

# 日本における高エネルギー天体物理学の系譜（I）

横尾 廣 光  
内 田 俊 郎

## 1. はじめに

高エネルギー現象は天体物理学において特別に重要である。宇宙のどこかに熱い場所があり、それが広がっていつてぬるいものになる過程が、全宇宙の活力をあたえているからである。かつて天体物理学者 W. A. ファウラーは、超新星残存物のカニ星雲が、汲めども尽きぬ活動性の源泉であることに注目して、‘天文学は2つある。カニ星雲についての天文学と、それ以外の天文学である’と豪語した {横尾1971, マーティン1981}。

宇宙における熱いものとして、原子核エネルギー、ブラックホール、銀河中心核爆発などの重力エネルギー、から生じる放射、宇宙線がある。それらと、その発生場所を見つける必要がある。また高エネルギーは光速度でいどの粒子にとまなうものだから、アインシュタインの特殊相対性理論が確立されている必要がある。ブラックホールや宇宙膨張で一般相対性理論が必要なのはもちろんである。

熱いものから広がった過程を確認するため、銀河系内の平均エネルギー密度をあげておこう（表1） {早川1972}。

表1. 銀河系内の平均エネルギー密度

エネルギー密度 (eV/cm <sup>3</sup> )	
宇宙線	1
星の光	0.3
マイクロ波	0.4
乱流	0.3
磁場	0.3
ガンマ線バースト	

熱い場所は時間的変化が速くて突発的だから、天空を監視しつづける仕事が大切になる。歴史的史料を使い、アマチュアも活躍することになる。

高エネルギー現象の科学は、日本が明治時代のときにはじまった。日本は近代科学をマスターし終わったところで、欧米先進国と同列に競争できるチャンスをつかんだのであ

る。残念賞がいくつもあるが、すでに、加速器以前に、分光学を中心に先駆的な仕事も達成していた段階でもあるし、それら追いつ追われつのいきさつを収集しておくのは意味があると考えられる。象徴的に、超新星1987からのニュートリノでの小柴ノーベルがある。

研究者をはげまして大胆にさせ、自然への新しい攻撃側面に進む勇気をあたえた哲学も見なくてはならない。日本は各種の哲学的発想をかかえこんでいる点で有利である。

## 2. 天空の監視

天空を監視してきた歴史的記録をつかうためには、それらが収集され、その天文学的重要性が確認されてないと、うまくいかない。日本は健闘した。東京天文台員の神田茂は広瀬秀雄と大崎正次の協力で『日本天文史料』『日本天文史料総覧』1935を出版した。材料として東京大学史料編纂所を活用した。史料編纂所は水戸藩の徳川光圀の大日本史（1657開始）の事業を引き継いでおり、水戸は朝廷ではないが、中国の正史づくりに対応する仕事である。その出版の前年に、英文ダイジェスト版が神戸のアマチュア天文家射場保昭によって発表された。射場は商用英語に堪能だった。その記事中にカニ星雲超新星1054の出現記事があった。古代王朝が崩れる平安—鎌倉の転換期に、藤原定家が宮中の陰陽寮古記録を調べて収集・記録していたものだった。東洋では、皇帝直属の天文官が、毎夜、天変を観測して、皇帝に直接報告していたので、記録が残ったのである。陰陽家の安倍晴明が恐れられたのは、この直接報告の任務のためである。ともあれ射場報告とその利用がきっかけとなって、ひろく世界中で史料ピックアップがすすんだ。

ケプラー超新星1604の日本での記録は見つかっていない。ただ「信長公記」（信長の秘書だった太田牛一の著）が、1604年は大変な年だった、と冒頭に述べているのは暗示的である（近藤正明専修大学教授による）。この年に信長は岐阜城での新年祝いにドクロ杯をあげたという。

写真術が発明されて、監視作業は確かになった。たとえばクエーサーが発見されるとすぐに、高柳和智はハーヴァード大学天文台に蓄積されたパトロール乾板を調べて、3C 273の変光を報告している。

1885（明治18）に出現したアンドロメダ座Sは、その属する大星雲への距離が近いと錯覚させる混乱を生じた。

新星への距離がわかったのはペルセウス座新星1901（明治34）である。アンドロメダ座Sは明るすぎたのである。ペルセウス座新星の発見者は横浜のアマチュア天文家の井上四郎であり、この発見は話題になった。寺田寅彦日記〔寺田1901〕の1901年2月28日に‘去る23日横浜某商館の番頭某 Persei 宮に temporary star を発見したる由なり’とある。井上は1920—1932に東京天文台職員である〔中桐2008〕。

