

リケダン・リケジョの楽園へようこそ!

iTHEMS directors

宇宙はどのように始まったの？

生命はどのように誕生したの？

人間を超える知能は作れるの？

22世紀の新しい数学は？

人類の未来はどうなるの？

理化学研究所 数理創造プログラムは、

物理学、化学、生物学、医科学、

工学、情報科学、計算科学、数学など

様々な分野の最先端科学者が、

数学を共通言語として、

これらの問題に対して

常識にとられない発想で

共同研究を進めている

国際研究拠点です。



科学アドバイザー
巖佐 庸
専門分野：数理生物学



科学アドバイザー
若山 正人
専門分野：数学



科学アドバイザー
小林 誠
専門分野：素粒子論



科学アドバイザー
森 重文
専門分野：代数幾何学



そうとする取り組みが盛んにおこなわれていますが、日本ではまだ大きな流れにはなっていません。数学は、理論科学や計算科学を研究するうえで共通言語となるものです。自然科学の様々な分野に関わる研究者に加えて、純粋数学者や応用数学者が集まること

で、科学をより豊かに表現することが可能になります。集まってきた研究者がお互いに新しいものの見方や考え方を提供し合うことで、これまでの発想を超えた新しい科学が生まれる土壌が耕されることでしょう。

つくっているのは、参加する1人1人の研究者です。研究者の考え方の変化に合わせて、iTHEMS という組織も柔軟に変化していくのです。

顔の見える交流で異分野連携を促進

分野を超えた研究者の連携は、すぐにできるものではありません。それぞれの専門分野で話されている言葉は、時として違う言語で話しているのではと思うほど難解に聞こえることがあり、連携を阻む障壁となってしまいます。

このような壁を乗り越えるには、研究者同士が日常的に顔を合わせ、お互いの研究についてわかりやすい言葉で語り合える場が必要です。そのような場をつくる取り組みの1つが、毎週金曜日開催しているコーヒーミーティングです。コーヒーミーティングでは、冒頭に15分程度、話題提供のプレゼンテーションをしてもらい、その後は、研究者同士が自由に交流します。たくさんの研究者が一堂に会することで、自分の研究をわかりやすい言葉で説明し合います。お互いに相手の研究内容を理解し合うことで、自分の興味も広がり、共同研究へと発展することもあるでしょう。

iTHEMSでは、様々な分野の第一線で活躍する研究者が集まり、お互いに刺激を与え合って、新しい科学をつくり出そうとしています。ここからどのような科学が生まれてくるのか、注目してください。



100年後の未来のために

iTHEMS overview

数理科学を軸に分野横断研究を展開

自然科学には、物理学、化学、生物学などと、様々な分野があります。現在は、専門化がさらに進んで、研究領域はより細分化されています。分野が違えば、研究対象はもちろん、謎を解き明かす手法も違います。多くの場合は、分野ごとに話されている専門用語も違いますので、専門外の人理解するのは難しい状況です。

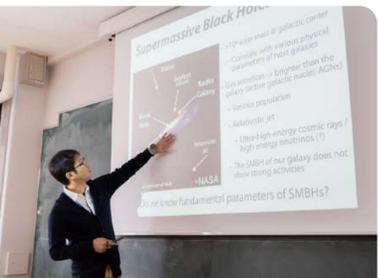
しかし、それぞれの分野の背景にある論理的な構造を調べてみると、意外と共通点が存在することがあります。実際に、異分野の研究者同士が話をしてみると、問題を解くための数理的な手法は分野を超えて利用できることもわかってきました。数理創造プログラム iTHEMS (Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences Program) は、理論科学、計算科学、そして数学の研究者が、様々な科学のしくみを支えている数理科学を軸に交流することで、科学の研究をさらに前に進める新しい理論を生みだそうとしています。

現代数学の活用で未知の科学に挑む

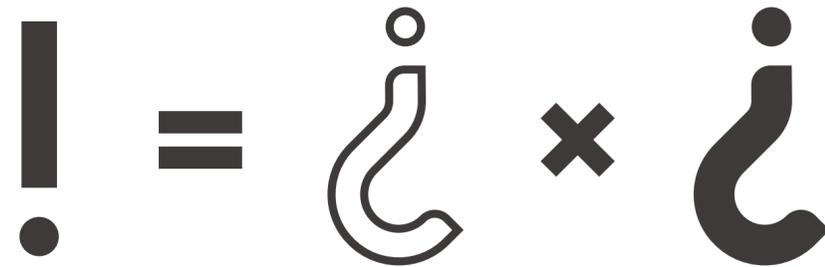
iTHEMSでは、分野横断研究を積極的に推進するために、現代数学の本格的な活用にも取り組んでいます。現在、理論科学で使っている数学は、そのほとんどが19世紀から20世紀の前半につくられたものばかりです。数学は20世紀半ばから抽象化が進み、大きな力を蓄えるようになりました。

専門家以外の人には、数学の抽象的な枠組みは、とらえどころがなく、何だかよくわからないもののように見えます。しかし、抽象的な枠組みは、これまでよくわかっていなかった具体的な現象のしくみを解き明かす可能性を持っています。しかも、抽象的な枠組みに対応する具体的な現象は1つだけとは限りません。まったく関係ないと思われていた物理と生物の現象が同じ枠組みで説明できるかもしれないのです。そのような現代数学の力を、あまり活かすことができていないのが現状です。

