

要旨

本報告書は工学系領域において、大学等との連携を活用した民間企業の研究開発力強化の状況を分析し、課題を検討している。最初に、日本の民間企業における研究開発関連業務における、日本の大学との連携状況の全体像を整理する。全体像では、研究開発企画から研究開発の実施、製品開発・製造までの幅の広い多様な業務において、大学との連携が実施されていることを示す。日本の大学は、論文に関する指標で見ると、海外の大学との比較において研究開発力が高くないとの議論がある。しかし、論文に関する指標のみで、連携先としての大学を評価することが難しい研究開発関連業務は種々ある。

それらの研究開発関連業務では、海外の大学と対比において、日本の大学との連携が合理的な場合もある。特に、研究開発組織の研究開発力を強化する際に重要な研究開発者育成では、海外の大学と対比して、日本の大学との連携が有利な様々なプログラムが検討できる。

日本の大学での取り組みと民間企業の取り組みを接続させた具体的な実施プログラム例を、①機械・電機・材料分野、②化学分野、③建築・土木・都市計画分野のそれぞれについて示す。実施プログラム例では、日本の大学における社会人博士制度も活かした博士レベルの研究開発人材育成を含めている。分析の一環として、民間企業の研究開発力強化における博士課程の役割や課題を深堀している。また、民間企業の研究開発リーダーの育成プログラムについても例示している。

An Analysis of Collaboration with Japanese Universities in Research and Development (R&D)-Related Work in the Private Sector

- Examining issues related to strengthening R&D capabilities in the engineering field, including R&D personnel training -

Keiichi Shiotani, 2nd Theory-Oriented Research Group, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

This report analyzes the status of efforts by private companies to strengthen their R&D capabilities in the engineering field through their utilization of collaboration with universities and other organizations, and examines the challenges faced. First, the report summarizes the overall picture of the status of collaboration with Japanese universities in R&D-related work in the private sector in Japan. The overall picture shows that collaboration with universities is implemented over a wide variety of functions ranging from R&D planning to R&D implementation, to product development and manufacturing. It has been argued that Japanese universities do not exhibit strong R&D capabilities in comparison with foreign universities when viewed in terms of indicators related to published research. Notwithstanding this, there are various R&D-related

tasks for which it is difficult to evaluate universities as collaborating partners solely on the basis of indicators related to published research.

For such R&D-related tasks, there may be cases in which collaboration with Japanese universities is more rational than with overseas universities. In particular, in the area of R&D personnel training, which is important in strengthening the R&D capabilities of R&D organizations, various programs can be considered in which collaboration with Japanese universities is advantageous in contrast to overseas universities.

Examples of specific implementation programs that connect initiatives at Japanese universities with those in the private sector are shown for each of the following fields: (1) machinery, electrical machinery, and materials; (2) chemistry; and (3) architecture, civil engineering, and urban planning. Examples of implemented programs include fostering human resources for research and development at the doctoral level, which also takes advantage of the doctoral system for working adults at Japanese universities. As part of the analysis, the report takes an in-depth look at the role and challenges of doctoral programs in strengthening the R&D capabilities of private companies. The report also provides examples of programs to train R&D leaders in the private sector.

概要と関連する政策議論

本報告書は、研究開発における「日本の民間企業」(以下、民間企業)の日本の大学との連携状況を整理し、民間企業の研究開発力強化の課題を分析する。主に対象とする領域は工学系である。民間企業は、海外の大学や研究開発機関と多くの研究開発連携を実施し、研究開発の外部化先として活用する事例も見られる。近年、特に大規模な研究開発では海外との取り組みを強化する傾向にあるとの見方もある。また、日本の大学は、論文に関する評価指標において、海外の大学と比べて、その数値は高くはなく、それを根拠に日本の大学の研究開発力、あるいは、民間企業の研究開発連携先としての課題があるのではないかと議論もある。一方、民間企業の研究開発業務の外部化では、論文に関する評価指標では把握できない様々な取り組みがあり、日本の大学との連携が合理的な場合を例示する。例えば、民間企業の組織的な研究開発力の強化では、研究開発者育成を含めた取り組みが重要であり、そこでは海外の大学と対比し日本の大学との取り組みが合理的な場合がある。

以下に、各章の概要と関連する政策議論を示し、本報告書の論点を要約して示す。

第1章

(概要)

調査の方法について説明している。

第2章

(概要)

民間企業の大学との研究開発連携において大学が担う役割の全体像を示し、海外の大学と比べて、日本の大学が重要な役割を担っていると考えられる取り組みを整理する。民間企業の大学との研究開発連携は、「原理・理論を創造する」新しい研究により、今までにない知見・成果等を創造する取り組みが中心となっていると理解されている場合が見られる。そのため、大学の研究開発力を、論文に関する指標で評価する見方も多い。世界の大学ランキング上位の海外の大学と比べて、論文に関する指標が日本の大学は低い傾向にあることを根拠に、日本の大学の研究開発力に課題があるとの議論がある。論文に関する指標は大学の研究開発力の一つの側面を客観的に示すが、日本の個々の大学の实力評価とする場合は、その適用に留意が必要との視点を示す。国力の源泉の中核を担う民間企業の研究開発関連業務は、研究開発企画から研究開発の実施、製品開発・製造まで、範囲が広く多様である。それらの取り組みでは、論文に関する指標では評価の難しい研究開発力が必要であり、日本の大学との連携が効果的な場合がある。

(関連する政策議論)

本章で示す事例は、以下に代表例として引用する政策議論に関連している。政策議論の多くは、多種多様な部局をすべて含めた大学全体の分析に基づいているが、本報告書では、部局を工学系に絞り込むことで、政策議論に沿って現状を精緻に分析し、その課題を具体的に提示している。本報告書の「参考 B 科学技術基本計画における民間企業と大学の研究開発力の状況に

関する記述」では、海外の研究機関との対比において日本の大学の置かれた厳しい状況として示された政策における課題認識を整理している。第2章では、その課題認識に対し、工学系においては、日本の大学との連携が海外の研究機関との比較において、研究力強化のために効果的な場合がある事例を具体的に示している。このように、工学系に限定することにより、大学と民間企業の研究開発の課題を踏まえた具体的な対応策が見えてくることを示している。これらから、研究開発分野あるいは、大学部局ごとの政策議論が実効性ある施策へ繋がるとの見方を提示している。

○第6期科学技術・イノベーション基本計画 第2章 1節

(4)項の「価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成」における具体的な取組として、以下が示されている。

・ 企業のイノベーション活動の促進

「欧米企業での社外人材が活躍するダイバーシティの状況や世界各国・企業の取組、2020年度に実施した過去の研究開発事業の分析結果等を踏まえ、研究開発事業について、リニア型ではなく、新たに生じた社会課題等に応じて柔軟に研究開発を進める新たな政策手法の構築を図る。」

・ 産学官連携による新たな価値共創の推進

「大学・国立研究開発法人等有するイノベーションの源泉である知と社会ニーズとのマッチングを加速化するため、産学官共同研究の推進や、若手研究者と産業界とのマッチングを強化する。」

○統合イノベーション戦略 2021 第2章 1節

(4)項の価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成では、以下が示されている。

・ 産学官連携の強化

「産学官が連携して新たな価値共創を促進するため、産学官共同研究の推進や若手研究者と産業界とのマッチングの強化や持続的な産学官連携プロジェクトの組成や事業の高度化の支援等に取り組んできたところである。」、「多様なセクター間の連携・融合を更に強固なものとするべく大学や国立研究開発法人が有する知と社会ニーズとのマッチングの加速化やオープンイノベーション拠点の整備を強力に進める。」

○「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」(2016年、追補版2020年)

文部科学省・経済産業省において民間企業と大学・国立研究開発法人の共同研究に関しては上記ガイドラインを策定し、コスト積上方式ではなく、大学・国立研究開発法人が有する「知」への価値付け(値付け)を行う手法を提示している。

第3章

(概要)

2章で示した大学と民間企業が連携した研究開発における種々な取り組みの中には、大学と民間企業間の研究開発者が現場に集まり、研究開発の進行に応じて、現場で現物を確認することによる検討や知見等の情報の共有が必要な取り組みもある。また、研究開発の目標達成のために、

初期の検討で作成した研究開発仕様を、研究開発活動の進行によって明らかになった結果を踏まえて、修正を加える場合もある。そのため、研究開発者の研究開発現場への相互往訪が必要な場合も多い。そこでは、研究開発連携を活かし、研究開発力強化の施策として、往訪する研究開発者に対する人材育成施策の制度設計が検討できる。

この場合、大学の現場での活動を活かす等により、民間企業の研究開発力強化を目的として、大学と民間企業の取り組みを接続させた博士レベルの研究開発人材育成を実施することが可能である。この取り組みでは、相互に往訪に要する時間も一因となり、民間企業の連携先として日本の大学が合理的との見方ができる。そこで、3章では、具体的に研究開発力強化を目的とした、大学と民間企業が接続した研究開発と研究開発人材育成プログラムについて検討する。工学系における研究開発は、研究分野によって、その性格は大きく異なる。そのため、詳細な検討では、機械・電機・材料分野、化学分野、建築・土木・都市計画分野に分けて個別に検討を進める。

(関連する政策議論)

第4章と併せて後述

第4章

(概要)

3章で示した、民間企業の研究開発力強化における博士課程の役割や課題を深堀する。統計調査等では、大学の博士課程修了者は、民間企業内の研究開発者に期待する研究開発遂行能力や課題分析力を満たさない場合がある、等の民間企業からの厳しい見解がある。一方、大学側からは、民間企業は博士課程修了者の処遇や活用方法への再検討が必要であるとの意見が、特に欧米民間企業との比較からの課題提示が見られる。

精緻な議論を行うには、研究開発分野や民間企業の規模を、実態を正確に把握できるまで細分化し、対象を特定する必要がある。その上で民間企業の現場を比較すると、大きく博士課程修了者の処遇等の実態は異なる場合がある。研究開発分野を細分化して実状を調べると、化学分野の民間企業は比較的博士課程修了者の採用に前向きな場合が多い。大阪大学 大学院工学研究科では、民間企業から積極的な採用の意向が大学へ示され、博士課程修了者の採用予定数は増加傾向にある。一方、機械・電機・材料分野の自動車・電機機器・重工等のディスクリートの製造業では、博士課程修了者の定期的な採用を実施しない民間企業が多い。

博士課程修了者の処遇や活用方法に関しては、日本と欧米の民間企業における研究開発人材の採用プロセスの大きな違いを十分に考慮し、日本と欧米間を比較した。日本と欧米の博士レベル人材の採用プロセスの事例を示し、必ずしも日本の民間企業における博士課程修了者処遇に課題があるとは言えない状況を示す。

(関連する政策議論)

第6期科学技術・イノベーション基本計画では以下に引用するように、博士後期課程に関わる政策が多く示されている。第3章と第4章では、大学の分析対象とする部局を工学系に絞り込み、さらに研究開発モデルの異なる研究開発分野ごとに細分化して、その政策議論を具体的に分析している。研究開発分野ごとに、民間企業と大学の研究開発連携を通じた研究開発人材の育成プロ

セスに関して、現場に即した緻密な分析を行っている。その結果を踏まえ、民間企業の研究開発者育成の視点から、社会人博士の制度を活かした民間企業と大学と接続した育成プログラムを、研究開発分野(あるいは、民間企業業種)間の違いを明確にしつつ分析している。

○第6期科学技術・イノベーション基本計画、および、統合イノベーション戦略2021では、博士後期課程学生の処遇向上とキャリアパスの拡大が指摘され、様々な支援を必要とする学生の分析・フォローアップを継続的に進めるとともに、産業界の協力も得る、産業界と大学が連携して大学院教育を行う、主旨の内容が記載されている。

○第6期科学技術・イノベーション基本計画 第2章 2節

(1)項 多様で卓越した研究を生み出す環境の再構築

現状認識として、「優秀な学生が、経済的な側面やキャリアパスの不安、期待にそわない教育研究環境等の理由から、博士後期課程への進学を断念する状況は、現在、大学や研究現場に蔓延している漫然とした停滞感の象徴であり、中長期的に我が国の競争力を削いでいる。」が述べられている。

○博士課程教育リーディングプログラム

(参考:<https://whitepaper-search.nistep.go.jp/white-paper/view/34582>)

文部科学省では、大学院教育改革の取組として、産業界においても活躍できる博士人材の育成・活躍の方策として、2011年度から実施している。

第5章

(概要)

民間企業における研究開発リーダーの育成について具体例を示す。研究開発リーダーは、大きく2系統の研究開発専門職上級リーダーと技術経営企画管理職に分け、育成の仕組みを示す。大学において、修士課程や博士課程の副プログラムとして、研究開発リーダーの育成を目的として掲げるものも見られる。しかし、研究開発リーダーは、研究開発の企画・チームの牽引力等の、種々の業務遂行能力が必要であり、民間企業ではOJTを核とした経験の積み重ねによる育成の仕組みがある。この経験を通して得られる様々な業務遂行能力は、短期の民間企業での研究開発現場体験や座学では獲得するのは難しいと言える。大学において可能な育成目標は限定的であるとの見方も出来る。

(関連する政策議論)

本章では、主に以下に引用する第6期科学技術・イノベーション基本計画が示す方向性に沿って、民間企業における、研究開発組織のマネージメント・リーダー層に必要な研究開発企画・経営力の育成を行う制度の具体例を示している。実際の民間企業の人材育成とその活用状況を踏まえて、政策議論となっている大学院博士課程の副プログラム等による人材育成施策の検討にも参考となる内容としている。

○第6期科学技術・イノベーション基本計画 第2章 1節

(4)項 価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成
具体的な取り組み

- ・ 挑戦する人材の輩出では、「イノベーションの創出に関わるマネジメント人材をはじめとした多様なイノベーション人材の層の厚みを増すとともに、人材流動性を高めることで質の向上を図るため、イノベーション人材の育成と活躍の場を創出する。そのため、これまでの人材育成に関する議論の蓄積も踏まえ、2023 年度までにイノベーション人材育成環境の整備に関する実態調査やベストプラクティスの周知等に取り組む。」と記載されている。

なお、本報告書は、科学技術・学術政策研究所 第2 研究グループが政府統計の一つとして、毎年実施している「民間企業の研究活動に関する調査」のケーススタディとしての位置づけを担うことも想定して作成している。民間企業の研究活動に関わる全般的な統計データは上記報告書を参照いただきたい。

