

# 第36回 仁科記念賞

## THE THIRTY-SIXTH AWARD OF THE NISHINA MEMORIAL PRIZE

---

受賞者 及び 受賞業績要旨

Recipients of the Prizes  
and  
Outlines of the Achievements

---

平成2年12月6日

December 6, 1990

仁科記念財団

Nishina Memorial Foundation

受賞者(アイウエオ順) 及び受賞題目

佐藤勝彦(東京大学理学部教授)

「素粒子論的宇宙論」

十倉好紀(東京大学理学部助教授)

「電子型銅酸化物超伝導体の発見」

横谷 馨(高エネルギー物理学研究所助教授)

「リニアコライダーにおけるビーム・ビーム相互作用の研究」

The Recipients (in Alphabetical order) and the subjects of their research

Katsuhiko Sato (Department of Physics, University of Tokyo)  
for "Particle Cosmology."

Yoshinori Tokura (Department of Physics, University of Tokyo)  
for "Discovery of N-Type Copper Oxide Superconductors."

Kaoru Yokoya (KEK)  
for "The Study of Beam-Beam Interactions in a Linear Collider."

## 素粒子論的宇宙論

佐藤勝彦

佐藤勝彦氏は、素粒子物理学における相互作用の大統一理論を宇宙初期の理論に持込み、単純なビッグバン宇宙論をインフレーション宇宙論に発展させた。すなわち、大統一理論の予言する真空の相転移が宇宙初期に起こり、その結果、宇宙が何百桁も急激に膨張する時期があることを示した。こうして、後に宇宙の大構造の種となる「ゆらぎ」がその時期に形成されること、物質宇宙と反物質宇宙がドメイン構造をなすうること、相転移の進行に伴って母宇宙・子宇宙などが自己相似的に発生することなどを示し、宇宙論のテーマを大きく広げた。それと同時に、大統一理論によって存在が予言される種々の粒子について、宇宙論や天体物理の場でその性質を議論することも世界に先がけて行った。これらは素粒子論が宇宙初期と関連して展開されるという新しいパラダイムを開くとともに、近年盛んに研究されるようになった量子重力論にもとづく宇宙創生論への道を開いたものとして高く評価される。

## Particle Cosmology

- Katsuhiko Sato -

Dr. Sato has proposed to bring the grand unified theory (GUT) of fundamental interactions into the realm of cosmology, and thus has extended a simple big-bang to an inflationary cosmology. He showed that phase transition in vacuum, which had been predicted by GUT, took place in the earliest universe and, as a result, the universe expanded exponentially by hundreds of the orders of magnitude. In accordance with such inflation scenarios, he showed that the primordial fluctuations were initiated to grow in later phases up to large scale structures of the universe, that the matter and the antimatter universes existed in domain structures without being annihilated, that the child-universes were multiply produced from mother-universes self-similarly, that the difficulty of overproduction of magnetic monopoles in the big-bang cosmology was overcome, and so on. These findings have greatly expanded the scope of the cosmology. In addition, he has done pioneering studies which set astrophysical and cosmological restrictions in the physical parameters of weakly interacting particles whose existence were predicted by GUT. These contributions by Dr. Sato are highly appreciated, not only because they have opened a new paradigm where the theory of elementary particles are studied in relation to the early universe, but also because they gave a breakthrough to theories for creation of the universe which are now extensively studied in relation to quantum gravity. The inflationary universe was also proposed independently by Dr. Alan H. Guth. However Dr. Sato's model stresses the astrophysical aspects of physical processes occurring in the inflationary universe while Dr. Guth's model emphasized the more fundamental sides such as the so-called horizon and flatness problems.



## 電子型銅酸化物超伝導体の発見

十倉好紀

十倉氏は新しく電子型銅酸化物超伝導体  $\text{Ln}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4-y}$  ( $\text{Ln}=\text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$ ) を発見した。従来知られていた高温超伝導体  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ 、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 、その他 Bi 系、Tl 系においては超伝導はこれら物質の含む  $\text{CuO}_2$  面内にドーピングされた空孔によって生じるのに対し、この物質では電流は  $\text{CuO}_2$  面内にドーピングされた電子によって運ばれる。その結晶構造は  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  (T 型) と同じくペロブスカット構造をもつが原子配置が少し異なり T' 型構造をとる。この構造では  $\text{Ln}^{3+}$  イオンと置換された Ce は 4 価となり余分の電子は  $\text{CuO}_2$  画内にはいると考えられる。

この新しい電子型超伝導の発見は高温超伝導現象が空孔型のみならず電子型でも発生することを示し、高温超伝導の発生機構の解明に重要な手掛かりとなる 1 つの事実を提供するものとして特に注目される。

## Discovery of N-type Copper Oxide Superconductors.

— Yoshinori Tokura —

Dr. Tokura discovered the new compounds with electrons as charge carriers contributing to superconductivity,  $\text{Ln}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4-y}$  ( $\text{Ln}=\text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$ ). In high  $T_C$  superconductors so far found and represented by  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , etc., superconductivity is supposed to arise from electron vacancies or holes in  $\text{CuO}_2$  layer, whereas in the new compounds, currents are carried by electrons introduced into the  $\text{CO}_2$  layers. The crystal has layered perovskite structure of T'-phase in which atomic arrangements are different from a similar compound  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  which crystalizes in the T-phase. In the compounds with this structure, doped Ce substituting  $\text{Ln}^{3+}$  ions become tetravalent and extra electrons are considered to enter the  $\text{CuO}_2$  layers.

Discovery of these N-type Cu oxide superconductors supposes that Cu compounds with electron carriers can also be equally superconducting as those with hole carriers and is particularly remarkable from the point that it presents an important clue to elucidate the mechanism of high  $T_C$  superconductivity.

## リニアコライダーにおけるビーム・ビーム相互作用の研究

横谷 馨

高エネルギーのフロンティアを目指す素粒子物理の研究は、日本のトリスタンや欧州 CERN の LEP による実験で頂点に達した。

次の世代を開く加速器は TeV 領域のエネルギーにおける電子・陽電子衝突を実現するリニアコライダーである。現在、日・米・欧の各地で開発研究が進められている。高エネルギーに加速された電子・陽電子のビームを 1/100 ミクロンという極微のサイズに集束して衝突させるリニアコライダーにおいてはビームとビームの相互作用を完全に理解し、制御することが必要である。

横谷氏は、量子電磁力学的解析や自己の開発による計算機シミュレーションコードを用いた計算によりビーム・ビーム相互作用の諸特性を明かにし TeV 領域におけるリニアコライダー開発の基礎を築いた。

(註：1TeV = 1,000GeV =  $10^{12}$ eV)

## The Study of Beam-Beam Interactions in a Linear Collider.

— Kaoru Yokoya —

The linear collider is an accelerator of the next generation exploring a new high-energy frontier of physics with TeV  $e^+e^-$  collisions. Great efforts for R&D are being made at KEK Japan, SLAC U.S.A., INR USSR and CERN Switzerland. Among many difficulties to be solved, the understanding of beam-beam interactions is of great importance.

Through quantum electrodynamical analyses of the “beamstrahlung” and computer simulations of the beam disruption, Dr. Yokoya revealed fundamental aspects of the beam-beam interactions. His analyses covered the luminosity enhancement due to the pinch effect, beam instabilities at the collision point, beam-energy loss and spreads due to quantum emission of beamstrahlung, and so on. Thus, the accomplishments of Dr. Yokoya’s original work established a firm basis for development of the TeV  $e^+e^-$  linear collider.