

特別記事

2011年ノーベル賞 自然科学3部門の受賞者決まる

2011年のノーベル賞自然科学3部門(生理学・医学賞、物理学賞、化学賞)の受賞者が決まった。10月3日にスウェーデン カロリンスカ研究所より生理学・医学賞が、同国王立科学アカデミーから4日に物理学賞、5日に化学賞が発表された。以下に受賞者と受賞理由について紹介する。

自然科学3部門受賞者と受賞理由の概要

(1) 生理学・医学賞

Bruce A. Beutler (米)：米スク립ス研究所教授

Jules A. Hoffmann (仏)：仏国立科学研究センター細胞分子生物学研究所ディレクター
ストラスブール大学教授

Ralph M. Steinman (米)：米ロックフェラー大学教授

受賞理由

「自然免疫の活性化に関する発見、および樹状細胞の発見と獲得免疫におけるその役割の発見」に対する

ヒトや動物は、免疫反応によって、体内に侵入した細菌や他の微生物から身を守っている。長い間、その免疫反応を開始するスイッチの正体について研究がなされた中で、Beutler氏とHoffmann氏は、微生物が体内に侵入した時に最初に働き自然免疫を活性化させるタンパク質を発見した。Hoffmann氏は、1996年にショウジョウバエを使った実験で、Tollというタンパク質が真菌のセンサーとして働くことを示した¹⁾。Beutler氏は、1998年にマウスのリポ多糖(LPS)を認識する受容体である、Toll様受容体を同定した²⁾。Steinman氏は樹状細胞を発見し、この細胞が自然免疫に続く獲得免疫を活性化し制御することを明らかにした(代表的論文として³⁾)。獲得免疫は、微生物を体内から排除する役目を担う反応である。

3人の受賞者の研究業績によって、自然免疫とそれに続く獲得免疫の活性化とその調節の仕組みが明らかにされ、その後、様々な疾患のメカニズムの解明に役立った。彼らの研究は、感染症、がん、炎症性疾患に対する新たな予防法や治療法の開発への道を開いた。

参考文献

- 1) Lemaitre B. et al., The dorsoventral regulatory gene cassette *spätzle/Toll/cactus* controls the potent antifungal response in drosophila adults. *Cell* 1996 ; 86 : 973-983. (背腹の制御遺伝子カセット *spätzle/Toll/cactus* は、ショウジョウバエで抗真菌反応をコントロールする)
- 2) Poltorak A. et al., Defective LPS signaling in C3H/HeJ and C57BL/10ScCr mice : Mutations in *Tlr4* gene. *Science* 1998 ; 282 : 2085-2088. (C3H/HeJ マウスおよび C57BL/10ScCr マウスにおける LPS シグナリングの欠損 : *Tlr4* 遺伝子の変異)
- 3) Steinman R. M. et al., Identification of a novel cell type in peripheral lymphoid organs of mice. *Journal of Experimental Medicine* 1973 ; 137 : 1142-1162. (マウスの末梢リンパ組織における新規の細胞種の同定)

(2) 物理学賞

Saul Perlmutter : (米) カリフォルニア大学およびローレンス・バークレイ国立研究所

Brain P. Schmidt : (豪) オーストラリア国立大学

Adam G. Riess : (米) ジョーンズ・ホプキンス大学

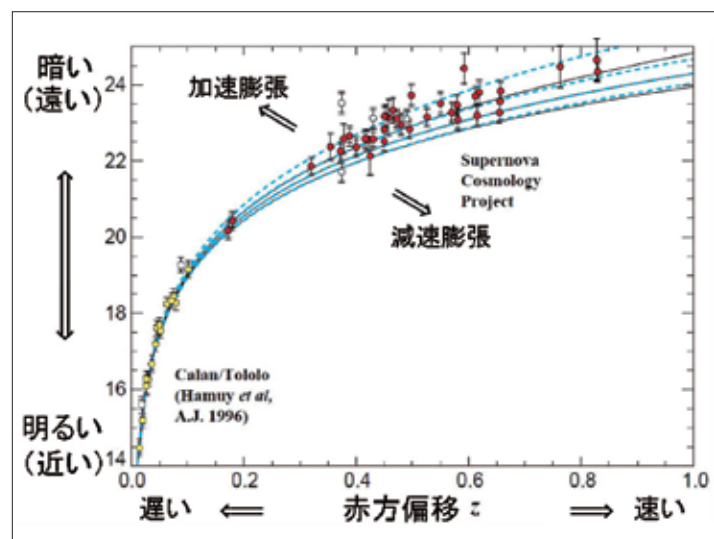
受賞理由

「遠方の超新星の観測による宇宙の膨張加速の発見」に対して

137 億年前に起きたビッグバン以降、宇宙は膨張し続けていることはよく知られている。重力によって膨張速度は遅くなり、遅くなりながらも膨張を続ける、あるいは、収縮に転じてビッグクランチを迎える、という宇宙の未来についての 2 つのシナリオが描かれていた。Perlmutter 博士は「超新星宇宙プロジェクト」を、Riess 博士と Schmidt 博士は「High-*z* 超新星探査チーム」を率い、膨張速度がどの程度遅くなっているのかを求めするために、世界中の天文台の協力を得て、遠方の数十の超新星の観測を行った。観測結果を用いて宇宙の膨張速度を計算したところ、膨張速度は 70 億年くらい前に比べて速くなっているという、驚くべき結果となった。宇宙の膨張が加速するためには斥力が必要であり、その原因として、アインシュタインの宇宙項を一般化した「ダークエネルギー」が考えられているが、その実体は未だに謎に包まれたままである。