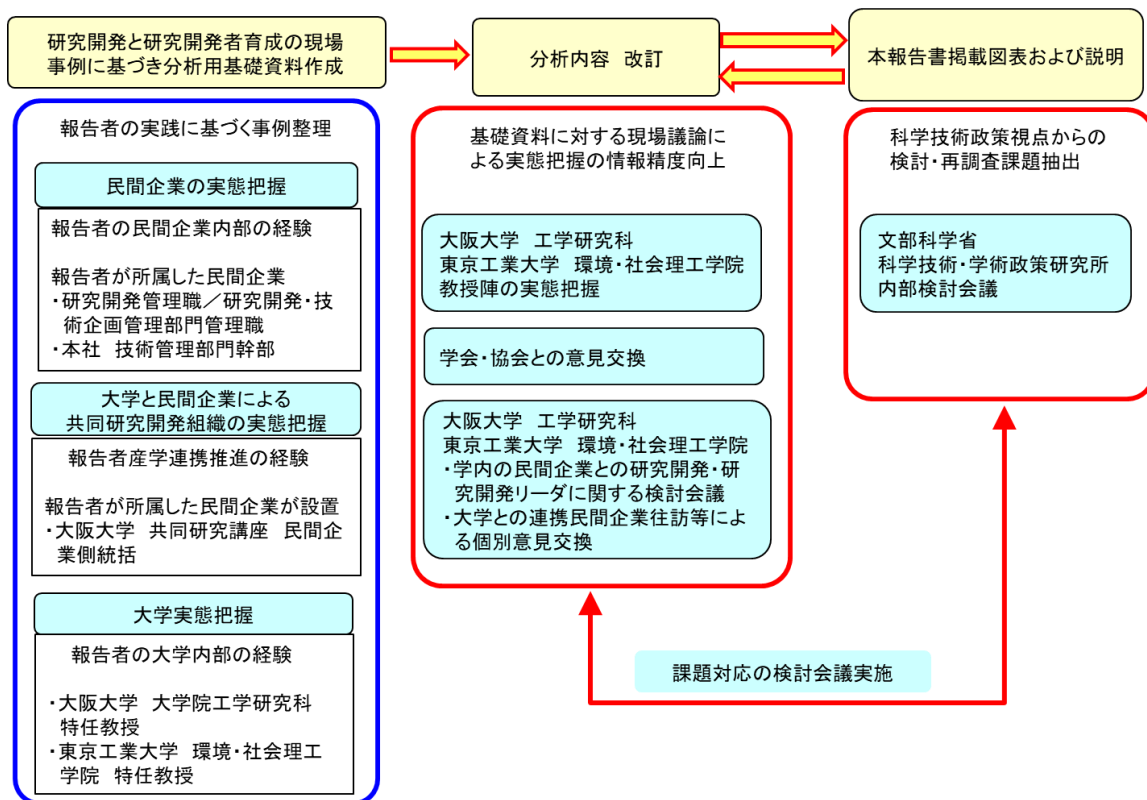
なお、本報告書における、社会人博士の状況に関しては、大阪大学 大学院工学研究科において実施した、対象者へのアンケート調査結果を多く参照している。参考 D で、アンケートに関して、概要を説明する。

1. 調査の方法

本報告書では、研究開発の実態を精緻に把握するために、図表1に示すプロセスで研究現場との議論を繰り返した。図表1の内容を以下に説明する。

- ① 報告者が携わってきた、民間企業での研究開発、研究開発企画・推進・管理、産学連携組織管理、研究開発者採用・育成、大学での科学技術政策の視点を含めた工学研究科のありようの検討活動等の、現場での実践経験を事例として整理し、関係者との具体的な議論のたたき台として提示する基礎資料を作成した。
- ② ①で作成した基礎資料をレビューする検討会議を実施した。具体的には、大阪大学 大学院工学研究科の運営を担う副研究科長級、および種々の部門の責任を担う教授陣、東京工業大学 環境・社会理工学院の学院を管理する教授、工学系の学会の理事、大学内の民間企業との産学連携組織の責任者、等との様々な検討会議を実施した。その結果に基づき、基礎資料の内容の修正や追加を行い、分析を進めた。
- ③ ②の途中段階の分析結果は、節目ごとに科学技術・学術政策研究所の第2研究グループと議論を行い、関連する科学技術・学術政策研究所の報告書や関連する審議会等での議論との比較検討の上、調査課題を抽出し、図表1に示すプロセスを繰り返した。

図表1 調査の方法



2. 民間企業の大学との連携において大学が担う実態の整理

国力の源泉を創る担い手の一つである民間企業では、研究開発企画から製品開発・製造までの種々の業務において、日本の大学との研究開発連携がある。一方、民間企業は、海外の大学等の研究開発機関と研究開発連携を実施し、研究開発の外部化先として活用する事例も見られる。近年、特に研究開発目標が明確で、かつ大規模の研究開発の外部化では、海外の研究開発機関との取り組みを選択する民間企業もある(脚注の大学ランキング参照)。

民間企業は、大学との研究開発連携において、今まで明らかにされていない理論等を創造する研究開発で、大学に多くを期待するとの見方がある。その見方では、研究開発連携先として選択する大学の研究開発力を、論文に関する指標を参考にする場合がある。論文の各種指標に特に注目すると、海外の主要大学は日本の主要大学より数値が高い傾向があり、民間企業の研究開発連携先として日本の大学には課題があるとの見方がある(脚注参照)。

論文の各種指標の数値は、大学の研究開発力等の現状を分析する上で重要な指標とは言える。しかし、論文の指標は、大学の機能の一面の評価である。民間企業が研究開発において大学と連携する場合は、上記で述べた、「今まで明らかにされていない理論等の創造」を対象とするよりもむしろ、事業における課題を解決する開発・技術的改善等の取り組みが中心であると言える。それは、論文の指標単独では大学の研究開発能力を評価できないと考えられる。

本章では上記を踏まえて、民間企業の種々の業務を示し、民間企業の大学との研究開発連携において日本の大学が担う実態を例示する。そこから見えてくる、民間企業と日本の大学との研究開発関連業務連携について分析する。

(脚注)

世界大学ランキング(2021-2022年)において、指定国立大学の総合大学は Times Higher Education では 30 番台から 300 番台、QS 大学ランキングでは、20 番台から 100 番台である^{注1}。海外には、指定国立大学より上位に位置付けられる多くの大学がある。また、大学の状況を把握する基礎データとして用いられる論文の各種指標は、指定国立大学においても海外各国のトップグループ大学と比較すると高くはないとの評価と言える。例えば FWCI は指定国立大学の総合大学でも、1.084~1.320 である^{注2}。FWCI が 1 以上、5 年間(2016-2020)で 2,000 本以上論文を発表している世界の大学(日本のみ全国立大学と日本の論文数シェア 0.05%以上の大学を追加)を研究大学としてピックアップ(約 1,800 大学)した上位 100 位のデータは 2.157 であり、指定国立大学の総合大学より数値は高い^{注2}。

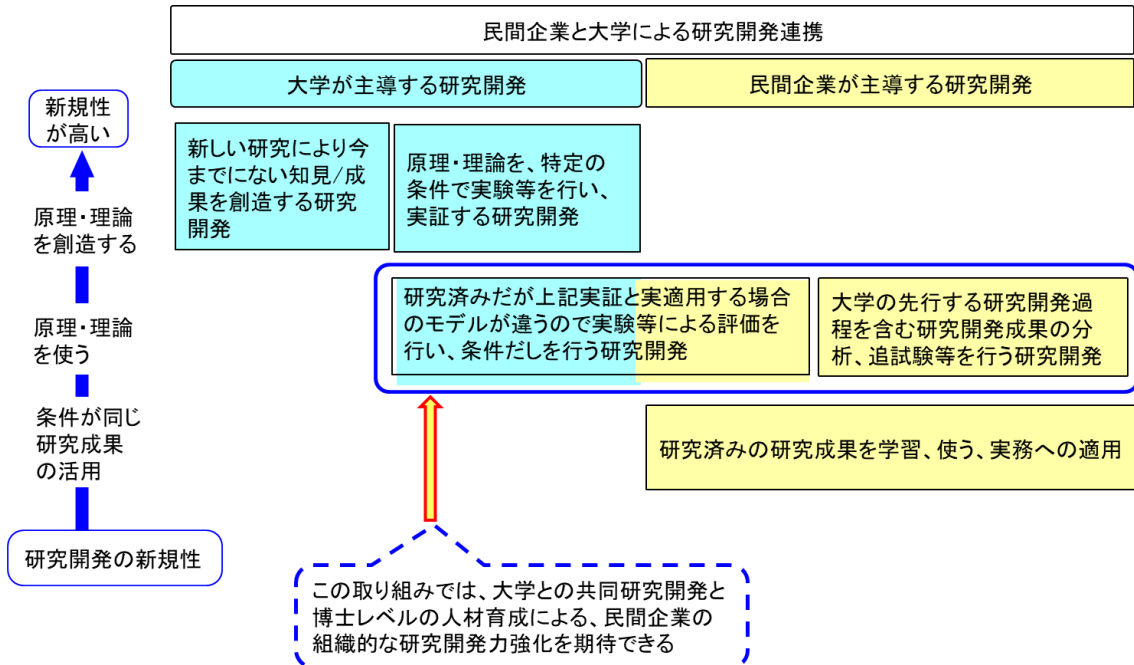
注1)注2)

数値は、文部科学省から公表された「第 4 期に向けた指定国立大学法人構想の展開について」(令和 4 年 3 月 29 日)から、注1)は別添5「大学ランキングの状況」から、注2)は別添2「指定国立大学法人の研究力に関連した基礎データ(2016-2020)」から引用。

FWCI は Field Weighted Citation Impact である。

2.1 研究開発

図表2 研究開発における民間企業と大学との連携



本報告書での「研究開発」の範囲は、研究所における研究開発、および、事業部門における製品開発・製造にかかわる開発・技術的改善を含めている（「参考 A 研究開発段階について（用語の定義等）」に示す総務省 統計局の用語解説に基づく）。

民間企業の大学との研究開発連携の内容を大きく整理すると以下の3種類となる。

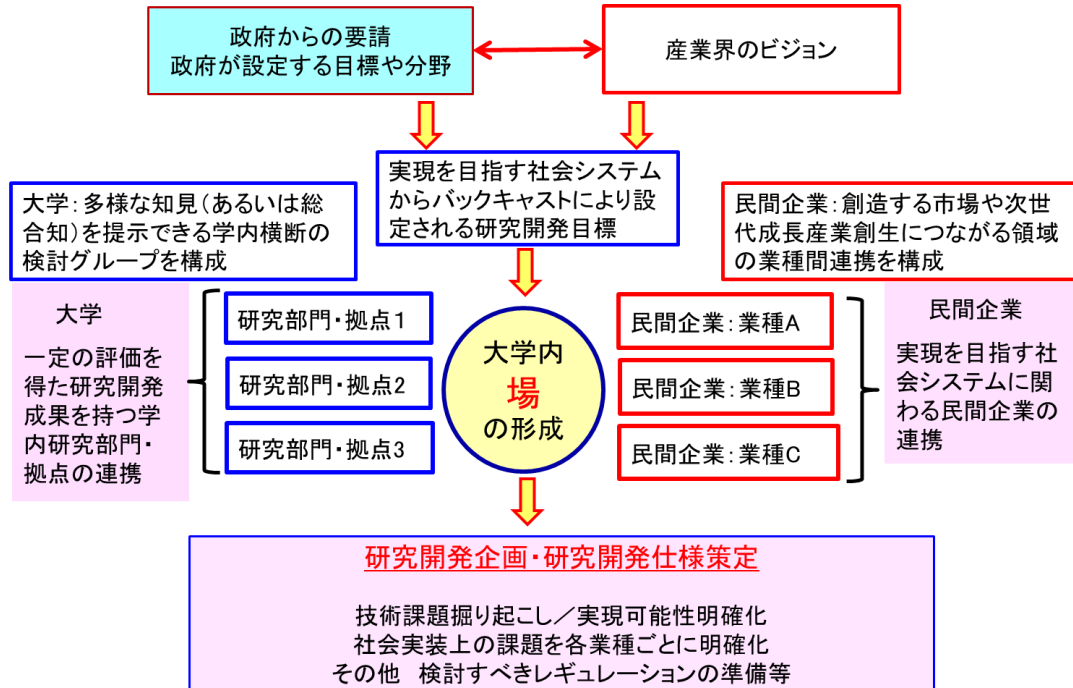
- ①原理・理論を創造する
- ②原理・理論を使う
- ③条件が同じ成果の活用

これらは、図表2のように整理できる。民間企業の大学との研究開発連携は、①の「原理・理論を創造する」新しい研究により今までにない知見を創造する取り組みが中心となっていると理解されている場合が見られる。しかし、民間企業が実施する技術開発における大学との連携では、既に体系化された大学の研究開発成果を深く理解し、大学が創造した研究開発成果の前提となるモデルの変更が主となる場合がある。実際に、②の「原理・理論を使う」に位置づけできる研究開発を大学が担うことは、「原理・理論を創造する」研究を担う場合よりも多いとも言える。実適用へ向けてのモデル変更とその検証による技術の実用化は民間企業の研究開発部門で実施される。

②の「原理・理論を使う」、③の「条件が同じ成果の活用」、では、民間企業の研究開発者が大学において大学の先行する研究開発成果を分析、追試験するなど、大学での研究開発が効果的な場合もある。その場合、研究開発と博士レベルの人材育成を両輪とした大学との連携による、民間企業の組織的な研究開発力強化も検討される。

2.2 研究開発企画・研究開発仕様策定

図表3 研究開発企画・研究開発仕様策定における民間企業と大学の連携



民間企業と大学が連携する取り組みには、研究開発企画・研究開発仕様策定を目的にしているものがあり、その全体像の整理例を図表3に示す。個々の民間企業の取り組みが相互に影響を与える社会システム等の実現上の課題の検討では、大学の中立的立場を活かして、特定の民間企業の意見に偏らない取りまとめを大学が担うことが期待できる。その協議・検討の「場」を大学内に設置する。大学は、学内の研究部門や拠点が集まり、様々な研究分野における長年の取り組みから蓄積された多くの知見を活かして、多角的な視点が必要な研究目標設定に関与できるポテンシャルがある。

例えば、あるべき社会を議論し、そこからバックキャストにより研究目標を設定し、研究開発企画・研究開発仕様を策定する「場」を学内に設置する。「場」の活動では、課題に関連する種々の研究開発で一定の評価を得ている教員と、課題に関わる業種の民間企業のキーパーソンが集まり議論を推進する。大学は、多様な知見(あるいは総合知)から、種々の貢献を担うことも期待される。民間企業は、創造する市場や次世代成長産業創生につながる領域の業種間連携となる。

あるべき社会の例として、環境にやさしく災害に比較的強い街を設定し、研究開発企画を策定する、大学と民間企業の取り組み例を説明する。具体例として、マンションの敷地内に、電気自動車用充電設備を設置した電気自動車専用のカーシェア駐車場を設置する場合を取り上げる。電気自動車とそのカーシェアは環境にやさしいと考えられている。さらに、災害に比較的強い街の視点を加える。電気自動車の蓄電量は1台で一般家庭3日分あるといわれている。そこで、電気自動車がマンション住居の3軒あたり1台の台数がカーシェア用に駐車されていれば、災害時等で電力

