

解説

速報：2002年度ノーベル物理学賞

福江 純（大阪教育大学）

記憶も新たなところであるが、2002年度のノーベル賞では、ノーベル物理学賞に東京大学名誉教授の小柴昌俊氏が、ノーベル化学賞に京都市の島津製作所の田中耕一氏が選ばれ、同じ年に2人の日本人が賞を獲得するという素晴らしい快挙があった。発表の時期には宮崎市のシーガイアで日本天文学会秋季年会が開催中で、ちょうど中日の懇親会の宴たけなわの頃に、小柴受賞！の報がもたらされた。知り合いの娘さんとシリトリをしていたときに渡部国立天文台広報室長が急報して、会場がざわめきたったのを覚えている。本誌の出版スケジュールからは速報というもおこがましいし、本誌11月号の刊行時点ですでに他のメディアで詳細が報じられているだろうが、とくに天文学との関わりからノーベル物理学賞について、受賞発表間もない現時点（10月12日）での“速報”を報告したい。本誌の観点での“詳報”については、また別途、掲載できればと考えている。

さて、2002年10月8日、スウェーデン王立科学アカデミー（The Royal Swedish Academy of Sciences）は、2002年度のノーベル物理学賞を、レイモンド・デービス博士（87歳；米ペンシルベニア大学名誉教授）、小柴昌俊（76歳；東京大学名誉教授）、リカルド・ジャコーニ博士（71歳；米アソシエイテッド・ユニバーシティーズ社社長）の3氏に贈ることを発表した。受賞理由は、デービスJrおよび小柴が、“for pioneering contributions to astrophysics, in particular for the detection of cosmic neutrinos”（宇宙物理学の先駆的な貢献、とくに宇宙ニュートリノの検出に対して）、ジャコーニ

が、“for pioneering contributions to astrophysics, which have led to the discovery of cosmic X-ray sources”（宇宙物理学の先駆的な貢献、とくに宇宙X線源の発見を導いたことに対して）である。賞金の1000万スウェーデン・クローナ（約1億3000万円）は、小柴・デービスの両博士が1/4ずつ、ジャコーニ博士が1/2という配分である。賞金が3等分でないのは、ニュートリノ天文学とX線天文学の開拓でまず等分し、さらにニュートリノで等分したためである。なお新聞の記事などにはあまり書いていない余談だが、ノーベル賞には、同じ年での一つの分野の受賞者は最大3人まで、という規定がある。またノーベル賞は生きている人にしか与えられない。

宇宙を見つめる新しい窓

ガリレオによる望遠鏡の利用以来400年間、宇宙の観測は可視光オンリーだったのだが、20世紀中葉以降、電波、X線、ニュートリノ、重力波などなど、さまざまな手段で“見えない宇宙”を観ることができるようになり、それと共に、われわれの宇宙像も劇的に変化してきた。これらのうち、電波天文学の開拓などに関しては、電波干渉計の開発を主導したマーチン・ライル卿とパルサーを発見したアントニー・ヒューウィッシュに1974年度のノーベル物理学賞が贈られており、また重力波天文学に関しては、中性子連星の公転周期の解析から間接的に重力波を検出したラッセル・ハルスとジョセフ・テイラーに対して1993年度のノーベル物理学賞が贈られている。今回のニュートリノ天文学とX線天文学の受賞で一通り揃ったわけだ。今回の受賞

は、妥当であると同時に、天文学にとって大変意義深い受賞であったといえる。

ニュートリノ天文学

ニュートリノ (neutrino) は素粒子の一種だが、電荷をもたず、また他の素粒子とほとんど相互作用をしない粒子である。水素がヘリウムに変換する核融合反応や、放射性原子核が電子などを放出して他の原子核に壊変する β 崩壊などの際に、ニュートリノが発生する。したがって、宇宙にも地上にもニュートリノは満ち溢れている。どれぐらい相互作用が弱いかだが、たとえば、いまこの瞬間にも、われわれの体を毎秒数兆個ものニュートリノが突き抜けているぐらいだ。

1930年にウォルフガング・パウリが予言したが、相互作用が弱くしたがって測定しにくいために、1955年になってやっとフレデリック・ライネスが原子炉で発生したニュートリノを測定した。電荷をもたない中性の粒子だが、すでに中性子 (neutron) があったために、イタリア語で小さいという接尾語をつけて、ニュートリノ (neutrino) と命名された (命名者はパウリだったと思う)。中性微子と訳されることもある。

宇宙からやって来るニュートリノを捕まえるのは、いくら大量に降り注いでいるとはいっても、相互作用が非常に弱いので、簡単ではない。レイモンド・デービス Jr は、大量の物質を使えば、そのうちのいくらかはニュートリノと反応するだろうと考えた。そこで彼は1960年代に、巨大なタンクに615トンもの四塩化エチレン (ただの洗濯液) を詰めて鉱山の奥に設置し、待った、待った、待ったのである。そして彼は30年以上もかけて、もっとも近い星である太陽 (の中心部) から到来したニュートリノを2000個ほど捕捉した。いわば太陽の中心部を覗き見たわけである。この成果だけで十二分にノーベル賞に値するのだが、謎なのは、2000個という捕捉数

が事前に理論的予想より少なかったことだ。これは「太陽ニュートリノ問題」と呼ばれている。それについては、また詳報で!?

