

6 評価事例

評価事例の概要の目次

(1) 評価事例の代表例の概要

i 半定量的リスク評価の事例

【タイトル】：半定量的水産食品安全リスク評価

(Semi-quantitative seafood safety risk assessment)

【著者】：Sumner J, Ross T

【出典】：International Journal of Food Microbiology, 77 (2002), 55– 59

ii 定量的リスク評価の事例

(i) 定量的リスク評価の事例①

【タイトル】：鶏卵及び肉用鶏の肉におけるサルモネラ属菌のリス
ク評価

(Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens)

【実施機関】：FAO/WHO

【出典】：Microbiological Risk Assessment Series 2, 2002

(ii) 定量的リスク評価の事例②

【タイトル】：セネガル、ダカールの家庭で調理された鶏肉の食事によるカン
ピロバクター感染症及びサルモネラ感染症のリスク評価

(Risk Assessment of campylobacteriosis and Salmonellosis
Linked to Chicken Meals Prepared in Households in Dakar,
Senegal)

【著者】：Pouillot R, Garin B, Ravaonindrina N, Diop K, Mahery
Ratsitorahina M, Ramanantsoa D, Rocourt J

【出典】：Risk Analysis, Vol. 32, No. 10, 2012

(iii) 定量的リスク評価の事例③

【タイトル】：タイ南部の Bloody clam 中の腸炎ビブリオのリスク評価のため
の定量的モデリング

(Quantitative modeling for risk assessment of *Vibrio
parahaemolyticus* in bloody clams in southern Thailand)

1 【著者】： Yamamoto A, Iwahori J, Vuddhakul V, Charernjiratragul W, Vose
2 D, Osaka K, Shigematsu M, Toyofuku H, Yamamoto S, Mitsuaki
3 Nishibuchi M, Kasuga F

4 【出典】： International Journal of Food Microbiology 124 (2008) 70–78

5
6 (iv) 定量的リスク評価の事例④

7 【タイトル】： 一次生産段階における肉用鶏中のカンピロバクターのコントロ
8 ールに関する情報の更新及びレビュー

9 (Update and review of control for *Campylobacter* in broiler at
10 primary production)

11 【実施期間】： 欧州食品安全機関 (EFSA)

12 【出典】： EFSA Journal. 2020. 18(4): 6090

13
14 (v) 定量的リスク評価 (確率論的リスク評価事例) ⑤

15 【タイトル】： 鶏肉のカンピロバクター汚染に関する知識の更新及びフランス
16 のフードチェーンの異なるステージにおける介入措置の影響の
17 評価

18 (State of Knowledge Relating to the Contamination of Broilers
19 with *Ca*(pylobacter and Assessment of the Impact of
20 Interventions at Different Stages of the Food Chain in
21 France)

22 【実施機関】： フランス食品環境労働衛生安全庁 (ANSES: Agence nationale
23 de s écurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et
24 du travail) .

25 【出典】： Collective Expert Appraisal Report; Anses: Fougères, France,
26 2018:1-81

27
28 (vi) 定量的リスク評価事例⑥

29 【タイトル】： 食鳥処理での介入を評価するための肉用鶏のカンピロバクター
30 の定量的微生物リスク評価モデル

31 (A quantitative microbial risk assessment model of
32 *Campylobacter* in broiler chickens: Evaluating processing
33 interventions.)

34 【著者】： Dogan OB, Clarke J, Mattos F, Wang B (University of Nebraska-
35 Lincoln, U.S.A.)

36 【出典】： Food Control 2019; 100: 97-110

1
2 (vii) 定量的リスク評価事例⑦

3 【タイトル】：生の鶏肉の取扱い中における交差汚染に関連した人のカンピロ
4 バクター感染症：オーストラリアにおける介入のシナリオ解析
5 をガイドするための定量的リスク評価の適用

6 (Human campylobacteriosis related to cross-contamination
7 during handling of raw chicken meat: Application of
8 quantitative risk assessment to guide intervention scenarios
9 analysis in the Australian context)

10 【著者】：Habib I, Coles J, Fallows M, Goodchild S

11 【出典】：International Journal of Food Microbiology 2020; 332(2):108775
12

13 **iii リスク管理の新しい数的指標を用いた定量的リスク評価の事例**

14 【タイトル】：食品安全委員会：微生物・ウイルス評価書 生食用食肉（牛肉）
15 における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌。

16 【実施機関】：内閣府食品安全委員会

17 【公表時期】：2011年8月
18

19 **iv 食品安全委員会が自ら評価を行う定量的リスク評価事例**

20 【タイトル】：食品安全委員会：鶏肉中のカンピロバクター・ジェジュニ/コリ

21 【実施機関】：内閣府食品安全委員会

22 【公表時期】：2009年6月
23

24 **(2) 評価事例の一覧**
25
26

1 (1) 代表例の概要

2 i 半定量的リスク評価の事例

3 【タイトル】：半定量的水産食品安全リスク評価

4 (Semi-quantitative seafood safety risk assessment)

5 【著者】：Sumner J, Ross T

6 【出典】：International Journal of Food Microbiology, 77 (2002), 55– 59

7
8 【概要】

9 オーストラリアの研究チームにより、半定量的リスク評価の一部として、10
10 の海産品（シーフード）におけるハザード/製品の組合せについて、“Risk
11 Ranger”というリスク評価ツールを使用し、リスクランキング（以下「RR」とす
12 る。）を作成した。このツールは表計算シート（スプレッドシート）ソフトウェ
13 ア形式であり、リスク推定の結果を提供する。リスクは0から100の数値で表
14 され、0はリスクがないことを表し、100はすべての食事に致死量のハザードを
15 含むことを意味する。このランキングに基づいて、オーストラリアのシーフード
16 は3つのリスクカテゴリーに分類された。

17 ランクが32未満のハザード/製品の組合せには、水銀中毒（相対リスク=24）、
18 缶詰の魚のボツリヌス菌（RR=25）、真空包装された冷燻製魚（RR=28）のボ
19 ツリヌス菌、寿司/刺身の寄生虫（RR=31）、汚染されていない海域の貝類（RR
20 =31）、輸入された調理済エビの腸内細菌（一般的なオーストラリアの国民）（RR
21 =31）、および管理された水域のバイオトキシン（RR=31）が含まれた。上記
22 のいずれのハザード/製品の組合せも、オーストラリアにおいて食中毒の事例は
23 記録されていない。

24 ランキング 32~48 のハザード/製品の組合せには、調理されたエビの腸炎ビブ
25 リオ（*Vibrio parahaemolyticus*）（RR=37）、調理されたエビのコレラ菌（*Vibrio*
26 *cholerae*）（RR=37）、冷燻製シーフードのリステリア（RR=39）、スコンブロ
27 トキシン¹³（RR=40）、カキの *Vibrio vulnificus*（RR=41）、一般的なオース
28 トラリアの人におけるシガテラ魚（RR=45）、感受性集団（高齢者、妊婦等）
29 （RR=45）と非常に感受性の高い集団（HIV感染患者、がん患者）（RR=47）
30 における *Listeria monocytogenes*、感受性の高い消費者が食べる調理済エビ中
31 の腸内細菌（RR=48）が含まれた。このカテゴリーのほとんどすべてのハザ

13 スコンブロトキシン（scombrotoxin）は、サバ科（scombroid）の魚を喫食することにより発生する食中毒は、Scombroid fish poisoning と呼ばれ、ヒスタミンを含め原因物質の総称として呼ばれることもある。（参照：農林水産省：食品安全に関するリスクプロファイルシート（検討会用）（化学物質）2021年12月5日 更新版）

1 ド/製品の組合せは、オーストラリアでの食中毒の発生が報告されていた。
 2 ランキングが 48 を超えるハザード/製品の組合せには、影響を受けやすい海域
 3 (サンゴ礁エリア) での遊漁釣りでのシガテラ魚 (RR = 60)、汚染された水域
 4 由来の貝類のウイルス (RR = 67)、制御されていない水域における有毒藻類事
 5 案 (RR = 72) が含まれた。このカテゴリーでは貝類に含まれるウイルスと生物
 6 毒素、オーストラリアの温水の沿岸地域で蔓延しているシガテラ中毒など、重大
 7 な (> 100 件の) 食中毒の発生が報告されていた。

8

9 **【結果】**

10 Risk Ranger (Excel を用いたスプレッドシートモデル) を用いた半定量的リ
 11 スク評価の結果は以下の表のとおり。なお、相対リスクの差6が絶対リスクでは
 12 10 倍のリスクの違いとなる。表 1 3 (Table 2) に示すように、ハザード/食品(製
 13 品)と対象集団 (Selected population) をリスクに応じてランク付け (Risk
 14 ranking) した (0=リスクなし、100=死亡)。

15

16 **表 13. リスクランキング**

Table 2
Risk rankings of hazard/product pairings of significance for the Australian seafood industry

Hazard/product pairing	Selected population	Risk ranking
Ciguatera in reef fish	General Australian population	45
Ciguatera in reef fish	Recreational fishers, Queensland	60
Scombrototoxicosis	General Australian population	40
Algal biotoxin in shellfish-controlled waters	General Australian population	31
Algal biotoxin—during an algal bloom	Recreational gatherers	72
Mercury in predaceous fish	General Australian population	24
Viruses in oysters—contaminated waters	General Australian population	67
Viruses in oysters—uncontaminated waters	General Australian population	31
<i>V. parahaemolyticus</i> in cooked prawns	General Australian population	37
<i>V. cholerae</i> in cooked prawns	General Australian population	37
<i>V. vulnificus</i> in oysters	General Australian population	41
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	General Australian population	39
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	Susceptible (aged, pregnant, etc.)	45
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	Extremely susceptible (AIDS, cancer)	47
<i>C. botulinum</i> in canned fish	General Australian population	25
<i>C. botulinum</i> in vacuum packed smoked fish	General Australian population	28
Parasites in sushi/sashimi	General Australian population	31
Enteric bacteria in imported cooked shrimp	General Australian population	31
Enteric bacteria in imported cooked shrimp	Susceptible (aged, pregnant, etc.)	48

17

18

(Sumner J, Ross T (2002) から引用。)

19

【結論】

20 このリスク特性解析のモデルにより、迅速に、おおまかなリスクを推定すること
 21 が可能となり、リスク管理者がハザード/製品の組み合わせについて、より集中
 22 的にリスク評価研究を行うべき優先順位をつけることができる。また、タイムリ
 23 ーに “what if” シナリオに対応でき、リスク管理者及び関係者にとって有益で
 24 あると考えられる。

25

ii 定量的リスク評価の事例

(i) 定量的リスク評価の事例①

【タイトル】：鶏卵及び肉用鶏(ブロイラー)肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価

(Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens)

【実施機関】：FAO/WHO

【出典】：Microbiological Risk Assessment Series 2. 2002

【概要】

FAO/WHO は、加盟国と合同食品規格委員会の両方から鶏卵及び肉用鶏におけるサルモネラ属菌のリスク評価に係る専門家の助言を求められたことから、鶏卵及び肉用鶏の肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価を行った。本評価は、

・鶏卵および肉用鶏の鶏肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価に関する現在(2000年当時)入手可能な全情報に関する文書を作成すること、問題に完全に対処するために現在入手できるデータのどこが不足し、どのようなことを補わなければならないかを明確にすること。

・リスク評価の枠組みとモデル例を作成すること。

・リスク評価を通じ、鶏卵および肉用鶏の鶏肉のサルモネラ属菌に関連する問題に対処するためのいくつかのリスク管理(介入)措置の効果を検討すること。を目的とし、リスク管理機関の意思決定の助けとなる情報を提供するものとして、ハザードの特定、ハザードの特性評価、ばく露評価及びリスクの判定という、リスク評価の4つの段階を含み評価を行った。

この「鶏卵及び肉用鶏におけるサルモネラのリスク評価書」では、ベータポアソンモデル(方程式)に、日本の食中毒調査(国内の食中毒事例において摂取菌量が推定できた事例データ)等のデータを用いて、以下の図19に示す用量反応曲線が作成された。

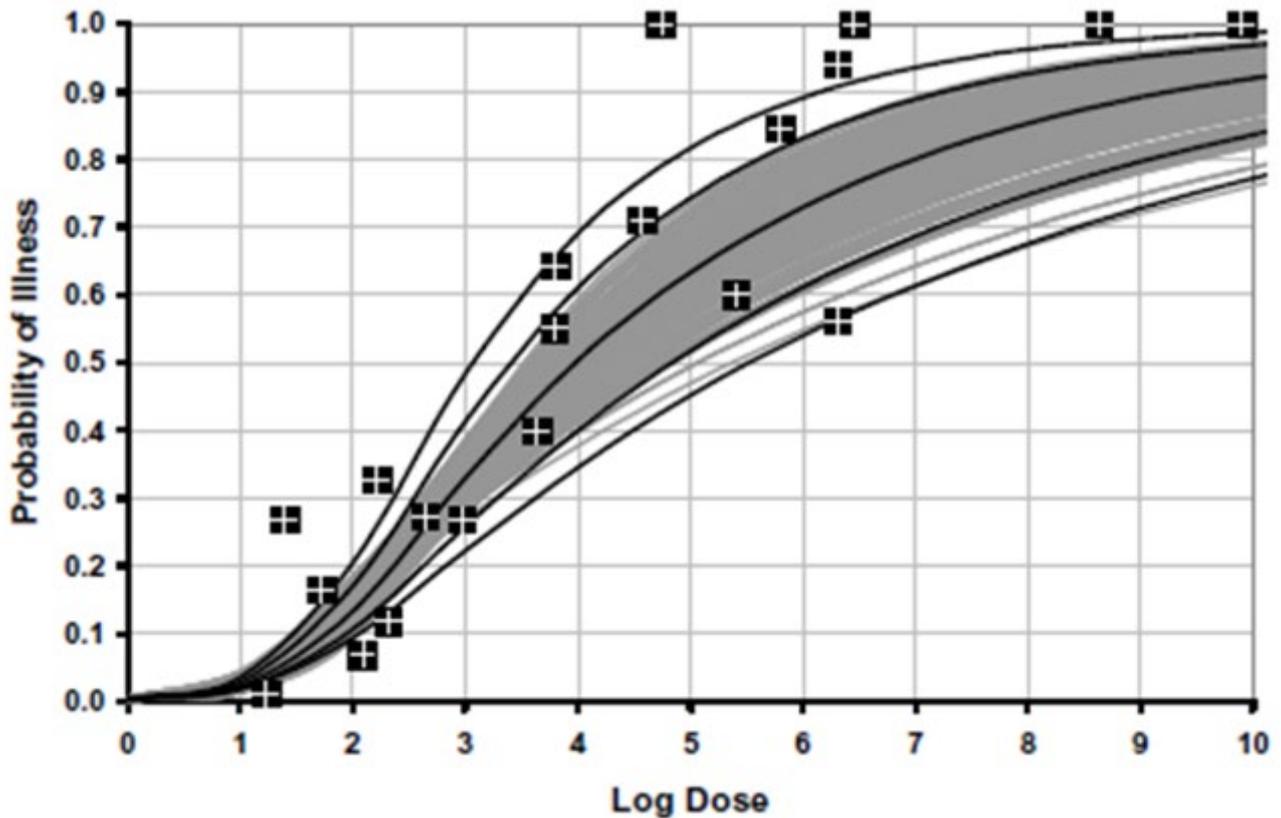
なお、FAO/WHO では、このようなサルモネラ等の侵襲性病原体の用量反応関係については、生物学的な閾値が存在しないという広く受け入れられた仮定を採用している。

以下では、卵のリスク評価に絞って紹介する。

ア. ハザードの特性評価

日本の食中毒調査データに基づき、用量反応曲線の作成が作成された。上限(Upper bounder)、下限(lower bounder)、2.5パーセンタイル、95パーセンタイル及び期待値が示されている。期待値(Expected value)のベータポア

- 1 ソンモデルの α 、 β 値は 0.1324、
- 2 51.45 であった。



3

4 図 19. サルモネラの用量反応曲線

5

6 ※図 19 の用量反応曲線の横軸は摂取量 (Log Dose)、縦軸は発症確率を示している。曲線

7

8 は上から上限、95 percentile、expected value、2.5 percentile、及び下限の順に示してある。

9

10 ●は食中毒調査結果に基づくデータで、低～中程度の摂取量でモデルによく当てはまっている。

11

12 イ. ばく露評価

13

14 ばく露評価で生産 (鶏卵農場) から流通 (GP センター、問屋、市場、量販店、小売店) さらに直接調理消費と割卵工場での加工後の調理消費をモデル化し、各段階での黒字で記載したデータをインプットした。

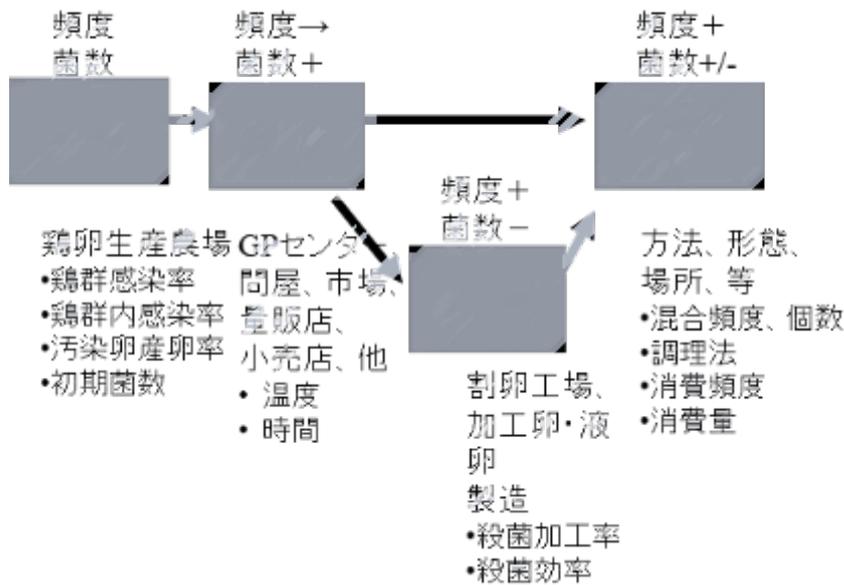


図 20. 生産（鶏卵農場）、流通（GP センター、問屋、市場、量販店、小売店）及び調理・消費までの経路と割卵工場での加工後の調理・消費までの経路モデル
 (Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用、作成。)

ウ. リスクの判定

ハザード特性評価とばく露評価を組み合わせ、リスクの判定を行った結果、鶏群の汚染率が5%で、卵の保管中の時間と温度のシナリオが reduced (温度低く、保管期間も短いシナリオ) で最も低く 0.00002%(喫食機会 1 千万回あたり患者 2 名)、逆に鶏群汚染率が 50%で、卵の保管中の時間と温度のシナリオが elevated (温度が高く、保管期間も長いシナリオ) で最も高く 0.00045%(喫食機会 100 万回あたり患者 4.5 名)であった。リスクの変化は鶏群の汚染率にほぼ比例し、ベースラインで見た場合汚染率 5%から 25% (5 倍) でリスクは 0.00002%から 0.00012%とほぼ 5 倍上昇、5%から 50% (10 倍) で、リスクは 0.00002%から 0.00024%とほぼ 10 倍上昇していた。

表 14 (Table 5.1) では、採卵鶏の群の有病率 (Flock prevalence) を 5%、25%、50%とした時、時間と管理温度を同じ管理下としたシナリオを仮定すると最低予測値 (5%の有病率) では喫食機会 100 万回あたり患者 0.2 名 (Time-temperature scenarios の Reduced の部分 : 0.00002%)、最高予測値 (50%の有病率) で同 100 万回あたり患者 4.5 名 (Time-temperature scenarios の Elevated の部分 : 0.00045%) となる。

表 14. 予測発症確率

Table 5.1. Predicted probabilities of illness per egg serving based on different flock prevalence settings and different egg storage time and temperature scenarios.

