

日本進化学会入会申込書

<年月日(西暦)> 年 月 日

ふりがな
 名 前 _____
 ローマ字 _____
 所 属 _____

所属先住所または連絡先住所

〒 _____

TEL _____ FAX _____

e-mail _____

以下から選ぶかまたはご記入下さい(複数記入可)

専門分野 人類、脊椎動物、無脊椎動物、植物、菌類、原核生物、ウイルス、理論、
 その他 ()

研究分野 分子生物、分子進化、発生、形態、系統・分類、遺伝、生態、生物物理、情報、
 その他 ()

以下から選んで下さい

一般会員 ・ 学生会員

注) 研究生や研修生などの方々の場合、有給ならば一般会員、無給ならば学生会員を選んで下さい。学生会員は必要に応じて身分の証明を求められる場合があります。

申込方法 / 上記の進化学会入会申込書をご記入の上、下記の申込先へ郵便・FAX・e-mailでお送り下さい。
 申 込 先 / 日本進化学会事務局 〒102-0072 千代田区飯田橋3-11-15 UEDAビル6F (株)クバプロ内
 TEL : 03-3238-1689 FAX : 03-3238-1837 http://www.kuba.co.jp/shinka/ e-mail : shinka@kuba.jp

<年会費の納入方法>

【年会費】

一般会員 3,000円 / 学生会員 2,000円

賛助会員 30,000円(一口につき)

【納入方法】

銀行振込みをご利用の場合

(銀行名) 三井住友銀行 (支店名) 飯田橋支店

(口座種類) 普通預金口座 (口座番号) 773437

(口座名義) 日本進化学会事務局 代表 株式会社 クバプロ

郵便振込みをご利用の場合

(口座番号) 00170-1-170959 (口座名義) 日本進化学会事務局

“Society of Evolutionary Studies, Japan” News

日本進化学会
ニュース

追悼
 石川 統 先生

追悼

石川 統 先生

第5代会長 石川 統 先生の思い出

現 日本進化学会会長・東京大学大学院 総合文化研究科 嶋田 正和

日本進化学会・第5代会長の石川 統 先生は、かねてより病氣療養中のところ、2005年11月22日に亡くなりました。享年64歳でした。まだまだ活躍できる年齢だったし、日本進化学会のこれからの運営にも先生にいろいろ教えてほしかったのですが、まことに残念でなりません。

石川先生は、若いときからアブラムシの細胞内共生細菌プフネラの分子生物学を研究されており、プフネラがシンビオニンという特異的なタンパク質を多量に生産していることを発見されました。そこから研究は大きく発展し、東大教養学部から東大理学部で教授で異動してからは、ますます多くの学生さんを育てられました。初期の門下生としては、現在日本進化学会の評議員として、また日本進化学会ニュース編集幹事として貢献している深津武馬さん(産総研)などがいます。

石川先生と初めて会ったのは、私が東大教養学部基礎科学科第二に助手として赴任した1985年4月のことでした。びっくりしたのは、生物学教室(現、総合文化研究科・生物部会)の先生方は、夕方になると毎日のようにどこかの部屋に集まって飲み会を催すのです。5時になると、植物生理を研究されている山田晃弘先生が廊下でウロウロしながら、「仕事忙しい? ちょっと来ませんか?」と猫なで声で誘うのです。私は京大剣道部で培った体育系上がりだったので、頻りに飲み会に行きました。多士済々の輪の中で、悠然としてビールのグラスを次々に飲み干す大男がいて、それが石川先生でした。素面での呼び方は「嶋田くん」ですが、やがて妻たけなわとなると、「セニョール」に変わるのが面白かった。

これは、行きつけの「やきとり学園」で、刎頸の友である松本忠夫先生と一緒にの時にはなおさらボルテージが高まって、よくぞそんなに飲めたかと思うほどビールを飲んだものです。そのころの飲みながらの言葉に、「大学の先生が難しいことをあたかも難しく言うのは決して褒められたことではなく、難しいことをいかに易しく言うかが大事なんだよ」の訓えがあります。石川先生はそのころUPバイオロジー「細胞内共生」を刊行され、私はその文筆も学問そのものもなんと魅力的な本だと感嘆していたので、それを肝に銘じました。

石川先生との親交をいっそう深めるきっかけは、1988年にカナダ

のプリティッシュ・コロンビア大学(バンクーバー)で開かれた国際昆虫学会議の後の、米国西海岸旅行でした。石川先生はボストクのころ、オレゴン州立大学に留学されていたので、北米のクチキゴキブリを採集したい松本忠夫先生と3人で、オレゴン経由でサンフランシスコまで1000kmをレンタカーで走る計画です。

1日目は国境を越えて、シアトル市やセントヘレンズ火山の威容を横に見ながらワシントン州をひた走りに走ります。途中、山林で松本先生の昆虫採集を見物する傍ら、我々はチョウを採集しましたが、石川先生のネットの振り方が優雅で様になっているのが意外でした。分子生物学の研究者なのに、やはり昆虫採集が好きだったようです。森で出会った森林保安官と思しきグループに「この森ではクチキゴキブリはどこにいるだろうか?」と聞いたら、「ゴキブリ? そりゃ、普通は台所にいるね」と返されて、大笑いをしたものです。夕方にオレゴン州コーパリスに到着。石川先生がボストク時代に留学していた懐かしい研究室を訪ねました。夏休みの金曜の夕方、誰もいません。中国系の若者が一人で実験していただけで、一言二言話を交わすと、「いや、立ち寄っただけだから」と手を振って、ホテルを探しに行きました。

2日目は紺碧の水面が鏡のように美しいクレーター・レイクはすばらしかったのですが、街道沿いのメドフォードでは安ホテルで宿泊。ポロいシャワー室は病気で移ったという代物で、げんりの3人でした。3日目はカリフォルニア州とオレゴン州の州境で太平洋に突き出た海辺の街、ユーレカに到着。今晚こそは! とスペイン風の瀟洒なホテルを選びました。なぜか3名1部屋で、私は簡易ベッドで寝ましたが、修学旅行気分楽しく歓談しました。

そして、最終日はセコイアの巨木で有名なレッドウッド公園を見物して、夕方に無事ゴールのサンフランシスコに到着。フィッシャーマン・ワーフで豪華な晩御飯を食べ、久しぶりの大都会の赤い灯青い灯が魅惑的でした。今でも目に浮かぶ、弥次北道中みみたいな3人の楽しい旅行でした。

あの頃はどこの研究室も牧歌的でしたが、特に石川先生の周囲はいつも和気あいあいの雰囲気でした。後に、石川先生が2004年に日本進化学会会長になったときにも、私は事務幹事長として、ご病気のことをそ知らぬふりで最後のご奉公の気分で務めました。でも、石川先生はそんなシリアスな気分を周囲に感じさせないよう、いつものんびりした気分で楽しく仕事をさせて下さったのです。先生、本当にありがとうございました。

2004年度会長 石川 統 さんの逝去を悼む

初代 日本進化学会会長 大澤 省三

昨年末、石川さんが亡くなられた。まだ64歳だったから、役立たずの私より一回り以上も若い。痛恨の極みである。思えば、石川さんを知ったのは何十年も昔に遡る。当時は昆虫のrRNAの研究をされていて、Journal of Molecular Biologyなどに論文を発表されていたが、その関連の研究を東京の何かのシンポジウムで話されたのを拝聴した時、私のつまらない細かな質問に対して「どうも若気のいたりとお見逃しを」と返答された。過剰な自己主張などとは無縁なさわやかでユーモアに富んだ方だという印象が今も鮮明に私の脳裏にある。その後、「分子進化」や「進化の風景」などの著書をご恵与いただいた。特に後者は石川さんの定年に合わせてかかれた名著で、私の愛読書の一つである。石川さんの代表的研究は勿論「アブラムシとバクテリアの共生」で、このところはやり(?)の巨大科学や、流行の波にのった人まねではなく、生物学的観点から極めて独創性に富んだ、我が国の誇るべき研究の一つと私は評価している。それにもかかわらず石川さんはあくまでも謙虚で、名誉欲や自己顕示とは無縁に淡々と研究を進めてこられた。石川さんのように面白いからやるものだ、ということが若い人たちの間に浸透すれば、若者の理科離れのかなりの部分が解消されるのではないか。論文の捏造や、データの改ざん、巨大科学の歯車としての個々の研究者の扱い、などを見るにつけ、石川さんの研究態度には深い共感を覚える。

石川さんからいただいた1999年3月付のお葉書に「たのしい仲間」に囲まれてお仕事をなさっている大澤さんを心から羨ましく存じます。2年後に定年を控え、私の第二の人生もかくありたいとムシが騒ぎますが、見果てぬ夢に終わりそうです」とある。この見果てぬ夢は、定年後、放送大学に移られ、研究を再開されることで解消された。さらに進化学会会長に推され、石川さんの人柄もあってか、中堅から若手の研究者の絶大なサポートのもと、進化学会大会を成功裡に達成された。また、2003年12月、岩波書店の「科学」主催で「進化学の現在と将来」が遺伝研で開かれた際、当時の石川会長をはじめ、歴代の会長を中心に討論を行ったが、石川さんは元気で、いろいろ有益な意見を述べられ、会終了後の会食でも愉快地談笑されていた。実はこのとき既に病魔におかされておられたことを後で知ったが、そのような様子はまったく見せられなかった。温和ではあるが、

精神力の強さも人一倍だったのであろう。心配しておられた「見果てぬ夢」が解消され、これからますますご活躍を期待していただけない、帰らぬ人となられたのは、人生無常というよりほかない。謹んで石川さんのご冥福をお祈りする。

石川 統 先生を惜しむ

第2代 日本進化学会会長・生命誌研究館 顧問 宮田 隆

何時のことだったか定かではないのですが、たしか福岡での進化学会のときではなかったかと思いますが、昼どきに石川先生と昼食をとることになりました。そのとき石川先生は、「胃の調子が悪く、サンドイッチでないと食べられないのです」と、いつもと違って元気のない様子で話しておられました。私はさほど気にとめることもなく食事を始めました。しばらくして、「ガンなのかなあ」と、ぼつりと話されたので、「そうとは思いませんが、たとえそうであっても消化器系のガンは今ではほとんど完治するようですから心配いりませんよ」と、何気なく答えたのを覚えております。1年もたたないうちに石川先生にお目にかかりましたが、やはりガンの手術をなさったようで、そのときはすっかりお元気になっておりました。「九州で会ったときは最悪の体調でしたよ」と笑顔で振り返っておりましたので、すっかり良くなっていたものと思っておりました。その後の訃報に接してにわかには信じられない思いでした。

日本の分子生物学者には珍しく、石川先生は進化に造詣が深く、はやくから分子進化の本を著すなど、われわれ分子進化を専門とする者を驚かせました。生物の共生がご専門であったことが進化に興味を持たせた理由かもしれません、もう少し興が深いように思われませぬ。「Nothing in biology makes sense except in the light of evolution」とはドブジャンスキーの有名な言葉ですが、石川先生は、まさにこの言葉を地でいった数少ない生物学者の一人であったのではないのでしょうか。石川先生には、幅広い生物の知識を、進化を軸に整理し直した独特の生物学があったように思われます。

昨今の生物学、特に分子生物学はますます細分化され、技術的になってきました。さらに多方面への応用も急速に展開しております。進化の分野も同じで、われわれが研究をスタートした30年前に比べて格段に多様化、細分化しております。こうした状況下では、石川先生のような広い視野に立って生物学を考え得る指導者の存在が重

要です。まさにこの時期に、石川先生を失ったことは、ひとえに日本の進化学会のみならず、広く生物学全体にとっての大きな損失と言わねばなりません。返すがえすも残念の一言に尽きます。石川先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

石川 統 さんを偲ぶ

第3代 日本進化学会会長・九州大学大学院 理学研究院 矢原 徹一

石川さんにはじめてお目にかかったのは、東大駒場キャンパスである。私が教養学部助教授として駒場に着任したとき、石川さんはすでに本郷に移られていた。しかし、ざっくばらんな駒場の雰囲気愛をされていて、しばしば駒場に足を運んでおられた。駒場東大前の「学園」などで、ビールを飲みながら、親しく話をさせていただいた。

石川さんは、実力・実績以外の権威をまったく感じさせない方だった。実力・実績のある研究者にしばしばある「自己顕示欲」や「威圧感」を外に見せない方だった。自分の研究を他人に誇示するというよりも、心から研究を楽しんでいらっしやるように見えた。最近でも、放送大学の実験室で実験するのが楽しみだとおっしゃっていた。

石川さんは、アブラムシと細菌の共生関係に関する生化学的・分子生物学的研究のパイオニアである。最近では、共生細菌(ブフネラ)の全ゲノム配列を決定され、アブラムシと共生細菌の「もちつもたれつ」の関係をゲノムレベルで明らかにされた。この研究論文はNatureに掲載され、アブラムシと共生細菌は、ゲノム科学の分野でもよく知られた材料となった。しかし、石川さんがこの材料で研究を始められたころは、ほとんど何もわかっていなかった。生化学者として、このような材料にとりくむことは、相当な冒険だったと思う。石川さんは、「共生」という現象の面白さにとりつかれ、このテーマを研究することに生涯を傾けられた。研究者として、本当に尊敬すべき方だった。

石川さんは、生化学や分子生物学の研究者としては例外的に、進化に強い関心を持たれていた。ご本人としては、「共生」という現象に関心を持たれたことからの、当然の帰結だったのだろうと思う。しかし、私が東大に助手として就職したころですら、「進化のように実験的に検証できない問題は、科学の研究対象にならない」と考える生化学者や分子生物学者が多かった。石川さんは、実証科学者であるとともに、考えることがとても好きな方であり、進化の問題について、真剣に考えられていた。「進化のことを一生懸命考えるのは面白

い」とおっしゃっていた。日本進化学会設立以来、この学会の中心的なメンバーとして、学会の発展に尽くされた。癌とたたかいながら、会長も務められた。もうしばらく、現役の研究者として、また日本進化学会の中心メンバーとして、活躍していただけるはずだった。

石川さんがなくなられてから1年あまりが経つが、石川さんのことを思うと、柔和な笑顔と真摯な姿勢がいまでも脳裏にありありと浮かび、胸がしめつけられる。石川さんのご冥福を心よりお祈りしたい。

(ブログ「空飛ぶ教授のエコロジー日記」、2005年12月27日より一部改稿)

石川 統・遺伝研客員教授の思い出

第4代 日本進化学会会長・国立遺伝学研究所 五條堀 孝

2005年11月22日に石川統先生が亡くなられたという第一報を受けたとき、私にとっては非常に突然であり信じられない思いであった。石川先生は、東京大学をご退官になったものの、その後に移られた放送大学でも大変にご活躍されていたからである。また、先生は、確か昭和15年(西暦1940年)12月のお生まれなので、まだ66歳になられる前のご逝去だったからでもあった。

石川先生は、私の一代後に日本進化学会会長をされ、私も大変お世話になった。特に、石川会長時代にこの学会の学会賞・木村資生記念学術賞をいただき、まさに賞状とメダルを総会の壇上で石川先生からいただいたことを、昨日のように覚えている。

先生は、1970年代の初めからリボゾームRNAの比較生化学やミトコンドリアの起源に興味を持たれ、当時の遺伝研グループとは別に、わが国の分子進化研究のパイオニアとしてこの分野を引っ張ってこられた。もちろんその後、細胞内共生系の研究やアブラムシを用いて共生説を検証されたりしていくが、まさに東京大学の動物学教室の伝統に根づいた知識の広さに、先進的な分子進化の手法をおおいに取り入れた、「石川進化学」といっても過言でない独自の研究世界を作り上げられたと思っている。2000年代になって、石川先生と共同研究者が、アブラムシの必須共生微生物であるブフネラの完全ゲノムDNAを解読し、多くの遺伝子が共生進化の過程で失われていくことを明らかにして、Nature誌に発表した研究は、今思えば石川進化学の集大成のひとつであったことになる。

実は、1997年に、石川先生に遺伝研の客員教授になっていただきたいとお願いし、快くお引き受けいただいた。遺伝研伝統の集団遺

伝学に基づく分子進化学は、中立説を中心として世界の分子進化学を先導したけれども、中立説における形態・表現形レベルと分子レベルの進化機構の乖離の発見が、皮肉にもその二つのレベルをどうつなげて理解するのかという次に解決すべき大きな問題を提示することにもなっていた。この問題への挑戦を最重要課題と私自身決めていたので、早くから共生という難しい表現形レベルの現象に分子レベルから果敢に挑まれていた「石川進化学」は、どうしてももっと深く理解したい目標でもあったのである。

記録によると、1998年1月6日に遺伝研にて、内部交流セミナーという遺伝研全体のセミナーで遺伝研・客員教授として、「昆虫の窒素循環における細胞内共生微生物の役割」という講演をしていただいた。確かに、当時石川先生の遺伝研の分子進化とは非常に異なる雰囲気を楽しみながら、先生の講演をわくわくして拝聴したことを覚えている。その夜は、三島市内のホテルにお連れし、日本料理を一緒に食べながら日ごろ聞けない話もたくさんしていただいたように覚えている。

そのとき、私が石川先生に感じた研究者というよりも人間としての哲学は、どんな時流にも流されず、どんな権力にも迎合しない、まさに反骨の精神であったように思う。自身の興味を大切に、どうしても理解したい現象を理解するためにはとことん突き詰めていくことを最大の美学とする石川先生の研究哲学に、大変な共鳴を受けた次第である。私自身、遺伝研の分子進化の伝統を受け継いで研究するものの一人として、いつも留意すべき自戒も含めたモットーとして、石川哲学は私の心の中でいまも生きている。

実は、石川進化学は、石川哲学の研究上のひとつの発露であったのであり、石川先生はその哲学を貫いた人生を送られたと強く確信している。

石川 統 先生のご逝去を悼む

第6代 日本進化学会会長・九州大学大学院 理学研究院 巖佐 庸

石川先生がお亡くなりになったのは64歳だった。あまりにも若い。本当に惜しい方をなくしたという思いばかりする。

私が、石川統先生のお名前を知ったのは、木村資生の中立説の進化的意義についての論争が最初だった。石川先生はその著書で中立説の重要性について分かりやすく解説をされた。集団遺伝学が専門ではない一般の生物学者や生物学の学生が中立説に親しんだということで

