

理学博士山崎敏光君の「中間子物理の実験的研究」に 対する授賞審査要旨

中間子は一九三五年、湯川秀樹によつて核子の間の力を媒介する素粒子としてその存在が予言され、後に実証された。これは今日、パイ中間子とよばれ、荷電パイ中間子は、 π^+ または π^- と記される。パイ中間子は、反応式 $\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^-$ または $\gamma \rightarrow \pi^0 \pi^0$ によつて表わされるように、ミューオンとミューオンニュートリノに崩壊し、またミューオンは、反応式 $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \pi^+$ 、 $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \pi^-$ のように電子または陽電子と二つのニュートリノに崩壊する。中間子は原子核、素粒子に関連する物理学において重要な意味をもつ。

山崎君は、原子核物理とその周辺の広汎な領域において多くの先駆的な研究を行ってきたが、ここでは、中間子に関連する二つの顕著な業績を授賞の対象として取り上げる。その第一は、原子核の中の中間子効果の実験的証明、第二はミューオンを用いる物性研究方法の開発である。

A 核子の異常軌道磁気能率に関する中間子効果の実験

核ボーン磁子を単位として陽子、中性子のスピン磁気能率はそれぞれ、2.79、-1.93である。これは湯川の中間子理論によつて説明された。核子は、 $p \rightarrow n + \pi^+$ 、 $n \rightarrow p + \pi^-$ のように変化しているので核子のまわりには中間子の雲がただよい、これが核子の磁気能率に寄与する。陽子と中性子が原子核を形成するとき、この中間子の雲は、もはや個々

の核子に固有のものではなく、核子の間に交換され、そのために異常軌道磁気能率が現れることは一九五一年に宮沢弘成によって指摘されたが、一般には核子の多体効果のかけに隠され、その実験的な検証は困難とされていた。山崎君は一九六七年頃からこの研究に着手し、一九七〇年、永宮正治らの協力により、時間微分摂動角分布法という独自の方法を用い、みずから発見した ^{210}Po の 8^+ (1.5 MeV) α と ^{211}Po の 11^- (2.8 MeV) 状態の磁気能率の測定に成功した。これらの状態は、大きな軌道角運動量を含み、その構造が比較的簡単で、実験の解釈に不定な要素が少ないことが特徴である。さらに一般的に大きな角運動量をもつ軌道にある核子の磁気能率を分析して、中間子交換効果による軌道磁気能率角運動量比のずれが陽子では正、中性子では負でその大きさも理論の子測を証明することを示した。この研究は、原子核が陽子と中性子から成っているという単純な描像を越えた中間子効果の実証として最初のものであり、原子核をより素粒子的なものとして見ることの必要性和その意義を示し、以後の原子核研究の発展に大きな影響を与えた。

B μSR の研究

加速器からのパイ中間子のビームをミュオンビームに変え、これを物質中に入射すると、個々のミュオンは速やかに減速して物質のどこかに捕えられ、やがて2マイクロ秒の寿命をもって電子または陽電子とニュートリノに崩壊する。負ミュオンはいずれかの原子の原子核のごく近傍に局在しこれを実効的に原子番号が一つ少ない原子核に変えるので、異種原子を導入したことにあたる。正ミュオンは原子間に位置し、熱的な拡散運動を行う。ミュオンは大きな磁気能率をもち、そのベクトルの向きはその入射方向に偏極しているが、物質との磁氣的相互作用によ

ってその偏りは次第に失われる。崩壊の際に電子または陽電子が放出される方向の確率分布は、その瞬間における磁気エネルギーの向きに依るので、その方向分布の測定によってこの偏極喪失の過程を観測することができ、これにより物質とミューオンの相互作用の様相を知り、物質中の原子、または分子のミクロな動的性質に関する知見を得ることができ、これは核磁気共鳴、メスバウアー効果、中性子線散乱などと相補的な新しい研究方法として近年急速に進展している。山崎君は永嶺謙忠ら東京大学理学部におけるそのグループを率い、過去一〇年余り、これを精力的に推進し世界的に最も優れた指導者としての名声を確立している。その業績の主なものを以下に挙げる。

