

日本農学図書館協議会誌 185号 (2017年3月)

目 次

【海外図書館の最新動向 第8回】

変貌する米国の公共図書館

長塚 隆 1

謎多きウナギの生態—近年の研究と成果について—

張 成年 11

<図書館紹介>

明治大学和泉図書館

折戸晶子 19

<図書館員のためのお役立ち情報> 26

事務局報告 32

・主な取組み

Bulletin of the Japan Association of Agricultural Librarians and Information Specialists

No.185

March, 2017

ISSN 1342-1905

CONTENTS

【A Series on the Current Trend of Overseas Libraries : The8th Part of the series】		
Transforming Public Libraries in the United States		
Takashi NAGATSU	1	
Enigmatic ecology of freshwater eels: recent studies and outcomes		
Seinen CHOW	11	
< Introduction of the University Library >		
Meiji University Izumi Library		
Akiko ORITO	19	
< Useful Information for librarians >		26
Note from JAALD		32

変貌する米国の公共図書館

Transforming Public Libraries in the United States

長塚 隆*

はじめに

米国の図書館は、長年にわたりわが国の図書館を考えるとときに目標であり、到達すべきモデルのひとつとして考えられてきた。

そのため、多くの視点から、米国の図書館については様々な紹介がされてきた。例えば、公共図書館が従来の学生や社会人への学習スペースの提供や書籍の貸出サービスを中心とする公共図書館モデルから「場所としての図書館や空間としての図書館」というモデルに変化しつつあるという視点から米国における公共図書館の動向を紹介した事例¹⁾、あるいは、米国における「図書館職員の養成」が従来大学院修士課程を中心に行われてきたが、それぞれの大学における図書館学大学院の規模は比較的小さく景気の後退などによる大学経営の困難さなどの影響を大きく受け、最近では学部課程を併設するところが増加しているなど、米国での「図書館職員の養成」を担う大学における図書館職員の養成学部や学科の変化を分析した事例²⁾、さらに、公共図書館における電子書籍貸出サービスの現状と課題について検討した事例³⁾など、多様な視点から米国図書館の現状が紹介されている。

この他にも、ニューヨーク公共図書館のサービスや活動状況を紹介した事例⁴⁾、米国の公共図書館における館外サービスがどのように発展してきたか⁵⁾、米国の図書館を実際に訪問しての報告⁶⁾、米国の図書館について全般的に紹介⁷⁾など非常に多方面から多くの報告・分析がなされてきた。

本稿では、2016年8月に米国のオハイオ州コロンバスで、国際図書館連盟（IFLA）年次大会・総会が開催され、その機会に、米国の規模の異なるいくつかの公共図書館を訪問する機会があったので、最近の米国における公共図書館の変化や新たな取組みについて紹介したい。

1. 米国の公共図書館の概況

米国では、図書館員の専門職団体としてアメリカ図書館協会（American Library Association、以下 ALA）が公共図書館、大学図書館、学校図書館、専門図書館、軍図書館、政府図書館などの図書館員により構成されており、公共図書館についても様々な調査や意見表明などを積極的に行っている。

米国の公共図書館数は、表-1に示すように、管理単位では9,082となっている。ただし、建物を基準にすると、中央館8,895、分館7,641となり合計では16,536館となっている⁸⁾。米国における公共図書館、大学図書館、学校図書館、専門図書館、軍図書館、政府図書館など、すべての図書館の合計数は約12万となっている（表-1）。

米国博物館・図書館サービス機構（IMLS）による2013会計年度における公共図書館の調査では、2000年代終盤における金融危機により、図書館資源と利用の指標である図書の貸出数、収入、スタッフ数は減少が続いていたが、2013年は前年と比較してほぼ同様であり、徐々に安定化してきている⁹⁾。

*鶴見大学文学部ドキュメンテーション学科 図書館員リカレント教育推進寄附講座教授 〒230-8501 神奈川県横浜市鶴見区鶴見 2-1-3

Takashi Nagatsuka, Endowed Course for Promotion of Recurrent Education for Librarians, Dept. of Library, Archival and Information Studies, Tsurumi University, Tsurumi 2-1-3, Tsurumi-ku, Yokohama, Japan 230-8501

図書館サービスの中でいくつかは安定的であるが、他のサービスは長期的な減少傾向が認められるとしている。しかし、各種の図書館が企画したプログラムと出席者は増加の傾向にあるとしている。この間、図書館としては電子書籍やダウンロード版のオーディオブックやビデオなどのデジタル資料を増やしており、さらに、パソコンの導入とインターネットアクセスの環境を促進しているが、設置したパソコンの利用は減少しているとしている¹⁰⁾。

公共図書館の収入と運営費は、長期的にみると、

表-1 米国の図書館数

公共図書館 (管理単位)	9,082
中央館	8,895
支部館	7,641
合計館数	16,536
大学図書館	3,793
修学年限4年 以下	1,304
修学年限4年 及び以上	2,489
学校図書館	98,460
公立学校	81,200
私立学校	17,100
先住民学校	160
専門図書館	6,966
軍図書館	252
政府図書館	934
合計	119,487

注) 米国図書館協会 (ALA) Library Fact Sheet 1
を参照して作成⁸⁾

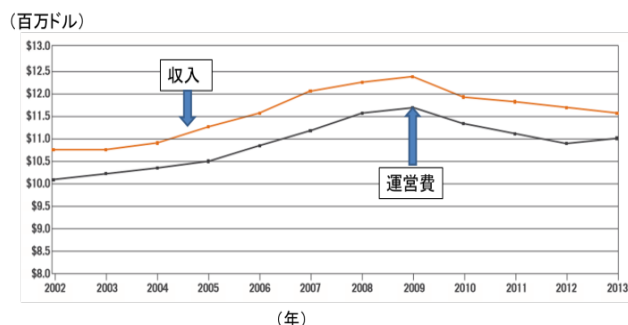


図-1 米国の公共図書館の収入と運営費の推移
(2002-2013) 「Public Libraries in the United States Survey FISCAL YEAR 2013」の図を参照して作成⁹⁾

図-1のように、2000年代の前半は、米国の経済的な発展も反映して増加したが、2000年代末の金融危機以降は大きく減少したままである。

米国の公共図書館は、このような状況の中でデジタル社会への変革に対応して、以下に示すように、地域の人々の生涯にわたる学習の場として、地域の住民が変化する社会に対応できる技術と知識を身に付けられるように、新たな図書館サービスを創造しようと試みていると言えよう。

2. リバーモア市公共図書館

カリフォルニア州サンフランシスコの東に位置するアラメダ郡(Alameda County)にある リバーモア市公共図書館(<http://www.cityoflivermore.net/citygov/lib/>)を訪問した。

リバーモア市公共図書館があるリバーモア市の人口は9万人弱である。リバーモア市が属するアラメダ郡の郡庁はオークランドにあり、2010年の国勢調査では郡の人口は約150万である。

リバーモア市は、古くはワインの産地として知られていたが、近年はローレンス・リバーモア国立研究所などの研究機関も多く研究や教育の中心的地域となっている。

リバーモア公共図書館は市民センター内にあり、市民にとって利用しやすい環境である。リバーモア公共図書館は、若者や成人のすべてに生涯にわたる読書や学習への関心を広げることを支援し、そのために必要な一般的な領域から学習に必要な領域にわたる情報資源とサービスを提供し、それらのサービスのうえに文化的意識や豊かさを構築することをミッションとして掲げている¹¹⁾。

リバーモア公共図書館は、4名の議員と市長で構成されるリバーモア市議会と議会が指名する市マネージャーの元で、市の一部門として運営されており、日常的な運営の責任は市マネージャーが持っている。この他に、法的な課題に対応するために弁護士が選任され、図書館の業務などの助言を行う5名の図書館評議員が選任され図書館評議員会が構成されている。

図書館の利用者へのアンケートによると、利用者は本の貸出サービス、オンラインサービス、インターネットアクセス、リファレンス支援、学習室や読書スペースなどが特に重要であると考えて

いることが分かる。また、現在の図書館のどのようなサービスが充実しているかについては、利用者サービス、施設・設備、利用時間、コレクション、オンラインサービスなどへの評価が高い一方で、児童向け・成人向けプログラム、コンピュータとプリンター、インターネットアクセスなどが比較的评价が低くなっている¹¹⁾。

リバーモア公共図書館は、写真-1のように、市民センターと同じ場所にあり、他の施設と隣接し、市民が利用しやすくなっている。



写真-1 サンフランシスコ郊外のリバーモア公共図書館と市民センター

建物は落ち着いた雰囲気（写真-2）、建物内部もゆったり作られており、静かな環境で図書館内で読書をする人たちがみられる（写真-3）。館内の書籍の展示も、利用者の関心を引くように工夫がされている（写真-4）。

3. リバーモア市公共図書館の新たな試み

リバーモア市の公共図書館では、すでに述べたように従来からの貸出サービスやリファレンス支援だけでなくオンラインサービスやインターネットアクセスなどにも力を入れ多くのサービスや活動を行い、市民の要望に応えようとしている。

さらに、最近では、社会全体が高速ネットワークの普及とモバイル通信機器の普及により大きく変化しており、特に若い人の中でのスマートフォンやSNSなどの広がりにより、従来の書籍などによる学習や情報の入手から、ネットからの情報の入手に比重が移る状況に図書館としてどのように対応してゆくかが模索されている。

そのひとつとして、今後の若い人に広く必要とされるプログラミングの知識の習得を図書館とし



写真-2 リバーモア公共図書館の入口



写真-3 リバーモア公共図書館の内部



写真-4 リバーモア公共図書館の内部

ても支援するため、プログラミングを学ぶ教育用ロボットの貸出サービスが開始されていた（写真-5、6）。

今後は、教育用ロボットの貸出サービスだけでなく、特に、若い人が様々な創作的な作業も可能なメーカースペースを設置する準備をしているとのことであった（写真-7）。

図書館内には、図書館の利用者から寄附をもらった書籍などを販売し、図書館の運営費にあ

てるための図書館友の会が運営する書店が設置されていた(写真-8)。この地域の他の図書館でも同ような書籍の販売の取り組みがなされていた。

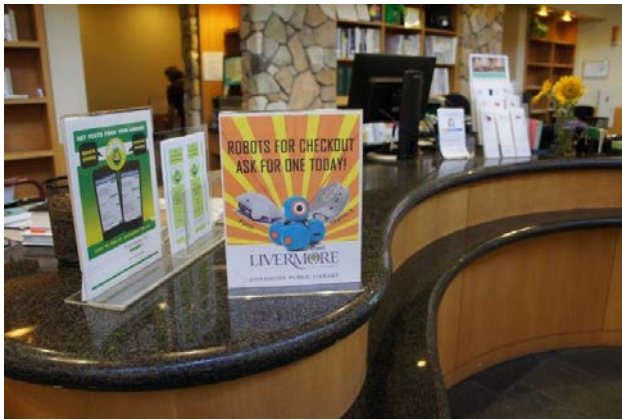


写真-5 プログラミングを学ぶ教育用ロボットを借りることができる



写真-6 プログラミングを学ぶ教育用ロボット



写真-7 メーカースペースの準備担当者



写真-8 図書館内の「友の会」が運営する書店

4. シーザー・チャベス中央図書館

カリフォルニア州サンフランシスコの東に位置するアラメダ郡のさらに東にあるストックトン-サンホアキン郡 (Stockton-San Joaquin County) は、2010年の国勢調査では人口約69万人で、ストックトン市に郡庁が置かれている。ストックトン-サンホアキン郡の公共図書館は、ストックトン市の中央館と6つの分館、8つの郡ライブラリーおよび移動図書館で構成されている (<http://ssjcpl.org/locations/stockton/default.html>)。ストックトン-サンホアキン郡のストックトン市のシーザー・チャベス中央図書館 (<http://www.ssjcpl.org/locations/stockton/chavez.html>) と、トレーシー市支部図書館 (<http://www.ssjcpl.org/locations/county/tracy.html>) を訪問した。

ストックトン市の人口は、2010年の国勢調査では約29万人で、シーザー・チャベス中央図書館は、この地域が多くの人からの移民で構成されていることを反映して英語資料だけでなく、スペイン語、中国語、ミャオ語、クメール語、ベトナム語、日本語、フィリピン語などの資料も収集しており借り出せるようになっている。館内ではフリーのWi-Fiサービスが利用でき、20台以上のパソコンと児童向けのコーナーも独立して設置されており、12才以下の児童向けに6台のパソコンが用意されているように図書館として情報機器の利用環境が充実していることが分かる(写真-9)。この他に5台の自動貸出機や4台の複写機やマイクロフィルムリーダなども設置されている。

成人向けのパソコン教室も開設しており、個人やサークルで作品を展示するスペースが3か所用意されており、さらに、図書館ギャラリーがあり、地域の芸術家の作品が毎月展示されている。