わし座新星1918は第1次大戦中で、ヨーロッパではそれどころでなかった。鳥島出張中の山本一清・上田譲が発見し、インドにいたイギリスの生物学者 J. B. S. ホールデンは新星から原子核エネルギー利用による異星文明暴走の靈感を得た〔横尾1991〕。

はくちょう座新星1920（大正9）は神田茂兄弟の発見で、内村鑑三も発見し、内村は井上四郎と交友があった。萩原雄祐は天文実習中に発見しそこねた思い出を語っている〔萩原1995〕。寺田寅彦は新星光度曲線の減光に中だるみがあるのを、地震の余震の減少と比

べた [寺田1901]。長岡半太郎がその報告に対して、‘光度変化を言うより、まず分光器で本体の分析をすべきでないか’と発言した記録がある。

### 3. ペルセウス座新星とローレンツ変換

アインシュタイン特殊相対性論1905は、マイケルソン・モーリーの実験1881からローレンツ短縮・変換1904を経て1905に達せられたという、よく知られた歴史に、ペルセウス座新星1901が一役果たした歴史がある。横浜の井上四郎の新星発見は、大きな意味をもっていた。

この新星は肉眼で見えないときから、28時間で見える状態まで増光した。3日後に最大光度となり、以後減光して数カ月して再び見えなくなった。6か月たない内に、マックス・ウオルフ（独）の天体写真に、新星を取り囲む小星雲があらわれた。これはガス放出によるものでなく、反射星雲に違いない。星雲膨張につれて明るさは減っていき、2年後には星雲は月のサイズより大きい薄暗いしみになり、しだいに消えていった。星雲の直径の観測から、星雲への距離、新星の星間運動、そして光速度がわかることを、オランダの J. C. Kapteyn が指摘した（元野辺山観測所員出口修至博士のご注意）。

光の速度にエーテルの流れが効くか効かないかを、我流で以下に説明する。（図1）流れ速度  $v$  の光速度  $c$  に対する比、 $v/c$ 、の2乗の2次の項に対しても効かないことをマイケルソン・モーリーの実験はしめした。それにならべて新星光源周りの光の環の進行の図をしめす。左向きに進む光の反射点が、 $C$ 、 $C'$ であり、右向きに進む時の反射点が  $A$ 、 $A'$ である。

エーテル流が左から右に流れているとき、 $BC$  と  $BA$  は同じでない。しかし地球から観測する反射光は同一時刻のものではなくて、別時刻のものであるから、ずれはほぼ相殺される。しかし行路差を計算に入れると2次の効果は残る。光の環が円形に観測されているのは、マイケルソン・モーリーの実験と同じく、2次の項まで流れが否定されるである。

カプティンは得意の写真乾板位置測定技術による星固有運動から、星距離、星運動速度、を制限した。この新星をめぐるいくつもの論説がでた。

光速度はもともと Roemer（デンマーク）1675が、木星衛星の食の観測からもとめ、その数値を使って、Bradley（英）1762が光行差から地球軌道運動速度をみちびいた。望遠鏡の対物レンズに入った光が接眼部に飛行する間に装置全体が移動するので、星の位置角度がずれて見えるのを光行差という。これは  $(v/c)$  の1次の効果である。

しかし波動説に変わると、媒質としてのエーテルは静止しているのか、物体・地球に付随しているのかによって、話しが変わる。Fresnel（仏）は、エーテルの相互浸透比率を随伴係数とした。たとえば2種のエーテルの接触面での流体力学条件だってあるだろう。光行差を測る望遠鏡の塔内に水を満たしたときと中空のときの違いを精密に調べたのが、英 Airy の実験1869である。マイケルソン・モーリーの実験は花崗岩岩盤上で行われ、ペルセウス座新星の光の環は真空中で展開した。流水中に光を通して、しかも2つの反対方向に流れる水によるものを、重ねて、干渉させた実験もフランスであった。しかし流水速度ではとても星空間速度に勝てない。

