

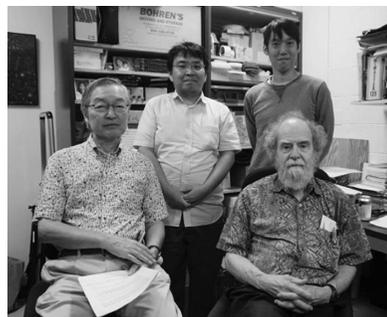
James E. Gunn 博士 京都賞受賞記念インタビュー

富田 賢 吾

〈大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1〉

e-mail: tomida@astro-osaka.jp

インタビュー聞き手：唐牛 宏（自然科学研究機構／Princeton 大学），
仏坂健太（東京大学／Princeton 大学）



唐牛 富田 仏坂 Gunn

Princeton 大学の James E. Gunn 名誉教授（以下 Gunn 博士）が「大規模広域観測に基づく宇宙史解明への多大な貢献」により 2019 年の京都賞（基礎科学部門）を受賞されました。Gunn 博士は Sloan Digital Sky Survey (SDSS) やすばる望遠鏡の広視野カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC)・ファイバー多天体分光装置 Prime Focus Spectrograph (PFS) を通じて日本の天文学コミュニティと非常に関係が深い方です。今回、京都賞の受賞を記念して、元国立天文台ハワイ観測所長の唐牛教授との対談を企画しました。Gunn 博士が大規模広域観測の分野でどのようにキャリアを積み上げてきたのか、またどのように日本との関係を築き上げてきたのか、お話を伺います。

本記事は Princeton 大学 Eugene Higgins 宇宙物理学名誉教授である James E. Gunn 博士（写真前列右）の京都賞受賞を記念するインタビューです。聞き手は国立天文台ハワイ観測所の元所長である唐牛宏教授（写真前列左）、Princeton 大学 Spitzer Fellow（当時）の仏坂健太氏（写真後列右）、そして私（富田、写真後列左）です。Gunn 博士がどのようにキャリアを積み上げてきたのか、またどのように日本との関係を築いてきたのか、当時の舞台裏を含めて、天文月報でしか読めないちょっと専門的でちょっと特別なインタビューをお送りします。

1. 若き日

唐牛： 今回の京都賞の受賞おめでとうございます。それから、このインタビューを引き受けていただいてどうもありがとうございます。今日は前半はあなたのキャリアについて、後半は日本や日

本の天文学コミュニティとの関係について主に聞かせてください。まず、若い頃の理論的研究から始めましょう。60 年代当時の天文学はどんな雰囲気でしたか、何が重要な問題とされていましたか？ あなたは何が最も面白いと思ってこの分野に入ったのですか？

Gunn： 当時皆が疑問に思っていたことは、実は今日皆が疑問に思っていることと大して違わないと思います。つまり、銀河がどのように形成されたのか、私達が住んでいるのは開いた宇宙か閉じた宇宙か、そして将来宇宙はどうなるのか？ 当時はまだ私達の知識は限られていたので、これらの問題に答えるのは今よりも大変でした。当時の観測装置は非常に効率の低い写真乾板だったので、暗い天体は観測できなかったのです。その頃知られていた最も遠い天体は 3C 295 で、せいぜい赤方偏移 0.46 でした¹⁾。私達が初期宇宙について知っていることと言えば、私達は何も知らない

ということだけだったのです。だから、私達は一様等方な宇宙に住んでいることもまだ知りませんでした。皆この宇宙が一様等方であって欲しいと思っていたわけですが、それは唯一計算できるモデルだったというだけで、本当の所はわかりませんでした。ですから、この70年で人類が大幅に賢くなったというわけではなくて、技術の進歩がこのような質問に答えることを可能にしたのだと私は思います。いや、もちろん、宇宙背景放射の音響振動のスペクトル²⁾を予言したJim Peebles^{*1}のようにとても賢い人はいますが、それはむしろ例外で、宇宙背景放射やましてやその揺らぎが実際に測定されるまでは、そんなものはほとんどの人は考えもしませんでした。だから、人類の能力はコンピュータやCCD (Charge-Coupled Device)、検出器など技術の発明・発展によって進歩してきたと言えるでしょう。それらの進んだ技術が70年前になかったのはちょっと残念ですが、天文学の歴史を考える上では重要なことだと思います。

さて、私のキャリアはちょっと変わっています。私は子供の頃はとても熱心なアマチュア天文学者で、望遠鏡を作ったりもしました。光学系のことも勉強したし、とにかく熱心に観測したものです。半導体素子が手に入るようになって、自分の望遠鏡を制御して天体写真を撮るために、エレクトロニクスの勉強もしました。それで、高校生頃、Fred Hoyleの“Frontiers of Astronomy”という本と出会いました。これは本当に素晴らしい本で、私はこの本で初めて理論天文学というものに触れたのです。この本に出てくる宇宙論は定常宇宙論で、もちろん後に否定されるのですが、と

てもしっかりと美しい記述でした。それから、HoyleがBurbidge夫妻やFowlerと一緒にいった元素合成の研究^{3), *2}についても書かれていました。私はこの本で理論というものがいかに宇宙を説明し、そしてどのように装置開発や観測に役立つのかを学んだのです。それで私は、その三つ全てをやりたいと思いました。それで…今に至るというわけです。

唐牛: なるほど、Hoyleの本があなたの理論研究のモチベーションになったんですね？

Gunn: 私はもともと天文学者になりたいとは思っていたのですが、あの本を読むまでは天文学者が何なのかわかっていなかったのです。Hoyleの本は、私に理論・観測・装置開発がどのようにお互いに協調して働くか、数学がどういう役割を果たすかを教えてくれました。私はいつも、人類が発明した数学がこの物理の世界を理解し、探求するのに役立つのは本当に素晴らしいことだと考えています。そうは思いませんか？ 数学のおかげで私達は原子核の構造を理解できるし、星や宇宙がどうなっているかもわかるのです。私にとってHoyleの本は天文学とはどういうものかを悟るきっかけで、それが始まりだったと言えます。ですから、20年くらい前までは私は理論と観測と装置開発の全部をやろうとしてきました。この20年くらいは基本的には装置開発に専念していて、自分で観測や理論の研究をすることはほとんどなかったのですが。

少し話を戻すと、私は当時と今で天文学はあまり変わっていないと思います。ただ今は、昔よりも遥かに高性能な装置を使って長年の問題をより詳しく調べられるようになったということですね。

*1 Princeton大学名誉教授、2019年ノーベル物理学賞受賞。本インタビューはノーベル賞受賞者が発表される前に行っていたのですが、とてもタイムリーな話題になりました。

