

## 理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会（第3回）

### 議事録

日時：平成30年12月14日（金曜日）14時00分～16時00分

場所：経済産業省 本館17階 国際会議室

#### 議題

1. AI・IT分野における理数系人材の育成・活用について
2. その他

#### 議事内容

##### 【ご挨拶等】

○事務局　それでは、時間になりましたので、第3回の「理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会」を開催いたします。

参加者の皆様におかれましては、ご多忙の折り、ご出席いただきまして、まことにありがとうございます。

いつもよりいい会議室を用意して、マイクまで使わなければいけないということでありますが、いつものようにお気軽に、率直なご意見をいただければと思います。

本日は、所用によりまして穴井委員と高原委員がご欠席です。

議事に入ります前に、本日の資料の確認をさせていただければと思います。

意見交換会はペーパーレスでの実施ということで、お手元のiPadに資料が格納されております。議事次第にありますとおり、資料1から8と、前田先生の関連資料を1つご用意しております。過不足等あれば、教えていただければと思います。よろしいでしょうか。

また、本日、カメラ撮影についてはいつものとおりですけれども、冒頭部分だけということでもよろしくお願ひします。

議事進行の前に、今回、ゲストとして出席いただいております、東北大学・前田先生より、ご挨拶をお願いしたいと思います。よろしくお願ひします。

～委員ご挨拶～

○事務局 ありがとうございます。

それでは、これから議事に移りたいと思います。

カメラ撮影はこれまでとさせていただきます。

本日は、産学連携による人材育成の取り組み紹介を3部構成で行います。初めに委員に取り組みをご紹介いただき、経産省でも施策についての説明をいたします。その後で、2部ということですが、委員、文科省より、日本数学会で実施した交流会の取り組み紹介を行っていただきます。最後に、3部ですが、国立研究機関での数学人材について、今日は理研、産総研の取り組みについて紹介をいたします。それぞれの取り組み紹介の間に意見交換を行う予定にしております。

会議の時間は2時間を予定しておりますので、スムーズな進行にご協力のほど、よろしくをお願いいたします。

## 1. AI・IT分野における理数系人材の育成・活用について

○事務局 第1部ですが、前回の議論の中で、産学連携にはスタディグループなどが有効という意見があったので、代表的な事例として、委員、委員から取り組みについて発表いただきたいと思います。お二人が発表の後、理数系人材活躍に向けた産学連携について、ご意見をいただきたいと思います。

それでは委員、どうぞよろしくお願いいたします。

○委員 よろしく申し上げます。早速ですが、始めさせていただきます。

九州大学の数理学府という大学院組織ですが、そこにおける人材育成について、特に産業界で活躍する方を育てるといふ、その大枠について、具体例もあわせながら説明申し上げたいと思います。

まず1ページ目、表紙の次をごらんください。ベースとなりますのは、スタディグループ・ワークショップと、それからインターンシップです。インターンシップといったときに、これは就職のためのインターンシップではございません。最低3カ月以上、企業のR&Dに行き、研究開発に従事するというものでございます。その行く前にマッチングをしまして、予習もして、こういう論文を読んでほしいとか、本の知識を得てほしいとか、それからメンターもついて、共同研究という形になります。

スタディグループの定義は前回までに出てまいりましたが、要は、産業界から数学的にも明確にフォーミュレートされた問題、あるいは数理的、数学的に見えるのだけ

ども、まだまだはっきりしていないという問題、いずれにせよ未解決問題を基本的に出していただいて、その解決を目指すというものです。ワークショップの1日目に5、6社から問題をそれぞれ説明してもらいます。主たる聴衆である大学院生と教員が、その興味に従って、2日目以降より、提案者とともに集まってディスカッションしていく。部分的な解決を得ることもありますし、完全な解決も時たま得られますが、そうならないということも多々あります。解決の目処が立たない場合にも、そこから学生を巻き込んだ共同研究が生まれるというメリットがあります。

インターンシップについては後ほど述べますが、少しこれらにプラスしまして、Forum “Math-for-Industry” というのをここ10年間、開催しています。そこでの目的は、もちろん最新の研究交流と情報交換ですけれども、産業数学の国際動向を、学生さんからみれば、具体的に知ること、さらには、ポスターセッションを通して自らも積極的に参加するというににあります。

次ページをごらんください。Forum “Math-for-Industry” というものですが、毎年テーマを決めてやっています。最初は福岡で、ずっと九州大学が主催して開催していましたが、今は母体を九州大学のみならず、アジア太平洋産業数学コンソーシアムという協議会を主体としてやっています。ことしは上海、復旦（F u d a n）大学で行いました。来年度はニュージーランドのオークランドでの開催が決まっています、再来年度はベトナムのハノイです。その後も、オーストラリアのメルボルン、タイ、さらに韓国も名乗りを上げてくださっています。

そのポスターセッションですけれども、これはポスター発表だけではなく、事前に2～3分間の口頭発表を行ってもらおうというものにしています。そこでは、ポスター賞というのを設けておきまして、ページの下にポスター賞を受賞した九州大学の学生たちの進路についても記載しています。大体半分ぐらいが外の方で、半分近くが九大の学生、ポスドクが、やはり参加者が多いので、このような結果になっています。なお、九州大学ではポスドクのことを学術研究員と呼んでいますので、このように書いています。

スタディグループですけれども、先ほど申し上げましたように、産業界や数学以外の研究者から個々が抱える未解決の数学的問題を、大学院生を含めた数学研究者に対して、問題の起源も辿り解説・紹介してもらい、それに対し興味のあるものがアタックしていくワークショップです。これはもともとオックスフォードから始まったもので、歴史は70年以上あります。数学における産学連携で最も有効な2つの柱というのが、国際的にはスタデ

ィグループと研究インターンシップだといわれています。参加学生の直接的な育成の機会というだけではなくて、そこを通して企業と教員との共同研究が始まり、その共同研究を通じて新たな学生の関心を集めるという、そういうことも意図したものです。そういう意味で非常に大事な場だと思います。

最初は、産業界の方たちに1週間近くも福岡に来ていただくのはなかなか難しいかなど。そんな思いもあり、また、スタディグループの開催に理解をもっただけそうだった東京大学に声をかけさせていただき、ご協力を得、始めました。実際には、東京から来られる方が多いなか、東京でない方がよいという産業界の方の声もありましたが。そういうことで、最初の3日間を九州大学でやって、そして土日を必ず挟むことにして、そこを旅行日、必要なプログラミングの時間に充てるということにしたわけです。最後、東大で1日は議論を重ね、2日目、つまり最後の日に、公開できる範囲での発表と質問・総括をして締めくくることがなっています。

例えば、次の6ページですけれども、実績としまして、昨年度と今年度、どういうことをやったかというのが、企業名、並びに課題について書いてあります。必ずしも企業ではなくて、九州大学大学院芸術工学研究院とか、東京大学医学部附属病院放射線科というのもございますけれども、こういうものも少しですが当然許容しています。実際、数学専攻の学生、数学者と、それから他のディシプリンの研究者と企業という、非常によい形の三者連携みたいなことができていくというのも、ちょっと魅力かなという考えで進めている次第です。

次のページをごらんください。これはインターンシップの実績です。これまでもう10年以上やってまいりました。このインターンシップをやろうという発案者は、私の前の数理学研究院長だった中尾充宏先生という方です。14年前になります。実際の開始時には少し研究面を強調する形のモディフィケーションしたのですが、当時私は数学専攻の専攻長をやっておしまして、中尾研究院長名のダイレクトメールを262社にお送りしたことを覚えています。数学の博士課程の学生たちをインターンシップ生として迎えてくれないかと。返ってきたのは2通で、しかもお断り。全滅でした。全滅でしたけれども、いろいろなコネとか、大学が組織間連携契約を締結している企業に対して、組織対組織なのだから、数学の学生も受け入れてくださいよと行って、いわば無理やり受け入れていただきました。後から、あのときはどうしたらいいかわからなかったというようなご意見もいただきましたけれども、実際、行ってみますと、数学の学生たちは非常に柔軟でもあり、今までのとこ

ろ97~98%はかなりの成功をしたのではないかと考えています。現在は、産業界のほうからの、ことしは来てくれないのか、という意見もありますので、順調に行っているかと思えます。

一例を申し上げますと、「その後」というので、「マツダよりインターンの延長の申し出」というのがあります。このマツダのインターンシップは、その頃一生懸命開拓してきたものの一つです。向こうは統計専攻の学生が欲しいと。しかし、統計専攻の学生は引く手あまたでもういない。それで、仕方なく、私のところにいた学生が行くことになりました。マツダさんは、では、統計専攻でなくてよい。車さえ好きであったらと。ところが、その学生は、いや、車には興味がありませんと返答。それでもいろいろと説得を進め、事前のマッチングもうまく進んで無事に出かけることになりました。ところで、通常、マツダだけではないみたいですけれども、新しいエンジンをつくったときには、オーストリアのある会社にエンジン性能の検査を委託するようです。インターンを進めるうち、その会社が根拠としている最新の論文が甘いということをもメンターと彼が発見し改良模索提案をしました。そのおかげで、当時、マツダはフォードと仕事をやっておりましたので、マツダとフォードが九州大学のほうに共同研究を申し入れてきた。それとともに、3カ月という予定だったインターンシップも、もっと長くやってほしいと。でも、それはお断りして、その学生は福岡に戻ってまいりました。

ちなみに、そういうことですから、私もインターンシップが始まって1カ月後ぐらいに広島のマツダに出かけたことがあります。リップサービスだと思いましたが、「よくできる学生をよこしてくださいありがとうございます」といわれたので、調子に乗った私は「では、博士号をとったら雇ってもらえますか？」と尋ねました。返答は「それはあり得ません。数学の人にリーダーは無理でしょう」。博士修了者を採用した場合には、やはりすぐにリーダーになって活動してほしいということだったわけです。しかしその後、先に述べたブレイクスルーみたいなことがありましたので、とにかくその学生が欲しいと行ってくださるようになりました。彼は学振DC2にも採用されて、整数論で単著論文を2つ書き、それで学位をとったのですが、継続するマツダからの希望を承け「マツダだったら行きます」といって、今もマツダで活躍してくれております。

