

# 理化学研究所における数理科学に 資する人材育成

平成30年12月14日

国立研究開発法人 理化学研究所 数理創造プログラム  
副プログラムディレクター 長瀧 重博

# 理研 数理創造プログラム

RIKEN Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences

iTHEMS

初田哲男 (プログラムディレクター)

## iTHEMSの3つの柱



放送大学 March 31, 2018



<https://ithems.riken.jp/ja>

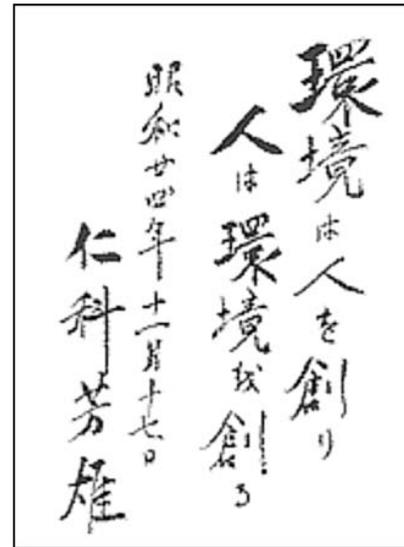


菊池大麓  
(1855-1917)  
数学者

東京数学物理学会の初代会長  
(1884年設立、日本数学会、  
日本物理学会の源流)

東京帝国大学理科大学長・総長  
学習院長  
京都帝国大学総長  
帝国学士院院長  
貴族院議員  
枢密顧問官

理化学研究所(1917-)の初代所長  
しかし以降99年間、理研に数学の  
研究室が無かった。



『とにかく、良い人を集めることだ。』 たしかにそれである。これは、よい人がそこへ行って研究したいという意欲をそそる環境を生みだすことが先決である、という意味も含まれているわけである。金、体制、運営、その他いろいろな問題がある。が、研究にとってなにより必須の条件は人間である。』

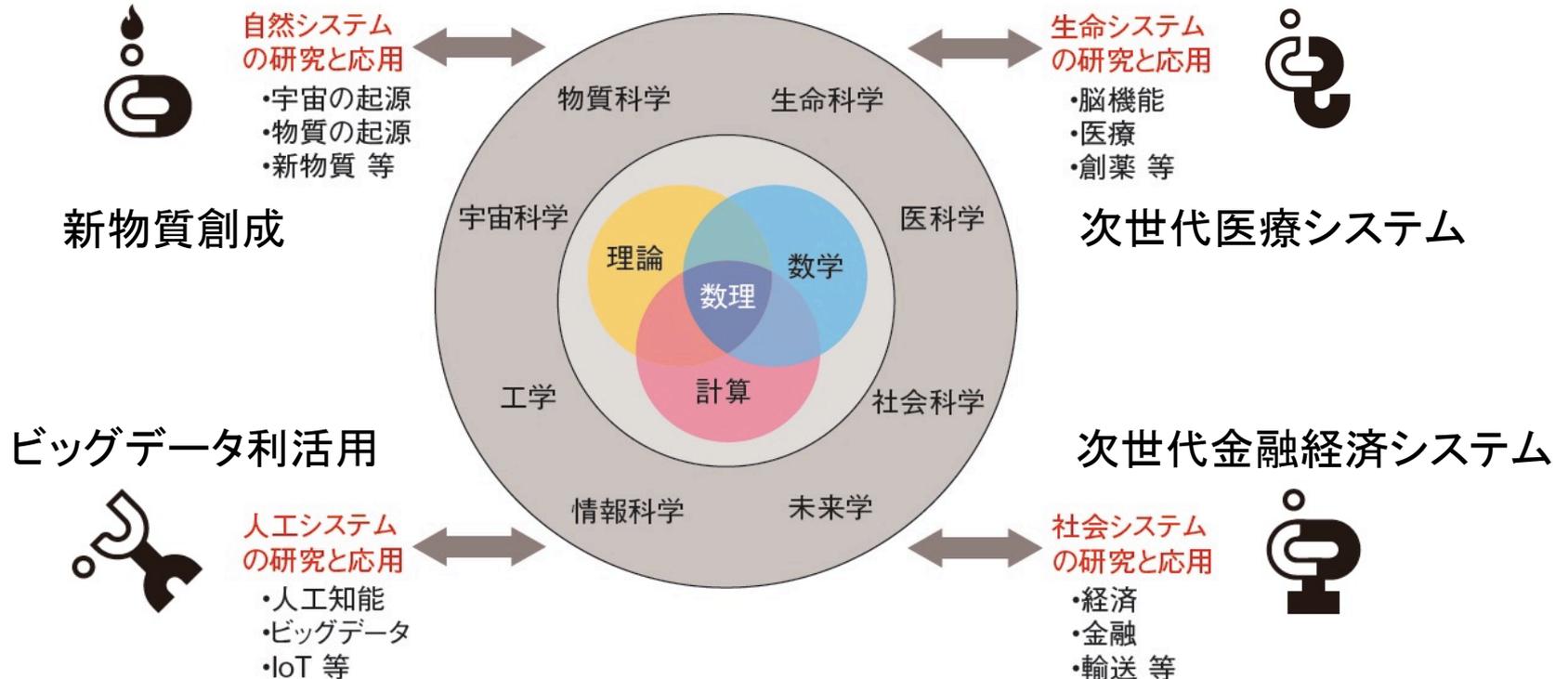
(科学者の自由な楽園  
朝永振一郎著)





