

佐藤文隆氏ロングインタビュー

第4回：助手時代



高橋 慶太郎

〈熊本大学大学院先端科学研究部 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1〉
e-mail: keitaro@kumamoto-u.ac.jp

佐藤文隆氏のインタビューの第4回です。京都大学林忠四郎研究室の助手に就任した佐藤氏は、超大質量星とビッグバン元素合成の研究に取り組みます。ともにキューサーやマイクロ波背景放射などの大発見に刺激されて国際的にも競争が激しいテーマで、チャンドラセカールやピープルスなど第一級の研究者をライバルとして研究成果をあげていきます。一方で林研究室では、助手ながらも林教授に代わって研究室の運営を担っていきます。当時は林研究室が宇宙物理とプラズマ物理が混沌とした黎明期から宇宙物理専門の研究室として軌道に乗っていく時期でもありました。研究と研究室の様子、当時の社会情勢も含めて伺います。

●作行会

高橋：前は京都大学天体核研究室の助手になったというところまで伺いました。1964年、D3のときにということですね（写真1）。当時の日本は高度成長期の頃だと思いますが、何かそういう実感はありましたか？

佐藤：60年代は僕はあるまいなあ。もっとも自分のことで精いっぱいという感じの方が大きかったんじゃないかな。自分の人生の中では70年代の方が自分の活躍範囲がパーッとこう広がったのもあるから、そういうのと比べれば……。

高橋：毎年どんどん給料が上がってって話を聞きますが、公務員の給料もそうだったんですか？

佐藤：60年代はそんなに上がってないと思うな。初め2万数千円だったというのは覚えてる。何しろその頃、急にエレクトロニクス産業みたいなのが日本でも始まった。松下とか、関西は特にね。それで理学部の物理の学生とかを欲しがったんですね。すごく売れ行きよかったという波は感じた。

そっちいくと月給がいいって、そのときに僕はちょっと迷ったけども……。だけど大学院にいくと決断して、月給は安いけど自分の好きな勉強ができるみたいな決心だったですね。だから月給が安いというのは織り込み済みみたいなのがあって。

高橋：そういうのがわかったうえで決断したわけですね。

佐藤：それとね、僕が恵まれてたのは、助手になったとき「作行会」っていうのがあって、奨励金みたいなのが当たるんですよ。月給が2万円のときに1万円くらい毎月貰った。これは誰が考え出したかわかんけども、まあ工学部含めた物理・化学系やな、旧帝大の助手の中から、10人に1人よりはもっと当たってた。その当時は誰のお金か名前明かしてなかったんだけど、後で本田宗一郎って公表されたんです。それはだから日本全体の理工系ブームみたいなのを加速するということだったと。

高橋：月給の半分くらいってなかなかすごいですね。

佐藤：助手の間、5、6年もらってたんじゃないかな



写真1. 1964年頃、京大物理教室の合唱サークルの院生と事務員（佐藤氏提供）。最後列左端、蓬茨靈運，その右が佐藤文隆。佐藤氏はここで知り合った岡崎桂子さんと1965年秋に結婚した。

たかな。だから僕そのときに初めて振込用に銀行の通帳を作った。その頃、普通の庶民は銀行に通帳を作るなんてないですよ。郵便局だけで。それで銀行という建物に初めて入ったんですね。だからそれは恵まれてた。僕、応募してないから教授同士で決めてたんだと思う。

高橋：そういう事業が匿名でなされてたんですね。

佐藤：年取ってから知った話だと、生物系では全然聞いたことがなかった言うてたから物理・化学系だけなんだと思う。で、何十年かたって作行会も解散したのかな、20世紀の終わりくらい。そのときにもらった人の名簿みたいな記録を送って来て、見てみると学者になった人が多かったな。あれは助かったですね。天から降ってきた（笑）。

● supermassive star

高橋：では助手の頃の研究はどうでしたか？

佐藤：この前お話した、ホイル・ファウラー・バービッジ・バービッジという論文。

高橋：“on the relativistic astrophysics”ですね。

佐藤：うん、クエーサーの問題を重力崩壊で解決しようという。だから僕はそれを追求しようと考えたけど、一緒に議論する人が誰もいない、何かから手を付けていか分からない。あの頃はとにかくブラックホールってのはクエーサーだから、100万太陽質量とかのコンパクトな天体ですよ。銀河の中心にあるその100万太陽質量のものが、1つの星なのか、普通の星の集団なのかみたいな議論から始まった。でも普通の星の集団は扱いが難しいから、扱いやすい supermassive star っていうのに多数の人がまず取りついたわけや。supermassive star っていうのはエディントンのモデルというなんか非常にふわふわした星ですよ。radiation pressure（放射圧）がほとんどの構造。

高橋：一気にそんな大きな星ができると。

佐藤：それで僕はまず supermassive star のプロパティを知ることからやり出して、重力平衡の星と

かluminosityが何で決まるかみたいなのはそこで初めて勉強したんです。それまで林研では林・蓬茨（霊運）・杉本（大一郎）は星の構造をやったけども、他の人はあんまりやってなかった。僕も遅ればせながら……、まあだけどポリトロップで表されるような簡単な星ですわな。まあ世界的にもみんな一斉にやり出した感じやったね。日本では研究会やらで僕と同じテーマで鉢合わせしたのは、東大の尾崎（洋二）さん。他はやった人いなかったな。

で、その分野はね、急にチャンドラセカル大先生が登場してきて、一般相対論の効果が効いて不安定になると言った。radiation dominant（放射優勢）の星なんで、その断熱指数は3分の4です。まあ3分の4より小さくはないわけだけでも。で、一方supermassive starだと、一般相対論効果が摂動的に効いてきて、相対論でなければ安定な星も不安定になるというチャンドラセカルの論文が出たんですね。僕もまあそんな予感はあるって調べてたんだけど、やられちゃった。

