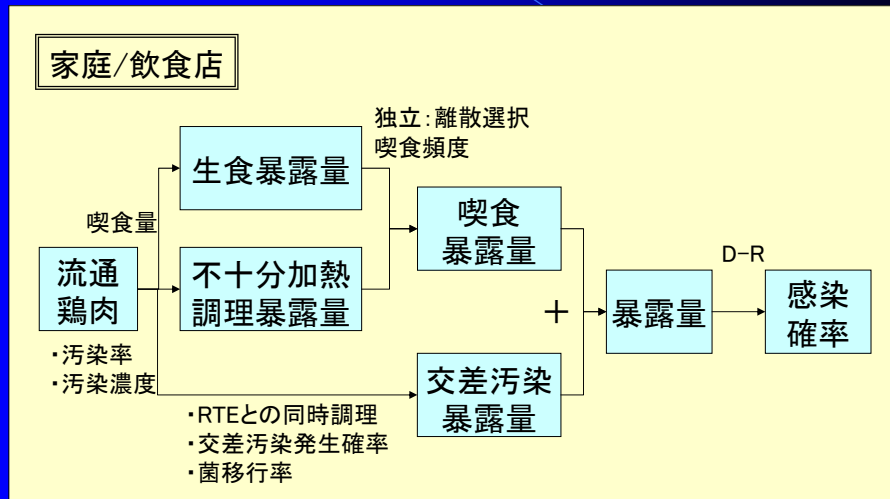


鶏肉中のカンピロバクター 食中毒リスクとリスク対策の 有効性の分析

三菱総合研究所
長谷川 専

1. 鶏肉中のカンピロバクター 食中毒リスク

一食当たり暴露量の算出プロセス



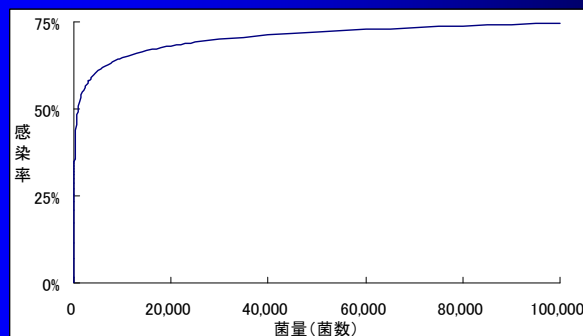
3

Dose-Response曲線

● ベータ二項分布

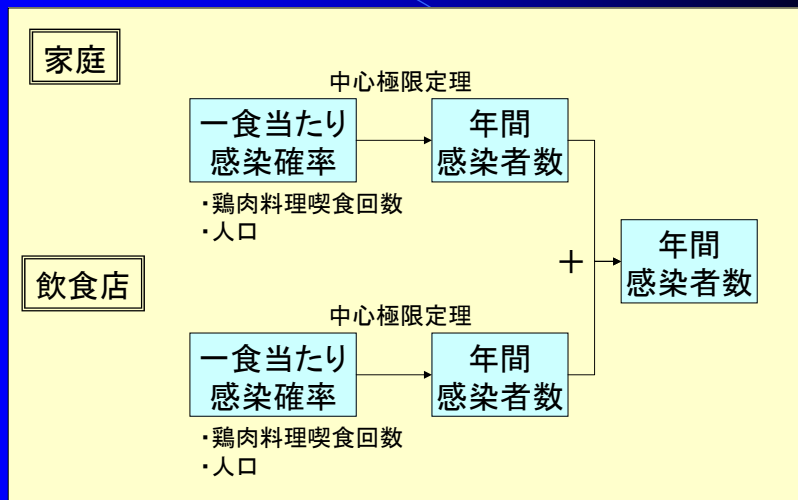
$$p_{\text{inf}} = 1 - \left(1 + \frac{D}{\beta}\right)^{-\alpha}$$

p_{inf} : 一食当たり感染確率
 D : 摂取菌数
 α : パラメータ=0.145
 β : パラメータ=7.59



4

年間感染者数の算出プロセス



5

中心極限定理と年間感染者数

- 平均 μ 、標準偏差 σ の分布から独立に標本を n 個抽出し、その和 X を計算する。
- n を大きくすると X の分布は次式の正規分布になる。

$$X \sim \text{Normal}(n \cdot \mu, \sqrt{n} \cdot \sigma)$$

- 家庭および飲食店において、鶏肉の喫食による感染が各喫食者(全人口)の各喫食について独立に生起すると仮定すれば、「年間感染者数は、一食当たり感染確率の分布から(喫食者数×年間喫食回数)個の標本を抽出して合計した値」となり、中心極限定理を適用することで分布を算出することができる。

