

## 数学イノベーションに関する他分野学会・産業界からの意見聴取結果について

「数学イノベーション戦略(中間報告)」について御意見を頂くため、数学・数理科学以外の分野の学会や産業界と数学イノベーション委員会委員との意見交換会を開催した(別紙参照)。

頂いた意見の概要は以下のとおり。

### 【数学・数理科学への期待】

- ・「これまでにない視点」、「問題の定式化」、「シミュレーション等のためのモデリング」、「プラットフォームになる手法・技術の開発」、「課題解決のためのツール開発」などの点で数学・数理科学の必要性、期待がある。

### 【改善が必要な点】

#### ○数学者側において改善が必要な点

- ・連携したい課題はあるが、日本では一緒にできる数学者が少ない。
- ・諸科学との連携に対し、「自分の分野ではない」と壁を作る傾向がある。
- ・数学者は自らコミュニティを広げる意識が低い。

#### ○情報発信について改善が必要な点

- ・文部科学省の「数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ」についても、他分野学会には十分知られていない。

### 【数学・数理科学との連携推進方策】

#### ○議論の場、数学への相談

- ・数学と諸科学・産業が会話できる環境が大切。
- ・ワークショップによる表面的な交流だけでなく、お互いを理解するための議論を定期的にやる必要がある。
- ・企業の社員が短期、長期で数学者から数学についての技術指導を受ける体制があると良い。
- ・企業から相談を受けた案件を工学部の先生が数学者に紹介できると良い。

#### ○共同研究への橋渡し

- ・一緒に目指す共通の目標(科研費やプロジェクトへの応募等)があると良い。
- ・数学と諸科学・産業との連携に関する物理的な中心となる拠点を置き、活動を継続的に行うことのできる体制が必要。
- ・個別企業の短期的課題よりも大きな、本質的に解決する必要がある共通課題を考え出すべき。

#### ○数学と諸科学・産業の間をつなぐ人材

- ・数学と他分野を橋渡しする人材(マッチングやコーディネーター役)が必要。
- ・企業内の分析部門、医療との連携の場合の放射線科医のように、データが集まり、数学の必要性を認識しているところを数学との連携の窓口とすることが効果的。
- ・生物学と数理的な生物学とでもギャップがあるので、数学と生物学ではギャップはまた大きくなると思う。そういう意味で数理生物学が生物学と数学との橋渡しに協力できるかもしれない。

### ○情報発信、理解促進

- ・自分の分野とは別の分野の雑誌などに出て行くことが必要。
- ・化学では数学の最新テクニックを教科書になってから知ることが多いが、数学の最新のテクニックを論文の段階で提供してくれるような仕組みがあると良い。
- ・企業にとって一番インパクトがあるのは成功例の積み重ねを示すこと。
  - ・こういうことができますということを研究者がリストアップすることでニーズが出てくることが多い。数学・数理科学もシーズがあると思うので、シーズリストを作成するのはどうか。
- ・単に成果や結果を示すだけでなく、数学がどのように貢献したのか過程を示すと広がるのではないか。

各学会等から頂いた意見の詳細は以下のとおり。

## I. 数学・数理科学の力が必要な課題・テーマに関する意見

### (物理)

- 理論物理学では日常的に数学を使っている。ただ、純粋数学との接触を図る仕組みはないので、純粋数学と交流があればこれまでになく視点が得られ、何か出てくる気はする。【日本物理学会】

### (化学)

- 化学との連携のキーワードとして、情報化学(ケモインフォマティクス、構造活性相関(QSAR)、薬)、計算化学(データマイニング)、理論化学(分子シミュレーション、量子化学、マルチスケール、マルチフィジックス)がある。【日本化学会】

### (生命科学)

- 生命科学はこれからの数学の宝庫。数学を活用できる余地は大きいのではないか。【日本物理学会】
- 数学を道具として使い、生命現象をモデリングすることが数理生物学の主な方法であるが、時としてそこから新たな数学が生まれ数学へのフィードバックも期待できる。【日本数理生物学会】
- 現状では実験データに合わせるようにシミュレーションするのが中心。モデルを作って予測し、検証できるようになるとよい。【日本生物物理学会】
- 遺伝はデータが多く難しい問題を抱えている。計算も発達したのでかえって難しい問題が増えている。【日本生物物理学会】