それで次に僕が立てたテーマは、普通の質量の星でどんどん密度が大きくなって温度が高くなっていくと、縮退しない星は鉄の分解の所にぶつかる。それからコラプスが起きて超新星というようなことが教科書で知られていた。それでこういうね、中心温度と中心密度のグラフで質量一定の線がこんなふうになる（図1）。supermassive starってのは左上の方なわけね。ここがチャンドラセカルが言ったような、一般相対論的な効果による不安定性の領域。で、ここに張り出して来てるのが電子陽電子の対生成で断熱指数が3分の4より小さくなることによる不安定性の領域。これは僕が出したんです。だからチャンドラに一般相対論的效果のラインはやられちゃったんで、なんか新しいことをやらなきゃいかんと思って。これが助手になるならんのでまあぎりぎりのあたりやねえ。64年に助手になるんだけど、これは63～65年くらいにやって出版は66年になったの

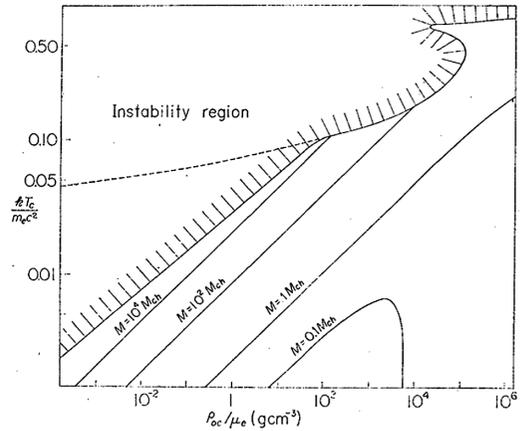


図1 星の中心密度と中心温度の図に質量Mが一定の線や、不安定領域を書いたもの（Sato, 1966）。左下から右上の線がチャンドラセカルによる一般相対論的效果の不安定領域。破線が佐藤氏による電子陽電子対生成の不安定領域。

かな[1]。その間は論文が途切れてる。結局これは学位論文になって、チャンドラのラインとどこで交わるかみたいなのを主題にしましたね。

それで僕のこの話聞いて、林さんが急に宝田（克男）君というのに普通の星の質量に関してこういうのを計算させて、林さんがぱぱっと論文を作らしたんです[2]。こういう図（図1）は僕が初めに書いたんだけど、これを林さんがすごく気に入って、基研（基礎物理学研究所）の15周年シンポで林さんが全分野の人にレビューをしたときに、この話をしたんです。これ、非常に教育的な絵で、非常に広い範囲の温度と密度をカバーして大局的にいろんな性質を表してる。（ここで天文月報1987年9月号の佐藤氏の記事「簡単な星の話—林先生との研究—」を取り出して）これ林さんが賞か何かをもらたときの天文月報の記事やろな。それに林さんとの研究のことが書いてある。これ（図2）は林が書いたんですけどね、この辺（ e^\pm の領域）は俺や、という感じ。

高橋：じゃあそれは林さんと初めて書いた論文ということですか？

佐藤：うん、これしかない。それで僕はこの系統

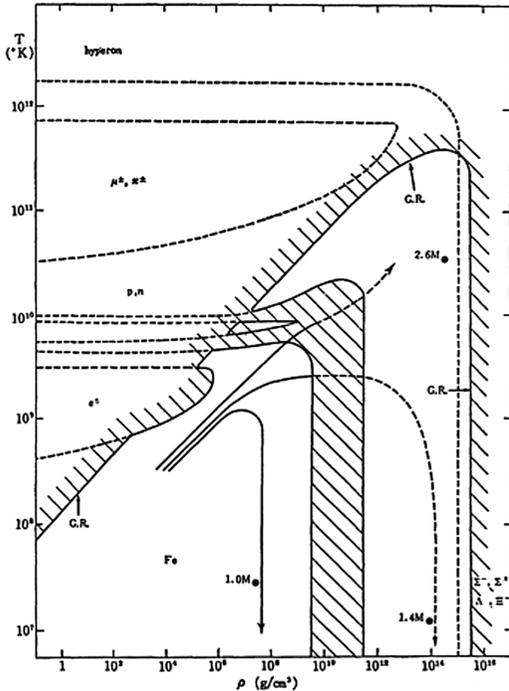


図2 図1と同様だがより小さな質量にフォーカスしている。林氏の1968年の講演「星の進化」より(天文月報1987年9月号の佐藤氏の記事にも掲載されている)。

の話は学位論文でもう止めた。まあこういう星は結局エネルギーをあまり出さないのでよね。後の話でアクリーションディスク(降着円盤)でブラックホールからエネルギー取り出すっていうことになるわけですね。

●ガモフと林のビッグバン元素合成理論

佐藤: それで supermassive star やってるときに、僕自身はもう1つの研究を始めたわけ。それはビッグバンの元素合成ね。この話も天文月報に書いてあるんだけど、林さんのエディントン賞記念号(1970年4月)。これは世界的なブームの前のことで、林さんの1950年の論文が絡んでるわけです。

その頃HHSで中くらいの質量の星は密度の高

いコアができて、主系列以後は巨星になるというのがわかったわけですね。それがHHSだね。その結果、林さんが考えて予想したことがあるんです。ちゃんとレポート用紙に自分で書いたのがあるんだけど。中ぐらいの質量の星が縮退したコアというのは、ヘリウムコアですね。それでそのコアがまた縮んで今度はカーボンになって何になってって重いものになるわけですね。だからヘリウムがいったんできたとして、それがカーボンになって鉄になるんだから、その星が作るヘリウムの量というのは、結局重い元素と同じくらいで、だからY(ヘリウム量)とZ(重元素量)は同じくらいになるはずだというYZの予想ができるんです。ところが現実にはヘリウムは重元素より1桁以上大きいわけですね。