# 数理創造プログラム (iTHEMS) 2016.11 - 2023.3

1. 理論科学・数学・計算科学の研究者が分野の枠を越えて基礎研究を推進する国際研究拠点。
2. 「数理」を軸とする分野横断的手法により、宇宙・物質・生命の解明や、社会における基本問題の解決を図る。
3. 国際頭脳循環ネットワーク、分野横断型スクール・ワークショップ、日常的な分野交流などを通して、ブレークスルーをもたらす研究土壌の開発や若手人材の育成を進める。



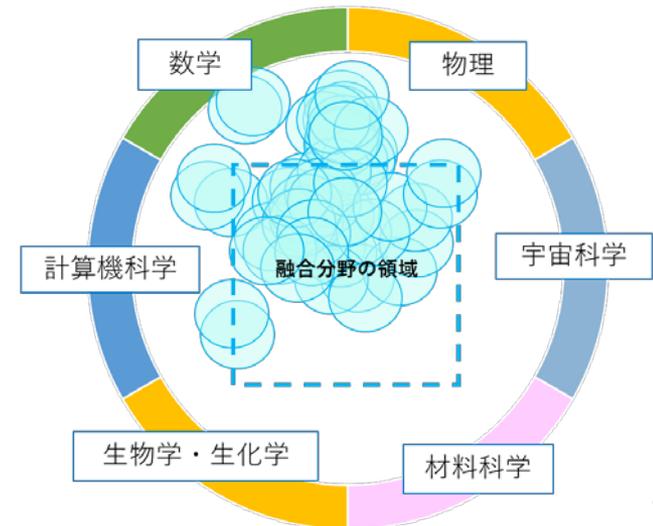
## 融合分野を切り拓く多彩な研究分野・学際的環境

- iTHEMSは、PD,副PDの下で上級研究員 (7年)/研究員及び特別研究員(3-5年)が所属し、研究チーム等の組織化は行っていない。研究員の多くは40歳以下の若手で構成され、彼らの自由な発想な創意によって研究活動が行われている。
- 新たな分野への進出や新陳代謝を図るため、様々な分野の研究員が同じ場所で研究活動を実施。
- 誰もが参加でき、自由闊達な議論の場を設定し、基礎原理から社会問題まで幅広くテーマを設定。
- 将来の理数人材の育成に向け、東京大学と連携サマースクールを実施すると共に、産業界と連携した市場経済活動の数理モデル化による研究等を実施。