Flock prevalence	Time-temperature scenarios		
	Reduced	Baseline	Elevated
5%	0.00002%	0.00002%	0.00004%
25%	0.00009%	0.00012%	0.00022%
50%	0.00017%	0.00024%	0.00045%

(Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用。)

汚染卵中の SE (*Salmonella Enteritidis*) が卵当たり 1, 10 又は 100 個と仮定した場合、汚染率が 5% の場合、卵の初期菌数が 1, 10, 100 個いずれであっても、1 回の喫食当たりのリスクは 1 千万回当たり 2 名であった。汚染率が 25% と 50% では初期菌数の影響が表れ、初期菌数が 1 から 100 個に増えると、喫食回数あたりのリスクは 1 千万回の喫食当たり、8 名から 10 名に増加する。初期菌数が 1 log 変化しても、感染のリスクの変化は 1 log 未満であった。

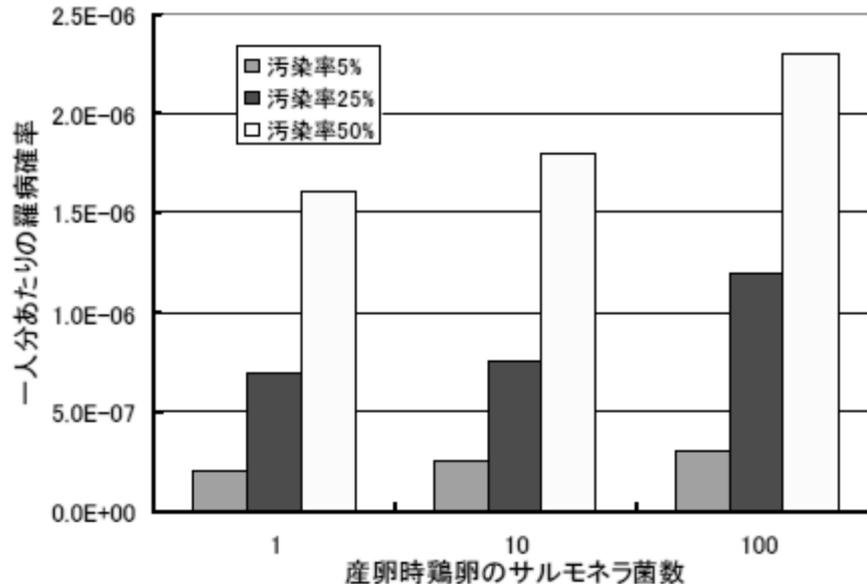


図 21. 汚染卵内の菌数と鶏群の汚染率と発症確率の関係。

※汚染卵中の SE の菌数が卵当たり 1, 10, または 100 個と仮定したときの、鶏群汚染率ごとの喫食回数あたりの感染確率の予測。3つの鶏群の汚染率を想定した。卵の保管時間と温度はベースラインシナリオ条件と仮定。

※図 21 (Fig5.6) では、横軸の数字は卵 1 個当たりの初期の *S. Enteritidis* の数を、棒

- 1 グラフは各群の汚染率を 5%、25%、50%とした時の結果を示している。縦軸は発症確率で、
- 2 喫食回数当たりのリスクを意味している。

3 (Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用、作成。)

4

1 (ii) 定量的リスク評価の事例②

2 【タイトル】：セネガル、ダカールの家庭で調理された鶏肉の食事によるカン
3 ピロバクター感染症及びサルモネラ感染症のリスク評価4 (Risk Assessment of campylobacteriosis and Salmonellosis
5 Linked to Chicken Meals Prepared in Households in Dakar,
6 Senegal)7 【著者】： Pouillot R, Garin B, Ravaonindrina N, Diop K, Mahery
8 Ratsitorahina M, Ramanantsoa D, Rocourt J9 【出典】： Risk Analysis, Vol. 32, No. 10, 201210
11 **【概要】**12 セネガルのダカールの家庭で、調理された鶏肉の食事に関連するサルモネラ
13 及びカンピロバクター感染症のリスクを説明するために、定量的な微生物学的
14 リスク評価モデルを使用した。モデルは、ダカール市場で購入した鶏の首の皮膚
15 の細菌による汚染率や菌数、鶏肉購入から消費までの時間と温度のプロファイ
16 ル、家庭のキッチンにおける食事準備の観察調査及び台所用品と調理者の手の
17 病原体の検出と菌数測定など、この研究のために特別に収集されたデータを使
18 用して構築された。19 鶏肉を完全に加熱すると、鶏肉に存在するすべての細菌が調理過程で死滅す
20 るが、調理済みの鶏肉あるいは台所用品又は調理者の手を介した相互汚染は、高
21 い頻度での病原体の摂取につながった。また、調理前後での室温保管の間にサル
22 モネラ属菌の著しい増殖が予想された。これらの高いばく露がダカールの家庭
23 におけるカンピロバクター感染症及びまたはサルモネラ感染症に関連していた。
24 摂取された細菌数とリスクを著しく下げることが、食鳥処理場において鶏肉の
25 汚染率を減らすこと、又はキッチンでの簡単な衛生対策により達成できる。セネ
26 ガルの食品取扱者の衛生教育を強化する緊急の必要性がある。

【モデルアプローチ】

下図の左端 (Stage 0: 食鳥処理場) から右端まで (消費されるまで) の過程で、6つのステップ (①食鳥処理場、②処理場から家庭への輸送、③家庭での加熱前、④加熱、⑤加熱後の保管、⑥喫食) で構築されていた。

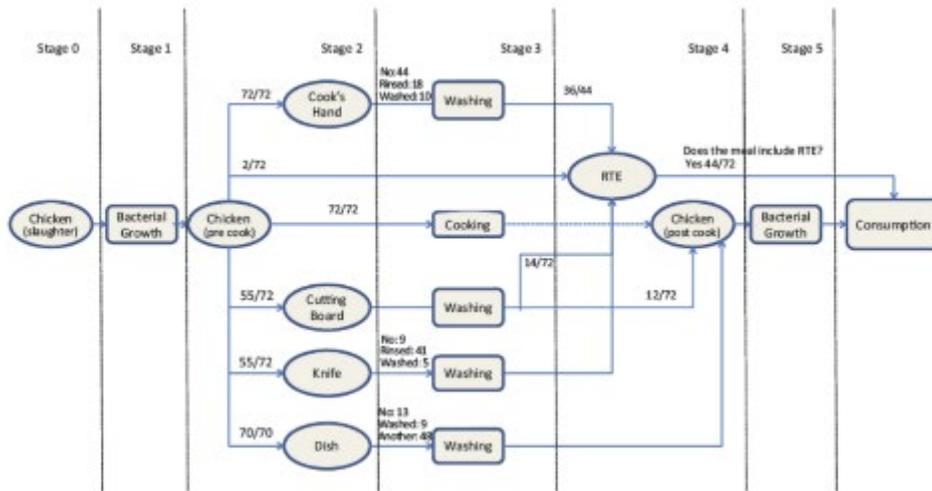


Fig. 1. Model diagram of the quantitative exposure assessment for *Campylobacter* and *Salmonella* in Dakar households.

図 22. (Fig. 1) ダカールの家庭でのカンピロバクター及びサルモネラ属菌の定量的ばく露評価のモデル図

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

【結果】

①初期汚染分布

カンピロバクター：鶏の汚染率は常に 100%で、対数正規分布でと体サンプル当たり、平均が $-0.281 \log_{10}$ で SD が $2.66 \log_{10}$ であった。

サルモネラ：最適なモデルは zeroinflated 対数正規分布であった。鶏の汚染率は 78.0%と推定された。汚染された鶏での菌数は対数正規分布で、平均 $1.91 \log_{10}$ CFU/サンプルで、SD は $1.15 \log_{10}$ CFU/サンプルと推定された。

②温度と時間のプロファイル及び加熱の効果

Fig. 2 は研究で観察された、4つの典型的な時間と温度のプロファイルを示している。加熱調理前のステップ、すなわち鶏肉の購入から加熱までの時間は通常長く(平均: 4 時間 17 分, SD: 1 時間 52 分)、その間、鶏肉は室温で保管されていた(平均 $29.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$; Table II)。平均的な加熱調理ステップの時間も長

1 かった (平均 75°C ; Table II)。加熱調理ステップでは、鶏肉に挿入した記録
 2 計が示した温度は極めて高く平均 93°Cであった。この長時間の高温加熱の組
 3 み合わせにより、理論的には加熱工程では平均 $10^7 \log_{10}$ 、中央値で 3×10^4
 4 \log_{10} の菌数低減効果が考えられた。冷却工程は通常短く、しかし時には2時
 5 間以上で、その間の平均温度はおおよそ 35°Cであった。最後に、加熱後、消
 6 費前の保管ステップは非常にバラツキがあり、6分から9時間36分までであ
 7 った。加熱済の鶏肉は冷蔵庫または冷凍庫で保管されることはなく、この段階
 8 で最低温度は 17.5 °C、平均温度は 32°Cであった。

9 (Table II に観察された 72 事例のデータをまとめて示している。)

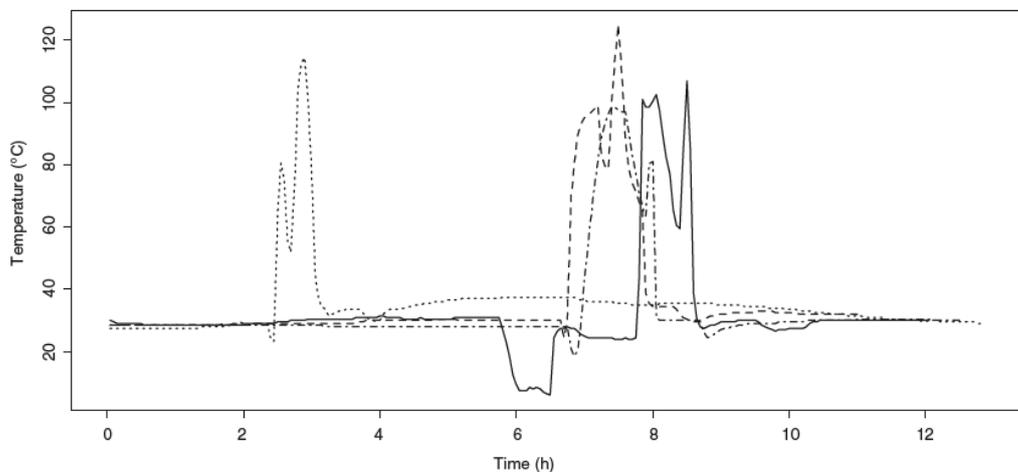


Fig. 2. Four examples of time-temperature profiles. Note the generally high temperature of storage and the extremely high temperature of cooking.

10 **図 23 (Fig 2) では、本論文における 72 例の報告における温度及び時間**
 11 **※典型的な 4 例分の「購入」から「喫食」までの時間経過 (横軸: Time (h)) と温度 (縦軸:**
 12 **Temperature (°C)) を示している。(Pouillot R et al. (2012)から引用。)**

13 **表 15. (Table II) 72 例の 4 ステージの各時間の平均値及び中央値**

Stage		Mean of the 72 Records	Median of the 72 Records
Precooking	Duration	4 hours 17 minutes	4 hours 21 minutes
	Average temperature (°C)	29.3	29.7
	SD temperature ^a (°C)	2.78	2.56
Cooking	Duration	51 minutes	51 minutes
	Average temperature (°C)	75	78
	SD temperature (°C)	14.0	14.3
	Log ₁₀ reduction	10 ⁷	3 × 10 ⁴
Cooling	Duration	17 minutes	12 minutes
	Average temperature (°C)	35	35
	SD temperature (°C)	4.0	3.5
Storage	Duration (minutes)	3 hours 40 minutes	3 hours 30 minutes
	Average temperature (°C)	30	30
	SD temperature (°C)	1.14	0.8

Table II. Time-Temperature Profiles Observed from Chicken Purchase in the Market to Consumption, 72 Records, Dakar (Senegal)

^aThe SD refers to the standard deviation of the varying temperature during the considered period.

1
2 表 15 (Table II.) では、本論文における 72 例の 4 ステージ分の (料理前時
3 間 : Precooking、料理時間 : Cooking、冷却時間 : Cooling、喫食前の保管時間 :
4 Storage) の平均値、中央値を示している。

5 (Pouillot R et al. (2012)から引用。)

6 7 ③鶏肉の食事に関連する調査

8 鶏肉の食事に関連する調査では、台所で起こり得る交差汚染の可能性が指摘
9 された。例えば、55 人の調理人が鶏肉を加熱したと申告していたが、9 人が
10 使用前にまな板ナイフを洗浄もリンスもしたことがないと回答し、36 人はす
11 すぐだけ、5 人が洗浄だけ、5 人が洗剤で洗うと回答した。喫食の前後での温
12 度の不適切な管理が明らかとなった。

13 表 16 (Table III) では、本論文で評価された 72 人分の鶏肉の食事に関連
14 する質問とその回答。質問はキッチンでの交差汚染に関して、細菌の増殖可
15 能性に関して、及び食事の人数に関する質問と、具体的な回答が示されて
16 いる。

1 表 16. (Table III) : 本論文で評価された 72 人分の鶏肉の食事に関連する質問
2 とその回答

Table III. Selected Results of the Questionnaire on Meal Preparation Completed by 72 Volunteers, Dakar, Senegal

Questions on Potential Cross-Contamination in the Kitchen		
Was the raw chicken in contact with uncooked or ready-to-eat food during its transport from the market to the house, or during its storage?	Yes	2
	No	70
Does the meal include uncooked, or already cooked and not recooked (ready-to-eat, RTE) food?	Yes	44
	No	28
If yes: what is the order of preparation of the food items?	Chicken, then RTE	33
	RTE, then chicken	8
	Simultaneous	3
Does the cook wash her hands before preparing the meal or touching the chicken?	No	29
	Yes	43
Does the cook use a hand cloth while preparing the meal?	Yes	26
	No	46
If yes, what is the state of the cloth?	Very clean	0
	Clean	6
	Rather dirty	14
	Dirty	5
	Really dirty	1
Is the chicken cut before cooking?	Yes	55
	No	17
If yes, is the material (knife, board) cleaned before use?	No	13
	Rinsed	31
	Washed, without detergent	4
	Washed, with detergent	6
Is the material (knife, board) cleaned after use?	No	9
	Rinsed	36
	Washed, without detergent	5
	Washed, with detergent	5
Is uncooked or RTE food placed on the cutting board after the chicken is cut?	Yes	14
	No	58
After the cooking step, is the chicken put on the cutting board?	Yes ^a	18
	No	54
After cooking, is the chicken placed on a dish?	The same as before cooking, washed	9
	The same as before cooking, not washed	13
	Another dish	48
After cooking, is the chicken in contact with uncooked food while stored?	Yes	6
	No	66
Questions to Investigate Potential Bacterial Growth		
In the kitchen, do you have a freezer?	Yes	35
	No	37
In the kitchen, do you have a refrigerator?	Yes	13
	No ^b	59
How did you store the chicken at home, before its preparation?	Ambient temperature	62
	Refrigerated	2
	Frozen	9
How did you store the chicken at home, after its preparation?	Ambient temperature	61
	Refrigerated	1
Questions to Investigate Consumption		
How many people will share this meal?	3	1
	4	10
	5	12
	6	6
	7	9
	8	13
	9	10
	≥9	11

^aAmong the 18 people who answered "Yes," six did not cut the chicken before cooking. Among the 12 who cut the chicken before cooking, four did not clean the board between these two contacts, six rinsed it, one washed it without a detergent, and one washed it with a detergent.

