

追悼 林田清先生

林田清君への追悼文

常深博 (大阪大学名誉教授)

(履歴)

1990年3月に博士学位を取得した林田清氏は同年4月から学振特別研究員に採用され、同年6月から大阪大学理学部へ宮本重徳教授の主宰する研究室の助手として赴任された。その頃、助教授の常深博と助手の北本俊二は、それ以来林田氏と一緒に研究を進めた。ちょうどその頃CCDを使ってX線を直接検出する技術開発の途上にあった。大学院生であった宮田恵美らとともに、実験室での実験を始めており、分子研にあるUVSORや、KEKの放射光施設を利用したの実証実験を進めた。林田氏は、大学院時代はぎんが衛星を使ったX線バックグラウンドの研究を進め、宇宙背景放射を始めとしてAGNの研究で成果を上げていたが、阪大に赴任してからは、CCDカメラを目指したハード開発に参加したわけである。当時は暗中模索の時期でもあり、真空系や冷却系などの操作だけでなく、CCDを動作させる電子回路やら、取得したデータの解析ソフトなどいづれも開発期であった。このような実験を通して、CCDは積分型撮像素子であるが、読み出し速度とX線強度との兼ね合いから、X線の1光子ごとの信号を取り出し、その波長(エネルギー)を測定できることを確認した。

その頃、日本の宇宙X線グループはアメリカのMITと共同で、X線を光子計数できる装置を開発、撮像機能を持ったX線観測のためのあすか衛星(打上まではASTRO-Dと呼ばれた)を実現させている。そのエネルギー分解能は、ぎんが衛星(打上まではASTRO-Cと呼ばれた)などのそれ



までの装置を一桁以上改善したものであった。さらにこれを受けて、あすかに続くASTRO-E衛星にもMITと共同で光子計数をするX線CCDカメラXISを開発した。林田氏はASTRO-E衛星搭載のXISの開発で活躍している。MITはハードを担当し、日本側では関連するソフト開発や、センサーの較正などに従事している。阪大グループは較正のためのX線ビームラインや二結晶分光器を使ったX線分光計を整備運用した。その間、林田氏は1996年に阪大の助教授に昇進した。こうして視野は狭いがエネルギー分解能のさらに優れたX線カロリメータと視野の広いX線CCDカメラを搭載したASTRO-E衛星を準備した。これは2000年に打ち上げられたものの、軌道に載るには至らずに衛星は失われた。失敗の原因はロケットの不調によるもので、直ちにその回復ミッションが計画された。それがASTRO-EIIで、やはりX線カロリメータとX線CCDカメラXISを搭載することになった。つまり、原則として

ASTRO-Eを踏襲する設計になったので、MITで CCDカメラのハードを製作、日本側は電子回路、冷却系、較正などを担当した。やはり、阪大を中心に作業が進み、2005年夏に打ち上げられ、すざく衛星となった。すざく衛星ではX線カロリメーターが不調であり、観測ではX線CCDが活躍することになった。

その後、ASTRO-H衛星が計画され、X線カロリメーター、X線CCDカメラSXIなどを搭載することになった。この時、SXIは、日本で全て準備することになった。阪大には、穴吹直久、中嶋大、少し遅れて難野綾が参加し、林田氏の実質的な指揮の下にハードの設計製作、電子回路の設計、システムの較正などを進めた。こうして、衛星は2016年に軌道に載り、ひとみと命名された。ところが、打ち上げ後、ひと月ほどして、衛星運用の問題から、衛星そのものが不動作となってしまった。これに対して、やはり回復ミッションとしてXRISM計画がスタート、X線カロリメーターとX線CCDカメラを搭載することになり、間もなく打ち上げられる予定である。2017年に常深が退職、松本浩典教授が阪大に着任し、それに野田博文が参加した後も、林田氏は、XRISMのCCDカメラの責任者として活躍していたが、その実現を見ることなく2022年に鬼籍に入った。

(実験歴)

林田氏は大阪大学理学部物理学科に着任してから、授業はもとより、研究室で多くの学生や院生を指導している。院生に対して、X線CCDの開発を通しての実験指導、X線衛星による観測結果に基づく解析やその解釈などである。学部学生に対しては、宇宙物理学の一般的な指導から、可視光望遠鏡を使った観測指導を進めた。観測指導はアメリカの可視光望遠鏡をリモートでネット越しに使用できるシステムを使っての実習である。時差の関係から、実際の操作は日本時間の昼間になる。これは、学生の興味を掘り起こし、そして人気があった。今では世界中でリモート操作できる

望遠鏡はかなり増えていると聞く。このほか、講義にも工夫があり、学生には定評があった。研究室に配属される学生で林田氏に指導される学生のスペクトルは広がったが、どのような学生にもしっかりと対応していた。院生に対する論文指導も、投稿論文に仕上げるまで面倒をみた。これらは、主として林田氏の興味ある対象についてであり、天体ではAGNに関する解析と解釈、ハードウェアではガス比例計数管から半導体検出器やCCD、CMOSを含む。特に、林田氏はX線偏光の検出に注力し、CCDを筆頭に半導体検出器からガス比例計数管による偏光検出などの開発研究を続けた。

ハードウェアに関しては、阪大に赴任してから実験や開発を通して腕を磨いた。X線CCDカメラでは、冷却、電気的な干渉の低減、デジタル信号処理などいくつものチェックポイントがある。例えば、性能試験での素子の冷却では、常温からの冷却で着氷などが起こらないようにしないといけない。H₂Oが微量付着するだけなら、常温に戻せば蒸発する。しかし、それに不純物が含まれていると入射面に固着し、不要な吸収物質となる。常温に戻した状態で、目視により正確にチェックするのは、注意深い工夫と観察とが必要である。林田氏は見落としがちの不純物層を、デジカメを片手に、どこからどのように撮影すれば問題が明確になるかをよく考えて客観的な証拠を並べた。

(研究歴)