## 分野横断型国際研究集会 (隔月程度)



## iTHEMSの多彩な融合論文



## iTHEMS研究者の主研究分野



# iTHEMS Platform

極限宇宙

Extreme Universe CELL

生命進化

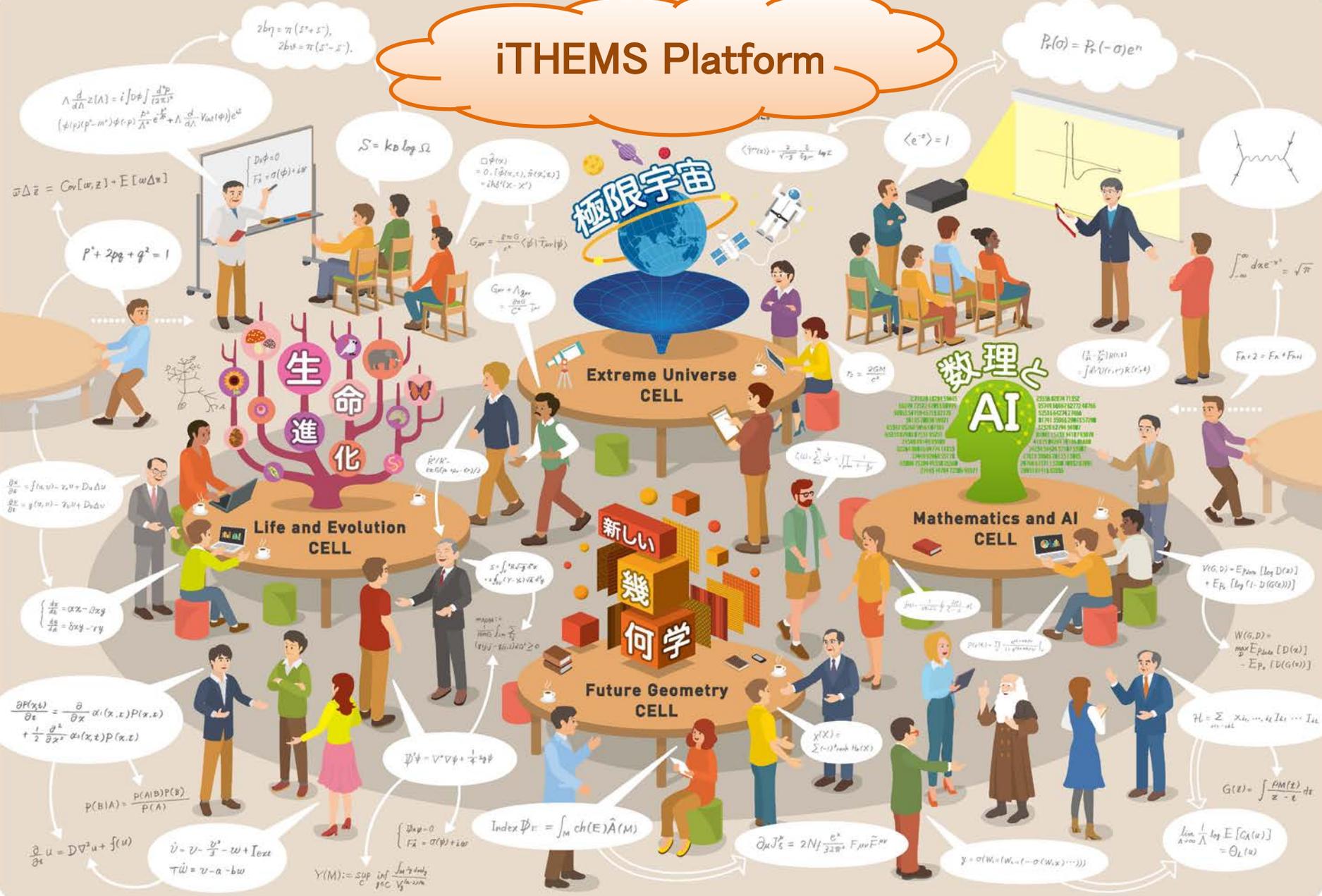
Life and Evolution CELL

新しい幾何学

Future Geometry CELL

数理とAI

Mathematics and AI CELL



$$z b \eta = \pi (s^+ + s^-),$$

$$z b \psi = \pi (s^+ - s^-).$$

$$\Lambda \frac{d}{d\Lambda} z(\Lambda) = i \int d\phi \int \frac{d^2 p}{(2\pi)^2}$$

$$(\phi | p \rangle \langle p^- | m^+ \rangle \phi \langle p \rangle \frac{d^2 p}{\Lambda^2} e^{\frac{p^2}{\Lambda^2}} + \Lambda \frac{d}{d\Lambda} \frac{d}{d\Lambda} V_m(\phi) e^{\phi}$$

$$\bar{w} \Delta \bar{z} = \text{Cov}[w, z] + E[\Delta w \Delta \bar{z}]$$

$$P^+ + 2pq + q^2 = 1$$

$$S = k_B \log \Omega$$

$$\square \phi(x) = 0, \quad \square \psi(x) = 0, \quad \square \chi(x) = 0$$

$$= 2i b^2 (\chi^+ - \chi^-)$$

$$G_{\mu\nu} = \frac{2\pi\alpha'}{\Lambda^2} \langle \psi | T_{\mu\nu} | \psi \rangle$$

