

# 理研での小惑星衝突実験と鈴木清太郎

## — 平山族の成因をしらべる1930年代の室内実験 —

横尾 広光

〈杏林大学保健学部基礎物理研究室 〒192 東京都八王子市宮下町 476〉

1932～1938年に鈴木清太郎（1887-1977）がおこなった、物体の衝突と爆発による破壊の実験の論文を紹介する。衝突破壊実験は日本で既に1930年代に開始されていた。これは小惑星の族の起源が衝突か破壊かを知るために平山清次が理研の寺田寅彦に話をもちこんで、寺田の弟子の鈴木らによっておこなわれた。衝突起源か爆発起源か決定できなかったが、割れ目学的具体化といえる仕事である。鈴木は九州帝大農学部農業気象学教授で、星での元素生成の平衡理論の仕事もある物理学者である。

### 1. 小惑星の平山族

小惑星は火星軌道と木星軌道の間の大きいスキマにある、莫大な数の小天体である。太陽系の惑星の配列にうちで、どうしてここだけ1つの惑星にかたまらないで、小惑星の群れになったのかというのは誰も興味をもつところである。その小惑星について日本の誇る天体力学での研究に平山清次（1874-1943）の「平山族」の発見がある。平山清次は自らの発見した族の起源について、衝突が原因か爆発が原因か、たしかめようとした。しかし天文学的考察では、天体力学の最高のテクニクをつかっても決めらなかった。平山は理研の寺田寅彦（1878-1935）に話をもちこみ、衝突と爆発による破壊の室内実験が実行された。1930年代のことである。九州帝大農学部の鈴木清太郎（1887. 3. 10-1997. 3. 3）と長島秀雄が、衝突と爆発の実験をおこない、理化学研究所の欧文報告でくわしく発表された<sup>1)</sup>。物体を衝突させて破片がどのように飛び散るかという問題は、近年詳しく実験されて注目されている日本のお家芸であるが、既に日本で1930年代におこなわれていたことは引用されることがないので、ここに紹介して注意をうながした

い。一見地味な小惑星であるが、太陽系の起源や歴史を考えるとときには実は重要なポイントとなるものであることは、水金地火星の地球型惑星（岩石質が主）と木土天海王星の木星型惑星（水素ヘリウムが主）との境目が、ちょうど小惑星の群集になっていることから解るだろう。小惑星は天体力学的にのみでなく、物理的にもていねいに観測、研究されるべきものである。戦前から小惑星エロスの変光や形状が論ぜられ、戦後すぐにも、藤田良雄の小惑星計数事業へのアメリカでの参加があったり、北村正利が光電測光したりしたいきさつがある。平山清次の著書「小惑星」（1935）<sup>2)</sup>では「たしかな二重もしくは多重の小惑星はまだ発見されないが、それが発見されたら学説はまた、一変するであろう」とコメントされている。なお「族」と「群」の違いについて一言しておく。平山族は、小惑星の分布や土星の環の空隙にみられるような、他天体の摂動によるグルーピングの統計のことではない。天体力学の摂動論をきちんと使って（平山は米のブラウンのもとに留学した）、そうした影響をのぞいても残る真のグルーピングを指摘したのである。「族」は太陽系ができたときに惑星が生まれる過程で形成されたものではないことが、天体力

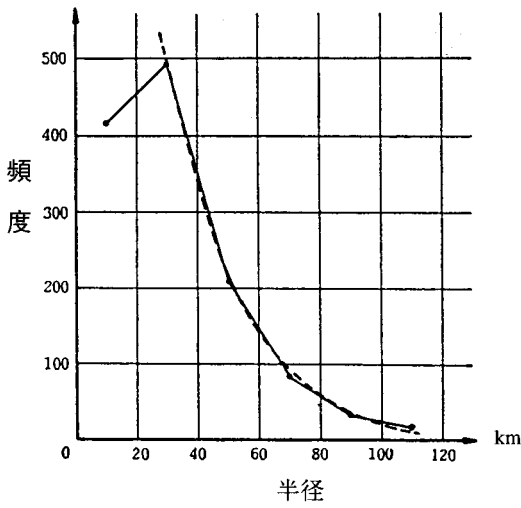


図1 小惑星の大きさの分布 鈴木・長島 1938 に引用した、平山清次「小惑星」1935 による小惑星の大きさの分布。反射能を仮定してパウシングル、ストラッケ、秋山 薫が計算した。破線は  $y = (73.02-34.34\log x)^2$  である。

