



## 食肉処理工場の品質管理における ATP ふき取り検査の活用

～ ATP 検査と微生物検査から基準値設定、海外工場の監査でも効果を発揮～

日本ハム(株)食肉事業本部 管理統括部 環境品質保証室 課長 加藤 道信 氏

本稿はキッコーマンバイオケミファ(株)が6月20日、東京・中央区の月島社会教育会館で開催した第110回ルミテスターセミナーにおいて、日本ハム(株)の加藤道信氏が行った特別講演の内容の要旨である(ルミテスターはキッコーマンバイオケミファ社が取り扱うATPふき取り検査で用いる装置の名称)。

加藤氏は、近年は日本ハムグループの食肉処理工場の品質監査(国内外を合わせて年間40～50工場)などに携わっており、各現場での洗浄作業の確認ツールとしてATPふき取り検査を活用している。食品工場において、「洗浄で達成する衛生レベル」と「洗浄に必要な労力やコスト」のバランスを図り、効果的かつ効率的な洗浄を行うことは、重要な検討項目の一つである。同社グループでは「必要なレベルの洗浄ができていないか?」を確認するツールとしてATPふき取り検査を有効活用している。

講演ではATPふき取り検査の自社基準を設定する際の経験や、効果的な活用事例などが紹介された。(編集部)

### 日本ハムグループの概要

日本ハムグループは、日本国内の食肉販売量の約5分の1に当たる99万トン(畜種別では豚が41万トン、鶏が39万トン、牛が18万トンなど)を取り扱っています(2016年6月時点)。グループの売上構成比で見ると、生鮮食肉が約6割を占めており、その他にも加工食品、ハム・ソーセージ、水産物、乳製品なども取り扱っています(私が所属する食肉事業本部では主に生鮮食肉を取り扱っています)。

当社グループでは、農場での生産・飼育から、工場での処理・加工、物流に至るまで、すべての工程を自社グループで一貫管理することに「こだわり」を持っています。食肉処理に関しては、牛・豚の処理施設を併設した工場が全国8カ所(グループ会社の日本フードパッカー(株)が運営)、食鳥の処理施設を併設した工場が全国5カ所(グループ会社の日本ホワイトファーム(株)が運営)が稼働しています。

図1は豚肉の処理工場における一般的な製造工程を簡潔に示したものです。生体をと殺して、部位ごとに解体し、ブロック肉の状態でお届けします(図1の左下の写真はロース肉)。各店舗では、それらのブロック肉を加工(カットやスライスなど)して、トレイに詰めて販売します。

