

THE CHEMICAL TIMES

KANTO CHEMICAL CO., INC.



2015 No.1 (通巻235号)

ISSN 0285-2446

新年を迎えて	代表取締役社長		野澤	学	2	
CellKey™システムを用いた新しいGPCRの活性評価系	藤井	秀明	宮野加奈子	上園	保仁	3
小動物の皮膚真菌症				加納	壘	8
Intel 国際科学技術フェア (Intel International Science and Engineering Fair: Intel ISEF) 2014 の審査員ボランティア体験				米澤	宣行	15
最近のトピックス						24



新年を迎えて

代表取締役社長 野澤 学



あけましておめでとうございます。

「THE CHEMICAL TIMES」をご愛読の皆様におかれましては、つつがなく良い新年をお迎えになられたこととお喜び申し上げます。

昨年秋のノーベル物理学賞は日本人3名が受賞し、歓喜に沸きました。古くから存在する赤色と緑色に比べて青色LEDはその後20年以上も実現できませんでしたが、3氏の卓越した研究によって実用化となりました。その授賞理由は『明るくエネルギー消費の少ない白色光源を可能にした高効率な青色LEDの開発』として世界の発展に大きく貢献したことであります。日本の「モノ作り」技術が評価された結果ではありますが、これ以外にも日本オリジナルの技術は多くの分野で社会の発展に寄与しており、私どもを取り巻く科学技術の成果は今後大いに期待されるところであります。

さて当社は創立以来71年目に入りました。これもひとえにお客様をはじめとするステークホルダーの皆様には長い間支えて頂いたことと心より感謝申し上げます。今年の決意として当社は引き続き、試薬・電子材料事業を中心とした各種試薬、臨床検査薬、医薬品・食品分野、化学品、半導体・液晶・電子部品向け薬品・材料の研究開発を進め製品化を行って参ります。同時に国内生産拠点の拡大および販売・物流も強化し、Cica製

品をより速やかにお届けできる体制を整え、科学技術の進歩と発展に貢献したい所存でございます。

末筆になりますが、私どもの本社は東京・日本橋に位置しており、古くから医薬品問屋や商社の町としても栄えて参りました。徳川幕府開設以来400年の歴史のあるこの日本橋では古き良きものを残しつつ、三井タワーやコレド室町などの登場で街並みはとてもモダンになりました。近くには1,000年以上の歴史を持つ『福德神社』というご利益の高い神社がリニューアル完成し、古くは徳川家康も参詣、2代目秀忠は当神社の櫓の鳥居に春の若芽の萌え出でたのを見て、別名『芽吹神社』と名付けました。会社の繁栄、自身の新たな能力の芽生え、恋の芽生えなどを祈願する方々にぎわっているようです。お近くにお越しの際にはお立ち寄りいただいてはいかがでしょうか。

当「THE CHEMICAL TIMES」は1950年の発行以来、今号で235号を迎えました。今年も様々な分野の先生方より貴重な研究成果をご投稿いただき、数多くの知見が読者の皆様の研究や事業の芽生えにつながるように関係者一同取り組んで参ります。今後ご指導、ご鞭撻をいただきたく何卒よろしくお願い申し上げます。

この一年が皆様にとって光輝に満ちた幸多い年でありますように祈念しております。

CellKey™ システムを用いた 新しいGPCRの活性評価系

Novel Functional Assay System of GPCRs by CellKey™ System

北里大学 薬学部 生命薬化学教室 教授 藤井 秀明

Hideaki Fujii, Ph.D. (Professor)

Department of Medicinal Chemistry, School of Pharmacy, Kitasato University

国立がん研究センター研究所がん患者病態生理研究分野 研究員 宮野加奈子、分野長 上園 保仁

Kanako Miyano, Ph.D. (Researcher), Yasuhito Uezono, MD, Ph.D. (Chief)

Division of Cancer Pathophysiology, National Cancer Center Research Institute

はじめに

近年、医薬開発は化学合成により得られたいわゆる低分子医薬から、抗体医薬などのバイオ医薬にシフトしていると言われている。実際、欧米の製薬企業では以前より、日本の製薬企業においても数年前から、バイオ医薬研究の割合が増加している。現在臨床的に使用されている医薬の約30%は、Gタンパク質共役受容体（以下、GPCR）を標的分子としており^{1,2)}、その大部分は低分子医薬が占める。今後その割合は低下するかもしれないが、低分子医薬の開発の必要性が無くなったというわけではなく、医薬開発における重要な一分野であることに変わりはない。

受容体には、GPCR、イオンチャネル型受容体、キナーゼ結合型受容体等の種類があり、GPCRは重要な医薬標的分子の一つである。GPCRを標的とした化合物のスクリーニング法としては、主に受容体結合実験、^[35S]GTPγS結合実験、cAMP評価系、レポーター-ジーンアッセイを利用した細胞内Ca²⁺イメージング法などが用いられてきた。これらの評価法に共通する点は、ラジオアイソトープや蛍光色素等により標識する必要があること、または遺伝子操作等の人為的な操作を加える必要があることである。これに対して、CellKey™システムは標識や人為的操作を加える必要のないラベルフリーセルベースアッセイ系であり、CellKey™システムを用いて評価することで種々の応用が期待できる。本稿では、CellKey™システムを用いた新しい活性評価法について紹介したい。

CellKey™ システムの測定原理

CellKey™ システムはMDS Sciex社により開発され、2005年より欧米で発売、2007年に国内導入された新しい技術で、本邦においては日本モレキュラーデバイス株式会社において取り扱われている。国立がん研究センター研究所がん患者病態生理研究分野では、2010年8月にアカデミアにおいては国立がん循環器病研究センターに次いで2番目にCellKey™システムを導入した(図1)。



図1 国立がん研究センター研究所がん患者病態生理研究分野に導入されたCellKey™ システム

CellKey™ システムの測定原理の概要は、以下の通りである。CellKey™ システムで用いられる専用プレートのウェル底部には2本の電極が取り付けられており、そのプレート上に細胞を培養し、高周波電流を流す。電流は細胞間および細胞内を通り、結果として電極間に電気抵抗（インピーダンス）が生じる。このインピーダンス変化をシグナルとしてとらえるのが細胞誘電分光法（Cellular Dielectric Spectroscopy）である(図2)。インピー

ダンスは、細胞接着性、細胞形態・体積、細胞間相互作用により変化する。細胞に発現したGPCRに作動薬が結合するとGタンパクが α サブユニットと $\beta\gamma$ サブユニット複合体に分解する。 α サブユニットには G_s 、 G_i 、 G_q などのタイプが存在し、各タイプに対応したシグナル伝達が起こり、そのいずれもが、細胞接着性、細胞形態・体積、細胞間相互作用に影響を及ぼしインピーダンス変化を

引き起こす(図3)。従って、評価化合物を添加することで生じるインピーダンス変化を観測することにより、評価化合物の活性評価が可能となる。更には、インピーダンス変化のパターンを解析することにより、結合しているGタンパクのタイプを知ることでもある(図4)。

CellKey™ システムは96穴および384穴プレートに対応しており、迅速な化合物スクリーニングも可能である。

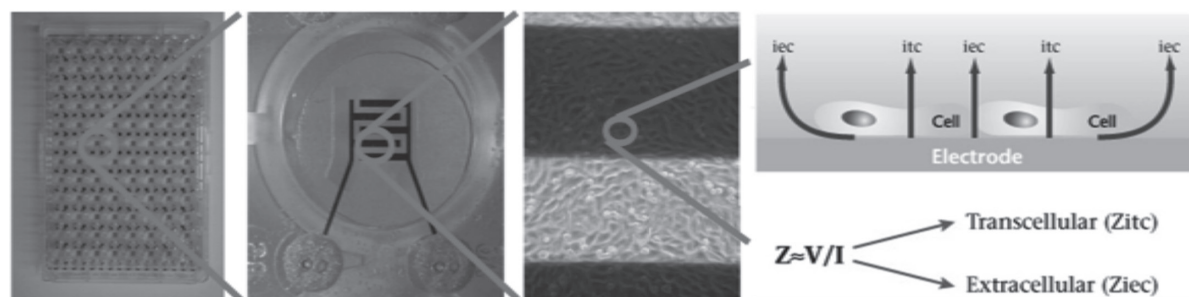


図2 ウェル底部の電極と、細胞間および細胞内を通過した電流 (extracellular current (iec) および transcellular current (itc)) のイメージ図³⁾

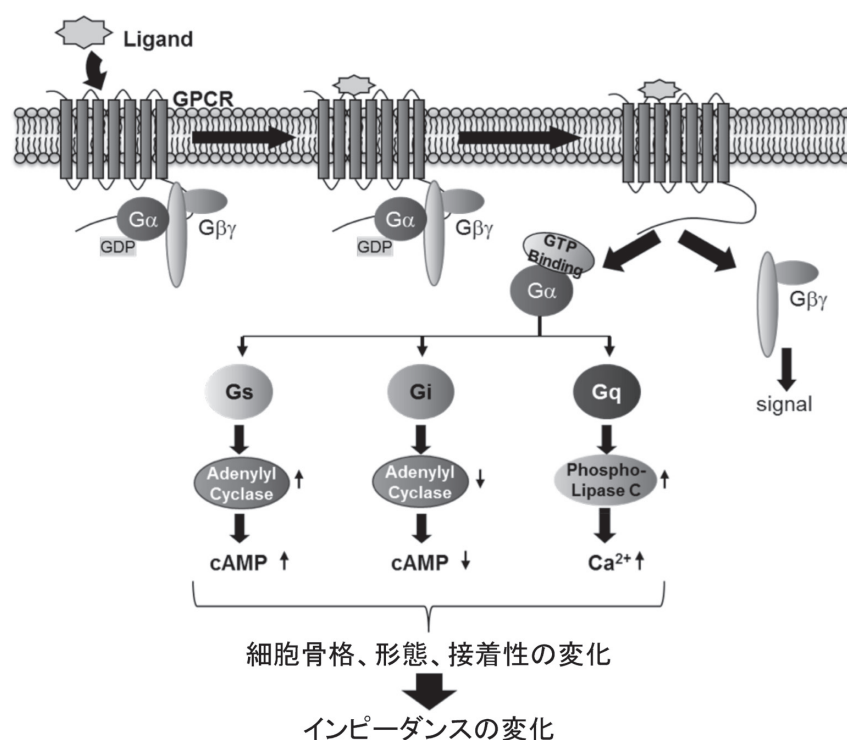


図3 GPCR 下流のシグナルとインピーダンス変化の概念図³⁾

GDP: guanosine diphosphate, GTP: guanosine triphosphate, cAMP: cyclic adenosine monophosphate

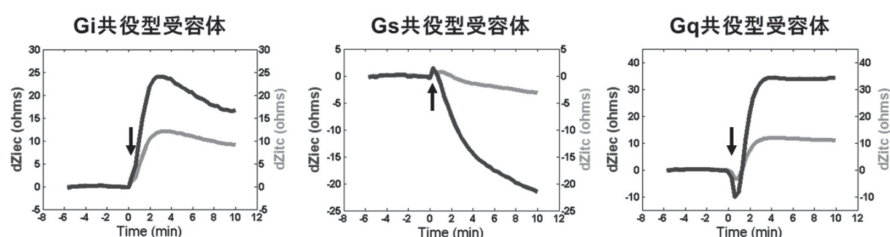


図4 Gタンパクのタイプとインピーダンス変化パターンの違い³⁾

dZiec: the changes in impedance related to extracellular current, dZitc: the changes in impedance for transcellular current

GPCRを標的とした化合物評価の例

本項において、 G_s 、 G_i 、および G_q タンパクに結合した GPCR として各々プロスタグランジン EP4 受容体 (EP4 受容体)、 α_2 アドレナリン受容体 (α_2 -AR 受容体)、およびヒスタミン H_1 受容体 (H_1 受容体) を取り上げ、化合物評価の実例を示す。

EP4 受容体は G_s タンパクに結合しており、EP4 受容体を発現させた HeLa 細胞を用いて検討した。その結果、EP4 受容体作動薬であるプロスタグランジン E2 (Prostaglandin E2 (PGE2), 10 μ M) はインピーダンスの低下を引き起こし (図 5A)、PGE2 による作動活性は G_s タンパクに特異的な阻害薬であるコレラ毒素 (Cholera toxin (CTX), 100nM) によって拮抗された (図 5B)。したがって、EP4 受容体活性化によるインピーダンスの低下は G_s タンパクを介した作用であることが示唆された。

