

## 組織的な大学院教育改革推進プログラム 平成20年度採択プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称 : 数物から社会に発信・発進する人材の育成  
 機関名 : 大阪大学  
 主たる研究科・専攻等 : 理学研究科数学専攻  
 取組代表者名 : 大鹿 健一  
 キーワード : 幾何学、代数学、基礎解析学、素粒子・原子核・宇宙線、物性

### I. 研究科・専攻の概要・目的

大阪大学大学院理学研究科数学専攻は、1995年の大学院重点化において現在の姿になっており、博士前期課程各学年32名、博士後期課程各学年16名を学生の定員としており、教員は6講座で専任教員として、教授：16、准教授：15、講師：3、助教：7、兼任教員として教授：7、准教授：6、連携教員（慶應義塾大学）として、教授2、准教授1で構成されている。

博士前期課程においては、研究者養成の前半部分という側面と共に、社会の様々な分野で数学の知識を役立てることのできる人材を育てることを目指しており、専門分野の講義と研究室に所属してのセミナーにおいて、きめ細かい指導を行ってきた。純粋数学のみならず、情報基礎数学専攻、サイバーメディアセンター、金融保険センターとの協力により、応用を目指した分野も勉強できるようになっている。

博士後期課程では主に専門の研究者を養成することを目的としており、明確な学術的貢献となる博士論文を執筆することを学生の目標として、研究室や分野ごとのグループでのセミナーを通じた指導をおこなってきた。特に後期課程については、数学の研究者となる人材の育成ということに、主眼を置いてきたといえる。

近年我が国では数学の分野での大学、研究所等専門教育機関の常勤ポストが著しく減少する傾向にある。また教育研究機関以外の、企業などでも、数学の博士取得者を採用するというような動きはまだ見られない。このことから、博士後期課程の志望者数、充足率の低迷、後期課程修了者の就職難が大きな問題と意識されるようになった。

本専攻においては、博士後期課程の本来の目的である、今後の日本の数学研究を担っていく人材を育てることを続けると共に、大学院で数学を学んだ学生が社会の多様な分野で活躍ができるよう手助けをすることを目指している。

### II. 教育プログラムの目的・特色

本プログラムは、数学専攻と状況判断と問題意識を共有している、物理学専攻、情報科学研究科情報基礎数学専攻と共同で、博士後期課程の学生、および博士後期課程に進学を希望する博士前期課程の学生を主たるターゲットとして行われた。プログラムでは大学院生が本来なすべき専門の研究に邁進できるような支援を行うとともに、後期課程の学生の視野とコミュニケーション能力を向上させる取り組みを行うことにより、社会のより広い分野で活躍できる人材へと育てることを目指した。我々が目指す人材育成の内容を項目的に述べるならば、「広い学問的視野をもち、社会で真の即戦力となる人材の育成」と、「コミュニケーション能力の涵養」である。この二つを目標として学生支援を行うことにより、学生の研究能力自体を向上させるとともに、従来よりも広い分野への就職が可能となることを期待した。

数学、物理学は諸科学の基盤であるから、その専門的な研鑽を積んだ学生の社会的需要は本来高いはずであると思われる。このような基盤的科学の大学院教育を充実させていくためには、まずは本筋である専門の研究に打ち込める環境を整備することが大切である。我が国の現在の経済状況

における大学院学生の生活状態を鑑みるに、そのためには学生の研究を経済的にサポートするシステムの構築が何より重要であることは明白である。具体的には、RA, TA の雇用、研究経費の援助を充実させなくてはならない。一方で基盤的研究も社会に対して開かれているべきであり、学生の目が社会へ向けられていることも大切である。数学、物理学という学問の特性から、その研究者は狭い専門に閉じこもる傾向があり、得られた知見を広く社会に知らしめることや、社会で必要とされていることを感じ取りその解決に向けて力を発揮するというようなことを苦手とする傾向が顕著であった。そこでまず数学と物理の垣根を取り払った交流を学内で実施し、社会へ向けて研究成果を伝える機会をもたせ、さらに社会における数学物理学の需要を感得させることにより、学生がこのような問題点を克服し、広く社会に視野を開きコミュニケーションを行うことができるようになることが可能になり、ひいては研究者としての発展とより広い就職先の開拓につながると期待した。