は、石川先生の著者の影響は大きかった。論争の詳細は忘れたが、やりとりの中での石川先生の論旨の明解なことに感銘を受けた。また私も含めて多くの日本人研究者が、論争など面倒なことに巻き込まれるのは避けたいという思いから主張をうやむやにすることが多い中で、自分の考えていることをきちんと話し説明するという態度からは、学問のあり方や若い人に対する先生の誠実さと責任感が感じられた。

石川先生にもっとお近くでお会いしたのは、川那部浩哉さんを領域代表とする地球共生系の重点領域においてだった。石川先生は細胞内共生班の班長をされていた。その会議では、アブラムシの共生微生物の話、もっと広く細胞内や細胞外の共生について、生理学的基礎や分子生物学的なアプローチのお話をうかがうことができた。近い将来には、野外での生態学に分子生物学的な手法で迫れるようになることを強く感じさせるお話であった。石川先生ご自身はフィールドの生態学者ではなかったが、生態学に対する深い造詣と共感を示されていた。先生のお仕事は、その後の日本の生態学を導き、現在の分子生態学の興隆として花開いているといっただろう。

石川先生は、学術論文だけでなく教科書や参考書などの執筆を通じて、日本の生物学へ多大な貢献をされた。その明晰な文章とよく選択された教材とは、この分野に若い世代を引きつけるに大きな力があった。また深津さんをはじめとして多くの優れた学生をその研究室から育てられた。

石川先生は、その書物に、「決まった材料とテーマ、同じ手法で、労力と規模の大小だけで競争するような研究のやり方は自分は好きでない」という趣旨のことを述べられていた。私はこの言葉に共感するところがありよく覚えている。

石川先生は、立ち上がったばかりの日本進化学会を強くサポートしてくださった。先生とそのもとに参集した東京地区の会員は、進化学会の大会を何度も開催してくださった。まだ若い日本進化学会がこのように急速に成長できた背景として、石川先生のサポートは欠くことのできないものだった。2004年には進化学会の会長を務められた。しかし、そのときすでに体調を崩しておられたようだった。

人には運命があり、長く生きてほしいと思う人に限ってあっけないほど早く逝ってしまう。残された私たち進化学者にとって石川先生から引き受けた宿題は、日本進化学会を育て、幅広い分野の研究者が忌憚なく議論でき、新しい研究分野を拓いて世界に発信していく場とすることだろう。

石川統先生のご冥福をお祈りします。

追悼：石川統 (1940–2005)

昆虫内部共生系の分子生物学的研究の開拓者

産業技術総合研究所 生物機能工学研究部門 (日本進化学会ニュース編集主幹)

深津 武馬

2003年にCRC Pressより“*Insect Symbiosis*”(昆虫における共生)という1冊の書籍が出版された。その冒頭の章を執筆したのは、昆虫-微生物共生の分野における日本の指導的人物、石川統教授であった。近年大きな注目を集めている興味深い境界的研究分野を包括的に取り扱ったこの書物は、昆虫学、微生物学、生態学、進化生物学などの多分野にまたがる研究者たちから熱烈に歓迎され、このたび後継の書物“*Insect Symbiosis II*”が刊行の運びとなった。私はこの新刊の出版を祝福すると同時に、深い悲しみの中にいる。石川先生は去る2005年11月22日、胃癌のため64歳で逝去された。先生の執筆されたものはいつも明晰かつ説得力と洞察にあふれていたが、もはや新たな文章を目にすることはできなくなってしまった。

1988年に石川先生は東京大学理学部動物学教室の教授に着任されたが、私はそのときに研究室への配属を希望した最初の卒業研究生である。以来、学位取得までの7年間、先生は指導教官として私を、昆虫と微生物の共生という魅力にあふれ、興味の尽きない、しかも未開拓の研究分野に導いてくれた。私が独立し、自身の研究グループを率いるようになってからも、先生は私にとっていつも師であり共同研究者であった。私は心より先生を尊敬し、慕っていた。唯一心の奥深くから「先生」とよべる存在であった。本稿では

心からの弔意とともに、石川先生の大きな業績の数々を、個人的な思い出とともにふりかえってみたい。

石川先生の研究者としてのキャリアの出発点は、昆虫の共生とはまったく無関係であった。1968年に東京大学で博士の学位を取得したあと、先生は数年間をオレゴン州立大学で過ごし、そこで動物界全体にわたるリボソームRNAの構造の比較解析に着手した。そこで発見したのは、前口動物(節足動物、軟体動物、環形動物など)と後口動物(脊椎動物、半索動物、棘皮動物など)のあいだで、28SリボソームRNAの構造に明確な違いがあるという事実であった。すなわち、成熟28SリボソームRNA分子において、前口動物ではヌクレオチド鎖内に切断点(“hidden break”; 隠れた切れ目)が存在するのに、後口動物ではそのような分子内切断がないのである(Ishikawa, 1973)。この“*Ishikawa's rule*”(石川の法則)は、動物界の系統進化を反映した新規な分子マーカーとして、当時の進化生物学者からかなりの注目を集めた。しかしさらに広範な調査の中から、切断点をもたない例外的な前口動物のグループとして、ミジンコ類とアブラムシ類が見つかった。そこで先生はアブラムシにおけるRNAおよびタンパク質合成に関心を抱き、これが昆虫類における内部共生という研究分野への展開につながっていったのである。

アブラムシ内部共生細菌に特異的なタンパク質“*symbionin*”(シンピオニン)の同定および解析は、石川先生のもっとも顕著な業績の一つとよんでよいであろう。アブラムシを調べている過程で、先生は奇妙な分子量および挙動を示す一群のRNAおよびタンパク質の存在に気づいたが、それらはのちに*Buchnera aphidicola*と名づけられる細胞内共生細菌に由来するものであることが判明した。生化学、分子生物学、放射標識などの技術を駆使することにより、先生はこの共生細菌が単一のタンパク質分子種のみを大量に合成していることを明らかにし、*symbiosis*(共生)にちなんでこのタンパク質を*symbionin*(シンピオニン)と命名した(Ishikawa, 1982)。のちに*symbionin*は大腸菌の代表的な熱ショックタンパク質であり、分子シャペロンとしての機能をもつGroELのホモログであることが明らかになった(Hara et al., 1990)。*Symbionin*の生物機能はまだ完全には理解されていないが、貯蔵タンパク質(Ishikawa and Yamaji, 1985)、分子シャペロン(Kakeda and Ishikawa, 1991)、共生細菌の遺伝子産物に蓄積した弱有害突然変異の機能的補償(Fares et al., 2002)、植物ウイルス感染への関与(van den Heuvel, 1994)などの仮説がこれまでに提唱されている。1970年代はおろか80年代になっても、昆虫類における内部共生の研究はほとんど形態学的、組織学的もしくは生理学的なものばかりであった。先生の一連の研究は、分子生物学的な確固たる基盤のもとに昆虫における内部共生を理解しようとした初めての試みといえる。すなわち石川先生は、分子生物学、遺伝学、ゲノム科学からのアプローチが

不可欠とされるようになった現代生物学へとつながる、昆虫共生研究の新しい時代を拓いたパイオニアと位置づけることができよう。

さらに近年、石川先生のグループは昆虫内部共生の分野において画期的な成果を報告した。アブラムシの必須細胞内共生細菌*Buchnera aphidicola*の全ゲノム塩基配列の決定である(Shigenobu et al., 2000)。本研究は細胞内相利共生細菌のゲノム情報を初めて解明したものであり、そのゲノムの驚くべき特徴の数々が明らかにされた。大規模なゲノム縮小(近縁の大腸菌のたった1/7)、重要な生化学的経路に関わる多くの遺伝子の喪失(たとえばTCA回路の遺伝子群、DNA修復系の遺伝子群、リン脂質合成系の遺伝子群、非必須アミノ酸類合成系の遺伝子群など)、必須アミノ酸合成系の遺伝子群の保存などが代表的なものである。この先駆的な研究から、悠久の細胞内共生の歴史のなかで何が失われ何が保存されてきたのかが白日の下にさらされ、内部共生におけるゲノム進化の全体像が明らかとなり、この相利共生関係の基盤となっている宿主-共生者間の相補性がゲノムレベルで理解できるようになったのである。

石川先生およびその弟子たちの研究対象は、昆虫学と微生物学の境界領域のさまざまな側面に及ぶものであった。代表的なものを列挙すると、アブラムシ菌細胞のEST解析(Nakabachi et al., 2005)、アブラムシおよびウンカにおける栄養生理への共生微生物の関わり(Sasaki and Ishikawa, 1993; Wilkinson and Ishikawa, 2001)、アブラムシ共生細菌*Buchnera*におけるゲノム増幅の発見(Komaki and Ishikawa,

1999) アブラムシ類の二次共生細菌類の探索 (Fukatsu and Ishikawa, 1993; 1998)、アブラムシ腸内細菌叢の解析 (Harada et al., 1996)、アブラムシにおける翅型分化の生理基盤 (Kobayashi and Ishikawa, 1994)、社会性昆虫における階級分化とその進化 (Ogino et al., 1993, Fukatsu et al., 1994)、メイガおよびコオロギにおける共生細菌 *Wolbachia* の機能的および分子生物学的解析 (Fujii et al., 2001; Masui et al., 2001)、昆虫類におけるリボソーム RNA の構造解析 (Kwon et al., 1991)、その他多数がある。

石川先生以前には、日本に昆虫内部共生にとりくんだ研究者はほとんどいなかった。先生はまさに開拓者であった。東京大学の教授として、講義や著書を通じて、先生は昆虫共生研究の世界に多くの若き学徒をいざなった。先生には書き手としての抜きん出た才能があった。私見では現在の日本の科学界において並ぶ者はいないだろう。先生の書かれたものは正確かつ論理的であるばかりではなくとても魅力的で、行間より知性が、情熱が、興奮が匂いたつように思えたものである。先生は生涯に160編余の原著論文を発表されたが、日本語による著書、総説、記事などの総数も210編余を数え、これらは生物学分野内外の老若男女、専門家素人を問わず、多くの人々にさまざまな影響を与えてきたことは疑いない。東京大学を定年退官の後、教授として放送大学に迎えられ、テレビ画面から生物学を学びたい一般の人々に講義していた。先生が指導し、訓練し、刺激をあたえ、啓発してきた生徒たちの数がいったいどのくらいになるのかは知るよしもない。

日本では現在、多くの研究者が昆虫 -

微生物共生のさまざまな側面について、活発な研究を展開している。ある者は私のように石川先生の直接の弟子であり、ある者は孫弟子であり、ある者は先生と直接の関わりはなくともその業績や著書などから何らかの形でさまざまな影響を受けてきた。現在の日本は、世界的に見ても共生研究の中心地の一つであるといっても過言ではない。このような活況がもたらされたのは先生の功績であるということに誰もが同意するだろう。石川先生は、いわば日本の共生研究の父である。

石川先生の個人的側面を語るにあたって、ビールと煙草は欠かせない。もしもあなたが先生の研究室を訪問したことがあるなら、必ずやビールとつまみ満載の、たいてい夕刻から深夜まで延々と続く飲み会に招かれたことがあるだろう。狭い教授室はちょっといがらっぽい臭いがして、壁も什器も煙草の脂で黄色っぽく色づいていた。そこはまさしく、いつも暖かく心地よい雰囲気になった先生の場所であった。お客さんのためにビールを買いに行くのは、先生の弟子たちの役回りであった。私は果たして何度、先生から渡された五千円札を握りしめて、大学の塀をのりこえて最寄りの酒屋に走ったことだろうか。日本各地からそして海外からも、著名な研究者たちが次々と先生を訪れ、最先端の研究成果についてのセミナーの後、夕刻から大いに飲み、語り、笑いあい、そのような場で私のような若い学生は実に多くのことを学んだものである。強い好奇心、研究への情熱、未熟だが興味深いアイデアの数々、友情、寛容、ユーモア、論理性、攻撃性、奇矯な言動、その他優れた科学者のあらゆる属性につ

いて。私はためらいなく告白するが、こうして飲み会に集った石川先生およびその優れた友人たちと過ごした時間こそが、私がこれまでに受けた最高の教育であった。

先生と会ったときはいつでも、一緒にビールを飲むのが私たちの習慣だった。だからビールを飲めない石川先生をみて、私は大変に驚き狼狽した。2003年8月の日本進化学会大会の際に、先生は胃の具合がおかしいと訴えられ、グラス1杯のビールを空けることができなかつた。学会後まもなくの検査で、胃癌であることが判明した。近しい人たちは、手術による切除が不可能だったときいて大変にショックを受けた。先生の退院後、私たちは先生が長年通っていた駒場キャンパス近くの「学園」という居酒屋で、小さなパーティーを開いた。久しぶりにお会いした先生はちょっとやせてしまったけれども、穏やかで元気そうで、大丈夫だよと笑って言って、でもビールはまったく飲まなかつた。先生が早めに辞されたあと、私たちは涙した。

しかし神の祝福があったのだと思う。毎月投与された抗癌剤がとてもよく効いて、先生は2年近くにわたって比較的よい状態で日々を過ごすことができた。先生は自転車で放送大学に通い、多くの著書や総説を執筆し、そしてなにより多くの時間を奥様とご家族と過ごされるようになった。先生は海外で車を運転するのが大好きだった。2004年の7月には奥様とともに米国のサウスダコタを旅行して、大平原の長距離ドライブを楽しまれた。先生が「バッファローには遭遇できなかったが、代わりに彼らをステーキで味わった。予想どおり少し硬くて、今流行りのヘル

シーな味だったよ」と楽しそうに言われていたのが思い出される。2005年6月には国際学会でアラスカのフェアバンクスに行かれて、やはり奥様と北の国の長距離ドライブを楽しまれていた。私が結婚するつもりだとお伝えしたのは、先生の病気がわかった後のことだった。先生はとても喜ばれて、私と現在の妻をご自宅に招待してくださいました。その特別な夕べに、先生と奥様が私たちをいかに歓待してくださいましたかは忘れられない。私たちの結婚披露宴には、先生と幸子夫人を主賓としてご招待し、先生からは心のこもったスピーチをいただいた。本特集号の表紙を飾る先生の写真はそのときに撮影した、私の「第2の父」の思い出の肖像である。

私は先生がずっと元気でいてくれるのではないかと希望的観測を抱いていた。これらの元気そうな石川先生との数々の思い出がその根拠となっていた。しかし現実には、永遠のものはなく、すべてはうつろいゆくものであることを認めなければならぬ。2005年11月の石川先生の突然のご逝去は、まさに晴天の霹靂であった。しかし私は、昆虫共生の研究分野における先生の功績は永遠であると確信する。先生は肥沃な未開の土地に種子を播かれ、その地には今や美しい花が開きつつある。先生の後に続く者として、私はこの花々がより一層美しく咲き誇るように尽力することを約束する。その果実が熟し、その種子を次の世代に受け渡すことのできるその日まで。先生、安らかに眠りください。

(本稿は“ Insect Symbiosis II ”(CRC Press ; 2006年刊行)のために執筆した文章を改稿のうえ和訳したものである)

References

- Fares, M. A., Ruiz-Gonzalez, M. X., Moya, A., Elena, S. F., and Barrio, E. (2002) Endosymbiotic bacteria: groEL buffers against deleterious mutations. *Nature* **417** : 398-398.
- Fujii, Y., Kageyama, D., Hoshizaki, S., Ishikawa, H., Sasaki, T. (2001) Transfection of *Wolbachia* in Lepidoptera: the feminizer of the adzuki bean borer *Ostrinia scapulalis* causes male killing in the Mediterranean flour moth *Ephesia kuehniella*. *Proc. R. Soc. Lond. B* **268** : 855-859.
- Fukatsu, T., and Ishikawa, H. (1993) Occurrence of chaperonin 60 and chaperonin 10 in primary and secondary bacterial symbionts of aphids: implications for the evolution of an endosymbiotic system in aphids. *J. Mol. Evol.* **36** : 568-577.
- Fukatsu, T., Aoki, S., Kurosu, U., and Ishikawa, H. (1994) Phylogeny of Ceatrataphidini aphids revealed by their symbiotic microorganisms and basic structure of their galls: implications for host-symbiont coevolution and evolution of sterile soldier castes. *Zool. Sci.* **11** : 613-623.
- Fukatsu, T., and Ishikawa, H. (1998) Differential immunohistochemical visualization of the primary and secondary intracellular symbiotic bacteria of aphids. *Appl. Entomol. Zool.* **33** : 321-326.
- Hara, E., Fukatsu, T., Kakeda, K., et al. (1990) The predominant protein in an aphid endosymbiont is homologous to an *Escherichia coli* heat shock protein. *Symbiosis* **8** : 271-283.
- Harada, H., Oyaizu, H., and Ishikawa, H. (1996) A consideration about the origin of aphid intracellular symbiont in connection with gut bacterial flora. *J. Gen. Appl. Microbiol.* **42** : 17-26.
- Ishikawa, H. (1973) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs. *Comp. Biochem. Physiol.* **46** : 217-227.
- Ishikawa, H. (1982) Host-symbiont interaction in the protein synthesis in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Biochem.* **12** : 613-622.
- Ishikawa, H. and Yamaji, M. (1985) Protein synthesis by an endosymbiont in the aphid embryo. *Endocytobiosis Cell Res.* **2** : 119-126.
- Kakeda, K. and Ishikawa, H. (1991) Molecular chaperon produced by an intracellular symbiont. *J. Biochem.* **110** : 583-587.
- Kobayashi, M., and Ishikawa, H. (1994) Involvement of juvenile hormone and ubiquitin-dependent proteolysis in flight muscle breakdown of alate aphid (*Acyrtosiphon pisum*). *J. Insect Physiol.* **40** : 107-111.
- Komaki, K., and Ishikawa, H. (1999) Intracellular bacterial symbionts of aphids possess many genomic copies per bacterium. *J. Mol. Evol.* **48** : 717-722.
- Kwon, O. Y., Ogino, K., Ishikawa, H. (1991) The longest 18S ribosomal RNA ever known: nucleotide sequence and presumed secondary structure of the 18S ribosomal RNA of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Eur. J. Biochem.* **202** : 827-833.
- Masui, S., Kuroiwa, H., Sasaki, T., Inui, M., Kuroiwa, T., Ishikawa, H. (2001) Bacteriophage WO and virus-like particles in *Wolbachia*, an endosymbiont of arthropods. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **283** : 1099-1104.
- Nakabachi, A., Shigenobu, S., Sakazume, N., Shiraki, T., Hayashizaki, Y., Carninci, P., Ishikawa, H., Kudo, T., Fukatsu, T. (2005) Transcriptome analysis of the aphid bacteriocyte, the symbiotic host cell that harbors an endocellular mutualistic bacterium, *Buchnera*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102** : 5477-5482.
- Ogino, K., Hirono, Y., Matsumoto, T., and Ishikawa, H. (1993) Juvenile hormone analog, S-31183, causes a high-level induction of presoldier differentiation in the Japanese damp-wood termite. *Zool. Sci.* **10** : 361-366.
- Sasaki, T., and Ishikawa, H. (1993) Nitrogen recycling in the endosymbiotic system of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Zool. Sci.* **10** : 787-791.
- Shigenobu, S., Watanabe, H., Hattori, M., Sakaki, Y., and Ishikawa, H. (2000) Genome sequence of the endocellular bacterial symbiont of aphids *Buchnera* sp. *APS. Nature* **407** : 81-86.
- van den Heuvel, J. F. J. M., Verbeek, M., and Vanderwilk, F. (1994) Endosymbiotic bacteria associated with circulative transmission of potato leafroll virus by *Myzus persicae*. *J. Gen. Virol.* **75** : 2559-2565.
- Wilkinson, T. L., and Ishikawa, H. (2001) On the functional significance of symbiotic microorganisms in the Homoptera: a comparative study of *Acyrtosiphon pisum* and *Nilaparvata lugens*. *Physiol. Entomol.* **26** : 86-93.

dent proteolysis in flight muscle breakdown of alate aphid (*Acyrtosiphon pisum*). *J. Insect Physiol.* **40** : 107-111.

