

食品衛生学実験における食品汚染物質の
“見える化” 実験の導入について
－実験方法の検討および実践報告－

海老澤 薫*¹ 久木 久美子*²

**The Introduction of “Visualization” Experiments of
Food Contaminants in Student Food Hygiene
Experiments
－ Examination of Methodology and Practice
Application －**

Kaoru Ebisawa*¹ Kumiko Hisaki*²

Abstract

Food hygiene knowledge and skills are essential for nutritionists. From 2021, all food business operators will be required to comply with HACCP or hygiene management based on HACCP. In other words, in order to train nutritionists with the practical ability to ensure food safety, it is essential to study food hygiene experiments. However, many of the causative agents of food poisoning cannot be seen with the naked eye, making it difficult for students to understand. In this paper, we presented the educational effects of two visualized experiments in food hygiene experiments. The first is an experiment on dirt adhering to clothes. The second is an experiment to observe bacteria adhering to food surfaces. This study suggests that visualized experiments help students understand food hygiene.

キーワード

食品衛生、栄養士養成、一般的衛生管理プログラム、HACCP、携帯型微生物観察器

* 1 えびさわ かおる：大阪国際大学短期大学部栄養学科講師（2022. 12. 2 受理）

* 2 ひさき くみこ：大阪国際大学短期大学部栄養学科教授

I. はじめに

1. 食品衛生の定義と国際的に必要とされている食品の安全性確保の考え方

食品衛生とは生育、生産あるいは製造時から最終的に人に摂取されるまでのすべての段階において食品の安全性、健全性（有益性）、健全性（完全性）を確保するために必要なあらゆる手段と定義される。すなわち、食品衛生の範囲は食品や調理現場にとどまらず生産現場から容器包装などの広範囲におよび、“from farm to table（農場から食卓まで）”とよばれる。この“from farm to table”は1997年に当時の米国のクリントン元大統領がラジオで国民に語りかけた台詞の一部とされている³⁾。

国際的に必要とされている食品の安全性の確保の考え方は、国民の健康保護優先・科学的根拠の重視・関係者相互の情報交換と意思疎通・政策決定過程などの透明性確保であり、安全性確保の手段が「リスク分析」と「生産農場から食卓まで（from Farm to Table）の一貫した対策」である。食品の安全性と適切性が科学に基づく予防的アプローチからコントロールされるべきであることは、FAO（国連食糧農業機関）とWHO（世界保健機関）の合同食品規格委員会であるコーデックス(codex)委員会による食品衛生の一般原則2020にも記載されている²⁾。

2. HACCP と HACCP の義務化

HACCPとはHazard Analysis and Critical Control Pointの頭文字をとった略称であり、「危害要因分析重要管理点」と訳され、上述のコーデックス委員会から示された食品衛生管理手法であり、国際的な手法となっている。この手法は原料の入荷から製造、製品の出荷までのあらゆる工程において発生のおそれのある危害要因を分析（HA: hazard analysis）し、工程のどの段階でどのような対策を講じれば危害を管理できるのか重要管理点（CCP: critical control point）を定めるものである⁵⁾。HACCPの考え方が食品製造に取り入れられたのはアメリカにおける缶詰製造がはじまりとされ、わが国においては1990年に「食鳥処理場におけるHACCP方式による衛生管理指針」が策定され、1996年には「総合衛生管理製造過程」による食品の製造が一部の業種で開始された。1993年には公正な食品の貿易確保を目的に、コーデックス委員会においてHACCP適用のガイドラインが発表されて、各国においてHACCPに基づいた衛生管理が進められるようになった。このような経緯のなか、2018年6月公布の食品衛生法の一部改正では、HACCPに沿った衛生管理の制度化が盛り込まれた。制度化では、全ての食品等事業者が一般的衛生管理に加えてHACCPに沿った衛生管理、小規模な事業者においてはHACCPの考え方を取り入れた衛生管理を義務付けている。HACCPの制度化は2020年6月に施行され、1年間の経過措置期間を経て2021年6月からは完全施行となっている。

