

No. 85 (2022.6.19)

日本線虫学会ニュース

The Japanese Nematological Society News

目次

◆ 会長挨拶 忘れかけていた「対面」での会議（奈良部 孝）	1
◆ ICN 参加報告（岡 雄二）	2
◆ 線虫との付き合い 60 年（2）（石橋 信義）	10
◆ 自己紹介（片岡 善仁）	15
◆ 日本の線虫拠点紹介シリーズ第 26 回 「東京農業大学 バイオサイエンス学科 機能性分子解析学研究室」（伊藤 晋作）	17
◆ 編集後記	18

会長挨拶

忘れかけていた「対面」での会議

奈良部 孝（農研機構 北農研）

2022年の新年度が始まり、早2か月が経過しました。新しい環境に異動された方も、継続の方も、新年度の研究・業務・諸活動が軌道に乗り始めた頃と思います。私はといえば、ここ毎年、勤務先は変わらないものの業務内容が変わり、そのたびに職責は重く、研究業務からは遠くなっていく感があります。とはいえ、ジャガイモシストセンチュウ類対策は研究所および北海道農業の重要ミッションであることから、その研究管理者として今でも線虫には深く関わっています。本音では、現役研究員と一緒に現場に出向いて試験研究に没頭したいところですが。

さて、コロナ禍で迎える3回目の春です。先日は久しぶりにJRおよび飛行機で移動する出張をそれぞれ経験しました。また、これも久しぶりのイベントですが、職場の会議室に10名の若手研究員を集め、半日かけて対面での成果発表会を開催しました。いずれも、「十分な感染対策を施した」うえでの開催ですが、何か新鮮で充実した感覚を得ました。おそらく、ここ数年で慣れ親しんでしまった「オンライン」に比べ、「リアル」の圧倒的な情報量の差が原因と思われます。息づかい、手や体や表情の微妙な動き、体から発する熱（オーラともいう？）など、オンラインに載せたら容量オーバーでフリーズしてしまう情報が、五感を通じて体内に入ってきます。こちらセンサー全開で対峙したら、終了後は充実感はあるものの疲労困憊^{こんぱい}となってしまうました。調整方法をすっかり忘れていたようです。

これをもって、「会議はリアルが良い」と結論するつもりはありません。たとえば私は、コロナ禍前であれば、勤務地の札幌から本部のあるつくばに月2回ペースで出張し、会議に参加しなければならない状況でした。ところが、オンライン会議が主流になった現在では、自席から会議に参加し、特に不自由を感じることなく情報の収集と発信を行っています。オンラインで十分事足りる会議もあるということです。

今後は、「リアル」により近づいた仮想空間「メタバース」なるものがあつという間に主流になるのでしょうか。古い感覚しか持ち合わせない私としては、現状のオンラインとリアルを上手に使い分けて、本来の感覚を失わないスタイルが今後の主流になって欲しいと思っています。

さて、昨年オンラインで開催した線虫学会大会ですが、今年も秋にオンラインで開催する予定です。大学関係の評議員を中心に協力して計画を進めていただきたいと思います。そして、来年は久しぶりに皆さんが顔を合わせる「リアル」の大会をつくばで開催したいと考えています。つくばには、農研機構の新しい組織である植防研（植物防疫研究部門）が誕生し、多くの線虫研究者が所属しています。彼らがホストとなって、皆さんを歓迎してくれることを期待します。会員数約200名の小所帯の日本線虫学会ならではの、「リアル」と「オンライン」を使い分けた、いつもワクワクする発表が聞けて、自由闊達^{かっかつ}に線虫の議論ができる大会が継続することを願っています。

ICN 参加報告

岡 雄二 (Gilat Research Center, Israel)

去る 5 月 1 日から 6 日までフランスの Antibes で開かれた ICN 国際線虫学会の参加報告 (+ α) を日本人参加者 (2 人のうちの 1 人) という理由だけで書かせてもらいます。

ICN は本来 6 年毎に開かれる線虫学会で、アメリカの SON、ヨーロッパの ESN、ラテンアメリカの ONTA 等の日本線虫学会を含めた 17 の学会が一同になって行うというもので、国際線虫学会連盟 (IFNS) によって行われています。前回 は 2014 年に南アフリカのケープタウンで開かれ (その折も参加レポートを書いた覚えあり)、本来ならば 2020 年に今回の 7 回大会が開かれる予定でしたが、コロナで 2 年延期となり、少し落ち着いた (?) この時期にようやく開催されました。日本等、まだ出国、入国の規制が厳しい国があるため参加者数は 2020 年の登録時より減ったようですが、それでもヨーロッパを中心に参加者 600 人余りの大きい大会でした。特に、通常なら 2、30 人くらい中国人研究者がいるものですが、今回は外国での留学生以外は見当たりませんでした。

私はイスラエル在住の為、4 月 30 日にテルアビブからローコスト航空会社の直通便 (ウクライナ戦争前価格の往復 220 ユーロのまさにローコスト) でニース空港到着。当時もイスラエルでは渡航でのコロナ規制は日本に比べて緩く出国時のコロナ陰性証明も必要なしで (現在は誰でもワクチン接種関係なく入出国可能、機内でもマスク必要無し)、フランスではワクチン接種証明があれば隔離等必要なしということだったのに、ニースの空港では検疫関係の検査はまったく無し、ワクチン接種証明を見せる必要もなく全員フリーパス。当時フランスで

は屋外、室内マスク無し、ただ電車 (すべての公共交通機関?) 内ではマスクをしているかを見て回る監視員がいました。ニースから Antibes、詳しくは Juan-les-Pins の大会会場の近くのホテルまでタクシーで深夜に到着。

(フランスのタクシーは高い! 深夜のためか 15-20 分ぐらいの乗車で 90 ユーロ!)

5 月 1 日は大会の登録、レセプション等が夕方から始まるため、朝から電車で 1 時間位の所にあるモナコ (公国) で観光。モンテカルロラリー (1 月に開催済み!) か他のレースのためか道路に柵や網が張られていたり、道路沿いに観客席があったりしたのが印象的 (写真 1)。

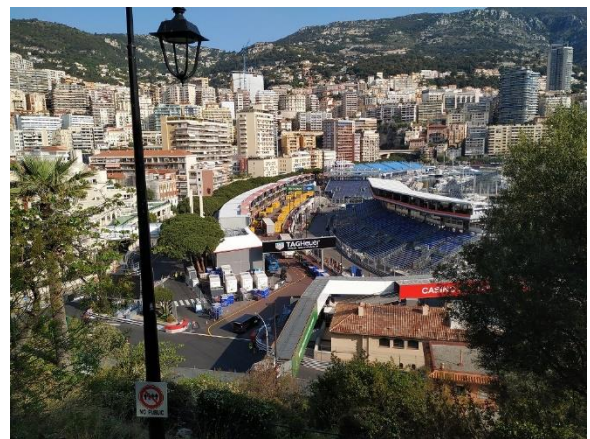


写真 1. モナコ、レース会場?