6

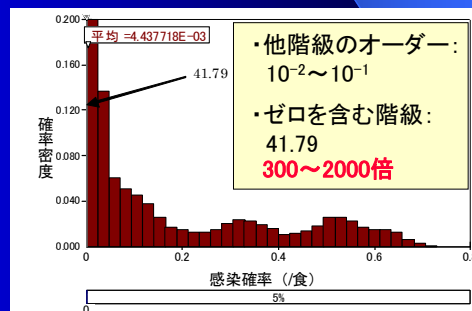
シミュレーション条件

- 使用ソフト: Palisade社@Risk4.5日本語版
(モンテカルロシミュレーションソフト)
- 標本抽出法: ラテンハイパーキューブ法
- 試行回数: 100万回

7

ここでの確率分布グラフの読み方

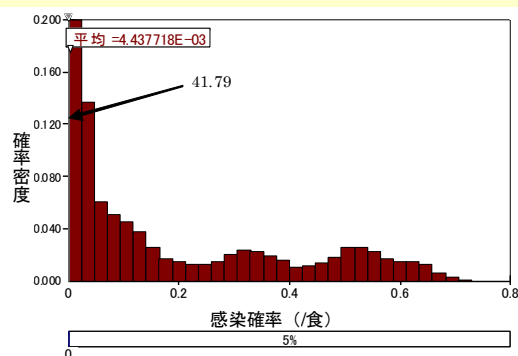
- 多くの暴露量や感染率の確率分布では、ゼロを含む階級の確率密度は他よりも100倍～数千倍大きい
→ グラフ: ゼロを含む階級以外が見えない
→ 他の階級の確率密度が見えるようY軸のスケールを拡大し、ゼロを含む階級は数値で表示



8

家庭における一食当たり感染確率

- 平均値0.44%
- 最大値75.26%だが、95%値までゼロ

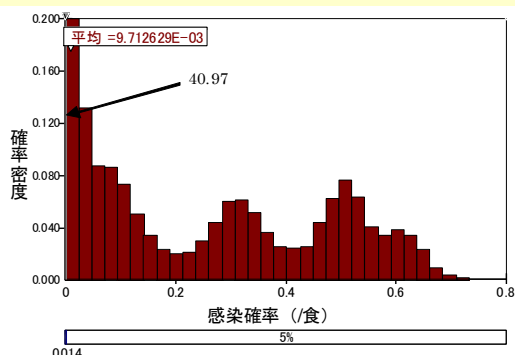


概要統計 (/食)			
統計	値	%値	値
最小	0%	5%	0%
最大	75.26%	10%	0%
平均	0.44%	25%	0%
標準偏差	4.24%	30%	0%
分散	0.1797%	50%	0%
歪度	11.53	70%	0%
尖度	144.6	75%	0%
メジアン	0%	90%	0%
モード	0%	95%	0%

9

飲食店における一食当たり感染確率

- 平均値0.97%: 家庭(0.44%)の2.2倍
- 最大値75.26%だが、90%値までゼロ

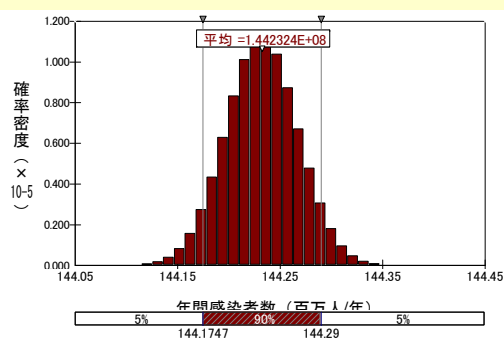


概要統計 (/食)			
統計	値	%値	値
最小	0%	5%	0%
最大	75.67%	10%	0%
平均	0.97%	25%	0%
標準偏差	6.40%	30%	0%
分散	0.4095%	50%	0%
歪度	7.492	70%	0%
尖度	61.09	75%	0%
メジアン	0%	90%	0%
モード	0%	95%	0.1376%

