

# 理研 理論科学連携研究推進グループの 人材育成に向けた取組み

2015年12月22日 (火)

研究代表責任者 初田 哲男 (主任研究員)

# 理研 理論科学連携 研究推進グループ

iTHES

(interdisciplinary Theoretical Science)



## 目的:

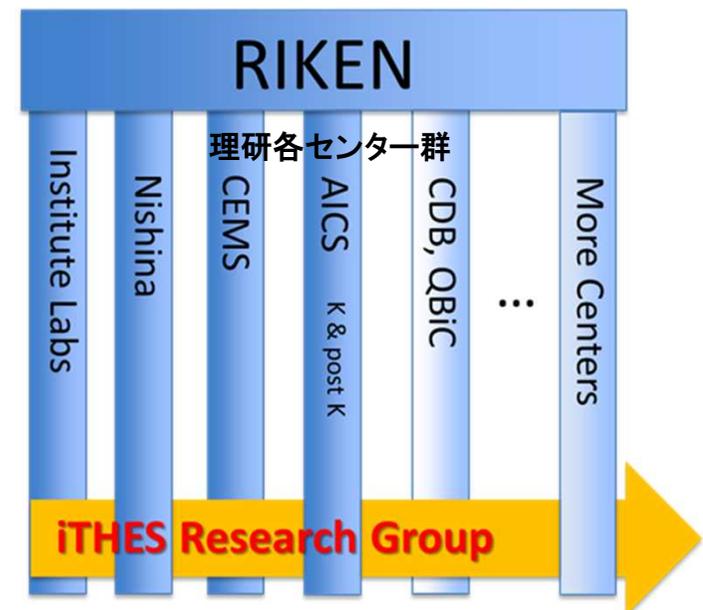
1. 理論科学(物理学、化学、生物学、計算科学)における分野横断研究の推進
2. 分野の枠を越える国際的若手人材の育成
3. 国内外の研究機関との連携による頭脳還流
4. 産学をまたぐ人材育成

## 経緯:

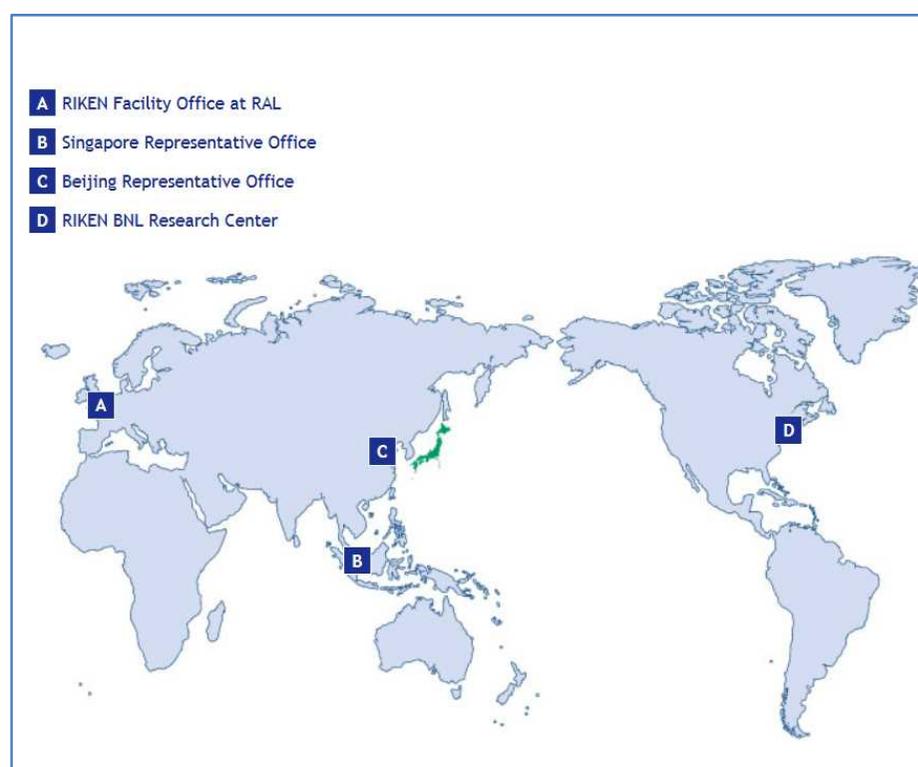
2013年度より開始された理研“新領域開拓課題”  
(理研内公募により、複合領域・境界領域における  
先導的な研究を3~5年の期間で実施し、将来、  
理研の新規研究領域、当該領域における我が国の  
中核的研究拠点となることを期待)の第1号。

## 現状:

11 iTHES PIs : 物理・化学・生物・計算の理論研究室  
18 iTHES fellows: 国際公募による若手研究者  
~50 iTHES associates : 理研内外の連携研究者

