

THE
NOBEL PRIZE
IN PHYSICS

ノーベル 物理学賞

亀田
峻

完全解説

ノーベル物理学賞が100倍楽しくなる!

発明・発見の概要 から 受賞予想 まで
1冊でわかる待望のガイド本

ノーベル物理学賞受賞者
梶田隆章氏 推薦!

「ノーベル賞というレンズを通して、過去1
世紀にわたるミクロの世界や宇宙の理解
の驚異的な進歩の歴史を感じてほしい」

ノーベル物理学賞完全解説

亀田峻

星海社

398



SEIKAISHA
SHINSHO

はじめに

宇宙の始まりには何があったのか。物質をどこまでも細かく分割していくと、最後には何が残るのか。私たちが日常的に感じている時間や空間、重力の本質とは一体何なのか。

人類の歴史は、こうした根源的な問いに対する挑戦の歴史でもあります。そして、その挑戦の最前線で自然界の隠されたルールを解き明かし、人類の知の限界を押し広げた天才たちに贈られてきた賞こそが**ノーベル物理学賞**です。本書では、1901年の第1回受賞から2025年に至るまでのノーベル物理学賞の受賞理由を解説するとともに、人類の叡智えいちの変遷へんせんをも解説しています。

本書を読むにあたり、以下の3点を念頭に置いていただくと、「ノーベル物理学賞」そのものを面白く感じ、物理に対しての理解や興味が深まると思います。

1 物理の歴史を辿るために、各年のつながりを意識して読む。

本書はその構成の都合上、1901年から順に解説をしていますが、このノーベル物理学

賞の順序と歴史的な発見の順序は必ずしも一致しません。

なぜなら、受賞理由となる功績が打ち立てられてから授与に至るまでの年月に、かなりバラつきがあるためです。実際、1957年や2017年の受賞のように、著しい発見^{いちじる}に対して1年足らずの即時で授与がなされた例もあれば、1986年や2009年、2018年の受賞のように、50年越しに功績が再評価されて授与された例もあります。

また、内容的に連続しているものであっても、段階を経て隔年で授与されている場合もあります。例えば「クォークやレプトンなどの素粒子の発見」というトピックに対しては、1969年「クォークの存在を予言」→1976年「チャームクォークの存在の予言と実証」→1988年「第二世代レプトンの発見」→1995年「第三世代のレプトンの発見」のように、約30年にわたって4回の授与がなされています。

これらの性質を踏まえ、物理の歴史をよく理解するために、「必ずしも順序通りに読まなくていい」「関連する年を連続して読むために、あえて飛び飛びで読む」「分からない内容があったら、関連する年に戻って読む」ことをおすすめします。この読み方を可能にするために、本書では随所に【○○○○年参照】のような記載を挿入しております。この記載があり、実際にその参照元の用語や概念を忘れてしまっていた場合は、積極的に該当年へ戻って内容を確認してみてください。「この年の発見があったからこそ、今年の発見があるんだ」というように、歴史の流れを「ページに戻る行為」を通じて体感いただければ幸いです。

2 物理の正しさにはグラデーションがある。だからこそ、古いものを完全に、間違った理論として棄却ききやくしないようにする。

本書の説明はおおよそ、「今までAだと思われていたが、実はBの可能性があると分かった。実証してみるとBであることが分かったため、この功績でノーベル賞が授与された」というパターンになっています。しかし、さらに別の年度では「Bであることは分かったが、さらによくよく調べるとCであることが分かった」とか「Bであると発見されたが、より限定的な状況ではBは通用せず、Dと考える必要が出てくる」といった場合もあります。これこそ、物理の面白い点であり、かつ難しい点でもあります。

このような状況においても、CやDだけが唯一正しいわけではなく、多くの場合でAやBも一定の有用性があるため、「AやBが完全に間違っている」と認識するのは正しくありません。

100mの世界記録を例にみましょう。100mの現世界記録はウサイン・ボルトの9・58秒ですが、だからといって前世界記録であるアサファ・パウエルの9・77秒が完全に遅い記録かと言われれば、そんなことはありませんよね。パウエルの記録だって今でも十分に素晴らしい記録です。

物理の歴史もこれと同じです。アインシュタインが相対性理論を打ち立てても、ニュートン

ンの古典物理の考え方には一定の正しさがあります。むしろ、相対性理論は高尚で難しすぎるので、普段使いには向きません（だからこそ、高校の物理では古典物理を学びます）。このように、物理の理論の正しさには一定のグラデーションがあるため、新しい理論が出来上がったからといって、古い理論がすぐに用済みになったり、完全に誤りと認識されるとは限りません。