1987年に打ち上がったぎんが衛星は、想定した円軌道から少しずれたため、地球周回に伴いバックグラウンドが変動し、暗い天体の観測に支障があった。林田氏は、ぎんが衛星の高度や、歳差による軌道面回転などを考慮し、バックグラウンドを正確に予想できる手法を確立し、暗い天体まで検出できるようになった。ぎんが衛星は撮像機能がなく、カロリメーターによりX線の方向を制限するだけであったために、バックグラウンドの決定精

度が暗いAGNのX線放射の測定精度を決める。これにより、恒星型ブラックホールからAGNに含まれる巨大ブラックホールに至るまで、その質量とその時間変動に強い相関を発見している。

X線観測において、強度、スペクトル、空間的な広がり、時間変動の他にX線偏光も重要な観測情報である。X線を光電吸収したときに出る光電子の初期速度ベクトルを測ることができれば、入射X線の偏光情報を得ることができる。その最初の実証実験として放射光施設を使用して、X線CCDを使った偏光検出実験を遂行している。その後、X線偏光観測衛星IXPEが実現しているが、玉川氏の記事にあるように日本からは理研を中心

に、林田氏を加えたチームが重要な役割を果たしている。

CCDによるX線撮像から進んでCMOSを使ったX線撮像を実証し、その応用としてTalbot原理を利用した超高精度撮像を実現した。これを基にしたMIXIM計画については朝倉氏他の記事に詳しい。

XRISMや将来のX線衛星は言うに及ばず、MIXIM計画など、これから花開かさねばならないミッションを控えている最中に、突然の逝去となってしまい、残念としか言いようがない。今となっては唯々冥福を祈るばかりである。

バランスの取れた研究者、林田さん

北本俊二 (立教大学・理学部)

林田さんの、あまりに急な、あまりに早すぎるご逝去は、未だ信じられない思いです。

林田さんは、1990年の6月に大阪大学理学部物理学の宮本重徳教授の研究室に助手として赴任されました。研究室のスタッフは、宮本教授、常深助教授、林田さんと北本が助手という体制です。その後、北本が転出する2001年3月までの約11年間、北本は林田さんと一緒に同じ研究室で研究教育に携わりました。その間、研究室の人員体制も変わりつつ、研究室は理学部B棟と呼ばれる建屋から新築のF棟への引っ越しもありました。スタッフは、個性の強い方々の集まりでした。そんな中で林田さんは、大変穏やかで感情を表に出すようなことはほとんどなく、いつも淡々と、しかし楽しそうに研究していたと記憶しています。研究室には大学院生が各学年4名程度所属していました。学生たちの指導は4名で分担しており、大学院生の居室もいくつかに別れていました。その中で、林田さんの居室にはたくさんの大

学院生の机があったし、また、共通の大机があって、いつも他の居室の大学院生も集まるオアシスのような感じでした。それは、研究室の引っ越し前も引っ越し後も同じでした。

林田さんのたくさんの科学的業績の中から、あえていくつか挙げさせて欲しいと思います。一つは、ぎんが衛星に搭載した大面積比例計数管(LAC)のバックグラウンド(非X線バックグラウンド)モデルの構築です。ぎんが衛星のLACのデータ解析では、ほぼどの解析にも使われてきたと思います。そして、この成果を用いて邪魔な非X線バックグラウンドを除いた宇宙拡散X線バックグラウンド成分の空の方向による強度の凸凹を丹念に調べ、その正体が点源の集合であるという結論を導いています。時間的な変動の解析でも重要な結果を導いています。色々なタイプのブラックホールからのX線強度の時間変動の典型的な時間スケールを導き、それが、ブラックホールの質量とよい相関を持っていることを、非常にた

くさんのデータ解析から導きました。これらは、林田さんのたいへん慎重なきめ細かいデータの扱いがあって初めて導き出された結果と思います。

林田さんの観測装置開発の研究も是非触れておきたいです。大阪大学ではX線用のCCDの開発を常深さんが中心に進めており、当然林田さんも一緒に、いろんなCCDに関する実験を進めていました。そしてXtendではPIとして活躍していたことは他の方も触れていると思います。そんな中、X線偏光の検出にも継続的に力を入れていました。X線の散乱方向の分布を使った偏光検出の実験を行いつつ、日本でX線偏光検出に特化した衛星「Polaris」を多くの研究者をまとめながら提案、実現に向けてのスタディを続けていました。そのスタディが、国際共同という形で実現したのが2021年12月に打ち上げられたIXPE衛星

です。今まさにIXPEの素晴らしい成果が続々と出版されています。その成果を林田さんが、ご自身でほとんど確認できなかったことは大変残念に思います。もう一つ、特筆すべきはタルボ干渉計を使ったイメージャーの実現です。私もずっと前からX線の干渉計を実現させたいと思いつつも、もたもたと成果が上がらないうちに、林田さんが素晴らしいアイデアでタルボ干渉計を使った撮像を実現させ、素晴らしい性能を見せてくれたときには驚きました。

素晴らしい発想、精密実験、地道な研究スタイル、全て持ち合わせ、その上、温かい人間性を持った林田さんは、日本のX線コミュニティを引っ張っていくべき研究者でした。林田さんを失ったことは日本のX線コミュニティの大きな損失とつくづく感じております。

林田さんの思い出

鶴剛 (京都大学・理学部)

まさか林田さんのことでこんな記事を書くことになろうとは、本当にさみしい。葬式の時人目も構わず泣いてしまいました。私にとって林田さんはとても大切な人でした。個人的な内容になると思いますが、少し思い出を語らせてください。

初めて林田さんにお会いしたのは宇宙研がまだ駒場にあった1987年でした。林田さんがD1で私はM1。「ぎんが」が打ち上がった直後で、最新の観測データに湧いて、とても活気がありました。私はX線天文学をやりたくて、東大物理の牧島研に入りました。今では、ネット経由で観測データは簡単にアクセスできるし、解析ソフトも完備していて、ノートPC1台で、どこでも研究できます。でも当時は、データ解析をするには駒場の宇宙研に行くしかありませんでした。

