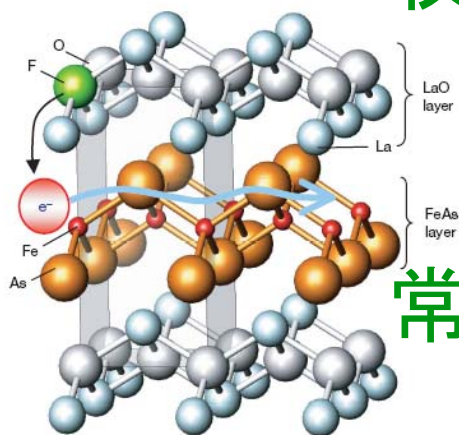


# 理学部物理学科ガイダンス

## 「21世紀の物理学」

牧島一夫（宇宙物理実験、教授）

- ・物理学科の教育体制
- ・一般物理学の研究



常行真司（物性理論、教授）

- ・物性物理学の研究



浅井祥仁（素粒子実験、准教授）

- ・素粒子と原子核の研究

# 理学部物理学科とは

<http://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/>

2002年度  
ノーベル物理学賞  
小柴昌俊名誉教授  
(右は佐藤勝彦教授)



2008年度  
ノーベル物理学賞  
南部陽一郎博士  
(物理学科卒業)



## 物理学とは

- ・ 少数の**基礎法則**(運動方程式)とその**実証**にもとづき、広範な自然現象を統一的に理解。
- ・ 極微の素粒子から宇宙全体まで**60桁にも及ぶ時間/空間スケール**を扱う、壮大な学問。

## 東大・理学部・物理学科とは

- ・ 35名の教授＋准教授＋講師が、**物理学の諸分野と境界領域**を密にカバー。
- ・ 東大の中で最も**国際競争力の高い**学科/専攻の1つとして、世界最先端の研究をアクティブに展開。
- ・ 卒業生は**基礎研究分野**はもちろん、広範な職業で世界を舞台に広く活躍。

# 物理学科に進学するには

## 【要求科目】

- ・**基礎実験**:「基礎物理学実験、基礎化学実験」(計4単位)または「基礎物理学・化学実験、基礎生命科学実験」(計4単位)
- ・**数理科学**:「数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅰ演習、数学Ⅱ演習」(計12単位)
- ・**物質科学**:「力学、電磁気学、熱力学または化学熱力学、構造化学、物性化学」(計10単位)
- ・**生命科学**:「生命科学、生命科学Ⅰ、生命科学Ⅱ」から1科目(2単位)

## 【要望科目】

- ・**総合科目E(物質・生命)の「振動・波動論」**→量子力学の理解に重要。

## 【進学振分け】

第一段階で希望通りにならなくとも、諦めず第二段階でも物理を志望して欲しい。実際に過去3年くらい、かなりの人が第二段階で希望通り進学できている。

# 物理学科のシラバス(1)

$$i\hbar \frac{\partial \phi}{\partial t} = \left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + U(x) \right] \phi(x)$$

## 【3年生講義科目】

[必修(7科目)、選択]

量子力学 II,III

統計力学 I, II

物理数学 II

電磁気学 II,III

物理数学 III

現代実験物理学 I, II

流体力学

生物物理学

## 【4年生講義科目】

[選択: 3+4年で $\geq 16$ 科目]

場の量子論 I,II

素粒子・原子核物理学 I,II

一般相対論

プラズマ物理学

固体物理学 I,II

量子光学

化学物理学

宇宙物理学

物性物理学特論

生物物理学特論

現代物理学入門



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

# 物理学科のシラバス(2)

## 【学生実験(必修;3年)】-- 物理学は実証科学

月水木の午後いっぱい。夏学期は、計算機、放射線、真空技術、X線結晶回折、エレクトロニクス1、同2の6テーマ。冬学期は、より専門的なテーマを4つ。



## 【理論演習(必修;3年)】-- 基礎物理の訓練

火金の午後。量子力学、統計力学、物理数学などの基礎的な問題を、交代で黒板で解く。ひじょうに力がつく。



## 【少人数ゼミナール(必修;3年冬学期)】

学生が希望する教員を選び、少人数(3~4名)教育を受ける。英語テキストや英語論文の輪講など。

## 【卒業研究(必修;4年)】

夏学期と冬学期で異なる研究室に所属、週3日の午後に「特別実験」および「理論演習」を行なう。⇒ 常行先生、浅井先生



# 課外活動

## (1) 五月祭 (3+4年生の有志)

“Physics Lab. 200n”

