

もし練習のために  $(r, \theta)$  の代わりに  $(\varpi, z)$  を使えば第3積分は

$$(z\varpi - \varpi z)^2 + \frac{\varpi^2 + z^2}{\varpi^2} c_2^2 = c_3,$$

(4\*) は

$$\frac{1}{2}(\dot{\varpi}^2 + \dot{z}^2) - \frac{\mu}{\sqrt{\varpi^2 + z^2}} + \frac{c_2^2}{2\varpi^2} = c_1.$$

これから

$$r^2 \dot{\varpi} = z \left( c_3 - \frac{r^2}{\varpi^2} c_2^2 \right)^{\frac{1}{2}} \pm \varpi (2c_1 r^2 + 2\mu r - c_3)^{\frac{1}{2}}$$

$$r^2 \dot{z} = -\varpi \left( c_3 - \frac{r^2}{\varpi^2} c_2^2 \right)^{\frac{1}{2}} \pm z (2c_1 r^2 + 2\mu r - c_3)^{\frac{1}{2}}.$$

$\varpi, z$  が実数ということから再び (12) を得る。ただし A, B; A, C の境界上で  $\varpi, z$  ともに 0 にならぬ。 $(\varpi, z)$  で変数分離が実現せぬからである。いいかえると“変数分離に導びかない  $\varpi, z$  を使っても正しい結論をうる”ということになる。

さて残る 3 ケの積分は

$$E_4 \equiv \sin^{-1} \frac{\sqrt{E_3} \sin \theta}{(E_3 - E_2^2)^{1/2}} - \cos^{-1} \frac{(E_3/r) - \mu}{(\mu^2 + 2E_1 E_3)^{1/2}}$$

$= c_4$  (近点の不動; 軌道が楕円)

$$E_5 \equiv \frac{\mu}{(-2E_1)^{3/2}} \cos^{-1} \frac{2E_1 r + \mu}{(\mu^2 + 2E_1 E_3)^{1/2}}$$

$$+ \frac{1}{2E_1} (2E_1 r^2 + 2\mu r - E_3)^{1/2} - t$$

$= c_5$  (ケプラー方程式)

$$E_6 \equiv \varphi - \sin^{-1} \frac{E_2 \tan \theta}{(E_3 - E_2^2)^{1/2}} = c_6, \text{ (昇交点の不動)}$$

となる。

一般論からするとこれらの積分は運動域を第2図以上にせばめないはずである。ここで筆者は弁解しなければならぬ。実は第4積分が第2図の領域情報をさらに改善する。改善てなものではない。実は2次元の領域が1次元の閉曲線に縮退してしまう\* (第3図)。これまったくもって運動が周期的であるからだ。

\*  $E_6$  積分のため,  $r, \theta, \varphi$  空間でも領域は1次元閉曲線となる。

ケプラー運動はこの意味で  $(r, \theta)$  で変数分離が可能だからではなく、周期的なので一般の力学系の代表としては工合が悪い。ケプラー運動に無限小の摂動を加えて第3積分まではそのまま成立し、 $E_4$  と  $E_6$  が歩み無限小の長年項をもつような架空のケプラー運動を考えれば、昇交点、近点は無限にゆっくりと回転し、周期性はのぞかれ、領域は第3積分までで完全に規定される。このような架空のケプラー運動は定常軸対称重力場のあたる運動の良いモデルである (と思う)。

以上第3積分について筆者の所感である。独断がありましたら乞御寛容。

## 一般相対論および重力に関するロンドン会議に出席して

成 相 秀 一\*

去る7月1日から10日まで、ロンドン大学の機械工学教室で、一般相対論および重力に関する国際会議が行なわれた。本会議に先立って、6月28日から重力場の量子化と重力崩壊についての非公式の研究会在り予定されていたので、私は学術会議から派遣された阪大理学部の内山教授とともに26日の夜羽田を発った。高所恐怖症の私であるが、どうやら無事に27日の昼前ロンドン空港に着いた。

翌朝、会場とこれからの2週間を過すはずの大学宿舍との下検分を兼ねて、少し早目に会場内の登録所へ出掛けた。待つほどもなく、今度の会議の世話役をしているキルミスター氏の秘書が姿を現わし、彼女からわれわれの宿舍たるティザード・ホールの位置を教えられた。それは、会場から道路一つ距てた、歩いて5分かかからな

いところにあり(ハイパークのすぐ近く)、前夜のホテルとは較べものにならない快適かつ壮大な建物であった。

最初の予定では、内山先生は量子化の会(第1会場)に、私は重力崩壊の会(第2会場)に出席することになっていた。ところが、後者は30日だけという掲示が出ていたので、私もまた第1会場へ出席した。(この掲示は間もなく訂正され、第2会場の方もほとんど同時に開会されたそうであるが、後の祭りであった。もっとも、量子化の問題も興味があることおよび英会話がからきし駄目なことを顧慮すれば、終始第1会場に出席したことを私はそれほど後悔していない。)

議長は、1957年に数カ月を京都の基研で過し、竹原へも夫妻で訪問されたプリンストン大学のホイラー教授であった。昨秋から今年の1月にかけて阪大に滞在し、京都と竹原とで講義をしてもらったノースカロライ