本書では多くの情報を取り扱っているため、読み進めていくと「BとCの結局どっちが正しいの？」と混乱する場合があります。その場合は、「昔の世界記録がBだった。今の世界記録はCである。どちらも一定程度は正しい理論である」というように寛容な考え方で理解すると良いと思います。

3 基礎研究の面白さを体感する。

現代社会において、科学研究にはしばしば「何の役に立つのか」「どれだけの経済効果があるのか」という実用性が求められます。しかし、ノーベル物理学賞を俯瞰（ふくかん）してみれば「目先の役に立たないと思われる基礎研究こそが、未来の世界を作り上げる」ことが分かります。

ノーベル賞が始まって125年が経ちましたが、1960年代までのノーベル物理学賞の受賞内容を見ると、現代の私たちにとっては常識となっている理論や実験内容で受賞してい

る場合が多いことが分かります。実際、これらの中には、今では主に医療現場や工学の分野で広く応用されており、私たちの生活を支える基盤となっているものも多く含まれています。具体的にはX線や光電効果の発見、レーザー技術、超伝導などなど。これらが発見された当時は、全て単なる物理現象として認識されていたことですが、後世の技術者や科学者が応用を重ねることで、発見から数十年の時を超えて私たちの生活を豊かにしています。

基礎研究は、いわば暗闇の中に新しい窓を開ける作業。窓を開けた瞬間には、そこからどんな景色が見えるのか、その光が何に使えるのかは誰にもわかりません。しかし、ひとたび光が差し込めば、後の人々がそれを応用することで未来の世界を作り上げていくのです。

本書を通じて少しでも基礎研究の面白さや大切さを感じていただけると、著者冥利に尽きます。

コラム ノーベル賞の基礎情報

ダイナマイトの発明で有名なスウェーデンの実業家であるアルフレッド・ノーベルの遺言により設立されたのが、ノーベル賞です。ノーベル賞には、物理学賞、化学賞、生理学・医学賞、文学賞、平和賞、経済学賞の6分野があります。特に最初の3つの自然科学分野は、人類の進歩に貢献する発見や発明に対して贈られています。

ノーベル賞の選考はおおよそ1年かけて行われています。前年の9月頃から、ノーベル委員会

が指定した専門家たちによる推薦^{すいせん}公募が開始され、翌年の1月末までに候補者^{でそう}が出揃います。この後、約半年に及ぶ協議と評価の末、10月に受賞者が決定・公表されます。

1年あたり1賞につき最大3人の受賞人数の制限はあるものの、受賞者の国籍や性別、年齢は問わず選考対象となっているため、存命であれば世界中の全員に受賞の可能性があります。選考の基準などはノーベル委員会により完全に非公開とされており、候補者およびその推薦人の情報に関しても50年は秘匿されることとなっています。

ノーベル賞の授賞式は12月10日にスウェーデンのストックホルム（平和賞のみノルウェーのオスロ）で行われ、受賞者にはノーベルメダルとその公式レプリカ（最大3個）、賞状、賞金が贈られます。

