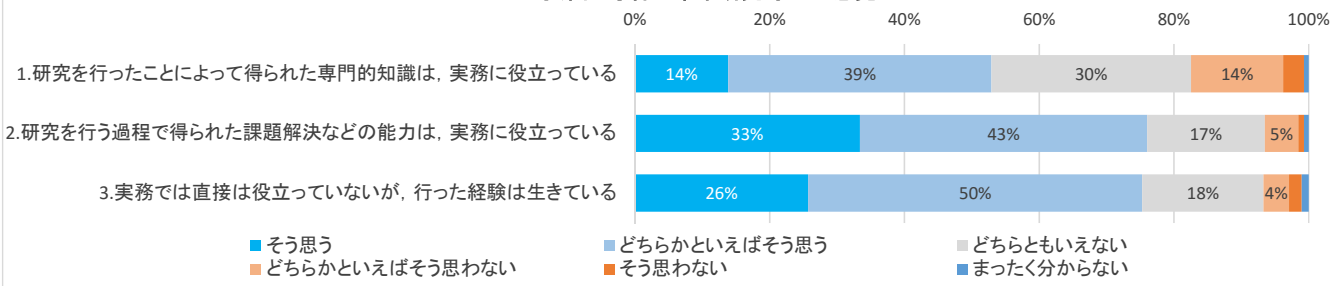
修士



4【プロジェクト型教育】

卒業研究・修士研究・博士研究への意見

工学系出身者の卒業研究等への意見

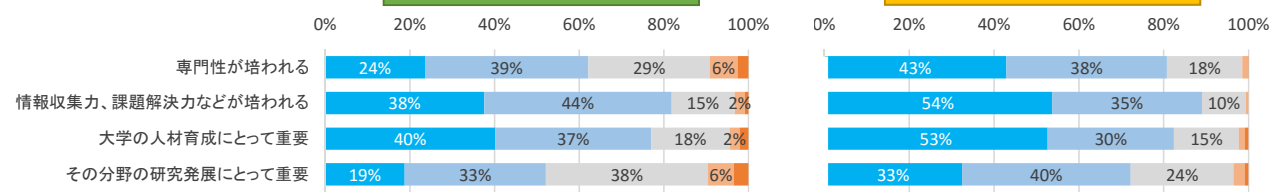


企業

【参考】2015年度アンケート調査結果より

卒業研究への考え方

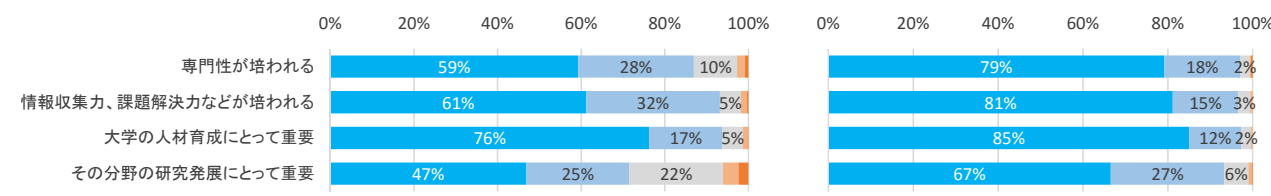
修士研究への考え方



企業

2015

2015年度データより、2016年度の回答企業のデータを抽出して再集計



大学

2015

2015年度データのま

■ そう思う ■ どちらかといえばそう思う ■ どちらともいえない ■ どちらかといえばそう思わない ■ そう思わない ■ まったく分からない

4【プロジェクト型教育】卒業研究・修士研究・博士研究（まとめ）

- 卒業研究は、ほとんどの学科(99%)で実施されている(実施時期は4年前期からが85%)
- テーマ決め
 - ・ 学士、修士、博士の順に「教員がテーマを学生に付与」は低くなり、「教員が設定したテーマの中から学生が選択し教員と相談」は高くなる。
 - ・ 国公立、進学率、分野分類とも関連がある。
- 重視点
 - ・ 「その分野の研究発展」「実社会で活用できる応用能力の習得」は学士では低いが、修士、博士と進むに従って高くなる。
- 発表の義務付け等
 - ・ 「国内学会発表の推奨」は学士では低いが、修士課程で一気に高まる。「国際会議での発表の推奨」「論文発表の推奨」は、博士課程で一気に高まる。
 - ・ いずれも、国公立、また進学率が高い方が推進している度合いが高い。
- 企業の工学系出身者の意見
 - ・ 卒研等で得られた専門知識よりも、研究を行う課程で得られた能力や、卒研等を行った経験自体の方を高く評価している。

61

5【理工系教育基礎】専門基礎科目（数理・データサイエンス・学部共通基礎）

大学

	調査した科目	学部		修士	
		学部課程 に対して	修士課程 に対して	学部課程 に対して	修士課程 に対して
1	微積分学	○			
2	線形代数学	○			
3	微分方程式	○			
4	偏微分方程式	○			
5	複素解析	○			
6	統計学	○	○		
7	確率論	○	○		
8	多変量解析	○	○		
9	最適化理論	○	○		
10	数理計画法	○	○		
11	シミュレーション技法	○	○		
12	データマイニング	○	○		
13	機械学習	○	○		
14	コンピュータアーキテクチャー	○	○		
15	オペレーティングシステム	○	○		
16	データ構造とアルゴリズム	○		○	○
17	プログラミング言語	○		○	○
18	情報ネットワーク	○		○	○
19	情報セキュリティ	○		○	○
20	基礎化学	○			
21	力学	○			
22	熱・統計力学	○			
23	電磁気学	○			
24	物理・化学基礎実験	○			
25	造形演習	○			
26	図学演習	○			
27	工学倫理	○			
28	知的財産権	○			
29	マネジメント	○			
30	アントレプレナー	○			

数理・データサイエンス科目

62

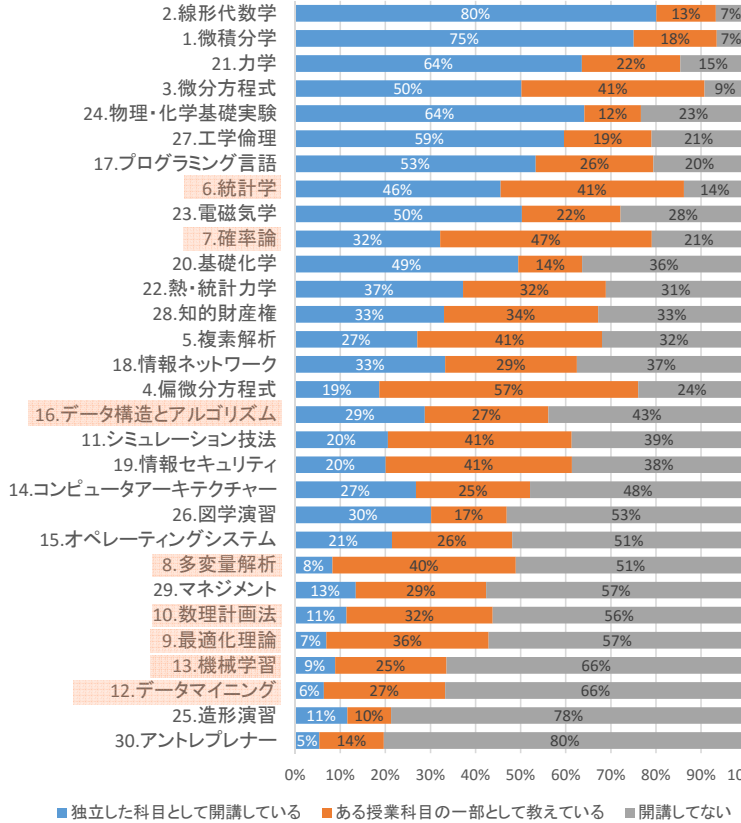
5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス・学部共通基礎)

大学

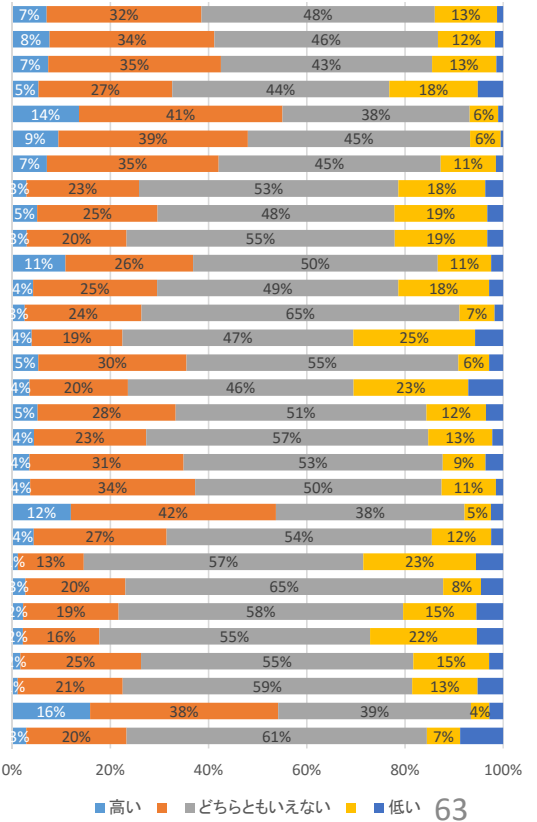
学部

(授業の開講状況順にソート)

授業開講状況

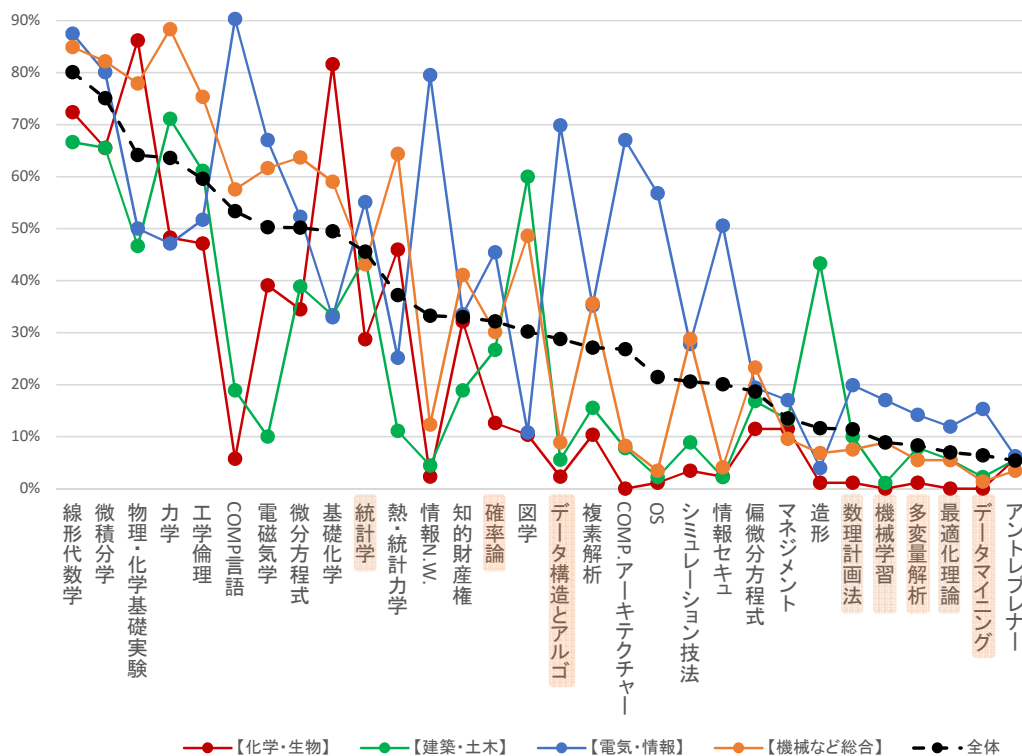


学生の理解度 (開講している場合)