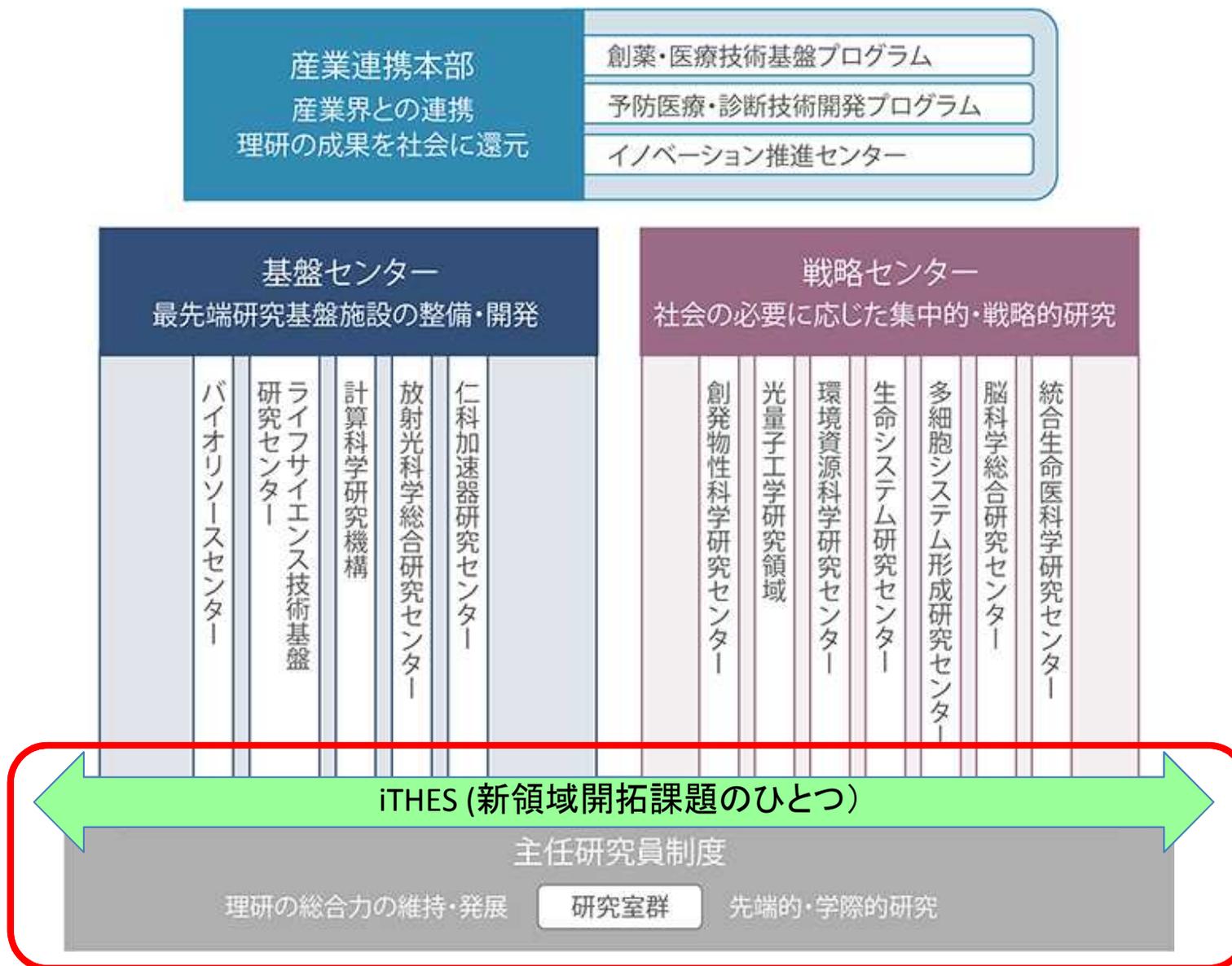


- 1917年創立の総合研究所  
科学者数：約2000名，国内キャンパス： 9， 海外ブランチ： 4
- 物理学、化学、生物・医科学、工学をカバー：低い分野間の垣根
- 世界屈指の大型施設  
放射光施設 SPring-8, 京コンピュータ, 重イオン加速施設 RIBF など
- 若手研究者の支援制度  
基礎特別研究員（ポスドク）, JRA(大学院生), IPA(留学生)



# 理研の研究体制

理研の研究活動の特徴として、産業連携本部、戦略センター群、基盤センター群、主任研究員研究室等の4つの異なる役割を持った体系に研究室を編成

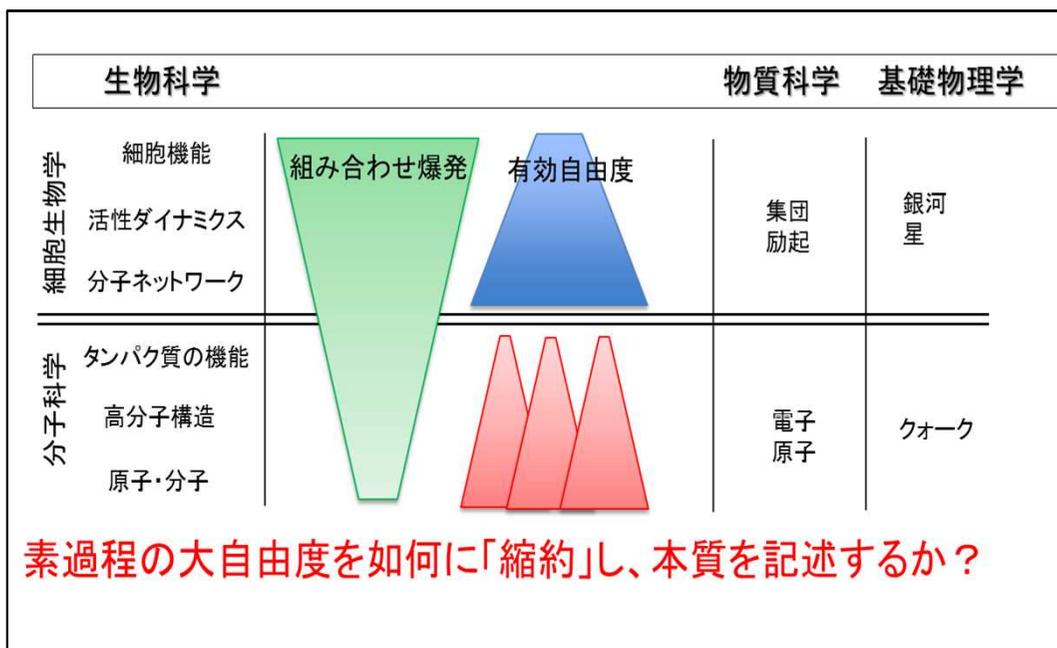


○ 学際的理論科学領域の開拓

基礎物理・物質科学・生物科学の理論研究者が結集し、新しい理論手法・計算手法の開発と共有を通して、時空間スケールやエネルギースケールの階層を超える

○ 根源的な問い: 自然界の多階層構造

大自由度システムが組み合わせ爆発、多階層構造の自発的生成機構



## iTHES Founders



**Tetsuo Hatsuda**  
RIKEN Nishina Center  
Chief Scientist  
iTHES Director

Theoretical Particle Physics



**Franco Nori**  
RIKEN CEMS  
Chief Scientist  
iTHES co-PI

Quantum Information



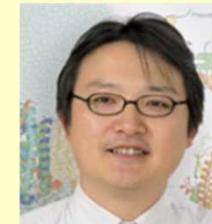
**Atsushi Mochizuki**  
RIKEN ILs  
Chief Scientist  
iTHES co-PI