それから、海外にも幾つかのインターンシップ例があり、それを記載しています。

次のページですけれども、スタディグループから発展した共同研究や研究発表論文です。内容自身を非公開にしたいという企業がございますので、ここには全てではありませんけ

れども、例えば右側に提案企業名、左側に課題を書いています。10編程度の論文は既に出ているということです。

先ほどちょっと申し上げた、海外長期インターンシップですけれども、数学の学生にとって、当時、企業にインターンに行くということに対してさえ、大きなメンタルバリアがあったのです。学内でも、サークル活動をしていないと他学部の学生とつき合っていないという者も少なくなかったということがあります。しかも、海外にやろうとしますと、生活環境、英語の問題があります。それで、Soft Landing Systemと名付けていますけれども、こういうものを導入しました。つまり、最初に数カ月大学に滞在して海外での環境に慣れた後、企業に行くという方法です。逆にそういうことも通して、海外の企業からもスタディグループなどで問題を提案していただいたことがあります。

これにつきましては、現在、EUのGDPRもございますので、公開資料としては外させていただきます。

それから、九州大学では、文科省がやっておられるリーディングプログラムの学内版みたいなものをつくりまして、それを人材育成のために推進してまいりました。そのようなことがここに書いてありまして、こういうところから海外のインターンシップとか、海外の企業の人たちとの出会いの場をつくったりしてきたところでございます。

以上です。ご清聴ありがとうございました。

○事務局　ありがとうございました。

続きまして委員、よろしく申し上げます。

○委員　それでは、インターンシップについて中心に報告してくださいというお話でしたので、MMD Sとありますが、大阪大学の数理・データ科学教育センターからご報告をしたいと思えます。

次のページに行ってください。最初に自己紹介ですが、私は数学をやっている人間なのですけれども、いつも周りに工学者とか基礎医学の研究者がいるというような環境で、いずれ、こういう「忘れられた科学—数学」とか、「第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ」といったようなプロジェクトに出会う宿命だったのかもしれない。この2つのプロジェクトは表裏のようなところがありまして、「忘れられた科学」のほうは、数学をどのように応用するかということでした。私自身は、もう、数学を製品にまでしなくてはいけないという大変なプレッシャーを感じて、格闘しておりました。2年くらい前から始まった第4次産業革命の話はデータベースなので、数学者としては現実からどう数学を

つくっていくのかという、そういう問題意識をもって臨んできたところでもあります。

では、次のページをお願いします。MMD Sというのは、3年くらい前に結成されたのですが、その前に金融・保険教育研究センターというので10年ぐらいの活動がありました。そこでは、大学院の副プログラムということで、修士課程向けの、主に金融工学、そういう人たちを育てるというプログラムをやっていたわけです。そこで新たに二つの教育研究グループを加えて、現在のMMD Sを3年前に結成しましてから、学部のプロジェクト、それから博士人材（博士課程と博士号をもっている社会人）、この2つのプログラムをミッションとして与えられるというようなことになりまして、学部のほうでいいますと、阪大は1学年3,500人ぐらいいますけれども、数理・データ アクティブラーニングプランというもので前期後期、ダブルカウントして2,000名くらいに受けていただいている。副プログラムのほうは、去年、もう飽和かなと思ったのですけれども、さらに100名上乘せして、700人くらいの方が全学で受けていただいている。博士人材のほうは、関西地区の滋賀大、京大、阪大、和歌山大、神戸大、奈良先端、合わせて70名というノルマだったのですけれども、110名、今、エントリーしています。そういうことを考えると、今、私はマス層という、非常に大きな数の層の方々に対して、どのようにして数理・データというものを会得して、その専門で生かしていただけるかということミッションとして与えられたと思っています。

そんなわけで、私自身も定年を前に退職しまして、特任教授になって、センターのほうに移って、数学の傍ら、そういう仕事をさせていただいているところでもあります。ここでは階層的なさまざまな人材を育成しなければいけないということ、それから大学間の連携もやらなくてはいけないということで、特任になりましてからこちらのほうに専念させていただけるようになったという状況であります。

次のページにあります。これらの学部、あるいは高大連携から社会人、そのあたりをどのようにして教材をつくって、運営していくかということを考えますと、やはり正規の科目という系統的なものがある以上、それに沿った形をまずベースにして、といってもさまざまな領域があるので、そこから数理やデータというような要素を抽出して、そしてそれを自在に組み合わせていく、そういう実践的な力というものを得てもらいたいということで、これがカリキュラム全体の概念図なのですけれども、データサイエンスというのは、やはり現実を知る学問で、数理科学はそれに対して現実の背後にある原理というものを明らかにするものだということで、現実、数字、モデル、数式、解析、応用ということを全

体的に理解していただくためにどうしたらいいかという、そういう方策を書いているわけです。

ステレオタイプになるかもしれませんが、情報科学のところはコペルニクスのやったこと。データ科学はケプラーのやったことで、数理科学はニュートンだと思っていただく、そういうイメージでいいのではないかと考えております。全体が掛け算ですので、それぞれ、自分の強みを生かして、協力しながら新しい価値をつくっていく、そういう人材を育成したいということをここにあらわしております。

次のページは、ここまでいろいろなミッションを与えられて、模索しているうちに、どういう組織なり、方々が集まったりしてきていただいているかということをお知らせいたします。左のほうは学部から、あるいは初等、中等教育を変革するといっていますので、教育大学とどのように連携していくかというようなことも模索して、教育研究会というのを開催しております。明日第4回を梅田でやることになっております。

真ん中の下のほうは関西地区の六大学のコンソーシアムで、博士人材の育成ということをやっている。その間に、リソースとして副プログラムがあって、これをうまく加工して、広く活用していくという体制です。ここに「連携」とありますが、高専についてはまだ実現していませんけれども、それ以外とは大体お互いの立ち位置というものを確認して、関西地区での数理・データでの教育というものの基盤が固まってきたと考えています。

最後のページで、ご要望のありましたインターンシップをどうやっているのかというようなことをご説明したいと思います。左のほうは、今、お話がありましたようなスタディグループなのですが、これは九大と比べますと、規模の小さいものとなっております。我々はセンターで、全学を対象とする部局で、学生というものをもっておりませんので、この学生をここに派遣するという、そういう専門教育の一環ということにはできないという制約があります。その中で、研究と教育をどのように一体化していくかというような実践の中で、博士人材育成事業でCコースというのをつくっております。これは医療データに特化したコースなのですが、そこのスタディグループと称しているものの一例です。スタディグループは、我々は幾つもタイプを用意しておりますけれども、これが最も簡単、シンプルなもので、丸2日で終わってしまうようなものです。eラーニングのコンテンツをあらかじめ自習しておいていただいて、それから我々もある程度事前に調査しておきます。それで課題を提示して、このときは京大の医学部、それから東大の医科研ですか、それからあと大阪市の自治体からデータが出てきたわけなのですが、それをど



のようにして数式にするか、あるいはデータ分析するかというようなことを、グループ分けして、2日目にワーキングをしまして、3日目に発表するというような非常に簡単なものですが、非公開という変則わざでやっております。これを何回か続けておりまして、特に東大の医科研では数式を使ったり、シミュレーションを使ってウェットの研究をしていくという研究室が幾つかできております。それが今、かなり広がっていて、がんについて研究会や学会でセッションを組んだりというようなことにつながっています。

真ん中に人の顔が描いてありますが、これはスタディグループとは必ずしも関係がないのですけれども、センターで准教授を募集しましたところ、こういう活動を見て応募してこられた方で、実は数学オリンピックの日本の代表で、香港で銅賞をもらった方で、事務局の資料をずっとみていて、絵に描いたような方です。灘校理Ⅲというところで、今、どのようにになっているかというようなことをいろいろ、仲間の身の上話もしてくださって、こういった人たちを数理やデータサイエンスでどう活用したらいいかということのをこれから、彼と一緒に考えることができるかなと思ったりしています。

右のほうはインターンシップ、7月に経産省近畿経済局局長に来ていただいて、そのときも、さっきの委員のいわれたように、わずかな学生しか集まらなかったのですけれども、毎月一遍ずつ、私たちとしては本当に血を吐くような思いでやっているうちに、1人、2人というように送り込んでいて、今、6人決まりました。6人が活動していて、今、7人目というところに来ています。

企業さんのリストがそこに書いてありますけれども、見学だけのところもありますし、来て発表してくださっているところもあります。非常に熱心で、企業の方とは別に教員なども見学に来ているのですけれども、もったいないから、こういうものをまずぜひ他の教員にも聞かせて、それで意識改革しないかというような話になってきて、報告会というので事務局に来ていただいて、2月15日にやろうかなと考えています。

その中で、私自身も幾つかおもしろいなと思ったことがあるので、2つほど書いてあります。1つは、これはパイプをつくっている会社なのですけれども、工場があって、うちはちょっと危険なところもあるし、インターンはどうかなというようなお話で、実際、学生の希望もなかったのですが、ほとんど完璧な経営かなと思っていたのですけれども、どんなことがご心配ですかというお話をしたら、やはり熟練者がどんどんいなくなりますと。今やもう中卒ですねというようなお話をして、それが50代くらいになっている。先生、機械が鳴いているといってくるんですよと。要するに、品質と安全性、効率を合わせている

ようなところ、ぎりぎりのところをやっている。そのときに、ちょっと事故が起こると、半日ぐらい操業をとめなければいけない。そういう状況の中で、熟練者、中卒の方が来て、そういうことをいっているというので助かったというようなケースがたくさんあるというようにお話をされていて、それだったら、AIみたいなことになりますねみたいなお話をしていました。でも、よく考えてみたら、美しい言葉だなとは思ったのですけれども、鳴いているというのだから、音なのではないかと思います。音だということは、数学のスペクトル解析とか、そういうものを分析すればいい。要するに、もうこの段階でモデルというのでできているのではないかと。それで、データがあれば何でもできるというようなことではなかろうというように思っています。ちょっとほかの話もしたかったのですけれども、このくらいにしておきますが左のCコースで、ウェットで数式を使っているということなのですが、これはもうモデルを彼らはもってまして、単に数式にするやり方を一緒に考えただけではないかと思います。

最後に一般社団法人のことが書いてあります。これは6つの大学があって、それぞれ学年歴もあれば、社会人教育というのは、大学の枠の中ではなかなかおさまらないということがあって、そういうことで社団法人も今年度つくろうかなということでした。