5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目の開講割合 (分野分類別開講状況)

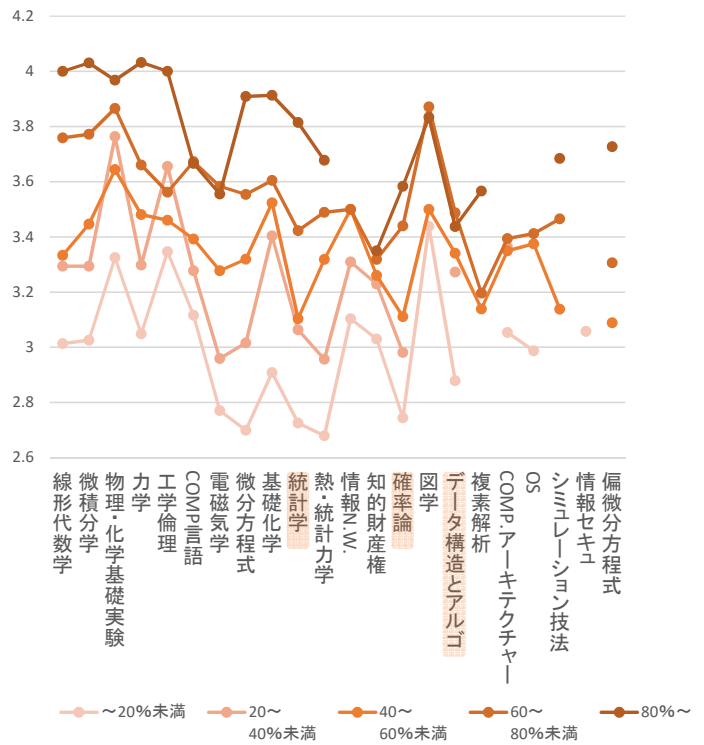
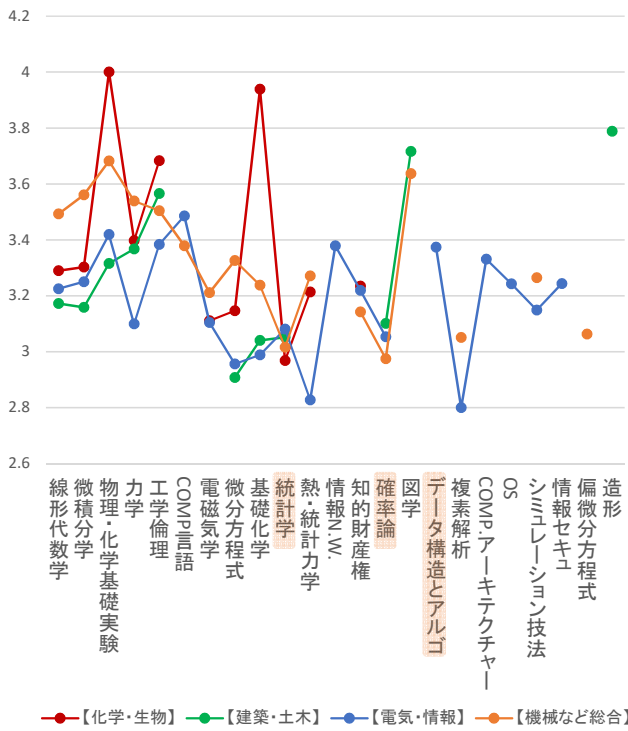
独立した科目として開講している割合 (分野分類別)



5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 学生の理解度 (分野分類・進学率別)

学生の理解度(平均点※, 分野分類別)
(独立開講率20%未満非表示)

学生の理解度(平均点※, 修士進学率別)
(独立開講率20%未満非表示)



※平均点(5点満点) = 「学生の理解度は高い」5点～「低い」1点として算出

5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス・学部共通基礎)

授業内容の必要性

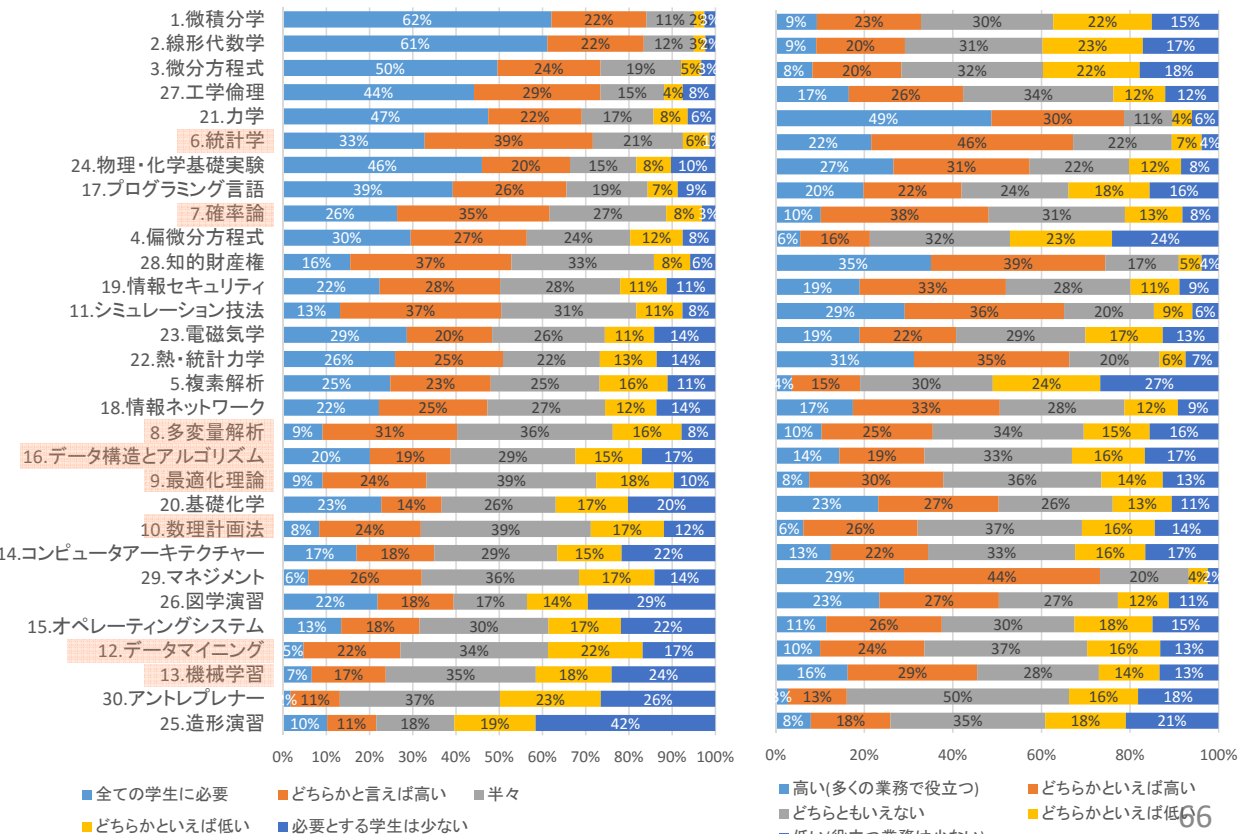
実務上での必要性

大学

企業

学部

(大学の「学科・専攻等における必要性」の順にソート)



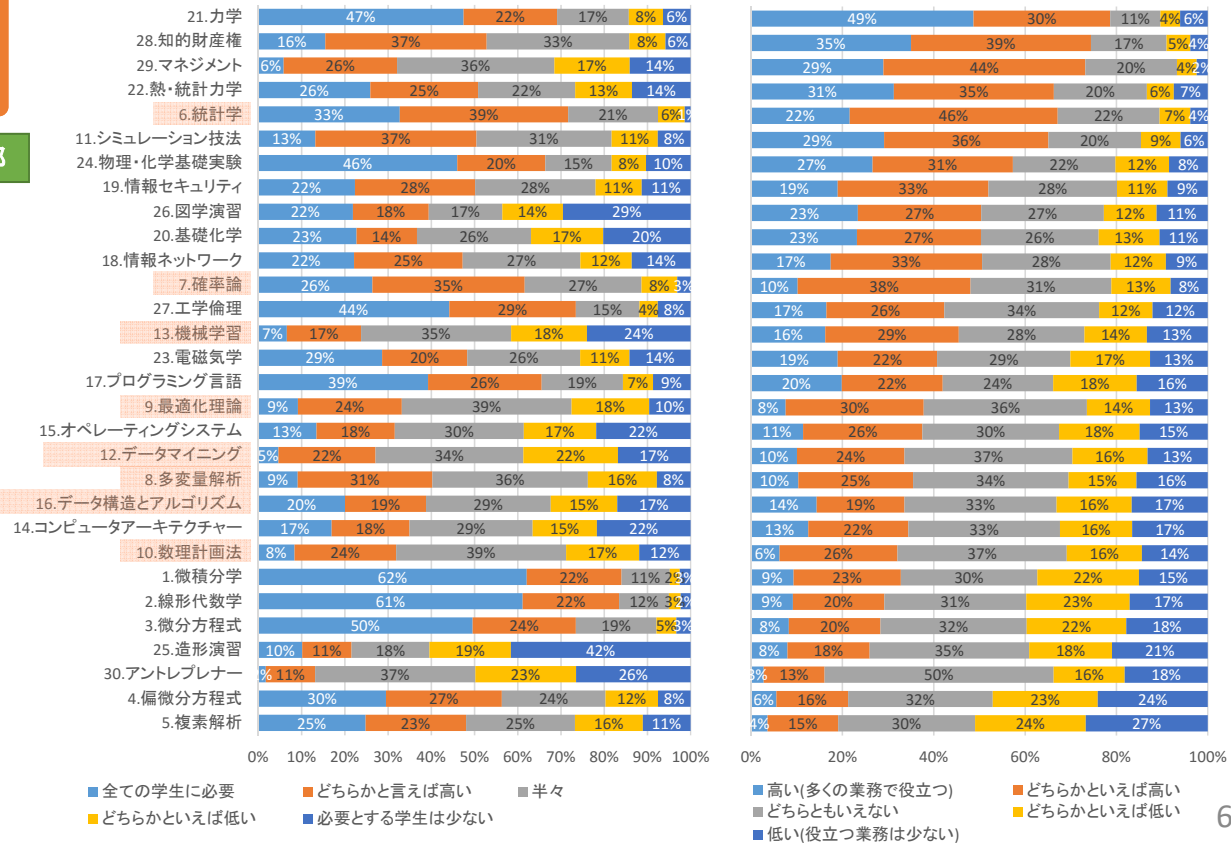
5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス・学部共通基礎)

