



Title	高校生の可能性を拓く : SEEDS プログラムの実践記録
Author(s)	杉山, 清寛; 東山, 愛; サリッディチャイナター, プーチット 他
Citation	大阪大学高等教育研究. 2019, 7, p. 15-21
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/71716
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

高校生の可能性を拓く：SEEDSプログラムの実践記録

杉山 清寛・東山 愛・サリッディチャイナンター プーチット・中川 紀子・森野 貴子
河本 伸子・川内 正

Expanding the Possibilities of High School Students : Report of the SEEDS Program

Kiyohiro SUGIYAMA, Ai HIGASHIYAMA, Puchit SARIDDICHAINUNTA,
Noriko NAKAGAWA, Takako MORINO, Nobuko KAWAMOTO, Tadashi KAWAUCHI

SEEDSプログラムは、大阪大学が有する世界最先端の学術研究の場で高校生に研究活動を体感、実感してもらうことにより、彼らの中でまだ眠っている「科学の芽」を発芽させ将来の科学技術者の「埋もれた種」を発掘することを目標としている。プログラムの1年目では、様々な科学技術に触れることにより、受講生の視点を広げることに重点を置いている。講義を聴講した後に行われる少人数での議論（めばえ道場）では、当初大学レベルの講義内容への理解を深めることを目的としていたが、自分以外の考えを聞くことにより、考え方の多様性の認識や自身のレベルの客観視など期待以上の教育効果がみられた。2年目では、大学教員の直接指導の下、受講生は研究活動を行い研究成果を発表することにより、本物の研究を実感する。これらのプログラムにより、参加した受講生の科学に対する視野や高校での勉強への取り組み姿勢などに、変化をもたらすことができていると考えている。今後、様々な視点で本プログラムを評価し、理工系の研究分野から世界にはばたく人材の発掘につながるプログラムとなるよう取り組む必要がある。

キーワード：高大接続事業、早期教育、人材育成、アクティブラーニング、キャリアパス教育

SEEDS Program provides experience-based-learning opportunities to high school students at the state-of-art facilities of Osaka University. We foster the next generation of visionary leaders in science and engineering, which we called them the “buds of science” and the “hidden-gem seeds”. In the first year program, we focus on broadening their scientific viewpoints by a variety of university-level lectures. After attending the lecture, the group discussion of a small number of people, so-called “Mebae-dojo”, are carried out. Students will actively discuss the lecture content and comfortably share one’s ideas to each other. Subsequently, we found that the students not only gradually accept the diversification of ideas, but also develop their critical thinking ability with clear objectives in learning science and engineering more than we expected. In the second year, under the direct guidance of university faculty members, the students conduct intensive scientific research, make a presentation of their research results to the public, and realize the sensation of advanced research. As a result, we achieve a certain level of success that SEEDS students have found a great favor eagerly learning scientific and technological subjects by themselves and a profound change in attitude towards studying at high school. Finally, it is necessary to evaluate the effect of SEEDS Program from various viewpoints to establish another foundation which leads to the discovery of young talents in the field of science and engineering research to the world.

Keywords : Connection project between University and High-school, Early education, Human resource development, Active learning, Career path education

所 属：大阪大学全学教育推進機構

Affiliation : Center for Education in Liberal Arts and Sciences

連絡先 : sugiyama@celas.osaka-u.ac.jp (杉山 清寛)

1. SEEDSプログラムの特徴

地域からの強い要望で生まれた大阪大学は、市民社会とのつながりを大切に、地域とともにあらんとする精神を持ちながら、世界最先端の学術研究の成果を世界に発信し続けてきた。そのことを反映して、高校などへの出張講義やSSH（Super Science High Schools、以下SSH）校への支援などの多彩な高大連携事業が教員によって展開されている。これらの豊富な高大連携実績をふまえ、充実した研究・教育人材資源やグローバルな学習環境を活用して、阪大が活動する地域である近畿地区とその近隣県などの高校生を早期に発掘・育成し、将来の日本を支え国際的に活躍できる科学技術人材として育成することを目的とした教育プログラムがSEEDS（Science and engineering Enhanced Education for Distinguished Students、種から育てると言う意味も含めSEEDSと呼ぶ）プログラムである。