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{2\pi\alpha'}{\Lambda^2} T_{\mu\nu}$$

$$\langle \psi | \psi \rangle = \frac{2}{\sqrt{2}} \frac{2}{\sqrt{2}} \log 2$$

$$\langle e^{-\sigma} \rangle = 1$$

$$P(\sigma) = P_0(-\sigma) e^{\sigma}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx e^{-x^2} = \sqrt{\pi}$$

$$F_{n+2} = F_n + F_{n+1}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f(u, v) - v, v + D_u \Delta u$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = g(u, v) - v, u + D_v \Delta v$$

$$\frac{\partial x}{\partial t} = ax - bxy$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = bxy - cy$$

$$\frac{\partial P(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \alpha(x,t) P(x,t)$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \alpha(x,t) P(x,t)$$

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \nabla^2 u + f(u)$$

$$\dot{v} = v - \frac{v^2}{2} - w + I_{\text{ext}}$$

$$\dot{w} = v - a - bw$$

$$Y(M) := \sup_{\gamma \in C} \inf_{\gamma \in C} \int_0^1 \dot{\gamma}^2 dt$$

$$\text{Index } \mathcal{D} = \int_M \text{ch}(E) \hat{A}(M)$$

$$\partial_\mu \mathcal{J}_\nu^\mu = 2N_f \frac{e^2}{32\pi^2} F_{\mu\nu} \tilde{F}^{\mu\nu}$$

$$\gamma = \sigma(W) = (W, \dots, \sigma(W, x), \dots)$$

$$\lim_{\Lambda \rightarrow \infty} \frac{1}{\Lambda} \log E[G_\Lambda(u)] = \mathcal{O}_L(u)$$

$$W(G, D) = \max_{D'} E_{P_{D'}} [D(u)] - E_{P'} [D(G(u))]$$

$$H = \sum_{i=1}^n x_i, \dots, x_i, \dots, x_i, \dots, I_{\text{ext}}$$

$$G(z) = \int \frac{EM(z)}{z - t} dt$$

$$V(G, D) = E_{P_{D'}} [\log D(u)] + E_{P'} [\log (1 - D(G(u)))]$$

数理とAI

AI

新しい幾何学

幾何学

生命進化

生命進化

極限宇宙

極限宇宙



**Weekly Coffee Meeting**



**ランチミーティング**



**Monthly Wine Meeting**



**iTHEMS Lecture**

# 具体的活動

## 分野横断型研究促進・産学連携・情報共有

- 全体コロキウム（隔月）
- 産学連携レクチャー（隔月）AIMaPと連携
- コーヒーミーティング（毎週金曜日 12:30-14:00）
- ワインミーティング（毎月最終金曜日 18:00-）
- 連続レクチャー（月2回ペース）
- 国際研究集会（不定期、隔月程度）
- 個別セミナー（不定期、1週間に複数回程度）
- 特別講演会（不定期）
- ワーキンググループの提案受付とサポート
- ニュースレター（電子版を毎週月曜発行。既配信約250号）

## 若手人材育成

- 京大MACS教育プログラムとの連携(2018.4-)
- 東大教養学部学術フロンティア講義(2018.4-)、学部実習生受入(2018.8)
- 基礎科学特別研究員(SPDR)、理研ジュニアリサーチアソシエイト(JRA)、国際プログラムアソシエイト(IPA)の受入れ

## 頭脳還流促進サテライト (SUURI-COOL)

- 神戸(理研 神戸ポートアイランドキャンパス)
- 仙台(東北大 AIMR内)
- 京都(京大 北部構内)
- バークレー(ローレンスバークレー研究所内)

