

新版 公衆衛生学 実験・実習

角野 猛
岸本 満

編著

青地 克頼
伊藤 央奈
伊藤 勇貴
近藤 浩代
須崎 尚
林原 好美
細田 晃文
共著

建帛社
KENPAKUSHA

まえがき

本書の初版は2011（平成23）年に発行された（角野猛・須崎尚編著）。おかげさまで多くの大学等でお使いいただき、版を重ねてきたが、内容を改めることなく十年余が経過した。この間、公衆衛生の枠組みや制度に大きな変化はないものの、管理栄養士国家試験出題基準（ガイドライン）は改定を重ね、環境に関するあらゆる規格基準も見直されている。また、社会や健康に関する統計も日々更新されており、こうした状況に対応するため、公衆衛生に関する実験・実習に携わる新たな執筆者を迎えつつ、最新の知見を盛り込んだ形で、本書を「新版」として発行することとした。

管理栄養士の国家試験における公衆衛生学関連の出題範囲は、「社会・環境と健康」という領域である。その内訳は、「社会と健康」「環境と健康」「健康、疾病、行動に関わる統計資料」「健康状態・疾病の測定と評価」「生活習慣（ライフスタイル）の現状と対策」「主要疾患の疫学と予防対策」「保健・医療・福祉の制度」までの7つの大項目になっている。なお、同国家試験の「社会・環境と健康」の分野での出題数は、現行ガイドラインでは16題である。

第36回管理栄養士国家試験（令和4年2月27日実施）の「社会・環境と健康」の分野における出題内容は、「減塩教室におけるPDCA」「WHOの社会的決定要因の内容」「水道法に基づく上水道の水質基準」「ある年のA地域とB地域の死亡の状況における両地域の比較」「疫学研究の方法に関する説明と名称の組み合わせ」「スクリーニングテストの陽性反応の中度」「健康づくりのための身体活動基準2013の内容」「喫煙」「がん（悪性新生物）」「循環器疾患」「高齢者の健康および骨・関節疾患」「地域保健」「医療計画」「介護保険制度」「母子保健」「保健統計指標と調査名の組合せ」のそれぞれに関する16問であった。筆者をはじめ多くの方々は、公衆衛生学の講義を進めるにあたり、これらの出題内容を意識して、時には演習的な内容を取り入れて対応しているものの、それには時間数の観点から徹底した教育が困難であると感じているのではないだろうか。

公衆衛生学としての講義科目は、管理栄養士、栄養士養成施設では半期2単位と設定していることが多い。これだけでは、上記の内容を全て網羅して学生に教えることはきわめて難しい。そのため、公衆衛生的な実験、実習を授業科目に取り入れている管理栄養士、栄養士養成施設は多くはない。しかし、公衆衛生を理解させるには、実験、実習が必要という意見が多い。

今般の新版にあたっては従来と同様に、管理栄養士、栄養士養成施設の公衆衛生学担当者の中で、理論とともにそれを実証するための実験・実習科目を必要と認識する者達が集い、空気、温度、上水道、下水道などや、人口動態における各種統計計算、疫学関連におけるコホート研究、症例対照研究、さらには、スクリーニングにおける特異度の計算などを理解しやすくする参考書の作成に取り組んだ。

管理栄養士、栄養士課程を修了した学生たちの就職方面には多様性があり、管理栄養士、栄養士の職以外に、それらの資格を生かした食品会社の品質管理関連、環境関連企業などの実験に従事するなど、今後もますます広がりをみせようとしている。こうした点をふまえ、本書はそのよ

うな職場でも生かせる内容とした。したがって、環境衛生的な実験、生理学的な実験、化学的な分析実験、栄養学的な実験、統計・疫学的な実習など、様々な分野を含んでいるが、それらを平易に解説し、取り組める実験・実習内容とした。なお、一部の実験・実習には高度の技術や高額な機器が必要な場合があるが、本書を活用する担当者のお考えにより、取捨選択していただきたい。

本書は管理栄養士、栄養士などを専攻する栄養系、食品系の学部、学科を対象としているが、看護系、環境系の学部、学科、さらに、衛生検査などの研究者、技術者などにご活用いただければ幸いである。版を改めるにあたっては、内容を精査したが、それでもなお不備な点があれば、ご意見・ご叱正をいただき、今後さらに改めさせていただきたい。