2015年度にSEEDSプログラムを立ち上げるにあたっては、国立研究開発法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology agency、以下JST）のグローバルサイエンスキャンパス（Global Science Campus、以下GSC）事業の援助を全面的に受けている。GSCは全国で10を越える多くの大学が展開している教育プログラムであるが、SEEDSが他大学のGSC事業と大きく異なっている特徴は、「埋もれた種」の発掘を目標として掲げている点である。阪大が主体となって、科学技術に興味を持ちながら現在ほどのようにアプローチしてよいかわからない高校生を阪大に招待して、世界最先端の研究活動を体験、実感してもらう。これらの体験により、彼らの心の中の科学技術への興味を湧き立たせ、心の中でまだ眠っている「科学の芽」を発芽させることを目的としている。彼らがまさに「将来の科学技術者の種」であることが、名称をSEEDSプログラムと名付けた所以である。そして、「研究の経験がなくても大丈夫。種から育て、発芽を支援します。大樹を目指しましょう。」というキャッチフレーズが生まれた。

SEEDSでは、「めばえ道場」という、講義を受けた直後に少人数でディスカッションを行う教育方法を開発し実践している。導入した当初の目的は、大学の最先端の講義は高校生にとっては理解するのが難しいため、講義のすぐ後に高校生同士が少人数で集まって議論をすることで、それぞれの受講生の中に講義内容の定着を図ることにあった。実際に実践してみると、講義内容の定着は想定通りにうまく機能したのであるが、それ以外に

も大きな効果がこの「めばえ道場」にあることが判明した。写真1は実際にSEEDSの「めばえ道場」で議論をしている受講生達である。いろいろな高校から参加していて、最初はお互い見ず知らずの受講生達が、「同じ興味」を持つ仲間として集まって議論をする。その中で、とかく在学校の中では浮いてしまいがちな「科学オタク」が自分以外にも多くいることを実感する。その上で、自分と同じような興味を持つ同世代の高校生の間でも、いろいろな考え方があることを知り、友達の異なった意見も聞くことができるようになる。「科学に興味を持つ友人ができた。」と教えてくれる受講生がたくさん出てきた。



写真1 めばえ道場で議論する受講生達
(SEEDS事務局提供)

2. SEEDSプログラムの内容

次にSEEDSプログラムの内容について紹介する。プログラムの規模や大枠は、JSTが企画したGSCの概要に則っている。受講生の定員は、1年目（1stステップ）の体感コースと探究コースが130名、2年目（2ndステップ）の実感コースと探究コースが30名である。近畿およびその隣接県の教育委員会からの推薦と同地区の多くの高校生からの公募により集められた高校1、2年生の中から、選考によって1年目の受講生が選ばれる（一次選考）。優秀であれば、中学生でも選ばれる可能性もある。選考試験では、「研究の経験がなくても大丈夫。」と言うことを反映させるため、SSH校の高校生達や既に研究に取り組んでいる高校生が有利にならないように、科学に興味を持ち科学的な思考ができる高校生が選考に通るように工夫をしている。具体的には、高校1年生と2年生の間でハンディキャップが生じないように、高校で習う知識で優劣の差が出ないような分野や内容に絞った講義を聞いてもらい、その内容に関する問いを4題

与えて、それぞれA4用紙に自由に記述する論述形式を取っている。後述する6項目の評価項目に沿って5段階で評価しているが、選考では総合点で評価するだけでなく、1つの項目に秀でた高校生もピックアップ出来るような選考基準を設けている。

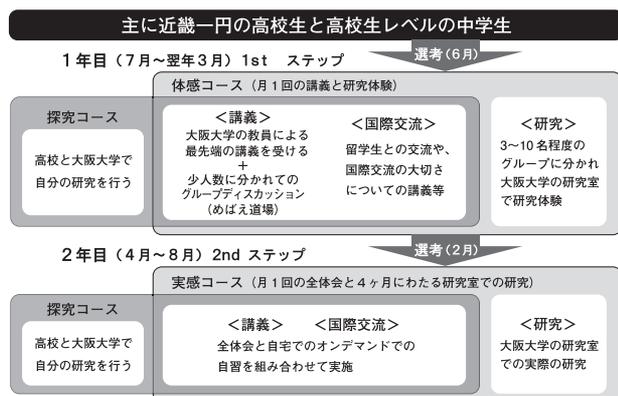


図1 SEEDSプログラムの構成

図1にSEEDSプログラムの概要を示す。彼らが最初に体験する1年目（1stステップ）の「体感コース、探究コース」は、種々な分野の科学や技術を第一人者の講義等から聞き学ぶ「体感科学技術」、実際に複数分野の研究室で研究を体験する「体感科学研究」、そして留学生と交流し異文化との交流の本当の意味を理解する「体感国際交流」の3本の柱で構成されている。探究コースの場合、「体感科学研究」の部分が、受講生がそれまで高校で研究してきた内容を大学の教員の指導の下で行う研究に置き換わる。