「ぎんが」の解析に取り組む大学院生は、「コス

ラド」と呼ばれる、解析用のFACOMの端末が数台置かれている大部屋で、朝から夜中までJOBを走らせていました。私はやる気はあっても、スキルはなく、X線天体のこともよく知りません。そんなとき、林田さんには本当にお世話になりました。衛星の仕組みや、解析ソフトの使い方、FOCOMの暗号のようなJOBCON、バックグラウンドの引き方など、わからないことは何でも林田さんに聞いていました。間違いなく迷惑だったはず。「これを読め」と実験計画書を渡す方法もあったはず。でも、林田さんは嫌な顔せず、飄々となんでも教えてくれました。本当に感謝しています。

林田さんは昼夜を問わず、宇宙研にいました。学会直前でテンパっていた私は、徹夜でコスラドで解析をしていました。朝の4時頃だったと思い

ますが、突然「ヴァーサテック」と呼んでいたプリンタが動き出し、何十枚もの出力をはじめました。あっけにとられていると、別の部屋で解析をしていた林田さんが入ってきました。「この時間帯は誰も使わないから、たくさん出力できていいんだよね」とのこと。一日は25時間の不思議な、いやいや、すごい人でした。

それから林田さんは大阪大の助手に、私は京都大の助手になりました。「あすか」が1993年に打ち上げられ、次のASTRO-Eとそれに続く「すざく」のX線CCDカメラ「XIS」は阪大、京大等とMITが共同開発することになりました。常深先生や小山先生のリードのもと、林田さんや私たち助手が大学院生と共に実働になりました。林田さんにとっても私にとっても、衛星搭載品を全体として本格的に開発するのは初めてでした。林田さんと私は意見をぶつけ合うこともあり、お互い切磋琢磨しながら、共に学び、成長して行きました。

その過程で林田さんの凄さを見る機会が何度もありました。最も強い印象は、彼の「しつこく最後までやりきる」姿勢でした。衛星搭載品の開発は、試験をして問題を見つけ潰していく地道な作業です。CCDをコントロールするFPGAに想定と違う挙動があったときも、林田さんは何日も動作試験を行い、また過去の履歴も調べ上げ、どのような状況ではどう動くか、ということすべて明らかにし、対策も見つけ出しました。これには感服しました。ほかにも林田さんの貢献を挙げればきりがありません。これがあって、「すざく」XISによる大き

な成果が生まれ、そして「XRISM」の純国産のX線CCDカメラ「SXI」につながりました。

林田さんは素晴らしいアイデアもいくつも生み出しました。ほかの方の記事にもある通り、独自のX線偏光技術や、偏光X線の気球実験も成功させました。タルボロー干渉計を応用した独創的なMulti-Image X-ray Interferometerを発案し、0.1秒角を切るミッションの提案もしました。なぜ、こんな方法を思いつき、しかも成功できるのか、私には不思議でなりませんでした。

私にとって林田さんは、ASTRO-Eから始まる30年近い日本のX線CCDカメラ開発を共にした同志でした。苦労したこと、嬉しかったこと、がっかりしたり、笑ったり、色んなことを一緒に経験し成長してきました。だからこそ（失礼だけど）私にとっては負けたくないライバルでした。林田さんは明るく穏やかで、星や植物やクラシック音楽を愛しておられました。困難にも決してくじけない強さと、粘り強さを持っておられました。X線CCD開発で、私達は何度も助けられました。彼のかかった病気は難しく、生存率も高くありませんでした。彼はそれを知っていたはずです。入院中も林田さんはSXIのことを忘れたことはなく、亡くなる直前までメールで連絡や議論をしておられました。どういう気持でXRISMやSXIのことを気にかけていたかを思うと、私は耐えられない気持ちになります。本当にさみしいです。

林田さん、どうぞ、安らかに眠りください。

林田バックグラウンド、X線偏光、AGNパワースペクトル

三原建弘（理化学研究所）

われわれ「ぎんが」衛星世代にとって、林田さんとの出会いは「林田バックグラウンド」です。「ぎんが」は、大有効面積のおかげで暗いX線源ま

で観測できるようになりましたが、バックグラウンド引きが問題となりました。バックグラウンドの量およびその変化が無視できなくなったのです。

荷電粒子バックグラウンドは観測日時や軌道上の位置、衛星の姿勢によって変化します。そこで「ぎんが」ではX線源の1日の観測に加えて、すぐ隣の空も翌日1日観測し、それをバックグラウンドとして差し引いていました。林田さんはD論でX線背景放射のゆらぎを研究され、その過程で荷電粒子バックグラウンドを推定する方法を編み出されました。つまり荷電粒子バックグラウンドとエネルギーしきい値以上のカウント（SUD）などのモニタ値との相関を調べ、その相関関係を使って、逆にモニタ値から荷電粒子バックグラウンドを推定する方法です。かくして登場した「林田バックグラウンド」は、バックグラウンド観測をしなくてもバックグラウンドが引ける便利なツールであり、重宝して用いられました。データがアーカイブ化された今でも使用されています。同様の方式はMAXIのソース検出でも「すぎく」やNICERのバックグラウンド推定でも使われています。

我々は林田さんたち先達から「ぎんが」の運用や解析を習ったのですが、林田さんは人柄もおとなしく、すぐ上のお兄さんのように静かに丁寧に、我々後進を教育してくださいました。一部からは林田兄ちゃんと慕われていたようです。

林田さんは早くからX線偏光に興味を持たれていました。X線がガスに吸収される際、最初に飛び出る光電子はX線の電場ベクトルの方向に出やすい性質があります。その光電子が最終的に作る1次電子群の形も電場ベクトルの方向に伸びています。林田さんは阪大で「ぎんが」ASMのスペアカウンタを用い、信号の立ち上がりの速さで電子雲の広がりやを測定する試みをされていました。一方1993年ごろ、我々はコンプトン散乱の異方性を利用した、円筒型ガス偏光計を試作していました。林田さんはKEK PFで偏光X線実験をするにあたり、共同実験に誘ってくださいました。12時間は阪大の実験をして、残り12時間は理研の実験をするというふうに、交代でビームを有意義に使おうと言うのです。高度に偏光している

KEK PFの40 keV ビームを我々の偏光計に当てると、見事なX線散乱角分布の異方性ができました。それがあまりに容易でありあまりに感動的だったため、その後、三原はコンプトン散乱型X線偏光計の道に進むことになります。いま思い返せば、これもすべて林田さんのお誘いがあったからです。

