

|||||

より持続可能な世界的な動物生産産業の発展を支援 — DSM 株式会社 —

DSM 株式会社 アニマルニュートリション本部 石井俊行  
〒105-0011 東京都港区芝公園 2-6-3 芝公園フロントタワー 10 階

## 1. 当社の事業概要

DSM は 1902 年にオランダの石炭公社 (Dutch State Mines) として創業し、炭鉱業から始まり 1950 年代から基礎化学・石油化学、1970 年代からスペシャルティ機能化学、2000 年代からライフ・サイエンス、マテリアル・サイエンスとポートフォリオを変えながら総合化学メーカーとして活動しています。特に 2003 年にスイスのロシュ社よりビタミン事業を買収してからは栄養健康分野に傾注して来ました。皆さまもよくご存じの卵黄色の指標「ヨークファン (YolkFan™)」もこの時に承継しています。その後 2023 年に香料事業大手の Firmenich 社と合併し、現在はスイスとオランダに本拠地をもつ dsm-firmenich となり、栄養・健康・美容のリーディング・イノベーション・カンパニーとしてグローバルに活動しています。dsm-firmenich としては Perfumery & Beauty 事業、Taste, Texture & Health 事業、Health, Nutrition & Care 事業、Animal Nutrition & Health (ANH) 事業の 4 つの事業を主業としていますが、今回は ANH 部門の立場で寄稿させていただきます。

さて、DSM は動物にとって最適な形態のビタミンをすべて供給できる世界で唯一の会社で、飼料、食品、医薬品、化粧品用途のビタミン 13 種を製造・販売しています。今日の配合飼料において飼料用プレミックスは必須ですが、世界の各拠点にプレミックス製造工場を有し、日本国内においても静岡県袋井市に工場を有しています。そのため飼料用のプレミックスを設計・品質管理まで一体提供することができ、主に配合飼料メーカーや大手の生産会社に供給しています。また、育種選抜技術が年々向上している畜産動物の生産成績を改善するためには相応の栄養が求められますが、それに応じて栄養素の利用性改善、カロテノイド、腸内健康およびマイコトキシンリスクのマネジメントなどによるサポートも重要度が増しています。DSM ではこれらの栄養維持のための機能性栄養健康素材についても、世界中の各地域から市場課題を収集し、それらに対するソリューションとして常に新しい製品開発・製造を継続しています。もちろん、現場の各問題に対処するためさまざまな機能性原料をブレンドし、サプリメントとして供給することも可能です。課題や製品に関する事例については後段で説明しますが、これらを支えているのは世界で 15 か所ある研究開発施設で働く 2,000 人以上の科学者、2,600 の特許ファミリーにわたる特許数は 16,000 件にのぼります。例えば、最適ビタミン栄養 (optimum vitamin nutrition, OVN)、品種会社のマニュアルや各国の飼養標準などにも活用されています。

## 2. 当社の新しいサービス

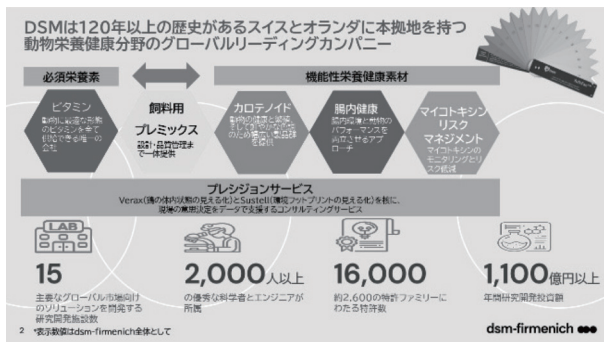
DSMではメーカーとしての役割に加え、データに基づき農場ごとの生産・飼養管理や意思決定を支援するコンサルティング型の『プレジジョンサービス』にも力を入れています。近年では、畜産に限らず各事業においてサステナブルな取り組みが求められていますが、「環境フットプリントの見える化」は中でも最重要です。DSMでは、畜産物生産におけるLCA（環境影響評価）ツール「Sustell™」を開発・展開し、持続可能なバリューチェーン構築に向けた支援を行っています。



図 1 DSM-Firmenich オランダ本社概観



図 2 DSM(株) 静岡工場概観



### 図 3 DSM アニマルニュートリション分野の事業概要

科学者たちで、毎年 1,100 億円以上を研究開発に投資しております。もちろん世界中の研究機関とも協力体制にあり、た N) のガイドも定期的に発行しています。これらは各畜種の

