

堀内正隆氏課程博士審査報告書

令和6年1月27日

申請学位： 博士（安全保障）

学位申請者： 堀内 正隆（ホリウチ マサタカ）

所属： 国際協力学研究科安全保障専攻博士後期課程 3年
G1D7512021

論文題目： 米国防総省における超電導技術の研究、開発、試験及び評価

英文題目： Research, Development, Test and Evaluation (RDT&E) on
Superconductivity Technology of the U.S. Department of Defense

審査委員会： 主査 国際学部教授 佐藤 丙午
副査 海外事情研究所教授 門間 理良
副査 学事顧問 川名 明夫
副査 国際協力学研究科講師（非常勤） 福田 毅

I 論文の要旨

本論文は、米国防総省による超電導技術の研究、開発、試験及び評価（RDT&E）を事として分析することにより、米国防総省が、可能性はあるが直ぐには実用化に至らない技術を、保持または支援して漸進的に軍事利用につなげる、制度的な特徴を明らかにするものである。

米国防総省は、軍事利用を想定した技術の研究開発を、世界最大規模の予算で行っており、そして、その対象には、既存技術の限界を超える、あるいは既存技術では実現不可能なことを実現し得る技術—いわゆる、新興技術—も含まれる。しかし、研究開発の成否は計画のとおりとはいかない。過去に研究開発の蓄積のない新興技術ともなれば、成功の予見はさらに難しいものとなる。公的資金による研究開発、特に軍事技術においては、達成目標を決めてプロジェクトを推進し、目標が達成できた場合は次の段階に移行することもできるが、達成できなかった場合はそれで終了となるというのが一般的である。ところが、米国防総省は、計画のとおりではなかった、あるいは、目標を達成できなかった場合でも、必ずしも終了させず、研究開発を継続させる場合がある。

本論文では、軍事的にはほとんど利用されていない超電導技術の研究開発を、米国防総省

が 70 余年にわたって行っている事例を取り上げている。これは、他国にはない、米国固有のアプローチであるといえる。このアプローチは、米国防総省の RDT&E 制度に基づき拠出される資金によって可能になる。この制度に基づく研究は、米国政府の公的資金で行われ、その成果は、軍が持つにせよ、大学や企業が持つにせよ、広い意味では国の資産と解釈される。研究者の関心は常に移り変わっていくものであり、研究開発のコミュニティに任せていたのでは、研究開発が継続せず、その資産が継承されない。しかし、米国防総省は研究開発が継続するように仕掛けている。

その背景について、論文では二つの理由を説明している。一つは、技術の可能性をオープンに考えているということである。技術のシーズは、米国防総省であれ、大学や企業などであれ、どこかにあって使えればよい。もう一つは、軍事的に利用できるまでの時間を長くとらえているということである。数年の研究開発プロジェクトで期待する成果が得られなかったとしても、さらに先で軍事利用ができればよいという考えである。国家の資産である研究開発の成果を米国防総省に残し、いつでも再生できるようにしておくため、RDT&E 制度には研究開発を継続できる仕組みが備わっている。

米国防総省の RDT&E 制度の基本設計は、1995 年の国家安全保障科学技術戦略にあった。国防予算の中に科学技術予算が組み込まれたこと、また、米国防総省科学技術プログラムとして各アクターの役割が明確になったことにより、米国防総省の RDT&E 制度は、超電導技術の研究開発に支援の多様化という新たな効果を及ぼした。軍事利用に近いところまでできているものは軍が、一方で、基礎研究を継続するものについては DARPA が、それぞれ得意なものに集中して支援をすることができるようになっていく。また、軍での研究開発で期待する成果が得られなかったが将来の可能性は残っているという場合には、形を変え、DARPA の新たなプロジェクトとして支援し、そして、そのプロジェクトに軍事利用の可能性が見えてきたときには、軍で、あるいは軍が支援をして研究開発を行うということが可能となった。これが米国防総省の RDT&E 制度のレジリエンシー（弾力性）となり、ひいては、RDT&E 制度の技術「保存」機能の源になっている。

