

# 博士学位論文審査要旨

2022年1月7日

論文題目： 高等教育における分野融合アプローチのための要件  
—工学系人材養成に着目して—

学位申請者： 竹永 啓悟

審査委員：

主査： 社会学研究科 教授 山田 礼子

副査： 社会学研究科 教授 兒島 明

副査： 名古屋大学 名誉教授 夏目 達也

要 旨：

最先端の AI や生命科学などの研究の発展に際して、自然科学分野のみならず、人文・社会科学系分野を含む分野を超えた知の結集、すなわち「分野融合」の観点が不可分になってきている。

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 分野の中でも、とりわけ応用科学としての工学分野は、そういった視点を必要とする。「顧客」の存在を意識し、人工物の社会実装の過程において社会との連関を常に考慮する必要がある工学系人材にとって「分野融合」的視点は親和的である。

「分野融合」を工学分野の教育で位置づけることの意味は、従来の学習・教授の仕方とは一線を画した方法が必要であるという主張からも導かれる。例えば、これからの工学教育について、従来のように「教えて、覚えて、繰り返す」のではなく、ダイナミックで実践的な学習とプロジェクトを重視する新しいモデルが必要だとする主張も見受けられる (ABET, 2017)。したがって大学において、学生が専門分野の枠を超えて、異なる分野や領域での協働や交流を通して各知見の総合を画策する方法、すなわち「分野融合」のアプローチの可能性が工学系人材養成において拓かれている。

先行研究からは、異分野同士の学問および学生の接触や交流が生じる「分野融合」の大学教育がいかに成立するのか、成立させるための必要な要素は何であるのかは見えてこない。また、これら工学分野における創成 (型) 教育の「分野融合」は STEM の領域内における融合が中心であり、「文理融合」の教育の特性は不明である。他方、「STEAM 教育」は、まさに工学分野と「文理融合」の視点を包含した実践である。先行研究による課題の整理を踏まえて、本研究の主要課題を工学系人材養成のため、日本の大学院において「文理融合」型教育を実現していくために求められる要件とは何かを解明することとし、各章において下位課題を設定して研究を行った。

本研究の知見として、工学系人材養成において「分野融合」アプローチを通して学生に形成が期待される能力や成果として、基礎的かつ汎用的な力としての“global competence”、技術 (者) と社会との関係を問う「エンジニアリングデザイン」、「技術者倫理」、「分野融合」の営みの中で「統合」の結果として獲得が期待できるメタ認知的な思考やスキルの 4 点が想定され、工学系人材養成における大学院教育の「分野融合」アプローチに期待される効果をあげるための要件として、第一に「学習成果の可視化と評価基準の設定」を提示した。「文理融合」プログラムを企画し実際に大学院教育で運営を行っていく際には、まず獲得すべき資質・能力の明示化、つまり学習成果の可視化を行うことが重要であり、前述の 4 つの資質・能力に関わる要素は「目標としての学習成果」として設定することが必要であることを理論的にも提示することができている。

第二に「教員自身の『文理融合』に対する積極的関与」を要件として挙げる必要性を確認している。教員は「文理融合」において自身もそのスタンスを積極的に取り入れ、教育に連動させることが求められる。具体的には、「文理融合」で目指す学位の名称に応じた研究分野を教員自身が創生していき、それに文・理両方の学生を関与させることで研究と教育を二つの柱として、相互に往還させるようなシステムを構築していくことが重要である。

本研究は文献による先行研究をベースに文理融合とは何か、かつ文理融合に至る過程を理論的に解明するために、2つのリーディング大学院教育プログラムの教員・学生へのインタビュー調査を行っている。この実証研究により、プログラムの経験を通した両分野の学生の成果を、文理融合の「統合の水準」として可視化し、学生の「文理融合」型のプログラムの到達度を示した。結果として統合のレベルにおいては、工学系学生よりも人文・社会科学系学生の方が一段階高いという結果を得た。これは学問分野間で「文理融合」へのコミットメントに格差が生じる可能性を示唆している。

対象となるプログラム数やインタビュー対象者の数が限定されているという不十分さがあるものの、文理融合に至る過程において学問領域による格差が生じる可能性があること、文理融合を実現していくためには、従来の各専門分野に拘泥されずに、新分野での研究に積極的に研究者、大学院生が関わり研究蓄積を上げ、教育に反映させていく必要性を提示したことは日本の工学教育における文理融合という概念を核とした人材育成への新たな視点を提供している。よって、本論文は、博士（教育文化学）（同志社大学）の学位を授与するにふさわしいものであると認められる。

## 総合試験結果の要旨

2022年1月7日

論文題目： 高等教育における分野融合アプローチのための要件  
—工学系人材養成に着目して—

学位申請者： 竹永 啓悟

審査委員：

主査： 社会学研究科 教授 山田 礼子

副査： 社会学研究科 教授 児島 明

副査： 名古屋大学 名誉教授 夏目 達也

要 旨：

2022年1月7日の13時00分から14時40分にかけて、申請者による公開学術講演会が開催された。50分にわたり申請論文の要旨を報告したあと、主査・副査および聴衆者との間で質疑応答が行われた。どの質問に対しても、研究成果を踏まえて的確にこたえ、論文の背景となる幅広い知見を披露した。公開学術講演会が終了した後、15時00分から16時30分まで、主査と副査2名による専門的な質疑応答が行われた。いずれの質問にも真摯に応答し、研究者としての深い資質が確認された。