MFアワーズ学問・展示・実演部門で  
2007年度は全学2位、2008年度は優勝！

- ・電波望遠鏡を自作し宇宙背景放射を実測
- ・米粒の雪崩や燃える紙に潜む臨界現象
- ・衝撃波および渦の数値計算
- ・「量子的もつれ」の効果の検証
- ・液体ヘリウムを用い、超伝導・超流動現象を実演



## (2) オープンキャンパス (全学、2009/8/6)

一般参加者に対し、研究室の公開・説明、模擬授業など

## (3) サイエンスカフェ (理学部、年に1~2回)

高校生などを対象、学部生や大学院生との懇談

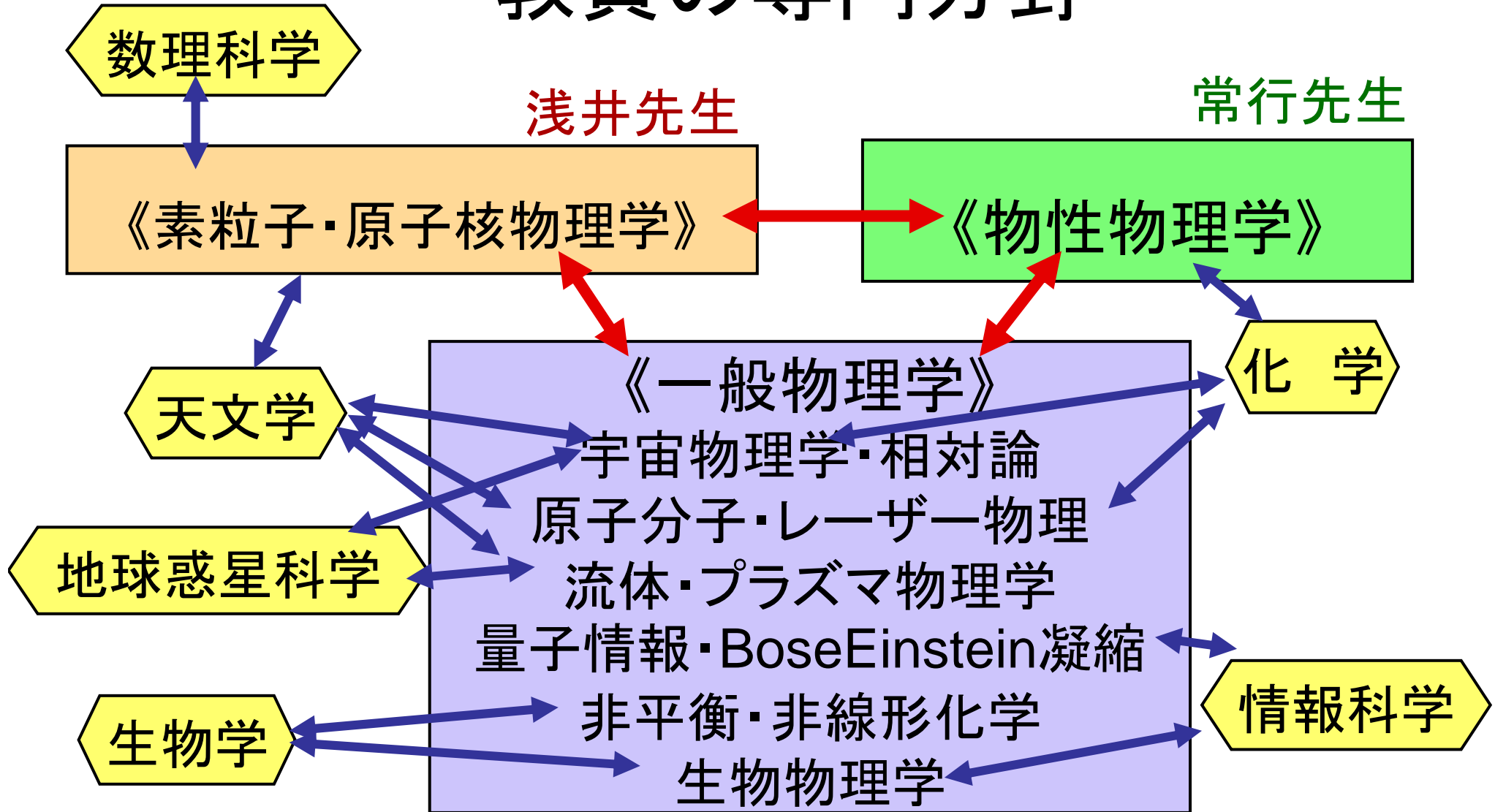


# 卒業生の進路

	学部			大学院修士		
	2009年 3月	2008年 3月	2007年 3月	2009年 3月	2008年 3月	2007年 3月
東大物理大学院	55	47	48	49	51	58
それ以外の大学院	15	14	16	5	1	2
就職	2	1	5	45	50	48
その他	2	0	1	1	1	1
卒業生総数	74	62	70	100	103	109