Theoretical Biology



**Sigehiro Nagataki**  
RIKEN ILs  
Associate Chief Scientist  
iTHES co-PI

Theoretical Astrophysics

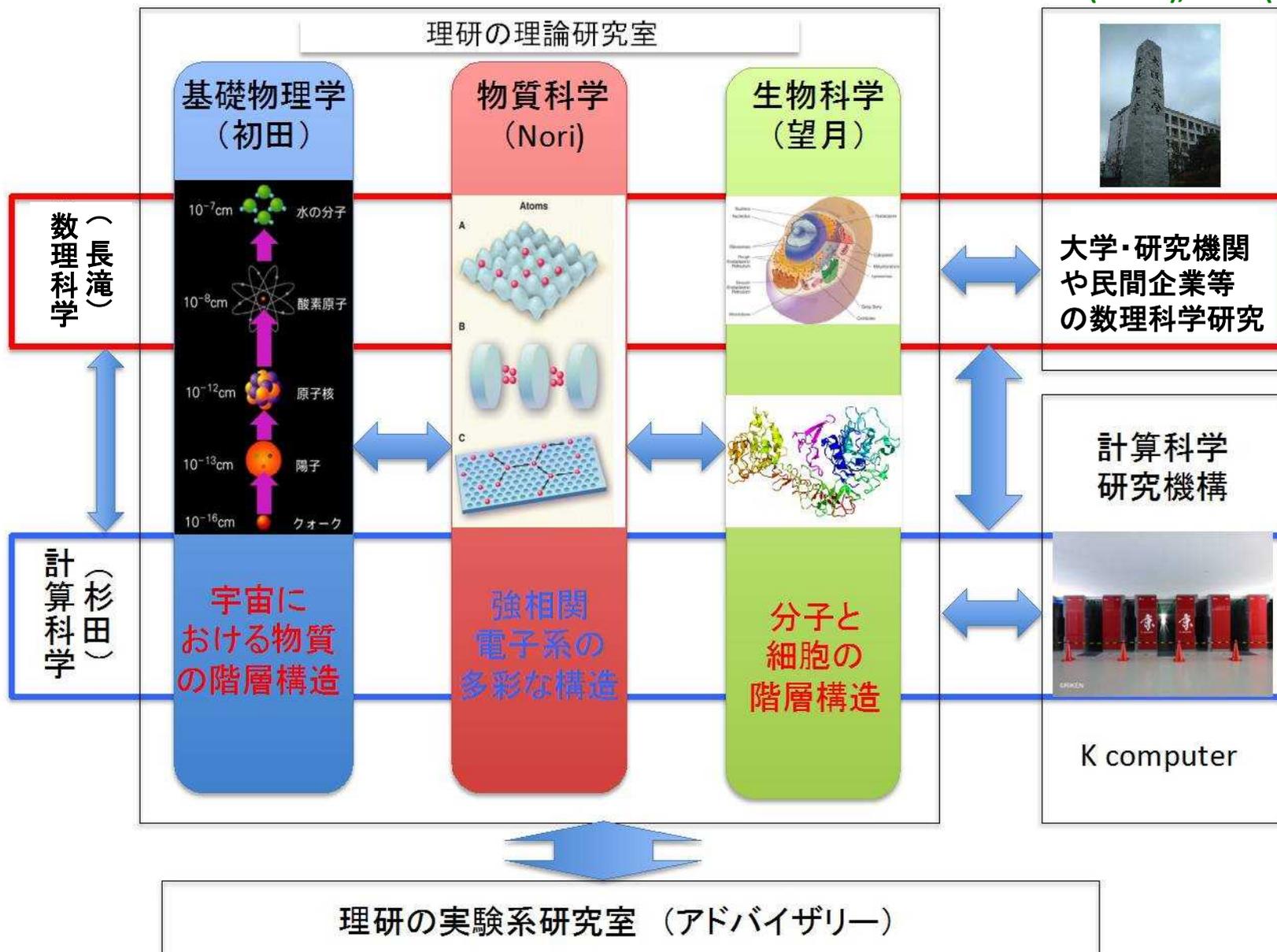


**Yuji Sugita**  
RIKEN ILs & AICS  
Chief Scientist  
iTHES co-PI

Computational Chemistry

# iTHESの縦系と横系

Kavli IPMU (U. Tokyo),  
 CTSR (Osaka U.)  
 KIAS (Korea), NCBS (India) ...



## iTHES PIs (Physics, Chemistry, Biology, Comp. science)

ithes-phys



**T. Hatsuda**



**T. Nakatsukasa**

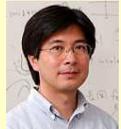


**E. Hiyama**

ithes-cond



**F. Nori**



**A. Furusaki**



**S. Yunoki**

ithes-bio



**A. Mochizuki**



**Y. Sugita**

ithes-mcc



**S. Nagataki**



**T. Nakajima**



**T. Miyoshi**

### iTHES Senior Fellows



**G. Baym**  
(UIUC)



**T. Terasawa**  
(U. Tokyo)



**F. Marchesoni**  
(INFN)

## iTHES Fellows (recruited internationally)

### **N. Iizuka**

String theory  
& Cond. Matter

→ Osaka

### **T. Kanazawa**

Nuclear theory  
& Neuroscience

### **N. Yamanaka**

Particle theory  
& Comp. science

### **S. Wanajyo**

Nuclear  
astrophysics

→ Sophia U.