申請者はすでに2018年2月21日に実施された博士候補生第一次試験で、教育文化学全般に関する専門試験に合格し、2019年2月27日に実施された博士候補生第二次試験では、博士論文に関する方法的特質と論文の概要を英語で論じる試験に合格している。

よって、総合試験の結果は合格であると認める。

# 博士學位論文要旨

論文題目： 高等教育における分野融合アプローチのための要件  
—工学系人材養成に着目して—

氏名： 竹永 啓悟

## 要旨：

最先端の AI や生命科学などの研究の発展に際して、自然科学分野のみならず、人文・社会科学系分野を含む分野を超えた知の結集、すなわち「分野融合」の観点が必要になってきている。

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 分野の中でも、とりわけ応用科学としての工学分野は、そういった視点を必要とする。「顧客」の存在を意識し、人工物の社会実装の過程において社会との連関を常に考慮する必要がある工学系人材にとって「分野融合」的視点は親和的である。

異分野融合や文理融合といった「分野融合」を工学分野の教育で位置づけることの意味は、従来の学習・教授の仕方とは一線を画した方法が必要であるという主張からも導かれる。例えば、これからの工学教育について、従来のように知識教授型の反復による教育ではなく、ダイナミックで実践的な学習とプロジェクトを重視する新しいモデルが必要だとする主張も見受けられる。したがって大学において、学生が専門分野の枠を超えて、異なる分野や領域での協働や交流を通して各知見の総合を画策する方法、すなわち「分野融合」のアプローチの可能性が工学系人材養成において拓かれている。

このような工学分野における「分野融合」に関する先行研究として、日本の工学教育で展開されてきた「創成(型)教育」がある。しかし、それらの先行研究からは、異分野同士の学問および学生の接触や交流が生じる「分野融合」の大学教育がいかにかに成立するのか、成立させるための必要な要素は何であるのかは見えてこない。また、これら工学分野における創成(型)教育の「分野融合」は STEM の領域内における異分野融合が中心であり、「文理融合」教育の特性は不明である。他方、「STEAM 教育」は、まさに工学分野と文理融合の視点を包含した実践である。しかし、これは米国由来の教育方法であるため、日本独自の工学系人材の養成の特徴「文理融合」教育のあり方を検討する必要がある。加えて、こうした「文理融合」教育は特に学生が学士課程で専門性のある程度確立させた後の大学院段階ではじめて意味を成すと考えられる。よってこれらの課題の整理を踏まえて、本研究の課題を次のように設定した。すなわち、工学系人材養成のため、日本の大学院において「文理融合」型教育を実現していくために求められる要件とは何かを解明すること(主要課題, MRQ)である。さらにこの MRQ に沿って下位課題(SRQ)を章ごとに設定し検討を行った。

第1章では SRQ1「STEM や STEM 教育をめぐる日本の政策はどのように展開してきたか？」を元に、米国の事例を合わせ鏡に見ることで、日本の STEM 教育政策の背景の理解を目指した。そこで見えてきた日本の STEM 政策の特徴は、①「選択と集中」による「高度人材育成」と②「文理融合への意識」の2点であった。続く第2章では SRQ2「工学系人材養成に係る日本の大学改革において JABEE はいかなる影響を与えたか？」を元に日本の工学教育を JABEE の視点から見据えることで、工学分野における中核的な資質・能力である「技術者倫理」や「エンジニアリングデザイン」の要素を明らかにした。第3章では、SRQ3「「分野融合」や「文理融合」概念における構成要素とは何か？」を設定し、「分野融合」の概念の内実を明らかにした。日本の歴史の変遷を辿ることで、「文理融合」を努めて希求せざるを得ないという特質が見えてきた。また