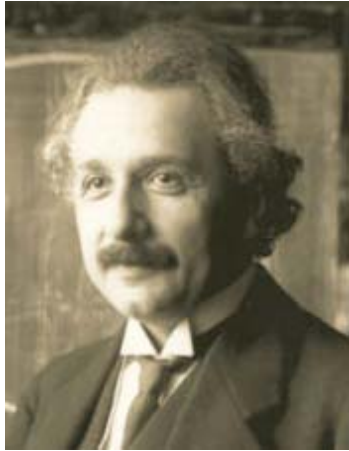
卒業生は、基礎研究の分野はもちろん、技術・産業界、マスメディア、教育、コンサルティング・金融、官界などでも世界を舞台に広く活躍

# 教員の専門分野





# アインシュタインに続け



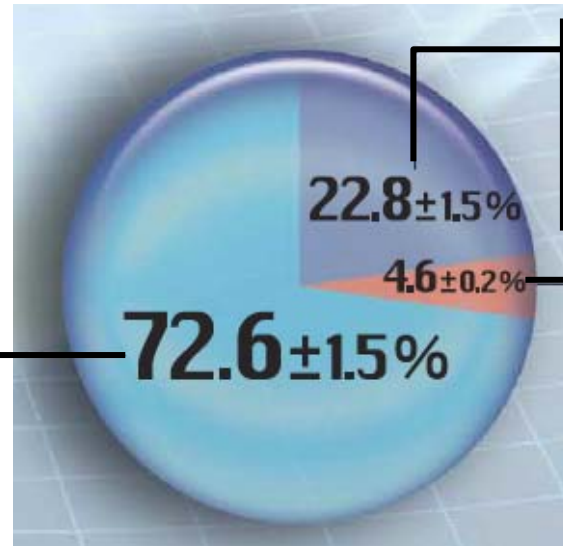
一般相対論 + WMAP衛星など  
最新技術による観測成果による、  
宇宙のエネルギー密度の配分

