

## 人道的対人地雷探知・除去技術研究開発推進事業 評価報告書

独立行政法人科学技術振興機構により平成 14 年度から平成 19 年度にかけて実施された「人道的対人地雷探知・除去技術研究開発推進事業」に対して、事業事後評価を行った結果を報告する。

### (1) 事業運営について

#### (1-1) 研究の体制・遂行

##### b. 適切である

研究領域の分野をセンシング技術とアクセス・制御技術に大きく分け、また、短期的研究開発課題（研究期間 3 年）と中期的研究開発課題（研究期間 5 年）とに分けて、センシングについては両者、アクセス・制御技術については短期的研究開発課題のみとしたことは、研究開発遂行の体制として適切であった。計測、制御、システムを中心に原子力の専門家も加えた各分野を代表する大学研究者のアドバイザー 5 名を得たことは、それぞれの分野の課題の研究開発推進に適切であった。但し、関連する分野が非常に広いことから、やむをえないことながら、アドバイザーが必ずしも専門分野を十分にカバーできたとは言えない部分もある。また、欲を言えば、アドバイザーとして、地雷処理の現場やその運用体制に精通した専門家や、製品化経験のある企業技術者なども加わっていればより望ましい体制であった。

#### (1-2) 研究課題の選考

##### b. 適切である

研究課題の選考の方針として、短期的研究開発課題では、すでに地雷探知に利用されているか、あるいは、他の分野である程度実用化が進められている技術をベースに、対人地雷探知・除去分野への適用をはかることに重点が置かれた。中期的研究開発課題では、将来の地中の対人地雷センシング技術として、中性子法や核四極共鳴法などの先端的な研究が採択された。このような難しい課題も含みつつも、中期的研究開発課題においては、新しいアイデアよりも諸外国の研究で原理的確認がなされている課題に重きが置かれた。文部科学省の研究資金により JST が運営する研究プログラムに対しては、すぐに実用化ができなくても将来の新技术の芽となりうる萌芽的研究を期待される傾向があるが、そこを敢えて以上の選考方針としたことは大変適切である。但し、欲を言えば、センサデータ処理などの情報処理の研究、ヒューマンインターフェースに関する研究がもっと多くあってもよかった。

### (1-3) 研究総括のマネジメント

#### a. 極めて優れている

研究課題をセンシング分野とアクセス・制御分野に分け、また、短期的研究開発課題と中期的研究開発課題とに分けて運営し、同一の分野のテーマで競争させ、一方で、センシングとアクセスでの連携を図るなどの工夫をこらしており、適切な研究遂行であったと評価できる。

研究テーマで、見込みのないものは途中で打ち切り、逆に、有望なものは増額、延長するなど、大学の研究者を中心とした研究プログラムではなかなか見られない重点化がなされ、研究総括は適切な判断のもと高い指導性を発揮しており、研究開発マネジメントは大変に優れていたと評価できる。難を言えば、中性子法など中期的研究開発課題の研究に対しては、一部に研究総括の指導が細部にまで行き届いていない面が見受けられるが、技術分野が非常に広いことからやむをえないことであろう。また、報告された内容からは見えにくいですが、いくつかの課題において外国での実証実験まで持っていくことができた陰には、民間企業の設計技術者の支援があったと考えられ、その意味からは、欲を言えば、設計・開発段階に入るようなテーマについては、企業技術者を表だって責任を持たせて参加させ、実用化をより加速するマネジメントなどがあってもよかったかもしれない。

### (1-4) 現地のニーズや状況に対する対応

#### d. やや問題あり

地雷の現場での実証実験に供用可能な技術を目指したプロジェクトとしては、現地ニーズの把握などが弱かった感を免れ得ない。事業計画時点での現地ニーズの把握が特に重要であったが、それは、必ずしも地雷埋設国に行かなくても、内外の地雷除去組織や専門家からの情報入手でもある程度効果を上げることができたのではないか。そのようなニーズ把握の努力が必ずしも十分ではなく、大学研究室の研究から直結した研究計画になっていたという面が否定できないと考えられる。特に、中期的研究開発課題においては、その課題の目指すところからやむをえないことではあるが、現地の短期的ニーズの考慮が十分に行われていたとは言い難い。