小さい国なので歩いて主な見どころを回って終わり (写真 2)。午後は Antibes まで電車で帰り、旧市街を散策し (写真 3)、Juan-les-Pins まで 2、30 分徒歩で、大会のある会議場をかすめてホテルまで。

身なりを整えて改めて大会会場へ登録、レセプションに。一番最後に参加した線虫学会は 2019 年のコスタリカであった ONTA 大会だったので実に約 3 年ぶり。会場の雰囲気が、懐か



写真2. モナコのヨットハーバー



写真3. Antibes の海岸

しいというか、知ってる人たちの年季が入った姿を見て時間が経ったというか、複雑な気分。会場内では人が密の状況なのにマスクをしている人はほとんどいなく、郷に入れば・・・で自分もそれに従いました(大会参加に合わせてイスラエルで4回目の接種を済ませていました)。レセプションでは懐かしい人たちとの再開を祝ってワイン(特にロゼワインが有名な地)で乾杯し、飛沫を飛ばしながらの会話が盛り上がりました。同年代の学者(私は ICN 参加4回目)との話は、線虫やコロナのことよりも定年の話とか、我々が知らぬ間に“年配層”になってしまって知らない若い研究者が多いということに気が付かされたというものでした。まあ、次の世代があるというのはいいことです。ワ

インが無くなるまで3密状態で盛り上がってました。

5月2日。いよいよ大会の始まりです。運営委員会の挨拶とか、近年コロナ等で亡くなった研究者名の報告などの後すぐに2つ基調講演。はじめは F. Kaplan 氏の NASA との研究で、無重力が昆虫寄生性線虫 *S. feltiae* の昆虫への誘引、寄生、繁殖、拡散に与える影響というもので、実験結果としては無重力状態でもこれらの行動要因は影響されないと言うものでしたが、それよりも研究計画、予算書の提出、宇宙に送る線虫の準備、失敗が許されない綿密な計画等、準備の話のほうが面白かったように思いました。続いては P. Abad 氏のネコブセンチュウと植物の相互関係の話で、この分野ではトップをいっている彼の研究室の成果を話されていました。大会期間中、基調講演の後は連日4つのセッションが並行して開かれました。自分は防除法開発や殺線虫剤を主にやってるので、午前中は被覆植物と線虫抑制土壌のセッションに参加しました。この分野は線虫防除だけではなく土壌保護、有益昆虫、有益微生物、ミクロ気候等いろいろな要因に影響を与え、こうすればああなるといった単純なものではないので、その土地の気候、土壌、作物等にあった線虫抑制方法を見つけるには長期の研究が必要で、しかもそれがまたどこにでも適用できるとはいかないので難しい課題だと思います。午前のセッション後はやはり昼食。大会の昼食は、会場には多分ダイニングにできる広間が無いという理由からか期間中を通して立食スタイル。料理は“食事”というよりも“スナック”に近いもので量も控えめ。立食だからいろんな人と交流できましたが(写真4)、ダイエットしに来た気分という人もいました。印象的だったのは使い捨ての皿、ナイフ、フォークが紙や木・竹製で、フランスは脱プラスチックに力を入れ

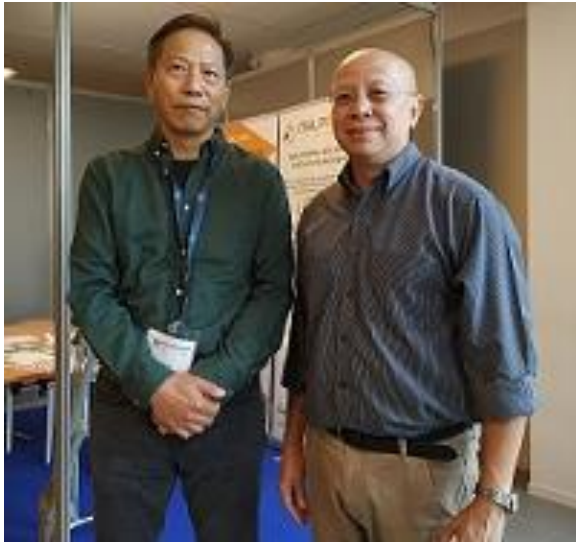


写真4. タイの B. Chinnasri 氏と

ているようでした。スーパーでも紙袋しか置いてませんでした。午後は熱帯地域の線虫防除のセッションに参加。資金、情報、人材等がかぎられた熱帯地域の小規模農家の線虫防除の話が主で、来るであろう食糧危機の解決はアフリカなどの小規模農家での作物増産にかかっていると言われているので重要なテーマです。興味があったのは D. Coyne 氏が率いるチームの、バナナ繊維紙に少量の殺線虫剤を染み込ませ、それでジャガイモを包んで植えてシストセンチュウの感染を防ぐというものでした。薬剤なしのバナナ繊維紙だけでも線虫へのバリアになるようで感染がだいぶ抑えられるようです。後日のセッションではヤムイモ等他の作物にも適用できるとのことでした。もう一つ面白かったのがオレンジやレモンジュースで野菜のネコブセンチュウを防除するというもの。捨てられる果実を使うとのことでしたが、実用性には疑問が残ると思われました。

夕方からは3つのワークショップがありました。都合で参加せず。後日の発表などからイネシンガレセンチュウの被害が稲やイチゴなどで世界的に広がっていることを知り、この線虫のワークショップに参加しておけばと思わ