あと、コンサルタントに生駒社長という、プロアシストという会社の方を招聘教授として呼びまして、こういうインタラクティブマッチングをアレンジしてもらっているわけなのですけれども、この間、大阪万博の招聘のときに、経産省の方に、万が一落ちたら、数理・データ博をやりましょうといったらしいのです。でも、その方は自信満々で両方やるといったらしいので、そんなことをいっているうちに大阪府知事は前の万博会場を使うとか、阪大のすぐそばだし、ちょうど25年の3月にこの博士人材育成事業が終了しますので、これはもしかするとひょっとするかなということでした。この間、関西経済同友会で講演させていただきましたけれども、「ひょうたんから生駒だ」ということで、大阪では評判になっております。

以上でございます。

○事務局　ありがとうございました。

次は、経産省から施策の紹介をいたします。

○事務局　お手元の資料をあけていただきますと、「産学連携による人材育成に資するツールについて」ということでご紹介させていただきます。

1枚めくっていただきまして、ツールの紹介ということですが、こちら、中長期の研究

のインターンシップのご紹介ということになります。今、まさに委員にもお世話になりながらやっている取り組みではあるのですけれども、通常のインターンシップとは違いまして、大学の指導教官と産業側でちゃんと合意をして、契約書を結んで行う形のインターンシップとなっております。大体2カ月以上の期間でございまして、修士、博士人材を対象としたものでございます。

ちょっと前の取り組みにはなりますけれども、平成24年度に検討会を実施しておりまして、そのときに研究インターンシップのガイドラインと、あと契約書のひな形というものを整備いたしました。現在は産学協働イノベーション人材育成協議会、通称C-ENGINEと呼んでおりますけれども、この契約書を活用しながら中長期のインターンシップ普及に向けて活動を実施しているところでございます。

詳しくは、この出典のところに書かれているホームページをみていただければと思いますけれども、「標準雛形の項目」ということで、秘密情報の保持のやり方であったりとか、知的財産、成果の取り扱い等々について、一通り、必要な項目はまとめられているのかなと思っております。

1枚めくっていただきますと、その取り組みの概要でございます。やはり手づくりで一件一件やっているものなので、そんなに爆発的に人数がふえるというわけではございませんが、現在、企業40社、そして大学さんのほうでも国内のトップ大学を中心に16大学が参加していただいているような形になっておりまして、最初の3年間はこちらから予算措置もしていたのですけれども、今は完全に自立をして、会員の企業さんのお金で回っているという仕組みになっております。平成26年から29年度の取り組みということで、累計233名の学生さんにインターンシップに参加いただいていると、そういった状況になっております。

以上でございます。

○事務局　それでは、これまでの発表において意見交換を行いたいと思います。委員におかれましては、途中退席されるということですので、もしよろしければ最初にご意見を申し上げます。

○委員　ありがとうございます。遅れて入ってきて、途中退席で大変恐縮でございます。

Math-for-Industryを始められたときには、大変挑戦的な試みというように、心の中で感じておりましたが、成功しているということを知っております。産業界からも数学に大変関心の高い方が教員としても入ってこられていますし、純粋数学の出身の方も産業界の研

究者と一緒に種々の問題に取り組んでいて、一つの成功モデルをつくられていると感じています。

阪大のセンターでもさまざまな活動をしているということも知ってございまして、こういう取り組みがやっと注目されるようになったということを大変うれしく思います。

一方で、産業界から、数学ができる人を金のわらじをはいても探したいといわれているにも関わらず、このような産業やデータ科学と数学の連携組織では、一つ一つ手づくりで、大変な苦勞をされてマッチングしているというような状況です。このことが解消できるように、この委員会で十分議論できればと考えております。どうぞよろしく申し上げます。

○事務局 ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。

では委員、よろしく申し上げます。

○委員 大きな大学ではかなり皆さんのご努力のおかげだと思いますが、ある程度、企業と数理系の人材のマッチングができて、そういうキャリアパスができ上がってきつつあるのかなと思って聞いております。一方で地方大学には、そういったまとまった人材というよりは、個別の研究室に分散している形だと思いますけれども、いろいろな大学にそういう人材とか教員、または将来的にそういう人材になり得るような学生とか教員のグループがいると思うのですが、そういうところにとっては、例えば数学会とか、九州大学からいろいろな情報はいただくのですけれども、なかなか距離もありまして、学生を参加させることが難しいというのが実情です。

実際、今週、東京大学でスタディグループをちょうどやっております、私はきのうまでそちらに出ていたのですけれども、東京大学のほうからもサポートをいただきましたので、金沢大から8名の学生を連れてきておりました。1週間、大学をあけるとなると、かなり学生のほうも負担ではあるのですけれども、毎年5名以上の学生を連れてくるのを3～4年続けています。努力しないと、なかなかそういうことは続けられないし、そういうサポートがないと難しいということもありますが、私の場合はIMIにもおりましたので、そのスタディグループが学生の教育にとっても有効で、キャリアパスにもつながるということを実感しておりましたので、東京大学の先生にお願いして、毎年参加させていただいております。ところが、実際、ほかの小さな研究室とか大学では、なかなかそういう機会を得るのが難しいと思いますので、今回の九州大学とか大阪大学とか東北大学とか、ある程度の拠点とか、経産省とか文科省の仕組みを使って、そういうところにも波及していくような制度をつくっていただけたらと思います。

以上です。

○事務局　ありがとうございます。産業界の委員からもどうぞ。

○委員　委員のお取り組み、非常に興味深く拝見させていただいてまして、我々、人工知能をつくっているのですけれども、やはりビッグデータはすごく不完全なものなので、ここに書かれているシミュレーターというのが補完してくれるものなのですが、今、データ解析側にすごくフォーカスされて、そちらの議論ばかりされているのです。シミュレーターを高度に並列化して、高速に動かしていく、現実のモデルをシミュレーションしていくということは、実はAIの分野においても非常に価値が高いものなので、アメリカ中心でいくとデータ解析というのがすごく中心でフォーカスされるのですけれども、日本はこういうシミュレーター技術というのは優れたものをたくさんもたれていると思うので、この辺が、実は人工知能の分野ではめちゃめちゃ効いてくる分野でございますので、先生が取り組みをされているこれは、非常に我々も興味深く拝見させていただきましたが、すごい重要な取り組みだというようにみてとれました。

○事務局　ありがとうございます。

○委員　今のご意見に大変私も同感でありまして、先ほどの委員の4枚目の資料にありました、数理科学からデータ科学までの、ある種の俯瞰図、あの辺がすごく大事なのではないかと考えています。実は先週、カナダのモントリオールでNeurIPSというAIのトップ学会がありまして、私も1週間出ていましたけれども、あそこでも、私としては一番大きな動きではないかと思うのは、今、まさに委員がおっしゃったような、いわゆるディープラーニングに当たる、帰納的なデータから背後のモデルを推定するものと、演繹的な物理の方程式とか保存則とか、これを、単純にいうとシミュレーターとディープラーニングをくっつけるというアプローチもあるのですが、それをより完全に融合するというような動きが、ディープラーニングの中でも保存則を考慮して推定をして、方程式が出てくる、あるいは方程式の係数やいろいろなものがディープラーニングと一体化して答えが出てくるというようなことが、かなり大きな動きとして出てきています。ベイジアン・ディープラーニングという言い方だったり、フィジックス・インフォームド・ディープラーニングという言い方だったり、いろいろな言い方はあるのですけれども、この辺などはすごく大事な動きではないかと。特に日本などは、より、リアルワールドとデータの世界を結びつけるというときに極めて大事な動きだと思っております、ぜひそういうところもみていただけるとありがたいなと思うのと、私、会社に帰って、そういう話をいろいろな人

としたところ、あれ？ と思ったのは、数学とか情報のAIとかが大变得意な人に、「ディープラーニングの中に物理の方程式を入れられるのだよ」といったら、ぽかんとしているのです。情報とか数学の人は、物理の方程式がちょっと異物のようにみえるみたいで、この辺はもしかしたら人によるかもしれません。保存則の本当の意味というか、こういうことなどもぜひ融合するような形になっていくといいのではないかなと。恐らく、この分野自身はそういう方向に大きく発展するだろうと思っています。

今回も、例えば、高エネルギー物理の物理シミュレーターとディープラーニングを結びつけたような発表もありましたし、あるいは高度な微分方程式をディープラーニングで解くみたいなのもありましたし、非常にその辺の融合領域が発展してきているというあたり、ぜひ、こういう人材の育成とともに先行できたら、日本のリアルワールドの強みが生かせるのかなと思いました。

○事務局 ありがとうございます。

○委員 今、両者がいわれたのと基本的には同じ内容の指摘が、まず1点あります。AI研究において、産業プラント向け等、シミュレーションの技術を組み合わせることによって、データが少ない領域でも、機械学習が適応できるような事例も出てきており、研究テーマとして非常にホットな 이슈 です。

他に、例えば通信等、ほかの領域でも機械学習を入れることによって、従来は解けなかったところが解けて、例えば通信の帯域が広がるとか、通信の距離が延びるとというのが、違う学会で今、起きているのです。つまり、機械学習なりAIの技術がほかの工学領域を活性化するという図式が出てきています。他の工学の理論数学と機械学習をうまくつなげることにより、他の工学を活性化するというのは、日本の会社というのはAI以外の部分で強みをもっている会社が多くございますので、非常に重要なのではないかと。そこで、やはり数学の部分が物すごく素養として影響しますので、そういうスコープも入れると、かなり大きなインパクトのある話になるのではないかとというのが1点であります。

次に申し上げますと、やはり数学人材を企業に展開するような事例がふえているので、これは結構な話で、どんどん広げればいいかなと思うのですが、一方で、私は数学の学生の方とか教授さんとお話ししたら、やはりそこが一番優秀な学生とか、一番優秀な人材というのは、それなりにアカデミアで身を立てたいと。アカデミアでも成功したいというところがあるような気がするのです。かつ、そういう人たちというのは、必ずしも金銭的な待遇で十分でない場合がある。例えば、今後、有望な数学者にて若手の准教とか助教ぐらい

で、お金もある程度必要だけれども、アカデミアでも極めたいと。そういう一方で、企業は企業でそのぐらい優秀な層、若い層が、我々の技術に関して解いてくれると非常にうれしいわけです。そのように考えると、クロスアポイントメントや兼職のような仕組みを、もうちょっとやりやすくするようにしたほうが、企業にとっても、個人にとってもいいのではないかという気がするのです。若い人も、アカデミアの部分のテーマだけではなくて、両方のテーマをもつことでお互いに活性化して、両方ともいい成果が出るような気もしますし、クロスアポイントとか兼職という制度は、今既に大学の中にもあるのでしょうかけれども、必ずしもやりやすいとか、手続が簡単だという話も余り聞いていないので、そういうところも少しケアしながら、実際に動けるようにすると、有効ではないかと思います。

