

大学における分野融合教育（医工連携教育） に関する調査研究

報告書

令和 3 年 3 月

株式会社シー・ディー・アイ

大学における分野融合教育（医工連携教育） に関する調査研究

報告書

令和3年3月

株式会社シー・ディー・アイ

大学における分野融合教育（医工連携教育）に関する調査研究

概 要

1. はじめに

分野融合教育は現在、非常に高い期待を集めている。日本経済団体連合会の提言である『Society 5.0 ～ともに創造する未来～』（2018）は「文系・理系間の垣根は本質的に意味がなく」「すべての大学生に基礎的なA I・情報科学・数学・生命科学等を必修化し、文系を専攻するものも理数の知識を身につけ、理系を専攻する者も人文・社会科学や芸術・デザインなどの領域を学ぶ」ことを推奨する。このようなS T E（A）M教育の流れは全世界的に共有されているが、その人類共通たる課題が、わが国では特に喫緊である。

こうしたことを背景に、本調査研究では、まず分野融合教育、次に医工連携教育（医工学教育）の現状を入手可能なデータに基づいて分析した。また、分野融合教育のケーススタディが医工連携教育であるという構成になっている。

2. 分野融合教育の現状と技術者就職

分野融合教育については多くの学術研究が実施されており、事例も豊富に蓄積されている。しかし、分野融合（分野連携を含む）、文理融合（文理連携を含む）の帰結の一端であるはずの卒業後の進路に関する研究は皆無である。そこで大学名を明らかにしたうえで学校基本調査の結果を整理したN I A D「大学基本情報」を用い、国立大学の学部卒業者の技術者就職に対する影響の分析を試みた。その結果、次の事項が判明した。

- ① 全学科を名称から「文系」「文系融合」「文理融合」「理系融合」「理系」に分類し、学部卒業者に占める率を見たところ、2012年度でそれぞれ26.2%、13.8%、4.0%、25.6%、30.4%であった。データのもう一端である2019年度とも0.4～1.7%ポイントの相違に収まり、大きな変動はない。
- ② 文理融合学科の卒業生数は全卒業生の3～4%程度で（2012年度4.0%、2019年度3.4%）、その技術者就職動向に対する影響はごく小さい。
- ③ 医歯薬保健系を除く理系融合学科、理系学科の技術者就職率は前者が20.0～24.2%、後者が18.1～21.3%、進学率を合わせると前者79.4～84.2%、後者79.3～82.3%で、大きな差はない。融合学科の存在が技術者志向を弱めている懸念は否定される。
- ④ R U 11大学の理系融合学科、理系学科卒業生は、非R U 11大学のそれに比して技術者就職率がかなり低い、逆に大学院進学率は高く、博士前期課程修了後の技術者就職率を押し上げているものと思われる。2012年度と比べて2019年度は技術者就職率がわずかに高まっているが、R U 11大学、非R U 11大学による相違には及ばない。

3. 医工連携教育（医工学教育）とその課題

分野融合教育の事例と言える「医工連携教育」（以下では「医工学教育」と呼ぶ）に関しては、存在を悉皆的に探索し、45大学45プログラム（学科・専攻、コース等）を把握した。そのうえで概要、主な専門科目、教員とその研究テーマを収集、分析した。うち4大学4プログラムについてはヒアリング調査を実施した。また、企業関係者や有識者にもヒアリングを行った。以上から次の結果が得られた。

東北大学

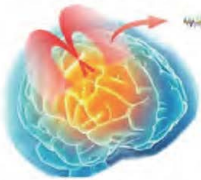
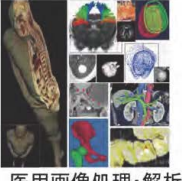
プログラム名	「基礎医工学コース」 大学院医工学研究科医工学専攻「応用医工学コース」（入学定員：博士前期課程39名、博士後期課程12名） 「医療機器創生コース」		
教員数	49名	設置年度	2008年度
特徴	● 医学部と工学部の協力関係は 100年に及ぶ。両部局の教員による最初の成果は昭和4（1929）年の電気聴診器であり、昭和20（1945）年にはC Tの原型であるX線断層撮影の原理が発見された。これらに始まる医工学研究者の厚い層を基盤に、平成20（2008）年の医工学研究科設置が実現する。 ● 医工学研究科医工学専攻は、①工学を用いて医学、生物学の学理を解明する基礎医工学、②医工学の知識を医療機器に展開する応用医工学、③新しい医療機器や治療技術のグローバルな展開に資する医療機器創生の3コースからなる。 ● 博士前期課程の医療機器メーカー就職率は27%。研究科設置以前から、工学研究科修了者が就職しており、この人脈と実績が現在も産学連携の基盤になっている。		

千葉大学

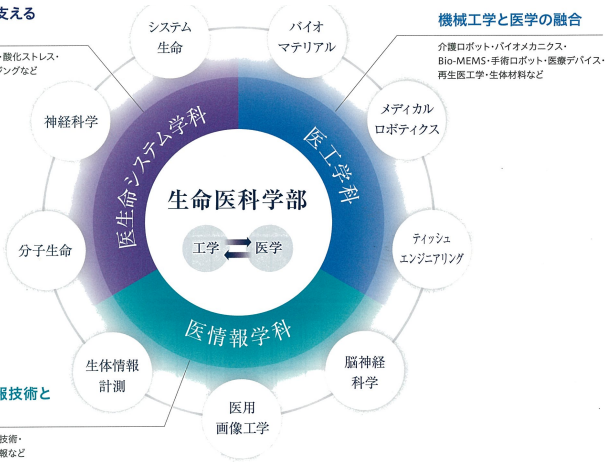
プログラム名	千葉大学工学部総合工学科「医工学コース」（入学定員：40名程度） 千葉大学大学院融合理工学府基幹工学専攻「医工学コース」（入学定員：博士前期課程31名程度） （入学定員：博士後期課程5名程度）		
教員数	19名	設置年度	2017年度（2004年度に設置された「メディカルシステム工学科」を2007年度に「メディカルシステムコース」に改組し、2017年度に再改組）
特徴	● 医療機器、治療技術に深い関心を持ち、関連工学分野にも詳しい医学部教員のコミットと、大学上層部によるサポートが平成15（2003）年に「フロンティアメディカル工学研究開発センター」の設置に結実した。翌年、その全教員が兼任する形で工学部に「メディカルシステム工学科」が設置され、2度の改組を経て現在に至る。 ● 約40名の学部学生は数学や物理などの基礎科目を修得したあと、電子、情報、機械のいずれかまたは複数の分野を選択して集中的に学習する。続いて指導教員の指導のもとに履修計画を立案し、4年生で研究室配属。博士前期課程進学率は70%以上に達し、その修了者の70%が技術者として就職する。 ● 医学・工学の連携、企業との連携を強化するため、平成30（2018）年に附属病院に「メドテック・リンクセンター」を設置した。		

教育プログラム

広島市立大学

プログラム名	情報科学部医用情報科学科 (入学定員：30名) 大学院情報科学研究科医用情報科学専攻(博士前期課程) (入学定員：15名) 情報科学専攻医用情報科学系(博士後期課程) (入学定員：28名(専攻全体))		
教員数	15名	設置年度	医用情報科学科 : 2012年度 医用情報科学専攻(博士前期課程) : 2016年度 (博士後期課程) : 2016年度
特徴	● 広島市立大学情報科学部は、「情報」「自然科学」「工学」の3分野を医用情報科学の基礎と位置づけるとともに体系化し、実践的に応用展開している。学際的異分野領域に柔軟に対応できる人材を育成。 ● 情報科学研究科医用情報科学専攻では、「バイオ情報学」「医用画像工学」「医用ロボット」「脳情報科学」「医用情報通信」の5研究分野を設け、医用情報科学、生体情報科学に関する専門知識・技術の教育・研究を行っている。 ● 広島県は自動車産業などの製造業の蓄積を背景に、平成23(2011)年の『ひろしま新産業成長ビジョン』に医工連携を織り込んだ。広島市立大学を含む広島地域の有力大学も関連人材の育成事業を推進。文部科学省は「戦略GP」「大学間連携」等でこれを支援してきた。 ◆ バイオ情報学 ◆ 医用画像工学 ◆ 医用ロボット ◆ 脳情報科学 ◆ 医用情報通信  生体情報極限計測 計算 + 実験 生命現象の理解と応用  脳電位計測システム  医用画像処理・解析  ワイヤレス医療ヘルスケア		

同志社大学

プログラム名	生命医科学部医工学科・医情報学科 (入学定員：医工学科 100名、医情報学科 100名) 大学院生命医科学研究科医工学・医情報学専攻 (入学定員：博士課程(前期課程) 90名) (入学定員：博士課程(後期課程) 2名)		
教員数	22名	設置年度	2008年度
特徴	● 私立大学最大規模の医工学系学部、研究科である。生命医科学部は3学科からなるが、うち医工学科、医情報学科2学科の入学定員合計は200名。医工学科は機械系、医情報学科は電子・情報系と化学系が主なバックグラウンドである。 ● 同志社大学創立者の新島襄が医学部を含む総合大学を目指した経緯があり、それが構想の背景の一つとなった。学部、研究科設置には再生医療をテーマとする複数の有力研究医の参画を得た。 ● 工学の医療への適用にとどまらない新しい原理の解明を志向。教育プログラムも何の役に立つかを強く意識したカリキュラム設計のうえで学生の就職支援にも循環させ、さらに大企業との包括的連携協力協定を含む産学連携の推進にあたっている。 新しい医療を支える基礎医学 脳神経疾患・神経生理・酸化ストレス・創薬科学・アンチエイジングなど 電子工学・情報技術と医学の融合 脳神経工学・生体計測技術・医用機器開発・生物情報など  機械工学と医学の融合 介護ロボット・バイオメカニクス・Bio-MEMS・手術ロボット・医療デバイス・再生医工学・生体材料など		

- ① 全国の大学の医工学教育プログラムを通して、毎年、学士課程 500名程度、博士前期課程 1,000名程度の卒業・修了者が雇用市場に輩出されていると推定される。
- ② 博士前期課程修了者 1,000名程度のうち、医療機器産業への就職者数は 100名程度と見積もられる。一般メーカーの医療機器部門に進む者を含めると、この数はより大きくなる。
- ③ 教育の特色として、どの大学もエンジニアリングの医療における現れとして医工学を捉えている。医学と工学の協力関係の長い歴史や、それによって培われた信頼感がプログラム運営に奏功していると思われるケースがあった。
- ④ 大学側は、1) 研究費の増強や補助金継続期間の延長、2) 間接経費の活用による教員負担の不公平感の軽減、3) 企業側の採用基準における専門性観点の強化が必要として、文部科学省のリーダーシップに期待している。
- ⑤ 企業関係者からは、1) 企業は新しい「ネタ」を発見し、経営層に働きかけて開発リソースを確保できるほどの高い力量を持つ人材を求めている。一般的な人材はそれなりに充足しており、医工学教育のターゲットがいま一つ明確でない、2) 博士前期課程で医工学を学び、それで勝負するというなら、起業を目指すべきだ、3) 大学は蓄積された強みが個性としてもっと前に出てよく、他の大学を取り込んで大きくしていくことも必要ではないか、などのコメントが得られた。
- ⑥ 外部有識者は、1) 医工学教育が総花的になりがちなことへの危惧を表明するとともに、2) 専門職大学院制度の活用を提案した。また、3) 人工物と生体の相互作用の理解を通して「バイオメカ」の実現を目指す企業が存在し、その出口戦略として医療機器が想定されることもあると考えるべきとの指摘や、4) 「人間以上のもの」の取り扱いを含む医工学のフィロソフィに関する議論が行われた。

4. 医工連携教育（医工学教育）が分野融合教育に示唆するもの

分野融合教育の中でも、複数分野が互いに共通の問題意識を持ち、密接な連携のもとに教育を推進しているのが「医工連携教育（医工学教育）」である。

医学の発展に工学が必要であるという認識は医工両分野の研究者の間で共有されている。研究方法、研究装置に工学のコミットがあってはじめて医学は前に進むことができると医学者は述べ、工学者も自信を示す。工学を尊重し、研鑽を積む医学者と、それに協力するとともに自ら研究を進めた工学者との 100年におよぶ歴史が東北大学の事例にはある。こうして醸成された信頼感が医工学の進展を可能にし、その中で「医工連携」による研究科構想も実現した。さらにその上に医工連携「教育」が成立する。ヒアリング対象の4大学は、それぞれシステム構築に尽力している。

一方、医工連携には人命を救うという至高の目標の下に実現、深化してきた面がある。すなわち目標こそ人々を統合し、力を引き出す構造である。しかしながら、共有されない目標を取って付けても機能しない。その点で文理融合においては、例えば地球環境問題やSDGsは重要な領域となろう。文系融合、理系融合も、それぞれ取り組むべき問題は枚挙にいとまがないと思われる。

分野融合教育も、①リベラルアーツを介した教養回帰、②分野連携をベースに誕生する新しい学問の教育、③その他のアドホックな試みとして進展が図られていると理解できる。その成否は全国の大学関係者の努力と成果、それらに対する国民の評価にかかっている。

目 次

第1章 調査研究の概要	1
第1節 背景と目的	1
第2節 調査研究の構成	1
1. 分野融合教育	
2. 医工連携教育	
第3節 実施体制	2
第2章 大学における「分野融合教育」の現状と技術者就職	5
第1節 分野融合教育の現状と課題	5
1. 分野融合に関する研究の量的推移	
2. 分野融合に関する研究動向	
第2節 N I A D「大学基本情報」に基づく進路データの構造	12
1. 進路データの構造	
2. 学科類型、集計対象の設定	
第3節 学科類型別の技術者就職状況	19
1. 全体状況	
2. 技術者就職の状況	
3. R U 1 1大学と非R U 1 1大学	
第4節 小括	29
第3章 大学における「医工連携教育」とその課題	31
第1節 医工学教育プログラムの探索	31
1. 調査対象の選定	
2. 調査の方法と項目	
第2節 医工学教育プログラムの状況～調査Aから～	37
1. 調査対象のプログラム数と入学定員	
2. 学科・専攻の全体状況	
第3節 医工学教育プログラムとその課題～調査Bと企業、有識者ヒアリングから～	42
1. 医工学教育プログラムの特徴と高等教育行政への期待	
2. 企業の医工学教育プログラム観と問題提起	
3. 医工学、医工学教育の方向性	
第4節 小括	50

第4章 結語	5 1
第1節 調査研究結果の概要	5 1
第2節 好事例としての医工連携教育	5 2
補 論 文理融合と文理融合教育	5 3
調査A 各大学の医工学教育プログラム	5 7
調査B 代表的な医工学教育プログラムに関するヒアリング結果	1 5 9

第1章 調査研究の概要

第1節 背景と目的

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、Society5.0の実現に向けて技術革新を社会実装につなげ、我が国の産業のさらなる発展に資する人材を育成することが不可欠となっている。ここで大学に期待されるのは、深い専門的知識と俯瞰的視野を持ち、科学技術の新たな発展に資する人材の育成である。一つの専攻分野の知識のみならず、分野融合的で幅広い教育を実施することが求められる。

例えば文部科学省『理工系人材育成戦略』（2015年3月）においては、「産業構造や社会の変化を見据えた新分野・融合領域教育への展開、学科等の再編」を進めるとしており、また中央教育審議会『2040年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）』（2018年11月）は、「一般教育・共通教育においても従来の学部・研究科等の組織の枠を越えた幅広い分野からなる文理横断的なカリキュラムが必要となるとともに、専門教育においても従来の専攻を越えた幅広くかつ深いレベルの教育が求められる」と提言している。

しかしながら、大学における分野融合教育の取組は多様である。それらがどのように設計され、いかなる体制で実施されているかの全国的な状況は明らかになっておらず、政策形成に資するデータが十分ではない。

第2節 調査研究の構成

1. 分野融合教育

本調査研究ではこのような状況下に大学の分野融合教育を分析する足がかりとするため、まず関連する文献を収集し、議論の動向を整理する。また、N I A D「学校基本情報」を用い、学科・専攻の特性に照らして国立大学学生の「卒業後の進路」を分析する。また最古の同データである2012年度と比較し、7年間のインターバルで2019年度卒業者の進路の変化を見て、分野融合の意味性を可能なかぎり実証的に取り扱う。分野融合教育の中でも特に幅広い知識が必要となる医工連携教育を先駆的分野として取り上げる準備を行う（第2章）。

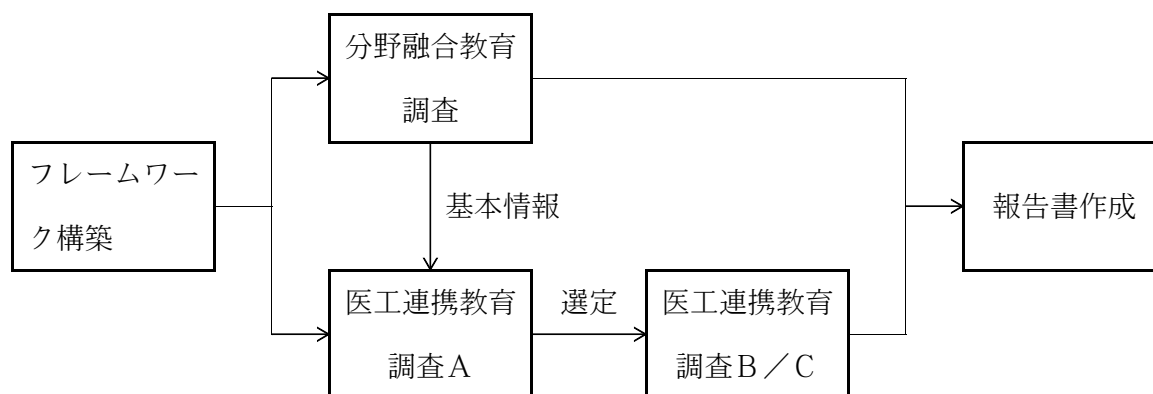
2. 医工連携教育

全国の大学が単独または共同で実施している医工連携教育プログラム（学部・研究科や学科・専攻として設けられているもののほか、学科・専攻内のコース等として設置されているもの、複数大学で共同運用されているものを含む）を可能な限りで悉皆的に調査し、概要、主な専門科目、教員と研究テーマを収集する。大学から開示の了解が得られたプロ