### (計算科学)

- 計算科学でも問題の定式化が必要となっており、新しい数学の問題が発生している。この分野は日本は伝統的に弱い。【日本物理学会】

### (電子情報通信)

- 電子情報通信の分野(例えば、通信、符号化、暗号・情報セキュリティ、信号処理、VLSI 設計、非線形システム、音響、超音波、制御、計測、バイオメトリックなどの基礎分野)の研究では、従来から数学や数理工学的手法が中心的に用いられている。数学・数理科学分野の研究者がもっと積極的に興味を持てば、この分野に対して大きな貢献ができるとともに、数学・数理科学分野の研究者の視野が格段に広がると思われる。【電子情報通信学会】

- 電子情報通信学会のヒューマンコミュニケーショングループにおいては、デザインなど数学的に考えると面白いものがある。今は直感に任せている。人間の行動の定式化など大きなテーマも含め取り組んでほしい。顔学会などとも連携しているので、数学的な問題として考えてほしい課題を提示することは可能。

【電子情報通信学会】

(機械)

- 数学には、プラットフォームになる手法・技術の開発を期待している。

【日本機械学会】

(経済、気候変動等)

- 支配方程式があるかどうか分からない分野(経済現象、気候変動など)では、データの解釈のためのデータ同化は面白い。【日本物理学会】

(暗号)

- バイオインフォマティクス、ゲノムデータ等ではセキュリティ保護が大事で、それが暗号の最前線の問題。数学と結び付けられるような場が必要。【産業界】

(経済学・金融工学)

- 経済産業研究所では毎年 60 ぐらいのプロジェクトが動いているのでそこで協力できるかもしれない。【経済・経営・金融関係学会】

(産業)

- 純粋数学が役に立つ。課題解決は企業側がやるが、課題解決のためのツールを作るのは、純粋・応用を問わず数学の力が必要。【産業界】

## II. 数学・数理科学との連携推進方策に関する意見

### (1) 諸科学との連携

(議論の場、数学への相談)

- 数学と諸科学・産業が会話できる環境は大切。【日本機械学会】
- 例えば、化学の特定の分野で、もしかして数学の問題かもしれないといったものを集めてきて提供するようなことはできるかもしれない。【日本化学会】
- ワークショップによる表面的な交流だけでなく、お互いを理解するための議論を定期的にやる必要がある。【日本生物物理学会】

(共同研究への橋渡し)

- 出会いの場から研究に結び付けるためには、一緒に目指す共通の目標があるとよい。例えば、科研費やプロジェクトに応募する、うまくいったときにプロポーザルを書く、といった目標など。【日本機械学会】
- ワークショップでは旗揚げはできるが、「面白かったね」で終わって残らない。どこかで連携のための物理的な中心(拠点)を置き、地道に活動を継続して行える体制が必要。【日本物理学会】

(意識のギャップ)

- 数学者と連携したい課題はあるが、日本では一緒にできる数学者が少ないのが現状。【電子情報通信学会】
- 共同研究に関して数学者と話す場合、海外では「連携することで何か面白いことがあるかもしれない」というマインドで聞いてくれるが、日本では「自分の分野では

ない」という感じで壁を作っている。【電子情報通信学会】

- 様々な分野の研究者が集まる場においても、数学者は他の分野の研究者と交流をしているように見えなかった。数学者自らがコミュニティを広げる必要がある。【電子情報通信学会】
- 数学において「諸科学・産業と連携しないと立ち行かなくなっている」という危機感があるようだが、周りには伝わっていない。数学者の危機意識をもっと高める必要がある。【日本化学会】
- 数学・数理科学では普遍性の証明を重視するが、化学では限られた範囲であっても適用可能なことが重視される。【日本化学会】
- 数学・数理科学者が化学の問題を解けてしまえば計算化学者が不要となる。お互いの目的を持ちつつ、適度な距離感を保つことが大切。【日本化学会】
- 物理学の研究者にはモデルと現象をつなげる感覚があるが、数学者にはその感覚が欠けているように思う。【産業界】

(間をつなぐ人材)

- 数学と他分野の橋渡しの人材が必要なのではないか。数学の新しい理論に学生が触れることのできる場が学部段階からもあれば良い。【日本物理学会】
- いきなり数学・数理科学者と諸科学・産業の研究者が話しても、うまくいかないのではないか。マッチングやコーディネーター役が必要なのではないか。橋渡しをする人がいると、どの数学者に相談すればいいかが分かる。