*2 B²FH理論として知られる、重元素が恒星内の核融合反応で生成されることを示した論文。

*3 クエーサーなどの遠方天体のスペクトル中に現れる赤方偏移した中性水素原子のLyman- α 吸収線から、遠方宇宙の電離度や質量分布などを測定する手法を提案した論文。Gunn & Petersonの論文が発表されたのは1965年ですが、実際にこの効果がSDSS (Sloan Digital Sky Survey) によって観測的に確かめられたのは2001年⁵⁾でした。

唐牛: ありがとうございます。それからあなたは大学で数学や物理を習得して、大学院生の時には Bruce Peterson と素晴らしい成果^{4), *3}を挙げましたね。これがあなたの最初の論文ですか？

Gunn: いや、大学院に入った時にはもう観測をやっていました。Caltech (カリフォルニア工科大学) に入学したばかりの大学院生にとって、観測的研究から始めることはあまり普通ではないのですが、私はもうたくさん観測の経験がありました。だから、当時F型星の表面重力や組成を測定するサーベイのための手伝いを欲しがっていた Bob Kraft に相談しました。それで、確か大学院2年生の時だったと思いますが、そのサーベイに協力したのが最初の論文になりました⁶⁾。その中に BD+39°4926 という全く信じられないような面白い星がありました。これは種族IIでスペクトル型はF2の星ですが、水平分枝より3等級も上にあるとても明るい超巨星です。ですが、その表面重力 $\log g$ はたったの1しかありません。つまり、低質量で、巨星で、ものすごく明るい星なのですが、そんな段階の星の進化はまだちゃんとわかっていないのではないのでしょうか。これはとても面白い仕事でした。その後私は Bev (John Beverley) Oke と幾つか観測の仕事をしました。ちょうどその頃、3C 9 という赤方偏移3.01のクエーサーを発見したという Maarten Schmidt の有名な発表⁷⁾ がありました。その天体のスペクトルには Lyman- α 線が見えていて、それよりも青い側でも放射が見えていました。

唐牛: ああ、それが Gunn-Peterson 理論の動機になったんですね。

Gunn: その通りです。観測データには既に、もし中性水素が宇宙空間に存在すれば吸収されて見えないはずの光が見えていたのです。だから、すぐに論文を書きました。

唐牛: では、それが博士論文だったんですか？

Gunn: 私の博士論文は全く違うテーマで書きました。私はその頃から重力光学 (いわゆる重力レ

ンズ効果) に興味があって、銀河や銀河団などの非一様な構造が宇宙論的な観測にどのような影響を与えるかについて2本論文を書いていました。もし重たい天体が観測する視線にあると、まっすぐ飛んで来る光子は観測者には見えずにその周りを回り込んでくる光子だけが見えます。これはもちろん重たい天体の重力によるもので、この効果を考えずに宇宙が完全に一様だと思って測定すると間違った結果が出てしまいます。この研究を通して、私は銀河のクラスタリングなどの統計的性質に興味を持つようになりました。当時これは最先端のテーマでした。この時ちょうど Jim Peebles もその研究をしていましたが、私はまだ彼の研究のことを知りませんでした。私は観測家でもあるので、自分で観測したデータを使いました。当時は Kodak が新しい高効率の感光剤を開発した頃でした。

唐牛: 何という名前の感光剤ですか？

Gunn: IIIa-J と IIIa-F というもので、粒子が細かくてコントラストも非常に高い優れた感光剤でした。だから、Kodak と協力して北天の観測をしました。これが私のほとんど最初の銀河サーベイで、何時間もかけて顕微鏡で写真乾板上の銀河を数えて、その分布を調べました。ちゃんと結果は出たのですが、実はこれは論文にしませんでした。なぜなら、Peebles がもっと良い成果を出してしまったので⁸⁾。

唐牛: Peebles も観測していたんですか？

Gunn: いや、彼は既存のデータを解析しました。私のデータの方が感度が高かったのですが、彼の方がずっと良い解析をしたのです。今でもちょっと後悔しているのは、あの時解析を簡単にするために相関関数を仮定してしまったことです。相関関数というのはある銀河の近くに別の銀河が存在する確率の分布のことで、私はそれをガウス分布だと仮定してしまいました。なぜなら、ガウス分布は簡単だし、3次元のガウス分布を2次元に射影してもガウス分布になるという性質を持つ

ていて便利だからです。だから私には銀河の相関関数をガウス分布の重ね合わせで表現するのはとても自然なことに思えました。ですがその時私は、Peeblesがやったように、相関関数が冪関数になるということに気が付いていなかったのです。とても重要なポイントを見落としていたわけですね。この経験から沢山のことを学びました。

唐牛：ええ、私のような専門でない人にもよく知られているほど、Peeblesの2点相関関数に関する仕事は有名ですね。それを見落としてしまったんですね。

Gunn：そういうことです(笑)。

仏坂：当時、どれくらいの数の銀河を観測したんですか？

Gunn：確か10枚くらいの乾板を調べたので、数十万個くらいでしょうか。正確な数字は覚えていませんが。

唐牛：パロマー天文台の200インチ望遠鏡の主焦点を使ったんですか？

Gunn：いや、48インチ望遠鏡の、6度四方をカバーできる大きな14インチのガラス乾板でした。大体SDSS (Sloan Digital Sky Survey) と同じ感度が出ていたと思います。

唐牛：シュミットカメラでしたか？

Gunn：はい、その通りです。Kodakの新しい感光剤を最初に使ったのがこの望遠鏡で、後から他の望遠鏡でも使われるようになりました。これはサーベイ観測だったので、大きな視野が必要だったのです。

唐牛：なるほど。…この調子だと時間を超過してしまいますね。ちょっと急ぎましょう。大学のWebサイトを見ると、あなたの経歴では重力レンズに関する仕事はもっと後でなされたように読めるのですが。

Gunn：実は最初の頃から重力光学には興味を

持っていました。大学院生の頃はシンプルなことをやっていましたが、卒業してからシアや増光などの重力光学に関する研究を始めました。今でこそ皆当たり前のように話しますが、これは当時はまだ新しい話題でした。新しい解析手法が開発されてから昔の仕事をやり直したりもしましたし、後になって強い重力レンズ天体0957+561が発見された時も、興味があったので少し研究したりもしました。

富田：重力レンズが研究の中心的テーマなんですね。

Gunn：何本かある道の一筋という感じですね。中心というよりは、ずっと興味を持って取り組み続けてきた課題なのです。

2. 理論家として

唐牛：経歴を読むと、CaltechとPrinceton大学の間を行ったり来たりしていますね。これは研究テーマや手法と関連していたんですか？

Gunn：そういうわけではありません。大学院を卒業する直前、Caltechからオファーがもらえそうだと知っていたのですが、当時の学科長だったJesse Greensteinは、私がCaltechの教員になる前に少し他所の大学に行った方が良いと考えていたようです。彼は私が理論にも興味を持っていることを知っていて、もしすぐにCaltechに着任したら観測の仕事だけになってしまうのではないかと心配していたのでしょう。それで、多分彼とLyman Spitzer^{*4}の間で話が付いて、Princeton大学に着任することになりました。それでこちらに移って、Jerry (Jeremiah) Ostrikerと知り合ったのです。Princetonではほぼずっと理論的研究をしていて、パルサーの研究⁹⁾をしたのもこの時でした。Rich (John Richard) Gottと宇宙論の球対称・非線形摂動理論に関する研究を始めたの