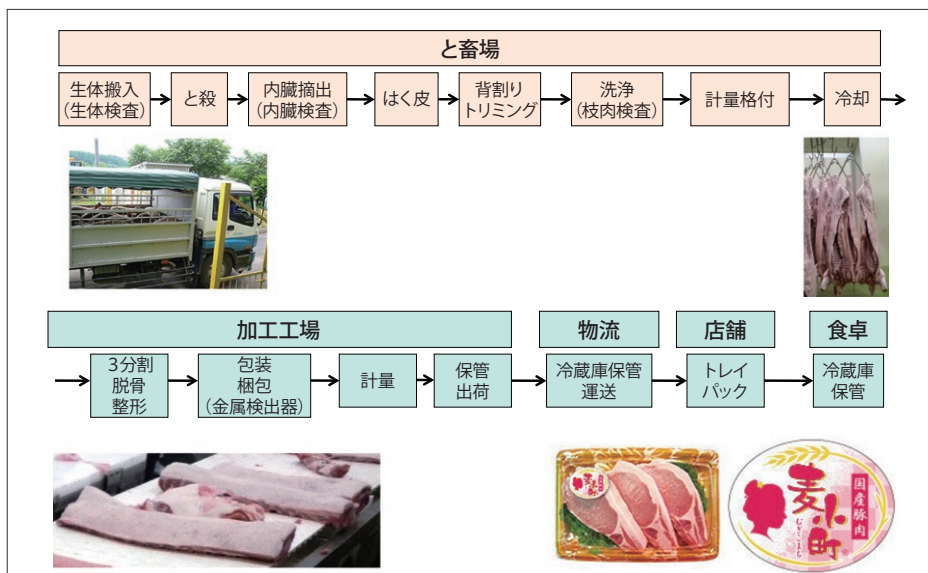


図1 豚肉処理工場の製造工程



写真1 「器具等」の衛生管理が重要（ATP 検査を活用）

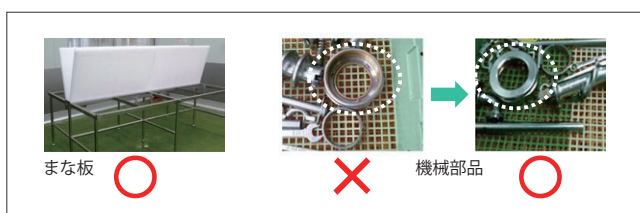


写真2 乾燥は「勾配をつける」が効果的

## 生鮮食肉の微生物リスクと衛生管理の基本

### (1) 生鮮食肉には法的な製品の微生物基準が存在しない

上記のように、食肉事業部門では主にブロック肉が最終製品となります。製品の特性上、必ず消費者が喫食する前の段階で加熱されるので、生鮮食肉の処理工場には法的な製品の微生物基準が設けられていません（注：生食用食肉については基準が設けられています）。そのため、工場では製品の微生物基準は「自主管理基準」として運用しています。

### (2) 「器具等」の自主衛生管理はきわめて重要

その一方で、加熱工程がないので、すべての工程で微生物管理に細心の注意を払わなければ、賞味期限内の品質などに大きく影響します。とりわけ使用する機械、器具、着用物（以下、「器具等」と表記）の清浄度管理は、食肉処理工場では重要な管理項目となります（写真1）。

食肉処理工場では洗浄作業が非常に多く、かつ施設内で使用する「器具等」にはプラスチック製のものが多いです（プラスチック製の「器具等」は、金属製の「器具等」より洗いにくい）。また、作業時にナイフを使用するため、「器具等」に小さい傷が入りやすいという特徴もあります（小さな傷の中に汚れが入り込むと、その汚れは落とすにくくなる）。エプロンや腕カバー、アルコール噴霧器のような、洗浄しにくい

形状の「器具等」を数多く使用しているという特徴もあります。

### (3) 衛生管理の4原則と基本的な対策

衛生管理においては、微生物や異物などを①持ち込まない、②付着させない、③増やさない、④拡げない、④加熱する——という4原則が重要であることは、皆さん理解していると思います。

本稿のテーマである「洗浄」は、「器具等」に付着した微生物を増やさない（拡げない）という観点で、非常に重要です。「器具等」に付着した微生物対策では「洗浄」と「乾燥」をワンセットで考えるとよいです。

#### ①洗浄（および洗浄後のATP検査）

当社のグループ工場の場合、まずは洗浄を行い（洗浄困難な「器具等」は加熱殺菌で対応）、洗浄後の清浄度確認の手法としてATPふき取り検査（以下、ATP検査）と微生物検査を併用しています。

ただし、微生物検査は培養を伴うので、検査結果が得られるまでに時間がかかってしまうため、「検査をしたその場で衛生指導につなげる」ということが難しいのが実情です。しかし、ATP検査であれば、1分もかからずに検査結果が数値化できるため、始業前点検や衛生監査など、さまざまな場面で大いに効力を発揮しています。

## ②乾燥

洗浄後、しっかりと乾燥させることも大切です。工場では「始業前に乾燥状態を目視点検する」というルールを徹底しています（工場の品質監査でも、乾燥作業は重要な点検項目の一つです）。ちなみに、当社では、写真2のまな板のように「勾配をつける」という方法が効果的であると考えています。

余談ですが、皆さんが家庭で食器を洗う時、必ず斜めに立てかけて乾かすと思います。写真2では機械部品を上向きに置いていますが、家庭で洗った食器を上向きに置きっぱなしにすることはないはずです。「家庭で『当たり前に行っていること』は、工場でも同じように行う」という意識づけが大切だと思います。

## ③低温での保管

食品工場の微生物管理では、洗浄・乾燥後、低温で管理することも有効な手段です。そのため、「洗浄・乾燥後は冷蔵庫で保管する」というルールを設けている工場もあります。そうした方法も効果はあると思いますが、私は「洗浄」と「勾配をつけた乾燥」がしっかりとできていれば十分と考えています。

## 品質監査での ATP 検査の活用と

### 自主基準を設定する際の考え方

#### (1) 「どの程度の洗浄が必要か？」を考える

工場の品質監査では、上記の「洗浄」「乾燥」をしっかり行うよう指摘をしています。ただし、私自身も工場での勤務経験があるので、「できれば洗浄の時間や労力は軽減したい」という現場の気持ちはよくわかります。また、経営サイドとしても「洗浄コストのスリム化」は重要な検討課題です。「とことんきれいにする」という考え方もありますが、私は「必要なレベルの洗浄をする」という考え方でよいと思います。「洗浄で達成する衛生レベル」と「洗浄に必要な労力やコスト」のバランスをとり、効果的かつ効率的な洗浄を行うことが大切なのではないでしょうか。