系統からマンションの住居に電気が供給されなくなった場合には、各軒が仮に電気をフル使用しても、まる 1 日電気自動車からマンションの住居へ電力供給できる。

上記で示した都市計画では、建築業界、自動車業界、電機機器業界、他各種サービス業界が連携する。大学が中立な立場で「場」を形成し、大学内の「総合知」を駆使する。「場」では、綿密な技術確立可能性からの目標とする社会システムの妥当性評価、社会実装上の課題の明確化、社会科学の視点からの規制や人の行動等の検証等を行い、研究開発企画・研究開発仕様策定を行う。

一般に、上記で例示した取り組みを民間企業間のみで実施すると、当該事業領域の取りまとめ的な民間企業が検討を牽引する傾向がある。大学という「場」における研究開発の視点での取り組みでは、参画する民間企業間は同列としての議論ができる。その結果、参加民間企業にとって、適切な研究開発企画を検討できるとも言える。

2.3 海外の研究開発機関との対比における国内の大学の位置づけ

国際的な競争下にある民間企業は、研究開発の連携相手の選定において海外の大学等の研究開発機関も対象としている。特に、海外事業推進では、地産地消の視点から、当該国の大学との研究開発連携が、日本の大学との連携より合理的であるとの判断も行われる。そのため、連携相手としての日本の大学の位置づけに関して種々の議論がある。例えば、第 5 期の基本計画では「我が国の研究開発力の課題」として取り上げている。そこでは、民間企業の研究開発の連携先として、日本の大学は海外の大学等との厳しい競争下にあるとの認識が示されている(本報告書「参考 B 科学技術基本計画における民間企業と大学の研究開発力の状況に関する記述」参照)。

日本の民間企業は、比較的大規模で研究開発仕様が明確な研究開発課題の遂行を外部化する場合がある。ここで外部化とは、民間企業の研究開発組織機能の一部を担うような、開発力の社外への拡張とも言える取り組みを想定している。外部化では、国内よりも海外の大学等の研究開発機関を活用する場合がある。この背景の一つとして考えられるのは、海外の大学等の研究開発機関は、外部からの研究開発をビジネスとして明確に位置づけていることである。そのため、研究開発を計画的に進め、結果に対してコミットメントすることを重要視するケースが多い実態がある。

一方、民間企業の研究開発の連携先としては、国内の大学が海外の大学等の研究開発機関と対比して、効果的に推進できる場合が種々考えられると言える。既に分析したように、海外の大学等の研究開発機関との連携では、研究開発仕様が明確であり実施計画を契約として合意後には、計画に沿って研究開発が進み期限までに所定の目標に沿う成果が提示される確率が高いと言える。しかし、海外の研究開発機関は、海外という往訪が容易でない場所に位置しているという問題がある。そのため、オンライン会議では難しい、研究開発者の頻繁な相互往訪による「現場」での「現物」の確認による状況の確認にもとづく研究開発経過の評価を行うとともに、研究開発者間で相互理解を深める検討会議を行うことは難しい。通常、海外の大学等の研究開発機関とのそのような検討会議は、計画上の節目における中間評価時点にと限られる。結果的に、研究開発結果のみ成果として得ることになる場合が多いと言えよう。

民間企業の組織の研究開発力強化の視点から分析すると、海外の研究開発機関との連携で

は、民間企業の研究開発者が、連携先の研究開発機関が取り組む研究開発のプロセスへかかわる機会が少ない。民間企業の研究開発者の OJT 効果は少ないと言えよう。民間企業の組織の研究開発力強化では、一定人数の組織内の研究開発人員を連携相手の研究開発機関との研究開発遂行に密接に従事させることは、効果的である。研究開発途中プロセスでのデータや知見の共有、分析は、研究開発者の能力育成に効果的である。さらに、研究開発推進の能力育成として、自らが所属する民間企業の研究開発組織とは異なる、研究開発の PDCA を経験として積ませることは効果的である。

研究開発組織の持続的・継続的な研究開発力の強化では、研究開発人材(戦力)の増強が重要な要素である。民間企業は研究開発の外部化を活かして研究開発力の強化を行うには、研究開発結果のみ得るのではなく、外部化先との密接な人的交流連携を通じた当該技術分野の人材育成強化とセットですすめることが望ましいと考えられる。

上記と合わせて、海外の研究開発機関との連携において研究開発遂行上課題となる場合があると考える項目を以下に示す。これらの項目は、日本の大学との連携では、対処する種々の方法が考えられ、海外との比較において日本の大学側は柔軟に対応する場合があると言える。

- ① 研究開発契約において必要な研究開発仕様を、契約時点で詳細に記述することは難しい場合がある。研究開発仕様は、研究開発の進行によって詳細が段階的に確定する場合、各段階での改訂が必要となる場合がある。
- ② ①では、研究開発仕様の改訂により、当初想定した技術領域群に別の研究領域を追加、あるいは入れ替えする場合、研究開発体制の途中変更が必要となる。
- ③ ①②では、研究開発遂行課程において PDCA を回す頻繁な研究開発者間の検討会議が必要となる。web 会議システムが進歩しており、往訪することなく現場の映像を確認しながらの打ち合わせも容易である。しかし、工学系では、往訪により、実験や実物検証を現場で現物を見ながらの現実的な検討が必要となる場合も多い。これらの研究開発活動を、全てを web 会議システムで進めることは難しい。

本節で分析した内容に関連して、第 5 期他の基本計画の内容を踏まえての補足を、本報告書「参考 B 科学技術基本計画における民間企業と大学の研究開発力の状況に関する記述」において示す。

3. 大学と民間企業の取り組みを接続させた研究開発と研究開発人材育成

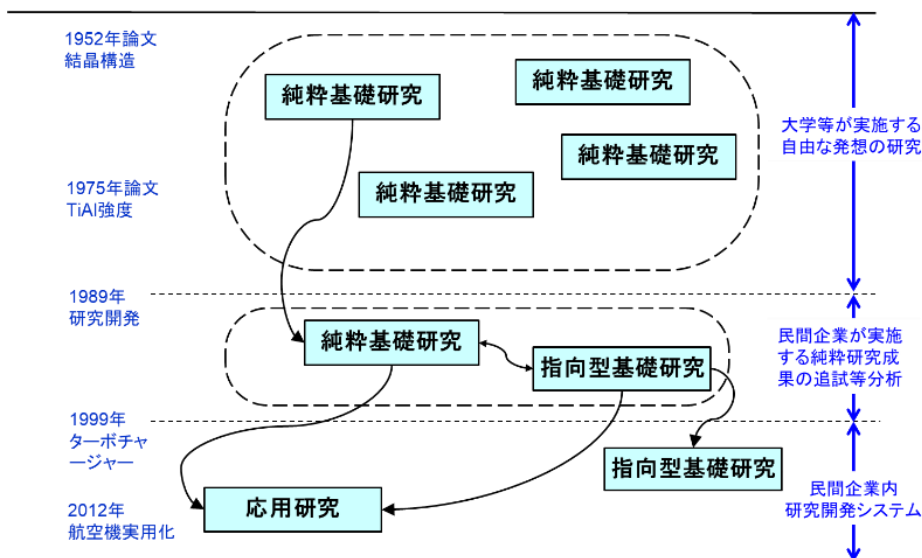
2章では、大学と民間企業が連携した研究開発について、種々な取り組みを整理して示した。その中には、研究開発の進行に応じて、現場で現物を確認することによる検討や知見等の情報の共有が必要な取り組みもある。また、研究開発の目標達成のために、初期の検討で作成した研究開発仕様を、研究開発活動の進行によって明らかになった結果を踏まえて、修正を加える場合もある。そのため、研究開発者の研究開発現場への相互往訪が必要な場合も多い。ここでは、研究開発連携を活かし、研究開発力強化の施策として、往訪する研究開発者に対する人材育成施策の制度設計が検討できる。この場合、地理的優位性等から、民間企業の連携先として日本の大学等の日本の研究機関が、海外の研究機関と比較し有利との見方ができる。

上記視点から本章では、2章での分析を踏まえ、研究開発人材育成を含めた研究開発力強化施策としての、大学での取り組みと民間企業の取り組みを接続させた研究開発連携を検討する。研究開発者の育成プロセスは、研究開発モデルと密接な関係がある。研究開発モデルは、研究開発分野により異なるため、機械・電機・材料分野、化学分野、建築都市計画分野に分けて、大学と民間企業が取り組みを接続させた研究開発と研究開発人材育成を検討する。研究開発段階の用語等は本報告書の「参考 A 研究開発段階について(用語の定義等)」に沿っている。また、本章で示す内容は、1章の調査の方法で示した手順を踏み、可能な限り実態を精緻に押さえた上での分析結果を、ケーススタディとして提示している。

3.1 機械・電機・材料分野

○研究開発モデル

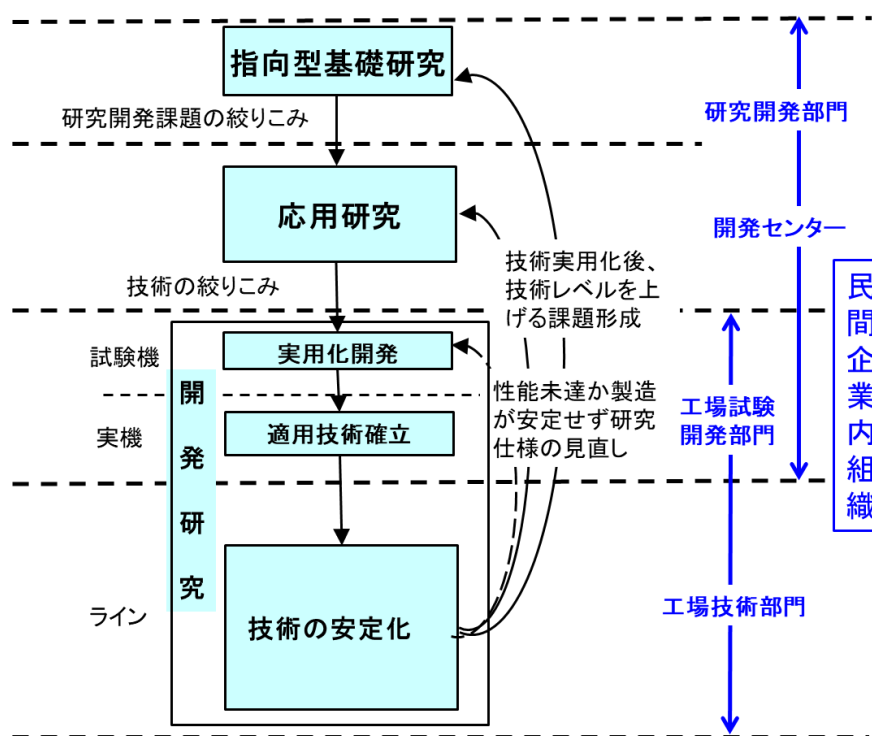
図表4 研究開発モデル(純粋基礎研究から応用研究段階):機械・電機・材料分野



機械・電機・材料の研究開発が主要な位置づけとなる業種は、自動車・電機機器・重工等のディスクリート製造業である(以下、ディスクリート製造業)。

図表4は、純粋基礎研究段階から応用研究段階の大学と民間企業における研究開発の取り組みを示している。参考として、航空機エンジンで使われる耐熱合金の研究開発履歴の一つの捉え方の例を付記している。民間企業は、純粋基礎研究段階では世界の大学等研究開発機関を対象に、そこでの研究開発動向を注意深く把握する活動を実施する。一般に、この研究開発段階では研究開発そのものには通常取り組まず、注意深く研究開発動向を調べるまでの取り組みが多いと言える。民間企業が研究開発資源(人・物・資金)を投入し、組織的に研究開発に着手するのは指向型基礎研究段階からが多く、応用研究への展開の可能性が見えてきた純粋基礎研究成果の追試や分析等に取り組む。民間企業は、純粋基礎研究を大学等研究開発機関において行われる自由な発想の研究としての取り組みとして位置づけ、世界中の大学等の研究機関の研究開発成果を注意深く分析している場合が多いと言える。

図表5 研究開発モデル(指向型基礎研究から開発研究段階):機械・電機・材料分野



指向型基礎研究から開発研究段階の詳細を図表5に示す。参考までに、民間企業内の対応組織例を付記している。図表に示すように、民間企業には研究開発段階に対応した種々の研究開発部門が設置され連携した取り組みを行っている。各研究開発段階の取り組みを、民間企業における部品の再検討の研究開発を取り上げて示す。指向型基礎研究では、部品に要求される価値(コストを下げる、機能を上げる、再利用可能とする等)向上を目標とする研究開発課題を種々設定する。個々の研究開発課題は、様々な技術による実現可能性を評価する等の研究を通して、応用研究へ進めることが妥当な研究開発課題を絞り込む。

応用研究では、実用化を視野に、種々の研究開発が実施される。例えば、材料を使う場合に、

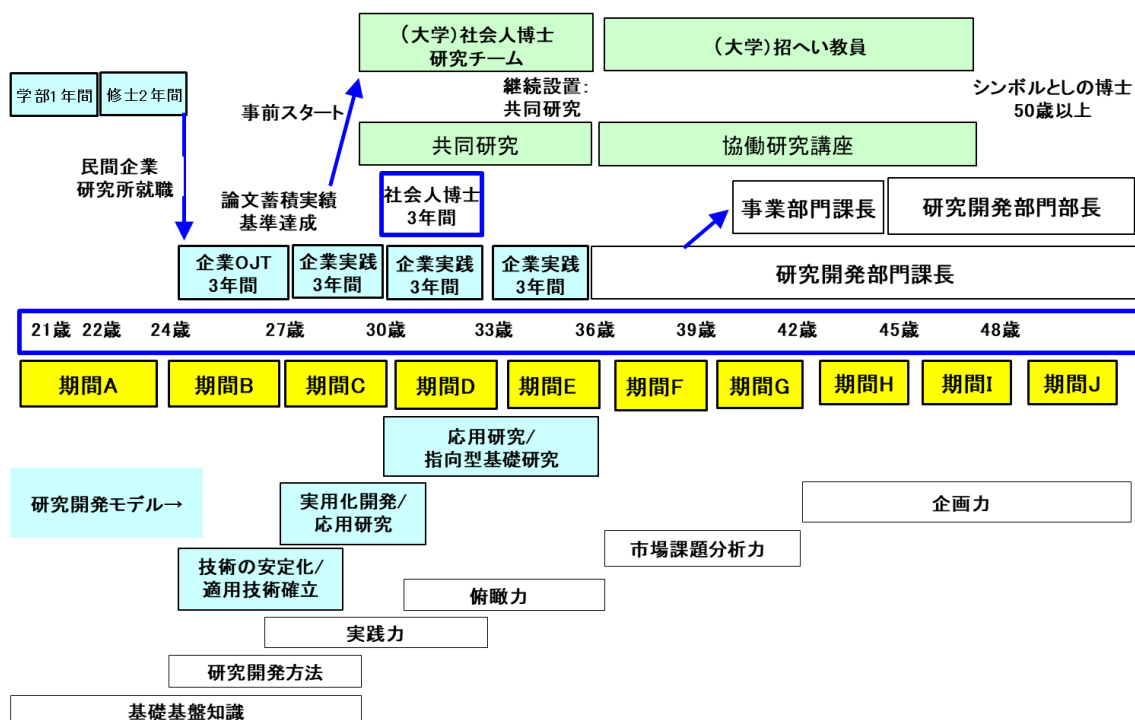
材料を加工して部品等で使われる形(構造化)にする「材料構造化」の技術の研究開発種々行う。特性の良い材料候補を決め、材料に関する技術を絞り込む。材料構造化技術の開発の見通しがたらずに、再度材料の指向型基礎研究段階に戻る場合もある。開発研究に着手するに際して、応用研究成果として見いだされた種々の材料を、その材料を用いた部品の機能を基準に再評価を行う。その結果から機能向上の可能性の高い材料に絞り込む。