*4 Lyman Spitzer Jr. は長らくPrinceton大学宇宙物理学専攻長を務め、プラズマ宇宙物理学や星間物理学、宇宙望遠鏡など幅広い研究に携わり多大な影響を残しました。今日Princeton大学宇宙物理学専攻のフェロウシップや教授職には彼の名前が冠されています。



図1 インタビューの様子。右がGunn博士，左が聞き手の唐牛教授。Gunn博士のオフィスにて。

もこの時ですね。そう思うと、この後随分長い間続けることになる銀河形成に関する研究はこの時始まっていたわけです。

唐牛：Gottや(Beatrice) Tinsleyとの共同研究¹⁰⁾はPrincetonで行ったものですか、それともCaltechですか？

Gunn：それはCaltechの時です。私がここに来たのは67年と68年なので。

唐牛：70年から80年頃にかけてCaltechに勤務されていたのですね。この間に多数引用されている重要な論文を幾つか出版されていますが、どの論文が最も印象的で記憶に残るものでしたか？

Gunn：それは難しい質問ですね。いろんな研究をしてきたので。確かにGott, Gunn, Schramm and Tinsley¹⁰⁾はとてもたくさん引用されていて、私の誇りの一つになっています。この論文は当時あった証拠を全て集めて宇宙の密度を議論した初めての論文ではないかと思います。Beatrice (Tinsley)は銀河のための恒星種族合成モデルに関して本当に革新的な仕事をして、銀河の質量-光度比が銀河を構成する星の年齢によってどう変化するのかかなりよくわかるようになりました。当時はまだ

良いサーベイがなかったのでデータは限られていましたが、とにかくその時手に入るデータを使って、銀河の光度からどれだけの普通の物質が存在するかを調べました。これは、質量-光度比がわかっていたら大体見積もることができます。理屈としては、銀河団の質量はビリアル定理から見積もることができるので、銀河団中の銀河の質量-光度比がわかっていたら銀河団の質量の大部分がわからなくても銀河団の質量-光度比はわかる、というような流れです。

唐牛：その時既に銀河団中の電離した高温ガスの存在は知られていたのですか？ それとも、知られていなくても計算することができたのですか？

Gunn：幾つかのX線による観測がなされて、ちょうど知られつつある頃でした。もっとも、当時はそれは銀河団の中心核からの放射で、ガスは少なくその質量は無視できると思われていたので私達もそれを勘定に入れませんでした。それでも銀河団の質量-光度比を見積もることができました。更に銀河団中の銀河がフィールドの銀河よりも高い質量-光度比を持つことも考慮して、ダークマターと星を構成する普通の物質の比がフィー

ルドと銀河団中の銀河で等しいと仮定することで、フィールドに存在する全質量を見積もりました。最終的に宇宙の物質密度は臨界密度の10-15%程度以下だという結果を得ました。これは現在知られている値^{*5}と比べると低いですが、当時としてはとても良い見積もりだったと思います。当時はまだ宇宙項の存在も確認されていませんでしたから、そこまで私達の宇宙は開いた宇宙であるという結論を出したのです。

唐牛: それはすごい結果ですね。

Gunn: ええ。でも、私がお頃の研究で一番誇りに思うのは、Roger Griffinと取り組んだ視線速度の観測です¹²⁾。これは星や球状星団の視線速度の観測の最初のもので、これによって球状星団の力学を明らかにすることができたのです。Ivan Kingがそれより前に球状星団の簡単な分布関数の理論を発表していました¹³⁾が、私達は球状星団の外側の星はIvanの理論よりも動径方向に運動しているため、Kingモデルは現実の球状星団を説明するには不十分だということにすぐに気が付きました。Ivanは球状星団のどこでも速度分布は等方的であることを仮定していましたが、そうではないことがわかったのです。これは、外側で離心率が高い軌道を許すような運動の積分を導入すれば解決することができます。球状星団M13の写真を見れば、それが綺麗な球状ではなく扁平になっていることがわかるでしょう。これらの視線速度の観測は、この星団が回転していることを示していたのです。この仕事は私がPrincetonに戻るまで続いて、Robert Luptonも参加してくれました。これは彼の博士論文の一部になったんですよ。

唐牛: この仕事は専門家にしか知られていないのではないですか？ Kingのモデルはもちろん非常に有名ですが、

Gunn: そうかもしれませんね。Ivanの仕事は立

派なものです。ただ私達はそれをちょっと改善したのです。

仏坂: PrincetonでJerry (Ostriker) とパルサーに関する研究をされましたよね。その後この研究は続けられたんですか？

Gunn: いや、この研究は複雑になり過ぎてしまつてこれ以上は無理だと思ったので、別の研究に移ったんです。

唐牛: ではこれはあなたのキャリアの中で孤立した研究だったんですか？

Gunn: その当時は興味を持っていましたが、ちょうどその頃Rich Gottと銀河形成の研究を始め、そちらがより面白くなってきたのです。Jerryとの仕事はパルサーの全体的なエネルギー収支を記述する理論を作ろうとしたものですが、パルサーの電波領域での放射機構が非常に複雑なことは明らかで、どう取り組んで良いのかもよくわかりませんでした。でも、もう昔のことですから、今ならAnatoly (Spitkovsky)なら何か知っているのではないかと思います。

唐牛: 他に何か記憶に残っている論文はありますか？

Gunn: この頃の研究で私にとって最も大切な論文は、ある夏にケンブリッジで何人かの人々と書いた論文¹⁴⁾です。1978年のことでした。Steven Weinbergと(Benjamin W.) Leeが、弱い力だけで相互作用する粒子が宇宙のごく初期に生成されればそれがダークマターとなり得るという、いわゆるWIMP (Weakly Interacting Massive Particles)の奇跡を示唆する論文を出版した頃です。そのような粒子は輻射とは結合しておらず輻射優勢の宇宙でも揺らぎが成長できるため、宇宙背景放射などから得られていた制限を回避して宇宙論の多くの問題を解決できるということにすぐに気が付きました。私は、異なる摂動のスペクトルを持つダークマターとバリオンの2種類の流体を考える

