三体問題の幾何学

芝　原　鐐　一*

三体 m_0，m_1，m_2 の作る三角形に関して，質量や辺の間に成立つ簡単な諸性質について述べることにする．まず若干の記号や式を詳細な説明なしに掲げておくが，後に証明される諸定理においては，ごく初等的な方法しか使われない．

m_i=質量 m_i の質点，$(i=0, 1, 2)$，

$r_i=m_{i+1}$，m_{i-1} の距離，

G_i=部分系 (m_{i+1}, m_{i-1}) の重心，

$\rho_i=G_i$，m_i の距離，

Max. $(a, b, \cdots)=a, b, \cdots$ の最大値，Min. $(a, b, \cdots)=a, b, \cdots$ の最小値，

$r_M=\mathrm{Max.}(r_0, r_1, r_2)$，$r_m=\mathrm{Min.}(r_0, r_1, r_2)$，

$U=\frac{m_1m_2}{r_0}+\frac{m_2m_0}{r_1}+\frac{m_0m_1}{r_2}$,

T=運動エネルギー，

$-K=H=T-U$=エネルギー常数（<0 と仮定する），

$\bar{f}$=面積ベクトル，$f=|\bar{f}|$，

$M=\sum m_i$，$\Sigma=\sum m_im_j$，$\underset{(i)}{m}=\frac{m_{i+1}m_{i-1}}{m_{i+1}+m_{i-1}}$,

$\underset{(i)}{\mu}=\frac{m_i(m_{i+1}+m_{i-1})}{M}$，$\lambda_i=\frac{m_{i-1}}{m_{i+1}+m_{i-1}}$,

$\nu_i=\frac{m_{i+1}}{m_{i+1}+m_{i-1}}$,

$R^2=\underset{(i)}{m}r_i^2+\underset{(i)}{\mu}\rho_i^2=\frac{1}{M}(m_1m_2r_0^2+m_2m_0r_1^2+m_0m_1r_2^2)$.

又 $r_i=r_m$ に対応する ρ_i，$\underset{(i)}{m}$，$\underset{(i)}{\mu}$，λ_i，ν_i 等をそれぞれ ρ_m，$\underset{(m)}{m}$，$\underset{(m)}{\mu}$，λ_m，ν_m 等と書き，又添字 i，(i)，m，(m) 等は誤解の恐れのない場合には除くことがあり，単に ρ，r，m，μ，λ，ν 等と書く．例えば

$R^2=mr^2+\mu\rho^2$，$\bar{f}=m(\bar{r}\times\dot{\bar{r}})+\mu(\bar{\rho}\times\dot{\bar{\rho}})$，$T=\frac{1}{2}m\dot{r}^2+\frac{1}{2}\mu\dot{\bar{\rho}}^2$ 等々．ただし・は時間 t での微分係数，$\bar{f}$ 等の横線 - はベクトルを意味する．ここで，後で必要になるので，ラグランジュ，ズンドマンによる不等式を証明なしで掲げておく：

$$2UR\geqq R\dot{R}^2+2KR+\frac{f^2}{R}.$$

これだけの仮定の下に簡単な幾何学的性質を不等式の形で述べることにする．

定理 1. $\frac{M^2}{3}\geqq\Sigma$.

証明　$6\left(\frac{M^2}{3}-\Sigma\right)=(m_1-m_2)^2+(m_2-m_0)^2+(m_0-m_1)^2\geqq0.$

定理 2. $\frac{M}{4}\geqq\underset{(i)}{m}$，$\frac{M}{4}\geqq\underset{(i)}{\mu}$.

証明　$\frac{M}{4}-\underset{(i)}{m}=\frac{1}{4(m_{i+1}+m_{i-1})}\{m_i(m_{i+1}+m_{i-1})+(m_{i+1}-m_{i-1})^2\}\geqq0$,

$\frac{M}{4}-\underset{(i)}{\mu}=\frac{1}{4M}(m_{i+1}+m_{i-1}-m_i)^2\geqq0.$

定理 3. $m_{i\pm1}\geqq m_{(i)}$，$m_i\geqq\underset{(i)}{\mu}$,

証明　$m_{i\pm1}-\underset{(i)}{m}=\frac{m_{i\pm1}^2}{m_{i+1}+m_{i-1}}\geqq0$，$m_i-\underset{(i)}{\mu}=\frac{m_i^2}{M}\geqq0.$

定理 4. $m_i\neq m^*=\mathrm{Min.}(m_0, m_1, m_2)$ ならば，

$\underset{(i)}{m}<\underset{(i)}{\mu}$.