目次

はじめに 3

1901年 後に彼に因んで命名される驚くべき放射線(X線)の発見 ヴィルヘルム・レントゲン 22

1902年 磁性が放射現象に与える影響の研究 ヘンドリック・ローレンツ／ピーター・ゼーマン 25

1903年 自発的放射能の発見 アンリ・ベクレル

アンリ・ベクレルによって発見された放射現象に関する共同研究 ビエール・キュリー／マリ・キュリー 28

1904年 最も重要な気体の密度に関する研究、およびこの研究に関連したアルゴンの発見 レイリー卿(ジョン・ウィリアム・ストラット) 32

1905年 陰極線に関する研究 フィリップ・レーナルト 35

1906年 気体の導電性に関する理論および実験的研究 ジョゼフ・ジョン・トムソン 37

1907年 彼が考案した精密光学機器マイケルソン干渉計とそれによる分光学および計量学の研究 アルバート・マイケルソン 40

1908年 光干渉に基づくカラー写真の再現方法 ガブリエル・リップマン 43

- 1909年 無線通信の開発への貢献 グリエルモ・マルコーニ／フェルディナント・ブラウン 45
- 1910年 気体および液体の状態方程式に関する研究 ヨハネス・ファン・デル・ワールス 48
- 1911年 熱放射を支配する法則に関する発見 ヴィルヘルム・ヴィーン 51
- 1912年 灯台やブイなどの照明用ガス貯蔵器に取り付ける自動調節機の発明 ニルス・グスタフ・ダレーン 54
- 1913年 低温における物性の研究、特にその成果である液体ヘリウムの生成 ヘイケ・カメルリング・オネス 56
- 1914年 結晶によるX線回折現象の発見 マックス・フォン・ラウエ 59
- 1915年 X線による結晶構造解析に関する貢献 ヘンリー・ブラッグ／ローレンス・ブラッグ 62
- 1916年 (受賞なし)
- 1917年 元素の特性X線の発見 チャールズ・バークラ 65
- 1918年 エネルギー量子の発見による物理学の進展への貢献 マックス・プランク 67
- 1919年 カナル線のドップラー効果、および電場中におけるスペクトル線の分裂の発見に対して ヨハネス・シユタルク 71
- 1920年 インバー合金における異常性発見とそれによる精密測定の開発 シャルル・エドゥアール・ギヨーム 74
- 1921年 理論物理学に対する貢献、特に光電効果の法則の発見 アルベルト・アインシュタイン 77
- 1922年 原子構造と原子から放射される放射線の研究についての貢献 ニールス・ボーア 80
- 1923年 電気素量および光電効果に関する研究 ロバート・ミリカン 83

- 1924年 X線分光学における研究および発見 マンネ・シーグバーン 86
- 1925年 電子と原子の衝突を支配する法則の発見 ジェイムス・フランク／グスタフ・ヘルツ 88
- 1926年 物質の不連続的構造に関する研究、特に沈殿平衡についての発見 ジャン・ペラン 91
- 1927年 彼に因んで命名されたコンプトン効果の発見 アーサー・コンプトン 94
- 1927年 霧箱（水蒸気の凝縮により荷電粒子の飛跡を観察できるようにする方法）の考案 チャールズ・トムソン・リーズ・ウィルソン 97
- 1928年 熱電子効果の研究、特に彼に因んで命名されたリチャードソンの法則の発見 オーエン・リチャードソン 99
- 1929年 電子の波動性の発見 ルイ・ド・ブロイ 101
- 1930年 光の散乱に関する研究と彼に因んで命名されたラマン効果の発見 チャンドラセカル・ラマン 103
- 1931年 （受賞なし）
- 1932年 量子力学の創始ならびにその応用、特に水素の同素体の発見 ヴェルナー・ハイゼンベルク 105
- 1933年 原子論の新しく有用な形式の発見 エルヴィン・シュレディンガー／ポール・ディラック 108
- 1934年 （受賞なし）
- 1935年 中性子の発見 ジェームズ・チャドウィック 111
- 1936年 宇宙線の発見 ヴィクトール・フランツ・ヘス 113
- 1936年 陽電子の発見 カール・デイヴィッド・アンダーソン 115

- 1937年 結晶による電子線回折現象の発見 クリントン・デイヴィソン／ジョージ・パジェット・トムソン 117
- 1938年 中性子放射による新たな放射性元素の存在証明および関連して熱中性子による核反応の発見 エンリコ・フェルミ 119
- 1939年 サイクロトロン の 発 明・開 発 お よ び そ の 成 果、特 に 人 工 放 射 性 元 素 アーネスト・ローレンス 121
- 1940年 (受賞なし)
- 1941年 (受賞なし)
- 1942年 (受賞なし)
- 1943年 分子線法の開発への貢献と陽子の磁気モーメントの発見 オットー・シュテルン 125
- 1944年 原子核の磁気的性質を測定する共鳴法の考案 イジドール・イザーク・ラビ 128
- 1945年 パウリ原理とも呼ばれる排他原理の発見 ヴォルフガング・パウリ 130
- 1946年 超高圧装置の発明と、それによる高圧物理学に関する発見 パーシー・ブリッジマン 133
- 1947年 上層大気 of 物理的研究、特にアプルトン層の発見 エドワード・ヴィクター・アプルトン 135
- 1948年 ウィルソン霧箱の手法の発展と、それによる原子核物理学および宇宙線分野における発見 パトリック・ブラケット 138
- 1949年 核力の理論的研究に基づく中間子の存在の予言 湯川秀樹 140
- 1950年 写真による原子核崩壊過程の研究方法的の開発およびその方法による諸中間子の発見 セシル・パウエル 143
- 1951年 人工的に加速した原子核粒子による原子核変換についての先駆的研究 ジョン・コッククロフト／アーネスト・ウォルトン 146

