

理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会（第5回）

議事録

日時：平成31年3月12日（火曜日）15時00分～16時40分

場所：経済産業省 本館17階 第1～第2共用会議室

議題

- (1) 理数系人材の育成・活躍等に関する報告書（案）について
- (2) その他

議事内容

【開会挨拶等】

○ 事務局　それでは定刻になりましたので、最終回となります第5回「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、ご多忙のところご出席いただき誠にありがとうございます。

議事に入ります前に、本日の資料を確認いたします。本意見交換会はペーパーレスの実施ということで、お手元のiPadにいつものように資料が格納されております。議事次第にありますように資料1、2を配布しておりますが、もし過不足等がありましたらお知らせください。

また、本日、写真・カメラ撮影については、冒頭部分のみとさせていただきます。

では、議事に移りたいと思います。カメラ撮影についてはここまでとさせていただきます。

1. 理数系人材の育成・活躍等に関する報告書（案）について

○ 事務局　はじめに、経済産業省 商務情報政策局 情報技術利用促進課より、報告書（案）についてご説明いたします。今回、最終回となりますので、ぜひ忌憚のないご意見・ご議論をお願いできればと存じます。

○ 事務局　それでは、資料2に基づきまして、本意見交換会の報告書（案）について、ご説明いたします。

全体のトーンですけれども、この意見交換会の初回で委員から、数学の重要性について、言い過ぎるぐらい言ってほしいというご要望があったためかなり強調した内容にしておりますので、忌憚のないご意見をいただけたらと思います。

タイトルは、後ほどご説明しますが「数理資本主義の時代」、副題として「数学パワーが世界を変える」にしております。

ページおめくりいただきまして、目次の次、「1. はじめに」ということで、この意見交換会の開始の経緯について書いております。

2018年の「未来投資戦略2018（平成30年（2018年）6月15日閣議決定）」におきまして「Society 5.0」ということが言われて、「Society 5.0」の実現のためには、高い理数能力でAI・データを使いこなす力に加えて、課題設定・解決力や異なるものを組み合わせる力などを用い、価値創造を行う人材が求められているというようなことが謳われております。

また、文部科学省及び経済産業省では、平成28年8月に取りまとめられました「理工系人材育成に関する産学官行動計画」に基づきまして、いわゆる大学協議体というものを設立して準備をしてきたということ。それから、平成30年3月に開催した「産学連携による科学技術人材育成に関する大学協議体と産業界による意見交換」におきまして、数学の知識を持つ人材への産業界ニーズと数学を専攻する学生の間には、認識のギャップがあるのではないか、といったような指摘がございました。こういった問題意識を受けまして、こちらの「理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会」を実施してきたということがございます。

2ページ目ですが、今のような文脈で「Society 5.0」あるいはAI、ビッグデータ、IoT等の社会実装、第4次産業革命とも言われていますけれども、その第4次産業革命を主導し、さらにその限界を超えて進むのに何が必要なのかということで、科学として必要なのが数学だということを強調して書いております。

具体的な事例として、特にAIについて書いてありますが、「第3次AIブーム」の火付け役となった深層学習（ディープラーニング）は当然のことながら、そのアルゴリズムの根幹にあるのは数学であり、数学が深層学習の実用化を実現して第4次産業革命を動かしているということで、数学は重要だと述べております。

ただもちろん、既存のAIのエンジンをビジネスや社会に活用するというだけであれば、高度な数学の能力は必ずしも必要ではないかもしれません。むしろプログラミングやビジネスセンスなど、数学以外の能力が求められるという考え方もあります。他方でAIの

発達に伴って、数学の知識や能力の必要性は高まってきているということで、例えば AI と人間の協調・協働においては、数学が AI の制御をはじめ、学習データや推定結果の信頼性を高めるために必要となります。さらに AI 自体に画期的なイノベーションを起こすということになりますと、高度な現代数学の能力が必要となるだろうということを書いております。

この報告書（案）全体を通して、「数学」という言葉につきましては、注 1 で書いておりますように、2006 年の報告書「忘れられた科学 - 数学」におきます「数学」の概念をほぼ踏襲しております。こちらの「数学」というのは、純粋数学、応用数学、統計学、確率論、さらには数学的な表現を必要とする物理学のようなものも含む広範な概念を使っていたので、この報告書（案）でもこれを踏襲しまして、広い意味での数学ということを書いております。

続きまして 3 ページでございます。深層学習の限界を超える AI の開発競争が始まっている、としております。例えば深層学習の弱点として、中身がブラックボックス化しているので、AI を社会のあらゆる場面において活用するためには、ブラックボックスのままでは難しいということで、「説明できる AI」の開発競争が進んでいます。

あるいは、これは意見交換会の中でご指摘がありましたけれども、昨今の演繹的なシミュレーターの技術を組み合わせた、新たな AI の開発に可能性があるのではないかと、ということもございます。こういった、今後求められていく、開発競争が進んでいる AI につきましても、高度な数学の能力が必要であろうと書いております。

4 ページでございますが、さらに昨今「ムーアの法則」の終焉ということが取り沙汰されるようになってきて、量子コンピュータなど、これまでとまったく違う新しい原理のコンピュータ技術の開発競争が進んでおります。、こちらについても高度な数学の知識とそれを駆使する能力等が必要となるでしょう。

さらに、今 AI や量子コンピュータを例に挙げてきましたけれども、そもそも論として、現代のコンピュータの基礎を作り上げてきたのは、ジョン・フォン・ノイマンでありアラン・チューリングといった天才的な数学者たちであること。そもそもデジタルと言いますが、デジタル回路の設計において必須となるブール代数というの、数学者ジョージ・ブールに端を発していること。あるいは、暗号なしでは今のデジタル社会は成り立たないわけですが、RSA（リベスト・シャミア・エーデルマンの頭文字）公開鍵暗号というのは、その理論の基礎というのは 2500 年前にピタゴラスが発見・証明したものが、実は今になって実用化・応用化されているのだということを書いております。

このように、実は数学というのは目には見えないのですけれども、現代の社会を形作っているのだということを強調しております。

それから、先般、安倍総理大臣が世界経済フォーラム臨時総会で提唱されたのですけれども、グローバルなデジタル化が進む中で、個人データや知的財産権、国家安全保障上の機密などのデータは保護しつつも、医療、産業、交通その他の非個人的で匿名の有益なデータについては自由な流通が必要であるということで、「Date Free Flow with Trust (DFFT)」という概念を提唱したところでございます。まさにこの Date Free Flow with Trust の with の後の Trust、データに Trust を与えるデジタル技術というのは、その基盤にやはり数学があるのだということを書いております。

5 ページ目では、第 1 回に委員にプレゼンテーションしていただいた図を借用させていただきつつ、この図にありますように、デジタル技術の動向というのは数学が左右していること。あるいはアメリカなどの巨大 IT 企業でも、大学の研究者にも引けを取らない優れた数学者を雇用しているようになっているとか、アメリカの人気職業ランキングに数学関係の職業が入っていて、数学を活用できる人材の人気がアメリカでは高いということを書いてございます。

また、前回の意見交換会で三宅陽一郎さんにプレゼンテーションいただいたときにお話になっていましたけれども、AI など専門領域のプログラミングでは、大学課程で学ぶ数学が必要だということを書いております。

6 ページ目でございます。数学というのは、そもそもデジタル技術にとって必要だからというだけではなく、いわゆるディスラプティブ (disruptive) なイノベーションを起こそうとするならば、「モノや構造を支配する原理を見出す」ことが必要となるわけで、まさに数学というのは、その力があります。この「支配原理」を見出すための普遍的かつ強力なツールということは、「忘れられた科学 - 数学」におきましても指摘をされていたところでございます。