高橋: なるほど、星の内部だけで元素合成をするとヘリウムと重元素が同じくらいになってしまうわけですね。

佐藤: だから林さんはヘリウムはビッグバンかもしれんと再び思ったわけよ。まあいっぺんガモフの説は大ボラだとなって、B2FHという大論文で元素は星で作られるっていうふうに変ったんですね。そっちが主流派になったんです。

高橋: ビッグバンの元素合成はいったん捨てられるわけですか。

佐藤: でも、林さんは星の進化のアドバンスフェーズまでやってみて、結局ヘリウムってのはできたって外へばらまかれないでこれがまたカーボンになったりする。だから結局まあせいぜいY=Zやという、そうすると合わない。Yが1桁上なんだから。それでもういっぺんビッグバンだと。それはCMBの発表の1年前くらいじゃないかな。

高橋: CMBの発見の前なんですね。

佐藤: それでレポート用紙に今ゆうたことを書いた。それで僕が助手になった頃、呼ばれたんです。こいつ助手に採ってやったから早速、みたいな(笑)。それでその紙を渡されて、今みたいな

議論をして、昔の計算をし直してみる価値がある
 と言い出したんですね。それともう1つ、1950年
 の論文のときには中性子の半減期は20分かなん
 かだった。それが10分になったんですね。

高橋: そんなに変わったんですか？ 当時そんな
 に誤差が大きかったんですね。

佐藤: だから2人で言ってたけど、中性子の半減
 期に100パーセント誤差があって、何で原爆が爆
 発して原子炉が動くんだらうかって(笑)。それ
 でその頃一般的にPhysics Todayなんかでも話題
 になった。それもあったんでしょう。だから昔
 の自分の計算をやり直してみるべきだと。それと
 なんかSmirnovというロシア人から1950年の論
 文の再計算みたいな論文が送られてきたことも
 あった。僕呼ばれたときにこういう問題点が箇条
 書きしてちゃんと整理してあったです。それを計
 算してみないかと。

ただあれ、数値計算がいるんですわ。それであ
 の頃、HHSっていうのは大型の計算機じゃない
 時代の星の計算でしょ。それまで星の計算はみな
 なモンローとか卓上計算機でやってたけど、林さ
 さんは1961年、またNASAに行行って大型のIBMの
 計算機を使って、計算機の速さにいたく感激して
 帰ってきた。そのときに船便で、有限温度の特殊
 相対論的なフェルミディラック関数を数値的に
 テーブル化したもの、プリントアウトしたこんな
 数表ですわ、送ってきたんです。あれはすごかつ
 たな。後で僕がやった電子陽電子による不安定領
 域の計算はあれを使ったんです。

で、ガモフの方の論文はね、彼は最初物質は中
 性子だけだったとしてる。だから中性子の一部が
 陽子になって、陽子と中性子が共存するようにな
 る。それで重水素ができてうんぬんかんぬんとい
 う。ガモフは計算はしてないけどそういう予想を
 してたんですね。

1950年の林論文ってもう今の人あまり読んで
 ないと思うけどね、林の新しいところはニュート
 リノの黒体放射を入れたこと。ガモフはフォトン

しか考えてないのね。ニュートリノがいっぱいあ
 るものだから、ベータプロセスで陽子と中性子と
 の間をつないで統計平衡になる。だからあの論文、
 ニュートリノの黒体放射というのをやけに細かく
 やってですね。統計平衡だと、温度が低くなれば
 陽子の方が軽いから、陽子の方が増えていくと。
 それでそのうち中性子は崩壊するんですが、どこ
 で平衡からずれるのかという推定をしてるんですよ。
 元素合成のところは単に足し算引き算みたいなこ
 とをやってるだけで、全然計算はしていません。
 中性子は全部ヘリウムになるとしたらもう計算で
 きますから、だいたいそれで正しいんだけど。

高橋: ガモフはニュートリノを考えてなかったん
 ですか。ニュートリノがあると陽子と中性子が互
 いに移り変わって平衡状態になるわけですね。だ
 からニュートリノが重要だと。

佐藤: だからそこがガモフと全然違う。それから
 ニュートリノが質量持ってればダークマターにな
 るとかいうのも林のアイデアということになる
 んですよ、そういう意味では。だってニュートリ
 ノの黒体放射っていうのを考えたの初めてだから。

高橋: ああ、そうなりますね。それが現在は
 ニュートリノ背景放射として残っていて。

佐藤: いずれにしろその後、林の論文はガモフと
 かフェルミとかを驚かしたらしい。「林ってのは
 どういう男や？」って聞かれた日本の大物もいた
 みたいやね。大物しかアメリカに行けなかった時
 代。だけどそれは宇宙の面白い話やけども、天体
 物理学全体の学界の話からすれば、元素がそこで
 全部できるわけじゃないからね。まあいっぺん
 なくなって、1964年くらいにもう一度思い出した
 わけやな。それで僕が引き込まれた。

高橋: ガモフが中性子だけを考えたのはなんで
 なんですか？

佐藤: いや、中性子だけでも元素ができと思っ
 たんでしょうね。林の論文の趣旨はそのガモフの
 仮定が許されないんだという論法なんですね。
 ニュートリノの黒体放射があるとすぐに平衡に

なってしまうから。だから勝手に初期条件を指定しても、ベータプロセスを入れて計算すると一緒になるっていうんですよ。初期条件をバイハンドで与える必要はない。という論文なんですね。ほとんどそこまで読んだ人いないんじゃないかな。

