

研究室だより (1)

広島大学理学部物理学科 「光子物理学研究室」

広島大学理学部
堀口 隆良

広島大学理学部物理学科の現在の構成は、素粒子論、核理論、光子物理学、ハドロン物理学、中間・高エネルギー物理学、低温物理学、表面物理学の7講座と理学部付属の微晶研究施設(格子欠陥)から成る。この他に物理学関連では、さらに物性研究を主とする8講座から成る物性学科がある。このうち私の所属する光子物理学研究室の前身は、吉沢康和先生が主宰される原子核物理学実験の研究室であった。そこでこの機会に、吉沢研究室の歴史と新たな光子研究室の発足のいきさつを紹介したい。

吉沢研究室の歴史

昭和46年(1971年)11月、大阪大学理学部化学科で助教授をされていた吉沢先生が教授として着任されて吉沢研究室が発足した。この当時の研究室のスタッフは吉沢教授の他に井上光助教授、野間空助手、堀口隆良助手であった。研究内容は1) γ 線のエネルギーと強度の精密測定、2) オンライン同位体分離器(ISOL)による短寿命核種の崩壊特性の研究などが主なものである。特に1)のテーマは吉沢先生のライフワークとも言えるもので、1次標準 γ 線を基に数多くの2次標準 γ 線源の測定を定年で御退官されるまで続けられた。それに関連して、3) 陽電子消滅 γ 線による物性研究、4) 核データの評価と核図表の作成も手がけられた。このうち核図表の作成は堀口により引き継がれ現在に至っている。また2)のテーマに関しては吉沢先生が代表者の科研費により広島大学に於いて同位体分離器を建設し、オフラインのテストを行った。その後、当時東工大の久武和夫教授、名古屋大学工学部の加藤敏朗教授、東大核研の千田勝久助手等の方々と共同で核研のFMサイクロトロンにオンライン接続して、日本では初めて短寿命核種のオンライン分離に成功した。この研究が最近の日本に於ける多くのISOL建設の糸口となったと自負している。

その後、野間助手が民間の会社に移られ、スタッフは堀口講師と岩田洋世助手に変わった。この頃から研究テーマに5) デンマーク・ニールスボーア研究所(NBI)のNORDBALL検出器によるクーロン励起の研究、6) 原研タンデム加速器による超ウラン核種(TRU)の崩壊特性の研究、7) レーザー分光による原子・分子の超微細構造と同位

体シフトの研究などが加わった。5)のテーマはBGOアンチコンプトンシールド付 pureGe 検出器 20 台と BaF₂インナーボールから成る複合型検出器 NORDBALL を用いた原子核の高励起状態の国際共同研究である。日本側からは広島大・九州大・筑波大が参加してBGOアンチコンプトン Ge 検出器 5 台とエレクトロニクスを分担し、希土類原子核のインビーム核分光とクーロン励起の研究に多くの成果をあげた。しかしこの研究も、平成2年3月の吉沢先生の定年退官とともに一応の区切りを迎えた。また7)のテーマでは主に希土類原子のレーザー分光で多くの成果が得られ、6)の研究と結合されて短寿命希土類核種や TRU のレーザー核分光の大学・原研プロジェクト共同研究に引き継がれて現在に至っている。また、吉沢先生が広島大学に着任されて以来一貫してサイクロトロン総合研究センターの設置に努力されたが、これは御定年までに日の目を見なかったのは残念である。

光子物理学研究室の発足

吉沢先生の御退官後、平成2年8月に同じ物理学科から遠藤一太助教授が教授として就任され、新研究室が発足した。遠藤先生は主に、東大核研のエレクトロン・シンクロトロン (ES) からの GeV 領域の標識付光子 (Tagged-photon) を用いた光核反応や高速電子線の結晶によるパラメトリック X線放射 (PXR) の研究に従事されてきた方である。新研究室のスタッフで話し合いの結果、全員の研究をカバーする GeV(Tagged-photon)、MeV(核 γ 線)、keV(PXR)、eV(レーザー光)のエネルギー領域にまたがる学際的研究を推進する光子物理学研究室が発足した。平成3年8月には理学部が、広島市内から岡山寄り約 30 km に位置する東広島市の西条新キャンパスに移転した。その後平成5年4月、高橋徹助手がスタンフォード大学加速器センターから着任、平成6年4月には井上助教授が広島工業大学教授に転任して、その後任に堀口が就任。現在の光子研究室の構成は遠藤教授、堀口助教授、岩田・高橋助手、学生は博士過程後期 (DC) 4 人、同前期 (MC) 5 人、学部4年生7人の合計 20 人である。