終わりに、本書の刊行にあたってご便宜を頂いた建帛社の各位に対して厚くお礼申し上げます。

2022年4月

編著者 角野 猛・岸本 満

目 次

第1章 保健統計

1 統計の基礎	2
1 データの種類	2
(1) 質的データ (カテゴリーデータ) / 2 (2) 量的データ / 2	
2 データの記述	3
3 データの代表値 (量的データの場合)	4
(1) 平均値 (mean) / 4 (2) 中央値 (median) / 4 (3) 最頻値 (mode) / 4	
4 データのばらつきの記述	5
(1) 範囲 (range) / 5 (2) 四分位数と四分位範囲 / 6	
(3) 標準偏差 (standard deviation) / 6 (4) 正規分布と標準正規分布 / 7	
5 相関と回帰	9
(1) 相 関 / 9 (2) 回 帰 / 11	
6 推定と検定	11
(1) 標本分布 / 11 (2) 統計的推定 / 12	
7 量的・質的データの検定	15
(1) 検 定 / 15 (2) t 検 定 / 16 (3) マン・ホイットニーのU検定 / 18	
(4) χ^2 検 定 / 19	
2 保 健 統 計	21
1 人口静態統計	21
(1) 国勢調査 / 21 (2) 日本の総人口 / 22 (3) 人口ピラミッド / 22 (4) 人口構成 / 23	
2 人口動態統計	24
(1) 出生数・出生率 / 24 (2) 合計特殊出生率 (粗再生産率) / 24 (3) 総再生産率 / 25	
(4) 純再生産率 / 26 (5) 死亡数・粗死亡率 / 27 (6) 年齢調整死亡率 / 28	
3 生命表・生命関数	30
(1) 生 命 表 / 30 (2) 生命関数 / 31	
演習の解答	37

第2章 疫学研究

1 疫 学 と は	40
2 疫 学 指 標	41
1 有病率 (prevalence)	41
2 罹患率 (incidence)	42
3 致命率 (case-fatality rate)	43
4 死亡率 (death rate, mortality rate)	43
5 生存率 (survival rate)	43
3 曝露効果の測定	44
1 相対危険 (relative risk : RR)	44
2 寄与危険	44
3 オッズ比 (odds ratio)	45

4 疫学の方法	46
1 記述疫学と分析疫学・介入疫学	46
2 生態学的研究・横断研究	46
3 コホート研究・症例対照研究	47
4 介入研究	47
5 因果関係	48
6 バイアスと交絡因子	48
7 食中毒集団発生における原因食調査	51
5 スクリーニング	54
1 敏感度 (sensitivity), 特異度 (specificity)	55
2 陽性反応的中度 (positive predictive value : PPV), 陰性反応的中度 (negative predictive value : NPV)	56
3 偽陽性率 (fail positive), 偽陰性率 (fail negative)	56
4 カットオフ値 (cut-off point), ROC曲線	56
演習の解答	59

第3章 環境衛生

1 室内環境の測定	62
1 騒音の測定	62
(1) 測定器具／63 (2) 測定方法／63 (3) 中央値及び90%レンジの計算例／64	
2 照度の測定	65
(1) 測定器具／65 (2) 測定方法／65 (3) 測定の実際／65 (4) 測定／66	
3 気温、気湿及び気流の測定	67
(1) 気温・気湿の測定／67 (2) 不快指数 (discomfort index : DI)／67	
(3) カタ寒暖計による空気の冷却力の測定／68 (4) 気流の測定／69	
4 感覚温度の測定	69
(1) 測定器具／69 (2) 測定方法／69	
5 室内空気環境の総合評価	70
6 輻射熱の測定	70
7 暑さ指数 (wet-bulb globe temperature : WBGT)	72
8 室内空気環境基準 (浮遊粉じん, 一酸化炭素, 二酸化炭素, ホルムアルデヒド等)	73
(1) 健康障害の根拠／73 (2) 基準値／74 (3) 測定基準／75	
9 空中微生物の環境基準	76
(1) 健康障害の根拠／77 (2) 基準値／77 (3) 測定基準／78	
10 花粉 (アレルゲン)	79
(1) 健康障害の根拠／80 (2) 基準値／80 (3) 測定基準／80	
11 ハウスダスト (アレルゲン)	81
(1) 健康障害の根拠／81 (2) 基準値／81 (3) 測定基準／81	
2 水質検査	82
1 飲料水の水質検査	82
(1) 試験項目／82 (2) 環境調査, 試料の採取と保存／82	