分野を越えた融合的研究は一般にハードルが高い。

- ①融合的研究が出来る優秀な人材を集める。
- ②若手に自由な雰囲気を与える。
- ③PIは様々な交流の機会を提供する。

## 広報

- ジャーナリスト・イン・レジデンス
- 各種市民講演会
- 理研プレスリリース



# iTHEMS若手研究者による東大駒場でのリレー授業

## 東大出版会から2019年秋書籍化決定

〔講義題目〕	数理学の研究フロンティア：宇宙、物質、生命、情報		
〔講義内容〕	本講義では、宇宙の起源、物質の起源、生命の進化、情報と人工知能などの現代科学のフロンティアを、最前線の若手研究者が数理学という切り口で俯瞰する。授業担当教員がモデレータとなり、理化学研究所の若手研究者をゲストに招き、以下の話題を議論する。ゲスト氏名と話題は、井上芳幸「ブラックホールを通して紐解く宇宙の歴史」、横倉祐貴「時空とは何か？ -ブラックホールと情報の関係から時空構造を探る-」、立川正志「数理の目で見る細胞生物学入門」、ジェフリー フォーセット「ゲノム情報学」、土井琢身「スパコンの世界を覗く・スパコンから世界を覗く」、瀧雅人「深層学習はどのように賢くなるのか？」である。		
4月11日（説明日）、 4月18日、4月25日	井上芳幸	「ブラックホールを通して紐解く宇宙の歴史」	<a href="#">4月11日のスライド</a> <a href="#">4月18日のスライド</a> <a href="#">4月25日のスライド</a>
5月2日、5月9日	横倉祐貴	「時空とは何か？ -ブラックホールと情報の関係から時空構造を探る-」	<a href="#">5月2日のスライド</a> <a href="#">5月9日のスライド</a> 講義のときにお知らせしたid, passwordが必要です
5月16日、5月23日	立川正志	「数理の目で見る細胞生物学入門」	<a href="#">5月16日のスライド</a> <a href="#">5月23日のスライド</a> id, passwordが必要です
6月6日、6月13日	ジェフリー フォーセット	「ゲノム情報学」	<a href="#">6月6日のスライド</a> <a href="#">6月13日のスライド</a>
6月20日、6月27日	土井琢身	「スパコンの世界を覗く・スパコンから世界を覗く」	<a href="#">6月20日のスライド</a> <a href="#">6月27日のスライド</a> id, passwordが必要です
7月4日、7月11日	瀧 雅人	「深層学習はどのように賢くなるのか？」	<a href="#">7月4日のスライド</a>
授業担当教員がモデレータとなり、理化学研究所の若手研究者をゲストに招き、以下の話題を議論する。			

# 理研と企業の数理科学研究者の交流

- |                  |                           |             |                |
|------------------|---------------------------|-------------|----------------|
| 1 <sup>st</sup>  | “自動運転技術”                  | (トヨタ)       | Aug. 8, 2014   |
| 2 <sup>nd</sup>  | “金融工学”                    | (みずほ)       | Sep.30, 2014   |
| 3 <sup>rd</sup>  | “工学における数値シミュレーション”        | (ASTOM)     | Dec.18, 2014   |
| 4 <sup>th</sup>  | “グーグル翻訳”                  | (グーグル)      | Feb.2, 2015    |
| 5 <sup>th</sup>  | “人工知能の現在と未来”              | (ドワンゴ)      | May 12, 2015   |
| 6 <sup>th</sup>  | “計算創薬”                    | (武田薬品)      | Oct 22, 2015   |
| 7 <sup>th</sup>  | “自動運転と人工知能”               | (TOYOTA)    | Nov 20, 2015   |
| 8 <sup>th</sup>  | “農業経営におけるデータ科学”           | (JSOL)      | March 1, 2016  |
| 9 <sup>th</sup>  | “産学連携の実際”                 | (大日本印刷)     | May.27, 2016   |
| 10 <sup>th</sup> | “経済物理学”                   | (京都大学)      | Sep. 30, 2016  |
| 11 <sup>th</sup> | “情報解析と分析教育”               | (スタンフォード大学) | Dec.. 19, 2016 |
| 12 <sup>th</sup> | “量子ビームによりエコタイヤ開発”         | (神戸ゴム)      | Feb. 23, 2017  |
| 13 <sup>th</sup> | “数理統計技術の高度化が金融にもたらす新たな価値” | (JSOL)      | Jun. 15, 2017  |
| 14 <sup>th</sup> | “AI スマートロボットとビジネスモデル”     | (Mercury)   | Oct. 5, 2017   |
| 15 <sup>th</sup> | “建設・鉱山機械の技術と事業戦略”         | (コマツ)       | Jan.15, 2018   |
| 16 <sup>th</sup> | “基礎研究の広報・PR活動”            | (アサツーディーケー) | Mar.30, 2018   |

バンチャー企業

理論科学連携研究推進グループ(iTHES/iTHEMS)主催 第14回 産学連携数理レクチャー

## AI SMART ROBOTの研究開発とそのビジネスモデル

2017.10/5(木)

時間: 16:00-17:30  
会場: 大河内記念ホール(和光)  
AIGS R511, 11D 7F(神戸TV会議)

講師: 大田佳宏 氏  
東京大学大学院数理科学研究科特任教授  
株式会社Mercury代表取締役社長兼CEO

知能な認知と、豊富な手と、精確な目を有する AI Smart Robot が既存のビジネス体系に大きな革新をもたらす新しい時代が到来しつつある。そこで、数理科学・情報科学・生命科学などの分野の研究成果を融合し、新たな社会還元をするべく、株式会社Mercuryを立ち上げた。