私のこれまでの経験から、「必要なレベルの洗浄ができていないか？」を確認するツールとして、ATP 検査は非常に有用であると実感しています。以下に、当社グループの工場における ATP 検査の基準値設定の考え方や、品質監査における ATP 検査の活用事例を紹介します。

#### (2) 監査の流れと ATP 検査

グループ工場の品質監査は通常は2日かけて行います（社外の工場は4～5時間）。監査1日目は、まずオープニングミーティングを行い、監査の重点課題などを説明します（例えば、前回の監査結果を踏まえた「今回の監査における重

点課題」の説明など）。その後、トップ（多くの場合は工場長）へのインタビューを行い、工場の方針や目標、ご指摘（クレーム）への対応状況、人財教育や設備投資への姿勢や状況などを確認します。インタビュー後、現場監査と書類監査を行います。終業後のタイミングで「洗浄と乾燥のやり方」も確認します。

監査2日目は、始業の1時間前には工場に入り、洗浄・乾燥の目視確認とATP検査を行います（大規模の工場では40カ所程度をふき取ります）。先ほど述べたように、ATP検査には「その場で結果が得られる」という迅速性があります。そのため、ATP検査の結果や指摘事項はクロージングミーティングまでに報告書にまとめて、情報として共有することができます。

#### (3) 自主基準値を設定する際の考え方

2013年度の品質監査よりATP検査を本格導入しました（使用した検査キットはATP + AMP検査ができるキッコマンバイオケミファ製の「ルシパック Pen」）。基準値についてはキッコマンバイオケミファ社の推奨値（金属では200RLU、プラスチックでは500RLUなど）も提示されていますが、我々は「推奨値が適切かどうか、自社で検証する必要があるのではないか？」と考えました。

以下に、基準値の設定に際して用いた2つの考え方を紹介します。

##### ①選択肢：製品の微生物基準からATP基準を設定する

まずは、製品の微生物の自主基準を基に、「器具等」のATP検査の基準値を設定することを考えました。当社グループでは豚肉製品については「生菌数 $10^5$ 個/g未満」という自主基準を運用しています（前述のとおり法的な製品の微生物基準は存在しません）。しかし、ここからATP検査の基準値を推定するのは、（当時は）過去からのデータ蓄積がないので難しいと判断せざるを得ませんでした。

##### ②選択肢：「器具等」の微生物基準からATP基準を設定する

そこで、「器具等」の微生物の自主基準を基に、「器具等」のATP検査の基準値を推定することを考えました。当社グループの豚肉処理工場では、以前から「器具等」については「生菌数1000個/100cm<sup>2</sup>未満」という基準値を運用していました。

加工食品などの製造工場では、もっと厳しい自主管理の基準値を設定するところもあると思いますが（例えば、100個/100cm<sup>2</sup>未満、30個/100cm<sup>2</sup>未満など）、当社・食肉部門では最終製品が生鮮食肉なので「生菌数1000個/100cm<sup>2</sup>未満」という基準値で運用しています。