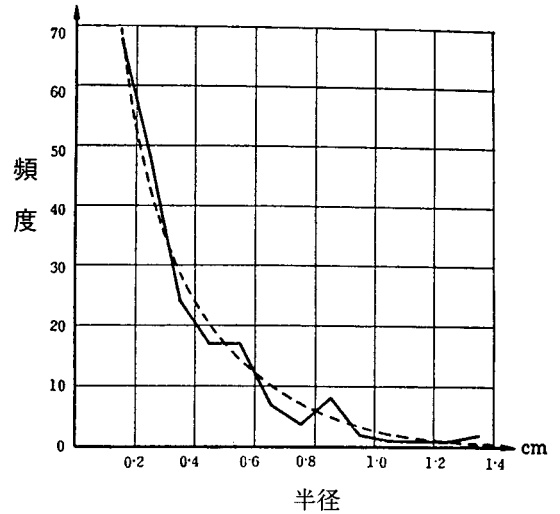


図2 衝突破壊による破片の大きさの分布 直径 6 cm 重さ 228.1g の球を 5.7m の高さから厚い鉄板に落下させたときの破片の大きさ。破線は  $y = (1.55-8.30\log x)^2$  である。

学の摂動論から言えることを平山は指摘している。とすれば「族」は天体同士の衝突か、天体の爆発によってつくられたことになる。どちらかに判定しなければならない。小惑星の起源には古くから衝突説と爆発説があって、小惑星発見を力づけてきた。

## 2. 鈴木清太郎らの室内実験

九州帝大の鈴木清太郎は理化学研究所の仕事として、天文学から要求されてでてきた、衝突と爆発の破壊実験に取り組んだ。理化学研究所は所外の大学人も研究員として、多くの研究費を支給していた。1938年の英文論文、鈴木・長島「球状物体の破壊片の質量、速度、運動量、エネルギーについて」(理化学研究所科学論文 34 巻 No. 828)<sup>1)</sup>によって実験をみてみよう。この論文以前に1932年から1938年まで4編<sup>3), 4), 5), 6)</sup>の英文論文が日本数物会誌に逐次報告されている。物体球を衝突で破壊するのに、最高6 mの高さから落下させて厚い鉄板にぶつけた。物体はワックス、石こう、チョークの3種、高さは何例も取った。割

れてでてきた破片の分布を調べた。また2台のカメラで衝突の瞬間の写真を取り、各破片の速度も測定したから、運動量とエネルギーの分配もわかる。破片の形が分類、観察された。2球を衝突させて破壊する実験も行った。爆発破壊の実験は、球に細孔をあけて中心に火薬を仕込み、ヒューズに電流を流して点火した。フラッシュを同期させ、回転セクターを回してステレオカメラを配置した。破片の大きさの分布を、小惑星の大きさの分布と比較している。小惑星の数値は平山「小惑星」<sup>2)</sup>に表示されている、パウシングル、ストラッケ、秋山薫が計算したものを採った。実験結果のうち1つの図を例示しておく。爆発方法として、鉛の散弾70片と火薬を紙と米つぶ(つまりオニギリ)と組み合わせて爆発させたものもある。その散弾の速度分布をマクスウェルと比べた図の1つを引いておく。衝突破壊が爆発と同じような振る舞いをする可能性があるのを、それを吟味しておく必要がある。つまり鉄板に玉が衝突したとき、そのエネルギーが一回コントン状態を作ってから破片が飛

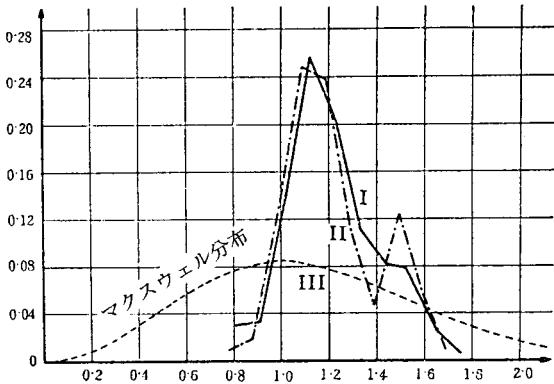


図3 火薬で爆発させたときの速度の分布の Maxwell 分布との比較 散弾を詰めた球を火薬で飛散させた。外層に散弾粒を置いたときが I の分布、内層に置いたときが II の分布、Maxwell 分布なら III になる。