### **M. Taki**

Mathematical phys.  
& meta-materials

### **P. Ghosh**

Dissipative dynamics  
& photosynthesis

→ Kolkata

### **K. Bliokh**

Quantum optics  
& Mathematical phys.

→ CEMS

### **R. Johannsson**

Condense matter  
& Comp. physics

→ Rakuten

### **X.Y.Lu**

Quantum information  
& Material design

→ Huazhong

### **Y.Kamiya**

Condensed matter  
& Compt. physics

### **W. Nishima**

Molecular dynamics  
& bioinformatics

### **I. Yu**

Molecular dynamics  
& system biology

### **K. Uriu**

Theoretical biology  
& collective cellular  
Behaviors → Kanazawa

### **K. Meda**

Applied mathematics  
& Metabolic network

→ Kansei gakuin

### **Beom Hyun Kim**

Material science  
& Compt. physics

### **A. Tanaka**

String theory  
& Mathematical physics

### **K. Kyutoku**

Astrophysics  
& Compt. physics

### **Y. Yokokura**

Black hole  
& Information theory

**+ iTHES Associates**

**~ 50 scientists**



21 September 2015

## How to solve the world's biggest problems

Interdisciplinarity has become all the rage as scientists tackle climate change and other intractable issues. But there is still strong resistance to crossing borders.

Heidi Ledford

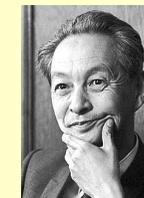
In some other countries, the experiment has just begun. (中略) In Japan, theoretical physicist Tetsuo Hatsuda left the University of Tokyo in part because he felt that the boundaries between disciplines were too heavily enforced there.

In 2013, he joined the RIKEN research institute in Wako, Japan, and launched an interdisciplinary team of theoretical physicists, chemists and biologists to work out techniques that will accelerate all three fields. He hopes that the effort will stimulate more interdisciplinary work in the country. “Japan is a little behind other countries,” he says. “Theoretical science is a good starting point because it is easy for us to interact.”



Illustration by Dean Trippe

『「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)