Sustell™ は ISO 14040/44 ならびに ISO 14067 に準拠しており、ISO 14064 にも一部準拠しています。また、FAO LEAP（家畜環境評価とパフォーマンス）と EU PEFCR（製品環境フットプリントカテゴリー規則）や IPCC（政府間パネル）のガイドラインにも従っています。アグリフットプリントデータベースおよび GFLI（グローバル飼料 LCA 協会）といった、信頼でき、かつ健全な食品、飼料および農業データベースを参照しています。Sustell™ は、畜産物生産における複雑な LCA を、誰しもが、信頼性と透明性が高い方法で測定できるようにしており、環境・社会・企業統治への配慮、つまり畜産業における ESG の向上の取組みにも貢献しています。

さらに、畜産動物の生産性を改善するためにはその動物や群の状態をよく知ることが重要です。その課題に対応するため、DSM では「Verax™」という「動物の体内の状態を見える化」するサービスも開発しました。いわば、動物の健康診断システムです。血液バイオマーカー、ベンチマーク情報、査読済みの科学論文などをビッグデータとして集積し、AI に機械学習させ、将来的なリスク要因を早期に把握することを目指しています。本稿をご覧の皆さまの研究成果も英語論文化されることによってこの予測システムのデータとして集積され、現場に還元される可能性を秘めています。私たち DSM はこのようなシステムも活用しながら、現場の意思決定をデータで支援するコンサルティングサービスも行い、ソリューション活動に取り組んでいます。

### 3. 当社の各畜種における展開事例

#### 養鶏の課題への取組みとその事例

DSM では近年の養鶏業界の課題についてマーケティングした結果、効率の改善と持続可能性の向上にあるとし、図 6 のように Protect（保護）・Perform（改善）・Promote（推進）の 3 つに分類して各々の問題へのソリューションを提案する体

