

宇宙を膨張させるノーベル賞受賞者たち

ロバート・クインビー Robert Quimby

IPMU 博士研究員

ソール・パールマターがいずれは世界で最も有名な賞を得るであろうという下馬評は相当高かったが、それでも彼がブライアン・シュミットとアダム・リースとともに宇宙の加速膨張の発見により2011年のノーベル賞を受賞した日は心地よい驚きを感じた。私は1997年から学部学生として（その後「学士研究員」として）ソールの研究チームに加わり、受賞を決定づけた論文に少しでも貢献していた。ソールは気前よく研究チーム全員を受賞式典に出席するよう招待してくれたので、私は昨年12月にストックホルム行き飛行機に搭乗した。

私とノーベル賞に輝いたこの研究との関係が始まったのは、将来大学院への入学願書に書き込むため、何か研究を経験する機会をパークレーで探していた時のことである。何をしたらよいのかははっきりしないまま、私は機会を与えて欲しいというお願いのeメールをやみくもに送りつけた。それで物理学教室に迷惑メールを送ってしまったのだ。幸運にも一つ“ジョージ”から返事がきた。彼は自分で私を雇う仕事は持っていなかったのだが、そういう可能性をもつ人を知っていた。ソール・パールマターは超新星に関係のあるプロジェクトを率いており、私の専攻が天体物理学であることを考えればそれはとてもぴったりだと思えた。カリフォルニア大学パークレー校で学ぶことの

大きな利点の一つは、多くの興味深い研究が行われており、迷える学生を正しい方向に導いてくれる何人もの偉大な指導者がいたことであった。（ジョージ・スムートはその後2006年にノーベル物理学賞を受賞した。）

ソールの研究チームは宇宙の物質密度と減速パラメーターを導くために遠方のIa型超新星を用いていたが、その研究は当初、宇宙膨張が重力により引き戻される作用でどれだけ遅くなっているかを明らかにしようと意図していた。ノーベル賞が宇宙膨張の加速の発見に対して与えられたことから、今や我々は減速パラメーターの値が負であることを知っている。しかし、この適切でない名前が表しているように、当時それは明らかではなかった。

Ia型超新星を宇宙論的観測手段として利用する上で鍵となったのは、異なるIa型超新星が全てほぼ同じ最大光度をもつという経験的に得られた証拠であった。これは理論的には白色矮星（我々の太陽に似た星は燃料を使い果たすと冷えて死を迎えるが、その途中の残り火のような段階の星）がもうひとつの星と連星系を作っている時、相手の星から流れ込むガス（質量）の量がどこまでなら安定にとどまっていられるか、その限界を与える物理法則に帰することができるかもしれない。超新星爆発を起こした元の星の正確な性質については未だに論争があるが、必要な

要素として臨界質量に近い白色矮星を考えるならば、Ia型超新星の一致した性質は、単純に超新星爆発した燃料が量的にも分布的にも似ていることで説明できる。その場合、これらの超新星爆発を非常に長距離を測る物差しとして用いるのは簡単なことである。

どんな光源でもそうであるように、超新星の明るさは観測者からの距離の2乗で減衰して見える。我々はIa型超新星の光度を知っているため、距離についても良い精度（注意深く補正すれば約5%）で知ることができ、またIa型超新星は非常に明るいので、どんなに遠くでも観測可能である。最も遠方で発見されたIa型超新星からの光は100億年かけて地球に到達している。これらの星が爆発して以来宇宙は大きく膨張しており、光が地球に届くまでにその影響を受けて、短い波長の青い光が引き延ばされて赤い光に変わっている。この「赤方偏移」の程度は、爆発した星から光が放出されて以来の宇宙膨張の累積効果を伝えてくれる。ソールは、Ia型超新星の赤方偏移を距離の関数として測定することにより宇宙の膨張の歴史を精密に求めることと、重力によってどれだけ膨張が減速しているか決定することを望んだ。少なくとも、それが当初の計画であった。