• Komaki, K., and Ishikawa, H. (1999) Intracellular bacterial symbionts of aphids possess many genomic copies per bacterium. *J. Mol. Evol.* **48** : 717-722.

• Kwon, O. Y., Ogino, K., Ishikawa, H. (1991) The longest 18S ribosomal RNA ever known: nucleotide sequence and presumed secondary structure of the 18S ribosomal RNA of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Eur. J. Biochem.* **202** : 827-833.

• Masui, S., Kuroiwa, H., Sasaki, T., Inui, M., Kuroiwa, T., Ishikawa, H. (2001) Bacteriophage WO and virus-like particles in *Wolbachia*, an endosymbiont of arthropods. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **283** : 1099-1104.

• Nakabachi, A., Shigenobu, S., Sakazume, N., Shiraki, T., Hayashizaki, Y., Carninci, P., Ishikawa, H., Kudo, T., Fukatsu, T. (2005) Transcriptome analysis of the aphid bacteriocyte, the symbiotic host cell that harbors an endocellular mutualistic bacterium, *Buchnera*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102** : 5477-5482.

• Ogino, K., Hirono, Y., Matsumoto, T., and Ishikawa, H. (1993) Juvenile hormone analog, S-31183, causes a high-level induction of presoldier differentiation in the Japanese damp-wood termite. *Zool. Sci.* **10** : 361-366.

• Sasaki, T., and Ishikawa, H. (1993) Nitrogen recycling in the endosymbiotic system of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Zool. Sci.* **10** : 787-791.

• Shigenobu, S., Watanabe, H., Hattori, M., Sakaki, Y., and Ishikawa, H. (2000) Genome sequence of the endocellular bacterial symbiont of aphids *Buchnera* sp. *APS. Nature* **407** : 81-86.

• van den Heuvel, J. F. J. M., Verbeek, M., and Vanderwilk, F. (1994) Endosymbiotic bacteria associated with circulative transmission of potato leafroll virus by *Myzus persicae*. *J. Gen. Virol.* **75** : 2559-2565.

• Wilkinson, T. L., and Ishikawa, H. (2001) On the functional significance of symbiotic microorganisms in the Homoptera: a comparative study of *Acyrtosiphon pisum* and *Nilaparvata lugens*. *Physiol. Entomol.* **26** : 86-93.

5th International Symbiosis Society Congress (Vienna, Austria) “Insect symbioses : a celebration of the accomplishment of Hajime Ishikawa” 石川統先生追悼シンポジウム報告記

産業技術総合研究所 生物機能工学研究部門 古賀 隆一

去る2006年8月4日から10日までウィーン大学で開催された5th International Symbiosis Society Congress (5th ISS Congress)に参加するために、同僚の土田努さんとウィーン空港に降り立った。小雨降るウィーンは肌寒くも、どこか落ち着く町であった。

このISS Congressは3年に1度開催される国際会議であり、主に細胞内や消化管共生などコンパクトなスケールにおける生

物間相互作用について、珍妙な現象の記載にはじまり、分子から進化までの幅広い視点から解析した研究の発表がある。その研究対象と内容の多様さが、そのまま生物多様性を象徴しているかのような学会である。

学会が開催されたウィーン大学のBio-centre Althanstrasseは、精密かつ多彩な装飾が施され見るものを圧倒するゴシック様式建築の立ち並ぶ市中央部からは、少し離れたところに位置する近代的な建物

で、中央を縦走る吹き抜けの長い廊下には、生物の標本や、研究機材の歴史と実物や、解剖学的なスケッチなどが、自然史博物館かと見紛うばかりの規模で展示されていた。この廊下の両翼に口頭発表の会場となる2つの大きな教室が位置しており、その一室で石川統先生追悼シンポジウム

“Insect symbioses : a celebration of the accomplishment of Hajime Ishikawa”が、会期5日目の午後一番目のプログラムとして開催された。

石川先生のご逝去は国際的にも大きな反響があり、関係学会をはじめ各方面か



図1 ISS Symbiosis International No.11の表紙を飾る故石川統先生の肖像。石川先生追悼シンポジウムが急遽追加されたというアナウンスがみえる。

ら弔意が寄せられたとうかがっている。2006年1月に発行されたISSのニュースレター“ISS Symbiosis International No. 11”は表紙を石川先生の肖像が飾り、冒頭にその早すぎる死への追悼文が掲載され、急速石川先生追悼のシンポジウムが追加されたとのアナウンスがある(図1)。先生の直弟子である深津武馬さんからの追悼シンポジウムの提案に、ISS ChairmanのProf. Douglas Zookが直ちに賛意を表し、本シンポジウムが実現する運びになったという。シンポジウムはまず深津武馬さんによる石川先生の略歴と業績の紹介で始まった。先生が優れた業績を残されただけでなく、いかに学生を思い、ともに楽しみながら研究をされてこられたかがひしひしと伝わってくる内容であった。

次いで佐々木哲彦さんがアブラムシの窒素代謝における必須共生細菌*Buchnera*の役割を、人工飼料飼育系や細胞分画および生化学的手法を巧みに組み合わせて解明した研究について講演した。佐々木さんは、物質を取り込む能力が異なる宿主と共生体の細胞が、うまく協調しながら生存に必須なアミノ酸などの栄養分を生産し、獲得するという非常に巧妙な仕組みを明らかにされた。この研究成果はすでに広く知られているものであるが、今日性をいまだに失わない内容で、あらためて生理レベルで生命現象を抑える価値の不変性を感じた。余談であるが、佐々木さんとは同じ宿に泊まっており、喫茶室でほぼ毎晩酒を酌み交わした際に、昔の石川研の雰囲気や、今回の発表では表に出なかった部分、現在関わっているミツバチの脳に関する研究など、様々なお話をうかがって非常に楽しい時を過ごさせていただいた。

次の演者である重信秀治さんは、アブラムシと*Buchnera*の共生関係を語る上で佐々木さんの仕事と両輪をなす、ゲノムレベルでの解析の話がされた。彼による*Buchnera*のゲノムシーケンスは、世界で初めて細胞内共生細菌の全ゲノムを明らかにした研究であり、幅広い分野から強いインパクトを持って迎えられたため、ご存知の方も多いかもしい。今回はこの話に加えて、鞭毛基部遺伝子に関する最近の仕事についても発表した。特殊な方法で可視化した鞭毛基部構造が、*Buchnera*の表面に数百も配列して存在する映像は衝撃的であった。鞭毛関連遺伝子群が細胞内寄生菌の宿主細胞への侵入や相互作用に関与していることが近年明らかにされつつあるが、同様の遺伝子を必須細胞内共生細菌である*Buchnera*が、それも通常では考えられないほど多量に発現しているという事実は、細胞内共生の分子メカニズムさらには進化を考える上で非常に示唆に富むものであった。

アブラムシは雌性単為発生で爆発的に増殖するが、次いでThomas Wilkinsonさんが、この単為発生胚の成長において必須共生細菌*Buchnera*がいかに関わっているかを解析した研究について講演した。彼は摘出胚の*in vitro*培養系を用いて、母親からの栄養供給に加えて胚内部の*Buchnera*が合成するアミノ酸もその成長に重要な役割を果たしていることを明らかにした。今後*Buchnera*のマイクロアレイを用いた解析も計画しており、その発展が非常に興味深い。

次に*Buchnera*および二次共生細菌の垂直感染のメカニズムおよび宿主胚発生中の時空間感染動態について、私が講演をお

こなった。細胞内寄生菌が細胞内へ侵入するときと同様に、これらの共生細菌もエクソ・エンドサイトーシスを経て宿主の世代を経て垂直伝達され、この過程には鞭毛基部類似の分子構造体である型分泌機構が関与するという仮説を提示するつもりでいたため、重信さんの鞭毛基部の話の後で非常に心強かったことを覚えている。

内部共生とは、宿主が共生体を取りこむことで、その高度な生物機能を獲得する過程であると捉えることができる。まさにこのような現象を発見したのが最後の演者である土田努さんである。彼は日本全国を行脚して徹底的な生態学的調査をおこない、*Regiella insecticola*と後日名付けられた二次共生細菌がシロツメクサの上に生息するアブラムシから多く検出されることに気がついた。そこで彼は、この共生細菌が宿主昆虫の植物適応という重要な生態学的特性を司っているのではないかという仮説を立て、一連の巧妙な共生体操作実験によって見事にこのことを証明したのである。現在彼はこの仕事をさらに進めて、共生細菌依存的な植物適応メカニズムの栄養生理学的解析を精力的におこなっている。

このように今回のシンポジウムにおいては、アブラムシ細胞内共生系について分子から生理さらには生態にいたるさまざまな側面を多角的に解析した最新の研究成果がまとめて提示されたが、このほかにも石川先生の直弟子と、その影響を強く受けた方々が非常に多彩な視点から昆虫内部共生というひとつの課題を追求し、多数結実させてきたという状況が概観できるシンポジウムでもあった。このような広がり、内部共生研究のバイオニアとしての業績のみでなく、後継にその面白さを



図2 ISS Symbiosis International No.13に掲載された、石川統先生追悼シンポジウムで基調講演中の深津武馬さん。

伝えまた大きく発展させた、石川先生の教育者としての偉大さを物語っているように思えたものである。

最後に、深津さんよりマルカメムシのカプセル伝達される新規な腸内共生細菌について、石川先生にちなんで“*Candidatus Ishikawaella capsulata*”として記載されるという報告があった。このような命名は、先達の業績に対する賛辞のみならず、亡き同僚や伴侶への縁者の敬愛や愛情と言った純粋な思いを表現するためにも行われる。しかし言うまでもなく、直接的か間接的かは問わず、名の由来となる人と名付ける人たちとの間に強い繋がりがあってこそ実現するものである。その意味で、カメムシ腸内の肉眼では見えない、この小さな生き物に与えられた名前は、東京の片隅で、ビールとタバコそして学生をこよなく愛した教官と、その薫陶を受け、そしてその翼下から旅立っていった学生たちとの間で美しくも偉大な師弟関係、相利共生が培われた証として記憶されるべきものかもしれない。

本シンポジウムについては2006年10月発行の“ISS Symbiosis International No. 13”に写真入りで報告があった(図2)。ISS Congressについては、以下で詳細を知ることができる(<http://people.bu.edu/iss/>)。

日本進化学会 2006 年大会シンポジウム報告： 昆虫・微生物間共生の進化 — 故石川先生の業績を偲んで

基礎生物学研究所 岡崎統合バイオサイエンスセンター 重信 秀治

アブラムシ(アリマキ)はバクテリオサイトと呼ばれる特殊に分化した細胞に細胞内共生細菌**プフネラ**を保有している。プフネラは約2億年にわたって垂直感染によって受け継がれ、その結果アブラムシとプフネラは、お互い相手なしでは増殖不可能なまでに相互に依存している。アブラムシとプフネラの緊密な相互作用は細胞内共生のモデル系として研究されており、そのメカニズムと進化の過程を明らかにすることは進化学においても重要な研究課題と見なされてきた。この研究分野でバイオニアの役割を果たされたのが、日本進化学会会長も務められた故石川統先生である。

2006年8月30日に日本進化学会大会において開催されたシンポジウム「昆虫・微生物間共生の進化」は、石川先生の追悼シンポジウムの意味合いもあり、先生が切り拓いた研究分野「昆虫・微生物間共生の進化」の中でもアブラムシ内部共生系にテーマを限定したユニークな企画であった。私も先生の薫陶を受けた弟子の一人として発表の機会を頂いたが、5人の演者の発表と総合討論から浮かび上がってきたのは、先生の業績のメモワール(回顧)というよりはむしろ、それを基礎とした共生研究の様々な方向への展開であった。その意味で、本シンポジウムは、単なるメモリアルシンポジウムの枠を超

えた意義あるものであったと感じている。

企画者の深津武馬氏による石川先生の略歴と業績の紹介に続き、佐々木哲彦氏がアブラムシ＝プフネラ共生系における協調的な窒素代謝について発表を行った。グルタミンはアブラムシにとってはいわば尿に相当する老廃物であるが、これがグルタミン酸に変換された後プフネラに取り込まれ、細菌内で必須アミノ酸が合成される。このような共生系における効率的な窒素代謝を、佐々木氏は栄養生理学的および生化学的手法によってはっきりと示した。これは10年以上昔の研究成果であるが、近年のゲノムサイエンスは見事なまでに彼の実験結果を裏付けていることも付け加えておきたい。

私はプフネラのゲノム解析結果をレビューした。特に、共生関係を如実に反映した特徴的な遺伝子レパートリーである点を強調した。古賀隆一氏はプフネラおよび二次共生細菌の垂直感染のメカニズムについて研究している。古賀氏の発表の中で私にとって最も印象的だったのは、母親の胎内で発生しているアブラムシ初期胚の近傍に存在するプフネラの電子顕微鏡写真である。つまり、彼はプフネラが次世代に垂直感染をしようとしている「現場」を捉えることに成功したのである。詳細は割愛するが、彼は、その観察結果(特に膜構造の変化)をもとに垂直

感染のメカニズムについて説得力のある仮説を提示していた。今後の展開が楽しみである。

最後の演者の土田努氏はある種の二次共生細菌がアブラムシの餌植物への適応を規定することを明らかにした。昆虫はプフネラのような絶対的な共生菌に加えて二次共生細菌をしばしば保有している。それらは宿主に対して「プラス1」の機能を付与し適応度を上げている例が多く報告されてきているが、土田氏の発見はその先鞭をつけた重要なものである。

折しも、今夏アブラムシのゲノムシーケンズが米国で開始された。2006年末にはショットガンシーケンズが終了し、2007年にはアブラムシゲノムの全貌が明らかになるはずである。これによってア

ブラムシ細胞内共生系は、宿主と共生者両方のゲノム情報が明らかになる世界で初めての例となり、アブラムシの内部共生系研究は次のステージに移行することは間違いない。ところで、8年ほど前、プフネラのゲノム解析を開始することが決まったころ、石川先生はその中心的な仕事を任じた私に次のように話された。「俺はシーケンズの仕事は嫌いだがこれは別だ。絶対面白い。しかしシーケンズだけで何かを分かった気になってはいけない。それは、私への教育的メッセージのようでもあり、また、先生の独り言のようでもあった。今、蓄積されつつあるアブラムシのゲノム情報を前にして、私は、同じ言葉を先生がどこかで囁やかれているのを感じている。

石川統先生と進化教育

放送大学 教養学部・自然の理解専攻 松本 忠夫

私は1981年に東京大学教養学部へ赴任しましたが、そのとき石川先生は助教授でした。以来、たいへん親しくしていただき、石川統先生が理学部に教授で移られた以降も、ずっと親交はつづき、通算24年間近くなり、そして、2005年4月からは放送大学で、再びご一緒できました。しかし、7か月すぎた11月22日に亡くなられてしまい、せっかくこれから共に生涯教育の場で頑張りたいと思っていましたので、悲嘆の涙にくれました。早いもので亡くなられて1年以上たち、改めて先生の偉大さを楽しみ感じている今日このごろです。

石川先生の素晴らしさは、研究面もさ

ることながら、著作面においても大きく発揮されました。数々の生物科学に関する専門書と大学教科書、そして啓蒙書や訳本を出されました。おそらく、これだけの質と数の著書を出される生物研究者は当分出ないことでしょう。単独執筆された著書だけで15冊もありますが、進化学がらみでは、「共生と進化：生態学的進化論」(1988、培風館)と「進化の風景：魅せる研究と生物たち」(1997、裳華房)の2冊は多くの読者を魅了しました。