そうはいつても、この時点では「器具等」について生菌数

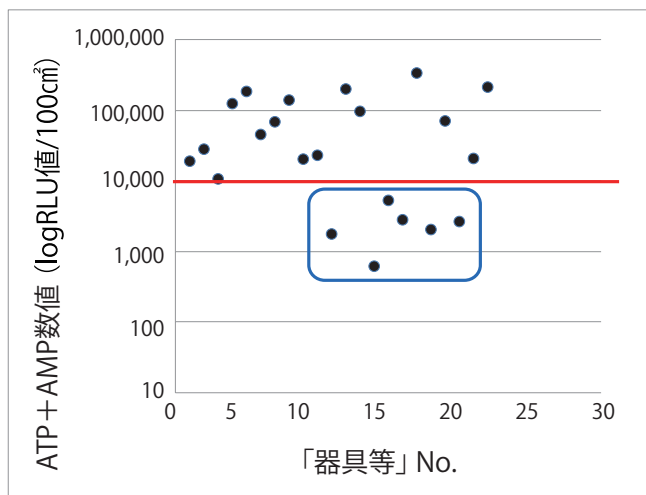


図2 食肉処理工場（鶏）品質監査におけるATP検査の結果（2013年）

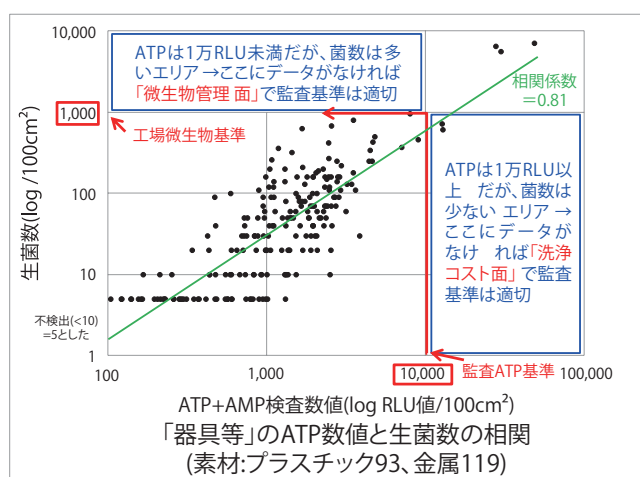


図3 食肉処理工場におけるATP検査と微生物検査との相関

とRLU値※の相関を調べたデータはなかったため推定できませんでした。そこで、現場データを収集することにしました。

※RLU = Relative Light Unit の略（ATP検査に特有の単位）

### ③ 暫定基準値の候補

ちなみに、暫定的な基準値として、① 3000RLU / 100cm<sup>2</sup>未満、② 5000RLU / 100cm<sup>2</sup>未満、③ 1万RLU / 100cm<sup>2</sup>未満という3つの候補を挙げました。②については、文献で生鮮食肉工場で5000RLU / 100cm<sup>2</sup>未満を基準値にしている運用事例を見つけたからです（生鮮食肉工場でのATP検査の文献は、それほど発表されていませんが）。①は、②よりも厳しめの基準値として候補に挙げました。③については、過去の監査でATP検査を実施してきた経験から、漠然と「基準値はどんなに高くても1万RLU / 100cm<sup>2</sup>が上限だろう」というイメージを持っていたからです。

### (4) 自主基準値として「1万RLU」を設定

2013年度の品質監査（鶏の処理工場）で、さまざまな「器

具等」に番号を振り、ATP検査を実施したところ、図2のような結果になりました。

ふき取り箇所（全22カ所）の73%で1万RLU / 100cm<sup>2</sup>を超えましたが、そもそも「1万RLU / 100cm<sup>2</sup>以上を基準値にする」ということは考えていませんでした。そこで、このデータから「27%は1万RLU / 100cm<sup>2</sup>未満で管理できている」と判断し、暫定基準値を「1万RLU / 100cm<sup>2</sup>」に設定することにしました。

### (5) 「器具等」のATP検査と微生物検査の相関を調査

次に、食肉処理工場（生鮮ラム肉を製造する社外の協力工場）でATP検査と微生物検査の相関を調べました。この工場では、以前からATP検査を主体に、3カ月に1回は微生物検査も行っていました（ATP検査の基準値は3000RLU / 100cm<sup>2</sup>未満、生菌数の基準値は1000個 / 100cm<sup>2</sup>未満）。

調査は2014年7月～2017年4月にかけて実施し、全212データを収集しました（内訳はプラスチック製の「器具等」=93、金属製の「器具等」=119）。検査のタイミングは「洗浄直後（薬剤殺菌前）」、ふき取り面積は100cm<sup>2</sup>としました。

結果を図3（縦軸が生菌数、横軸がRLU値）に示します。なお、微生物検査の検出限界（不検出として取り扱う菌数）は「10個 / 100cm<sup>2</sup>」※ですが、図3では説明しやすいように検出限界の検体は「5個 / 100cm<sup>2</sup>」の位置にプロットしています。

※微生物のふき取り検査では、100cm<sup>2</sup>をキットに付属の綿棒でふき取り、10mLの希釈水に懸濁し、希釈水1mLを検査に用いた。10倍希釈しているため、検出限界は面積に換算すると1個 / 100cm<sup>2</sup>（つまり10個 / 100cm<sup>2</sup>）となる。

基準値を1万RLUと設定した場合、もしも「ATP検査で1万RLU未満でありながら、微生物検査が自主基準（1000個 / 100cm<sup>2</sup>）を超える検体」があれば（つまり、図3のグラフ内で左上の四角く囲った部分にプロットがあれば）、それは「ATP検査で合格だが、微生物検査では不合格」ということとなり、すなわち「1万RLUは基準値として不適切」ということとなります。図3のデータを見る限り、「ATP検査で1万RLU未満、かつ微生物検査で1000個 / 100cm<sup>2</sup>以上」という検体は認められませんでした。

一方、もし「ATP検査で1万RLUを超えるが、微生物検査で1000個 / 100cm<sup>2</sup>を下回る」という検体があれば（つまり、図3のグラフ内で右側の四角く囲った部分にプロットがあれば）、それは「微生物検査で合格なのに、さらに厳しい洗浄を要求している」ということとなり、「過度な洗浄を要求している」「洗浄コストをかけすぎている」ということになり、効率的ではない洗浄を要求していることとなります。図3のデータを見ると、このエリアに該当するのは数検体しかありませんので、（1万RLUという基準値で）問題はないと判断しました。