その2点、私の意見として申し上げたいと思います。

○事務局 ありがとうございます。

○委員 今の委員のご意見に補足なのですが、全く同感で、そのような人材が、たとえアカデミアに残ったとしても、その後の数学の学生を育てるのはそういう先生だと思うので、学生のときとか、ポスドクのときにそういう企業の方と一緒に研究をされた経験があると、それはその後、全然違うと思うのです。今、数学の先生が困っているのは、自分で経験がなくて、代数とか幾何とか、本当に数学で閉じたことだけをやっていた先生は、今、データサイエンスとか企業といわれても、なかなか手が出せないとか、つながりがないというのが実情だと思います。なので、非常にいいと思います。

○事務局 ありがとうございます。

時間の関係で次に移りたいと思いますけれども、もし、どうしても言い足りない方、よろしいですか。

では、次に移りたいと思います。次の議題ですが、前回の意見交換会で、異分野異業種研究交流会の取り組みを紹介させていただきました。そのときに、他の分野との交流機会を増やす必要があるなどのご意見もいただきましたので、交流会の関係について、取り組み紹介を行います。

委員、よろしくお願ひします。

○委員 資料5が私の資料でございます。私の説明の後、この交流会で企業からアンケートをとっておりますので、そのアンケートの集計結果を文科省の栗辻さんに、私の補足とともに説明いただくことにいたします。

この異分野異業種研究交流会を始めて5年になります。実は10年近く前に、私は、日本

数学会の理事を務めさせていただきました。その頃は、今のように数学がもてはやされるというか、期待されるようなときではなく逆に博士課程の学生の人数をかなり増やしてその学生たちをどうするかというような問題が起きていました。その時に、博士の学生をどうしたらいいかということで、私ども理事を中心に、色々な大学や企業へのアンケートを行い、数学の人材をこれからどのようにしたらいいかということを考えておりました。

数学博士課程が年間160人から170人ぐらい、毎年出ている現状ですが、その時点では、いわゆる企業に勤めたという人は5人いるかないかという、非常に惨憺たる結果で、数学会ではショックを受けておりました。その頃から、“Math-for-Industry”というのを先駆けて行い、産業界とのつながりというのを始められてきたところではありましたが、数学会から出てきた取り組みはまだそんなものでした。

それを何とか改善できないかというか、博士の人材は日本にとって宝のような人材ですので、そういう人材を何とか社会に生かしたいというのが数学会の思いで、工夫をして色々なトライアルをしてきました。

1つはキャリアパスセミナーということで、数学系の学生で卒業した人達がどこかに行き、どういう活躍をしているかというのを見てもらう機会をつくりました。もう1つは、企業の方々と一緒にマッチングをやっていこうということで、この交流会を企画しました。交流会は最初の2回ぐらい、数学会の中でやっていたのですが、日程調整なども難しく、別にやろうということで、最初は4月だったのですが、大体11月に定着をして、毎年やっています。

2枚目を見ていただきますと、交流会の概要を記載しております。2015年、3年前ですが、これまでが140名から150名ぐらいの参加者だったのですが、年々、増えてきて、今年は、11月17日にやり、226名という参加者になっております。企業から90名、ポスター発表の学生が60名を超えております。一般参加者の学生が30名、さらには一般の方々、関係者、それからマスコミを含めて40名ぐらい参加しております。

これは日本数学会が主催になって行っております。先ほど申し上げたアンケートをやった際に、大きな大学、東大、京大、東北大といったような、博士課程の学生をある程度まとめて出せるところと、そうでないところがあります。博士課程の160名のうちの100名ぐらいは、実は規模の小さい、1人とか2人しか、博士課程の学生をもっていないところでございます。それから、地方の大学等では、企業の方々に数学の人材を採用してもらう機会がなかったり、数学の先生方と付き合いいただくということが非常に難しい状況です。



そこで、数学会としてはオールジャパン体制の交流会の形でやれば、数学の人たちがここに集まり、企業の方々もそこに来てくださるということで、学生と企業の交流の場の一つになるだろうと考え、やり始めました。

おかげさまで、人数はどんどん増えてきております。企業も興味を示してくださって、参加したいという希望も大分あるのですけれども、正直いいますと、なかなかこちらの方のマンパワー問題もあって、お応えしづらいところもあるのですが、ただ、参加してくださる方はウェルカムに来ていただいております。

この交流会は、数学会の理事会が手弁当で始めてきたもので、お金がほとんどなく、全くのゼロから始めています。数学会の方で、ある程度の資金援助をしてくださっていたのですけれども、幸いなことに、現在は文科省の委託事業ということで九大の“Math-for-Industry”でやられている「数学アドバンスドイノベーションプラットフォーム」の委託事業から運営費用をいただけるようになりました。

そういう関係上、共催として文部科学省、それから数学会、応用数理学会、東京大学のフロンティア・リーディング大学院、明治大学と一緒にやっております。明治大学には今回の場所も提供してもらっております。それから、日本経済団体連合会が、この動きについて非常に興味をもっていただいております、後援をいただいております。右側の写真にあるように、経団連の長谷川知子様や、文科省の岸本哲也課長が挨拶に来てくださって、励ましのお言葉をいただいております。

次のページはプログラムについてですが、毎年同じようにやっております。基本的に最初に来賓のご挨拶をいただいた後に、基調講演をしていただいております。大体が会社の中で数学、あるいは数理科学の手法をどのように使うか、そしてどういう期待をしているかということをお話をいただいております。こういう話を企業の方から実際にしていただく、参加している学生の方、それから関係者の人たちも、このように使われるのだなということで興味をもっております。今回はYahooの田島さんが、ビッグデータがYahooでどのように活用されているかというお話をさせていただきました。

2部は企業の紹介ですが、今回は、34社に3分間で自分の企業の簡単な概要を説明していただいております。これは後で、企業に学生が個別交流会へ回っていく際に、どういう会社かというのを理解してもらうためにやっております。真ん中で若手研究者のポスター展示をやっていますが、それが大体60件あります。今年は、実は学生だけに限定してリクルートセミナーというのもやりました。先ほども出ているように、数学の学生の一番弱い

ところというのは、人と対応するコミュニケーションとか、例えば企業に実際に行ったときに、自分のことを上手く説明できないとかであり、実際に三菱UFJ銀行の青沼君明様が、どういうことをすればいいのかということ色々お話してくださいました。学生限定で、就活のエントリーシートの書き方からネクタイの締め方、企業の人に会ったときにはどのようにすればいいかというようなところも含めてアドバイスをしてくださったと聞いております。

次のページはポスターセッションですが、ポスターセッションは60件ございました。最初は34～35件だったのですけれども、毎年どんどん増えており、今年60件となりました。60件のうち、いわゆる純粋数学という、非常に堅い数学が、26件で、応用数学は34件。応用数学系のほうが確かに多いことは多いのですけれども、いわゆるアカデミアの中でやっているような専門研究の学生さんたちもかなりの割合で参加されて、説明をしてくださっております。これは、純粋数学の学生さんに、企業の方々、あるいは一般の方々に話す練習も含めてやってほしいということでやっております。

この中でベストポスター賞の表彰を、60名から10名を選んでおりますが、今年はいわゆる純粋数学の学生が、半分強ぐらいがベストポスターをとっています。企業の方々が実際にポスター発表を聞いて、よかったというものに投票していただいており、その投票の結果を基本にほとんど決めていきます。純粋数学の学生さんたちが企業の方々にわからないものも教えようとする、そういう熱意等が段々とできてきています。最初はほとんど説明できないような状況だったのですけれども、わからないような方程式、あるいはわからないような数学の定理を、自分がどういうところを工夫し取り組んだかということを手で説明できるようになってきたというのは非常な進歩だと、私は思っています。

次のページですが、先ほど申しましたように、34社の参加企業があったのですけれども、他にオブザーバーとして4社ほど増えており、全部で38社、おいでいただきました。みていただきますと、一番多いのは製造業、それからいわゆるIT系、それ以外に金融・保険、最近ですけれども、ベンチャー系の企業で、いろいろなことをやっているという企業も大分増えてきております。また、おかげさまで内閣府、厚労省からもおいでいただいております。

次のページは、数学会の社会連携協議会についてです。社会連携協議会は数学会の中の委員会の一つなのですけれども、数学会にご理解をいただいて、あえて企業の方々にも入っていただいて色々ご教示をいただいているところです。

最後のページに成果と課題ということで、これは私の判断で申し上げますけれども、色々な企業の方々とお会いしてお話をする中では、この5つの点が今のところ、評価されてきているかなと思っています。

1つは、この交流会を機会として、就職やインターンシップが生まれてきているということがあります。今、インターンシップとかスタディグループとか、いろいろ先生方が、ご努力をされていますけれども、この交流会の中でも、就職も少しずつ生まれてきているし、インターンシップの機会にもなっていると思います。

それから、企業の方に入っていただくのに、私達のほうで手分けをして、色々な企業にご説明に伺っております。営業と同じで、行っても、断られるところは沢山あります。先ほど委員がおっしゃったように、何か協力をしてくださいといっても、何だかわけがわからないということでお断りされる企業もあるのでありますが、おもしろそうだから行ってみましょうという企業も出てきております。来ていただき、学生のポスター発表とか、個別交流会とか、学生と実際に触れ合ってくださいと、数学の学生というのはこういう人たちだったのかと初めて知っていただくようなところもあって、そういう意味ではイメージアップに繋がってきているかなと思っています。

もともとここに参加して下さっている企業というのは、いわゆる数学とか数理科学の学生は大事なのだということを最初から認識して下さっている企業であります。そういう企業がより学生を採ってくださるようになってきているというのは、私たちも非常にうれしく思っています。

今、ベンチャー企業から、この交流会にいろいろ問い合わせが来ております。ベンチャー企業は、データサイエンティストに特化して採りたいということで来られております。正直いうと、なかなかここに応えられる数学側の、ちょっとしたジレンマも僕らは感じているところでもあります。ただ、企業の中には、うちでも育てますからということで、採ってくれる学生は代数幾何とか、微分幾何とか、全くの純粋数学の学生を採用して下さっています。