- 1952年 核磁気の精密な測定における新しい方法の開発とそれについての発見 フェリックス・ブロッホ／エドワード・ミルズ・パーセル 149
- 1953年 位相差を用いた手法の実証、特に位相差顕微鏡の発明 フリッツ・ゼルニケ 152
- 1954年 量子力学に関する基礎研究、特に波動関数の確率解釈 マックス・ボルン 154
- 1954年 コインシデンス法の開発と諸発見 ヴァルター・ボータ 156
- 1955年 水素スペクトルの微細構造に関する発見 ウィリス・ラム 159
- 1955年 電子の磁気モーメントの正確測定法 ポリカプ・クツシュ 162
- 1956年 半導体の研究およびトランジスタ効果の発見 ウィリアム・ショックレー／ジョン・バーディーン／ウォルター・ブラッテン 164
- 1957年 素粒子物理学における重要な発見に導いた、いわゆるパリティについての洞察的な研究 楊振寧／李政道 167
- 1958年 チェレンコフ効果の発見とその解釈 パーヴェル・チェレンコフ／イリヤ・フランク／イーゴリ・タム 170
- 1959年 反陽子の発見 エミリオ・セグレ／オーウェン・チェンバレン 173
- 1960年 泡箱の発明 ドナルド・グレーザー 175
- 1961年 原子核における電子散乱とそれによる核子の構造の発見 ロバート・ホフスタッター 178
- 1961年 ガンマ線の共鳴吸収についての研究および、それに関連する彼に因んで命名されたメスバウアー効果の発見 ルドルフ・メスバウアー 181
- 1962年 彼が確立した凝縮系物理の理論、特に液体ヘリウムについて レフ・ランダウ 183

- 1963年 原子核および素粒子に関する理論への貢献、特に対称性の基本原理の発見と応用 ユージン・ウィグナー 186
- 1963年 原子核の殻構造に関する発見 マリア・ゲッパート・メイヤー／ヨハネス・ハンス・イエンゼン 188
- 1964年 量子エレクトロニクス分野の基礎研究および、レーザー・レーザー原理に基づく発振器・増幅器の製作
チャールズ・タウンズ／ニコライ・バソフ／アレクサンドル・プロホロフ 190
- 1965年 量子電磁力学の分野における基礎研究と、素粒子物理学についての深い影響
朝永振一郎／ジュリアン・シュウィンガー／リチャード・P・ファインマン 193
- 1966年 原子のヘルツ波共鳴を研究するための光学的手法の発見および開発 アルフレッド・カストレル 196
- 1967年 原子核反理論への貢献、特に星の内部におけるエネルギー生成に関する発見 ハンス・ベーター 199
- 1968年 素粒子物理学に対する決定的な貢献、特に彼がもたらした水素泡箱を用いた手法、
およびデータ解析により発見された多数の共鳴状態 ルイス・ウオルター・アルヴァレス 202
- 1969年 素粒子の分類およびその相互作用に関する貢献と発見 マレー・ゲルマン 205
- 1970年 プラズマ物理学の様々な部分への有意義な応用を伴う、電磁流体力学における基礎的研究および発見 ハンス・アルヴエーン 208
- 1970年 固体物理学における重要な応用をもたらした反強磁性およびフェリ磁性に関する基礎的研究および発見 ルイ・ネール 211
- 1971年 ホログラフィーの発明および発展 ガーボル・デーネシュ 214
- 1972年 一般にBCS理論と呼ばれている、彼らが共同で発展させた超伝導の理論
ジョン・バーディーン／レオン・クーパー／ジョン・ロバート・シュリーファー 216