α_2 -AR 受容体は G_i タンパクに結合しており、 α_2 受容体を発現させた HeLa 細胞を用いて検討した。その結果、 α_2 受容体作動薬である UK14,304 (100nM) はインピーダンスの上昇を示し (図 6A)、 α_2 受容体活性化によるインピーダンスの上昇は G_i タンパクに特異的な阻害薬である百日咳毒素 (Pertussis toxin (PTX), 100ng/mL) に

よって拮抗された (図 6B)。したがって、 α_2 -AR 受容体活性化によるインピーダンスの上昇は G_i タンパクを介した作用であることが示唆された。

H_1 受容体は G_q タンパクに結合しており、 H_1 受容体を発現させた HeLa 細胞を用いて検討した。その結果、 H_1 受容体作動薬であるヒスタミン (Histamine, 10 μ M) は一過的なインピーダンスの低下とそれに続くインピーダンスの上昇を示した (図 7A)。ヒスタミンによる一過的なインピーダンス低下は、細胞内カルシウムキレーター BAPTA-AM (10 μ M) により抑制された (図 7B)。一方、持続的なインピーダンスの上昇はプロテインキナーゼ C (Protein kinase C, PKC) 阻害剤 Phorbol 12-myristate 13-acetate (PMA, 100nM) により抑制された (図 7C)。したがって、ヒスタミンによる H_1 受容体活性化による一過的なインピーダンスの低下は細胞内カルシウム濃度の上昇が関与しており、それに続くインピーダンスの上昇は PKC を介した作用であることが示唆された。

このように、 G_s 、 G_i 、および G_q いずれの G タンパクに結合した GPCR においても、CellKey™ システムを用いた化合物評価は可能である。ここで気になるのが、CellKey™ システムを用いた評価結果と従来の方法により評価された活性評価結果との相関性である。これに

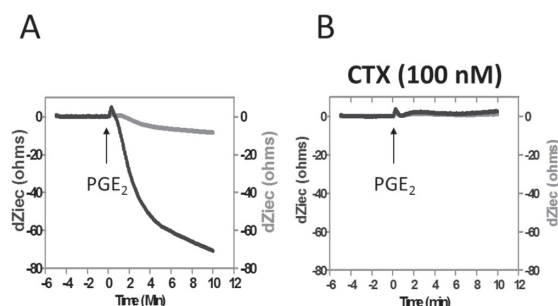


図5 EP4 受容体における化合物評価³⁾
EP4 受容体発現 HeLa 細胞を Prostaglandin E2 (PGE2, 10 μ M) で刺激し CellKey™ システムを用いてインピーダンスの変化を測定した (A)。(B) Cholera toxin (CTX, 100nM) は 18 時間前処置した。

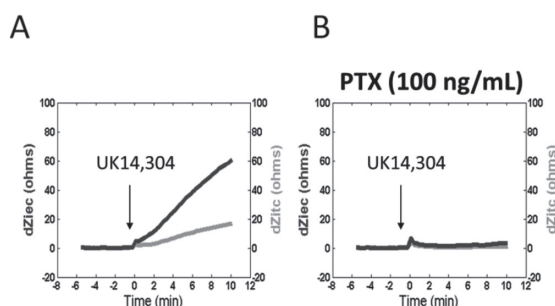


図6 α_2 -受容体における化合物評価³⁾
 α_2 -受容体発現 HeLa 細胞を UK14,304 (100nM) で刺激し CellKey™ システムを用いてインピーダンスの変化を測定した (A)。(B) Pertussis toxin (PTX, 100ng/mL) は 18 時間前処置した。

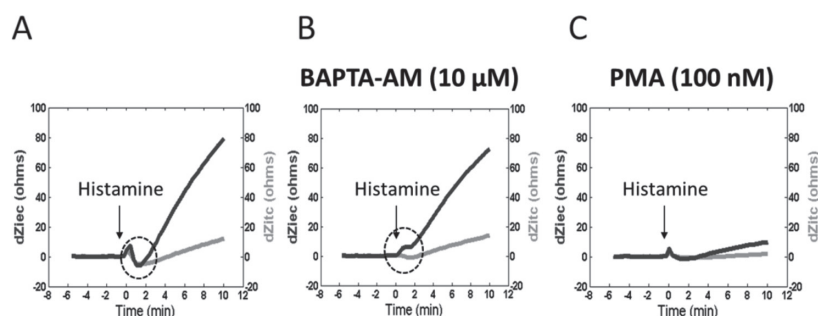


図7 H_1 受容体における化合物評価³⁾
 H_1 受容体発現 HeLa 細胞を Histamine (10 μ M) で刺激し CellKey™ システムを用いてインピーダンスの変化を測定した (A)。BAPTA-AM (B) は 30 分間、phorbol 12-myristate 13-acetate (PMA, C) は 18 時間前処置した。

については、PetersらがドパミンD₂受容体において検討している⁴⁾。また、我々もオピオイド受容体において検討し発表している⁵⁾。それらによると、評価系により得られる結果の絶対値は異なり、異なる評価系から得られる結果を直接比較することはできないが、各々の評価系から得られる化合物の活性プロファイルの傾向はほぼ一致しており、化合物の構造活性相関研究においては有用であると考えられる。

ここではどのタイプのGタンパクと結合しているかが既知である受容体を用いた評価例を示したが、図4に示した電気抵抗変化のパターンおよび本項で示した実例から、結合しているGタンパクのタイプが未知であるGPCRに対しても活性評価が可能であり、かつ結合しているGタンパクのタイプを推定できることがご理解いただけると思う。

その他の化合物評価の例

CellKey™ システムはGPCRを標的とした化合物評価だけでなく、キナーゼに結合した受容体やイオンチャネルを標的とした化合物の評価に用いることも可能である。

上皮成長因子(epidermal growth factor(EGF))受容体はチロシンキナーゼに結合した受容体である。EGFはインピーダンスの上昇を示し(図8A)、EGF(1pg/mL)によるインピーダンスの上昇はEGF受容体チロシンキナーゼ阻害薬であるAG1478(1μM)、ならびにphosphoinositide 3-kinase(PI3K)阻害薬 wortmannin(25μM)により抑制された(図8B, C)。したがって、EGFによるEGF受容体活性化によるインピーダンス変化にはEGF受容体のリン酸化とPI3Kが関与することが示唆された。

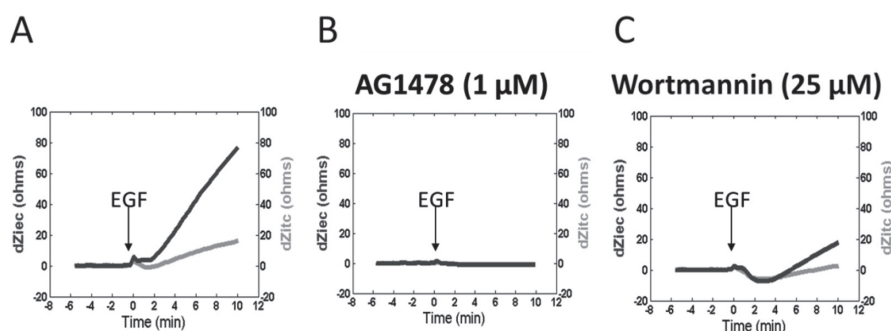


図8 EGF受容体における化合物評価³⁾
EGF受容体発現HeLa細胞をEGF(1pg/mL)で刺激しCellKey™システムを用いてインピーダンスの変化を測定した(A)。AG1478(B)とWortmannin(C)はそれぞれ30分間前処置し、EGFにて刺激した。

表1 CellKey™システムにて測定可能な受容体・イオンチャネル³⁾

GPCR			Cytokine receptor	TKR	Ion channels	Other
Chemokine receptor						
Prostanoid	Serotonin	CXCR3	IL-1	EGF	GABA	FcεRI
Calcitonin	α-adrenergic	CXCR4	IL-2	IGF-1	TRP	Integrins
Adenosine A _{2B}	β-adrenergic	CCR1	IL-3	FGF		
Bradykinin	Dopamine	CCR4	IL-6	HGF		
Endothelin	Muscarinic M	CCR5	TNFRSF1	PDGF		
VPAC ₁	Tachykinin	CCR2	TNFRSF2	NGF		
PAF	Cannabinoid	CCR3				
Histamine H ₁	mGLUR	D6				
Apelin	GABA	US28				
P2Y	Bombesin	DARC				
Cholecystokin	Orexin	ECRF3				
MCHR1	Oxytocin	KSHV				
CGRP1	Urotensin					
CGRP2	EDGE					

おわりに

CellKey™ システムは、GPCRだけではなくGPCR以外の受容体やイオンチャネルを標的とした化合物評価にも利用可能である(表1)。また、具体例は示さなかったが、迅速評価が可能であるため、受容体の安定発現細胞を作製する際の細胞株選定も効率的に行うことが可能である。

ラベルフリーアッセイシステムというCellKey™ システムの特徴は、単純に操作の簡便化を意味するだけではなく、標識化合物による影響などを考慮する必要がないことと考えられる。化合物の受容体結合実験の結果と活性評価の結果を同等に扱うことはできないが、 $[^3\text{H}]$ 標識化合物を用いる受容体結合実験は、評価に用いる $[^3\text{H}]$ 標識化合物により得られる結果が大きく影響されるようである。実際、TRK-820とU69,593はいずれも κ オピオイド受容体(KOR)作動薬であるが、 $[^3\text{H}]$ TRK-820および $[^3\text{H}]$ U69,593を用いた実験において、 $[^3\text{H}]$ TRK-820および $[^3\text{H}]$ U69,593の K_d 値や $B_{\max}$ 値は大きく異なっ

た(表2)⁶⁾。本稿において紹介した化合物評価は比較的簡単な例であったが、生体由来の細胞でも発現細胞のいずれでもラベルフリーで評価が可能、人為的な操作を加える必要がないといった特徴を利用すれば、CellKey™ システムにより評価できる範囲はさらに拡大するものと期待できる。例えば、受容体の二量体(ダイマー)または／および多量体(オリゴマー)に関する評価に利用できるのではないかと考え、現在検討を進めている。以前は、受容体は単体(モノマー)として発現し機能していると考えられてきたが、約10数年の間に、受容体はダイマーまたはオリゴマーとしても存在し、かつ生体内で機能していることを示す報告が相次いでいる⁷⁻⁹⁾。しかし、受容体ダイマーおよびオリゴマーに対する評価系が確立されていないのが現状である。更には、漢方薬による薬理作用の作用機序解明にも利用可能と考えている。

CellKey™ システムは開発されて10年程度の新しい評価システムである。評価者の工夫により、まだまだ可能性が広がるシステムであると期待している。

表2 モルモット小脳における $[^3\text{H}]$ TRK-820および $[^3\text{H}]$ U69,593を用いた受容体結合実験

	$[^3\text{H}]$ TRK-820 ^a	$[^3\text{H}]$ U69,593
K_d	0.46 nM ^b	1.17 nM
$B_{\max}$	284 fmol/mg protein ^b	83.7 fmol/mg protein

^a TRK-820は $[^3\text{H}]$ TRK-820の結合を完全に置換したが、U69,593は約80%しか置換しなかった。

^b DAMGO(μ 作動薬、100nM)およびDPDPE(δ 作動薬、200 nM)存在下における $[^3\text{H}]$ TRK-820の K_d 値および $B_{\max}$ 値は、非存在下の値と同等であった($K_d=0.51\text{nM}$, $B_{\max}=265\text{fmol/mg protein}$)。

参考文献

- Overington, J. P.; Al-Lazikani, B.; Hopkins, A. L. *Nat. Rev. Drug Discov.* 2006, 5 (12), 993-996.
- Jacoby, E.; Bouhelal, R.; Gerspacher, M.; Seuwen, K. *ChemMedChem* 2006, 1 (8), 761-782.
- Molecular Devices 社 CellKey™ システム紹介資料.
- Peters, M. F.; Knappenberger, K. S.; Wilkins, D.; Sygowski, L. A.; Lazor, L. A.; Liu, J.; Scott, C. W. *J. Biomol. Screen.* 2007, 12 (3), 312-319.
- Fujii, H.; Hayashida, K.; Saito, A.; Yokoyama, A.; Hirayama, S.; Iwai, T.; Nakata, E.; Nemoto, T.; Sudo, Y.; Uezono, Y.; Yamada, M.; Nagase, H. *ACS Med. Chem. Lett.* 2014, 5 (4) 368-372.
- Fujii, H.; Hirayama, S.; Nagase, H. "Opioid Kappa Receptor Selective Agonist TRK-820 (Nalfurafine Hydrochloride)". *Pharmacology*. Ed. by Gallelli, L. InTech, 2012, 81-98.
- Milligan, G. *Mol. Pharmacol.* 2004, 66 (1), 1-7.
- Prinster, S. C.; Hague, C.; Hall, R. A. *Pharmacol. Rev.* 2005, 57 (3), 289-298.
- Rozenfeld, R.; Gomes, I.; Devi, L. A. "Opioid Receptor Dimerization". *The Opiate Receptors*. 2nd ed., Ed. by Pasternak, G. W. Humana Press, 2010, 407-437.