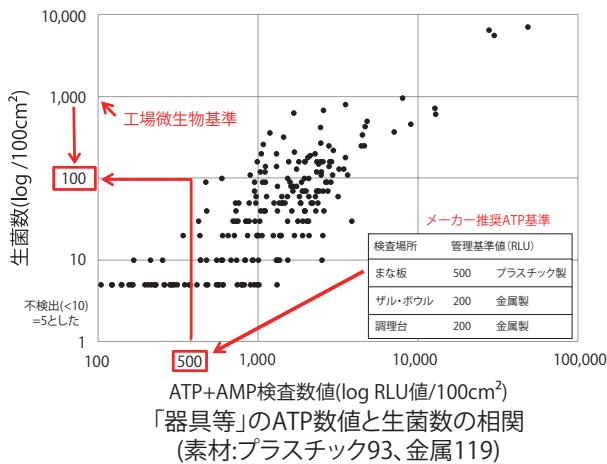


図4 500RLUを基準値にすると100個/100cm<sup>2</sup>の微生物基準が担保できる

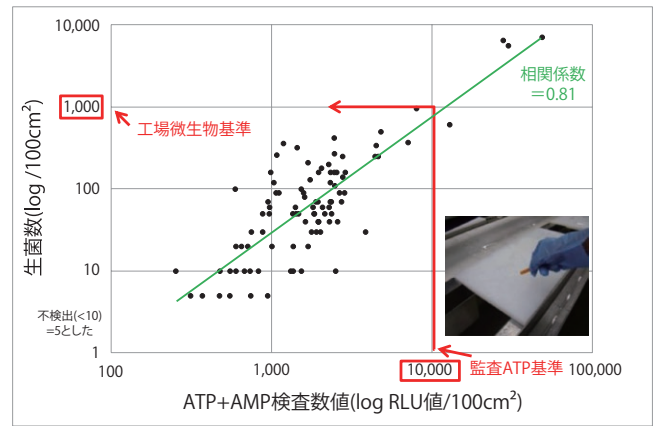
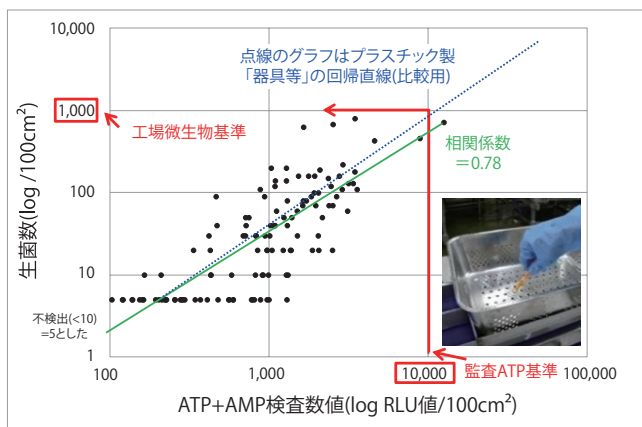


図5 プラスチック製「器具等」でのATP検査と微生物検査の相関

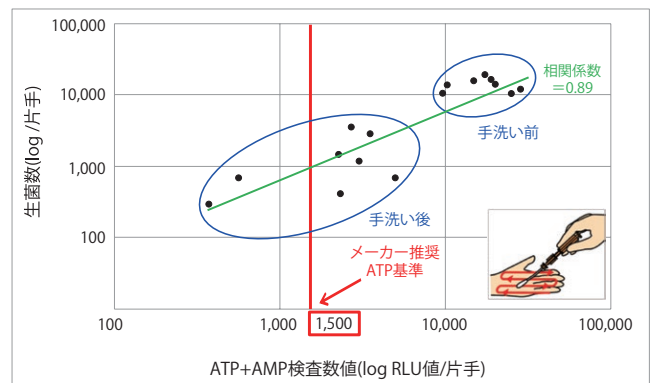


図6 金属製「器具等」でのATP検査と微生物検査の相関

図7 手洗い前後のATP検査と微生物検査の相関

#### (6) 検査機器メーカーの推奨基準値は適切か？

キッコーマンバイオケミファ社ではルミテスターの基準値として、金属表面では200RLU、プラスチック表面では500RLUを推奨しています。図4で示すように、基準値を500RLUに設定した場合、生菌数は高くても100個/100cm<sup>2</sup>となります(図3と図4はプロットの位置は同じで、基準値だけを変えています)。

この「100個/100cm<sup>2</sup>」という生菌数は、加工食品工場のクリーンルーム(清潔区域)でも生菌数の基準値として適用できる数値ですので、500RLUは広い範囲の食品種類に適用できる基準だと思います。ただし、当社の場合、生鮮食品としての製品の特性や賞味期限なども考慮に入れた結果、1万RLUを基準値としています。