### Ⅲ. 教育プログラムの実施計画の概要

本プログラムでは以下のような事業を計画した。

#### (1) 数学を専門とする学生と物理を専門とする学生と一緒に学ぶ制度

数物アドバンスコア科目という博士前期課程の学生を対象とした、数学専攻と情報基礎数学専攻の学生には物理学を、物理学専攻の学生には数学を学ばせる科目を新設する。また数学と物理の学生が共催する数物コアセミナーを行う。さらに本事業の RA やプロジェクト研究の研究発表会は物理と数学の学生を混ぜて行う。

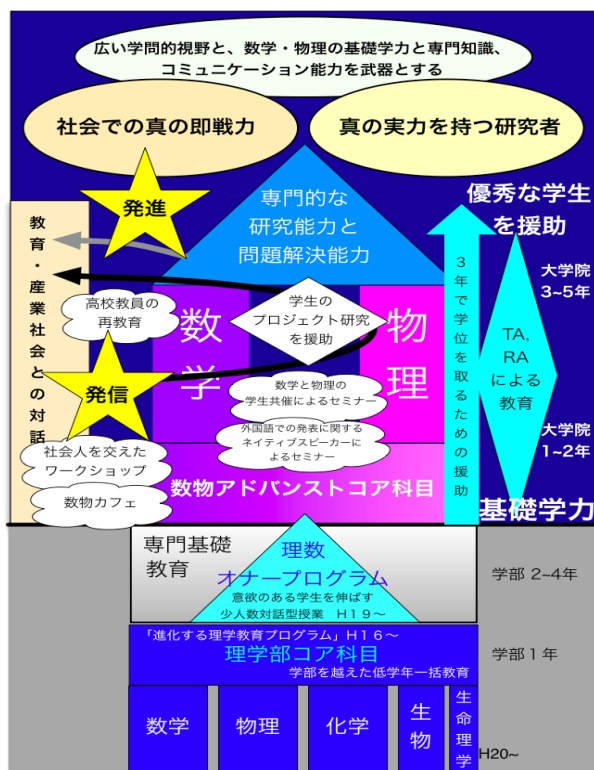


図 1. 実施計画図

#### (2) 学生と社会の対話を可能にする制度

数物カフェという名前の下に、一般の人々に開かれ数学・物理学をテーマとした、研究活動の解説、討論をする場を設ける。大学院生が主体となりカフェを行うことにより、社会への発進力を養う。数学や物理学を学んだ後企業や高校や官庁などに勤める先輩による、キャリアパスセミナーを開き、学生の社会的視野を広める。

#### (3) 学生の基礎学力をつけ、優秀な学生をサポートする制度

博士前期課程の学生に対しては、修士論文に向けての研究を開始する頃である、1 年終了時において、研究途中経過報告会を行い、指導教員以外の複数の教員から指導を受ける機会を設ける。前期課程 2 年次の特に優秀な学生は、4 年生の卒業研究の TA として雇用する。

博士後期課程の学生は RA として採用し、研究に邁進してもらうとともに、前期課程の学生に対する助言を行う仕事も担う。さらに学生自らの研究計画に対して、プロジェクト研究支援を行う。

#### (4) 学生の発表能力を養う制度

学生が研究成果を発表する能力を向上させる

ことを支援するため、海外での発表の支援を行う。ネイティブスピーカーによる英語発表の講義をおこなう。また数物カフェなどを通じて、専門分野以外の聴衆の前で発表を行う機会を設け、コミュニケーション能力を養う。

#### IV. 教育プログラムの実施結果

##### 1. 教育プログラムの実施による大学院教育の改善・充実について

(1) 教育プログラムの実施計画が着実に実施され、大学院教育の改善・充実に貢献したか  
IIIで説明した計画に沿って、各項目に分けて、実施状況を説明する。

①数学を専門とする学生と物理を専門とする学生と一緒に学ぶ制度について。

数学専攻(及び情報基礎数学専攻)と物理学専攻は近い分野であるにもかかわらず、これまで学生のレベルでの研究、教育を共同で行うことはほとんど何もなかった。数物アドバンストコア科目、数物コアセミナーはこの交流を実現するための計画であった。