^bTwenty-four individuals had neither freezer nor refrigerator.

3

4

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

5

6

1 ④リスク評価モデル

2 食事の調理の一般的な経路及び種々の活動の頻度のためのフードチェーンモデ
3 ルが質問状に対する回答及び現場での観察から推論された。

4

5 ア. 結果としてのプロセスモデル

6 調理人の手及び5つの異なるもの（鶏、調理済（RTE）,まな板、包丁及び皿）
7 が考えられた。モデルは図22（Fig 1）に示した6つの段階で構成した。

8

9 イ. ばく露評価モデル

10 モンテカルロシミュレーションから、74% (95%CI: 4–82) の鶏肉が食鳥処理場
11 においてカンピロバクターに汚染されていると推定された。実際、モデルの初期
12 汚染は、汚染率は100%で、菌数は低く設定したことから、シミュレーションし
13 たおよそ25%のと体は菌数がゼロであった。鶏肉中の菌数（と体全体）は非常に
14 バラツキが大きく、平均が7.5 log₁₀ CFU (95%CI: 6.1–8.3)、中央値が1.5 log₁₀
15 CFU (95%CI: 0.8–1.9)であった。カンピロバクターは大気中では増殖しないた
16 め、調理時の菌数は購入時と同じと仮定した。キッチンではカンピロバクターは
17 食事の準備中に様々なものに移行した（手、まな板、皿およびナイフ）。Fig. 3
18 はこれらの移行の程度を示したものである。調理した食事の汚染率は5%
19 (95%CI: 3–7) 、平均菌数は3.4 log₁₀CFU/serving (95%CI: 1.6–5.4 log₁₀
20 CFU/serving)であった。(Table IV参照)。

21 サルモネラについては、調理した食事の汚染率は21% (95%CI: 15–26) 、平均菌
22 数は5.1 log₁₀ CFU/serving (95%CI: 4.4–6.1 log₁₀ CFU/serving)であった。(後
23 述の表18 (Table V) 参照)

24

25

26

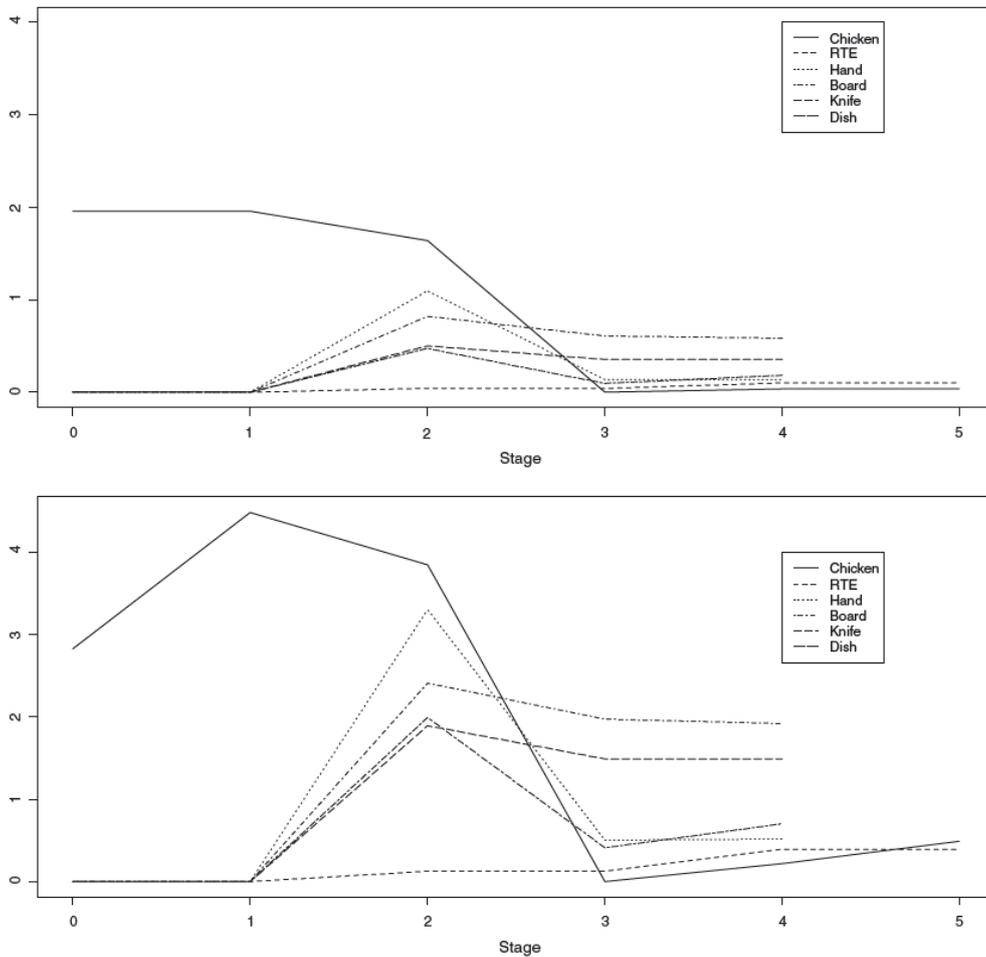


Fig. 3. Changes in the mean of the log₁₀ (number of bacteria + 1) on objects and food at the end of each stage (see Fig. 1 for definition of the stages). Top panel: *Campylobacter*; Bottom panel: *Salmonella*.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

図 24、横軸は Fig1 で示された Stage 0 (食鳥処理場) から Stage 6 (消費・喫食) のうち 1~5 のステージの図示

※複数ある直線あるいは破線は調理人の手、鶏、調理済 (RTE) ,まな板、包丁及び皿の菌数推移を示している。

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

表 17 (Table IV) には、*Campylobacter*に汚染された鶏肉を調理した食事を喫食した時の、喫食時のばく露菌数、喫食される食物の消費時の有病率、さらにその後の発症の可能性の平均値・標準偏差値・分位値に関し、見積値・95%上限値・95%下限値について記載。

表 17 . ダカールの家庭における鶏肉料理喫食時のカンピロバクターの推定ばく露菌数

Table IV. Outputs of a Quantitative Risk Assessment of Campylobacteriosis Following Ingestion of a Serving of a Chicken Meal in Dakar Households (Senegal)

Output	Mean	SD	Quantiles		
			50%	75%	97.5%
Dose (CFU/serving)					
Estimate	2,624	160,933	0	0	6
Lower limit 95% CI	39	1,473	0	0	1
Upper limit 95% CI	251,465	20,409,503	0	0	49
Prevalence at Consumption					
Estimate	0.047	0.212	0	0	1.000
Lower limit 95% CI	0.030	0.172	0	0	1.000
Upper limit 95% CI	0.070	0.255	0	0	1.000
Probability of Infection					
Estimate	0.033	0.177	0	0	1.000
Lower limit 95% CI	0.019	0.137	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.052	0.221	0	0	1.000
Probability of Illness (Children)					
Estimate	0.031	0.171	0	0	0.999
Lower limit 95% CI	0.015	0.110	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.051	0.219	0	0	1.000
Probability of Illness (Adults)					
Estimate	0.015	0.118	0	0	1.79×10^{-7}
Lower limit 95% CI	0.007	0.081	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.029	0.166	0	0	1.000

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

ウ. リスクの判定

カンピロバクター: 感染リスクの平均値は3.3% (95%CI: 1.9–5.2)と推定された。子供の疾病リスクは平均 3.1% (95%CI: 1.5–5.1)、成人は子供より低く、平均 1.5%であった (95%CI: 0.70–2.9) (Table IV)。

サルモネラ: 食事の喫食後の感染リスクの推定平均は16% (95%CI: 1.5–25)で、発病リスクの推定平均は13% (95%CI: 0.4–25)であった。カンピロバクター同様、これらのリスクの分布はきわめて *skewed* であった。

また、用量反応モデルに大きな不確実性があるため、これらの推定は不確実性が大きい。サルモネラ属菌についても、カンピロバクターと同様、50%以上の個人のリスクはゼロであった。なぜなら、食事中にサルモネラを全く摂取していないからである。(表18 Table V)。

表18 (Table V) では、*Salmonella*に汚染された鶏肉を調理した食事を喫食した時の、喫食時のばく露菌数、喫食される食物の消費時の有病率、さらにその後の発症の可能性の平均値・標準偏差値・分位値に関し、見積値・、95%上限値・95%下限値について記載。

1 表18. ダカールの家庭における鶏肉料理喫食時のサルモネラの推定ばく露
 2 菌数

Table V. Outputs of a Quantitative Risk Assessment of Salmonellosis Following Ingestion of a Serving of a Chicken Meal in Dakar Households (Senegal)

Output	Mean	SD	Quantiles		
			50%	75%	97.5%
Dose (CFU/serving)					
Estimate	119,614	4.94×10^6	0	0.000	31,507
Lower limit 95%CI	22,794	5.98×10^5	0	0.000	9,672
Upper limit 95%CI	1,353,948	1.16×10^8	0	2.000	98,592
Prevalence at Consumption					
Estimate	0.205	0.404	0	0.000	1
Lower limit 95%CI	0.151	0.358	0	0.000	1
Upper limit 95%CI	0.263	0.440	0	1.000	1
Probability of Infection					
Estimate	0.161	0.360	0	0.000	1.000
Lower limit 95%CI	0.015	0.117	0	0.000	0.000
Upper limit 95%CI	0.248	0.432	0	0.134	1.000
Probability of Illness					
Estimate	0.125	0.318	0	0.000	1.000
Lower limit 95%CI	0.004	0.057	0	0.000	0.000
Upper limit 95%CI	0.248	0.432	0	0.010	1.000

3

4

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

5

6 エ 介入措置

7 食鳥処理場における菌数削減がリスク低減に効果が認められた(Fig. 4)。2
 8 \log_{10} 削減 (菌数を 99%削減) により患者数を 1/2 に減らすことができると推定
 9 された。5 \log_{10} 削減でもリスクを完全に排除するには不十分であると考えられ
 10 た。台所での洗浄効果のモデル化から、洗浄はサルモネラ感染症またはカンピロ
 11 バクター感染症のリスクを著しく減らすためには不十分であることが示唆され
 12 た(図25の alternatives #4 and #5)。リスクを減らす効果的な方法は加熱前後
 13 において、まな板、包丁及び皿を変えることにより、製品間の交差汚染を避ける
 14 ことであると考えられた(alternative #6)。細菌は増殖がなければ、摂取される
 15 菌数及びリスクに明らかに前向きな影響を及ぼすであろう。しかし、このインパ
 16 クトは予想したより大きくなく、このプロセスにおけるばく露において交差汚
 17 染が重要な役割を果たしていると考えられた。

18

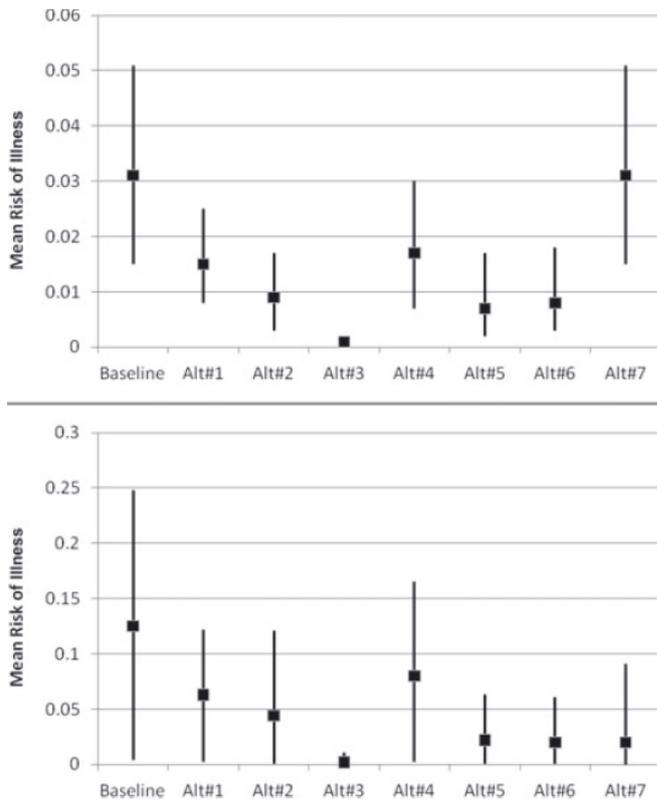


Fig. 4. Mean risk (95%CI) of campylobacteriosis for children (top panel) and salmonellosis for adults and children (bottom panel) for children, following the ingestion of a serving of a chicken meal in Dakar households (Senegal), according to the baseline model and the alternative models: Alt#1: reduction in the prevalence of contaminated chickens by a factor of two; Alt#2: 2 log₁₀ reduction in bacterial load at slaughter; Alt#3: 5 log₁₀ reduction in bacterial load at slaughter; Alt#4: the cooks wash the various objects (with a detergent) each time they attended to wash or rinse them in the baseline model; Alt#5: the cooks systematically washed the various objects (knife, board, dishes, and hands) during stage 2; Alt#6: the cooks changed the knife, board, and dish between stages 1 and 3 and washed their hands with a detergent; Alt#7: products are stored in a refrigerator before and after cooking.

図25 (Fig. 4.)

上図: 子供のカンピロバクター感染症、下図: 大人と子供のサルモネラ感染症に関する発症平均リスク (95%信頼区間) の図示

※縦軸は平均発症リスク、縦線は各モデルで示している。

左端: ベースラインモデルの結果。

Alt#1: 汚染された鶏の汚染率を減少させると、とさつ時にと体の汚染発生を減らせる。

Alt#2: とさつ時の細菌量 2log₁₀ 減少した時。

Alt#3: とさつ時の細菌量 5log₁₀ 減少した時。

Alt#4: 調理人が、ベースラインモデルで洗いやすすぎ毎に、さまざまなものを洗剤で洗った時。

Alt#5: ステージ2において、調理人が包丁、まな板、食器、手などを体系的に洗った時。

Alt#6: 調理人がステージ1とステージ3の間で包丁、まな板、食器を交換し洗剤で手を洗った時。

Alt#7: 料理が、調理前と調理後に冷蔵庫で保管された時。

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

1

2 **【考察】**

3 鶏のと体のカンピロバクターとサルモネラ属菌の高い汚染菌量がキッチンに
4 入り、交差汚染を起こすことが人への感染及び疾病の高いリスクにつながって
5 いることが示唆された。食鳥処理と食事調理時の衛生の改善により、ダカールに
6 おけるカンピロバクター感染症とサルモネラ感染症の疾病負荷を減らすことが
7 できると考えられた。食品安全全体、特にカンピロバクターとサルモネラ属菌に
8 関する、国民の意識を高める必要がある。WHOの“Five keys to safer food”の
9 ような明解でかつシンプルなメッセージに基づくコミュニケーションツールが
10 開発された。セネガルにおける食鳥処理場の衛生、及び個々の家庭での衛生を
11 強化するための追加のリスク管理及びリスクコミュニケーションツールが作成
12 されるべきである。

13

1 (iii) 定量的リスク評価の事例③

2 【タイトル】：タイ南部の Bloody clam 中の腸炎ビブリオのリスク評価のため
3 の定量的モデリング

4 (Quantitative modeling for risk assessment of *Vibrio*
5 *parahaemolyticus* in bloody clams in southern Thailand)

6 【著者】：Yamamoto A, Iwahori J, Vuddhakul V, Charernjiratragul W, Vose
7 D, Osaka K, Shigematsu M, Toyofuku H, Yamamoto S, Mitsuaki
8 Nishibuchi M, Kasuga F

9 【出典】：International Journal of Food Microbiology 124 (2008) 70–78

10
11 **【概要】**

12 タイ南部で消費された Bloody clam : アカガイ (*Anadara granosa*、以下「BC」
13 という。)における腸炎ビブリオのリスク評価が実施された。この研究では、採
14 取及び小売段階、そしてこのプロセスの間での BC 中の病原性腸炎ビブリオの
15 汚染率と濃度を推定した。また、BC の総腸炎ビブリオと病原性腸炎ビブリオを
16 検出する方法を調査した。BC の消費と加熱調理の効率、消費者のインタビュー
17 と現場観察により調査した。ベータ・ポアソン用量反応モデルを使用して、米
18 国 FDA によって提示された最も可能性の高いパラメーターの推定方法を適用
19 して発症確率を推定した。これらの細菌の動態及び消費行動データは、確率モデ
20 ルを開発することによって分析された。シミュレーションでは、BC を消費し、
21 腸炎ビブリオにより腸炎ビブリオ食中毒になる平均回数が 5.6×10^{-4} /人/年と推
22 定された。感度分析により、BC を十分に加熱しなかった人がリスクを高める主
23 な要因であることが示唆された。この研究は限られたデータ収集と国際協力(日、
24 米、タイ)による微生物学的リスク評価がどのように貴重な地元の洞察につな
25 がるかという事例として役立つと考えられた。

26

1

2 【モデルアプローチ】

3 利用可能なデータから図26 (Fig1) に示したモデルが構築された。

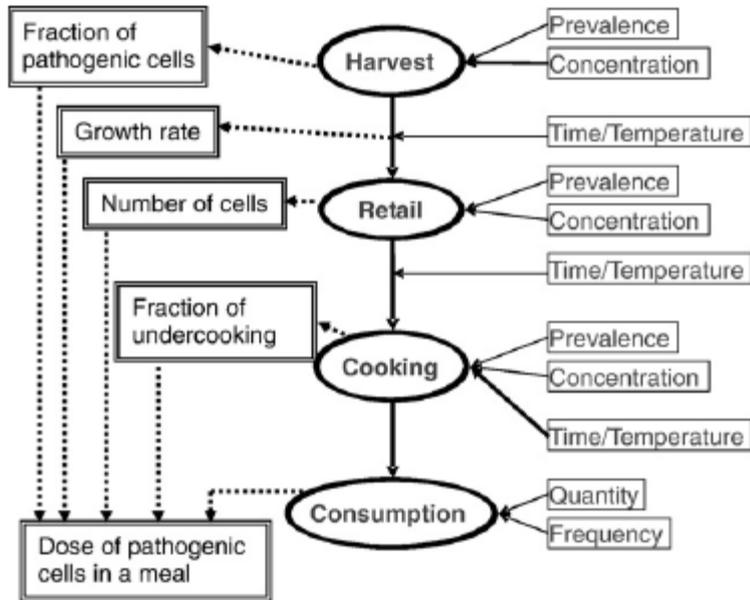


Fig. 1. Schematic representation of the model framework for production-to-consumption risk assessment of *V. parahaemolyticus* in bloody clams. Modeled parameters are written in double-lined squares.