グラムを報告書にまとめ（調査A）、特に4大学に関して詳細なヒアリング調査を実施し（調査B）、医療機器を開発、製造する企業関係者へのヒアリング（調査C）も行って、医工連携教育の課題を抽出、整理する（第3章）。調査A、調査Bの結果は、様式にまとめて巻末に収録する。

図1-1は本調査研究のタスク構造である。分野融合の先端事例として医工連携を捉え、収集されたデータを総合的に分析し、医工連携教育を手がかりとして、分野融合教育とその課題を考える。

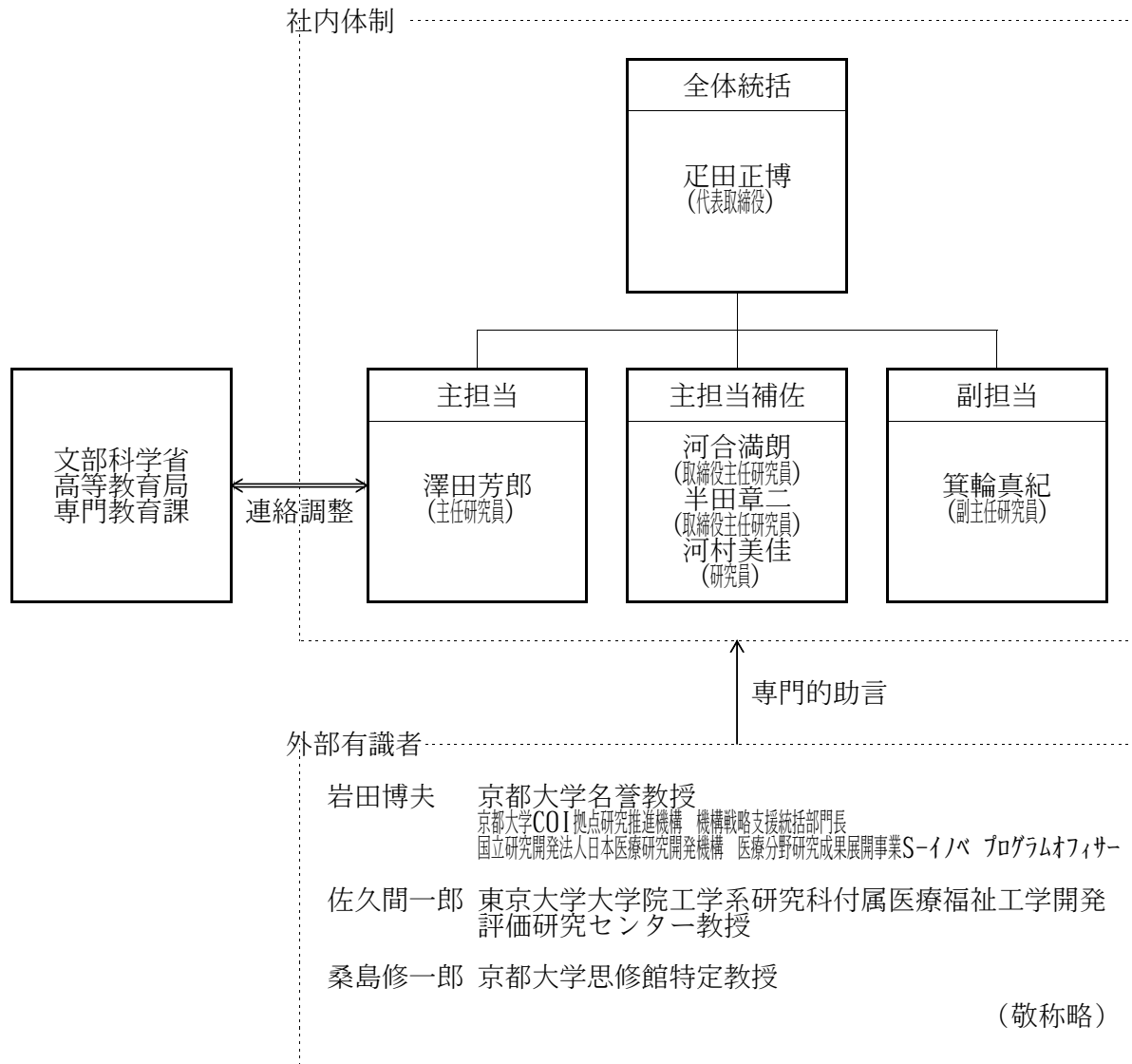
図1-1. 調査研究のタスク構造



第3節 実施体制

本調査研究の実施にあたり、図1-2に示すチームを編成した。主担当者が文部科学省高等教育局専門教育課との連絡調整にあたった。また、「医工連携教育」に関して3名の外部有識者から専門的助言を得た。

図1－2．事業実施体制



ヒアリング先の企業関係者は次の2名であった。そのコメントを第3章で紹介しつつ、医工学教育をめぐる課題を検討する。

- 東レ・メディカル株式会社 元副社長 國友哲之輔氏
- 株式会社AFIテクノロジー 代表取締役社長 円城寺隆治氏

第2章 大学における

「分野融合教育」の現状と技術者就職

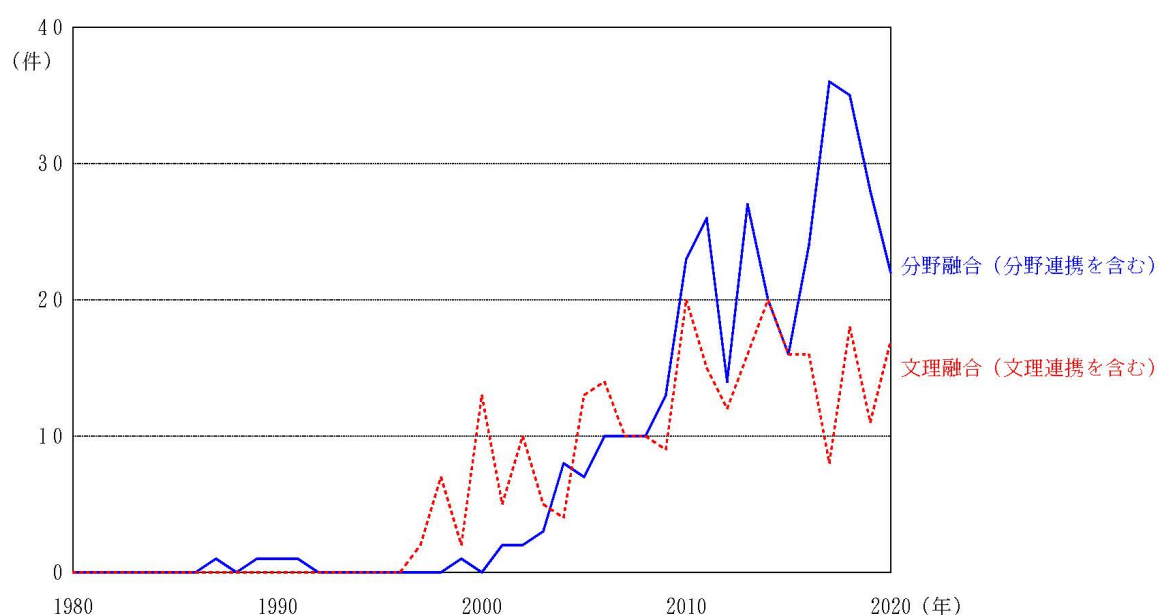
第1節 分野融合教育の現状と課題

1. 分野融合に関する研究の量的推移

国立情報学研究所の日本語文献データベースで、日本で刊行される学術論文のほとんどカバーしたうえ、学協会誌の解説記事や主要雑誌の記事も収録する「C i N i i」によると、タイトルに「分野融合」という語を持つ文献が初出するのは1987年である。最初は中等教育のカリキュラム研究における「2分野融合」として出現し、その後は商品開発におけるそれと合わせて年間0～1件現れる状況がしばらく続いた。高等教育機関、研究機関における分野融合が語られるようになったのは2001年以降で、1999年に出現した類義語の「分野連携」の方が先行したが（当時浸透しはじめていた「産学連携」概念の影響であろう）、やがて「分野融合」が凌駕していき、2010年ごろからはこの語が大学教育や研究について用いられるようになっていく。

さらに別の類義語に「文理融合（連携）」があるが、使われるようになったのは1997年である。この語をタイトルに持つ文献は「分野融合（連携）」に先駆けて増えていくが、2010年には後者が上回り、現在は両語合わせて年間40～50件程度の出現となっている。文献数の2020年までの推移を図2-1に示す。

図2-1. タイトルに「分野融合」「文理融合」の語を持つ文献の数



「分野融合（連携）」「文理融合（連携）」をタイトルに持つ文献でC i N i iに掲載されているものは2021年春の時点で 632件に達しているが、「教育」の語を投入して積を取ると 102件となった。次に後者のうち2010年以降のものについてわずかな重複を削除したうえ、C i N i i と国立国会図書館関西館で原文を入手できるものをすべて入手した。一部は機関ジボリトリも利用した。初等中等教育におけるそれを扱ったものを除き、さらに同一趣旨の論文と学会予稿がある場合は後者を除くと46件になった。これを分類すると表 2－1 のようになる。

表 2－1．分析対象の文献

区 分	文献数	備 考
1．総論・概念分析	15件	科学技術社会論・科学リテラシー・S T E M・S T E A M／一般／新潟大学 創生学部
2．実践事例・提案	23件	個別実践・提案／数学・統計学・プロ グラミング／ゲーミング／効果
3．タイトルに「教育」の語を 含む特定分野の分野融合研究	3 件	
4．大学広報・ジャーナリズム	5 件	
合計	46件	

上記46件の文献のリストが表 2－2 である。以下ではこれらのうち主要と判断された文献について若干の概観を行う。論文は総論・概念分析と実践事例・提案に大きく分かれるが、それは重点の違いであって、多くは両者を往復して考察を深めている。対象とした文献は、当該文献のタイトルではなく特集のタイトルに「分野融合」「分野連携」「文理融合」「文理連携」や「教育」の語が入っていたために検出されたものを含む。

2．分野融合に関する研究動向

（1）総論・概念分析

2010年代以降の分野融合、文理融合に関する概念研究では、科学技術社会論（STS）の文脈においてこれを扱い、科学リテラシーやSTEM、STEAM教育に向けた「べき論」的展開を目指すものが目立つ。塚原（2012）は科学技術教育を「文理連携・学際教育」の名称で捉え、中心的課題を科学リテラシーの向上に置いた。ポイントは科学リテラシーの「学際リテラシー」概念への拡張である。

本間（2014）は米国コーネル大学の科学技術社会学科の視察報告で、日本の文理融合型プログラムは文系理系のバランスの取れた教養を持つ人材の育成に主眼があり、科学と人文社会科学の統合によって現代社会の諸問題の解決を目指すことはできていないとする。STEM教育の考え方が広く知られるようになって以降の論説である山田（2019）はアメリカ、ドイツ、オーストラリアのそれを概観し、また日本の「博士課程教育リーディング大学院プログラム」を同様の特徴を示すものとして、「実社会のさまざまな課題を技術的側面だけでなく、社会、人間の心理・体といった側面から把握し、理解することを視野にのける」点が共通であることを指摘する。やはりリーディング大学院に注目する竹永・山田（2019）は担当教員を対象とする調査を通し、課題を整理のうえ、専門分野の持つ境界を意図的に乗り越えることを提唱した。STEM教育に注目する棚橋（2020）は理工系大学の博物館における異分野融合の可能性を探る。

東海大学の特定プログラム科目「文理融合」の担当者として、その課題を整理する元田（2010）は、教養教育が切り詰められかねない状況下に、リベラルアーツの本質が「文理融合」であることに注意を喚起し、特に教養教育の担当教員に教育機能へのコミットメントを強く求める。藤田・太田・生田・河尻（2013）は教育工学の研究者として、教育工学がIT応用の発展・拡大だけでは倫理を含めた文化的価値への意味ある解答を出せないとして、存在科学と価値科学を架橋するものとしての「文理融合」に期待する。堀籠（2019）は先進的なチーム医療教育を「場のマネジメント論」の観点から分析した。

概念分析と実践を往復し、新たな境地を開拓しているのが、新潟大学の新設学部である「創生学部」に集った教員のグループである。同学部の紀要と思われる『創生ジャーナル』は近年文理融合関係の研究成果を多々発表しているが、2020年の第3号は自らの課題としての文理融合教育を特集するものであった。渡邊（2020a）は「文理融合」が大学教育にどのような意味をもたらしてきたかを検討した。その論は「知の統合」を中心に据え、キャリア直結の学部である医学部で臨床現場のニーズに即応するかぎり文理融合科目としての「行動科学」が受け入れられた経緯を示し、逆に多くの非直結学部では、①文理が共存する「文理並立型」、②文理が協働する「文理連携型」、③文理が相互に創発する「文理融合型」の3モデルがありうるとする。複数の大学受験サイトや就職支援サイトにおける文理融合型学部の取り扱いに注目した中村（2020）は、従来の文理の枠組みが調査時点でも強く残っており、教育改革に伴って設置された文理融合学部の位置づけが社会的に不安定であることを示す。それらの入学試験を調査した並川（2020）は、センター試験では文系理系双方に配慮した科目指定が行われ、筆記試験以外の選抜方法も多く実施されるなど多様な試みがなされていることを指摘する。渡邊（2020b）は創生学部の選択科目「地域・国際交流B」における学生主体の国際交流活動を授業担当者の立場で報告するものであった。

（2）実践事例・提案

多くの文献が実践事例の紹介や提案、それらを通じた考察を行っており、まず原・前川・神田（2010）は、「サービス価値創造」をテーマにした京都大学経営管理大学院の研究が講義やケース教材の開発に結果した例を紹介している。研究の軸の一つはAIであり、ヘルプデスクやアウトソーシングサービスの履歴分析を通してプログラムが開発されたこ

表2-2. 分野融合（連携）、文理融合（連携）に関して参照した文献

著者	刊行年	論文タイトル	掲載誌	刊行者	巻	号	ページ
1. 総論・概念分析							
●科学技術社会論・科学リテラシー・STEM・STEAM（5）							
塚原修一	2012	科学技術教育の課題と展望：科学リテラシーと文理連携・学際教育（シンポジウム 転換期における科学リテラシー教育の課	大学教育学会誌	大学教育学会	34	2	43-47
本間里見	2014	文理融合型教育に関する考察：米国コーネル大学の科学技術社会学科の視察調査を通して	大学教育年報	熊本大学		17	29-36
山田礼子	2019	<課題研究シンポジウム>STEM教育における文理融合の意味と課題：第4次産業革命とソサエティ5.0の観点から	大学教育学会誌	大学教育学会	41	1	31-34
竹永啓悟・山田亜紀	2019	大学院における異分野融合プログラムの課題に関する一考察：STEM系を含む博士課程教育リーディング大学院プログラムの事例から	評論・社会科学	同志社大学社会学会		130	65-84
棚橋沙由理	2020	<ブラザ>持続可能な社会に向けて理工系大学博物館における異分野融合への挑戦～Object-Based LearningによるSTEM教育の可能性を探る～	科学教育研究	日本科学教育学会	44	1	44-46
●一般（5）							
元田州彦	2010	教養教育の価値転換を考えられるか--特定プログラム科目「文理融合」の展望と課題	総合教育センター紀要	東海大学総合教育センター		30	135-145
藤田幸史・太田光雄・生田顕・河尻義孝	2013	Relationism-Firstで文理融合へ向かうBlended Learningの一面：個から関係態へ移りゆく時間像と共に（教育工学）	電子情報通信学会技術研究報告：信学技報	電子情報通信学会	113	229	119-124
氷見山幸夫	2014	異分野融合型研究・教育の必要性と展望（特集 アジアの経済発展と地球環境の将来：人文・社会科学からのメッセージ）	学術の動向：SCJフォーラム	日本学術協力財団	19	10	88-90
小橋元	2019	新しい時代の健康教育～心の教育と諸分野連携の重要性	日本健康教育学会誌	日本健康教育学会	27	3	226-228
堀籠崇	2019	異分野連携を目指す初年次教育における「場」の意義：先駆的なチーム医療教育に対する、組織経営論的「場の理論」の観点からの一考察（特集 〈接続・交流・連携〉を目指す初年次教育	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		2	18-29
●新潟大学創生学部（5）							
渡邊洋子	2020a	キャリア直結学部と非直結学部の「文理融合」への視座（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義を問う）	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	4-12
中村隆志	2020	文理融合学部のポジション（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義を問う）--（「文理融合」の課題と可能	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	13-17
並川努	2020	文理融合学部の入試についての予備的考察（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義を問う）--（「文理融合」の課題と可能性）	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	18-23
渡邊洋子	2020b	2019年度 新潟大学創生学部 学生国際交流の取り組み：授業「地域・国際交流B」の到達点と課題（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義を問う）--（「文理融合」の課	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	33-55
創生ジャーナル編集委員会	2020	座談会 キャリア創生研究会座談会：文理融合教育の未来を考える（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	75-83
2. 実践事例・提案							
●個別実践・提案（9）							
梶井龍太郎ほか全教養学部専任教員	2010	学外教育機関及び施設と連携した文理融合型実践教育プログラムの構築と実施（2009年度[東海大学]学部等研究教育補助金等	東海大学紀要 教養学部	東海大学教養学部		41	381-384
原良憲・前川佳一・神田智子	2010	文理融合の知識を活用した「サービス価値創造プログラム」の開発(<レクチャーシリーズ>サービスイノベーションとAIと教育〔第1回〕)	人工知能学会誌	人工知能学会	25	3	444-451
矢田勝俊・中原孝信	2011	産学連携と文理融合を実現するDSIプログラムの開発(<レクチャーシリーズ>サービスイノベーションとAIと教育〔第5	人工知能学会誌	人工知能学会	26	1	79-85
成川隆文	2011	学生の視点から見た"分野融合的"教育：国際舞台で活躍する原子力エンジニア育成のための提案	日本原子力学会誌	日本原子力学会	53	5	376-377
成行泰裕・細川光洋・津田加須子	2012	博学連携による文理融合型理科教育の実践：寺田寅彦を題材として	高知工業高等専門学校学術紀要	高知工業高等専門学校		57	17-22
石川菜央・岡橋秀典・陳林	2016	大学院分野融合型教育における現地研修の意義と課題―広島大学のたおやかリーディングプログラムを事例として―	E-journal GEO	日本地理学会	11	2	502-515
中尾瑞樹・毛利美穂	2017	オープンエデュケーションにおける文理融合型教育の研究	関西大学高等教育研究	関西大学教育開発支援センター		8	129-133
田中一裕	2020	大学生が取り組む『高校生のキャリア形成授業』実践（特集 大学教育における「文/理」を超えて：境界の意義を問う）--（「文理融合」の課題と可能性）	創生ジャーナル	新潟大学キャリア創生研究会		3	29-32
森木三穂	2020	文理融合型の国語教育：「ものづくり」を活用した古典教育の実践（第14回論文特集号）	日本高専学会誌	日本高専学会	25	3	47-54