ローレンツは物質の電子論を動員して、物体内部原子の電磁気学的力学的相互作用に

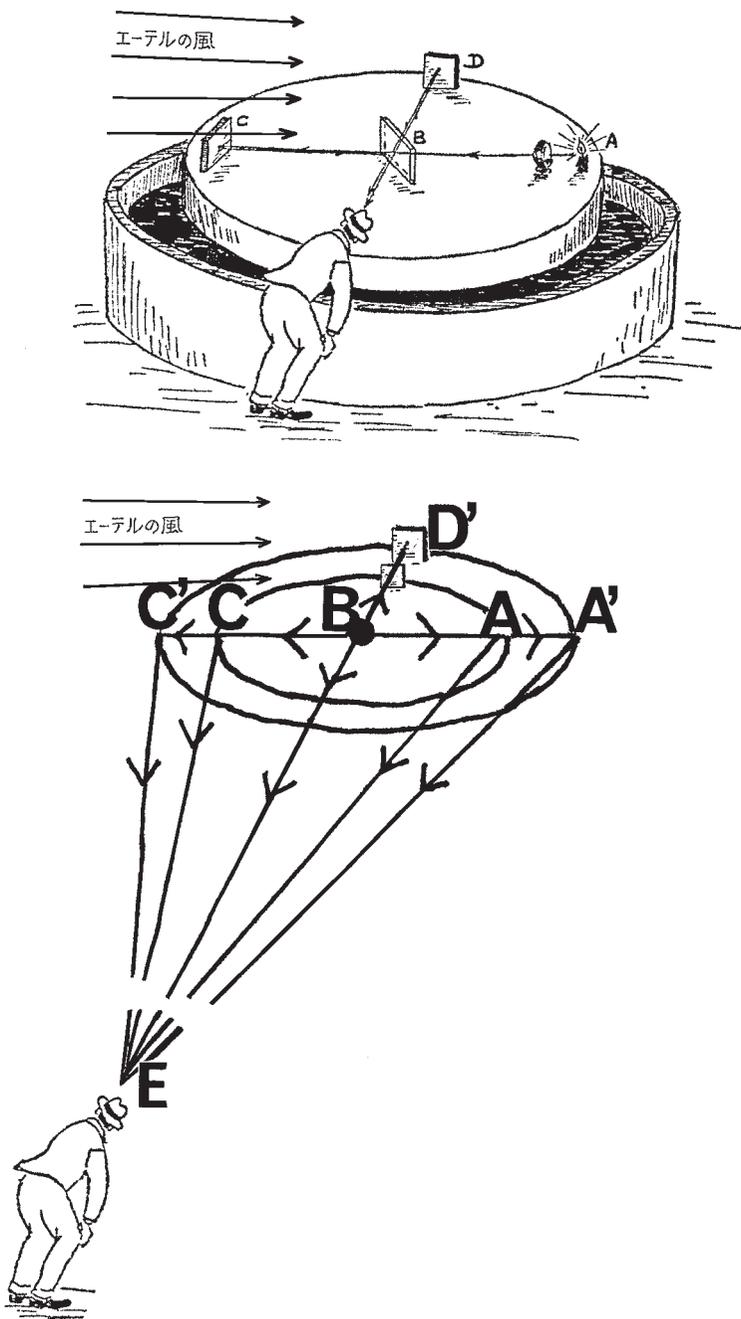


図 1

よって、ローレンツ短縮・変換を説明した1892。ローレンツはライデン大学、カプティン1901はライデン天文台、 Groningen大学で、ともにオランダである。

電磁場のマックスウェル理論の変換性からローレンツ短縮・変換がでることは、英 FitzGerald 1889, 仏 Poincare 1895が強調している。

そのときアインシュタインはどこに居たか。彼はチューリッヒ工科大学を1900に卒業し、アルバイトとしてチューリッヒ天文台で太陽黒点観測報告の取りまとめの仕事をしていた {ゼーリッヒ1974}。ヴォルフ・ヴォルファーの太陽黒点相対数といわれるものである。このころ黒点活動極小期だったから、つまらない仕事だっただろう。大学時代の天文の講義はヴォルファーのものである。ヴォルファーはのち第1次大戦中に熱狂的対仏排外主義宣言に加わっている。アインシュタインは学友マルセル・グロスマンの世話でベルン特許局に就職し、特殊相対論論文1905を発表して、前年発表のローレンツ変換の意味をひっくりかえした。真空概念の変更である。

科学史家広重徹は、ローレンツが電磁場の実在性を確かめるのに電子論が役に立ったが(結果が実験に合致した) {広重1965}、ここでの変更は、アインシュタインの諸証言を集めても、‘つながって1本のきれいな筋にならず、ギャップがのこる。十分満足できる歴史的説明はまだ無いことを認めねばならない’ {広重1970} とした。広重がそれを批判するのに生き甲斐を感じた武谷三男は、‘量子論を光にあてはめ、光の粒がとびまわっている光の気体についての理論をつくり、それで、初めから考え直す必要にせまられた’ {武谷1953, 1970} と指摘していた。武谷も広重も言及していないが、ペルセウス座新星1901の解釈作業は無視できない。