## 蓑輪研究室

**暗黒物質**。質量をもつが正体不明。相互作用の弱い未知の素粒子か？ **地下実験室**でその直接検出に挑戦。

通常**の物質**

**暗黒エネルギー**。「万有斥力」として宇宙膨張を加速させている。アインシュタインの宇宙項か。理論と、「すばる」望遠鏡による深宇宙のサーベイ観測で正体解明に挑む。



国立天文台に設置された  
重力波干渉計 TMA300

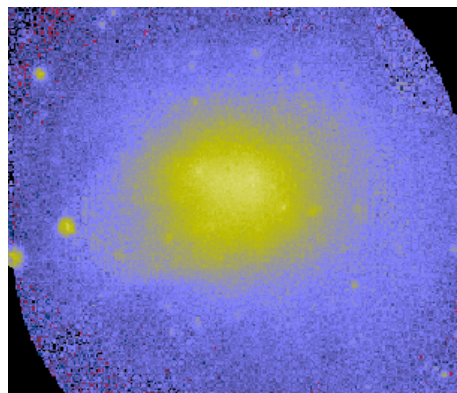


巨大な質量の運動による時空の歪みは、**重力波**として宇宙を伝わるはず。目指せ、**世界初の検出**。

## 坪野研究室

須藤研究室  
ビッグバンセンター  
横山研究室

# 宇宙も実験室も熱いぞ



ケンタウルス銀河団  
のX線画像

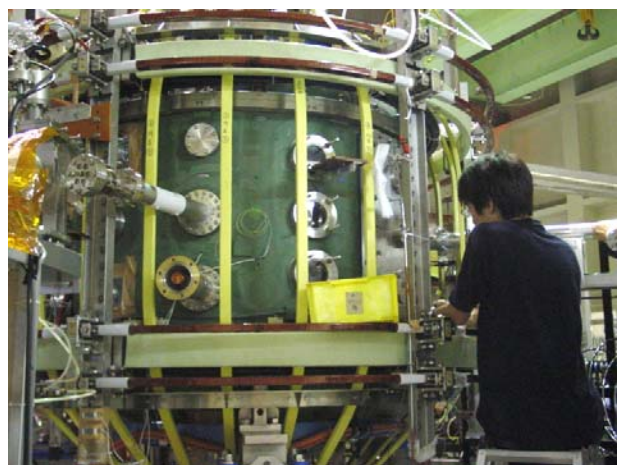
通常物質の大部分は銀河団の重力場を満たす**1億度の高温プラズマ**。衛星搭載装置を開発、プラズマからのX線を検出し暗黒物質の量を知る

**ブラックホール**も一般相対論の申し子。そこに吸い込まれるガスからのX線を「**すざく**」衛星で観測。

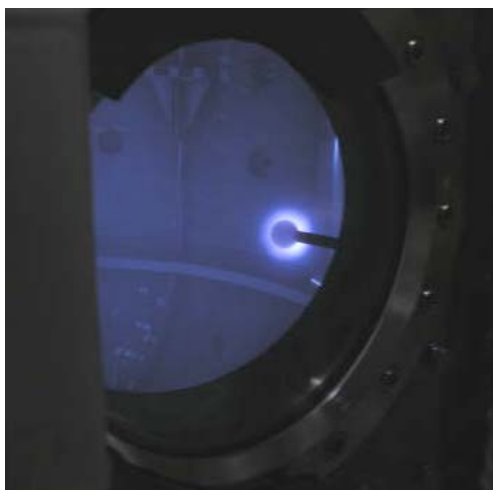


X線衛星「すざく」の  
打上げ(2005/7)

牧島・中澤研究室



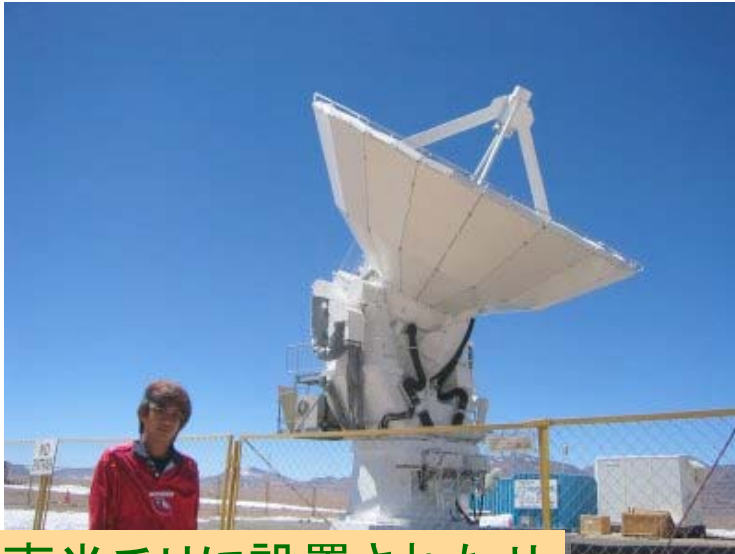
球形トカマクとそのプラズマからの発光



地上でも、強い磁場に閉じ込められたプラズマは約1億度まで加熱され原子核反応を起こす。**新しいプラズマ閉じ込め装置**を用い**熱核融合**に挑戦中。

高瀬・江尻研究室  
(柏キャンパス)

# 冷たい宇宙、揃った分子



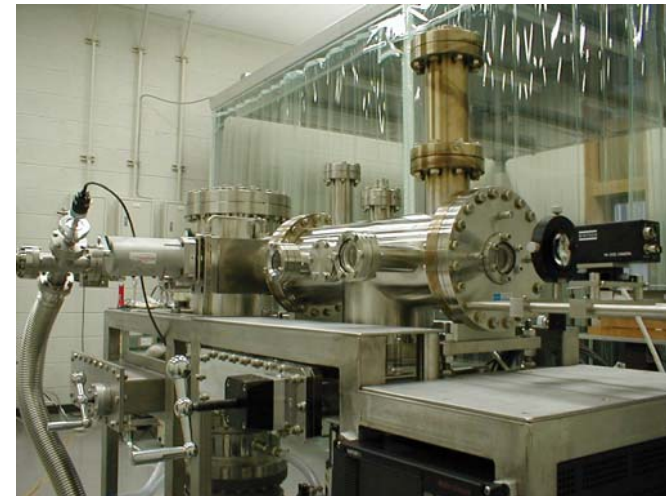
南米チリに設置されたサブミリ波望遠鏡

## 山本研究室

星間空間の暗黒星雲は、 $10\sim 30$  K の低温の世界。CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH など多様な分子が生まれ、星の揺籃ともなる。原子分子の出すサブミリ波を新開発の検出器で検知し、星の誕生や有機物の起源を探る。

