

## 「第4回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー」開催報告 ー数学イノベーションを担う人材育成に向けてー

東京大学数理キャリア支援室 キャリアアドバイザー 早稲田大学 研究院客員教授  
日本数学会社会連携協議会 幹事  
池川 隆司

### 1. はじめに

2006年5月に文部科学省科学技術政策研究所(当時)は、我が国の数学・数理科学(以下、数学)のコミュニティに衝撃を与える報告書を公開した[1]。すなわち、我が国は3名のフィールズ賞受賞者の輩出にみられるように純粋数学の分野では高い国際的評価を得られているものの、数学の諸科学・産業への振興および産業界で活躍できる数学人材の育成については、世界の趨勢に乗り遅れていることが明らかにされたのである。

2010年頃から、ICT(情報通信技術)、環境、エネルギー関連の技術等の進展に伴い、数学の高度な知識を必要とする産業分野が顕在化し、第4期科学技術基本計画で「領域横断的科学技術として位置づけられる数学の研究を推進する」ことが謳われた。これを受けて2011年6月に、文部科学省(以下、文科省)の科学技術・学術審議会先端研究基盤部会のもとに、外部有識者で構成される「数学イノベーション委員会」が設置され、「数学イノベーション」の方策の検討が開始された。

数学には、錯綜した複雑な現象から本質を表現する数理モデルを構築し、その数理モデルを使って効率的に解を導く力を有する。数学イノベーションとは、現代社会が直面している大規模・複雑な課題を、数学が有する力を活用して解決するとともに、新たな社会的・経済的価値を生み出す革新を意味する。

数学イノベーション委員会は、数学イノベーションを実現する戦略について審議を重ね、2014年8月に「数学イノベーション戦略」と題した報告書を取りまとめた[2]。

最終報告書[2]では、数学イノベーションを進展させる人材育成を、重要な政策課題の1つとして位置づけている。そこで、第4回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー(以下、キャリアパスセミナー)は、「数学イノベーション戦略」の報告、これにより提示された人材育成上の課題とその解決策を模索することを目的に、春の年会期間中の2015年3月23日に明治大学にて開催した。今回のセミナーでは、本稿の著者を含めた本分野における3名の有識者の講演を企画し実施した。本稿ではそれらの講演概要を報告する。

## 2. 講演「数学イノベーション戦略と人材育成」

本キャリアパスセミナーの主催団体である日本数学会の理事長舟木直久氏(東京大学大学院数理科学研究科教授)の開催挨拶に引き続き、数学イノベーション委員会主査として数学イノベーション戦略の取りまとめに尽力された若山正人氏(九州大学 理事・副学長)に「数学イノベーション戦略と人材育成」と題した講演をいただいた(図1参照)。



図1 九州大学 若山氏

本節では、数学イノベーション委員会の設置に至る系譜、「数学イノベーション戦略」の概要、九州大学における数学イノベーション創出に向けた取組事例を紹介する。

### 2.1 数学イノベーション委員会の設置背景

図2に数学イノベーション委員会設置に至る系譜を示す。前述したように、数学イノベーション委員会設置の契機となったのは文科省科学技術学術政策研究所(当時)による報告書「忘れられた科学—数学」である[1]。この報告書によると、米、仏、独等の主要国での状況を踏まえ、数学自身の研究・探究の取り組みを強化することのみならず、数学と諸分野科学や産業との連携を強化し他分野での数学の積極的な活用と浸透を推進することを提案している。さらに、企業等の研究開発チームにおける数学人材ニーズの調査では、63%の回答機関が数学のスキルを有する人材不足を感じていると報告されている。