*5 Planck衛星による観測で $\Omega_m=0.315\pm 0.007^{11)}$ 。

ど、バリオンがダークマターの作る重力ポテンシャルに落下するためにすぐにこれらの摂動と一緒になるということを示したのです。この論文はたくさん引用されましたが、ちょっと早かったかもしれませんね。当時Jim Peebles, Joel Primack, Michael Turnerなどのグループがコールドダークマター（CDM）宇宙論の研究をしていて、皆同じようなアイデアを持っていましたが、いつものようにJim Peeblesが一番精緻かつ洞察力に優れた研究をしていたと思います。彼の背景放射中の音響振動スペクトルの予言¹⁵⁾は真に卓越した人類の知的活動の成果の一つだと思います。私達の論文は彼の論文の4年前に出版されましたが、Peeblesの論文ほど広くは認識されませんでした。それでもかなりたくさんの引用を得た、私が最も誇りに思う業績です。

3. 装置開発へ

唐牛：ありがとうございます。では装置や観測の研究に移りましょう。あなたは1980年に現在のEugene Higgins教授職に就きましたね。その頃にはもうHubble宇宙望遠鏡のWide Field and Planetary Camera（WFPC）などの開発を始めていたのですか？

Gunn：いつ契約を締結したのか正確には覚えていませんが、1977年あたりだったと思います。Jim Westphalと私はCaltechで検出器を共同で開発していました。当時JPL（Jet Propulsion Laboratory）ではTexas Instrumentsと協力してCCDの開発を進めていました。当時、FairchildやRCAなどの会社がありましたが、Texas Instrumentsの製品は信じられないほど優れていたのです。もちろん、当時の基準でという意味ですが。私達はこれを地上望遠鏡に使おうと考えていました。その頃NASA

は、当時まだ単にSpace Telescopeと呼ばれていたHubble宇宙望遠鏡のための広視野カメラの開発が順調でないことに気が付いたのです。このカメラはLyman Spitzerが全体のリーダーで、(John L.) Lowranceが技術面を主導して、ここPrinceton大学で開発されていました。Lyman SpitzerはNASAと密に協力してこの宇宙望遠鏡を開発しており、Princetonには優秀な技術者グループがありました。そのため、当初はこのカメラの開発は公募されることなくPrincetonで行われることになったのですが、残念ながら上手く行かなかったのです。これは非常に大きなVidicon^{*6}を用いたものでしたが、彼らはそれを上手く動作させることができず、十分な信頼性が得られませんでした。NASAは宇宙望遠鏡から美しい画像が得られなければミッションは成功とはみなされないということをよく理解していたので、カメラの開発を一般から公募することにしたのです。これはちょうどCCDが普及し始めたのと同じ頃で、Westphalと私はCCDが優れていることを知っていたので、CCDを使ったカメラを提案したのです。

唐牛：このカメラのアイデアとCCDの技術をCaltechからPrincetonに持ち込んで開発したのですか？

Gunn：いえ、開発は全てCaltech、正確にはJPLで行われました。私がPrincetonに戻って来た頃には開発は既に軌道に乗っていたのです。そのため、私は長い間、毎週のようにカリフォルニアに戻って来ていました。

唐牛：Hubble宇宙望遠鏡が打ち上げられて、鏡の歪みが補正された後^{*7}、このカメラを使って観測しましたか？

Gunn：いいえ。鏡の歪みを直すのは不可能だと思っていたので。私は間違っていました。それは

^{*6} CCDの普及以前にビデオカメラなどに広く利用されていた、光導電現象を利用した撮像管。RCA（Radio Corporation of America）社の商標。

^{*7} Hubble宇宙望遠鏡は1990年に打ち上げられた当初、主鏡に僅かな歪みがあり予定の性能が発揮できませんでした。これは1993年のスペースシャトルによるサービスミッションで補正光学系を導入することで修正されました。

もう、とても大きな間違いでした(笑)。間違っていて本当に良かったと思います。

唐牛：この歪みは打ち上げの3年後のサービスミッションで修正されたんですね。この修正は随分急いで行われたんですね。

Gunn：ええ。

唐牛：本当に御自身で観測しなかったんですか？

Gunn：本当に何にも観測しませんでした。もしも私がHubble望遠鏡のチームに留まって研究を続けていたら、SDSSは実現しなかったでしょう。

唐牛：では、SDSSのアイデアはもうその頃にはあったんですね？

Gunn：SDSSは私がここに着任した後に始まりましたが、Caltechとも関係があるんです。Morley BloukeというCCDの達人がいて、彼はもとはTexas InstrumentsでHubble宇宙望遠鏡のWFPC用のCCDの開発に携わっていたのですが、当時はTektronixという会社に移籍しました。この会社は当時CCDを検出器として使用した高速オシロスコープのアイデアを持っていて、非常に大きなCCDを作ろうとしていました。Morleyも同じく大型のCCDを作りたいと考えていました。ある日、私がCaltechのJim Westphalのオフィスを訪ねていた時、Morley Bloukeが入ってきました。これはまったく予期せぬことで、私達は彼がこのあたりに来ていることさえ知りませんでした。そして彼は「おそらくこれに興味を持ってもらえると思うのですが」と言って鞆からケースを取り出しました。それはこんなに大きなおよそ10 cm四方ものウェハーで、CCDが一つ載っていました。もちろん私達は大いに興味を持ちました。実際に使えるようになるのにはそれから数年かかったのですが、これが後にSDSSの検出器になるCCDだったのです。ですから、このミーティングこそが私がサーベイについて考えるきっかけでした。その後、1987年にKitt Peak国立天文台

で会議がありました。この頃、大型ハニカムミラーの製造が可能になったのですが、技術が開発されたばかりで、どの望遠鏡に搭載してどんな研究に使うかをKitt Peak国立天文台は決めかねていました。ひょっとすると彼らはこの鏡が上手く動くとは思っていなかったのかもしれませんが、それは見事に性能を発揮したのです。それは(J. Roger P.) Angel^{*8}の最初の鏡の一つでした。そこでこの鏡で何をするかを決めるためにこの会議を開催し、最終的にWIYN望遠鏡に搭載することに決めたのです。

唐牛：SDSSはそこから生まれたんですね。

Gunn：その通りです。私はBloukeのCCDのことを知っていましたが、最新の望遠鏡技術とこのCCDをどのように使うか真剣に検討を始めたのがこの時で、そしてこれがSDSSに繋がったのです。この頃私はPrincetonにいて、これらの技術を用いた望遠鏡を設計しました。私はトランジット観測^{*9}という、CCDに映ったものを連続的なタペストリーのように観測するサーベイ手法が最適だと考えていましたが、このためには天体が検出器上を一直線に動かなければならないため、視野に歪みのない光学系を設計する必要がありました。これはRitchey-Chrétien式の光学系に補正光学系を追加することで実現できました。これは後にSDSSで実際に使用されました。一方、当時から私は真の優れたサーベイには分光と撮像の両方が必要だと考えていて、同一のCCDを用いてこれが実現できるだろうと考えていました。Kitt Peakでの会議から2年くらいでこれらの考えをまとめたのです。