日本人のアインシュタイン好きは根が深い。古来から、時空概念に、インド哲学、中国哲学、そして弾圧で証拠を消されたとは言え切支丹のアリストテレス天球論の影響・対決もあって、関心が持続していたのである。長岡半太郎は物理学をやるまえに、1年間休学して荘子などの東洋哲学を確認したし、科学史家桑木あや雄は特許局時代のアインシュタインをベルンでたずねている。哲学科卒業論文で「空間論」を書いた戸坂潤の唯物論研究会については後にのべる。

#### 4. 化学からの元素組成比測定値

高エネルギー現象をつくるものの第1は原子核関連である。原子核を確定すれば元素が指定される。元素組成比とは原子核存在量比である。それは星でつくられるから、化学によって星の研究ができる。実験室で化学分析できるものは、地球の組成、隕石の組成、1次宇宙線の組成、太陽風の組成、である。

お雇い外国人時代には、開拓使札幌農学校をつくった W. S. Clark {マキ1978} は、アメリカから隕石をたずさえてゲティンゲンのウェーラーのもとに留学し、隕石の化学分析で学位をとった人物であった {横尾2008}。日本と同じように、アメリカでも大学卒業後ヨーロッパに留学して仕上げる習慣だった。クラークの前例で、ドイツのウェーラーのもとに行って短期間で学位をとる道がひらかれた。

隕石入手について、Amherst 大学でのクラークの講義に出席していた新島譲とのやり取りがのこっている {佐藤1993}。

彼の隕石研究は、宇宙構成元素組成というよりは、生命構成元素の側面がある。ドイツ語短報3篇にあらわれないが、英文学位論文の結果ではリンの分析が目される。当時は

機物をふくむ隕石が注目されていたが、その落下は数少ない。クラークは金属質隕石で分析し、有機にかかわるリンの定量に成功した。ウェーラーの同志の Liebig は無機肥料論であった。リービヒは生命構成元素を化学分析して、肥料の本質を知った。クラークは帰米後、肥料論の化学者としてマサチューセッツ農科大学の学長となり、開拓使に招かれて札幌農学校づくりに、同行させた同僚とともに参加した。

クラークの天文人脈は（1）弟子のキリスト者大島正満が天文普及家の英文学者野尻抱影の義父、（2）ゲッチングンでの化学仲間の Max Feska は日本に来て日本地質図づくりをおこない、その事業に参加した関豊太郎の盛岡高等農林学校（現岩手大学農学部）での教え子が農芸化学科学生の宮沢賢治、（3）札幌農学校2期生の内村鑑三（前述）は生物学を学び、アマースト大学で理学士を得た自然科学に縁の深い人物、である。

宮沢賢治は卒業論文で‘土壤中ミネラルの植物にたいする影響’を論じ、研究生として地質図（岩手県花巻付近）数枚を作製している。賢治の詩は天文普及に大影響しているが、賢治研究者間では「4次元」と『有機交代電流』という用語がとくに問題視されている。第4次元は、児童文学研究家の西田良子によれば、成瀬関次『第4次延長の世界』東京曠台社1938の解釈に文章が酷似しているという〔西田1998〕。アインシュタイン来日時には、日本女子大に進学した妹の臨終時で、仙台での講演会に参加できなかったはずである。

有機交代電流は変圧器テスラコイルのつくった高電圧で管を発光させる装置ではないかと、著者の1人横尾は想像する。賢治は法華経信者団体・国柱会に熱心に参加し、東京の本部にきていた。同会は千葉県市川に布教用劇場つくっていたので、賢治はその脚本（仏典からとったもの多い）や舞台照明にかかわり、当時テスラが人々を驚かせたショーでの高圧発光に言及したのではないか。

天体分光學で提案されていた新元素ネブリウム、コロニウム（原子量もきめられていた）について、J. W. ニコルソンは長岡原子模型1905から出発して、プランク定数を取り入れて、電磁的安定性を入れた量子化によって、その模型からスペクトル線波長を計算した〔Nicholson 1911〕。ニコルソン模型は天文の雑誌に出たので、それを無視した物理学史家がある。寺田寅彦日記ではボーア模型後に天文の平山先生から雑誌借用して読んだとある（1918.1.24.の項）。

新元素でなかったコロニウムの発光は宮本正太郎1942が解明し、ネブリウムはBowen1927、海野和三郎が解決した。

## 5. 元素ニッポニウム

日本で初期に養成されて留学に送り出された科学者の、小川正孝は、イギリスの W. Ramsay のところに1904-1906留学し、新元素 Nipponium を発見した。新元素発見競争の時代である。トリウム鉱石から抽出した微量成分を分光学的に見て新スペクトル線を見つけた。原子番号43番とした。後に43番はサイクロトロン加速器の照射によってつくられた人工放射性元素テクネチウム Tc であることが判った。小川の試料はのちにX線分光学によって75番レニウムであることが確認されている〔吉原1997〕。元素起源論のBBFH 1957はテクネチウムが星にあることを、星内元素生成の証拠としてスローガンの的に強調している。