証明　$\frac{1}{\underset{(i)}{m}}=\frac{1}{m_{i+1}}+\frac{1}{m_{i-1}}$，$\frac{1}{\underset{(i)}{\mu}}=\frac{1}{m_i}+\frac{1}{m_{i+1}+m_{i-1}}$,

$m_i>\mathrm{Min.}(m_{i+1}, m_{i-1})$，$m_{i+1}+m_{i-1}\geqq\mathrm{Max.}(m_{i+1}, m_{i-1})$,

∴ $\frac{1}{\underset{(i)}{\mu}}<\frac{1}{\underset{(i)}{m}}$.

定理 5. $m^*\leqq2\underset{(i)}{m}$.

証明　$m^*=m_i$ ならば，

$2\underset{(i)}{m}-m^*=\frac{m_{i+1}(m_{i-1}-m_i)+m_{i-1}(m_{i+1}-m_i)}{m_{i+1}+m_{i-1}}\geqq0$,

$m^*=m_{i\pm1}$ ならば，

$2\underset{(i)}{m}-m^*=\frac{m_{i+1}m_{i-1}-m^2_{i\pm1}}{m_{i+1}+m_{i-1}}\geqq0.$

定理 6. $U\geqq\Sigma\sqrt{\frac{\Sigma}{M}}\frac{1}{R}$，等号は正三角形の時のみ成立つ．

証明　簡単のために，$m_1m_2=a$，$m_2m_0=b$，$m_0m_1=c$，$r_0=x$，$r_1=y$，$r_2=z$ とおくと，

$$MU^2R^2=\left(\frac{a}{x}+\frac{b}{y}+\frac{c}{z}\right)^2(ax^2+by^2+cz^2)=a^3+b^3+c^3+a^2b\left(\frac{y^2}{x^2}+\frac{2x}{y}\right)+a^2c\left(\frac{z^2}{x^2}+\frac{2x}{z}\right)+b^2a\left(\frac{x^2}{y^2}+\frac{2y}{x}\right)+b^2c\times\left(\frac{z^2}{y^2}+\frac{2y}{z}\right)+c^2a\left(\frac{x^2}{z^2}+\frac{2z}{x}\right)+c^2b\left(\frac{y^2}{z^2}+\frac{2z}{y}\right)+2abc\times\left(\frac{x^2}{yz}+\frac{y^2}{zx}+\frac{z^2}{xy}\right)=a^3+b^3+c^3+3(a^2b+a^2c+b^2a+b^2c$$

* 竜谷大学，京大理学部
R. Shibahara; Geometre der Dreikörperproblem.

$+c^2a+c^2b)+6abc+a^2b\left(\frac{y}{x}-1\right)^2\left(1+\frac{2x}{y}\right)+a^2c\left(\frac{z}{x}-1\right)^2$
$\times\left(1+\frac{2x}{z}\right)+b^2a\left(\frac{x}{y}-1\right)^2\left(1+\frac{2y}{x}\right)+b^2c\left(\frac{z}{y}-1\right)^2\left(1\right.$
$\left.+\frac{2y}{z}\right)+c^2a\left(\frac{x}{z}-1\right)^2\left(1+\frac{2z}{x}\right)+c^2b\left(\frac{y}{z}-1\right)^2\left(1+\frac{2z}{y}\right)$
$+\frac{abc}{xyz}(x+y+z)\{(x-y)^2+(y-z)^2+(z-x)^2\}\geqq(a+b$
$+c)^3=\sum^3.$

ここで等号は $x=y=z$ のときのみ成立つ.

この定理より，

$$\frac{\sum}{r_m}\geqq U\geqq\sum\sqrt{\frac{\sum}{M}}\frac{1}{R}\geqq\frac{\sum}{r_M}$$

が成立つ.

定理 7. $U\geqq\frac{\sqrt{2Kf^2}}{R}$.

証明 $2U\geqq\dot{R}^2+2K+\frac{f^2}{R^2}\geqq 2K+\frac{f^2}{R^2}=\left(\sqrt{2K}-\frac{f}{R}\right)^2+\frac{\sqrt{8Kf^2}}{R}\geqq\frac{\sqrt{8Kf^2}}{R}$.