同じく第 4 次産業革命において、抽象化・一般化して全体を俯瞰するような能力というのが必要だと考えられるわけですけれども、まさに数学が抽象化・一般化の能力であるということ。また、ライフサイエンス、ナノテクノロジー、環境科学、材料科学等様々な科学技術あるいは経済学、社会学などあるのですけれども、こういった諸分野の発展や諸分野の融合といったときに、数学というのが共通のプラットフォームを提供するということを書いてあります。これも「忘れられた科学 - 数学」に指摘されていたことでございます。

7ページ目です。これも意見交換会でご指摘がありましたが、実は産業や社会に応用されている数学の大半というのは19世紀に発展した数学であって、20世紀以降の数学というのは、まだ産業応用にはほとんど手つかずということでございます。これをある意味フロンティアと考えて開拓しない手はあるまい、と書いております。

以上のようなことを総合的に考え、どうやら現下の第4次産業革命というのは、数学が国富の源泉となるような時代が来ているのではないかということで、「数理資本主義」という言葉をあてており、「数理資本主義」の時代が到来しているということを掲げております。

(2)は、この意見交換会の議論を伺いながら、事務局でも特にIT、AI等と数学との関係について強調されているような有識者の方々を調べ、拾える限り、雑誌等でのご発言などをまとめたものでございます。7～8ページですが、けっこう多くの方がおられ、ここ数年、急激に強調される方が増えておられるような印象でございます。

10～11ページは、経済産業省で企業のヒアリングを行った、あるいは「異分野・異業種研究交流会2018」での参加企業のアンケート調査を載せておりまして、数学の重要性についてポイントを並べております。

11ページ目は、先進各国における数学の位置づけというのを短くまとめてございます。ご承知のとおりアメリカでは、1998年にいわゆる「オドム・レポート（米国の数理科学の国際評価に関する上級評価委員会報告）」というのが取り上げられて、アメリカ政府はいわゆるSTEMを教育で推し進めているということでございます。

その他、イギリスでは2018年に「数学の時代（The Era of Mathematics）」というレポートが出されて、数学が雇用の10%ぐらいの価値を生み出しているという試算をしています。フランス、オーストラリアも、同様のレポートを近年出しておりまして、数学関連の職業による経済効果ということが、昨今各国でも非常に注目されており、やはり数学が国富の源泉となるという認識が、広まりつつあるのではないかと書いてございます。

12ページの(4)は、これまでの政府における問題意識ということで、やはり嚆矢となります2006年の「忘れられた科学 - 数学」から書き起こしております。

文部科学省ではこの「忘れられた科学 - 数学」の問題提起を受けまして、初めて数学関係の研究領域である「数学と諸分野の共同によるブレークスルーの探索」領域というのを、平成19年度に設定し、これを平成27年度まで行ったこと。

さらに、平成23年には、研究振興局に数学イノベーションユニットが設置され、「数学イノベーション」の取組を推進してきた。また、平成23年の第四期科学技術基本計画では、

数理科学が「横断的基盤技術」として位置づけられるようになった。また、平成 24 年度からは「数学協働プログラム」が開始され、統計数理研究所を中心に、全国 7 つの数学関係研究機関が協力をして取り組んでいる。さらに、平成 26 年になりますと、科学技術・学術審議会先端研究基盤に設置された数学イノベーション委員会が「数学イノベーション戦略」を取りまとめたというようなことで、一定の成果を挙げてきたところであります。しかし、日本学術会議の数理科学委員会数理分科会が平成 29 年度に提言を出しまして、数理科学と産業の橋渡しをできるような研究者は、まだ社会のニーズ・期待に応えられるほど十分ではないという指摘があったということでございます。

以上が文部科学省の取組だったのですけれども、他方、同時期、経済産業省では、まだそういった動きがされていないということ。それから、大学の工学部に、かつては優れた数学的能力を持つ研究者がいたのに対して、コンピュータの急速な発達もあって、工学部の人材の数学の能力が低下したという指摘があるということで、危機感を示してございます。

14 ページですが、そのような問題意識の下、「数理資本主義」の時代が到来していること。要するに国富の増大に数学が重要な時代が到来している中では、経済産業省も文部科学省と密接に連携して、数学を重視するような経済産業政策を打ち出していくべきではないだろうか、という提起を書いております。

15 ページからは、意見交換会の事務局のプレゼンテーションで紹介したデータなどをまとめておりますが、そもそも我が国の数学に関するポテンシャルにつきましては、例えば OECD の調査、PISA の調査によると、かなり高いポテンシャルを持っております。あるいは「国際数学オリンピック」や「国際情報オリンピック」でも、例年メダリストを輩出しており、ポテンシャルは高いことを書いてございます。

16 ページでございますが、こちらは前回の意見交換会で東京工業大学の加藤先生にご発表いただきましたが、NPO 法人「数理の翼」では若者のための数学の交流の機会の提供やセミナーを実施しています。加藤先生のおっしゃるには、こういった若者同士が、近年 SNS を通じて知識を入手し切磋琢磨しているようなところがあって、非常に高度な数学の能力を持つ中高生の層が厚くなっているのではないかと、というご指摘がありました。それらも引きつつ、我が国の未来を担う人材は、数学に関して高いポテンシャルを有しているということを書いております。

他方で、10 年前の調査でございますが、「国際数学オリンピック」において予選通過した

者の進路に関する調査では、医学系に進む者が多いということで、この傾向はそれほど大きくは変わっていないのではないかと書いております。

17 ページですが、日本の若手数学者の博士後期課程の修了者の進路状況について調べてみると、増加しているとはいえ、民間企業等に進む者は全体の 12%程度となっています。他方で、アメリカの数理科学 PhD 修了者数は、ここ数年増加し、かつ、産業界へ進む者が全体の 30%となっています。そもそも、PhD 修了者の数が日本の 10 倍以上である上に、産業界へ進む PhD 修了者が増えている一方で、学术界に進む PhD 修了者が、必ずしも減っているわけではないという点に注目すべきだと書いております。

18 ページでございます。「Nature Index 2017 Japan」において、日本の科学研究が低下傾向にあるというレポートを出したわけですが、数学分野では、論文数は増加しているものの、その伸びは世界に比べて明らかに鈍化しており、物理にいたっては減少していることを書いております。

19 ページは、産業界の関連の記述でございますが、数学の重要性が一層増しているということで、IT 業界では、数学を専攻している学生を積極的に採用しようとする企業も出てきている一方で、まだ十分ではないのではないかと書いております。

また、2つ目ですが、やはりインターンシップは非常に重要であるけれども、大変手間がかかるものであるということで、企業の様々な領域における課題と数学を結びつけるための通訳者のような存在が必要であること。そういった通訳者がいない場合には、大変コストがかかる、難しくなるということが指摘されていることを書いております。ただ、大局的に見れば、優秀な若手研究者が産業界と共通のテーマを持つということは、学术界・産業界双方を活性化するものであるということ。

それから、キャリアパスに関しまして、例えばクロスアポイントメントのような制度の促進も重要ではないか、あるいは専門分野の他に、副専門分野として数学を学ぶ学生を増やすという方法もあるだろうということでございます。

進んでいる企業もあるのですが、一般に、まだ「数学は役に立たない」というような先入観が残っているような側面もあるのではないかと書いております。それから、数学は極めて抽象度が高いので、具体的な成果というのはあらかじめ想定しにくいところがありますが、一方で、そういう数学が日常生活を一変させるようなイノベーションを起こし得るということなので、短期的に具体的な成果を求めるようなマネジメントは避けるべきである。あるいは数学というのは、思考を繰り返す時間や、他の数学研究者との意見

交換の場を通じて、新たなアイデアが生み出されるようなところがあるので、企業においても研究時間と研究交流の場の確保をするということが、数学を活かす上で重要であるということを書いてございます。