10

年間感染者数

- 平均値約1.5億人弱
- 感染≠発症



概要統計 (人/年)			
統計	値	%値	値
最小	144,072,800	5%	144,174,736
最大	144,410,848	10%	144,187,552
平均	144,232,416	25%	144,208,816
標準偏差	35,034	30%	144,214,064
分散	1,227,357,953	50%	144,232,416
歪度	-1.440E-03	70%	144,250,784
尖度	3.001	75%	144,256,016
メジアン	144,232,416	90%	144,277,360
モード	144,231,808	95%	144,290,032

11

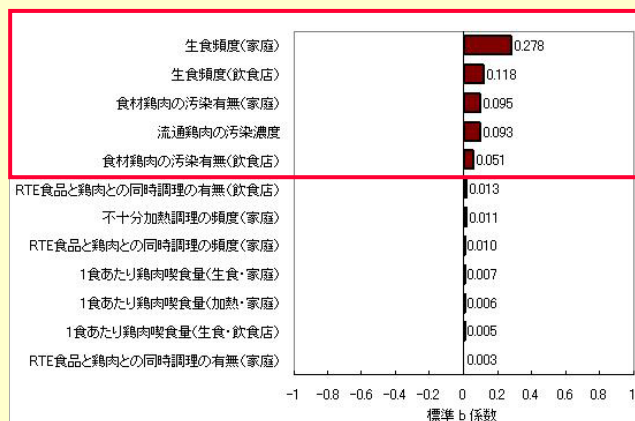
感度分析

- 回帰分析: リスク要素の値が変化したときに、どれだけ年間感染者数が増えるかを分析する手法
 - 回帰直線(平面)の傾きの大きさ
 - 標準係数(ベータ係数): 各リスク要素および年間感染者数の値を各々の標準偏差で除して標準化した値で回帰分析を行ったときの偏回帰係数
- 相関分析: リスク要素の値の変化と年間感染者数の値の変化の関係の強さを分析する手法
 - 回帰直線からのデータの散らばり具合
 - スピアマンの順位相関係数: 各データにおける年間感染者数の順位と、その値をもたらしたリスク要素の値の順位との間の関係の強さ

12

年間感染者数の感度分析(回帰)

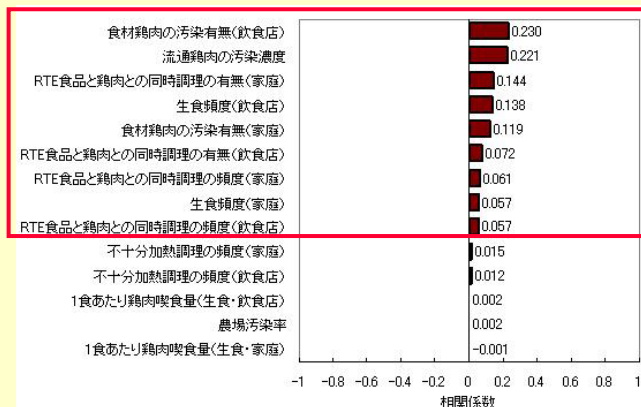
- 生食頻度(1,2位)、汚染率(3,5位)、汚染濃度(4位)が上位



13

年間感染者数の感度分析(相関)