このような特徴を持つ RDT&E 制度が新興技術の研究開発に与える影響を分析するため、本論文では 1980 年代に新興技術とされた超電導技術の研究開発の歴史に焦点を当てた。超電導は、1911 年の発見以来、世界中で超電導技術の研究開発が行われるようになった。米国防総省としては、第二次世界大戦終結直後から超電導の研究開発を始めていた。海軍は、主に軍の研究所で研究開発を行い、陸軍と、1947 年に陸軍から独立して設立された空軍は、主に大学や企業などの外部へのファンディングを通じて、基礎研究から軍事的な応用開発まで、さまざまな研究開発を幅広く行っていた。米国防総省としては、超電導の軍事利用を模索したものの、超電導には解明されていないことが多く、基礎研究から行う必要があった。

1986 年に高温超電導体が発見されると、米国防総省内にワーキング・グループを立ち上げ、87 年には 7 月には国防総省超電導研究開発 Department of Defense Superconductivity Research and Development: DSRD) プログラムのための報告書をまとめている。そこで

は、11 点の超電導イニシアチブを発表し、1988 年の国家超電導及び競争力法の成立を受け、米国防総省として RDT&E の予算を増やすことに成功している。しかし、高温超電導には解明されていないことが多く、基礎研究に資源が割かれた。やがて、5 年もすると頭打ちの兆しが見え始めた。

そこで研究開発に貢献したのが、米国を取り巻く環境である。レーガン大統領（当時）の任期満了には、冷戦の終結、民主党への政権交代と、大きく変わりつつあった。クリントン政権は、超電導超大型加速器（SSC）の計画を中止した。SSC はエネルギー省の管轄であることや、SSC で使用するのは高温超電導ではなく低温超電導であることなど、米国防総省における高温超電導の研究開発には直接影響はなさそうにも見える事象であったが、超電導への熱意を冷ます一つの要因にはなった。重要な障害は、期待したほどの芳しい研究開発成果が出てこないということであった。

発見されたばかりでまだ基礎研究の段階にあった高温超電導に、わずか 3 年や 5 年で明確な成果を期待することはできなかった。しかし、ブームが終わった後の 1990 年代も、将来的な要素技術として、また、他国に先行されないため、研究開発を継続させる必要があり、そのための方法を創出する必要があった。米国防総省が直接的に拠出する高温超伝導の予算は減少していったが、米国防総省は基礎研究から応用開発へと重心を移し、その他多数の研究開発の中で超電導技術の研究開発が継続させていったのである。

新興技術の研究開発で注目される国防高等研究計画局（DARPA、1993 年～1996 年の ARPA の時代を含む）は、この時代から役割を高めていった。さらに、海軍の高温超電導宇宙実験（HTSSE）に見られるように、米国防総省が主導する研究開発では大型の研究開発プロジェクトが出現してきた。2000 年代には、ナノテクノロジーや量子という新たなイニシアチブの文脈で、過去のイニシアチブである超電導の研究開発が行われた。また、超電導では初めて国防生産法タイトル III プログラムが発動し、超電導技術の実用化が進められた。

かつての新興技術である超電導技術は、ほとんど軍事的な利用には至っていない。その他多数の研究開発に溶け込んで、研究開発は継続している。この点について、本論文では次のように考察している。

まずブーム期には、ニーズ側の過剰な期待や、すり合わせる媒体の不在などにより、シーズとニーズがミスマッチを起こしていたが、長いスパンで見れば、実用化に向けて徐々に進展していった。むしろ、シーズとニーズがミスマッチを起こし、期待する成果が得られてはいないものの、将来の軍事利用のために超電導技術を残しておこうとしたこと自体が、長年にわたって技術の保存を実現する機能を備える制度を構築する原点となった。

ブームが終わった後も、将来的な要素技術として、また、他国に先行されないために、研究開発を継続させる必要があり、そのための方法も考察された。その方法の一つとして、ナノテクノロジーや量子という新たなイニシアチブの文脈で、過去のイニシアチブである超電導の研究開発が行われていた。そして、この新たなイニシアチブにおいては、11 点の超電導イニシアチブにおいて明確ではなかった政治的意思の継続が図られていた。

本論文では、この枠組みを注視し、研究開発が成功するまでに時間のかかる、重要な技術、あるいは新興技術については、シーズとニーズの適時かつ冷静なすり合わせ、そして、将来の軍事利用を見据えた継続的な研究開発体制の構築が図られ、そのためには、シーズとニーズを適合させることを目的とする媒体の存在、そして、政治的意思の継続と、予算の継続が担保されるスキームを構築したプロセスを説明した。可能性はあるが直ぐには実用化に至らない技術を、保持または支援して、徐々にでも前進させ、将来の軍事利用につなげようとする RDT&E 制度の能力とも機能ともいえるものは、RDT&E 制度に当初から備わっていたのではなく、超電導技術の研究開発を進めていく中で、RDT&E 制度の中に備わってきた。