ここでも、メーカースペースの準備が進んでおり、多くの公共図書館が導入に向けて取り組んでいることが分かる。



写真-9 スtockton市中央図書館

ラスなど、地域の住民のよりよい生活のために各種のプログラムを実施し、必要な情報や知識へのアクセス能力の向上に積極的に努めている。

トレーシー市の支部図書館でも、リバーモア市の公共図書館と同様に、図書館内で利用者から寄附をしてもらった書籍などを販売し、図書館の運営



写真-10 トレーシー市支部図書館の入口

5. トレーシー市支部図書館

ストックトン-サンホアキン郡のトレーシー市の人口は2010年の国勢調査では約8万人で、トレーシー市支部図書館が設置されている(写真-10)。トレーシー市支部図書館でも多人種から構成される地域の特徴を反映して、英語資料以外にスペイン語、ヒンズー語、パンジャブ語などの資料をそろえている(写真-11)。館内ではフリーのWi-Fiサービスが利用でき、パソコンが設置されており、インターネットへのアクセスが用意されている。この他に自動貸出機や複写機や読書用拡大装置なども設置されている。ここでも、プログラミングを学ぶ教育用ロボットの貸出コーナーが設置されており、青少年に向けてのプログラミングを学ぶための導入教育なども含めたメーカースペースの充実に向けて、それぞれの町の公共図書館で取り組んでいることが分かる。

様々な独自プログラムを設定して、例えば、幼児や児童を対象とした年齢別の物語の読み聞かせや青少年や成人向け読書会、ホームワーク支援、児童向けのレゴクラブや10才以上を対象にしたメーカースペースコース、十代を対象にしたゲーム、コンピュータ、学力試験など、あるいは成人向けの工芸教室、英会話クラブ、コンピュータク



写真-11 移民の国である米国を反映した各国語の資料コーナー



写真-12 プログラミングを学ぶ教育用ロボットの貸出コーナー

費に充当するため図書館友の会が運営する書店が設置されていた（写真-13）。



写真-13 図書館友の会が販売している書籍コーナー

6. サンフランシスコ市中央公共図書館

西海岸のカリフォルニア州の北部に位置するサンフランシスコ市は、2010年の国勢調査では人口80万で、西海岸の代表的な都市のひとつである。

サンフランシスコ市の公共図書館システムは中央館、27の支部図書館および移動図書館で構成されている（<http://sfpl.org/>）。サンフランシスコの中央公共図書館（写真-14）は、今までも様々な新しいサービスに取り組むなど積極的な図書館として知られている¹²⁾。

サンフランシスコ市の公共図書館システムの中心になる中央館を訪問した。サンフランシスコ市の公共図書館全体では2014-2015年で673万人の来館者があり、中央館で見ると180万人であった¹³⁾。また、今後の戦略的な分野を、都市型の図書



写真-14 サンフランシスコ市中央公共図書館

館として発展する、リテラシー能力と教育が高い社会の形成への支援、若者への教育支援、公開情報へのアクセスの提供、より多くの利用者に情報と届けるための協力などの領域に特に力を入れており、今後発展させようと考えている¹³⁾。

サンフランシスコ市の公共図書館システムは、全米で10ギガビットに対応した最初の図書館であり、2015年6月には、10代を対象にしたデジタルメディアセンターと学習のための研究室（ラボ）である「The MIX」（写真-15）を、音楽学校、フィルムセンター、デジタル教育機関、カリフォルニア科学アカデミーなどとの協力のもとにスタートさせた¹³⁾。これらの機能を持つ場所は「メーカースペース」とも言われる。

「The MIX」には、専任の図書館員と支援スタッフが常駐しており、ゲームや動画の作成や編集などのためのデジタルメディアセンター（写真-16）や3Dプリンターでの作品の制作やグループでの学習や発表などを支援している（写真-17）。また、幼児や児童のための図書コーナーが充実している



写真-15 青少年向け「The MIX」ルーム

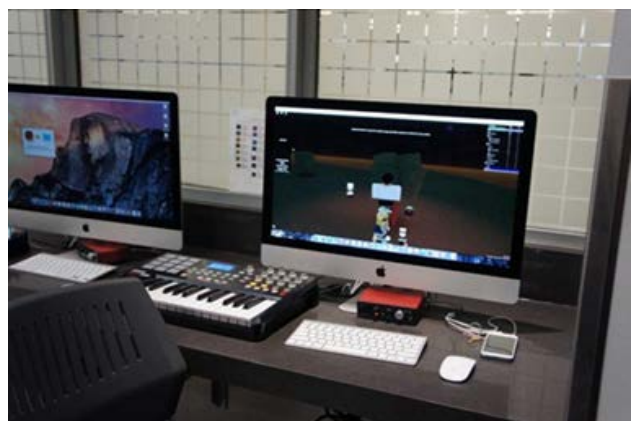


写真-16 青少年向け「The MIX」ルームの内部

だけでなく、付き添い者と幼児がゆっくり過ごせるように工夫されていた（写真-18）。

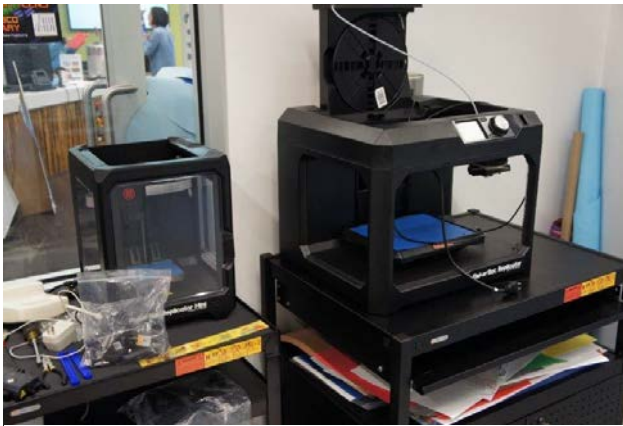


写真-17 青少年向け「The MIX」ルームに設置された3Dプリンター



写真-18 子供と両親など付き添い者が自由に利用できるコーナー

7. コロンバス市中央公共図書館

米国中西部の北東にあるオハイオ州の中央部に位置するコロンバス市は州都として、政治と行政の中心地であり、商工業の中心地で、オハイオ州立大学を抱える学術都市でもある。コロンバス市は、2010年の国勢調査で人口78万と先に紹介したサンフランシスコ市とほぼ同じ人口規模の都市である。2016年8月に国際図書館連盟の年次大会と総会がコロンバス市で開催されたのを機に、コロンバス市中央公共図書館を訪問した（写真-19）。

コロンバス都市図書館（<https://www.columbuslibrary.org/>）は、中央図書館と22の支部図書館で構成されている。この他に、コロンバス市民の利便性を考え、近隣の13の公共図書館と

オハイオ州立大学図書館とも協力協定を結んで、市民が利用できるようにしている。

コロンバス都市図書館は、2010年に米国でその年に最も優れたサービスを提供する図書館に与えられる「National Library of the Year」を受賞したり、多くの賞を受けており、米国でも代表的な公共図書館のひとつである。

図書館に行く前に、Webで会議室を予約したり、スマートホンやPCから必要な文書を印刷依頼したり、障害のある人へのサポート、学校への書籍の貸与などによるサポートなど多様なサービスを提供している。

電子書籍の貸出サービスも、オーバードライブ社のサービスを図書館のサービスとして導入することで多くの電子書籍を利用できるようにしており、また、オーディオブックや映画などはフープラ社のサービスを導入して図書館利用者に提供している。

コロンバス中央図書館では、若者の成長を支援する様々な取組を行っており、特に高校生など10



写真-19 コロンバス市中央公共図書館



写真-20 青少年向けの「YouMedia Teens」コーナー



写真-21 子供向けのコーナー

代の若者を対象にした「YouMedia Teens」のプログラムが実施されている。このプログラムではパソコンを使用して音楽、ビデオ、デジタルアート、写真などのデジタルでの作成や編集技術などを、図書館員が教えたり手助けをするなど 10 代の若者が技術や知識を身に付けやすいように工夫されている（写真-20）。また、幼児・児童向けのコーナーが充実しているのが印象に残った（写真-21）。

8. まとめ

わが国の図書館界では、長年にわたり米国の図書館を目標あるいは到達すべきモデルのひとつとして考えられてきたため、様々な領域や視点から米国の図書館について紹介されてきた¹¹⁾。しかし、現在デジタル社会への急速な移行が進むなかで、地域住民の図書館への要望も変わっており、公共図書館のサービス内容をどのように変更していったらよいのかが米国でも問われている。今回訪問した米国の公共図書館では、従来の公共図書館ではあまり取組まれていなかったデジタルメディアの作成や編集など、新たなサービスの開発や提供に積極的に取り組んでいることが印象的であった。

米国の公共図書館では、利用者の要望を踏まえて、印刷体の書籍だけでなく電子書籍、オーディオブックやビデオなどのデジタルコンテンツの提供に力を入れており、図書館のホームページからオンラインでの電子書籍などの貸出サービスを拡大している。これらのサービスの多くは、公共図書館単独ではなく電子書籍、オーディオブックやビデオなどのデジタルコンテンツの提供会社のサービスを図書館のサービスとして導入することで

実現しており、わが国の公共図書館で電子書籍などのデジタルコンテンツの図書館利用者への提供に際して検討すべき課題であろう。

リバーモア公共図書館の戦略的サービス計画¹¹⁾でも示されているように、地域の公共図書館は若者や成人のすべてにとって読書や学習への生涯にわたる関心を広げることを支援し、そのために必要な一般的な領域から学習に必要な領域にわたる情報資源とサービスを提供し、文化的意識や豊かさを構築することを目指すとしており、デジタル社会への移行に適した新たなサービスの提供に積極的に取り組んでいると言えよう。

このような取り組みは今回訪問した特定の公共図書館のみの試みではなく、多くの公共図書館が目指しているものであることが、米国博物館・図書館サービス機構が出版した「2013 年度米国公共図書館調査」⁹⁾が、各種の図書館が企画したプログラムと出席者は増加の傾向にあるとの指摘からも米国における全体的な取り組みであることが理解できる。

同じく、リバーモア公共図書館による利用者へのアンケート¹¹⁾で、利用者が現在の図書館では、どのようなサービスが充実しているかとの質問に、利用者サービス、施設・設備、利用時間、コレクション、オンラインサービスなどに高い評価が与えられる一方で、児童向け・成人向けプログラム、コンピュータとプリンター、インターネットアクセスなどが比較的评价が低くなっていることに注目すべきであろう。

このことは、公共図書館としては、児童向け・成人向けプログラム、あるいはコンピュータやインターネットアクセスなどサービスを充実させようとしているが、利用者からみると、現在の社会の変化による利用者の要望の変化に追いつけていないことを示している。今後、さらに努力が必要な分野と言えよう。

郊外のそれほど大きくない町の公共図書館から、都市の大規模な中央図書館まで、今回訪問したすべての公共図書館で若者の成長への様々な支援プログラムが取組まれていた。

特に、これらの支援プログラムでは、音楽、ビデオ、デジタルアート、写真などのデジタルでの作成や編集技術などを教えたり、プログラミング

を学ぶ教育用ロボットを貸し出したり、デジタルメディアと学習のための研究室（ラボ）を設置したり、若者が技術や知識を身に付けやすいように各公共図書館がそれぞれの環境に合わせて工夫していたことである。

米国の公共図書館は、過去においてもその時代に合わせて、地域の人々の要望に応え得るように新たなサービスを加えることで発展してきたと言える^{15) 16)}。

今回訪問した郊外の町の公共図書館で、図書館員の方が、デジタル社会での公共図書館の新たな役割について、積極的に考え行動していることが感じられた。また、都市の大規模な図書館では、若者がデジタル技術や知識を身に付けやすいように特別のコーナーやスペースを設置しており、専任の図書館員が配置されていた。これらのあらたなプログラムは、わが国では「メーカースペース」として紹介されることが多いが、今回訪問した公共図書館では「YouMedia」あるいは「The Mix」などの名称と呼ばれ、3D プリンターで象徴される「メーカースペース」より、より幅広いデジタル技術や知識を身に付けれる場として考えているようである。

また、これらのプログラムに取り組むに当たり、サンフランシスコ中央公共図書館「The Mix」では、図書館だけで取組まずに、地域の大学や専門学校などの教育機関、フィルムセンターなどの専門機関や科学アカデミーの学協会などとの協力のもとにスタートさせていることである。

