

# 論文審査の結果の要旨

氏名 戸谷大介

本論文は9章からなり、第1章は本論文の趣旨、第2章は本論文のテーマについての理論的背景、第3章から7章までは実験装置およびデータ解析の詳細、第8章に結果の考察、そして第9章に結論が述べられている。本論文は、最高エネルギーの電子陽電子衝突型加速器 LEP における OPAL (オパール) 測定器を用い、物理学の基本定数の一つである強い相互作用結合定数( $\alpha_s$ )を 24GeV から 205GeV という広いエネルギーにわたって測定したものである。このような広いエネルギー領域にわたる測定で、 $\alpha_s$ のエネルギー依存性という強い相互作用の従うゲージ対称性の特徴 (非可換群 SU(3)対称性) を明白にかつ他者の測定結果に頼ることなく、単独の測定器で示すことに成功した。特に、24GeV から 78GeV までのエネルギー領域については、91.2GeV の Z 粒子の共鳴状態にありながら、終状態に高エネルギーの光子を含む現象( $e^+e^- \rightarrow \gamma q\bar{q}$ )を用いることによってエネルギー依存性の測定に成功した。この解析は、本論文提出者のアイデアによるものであり学問的貢献はきわめて大きい。

また、189GeV から 205GeV までの測定は、現在世界最高のエネルギー領域での  $\alpha_s$  測定結果であり、物理的意義の高い結果である。 $\alpha_s$  の決定にあたり、論文提出者は、電子陽電子衝突反応事象のトポロジカルな情報を得る、事象形態変数と呼ばれる量を用いた。終状態に出現する粒子の運動量とエネルギーとから事象形態変数を計算し、強い相互作用のゲージ理論である量子色力学(QCD)の摂動論による予想と詳細に比較することによって  $\alpha_s$  を決定した。本論文では、 $\alpha_s$  の2次の行列要素と NLLA(Next-to-Leading Log Approximation)の計算が得られている6種類の事象形態変数から  $\alpha_s$  を求めた。

その結果、広いエネルギーの範囲にわたって測定された  $\alpha_s$  を用いて、 $\alpha_s$  の繰り込み群方程式の解の最適化から、QCD の基本定数  $\Lambda$  を  $0.2242 \pm 0.031$  GeV と決定した。さらに、他の実験との比較のために、各エネルギーでの  $\alpha_s$  を

$M_Z=91.2\text{GeV}$  に焼き直して平均し、 $\alpha_s(M_Z)=0.1193\pm 0.0017$  という結果を得た。この結果は、これまでの他の実験値とよく一致しているが、単独実験としての精度は最も高い結果であり物理的に重要な意味を持った測定といえる。

なお、本論文に述べられている実験は、国際共同実験グループである OPAL グループによる共同研究であるが、本論文のテーマの選定、データ解析と物理結果の考察は、論文提出者のみによるものであり、かつ、解析の至る所に論文提出者のオリジナルなアイデアが見られる。よって、本研究に対する寄与は十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。