び散って行くとする、エネルギーの配分の仕方は爆発と同じ事になるだろう。破片の速度の分布をみて、破片が十分に相互衝突を経てから飛び散ったどうか推測されるのである。回転させながら爆発させたときの、各破片の回転も調べている。特に自転の向きに注目した。全体のまとめとして、破片の質量と運動量とエネルギーの相関係数を計算して、質量と運動量とが最も相関大であることを確認した。しかし小惑星の起源が衝突か爆発かを決定できなかった。

### 3. 鈴木清太郎と天体物理学

この先駆的な実験を行った鈴木清太郎は日本の天文学史で触れられる事がないので、ここに彼の他の仕事についても述べてみたい。鈴木清太郎は理論物理学および気象学専攻で、九州帝国大学農学部農業気象学教室の教授だった<sup>7)</sup>。明治 19 年 (1886) 3 月 10 日に香川県に生まれ、三高を経て、東京帝国大学理学部理論物理学を明治 44 年 (1911) に卒業している。物理実験の指導は寺田寅彦で、寺尾寿の講義を聞いたという時代である。卒業後東北帝大物理学教室の助手を 3 年間勤めた。そのころ東北帝大に石原純 (1881-1947) がいた。大正 11 年 (1922) に文部省在外研究員として

イギリス (1 年有余) とドイツに、3 年間留学した。行くときに榛名丸に乗り、訪日を終えてドイツに帰るアインシュタインと同船したという。留学を終えて九州帝大に赴任する。そこでやった仕事は元素の起源の星の高温下での平衡理論の計算による説明である<sup>8), 9), 10), 11)</sup>。これは世界中でやられたテーマである。宇宙における諸元素の量が分かってくると、その起源、元素生成の理論が考えられ、まず高温の平衡状態で決まる元素組成比が調べられた。元素とはつまり原子のことである。原子は原子核とその回りの電子からできている。だから元素生成とは原子核の相互変換のことである。そのころ核反応は分かっていた。しかし平衡状態になっていれば、それ以前の履歴は消えて、温度と原子核の結合エネルギーだけで、各々の核種の配分比率が定まる。当時アストン (英) の質量分析器が結果を出していたから、各原子核の重さの違いから、それに光速の 2 乗をかけて結合エネルギーは分かっていた。鈴木は平衡の釣り合いの式から元素量を計算し、元素組成比の実測比と合わせた。(鈴木の仕事は戦後のアメリカの元素生成のレビュー論文にも引用されている)。結局、平衡理論で 1 発で全元素を説明するのは  $10^9$  K とする高温になり、エディントンが出した星中心温度  $2 \times 10^6$  K と合わないのである。鈴木は色々工夫した<sup>12)</sup>。鈴木には 1927 年から 4 編の星元素生成の論文があり、1931 年が最終論文である。その翌年から衝突破壊実験の論文が出ているから、星内部原子核反応から小惑星の起源の研究にテーマを転じたことになる。ベータとワイゼッカーの星内部核融合の論文は 1939 年である。中性子、重水素発見、加速器による人工核反応が同時になされた「物理学の奇蹟の年」1932 年の直前に転向したのは惜しい事であるとも言える。原子核反応に必要な温度と星中心温度とのくいちがいは、量子力学のトンネル効果 (ガモフたち 1928) を取り入れてアトキンソン・フーテルマンズの論文が 1929 年に解決していた。鈴木は「狂 (?) 歌に 原

子核；ガモウ山超ゆるに難きプロトンも  $\alpha$  のために身をのがるかな とある<sup>7)</sup> から、話はちゃんと知っていたのである。しかし研究テーマは別のことに変わっていた。