唐牛：では、あなたがここに戻って来た80年代は、ちょうどSDSSの歴史と重なるんですね。

Gunn：そういうことになりますね。これより少し前に私がCaltechで制作したFour-ShooterというカメラはHubble宇宙望遠鏡の広視野カメラの地

*8 Arizona大学教授。様々な大型望遠鏡の光学系を設計したことで有名。

*9 系外惑星の観測手法の一つであるトランジット法とは別のものです。

上版プロトタイプと言えるもので、四つのCCDを繋ぎ合わせて1600×1600ピクセルの画像を撮影できるようにしたものでした。NASAはこの広視野カメラに興味を持っていて投資してくれたので、私は色々な研究ができました。例えば(Donald P.) Schneiderや(Maarten) Schmidtと共に高赤方偏移のクエーサーのサーベイを行って、 $z=4.73$ のもの¹⁶⁾と 4.89 のもの¹⁷⁾を見つけました。(Alan) DresslerとはクラスターやE+A銀河中の恒星種族について研究しました^{18), 19)}。(John G.) Hoesselや他の人々とも様々な仕事をしました。Caltechでの私の仕事は全て、遠方の星団や銀河のサーベイを目標にしていました。Four-Shooterでは大体赤方偏移1くらいまでの銀河を観測することができました。Four-Shooterでトランジット観測を用いて測光サーベイを行ったこともあります。

唐牛: Four-Shooterでもトランジット観測ができたのですか？

Gunn: ええ、私はSDSS以前からこの技術に心酔していて、その装置を開発していたのです。私にとってこれは至極当然で、大きなサーベイをするならこの手法しかないと確信していました。今日では、歪みのない光学系を作るのが困難なこともあって、あまり使われなくなってきましたが。

唐牛: SDSSの始まりと広視野カメラの開発は並行して行われたのですね。これらを同時に行うのは大変ではありませんでしたか？

Gunn: 何とかかなりましたね。宇宙望遠鏡のチームを離れてからはSDSSに専念することができたので。

唐牛: 次の話題に行く前に、SDSSで最も記憶に残っていることを教えてもらえますか？

Gunn: それはまた難しい質問ですね。私自身はこの計画を実現しただけで必ずしも直接個々の研究に参加したわけではありませんが、SDSSが成し遂げたことは全て誇りに思っています。バリオ

ン音響振動はPeeblesが宇宙背景放射について提案したもので、私達はそれを銀河の分布の中に探したわけですが、サーベイを始めた当時はまだ銀河分布のバリオン音響振動の研究は確立されておらず、非常に新規性のあるものでした。弱い重力レンズ効果はサーベイを始めた時は正直できるかどうかわからなかったのですが、幸い高品質かつ一様性の高いサーベイデータが得られたので、良い成果を出すことができました。褐色矮星や遠方クエーサー、太陽系の小惑星のサーベイももちろんですが、Gunn-Peterson効果がついに確認された⁴⁾ことも印象的でした。でも、もっとも大きな成果は、SDSSによって人々が銀河のサイズや色、金属量などの分布を系統的に研究できるようになったことではないかと思います。これはSDSS以前はできなかったことで、これこそがサーベイの真価と言えるものだからです。このようなデータがなければ、シミュレーションをにしてもそもそも何をシミュレートして良いかわからないでしょう。SDSSの目的は過去数億年の近傍宇宙の銀河をありったけ観測して今日の宇宙を理解することで、これはとても上手く行ったと思っています。このように色々な成果がありましたが、私自身はサーベイ自体や装置にかかりっきりでほとんど自分で研究をすることはできませんでした。この比喩をもう何度使ったかわかりませんが、私のSDSSにおける役割は父親のようなもので、優秀な子供達の素晴らしい研究を見守っていたのです。もちろん、私はSDSSの成果にとっても満足しています。

唐牛: 素晴らしい成果ですね。今回の京都賞もSDSSへの貢献に対するものですよ。

Gunn: はい、私は色々な賞をもらいましたが、そのほとんど全てはSDSSに関するものです。

唐牛: 1993年に王立天文学会ゴールドメダルを受賞されていますが、これはSDSS以前のもですよ。これはどのような業績が評価されたものでしょうか？

Gunn：ええ、それはSDSS以前ですからね、特定の業績ではなく天文学への全般的な貢献が評価されたものだと思います。MacArthurフェローもそれより前でしたから、私のSDSS以前の業績も評価されているのですね。

富田：例えばフィルターシステムがそうですが、SDSSの設計は多くの点で天文学の伝統的なものとは違いますよね？ そのような設計を採用した背景などについて教えてもらえますか？

Gunn：これも実は、非常に早い段階から始まっていたことです。SDSS以前に私達はGunn-Thuanシステムというフィルターを提案しました²⁰⁾。いや、彼が第一著者ですからThuan-Gunnシステムと呼ぶべきですね。このフィルターシステムはそれまでのフィルターとはちょっと違います。Johnsonが開発した有名なUBVフィルターシステムは、端的に言ってしまえばスペクトルをおおよそ分割できるような色ガラスの組み合わせを探して作ったのです。しかし私達は、星のスペクトルの性質に合わせ、また夜光を上手く除去できるようにフィルターシステムを設計したのです。例えば、緑色の帯域では強い酸素の輝線を避けなければなりませんし、Balmer不連続^{*10}よりも少し長い波長と短い波長のフィルターも必要です。このフィルターシステムは単にあり合わせのガラスを使うのではなく、最初から天文学のために設計されたものなのです。必要な性質を満たすガラスを探すのはなかなか骨が折れる作業でした。これがSDSSのフィルターシステムのアイデアの始まりと言えます。SDSSのフィルターも同様の精神で作られています。同時に検出器の感度にも合わせて設計しました。特に最も長波長側の赤外線領域をカバーするz'フィルターは別種のCCDと組み合わせるので、それに合わせてフィルターの応答を設計する必要がありました。なので、SDSSのフィルターは半分天文学、半分技術的な

要請に合わせて設計されたと言えますね。それに対して、Balmer不連続よりもより短波長側をカバーするu'フィルターは既存のフィルターと同一です。F型や温度が低めのA型星では星が巨星になるとBalmer不連続のジャンプが大きくなるので、これを測定することで星の表面重力を高い感度で測定することができますが、このためにはBalmer不連続よりも短波長側と長波長側に分けるフィルターが必要なのです。

唐牛：既存の色付きガラスとは全く独立に新しいフィルターを設計したのですね。革新的ですね。

Gunn：はい。これは技術の発展のおかげでもあります。Johnsonの時代にはそんなフィルターは作ることができなかったのです。

唐牛：その頃、コーティングや干渉フィルターの技術はもう既に開発されていたのですか？

Gunn：ちょうどそれらが出回り始めた頃で、SDSSを実施している間に随分性能が向上したのです。実際、サーベイの最初の頃のコーティング技術は不十分なものでしたが、その後改善したので、少なくとも分光サーベイの時にはその技術を導入しました。