大学
学部

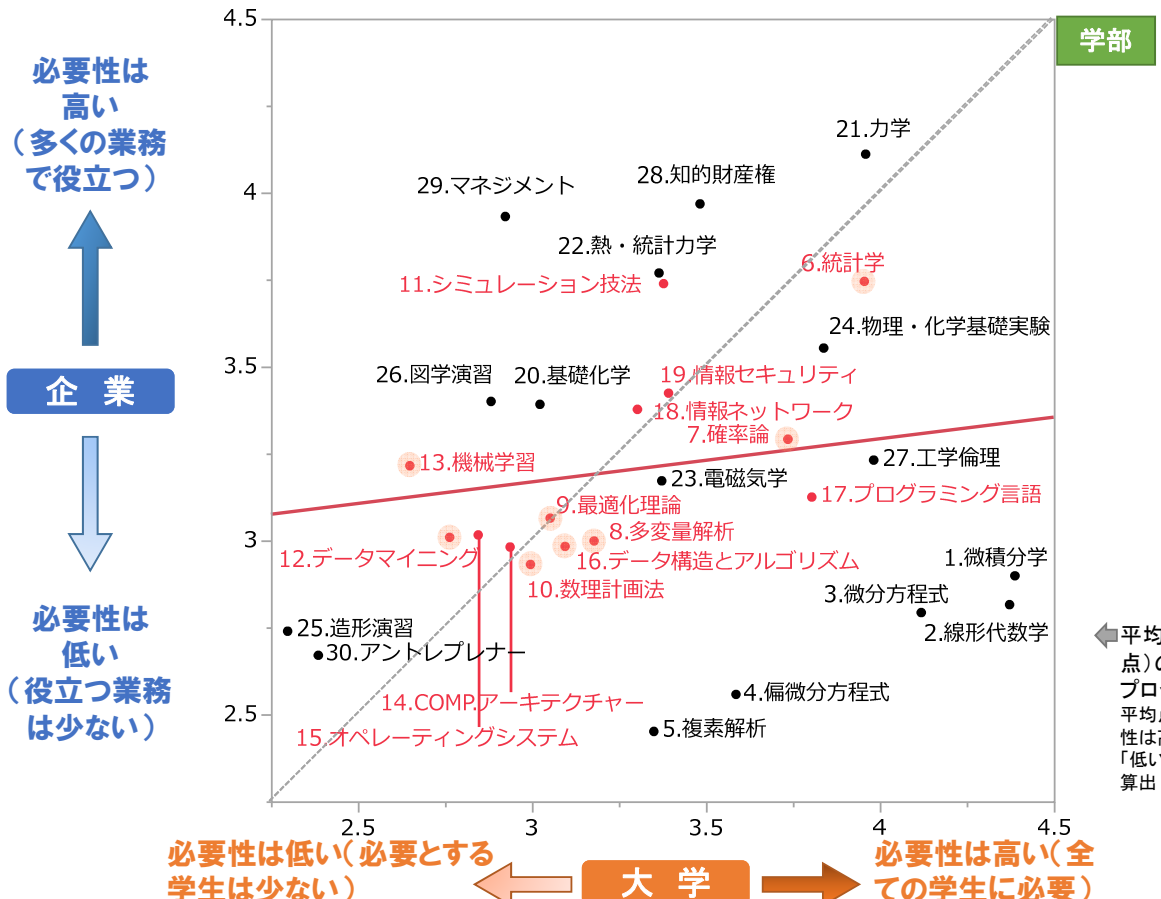
授業内容の必要性

実務上での必要性

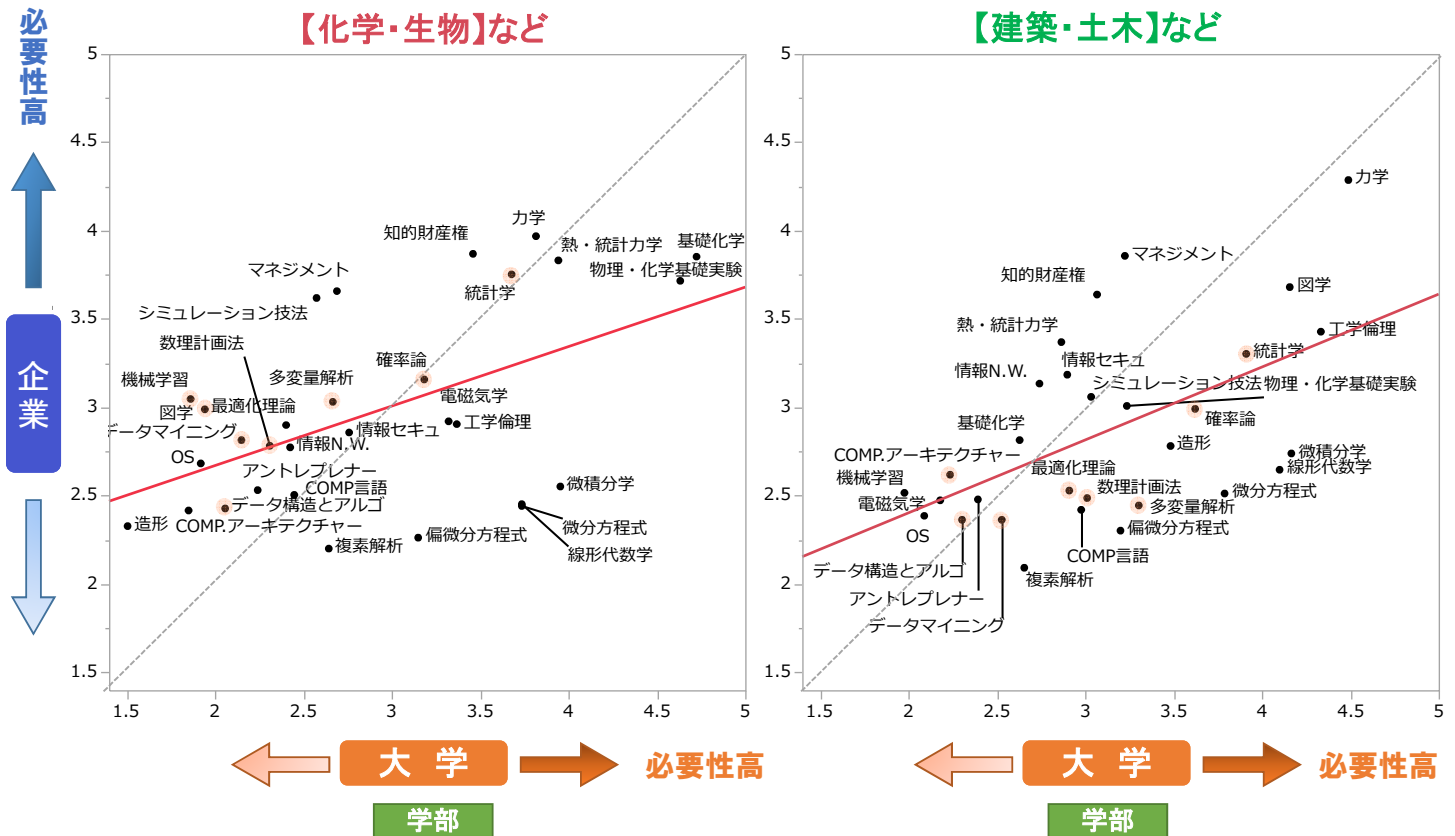
企業
(企業の「業務上の必要性」順にソート)



5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目の必要性 (数理・データサイエンス・学部共通基礎)



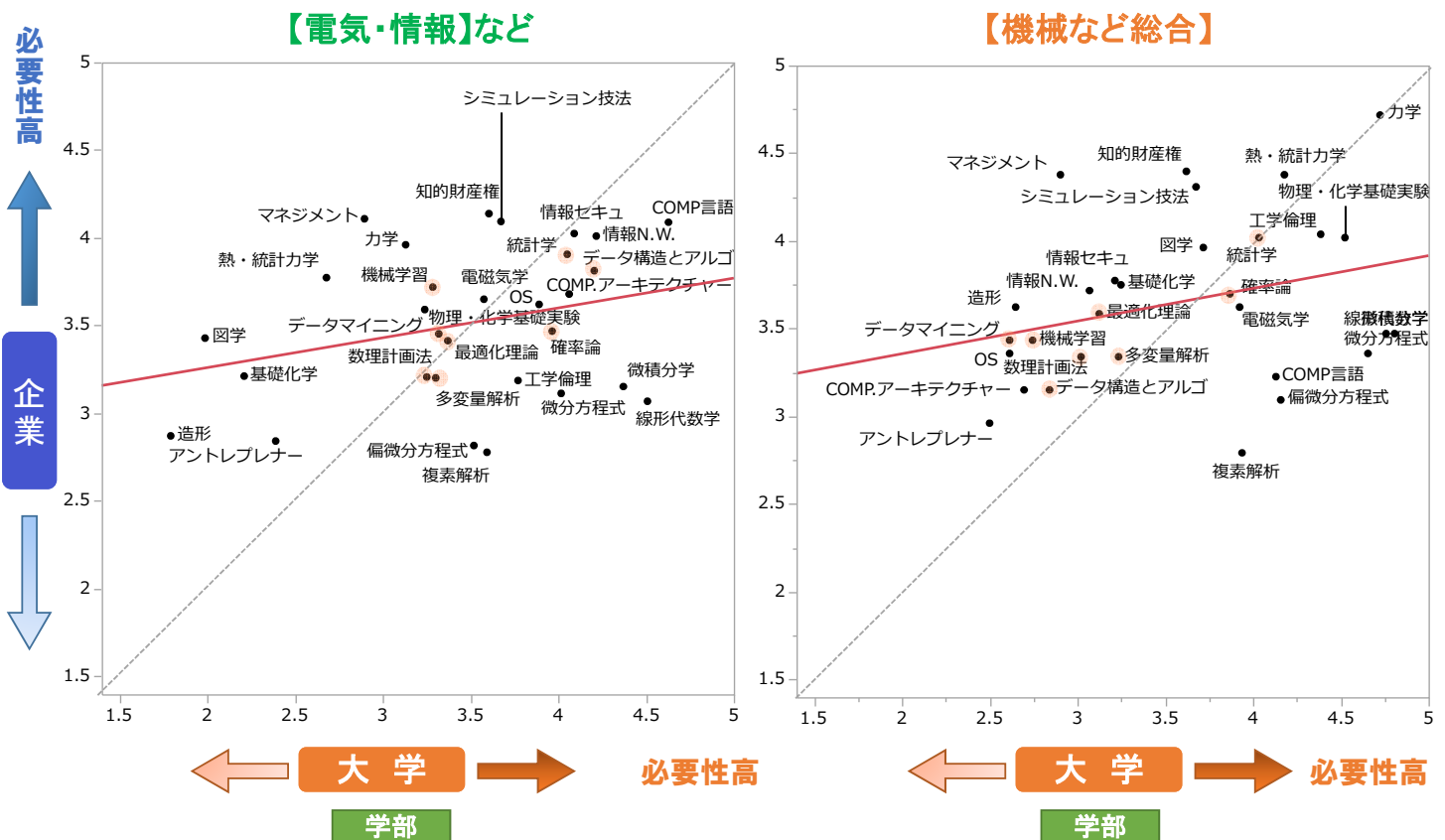
5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目の必要性(分野分類別)