それから 20 ページですけれども、数学は相対的に研究する上での制約が少ないということで、女性が活躍できる余地があるという利点があるにも関わらず、実際には産業界・学術界ともに、数学を研究する女性が少ないということが指摘されております。そういった問題意識から、注 15 に書きましたけれども、「数理女子」というメディアがあって、ここで、主に女性に数学の魅力を伝える記事やワークショップの運営を行っているということを書いております。

企業が数理資本主義の時代において、卓越した数学の才能を有する人材の能力を引き出すためには、働き方の多様性を許容する柔軟なマネジメントが求められるであろうということ。また、企業の人材ニーズを明らかにすることで、例えば統計分析などの高度な数学を活用できる人材を、大学が輩出できるような教育プログラムの増加にもつながるだろうということを書いております。

21 ページからは 4 ということで、これまでの政府の取組を書いております。若干、最初のほうの記述と変わるところがありますけれども、まず (1) 数学イノベーションの推進ということで、「忘れられた科学 - 数学」の問題提起以降の、文部科学省における取組を記述しております。

例えば、数学関連の全国共同利用機関ということで、統計数理研究所と京都大学数理解析研究所に加えて、平成 25～26 年にかけて九州大学マス・フォア・インダストリ研究所や明治大学先端数理科学インスティテュートが、新たに全国共同利用・共同研究拠点に認定されたということ。平成 29 年には「数学アドバンストイノベーションプラットフォーム (AIMaP)」が始まったということを書いております。こういった全国的な動きにつきましては、図 9 の日本地図にまとめております。

22 ページですけれども、2014 年以降、数学博士課程修了者の産業界に進む者が少ないということで、「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種交流会」というものを開催しているということでございます。そちらのアンケートの結果として、数理科学に期待するところとして、やはりデータの活用というのが最も多く、学生に求める素養としては数学・数理科学のみならず、それ以外の関心やそれに取り組む姿勢、コミュニケーション能力が必要だという声が挙がっていること。図 10 に、その集計結果を示しております。

24 ページは、大学における数理・データサイエンス教育等の推進ということで、まとめております。①ですが、教育システムということで、文部科学省では、全ての学生がどの学部に進学しても、数理的思考力とデータ活用能力を身に付けることができる教育体制の構築を目指しており、平成 28 年度に「数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会」が設置され、議論の取りまとめをしております。

こうした動きを受けまして、北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学の 6 大学が拠点大学として整備され、文系理系の枠を超えた全学的な数理及びデータサイエンス教育の実施をしているということでございます。さらに、平成 31 年度からは、20 大学を協力校として整備し、文系の学生向けなど複数のレベルに対応した実践モデルの構築といった、標準カリキュラム等を活用した全国展開の加速化を図ることとなっております。

②ですが、今後の方向性ということで、今後、産業界、大学等、内閣府、文部科学省、経済産業省の産学官の連携のもと、数理・データサイエンスに関する社会のニーズを踏まえた教育内容をレベル別に設定して、教育プログラムを認定するとともに、採用活動における認定プログラム活用につなげる仕組みの構築などの検討を、今進めているところだということでございます。

③でございますけれども、データサイエンティストの育成が急務になっているということで、文部科学省では平成 30 年度から、産学官による実践的な教育ネットワークを構築して、実践教育プログラムを開発・実施し、その結果を全国普及させるということで、事例を 2 つ挙げてございます。

事例 1 が北海道大学でございます。これは意見交換会でもプレゼンテーションをいただきましたけれども、北海道大学で 1 年次全学生を対象とした「一般教育プログラム」は、データサイエンスの基礎的要素を身につけるための科目で構成していて、「情報学 I」を必修科目として位置づけています。さらに「専門教育プログラム」でも、生命・数理・社会の 3 分野に分けて、基礎と発展の 6 コースを開講している。加えてオーダーメイド型の「実践教育プログラム」の開設も行っているということでございます。

また、26 ページでございますけれども、全学部への展開ということで、大学独自の「数理・データサイエンスプラットフォーム」を構築しているということを書いております。

27 ページには、事例の 2 つ目として、大阪大学における取組ということで、大阪大学の数理・データ科学教育センターにおきまして、「数理・データアクティブラーニングプラン」

というものが策定され、全学部生向けに教育が展開されています。こちらの理念は、数理学は現実の背後にある原理を明らかにするものとの考えから、現実、数字、モデル、数式、解析、応用を掛け合わせて、全体を理解できる人材育成を目指しているということでございます。

さらに、関西地区におきまして、6大学によるコンソーシアムが形成されて、数理・データ・バイオ・医療などの共通プログラムを展開していくことで、博士人材の育成を推進しているということ。あるいは、社会人教育やインターンシップ、スタディグループの推進も併せて行うことで、数理・データサイエンス人材の活躍を推進しているということでございます。

27～28 ページにかけましては、いわゆる工学系教育改革についてのご紹介でございます。28 ページをご覧くださいますと、文部科学省では、2017年1月に「大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会」を設置し、6月に「中間取りまとめ」が発表されました。こちらにおきましては、学科・専攻ごとの縦割りの見直しや、メジャー・マイナー制の導入について提言をされています。また、大学の工学系学部において、数理・データサイエンスに関する専門基礎科目の開講状況が、全体的に低いという指摘がされていて、今後さらに充実していく必要性について提言されてございます。

また、その中間取りまとめの取組のうち、「工学系教育改革制度設計等に関する懇談会」の取りまとめにおきましても、工学系基礎教育のモデル・コア・カリキュラムの中で、工学全体必修科目として、数学・数理・データサイエンスの導入が可能になるとの提言がされたということです。こうした方向性を踏まえて、2018年度には「科学技術の社会実装教育エコシステム拠点の形成事業」ということで、北海道大学、埼玉大学、名古屋工業大学、金沢工業大学の4大学が、工学基礎教育モデル・カリキュラムの先導的開発に取り組んでいるということでございます。

28～29 ページは、意見交換会でも強調されたインターンシップの推進について記述しております。例えば、平成24年に「中長期研究インターンシップガイドライン」というものが策定され、契約の雛形を作成しております。また、平成26年には「一般社団法人産学協働イノベーション人材育成協議会」というのが設立され、ガイドラインや企業と学生のマッチングシステムを活用しながら、中長期研究インターンシップを推進しており、平成26年度からの4年間で、累計233名が参加しております。

さらに、文部科学省では、優れたインターンシップの「届出・表彰制度」という制度を

創設して、平成 30 年 12 月に表彰式を開催したということです。そのインターンシップの優れた取組として、長岡技術科学大学における取組を紹介しております。

30 ページは、(5) IT・データ人材の育成ということで、いわゆる enPiT「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」の施策について、記述しております。企業等の実際の課題に基づく課題解決型学習等の実践教育の取組ということで、平成 24 年度から 28 年度まで大学院生向けに実施し、平成 28 年度からは大学学部学生向けにも取組を拡大しております。さらに、平成 29 年度からは、社会人の学び直しのための体系的教育プログラムの開発・実施も推進しているということでございます。

31 ページからは、まず②ですけれども、経済産業省の未踏 IT 人材発掘・育成事業のご紹介でございます。独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) を通じて行っている事業でございますけれども、2000 年からの事業開始で、約 1,700 人の人材を発掘・育成しております。これはソフトウェア関連分野において、イノベーションを創出することのできる独創的なアイデア、技術を有する優れた個人を発掘するという事業でございます。2018 年からは「未踏ターゲット」事業ということで、いわゆる「アニーリングマシン」、「ゲート式量子コンピュータ」を活用するためのソフトウェア研究開発をテーマにして、人材育成を行っており、かなり高度な数学や物理を駆使するような人材が育成されているということでございます。