- 喫食暴露や交差汚染暴露の前提条件(汚染有無、RTEとの同時調理)が上位(1,3,5,6位)
- その他は汚染濃度(2位)と生食頻度(4位)が上位



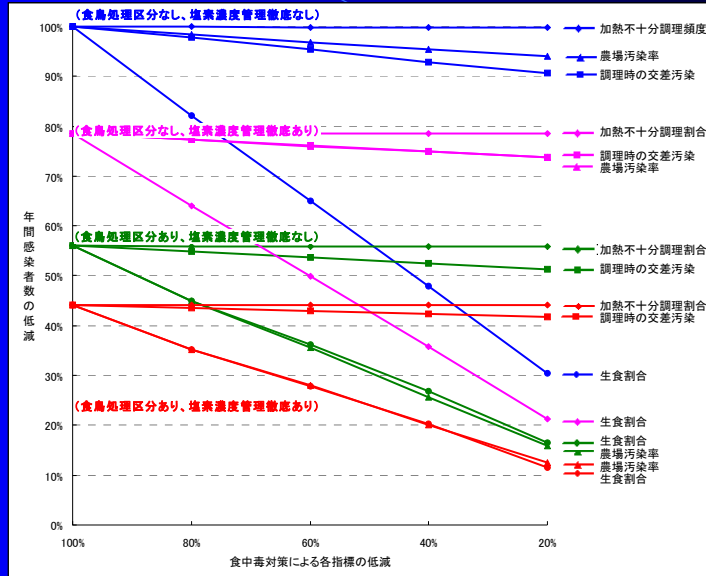
14

2. リスク対策の効果

リスク対策

リスク対策	ねらい	備考
食鳥処理場での区分処理	食材鶏肉の汚染率低減	With/ Without
冷却水の塩素濃度管理徹底	食材鶏肉の汚染濃度低減	With/ Without
農場汚染率低減	食材鶏肉の汚染率低減	20%刻み
生食割合低減	喫食暴露確率の低減	20%刻み
加熱不十分調理割合低減	喫食暴露確率の低減	20%刻み
調理時の交差汚染発生率低減	交差汚染暴露確率の低減	20%刻み

リスク対策の効果計測



17

リスク対策の効果

- 各リスク対策を単独で講じた場合の効果
 - 食鳥処理場での区分処理: 44%
 - 冷却水塩素濃度管理徹底: 21.4%
 - 生食割合: 平均17.4%/20%
 - 調理時の交差汚染: 平均2.34%/20%
 - 農場汚染率: 平均1.54%/20%
 - 加熱不十分調理: 0.05%
- リスク対策を複合的に講じた場合の顕著な効果
 - 区分処理+塩素濃度管理: 55.8%
 - 区分処理+農場汚染率: 平均10.0%/20%

※生食の効果と同等

18

3. 要因分析

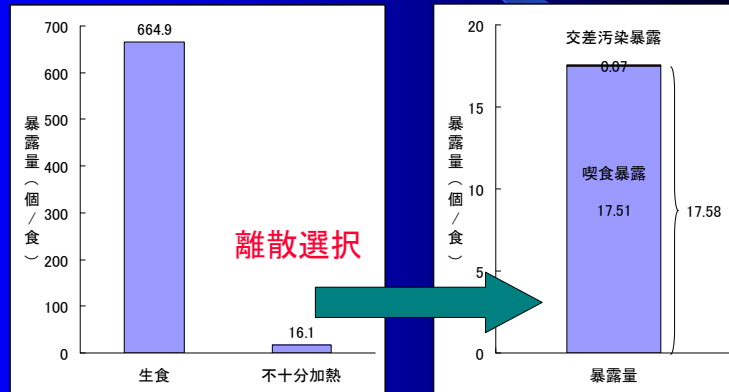
リスク対策の効果に関する主な疑問

- なぜ不十分加熱調理割合の低減は効かないか
- なぜ農場汚染率低減は食鳥処理区分と組み合わせることで大きな効果を発揮するのか？
 - なぜ生食割合の低減と同等の効果になるのか？

一食あたり暴露量の比較

- 喫食暴露では生食の寄与が極めて大きい
- 不十分加熱の寄与は小さくかつ離散選択的な寄与
- 暴露量に占める交差汚染暴露は小さいが同時生起

例：家庭



喫食者割合	19.5%	13.7%
喫食頻度	9.6%	39.9%

21

農場汚染率の低減の効果

- 農場汚染率が低減しても、食鳥処理場で汚染農場と非汚染農場からの感染鶏が混合処理され交差汚染発生
 - 食材鶏肉の汚染率への低減効果は相殺
- 食鳥処理場での区分処理は、農場汚染率の低減が食材鶏肉の汚染率に直接つながる
- 食材鶏肉の汚染率の低減(濃度不変)
 - 濃度不変の汚染鶏肉の喫食機会の低減 = 生食割合の低減

22