著者	刊行年	論文タイトル	掲載誌	刊行者	巻	号	ページ
●数学・統計学・プログラミング (11)							
有村光晴・土肥義和・牧紀子	2010	<プログラミング, 何をどう教えているか>文理融合学科におけるプログラミングの導入教育	情報処理	情報処理学会	51	11	1485-1488
速水治夫・高橋修・渥美幸雄	2011	携帯電話アプリケーション開発を課題とした文理融合・遠隔地連携プロジェクト教育の実践	ITを活用した教育シンポジウム講演論文集	神奈川工科大学		5	35-38
速水治夫・高橋修・渥美幸雄	2012	スマホアプリ開発を課題とした文理融合・遠隔地連携プロジェクト教育の実践	ITを活用した教育シンポジウム講演論文集	神奈川工科大学		6	52-55
山田弘明	2013	実質的,文理融合教育か?(教育に関する一言)	大学の物理教育	日本物理学会	19	1	43
石井晃・西誠・谷口進一・山岡英孝	2013	文理融合型学部 of 数学基礎教育の導入: 金沢工業大学での初年次教育(オーガナイズドセッション: 大学全入時代の工学教育-	工学教育研究講演会講演論文集	日本工学教育協会	2013	0	214-215
伊丸岡俊秀	2013	文理融合学科におけるプログラミング教育: 短時間実習課題実施の効果((04)工学教育の個性化・活性化-III)	工学教育研究講演会講演論文集	日本工学教育協会	2013	0	478-479
速水治夫	2013	スマートフォンアプリ開発を課題とした文理融合・遠隔地連携プロジェクト教育の実践	ITを活用した教育シンポジウム講演論文集	神奈川工科大学		7	81-84
速水治夫	2014	スマホアプリ開発を課題とした文理融合・遠隔地連携プロジェクト教育の実践	ITを活用した教育シンポジウム講演論文集	神奈川工科大学		8	9-12
鄭躍軍・金明哲・村上征勝	2016	<授業実践報告>共同作業による文理融合教育の試み: ジョイント・リサーチ「データから文化・社会を読む」の紹介(10周年記念特集号)	文化情報学	同志社大学文化情報学会	11	2	32-37
天野徹	2016	ビッグデータ時代における統計学教育のポイント: 情報の定量的評価とリスク管理のセンスを持つ文理融合型人材育成のため	コンピュータ&エデュケーション	コンピュータ利用教育学会	40	0	85-90
伊藤一成	2017	文理融合系学部の情報系科目におけるワークショップ的観点の導入(特集 情報教育とワークショップ)	情報処理	情報処理学会	58	10	910-912
●ゲーミング (2)							
鈴木研悟	2016	分野融合的なエネルギーシステム教育のためのゲーミング設計	シミュレーション&ゲーミング	日本シミュレーション&ゲーミング学会	26	1	9-19
菱山玲子	2017	<論説>文理融合による高度職業人養成のためのビジネスゲーム教育—授業運営と研究指導の実践を通じて—	横浜経営研究	横浜経営学会	38	2	143-156
●効果 (1)							
岡田将人・村中貴幸・亀山建太郎・北川浩和・鈴木秀和	2010	多分野融合型 PBL の実践と分担制導入による教育効果	工学教育	日本工学教育協会	58	1	76-82
3. タイトルに「教育」の語を含む特定分野の分野融合研究 (3)							
太田光雄・藤田幸史	2014	教育学における視聴覚異種メディア間相関の階層化と一融合: e-LearningとBlended Learningの文理融合・高度化への一歩(藤田幸史教授 退職記念号)	尾道市立大学経済情報論集	尾道市立大学経済情報学部	14	2	37-81
清水良彦・畑中大路・金子研太	2016	教育学における分野融合研究の試論的考察: 初任期教員のライフストーリー・インタビューを通して	大分大学教育学部研究紀要	大分大学教育学部	38	1	127-139
中村真・清水奈名子・米山正文	2017	「排斥的行動」に対応するための異分野融合研究の可能性: 共感的反社会性を踏まえた教育モデル構築に向けた試論	宇都宮大学国際学部研究論集	宇都宮大学国際学部		43	63-82
4. 大学広報・ジャーナリズム (5)							
宮野道雄・天尾豊・麻生隆彬・山口良弘・中臺枝里子	2015	テニユアトラックの現状と今後の展開: 「文理融合の研究環境を生かして、研究者として教育者として大きく成長したい」。テニユアトラック普及・定着事業として迎えた研究者との対	OCARINA通信	大阪市立大学複合先端研究機構		4	1-5
松前義昭・高井昌史	2018	一貫教育と文理融合で世界基準の人材を輩出する: スケールメリットを活かした東海大学の人材育成戦略(特集 若い力を育て	衆知	PHP研究所	2018	1	24-29
	2018	リベラルアーツ教育の歴史と全容: AI時代に求められる「文理融合」の教養(特集 1982~2018 偏差値&志願数 大学 学部序列: 367大学1178学部) -- (「国際系」に続く「情報系」ブームの真贋: MARCHの3年後)	週刊ダイヤモンド	ダイヤモンド社	106	40	78-79
	2019	IT×法の中央大、経済数理の成蹊大 文理融合進む総合大学(特集 理・工・農・医のすべてがわかる 本場に強い理系大学)	週刊東洋経済	東洋経済新報社		6894	70-71
上田紀行・新井紀子	2019	対談 重要なのはリテラシー 文理融合教育でAIに勝つ(特集 文系と理系がなくなる日)	中央公論	中央公論新社	133	4	32-41

とがわかる。関西大学の矢田・中原（2011）は同大学のデータマイニング応用研究センターにおける基礎研究を基盤として、商学部や商学研究科の学生に対する教育を実施した経緯を紹介する。多様なデータが多く企業の企業から収集されており、そこに産学連携が強調されるゆえんがある。同じ関西大学の仲尾・毛利（2017）はOCWやMOOCを活用した文理融合型教育を追求する。

地理学で培われた地域への視点や調査方法を分野融合型教育における現地研修に役立てた事例が広島大学の石川・岡橋・陳（2016）である。従来の地理学では一般的でない地域内の現象の比較的早期の一般化や課題解決のための具体的提案も積極的に学生に行わせたという。新潟大学の田中（2020）は、高校生のキャリア形成授業を大学生に担当させることを通して自らのキャリア形成を振り返らせるものであった。原子力エンジニアを目指す大阪大学の学部学生が、①専門性、②対外戦略・核不拡散、③コミュニケーション能力の観点から分野融合教育を考察したのが成川（2011）である。

高等専門学校教員の論文で国語教育のプレゼンスを示すものが2件見られる。寺田寅彦のエッセイに言及し、ものづくりを通して身近な物理現象を確認したのが高知高専と高知県立文学館の成行・細川・津田・永橋（2012）、逆にものづくりのための素養として学生が持ち合わせているビジュアル資料作成や3Dプリンタのスキルを『古事記』『竹取物語』『奥の細道』等の古典学習に適用したのが鶴岡高専の森本（2020）である。

分野融合、文理融合の焦点の一つは、数学、統計学やプログラミングの教育で、必ずしも工学系ではない学科の学生に対する教育の工夫が「文理融合」概念のもとに語られることもある。湘南工科大学の有村・土肥・牧（2010）は教育上の問題点の多くが英語や論理的思考能力を含むプログラミング以前の基礎学力に関連していることを示す。山田（2013）も同様の趣旨である。スマホアプリの開発をテーマとする文理融合・遠隔地連携プロジェクトを長期にわたって実施する神奈川工科大学、はこだて未来大学、専修大学、函館工業高等専門学校の教員グループの成果を示したのが速見ら（2011、2012、2013、2014）である。多様な特性を有する学生を受け入れる青山学院大学社会情報学部の伊藤（2017）が、学生の資質をふまえて「ワークショップ的観点」を導入するのも同じ方向性を示すものである。伊藤は「学習者の主体性により人と人との関係が流動的になる一種のカオス状態を醸成することが重要」とする。

ワークショップ的な教育方法はゲーミングシミュレーションにもフィットする。筑波大学の鈴木（2016）は持続可能なエネルギーシステムをテーマとするゲームデザインを、学習に必要な経験を生み出すための仕組み作りと捉える。また、実施後のレポートの分析から技術選択を通じて価値の対立を乗り越え、合意形成する能力・態度を学ぶことに成功したという。早稲田大学の菱山（2017）はネットワーク環境を利用したビジネスゲームである「YBG」を活用した2つの大学の成果を比較した。同志社大学の鄭・金・村上（2016）は学生に編成させたグループで多変量解析を実施し、資料作成やプレゼン、質疑応答を通して教育効果を上げたケースを示す。一方、このような集団状況下ではなく、一般的な統計学教育を追求した明星大学の天野（2016）は、統計学が実際に用いられる場面を絞り込んだうえ、標本抽出、統計量の意味や推測における危険率などが特にポイントであることを指摘する。

以上のように分野融合教育に関する実践は、①文系学生に対する理系教育の試み、②

社会事象を素材として統計学やゲーム理論等の教育を実践するもの、③文系学生をまじえた情報システムの開発、④ゲーミングによる教育などがあることがわかるが、分野融合、文理融合の効果に関する研究はほぼ皆無である。教育効果に注力したものとしては福井高専と東京工芸大学のチームによる岡田・村中・亀山・北川・鈴木（2010）があり、ロボット制作のPBL授業後に受講者からアンケートを取っているが、結論は「1つの製品を複数分野が融合されたトータルシステムとして認識できるとともに、各分野の相互の関連性を実体験に基づいて効果的に学習できる」ことが確認されたとするにとどまる。

（3）大学広報・ジャーナリズム

このように文理融合に関する研究には、学生の進路に対する影響を扱ったものが見当たらない。大学生全体の卒業後の進路をめぐる研究は少なくないが、分野融合、文理融合の傾向との関係でこれを扱うものはほぼ存在しないのであろう。ジャーナリズムでは2018～19年に『週刊ダイヤモンド』『週刊東洋経済』がそれぞれ特集を組み、記事では分野融合教育への企業側の期待が多々語られている。また、これに呼応する大学側の意気込みも伝えられているが、分野融合教育が実際にいかなる人材の供給に帰結しているかの分析はまだ未踏の分野と言わざるを得ない。

そこで以下では、学校基本調査で収集されたデータをオリジナルに近い形で整理・公開しているN I A Dの「大学基本情報」を用いて融合系学科の動向を見るとともに、その卒業生の進路、特に「技術者」としての就職の動向を分析したい。

第2節 N I A D「大学基本情報」に基づく進路データの構造

1. 進路データの構造

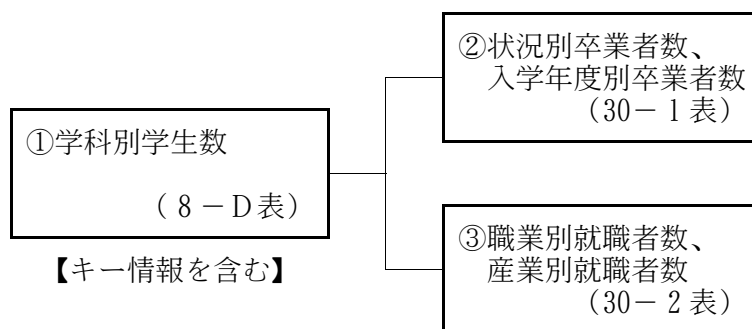
独立行政法人大学改革支援・学位授与機構（N I A D）は、文部科学省が学校基本調査で収集した高等教育機関に関する情報のうち、平成24（2012）年度以降の国公立大学（大学院を含む）、短期大学のそれを大学、学部（研究科を含む）、学科（専攻を含む）の固有名詞以下の一覧形式でW E B公開するもので、

<http://portal.niad.ac.jp/ptrt/table.html>

がポータルになっている。

「大学基本情報」の掲載項目は学生教職員等の数、学部学生や大学院学生のさまざまな内訳、外国人学生、学校施設、卒業後の状況など多岐にわたるが、本報告書で必要なものは、主に「卒業後の状況」である。具体的には「状況別卒業者数、入学年度別卒業者数」（30－1表）、「職業別就職者数、産業別就職者数」（30－2表）で、これらを「学科別学生数」（8－D表）の大学・学部・学科名をキー情報として統合する。これら3データの基本構造を表2－3に、統合の考え方を図2－2に示す。

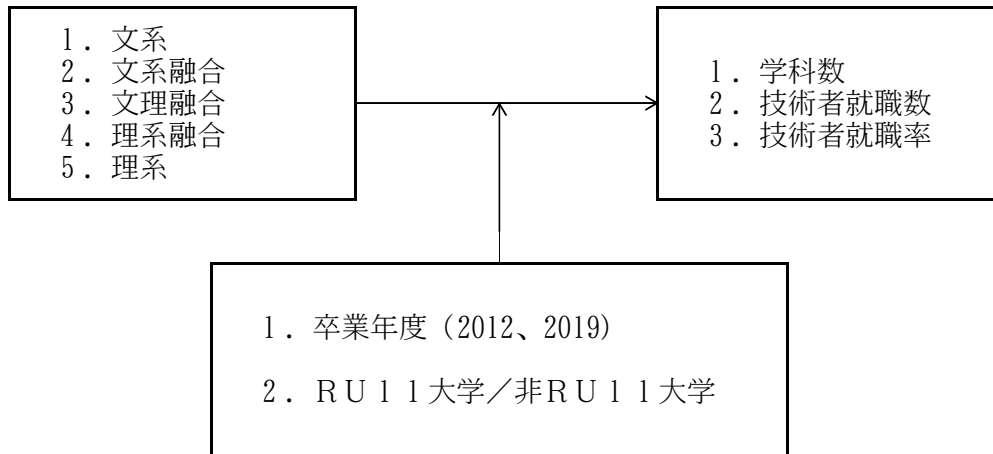
図2－2. 大学基本情報データの統合



「大学基本情報」すなわち学校基本調査では職業別就職者数は国勢調査や就業構造基本調査の職業分類を基本に一部を簡略化したものが用いられている。職の分類は表2－3③に示されているが、本分析ではある大学のある名称の学科を卒業して就職した者が「技術者」として就職したかどうか注目する。定義として「b－2～7」および「b－9～11」（枠内部分）を技術者とし、場合によってはこれに学部卒業直後に研究者として就職したとする「b－1」や状況別卒業者数で把握される大学院進学者数を加算する。産業別就職者数も重要なデータであるが、産業別に職業別の就職者数が観測されているわけではないので、本分析では扱わない。

本分析の対象は国立大学の学部卒業者で、N I A D「大学基本情報」で入手できる最古のデータは2012年度の卒業年次者（2013年3月卒）、最新のものは2019年度の卒業年次者（2020年3月卒）である。卒業後の就職状況だけに関しては2011年度（2012年3月卒）も利用可能であるが、改組の学年進行で過年度生のみが存在する学科を分析対象から除外するために2011年度の学科別学生数を用いる必要があり、それが未公開であることから、上記のようにインターバル7年での比較とした。

図 2－3．分析のフレームワーク



分野融合学部・学科の意味性にアプローチするにあたり、すべての学科を「文系」「文系融合」「文理融合」「理系融合」「理系」に分類した。図 2－3 に示すように、2012年度卒業者と2019年度卒業者について卒業者数や技術者就職数が学科類型ごとにどの程度違っているか、パターンが7年間に变化したか、さらにその構造がR U11大学と非R U11大学¹ で同じかどうかを分析する。

むろんある傾向を持つ学生はある学科・専攻に進む面があり、かかる「セルフセレクトション」ゆえに、たとえある融合学部・学科の卒業者が特異な就職をしても学部・学科に原因があるとは言えない。しかし、一連の現象がクラスタリングしているという捉え方は可能であり、統計データを用いた事例研究は成立しうる。

¹ R U11は「研究及びこれを通じた高度な人材の育成に重点を置き、世界で激しい学術の競争を続けてきている大学（Research University）による国立私立の設置形態を超えたコンソーシアム。正式名称は「学術研究懇談会」。平成21（2009）年11月に9大学（北海道大学、東北大学、東京大学、早稲田大学、慶應義塾大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学）で発足し、平成22（2010）年8月に筑波大学、東京工業大学が加入して、11大学で構成されている。

表 2－3．N I A D「大学基本情報」のうち、本調査で使用するデータの構造

①学科別学生数（8－D表）

	凡 例
年度	
学校調査番号	
学部（研究科）番号	
所在地	1～47：都道府県、90：外国
学校名	
学校種別	1：大学、2：大学院、3：短期大学、4：高等専門学校
学部・研究科名	
課程別	1：修士課程、2：博士課程（前期）、3：博士課程（後期）、4：博士課程（一貫）、5：専門職学位課程
昼夜別	1：昼間、2：夜間
学科・専攻名	
符号	