3. 食中毒の定義とわが国における発生状況

食中毒とは食品や飲料水などを飲食することにより発生する急性の健康障害と定義できる⁷⁾が、日本においては食品衛生法により添加物、器具、容器包装、健康を損なう恐れ

ある乳幼児用の玩具に起因した中毒も食中毒に含まれる。食中毒を引き起こす病因物質は細菌、ウイルス、寄生虫、化学物質、自然毒に大別できる。

わが国における令和3年度の食中毒発生状況⁴⁾は、事件数が717件、患者数は11,080人にのぼる。病因物質では、細菌が230件(32.1%)、ウイルス(ノロウイルス)が72件(10.0%)、寄生虫が348件(48.5%)とこれら3つの病因物質の合計で全体の約90%を占める。一方で、患者数の内訳をみると、細菌が5,638人(50.9%)、ウイルス(ノロウイルス)が4,733人(42.7%)、寄生虫が368人(3.3%)となり、細菌とウイルスで90%を超える。事件数と患者数で割合が異なる理由として、細菌やウイルスによる食中毒では1件当たりの患者数が多い、すなわち集団食中毒が起きやすいことを意味する。また、発生場所では原因施設が判明している516件のうち最も事件数が多いのが飲食店で283件(54.8%)、ついで家庭が106件(20.5%)となっている。管理栄養士や栄養士が調理作業現場に配備されていると考えられる事業場(高齢者施設、事業所、保育所)、学校、病院などの給食施設での事件数の総数は46件(8.9%)であるが、家庭や飲食店と比較して1件あたりの患者数が多いのが特徴である。すなわち、食数の多い給食提供では、集団食中毒が発生しやすいことがわかる。

Ⅱ. 栄養士の業務および栄養士養成課程における食品衛生分野の学修

1. 栄養士の業務と食品安全の確保

栄養士の業務は多岐にわたるが、食事管理と栄養指導・栄養教育の2つに大別される。このうち食事管理とは、栄養バランスがよく、かつ、安全でおいしい献立の提案や作成、盛り付けなどの一連の業務をおこなうことを意味する。高齢化社会や健康志向の昨今、栄養士職のフィールドは多岐にわたるが、大阪国際大学短期大学部栄養学科において栄養士職として就職する学生の勤務先の多くが病院、高齢者施設や保育所の給食施設である。これらの施設の給食提供対象者には、傷病者、高齢者や乳幼児など、抵抗力の低いいわゆる“ハイリスク層”が多い。すなわち、栄養士の業務である安全な食の提供のなかでもより一層の厳密さが求められる。

2. 栄養学教育モデル・コア・カリキュラムにおける食品衛生に関する記載

栄養学教育モデル・コア・カリキュラム¹⁾とは、特定非営利活動法人日本栄養改善学会が厚生労働省からの委託を受けて作成したものであり、栄養士養成における学修内容が明記されているものである。食品衛生に関する内容については「A-5. 栄養・食の質と安全管理」、「D-1. 食べ物と健康の関連の理解」のうち1-3) 食品の安全性、1-4) 病原性微生物、有害物質による食品の汚染とその防止、D-3. 給食と給食運営管理の理解」のうち1-5) 食品添加物、3-3) 給食施設における栄養管理と品質管理、3-5) 給食の生産・提供における衛生管理、3-6) 給食の生産管理、3-7) 給食施設における事故対策の基本に記載が見られる。

3. 栄養学科における食品衛生に関する取扱い

大阪国際大学短期大学部栄養学科では、食品衛生学については1年生後期の食品衛生学、食品衛生学実験にて学修するが、調理を行う際の衛生管理については入学後間もない前期の調理学実習Ⅰにて説明を受けて実践を行う。また、大量調理における衛生管理については、1年生後期の給食管理にて大量調理施設衛生管理マニュアル⁶⁾に基づき学修する。2年生では、前期の給食管理実習にて大量調理を行う際の衛生管理について実践的な衛生管理手法を学ぶ。