三原のいた理研ではHETE衛星でガンマ線バースト（GRB）の研究が行われていました。GRBなら強度も強い、シンクロトロン放射なら偏光しているはず、ということで、GRB偏光計を考えることになります。六角形を敷き詰めたGAPOM検出器を考えましたが、それは那珂グループに合流してのPHENEX気球実験、そして金沢グループに合流してのIKAROS/GAPのGRBからの偏光検出につながりました。2000年代に入って日本では硬X線ミラーミッションの検討が進んでいました。棒状プラスチックシンチレータ（プラシン）を束ねて散乱体とし、周囲のCdTeで吸収させるというイメージング偏光計を、焦点面検出器として林田さんとともに提案しましたが、採用されませんでした。X線偏光はその後、六角形プラシン敷き詰め方式でPoGO/PoGOLite気球実験が、硬X線ミラー+散乱体方式ではX-Calibur気球実験が実施されるに至っています。一方で、電子雲読み取り方式ではIXPE衛星が打ち上げられ成果を上げています。すべて優秀な後進が林田さんの志を継いで活躍しています。これらの偏光実験では常に林田さんが中心にいらっしゃり、研究会やワーキンググループを率いてくださいました。偏光実験はまだ進行中なのに、まとめ役の林田さんの突然の悲報に、偏光グループ一同戸惑うばかりです。

また林田さんは、X線パワースペクトルによるAGNの中心巨大ブラックホールの質量推定法を考案されました。我々はそれをMAXIで得られた長期光度曲線に適用して、Cen Aなどのセイファート銀河のブラックホールの質量を推定しました。林田さんは、理研の学生にもていねいに指導してくださいました。

林田さんは最近X線タルボ効果を利用した高

精度イメージングに執心されていました。ひょっとしたらの可能性とともに本プロジェクトも中断してしまい残念です。その検出器には小ピクセルのX線CMOS検出器を使用します。我々もCMOSに興味を持っていることを伝えると、林田さんは、2017年3月阪大での物理学会の後、わ

ざわざ愛車のプリウスを駆って超安全運転で関西学院大学に見学に連れて行ってくださいました。それが私の林田さんとの最後になりました。

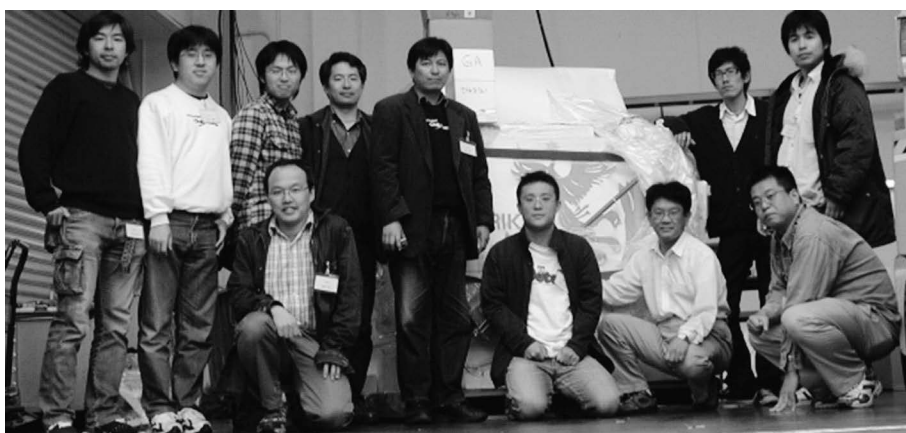
天才の早逝を悔やむと同時に、「林田兄ちゃん」のあのほほえみは、今でも僕の心に焼き付いています。

X線/硬X線偏光観測実現に邁進した林田さん

郡司修一 (山形大学・理学部)

林田さんとは20年以上の付き合いになります。最初の出会いは、彼のガス比例計数管を使ったX線偏光検出の論文でした。当時山形大学でもガスを使った偏光度検出器の開発を行っていたため、1997年ぐらいからコンタクトが増え、将来天体の偏光観測を実現したいという話をするようになりました。その第一歩が2006年に行われた硬X線偏光度検出器PHENEXによるカニ星雲の偏光観測です。硬X線なら気球高度(〜35 km)でも観測可能で、比較的安価に実験ができます。そこで林田さんと理研の三原さんと僕で、世界で初め

てカニ星雲の硬X線領域での偏光観測を実現しました。しかしこの実験でカニ星雲を正味観測できたのは数10分であったため、 3σ 以上の有意度で偏光を検出することはできませんでした。しかしフラックス自体は 10σ 以上で検出できたため検出器の正常動作を証明する事ができました。そこでその成果を発展させ、林田さんが代表となり硬X線偏光衛星PolarISプロジェクトを立ち上げる事となりました。しかしこの頃、林田さんは「すごく」や「ひとみ」など日本のX線天文衛星のメインストリームに大きな貢献をしており、あまりに



気球搭載用硬X線偏光度検出器PHENEX2006の打ち上げ前夜の集合写真。

前列一番左で座っているのが林田さんである。前列右から2番目は理研の三原さん、後列左から5番目が筆者。検出器の準備が終わると、後はよい風が吹くのを待つことになる。ほぼ毎日誰かの部屋に集まってお酒を飲んでいた頃が懐かしい。

も忙しく残念ながら PolariS 実現には至りませんでした。しかしその後 IXPE という X 線偏光衛星を打ち上がり、林田さんもサイエンスの創出に貢

献して下さっていたのですが、大変残念な事になってしまいました…。ご冥福をお祈りします。

普段の林田さん

松本浩典 (大阪大学理学部)

林田さんが旅立たれてから、もう 2 年弱たってしまった。この追悼記事はもっと早く出すべきだったが、まとめ役の私の作業が遅く、この時期になってしまった。林田さんに、そして関係者のみなさんに大変申し訳なく思っています。