## 酒井(広)研究室

気体分子の向きは通常まったくランダム。しかし超短パルスレーザーを照射するとその電場で、分子の向きを揃えることができる。レーザーは量子力学におけるボース・アインシュタイン凝縮の典型例。



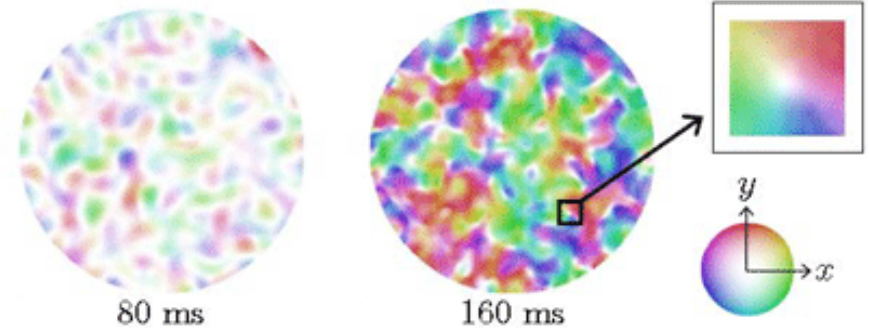
分子の向きを測る2次元イオンイメージング装置



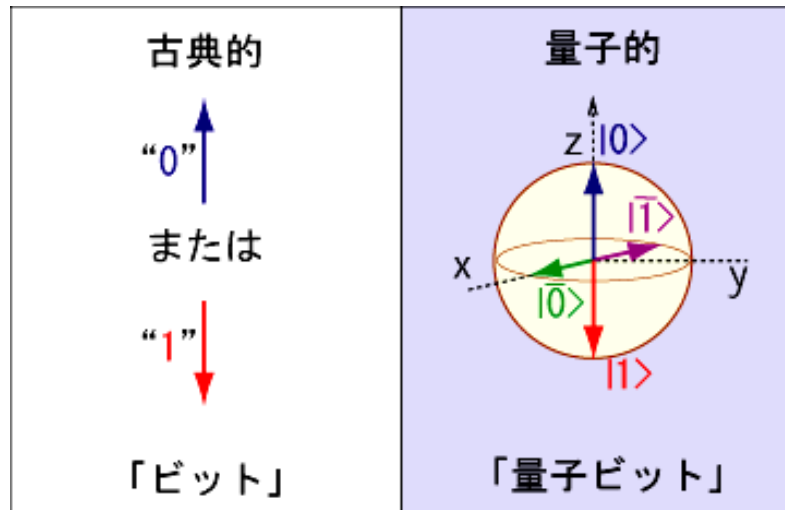
# 量子力学の魔界に踏み込む

## 上田研究室

1個の粒子の波動関数の位相は決まらない(不確定性関係)。しかし極低温では、ボース粒子 $10^{23}$ 個の波動関数の位相が一致するボース・アインシュタイン凝縮が起きる。これは対称性の自発的な破れの一種類。その結果、超伝導、超流動などの不可思議な現象が発生。それを理論とシミュレーションで探る。



ボース・アインシュタイン凝縮体でスピンの向きが揃って行くシミュレーション



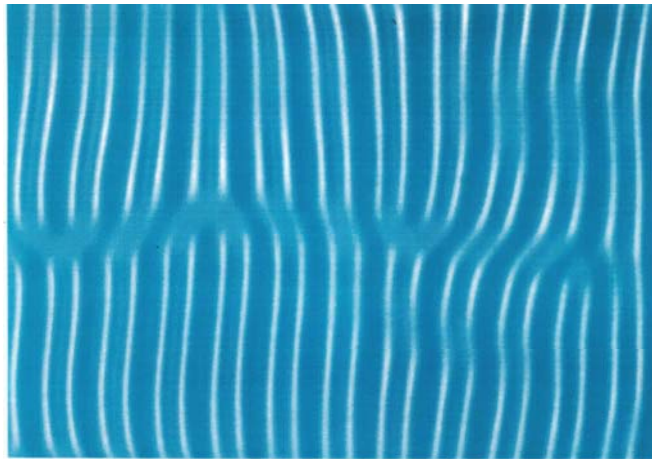
量子力学的な状態で表される量子情報を用い、普通の情報処理では不可能な、量子計算・量子暗号・量子通信を研究。これはまた量子力学の謎である「量子もつれ」の問題にも深く関わる。