③は平成 29 年 7 月に創設されました、社会人が高度な専門性を身に付けキャリアアップを図るときの教育訓練講座として、経済産業大臣が認定する「第 4 次産業革命スキル習得講座認定制度」を始めました。認定 56 講座のうち、AI やデータサイエンス分野が 35 講座を占めるということで、こういった講座の中でも、統計学・数学といったものがビジネススキルとしてもう一度学び直される機会として、活用してもらえらると思っております。

また、IT の国家試験で「基本情報技術者試験」というのがございますが、これも数学が重要だという流れを踏まえまして、2019 年の秋試験から、線形代数、確率・統計など数学に関する出題比率を向上させるという見直しを行うことになっております。

32 ページからは、産学官連携の取組についてご紹介をしております。世界における PBL・研究インターンシップということで、カリフォルニア大学ロサンゼルス校、ブラウン大学、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の取組を紹介した上で、②で九州大学のマス・フォア・インダストリ研究所 (IMI) をご紹介しております。

33 ページでございますが、九州大学でいわゆる IMI が平成 23 年に設立され、スタディ

グループ・ワークショップと研究インターンシップを取組のベースとしているということで、これまでに 80 名以上の数学博士課程の学生が 20 社以上の企業で研究インターンシップを実施しております。さらに、この研究インターンシップの取組を海外でも展開しているということで、例えばオーストラリア・メルボルンのラ・トローブ大学に、2015 年に九州大学 IMI の分室が設置されているということでございます。

また、その IMI が牽引して、アジア・太平洋州における Asia-Pacific Consortium of Mathematics for Industry というものを設立、欧米の産業界・アカデミアの研究者も巻き込みながら進めていること。また 2007 年から年に一度、Forum Math-for-Industry が国際会議として、当初の日本での開催から、その後各国持ち回りで開催されているということでございます。

34 ページは、東京大学大学院数理科学研究科と産業界の連携の取組です。東京大学でも九州大学 IMI と連携しつつ、スタディグループ・ワークショップを年間 3 回程度開催してございます。また、平成 28 年度からは数物フロンティア・リーディング大学院 (FMSP) の活動の一環として、1 年近くの長期にわたる長期型スタディグループ・ワークショップとも言うべき活動を行ってございます。この活動に参加した学生にとっては、数学が企業の抱える課題の解決に、役に立つということを知る良い機会になっているということで、コース生のうち 20%が数理科学の博士号を取得後、企業に就職しているということでございます。

35 ページは、東北大学と産業界の連携の取組でございます。東北大学において、数理科学連携研究センターと材料科学高等研究所の合同により、「GRIPS - Sendai 2018」が開催されたということで、ここではトヨタ自動車株式会社と日本電気株式会社がスポンサーとなり、アメリカから 4 名、日本から 6 名の学生が参加しました。トヨタ自動車株式会社からは「e-Palette」運用の最適化戦略の課題、日本電気株式会社からは Wi-Fi 環境を用いた高精度の室内測位を実現するための新たなアルゴリズムを探索する課題を設定して、課題解決に取り組むという試みが行われております。

この中では、数学は面白いということを初めて感じたとか、数学があれば異なる分野の人たちと協力して働けることを知った、といった感想が寄せられており、グローバルイノベーション創出には共通言語となる数学が不可欠であり、理数系人材の育成と活躍が必須であるということが再確認されたということでございます。

36 ページは、これも意見交換会のプレゼンテーションでございましたけれども、国立研

究開発法人理化学研究所でも、2016年度からやはり数学が重要だということで、数理創造プログラム（Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences Program / iTHEMS）がスタートして活動していること。この取組は「数理」を軸とした分野横断的手法により、宇宙・物質・生命の解析や社会における基本的問題の解決を図るということで、分野横断型で研究が行われているということでございます。

また、国立研究開発法人産業技術総合研究所におきましても、理数系人材が多く活躍しており、企業と大学との「橋渡し」を担う中核プラットフォームとして、「冠ラボ」や「オープンイノベーションラボラトリ」の取組などを通じて、分野の枠を越えた研究開発や人材育成を推進しているということでございます。

最後のまとめとして、今の時代は数学が国富の源泉となる世界になりつつあり、「数理資本主義」が出現しつつあるということ。産業界はもう既に、数学が企業の競争力の勝敗を決する時代になりつつあることに気づき始めているおり、理数系人材の積極的な獲得に向けて動く企業も増えていること。また、学术界においても、データサイエンス学部の創設のように、数学における産学連携や、産業界への理数系人材の供給に積極的に取り組もうとする動きが出てきていること。この潮流をより拡大し、さらに確かなものにしていかなければならないこと。

また、最後に、我が国の数学の能力が、決して他国に引けを取るものではないこと。優れた数学の能力を有する若い人材にも恵まれていること。この未来を担う人材を育て活かしていくために、産学官が連携で、数学の発展、数学と異分野との融合による諸科学の発展を強力に推し進めていかなければならないということで、まとめております。

38 ページの最後は、この意見交換会の開催実績と委員の名簿を記しております。長くなりましたが、以上です。

○ 事務局　ありがとうございます。文科省から補足等があればお願いします。よろしいですか。それでは、ここから意見交換の時間といたします。どなたからでも、ご意見をお願いします。

○ 委員　広範にまとめていただきまして、大変な労作であると思います。ありがとうございます。また特に大阪大学の取組も取り上げていただきまして、誠にありがとうございました。

お話を聞いていて、もし可能でしたら、ということで、2つ付け加えていただけることができましたら大変ありがたいと思います。

1つは、我が国の純粋数学のレベルの高さ、これが諸外国に比べても遜色ないものと考えております。例えば、湯川秀樹先生と並び称される小平邦彦先生がおられます。私は数学科の学生であったわけですが、そういう方々を尊敬して数学を勉強しようと思ひ、またそういう気持ちが湧いてくるような、素晴らしい方々がたくさんいらっしゃいました。分野の広がりについては、多少議論のあるところかもしれませんが、データでもいいし、抽象的な表現でもいいので、こういった点について取り上げていただけたら、と思います。

もう1つは、実学という側面から言いますと、現在、データというのが非常に重要であって、これを使いこなせる人が、数学を学んだ人は潜在的にあるのだけれど、活躍してほしいと、そういうことが広く言われております。

それに加えて、モデリング、モデルを作る力、またモデルを使ってシミュレーションでできる力、多少そういうところがあると思うのですが、これは、これまで工学教育で強かったところであるかと思ひます。特に機械系とか土木系などで強かったところで、これが、コンピュータが出て来て弱くなっているという話を書かれていると思ひますが、それを補足するような、揺り戻すような形で、この2つというものも、数学を学んだ学生に潜在的に備わっているものですので、そこに対する期待を書きいただけましたらと思ひます。

○ 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 大変に丁寧にまとめていただいて、ありがとうございます。現状分析としては、非常に充実したものだと思います。また、問題点もある程度はつきりしていると思うのですが、では、どういうことをしていくか、という提言的なことが少し足りないように感じました。

特に、末端の地方大学での印象からすると、高校生から数学に興味を持って、社会に役に立つ数学ということ意識して、数学を勉強しに大学に来るといふ、その動機づけというのが大事ななと思ひますので、例えばこの報告書をある程度わかりやすく、もう少し平たい言葉で高校生に伝えていくようなことをしていただけたらよいのではないかと思ひます。

います。

あとは、大学に、例えば PhD 博士課程に入る学生が、やはり少ないと思うのですね。数学をやっている数学が役に立つということになると、修士を出てまたは4年生で企業に入る学生も、もちろんそれはいいのですが、数理資本主義という意味では、大学院博士課程のレベルで企業に入る、企業と共同研究するという人材が必要だと思います。