我が国でも公共図書館が、新たなプログラムに取り組むにあたり、地域の様々な組織や個人との連携がますます重要になって行くと考えられる。

参考資料

1. 根本彰：「場所としての図書館・空間としての図書館：日本、アメリカ、ヨーロッパを見て歩く」，学文社，2015.
2. 大城善盛，山本貴子：「21 世紀の図書館職員の養成：アメリカとオーストラリアを事例に」，日本評論社，2016.
3. 伊藤 倫子：「電子書籍貸出サービスの現状と課題 米国公共図書館の経験から」，情報管理，2015，vol. 58，no. 1，p. 28-39.
4. 菅谷明子：「未来をつくる図書館—ニューヨークからの報告」，岩波書店，2003.
5. 中山 愛理：「図書館を届ける—アメリカ公共図書館における館外サービスの発展」，学芸図書，2011.
6. 松林正己：「豊かなアメリカの図書館を訪ねて」風媒社，2007.
7. 国立国会図書館関西館図書館協力課編集：「米国の図書館事情 2007：2006 年度国立国会図書館調査研究報告書」，日本図書館協会，2008.
8. 「米国の図書館数 (Number of Libraries in the United States ALA Library Fact Sheet 1)：http://www.ala.org/tools/libfactsheets/alalibraryfactsheet01 (2017 年 2 月 7 日 参照)
9. 米国博物館・図書館サービス機構 (IMLS) INSTITUTE OF MUSEUM AND LIBRARY SERVICES：「Public Libraries in the United States Survey FISCAL YEAR 2013」，発行：March 2016. https://www.ims.gov/sites/default/files/publications/documents/plsfy2013.pdf (2017 年 2 月 6 日 参照)
10. 米国博物館・図書館サービス機構 (IMLS) INSTITUTE OF MUSEUM AND LIBRARY SERVICES：「Public Libraries in the United States Survey Fiscal Year 2012」，発行：December 2014. https://www.ims.gov/publications/public-libraries-united-states-survey-fiscal-year-2012 (2017 年 2 月 6 日 参照)
11. Livermore Public Library Strategic Services Plan 2014 - 2019. http://www.cityoflivermore.net/documents/Library/LPLStrategicServicesPlan201419.pdf (2017 年 2 月 5 日 参照)
12. 悦子・ウィルソン；小川俊彦編：「サンフランシスコ公共図書館：限らない挑戦」，日本図書館協会，1995.
13. サンフランシスコ公共図書館の年次報告書 (2014-2015)「San Francisco Public Library ANNUAL REPORT 2014 - 2015」 http://sfpl.org/pdf/about/administration

/statistics-reports/annualreport2014-15.
pdf (2017 年 2 月 6 日 参照)

14. サンフランシスコ公共図書館の戦略的な優先
事項 (2014-2015) 「SFPL STRATEGIC PRIORITIES
- FY14-15」 [http://sfpl.org/index.php?pg=](http://sfpl.org/index.php?pg=2000044801)
2000044801 (2017 年 2 月 6 日 参照)
15. ローズマリー・R. ドゥモン著 ; 川崎良孝,
久野和子訳: 「改革と反応 : アメリカの生活
における大都市公立図書館」, 日本図書館協会,
2014.
16. モルツ, レドモンド・キャスリーン, デイン,
フィリス共著 ; 山本順一訳: 「シビックスペ
ース・サイバースペース : 情報化社会のア
メリカ公共図書館」, 勉誠出版 , 2013.

謎多きウナギの生態

—近年の研究と成果について—

Enigmatic ecology of freshwater eels: recent studies and outcomes

張 成年*

1. はじめに

ウナギ科ウナギ属には18種類が記載されており、うち3種それぞれには2亜種が登録されている。多くは熱帯・亜熱帯性であり、温帯性のものは4種(ニホンウナギ、ヨーロッパウナギ、アメリカウナギ、ニュージーランドロングフィン)である。本格的な漁業が行われているのはこれらの温帯性種のみで、さらに養殖業が成立しているのはニホンウナギとヨーロッパウナギの2種だけである。ウナギ養殖に必要なシラスの来遊量が激減し、価格の高騰が話題になって久しい。図1は温帯ウナギ類3種のシラス漁獲量変動を示したものである。Y軸は指数であり、1960年から1970年のヨーロッパウナギシラス漁獲量の平均を100とした場合の変動パターンである。ウナギそのものの資源減少、そしてシラス来遊量の減少については種々の要因が考えられており、乱獲、海洋環境変動、河川環境の悪化、栄養不足、疾病等々、諸説紛々である。図1を眺めてみると、まずニホンウナギシラスの漁獲量指数の減少傾向が始まる直前のピークは1967年頃である。ヨーロッパウナギのそれは約10年後の1978年頃、そしてアメリカウナギではその5年後の1983年頃あたりにピークがあることがわかる。大西洋のウナギ2種は産卵場を共有しているため、海洋環境変動が原因であれば同期して減少してもおかしくないが、そうなのではない。図1を素直に読み解くと、ニホンウナギの養殖産業拡大を発端とするシラスウナギ需要増に続く漁獲量の減少、そして他種ウナギシラスへの依存増とそれに続く漁獲量の減少、という道筋が明らかに見える。いずれの種でも、沢山獲り始めたが減ったということなので、乱獲がウナギシラス漁獲量減少の主要

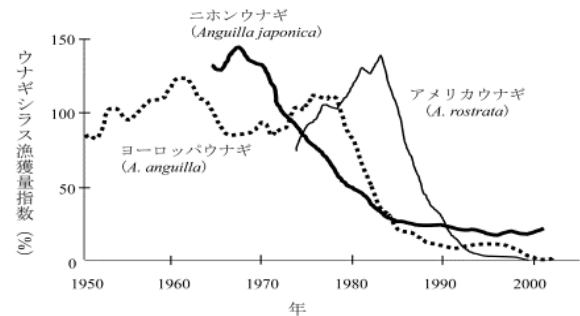


図1 温帯性ウナギ3種のシラス漁獲量指数の変動パターン(点線: ヨーロッパウナギ、太実線: ニホンウナギ、細実線: アメリカウナギ)

因であることは間違いない。

ウナギは謎の多い生物であるが、人間が知らないことが多い生物は他にも山ほどあるのも事実である。マリアナ海域で受精卵が発見された際に人類が初めて目にするウナギの天然受精卵だと宣伝されていたが、種苗生産の現場ではすでに受精卵は簡単に得られていたわけであり、それに人類は万に及ぶ魚種の卵をまだ見たことがない。ただ、産業規模が大きく重要であり、そのために長年にわたって研究が行われているにも拘わらずまだまだコア部分の謎が残されている点でウナギは特別な存在なのかもしれない。

ウナギの生活史を図2に示した。沿岸に来遊したシラスウナギは河川に入ってクロコそして黄ウナギになって内水面や沿岸で成長する。やがて銀ウナギ(降りウナギ)となって産卵場への回遊を開始する。ふ化した幼生は海流に流されながら成長

*国立研究開発法人・水産研究・教育機構 中央水産研究所 〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4
Seinen CHOW, Japan Fisheries Research and Education Agency, National Research Institute of Fisheries Science, 2-12-4
Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-8648

し、シラスウナギへと変態して沿岸に達するというサイクルである。本稿では、1) 産卵場、2) 産卵回遊ルートと海洋での生態、3) 仔魚が食べる餌、を3つの大きな謎として取り上げ、これらについて近年の研究とその成果について簡単に解説する。

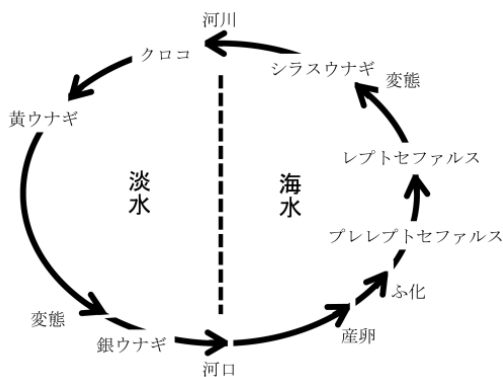


図2 ウナギの生活史

2. 3つの大きな謎

1) 産卵場

20世紀初頭の海洋学者であるシュミット博士（図3）はヨーロッパウナギとアメリカウナギの産卵場がサルガッソー海にあることを発見したことで特に有名である。彼は大規模な調査航海を指揮し、より小型のウナギの仔魚（レプトセファルス幼生）を探索することによって、最終的にサルガッソー海にたどり着いた¹⁾。図4に描かれている輪の数字はレプトセファルス幼生のサイズを意味し、包囲網を縮めていったシュミットの輪と呼ばれるものである。図5はニホンウナギのレプトセファルス幼生で体長が4.5mmの初期幼生（プレレプトセファルス）である。まだ目に色素がなく口も開いておらず、ふ化後1日程度のもと考えられる²⁾。シュミット博士が発見した小型幼生のうち最小のものは5mmで、多くは12mm前後であった。最小のものでもすでに目は黒くなっていたため、ふ化後数日のものと考えられる。



図3 デンマークの海洋学者、ヨハン・シュミット

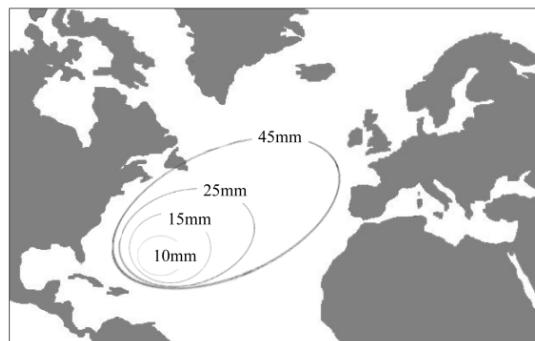


図4 シュミットの輪（図中の数字はヨーロッパウナギレプトセファルス幼生の体長）

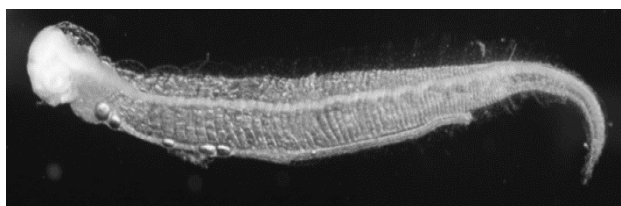


図5 2008年の開洋丸調査航海で採取されたニホンウナギのプレレプトセファルス幼生（体長4.5mm）（Kurogi et al. 2011より）

このように、大西洋のウナギでは目に色素がない仔魚は未だに発見されておらず、サルガッソー海という広い海域の広範囲で産卵が行われるのか、それともさらに限られた海域なのかについてはまだ不明な部分が残されている。ニホンウナギの産卵場についての研究報告は1992年にNature誌に掲載された塚本博士によるものが最初であり、当時としては最小の7.9mmのレプトセファルス幼生が北緯14度、東経137度で採取されている³⁾。最小といってもこの大きさではふ化後10日以上は経過しているため、海流を考慮した結果、塚本博士は北緯15度、東経140度あたりが産卵場であろうと推定している。最近の調査で産卵場が西マリアナ海嶺南部の東経142度周辺であることが解明されたが^{2, 4, 5)}、面白いことに1992年の論文では東経137度ラインの次に何故か143度へと調査ラインが飛んでいる。その後も塚本博士は探索を続け、2005年にはスルガ海山西方の北緯14度、東経142度付近でプレレプトセファルス幼生を発見した⁶⁾。これ以降、ニホンウナギが集合するためのランドマークであり産卵場の基点として海山がクローズアップされることになる。2008年には水産庁と水産総合研究センター（現水産研究・教育機構）によって大型の中層トロール網を用いた調査が西マリアナ

海嶺周辺で行われ、世界で初となるニホンウナギとオオウナギの産卵親魚の捕獲に成功した（図6^{2,4)}。さらに2009年には受精卵が初めて採取された⁵⁾。これら一連の調査によってニホンウナギの産卵場探索の旅には終止符が打たれたのである。



図6 2008年の開洋丸調査航海で捕獲された世界初となるウナギ成熟親魚（A:ニホンウナギ雄 48.5cm、B:オオウナギ雄 62.3cm、C:ニホンウナギ雌 56.0cm）

2) 産卵回遊ルートと海洋での生態

秋になると、降りウナギと呼ばれる銀化したウナギが河口や沿岸で漁獲されるようになる。ピークは12月から1月あたりで、この時期に産卵場への旅を開始する個体が多くなる。産卵場はすでに述べた西マリアナ海嶺の南部海域であることはわかったが、回遊ルートが全く分かっておらず当然のことながら回遊中の個体が捕獲されたことはない。その生態も全くの謎である。そのため、始発駅（河川・沿岸）を出発する（した）銀ウナギを用いた実験や、終着駅（産卵場）で捕獲した標本の分析から推定するしか今のところ術がない。そして、終着駅の標本は今のところ日本だけが保有している。

① 体脂肪と産卵回数

ヨーロッパウナギでは、スタミナトンネルと呼ばれる遊泳用タンクでウナギを泳がせた実験によって生理学的な実験が行われており、ウナギが絶食状態にも拘わらずごくわずかなエネルギーで長距離を遊泳できることが示されている⁷⁻⁹⁾。銀ウナギの体脂肪率を20%と仮定するとサルガッソー海にたどり着くまでに必要な脂肪はその40%程度と試算されている⁷⁾。体重1キロのウナギの脂肪量