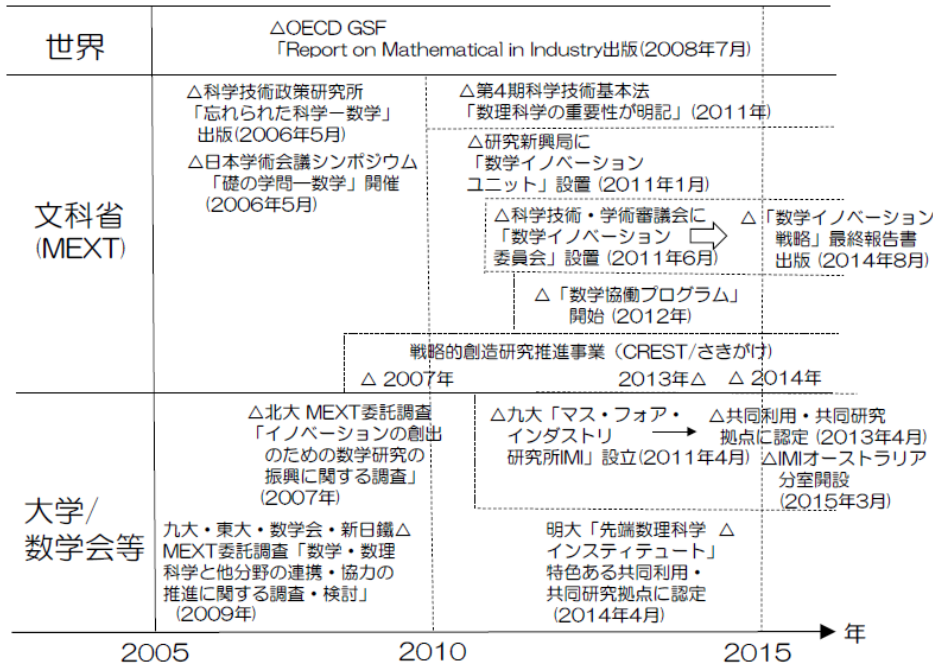


図2 数学イノベーション委員会設置に至る系譜  
(若山氏の講演スライドを基に著者作成)

2007年3月にOECD (the Organisation for Economic Co-operation and Development) Global Science Forumにて、産業界にイノベーションを起こす数学の在り方や数学家人材育成方針が議論された。その結果は、報告書「Report on Mathematics in Industry」にまとめられ、2008年7月に公開された[3]。この報告書では、文献[1]と同様に、数学の産業界への浸透と振興に向けた研究活動や人材育成の重要性が提言されている。

2010年頃、ICT、環境、エネルギー等の諸分野での技術進展に伴い、諸科学や産業界における社会的課題解決のために、数学と他の科学分野あるいは産業技術との協働の必要性和重要性が著しく増した。しかしながら、残念なことに我が国の行政組織には数学を取り扱う部署がなく、世界的潮流に乗り遅れていた。

2011年1月に文科省研究振興局に「数学イノベーションユニット」と呼ばれる部署が創設された。さらに2011年6月には文科省科学技術・学術審議会先端研究基盤部会のもとに、外部有識者からなる数学イノベーション委員会(主査:講演者の若山氏)が設置された<sup>1</sup>。

2012年度より、産学協働により、諸科学・産業での数学に対するニーズの発掘やその解決もしくは糸口を探る会合(スタディーグループやワークショップ)を支援する文科省委託事業「数学協働プログラム」が開始された<sup>2</sup>。スタディーグループについては、2.4節を参照されたい。また、数学を活用した異分野融合研究を推進するため、戦略的創造研究推進事業(CREST/さきがけ)も実施されている。