高橋: ガモフも林さんもビッグバンの創始者というのは知ってましたけど、そこまでは知らなかったです。現在の標準的な理論から見れば、林さんの貢献も相当大きいですね。

●リチウム、ベリリウム、ボロン

佐藤: 僕はとにかくこれを理解して計算やり出したけど、僕は数値計算するのは計算尺だけで、卓上でもやったことなかった。それに大型計算機についてはその当時って聞く人もいないのね。みんな初体験で四苦八苦してる。原子核反応の連立方程式を解くんなら反応ごとのタイムスケールがまあ100万倍違うんだ。だから全部をバーッと計算さすんじゃないくて、どっかは平衡で、平衡からずれるのを見ておいて切り替えるみたいなことをせんといかんかったりね。で、それやり出して、まあ結局は1967年に論文は出るんですけども。

高橋: どういう内容なんですか？

佐藤: 1964年の初めくらいにやり出して、CMBの発見っていうのが1965年のApJ。ペンジラスとウィルソンの論文と一緒にディッケ・ピーブルスの論文をひっつけて、一緒に発表したんですね。

高橋: ディッケの方は発見の解釈で、その電波がビッグバンの証拠だというものですな。

佐藤: それでヘリウムはまあとにかくビッグバンやというのがディッケの論文にもう書いてあったと思うね。ガモフ論文も林論文を引いてないけど。それでこっちも慌てて、もうヘリウムは計算されちゃったと。それでちょっと広げて、重水素、リチウム、ベリリウム、ボロンと、これはB2FHの元素の起源のシナリオの中でも、まあ未解決の謎の部分なんですね。残された問題。これは僕、宇宙線の起源を元素の面からやってたで

しょ。重水素とリチウム、ベリリウム、ボロン、その後バターっと少ないから、それらは星起源ではないかもしれないとも言われてたんです。それで宇宙線でできるのかもしれないと。宇宙線で重い元素をたたいて。だから僕は元素の起源のその辺の話をよく知ってたんで、ヘリウムはやられちゃったから、重水素とリチウム、ベリリウム、ボロンをきちんと計算すればまだ行けるんじゃないかと思って、やり出したんだな。そしたらピーブルスがすぐに重水素だけの論文を出してね。そんならリチウム、ベリリウム、ボロンに賭ける以外しょうがないなあ。でもその辺になると今度は原子核のデータがないんですわ、だれも日本で整理してる人がいない。

高橋: 核反応の断面積ですか。

佐藤: うん、核実験のね。特に天体核では、星の内部の反応には α リアクションとか、 α (ヘリウム原子核) がカーボン作るとか、そういうのは出てくるけど、リチウム、ベリリウム、ボロンはすっ飛ばしていくわけね。それで原子核実験やってる人に聞いてもその辺は軽いからあんまり実験しないと。でもある反応については、データ集みたいなグラフがバーッとあるんですね、全部アメリカのもんだけども。でもグラフに数値が書いてないわけ。こっちは数値がほしいわけ。それをね、その実験の人はね、グラフに微分断面積のカーブが書いてあるんだけど、断面積はこのカーブの面積になるわけです。それでこれを型紙で切って、重さを測るんですよ。

高橋: 重さを測るんですか、紙の？

佐藤: 重さが面積に比例するでしょ。そうやってやるんだと(笑)。だから1つの反応の断面積で換算式決めといて、後は相対的にその重さでやるんだと。えーって言って、それもなあ。実際にはやらなかったけどね(笑)。

高橋: すごい原始的ですね(笑)。

佐藤: それでとにかく大型計算機でトラブったのと、リチウム、ベリリウム、ボロンになると核

データがちゃんとしたのがなくて、そのうちにペンジアス・ウィルソン以後はとにかくそういう問題が宇宙物理学の最大の問題だとみんな認識しちゃったわけですよ。だからいろんな連中が参入して、それで僕が負けたと思ったのは、カルテックの僕と同じくらいかな、新人だったワゴナー (R. V. Wagoner) という男がものすごい分厚い論文で、あらゆる核データを入れて大型計算機で全部計算した (Wagoner, Fowler & Hoyle, 1967)。あれがPh.D論文なのかな。ファウラーのところだからね、核データは敵わない。

高橋: リチウム, ベリリウム, ボロンと。

佐藤: もう全部。カーボンが十分にできないことも含めて全部。このあたりをもう誰も文句がないみたいにやったのがワゴナーの論文。その頃、早川 (幸男) さんはよく外国へ行って外国情報のメッセンジャーみたいだったんだけど、1967年かそこら、早川さんがテキサスシンポジウムに出て、「佐藤君の計算、みんなやられたみたいよ」とか僕に電話かけてきてくれて、「えーっ！」みたいな。その後まもなく林さんのところへそのプレプリントがきて、あれを見たらもう……。でも僕もほとんど論文できてたからそのまま出したけどね [3]。だけどまあ完全に勝負あったみたいな感じだったね。

まあそのへんがsupermassive starと、どっち学位にしようかなみたいな感じで同時進行だったですね。だけどこっちが計算機でトラブるから、もう1つ安全パイを入れといたほうがいいみたいな。両方一緒にやってたんです。

高橋: 数値計算は一応できたってことなんですか？

佐藤: できた。だから半分アナリティックみたいな、つぎはぎみたいでした。それで論文は出したんです。

●宇宙の晴れ上がり

高橋: ペンジアス・ウィルソンの論文が出たとき

は、やっぱり佐藤さんがコロキウムとかで紹介したんですか？

佐藤: うん。あのときは物理学会誌の解説記事も全部僕がやった。

高橋: じゃあそれは出てすぐにその重要性が認識されたってことですか？

佐藤: そうね。あれは世界的にあっという間やったね。たった一つの波長なのに不思議ですよ。それとね、最近ネットでみるといろんなところに「宇宙の晴れ上がり」と最初に言ったのは佐藤である」と書いてある。あれ本当なんです。