今回は企業などからの受注例、出資、提携状況などについても紹介する。

※事前登録不要 “ご自由にご参加ください”。

Supported by RIKEN iTHEMS: <https://ithemes.riken.jp/>  
Contact: Tetsuo Hatayuda, iTHEMS Director [tetsuo@ithemes.riken.jp](mailto:tetsuo@ithemes.riken.jp)

大手企業

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催 第15回 産学連携数理レクチャー

## 建設・鉱山機械の技術と事業戦略

ダントツ商品, ダントツサービス, ダントツソリューション

講師: 中野一郎  
(ICTソリューション本部長 株式会社小松製作所)

2018年1月15日(月) 15:00-17:00@大河内ホール

建設・鉱山で使われる機械は、与えられた仕事を如何に効率良く安全に行うかが問われる。そのためにコマツは、お客様が機械を使ってどれだけ価値を創造できるかをその機械の一生に亘ってサポートするのがビジネスであると考えている。そこで、コマツの展開するICTを活用した様々な商品、サービス、ソリューションの実例と課題について紹介する。

- ・ダントツサービス: Komtrax(テレマティクス)
- ・ダントツソリューション: 無人運転ダンプトラック、スマートコンストラクション

事前登録不要ですのでご自由にご参加ください!

KOMATSU iTHES iTHEMS

Contact: Tetsuo Hatayuda [thatyuda@riken.jp](mailto:thatyuda@riken.jp)  
Sponsor: iTHEMS <https://ithemes.riken.jp/>

広告代理店

広告的な  
アイデア発想法と、  
基礎研究の  
広報・PR活動の  
考え方のヒント

Innovation lecture

3/30(Fri)13:30-  
大河内記念ホール C32  
中継配信: AIGS R511・11D 7F (神戸TV会議)

事前登録不要ですので、ご自由にご参加ください。

RIKEN iTHEMS iTHES ADK

# iTHEMSの民間企業との共同研究例

## 【共同研究の主な概要】

グラフ分析手法を用いた金融・経済現象の解析と、金融業務等への適用可能性の検証。



民間企業からの実データ提供



分析結果の検証、業務適用可能性の検討



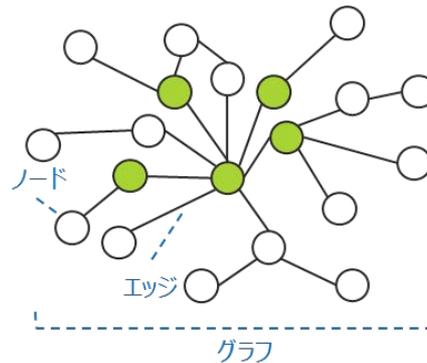
各共同研究機関と連携し最先端数理手法を用いてグラフデータを分析、解析→ソフトウェアを開発

## 【グラフ分析手法の特徴】

### 従来のデータ分析

	特徴量					資本金	目的変数 購入フラグ	
	企業名	口座番号	業態	...	...			
ノード	A	10xx2	小売			a	1億	1
ノード	B	84xx6	外食			b	5千万	0
...	...							0
								1
								0
								0
ノード								...

### グラフ分析



**2018年7月 株式会社JSOLとの共同研究締結:「数理的手法を用いた金融経済現象の解析」**

**三井住友銀行, JSOL, iTHEMSが連携し、「企業間のグラフ分析における産学連携共同研究」を開始。**

### 個体の特徴を分析に活用

#### 個人の属性



#### 企業の属性

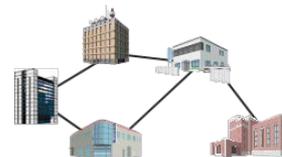


### 個体の特徴に加え、関係性の特徴も分析に活用

#### 人間関係 (ソーシャルネットワーク)



#### 企業間ネットワーク



数理創造プログラム（バークレーサテライト）が中心となり  
米国西海岸の研究機関・企業と連携して  
量子コンピュータの基礎数理や基礎技術に関する日米プロジェクトの芽を育てる

<http://rb19.lbl.gov/>

## RIKEN BERKELEY WORKSHOP QUANTUM INFORMATION SCIENCE

January 25 - 29 2019

Lawrence Berkeley National Lab  
Berkeley, California



理研の各領域の研究ポテンシャルを横断的・相乗的に強化

普遍的な数理モデルの構築と適用による高度化社会の構築  
⇒持続的社会を支える普遍的な知の創出と活用へ