海外では、現代数学を他の分野に活か



iTHEMS!



ithems.riken.jp



iTHEMS
Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences Program
理化学研究所 数理創造プログラム

iTHEM.S^o Coffee Time!

iTHEM.Sは数理を共通言語とした分野横断型国際研究拠点です。
「研究セル」というプラットフォームを通じて、
専門分野の枠を超えた連携研究が行われています。
定例のコーヒーミーティングでは、
異なる分野の専門家たちが熱く語り合う姿が見られます。



極限宇宙
Extreme Universe
CELL



数理と
Mathematics and AI
CELL



新しい
幾何学
Future Geometry
CELL



生命
進化
Life and Evolution
CELL

$$\Lambda \frac{d}{d\Lambda} z[\Lambda] = i \int D\phi \int \frac{d^4 p}{(2\pi)^4} (\phi(p)(p^2 - m^2)\phi(-p) \frac{p^2}{\Lambda^2} e^{-\frac{p^2}{\Lambda^2}} + \Lambda \frac{d}{d\Lambda} V_{int}(\phi)) e^{iS}$$

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

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

$$\frac{dV_{TCID_{20}}}{dt} = P_{TCID_{20}} \sum_j I_j - C_{TCID_{20}} V_{TCID_{20}}$$

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

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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy \\ \frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y \end{cases}$$

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \alpha_1(x, t) P(x, t) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \alpha_2(x, t) P(x, t)$$

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

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

$$\dot{v} = v - \frac{v^3}{3} - w + I_{ext}$$

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

$$2b\eta = \pi(s^+ + s^-),$$

$$2bv = \pi(s^+ - s^-).$$

$$S = k_B \log \Omega$$

$$\square \tilde{\phi}(x) = 0, [\tilde{\phi}(x, z), \hat{\pi}(x', z')] = i\hbar \delta^3(x - x')$$

$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} \langle \psi | \hat{T}_{\mu\nu} | \psi \rangle$$

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

$$\dot{R}^2/R^2 = \frac{8\pi G(\rho + p - \epsilon_r - \epsilon_l)/3}{3H_0^2(\rho + p - \epsilon_r - \epsilon_l)/3}$$

$$S = \int_V R \sqrt{g} d^4x + 2 \int_{\partial V} (Y - \gamma_0) \sqrt{h} d^3y$$

$$m_{ADM} := \frac{1}{16\pi G} \int_{S_\infty} \sum_j (g_{ij,j} - g_{jj,i}) d\Omega^i \geq 0$$

$$\Phi^2 \psi = \nabla^* \nabla \psi + \frac{1}{4} s g \psi$$

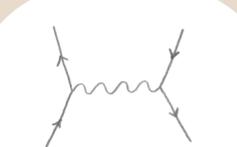
$$Index \Phi_E = \int_M ch(E) \hat{A}(M)$$

$$Y(M) := \sup_C \inf_{g \in C} \frac{\int_M \tilde{y} dvol_g}{V_g^{(n-2)/4n}}$$

$$\langle \tilde{r}^{\mu\nu}(x) \rangle = \frac{2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta}{\delta g_{\mu\nu}} \log Z$$

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

$$P_r(\sigma) = P_r(-\sigma) e^{\eta}$$



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

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

$$S_{H+V}^{(S)} = \int_{R_0^+}^S t^S e^{-t(H+V)} dt$$

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 271828 18284 59045 | 23536 02874 71352 |
| 66249 77572 47893 69995 | 95749 66967 62772 48766 |
| 38553 54759 45713 82178 | 52516 64274 27466 |
| 59193 28838 59921 | 81741 35966 29043 57298 |
| 83342 95268 59563 07381 | 32328 62794 34987 |
| 63253 82988 07531 95251 | 81981 15738 34187 93878 |
| 21548 89149 93488 | 41675 09244 76146 86688 |
| 82264 88816 84774 11853 | 74234 54424 37107 53987 |
| 77449 92869 55178 | 27618 38806 26133 13845 |
| 83808 75284 49338 26568 | 29760 67371 13288 78932 87891 |
| 27443 74784 72386 96977 | 28931 01416 92836 |

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_{p \text{ prime}} \frac{1}{1 - p^{-s}}$$

$$J(x) = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{f(z)}{z-x} dz$$

$$P(x|k) = \prod_{i=1}^k \frac{e^{k_i x_i}}{1 + e^{k_i x_i}}$$

$$V(G, D) = E_{P_{data}} [\log D(x)] + E_{P_z} [\log (1 - D(z))]]$$

$$W(G, D) = \max_D E_{P_{data}} [D(x)] - E_{P_z} [D(z)]$$

$$\mathcal{H} = \sum_{i_1, \dots, i_L} x_{i_1, \dots, i_L} I_{i_1} \dots I_{i_L}$$

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

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{1}{\lambda} \log E [C_{\lambda}(u)] = \Theta_{\mathcal{L}}(u)$$

$$\psi = \sigma(W_1, \sigma(W_2, \dots, \sigma(W_n, x) \dots))$$

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

$$\chi(X) = \sum_{(-1)^{\text{rank}} H_k(X)}$$