

## Dynamical System with Linear Trajectory

伊藤 大 介、森 健 寿 (埼玉大理工)  
 Edward Carriere (Louisiana 州立大)  
 (現住所; 埼玉大理工)

先に、大角散乱を記述する Potential が Baryon 内 quark に作用する力の Potential を示唆するものと考え、これと同型の Potential を仮定して、独立粒子模型によつて baryon の Level を計算したところ、それが角運動量に Linear に依存することがわかつた。最近の実験結果は、Mass の 2 乗が Spin に linear に依存するという Chew-Frautschi の関係が J の非常に大きな処まで成立っていることを示している。前回の Model はあまりに簡単すぎ、且非相対論的なため、Mass の 2 乗ではなくて、Mass が J に linear に依存するという結果しか得られなかつたし、同一 Trajectory 上に粒子が J の間隔 2 で現われることも説明出来なかつた。

今回は、これらの点の改良についてだけ述べる。

簡単な実例として、Dirac 粒子 (例えば quark) が、与えられたベクトル場 (平均場 Potential) 内を運動する場合を考え、この系は

$$-L = \int \bar{\psi} (M + \gamma_{\mu} \partial_{\mu}) \psi \, dv + \frac{1}{4} \int \bar{\psi} \sigma_{\mu\nu} \psi (\partial_{\mu} V_{\nu} - \partial_{\nu} V_{\mu}), \quad (1)$$

で記述されるものと仮定する。ここで  $V_{\mu}$  は与えられたベクトル場である。原子分子内の Coulomb 場のように、この場合も  $V_{\mu}(r)$  のうち、その第 4 成分だけが重要であると仮定し

$$V_{\mu}(r) \equiv (0, 0, 0, i V_0(r)) \quad (2)$$

とおき、 $V_0(r)$  は、以前のように原点で Regular で、その近傍では

$$V_0(r) \equiv V_0(0) + A^2 V_0'(0) + \dots \doteq V_0(0) + r^2 \omega \quad (3)$$

で近似されるものと仮定しよう。

このとき (1) から運動方程式

$$[M + r_\mu \partial_\mu - \frac{1}{2} r_4 (\vec{r} \cdot \vec{\nabla} V_0)] \psi(x) = 0 \quad (4)$$

が導かれ、これに(3)を代入し、 $\psi(x) = \psi(\vec{r}) \exp(-iEt)$  とおけば、

$$[M - \rho_3 E + \rho_2 \sigma \cdot \nabla + i\omega \rho_1 \sigma \cdot \mathbf{r}] \psi(\vec{r}) = 0 \quad (5)$$

が得られる。これは

$$\begin{pmatrix} M - E, & -i\sigma \cdot (\nabla - \omega \mathbf{r}) \\ i\sigma \cdot (\nabla + \omega \mathbf{r}), & E + M \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi(\vec{r}) \\ \eta(\vec{r}) \end{pmatrix} = 0 \quad (6)$$

とかけるが、これから  $\eta(\vec{r})$  を消去し

$$E^2 \xi = [M^2 + (-\nabla^2 + \omega^2 \mathbf{r}^2 - 3\omega) - 2\omega \sigma \cdot \mathbf{L}] \xi \quad (7)$$