#### (7) 素材によって基準値を変える必要はない

図3および図4のプロットのうち、プラスチック製の「器具等」の測定値を抽出したグラフが図5、金属製の「器具等」の測定値を抽出したグラフが図6です。プラスチック製の「器

具等」(図5)の方が、プロットの位置が全体的に右上の方に寄っている傾向は見られますが、どちらのグラフでも同じような回帰直線になりました。つまり、素材によって基準値を変える必要はないと判断しました。

#### (8) 手洗い後の清浄度確認にもATP検査を活用

図7は手洗い前後のATP検査と微生物検査の相関を調べた結果です(社外協力工場にて実施)。手洗いで相関関係が認められたことから、手洗い後の清浄度確認にATP検査を用いることは有効であると考えています。

### 品質監査にATP検査を活用した効果

～経年で着実に改善が進んだ～

#### (1) ATP検査の推移を経年で比較

先ほど述べたように、品質監査では始業前に洗浄と乾燥の目視確認とATP検査を行い、その結果をクロージングミーティングで共有します。表1はATP検査の報告書の一例です(ふ

ATP 検査結果

No.	ふき取り場所	2014年	増減	2015年
5		568		197
7		13,831	↓	240
8		8,939	↓	740
9		17,683	↓	4,734
10		1,049		450
11		232,980	↓	23,512
12		36,365	↓	1,769
13		13,111	↓	516
14		563		
15		430		1,970

表1 食肉処理工場における品質監査での ATP 検査の活用事例

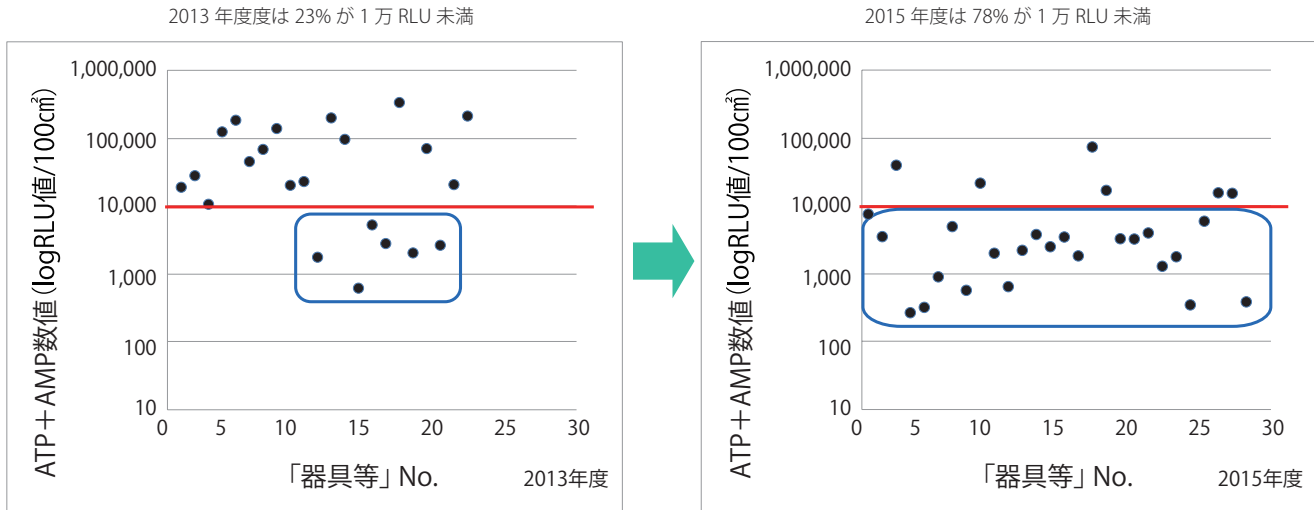


図8 食肉処理工場（鶏）の品質監査での ATP 数値の年度変化

き取り箇所は非公開）。報告書では、ATP 検査の基準値（1万 RLU）を逸脱した箇所を赤字にしたり、前回監査時からの増減が一目でわかるように工夫しています。また、問題がある箇所は、報告書に監査中の写真も付けておきます。

図2の工場について、2013年度と2015年度の変化を図8に示しました。基準値（1万RLU）を下回った検体の割合は、2013年度は23%でしたが、2015年度は78%に増加しており、着実に改善が進んでいる状況が認められました。

(2) 監査で指摘された今後の課題

ATP 検査の結果から浮き彫りになった今後の課題として、個人管理している資材（例えばエプロンや腕カバーなど）に「個人による衛生管理のバラツキ」が見られます。また、形状が複雑な資材（例えばアルコール噴霧器など）についても衛生管理の結果にバラツキが見られます。