超新星とは爆発が起きて一時的かつ急激に明るくなる星のことである。太陽型恒星の終末形態である白色矮星は、近接連星を伴うと連星から水素が供給されて質量が増加し続ける。しかし、質量が太陽質量の 1.44 倍になった時に、超新星爆発を起こす。このタイプの超新星は Ia 型と呼ばれ、どの Ia 型超新星も同じ明るさを持ち同じ収束過程をたどる。Ia 型超新星の明るさを測定することにより地球からの距離が分かり、発光または吸収スペクトルの赤方偏移を測定することにより地球から遠ざかる速度が分かる。図の一番上の実線は、宇宙が等速膨張する場合であり、また、上の破線ほど、ダークエネルギーの割合が大きい。遠い超新星の測定点は、等速膨張の理論曲線より左側にあり、遠い星ほど、即ち、時間を遡るほど、地球から遠ざかる速度は遅いことがわかる。このようにして、宇宙の膨張は加速していることが結論づけられた。さらに、ダークエネルギーは宇宙の全エネルギーの 73% 程度を占めると推測される。

Riess 博士たちは 16 個の Ia 型超新星を、Perlmutter 博士たちは 42 個の Ia 型超新星を観測して、同じ結論に達した^{1,2)}。今回の発見は、宇宙の常識を塗り替える大きな発見であるが、その原因については未だ未解明の部分が多い。



文献 3 より引用

参考文献

- 1) A.G. Riess et al., *Astron. J.*, 116, 1009-1038, (1998)
- 2) S. Perlmutter et al., *Astrophys. J.*, 517, 565-586, (1999)
- 3) Nobelprize.org. 5 Oct. 2011,
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2011/sciback_fy_en_11.pdf

(3) 化学賞

Dan Shechtman (イスラエル)：テクニオン－イスラエル工科大学 特別教授

受賞理由

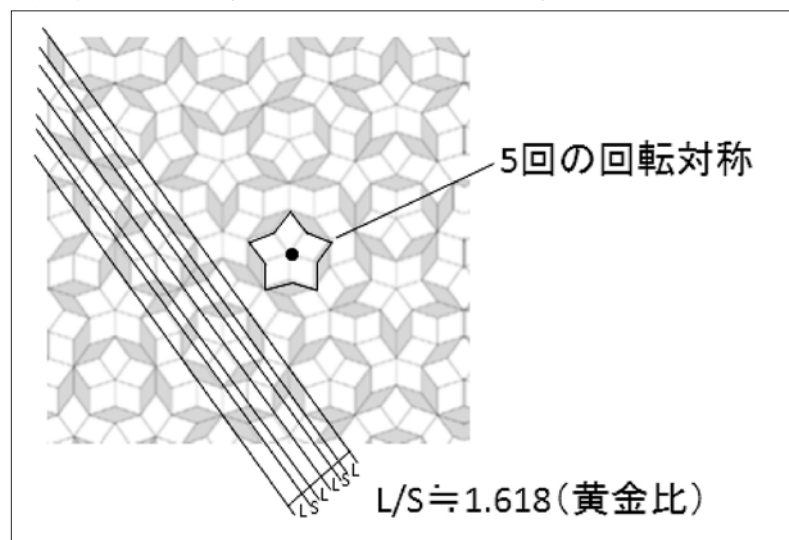
「準結晶の発見」に対して

固体物質の構造は、原子（あるいは分子、イオン）が空間的に規則正しく配列された結晶（crystal）と、配列に規則性のない非晶質（amorphous）に分類できると考えられていた。さらに、結晶には、単位となる原子配列を平行に移動すると周期的に重なる性質（並進対称性）がある。1984年11月、Dan Shechtman 博士は、原子配列に規則性はあるが結晶と認められる周期性を持たない、新しい構造の固体物質を発見した¹⁾。博士は、液体状態から急冷して作製したアルミニウム（Al）-マンガン（Mn）合金について、電子線をあてた際の原子配列により回折されたパターン（電子線回折像）を解析した。その結果、この物質が正二十面体相（icosahedral phase）から成り、並進対称性をもつ結晶では存在し得ない5回の回転対称を持つことを見いだした。これが後に命名された準結晶（quasicrystal）²⁾の発見で、それまでの固体物質の概念を根本から覆す画期的な業績として、今回評価された³⁾。

準結晶の構造は、発見以前にすでに幾何学的に見いだされていたペンローズ格子をモデルと考えることができる（図表参照）。格子点を結ぶ直線の間隔は、 $L/S = (1 + \sqrt{5})/1$ で、視感的にも美しいとされるいわゆる黄金比となり、LとSの配列は、花びらの数など自然界にも存在するフィボナッチ数列（LSLLSL…）をなしている。その後、準結晶の異形が相次いで見つかり、現在までに正十角形相、正十二角形相、正八角形相を含め、少なくとも4種類が報告されている。

なお、当初作製された準結晶は非安定相で欠陥も多かったが、その後の研究から、準結晶の安定相（Al-Cu-Fe など）が結晶成長と同様の方法で作製できるようになり、研究が大きく進展した。準結晶では、電気抵抗が結晶や非晶質より高く異方性を示す、あるいは、比熱が高いといった物性を有し、新材料としても期待される。

図表 準結晶の構造（2次元：ペンローズ格子の例）



参考文献

- 1) D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias and J. W. Cahn, "Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry", Phys. Rev. Lett. 53, 1951-1953 (1984)
- 2) Dov Levine and Paul Joseph Steinhardt, "Quasicrystals: A New Class of Ordered Structures", Phys. Rev. Lett. 53, 2477-2480 (1984)
- 3) http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2011/sciback_2011.pdf