4. 食品衛生学実験における衛生管理に関する実験

食品衛生学実験は食品衛生学の学修内容について実験を通して理解を深め、かつ、実験手法を習得する科目である。衛生管理および食品汚染の原因となる微生物に関する内容については、これまで以下の実験を実施してきた。

- ①ルミテスターによる ATP 拭き取り法を用いた手洗いの完成度に関する実験
- ②拭き取り法による食品表面に付着する細菌に関する実験
- ③グラム染色法を用いた細菌の染め分けと顕微鏡観察

5. 食品汚染の原因となる汚れの“見える化”実験の必要性

I-3. 食中毒の定義とわが国における発生状況で述べたように、食中毒事件の病因物質として細菌が事件数、患者数ともに上位である。しかしながら、細菌は肉眼で見ることができない微生物である。微生物についてはこれまでの食品衛生学実験でも培養後のコロニー観察やグラム染色による顕微鏡観察を実施してきた。微生物に関する理化学実験として、検体の調製や培養操作、グラム染色法、顕微鏡操作は非常に重要な学修内容であるが、培養までに複数の実験操作や日数を必要とするため、細菌の存在をリアルタイム、かつ、ダイレクトに観察できないことが学生の微生物汚染に対する理解を難しくしてきた面があった。

他方、調理施設を含めた食品製造現場においては、一般的な衛生管理が必須のものである。一般的な衛生管理とは、日常的な汚染防止のための8分野の衛生管理からなる⁸⁾。これらの衛生管理には食品が接触する表面（器具、手袋、作業着を含む）の状態と清潔さについて記載がある。作業着からの汚染物質の混入防止として食品製造現場では一般的にエアシャワーや粘着ローラーを用いた衣服表面の汚れの除去が行われておりマニュアル化されている施設も多い。栄養学科2年次開講の給食管理実習においても粘着ローラーを用いた汚れ（付着物）の除去は実施されている。しかしながら、一般的に使用される粘着ローラーは粘着シートが白色であり、剥落した繊維や淡色の異物を認知することが難しい。そこで、本研究では、粘着シートが黒色のものを使用した。これにより除去された異物や汚れが観察しやすくなることで作業由来のリスクを分析することにつながり、マニュアルの形骸化を防ぐことができると考えられる。

Ⅲ. 本研究の目的

食品の安全性の確保は栄養士の業務において欠かすことのできないものである。栄養士養成課程における食品衛生学分野の講義、実験では正しい衛生管理を行うための知識および技術について学修する。しかしながら、食中毒や食品汚染を引き起こす病因・原因物質は肉眼では見えにくいものも多いことが衛生管理についての知識や技術習得を困難にすると考えられる。食品表面に付着する細菌および作業着表面の汚れについて“見える化”実験を新規に導入して学生への教育的効果について検討することを本研究の目的とした。

Ⅳ. 実験方法

1. “見える化”実験の内容

“見える化”実験として、以下の2つの実験の導入を検討した。

- 1 個人衛生の確認（衣服に付着した異物の検出）
- 2 携帯型微生物顕微鏡 mik-kin を用いた食品表面に付着する細菌のリアルタイム観察

2. “見える化”実験の実施方法

実験は2021年度食品衛生学実験全15回のうち、第11回～13回に実施した。第11回からは一般的な衛生管理および微生物に関する内容についての実験であり、新規に導入した2つの実験以外に以下の5つの実験も実施した。

- ・ ATP 拭き取り法による手洗いに関する実験
- ・ ATP 拭き取り法による調理器具（包丁・まな板）の汚染と洗浄に関する実験
- ・ 市販の生鮮食品に付着している微生物の検出
- ・ 細菌のグラム染色
- ・ 迅速検査法によるカンピロバクターの検出

実験① 個人衛生の確認（衣服に付着した異物の検出）

【実験器具】

粘着ローラー（粘着シートが黒色のもの）、虫眼鏡

【実験方法】

- 1) 首まわりから白衣の裾部分まで全身を粘着ローラーにて埃や付着物を除去する。
- 2) 粘着テープを剥がして、虫眼鏡を用いて付着物を観察する。
- 3) 粘着テープの状態を撮影して記録として保存する。

