

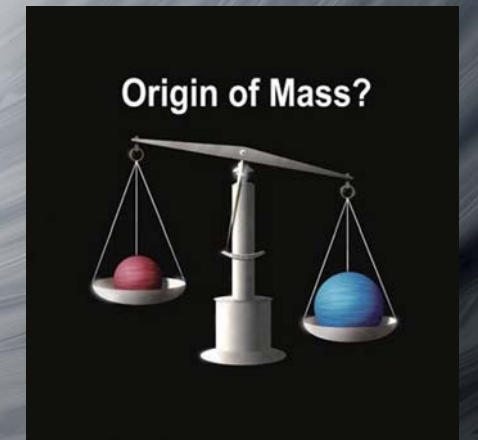


# 素粒子質量起源の謎に迫る

坂田昌一誕生一〇〇年と素粒子宇宙起源研究機構(KMI)の創設

2011  
11/9 (水)

- 16:30 開会 司会 杉山 直(名古屋大学高等研究院副院長)
- 16:30~16:35 開会のあいさつ 國枝 秀世(名古屋大学理学研究科長)
- 16:35~17:15  
坂田先生の生誕100年にあたって  
益川 敏英(名古屋大学特別教授、素粒子宇宙起源研究機構長)
- 17:15~17:55  
KMIでの素粒子論研究：  
素粒子質量起源の謎  
棚橋 誠治(名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター長・教授)
- 17:55~18:35  
高性能計算機システム・ファイで  
素粒子の質量起源の謎に挑む  
青木 保道(名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター 准教授)
- 16:30~16:35 閉会のあいさつ 近藤 孝男(名古屋大学高等研究院長)
- 18:40 閉会



LECTURE OF INSTITUTE FOR ADVANCED RESEARCH, NAGOYA UNIVERSITY

第7回 高等研究院レクチャー

要旨集

## 坂田先生の生誕100年にあたって

名古屋大学特別教授、素粒子宇宙起源研究機構長 **益川 敏英**



坂田先生がお亡くなりになってから既に40年が経過した。その間、素粒子物理学は坂田先生の遺された業績をもとに革命的発展を遂げてきた。今年は先生の生誕100年を記念する年にあたり、素粒子物理学もいままさに第2の革命期を迎えようとしている。

坂田先生は湯川秀樹氏の研究協力者として素粒子研究者としての第一歩をスタートするのだが、その後独自に湯川中間子と宇宙線中に見つかった粒子との矛盾を二中間子論で解決する仕事に始まり、C中間子論で朝永先生の繰り込み理論の端緒をつくる等、有名な坂田の複合粒子模型以外にも重要なお仕事を多く残しておられる。

先生は、旧制甲南高校の先輩で、『自然弁証法』の記者である加藤正より自然弁証法を学び、研究を進める際も研究がどのような道筋で発展していくのかを考察され、唯物弁証法の重要性を強調されご自身も多くの著作物を残されている。そして時折それらを短いスローガンにまとめ、今何が重要で、どのような視点が要るのかを示しておられた。『形の論理と物の論理』とか、『兼せ聴けば明るく、偏り信ずれば暗し』等。また、『最良の組織と最高の哲学』が在れば凡人でも良い物理は出来る。坂田研究室には此れが在るから、君たちは良い研究が出来る、と研究の指針を与え同時に励ましておられた。

この講演では、坂田先生の生誕100年のこの機会に先生のこれらの業績とひととなりを紹介し、現在の科学研究を進めるうえでの手がかりとしたい。

### 【用語解説】

加藤正（かとうただし、1906年～1949年）哲学者。著作に「弁証法の探究」など。

## KMIでの素粒子論研究:素粒子質量起源の謎

名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター長・教授 **棚橋 誠治**



2010年4月に名古屋大学に素粒子宇宙起源研究機構（KMI）が創設された。この機構は、名古屋大学でのこれまでの素粒子物理・宇宙物理研究の輝かしい伝統を発展させるべく、理学研究科、多元数理科学研究科、太陽地球環境研究所に所属する素粒子理論・実験分野、宇宙理論・観測分野、宇宙線研究分野の関連研究者を結集し、さらには素粒子理論に計算物理学の手法も取り入れ、現在の標準理論を超える現代物理学の新たな地平を開拓することを目的としている。これらの分野では、今後数年のうちに現在の標準理論を覆す発見がなされ、素粒子起源の解明にせまる革命期を迎えるものと期待されている。