4

5 図26. 生産から消費までのリスク評価モデルフレームワーク

6

(Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

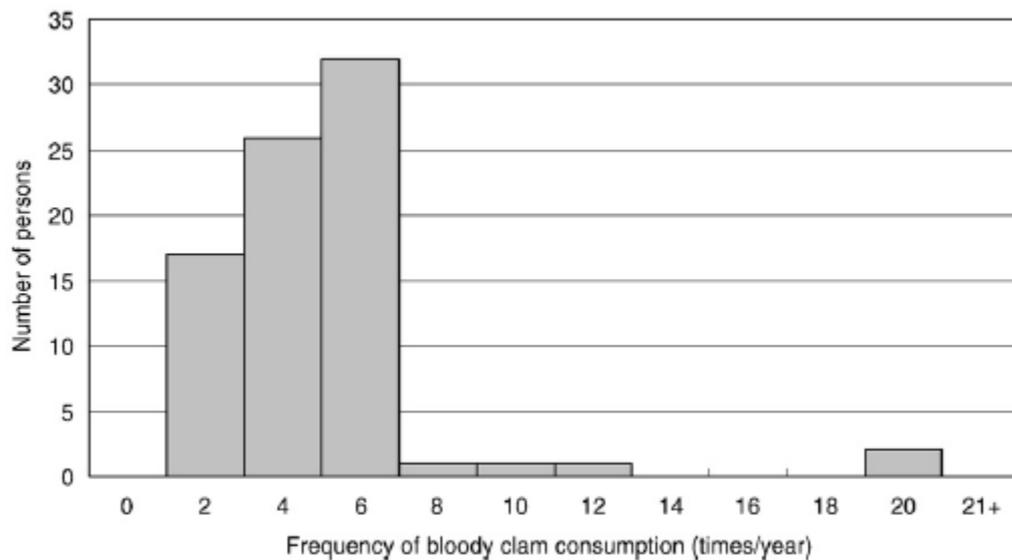


Fig. 3. Distribution of frequency of bloody clam consumption per year.

7

8

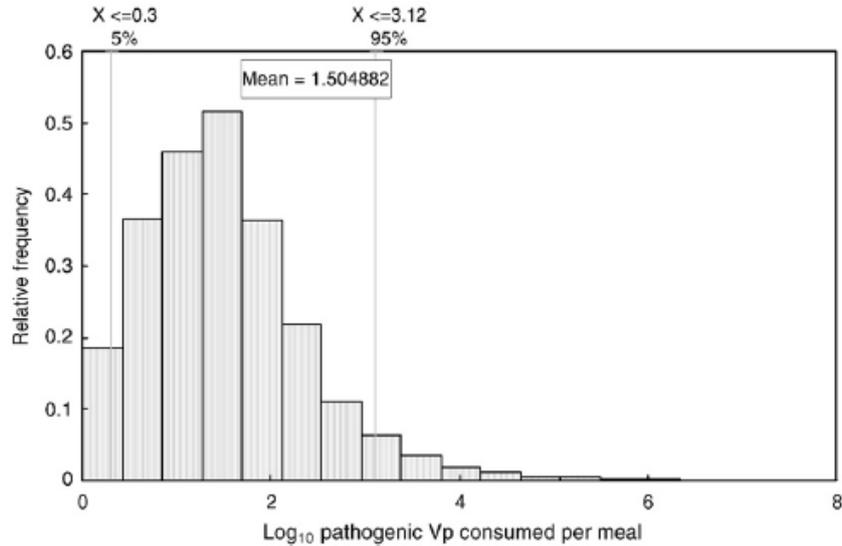
(Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

1 図27. 年間のBCの喫食の頻度分布

2 消費者のインタビューから、年間のBCの喫食の頻度分布が得られた(図27)。

3 縦軸：人数、横軸：年間のBCの喫食回数を示す。

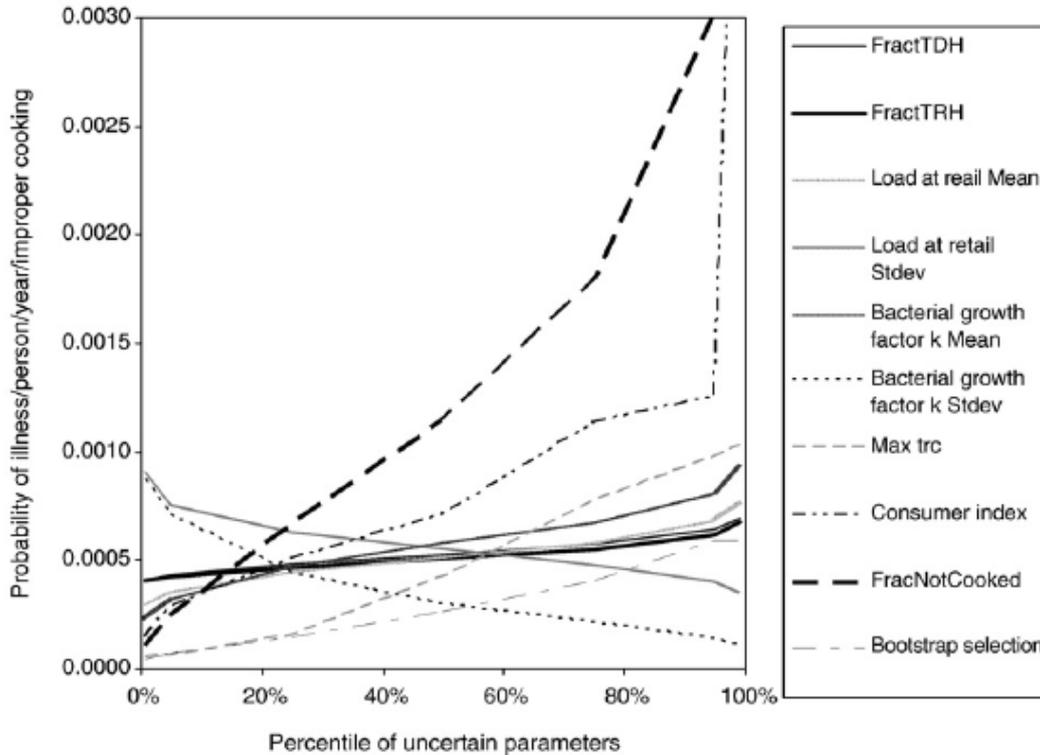
4

5 **Fig. 5.** Distribution of pathogenic *V. parahaemolyticus* (Log₁₀ cells) in a simulated bloody clam meal after improper cooking.6 図28 (Fig. 5.) 十分に加熱されず不適切に調理されたBC料理の病原性Vp
7 の数8 ※縦軸：相対頻度、横軸：十分に加熱されず不適切に調理されたBC料理の病原性Vpの数（常
9 用対数換算）

10

(Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

11



1

2 図29. (Fig. 6.) スパイダー図(感度分析)

3 縦軸：不十分の加熱で調理での1年間1人当たりの発症確率、横軸：不確実性要素のパーセンタ
4 イル5 ・ FractTDH: 全 V_p 中の tdh+腸炎ビブリオ (V_p) の割合6 ・ FractTRH: 全 V_p に占める trh+ V_p の割合7 ・ Load at retail Mean (小売段階での負荷 平均値) : 小売段階での全 V_p の平均濃度。8 ・ Bacterial growth factor k Mean (細菌増殖因子 k 平均値) : V_p の増殖速度の平均値。9 ・ Bacterial growth factor k Stdev (細菌増殖因子 k Stdev) : V_p の増殖速度の標準偏差。

10 ・ Max trc : 小売から家庭で調理するまでの時間の最大値。

11 ・ Consumer index (消費者指数) : インタビューを受けた人の中から、年間のアサリの喫食頻度
12 や、1回の食事で喫食するアサリの個数をモデル化したものを選択。

13 ・ FracNotCooked: アサリ料理の加熱調理が不十分な人の割合。

14 ・ Bootstrap selection : 米国FDAによるブートストラップ結果の可能性に応じた β -ポアソン用
15 量反応モデルのパラメータ推定値の選択。

16 (Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

17

18 【結果】

19 シミュレーションモデルは、BCの喫食により腸炎ビブリオで病気になる確率
20 の平均値は 5.6×10^{-4} 、つまり1年に人口10,000人当たり6人が発症すると推定

1 した。

2 感度分析によると、図6に示すように、感染はBCを不適切に沸騰させていた
3 ことがリスクに最も影響をあたえ、続いてBCの年間消費量であり、他の確率変
4 数はリスクに有意に影響しないことが実証された。

5 結論として、このモデルの統計的不確実性は、モデルからの推定では、不確実
6 なパラメータのいくつかが極端な場合、年間一人あたり0.003変化することが
7 ありえるが、これ以上大きくなることはないというものだった。

8

9 本研究では、いくつかの重大なデータギャップがあるため、腸炎ビブリオの発
10 症リスクを過小評価する可能性があることについて言及している。また、本評価
11 では、フードチェーンを通じてBCにおける細菌に関するデータをより多く収
12 集し、ハザードの検出に重点を置き、貝の収穫、保管、調理及び喫食パターンに
13 関する行動のより詳細なデータを収集する必要性に言及している。

14

15

1 (iv) 定量的リスク評価の事例④

2 【タイトル】：一次生産段階における肉用鶏中のカンピロバクターのコントロ
3 ールに関する情報の更新及びレビュー4 (Update and review of control for *Campylobacter* in broiler at
5 primary production)6 【実施期間】：欧州食品安全機関（EFSA）7 【出典】：EFSA Journal. 2020. 18(4): 60908
9 **【概要】**10 EFSA が 2020 年 3 月 18 日に公表した科学意見書「一次生産における肉用鶏
11 のカンピロバクターに対する管理オプションの更新及びレビュー(見直し)」では、
12 2011 年のカンピロバクターに関する EFSA の意見書(EFSA:Scientific Opinion
13 on Campylobacter in broiler meat production: control options and
14 performance objectives and/or targets at different stages of the food chain.
15 EFSA Journal 2011; 9(4): 2105) について、より最近の科学的データを使用し
16 て更新した。17 肉用鶏の肉に起因する EU での人のカンピロバクター感染症の相対リスクの
18 減少、鶏群のカンピロバクターの汚染率を減らす介入のために、農場での管理の
19 オプションの効果を集団の寄与割合（人口寄与割合 Population Attributable
20 Fractions (PAF)¹⁴）を用いて推定した。また、盲腸便中のカンピロバクター濃
21 度を低下させる介入のためのモデリングアプローチが更新され、さらに科学文
22 献のレビューが行われた。生産段階における 6 つの管理（コントロール）オプシ
23 ョン（以下「CO」という。）として、①衛生的な前室、②げっ歯類管理、③鶏舎
24 への侵入動物の管理、④飲水の殺菌、⑤従業員の訓練、⑥カップなし飲水器につ
25 いて計算された PAF 分析によると、これら 6 つの CO のそれぞれを個別に採用
26 することで達成できる相対リスクの削減はかなりの量であると推定されたが、
27 すべての CO の相対リスクの信頼区間の幅が大きいため、特定のリスクを削減
28 する CO の可能性には、大きな不確実性が認められた。29 更新されたモデルの結果は、2011 年の EFSA の意見書で使用されたモデルよ
30 りも影響の推定が低かった。肉用鶏の盲腸のカンピロバクター濃度を 3-log₁₀ 減
31 少させることにより、肉用鶏の肉に起因する人のカンピロバクター感染症の相14 あるリスク要因によるばく露について、代替のシナリオにより、そのばく露が減少し
た場合における集団の疾病又は致死率の減少割合のこと。（参照. WHO: Metrics:
Population Attributable Fraction (PAF). Health statistics and information systems.
https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_paf/en/

1 対的な EU でのリスク低減は、以前の意見では 90%を超えると推定されていた
2 のに対し、このモデルでは 58%の低減と推定された。
3 専門家の知識を引き出し集約する方法 (Expert Knowledge Elicitation) を、さ
4 まざまな証拠に重みを付けて統合し、また不確実性を評価して、CO をランク付
5 けするために使用した。

6 選択された CO の相対リスク削減の中央値は信頼区間が大きく重複している
7 ため、順位は不確実だった：ワクチン接種 27% (90%の信頼区間 (PI) 4-74%) ;
8 飼料および水添加物 24% (90%PI 4-60%) ;間びきの禁止 18% (90%PI 5-65%) ;
9 少数の十分な訓練を受けたスタッフを雇用する 16% (90%PI 5-45%) ;ため水
10 の飲水を可能とする給水器の使用 15% (90%PI 4-53%)、飲料水への消毒剤の
11 添加 14% (90%PI 3-36%) ;衛生的な前室 12% (90%PI 3-50%) ;肉用鶏の養
12 鶏場毎に指定工具 7% (90%PI 1-18%)。CO の組み合わせの効果を定量化する
13 ことはできなかった。証拠から導き出された推定値は相互に依存しており、関連
14 する不確実性のレベルが高かった。

15

16 なお、リスク管理機関からリスク評価機関への諮問とその回答の具体例とし
17 て、以下に詳細を示す。

18

19 【リスク評価における管理者からの諮問】

20 本リスク評価における諮問は次のとおり。

21 問 1：前回の 2011 年の意見書以降、CO についてどんな新しい科学的エビデ
22 スが得られたか。またそれらのカンピロバクター-感染症減少の相対的リスク低減
23 効果は？

24 問 2：一次生産レベルで選択した CO の人のカンピロバクター-感染症を減少させ
25 る上での効果に関するランキングは？

26 問 3：選択した CO の利点及び欠点は？

27 問 4：CO を組み合わせた効果は？

28

29 【アプローチの概要】

30 CO の効果は 2 つの異なるモデリングアプローチを用いて推定

31 (a)食鳥処理場へ送られる肉用鶏群のカンピロバクター汚染率を下げる CO

32 (b)盲腸便中のカンピロバクター菌数を下げる CO モデリング

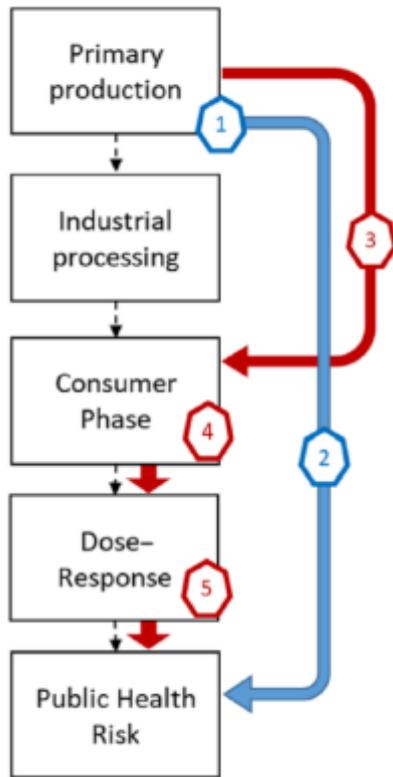


図3 O. Population Attributable Fractions (PAF) 分析手法による鶏群の汚染割合低減のための介入措置の検討

(EFSA (2020) から引用。)

※公衆衛生上の効果を推定するために用いたモデリングステップを表している。

2 (青線) : 鶏群汚染率を下げることによる公衆衛生上の効果 (養鶏場の群の有病率と公衆衛生上のリスクとの間に比例した関係があると仮定)