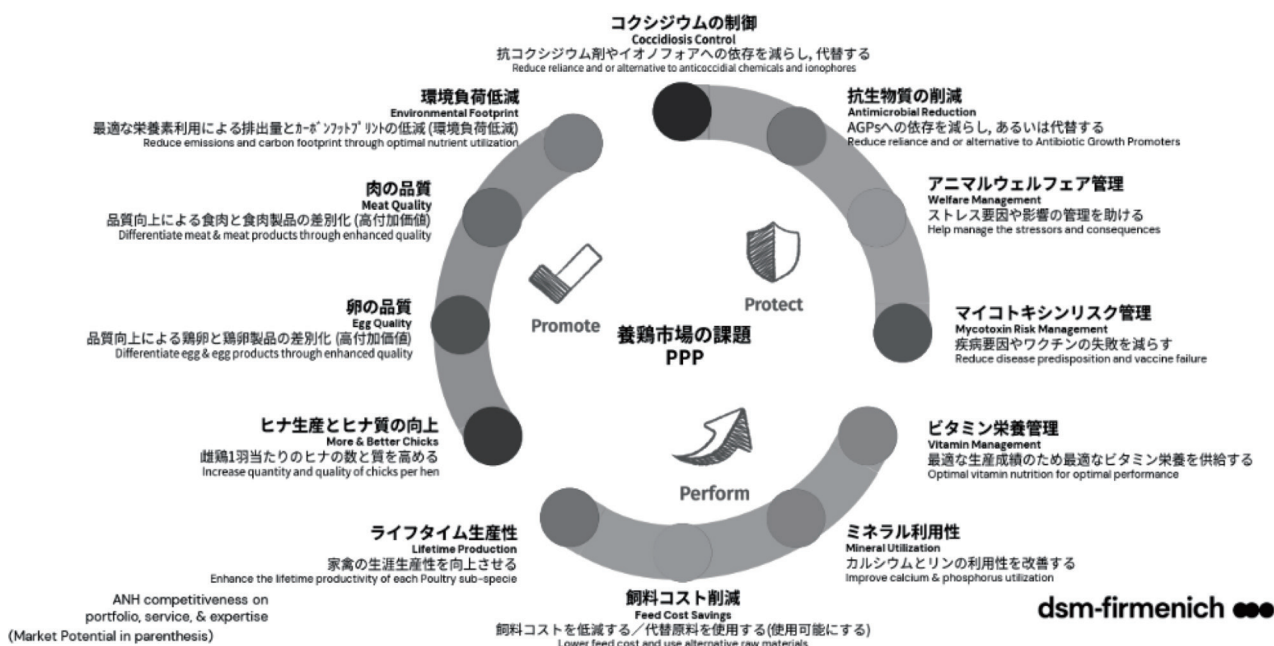


図 6 世界における養鶏の課題

正確で信頼できる測定と精密な栄養管理の組合せによる価値創出

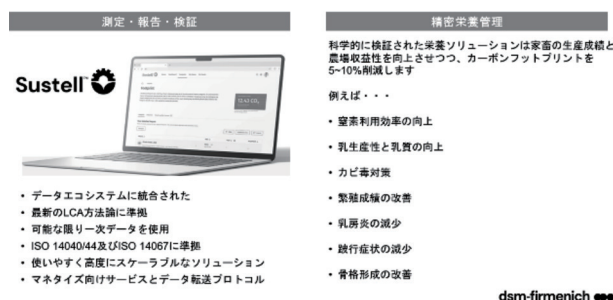


図 4 Sustell™ 概要

Verax™(ベラックス) = 鶏の体の状態を“見える化”する新しいアプローチ



図 5 Verax™ による見える化イメージ

制を整えて取り組んでいます。Perform は具体的な問題への改善策、Protect は生産成績（生産コスト）の改善策、Promote は新しい価値についての創出と考えていただければわかりやすいかもしれません。一方、各課題は一つだけではなく横断的なものもあるほか、それに対し機能性素材一つで対応できるわけではありません。疾病であれば薬やワクチンにより予防できるものもありますが、たとえば、ブロイラーの「歩行スコア」の悪化は育種改良によるものであるとの指摘があります。この問題は、壊疽性皮膚炎、大腸菌症、ヒナ質、適正ビタミン、FCR、日増体、出荷率、適格率、サルモネラ・カンピロバクター、肉の品質（歩留り）などの多岐の問題に影響を及ぼし、複雑に絡み合っています。しかし、根本に遡ってみると、育種改良の向上により、骨格の成長が追いついていないことが根底にあることがわかります。すなわち、種鶏や初生ヒナの栄養的措置によって問題を緩和できる可能性があります。骨形成は主にカルシウムとリンから成りますが、カルシウムの腸管からの引き込みにはビタミン D の代謝物が関与しています。しかしながら、ビタミン D<sub>3</sub> は肝臓で血中循環型となる 25-ヒドロキシコレカルシフェロール（25(OH)D<sub>3</sub>）に水酸化され、そして必要時に腎臓でホルモン様の動きを示す活性型の 1, 25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> にさらに水酸化されるといった代謝行程があります。ビタミン D<sub>3</sub> の要求量は血中の 25(OH)D<sub>3</sub> 濃度を充足するレベルで求められますが、近年単剤のビタミン D<sub>3</sub> を飼料中に高めても欠乏レベルにあることが明らかになっています（図 7）。そこで日本で唯一飼料添加物として指定されている 25(OH)D<sub>3</sub> を有効成分とする DSM の「Hy-D®」を用いて肝臓をバイパスし、肝臓での代謝を経ることなく血中 25(OH)D<sub>3</sub> を高めるソリューションが開発されました。採卵鶏（レイヤー）では、このアプローチにより骨強度や卵殻強度の改善が報告されており、また、種鶏では骨格形成や筋細胞へ分化増殖の関与により孵化後のヒナの健全性を後押しするとの考え方があり、カロテノイドと組み合わせたソリューション「MaxiChick®」に活用されています。ブロイラーでは、主な脚弱要因とされる軟骨異形成（TD）や細菌性軟骨壊死骨髓炎（BCO）のリスク低減につながる事が報告されています。BCO はブロイラーの肥育前期に細菌を引き込むことによりリスクが上がるとされているため、初生ヒナに対し、Hy-D® と合わせて CE 剤的に乳酸菌製剤「Poultry Star®」（鶏の消化管から選抜した 5 つの菌）を給与し腸内細菌叢を優勢に維持することでそのリスクを低減するソリューションも開発中です。このように現場状況に応じて一つの機能性素材だけでなくそれらを組み合わせることによってソリューションの幅も広げることが可能となります。プレミックス工場を持つことで各生産者の問題に合わせたサプリメントを準備できるメリットといえます。

## 25-OH D3 (代謝型ビタミンD) 要求量

25-OH D3 Requirements

### ビタミンD3と「Hy-D®」の形態と代謝について

Hy-D®はブロイラーの血清中25-OH D3濃度を上昇させる (42日齢)