少なくとも地方大学で見ている限りでは、博士課程に行くとお金もかかるし授業料もかかるということで、これは文科省の問題かもしれませんが、例えばこういうインターンシップとか企業との共同研究という形で、何か企業側から奨学金の代わりにするようなサポート、例えば共同研究をする代わりにある程度給料を払うとか、そのような仕組みが必要だと感じます。海外の研究者と話していると、向こうでは博士課程に行くのが給料が出て、それで暮らしていけるわけです。それが日本と全然違うところです。その点の改革を、文科省でもいろいろ考えていただいているようですが、企業とのつながりの中で、お金を投資できるような施策をしていただければと思います。

○ 事務局 ありがとうございます。他はいかがでしょうか。

○ 委員 非常に抽象的なコメントになってしまうのですが、僕は少なくとも小学校や中学校では数学が大嫌いで、まったく関心がなかったのですが、大人になってから興味を示して、そこから学び直したという経緯がございます。やってみると、けっこう楽しいものだったりするので、今回の報告書の中にぜひ、楽しいんだよというテーマを乗せて発信していただくと、楽しさから学問は来ると思うので、面白いということを、世の中に対して発信していただけるとうれしいと思います。

それと、せっかく文科省さんがいらっしゃるので、今、大学生や大人のある程度年齢がいった人たちを対象にしているのですが、小学生とか中学生とか、数学に携わり始めたぐらいの人たちがより楽しく数学を学べるようになってほしい。単純に計算を解くだけではなくて、何か面白い、数学に興味を持てるような教育カリキュラムを、ぜひ、この中に入れていただくと、未来の子どもたちが楽しんで数学に携われる世界が来るかなと思うので、そういう視点も入れていただければと思います。

○ 事務局 ありがとうございます。委員、お願いします。

○ 委員 先ほど委員が言われたことが、とても大切だと思っております。中学や高校の先生が、数学を学んだ人が将来どれぐらいそのことが役に立つかということについて、十分に認識されることが非常に大切だと思っております。

数学科で修士を終えて企業に行く人材は、ずいぶん前から引っぱりだこです。数学のトレーニングを受けると抽象的思考に慣れており、どういう問題にも取り組めるということで、引っぱりだこであるということは、もう 10 年~20 年前から実現しているのですが、そのことですら、中学や高校の先生には十分伝わっていないように思います。

数学という学問は若いときに興味を持って取り組むと、その後理解が進みやすいところもあります。せっかくこれだけまとめていただいたので、小・中・高の教育現場にもこういうことをお伝えいただくと、大変ありがたく存じます。

同時に、企業の方にもぜひこれを読んでいただきたいので、経済界のほうにも、ぜひ情報発信していただければと思います。

○ 事務局 ありがとうございます。それでは、委員、お願いします。

○ 委員 まず、数理資本主義という言葉が、非常に素晴らしいなど、なかなかいい言葉を作られたと思いました。

最近、データサイエンスおよび AI が流行っていますが、結局、統計学、確率等の数学の知識がないと、何ができ得るかという点で、間違った判断をする可能性があります。ですから、関連する数学の基礎教育が重要です。また数学は抽象化してものを考える能力なので、昔で言う読み書きそろばんのように、今後の時代のいろいろな社会活動や職業スキルの基本になるのではないかと思います。従ってこういうアクティビティは、非常に重要だと思います。

上記の点以外にも、数理資本主義から想起される観点を述べたいと思います。また本資料自体は出来が良いので、これで発行することで構わないと思っております。

異なる観点として、数理資本主義は、数学を考え抜く人間の能力を知財、もしくはキャピタルと捉えているわけです。従って数理資本主義の時代においては、キャピタルである人間の能力をどのように増やすのか、という点が重要になります。本資料に書かれているのは、どちらかと言うと、優秀な素養のある高校生や大学生の教育ですが、社会人に関し

ても、全員は無理だと思いますが、再教育があり得るのではないかと考えているのです。

NECはAIアカデミーというプログラムを作り、社会貢献含め、ビジネス展開もしようとしています。例えば、そのようなアプローチが考えられます。またデータサイエンスの実務だけではなくて、リーダー格の人には基礎教育の部分が絶対に必要と考え、大学が実施しているいろいろなプログラムに対しリンクすることも行っています。そういった形で、もう少し幅広く社会人に対して、どこをどう底上げをして、教育水準を上げていくかを考えることも必要です。そのような過程を通して、人材のトランスフォーメーションを行うことが、社会における数理というキャピタルを上げる方法として考えられます。

さらに数理という知財を操れる人材キャピタルが生まれたときに、そのキャピタルをどうやってビジネスにトランスフォーメーションするのが重要です。その触媒としてはいろいろなアプローチがあり、各国もいろいろ工夫しているように思います。

デジタルトランスフォーメーションという言葉がありますが、デジタルトランスフォーメーションをやることと、この数学知財をビジネスにつなげるトランスフォーメーションは、かなりオーバーラップしていると思います。ですから、そのあたりを国の考え方としては検討していくのもいいのではないかなと感じました。この資料自体は、非常に素晴らしいと思います。

○ 事務局 ありがとうございます。

○ 委員 本日のご説明いただいた内容は過去からの取組を結集した内容で、大変素晴らしいと思いました。その中で私が感じたところは、過去からの内容を結集して整理して、今後さらに発展させていくためにはどのようにすべきかが必要になってくると思います。その中で、数学を取り巻く環境がどのように変化し、今後、どのようにしていくべきか、ということが特に重要ではないかと考えています。

数学応用とは、数学自身と数学を取り巻く環境によって成るものだと思います。そのあたりを意識していただきますと、1～5章がしっかりされていますので、まとめのところを、さらに充実していただけたと思います。期待しています。

○ 事務局 ありがとうございます。

○ 委員 本当にこのタイトルがすごく突き抜けていて、心に響きました。19 ページあたり、受け入れる側の環境も十分でないという指摘について、私は常々そう思っています。もちろん数理とビジネス、会社の仕事を結びつける橋渡しとか翻訳できる人とか、そういうことは昔からずっと指摘されてきたのですけれども、本当にこれが数理資本主義で国富につながるというところに行くには、先ほどのコメントにもありました、ビジネスにどのようなにつなげるかというところが、決定的に難しいと思っています。

それは本当に、この活動の中で人材がたくさん増えて来て、能力が高い人がどんどん配置されるようになって来た後に、本当に残る、国富につながるというところは、本当に難しい。そこを常々考えているのですが、そういうことを導いていける人材を、きちんと作らないといけないと思っています。

レポートの中にもありましたけれども、役に立つのかどうか分からないと、そこが本当にありまして、この数理技術がどう世の中を変えていくか、まったく想像力が及ばないということが、会社の上層部の中に起こっていたりするので、そこをどう伝えていくのかとか、そのエバンジェリスト的なところとか、本当に数理をわかって、どうやってマネジメントして行って、そこをビジネスにしていくか。そういうことができる人材を、本当にきちんと作っていかないと、せっかくできてきた人材が国富に結びつかないのではないかと、そこが非常に重要です。その教育というのは、確かに難しいのですがすぐに名案はないですけれども、そういったものを各企業側で意識して作っていく。そこに経産省や大学の方と連携していくというところを、もっと進めていかれたらいいのではないかと感じました。

○ 事務局 ありがとうございます。委員、お願いします。

○ 委員 まず、ありがとうございます。委員の皆さんがおっしゃったことに重なるのですけれども、そもそも「忘れられた科学 - 数学」以来、数学が役に立つという面への理解、それから他の分野の人たちと協働して何かをやるという機会が増えたことは確実です。