数物アドバンストコア科目については、支援期間の2年度目から、正式な科目として開講した。数学専攻ではこの科目を必修科目に指定し、博士前期課程1年生全員が履修した。物理学専攻でも強く履修を進める科目とし、2009年度は28名、2010年度は26名が履修した。講義内容としては、数学専攻の教員が提供する部分では、2009年度が松村昭孝教授による偏微分方程式の講義、2010年度においては後藤竜司准教授による微分幾何の講義が行われ、いずれも物理学での応用を強く意識した内容となった。物理学専攻の講義はオムニバス形式で行われ、様々な分野の教員が数学の学生にわかりやすい入門的な講義を行った。履修した学生は皆熱心に聴講し、講義の評判もよかった。数学専攻の教員が行う講義は通常の数学の学生相手の講義とは異なる性質の話題が中心になるため、Faculty developmentの為に、数学専攻の共同の部屋に(本事業の経費ではないが)講義の題材となるような数理物理学の専門書籍を常備するようにした。

数物コアセミナーは2009年度に実施された。数学専攻、情報基礎数学専攻、物理学専攻の大学院生を6-7名程度の混成グループに分け、各自の研究内容をグループ全員に理解できるように説明することを目標に行った。自分の専門を近隣分野の研究者にわかり

やすく説明する訓練となった。

②学生と社会の対話を可能にする制度について。

博士後期課程の学生が本学コミュニケーションデザインセンターの協力の下、なにわ橋駅アートエ



写真2. 数物カフェの様子

リアで8回開催した。各回とも多くの一般の参加者に恵まれ、活発な討論が行われた。学生にとっては全く専門外の人々に自分たちの研究の一端を伝えるよい訓練になった。

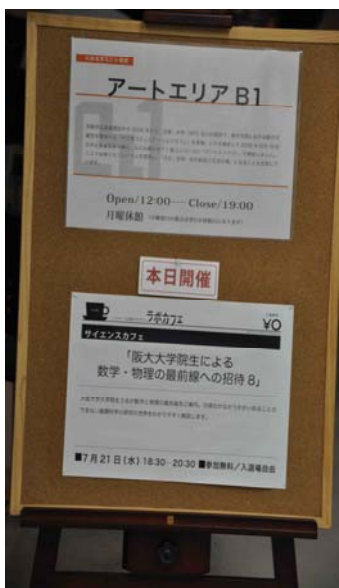


写真1. 数物カフェの案内



写真3. キャリアパスデザインセミナー

また、キャリアパスデザインセミナーを計 15 回開催した。数学、物理学を専攻した後の社会でどのようにその知識が生かせるかを、様々な分野に進んだ先輩たちの話を聞いたり、質疑応答をしたりする中で学んでいった。業種としても従来就職志望者の多かった計算機関係以外から多彩な職業（保険関係、金融関係、教員、公務員など）の講師に来ていただき、学生の就職先の拡大を目指した。

③学生の基礎学力をつけ、優秀な学生をサポートする制度について。

博士後期課程の学生に、研究計画を提出させ、書類、面接等で選抜し優秀な学生を RA として雇用した。RA の数は 2008 年度 31 名(数学系 20 名, 物理学 11 名) 2009 年度 23 名(数学系 15 名, 物理学 8 名)2010 年度 25 名(数学系 16 名, 物理学 9 名)である。

博士前期課程 2 年次の学生から特に優秀で、後期課程への進学を希望している学生から面接で選抜し、学部の卒業研究のための TA として雇用した。TA の数は 2008 年度 25 名 2009 年度 18 名, 2010 年度 18 名である。

さらに学生が主体となって作った個人の研究計画に対して、支援をするプロジェクト研究支援のプログラムが実施された。対象は博士前期課程 2 年以上の学生で、科学研究費の申請と同様な申請書類を提出させ、内容を審査し、優秀な計画に対して支援を行った。2008 年度 23 件 2009 年度 33 件, 2010 年度 33 件が対象となった。プロジェクト研究では多くの成果が上がり、日本ナショナルインスツルメンツが主催するアプリケーションコンテスト学生部門最優秀賞を受賞した研究もある。

各年度末には RA とプロジェクト研究の合同発表会を開催した。外部からの審査員として、専門分野の教授（2008 年度 6 名, 2009 年度 6 名, 2010 年度 3 名）に参加してもらい、助言や評価をもらった。