3 (赤線) : 盲腸便中の菌数を下げることによる公衆衛生上の効果を推定 (盲腸の菌濃度を肉用鶏の肉の菌濃度と関連付ける回帰モデル)

1 : 疫学的リスク因子研究から得られた **PAF** (人口帰属的画分) 分析手法

4 : 群れの有病率と公衆衛生上のリスクとの間に比例した関係があると仮定する

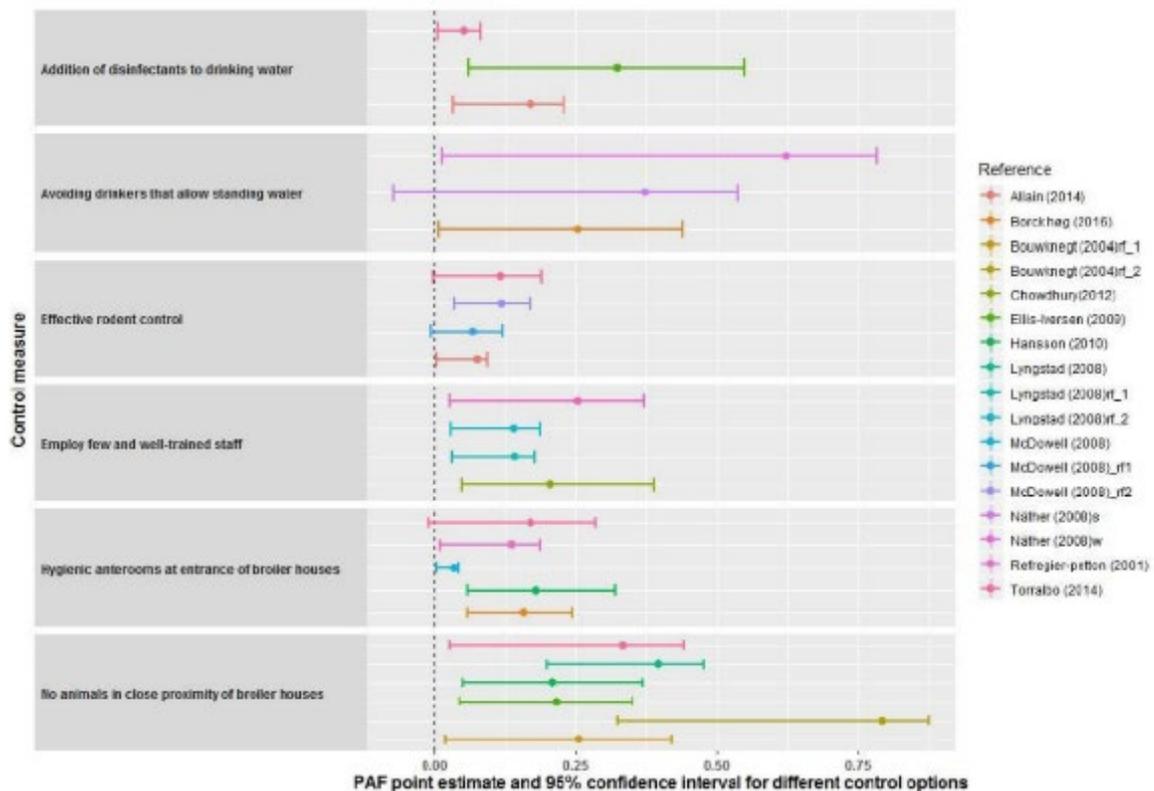
5 : 用量反応 (DR) モデル

PAF については、以下のようにみなして考え、計算することとした。

- 農場での管理の変更の効果を鶏群におけるカンピロバクターの定着のリスクに解釈するため、オッズ比を PAF に変換することができる。
- PAF の定義 (WHO):あるリスク要因によるばく露について、代替のシナリオによりそのばく露が減少した場合における集団の疾病又は致死率の減少割合のこと
- もしリスク因子へのばく露が代わりに理想的なばく露にまで減ったときに起きる集団における疾病または死亡率の低下

- 1 ● ここでは「集団の疾病又は致死率」とは、鶏群へ腸管にカンピロバクターが定着した
- 2 ことと解釈した。
- 3 ● 農場の管理が存在して、リスク因子を修正できるものだけを PAF 解析に使用した。
- 4 ● PAF 値：リスク因子への暴露がもしなくなったら鶏群の陽性率が比例して減少すると
- 5 解釈
- 6 ● CO の効果は相対リスク低減として表現：もしそのオプションが EU 中のすべての農
- 7 場で実施されたとしたら、肉用鶏の肉の喫食によっておきる人のカンピロバクター感
- 8 染症の発生率の相対的な減少率として表した
- 9 ➤ $RRR = 1 - Inc_{int}/Inc_{curr}$
- 10 ● CO のランキングは専門家による知識の抽出 (Expert Knowledge Elicitation
- 11 (EKE)]を用いた、可能性のある効果の評価に基づく異なるエビデンスと関連する不
- 12 確実性を考慮に入れて実施した。

図 3 1. 管理手段毎の論文ごとのリスク低減効果



(EFSA (2020) から引用。)

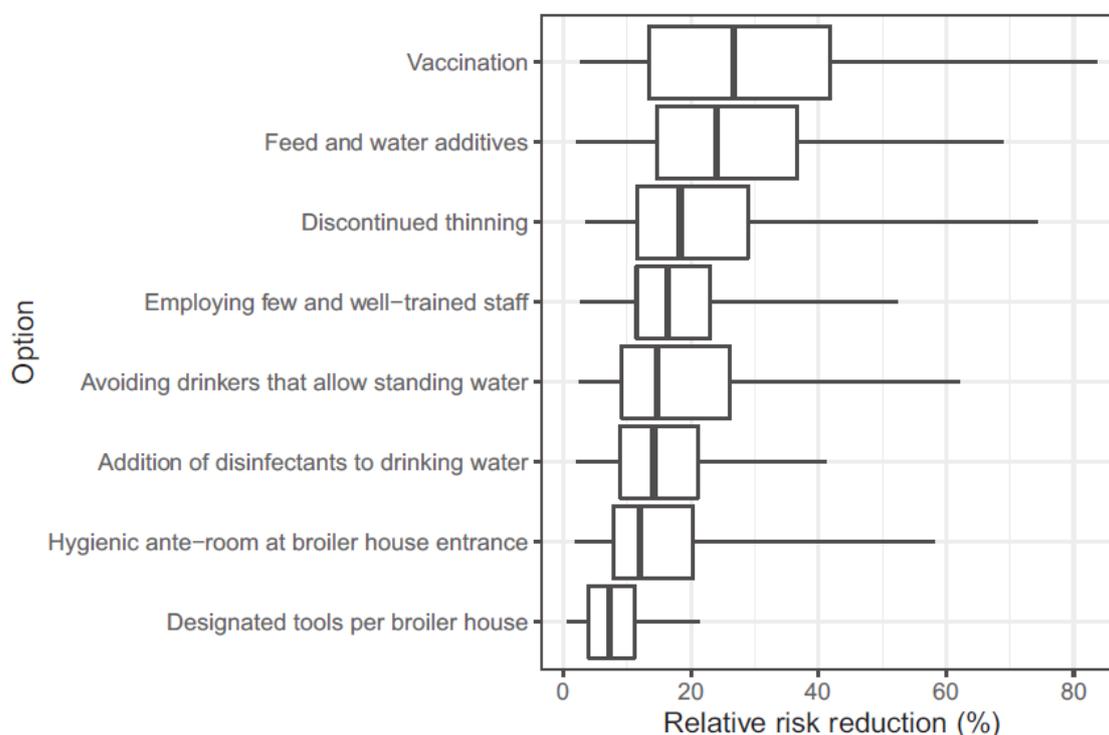
- 15
- 16
- 17
- 18 縦軸：PAF 分析により、管理方法が特定された 6 つのエビデンスをたての 6 列に示した。
- 19 各エビデンスで文献ごとに 95%信頼区間と PAF の点推定値を表現している。
- 20 横軸：PAF 値

1 図の右の Reference は筆頭著者と論文の発行年を示す。

2

3 i)消毒薬の飲水添加、ii)ため水が生じる飲水装置の使用を避ける、iii)効果的なげっ歯類の管
4 理抑制、iv)数人のよく訓練されたスタッフの雇用、v)鶏舎入口の衛生的な前室、及びvi)鶏
5 舎の近隣に動物が存在しないこと の6つのCOについて、PAFの点推定及び95%信頼区
6 間を示した。いずれの95%信頼区間が極めて大きく、どのCOが著しく効果的であるとま
7 では言えなかった。

8



9

Figure 6: Results of step 2 of the ranking and uncertainty analysis. The horizontal axis is the relative risk reduction for each control option, assessed by expert judgement and expressed as % relative risk reduction in EU campylobacteriosis cases if the control option was implemented by all EU broiler producers. For each control option, the horizontal line shows the 95% probability interval for the estimated risk reduction (P2.5 and P97.5), the box shows the interquartile range (P25 and P75) and the vertical line shows the median (P50). The control options are ordered by the medians, but this should not be interpreted as a ranking due to the large degree of overlap between options

10

11

(EFSA (2020) から引用。)

12

13 図32. 相対リスク低減効果

14

15 ※平均とラインが95%信頼区間、ボックスは25%と75%を示した。ワクチンが最も相対
16 リスク低減が大きく、次に飼料及び飲水添加物、間引きの禁止と続いていたが、大きな不確

1 実性があるため、この順番をランキングとしてとらえるべきではないとしている。
 2 縦軸の項目：PAF 分析での農場での管理のオプションの効果ランキングと不確実性解
 3 析において、第1段階で絞ったのち、次の段階で EKE の手法で8項目に縛ったオプション
 4 を記載している。低減効果の中央値が大きいものを上から掲載している。
 5 横軸は相対的リスク低減率を示している。

6

7 用量反応曲線

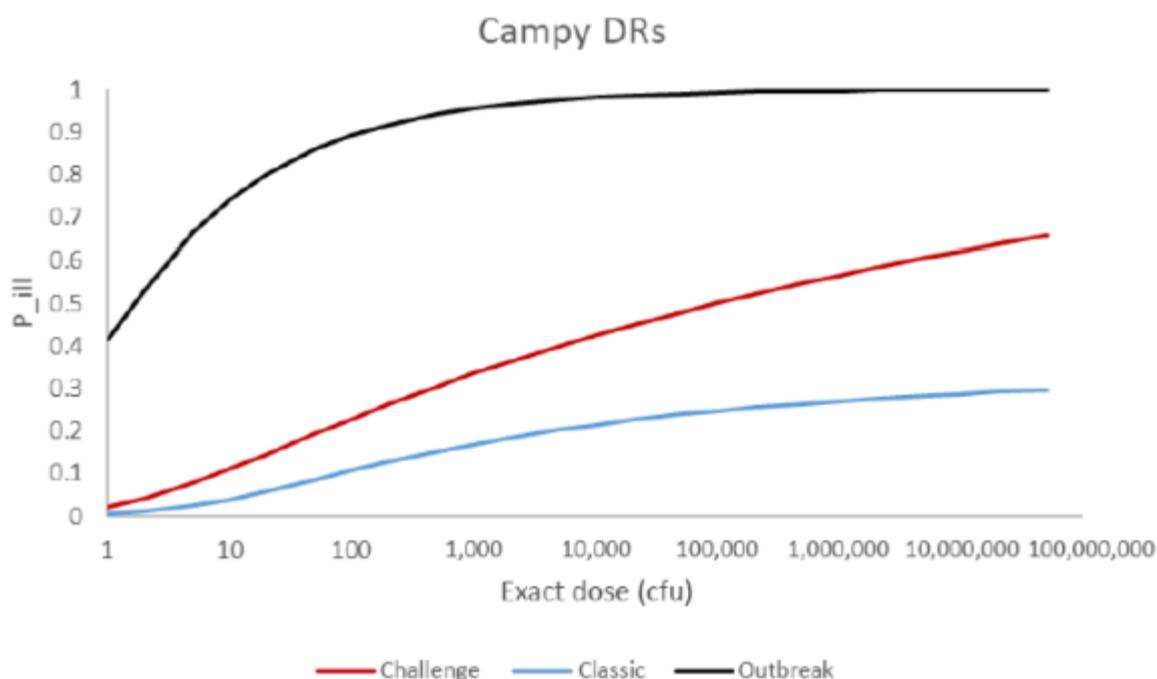
8 クラシカルなモデルは青線で、これは病原性の低いカンピロバクターの投与に
 9 より低めに反応が出ている可能性がある一方、黒線のアウトブレイクデータに
 10 基づく用量反応曲線は過剰な推定値と考えられ、この意見書では赤線の用量反
 11 応曲線を用いている。

12

Table A.1: The model parameter values for the models used are given below. For details, see Teunis et al. (2018)

	P_{inf}		P_{illinf}		
	α	β	r	η	Constant
Classic model	0.145	7.59			0.33
Median Challenge model	0.44	0.51	0.06	0.88	
Median Outbreak model	0.38	0.51	0.76	0.0092	

For this opinion, the default choice for the DR model remains the 'classic model', for best comparison with the 2011 opinion. In the uncertainty analysis, a random choice is made between the



13

14 図33. Teunisら(2018)が提唱した代替用量反応曲線モデルに使用した各モ
 15 デルの具体的パラメータ及び用量反応曲線

1 ※縦軸：発症確率、縦軸：ばく露菌数
2 赤線：‘median challenge model (チャレンジモデルの中央値)、青線：classic model (クラ
3 シカルなモデル) 、黒線：median outbreak model (アウトブレイクモデルの中央値)
4 (EFSA (2020) から引用。)

6 【諮問に対する回答】

7 諮問1:前回の2011年の意見書以降、COについてどんな新しい科学的エビデン
8 スが得られたか。またそれらによるカンピロバクター感染症減少の相対的リスク
9 低減効果はどうか。

10

11 とさつ日数、季節、間引き、汚染された飲水及び前の鶏群のからの持ち越しが、
12 肉用鶏群へのカンピロバクターの定着の重要なリスク因子であるという追加の
13 エビデンスを提供する新しい情報が2011年EFSA意見書以降に公表されてい
14 た。

15 鶏群の陽性率を低下させるための、農場段階でのCOの効果の推定を得るた
16 めに、PAFを用いることによって、新しい疫学的根拠として解析された。

17 入手できた研究に基づき、生産段階における6つのCO (①衛生的な前室、②
18 げっ歯類管理、③鶏舎への侵入動物の管理、④飲水の殺菌、⑤従業員の訓練、⑥
19 カップなし飲水器に関するPAF解析を行った結果、これらの6つのCOを個別
20 に適用することによって達成され得る相対リスクの低減割合の平均は、かなり
21 の割合であると推定されたが、すべてのCOの幅広い信頼区間は、特定のリス
22 ク低減効果における高程度の不確実性があることを示唆している。例えば、飲
23 水への消毒剤の添加というCOの推定相対リスクの低減割合の平均は、入手で
24 きた3つの研究によると、5%(95% CI 0.6–8.2) ~ 32%(95% CI 6.0–54.9) の
25 間であった。

26 2011年以降に得られた情報のレビューにより、実験レベルの研究により、鶏
27 の盲腸便中の菌数減少(log減少)は、飼料添加物、飲水添加物の添加、又はワ
28 クチンで可能であると推定されている。しかし、フィールド研究での新しい情報
29 は得られていない。

30 盲腸便中のカンピロバクターの菌数と首皮サンプルの菌数の関係に関する新
31 たに公表されたデータ、消費者段階のモデルの大きなバラツキ及び新たに公表
32 された用量反応モデルにより、肉用鶏の盲腸便の菌数を下げる介入によるモデ
33 リングアプローチを更新することができた。これにより、2011年の意見書で用
34 いたモデルより推定は低くなった。盲腸便中のカンピロバクターを2-log減少
35 させれば、相対リスクは42%(中央値)(95% CI 11–75%)下がると推定された。
36 (2011年の推定では4加盟国で相対リスク低減効果76–98%であった。)盲腸

1 便中の菌数を 3-log 減少させれば EU でのリスクは 58% (95% CI 16–89%)低減
2 できると推定された。(2011 年の意見書では 4 加盟国で相対リスクは 90%低減
3 すると推定。)

4
5 諮問 2:一次生産レベルで選択したCOが人のカンピロバクター感染症を減少さ
6 せる上での効果に関するランキングはどうか。

7
8 EU のすべての肉用鶏農場によって実施された場合の 20 のコントロールオペ
9 ション(CO)の効果を現在の実施レベルを考慮にいれ、更新された科学的エビデ
10 ンスのモデリングから得られた結果、文献レビュー (2011 EFSA の意見を含
11 む) 及び専門家の経験によって情報を提供された、2 段階の専門家による知識の
12 抽出 (two-step expert knowledge elicitation) 過程によって推定された。

13 次の 8 つの CO は少なくとも 10%のカンピロバクター感染症の発生率の低減を
14 達成する確率は低いと判断した: 効果的なげっ歯類の管理抑制、鶏群間の空舎
15 期間、フライスクリーンと鶏舎内からの昆虫の排除、清潔または改良された床、
16 鶏の密度及び鶏群のサイズ、鶏舎数、鶏の血統及び餌の供給構造。

17 その他の 12 CO は 10%のカンピロバクター感染症の発生率の低減を達成する
18 確率は高いと判断した: 鶏舎入り口の衛生的な前室、鶏舎の近隣に他の動物が
19 存在しないこと、高度に訓練された限定数の従事者を雇う、飲水に消毒剤の添加、
20 ため水ができる飲水器の使用を避ける、効果的な洗浄消毒、とさつする日齢の引
21 下げ、間引きの中止、鶏舎毎に指定された道具を使用、飼料及び飲水添加物、
22 バクテリオファージ 及びワクチン。

23 12 の選択した CO から、エビデンスの品質及び実務的な実行可能性に基づき、
24 8 つのCOを更なる評価のために選択した。

25 EKE 過程で判断された 8 つの CO の相対リスク低減割合の中央値は; ワクチン使用が
26 27% (90% Probability interval (PI) 4–74%); 飼料及び飲水添加物使用
27 が 24% (90% PI 4–60%); 間引きの中止が 18% (90% PI 5–65%); 高度に訓練
28 された限定数の従事者を雇うことが 16% (90% PI 5–45%); ため水ができる飲水
29 器を避けることが 15% (90% PI 4–53%); 飲水に消毒剤を添加することが 14%
30 (90% PI 3–36%); 鶏舎入り口の衛生的な前室が 12% (90% PI 3–50%); 鶏舎毎に
31 指定された道具を使用することが 7% (90% PI 1–18%)として示された。

32
33 諮問 3: 選択したCOの利点及び欠点は何か。

34 利点:

- 35 ● いくつかの手段は容易に適用できること (例. 衛生バリア, 飼料への添加物
36 の添加),

- 1 ● 鶏の健康の改善 (例. バイオセキュリティ活動),
2 ● より良い肉養鶏の 動物愛護 (例. 間引きの中止) または
3 ● 他の病原体に対する交差的な保護 (例. 飲水の処理, 飼料添加物).
4 欠点には
5 ● 投資が必要 (例. 前室を設けるための構造的な変更が必要),
6 ● コントロールの欠如 (例. 農場は鶏舎周囲の土地を保有していないので、近
7 隣に他の動物が侵入することを防げない)
8 ● 飼料または飲水の減少による肉用鶏の増体の減少 (例. 添加物が官能的に悪
9 影響 (味、臭い、見ため) する場合).