開発研究の「実用化開発」では、応用研究までにおいて開発した材料構造化を含む技術を適用し、試験機を用いて部品製造を試行することにより、種々の製造技術等を開発する。開発研究の「適用技術開発」では、実機を用いて、実際の製造ラインで安定的な製造が可能となるまでの開発が進められる。開発研究の「技術の安定化」では、工場の製造ラインにおいて、部品の安定的な量産が可能で、不良率が目標値以下となる見込み等によって技術は評価される。合わせて、製造コストが目標値以下となる技術に絞り込みを行う。部品性能未達か製造が安定せず、応用研究段階に戻る場合も少なくはない。

このように、新たな部品の研究開発では、製造ラインにおける量産化までには、多くの重要な解決すべき技術的な課題があり、研究開発着手から開発研究を完了できるまで5年以上を必要とすることも珍しくはない。

○大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム

図表6 大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム:機械・電機・材料分野



図表6は、大学および民間企業の、各々の研究開発組織としての強みを活かした研究開発者育成接続プログラムの一例である。研究開発者の育成期間の単位を3年間とし、また、図表5に示した研究開発モデルと対応させている。博士課程は3年間が標準期間であるが、民間企業でも3年間を一つの区切りとした育成期間を設定する場合がある。合わせて、図表には民間企業の研究開発者として期待される能力を例示している。

・期間 B 25-27 と期間 C 28-30

機械・電機・材料の研究開発が重要な位置づけとなるディスクリートの産業で開発する製品は、図表5の説明で用いた部品研究開発例のように、技術が複雑で多種多様な仕様を満たすかどうかの多くの検討が行われる。理論検証が中心となる大学での実験は単純化されるが、民間企業の実験は、技術が多種多様な仕様を満たすかを実用化基準で評価するため、複雑で大掛かりな実験となる場合が多いと言える。そのため、民間企業において研究開発者が身に付けるべき研究開発遂行方法は、修士課程修了後に民間企業の研究開発部門での OJT による実践により育成できると言える。同様に、将来研究開発を牽引する研究開発のプロジェクトリーダーの基礎能力を身に付ける育成も、実践の場を持つ民間企業内での実施が効果的である。この件に関する詳細な説明と議論は第4章で行う。

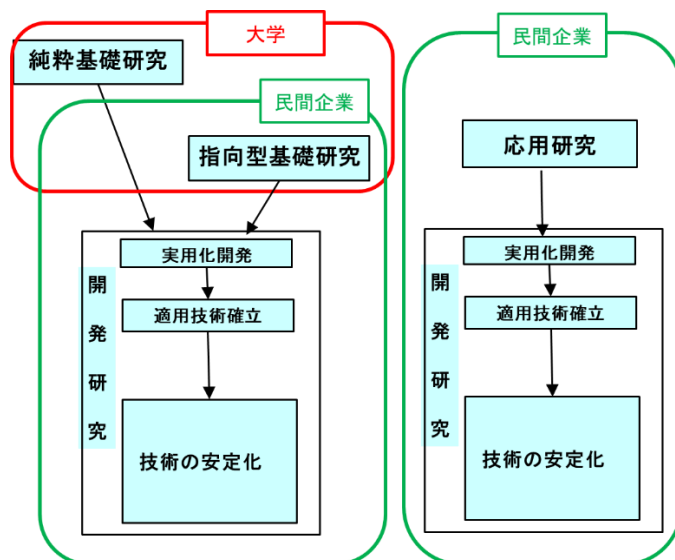
・期間 D 31-33 と期間 E 34-36

民間企業の研究開発組織を牽引する研究開発者は、市場価値の高い新製品実現のために必要となる技術を見極め、その技術を実現する研究開発の計画を策定の上、推進する能力が必要と考えられている。そこでは、技術を体系的に深く理解し、研究開発により実現できる技術の可能性を見極める能力も要求される。この能力の育成では、大学という場での研究開発の実践に期待できる要素があると言える。具体的には、大学は、論文作成を必須とした研究開発活動、研究理論等の体系的な知見の蓄積活動、国際的な大学間の教員交流等による先端の研究開発動向を把握する活動等、学究の場としての本質的な研究開発環境を備えている。その研究開発環境を活かすことで、研究開発組織を牽引する研究開発者として要求される能力の育成場とすることが考えられる。そこで、民間企業での研究開発に従事しつつ、並行して社会人博士の制度を活用し、大学にて研究開発を行う育成プログラムを検討する。これは、次の期間 H~J で要求される研究開発の企画力を身に付ける、研究開発業務経験を効果的に積み重ねるに際し、基礎力となると考えられる。

3.2 化学分野

○研究開発モデル

図表7 研究開発モデル:化学分野



化学分野の研究開発モデルを図表7に示す。図表7の左側枠は、例えば高吸水性樹脂のような化学素材を、プラント等で量産するまでの研究開発の流れを表している。純粋基礎研究や、指向型基礎研究から開発研究に進むモデルである。化学分野は、例えば、純粋基礎研究段階でのフラスコ実験で見いだされた材料合成の化学反応式等の成果は、開発研究段階でのプラントでの量産に必要な技術確立に必要な種々の課題解決に、本質的な指針を与えると言われる。

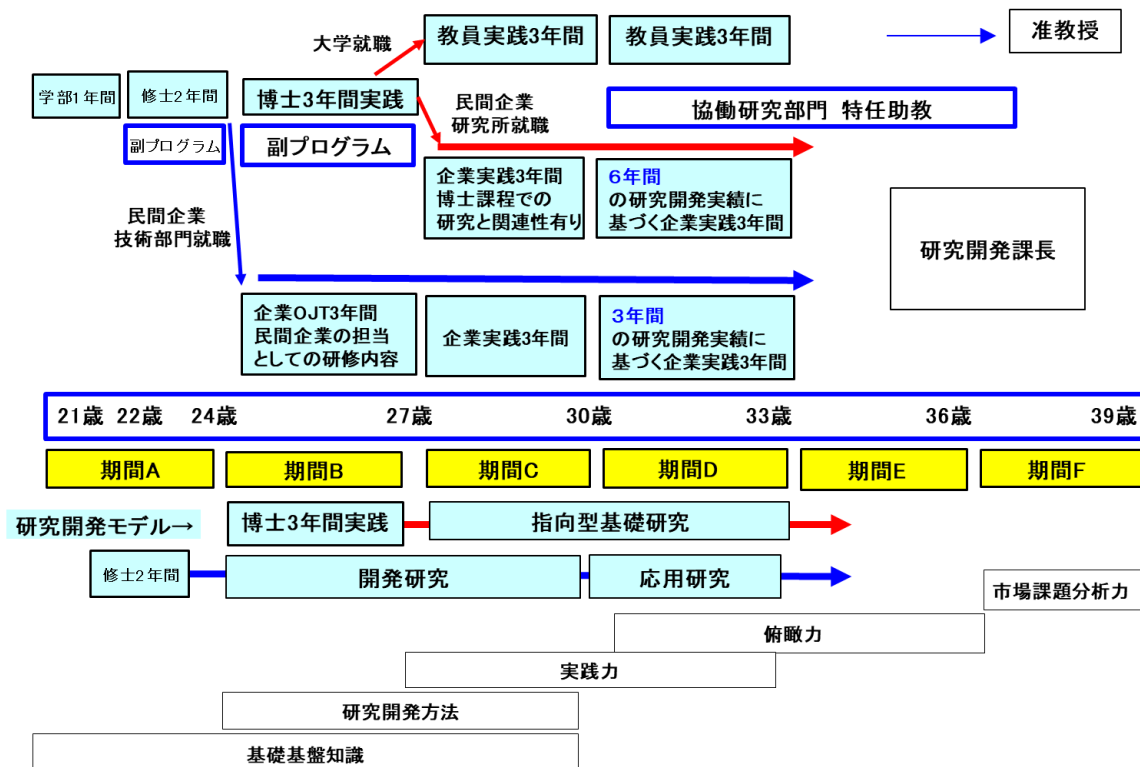
3.1節で取り上げた機械・電機・材料分野におけるディスクリート製造業では、指向型基礎研究・応用研究段階で開発された技術は、製造検討段階で解決すべき課題が複数見いだされ、適用技術確立を断念することは少なくない。大学の指向型基礎研究の取り組み成果を民間企業の応用研究・開発研究へ繋げるに際してのギャップは通常大きい。一方、化学分野では上記で述べたように、大学で取り込まれる、新しい化学反応式を確立する等の純粋基礎研究成果は、民間企業の開発研究に通常は繋がる。そのため、大学の取り組みは、民間企業の研究開発システム内に位置づけることができる場合が多い。開発研究では、例えば、化学反応式はそのまま使い、化学反応に必要な触媒の選択を変える取り組みが行われる。大学は研究遂行において高価な触媒を使う場合があるが、民間企業の事業適用ではコスト的に妥当で、かつ供給も安定した触媒を再選択する場合がある。通常は、大学の研究で見いだされた触媒の仕様から代替する触媒の検討を進めることができ、大学の研究成果を活かせると言える。

図表7の右側枠の研究開発の流れにおける応用研究は、例えば、図表7の左側枠にて研究開発された化学素材の特徴のある機能を活かした製品を実現する取り組みである。化学素材の用途を種々探索する取り組みも重要な取り組みとなる。例えば、化学素材を高吸水性樹脂とすると、それを紙おむつへ適用する研究開発である。一般に、化学素材の用途は多岐にわたり、民間企業の

応用研究において種々の可能性が検討される。

○大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム

図表8 大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム:化学分野



図表8に化学分野の大学と民間企業の研究所における研究開発者育成接続プログラムの一例を示す。化学分野では、修士課程から博士課程へ進学する学生は、工学系の他の分野と比較して多い。民間企業は、博士課程学生の採用に関して比較的前向きである。図表7の研究開発モデルで示したように、化学反応の新しい知見、および、化学反応にかかわる多様な研究開発に取り組んでいる博士課程学生の研究開発能力と経験に対しては、民間企業の期待は高いと言える。民間企業の学生採用では、博士課程3年間の取り組みは評価されている場合が多い。

修士修了者が民間企業へ就職する場合には、本人が希望する化学分野の特定の研究開発課題(例えば、有機または無機、生物系)に取り組む職場への配属は必ずしも保証されていないと言える。修士修了者の場合、本人の希望はある程度は考慮されるが、民間企業の社内の現場からの新入社員配属要望数を満たすように、配属先は割り振りされる場合がある。博士課程修了の学生は、自ら取り組んできた研究課題が尊重され、本人が希望する研究開発に従事できる部門へ配属されると言える。