## 2.2 数学イノベーション戦略

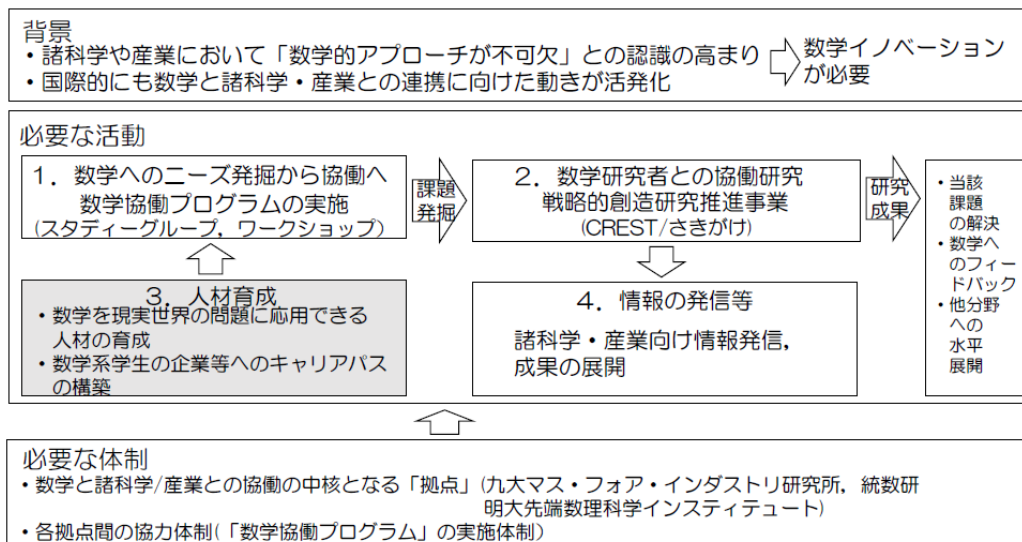


図3 報告書「数学イノベーション戦略」の枠組み  
(若山氏の講演スライドや最終報告書[2]の6ページを基に著者作成)

<sup>1</sup> 数学イノベーション委員会は、2015年3月までは先端研究基盤部会のもとに設置されていたが、2015年4月からは戦略的基礎研究部会のもとに設置されている。

<sup>2</sup> 数学協働プログラム「数学・数理学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」については、<http://coop-math.ism.ac.jp/>を参照されたい。

数学イノベーション委員会は、2011年から審議した内容を2012年8月に中間報告として取りまとめた後、さらに審議を重ね、2014年8月にはその最終版である「数学イノベーション戦略」を公開した[2]。その枠組みを図3に示す。なお、詳細については報告書[2]を参照されたい。

### 2.3 数学イノベーションに必要な人材の育成

数学イノベーションを進展させるためには、数学の高度な専門学力・研究力だけではなく、諸科学・産業とのコミュニケーション力や物事全体を俯瞰する能力を備えた数学研究者の育成が不可欠である(後者のスキルはトランスファラブル「transferable」スキルと呼ばれている[6])。このような背景から、数学イノベーション推進に重要な方策の1つとして、人材育成があげられている(図3参照)。

産学協働により上記の数学人材を育成する手段として、3ヶ月以上の長期の研究インターンシップがある。長期・研究インターンシップは、学生に数学の社会における役割を再考する絶好の機会を与えるとともに、トランスファラブルスキルの醸成をもたらす。インターンシップは費用対効果が低いと感じている企業にとっても、長期間のインターンシップであれば、学生にも十分力がつき、かつ企業活動にも大きな戦力となりうる大きな効果が期待される。九州大学での取組事例については2.5節を参照されたい。

### 2.4 数学ニーズの発掘から産学協働への模索

数学イノベーション創出に向けた最初のステップとして、諸科学・産業における数学へのニーズの発掘があげられる。これを実現する方法として、次に示す「スタディープグループ(SG)」と呼ばれる会合の開催がある。

SGは1968年にオックスフォード大学で始まった。我が国では、2010年に九州大学と東京大学が共同で始めた。標準的な運営は次の通りである。a) 会期は約1週間、b) 初日に産業界等の研究者らが、現場の(複数の)数学的未解決課題を提供、c) 2日目から、課題毎にグループに分かれ、数学研究者・学生がその課題解決もしくは糸口の模索に挑戦、d) 会期の最終日に、SGでの成果や今後の課題等を報告<sup>3</sup>。

### 2.5 九州大学での取り組み

数学イノベーション戦略であげられている政策課題として、産学協働の中核となる拠点作りがある。その拠点の1つとして、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所(IMI: Institute of Mathematics for Industry)がある。次に、IMIの設置背景ならびに主な取り組みを説明する。なお、詳細については解説記事[8]を参照されたい。