写真4. 合同発表会の様子

前期課程 1 年次終了の学生を対象にして、毎年度研究経過報告会を開催した。指導教員以外の教員を前に、自分の研究対象を説明する機会として、助言や批評を受け、次年度からの研究の方向を決める参考にするようにした。

④学生の発表能力を養う制度について。



写真5. 研究経過報告会

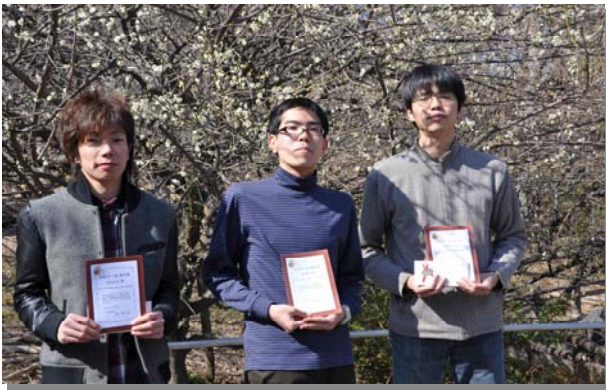


写真6. ポスター発表優秀賞受賞者

実践科学英語)を開講し、学生が英語での発表技術を習得できるようにした。

本プログラムの助成により、学生が海外の研究集会に参加したり、海外の研究者と交流したりすることを積極的に行うことが可能になった。実際上海交通大学、ハワイでの日米合同核物理学会、天津の南開大学陳省身数学研究所、リスボン IST、メキシコのコリマ大学など世界各地の研究集会に学生が出向いている。

RA、プロジェクト研究に採用された学生は、学年途中でのポスター発表を義務づけ、さらに、その中から優秀な発表を行った学生を選抜し、本学の理学懇話会での発表者とした。さらに優秀な研究を教員の投票で選抜し、専攻での表彰を行った。

理学研究科の科目として(本プログラムの経費によるものではないが) native speaker による英語発表の講義(科学英語基礎、実



写真7. 上海交通大学との交流の様子

## 2. 教育プログラムの成果について

### (1) 教育プログラムの実施により期待された成果が得られたか

#### ①大学院生の経済的支援について。

昨今の経済状況の中で学生が基礎研究に打ち込めるようにするためには、何より経済的な基盤を作ることが大切である。博士後期課程の学生の場合、それはRA、TAへの雇用が、研究に専心できる状況を作り出すのみならず、後輩の教育への貢献にもつながり、何より効果的である。

本プログラムを開始することにより博士後期課程のRA雇用率は、プログラム開始前2007年が26%なのに対して、2008年57%、2009年57%、2010年55%と高い水準を保つことができた。

#### ②大学院志願者、充足率について。

本プログラムの開始前からの傾向としては、博士前期課程については、志願者が十分いて、充足率も100パーセント前後である一方、博士後期課程については志願者数が少なく、充足率が長期的に低い状態にあった。特にこのプログラムの主たる専攻である、数学専攻においてはこの傾向が著しかった。

本プログラム開始前後の数学専攻の応募者、充足率は、以下のようである。

博士前期課程(定員32名) 2007志願者60, 充足率106%:2008志願者61, 充足率113%:2009志願者57, 充足率97%:2010志願者76, 充足率125%

博士後期過程(定員16名) 2007志願者7, 充足率44%:2008志願者10, 充足率63%:2009志願者7, 充足率44%:2010志願者16, 充足率88%

相変わらず後期課程の充足率は100%には達していないが、大学院GP開始後に進路指導が行えた2010年度は充足率の顕著な増加が見られる。

## ③学生の就職について

元来博士前期課程修了者については、進学希望者を除くと、就職率はほぼ100%である。本プログラムでは、就職先の拡大を目指した。数学専攻では、キャリアパスセミナーで特に力を入れた、金融保険関係、教員への就職は順調である。金融保険関係には、2008年度11名、2009年度10名、2010年度9名が就職しており（2007年度は8名）、教員には2008年度7名、2009年度8名、2010年度5名（2007年度は4名）が就職している。

博士後期課程終了の学生については、企業への就職に転身し、就職に成功する学生も毎年数人現れるようになった。一方で大学を主とする研究職は相変わらず、就職難であり、修了後すぐに常勤職に就ける学生は稀である。