小動物の皮膚真菌症

Small Animal Dermatomycosis

日本大学 生物資源科学部 獣医学科 獣医臨床病理学研究室 准教授 加納 壘

Rui Kano, Veterinary Pathobiology. (Associate Professor)

Nihon University College of Bioresource Sciences

1. はじめに

ペットブームによって、愛玩動物の飼育頭数の増加および種類の多様化に伴い、一般の方々も皮膚真菌症に遭遇する機会が増えている。原因菌種の多くは、人獣共通感染症であるため、飼い主およびその家族、獣医師、動物看護師などへ感染する危険性が高い。さらに、触れ合い動物園、教育・養護施設において、子供や老人など抵抗力の弱い方々への集団感染も危惧される。本稿では、読者の方々にも、動物の皮膚真菌症の知識が必要であると考え、各皮膚真菌症の特徴とその治療法について解説する。勿論、実際に診断・治療に携わるのは、獣医師であることは初めにことわっておく。

小動物の皮膚真菌症は感染病巣の存在部位をもとに、表在性皮膚真菌症および深在性皮膚真菌症に大別される。原因菌種、感染動物の品種、ステロイドや免疫抑制剤の使用、基礎疾患などによっては、慢性化し、治療が困難となる場合があるため、長期に起因菌を排出することもある。

2. 表在性皮膚真菌症

主に表皮に限定して感染する真菌症である。

2-1 皮膚糸状菌症

皮膚の脱毛、紅斑、水疱、表皮小環(リングワーム病変)、痂皮、落屑などの皮疹を主徴とする(図1)。稀に皮下にまで感染が進み肉芽腫病変を形成することもある。犬、猫、兎、齧歯類、鶏、爬虫類などの愛玩動物に

感染し、さらに人にも感染しやすいため、人獣共通感染症としての問題もある。



図1 *Microsporum canis* 感染による犬の腹側に認められた、精円形の紅斑と落屑(リングワーム病変)。

原因菌は、犬への感染の約70%が *Microsporum canis* で、*M. gypseum* が約20%、*Trichophyton mentagrophytes* が約10%と言われている。さわめて稀に *T. rubrum* の感染が報告されている。猫への感染の約99%が *M. canis* であるが、被毛にだけ生息している不顕性感染の例も少なくない。その場合は、汚染した被毛が他の動物や人への感染源となる。その他 *M. gypseum* および *T. mentagrophytes* の感染が報告されている。兎および齧歯類においては *T. mentagrophytes* の感染が多い。特に、兎、齧歯類は密飼いされやすいため、本菌による集団感染が問題視されている。

感染は、罹患動物および保菌動物からの接触感染である。また土壌、人家および動物の飼育小屋の菌に汚染した塵埃などからも感染する。汚染した用具器具によって感染する例も多いと考えられる。

発症は、若齢の動物や多頭飼育の場合に多い。基礎疾患や薬剤によって免疫抑制状態になった動物の発症も散見されるため注意が必要である。また感染治療後、もしくは発症せずに被毛に腐生（不顕性感染）することにより、感染源になってしまうことがある。この場合、不顕性感染した動物自体は症状が認められないため、飼い主等に気づかれず長期にわたる感染源となってしまう。

診断

皮膚糸状菌症の診断には、臨床症状、病変部の直接鏡検（搔爬試験）、ウツ灯検査、培養検査、病理組織学的検査があるが、最も簡単で、短時間で確定診断できるのは直接鏡検である。

1) 臨床症状：脱毛、落屑、紅斑など皮疹から検討する。ただし類似した病変を呈する疾患（細菌性膿皮症、寄生虫感染症、免疫介在性皮膚疾患、多型紅斑、皮膚腫瘍など）が多いため、症状だけで診断することは危険である。

2) 直接鏡検：鋭匙、ピンセット、カバーガラス、スライドガラス、KOH溶液を用意する。10～20%のKOH溶液は、試薬のKOHを水に溶解して作製する。DMSOを50%加えて痂皮を早く軟化させたり、ブルーのパーカーインクを30%加えて、被検材料にコントラストをつけたり、染色して観察する方法もあるが、慣れればKOH溶液だけでも充分である。

被検材料は病巣の周辺部など新しい部分から採取する。毛髪は容易に抜毛可能なもの、先端を欠くものなどを選ぶ。小水疱の被膜、落屑、増殖した角質も検査対象となる。検出される菌要素は、菌糸と分節分生子である。また培養時に観察される大分生子は、皮膚糸状菌が寄生しているときには認められない。

被検材料をスライドガラス上に置き、10～20%のKOH溶液1～2滴を滴下し、カバーガラスをかける。約10分間放置し、材料が自然に軟化し、透明になるのを待ってから検鏡する。

検索する時は、まず顕微鏡の倍率を弱拡大にして観察する。健常の被毛は形の輪郭が鮮明であるが、皮膚糸状菌によって分解されている被毛は形の輪郭が不鮮明である。また毛根部に菌体要素が多いので、毛根部や不鮮明な被毛部位に菌糸や分節分生子が確認され

たら皮膚糸状菌症と診断される（図2, 3）。ただし、出血している病変から採取した場合は、赤血球と間違わないようにする。また角化した細胞が軟化されてバラバラになった場合、細胞の辺縁の輪郭が糸状菌状に見える場合があるので注意する。

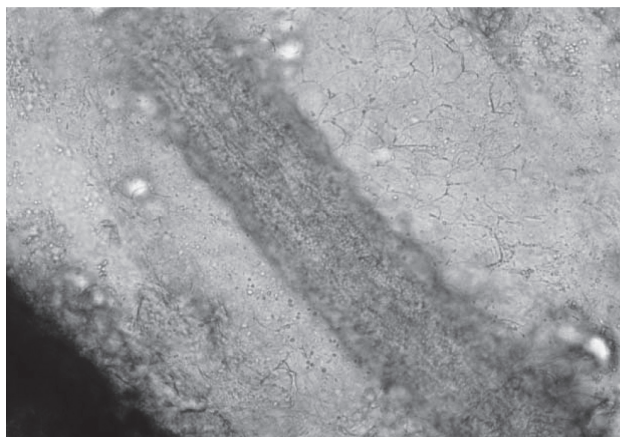


図2 10%KOHに浸した犬の*M. canis*感染被毛の直接鏡検像。多数の分節分生子が認められる。

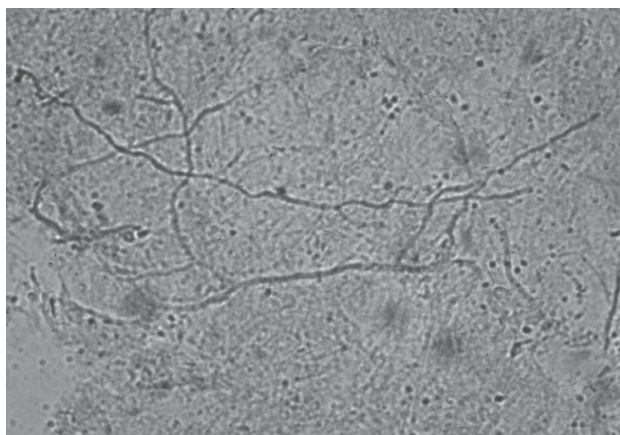


図3 皮膚糸状菌の落屑の直接鏡検像。多数の菌糸が認められる。

3) ウツ灯検査：360nmの波長の紫外線を*M. canis*が感染している被毛に照射すると、蛍光を発するので診断に応用されているが、その検出率は約半数とされ注意が必要である。また*M. canis*以外の皮膚糸状菌症では、蛍光を発しないので皮膚糸状菌症ではないと診断してはいけない。そのため兎、齧歯類の場合は、診断に向かない。

4) 培養検査：病変部位の被毛、落屑を、クロラムフェニコールおよびシクロヘキシミド添加サブローブドウ糖寒天培地またはdermatophyte test medium (DTM)培地上に接種し、24～27℃の条件下で培養し、集落を同定する（図4）。皮膚糸状菌以外の糸状菌のコタミが多いの

で、注意する。

培養検査では、発症せずに皮膚糸状菌が被毛に腐生(被毛に取り付いて、皮膚には侵入していない)している場合も皮膚糸状菌が培養される。培養された培地上の集落を掻き取り、ラクトフェノールコットンブルー液に浸して顕微鏡下で観察し、菌糸、大分生子、小分生子の形状を確認して菌種を同定する(図5)。

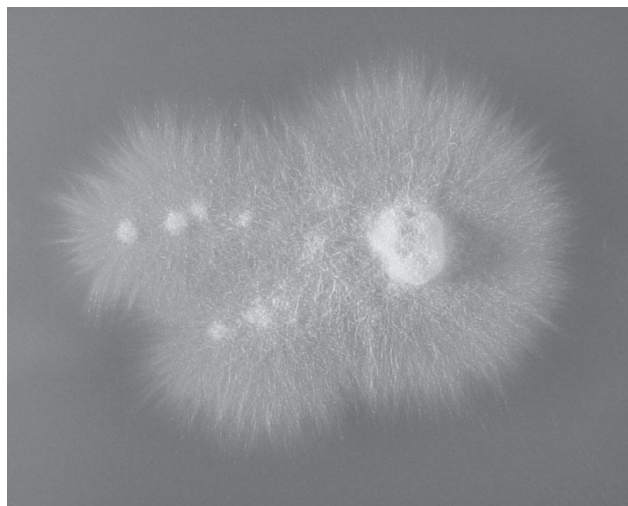


図4 サブローブドウ糖寒天培地上の*M. canis*の集落。

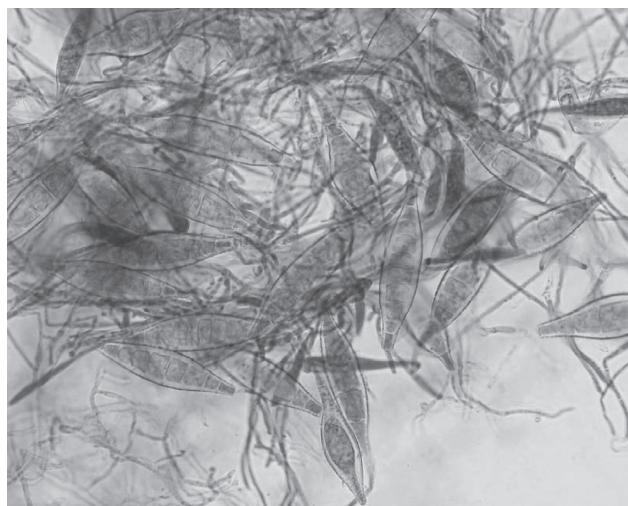


図5 *M. canis*の大分生子(X400倍)

治療

1) 外用薬

局所感染の場合には外用薬の使用も可能であるが、被毛に被われているため薬剤が浸透しにくい。また患部を舐めたり引っかいたりするため、気づかずに体表の広い範囲に感染が広がっていることがあるため外用薬だけでは充分治療できない場合がある。

2) 毛刈りと洗浄

患部の消毒および感染被毛や落屑の環境中への飛散を防ぐことができる。次の抗真菌薬の内服と併用するとより一層の治療効果があるとされている。

(1) 石灰硫黄合剤溶液

効果的であるが、強い硫黄臭を認める。

(2) クロルヘキシジン含有シャンプー

感染被毛の真菌を充分殺滅しない。眼球への刺激がある。

(3) ミコナゾール含有シャンプー

抗真菌薬単独で治療されるよりも迅速に治癒したとの報告がある。

3) 抗真菌薬の内服

グリセオフルビン(国内販売中止)、イトラコナゾール、テルビナフィンを内服させる。皮膚糸状菌症の治療には内服療法が基本であるが、副作用の発生には注意が必要である。また内服期間は根治するまで数週間から数カ月ぐらいは必要なため、薬の費用が掛かるなどの問題がある。