## 村尾研究室

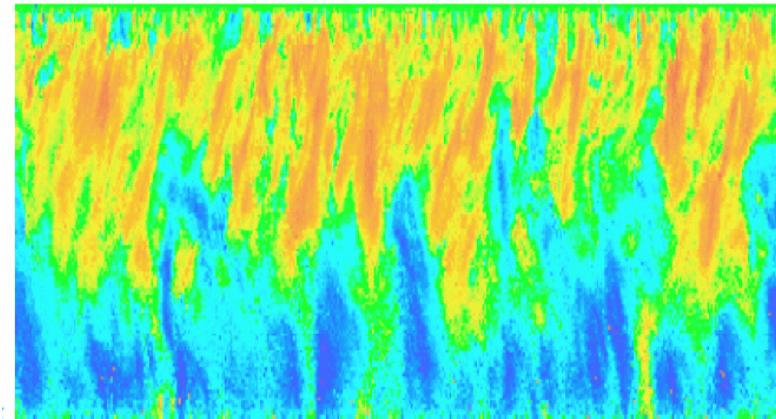
# 熱力学第2法則を超えて？

**熱力学の第2法則**: 系は熱平衡に向って進み、一様で等温になる。しかし平衡から大きく外れた開放系では、しばしば**自己組織化**により**自発的に構造**が発現し、熱平衡からさらに離れてゆく。そこに、**どんな新しい基本法則**があるのか？

## 佐野・原田研究室



液体中に自発的に発生した周期構造。



水銀中に発生した乱流を可視化したもの。揺らぎはコルモゴロフスペクトルを示す。

プラズマ、非線形媒質、宇宙、生物、社会現象などで広範に見られる。今後の大テーマ。

# 生き物を物理しよう

## 樋口研究室

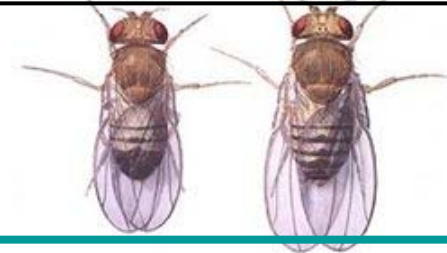
1分子イメージング技術を駆使し生体内組織を観察。細胞、筋肉組織、生物個体などの挙動を、分子レベルから解明する**分子生物学**を展開。

生物学者：地球外に高等生物が居るとはとて思えない。

物理学者：宇宙のどこかに必ず高等生物が居るはず。

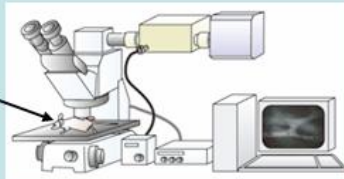
## 能瀬研究室(柏)

ショウジョウバエをモデル生物とした実験を通じ、脳内**神経回路の機能解明**をめざす。



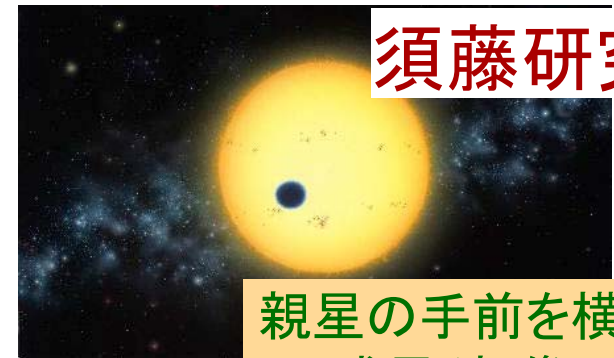
## 生体内ナノ撮像装置

明るい蛍光量子ドット マウス組織に導入 *In vivo* ナノイメージング装置



すでに228個の**太陽系外惑星**が発見されている。その探査を進め、**地球型惑星**を発見しその**環境**を調べよう。

## 須藤研究室



親星の手前を横切る惑星(想像図)

- ・生物に潜む「**基本法則**」は何か？
- ・有機物⇒遺伝情報⇒DNA⇒4種の塩基⇒G,C,A,Tのどこまでが必然で、どこからが偶然か？