## ④学生の活動量について

本プログラムは学生が研究に専心できるような、RA制度や、研究発表の経費を補助するプロジェクト研究をふくんでいる。このため学生の学会での発表量は顕著な増加が見られた。博士後期課程の学生のプログラム開始前2007年度の発表回数130回、半年のみ援助が行えた2008年度の135回に対して、2009年度は161回、2010年度は175回である。

## ⑤学生のコミュニケーション能力向上について

数物カフェのような一般の人たちに、自分たちの研究分野を説明する経験は多くの学生にとっては初めての経験であったが、コミュニケーションデザインセンターの指導もあり、説明の仕方は向上している。またRAが行うポスター発表も、年々わかりやすくよくまとまったものになっている。

## 3. 今後の教育プログラムの改善・充実のための方策と具体的な計画

## (1) 実施状況・成果を踏まえた今後の課題が把握され、改善・充実のための方策や支援期間終了後の具体的な計画が示されているか

本プログラムを通じて行われた活動をいくつかにわけ、それぞれの課題、今後について述べる。

## ①数学を専門とする学生と物理を専門とする学生と一緒に学ぶことについて。

数物アドバンスコア科目や、コアセミナー、合同発表会などの活動を通じて、数学専攻及び情報基礎数学専攻の学生と物理学専攻の交流は深まり、一緒に活動することも定着しつつある。数物アドバンスコア科目は今年度も開講する。内容は数学専攻が行う講義は高橋篤史准教授による、弦理論への応用を見込んだ代数の講義、物理学専攻が行うオムニバス講義の2つである。数学専攻と物理学専攻は今後もこの良い協力関係を続けていけるものと考えている。

## ②学生と社会の対話をすすめることについて。

本プログラムで行われた数物カフェやキャリアパスセミナーは学生のコミュニケーション能力を高め、社会への目を開かせるためのものであった。実際、行事の後のアンケートでは、参加した学生からも好評で、大変役に立ったとのことであった。今後数物カフェは、本学コミュニケーションデザインセンターの協力の下、理学研究科が主体となり継続していく。キャリアパスセミナーも、予算の関係で規模は縮小せざるを得ないものの、産学連携推進本部の協力で継続していく予定である。

## ③学生の基礎学力をつけ、優秀な学生をサポートする仕組みについて。

本プログラムにおいて、もっとも重要な役割を果たしたのが、前述のように RA の雇用であった。博士後期課程の水準を高めるためには、RA の雇用を続けることは必須であると考えられる。本学理学研究科においては、本プログラムの支援期間終了後、「基礎科学研究者養成プロジェクト」を始動した。このプロジェクトの下、研究科長裁量経費を使い、理学研究科で RA の募集、審査を行い、雇用を続けていくことにしている。

RA プロジェクト研究合同発表会は、研究成果の発表の場であり、学生の発表能力を高める上でも重要であった。実際外部評価委員の先生方の評価でも初年度は「専門外にはわかりにくい発表」という記述が目立ったのに対し最終年度には「わかりやすくまとめられている」という評価が増えている。今後もこのような発表会を持つことは重要で、「基礎科学研究者養成プロジェクト」の中で行っていく予定である。

#### ④学生の発表能力を養う制度について

前項でも触れた「基礎科学研究者養成プロジェクト」の中で、RA の年度末の発表会の他、年度途中でのポスター発表を続けていく。さらに博士前期課程の学生の研究経過発表会もプログラム実施中と同様に続けていく予定である。

## 4. 社会への情報提供

### (1) 教育プログラムの内容、経過、成果等が大学のホームページ・刊行物・カンファレンスなどを通じて多様な方法により積極的に公表されたか

プログラムのホームページを <http://www.math.sci.osaka-u.ac.jp/gp/index.html> に設置した。プログラムのすべての活動はこのページで逐次、事前の情報提供、活動ごとの結果の報告が行われた。活動の様子の写真も掲載している。このページの維持には本プログラムで雇用した事務補佐員と高度化支援経費で雇用された特任研究員があたった。このページは数学専攻のホームページからもリンクされている。

各年度末に報告書を作成した。全体の事業の経過と共に、RA とプロジェクト研究の学生については、各人の個別の研究報告を掲載した。この報告書は関係各所に送付すると同時に、年度末の発表会においては審査員の先生方の評価のための参考資料とした。