※平均点(5点満点)の散布図プロット:平均点は、「必要性は高い」5点~「低い」1点として算出

69

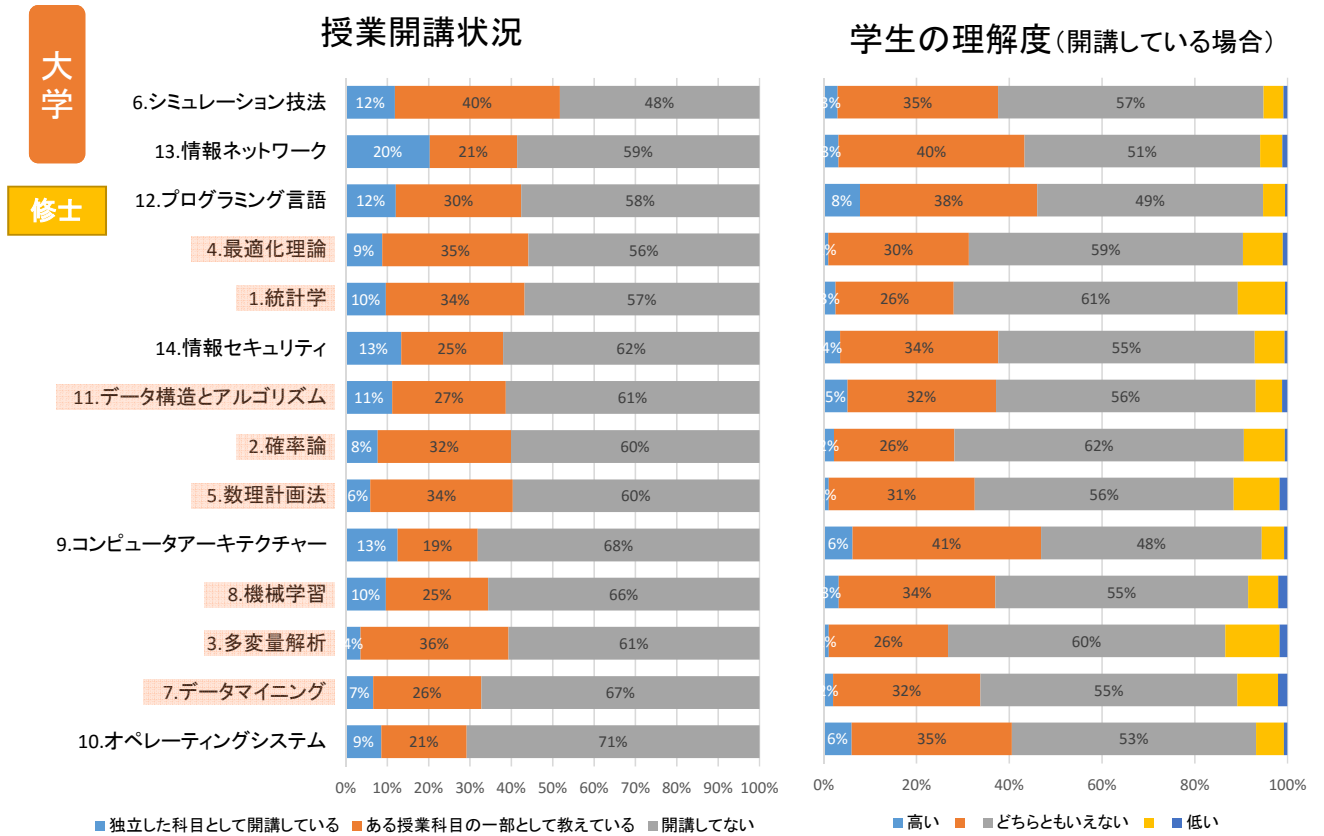
5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目の必要性(分野分類別)



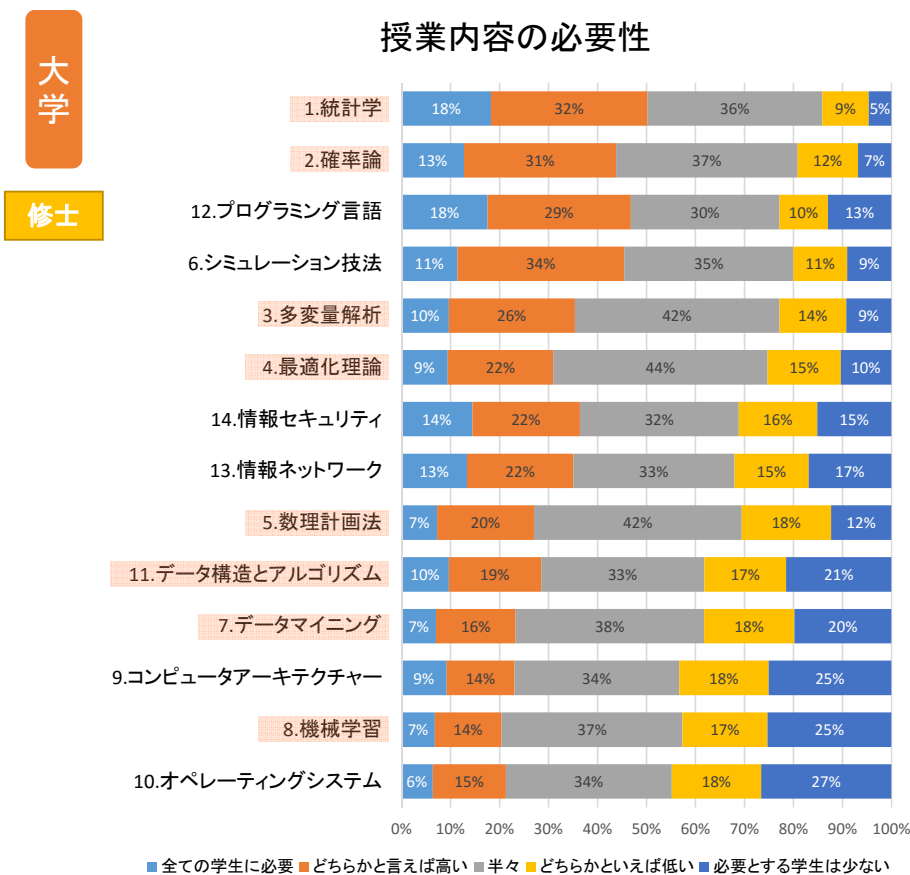
※平均点(5点満点)の散布図プロット:平均点は、「必要性は高い」5点~「低い」1点として算出

70

5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス)



5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目の必要性 (数理・データサイエンス)



5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス) 修士

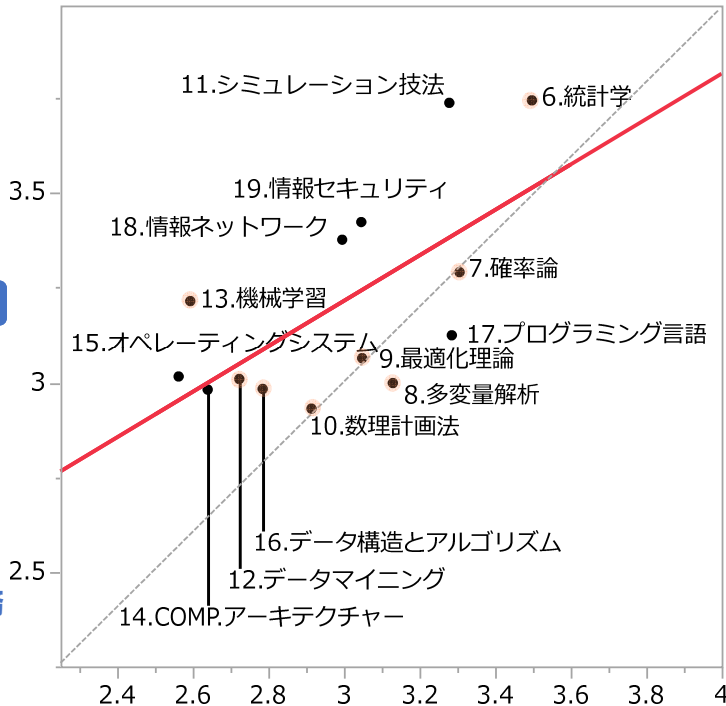
必要性は高い
(多くの業務で役立つ)



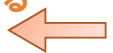
企業



必要性は低い
(役立つ業務は少ない)



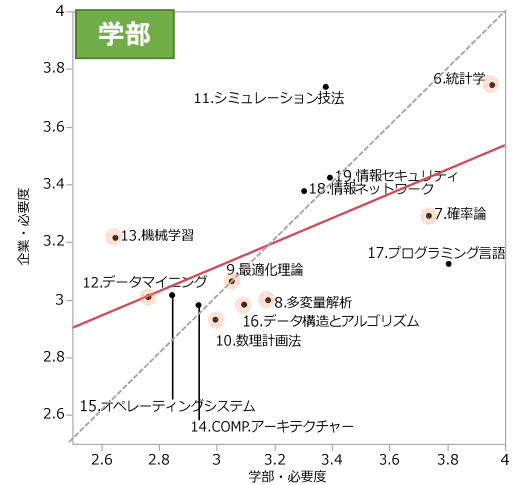
必要性は低い(必要とする学生は少ない)



大学



必要性は高い(全ての学生に必要)



平均点(5点満点)の散布図プロット
平均点は、「必要性は高い」5点~「低い」1点として算出

5 【理工系教育基礎】 専門基礎科目 (数理・データサイエンス) 大学

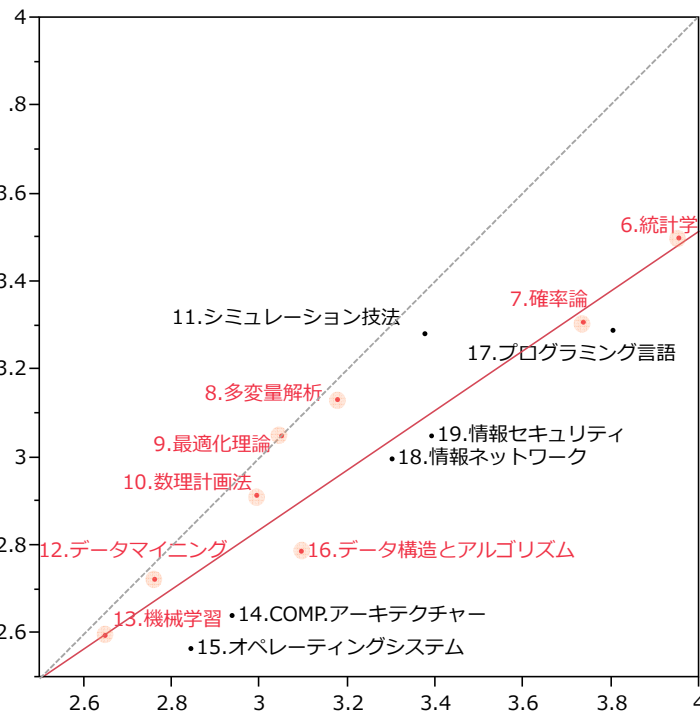
必要性は高い



修士



必要性は低い



平均点(5点満点)の散布図プロット
平均点は、「必要性は高い」5点~「低い」1点として算出

必要性は低い



学部



必要性は高い

5【理工系教育基礎】 専門基礎科目等（まとめ1）

- 開講状況
 - 学士課程の開講状況は、科目、分野分類による差が大きかった。
 - 学士課程で分野分類によらず同じ傾向だったのは、主に以下の科目である。
 - 分野分類によらず開講率が高い：「線形代数学」「微積分学」など
 - “ ” 開講率が低い：「アントレプレナー」「最適化理論」など
 - ※ 数理・データサイエンス科目は、「統計学」などを除き、開講率が低い。
 - 修士課程では、科目ごとの開講状況にはあまり差はない。
- 学生の理解度(独立して開講している科目, 学士課程について)
 - どの科目も、修士進学率が高いほど理解度が高いという傾向が顕著であった。
 - 各科目の理解度は、分野分類ごとにも差があった。
 - 「統計学」「確率論」は、分野分類によらず理解度が低かった。
 - ※ 「統計学」等は、大学でも企業でも「必要性が高い」と認識されている。