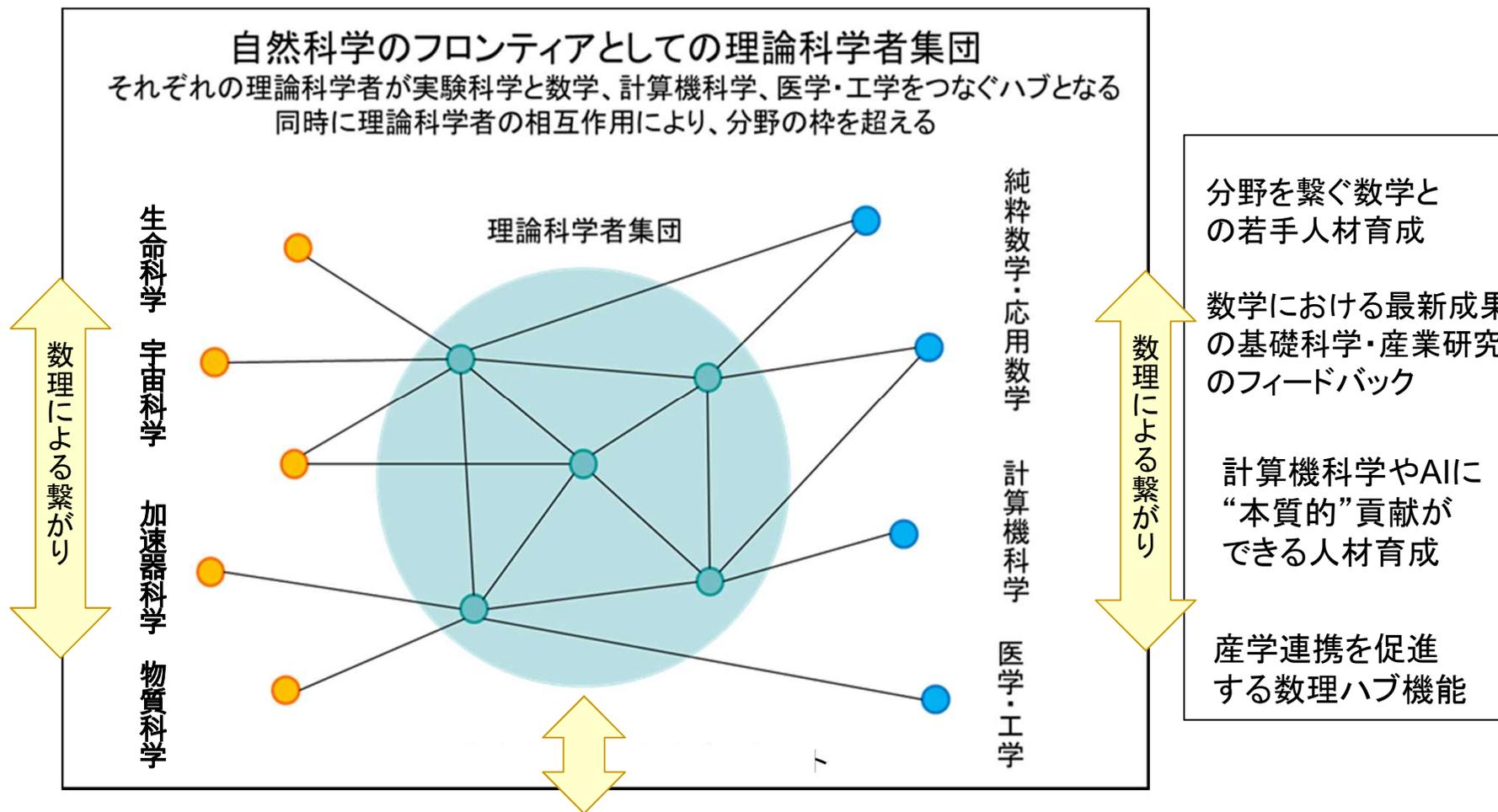
**意欲のある若手研究者が分野を飛び越えて活躍できる土壌作り**

**iTHES若手研究員(2年任期または4年任期、国際公募)  
早くも分野融合と頭脳還流がおりつつある**

I氏	(超弦理論と物性物理)	K氏	(原子核物理と神経科学)
Y氏	(素粒子論と計算科学)	T氏	(超弦理論とメタマテリアル)
W氏	(宇宙における元素合成)	B氏	(量子光学と数理科学)
J氏	(物質科学と量子シミュレータ)	G氏	(量子科学と光合成)
X氏	(量子情報と物質設計)	K氏	(物性理論と計算科学)
U氏	(細胞生物と基礎物理)	M氏	(情報工学と生体ネットワーク)
F氏	(分子科学と細胞生物)	Y氏	(計算科学と細胞機能)
K氏	(物質科学と計算物理)	T氏	(超弦理論と数理科学)
H氏	(宇宙物理と計算科学)	Y氏	(重力理論と情報科学)

青字は、iTHES研究員を経て大学や民間の常勤研究職へ  
(=優秀な若手数理研究者の輩出)

# iTHESの基本概念と拡がり



分野を繋ぐ数学との若手人材育成

数学における最新成果の基礎科学・産業研究のフィードバック

計算機科学やAIに“本質的”貢献ができる人材育成

産学連携を促進する数理ハブ機能

- ・「細胞集団パターン形成の数理科学による解明」 (生命科学と数理・計算科学)
- ・「宇宙における有機分子生成と生命の起源の解明」 (生命科学と計算化学/計算物理)
- ・「光学迷彩(クローキング)の基礎数理とその工学的実現」 (物質工学と数理科学)

# iTHES: 分野横断研究の活性化

## 理研内外における 理論研究者連携の芽を形成

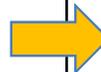
- iTHES 定例コロキウム (2カ月毎)
- iTHES セミナー (~4-5回/月)
- iTHES Workshop (~1回/月)
- iTHES 産学連携レクチャー (2カ月毎)
- iTHES 週刊ニュースレター (現在91号)
- iTHES コーヒーミーティング (毎週金曜)



iTHES コロキウム



iTHES ワークショップ



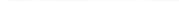
10<sup>th</sup> (April.8,2015)  
“Active Cell Surface”  
M. Rao (NCBS)



12<sup>th</sup>(Sep.15,2015)  
“Weather prediction”  
T. Miyoshi (AICS)



9<sup>th</sup>(Jan.8,2015)  
“Cell Mechanics”  
M. Sano (Tokyo)



11<sup>th</sup>(July.6,2015)  
“Information processing”  
T. Sagawa (Tokyo)



13<sup>th</sup> (Nov.10,2015)  
“Complex systems”  
K. Aihara (Tokyo)



### iTHES 定例コロキウム



8<sup>th</sup> (Sep. 16, 2014)  
“Enhanced Sampling techniques”  
Y. Okamoto (Nagoya)



7<sup>th</sup> (June 8, 2014)  
“How life explored 3-dimensions”  
R. Sinclair (OIST)



6<sup>th</sup> (April 8, 2014)  
“HBT: stars to nuclei and electrons”  
G. Baym (Illinois)



5<sup>th</sup> (Jan.31, 2014)  
“Community ecology”  
K. Tokita (Nagoya)



4<sup>th</sup> (Dec.4, 2013)  
“Quantum universe”  
H. Murayama (IPMU)



3<sup>rd</sup>(Nov.5, 2013)  
“Astrobiology”  
S. Maruyama (TIT)



2<sup>nd</sup>(July 9, 2013)  
“Quantum measurement”  
M. Morikawa (Ocha-dai)

1<sup>st</sup> Colloquium(May 21, 2013)  
“Quantum teleportation”  
A. Furusawa (Tokyo)

# iTHES: 分野横断研究の活性化

## 理研内外における 理論研究者連携の芽を形成

- ・ iTHES 定例コロキウム (2カ月毎)
- ・ iTHES セミナー (~4-5回/月)
- ・ iTHES Workshop (~1回/月)
- ・ iTHES 産学連携レクチャー (2カ月毎)
- ・ iTHES 週刊ニュースレター (現在105号)
- ・ iTHES コーヒーミーティング (毎週金曜)