---

<sup>3</sup> 昨今の産業界におけるオープンイノベーション(基礎研究段階を含め他機関と有機的に協働する方法論)の気運の高まりを受け[7]、SGに理解のある企業数が増加している模様である。

### 1) マス・フォア・インダストリ研究所 (IMI) の設置背景

九州大学は、数学イノベーションの萌芽期を捉え、数学イノベーションを組織的に推進するために IMI を創設した。欧米の応用数学系研究所と比較した IMI の特徴は、純粋数学をバックグラウンドにもつ研究者も多数有していることにある。純粋数学は、いつどこで応用されるか予測がつかない。しかし、HPC (high-performance computing) の出現のもと代数学・整数論の情報セキュリティーやトポロジーの物質・生命科学への貢献等にみられるように、企業を取り巻く環境の激しい変化からも、抽象度の高い純粋数学へのニーズが突如高まる可能性がある。これに迅速に応えるために、IMI では純粋数学から応用数学まで幅広い分野の数学者を確保している。

### 2) 博士人材長期インターンシップの制度化

九州大学は、当時の米国(労働省)労働統計局統計値から、多数の数学系博士課程学生が産業界で活躍できることを予見し<sup>4</sup>、長期インターンシップを制度として学内に定着させた。今まで50名余りの参加がある。なお、博士号取得後、企業の研究・開発部門以外にも、大学や公的研究所に就職した者も少なくない。さらに、インターンシップが契機となって大学の教員と企業の研究者が連携した共同研究に発展した例が幾つかある。なお、九州大学でのインターンシップの成功事例については、第3回キャリアパスセミナーでの同大学川崎英文教授(当時理学部数学科長)の講演により紹介されている[4]。

### 3) スタディーグループ SG の開催

2010年から毎年積極的にSGを開催している。東京大学とともに開催した2014年のSGでは7機関から数学のニーズが提案された<sup>5</sup>。

### 4) 産業界との共同研究実績

10年ほど前は企業と数学研究者との共同研究は皆無であった。しかし、数学イノベーションの潮流やIMIの取り組みが奏功し、現在は17社との間で計20件になった<sup>6</sup>。

---

<sup>4</sup> 現在の統計情報については、本稿の著者の講演においても紹介された。その情報については4.1節を参照されたい。

<sup>5</sup> 例えば、<http://sgw2014.imi.kyushu-u.ac.jp/>を参照されたい。

<sup>6</sup> 例えば、新聞記事“岐路から未来へ 数学研究 広い世界へはばたけ一産業交流、広がる可能性”，京都新聞(2014年3月24日)を参照されたい。

### 3. 講演「企業における数学人材の活躍と数学人材育成の取組」

日本電気株式会社(NEC)では、人が豊かに生きるための安全・安心で効率的・公平な社会実現に向け、ICTを活用した「社会ソリューション事業」に注力している<sup>7</sup>。大量で多種多様なデータ（ビッグデータ）を、数学のもつ力を通して解析し斬新な法則を発見する技術は、社会ソリューション事業を支える中核となっている。すなわち、ビッグデータ解析と応用は、数学イノベーションが大きく期待される分野である。



図4 NEC 福島氏

今回のキャリアパスセミナーでは、NECにてビッグデータ分野の研究・開発を推進している福島 俊一氏（情報・ナレッジ研究所エグゼクティブエキスパート）に「企業における数学人材の活躍と数学人材育成の取組」と題して、ビッグデータ分野における数学の貢献や数学人材育成について講演をいただいた（図4参照）。本節では、そのトピックを紹介する。

#### 3.1 大規模・複雑化する社会システムと数理的アプローチ

ICTが社会を支える基盤となる一方で、社会システムの大規模・複雑化が進展した。このような大規模・複雑化したシステムにおける諸課題を解決するための基本的なアプローチは、①実世界の膨大なデータすなわちビッグデータから規則性を抽出する、②その規則性を数理モデルで表現する、③数理モデルから意思決定・アクション等の解決策を導き出す、ことである。