が200グラムであり、5,000kmを泳ぐために使用する脂肪量は80グラムというわけである。実際に産卵場で捕獲されたウナギはどうであろうか。河川や沿岸で捕獲した降りニホンウナギと産卵場で捕獲したニホンウナギの体脂肪を分析してみたところ、降りウナギの体脂肪は15から20%で平均18%であった¹⁰⁾。一方、産卵場で捕獲したウナギでは個体ごとでバラツキが大きく、最低で0.3%、最高で12%であった。このうちの最高値で見るとニホンウナギは産卵場に到達するまでに体脂肪の33%を使ったことになる。減少するのは脂肪だけでなくタンパク質や骨密度も減少するので単純に比較はできないが、ヨーロッパウナギでの試算と似ている。ヨーロッパウナギより脂肪消費量がやや少ないのは、マリアナ海域までの距離がサルガッソー海までより短いせいかもしれない。また、個体ごとの大きなバラツキは出発時点での体脂肪率の違いもあるが、産卵回数の違いが原因である可能性がある。産卵期は5月から8月であり、毎月の新月期ごとに産卵すると考えられている。標本数が少ないので結論は出せないが、6月に捕獲された体脂肪率10%前後の雌は同月に産卵場に到着し初回の産卵を終えた個体、一方8月末に捕獲された体脂肪率1%前後の雌（図6C）は6、7、8月と3回の産卵を経験した個体と考えると辻褄が合う。証拠が無いにも拘わらず、遡上したサケのようにウナギは1回産卵して死ぬということが常識として信じられてきたのであるが、どうやら多回産卵である可能性が高い。このことは生殖腺の観察からも支持される⁵⁾。

② 回遊中の行動とルート

回遊中のウナギは海底をつたって産卵場へたどり着くという説があった。これはバハマ沖の2,000mの深海底で撮影されたウナギのような魚の画像によるものである¹¹⁾。ただ、ウナギだとする証拠が無いこと、放流追跡の調査研究から中深層を泳いでいるという証拠が得られていることから、海底移動説はもはや顧みられなくなっている。深度や温度を超音波信号にして発信するピンガーと呼ばれる超音波発信機（図7）を魚類に装着して船で追跡するという手法は1970年代から盛んに使われてきた。ヨーロッパウナギにもいち早く応用され、昼間に深い深度帯、夜間に浅い深度帯を遊泳するといった浅深移動パターンが報告されている¹²⁾。ニホンウナギでは産卵場で放流追跡した例が



図7 ウナギの放流・追跡に用いた超音波発信機（ピンガー）（直径 1.5cm、長さ 5.5cm、水中重量 9gr）

最初であり、人為催熟した雌のニホンウナギは表層付近を遊泳していたことから、成熟した個体は水温の高い浅い深度帯を好むといった説が提唱された¹³⁾。しかし、追跡時間が最長で7時間と短いこと、その後の研究では放流直後や養殖ウナギの行動は正常ではないこと¹⁴⁾、さらに、行動追跡が行われたウナギ全種において規則的な浅深移動が観察されていることから、成熟個体だけが特別な行動を示すことはないと考えられる。

魚類の回遊ルートを知る上でポップアップ式衛星通信型アーカイバルタグ（pop-up archival transmitting tag: PSAT）という機器が開発応用されている（図8）。このPSATは温度、照度、深度を記録し、プログラミングしたタイミングで魚体から切り離されて浮上し、衛星経由でデータを送信するというものである。PSATの浮上位置がわかるだけでなく、特に照度データから日出、日没時刻を推定することによって魚が移動してきた緯度経度を算出することができることから、マグロやカジキ、クジラといった大型の動物に応用されており大きな成果をあげている。ウナギ類では、ニュージーランドロングフィン¹⁵⁻¹⁷⁾、ポリネシアロングフィン¹⁸⁾、オオウナギ¹⁸⁾といった大型種だけでなくヨーロッパウナギ¹⁹⁾やアメリカウナギ²⁰⁾、そしてさらに小型のニホンウナギ²¹⁾にも利用され



図8 ポップアップ式衛星通信型アーカイバルタグ（PSAT）（全長 25cm 程度）

ている。大型のウナギといえどマグロやカジキと比肩できるものでなくPSATの装着には少なからず影響があるようで、ほぼ全てのケースでプログラムしたタイミング以前に魚体から離脱している。また、遊泳行動にも悪影響を及ぼしているという報告もある²²⁻²⁴⁾。さらに、昼間深く潜るウナギ類では照度が得られないという根本的な問題がある。要するに照度データから位置推定ができないためPSATの価値がほぼ失われているわけである。そのため、様々なタイミングで浮上するようにセッティングしたPSATを多くの個体に装着することによって、一連の浮上位置からルートを解明するという試みも行われた。成功例としてはニュージーランドロングフィンのケースであり¹⁷⁾、2ヶ月後、2ヶ月半後、3ヶ月後、5ヶ月後に浮上するようセットしたPSATを取り付けニュージーランド南島で放流したところ、4個体のPSATはこれらのタイミングの順に北のほうで浮上し、5ヶ月後はニューカレドニア島近くで浮上した（図9）。ヨーロッパウナギでは大きな予算をかけて数百個体にPSATをつけて放流しているものの、放流地点からさほど離れていない場所で浮上しているだけでなく、照度データが得られないために放流からPSATが浮上するまでのルートも検討できていない¹⁹⁾。一方、照度データに依存しない手法も開発されている。ピンガー追跡の結果から、ニホンウナギは日出の約1時間前に急潜行を開始し、日没と同時に急浮上を開始

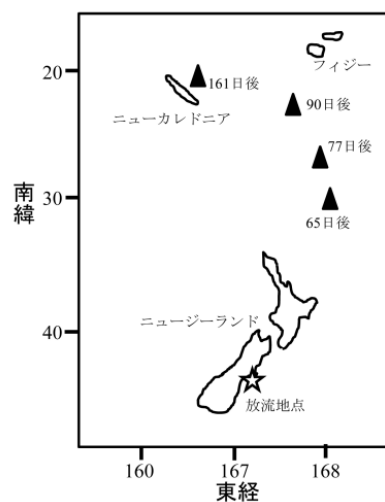


図9 ニュージーランドロングフィンの放流地点（☆）と4個体から切り離されたPSATの浮上地点（▲）（Jellyman and Tsukamoto 2010 を改変）

することが観察された（図10）¹⁴⁾。このことは、深度データだけから日出・日没時刻を特定でき、最終的に位置推定ができることを意味する。カナダの研究チームがアメリカウナギに付けたPSATから入手した深度データにこの手法を応用したところ、大陸棚に沿って東北東方向へ移動し大西洋の中央近くまで達した後、北緯30度近くのサルガッソー海の北端までほぼ真つすぐに南下したことが報告されている（図11）²⁰⁾。以上のように産卵回

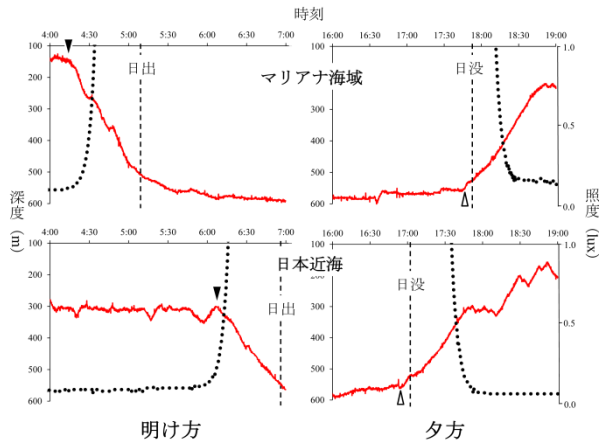


図 10 ピンガー追跡によって観察されたニホンウナギの朝夕における潜行・浮上行動（実線：ウナギの遊泳深度、点線：照度、▼：潜行開始時、△：浮上開始時）(Chow et al. 2014 を改変)

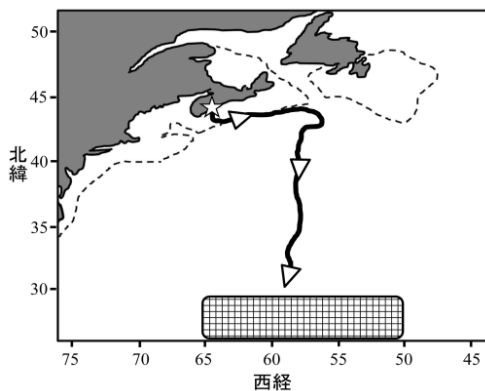


図 11 アメリカウナギの PSAT データの深度データから推定した回遊ルート（☆：放流地点、実線：推定回遊ルート、点線：大陸棚縁辺部、網かけ部分：サルガッソー海）(Beguer-Pon et al. 2015 を改変)

遊ルートの解明に関する研究は徐々に進んでいるものの、今後の研究の発展、特にニホンウナギのような小型ウナギの研究にはPSATの小型化が必須であり、それには革新的な電池の開発が必要であろう。あるいは長寿命（6ヶ月程度）の発信機をウナギに埋め込んで放流し、受信用のブイを広範囲に設置するといった手法も検討する価値はあるかもしれない。

③ 降りウナギは餌を食べない

海に降り、産卵回遊を開始したウナギは餌を食べない、すなわち何か月も絶食した状態で産卵場へたどり着くものと考えられている。その根拠は、降りウナギの消化管が委縮し始めているということと、捕獲した降りウナギを飼育してもほとんど餌を食べない、ということである²⁵⁾。一方で、中には再び餌を食べ始める降りウナギや、黄ウナギに戻ったという観察もあり、回遊中に摂餌するのでは、という意見もあった。そこで産卵場で捕獲した成熟ウナギと日本の河川や沿岸で捕獲した黄、銀ウナギの炭素窒素安定同位体比分析が行われた（図12）²⁶⁾。河川や沿岸で採取した黄ウナギ、銀ウナギでは同じ場所で捕獲した個体でも炭素窒素安定同位体比に大きな違いがあり、個体ごとに摂る餌が異なるすなわち嗜好が異なること、摂餌場所が異なることが示唆された。産卵場で捕獲した

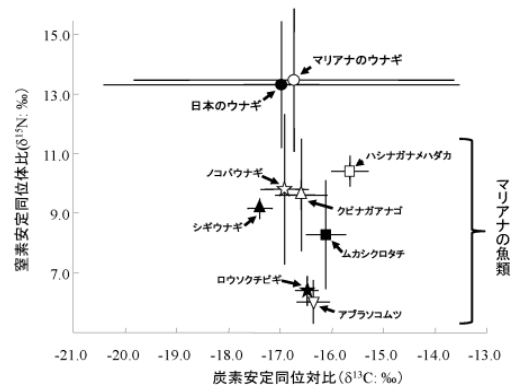


図 12 日本の河川・沿岸で採取されたニホンウナギ（●）、産卵場で捕獲されたニホンウナギ成熟親魚（○）、マリアナ海域で採取された他魚種の炭素窒素安定同位体比の平均と標準偏差 (Chow et al. 2011 を改変)

個体間でも同じように大きな違いが見られた。もし、回遊中に餌を食べるのであれば、海洋起源の餌を半年近くも食べ続けることになり、やがてウナギの血や肉に反映されることになる。すなわち海洋起源の栄養分を同化することになり、ウナギの炭素窒素安定同位体比はある値に収斂してゆくであろう。しかし、実際はそうなっておらず、内水面での炭素窒素安定同位体比における大きな分散をそのまま産卵場まで引きずっている。この結果は、回遊途中で海洋起源の有機物を同化していないことを明瞭に示しており、ウナギは産卵回遊中に絶食していることが生化学的にも裏付けられた。

3) 仔魚が食べる餌

レプトセファルス幼生はウナギ目 (Anguilliformes) が属するカライワシ上目 (Elopomorpha) の魚類に特有な扁平で透明な幼生である。レプトセファルス幼生が自然界で食べている餌についてはかなり古くから論議があるものの、現在にいたるまで決定打が無い状態が続いている。自然界での餌が解明できればウナギの種苗生産にも大いに役立つであろう。ほとんどの魚類の幼生は動物や植物プランクトンを食べて成長するので、消化管内容物観察によって食性が把握できる。ところが、レプトセファルス幼生の消化管内容物を拡大して観察してもそういった生物は見られず、たいていの場合は不定形の物質が詰まっている (図13)。そのため、飲み込んだ海水中の溶存・懸濁有機物を腸管上皮から取り込んでいるとか、大きな鋭い歯で他の動物に噛みついて体液

を吸っているとかいった仮説が提唱されたこともある²⁷⁾。しかし、歯が小さな種類もいるし、レプトセファルス幼生が他の動物に噛みついていないことは観察されたことがないので、吸血説には信ぴょう性がない。一方、海水中の溶存・懸濁有機物の同化はあながち間違いではないようだ。というのも、飼育水槽に牛乳を加えるとウナギ仔魚は延命するし、少しは成長するからである²⁸⁾。

プランクトンネットで採取された天然のレプトセファルス幼生のうち元気な個体を水槽に入れ、種々の餌を与えたところハモ、マアナゴ、イトアナゴの幼生がイカ肉のペーストを摂取したことが報告されている²⁹⁾。この研究は天然の幼生が明らかにペーストを目で認識し能動的に食べたことを示した点で非常に重要である。というのは、ニホンウナギの人工種苗生産現場での観察では、ニホンウナギのレプトセファルス幼生がどうもペースト状人工餌を視覚でも嗅覚でも認識していないからだ。天然レプトセファルス幼生の消化管内容物を詳細に観察する努力も続けられている。不定形の物質が主体であるものの、近年の観察では動物プランクトンの糞粒、オタマボヤのハウス、繊毛虫類、珪藻の殻といった雑多なものが見られることが報告されている³⁰⁻³³⁾。さらに、安定同位体比分析によると、レプトセファルス幼生の食地位はかなり低く、植食性動物プランクトン並みかそれ以下であることが示されている³⁴⁻³⁶⁾。そのため、マリンスノーといったいわば分解過程にある有機物を摂取していることが示唆されている^{34, 36)}。ところがDNA分析による消化管内容物分析では、多様な動物プランクトンのDNAが検出されたという報告³⁷⁾がある一方で、動物プランクトンは摂取していないという報告³⁸⁾もある。このように、レプトセファルス幼生の天然餌料については未だに決着はついておらず、今後の研究の進展が待たれる。