私が先生とつき合わせていただいた始めのころは、ご専門は生化学そして分子生物学の分野でありましたが、進化学そして生態学に強い関心をもたれ、お酒の

席などでもそれらが多くの話題でした。先生は、「実は高校生のころ、将来は生態学や進化の研究をやりたいと思っていたが、東大の本郷ではそれがかなわなかったのだよ」そして「生態学者との話は面白いよ」と言って下さいました。先の2冊は、その若きころの思いが、著作に復活されたものと思います。

石川先生は、「共生と進化」を研究していくうえで、アブラムシというたいへん優れた生物を対象にされ、急速に発展していった分子生物学の新たな切り口で勝負され、多くの優れた弟子を育てられ、数々の業績を残されたのでした。

なお、高校生物の教科書を執筆され、指導要領の作成審議会に参加された先生は、進化教育の重要性を考えておられました。そして、生物学では、どの現象を見るにあたって、常に進化のことを念頭においておく必要があることを強調しておられました。現行の文部科学省の指導要領そして教科書検定では、進化はある一部分に、しかも古めかしい形で閉じ込められてしまっています。先生はそのような情けない状況に憤慨され、先生が委員長だったときの指導要領の改訂作業にあたっては、どの章でも進化にふれることができるようにもっていかうとされたのに、それがいつの間にかつがえなくて、旧態然となってしまうことに慨嘆されていました。

石川先生から、折にふれ（多くが飲み屋でのことでしたが）、さまざまのお話を伺うことができました。以下、懐かしい先生の語録を思い出してみよう。ヘビースモーカーでビールのお好きであられた先生は、健康診断がお嫌いでした。私も

それにならってあまり診断を受けませんでしたが、時々先生に勤めるといつも「人は全て死す、心配するな」とかわされました。しかし、ご病気が分かった後は、タバコの煙がたいへん疎ましくなれ、「まったく健康な者がうらやましいよ。タバコをいい気になって吸ったなんて、つくづく馬鹿なことをしたものだよ」と言ってタバコの害に慨嘆されておられました。

「人は権威や肩書きではない、大事なものは、やってきたことの真の内容だ」この語録は、先生の真骨頂です。本当に先生は決していばることなく、人々の味方になる優しい人で、昨今はびこっている妙な権威主義が大嫌いであられました。

先に述べたように、本の著述への情熱は並々ならぬものであられましたが、「文章に繊細な人は、豊かな心の持ち主だ」というお言葉は、国語の乱れている最近の若者に勤めたいと思います。著述を大事にされる先生は、原稿の締め切りに関しても厳しく、共著者で期日を守れなかった人を罵倒することがままありました。「約束を守れない人間はまったく駄目だ」と、先週まであれほどほめていた人を、今週は散々にコケにされていました。これは研究面のことでも似たようであられました。門下生の中で安請け合いで研究上の約束をした人が、それを達成できなかったときには、手痛いおしかりに合っていました。

石川先生の思い出はまだまだつきません。今後、私は先生のご遺志を守り、学生の平均年齢が40歳代（18歳から80歳代までの）の放送大学という生涯教育の場で、進化学の重要性を少しでも伝えていきたいものだと思っています。

石川 統 先生にささげる詩

国立遺伝学研究所 斎藤 成也

以下の文章は、2005年11月29日に、私のホームページ(sayer.lab.nig.ac.jp/~saitou/)の“Sayer Says”というページに掲載したものを少し手直しして、先日発行された「私たちの懐かしい石川先生の思い出」(松本忠夫・藤原晴彦編)に掲載していただいたものである。松本先生がなんらかの方法でこの文章を発見されたい。今回、進化学会ニュースの「石川先生追悼号」への寄稿を頼まれた時、この文章を全面的に書き直そうと思ったのだが、会員の大多数が知らない文章だろうから、再掲していただいてもいいかなと思った。中原中也の詩集をめくって、たまたま石川先生を追悼するのにふさわしそうな作品を見つけたので、そのままコピーした当時のことを思い出す。

なお、2007年初頭に『ゲノム進化を考える 系統樹の数理から脳神経系の進化まで』という単行本をサイエンス社から出すが、本書を故石川統先生に捧げた。

先週、石川統先生が逝去された。64歳の若さだった。今年の8月ごろに、メールのやりとりをしたことがあったのが、石川先生とのやりとりの最後だった。翻訳された「進化」(岩波書店)の書評を科学から頼まれていて、まだ書き上げていなかったのが悔やまれる。この本の末尾には、翻訳者の追記があり、日本語の参考書として、私が昨年出版した「ゲノムと進化」をあげてくださっていた。この本を出したあと、石川先生からは一番長

い手書きのコメントをいただいた。ありがたく思っている。

それよりもなによりも、2年ほど前に岩波書店からシリーズ進化学を出版することになり、その編集委員の中心が石川先生だったが、私も4名の編集委員のひとりに加えていただいていた。ただ、私の担当している二つの巻の編集が遅れており、まだ出版にこぎつけていないのが、石川先生にとっても申し訳ないと思っている。(追記:「シリーズ進化学」全7巻は、2006年8月ようやく完結した)

1989年に植田信太郎さんと一緒に進化学研究会を立ち上げた際、若手研究者にむけての案内を都内の大学にいろいろ配った。おかげで、最初の会の日は東大の山上会館の部屋がほぼ満員になったが、そのときにあらわれたのが、石川先生だった。年寄りだめなのかい、と、ちょっとはにかんだ表情を今でもよく覚えている。

その後日本進化学会が設立され、石川先生は学会長や大会実行委員長を歴任された。2002年夏に東京の中央大学で開催された大会では、石川実行委員長のもとで、私は庶務係を担当し、ポスターなどを作製した。

いろいろなことを思い出していたら、さびしくなってしまう、告別式に出る前の晩、眠れなくて深夜に起き、酒を少し飲んだ。食卓の上にあった、家人が読みかけているのだろう、中原中也の詩集をみつけて、ばらばらと読んだ。そのなかのひとつを、故石川統先生にささげる。

天井に 朱きいろいで
戸の隙を 漏れ入る光、
鄙びたる 軍樂の憶ひ
手にてなす なにごともなし。

小鳥らの うたはきこえず
空は今日 はなだ色らし、
倦んじてし 人のこころを
諫めする なにもものなし。

樹脂の香に 朝は悩まし
うしなひし さまざまのゆめ、
森並は 風に鳴るかな。

ひろごりて たひらかの空、
土手づたひ きえてゆくかな
うつくしき さまざまの夢。

(朝の歌；中原中也詩集 山羊の歌所収)

人生いたる処青山有り

東京工業大学 生命理工学研究科 岡田 典弘

昨年11月25日、遺伝研で開催された研究会に出席した折りに旧知の研究者仲間から石川統先生がその3日前に64歳の若さで逝去されたことを知らされた。2年以上前から闘病生活をされていたそうで、原発は胃がんである。石川先生に最後にお会いしたのは、今から5年前のことで、そのころはまだ助教授であった藤原晴彦さんにセミナーに呼ばれて本郷で講義をした後、学士会館の庭で学生たちとビールを飲んでいたら、石川先生もふらっと立ち寄って頂いたのである。ちょうど石川先生の定年の前年で、先生は放送大学に行くのだという話をされ、私は鯨の進化を放送大学で取り上げませんかなどととりとめのない話をしたのであった。私は先生のキャラクターが好きであった。自由人で、囚われるところのない立場からの物言いは、私を喜ばせたとし、頼りになる兄貴分という風に私の方では感じていた。ただ、石川先生は動物学出身であるが、私は分子生物学であるということで、実はそれほど多くの研究上の接点があった

わけではなく、研究会、学位審査、セミナー等(カラオケを含む)で都合6~7回お会いして話をさせていただいた程度なのである。

石川先生が亡くなられたということを知ってから、考え込んでしまった。先生は私のことをどのように観ていて下さっていたのであろうか？という問いが私の頭から離れない。この「広報誌」(SENRI NEWS)のRelay Talk欄に文章を書いてほしいと、事務局の方から電話があったのは、先生が亡くなる1カ月半くらい前のことである。Relay Talkはその名の通り、タモリの「友達の友達は友達だ」よろしく、研究者仲間の紹介で毎回執筆者の替わるユニークな試みである。石川先生は亡くなられる直前に、このRelay Talkの次の執筆者に私を指名していたのであった。

私は青春のある時期に「死」に関する本を読みあさったことがある。青春特有の喪失感に打ちのめされ、そこから這い上がろうと必死であったのかもしれない。米国で死にゆく人の心理の研究に関する

いくつかの著書が出版されている(例えば、キューブラー・ロス著「死ぬ瞬間」読売新聞社刊)。それによれば、例えばがんの宣告を受けると、最初人には病気をあえて否定しようとする「否認」の時期が現れる。その後、なぜ自分がという「怒りや抑うつ」に囚われ、やがてその感情は、最後にそれを受け入れる「諦念と受容」と取って代わられるという。石川先生が私を次の執筆者に指名したのは彼の死の2~3カ月前で、既に「否認」の時期は過ぎていたに違いない。今年の1月にRelay Talkとして出版された『ブレイクスルー』は多分石川先生のほとんど最後の文章であるが、この研究者にidentityを与えることになった実験の記述から「怒りや抑うつ」「諦念と受容」を読み取ることはできない。しかし「研究テーマと抱負」というところに、「RNAサイレンシングの研究にも一石を投

じたいが、残念ながらかなわぬ夢に終わりそうである」という記述が見える。

私は石川先生が末期の眼に私のことを思い浮かべたその「メッセージ」を理解したいと切に望んでいる。あるいはそれはそんなに大げさなことではなく、単なる知人の一人を挙げた、ということに過ぎないのかもしれない。しかし、本当にそうだろうか？ 私には人が死に往く直前にそのような安易な選択をするものとは思えないのである。厚かましいのは承知の上で言うのだが、私には私が常々座右の銘としている「人生いたる処青山有り」という密かな覚悟が、死の直前の彼の心と共鳴したのだ、という手前勝手な思いを否定することが出来ないものである。

(SENRI LF NEWS, No.48, Relay Talk 2006年5月号より改変のうえ転載)

石川さんを偲んで

(独)農業生物資源研究所 理事 名取 俊二

石川さんと私は、1959年に東大教養学部へ入学した同期の桜であるが、私が石川さんと研究の上で接点を持つようになったのは、それから10年以上たった1970年代中ごろからだったと思う。私は薬学部に進学し、大学院修了後Yale大学の微生物分子遺伝学の研究室に留学した。当時、この研究室では研究対象を大腸菌からショウジョウバエにシフトさせつつあり、研究室の中には微生物の研究者とショウジョウバエの研究者が同居していた。その中の一人に、スイスから来たポストクのW. G. Gehringがおり、ショウジョウ

バエの成虫原基のtransdeterminationに関する研究をやっていた。私はGehringと同じ実験室で机を並べることになり、彼を通して昆虫研究の面白さを学んだ。1971年に東大薬学部の助手に採用されて帰国し、センチクバエの幼虫を使ってエクダイソンの作用機構の研究を開始した。

そのころ、大西英爾さんや茅野春雄さんが中心になって科研費の特定研究班がつくれ、昆虫生理、生化学の研究に大きく貢献したが、石川さんも私もその研究班のメンバーであった。そして私たちは、この研究班の活動を通して親交を深めた。

その後、石川さんが駒場から本郷へ移ってからは、研究室も近くなったのでよく石川さんを訪ねた。文献などを読んでいて、technical term で分からないものがあると、辞書を引く代わりにすぐ石川さんに電話した。彼は大変博識で、いつも懇切丁寧に説明してくれた。

私は、1999年に東大を定年退職後、理化学研究所の中に特別研究室をつくって、大学でやっていた「昆虫の生体防御機構に関する研究」をしばらくの間継続したが、このときひょんなことがきっかけで、昆虫の共生菌が産生する物質に興味を持つようになった。昆虫の共生菌はまさに石川さんの専門である。彼が、世界に先駆けてアブラムシの共生菌、*Buchnera* の遺伝子構造をNature に発表したのもこのころだったと記憶している。

私は石川さんに電話して、私が構想している昆虫の共生菌の研究計画についていろいろと相談した。石川さんはこの計画に賛成して、全面的な協力を約束してくれたが、私は共生菌がつくる物質の生理活性に興味があり、石川さんはもっと本質的な、共生の生物学の理解を目指し

ていた。そういう意味では、この計画に託す私と石川さんの夢は若干異なっていたように思う。

この間に石川さんも東大を定年退職して放送大学へ移った。そして昨年の4月からは世田谷学習センターの方を担当していたが、夏ごろだったかいくら電話しても不在で連絡がとれなくなった。そして間もなく、石川さんが入院されていることを知った。彼の病気については以前から聞いていたので、何か不吉な予感がしたが、11月末に忽然として旅立ってしまった。

私たちが夢を紡いだ昆虫共生菌の研究計画はその後「昆虫共生菌ゲノムプロジェクト」という形でまとめ、今年の6月、このプロジェクトを担当する民間支援の特別研究室が(独)農業生物資源研究所の中に設置された。そして、日大薬学部との共同研究がスタートした。このプロジェクトの立ち上げを石川さんと共に喜べなかったのは残念だが、参加する研究者が何とか良い成果を出して、このプロジェクトに寄せられた石川さんの好意に報いてくれればと考えている。

石川先生とRNA研究

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 藤原 晴彦

私が大学院生として駒場の石川研の門を叩いたのは25年ほど前になるが、当時は石川先生のライフワークである細胞内共生の研究はスタートしたばかりで、大学院生は主にRNAの研究を行っていた。40歳前の血気盛んな石川先生が、一人でアブラムシ(アリマキ)の細胞内共生の突

験を黙々と行う傍らで、大学院生は全く違うテーマの研究を行い、発表する学会も別、という少し奇妙な研究室だった。といっても、大学院生の仕事の大半は石川先生が種を撒いたものであり、当時の石川先生はrRNA研究でむしろ名を馳せていた。真核細胞の28SrRNAは脊椎動物な

どの後口動物では例外なく1本のRNAであるが、昆虫などの前口動物のほとんどではプロセシング(そのプロセシングサイトをhidden breakと呼ぶ)がおり2本のRNAとなる。この発見は、10年近くに及ぶ膨大なデータから石川先生が導き出した結論で、5SrRNA配列による分子系統解析が本格化する前に、核酸の構造から動物の系統関係を推測するというような仕事はほかにはあまりなく、先駆的できわめてユニークな研究だった。

私は、石川先生の「仮に一匹狼であっても、人とは違った研究・切り口に徹する」という姿勢に惹かれて石川研の門下生の一人となった。Hidden breakの入るメカニズムやその生理的意義は残念ながらいまだに明らかになっていない。しかし、hidden breakが石川先生のその後の研究には大きな影響を与えたことは間違いない。さまざまな昆虫の28SrRNAを分析

する過程で、アブラムシには例外的にhidden breakがないことを見つけたのである。おそらく、この例外的事実が石川先生をアブラムシの研究に導き、その後の石川先生をアブラムシに没頭させることになった。細胞内共生の研究に没頭する一方で、「RNA」は石川先生の頭の片隅に何かしら引っかかっていたのかもしれない。東大から放送大に移られてから、RNAiの現象の面白さをひきあいに出しながら、RNAの研究をまた始めたいと何度かお聞きした記憶がある。残念ながら具体的な研究のアイデアなどを聞く前にこの世を旅立たれてしまった。

ビールとアメリカでの自動車の運転をこよなく愛し、門下生だけでなく多くの人に研究の楽しみ方を伝え続けた、根っからの自由人、石川先生のご冥福を心より祈りたい。

石川さんはいつまでも心の中に

立教大学 極限生命情報研究センター 黒岩 常祥

石川先生とのお別れはあまりにも突然で、今になっても納得がいかず、時々研究室の前のドアのところ立っているような気がする。1989年東大の動物学教室に昆虫と細菌の共生の研究をされている石川先生が来られると知った時、こうした基礎的な研究をされている先生が来られることは研究の面はもちろん、教育的観点からも素晴らしいことだと思った。友人となるには、それほど時間を必要としなかった。研究室が同じ東大理二号館の地下にあったこと、駒場教

養部で、私の大学時代からの親しい友人、家族性昆虫の生態学者の松本忠夫氏と研究分野も近く、何よりも飲み(?)友達であったこと、石川さんのお父様の趣味が小生と同じ鮎の友釣りであったこと、小生が共生によって誕生したとされるミトコンドリアと葉緑体の研究をしていたことなど、話題に事欠かなかったからである。しかし最も大きな理由は、一歳上の石川先生の包容力と寛容さにあったのではないだろうか。

彼は私に対して常に兄貴のように振舞

っていた。彼の研究室の金曜日は必ず飲み会があったが、そのほかに教養や他大学の友達が訪ねてくると必ず電話を掛けてくる。私の到着が少し遅くなると部屋まで迎えに来て常時半開きのドアの外で待っていてくれる。暗い地下の廊下を二人で歩くうちに誰が来たか説明し、嶋さんの研究室の前を通過し、廊下を曲がり石川研究室のほぼ中央にある教授室に着くころには様子が分かる。“客人”を中心に院生や学部生が集まり、話題、宴（議論）がかなり盛り上がっている時もある。これからという時もある。簡単なつまみと大きな缶ビールが主流であった。缶である大きな理由は、学生が簡単に補給のビールを買いに行けるとの理由だ。駆けつけ酒杯を飲み落ち着くと、一番奥に陣取った石川さんは、時々書きかけの原稿に向かい、タバコをふかしながら文章を数行書く、再びこちらを向いて仲間にはいる。これを繰り返す。兎に角、その状況を楽しみ(見)ながら、原稿書きをも楽しんでいるように思えた。この時の様子は不思議と鮮明に覚えている。

1990年代、大学や専攻は大きな変換期で、大学院重点化、生物科学専攻の立ち上げ、生物科学専攻の柏全面移転問題、生物学科のコース再編などがあった。その中でも私たち植物科学専攻と人類学専攻は、嶋さんや石川さんをはじめとする動物科学専攻の先生方が主張する柏への全面移転には多くの理由で賛成できず、議論は伯仲した。会議での対立はいくつかあったが、そんな時でも飲み会では昼の話題は出なかった。そして専攻の中で対立している時でも、外部（他学部や大学の執行部）に対しての団結は固かった。