プログラム終了後に受講生自らが「研究の面白さを感じる事ができる.」、 「自主研究の興味を絞り込むことができる.」、 「基本用語を英語で理解、英語で質問ができる.」 ことがこれらのコースの目標になっている。最初の2項目を達成するために、科学体験をしてもらい、最後の項目を達成するために、生きた英語として留学生との交流プログラムを用意している。高校生にとって大きな科学体験は、「最先端の講義」と研究室での「研究体験」である。

1番目の柱の「体感科学技術」では、約1時間の講義を毎年10件ほど用意している。高校では「物化生地」の科目に縛られ、大きな視野で科学とらえることが難しいため、1年目（1stステップ）の「体感コース、探究コース」では受講生の視野を広げることを主眼としてプログラムを開発した。約10件の講義はいろいろな分野から用意し、分野の好き嫌いに関係なく、受講生には全て受

講してもらうことを義務付けている。紙面が限られており全ては列挙できないが、基礎工学研究科の石黒浩教授の『『人間型』ロボットの研究』や、理学研究科木村幸太郎准教授の「線虫の脳から『意思、感情、学習』の原型を考える」などが一例である。一方、2017年度より講義の終盤に、知財に関する講義を導入することも試みている。まだ受講生にはあまり馴染みのない分野ではあるが、自分たちが将来取り組むであろう研究環境や意義などについて、早い時期から目を向けてもらいたいという判断によるものである。また、講義以外にも『『インダストリー・オン・キャンパス』を見てみよう』と題して、阪大に共同研究講座、協働研究所を置いている企業の研究室見学も実施している。

2番目の柱の「体感科学研究」では、基礎研究から応用まで阪大が誇る研究室の協力が得られ、毎年40件を超える多彩な分野の研究が提供できている。これも受講生の興味に偏ることがないように、あえて短時間で体験できるコースを設定し、期間中に2つ以上の研究を体感できる仕組みとして、受講生達にはいろいろな分野の「研究」を選ぶように指導している。

最後の柱が「体感国際交流」である。ここで留学生との交流を行うに当たっては、受講生達になぜ、そういったことが必要かをまず理解してもらう講義を行い、その後、留学生との英語交流プログラムを用意している。これらも、単に英語で話すというより、外国人と交流することを主眼として、楽しく交流できるように、ゲームであったり、それぞれのお国事情を考えるテーマを設定したりというような工夫を行っている。

これらのプログラム終了時に、受講生達との面談を行っていて、おおむね1年目（1stステップ）の「体感コース、探究コース」の受講生が目標を達成できたことを確認している。

2年目（2ndステップ）の「実感コース、探究コース」へは、受講生130名のうち、その目標が達成できた中の優秀な30名が選考される（二次選考）。この2ndステップでは、1つの研究室に受講生が1名もしくは2名程度配属され、大学の教員から直接指導を受けながら研究を行う「実感科学研究」を中心とし、研究発表の仕方を習い実際に研究発表を実施する「実感科学技術」、留学生が実際に行っている研究発表を英語で聞いて議論し一緒に作業を行う「実感国際交流」を有機的に組み合わせることにより、最先端の科学技術を用いた研究内容を理解し、その一部を実際に実践できるようになることを目指している。



写真2 実感科学研究で研究をおこなう受講生
(SEEDS事務局提供)

「実感科学研究」では、30名の受講生が1名1研究室を原則として実際の研究に近い形での研究体験を行っている。研究を行っている様子を写真2に挙げる。テーマの一例を挙げると、「質量分析計で柑橘類の農薬を調べる」、「創薬に利用される酵素阻害反応」、「生物資源の持続的な有効活用を目的とした新種酵母の探索報告」、「痛くない！怖くない！点眼するだけのコンタクトレンズ」、「銅酸化物高温超伝導体YBCOの光電子分光とコンピューターシミュレーション」など、どれも専門的で受講生にとっては難しいと思える内容ではある。しかし、実感コース、探究コースの2ndステップを受けている受講生が「実感科学研究」の最後に行っている「実感科学研究成果発表会」では、「実感科学研究」の成果を自分達のものとして口頭で発表し、多くの質問にも堂々と答えることができている。このことは、一見専門的で難しいテーマが、彼らにとって決して無理なものではないことを示している。「実感科学研究成果発表会」で受講生が発表を行っている様子を写真3に挙げる。