もう1つは、数学・数理科学の人材に需要があるということで、非常に興味をもって、私どもと付き合いいただいている企業や団体も段々増えてきております。

課題としては、今、企業の関心が非常に強いことは強いです。参加者をみていただくとわかるように、企業のほうから80人から90人、来ているのですが、僕らのほうで、その需要に対応しきれない部分がまだあります。先ほど申し上げたように、博士課程の学

生は160名ぐらいの修了生がおります。大体がアカデミア希望です。最初に申し上げたように、1年間に企業への就職が5、6人ぐらいしか出てこないところから、今、人数を伸ばしてきておりますけれども、やはり基本としては、アカデミア指向から、なかなか学生が出てこないところもありますし、先生にも色々お願いはしているのですが、先生も、こういう交流会へ出していいか、正直いうと、ためらっているところもあるように思えます。僕らとしては、こういうところに出てきて、いろいろな経験をしてほしいと思っはいるのですけれども、まだこちらの努力不足もあって、もう少し学生が積極的に参加してくれるといいかなと思っています。それから、企業や異分野研究機関で、なぜ博士課程の学生が必要なのかという問い合わせを、随分受けるのですけれども、通り一遍の説明はできるのですが、なかなかうまく説明ができていないというところも課題としてあるかもしれません。ただ、ポスター発表とか、直に学生と触れ合っただくと、確かに博士課程の学生が必要だなというように感じてもらえるようになってきてはいると思います。

例えば生命保険系でいいますと、生命保険会社というのは、もともと数学の学生が非常に必要で、採用されていたのですけれども、いわゆるアクチュアリー資格で、なるべく早く採って、企業のほうで教育して、アクチュアリーにしたいという希望があるので、はっきりいって、博士課程ではちょっと遅く学部、あるいは修士の学生を採りたいと言われます。ここの交流会にも生命保険会社の方にも多く参加いただいていたのですけれども、参加企業はだんだん減っております。できれば生命保険会社にも、これからデータサイエンス、ビッグデータの取り扱い等で数学が必要になってくるということをおわかってもらっているいろいろな企業にぜひご協力いただければと思っています。ただ、なかなか説得できていないのが現状です。

この交流会は基本的に最初の出発点が博士課程の学生の輩出ということで始めたのですけれども、それを頂点にするというだけではなくて、やはり底辺を伸ばしていきたいとも思っております。学部の学生や博士の学生たちも、将来的に数学のキャリアがどこにあるのかというのをみていただくためにも、ぜひ参加してほしいと思うのですが、まだ足りていないかなという気がします。

アンケートの中に書かれているのは、大学の数学の先生の参加率が非常に低く余り来ていただけないです。大学の先生にも、ぜひ参加いただいて、企業はどういう人材を望んでいるのか、企業の方々と直にお話をしていただきたいなと思っております。さらには、高校で数学を教えている先生方にも参加いただきたいと思っております。高校で数学をしっ

かり習得するとどういう仕事があるのかということ、高校の先生が教え切れていないという感触が私達にはあります。数学は、数学として試験で大事だ、あるいは数学自身は大事なのだということは教えて、例えば論理がしっかりできるとか、そういうお答えはいただくのですけれども、実際、数学が世の中でどう活用されており、どのように必要なのかということ、高校の先生自身が生徒に教えきれていないという部分があるので、ぜひこういうところに高校の先生も出てほしいなと思っております。

ただ、こういうことを全部やろうとすると、今の僕らの手弁当スタイルでは、とてもやり切れない。一番問題なのは運営体制、それと財源も余りない中でやっているところです。ぜひ、この機会に財源、あるいは運営補助を含めたご支援をいただければと思っています。

どうもありがとうございました。

○事務局 ありがとうございます。

続いて、文科省の栗辻さんからお願いいたします。

○事務局 ごく簡単に、アンケート調査の結果をご紹介します。

1枚目は、38社が参加されまして、その方々からアンケートをとった結果でございます。

1枚めくっていただきまして、全部で6問聞いております。1問目、2問目は数学・数理科学への期待ですとか、AIや機械学習だけではなかなか難しいものというのは何ですかというのを聞いています。

数学・数理科学への期待としては、数が多いのはデータの活用ができるとか、予測精度が上がるとか、あるいは異常な事態に対応できるとか、情報の単純化と圧縮といった答えが多かったです。

2つ目の質問のAIや機械学習だけでは難しいものとは何ですかという問いに対しては、データが不足していたり、きちんと整理されていないような場合に対応が難しいこと、データ化自体が難しいものへの対応が困難であること、一番下にあります、結果の信頼性や、その理由が明らかではないことなどが挙げられました。

その次のページで3つ目以降の問いが、今回の人材の育成・活用などにかかわる問いですが、3つ目の問いで、こういった数学・数理科学の研究者との協力を促進するために何が必要ですかと聞いたところ、当然、数学の学生が欲しいという企業が集まる場ですので、新規人材の採用というのが一番多かったところです。それ以外に多かったのが、既存人材——既に社内を抱えている人材の再教育と、どこにどんな数学者がいて、誰のところに相談に行けばいいのだというような情報がわかるようなデータベースが欲しいという答えが

多かったです。

4つ目の問いでは、こういった新規人材の採用が必要だという前提に立った上で、そのためにどういうことをすればいいですか、こういった交流会以外に何がいいですかと聞いたところ、インターンシップが圧倒的に多くて、その次がスタディグループでした。

5つ目の問いでは、特に数学・数理科学関係の学部とか学科において、学生に対してどんな素養を身につけてもらうことを期待しますかと聞いたところ、数学・数理科学の専門的な知識と並んで、それ以外の分野への関心や取り組む能力が多く、かつ、一番下のコミュニケーション能力も高かったという結果が得られました。

6つ目の問いでは、相談窓口などで相談した際に、どのような対応を期待しますかと聞いたところ、当然、解決策を提示してくれるというものが一番多いかと思っていたのですが、それ以外の部分、例えば数学者を紹介してほしいとか、継続的に相談に乗ってほしいとか、数学的な手法やツールを提供してほしい、問題自体は抽象的でうまく数学の問題にすることが難しいので、そういった問題の具体化自体に協力してほしい、といった意見のほうが、むしろ解決策の提示よりも多かったという結果が得られました。

以上でございます。

○事務局　ありがとうございます。

それでは、ここまでで一度意見交換を行います。委員から何かございますか。

○委員　時たまこのような発言をすることがあるのですがけれども、20世紀の数学がまだまだ使われていないというところがあると思います。先ほどもベンチャー系ではというご指摘がありましたけれども、今、栗辻さんのご質問の中で5番ですか、専門的知識は当然のことながら、関心、取り組む能力。関心というのが一番大きいかと思います。関心がある学生は、状況によってちゃんと取り組むように思っています。データ解析に関する知識、プログラムに関する知識は、これは後でもできるという認識が非常に大きいのだと思います。これも関心がなければ全然だめですがけれども、関心があればできると。

そういう意味で、関心をもたせるきっかけというのが重要で、その際に、先ほど大きな大学、小さな大学というのがありましたけれども、大きな大学の一番有利なところは、先輩がいるということなのです。教員が何かいうよりも、あの先輩は楽しく、うまくやっているというのをみると、関心の度合いが変わってくるということがあります。そういうのを数学会、応用数学会等、さまざまなチャンネルを利用して育むということが大事だと思います。

それから高等学校の先生のお話も、高等学校の数学の先生を育成しているのは私たち大学です。そういう意味でも、大学、大学院における教育の中で、数学科を出たというアイデンティティは必要ですし、そういう力は必要ですけれども、やはりそこは大学の中全体が変わっていかないといけないというように考えてまいりました。

先ほども申し上げましたけれども、20世紀の数学というのはかなり使われていないものがある。例えば今、数理・データサイエンスということで随分と変わりましたが、大学1年生、2年生で学ぶのは微積分と線形代数とかというのがまだメジャーです。そうになると、これはほとんど19世紀の数学を教えているわけです。それが基本ではあるので、それをなくせという意味ではなくて、やはりそのほかの数学に触れる機会というのを多くつくっていく。必ずしも数学科出身でない方たちにもそういう機会を提供していくということが、その後、その方々が産業界のR&Dで活躍されたり、それ以外で活躍されたりするときにも重要です。そういうことがあると、今度、両親、それから高等学校にも影響を与えます。だから、これは1点だけ動かしても解決できない大問題でありますので、国の施策というものが大きく効いている場面かなと思います。

今日、1つ前のところで議論がございましたことに関係しますが、全く私、同感でして、ちょっと前ですとサイバーフィジカルな世界というのとフィジカルな世界というのは別々に考えていたと思うのですが、今、共通部分がある。I o Tもありますけれども、物づくりというのと情報というのが重なってきている。そこは、今後もっともっとふえていくし、日本の強みを発揮していこうと思ったときに、そこが重要になるのではないかと、そんなように考えています。Society 5.0 ですね。

クロスアポイントメントなどは、アメリカだと大学の先生の給料が9カ月しかないの、簡単にクロスアポイントメントができるのですけれども、日本の大学の場合は12カ月給料をもらっているの、なかなか進まなかったという面があると思います。しかし、各大学、今、それに関しては努力しておりますし、展望は、皆さんがそうだとすれば、変わっていくのではないかと思います。

それともう1つ、教員が産業界とのクロスアポイントに進む前段階ともいえますが、企業にしばらく滞在するというのも面白いことです。やってみたことがありますけれども、お互いにルールがなくて、費用をどうするかというので、相手方企業は研究所長の決裁とか、ルールにはないこともやって、実現したことがございますが、それはその後の教育、それから共同研究を非常に活性化いたしましたし、人とのつながりが大きくなったという

意味でも、やはり教員も外に関心をもって出ていく。学生の背中を押すだけではなく、本当におもしろいし、重要だと思うのであれば、そういうことがあってもいいのかなというように思っている次第です。

突然のご指名だったので、とりとめのない話になりました。

○事務局 どうもありがとうございます。他はいかがでしょうか。

委員、お願いします。

○委員 第1回目に出席した際に数理データサイエンスセンターのお話をさせていただきましたが、本日の人材についての議論は、どちらかというところインターンシップや数学人材という視点のようですので、最初に、本学の人材育成についてご紹介させていただきます。本学には、早くから理事・副学長を本部長として人材育成本部が置かれています。この本部で、赤い糸会と呼ばれる博士課程学生や博士研究員等の若手研究者と企業との直接交流の場を提供しており、300社以上の企業が登録しています。交流と言う曖昧な表現を用いましたが、見学やインターンシップ、もちろん就職へと発展するものでございます。