定理 8. $\frac{\rho_m}{r_m}\geqq\sqrt{1-\lambda_m\nu_m}\geqq\frac{\sqrt{3}}{2}$.

証明 $r_i=r_m$ と仮定する．そのとき $\lambda_i=\lambda_m$, $\nu_i=\nu_m$, $\rho_i=\rho_m$, 三体の作る三角形において，r_m の対角 $\alpha\leqq\frac{\pi}{3}$. 今 α を固定して ρ を出来るだけ小さくする m_i の位置は，$\lambda<\nu$ のときは，$r_i=r_{i-1}=r_m$, $\lambda>\nu$ のときは，$r_i=r_{i+1}=r_m$ をみたす.(図を描いてみてほしい). 今 $\lambda<\nu$ としておく．そのとき，

$$\rho^2\geqq r^2(1+\lambda^2-2\lambda\cos\theta)\geqq r^2(1+\lambda^2-\lambda)=r^2(1-\lambda\nu),$$

(ここで θ は二等辺三角形の頂角)，従って

$$\frac{\rho}{r}\geqq\sqrt{1-\lambda\nu}\geqq\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

定理 9. $\frac{\rho_i}{r_i}>\text{Max.}\,(1+\lambda_i,\ 1+\nu_i)$ ならば，$r_i=r_m$, $r_{i\pm1}\neq r_m$.

証明 $r_{i-1}\geqq\rho_i-\lambda_i r_i>(1+\lambda_i)r_i-\lambda_i r_i=r_i$. 同様に $r_{i+1}>r_i$. 特に $\frac{\rho_i}{r_i}>2$ なる限り，最小辺は常に r_i である.

定理 10. $R\dot{R}^2+2KR+\frac{f^2}{R}\geqq 2\sum\sqrt{\frac{\sum}{M}}k$ なる限り，

$$\frac{r_M}{r_m}\geqq k.$$

又 $R\dot{R}^2+2KR+\frac{f^2}{R}\geqq\sum\sqrt{M(1+k^2)}$ なる限り，

$$\frac{\rho_m}{r_m}\geqq k.$$

証明 $\frac{2\sum}{r_m}\geqq 2U\geqq\dot{R}^2+2K+\frac{f^2}{R^2}$,

第一の場合，$\frac{2\sum}{r_m}\geqq\frac{2\sum\sqrt{\sum/M}k}{R}\geqq\frac{2\sum\sqrt{\sum/M}k}{\sqrt{\sum/M}r_M}$

$$\therefore\quad\frac{r_M}{r_m}\geqq k.$$

第二の場合，$\frac{2\sum}{r_m}\geqq\frac{\sum\sqrt{M(1+k^2)}}{R}$

$$\geqq\frac{\sum\sqrt{M(1+k^2)}}{r_m\sqrt{M/4(1+(\rho_m/r_m)^2)}}$$

$$\therefore\quad 1\geqq\frac{\sqrt{1+k^2}}{\sqrt{1+(\rho_m/r_m)^2}}\quad\therefore\quad\frac{\rho_m}{r_m}\geqq k.$$

定理 11. $Kf^2\geqq\frac{\sum^2}{2M}k^2$ のときすべての t で $\frac{r_M}{r_m}\geqq k$, 又 $Kf^2\geqq\frac{M\sum^2(1+k^2)}{8}$ のときすべての t で $\frac{\rho_m}{r_m}\geqq k$.

証明 $Kf^2\geqq\frac{\sum^3}{2M}k^2$ のとき，$R\dot{R}^2+2KR+\frac{f^2}{R}\geqq 2\sum\sqrt{\frac{\sum}{M}}k$. 又 $Kf^2\geqq\frac{M\sum^2(1+k^2)}{8}$ のとき $R\dot{R}^2+2KR+\frac{f^2}{R}\geqq\sum\sqrt{M(1+k^2)}$. 故に定理 10 により証明完了.