	学 年	人数
学科別学生数	1 年次	
	2 年次	
	3 年次	
	4 年次	
	5 年次	
	6 年次	
入学状況	学科別入学志願者数	
	学科別入学者数	

	学 年	人数
専攻別学生数	1 年次	
	2 年次	
	3 年次	
	4 年次	
	5 年次	
	上記のうち社会人	

②状況別卒業生数、入学年度別卒業生数（30－1表）

	分 類		人数
状況別卒業生数	A 大学院研究科		
	B 大学学部		
	C 短期大学本科		
	D 専攻科		
	E 別科		
	就職者等（上記A～Eを除く）	F 自営業主等	
		G 無期雇用労働者	
		H 有期雇用労働者（雇用契（雇用契約期間が1か月以上の者以上の者）	
	I 臨時労働者		
	臨床研修医（予定者を含む）		
	専修学校・外国の学校等入学者		
	J 左記以外の者	進学準備中の者	
		就職準備中の者	
		その他	
	不詳・死亡の者		
	計(a)		
大学院博士課程の計(a)	(再掲)	自営業主等、無期雇用労働者	
		左記A～Eのうち、就職している者	
		雇用契約期間が一年以上、かつフルタイム勤務相当の者	
入学年度別卒業生数	①年度入学		
	②年度入学		
	③年度入学		
のうち（再掲）	Hのうち		
	Iのうち		
	Jのうち		
入学年度別卒業生数	④年度入学		
	⑤年度入学		
	その他（編入学者）		
	計(a)		

年度①
年度②
年度③
年度④
年度⑤

③職業別就職者数、産業別就職者数（30－2表）

	分 類		人数
職業別就職者数	b 専門的・技術的職業従事者	1 研究者	
		2 農林水産技術者	
		3 製造技術者（開発）	機械
			電気
			化学
			その他
		4 製造技術者（開発除く）	機械
			電気
			化学
			その他
		5 建築・土木・測量技術者	
		6 情報処理・通信技術者	
		7 その他の技術者	
		8 教員	幼稚園
			小学校
			中学校
			高等学校
			中等教育学校
			高等専門学校
			短期大学
			大学
			特別支援学校
			その他
		9 医師、歯科医師、獣医師、 薬剤師	医師、歯科医師
			獣医師
			薬剤師
		10 保健師、助産師、看護師	
		11 医療技術者	
		12 その他の保健医療従事者	栄養士
			その他
		13 美術・写真・デザイナー・音楽・舞台	
		14 その他	
	a 管理的職業従事者		
	c 事務従事者		
	d 販売従事者		
	e サービス職業従事者		
	f 保安職業従事者		
	g 農林漁業従事者	1 農林業従事者	
		2 漁業従事者	
	h 生産工程従事者		
	i 輸送・機械運転従事者		
	j 建設・採掘従事者		

	分 類		人数
	k 運搬・清掃等従事者		
	上記以外		
	計(a)		
産業別就職者数	A 農業, 林業		
	B 漁業		
	C 鉱業, 採石業, 砂利採取業		
	D 建設業		
	E 製造業	1 食料品・飲料・たばこ・飼料製造業	
		2 繊維工業	
		3 印刷・同関連業	
		4 化学工業, 石油製品・石炭製品製造業	
		5 鉄鋼業, 非鉄金属・金属製品製造業	
		6 はん用・生産用・業務用機械器具製造業	
		7 電子部品・デバイス・電子回路製造業	
		8 電気・情報通信機械器具製造業	
		9 輸送用機械器具製造業	
		10 その他の製造業	
	F 電気・ガス・熱供給・水道業		
	G 情報通信業		
	H 運輸業, 郵便業		
	I 卸売業, 小売業	1 卸売業	
		2 小売業	
	J 金融業, 保険業	1 金融業	
		2 保険業	
	K 不動産業, 物品賃貸業	1 不動産取引・賃貸・管理業	
		2 物品賃貸業	
	L 学術研究、専門・技術サービス業	1 学術・開発研究機関	
		2 法務	
		3 その他の専門・技術サービス業	
	M 宿泊業, 飲食サービス業		
	N 生活関連サービス業, 娯楽業		
	O 教育, 学習支援業	1 学校教育	
		2 その他の教育、学習支援業	
	P 医療, 福祉	1 医療業、保険衛生	
		2 社会保険・社会福祉・介護事業	
	Q 複合サービス事業		
	R サービス業（他に分類されないもの）	1 宗教	
		2 その他のサービス業	
	S 公務（他に分類されるものを除く）	1 国家公務	
		2 地方公務	
	上記以外		
	計		

2. 学科類型、集計対象の設定

本分析における学科類型は、前期のように学科名に基づいて行った（学科名欄に「課程」「コース」として記されている場合も学科名として扱った）。たとえば文学科、理学科など、単一の学問名を学科名にしている場合は「1. 文系」または「5. 理系」である。一方、複数の学問名を組み合わせて学科名にしている場合を融合学科とした。融合学科には文系名称同士の結合による「2. 文系融合」、理系名称同士の「4. 理系融合」、文系と理系の両名称からなる「3. 文理融合」とした。

ただし、上記は複数の概念の結合で新しいそれを表現していると考えられる場合の措置で、「海洋」「農業」などによる領域限定の場合は融合とせず、その他の語に基づいて判断した。「応用」「国際」「総合」などの語が付されている場合は「2.」や「4.」としたが、「生涯教育」「電気電子」「機械航空」「応用物理」「応用化学」など伝統的に用いられてきた学問名を背景とする学科名については、「1.」あるいは「5.」としている。逆に「デザイン」「ファイナンス」「システム」など、一語の学科名であっても語自体がある種の融合性を表現していたり、新しい動向を表象していると考えられる場合は「2.」「3.」「4.」とした。

音楽、美術などの芸術系の分野を示す「指揮」「邦楽」などは「1.」とした。教員養成系教育学部における「小学校教育教員養成課程」「養護教育教員養成課程」なども同様としたが、ゼロ免課程は上記の原則に沿って「2.」や「3.」としたケースがある。以上の方式で分類が難しい一部の学科名については、当該学科のWEBを閲覧して個別に判断した。

なお、大学基本情報に2012年度卒業者のデータが（2019年度卒業者のそれが存在するにも関わらず）存在しないケースが3大学で各1件あった。うち2件については翌年度のデータを代わりに用いたが、翌年度も存在しない1件については対応する2019年度のデータも削除して整合性を確保した。

表2-4は2019年度を例として、対象の1,076学科（卒業生数97,510名）の学科類型を示したものである。学科名の多い順にあげると理系、理系融合、文系、文系融合、文理融合である。卒業生数の順位も同様であるが、一般に文系や文系融合では1学科あたりの学生数が多い。合計の学科数は2012年度の1,238から1,076へと13.1%減少しており（表2-5①参照）、これは教育養成系教育学部におけるゼロ免課程の廃止のほか、一部の大学で学科の再統合が行われていることによる。また、全体の構成比を見ると文系内、理系内でそれぞれ融合学科がわずかに増え、文理融合学科が若干減少しているが、これが傾向として認められるかどうかにはより長期的な観察が必要である。

第3節 学科類型別の技術者就職状況

1. 全体状況

以下では、図2-3に示したフレームワークに基づいて、大学生の就職・進学動向、技術者就職の動向について分析する。表2-5①は2012年度と2019年度の学部卒業者に関し、学科類型ごとの全体状況と技術者就職の状況をまとめたものである。

まず2012年度の「卒業者」の行を見ると、その総数は99,400名で（前記したように過年度生は分析対象から除外したため、実際の卒業者よりわずかに少ない）、類型による内訳は文系学科26,087名（26.2%）、文系融合学科13,738名（13.8%）、文理融合学科 3,943名（4.0%）、理系融合学科25,432名（25.6%）、理系学科30,200名（30.4%）であった。文理融合学科の卒業者数は決して多くないことがわかる。

同様にこの年度の就職者の率は、文系、文系融合で70%強、理系融合、理系がそれぞれ30%強、50%弱であることがわかる。理系、理系融合の就職者が少ないのは、むしろ進学者が多いためである。就職者に進学者を足し込むと、文系～文理融合は80%強、理系融合～理系は90%強となる。以上の基本パターンは2019年度も同様であるが、卒業者が若干減少する中で就職者はすべての学科類型で増加しており、就職率が数%前後上がったことがわかる。

2. 技術者就職の状況

この卒業者の技術者としての就職状況を見ると、当然ながら文系、文系融合と理系、理系融合に大きな開きがある。卒業者に対する率は、2012年度で文系 1.6%、文系融合 3.1%、文理融合 9.2%、理系融合20.0%、理系40.5%であった。文理融合は両者の中間に位置するが、どちらかという文系寄りと言える。もう一つ目立つのが、理系融合学科の技術者就職率が理系学科のその半分程度であることである。これは2012、2019年度共通の傾向である。

実はこの現象の背景には、大半が融合学科たりえない医歯薬保健系（獣医系を含む）の学科が理系学科に収容されていることを考慮する必要がある。このため医歯薬保健系学科を除外し、理工農学系の学科のみで技術者就職を比較した。その結果を示すのが、表2-5②である。医学部医学科卒業者は、卒業後は大半が研修医としての勤務を開始する。歯学科や保健学科等の卒業者と合わせて約1万名が主として理系学科の卒業者からも技術者就職からも除外された結果、その卒業者に対する率は理系融合20.0%、理系18.1%と、ほぼ同等となった。進学者、研究者就職を含めた最下段のパーセンテージは理系融合79.4%、理系79.3%ときわめて近い数値である。この傾向は2019年度も維持され、理系融合84.2%、理系82.3%となった。

以上のように国立大学の理系融合学科と理系学科では、技術者就職率に大きな差はない。大学院に進学した理系融合を含む国立大学の理系学生の進学動機が上級技術者を目指すことだとすれば、大学院進学は技術者就職の一里塚であり、融合学科の存在が技術者志向を弱めているという懸念は否定される。

表 2－4．学科類型別の学科数、学科名、卒業者数（2019年度）

学科類型	学科数	学科名	卒業者数
1. 文系	193	法 法律 法学総合 政治 法律プロフェッション 経済 経営 商 金融 法経 農業経済 文 人文（科） 社会（科） 歴史 文化 心理 人間科 人間形成 外国語 教育（科） 学校教育 教員養成 学校教員養成 学校教育教員養成 初等教育教員養成 幼稚園教員養成 小学校教員養成 中学校教員養成 中等教育教員養成 特別支援学校教員養成 養護教育教員養成 養護教諭養成 武道 生涯教育 生活科学 体育 芸術 絵画 工芸 彫刻 楽理 器楽 作曲 指揮 声楽 邦楽	25,949
2. 文系融合	133	法経政策 法政策 法律（・）政治 法律経済 応用経済 企業法 企業経営 経営法 経済（・）経営 経済システム 経済法 総合経済 総合人間 総合法律 ファイナンス 会計情報 観光政策 観光（科） 経営システム（科） 行政政策 国際経営 国際経済 国際公共政策 産業経営 産業情報 食料・環境経済 総合社会システム 地域システム 多文化社会 人間社会科 社会経営 社会総合 社会文化 人間文化 人文コミュニケーション 人文社会（科） 国際 国際言語文化 国際社会 国際総合 国際地域 国際文化 国際教養 環境デザイン 環境共生 海洋政策文化 デザイン 総合デザイン コミュニティデザイン 学習社会ネットワーク 教育支援 芸術・表現行動 芸術環境創造 芸術地域デザイン 芸術文化 音楽環境創造科 健康スポーツ科 芸術スポーツ文化 スポーツ総合 現代学芸 言語文化 障害科 人間環境 人間環境システム 人間環境教育 人間形成 人間行動 人間発達（科） 人間発達環境 人間発達文化 人間表現 生涯スポーツ福祉 生涯教育総合 生活文化 先端芸術表現科 総合教育科 言語文化教育 生涯活動教育 地域共生社会 地域協働 地域教育 地域教育文化 地域社会システム 地域政策（行政） 地域創造 地域文化 日本語・日本文化 発達教育 比較文化 文化創生	12,905
3. 文理融合	44	教養 総合科 総合人間 学際科 会計・情報 経済情報 経済工 社会工 情報社会 情報文化 社会情報 行動情報 社会システム情報 情報管理 知識情報・図書館 情報メディア創成 情報・経営システム工 産業イノベーション 産業マネジメント 社会基盤デザイン デザイン経営工 音響設計 画像設計 感性デザイン工 環境デザイン環境設計 芸術情報設計 創造工学教育 科学文化教育 住環境 情報衣環境 心身健康 人間・環境科 人間生活 食料資源経済 生物資源産業 地域環境 地域資源創成 地域資源マネジメント	3,357
		自然システム 宇宙地球物理 地球惑星（科） 地球惑星システム 地球惑星環境 地球惑星物質科 地球惑星物理 地圏環境科 物質地球科 統合自然科 分子生物 分子生命科 生物機能科 生命機能（科） 生物圏環境科 生物圏生命科 自然環境科 応用理 応用理工 応用物理 ナノサイエンス 先端材料理工 電子物質科 電子物理科 物質理工 物理・材料理工 物理・情報科 物理システム工 電子物理工 材料科学総合 材料機能工 マテリアル工 物質材料工 機能材料工 応用化学・生命工 生体分子機能工 応用生物化 応用生命化 応用生命科 応用分子化 生体分子応用化 化学（・）生物工 化学・バイオ工 化学・材料 化学・生物化 化学（・）生命（工） 化学・生命工 化学・生命理工 化学システム工 化学バイオ 化学応用科 化学生物環境 環境応用化 環境化学プロセス工 機能物質化 共生応用化 応用自然科 応用生物科 応用生命システム工 バイオ化学工 バイオ環境化物質（・）生命化 物質化学工 先進繊維・感性工 物質創成化 分子素材工 機能高分子（工） 高分子機能工 資源機能化 材料化学工 生物機能化 生命・応用化	

4. 理系融合	331	応用化学・生物工学・化学工学 機械（・）システム工 機械・ロボット 機械・エネルギーシステム工 機械・電気電子工 機械システム（工） 環境ロボティクス 機械工学・材料 機械航空工 機械情報工 機械設計システム工 機械知能工 機械知能システム工 機械知能・航空工 機械知能システム理工 電気・機械工 電気・電子情報工 電気システム工 電気情報（工） 電気情報工 電気情報物理工 電気電子（・）情報（工） 電気電子・情報 電気電子システム工 電子（・）情報（工） 電子システム工 電子情報システム工 電子情報理工 情報 電気電子・システム情報 数理・電気電子情報 数理システム工 数理情報科 生産環境科 生体制御 生物環境（科） 生物環境工 生物機能工 生物情報科 生命情報工 生命理工 福祉環境工 福祉健康科 福祉人間工 知能システム工 知能機械システム工 知能情報（工） 知能情報システム（工） 情報・知能工 情報エレクトロニクス 情報システム（工） 情報メカトロニクス工 情報画像 情報生体システム工 情報知能工 情報電気電子工 情報電子工 情報理工 コンピュータ理工 コンピュータ・メディア工 システムデザイン工 システム科 システム工 システム創成（工） システム創成情報工 数学・情報数理 数物・電子情報 数物科 流通情報工 コミュニケーション情報 メディア通信工 数理・情報システム 環境デザイン工 環境建設工 環境資源科 環境社会基盤工 環境社会工 環境数理 環境創生理工 環境土木・建築 環境物質工 環境管理工 建設社会工 建築・社会環境工 建築・生産設計工 建築・都市システム 建築・都市環境工 建築社会基盤 建築都市・環境 建築都市デザイン 海事システム工 海洋安全システム科 都市システム工 都市環境システム 土木環境工 建設・環境 先端工学基礎 総合システム工 市民工 資源環境 資源生物科 資源生命科 自然エネルギー 社会システム土木 社会開発工 社会環境システム工 社会環境工 マリンエンジニアリング 社会基盤（工） 安全システム建設工 社会建設工 水環境・土木工 循環環境工 地球環境（科） 地球環境工 地球環境防災 地球圏システム科 地球工 地球資源環境 地球総合工 環境・エネルギー工 環境・社会理工 海洋環境 デザイン・建築 デザイン 総合理工 環境科 共生システム理工 共生環境 工学システム 工業設計 融合 エネルギー科 機械・輸送・材料・エネルギー グローバル輸送科 海洋電子機械工 農学生命科 国際園芸農 農業環境工 農林環境 緑地環境 農林資源環境科 亜熱帯生物資源科 亜熱帯地域農 亜熱帯農林環境科 総合農業科 増殖生命科 植物生産環境科 食物栄養 食料環境システム 食料資源 食料生産環境 食料生命環境 森林緑地環境科 海洋生物環境 海洋生物資源 地域環境科 地域環境工 地域食物科 地域生態システム 地域農業工 生物資源（・）環境（科） 生物資源（科） 健康総合科 医科栄養 臨床薬 創製薬科 創薬・生命薬科 創薬（科） メディカルシステム工 人間健康科 口腔健康科 口腔生命福祉	26,598
5. 理系	375	理 理工 天文 惑星 地球科 地球 地質科 動物科 生命理 自然情報 数 数物科 数理（科） 物理（科） 物質科 化 基礎化 生物（科） 生物（・）化 植物生命科 生命科 海洋生物科 海洋自然科 工 物質科学工 物質工 材料創造工 応用化 応用理化 生命化 生命工 工業化 有機材料化 機械科 機械工 機械（・）航空工 機械航空創造 機械創造工 機械物理 精密工 航空宇宙工 物理工 電気（・）電子工 電気通信 数理工 情報（科） 情報工 計数工 画像科 都市工 建設 建設工 建築 海洋土木工 生物生産（科） 森林科 水産 畜産科 畜産草地 海洋資源科 農業生産科 農芸化 農林生産 物質化 園芸 食品生産 食品生物科 食物栄養 食料生産 食料生命科 医 医療科 保健 保健衛生 看護 歯 獣医 共同獣医 薬（科） 口腔保健	28,701
計	1,076		97,510

表 2 - 5 ①. 卒業者の進路と技術者就職の状況① (国立大学)

2012年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	218	170	61	357	432	1238
学科数構成比 (%)	17.6%	13.7%	4.9%	28.8%	34.9%	100.0%
卒業者 (人)	26087	13738	3943	25432	30200	99400
卒業者構成比 (%)	26.2%	13.8%	4.0%	25.6%	30.4%	100.0%
就職者 (人)	18538	10209	2395	8601	15071	54814
就職率 (%)	71.1%	74.3%	60.7%	33.8%	49.9%	55.1%
進学者 (人)	2976	1204	806	15095	13019	33100
進学率 (%)	11.4%	8.8%	20.4%	59.4%	43.1%	33.3%
就職者 + 進学者 (人)	21514	11413	3201	23696	28090	87914
就職者 + 進学者の率 (%)	82.5%	83.1%	81.2%	93.2%	93.0%	88.4%