予後

皮膚糸状菌症は、自己修復する疾患であるため、大部分の健康な動物では10~12週間で自然治癒するとされている。しかしその間は、環境中を汚染することになるので、適切な治療が必要である。基礎疾患や免疫抑制状態がある場合は、治癒しにくくなり、時には真皮まで感染が広がり難治性の肉芽腫性炎になることもある。また治癒する前に治療を中断すると被毛に腐生して、それが長期にわたって感染源となってしまう場合がある。

予防

罹患動物を触ったあとは手洗いをを行う。

動物に接触した器具は、毎回洗浄や消毒を行う。

罹患動物が発症し環境中から培養検査で菌が検出された場合は、部屋の消毒および掃除を行い、汚染された塵埃を除去する。

掃除道具、器具、履物は、できるだけ各部屋に置いて共有にしない。

消毒薬は効果が認められ、安価な消毒薬としては、塩素系消毒薬(漂白剤)があげられる。例えば家庭用の塩素系漂白剤の場合は、約50倍に希釈して使用する。

る。ただし衣類、カーペットが色落ちすることや、粘膜に刺激があるため使用には注意する。使用するときは、まず器具、ケージ、床などの汚れを除いてから、10分以上浸すようにすると効果があがる。

抗真菌薬の内服については、予防目的で確立された投与法は無い。しかし、イトラコナゾールを治療量で週1～2回の内服投与を勧めている欧米の報告がある。

2-2 マラセチア症

皮膚、粘膜の常在菌である *Malassezia* 属に分類される酵母菌を原因菌とする。犬、猫では外耳炎、脂漏性皮膚炎、毛包炎の原因菌として考えられている。ピーナッツ状、ボウリングのピンのような特異な形態をしている。本菌は、表皮表面に生息し、宿主の皮膚環境の異常に伴い過剰に増殖することによって、多量の菌体産生物質が皮膚炎を引き起こすと考えられている。特に、犬、猫のアトピー性皮膚炎の病変部で異常増殖し、皮膚炎を増悪させる因子と注目されている。また、再発性のマラセチア皮膚炎も問題となっている。基礎疾患としてアレルギー性皮膚炎、甲状腺機能低下症、甲状腺腫瘍(猫)などが挙げられる。

症状

脂漏性皮膚炎と呼ばれる、脂っぽい皮膚の炎症にフケ(落屑)が認められる。痒みを伴うことが多い。またチーズのような独特な臭気が強くなる。前頸部、腋下、

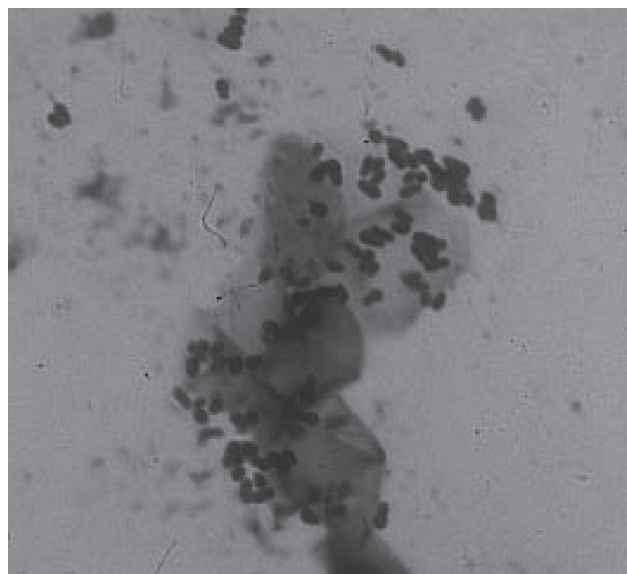


図6 マラセチア症の病変部位の押捺標本(ライト染色)。多数のピーナッツ形の酵母菌が認められる。

下腹部、外耳に発症しやすい。ブルドッグなど顔面に皺の多い犬種では、皺の間に発症しやすい。慢性化すると、皮膚が厚く、皺壁が多くなる苔癬化と呼ばれる状態となり、難治性となる。

診断

臨床症状とともに、皮膚表面の過剰増殖を確認する。皮膚表面をスライドグラスで押捺するか、綿棒で表面を擦り、スライドグラス上に塗抹する。スライドグラスをデイクイック染色、ライト染色、ギムザ染色などの単染色後、顕微鏡にて観察する。高視野(400倍)下で落屑とともに、5個以上の菌体が認められたら、過剰増殖と判断する(図6)。

治療

1) シャンプーを用いた洗浄

ミコナゾールなどの抗菌剤を添加したシャンプーを用いて洗浄すると効果的である。その場合、すぐに洗い流さず、シャンプーに20分ぐらい浸して除菌作用を発揮させるようにする。また、重度の脂漏性皮膚炎で、皮膚表面にバターのような分泌物や落屑が多い場合は、界面活性作用の強いシャンプーを選ぶ。重症の場合は週に2回以上洗浄し、症状が緩和すれば、洗浄回数を減らす。また、シャンプーの刺激による皮膚炎に注意する。

2) 抗真菌剤の外用

重症や再発性の場合には、白癬の治療用の抗真菌剤が添加されているクリーム、ローション剤を洗浄後塗布する。

3) 抗真菌薬の内服

重症の場合、イトラコナゾールまたはテルビナフィンの内服させるが、副作用に注意する。

再発性のマラセチア皮膚炎

シャンプーや抗真菌薬投与で一時的に皮膚炎が良化するが、治療を中止すると、再発を繰り返してしまう。さらに最近では、国内外で犬の難治性マラセチア皮膚炎や脂漏性皮膚炎から、アゾール系抗真菌剤に対する低感受性株が分離されているため、長期の抗真菌剤使用には注意が必要である。また、ステロイドや免疫抑制剤治療によるマラセチア皮膚炎の増悪に気づかず、アトピー性皮膚炎の悪化と誤認してしまうことがある。

3. 深在性皮膚真菌症

皮膚の真皮および皮下組織まで感染する。日和見感染の場合が多いため、感染が播種すると内臓真菌症に移行しやすく、死亡につながることに注意する。そのため、早期診断および治療が重要である。

3-1 クリプトコックス症

国内で主に問題となるのは *Cryptococcus neoformans* である。皮膚のびらん、潰瘍、皮下腫瘍(図7)などを呈し、肉芽腫性炎を起こしやすい。原因菌として重要なのは *C. neoformans* で、稀に *C. albidus*、*C. laurentii* に感染する。これらの菌が経気道ないし経皮的に感染し、呼吸器、皮膚、神経系がおかされる。一方、北米の西海岸地域では、数年前から病原性の強い *C. gattii* による人および動物の感染が蔓延しているため、警戒が必要である。詳しくは、国立感染症研究所ホームページ「高病原性クリプトコックス症(*Cryptococcus gattii*によるクリプトコックス症:ガッティ型クリプトコックス症)に関する注意」(<http://www.nih.go.jp/niid/ja/from-lab/476-bioact/485-bioact-cgattii.html>)を参照されたい。*C. neoformans* は、健康な犬および猫の鼻腔からも数〜十数%分離されるため、常在菌として考えた方がよい。そのため、室内飼育の猫で、ステロイド剤投与、免疫抑制剤投与、抗ガン剤投与、基礎疾患、老齢などによる日和見感染が発生することに注意する。

皮膚病変としては、びらん、潰瘍、結節、腫瘍、体表リンパ節の腫大など、他の皮膚炎との鑑別が必要である。日和見感染症の場合は、中枢神経や内臓真菌症

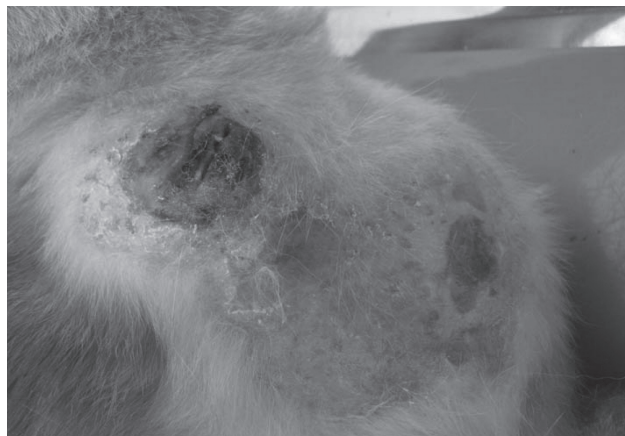


図7 猫のクリプトコックス症による皮膚のびらんと潰瘍。

に波及しやすい。その場合、網膜炎を伴う視覚異常を認めやすい。ただし、原発疾患の場合もあるため、慢性の皮膚炎の場合は、本疾患も疑う必要がある。またクリプトコックス症は人獣共通感染症のため、治療には充分注意が必要である。

3-2 カンジタ症

動物の皮膚、粘膜の常在菌である *Candida albicans*、*C. guilliermondii*、*C. krusei*、*C. tropicalis*、*C. glabrata* などによる日和見感染症である。楕円形の酵母の形態を呈しているが、*C. albicans* は感染時に菌糸および仮性菌糸が伸長して、皮膚・粘膜内に侵入するため、直接検鏡で糸状菌感染と間違える場合がある。抗真菌薬の選択を間違えると、慢性化させてしまう場合もある。

皮膚の紅斑、膿疱、びらんなどが認められ、指(趾)間皮膚炎、爪炎、爪周囲炎、口角炎、口唇炎、眼瞼炎、外耳炎などを発症する。また粘膜の日和見感染の場合は粘膜カンジタ症として、口腔カンジタ症、カンジタ性食道炎、カンジタ尿道炎、カンジタ膣炎などが認められる。

外傷、火傷、長期の留置、ステロイド剤投与、その他基礎疾患によって併発することが多い。

3-3 スポロトリクス症

Sporothrix schenckii による皮膚の皮下腫瘍、びらん、潰瘍が認められる(図8)。リンパ組織に沿って感染が拡大しやすく、求心性且つ飛び石状に転移病巣の形成や



図8 スポロトリクス症による鼻部の潰瘍。

リンパ節腫大が認められる。そのためクリプトコックス症、深在性膿皮症、腫瘍性疾患との鑑別が必要である。

自然界では土壤中や腐敗した植物に生息している。外傷部位が菌に汚染されると感染すると考えられる。本菌は二形性真菌であり、実際に感染した場合や37℃で糖濃度の高い培地で培養した場合は酵母形態で増殖するが、25℃以下で培養した場合は菌糸状形態となる。国内では比較的稀な疾患であるが、数年前からブラジルおよび東南アジア地域の猫に蔓延している。動物の感染病巣部から多数の菌体を排泄し(図9)、人への感染例が報告されている。そのため、本邦においても今後注意が必要な疾患である。

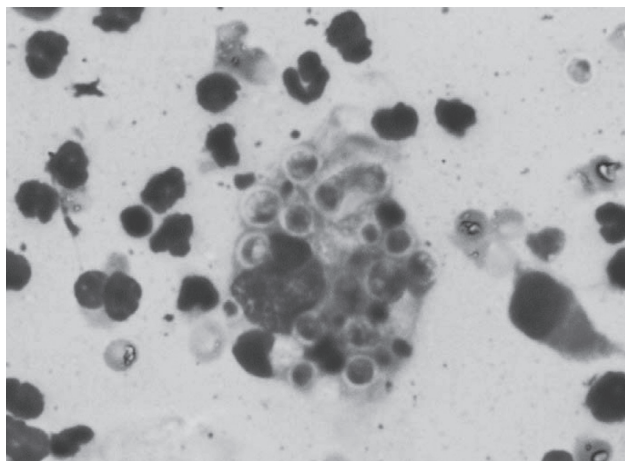


図9 図8の病変部のスタンプ標本。マクロファージ(白血球の1種)が多数の菌体を貪食している。

3-4 黒色真菌症

数十種類の黒色真菌による皮膚の慢性肉芽腫性皮膚疾患を総称している。皮膚のびらん、潰瘍、皮下の膿瘍、嚢腫、菌腫、中枢神経を含めた内臓への感染が認められる場合もある。