## [定例 iTHES コーヒーミーティング] (毎週金曜 12:30-)



iTHES コロキウム



iTHES ワークショップ

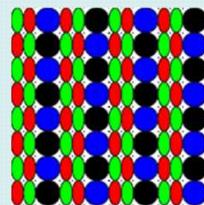


## iTHES 連携研究者

- ・素粒子論 → 理論生物学  
代謝ネットワークの縮約理論  
論文投稿中

## iTHES 連携研究者

- ・ブラックホール → 理論生物学  
網膜細胞のパターン形成  
論文執筆中



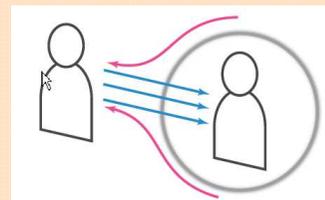
## iTHES 研究員

- ・原子核理論 → 数理生物学  
染色体凝縮・分離の理論  
論文執筆中



## iTHES 研究員

- ・数理解物理学 → 物質工学  
光学迷彩(透明マント)の理論  
論文掲載済



計算科学

工学

素粒子

生物学

iTHES

宇宙科学

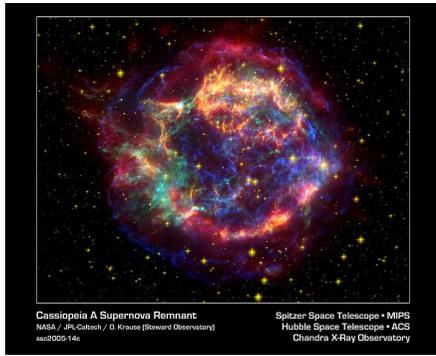
原子・分子

原子核

物質科学

# iTHES: 最前線の計算機シミュレーション研究が進行

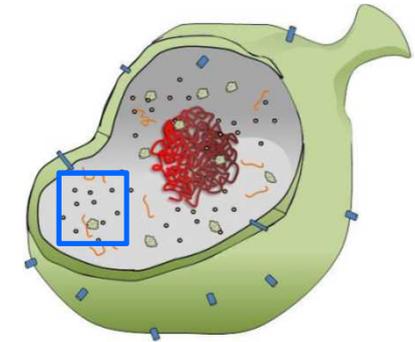
4x10<sup>13</sup> km



瀧脇知也 (iTHES 連携研究者)



優一石 (iTHES 若手フェロー)

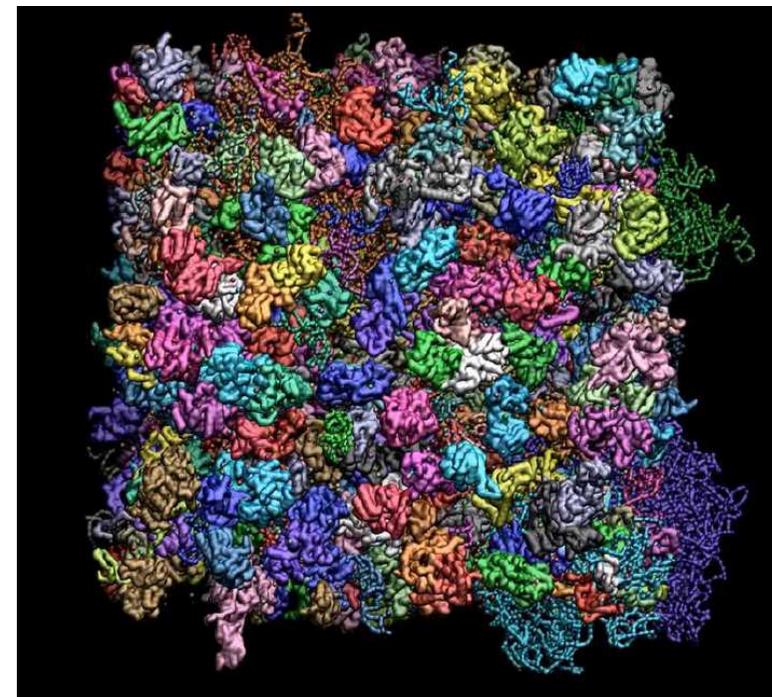
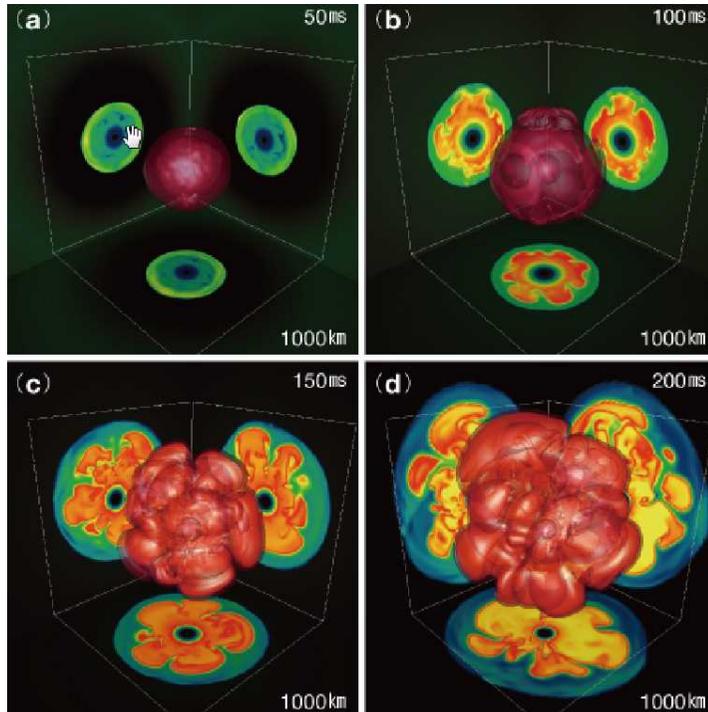


300nm

京コンピュータを用いた  
世界初のニュートリノ輸送入り  
3D超新星爆発シミュレーション

京コンピュータを用いた  
世界初のバクテリア細胞内  
全原子シミュレーション

1000 km



100 nm, 10<sup>8</sup> atoms

第1回 2014年11月6日 @Kavli IPMU  
 「理論科学の最前線  
 - 物質、生命、宇宙 -」

Kavli IPMU – RIKEN iTHES – Osaka TSRP Symposium  
**Frontiers of Theoretical Science  
 – MATTER, LIFE and COSMOS –**  
 Nov. 6 (Thu) 2014 @ Kavli IPMU

Invited talks:

**H. Ooguri (Kavli IPMU / Caltech)**  
 “String Theory and Its Applications  
 in Mathematics and Physics”

**H. Murayama (Kavli IPMU / UC Berkeley)**  
 “Higgs mechanism without Lorentz invariance”

**F. Nori (RIKEN)**  
 “Quantum Circuits as Artificial Atoms on a Chip”

**Y. Sugita (RIKEN)**  
 “All-atom molecular dynamics simulations  
 of biological systems using supercomputers”

**K. Fujimoto (Osaka)**  
 “Dynamics of Multicellular Living Matter”

**E. Komatsu (Max Planck / Kavli IPMU)**  
 “The Early Universe  
 wave Background”

Registration: <http://www.ipmu.jp/access-0>  
 Contact: [igehiro.nagataki@riken.jp](mailto:igehiro.nagataki@riken.jp)

Organized by:  
 Kavli IPMU, The Univ. of Tokyo  
 Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (IPMU), The Univ. of Tokyo  
 International Theoretical Science (iTHES) Research Group, RIKEN  
 Science Research Project (TSRP), Osaka Univ.