10

11 諮問 4: CO を組み合わせた効果はどうか。

- 12 ● 複数の管理活動がカンピロバクターの鶏舎への侵入及び鳥の感染を防ぐた
13 めに高い効果があることが予想される。
14 ● カンピロバクターが腸管に定着するリスクを最小にするためには、 バイオ
15 セキュリティに関連するすべての管理活動を完全に実施しなければなら
16 ない。
17 ● 各々の管理活動の効果に関する不確実性のレベルが大きいため、管理活動
18 を組み合わせた効果を定量することはできない。COの中には他のCOの
19 効果を強化するものもあるし、逆に減じる措置もある。
20 ● もしCOの標的に関係しない場合には、陽性率と菌数を標的にした2つの
21 COを組み合わせたことが累積的影響をもたらすかもしれない。

22

1 (v) 定量的リスク評価（確率論的リスク評価事例）⑤

2 【タイトル】：鶏肉のカンピロバクター汚染に関する知識の更新及びフランス
3 のフードチェーンの異なるステージにおける介入措置の影響の
4 評価

5 (State of Knowledge Relating to the Contamination of Broilers
6 with Ca(pylobacter and Assessment of the Impact of the
7 Interventions at Different Stages of the Food Chain in
8 France)

9 【実施機関】：フランス食品環境労働衛生安全庁（ANSES: Agence nationale
10 de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et
11 du travail）.

12 【出典】：Collective Expert Appraisal Report; Anses: Fougères, France,
13 2018:1-81

14 **【概要】**

15 EFSA(2011年)の評価によると、欧州のカンピロバクター感染症の50～80%は、
16 感染源としての鶏肉が寄与しているとされ、ANSESはフランス農業・農産加工
17 業・林業省食品総局（Direction generale de l'alimentation: DGAL）から、人の
18 カンピロバクター感染症のリスク評価及び家きん肉部門における可能な管理措
19 置の影響に関する評価を依頼された。DGALの諮問は、肉用鶏及び鶏肉製品に
20 おけるカンピロバクターについての知見の更新及びカンピロバクター汚染に対
21 するリスク管理のための戦略の提示であった。ANSESにより専門家によるワー
22 キンググループが設置され、2017年3月～2018年6月までに13回会合の機会
23 が設けられた。

24
25 2011年のEFSAの意見書以降に公表された科学的知見を収集し、家きん産業
26 関連の代表のヒアリングを実施し、フランスにおける公的な国の食事摂取量に
27 関する調査（喫食調査）としては、フランス国民食生活実態調査（Étude
28 Individuelle Nationale des Consommations Alimentaries : INCA)による喫食
29 データを利用した。また、フランス国内のカンピロバクター感染症の患者数のベ
30 ースラインを推計した。フードチェーンの各段階における効果的な介入措置を
31 評価した。評価モデルの設計では、オランダで開発された食鳥処理場26か所の
32 定量モデル（CARMA¹⁵モデル）に、保存と冷蔵工程を含むフランスの消費段階

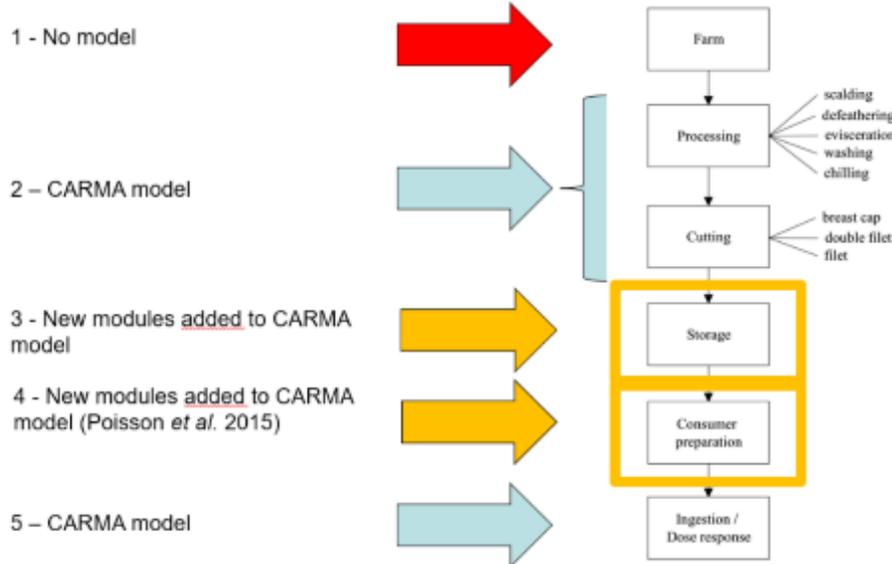
15 CARMA（Campylobacter Risk Management and Assessment）とは、オランダ国立
公衆衛生環境研究所（RIVM）がオランダにおける肉用鶏の鶏肉等由来のカンピロバク
ター撲滅計画を実施するためのプロジェクトの呼称。

1 の定量モデルを組み込んで、定量的リスク評価を実施した。

2

3 **【リスク評価モデル】**

4 食鳥処理と食肉処理（カット）及び用量反応の部分は CARMA モデルを用い、
5 新たに調理前の保管と、消費者による下処理のモジュールが追加された。



6

7

8 **図34. フランスの評価モデル**

9

10 ※消費される鶏肉の70%がフランス産で97%がフランス市場で販売されていることから、
11 フランスのモデルが考えられた。

12 水色矢印：CARMA モデル

13 黄色矢印：新たに調理前の保管と、消費者による下処理のモジュールが追加

14 (ANSES (2018) から引用。)

15

16 **【結果】**

17 1. 予想される効果を達成するための介入例（農場及び食鳥処理場）

18

19

20

21

22

23

24

25

表19. 農場及び食鳥処理場でのシナリオ、その効果、介入方法

Table 6: Examples of potential interventions to achieve expected effect

Step of the model	Scenario	Parameter	Effect of intervention	Potential intervention
Primary production	A1a	Prevalence	-10% (70-10 = 60% prevalence interflocks)	Indoor flock only : • Fly screen <u>or</u> • Stop thinning <u>or</u> • Slaughter age
	A1b	Prevalence	-30% (70-30 = 40% prevalence interflocks)	Indoor flock only : • Fly screen
	A2	Concentration	- 0,5 log	• Vaccination <u>or</u> • Phage application <u>or</u> • chemical and biological substances added to feed or drinking water
	A3	Concentration	- 1 log	
	A4	Concentration	- 1,5 log	
	A5	Concentration	- 2,5 log	
Slaughter	B4	Chilling	- 1 log	Optimizing the main parameters (temperature, duration, air velocity) but very dependent of the initial <i>Campylobacter</i> contamination

(ANSES (2018) から引用。)

2. 農場での介入によるリスク低減効果

農場段階で、鶏群間の汚染率を70%から60%、45%に下げること、リスクはそれぞれ14%、43%低減することが推定された。盲腸便中の菌数を0.5, 1, 1.5及び2.5 log 低下することができれば、リスクはそれぞれ、46、71、85、93 %低減することが推定された。鶏群間の汚染率を70%から60%に下げ、また盲腸便中の濃度を0.5 log 下げられれば、リスクは53%下がると推定された。

表20. 農場での介入によるリスク低減効果

Table 7: Effect of interventions at the farm

Phase	Scenario	Variable	Reduction	Nr cases	Risk reduction (%)
	Baseline			272 930	
Primary production	A1a	Prevalence interflocks	From 70 to 60%	233 940	14
	A1b	Prevalence interflocks	From 70 to 40%	155 960	43
	A2	Concentration	0.5 decimal reduction	148 560	46
	A3	Concentration	1 decimal reduction	77 800	71
	A4	Concentration	1.5 decimal reductions	41 760	85
	A5	Concentration	2.5 decimal reductions	18 780	93
	A6	Prevalence interflocks concentration	From 70 to 60% 0.5 DR		128 570

※農場での介入によるリスク低減効果を描くシナリオに応じて、リスクの低減を示している。

(ANSES (2018) から引用。)

3. 食鳥処理場及び消費段階での介入によるリスク低減効果

食鳥処理段階

1 湯漬け、脱羽工程での腸内容物の漏れを 10%低減、内臓摘出時の腸内容物の漏
 2 れを 10%低減、これらのシナリオ単独では、リスクは3から4%しか下がらな
 3 いことが推定された。その一方、冷却工程で 1log 菌数を下げることができれば、
 4 リスクは 76%下がることが推定された。脱羽工程での腸内容物の漏れを 10%低
 5 減、内臓摘出時の腸内容物の漏れを 10%低減かつ冷却工程で菌数を 1 log 下げ
 6 られれば、リスクは 78%低減されると推定された。

7
 8 消費者段階

9 すべての消費者が調理器具を適切に洗浄することで、85%のリスク低減、手の
 10 洗浄と調理器具の洗浄を組み合わせることで、87%のリスク低減が推定された。

11
 12 表 21 (Table 8) 食鳥処理段階での介入によるリスク低減効果

13 表 22 (Table 9) 消費段階での介入によるリスク低減効果

Table 8: Effect of the interventions at the slaughter stage

Phase	Scenario	Operation	Reduction	Nr cases	Risk reduction (%)
	Baseline			272 930	
Slaughter	B1	Scalding	1 decimal reduction	264 560	3
	B2	Plucking/defeathering	Probability of leakage reduced by 10%	261 470	4
	B3	Evisceration	Probability of leakage reduced by 10%	264 520	3
	B4	Chilling	1 decimal reduction	66 570	76
	B5	Plucking / defeathering Evisceration Chilling	Probability of leakage reduced by 10% Probability of leakage reduced by 10% 1 decimal reduction	60 030	78

At this, stage, only the intervention at chilling results in a risk reduction of 76%. The other interventions tested show a risk reduction lower than 5%.

7.5.3 Interventions at the consumer stage

Table 9: Effect of interventions at the consumer stage

Phase	Scenario	Operation	Compliance	Nr cases	Risk reduction (%)
	Baseline			272 930	
Consumer	C1a	Hand washing	100%	270 260	1
	C1b	Cleaning of utensils	100%	40 080	85
	C2	C1a + C1b		35 670	87

The prevention of cross contamination through the cleaning of the utensils (knife, board, fork, plate) appears

(ANSES (2018) から引用。)

【結論】

18 フランスの肉用鶏製品に含まれるカンピロバクターの状況については、2008年
 19 のヨーロッパのベースライン調査以来ほとんど新しいデータが生成されていな
 20 かった。しかし、フードチェーンの各段階でのさまざまな介入が 2010 年以来、
 21 世界で試行されていた。これまで、肉用鶏生産現場で採用されるのに十分な適用
 22 性があり効果的であることが証明された単一の介入方法はない。農場または食
 23 肉処理場での商業的条件におけるこれらの管理のための実証試験が不足してお
 24 り、有効性と適用性を定量的に評価することはできなかった。

- 1 この作業で完成した CARMA 改良モデルは、冷却モジュールと消費者フェーズ
2 を備えており、いくつかのシナリオの効果を推定できた。
- 3 ・農場では、特定の仮説によると、モデルは盲腸便中の菌数を下げる介入が最も
4 効果的であることを示唆した。したがって、たとえば、ワクチン接種が利用可能
5 になれば、公衆衛生を保護するのに非常に効果的である可能性がある。例えば、
6 ワクチン接種による盲腸便中のカンピロバクター菌数を $1.5 \log$ の削減を達成
7 すれば、リスクを 85%減少すると推定された。
- 8 ・食鳥処理場では、湯漬け、脱羽中の消化管内容物の漏れを 10%削減、内臓摘
9 出時の消化管内容物の漏れを 10%削減では、相対リスクは 3% 又は 4% の減
10 少しか得られない。これに対し、冷却工程が非常に効果的で、 $1\log$ の菌数低下
11 で、相対リスクを 76%減少することが推定された。
- 12 ・消費者フェーズでは、手洗いのみでは相対リスクは 1%しか下がらないが、す
13 べての消費者が調理器具を適切に洗浄することにより、リスクを 85%低減でき
14 ると推定された。
- 15

1 (vi) 定量的リスク評価事例⑥

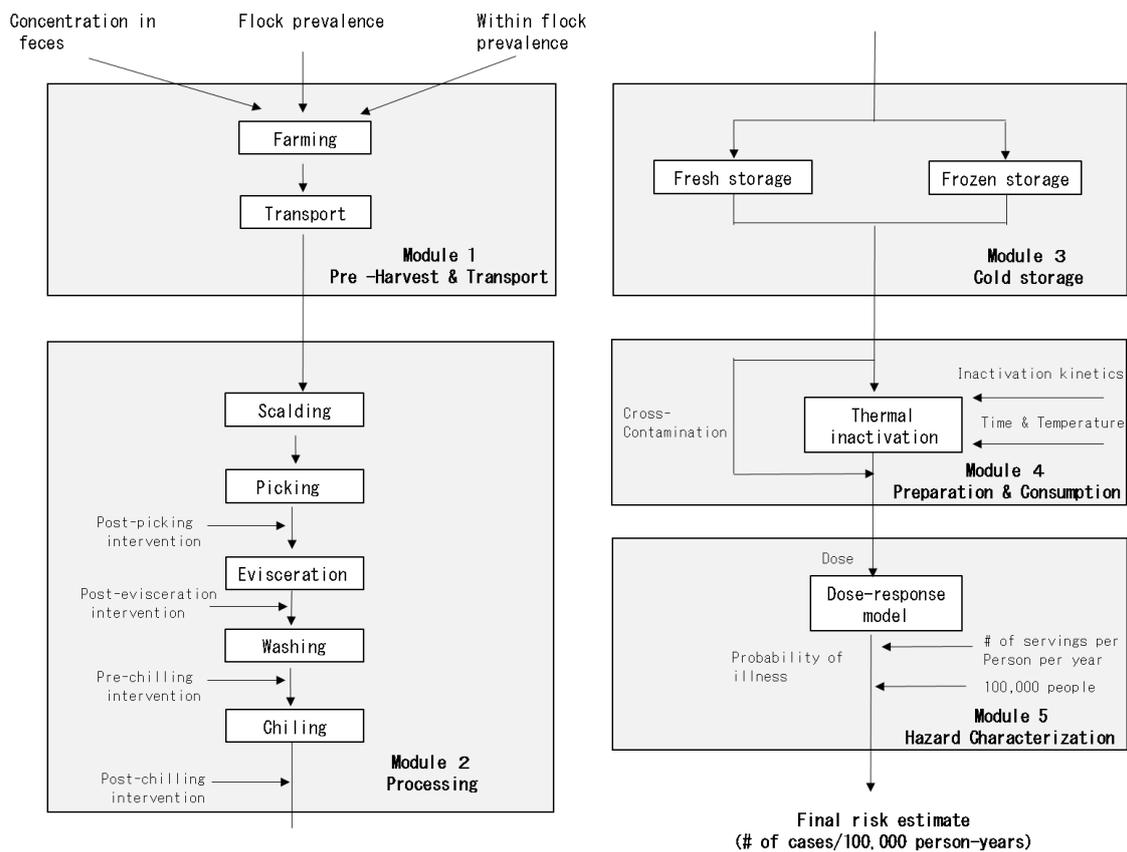
2 【タイトル】：食鳥処理での介入を評価するための肉用鶏のカンピロバクター
3 の定量的微生物リスク評価モデル4 (A quantitative microbial risk assessment model of
5 *Campylobacter* in broiler chickens: Evaluating processing
6 interventions.)7 【著者】：Dogan OB, Clarke J, Mattos F, Wang B (University of Nebraska-
8 Lincoln, U.S.A.)9 【出典】：Food Control 2019; 100: 97-11010
11 **【概要】**12 カンピロバクターに関連する公衆衛生リスクを調査するために、確率論的、証拠
13 に基づく、定量的な微生物リスク評価モデルが開発された。モデルは肉用鶏の農
14 場から喫食までの米国の供給システムをカバーしたものであり、この研究の目
15 的は鶏肉の消費とそれに関連する消費者の安全を保護するため、食鳥処理場
16 における介入措置の有効性を評価することであった。ベースラインモデルは、一般
17 的な産業慣行に基づき、モデルの開発と検証のための最小限の介入によって構
18 築された。19 モデルの最も重要な入力パラメータを決定し、フードチェーンに沿った重要な
20 管理ポイントを特定するために、感度分析が実施された。肉用鶏のカンピロバク
21 ター汚染および消費者のカンピロバクター感染症のリスクを低減するため、食
22 鳥処理中に適用可能な介入措置の有効性について、シナリオ分析を用いて比較
23 した。最終的なリスク推定値は、年間10万人あたりのカンピロバクター感染症
24 の症例として表示され、介入措置の有効性は、ベースラインと比較し、介入措置
25 が実施された場合のカンピロバクター感染症リスクの相対的变化として表され
26 た。モデルでは、ベースラインとして、年間100,000人当たり274 (95%CI：
27 0-561) の症例の発生が推定された。消費者の食品安全に関する慣行と食鳥処
28 理場での作業は、肉用鶏の消費を原因とするカンピロバクターへのばく露を減
29 らすための対象となる最も重要な要因の1つであった。シナリオ分析の結果で
30 は、化学処理助剤(個別または組合せ)がリスク推定値を大幅に削減できること
31 が示唆された。このモデルは、現在の食鳥処理の慣行または代替介入措置の実施
32 にとともなうリスクの変化について、リスクベースの意思決定を行うリスク管理
33 者のためのフレームワークを提供することが期待された。34
35 **【モデルアプローチ】**