しかしまだ、どちらかと言うと今まで日本の数学というのは、純粋数学があって、そして役に立つという数学があったとすると、後者の範囲が少し大きくなったというところで止まっています。本来はそこがなだらかに一緒になってほしいと思っているのですね。こっちはこっち、そっちはそっちではなくて、共通部分が流動的にある状態というのが、まだ実現されていない。それには、先ほど小谷さんがおっしゃったような、教育現場の課題

があると思います。例えば私がいる IMI を見ますと、大学院生の数は、まだ伸び悩んでいるのです。特に博士課程ですけど。修士課程はたくさんいますが。

一方で、IMI に雇用した若手研究者というのが、みんなその後、活躍しているのです。詳しい内容は紹介しませんが、例えば IMI で助教として雇用された人は、必ず大きな大学の准教授になって出ていく。そして、准教授でいた人は必ず教授になって研究大学に異動していく。そのような意味で、今のところ、たしかに博士の大学院生の数は伸び悩んでいるのですけれども、そうやって大学での教育にも影響を与えている。そして数学をやることの新しい魅力を伝えていくということが大事ですが、もう少し時間がかかるのかなと思います。

そのためにも、先ほど 19 ページという指摘もありましたけれども、やはり今後 100 年のことを考えると、委員がおっしゃったように、日本に歴史的に数学で傑出した人たちがたくさんいたという事実を広く知ってもらうことは重要です。その上で、先ほど言ったことですが、純粋と応用を区別するのではなく、なだらかに区分がないような形で、日本において数学ベースの研究人材を育成していくことが大事です。そのあたりは強調していただきたいと思っています。

とても小さなことですが、例えば「数学オリンピック」のお話をされたときに、医学部のところで収入が多いからだということが書いてありました。安定しているということもあると思います。そういう意味でアメリカのベストジョブの中に、この 10 年近く、上のほうに数学、統計学、アクチュアリなどというのが必ず入っているということを見ると、やはり収入が良いということもひとつあるのです。突出して良いとは言いませんけれども、ちゃんとそれを裏付ける公開資料もあります。それから実際に安定している。さらに職場環境が快適である。それにより、ゆっくり考えることもできるし、他の人たちと自由にディスカッションもできる。そうした無理のないところが魅力だと考えられるのです。

そういう状況をもっと知っていただくために、企業、産業界の方、それから、中高の先生、もちろん大学の先生もそうですが、このまとめを読んでいただきたいなと思います。そういう意味で、インパクトのある数理資本主義というタイトルをつけてくださったことは大きなアドバンテージです。私にはとても思いつかないと思いました。

それで、少しだけ紹介したいことがあります。配布の許可を得ていないので、必要だったら許可をもらいますが、この 1 月に UC サンディエゴに行く機会があって、そのときに

数学の人たちと話をすることがあり得た情報です。日本の中期目標などと同じで、8年間の成果を報告しなければならないのでまとめられたものです。数学の主専攻（メジャー（major）／マイナー（minor）のメジャー）についてです。主専攻の学生数ですが2009年にはトータルで447だったものが、2016年には2,395まで増えていて、8年間でだいたい6倍になったそうです。少し詳しくお話しますと、数学主専攻には、Pure Mathematics、Applied Mathematics、Scientific Computation、Math/Applied Science、Math/Secondary Education、Math/Computer Science、Math/Economics などがありますが、この中で、純粋数学（Pure Mathematics）でも154だったものが273と約2倍になっています。すごいのは、Math/Computer Science という専攻は、31だったものが1,067になっているというわけです。30倍以上ですね。

この人たちは、必ずしも数学関連で将来生きていくことを希望しているというわけではないということが1つのコメントです。それから Computer Science の主専攻は別にあるということです。こうした状況には、米国では数学をやっておくとやはり就職がいいと考えられているという背景があるようです。先ほどの、安定しているとか収入がいいということにつながっているわけです。もう1つ、メジャー／マイナーの特性ですけれども、将来何かをやろうと思ったときに、この時代、数学主専攻でやっていくほうが有利だし面白いと考える学生がたくさんいることがあるようです。サンディエゴに Google があるわけではないですけど、Google も近いですし、そういう意識が非常に高いのだなと思いました。

ただ、ここでも問題はあります。急激に増えたのだけれど、数学教員を大学があまり増やしてくれていない。ほんの少ししか増やしてくれていないので、1クラス350～400名で講義をしなければいけなくなっているというのが、非常に大変なことだと。日本みたいなシステムですと、こういったことにはならないのですけれども。メジャー／マイナーとやると、こういうふうになってしまうのですね。

日本でも、主専攻という制度導入の検討はいいと思いますし、今のデータサイエンスの教育を全学的にやるのも非常に良いことであり、必要なことだと思うのですが、そういう意味では、やはり教えられる人、大学の教員、そういう人を育て、もう少し積極的に確保していくことが必要なのではないかと。それが日本の将来の強みになるのではないかと考えています。

○ 事務局 ありがとうございます。貴重な情報提供をいただきありがとうございました。

一巡しましたけれど、さらに追加でご意見がありましたら、どうぞ。

○ 委員 理数系人材の方々を多く持つ企業の立場で採用する際に企業側の内部環境としてあるのがゼロサム考え方です。こういった方を採用するのであれば、こういった成果をすぐ出せるのか、というゼロサムの考え方が多いのですね。あるいは、共同研究をやっていく、数学とやる、これだけ投資すると言うと、それを投資することで何がその年に得られるのかと、短期的な目線になることがよくあります。恐らく、日本のイノベーションエコシステムを作らせないためにやるのだったら、ゼロサムをやり続けさせる方がいいのですが、その逆をやれば、日本はものすごく成長できるのではないかと考えています。

ただし、こういう事を言っても、実際には社会システムの中で、数学を取り巻く環境を持続的に良くするためにはどうするのか。例えば、我々企業においては、試験研究費というのは税制優遇を受けることができます。その中で、2018年度からは、オープンイノベーションに関わるものであれば、さらにそれを増額できるということがありました。その中に、数学の強化、これは基礎から純粋数学も含めて、数学に関わる人材の採用など、何らかの税制優遇などのインセンティブがあるというような国の動きがあると、明らかに変わってくると思います。

今日のこのような理数系人材の意見交換会を機に、もっと議論を深めて、冒頭に皆様が書き過ぎるぐらい書いてというようなところからいくと、次の踏み越え方は、やはり社会システムの中にどう反映していくのかというところが論点となってくると思います。期待しております。

○ 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 これは、普通の報告書みたいに出されるのですよね。経済産業省と文科省から次のような出し方、つまり非常に安い値段でも、書店で買えるみたいにする、意外と読んでくださる人が増えるかもしれません。少し気をつけなければいけない部分もあるかもしれないのですが。私の意図は広く読んでいただきたいという、そういうことなのですが、何かお考えはありますか。

○ 事務局 実は我々としても、広め方については、いろいろご協力・ご相談したいとこ

ろもごございます。

まず、無料で手に入れるという意味では、ホームページにアップされるのですが、たくさん政策がアップされるので、気づかれないこともあるかと思います。今は SNS もありますので、そういうものを活用して発信するのも方法の一つかと思っております。

各先生方におかれましては、大学関係のネットワーク等の、先生方が集まる、あるいは産業界と一緒に集まるような場面で、冒頭にこれを紹介してほしいとご依頼いただければ、私はどこでも参ります。また、主要な経済団体などのところでも、機会があれば発信していきます。

あとは、本日も傍聴に来ていただいておりますが、マスメディアの方々、特に先ほどからご議論いただいている中高の先生に届く、という意味では、例えば受験雑誌、進学相談のようなメディアもあると思うので、そういったところに経済産業省からも働きかけたいと思います。ただ、先方の教育関係者は閉鎖社会かもしれないので、委員の先生方でも、もしそういうルートで何かございましたら、お声かけをいただく等、ご協力いただければと思います。