ある時、生物科学専攻の柏移転問題で、私と石川さんが呼ばれて学部上層部へ説明に行った際、先方があまりにも専攻の意見を無視した強引なことを言うのでついかつとなり、すくと立ち上がり「ナニ・・・」と激しく詰め寄った際、石川さんが私の手と肩を持って「黒岩さんやめなさい」と言ってグーと引っ張り、止められた。その時の感触が今も残る。

その後生物科学専攻立ち上げに際して文部省の回答は純増2名と厳しいものであったので、再度学部、大学執行部、本部事務官、そして文部省との粘り強い交渉を繰り返した。その結果7名に増えた。この純増分を基盤に柏に出すことで執行部に協力し、本体はそのまま二号館にとどまることができた。その結果6専攻（動物、植物、人類、地質、鉱物、地理）が入っていた二号館は生物科学専攻一つのものになり、さらに理学部本部前に図書倉庫を得た。このような激しい変遷の時も石川さんや彼の研究室の学生たちと過ごす会は続き、本当にゆったりとした、心身ともに休まる時間であった。

休まる時間といえば、あるとき石川研、守研、黒岩研の3研究室対抗の釣り大会を横須賀先の馬堀海岸の潮波堤で行った。駅から釣り場へ行くバスを待っている時、石川さんが暑いと言って紺の野球帽を取り出した。その時見えたポストンバックの中には驚くほど丁寧にキチンとたたまれた着替えのシャツなどが入っていたので、思わず「へ・・・」と言うと、石川さんは、奥さんとの馴れ初めから今日までを嬉しそうに遠く話してくれた。海岸に着くと沖合200mのところにある潮波堤に向けてボートを漕ぎ、渡る。とんで

もない方向に漕いで行く学生もいたが、無事34名全員が長く細い潮波堤に上がると壮観であった。皆おもしろおもしろに竿を出し釣り合戦が始まった。終了間際の午後4時直前に石川さんが大きなカレイを釣り、総得点で石川研(動物連合)が勝った。大物賞は石川さんで、表彰式は海近くの行きつけの和食ホテル「東京湾」、賞状をもらう石川さんの笑顔は最高だった。海を見ながらのこの飲み会は大いに盛り上がった。

研究面では、石川さんの研究戦略は分子・生化学が中心であった。このため形態・構造観察の面で、われわれの研究室が協力をした。一方、われわれはタンパク質の解析に必要な大型機器がなかったので、分画した葉緑体分裂装置のタンパク質のアミノ酸配列を決定していただいたこともあった。お互いが遠慮なく研究について議論し、博士論文の審査員としても協力し、共著論文も発表した。大学で定年の延長制度が決まったが、石川さんの次の年から施行されることになった。退官にあたり大きな講演会やパーティーはされなかったが、学生会館分館でのパーティーは石川さんも楽しそうだったし、松本氏の活躍も凄まじかった。思い出に残るパーティーである。放送大学へ移られる直前に、これまで使っていたアリマキの共生細菌プフネラの全塩基配列641 kbを決定してNature誌に発表され、世界的な注目を集めた。論文の評価は高い。石川さんが放送大学に移られてから私も講師として引っ張り出されたが、講演・講義が苦手なうえ、準備不足の小生の出来は良くなかった。その時石川さんは研究室実験室を案内して下さり、既に多くの

学生を抱えていること、自分でも生化学的実験をしていると言ってピペットマンを握って見せた。が、間もなく病気になる。

松本氏からすっかり回復されたという話が入ってきた時、東レの講演会を頼まれていた。石川さんに連絡したところ、ヨーロッパに旅行する予定だが少し早めに帰ってくるので、2人で真核生物の起源に関する課題で行おうということになった。題名を「細胞誕生にしましょうか」と聞くと、細胞だけだと原核生物も入るから、「私たちの細胞はどのようにして生まれたか」と、大変に分かり易い題を考えてくれた。また良いポスターも出来上がった。おかげで2004年9月17日の有楽町朝日ホールでの講演会は会場がいっぱいになるほどの盛況だった。1996年の東大の生物科学専攻の設立記念講演会では、私が先に喋り、次は石川さんだったが、東レの講演会では逆だった。病後初めてお会いした石川さんは少し痩せられたようにお見受けした。講演は、真核生物の誕生に関わる、最新の成果を入れた分かり易い話であり、私が次に喋ることを大変に気付かせてくれた内容だった。数ヶ月して、講演を冊子にしたいとの東レ側の願いを入れて講演を文章化することになった。喋り言葉を文章化することはなかなか大変なことで苦労するが、文章の達人の石川さんには、そのような苦労がないだろうと聞いてみた。意外にも大変だという。この東レの講演会の記録を読むと、石川さんのそのときの講演の様子や仕草が伝わってくると同時に、病み上がりの石川さんを心配そうに見つめておられた奥様とお嫁さんの様子が目に浮かぶ。

石川さんが定年になることもあり石川

研究室の最後の卒研生である松崎素道君が小生の研究室に入ってきた。修士課程ではマラリア原虫が持つ色素体の増殖に関わる研究をしていたのだが、徐々にゲノム科学に目覚め、大型コンピュータを駆使し、単細胞紅藻シソンのゲノム16.5 Mbp 解読の中心的な役割を果たしてくれた。

東レの講演会后しばらくぶりに、偶然某ヒヤリング会場でお会いしたのが最後だった。それから数ヶ月後、松本氏から石川さんの訃報を聞いた時には寂寥感が全身を襲った。石川さんの棺と分かれる最後の最後に、奥様が石川さんに「メールを下さいね」とおっしゃったのが、聞こえてしまった。後日、理研の石川さんの弟子という中鉢淳氏が小生の研究室を訪

ねて来られた。プフネラより小さな共生細菌カルソネラの全塩基配列を決めたが、細胞内でどのようにしているかを見たいという。DAPIで染めたところ小さな共生細菌の沢山の核が見えてきた。彼は感動した様子で、自分でも染めてみると言って帰った。半年余り過ぎてから、彼がメールをくれて、この共生細菌の論文が Science 誌のプロビアにDAPI像とともに発表されると言う。共著者に石川さんの名を見つけ、石川さんは研究者として永遠に生きていたいと思ひ大変嬉しかった。

兄貴のような石川さんと沢山の得難い交流の機会を持つことが出来たことに、心から感謝するとともに、ご冥福をお祈りしたい。
2006年12月15日

指導教官

北海道大学 大学院地球環境科学研究院 三浦 徹

数年前、僕がまだ東大駒場の松本研にいたころ、まだお元気だった石川先生は、ことある度に駒場の松本先生のもとを訪ね、夜はおきまりの焼き鳥「学園」で飲んでいらした。夕方5時を過ぎると、「今日は石川御大(おんたい)がくるので、これで帰ります」と松本先生。しかし……

午後8時を過ぎるころ、研究室の電話が鳴る。「やっぱりな。またか」と電話に出ると、酔っぱらった松本先生の声。彼らはいい感じで酔っぱらってくると、ほぼ必ず僕を呼び出すのである。仕方なく仕事を片付けて学園に向かうと、いつものようにカウンターの一番奥の席に石川先生と松本先生が……石川先生はいつものように笑顔で迎えてくれる。電話がか

かってくる時は「うざいなあ(笑)」と思いつつも、石川先生に呼んでもらえると少し嬉しい。

僕が初めて石川先生にお会いしたのは理学部生物学科動物学教室の進学ガイダンスの時だ。第一印象は「ダンディな格好いい教授」というイメージ。その後、理学部の生物学科に進学した僕は、石川先生の研究室を卒業研究の場所として迷わず選んだ。昆虫が好きだったということもあるが、石川先生が身にまとうオーラに惹かれたというのも一因である。石川先生の物腰は穏やかであるがそれでいて厳格であり、ドン(首領)という雰囲気を感じていた。

石川先生は僕の最初の指導教官だ。実

際の指導教官であったのは、卒研の間のほんの数カ月であるが、大学院に進学してからも先生の研究室で実験をさせてもらったし、現在も行っている社会性昆虫の研究に、分子生物学的手法を導入するきっかけを与えてくれたのも石川先生だ。学生に対しても厳しいことで有名な石川先生であったが、どういうわけか卒研当時から石川先生には認めてもらっていた気がする。これがなかなかのプレッシャーだった……というわけではないが、石川先生が期待してくれるなら頑張らねば、という気にさせられた。今では、石川先生の作戦だったのかも……とちょっと思ったりもする。

先生が長年やっておられたアブラムシの研究にも現在携わっているが、初めて僕がアブラムシの単為生殖世代の胚発生の仕事をケンブリッジでした時も、石川先生は大変評価してくださり、帰国後にセミナーも企画していただいた。当時そのデータは未発表であったが、「プフネラがアブラムシ胚に感染する過程を絵に描いてもらえないか」と頼まれ、石川先生の著書である「アブラムシの生物学」や英文の総説にも使っていただいた。石川先生に頼まれたのがきっかけで描いたその絵は、自分でもその後活用しており、石川先生の目の付け所の良さに感嘆した。

また、「アブラムシの生物学」で石川先生が、はしがきに書いている言葉は僕にとって重たい。まるで自分に向けられているかのように感じる。

「どうして突然、翅をもつ個体が出現するかといった有翅型発現の分子機構などは格好の研究テーマにみえるのだが、いまだに信頼にたるデータは得られていな

い。～中略～しかし、『アブラムシの生物学』のほんとうのおもしろさの1つは、皮肉にもこのあたりにあるのかもしれない。～中略～この分野が未開拓であることはまことに残念である。内外の後進の研究に今後の期待をつなぐとしよう」

現在、このテーマを学生とともに実際に研究しているが、興味深い反面、非常に難しいテーマでもある。石川先生の期待に応えられるような研究が展開できるよう、精一杯やってみようつもりだ。

実は、僕には石川先生と共著の論文はない。しかし、唯一、英語の教科書の翻訳では、ご一緒させていただいた。当時は慣れない作業で大変であったが、その中でも石川先生は日本語の教科書的文章の書き方などのご指導をしてくださった。僕の石川先生とのつきあいの中では、すぐそばで仕事をする時間はそれほど長くはなかったが、石川先生は最後まで僕の指導教官であった。いや、今でもまだまだ先生の書かれた文章や、かつて頂いた言葉から改めて学ぶことは多い。そして、今では僕も研究室に学生を抱える身分になったが、当時の石川研は懐かしさであるとともに、1つの大きな目標ともなっている。という具合に、これからも石川先生は僕の指導教官なのである。



エンドウヒゲナガアブラムシ

原著論文、英文総説、紀要 等

1. H. Ishikawa (1966) The level of nicotinamide nucleotide coenzymes in relation to diapause and development of the *Bombyx* silkworm eggs. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, IV*, **11**, 97-108.
2. H. Ishikawa (1967) Effect of X-irradiation on nicotinamide adenine dinucleotide levels in rat tissues. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, IV*, **11**, 281-291.
3. H. Ishikawa (1968) Effect of whole-body irradiation on NAD-nucleosidase in rat tissues. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, IV*, **11**, 465-473.
4. H. Ishikawa (1969) Studies on the regulation mechanism of nicotinamide-adenine dinucleotide phosphate synthesis in rat liver. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, IV*, **11**, 589-598.
5. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1969) Changes in nucleic acids during neural development of insect. *Pacific Slope Biochem.*, **69**, 46.
6. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1970) Rapidly-labeled RNA of *Galleria* silkgland. *Pacific Slope Biochem.*, **70**, 59.
7. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1970) Characterization of the RNA synthesized during early metamorphosis in insect nerves. *Federation Proc.*, **29**, 890.
8. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1971) Changes in RNA during metamorphosis of the central nervous tissue of *Galleria*. *J. Insect Physiol.*, **17**, 1113-1124.
9. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1971) A rapidly-labeled RNA species from the silkgland of the wax moth, *Galleria mellonella* (L.). *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **43**, 654-660.
10. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1971) A DNA-like RNA fraction in the posterior silkgland of the wax moth, *Galleria mellonella* (L.). *Biochim. Biophys. Acta*, **232**, 661-670.
11. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1972) Rapidly-labeled RNA species in the central nervous tissue of *Galleria mellonella*. *J. Insect Physiol.*, **18**, 1763-1771.
12. H. Ishikawa & R. W. Newburgh (1972) Studies of the thermal conversion of 28S RNA of *Galleria mellonella* (L.) to an 18S product. *J. Mol. Biol.*, **64**, 135-144.
13. H. Ishikawa (1973) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs. *Comp. Biochem. Physiol.*, **46**, 217-227.
14. H. Ishikawa (1973) Primary and secondary nicks in the ribosomal ribonucleic acid of insects. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **54**, 301-307.
15. H. Ishikawa (1973) A rapidly-labeled RNA from the silkgland of the wax moth, *Galleria mellonella* (L.). *Sci. Pap. Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo*, **23**, 139-142.
16. H. Ishikawa (1975) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs II. Sea-anemones (Coelenterata). *Comp. Biochem. Physiol.*, **50**, 1-4.
17. H. Ishikawa (1975) Polynucleotide fragments from the 28S ribosomal RNA of insects. *Nucleic Acids Res.*, **2**, 87-100.
18. H. Ishikawa (1975) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs III. Sponge (Porifera) and the other species (*Tetrahymena* and *Lachnus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **51**, 81-86.
19. H. Ishikawa (1976) The fragments from the 28S ribosomal RNA of *Galleria mellonella* with unesterified uridine at the 3'-termini. *Biochim. Biophys. Acta*, **425**, 185-195.
20. H. Ishikawa (1976) Arthropod ribosomes: Integrity of ribosomal ribonucleic acids from aphids and water-fleas. *Biochim. Biophys. Acta*, **435**, 258-268.
21. H. Ishikawa (1977) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs IV. Thermal stability and molecular integrity of ribosomal RNAs from several protostomes (rotifers, round-worms, liver-flukes and brine-shrimps). *Comp. Biochem. Physiol.*, **56**, 229-234.
22. H. Ishikawa (1977) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs V. Tentaculata (phoronids, moss-animals and lamp-shells). *Comp. Biochem. Physiol.*, **57**, 9-14.
23. H. Ishikawa (1977) RNA synthesis in aphids, *Lachnus tropicalis*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **78**, 1418-1423.
24. H. Ishikawa (1977) Evolution of ribosomal RNA. *Comp. Biochem. Physiol.*, **58**, 1-7*.
25. H. Ishikawa (1978) Intracellular symbionts as a major source of the ribosomal RNAs in the aphid mycetocytes. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **81**, 993-999.
26. H. Ishikawa (1979) Synthesis and molecular properties of ribosomal RNAs from the chestnut aphid, *Lachnus tropicalis*. *Sci. Pap. Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo*, **29**, 159-176.
27. H. Ishikawa (1979) Re-joining of 18S fragments dissociated from the 28S ribosomal RNA of insects: A structural role of 5.8S RNA. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **90**, 417-424.
28. H. Ishikawa, W. Goncalves Filho, G. A. S. Passos, Jr. & F. L. De Lucca (1981) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs VI. The 28S ribosomal RNA of *Rhodnius prolixus* is heat-dissociable only after its purification. *Comp. Biochem. Physiol.*, **68**, 377-381.
29. Y. Kawata & H. Ishikawa (1982) Nucleotide sequence and thermal property of 5S rRNA from the elder aphid, *Acyrtosiphon magnoliae*. *Nucleic Acids Res.*, **10**, 1833-1840.
30. H. Fujiwara, Y. Kawata & H. Ishikawa (1982) Primary and secondary structure of 5.8S rRNA from the silkgland of *Bombyx mori*. *Nucleic Acids Res.*, **10**, 2415-2418.
31. H. Ishikawa (1982) Isolation of the intracellular symbionts and partial characterizations of their RNA species of the elder aphid, *Acyrtosiphon magnoliae*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **72**, 239-247.
32. H. Fujiwara & H. Ishikawa (1982) Primary and secondary structures of *Tetrahymena* and aphid 5.8S rRNAs: Structural features of 5.8S rRNA which interacts with the 28S rRNA containing the hidden break. *Nucleic Acids Res.*, **10**, 5173-5182.
33. H. Ishikawa (1982) DNA, RNA and protein synthesis in the isolated symbionts from the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Biochem.*, **12**, 605-612.
34. H. Ishikawa (1982) Host-symbiont interactions in the protein aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Biochem.*, **12**, 613-622.
35. H. Ishikawa & M. Matsuka (1983) Hemolymph proteins of the chestnut aphid, *Lachnus tropicalis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **74**, 521-523.
36. H. Ishikawa (1983) Biochemistry of aphid symbionts. In *Endocytobiology II*, eds. H. E. A. Schenk & W. Schwemmler, Walter de Gruyter, Berlin, pp. 759-769.*
37. H. Ishikawa (1984) Control of macromolecule synthesis in the aphid endosymbiont by the host insect. *Comp. Biochem. Physiol.*, **78B**, 51-57.
38. H. Ishikawa (1984) Characterization of the protein species synthesized *in vivo* and *in vitro* by an aphid endosymbiont. *Insect Biochem.*, **14**, 417-425.
39. H. Ishikawa (1984) Age-dependent regulation of protein synthesis in an aphid endosymbiont by the host insect. *Insect Biochem.*, **14**, 427-433.
40. H. Ishikawa (1984) Comparative studies on the thermal stability of animal ribosomal RNAs VII. The coccoid in comparison with the aphid and ladybird. *Comp. Biochem. Physiol.*, **78B**, 701-705.
41. H. Ishikawa (1984) Molecular aspects of intracellular symbiosis in the aphid mycetocyte. *Zool. Sci.*, **1**, 509-522.*
42. H. Ishikawa (1984) Alteration with age of symbiosis of gene expression in aphid endosymbiosis. *BioSystems*, **17**, 127-134.
43. H. Fujiwara, T. Ogura, N. Takada, N. Miyajima, H. Ishikawa & H. Maekawa (1984) Introns and their flanking sequences of *Bombyx mori* rDNA. *Nucleic Acids Res.*, **12**, 6861-6869.
44. H. Ishikawa & M. Yamaji (1985) Symbionin, an aphid endosymbiont-specific protein I. Production of insects deficient in symbiont. *Insect Biochem.*, **15**, 155-163.
45. H. Ishikawa, M. Yamaji & H. Hashimoto (1985) Symbionin, an aphid endosymbiont-specific protein II. Diminution of symbionin during embryonic and post-embryonic development of aposymbiotic insects. *Insect Biochem.*, **15**, 165-174.
46. H. Ishikawa & M. Yamaji (1985) A species-specific protein of an aphid is produced by its endosymbiont. *Zool. Sci.*, **2**, 285-287.
47. H. Ishikawa & M. Yamaji (1985) Protein syn-