3-5 真菌性菌腫

真菌によって菌糸の集塊を取り囲む肉芽腫性炎で、

外界へ瘻孔を形成し顆粒(菌糸の集塊)を含む膿を排出する。クリプトコックス症、深在性膿皮症、腫瘍性疾患との鑑別が必要である。

3-6 プロトテカ症

プロトテカ属は、緑藻類に属する病原体であり、自然界では土壌、水辺、植物表面に常在しているが、皮膚の傷から侵入して人、小動物、産業動物にプロトテカ症を引き起こす人獣共通感染症である。また、動物の消化管内にも存在するため、日和見感染の場合は、消化器症状も認められる。*Prototheca zopfii*および*P. wickerhamii*の2藻種が主なプロトテカ症の原因病原体である。真菌ではないが、形態が真菌に類似しているため、真菌症として扱われていた経緯がある。皮膚のびらん、潰瘍、痂皮、皮下腫瘍が報告されている(図10)。効果的な治療薬が存在しないため、治療が困難である。

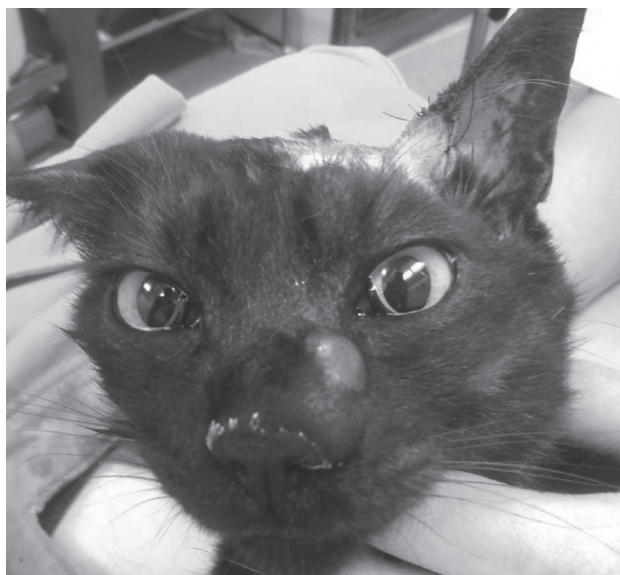


図10 プロトテカ症による鼻部の腫瘍と左耳根部の紅斑と脱毛。

診断

診断法を表1にまとめた。各検査法にはそれぞれ利

表1 深在性皮膚真菌症の診断法

診断法	利点	欠点
押捺標本 病理診断 分離培養	迅速、簡単な器具で診断ができる。 確定診断ができる。 菌種同定ができる。検出感度が高い。	菌種同定が難しい。誤判定しやすい。原因菌が少数だと見落としやすい。 菌種同定が困難。時間がかかる。 同定まで時間がかかる。環境菌のコンタミネーションの可能性。 真菌の同定を専門に行える、検査機関に限られる。
抗原検査 遺伝子検査	血清から診断できる。 割合迅速、菌種同定ができる。	アスペルギルス症およびクリプトコックス症以外は診断不可。 真菌の同定を専門に行える、検査機関に限られる。 環境菌のコンタミネーションの可能性。

点と欠点があるため複合して検査する。例えば、押捺標本と分離培養、または、押捺標本と病理診断を行うことによって、他疾患との誤診や真菌症の見落としがなく確定診断に到達することが大事である。また、原因菌によって、感受性のある薬剤が異なるため、できれば分離培養後、薬剤感受性試験を行う。

治療法

患部が皮膚深層のため、外用薬は浸透しにくい。そのため、治療は注射薬または内服薬を用いる(表2、表3)。ただし、肉芽腫は薬剤の浸透が悪いため、外科的に腫瘤を摘出し、抗真菌薬の投与を行うと治療効果が

あがる。薬剤をより効果的に使用するために、アムホテリシンB(AMB)とアゾール系を併用することも可能である。

4. おわりに

動物の皮膚真菌症は、愛玩動物において、現在も散発している感染症であるため、人へ感染する危険性が高い。さらに海外では蔓延している地域もあるため、そこから輸入されて、国内に流行してしまうことが危惧されている。そのため、本文が読者に対して動物の真菌症の理解に役立てれば幸いである。

表2 犬および猫の深在性皮膚真菌症に対する抗真菌剤投与方法

薬剤	種	投与量
ポリエン系 AMB	犬 猫	0.5 mg/kg を週 3 回静脈内へ投与 ¹ 0.25 mg/kg を週 3 回静脈内へ投与 ²
L-AMB	犬・猫	1-3 mg/kg を 2 日に 1 回脈内へ投与 ³
アゾール系 イトラコナゾール ケトコナゾール	犬・猫 犬・猫	5-10 mg/kg を 1 日 1~2 回経口投与 5-10 mg/kg を 1 日 1~2 回経口投与 重度全身性感染では 20 mg/kg を 1 日 2 回投与
フルコナゾール	犬・猫	5 mg/kg を 1 日 2 回経口または静脈内投与 脳脊髄炎では 10 mg/kg を 1 日 1-2 回投与
ポリコナゾール ボサコナゾール	犬 猫	6 mg/kg を 1 日 1 回経口投与 5-10 mg/kg を 1 日 1 回経口投与
ピリミジン系 フルシトシン	犬・猫	50-100 mg/kg を 1 日 3 回経口投与
キャンディン系 カスポファンギン	犬	50mg/m ² を 1 日に 1 回脈内へ投与 ⁴

¹ 30ml の 5%ブドウ糖液に溶解し、5 分以上かけて投与する。

重篤な疾患または腎障害のある場合は、250-500ml の 5%ブドウ糖液に溶解して 4-6 時間以上かけて点滴する。

² 250-500ml の 5%ブドウ糖液に溶解し、3-6 時間以上かけて点滴する。

³ 5%ブドウ糖液に溶解し、1-2 時間かけて点滴する。

⁴ 生理食塩水に溶解し、1-2 時間かけて点滴する。

表3 深在性真菌症と選択薬剤

疾患名	薬剤
アスペルギルス症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤、キャンディン系薬剤
カンジタ症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤、キャンディン系薬剤、フルシトシン
クリプトコックス症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤、フルシトシン
黒色真菌症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤 *
トリコスポロン症	アゾール系薬剤
接合菌症(ムコール症)	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤 *
フサリウム症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤 *
ペニシリウム症	AMB, L-AMB, アゾール系薬剤 *

* AMB または L-AMB とアゾール系薬剤を併用

Intel 国際科学技術フェア (Intel International Science and Engineering Fair: Intel ISEF) 2014 の審査員ボランティア体験

Volunteer Judge Work in Intel International Science and Engineering Fair 2014

東京農工大学 工学部 有機材料化学科 教授 米澤 宣行

Noriyuki Yonezawa, Ph.D. (Professor of Chemistry)

Department of Organic and Polymer Materials Chemistry, Tokyo University of Agriculture and Technology

1. 科学コンテストと科学コンクール

昨今我国では、高校生の科学コンテスト・科学コンクールが盛んになってきた。いろいろな大会が全国レベルで行われ、中学生、さらに、小学生の大会にも広がってきている。

以前からコンテスト・コンクールは行われている。中等教育までの生徒・児童については、運動競技の大会が学校内レベルから全国あるいは国際交流レベルまで広がってきている。音楽も合奏、合唱は全国レベルの大会が確固たる地位を占めているし、個人として世界に挑戦している若い世代の報道も目を惹く。一方、その他の分野については、読書感想文、絵画などはあるものの、いわゆる学力に関わる大会（コンクール、コンテスト、コンペティション）はあまり重きを置かれてこなかった。自由研究なども、いわば教育指導要領の中での「でき栄え」を評価するという色彩が強く、学校内での品評会にとどまるが多かったのではないだろうか。

日本化学会は約15年前から、化学分野の国際大会：国際化学オリンピック (International Chemistry Olympiad: IChO) への代表生徒（主に高校生）の派遣を行っている。私も代表生徒選抜・訓練など派遣支援の形で関わっているが、過去10余年、代表生徒全員（毎年4名）が金銀銅のいずれかのメダルを授与されている^{1)~7)}。

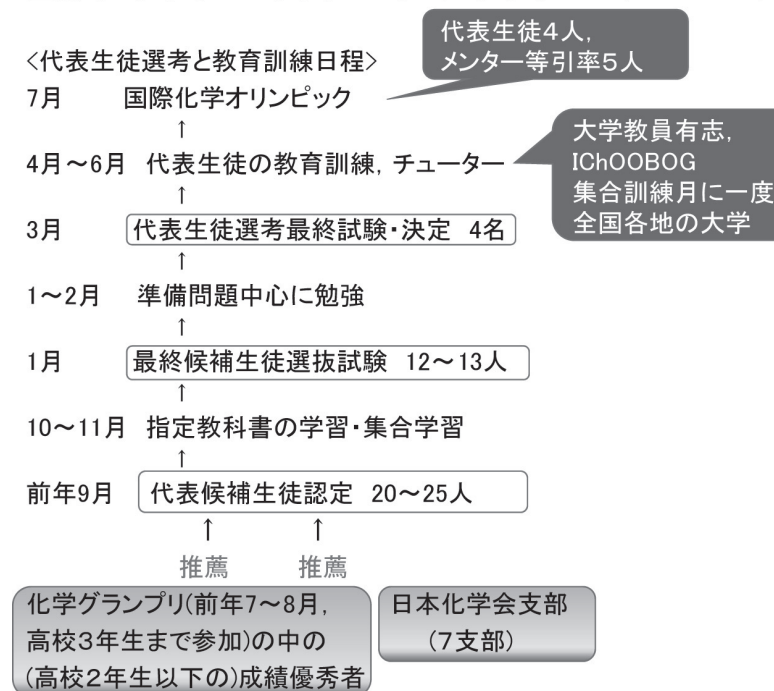
日本の生徒の科学・数学分野での国際大会への参加は近年注目を浴びてきている。これら所謂国際科学オリンピックの多くは、毎年7月中旬～8月上旬に10日程度開催されている。これは多くの国の学年暦では、高校を卒業した直後に開催されることになる。つまり日本の高

校生は3/4周遅れの学年暦で参加し、その分だけ不利な条件での参加ということになる。そして、それにも関わらず、「その成果は十分に高い」と受け止められる内容となってマスコミ等で伝えられることが多い。これを受けてか、我国の科学分野のオリンピックへの生徒の派遣は盛んになってきている。我国でも実施の歴史が長い数学オリンピックへの派遣を筆頭に、化学に続いて物理、生物、情報、地学、地理の国際大会へも、毎年生徒が派遣されている。国際大会への派遣の活発化はフィードバックされて国内での大会も拡充され、全体の規模が大きくなってきている。

国際化学オリンピックのように、「～(科学)オリンピック」と呼ばれる国際大会の多くでは、基本的に、出題範囲が設定されていて、その範囲内での正解度を競いあう。すなわち、出題範囲の中でどのレベルまでパフォーマンスを示すことができるかというコンクールである。確定したカリキュラムの中で得点を競う方法での序列付与ということになる。従って、成績には「透明性が高い」、「個人の勉強量が反映されやすい」などの特徴がある。この点で、日本の教育体制に近い形といえる。

ここで科学オリンピックに対して敢えてコンクールという分類をしているが、それは、私の独自の分類によっている。コンクール (concours) もコンテスト (contest) も仏英、ほぼ同義のようである。また、英語ではコンペティション (competition) という言葉も使われている。コンクールに対してコンペティションは、別個の作品や活動成果の比較をして、順位付けをするものといえる。コンテスト、コンクール、コンペティションいずれも我国で一般的にどう使われているかを述べたもので、辞書的な意味を論じてい