本論文では、軍事利用される技術とされない技術との違いは何か、そして研究開発の末に軍事的に利用されることになった技術にはどのような特徴があるのかを分析する上で、軍事利用に至ったステルス、全地球測位システム (GPS)、インターネットを考察してみた。それらには、明確な軍事的ニーズが初めからあり、技術システムであり、研究開発は長期にわたっており、研究開発に協力する企業があり、明確な競争相手はおらず、代替技術はなく、倫理的な争点がなく、欠点はあったが許容できたといった共通点が見られる。その一方で、軍事行動における使用形態、研究開発段階における機密性、民生利用の度合いには違いが見られた。

本論文では、これら技術を参考に、超電導技術の軍事利用のプロセスの違いを分析している。まず、小規模なアプリケーションについては、競合技術、特に半導体技術の飛躍的な進歩により、超電導の必要性が低下している可能性がある。一方、大規模なアプリケーションについては、両用技術 (デュアルユース) として、民生利用されているものもあり、また、軍事用途として研究開発が継続しているものもあった。この一例として、論文では超電導技術の利用が検討されていた電磁カタパルトの検討過程を分析し、超伝導技術の採用には困難があったことを明らかにした。実用化されている超電導技術である超電導電磁石と超電導量子干渉計 (SQUID) では低温超電導体が用いられており、高温超電導体による代替はほとんど見られない。超電導技術は、軍事的なニーズはあり、かつ倫理的な争点はないという好適な条件にあるものの、代替技術が存在する中、許容しがたい欠点をかかえ、また、民生利用の度合いの低いものを、科学的原理がよくわからないまま、機密性高く行っているという状況が明確になった。

本論文では、かつての新興技術である超電導の考察を、現在の新興技術である量子情報科学の軍事利用の問題に適用している。分析の結果、量子情報科学は、明確な競争相手がいて研究開発を急ぐ必要があるが、軍事的に利用できるものになることを確実に支持する理論はいまだ確立していない。また、量子技術は高温超伝導と比べて複雑な技術システムであり、さらに、軍事以外の用途も幅広く考えられ、人工知能での利用を除けば倫理的な争点はなく、民間企業の参入意欲も高く、デュアルユースではあるが、実態は、軍事利用もできる民生技術である。

一方で、量子コンピューターにより暗号が無効化することの脅威は、国防のみならず行政

全般、さらには民間にも広く影響することが考えられ、国全体、あるいは国際社会全体での取り組みが必要である。また、量子通信については、基盤インフラとしての産業的価値と安全保障との両立が難題となっている。量子情報科学は、軍事利用の可能性はあるが直ぐには実用化に至らない技術という超電導で見られた本質が重なっており、米国防総省の RDT&E 制度により長期的な研究開発が行われるものとする。

米国防総省が超電導の研究開発を初めてから 70 余年が過ぎているが、高温超電導電磁石による自動機雷掃海といった直接的なものから、量子（センシング／コンピューター／通信）といった、一見して超電導には見えないものまで、超電導技術の研究開発は今日も「継続している。米国防総省では、すべての技術は民生と軍事の両用技術（デュアルユース）であると見ており、超電導技術の民生利用が進めば、軍事利用の可能性も広がると考える。研究開発ではすべてが計画のとおりとはいかない。しかし、計画のとおりにならなかったのは、周辺技術が不足していて技術システムとして機能しなかったという可能性もある。計画のとおりにならなかったからといって、その技術を手放してしまえば、いざ周辺技術が成熟したというとき、技術システムにすることができない。科学技術の文脈で、大学の自由な研究開発や企業の自発的な研究開発に技術の継承を委ねることも可能ではあろうが、それでは技術が必ずしも継承されるとは限らない。可能性はあるが直ぐには軍事的に実用化に至らない技術は、米国防総省が自ら保持し、または外部の大学や企業などを支援して、徐々にでも前進させ、将来の軍事利用につなげることが重要となる。