高橋: あ、そうなんですか？ 水素原子の再結合で光子が自由に飛べるようになったということですよ。

佐藤: うん、「自然」という雑誌に「宇宙の晴れ上がり」と書いてある解説を書いたんですよ。もともと放射が物質と相互作用して熱平衡にあったのが、原子が中性化して急にオパシティが減って行って遠くが見えるようになった。それを私は「宇宙の晴れ上がり」と言ったんです。でもあの頃ねえ、基研の研究会あたりでビッグバンが話題になってもね、ちゃんと理解してる人少なかったよ。というのはね、ビッグバンのときは熱平衡で黒体放射でしょ、それで観測されるのも黒体放射でしょ。でも今の放射が物質と熱平衡なわけじゃないでしょ。それをずうっと熱平衡と考えて発言してる人もおったのね。だからそのソースが熱平衡の黒体放射で、中性化したらもう反応しなくなったんだけど、各フォトンが全部同じようにレッドシフトして薄まるとスペクトルは温度を変えた黒体放射と一緒にだ、ということなんですね。そのへんを「自然」とかに書いたんです。

高橋: そこで晴れ上がりって言葉を出したんですね。

佐藤: 「宇宙の晴れ上がり」と黒体放射」というサブセクションもある、ちゃんと。

高橋: 非常によい言葉だと思います。

佐藤: いい言葉ですよ。英語にはないんですよ。

高橋: ないですよ. recombination (再結合) とか decoupling (脱結合) とか.

佐藤: そうそう. サーっと見えてくるという表現はない. あれは僕です. それとちょっとテクニカルにはね, 温度が下がったら中性になるってさ, わかったような気になるけどもうちょっと複雑なんだ. 武田 (英徳) 君の学位論文はそのへんだったんじゃないかな. そのへん佐藤・松田 (卓也) ・武田とかいうプログレスのサプルメントに出した論文があるんだけど, 水素っていうのは中性化するときに光子を出すでしょ. その光子は電離光子とかライマンシリーズとかで, ものすごくクロスセクション大きくて, 出てもすぐ吸収されるわけね. だから温度が下がって中性化するといっても中性化するときに出したものがまたすぐにイオン化するんですよ. だから単純じゃない. その問題はね, 水素原子の基底状態があって, 第1励起状態があって, そこから基本的にはライマンアルファが出るんですが, この第1励起状態はライマンアルファを出す許容遷移のほかに, 2光子を出す禁制遷移があるんです. 非常に確率低く. この2光子は他の原子に吸収されないから, 中性化がゆっくりと進んでいくんです. それでさらにそのへんをもっと詰めて, 水素原子だけでなく水素分子もできると. H マイナスができて, H マイナスと H で分子ができる. そこから水素分子によるクーリングで水素だけでも天体はできるかもしれん, ということにつながっていくんですね.

高橋: 水素分子の話まで行くんですか. 初代天体につながるわけですね.

佐藤: 基研に行く前まであたりの研究の話はそこらへんやね. それで3人でプログレスのサプルメントを出すんですけど, ひと仕事やったみたいな感じはあったな [4]. それと1967年頃から「宇宙論と銀河形成」っていう研究計画が基研で採択されて, 広大理論研の成相 (秀一) さんらと一緒に, 活発に研究会をやった. 基研の助教授になれたのもその辺りの評価でしょうね. ビッグバンの元素

合成だけじゃなくて, 今みたいな原子分子の話はファーストスターとかで現在の話につながる. それと, 放射粘性による揺らぎの散逸も独立にやったけど, 今ではシルク・ダンピングとか言われて僕らのは無視されたな.

●林研の変遷

高橋: ビッグバン元素合成の話はもともと林さんがこれやったら, って言ったんですよ. でも林さんも一緒にやるわけではないんですか.

佐藤: 林さんはしない. 林さんは林フェーズの後, 世界的になっちゃったわけですよ. だから彼はその頃は中野 (武宣) 君と今度は星間物質のクーリングとか, ダストとかやってた. それに没頭してたから, 何にも相談に乗ってくれないみたいな感じやった. 林さん, あの頃40半ばですよ, 50近い. けども, 一番脂が乗りきったところだったんじゃないかな.

高橋: 1961年に林フェーズの論文, 1962年にHHSですよ.

佐藤: 教授なのに, というか, だって有名な仕事はみんな教授になってからやからなあ. そりゃ戦争の影響なんでしょうけどもね. だから僕はその頃1人で悶々とやってるときは, 何にも相談に行かなかった.

林フェーズっていうのはある意味で理論的に予想したものですよ. で, HR図でここは平衡解はないからダイナミックにいくはずやと. そのダイナミックなところを計算機使えるようになったんで, ハイドロで解くという仕事を成田 (真二) 君に与えたのかな. あれもなかなかうまくいかなかった. そこら辺若いのもつかまえて, しょっちゅう呼んで指導して. で, こっちは何にもない, 呼ばれもしない. 君, 学位どうするんだ, みたいなこと聞かれたこともなかった.

高橋: 中間発表会はその頃はなかったんですか?

佐藤: まだないんじゃない. それはね, 1967年あたり以後だと思うわ.

高橋: じゃあ報告もせずに…

佐藤: そうですね。林研が研究室らしい体を成してきたのはその頃なんですよ。悪いけどそれまでは林さん、天体核研究室をうまくマネージしてないのよ。メンバーに不祥事もあってね。

高橋: 土曜日にやってたというコロキウムはあったんですか?