- thesis by an endosymbiont in the aphid embryo. *Endocytobiol. Cell Res.* **2**, 119-126.
48. H. Ishikawa & M. Yamaji (1985) Protein synthesis by intracellular symbionts in two closely-interrelated aphid species. *BioSystems*, **17**, 327-335.
49. H. Ishikawa, H. Hashimoto & M. Yamaji (1986) Symbionin, an aphid endosymbiont-specific protein III. Symbionin present in the male, ovipara and fundatrix. *Insect Biochem.*, **16**, 299-306.
50. H. Ishikawa & H. Hashimoto (1986) The molecular biology of symbiotic bacteria of Aphididae. *Microbiol. Sci.*, **3**, 117-120*.
51. H. Fujiwara & H. Ishikawa (1986) Molecular mechanism of introduction of the hidden break into the 28S rRNA of insects: Implication based on structural studies. *Nucleic Acids Res.*, **14**, 6393-6401.
52. H. Fujiwara & H. Ishikawa (1987) Structure of the *Bombyx* rDNA: Initiation site for its transcription. *Nucleic Acids Res.*, **16**, 1245-1258.
53. H. Ishikawa (1987) Nucleotide composition and kinetic complexity of the genomic DNA of an intracellular symbiont in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *J. Mol. Evol.*, **24**, 205-211.
54. H. Ishikawa (1987) An aphid endosymbiont has large genome rich in adenine and thymine. *Ann. New York Acad. Sci.*, **503**, 541-543.
55. H. Fujiwara, H. Maekawa, O. Ninaki, N. Takada, N. Miyajima & H. Ishikawa (1987) Comparative studies on the rDNA of the silkworm, *Bombyx mori* and its presumed ancestor. *Comp. Biochem. Physiol.*, **88B**, 761-766.
56. Y. Kawata, H. Fujiwara & H. Ishikawa (1988) Low molecular weight RNA of *Drosophila* cells which is induced by heat shock I. Synthesis and putative role in translational regulation. *Comp. Biochem. Physiol.*, **91B**, 149-153.
57. Y. Kawata, H. Fujiwara, T. Shiba, T. Miyake & H. Ishikawa (1988) Low molecular weight RNA of *Drosophila* cells which is induced by heat shock II. Structure and functional mechanism. *Comp. Biochem. Physiol.*, **91B**, 155-157.
58. H. Fujiwara, H. Maekawa, N. Takada, N. Miyajima & H. Ishikawa (1988) Small RNAs of the silkworm, *Bombyx mori* revealed by *in vitro* capping and *in vitro* transcription. *Comp. Biochem. Physiol.*, **91B**, 383-388.
59. H. Ishikawa (1988) The intracellular symbiont of insects as a genetic element. *Zool. Sci.*, **5**, 1190*.
60. H. Ishikawa (1989) Biochemical and molecular aspects of the aphid endocytobiosis. In *Handbook of Insect Endocytobiosis: Morphology, Physiology, Genetics, Evolution*, ed. W. Schwemmler, CRC Press, Boca Raton, pp.123-143*
61. H. Ishikawa (1989) Biochemical and molecular aspects of endosymbiosis in insects. *Int. Rev. Cytol.*, **116**, 1-45*.
62. H. Ishikawa (1990) Molecular interactions of intracellular symbionts and aphids. In *Aphid-Plant Genotype Interactions*, eds. R. K. Campbell & E. D. Eikenbary, Elsevier, Amsterdam, pp. 351-361*.
63. E. Hara, T. Fukatsu, C. Ohtaka, M. Kengaku & H. Ishikawa (1990) Characterization of symbionin, only one protein produced by an aphid endosymbiont *in vivo*. In *Endocytobiology IV*, eds. P. Nardon, V. Gianinazzi-Pearson, A. M. Grenier, L. Margulis & D. C. Smith, INRA, Paris, pp. 361-363.
64. H. Ishikawa (1990) A synthesis: The types of interaction system between bacteria and insects. In *Endocytobiology IV*, eds. P. Nardon, V. Gianinazzi-Pearson, A. M. Grenier, L. Margulis & D. C. Smith, INRA, Paris, pp.350-360*.
65. T. Sasaki, T. Aoki, H. Hayashi & H. Ishikawa (1990) Amino acid composition of the honeydew of symbiotic and aposymbiotic pea aphids, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.*, **36**, 35-40.
66. K. Ogino, H. Eda-Fujiwara, H. Fujiwara & H. Ishikawa (1990) What causes the aphid 28S rRNA to lack the hidden break? *J. Mol. Evol.*, **30**, 509-513.
67. E. Hara & H. Ishikawa (1990) Purification and partial characterization of symbionin, an aphid endosymbiont-specific protein. *Insect Biochem.*, **20**, 421-427.
68. E. Hara, T. Fukatsu & H. Ishikawa (1990) bionin antiserum. *Insect Biochem.*, **20**, 429-436.
69. E. Hara, T. Fukatsu, K. Kakeda, M. Kengaku, C. Ohtaka & H. Ishikawa (1990) The predominant protein in an aphid endosymbiont is homologous to an *E. coli* heat shock protein. *Symbiosis*, **8**, 271-283.
70. C. Ohtaka & H. Ishikawa (1991) Effects of heat treatment on the symbiotic system of an aphid mycetocyte. *Symbiosis*, **11**, 19-30.
71. T. Sasaki, H. Hayashi & H. Ishikawa (1991) Growth and reproduction of the symbiotic and aposymbiotic pea aphids, *Acyrtosiphon pisum* maintained on artificial diets. *J. Insect Physiol.*, **37**, 749-756.
72. K. Kakeda & H. Ishikawa (1991) Molecular chaperone produced by an intracellular symbiont. *J. Biochem.*, **110**, 583-587.
73. O-Y. Kwon, K. Ogino & H. Ishikawa (1991) The longest 18S ribosomal RNA ever known: Nucleotide sequence and presumed secondary structure of the 18S rRNA of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Eur. J. Biochem.*, **202**, 827-833.
74. T. Sasaki & H. Ishikawa (1991) Amino acids and their metabolism in symbiotic and aposymbiotic pea aphids. In *Proc. Aphid-Plant Interactions: Population to Molecules*, eds. D. C. Peter, J. A. Webster & C. S. Chlouber, USDA/Agricultural Research Service-Oklahoma State Univ., Stillwater, p. 288.
75. T. Sasaki & H. Ishikawa (1991) Nitrogen metabolism of aphids and intracellular symbiosis. In *Proc. 2nd Annual Meeting of the Japanese Soc. for Comp. Physiol. Biochem.*, Tokyo, p.136.
76. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1992) Synthesis and localization of symbionin, an aphid endosymbiont protein. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **22**, 167-174.
77. C. Ohtaka, H. Nakamura & H. Ishikawa (1992) Structure of chaperonins from an intracellular symbiont and their functional expression in *E. coli groE* mutants. *J. Bacteriol.*, **174**, 1869-1874.
78. M. Morioka & H. Ishikawa (1992) Mutualism based on stress: Selective synthesis and phosphorylation of a stress protein by intracellular symbiont. *J. Biochem.*, **111**, 431-435.
79. O-Y. Kwon & H. Ishikawa (1992) Unique structure in the intergenic and 5' external transcribed spacer of rDNA from the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Eur. J. Biochem.*, **206**, 935-940.
80. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1992) A novel eukaryotic extracellular symbiont in an aphid, *Astegopteryx styraci* (Homoptera, Aphididae, Hormaphidinae). *J. Insect Physiol.*, **38**, 765-773.
81. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1992) Soldier and male of an eusocial aphid *Colophina arma* lack endosymbiont: Implications for physiological and evolutionary interaction between host and symbiont. *J. Insect Physiol.*, **38**, 1033-1042.
82. O-Y. Kwon & H. Ishikawa (1992) Nucleotide sequence and presumed secondary structure of the internal transcribed spacers of rDNA of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **103**, 651-655.
83. H. Ishikawa, T. Fukatsu & C. Ohtaka-Maruyama (1992) Cellular and molecular evolution of intracellular symbiont. In *The Origin and Evolution of the Cell*, eds. H. Hartman & K. Matsuno, World Scientific, Singapore, pp.205-229*.
84. C. Ohtaka & H. Ishikawa (1993) Accumulation of adenine and thymine in a *groE* homologous operon of an intracellular symbiont. *J. Mol. Evol.*, **36**, 121-126.
85. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1993) Occurrence of chaperonin 60 and chaperonin 10 in primary and secondary symbiont of aphids: Implications for evolution of endosymbiotic system in aphids. *J. Mol. Evol.*, **36**, 568-577.
86. S. Okazaki, K. Tsuchida, H. Maekawa, H. Ishikawa & H. Fujiwara (1993) Identification of a pentanucleotide telomeric sequence, (TTAGG)_n, in the silkworm, *Bombyx mori* and other insects. *Mol. Cell. Biol.*, **13**, 1424-1432.
87. K. Ogino, Y. Hirono, T. Matsumoto & H. Ishikawa (1993) Juvenile hormone analogue, S-31183, causes a high level induction of presoldier differentiation in the Japanese damp-wood termite. *Zool. Sci.*, **10**, 361-366.
88. K. Kobayashi & H. Ishikawa (1993) Breakdown of indirect flight muscles of alate aphids in rela-

- tion to their flight, feeding and reproductive behavior. *J. Insect Physiol.*, **39**, 549-554.
89. T. Sasaki & H. Ishikawa (1993) Metabolism of glutamine in the endosymbiotic system of aphids. In *Endocytobiology V*, eds. S. Sato, M. Ishida & H. Ishikawa, Tubingen Univ. Press, Tubingen, pp. 133-138.
 90. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1993) An unusual symbiotic system of an aphid, *Astegopteryx styraci*. In *Endocytobiology V*, eds. S. Sato, M. Ishida & H. Ishikawa, Tubingen Univ. Press, Tubingen, pp. 145-149.
 91. M. Morioka, H. Muraoka & H. Ishikawa (1993) Chaperonin produced by an intracellular symbiont is an energy-coupling protein with phosphotransferase activity. *J. Biochem.*, **114**, 246-250.
 92. T. Sasaki & H. Ishikawa (1993) Nitrogen recycling in the endosymbiotic system of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Zool. Sci.*, **10**, 779-785.
 93. T. Sasaki, N. Fukuchi & H. Ishikawa (1993) Amino acid flow through aphid and its symbiont: Studies with ¹⁵N-labeled glutamine. *Zool. Sci.*, **10**, 787-791.
 94. H. Harada & H. Ishikawa (1993) Gut microbe of aphid closely related to its intracellular symbiont. *BioSystems*, **31**, 185-191.
 95. M. Morioka & H. Ishikawa (1993) Self-assembly of symbionin, a chaperonin of intracellular symbiont. *J. Biochem.*, **114**, 468-472.
 96. N. A. Moran, M. A. Munson, P. Baumann & H. Ishikawa (1993) A molecular clock in endosymbiotic bacteria is calibrated using the insect host. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, **253**, 167-171.
 97. M. Kobayashi & H. Ishikawa (1994) Mechanisms of histolysis in indirect flight muscles of alate aphid (*Acyrtosiphon pisum*). *J. Insect Physiol.*, **40**, 33-38.
 98. M. Kobayashi & H. Ishikawa (1994) Involvement of juvenile hormone and ubiquitin-dependent proteolysis in flight muscle breakdown of alate aphid (*Acyrtosiphon pisum*). *J. Insect Physiol.*, **40**, 107-111.
 99. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1994) Differentiation of aphid clones by arbitrarily primed polymerase chain reaction (AP-PCR) DNA fingerprinting. *Mol. Ecol.*, **3**, 187-192.
 100. M. Morioka, H. Muraoka, K. Yamamoto & H. Ishikawa (1994) An endosymbiont chaperonin is a novel type of histidine protein kinase. *J. Biochem.*, **116**, 1075-1081.
 101. H. Fujiwara, M. Yanagawa & H. Ishikawa (1994) Mosaic formation by developmental loss of a chromosomal fragment in a 'mottled striped' mosaic strain of the silkworm, *Bombyx mori*. *RouxÉÜs Arch. Dev. Biol.*, **203**, 389-396.
 102. T. Fukatsu, S. Aoki, U. Kurosu & H. Ishikawa (1994) Phylogeny of Cerataphidini aphids revealed by their symbiotic microorganisms and basic structure of their galls: Implications for host-symbiont coevolution and evolution of sterile soldier castes. *Zool. Sci.*, **11**, 613-623.
 103. Y. Hongoh & H. Ishikawa (1994) Changes of mycetocyte symbiosis in response to flying behavior of alate aphid (*Acyrtosiphon pisum*). *Zool. Sci.*, **11**, 731-735.
 104. H. Ishikawa (1994) Intracellular symbiosis to promote biodiversity. *Proc. Int. Conf. Biotechnol.*, Osaka, pp. 95-99*.
 105. H. Charles, H. Ishikawa & P. Nardon (1995) Presence of a protein specific of endosymbiosis (symbionin) in the weevil *Sitophilus*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **318**, 35-41.
 106. T. Sasaki & H. Ishikawa (1995) Production of essential amino acids from glutamate by mycetocyte symbionts of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.*, **41**, 41-46.
 107. S. Okazaki, H. Ishikawa & H. Fujiwara (1995) Structural analysis of TRAS 1, a novel family of telomeric repeat associated retrotransposons in the silkworm, *Bombyx mori*. *Mol. Cell. Biol.*, **15**, 4545-4552.
 108. Y. Iimura, T. Sasaki, T. Fukatsu & H. Ishikawa (1995) Diminution of intracellular symbiont of aphid maintained on artificial diet: A morphological study. *Zool. Sci.*, **12**, 795-799.
 109. T. Sasaki, M. Kawamura & H. Ishikawa (1996) Nitrogen recycling in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*: Involvement of yeast-like endosymbionts in uric acid metabolism. *J. Insect Physiol.*, **42**, 125-129.
 110. H. Harada, H. Oyaizu & H. Ishikawa (1996) A consideration about the origin of aphid intracellular symbiont in connection with gut bacterial flora. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **42**, 17-26.
 111. K. Komaki, S. Sato & H. Ishikawa (1996) A characteristic difference among GroEL homologs from intracellular symbionts of closely-interrelated species of aphid. *Zool. Sci.*, **13**, 320-323.
 112. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1996) Phylogenetic position of yeast-like symbiont of *Hamiltonaphis styraci* (Homoptera, Aphididae) based on 18S rDNA sequence. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **26**, 383-388.
 113. S. Aoki, U. Kurosu, N. A. Moran & H. Ishikawa (1996) Secondary monoecy of the gall aphid *Thecabius populimonilis* (Homoptera). *Jpn. J. Entomol.*, **64**, 367-378.
 114. H. Ishikawa (1996) Intracellular symbiosis in insects. In *Microbial Diversity in Time and Space*, eds. R. R. Colwell, U. Shimizu & K. Ohwada, Plenum Press, New York, pp.93-100*.
 115. D. Amako, O-Y. Kwon & H. Ishikawa (1996) Nucleotide sequence and presumed secondary structure of the 28S rRNA of pea aphid: Implication for diversification of insect rRNA. *J. Mol. Evol.*, **43**, 469-475.
 116. H. Dohra, K. Yamamoto, M. Fujishima & H. Ishikawa (1997) Cloning and sequencing of gene for a periplasmic 5.4 kDa peptide of the macronucleus-specific symbiont *Holospora obtusa* of the ciliate *Paramecium caudatum*. *Zool. Sci.*, **14**, 69-75.
 117. S. Aoki, C. D. von Dohlen, U. Kurosu & H. Ishikawa (1997) Migration to roots by first-instar nymphs, and not by alates, in the gall aphid *Clydesmithia canadensis*. *Naturwissenschaften*, **84**, 35-36.
 118. S. Sato & H. Ishikawa (1997) Expression and control of an operon from an intracellular symbiont which is homologous to the *groE* operon. *J. Bacteriol.*, **179**, 2300-2304.
 119. S. Sato & H. Ishikawa (1997) Structure and expression of the *dnaKJ* operon of *Buchnera*, an intracellular symbiotic bacteria of aphid. *J. Biochem.*, **122**, 41-48.
 120. Y. Hongoh & H. Ishikawa (1997) Uric acid as a nitrogen resource for the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*: Studies with synthetic diets and aposymbiotic insects. *Zool. Sci.*, **14**, 581-586.
 121. S. Masui, T. Sasaki & H. Ishikawa (1997) *groE*-homologous operon of *Wolbachia*, an intracellular symbiont of arthropods: A new approach for their phylogeny. *Zool. Sci.*, **14**, 701-706.
 122. H. Harada, H. Oyaizu, Y. Kosako & H. Ishikawa (1997) *Erwinia aphidicola*, a new species isolated from pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **43**, 349-354.
 123. H. Harada & H. Ishikawa (1997) Phylogenetic relationship based on *groE* genes among phenotypically related *Enterobacter*, *Pantoea*, *Klebsiella*, *Serratia*, and *Erwinia* species. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **43**, 355-361.
 124. H. Harada & H. Ishikawa (1997) Experimental pathogenicity of *Erwinia aphidicola* to pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **43**, 363-367.
 125. A. Nakabachi & H. Ishikawa (1997) Differential display of mRNAs related to amino acid metabolism in the endosymbiotic system of aphids. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **27**, 1057-1062.
 126. T. Fukatsu & H. Ishikawa (1998) Differential immunohistochemical visualization of the primary and secondary intracellular symbiotic bacteria of aphids. *Appl. Entomol. Zool.*, **33**, 321-326.
 127. M. Morioka & H. Ishikawa (1998) Insect chaperonin 60: Symbionin. In *Methods in Enzymology*, Vol. 290, eds. G. H. Lorimer & T. O. Baldwin, Academic Press, New York, pp. 181-193.*
 128. H. Dohra, M. Fujishima & H. Ishikawa (1998) Structure and expression of a *groE*-homologous operon of a macronucleus-specific symbiont *Holospora obtusa* of the ciliate *Paramecium caudatum*. *J. Eukaryot. Microbiol.*, **45**, 71-79.
 129. Y. Iimura, H. Ishikawa, K. Yamamoto & F. Sehnal (1998) Hemagglutinating properties of apolipoprotein III from the hemolymph of *Galleria mellonella* larvae. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **38**, 119-125.
 130. S. Aoki, U. Kurosu, T. Fukatsu & H. Ishikawa