プログラムのわかりやすい説明のパンフレットを作成し、大学院進学の説明会、入学後のオリエンテーションなどで学生に配布した。これを通じて学生がプログラムについての理解を深め、RA 等への応募が促進された。また博士後期課程進学希望の学生には進学を決める際の参考になったと思われる。

## 5. 大学院教育へ果たした役割及び波及効果と大学による自主的・恒常的な展開

### (1) 当該大学や今後の我が国の大学院教育へ果たした役割及び期待された波及効果が得られたか

国立大学の中でも中心的な大学の 1 つである、大阪大学は、我が国の基礎科学研究の中心的な役割を担う立場にある。基礎科学、特に数物系の科学においては、研究と教育は分離できないものであり、大学院博士課程の学生の教育が充実することが、将来の我が国の基礎研究の力を作っていくことにつながる。さらに本学の数学、物理学の大学院には近隣の大学の学部を卒業した学生が集まってきており、この分野の本学の大学院教育が担うべき役割は大きい。

工学、薬学、医学など本来科学の応用を目的とする学問を行う研究科においては、産業界からの寄付、委託研究などにより、学生が研究を継続する為の財政的余裕も、産業界での研究の継続も

容易である。それに対して理学，就中数学，物理学においては，このような産業界とのつながりは求めるべくもなく，大学院生が研究を継続していくのはひとえに学問的情熱だけに頼るという状態だった。ここから考えるに，まずこのプログラムにより，そのような状態にある，数学や物理学を研究する本学の大学院生が研究に邁進できるための補助となる経済的基盤が作られたことの意味は大きい。また数学，物理学のような基礎科学を学ぶ学生も，社会に向けて語ることが可能であることを実践をもって示したことの意義も多大である。

本プログラムを契機に大阪大学の中で，基礎科学とその大学院教育の重要性が再認識され，大学全体として，今後も基礎科学教育の振興に力をいれていく決意を確固としたものにした。

## (2) 当該教育プログラムの支援期間終了後の、大学による自主的・恒常的な展開のための措置が示されているか

本学では大学の運営費交付金が減少している昨今にあっても，直接営利に結びつかないような基礎科学の研究，教育の振興に力を入れていく方針である。数学，物理学のような基礎科学を専攻する大学院博士課程の学生が研究に専念することができるためには，経済的支援は必須であり，RAへの雇用のための経費は今後自主的な財源によりまかなっていく方針である。

本学で先端的な基礎科学を学ぶ学生が，様々な場面で社会との対話を行うことは，「地域に生き世界に伸びる」本学の目標に合致しており，数物カフェやキャリアパスセミナーなどの活動は，大学としてコミュニケーションデザインセンター，産学連携推進本部（CLIC）などの機構を通じて，今後も支援していきたいと考えている。



## 組織的な大学院教育改革推進プログラム委員会における評価

<p>【総合評価】</p> <p><input type="checkbox"/> A 目的は十分に達成された</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 目的はほぼ達成された</p> <p><input type="checkbox"/> C 目的はある程度達成された</p> <p><input type="checkbox"/> D 目的はあまり達成されていない</p>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>数学、物理学の大学院生の共学、社会と大学院生との対話の促進という大学院教育プログラムの目的に沿って、数物アドバンスコア科目、コアセミナー、社会と大学院生との対話の会などの計画が実施され、大学院生相互の理解を深めたことなどに、一定の成果が見られる。</p> <p>特に、キャリアパスの確立、大学院生への財政的支援が必要であるという認識の基で、本プログラムが推進され、多くの優秀な学生をRAとして雇用することにより、経済的な基盤を安定させ、研究に専心できる環境を整備している点は評価できる。</p> <p>支援期間終了後の自主的・恒常的な展開については、キャリアパス・大学院生の財政的支援策について、より全学的な規模での改善策の検討が期待される。</p>
<p>（優れた点）</p> <p>数物連携による大学院教育の充実・社会に発信する人材の育成という目的に沿った大学院教育の実施は評価できる。</p> <p>（改善を要する点）</p> <p>社会に向けて発信する人材の育成・キャリアパスの確立・大学院生の財政的支援といった本プログラムの課題について、実施後のより定量的な評価と、支援期間終了後の自主的・恒常的な展開に向けた更なる具体策の検討が望まれる。</p>