れました。ワークショップの後は前日に続きたワイン漬けの3密レセプションで盛り上がりました。

5月3日も3つの基調講演からスタート。モデル線虫の *C. elegans* や同族他種の自然界での生態、進化などの話（ここで *C. elegans* は限られた地域にしか生息しないことを初めて知る！）や、昆虫寄生性線虫の植物揮発性物質への反応の話があり、特に面白かったのは、ある害虫のイモムシは植物の根を食べる際に茎を切って地上部を切り離し、植物が昆虫寄生性線虫を誘引する揮発性物質の生成を止めるというものでした。その後のセッションには自分の分野でもある化学的防除に参加しました。近年は、有機リン系剤から低毒性の次世代殺線虫剤への移行がだいぶ進み、fluensulfone (Nimitz), fluopyram (Velum), fluazaindolizine (Salibro) が市場を占めているようなので、これらの薬剤や新薬の話が主でした。中でも、Syngenta 社の新殺線虫剤 cyclobutrifluram (Tymirium) の発表が印象的で、Bayer 社の fluopyram (Velum) 同様、コハク酸脱水素酵素阻害剤で殺線虫性と殺菌性を持ち合わせ、線虫と菌病を同時に防除ができるとのこと。発表は Syngenta 社員によるものだったので特に良い結果だけを発表していると思いますが。他には植物ウイルスの外殻に薬剤を詰めて、地中深くまで届けるという発表も印象的でした。午後のセッションは、ケニアの国際熱帯農業研究所の D. Coyne 氏の研究室でポスドクをやっておられる西海 加那（さいかい かなん）さんの発表があった生物学的防除に参加（写真5）。西海さんとは2019年のコスタリカでの ONTA ミーティングで知り合いました。彼女は法政大学卒業後、フロリダ大学で修士号、ウィスコンシン大学で博士号を取られた国際派で、コスタリカのミーティングの時にアフリカの D. Coyne

氏の研究室に行ってみたいと言っておられ、それを実現されていて感心しました。彼女と法政大学総長の対談が HOUSEI ONLINE のウェブサイトで見られ、彼女の経歴、線虫防除の研究、発展途上国支援などを^{うかが}えます。彼女の発表はキタネコブセンチュウに感染しているコーヒー樹に有益糸状菌を施用して線虫密度を下げたり、線虫の多様性の変化を調べるというもので、有益菌散布開始から1年後(?)によりやく線虫密度の低下が見られたようです。この発表でコーヒーがキタネコブセンチュウに感染することを初めて知りました。他にはだいぶ前にイスラエルで開発され、その後 Bayer 社に売却された *Bacillus firmus* の線虫防除機能の発表があり、未だに研究が続けられているようです。この後のワークショップも参加せず、今思えばブドウの線虫の^{うかが}に出しておけばと思われました。

5月4日。大会ツアーの日で、4コースのうちの”ローズとロゼワイン”に参加。午前中は香水に使う精油を作物栽培から抽出まで行う会社の圃場と工場見学。圃場に近づくとバラの甘



写真5. 西海加那さんと

い香りが漂ってました(写真6)。ちょうど訪れた数日前に花の収穫が始まり、収穫の様子も見学できました(写真7)。開いたばかりの花を摘むため早朝からアルバイトのシフト制で行ってるようでした。ここでも持続可能型農業を進めており、農薬散布をできるだけ減らしているようです。圃場にはスピーカーがあり、職員の連絡用に使うと思いきや、バラに音楽を聞かせて(?)病虫害への抵抗性を高めるとか。



写真6. 香水用バラ圃場



写真7. 摘まれた花

ある周波数が効果的だとか説明されていましたが、アブラムシやさび病がよく見られたので、音楽なしでは多分バラは全滅していたことでしょう(笑)。他にはアヤメの花が咲いており(写真8)、アヤメの香水は珍しいと思っています、何と花から精油を取るのではなく根茎を



写真 8. 香水用アヤメ圃場

数年間倉庫で熟成させてから香り成分を抽出するらしいです。一時中国に栽培の依頼をしていたらしいですが、やはり品質が十分ではなかったよう。工場では主にバラの香り成分の抽出を行っており、製品はシャネルに買い取られ、シャネル No.5 に使われるようです。1 トンの花から数十ミリリットル (?) しか採れず、高価なはず。蒸留抽出法と溶剤抽出法を使っているとの説明でした。とある湖畔でのサンドイッチの昼食後は Chateau Saint Reseline ワイナリーへ。このワイナリーはいわゆるプロヴァンス地方に位置しており特にロゼワインが有名で、赤ワインも作ってはいるがマイナー。見学では他のワイナリーと同様、果汁の絞り、発酵、熟成などの説明を受け、数千リッターのステンレスタンクが印象的でした (写真 9)。



写真 9. Chateau Saint Reseline の発酵熟成タンク

ワイナリーの敷地にはその名前の由来になった聖女ロセリンを祀^{まつ}った教会があり (写真 10)、



写真 10. 聖女ロセリン教会

敷地内にも関わらず巡礼者は自由に入れるようです。彼女は生前 3 つの奇跡を起こし 1329 年に死去。珍しいことにミイラ化した彼女の体が教会内で展示されています (撮影禁止)。この地方にミイラ化の技術があったのかわかりませんがミイラになることができたのも奇跡だと思われます。死後にも逸話があり、死んだ彼女の目がいつまでも生きてるように輝いてるため、ある権力者が剣で左目を突き刺したとか。彼女の両目は別のケースで展示されてます。その後はもちろんテイスティング (写真 11)。連日ワイン漬けですが元気を出してもう 1 杯。流石にロゼワインが美味しくここでしか買えない白とロゼの限定品をお土産に。

5 月 5 日。午前のセッション (天然由来の殺線虫剤) の一番目が自分の発表だったので基調講演はパスしてもらい発表の最終確認。何回国際学会で発表したかわかりませんが、いつも



写真 11. 特別な形の限定品ボトル

準備不十分で学会に来るのは変わりません。発表内容は他の発表でもあるように、既に雑誌に掲載されてるものでしたが、いい意味、悪い意味で多分知ってる人は少なかったと思います。植物の精油成分やその派生物がネコブセンチュウ二期幼虫を誘引するという内容で、最終的には殺線虫剤と組み合わせ、防除効果を上げるのが目的でした。寒天培地上でも土中（砂）でもミナミ、キタ、ジャワ、シバの4種のネコブセンチュウを誘引するのですが、殺線虫剤の散布量から計算すると誘引物質の量が多くなりすぎて実用には向かないでしょう。他の発表は植物や海藻抽出物とかを使った線虫防除でした。午後のセッションは総合的防除に参加しましたが、これと言って印象に残るものはなかったです。ただ、ハンガリーの学生の発表が2つあり、ハンガリーにも線虫研究者がいるんだと知りました。夕方はバスでガラパーティーが開かれる海沿いにある Villa Eilenroc というビラ（豪邸）に出発（写真 12）。やはりスパークリングワインで始まり（写真 13、14）、市長のどうでもいい挨拶や、学生の受賞者の発表等の後はディナーのはず（写真 15）。いつも昼食では“スナック”の立食だったので夕食はフレンチのコースと思いきや、またしても立食スタイル。食べ物は昼食よりは少し豪華だったと思いま