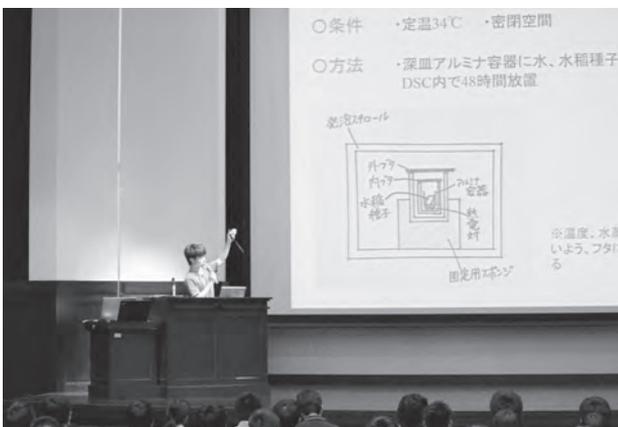


写真3 SEEDSプログラムの最後に大阪大学講堂で研究発表を行う受講生 (SEEDS事務局提供)

3. SEEDSプログラムの運営

このSEEDSプログラムは大阪大学として実施するため、運営主体としての事務局を、大学全体の低学年教育を主体的に実施している全学教育推進機構に置いている。実際に教育に係わる教員については、一部の教員に負担が集中しないように、理工系3部局（理学研究科、工学研究科、基礎工学研究科）を中心に各部局の教員を複数名運営委員会委員に任命し、大阪大学全体でプログラムを支える組織を考案した。プログラム運営が大学内で円滑に進むように、教育担当の理事がSEEDSプログラムの実施主担当者となり、理事とこれらの理工系3部局の研究科長が集まった統括会議を大学本部に置く体勢を取っている。さらに、先端の科学技術を伝える実施主体として、前述の理工系3部局の他に医歯薬系の部局や研究所、センターなどもプログラムを支える体勢を構築することができている。こうした組織作りの結果として、プログラム立ち上げ1年目で127名もの阪大教員が受講生の指導に当たることになり、2年目以降も毎年200名程度の教員がプログラムに携わっていただいている。

GSCとの関係により、新たに地域との連携をはかる組織も用意した。大阪大学を中心として地域の11の府県と2つの市の教育委員会、大阪教育大学、大阪市立科学館、そして大阪大学と産学連携を結んでいる企業の阪大企業コンソーシアムで組織した「大阪大学グローバルサイエンスキャンパス」というコンソーシアムが、SEEDSプログラムをバックアップしている。さらにSEEDSプログラム全体を評価するために、同様にGSCを運営している京都大学と東北大学のそれぞれの担当者2名、近畿圏の私立と国立の高校の教員の方2名、教育産業や工業を担う2つの企業からの2名、そして地元の教育機関を代表する形で豊中市教育委員会から1名の計7名をメンバーとする外部評価委員会を組織している。

4. 「めばえ道場」について

SEEDSプログラムの実践報告として、「めばえ道場」が一番大きな特徴であると考えているので、ここに取り上げる。

高校生は学校教育の中で、実際にいろいろな問題について対処する為に少人数で議論をするという経験を持っている人がほとんどいない。「めばえ道場」は先述のとおり、大学の講義という難しい内容を高校生が消化して

自分のものとするために用意した仕組みではあるが、期待した効果以上に多くの教育効果が見込まれることが分かってきた。その多くは、少人数でのディスカッションに負うところが大きい。

受講生達だけでは議論が成立しないので、ファシリテーターとして本学の大学院生および意欲のある大学生をSEEDSアシスタント（以下SAと略す）として採用している。受講生を5～7名程度のグループに分けて、そこにSAを1名ずつ配置して講義の内容に即した議論を毎回行っている。この様な少人数でのディスカッションを行った結果、いくつかの効果が現れてきた。順不同に挙げてみる。