従って $Kf^2\geqq\frac{5M\sum^2}{8}$ が成立つとき，すべての t で最小辺が同一の r_i になる．ところでシャジーにより $K>0$ の場合には，三つの r_i の中の二つが $t\to\infty$ で無限大になり，残りの一つが常に有界であるか，三つとも常に有界であるか，又少くとも一つの r_i が有界でもなく，一様に無限に増大することもないかである．第三の場合が実際あるかどうか今のところわかっていない．第一の場合はどの質点が遠ざかるかによって三通りあるが，m_i が他の二つより無限に離れる場合を m_i 型の双曲楕円型運動という．又三つとも有界のときは有界な運動といわれる．次にこれらの運動のおこるための初期条件をのべることにしよう．

バーコフが彼の著書の中で与えている定理を次の形にのべておく.

バーコフの定理：$t=0$ で，$\dot{\rho}\geqq\frac{2\sum}{K}$, $\dot{\rho}^2>\frac{8M}{\rho}$, $\dot{\rho}>0$ $(\dot{\rho}<0)$ がみたされるとき，$t\to\infty\,(t\to-\infty)$ で $\rho\to\infty$.

これは R を使って次の様に書ける：

定理 12. $t=0$ で $R\geqq\frac{\sqrt{5M}}{2K}\sum$, $\dot{R}>M\sqrt{\frac{K}{\sum}}+\frac{\sum\sqrt{M}}{\sqrt{2K}}\frac{1}{R}$ がみたされれば，$t\to\infty$ で運動は双曲楕円型である.

証明 $\frac{\sum}{r}\geqq U\geqq T\geqq\frac{1}{2}m\dot{r}^2\geqq\frac{1}{2}m\dot{r}^2$,

$$r^2\dot{r}^2\leqq\frac{2\sum}{m}r\leqq\frac{2\sum^2}{mK},\quad\therefore\quad mr|\dot{r}|\leqq\sqrt{\frac{2m}{K}}\sum.$$

$t=0$ で $\mu\rho^2=R^2-mr^2\geqq\frac{5M}{4}\frac{\sum^2}{K^2}-\frac{M}{4}\frac{\sum^2}{K^2}=\frac{\sum^2M}{K}\geqq 4\mu\frac{\sum^2}{K^2}$,

$\therefore\ \rho \geqq \frac{2\Sigma}{K}$. 又一方 $\mu\rho\dot{\rho} = R\dot{R} - mr\dot{r} \geqq R\dot{R} - mr|\dot{r}| \geqq R\dot{R} - \sqrt{\frac{2m}{K}}\Sigma \geqq R\dot{R} - \sqrt{\frac{M}{2K}}\Sigma > R\left(\sqrt{\frac{M^2K}{\Sigma}} + \sqrt{\frac{M\Sigma^2}{2K}} \times \frac{1}{R}\right) - \sqrt{\frac{M}{2K}}\Sigma = \sqrt{\frac{M^2K}{\Sigma}}R = \sqrt{8M\frac{K}{2\Sigma}\frac{M}{4}}R \geqq \sqrt{\frac{8M}{\rho}} \times \sqrt{\mu}R \geqq \sqrt{\frac{8M}{\rho}}\mu\rho$, $\therefore\ \dot{\rho} > \sqrt{\frac{8M}{\rho}}$. 従ってバーコフの定理により運動は $t \to \infty$ で双曲楕円型である.

次に有界性の十分条件であるが，これは現在まだ得られていない．筆者がかって欧文報告で試みたが誤謬があり，ソ連のメルマンから，新しい方法を見つけなければ困難であろうとの手紙を貰った．その後岐阜医大の吉田淳三氏と共にいろいろやってみているが，まだ完全な結果がえられないでいる．以下に大体の筋書を述べてみよう．

定理 13. すべての t で，$\frac{\rho_i}{r_i} > a_i > \text{Max.}(\lambda_i, \nu_i)$ が二組成立すれば，運動は常に有界である．

証明　$\frac{\rho_0}{r_0} > a_0$, $\frac{\rho_1}{r_1} > a_1$ とすると $a_i r_i < \rho_i < \lambda_i r_i + r_{i-1}$ $(i=0, 1)$. 故に $(a_i - \lambda_i) r_i < r_{i-1}$. 同様に $(a_i - \nu_i) \times r_i < r_{i+1}$. 従って

$$K = U - T \leqq U < \frac{1}{r_i}\left(m_{i+1}m_{i-1} + \frac{m_i m_{i-1}}{a_i - \nu_i} + \frac{m_i m_{i+1}}{a_i - \lambda_i}\right)$$

$(i=0, 1)$.