国際化学オリンピック(IChO)と化学グランプリ



国際科学技術フェア(ISEF)と国内大会

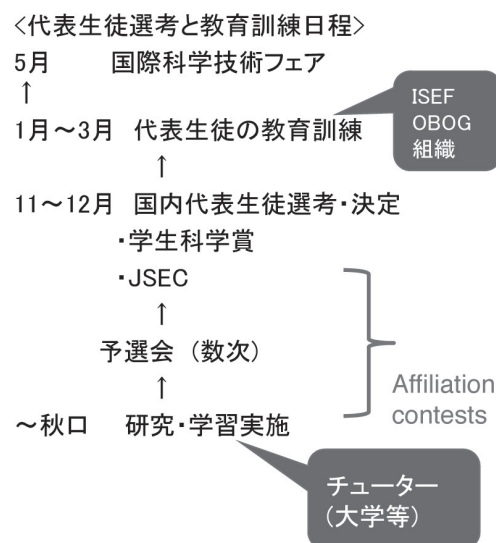


図1 化学オリンピックとIntel ISEFへの道

るわけではない。ここではっきりさせたいのは、高校生の科学「コンテスト」には、満点があつてその達成度で競う相対的なものと、大括りの範疇の中で達成度を上限なしの完成度で評価するものがあるということである。

これまで前者の代表である科学オリンピックを中心に述べたが、後者は一般に「～(科学)フェア」と呼ばれる科学の大会である。これはいわば、自由研究や理科課題研究の大会である。世界的に見れば科学オリンピックよりも盛んであろう。その代表格がIntel国際科学技術フェア(Intel ISEF)である。ここでは化学を含む17の分野(半分強が生物関連分野)に、各国(米国の州)の予選大会を経て選出された研究が登場し、本大会ではインタビュー審査を経て評価・順位付けされる。

前述したように、科学オリンピックと呼ばれている大会は、基本的には正解がある。共通の問題を解いてその提出物が満点に如何に近いのか、すなわち到達度の点数を競う。実験試験・筆記試験は一斉に行う。参加者の受験ができるだけ均等な条件の下で、真値への近さ・正解との近さ、そしてスピードを競う。それに対して科学フェアは、上限のない絶対評価による比較競技である。課題設定から、どこまで行かうか、どのような協力者を得るか、また、インタビュー(発表ではなく)でどれだけ評価者の共感を得るかなど、オープンではあるが、明確な

基準があるわけではない競いの場である。

我国の高校生は、科学オリンピックでは良い結果を出している。しかしながら、科学フェアではどうだろうか。残念ながら日本の生徒はこちらのフェアでは芳しい成果は少ない。やはり、きれいな「正答」があるときには強いが、はっきりした答えがない、前例がない、自分で道を拓く、というときにはあまり良い成果を出せていないものと思う。我国の将来を考える視点からは、高校生がこの科学フェアでもそれなりの成果をだすことが重要であろうと思っている。特に化学分野では長く低迷しており、「国際科学技術フェアの(応用)化学領域での高校生の活躍」は、現在の化学界の課題の一つといえるものでもある。

実は我国でも研究コンテストがかなり急速に増えている。理科全般として、読売新聞社の日本学生科学賞、朝日新聞社の高校生科学技術チャレンジ(JSEC)、化学分野では、化学クラブ研究発表会(日本化学会関東支部、30年以上)、化学グランドコンテストなどがある。化学クラブの活動は昨今かなり下火になっていて、絶滅危惧種とも揶揄されるものであったが、関係者の地道な努力が実を結び、また、別の視点(大学入試など)でも注目されるようになって、盛り返してきているようだ。

科学コンクールであれば、誰でも同一の採点ができる客観的な採点基準を作ることで、文句のない選考がで

きるであろう。但し、文句のでない序列化はできるかもしれないが、秀才の競い合いという面が突出してしまわないだろうか、奇抜な発想などはぞんざいに扱われてしまわないだろうか。そんな危惧も感じる。化学オリンピックの生徒選抜、訓練、派遣を数年担当してきて、いろいろと考えなければいけない点が見えてきた。日本の高校生の自発的な理科分野の学習・研究の質的量的両面での活性化を促すことを目指す上で、高校生の化学技術分野の研究コンテストの理念や方法論をどのように活かすことができるであろうかという視点での戦略構築を試みたいと思うようになっていた。

2. Intel ISEF について

科学フェアの代名詞ともいえる Intel ISEF は半世紀の歴史を持ち、その出場経験者の中から 8 人のノーベル賞受賞者を出している大会である。Intel ISEF は毎年 5 月に世界規模の科学フェアとして米国で開催される。ここでは科学全般が 17 分野に分けられて競われる。それぞれの分野で順位付けがなされて Grand Award (部門大賞) が決められる。2 番、3 番も決まる。それとは別に、全体を通しての Special Award (特別賞) が選ばれる⁸⁾。

各国の高校生が Intel ISEF に参加するためには国(州)内予選 (affiliated science fair) で選出される必要がある。現主催者の見解は、地域 (国・米国の州) で大会は一つ、分野別の大会は好ましくない、ということであるが、日本では、それが「日本学生科学賞」と「JSEC (高校生科学技術チャレンジ)」の 2 つであり、2013 年 4

月時点で、それぞれが 3 つのテーマ、合計 6 人までを派遣できることになっていた (Intel ISEF 2014 年大会への日本の高校生の参加枠は拡大した)。日本の高校では自由研究 (課外活動・クラブ活動)、理科課題研究でフィールドワーク系の生物観察、天文・地学系の博物学活動やコンピュータのソフト開発型・数学難問への挑戦が多く、理化学系のテーマは少ない。その中でも物理に比べ、化学は極端に少ない。化学の分野では、計算機化学を除き、実物の証拠・根拠で立証するスタイルの研究になる。そして、ハザード回避、実験薬品等の使用後処理、など近年ますます厳格化された作業環境に関する要求を満たす必要がある。従って、それを高校生が高等学校で行うのは年々困難になっている。

一方、化学は現代社会を生きる人間の基盤科学・技術であり、将来いろいろな分野で活動するにしても、若いうちにある期間しっかりと向き合う必要がある学術領域であることは言うまでもない。それに関わらず、挑戦する道が狭い、険しい、ということであれば、化学界が支援・誘導するという選択肢も考慮すべきであろうとの判断を、私は化学オリンピックへの生徒派遣支援活動者として持つようになっていた^{9),10)}。

表 2 Intel ISEF の審査分野

- 動物科学
- 行動社会学
- 生化学
- 細胞学・分子生物学
- 化学
- コンピュータ科学
- 地球科学
- エンジニアリング (物質・バイオ)
- エンジニアリング (電気・機械)
- エネルギーと交通
- 環境分析
- 環境管理
- 数学
- 薬学・保健学
- 微生物学
- 物理学および天文学
- 地球惑星科学

表 1 科学オリンピックと科学・技術フェア

科学大会	科学オリンピック	科学・技術フェア
規定	範囲設定	分野指定
形態	同一問題	課題は本人が設定
評価内容	客観的到達率競争	感性への訴えの競争
類例	楽器演奏コンクール (競技会)	デザイン・事業企画コンペ
仕事の立場	アカデミック	企業で働く専門家
海外制度	AP 注1	IB 注2
教育	日本の大学入試	自由研究、課題研究
専門家の長期的流動		

注1: AP 制度: Advanced Placement. 米国、カナダなどで行われている高校での大学教育内容の先取り学習制度。大学初年次と同じレベルの教科書を用いて学習し、一定以上の成績を修めれば大学進学後に大学の単位として認められる。

注2: IB 制度: 国際バカロレア (International Baccalaureate)。指定の教育内容の課程を履修し一定以上成績を修めれば国際大学入学資格が得られる。

3. Educator Academy

2011年秋に、Intel ISEFで併催される Educator Academyに応募してみないか、という誘いを受けた。Educator Academyは名前の通り、教育を行う側の関係者の研修会である。参加者は先生方、そして教育行政というか、国なり町単位なりのある地域の教育全体の調整を図る専門家、の2グループである。そういう場で通用するとは思えないなという正直な気持ちはあったものの、よい機会であることは間違いなく、恥をかくのは当然と考え、応募することにした。そこで、化学オリンピックへの生徒派遣にまさに粉骨砕身で貢献してくれている神奈川大学の本原伸浩教授と相談して、「化学オリンピック参加支援を通じた化学啓発活動」といった内容で応募した。選考の結果、この提案が採用され、科学/理科教育行政・教育プログラムのセッションに参加して発表することになった。2012年5月Intel ISEFが開催されたピッツバーグのコンベンションセンターの近く、ダウタウンの由緒あるホテルで基調講演と3部屋に別れての発表質疑応答のワークショップが行われ、私自身は、理科課題研究のセッションを中心に参加した。ここでは、小学校から高等学校にかけての課題研究の流れについて、多くの国の標準的な進め方が分かり、彼我の差に少々驚いた。多くのところで、「どうなっているのか(現象理解): (日本の) 小学校での学習」→「どういうふうに整理できるか(一般化): 中学校」→「どういうふうに使うか(応用): 高校」というふうに、小学校→中学校→高校、と段階を踏んで基礎から応用に至る流れで課題研究学習を進めている。また、特に米国を中心に小学校段階から、学校→町→市と、「発表と評価」が日常的に行われている。このシステムを実行している国々も多いようであった。化学オリンピックの生徒派遣の手伝いをするに際し、各国の教科書や教え方の情報とともにAP(Advanced Placement)制度^{11)~41)}やIB(International Baccalaureate)制度など、欧米の(日本の)高校生向けの教育での、大学進学を前提とした先取り教育や高度教育について多少の知識はあったものの、世界の科学教育の潮流の一端を垣間見て驚いたというのが正直なところであった。

また、さらに驚いたのは、Intel ISEFに参加した生徒(毎年1500~1600人位)をファイナリスト(Finalist)と呼

んでいるが、そのファイナリストに関する調査結果の解説であった。メンター(Mentor: 高校生の研究を指導する専門家)にはどういう経歴の人物が有効でこういう経歴の人は(意外にも)あまりよくない、ファイナリストの約1/4は、正規の授業で行った内容(課題)で進出している、自宅で研究を行っているものも多いなど、私には意外な報告であった。ちょうど日本でも高校で理科課題研究2単位が導入された頃で、我国の中等理科教育の喫緊の課題への切り札となるべき科目の扱われ方が十分に理解されているかと、その運用の仕方に不安を感じたのも事実である。

Educator Academy参加者はIntel ISEFそのものに部分的ではあるが参加もできた。ファイナリストが会場で発表準備をしているところ、開会式と基調講演、審査員(ジャッジ)の講習会などである。ハインツフィールド(アメリカンフットボールのピッツバーグスティーラーズの本拠地)や近くのカーネギー科学博物館・スポーツ館を借りきって行われたISEF Nightという交流会にも参加できた。ISEF Nightは、インタビューが終わった後のファイナリストの息抜きと交流のイベントである。極めて断片的な関わりではあったが、自分の将来は自分で切り拓くという逞しい考え方を持ったファイナリスト達の雰囲気を感じることができた。

筆者は日本の生徒が、引っ込み思案というわけではないと思っている。しかし、「(高校生として)こうあるべき」が強すぎると思う。また、「変わりうる」ことへの備えが身につけていない。話をしながら新しい概念や方法・手法を作り上げるディスカッションができない。日本の授業での「ディベート」のように黒白はっきりしていて、ゴールそのものを「変えなくてもよい」場合は、比較的対応ができる。すなわち、「答えありき」に安心するのである。もちろんこれが全て悪いわけではない。いろいろ多様性が必要なのである。だから、我国の現状とかなりかけ離れていると思ってもIntel ISEFからは学ぶべきである。こんな感想を持った。

4. 派遣支援活動の調査

2012年はここで終わったが、世界でこれだけ注目されている科学フェア、我国もそのまま取り入れるか否かは別として、その仕組、人材育成に与える効果などは

検証する必要があるとの思いは残った。そこで考えたのが、評価システムである。大会には当然審査がある。我国は基本的に審査が苦手、というよりも、審査して最上位者を選ぶ過程で参加者が相応の利益を得るような運用が苦手である。只々最上位者を褒めそやして終わり、ということが多いのでないだろうか。この辺りが、教育者の中にコンテストへの否定的な雰囲気を作っていたともいえよう。もちろん日本独自の、我国の文化に根付いた社会システムを尊重し、世界のそれと調和した教育を展開する必要はある。つまり、我国に適した審査文化が必要である。もちろん将来の我国にあった形のものが必要とされる。

そこで、まず科学フェアに対する派遣支援について調べてみた。Intel日本法人の担当者に話を聞き、米国の運営団体に質問したりもした。NPO法人日本サイエンスサービス(NSS)主催の参加者訓練も見学した。公益財団法人日本科学協会のIntel ISEF派遣支援を視野に入れた事業では、実際に高校生の研究活動希望者(教員も含む)に対して助言者を紹介する作業にも加わった。日本における科学フェアへの派遣支援体制の現状と関係者の思いや計画の実際もある程度飲み込めた。

