

J A D E

折戸周治(素粒子国際協力施設)

JADE といえば鉱物の人など、ひすいの事と思われるだろうが、これは私達が数年にわたって取り組んでいる実験の測定器の名前であって、参加国名 JAPAN-Deutschland-England の頭文字を取ってつけられた。現在この測定器を使い、ハンブルグ市にあり世界最高エネルギーを持つ、電子(e^-)・陽電子(e^+)衝突装置 PETRA で研究が続けられている。

この e^+e^- 衝突装置と云うものの特徴は、例えば陽子同士の衝突と違い、 e^+ は e^- の反粒子であるので、衝突の時に粒子・反粒子の対消滅が起こりうる点である。この対消滅の結果 e^+ と e^- の持っていたエネルギーは時空の小さな領域に集中される。真空は固く結びついた無数の粒子・反粒子対の海であると考えられるので、この集中された高エネルギーによって、真空の中に奥深く潜む例えば未知の重い粒子・反粒子の対を叩き出す(対発生)事が可能になる。

この対消滅、対発生の起こる時空の領域の大きさは衝突エネルギーが高くなれば、それに反比例して小さくなる。従って高エネルギーで既知の素粒子の対発生のありさまを測れば、それらの粒子の内部構造を探る事ができ、又この素過程を記述する理論の短距離での検証が可能になる。

この筋書きは素粒子実験の正攻法とも云えるものだが、これを実際に遂行するには大変な努力が要る。例えば PETRA の場合 220 億電子ボルトの衝突エネルギーを得るために千ヶ近い電磁石、高周波加速空洞等を並べた周囲 2 km のリングが 3 年がかりで百万マルク(百億円)以上の費用をかけて建設された。また衝突の結果発生する粒子の検出測定器もエネルギーに従って大きくなり、その建設には多額の費用と労力を要する。と言う訳

で、ある国に作られた巨大加速器に、興味を持つ実験屋が世界中から集まり、協力して測定器を作り実験をするという形が自然に生まれてきた。

JADE の測定器については、小柴先生がこの広報に既に紹介されたので省略するが、最新の技術を使った強力な測定器で、約 60 名の研究者によって 3 年の設計建設期間を要して完成した。東大グループは主要部分である光子検出器(シャワーカウンター)の責任を請け負い、約 3000 ケの鉛ガラスチェレンコフカウンター系を完成させ、その性能も優れたものを得る事ができた。53 年夏から測定が始まり、その 2 ケ月後の国際会議には最初の結果を報告するなど解析も順調に進み、今までに次の様な新しい結果を得る事ができた。

その一つは未知の重い素粒子さがして、その存在の予想される Top クォーク粒子、あるいは未知の軽粒子、更には超重力理論から予言される粒子等の探索が 180 億電子ボルトまで行なわれ、今後更に高いエネルギーに向って続行される予定である。

もう一つは電子、ミューレプトン等の内部構造の研究で、先に述べた様な手続きでこれらの粒子は 10^{-16} cm の短距離まで拡がりの無い点状の素粒子である事が確認された。同時に朝永等の量子電磁気学がこの超短距離でも現象を正確に記述する事が確かめられた。余談ではあるが電磁気学は一方では 10^{10} cm 以上の遠距離でも成り立つ事が、キャベンディッシュの実験の現代版、あるいは地球や木星の磁束の保存等から示されるとの事であり、驚くべき広い領域にわたって自然現象を記述すると言えよう。

また他の結果としてはグルーオン粒子の検出がある。ちょうど光子が電磁相互作用を媒介する

ように、強い相互作用を媒介すると思われるのがグルーオンである。例えば陽子は現在では点状の素粒子とはみなされず、実は内部構造を持ち、3つの点状素粒子クォークと、それらをまるでにわかのように結びつけているグルーオンの雲から成り立っていると信じられている。