【電子情報通信学会】

- アメリカではシミュレーションに対して応用数学が入ってきている。問題解決型として実施しており、うまくいっている。これはファシリテーターのような、理論と実践の両方を知っている人がいることが理由。【日本機械学会】
- 昔は情報学といえば数理を学んだが、今は大学において情報学が数学・数理科学から離れていっている。数学・数理科学と情報学の橋渡しをする人も少なくなっている。【電子情報通信学会】
- 生物学と数理的な生物学とでもギャップがあるので、数学と生物学ではギャップはまた大きくなると思う。そういう意味で数理生物学が生物学と数学の橋渡しに協力できるかもしれない。【日本数理生物学会】
- 生物学の人で、数式使ったことのないような人や医学分野の人からなどの問合せが数理生物学者である自分のところに来る。自分だけでは対応できないので、適切な他の数理生物学研究者への橋渡しをしている。ごく少数の人的ネットワークで成り立っている。ライフサイエンスで理論の必要性が出てきていると感じている。【日本数理生物学会】
- 数学を専門とした人が他分野にくることを奨励できるようにする国の事業があるとよい。【日本生物物理学会】

(情報発信、理解促進)

- 例えば、医学系の雑誌にシミュレーションの目を引くものが出ていれば、医者は注目する。自分の分野とは別の分野の雑誌に出て行くことが必要。【日本機械学会】
- 化学では数学の最新テクニックを教科書になってから知ることが多いが、数学の最新のテクニックを論文の段階で提供してくれるような仕組みがあると良い。【日本化学会】

- 数学との連携による成功体験の積み重ねが大切ではないか。【日本物理学会】
- こういふことができますということをして研究者がリストアップすることでニーズが出てくることが多い。数学・数理科学もシーズがあると思うので、シーズリストを作成するのはどうか。【日本数理生物学会】
- 単に成果や結果を示すだけでなく、数学がどのように貢献したのか過程を示すと広がるのではないか。【日本生物物理学会】

## (2)企業との連携

### (議論の場、数学への相談)

- まずは、相手方の信頼を得るため、いろいろな人と議論ができる場があると良い。【産業界】
- 企業の社員が短期、長期で数学者から数学についての技術指導を受ける体制があると良い。【産業界】
- 企業がまず相談するのは工学部の先生。企業からの相談を受けた工学部の先生が数学が必要な案件を数学者に紹介するようになれば、広がるかもしれない。【日本機械学会】
- 具体的な数学の応用事例を見せることで新たな応用につながっていくこともあるのではないかと(例えば、道路渋滞への数学活用の事例を示すことで遊園地のトイレやビルの非常階段の配置への応用などに広がるのではないかと)【経済・経営・金融関係学会】

### (取り扱う問題)

- 企業が持っている短期的な課題解決を数学に依頼するのではなく、もう少し大きな、本質的に解決する必要のある問題を考え出すべき。【産業界】
- 企業は問題(課題)をオープンにしたがらない。グランドチャレンジとして企業も問題をオープンにすることなどが必要かもしれない。【日本機械学会】
- 10年後、20年後にどういふ姿になっているか、そのときに何が重要かという視点があれば、企業も数学と協力しやすいかもしれない。【日本機械学会】

### (間をつなぐ人材)

- 企業では、最近、数式処理ソフトの中身を知らないまま使用しているだけという人が多い。現状、企業には課題を数学の問題に置き換えられる人はほとんどいないと思う。ファシリテーターみたいな人、数学と相手の分野と両方知っている人がいることが必要だが、日本の場合は、そのような人は評価されにくい。【日本機械学会】
- 企業内の分析部門、医療との連携の場合の放射線科医のように、データが集まり数学の必要性を認識しているところを数学との連携の窓口とするのが効果的。【産業界】
- 日本で数学者に相談しようとする人が限られている。数学者の需要と供給のバランスがうまく取れていない気がする。【日本機械学会】

### (情報発信、理解促進)

- 企業にはそもそも「数学が役立つ」という意識がない。一番インパクトのあるのは成功例の積み重ねを示すこと。小さくてもこつこつと事例を積み重ねることが大切。【日本機械学会】