36 肉用鶏の農場から喫食までのサプライチェーンにおけるカンピロバクターの移

1 行がモデル化された。モデルは i)農場及び食鳥処理場への輸送, ii)食鳥処理、(iii)
 2 冷蔵保管、(iv)調理と喫食の4つのモジュールに分けて作成された。鶏肉の喫食
 3 に伴い摂取されたカンピロバクターは用量反応モデルと組み合わせ、人口10万
 4 人あたりの年間患者発生数が推定された。概念的なモデルは下図のとおりであ
 5 る。四角の枠で、上から、(i)農場及び食鳥処理場への輸送、(ii)食鳥処理、(iii)
 6 冷蔵保管、(iv)調理と喫食)で示した4つのモジュールと、一番下のモジュール
 7 (用量反応モデル)に分けて作成したモデルに基づき、10万人当たりの発症者
 8 数を予測した。

9 なお、本研究では、実際には、鶏肉は処理後に「冷蔵」もしくは「冷凍」保存
 10 されることになるため、その実際の流れについても、小売り又は消費者(家庭)
 11 での保存の両者に対応した状況として、それぞれに対応した各種パラメータを
 12 設定した。

13



14

15 図35. 肉用鶏におけるカンピロバクターの定量的リスク評価のための概念モ
 16 デル

17

18 (Dogan et al. 2019 から引用、改変して作成。)

19

【結果】

①ベースラインモデル

食鳥処理における加工モジュールでは基本的な処理過程は、湯漬け、介入なしの脱羽、介入なしの内臓摘出、内外洗浄、及び添加物なしの水冷から構成した。この条件で、人口10万人辺りの年間カンピロバクター感染症患者数は274(95% CI: 0 – 561)と推定された。

食鳥処理で処理直後の外部の汚染から冷却までに菌数の4-log減少(およそ6 to 2 log₁₀ CFU/carcass)と、冷蔵保管中に追加で1-logの汚染低減が推定された。同様の傾向が汚染率の変化でも観察され、食鳥処理モジュールでおよそ45%から25%に下がると推定された。

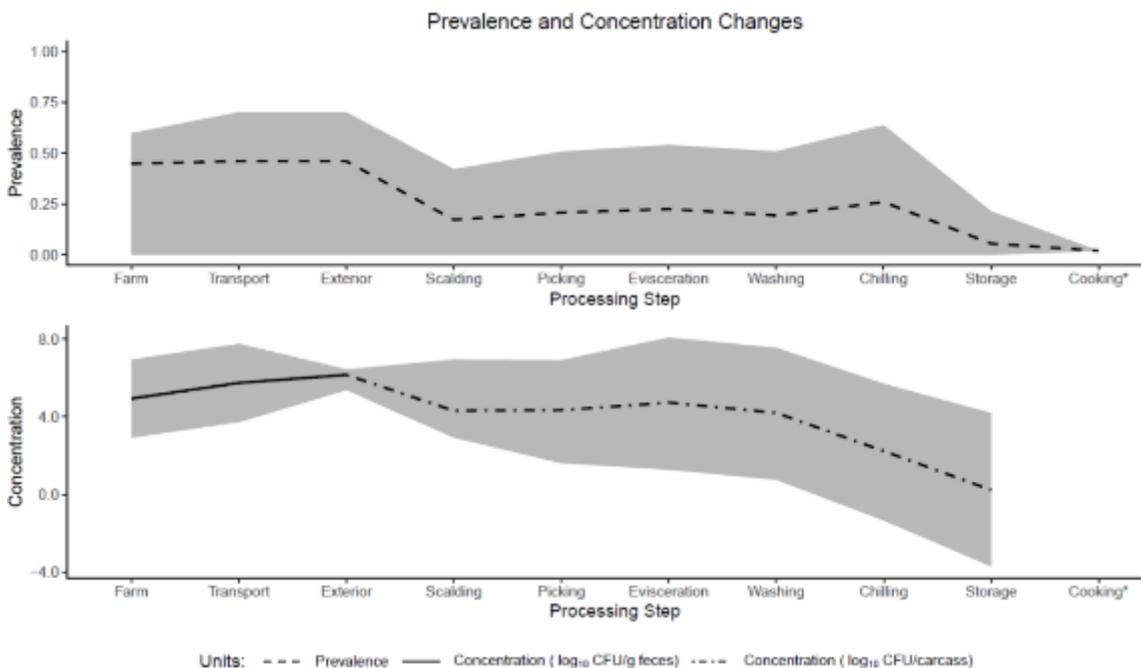


図36 (Figure 3) . 肉用鶏の供給チェーンを通じてのカンピロバクターの汚染率と濃度 (log₁₀ CFU/unit) の変化

※線が平均値、グレーエリアが5パーセントと95パーセントのインターバルを表す。

上図：汚染率、下図：菌数 (log₁₀ CFU/unit)

上図の縦軸：比率 (パーセント)、横軸：農場 (左端) から料理 (右端) に至る経過。

下図の縦軸：菌数 (log₁₀ CFU/unit)、横軸：農場 (左端) から料理 (右端) に至る経過。

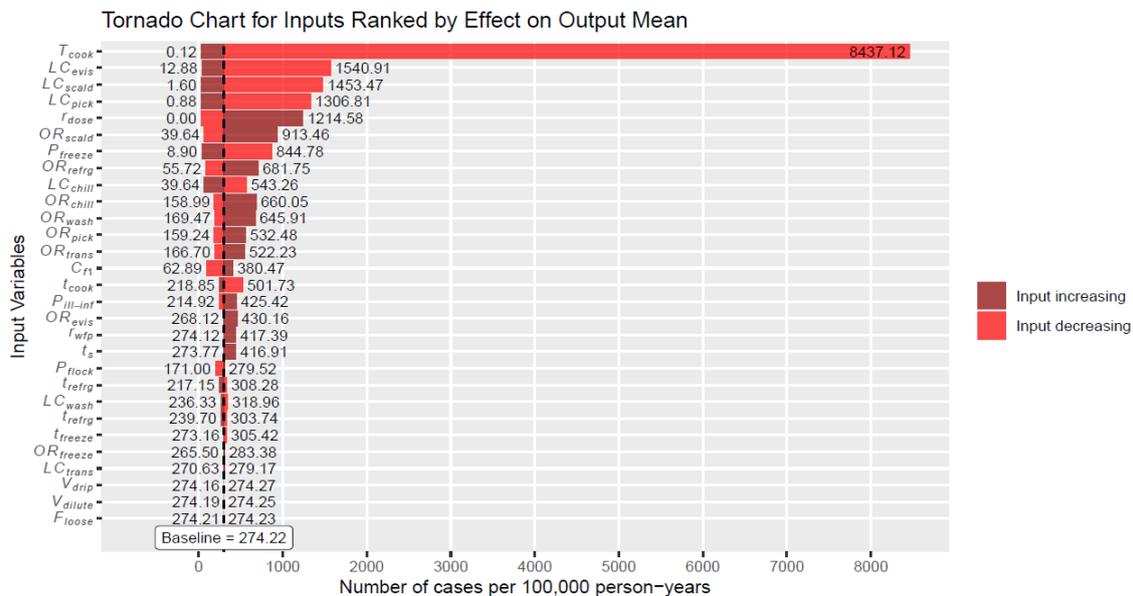
下図の右端(Cooking)がないのは、値が小さく、図に表せないため。

(Dogan et al. (2019) から引用。)

1 ②感度分析

2 図37参照

3 加熱調理の温度が最もリスクを下げる因子で、すべての消費される肉用鶏が適
 4 切に加熱されていれば($T_{\text{cook}} > 89.7^{\circ}\text{C}$)、1年間の人口10万人当たりの患者数は
 5 0.12人にまで減少し、逆にすべての肉用鶏が加熱不十分($T_{\text{cook}} < 45.2^{\circ}\text{C}$)の場合、
 6 1年間の人口10万人当たりの患者数は8437人にまで増加すると推定された。
 7 食鳥処理前及び輸送モジュールの感度分析で重要なパラメータは輸送中の汚染
 8 率の変化(OR_{trans})、次いで糞便中の濃度(C_{f1})、移行率(r_{wfp})、鶏群間の汚染率
 9 (P_{flock})及び輸送中の濃度の変化(LC_{trans})であった。他のモジュールと比較し
 10 て、農場及び輸送モジュールは最終的なリスクに影響は少ない。食鳥処理場への
 11 輸送は汚染濃度と汚染率の両方を上昇させるため、輸送中の肉用鶏の愛護
 12 (broiler welfare)の改善に努力すべきであると考えられた。



13

14 図37: 計算結果において、影響が大きい変数を明らかにするトルネードチャートを用いて、
 15 感度分析の結果を示した。

16 縦軸; リスクを低下させる因子、横軸: 10万人当たりの年間発症人数

17 縦軸の因子(主なもの)

- 18 • T_{cook} : Cooking temperature、(Ecosure, 2008)
- 19 • LC_{evis} : Concentration change during evisceration
- 20 • LC_{scald} : Concentration change during scalding
- 21 • LC_{pick} : Concentration change during picking
- 22 • OR_{refrg} : Prevalence change during refrigerated storage
- 23 • OR_{trans} Change in prevalence due to transport
- 24 • C_{f1} Concentration in feces

1 表23. 介入シナリオ

Table 7
Analysis of single intervention scenarios.

Scenario	Mean Risk Estimate	95% CI	Intervention Efficacy (%)	
Baseline	274.2170	0 ^c	561.6843	
1. Soft scalding	502.9806	118.5666	887.3946	Not effective ^a
2. Scalding with additives	34.1030	0 ^c	76.8889	87.56
3. Picking with cloacal plugging	1.0413	0 ^c	3.0667	99.62
4. Air chilling	635.9007	135.8658	1135.9360	Not effective ^a
5. Immersion chilling with chlorine	144.4037	0 ^c	326.7298	47.34
6. Spray wash	288.3403	0 ^c	588.2175	Not effective ^a
7. MAP subgroup – Air	171.7150	0 ^c	471.2256	37.38
8. MAP subgroup – CO ₂ :O ₂ :N ₂	724.1413	167.3816	1280.9010	Not effective ^a
9. MAP subgroup – 100 O ₂	167.6932	0 ^c	458.6016	38.85
10. MAP subgroup – 100 CO ₂	1.7194	0 ^c	4.8781	99.37
11. MAP subgroup – Vacuum	1856.5260	1002.0800	2710.9710	Not effective ^a
12. Processing aids – Spray – CPC				
Post-evisceration	0.0010	0 ^c	0.0021	100.00 ^b
Post-chilling	0.0005	0 ^c	0.0012	100.00 ^b
13. Processing aids – Spray – ASC				
Post-evisceration	0.1382	0 ^c	0.3068	99.95
Post-chilling	10.0244	0 ^c	23.8147	96.34
14. Processing aids – Spray – TSP				
Post-evisceration	31.0066	0 ^c	90.1887	88.69
Post-chilling	91.7926	0 ^c	269.5013	66.53
15. Processing aids – Spray – PAA				
Post-evisceration	0.7757	0 ^c	2.1455	99.72
Post-chilling	0.7361	0 ^c	2.1049	99.73
16. Processing aids – Immersion – ASC				
Post-picking	0.0009	0 ^c	0.0020	100.00 ^b
Post-evisceration	0.0017	0.0000	0.0034	100.00 ^b
Post-chilling	0.0869	0 ^c	0.2548	99.97
17. Processing aids – Immersion – TSP				
Post-picking	1.3844	0 ^c	3.4133	99.50
Post-evisceration	19.9036	1.0968	38.7103	92.74
Post-chilling	241.3876	0 ^c	521.0552	11.97
18. Processing aids – Immersion – PAA				
Post-picking	0.1707	0 ^c	0.4882	99.94
Post-evisceration	34.4327	0 ^c	101.8219	87.44
Post-chilling	0.7361	0 ^c	2.1049	99.73
19. Rapid Cooling – N ₂ immersion	155.1844	0 ^c	433.5357	43.41
20. Rapid Cooling – Spray				
Pre-chilling	216.2317	0 ^c	531.6919	21.15
Post-chilling	174.6423	0 ^c	476.6162	36.31

2

3 「Not effective^a」の表示はリスク増加で効果が認められないものを示す。数値に「b」を
4 付けている箇所は、数値を丸めた結果を示している。

5 @Risk ソフトウェアの計算による信頼区間の下限がマイナスになった場合は

1 「0c」として表記した。

2 (Dogan et al. (2019) から引用。)

3

4 ・組合せの介入措置に関するシナリオ

5 多くの効果的な組み合わせは CPC スプレー, PAA スプレー, ASC 浸漬また
6 は PAA 浸漬によって達成された。

7 Soft scalding + air chilling だけでは効果的ではなく、リスクは増加する。

8

9 表 2 4. 22 の組合せの介入措置に関するシナリオ分析

Table 8

Analysis of multiple intervention scenarios.