民間企業の研究開発者育成プロセスと博士課程の3年間のプロセスの接続は良いといえる。一

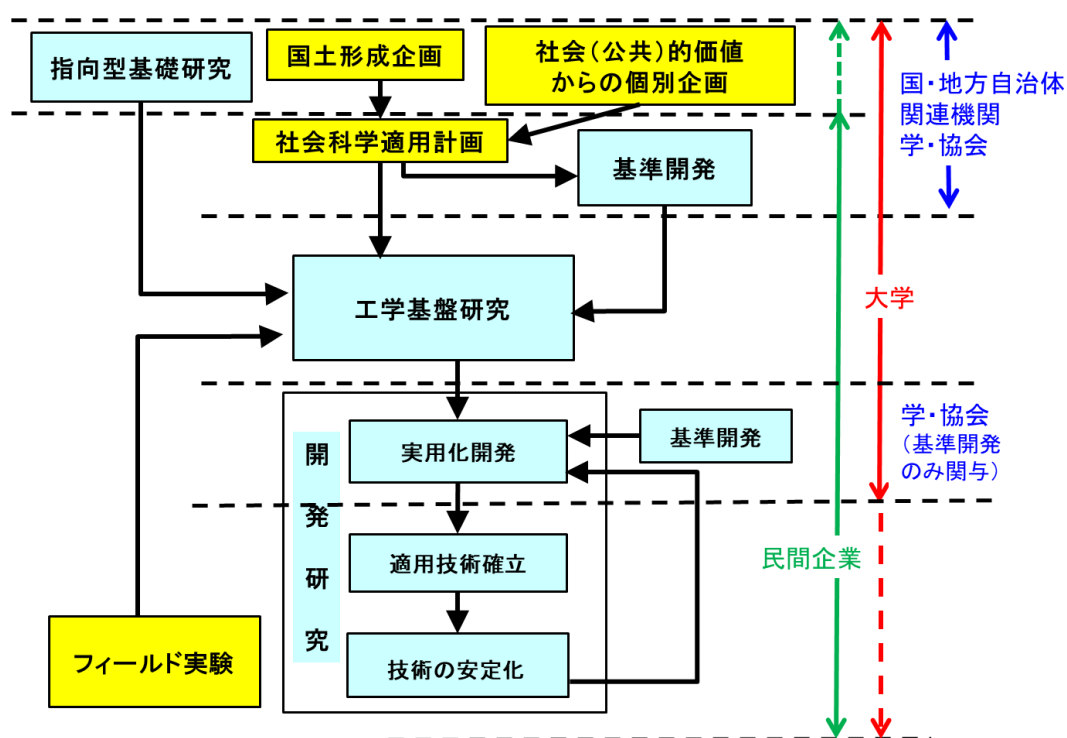
方、社会人博士に関しては、工学系の他の分野と比較すると学生数は少ない。

なお、化学工業と呼ばれる化学プラントは、機械・電機・材料分野であり、化学分野とは異なる。

3.3 建築・土木・都市計画分野

○研究開発モデル

図表9 研究開発モデル:建築・土木・都市計画分野



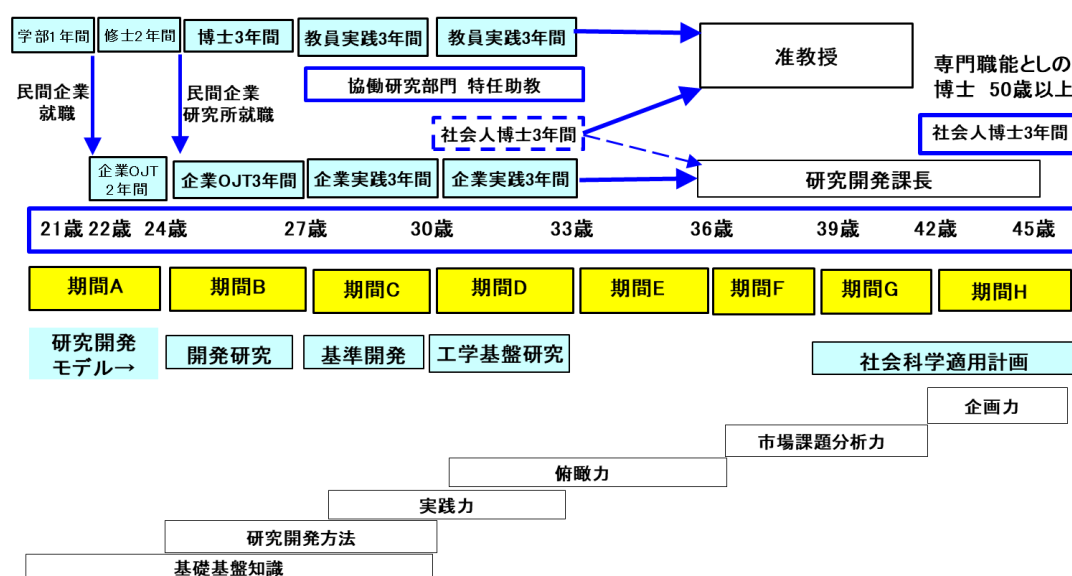
図表9に研究開発モデルを示す。上流の取り組みは、国土形成企画、個々のインフラ施設に関する社会(公共)的価値からの個別企画、および社会科学を適用した計画(図表中 社会科学適用計画)にかかわるものとなる。社会科学適用計画において必要となる技術例を示す。例えばアセットマネジメントにかかわる技術が該当する。施設の維持管理に必要な費用は少なくはない。長期間となるライフサイクル全期間の維持管理費用は、施設の建設費用より多くなる場合も多い。アセットマネジメントは、例えば設備の維持管理手段として、①定期的な設備の保守を行う選択とするか、②定期的な保守を行わずに設備の状態を計測し、設備の機能に支障を生じる可能性がある場合に設備の修復を行う選択とするか、等を理論的に選択する技術である。対象物の劣化等の状態を技術視点から厳密に評価することなどから安全・安心基準を満たすか確認の上で、ライフサイクル全体での必要コストを最小にする精緻な経済計算を行う技術である。その技術確立が社会科学適用計画の研究開発等に該当する。

開発研究につなげる上流の研究開発段階は、基準開発、工学基盤の段階となる。基準開発は、構造物の地震に対する安全基準等、様々な社会的価値を確保するために設定する基準にかかわ

るもの等がある。工学基盤は、建築・土木・都市計画分野では、数多くの基盤技術が関与し、個々の研究開発と、その統合化(シンセシス)としての研究開発がある。統合化は、建築・土木・都市計画分野で重要な研究開発の一つである。他の研究開発分野における指向型基礎研究成果やフィールド実験結果から工学基盤研究に進む取り組みもある。

○大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム

図表10 大学と民間企業連携による研究開発者育成接続プログラム
:建築・土木・都市計画分野



図表10に建築・土木・都市計画分野における、大学と民間企業研究所における研究開発者育成接続プログラムの一例を示す。この分野では、民間企業・国土交通省等その他官公庁等関連機関などの組織において、およそ50歳以上の中堅以上のリーダー的な立場に達した後、博士の学位を取得する場合がある。3.1節と3.2節で扱った研究開発分野と比較すると、その数は多い傾向が見られる。多様な経験を積み、関連技術・基準を高度に理解し、国の審議会、業界の基準策定や検討会合を牽引する立場として、博士の学位保有が期待される場合がある。“専門職能”としての博士とも位置付けられ、建築・土木・都市計画に関わるプロジェクト等に一定以上従事することで得られる経験値の体系化を軸とした博士論文をまとめる傾向がある。

例えば、博士論文として、あるべき社会として環境にやさしく災害に比較的強い街の企画に関する経験知の体系化に取り組む。例えば2.2節の研究開発企画・研究開発仕様策定における民間企業と大学の連携で例示した、マンションの敷地内に、電気自動車用充電設備を設置した電気自動車専用のカーシェア駐車場を設置である。カーシェアにより「環境にやさしい街」、そして非常時には電気自動車からマンションの住居へ電力供給により「災害に比較的強い街」を同時に実現する、社会システムを研究開発対象とする。様々な規制、電力系統技術、分散電源技術、社会科

学、建築工学など多くの経験知が必要となる。

社会人が博士を取得する場合、大学側は社会人博士課程への入学を勧める傾向があり、図表中にも社会人博士と記載している。幾つかの大学現場の認識として、この分野における専門職能としての博士取得では、大学によっては社会人博士ではなく、論文博士での博士取得の場合が見られる。この分野では、30歳から36歳の図表のDやEの期間に社会人博士を目指す場合、工学基盤を研究開発対象とし、民間企業から大学等公的研究開発機関へ異動する傾向あるとの見方がある。なお、機械・電機・材料分野においては、この期間の社会人博士としての取り組みは、民間企業の職務として位置づけられている場合が多い。

3.4 研究開発活動で重要な設備の状況

大学と民間企業が連携した研究開発において、双方が所有する実験設備等の研究開発設備がほぼ同じ物であると、双方の研究開発の接続に都合が良い。さらに、研究開発人材育成の側面からは、例えば博士課程の学生が大学で身に付ける、実験設備等の研究開発設備を高度に活用する研究開発方法は、民間企業でも活かせる。本節では、民間企業と大学の研究開発設備の状況を分析する。研究開発設備の相違が、双方による研究開発連携遂行上の課題となる場合がある。

(1) 機械・電機・材料分野

大学の教授陣が民間企業の研究開発部門を見学すると、研究開発設備に相当の関心を持つ場合が多い。この分野の民間企業が事業化の対象とする製品は、通常、設計仕様に記載される諸元は多種多様であり、その設計を支える技術も多岐にわたる。製品試作結果が仕様に記載された諸元を満たすかを検証する実験設備は、その製品専用に製作される場合もある。それらの実験設備は、専用設備であるにもかかわらず1000万円以上となることも少なくはない。大学においては、理論を検証するための汎用計測設備等の研究開発設備を主に保有し、民間企業の特種な汎用性のない高価な実験用の専用研究開発設備を保有することは難しいといえる。さらに、民間企業では、製品が量産される場合には、量産対応の製造条件を検証する設備も準備される

上記理由から、大学の研究設備と民間企業の研究開発設備は大きく異なる。そのため、大学と民間企業が連携した研究開発において、双方が所有する実験設備等の研究開発設備の相違が研究開発結果の相互活用上の課題となる場合がある。さらに、この分野で、民間企業が博士課程修了者を研究開発者として採用に積極的でない理由の一因となっているとも考えられる。4章で詳細に検討する。

(2) 化学分野

大学の教授陣が民間企業の研究開発部門を見学した場合、それほど興味をひく実験設備等の研究開発設備は見られない、との意見が多い。その場合、大学での研究開発設備と民間企業の研究開発設備はほぼ同じ物であることが理由となっている。そのため、大学における研究開発結果は、民間企業の研究開発へ展開するに際して、研究開発設備の違いによる再取り組みが必要な部分を最小限とできる可能性がある。この実状から、大学における純粋基礎研究・指向型基礎研究と民間企業の研究開発の接続性が良いとの見方ができる。

さらに、博士課程の学生は、大学において身に付けた研究開発設備を駆使した研究開発遂行方

法は、民間企業の研究開発業務に活かせることになる

ただし、化学工業と呼ばれる、プラントの設計・建設に関しては機械分野の技術という性格が強く、機械分野の研究開発として扱う必要がある。

(3) 建築・土木・都市計画分野

大学および民間企業双方に、特徴のある実験設備等の研究開発設備を保有している場合があり、双方にとって研究開発現場の往訪は有意義な場合が多いと言われる。また、実際の建築・土木における設計において、民間企業と大学双方にとって、実験室レベルで検証できない設計上の検証作業も多く、フィールドを共通の研究開発設備として位置づけ、そこでの種々な検証となる場合も多い。そのため、大学における研究開発活動と民間企業の研究開発活動は、一体となった取り組みとなる場合もある。基準開発では、大学と民間企業が日常的に連携して検証を進めており、その活動において検証設備等の共用化等も行われている場合がある。

4. 民間企業研究所における博士課程学生の位置づけと大学現場の認識

4.1 全体的な状況と課題

民間企業の経営戦略において重要な研究開発力強化は、計画的に様々な取り組みが実施されている。その中の一つとして、研究開発人材の育成や採用活動がある。大学の博士課程修了者の採用も検討される。その検討では、大学の博士課程修了者は、社内の研究開発者として基準とする研究開発遂行能力や課題分析力に課題がある等の評価が見られる。一方、大学側からは、民間企業は博士課程修了者の処遇や活用方法への再検討が必要であるとの意見が、特に欧米民間企業との比較からの課題提示が見られる。

しかし、精緻な議論を行うには、研究開発分野や民間企業の規模を、実態を正確に把握できるまで細分化し、対象を特定する必要がある。それらの民間企業の現場を比較すると、大きく博士課程修了者の処遇等の実態は異なる場合がある。よって、総論と特定の現場での博士課程修了者の処遇等の実態は異なる。例えば、研究開発分野を細分化して実状を調べると、化学分野の民間企業は博士課程修了者の採用に前向きな場合が多い。一方、機械・電機・材料分野のディスクリート製造業では、博士課程修了者の定期的な新卒採用を実施していない民間企業は少なくない。また、博士課程修了者の処遇や活用方法に関しては、日本と欧米の民間企業間における研究開発人材の採用プロセスの大きな違いを考慮せず、結果的に日本と欧米で異なる採用プロセスを比較し、日本の民間企業の課題を提示している意見がある。

本章では、上記で述べた状況と課題を詳しく分析する。

4.2 民間企業における博士課程学生の位置づけ

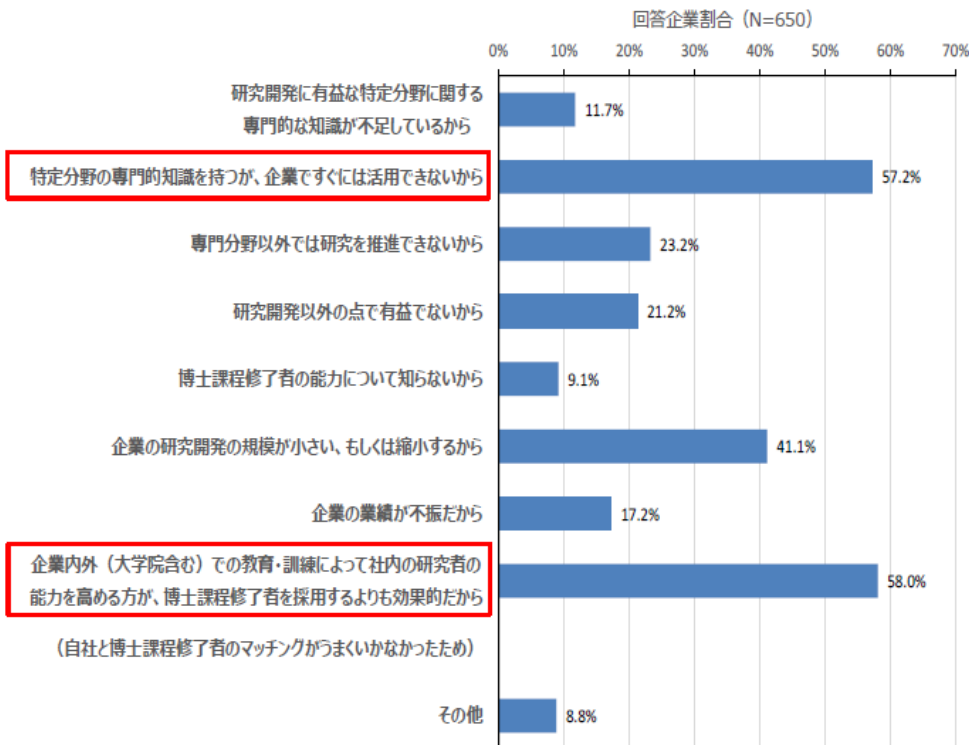
科学技術・学術政策研究所における「民間企業の研究活動に関する調査」では、「民間企業が博士課程修了者を研究開発者として採用しない理由」を調査項目として設定しており、そのデータを引用する。2012年調査結果を図表11(A)、2021年調査速報を図表11(B)に示す。2021年調査では、2012年に設定した回答項目に「自社と博士課程修了者のマッチングがうまくいかなかった」が追加されている。

民間企業における博士課程修了者を研究開発者として採用する場合の考え方の一例を説明する。民間企業の研究開発組織は重点施策として、研究開発の実務に精通し、研究開発課題の分析に優れた能力を持つ人材の育成に継続的に取り組んでいる。博士課程修了者は、採用後も継続的な育成は必要ではあるが、既に研究開発部門の職責を担える研究開発者として、本来、期待される人材であるべきと、民間企業では考えられている。