2019年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	193	133	44	331	375	1076
学科数構成比 (%)	17.9%	12.4%	4.1%	30.8%	34.9%	100.0%
卒業者 (人)	25949	12905	3357	26598	28701	97510
卒業者構成比 (%)	26.6%	13.2%	3.4%	27.3%	29.4%	100.0%
就職者 (人)	20740	10671	2235	9560	15336	58542
就職率 (%)	79.9%	82.7%	66.6%	35.9%	53.4%	60.0%
進学者 (人)	2401	880	813	15850	11829	31773
進学率 (%)	9.3%	6.8%	24.2%	59.6%	41.2%	32.6%
就職者 + 進学者 (人)	23141	11551	3048	25410	27165	90315
就職者 + 進学者の率 (%)	89.2%	89.5%	90.8%	95.5%	94.6%	92.6%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2~7、b-9~11)	419	430	362	5085	12224	18520
卒業者に対する率	1.6%	3.1%	9.2%	20.0%	40.5%	18.6%
就職者に対する率	2.3%	4.2%	15.1%	59.1%	81.1%	33.8%
技術者・研究者就職 (b-1~7、b-9~11) および進学者				20234	25310	
卒業者に対する率				79.6%	83.8%	

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2~7、b-9~11)	1115	929	524	6402	12532	21502
卒業者に対する率	4.3%	7.2%	15.6%	24.1%	43.7%	22.1%
就職者に対する率	5.4%	8.7%	23.4%	67.0%	81.7%	36.7%
技術者・研究者就職 (b-1~7、b-9~11) および進学者				22306	24428	
卒業者に対する率				83.9%	85.1%	

表 2－5 ②. 卒業者の進路と技術者就職の状況②（医歯薬保健系を除く国立大学）

2012年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	218	170	61	344	303	1096
学科数構成比（%）	19.9%	15.5%	5.6%	31.4%	27.6%	100.0%
卒業者（人）	26087	13738	3943	24881	19801	88450
卒業者構成比（%）	29.5%	15.5%	4.5%	28.1%	22.4%	100.0%
就職者（人）	18538	10209	2395	8432	6249	45823
就職率（%）	71.1%	74.3%	60.7%	33.9%	31.6%	51.8%
進学者（人）	2976	1204	806	14744	12090	31820
進学率（%）	11.4%	8.8%	20.4%	59.3%	61.1%	36.0%
就職者＋進学者（人）	21514	11413	3201	23176	18339	77643
就職者＋進学者の率（%）	82.5%	83.1%	81.2%	93.1%	92.6%	87.8%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	419	430	362	4967	3587	9765
卒業者に対する率	1.6%	3.1%	9.2%	20.0%	18.1%	11.0%
就職者に対する率	2.3%	4.2%	15.1%	58.9%	57.4%	21.3%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				19764	15711	
卒業者に対する率				79.4%	79.3%	

2019年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	193	133	44	320	247	937
学科数構成比（%）	20.6%	14.2%	4.7%	34.2%	26.4%	100.0%
卒業者（人）	25949	12905	3357	26037	17808	86056
卒業者構成比（%）	30.2%	15.0%	3.9%	30.3%	20.7%	100.0%
就職者（人）	20740	10671	2235	9318	6106	49070
就職率（%）	79.9%	82.7%	66.6%	35.8%	34.3%	57.0%
進学者（人）	2401	880	813	15566	10801	30461
進学率（%）	9.3%	6.8%	24.2%	59.8%	60.7%	35.4%
就職者＋進学者（人）	23141	11551	3048	24884	16907	79531
就職者＋進学者の率（%）	89.2%	89.5%	90.8%	95.6%	94.9%	92.4%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	1115	929	524	6308	3793	12669
卒業者に対する率	4.3%	7.2%	15.6%	24.2%	21.3%	14.7%
就職者に対する率	5.4%	8.7%	23.4%	67.7%	62.1%	25.8%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				21928	14661	
卒業者に対する率				84.2%	82.3%	

表 2－5③. 卒業者の進路と技術者就職の状況③ (国立 R U 1 1 大学)

2012年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	35	19	12	75	106	247
学科数構成比 (%)	14.2%	7.7%	4.9%	30.4%	42.9%	100.00%
卒業者 (人)	5042	1925	740	7234	7478	22419
卒業者構成比 (%)	22.5%	8.6%	3.3%	32.3%	33.4%	100.00%
就職者 (人)	3202	1339	348	999	2435	8323
就職率 (%)	63.5%	69.6%	47.0%	13.8%	32.6%	37.10%
進学者 (人)	1000	303	258	5,930	4,576	12,067
進学率 (率)	19.8%	15.7%	34.9%	82.0%	61.2%	53.80%
就職者 + 進学者 (人)	4202	1,642	606	6,929	7,011	20,390
就職者 + 進学者の率 (%)	83.3%	85.3%	81.9%	95.8%	93.8%	90.90%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2～7、b-9～11)	115	55	67	517	2003	2,757
卒業者に対する率	2.3%	2.9%	9.1%	7.1%	26.8%	12.3%
就職者に対する率	3.6%	4.1%	19.3%	51.8%	82.3%	33.1%
技術者・研究者就職 (b-1～7、b-9～11) および進学者				6501	6646	
卒業者に対する率				89.9%	88.9%	

2019年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	36	13	12	71	94	226
学科数横%	15.9%	5.8%	5.3%	31.4%	41.6%	100.0%
卒業者 (人)	5216	1582	844	7178	7381	22201
卒業者横%	23.5%	7.1%	3.8%	32.3%	33.2%	100.0%
就職者 (人)	3738	1201	452	1074	2445	8910
就職率 (%)	71.7%	75.9%	53.6%	15.0%	33.1%	40.1%
進学者 (人)	847	199	292	5738	4459	11535
進学率 (率)	16.2%	12.6%	34.6%	79.9%	60.4%	52.0%
就職者 + 進学者 (人)	4585	1400	744	6812	6904	20445
就職者 + 進学者の率 (%)	87.9%	88.5%	88.2%	94.9%	93.5%	92.1%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2～7、b-9～11)	264	110	112	581	1957	3,024
卒業者に対する率	5.1%	7.0%	13.3%	8.1%	26.5%	13.6%
就職者に対する率	7.1%	9.2%	24.8%	54.1%	80.0%	33.9%
技術者・研究者就職 (b-1～7、b-9～11) および進学者				6381	6509	
卒業者に対する率				88.9%	88.2%	

表 2 - 5 ④. 卒業者の進路と技術者就職の状況④ (医歯薬保健系を除く国立 R U 1 1 大学)

2012年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	35	19	12	71	75	212
学科数構成比 (%)	16.5%	9.0%	5.7%	33.5%	35.4%	100.0%
卒業者 (人)	5042	1925	740	7004	5024	19735
卒業者構成比 (%)	25.5%	9.8%	3.7%	35.5%	25.5%	100.0%
就職者 (人)	3202	1339	348	898	610	6397
就職率 (%)	63.5%	69.6%	47.0%	12.8%	12.1%	32.4%
進学者 (人)	1000	303	258	5818	4099	11478
進学率 (率)	19.8%	15.7%	34.9%	83.1%	81.6%	58.2%
就職者 + 進学者 (人)	4202	1642	606	6716	4709	17875
就職者 + 進学者の率 (%)	83.3%	85.3%	81.9%	95.9%	93.7%	90.6%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2~7、b-9~11)	115	55	67	428	233	898
卒業者に対する率	2.3%	2.9%	9.1%	6.1%	4.6%	4.6%
就職者に対する率	3.6%	4.1%	19.3%	47.7%	38.2%	14.0%
技術者・研究者就職 (b-1~7、b-9~11) および進学者				6256	4336	
卒業者に対する率				89.3%	86.3%	

2019年度

1. 進路状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
学科数	36	13	12	66	63	190
学科数構成比 (%)	18.9%	6.8%	6.3%	34.7%	33.2%	100.0%
卒業者 (人)	5216	1582	844	6892	4,906	19440
卒業者構成比 (%)	26.8%	8.1%	4.3%	35.5%	25.2%	100.0%
就職者 (人)	3738	1201	452	973	650	7014
就職率 (%)	71.7%	75.9%	53.6%	14.1%	13.2%	36.1%
進学者 (人)	847	199	292	5572	3938	10848
進学率 (率)	16.2%	12.6%	34.6%	80.8%	80.3%	55.8%
就職者 + 進学者 (人)	4585	1400	744	6545	4588	17862
就職者 + 進学者の率 (%)	87.9%	88.5%	88.2%	95.0%	93.5%	91.9%

2. 技術者就職の状況

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
技術者就職 (b-2~7、b-9~11)	264	110	112	509	297	1,292
卒業者に対する率	5.1%	7.0%	13.3%	7.4%	6.1%	6.6%
就職者に対する率	7.1%	9.2%	24.8%	52.3%	45.7%	18.4%
技術者・研究者就職 (b-1~7、b-9~11) および進学者				6091	4243	
卒業者に対する率				88.4%	86.5%	

なお実数による全体像の把握を試みると、まずわが国の国立大学を卒業するのは毎年約10万人である。うち1万人は医歯薬保健系で、医師などの専門職に就く。それ以外の4万5千人ずつが融合学科を含めて文系、理系に分かれる（文理融合は暫定的に文系として扱う）。理系融合を含む理系のおおむね20%にあたる9千～1万人が卒業後ただちに技術者となり、これらを含む約3万5千人が大学院を経て技術者となる（博士後期課程進学者を含む）。技術者以外の就職をする理系融合、理系の学生は合計1万人程度で、卒業者に占める割合は両方で差がない。以上は観測した2012年度と2019年度で共通で、景気変動の影響はありうるものの、安定したパターンが維持されていると言える。

3. R U11大学と非R U11大学

技術者就職の問題に大学が置かれる階層上の位置はどのような意味をもつだろうか。この点でR U11に属する国立大学とそれ以外の国立大学で状況を比較しておきたい。

表2－5③④はR U11に属する国立大学である北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学、東京工業大学、筑波大学の卒業者に限定して、①②と同様の分析を行った結果である。ここで注目すべきは医歯薬保健系を除外した②と④の比較で、両者の差分を取ることで非R U11大学の状況を把握することができる。その目的のために作成したのが表2－6で、さらに図2－4を作成した。

図2－4. 技術者就職率の決定要因

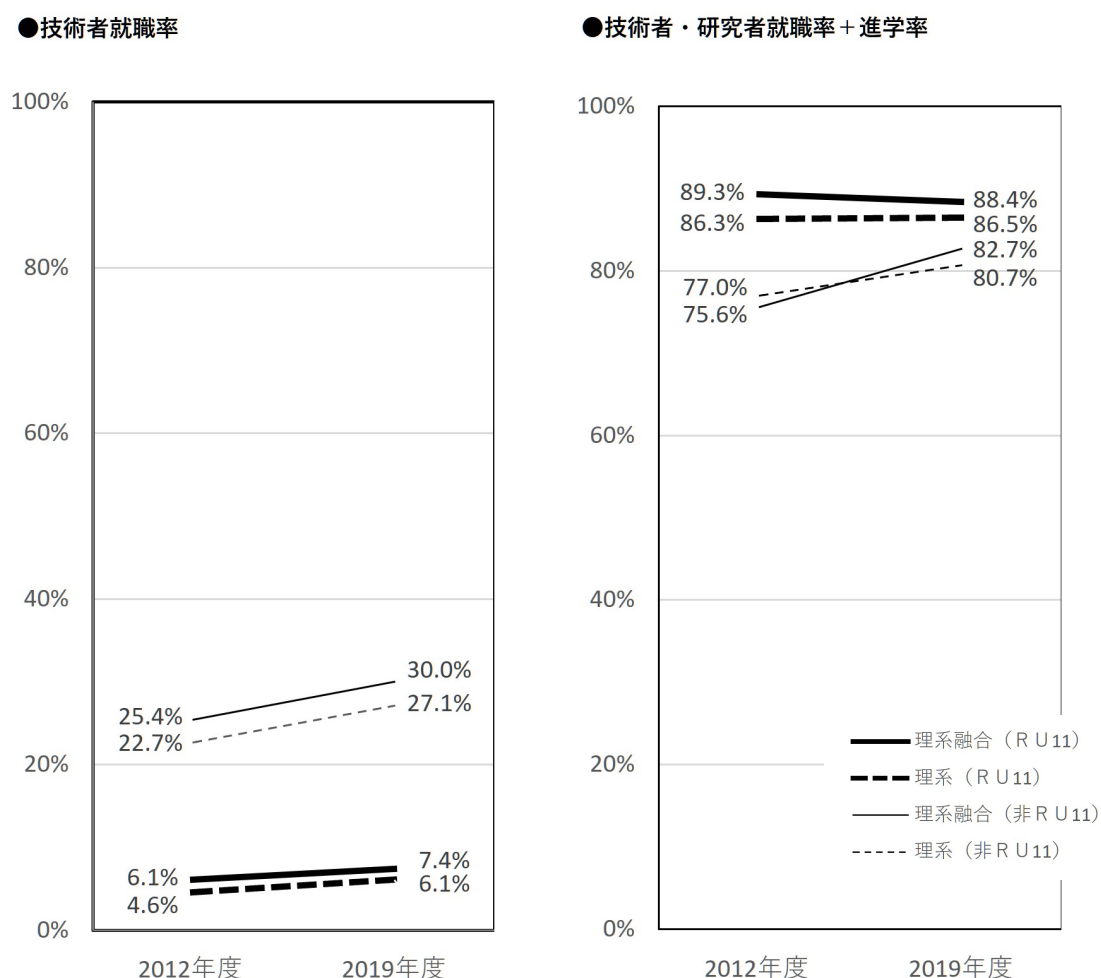


表 2－6. R U 1 1 大学と非R U 1 1 大学における技術者就職の比較（医歯薬保健系を除く）

2012年度

【R U 1 1 大学】

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
卒業生（人）	5042	1925	740	7004	5024	19735
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	115	55	67	428	233	898
卒業生に対する率	2.3%	2.9%	9.1%	6.1%	4.6%	4.6%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				6256	4336	
卒業生に対する率				89.3%	86.3%	

2019年度

【R U 1 1 大学】

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
卒業生（人）	5216	1582	844	6892	4906	19440
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	264	110	112	509	297	1292
卒業生に対する率	5.1%	7.0%	13.3%	7.4%	6.1%	6.6%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				6091	4243	
卒業生に対する率				88.4%	86.5%	

【非R U 1 1 大学】

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
卒業生（人）	21045	11813	3203	17877	14777	68715
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	304	375	295	4539	3354	8867
卒業生に対する率	1.4%	3.2%	9.2%	25.4%	22.7%	12.9%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				13508	11375	
卒業生に対する率				75.6%	77.0%	

【非R U 1 1 大学】

学科分類	1 文系	2 文系融合	3 文理融合	4 理系融合	5 理系	計
卒業生（人）	20733	11323	2513	19145	12902	60616
技術者就職（b-2～7、b-9～11）	851	819	412	5799	3496	11377
卒業生に対する率	4.1%	7.2%	16.4%	30.3%	27.1%	18.8%
技術者・研究者就職（b-1～7、b-9～11） および進学者				15837	10418	
卒業生に対する率				82.7%	80.7%	

図2-4左図はR U11大学と非R U11大学について、理系融合学科、理系学科卒業者の技術者就職率を見たものである。図に示されるように、R U11大学の学部卒段階の就職率は10%に満たず、非R U11大学のそれが25~30%に及ぶのとは対照的である。一方で大学院進学を含むと、R U11大学でも非R U11大学でもこの率は非常に高くなる。この7年間に技術者就職率がやや増えたのは就職市場の動向を反映していると思われるが、にもかかわらずR U11大学では頭打ちで、これはR U11大学の技術者就職率が上限に達していること、景気変動による人材需要を非R U11大学がカバーしていることを示唆するものと思われる。

理系融合が理系よりわずかに技術者就職率が高い点については、本データの範囲では特に原因を推定できるものはない。乖離はR U11大学、非R U11大学共通の傾向であり、融合系の学科名がアクティブな学生を集めている可能性もあるが、それを支持する積極的な根拠は存在しない。

第4節 小括

本章では先行研究で分野融合系学部 of 卒業者の進路に関する分析が行われていないことをふまえ、N I A D「大学基本情報」データを用いて特に技術者就職に重点を置いた探索的分析を実施した。対象にできたのは2012年度と2019年度の国立大学卒業者ととどまるが、2か年度のデータを用いることで、学科類型による技術者就職動向が安定していることがわかった。主な結果は次のとおりである。

- ① 全学科を名称から「文系」「文系融合」「文理融合」「理系融合」「理系」に分類し、2012年度の卒業者の全卒業者に構成比を見たところ、それぞれ26.2%、13.8%、4.0%、25.6%、30.4%であった。データのもう一端である2019年度とは0.4～1.7%ポイントの相違に収まり、大きな変動はない。
- ② 学科数は全体として7年間に13.1%減少しており、どの類型でもおおむね減少しているため、比率は大きくは変化していない。文理融合学科の卒業者数は全卒業者の3～4%程度で（2012年度4.0%、2019年度3.4%）、その技術者就職動向に対する影響はごく小さい。
- ③ 医歯薬保健系を除く理系融合学科、理系学科の技術者就職率は前者が20.0～24.2%、後者が18.1～21.3%、進学率を合わせて前者79.4～84.2%、後者79.3～82.3%で、大きな差はない。融合学科の存在が技術者志向を弱めている懸念は否定される。
- ④ R U 11大学と非R U 11大学を比較すると、前者の理系融合学科、理系学科の学部段階の技術者就職率は10%に満たない。これは非R U 11大学のそれに比してかなり低いが、逆に大学院進学率は高く、博士前期課程修了段階の技術者就職率を押し上げているものと思われる。2012年度と比べて2019年度はおおむね技術者就職率がわずかに高まっているが、R U 11大学、非R U 11大学による相違には及ばない。
- ⑤ その中でもこの7年間にR U 11大学の技術者就職率は若干減少しており、これはR U 11大学の技術者就職率が上限に達していることや、景気変動による人材需要を非R U 11大学がカバーしている可能性を示唆するものと思われる。