3. おわりに

ウナギ生態の謎についてざっと解説するための原稿を書いている最中に、遠く離れた産卵場まで旅するウナギの話題にどうしても傾いてしまうことに気づいた。謎を探索するための調査航海には誰しもロマンを感じるようである。しかし、ウナギの謎について改めて考えてみると、我々の身近にある河川、湖沼、沿岸でのウナギ達の生態も大きな謎だと思う。例えば、体脂肪の件で過去の文献を漁ったのであるが、天然ニホンウナギの体脂

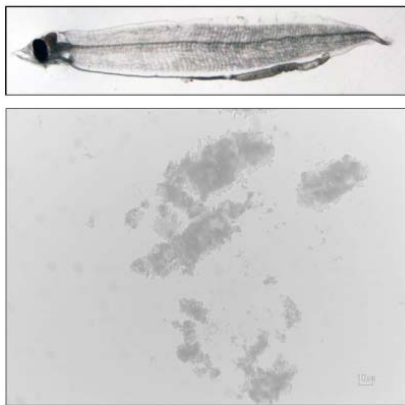


図 13 消化管に内容物が認められるニホンウナギのレプトセファルス幼生 (上) と絞り出した消化管内容物 (下)

肪を測定した研究にはとうとうたどり着けず茫然としたのを覚えている。ヨーロッパウナギではかなり昔から栄養状態の指標という意味からも天然ウナギの体脂肪データが蓄積されている。日本における過去の研究を眺めてみると、生理学や増殖に関する報告が多い一方で、生態関連は非常に少ない。これはおそらくアプローチの難しさが最も大きな原因であるが、産業規模からすると少なすぎるように思う。ウナギが住みやすい環境はおそらく他の生物にとっても住みやすい環境であることは間違いない。治山治水により、ウナギだけでなく多くの水棲動物が好む環境が失われてきた。どのような住み場所や餌を好むのか、といった情報は、環境修復のために必要である。今後は、産官学連携して足元の謎について研究を深化させていくことが重要であろう。

最後に、本稿について助言をいただいた中央水産研究所加藤雅也博士、柳本卓博士、伊藤春香博士に感謝します。

引用文献

- Schmidt, J. (1923) The breeding places of the eel. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B* 211: 179-208.
- Kurogi, H., et al. (2011) First capture of post-spawning female of the Japanese eel *Anguilla japonica* at the southern West Mariana Ridge. *Fish. Sci.* 77: 199-205.
- Tsukamoto, K. (1992) Discovery of the spawning area for Japanese eel. *Nature* 356: 789-791.
- Chow, S., et al. (2009) Discovery of mature freshwater eels in the open ocean. *Fish. Sci.* 75: 257-259.
- Tsukamoto, K., et al. (2011) Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. *Nature Commun.* 2: 179.
- Tsukamoto, K. (2006) Spawning of eels near seamount. *Nature* 439: 929.
- Van Ginneken, V., et al. (2000) Eel fat stores are enough to reach the Sargasso. *Nature* 403: 156-157.
- Van Ginneken, V., et al. (2005) Eel migration to the Sargasso: remarkably high swimming efficiency and low energy costs. *J. Exp. Biol.* 208: 1329-1335.
- Van Ginneken, V., et al. (2007) Does a 5500-km swim trial stimulate early sexual maturation in the European eel (*Anguilla anguilla* L.)? *Comp. Biochem. Physiol. A* 147: 1095-1103.
- Saitoh, H., et al. (2015) Variation of lipids and fatty acids of the Japanese freshwater eel, *Anguilla japonica*, during spawning migration. *J. Oleo Sci.* 64: 603-616.
- Robins, C. R., et al. (1979) The eels, *Anguilla* and *Histiobranchus*, photographed on the floor of the deep Atlantic in the Bahamas. *Bull. Mar. Sci.* 29: 401-405.
- Tesch, F. W. (1989) Changes in swimming depth and direction of silver eels (*Anguilla anguilla* L.) from the continental shelf to the deep sea. *Aquat. Living Resour.* 2: 9-20.
- Aoyama, J., et al. (1999) Swimming depth of migrating silver eels *Anguilla japonica* released at seamounts of the West Mariana Ridge, their estimated spawning sites. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186: 265-269.
- Chow, S., et al. (2010) Light sensitive vertical migration of the Japanese eel *Anguilla japonica* revealed by real-time tracking and its utilization for geolocation. *PLOS ONE* 10: e0121801.
- Jellyman, D., Tsukamoto, K. (2002) First use of archival transmitters to track migrating freshwater eels *Anguilla dieffenbachii* at sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 233: 207-215.
- Jellyman, D., Tsukamoto, K. (2005) Swimming depth of offshore migrating longfin eels *Anguilla dieffenbachii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 286: 261-267.
- Jellyman, D., Tsukamoto, K. (2010) Vertical migrations may control maturation in migrating female *Anguilla dieffenbachii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 404: 241-247.
- Schabetsberger, R., et al. (2013) Oceanic migration behavior of tropical Pacific

- eels from Vanuatu. Mar. Ecol. Prog. Ser. 475: 177-190.
- 19) Aarestrup, K., et al. (2009) Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). Science 325: 1660.
 - 20) Béguer-Pon, M., et al. (2015) Direct observations of American eels migrating across the continental shelf to the Sargasso Sea. Nature Commun. 6: 8705.
 - 21) Manabe, R., et al. (2011) First observations of the oceanic migration of Japanese eel, from pop-up archival transmitting tags. Mar. Ecol. Prog. Ser. 437: 229-240.
 - 22) Burgerhout, R., et al. (2011) Dramatic effect of pop-up satellite tags on eel swimming. Naturwissenschaften 98: 631-634.
 - 23) Methling, C., et al. (2011) Pop up satellite tags impair swimming performance and energetics of the European eel (*Anguilla anguilla*). PLOS ONE 6: e20797.
 - 24) Béguer-Pon, M., et al. (2012) Shark predation on migrating adult American eels (*Anguilla rostrata*) in the Gulf of St. Lawrence. PLOS ONE 7: e46830.
 - 25) Pankhurst, N. W., Sørensen, P. W. (1984) Degeneration of the alimentary tract in sexually maturing European *Anguilla anguilla* (L.) and American eels *Anguilla rostrata* (Le Sueur). Can. J. Zool. 62: 1143-1149.
 - 26) Chow, S., et al. (2010) Japanese eel *Anguilla japonica* do not assimilate nutrition during the oceanic spawning migration: evidence from stable isotope analysis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 402: 233-238.
 - 27) Hulet, W. H. (1978) Structure and functional development of the eel leptocephalus *Ariosoma balearicum* (De La Roche, 1809). Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B. 282: 107-138.
 - 28) 増田賢嗣他 (2010) 飼育水に含まれるコロイド状物質がウナギ仔魚の飼料となる可能性. 水産技術 2: 99-104.
 - 29) Mochioka, N., et al. (1993) Leptocephalus eel larvae will feed in aquaria. Environ. Biol. Fish. 36: 381-384.
 - 30) Mochioka, N., Iwamizu, M. (1996) Diet of anguilloid larvae: leptocephali feed selectively on larvacean houses and fecal pellets. Mar. Biol. 125: 447-452.
 - 31) Otake, T. (1996) Fine structure and function of the alimentary canal in leptocephali of the Japanese eel *Anguilla japonica*. Fish. Sci. 62: 28-34.
 - 32) Govoni, J. J. (2010) Feeding on protists and particulates by the leptocephali of the worm eels *Myrophis* spp. (Teleostei: Anguilliformes: Ophichthidae), and the potential energy contribution of large aloricate protozoa. Sci. Mar. 74: 339-344.
 - 33) Miller, M. J., et al. (2011) Observations of gut contents of leptocephali in the North Equatorial Current and Tomini Bay, Indonesia. Coast. Mar. Sci. 35: 277-288.
 - 34) Otake, T., et al. (1993) Dissolved and particulate organic matter as possible food sources for eel leptocephali. Mar. Ecol. Prog. Ser. 92: 27-34.
 - 35) Miyazaki, S., et al. (2011) Stable isotope analysis of two species of anguilliform leptocephali (*Anguilla japonica* and *Ariosoma major*) relative to their feeding depth in the North Equatorial Current region. Mar. Biol. 158: 2555-2564.
 - 36) Miller, M. J., et al. (2012) A low trophic position of Japanese eel larvae indicates feeding on marine snow. Biol. Lett. 9: 20120826.
 - 37) Riemann, L., et al. (2010) Quantitative assessment of the diet of European eel larvae in the Sargasso Sea resolved by DNA barcoding. Biol. Lett. 6: 819-822.
 - 38) Terahara, T., et al. (2011) Efficiency of peptide nucleic acid-directed PCR clamping and its application in the investigation of natural diets of the Japanese eel leptocephali. PLOS ONE 6: e25715.

明治大学和泉図書館

Meiji University Izumi Library

折戸晶子*

1. 大学概要

明治大学は1881年1月、明治法律学校として創立された。現在は、法学部・商学部・政治経済学部・文学部・理工学部・農学部・経営学部・情報コミュニケーション学部・国際日本学部・総合数理学部の10学部および大学院12研究科と、法科大学院(法務研究科)、専門職大学院(ガバナンス研究科、グローバル・ビジネス研究科、会計専門職研究科)がある。キャンパスは4つあり、文系3・4年生、大学院生が所属する駿河台キャンパス、文系1・2年生と大学院教養デザイン研究科が所属する和泉キャンパス、自然科学系の全学生と大学院生が所属する生田キャンパス、そして、2013年4月に国際化・先端研究・社会連携の拠点として中野キャンパスが誕生した。図書館は、各キャンパスにあり、所属の学部・大学院研究科の特性に合わせた蔵書構築をしている。

2. 和泉図書館建設の背景

2001年3月に駿河台キャンパスの中央図書館が建替えられた。これは、明治大学創立120周年記念事業の一つとして建設されたものであり、明治大学の象徴となったリバティタワーの片翼の1階から地下3階までが中央図書館になった。これ以前の旧中央図書館は、100周年記念図書館として建てられたものであったが、その書庫と地下2階で繋がる構造となっている。そして、静かな学習エリアに加え、グループ学習の場やパソコンを多数設置したエリアを設けるなど、

100周年記念図書館にはなかった場を作り、学習環境は大幅に改善した。一方で、和泉図書館との格差をあらわにする結果にもなってしまった。

旧和泉図書館は、1960年に竣工(増築部分は1987年竣工)した建物で、情報設備も整っていなかった。中央図書館が新しくなり、学生の学習活動が活発になっていくのを目の当たりにし、和泉図書館でも将来を見据えた学習環境を整備した新図書館建設が課題となっていく。そこで、図書館では新図書館構想を練り、大学に対して新図書館建築を要望していったのである。紆余曲折を経て、2008年の和泉キャンパス新図書館建設委員会発足とともに、明治大学130周年記念事業の一つとして本格的に建設計画が動き出した。

そして、「人と人・人と情報を結ぶ架け橋」という基本コンセプトのもとで、14ヶ月の設計期間、18ヶ月の工事期間を経て、2012年3月に竣工、5月に開館した。設計業者は、共に図書館を創り上げてくれるパートナー選びのため、業者選定プロポーザルにより選定した。この選定方式の準備と実施には大学の施設課職員が当たった。

建設計画体制には、学内の体制、大学と設計業者や施工業者との体制、そして図書館内の体制とあったが、いずれも協力的で良好な関係性であった。関係する全ての人が、議論を聞かせることももちろんありながらも、同じ目標に向けて一丸となって取り組んだ。私は幸いにも、

*明治大学和泉図書館事務長 〒168-8555 東京都杉並区永福 1-9-1
Akiko ORITO Manager Izumi Library Office, 1-9-1, Eifuku Suginami-ku, Tokyo, 168-8555, JAPAN

この建設計画の最初から最後まで、図書館全体の取りまとめ役として携わせてもらった。この体制や関わった方々との関係性について語らずして和泉図書館建設について語ることはできないと私は考えているが、それは別の機会に譲ることにしたい。



和泉図書館外観

3. 和泉図書館概要

建設計画が始まる前の和泉キャンパスは、学生数の増加に伴い狭隘化しており、授業以外の時間に学生が過ごせる場所がほとんどなかった。そのため、新しく建て替わる和泉図書館に、学生の居場所となるような図書館を期待されていた。高校を卒業し、初めて親元を離れて生活をする学生も多くいるであろう。和泉図書館は、そんな1,2年生を中心としたキャンパスにふさわしく、優しく学生を受け入れ、居心地のよい滞在型の図書館となって誕生した。正門近くに配置し、和泉キャンパスのシンボルとなるような外観とすることにより、入ってみたいくなる図書館として学生を誘っている。