南英一は、ゲッチンゲン大学の V. M. Goldschmidt (1888-1947) の元素組成比決定プロジェクトに参加し、日本とドイツのしかるべき堆積岩中の希土類 (原子番号56-72) およびトリウムの含有量を分析して、偶一奇則の美しい結果を得た [南1935]。

これをひきついで Suess-Urey の元素組成1956がまとめられ、それを説明する BBFH '元素の起源' 1957の大論文につながった。となりの原子番号とはスピンの1つかわるのでエネルギーも中性子吸収断面積も、したがって量もかわるのが偶一奇則である。

京大基礎物理学研究所での研究会1957で、林忠四郎のビッグバン一発元素生成論1950と星内合成派との大論争があったのは後のことである。後者は武谷の文章力で THO とよばれておおしく普及した。

地球化学から出発したカナダの R. C. Tolman 1922はヘリウム合成をおこす温度をもとめ [Kragh 1996]、さらに相対論的熱力学、つまりビッグバンの理論の理論にすすんだが、日本の鈴木清太郎はヘリウム合成論1928ののち、星中心部の縮退の崩壊の星模型をつかって高温を確保して、平衡過程をはじめて得た1929。以上 (2013.1.21.)

### 参照文献

- 横尾1971；かに星雲ものがたり，天文月報，64，293-297，1971。  
マーティン，P. and L. 著，杉本，横尾訳：新しい天文学，岩波，1982。  
早川1972；宇宙線，筑摩，1972。  
寺田1901；寺田寅彦全集，岩波，  
中桐2008；アーカイブ室新聞38号，2008。  
横尾1991；地球外文明の思想史，恒星社，1991。  
萩原1995；星座の縮図，読売，1995。  
ゼーリッヒ；広重訳：アインシュタインの生涯，東京図書，1974。  
Luigi d'Auria；Popular Astronomy, 11, 254, 1903, Science N. S. 17, 110, 1903。  
広重1965；科学と歴史，232-257，みすず，1965。  
広重1970；科学史のすすめ，257-314，筑摩，1970。  
南1935；青木他編：論文にみる日本の科学50年，科学50巻臨時増刊，岩波，1980。より  
BBFH 1957；Rev. Mod. Phys. 29, 547-650, 1957。  
武谷1953；  
武谷1970；科学入門，勁草，1970。  
吉原1997；小川正孝の栄光と挫折，化学史研究，24，295-305，1997。  
横尾2008；クラーク博士の隕石学位論文と化学肥料論，日本科学史学会A202，2008。  
マキ1978；J. M. マキ著，高久真一訳；W. S. クラーク—その栄光と挫折，北大図書刊行会，1978。  
佐藤1993；星募群像，星の手帖社，1993。  
西田1995；宮沢賢治を読む，創元社，1992。  
ニコルソン1991；J. W. Nicholson, MN, 72, 49-, 139-, 1991。  
Kragh 1996；Kragh, Helga.; Cosmology and controversy, Princeton University Press, 1996。

—ABSTRACT—

In an early history of high energy astrophysics in Japan, 1900-1950's, we find the pioneering works. Japanese scientists could start their own studies on the newly born fields from the same start line with the scientists in the worlds. Japanese scientists had experience of short learning days on the western sciences. After the age of classical physics such as Kanae Hattori's field theory 1927 and Yusuke Hagihara's black hole paper 1931, the new physics emerged. We see the works of Seitarou Suzuki's equilibrium process in the stellar interior 1927 and applications to cosmic ray physics of Hideki Yukawa's Meson theory 1935.

〔要 約〕

日本における高エネルギー天体物理学の初期の歴史をたどる。古典物理学でも、服部鼎の統一場理論1927、萩原雄祐のブラックホール論文1931があった。また南英一の地球化学による元素組成分析などをふまえた、原子核・素粒子・宇宙線における、鈴木清太郎の恒星内元素生成理論1928、1929、1930は平衡過程理論の提唱で、もっとも早い仕事だった。星エネルギー源の物質—反物質説をねらった—柳寿一の星模型論文1934、島村福太郎の宇宙線分析による湯川中間子寿命決定1938、宮本正太郎の中性子星模型1941、の仕事の流れは、第2次大戦後の本格的展開につながる。