今日も出ましたけれど、もちろんいろいろな政策や環境、制度、予算の面もあるのですが、かなりの部分が、どうもパーセプションの問題だと思っております。なにか広めるところに、知恵を絞っていきたいと思います。

○ 委員 ありがとうございます。おっしゃるように、ちょっとひっかかりがある人は、いつでもひっかかってくださるのですけれども、ひっかかりがないところからは、こちらから何かの手立てを講じないと、全くないままですよね。

○ 委員 今回、数理資本主義という、インパクトのある言葉を作っていただいたので、この言葉を広めていただきたいです。特に、これが経産省から出るということ自体、とても大きなことだと思います。

委員が言われたように、これまでの日本では成功モデルがあり目標がはっきりしてそれを追っていく形で進展してきましたが、日本のこれからイノベーションを生み出すシステムとして、前例がないときに、何をしなければいけないかという根本の問題に立ち返って考えることが必要です。そのような新しいシステムの必要性への理解がなければおそらく数理資本主義というのは受け入れられないし、逆に、そのようなシステムを作るのであれ

ば、それほど投資がなくて試すことのできる数理から入るということは妥当です。じっくりものを考えて、モデルのないところにモデルを作っていくというやり方への提示も込めて、数理資本主義という新しい形でイノベーションを生み出す仕組みをセットにして、ぜひ、売り込んでいただければと思います。

○ 委員 2006年の「忘れられた科学」という言葉で、どこにインパクトがあったか、誰が衝撃を受けたかという、やはり数学者なのです。数学者のコミュニティが衝撃を受けた。今度は、「数理資本主義」という言葉をどこにぶつけるか。やはり、産業界にぶつけてほしい、というのが私の感想です。

○ 委員 数理資本主義という言葉、今後始まっていく第六期科学技術基本計画等に反映いただき、議論を深めていくことが必要ではないかと感じます。今、応えるべきは産業界で、受け止め方を産業界全体もし、同時に今後は、欧米の後追いではないイノベーションエコシステムを作るためには、どのようにしていけばいいかという議論を行う中で、間違いなく数学は、きわめて重要なものだと思います。

そういうことから、産官学融合で、我々、日本のために、社会システムに反映するということを、チャレンジしてほしいと思っています。イギリスなどは税制でも、You Choseと言って、自分がどこに税金を入れるかということ既に始めています。我々も You Choseで、私は数学に投資したいとか、こういうことができると、社会システムの中にも反映されていく。

そういった形で市民を巻き込んでいくことも大切かと考えています。日本という国は天然資源のない国なので、数理資本主義という言葉は大変響く言葉ではないかと思っています。第六期科学技術基本計画に期待しております。

○ 事務局 ありがとうございます。

○ 委員 話が戻るかも知れませんが、何度かこの会議に出させていただいて、皆様の資料が素晴らしいので、ぜひ、これを学生に見せたいと思ひまして。私のいるところは数物科学類と言ひまして、数学と物理を中心とした教育を一貫して行っているところですので、まさに、ちょうどぴったりなのです。特に4月5月あたりは、学生に向けて、数学や物理

の世界における立場を講義するような機会もありますので、実はそれに向けて皆様の資料、オープンになっている部分を、学生に頼んでまとめてもらって、もう PDF も作ってありまして、ぜひうちの学生に見せたいと思っています。

同じようなことを、全国の中学生や高校生に向けて、いったんは例えば学校の先生、数学の先生に説明をするような機会を作って、その資料を公開して、それを使って先生が生徒に教えるとか、または大学の公開講座みたいところでそういうことをするとか、そういうふうに資料をある程度整備していただけると。大学生向けは、もちろんありがたいのですが、このままだとさすがに固すぎると思いますので、もう少し柔らかい資料も作っていただけるとありがたいと思います。

○ 事務局 ありがとうございます。

○ 委員 数理資本主義というタイトルで、NHK 特集とか、夜の9時から1時間半ぐらいやっている感じが目に浮かんできて。映像化して、このコンセプトを特集で組んでいただくと、非常に視聴者の人に響くと思います。我々も人工知能を始めたときには、本当にNHK 特集を見ながら、こういう世の中に将来なるのだな、みたいなことから一歩踏み出した経験もあったりするので、広くこういう概念を映像化して社会に届けていただくと、誰か若い人たちがそれを見て、次にチャレンジしようということが起こってくるといいと思うので、そういうのもありだと思って聞いていました。

○ 事務局 ありがとうございます。

○ 事務局 少し補足いたしますと、念のため、何かキャッチーな言葉でと思ったので、ネットで検索してみると、数理資本主義と言った人は、まだいないようです。

また、こういうのはたいてい、海外から概念が来るのですけれども、**Mathematical Capitalism**、といった感じで検索してみてもまったく出て来ないので、もしかしたら、この場で発信されて、先ほど委員がおっしゃったような国富に実際につながるような社会システム作りというのは、日本初で、少なくとも概念は出せそうな感じがしています。海外も含めてヒットすると話題になるのかなと思います。

○ 事務局 一通りコメントをいただいたと思います。今日の議事は最終回になるわけですが、最後になりますので、委員お一人ずつコメントをいただいて終えたいと思います。委員からお願いいたします。

○ 委員 このメッセージ、資本主義というところをどこに向けたかという話で、僕自身は産業界にいて、大学にも少し関わりながら、これはやはり産業界に向けたメッセージとして、すごいなと本当に思いました。

この委員会に携わらせていただいて、我々のメンバーは本当に数理学のドクター出身が多いのですが、そのメンバーと話をしても、こういうことを企業にいるメンバーに伝えることが、どれだけモチベートするかとか、そのへんは本当に我々のところでは効果があると思っています。

こういう動きを我々のように、他の企業とかでも、そういう方がやっていく。そして、先ほど言ったような、引っ張っていくリーダーですね。今までの単純なマネジメントオブテクノロジーではないような、マネジメントと言うと少し違って、コーチングというかモチベーション・ファシリテートかもしれませんが、そのリーダーシップは少し違うのではないかと考えていまして、そこをこれからうまく作っていきたくて。いろいろないい人材がたくさん出てくるところを、うまく育てて、それがもしかすると、産業界に回っていくというような循環で、うまく回っていくといいのではないかと思いました。どうもありがとうございました。

○ 委員 本当に4回、貴重な機会をいただいてありがとうございました。非常に勉強させていただきましたし、こういう提言に関われたということを光栄に思っています。

我々、この活動を通じて、いろいろなことを学ばせていただいたのですけれども、これをやはり次の世代や他の人たちに伝える努力もしていかなければいけないと。この策定に携わらせていただいたので、これを広めていく活動というのを、我々の会社なりにいろいろな機会にいろいろな場所で行っていきたくて思っています。非常に貴重な機会をありがとうございました。

○ 委員 本日は、数理資本主義という形で、これがいいキックオフではないかと思いません。今後も文科省さん経産省さんで、引き続き取組を続けていただきたいと思います。

産業界、大学界も同じではないかと思っています。

こういったことは、やっておられる方はずっと地道に続けていることを、よくよく承知しております。連綿と縦の継承を続けながら、今現代を生きている皆とも共有していくべき事柄だと思っています。縦糸横糸を切らさないように続けていただきたいということを、産学からエールを送らせていただきまして、今後も持続していただきたいと思っています。

○ 委員 私もこの数理資本主義という言葉に感銘を受けました。産業界にインパクトのある言葉だと思いますし、企業が反応することによって学生のほうもけっこう見ていると思いますので、そういう意味では非常に将来的にこういう流れがどんどん太くなっていけばいいなと思っています。どうもありがとうございました。