すが満腹までとはいかず。でもイスラエルでは食べられない生牡蠣^{がき}があったので試しました。しかしこれもどういことなし。それでもワインは十分あり、またしても3密飛沫の懇親会（写真 16, 17, 18）からダンスパーティーへと進化。深酔いする前に帰りのバスに乗り大会会場、そしてホテルへ。



写真 12. Villa Eilenroc

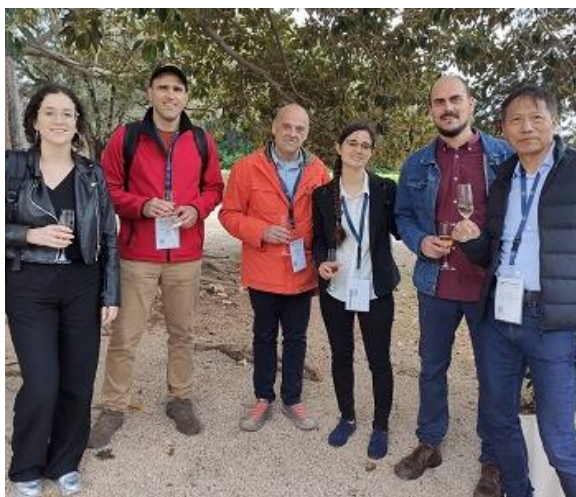


写真 13. 日本でポスドク経験ありの J. E. Palorames-Rius 氏（左から2人目）、M. Talavera氏（左から3人目）らスペイン人研究者らと



写真 14. カリフォルニア在住の S. Subottin 氏と



写真 15. 学生の受賞式

5月6日最終日。E. San-Blas 氏の IFNS の状況分析、方針、改革の基調講演後、次世代殺線虫剤のセッションへ。ところで E. San-Blas 氏はベネズエラの（昆虫寄生性）研究者なのですが、ベネズエラの経済治安状態のさらなる悪化の為、最近チリに移住したと言っており、最近のウクライナとかを思うと、安心して研究が



写真 16. ドイツ、ボン大学の退官教授の R. Sikora 氏（夫妻）らと



写真 17. *Nematology* 編集長の R. Perry 氏と

できるのは恵まれていると思わせられます。次世代殺線虫剤のセッションでは化学的防除のセッション同様、fluensulfone (Nimitz)、fluopyram (Velum)、fluazaindolizine (Salibro)、cyclobutirfluram (Tymirium) のオンパレード。農薬会社の人たちの自社の製品の売り込み競争と言ってもいいでしょう。まあ、この大会の



写真 18. 東京農工大学とも交流のあるドイツ、ボン大学の *F. Grundler* 氏と

協賛、スポンサーですので運営委員会としても仕方ないと思いますが。その反面、話題になる殺線虫剤がある、使える薬剤が増える、ということは自分としては大変歓迎です。この後、午後のセッションや閉会式は失礼させてもらい、ニース観光へ。海沿いの美しい街といえばそれだけです。ヨーロッパの観光でいつも困るのはやはりトイレで、年をとるごとに困り難が増。

公衆は極めて少なくデパートや駅でも有料。今回は 0.5 ユーロのデパートのトイレがクレジットカードで支払いができるのに驚きました。もちろん日本のデパートの無料トイレのほうがヨーロッパの有料よりも綺麗です。

最後に。今回は特に、親しい研究者たちとの再会で、学ぶというより楽しむ学会でしたが、相変わらず出発前の要旨集の勉強が足らず、帰国後にこんな発表があったんだとか後悔するハメに。でも研究意欲を高めて帰国することができ、これをできるだけキープしていこうと思います。最後の最後に、聞いた話ですが、やはり大会終了後にコロナ感染者が分かっているだけでも 10 人以上出たとか。大会中よく行動を共にした人も感染しましたが、私はテルアビブ空港での帰国 PCR 検査は無事陰性でした。これからの大会の運営方法の再検討が必要だと思われますが、これ位の感染率でよく収まったとも思われます。

線虫との付き合い 60 年（2）

石橋 信義

随分遅くなって申し訳ありません。この一年 COPD の症状はますますひどくなり、PC に向かうことは 15 分以上できませんでした。このところ少し元気になりました。まへのニュースで生物的防除について大見得を切ったので気にはしていました。当時は、はっきりした構想はあったのですが、今はみんなぼやけてしまいましたので、また漫談になります。頭の中を整理するため経時的に（最近の時系列にというらしいけど、私は統計学で時系列コログラムを習ったので、なんとなく違和感がある）書きます。

1979 年 Riverside に行って腰を落ち着けました。隣の研究室には Platzer さんがいて、蚊に寄生する *Romanomermis* を扱っていた。生物的防除の agent になるのかと訊いたら「効果は十分あるけど、普及はしない。*Neoaplectana*（現在の *Steinernema*。当時はまだこの学名だった）や *Bacillus thuringiensis* の *islaerensis* が遥かに望みがある」とのこと。それで私は *Steinernema* を分けてもらい、観察することにしました。ホストの昆虫に *T. ni* というシャクトリムシの幼虫を使ったけど、みんな *T. ni* というので属名は知らない（※編者注：*Trichoplusia ni*（イラクサギンウワバ）のことか）。*Heterorhabditis* もいじってみた。自分で材料のムシを飼育する必要はない。飼育専門の係がいて、労力的には随分助かった。約半年かけて *Steinernema* と *Heterorhabditis* の生活史は自分なりに会得した。あとで知ったことだが、まだこの頃は両者とも生活史ははっきりと公表されていなかった *Heterorhabditis* では必ず *Endotokia matricida*（雌成虫の体内が