粘着ローラーの使い方について図1に、実験の様子を図2に示す。

実験② 携帯型微生物観察器 mik-kin を用いた食品表面に付着する細菌のリアルタイム観察

【検体】

市販の生鮮食品

粘着ローラーの使い方



図1 粘着ローラーの使い方
(株式会社折兼ホームページより転載)

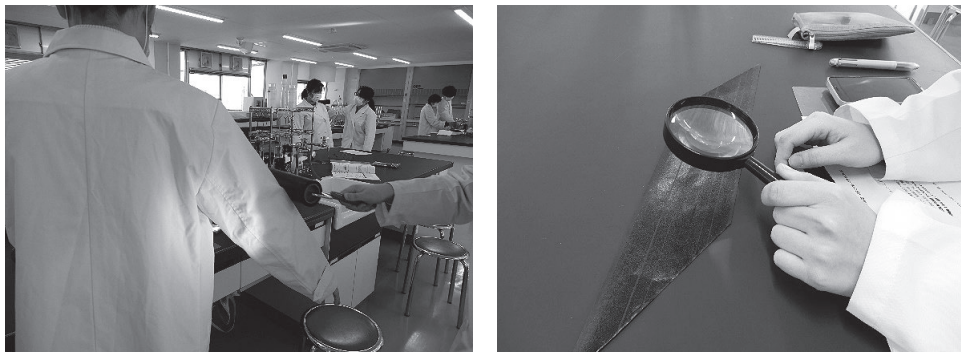


図2 粘着ローラーを用いた白衣表面の付着物の除去および観察の様子

【実験器具】

株式会社 mil-kin 社製携帯型微生物観察器 mik-kin (以下 mil-kin)、株式会社エルメックス社製 拭き取り用スワブ、滅菌済み拭き取り棒、レンズ清浄用酒精綿

【実験方法】

- 1) 拭き取り枠内の検体の表面（10 cm 四方、すなわち 100 cm²）を拭き取り用スワブでまんべんなく拭き取る
 - 2) スワブをボトルに戻し、キャップを確実に閉めたのちボトルを 10 秒間振り子状に振り、これを検液とする。
 - 3) 検液を拭き取りスワブの綿球を用いて mil-kin の試料ステージ上に薄く塗布する。
 - 4) 学生個人所有のスマートフォンのカメラ部分をスマートフォン用スタンドに載せ、レンズを調節穴に合わせる。
 - 5) 画像のピントを調節し、写真を撮る。
 - 6) 得られた画像から確認できる細菌をスケッチする。
- スマートフォンのカメラを用いた観察風景を図 3 に示す。

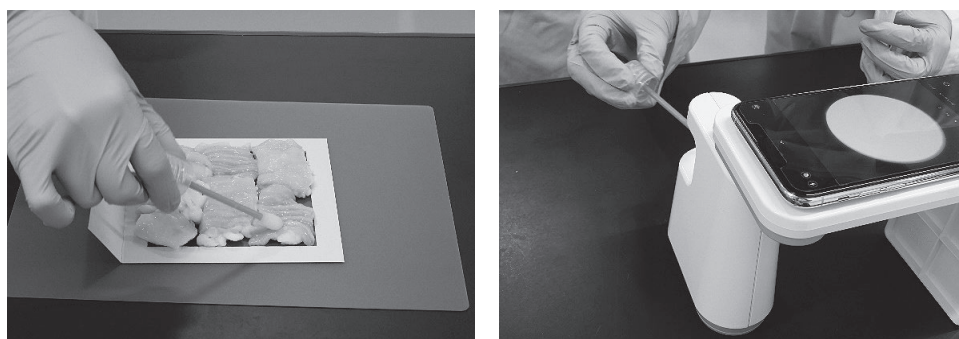


図 3 携帯型微生物観察器 mik-kin による生鮮食品表面の細菌の観察の様子

3. “見える化実験” 導入が与える教育効果への検討

上述の 2 つの新規実験が与える教育効果を検討するために、アンケート調査を行った。

3.1 アンケートの概要

アンケートの実施概要は以下のとおりである。

- ①対象：2021 年度食品衛生学実験履修者
- ②実施日：食品衛生学実験全 15 回終了後
- ③実施方法：Google Forms による実施
- ④回答数：30 名