第2回 2015年11月17日@阪大  
 「International WS:  
 Nambu and Science Frontier」

Osaka CTSR  
 Kavli IPMU  
 RIKEN iTHES  
 International Workshop  
**Nambu and  
 Science Frontier**  
 17th Nov. 2015  
 H701 Lecture Room  
 Faculty of Science,  
 Osaka University  
 (Toyonaka Campus)

Topics of the workshop include

- Nambu-Goto action for strings and higher dim. objects
- Nambu-Goldstone theorem and its extensions
- Nambu-Jona-Lasinio model and its generalizations
- Nambu-Bethe-Salpeter equation and its applications
- Nambu bracket for quantizing membrane and M-theory
- Higgs inflation
- GCD chiral phase transition
- Symmetry breaking in physical biology

Invited speakers

- Kenji Fukushima / Univ. of Tokyo
- Koji Hashimoto / Osaka Univ.
- Simeon Hellerman / Kavli IPMU
- Noriyoshi Ishii / Osaka Univ.
- Kota Masuda / RIKEN iTHES
- Yu Nakayama / Kavli IPMU / Caltech

<http://kabuto.phys.sci.osaka-u.>

OSAKA UNIVERSITY | IPMU | RIKEN  
 Core for Theoretical Science Research (CTSR), Osaka Univ. | Kavli IPMU, The Univ. of Tokyo | Interdisciplinary Theoretical Research Group (iTHES), RIKEN

理論物理、数学から50名の参加

## 優秀な理論研究者と産業界の基礎科学を通じた“お見合い”

### ○ 産学連携数理レクチャーシリーズ

- |              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| 第1回: 自動運転    | (自動車メーカー)   | 8/8/2014   |
| 第2回: 金融工学    | (金融企業)      | 9/30/2014  |
| 第3回: 数値実験    | (国内ベンチャー企業) | 12/18/2014 |
| 第4回: 自動翻訳    | (IT企業)      | 2/2/2015   |
| 第5回: 人工知能    | (IT企業)      | 5/12/2015  |
| 第6回: 計算創薬    | (製薬企業)      | 10/22/2015 |
| 第7回: 自動運転とAI | (自動車メーカー)   | 11/20/2015 |

### ○ iTHES – IT企業 共同セミナー

2/2, 2/16, 6/22, ... 2015

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催  
第2回 産学連携数理レクチャーシリーズ

### 入門: 金融工学と金融実務

講師: 高野康, 羽柴次郎  
(みずほ第一ファイナンシャルテクノロジー株式会社)

2014年9月30日(火) 14:00-18:00  
理研・統合支援施設大会議室 (メインカフェテリア2階)

**【講義内容】**

1. 金融工学と金融実務の概要
2. 金融工学における数理モデル
3. 金融工学の諸課題

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催 第4回 産学連携数理レクチャー  
The 4<sup>th</sup> iTHES Academic-Industrial Lecture

### How Google Translates

Lecturer: Dr. Hideto KAZAWA  
(Google, Senior Engineering Manager)

Feb.2 (Mon.) 2015 15:00-17:00

[Lecture + Q&A]

1. An Inside Look at Google's Research
2. How Machines Translate

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催 第5回 産学連携数理レクチャー  
The 5<sup>th</sup> iTHES Academic-Industrial Lecture

### 計算創薬研究の最近の進展

自由エネルギー計算によるドラッグデザイン  
Recent advances in computational drug discovery research

Oct 22 (Thu) 2015, 15:00 – 17:00  
講師: 小久保 裕功 (武田薬品工業株式会社)  
Hironori Kokubo (Takeda Pharmaceutical Company)

No Registration Necessary. Feel Free to Join!  
Talks are in Japanese, while slides are in English.

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催  
第3回 産学連携数理レクチャーシリーズ

### ものづくりにおけるシミュレーション技術の発展と産学連携の役割

講師: 池田 貴  
(理研ベンチャー先端力学シミュレーション研究所株式会社)

2014年12月18日(木) 15:00-17:00  
理研・統合支援施設大会議室 (メインカフェテリア2階)

**【講義内容】**

1. ものづくりにおけるシミュレーション技術の現状
2. シミュレーション技術の発展における産学連携の役割
3. 技術的な課題と今後の展望

入場無料・登録不要。興味のある方はお気軽にご参加ください。

連絡先: 長尾重博(理研iTHES分野横断型数理・計算連携研究チーム) shigehiro.nagataki@riken.jp  
主催: 理論iTHES研究推進グループ [http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter\\_theor\\_sci/](http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter_theor_sci/)  
協力: 理研ベンチャー先端力学シミュレーション研究所株式会社 <http://www.astom.co.jp/>

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催 第5回 産学連携数理レクチャー  
The 5<sup>th</sup> iTHES Academic-Industrial Lecture

### 人工知能: 現状と未来

Artificial Intelligence : Present and Future

May 12 (Tues.) 2015, 14:00-17:00

講師:

- 松尾豊 (東京大学大学院工学研究科) 「ディープラーニングの現状と未来」
- 山川宏 (ドワンゴAI研究所) 「汎用化するAIと全脳アーキテクチャー」
- 高橋恒一 (理研QBIC) 「AIと科学技術」

No Registration Necessary. Feel Free to Join!  
Talks are in Japanese, while slides are in English.