即ち $r_i < \frac{1}{K}\left(m_{i+1}m_{i-1} + \frac{m_i m_{i-1}}{a_i - \nu_i} + \frac{m_i m_{i+1}}{a_i - \lambda_i}\right)$ $(i=0, 1)$.

定理 14. $\frac{\rho_i}{r_i} = a_i$ のとき

$$\underset{(i)}{m}\left(\frac{\bar{r}_i \times \dot{\bar{r}}_i}{r_i}\right)^2 + \underset{(i)}{\mu}\left(\frac{\bar{\rho}_i \times \dot{\bar{\rho}}_i}{\rho_i}\right)^2 \geqq \frac{a_i^2 f^2}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2}\,\frac{1}{\rho_i^2}.$$

証明　$\bar{f}$ の定義から，$\frac{\underset{(i)}{m}}{a_i}\frac{\bar{r}_i \times \dot{\bar{r}}_i}{r_i} + \underset{(i)}{\mu}\frac{\bar{\rho}_i \times \dot{\bar{\rho}}_i}{\rho_i} = \frac{\bar{f}}{\rho_i}$.

今 $\underset{(i)}{m}\left|\frac{\bar{r}_i \times \dot{\bar{r}}_i}{r_i}\right| = A$, $\underset{(i)}{\mu}\left|\frac{\bar{\rho}_i \times \dot{\bar{\rho}}_i}{\rho_i}\right| = B$ とおくと，$\frac{A}{a_i} + B \geqq \frac{f}{\rho_i}$. 故に $\frac{A^2}{\underset{(i)}{m}} + \frac{B^2}{\underset{(i)}{\mu}} - \frac{a_i^2 f^2}{(\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2)\rho_i^2} \geqq \frac{A^2}{\underset{(i)}{m}} + \frac{B^2}{\underset{(i)}{\mu}} - \frac{a_i^2}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2}\left(\frac{A}{a_i} + B\right)^2 = \left(\frac{1}{\underset{(i)}{m}} - \frac{1}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2}\right)A^2 + \left(\frac{1}{\underset{(i)}{\mu}} - \frac{a_i^2}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2}\right)B^2 - \frac{2a_i AB}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2} = \frac{1}{\underset{(i)}{m} + \underset{(i)}{\mu} a_i^2}\left(\sqrt{\frac{\underset{(i)}{\mu}}{\underset{(i)}{m}}}a_i A - \sqrt{\frac{\underset{(i)}{m}}{\underset{(i)}{\mu}}}B\right)^2 \geqq 0.$　　Q. E. D.

定理 15. $\frac{\rho_2}{r_2} = a > \text{Max.}(\lambda_2, \nu_2)$ のとき

$$\frac{1}{r_2}\left(m_0 m_1 + m_2(m_0 + m_1)\frac{a - |\lambda_2 - \nu_2|}{a^2 - |\lambda_2 - \nu_2|a - \lambda_2\nu_2}\right) \geqq U.$$

証明　$\theta =$ 角 $m_1 G_2 m_2$ とおくと，$U = \frac{1}{r_2}\left(m_0 m_1 + \frac{m_2 m_0}{\sqrt{a^2 + \lambda_2^2 + 2a\lambda_2\cos\theta}} + \frac{m_1 m_2}{\sqrt{a^2 + \nu_2^2 - 2a\nu_2\cos\theta}}\right)$. この右辺は θ の関数であるが，U の最大値を求めるために，$\frac{dU}{d\theta} = 0$, $\frac{d^2U}{d\theta^2} < 0$ ならしめると，$\theta = 0, \pi$. $\lambda \geqq \nu$ のとき $\theta = \pi$ ($\lambda \leqq \nu$ のときは $\theta = 0$) の時が最大になることは，不等式：

$$\frac{m_1 m_2}{a + \nu_2} + \frac{m_2 m_0}{a - \lambda_2} \geqq \frac{m_1 m_2}{a - \nu_2} + \frac{m_2 m_0}{a + \lambda_2}$$ から得られる．従って $\lambda \geqq \nu$ の時 $U \leqq \frac{1}{r_2}\left(m_0 m_1 + m_2(m_0 + m_1)\left(\frac{\nu}{a - \lambda} + \frac{\lambda}{a + \nu}\right)\right) = \frac{1}{r_2}\left(m_0 m_1 + m_2(m_0 + m_1)\frac{a - (\lambda_2 - \nu_2)}{a^2 - (\lambda_2 - \nu_2)a - \lambda_2\nu_2}\right)$.