大学での学び方に慣れていない1年生にとって、図書館を活用することは、大変有意義なことである。しかし、学生自身が図書館に足を運ばないことには何も始まらない。そこで、まずは学生が図書館に来たくなるような建物にしたかった。今では、和泉図書館は、キャンパスのシンボリック存在として、甲州街道の陸橋からも大きく見えており、授業の合間に図書館に寄る学生が大勢いるようになった。特に、ガラス張りの外装から見える図書館2階のコミュニケー

ションラウンジ、グループ閲覧室の様子は、学生の学習活動の表出となり、内外それぞれの学生の刺激となっている。

和泉図書館内は、音のゾーニングがされており、1階から4階にかけて、入り口から奥にかけて静かになるように配慮されている。活動から静寂への緩やかな移り変わりは、内装や家具などの色や形や素材で表現し、人間の五感で感じ取られるように設計されている。色合いとしては、書架や閲覧机は、階によってクリーム色・茶色・黒色と変化していき、活動的なエリアでは、カラフルな色を使った椅子などを用いている。形や素材については、特に閲覧机や閲覧椅子が特徴的であり、丸みを帯びた形から四角い形への変化、椅子の脚部はステンレス製のものから木製のものに変化し、柔らかさや開放感から硬さや緊張感へのグラデーションを作り上げている。

このような音のゾーニングを考える中で、閲覧席の種類が多数出来上がった。閲覧席のほか、ラウンジチェア、リラックスシート、ベンチ、スツールなどの様々なタイプの椅子も用意しており、学習のスタイルに応じて、あるいはその日の気分に応じて、自分のお気に入りの場所を探して利用できる楽しみがある。

居心地の良さを作り出す要素として、自然光と照明光の取り入れ方にも工夫がされている。直射日光は外装ルーバーで遮りつつ、自然光を間接的に取り込み、柔らかな光を内部に取り入れている。外装ルーバーの間隔は一定ではなく、窓際席に座った時の視線に外装ルーバーがかからないようにすることで、外への視界も確保し、気持ちよく学習ができる。

照明については、天井に照明器具を設置せず、書架上部の照明で天井を照らし、その反射光で内部空間を柔らかく照らしている。天井はルーバー仕上げとなっており、このルーバーで光が拡散するため、空間全体が均一に照らされている。閲覧席には、手元照明も設置している。このように、タスク アンド アンビエントの照明によって、優しい空間で集中して学習できる環境となっている。

4. フロア案内

ここから館内各フロアの案内をしたい。

1) 1階

① エントランス

和泉図書館の建物に入ると、入館ゲート前にエントランスがある。決して広くはないが、エントランス上部は2階までの吹き抜けとなっており、また、フロア奥まで見通せるような開放感で入館者を出迎えてくれる。

入館ゲートのフラッパーはガラスを用い、軽快で、入りやすい印象を与える。学生、教職員は、入館ゲートのタッチパネルに学生証をタッチして入館できる。入館用が2ゲート、退館用が2ゲートあり、このうち1つは、車いすが通れる幅を確保している。

入館ゲートに隣接して、インフォメーションカウンターを置いているが、運用の都合上、スタッフ不在の時間帯もある。スタッフ不在時は、ゲートから見渡せる距離にある貸出カウンターで対応している。

エントランスに隣接して、ホール、ギャラリー、サロンがある。



エントランス

② ホール

正門に最も近く、エントランス右手にホールがある。外壁はガラス張りで、外からも中の様子が伺えるため、興味深く見ていく人も多い。124席あるホールでは、図書館の授業や講習会を行ったり、ビブリオバトルなどの図書館のイベントを開催している。このほか、学生や教員の発表の場として貸出しも行なっている。また、試験月には、閲覧席として開放することもある。



ホール

③ ギャラリー

ギャラリーはホール隣にあり、図書館企画展示のほか、教員や学生の企画展示も行なっている。少ない職員で運用するため、展示ケースを6台置くといっぱいになるような小さなスペースであるが、可動式展示ケース、吊り下げパネル、映像による展示ができるようになっている。ここでは、朗読会を開催したこともあり、展示に限らない柔軟な使い方も可能である。

④ サロン

エントランス左手にサロンがある。サロンには97席あり、カフェが営業(8:30~18:00)されている。カフェの営業が終わった後も閲覧室として利用可能で、軽食を取ることもできる。サロンの外にもテーブルがあり、サロンとともに学生の憩いの場となっている。



サロン

⑤ 特設コーナー

入館ゲートを入ると、すぐ左手に特設コーナ

ーがある。ここには、通常の書架のほかに特殊なデザイン書架が3台ある。デザイン書架では、図書館の活動を行う学生団体 Meiji Book Avenue (MBA) の企画展示本棚や職員推薦本棚が運営されている。一般書架には、教員によるおすすめ本コーナーや学部単位での推薦本コーナー、新着本コーナーなどを配架している。入館ゲート近くにあることやデザイン書架が人目を引き、何気なく目に入った本を手取る学生も多い。また、企画内容を気に入ったリピーターの学生もいて、ここに配架した図書の貸出数はとても多くなっている。

⑥ 新聞コーナー

メインエレベーターを挟んで特設コーナーの反対側にある新聞コーナーには、全国紙、地方紙、海外新聞を配架している。全国から学生が入学してくる本学では、地元の新聞を懐かしんで読んでいる学生もいるようだ。新聞の閲覧には、エレベーター裏側に配備した植栽を囲んだベンチが利用されている。紙の新聞以外に大型ディスプレイで閲覧できる電子新聞も提供している。

⑦ 情報リテラシー室

情報リテラシー室は3室あり、主に図書館ガイダンスを行なっている。図書館ガイダンスは、図書館の利用方法や検索演習などの図書館リテラシー教育を、教員の申込みにより図書館職員が行うものである。これは、授業の一環として行われている。初年次教育の位置付けにもなっており、年間180回ほど実施されている。図書館ガイダンスを行っていない時は、閲覧席と



情報リテラシー室

して使われているが、友達同士で教え合う姿も見られる。

⑧ 貸出ノートPCロッカー

和泉図書館には、136台の貸出用ノートPCを用意している。ロッカーは4機あり、特設コーナーに2機、情報リテラシー室に2機設置している。貸出用ノートPCは、これら4機のロッカーに納めてあり、学生は学生証で貸出手続きができる。普段から利用数は多いが、試験月が近づくと、全て利用される状況が続くようになる。

貸出用ノートPCは、館内のみで利用可能で、館外には持ち出せない。

⑨ カウンター・事務室

エントランスからも一目でわかる位置にカウンターが置かれている。貸出カウンター、レファレンスカウンターのほかに、サーチアシストというカウンターが横並びに配置している。サーチアシストは、予約制のレファレンスや個別リテラシー教育などを想定して作ったカウンターであるが、現在は、大学院生によるレポート書き方指導を行なっている。

カウンター背後にガラス窓越しに事務室を配置している。事務室からカウンターの様子を見ることができ、必要に応じて利用者対応の応援にすぐ入れるようにしている。



カウンター

⑩ レファレンスブックエリア

レファレンスカウンターに続くようにレファレンスブックを配架している。書架周囲には、壁面に沿ってカウンタータイプの閲覧席がある。この閲覧席の一部には、一般のカフェで見かけるようなハイチェアのカウンター席を作った。

ハイチェアが、図書館の閲覧席として適切か建設計画時には賛否あったが、実際、学生には人気があるようで、利用率は高い。

2) 2 階

① コミュニケーションラウンジ

2 階に、話をしながらグループ学習ができるコミュニケーションラウンジがある。ここには、共同閲覧室とグループ閲覧室があり、それぞれガラスで仕切られている。ガラスは遮音性のあるものが使われているため、扉を開けるまで、この中の賑やかさはわからないくらいである。一方、透明なガラスを通して、中の活動の様子が外に表出し、見る・見られるという関係性が起こり、相互に刺激を与えるという効果もある。ここに置かれている備品もユニークで、ヒト字型や平行四辺形の形をしたベンチや透明スツール、カラフルな色合いの丸い形のクッションなどが置かれ、学生たちは、リラックスしながら思い思いのスタイルで語り合い、学習している。



コミュニケーションラウンジ

② 共同閲覧室

複数のグループが予約不要で使える場所である。机と椅子は可動式で、グループの人数によって、くっつけたり離したりできる。備品で置かれているホワイトボードは、グループ間の仕切り代わりに使うこともできる。

③ グループ閲覧室

グループ閲覧室は、大小様々な 6 室があり、3 名以上のグループで 30 分から 2 時間の範囲で予約して利用する。各室に電子黒板があり、学生は、大型ディスプレイとして使ったり、ディス



グループ閲覧室

プレイ上に直接書いたり、書いたものをパソコンに保存したりしている。また、プレゼンの練習をしている様子もよく見かける。稼働率は非常に高く、特に授業期間は、終日予約で埋まっていることがほとんどである。机と椅子の種類が各室異なることも学生にとって魅力的である。

④ 電卓室

会計関係の学習や資格試験準備のために電卓を使う利用者のために電卓室がある。電卓を打つ音は、パソコンとはまた違った音で独特である。そのため、専用の場所を用意し、棲み分けをしている。

⑤ 雑誌書架

2 階は雑誌フロアである。カレント書架は、最新号を面出し配架し、その下に 1 年間のバックナンバーを平積み配架している。面出し書架は透明アクリル素材のため、見通しが良く、大学生になって初めて学術雑誌に触れる学生にとっても手に取りやすい。



2 階雑誌エリア



斜め配置の書架

3) 3 階

3 階は、0～3 類の図書を配架している。書架、閲覧席はどのフロアよりも多く、閲覧席の形は多種あり、朝から利用する学生も多い。

和泉図書館では、書架は斜めに配置しているので、書架サインが見えやすく、本が探しやすい。さらに、書架と書架の間の通路を歩いていると、本が目に入ってきて、まるで本が語りかけてくるような錯覚さえ覚える。



3 階閲覧エリア

4) 4 階

4 階は、最も静かなフロアである。静かに集中して学習したい利用者のためのフロアとして、キーボード付きのパソコンは利用できない。家具の色味や形状は書齋を思わせるような落ち着きと重みのある雰囲気である。また、黒の家具に対して天井には白を使い、色のコントラストを際立たせた上に、場所によって天井高を変え、豊かな空間を作り出している。さらに外に出られるテラス、デッキがあるので、新



4 階閲覧エリア

鮮な空気を吸って、集中して熱くなった頭をリフレッシュすることもできる。

5) 積層集密書庫

和泉図書館では、地下を作らず、書庫は地上 2 階から 4 階に各階 2 層の計 6 層の積層集密書庫を作った。書庫は吹き抜けに面してガラスで囲い、閲覧エリアから書庫の本が見えるようになっている。吹き抜けに置かれているラウンジチェアに座っていると、書庫の中の本から何かエネルギーが降り注いで来るような感覚がしてくる。



積層集密書庫

6) 携帯電話ボックス

2 階、3 階、4 階には、携帯電話ボックスがある。館内での通話は他の利用者に迷惑である

ため、旧図書館では館外で利用するよう促していた。しかし、連絡手段として一般的にも使われ、緊急の場合もあるであろうと考え、利用できる場所として作った。階段横のデッドスペースを使った小さな空間であるが、良く利用されている。

5. 学生の利用促進のために

この図書館が開館してから、学生の利用状況は非常に伸びた。入館者数はほぼ2倍になり、学生たちの笑顔に触れることも増えたように感じる。

旧和泉図書館の頃は、一度も図書館を利用しないで過ごす学生もいたが、新和泉図書館では、全ての学生が日常的に図書館を利用するようになってほしいと願いながら計画した。和泉キャンパスには約1万人の学生が所属しているが、授業のある平常期には、1日に4000～5000人の入館者があり、試験期間になると、約7000人となる。混み合う時間帯では、平常期であってもほとんどの席が埋まることもある。試験期間では、席を探してさまよう学生の姿さえ見受けられる。明治大学図書館では、校友や地域住民などへの利用も行なっているが、このような利用状況のなかで、学生の利用をさらに充実させるためには、今後、学外利用者に対するサービス条件を見直すことも考えなくてはならないだろう。

和泉図書館では、リテラシー教育はもちろん、学習に役立つ本の推薦、図書館を利用するきっかけ作りのためのイベントなど様々な活動を行なっている。また、2016年度から図書館で活動する学生団体 Meiji Book Avenue (MBA) を立ち上げた。MBA は、所属メンバーの学生自身が企画、運営しており、ビブリオバトル、読書会を中心とした様々なイベントの開催、MBA 新聞の発行、本を通して社会貢献活動などを行なっている。やはり学生が企画するものは、他の学生にとっても親しみやすいようで、イベントへの参加者も多い。立ち上げたばかりで、手探り状態なところもあるが、図書館として MBA の活動をサポートしつつ、今後の発展を期待したい。