まず、林田さんの闘病について少し書いておく。2021 年の 5 月、林田さんはご自分で黄疸に気付かれた。病院に行くと即入院だった。病名は胆管癌。ネットで調べると、難敵であることがすぐにわかる。おそらく林田さん自身も厳しい闘いになることは覚悟されていたと思う。しかし林田さんは、少なくともメール上では普段のままで、研究室運営や学生教育、大学院授業まで病室からオンラインでこなされていた。2021 年 7 月 6 日に 12 時間に及ぶ手術を受け、7 月 12 日に手術成功とのメールを本人から頂いた。以降メールの数も増え、このまま復活されるのかと思っていたところ、7 月 27 日に奥様より意識不明で ICU に入っている、との連絡があった。その後、通常は 5 回が限度の血漿交換を 15 度も行うなど、辛い治療に耐えておられたのだが、残念ながら 2021 年 10 月 2 日に永眠された。入院後わずか 5 か月で旅立たれてしまった。今の時代でもそんなことがあるのか、と呆然とするより他はなかった。

林田さんの業績はほかの文章に詳しいので、私は普段の林田さんについて書く。まず林田さんは、病気以前は、とても元気だった。私が林田さんと初めて本格的に共同研究したのは、すぎく衛星の X 線 CCD に関してであった。その時、林田

さんは 40 歳ぐらいだったと思うけど、いつも夜中まで学生と共に実験されていると聞いていた。またメールが夜中や明け方のとんでもない時間に送られてきた。土日に関係ない働きぶりだった。あるとき私は思わず「健康に気をつけてくださいね。あんまり無茶しないでくださいね」と言ったことがある。すると林田さんは「まるで病気するみたいな言い方だなあ」と苦笑いされていた。私が大阪大学に移ってから、朝に徹夜実験明けの林田さんに会うことが何度かあった。また林田さんはマラソンも好きで、何度かフルマラソンを完走するほどだった。だから、病気から復活されると信じて疑わなかった。今思えば、長年のハードワークが少しずつ健康に影響していたのだろうか。

林田さんは温厚な方だった。学生が何かやらかしたとき、林田さんは常に「しょうがないなあ」と苦笑いでフォローにまわり、決して学生を突き放すようなことはなかった。時には、学生に代わって仕事を仕上げることもあった。学生への接し方について、私もいつも学ばせてもらった。

林田さんは正確性を心掛ける人だった。やや説明下手かもしれないが、常に丁寧に正しいことを主張された。林田さんの最後の偉大な業績である X 線多重像干渉計 MIXIM は、最初はほかの人にあまり理解してもらえなかった。その本質はピンホールカメラだが、巧みにタルボ干渉を利用する。そのため「干渉計」なのだが、その言葉はどうしても電波干渉計を想像させる。しかしそれと

は全く違う方式なので、話を聞いている人は混乱するのだ。私は、干渉計という言葉はやめて、正確性を犠牲にしても、もっと単純に話をされてはいいか、と何度か意見を述べたのだが、林田さんは正確な説明にこだわった。でもその甲斐あって、今となっては、ついに多くの研究者がMIXIMを正しく理解し、そのポテンシャルに注目している。林田さんの執念が結実したのだと思う。

林田さんは文化人だった。クラシック音楽が好きで、夜に時々研究室でクラシック音楽を流しながら研究されていた。星の観測も大好きで、研究室合宿の際には、ご自分のカメラと望遠鏡を持参され、一番楽しそうに星を鑑賞されていた。また、ニヤッと笑いながらジョークを飛ばすのが好きだった。ある飲み会の場で、林田さんの研究分野がAGN、銀河団、X線CCD、MIXIMと幅広

いことが話題になった。そのときニヤッとしながら、「私は奥さん一筋だけだね。研究はいろいろやるけど」とおっしゃったのが忘れられない。

林田さんは、XRISM搭載用CCDのPIだったが、残念ながらXRISMの打ち上げを見ることはかなわなかった。MIXIMが朝倉氏の博士論文として結実したこともご存じない。日本のX線偏光観測ワーキンググループのリーダーとして、ご自分が国際共同研究の懸け橋となったIXPEやXL-Caliburの成果も見届けられなかった。さぞかし無念だろうと思う。残された我々は、林田さんの思いを引継ぎ、XRISMほかのプロジェクトを必ず成功に導かなければならない。それが林田さんへの最大の供養だと思う。林田さん、この世ではちょっと働き過ぎだったかもしれないですね。どうぞ安らかに休んでください。

偏光から干渉へ：林田さんの思い出

玉川徹 (理化学研究所)

林田さんが亡くなられたという連絡を受けたのは、ちょうど大阪から東京に戻ろうとしていた、2021年10月2日朝のことでした。前日とは違って、台風一過の抜けるような青空が広がり、関西全体が清々しい秋の空気に包まれていた日でした。林田さんはその年の5月頃から、X線偏光観測衛星IXPEの月例打ち合わせに顔を出されなくなったので、XRISM衛星プロジェクトでお忙しいのかなど気に留めていませんでしたが、あまりに突然で早過ぎる訃報に接し、しばらくの間、その事実を受け入れることができませんでした。

私が林田さんと初めて深く議論させていただいたのは、2004年2月9-11日にSLAC/スタンフォード大学で開催された「偏光X線国際会議」の時でした。私は2002年末頃から手探りでX線

偏光計の開発を始めたのですが、原子核から宇宙へ専門分野を移して日が浅く、衛星搭載機器の開発などしたことのない私の稚拙なアイデアを、ひ



理研におけるPolaris衛星検討会(2008年3月14日)奥の林田さんを中心に、左回りに三原さん(理研)、郡司さん(山形大)、小賀坂さん(名大)、成田さん(GSFC)、TV会議画面は北本さん(立教大)。

どつとも軽んじることなくしっかりと聞いてくださいました。その際に林田さんから、「X線偏光観測は努力して切り拓くに値する分野である」と聞かされ、大変勇気づけられました。それが20年弱の歳月を経て、今のX線偏光観測実現につながったことを考えると、いくら感謝してもしきれません。