Vitamin D3 and Hy-D® Form and Metabolism

Hy-D® increases serum 25-OH D3 levels in broilers (day 42)

飼料中のビタミンDレベルを2倍にしても  
血中の25-OH D3濃度は変わらない  
≒ 25-OH D3の要求量を満たしていない？

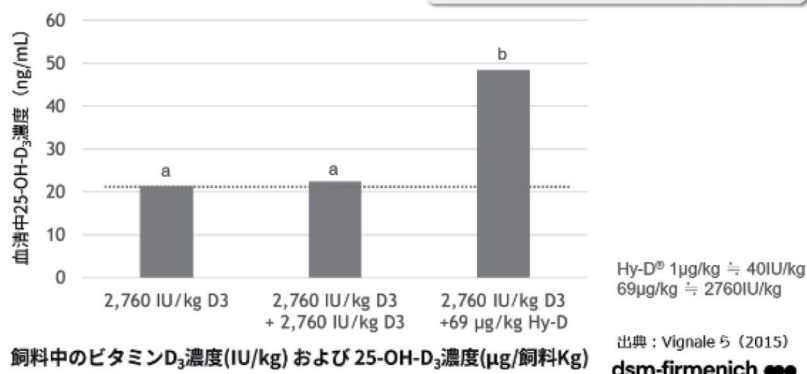


図 7 ビタミン D3 と代謝型ビタミン D3 給与時のブロイラーの血中 25-OH D3 濃度比較

## 養豚の課題への取り組み事例

養豚家は環境に配慮しながら効率よく豚肉生産をするために多くの課題に直面しています。特に、飼料の品質と安全性の改善、より高い生産効率、ならびにアンモニア排出量の低減はサステナブルな養豚生産において重要性の高い問題といえます。DSM では養豚でもさまざまな課題に対するソリューションを準備していますが、そのうちのひとつとして食糧に添加されると防腐剤のように働き細菌、酵母およびカビの繁殖を抑制する有機酸の一種、安息香酸に着目しました。安息香酸は消化管の微生物叢を調整し、より効率的な飼料消化と消化障害の低減に寄与します。一般に有機酸は臭いや腐食性および固結性が高いためハンドリングも難しい製剤ですが、DSM では超高純度の飼料添加物グレードの安息香酸製剤「VevoVital®」を開発し、日本でも飼料添加物の指定を受け、上市しました。VevoVital® は消化障害を引き起こす大腸菌やサルモネラ菌などの病原性細菌を減らすのに役立ち、下痢の発生および治療の減少への貢献も期待されます。その結果、約 20 年にわたる世界各国の試験結果から子豚期において飼料摂取量が 5.8%、平均日増体重が 9.5%、飼料要求率が 3.2%、それぞれ一貫した改善が報告されています。2025 年には日本国内での対象家畜の拡大指定を受け、VevoVital® は母豚や肥育豚に加え種豚でも使用が可能となりました。今後はすでに海外で実績のある母豚の発情誘発の改善などへの用途も期待されます。なお、飼料

細菌	pH	MIC* (kg/t)
<i>Pseudomonas</i> spp	6.0	0.20 - 0.48
<i>Micrococcus</i> spp	5.5 - 5.6	0.05 - 0.10
<i>Pseudomonas</i> spp	5.2 - 5.6	0.20 - 0.40
<i>Escherichia coli</i>	5.2 - 5.6	0.05 - 0.12
<i>Salmonella</i> spp	5.1 - 6.5	0.50 - 1.00
酵母	pH	MIC* (kg/t)
Sporogen yeast	2.6 - 4.5	0.02 - 0.10
Non sporogen yeast	4.0 - 5.0	0.07 - 0.15
カビ	pH	MIC* (kg/t)
<i>Rhizopus</i> spp	3.0 - 5.5	0.10 - 5.00
<i>Aspergillus</i> spp	3.0 - 5.0	0.02 - 0.30
<i>Penicillium</i> spp	2.6 - 6.0	0.03 - 10.0