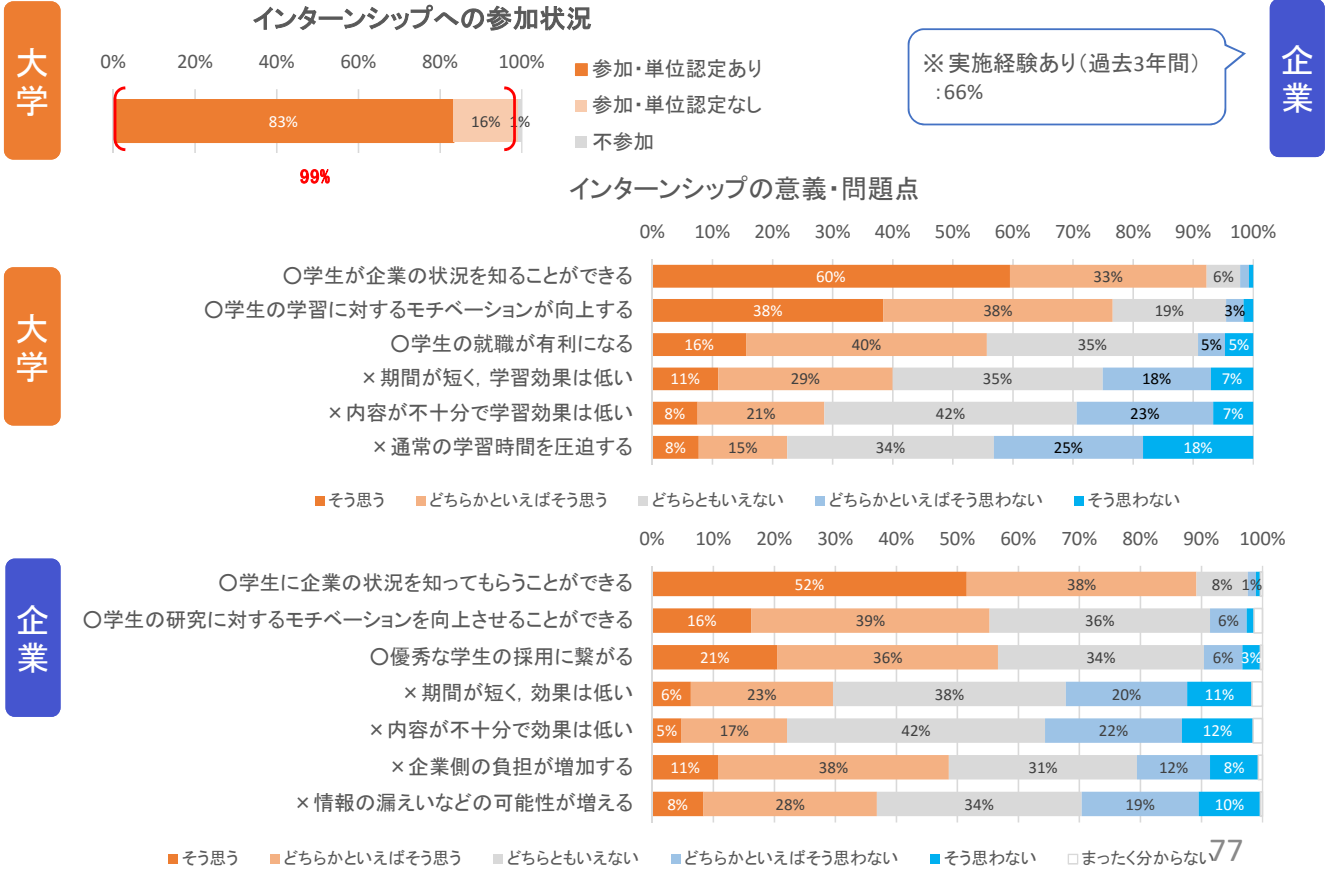
75

1【分野】 専門基礎科目等（まとめ2）

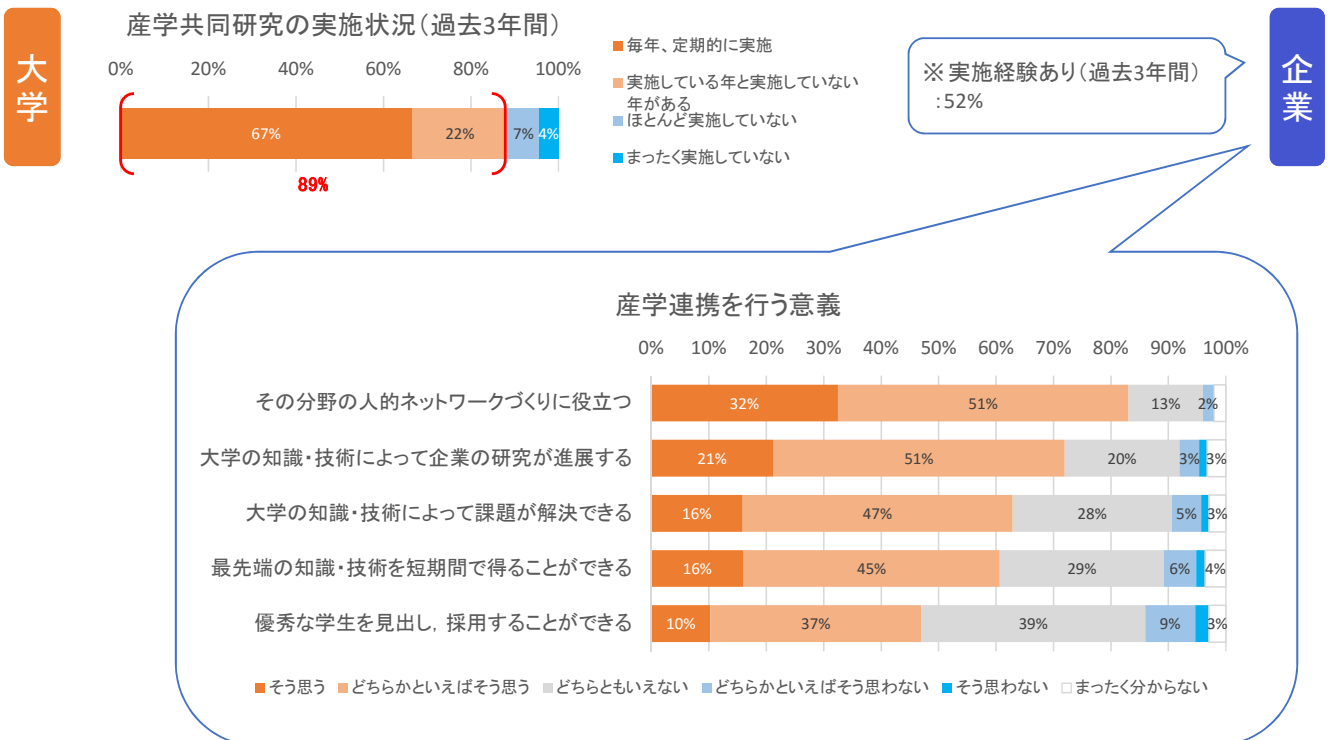
- 必要性(大学, 企業)
 - 大学, 企業で共通の傾向があったのは以下の科目である。
 - 必要性が高い：「力学」「統計学」など
 - 必要性が低い：「アントレプレナー」「造形」など
 - ※ 「造形」は、【建築・土木】では必要性が高い。
 - 大学と企業では以下のような違いが見られた。
 - 大学の方がデータのばらつきが大きい。大学(学部)は、必要性の高い科目～低い科目までであるが、企業は必要性が低いものが少ない。
 - ※ 分野分類別にみると、とくに【電気・情報】と【機械など総合】では上記の傾向が顕著である。
 - 大学では、基礎数学(微積, 線形代数など), 「工学倫理」など, 企業では、「マネジメント」「熱・統計力学」「シミュレーション技法」などの必要性がそれぞれ高く考えられている。
 - 数理・データサイエンス科目では、大学より企業の方が「データマイニング」「機械学習」が比較的高くなっている。