幼虫で充満する）を経過しなければならないことは公表されていなかったと思う。一年近くなってようやく言葉に不自由はしなくなってきたが、もうその頃は帰り支度に忙しかった。1 年間に講義・セミナー・講演含めて 15、6 回喋りました。後の方は図々しくなって、原稿なしのぶっつけ本番だったけど、このほうが受けがよく、質問も多くなった。やっぱり下手くそでも相手の顔を見ながら喋るのがよいようだ。マサチューセッツにいた頃ホームステイしていたが、幼稚園児ぐらいの子供は私の言葉にいつも聞き返していた。息子はテレビを見ながらゲラゲラ笑っていたが、僕にはこんな下衆の言葉は分からない。何と言っていたのだと聞いても無駄だ。英語に対応する日本語を知らないから。小学校最後の日に美人の校長先生に会いに行き、お手数おかけしました、と礼を言ったら、英語は貴方より上手になりましたよと言われた。日本に帰ったら、彼は英語を直ぐに忘れてしまった。佐賀に 4、5 年いた韓国からの留学生の息子の佐賀弁は僕のよりもうまくなったが、10 年ほどして韓国で会ったら、彼は高校生になっていたが、日本語はすっかり忘れていた。

日本に帰る途中でハワイに寄った。生物はすべて届けるようになっていたので、ドッグフード培地で 2 属 3 種類の線虫を、10 °C 前後の温度で保存してくれと頼んだ。自分で持っているよりずっと安全だ。ハワイ大学にはカリフォルニア大学の Van Gundy（私のアメリカでのカウンターパート）が前もって紹介してくれた。昆虫研究室では *Steinernema* でシロアリを駆除するのに、ハタラキアリに線虫を感染させて

巢に戻した。しかし、なかのハタラキアリがバリアーを作って入ることができず失敗に終わったとか。それで感染アリの何を感じるのかの研究に切り替えた。教授はタシロさんとか言ったかな。教官2人は日系二世で日本語がうまかった。線虫研究室はAptさんが教授で、パイナップルの線虫(中園さんの学位論文の線虫でニセフクロセンチュウ *Rotylenchulus reniformis*。パイナップルにはネコブセンチュウよりも重大な被害をもたらす。九州では芋畑でよくみられる)の防除がおおきな課題と言っていた。ここで留学最後のセミナーをした。ネコブをしたのかザイセンチュウをしたのか、土壌生物相の diversity について随分議論したので、除草剤連用の線虫相について喋ったのかもしれない。

帰国して2日もしたら、学生の中に”Hi, there. Long time no see”なんて言って入っていく気はなくなった。ここがアメリカの大学だったら、「サプライズ」と言って教室の学生達がどやどやと私の研究室に入ってきたかもしれない。女子学生は駆け寄って私の頬^{ほお}にキスしたかもしれない。私はカシユウナッツやピスタチオ、レーズンなどを揃^{そろ}えて、缶ビールを20本くらい準備しておかねばならなかったかもしれない。でもここは日本。幸か不幸か学生達は小生と同じくらい無愛想だ。今は多分違だろう。この頃の女子学生は学科に2、3名ですごく優秀であった。今は驚くほど増えたらしい。

持ってきた線虫にはすぐに取り掛かれるものと思っていたが、意外なことにそう簡単には進まなかった。九州農試からは線虫をばらまくと昆虫相が乱れると苦情がくるし、そんなに威力があるものなら苦労はしない、と言いたかった。

さて本題に入ろう。順序立てて論文式に書くのはもうできない。帰国後2年して昆虫病原性

線虫 (EPN) について、科研費の一般研究を組織し、全国から20人ほどの研究者を動員して、実用性の研究に入った。この研究は3年ごと3回計9年にわたり、菌食性線虫も含めて研究者は延べ70名以上になった。佐賀大、農工大、筑波大で卒論として扱った学生達まで含めると100名以上になるであろう。研究費は9年間で4000万円以上貰^{もら}ったが、分配するから分担研究者1人当たりは少ない。数か所は超高速顕微鏡で線虫の摂食行動や nictating 行動が記録できた。蛍光顕微鏡、-70℃の冷凍庫など少しは各研究者に貢献したと思う。年に1回佐賀に招集して研究会を開いた。報告書は図表と abstract は英文にしたが、意外と広く英米の研究者に引用された。当時は世界的にもこの線虫類についての研究は少なかった。それぞれの分担研究者の研究成果はユニークで、予防衛生研では東京都のごみ捨て場(夢の島)のハエ駆除に、林業試験場では伐採した松材の中のカミキリ幼虫の駆除に用いられ、また、昆虫血体腔内での免疫破壊機構を線虫自体も共生細菌も持つこと(フェノールオキシダーゼ活性化のカスケード系のCaイオンの関与を妨げるなど)も明らかとなった。他の線虫もEPNと混合すると異物認識されない。EPNは昆虫体液中のペプチドに誘引されるが、他の動物(ヒトを含めて)の血清には誘引されない。nictatingの感染行動としての意義。雄幼虫が雌幼虫よりも先に宿主体内に侵入する(雄が宿主の免疫機構の犠牲になる利他行為?それとも繁殖競争か?)。一方、先に侵入した線虫は後続の線虫の侵入を妨げる。感染態幼虫には遊出して直ぐに感染行動にはいるものと、2週間ほどして侵入する2つのグループがあること(昆虫死体から出現した時、宿主がいない時を考慮して全部がすぐに感染しない種維持戦略の一つ?)。共生細菌無

しにして線虫だけでも、宿主昆虫の防御機構は低下し他の細菌による敗血症で死にやすい。

S. feltiae は国内各地からも至る所で検出され、検出頻度は高かった。*Heterorhabditis* spp. は太平洋側の海岸線に沿って至る所から採集された(多分暖流に乗って南方から渡来したのであろう)。EPN も菌食性線虫 *Aphelenchus avenae* も植物根に集中するので植物寄生性線虫による被害を抑えることができる。とくに外寄生性線虫には実際に効果がある。両線虫を混合すると、それぞれの単独施用よりも効果は劣る。nictating する線虫は最初は雄幼虫が多い。雌雄の分化は感染態幼虫で生殖腺の染色で明瞭に識別できる。この知見は外国でも評価され、私は Montpellier で開催された国際無脊椎動物病理学会議(札幌市で開催される前)で招待講演した。もっと詳しく述べたいが、だいたい最近は痴呆状態となっているので、現在も感じていることを多少乱雑に述べることにする。

1. 生物防除剤の生産は cottage industry に徹する

企業的センスから言えば、大量生産して単価を安くすることが原則かと思われる。しかし、線虫類は人工培地で生産していると、次第に生物としての世代維持能力を失ってくる(マツノザイセンチュウも室内で3年以上糸状菌で培養していると松を枯らさなくなる)。人工培地で継代培養した昆虫病原性線虫でもペトリ皿で宿主体内に注入すれば、宿主は死に次世代の線虫も生産されるが、野外で実際に施用すると全く効果はなくなる。「下手な鉄砲も数打ちゃ当たる」というやりかたで、全く無駄なことである。だから大量施用 inundative application すればよいということになり、大量生産培養法は行き着くところまで研究された。昆虫病原性線虫が期待された程に普及しなかったのは、