翻って、小柴昌俊に率いられたチームは、神岡鉱山にカミオカンデと呼ばれる巨大な検出器を設置していた。彼らは反応物質として大量の水を用意した。ニュートリノが水タンクの中を通過するときに、ほんの僅かな確率で水の中の原子と相互作用するのだが、そのとき生じた電子が放射するチェレンコフ光と呼ばれる特殊な光を、光電子増倍管で検出する方法を取ったのである。1987年に装置が稼動しはじめて一ヶ月後、1987年2月23日、あまりの僥倖というべきか、大マゼラン雲で起こった超新星爆発1987Aのニュートリノを検出できたのだ。カミオカンデを通過した10の16乗個 (10,000,000,000,000,000個!) ものニュートリノのうち、たった12個を検出したただけだが、彼らはそれによって、超新星爆発の中心部を垣間見たのである。

小柴やデービスの仕事によって、ニュートリノ天文学は、真に実証的な学問分野として確立したといえるだろう。

X線天文学

X線はニュートリノに比べればまだよく知られているだろうが、可視光などと同じ電磁波の一種で、ただし、可視光よりも振動数が1000倍以上高く (波長は1000分の1よりも短く)、したがってエネルギーも高く透過力も強い種類の電磁波である。太陽をはじめとして宇宙の中で光っている星々は、可視光だけでなく、多かれ少なかれX線 (や他の波長の電磁波) も放射しているが、天体によっては、光よりもX線を強く放射している天体もあり、今日、「宇宙X線源」と呼ばれている。もっともそれは後のこと。

さて、そもそも「宇宙X線源」など存在すると予想されていなかった時代、1962年、リカルド・ジャコーニたちのグループは、月か

らのX線を捉えようとしてロケットを打ち上げた。もちろん月自体がX線を放射するわけではなく、彼らは太陽から放射されたX線が月に反射されたものを観測しようとしたのだ（この反射X線による月の像は、ずっと後になって、ローサット衛星などで綺麗な像が撮られた）。ところが予想に反して、月からのX線は受からずに、月とはまったく別の方向、さそり座の方向から強いX線が来ていることを発見したのである。X線で観測したときに、全天でもっとも明るい、さそり座X-1の発見だった。このときをもって、X線天文学の嚆矢（こうし）とする。

ジャコーニはその後も、1970年に打ち上げられた最初のX線衛星UHURU（スワヒリ語で自由の意味）、はじめてX線望遠鏡を搭載してアインシュタイン生誕100年の1978年に打ち上げられたアインシュタインX線天文台、そして現在も活躍中の1999年に打ち上げられたChandraX線衛星などなど、X線天文学をずっと牽引してきた。

X線天文学の発展によって、われわれの宇宙に対する見方は、本当に、本当に大きく変わったのである。

付録1：受賞者の略歴

Raymond Davis Jr ★1914年生まれ（87歳）。アメリカ合衆国ワシントン特別区出身（アメリカ国籍）。1942年、米コネチカット州エール大学で化学博士の学位を取得。米フィラデルフィア州ペンシルベニア大学の物理天文学部の名誉教授。

Masatoshi Koshiha ★1926年生まれ（76歳）。愛知県豊橋出身（日本国籍）。1955年、米ニューヨーク州ロチェスター大学で学位を取得。東京大学素粒子物理学国際センター名誉教授。

Riccardo Giacconi ★1931年生まれ（71歳）。イタリアジェノバ出身（アメリカ国籍）。1954年、ミラノ大学で学位を取得。米アソシエイテッド・ユニバーシティーズ社社長。

付録 2 : 天文学に関係深いノーベル賞受賞者

1921 年度 : ALBERT EINSTEIN for his services to Theoretical Physics, and especially for his discovery of the law of the photoelectric effect.

1970 年度 : The prize was divided equally between:

HANNES ALFVEN for fundamental work and discoveries in magneto-hydrodynamics with fruitful applications in different parts of plasma physics

LOUIS NEEL for fundamental work and discoveries concerning antiferromagnetism and ferrimagnetism which have led to important applications in solid state physics.

1974 年度 : The prize was awarded jointly to:

SIR MARTIN RYLE and ANTONY HEWISH for their pioneering research in radio astrophysics Ryle for his observations and inventions, in particular of the aperture synthesis technique, and Hewish for his decisive role in the discovery of pulsars.

1978 年度 : The prize was divided, one half being awarded to:

PYOTR LEONIDOVICH KAPITSA for his basic inventions and discoveries in the area of low-temperature physics

and the other half divided equally between:

ARNO A. PENZIAS and ROBERT W. WILSON for their discovery of cosmic microwave background radiation.

1983 年度 : The prize was divided equally between:

SUBRAMANYAN CHANDRASEKHAR for his theoretical studies of the physical processes of importance to the structure and evolution of the stars.

WILLIAM A. FOWLER for his theoretical and experimental studies of the nuclear reactions of importance in the formation of the chemical elements in the universe.

1993 年度 : The prize was awarded jointly to: RUSSELL A. HULSE and JOSEPH H. TAYLOR JR. for the discovery of a new type of pulsar, a discovery that has opened up new possibilities for the study of gravitation.

2002 年度 : The prize is being awarded with one half jointly to:

RAYMOND DAVIS JR., and MASATOSHI KOSHIBA for pioneering contributions to astrophysics, in particular for the detection of cosmic neutrinos

and the other half to:

RICCARDO GIACCONI for pioneering contributions to astrophysics, which have led to the discovery of cosmic X-ray sources

参考 URL

★ノーベル賞のInformation to the Publicのホームページ (<http://www.nobel.se/physics/laureates/2002/public.html>)

★詳しい情報 Advanced Information の PDF ファイル (<http://www.nobel.se/physics/laureates/2002/phyadv02.pdf>)

★過去の受賞者などのThe Nobel Prize Internet Archive のページ (<http://almaz.com/nobel/nobel.html>)