#### 3.2 ビッグデータを使った数理的アプローチの成功事例<sup>8</sup>

##### 1) 異常の予兆検出

水道網の漏水や道路網の亀裂等に見られる、人間の感覚では察知できない微小な予兆を検出することに成功した。特に、膨大なセンサーデータ間の相関関係における検出技術の確立に、インバリエントに着目した数理モデルが貢献した。

##### 2) 安全・安心な生活

安全・安心な生活を実現のために、不審者の認識・追跡や真贋判定等の人間の感覚では見えない、また見分けられない特徴を捉えて犯罪や偽装を防止する技術開発、に成功した。顔認証においては、NEC独自の機械学習技術と特徴量選別により、対象や環境の変動に対する頑健性を保証する技術を確立した。これらの技術の確立には数学が大きく貢献した。

<sup>7</sup> NECが取り組んでいる「社会ソリューション事業」については、例えば、“NEC Vision for Social Value Creation 2014” (<http://jpn.nec.com/profile/pdf/vision2014b.pdf>) を参照されたい。

<sup>8</sup> 詳細については、“ビッグデータ活用を支える基盤技術・ソリューション特集”，NEC技報, Vol. 65, No. 2, 2013年9月を参照されたい。

### 3) 将来の需要予測

様々な要因が複雑に絡み合った現象における規則性をモデル化することにより、電力等のエネルギーの需要予測に成功した。この実現にあたっては、因子化漸近ベイズ推論を使った異種混合学習が貢献した。

### 4) データ保護・活用の両立

データベースの内容を暗号化したまま検索・演算可能なシステムの開発に成功した。このアルゴリズムの開発にあたっては、暗号の基盤となる整数論等の純粋数学が貢献したことは言うまでもない。

## 3.3 数学人材の活躍への期待と人材育成の取り組み

課題の定式化や分析対象となる振る舞いの数理モデル化がブレークスルーをもたらした。前述したような社会的課題の解決に成功した。このブレークスルーにあたって、数学人材の活躍が貢献したことは明らかである。

NECでは、理論・原理研究にとどまらずシステム実装を通して、社会や顧客の価値創造へと結実させる能力を有する人材育成を積極的に行っている。研究者には、近視眼的な課題解決ではなく、社会や顧客へ大きな価値をもたらすスケールの大きい課題を見出す能力を期待している。

## 3.4 NEC 中央研究所での研究インターンシップ

NEC 中央研究所では、企業における研究開発のスタイルを学ぶ機会として、1.5ヶ月から6ヶ月のインターンシップを実施している。幅広い情報通信技術分野での多数のテーマ(約70テーマ)を用意している。数学の学生も積極的に応募して欲しい<sup>9</sup>。

## 4. 講演「学会活動を通じた数学イノベーションを担う人材育成に向けて」

日本数学会では、「将来を担う若手数学研究者の育成」事業の一環として、博士課程の大学院生を中心とする若手数学研究者の産業界へのキャリア構築支援を目的とする様々なイベント開催している。例えば、2012年より春の年会期間中にキャリアパスセミナーを実施している[4, 5]。

数学イノベーションを担う人材発掘・育成の新しい試みとして、2014年10月25日に東京大学にて「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会」(以下、研究交流会)を開催した。これは図3中の3項「人材育成」を具現化した一例である。

第1回と第2回のキャリアパスセミナーでは、企業における数学の成功事例や若手数



図5 早稲田大学 池川

<sup>9</sup> 詳細については、<http://jpn.nec.com/recruit/internship/outline.html> を参照されたい。