6. おわりに

和泉図書館は、ハード面では大変魅力的な図書館として生まれ変わった。建設にあたっては、図書館職員全員が何らかの形で関わり、施設課の職員のリーダーシップのもとに設計業者、施工業者とともに、良い図書館を作るという同じ目的に向かって皆で協働してきた。その結果、誰にとっても入ってみたいくなり、また来たくなる図書館となった。そして、学生からも、また図書館関係者や建築業界からも高く評価された。この場をかりて、和泉図書館建設計画に関わった全ての方々に感謝申し上げたい。

開館後も設計業者のインテリアデザイナーの協力を得ながら美観を維持するよう心がけて運営している。例えば、随時必要となるお知らせなどのサインは、ガラス面やコンクリート壁面、扉、備品類に至るまでテープ類やテプラなどによる掲示等の貼付を不可とし、書架サインの一部やサインボード、そしてデジタルサイネージを使ったサインとしている。2015年度には、インテリアデザイナーの指導を仰ぎながらデザインフォーマットを作成し、書架サインを全て更新した。これにより、サービス面でも統一的なデザインで運用ができるようになった。

これからもより良いサービス運営、施設管理を継続し、学生にとって毎日でも通いたくなり、いつまでも記憶に残る和泉図書館であり続けたいと思う。この図書館に新しい命を吹き込んでいくのは、図書館職員としての役割でもあり楽しみでもある。

平成 28 年 10 月から 12 月に発表された図書館員に役立ちそうな情報を掲載します。業務の一助にお使いください。記事の情報源はそれぞれの項目ごとに明示してあります。

【牛の発情を示す乗駕（じょうが）許容行動を簡単に発見できます- ICTや複数のセンサを活用した牛の発情発見システムを開発 -】

農研機構は、株式会社イーアールアイと共同で、発情を最も明瞭に示す雌牛の乗駕許容行動（他の牛が背後から乗りかかっても雌牛が許容して動かない行動）を簡単に発見するために、消費電力の少ない低コストな無線技術を活用した「牛の乗駕行動を検知するシステム」を開発。このシステムは、牛の行動を監視するセンサユニット（赤外線センサ、加速度・角速度センサ）、行動データを受信する中継機と行動状況を表示するタブレット端末で構成されます。通信範囲は500mで、同時に10頭まで監視可能。このセンサユニットを雌牛の背部に装着することで、搭載された赤外線センサにより牛が乗駕されたことを検知します。その際に雌牛が動かずに乗駕を許容したのか、あるいは拒絶する行動を示したのかを加速度と角速度センサから得られた情報に基づいて複合的に解析することで、牛の乗駕許容行動を99.6%の確率で発見し、発情行動の見逃しを少なくできます。乗駕許容行動が行われた約6～18時間後の授精適期4)に、人工授精を遅延無く計画的に実施できます。

情報源：農研機構東北農業研究センター（プレスリリース）

平成28年10月3日

【ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システム- 寒冷地での水質浄化の長期性能を実証 -】

「ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システム」は従来方式の人工湿地での凍結や目詰まりの問題を解消し、寒冷地でも適用できます。5～10年間の長期運用試験で、安定した浄化機能を実証。運転費用は機械的汚水処理法の約1/20、設置面積は従来型伏流式人工湿地の1/2～1/5、低コストでコンパクトな水質浄化システムを実現。

2016年8月現在までに、国内外の酪農、養豚、養鶏、食品工場、国立公園施設など23カ所に導入しました。

情報源：農研機構東北農業研究センター（プレスリリース）

平成28年10月5日

【東北地域での春播き栽培に適した ソバ新品種「夏吉（なつきち）」- 東北で夏に新そばが収穫できます -】

農研機構は、東北地域での春播き栽培(1)に適しているソバ新品種「夏吉」を育成。春播き栽培において、既存の早生品種「階上早生（はしかみわせ）」よりも成熟期が早く、収量が多い品種。そば麺の食味評価が「階上早生」よりも高い、食味の良い品種です。

情報源：農研機構東北農業研究センター（プレスリリース）

平成28年10月12日

【土着微生物を利用した農耕地由来の温室効果ガスの削減- 日本土着の根粒菌を用いてダイズ畑での N₂O 発生を削減 -】

ダイズ根粒菌はダイズの根に根粒という組織を形成し、窒素固定を行いながらダイズと共生しています。ダイズの収穫期には老化した根粒は壊れますが、このとき有機物(窒素化合物)が分解されることにより、一酸化二窒素(N₂O)が発生します。農研機構農業環境変動研究センターと東北大は、根粒菌を利用したダイズ畑での N₂O 削減技術の開発に取り組み、これまでに、人為的に開発した「N₂O 還元する能力を強化したダイズ根粒菌」を用いてダイズ畑からの収穫期の N₂O 発生量を半減する技術を開発。今回、人為的に開発した菌に代わり、日本の農耕地の土壌に生息している土着ダイズ根粒菌から N₂O を還元する酵素を持つ株を全国から採集し、こ

これらの混合株をダイズに接種することにより N_2O 発生量を削減する技術を開発し、ダイズ畑からの収穫期の N_2O 発生量を 30%削減できることを野外実験で証明。もともと農耕地土壌に生息している土着の根粒菌を利用するために接種効率が上がるほか、現場に導入した際にも周辺環境への影響が小さいことが期待されることから、より農業現場で利用しやすい技術開発につながります。本研究成果は、英国科学誌「Scientific Reports」に受理され、2016 年 9 月 16 日発行のオンライン版に発表されました。

情報源：農研機構農業環境変動研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 10 月 20 日

【有害線虫の多種同時診断技術 -DNA 鑑定により線虫分類の専門知識が無くても種判定できる-】

農研機構では、農作物の健全な生産を支援するため、病虫害の高感度な検出や診断の技術開発を進めています。このたび、国内の畑地に発生する有害線虫（ネグサレセンチュウとネコブセンチュウ計 13 種類）について、DNA を抽出し、1 回の PCR 増幅 2) 操作後に電気泳動により分析するという作業工程だけで、同時かつ高精度に種を判定できる新技術を開発しました。本技術を用いることにより、線虫分類に関する専門的な知識が無くても、線虫の診断が可能。線虫の調査技術が簡便化されることで、線虫による被害の把握や防除対策をより早く、より確実に行えるようになります。本技術の実施マニュアルは、農研機構北海道農業研究センターのホームページ（<http://www.naro.affrc.go.jp/harc/>）からダウンロードできます。また、電気泳動の際に用いる「種判定用マーカー」は、農研機構北海道農業研究センターが無償で提供。

情報源：農研機構北海道農業研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 10 月 21 日

【トマトの青枯病にアミノ酸が効くことを発見-作物の病害抵抗性を利用した青枯病防除剤の開発へ-】

農研機構の生物機能利用研究部門及び中央農業研究センターは、トマトの重要病害である青枯病の防除にヒスチジンやアルギニン、リシン等のアミノ酸が有効であることを発見。青枯病を防除するために土壌消毒や抵抗性品種が利用されていますが、完全に防ぐことは困難です。ヒスチジン等のアミノ酸に青枯病の原因である青枯病菌を直接殺菌する効果はなく、植物の病害抵抗性を高めることで発病を抑えます。病害防除剤の素材として有望なアミノ酸が見つかりましたので、現在、研究コンソーシアムに参画している民間企業と一緒に実用化を進めています。

情報源：農研機構生物機能利用研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 10 月 26 日

【イネへの感染の鍵となるいもち病菌の遺伝子を新たに発見- その働きを抑えればいもち病の防除が可能に -】

イネには感染しようとする病原菌を察知して、自己防御システムを活性化するメカニズムがあります。したがって、いもち病菌がイネの細胞内で増殖するためには、イネの防御システムを回避する必要がありますが、そのメカニズムはよくわかっていませんでした。従来とは異なるいもち病防除法を開発するために、いもち病菌の感染メカニズムを解析。今回、農研機構生物機能利用研究部門は、岩手生物工学研究センターゲノム育種研究部、ならびに、東京大学生物生産工学研究センターと共同で、イネの自己防御反応の抑制に必要な、いもち病菌の遺伝子「RBF1」を発見。イネの細胞内に侵入したいもち病菌は RBF1 遺伝子から作られた Rbf1 タンパク質を分泌し、BIC という構造体を形成することで、イネの防御反応を抑制し、感染を成立させることを明らかにしました。本成果は、従来とは作用機作の異なるいもち病防除法を開発するための重要な手がかりとなります。RBF1 遺伝子の働きを阻害すれば、いもち病菌の感染を防ぐことができるため、現在、阻害剤探索に向けて、Rbf1 タンパク質の生成条件の解明に取り組んでいます。RBF1 遺伝子はコムギに深刻な被害をもたらす他のいもち病菌にも存在するため、

その働きを阻害する技術は、汎用的ないもち病防除方法の開発につながると期待されます。

この成果は10月7日に科学雑誌 PLOS Pathogens で発表されました。

情報源：農研機構生物機能利用研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 11 月 9 日

【春夏どりに適したコンパクトネギ2品種を育成-緑の葉先までおいしいネギの周年供給が可能に-】

農研機構は、春から夏に安定生産できるコンパクトネギ品種「こいわらべ」及び「すずわらべ」を育成。「こいわらべ」は、抽だい(とう立ち)が極めて遅い性質があるため、4～6月の安定生産が可能。「すずわらべ」は7～9月の高温期でも生育が旺盛で、収穫物の形状もよく揃うことから、秀品収量が多くなります。両品種とも全体に短く、ネギの白い部分(葉鞘(ようしゅう)部)の太りが早いため、一般の根深ネギよりも20cmほど短いサイズで出荷するコンパクトネギとしての利用に適しています。また、葉鞘部だけでなく、緑の部分(葉身(ようしん)部)も軟らかく辛みが少ないため、捨てる部分なくまるごと食べられるという特徴をもちます。コンパクトネギは、買い物の際の持ち運びや冷蔵庫への収納が容易で、少人数家庭でも使い切りやすいと注目されています。これまでに育成した「ふゆわらべ」(冬どり用)や「ゆめわらべ」(秋冬どり用)にこれらの品種を組み合わせることにより、コンパクトネギの周年供給体制を確立することが可能。「こいわらべ」及び「すずわらべ」の種子は、民間種苗会社等に利用許諾を行い、販売される予定です。

情報源：農研機構野菜花き研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 11 月 16 日

【高温で働く植物の遺伝子スイッチ 1) がデザイン可能に-一目的の遺伝子発現を温度でコントロール-】

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）、国立研究開発法人農業・食品産

業技術総合研究機構（農研機構）、国立大学法人岐阜大学、岐阜聖徳学園大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立大学法人高知大学、国立大学法人東京大学は、植物のゲノムを網羅的に比較解析することで、世界で初めて高温で特異的に働く遺伝子スイッチのデザイン（DNA 配列の最適化）を可能にしました。高温で特異的に機能する遺伝子スイッチの研究は基礎生物学への貢献だけでなく、将来的には、高温障害が懸念される地域の作物開発や、温度管理された植物工場で栽培される高付加価値な作物開発へ活用されることが期待されます。本研究成果は、英国で発行している国際科学専門誌「The Plant Journal」電子版（日本時間 2016 年 11 月 17 日 7 時）に掲載されました。

情報源：国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 11 月 17 日

【特定外来生物カワヒバリガイが、水利施設を経由して他水系に侵入- 茨城県内の那珂川水系で新たに発見 -】

「カワヒバリガイ」は農業用通水パイプを詰まらせるなど、水利施設の運用に被害をもたらす特定外来生物です。関東地方では 2005 年に初めて生息が報告され、それ以降、主に利根川水系内の広い範囲で生息が確認されています。一方、利根川水系に隣接する那珂川水系では、2009 年から 2014 年 5 月までの調査においてはカワヒバリガイの生息が確認されていませんでした。農研機構農業環境変動研究センターは、2014 年～2015 年に行った調査において、利根川水系から取水している、那珂川水系内の水利施設（貯水池と水路）でカワヒバリガイが生息していることを確認。那珂川水系は利根川水系とは河川による繋がりが少ないことから、カワヒバリガイの侵入は水利施設を経由して起こったと推定されました。那珂川水系へのカワヒバリガイの侵入は、ごく初期の段階にあると考えられ、現在、農研機構は関係する水利施設管理組織と連携し、貯水池や水路、河川を対象とする生息分布の把握や、冬季に貯水施設の水を抜くなどの駆除対策を進めています。今後、カワヒバリガイの発

生地から取水している地域の水利施設やその周辺では、侵入状況のモニタリングや施設管理スケジュールに合わせた駆除の実施など、重点的な対応が必要となります。

情報源：農研機構農業環境変動研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 11 月 21 日

【東北などの寒冷地向け黒大豆新品種「黒丸くん」-収量が多く、大粒で黒豆煮豆に適する-】

農研機構は、東北などの寒冷地向け黒大豆品種「黒丸くん」を育成。大粒で黒豆煮豆用に適しています。栽培適地は主に東北地域中南部で、東北地域における成熟期は晩生。倒れにくく、また一番下のさやが付く位置（最下着莢節位高）が高いため、機械化栽培に適しています。また収量も多いです。付加価値の高い黒大豆の特徴を生かしながら、東北地域における機械化栽培が容易となり、生産者や加工業者の収益向上に貢献できます。