3.2 アンケートの質問項目

質問項目は以下の通りである。なお、Q3、Q4 では第 11 回から 13 回の衛生管理および微生物に関する実験全てを選択肢とした。

Q1 衣服の付着物を見る実験では、黒色の粘着シートを使用しました。

通常の白色のシートと比較して、どのような印象を持ちましたか？

Q2 黒色の粘着シートを用いた衣服の付着物を見る実験の結果を見てどのような感想を持ちましたか？

Q3 第11～13回の実験の中で一番興味深かったものを1つ選んでください。

Q4 第11～13回の実験の中で、微生物や目には見えない汚れなど可視化できたと思うものを全て選んでください。(複数選択可)

V. 結果および考察

1. アンケート結果にみる“見える化”実験が与える教育効果

1.1 「Q1 衣服の付着物を見る実験では、黒色の粘着シートを使用しました。通常の白色のシートと比較して、どのような印象を持ちましたか？」

表1 Q1 衣服の付着物を見る実験では、黒色の粘着シートを使用しました。通常の白色のシートと比較して、どのような印象を持ちましたか？

選択肢	回答数 (人)	割合 (%)
白色と比較して付着物が見えやすかった	28	93.3
白色のものと変わらない	1	3.3
白色のものより見えにくかった	1	3.3

アンケートの結果を表1に示す。93.3% (28人) が粘着シートを黒色にすることで付着物がみえやすいと回答した。これにより、付着物を観察するには、粘着シートの色が大きく関与していることが示唆された。

1.2 「Q2 黒色の粘着シートを用いた衣服の付着物を見る実験の結果を見てどのような感想を持ちましたか？」

表2 Q2 黒色の粘着シートを用いた衣服の付着物を見る実験の結果を見てどのような感想を持ちましたか？また、この結果を今後どのように生かしたいですか？

回答	回答数 (人)	割合 (%)
思っていた以上に埃などが付着していることに驚いた	22	73.3
今後は洗濯した白衣でも粘着ローラーで汚れを除去してから実習などに臨みたいと思う	11	36.7
黒色の粘着シートにしたことにより、汚れが気づきやすくなった	4	10.8

回答結果を表2に示す。なお、回答人数は回答内容が同じものをまとめて集計した。約70%の学生が付着物の多さに驚いたと回答した。また、今回の実験を通じて一見して清浄に見える白衣でも付着物が多いことから、今後は実習の際に粘着ローラーかけを実践したいと回答する学生も約40%にのぼった。

1.3「Q3 第11～13回の実験の中で一番興味深かったものを1つ選んでください。」

表3 Q3 第11～13回の実験の中で一番興味深かったものを1つ選んでください。

実験名	回答数 (人)	割合 (%)
粘着ローラーによる衣服の付着物の実験	4	13.3
ATP拭き取り法による手洗いに関する実験	11	36.7
ATP拭き取り法による調理器具（包丁・まな板）の汚染と洗浄に関する実験	8	26.7
市販の生鮮食品に付着している微生物の検出	4	13.3
迅速検査法によるカンピロバクターの検出	2	6.7
細菌のグラム染色	1	3.3
簡易顕微鏡（mil-kin）による微生物の観察	0	0.0

回答結果を表3に示す。アンケートより、興味深かった実験としてATP拭き取り法による手洗いおよび調理器具の洗浄度を挙げる学生が多かった。この理由として、手洗いについては未洗浄時、洗浄後と数値の比較を行いやすこと、調理器具などの身近なものの測定によるためと考えられる。

1.4 「Q3 第 11～13 回の実験の中で、微生物や目には見えない汚れなど可視化できたと思うものを全て選んでください。(複数選択可)

表 4 第 11～13 回の実験の中で、微生物や目には見えない汚れなど可視化できたと思うものを全て選んでください。(複数選択可)