米国防総省の RDT&E の制度は、軍事予算でありながら、科学技術予算でもあり、技術が注目を集めて予算が拡大するときも、実用化に向けた研究だけではなく基礎研究に資源を割くことができ、また、軍事利用に至っていない技術であっても、他の研究開発の枠組みのなかで基礎研究を続けることができる、レジリエンシーのある制度であり、技術「保存」機能を有するものとなる。米国防総省の RDT&E 制度がもつ、この技術「保存」機能が、可能性はあるが直ぐには実用化に至らない技術を、保持または支援して、徐々にでも前進させ、将来の軍事利用につなげようとする米国防総省の取り組みを強固に支え、新興技術の軍事利用に深く寄与しているものとなっている。

II 論文の構成

序章

- 第 1 節 問題の所在
- 第 2 節 先行研究
- 第 3 節 本論文の研究方法
- 第 4 節 研究の意義
- 第 5 節 本論文の構成

第1章 新興技術の研究、開発、試験及び評価

本章のはじめに

第1節 研究、開発、試験及び評価という用語

第2節 米国防総省が行う研究、開発、試験及び評価の対象

第3節 新興技術

1 新興技術の定義

2 新興技術の研究開発の特徴

3 新興技術のライフサイクル

第4節 超電導技術の事例

第5節 RDT&E 制度のレジリエンシー（弾力性）

本章のおわりに

第2章 米国防総省における超電導の研究、開発、試験及び評価の歴史

本章のはじめに

第1節 草創期（1940年代中盤～1980年代中盤）

1 米国防総省における超電導研究のはじまり

2 超電導の軍事応用として考えられていたこと

3 具体的な RDT&E プロジェクト

第2節 超電導ブーム期（1986年～1990年頃）

1 米国の競争力の状況

2 米国防総省の展望

3 高温超電導の発見に対する政府及び議会の反応

4 具体的な RDT&E プロジェクト

第3節 冷却期—冷戦の終焉と共に—（1990年代）

1 米国政府、米国議会の状況

2 具体的な RDT&E プロジェクト

第4節 平衡期—祭りのあとの日常—（2000年代～）

1 米国政府、米国議会の状況

2 具体的な RDT&E プロジェクト

本章のおわりに

第3章 超電導の研究開発がもたらした RDT&E 制度の推進要因

本章のはじめに

第1節 シーズとニーズのミスマッチ

第2節 軍事予算と科学技術

第3節 政治的意思の継続

本章のおわりに

第4章 新興技術で軍事利用に至った例の検証

本章のはじめに

第1節 ステルス

第2節 全地球測位システム (GPS)

第3節 インターネット

第4節 成功例の共通点

第5節 成功例の相違点

本章のおわりに

第5章 米国防総省における超電導技術の研究開発の進捗と成果

本章のはじめに

第1節 過去の計画の進捗と成果

第2節 電磁カタパルトを事例とする考察

第3節 実用化された超電導技術 (超電導電磁石、SQUID) との違い

第4節 軍事利用された技術との比較

本章のおわりに

第6章 新興技術の遷移—超電導から量子情報科学へ—

本章のはじめに

第1節 量子情報科学とは

第2節 量子技術の軍事応用

第3節 量子技術の市場性

第4節 通信と安全保障の問題

第5節 軍事技術の条件からみた量子情報科学

第6節 量子情報科学における超電導

本章のおわりに

第7章 RDT&E 制度の技術「保存」機能

本章のはじめに

第1節 予算

第2節 外部へのファンディング

第3節 外国とのパートナーシップ

第4節 スピン・オフ、スピン・オン、そしてデュアルユース

第5節 技術「保存」機能とその意義

本章の終わりに

終章

第1節 まとめ

第2節 今後の課題

謝辞

参考文献目録

【一次資料（英語）】

【書籍・論文（日本語）】

【書籍・論文（英語）】

【ウェブ資料（日本語）】

【ウェブ資料（英語）】

III 論文（各章）の概要

本論文は、著者がこれまでに発表した2本の紀要論文を基礎としつつ、文献調査を進め、新たに考察したことを加えて作成している。

まず、第1章で、新興技術の研究開発がどのような特徴を有するのか、米国防総省におけるRDT&Eの制度運用が超電導の研究開発にどのように関係したのかを踏まえて考察している。軍事利用される技術のニーズといえば、究極的には、軍の軍事的なニーズである。作戦に必要なニーズから、軍事装備品や軍事用サービスの技術的な仕様が決まる。一方で、シーズは、軍の研究所にある場合もあれば、大学や企業など軍の外部にある場合も、さらには複数の機関に分散して存在する場合もある。