このグルーオンの存在は次の様に検証された。 e^+e^- の対消滅の結果、点状素粒子と考えられるクォークも対発生されるが、レプトンとちがって強い相互作用を受けるクォークはいつまでもグルーオンの雲をまとっていて、完全に自由な粒子としては検出されず、多数の中間子にこわれる。従ってクォークの対発生は普通2つの粒子群(Jet)として観測される。しかしエネルギーが充分高くなると、あたかも電子が光子を放射するように、クォークもまとっていたグルーオンを激しく制動放射する事が希には起こるはずで、この場合放射されたグルーオンは第3のJetを作るはずである。実際に高エネルギーで収集した反応の中には2ヶのJetを示す反応以外に、明きらかに3つのJetを示す例(図参照)があり、その頻度、第3のJetの角度、エネルギー分布等はグルーオンの媒介による強い相互作用の理論からの予測とびったり一致する。これによってグルーオンの存在がかなり直接的に検証された。

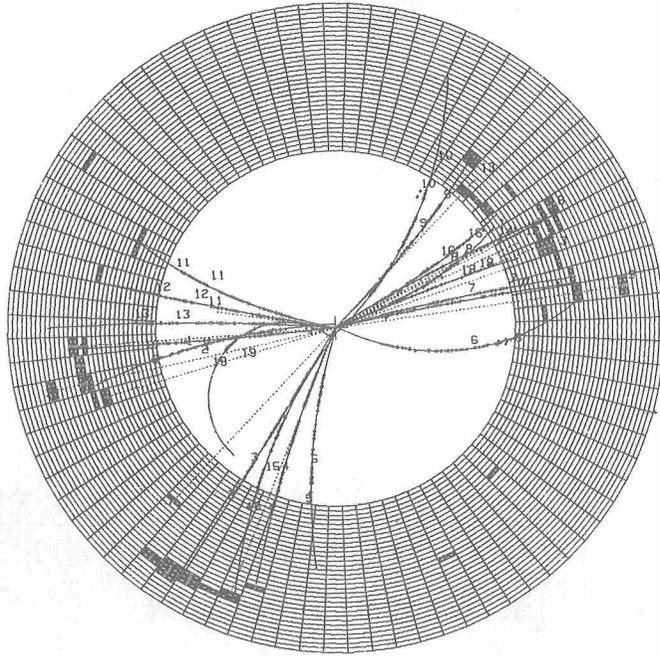
その他多くの興味ある結果が得られつつあるが、研究の成果をあげる為には国際協力実験としての運営がうまく行く事が肝心である。特に外国の加速器を使う場合に大切なのは相手側で必要とするもの、例えば優秀な人材、測定器、解析の為の大

型計算器等をこちらで提供するという、持ちつ持たれつの関係である。これが理想的にいった事、また以前の実験を通じて相互に創りあげてきた信頼感、人間関係等も重要な要素であったと思われる。

その他に特に国際協力という事で生じた問題はあまり無かったと思う。もちろん測定器の大部分を現地で作った為、いろいろの苦労があった。例えば部品を作ってもらう業者の選定、契約、関税問題の処理、また現地アルバイト学生を指揮しての作業等は楽ではなかった。またスケジュールが厳しかった為、特に東大チームは人数の割に重大な部分を請け負った為、仕事はかなり苛酷であった。しかし振り返ってみると、これをやり遂げた事でひとつのチームとしての力量がついてきたと言える。

また60名という大きな共同研究の中で個人をどう生かせるかという事も最初は懸念の一つであった。しかし東大チームは企画、提案から測定、解析まですべての段階でイニシアティブを取ってきて、この大グループでの共同実験を十分に楽しんだと言える。また大グループ故のマイナスよりもいろいろな人との議論で触発されるもののプラスの方が大きかったと信じる。

同僚のイギリス人によれば JADE にはひすいの外に、あばずれ女、浮気女との意味もあるらしい。今後より高いエネルギーの測定からこの JADE がどんな発見を“ひっかけて”来るか、楽しみである。



JADE 測定器で検出された、3つの Jet を示す反応。
 左上の第3 Jet がグルーオンのこわれたものと思われる。
 曲線は磁場中の荷電粒子の軌跡、黒い柵目は東大チームの
 作った3000ケのシャーカウンターのうち光子等が当りエ
 ネルギーの測定されたカウンターを示す。