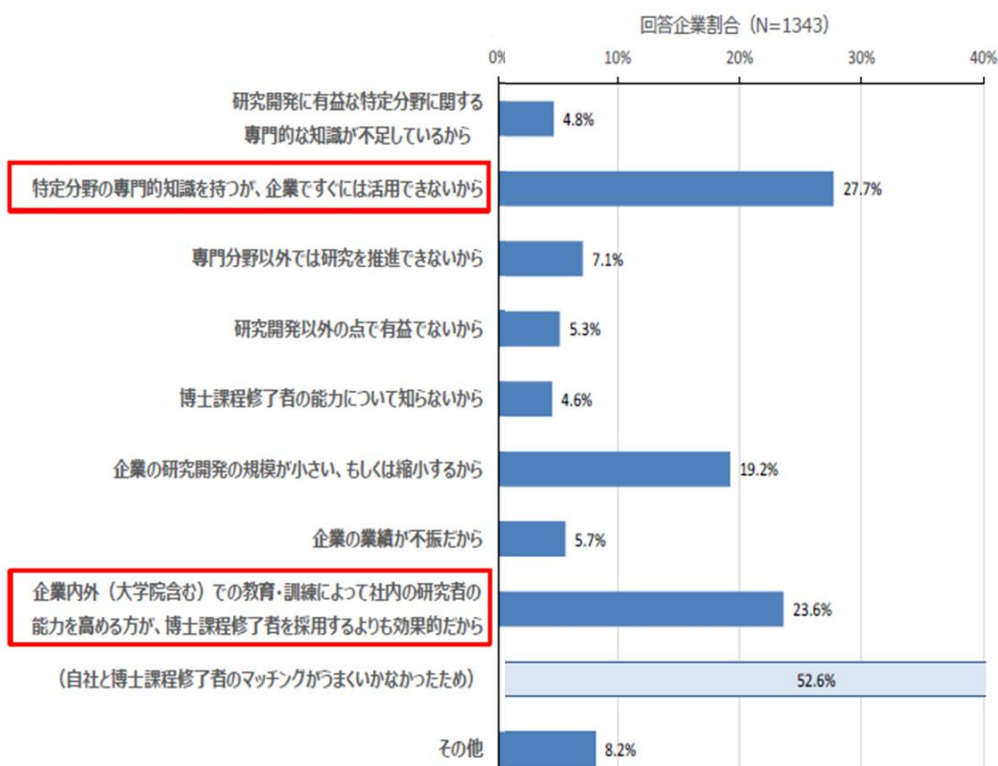
図表11(A)、(B)双方で「特定の専門知識を持つが、企業ではすぐに活用できないから」の回答比率が高い。その背景は、博士課程修了者の専門知識が狭い範囲の深堀が多いことや、そのため、上記で述べた、民間企業が採用予定者に期待する研究開発部門の職責と博士課程で身に付けた内容が異なる場合が多いことを示していると想定できる。これは、図表11(B)において回答比率の高い、「自社と博士課程修了のマッチングがうまくいかなかった」の背景の一因でもある。

図表11 民間企業が博士課程修了者を研究開発者として採用しない理由
 (引用: 科学技術・学術政策研究所 第14回政策研究レビューセミナー 第2研究グループ資料)

(A) 民間企業の研究活動に関する調査報告 2012年



(B) 民間企業の研究活動に関する調査 2021年調査速報



「自社と博士課程修了のマッチングがうまくいかなかった」の具体的な内容は、専門知識だけではなく、民間企業が望ましいとする研究開発人材としての特質、組織への適合性など、種々の要素が検討され、マッチングしないと評価される場合が多いと言える。なお、「4.4 民間企業の博士課程学生の採用」で学生の採用の視点からの分析を示す。

「民間企業が博士課程修了者を研究開発者として採用しない理由」としての回答が多い項目を見ると、図表11(A)から、2012年では「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める方が、博士課程修了者を採用するよりも効果的」との意見が58%に達している。図表11(B)に示す2021年調査においても、「自社と博士課程修了者のマッチングがうまくいかなかったため」を除くほかの回答項目では、「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める方が博士課程修了者を採用するよりも効果的」との回答は高い。

実際に、民間企業の実状に基づく視点から、3章では、具体的に、機械・電機・材料分野において修士課程修了後、民間企業にて研究開発の経験を積み、社会人博士過程へと進む研究開発者育成プログラムを示している。つまり、3章の研究開発分野別の大学と民間企業が接続した研究開発と研究開発人材育成で分析したように、民間企業は、博士課程を修了した学生ではなく、修士修了者を社内のOJT等で研究開発遂行の実務を身に付けさせ、将来の実務リーダーとして育成することが妥当であると、一定数の民間企業が考えていることが想定できる。なお、ここで修士修了者と限定したのは、研究開発職は学部修了者も候補ではあるが、修士課程修了を前提とする場合が多いことに基づいている。

図表11(A)、(B)における回答項目「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める方が博士課程修了者を採用するよりも効果的」が高い比率となった背景は、上述した通りであるが、理解を深めるために、次節において、機械・電機・材料分野の研究開発例を取り上げて、具体的説明する。

なお、「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める」理由として、3.4節(1)でのべた、研究開発設備の影響も大きい。機械・電機・材料分野における民間企業は、大学が保有していない、専用の研究開発設備を用いて製造過程等を評価する実験等の研究開発を行う民間企業では、この専用の研究開発設備を用いた研究開発OJTにより、大学では経験が難しい研究開発能力を身に付ける教育が行われている。

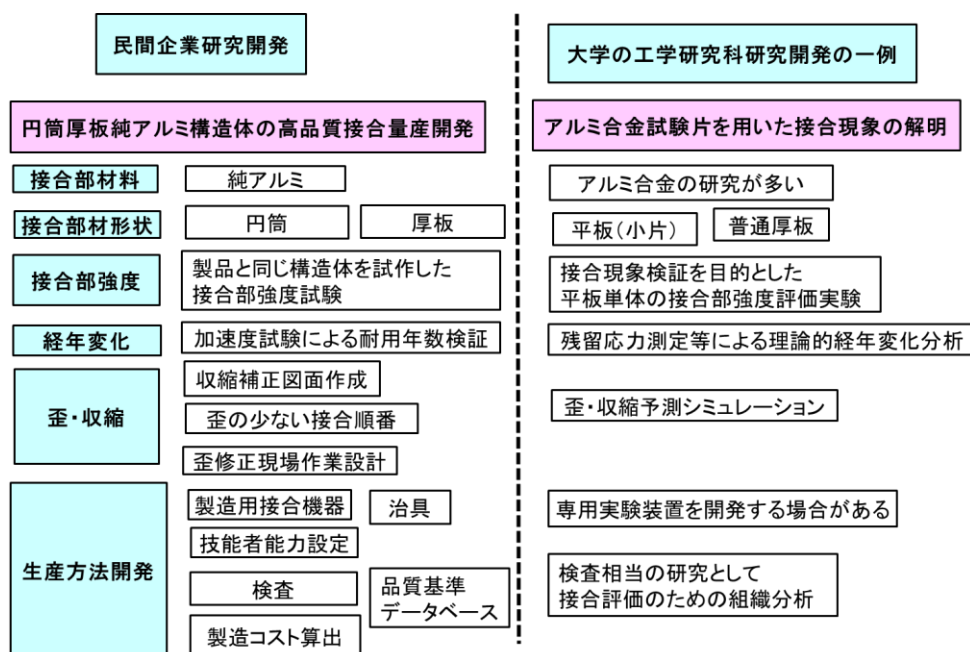
4.3 民間企業において育成が必要な研究開発遂行能力

4.2節では、民間企業が博士課程修了者を研究開発者として採用しない理由の調査結果を示すと共に、比率が高い回答について背景を説明した。その背景については、特に官学セクターからは、なぜそのような回答がなされたかの理解が容易でないとの意見が聞かれる。

本節では、実際に民間企業の研究開発現場の研究開発の取り組み事例から、上記回答の背景を具体的に分析する。事例として、研究開発現場の実状を比較的理解しやすいと想定する接合技術を取り上げる。育成が必要な研究開発遂行能力は、研究開発段階で異なるため、(1)開発研究段階と、(2)指向型基礎研究—応用研究段階に分けて示す。なお、接合技術は、製品を構成する部材を組み立てて構造化する場合に中心となるものである。

(1) 開発研究段階

図表12 開発研究において必要な研究開発遂行能力:機械・電機・材料分野



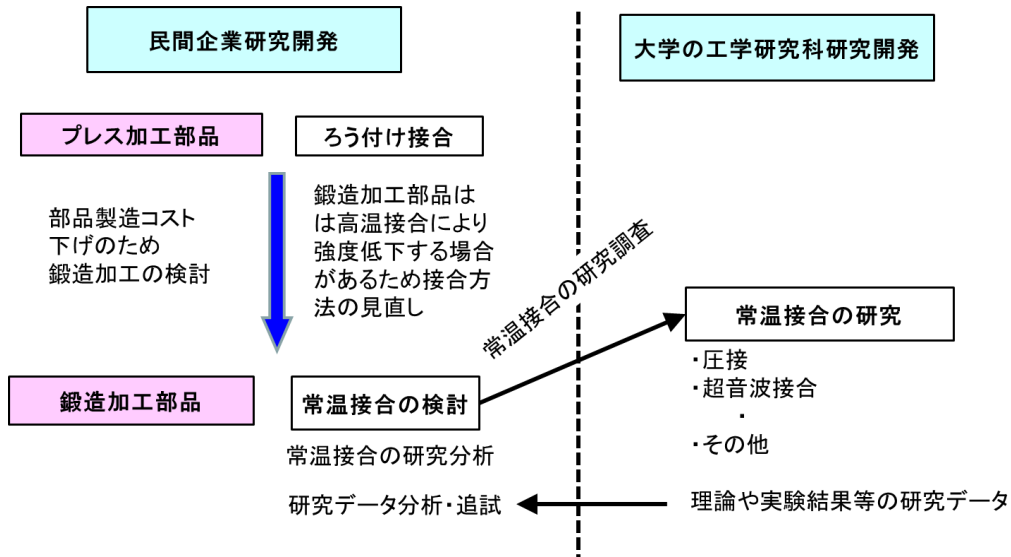
ここでは、開発研究段階を、接合に適用する技術の開発は完了し、基本的な技術適用上の検証も済んでいる場合とする。その接合技術により、部材を組み立てて形状を造る技術の研究開発である。図表12の破線左側で示すように、民間企業では製品で実際に使われるレベルの複雑な形状(この例では円筒・厚板)を用いて、さらに、現場の生産方法の複雑さを考慮し、製造用接合機器レベルの実験設備で多種多様な評価項目に対する実験を実施する。製品ごとに特化した、汎用性のない実験設備が開発される場合も多い。部材を組み立てて形状を造る場合に関連する技術は、多種多様で相互干渉し複合するため、研究開発では総合的に検討する評価実験が必要となる。さらに、数多く製造する量産を考えた評価実験が必要な場合もある。

一方、大学では現象解明や理論確立を主目的とするため、単純化された試験片(この場合、普通厚の平板)を用いた、民間企業の視点からは検討事項の一要素に限る実験となる場合が多いと言える。3. 4節(1)でも説明したように、民間企業の実験設備は大学における単純化された実験設備とは違う。また、民間企業の実験設備は高価である。大学では、そのような専用の実験設備を保有することは難しい。よって、民間企業において必要な研究開発の実施は容易ではない。

整理すると、民間企業の開発研究段階の多種多様な技術検討を行う研究開発者の能力を高めるには、①大学での保有が難しい研究開発関連設備を使った実験、②製造における多種多様な技術開発を経験し、技術を熟知した研究開発者による助言、が可能な民間企業における研究開発 OJT により、研究開発者の能力を高めることが効果的であると言える。このことが、4. 2節の「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める方が博士課程修了者を採用するよりも効果的」との意見が多い理由の一つと考えられる。

(2) 指向型基礎研究—応用研究

図表13 指向型基礎研究—応用研究において必要な研究開発遂行能力:機械・電機・材料分野



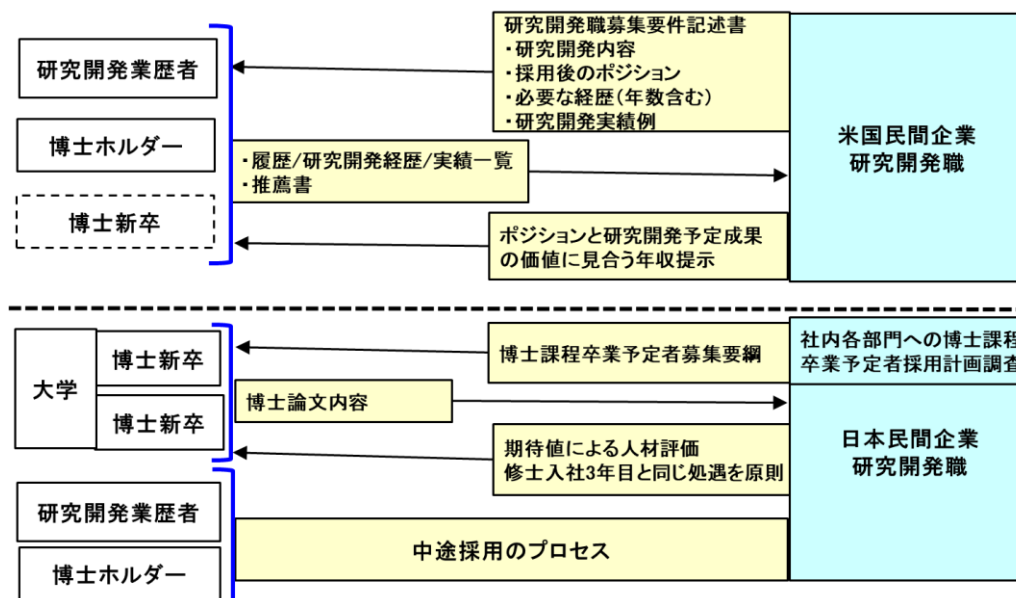
この研究開発段階で必要な研究開発遂行能力を図表13で説明する。民間企業では、部品製造コストを下げるために、部品加工方法を種々検討する。この例では、使用材料の歩留まりが良くないプレス加工から、使用材料の歩留まりが良く、そのため材料コストを下げる事が期待できる鍛造加工への変更が検討されている。プレス加工で作成された部品は、一般的な接合となる、ろう付け技術に基づく接合方法が適用されていたと仮定する。ろう付けは、高温下での接合方法である。鍛造加工は種々の方法があるが、製作した部品が高温下では強度低下する場合がある。そこで、常温での接合技術の研究開発が検討される。この場合、接合方法に関する自社内の他の工場の先行例や接合方法の基盤技術に関する研究開発部門の研究開発例を調べ、当該部品への適用可能性の検証を進める。従来採用していた技術に基づく製造方法では、製造された部品が設計仕様を満たさないことが判明し、別の技術に基づく製造方法を研究開発する事例である。ここで必要な研究開発能力は、前述の「(1) 開発研究段階」と同様に、民間企業内での取り組みを通して身に付けるのが効果的と言える。4. 2節の「企業内外での教育によって社内の研究開発者の能力を高める方が博士課程修了者を採用するよりも効果的」との意見が多い理由の一つと考えられる。

一方、この事例における常温接合の研究調査では、図表13の右側に示すように、大学において指向型基礎研究—応用研究が進行中の取り組み内容も候補となる。大学で研究開発中の新たな技術に関する、大学との連携取り組みが研究開発遂行に効果的な場合もある。この場合、常温接合の研究開発に関して、社内研究開発者を社会人博士に派遣することが考えられる。さらに、研究開発者の能力強化に効果的な場合も考えられる。つまり、本節で示した機械・電機・材料分野の事例では、図表6の期間 B と期間 C の修士課程修了後3年ないし6年間程度は、博士課程ではなく民間企業内での能力開発等の人材育成が効果的である。期間 D と期間 E の期間では、社会人博士の制度活用も選択肢とし、共同研究等大学と連携した研究開発遂行による研究開発者の能力の向上を図ることは、選択肢となる場合も考えられる。