この原因もあると思う。駆除目的の昆虫の生態をより深く研究し、どの時期が最も外敵に弱いかなど明らかにして施用することが肝要であろう。生産工程が確立した比較的大企業では小回りが利かない。agent としては常に新しい strain を野外から採集しなければならない。とくに菌食性線虫について言えることだが、その土地で採集されたものはその地域の病原菌に最も効果がある。その地域の土壌生態系の一員になっているものが最も防除効果が高いけど、化学農薬のように全滅させる効力はない。もちろん、室内での実験では100%の駆除効果を上げることは不可能ではない。EPN にしても、日本産線虫が殺虫効果は高かった。*S. glaseri* よりも *S. kushidai* のほうが林木苗圃でのコガネムシ防除効果は高かったと思われる。*S. feltiae* はヨーロッパでは施用効果はあるだろうけど、日本では期待したほどのことはなかった。この線虫も日本で採集したものを使うべきであったかもしれない。

2. cottage industry は少人数で組み立てる

どの地域でも有機農業を標榜^{ひょうぼう}する農業者はいるものである。なかにはそういう団体を組織しているところもある。現場ではその人たちと一緒に仕事をする。決して農業者に施用を任せてはいけない。生物防除は本来、政府が主導して推進すべきものであるが、日本ではまだそのような気運は起こりそうにない。少人数のベンチャービジネスのほうが小回りが効き易い。常に新しい strain を得るように努力する。その地域の有機農業者を集めて講習会を開くなどは必要不可欠である。できるだけ産業副産物や家畜糞^{ふん}を培養基に利用できるようにする。例えば製紙会社から出るパルプ粉末や十分に発酵させた鶏糞など、企業では処理に困ってい

るもので、企業からの協力も得られやすい。線虫の乾燥保存技術も随分よく開発された。菌食性線虫は乾燥保存が極めて易しい。研究者が多いと「船頭多くして船山に登る」みたいになるが、菌食性線虫、昆虫病原性線虫、線虫寄生菌にそれぞれに2, 3人は必要であろう。仕事は多いが政治的にも運動すべきかもしれない。日本では流行らないが、アメリカではSONの大会でロビー活動を当然の仕事のように報告していた。各地のベンチャーが寄り集まって連盟を結成するのが望ましい。

3. コッホの三原則に固執してはならない

バイオアッセイには他の要因が入らぬようにするのが原則であるが、土壤生物を取り扱うときには必ずしも当てはまらない。とくに菌食性線虫 *A. avenae* を試験するときは、対照区を無菌状態で病原菌無しにすると、他に食べ物が無いので植物体を摂食するようになる。滅菌土壌を使うと発芽しないか、子葉植物では子葉にハモグリバエが入ったようになり、その後の生育も悪い。病理の研究者は滅菌土壌を使うので、この線虫は有害線虫とされてしまう。私は専ら土壤病害が発生している土壌を対照区にしている。施用した線虫による被害は全くない。*Pythium* 菌または *Rhizoctonia* 菌によるキュウリ立ち枯れ病を防除するのに施用線虫は土壌 200 cm³ に 200 頭あれば十分である。線虫は 5 L 梅酒瓶に 3,000 万頭以上生産できるので採算はあうであろう。実際にはキュウリ定植時に根際に注入する。農薬は防除対象とする生物を限定するから、数種病原菌が混在するときは農薬対象外の病原菌がリサージェンスを起こすこともある。線虫はスペクトラムが広いので農薬単独よりも良好な効果が得られた(これは SDS バイオテックの実験)。

4. 線虫はもともと土壤生物である

これは重要な前提条件である。全般的に地上で生活する昆虫は昆虫病原性線虫には抵抗力がないから、容易に駆除できると期待されたが(実際、ペトリ皿では大抵の昆虫は死ぬ)、線虫の地上茎葉部散布では 15 分と持たない。種々展着剤など乾燥防止剤と混入しても生存は困難である。太陽光線には非常に弱い。湿度の高い日没間際など施用時間は夕方に限られる。土壌に施用する場合は昼間でも構わない。昼間でもマツノマダラカミキリ幼虫を駆除するのに、被害木を集めて線虫を散布し、ビニールをかけた試験はうまくいったらしい。キャベツのコナガは葉で囲まれているので駆除し易いと思われたが、1、2 令幼虫が防除対象である。しかし、余りに小さいので昆虫に噛み殺されて駆除効果は低い。これはマレーシアのキャメロンハイランドで 2 年続けて試験した結果である。カブラヤガには根際に注入するだけでよい。しかしこの昆虫は EPN との付き合いが長かったのである。淘汰されてかなり抵抗がある。ハスモンヨトウを防除する 5 倍くらいの線虫を要する。芝草のヨトウムシ、シバツトガ、シバオサゾウムシなどはカブラヤガよりも防除し易い。EPN も菌食性線虫も土壤生物であるが、大量に土壌に注入すると土着線虫相にどのように影響するか。4、5 年調査した。薬剤処理して比較的単純な線虫相では、土着線虫類の密度は大きく変動して長期間続いたが、薬剤無処理土壌では影響は小さく比較的短期間のうちに元の線虫相に戻った。多様な土壤生物の緩衝作用によるものであろう。

5. 総じて日本人は足のないによろよとした生物には弱い

これは困った問題である。日本人の体質かもしれない。*Steinernema* をキャベツ圃場に施用したとき、農薬連用区は葉脈だらけになったけど、線虫施用区は無傷のまま、立派なキャベツとなった。たまたま NHK が取材にきて、実験室でうどんの様に動いている線虫の顕微鏡撮影も取材したが、早速視聴者から気持ちが悪いとクレームが殺到したらしい。こんなものをキャベツに撒いてそれを食するのはとんでもないと。明日になるとこんな線虫はみんないなくなるとその時説明したけど、見た目で気味の悪いものは消えないらしい。これ以来 NHK で線虫の宣伝はしなくなった。