\* 広島大理論物理学研究所

ナ大学のド・ウット教授も来ていた。会はホイラーの“重力場を量子化する理由はなにか？”という問題提起からはじまった。教授は、彼のいわゆる geometrodynamics の立場を堅持しつつ、重力場が量子化されなければならない所以および量子化された geometrodynamics が重力崩壊の問題において演ずるであろう役割について述べた。ついで、米国の若手アンダーソンによる正準形式に基いた量子化の話、ド・ウットによるラグランジ形式のまま量子化する話が行なわれた。29日は、S行列という方法で量子化された重力場を扱うワインバーク(米国)の試みについて、内山およびド・ウットの両教授が話しをした。スイスの若手ルイトワイラーも、(2+1)次元のモデル時空での量子化について述べた。30日は、かねてその言動のネズミのすばしこさを聞いていたペレス(イスラエル)による、重力場の量子化に反対する長口説があった。

本会議は、1日の午前10時、“相対論60年”と題する科学史家ホルトン教授の記念講演からはじまった。インフェルト、フォック、シン、ランチョース、ローゼン、ベルグマン、メラー、ローゼンフェルト、リヒネロヴィッツ、マックピッティ、チャンドラセカール、ギンツブルグ、ホイール、ボンディなどの大家連を含めておよそ250名が一堂に会した。その中には、東大の修士(物理)を終えて米国へ留学し、現在はダブリンのランチョース先生のところにいる葉さん(台湾出身)もいた。4日(日曜日)にテムス河上流でのボート遊行があったことおよび最終日にケンブリッジ大学見学旅行があった以外は、連日にわたって講義と総合報告とが行なわれた。

希望者による15分講演は、講義の合い間を利用して数会場に別れて行なわれた。しかし、重力に関する理論や実験はそう年々更新されるものではない(唯一の例外は、star-like objects に関係した相対論的天体物理学の分野かもしれない)から、15分講演の占める比重はごくわずかであった。事実、同一分野の話は同一会場という原則すら決められてはいなかった。そんな次第なので、私も一応は読むつもり原稿を用意してはいたが(ちなみに、15分講演で原稿を読んだ人は見受けなかった。ただし、ロシア語を英語に通訳させた例が2件あった)、とりさげることになった。

さて、問題の講義と総合報告とはつぎの通りである：

(7.2) 重力崩壊と宇宙論

- { 相対論的流体力学 (チャンドラセカール)
- { 膨張宇宙における特異点 (カラトニコフ)

(7.3) 重力波 (トラウトマン)

(7.5) 重力レンズ (レフスダール)

スピノーラ (フィールツ)

(7.6) 運動方程式 (タウブ)

(7.7) 新重力理論 (ホイール)

運動方程式 (タルチュフ)

(7.8) 量子化:

- { 特殊相対論と素粒子の内部対称性(マシウス)
- { 重力場の量子化 (コマー)

(7.9) 保存則 (カッタネオ)

厳密解 (エーラース)

ここで、重力レンズとは有名なアインシュタイン効果の銀河系外星雲への適用のことであり、運動方程式とは重力場の方程式だけから場を生ずる粒子の運動を決定しようとするアインシュタイン、インフェルト、ホフマンないしはフォックの方法に関係した問題である。

以上の話しの中で天文関係の人々にとって興味があると思われるのは、重力崩壊と宇宙論および新重力理論であろう。チャンドラセカールの話は、彼が目下精力的に研究を進めている星の安定性の一般相対論的取り扱いについてであった。内容はすでに知っていることだったが、その風貌といい話し振りといい堂々たるものであった。カラトニコフの話は、リフシツとの共同研究をまとめたもので、同時刻の概念が許容されるような disturbance だけを与えたのでは膨張宇宙の初期の特異性は除去できないという主張であった。彼は1時間半の間原稿を読み続け(やはり英語がニガ手とみえる)、あとで質問が出ると御大のリフシツに応援してもらっていた。ホイールの話は、昨年来ナリカールとともに展開している遠隔作用論(場の概念を用いなくて、作用の伝播速度が有限なことは認めている)に基づいた新重力理論についてであった。これは、彼の物質創生論の遠隔作用論的解釈の必然的な到達点であって、その後の成果を楽しみにしていた。しかし、若干の点を除いては、著しい進歩はうかがえなかった。彼の講演に対しては、アインシュタインの忠実な使徒達による幾多の質問がなされた。ほかの講演についてもあれこれというべきことはあるがここでは省略したい。

今度の会議は、チャペル・ヒル(米国)、ワルソー、パリについて、第4回目のものであった。会議の歴史が新しい上に、日本にはこの分野の研究者が少ないので、前回までに日本から出席したのは第1回会議に参加された内山先生だけである。しかし、米国ヤソ連のように、若い人々がこの分野にもっと関心を持つようになれば事態は変わってくるであろう。

最後に、もろもろの大家をはじめ、コマー、ミスター、デッサー、ウェーバー、ディッケなどの働き盛りの人々に接し、その中のいくつかとは顔見知りになる機会を提供されたボンディ教授および終始お世話になった内山先生に深く感謝したい。