その頃林田さんは、山形大の郡司さん、理研の三原さんらと、硬X線偏光観測気球実験PHEN-EXを始めておられました。2006-2009年に三陸と北海道で実施した「かに星雲」の偏光観測は統計的にぎりぎりの結果でしたが、世界的に見て極めて先駆的な実験でした。その経験が、日本のX線偏光観測衛星プロジェクトPolaris（残念ながら計画のみ）や、偏光観測気球実験XL-Calibur（日米瑞国際共同）に引き継がれています。XL-Caliburの前身であるX-Caliburに、阪大の常深先生が作られたFFAST鏡を利用できないかと提案されたのも林田さんでした。広島大の高橋弘充さんと私で、常深先生に鏡をお借りするための説明に伺った際も、林田さんが仲介してくださいました。この林田さんの発案は、高橋弘充さんがリードするXL-Calibur実験として結実し、現在も精力的に実験が進められています。余談になりますが、Polaris衛星の検討を行っているときに、偏光観測は分光観測よりも難しく、文字通り主流から一步外れた「偏った」研究で、人が集まりにくいねと冗談を飛ばしていたら、林田さんがポツリと、「心配しなくていいよ。本当にやりたい人は必ずいるし、そのような人は強制されなくても自然と集まってくる。」とおっしゃられたのが、いまだに強く印象に残っています。

林田さんは豊富な衛星プロジェクト経験を持つ実験屋であるとともに、検出器に対しても優れたアイデアマンでした。その最たるものが、タルボ効果を利用した天体観測用X線干渉計MIXIMの開発です。多くの人がX線干渉計と聞くと、編隊飛行を前提とした長基線の大型衛星を想像してい

た時代に、メートル以下のサイズで0.5秒角を切る角度分解能を出せるという、驚きの装置を提唱されました。X線の回折を積極的に利用し、干渉により回折が打ち消される距離のところに撮像装置を置くという、そのシンプルさに衝撃を受けました。本当にそんな精度が出せるのか、多くの人は半信半疑だったと思いますが、阪大で朝倉君という優れた学生を得て、Spring-8での実証試験に見事成功されました。この結果は、朝倉君の博士論文（2022年度）として結実し、師弟による優れた成果として世に残ることとなりました。原理実証ができれば、技術的な問題は必ず解決するので、MIXIMはいずれ、宇宙ミッションで花開くことでしょう。偏光から干渉へ、誰も足を踏み入れたことのない世界に果敢に挑まれる林田さんの姿勢は、後を継ぐ我々が見習うべきものだと、心に誓っています。

一つだけ残念であったのは、林田さんも強く関与された、NASAマーシャル宇宙飛行センターのリードするX線偏光観測衛星IXPEの大活躍（2021年12月打上げ）を見ていただけなかったことです。心待ちにしていたX線偏光観測の結果を見ることが叶わなかったのは、林田さんも心残りであったろうと思います。日本メンバーや、PI（当時）のマーティン・ワイスコフ博士らと相談し、IXPEチームが執筆する発見論文には、引き続き林田さんの名前を入れていただくこととしました。

林田さんというアイデアの泉を失ったことは、日本だけでなく世界のX線天文業界において、埋め合わせることができない大きな損失であったことは間違いありません。しかし、林田さんの追究されてきた高エネルギー宇宙物理学は、この先もまだまだ続きます。今後の若手の活躍を、お見知りください。心よりご冥福をお祈りいたします。

林田さんと日本のX線CCDカメラ

森浩二 (宮崎大学・工学部)

林田さんと最初にお話したのは、私が博士課程の大学院生の時でした。それ以来、私は常に衛星搭載用のX線CCDカメラを通して、林田さんを見てきました。

最初は、ASTRO-Eに搭載するX線CCDカメラの地上試験でした。ASTRO-Eは、打ち上げ自体は行われたものの、残念ながら、予定軌道に衛星を投入できませんでした。ロケットの打上げは、林田さんも私も現地で見学していました。打上げ直後に喜ぶ周囲とは対照的に、「まだ、わからないよ」とつぶやかれたことが印象的で、よく覚えています。そのときは、この言葉の表層的な意味しかわかりませんでした。その後の様々な経験を通して、ようやくその言葉の重みがわかったような気がしています。これに限らず、林田さんは、大多数の人と異なる視点で発言されることが、よくありました。常に林田さんの中に確固とした視点があったからだろうと思います。

その直後に私は米国に行くことになり、次に林田さんとご一緒したのは日本に戻ってきて、打上げ後に「すぎく」と命名されたASTRO-E2に搭載したX線CCDカメラ「XIS」の軌道上校正を行ったときです。林田さんは広範な知識と経験を駆使して、様々な問題を解決していきました。すぎくが打ち上げられた時には、米国のチャンドラと欧州のXMM-Newtonが既に活躍しており、いずれもX線CCDカメラを搭載していました。そのような状況の中でも、XISは新しい結果を続々と出していききましたが、それはXISの性能が優れていたことはもちろんのこと、非常によく校正さ

れていたことも見逃せない要因だと思います。そして、それは林田さんの首尾一貫した貢献に寄るところが大きかったと思います。

すぎくと並行してASTRO-Hに搭載するX線CCDカメラの開発も進み、林田さんはもちろんその中心人物の一人でした。そして、ASTRO-Hの後継機としてXARM（現在は名称変更してXRISM）の話がでたときに、XARMに搭載するX線CCDカメラSXIとその対となるX線望遠鏡XMAを含めた軟X線撮像検出装置XtendのPIになられました。林田さんは普段はあまり自分から前に出ていく感じではありませんでした。このときは「私がPIやります」と積極的に手を挙げられました。そこに並々ならぬ決意を感じました。私はsub-PIとして、林田さんとはこれまで以上に近い距離で仕事をしました。そこで感じたのは、林田さんの研究者としての尽きぬ情熱でした。ちょうど、このころ林田さんはTalbot干渉効果を利用したマルチピンホールカメラMIXIMの研究も進めておられました。そちらについても、実験をやるたびに新しい結果が出るという感じで勢いがありました。Xtendも開発の佳境、MIXIMもいよいよこれから、という段階で、林田さんは旅立たれました。あれから1年以上も経ちました。林田さんが立ちあげたXtendがファーストライトを迎えるのも、もうすぐです。