\*MIC 最小発育阻害濃度:  
Gould 1989 and Seon 2005より引用

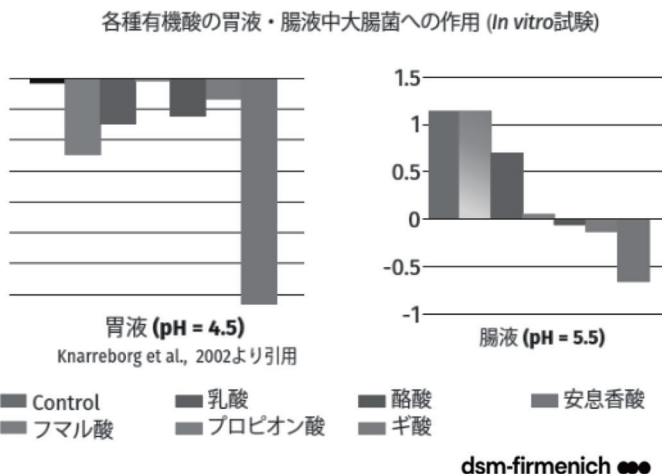


図 8 各種有機酸の胃液・腸液中大腸菌への作用 (in vitro 試験)

添加物の有機酸・有機酸塩類のうち、唯一 VevoVital® のみ安息香酸として全ステージの豚に使用することが可能となりました (2025 年 10 月時点)。また、DSM では飼料のバイオセキュリティを目的として、VevoVital® とエッセンシャルオイルを組み合わせた VevoWin® も開発しました。疾病予防の観点から生まれた製品ですが、現場での問題に合わせて大学等の研究機関と共同で開発した製品のよい事例であるといえます。

#### 養牛への課題への取組み

DSM では世界規模でマイコトキシン (カビ毒) の調査を毎年実施しており、その結果を公表しています。近年、気候変動の影響が世界中で深刻化していますが、異常気象は植物の生育にも影響を及ぼしており、圃場・収穫・貯蔵時においてマイコトキシン汚染のリスクが高まっています。マイコトキシンは畜産業に対して毎年数十億ドルの経済損失をもたらしていると試算されており、非常に大きな問題の一つとなっています。一般的にマイコトキシンというとアフラトキシン (Afla) が有名ですが、近年の調査ではトリコテセン類 (DON など)、フモニン (FUM)、ゼアラレノン (ZEN) の検出濃度が高いことがわかっています。日本での 2024 年の分析はサイレージが中心ですがやはり一定レベルで各マイコトキシンが検出されています (図 10)。ここで、ウシに対する各マイコトキシンの問題は図 11 のようなものが知られていますが、たとえば ZEN は繁殖障害を起こしたり、低濃度でも