佐藤: それはあった。でも厳しい討論があっという天体核の神話的な話は、やっぱり1966-67年からですよ。もともと土曜日というのは院生に高校の教師が多かったから。だって僕の同級だった蓬茨君も高校教師を何年かやってきた人ですよ。それからもう1人、杉本さんと一緒に入った百田(弘)君も高校の定時制の先生やったし、湯川研からきたもう2人3人、高校の先生がおった。百田君は阪大出なんだけど、結核で休んだかな、何年か遅れてたし。それで定時制の高校でちゃんと月給もらってた院生だったんですよ。それで「今日ボーナス出たからおごってやる」とか言われたりして(笑)。だから年が僕らより上だね、だいたい。だから若々しい院生が研究室にいっぱいあって、みんな宇宙物理やってみたいになるのは、要するに松田・中沢・成田、あの3人がごそっと入ってきてからですよ。それから以後は入ってくる院生はみんな宇宙物理だと思って入ってくる。僕とその間の途中の人は、プラズマ行った人もおる。だから林研ははっきり宇宙物理って決まっていなかった。だから中沢の学年が入ってからは非常に若返ったですね。林さんがおって僕やから。

高橋: 土曜日は最初は何してたんですか?

佐藤: 研究室全体が集まるコロキウム。だからその日1人しゃべって。それは論文の紹介でもどっちでもいい。

高橋: 自分の研究の話でもいい。

佐藤: うん。黒板に書きながらだから、時間は長かったです。初めはそんなに厳しいというようなものではなかったですよ。だって年齢もまちまち



写真2. 1967年、林研究室、前列、右から林忠四郎教授、助手の天野恒雄、佐藤文隆、蓬茨霊運。後列左端が学部4年生の佐藤勝彦(佐藤氏提供)。

でね、僕が入ったあたりは、だから松田・中沢・成田のあたりから研究室の雰囲気が変わったですよ。それからは宇宙物理を目指して入ってくるという。池内(了)とか、佐藤カツ(勝彦)とかというふうに、もうその辺がずうっとつながってダーッと。いわゆる中間発表会とコロキウムは非常にきつい、とかいうのはそのあたりのことやと思う。夜でも寝泊まりするのがいて、いつもなんか議論してるみたいな雰囲気になったですね(写真2)。それまでは違ったですわ。

●林フェーズ

高橋: 林フェーズもすぐに価値が認められたんですか?

佐藤: 早かったみたいね、国際的にも。日本では海野(和三郎)さんがすぐにこれは非常にでかい結果やと、林さんが感じてたよりも海野さんが見抜いて、それで論文書いた方がいいんじゃないですか、みたいな感じやったようですね。だから林さん、よく海野さんに感謝してたね。で、それが出たら、すぐにホイエルが林フェーズに関連した論文出すんです。タイトルに”Hayashi”ってある。

だからやっぱりまあケルビン・ヘルムホルツ収縮とかね、教科書に書いてあったようなお話が

ひっくり返るって言うんだから。まあケルビン・ヘルムホルツという話がそれほど話では実際はないんだけどね、だけど星の進化の全体のシナリオを作るにはあの部分要るから。そこが間違ってたって言うんだから大きかったんやなあ。そういう天文学的な流れはやっぱり海野さんの方がよくわかった。林さんはその直前まで場の量子論とかやってたから、それが天文学の中でそんな気を引く問題だという認識はあまりなくて海野さんの方があったんじゃない。

高橋: 海野さんは東大天文ですよ。東大とは何か交流があったんですか？

佐藤: 基研の研究会ってのがもう、それはほんまに基研ができたときに、湯川が天文学者と原子核物理とって頻繁に行われて、そういう場じゃないですか。

高橋: ああ、そこに海野さんがきたりしたんですね。

佐藤: 海野さんも、東北大の一柳さんも、まあとにかくあの頃は研究者数が少ないからオールジャパンだったんでしょう。

●学生運動

高橋: ちょっとお話変わるんですけど、たぶん佐藤さんが助手の頃、学生運動が非常に盛んだったところですよ。そのあたりのお話は何かありますか？

佐藤: うん、そうそう。その頃、素粒子論グループで、原子力潜水艦入港反対という大きな運動があった。朝永さんが学術会議会長をやって(1963～1969年)、自民党と喧嘩したりみたいなのもあって。僕は学部学生のときはノンポリやったんだけど、その核兵器のその問題、原子力潜水艦入港反対のときはちょっと行動しだした。基研でよく学習会とかやって。僕はそのときに原子力発電所とか潜水艦を結構勉強してね。組合の学習会みたいなのもやったことがあります。非常に評判良くってね。あっちこっちの大きな工場の組合から呼

ばれて。その頃そういう原子力というのはまだ物理学者が分かるみたいな世間の期待もあったから、僕も結構勉強したな。でもあの学生運動みたいなのは関係ない。

その頃林さんがまたNASAへ1967, 8年頃行くんだったな。それで帰ってきて僕に「NASAへ行かないか」って言ったんですよ。でもベトナム反戦が世界中でものすごく高まって、僕も原子力潜水艦のこことやってるときやからちょっと抵抗して、「アメリカには行きません」って言ったんですよ(笑)。それで行かなかったんです。林さんむっとしてたけど。まあその頃からもう林研出ようと思ってた。

それと学内紛争ってのはね、京大の理学部的には「学科制廃止」とかいうS共闘というのが出てきて。それでそのとき僕はもう講師やったんかなあ、京大は「講師以上」って言い方あって、入試とかなんかは助手は監督だけで、講師以上が運営に関わるんです。僕は講師なりたてで、講師以上では一番下っ端だったんですが、そのS共闘が大学院入試粉碎というので学内でできなくて、大山崎あたりのお寺を借りて入試やったですよ。