76

6 【産学連携】インターンシップの実施状況, 意義・問題点



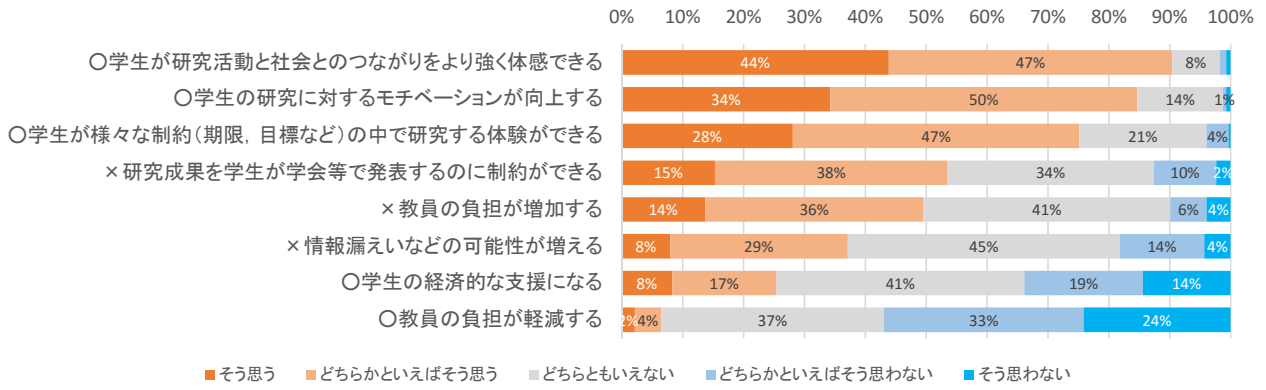
7 【産学連携】産学共同研究の実施状況, 意義



7 【産学連携】産学共同研究 学生参加の意義・問題点

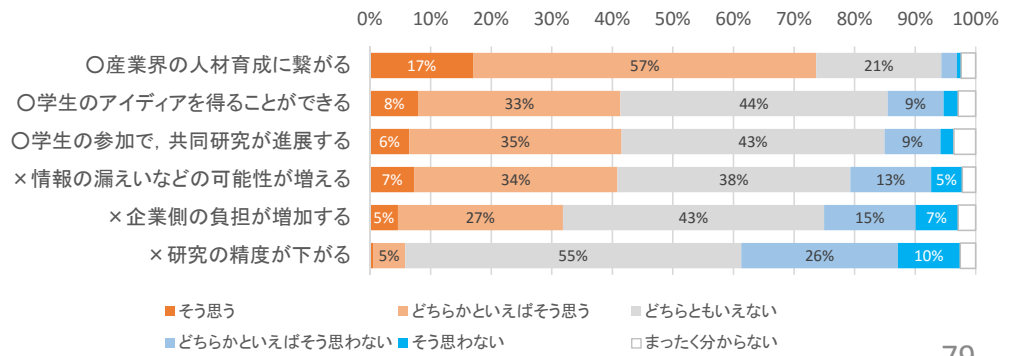
大学

産学共同研究に学生が参加する意義・問題点



企業

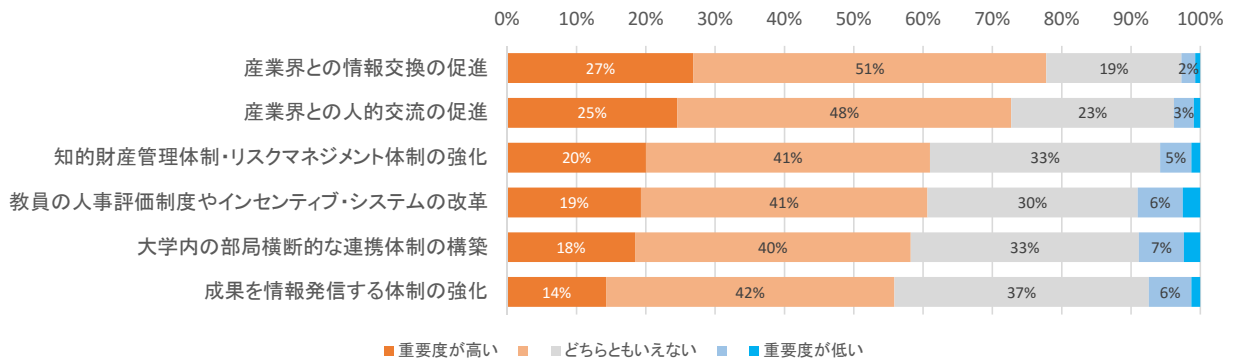
産学共同研究に学生を参加させることについて



7 【産学連携】産学共同研究を発展させるために重要だと思うこと

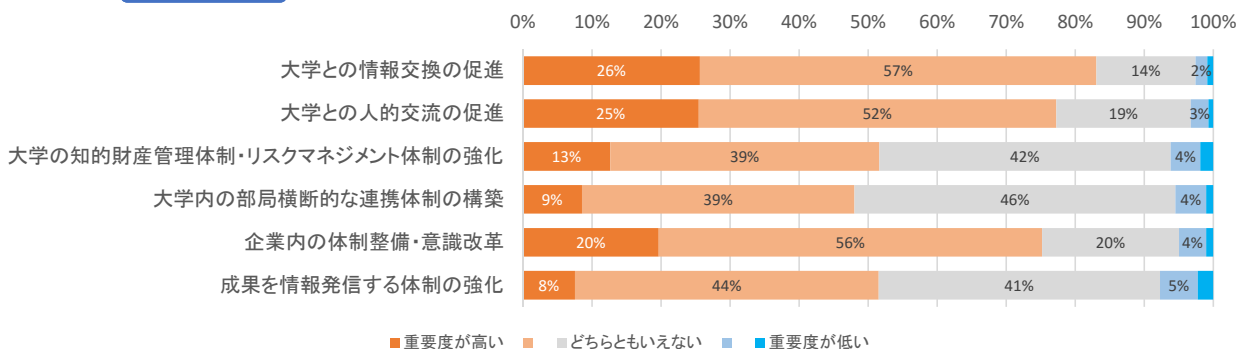
大学

産学共同研究を発展させるために重要だと思うこと



企業

産学共同研究を発展させるために重要だと思うこと



6, 7 【産学連携】インターンシップ・産学共同研究（まとめ）

● インターンシップ

- 大学、企業ともに、インターンシップにもっとも意義を感じているのは「**学生が企業の状況を知る**」、次いで「**学生の学習へのモチベーション向上**」である。
- 「期間が短く効果が低い」などのネガティブな意見は少数派だが、企業の「**企業側の負担が増加する**」という意見は若干多い（「**そう思う**」+「**どちらかといえばそう思う**」=49%）。

● 産学共同研究

- 企業は、「**その分野の人的ネットワークづくり**」「**大学の知識・技術**」に大きく期待をしている。学生を参加させることについては、「**産業界の人材育成につながる**」と考える企業が7割以上と多く、「**研究の精度が下がる**」等のネガティブな考えを持つ企業は少ない。
- 今後の産学共同研究を発展させるためには、大学、企業ともに「**情報交換の促進**」「**人的交流の促進**」の**重要度が高い**と考えている。なお、組織内の体制整備・意識改革をより重要だと考えているのは、大学より企業の方である。

4. ヒアリング調査結果概要

① 調査概要

国内実地調査

訪問日	訪問先	対応者	役職等	概要
2016/11/1	(株)野村総合研究所 グローバル製造業コンサルティング部	藤野 直明	主席研究員	ドイツ・カールスルーエ工科大学、エスリンゲン工科大学等の産学連携教育等
2016/11/21	所属:オハイオ州立大学 公衆衛生学部、地球科学部	茨木 希	准教授	米国オハイオ州立大学の工学教育、産学連携等
2016/11/21	ドイツ学術交流会 東京事務所	Wieland Eins	所長代理	ドイツの大学における工学教育、産学連携等
2016/11/29	東京工業大学工学院 機械系	八木 透	准教授	米国MITの工学教育、産学連携教育等
2016/12/7	千葉大学 産学連携研究推進ステーション	小柏 猛 黒岩 眞吾	特任教授 教授	業務概要、産学連携の課題
2016/12/8	新日鉄住金ソリューションズ(株)	石井 隆昭	専門部長	企業における採用人事の状況と課題
2016/12/9	NPO法人DSS・(株)大学成績センター	辻 太一朗	代表理事 代表取締役	成績の見える化の意義と産業界、大学の取り組み状況
2016/12/13	千葉大学大学院 工学研究科	小山 慎一	准教授	シンガポール・ナンヤン理工大学の工学教育、産学連携等
2017/1/23	所属:Toyota Tsusho Europe S.A. Germany Branch	山崎 貴明	Head of Department, Plastics Department	留学先のドイツ・アーヘン工科大学における教育、研究の実態
2017/2/2	慶應義塾大学理工学部機械工学科	小尾 晋之介	教授・ 国際交流委員長	フランス・グランゼコールとの学部生ダブルディグリープログラム、欧州等の有名大学との大学院生ダブルディグリープログラム、慶應義塾大学の工学教育等の実態
2017/2/17	東京大学大学院数理科学研究科	池川 隆司	キャリアアドバイザー	数理・データサイエンス教育の在り方、産学連携の実態
2017/2/22	京都大学高等教育研究開発推進センター	飯吉 透	センター長・教授	京都大学におけるオープンエデュケーション(Open Course Ware, MOOC)の実態、大学教育改革の課題



野村総合研究所
(茨木希先生、藤野直明氏)



ドイツ学術交流会東京事務所
(Wieland Eins氏)



新日鉄住金ソリューションズ
(石井隆昭氏)



大学成績センター事務所
(辻太一朗氏)



千葉大学東京サテライトオフィス
(山崎貴明氏)

① 調査概要

海外実地調査

米国

訪問日	訪問先	対応者	役職等	概要
2016/12/19	米国・オーリン工科大学 (Olin College of Engineering)	Alisha Sarang-Sieminski	Director of SCOPE, Associate Professor of Bioengineering	オーリン工科大学の学生発表会(Olin Expo Fall 2016)の見学, 教育システム, PBLの実態
2016/12/20	米国工学教育協会 (American Society for Engineering Education; ASEE)	Norman L. Fortenberry/ Ashok Agrawal	Executive Director/ Managing Director	米国の大学における工学教育, 産学連携, 教員等の実態
2016/12/20	日本学術振興会ワシントン研究連絡センター	野崎 光昭 藤野 隆弘	Director/ Deputy Director	米国の大学における研究支援体制



オーリン工科大学
(Alisha Sarang-Sieminski先生)



米国工学教育協会
(Norman L. Fortenberry, Ashok Agrawal氏)



日本学術振興会ワシントン研究連絡センター
(野崎光昭, 藤野隆弘氏)

① 調査概要

海外実地調査

ドイツ

訪問日	訪問先	対応者	役職等	概要
2017/1/16	ドイツ・シュタインバイス本部 (Steinbeis Headquarters at Stuttgart)	Peter Schupp	CEO of Steinbeis Center of Management and Technology	シュタインバイス大学の運営理念, ドイツにおける中小企業と大学間の産学連携活動の体制と実態
2017/1/17	ドイツ・カールスルーエ工科大学 (Karlsruhe Institute of Technology)	Alexander Warrer/ Sören Hohmann/ Carsten Proppe/ Oliver Schmidt	Vice President for Higher Education and Academic Affairs, Professor/Professor/ Professor/ Executive Officer	カールスルーエ工科大学における教育, 研究の実態
2017/1/18	フラウンホーファーIPT (Fraunhofer Institute for Production Technology)	Fritz Klocke Axel Demmer	Executive Director/ Head of Department	フラウンホーファーの運営体制, 産学連携研究の実態
2017/1/19	ドイツ・アーヘン工科大学 (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)	長浜 陽生	留学生	GaN研究所案内, アーヘン工科大学の教育の実態



シュタインバイス本部
(Peter Schupp氏)



カールスルーエ工科大学
(Alexander Warrer氏, Sören Hohmann先生,
Carsten Proppe先生, Oliver Schmidt氏)



Fraunhofer IPT in Aachen University
(Fritz Klocke先生, Axel Demmer氏)



アーヘン工科大学GaN研究所
(長浜 陽生氏)

② ヒアリング調査結果

▶ 海外の学生の学習意欲は高く、日本の学生との差が大きい

アメリカ: ●高額な学費(オーリン工科大学:4万ドル/年)

●充実した学習プラン

- ・ hands-onアプローチ, open-ended問題設定, 考えさせる宿題, 予習・復習のアシストシステム
- ・ 技能を学習できると認証し, 全員の技能習得リストを学内で公開する(レーザー加工, 3Dプリンター等)

●厳しい試験

- ・ 全員合格することを目指し, TAなどが学生一人ひとりをきめ細かくアシストする

ドイツ: ●公立の場合, 学費がほぼゼロだが, 中退率が高い(約4割)

- ・ 同じ科目の試験に二回落ちると再受験が不可能(必修科目の場合, 専攻も変更せざるを得なく, 他大学でも同じ専攻の勉強はできなくなる)

●アウトプットを先に見せ, 到達する手段を考えさせる

- ・ たとえば, 完成したエンジンを先に見せて, 部品よりの構成や, 部品の加工等を, 学生自らが見つける

●厳しい試験

- ・ 試験時間が長い(4時間); エンジニアとしての考え方を問う; 採点后, 出題に関して討論の場を設ける

日本: ●入試科目数の減少, 大学全入化に伴う学力低下

●学生は, 企業で必要となる知識が何かかわかっていない

●大学や科目によって, 成績評価にバラつきがあり, 全体的に良い成績をつける傾向がある

●日本の企業は学生の学習成果(学位取得)を正當に評価していない

85

② ヒアリング調査結果

▶ 海外大学のカリキュラムの構成は日本と違う

アメリカ: ●学科, 学年の縛りがなく, 自由度の高いカリキュラム設定

ドイツ: ●【アメリカ】一般教養HASS/AHS(芸術, 人文・社会科学)の授業科目は全学年で履修できる

- ・ プロジェクトの参加対象は学科, 学年の縛りがなく, テーマによってメンバーの構成を決める

●授業の科目数が少なく, 一つの授業のボリュームが大きい

- ・ 【アメリカ・MIT】一つの授業の中に, 講義, 復習, 実験実習が含まれ, 全部で12単位になる等
- ・ 【ドイツ】一つの授業の中に, 複数の専門科目が含まれる(例: 電気・電子工学, 6単位)

●全授業に占めるプロジェクト型授業の割合が非常に高く, 内容が充実している

- ・ 【アメリカ】複数のプロジェクト型授業が必修
- ・ 【ドイツ】学生をエンジニアとして雇用し, プロジェクトへ参加させることも多い

●即戦力, リーダーシップ, マネジメント, チームワーク等の能力の育成プロジェクトを実施している

- ・ 一つのプロジェクトのメンバーには, 複数の学年, 学科の学生がいる
- ・ 【アメリカ】学生は, どのチームに所属するかを教育スタッフと相談しながら決める
- ・ 【ドイツ】上の学年に行くと, プロジェクトの管理運営の一端を任せられるようになる

