

研究開発課題別中間評価結果

- 1 . 研究開発課題名：超小型放電型中性子源による地雷探知技術の開発
- 2 . 研究代表者名：吉川 潔（京都大学エネルギー理工学研究所 教授）
- 3 . 研究概要

本研究開発では、地雷(火薬)自体の化学組成に着目し、超小型放電型中性子源を用いて、探知が困難なプラスチック地雷の場所、およびその種類も同定可能な技術を開発する。原理は小型中性子源により中性子と爆発物成分(C,N,O,H)との(n,)反応や散乱中性子を計測して成分・場所を同定探知する方式で、中性子源において電気放電によるビーム衝突核融合を起こし中性子を発生するものである。この方式は簡易性のみならず安全性、取扱性、寿命、中性子発生率（現在毎秒 $10^7 \sim 10^8$ 個程度）の点で極めて優れた長所がある。本研究開発では、これを地雷探知用にさらに小型化・可搬化・高性能化し、さらに最先端放射線計測技術と計算機技術を駆使して地雷の存在、種類を同定する（センシング技術；レベル2サーベイ）。しかしながら、特に短期的課題で開発された地中レーダーを中心とする探知技術開発の進展に鑑み、当初の目的である、「場所と種類の同定」から、地雷の存在が疑われる場所が特定された後、そこに爆薬があるかを判定するための探知システム開発と性能実証に変更された。

また、地雷被埋設国等での実証試験の実現に向けて、他の研究開発課題(アクセス・制御技術)で開発された遠隔操作駆動システムとのインテグレーションによる総合的な探知システムの構築を目指している。

中性子源に用いる車載用電源システムについて、当初はパルス電源を採用する計画であったが直流放電においてもノイズを十分低減する事に成功したことから、これを直流電源に変更し、目標の中性子発生率を達成することができた。地雷探知計測関係では、地雷方向以外から来る 線を除去して地面に対向したセンサーの底部に直接 線が入射できるよう、底部に開孔のある円柱状のNaIシンチレーターの中にBGO(ビスマスジャーマナイト： $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)測定子を格納した複合型計測子を考案した。この複合型計測子を用いて、バックグラウンドを除去するために同時に計測される信号は無視し、BGOのみが計測する信号を地雷部分からの信号として認識する非同時計測法、さらに検出効率を向上させるための同時計数法を併せて行うことができる測定システムを開発した。このシステムの基本特性を調べるため、地雷模擬用としてメラミンを対象に検証した結果、メラミンのない場合とある場合で窒素による 線領域で差異を確認することができた。しかしながら基本特性実験で用いた中性子源は開

発途中のもので、中性子発生率は目標値の 10～20%程度であったため、短時間での検知対象の有無を有意に判定する性能は十分とは言えず、今後、目標の中性子発生率を用いて、短時間で判定できる事を実証すると共に、判定率を改善する必要がある。

4 . 中間評価結果

4 - 1 . 研究開発の進捗状況と今後の見込み

平成 17 年度までは大学主体のチーム構成であり試作機の製作について、その進捗に心配があったが、平成 18 年度より企業が本格的に参画し、性能評価のための試作機を製作する体制が整った。ただし、京都大学吉川教授のもとチーム体制を今後集約して効率化をはかり、プロジェクト管理をさらに強化し、国内で実施する性能試験に供する試作機を計画に遅れを生じさせることなく完成させることが望まれる。現地実証試験に向けて耐環境性の改善など解決すべき課題も多く、ひとつひとつハードルをクリアしていくことが必要である。

4 - 2 . 研究開発成果の現状と今後の見込み

重水素を用いる D-D 核融合型の中性子源は世界的に見ても独創的な研究であり、平成 17 年度に実施した装置の水冷化により地雷探知に十分な中性子発生率を達成できる見込みを得た。今後早急に目標の中性発生率を実証することが必要である。一方で、地雷の有無を同定する検出系については、シミュレーション結果においても未だ十分な探知率を達成できる見込みを得ていない。ハードウェアなども含めた根本的な改良が必要であり、検討をお願いしたい。これらの技術を過酷な環境下でも動作するようにインテグレーションすることが重要である。さらに機材操作に関しても専門家以外も計測作業などが実施できるよう、ユーザビリティに配慮した試作機製作が望まれる。

4 - 3 . 今後の研究に向けて

重水素ガスによる超小型放電型中性子源は優れた成果であり、今後の実用レベルでの応用が期待できる。製作された試作機は日本国内での性能試験により評価を行い、実用的で費用対効果の高いシステムであることが認められれば、地雷被埋設国などの要請に基づき現地での実証試験に向けて更なる性能検証と改造を行うことも検討する。

4 - 4 . “国から通知された目標” に向けての展望

“国から通知された目標” である「地雷（火薬）自体の物性値に着目し、地雷探査過程（いわゆるレベル 2）又は地雷除去確認過程（いわゆるレベル 3）のサーベイにおいて対人地雷を確実、簡易かつ迅速に探知可能なセンシング技術の開発」に該当し、対人地雷中の TNT や RDX 等の爆薬そのものを特定する研究である。本研究では、特に短期的課題で開発された地中レーダーを中心とする探知技術により、地雷の存在が疑われる場所が特定された後、そこに爆薬があるかを判定するための探知システムの性能実証を目指している。爆薬の位置の同定は非常に困難であるが、指定された場所に爆薬が存在するか否かを正確に計測できるシステムを構築することで、レベル 3 の地雷除去後の検証のための地雷探知の技術として活用されることが期待される。

4 - 5 . 総合的評価

D-D 核融合型の中性子源の研究開発は、これまでにない独創的なものであり、従来の放射性物質を用いたものと比べて、特に簡易性、安全性の改善効果が大きい。さらに中性子強度を高め、安定して中性子を生成できる装置の開発に注力し、将来の安心・安全の向上に広く応用できるように小型化にも引き続き取り組むことが重要である。システムとしての最適設計、システム・インテグレーションがプロジェクト成功の鍵であり、平成 18 年度は参画企業の役割に期待するところが大きい。検出に要する時間の短縮など課題も多いが、爆薬探知技術としては将来性があり、実際の環境での評価を通して使える形に組み上げていくことが重要である。