高橋: へ～、そうなんですか。京大でもそういうことがあったんですね。

佐藤: そんなときはまあ逃げ回って、今度は採点をどっかの銀行の2階みたいところを借りてしたら、そこにまたやって来てね。だから逃げる方だった。

高橋: 大学院入試をやめろっていう要求なんですか？

佐藤: あのを、看板的には「学科制廃止」とかって。

高橋: 学科制…、物理学科とかってことですか？

佐藤: そうそう。まあなんかめっちゃくちゃな道理やった。専門バカとかいう言葉が流行ったでしょ。分けるから専門バカなんだみたいな。まあ科学が体制化して行って、社会との関係を何もなくして専門バカができてみたいなことだったんじゃないか。看板的には「学科制廃止」で、大学

院入試も当局がやることだから粉碎するみたいな。東大みたいに超盛り上がったわけではなかったけどね。大学院入試は山崎までなんか10人くらいで押し付けてきたけど、ちょうど終わったくらいのときで、今度は採点の場所を感づかれんようにやったけど、それも最後感づかれて終わりごろにやって来てみたいな、結局はできた(笑)。

高橋: なんか情報漏洩があったんですね。

佐藤: そうでしょうね。助手の人でシンプの人はおったから。採点に助手は入ってないけども、まあ漏れるわなあ。そんなくらいやわな。京大の物理はアクティブな連中でなかったけども、東大の物理の院生あたりはごそつとそういうのがおったわけでしょ。そんな感じはなかったね。だから僕がアメリカに行かないと言ったのも、後で大学紛争過ぎてベトナム休戦とかなってみると、ああしもたなあ、という感じはしたねえ。そういう一時のあれだけで決めたらいかんもんなあという。

高橋: さかのぼって60年の安保の時はどうでした?

佐藤: そのときもね、暴れる人たちの1つ上の学年なんですよ。1960年のときはもう僕は院生ですよ。で、あの頃の院生ってちゃんとみんな背広着て、いい格好してた。

高橋: そうなんですか?

佐藤: そうですよ。毎日ネクタイ締めてという感じで。京大でも院生の学生団体ができるなんてのは、僕が助手になるあたりですわ。それで大学紛争のときは、入試粉碎を受けて追われる方になってるわけ。というような感じやったなあ。だからむしろアメリカに俺は行かないとか言うたのは、核問題とかベトナムとか、そういうもっとグローバルな問題でした。

● 科研費返上問題

佐藤: 素粒子論グループの活動も核問題ということから始まったんでしょうけども、平和問題まで含めて全国的につながりがあったね。KJR って

いうなんかニュースレターみたいなのがガリ版であって、名古屋あたりがやってたのかなあ、あのへんが中心ですよ。KJR って英語みたいだけど「研究者情報連絡会」とかいう。そういうのが平和問題、核問題、それから日本にやってきた原子力潜水艦というあたりを扱った。まあだいたい湯川・朝永が何か声明出したりして、大将がやってるんだからみたいな雰囲気だった。で、基研でよくそういう情報がまわってきて、林研も一応その素粒子論グループという意識でした。それで基研でなにが学習会みたいなのがあったけど、物理全体というのではなくて物性の方は全然そんななかったですね。その頃ものすごく湯川・朝永が社会的にも目立って発言してたから、なんか下々もそれでやってるって感じやったなあ(笑)。

高橋: 林さんもそういう活動には興味あったんですか?

佐藤: ええと、ないけども、全然いちゃもんは付けんかった。研究室でそういう報告なんかしても全然。やっぱり湯川研の流れやから、自分はアクティブにしないけども、そういうのに文句つけたりしたら素粒子論グループ全体の流れを損なうというのはよくよくわかって行動してるって感じやったね。だから僕が原子力潜水艦反対みたいなので講師で行ってるみたいなのもまあ知ってただろうけども、何も言われたことはなかった。日本の素粒子グループは坂田や武谷はじめみんなそういう人間が主流なんだから。

それから学術会議関係では「科研費返上闘争」ってのが自分の身近であった。あれは1967、68年あたりだったと思うけども、原潜問題後、自民党は学術会議はアカの巣窟やいうて、いろんな権限を取り上げ始めたのね。その1つが科研費を審査する委員の決定権。それは学術会議の研連(研究連絡会)が長いこと正式にやってたんやけど、それを取り上げて文部省に移した。

高橋: なんか最近も同じような流れですね。

佐藤: それで侃侃諤諤やけれども、結局そのとき

は素粒子論グループが飛び跳ねたみたいになっちゃったんだけど、科研費を当たっても返上すると。他の分野でもなんかちょっと動きがあったみたいやけど結局行動しなかった。物理も物性の方はやらなくて、素粒子論グループは最後まで抵抗して、返上したんですよ。

林さんの天体物理に関する科研費があって、これは素粒子論グループなのかどうかって、ある意味でマージナルですけども、だけどまあ林さんもやっぱり素粒子からきてるから、それで宇宙線とか素粒子とか原子核、実験・理論全体で10くらい当たってる科研費があって、返上することになった。その最終確認みたいときにそれぞれの責任者が集まって、他のグループはみんな代表者、代理でも助教授やったけど、僕は林の名代でまだ30にもなってない助手なのに出たんですけど。それで天体核とその周辺の部分が、素粒子と同一行動するか、俺たちは分野が違うんだからというので抜けるか、みたいなのがクリティカルだったんだけど、僕はもう面倒くさいから林班は返上や言うて。そのとき、隕石とかアイソトープとかのもう1つクリティカルだった長谷川(博一)班があって、「佐藤君、抜けないでおいてよ」って長谷川さんに泣きつかれたけど、僕は「いやもう断固返上や」とか言うて。で、帰ってきて林さんに、「返上してきました」言うたら、何にも言わなかったね(笑)。

高橋: それで返したわけですか?

