

(エ) 論文要旨

論 文 要 旨

申請者氏名 堀内 正隆

申請学位 博士 (安全保障)

主論文題目 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

主論文要旨 [邦文は4,000字以内
外国語は2,000語以内]

本稿は、米国防総省が行った超電導技術の研究、開発、試験及び評価を事例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、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制度の現状について明らかにした。

軍事利用される技術のニーズといえ、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。

1911年の発見以来、電気抵抗がゼロとなる現象を利用して大量の電流が流せる、あるいは、磁束が量子化されるという現象を利用して微弱な磁界が計測できるといったことから、超電導技術の研究開発が行われた。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、さまざま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政府は一斉に動いた。当時、冷戦が長期化しており、ソ連に対して技術的な遅れをとることは許されないが、政府の財政は厳しくなっていた。また、日米貿易摩擦が激しくなっており、米国の競争力を高める必要があった。国防総省の動きは特に早かった。国防総省内に陸海空軍の研究所、国防高等研究計画局、国家安全保障局、戦略防衛構想機構などからメンバーを集めたアド・ホックのワーキング・グループを立ち上げ、翌1987年7月には報告書 *Superconductivity Research and Development Options* (超電導の研究

開発の選択肢)をまとめた。そして、それは、エネルギー省、国立科学財団、商務省、アメリカ航空宇宙局、そして大統領府などの動きと一つになって、レーガン大統領(当時)の11点の超電導イニシアチブ、さらには、1988年の国家超電導及び競争力法へと繋がっていく。国防総省としては、厳しい財政状況の中、研究、開発、試験及び評価の予算を増やすことに成功した。しかし、その中身は、純増ではなく、1988年と1989年に低温超電導の研究に充当しようとしていた予算を、高温超電導の研究を優先させるため、そちらに振り替えるということも含まれていた。予算は順調に伸びたが、5年もすると頭打ちの兆しが見え始める。

この時期、米国を取り巻く環境は大きく変わりつつあった。まず、大統領の任期である。1989年1月で任期満了となるレーガン大統領(当時)にとっては、11点の超電導イニシアチブはレガシーづくりの一つであった可能性もある。国防総省が、報告書 *Superconductivity Research and Development Options* で5年の計画を立てつつ、「3年で1億5000万ドルの予算」を構想した背景にも、レーガン大統領(当時)の任期があったことが考えられる。1988年の大統領選挙で、レーガン政権の副大統領であったブッシュが次の大統領になったが、議会は上下両院ともに民主党が第1党となった。次に、冷戦の終結である。1991年、冷戦が終結した。巨大な敵がいなくなった上に、長引く冷戦で政府予算は厳しい状況にあり、国防費には圧縮の圧力がかかった。さらには、1993年の政権交代。ブッシュ政権は4年で終わり、民主党のクリントン政権となった。当時は議会も、上下両院ともに民主党が第1党であった。そして、当時の議会およびクリントン政権は、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、国防総省における高温超電導の研究開発には直接、影響はなさそうな事象であったが、超電導への熱い期待を冷ます一つの要因にはなった。しかし、超電導への熱い期待を冷ます最も大きな要因は、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のではなかろうか。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である。わずか3年や5年で目覚ましい成果を期待したとすれば、期待が大きすぎたのではなかろうか。国防総省としては、軍事的な出口に近いところに重心を移して引き続き超電導の研究開発を行うが、超電導技術は軍事的に多用されてはいない。

軍事利用される技術とされない技術との違いは何か。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、という視点で、「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、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も見られた。

これらの点を超電導に当てはめてみると、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、という状況が浮かび上がる。

この、軍事利用された技術の条件を、現在の新興技術である量子情報科学に試行的に当てはめてみると、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である。

かつての新興技術と言える超電導技術は、ほとんど軍事的な利用には、いまだ至っていない。その他多数の研究開発に溶け込んで、目立たなくなってきたが、研究開発は継続している。この点について、次のように考察した。

ブーム期には、ニーズ側の過剰な期待や、すり合わせる主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、実用化に向けて着々と進んでいた。

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、そのための方法もまた必要であった。そして、その方法の一つとして、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。

そして、11 点の超電導イニシアチブには、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と考えられる。

そして、この、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ものと考えられる。

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、国防総省の RDT&E 制度は、超電導技術の研究開発に新たな効果を及ぼしたと考えられる。それは、支援の多様化である。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、ナノテクノロジーや量子技術など、基礎研究を継続するものについては国防高等研究計画局が、それぞれ支援することで、軍としては、ニーズに近いものや、

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る。そして、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、国防高等研究計画局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る。これが国防総省の 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と考える。