短期的研究開発課題に関しては、当初の目的地であるアフガニスタンが実際の実証の場として利用できなかった点は不運であった。それに代わって、当初の計画になかったカンボジアを対象国として選び、現地での技術の実証に取り組んだことは評価できる。但し、樹木繁茂や雨期の存在など埋設環境の問題や、現地で現実に求められる実地作業の簡便さなどを含めて、現地の短期的ニーズとのずれが出た点は不運であった。もう一つの代替国であるクロアチアでの実証試験などにおいては、ある程度対応に成功し、成果を上げていると評価できる。

## (1-5) 国際協力

### b. 優れている

この事業の出発点であった日本の先端技術を地球上のさまざまな問題の解決に役立てよう、そのことによって国際貢献しようという発想・姿勢は極めて高く評価される。現実には問題点はあったものの、それ以上に、この事業を手がけた姿勢そのものは高く評価できる。

クロアチアとカンボジアで積極的に現地試験に対応しており、実用機ではなかったが、現場テスト用の試作機を持ち込んで、積極的に実証実験を行ったことは評価される。但し、現地の人々は、実証実験は実用化のための第一歩と考えており、実験に続く具体的な計画を求めている。今後のフォローアップと機器メンテナンスの計画が示されないと、折角ここまで積み上げた国際協力の芽が無に帰するのではないか。

尚、技術開発の面では、例えば中性子法などでは米国は実用化でずっと先行している。米国等と国際協力を進め、共同研究を行うことができれば技術開発には大変有効と考えられる。軍事に関わる技術であり、現実には国際協力はやりにくいかも知れないが、今後の成果の展開においては、海外の企業との共同研究開発等を含めて、検討されても良いと考えられる。

## (1-6) 成果の公開

### b. 適切である

一部の研究課題で論文などによる研究発表が不十分なものも見受けられるが、総体的には事業全体として成果は、論文発表などに加え、各種メディアを通じての公開や公開実験を通じての周知がなされており、適切に成果の公開がなされている。特に、公開実験や報告会は幾度かにわたり積極的に行っており、事業の意義、趣旨を幅広く浸透させる効果を与えたと考えられる。報告会では、若い世代に訴えかける場所を選んだこともよかった。欲をいえば、研究開発が抱える課題や難しさなども合わせて報告し、地雷現場の事情を知らないメディアも含めた一般の人々にあまりに過大な期待や幻想を抱かせない工夫があれば一層よかったのではないかと考えられる。

今後は、地雷探知・除去に密接に関係する防衛省などに対して研究成果を提示することも考えるべきであろう。

## (2) 研究成果について

### (2-1) 要素技術としての研究成果の水準

#### b. 優れている

短期的課題の中で、センシング技術に関しては、佐藤チームのハンドヘルド型の金属探

知／地中レーダ・デュアルセンサ（ALIS）は優れた成果を上げたと評価できる。それぞれのセンサー自体は既存であるが、複合化し、信号処理系を先端技術でカバーして画像化したことにより、世界の技術の先端を行くものとすることができた。海外にはドイツ製のデュアルセンサがあるが、本研究開発によるものはそれに比べて優れた機能を有すると評価できる。荒井チームのパルス波を用いた地中レーダ技術も現地実証試験にて地雷探知機能を実証することができた。

広瀬チームの遠隔操作アーム搭載バギー車両（GRYPHON）については、考え方は良くアクセス制御で効率的に探知が出来ること期待されるし、優れた成果であると評価する。遠隔操作における精度や信頼性などが今後の課題であろう。

中期的課題の中で、中性子法の2チームについては、中性子源とガンマ線測定に分けて評価すると、吉川チームは中性子源、ガンマ線測定ともに優れ、井口チームはガンマ線測定で優れており、特に前者の核融合中性子源は極めて独創性が高い。この2チーム間で十分協力がなされなかったことは残念であった。

## (2-2) システム技術としての研究成果の水準

### c. 普通

本プロジェクトで推進された研究課題の内、中期的研究開発課題は、いずれも要素技術の研究に止まり、システム技術としての評価を行うに値する段階にまで至っていないので、ここでは、短期的研究開発課題の中の研究課題のみについて言及する。センシング技術の中で、システム技術として最も完成度の高いのは、佐藤チームのALISである。但し、探知に要する時間、現地のオペレーターにとっての使いやすさ、実地試験での信頼性・耐久性など、運用面までふくめた実用化に至るまでには未だ課題が残されている。

アクセス・制御技術のシステム技術としては、広瀬チームのGRYPHONの開発が最も進んでいるが、これに関しても、精度、信頼性、実用性などに今後の課題が残されている。