1973年 半導体内および超伝導体内の各々におけるトンネル効果の実験的発見 江崎玲於奈／アイヴァー・ジューバー

219

1973年 トンネル接合を通過する超電流の性質、特にジョセフソン効果として知られる普遍的現象の理論的予測

ブライアン・ジョセフソン

222

1974年 電波天文学における先駆的研究(観測および発明、特に開口合成技術に関して) マーティン・ライル

225

1974年 電波天文学における先駆的研究(バルサーの発見に果たした決定的な役割) アントニー・ヒューイッシュ

228

1975年 核子の集団運動と独立粒子運動との関係の発見、およびこの関係に基づく原子核構造に関する理論の開発

オーゲ・ニールス・ボーア／ベン・ロイ・モッテルソン／レオ・ジェームス・レインウオーター

230

1976年 新種の重い素粒子の発見についての先駆的研究 バートン・リヒター／サミュエル・ティン

232

1977年 磁性体と無秩序系の電子構造の基礎理論的研究 フィリップ・アンダーソン／ネヴィル・モット／ジョン・ヴァン・ヴレック

235

1978年 低温物理学における基礎的発明および発見 ピョートル・カピッツァ

238

1978年 宇宙マイクロ波背景放射の発見 アーノ・ペンジアス／ロバート・W・ウィルソン

241

1979年 素粒子間に働く弱い相互作用と電磁相互作用を統一した理論への貢献、特に弱中性カレントの予想

シエルドン・グラシヨ／アブダス・サラム／ステイヴン・ワインバーグ

243

1980年 中性K中間子崩壊における基礎的な対称性の破れの発見 ジェイムズ・クローニン／ヴァル・フィッチ

247

1981年 レーザー分光学への貢献 ニコラス・ブルームバーゲン／アーサー・シヨロ

250

1981年 高分解能光電子分光法の開発 カイ・シーグバーン

253

- 1982年 相転移に関連した臨界現象に関する理論 ケネス・ウィルソン 256
- 1983年 星の構造および進化にとって重要な物理的過程に関する理論的研究 スプラマニアン・チャンドラセカール 259
- 1983年 宇宙における化学元素の生成にとって重要な原子核反応に関する理論的および実験的研究 ウィリアム・ファウラー 262
- 1984年 弱い相互作用を媒介する場であるW粒子およびZ粒子の発見を導いた巨大プロジェクトへの決定的貢献
カルロ・ルビア／シモン・ファンデルメル 265
- 1985年 量子ホール効果の発見 クラウス・フォン・クリッツィング 268
- 1986年 電子を用いた光学に関する基礎研究、特に最初の電子顕微鏡の設計 エルンスト・ルスカ 271
- 1986年 走査型トンネル顕微鏡の設計 ゲルト・ビーニツヒ／ハインリッヒ・ローラー 273
- 1987年 セラミックスの超伝導体を発見したことによる重要なブレイクスルー ヨハネス・ペドノルツ／カール・アレクサンダー・ミュラー 275
- 1988年 ニュートリノビーム法、およびミューニュートリノの発見によるレプトンの二重構造の実証
レオン・レーダーマン／メルヴィン・シュワーツ／ジャック・シュタインバーガー 278
- 1989年 分離振動場法の開発、およびその水素メーザーや原子時計への応用 ノーマン・ラムゼー 281
- 1989年 イオントラップ法の開発 ハンス・デーメルト／ヴォルフガング・パウル 284
- 1990年 素粒子物理学におけるクォーク模型の展開に決定的な重要性を持った、
陽子および束縛中性子標的による電子の深非弾性散乱に関する先駆的研究
ジェローム・アイザック・フリードマン／ヘンリー・ケンドール／リチャード・E・テイラー 286