唐牛：SDSSを実施している間から、将来の、現在ではなく未来の宇宙（言い間違い）を観測する計画を立てていたのですか？

Gunn：未来の宇宙が観測できたら良いですね！（笑）

4. 日本との関係

唐牛：SDSSの前だったと思いますが、サーベイのカメラのために来日されたのをよく覚えています。その頃から日本と共同研究をされていたのですか？

Gunn：ええ、1992年頃だったと思います。土居守さんと関口真木さんが既に複数のCCDを組み合わせたカメラを開発していたのです。当時既

*10 水素原子のBalmer系列が束縛-束縛遷移から束縛-自由遷移に変化する3646 Å付近に存在するスペクトルの段差。



図2 Princeton 大学で毎週金曜日の夕方に開催される、James Gunn 博士・Gillian Knapp 名誉教授が主催するシェリー会の写真。宇宙物理学専攻の教授から学生までが一堂に集まって、シェリー酒やポートワイン、あるいはジュースを飲みながら思い思いに歓談する楽しい時間です。左から Bruce Draine 教授、Ed Jenkins 教授、Craig Loomis 博士、James Gunn 博士、唐牛教授。

に木曾天文台では多数の CCD が運用されていた、あるいは運用されようとしていた頃でした。彼らは SDSS にとても熱心に協力してくれました。関口さんは Princeton に長期間滞在してカメラの設計を行いました。このカメラは 36 もの CCD を組み合わせたもので、それらの焦点が合うよう非常に正確に配置しなければなりません。関口さんは CCD の高さを精密に合わせるための非常に巧妙な顕微鏡システムを設計しました。SDSS における私の右腕とも言える存在だった Connie (Constance M.) Rockosi は当時学生で、彼女と関口さんは二人でほとんど全てのエレクトロニクスを作ったのです。彼らなくしては SDSS はあり得なかったでしょう。土居さんは観測を正確に行えるように装置を較正することに興味を持っていて、カメラの感度が常に安定していることを監視する洗練された装置を開発しました。これらは全

て日本で開発されて、ここに送られて来たのです。

唐牛：それは CCD の部分読み出しを使ったものですか、それとも他のセンサーを使ったんですか？

Gunn：いえ、大事なものは光源なのです。SDSS のカメラは観測していない時は「犬小屋」と呼ばれる小さな建物に格納されているのですが、土居さんはこの建物の上に更に小さな建物を作りました。彼の装置はここからカメラに光を照射するのです。その中には可動式のステージがあって、CCD 一つ一つを較正された光源で照射できるようになっていました。これによってカメラの検出器の感度を波長ごとに監視することができるようになったのです。このような装置は天文学では初めてでした。

唐牛：この日本からの貢献はプロジェクトの最初

から計画されていたのですか、それとも思いがけず実現したのですか？

Gunn：御存知の通り、Princeton大学の宇宙物理学専攻はSDSS以前から日本の天文学コミュニティと強力な関係を持っていました。特にEd Turnerは須藤（靖）さんと一緒に様々な仕事をしていました。SDSS計画が始まった時、彼は日本の友人達に計画を紹介し、彼らが興味を持ってくれたので私は1992年に日本に行ったのです。私は計画の宣伝のために日本に行ったのですが、おそらくその時には日本のコミュニティは既に計画に参加しようと考えていたのではないかと思います。SDSSはそれまでに関口さんや土居さんが進めてきた研究とよく似ていましたから、これは自然な流れだったと思います。ここまではハードウェア側の話ですね。ソフトウェア側では、福来正孝さんや安田直樹さんがPrincetonに来て共同で開発を進めました。福来さんはSDSSの測光パイプラインの検証を担当していました。開発はとても上手く行きました。

唐牛：日本の望遠鏡チームにとって、SDSSはその後のすばるSuprime-Camの前身的なものでした。なので、日本側があなたと密接に連携を取って共同研究を行ったのはとても自然なことだったと思います。その後、あなたやPrinceton大学の人々は、日本のすばる望遠鏡に搭載するHyper Suprime-Cam (HSC) や Prime-Focus Spectrograph (PFS) に参画することにしたんですね。

Gunn：ええ。

唐牛：私達日本のグループにとって、当時まだ海のものとも山のものともわからない日本の大型望遠鏡にかの高名なPrinceton大学のグループが興味を持ってくれたというのは、正直に言うと大きな驚きでした。

Gunn：それは至極自然な選択でした。SDSSでの日本との共同研究は非常に上手く行きました。私は当時SDSSの次のサーベイ計画を考えていて、SDSSが今日の宇宙の姿を明らかにするものだった

たのに対して、次は宇宙がどのようにそこまで進化してきたかというのが当然の疑問です。このためには巨大な望遠鏡が必要です。Princeton大学は裕福な大学ですが、8m級の望遠鏡を自前で建造する予定はありませんでした。一方で日本は既にこの素晴らしい8m望遠鏡を持っていました。当時関口さんの学生が巨大なカメラを作っていたので、SDSSの後次のサーベイを検討してたPrincetonにとってこれに参加することはとても自然でした。また当時私達が利用できたアメリカの大型望遠鏡は視野が狭くサーベイには適していないGeminiだけだったので、すばる望遠鏡以上に面白い計画もなかったのです。実際、すばる望遠鏡はサーベイができる世界で唯一の大型望遠鏡で、それを作ったのはあなたがたなんですよ！（笑）

唐牛：この協力関係も上手く行きましたが、交渉が始まった2006年か2007年頃にはまだすばる望遠鏡の広視野観測の性能は完全には実証されていなかったと思います。それに1000万ドルを投資するのは、大きな賭けだったのではありませんか。

Gunn：それはその通りです。

唐牛：学科や大学内で議論や利害の対立があったのではありませんか？

Gunn：さあ、どうでしょうか。私は政治はそれほど上手ではありませんが、SDSSやHubble宇宙望遠鏡の成功によって、大学本部は私達のことを信用してくれていたのではないかと思います。私はすばる望遠鏡のことをよく知っていましたし、その技術が素晴らしいこともよく理解していました。だから私自身は日本ならこの計画を成し遂げられると信じていましたし、それほどリスクが大きいとも思っていませんでした。

唐牛：宇宙物理学科の皆さんは全員一致で計画を支持してくれたのですか？

Gunn：はい、特に反対はなかったと思います。SDSSが学科にとって大きな役割を果たしたよう

に、何らかの新しい大規模観測計画が必要なことは明らかでしたし、その計画として何らかのサーベイをやることは妥当だと皆考えていました。それに、この学科は理論の研究者が多いので、この手のことを決めるには結局観測家の意見を聞くしかなかったです（笑）。だから、私の記憶では特に異論はなかったと思います。