- ✓ 自分の考え以外に多くの考え方があることを理解するようになった。
- ✓ 自分のような科学オタクが、世の中には沢山いることを実感した。
- ✓ 自分より知識や思考力が優れている人がいることを実感した。
- ✓ 人の話を聞くことが大切であることを理解した。
- ✓ 人に自分の考えを伝えることの難しさを感じた。
- ✓ 議論をすることの難しさや楽しさを体験し、そのグループの議論をリードしたりされたりする体験をした。
- ✓ 親友が出来た。
- ✓ 視野が広がった。

これらの結果は、自己の精神的なもの、科学への取り組み方、人間関係など多くの視点で理解出来るが、ここでは以下のポイントについて整理を試みた。

1. 自分と他者との関係についての再認識
2. 自分自身への再認識
3. 自然科学への視野の広がり

1項目目は、受講生が次の様な点を再認識することとして整理できる。それまで、自分は理科好きという点で他のクラスメイトから浮いていると思いき、孤独だと感じていたとしても、実は世の中には自分と同じような高校生が沢山いるのだということに気づくことである。この様な点に気づくことで、さらに、自分の知識と他者の知識の違い、人間が違うと考え方が違うという多様性が認識できる。これらの視点は、科学技術を推進していく上で、自分を客観的に見るためにも必要である。この見方は一方で、自分は一人ではないという安心感を受講生の心の中に育てることにもなっていて、そういった安心感

は将来の夢に向かって進んでいく上で大切な推進力につながっている。こういったことから、今後、さまざまな場面で、違う立場に属する友達の輪が構築され、受講生が連携して日本の科学技術の未来を推進するという夢にも繋がっていくと考えている。

2項目目は、自分自身に対する視点である。SEEDSに参加している受講生は、在学中で科学技術に関する知識は他者に勝っているとうぬぼれている者もいる。こういった受講生が、その高い鼻をへし折るような受講生にSEEDSプログラムで出会うこともある。自分より深い知識を有していると思われる受講生に出会うことによって、自分自身をより客観的に眺められるようになる。そのことにより、自分に足りないものを理解し、それを補うような動きが受講生に芽生えてくる。こういった内面的変化を生み出すのが、この2つめの視点だと思われる。

3つ目の視点は、上記2つの視点から出てくることではあるが、科学技術を支える人材として大切な視点なので別記した。まず、受講生は「自分と他者との関係について再認識」し、いろいろな考え方がある事を意識する。次に、受講生は科学技術分野へのアプローチの仕方がいろいろあることや、一つのを多くの角度から眺める視点などを、めばえ道場の議論の中で獲得する。そして、獲得した視点を「自分自身への再認識」で得られた客観的な視点と合わせて、自分の考え方や行動の仕方にフィードバックをかける。こういった考え方をすることにより、受講生は他者の考え方や問題に対する対処の仕方などの多様性を理解し受け入れることができるようになる。こうして、受講生は「自然科学への視野の広がり」という視点を手に入れることができる。実際、10人の科学者がいれば10通りの考え方があり、だからこそ学問が進歩すると言われている。1つの考え方が壁に当たっても、他の考え方で真実に近づくことができる、ということだ。受講生が獲得したこの3つ目の視点は、将来の彼らにとって大きな武器になると考えている。なぜなら、この視点によって、目的に向かって壁にぶつかった際に、自分の考え方の幅を拡げ多角的に対処できる能力を受講生が身につけることができるからだ。

以上のように「めばえ道場」は、予想以上に多くの教育的な成果があったと考えている。実際受講生は「体感科学技術」の講義の後でもよく質問し、2年目の「実感コース、探究コース」の最後に行く「実感科学研究成果発表会」では、学会顔負けの議論を受講生同士で行っている。これらは、本質的には彼らの資質によるものではあるが、上記で述べた「めばえ道場」で得た視点が彼ら

の議論を支えているであろうことは、上記の議論からも明らかになったと思われる。

5. 育てたい人間像

SEEDSが目指す最終的な人材像は、基本的には阪大が掲げている博士人材と全く同じで、以下の3項目である。

- [1] 広い視野と科学技術開発に必要な基礎学力を基盤に様々な場面で問題解決能力を有し、
- [2] 様々な専門分野で突出した研究能力を発揮し、
- [3] グローバルな人類社会の未来に対する貢献に熱意を持った人材。