上記のうち、特に重要なポイントは国立大学の理系融合学科と理系学科で技術者就職率に大きな差はないことである。融合系学科の存在が技術者志向を弱めているという懸念は否定される。文理融合学科はもともと学科数も学生数も少なく、その存在は技術者就職に大きな影響を与えていない。

ただし、本章で指標にしたのはあくまで学校基本調査における技術者の数であり、各学科の卒業者がどのような力量をもっているか、職業的パフォーマンスを示しているかを与えるものではない。今回分析対象にしなかった公立大学のほか、多くの私立大学の動向をカバーする必要がある。大学院修了者の進路状況分析も望まれ、本調査研究の結果が政策立案に影響を与えるならば、より詳細なデータ収集と分析が必要であろう。

また、本章の分析においては「文系」「文系融合」「文理融合」「理系融合」「理系」の分類にあたって学科名を根拠としており、各大学の現場においてどのような運用が行われているかは顧慮していない。ここにA I手法を導入するなら、卒業後の状況や職業別就

職者数、産業別就職者数から逆に学科を類型化できる可能性がある（意見を求めた兵庫県立大学大学院工学研究科・松井伸之特任教授（名誉教授）、同大学院情報科学研究科・湯本高行准教授の指摘）。必要があれば検討されるべきであろう。

第3章 大学における 「医工連携教育」とその課題

第1節 医工学教育プログラムの探索

1. 調査対象の選定

本章では、まず全国の大学が単独または共同で実施している医工連携、医工学の教育プログラムを可能な限り悉皆的に調査した結果を報告する（調査A）。次に、特に特色のある4つの大学を対象にしたヒアリング調査の結果を示す（調査B）。また、企業関係者2名へのヒアリングをふまえて（調査C）、医工連携教育、医工学教育プログラムの課題について総合的に検討する。

調査Aの対象とした教育プログラムは学部・研究科や学科・専攻として設置しているもののほか、学科・専攻内のコース、学部や学科を横断する受講認定型（単位認定型）のものも対象とした。以上には複数の大学が共同で運営している研究科・専攻、学部・学科等、あるいはコースが含まれる。本章では、これらの総称として「プログラム」という語を用いている。調査内容は設置年や定員、概要のほか、主な専門科目、教員とその研究テーマである。また近年、学問名として「医工学」が確立してきたことから、以下では「医工連携」に代えてこの語を使用する。

調査対象の収集には、

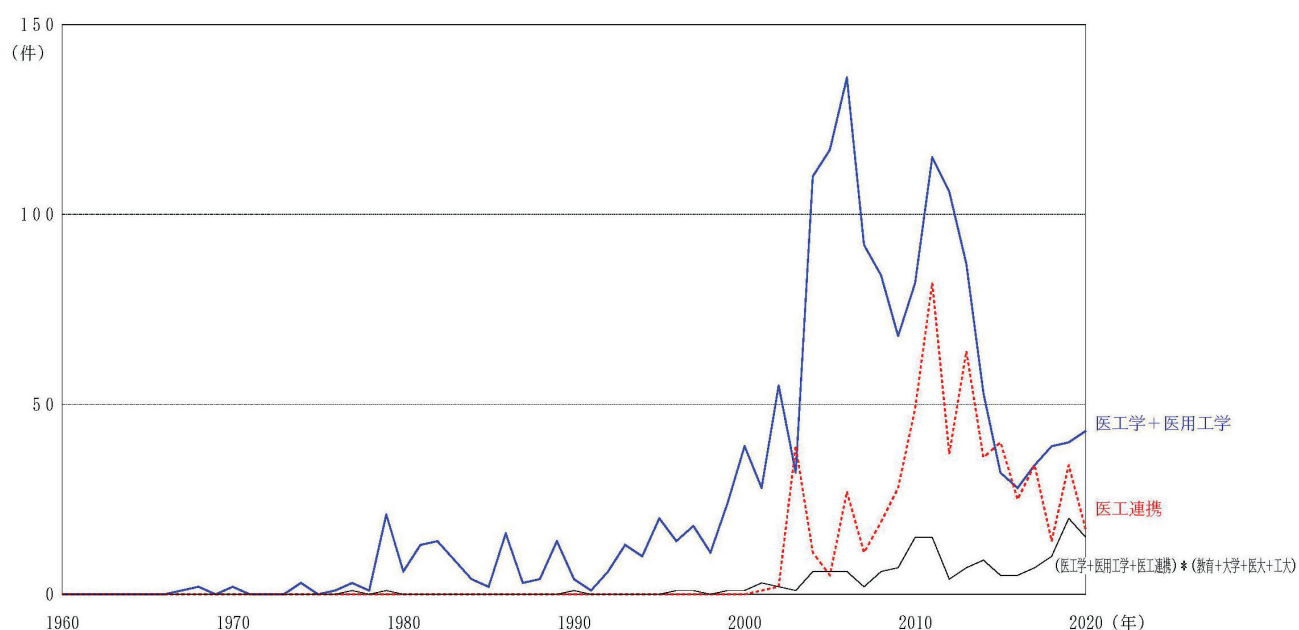
- ① 『学校基本調査報告書〔高等教育機関編〕令和元年度』（2019）を用いて、「医」「工」の両語を含む学部・研究科名、学科・専攻名を把握し、それらを持つ大学名をWEB検索で捕捉する
- ② CiNiiデータベースを用い、タイトルに「医工学」「医用工学」「医工連携」のいずれかを含む論説で、「教育」「大学」「医大」「工大」のいずれかと共起するものをピックアップして、その内容から大学名を確保する
- ③ 国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）が近年推進してきた国家プロジェクトである「医療分野研究成果展開事業」および文部科学省＝JSPSの「博士課程教育リーディングプログラム」（通称：リーディング大学院）の医工学関係の採択案件をリストし、教育プログラムへの展開を調べる
- ④ 株式会社リクルートが運用する進路情報サイト「スタディサプリ」で「医用工学」を学べるとされる学部や学科をリスト化し、教育関連機関の協力を得て裏付けを得る
- ⑤ 本調査研究で外部有識者を委嘱した専門家や一部の調査対象からの情報提供に基づいて、対象をさらに捕捉する

という方法を採用し、それぞれから得られる結果を重ねていった。ただし、臨床工学技士

養成に特化している学部・学科は、本調査研究の趣旨に照らして対象からはずした。また、研究室単位で医工学を取りあげていても、大学としての教育プログラムが形成されていると認めがたいものは対象外とした。

なお「医用工学」という語が用いられるようになったのは1960年代後半で、「医工学」の1970年代中ごろより早い。近年は「医工学」に語が交代する傾向となっている。「医工連携」の登場は2000年代に入ってからである（図3－1参照）

図3－1．タイトルに「医工学」「医用工学」「医工連携」を含む文献数の推移



調査対象としたプログラムには一大学が複数のそれを設置している場合と、前述のように複数の大学で共同運営している場合があり、最終的には48大学48プログラムの存在が判明した。調査手法に照らして漏れがないとは言えないが、ほぼ全数を把握できているのではないと思われる。各プログラムについては、まず大学のWEBを用いて学科・専攻など当該教育プログラムに関する情報収集を行った。その結果を整理のうえ、各大学で内容の確認を終えた。以上から調査対象は表3－1に示す45大学45プログラムとなった。プログラムには複数の大学が共同設置するケース、1つの大学が複数のプログラムを持つケースがあり、その総体がこの数である。

2．調査の方法と項目

(1) 調査A

対象とした45大学45プログラムについて、その結果を示すのが巻末の「調査A．各大学の医工学教育プログラム」である。各プログラムについては、まず、

- ① 設置（国立、公立、私立）
- ② 大学

- ③ 段階（学部、大学院）
- ④ 学部・研究科
- ⑤ 学科・専攻／コース
- ⑥ 定員等
- ⑦ 設置年度
- ⑧ 教員数
- ⑨ 概要
- ⑩ 発足の経緯等
- ⑪ URL

として様式 1 にまとめた。次に①～⑤をキー項目とし、

- ⑫ 履修モデル
- ⑬ 履修方針等
- ⑭ 主な専門科目

を様式 2 に整理した。さらにプログラムに従事する教員について、大学WEBに掲載されている範囲で研究テーマを収集して（ごく一部の教員についてJSTのresearchmapを利用した）、様式 3 に

- ⑮ 講座、部門等
- ⑯ 分野等
- ⑰ 研究テーマ
- ⑱ 教員

を記した。以上を大学ごとの文書にし、各大学事務局の関係部署を探索したうえで、電話で趣旨説明し、了解を得てメール送信または郵送を行った（この際に文部科学省高等教育局専門教育課名の依頼状を添付し、詳細説明や特に確認したい事項も伝えた）。各大学とはそれぞれ数回のやりとりを経て、文書内容を確定した。いずれも令和 2（2020）年度の状況を前提としているが、一部の大学では令和 3（2021）年度予定を用いた（該当大学の記載様式に説明を追記した）。

なお、様式 3 に登場する教員の合計は約 1,000名で、いずれも教育プログラムを持つ大学において教員としてプログラムに従事する人々である。大学としての教育プログラムがない大学で研究にあたる人々は含まない。後者を含めると、大学に所属する研究者数は多く見積もれば 1,500名程度に達するものと推測される。

（2）調査B

調査Aの対象から4大学を抽出し、調査Bとしてヒアリング調査を行った。対象は東北大学、千葉大学、広島市立大学、同志社大学の国立大学2校、公立大学1校、私立大学1校で（すべてリモートで実施した）、学部・研究科名や学科・専攻／コース名は表3-2

表3-1. 調査Aで対象とした

N0	設置	大学	段階	学部・研究科	学科・専攻/コース
1	国立	北海道大学	大学院	医理工学院	医理工学専攻
2	国立	北海道大学	学部	工学部	情報エレクトロニクス学科「生体情報コース」
			大学院	情報科学院	情報科学専攻「生体情報工学コース」
3	国立	北見工業大学	大学院	工学研究科	医療工学専攻
4	国立	弘前大学	学部	理工学部	機械科学科「医用システムコース」
5	国立	東北大学	大学院	医工学研究科	医工学専攻
6	国立	●秋田大学	大学院	医学系研究科・理工学研究科	医理工連携コース
7	国立	●筑波大学	大学院	理工情報生命学術院	数理物質科学研究科応用工学部プログラム電子・物理工学プログラム「医工学コース」
8	国立	群馬大学	大学院	医学系研究科	医科学専攻「重粒子線医理工連携コース」
			大学院	理工学府	理工学専攻「重粒子線医理工連携コース」
9	国立	千葉大学	学部	工学部	総合工学科「医工学コース」
			大学院	融合理工学府	基幹工学専攻「医工学コース」
10	国立	東京大学	大学院	医学系研究科	生体物理医学専攻
11	国立	東京大学	大学院	工学系研究科	バイオエンジニアリング専攻
12	国立	東京医科歯科大学	大学院	医歯学総合研究科	生命理工医療科学専攻
13	国立	●東京医科歯科大学＝東京工業大学	学部		四大学連合複合領域コース「医用工学コース」
14	国立	東京工業大学	大学院	工学・物理工学・情報工学・生命工学	ライフエンジニアリングコース
15	国立	東京農工大学	学部	工学部	生体医用システム工学科
16	国立	信州大学	大学院	総合理工学研究科（修士課程）	生命医工学専攻
			大学院	総合医理工学研究科（博士課程）	生命医工学専攻
17	国立・公立	岐阜大学＝岐阜薬科大学	大学院	連合創薬医療情報研究科	創薬科学専攻
					医療情報学専攻
18	国立	静岡大学＝浜松医科大学	大学院	光医学研究科（静岡）、医学研究科（浜松医科）	光医工学共同専攻
19	国立	名古屋大学	大学院	医学系研究科	総合保健学専攻
20	国立・公立	名古屋工業大学＝名古屋市立大学	大学院	工学研究科（名古屋工業）、薬学研究科（名古屋市立）	共同ナノメディシン科学専攻
21	国立	●京都大学	大学院	医学研究科	医工情報学連携コース
22	国立	京都大学	大学院	薬学研究科	医薬創成情報科学専攻
23	国立	●京都大学	大学院	工学研究科	融合工学コース「生命・医工融合分野」
					融合工学コース「総合医療工学分野」
24	国立	京都大学	大学院	医学研究科・薬学研究科・工学研究科	リーディング大学院「4年制博士課程」
					リーディング大学院「5年制博士課程」
25	国立	●大阪大学	大学院	医学系研究科・基礎工学研究科	読解プログラム「メディカルデバイスデザインプログラム」
			大学院	医学系・薬学・工学・基礎工学・情報科学・経済学研究科	読解プログラム「バイオメディカルインフォマティクスプログラム」
			大学院	医学系・薬学・工学・基礎工学・情報科学・経済学研究科	読解プログラム「バイオマテリアルプログラム」
			大学院	全研究科	MEI-Center Summer School
26	国立	岡山大学	大学院	ヘルスシステム統合科学研究科	ヘルスシステム統合科学専攻

医工学教育プログラム

●：受講認定型プログラム

N0	設置	大学	段階	学部・研究科	学科・専攻／コース
27	国立	広島大学	大学院	医系科学研究科	生命医療科学プログラム 医学物理士プログラム
28	国立	佐賀大学	大学院	先進健康科学研究科	先進健康科学専攻「生体医工学コース」
29	国立	鹿児島大学	学部	工学部	先進工学科「情報・生体工学プログラム」
			大学院	理工学研究科	工学専攻「情報・生体工学プログラム」
30	公立	公立千歳科学技術大学	学部	理工学部	応用化学生物学科「生物・医療工学分野」
31	公立	前橋工科大学	学部	工学部	生命情報学科 システム生体工学科
			大学院	工学研究科	生命情報学専攻 システム生体工学専攻
32	公立	富山県立大学	学部	工学部	医薬品工学科
			大学院	工学研究科	生物工学専攻「製薬化学工学部門」 生物工学専攻「バイオ医薬品工学部門」
33	公立	広島市立大学	学部	情報科学部	医用情報科学科
			大学院	情報科学研究科	医用情報科学専攻（博士前期課程）、情報科学専攻医用情報科学系（博士後期課程）
34	国立・公立・私立	●九州歯科大学＝九州工業大学＝産業医科大学＝北九州市立大学	大学院	歯学研究科（九州歯科大）、工学府（九州工業大）、医学研究科（産業医科大学）、国際環境工学研究科（北九州市立大）	「ものづくり」人材育成のための医歯工連携教育プログラム
35	私立	桐蔭横浜大学	学部	医用工学部	生命医工学科「生命医工学専攻」
			大学院	工学研究科	医用工学専攻
36	私立	東海大学	大学院	工学研究科	医用生体工学専攻
37	私立	芝浦工業大学	学部	システム理工学部	生命科学科「生命医工学コース」
38	私立	東京電機大学	学部 大学院	理工学部 理工学研究科	オーナーズプログラム（次世代技術者育成プログラム）「生体医工学プログラム」
39	私立	東京都市大学	学部	理工学部	医用工学科
			大学院	総合理工学研究科	電気・化学専攻「医用工学領域」
40	私立	東洋大学	学部	理工学部	生体医工学科
			大学院	理工学研究科	生体医工学専攻
41	私立	同志社大学	学部	生命医科学部	医工学科 医情報学科
			大学院	生命医科学研究科	医工学・医情報学専攻
42	私立	大阪工業大学	学部	工学部	生命工学科
			大学院	工学研究科	化学・環境・生命工学専攻「生命工学コース」
43	私立	近畿大学	大学院	生物理工学研究科	生体システム工学専攻
44	私立	岡山理科大学	学部	理工学部	生命医療工学科「生体工学コース」 生命医療工学科「再生医療コース」
			大学院	工学研究科	生体医工学専攻
45	私立	広島工業大学	大学院	工学系研究科	生命機能工学専攻「生体医工学分野」

に示すとおりである。

ヒアリング調査はあらかじめ定めた項目に沿って質問する「半構造化インタビュー」で実施した。項目のうち、「沿革」「教科の特色と科目構成」「教育体制」「卒業・修了者の進路等」については大学のパンフレットやWEBからあらかじめ転記、編集し、ヒアリングの場で確認するとともに、「外部組織との連携状況」「医工学、医工学教育の課題やポイント」「大学として具体的に注力している事項や産学連携状況、将来構想」「高等教育行政、産学連携行政に期待すること」等を問うた。また文書作成後に確認を得て、必要の修正を行った。ヒアリング対象は学部長・研究科長、学科長・専攻長クラスで、多くの場合、コーディネーターにあたった事務職員の陪席を得た。結果は巻末の「調査B．代表的な医工学教育プログラムに関するヒアリング結果」にまとめた。

表 3－2．調査Bのヒアリング先

大学名	学部・研究科名	学科・専攻／コース名
東北大学	大学院医工学研究科	医工学専攻「基礎医工学コース」「応用医工学コース」「医療機器創生コース」
千葉大学	工学部	総合工学科「医工学コース」
	大学院融合理工学府	基幹工学専攻「医工学コース」
広島市立大学	情報科学部	医用情報科学科
	大学院情報科学研究科	医用情報科学専攻
同志社大学	生命医科学部	医工学科、医情報学科
	大学院生命医科学研究科	医工学・医情報学専攻

以下、調査Aの結果を第2節に、調査B、Cおよび有識者ヒアリングの結果を第3節にまとめる。企業関係者を対象とする調査Cについては特に様式を設定せず、課題を整理する中で適宜引用する。

第2節 医工学教育プログラムの状況～調査Aから～

1. 調査対象のプログラム数と入学定員

本節では、調査Aで収集された情報に若干の分析を加え、医工学教育の全体状況を概観する。まず調査Aで扱われた45大学45プログラムには、学科・専攻等ではない受講認定型（単位認定型）の7プログラムが含まれる。これらは各大学で医工学へのエントリーを促進する重要な役割を果たしていると思われるが、定員の定めがなく、プログラムに参加する教員数も明確にできないことから、以下の分析では対象外とする。

次に対象として抽出された38プログラムは学部レベル、大学院レベルのいずれか、もしくは両レベルから成る。そこで両レベルから成る場合を学部レベル、大学院レベルに分割し、全体を「サブプログラム」として整理する。その結果、学部レベル（学科等）が19サブプログラム、大学院レベルが38サブプログラムで、計57サブプログラムとなった。1件だけ確認された医工学を前提とする学部・大学院一貫コースは学部のプログラムとして扱った。その国立大学、公立大学、私立大学別の内訳は表3-3上段（サブプログラム数）のとおりである。