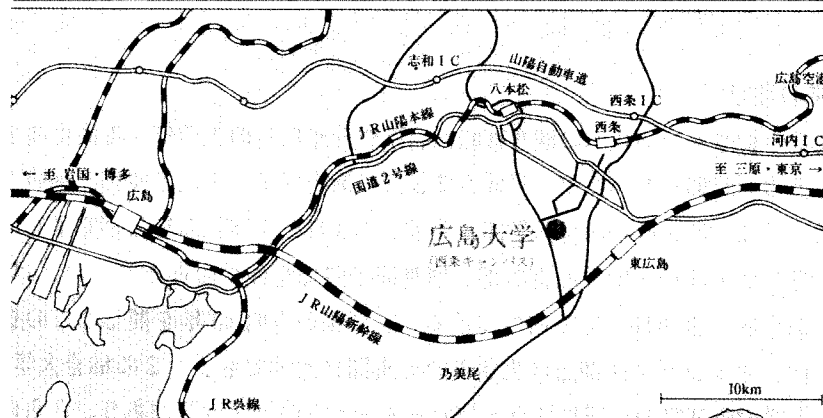
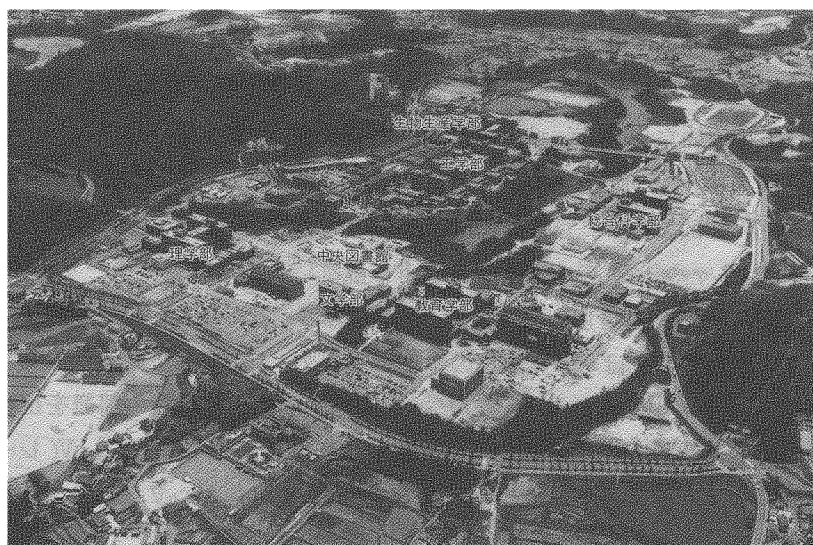
以下に、この新研究室の研究内容を概説する。まず第1に、研究室を挙げて取り組んでいる最も主要なテーマは 1) レーザー分光による原子パリティ非保存 (Atomic Parity Violation) の実験的研究 (E γ ~ eV) である。過去 20 年にわたり APV 検証実験が数多く行われ、ワインバーグらの電弱統一標準理論が確証された。しかし現在、この理論は近似的な有効理論の一種と考えられ、より深いレベルでの物理法則を明らかにするには、超高エネルギー加速器実験と共に低いエネルギーでの APV 超精密実験の有効性が指摘されている。我々は、これまで研究実績のある希土類原子の極めて近接した偶奇パリティ準位対を用いて APV 実験の精度を飛躍的に向上させ、標準理論を越える新しい物理