## (2-3) 研究成果の科学的・技術的意義

### b. 高い

本プログラムにおいて、地中レーダ、金属探知／地中レーダ・デュアルセンシング、核四極共鳴、中性子法などの要素技術の研究開発が、いずれも国内の一流の研究チームによって進められ、このような分野におけるわが国の科学技術のレベルアップに対して大きな効果をもたらしたと考えられる。金属探知／地中レーダ・デュアルセンシング技術は、地雷埋設国において、対人地雷の探知以外に不発弾の探知などにも適用できると期待され、更に平時に種々の地中埋設物他の探知にも応用できる技術であると期待される。中性子法は、技術的難易度の高い研究開発に挑戦しているもので、対人地雷探知以外の爆発物や核物質の探知、更には月面・惑星上での元素分析などに適用が期待される。

## (2-4) 研究成果の現地ニーズに対する適合性

### c. 普通

アフガニスタンを対象国として想定して課題の採択や研究の推進を行い、その後の現地情勢の悪化から、同国とは環境の異なるカンボジア、クロアチアへ対象国が変わった点の不運であった。ALIS、GRYPHONなどはクロアチアにおける実証試験で高い評価を得ているが、雨季の存在と樹木繁茂の環境のあるカンボジアでは、開発技術の現状では、適合性にやや問題がある。開発された機器が現地で受け入れられるか否かに関しては、使いやすさや信頼性の他、故障の際の修理の問題等も重要である。今後も地道に現地試験を重ね工夫を重ねていけば、現地ニーズに十分適合して行かれることが期待される。

上記の開発技術以外では、例えば、センシング技術の中の中性子法では探知時間、水分が多い土壌で深く埋められた地雷の探知、放射線防護・管理などに問題があるなど、現段階の研究成果の水準では現地ニーズに対する適合性という観点では問題が残されている。

## (2-5) 当初の目標に対する研究成果の達成度

### b. 高い

目標として掲げられた「地雷処理の現場において、技術実証試験を行うことが可能な技術を開発し、現地の地雷処理機関に提供する」ということに対しては、佐藤チームのALISは十分それを達成しており、広瀬チームのGRYPHONも、そのレベルを達成している。研究としての性格は、要素技術を組み合わせたシステム技術によって、どこまで大きな目標に近づくかに挑戦したものであり、定量的に研究の達成度を評価することは困難であるが、定性的な目標に対する達成度は、高いと評価される。

また、中期的研究開発課題の中で、先端的センシング技術として研究の実施された中性子法や核四極共鳴法などは、本プロジェクトの研究期間内では現地での実証試験に提供するまでには至らなかったものの、将来、より適用性と確度の高い新しい地雷探知技術へのニーズが現地から出てくることを予測し、困難な技術開発にチャレンジし高い成果を上げたと評価される。

## (2-6) 研究成果の実用化への展開

### c. 普通

ALISなどの技術開発は、現地での実証試験などの段階まで進み、クロアチアでは高い評価を受けるまでに至ったが、実用化までには更に創意工夫の積み重ねとまとまった期間をかけての現地試験積み上げが必要と思われる。本事業は、文部科学省の計画としては平成19年度で終了するが、実用化への展開のためには、一般に基礎的研究のフェーズに倍加する研究開発費の投入が必要であり、国によるこのような支援がなければ、折角このレベルまできた本事業の成果は、将来の実用化への道を閉ざされることとなる。

### (3) 総合評価

#### A. 優れている

アフガニスタンをはじめ世界の数多くの国の抱える対人地雷埋設の問題に対して我が国の貢献が国際的に強く期待される状況の中、本事業は、文部科学省により、日本の先端的な科学技術を駆使して対人地雷の探知・除去活動を支援するための研究開発プログラムとして企画され、科学技術振興機構により推進された。特に、我が国は諸外国に比べて、地雷の探知・除去においてその技術的基盤が乏しい中で、地雷被埋設国等における実証試験に技術を提供することを目指して進められた。

このように、本プロジェクトの大きな意義としてわが国が先端技術をもって国際貢献を行うという側面が有り、今後も我が国が担うことがあると思われるこのような命題に対するモデルケースとしての位置づけを注視すべきであろう。特に、本プロジェクトは、対人地雷探知・除去という地球規模の人道的問題の解決に役立ちたいという発想であり、その真摯な取り組みは高く評価できる。また、本プロジェクトは、社会が必要とするサービス（ニーズ）に先端技術で応える「社会技術」の研究開発としてその重要性を位置づけることもできる。わが国の研究開発プロジェクトではこれまであまり見られなかったこのような試みが、とりわけ大学研究者の貢献により行われたことは高く評価されるべきことである。