表3-3. 医工学を学べるプログラム数と入学定員

	課程	国立大学	公立大学	私立大学	計
サブプログラム数	学部	5	5	9	19
	大学院	25	4	9	38
	計	30	9	18	57
入学定員	学士	234	231	620	1085
	博士前期	581	50	260	891
	博士後期	239	32	21	292
	計	1054	313	901	2268

これらの教育プログラムに従事する教員は、前述のように約1,000名であるが、これに対する学生の入学定員は表3-3下段（入学定員）に示されるとおりである。ただし、定員が学科・専攻全体のそれであるケースを一部含むことから概数で把握するのが適切と思われる。表3-3から1学年は学士課程1,000名程度、博士前期課程800名程度で、博士後期課程はおよそ300名となるが、これらは入学定員であり、実際の学生数とは異なることに留意が必要である。

受講認定型プログラムで学修したものを含めると医工学を学んだ学生数は増加するが、一方で学士課程卒業者のかなりの部分は博士前期課程に進学する。ここで第2章で見た国立大学理系融合学科の調査結果を踏まえて進学率50%とすると、医工学の教育プログラム

を学修して世に出る卒業・修了者の数は、学士課程 500名程度、博士前期課程 800名程度と推定される。これに加えて教育プログラムを持たない大学の在籍ながら、卒業研究や修士論文作成を通して医工学を学ぶ者もあり、逆に博士前期課程修了者の一部はさらに博士後期課程に進学する。正確な推定は難しいが、今回数値が得られなかった教育プログラムを含め、学士 500名、修士 1,000名程度が例年輩出されていると見積られるであろう。

2. 学科・専攻の全体状況

(1) 教育プログラムの設置部局

以下ではまず、57サブプログラムに関して概観する。医工学教育プログラムの性質を把握するにあたって最も手がかりとなるのは設置された部局である。医学系（薬学系、保健学系を含む）、工学系、そしていずれの系統とも言えない独立系を「医工学系」として分布を見た結果が表3-4である。今後掲載する表では構成比（%）も付記する。

表3-4. サブプログラムの設置部局

課程	医学系	工学系	医工学系	計
学部	0 0.0%	16 84.2%	3 15.8%	19 100.0%
大学院	8 21.1%	20 52.6%	10 26.3%	38 100.0%
計	8 14.0%	36 63.2%	13 22.8%	57 100.0%

【学部段階】医工学の教育プログラムを医学系の学部を設置するのは専門性の点から難しいと思われ、工学系はその点を柔軟にカバーしていると言える。「医工学系」は学部名に「医」の字を含むものをそのように扱っているが、登場する3つのサブプログラムはいずれも私立大学で、平成20（2008）年度設置の同志社大学生命医科学部医工学科、医情報学科および桐蔭横浜大学医用工学部生命医工学科である。同志社大学は2学科合計の定員が200名に達している。桐蔭横浜大学は平成15（2003）年度に工学研究科に「医用工学専攻」を設置しており、それに接続する学部が平成21（2009）年に「医用工学部」として置かれた経緯がある。

学部に置かれている工学系の教育プログラムは、機械系、電子・情報系、化学・バイオ系に大別される。機械系を基盤にする国立大学が弘前大学、電子・情報系が北海道大学、鹿児島大学、東京農工大学である。公立大学では前橋工科大学が電子・情報系、富山県立大学、公立千歳科学技術大学が化学・バイオ系と言えるが（公立千歳科学技術大学は応用物理にも重点がある）、どの大学もさまざまな専門分野への接続を意識している。

一方、総合的な工学系プログラムとしては、まず機械系、電子・情報系の両者を含むのが千葉大学である。また、広島市立大学は学部・学科名を「情報科学」としつつ、情報科

学や情報工学に限定されない研究テーマの展開を示しており、これには広島地域の医療機器産業振興政策や文部科学省の戦略GP、大学間連携共同研究推進事業等への採択を背景とする徹底性の現れとも考えうる。私立大学では芝浦工業大学、東京都市大学、東洋大学、大阪工業大学、岡山理科大学が、それぞれ「医用工学」「生体医工学」「生命工学」等を学科名としており、独自の総合性を示している。これらの多くが2006年ごろまでの早い段階で設置されていることも特徴である。東京電機大学は学部大学院一貫教育のコアの一つとして医工学を取り上げている。

【大学院段階】大学院で医学系部局に設置されたプログラムには、まず放射線医療をベースとするものがあり、群馬大学（医科学専攻重粒子線医理工連携コース）、東京大学（生体物理医学専攻）、広島大学（医学物理士プログラム）がそれにあたる。医学系の大学院が工学を意識して制度設計したと思われるものに東京医科歯科大学（生命理工医療科学専攻）、広島大学（生命医療科学プログラム）があり、これに京都大学（薬学研究科医薬創成情報科学専攻）、名古屋大学（総合保健学専攻）が加わる。以上のすべてが国立大学である。

大学院の医工学系では、まず「医工学研究科」を名乗る東北大学が代表的存在である。先に「医用工学」から「医工学」への語の交代を指摘したが、これは東北大学の同研究科設置（平成20（2008）年度）以降に顕著になっており、その影響を認めうるだろう。岡山大学の「ヘルスシステム統合科学研究科」も同様の大型研究科であるが、文系の教員を招き、文理融合型の専攻としている点に特徴がある。佐賀大学の「先進健康科学研究科」は理工学部、工学系研究科が強くコミットしている点で東北大学と共通であるが、同大学では早くも1998年に工学研究科に生体機能システム制御工学専攻が設置されており、その歴史性が研究科の設置を可能にしたとも考えられる。

大学院における医工学系のもう一つの特徴は、複数の大学が専攻等の共同設置・運用を行っているケースがあることである。静岡大学の光医工学研究科と浜松医科大学の医学系研究科は「光医工学共同専攻」を設けている。国立大学と公立大学の共同設置には岐阜大学＝岐阜薬科大学の「連合創薬医療情報研究科」があり、同研究科には薬学寄りの「創薬科学専攻」と工学寄りの「医療情報学専攻」が設けられているが、もう一つの例である名古屋工業大学と名古屋市立大学もこのグループに含まれ、前者の工学研究科と後者の薬学研究科で「共同ナノメディシン専攻」を設置している。

医学研究科を本拠としながらも工学系が協力し、学生を（工学研究科側の受講認定型プログラムで）送り込んでいるのが京都大学のリーディング大学院（補助金終了後も継続中）である。信州大学は研究科レベルで統合が進み、修士課程の総合理工学研究科、博士課程の総合医理工学研究科が設けられている。ここでは名称から前者を工学系、後者を医工学系としたが、運用は一連のものと思われる。京都大学と信州大学、および前記の群馬大学は組織構成がきわめて複雑で、政策上の参考にするには、いっそうの情報収集と慎重な分析が必要になるであろう。

北海道大学の「医理工学院」は医工学系としたが、放射線診療をベースとする点で群馬大学や広島大学のそれと同じグループとも言える。私立大学大学院唯一の医工学系は同志社大学生命医科学研究科の「医工学・医情報学専攻」である。博士前期課程医工学コース、

医情報学コースの入学定員の合計は90名で、岡山大学を凌駕している。東京工業大学や名古屋大学も同程度の規模を有するが、これらの入学定員は諸専攻を含む合計値で、学部段階と同様、同志社大学の規模の大きさがわかる。

ここまでに大学名が出ていない工学系部局設置の専攻で学部を持たないものは北見工業大学、群馬大学（理工学府）、東京大学、東京工業大学、東海大学、近畿大学、広島工業大学である。私立大学には学部段階が臨床工学技士養成が中心になっていると判断されたために学部のみ調査対象からはずしたケースがある。

（２）設置年度をめぐる分析

【国公立別設置年度】次に分析対象にしている57の教育プログラムの設置年度を見ておきたい。表３－５は学部、大学院別かつ国公立別によどの時期に設置されたかを示したものである。学科・専攻は前身が存在するものもあるが、規模の拡大時期などを念頭に各大学の担当者との協議を通して定めた。

以上からわかることは、まず平成18（2006）～平成22（2010）年度に私立大学を中心に学部設置が集積していることである。学科名称は前述のように「医用工学」「生体医工学」「生命工学」等であった。この時期には国立大学では大学院の設置が進んでいるが、爆発的な増加を見るのが平成28（2016）～令和２（2020）年度である。国立大学大学院の教育プログラムの半数近くがここに位置付けられる。それがこの時期、学部段階にも波及した。学部では平成16（2004）年度に北海道大学工学部情報エレクトロニクス学科に「生体情報コース」が設けられて以来で、実は千葉大学も同じ年度に「メディカルシステム工学科」が設置されているが、平成29（2017）年度に改組されたため、この時期の判定となった（詳細の経緯については調査B参照）。

【設置年度別設置部局累計】このようにして生じてきた医工学教育のプログラムにはどのような特徴があるか、どういった学修機会が増加しているかという観点で、表３－６に年度ごとの設置部局累計を見た。国公立は統合して記述する。

医工学の学修機会が拡大した平成18（2006）年度以降、学部段階でまず急拡大したのは工学系である。私立大学を中心に、工学部に「医用工学」等を名乗る学科が設置された。この時点で生まれた医工学系の学科は、前期の同志社大学および桐蔭横浜大学のそれであった。その後は医工学系の部局は生まれず、工学系部局への設置が増加して現在に至る。

大学院段階では平成17（2005）年度以前、医工学を学ぶ機会は医学系と工学系で半々であった。医学系は直線的に伸びていくが、それ以上に急拡大したのが工学系で、学科数は平成17（2005）年度の２大学が令和２（2020）年度には20大学となり、ちょうど10倍に拡大した。一方で工学系の学科の半数程度の割合で医工学系学科が新設されており、結果的に大学院では工学系が半数で、残りの半数を医学系、医工学系が占める。以上から医工学を志す学部学生の大半は工学系部局に在籍しているが、進学する場合は医工学系や医学系も視野に入ってくると言える。医学系に進んだ場合は医学部出身者との切磋琢磨になるはずである。

表 3－5．医工学教育プログラムの設置年度（国公立別）

設置年度		2005年度 以前	2006～ 2010年度	2011～ 2015年度	2016～ 2020年度	計
学部	国立大学	1	0	0	4	5
		20.0%	0.0%	0.0%	80.0%	100.0%
	公立大学	0	3	1	1	5
		0.0%	60.0%	20.0%	20.0%	100.0%
	私立大学	0	8	0	1	9
		0.0%	88.9%	0.0%	11.1%	100.0%
大学院	国立大学	3	6	4	12	25
		12.0%	24.0%	16.0%	48.0%	100.0%
	公立大学	0	0	2	2	4
		0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%
	私立大学	1	4	3	1	9
		11.1%	44.4%	33.3%	11.1%	100.0%
計		5	21	10	21	57
		8.8%	36.9%	17.5%	36.9%	100.0%

表 3－6．医工学教育プログラムの設置部局累計（設置年度別）

		医学系	工学系	医工学系	計
学部	2005年度以前	0	1	0	1
		0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
	2006～10年度	0	9	3	12
		0.0%	75.0%	25.0%	100.0%
	2011～15年度	0	10	3	13
		0.0%	76.9%	23.1%	100.0%
	2016～20年度	0	16	3	19
		0.0%	84.2%	15.8%	100.0%
大学院	2005年度以前	2	2	0	4
		50.0%	50.0%	0.0%	100.0%
	2006～10年度	4	7	4	15
		26.7%	46.7%	26.7%	100.0%
	2011～15年度	6	12	6	24
		25.0%	50.0%	25.0%	100.0%
	2016～20年度	8	20	10	38
		21.1%	52.6%	26.3%	100.0%

第3節 医工学教育プログラムとその課題～調査Bと企業、有識者 ヒアリングから～

1. 医工学教育プログラムの特徴と高等教育行政への期待

(1) 医工学教育プログラムの特徴

以上の分析をふまえ、ヒアリング対象として、前述のように国立大学は東北大学、千葉大学、公立大学は広島市立大学、私立大学は同志社大学を選定した。各大学の活動は巻末の資料（調査B）にまとめた。

4つの大学は医工学教育に関してそれぞれ特色を発揮している。東北大学における医工学研究科発足の背後には、この大学における医学と工学の協力関係の100年に及ぶ歴史がある。両部局の教員による最初の成果は昭和4（1929）年の電気聴診器であり、超音波発生装置の開発などを経て、昭和20（1945）年にはC Tの原型であるX線断層撮影の原理が発見されている。東北大学では工学的手法の導入に熱心な医学研究科教員を工学研究科が兼務などで受け入れており、それによって工学研究科学生が医学研究科教員の指導を受けることができた。この過程で厚い医工学研究者の層が形成されたが、一方で工学研究科の学生が医療機器メーカーに就職することが少なくなく、この人脈と実績が現在も医工学分野の産学連携の有力な手掛かりになっている。これらの蓄積の上に平成12（2000）年ごろから医工学研究科の設置が議論されるようになり、実際に平成20（2008）年の設置に結果した。

東北大学より歴史は短いが、関連工学分野にも詳しい医学部教員のコミットと、大学上層部によるそのサポートが平成15（2003）年の「フロンティアメディカル工学研究開発センター」の設置に結実し、その教員が全員兼任して、翌年工学部に「メディカルシステム工学科」が設けられたのが千葉大学である。2度の改組を経て、現在の工学部総合工学科、大学院融合理工学府基幹工学専攻の各「医工学コース」は、機械系と電子・情報系に重点を置いたカリキュラムを運用している。並行して主に医師免許を持つ教員が医学部や附属病院等とのリエゾンにあたってきたが、これが制度化、強化されたのが平成23（2011）年のJ S T地域産学官共同研究拠点に設けられた「医工連携ゾーン」であり（後に千葉大学に移管されて千葉大学サイエンスパークセンター「医工連携ゾーン」となった）、平成30（2018）年の医学部附属病院における「メドテック・リンクセンター」である。教育面では学部での1学科制への改組の際に明確に「コース」と位置づけつつ、他部局との連携も図られている。

広島市立大学が所在する広島県は医療機器産業の集積があり、広島県庁はイノベーション政策のコアとしてこれを重視してきた。平成23（2011）年度に策定された『ひろしま産業新成長ビジョン』にも医工連携が盛り込まれるが、大学もこれに至る動きに呼応した。広島大学、広島市立大学、広島工業大学の3大学で文部科学省の「大学教育充実のための戦略的大学連携支援プログラム（戦略GP）」に応募し、採択されて「情報医工学プログラム」を開始したのが平成21（2009）年度である。3大学はそれぞれ医療系、情報系、工学系の教育リソースを提供し、共同で学部、大学院の人材育成にあたった。その成果は十分評価され、平成26（2014）年度には大学間連携共同研究推進事業「臨床情報医工学プロ

グラム」として継続された。事業は平成30（2018）年度をもって一段落したが、その後はそれぞれの大学がカリキュラムを深化させつつ、400を超える企業が加入する「ひろしま医療関連産業研究会」（事務局：公益財団法人ひろしま産業振興機構ひろしま医工連携推進センター）への支援などを通して、地域イノベーションの一翼を担っている。その中心の一つが「バイオ情報学」「医用画像工学」「医用ロボット」「脳情報科学」「医用情報通信」の5分野を擁する広島市立大学である。

同志社大学は、調査Aやその分析で示されたように、私立大学最大規模の医工学系学部、研究科を設置している。その生命医科学部は3学科からなるが、うち医工学科、医情報学科2学科の入学定員は計200名で、大学院医工学・医情報学専攻の博士課程（前期課程）は90名、博士課程（後期課程）は2名となっている。医工学科のバックボーンは機械系、医情報学科のそれは電子・情報系と化学・バイオ系である。同志社大学創立者の新島襄は医学部を含む総合大学を目指した経緯があり、そのことが生命医科学部の構想の背景要因の一つとなっている。学部、研究科設置時には、再生医療に関する複数の有力研究医が参画した。機械系の研究室では機械工学の医療への適用にとどまらない新しい原理の解明を志向し、教育プログラムも何の役に立つかを強く意識したカリキュラム設計にあたったうえで学生の就職支援にも循環させ、さらに大企業との包括的連携協力の協定を含む産学連携を推進している。

（2）医工学教育の課題と高等教育行政への期待

各大学の教員らは、医工学の特徴やそれへの認識をふまえてそれぞれ課題を定義し、自らの取り組みに筋を通したうえ、高等教育行政への期待を示した。まず、エンジニアリングの医療における現れとして医工学を捉えるのは4大学共通であるが、分野の幅が広いことへの対処の必要という観点を指摘したのが千葉大学である。そのタクティクスはあえて専門性を広げず、分野を機械系と電子・情報系に集中するというものである。東北大学は人材育成上のフィロソフィとして、医療現場における価値を把握し、課題を整理するための「デザイン思考」を強調する。ひるがえって医工学を学ぶことが就職上の強みになることを示して学生のモチベーション向上につながるのが広島市立大学である。同大学は「情報科学」を切り口としつつ新しい総合性を追求し、同志社大学では医療への工学の適用が従来の工学原理とは異なる状況を与えることを明らかにしつつ、それを教育プログラムにも反映する方向性が見て取れた。

学生の一般的なメンタリティとして、「意欲があっても隠してしまう傾向」を指摘したのが東北大学である。その突破口としては上記の「デザイン思考」のほか、EDG E-NEXT採択で可能となったアントレプレナー教育の活用が重視されている。いずれの大学でも成果は現れ始めており、東北大学においては社会人学生を中心とする起業志向の高まりがみられるという。

プロジェクトの成果が十分に定着しないうちに補助金が切れることの問題性を指摘したのは東北大学と広島市立大学の教員で、うち東北大学は具体的に現行5年の10年程度への延長を希望した。その根拠として教員は、企業はそもそもハイリスクで手が出せないことを大学に期待するとし、「産業インフラとしての産学連携を大学に求めるなら、これを目的とする経費が支出されるべきではないか」との考えを示した。さらにURAの量的強化