既存技術であれば、そのシーズがどこまで適用可能であるのかという技術的な限界や制約を軍が把握した上でのニーズの掘り起こし、あるいは、ニーズに対してシーズがどこまで対応可能であるかという、現実的なすり合わせをすることが可能であるのに対し、新興技術は、技術自体が出てきたばかりであり、そのシーズがどこまで適用可能であるかもわからないまま、ニーズに対峙する、あるいは新たなニーズを掘り起こすことになる。そのため、後から考えれば過剰とも言える期待がなされ得る。そして、期待が大きければ大きいほど、期待が外れたときの落胆は大きくなる。論文では、プロダクト・ライフサイクルとハイブ・サイクルのアイデアを参考に超電導技術のライフサイクルを考察し、この結果、ブームで注目された時期があるものの、そこでは軍事装備品や軍用サービスへの実用化には至らず、ブー

ムが去った後も、プロジェクトを断続的に切り替えつつ、研究開発は続いているという変遷を概観した。

第2章では、米国防総省における超電導の研究開発の歴史を、特徴的な4つの時期（草創期、超電導ブーム期、冷却期、平衡期）に分け、それぞれの時期でどのような研究開発が行われていたかを明らかにした。

米国防総省は、第二次世界大戦終結直後から超電導の研究開発を始めている。海軍は、主に軍の研究所で研究開発を行い、陸軍と空軍は、主に大学や企業などの外部へのファンディングを通じて、基礎研究から軍事的な応用開発まで多種多様な研究開発を幅広く行っていた。1986年に高温超電導体が発見されると、米国防総省内にワーキング・グループを立ち上げ、翌年7月には国防総省超電導研究開発（Department of Defense Superconductivity Research and Development: DSRD）プログラムのための報告書をまとめた。そして、11点の超電導イニシアチブの発表、1988年の国家超電導及び競争力法の成立を受け、米国防総省としては、厳しい財政状況の中、RDT&Eの予算を増やすことに成功した。

しかし、高温超電導には解明されていないことが多く、本章では、そのため基礎研究に資源が割かれた様子を叙述した。やがて、5年もすると研究に頭打ちの兆しが見え始める。その後、予算は減少していったが、米国防総省は基礎研究から応用開発へと重心を移し、また、DARPAの関与を顕在化させ、さらに、ナノテクノロジーや量子といった文脈に形を変えながらも、その他多数の研究開発の中で超電導技術の研究開発が継続している実態があることを明らかにした。

第3章では、米国防総省における超電導技術のRDT&Eで考えられる課題を、前2章での考察を踏まえ、「シーズとニーズのミスマッチ」、「軍事予算と科学技術」、「政治的意思の継続」という三つの観点で論じた。超電導技術は、ニーズ側の過剰な期待や、すり合わせる媒体の不在などにより、シーズとニーズがミスマッチを起こしていたが、長いスパンで見れば、実用化に向けて進んでいた。さらに、超電導は、ブームが終わった後も、その軍事利用の可能性に鑑み、研究開発を継続させる必要があり、そのための方法もまた必要であった。そして、ナノテクノロジーという新たなイニシアチブの文脈で、かつてのイニシアチブである超電導の研究開発が行われていた。11点の超電導イニシアチブにおいては、政治的意思の継続が明確ではなかったが、その後のイニシアチブにおいては、政治的意思の継続が図られていたことが明らかになった。

この概念を拡大すると、研究開発が成功するまでに時間のかかる、重要な技術、あるいは新興技術については、シーズとニーズの適時かつ冷静なすり合わせ、そして、将来の軍事利用を見据えた継続的な研究開発が必要であり、そのためには、シーズとニーズを適合させることを目的とする媒体の存在、そして、政治的意思の継続と、予算の継続が重要であり、翻って、政治的意思の継続を作り出す仕掛けとして、また、予算の継続を作り出す仕掛けとしての断続的なイニシアチブの発動とその継続が重要であることが明確になった。