佐藤: うん。素粒子・原子核は全体で返上したんです。だけど学術会議の中で、他の分野はどこもフォローしてこなかったんですね。結局、原子核・素粒子の分野だけが浮いて、文系でもマルクス研究会みたいなあったんだろうけど、返上しなかった(笑)。だからそれまで素粒子・原子核の分野というのは、学会の民主化とか平和問題なんかで学界全体の中でも非常に先進的で輝いてる、まあリーダーっていう感じやったけども、この戦術はちょっと躓いたっていう感じやったね。

なんかあの返上闘争は失敗やったと思う。失敗の語ってのは当事者は語らんもんだからね、伝わらないんですよ。

結局それで文部省は形の上では推薦権を取り上げたんだけど、その後も推薦はしてもいいみたいになったんですね。その通り従うとは限らんけども。

高橋: ああ、推薦をただけしてもいいと。

佐藤: うん。結局はまあ実質前と同じようになるようになった。だからそういう事件がありました。僕はなにしろ林班の隠れた実力者やったから、だって林さんは何も知らんから(笑)。

●林研を出る

佐藤: 林研の初期のころはN助教授問題とかW助手問題があって中堅がおらんかったから [5]、僕は林研でほんまに助教授みたいなことみんなやらされてた。そういう雑用の意味でも研究の意味でも。

高橋: まだ20代とか30代そこそこなわけですよ。

佐藤: そうですよ。あの頃林さん有名になって、何とか賞をもらうとかいうのの作文はみんな僕がやったんです。朝日賞と学士院賞かな、2回くらいそんなことがあったけど。湯川秀樹に部屋まで呼ばれて、「推薦文を書いてこい」って言われて。普通はまあ助教授の人がやるんだろうけど。それで林さんが学士院賞かなんかもらってきたら、僕が書いたその推薦の文章に「朝永振一郎」って署名してあって(笑)。林さんに「俺が書いた」言うてやろう思ったけど、言わなかった(笑)。

それから林さんはよく科研費の班の班長になるでしょ。でも林さんはあの頃脂が乗りきって一番研究楽しんでる時期だったんだろうな。その科研費総合班の班長役とか、雑用は全部僕がやりましたね。

高橋: 何のテーマの科研費なんですか?

佐藤: いやあの頃はなんか天体物理学の総合的な

ものが多かった。要するに研究会やるための費用みたいなものですね。で、全国の天体物理の教授の名前がずらーっと並んで。

高橋: じゃあ何か特定のテーマじゃなくて。

佐藤: なくて。それでだいたい3年で終わるとまた林さんが班長で、みたいな。で、班の構成も教授をずらーっと並べて全部僕が仕切って (笑)。

だからそういう役がだんだん嫌になってきたな、僕も。だからあっちこっち公募に応募してましたね。1968年か、69年か、ちょうどその紛争のあたりかな、僕は東大の久保亮五の研究室の助教授にも応募したことがあったんですよ。で、そのときは一応本郷に呼ばれて物理教室でしゃべったんです。久保亮五の前で僕も統計物理やってんだ、みたいな話をね。さっきの有限温度の特殊相対論的フェルミディラック関数の話です。星以外でそんな状況はめったにないんですけどね。物性は相対論的でないからね。それからランダウ・リフシッツの演習問題で、温度ゼロのときの相対論的フェルミディラック関数っていうのは書いてますよね。僕のは有限温度で相対論的だから、エレクトロンポジトロンペアも発生する、そういうフェルミ・ディラック気体の話がある程度まとめてあった。だからそういうのをしゃべって、俺も統計物理やうてたけど、その時は鈴木増男にやられたんだな (笑)。

それとね、あの頃OD (オーバードクター) 問題というのがだんだん深刻になって行ってね。林研のような大研究室っていうのは若い人がいっぱいおるもんだから、要するに「お前早う出ていけ」という話なんだよ。そういう圧力をものすごく感じたね、僕も。それもあって、早う出ていかなきゃと。だから基研の助教授に決まったときは嬉しかったね。林さんは助教授役の僕が急になくなったら大変だって、助教授ポストを借りてくるとかして引き留めようとしたんだけど、僕はとにかく出るって決めてた。そのとき林さんが院生集めて、「君ら、佐藤君がいなくなったら困る

やろう」と。それで、林さんいなくなったら池内が立ち上がって、「俺が面倒見るから大丈夫や」言うたとか (笑)。ツワモノが多かったな (笑)。

(第5回に続く)

謝 辞

本活動は天文学振興財団からの助成を受けています。

参考文献

- [1] Sato, H., 1966, Prog. Thoe. Phys. 35, 241
- [2] Takarada, K., et al., 1966, Prog. Thoe. Phys. 36, 504
- [3] Sato, H., 1967, Prog. Thoe. Phys. 38, 1083
- [4] Sato, H., et al., 1971, Prog. Thoe. Phys. Supplement 49, 11
- [5] 佐藤文隆編「林忠四郎の全仕事」55p及び683p

A Long Interview with Prof. Humitaka Sato [4]

Keitaro TAKAHASHI

Affiliation: Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 2-39-1 Kurokami, Kumamoto 860-8555, Japan

Abstract: This is the fourth article of the series of a long interview with Prof. Humitaka Sato. He became an assistant professor at Chushiro Hayashi's laboratory at Kyoto University, worked on supermassive stars and the Big Bang nucleosynthesis. Inspired by major discoveries such as quasars and microwave background radiation, both of these themes are fiercely competitive internationally, and he produced research results against first-class researchers such as Chandrasekhar and Peebles. On the other hand, in the Hayashi Laboratory, he took over the management of the laboratory in place of Prof. Hayashi, even though he was a young assistant. At that time, the Hayashi Laboratory was on track as a laboratory specializing in astrophysics from the mixture of astrophysics and plasma physics. He talks about his research and laboratory, as well as the social situation at the time.