1991年

単純な系の秩序現象を研究するために開発された手法が、より複雑な物質、特に液晶や高分子の研究にも一般化できることの発見 ピエール・ジル・ドウジェンヌ 288

1992年

粒子検知器、特に多線式比例計数管の発明および発展 ジョルジュ・シャルバク 291

1993年

重力研究の新しい可能性を開いた新型連星バルサーの発見 ラッセル・ハルス／ジョゼフ・テイラー 293

1994年

凝縮体の研究に用いる中性子散乱技術の開発についての先駆的貢献 パートラム・ブロックハウス／クリフォード・シャル 296

1995年

レプトン物理学の先駆的実験 マーチン・パール／フレデリック・ライネス 299

1996年

ヘリウム3の超流動の発見 デビッド・リー／ダグラス・D・オシエロフ／ロバート・リチャードソン 304

1997年

レーザー光を用いて原子を冷却および捕捉する手法の開発

ステイブン・チュー／クロード・コーエン・タヌージ／ウイリアム・ダニエル・フィリップス 307

1998年

分数電荷の励起状態を持つ新たな量子流体の形態の発見 310

ロバート・B・ラフリン／ホルスト・ルートヴィヒ・シュテルマー／ダニエル・ツイ 312

1999年

物理学における電弱相互作用の量子構造の解明 ヘーラルト・トホーフト／マルティヌス・フェルトマン 312

2000年

情報通信技術における基礎研究（高速エレクトロニクスおよび光エレクトロニクスに利用される半導体ヘテロ構造の開発） 315

ジョレス・アルフォロフ／ハーバート・クレマー 318

2000年

情報通信技術における基礎研究（集積回路の発明） ジャック・キルビー 321

2001年

アルカリ金属原子の希薄気体でのボース・アインシュタイン凝縮の実現、および凝縮体の性質に関する基礎的研究 321

エリック・コーネル／ヴォルフガング・ケターレ／カール・ワイマン 321

- 2002年 天体物理学への先駆的貢献、特に宇宙ニュートリノの検出 レイモンド・デイビス／小柴昌俊 324
- 2002年 宇宙X線源の発見を導いた天体物理学への先駆的貢献 リカルド・ジャコーニ 327
- 2003年 超伝導と超流動の理論に関する先駆的貢献 アレクセイ・アブリコソフ／ヴァタリー・ギンツブルグ／アンソニー・レゲット 329
- 2004年 強い相互作用における漸近的自由性の理論的発見 デイビッド・グロス／H・デビッド・ポリツァー／フランク・ウィルチェック 332
- 2005年 光学コヒーレンスの量子論への貢献 ロイ・グラウバー 335
- 2005年 光周波数コム技術を含む、レーザーに基づく精密分光法の開発への貢献 ジョン・ホール／テオドール・ヘンシュ 338
- 2006年 宇宙マイクロ波背景放射が黒体放射の形をとることおよびその非等方性の発見 ジョン・C・マザー／ジョージ・スムート 341
- 2007年 巨大磁気抵抗の発見 アルベール・フエール／ペーター・グリューンベルク 344
- 2008年 素粒子物理学および原子核物理学における自発的対称性の破れの機構の発見 南部陽一郎 347
- 2008年 自然界においてクォークが少なくとも3世代以上存在することを予言する、対称性の破れの起源の発見 小林誠／益川敏英 350
- 2009年 光通信を目的としたファイバー内光伝達に関する画期的業績 チャールズ・カオ 353
- 2009年 撮像半導体回路であるCCDセンサーの発明 ウィラード・ボイル／ジョージ・E・スミス 355
- 2010年 二次元物質グラフェンに関する革新的実験 アンドレ・ガイム／コンスタンチン・ノボセロフ 358
- 2011年 遠方の超新星の観測を通じた宇宙の加速膨張の発見 ソール・パールマッター／ブライアン・P・シュミット／アダム・リース 360