第4章では、米国防総省により研究開発がなされ、実際に軍事利用されたかつての新興技

術として、「ステルス」、「全地球測位システム (GPS)」、「インターネット」に着目し、軍事利用に至った検証をした。これらの技術には、明確な軍事的ニーズがあったこと、技術システムを構成していること、長期にわたる研究開発が行われたこと、研究開発協力企業が存在したこと、明確な競争相手がいなかったこと、調達に移行したこと、科学的原理が明快であること、代替技術が存在しなかったこと、倫理的な争点がなかったこと、欠点はあるが許容できたことといった共通点があった一方で、軍事行動における使用形態や、研究開発段階における機密性、民生利用の度合いといった相違点があった。

第5章では、超電導技術の軍事利用について、過去の研究開発の計画の進捗と成果を俯瞰するとともに、軍事利用された技術と比較し、その違いを分析して論じている。小規模なアプリケーションについては、競合技術、特に半導体技術の飛躍的な進歩により、超電導の必要性が低下している可能性がある。一方、大規模なアプリケーションについては、両用技術（デュアルユース）として、民生利用されているものもあり、また、軍事用途として研究開発が継続しているものもある。超電導技術の利用が検討されていた電磁カタパルトを事例として、その検討の過程を追ってみたが、超電導技術の採用には困難があった。

実用化されている超電導技術である超電導電磁石と超電導量子干渉計（SQUID）では低温超電導体がい用いられており、高温超電導体による代替はほとんど見られない。超電導技術は、軍事的なニーズはあり、かつ倫理的な争点はないという好適な条件にあるものの、代替技術が存在する中、許容しがたい欠点をかかえ、また、民生利用の度合いの低いものを、科学的原理がよくわからないまま、機密性高く行っているという状況が明確になった。

第6章では、第5章までに、かつての新興技術である超電導に焦点を当てて考察をしてきたことを、現在の新興技術である量子情報科学の軍事利用の可能性を論じることに適用して、議論の妥当性を検討した。この分析の結果、量子情報科学は、明確な競争相手がいて研究開発を急ぐ必要があるが、軍事的に利用できるものになることを確実に支持する理論はいまだ確立しておらず、また、複雑な技術システムであり、さらに、軍事以外の用途も幅広く考えられ、人工知能での利用を除けば倫理的な争点はなく、民間企業の参入意欲も高く、デュアルユースではあるが、実態は、軍事利用もできる民生技術と言える。一方で、量子コンピューターにより暗号が無力化することの脅威は、国防のみならず行政全般、さらには民間にも広く影響することが考えられ、国全体、あるいは国際社会全体での取り組みが必要である。また、量子通信については、基盤インフラとしての産業的価値と安全保障との両立が難題となっていることが明らかになった。

第7章では、超電導技術をはじめ、さまざまな技術の研究開発を行ってきた、米国防総省の RDT&E の制度の効果と、それをもたらす機能について論じる。米国防総省は RDT&E 制度により、1000 億ドルを超える予算で、基礎研究から実機システム開発まで幅広く行っている。その資金は、陸海空軍の研究所といった米国防総省内部での研究開発に加え、大学や企業など外部機関へのファンディングに使われる。また、米国防総省では、RDT&E のプロジェクトを、米国内だけではなく、外国と共同で行っている。

米国では、歴史的には、第二次世界大戦後に、軍事技術のスピンのオフが進んだのに対し、1980年代以降には逆に、民生分野のスピンのオンが重要になったと言われるが、1995年、デュアルユース（軍事と民生の両用技術）の概念が導入され、時間の経過とともにデュアルユースが浸透し、いまやスピンのオフ、スピンのオンの概念は古くなっている。

米国防総省のRDT&E制度の基本設計は、1995年の国家安全保障科学技術戦略にあった。国防予算の中に科学技術予算が組み込まれたこと、また、国防総省科学技術プログラムとして各アクターの役割が明確になったことにより、米国防総省のRDT&E制度は、超電導技術の研究開発に、支援の多様化という新たな効果を及ぼした。軍事利用に近いところまでできているものは軍が、一方で基礎研究を継続するものについてはDARPAが、それぞれ支援の得意なものに集中して支援をすることができるようになった。そして、もし、軍で、あるいは軍が支援をして行っていた研究開発で期待する成果が得られなかったが、将来の可能性は残っているという場合には、完全に中止をするのではなく、その一部を、形を変え、DARPAの新たなプロジェクトとして支援する。そして、そのプロジェクトに軍事利用の可能性が見えてきたときには、軍で、あるいは軍が支援をして研究開発を行うということが可能となった。これが米国防総省のRDT&E制度のレジリエンシー（弾力性）となり、ひいては、RDT&E制度の技術「保存」機能の源になっている。