本プロジェクトでは、研究分野をセンシング技術とアクセス・制御技術に大きく分けて、また、短期的研究開発課題と中期的研究開発課題とに分けて、それぞれを構成する研究チームの研究開発が推進された。プロジェクトの目標達成に貢献しているのは、短期的研究開発課題であり、特に、佐藤チームのハンドヘルド型の金属探知／地中レーダ・デュアルセンサ（ALIS）、広瀬チームの遠隔操作アーム搭載バギー車両（GRYPHON）など、海外の先行技術に対して遜色ない高度な技術の開発に成功し、現地実証試験に供与可能な優れた成果を上げた。これには、研究総括による、プロジェクト途中でのテーマの統廃合などのマネジメント、目的に向けた的確な判断、が寄与していることは言をまたない。但し、これらの研究・技術開発も、プロジェクト開始当初、アフガニスタンを想定して計画し開発を進めたもので、地勢的環境のやや似たクロアチアでは適用でき、土壌や植生も含めてかなり環境の異なるカンボジアではやや不適合が生じたと思われる。このような観点からは、開発された技術に関して、土壌条件、気候・気象条件、植生条件など埋設国の環境に対する技術の適用範囲と限界を明らかにしておくことが必要であろう。

中期的研究開発課題の位置づけについては、評価委員の意見がやや分かれる所であった。現地ニーズに直結する課題に研究費を集中するという考え方からすれば、これらの課題の重要度は低いものとなり、事実、「現場における技術実証試験が可能な技術開発」というプロジェクトとしての主たる目標の達成には、中期的課題は殆ど貢献していない。一方で、文部科学省のプロジェクトとしては、先行している諸外国によって既に見通しのつけられている研究開発ではなく、我が国独自の技術の研究開発があつてよいという考え方もある。

結果として、本プロジェクトの中期的研究開発課題は、海外で既に研究開発実績があるが、実用にはまだ距離のある技術を選定することとなっており、プロジェクト終了時の研究成果としては、実用化のための基盤技術を構築したに止まっている。

本プロジェクトは実用化に至る手前で終了したとすることができる。3年間乃至は5年間で実用化までこぎつけるのは至難な試みであり、本プロジェクトの当初の計画、及び研究期間、研究費から想定されたことではある。しかしながら、本プロジェクトの限界の1つとして、研究開発の担い手が大学研究者だけで企業の表だった参加がほとんど無かった点がある。実用化研究は次のフェーズではあっても、実用化や製品化を行う企業を途中段階からでも参画させることが望ましかったのではないかと考えられる。

本プロジェクトの成果として、大学研究者による研究開発プロジェクトとしては成功とあってよい。5年間という長期間、優れたリーダーの下、複数のチームにより研究開発が推進され、その成果は現地での実証実験にまで発展した。当初目標のアフガニスタンで実証試験が行えなかったことは不運であり残念であったが、クロアチアとカンボジアで実証試験に供与し、特に前者では高い評価を得た。「平成19年度までに地雷被埋設国等における実証試験に供与可能な技術を開発する」という当初のプロジェクトの目標は達成されたと言える。

#### 《評価委員会からの提言》

本プロジェクトは、人道的観点から、対人地雷の探知・除去活動をより安全、確実、かつ効率的に実施できるよう、科学技術を駆使して技術を開発し、提供することにより「顔の見える援助」の実現をはかりたいという基本認識に基づいて発案され、推進されたものである。そして、国際貢献という観点から、先進技術開発とともに対人地雷検知・除去の技術開発にとりくみ、地雷の現場での実証実験に供用可能なものとしたことは、わが国の科学技術の観点からなされた国際貢献の具体例として、後の参考にされるべき事例であると評価する。しかしながら、本プロジェクトが目指した国際貢献、即ち地雷埋設国の地雷探知・除去に具体的に貢献しうるという視点からは、今後更に実用化を目指した計画が示されないと、ここまで積み上げた国際協力の芽は無に帰する恐れが大きい。国として、このまま研究資金を打ち切るのではなく、何らか今後のフォローアップ体制が示されることが、国際的な評価をうるために期待される。

以上