○ 委員 コンセプト提案というのは、すごく力があります。今回数理資本主義というおそらく世界のどこにもないけれども、みんなが漠然と感じていることを、明確に言葉、コンセプトにして提案していただきましたので、ぜひ、そのコンセプトを世界に広げていただければと思います。

Society 5.0 というコンセプトは海外でも皆さん興味を持っていただいています。コンセプト提案ですので、中味をどうやってインプリメントしていくかということが非常に重要で、そこも皆さん興味を持たれることです。同様に、この数理資本主義というコンセプトを、日本発で、ビジネスモデル、社会モデルにしていくことも考えていただければと思います。

文科省の「忘れられた科学 - 数学」というところから始まって、政策があると、ずいぶん物事が変わるなと感じてきました。少なくとも、まだ数は少ないと委員が指摘されましたけれども、若い世代の数学関係の学生のメンタリティが、本当に大きく変わったと思うのですね。そういうものを受けて、今度さらに大きいスケールで発展していく機会だと思いますので、よろしくをお願いします。

○ 委員 私個人としても、組織としても、これまで数学者として他の学問領域との交流は多かったのですが、産業界とは初めて接触したかなと。そして生の声をいただき、その雰囲気を感じました。数学が目指しているもの、産業界が目指しているもの、それぞれ違って、お互いに自分ができることと相手ができることがあって、やはりお互い理解

しあって手を携えて進んで行くということに、私自身、非常に魅力的に感じました。機会を与えていただいて、本当にありがとうございます。

○ 委員　まず、ありがとうございました。確か1回目のときに、「忘れられた数学」と同じようなインパクトのあるものを、と勝手なことを言った気がするのですが、今回のまとめは大変素晴らしいものにしていただきました。しかも、先ほどご紹介があった、アメリカもそうですけれど、イギリスの「数学の時代」とか、GNPにおけるということなど、ここではそれをちょうどインテグレートするような概念が出されているので、まとめのところは英語でも書かれたらいいのではないかと思いました。国際的に通用するということが、特に日本の場合は、もしかすると国内的にも良い意味で意図の実現を加速させることができるかもしれないと思いました。

私が数学を始めたころというのは、役に立たないけど面白いのだよということぐらいで、それしか考えていなかったと思うのです。時には、多くの人嫌がることをどうしてやっているのかと問われ、そこまでは思わなかったですけれども、そういうところもあったかもしれません。今は、まさしく数理資本主義、この言葉で表される、あるいは引っ張っていくことができる時代が来たと思うのですけれども、これはやはり数学がベースになって、これほどのハイパフォーマンスコンピューティングができるようになったからです。従って、この時代になっても、例えば100年後200年後がどうなるかわからないということはあると思います。

一方で、脱線をしてしまいますけれども、今や銀河、宇宙において、かなりの確率で水があって生命が存在するという可能性が言われているわけです。そういう星では、数理資本主義の社会があるかどうかはわかりませんが、きっと数学が発達しているでしょう。そんな惑星との対話には数学語が一番でしょうから、様々な夢のような視野を持ちながら、若い人たちが数学に対して親しみを感じて、勉強していただくということがあるといいなと思います。

委員がおっしゃったような社会システムという具体的提案は、私にはできないのですが、大きな意味で社会全体や人類にとって重要なことだと思います。ぜひ、そのためにも、この報告書が大きく生きるように期待しています。どうもありがとうございました。

○ 事務局　どうもありがとうございます。最後ですけど、のほうからも一言、いただけ

ますでしょうか。

○ 事務局　　実は今日、最終回ということですがけれども、非常に素晴らしい意見交換をされてきて、こういう形で教育界を含めて全体を俯瞰した形でまとめていただきまして、本当にありがたく思います。

また、こういったキャッチーな数理資本主義というタイトルですが、やはり、世の中に広めるためにはキャッチーなタイトルが必要だと思いますが、なかなか文部科学省では発想できないようなところでございまして、経産省と文科省がこういったことに一緒に取り組んでいくということが大事だと、非常に思ったところでございます。

いくつか教育の観点で提言いただいたところでございますが、これまでも初等中等教育、高等教育、さらにはその後の企業、採用を含めて、その連続、一貫性、接続というのは大きな課題です。なかなかうまく前に進まないところ、課題が解決できないこともあるのですが、実はこの数学に関して言いますと、AIやSociety 5.0という中で、社会からの要請が非常に大きなものであるということ、私ども非常に感じているところでございます。ですので、むしろこの分野で、初等中等教育と高等教育、さらには企業を含めたつながりについて、ここがイニシアチブを取って進めていかれるところなのかなということも、感じているところでございます。

そういう意味で言いますと、小・中・高、また大学入試、大学、さらには採用があって民間企業ということで、それぞれがやらなければいけないことがある中で、どうしても初等教育が変わるべきだとか、企業が変わるべきだとか、大学が変わるべきだとか、それぞれが感じているところがあると思います。では一緒にやろうよということも出てきているところだと思いますので、ぜひ、大学の先生も高校の先生と一緒にやっていただくということもあると思いますし、また企業の方も大学に入っていてやっていただくという取組も、広げていく必要があるのではないかと考えております。

また、先ほど楽しさが大事だと、委員が言われていましたけれども、やはり、どうしても今の大学生は教育システムとして、文系理系というカチツとした区別の中で高校から上がってくるわけで、その意味で、数学を高校2年生ぐらいからほとんどやらなくなってきた、受験でもやらなくなってきた大学生が少なからずいるわけでございます。そういった学生にも、データサイエンスを勉強してもらおうというのは、非常に高いハードルだと思います。そのときにいちばん大事なのは、楽しさだと思います。そのため、いきなり数

学ということではなくて、いかに課題解決をするために数学というものが必要か、というところから教えてあげることが必要かと思います。

この間、ある女子大の社会系学部の先生とお話しましたが、やはり、いきなりそういう学生に数学と言っても、そもそも数学が嫌いだからそういったところを選んで来ているわけですので、まずは、なぜこの数学が必要なのか、世の中の課題に対して、いろいろなデータを集めてそれを分析して、課題解決につなげていくことが必要だということを、本当に丁寧に教えてあげると、学生も食いついてくるという話もございました。ぜひ、そういった形で、企業の方にも、まさに実際の現実の社会での課題、データを提供いただき、大学と一緒にやって取り組んでいただくことが非常にいいことかと思います。

また、高校以下も、まさにアクティブラーニングということで、日本語で言うと「主体的・対話的で深い学び」ですが、課題を自ら見つけどう解決していくかという中で、高校以下の教育も変わってきています。小学校でもプログラミング教育ですとか、高校で情報Ⅰが必修化されて、大学入試でもそういう科目が用意されるということで、教育システム全体を変えていかなければいけないという中長期的なことと、まずは目の前にいる大学生、中高生を含めて、どういう教育をやっていくかということ、産業界、また全体で取り組ませていただければと思っています。

文科省だけでやり切れることではございませんので、経産省と一緒に進めさせていただければと思っていますので、ぜひ、引き続きご指導いただければと思います。ありがとうございました。

2. その他

○ 事務局 ありがとうございました。それでは、ここまでとさせていただきます。

事務局からの連絡です。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、後日ホームページで公開する予定です。議事録を取りまとめ次第、皆様にお送りいたしますので、ご確認をお願いできればと思います。

また、報告書については、本日いただいた意見を踏まえまして、報告書に反映して、本意見交換会として取りまとめたいと考えております。資料の修正については、できる限り今日のご意見を反映させた形で修正をいたしますが、事務局に一任いただくということでよろしいでしょうか。ありがとうございます。

それでは、これにて第5回「理数系人材の産業界での活躍に向けた意見交換会」を閉会といたします。8月以降、第1回から本日の第5回にわたり、皆様お忙しい中ご参加いただきまして、どうもありがとうございました。改めて感謝申し上げます。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）