4. 4 民間企業の博士課程学生の採用

(1) 米国との比較例

図表14 研究開発人材採用プロセス例と処遇



図表15に、日本の民間企業における博士課程修了予定者(博士新卒者)の採用プロセス例を、米国の民間企業の採用プロセス例と比較して示す。米国の民間企業の例は、報告者が実際に、海外研究開発組織の研究開発職の採用に関わった際の採用プロセス、および、その際に活用した米国の採用を支援する会社の数社が用いていた採用プロセスに基づいている。

日本の民間企業における博士課程修了者への処遇に関して、特に大学セクターからの問題提起がある。例えば、日本の民間企業における博士新卒者の初任給が米国より低く、修士課程から博士課程への進学の障害となっているというものである。あるいは、博士ホルダーの研究開発員の年収等の処遇が日本の民間企業では悪いというものである。しかし、この提起された問題は、図表15に示すように、日米間での採用プロセスには違いがあることが原因との分析ができる。

その理由を述べる。例えば、図表15に示すように米国では、民間企業は研究開発職募集要件(米国ではJOB descriptionと呼ばれる場合がある)を提示し、応募する候補者は、自らの研究開発経験年数・実績等を民間企業に提出する。民間企業は、応募者に推薦者がある場合、その者へのヒヤリングを実施し、研究開発実績の評価、人物評価等の裏付けをとり、採用を決める。採用する場合、ポジションと研究開発予定成果の価値に見合う年収を提示する。

上記プロセスにおいて、採用条件として博士であることが、研究開発職募集要件に記載されることは少なくはない。しかし、研究開発経験年数が少なく、実績が大学での論文のみの博士新卒は、研究開発職募集要件を満たさないことが多く、採用される場合は少ないと言える。

米国の採用プロセスに近い、日本の民間企業における採用プロセス事例は、図表15に示す中途採用となる。博士新卒ではなく、業歴採用の場合である。そこで重要視するのは、博士の学位よ

り、前職で事業化に貢献した研究開発実績となる。研究開発遂行に必要な様々能力・人物も評価される。採用後に自社内の研究開発力補強が期待できる場合、採用となる。採用時の年収設定は、自社内の同レベルの研究開発員と同じであり、博士新卒より高い年収設定となる。

博士学生の新卒者の年収は、修士課程修了で民間企業へ就職し、3年経過した研究開発職の年収より高く設定すべきとの意見がある。現状は年収の差がないため、修士課程から博士課程進学への障害となっているとの意見がある。また、米国と比較して博士ホルダーの処遇が悪いとその意見がある。本節で示した採用プロセスの例を分析すると分かるが、米国と研究開発職募集要件が異なる人材の、採用後の社内処遇を比較するのは正しくはない。米国では、博士であることのみで給与を自動的に高く設定することは少ない。ここでは、米国との比較を行ったが、英国等の欧州との比較においても同様の分析ができると言える。

(2) 学生の認識例

民間企業の博士課程学生に対する見方に関して、大阪大学 大学院工学研究科の学生と意見交換を行った。学生の視点からの、博士課程学生の民間企業における認識例として示す。化学分野と機械分野の、以下に示す背景の学生と意見交換を実施した。

- ・化学系分野: 修士から博士課程へ内部進学する学生が継続的に一定人数いる。その中から、民間企業への就職が内定している博士課程3年生。
- ・機械系分野: 修士から博士課程へ内部進学する学生は極めて少ない状況。そのため、修士課程2年生で就職が内定している学生の中から、教授陣が博士課程へ進学できると(進学してほしい)と想定する学生。

○化学系分野: 学生は修士の段階でも、就職を想定した民間企業往訪を経験している場合がある。その際、学生が理解したのは、修士課程修了での就職の場合、研究開発部門への配属の可能性はあるが、希望する研究開発内容に従事できるかは保証されないという実状である。修士課程修了レベルでの配属先は、本人の希望は考慮するが、社内配属先リストに基づく会社側の配属先調整でおおむね決まる。学生は、民間企業との種々の交流経験から、研究開発職としての博士課程修了者への期待は比較的高いと認識している。意見交換を実施した学生は、自らが取り組みを希望する研究開発内容に関わる研究開発部門への配属が予定されていた。

○機械系分野: 意見交換を行った修士課程2年生の学生は、民間企業との交流から、民間企業における博士課程新卒者への期待が高いとはいえないと認識している。機械系分野の民間企業では、社内研究開発部門の年度計画における人員計画において、定期的に博士課程新卒者を採用する枠を設定しない場合が多いと言える。特定の研究開発を実施する上で必要であれば、現場の要請に応じて採用枠を設定する。要請内容から採用予定者の詳細なスペックを作成する。スペックとほぼ一致する研究開発を担っていることが採用の必要条件となるために、民間企業側と学生側のマッチングは難しい(図表11B「自社と博士課程修了者のマッチングがうまくいかなかったため」の背景)。さらに、民間企業での研究開発業務の能力を高めるには、博士課程より民間企業が有利であるとの情報も、学生は卒業生等から得ているようである。

このように、博士課程修了者への民間企業の考え方は研究開発分野により異なる。第3章で示した、民間企業研究所における博士課程学生の位置づけの分析内容を再確認できる。

5. 民間企業における研究開発リーダーの育成

3章では、分野別の「大学と民間企業研究所における研究開発者育成接続プログラム」の一例を図表で示した。その中で、民間企業における研究開発リーダーを担う、現場の研究開発部門の研究開発課長級および部長級に到達する年齢と在任期間の例を示している。33歳からの期間 E は、研究開発課長候補として育成され、36歳からの期間 F 以降では、研究開発リーダーとしてさらに能力強化の育成が行われる。

図表15 研究開発リーダーと必要な能力例

<p>研究開発リーダー：民間企業</p> <p>A系統：研究所の研究開発専門職上級リーダー（プリンシパルエンジニア→チーフエンジニア）</p> <p>B系統：本社の技術経営企画管理職（現場研究開発部長→本社技術企画部門長）</p> <p>B系統：研究開発実務以外に必要な能力の例</p> <ul style="list-style-type: none">・ 財務諸表等の経営数値にかかわる目標数値を達成する研究開発経営企画力・ 種々な研究開発プロジェクトに関わる技術群の本質とリスクを把握する直観力・ 3現主義と状況把握力；現場を回ることで、推進状況と報告のギャップを直感で見出し研究開発プロジェクト推進を補正し成功へ導く力

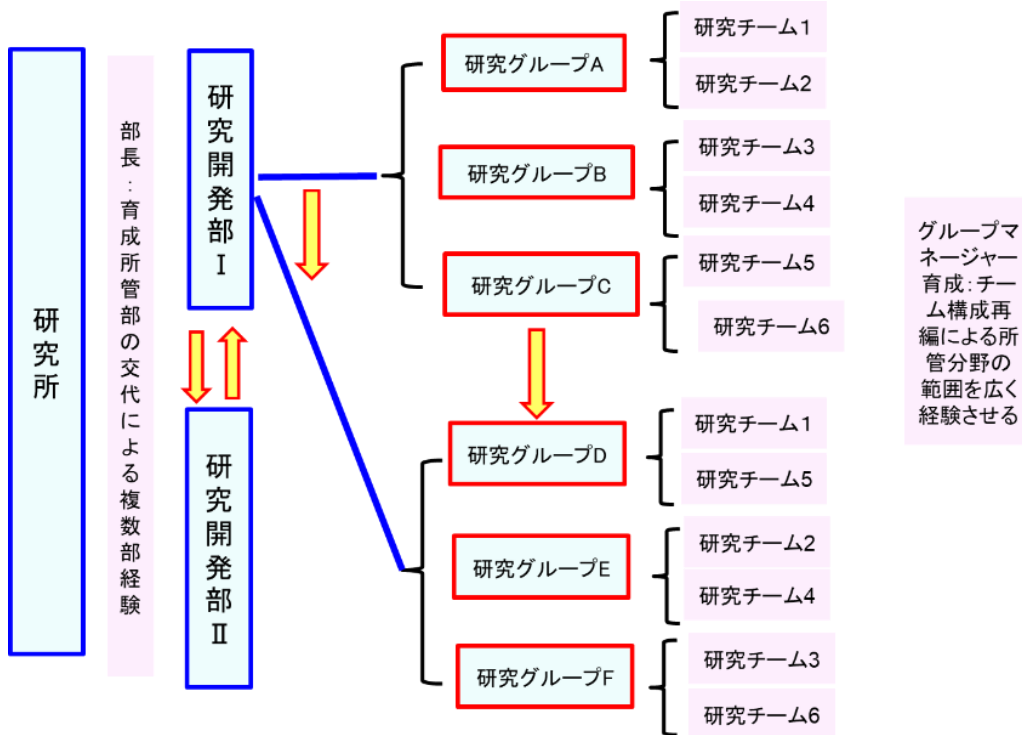
研究開発リーダーは、研究開発遂行力と合わせて、将来の事業のために、必要となる技術を見極める能力・研究開発を企画し牽引する能力等が必要である。さらに、会社の経営視点から研究開発職務を牽引する能力等も必要となる。この研究開発リーダーは、個々の民間企業においてその位置づけは様々に定義されている。本報告書では一例として、図表15に示すように、AとBの系統に大分類し、位置づけを図表の様に定義する。

○A系統の研究開発専門職上級リーダー

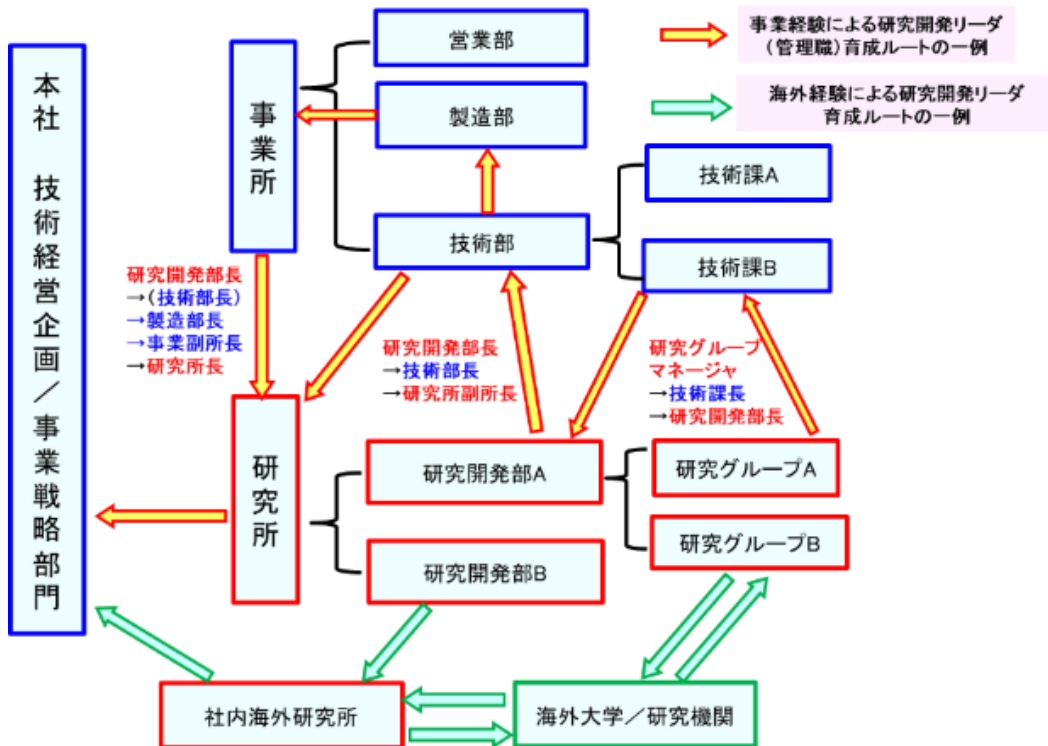
研究所等の研究開発部門における要の立場である。研究開発遂行者と管理職の両側面を持つ。米国では、プリンシパルエンジニア、さらに、最上位をチーフエンジニアと呼ぶ場合がある。図表16にA系統の研究開発専門職上級リーダーの育成の例を示す。ここでは、研究グループは課レベルの管理組織、研究チームは特定の研究開発課題に取り組む4ないし5人の研究開発者で構成される組織単位を想定している。研究グループは、当初は研究開発専門職上級リーダー自身の専門分野に関係の深い研究チームで構成される場合が多い。

この例では、研究開発専門職上級リーダーの育成の手段として、研究開発専門職上級リーダーが管理する研究グループに所属する研究チームを入れ替える組織変更を行う。研究開発専門職上級リーダーの専門分野とは関係なく、組織変更前とは研究開発課題の異なる研究チームを、所管する研究グループに所属させ、その研究開発管理を担わせる。自らの専門分野に留まらず複数の分野の研究開発を経験させる。これにより、複数の研究開発分野の研究開発の状況の現場に即した把握、および、その研究開発管理を担い、研究開発リーダーとしての能力を向上させることが期待される。

図表16 研究開発専門職上級リーダーの育成



図表17 技術経営企画管理職の育成



○B 系統の研究開発技術企画管理職

図表15におけるB 系統の研究開発技術企画管理職を担う研究開発リーダーは、図表中に示したような研究開発実務以外の会社の経営に関わる職務遂行力の保有を要求される。各項目を説明する。

「財務諸表等の経営数値にかかわる目標数値を達成する研究開発経営企画力」は、例えば、研究開発投資は投入年度の営業利益を減少させるが、将来の営業利益増加を目指すことを理解し、研究開発投資と営業利益の確保という経営の検討を行う能力である。

「種々な研究開発プロジェクトに関わる技術群の本質を押さえ、リスクを把握する直観力」は、10年先、20年先に会社を支える新規事業の要となる技術を見極め、研究開発を推進する能力に必要となる。世界で、公表される前の研究動向から、自社の事業に影響を与える技術を見極める職務遂行も必要である。

「3現主義と状況把握力」は、現場を回ることによって研究開発の推進状況と報告のギャップを直感で見出し研究開発プロジェクト推進を補正し、研究開発を成功へと導く力であるが、プロジェクト管理できわめて重要な能力である。

この様な職務遂行能力は、座学では育成できないため、大学での育成プログラムを設計することは難しくといえる。これらの職務は、図表17に例示するような多様な組織運営の実務経験を積ませるOJTによって、その遂行能力を高めることが可能である。研究開発部門である研究所から製品の設計・生産を担う事業所へ異動し、そこで、技術を統括する部長を経験する場合もある。超大企業では、種々のミッションを持つ研究拠点が欧米に設置されている場合があり、それらの組織経営を担わせることによる人材育成も行われる。研究開発だけでなく経営数値を理解し事業を考える能力も育成する。

民間企業では、実際に組織運営を担うことで、種々の研究開発技術企画管理職を担う研究開発リーダーに必要な能力を身に付けることが出来ると考えられていると言えよう。

参考 A 研究開発段階について(用語の定義等)