表1 米国における職業評価結果(Best Jobs)の変化

| 順位 <sup>※</sup> | 2013年                  |                     |                     | 2014年                   |                     |                     |
|-----------------|------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
|                 | 職名                     | 年収[\$] <sup>*</sup> | 成長率[%] <sup>§</sup> | 職名                      | 年収[\$] <sup>*</sup> | 成長率[%] <sup>§</sup> |
| 1               | Actuary                | 87,650              | 27                  | Mathematician           | 101,360             | 23                  |
| 2               | Biomedical<br>Engineer | 81,540              | 62                  | University<br>Professor | 68,970              | 19                  |
| 3               | Software Engineer      | 90,530              | 30                  | Statistician            | 75,560              | 27                  |
| 4               | Audiologist            | 66,660              | 37                  | Actuary                 | 93,680              | 26                  |
| 5               | Financial Planner      | 64,750              | 32                  | Audiologist             | 69,720              | 34                  |

【出典】 <http://www.careercast.com/jobs-rated/best-jobs-2013>,

<http://www.careercast.com/jobs-rated/best-jobs-2014> をもとに著者作成.

<sup>※</sup>順位：年収，成長率，労働環境等の総合評価により決定している．詳細については，

<http://www.careercast.com/jobs-rated/2014-jobs-rated-methodology> を参照されたい．

年収：中央値である．Mathematician の年収の分布については，米国(労働省)労働統計局統計値

<http://www.bls.gov/oes/current/oes152021.htm> を参照されたい．

<sup>§</sup>成長率：2022年までの成長率を意味する．

学研究者の活躍を紹介する基調講演と，若手数学研究者と企業の人事採用担当者とのマッチングイベントである個別交流会を実施していた．研究交流会では，若手数学研究者と企業関係者との双方向の交流を促進するために，上記に加えて，若手数学研究者によるポスター発表および情報交換会の新たな試みを実施した．その結果，産官学から計130名に及ぶ多数の参加者があり，盛況に終えることができた[6]．

本研究交流会の運営責任者である本稿の著者より，研究交流会の成果報告を兼ねて「学会活動を通じた数学イノベーションを担う人材育成に向けて」と題した講演を行った(図5参照)．本節では，若手数学研究者を取り巻くポジティブな環境の変化と，それに呼応して開催された研究交流会の模様と今後の展開について紹介する．

#### 4.1 若手数学研究者を取り巻く環境の変化

ICTや多様な分野・技術の進展に伴い，高度な数学の知識を必要とする研究者・技術者の需要が増している．2014年の米国での職業評価結果の報告によると，数学者(Mathematician)が最高職種(ベストジョブ)となった(表1参照)．

これは，産業界における数学に対するニーズが増加し，それに伴い数学研究者の需要は著しく増加しているにもかかわらず，人材供給が間に合わない，いわゆる高度数学人材の需要と供給のアンバランスに起因しているからである．これは日本の将来にも起こりうることであり，長年金融業界において活躍された日本数学会社会連携協議会の中村雅信会長(株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ取締役)の本キャリアパスセ



ミナー閉会挨拶では「日本経済はデフレの長いトンネルから抜け出しつつある。数年後の日本の雇用状況は米国と同じような方向に向かうであろう」と示唆された。

#### 4.2 研究交流会模様

研究交流会の目的は、若手数学研究者に1) 数学の思わぬ力(「産」への応用展開の可能性等)を発見してもらい、2) 「産」へのキャリアパス構築に向けた動機付けを与えることである。これを実現するために、意識の高い「学」の若手数学研究者と数学イノベーションを期待する「産」の研究者・採用人事担当者とは、ポスター発表、個別相談会および情報交換会を通して、双方向の交流を図った(図6参照)。ポスター発表に対する企業関係者のアンケート結果によると、「熱意を感じた」、「説得力があった」等の好意的な感想をいただいている。