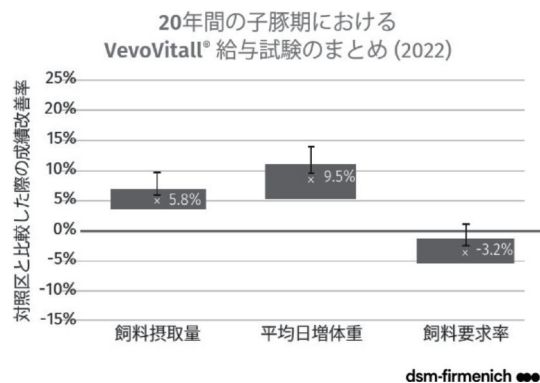


図 9 子豚期における VivoVital® 給与試験の成績

#### 2024年1月～12月の日本の全検査結果 Japan Report Jan 2024 to Dec 2024

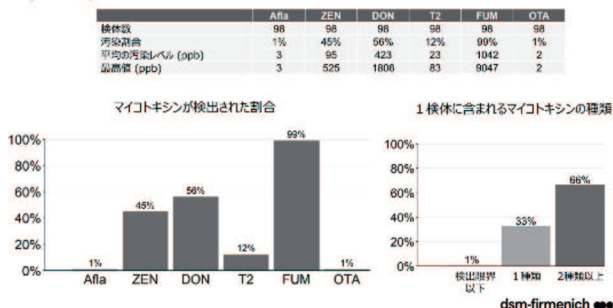


図 10 日本におけるマイコトキシン検査結果\* (サイレージ・原料・配合飼料, 2024 年 1 月～12 月) \*畜種問わず

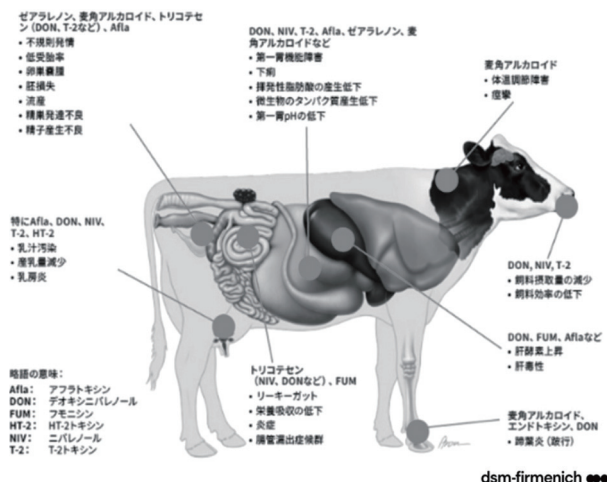


図 11 ウシにおけるマイコトキシンの影響

DON や FUM が相互的に作用してリーキーガットを引き起こした結果、血中に細菌やエンドトキシンが流入し、下痢や全身性炎症反応の一因となることが示唆されています。検査実績の通り、サイレージを用いるウシでは特にリスクも高いといえるでしょう。マイコトキシン対策の手法としては、「吸着」が有名ですが、分子構造やそのサイズによって吸着効率の低いものもあり、そのようなマイコトキシンに対しては「生物学的変換（無毒化）」の手法もあります。DSM では「BBSH797<sup>®</sup>」と呼ばれる細菌を開発しました。これは DON を DOM-1 と呼ばれる毒性の低い構造に変換することでリスク低減が期待されます。さらに毒性の効果を取り除く「生物学的保護」も方法の一つです。肝臓での解毒作用のサポートはマイコトキシン対策においても有効です。DSM では上述の吸着・無毒化に加え、ヒトの肝臓に効く薬として長く使われて来たシリマリンを含むマリアアザミ抽出物、および自然免疫の応答を図るため藻類抽出物も組み合わせた「Mycofix<sup>®</sup> Plus 3.0（マイコフィックス プラス 3.0）」を開発し、マイコトキシン対策を推進しています。マイコトキシンのリスクについては反芻動物にかかわらず鶏や豚も同じです。併せてマイコトキシンの分析についてもサポートしていますので、ご興味があれば DSM 担当者にご連絡いただければと思います。

また、高泌乳牛など、肝機能に障害の恐れがあるウシでは通常のビタミン D を利用することが難しいといわれています。養鶏のパートで紹介した Hy-D<sup>®</sup> は、養豚でも使用可能で、2023 年にはさらに畜種の適用拡大がなされ、反芻動物においても飼料添加物の指定を受けました。肝臓をバイパスする 25(OH)D<sub>3</sub> 製剤の Hy-D<sup>®</sup> であれば、肝機能が悪いウシでもビタミン D を効果的に活用できるようになると考えられます。実際、ウシにおける血中 25(OH)D<sub>3</sub> 濃度を分析すると日本国内でも欠乏気味であることも多く、「Hy-D<sup>®</sup>」を使うことで、骨格形成のサポートをベースに、乳牛では泌乳初期および後期の乳量増加・乳質改善が、肥育牛では筋肉の健康的な発達をサポートすることで枝肉重量増加などが期待されます。日本固有の品種である和牛への効果についても研究を進めています。また、周産期の健康や、泌乳中期における乳房の健康をサポートします。初乳の質と量の改善によって子牛の健康的な成長を促す上でも有用だと考えています。

#### 4. 畜産学に携わる若手研究者（学生含む）に向けて

以下は筆者私見ですが、自分自身の研究が最終的なゴールに対してどの部分を担っているのかをイメージしながら取り組んでいただきたいと思います。何にでも通することだと思いますが、それ一つで完結することではなく、それまでに蓄積されて来た仕事の成果があり、その先も延々と繋がっていくものと考えています。本稿でも Verax<sup>™</sup> を取り上げましたが、これこそ過去の研究の集積に基づいており、新しい情報が加わることで精度も上がっていきます。個々の研究の蓄積が大きな情報として活用できる時代においてはそれぞれのものが学問になっていますが、畜産動物の育種的な進化と共にまだまだ個々に調べるべきことは基礎研究・応用研究問わずたくさんあると思います。畜産分野は地道な研究も多いですが、ぜひ自身の研究が先々においてどのように活用されるのか想像しながらチャレンジしていただきたいと思います。そして研究成果はしっかりと論文文化していただきたいと思います。そうすることで Verax<sup>™</sup> のようなシステムもより高度な予測ができるようになると思います。なお、日本の畜産業は厳しい見通しが語られることもありますが、世界レベルでは夢のある職業として捉えられており、食料産業はまだまだ発展していく可能性があるものと信じています。日本畜産学会は、研究ネットワークの構築のためにも素晴らしい場だと思います。この場を活用して日本、そして世界の畜産のさらなる飛躍のため盛り上げていきましょう！



メンバー集合写真（筆者一番左）