具体的に今年度は、2月に東京で博士課程学生が企業の方と交流する機会をつくっています。先ほども予算の話があり、数学会でも非常に厳しいとのことでしたが、本学も北海道にあることから、自主財源で企画しております。

それでは、本日の議論について、発言させていただきます。皆さんのお話から、大学の取り組みにはスタディグループがあり、企業にはインターンシップの経験と実績があります。さらに大学には人材が存在し、企業にはニーズがあるにもかかわらず、期待されるものが生み出されないと言うのは、両者を結びつけるプロセスが未成熟なのだと思います。この意見交換会で議論すべきは、この問題の解決方法だと思います。それでは、結びつけるプロセスをいかにして成熟させるかについて、この場にいらっしゃる企業の皆さんと、経済産業省、文科省の皆さんに、大学教員の立場から発言させていただきます。文科省の皆さんに対しましては、大学教育の雇用経費を含めた雇用システムの多様化、自由化を速やかに進めて頂きたいと思います。既に、旧来の制約は取り払われているのですが、残念ながら、未だに幾つもの障壁が残されています。クロスアポイントメントについて、本学で生じている具体的な問題についてご報告いたします。海外の大学教員を1年間に2か月招き入れるというクロスアポイントを実施しようとした際に、その事務処理で、雇用経費を年俸の12分の2として算出する問題が発生しました。海外と言うのは米国ですが、教員を送り出す大学からは、非常識な対応に思われたと言わざるを得ません。受け入れる教員がその対応に



追われ、多くの労力と時間が掛かりました。国内外を問わず、人材交流についてガイドラインの作成を進めているとおっしゃるかもしれませんが、具体的な実施事例が無いと、非常に大きな労力がかかるというのが現状です。

また、教育における収入の自由度を高める仕組みも様々に進められているところですが、こちらでも現状の問題を解決するに至っていないと考えます。例えば大学で行う授業の一部をセミナー形式で企業に提供しようとする、非常に単価が低くなり継続的な実施は困難です。教育収入の自由化についても、これからの大学が社会に多様な教育サービスを提供できるよう、積極的な支援をお願いしたいと思います。

また、経産省の皆さんにおかれましても、企業の皆さんがニーズがあると仰っておりますので、NEDOの各事業の一部分を、大学や学会からの参画に振り向けるなどの、積極的な実施形態を検討していただきたいと思います。企業と特定の大学の限られた研究分野との連携で事業が行われているとすれば、本日の議論の問題解決を目指しているとは言えないように思います。

以上でございます。

○事務局 ありがとうございます。他にはいかがでしょうか。

○委員 前回も申し上げたかもしれませんが、学生が博士課程に進学することを渋っている現実がありまして、授業料がかかるとか、奨学金がある程度あっても、実際は半額免除とかいうのにとどまることもありますし、その場合に、やはりある程度文科省とか、または企業からの寄付金などで奨学金のようなことができれば、その見返りに、例えば企業とインターンシップをすとか、そういう制度をつくっていただくと非常に有効かと思えます。

現在は、仮に寄付金をいただいても、それを奨学金にするのには、先ほどいわれたような、前例がないということもありますし、あとは公平性の面から特定の学生にだけ奨学金を渡すことは非常に難しくなっておりまして、実際は企業と共同研究をして、その対価として、謝金の形で払ったりすることがありますけれども、それも時間に限度がありますので、なるべくそういう制度をつくっていただくと、活性化につながると思います。

○事務局 ありがとうございます。

では産業界から委員、お願いします。

○委員 僕の兄が大学で先生をやっている、兄弟でビジネスと産学連携をやっているという感じでいくと、クロスアポイント制度は兄弟でもいろいろ議論になるのです。制

度としては存在するのですけれども、実態ベースとしては、文科省さんというよりは大学側のほうに前例主義がかなりあるので、非常に使いづらい制度なのだろうなというのは、いろいろみても思うところがあります。新しいことを通そうとしたときに、学内の中でも前例がないのでどうなのかみたいな話になりがちなケースというのがあると思うので、それを無理やり後押しできるのは、文科省さんが、前例主義はいいから、このようにしなさいという指導があった上でできるものなのかなと。クロスアポイント制度に関してはもうちょっと実態に即したいろいろなものができるといいのではないかというのは、一つ思います。

もう1つ、我々、いろいろな人材を受け入れるのですけれども、やはり社会に出てきて初めて学生さんたちが、大学とか高校で習っていたことが最終的にこういうところに使われるのですねということを、社員はみんな口をそろえて毎回同じようなことをいうのです。学生をしている人たち、勉強をしている人たちは、社会に出たときに、何にこの技術が使われるのか、よくわかっていないで勉強だけし続けていて、社会人になって3~4年して、初めて実感として、使う技術が理解できたときに、ああ、そういうことだったのですねということを、会社中のエンジニアの子たちが同じようなことをいってくるので、大学の中でも、学んでいることがどういうことに使われるのかということを授業の初めで、多分、1、2秒、いわれるのかもしれないのですけれども、もうちょっと時間をとっていただいて、この技術がどういうことに使えるのかということも、数式とか理論を教えるのと同じぐらいに時間をとっていただいて、いろいろなことを学生に伝えていただけると、産業界はうれしいなと思っていますという2点、お伝えしておきます。

○事務局　ありがとうございます。

ちょっと時間も押していますので、次の議論に移りたいと思います。その後でまとめて意見交換の時間をとりたいと思います。

第3部として、国研の取り組み紹介です。理研と産総研における数学人材の取り組みについて紹介します。

まず理研から発表をお願いします。

○理化学研究所　数理創造プログラムの紹介をしたいと思います。

国立研究所ですので、私の話は、プレーヤーは学生ではなくて、博士課程の学位をとった研究員になります。それから、我々の活動というのは、数学も非常に重要なのですけれども、それだけではなくて、理論物理学とか計算科学とか、あとは生物学とか宇宙物理学

とか、そういういろいろな分野の人が集まって、新しい価値を生み出していく、そういう試みであります。

数理創造プログラムというのは、どういうものを目的としているかということ、数理を基盤として新しい科学を創造する、自然科学と数学がともに発展していく、国際的な頭脳環流を実現していく、そういうことを3本柱として挙げています。

3ページ目に行ってください、理研というのは、自然科学の総合研究所といわれていますけれども、実は99年間、数学の研究室はなかったのです。それは、数学は自然科学ではないからだというのが私の理解なのですが、しかし、それでは不十分であろうと、私たちはそう信じていまして、やはり理研には数学があるべきなのだと、それを言い続けてきたわけです。

そして、数学も含めて、右の理研に関係する仁科さん、朝永さんが言われているように、とにかく人が大事なのだと。新しいことをやろうと思うと、やはり優秀な人を採用する。ここでいう優秀というのは、いわゆる論文数が多いとか、「Citation数」が多いとか、そういうことだけではなくて、新しい価値を創造するにはどういう人材が必要かということで、非常に慎重に、普通の基準とは違うような選考の仕方をしています。

次のページに行ってください、どういう優秀な人を集めるかということ、理論科学・数学・計算科学の研究者が分野の枠を越えるのだと。枠を越えることに興味があると。それで、基礎研究を推進する国際的な研究拠点をつくる。数理を軸として分野横断的手法によって宇宙・物質・生命の解明や、社会における基本問題の解決、そういう大きな問題にチャレンジする、そういう人材を集めています。そういう若手人材にプレーしてもらって、国際的な舞台で活躍してもらう、そういうコンセプトです。

これは、2013年から活動がスタートしているのですが、まずは理研の中の競争的資金でスタートしています。iTHEMといわれるものなのですが、それが成功をおさめて、プログラムを拡張して、2016年の11月から数理創造プログラムというのが概要要求の形でスタートしています。iTHEMSのMというのがMathematicsで、最初はiTHEMだったので、やはりこれは絶対数学が必要なのだということで、iTHEMSに昇格しています。

我々のコンセプトは、とにかく数学とか理論物理学とか計算科学、そういう基礎的なところを強くしていくと、いろいろな分野に波及していくのだと。この図にあるように、コアとなるのは理論、物理学、それから数学、計算科学。これをしっかりやることによって、

さまざまな科学分野だとか、あるいは社会への応用。例えば人工知能とか医療システムとか金融経済とか新物質創生とか、そういうところまで波及していけると、そう信じて活動を続けています。

5ページに行ってくださいまして、どんな構成になっているかという、プログラムディレクター、そして私を含めた副プログラムディレクターというのがいるのですが、プレイヤーは研究員です。7年間の任期で、若手ですと3年から5年ぐらいの研究員の任期なので、そういう人たちが自由な発想によって、自由に交流する。自由に交流して、分野を越えるということ。本当に分野を越えるので、同じ場所、同じスペースを共有します。生物学者と数学者が同じオフィスをシェアします。セミナー部屋がありまして、自由に議論するということをしています。我々としては、そういう人たちをサポートするために、いろいろな仕掛けをつくって、彼らの活動を支援しています。

下のグラフの左では、iTHEMSの研究者の主研究分野が書いてありまして、数学はかなり大きなフラクションを占めていますが、それだけではなくて、物理学とか生物、宇宙科学とか計算科学とか、いろいろな分野の人がわいわいやっているというわけです。

どのようにわいわいやっているかという、次の6ページに移っていただきまして、これは我々の理想としているイメージ図なので、このように一つのスペースにいろいろな分野の人が集まって、いろいろな分野のことをわいわいやるというわけです。これは単なる理想像とかイメージだけではなくて、例えば、この中には実は私も含まれています。真ん中の「極限宇宙」の右に立っている紫の服を着ているのは、これは私です。

それで、実際のものというのは7ページに書いてあるのですが、こうやってコーヒーマーケティングを開いたり、ランチミーティングとか、レクチャーをして、数学者が、全然違う分野の人に基礎から数学を教えてみる。これは博士課程をとったスタッフレベルの人に対して、基礎から教えるということをやっています。それから、分野を越えるということは、メンタルの上でも変えていかなければいけないので、ワインミーティングというのを月に1回開いて、砕けた気持ちになって、ほかの分野の話もざっくばらんに聞いてみる、そういう仕掛けをしています。