- (1998) *Cerataphis jamuritsu*, a subtropical aphid producing soldiers in large, hard gall (Homoptera). *Entomol. Sci.* **1**, 327-333.
131. Y. Iimura, F. Sehnal & H. Ishikawa (1998) The content of apolipophorin III in the hemolymph of *Galleria mellonella* examined in the relation to ecdysteroids and adipokinetic hormone. In *Insect 1997 Chemical, Physiological and Environmental Aspects*, eds. D. Konopinska, G. Golsdworthy, J. Nawrot, I. Orchard, R.J. Nachman, G. Rosinski & W. Sobotka, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław (Poland), pp. 155-160.
132. A. Nakabachi & H. Ishikawa (1999) Provision of riboflavin by endosymbionts to the host aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.* **45**, 1-6.
133. H. Charles & H. Ishikawa (1999) Physical and genetic map of *Buchnera*, the primary endosymbiont of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *J. Mol. Evol.* **48**, 142-150.
134. T. L. Wilkinson & H. Ishikawa (1999) The assimilation and allocation of nutrients by symbiotic and aposymbiotic pea aphids *Acyrtosiphon pisum*. *Entomol. Exp. Appl.* **91**, 195-201.
135. K. Komaki & H. Ishikawa (1999) Intracellular bacterial symbionts of aphids possess many genomic copies per bacterium. *J. Mol. Evol.* **48**, 717-722.
136. T. Sasaki & H. Ishikawa (1999) *Wolbachia* infections and cytoplasmic incompatibility in the almond moth and the Mediterranean flour moth. *Zool. Sci.* **16**, 739-744.
137. S. Masui, S. Kamoda, T. Sasaki & H. Ishikawa (1999) The first detection of the insertion sequence ISW1 in the intracellular reproductive parasite *Wolbachia*. *Plasmid* **42**, 13-19.
138. H. Ishikawa (1999) Chemically-defined diets in studies of the intracellular symbioses of Homoptera with microorganisms. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.* **25**, 267-276*.
139. K. Matsumoto, M. Morioka & H. Ishikawa (1999) Phosphocarrier proteins in an intracellular symbiotic bacterium of aphids. *J. Biochem.* **126**, 578-583.
140. Y. Hongoh, T. Sasaki & H. Ishikawa (2000) Cloning, sequence analysis, and expression in *Escherichia coli* of the gene encoding a uricase from the yeast-like symbiont of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* **30**, 173-182.
141. K. Komaki & H. Ishikawa (2000) Genomic copy number of intracellular bacterial symbionts of aphids varies in response to developmental stage and morph of their host. *Insect Biochem. Mol. Biol.* **30**, 253-258.
142. T. L. Wilkinson & H. Ishikawa (2000) Injection of amino acids substitutes for bacterial supply in aposymbiotic pea aphids (*Acyrtosiphon pisum*). *Entomol. Exp. Appl.* **94**, 85-91.
143. T. Sasaki & H. Ishikawa (2000) Transinfection of *Wolbachia* in the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, by embryonic microinjection. *Heredity* **85**, 130-135.
144. A. Nakabachi & H. Ishikawa (2000) Polyamine composition and expression of genes related to polyamine biosynthesis in an aphid endosymbiont, *Buchnera*. *Appl. Environ. Microbiol.* **66**, 3305-3309.
145. S. Shigenobu, H. Watanabe, M. Hattori, Y. Sakaki & H. Ishikawa (2000) Genome sequence of the endocellular bacterial symbiont of aphids *Buchnera* sp. APS. *Nature*. **407**, 81-86.
146. S. Kamoda, S. Masui, H. Ishikawa & T. Sasaki (2000) *Wolbachia* infection and cytoplasmic incompatibility in the cricket, *Teleogryllus taiwanemma*. *J. Exp. Biol.* **203**, 2503-2509.
147. S. Masui, S. Kamoda, T. Sasaki & H. Ishikawa (2000) Evolution and distribution of bacteriophage WO in *Wolbachia*, the endosymbiont causing various sexual alterations in arthropods. *J. Mol. Evol.*, **51**, 491-497.
148. Y. Hongoh & H. Ishikawa (2000) Evolutionary studies on uricases of fungal endosymbionts of aphids and planthoppers. *J. Mol. Evol.*, **51**, 265-277.
149. S. Masui, T. Sasaki & H. Ishikawa (2000) Genes for the type IV secretion system in an intracellular symbiont *Wolbachia*, a causative agent of various sexual alterations in arthropods. *J. Bacteriol.*, **182**, 6529-6531.
150. A. Nakabachi & H. Ishikawa (2001) Expression of host S-adenosyl-methionine decarboxylase gene and polyamine composition in aphid bacteriocytes. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **31**, 491-496.
151. T. L. Wilkinson & H. Ishikawa (2001) On the functional significance of symbiotic microorganisms in the Homoptera: A comparative study of *Acyrtosiphon pisum* and *Nilaparvata lugens*. *Physiol. Entomol.*, **26**, 86-93.
152. H. Ishikawa (2001) Genome of *Buchnera* sp. APS, an intracellular symbiotic bacterium of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. In *Symbiosis*, ed. J. Seckbach, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, pp. 663-674.*
153. S. Shigenobu, H. Watanabe, Y. Sakaki & H. Ishikawa (2001) Accumulation of species-specific amino acid replacements that cause loss of particular protein functions in *Buchnera*, an endocellular bacterial symbiont. *J. Mol. Evol.* **53**, 377-386.
154. S. Masui, H. Kuroiwa, T. Sasaki, M. Inui, T. Kuroiwa & H. Ishikawa (2001) Bacteriophage WO and virus-like particles in *Wolbachia*, an endosymbiont of arthropods. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **283**, 1099-1104.
155. H. Ishikawa (2001) Symbiotic microorganisms in aphids (Homoptera, Insecta): A secret of one thriving insect group. *Korean J. Biol. Sci.* **5**, 163-177*.
156. Y. Fujii, D. Kageyama, S. Hoshizaki, H. Ishikawa & T. Sasaki (2002) Transfection of *Wolbachia* in Lepidoptera: The feminizer of Adzuki bean borer *Ostrinia scapularis* causes male-killing in the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella*. *Proc. R. Soc. Lond. B.* **268**, 855-859.
157. N. Ijichi, N. Kondo, R. Matsumoto, M. Shimada, H. Ishikawa & T. Fukatsu (2002) Internal spatiotemporal population dynamics of triple infection with three *Wolbachia* strains in the adzuki bean beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Appl. Environ. Microbiol.* **68**, 4074-4080.
158. S. Shimomura, S. Shigenobu, M. Morioka & H. Ishikawa (2002) An experimental validation of orphan genes of *Buchnera*, a symbiont of aphids. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **292**, 263-267.
159. T. Sasaki, T. Kubo & H. Ishikawa (2002) Interspecific transfer of *Wolbachia* between two lepidopteran insects expressing cytoplasmic incompatibility: A *Wolbachia* variant naturally infecting *Cadra cautella* causes male killing in *Ephestia kuehniella*. *Genetics* **162**, 1313-1319.
160. H. Ishikawa (2003) Characteristic features of the genome of an aphid endosymbiotic bacterium, *Buchnera*. In *The New Panorama of Animal Evolution*, eds. A. Legakis, S. Sfenhourakis, R. Polymeni & M. Tesselou-Legaki, PENSOFT Publishers, Sofia, pp. 535-540*.
161. H. Ishikawa (2003) Insect Symbiosis: An Introduction. In *Insect Symbiosis*, eds. K. Bourtzis & T. A. Miller, CRC Press, Boca Raton, pp. 1-21*.
162. T. Ikeda, H. Ishikawa & T. Sasaki (2003) Regulation of *Wolbachia* density in the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, and the almond moth, *Cadra cautella*. *Zool. Sci.* **20**, 153-157.
163. A. Nakabachi, H. Ishikawa & T. Kudo (2003) Extraordinary proliferation of microorganisms in aposymbiotic pea aphids, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Invert. Pathol.* **82**, 152-161.
164. T. Ikeda, H. Ishikawa & T. Sasaki (2003) Infection density of *Wolbachia* and level of cytoplasmic incompatibility in the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *J. Invert. Pathol.* **84**, 1-5.
165. T. L. Wilkinson, T. Fukatsu & H. Ishikawa (2003) Transmission of symbiotic bacteria *Buchnera* to parthenogenetic embryos in the aphid *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphidoidea). *Arthropod Str. Dev.* **32**: 241-245.
166. Y. Fujii, T. Kubo, H. Ishikawa & T. Sasaki (2004) Isolation and characterization of the bacteriophage WO from *Wolbachia*, an arthropod endosymbiont. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **317**: 1183-1188.
167. H. Ishikawa (2004) Differences between parasitism and symbiosis as seen in gene repertoire. *Endocytobiosis Cell Res.* **15**: 1-6.*
168. A. Nakabachi, S. Shigenobu, N. Sakazume, T.

Shiraki, Y. Hayashizaki, P. Carninci, H. Ishikawa, T. Kudo & T. Fukatsu (2005) Transcriptome analysis of the aphid bacteriocyte, the symbiotic host cell that harbor an endocellular mutualistic bacterium, *Buchnera*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102**: 5477-5482.

169. A. Nakabachi, A. Yamashita, H. Toh, H. Ishikawa, H. E. Dunbar, N. A. Moran & M. Hattori (2006) The 160-kilobase genome of the bacterial endosymbiont *Carsonella*. *Science* **314**: 267-267.

*: Reviews

著書、編書、訳書 等

著 書(単独執筆)

1. 生化学 (1982) サイエンス社, pp.189.
2. 細胞内共生 (1985) 東京大学出版会, pp.153.
3. 分子進化 (1985) 裳華房, pp.185.
4. 一般教養・生物学 (1987) 裳華房, pp.188.
5. バイオサイエンスへの招待 (1988) 岩波書店, pp.143.
6. DNAから遺伝子へ (1988) 東京化学同人, pp.215.
7. 共生と進化: 生態学的進化論 (1988) 培風館, pp.273.
8. 遺伝子の生物学 (1992) 岩波書店, pp.174.
9. 昆虫を操るバクテリア (1994) 平凡社, pp.230.
10. 生物科学入門(改訂改題)(1997) 裳華房, pp.200.
11. 分子からみた生物学 (1997) 裳華房, pp.148.
12. 進化の風景: 魅せる研究と生物たち (2000) 裳華房, pp.208.
13. 生物科学入門(三訂版)(2003) 裳華房, pp.202.
14. 新・分子生物学 (2004) IBS出版, pp.145.
15. 分子からみた生物学 (改訂版)(2004) 裳華房, pp.155.

編 書

1. 丸山工作・岩槻邦男・石川統 編「生物学入門コース(全8巻)」岩波書店(1992, 1993).
2. 石川統 編「生物学」東京化学同人(1994).
3. 石川統 編「アブラムシの生物学」東京大学出版会(2000).
4. 石川統 編「分子生物学 01」放送大学教育振興会(2001).
5. 石川統 編「生物学入門」東京化学同人(2001).
6. 石川統 編「生命環境科学II 02」放送大学教育振興会(2002).

7. 岩槻邦男・石川統 編「基礎生物学 03」放送大学教育振興会(2003).
8. 石川統・斎藤成也・佐藤矩行・長谷川眞理子 編「シリーズ・進化学(全7巻)」岩波書店(2004).
9. 石川統・黒岩常祥・永田和宏 編「細胞生物学事典」朝倉書店(2005).
10. 石川統 編「分子生物学 05」放送大学教育振興会(2005).
11. 石川統・二河成男 編「改訂版 生命環境科学II 06 環境と生物進化」放送大学教育振興会(2006).

訳 書

1. 石川統 他6名 訳: 自然は管理できるか(生態学研究所編)(1974) サイマル出版会.
2. 橋口稔・石川統 訳: 細胞から大宇宙へ(ルイス・トーマス著)(1976) 平凡社.
3. 石川統 訳: 生命のシンフォニー(E. J. アンブロス著)(1984) 紀伊國屋書店.
4. 丸山工作・石川統 訳: 生命をつくり変えるバイオテクノロジー革命(G. J. V. ノッサル著)(1986) 岩波書店.
5. 石川統 訳: 生命の起源を解く七つの鍵(A. G. ケアンズ・スミス著)(1987) 岩波書店.
6. 野田春彦・丸山工作・石川統・山本啓一・三井恵津子 訳: 分子細胞生物学(上・下)(J. ダーネルら 著)(1989) 東京化学同人.
7. 石川統・掛田啓子・見学美根子・深津武馬・福田公子 訳: 現代生物学(上・下)(R. A. ウォレスら 著)(1991) 東京化学同人.
8. 野田春彦・丸山工作・石川統・山本啓一・三井恵津子 訳: 分子細胞生物学(上・下)(J. ダーネルら 著)第2版(1993) 東京化学同人.
9. 野田春彦・丸山工作・石川統・須藤和夫・山

本啓一・丸山敬・三井恵津子 訳: 分子細胞生物学(上・下)(J. ダーネルら 著)第3版(1997) 東京化学同人.

10. 石川統 訳: 性とはなにか(リン・マーギュリスら 著)(2000) せりか書房.
11. 野田春彦・丸山工作・石川 統・須藤和夫・山本啓一・石浦章一 訳: 分子細胞生物学(上・下)(J. ダーネルら 著)第4版(2001) 東京化学同人.
12. 石川統・塩川光一郎・堂前雅史・廣野喜幸・三浦徹 訳(石川統 監訳): ケイン・生物学(M. ケインら 著)(2004) 東京化学同人.
13. 野田春彦・丸山工作・石川統・須藤和夫・山本啓一・石浦章一 訳: 分子細胞生物学(上・下)(J. ダーネルら 著)第5版(2005) 東京化学同人.
14. 石川統 訳: 進化(B. チャールズワース, D. チャールズワース著)(2005) 岩波書店.

著 書(分担執筆)

1. 染色体と遺伝 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.146-154.
2. 遺伝の法則 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.155-163.
3. 遺伝子 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.164-172.
4. 遺伝情報の発現 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.173-181.
5. 遺伝情報の発現 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.182-190.
6. 遺伝子操作(1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.191-199.
7. 分化と形態形成 (1986)「基礎生物学」(毛利秀雄・平本幸男 編) 放送大学教育振興会, pp.241-249.
8. 細胞器官の起源 (1987)「動物の進化」(丸山工作 編) 放送大学教育振興会, pp.87-98.
9. 細胞の進化 (1988)「東京大学公開講座・進化」東京大学出版会, pp.85-119.
10. 共生現象の分子的背景 (1989)「分子設計技

術」(岡田正和ら 編)サイエンスフォーラム, pp.289-292.

11. プリオン物語・幻への挑戦 (1989)「ノーベル賞ゲーム」(丸山工作 編) 岩波書店, pp.109-126.
12. 生物の進化 (1990)「基礎生物学」(平本幸男・毛利秀雄 編) 放送大学教育振興会, pp.138-150.
13. 細胞器官の起源 (1990)「改訂版・動物の進化」(丸山工作 編) 放送大学教育振興会, pp.89-101.
14. シンビオニニアブラムシの共生微生物が合成するタンパク質 (1990)「昆虫生理学 現象から分子へ」(大西英爾ら 編) 朝倉書店, pp.196-213.
15. 生命の起源を探る (1992)「基礎生物学講座 第8巻・生物の起源と進化」(太田次郎ら 編) 朝倉書店, pp.1-60.
16. 共生説 歴史と展望 (1992)「講座・進化 第6巻・分子からみた進化」(柴田篤弘ら 編) 東京大学出版会, pp.3-70.
17. 小さな世界の共生 細胞の中の細胞 (1992)「シリーズ地球共生系第1巻・地球共生系とは何か」(東正彦・安部琢也 編) 平凡社, pp.12-32.
18. 細胞の進化 (1993)「自然と科学 生命編」(平本幸男・毛利秀雄 編) 放送大学教育振興会, pp.28-36.
19. シャペロニンとオルガネラ (1993)「Annual Review 細胞生物学1993」(矢原一郎・御子柴克彦・月田承一郎 編) 中外医学社, pp.74-85.
20. 細胞器官の起源 (1995)「動物の進化」(野田春彦 編) 放送大学教育振興会, pp.112-124.
21. 昆虫における細胞内共生 (1995)「微生物の共生系」(清水潮 編) 学会出版センター, pp.35-51. (共著者: 佐々木哲彦, 原田帆佐巳, 森岡瑞枝)
22. 結婚における性と遺伝 (1995)「東京大学公開講座・結婚」東京大学出版会, pp.235-254.
23. 昆虫の種分化と細胞内共生細菌 (1995)「昆虫の生化学・分子生物学」(大西英爾, 高橋進, 園部治之 編) 名古屋大学出版会, pp.469-486.
24. 進化と生物の多様性 (1998)「基礎生物学」(中澤透, 山田晃弘 編) 放送大学教育振興会, pp.171-180.