唐牛： 私達は幸運でしたね。当初から、撮像と分光、つまりHSCとPFSは合わせて一つのプロジェクトとお考えでしたか？

Gunn： 私の中ではそう考えていました。もっとも、SDSSの時ほど密接ではなくて、まず撮像サーベイをしてから分光サーベイをするという形になりましたが。

唐牛： ですが現実的には、特に資金や政治に関して、まずHSCを始めてから次の段階としてPFSを進めるというのは難しかったのではありませんか？ あなたにとってこれは自然な流れでしたか？

Gunn： ええ、そう思います。私は政治の専門家ではないので単にできる人を頼っただけですが、それで上手く行きました。

唐牛： 宮崎聡さんとHSCのCCD開発のために協力を始めた時、もう既にPFSの準備も始めていたのですか？

Gunn： ええ、その頃から考え始めていました。当時はまだWF MOS^{*11}計画がまだあったのですが、私はあまり乗り気ではなかったのです（笑）。

唐牛： どうしてですか？

Gunn： 私には、WF MOSは委員会が設計した、何にも特化されていない漫然とした装置に思えたのです（笑）。だから私は始めからPFSに入れ込んでいました。なぜなら、この時はまだPFSの詳細は決まっていなかったのだから、計画を誘導して全てが今一つの装置ではなく（笑）きちんと目標の

定まった装置にできると思ったからです。

唐牛： ですが、WF MOS計画から受け継いだものもありましたよね。

Gunn： ええ、もちろんです。特にWF MOSに関わっていた人々はそのままだ計画に参加して大きな貢献をしました。技術的にも、WF MOSがなければもっと困難だったでしょう。

唐牛： 今PFSは計画全体の中盤、組み立てとコミショニング段階にありますよね。今後2、3年で何か困難が生じる可能性はありますか？

Gunn： うーん、いいえ、大丈夫だと思います。計画は遅れていますが、これは大きなプロジェクトにはつきものです。現時点では深刻な技術的な問題はないと思います。

5. 日本へのメッセージと、これから

唐牛： 最後に、PFSも含めて、日本のコミュニティ、特に若い人々にメッセージをいただけませんか？

Gunn： 良い仕事を続けてください！（笑）ただそれとは別に私が伝えたいことは、これは特に若い世代にとって非常に重要なことなのですが、すばる望遠鏡を今後も運用し続けることの重要性です。TMT^{*12}時代になると、すばるは単に数ある8 m望遠鏡のうちの一つになってしまうと思われるかもしれませんが、そうではありません。すばるは世界最高の、唯一広視野観測ができる8 m望遠鏡なのです。TMTなどの超大型望遠鏡は視野が狭いので、8 m級望遠鏡によるサーベイなくしては成り立ちません。そして、すばる望遠鏡はその中で圧倒的に優れているのです。私はいつもこのメッセージが日本の政府に伝わることを願っています。すばる望遠鏡は本当に素晴らしく、極めて高い価値のある装置であり、これを運用し続けることが今後絶対に必要なのです。

*11 Wide Field Multi-Object Spectrograph. PFS以前にGeminiと共同で計画されていた、すばる望遠鏡用の主焦点ファイバー多天体分光装置。

*12 Thirty Meter Telescope. 日本を含む国際協力で進められてる次世代超大型望遠鏡計画。

唐牛: これはとても重要なポイントです。必ずこのメッセージを日本のコミュニティや政府に伝えます。日本の天文学コミュニティの中でも、TMT時代におけるすばる望遠鏡の重要性を認識していない人もいます。これは大切なことです。

Gunn: その通りです。望遠鏡は原理的に集光力と視野がトレードオフの関係にあるので、次世代の超大型望遠鏡は広い視野を得ることができません。だからすばるのような望遠鏡が必要なのです。どんな時代でもそうだと私は思います。

仏坂: 関連して伺いたいのですが、TMT時代において、すばる望遠鏡は現状のままで良いのでしょうか、それとも何かアップグレードする必要があるのでしょうか？

Gunn: もちろん、装置の改良は続けるべきですが、例えばCCDの量子効率はまだ1に近づいているように、いずれは限界が来ます。ですが、例えば赤外線撮像・分光では、LSST^{*13}や他の望遠鏡で得られた発見を追観測するために、PFSのようなより広い視野の装置が必要になるでしょう。一方で、LSST時代にHSCを維持すべきかどうかはもうちょっと微妙な問題ですが、HSCはLSSTよりも柔軟なのでそれを活かした重要な成果が期待できると私は考えています。ただこれでは万人を納得させることは難しいかもしれません。しかし、PFSやULTIMATE^{*14}などの新しい装置は、今後長期間に渡って重要な装置であり続けるでしょう。

唐牛: PFSの対抗となるような装置はないのですか？

Gunn: そのような計画はありますが、現在の所資金を獲得して動き始めたものはないのではないかと思います。カナダでもそのような計画がありますし、Keck望遠鏡でも広視野装置の計画があ

るようですが、現時点ではまだ計画段階だと思います。

唐牛: ありがとうございます。私が用意した質問はこれで全部ですが、他に何かありますか？

富田: LSSTについては何かありませんか？

Gunn: いいえ、私はLSSTには全く関わっていないので。

唐牛: 全くですか！？

Gunn: 全く関わっていません。私はLSSTグループと一緒にいて、それを楽しんでいます。私の研究時間は100% PFSのために使っています。

富田: なるほど。それでも、LSST時代に期待されることやLSSTよりも更に将来のことなど、何か展望があれば教えていただけませんか？

Gunn: そうですね…もちろんLSSTは非常に重要な装置になるでしょう。ただ、私がいつも考えていることなのですが、サーベイにおいて最も重要なことはその体積です。非常に深い感度で遠くを見通せるなら、広い領域をカバーしなくても十分な体積が得られます。SDSSでは、正確な数字は忘れましたが、四分の一立方ギガパーセク程度だったのでしょうか。ですから、我々の今日の近傍宇宙の理解は、一方では私達がいかに詳細にこれらを理解できるかによっていますが、他方では私達が観測できる体積がたったの四分の一立方ギガパーセクしかなく、その中にある銀河しか観測できないということによって縛られています。もちろん、近傍宇宙にも非常に多くの銀河があるわけですが、それでも我々の理解は限られた統計によって制限されているのです。LSSTで非常に大きな体積の遠方宇宙が観測できても、それと比較する近傍宇宙の体積は非常に小さいわけですから、そこからどれほどのことが言えるのか私には

*13 Large Synoptic Survey Telescope. Princeton大学も参加して現在開発が進められている次世代の大型サーベイ専用望遠鏡。

*14 Ultra-wide Laser Tomographic Imager and MOS with AO for Transcendent Exploration. すばる望遠鏡の次世代広視野補償光学システムと広視野近赤外線観測装置。