海外工場の品質監査での活用事例

当社グループでは海外工場に対しては、「定期的に製品の微生物検査および賞味期限設定のための保存テストを実施・記録する」「（洗浄・殺菌後の機械・器具などについて）定期的にふき取り検査を実施・記録する」といった要求をしています。

私は、タイ（生鮮鶏肉、加熱鶏肉製品）、中国（加熱鶏肉製品）、豪州（生鮮牛肉）の工場での品質監査をすることもありますが、これらの国では ATP 検査はあまり普及していないので、現地で ATP 検査を用いる際は、事前に「ATP は汚れの指標である」「1万 RLU を基準値としている（食肉処理工場の場合）」などの説明が必要です。

(1) 製品の微生物検査

海外と国内の大きな相違点として、輸入食品は検疫所のモニタリング検査が実施される点が挙げられます。生鮮食肉の場合は、腸管出血性大腸菌が陽性になると、（食品衛生

日本語名	英語名	日本の一般的な目標値 (初菌数)	タイ DLD ガイドライン (初菌数)
生菌数	Total Plate Count (TPC)	10 <sup>6</sup> 未満 /g	5.0 × 10 <sup>5</sup> 以下 /g
大腸菌群	Coliform	10 <sup>4</sup> 未満 /g	5.0 × 10 <sup>3</sup> 以下 /g
大腸菌	Escherichia coli (E.coli)	10 <sup>3</sup> 未満 /g	1.0 × 10 <sup>2</sup> 以下 /g
サルモネラ属菌	Salmonella	陰性 /25g	陰性 /25g
カンピロバクター属菌	Campylobacter	陰性 /25g	なし
黄色ブドウ球菌	Staphylococcus aureus	陰性 /0.01g 1.0 × 10 <sup>2</sup> 未満 /g	1.0 × 10 <sup>2</sup> 以下 /g
腸球菌	Enterococci	なし	1.0 × 10 <sup>3</sup> 以下 /g

表2 タイの生鮮鶏肉の微生物ガイドライン（日本ハムの現地調査、2014年）

※タイ DLD（Department of Livestock Development、タイ王国農業協同組合省畜産振興局）

日本語名	英語名	日本の一般的な目標値 (初菌数)	豪州の一般的な目標値 (初菌数)
生菌数	Total Plate Count (TPC)	1.0 × 10 <sup>5</sup> 未満 / g	1.0 × 10 <sup>4</sup> 以下 /g
大腸菌群	Coliform	3.0 × 10 <sup>2</sup> 未満 / g	1.0 × 10 <sup>3</sup> 以下 / g
大腸菌	Escherichia coli (E.coli)	1.0 × 10 <sup>1</sup> 未満 / g	1.0 × 10 <sup>2</sup> 以下 / g
腸管出血性大腸菌 O157	Enterohemorrhagic E.coli O157	陰性 / 25g	陰性 / 25g
サルモネラ属菌	Salmonella	陰性 / 25g	陰性 / 25g
黄色ブドウ球菌	Staphylococcus aureus	陰性 / 0.01g 1.0 × 10 <sup>2</sup> 未満 / g	なし

表3 豪州の生鮮牛肉の微生物目標値（日本ハムの現地調査、2016年）

※国のガイドラインかどうかは不明

法違反ではありませんが）検疫所からの指導が行われます。また、生鮮食肉の微生物基準については、各国で基準やガイドラインなどが存在するので、検査成績書の結果を確認したり、逸脱や継続的な検出がないか確認することが大切です（一例を表2および表3で紹介します）。

一方、加工食品（食肉製品、冷凍食品）については日本の食品衛生法で基準が定められているので、それに準じた評価を行う必要があります。ただし、E.coli（糞便系大腸菌群）は日本独自の基準（海外には存在しない基準）なので、海外工場にもきちんと理解してもらう必要があります。

## (2) 「器具等」のふき取り検査

海外工場の場合、微生物のふき取り検査に関しては、検査方法が異なる場合もありますし、「基準が適切か?」「結果が適切か?」などの判断が難しい場合もあります。その点、ATP検査は「我々は、食肉処理工場の場合は、『器具等』はATP検査で1万RLUを基準としています」と伝えれば、現地工場の微生物検査の結果に依存せずに評価できる点が

メリットといえます。

汚れが数値化される点もメリットです。海外では「見た目が汚れているので、洗い直してください」と伝えても、「目視ではわからない」と納得してもらえない場合があります。ATP検査であれば、結果が数値化され、客観的に評価できるので、納得してもらいやすいです。もちろん、その場ですぐに結果が得られるという「迅速性」も大きなメリットです。