#### 4. 寺田寅彦の割れ目

鈴木を指導した寺田寅彦は、理研に研究室を持ち、割れ目学、火災学を提唱したことで知られている。鈴木と寺田の親しさは相当のものである。鈴木は燃焼の実験もした。小惑星衝突、爆発破壊実験の時に、花火の爆発を写真に撮って詳しく分析している。鈴木が46才から52才にかけて、1932年～1938年に行った破壊実験が、寺田の割れ目学と関係があることはまちがいない。割れ目学を創ろうとした努力の一つとも言える論文である。割れ目を統一的に記述する物理学というのが完成したかどうか知らないが、学者として勇氣ある壮大なテーマ設定だと思われる。鈴木らの破壊実験にしても、相似則がわかっている訳でもないし、統計物理学を使えるわけでもない。始めに論文の実験の結果をうまく簡潔にまとめた紹介ができなかったのはそのためでもある。しかし、実用に迫られる研究でもあった。それで早い時期に行われたのであろう。欲をいえば、衝突－爆発でできるクレーターの方にも注意していたら、もっとすぐ役立つ研究になっていただろう。鈴木は、土星型原子模型で有名な長岡半太郎(1865-1950)の弟子でもあった。長岡は自分の有核原子模型と、原子の起源と、宇宙の構造をむすびつけた独自の宇宙進化論を述べている。長岡はそれを論文にしなかったので、いままで科学史家は<sup>13)</sup> 鈴木の記憶している講演内容<sup>14)</sup> をもとに議論していた。しかし天文月報にその長岡講演の紹介が載っている<sup>15), 16)</sup> ことを注意しておこう。物理学者鈴木の天文学への熱中ぶりをしめすために、例の鈴木之歌をさらに引用しておこう。「天地創造歌三首」<sup>7)</sup> としてラプラス星雲説；大空にうずまき返る星の雲 ちぎれ別れてあめつちぞなる、ジーンズ宇宙観；2つ星行きかふ

ときよ天叫び とばかり出でし9つの星、とある。鈴木之死は1977年3月3日である。90才だった。福岡教育大平井正則教授には鈴木清太郎の生没年など色々御教示いただいた。本稿は、筆者の「日本と世界の20世紀前半天文学史」の仕事<sup>17)</sup> との関連で書かれた。(1996.10.24)

#### 参考文献

- 1) Suzuki, S., Nagasima, H., 1938, Scientific Papers of the Institute of Physics and Chemistry Res 34 No. 828, 1086-1122
- 2) 平山清次, 1935, 小惑星, 岩波全書
- 3) Suzuki, S., 1932, Proc. Phys-Math. Soc Japan III 14, 612
- 4) Suzuki, S., 1935, *ibid* 17, 528
- 5) Suzuki, S., 1936, *ibid* 18, 319
- 6) Suzuki, S., 1938, *ibid* 20, 517
- 7) 鈴木清太郎, 1947, 理界散策, 養徳社
- 8) Suzuki, S., 1927, Proc. Imp. Acad., 3, 650
- 9) Suzuki, S., 1928, Proc. Imp. Acad., 10, 166
- 10) Suzuki, S., 1929, Proc. of Phys-Math Soc. Japan III, 11, 119
- 11) Suzuki, S., 1931, Proc. Imp. Acad. 7, 307
- 12) 横尾広光, 1991, 1995, 地球外文明の思想史, 恒星社厚生閣
- 13) 板倉. 木村. 八木, 1973, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社
- 14) 鈴木清太郎, 1966, 物理学史研究 3 No2, 31
- 15) 本田親二, 1917, 「長岡博士の新星雲説に就て」天文月報, 7, 51
- 16) 同取消, 1917, 天文月報, 7, 96
- 17) 横尾広光, 1996, 「連載. 20世紀天文学者列伝 I」スカイウォッチャー, ①両大戦とその間, 3月号, ②ラッセル, 5月号, ③エディントン, 7月号, ④ハッブルとフライファー, 10月号, ⑤ジャンスキーとリーパー, 12月号

#### Early experiments on collisional-breaking to test theories on the origin of Hirayama Family of asteroids by Seitaro Suzuki (1887-1977) at 1938.

Hiromitsu Yokoo

School of Health Sciences, Kyorin University, Miyashita, Hachioji, Tokyo 192

Abstract : Seitaro Suzuki(1887-1977) performed experiments of collisional-breaking and explosive-breaking of spherical bodies in 1938 to examine the origin of Hirayama Family of asteroids. These experiments were suggested by Torahiko Terada at Institute of Physics and Chemistry Research. He could not succeed to distinguish two possibilities.