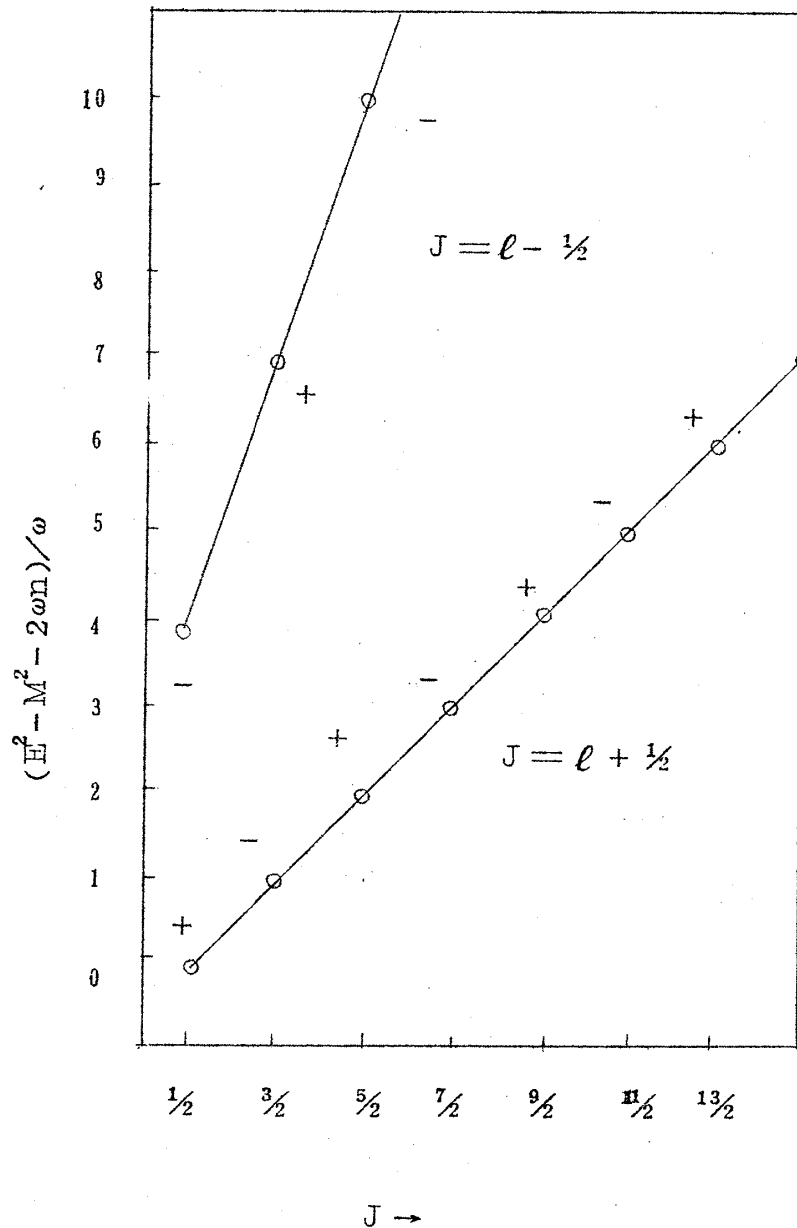
が得られる。

これは強い L-S Coupling を伴う 3 次元調和振動子の方程式であるから、例の多項式の方法で Exact に解かれ、固有値

$$\begin{aligned} E_{J, \ell, n}^2 &= M^2 - \frac{\omega}{2} + 2\omega n + \omega J, \quad \text{for } J = \ell + \frac{1}{2} \\ &= M^2 + \frac{5\omega}{2} + 2\omega n + 3\omega J, \quad \text{for } J = \ell - \frac{1}{2}, \end{aligned} \quad (8)$$

が得られる。従つて今回は、系の質量の 2 乗が、全角運動量  $J$  と radial vibration の量子数  $n$  の 1 次函数になる。この結果を図示したものが Fig. 1 である。図からわかるように、強い L-S coupling のために  $J = \ell + \frac{1}{2}$  と  $J = \ell - \frac{1}{2}$  の oscillator level が非常に開き、それによつて各 Trajectory にそつて並ぶ次々の状態の Parity は Fig. 1 に示したように、交互に変化する。従つて同じ Parity の状態を拾つて Trajectory を描けば  $J$  の間隔 2 で現われることになる。

Fig. 1,



このような Level の特徴や、Kycia-Riley 関係が示唆する強い L-S coupling が自然に現われること、Gaussian な内部波動函数、そのひろがりの程度などをしらべてみればわかるように、この Model は Baryon の内部構造の Model の出発点として多くのすぐれた点をもっている。詳しいことは、別の機会に述べることにしたいと思う。 (June 12, 1967)