この講演では、KMIの組織・目標を紹介するとともに、現在の素粒子標準理論の抱える未解決問題、特に素粒子質量起源の謎について、「何が問題なのか」、「どのような解決が考えられるのか」、「それらがどのように検証されるのか」を説明したい。

## 高性能計算機システム・ファイで素粒子の質量起源の謎に挑む

名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター准教授 **青木 保道**



素粒子宇宙起源研究機構の高性能計算機  $\phi$  (ファイ) は、CPU（中央演算処理装置）とGPU（グラフィックスプロセッシングユニット）を組み合わせることで構成され、その理論ピーク性能は、62TFlops（一秒間に倍精度浮動小数点演算を62兆回処理可能：中部地域最速クラス）に達する。 $\phi$ は、素粒子標準模型を超える物理をターゲットとした場の理論の数値シミュレーション、従来の数値計算の枠を超えたゲージダイナミクスの解明を主ターゲットとする素粒子論研究のために導入され、今年3月から稼働している。

素粒子標準模型とは、素粒子の四つの力（強い力・弱い力・電磁力・重力）のうち、重力以外の力を統一的に説明する模型で、ほぼ全ての実験結果を見事に説明してきている。しかし、標準模型で素粒子に質量を与える機構を担う素粒子：ヒッグス粒子が実験で未発見であり、また、その機構には理論的な不満足点があることから、素粒子の質量生成機構は現代素粒子物理が解決すべき大きな謎となっている。

我々は $\phi$ を用いた計算で、この謎を解明し、標準模型を超えた物理を探る事を目標にした研究を進めている。特に興味を持っているのが、強結合理論のダイナミクスにより複数の素粒子で出来た複合粒子が質量生成機構を担うテクニカラー模型である。強結合理論では摂動論による近似計算が意味をなさず、非摂動論的計算が必要になるが、計算機を用いた数値シミュレーションにより、模型の非摂動効果をもれなく含む第一原理計算が可能になる。このアプローチにより、テクニカラー模型が要求する理論が本当に存在するのか、もし存在する場合、どのような性質を持つのかを明らかにする事を目指した研究を行なっている。本講演ではその研究の一端を紹介する。

## 講師紹介

**益川 敏英** 名古屋大学特別教授、素粒子宇宙起源研究機構長

受賞歴：仁科記念賞、J.J. サクライ賞、日本学士院賞、朝日賞、中日文化賞、欧州物理学会高エネルギー・素粒子物理学賞、ノーベル物理学賞、文化勲章など多数

代表的業績：CP対称性の破れを説明する小林・益川理論の提唱、ゲージ場理論におけるカイラル対称性の動力学的破れの解析、超対称非線形表現

プロフィール：場の理論における対称性とその破れについて、多面的に研究を展開している。とくに、小林・益川理論でのCP対称性の破れの起源の説明は、現在の素粒子標準理論の根幹をなすものとなっている。現在は、名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構機構長として素粒子宇宙研究をリードしている。

**棚橋 誠治** 名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター長・教授

代表的業績：素粒子質量の起源を説明するトップ対凝縮模型の提唱、ヒッグス粒子を導入しない素粒子質量獲得機構の現象論的解明

プロフィール：素粒子質量起源を説明するあらたな理論、とくに余剰次元理論や強結合ゲージ理論の可能性を探っている。素粒子現象のさまざまな側面をカタログ化・整理し、素粒子物理研究に役立てるパーティクル・データ・グループのメンバーとしても活動している。

**青木 保道** 名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構基礎理論研究センター准教授

代表的業績：数値計算による電弱理論およびQCDの相転移の解明、中間子遷移過程の非摂動論的計算による小林・益川理論の精密検証

プロフィール：スーパーコンピュータを駆使したゲージ理論の第一原理計算を牽引し、素粒子標準模型の検証および、初期宇宙で起こりうる相転移現象の解明に携わってきた。最近では、同様の第一原理計算からのアプローチで、素粒子の質量起源の謎に迫るテクニカラー模型の検証を目標に、模型の基本性質の解明に取り組んでいる。