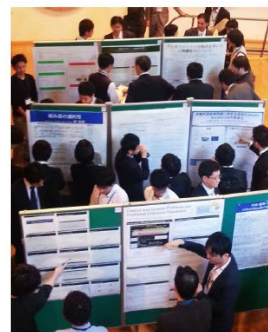


図6 ポスター発表模様

#### 4.3 「数学人材育成エコシステム」の構築

数学イノベーションを担う人材を持続的に輩出するためには、高度な数学の知識のみならずトランスファラブルスキルを有する人材を、産官学協働により、組織的に育成するシステムを構築する必要がある。このシステムを「数学人材育成エコシステム」と呼ぶ<sup>10</sup>。このようなコンソーシアム的な組織連携を円滑に進めるためにはその中核となって動く、いわゆるハブの役割が重要である。その候補として中立的立場である学会が挙げられる<sup>11</sup>。このシステムの構築が喫緊の課題と考える。

#### 4.4 研究交流会 2015 の開催に向けて

本研究交流会の成功を受け、第2回研究交流会(研究交流会2015)を2015年11月14日に東京大学にて開催する。若手数学研究者の参加意欲向上や諸科学界・産業との協働意識のさらなる醸成を狙って、表彰事業を実施する。多数の産官学関係者の参集が期待される研究交流会2015が、数学人材育成エコシステム構築の重要性の認識や構築に向けた本格検討の契機となることを切に願う。

<sup>10</sup> ある目的を効率よく達成するために、複数のステークホルダーによって構成されているシステムを、協働と競争をしつつ持続的な発展を遂げている生態系としてとらえ、エコシステムとして表現している。

<sup>11</sup> ハブの候補として大学等の高等教育機関が考えられるが、会員を対象にアンケートを容易に実施できるため現状を把握しやすい、対象学問分野の特性に立脚した活動を指向できる、中立的な立場にあるため「産」の関係者が参加しやすい、等の長所がある学会が望ましい[5]。

## 5. おわりに

本稿では、2015年3月23日に明治大学にて開催した第4回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナーの実施模様を報告した。本セミナーのキーワードである「数学イノベーション」は、科学技術立国を標榜する我が国にとって生命線の1つであり、これを推進する人材の育成は喫緊の課題である。

折しも昨年、「我が国における産業界で活躍できる数学人材の育成状況は、海外と比べて遅れている」という新聞記事[9]が掲載された。本稿が、学会員の皆様に、他国と伍する高度数学人材育成の重要性の認識向上とこれに向けた解決の促進をもたらす契機となれば幸甚である。

## 謝辞

本キャリアパスセミナー開催にあたって、経済的支援をいただきました統計数理研究所「数学協働プログラム」(文部科学省委託事業)、多大なご協力を賜りました日本応用数理学会の関係者の皆様に御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 細坪 護孝, 伊藤 裕子, 桑原 輝隆: “忘れられた科学—数学: 主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性”, 文部科学省科学技術政策研究所, 2006年5月.
- [2] 科学技術・学術審議会先端研究基盤部会: “数学イノベーション戦略”, 2014年8月.
- [3] Organisation for Economic Co-operation and Development Global Science Forum: “Report on Mathematics in Industry”, 2008年7月.
- [4] 池川 隆司, 前田 吉昭: “第三回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー「数学・数理科学専攻学生の未来を考える」開催報告”, 日本数学会数学通信, Vol. 19, No. 3, pp. 40-48, 2014年11月.
- [5] 池川 隆司(招聘委員): “数学・数理科学分野の若手研究者のキャリアパス構築に向けて—日本数学会における産学連携を通じた支援活動—”, 文部科学省数学イノベーション委員会, 2014年5月27日.
- [6] 池川 隆司: “「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会」開催報告—若手数学者の研究のさらなる拡がりどキャリア開発に向けて—”, 日本数学会数学通信, Vol. 19, No. 4, pp. 26-33, 2015年2月.
- [7] 池川 隆司: “オープンイノベーション時代における産学連携”, 電子情報通信学会誌, Vol. 94, No. 7, pp. 573-578, 2011年7月.
- [8] 若山 正人: “産業数学の構想と展望”, 横幹, Vol. 8, No. 1, pp. 5-13, 2014年4月.
- [9] “高度数学, 他分野への応用: 日本, 人材育成など出遅れ”, 日経産業新聞, 2014年7月11日.