

第9回原子核談話会新人賞選考結果

第9回原子核談話会新人賞の選考結果をお知らせします。

今回は自薦・他薦を含む5人の候補者につき 原子核談話会新人賞選考委員会(中井浩二、矢崎紘一、石原正泰、永井泰樹)で選考した結果次の4人に新人賞が授与されました。4人の研究内容及び選考理由を以下に略記します。

(文責:選考委員会委員長 永井泰樹)

小沢恭一郎: 核物質中での $\rho \cdot \omega$ メソン質量変化の観測

対象論文: Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 5019

研究内容:

本研究は、核物質中における ρ / ω 中間子の質量変化を観測して カイラル対称性の部分的回復や QCD 真空の性質についての知見を実験的に得る事を目的として行われた。QCD 和則を用いた理論計算によれば、原子核密度を持つ物質中で ρ, ω 中間子の質量が 180 MeV/c² 程度軽くなると予想されている。そこで原子核中でのこれら中間子の質量変化を 標的が軽核の場合と重核の場合について比較して調べるため KEK の 12 GeV/c の陽子ビームを軽核(ポリエチレン、炭素)と重核(銅)に照射し ρ, ω, ϕ 中間子を生成しその電子崩壊の不変質量分布を測定した。電子崩壊の測定には、ドリフトチェンバー、ガスチェレンコフカウンター、電磁カロリメーターを用い、パイ中間子の含有率及び排除率として夫々 13%、 3.9×10^{-4} を、又 ρ 中間子の電子崩壊の質量分解能としては 9.6 MeV/c² を達成した。その結果、軽核及び重核の両標的に対する電子対の不変質量分布において ω 及び ϕ 中間子のピーク観測に成功した。 ω 中間子は軽核では 75.5 ± 9.0 個、重核では 20.0 ± 4.8 個、 ϕ 中間子については軽核で 7.4 ± 5.8 個、重核では 5.2 ± 2.7 個観測した。重核の分布には、 ω 中間子のピークより軽い領域で 既知の物理過程から予想される分布に比べ収量の増加が観測された。550 MeV/c² から 750 MeV/c² の分布上の増加量は 29.5 ± 8.7 個である。この分布の変化に対する自然な説明は ρ, ω 中間子の質量分布が 原子核中で変化したと考えることである。

選考理由:

核物質中における中間子の質量変化の探索というチャレンジングなテーマを 優れた実験手法の開発を行って遂行し興味深い結果を得た。

関口仁子: 重陽子-陽子弾性散乱による三体力効果の検証

対象論文: Phys. Rev. C65 (2002) 034003

研究内容:

原子核における三体力のダイナミカルな性質を研究する上で 重陽子-陽子弾性散乱は良いプローブである。それは三

核子系を厳密に取り扱う Faddeev 理論計算値と実験値が比較できる点にある。そして最近の理論計算によれば中間エネルギー領域 ($E/A > 60 \text{ MeV}$) においては 重陽子-陽子弾性散乱の微分断面積が最小値となる角度付近で、三体力の効果が明確に現れる事が予測されている。しかし、この理論計算と比較できる精度良い実験は存在していないため本研究で三体力の詳細を系統的に調べる高精度測定を行なった。実験は理研サイクロtronからの 140 MeV から 270 MeV までの偏極重陽子ビームを 水素標的 (CH_2 或は液体水素) に照射し、重陽子-陽子弾性散乱の (1)微分断面積、(2)偏極分解能、(3)重陽子から陽子へのスピン偏極移行量、及び(4)陽子の偏極能を測定した。測定には高分解能磁気分析器 SMART 及び偏極度計 DPOL を用いた。その結果得られた微分断面積及びスピン観測量について高精度の実験値を Faddeev 理論計算と比較したところ、微分断面積からは三体力の効果を明確に示す結果が得られた。またスピン観測量に関しては、三体力のモデル依存性が現れる物理量や、現在の三体力モデルで説明出来ない物理量が発見され、現在の三体力モデルでは、スピンに関する記述が不完全である事も明らかになった。これらの結果は中間エネルギーの重陽子-陽子弾性散乱測定が三体力の検証に 非常に有効であることを示している。

選考理由:

精密な理論計算との比較が可能な高精度実験を遂行し、詳細な分析にもとづき三体力に関しインパクトが大きい結果を得た。

堀江圭都: K 中間子崩壊による形状因子決定と μ -e 対称性の検証

対象論文: Phys. Lett. B513 (2001) 311

研究内容:

K 中間子崩壊はストレンジネスが変化する弱相互作用の性質解明に有効である。本研究では、(1)低エネルギー領域での effective な QCD 理論の検証、(2) μ -e ユニバーサリティ破れの探索を目的として、 K^+ 中間子の $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ ($K_{\mu 3}$) 崩壊と $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$ (K_{e3}) 崩壊の分岐比 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e3})$ を精密測定して、 $K_{\mu 3}$ 形状因子 λ_0 を求めた。従来の λ_0 の値はカイラル摂動理論値とのずれがあり 大きな問題になっている。実験は、KEK の陽子シンクロtron施設で超伝導トroidalスペクトロメータ 及び CSI(TI) を用い行った。 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e3})$ は、 $K_{\mu 3}$, K_{e3} のイベント数と数値計算で求める装置のアクセプタンスより得られる。そこで高精度実験を行うには低バックグラウンド下での測定と数値計算により 実験条件を再現する事が本質的に重要である。本研究は (1) CSI(TI) による中性 π^0 粒子の検出、(2)大立体角で高分解能の実験装置を併用する事により π^0 を含まない K^+ 崩壊起因のバックグラウンドの軽減化が図れ またスペクトルの歪みを補償する事ができ 容易にアクセプタンスの計算が可能となった。その結果、 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e3})$ と形状因子 λ_0 について高精度の値を得た。 λ_0 の値は、 $\lambda_0 = 0.019 \pm 0.005(\text{stat}) \pm 0.004(\text{syst})$ となり カイラル摂動理論計算 $\lambda_0(\text{theory}) = 0.017 \pm 0.004$ とよく一致し理論値とのずれを解消すると共に $K_{\mu 3}$ ダリッツプロットから求めた λ_0 と誤差の範囲で一致しており、 μ -e ユニバーサリティの妥当性を高密度で検証できた。

選考理由:

μ -e ユニバーサリティに関して特異な実験手法を用いて 緻密な高精度実験を遂行することで、 $K_{\mu 3}$ 形状因子における

問題を解消し、実験・理論に大きなインパクトを与えた。

南園啓： 質量数 12 核の β 崩壊による G-パリティ異常項の研究

対象論文: Phys. Rev. C65 (2001) 015501

研究内容:

G パリティ対称性は陽子-中性子間の更にはアップ-ダウクオーク間の β 崩壊対称性の議論に重要である。従来 β 崩壊流に破れを引き起こす誘導テンソル項 f_T の存在が 実験精度内で否定されているが この結論は鏡映核間の又はアップ及びダウクオーク間の荷電や質量の違いによる 有限の微小な G パリティの破れを否定するものではない。本研究はこの微小な破れを検出すべく大阪大学バンデグラフで生成した 純粋に核スピン整列した ^{12}B 及び ^{12}N を用い その β 線角度分布の精密測定を行った。反跳核 ^{12}B (^{12}N) を単結晶 Mg 中に埋め込む際得た 大きな核偏極は NMR を用いた核スピン操作法を適用して純粋な正負整列へ変換した。そして整列核からの β 線スペクトルを正負の整列状態に対し測定し 両者の計数を比較して f_T を導出した。この結果 $2Mf_T/f_A = -0.15 \pm 0.12 \pm 0.05(\text{theory})$ (90% Confidence Level) を得て荷電空間での対称性は よく成立している事を高精度で示した。ここで f_A は軸性ベクトル流の主要項であり M は核子質量である。一方 QCD Sum Rules を用いた理論計算は $2Mf_T/f_A = +0.0152 \pm 0.0053$ であり実験値に矛盾していない。今後 G パリティの破れを原子核内でのクオーク自由度をもとに議論する際、核内中間子交換流効果と核構造の影響を分離する必要があり、そのためには多くの核で $2Mf_T/f_A$ を高精度で測定する事が重要だがその際本研究手法が有効である事を示した。

選考理由:

特異な技術を駆使した精密実験により物理の基本に関する問題に取り組み G パリティ対称性に関し重要な結果を得た。