2012年 個別の量子系に対する計測および制御を可能にする画期的な実験的手法に関する業績

セルジュ・アロシュ／デービッド・ワインランド 363

2013年 欧州原子核研究機構(CERN)によって存在が確認された素粒子(ヒッグス粒子)に基づく、

質量の起源を説明するメカニズムの理論的発見 フランソワ・アングレール／ピーター・ヒッグス 366

2014年 高輝度で省電力の白色光源を実現可能にした青色発光ダイオードの発明 赤崎勇／天野浩／中村修二 368

2015年 素粒子「ニュートリノ」が質量を持つことを示すニュートリノ振動の発見 梶田隆章／アーサー・B・マクドナルド 370

2016年 物質のトポロジカル相とトポロジカル相転移の理論的発見

デイヴィッド・J・サウレス／ダンカン・ホールデン／ジョン・M・コステリッツ 373

2017年 LIGO検出器および重力波の観測への決定的な貢献 レイナー・ワイス／バリー・バリッシュ／キップ・ソーン 376

2018年 光ピンセットの開発と生体システムへの応用 アーサー・アシュキン 379

2018年 超高出力・超短パルスレーザーの生成方法の開発 ジェラルド・ムル／ドナ・ストリックランド 382

2019年 物理宇宙論における理論的発見 ジェームズ・ピーブルス 385

2019年 太陽型恒星を周回する太陽系外惑星の発見 ミシェル・マイヨール／ディディエ・ケロー 388

2020年 ブラックホールの形成が一般相対性理論の強力な裏付けであることの発見 ロジャー・ペンローズ 390

2020年 我々の銀河系の中心にある超大質量コンパクト天体の発見 ラインハルト・ゲンツェル／アンドレア・ゲズ 393

2021年 地球の気候の物理的モデリング、気候変動の定量化、地球温暖化の確実な予測 真鍋淑郎／クラウス・ハッセルマン 395

2021年 原子から惑星のスケールまでの物理システムの無秩序と変動の相互作用の発見 ジョルジョ・パリージ 397

2022年 量子もつれ状態の光子を用いた実験によるベルの不等式の破れの実証と、量子情報科学における先駆的研究

アラン・アスペ／ジョン・クラウザー／アントン・ツァイリಂಗー 399

2023年 物質中の電子ダイナミクスの測定を可能にするアト秒パルス光を生成する実験手法の開発

ピエール・アゴステイニ／フェレンツ・クラウス／アンヌ・リュイリエ 402

2024年 人工ニューラルネットワークによる機械学習を可能にする基礎的な発見と発明

ジョン・ホップフィールド／ジェフリー・ヒントン 405

2025年 電気回路における巨視的トンネル効果とエネルギー量子化の発見

ジョン・クラーク／ミシェル・デヴォレ／ジョン・M・マーティニス 408

ノーベル物理学賞
完全解説

1901年

後に彼に因んで命名される 驚くべき放射線（X線）の発見

ウィルヘルム・レントゲン

記念すべき初のノーベル物理学賞の受賞者は、ドイツの物理学者ウィルヘルム・レントゲン。彼はX線と呼ばれる電磁波の一種を発見しました。その功績から、X線のことをレントゲン線と呼んだり、胸部X線検査のことを「レントゲンを撮る」と言うことがあります。

まず結論から言えば、X線は電磁波の一種です。

私たちの身の回りに電磁波は溢れていて、皮膚がんの原因になる紫外線とか、電子レンジに使われているマイクロ波とか、ヒーターに使われている赤外線とか、私たちが見ている光（可視光線）は全て電磁波です。

電磁波という大きい枠組みの中に、X線・紫外線・赤外線・可視光線が分類分けされてい

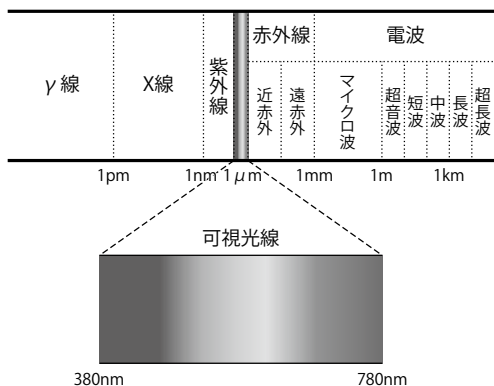
と思うてください。これらは全て「電磁波」の一種なので、基本的な性質は似通っていますが、細かい性質が異なります。

例えば、可視光線はその名の通り人間が見ることができません。

紫外線はエネルギーをたくさんもつので、皮膚の細胞にダメージを与えたり細菌を殺したりすることができます。なので、皮膚がん予防にはUVカットの日焼け止めを塗りましょう、となるわけですね。

レントゲンが発見したX線には、人間の目では見ることができず物質を透過しやすいという性質があり、この性質が非常に有用でした。

X線は、紙や人間の肉体のような比較的密度が低い物体は透過できるのですが、金属や骨のような比較的密度が高い物体は透過することができません。この性質を利用したのが胸部X線検査です。骨や金属、特にがんの腫瘍しゅようがあればその部分だけX線が透過せず白く映し出されることを利用することで、**実際に目で確認せずとも診断が可能**になったのです。



これらが全部電磁波で、その中にX線や紫外線など私たちが見ている光（可視光）がある。（株式会社ナノシード公式ホームページ『波長』とは？ 波長の種類や性質をまとめて紹介』をもとに作成）

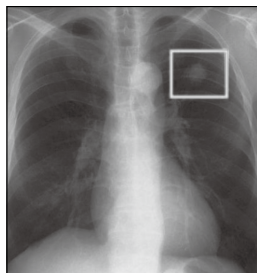
このようにX線は非常に有用な性質を持っていて、医学分野への応用が顕著であったため、レントゲンはその功績を称えられて見事ノーベル賞受賞となったのです。

なお、X線の性質を正確に解明したのはマックス・フォン・ラウエであり、彼はこの功績で1914年のノーベル物理学賞を受賞しています。

コラム

「UVカットの日焼け止め」と言ったときのUVとはUltra Violet、つまり紫を超えという意味です。人間は、知覚できるギリギリの電磁波を紫色の光と認知します。紫外線はその限界を超えた電磁波ということで「紫を超えて、人間には見えない」という意味で名付けられています。

参考文献 Nature: 53 (1896) 274-276



X線検査（日経Gooday「胸部X線検査で「異常陰影あり」の判定…もしかして肺がん？」より）

1902年

磁性が放射現象に与える影響の研究

ヘンドリック・ローレンツ／ピーター・ゼーマン

1902年のノーベル物理学賞は、光と原子の性質を解明した2人に贈られました。当時は光や原子の性質を解明する研究が盛んだったため、1910年ごろまではそのようなトピックがノーベル物理学賞を席巻せっけんしています。