25. 琥珀に保存されたDNA 抽出の技法とその応用(1998)「分子進化 解析の技法とその応用」(宮田隆 編) 共立出版, pp.144-148.
26. DNA物語: DNA(遺伝子)発生の謎解き(2000)「ビジュアル科学講座1. 地球誕生」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.111-118.
27. 共生から生まれた細胞たち(2000)「ビジュアル科学講座2. 生命誕生」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.109-128.
28. DNA物語: RNA・DNAから生命体を考える(2000)「ビジュアル科学講座2. 生命誕生」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.129-136.
29. DNA物語: 印象化石の中の生命たち(2000)「ビジュアル科学講座3. 爆発する生命」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.147-150.
30. DNA物語: コハクの中のDNA(2000)「ビジュアル科学講座4. 恐竜はなぜ滅びたか」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.149-156.
31. DNA物語: 性のシステムを遺伝子からみると(2000)「ビジュアル科学講座5. オスメスに隠されたなぞ」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.143-150.
32. DNA物語: 共生をDNAからみると(2000)「ビジュアル科学講座6. 食う食われる生物たち」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.155-160.
33. DNA物語: 人類の進化に見られるDNA(2000)「ビジュアル科学講座7. ヒトはどこからきたか」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.149-156.
34. DNA物語: これからどう生きるか(2000)「ビジュアル科学講座8. 征服者が共生者か」(沼田真ら 編) 三友社出版, pp.143-150.
35. 単為生殖と有性生殖(2000)「アブラムシの生物学」(石川統 編) 東京大学出版会, pp.37-55.
36. 共生微生物(2000)「アブラムシの生物学」(石川統 編) 東京大学出版会, pp.208-229.
37. 生命現象と分子生物学(2001)「分子生物学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.9-18.
38. 遺伝情報とは何か(2001)「分子生物学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.94-104.
39. 突然変異と分子進化(2001)「分子生物学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.164-175.
40. 遺伝と遺伝情報(2001)「生物学入門」(石川統 編) 東京化学同人, pp.79-119.
41. シンビオニオン(2001)「分子シャペロンによる細胞機能制御」(永田和宏ら 編) スプリンガー・フェアラーク東京, pp.12-13.
42. 生物進化の場としての環境(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.9-16.
43. 生命の起源とRNAワールド(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.27-35.
44. 環境としての細胞(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.36-43.
45. 酸素と生物(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.44-52.
46. 真核細胞の起源(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.53-62.
47. 多細胞生物と環境(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.63-72.
48. 細胞内共生(2002)「生命環境科学」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.140-149.
49. 生体を構成する分子(2003)「基礎生物学」(岩槻邦男・石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.24-36.
50. 細胞 生物の基本単位(2003)「基礎生物学」(岩槻邦男・石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.37-48.
51. 遺伝と遺伝子(2003)「基礎生物学」(岩槻邦男・石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.49-61.
52. 代謝(2003)「基礎生物学」(岩槻邦男・石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.93-105.
53. 細胞内共生細菌ブフネラ(2004)「ゲノミクス・プロテオミクスの新展開: 生物情報の解析と応用」(加藤郁之進ら 編) エヌ・ティー・エス, pp.184-192(共著者: 重信秀治).
54. 昆虫の細胞内共生微生物(2004)「難培養微生物研究の最新技術 未利用微生物資源へのアプローチ」(工藤俊章, 大熊盛也 監修) シーエムシー出版, pp.174-185(共著者: 中鉢 淳).
55. 生物はどのようにして生まれたか(2004)「シリーズ進化学3: 化学進化・細胞進化」(石川統ら 編) 岩波書店, pp.1-7.
56. 細胞の進化(2004)「シリーズ進化学3: 化学進化・細胞進化」(石川統ら 編) 岩波書店, pp.55-103.
57. 生命の初期進化と生物学の目標(2004)「シリーズ進化学3: 化学進化・細胞進化」(石川統ら 編) 岩波書店, pp.227-236.
58. 縦軸進化学のすすめ(2004)「シリーズ進化学1: マクロ進化と全生物の系統分類」(石川統

- ら 編) 岩波書店, pp.197-207.
59. 社会の中の進化学(2005)「シリーズ進化学7: 進化学の方法と歴史」(石川統ら 編) 岩波書店, pp.163-170.
60. 分子生物学とは何か(2005)「分子生物学 05」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.10-17.
61. 遺伝と遺伝情報(2005)「分子生物学 05」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.35-43.
62. 遺伝子と染色体(2005)「分子生物学 05」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.44-55.
63. タンパク質の機能2. 免疫のしくみ(2005)「分子生物学 05」(石川統 編) 放送大学教育振興会, pp.133-146.
64. 生物にとって環境とは何か(2006)「改訂版 生命環境科学 環境と生物進化」(石川統・二河成男 編) 放送大学教育振興会, pp.9-19.
65. 細胞内環境(2006)「改訂版 生命環境科学 環境と生物進化」(石川統・二河成男 編) 放送大学教育振興会, pp.52-62.
66. 酸素と生物(2006)「改訂版 生命環境科学 環境と生物進化」(石川統・二河成男 編) 放送大学教育振興会, pp.63-73.
67. 原核細胞から真核細胞へ(2006)「改訂版 生命環境科学 環境と生物進化」(石川統・二河成男 編) 放送大学教育振興会, pp.74-85.
68. 多細胞体制(2006)「改訂版 生命環境科学 環境と生物進化」(石川統・二河成男 編) 放送大学教育振興会, pp.86-98.

和文総説等

1. 石川 統: リボソームRNAの比較生化学(1972)「化学と生物」10, 488-491.
2. 石川 統: 進化とリボソームRNA(1973)「蛋白質・核酸・酵素」18, 1114-1122.
3. 石川 統: ミトコンドリアの起原をめぐって(1974)「現代化学」6月号, 54-61.
4. 石川 統: リボソームRNAの系統と進化(1978)「遺伝」32, 97-105.
5. 石川 統: 銅鉄科学の功罪(1979)「化学と生物」17, 542-546.
6. 石川 統: 温度がコントロールする遺伝子の働き(1979)「現代化学」10月号, 44-49.
7. 石川 統: リボソームRNAに生物の進化を探る(1980)「蛋白質・核酸・酵素」23, 175-188.
8. 石川 統: 生物を対象とする実験研究(1981)

- 「看護研究」14, 11-16.
9. 石川 統: 発生分化と生物の進化 アリマキとショウジョウバエからみた生命(1982)「化学教育」30, 289-293.
10. 石川 統: 昆虫のリボソームRNA(1983)「遺伝」37, 49-56.
11. 石川 統: 生命現象の最奥の謎・遺伝暗号の解読(1983)「現代化学」11月号, 56-60.
12. 石川 統: シンビオニオン 昆虫の細胞内共生微生物の合成するタンパク質(1985)「化学と生物」23, 346-347.
13. 石川 統: 新しいタイプの感染因子 スクレーパー・プリオン(1986)「実験医学」4, 159-161.
14. 石川 統: 細胞はなぜ共生を好むか(1986)「科学」56, 268-277.
15. 石川 統: 共生と進化(1987)「WAVE」11号, 146-154.
16. 石川 統: プリオンをめぐる最近の話題(1987)「実験医学」5, 254-256.
17. 石川 統: プリオン物語(1987)「科学」57, 563-569.
18. 藤原晴彦・石川 統: リボソームRNA(1987)「細胞」19, 415-418.
19. 石川 統: 昆虫における細胞内共生(1988)「遺伝」42, 39-43.
20. 石川 統: 自然界における共生: 特集にあたって(1988)「遺伝」42, 4-5.
21. 石川 統: 発生分化の分子メカニズムはどこまでわかったか(1988)「現代化学」11月号, 12-15.
22. 石川 統: 細胞内共生と共生説(1989)「細胞」21, 42.
23. 石川 統: 細胞内小器官としての共生バクテリア(1989)「細胞」21, 43-47.
24. 石川 統・日下部真一: 生物進化と中立説を考える(1989)「科学」59, 113-116.
25. 石川 統: バイオテクノロジーでなにができるか(1989)「神教研・文化講座」NO.19, 25-48.
26. 石川 統: 細胞内共生系による共生説の検証(1989)「遺伝」43, 41-44.
27. 石川 統: アブラムシで共生説に迫る(1989)「科学朝日」49, 104-109.
28. 石川 統: 真に共生を問う(1989)「人事工学研究」5, 24-38.
29. 石川 統: シンビオニオンの正体は(1989)「動物生理」6, 123.

30. 石川 統：酵素としてのRNAの発見(1990)「現代化学」1月号, 45-48.
31. 石川 統：方向性をもつ分子進化(1990)「遺伝」44, 8-9.
32. 石川 統：知的遊戯としての細胞共生進化説(1990)「Cell Science」6, 367-369.
33. 石川 統：昆虫と微生物の共生機構(1991)「植物圏生態科学研究(理研)」13-25.
34. 石川 統：細胞内共生とストレスタンパク質(1991)「細胞工学」10, 387-390.
35. 石川 統：ミクロのひと・マクロのひと(1991)「比較生理生化学」8, 49.
36. 石川 統：共生微生物が合成するタンパク質, シンビオン(1991)「農芸化学会誌」65, 1672-1674.
37. 石川 統：細胞内共生：調和に潜むストレス(1991)「数理科学」339, 68-70.
38. 石川 統：進化するものは共生する(1991)「別冊 仏教6(いのちの環境)」31-40.
39. 石川 統：アブラムシ間接飛行筋の崩壊機構(1992)「遺伝」46, 6.
40. 大高 丸山千秋・石川 統：シャペロン 進化的に高度に保存されたタンパク質の介添え役(1992)「生化学」64, 507-513.
41. 石川 統：ストレスとタンパク質(1992)「大阪医薬品協会会報」526, 1-5.
42. 石川 統：アブラムシの嘗む窒素リサイクリング(1993)「遺伝」47(4), 7-8.
43. 石川 統：生物の共生系 アブラムシと細菌の細胞内共生(1993)「バイオサイエンスとインダストリー」51, 11-15.
44. 石川 統：性を操る共生バクテリア(1993)「遺伝」47(10), 7-8.
45. 石川 統：共生説と真核細胞の進化(1994)「蛋白質・核酸・酵素」39(15), 2671-2681.
46. 森岡瑞枝・石川 統：ヒスチジン蛋白質キナーゼとしてのシンビオン(1995)「実験医学」13(12), 1419-1424.
47. 石川 統：細胞内共生の起原と進化：分子生物学からのアプローチ(1995)「第9回大学と科学公開シンポジウム(地球共生系 多様な生物の共存する仕組み)」プロシーディング, 20-32.
48. 石川 統：細胞のストレス応答と分子シャペロン(1996)「生物科学の現状と展望(「遺伝」別冊8号)」36-45.
49. 石川 統：ボルバキア 進化のヒッチハイカーを追う(1998)「遺伝」52(1), 85-88.
50. 石川 統：プリオン(タンパク質性伝達因子)とその研究(1998)「遺伝」52(2), 60-63.
51. 石川 統：ゲノムプロジェクト(1998)「遺伝」52(3), 56-58.
52. 石川 統：2億年のくされ縁? アブラムシとバクテリアの共生(1998)「ミクروسコピア」15, 14-20.
53. 石川 統：ミトコンドリアゲノムの多様性(1998)「遺伝」52(4), 91-94.
54. 石川 統：リボソームRNA談義(1998)「遺伝」52(5), 60-63.
55. 石川 統：水素説 改訂版共生説(1998)「遺伝」52(6), 60-63.
56. 石川 統：ドゥーシャンツウオ化石と多細胞動物の起源(1998)「遺伝」52(7), 87-89.
57. 石川 統：アブラムシ・共生・シャペロン・進化(1998)「遺伝」52(8), 57-60.
58. 石川 統：多胚性寄生蜂という生き方(1998)「遺伝」52(9), 59-62.
59. 石川 統：インテインとタンパク質スプライシング(1998)「遺伝」52(10), 92-95.
60. 石川 統：昆虫の共生微生物研究の進展(1998)「植物防疫」52, 469-470.
61. 石川 統：インシュレーター：ゲノムを区分するもの(1998)「遺伝」52(11), 61-63.
62. 石川 統：超高倍数性バクテリアの発見(1998)「遺伝」52(12), 56-59.
63. 石川 統：真社会性動物の新顔たち(1999)「遺伝」53(1), 93-96.
64. 石川 統：環から線へ テロメア構造についての試論(1999)「遺伝」53(2), 57-60.
65. 石川 統：細胞内寄生バクテリアの進化(1999)「遺伝」53(3), 57-60.
66. 石川 統：ヒドロゲノソームと嫌気性ミトコンドリア(1999)「遺伝」53(4), 90-93.
67. 石川 統：形態進化をあやつる分子シャペロン(1999)「遺伝」53(5), 59-62.
68. 石川 統：しなやかなゲノム(1999)「遺伝」53(6), 61-64.
69. 石川 統：三毛猫はメスばかり X染色体の不活性化機構(1999)「遺伝」53(7), 88-91.
70. 石川 統：ナミビアの黄色い真珠(1999)「遺伝」53(8), 58-60.
71. 石川 統：カエルはなぜ減るのか(1999)「遺

- 伝」53(9) 57-60.
72. 石川 統：渦鞭毛藻の不思議な葉緑体(1999)「遺伝」53(10), 95-98.
73. 石川 統：ポリメラーゼと鋳型DNA 動くのはどちらか(1999)「遺伝」53(11), 58-61.
74. 石川 統：植物の植食者対策と寄生蜂(1999)「遺伝」53(12), 59-62.
75. 石川 統：共に生きる細菌たちのゲノム(2000)「科学」70, 251-256.
76. 石川 統：真核細胞とミトコンドリアの起源(2000)「地球の進化・生命の進化(「遺伝」(別冊12号)」104-113.
77. 石川 統：絶対共生細菌Buchnera sp. APSゲノムの全貌(2001)「バイオサイエンスとインダストリー」59, 35-36.
78. 石川 統：アブラムシ 異種生物たちの交差点(2001)「UP」301, 35-40.
79. 石川 統：生物科学から：ポストゲノムをめぐるアイデアと夢(2001)「化学と教育」49, 145-147.
80. 石川 統：進化研究のコンセプトを語る：進化研究への期待(2001)「遺伝」55(3), 98-101.
81. 石川 統：科学の二面性と社会(2001)「科学」71, 385-387.
82. 石川 統：アブラムシと共生細菌からみた社会学(2001)「Scientia」9, 6-8.
83. 石川 統：アブラムシの命綱としての共生菌(2001)「第15回大学と科学公開シンポジウム(昆虫から学ぶ生きる知恵)」プロシーディング, 159-169.
84. 石川 統：教科書検定にみる非生物的ふるまい(2002)「Scientia」19, 10-14.
85. 石川 統：利己的な共生(2002)「現代化学」9月号, 22-23.
86. 石川 統：単為発生と哺乳類(2002)「現代化学」11月号, 40-41.
87. 石川 統：昆虫の細胞内共生微生物(2002)「バイオサイエンスとインダストリー」60, 739-742.
88. 石川 統：これでよいのが高校生物教育：現代生物学を明快に学ぶ教科書の作り方(2002)「数学セミナー別冊：ガリレオサイエンスシリーズNo.1」81-85.
89. 石川 統：生物多様性と人類の多様性(2003)「現代化学」2月号, 54-5.
90. 石川 統：染色体の縞み分け(2003)「現代化学」4月号, 42-43.
91. 石川 統：不滅のRNAワールド(2003)「現代化学」6月号, 18-19.
92. 石川 統：胚操作の光と陰(2003)「現代化学」8月号, 44-45.
93. 石川 統：エビジェネティクス 氏と育ちの間(2003)「現代化学」11月号, 20-21.
94. 石川 統：遺伝子水平転移 細菌はふしだらか?(2004)「現代化学」1月号, 20-21.
95. 石川 統：操られる寄生バチ(2004)「現代化学」3月号, 20-21.
96. 石川 統：“アバウトな” DNAポリメラーゼとその役割(2004)「現代化学」5月号, 20-21.
97. 深津武馬・石川 統：共生という生き方：微生物ゲノム解析からの洞察(2004)「生体の科学」55, 217-225.
98. 石川 統：見るか、感じるか(2004)「現代化学」7月号, 20-21.
99. 石川 統：セコイアの秘密(2004)「現代化学」9月号, 46-47.
100. 石川 統：クリプトビオシス：物質と生命の間(2004)「現代化学」11月号, 24-25.
101. 石川 統：ロマノフ王朝のPCR(2005)「現代化学」1月号, 58-59.
102. 石川 統：ハチとアリの生殖戦略(2005)「現代化学」4月号.
103. 石川 統：虫はなぜ深呼吸できないか(2005)「現代化学」6月号.
104. 石川 統：進化における淘汰と選択(2005)「現代化学」8月号.
105. 石川 統：金髪は絶滅するか(2005)「現代化学」10月号.
106. 石川 統：Relay Talk：ブレイクスルー(2006)「千里ライフサイエンスニュース」No.49, 19.

その他

- 丸山工作・石川 統 訳：遺伝子工学の未来(G. J. V. ノッサル著)(1986)「科学」56, 153-161.
- 藤原晴彦・石川 統 訳：インシュリンの発見にまつわる実話と神話(M. プリス著)(1986)「科学」56, 358-363.
- 藤原晴彦・石川 統 訳：インシュリンの発見にまつわる実話と神話(M. プリス著)(1986)「科学」56, 434-439.

日本進化学会ニュース Vol. 7, 臨時号

発行：2006年12月20日発行

編集：日本進化学会ニュース編集委員会

発行所：株式会社クバプロ

〒102-0072

千代田区飯田橋3-11-15 UEDA ビル6F

TEL : 03-3238-1689 FAX : 03-3238-1837

<http://www.kuba.co.jp/> e-mail : kuba@kuba.jp