の探索を目指している。この希土類 APV 精密測定計画については「原子核研究」Vol.39、No.1 (1994) p.41 に解説されているので、興味のある方は御参照いただきたい。第2は 2) 高速電子線の結晶によるパラメトリック X 線の研究 ($E_{\gamma} \sim \text{keV}$) である。これは単結晶のある特定の結晶軸方向に 100 MeV \sim 1 GeV の電子線を入射させると、一定方向に単色で極めて指向性のある X 線が放射される現象で、多くの応用が考えられる。次は、3) 電子捕獲内部制動放射に伴う 17 keV 重ニュートリノの探索 ($E_{\gamma} \sim 100 \text{ keV}$) である。移転に際して新設されたアイソトープ中央実験施設の極低 BG 仕様の超大型 pureGe 検出器を用いて、 ^{71}Ge の EC 崩壊に伴う 17 keV ニュートリノの探索追試実験を行っている。4) 原研 ISOL を用いた短寿命核種の $\beta \cdot \gamma$ 核分光とレーザー核分光の研究 ($E_{\gamma} \sim \text{MeV}$)。このテーマは以前からの大学・原研プロジェクト共同研究の継続であり、東海研や高崎研の ISOL を用いて主に短寿命希土類核種を対象としている。5) 核研 ES による Tagged-photon を用いた光核反応の研究 ($E_{\gamma} \sim \text{GeV}$)。これも以前からの研究の継続で、主に軽核が研究対象である。6) 将来の超大型加速器 Japan Linear Collider (JLC) を用いた photon-photon 反応の基礎研究 ($E_{\gamma} \sim 100 \text{ GeV} - 1 \text{ TeV}$)。これは現在、高エネルギー研を中心として諸外国との国際協力の基に計画されている JLC を用いる研究の一部である。具体的には、数 100 GeV の電子ビーム (e^{-}) と大強度パルスレーザー光 ($E_{\gamma} \sim 1 \text{ eV}$) の 180° コンプトン散乱による高エネルギー γ の生成 ($E_{\gamma} \sim$ 数 100 GeV) と、それを用いた $e^{-} \gamma$ 、 $\gamma \gamma$ 反応素過程の研究が最終目標である。そのため広島大学に於いては $\gamma \gamma$ 素過程のコンピュータ・シミュレーションを行うと同時に、大強度レーザー光の非拡散 Bessel ビーム伝播法や位相共役鏡の開発を担当している。以上概説したように、光子物理学研究室では極低エネルギー 10^{-8} eV (レーザー分光の分解能 \sim マイクロ波のエネルギー) から超高エネルギー 1 TeV にも及ぶ広範なエネルギーの光子を対象とする学際的な研究を目指している。

広島大学の現状

広島大学の新キャンパスへの統合移転は、平成元年以前の工学部・生物生産学部の移転以後しばらく間隔があいたが、平成2年3月の教育学部・中央図書館、平成3年8月の理学部、平成5年3月の総合科学部、平成6年3月の文学部の移転が完了し、後は平成7年3月の法・経済・学校教育学部と事務局の移転を残すのみとなった（写真参照。ただし、医学部・歯学部は広島市内に残る）。計画から約20年を要したこの統合移転完了時には、キャンパス面積と学生定員数で国立大学でも1・2の総合大学となる。この間、大学設置基準の改正に伴う学部カリキュラムの全面改訂があり、さらに現在全学にまたがる大学院の部局化の計画が進行中である。私事で恐縮であるが、理学部の移

転の最中の平成3年度に新設されたアイソトープ中央実験施設の放射線取扱主任者を仰せつかり、その計画段階から概算要求・許可申請・施設検査とその後の施設の立ち上げ等に関与し、ここ数年は極めて多忙な毎日であった。この施設は、高度研究設備を用いた特殊RIの学内共同利用の他に全学の放射線安全管理と教育訓練を担当する。さらに学内各施設からのRI排水と有機廃液の処理業務も行う。新キャンパスは内陸部に位置し、学内からの排水は上水の取水源でもある河川に流入するという特殊事情を考慮し、法令の濃度限度の1/10以下にRIを除去する設備を有している。この施設も平成7年度には研究棟を増設して省令のアイソトープ総合センターに昇格の予定であり、ようやく肩の荷が降りそうである。



広島大学西条新キャンパス（平成6年7月）