日本のX線CCDカメラ開発の最前線に常に身を置き、ここまで我々を牽引してくださった林田さんに心から感謝するとともに、ご冥福をお祈り致します。

林田先生との思い出

中嶋大 (関東学院大学・理工学部)

林田先生の訃報に接したのは一年半ほど前ですが、その時のことをつい先日のように鮮明に覚えています。XRISMに搭載されるXtendのCCDカメラについて、ごく少人数のオンライン会議をしている最中でした。先生はその半年ほど前から入院されており、私はその病状について断片的な情報を受けていました。予想以上に入院期間が長引いていたため少し心配していたものの、近いうちにお元気になってまた一緒に議論できることを願っていました。それだけに、先生の訃報はただただ残念で悲しく、言葉が出ませんでした。

私が初めて林田先生にお会いしたのは大学院修士課程のとき、2003年に「すざく」衛星搭載CCDカメラ(XIS)の地上較正試験参加のために大阪大学の常深研究室を訪れたときでした。X線発生装置や真空設備など、素人同然の私たち大学院生にとっては複雑な装置でしたが、先生は試験現場の責任者として他大学の学生を温かく迎え入れてくださいました。一方、定例の進捗確認では林田先生が一番厳しくかつ具体的なダメ出しを下さり、そこで受けた助言は自分のその後の研究生生活の指針になりました。現場責任者として自分たちの装置・設備について一番深く理解しているからこそその鋭い指摘だったのだと、今になって再認識しています。「すざく」打ち上げ後、XISのファーストライト(大マゼラン雲の超新星残骸E0102-72)のタイミングでは共に管制室でデータ解析を担当していました。最初のX線画像を目にしたとき、その場にいた全員がPCモニターを食い入るように覗き込んでいました。自分がもっともモニターに近い位置に座っていたから最初を目撃者は私だ(林田先生)、いやそれを言うならキーボードの前にいた僕です(中嶋)、と笑いながら言い合っていたことが思い出されます。その

後私は大学院を卒業後常深研に異動し、ポスドクとして2年半、助教として8年半の長い期間、先生と研究生生活を共にしました。その大部分は、のちに「ひとみ」として打ち上げられるASTRO-Hに搭載された、CCDカメラ(SXI)の開発作業でした。「すざく」XISではCCDセンサやアナログ回路部分はアメリカMITの製作でしたが、SXIではセンサから回路まで、ハードウェアはすべて国内開発でした。その過程で原因不明の動作不良に何度となく悩まされましたが、その度に苦笑いながらも緻密に理詰めで解決まで導いてくださったのが先生でした。

「ひとみ」衛星は打ち上げ後ひと半月、わずか6つの天体を観測した時点で喪失され、関係者はみな深く落胆していました。しかしそのわずかなデータは、過去に類をみない高いエネルギー分解能を持つ大変貴重なものでした。我々は観測機器の知見を持った立場としてその解析に携わる機会に恵まれ、特に大質量X線連星系IGR J16318-4848の観測データについては先生と共に責任著者として論文をまとめることが叶いました。当然この結果はASTRO-Hに携わるすべての関係者の努力の賜物です。しかしその中でも、国産の衛星搭載X線CCD開発の端緒を開き、実験室で初めてカメラとして動作させ、衛星搭載まで到達させた林田先生の存在なくしてはなし得なかったことです。

林田先生はタルボ効果の原理を用いたX線干渉計の開発も主導されておられました。その独創的な発想には舌を巻くばかりでしたが、それが生まれたのは研究者にとって恒例の科研費書類提出の締め切り直前だったとおっしゃっていました。この例に限らず、先生の「瞬間最大風速」には何度も驚かされました。自分には到底真似できないこ

とですが、それでも自分たちのやり方でXRISM/Xtendを成功させ、科学成果を出していくことが

一番の甲いになると信じています。

林田清先生と取り組んだXRISM/Xtend用 X線CCDカメラの開発

野田博文 (大阪大学・理学部)

林田清先生は、X線撮像分光衛星XRISMに搭載するXtend(=X線望遠鏡+X線CCDカメラ)のPIを務めておられました。私は、開発が本格化した2018年10月に大阪大学に着任し、林田先生とともに最前線でX線CCDカメラの開発に取り組んできました。その日々を振り返りたいと思います。

最初の大きな仕事は、CCD素子に単色のX線や可視赤外光を照射して性能を評価するためのシステムを、大阪大学の実験室内に構築することでした。そして、候補の中から最も性能がよい4素子を衛星搭載品として選定し、地上較正のための長期データ取得を行う必要がありました。毎日のように林田先生と激しく議論し、時には「うーん、野田くん、これはまずいよー」などの独特の言い回しの厳しい指摘もいただきながら、システムを何とか完成させることができました。特に思い出されるのは、林田先生と私とで毎日のように行った、CCD素子そのものを取り扱う作業です。細かい手順を分担し、細心の注意を払いつつスムーズに行うことが求められましたが、回数を重ねるごとに二人の間に阿吽の呼吸が生まれ、特別な一体感に包まれていたように思います(私だけかもしれませんが笑)。その後、他大学の方々と大学院生と協力しながら素子選定とデータ取得を完遂できました。これらの試験の中でも、林田先生の経験豊かな助言に何度助けられたかわかりません。

素子単体の試験の後には、衛星搭載品の検出器構

体に素子を納め、電子基板や機械式冷凍機などと組み合わせた性能評価を進めました。そんな中、2021年2月、大きな問題とぶつかることとなりました。冷却試験中、CCDの撮像領域外から大量の電荷が侵入し、広範囲で撮像ができなくなる事象(異常電荷事象)が発生したのです。経験豊富な林田先生ですら、このような事象は見たことがなかったようで、呆然とされていました。これが発生した素子を衛星搭載品から外すことに決め、同等の性能の別の候補を新たな衛星搭載品として選定した後、すぐに長期データ取得をやり直しました。そして、林田先生とともに大阪大学のクリーンルームに籠り、この事象を経験した素子を顕微鏡で観察したり、何度も冷却実験を繰り返し、原因を追究しました。様々なアイデアを出しては、実験で検証する日々が続きました。今振り返ると、この問題を解決しないと先に進めない重圧の下で実験を繰り返す大変な日々でしたが、このときほど林田先生の検出器に対する深い知見や実験技術に間近で触れられた機会はありませんでした。