次のページに移りまして、写真とほとんど同じことなのですが、コロキウムを開いたり、産学連携レクチャー等を行ったり——後で詳しくいいます。コーヒーマーケティングを開いたり、ワインミーティングをしたり、とにかく右上にありますように、一般に我々が考えているのは、分野を越えた融合的研究というのはハードルが高い。それを達成

するために、融合的研究ができる優秀な人材を集めて、若手に自由な雰囲気を与えて、我々スタッフはさまざまな交流の機会を提供する、そういうことを心がけて活動しています。

次のページに行きまして、そういう若手の人が、例えばいろいろな教育活動にも貢献しています。例えば今年から始まったのは、東大の駒場の教育学部の人たちにレクチャーをするリレー講義のようなものをしていて、ブラックホールとか深層学習とかゲノムとか、そういう話をレクチャーしてしまして、これは非常に好評で、東大出版会から書籍化が決定しています。これは来年以降も続くことが決まっております。もしよかったら、学生さんたちの感想がここにありますので、ご覧になってください。

次のページに行きまして、産学連携の活動も我々はやっています、いろいろな会社の方をお呼びして、そこにどんな数理が使われているかということを紹介していただいて、研究者との交流を図っています。実際に、その活動が講じて、こういう企業に就職していったりすることもたくさんあります。

次のページに行ってください、その中で、JSOLという会社と三井住友銀行という大銀行があるのですが、そこの共同研究が既に始まっています、JSOL社とiTHEMS間で共同研究契約を締結して、三井住友銀行の顧客の中でのお金の流れというものをネットワーク解析します。それをするとどういうことが分かるかもしれないかということ、これからの発展する企業はどこか、逆にここから危険になってくる会社はどこかということが特定できるかもしれません。これはつまり未来予測になりますので、物凄く経済的な価値を生みます。そういうところに我々のiTHEMSの若手研究員が週1回の契約で3名、研究をスタートさせています。

時間がなくて恐縮ですが、次の12ページに移りまして、量子コンピュータに関しての国際会議をUCバークレーと共同で開催することが決まっています。iTHEMSというのは国際頭脳環流といいまして、いろいろな世界を舞台にして活躍する若手を育てるというのも一つの柱です。iTHEMSはUCバークレーにオフィスを構えることができました。これは、向こうが我々の価値を認めて、オフィスをただで提供するから来てくれということで、去年ぐらいから活動を始めているのですが、そこと共同で、来年、量子コンピュータに関する国際会議を開催します。

最後のページになりますけれども、iTHEMSというのは、基本的なコンセプトとしては数学と物理と計算科学をコアにして、それはいろいろなところに波及するのだと。いろいろなところに波及するというのは、例えば理研の中のセンターでいうと物理センター

とか工学センターとか生命センターとかいろいろありますけれども、そういうところにも波及効果をもたらしますし、さらには社会に出て、産学連携への波及効果もきっと生み出せるに違いないと思って活動を続けているところです。

以上です。

○事務局 ありがとうございます。

続いて産総研の取り組みについては、経産省から紹介をいたします。

○事務局 資料8の産総研における理数系人材についてというスライドでご説明をいたします。

1ページめくっていただきまして、2ページ目、まずは産総研のミッションでございますけれども、まさに研究開発活動の死の谷を越える橋渡しということで、橋渡しを通じて社会的・経済的価値の創造を行うというところをミッションとしてやっているところでございます。

1ページめくっていただきまして、産総研の人員と予算の構成ですけれども、研究職員、ポスドク等の契約職員等を含めて、現在、合計約9,400名が産総研で研究開発活動を実施しております。総収入額は1,085.2億円ということで、今、大体6割が運営費交付金となっておりますけれども、外部資金の獲得というところを目標としてやっているところでございます。

その中で、やはり情報・人間工学領域というところに最近力を入れておりまして、1枚めくっていただきまして、理数系出身の研究者、まだまだ少のうございますけれども、全30名のうち19名が今、申しあげました情報・人間工学領域で働いていると、そういった状況になっております。

5ページ目、6ページ目、7ページ目、8ページ目は活躍事例ということでございますけれども、人工知能研究センターで2名、サイバーフィジカルセキュリティ研究センターで2名、働いているといった状況になってございます。

9ページ目に行っていただきまして、理数系人材が参画するプロジェクト事例ということで載せさせていただいておりますけれども、まずはS I Pの第2期ということで、まさにサイバーフィジカル分野ということで、1名の研究チーム長が産総研の研究代表者として働いていると、そういった状況になってございます。

1枚めくっていただきまして10ページ目、理数系人材が参画する冠ラボという取り組みがございますけれども、冠というのは、まさに企業の名前をつけて研究開発活動をしよう

という取り組みでございまして、右側に赤字で書いてある住友電気さん、豊田自動織機さん、パナソニックさんが行っている冠ラボの取り組みにおいて、まさに数学者に活躍いただいているというものと、あともう1つ、オープンイノベーションラボラトリーという取り組みをやってございまして、これは産総研の中でたこつぽになって研究を行おうというものではなくて、まさに大学の構内に産総研が出張所みたいなものを設けて研究を行おうという取り組みでございます。東工大さんとやっている取り組みの中で、数学者に活躍いただいているといった事例でございます。

11ページ目以降は詳細になりますので、割愛いたします。

以上でございます。

○事務局　それでは、残った時間で、これまでの全体の内容を通じた意見交換を行いたいと思います。先ほど委員から、企業と大学の、結びつけようとするプロセスが未成熟という話がありましたけれども、多分そこがポイントになるのかなと思います。この意見交換で議論を深められればと思います。どなたからでもどうぞ。

○委員　委員の今のお話、それから産総研の取り組みをご紹介いただいたのですけれども、そもそも日本の文部科学省にしても、経産省にしても、インベストメントの仕方というのは昔からあまり変わっていません。基礎研究から応用研究とあるわけですが、どうもやはり、日本が物づくりでこれほどまで成功した国だからということがあって、ファンディングの考え方としてそれに偏る傾向がある。それから、例えば医療系に偏っている。厚労省などは当たり前ですけれども。ところが数理科学の場合は少し違います。例えば科研費にしても、工学系の先生が大きい予算をとられると、そこで学生にも仕事をしてもらわないと、逆にいうと成果が出ない。ところが数学系でいきますと、ディスカッションして、いろいろなことはするのですが、実際には殆どの場合、学生がいなくても、その先生の研究は進んでいくので、逆にいうと、そういう大きなお金をわざわざとりにいくということ自体が、ある意味での負担にさえなり得るわけです。そういうところから、根本から資金の投入の仕方を変えていただかなければいけないなと思っています。その点で、先ほどの産総研の数理科学の人も、何千人かのうちの30名かということでも、生まれてきたのはよいことだと思います。だから、今までとタイプの違う投資の仕方を、ぜひともお考えいただきたいと思う次第です。

そういう意味で、理化学研究所の、先ほどの数理創造プログラムというのは、自然に研究者が理想とするところをある意味で実現するという、そういう大きな動きがあって、こ

ういものがちゃんと出てきたというのは、10年前にはなかったことなので、非常に関心をもっているところです。ですから、やはり国のできるということのは結構大きいというか、相当大きいことなので、そこをぜひともうまく、こういう意見交換会とか、いろいろな対面でのお話の中で育てていただきたいと思います。

○事務局　ありがとうございます。他、いかがでしょうか。

○事務局　今、委員がおっしゃったように、数学、数理向きのシステムになっていないという議論で、ヒアリング等で耳にしたのは、スタディグループとかインターンシップの契約の仕方とも関係あるのですけれども、知的財産権の扱いに関して、最初話して、解決の糸口とか課題とかを、パッと思いついてしまって、それがいきなり解に結びつくというようなところが数学にはある。実験をずっと繰り返して、長い研究をやったら、やっと知的財産権が出てきたというよりは、一発でポンと出てくることがある。そうすると、知的財産権の扱いとか、営業秘密の扱いに関しても、工学系の契約でやってしまうとうましくないというようなことが、ありやなしやと。パッと思いついたことも、ちゃんと保護してもらえるようになっているのかいないのか。あるいは数学者側が、知的財産権の考え方に疎くて、スタディグループなどに参加して、思いついてしまって、みんなもっていかれてしまったということがあるのかないのか。そういうことは、何かございますでしょうか。

○委員　今のご質問のことはもう10年も前から議論は少し出ていて、ただ、数学の定理みたいなものに知的財産権を与えてしまったりするわけにはいかないもので、やはり何か、それを使って表にみえる形になったものを被せて、知財として動いていくというのが標準的だと思います。それでもやはり情報の発展で、知的財産権の考え方というのは随分と成長してきているのではないかと思います。ただ、スタディグループにしてもインターンシップにしても、そういうことは起き得るので、繰り返しですが、数学の定理をそのまま知財にはできないですけれども、そこは工学系、生命科学系と同じように、契約を最初にしておいて、やっていく。ただ、インターンシップの場合は、九州大学の場合に关していうと教育の一環というように捉えていますので、その意味で、そこで何か生まれた知財に対して主張するということは原則しないことにしています。そのかわり、発明に関わった学生たちの名前は必ず載せてほしい旨を明示的に伝え実現しているという次第です。

○事務局　いかがでしょうか。産業界のほうからもぜひ意見をお願いしたいと思うのですが。

○委員　参考になるかどうかかわからないですけれども、私自身は東工大の特定教授とい



う立場で修士2人、博士2人を指導してしまして、基本的に完全無給なのです。無給でよくやるなと思うかもしれませんが、でも、私も元気な若い人と数理的な問題を、実社会のデータを——データは我々、いっぱいもっているの——使って、解いてもらって、若い人のエネルギーももらえるし、もちろんある種の労力も、我々企業の中ではなかなか手をつけられないような、少し中期的な課題なども挑戦的にやってもらってというような形で、一応成り立っています。私も非常にメリットを感じているし、東工大も恐らく、私の研究室に入るといって、ほかの大学からわざわざ東工大に移ってくるという、かなりトップクラスの人が結構出てきていたりして、こういうのは東工大が特殊なのか、私はその辺、余り調べたことはないのですけれども、もっとやってもいいのではないかと。企業の中で、研究者で、割と実地問題とかデータをある程度扱える人で、学生ともいろいろなインタラクションを。企業の人が大学に講義などで教えに行くというのはしょっちゅうやっていると思いますけれども、基本的に、私は東工大には行きません。東工大から学生が私のところに通ってきているという感じです。そういうのもっと活用してもいいのかなと思います。それが特殊なのか、一般的なのかよくわかりませんが。