6. 強調して言いたいこと

線虫による生物的防除の agent になるものは、原則的に地産地消である。それが最も生態的多様性を攪乱しない。また施用効果もその土地のものが最も期待できる。線虫にくわえて *Pasteuria penetrans* もネコブセンチュウやネグサレセンチュウの生物的防除に使えるだろう。菌食性線虫、昆虫病原性線虫、線虫寄生性微生物の 3 本建てで生物的防除研究施設を設立し、それらを NPO 法人化する。これが理想である。もちろん環境保護が根底にある。近年、東北地方ではカシノカミキリムシがブナの木に繁殖して問題になっているようだが、どんな生物にも線虫は関与しているから、きっとカミ

キリの繁殖力を低下させる線虫はいると思う（※編者注：カシノナガキクイムシのことか）。林業試験場でみつかった *Contortylenchus* sp.(学名うろ覚え) のような線虫はいないだろうか。化学農薬も必要ではある。確かに自分は農薬が人類の飢餓を救うと大学では教わってきた。自分が卒業した研究室はその先端を行っていた。しかしアメリカの農業方式が如何に環境を破壊してきたか、今になってやっと問題になっている。アメリカのやり方を忠実に教訓としたのが日本の農業であった。アメリカでの土壌の砂漠化（砂塵）や塩害は 1920 年代から分かっていた。これが農業国アメリカの成れの果てである。山火事もすさまじい。44、5 年前 Riverside にいた頃は bushfire とか言っていた。車を 叢 のそばに駐車すると言われてたものである。今は大きな木がバリバリと燃えている。地球温暖化から落雷となるらしい。日本農業は本来ベルギー、オランダ、ドイツなど EU 諸国のやり方、考え方に倣うべきである。農業というものは我々の生命を維持するもの、高くついて当たり前である。アメリカ式は大量生産、大量廃棄である。とにかく我々はこれからの農業は地球環境を破壊しないことを念頭におかねばならない。それには生物の多様性を忠実に維持していくことである。その土地の生物を利用した生物的防除が最も理にかなっている。

自己紹介

片岡 善仁（横浜植木株式会社）

お世話になっております。横浜植木の片岡善仁と申します。2021年7月に日本線虫学会に入会し、皆様方には日ごろから大変お世話になっております。また、この度自己紹介の機会をくださった広報幹事の酒井さんと与謝野さんには感謝申し上げます。折角の機会ですので、自己紹介と弊社のPRをさせていただきます。

弊社は1891年6月に設立され、2022年6月には131年を迎える横浜に本社、静岡県菊川市に研究農場（写真1）を構える総合園芸会社です。設立当初から植木や盆栽の和園芸の輸出、洋園芸の輸入を中心に事業を展開し、現在でも種苗、園芸、造園と設立当初から変わらず、植物を中心とした事業を展開しております。日本線虫学会の専門家の皆様には特に、苗木や盆栽の輸出入にて多々ご助言を頂き、誠にありがとうございます。皆さま御存知の様に盆栽は、日本の伝統的芸術品として国内だけでなく、世界各国で注目を浴びてきました。弊社でも創業

当初から盆栽を海外へ輸出し、現在もドイツ、イギリス、ポーランドなどEUに盆栽を輸出しています。EUは土付きでの盆栽輸出が可能です（写真2）、輸入国の植物検疫でオオハリセンチュウやユミハリセンチュウなど、植物寄生性線虫の検出が続発したため、輸出する前に厳格な対策が求められています。輸出前に薬剤浸漬処理を実施し植物寄生性線虫の駆除に努めていますが、線虫駆除効果のばらつきや薬害の発生、使用済み薬剤の廃棄が土壤汚染や水質汚染など環境破壊にもつながることなど、課題も多く残っています。将来的には化学農薬に依存しない新たな線虫の駆除方法や無病苗の育成方法などが必要になります。弊社も非常に興味を持っている分野ですので、ご興味のある方は今後、ご一緒にお仕事をさせて頂ければ幸いです。

さて、弊社の事業には植物の輸出入業務の他に、野菜や花きの品種開発が御座います。私の



写真1. 菊川研究農場と菊川市中心街

業務は弊社オリジナル品種開発の中の病害虫に対する抵抗性品種の開発を担当しております。私は学生時代、細菌や糸状菌を取り扱った研究をしていたのですが、入社当時の上司からピーマンでネコブセンチュウの耐虫性品種を作りたいと言われ、線虫の取り扱い方や実験の右も左もわからず、日本線虫学会発行の「線虫学実験法」を直ぐに購入し、ベルマン法からネコブセンチュウの維持管理、評点の付け方などの参考にさせていただきました。また、もう10年も前になりますが、2012年の日本線虫学会筑波大会に参加させて頂き、20周年記念公開シ

ンポジウムでの一般公開のご発表や一般公演での皆様の最新の研究報告を拝聴し、勉強させて頂き、アットホームな雰囲気懇親会では、専門家の皆様から線虫の取り扱いについての基礎知識をご教授頂き、今でもセンチュウの接種試験や現場で発生しているセンチュウの診断業務の礎になっております。現状ご時世柄なかなか、気軽に対面でお話を伺うことができませんが、野菜品種の商品開発においても課題が多く御座います。近い将来皆様と対面で情報交換をさせて頂けることを心待ちしております。今後ともどうぞ宜しくお願い致します。



写真2. EUへの盆栽輸出準備中

日本の線虫拠点紹介シリーズ第 26 回

「東京農業大学生命科学部 バイオサイエンス学科 機能性分子解析学研究室」

伊藤 晋作（東京農業大学）

東京農業大学は 1891 年（明治 24 年）、
えのもとたけあき榎本武揚が設立したとくがわいくえいこう徳川育英黌農業科が始
まりです。現在は学部改組を経て神奈川県厚
木市、東京都世田谷区、北海道網走市にキャン
パスに 6 学部 23 学科を有しています。私
の所属するバイオサイエンス学科は 1998 年
（平成 10 年）の学部再編時に世田谷キャン
パスにて応用生物科学部バイオサイエンス
学科として設立され、その後、2017 年の改
組で生命科学部に移籍し、現在の所属となっ
ています。世田谷キャンパスは世田谷区の住
宅街の一角に位置しており、最寄駅（小田急
線経堂駅、東急田園都市線用賀駅）からは徒
歩で 15～20 分程度と少し遠いですが、すぐ
近くには東京オリンピックの馬術競技が行
われた馬事公苑などもあります。また、2020
年にコロナで初めての緊急事態宣言の出る
直前の 3 月に、世田谷キャンパス所属の研究
室は全て新しく完成した研究棟（サイエンス
ポート）に引っ越しをし（写真 1）、現在は
ここで教育や研究に励んでいます。