わかりません。太陽系内の天体や褐色矮星、銀河系内の暗い天体などに関しては、広い領域を深く観測することで大きな進展が期待できるのでLSSTは非常に重要です。ですが、遠方銀河の観測に関しては何とも言えません。つまり、何十億もの銀河を観測したとしても、せいぜい数百万の近傍の銀河としか比較できないわけですから、そこからどれほどの確信をもって新しいことが言えるのでしょうか。それが私の懸念です。

唐牛: 私はLSSTについて詳しくは把握していませんが、どのようなサイエンスが検討されているのですか？

Gunn: たくさんのワーキンググループがあります。個人的に一番面白いと思っているのは我々の銀河系についての研究です。例えば、確かConnie Rockosiが主導している銀河考古学のグループがあります。他にも宇宙論的な銀河の進化を調べる研究や、ダークエネルギーの研究などもありますね。銀河の研究はともかくとして、弱い重力レンズ効果や宇宙膨張、宇宙の歴史を調べるためには、この莫大な統計データはとても役に立つでしょう。悲観的な言い方をすべきではありませんが、私は銀河の研究についてはすばるによるサーベイ以上にはあまり進展しないのではないかと考えています。なので、私はLSSTによる銀河の研究については懐疑的ですが、宇宙全体の研究については間違いなく何か新しい成果が出ると思っていますし、それこそが大規模サーベイの力なのです。

仏坂: これまでのあなたの研究の一部は技術の発展に駆動されてきたんですね。次の技術的ブレークスルーは何だとお考えですか？

Gunn: ああ、それには実は明確な答えがあります。MKID (Microwave Kinetic Inductance Detector) という、全ての光子の位置と波長、到着時刻を分解できる検出器が最近開発されています。これがあれば分光器は必要なくなります。そしてこれはもうすぐ実用化されます。ミリケル

ビンの低温にしなければなりません。

仏坂: 超伝導を用いているのですか？

Gunn: はい、そうです。

富田: では、もし予算に一切の制限がなくて完全に自由に設計できるとしたら、どんなものを作りたいですか？ あなたの夢のプロジェクトを教えてくださいませんか？

Gunn: そう言われると困ってしまいます (笑)。でも、もしこの新しい検出器が手に入るなら、すばるの主焦点に載せたいですね。そして新しい広視野の地表層補償光学装置 (Ground-Layer Adaptive Optics) と組み合わせれば、0.2秒の分解能で一網打尽に分光できるというわけです。もしこれができたら素晴らしいですね。あまり大きな領域をサーベイする必要はありませんが、非常に深く観測すれば、今のデータではできないような詳細な銀河や銀河団の研究ができるはずです。これは非常に重要な進展になると思いますし、実際にもうすぐ実現すると思います。きっと10年後くらいには、大きなMKIDを使った観測が可能になるでしょう。

唐牛: そういう話をもう10年以上もしてまっすけどね。

Gunn: ええ、でも、これはもう実験室レベルでは実現していて、今まさに小型のものを実際に望遠鏡に搭載しようとしているところなのです。

富田: ありがとうございます。こちらからは以上ですが、他に何か…いえ、もう十分長く話しましたね (笑)。

Gunn: 楽しいインタビューでした。どうもありがとうございます。

唐牛: 私にとっても非常に面白いインタビューでした。

富田: 唐牛さんはもちろん楽しんだでしょう。

唐牛: 天文業界の闇を半世紀見て来ていますからね (笑)。では、どうもありがとうございました！

謝 辞

この企画はPrinceton大学宇宙物理学専攻の日本人若手研究者である仏坂健太氏・増田賢人氏との会話の中から生まれました。当時私（富田）はPrinceton大学に長期滞在中で、天文月報編集委員としてGunn博士の京都賞受賞を記念して何か企画してはどうかという話になったのです。元すばる望遠鏡の所長である唐牛教授が現在Princeton大学で自然科学研究機構のリエゾンという立場で仕事をされていることもあり、お二人の対談という企画がすぐに出来上がりました。Gunn博士も多忙にもかかわらず本企画を快く了承していただき、後はとんとん拍子で話が進んで本記事となりました。本記事がGunn博士の日本へのメッセージと、Princeton大学の楽しい雰囲気を読者の皆様に伝えられることを願ってこの記事を終えたいと思います。最後になりますが、本記事執筆のために協力して下さったPrinceton大学宇宙物理学専攻の皆様と稲盛財団広報部の中島様、小泉様に感謝します。

参 考 文 献

- 1) Minkowski, R., 1960, ApJ, 132, 908
- 2) Peebles, P. J. E., & Yu, J. T., 1970, ApJ, 162, 815
- 3) Burbidge, E. M., et al., 1957, Rev. Mod. Phys., 29, 547
- 4) Gunn, J. E., & Peterson, B. A., 1965, ApJ, 142, 1633
- 5) Becker, R. H., et al., 2001, AJ, 122, 2850
- 6) Gunn, J. E., & Kraft, R. P., 1963, ApJ, 137, 301
- 7) Schmidt, M. 1965, ApJ, 141, 1295
- 8) Peebles, P. J. E., 1973, ApJ, 185, 413
- 9) Ostriker, J. P., & Gunn, J. E., 1969, ApJ, 157, 1395
- 10) Gott, J. R., III., et al., 1974, ApJ, 194, 543
- 11) Planck Collaboration, 2018, arXiv e-prints, arXiv:1807.06209
- 12) Gunn, J. E., & Griffin, R. F., 1979, AJ, 84, 752
- 13) King, I. R., 1966, AJ, 71, 64
- 14) Gunn, J. E., et al., 1978, ApJ, 223, 1015
- 15) Peebles, P. J. E., 1982, ApJ, 263, L1
- 16) Schneider, D. P., et al., 1989, AJ, 98, 1951
- 17) Schneider, D. P., et al., 1991, AJ, 102, 837
- 18) Dressler, A., & Gunn, J. E., 1982, ApJ, 263, 533
- 19) Dressler, A., & Gunn, J. E., 1983, ApJ, 270, 7
- 20) Thuan, T. X., & Gunn, J. E., 1976, PASP, 88, 543

Interview with Professor James E. Gunn

Kengo TOMIDA

Department of Earth and Space Science, Osaka University, 1-1 Machikaneyama, Toyonaka, Osaka 560-0043, Japan

Abstract: Professor James E. Gunn (Princeton University) received the Kyoto Prize for his “outstanding contributions to the elucidation of cosmic theory based on a large-scale wide-field observation” this year. He has a long-standing intimate relationship to the Japanese astronomy community through Sloan Digital Sky Survey and Subaru Hyper Suprime-Cam/Prime Focus Spectrograph. In order to celebrate his achievements, we had an interview with him to ask how he built his career in large-scale wide-field observations and how he established the relationship with Japan.