情報源：農研機構東北農業研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 11 月 21 日

【トラクターの直線作業をアシストする自動操舵システムを開発-独自の画像処理技術により低価格と高精度を実現-】

農研機構と三菱マヒンドラ農機(株)は、トラクターの直線作業をアシストする装置を共同で開発。播種、畝(うね)立て、マルチ敷設などの作業では、行程を直線的かつ前行程と一定間隔を保つなど、オペレータには高度なトラクター運転技術が要求されます。これに対して開発した装置を、トラクターに設置することにより、ステアリングを自動制御して、目標地点や前行程の作業跡、マーカー跡などに対し、高精度かつ直線的な走行を実現。高齢化や離農などによってトラクターの熟練オペレータが不足する中、本装置の導入により、非熟練者でも高精度な作業を簡単にできるようになります。本装置は、トラクターのキャビン内に取り付けたカメラによる前方の風景と地面の画像から、独自の画像処理技術により直線作業に必要な情報を抽出し

ます。従来品では使用していた高精度 GPS が不要となった結果、従来品の 1/2 以下となる大幅な低価格化を達成。平成 29 年度下期から販売開始を予定。

情報源：農研機構農業技術革新工学研究センター（プレスリリース）

平成 28 年 12 月 7 日

【ウンシュウミカンの親がキシウミカンとクネンボであることを DNA 鑑定で推定】

ウンシュウミカンはわが国におけるカンキツ出荷量の約 7 割(平成 25 年)を占める最重要品種。しかし、在来品種であり、その親はこれまで明らかになっていませんでした。農研機構では、これまでに開発したカンキツの DNA マーカー 206 種類を用いて、67 のカンキツ品種・系統についてウンシュウミカンとの親子鑑定を実施。その結果、ウンシュウミカンの親品種がキシウミカンとクネンボであると推定。さらに別の DNA マーカーを用いて鑑定を行うことにより、種子親がキシウミカン、花粉親がクネンボであると推定。成果を元に、ウンシュウミカンと親品種のゲノム情報を調べることで、機能性関与成分である β -クリプトキサンチンを多く含むなどの、ウンシュウミカンの優れた形質について遺伝子レベルでの解明が大きく進み、新規 DNA マーカーの開発などを通じてカンキツの品種改良の効率化に貢献できると期待されます。

情報源：農研機構果樹茶業研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 12 月 7 日

【高病原性鳥インフルエンザ (HPAI) 国内発生株の遺伝学的特徴-ゲノムから推定するウイルスの由来と病原性-】

農研機構動物衛生研究部門では、11 月 28 日に青森県および新潟県で発生した高病原性鳥インフルエンザ (Highly pathogenic avian influenza: HPAI) の原因ウイルスの亜型を同定すると共に、全ゲノム解析を行い遺伝子レベルでウイルスの由来や病原性を推定。青森県および新潟県で発生した HPAI の原因ウイルス(青森株、新潟株)を H5N6 亜型高病原性鳥インフルエ

ンザウイルス (HPAIV) 4) と同定するとともに、次世代シーケンサー 5) を用いて、それぞれのウイルスゲノムの 99.5% (青森株) および 100% (新潟株) の塩基配列を決定。決定した 2 つのウイルスの塩基配列は、8 本の RNA 分節 6) 全てにおいて相互に 99.2% 以上の相同性を持ち、また鹿児島出水市のナベヅルのねぐらの水から分離したウイルスとも 99.3% 以上の相同性を示しました。8 本の RNA 分節について、公共遺伝子データベースで公開されているインフルエンザウイルス遺伝子との比較を行ったところ、全ての分節において韓国で分離された H5N6 亜型 HPAIV (韓国株) と 97.4% 以上の相同性を持つことが明らかとなりました。また、8 本の遺伝子分節のうち 7 本の遺伝子分節は、2015 年流行していた H5N6 亜型 HPAIV と、1 本の遺伝子分節はその他の鳥インフルエンザウイルス (AIV) とそれぞれ 97% 以上の相同性を示しました。ただし、この結果は直接的なウイルスの由来を示すものではありません。決定された塩基配列から推定されるアミノ酸配列をもとに、人への感染のリスクを評価。青森株及び新潟株には、これまでに報告されている人への感染性に関与すると考えられるアミノ酸変異は認められなかったことから、本ウイルスが直接、人に感染する可能性は低いと考えられます。

情報源：農研機構動物衛生研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 12 月 8 日

【農業用パイプラインの破裂を予防する装置を開発-既存のマンホールに設置可能-】

農業用パイプラインの小口径の塩ビ管における破裂事故の多くは、疲労破壊が原因で、給水栓の開け閉めの操作によって管内の水圧が瞬時に変動したり、圧力が繰り返し変動することによって生じます。そこで農研機構と旭有機材株式会社は、塩ビ管の疲労破壊を予防する、圧力変動を緩和する装置を開発。疲労破壊を抑制することで、破裂事故を少なくし、これまでの補修費を大幅に削減できます。例えば、弁閉塞後の管内圧力の最大振幅を 26% 減少させる装置を導入することで、1MPa の水圧を繰り返し受け続

ける塩ビ管 (口径 300A) の疲労破壊を起こすまでの期間は、4 倍長くなります。本装置は、既に設置されている農業用パイプラインの空気弁用のマンホール位置にも設置が可能であり、比較的容易に施工可能。

情報源：農研機構農村工学研究部門（プレスリリース）

平成 28 年 12 月 9 日

【複写料金の支払に電子マネーが使える】

東京本館では 2016 年 6 月 1 日から先行導入していた、複写料金の電子マネーによる支払の受付を、12 月 12 日から関西館でも開始。利用できるカウンターは以下のとおりです。

東京本館：本館・新館複写カウンター、本館・新館プリントアウトカウンター、新聞複写カウンター 関西館：複写カウンター (セルフ複写、即日複写、電子情報のプリントアウトの料金支払にお使いいただけます) なお、国際子ども図書館では電子マネーでのお支払いはできません。

利用できる電子マネーは以下のとおりです。

<名称>

nanaco (ナナコ)、楽天 Edy (ラクテンエディ) WAON (ワオン)、Kitaca (キタカ)、Suica (スイカ)、TOICA (トイカ)、manaca (マナカ)、ICOCA (イコカ)、SUGOCA (スゴカ)、PASMO (パスモ)、nimoca (ニモカ)、はやかけん

情報源：国立国会図書館ニュース

平成 28 年 12 月 12 日

【遺伝子の優劣関係を決める新たな仕組みを解明 メンデルの優性の法則の謎を 100 年ぶりに～有用な遺伝子を発現させる育種技術への応用に期待～】

奈良先端科学技術大学院大学 (学長：小笠原直毅) バイオサイエンス研究科の和田七夕子 (わだゆうこ) 助教、高山誠司客員教授 (現東京大学大学院農学生命科学研究科教授) らの研究グループは、農研機構、東北大学、大阪教育大学、神戸大学との共同研究により、どちらか片方の親の遺伝子の性質だけが子に現れるというメンデルの「優性の法則」として知られる現象について、複雑な優劣関係を決定する新たな仕組み

を世界で初めて明らかにしました。親から子へと遺伝子が受け継がれる遺伝現象において、片方の親の遺伝子の性質のみが子に現れる場合が多く見られます。これはメンデルの「優性の法則」として古くから知られており、性質として現れる遺伝子を優性遺伝子、発現しない方を劣性遺伝子と呼びます。これまで劣性遺伝子は一般に機能を失っているために性質が現れないと考えられてきましたが、同研究グループは、優性の遺伝子から作られる小さな分子（低分子 RNA）が、劣性の遺伝子の働きを阻害するという全く異なる仕組みを発見しました。さらに今回新たに、この低分子 RNA を構成する塩基（核酸塩基）の配列が変化することによって、特定の遺伝子同士で複雑な優劣関係が生み出されることを明らかにしました。約 100 年前、遺伝子間の優劣性を決定する因子が進化する可能性について遺伝学者間で激しい論争がなされましたが、今回、その時に想定された仮説の因子が低分子 RNA であり、それが進化することを証明しました。今回の研究は、遺伝子の優劣関係を制御する新たな仕組みを明らかにしただけでなく、有用な遺伝子を働かせたり、有害な遺伝子の働きを抑えたりする技術へと結びつく可能性があり、植物育種への応用が期待できます。

情報源：奈良先端科学技術大学院大学（プレスリリース）

平成 28 年 12 月 26 日

(主な取組み)

・第125回 農学図書館情報セミナー&見学会

講演テーマ：「謎多きウナギの生態：近年の取り組みと成果について」

講師：張成年氏（国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所）

開催日：平成28年12月13日（火）

時間：14時～16時

場所：中央水産研究所横浜庁舎

参加者：14名



写真1 セミナー会場



写真2 図書資料館に併設の展示情報室の見学（剥製の魚類などが沢山展示されている）

NPO 法人日本農学図書館協議会では、投稿要領及び執筆要領を新たに規定し、読者の皆様に積極的に投稿していただくための環境を整えました。当面する図書館の課題や日常の図書館員の声など、自由にご投稿していただくことを願っています。ご不明な点は事務局までお問い合わせください。

【問い合わせ先】TEL：03-3408-5077 E-mail:jaald@nifty.com

日本農学図書館協議会誌 投稿要領

1 趣 旨

この要領は、日本農学図書館協議会誌の投稿に関する取り扱いについて定めるものとする。

2 投稿者の資格

本誌に投稿できる者は、農学系図書館の活動に賛同する者とする。

3 執筆及び投稿要領

原稿執筆に当たっては、本要領及び別に定める原稿執筆要領に従うものとする。

4 投稿原稿の取り扱い

(1) 投稿原稿は会誌編集委員会においてその採否を決定する。

(2) 投稿された原稿は、原則として返却しない。

5 謝礼

(1) 執筆者には、原稿が掲載された「日本農学図書館協議会誌」を3部贈呈する。

(2) 投稿及び依頼原稿の稿料は別に定める。

6 著作権

(1) 本誌に掲載する著作物の著作権は、日本農学図書館協議会に帰属する。

(2) 執筆者自身が当該著作物の再利用を希望する場合、日本農学図書館協議会は、再利用が学術研究及び農学図書館業務改善の進展に資するものである場合は、これを認めることがある。

(3) 第三者から、論文の複製及び転載などに関する許諾の要請があり、日本農学図書館協議会が必要と認めた場合は、許諾することがある。

7 個人情報

編集の過程において入手した個人情報は、本誌の編集刊行に関する活動以外の目的には使用しない。

(附則) この投稿要領は、平成27年8月1日より施行する。

日本農学図書館協議会誌 原稿執筆要領

1 趣 旨

この要領は、日本農学図書館協議会誌の投稿執筆に関する事項を定めるものとする。

2 投稿原稿は、次の要領で作成し提出する。

(1) 原稿の受付は、随時とする。

(2) 原稿は、Word形式もしくはテキスト形式を使用し、横書きで10,000字程度（図表・写真は1枚当たり250文字換算）とする。また、図表も原則として、電子化したデータで提出するものとする。刷り上りは4ページ程度を想定する。

(3) 文中の見出し番号の表記は、1. 1) ①とする。

(4) 図表の見出しは、図1及び表1とし、図の下および表の上に記したうえで、挿入箇所を本文欄外に指示する。

(5) 注記もしくは引用文献等は、本文の該当箇所右肩に1)と記し、原稿の末尾にまとめて記載する。なお、記載例は①及び②の通りとする。

① 編著者名『書名』（シリーズ名）出版社、出版年（西暦）、引用ページ

② 執筆者名「論文名」『雑誌名』巻号、発行年月、引用ページ

(6) 原稿には、表題及び英文タイトル、執筆者氏名及びローマ字名、所属機関の英文名を添付する。

(7) 原稿の提出は下記宛てとし、日本農学図書館協議会事務局が受領した日をもって原稿受付日とする。

〒156-8502 東京都世田谷区桜ヶ丘1-1-1
東京農業大学 教職・学術情報課程内
NPO法人 日本農学図書館協議会事務局
TEL. FAX. 03-3408-5077 jaald@nifty.com

(8) 執筆者の校正は、1回を原則とする。

(9) 「別刷」を希望する者は、校正の際に必要な部数を日本農学図書館協議会事務局に連絡すること。なお、経費（実費）については、本人の負担とする。

(附則) この投稿要領は、平成27年8月1日より施行する

(編 集 委 員)

委員長	惟村 直公	東京農業大学
委 員	三井 文子	農研機構果樹茶業研究部門
	尾崎 聖太郎	麻布大学
	東盛 達也	明治大学
事務局	田沼 繁	特定非営利活動法人 日本農学図書館協議会

会 員 頒 布

日本農学図書館協議会誌 185号
2017年(平成29年) 3月 1日発行
発行人 長塚 隆
編集・発行 特定非営利活動法人日本農学図書館協議会
住 所 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1
東京農業大学教職・学術情報課程
TEL&FAX 03 (3408) 5077 e-mail:jaald@nifty.com
URL:http://www.jaald.ac.affrc.co.jp
印 刷 所 東京大学構内 文陽堂文具店
住 所 〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1
法文2号館地階
TEL&FAX 03(3813)7386 e-mail:bunyodo@amethyst.broba.cc

I S S N 1342-1905