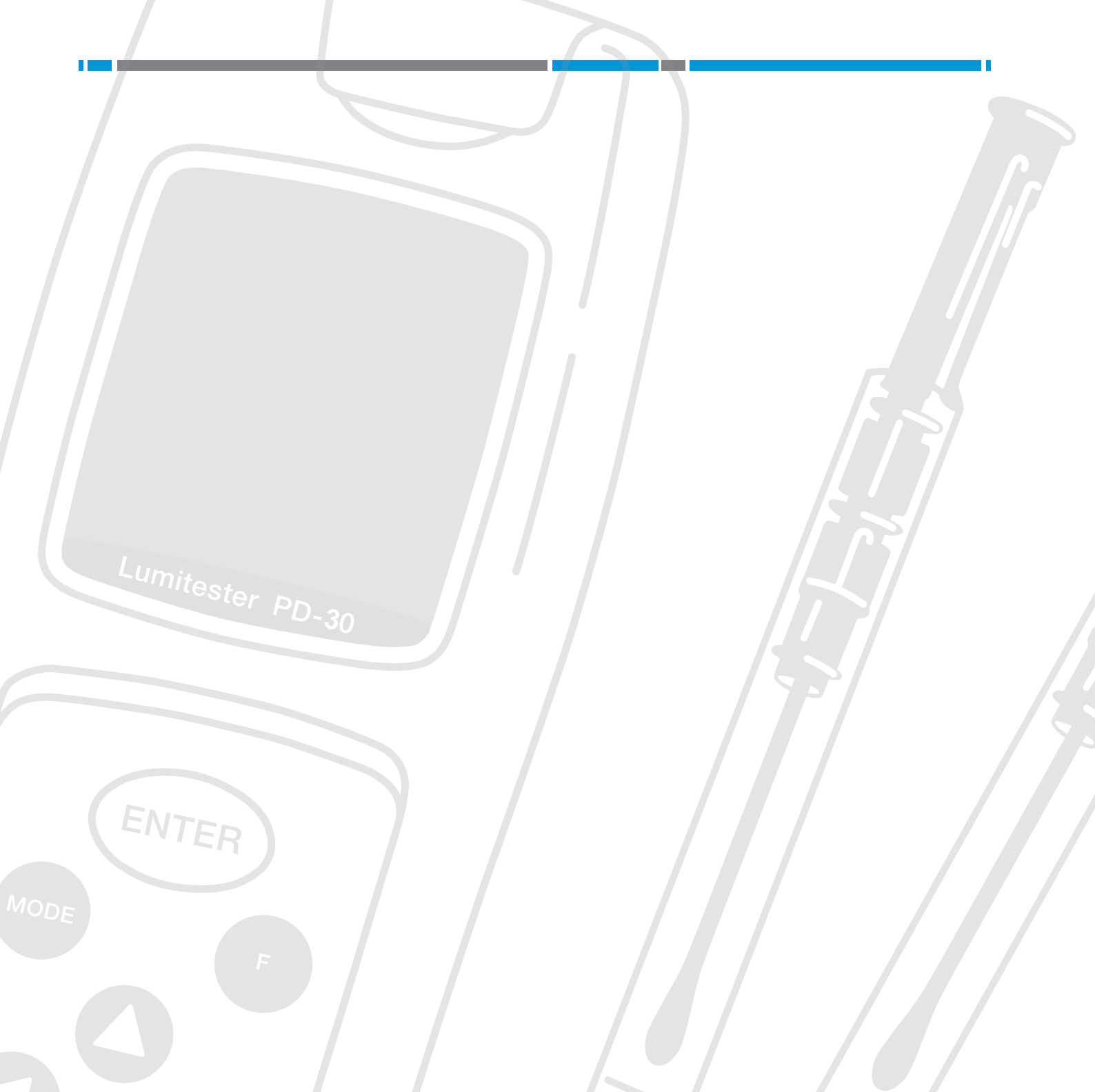
[発行元]

**kikkoman**

キッコーマンバイオケミファ株式会社

TEL03-5521-5490 FAX03-5521-5498

Email: biochemifa@mail.kikkoman.co.jp



その他の事例も弊社サイトからダウンロードできます。



ルミテスター事例

「ルミテスター事例」で検索&QRコードでアクセスできます

<http://biochemifa.kikkoman.co.jp/products/kit/atpamp/jirei.html>



**kikkoman**<sup>®</sup>

キッコーマンバイオケミファ株式会社

〒105-0003 東京都港区西新橋2-1-1

TEL: 03-5521-5084 FAX: 03-5521-5498

Email: [biochemifa@mail.kikkoman.co.jp](mailto:biochemifa@mail.kikkoman.co.jp)

URL: <http://biochemifa.kikkoman.co.jp/>