ソールは遠方のIa型超新星を必要に応じてまとめて発見する新しい方法を考案した。我々の天の川銀河のよう



ストックホルムのノーベル・ウィークに参加したSupernova Cosmology Project チームのメンバー。後列: Ivan Small, Sebastian Fabbro, Greg Aldering, Robert Quimby, Brad Schaefer, Rob Knop, Renald Pain, Carl Pennypacker, Shane Burns, Richard Muller, Ariel Goobar, Peter Nugent. 前列: Alex Kim, Pilar Ruiz-Lapuente, Andy Fruchter, Nelson Nunes (中央), Richard Ellis, Julia Lee, Susana Deustua, Saul Perlmutter, Warrick Couch, Heidi Newberg, Sylvia Gabi, Chris Lidman, Don Groom.

な銀河では平均して200年に1回 Ia 型超新星が発生する。従って、典型的な研究資金の交付期間中に特定の銀河で超新星を発見することは非現実的である。しかし、もし天球のどの方向でも満月程度の区画を観測すれば、そこにはIa型超新星を創り出している何千もの遠くの銀河が存在する。望遠鏡でこういった区画を幾つか観測し、十分遠方まで感度を持つように露光しよう。1ヶ月後に同じ区画を再び観測すると、1ダースもの新しいIa型超新星を発見できる。ソールがストックホルム大学の Aula Magna (ラテン語で「大ホール」の意味) と呼ばれる壮麗な講堂でのノーベル賞記念講演で説明したように、手強かったのは望遠鏡の観測時間配分委員会にこの方法がうまくゆくこと納得させ、必要に応じて観測予

定を組み込んでもらうことであった。ソールにとっては宇宙論的に興味のある超新星を発見する戦略を考案しただけでは十分ではなかった。強硬な反対にも屈せずそれを実施する粘り強さが必要であった。

受賞記念講演はノーベル・ウィークとして知られる一連の行事の最初のイベントである。またそれは私がブライアン、アダム、それにソールが本当にノーベル賞を受賞したことを実感し始めた瞬間であった。彼らは満員の講堂の演壇上で自分たちの発見を物語り、聴衆を大いに楽しませたのである。ブライアンは、ソールの Supernova Cosmology Project (超新星宇宙プロジェクト) チームが、一群の高赤方偏移超新星の発見成功を告げた最初の電報のうちの一つを読んだ経緯と、Ia

型超新星を距離の指標として用いることについて彼のグループがもつ専門的技術を梃子に、競合する研究チームを立ち上げる決心をした経緯を詳しく語った。ブライアンはアダムに参加を要請し、High-z Search (高赤方偏移探索) チームが誕生した。想像できると思うが、初期には望遠鏡の奪い合いや論文発表の先陣争いによりある程度の軋轢が発生したが、これは何年もの間に次第に消え去った。

ノーベル・ウィークのハイライトは勿論授賞式であり、晩餐会、ダンス、更にダンスと続く。これら全てはアルフレッド・ノーベルの誕生日である12月10日に始まり、祝賀会は深夜遅くまで延々と続く。各受賞者は家族や共同研究者向けの無料招待券を受け取るが、最近の大きかりな共同研究の

Special
Contribution

場合、標準的な配分枚数では共同研究者全員には行き渡らない。受賞者一人一人に同じ枚数の招待券が与えられるので、High-z チームは Supernova Cosmology Project チームの2倍の座席数を得たが、このため私の所属するチームの中に昔の敵対心がこだまのようによみがえり、不平不満が巻き起こった。ソールは自分の共同研究者に代わって嘆願し、結局はストックホルムに来たチームメンバー全員が式典出席の招待券を受け取った（私の分をもらったのは式典開始のたった数時間前だった）。

