高エネルギー物理学研究室の活動報告

各研究活動の詳しい報告に先立ち、2001 年度の研究室の状況を簡単に述べる。研究室構成員は年度当初、連携併任教官の新竹氏を含みスタッフ 7 名、博士課程院生・研修生 5 名、修士課程院生 8 名であったが、坂本助教授が 7 月 31 日をもって東京大学素粒子物理国際研究センター・教授として異動、稲垣が博士号取得後、9 月より転出したため、年度末にはこれらを除く計 20 名となっている。なお、今年度末をもって菊地助手が定年退官となる。研究内容としては「ニュートリノ振動」と「CP 非保存」の 2 つのテーマを主な柱に置き、以下の研究を行っている。

[1] ニュートリノ振動の物理: 西川・中家・稲垣・加藤・前坂・長谷川・山本・横山・笹尾
[2] **K** 中間子によるフレーバー/**CP** 非保存の物理: 笹尾・野村・末廣・藤原・溝内・隅田
[3] **B** 中間子の物理: 西田・内田・笹尾・坂本・野村
[4] **LHC** による新粒子の探索: 坂本・溝内・辻・隅田
[5] 次世代加速器開発とその物理: 笹尾・新竹・本田

[1] のニュートリノ実験として、現在進行中の K2K 実験と次期計画の JHF ニュートリノ実験がある。K2K 実験では ν_μ 消滅モードによる Δm^2_{23} と θ_{23} の精密測定を目的とし、現在までのデータからニュートリノ振動の証拠をつかむに至っている。2004 年の K2K 実験終了後、2007 年に開始される JHF ニュートリノ実験では、さらに精度の良い Δm^2_{23}, θ_{23} の測定と ν_e の出現モードによる θ_{13} の探索、さらにこの新モードを発見した場合には、レプトン CP 非保存をも探索できる可能性があり、ニュートリノ物理はこの先 10 年くらい興味深い話題を提供するであろう。

[2] の K 中間子の実験としては KEK-PS-E162 が終了し、現在は $K^+ \to \pi^+\nu\bar{\nu}$ を探索する BNL-E787/949 が進行中である。さらに 2006 年からは BNL-E926(KOPIO 実験) がスタートし、前者はユニタリティ三角形の右斜辺に対応する V_{td} を、後者は高さに対応する η を測定し、小林・益川理論の正当性を検証する。E787 では $K^+ \to \pi^+\nu\bar{\nu}$ 崩壊を 2 イベント観測し、分岐比にして $1.57^{+1.75}_{-0.82} \times 10^{-10}$ と発表している。京都としては、E787 ではカイラル摂動理論の検証および T 非保存現象に感度のある $K^+ \to \pi^0\mu^+\nu\gamma$ の解析を、また、E787 の増強実験である E949 では荷電粒子エネルギー測定カウンターのゲインモニターシステムを担当している。中性 K 中間子を見る KOPIO 実験ではビーム下流に置かれる photon veto 用ビームキャッチャーの開発を行っている。

[3] の B 中間子の実験では、e^+e^- 非対称衝突型加速器である KEKB を用いた Belle 実験が進行中で、$B^0 - \bar{B}^0$ 混合による B 中間子系での間接的 CP 非保存を発見し、また $B \to \pi\pi$ のデータから直接的 CP 非保存への可能性を示唆するような結果も得ている。京都としては、荷電ヒッグスや SUSY 粒子などの新粒子に感度があり非常に注目を集めているモード $b \to s\gamma$ を inclusive/exclusive の双方から解析している。

[2] と [3] は相補的な関係にあり、小林・益川理論の検証、CP 非保存の物理にはともに欠くことのできない実験である。

[4] の ATLAS 実験は陽子・陽子衝突型加速器を使った高エネルギーフロンティア実験である。この実験では Higgs・SUSY 粒子の発見を主な目的とし、素粒子物理学の将来を担うプロジェクトである。この中で京都は、ミュー粒子トリガー用エンドキャップ TGC の読み出しエレクトロニクスの開発を担当している。

最後に [5] は将来の高エネルギー実験には必須の領域である。次世代の最高エネルギー線形加速器 (JLC) においては、超低エミッタンスビームを実現するためにビーム形状モニタが必須となる。京都グループはレーザーワイヤによるシステムの開発研究を行っており、KEK の加速器テスト施設 (ATF) において世界で初めて多バンチビーム内の 1 バンチごとのビーム形状測定に成功している。また、新竹氏を連携併任教官として迎え、新しい加速器関連技術の開発研究を行うプロジェクトである FEL(自由電子レーザ) は、短い加速距離を実現できる c-band RF による加速器を開発し、それを用いて高輝度 X 線レーザーを生成しようというものである。FEL の実現は物理・生物等、多くの分野にインパクトを与えるであろう。さらに、JHF での実現をめざす PRISM 計画は、今までとは全く異なる方法で大強度ミューオン源を作る新しいアイディアであり、レプトンフレーバー非保存実験 $\mu \to e\gamma$, $\mu - e$ conversion、さらには将来のニュートリノファクトリー、ミューオン衝突型加速器への応用が期待される。

以上のように、我々の研究室では多彩な領域の実験、将来計画を抱え、非常に活発に活動している。