$\lambda \leqq \nu$ の時も同様．勿論一般に $\frac{\rho_i}{r_i}$ についても同様な形が得られる．

定理 16. $a > \text{Max.}(\lambda, \nu) + \sqrt{\text{Min.}(\lambda, \nu)}$ ならば

$$\frac{a - |\lambda - \nu|}{a^2 - |\lambda - \nu|a - \lambda\nu} \leqq 1.$$

証明　$\lambda \geqq \nu$ とする．$a^2 - (\lambda - \nu)a - \lambda\nu - (a - (\lambda - \nu))$

$$= a^2 - a(1 + \lambda - \nu) - \lambda\nu + \lambda - \nu = a^2 - 2a\lambda + \lambda^2 - \nu$$
$$= \{a - (\lambda + \sqrt{\nu})\}\{a - (\lambda - \sqrt{\nu})\} \geqq 0.$$

定理 17. $Kf^2 > \frac{M\Sigma^2}{8}(1 + k^2)$, $k \geqq \text{Max.}(\lambda_i, \nu_i) + \sqrt{\text{Min.}(\lambda_i, \nu_i)}$ が成立すれば，すべての t で $\frac{\rho_i}{r_i} \fallingdotseq k$.

証明　$i=2$ として証明する．ある t で $\frac{\rho_2}{r_2} = k$ になったとすると，その t で，$\frac{M}{4}(1 + k^2)\Sigma^2 \geqq (m + \mu k^2)\Sigma^2 \geqq (m + \mu k^2)\left(m_0 m_1 + m_2(m_0 + m_1)\frac{k - |\lambda - \nu|}{k^2 - |\lambda - \nu|k - \lambda\nu}\right)^2 \geqq R^2 U^2 \geqq \left(\frac{\sqrt{8Kf^2}}{2}\right)^2 = 2Kf^2$. これは仮定に反する．

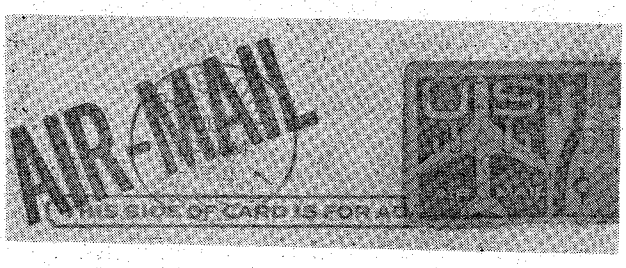
定理 18. $t=0$ で $\frac{\rho_i}{r_i} \geqq \sqrt{\frac{8Kf^2}{M\Sigma^2} - 1} > \text{Max.}(\lambda_i, \nu_i) + \sqrt{\text{Min.}(\lambda_i, \nu_i)}$ が二つの i について成立てば，運動はすべての t で有界である．

証明　前定理によりすべての t で，二つの i について $\frac{\rho_i}{r_i} > \alpha_i$. ここで $\frac{8Kf^2}{M\Sigma^2} - 1 > \alpha_i^2$, $\alpha_i \geqq \text{Max.}(\lambda_i, \nu_i) + \sqrt{\text{Min}(\lambda_i, \nu_i)}$. 従って三角形は常に有界である．

この定理により，運動の有界条件即ち所謂ラグランジュの安定の十分条件が，一応形式的に得られた．然しまだ問題が完全に解決されたとはいいきれない．この定理をみたす三角形は，最大辺に対する質点がこの辺からあまり離れていない場合であるが，果してこの場合条件をみたす様に速度分値がとれるか否かである．メルマンは筆者への手紙で，「何の根拠もないが，唯純粋に感情的

に，この十分条件を成立たせる初期値は存在しない様な気がする」と批評して来た．今のところ吾々は，彼へ明確な返答を出せないのである．実際，上の条件を充たす数値例をみつけることは非常に困難であるので，筆者自身も少し条件を弱めねばならないのではないかと思っている．唯この定理と定理 8，9，11 とを併せて考えると，最小辺の入れかわりがおこる場合，ごく狭い範囲で定理の条件の成立つ可能性もあるかもしれない．