SEEDSでは、このような人材が持つ能力や資質を以下の6項目に要約して評価し、伸ばすように工夫をしている。

- ① 課題探求能力
- ② 論理的思考力
- ③ リーダーシップ
- ④ プレゼンテーション能力
- ⑤ 異文化交流
- ⑥ 科学者倫理

上記のうちのどれか1つでも突出した能力を有する受講生を将来の科学技術に寄与する人材として育てなければ、SEEDSプログラムは成功だと考えている。そのため、最初の1次選考は総合点だけで判断するのではなく、上記の6項目のどれかに秀でていと評価された高校生を優先的に選考する規程を設けて選考を行っている。また、プログラム受講期間中は、受講生を常にこの6項目で評価し、その結果をポートフォリオに記録している。理想としては、6項目をリアルタイムに測り、それを受講生にフィードバックして個々の能力を伸ばすことが肝要である。しかし、SEEDSプログラムの場合、130名という多数の受講生に対して、めばえ道場のファシリテーターとしての本学の大学院生や大学生、体感科学研究や実感科学研究の指導者である本学の教員など多くの評価者が存在しているため、評価者の基準の絶対化が必要になってくる。ルーブリックなどの教育アイテムはあるが、それらではこの評価者の基準の絶対化は基本的に難しい。したがって、リアルタイムでの評価は相対的なものとどめていた。そこで、それを補うために受講生の時間の経過とともに成長する過程を「自己評価」で測ることを新たに計画し、4年目の2018年度に実施をスタートしたところである。これらの結果については、

何れ、実施報告でなく、教育研究論文の形で公表することを考えている。もちろん評価も大切ではあるが、一番大切なことは、受講生自身の科学や技術への興味と熱意をかき立て、科学技術への意識のめばえの原動力として発揮させることである。受講生の多くは、SEEDSプログラムに参加するまでは最先端の科学技術に触れる機会を有していなかった。受講生へのアンケートや個人的な聞き取り調査の結果から見えてくることは、多くの受講生達が、SEEDSプログラムに参加し最先端の科学技術に触れる機会を得ることで、それらの体験を刺激として、科学技術の芽を心の中に育てているという事実である。

6. 終わりに

SEEDSプログラムのユニークな点は、プログラムの主幹となる考え方と「めばえ道場」の導入にあると考えている。実際、「めばえ道場」を参観した同様のGSCを運営している他大学でも、同様の取り組みを取り入れるところが出てきている。本稿では良い点のみを記したが、現在は「めばえ道場」での反省点なども多く出てきている。それらをどう解決していくかなど、今後も検討して、GSCの4年間が終わった後に教育研究論文の形で纏めたいと考えている。

SEEDSプログラムでは、阪大の世界に羽ばたく最先端の科学技術を受講生に触れさせることによって、彼らの心の中の「科学の芽」を発芽させることを目的にプログラムを進めてきた。SEEDSプログラムを進めて行くうちに、これらのプログラムのもう一つの成果も見えてきた。それは、キャリア教育としての側面である。

SEEDSプログラムに参加することによって、「いやいや」やっていた高校での勉強と自分の将来の夢が繋がっていることを発見した受講生も多々いる。勉強への意欲が出てきたと語る受講生も少なくない。視野が広がり、自分の目標がはっきり見えてきた受講生もいる。それと同時に、「大学ってこんなところなんだ!」、「大学って楽しいところですね。」といった受講生の反応もみられる。受講生の知らなかった大学を見せることによって、彼らが、将来の自分を具体的に意識することができるようになり、そこから将来の自分を目標として意識できるようになるという点が、実はSEEDSプログラムの大きな意義なのではないかと、彼らの反応を見て考えている。

SEEDSプログラムのような教育プログラムは、一つの視点からだけでなく、多くの視点から考えていくこと

が必要で、今後、多角的な視点でSEEDSプログラムを評価し、ブラッシュアップしていく必要があると感じている。

受付2018.10.23／受理2019.1.9

謝辞

大阪大学SEEDSプログラムは、国立研究開発法人科学技術振興機構 グローバルサイエンスキャンパス事業の助成を受けたものである。著者は、SEEDSオフィスに所属する7名であるが、プログラムの開発運営では、SEEDS運営委員会の各委員及びその下部組織の各小委員会の各委員の皆さま、SEEDSプログラムを支えていただいたコンソーシアムに所属する各組織の皆さま、大阪大学の各部局の教員を初めとする職員の皆さまのご協力と努力が必要であった。ここにこれらの方々に対して厚く御礼を申しあげ、感謝の意を表する。