今回は特に「原子の中に電子が含まれている」という発見とゼーマン効果の理論的説明が受賞理由です。

現代においては中学生で習う「原子の性質」ですが、100年ほど前に戻ればこれらの知識は当たり前のものではありませんでした。

原子は「中心に陽子と中性子がかたまっている原子核があり、その周りを電子が回っている」と説明されます。そして、通常の状態では原子に含まれる陽子と電子の数は等しく、その数が原子番号になるのです。例えば、次の図に示されるナトリウム原子の場合は11個ず

つの陽子と電子が含まれるので、ナトリウムの原子番号は11です。

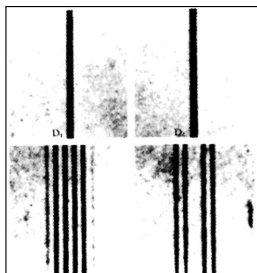
このような描像を説明するきっかけになったのが、ゼーマン効果という現象でした。

ゼーマン効果とは一言で言えば**磁場**によって**光が分裂する現象**です。元々、ナトリウムからはオレンジ色の光が出ることが知られていました。しかし、ある時ゼーマンは、このナトリウム由来の光に磁場をかけると光が分裂して数本に分かれることを発見しました。この発見から「原子の中には、磁場の影響を受ける何かしらの粒子が存在するはずである」と予測されました。そして、後にこの粒子こそが**電子**であると決定づけられました。

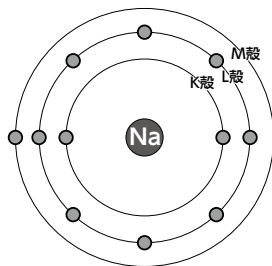
また、この効果を理論的に説明するのを手伝ったのが、ゼーマンの元指導教官であったローレンツでした。ローレンツは「磁場の中では、電子は直線的に進むのではなく曲がりながら進む」ことを理論的に解き明かし、光が分裂する現象を説明しました。

今では、この理論に登場する磁場が電子に与える力のことは**ローレンツ力**と命名されており、高校の物理でも習います。

また、ローレンツは幅広い物理学の分野に名前を残しており、ロー



ゼーマン効果を表す図
(Wikimedia Commonsより)



ナトリウム原子が持つ原子核と電子

レンツ変換やローレンツ分布などにも名前が残っています。

コラム

ナトリウムから出るオレンジ色の光はトンネルの中を照らすためのライトとして使われています。昔はトンネルが車の排ガスで充満し、通常の白色光では視認性が落ちることで衝突の危険が高まってしまっていたので、オレンジ色のナトリウムランプが使われていたのです。

また、ゼーマン効果は、りょうし量子力学を使って量子のスピンを説明することでより詳しく説明されます。電子が持つ「スピン」というものの向きと磁場の向きが同じ方向を向いているか、そうでないかによって、この分裂が起きていたのです。（1943年などを参照）

参考文献

J.T. Schmelz, "Why Stellar Astronomers Should Be Interested in the Sun", Adv. Space Res., Vol. 32, No.6, pp. 895-904, 2003, Elsevier, doi: 10.1016/S0273-1177(03)80064-9.

次世代による次世代のための

武器としての教養 星海社新書

星海社新書は、困難な時代にあっても前向きに自分の人生を切り開いていこうとする次世代の人間に向けて、ここに創刊いたします。本の力を思いきり信じて、みなさんと一緒に新しい時代の新しい価値観を創っていききたい。若い力で、世界を変えていききたいのです。

本には、その力があります。読者であるあなたが、そこから何かを読み取り、それを自らの血肉にすることができれば、一冊の本の存在によって、あなたの人生は一瞬にして変わってしまうでしょう。思考が変われば行動が変わり、行動が変われば生き方が変わります。著者をはじめ、本作りに関わる多くの人の想いがそのまま形となった、文化的遺伝子としての本には、大げさではなく、それだけの力が宿っていると思うのです。

沈下していく地盤の上で、他のみんなと一緒に身動きが取れないまま、大きな穴へと落ちていくのか？ それとも、重力に逆らって立ち上がり、前を向いて最前線で戦っていくことを選ぶのか？

星海社新書の目的は、戦うことを選んだ次世代の仲間たちに「武器としての教養」をくばることです。知的好奇心を満たすだけでなく、自らの力で未来を切り開いていくための「武器」、としても使える知のかたちを、シリーズとしてまとめていききたいと思います。

2011年9月

星海社新書初代編集長 柿内芳文



SEIKAISHA
SHINSHO