実験名	回答数 (人)	割合 (%)
ATP拭き取り法による手洗いに関する実験	18	60.0
市販の生鮮食品に付着している微生物の検出	18	60.0
粘着ローラーによる衣服の付着物の実験	17	56.7
ATP拭き取り法による調理器具(包丁・まな板)の汚染と洗浄に関する実験	16	53.3
簡易顕微鏡(mil-kin)による微生物の観察	15	50.0
細菌のグラム染色	12	40.0
迅速検査法によるカンピロバクターの検出	11	36.7
可視化できたと思う実験は1つもない	1	3.3

回答結果を表 4 に示す。粘着ローラーによる衣服の付着物の実験では約 60%、mil-kin による微生物の観察では 50% の学生が可視化できたと回答した。先述の Q3 では mil-kin による微生物の観察について興味深いと回答する学生はいなかったが、食品に付着している細菌をダイレクトに観察でき、目には見えない微生物を“見える化”する点については半数の学生が評価していると考えられる。

VI. まとめ

本研究では栄養士養成課程における食品衛生分野の学修のうち、食中毒および食品汚染となる原因物質の“見える化”実験について検討した。粘着ローラーを用いた衣服表面の付着物の除去については、一般的な衛生管理として必須のものであるが、粘着シートを黒色にすることで付着物の観察が容易になることが示唆された。また、粘着シートを観察することは、学生にとって病因物質の由来を知ることができ、粘着ローラーがけの工程の形骸化を防ぎ、清浄な白衣(作業着)の取り扱いにつながることを期待される。

携帯型微生物観察器 mik-kin による細菌の観察では、通常の光学顕微鏡による観察に必要なプレパラートの調製の必要がないこと、食品表面を拭き取りから短時間で観察が可能であり、その画像(または動画)をスマートフォンで撮影できることから、学生にとって細菌などの微生物を身近に感じられたと考えられる。

先述のように、2021 年 6 月より HACCP または HACCP の考え方を取り入れた衛生管理が全ての食品事業者に義務化された。実践力を兼ね備えた栄養士を養成する中で、学生の

HACCP および科学的根拠に基づいた食品衛生への理解と衛生管理の技術習得は欠かすことができない。しかし、食中毒を引き起こす病因物質の多くが肉眼で見ることができないものであることが理解を難しくし、衛生管理を形骸化させると考えられる。食品衛生学の学修内容を定着するためにも、今後も“見える化”実験を構築して教育的効果について検討を続けていきたいと考えている。

謝辞

本研究は大阪国際大学・短期大学部特別研究費の助成を受けた研究「栄養士養成課程における科目横断的な食品衛生教育プログラムの構築と教育的効果の検討」（2021年度、研究課題番号：8）で得られた成果の一部である。

引用・参考文献

- 1) 平成 30 年度管理栄養士専門分野別人材育成事業「教育養成領域での人材育成」, 栄養士養成のための栄養学教育モデル・コア・カリキュラム, 2019
- 2) 改訂新版 HACCP 導入と運用の基本－「Codex 食品衛生の一般原則」2020 年改訂対応－: 公益社団法人日本食品衛生協会, 2021 年
- 3) 公益財団法人日本食肉消費総合センター (オンライン), 入手先 <<http://www.jmi.or.jp/>>, (参照 2022-12-1)
- 4) 厚生労働省「食中毒統計資料」, 入手先 <<https://www.mhlw.go.jp/index.html>>, (参照 2022-12-1)
- 5) 厚生労働省「食品製造における HACCP 入門のための手引書 [大量調理施設における食品の調理編]」, 入手先 <<https://www.mhlw.go.jp/index.html>>, (参照 2022-12-1)
- 6) 厚生労働省「大量調理施設衛生管理マニュアル」, 入手先 <<https://www.mhlw.go.jp/index.html>>, (参照 2022-12-1)
- 7) 田崎達明. 栄養科学イラストレイテッド: 食品衛生学. 羊土社, 2022 年
- 8) 豊福肇. Codex 食品衛生の一般原則 2020 - 対訳と解説 -: 公益社団法人日本食品衛生協会, 2021 年