写真 1. 研究棟の外観

バイオサイエンス学科には 6 つの研究室
があり、それぞれ 3 人の専任教員が配置され
ています。私の所属する機能性分子解析学研
究室にも 3 人の専任教員がおり、それぞれ独
立した研究テーマを持って進めています。キ
ーワードとして「機能性分子」に着目した研
究を進めているのですがそれぞれの専門分
野が構造生物学、応用微生物学、生物有機化
学と全く異なっており、さらに扱う生物も、
微生物や動物細胞、植物、植物寄生線虫など
幅広いため、研究テーマはなんでもありとい
った感じでそれぞれの教員が興味のままに
研究を行っています。研究室には現在は大学
院生 10 名（1 名は博士課程）と 25 名の学部
四年生が所属していますが M2 や四年生の
多くが就職活動真っ最中のため人数の割に
静かです（写真 2）。6 月になると三年生の
研究室配属や就職活動組が少しずつ復帰す
るため研究室も賑やかになってくると思い
ます。

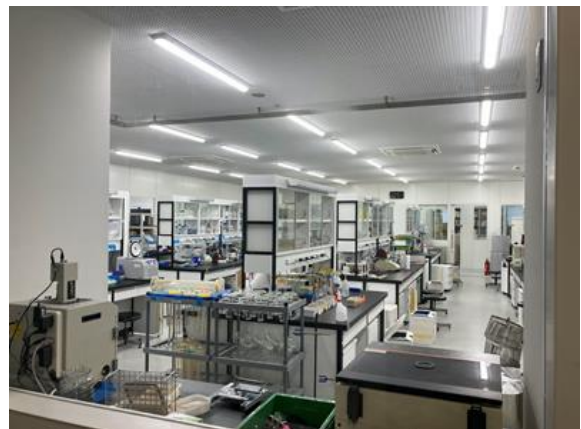


写真 2. 廊下から見た研究室の様子

本研究室での植物寄生線虫の研究は、2012年に私が東京農大に着任する際、新しい生物を扱ってみたいと思っていた時、ある学会でシストセンチュウの発表を聞いて、「面白そうな生活環の生き物がいるなあ」と思ったのがきっかけで始めました。それまでは植物ホルモンについて化学的な研究を行ってきただけ、生き物（特に動物）を育てる経験もほとんどなく、今でもシストセンチュウの増殖や基本的な実験のやり方など線虫学実験法をバイブルに、時にはシストセンチュウを分与していただいた串田先生に何度も教えていただきながら、学生さんと一緒に実験をしています。現在はダイズシストセンチュウとジャガイモシストセンチュウの2種類のシストセンチュウを扱って、シストセンチュウの孵化や宿主認識に関与する物質や遺伝子の探索、機能解析を主に行っています。センチュウを扱う学生さんは大学院生1名（修士課程）と学部四年生3名と研究室の中でもかなりマイナーな存在のため、占

有で使用している机は一つだけで（写真3）ほとんどの場所や機器は共用で使用していますが、遺伝子や物質を扱う機器は学科の共通機器を含めれば揃っているためなんとか楽しく研究教育を進められています。

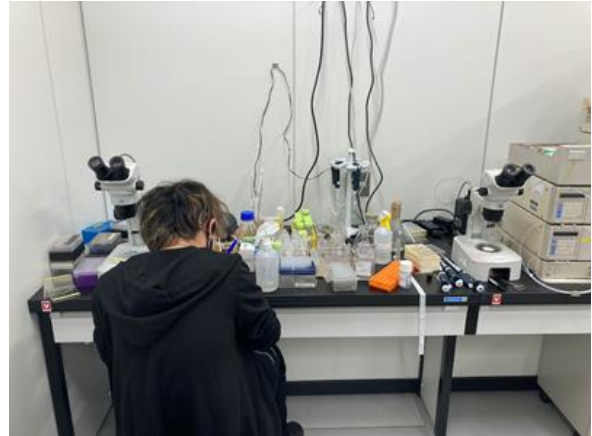


写真3. 線虫を扱う実験台

今までは線虫学会は何年かに一度発表させていただいていただけでしたが、今後は是非毎年発表して、線虫の取扱いや実験手法などいろいろなアドバイスをいただければと思っています。



編集後記

◆2022年4月1日付で奈良部会長が農研機構北海道農業研究センターの所長に就任されました。心よりお祝い申し上げます。さて、2020年に開催予定だったICNのフランス大会が延期の末ついに開催されました。コロナ禍が落ち着かないこともあって日本から現地参加された方はおられなかったようです。そのため、大会の様子を知ることは難しいかとも思われましたが、イスラエルの岡さんが大会参加報告記事を寄稿してくださったおかげで、私たちも現地の雰囲気を知ることができました。お忙しい中、参加報告記事を作成してくださった岡さんにこの場を借りてお礼申し上げます。2020年といえば、私が線虫の世界に足を踏み入れた年だったのですが、それを考えて改めてコロナ禍の長さを実感させられてしまいました。せめて（さすがに？）次回のICNまでには状況が改善されていると良いのですが。最後になりましたが、今号は記事の数こそ前号に劣りますが、中身は劣らずのボリュームとなりました。執筆者の皆様に改めてお礼申し上げます。（与謝野）

「フジワラ」の線虫関連機器

ペーラン法によって線虫を分離
線虫分離装置



シスト線虫の分離に
シスト分離装置



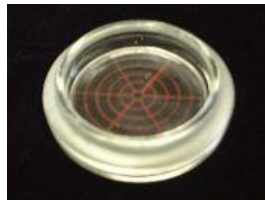
裏表両方から視察できる
H-S スライド



表層土壌の線虫採取に
線虫スコップ



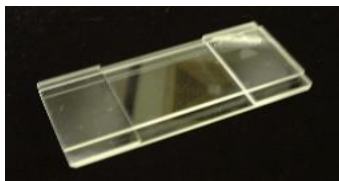
線虫の計数に便利
シラキュース時計皿



線虫の保存に
線虫固定皿



1ml 中の線虫計数に
線虫計数板



安価に計数したい方は
プラント格子枠付スライド



長時間の視察にも目に優しい
シスト計数皿



株式会社 藤原製作所

〒114-0024 東京都北区西ヶ原1-46-16

Tel 03-3918-8111 Fax 03-3918-8119

E-Mail info@fujiwara-sc.co.jp

☆詳しい情報はホームページで！→ <http://www.fujiwara-sc.co.jp/>