一、零磁場スピン緩和法の創出とそれによる物性の研究。ミューオンの偏極喪失観測の際、普通には外部からある一定の磁場を与えるが、これを、ゼロ、または弱い磁場とすれば、他の方法では観測できない数十マイクロ秒以上の遅い動的過程を研究することができる。山崎君らはこの方法を発見し、そのグループは、Au-Fe, Cu-Mn などのいわゆるスピングラスの転移温度付近での秩序形成の過程、遍歴電子磁性体の典型である $MnSi$ の臨界点近傍でのスピングラ緩和と時間の温度変化、 Cu 中における正ミューオン量子的拡散過程の低温度での異常な増大、ポリアセチレンのシス型、トランス型構造の相違による緩和の変化の観測によるソリトンのモードの検証など、物性物理の重要な問題の解明に大きな貢献を成し遂げた。これらの研究には最初は海外のメソソフアクトリーを用いたが、その後次に述べる BOOM を建設し、最近の研究はこれを用いて行われている。

二、パルスミューオンビーム装置による νSR の研究。諸外国にあるメソソフアクトリー（中間子発生装置）はすべて連続ビームであるが、山崎君らは高エネルギー物理学研究所にある陽子加速器のブースターを利用してパルスミ

電子オンビーム装置 (BOOM) を建設した。これは 10^{-12} 秒から 10^{-4} 秒にわたるひろい範囲の時間常数をもつ緩和現象の精密な測定、高周波共鳴、極端条件の印加を可能にし、他に見られない独自の実験方法を提供している。これは、物性研究のほか、ニューオン化学、原子核研究にも用いられている。

山崎君の研究活動は極めて多彩で、以上のほかにも優れた業績が数多く、広い意味での原子核物理において現在、世界的に最も注目される指導的な実験研究者である。

主要な論文目録

1. T. Yamazaki and G.T. Ewan: Phys. Lett. **24B**, 278 (1967).
2. T. Yamazaki: Phys. Rev. **C1**, 290 (1970).
3. T. Yamazaki, T. Nomura, T. Katou, T. Inamura, A. Hashizume and Y. Tendow: Phys. Rev. Lett. **24**, 317 (1970).
4. T. Yamazaki, T. Nomura, S. Nagamiya and T. Katou: Phys. Rev. Lett. **25**, 547 (1970).
5. S. Nagamiya and T. Yamazaki: Phys. Rev. **C4** (1971) 1961.
6. T. Yamazaki: in "Mesons in Nuclei" eds. M. Rho and D. Wilkinson, North Holland, Amsterdam 1979, Ch. 16.
7. R.S. Hayano, Y.J. Uemura, J. Imazato, N. Nishida and T. Yamazaki: Phys. Rev. Lett. **41**, 1743 (1978).
8. T. Yamazaki: Hyperfine Interactions **6**, 115 (1979).
9. R.S. Hayano, Y.J. Uemura, J. Imazato, N. Nishida, T. Yamazaki and R. Kubo: Phys. Rev. **B20**, 850 (1979).

10. Y.J. Uemura, T. Yamazaki, R.S. Hayano and R. Nakai: Phys. Rev. Lett. **45**, 563 (1980).
 11. T. Yamazaki: Nuclear Physics **A335**, 537 (1980).
 12. Y.J. Uemura, K. Nishiyama, T. Yamazaki and R. Nakai: Solid St. Comm. **39**, 461 (1981).
 13. R.S. Hayano, T. Taniguchi, T. Yamanaka, T. Tanimori, R. Enomoto, A. Ishibashi, T. Ishikawa, S. Sato, T. Fujii, T. Yamazaki, S. Kurokawa, S.R. Schnetzer and Y. Takada: Phys. Rev. Lett. **49**, 1305 (1982).
 14. Y.J. Uemura and T. Yamazaki: Physica **109**, 1915 (1982).
 15. T. Yamazaki: Nuclear Instr. and Methods **199**, 133 (1982).
 16. T. Yamazaki: Hyperfine Interactions **15/16**, 509 (1983).
 17. J. Imazato, K. Nagamine, T. Yamazaki, B.D. Patterson, E. Holzschuh and K. F. Kiefl: Phys. Rev. Lett. **53**, 1849 (1984).
 18. K. Nagamine, K. Ishida, T. Matsuzaki, K. Nishiyama, Y. Kuno, T. Yamazaki and H. Shirakawa: Phys. Rev. Lett. **53**, 1763 (1984).
 19. R. Kadono, J. Imazato, K. Nishiyama, K. Nagamine, T. Yamazaki, D. Richter and J.M. Welter: Phys. Lett. **A109**, 61 (1985).
 20. T. Yamazaki: Phys. Lett. **160B**, 227 (1985).
 21. T. Yamazaki: Science **233**, 334 (1986).
- 押 堀 H. Morinaga and T. Yamazaki: In-Beam Gamma-Ray Spectroscopy, North-Holland, 1976.