男性はホワイトタイに燕尾服、女性はイブニング・ドレスの正装に身を包み、ドラムが鳴り響いてスウェーデン国王夫妻と次期王位継承者である王女が会場ホールに入場されるのを我々はバルコニーから注視した。オーケストラがモーツァルトを演奏する中、物理学賞、化学賞、医学生理学賞、経済学賞、文学賞の受賞者が列を作って入場してきた。タキシードやウェストコートよりジーンズとTシャツの方が慣れている私のような天文学者には普段とはかけ離れた場所であり、式典の大部分がスウェーデン式に行われたこともあってくつろいだ気分にはなれな

った。それにもかかわらず、この最高の名声をとどろかせる式典においてソールが舞台の上で栄誉を受ける様子を見るのは何とも素晴らしいことであった。

ソールは受賞者の中で真っ先に呼ばれて賞を受け取ったのだが、その様子というものはその晩のあらゆるものと同じように、ノーベル賞よりもはるかに古い慣習に則り堅苦しく型にはまった儀式であった。因みに、ノーベル賞を受賞する正しい手順は次の通りである。1) 名を呼ばれたら立ち上がり舞台中央に進み出る。2) 国王から賞状とメダルが入った箱を両手で受け取る。3) 国王と握手する。4) 後向きに下がり、国王に礼をする。5) 左に45度向きを変え、舞台上のアカデミーメンバーに礼をする。6) 聴衆の方へ向き礼をして拍手喝采を浴びる。拍手が収まったら席に戻って良いが、決して箱を開けてはならない。式典の後で箱は回収されて、中身が2日間展示された後、返されて受賞者のものとなるのである。

ソールは国王に向かって進む際、少しおどおどしているように見えたが、受賞の栄誉が発表されて以来降り注いだ数々の賞賛にもかかわらず彼ら受賞

者が謙虚でいる様子は、見ていてほっとするものがあった。彼は続く2歩を正確に進んだが、危うく4歩目を踏み出すところであった。慣例により2歩後退した後、ソールは国王に礼をせずにはほんの僅か向きを変えなかった。瞬間聴衆が一斉にはっと息をのんだ。そこでソールは気がついて正しく国王に礼をしたので参列者は安心した。ひょっとしたら間違ふかもしれないと、会場内は多分1秒ほどの間極度に緊張したが、それで緊張がほぐれた。

式典の次はストックホルム市庁舎でのノーベル賞晩餐会であった。屋外にいるような感じに飾り付けられたメインホールはゆったりとした部屋で1300席もあったが、2つの研究チームに対しては再び招待券が不足したため、私は他の入りきれなかった人たちと共に別室（これが地階にある本当のダイニングホールである）で参加した。隣の部屋ではアルフレッド・ノーベルの親類が着席し、我々は皆受賞者および王族と同じ、華やかなデザートで終わる3コース・ディナーを振る舞われた。ディナーでは6種類の飲み物が供されたが、コーヒーとコニャックの後で我々は案内されて上の階のパーティーに加わった。私は混雑する人混みを