Scenario	Mean Risk Estimate	95% CI	Intervention Efficacy (%)
1. Soft scalding + CPC spray	0.0005	0 ^a	100.00 ^a
2. Soft scalding + ASC spray	0.6710	0 ^a	99.76
3. Soft scalding + TSP spray	96.7994	0 ^a	280.6011
4. Soft scalding + PAA spray	2.8465	0 ^a	8.2805
5. Soft scalding + ASC immersion	0.0018	0 ^a	100.00 ^a
6. Soft scalding + TSP immersion	90.8003	0 ^a	188.6969
7. Soft scalding + PAA immersion	0.0495	0 ^a	99.98
8. Air chilling + CPC spray	0.0002	0 ^a	100.00 ^a
9. Air chilling + ASC spray	4.2657	0 ^a	11.8624
10. Air chilling + TSP spray	156.8175	0 ^a	458.2892
11. Air chilling + PAA spray	39.5495	0 ^a	116.8436
12. Air chilling + ASC immersion	0.0017	0 ^a	100.00 ^a
13. Air chilling + TSP immersion	364.9200	126.9427	602.8973
14. Air chilling + PAA immersion	0.5508	0 ^a	1.2963
15. Soft scalding + Air chilling	777.4146	236.9543	1317.8750
16. Soft scalding + Air chilling + CPC spray	0.0003	0 ^a	100.00 ^a
17. Soft scalding + Air chilling + ASC spray	16.1822	0 ^a	44.9670
18. Soft scalding + Air chilling + TSP spray	169.8526	0 ^a	471.7677
19. Soft scalding + Air chilling + PAA spray	107.2004	0 ^a	315.4751
20. Soft scalding + Air chilling + ASC immersion	0.1714	0 ^a	0.5062
21. Soft scalding + Air chilling + TSP immersion	181.4810	0 ^a	382.7243
22. Soft scalding + Air chilling + PAA immersion	18.4010	0 ^a	41.8100

10

11 数値に「a」を付けている箇所は、数値を丸めた結果を示している。「Not effective^b」の表
12 示はリスク増加で効果が認められないものを示す。@Risk ソフトウェアの計算による信頼
13 区間の下限がマイナスになった場合は「0c」として表記した。

14 (Dogan et al. (2019) から引用。)

15

16 22 の組み合わせのシナリオ分析を実施し、それらの結果を示した。信頼区間
17 の下限がマイナスになった場合は「0」として表記した。

18

1 (vii) 定量的リスク評価事例⑦

2 【タイトル】：生の鶏肉の取扱い中における交差汚染に関連した人のカンピロ
3 バクター感染症：オーストラリアにおける介入のシナリオ解析
4 をガイドするための定量的リスク評価の適用

5 (Human campylobacteriosis related to cross-contamination
6 during handling of raw chicken meat: Application of
7 quantitative risk assessment to guide intervention scenarios
8 analysis in the Australian context)

9 【著者】：Habib I, Coles J, Fallows M, Goodchild S

10 【出典】：International Journal of Food Microbiology 2020; 332(2):108775

11
12 **【概要】**

13 この研究は、生の鶏肉の取り扱いにおけるカンピロバクターに関するリスク評
14 価と管理戦略を支援するための定量的なベースラインデータを生成する目的で
15 行われた。

16 生の鶏肉製品 (n = 315) は、西オーストラリア (WA) の大都市パースにある小
17 売スーパーマーケットから1年間 (2016年から2017年) に購入された。カン
18 ピロバクター濃度は、すべてのサンプルで直接塗抹法によって決定されたが、サ
19 ンプルの58.7% (185/315) では、標準的な方法に従って、直接塗抹法と組み合
20 わせて増菌培養を使用して検査が行われた。

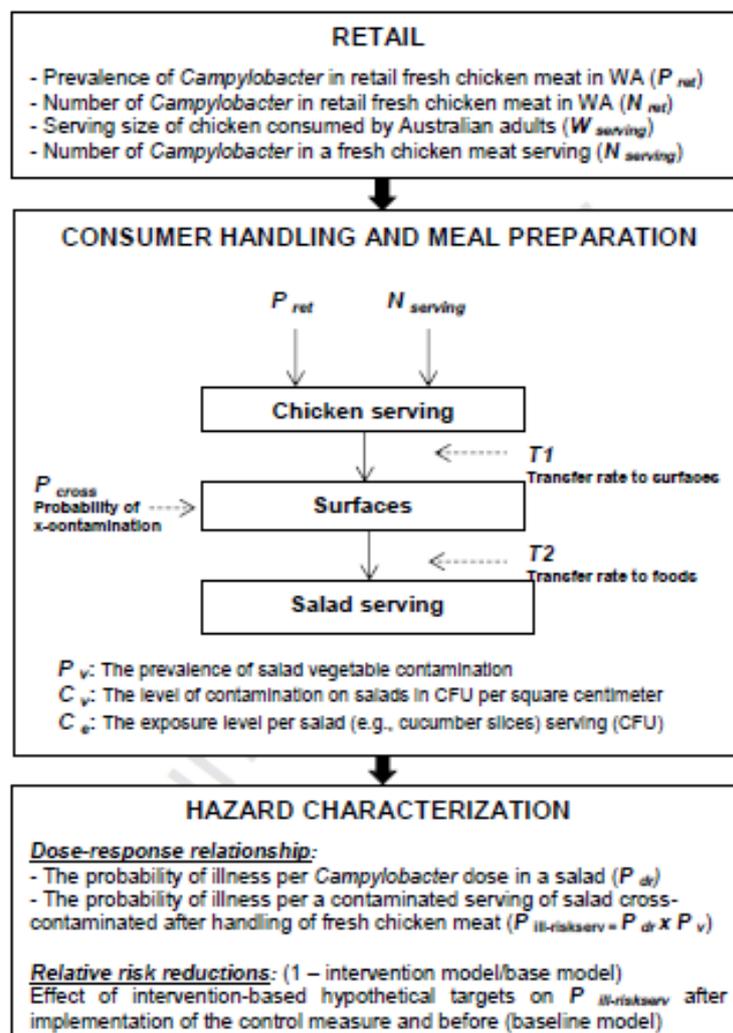
21 直接塗抹法を使用すると、サンプルの23.8% (75/315) からカンピロバクター
22 が回収されたが、増菌培養 (~1 g) を使用した場合、サンプルの53.7% (100/186)
23 がカンピロバクター陽性だった。カンピロバクターの菌数は、鶏肉部分と体の
24 76.2%が $<1 \log_{10}$ コロニー形成単位 (CFU) / g で汚染され、サンプルの18.7%
25 が $\geq 2 \log_{10}$ CFU / g で汚染されていることを明らかになった。試験した315の鶏
26 肉サンプルの平均カンピロバクター菌数は $1.82 \log_{10}$ CFU / g (\pm 標準偏差 (SD)
27 $2.26 \log_{10}$ CFU / g) であった。皮をつけた鶏肉製品からの直接塗抹法によるカ
28 ンピロバクターの回復の可能性は、皮を剥いた製品形態よりも有意に高かった
29 (オッズ比[OR] 4.4; $p < 0.0001$)。カンピロバクターの最高数は手羽先に関連し
30 ていた ($1.94 \log_{10}$ CFU / g [\pm SD $2.26 \log_{10}$ CFU / g])。製品形態と家きん加工施
31 設との間の相互作用に基づいて、カンピロバクター数にいくつかの有意な変動
32 があった。(当該調査自体は、Habib らの2019年の論文で報告。Habib I, Coles
33 J, Fallows M, Goodchild S: A baseline quantitative survey of Campylobacter
34 spp. on retail chicken portions and carcasses in metropolitan Perth, western
35 Australia. Foodborne Pathogens and Disease 2019; 16(3): 180-186)

36

1 【モデルアプローチ】

2 このモデルでは交差汚染によるカンピロバクター感染症の発症を想定してい
 3 る。図38のようにWA（西オーストラリア）での汚染された鶏肉が色々な場面
 4 でサラダに交差汚染されていく行程を想定した。具体的には、鶏肉由来のカンピ
 5 ロバクターが典型的なサラダに使われるキュウリへ交差汚染されるルートでの
 6 汚染を計算に用いた。最終的には「汚染鶏肉→汚染サラダ→喫食」からカンピロ
 7 バクター感染症を発症するリスクを計算した。

8
 Fig. 1. The conceptual framework of the QMRA model of *Campylobacter* spp. related to cross-contamination during handling of fresh chicken meat



9
 10 図38. 生鮮鶏肉の取扱いの間の交差汚染に係るQMRAモデル

11
 12 (Habib et al. (2020) から引用。)

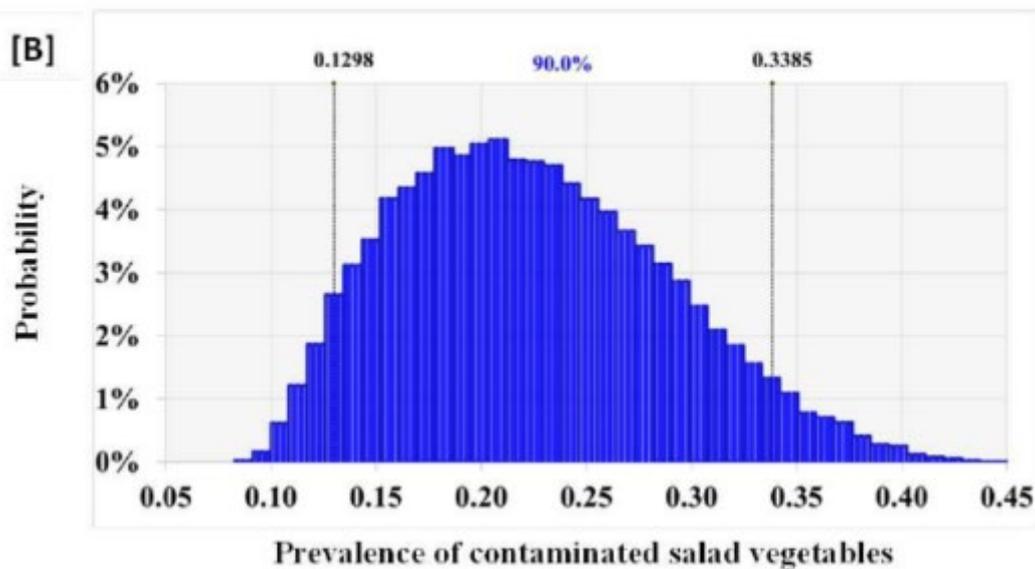
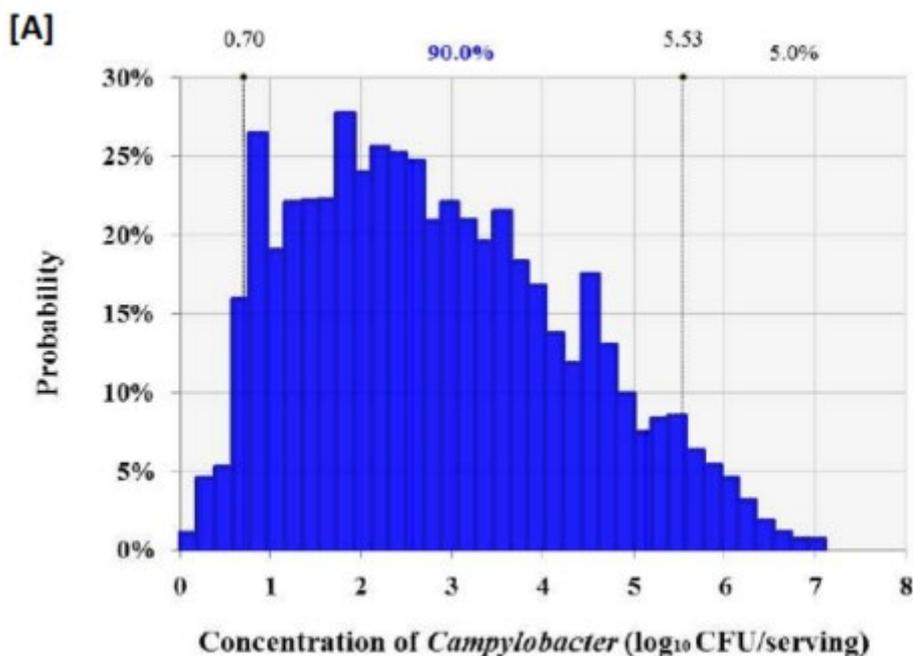
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

家庭調理において、生の鶏肉から交差汚染された野菜サラダを喫食することによるカンピロバクターの平均発症確率を予測するため、定量的リスク評価（QMRA）を実施した。

評価モデルには、オーストラリア西部で販売消費される生鮮丸と体及び部分肉由来のカンピロバクター定量データ（2016-17年に、パース市内の小売店から購入した315検体（汚染率は53.7%））を使用した。

家庭調理のパラメータとして、生の鶏肉からサラダへの交差汚染率、サラダのカンピロバクターの汚染レベルを評価モデルに組み込んだ。

1 【結果】



2

3 図39. 上図 (A) : 交差汚染したサラダの菌数の濃度 (log₁₀ CFU/1食) 分布
 4 縦軸 : 可能性 (%)、横軸 : 菌濃度 (右へ行くほど高濃度)

5 図40. 下図 (B) : 交差汚染したサラダの菌による汚染比率分布 縦軸 : 可能性
 6 (%)、横軸 : 菌による汚染比率 (右へ行くほど高比率)

7

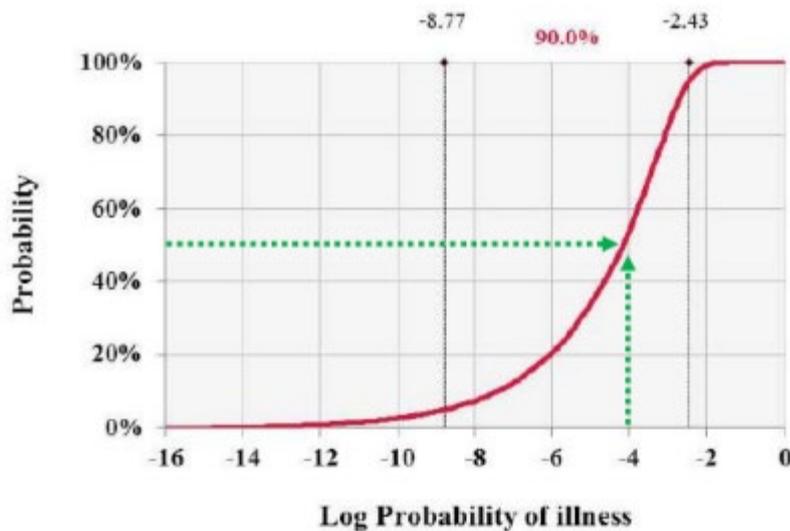
(Habib et al. (2020) から引用。)

1

2 予測されたサラダ 1 食当たりのカンピロバクター汚染平均濃度は $2.76 \log_{10}$
 3 CFU/ サービング (SD= $1.50 \log_{10}$)、サラダの平均汚染割合は 22.4%であると推
 4 定された。

5

Fig. 3. Cumulative ascending distribution for the log probability of illness predicted for *Campylobacter* consumed in a serving of cross-contaminated salad after handling of fresh chicken meat



6

7 図40. 交差汚染によるカンピロバクター感染症の累積発症確率

8 ※縦軸：発症確率 (%)、横軸：対数尺の発症確率 (右へ行くほど確率が高くなり0で発症)

9

(Habib et al. (2020) から引用。)

10

11 生鮮鶏肉の取扱いによるサラダの交差汚染によって、予想されるサラダ 1 食
 12 当たり発症確率は 10^{-14} ~ 10^{-3} の間に分布し、平均は 7.0×10^{-4} (90%信頼区間
 13 $\pm 4.7 \times 10^{-5}$) と推定された。発症確率 50%は 10^{-4} と推定された。

Fig. 5. Relative risk reduction in the probability of illness (campylobacteriosis) per a serving of cross-contaminated salad after handling of fresh chicken meat. The different scenarios reflect the effect of intervention-based hypothetical targets on *P. ill-robore* after implementation of the control measure and before (baseline model).

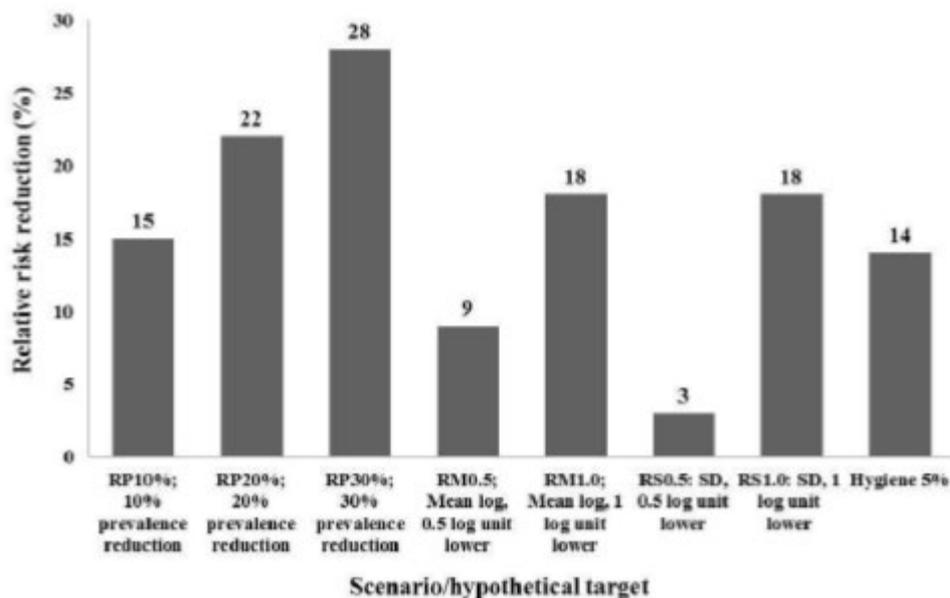


図4-1. 介入措置シナリオ

※上図 各種介入措置のシナリオによるカンピロバクター感染症の相対的発症率の減少予測 縦軸：相対的発症率の減少率 (%) の大きさ、横軸：各種介入8つのシナリオ（下記参照）

(Habib et al. (2020) から引用。)

・RP10%：RP (Reduction of the prevalence of *Campylobacter* in retail fresh chicken meat)

市販鶏肉のカンピロバクター汚染率を10%低下させるシナリオ

・RP20%：同上を20%低下させるシナリオ

・RP30%：同上を30%低下させるシナリオ

・RM0.5：RM (Reduction of the mean log concentration of *Campylobacter* in retail fresh chicken meat) 市販鶏肉のカンピロバクターの平均汚染濃度を0.5 log 減少させるシナリオ

・RM1.0：同上を1.0 log 減少させるシナリオ

・RS0.5：RS (Reduction by a change in the standard deviation) 市販鶏肉のカンピロバクターの汚染濃度の標準偏差を0.5 log 減少させるシナリオ

・RS1.0：同上を1.0 log 減少させるシナリオ

・交差汚染を減らす社会運動で消費者段階の交差汚染を5%減少させるシナリオ

1 シナリオに伴う相対的なリスクの変化

2

3 ・市販鶏肉のカンピロバクター汚染率を30%まで低下させることにより、約28%
4 相対リスクが減少すると予想された。

5 ・カンピロバクターの平均汚染濃度を1 log 減少させることにより、約18%相対
6 リスクが減少すると予想された。

7 ・消費者段階の交差汚染を5%減少させることにより、14%相対リスクが減少す
8 ると予想された。

9