この最小辺の入れかわりの問題については，まだ十分な研究はないが，双曲惰円型運動の型の転移の問題，例えば $t\to-\infty$ で m_0 型，$t\to+\infty$ で m_1 型である可能性の問題は，その一つの場合であり，この場合はシャジーにより否定的結論を出された．ところが最近ソ連のアレクセーエフがこの型の転移の数値例を発表している．然しこれについてはまだ何ともいえないが，かってメルマンがある仮定をすれば，シャジーの結論は正しいと述べているから，アレクセーエフの数値例は，シャジーの不十分な論理からの結論に対する反例と見るよりも，メルマンの仮定が妥当か否かの問題である様に思われる．



Air Mail [12]

ロンドン大学訪問記
——Dr. Seaton のことなど——

神　野　光　男*

大分ふるい話で恐縮ですが，ロンドン旅行での見聞や失敗談など，雑文をとりとめもなく書かせていただきます．私のオランダ滞在の期間もおしせまった 1961 年 2 月，一つにはシートン先生に教示を乞うため，大部分はロンドン見物という目的で，約一週間の旅行が出来ることになりました．というのはド・ヤーヘル教授の好意で，オランダ政府機関である自然科学振興財団からの旅費支給が認められたからです．

指呼の間にあるイギリスとはいえ，日本人が入国するためにはビザが必要です．うるさい手続をすませてビザは獲得出来ましたが，さてどのような交通機関によるか迷いました．そこが貧乏人のあさましさ，この時とばかり生まれて初めての飛行機旅行を是非あじわいたいと願ったのが，まずつまずきの第一歩でした．オランダのロッテルダムからロンドン郊外のサウスエンドまで飛ぶローカル線の費用は，船便と殆んどかわらないことを確かめて，2 月 14 日の早朝（当日は丁度ユーゴスラビアで皆既日食のあった日でした）快晴のロッテルダム空港にかけつけ，待合室へ入ると，「只今サウスエンド空港上空が濃霧のため出発が少々遅れます」との放送です．一時間おきに同じような放送を聞きながらも，珍ずらしく晴れわたったオランダの青空を眺めては 60 分間の空の旅を夢みていました．とうとう夕闇せまる 3 時すぎになって，「本日はサウスエンド行きは欠航します」との放送．あわててユトレヒトまでとんで帰り，ミンネルト台長に一部始終を報告するととんだ大目玉．「お前はイギリスの霧がどんなに有名か知らなかったのか，今頃のイギリス旅行は誰だって船にするんだ」とのお言葉で，再びユトレヒト駅まで最終バスでかけつけると，何んのことはない宇高連絡船に乗るよりもっと簡単に，しかも寝台つきで翌 15 日未明イギリス本土のハーウィッチ港まで運んでもらえました．時計を一時間遅らせて，上陸したとたん“草書”の英語で目をぱちくり，成程英語の国であったことに気付きました．ユトレヒト天文台での先生方とのお話は，お互に外国語の英語ですので“楷書体”，ときには“あて字”も色々使いあいながら，一応事はたりていたわけでした．

それから一時間余りの汽車の旅で，夜が白らみかけると，憧がれのロンドンの街なみが車窓に入ってきました．どう見直しても夜明けの中央線を走っている気にしかなれませんでした．煤けた赤レンガの家々は，まったく戦前の東京のどこかで眺めた印象とまったく同じでした．丁度朝のラッシュ時に，ロンドンの東駅にあたるリバプール駅に到着しました．前日早朝からの重い荷物の無駄な運搬で，クタクタになった体を駅の食堂に入れ，おばさんにビールを注文すると，これまた大失敗．「吾が国では朝ぱらから，アルコールは飲まさないことになっているのを知らないのか」と一喝．成程ゼントルマンのお国柄だと，やむなくミルクを傾けながらゆっくり考えてみると，昨日の飛行機の切符はミシネルト先生にお預けしたままでフトコロが少し軽くなっているのに気付きました．そこはよく気のつく御親切なミンネルト先生，目ざすユニバシティー・カレッジについて，すぐ渡されたのが次の電報でした：Ticket Repaid We Send Money by Telegram＝Minnaert.

閑話休題として，ユニバシティー・カレッジ（月報アルバム写真 1）はロンドンの北駅にあたるユーストン駅

* 京大花山天文台