その結果、日本での高校生の研究活動の実態は、Intel ISEFで求めているものとはかなり乖離したものであることが確認できた。Intel ISEFでは基本的に個人研究を対象としており、研究期間も1年間以内に限られる。それに対して日本では、部活動の一環として研究に取り組むことが多いためグループでの活動が中心で、期間も数年に亘るものが多い。但し、Intel ISEFでも、①3人までのチーム研究で、各自が不可欠の役割を主体的に行っているもの、②複数年研究であっても、この1年間の成果に限ったもの、であれば参加資格を認めている。

5. Intel ISEF の審査員を経験して ～Intel ISEF へのボランティア審査員活動～

本稿後半では私が実際に行った、Intel ISEF 2014 (2014年5月12～16日、ロサンゼルス)の化学分野審査員(ボランティア・ジャッジ)としての活動について述べることにする。

<いざ審査員登録申請>

Intel ISEFのホームページにアクセスし、ネット上でボラ

ンティア・ジャッジの申請手続きを行った。私が申請したのはGrand Awardのジャッジである。Special Awardの決定は別のジャッジ集団が行っていて、それにはGrand AwardのジャッジのChair(化学はCo-chair 2名であった)も入っているようであった。ジャッジは全員ボランティアで、報酬や旅費(交通費・滞在費)は支給されない。ジャッジとしては、その分野での専門的な仕事を6年以上行っていることが条件であり、博士号所有者は歓迎されるようである。ジャッジの登録申請は大会の1年前から始まるが、私が手続きしたのは4月に入ってからで大会の1ヶ月半くらい前になってからであった。採用通知は電子メールですぐに届き、その時点では70人位の登録者がいたように記憶している。

採用された後は、いろいろな情報がメールで送られてきた。最初に行うのはホテルの予約で指定された中から選ぶことになっていた。恐らくそれ以外のホテルの使用も可であろうが、送迎バスやインターネット環境など、指定ホテルがお勧めである。私が登録した時には残っていた指定ホテルは2つだけで、コンベンションセンターからは2～3kmぐらい離れたロサンゼルスダウンタウン、日本人街の近くのホテルで、1泊2万円ぐらいの、かなり格調の高いホテルであった。

<審査準備>

さて、電子メールで送られてくる情報はできるだけ全部に目を通しておくことを強く勧める。しっかりと読んで知識をつけておくのがよい。ジャッジのトレーニングビデオも必ず観ておくべきで、審査のシステムの理解には極めて有効である。私は出国直前まで見ていなかったので何度か督促を受けた。結局日本出発前に2回観て、現地のホテルに入ってから1回観た(2回だったかもしれない)。ファイナリストのAbstractは大会が近くなると見られるようになった。私が出発するまでには全部揃ってなくて、数件が未貼付けであった。私は勝手に「この生徒たちは棄権したのだろう」と思っていて、現地のホテルでは再確認しなかった。審査の段階で「見た記憶のないがあるな」ということになってしまった。締切はあまり厳密には守られていないようであった。日本化学会の化学グランプリの参加登録の期限の厳しさからすると随分違うものと思った。ちなみにこのAbstractのコピーは会場の入場者には各ブースで配布を受けることができるようになっているが、ジャッジ用には用意されていなかった。

<ジャッジ1日目>

現地登録の日(5/13)、お昼すぎにジャッジ受付のブースに行って手続きをした。ネームプレート(JUDGEと書かれた青いリボンが右側に貼られていた)とファイナリストの名前とタイトルが載っているプログラム、ジャッジの日程と分野ごとの会議を行う部屋が書かれた票などが配られた。配られたのは最低限のもので、会場の地図は日本で印刷したものを用いることになった。また、ネームプレートの裏側には、既に私に割り当てられたインタビューの作品番号と時間帯が記されていた。私は5/12のお昼ちょうどにロサンゼルス到着の便で行ったのだが、現地に慣れた方なら登録日当日着の便で行くので十分であったと思う。講演会とファイナリストのブース展示物のジャッジ向け事前公開が行われ、夕方5時頃から各分野で会議室に集まって、会議が始まった。めいめい食事(ビュッフェ)を取りに行って、会議室で食べながらの議事進行であった。化学分野の審査の特徴の確認、訓練(ビデオトレーニングの内容の確認)などが行われた。特に、「批判的なインタビューにせず、ファイナリストが良い面を主張できるように導く」、「基礎的、基盤的な面についても話してもらって、その理解度を評価する」、「将来への展望、社会的な意義も訊く」など、そして大命題の「最優秀者を選び、他者は励ます」が確認された。化学の分野は基礎化学的分野(56作品発表)と応用化学的分野(17作品発表)の2つに分かれていて、それぞれどういう配点で採点するかの説明と確認があった。この採点ポイントはホームページ等に公開されていて、基本的には専門家であれば同じ結果が出せるはずのものとされている。逆に参加生徒としては、必ず押さえておかなければならないポイントということになる。これが終わるとCHEMISTRYと書かれた茶色がかかった銀色のリボンと化学分野のファイナリスト一覧が渡され、リボンは名札の右下に貼るよう指示された。これで、ジャッジ登録と各分野での訓練を受けた証を示すことになる。そして、各ジャッジは割り当てられた14件に加えて、自分が選ぶ2件のインタビューを行うように告げられた。また、さらに追加のインタビューの募集を行う発表番号が書き出され、それに応じるジャッジの募集もあった。結局ジャッジの中には出席取り消しをする人も多かったようで、ここに集まった人数は50数人くらい。化学分野は全部で73件が本大会

に出てきていて、各作品発表が少なくとも9人のインタビューを受けるように計画されているとの説明だったが、この時点でインタビュー数が不足すると考えられた発表へのジャッジの追加が行われたものと思われる。短いコーヒブレイクがあって、今度はファイナリストの順位付けに関するジャッジの合意形成支援ツールの説明があった。これは、ジャッジが提出したマークシートの値を読み込んだデータ进行处理するツールである。作品発表者毎の得点がいろいろな切り口で表示できるようなソフトである。任意のジャッジが提出した得点をまとめて出すこともできる。極端にバラつく採点結果のジャッジはすぐ浮かび上がることになる。平均点以上と以下を色分けしてプロット表示したり、確かにデータを見やすいツールといえる。ただ合計点数だけで順位を決めるのであれば「不要な」ツールということになるものでもある。そうならないのは、あくまでも最終的に付けられる順位が点数だけで決まるものではなく、その結果に向かって合意形成ができるだけ短時間でなされることを目的とするツールが必要だからである。

このGrand Awardの選考では、「得点」と「ジャッジからの推薦」の二つが順位付けの根拠である。ジャッジは得点を入れたマークシートカードとは別に、推薦する2件を選んで記入したカードを提出する。いくら得点が高くても、誰からも推薦されない発表は最優秀者候補にはなれないのである。また、後で述べるように、選考会議の場でも推薦はできることになっている。

これらの説明が終わって、ジャッジがインタビュー会場に戻り、展示物をチェックする時間となった。会場は夜10時半まで開いていた。

<ジャッジ2日目:インタビュー当日>

さて、翌日(5/14、大会4日目)はインタビュー審査本番。朝7時に会場について、事前開放の最後の機会となる7時45分までの時間帯に、展示物の確認したいところを見て回ることになる。その後食事を取り、次いで分野ごとのジャッジ会議になる。ここで当日実際に参加しているジャッジの出欠最終確認が行われた。各ジャッジが、割り当てられたファイナリスト毎の報告カード(マークシートカード;インタビュー割当数+4)、特に推薦するファイナリスト2名用のカード、専用マークペンを受取った。ここで各発表のインタビュー数の調整が行われ、再度追加ジャッジが募られた。当然各ジャッジが追加する2発

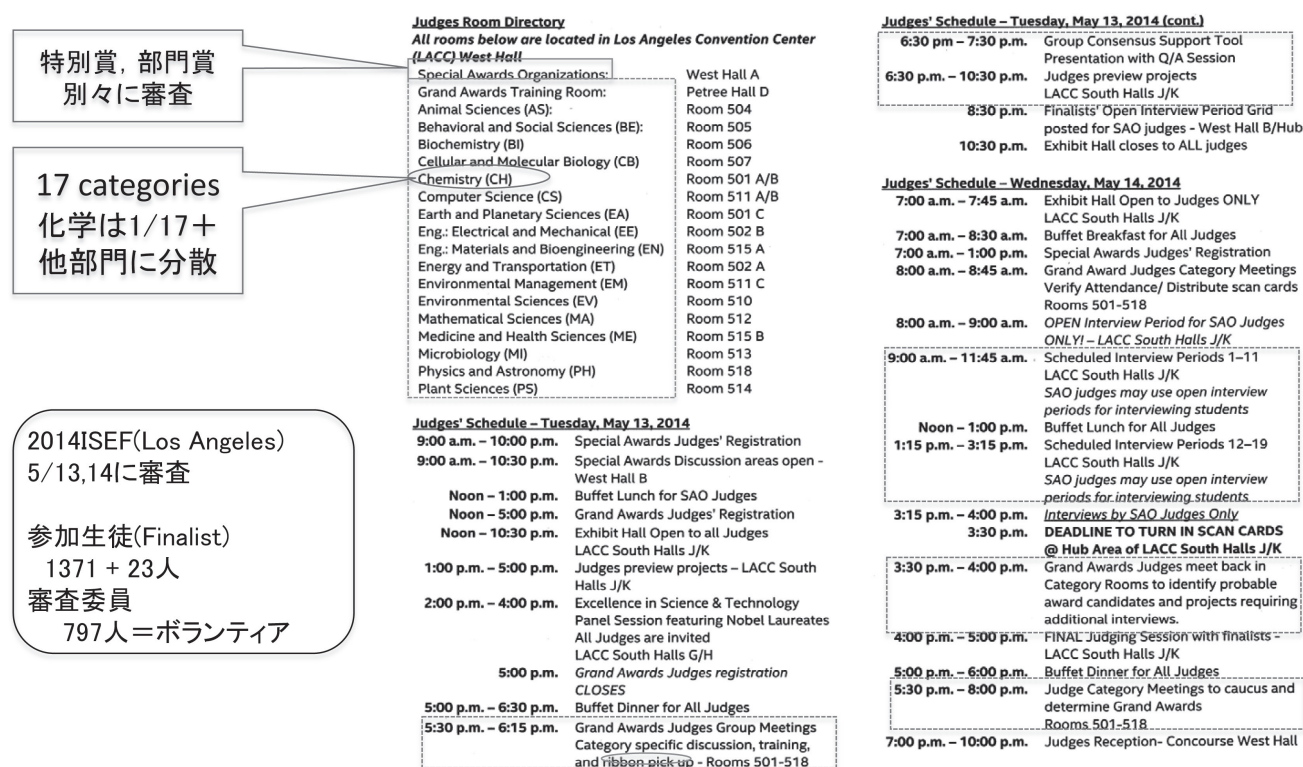


図2 審査員のスケジュール (Intel ISEF 2014)

表が不足分と重なってもよいわけで、このプロセスは比較的短時間に済んだ。ちなみに、ジャッジは米国内から来ている人がほとんどであった。中国からは5~6人来ていたが、話を聞いたところ米国に在住(滞在)している方とのことだった。

さて、私にとっても非常に緊張したインタビューは朝9時から始まった。途中11時45分~13時15分までの昼食休憩を挟んで、午後3時15分まで続いた。インタビューは15分が一単位で、19の分画に分かれていた。午前が11分画、午後は8分画であった。この間に16回インタビューを行った。スコアシート記入のため、1~2分短縮してインタビューを切り上げることも多かったが、それでも私にとってはかなりハードであった。また、割り当てられたテーマも必ずしも得意とするものではなく、テーマを見た時には



図3 審査員のネームプレート (Intel ISEF 2014)