日本: ●技術知識を持つ理工系学生向けに経営戦略等を含むビジネス関係の授業を設けるべき

●プロジェクト型授業の割合を増やすべき

86

② ヒアリング調査結果

▶ 海外大学では、非常に**実践的な教育**が行われている

- アメリカ: ●内容が実践的で、**実技の授業数**(例:加工機械の操作)も多い
- ・企業が**実際に抱えている課題等**を取り上げるケースが多い
 - ・一般的な工学教育の中で**応用数学を中心とする授業を展開**(確率論, ベース統計等)している
- ドイツ: ●「**具体的なテーマを解決するために必要な技能を修得する**」というアプローチの授業が主(例:ある部品を加工するのに、どんな知識と加工技術が必要か)
- 1学期間のインターンシップ/プロジェクト学習は必修**である
 - 授業の中で**, ある技術に関する専門知識だけではなく、その**技術の応用性, 市場ニーズの対応性**などをきちんと教える
 - 試験: 参考書や電卓などの持ち込みは自由
 - ・実際に働く職場では「電卓などを使ってはいけない」ということは決していない
- 日本: ●**実践的な教育事例**もあるが、数は少ない
- ・実社会に関わる課題解決型の授業は少なく、**技術の応用・展開に関わる内容**も少ない
 - インターンシップの実施**は多いが、**実施期間が1週間以内**のケースが多い(欧米では、3~6カ月の実施が主)
 - ・企業側に**長期間のインターンシップ**を受け入れる体制がない

87

② ヒアリング調査結果

▶ **アメリカのオンライン教育システム**は完成度が高い

- アメリカ: ●MITなどから始まったOpen Course Ware(OCW), Massive Open Online Course(MOOC)
- ・**様々な分野**にわたる大学レベルの授業を**無償提供**(2000以上の講義内容)
 - ・授業の学習をアシストする内容であるが、**単位の授与はないものが多い**
 - ・ハーバード大学でedXの管理運営に**60名の専任職員**を配置
 - カーネギーメロン大学のOLI(Open Learning Initiative)
 - ・各大学の現状調査を行い、必ず**必要となる12の基礎科目**を対象を絞って構成した
 - ・**受講者等のフィードバック**によって、**授業の改善**に繋いだ
- 日本: ●**オンライン教育の受講率が低く**, **年齢層も高い**(50代中心, イギリスの場合は30代中心)
- オンライン教育システム構築への予算や人的資源の投入が足りない**
 - ・製作・管理・運営等にかかる**資金不足**(企業・財団からの支援が不十分)
 - ・関連する**スタッフが足りない**(東大, 京大, 東北大では10名以下, しかも多くは兼任)
 - いくつかのプラットフォームに参加し、**授業を公開している大学**はあるが、**数は限られている**
 - 各企業の**独自学習プロジェクト**があるが、**公開されていない**

88

② ヒアリング調査結果

▶ 日本の卒業研究に当たるような教育は海外ではPBL型の授業として行われている

アメリカ: ●オーリン工科大学: チームでSCOPE (Senior Capstone Program in Engineering) ≡ 卒業研究

- ・ 取り組む期間が約1年間(最終学年), 個人ではなくチーム(学科横断的なメンバー5~7名)で取り組む
- ・ テーマは連携企業が抱える実社会の具体的な課題に対する革新的な解決案を求めるものである
- ・ テーマ決めた後, 頻繁なデザインレビュー, 中間発表・報告を行い, 進捗をきちんと管理する
- ・ スポンサーへ最終報告した後, 年度末(5月)のOlin Expoで成果発表を一般公開する

ドイツ: ●アーヘン工科大学: 4年間で卒業する学士コースはなく, DiplomコースまたはMaster of Scienceコースがある(4.5年以上)

- ・ 教育目標は産業界で働けるエンジニアの育成
- ・ 研究テーマは, プロジェクトを実施しながら決める

●卒業論文の代わりに数多くのプロジェクト型授業が提供される

日本: ●卒業研究(修了研究)は学生の能力を著しく伸ばす非常に有効な教育手法である

●就職時期との関係で, 集中して勉強できる時間が圧迫されるという問題がある

89

② ヒアリング調査結果

▶ 海外の産学連携は緊密である

アメリカ: ●産学連携プロジェクトにおける知的財産権は, スポンサー企業が100%所有する

●オーリン工科大学の場合, 一プロジェクトつき企業の投資額は55,000ドル(定額)

●スポンサーがプロジェクトを全面的にサポート

- ・ 【例】 必要な技術, 設備, マーケット経験など企業が持っている資源を全面提供

●多くの大学教員は研究資金を外部から調達する努力をしている

- ・ そのために, スポンサー企業・産業界のニーズ把握に長けている(産業界出身の教員は少ない)
- ・ 給与は基本的に9か月分。外部資金の一部は給与となる

ドイツ: ●大学(TU9など)の研究資金の1/3が企業からの出資(2/3は公的資金(州政府等))

●企業からの研究依頼が多く, 応用的・実践的研究が高い割合を占める

●産学連携機構であるフラウンホーファーが大学に隣接している

- ・ フラウンホーファーでは, 積極的に大学の教員を取り込んで運営している

- ・ プロジェクトの実施期間に柔軟性がある(3カ月~2年程度, 多くは半年前後)

- ・ 通常, プロジェクトでは, 連邦政府, 大学・機構と企業が1/3ずつ出資し, 定期的に成果をチェックし, 進捗管理を行っている

●大学教授がある範囲内で学外の研究機構で働くことが可能である

●産業界出身の教員(研究スタッフ)は4割を占める

90

② ヒアリング調査結果

▶ 日本の産学連携は緊密とは言えない

- 日本:
- 欧米では経営戦略に関する産学連携が多くみられるが、日本の場合は極めて少ない
 - 出資企業が特許を100%所有できないので、産学共同研究に消極的
 - 大企業の参加意欲が限られている
 - ・地方の大学は地域の中小企業との連携があるが、大企業との連携は少ない
 - ・大企業は海外の有名な大学や国内の限られた大学しか連携を組まない
 - 資金的な課題がある
 - ・大学へ支払う管理費が高い(3割を支払うケースもある)
 - ・民間からの資金導入が少なく、大学の研究活動(産学連携研究等)は維持困難
 - 数理系専攻の場合、企業の出資なしに行う共同プロジェクトもある
 - ・東京大学、九州大学のスタディグループ:産業界が課題を提示して、学生(ドクター)や教員(助教)が1週間かけて解決する
 - 組織的な連携体制がない
 - ・企業、大学とも単独の連携ではなく、今後、コンソーシアム等を形成し、産学連携体制の構築を積極的に推進すべき

91

② ヒアリング調査結果

▶ 海外大学の研究支援スタッフの比率は非常に高い

- アメリカ: ●教員の人数は変わらないが、サポートする事務スタッフは非常に多い(日本の5倍程度)
- ・教員は教育などに専念できる
 - 大学の運営、企業との連携などのマネジメントに強い専門のスタッフがいる

ドイツ(機械学科を例として):

- 教授の人数は非常に少なく、地位は非常に高い
- 研究支援スタッフの人数は非常に多い
 - ・カールスルーエ工科大学:教授(355名)1人あたり、教育スタッフ13名、事務スタッフ8名、学生80名。(学生総数25,196名)
機械学科:20の研究室があり、学科の中でも最大規模;教授(33名)1人あたり、研究スタッフ14名、技術・事務スタッフ6名、学生130名。他に数百名の学生RAとTA。(学生総数4,300名)
 - ・アーヘン工科大学:教授(539名)1人あたり、教育スタッフ10名、事務スタッフ5名、学生83名。(学生総数44,517名)
機械学科:ヨーロッパ最大規模の機械学科;教授(63名)1人あたり、研究スタッフ21名(産業界から6名)、事務スタッフ10名、学生175名。(学生総数11,000名)

- 日本:
- 教授以外の研究スタッフ(特に助教・研究員)は非常に少ない
 - 数理・データサイエンス系では、全体的に担当できる教員が不足している

92

② ヒアリング調査結果

▶ 日本の就職状況は海外と大きく異なる

- アメリカ: ●基本的に通年採用で、卒業後6カ月までに内定を得るケースが多い
- 即戦力を求める採用
 - ・新卒であっても専門的な知識や実務経験(インターンシップなど)が要求される
 - ・多くの学生が卒業までに複数のプロジェクト授業、インターンシップに参加する
 - GPAの点数は非常に重要な指標である(特に大手企業へ就職する場合)
 - 博士号があると就職に有利になる(厳しくて全面的な能力を教育するシステムによって大学と企業の信頼関係が成立している)
- ドイツ: ●就職活動がなく、インターンシップ期間で内定するケースが多い
- 理工学系大学卒の学生は比較的就職しやすい
 - ・特に「電気工学」、「機械工学」のようなエンジニアを育成する専攻
 - 授業成績やインターンシップ期間に身に付けたスキルや実力を重視する
 - ・機械操作経験、プロジェクトの経歴、プログラムを組む能力等
 - 工学系の博士人材は就職しやすい
- 日本: ●就職時に学力をチェックする体制が整っていない。
- ・大学の成績と学生の能力の関係が必ずしも一致しない。
 - ・卒業した大学と学部で採用が決まるケースも多い(特に偏差値の高い大学の体育会系学生)
 - 博士課程を修了した学生は逆に就職困難

93

5. まとめー工学分野における理工系人材育成の在り方に関する現状・課題の分析と方策の提案

プロジェクト型教育(PBL)の現状:

大学 「大学教育として行う必要性は高い(どちらかといえば必要性は高いを含む、以下同様)」(73%), 「現在積極的に実施」(48%), 「今後も積極的に実施したい」(59%), 「今後の実施には企業の協力が必要である」(35%)としている。

・PBLで育成することを重視している能力は「課題解決能力」「自主性・自立性」「課題発見・設定能力」「協調性・チームワーク」など。

企業 「大学教育として行う必要性は高い」(77%), 「機会があれば、プロジェクト型教育へ積極的に協力したい」(35%)と考えている。

・PBLで育成することを重視している能力は「課題解決能力」「自主性・自立性」「課題発見・設定能力」「コミュニケーション能力」など。

PBLの課題:

大学 「指導にかかわる大学教員の負担が大きい」(72%), 「予算が不足している」(63%), 「教育を実施する時間が不足している」(64%)

94

卒業研究，修了研究の現状：

大学

「大学の人材育成にとって重要」(学部94%，修士97%，博士98%)，「情報収集力，課題解決力などが培われる」(93%，97%，97%)，「専門性が培われる」(87%，97%，98%)と考えている(H27年度調査より)。

・卒業研究等において「自分の考えをまとめ，文章で表現できる能力の修得」(学部，修士，博士いずれも98%)，「考えを適切に伝えるためのプレゼンテーション能力の修得」(いずれも97%)，「課題設定と課題解決の過程の経験と修得」(94%，98%，98%)，「技術や知識を統合して研究を計画し実施する能力の修得」(94%，99%，97%)が重要であり，日本の高等教育の一つの特徴として卒業研究等を重視していると考えられる。