Contact: Shigehiro Nagataki (iTHES MATH-COMP Team Leader) shigehiro.nagataki@riken.jp Okochi Hall  
Sponsored by RIKEN iTHES [http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter\\_theor\\_sci/](http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter_theor_sci/)

理論科学連携研究推進グループ(iTHES)主催 第7回 産学連携数理レクチャー

### 自動運転と人工知能

Autonomous Car and Artificial Intelligence

金道敏樹 博士 (トヨタ自動車)

2015年11月20日(金) 13:30-16:00 @ 大河内ホール

**第一部**  
13:30-14:30 自動運転技術と情報フィルタ

**第二部**  
15:00-16:00 人工知能と要素技術

入場無料・登録不要。興味のある方はお気軽にご参加ください。

連絡先: 長尾重博(理研iTHES分野横断型数理・計算連携研究チーム) shigehiro.nagataki@riken.jp  
主催: 理論iTHES研究推進グループ [http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter\\_theor\\_sci/](http://www.riken.jp/research/labs/rg/inter_theor_sci/)  
協力: トヨタ自動車 <http://www.toyota-global.com/>



# iTHES数理計算連携チームと企業(JSOL)の共同研究

## Google Cloud Platformの活用によりレンダリング処理を200倍高速化

プレスリリース <http://www.jsol.co.jp/release/2015/151130.html>

2015年11月30日

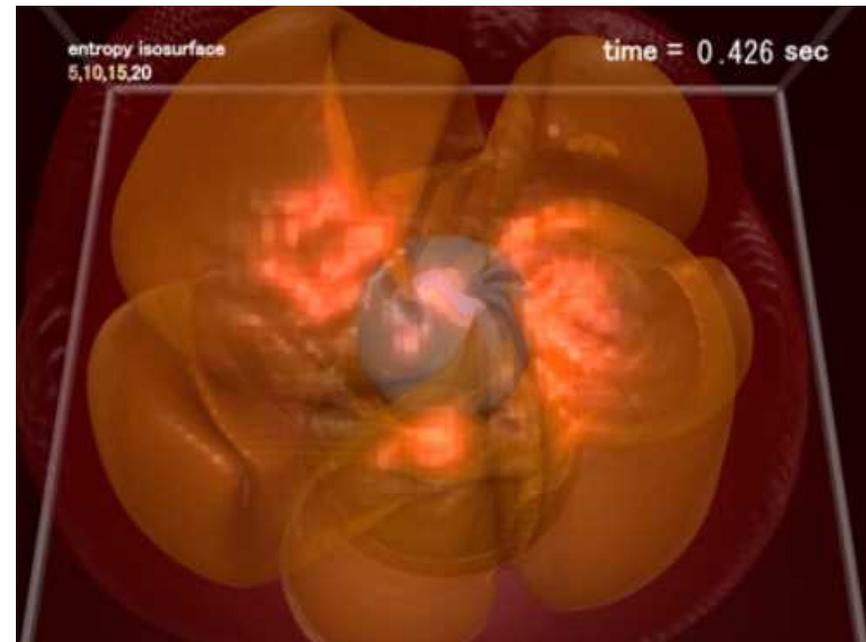
株式会社JSOL

国立研究開発法人理化学研究所

株式会社JSOL(代表取締役社長:中村 充孝、以下「JSOL」)は、国立研究開発法人理化学研究所(理事長:松本 紘、以下「理化学研究所」)と共同でGoogle Cloud Platformを活用することで、レンダリング(画像化)の処理時間に関して、従来比200倍の高速化を実現しました。

近年、各種研究分野において、解析処理の高速化に対する要求は強まってきていますが、スーパーコンピュータによる大規模シミュレーションの解析結果を画像化および映像化する場合、膨大な時間が費やされることが問題となっています。学会発表や論文投稿などの期限が定まった状況でのデータの可視化には効率化が求められています。

本取り組みは、超新星・ガンマ線バーストの爆発メカニズムの解明の研究において、解析終了後の学会発表、投稿に向けて必要なレンダリング処理をGoogle Cloud Platform上で多数のコンピュータリソースを活用して並列処理することで、従来個別システムにて17日費やしていた処理を4.8時間までに短縮しました。



今後は、レンダリング処理に限定せず、各種研究活動にご活用いただけるように、本取り組みの普及を目指してまいります。JSOLでは、このような取り組みを通じて、研究者のデータ処理に関わるコスト負担を圧縮することを支援し、学術の発展に貢献するとともに、研究分野から生み出される成果を社会が求める革新的技術としてより早く届けられるように事業を推進してまいります。

理化学研究所では、現在、計算科学を媒介として、異なる学問分野の知見を統合していく学際的な研究を累進しております。さらにその先の展開として、学問分野だけではなく、こうした形で産業界との連携を進めていきたいと考えています。17

## 1. 国内外の大学生・大学院生受け入れ(年間1,300人前後)

- ✓ **大学院生リサーチ・アソシエイト制度(JRA)**  
国内大学院生約150人を対象に、博士課程研究期間中、原則3年を上限に経済的支援を提供。大学院との国内連携大学院制度を通じて、大学院生が博士論文・修士論文を理研を執筆。
- ✓ **国際プログラム・アソシエイト制度(IPA)**  
国内外の大学院・研究機関との協定に基づき、外国籍博士課程学生を受入れ(約110名)、原則3年を上限に、学位取得のための研究指導を実施。その間、経済的支援(滞在費・宿舍費)を提供。
- ✓ **国内連携大学院制度**  
大学院生が理研に滞在し、研究を行うと共に博士論文・修士論文を執筆。
- ✓ **サマープログラム等**  
BSI(脳科学研究センター)やIMS(統合生命医科学研究センター)によるサマープログラム、RNC(仁科センター)によるサマースクール、米・ハーバード大学からのインターンシップ受け入れ等を通じて、海外の学生を育成。

## 2. 国内外の博士号取得者の受け入れ

- ✓ **基礎科学特別研究員(年間約180名)**  
博士号を取得した国内外の若手研究者を採用し、研究者個人の自由な発想を重んじ、自らの研究課題を自発的、自主的に推進できる機会を3年を上限に提供。