そんな矢先でした。林田先生が体調不良で入院されました。病床からも異常電荷事象のことを常に心配され、毎日のようにメールをいただいていたので、すぐに戻ってこれると信じながら、実験を続けました。しかし、2021年10月、林田先生が亡くなられたとの一報を受けました。深い悲しみとともに、チームの中心的支柱を失い、この先どうなるのかと途方に暮れました。チーム内で

励まし合いながら開発を継続しましたが、改めて林田先生の存在の大きさを感じる日々でした。その後は、なんとか電荷の侵入経路を特定し、仮に軌道上で起きて、問題なく撮像分光できる新しいCCD駆動方法を確立しました。また、幸いにも交換後の素子では異常電荷事象は発生しておらず、現在までよい性能を発揮し続けています。

XRISMは打ち上げを今年度に控え、開発も終盤に差し掛かりました。ここから、衛星の打ち上げ、軌道上での検出器運用と進めていくことにな

ります。林田先生も、Xtendの開発を最後まで見届けたかったことと思います。さぞかし無念に思われたことでしょう。最後まで気を引き締めて開発を完遂し、Xtendで取得したX線画像やX線スペクトルを林田先生に喜んでいただけるよう、全力を尽くしたいと思います。最後になりますが、林田先生、ともにX線CCD開発に取り組んだ日々は、私の大きな財産です。本当にありがとうございました。心よりご冥福をお祈りいたします。

故・林田先生を偲んで—学生だった者として

米山友景 (中央大学・理工学部)

筆者は大阪大学の学生として、学部4回生から博士課程修了まで6年間にわたって林田先生に師事してきた。「共に研究をした」と書きたいところであるが、学生だった者としては「教を請うた」と表現すべきだろう。博士号取得後、ようやく「学生と教員」ではなく研究者同士として接することができるという年に林田先生の訃報を聞いた。肩を並べる(おこがましい表現だが)立場として面白い研究をして恩返しをしようなどと考えていた矢先のことである。筆舌に尽くし難い喪失感が、今でも心の底にある。

林田先生には実に多くを教えていただいた。本稿では、中でも強く印象に残ったことを挙げる。

一つは、チャレンジ精神である。こう書くとき情熱的、野心的な、何か熱く激しいもののようにみえるが、実際はもっと気楽なものだった。未知のものごとに対して、少なくとも表面上は実に気楽に、「とりあえずやってみよう」と手を動かし始める姿が目には焼きついている。もちろん、豊かな経験による見通しあつてのことだろう。それでも、躊躇なく未知に飛び込む背中には、何かと物事

を始める前に考え込んでしまいがちな学生を大いに勇気づけてこられたのではないだろうか。

もう一つは、発表にはユーモアを交えるべしという考えである。その教に則り、更なる印象深い教訓を一つご紹介したい。

それは、締め切りを踏み倒す勇気である。生真面目な学生は、何らかの締め切りを過ぎてしまったときはこの世の終わりのごとく落ち込むものである。そうしたときに、悠々と締め切りを超えた書類を提出される姿は学生にとってある種の救いとなっていたことと思う(原理的には褒められたことではないだろうが)。余談であるが、本稿は締め切りをぎりぎり守って提出した。

このように、林田先生はその背中で実に多くの学生を勇気づけてこられた。その一人として、ただただ残念でならない。もっと一緒に研究をさせていただきたかった。その一念である。月並みな表現を容赦いただくならば、林田先生の往かれたところまで届くくらいの面白い研究成果を挙げるのが我々にできる一番の供養であると思う。改めて、林田清先生のご冥福をお祈りします。

林田清先生を偲んで

朝倉一統 (宇宙航空研究開発機構)

入院や治療の経過報告は受けていたものの、自分にとって林田先生の訃報はすぐに受け入れられるものではありませんでした。入院当初は頻りにメールのやり取りがあったこともあり、なんとなく早々に復帰されてまた顔を合わせられるような気がしていたのですが、COVID-19の影響で入院中一度もお見舞いに伺えないまま、ふとした会話が林田先生と交わした最後のやり取りとなってしまいました。それゆえにしばらくは実感が湧かなかったのですが、空席となった林田先生の椅子を目にするたび、林田先生と交わした会話や議論が次々と思い起こされ、それと同時にそのような機会を失ってしまった事実と直面することで寂しさが募るようになりました。

私は研究室配属以降、林田先生が発案された超高角度分解能の実現を目指すX線撮像系“MIXIM”の開発に携わってきました。MIXIMは従来のX線撮像系とは異なる新原理の撮像系で、常に新たな手法を開拓する姿勢を崩さない林田先生“らしい”研究テーマでした。新原理ゆえに先例がなく試行錯誤しながら実験を進めていましたが、自分にとって印象的だったのは、林田先生が途中の苦難も含めて一連の実験を楽しんでいる姿でした。新しい撮像素子を採用して臨んだ性能評価実験で、それまでの結果と比べて撮像性能が大幅に向上した際には、“これは私が直接見てきた実験結果の中でも5本の指に入る”と喜んでいらっやっただのを今でも鮮明に覚えています。自分も含めMIXIMの開発に従事してきた大学院生は、その背中を見て自発的に取り組む姿勢や研究の過程も



含めて楽しむことの重要性を学ばせていただきました。

私事ではありますが、MIXIMの開発進捗の総括が私の博士論文の主題となり、つい先日博士号を取得することができました。完成した博士論文にはMIXIMの歴史とともに林田先生との思い出が詰まっており、直接手渡し御意見を拝受できないのが遺憾に堪えません。修士論文のときには些細な文章校正も含めると数百箇所の指摘をいただきましたが（修正するのに一苦労でした）、少しはマシな論文が執筆できるようになったのか、その返答が今となっては得られないことに寂寥を感じます。

宇宙物理学や実験の基礎事項から研究の指針、申請書や発表資料の作り方まで、林田先生からは本当に多くのことをご教示いただき、感謝の念に尽きません。末筆ながらこの場をお借りして、林田先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。