企業

「大学の人材育成にとって重要」，「情報収集力，課題解決力などが培われる」，「専門性が培われる」を一定程度(61～83%)高く評価(H27年度調査より)。

・「研究を行う過程で得られた課題解決などの能力は実務に役立っている」(76%)，「実務では直接役立っていないが行った経験は生きている」(76%)「研究を行ったことによって得られた専門的知識は実務に役立っている」(53%)として高く評価。

95

卒業研究，修了研究の課題：

大学

研究室に所属して比較的クローズドな環境で行うため，ややもすれば**蛸壺教育**になってしまうとの批判がある。

・研究テーマ決め：「教員がテーマを学生に付与」(卒業研究：85%，修士研究：76%，博士研究：47%)，学生が研究に自主的，主体的に取り組む姿勢が希薄であるようにも思われる。

・博士課程でも「教員が設定したテーマの中から学生が選択し教員と相談」が最も高く(76%)，「学生本人の希望と提案をもとに教員と相談」は18%に過ぎない。

・6年一貫教育を実施する場合は，3～4年次に**ミニ卒業研究**として半年間の演習授業を行うことも検討に値する。

96

インターンシップの現状:

大学 インターンシップはほぼすべての学科・専攻(99%)で実施。

・インターンシップの意義として「学生に企業の状況を知ってもらうことができる」(93%),「学生の学習に対するモチベーションが向上する」(76%),「学生の就職が有利になる」(56%)。

企業 過去3年間に多くの企業でインターンシップを実施(66%)。

・インターンシップの意義として「学生に企業の状況を知ってもらうことができる」(90%),「学生の研究に対するモチベーションを向上させることができる」(55%),「優秀な学生の採用に繋がる」(57%)。

インターンシップの課題:

大学 **企業** 「期間が短く、学習効果は低い」(大学:40%, 企業:29%),「内容が不十分で学習効果は低い」(大学:29%, 企業:22%)などのインターンシップに対するネガティブな評価は大学、企業共に比較的 low、本調査研究ではインターンシップの問題点を明確に認めることができなかった。

・しかし、欧米の大学での長期間(数ヶ月)にわたり、必修科目であるものと比べると質・量共に不足していると言わざるをえない。日本では短期間(数日)の企業説明のようなインターンシップもあり、その教育効果は疑問である。

97

産学共同研究の現状:

大学 毎年定期的あるいは不定期に実施(89%)。

・産学共同研究に学生が参加することの意義として、「学生が研究活動と社会のつながりをより強く体感できる」(91%),「学生の研究に対するモチベーションが向上する」(84%)などの点で高く評価。一方、「教員の負担が増加する」(50%),「情報の漏えいなどの可能性が増える」(37%)などのネガティブな評価は比較的 low。

企業 過去3年間に実施(52%)。

・産学共同研究を行う意義として、「その分野の人的ネットワークづくりに役立つ」(83%),「大学の知識・技術によって企業の研究が進展する」(72%)など一定程度の評価。

・産学共同研究に学生が参加することの意義として、「産業界の人材育成に繋がる」(74%)として評価。一方、「情報の漏えいなどの可能性が増える」(41%),「企業側の負担が増加する」(32%),「研究の精度が下がる」(6%)などのネガティブな評価は低い。

98

産学共同研究の課題：

大学

企業

産学共同研究を今後さらに発展させるためには、大学も企業も「産業界と大学との情報交換の促進」(大学:78%, 企業:83%), 「産業界と大学との人的交流の促進」(大学:73%, 企業:77%)を最も高く回答している。

・大学ではこの他、「知的財産管理体制・リスクマネジメント体制の強化」(61%), 「教員の人事評価制度やインセンティブ・システムの改革」(60%)などを挙げている。

・企業では、「企業内の体制整備・意識改革」(76%), 「大学の知的財産管理体制・リスクマネジメント体制の強化」(52%)などを挙げている。

・意識・方向性は大学と企業でほぼ一致しており、今後さらなる発展が期待されている。

99

専門基礎教育の現状：

大学

「専門分野の基礎知識」は大学教育として非常に高く重視している(98%) (H27年度調査より)。

・「微積分学」「線形代数学」「微分方程式」「工学倫理」「力学」「統計学」などの必要性は高い(84~72%)。

・学生の理解度は全体として高いとは言えない(26~55%)が、修士課程への進学率が高い学科ほど、理解度は高くなる傾向が認められた。

・「マネジメント」の開講状況は半数に満たず低い(43%)。

・数理・データサイエンスに関する専門基礎科目の開講状況は「統計学」「確率論」を除き全体的に低い。

企業

「専門分野の基礎知識」は大学教育として非常に高く期待している(86%)が、「学部新卒者に不足している」(25%)と考えている(H27年度調査より)。

・「力学」「知的財産権」「マネジメント」「熱・統計力学」「統計学」「シミュレーション技法」「物理・化学基礎実験」などについて実務で必要(79~65%)としている。

100

専門基礎教育の課題：

大学

企業

数理・データサイエンスを含む専門基礎科目を今後さらに充実して教育していくことが必要だが、開講状況は必ずしも十分とは言えない。

- ・欧米の学生と比較して「勉強しない」と言われている日本の学生を教育するためには、**大学教育の抜本的な見直し**が必要であろう。
- ・授業内容が個々の教員に任せられているケースが多く、教員によって授業内容が異なる。また、**学生の理解度も高いとは言えない**。
- ・教員は教育以外に管理運営、社会貢献、研究のために時間が取られており、さらに教育に時間をさくことは困難な状況にある。
- ・欧米に比較し、**教員の教育・研究などをサポートするスタッフの数が圧倒的に少ない**（米国の1/5）。

101

解決のための方策案：

1. 産学連携PBL授業の実施

- ・企業（「**産学連携コンソーシアム**」参加企業など）から**解決したいと思う課題を募集**する。大学教員と企業関係者からなる**PBL課題選考委員会**で検討し、PBL授業として実施する課題を選考する。提案企業（スポンサー企業）は研究費（奨学寄付金等）を支援。
- ・**工学系学科横断的な科目として開講**し、**複数の学科・分野**（たとえば、機械、電気電子、デザイン、情報、建築など）の学生5～6名からなる**複数のチーム**を編成して各課題を実施する。場合によっては**複数の学年**にまたがりチームを編成する。
- ・指導体制は、**大学教員、提案企業の担当者、上級生TA**等からなるアドバイザーグループが指導、進捗管理などを担当。
- ・産学連携PBL授業を行うことによって、**産業界の方にも大学教育に関わってもら**うことができ、教員負担の増大を抑制し、予算の不足を補うことができる。
- ・限られた教員リソースの活用のためには、既存の演習授業を産学連携PBL授業に振り替える、専門基礎科目の講義部分を電子教材に置き換えるなど、**抜本的な授業改革**が必要である。
- ・PBLとしては、この他、**学生が自ら課題を発見し、その解決策をチームで検討し提案するもの**なども行うべきである。

102

2. 卒業研究, 修了研究成果の公開発表の促進

- ・蛸壺教育の弊害をなくすためにはつねに**研究内容をオープン**にして批判や助言を受ける体制が必要である。そのためには**学会などを大いに活用し, 研究成果を公開発表**することが必要。
- ・1人の教員による研究指導では偏りも懸念されるので**複数の教員による指導体制**が望ましい。また, 学会等での発表の他, **中間報告会, 最終報告会**など出来るだけ**多くの機会に公開で発表**するようにすべきである。

3. 卒業研究等の研究テーマ決めに学生の自主性・主体性の重視

- ・研究テーマ決めについては, 学部, 修士, 博士で異なると思われるが, **テーマの妥当性を考慮しつつ, 学生の自主性・主体性も重視**することが必要である。

4. 産学共同研究を卒業研究等のテーマに

- ・実社会とのつながりを考慮すると, **産学共同研究のテーマを卒業研究等で行う**ことも意味がある。産学共同研究の内容を精査した上で, 積極的に卒業研究等で行うことも必要であろう。
- ・卒業研究等で身につくことが期待される能力を得られ, なおかつ, 蛸壺教育とならないような様々な分野の方を巻き込んだ**PBL授業の開発**の検討も必要である。

103

5. 産学連携コンソーシアムの設立

- ・大学と企業の**情報交換, 人的交流を図るための場**として, 複数の大学, 企業団体からなる**産学連携コンソーシアム**を設ける。産学連携コンソーシアムの集会を定期的で開催し, 大学・企業からの研究発表・話題提供や懇談会を行い, 人的交流や研究交流を促す。
- ・産学共同研究に学生が参加することについて, 大学, 企業共に**ポジティブな意識**があり, 今後**も推進していくべきもの**と思われる。そのために, 「1. プロジェクト型教育(PBL)について」で述べたように, **PBLの一環として産学共同研究を実施**することを提案する。課題の提案については, 上記の産学連携コンソーシアム参加企業を中心に行ってもらう。
- ・産学連携教育を促進するためには大学の**知的財産管理体制・リスクマネジメント体制**などを強化する必要がある。

6. インターンシップの実質化

- ・専門教育課程に位置付けた**長期のインターンシップの推進**が必要であり, 大学側の積極的な関与も必要である。

104

7. 専門基礎科目の充実に向けた教材の開発

- ・Society5.0の実現に向けた数理・データサイエンス教育の充実にために、これらの科目を含む工学系専門基礎教育の一段の改革が必要である。限られた教員のリソースを効率的に活用し、適切な授業内容を担保し、質の高い専門基礎教育を行うためには、講義に相当する部分については電子教材を活用することが必要と思われる(注1)。
- ・この教材は単に教員の講義風景を撮影したようなものではなく、各科目の専門家、教育学者、デザイナーなどの有識者グループによって十分に練られたものを作成する(カーネギーメロン大学のOpen Learning Initiativeのようなもの。作成のために多額の予算が必要)。講義内容には、その授業内容と社会とのつながりなどをわかりやすく解説し、学生のモチベーションを高める工夫をする。
- ・学生は電子教材を用いて時間外に学習し、時間割で決められた授業時間に疑問点への質問を行う復習や、科目によっては演習を行う(反転授業)(注2)。このときの指導は専任教員の他、複数名の上級生TA等が担当する(TAは事前にガイダンスを受ける)。
- ・各科目の講義に相当する部分の成績評価は、問題作成委員会によって作成された統一試験によって行う(受験機会は複数回可能とする)。
- ・このような教材を用いることによって、担当教員がその学部にはないような科目(たとえば、マネジメント(MOT)など)も開講できる。
- ・この教材を一般にも公開することによって広く社会人教育や生涯学習にも活用できる。

105

- ・すでに我が国で実施されているオープンコースウェア(OCW)やJMOOC(日本オープンオンライン教育推進協議会)等の取り組みとの連携も視野に入れるべきであろう。
- ・本提案は専門基礎科目についてのものであるが、一般教育科目、専門科目の一部にも今後広げていくことも検討すべきであろう。

(注1)こうした無料で大学の講義等を受講できるプラットフォーム(Massive open online course; MOOC)は欧米を中心として多数ある(たとえば、edX, Coursera, NovoEd, Open2Study, Kadenze)が、その多くは英語での授業であり、日本の大学での本格的な活用には無理がある。国(文科省)が主導して世界最高水準の教材を作成することは理工系人材育成として非常に意義がある。

(注2)ネット配信による多くのオープンエデュケーションでは実際の教室での授業(対面授業)がなく、十分な理解やモチベーションの維持が困難である。上記の提案では必ず時間割に定められた復習授業、演習授業をセットで設け、学生の理解とモチベーションを高めることとする。

106