あと、先ほどの理研のような話はぜひ頑張ってもらいたい。まさにディープマインドなどとガチンコでぶつかると思うのですけれども、負けないでほしいと思います。

○事務局　ありがとうございます。

○委員　先ほど申し上げたことが結構課題認識としてありますけれども、それ以外でちょっと話をしますと、産総研、理研はすばらしい人材が結構いると思うのです。我々NECも冠研究所をつくらせていただいて、非常にいい成果だったなと思っています。ですから、国研の役割として、多分、世界に通じる研究者がおられて、世界とのチャンネルもありますので、こういう企業との連携を含めて、どしどしやっただけなのは、日本にとっては物すごくいいのではないかと思います。まさしく今いわれたように、量子コンピューティングなども、ぜひとも我々は絡みたいなと思っていますけれども、本当にいい人材がいるのではないかと、理研さん、産総研さんには感じています。

あと、パテントに関していうと、確かに冠研究所とかオープンイノベーションをやると、やはりパテントの話は非常にセンシティブなのですけれども、少なくともデータサイエンスとか、あちらの領域は進歩が早いので、逆にパテントがどうのこうのということにこだわっても、余り効果的ではないというのがありますし、結構いいアイデアが、実は学会の発表などに出てきたりして、それをいかに早く取り込むかという競争にもなっているので、

パテントに関していくと、いわゆる使用権です。足かせにならないで、使用させていただけるというところが担保になっていれば、企業にとってはそんなに問題ではないのかなと思うのです。量子みたいな、またデバイスに絡む話になってくるとちょっと違うと思いますけれども、データサイエンス系のほうは、むしろ企業にとっては使用権をきちっと定義していただけると、もっているか、もっていないかというのは、実は競争上、余り関係してこないような気がします。

以上でございます。

○事務局 ありがとうございます。

○委員 理数系人材といった場合に、数学と物理とあると思うのですが、2つ、かなりタイプが違います。恐らく期待されているのは数学のほうなのだろうと。物理の学生からいうと、既に十分活躍しているし、素質・資質からしても、ほっておいても大丈夫なのです。「忘れられた科学—数学」という言葉にもあるように、数学というものは学問もそうですし、人も、隠れがちなのです。その原因がどこにあるかということを見ると、逆にどういうところが彼らはすばらしいのかわかるかもしれません。それはもう、全てをブラックボックスにしないで、何もかも自分で考えていく。逆に弱点は何かというと、ひとつわからないと先に進まない。だから、応用という点でいうと、イノベーションというところが、そういう訓練が弱い。

もう1つは、モデリングということが現代の教育体系の中で非常に阻害されています。私は、大学の授業で、モデリングというのは文章題ですよといったりします。文章題というのは、中学で連立方程式を立てるところまでぐらいはやる。ところが二次方程式ぐらいになってくると、数式をどういじっていくのかという、そういう数学からつくっていく教育になっている。そこで数学というものを選んでいく学生というのがある。それをどうやって変えていくかということになっていくと、教員から変えていけないといけなかもしれません。教員から変えていくということは、数学の学問のあり方もどんどん変えていけないといけない。そうなってくると、新しいタイプの数学者というものをつくるべきではないか。企業に兼職で数学者を呼んで、そこで外国から、ゴーンが来たけれども、ああいのように外国のおもしろいやつを連れてきて、変えてしまったらどうかという、ちょっと乱暴な提言です。

○事務局 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

○委員 先ほどのご質問で1つお答えするのを忘れたのですけれども、ぱっと解けてし

まうかもしれないときもあるのですが、これぐらいの難しさだから、これぐらいでできるのではないかという予想が、予想しがたいところが数学にはあると思います。ですから、非常に基礎的な研究といったときに、数学・数理科学というと、応用研究でさえも相当基礎研究なのではないかという印象をもつことが多くて——必ずしもそうではないですけれども、——一方でブルースカイリサーチみたいなのところもある。そういうものを、むしろ今度は外の世界からどう生かしていくか。先ほどもちょっとありましたけれども、栗辻さんの資料かな、例えば信頼性とか、デバイスの開発のときでも限界がどこにあるのかということを見ないで研究しているということも多々あると思うのですが、そういうところをきちっとみていくとか、そうした機会の創出が一番重要なのだと思います。

○事務局　ありがとうございました。

○事務局　この前のご発言でお伺いしたいのですけれども、20世紀の数学というのがまだまだ使われていないというようにおっしゃられたのと、あと、やはりサイバーとフィジカルの融合ということをおっしゃられていて、経済産業省も、第4次産業革命というのは、端的にいうとサイバーとフィジカルが融合して、それらが融合するから、結節点として数学がこんなにせり上がってきたのだなと実感としております。第4次産業革命のサイバーとフィジカルの融合は、もしかして19世紀の数学のことなのかなという気もしないでもない。要するに20世紀の数学が使われていないのは、もっと先、第4次産業革命ではなくて、第5次産業革命なのか知りませんが、その先になってしまうのか、いや、そうではなくて、第4次産業革命のこの段階でも、ポテンシャルとして20世紀の数学に可能性があるという意味なのか、どちらなのかなというのを思いました。もし20世紀の数学が使われていなくて、そのフロンティアが大きな可能性があるということであると、もしかしたら、委員のご発表の時に博士がなぜ必要なのかというのを説明しがたいとおっしゃっていたのですけれども、20世紀の数学といたら、やはり博士ぐらいのレベルではないと対応できないということがもし言えるのであれば、なぜ博士か、なぜ20世紀の数学かというのがいえるような気がちょっとしたのです。どう考えたらいいでしょうか。

○委員　おっしゃるとおりのところがあります。ちょっと具体的な話をしますと、例えばトポロジーという学問はもう100年以上前に生まれているわけです。かなり抽象化した数学として発展して、今も発展し続けています。しかし、それらも最近の計算トポロジーとか、パーシステントホモロジーとかという言葉で代表されるように、応用研究から発展している部分もあります。そういう抽象的にみえる数学というのものも、数学者は具体的

な例と抽象的なアイデアの記述を往復しながら研究を進め理論をつくっているわけです。そうしたときに、昔は、まだおもちゃみたいな例しか計算できなかったわけです。ですけれども、現在の高性能な、量子までに行かなくても、スーパーコンピュータが出てきたことにより、例えばたんぱく質の構造分析などが発端となって、物すごく複雑に見えるものだって、しょせん一個一個みてみればという、そういうものに当てはめて考えることができるようになってきた。そういう意味で20世紀の数学が、まさしくこの15年ぐらい、今のトポロジーの分野でいえば、使われて、それが材料科学の発展にも資していますし、それから統計学、要するにデータの解析にも役に立っているわけです。そういう意味で、もちろん代数幾何学とかでも、誤り訂正符号とか、そういう意味で使われてはいるわけですけれども、そもそもそういう現代数学といわれているものが、大学等においてさえなかなか聞くチャンスがない。誰が悪いとかいう話ではなくて、それが一つは使われていないし、使いようがなかったということもあると思います。

ですから、ご質問の20世紀の数学ということといえば、それは第5次なのか、それもあるかもしれないし、現在かもしれない。博士課程の学生でいきますと、やはり学生が関心をもつというのはすごく重要で、ある意味では物づくりでないので、一旦広い関心をもってしまうと、開放的なところがあるわけです。そういう意味で、現代数学を知っている、しかも博士課程で、1つなりとも自分の仕事をした人たちが広い視野をもってやっていくというのは、これは日本だけではなくて、世界的にも重要なことなのだというように思います。これは大事なアピールポイントではないかと思って、そういう回答をすることがよくあります。

○事務局　ありがとうございます。

時間になりましたけれども、もし言い足りない方がいらっしゃれば……。

○委員　私は、残念ながら数学者ではありませんが、サイバーとフィジカルの融合の議論に、どの学術領域のどの手法を使うのかを議論して、社会で何が使われるかがわかるのであれば、我が国は世界の中で勝ち進んでいたのではないかと思います。以前、Googleの共同創業者でありCEOのラリー・ページ氏は、「便利なものをつくりたい」と話をしました。この発言には、色々な背景があり、それを聞く皆さんにも様々な捉え方があると思いますが、高速化や小型化と異なり、便利なものとなると、何を生みだしたいのかという思考が必要で、この意見交換会でも、少し本来的なところに立ち返る必要があるように思います。

最後に、個人的な考えですが、大学院における博士課程がなぜ必要なのかというご発言

もあったのですが、それは、本日配布されている第2回の意見交換会における論点に書かれているように、問題の解決に取り組むプロセスが重要なのだと思います。だからこそ、本日の意見交換会で数学者が注目を浴びているのだらうと思います。社会の問題解決に取り組むことは、問題の所在を捉え、自身の知識や利用可能なツールを組み合わせながら、解決に挑戦することであり、そのような経験を多く備える人材こそが、必要なのではないかと考えています。以上です。

## 2. その他

○事務局 ありがとうございます。

時間になりましたので、今日の意見交換会はここまでとさせていただきたいと思います。

次回は、来年1月31日になります。今日の議論というか、説明は第2回でも話題になったスタディグループとか交流会、これについて詳しく説明をし、国研での取り組みもご紹介しましたけれども、より結びつきを成熟化させていくための議論というのをもう一段踏み込んでやればいいのかと考えております。

以上ですが、最後に何かございましたら、よろしいですか。

○委員 サイバーフィジカルと、私が今日はいったわけですがけれども、やはり数学によってデザインするところというのが求められているというように考えてもいいですか。

○委員 数学は非常に重要だと思うのですが、社会のデザインは数学だけでできるかと尋ねられると、私には自信がありません。

○委員 数学だけでできるということは多分ないのです。もともと。ただ、デザインするとき、そこが一つのエッセンスとして大きく無視できないものになっているはず。

○委員 私も、必要であると思います。

○委員 そこを顕在化していくというのも大切かなという、そういうことですよね。

○事務局 ありがとうございます。

最後に事務連絡になりますが、本日の議事録については委員の皆様にご確認いただいた後に、後日、ホームページにて公開させていただきます。議事録をとりまとめ次第、皆様へお送りいたしますので、ご確認をお願いしたいと存じます。

それでは、これで第3回の意見交換会を閉会とさせていただきます。本日はどうもありがとうございました。

——了——

## お問合せ先

産業技術環境局 大学連携推進室

電話：03-3501-0075（直通）

商務情報政策局 情報技術利用促進課

電話：03-3501-2646（直通）