Grand Award Judge Schedule
Prof. Noriyuki Yonezawa
ID: 8996

Start	End	Project ID	Score	Notes
9:00 AM	9:15 AM	CH		
9:15 AM	9:30 AM	CH		
9:30 AM	9:45 AM	CH		
9:45 AM	10:00 AM	CH		
10:00 AM	10:15 AM	CH		
10:15 AM	10:30 AM	CH		
10:30 AM	10:45 AM	CH		
10:45 AM	11:00 AM	CH		
11:00 AM	11:15 AM	CH		
11:15 AM	11:30 AM	CH		
11:30 AM	11:45 AM	CH		
1:15 PM	1:30 PM	CH		
1:30 PM	1:45 PM	CH		
1:45 PM	2:00 PM	CH		
2:00 PM	2:15 PM	CH		
2:15 PM	2:30 PM	CH		
2:30 PM	2:45 PM	CH		
2:45 PM	3:00 PM	CH		
3:00 PM	3:15 PM	CH		

図4 化学インタビュー審査割り当て表

少々戸惑った。私自身の専門は有機化学で、大丈夫かなと思ったが、Abstractに役立つものがあったのと、事前に展示物を見ることができたことで何とかやり通すことができた。英語が苦手な生徒(それでも私よりはまともだと思ったが)には通訳がつくが、それでもアピールという点では不利は否めない。会場ではCo-chairが記入済み

カードを回収して回っていて、集計はスムーズに進んでいるようであった。

一方、実際の研究の内容は、まさに玉石混交。明らかな個人研究から、大学の教員の指導を受け、ポスドク（博士研究員）や大学院生からデータを貰ってそつなくまとめている生徒まで多岐に亘っていた。インタビューにも、朴訥に答える生徒や自分の思いを熱く語る生徒から、基礎的な部分の理解を問う質問や答えが分からない（都合がよくない）とはぐらかす生徒までいろいろいた。そして米国の生徒には東海岸の有名大学への入学が決まったと話す生徒も多く見受けられた。

Project No.	Abbreviated title	I	II	III	IV	V	A	Total	Comments
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		
		10	15	20	20	10	25		

図5 インタビュー審査報告書(表面)

Judging Criteria for Science Projects

I. Research Questions (10pts)

- ... clear and focused purpose
- ... identifies contribution to field of study
- ... verifiable using scientific methods

II. Design and Methodology (15pts)

- ... well designed plan and data collection methods
- ... variables and controls defined, appropriate and complete

III. Execution - Data Collection, Analysis and Interpretation (20)

- ... systematic data collection and analysis
- ... reproducibility of results
- ... appropriate application of mathematical and statistical methods
- ... sufficient data collected to support interpretations and conclusions

IV. Creativity (20pts)

- ... project demonstrates significant creativity in one or more of the above criteria

V. Presentation (35 pts)

A. Poster (20pts)

- ... logical organization of material
- ... clarity of graphics and legends
- ... supporting documentation displayed

B. Interview (25pts)

- ... clear, concise, thoughtful responses to questions
- ... understanding of basic science relevant to project
- ... understanding interpretation and limitations of results and conclusions
- ... degree of independence in conducting project
- ... recognition of potential impact in science, society and/or economics
- ... quality of ideas for further research
- ... for team projects, contributions to and understanding of project by all members

Judging Criteria for Engineering Projects

I. Research Questions (10 pts)

- ... description of a practical need or problem to be solved
- ... definition of criteria for proposed solution
- ... explanation of problem constraints

II. Design and Methodology (15pts)

- ... exploration of alternatives to answer need and/or problem
- ... identification of a solution
- ... development of a prototype/sketch

III. Execution: Construction and Testing (20)

- ... prototype demonstrates intended design
- ... prototype has been tested in multiple conditions/trials
- ... prototype demonstrates engineering skill and craftsmanship

IV. Creativity (20pts)

- ... project demonstrates significant creativity in one or more of the above criteria

V. Presentation (35 pts)

A. Poster (20pts)

- ... logical organization of material
- ... clarity of graphics and legends
- ... supporting documentation displayed

B. Interview (25pts)

- ... clear, concise, thoughtful responses to questions
- ... understanding of basic science relevant to project
- ... understanding interpretation and limitations of results and conclusions
- ... degree of independence in conducting project
- ... recognition of potential impact in science, society and/or economics
- ... quality of ideas for further research
- ... for team projects, contributions to and understanding of project by all members

図6 インタビュー審査報告書(裏面)

<ジャッジ2日目:順位決定会議>

これらのインタビュー審査が終わると、ジャッジは分野ごとに集合してGrand Awardの選考に入った。15時30分から始まったこの会議で順位付けを行うのだが、この会議は凄まじいものであった。先ほども述べたが、まず各ジャッジが推したファイナリストがリストアップされた。但し、合意生成ツールの不具合で、黒板を使つての調整が始まったのである。たくさんの候補から、誰を削るか、そして削った生徒は下のランクにノミネートするか、これを推されたファイナリストの発表一人一人について行く。この過程で多くのジャッジから意見が出てくる。同じ意見でも、補強的に根拠を話したりすることが続く。発言とならないまでも、「セカンド(同じ意見)」が飛び交う。次のランクでは、新たに推される生徒、一旦削られた生徒が推されたりして、また長い議論が続く。途中から合意形成ツールが復活して、得点順の序列に、推薦の要件が加わって、修正され、序列グラフがどんどん入れ替わっていく。その過程で、対象の生徒の得点獲得状況や離れた点数のジャッジの採点傾向なども加味されていく。ちなみに私のつけた点数は若干きびしめだったようであった。会議が始まって約1時間半後の17時から1時間食事がピュウフェ形式で提供されたが、「さっき食べたばかりだし、これが終わったら19時からレセプションだな」と考えて摂らずにいたのが敗着。会議は夜9時半過ぎまでかかり、くたくたになった私は、食べ物が何も残っていないレセプション会場のホールを素通りして、ホテルに送ってくれるバスの停留所に直行した。



図7 Grand Award Judge (Chemistry) 会議場(説明終了後)

6. 終わりに

Intel ISEFのように知名度が抜群で、世界的に注目されている巨大大会に、ボランティア・ジャッジとして、正に末席を汚す経験をしてきた。このような審査が若者にとって将来を左右することは十分有り得る。もちろん、奨学金という経済的側面もあるが、世代を越えて、科学や技術に対する真摯な姿勢を伝えることは、個性と個性が触れ合うところでなければ実現しないものだと思う。そういった意味で、Intel ISEFのジャッジのような審査者というものには、長い多様な経験が不可欠だと思う。これは私自身が年をとったからかもしれないが、やはり、「一人を選ぶ審査を通して、みんなが成長する」ことを目指すことを重ねる中からでなければ、私達の国の化学(科学)教育に資することを抽出してくることはできないだろうと思った。

このように整理してみると、化学業界での長年の仕事を通して培われた判断力や感性が重要な意味をもつことは明らかである。特に、第一線から勇退されたみなさん、是非ボランティア審査員に行ってみましょう。

謝辞：本報告の内容は、公益財団法人 東京応化科学技術振興財団の科学教育の普及・啓発助成(第8および9回)により実施された活動に基づくものである。この場を借りて関係各位に感謝申し上げる。

参考文献

- 渡辺正, 上野幸彦, 菅原義之, 本間敬之, 森敦紀, 米澤宣行. 完全攻略 化学オリンピック(第2版). 日本評論社. 2013.
- 米澤宣行. 化学経済. 2009, 56(11), 26-31.
- 米澤宣行. 化学. 2009, 64(10), 18-26.
- 米澤宣行. TCIメール. 2010, 145, 24-26.
- 米澤宣行. TCIメール. 2010, 146, 16-18.
- 米澤宣行. TCIメール. 2010, 147, 12-14.
- 米澤宣行. TCIメール. 2010, 148, 17-19.
- Dutton, Judy. 理系の子 高校生科学オリンピックの青春, 横山 啓明訳. 文藝春秋社. 2012.
- 米澤宣行. 化学経済. 2010, 57(7), 91-95.
- 米澤宣行. 化学経済. 2012, 59(8), 1.
- Gregoy, T. R. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1273-1275.
- David, J. Y. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1276-1279.
- Christopher, K. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1280-1283.
- Erica, P. A. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1284-1290.
- Stephen, G. P. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1291-1298.
- James, B. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1299-1305.
- Yehudit, J. D.; Vered, D.; Shirly, A.; Uri, P. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1306-1317.
- Carolyn, A. N.; Amber, J. S.; John, S. H. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1318-1325.
- Paul, S. M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1326-1333.
- David, S.; Stacy, D.; Seth, C. R.; Justin, W. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1334-1339.
- Paul, D. P.; Roger, W. K. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1340-1346.
- John, M. D. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1347-1351.
- Thomas, H. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1352-1356.
- Serena, M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1357-1361.
- Richard, W. S.; Sheldon, M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1362-1367.
- Deborah, G. H.; Ellen, J. Y. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1368-1374.
- Kristen, L. C. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1375-1378.
- Andrea, C. B.; Jonathan, M. B.; Jennifer, K.; Chris, B. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1379-1389.
- Laura, M. L. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1390-1392.
- Prem, D. S. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1393-1400.
- Gabriela, S.; Scott, B.; Gregory, B.; Michael, C.; Steven, C.; Robert, H.; Jennifer, L.; Rebecca, L.; Courtney, N.; Melissa, W.; Vicente, T.; Hannah, S. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1401-1408.
- Dušica, D. M.; Mirjana, D. S.; Tamara, N. H. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1409-1416.
- Julia, Y. K. C.; Christopher, F. B. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1417-1425.
- Marcy, H. T. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1426-1431.
- Kurt, W.; Matthew, S.; Deborah, W. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1432-1438.
- José, P. A.; Alberto, A. M.; Germania, M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1439-1445.
- Carrie, A. O.; Kristi, K.; John, S. H. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1446-1450.
- Samuel, M.; Rajeev, B. D. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1451-1454.
- Robert, L. M.; John, C. W. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1455-1457.
- Gary, A. M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1458-1463.
- Angélica, M. G. S.; Edgardo, L. O. N.; Zuleika, M. J. Chem. Educ., 2014, 91(9), 1464-1467.

最近のトピックス

Thermo Scientific™ SureTect™ リアルタイムPCRシステム サーモフィッシャーサイエンティフィック インコーポレイテッド (Thermo Fisher Scientific Inc.)

食品業界に於いて、食品の安全性の維持と品質管理の徹底は企業自体の存続にも関わる重要事項となっています。また、HACCPやフードディフェンスという言葉がマスコミや新聞紙上でも取沙汰される程、食の安全に関する関心は強くなっています。

その様な状況の中、食中毒細菌をより短時間かつ簡便に高精度の検査結果を提供するシステムの要望は強くなっています。これらの要望に応えるべく、関東化学ではサーモフィッシャーサイエンティフィック インコーポレイテッドの開発したThermo Scientific™ SureTect™ リアルタイムPCRシステム(図1)を販売する事といたしました。



図1 SureTect™

SureTect™は、PCR用試薬、リアルタイムPCR装置、ソフトウェアからなる微生物の検出システムです(図1、2、3)。

PCR用試薬は高感度かつ特異性の高いプローブを備えており、さまざまな食品中の微生物を迅速かつ正確に検出できるよう設計されています。また、増幅反応と試験結果の信頼性の確認のために、PCR用試薬には標的遺伝子と同時に内部標準(IAC: Internal Amplification Control)を検出するプライマーとプローブが含まれています(図2)。

【PCR用試薬キット項目】

- ・サルモネラ属
- ・リステリア属
- ・リステリアモノサイトゲネス



図2 PCR用試薬

本システムに採用されているリアルタイムPCR装置(Thermo Scientific™ Piko Real™)は、SureTect™用に特別な改良がされていますが、従来のリアルタイムPCR装置として研究用に使用することも可能です。

SureTect™ソフトウェアは各PCR用試薬に対応したPCR条件が設定されており、簡便に試験を開始し、結果を解析して報告するよう設計されています(図3)。そのため反応条件設定など特別な知識を必要としません。



図3 SureTect™ソフトウェア

本システムの使用により、食肉、野菜や卵など多様な食品の微生物検査結果が、迅速かつ簡便に得られるようになることから、出荷前判定の実現、製品保管期間の短縮とコスト削減が可能となります。

今後も皆様のご要望にお応えすることを第一としながら、食品衛生に貢献できる製品作りとご紹介を進めてまいります。



関東化学株式会社

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
室町東三井ビルディング
電話 (03)6214-1056 FAX (03)3241-1029
インターネットホームページ <http://www.kanto.co.jp>
編集責任者 金田 尚 平成27年1月1日 発行