「学際性 (interdisciplinarity)」の議論や概念を参酌することで、「分野融合」の構成要素の理解を目指した。第4章では、SRQ4「①STEM人材として広く求められる資質・能力はどのように捉えられるか?」「②グローバルな経験が、STEM系人材の資質・能力の獲得にどのように寄与しうるか?」の2点を元にSTEM系と人文・社会科学系の「グローバル・コンピテンシー (GC)」の習得感の比較検討を行った。分析を通してSTEM系が異文化の相手に対して人文・社会科学系に比べて友人などの深い人間関係の構築や、異文化の人と協力する力について困難を抱えていることが示された。また、異文化での修学経験の時宜として大学院段階がGC習得に効果的であることが量的分析より明らかになった。次の5章では、SRQ5「『文理融合』型教育の目的やめざす価値は、学位プログラムの形態によって異なるか?」により、2つの日本のリーディングプログラムを事例に、担当教員へのインタビューを通してプログラムの諸課題を明らかにした。結果として文理融合型のプログラムの「学位」、「学生指導やコースワーク」、「プログラムの維持・継続」における課題が明らかにされた。またその諸課題に対し、学位プログラムの構造の違いから、それぞれの大学にとって「文理融合」型教育の価値がいかに異なるのかを考察した。最後の第6章では、SRQ6「『文理融合』型プログラムを通しての成果は学生の専門領域によってどのように異なるか?」を問いとして、リーディングプログラムでの学びの成果について、工学系と人文・社会科学系学生に対し、インタビューを実施し分析によりその差異を明らかにした。考察では、プログラムの経験を通じた両分野の学生の成果を、文理融合の「統合の水準」として表で可視化し、学生の「文理融合」型のプログラムの到達度を示した。結果として統合のレベルにおいては、工学系学生よりも人文・社会科学系学生の方が一段階高いという結果を得た。これは学問分野間で文理融合へのコミットメントに格差が生じる可能性を示唆している。

こうして本論および先行研究の知見を踏まえると、「文理融合」は次のように定義できる。すなわち、文理融合とは、複雑な問題理解や解決、分野の壁を超えた包括的な知の構築のために、文系（人文・社会科学系）と理系（STEM系）の学問分野（の要素）を統合（integration）させることを意味し、またそれは、具体的には各分野の解釈ツール（言語、データ、方法論、理論、パラダイム、概念など）への検討を通して専門分野の寄与または洞察（insights）を批判的に相互評価し、分野間で継続的なコミュニケーションを取ることで共通基盤を形成しながら、自らの思考体系を漸進的に修正し再構成していくメタ認知的な営みといえる。さらに「統合」の度合いは、主に Disciplinary, Multidisciplinary, Interdisciplinary, Transdisciplinary の4つの階層的「統合水準」によって評価でき、特定の社会課題やトピックなど文脈に応じて学問分野同士を統合する動的な「文脈統合」と、静的な結果としてみなす「内容統合」に分けて考えることが可能であると改めて規定される。

あらためて本研究の課題を確認すると、それは工学系人材養成のため、日本の大学院において「文理融合」型教育を実現していくために求められる要件とは何かを検討することであった。このMRQは以下の2つの問いに分解できる。

- (1) 工学系人材養成において「分野融合」のアプローチによって可能になること、つまり、学生に形成できる能力やその他の成果は何か
- (2) 工学系人材養成における「分野融合」アプローチに期待される効果をあげるための要件とは何か

最初に(1)の問いについて、本論を踏まえると、工学系人材養成において「分野融合」アプローチを通して学生に形成が期待される能力や成果として、基礎的かつ汎用的な力としての“global competence”, 技術（者）と社会との関係を問う「エンジニアリングデザイン」, 「技術者倫理」, 「分野融合」の営みの中で「統合」の結果として獲得が期待できるメタ認知的な思考やスキルの4点が想定された。

(2)の問いについて、工学系人材養成における大学院教育の「分野融合」アプローチに期待される効果をあげるための要件として、1つ目に「学習成果の可視化と評価基準の設定」を提示した。

「文理融合」プログラムを企画し実際に大学院教育で運営を行っていく際には、まず獲得すべき資質・能力の明示化、つまり学習成果の可視化を行うことが重要であり、前述の4つの資質・能力に関わる要素は「目標としての学習成果」として設定することが必要である。

また、メタ認知的な思考やスキルの獲得のためには、学習者を「分野融合」の「統合」のプロセス（「文脈統合」）に巻き込むことが必要であった。その評価方法として、学生の「分野融合」の成果を階層的な「統合の水準」で形成的に見る方法がある。この指標を用いながら、「文理融合」型プログラムの醍醐味である、「統合」の営みにおける「プロセス」を評価することが肝要である。具体的には、「文理融合」に対して学生本人がどのような貢献を果たしたのか、学生は自身の研究に異分野の方法や洞察（insight）などをいかに取り入れたか、その過程でいかに葛藤し、問題に対して方途を見出し、困難点を克服したかといった点に着目すべきであろう。

2つ目に「教員自身の『文理融合』に対する積極的関与」を要件として挙げる。教員は「文理融合」において自身もそのスタンスを積極的に取り入れ、教育に連動させることが求められる。具体的には、「文理融合」で目指す学位の名称に応じた研究分野を教員自身が創生していき、それに文・理両方の学生を関与させることで研究と教育を二つの柱として、相互に往還させるようなシステムを構築していくことが重要である。

以上から、工学系人材養成において、「分野融合」アプローチによって学生に形成できる資質・能力として、“global competence”，「エンジニアリングデザイン」，「技術者倫理」，メタ認知的な思考やスキルの4つの要素を挙げるができる。それらを学生に大学院での教育を通じて身につけさせるためには、「学習成果の可視化と評価基準の設定」と「教員自身の『文理融合』に対する積極的関与」をプログラムの要件として設定することが必要であると結論することができる。