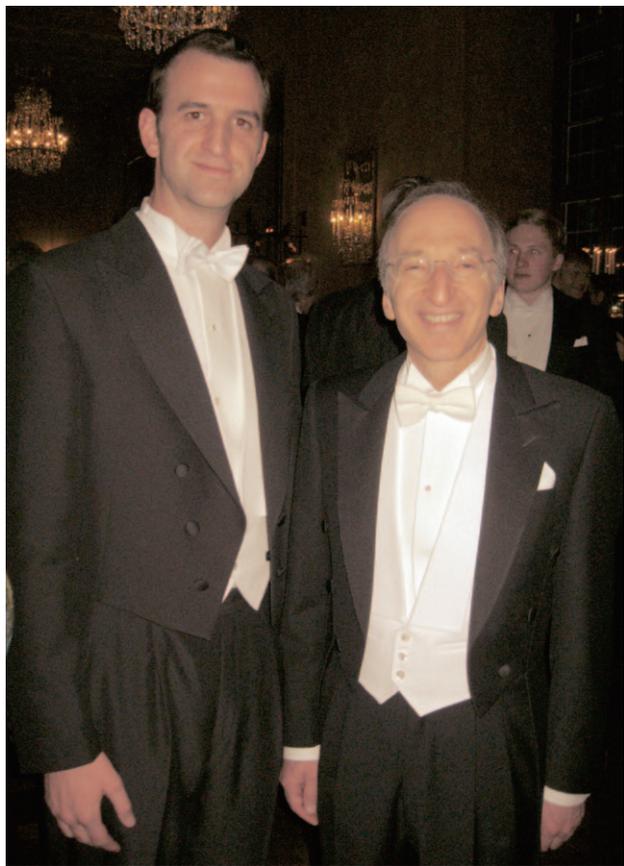


ストックホルム・コンサートホールで行われたノーベル賞授賞式典。

かき分けて、何とかソールにお祝いの言葉を伝えることができた。その晩ほとんどの人たちがやっていたように、私は彼に頼んで一緒に写真に写ってもらった。これでもまだ十分ではないと言うかのように、祝賀会の最後にストックホルム大学の学生達が催すノーベル・ナイトキャップと呼ばれるアフターパーティーがあった。我々は午前3時を大分回ってからおやすみなさいと挨拶してホテルに引き揚げたが、受賞者達はまだまだ元気に談笑したり、ポーズを取って写真に収まったりしていた。

私がこのすばらしいノーベル週間の祝賀会に出席するよう招待されたのは、小さいけれども重要な役割で発見に貢献したためである。私は宇宙論のパラメーターを得るため、データに対するモデルの当てはめを手伝った。ソールは、彼の発見は一瞬にして得られたものではなく、「なるほど、そうなのか」と納得する長い段階を経て達成されたのだと述べた。私の貢献は最終段階に近く、発見された超新星がその赤方偏移から予想されるよりも実際はやや暗いことがはっきりし始めた時のことであった。換言すると、これら遠方の超新星が爆発して以来、宇宙は予想以上に膨張したように見えたのだ。ソールは私に、これが宇宙の膨張速度が遅くなっているどころか加速していると思われるが、それが本当かどうか決定するのを手伝って欲しいと言った。結果が得られた日、彼は私のオフィスに駆けつけてきた。私は宇宙膨張の歴史は重力が及ぼす緩やかな引力だけでは説明できないことが99%以上の信頼度で結論されると報告した。慎重なスタイルにそむかず、ソールは2重、3重、4重のチェックを要求した。しかし結果は動かなかった。宇宙を引き裂こうとする不可思議な力が働いているのだ。

ノーベル賞を受賞することになった実験に参加した後、私は大学院に進み、超新星の研究を続けた。ただし、宇宙の果てを観測する代わりに私は最



ソール・パールマター(右)と筆者(左)。晩餐会の後で。

も近いIa型超新星を探索して位置を特定する控えめな研究計画を立てた。Ia型超新星は、その最大光度の較正を完全なものとするれば、距離の指標として今までよりも良いものとなり、祝杯を挙げた後に残る「宇宙膨張を加速させているダークエネルギーの正体は何か?」という明らかな疑問に取り組む上で役に立つ。それには超新星とは何かを正確に理解することが必要で、そのために超新星自体の研究を開始したのである。驚くべきことに、パロマー山天文台の全自動掃天システムによってIa型超新星がまさしく白色矮星の爆発であるという観測的な証拠が初めて得られたのは2011年末のことである。私は博士研究員としてこの研究に貢献した。連星系の片割れの星がどのような

性質のものかという問題は、やっと取り組みが始まったところである。

普通のIa型超新星爆発を探している間に、私は今まで観測されたものより最大光度とエネルギーが10倍も大きい異常な超新星を見出した。これらスーパーリミナス超新星は、普通のもっと光度の低い「従兄弟たち」と同様、遠くの宇宙を調べる手段となり、その始まりを明らかにするため役立つかもしれない。その結果が同じように予測に反するものであるかどうかは今後の課題である。