本報告書での研究開発業務・研究開発段階の用語は、総務省 統計局の研究に関わる用語の解説、および、OECD が開示している用語の定義に基づいた。本報告書作成に際し実施した、研究開発現場との意見交換では、最初に、以下に示す研究開発業務・研究開発段階の用語の解説を説明している。

○研究および研究関連業務(図表 A1)

民間企業では、製造工程における技術的改善は、研究開発とは言わず、改善活動と位置付けられる場合が多い。この用語解説に基づく、研究開発業務に位置付けられる。

図表 A1 研究および研究関連業務の用語

<p>➤ 総務省 統計局 科学技術研究調査:用語の解説</p> <p>○研究 事物・機能・現象等について新しい知識を得るために、又は既存の知識の新しい活用の道を開くために行われる創造的な努力及び探求をいう。</p> <p>*ただし、企業及び非営利団体・公的機関の場合は、「製品及び生産・製造工程等に関する開発や技術的改善を図るために行われる活動」も研究業務としている</p>
<p>○研究関係業務とする活動</p> <ol style="list-style-type: none">1. 研究所・研究部等で行われる本来的な活動 ここで、本来的な活動とは、研究に必要な思索、考案、情報・資料の収集、試作、実験、検査、分析、報告等をいう。したがって、研究の実施に必要な機械・器具・装置等の工作、動植物の育成、文献調査等の活動も含む。2. 研究所以外、例えば、生産現場である工場等では、上記の活動、パイロットプラント、プロトタイプモデルの設計・製作及びそれによる試験の活動3. 研究に関する庶務・会計等の活動 内部(社内)で研究を実施していなくても委託研究等のために外部へ研究費を支出することは研究活動とする。 <p>○研究関係業務としない活動</p> <p>研究所や工場等の生産現場で行われる次のような活動</p> <ol style="list-style-type: none">1. 生産の円滑化を図るための生産工程を常時チェックする品質管理に関する活動並びに製品、半製品、生産物、土壌・大気等の検査、試験、測定及び分析2. パイロットプラント、プロトタイプモデル等による試験研究の域を脱して、経済的生産のための機器設備等の設計3. 一般的な地形図の作成又は地下資源を探するための単なる探査活動及び地質調査4. 海洋調査・天体観測等の一般的データ収集5. 特許の出願及び訴訟に関する事務手続6. 一般従業者の研修・訓練等の業務

○研究開発の段階(図表 A2、A3)

本報告書では、基礎研究、応用研究、開発研究の定義は、総務省 統計局および文科省の用語解説に従い、基礎研究に関しては、OECD の基礎研究の分類に基づき、Pure basic research(純粹基礎研究)と Oriented basic research(指向型基礎研究)に分けて、研究開発段階を使っている。

図表 A2 に、総務省 統計局による用語の解説、図表 A3 に、Frascati Manual 2015:Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, OECD 2015 からの引用を示す。

図表 A2 研究開発段階の用語

▶ 総務省 統計局 科学技術研究調査:用語の解説

○性格別研究:基礎研究、応用研究、開発研究

▪ 基礎研究:

特別な応用、用途を直接に考慮することなく、仮説や理論を形成するため若しくは現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究をいう。

▪ 応用研究:

基礎研究によって発見された知識等を利用して、特定の目標を定めて実用化の可能性を確かめる研究、および既に実用化されている方法に関して、新たな応用方法を探索する研究をいう。

▪ 開発研究:

基礎研究、応用研究、および実際の経験から得た知識の利用であり、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入または既存のこれらのものの改良をねらいとする研究開発をいう。

図表 A3 OECD による研究開発段階の定義

Frascati Manual 2015:Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, OECD 2015からの引用

▪ Pure basic research: 純粋基礎研究

Pure basic research is carried out for the advancement of knowledge, without seeking economic or social benefits or making an active effort to apply the results to practical problems or to transfer the results to sectors responsible for their application.

▪ Oriented basic research: 指向型基礎研究

Oriented basic research is carried out with the expectation that it will produce a broad base of knowledge likely to form the basis of the solution to recognized or expected current or future problems or possibilities.

▪ Applied research: 応用研究

Applied research is original investigation undertaken in order to acquire new knowledge. It is, however, directed primarily towards a specific, practical aim or objective.

▪ Experimental development: 開発研究

Experimental development is systematic work, drawing on knowledge gained from research and practical experience and producing additional knowledge, which is directed to producing new products or processes or to improving existing products or processes.

参考 B 科学技術基本計画における民間企業と大学の研究開発力の状況に関する記述

科学技術基本計画の各期では、我が国の研究開発力の課題が提示されている。例えば、第5期では、第1章 基本的考え方、(2)節において、「科学技術基本計画の20年間の実績と課題」、第7章 科学技術イノベーションの推進機能の強化、(5)節において、「未来に向けた研究開発投資の確保」が示されている。国際的な競争下における民間企業と大学の連携による研究開発力強化において、本報告書での分析で特に参照する論点を抜粋する。なお、箇条書きにするために、内容を変えない範囲で原文を整理している。

- ① 我が国の大学や公的研究開発機関も、社会から選ばれるグローバル競争の中にある。
- ② より激しさを増すグローバル競争の中で、我が国の企業は自らの生き残りを賭け、海外の大学等もその連携対象
- ③ 企業の研究開発では、市場化の見通しが不透明な研究開発については、我が国大学や公的研究開発機関においてこれを実施し成果を蓄積しなければ、我が国の企業は自らに不足するこれらの研究開発を海外の大学等に求めざるを得ないばかりか、企業のコアとなる研究開発拠点すら、恵まれた研究開発環境を求めて海外に移転せざるを得なくなる。
- ④ 国際的な研究ネットワークの構築には遅れが見られており、我が国の科学技術活動が世界から取り残されてきている状況にある。

上記内容に関わる研究開発現場の状況は、本報告書において、2.3節「海外の研究開発機関および国内の大学との研究開発遂行」において分析している。以下にその分析を補足する。

民間企業は、事業計画上の明確な位置づけがある大規模な研究開発の外部化(概ね5000万円以上)では、研究開発計画上のマイルストーンを明確に設定し、確実に成果へとたどり着くことを目指した厳密な研究開発管理を実施する。外部化先に選定する研究開発機関には、まず、研究開発契約締結を目指して、民間企業から提示する研究開発仕様の詳細化および、研究開発遂行上の必要性があれば研究開発仕様の逆提案が要請される場合がある。設定される期限までに確実に成果を提供するとのコミットメントが要求される。

国内の大学は、成果へのコミットメントをあいまいにするなどの課題がある場合があり、さらに、研究開発仕様の逆提案が行われることは少ないといえる。研究開発完了の目標期限を設定しても、大学では研究開発工程を管理する習慣がない場合もある。海外の大学等の研究開発機関は、研究開発をビジネスとして明確に位置づけているため、民間企業間でのビジネス契約で要請されるものに近いコミットメントを守る意識を持つ場合がある。そのため、事業計画所の明確な位置づけがある大規模な研究開発の外部化では、海外の研究開発機関を活用することが検討される。

2.3節で分析したように、試行錯誤的な研究開発の推進、および、人材育成強化とセットで取り組み研究開発力強化を目指す場合、研究開発の外部化先として、それを担うに際して有利な位置にあるのは、国内の大学との見方ができる。

参考 C NISTEP DISCUSSION PAPER から本報告に関連する内容

本報告書に先行する分析として、報告者は、文部科学省科学技術・学術政策研究所から下記を公表している。

I 「日本の超大企業の研究開発システムの実態 — 製造関連企業の事例研究 —」

NISTEP DISCUSSION PAPER, No.154, (2018)

II 「大学と民間企業による協働研究開発システムの実態 —工学系の事例研究—」

NISTEP DISCUSSION PAPER, No.177, (2019)

上記報告書から、本報告書の分析に関係のある主な内容を以下に要約する。下記(1)(2)は主に上記 I、(3)(4)は主に II の報告書で示した分析である。

(1) 超大企業の研究開発の状況について

(ここでは、資本金 1000 億円以上、年間研究開発費 1000 億円以上の民間企業を対象)

① 研究開発費・人員

1000 億円以上の研究開発費を毎年投入している場合が多い。それらの民間企業は、社内に数百人の研究開発者を要する研究所等の研究開発組織を設置している。また海外にも研究所を設置している場合がある。研究開発費・研究開発人員は1社で日本の主要な国立研究開発法人より多い民間企業がある。

② 研究開発体制

指向型基礎研究から開発研究段階までの研究開発体制を社内に構築している。世界の研究開発動向の情報把握も独自のネットワークを保有している。そのため、基本的に、民間企業は、大学等の外部との研究開発連携を必須とは考えていない場合がある。

③ 研究開発期間

民間企業の研究開発は、1年ないし2年内の短期間の改良型開発が多く、中長期視点の研究開発は、民間企業内部では限られているとの見方がある。しかし、実態は、市場で競争優位な価値のある製品の基盤となる技術の中長期の研究開発は多い。その実用化までには、技術の安定化等解決すべき項目が多く、5年から10年間にわたり研究開発が継続されることが多い。最終的に実用化の成果に至るまでには10年以上を要する取り組み例も少なくはない。

(2) 民間企業が使用する基礎研究の用語の定義について

総務省 統計局による性格別研究として定義される「基礎研究」は、「特別な応用、用途を直接に考慮することなく、仮説や理論を形成するため、若しくは現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究をいう。」と示されている(本報告書 参考 A に記載)。この定義に基づくと、民間企業では目的が明確ではない活動は実施しないので、基礎研究は実施していないと言える。よって、例えば、「民間企業は基礎研究を内部での実施から大学等との連携に移管したいと考えている」との分析が見られるが、民間企業は基礎研究を実施していないので、正しくないとの見方が出来る。基礎研究は、OECD による研究開発段階の定義に従っ

て、純粋基礎研究と指向型基礎研究に分けると、純粋基礎研究は民間企業内で実施していないが、指向型基礎研究は実施している。

(3) 民間企業と大学による研究開発連携の状況に関する包括的な分析について

大学全体を対象とした包括的な調査に基づく分析では、様々な部局が含まれており、部局ごとに大きく異なる大学現場の真の実態を精緻に把握することは難しいと言える。工学系の部局を対象を絞り込んでも、下記、①②③に示す研究開発分野によって、民間企業と大学による研究開発連携の状況には顕著な違いがある。

①機械・電機・材料分野

民間企業内の研究開発において、大学が担う役割の組織的位置づけが明確ではない場合がある。民間企業と大学の研究開発連携では、組織対組織の連携より、教員個人との共同研究としての連携が多いと言える。組織対組織の連携として取り組みが説明される事例でも、実態を分析すると、教員個人が、民間企業に課題解決型の研究開発協力を行っている場合が多い。

②化学分野

研究開発連携では、大学と民間企業が協働研究開発システムを構成し、そこでの組織としての大学の位置づけが比較的明確で、組織対組織の連携が機能している例は多い。大学の純粋基礎研究成果の、民間企業の研究開発への接続も比較的良好的な場合が多い。

③建築・土木・都市計画分野

大学と民間企業が連携した研究開発において、大学は民間企業と同じ研究開発段階での一体となった取り組みが見られる。大学が複数企業の連携の「場」として、まとめ役的な機能も兼ねる場合もある。その場では、あるべき社会などビジョン策定等に対し、社会科学的な知見も含めて取り組む例も見られる。そのため、民間企業の研究開発活動において、大学の位置づけが明確となっている場合がある。建築・土木では、標準規格等の基準開発が重要である。民間企業間での連携となる基準開発において、中立的立場から大学が中心的に機能する場合がある。

(4) 学内設置型の協働研究部門について

民間企業と大学が連携して設置する協働研究部門は、民間企業内に設置する場合と大学に設置する場合がある。大学内設置型の協働研究部門は、おおよそ、下記に示す①②③と分類できる。多くの協働研究部門は、設置の背景として、下記②または③の活動を目指していると説明されている場合がある。しかし、実態を分析すると、下記①の活動の場合がある。特に、機械・電機・材料分野では①の活動が実態である協働研究部門が多いと言える。化学分野では、協働研究部門を分析した範囲では、設置の背景も実態も②、または③であった。協働研究部門が、民間機魚内の一組織として機能している場合がある。

① 教員個人による研究開発協力の活動

② 組織的連携により、研究課題の設定から担い研究開発成果に責任を持つ活動

③ 民間企業内の研究開発組織を一部代行できる活動

参考 D 社会人博士の実態調査からの分析

3 章で例示した、大学と民間企業研究所における研究開発者育成接続プログラムにおいて、社会人博士は重要な位置付けとなる。社会人博士の分析は、民間企業の研究力向上施策、大学との研究開発連携施策の把握に有効と考えられる。報告者は、大阪大学 大学院工学研究科において、特任教授の立場で、工学研究科のマネージメントを担う教授との連携により、社会人博士の実態を把握するアンケートを実施した。その結果は、本報告書の分析内容の妥当性を検証するエビデンスデータとして活用している。ポイントとなる結果の概要を以下に示す。

工学研究科における社会人博士は、個人としての入学比率が高いと想定していたが、民間企業の研究開発力強化施策に沿って、職務としての入学例が多い。会社からの種々の支援があると言える。社会人博士の民間企業に於ける位置づけは、研究開発分野によって異なる。化学分野は、民間企業が修士課程からの博士課程へ進学した学生を評価し、採用に積極的なため、社会人博士は少ない。機械・電機・材料分野では、機械専攻は、個人としての入学がほとんどであり、会社支援も得られていない。材料専攻は、会社からの様々な派遣形態があり、会社支援がある。職務として位置づけられている。建築・土木・都市計画分野では、研究開発部門の管理職が職務として社会人博士に入学している事例が多かった。

分析の詳細は、大阪大学 大学院工学研究科 附属フューチャイノベーションセンター下記 URL から、報告書を参照できる。

・塩谷、林：大阪大学 大学院工学研究科における社会人博士の状況調査

<http://www.cfi.eng.osaka-u.ac.jp/archive/>

DISCUSSION PAPER No.214

民間企業の研究開発関連業務における日本の大学との連携状況の分析
—研究開発者育成を含めた工学系領域における研究開発力強化の課題検討—

2022年10月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第2研究グループ
塩谷景一

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第7号館 東館 16階
TEL: 03-3581-6539 FAX: 03-3503-3996

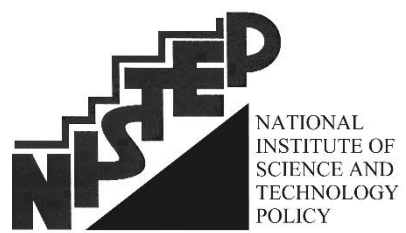
An Analysis of Collaboration with Japanese Universities in Research and Development (R&D)-Related
Work in the Private Sector
-Examining issues related to strengthening R&D capabilities in the engineering field, including R&D
personnel training.

October 2022

Keiichi Shiotani

2nd Theory-Oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/dp214>



<https://www.nistep.go.jp>