そして、終章では、米国防総省のRDT&E制度が超電導の研究開発にもたらした効果を総合的に考察し、米国防総省のRD&E制度がもつ機能をまとめた。米国防総省のRDT&Eの制度は、軍事予算でありながら、科学技術予算でもあり、技術が注目を集めて予算が拡大するときも、実用化に向けた研究だけではなく基礎研究に資源を割くことができ、また、軍事利用に至っていない技術であっても、他の研究開発の枠組みのなかで基礎研究を続けることができる、柔軟性のある制度であり、技術「保存」機能を有するものであることを検証した。

IV 論文の総合評価

1. 論文提出から審査までの経緯

堀内正隆氏は、国際協力学研究科の安全保障専攻の課程学生である

2023年9月に大学院に対して論文を提出し、博士号取得の申請を行っている。研究科では受理審査委員会を編成し、主査が海外事情研究所の門間理良教授、副査として拓殖大学学事顧問の川名明夫・元学長と国際協力学研究科の非常勤講師で、国立国会図書館の福田毅氏による審査が行われた。受理審査委員会では、同年11月に、その上で受理が認められた。これを受け、堀内氏は論文の修正作業を行い、修正論文が受理されて本審査に進んだ。

本審査委員会は、佐藤丙午、門間教授、川名顧問、福田氏で編成される。2024年1月16日にオンラインで審査（最終試験）を実施した。

2. 審査所見

本審査では、堀内氏より受理審査の際に指摘があった、社会科学的研究としての意義の明確化と、いくつかの修正点について説明があった。その上で、審査委員より、堀内論文の技術史研究上の価値を評価しながら、その社会科学的研究としての価値の再確認が求められた。

まず、人文・社会科学の観点から、高温超伝導の研究について、国防総省の研究実施体制が長期化を可能にしたことは理解できるが、その長期継続の決定のポイントは何かを明確にすることを求める指摘があった。つまり、事例研究として超伝導を取り上げたのは理解できるが、国防総省がそれを長期継続させるインセンティブは何であったのかというものである。さらに、歴史研究の側面から、超伝導の選択に関わる議論の有無について確認が求められた。

堀内氏は、高温超伝導が選択された理由には経路依存的な側面があることを認めつつ、その技術的可能性の重要性が認識されていったプロセスの側面を強調した。堀内氏は、本論文の対象時期は約 30-40 年に及び、特定の時点の意思決定が決定的な役割を果たしたと断定することは困難であるとした。政策決定者個人の思考よりも、技術の可能性に対する長期的な考慮、特に技術開発をめぐる国際的な競争状態の中での合理的な選択の側面が強い。

さらに、国防総省の RDT&E と高温超伝導の技術開発の関係は理解できるとしても、本論文は単一事例分析であることから、制度の創設（特に 1995 年の国防総省内の研究開発制度の変更）と高温超伝導の研究の意義との間で、どちらが原因で、結果なのか明確にするよう指摘された。制度変更が超電動の研究開発を加速させたのかどうかも明確にするよう指摘された。

堀内氏は、時系列で研究開発体制の進展と制度構築を説明し、高温超伝導に対する国防総省内での期待の変化が戦略の発展を促し、それが翻って制度構築の主導力になったと説明した。高温超伝導に対する期待の高まりは、90 年代に米国の国際競争力が減退していた時期に付合するため、それ単体で研究開発を維持発展させるのではなく、他の技術開発と並行して進めることが、予算面から見たときには現実的であった。このため、民間での科学技術開発の側面から考えると、国防総省の技術開発予算を利用する体制を構築することが实际的であった。この両面が、軍事的なニーズを満たせないことが明確な中で、技術的なシーズの維持発展を図ろうとした要因として大きかったのではないかとした。

その他、高温超伝導で見られた研究開発体制が、他の技術分野でも見られる可能性や、国際的な技術開発協力体制に関する点などが指摘された。堀内氏は、量子技術など、今日の新興技術開発において、米国は同盟国や有志国との連携や役割分担などを進める構想を持っており、高温超伝導開発での米国防総省の試みは、米国の

国際的な科学技術開発のあり方を考察する上で大きな意義があること強調した。

3. 審査委員会結論

委員全員が一致して学位申請者に対し、「博士（安全保障）」の学位を授与するに値するものと認めた。

以 上