**(その他)**

- 中小企業を支援する場合は工業試験所を利用する方法があるが、短期間での課題解決を求められる。全国の工業試験所が応用数学者を受け入れてくれれば面白い。【産業界】
- 数学イノベーション戦略（中間報告）は数学の応用分野のトピックス探しに見える。それなら、大学の産学連携センターを活用すればとつながると思う。日本を数学を使って変えるというのでないのならそれも一案。【経済・経営・金融関係学会】

(別紙)

各学会委員における意見聴取リスト  
(学会は意見聴取日順、氏名は五十音順)

学会名(意見聴取日)	氏名	所属・役職
日本化学会 (平成24年11月7日)	川島 信之	公益社団法人日本化学会 常務理事 兼 事務局長
	下井 守	東京大学名誉教授/公益社団法人日本化学会 副会長
	高塚 和夫	東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻教授 /自然科学研究機構分子科学研究所計算分子科学研究拠点(TCCI)拠点長
	中井 浩巳	早稲田大学先進理工学部化学・生命化学科教授/公益社団法人日本化学会 理論化学・情報化学・計算化学(TIC)ディビジョン主査
	百武 宏之	公益社団法人日本化学会 総務部長
	細矢 治夫	お茶の水大学名誉教授/日本コンピュータ化学会会長
電子情報通信学会 (平成24年11月8日)	飯塚 重善	神奈川大学経営学部国際経営学科准教授
	上田 修功	日本電信電話株式会社NTTコミュニケーション科学基礎研究所長
	川島 幸之助	首都大学東京大学院システムデザイン研究科客員教授 /東京農工大学 名誉教授
	引原 隆士	京都大学大学院工学研究科教授
	山本 博資	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
日本物理学会 (平成24年11月13日)	宇川 彰	筑波大学副学長・理事
	西森 秀稔	東京工業大学大学院理工学研究科理学系長・理学部長
産業界 (平成24年11月14日)	今西 悦二郎	株式会社神戸製鋼所技術開発本部機械研究所次長
	伊藤 聡	独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構 コーディネーター, 元東芝
	加古 孝	一般社団法人日本応用数理学会会長/電気通信大学名誉教授
	桑原 善太	三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社リスク統括部クオンツ・IT課長
	高島 克幸	三菱電機株式会社情報技術総合研究所 情報セキュリティ技術部主席研究員
	高橋 俊彦	鹿島建設株式会社技術研究所 地球環境・バイオグループ上席研究員
	中村 振一郎	三菱化学株式会社 フェロー/独立行政法人理化学研究所 社会知創成事業 イノベーション推進センター中村特別研究室 特別招聘研究員
	萩原 一郎	明治大学 研究・知財戦略機構特任教授/先端数理科学インスティテュート (MIMS)副所長/元日産自動車株式会社
	松谷 茂樹	キヤノン株式会社解析技術開発センター 数理工学第三研究室室長
日本機械学会 (平成24年11月28日)	大島 まり	東京大学大学院 情報学環 教授
	姫野 龍太郎	独立行政法人理化学研究所 情報基盤センター長 次世代生命体統合シミュレーション研究推進グループ グループディレクター
	福本 英士	日立建機株式会社研究本部長

日本生物物理学会 (平成24年12月11日)	有坂 文雄	東京工業大学大学院生命理工学研究科分子生命科学専攻 教授
	石渡 信一	早稲田大学理工学部物理学科生物物理学 教授
	北尾 彰朗	東京大学分子細胞生物学研究所細胞機能情報研究センター 准教授
	樋口 秀男	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 教授
	船津 高志	東京大学大学院薬学系研究科 生体分析化学教室 教授
	光岡 薫	産業技術総合研究所バイオメディシナル情報研究センター タンパク質構造情報解析チーム 研究チーム長
日本数理生物学会 (平成24年12月20日)	佐々木 顕	総合研究大学院大学先端科学研究科・生命共生体進化学専攻 教授
	望月 敦史	理化学研究所 基幹研究所 望月理論生物学研究室 主任研究員
	山内 淳	京都大学 生態学研究センター 教授
経済・経営・金融関係 学会 (平成25年1月15日)	阿部 誠	東京大学大学院経済学研究科・経済学部 教授
	刈屋 武昭	明治大学大学院先端数理科学研究科 教授
	藤田 昌久	経済産業研究所 所長