や予算運用、利益相反管理と迅速な研究推進の両立を可能にする政策指針への希望を述べた。一方、予算が獲得できるほどに多忙化し、負担の不公平感が限界に近づいているとして、千葉大学の教員は間接経費による緩和措置を希望した。同志社大学の教員は、研究者と病院等の連携を促進するシステムを国が整備するというアイデアを示した。

教育面に関しては、まず千葉大学の教員が博士後期課程の学生数がまだ不十分だとしたが、これは研究が活発であることのほか、他大学でも聞かれた医工学に対する社会的ニーズの活性化傾向を反映するものであろう。講義すなわちオンラインコンテンツの受講は学生に委ね、ワークショップにおけるディベートを重要な方法とするのが東北大学であるが、併せて現在の入試制度がこれにフィットしていないとして、改善の希望が寄せられた。

一方、重要な課題と考えられるのが卒業後の進路である。広島市立大学では、現在の大学教育で専門性が強調されるわりに企業の採用方針がそれを十分評価せず、「コミュニケーション能力」など一般的な力量を中心とした評価基準になっているとして、文部科学省による打開に期待を示した。

第2節で見たように学士課程 500名程度、博士前期課程 1,000名程度の人材が毎年雇用市場に供給されていると思われるが、後者で医療機器製造業に進む率が非常に高いであろう東北大学で、13年間の修了者のうちの該当者は27%である。これを含む企業就職は81%であった。千葉大学の近年の数字では70%が製造業に就職しているとされ、これらだけでは評価は難しいが、技術者としての入職率は安定した数値になっていると言える。全大学の博士前期課程における医療機器メーカー就職率を10%とすれば、医工学教育プログラムから例年 100名程度が供給されていることになる。ただし、医療機器以外を主とするメーカーの医療機器部門に進む者もあり、学んだ医工学に直結するキャリアを歩む卒業・修了者はさらに多いであろう。

教育者として熱心で、かつ研究者として有力な各ヒアリング対象はそれぞれ自らに重ねて医工学そのものの課題を指摘した。人体を生理的、心理的に評価して装着中の機器にフィードバックし、モードを最適化する、情報・電気系の技術を絡めてマテリアル分野の医工学的研究を促進するなどの方向性も聞かれた。それだけにどの大学でも研究リソースへの希求は大きく、科研費補助金のほかJSTや他省庁など政府研究費の増加への期待が表明された。科研費における医工学のポジショニングの明確化という要請もあった。企業との関係では研究費の供給のほか、ディスカッションを通じた研究テーマの発掘への期待が大きかった。同志社大学の教員が述べるように、これらは大学への支援というより、それを通して研究や教育による社会貢献を活発化させるものと言えるだろう。

2. 産業界の医工学教育プログラム観と問題提起

では、産業界で医療機器事業を担う人々は大学の医工学教育プログラムをどのように見ているのであろうか。また、高等教育行政への期待は実際のところどうなのだろうか。調査への協力を仰いだのは次の2氏であった。

- 東レ・メディカル株式会社 元副社長 國友哲之輔氏
- 株式会社AFIテクノロジー 代表取締役社長 円城寺隆治氏

國友哲之輔氏は、京都大学大学院工学研究科の化学系の修士課程から東レ株式会社（当時は東洋レーヨン株式会社）に入社し、人工腎臓（人工透析）の研究開発を中心にアメリカ滞在を含めてキャリアを積み、同社の医療材事業の責任者を経て、医療機器販売・製造子会社である東レ・メディカル株式会社の副社長を務めた。その後はJSTの医工学関係プロジェクトのプログラムオフィサーを歴任して、現在に至る（東レ株式会社社友、AMED評価委員、一般財団法人公正研究推進協会監事、京都大学工学博士）。円城寺隆治氏は北里大学衛生学部を卒業後、企業勤務を経て液体中の微生物の制御に関する研究により博士号を取得した（博士（工学）（東京都立大学））。経営する株式会社AFIテクノロジーはHACCP（Hazard Analysis Critical Control Point、危害要因分析重要管理点）の義務化に伴って期待される培養によらない食品中細菌の検出・測定装置や、それを血液に適用して、例えばガン化した白血球細胞を正常な白血球細胞との電気的特性の差異などによって検出、カウントする装置（近く画像処理システムを搭載予定）の開発・製造を行うベンチャー企業である（役員、パートを含めて社員数38名）。京都大学の教員と共同研究を進めており、主たる実験室やオフィスは京都大学内のインキュベーション施設にある。

実はどちらのヒアリング対象者も、現在の医工学教育プログラムにやや厳しい評価を与えていた。これは教育プログラムに関する広報の余地が大きいことを意味するが、厳しいゆえの有益な情報は多分に含まれているであろう。まず國友氏は医工学教育以前に医工学の問題性を指摘する。

- ① JSTやAMEDの仕事を通じて医工学で革新的なテーマが出てきたら強く応援したいと真剣に考えているが、そうした期待に応えるものがなかなか出てこないのが実状である。国がスキームを作ったら出てくるというものでもない。時代的にそうしたフェーズに入った現在の科学そのものの困難さに根ざした難しい問題かもしれない。
- ② 企業は新しい「ネタ」を発掘し、経営層に働きかけてリソースを確保できるような人材を求めている。医学や工学の専門知識があるだけの人材はそれなりに充足しており、その中で医工学教育のターゲットがいま一つ明確でない。
- ③ やはり専門知識を身につけ、臨床やものづくりの現場で経験を積んだうえで、医療倫理や医療経済の本当の意味もわかるようになる。今の医工学教育では、こういったことは十分扱えていないのではないか。

これに対して円城寺氏は、國友氏の指摘する③がアメリカでなら在学中に学べる可能性があるという。大学という社会制度の位置づけが日米であまりにも異なる中で、表面的な制度のみ真似てもうまくいかないという指摘である。そのような日本の大学を出て大企業に入ったとして、結局は多くの人がすりつぶされるだけだと言う。

その円城寺氏は日本にも変革の兆しはありとし、特に期待を寄せるのがベンチャー起業である。主なコメントは次のとおり。

- ① 大学院で医工学を学び、それで勝負するというなら、起業を目指すべきだ。成功率は高くないが、大企業に入ってすり減っても仕方がない。それを代償に安泰な人生が送れる時代でもない。ただし日本では企業でしか学べないことが多く、一度は企業人

になることを推奨する。大企業のカーブアウト（事業の一部を切り出し、技術や人材などを新会社に移して独立させる経営手法）に乗るのもよい。

- ② 起業のための施設もプログラムもそれなりに整備されてきたが、非常に欠けるのは失敗あるいは失敗しそうになったときのサポート体制である。ある程度存在しているのかもしれないが、むしろ成功することを前提にした前向きの支援ばかり目につく。
- ③ これを簡便に解決する方式は「コミュニティづくり」である。起業家の先輩がさまざまな知恵を後輩と共有する仕組みだ。その意図的構築例として自分の知る範囲で最も成功しているのは、東京大学の各務茂夫教授が構築した起業支援システムである。

その円城寺氏に医工学教育プログラムに関する我々の調査結果の一部を示したところ、特に学士課程卒業者、博士前期課程修了者が相当数にのぼる点に関心を示した。それだけに企業がその人々をどのように活用するかが、実は教育の成否を決めるとの考えであった。

一方で國友氏は、この50年間の推移として薬事法制や個人情報管理など各種法規制が強化され、例えば研究者として病院の臨床現場などに出入りしづらくなってきたことを指摘する。特に平成7（1995）年前後から、米国で顕在化した製造物責任問題がわが国でも急激に注目されるようになり、大手素材メーカーが医療分野に関わることを躊躇するようになったという。挑戦的な医工学研究にますます着手しにくくなる一方、医療機器、特に新医療機器として国内で承認を取る製品の大半が海外からの輸入品で、毎年5千億円を超える入超が続く事態に政府関係者も問題意識を強める。國友氏によれば、平成15（2003）年ごろから国内での新規医療機器開発の必要性が認識されるようになり、潮目が変わった。その後の再生医療への強い関心の高まりもあり、平成26（2014）年には、長年の課題であった医薬品医療機器等法（旧薬事法）が施行され、再生医療関係の法整備もなされた。さらに令和2（2020）年からのコロナ禍は、海外と比べたわが国固有の諸課題をクローズアップさせた。多くの問題をもたらした今回のパンデミックではあるが、規制の見直しや法規制の運用について突破口を開く可能性もあるという。これはやはりコロナ禍の中の一筋の希望を示すものであろう。

國友氏に最後に問うたのは、医工学教育で養成すべき適切な人材の規模である。これに対してはこのような回答が得られた。

國友 それは数の問題ではない。しかるべきポテンシャルを持った人間でないと、企業の期待には応えられない。1970年代は人工臓器研究の萌芽期で多くの興味あるテーマが提起された。自分はいくつかの探索課題に取り組んだ後、人工腎臓の研究開発に関わるようになり、それから深くかつ長く従事できて幸いだった。その後は人工臓器研究に続いて、遺伝子医療、ITやAI、それに10年程前からの再生医療と、注目を集める「大波」のような現象が現れる。こうした動きをうまく捉えなければならない。ここで求められるポテンシャルや資質は洞察力であり、解析力である。自社に足りないところを外部の専門家といっしょに見つける能力も必要だ。

もう一つの問題はマーケットの大きさだ。東しなら、例えば炭素繊維は非常に優先順位が高いが、医薬・医療事業はそれなりのサイズでしかない。採用にあたってその差はつくだろう。事業が発展していかないとやはりしぼんでいくという問題もある。

人材育成に関する産業界の要請をどう見るかにヒントを与えるのが、本調査研究の外部有識者である桑島修一郎京都大学教授である。経済産業省への出向経験もある同氏は、文部科学省関連雑誌でのインタビューでこう語っている（喜久里要・桑島修一郎「WILLが創る新たな大学の道（79）「統合的な価値」を生み出す組織づくりの勘所（1）」『文部科学教育通信』 481〔2020. 4.13〕）。

桑島 産業界の意向を踏まえようということ自体は、これからの文科省としても必要なことだと思います。ただ、それらの発言の本質を衝いてほしいところがあります。

経産省の場合は、産業界の利害が直接絡んだ案件が多いので、その背景に何があるかをよく探索することが習慣づけられているのですが、文科省の場合は一種のクレーム処理のような形になりますよね。もちろん、産業界が尋常ではない課題を抱えているのは事実ですが、例えば博士が要らないとっている企業の真意は何なのか、そもそも学術的な専門性を必要としない産業実態になっているのではないかなど、もっと勘繰ることが重要です。

桑島氏は決して文部科学省を批判しているのではなく、政策立案に向けてのより深い分析的思考の必要性を強調するものである。一方で國友氏も、産業界の立場で現状の医工学教育にこうコメントする。

國友 大学によって、単にバイオエンジニアリングとか医工学とかを概論的に教えるだけではなく、実際はその大学で蓄積された強みみたいなことをもうちょっと前に出して、個性があってもいいのではないかな。学生もそういうところで複数のテーマに関し実地経験を伴う学習をするとよい。

強みのある大学は自分のよって立つ基盤を枯らさず、より強くしていく。他の大学を取り込んだような状態で大きくしていくようなことも必要である。そうしないと個性が出てこないし、本当の意味の新しいことも見つけられない。

指摘される問題は大学側も十分意識するところで、例えば千葉大学のヒアリング対象は研究対象や方法の拡散を防ぐことを特に追求しているとする。広島市立大学が「情報科学」に重点を置いて深みを示すのも、学問上あるいは学部を設置趣旨以外に、積極的な個性追求の意味もあるものと思われる。

医工学を学んだ者が全員医療機器開発に従事する必要はなく、問題は量と質のバランスである。医療機器産業への人材供給が期待されると言っても、産業側が望むのが特に優秀な人材であることは想定せざるを得ない。一方で、産業側も採用基準を時代に即応して変化させていくであろう。この点で有力な視点と思われるのが、広島市立大学のヒアリング対象者による「企業側もジェネラリストだけでなく、物理なら物理、数学なら数学の専門家を必要としているはずだ。そのグラデーションは相当あってしかるべきだろう」という意見である。これも今後あるべき産業界と教育界の議論のポイントの一つになるものと思われる。

3. 医工学、医工学教育の方向性

今般の調査研究で外部有識者を委嘱した岩田博夫氏（京都大学名誉教授、高分子化学）と佐久間一郎氏（東京大学大学院工学系研究科教授、機械工学）はいずれも医工学を専門領域としてきた有力研究者である。今般の医工学および医工学教育の方向性に関して、両氏は次のコメントを寄せた。

佐久間 このところ基礎医学の研究者から、研究方法、研究装置に関して工学のコミットがないと前に進まないと聞くことが多い。つまり医学の本質に工学が組みこまれて来ていると言える。文部科学省には、そういう観点から環境作りに力を貸してほしい。

民間企業は確かに医工学に期待しているが、必ずしも医療機器で商売しようとしていないと思う。有力企業は人工物と生体の相互作用の理解を通して「バイオメカ」の実現を目指しており、例えば自分のところを卒業して自動車メーカーの研究所に入った人物は、いまハーバード大学の神経学部門で学んでいる。「脳の可塑性」なども念頭に、おそらく運転者の状況を自動車のふるまいに反映させるようなことを考えているのだろう。こういうことも医工学振興の立場で視野に入れていきたい。

その流れの中で、企業によっては出口戦略の一つとして医療機器も想定していると考えたらよいのではないか。

岩田 ニーズとシーズは物作りの両輪である。医工学の学科・専攻に入ってきた学生は機械工学、電気・電子工学、材料科学、情報科学などの専門教育をまだ十分に受けておらず、まず戦うための得物（シーズ）を与えなくてはならない。次に戦う相手（医療の現場ニーズ）を知る必要がある。後者は教える立場にある教員も、多くの場合、限られた知識しか持っていない。医工学教育の困難さは、シーズ、ニーズともに持っていない学生を限られた時間で指導しなければならないことである。

もう一つの問題は、医工学は医療の現場ニーズを解決する物作りであるため、即物的であり学問の入り込む余地が小さいことである。これが医工学教育を大学で行う場合の困難の源である。ここで医工学教育を、工学的な知識・技術を有する社会人のリカレント教育として専門職大学院で行うのが一つの方策かもしれない。例えば京都大学で行われてきたリーディング大学院での医学教育と医療現場での研修を組み合わせ、さらに教員指導の下での医療機器の開発研究を行うことが考えられる。

個人的な考えであるが、医工学の役割は疾病の治療や欠陥の修復であり、最終到達点は普通の健康なヒトである。他の工学では、例えば自動車やロケットは人間そのものとはまったく異なるメカニズムで人間を越える機能を実現する。それには極限を究める面白さがあるが、医工学では決して「人間以上のもの」を作ることを行わず、テクノロジーとしての面白みに欠ける。このことは今後も覚悟しなければならない。

両コメントともきわめて興味深い内容である。岩田氏の発言には医工学教育の困難さに関して國友氏と共通点があるが、さらに人材の階層性をふまえて、全体として合理的なシ

システムを構築する志向性を示す。

一方、医工学の将来にわたる可能性を強く指摘するのが佐久間氏である。岩田氏の表現を用いれば「人間以上のもの」を視野に入れるかどうかを中心に、両氏の間に医工学観や人間観の相違を見てとることができるのではないだろうか。今後の医工学教育をめぐる議論においては、かかるフィロソフィカルな事項も関係してくるものと思われる。

医工学教育に関して産業界の要望は多々あると思われるが、そもそも何のための医工学かを念頭に、さまざまな事項を協議していくことの必要性が示唆されたと言える。その中で人材育成のテーマや量的問題についても、解が見出されていくであろう。

第4節 小括

以上の調査から得られた知見は次のように集約できる。

- ① 医工学教育のプログラム（学科、専攻等）として、受講認定型プログラムを除き、固定的な教員が配置されているプログラムとしての学科や専攻、コースが国公立大学にわたって少なくとも57件確認された。これらが例年社会に輩出する卒業者（学士課程は博士前期課程進学者を除く）は、学士課程 500名、博士前期課程 1,000名程度と推定される。
- ② 有力大学の工学系博士前期課程においては、修了者の多くが企業に技術者として就職することが知られている。医療機器メーカーへの就職率に関しては、それが非常に高いと思われる東北大学において、修了者全体の27%程度である。仮に全大学の博士前期課程の医療機器メーカー就職率を10%とすれば、医工学教育プログラムから例年 100名程度が供給されていることになる。一般的なメーカーの医療機器部門への就職を含めるとこの数字はより大きくなる。
- ③ 大学における教育の特色・工夫として、まずどの大学もエンジニアリングの医療における現れとして医工学を捉えている。一方それが奏功するうえで、当該の大学における医学と工学の長い歴史や、それによって培われた信頼感が重要であることがわかる。
- ④ ヒアリング対象の医工学教育プログラムの教員から、1) 研究費の増加や補助金継続期間の延長、2) 間接経費の活用による教員負担の不公平感の軽減、3) 企業側の採用基準における専門性の強化が必要として、文部科学省のリーダーシップへの期待が示された。
- ⑤ 産業界のヒアリング対象は、現在の医工学教育プログラムについて必ずしも高い評価を示すわけではない。しかし、それゆえに有益なコメントも得られた。代表的なものは次のとおり。1) 企業は新しい「ネタ」を発掘し、経営層に働きかけてリソースを確保できるような人材を求めている。医学や工学の専門知識があるだけの人材はそれなりに充足しており、その中で医工学教育のターゲットがいま一つ明確でない。2) 博士前期課程で医工学を学び、それで勝負するというなら、起業を目指すべきだ。ただし日本では企業でしか学べないことも多い。提案したいのは失敗経験を共有できる「コミュニティづくり」だ。3) 単にバイオエンジニアリングとか医工学というだけでなく、実際はその蓄積された強みがもう少し前に出て、個性があってもいいのではないか。学生もそういうところで複数のテーマに関し実地経験を伴う学習をするとよい。
- ⑥ 外部有識者は、1) 医工学教育が総花的になりがちなことへの危惧を表明するとともに、2) 専門職大学院制度の活用を提案した。また、3) 人工物と生体の相互作用の理解を通して「バイオメカ」の実現を目指す企業が存在し、その出口戦略として医療機器が想定されることもあると考えるべきとの指摘や、4) 「人間以上のもの」の取り扱いを含む医工学のフィロソフィに関する議論が行われた。