(3) 理化学的試験項目の測定／ 84	(4) 細菌試験項目の測定／ 92	
2 公共用水の水質検査		93
(1) 試験項目／ 96	(2) 環境調査, 試料の採取と保存／ 97	
(3) 理化学的試験項目の測定／ 97	(4) 細菌試験項目の測定／ 102	
3 産業保健		104
1 労働者を取り巻く状況の変化		104
(1) 人口構造の変化／ 104	(2) 労働の担い手／ 105	
(3) 非正規雇用労働者の増加／ 107	(4) 非正規雇用労働者の課題／ 107	
2 健康に影響を与える労働環境		108
(1) 労働条件に関する法規／ 108	(2) 作業条件に関する法規／ 108	
3 労働による健康障害の状況		108
(1) 近年の状況／ 108	(2) 労働者の傷病の分類／ 109	
4 労働衛生管理のしくみ		110
(1) 行政の組織／ 110	(2) 企業内の管理の方法／ 110	
5 労働環境の変化		110
6 メンタルヘルス		111
4 学校環境衛生		113
1 学校環境衛生の目的と関係法令		113
2 学校環境衛生活動の進め方と内容		113
(1) 学校環境衛生活動の進め方／ 113	(2) 定期検査, 臨時検査及び日常点検／ 114	
3 教室等の環境		114
(1) 換気／ 114	(2) 温度／ 114	(3) 相対湿度／ 114
(4) 浮遊粉じん／ 115	(5) 気流／ 115	(6) 一酸化炭素／ 115
(7) 二酸化窒素／ 115	(8) 揮発性有機化合物／ 115	
(9) ダニまたはダニアレゲン／ 116	(10) 照度／ 116	
(11) まぶしさ／ 117	(12) 騒音レベル／ 117	
4 飲料水等の水質及び施設・設備, 水泳プール		118
(1) 飲料水等の検査／ 118	(2) 水泳プール／ 118	
5 手指の衛生検査		120
1 手洗い法		120
(1) 原理／ 120	(2) 器具／ 120	(3) 培地, 消毒剤／ 120
(4) 操作／ 121		
2 ふき取り法		121
(1) 原理／ 121	(2) 器具／ 122	(3) 培地／ 122
(4) 操作／ 122		
3 スタブ法 (手形平板培地法)		122
(1) 原理／ 122	(2) 培地／ 123	(3) 操作／ 123
4 グローブジュース法		123
(1) 原理／ 123	(2) 器具／ 123	(3) 培地／ 124
(4) 操作／ 124		
5 ATPふき取り法		125
(1) 原理／ 125	(2) 器具／ 125	(3) 操作／ 125
6 手指消毒法		126
(1) 皮膚の細菌／ 126	(2) 手洗い法／ 127	

第4章 身体組成の測定及び生理学実習

1 身体組成の測定	130
1 脂肪量と除脂肪量	130
2 体脂肪量の測定	130
(1) 水中体重法／130 (2) 二重エネルギー X 線吸収法／130	
(3) 生体インピーダンス法／131	
3 身体計測値	131
(1) 身長／131 (2) 体重／131 (3) BMI (body mass index：体格指数)／131	
2 疲労測定	132
1 疲労測定の方法	132
(1) フリッカー測定／132 (2) 聴覚による2音融合測定／133	
(3) 心拍変動による測定／133 (4) 自覚的な疲労評価／133 (5) 唾液アミラーゼ測定／133	
2 疲労蓄積度の診断	133
3 エネルギー代謝	135
1 エネルギー代謝の測定	135
(1) 直接エネルギー測定法／135 (2) 間接エネルギー測定法／135	
2 エネルギー代謝の分類	136
(1) 基礎代謝／136 (2) 安静時代謝／137 (3) 睡眠代謝／137 (4) 活動代謝／137	
4 最大酸素摂取量 (maximal oxygen uptake：$\dot{V}O_2\text{max}$)	138
1 最大酸素摂取量の測定	138
(1) 自転車エルゴメータ／138 (2) トレッドミル／139	
2 最大下運動負荷テスト (submaximal exercise test)	139
(1) 酸素摂取量の部分的な実測／139 (2) 酸素摂取量の推計／139	
3 最大運動負荷テスト (maximal exercise test)	140
(1) 酸素摂取量の实測／140 (2) 酸素摂取量の推計／140	
4 最大酸素摂取量の測定の生理的意義	140
5 アルコールの生体・社会的影響	141
1 東大式ALDH2表現型スクリーニングテスト (TAST)	142
2 アルコールパッチテスト	142
6 口腔機能	143
1 口腔乾燥	143
2 咬合力	144
3 舌口唇運動機能	144
4 舌圧	145
5 咀嚼能力	145
6 その他の口腔検査	146
(1) 唾液分泌量・唾液緩衝能／146 (2) 口腔内細菌／146	
(3) 嚥下機能／147 (4) 味覚／147	
演習の解答	149

第1章 保健統計

1 統計の基礎

- 1 データの種類
- 2 データの記述
- 3 データの代表値（量的データの場合）
- 4 データのばらつきの記述
- 5 相関と回帰
- 6 推定と検定
- 7 量的・質的データの差の検定

2 保健統計

- 1 人口静態統計
- 2 人口動態統計
- 3 生命表・生命関数

1

統計の基礎

1 データの種類

私たちが扱う様々なデータには種類があり、分析したり、まとめたりするためには、データそのものの種類と特徴を理解しておく必要がある（表1-1）。

表1-1 データの種類と特徴

種 類		特 徴	例
質的データ	名義尺度	区別することが目的で順番には意味がない	はい・いいえ
	順序尺度	区別に加えて順序がある	－・土・＋
量的データ	間隔尺度	足し算、引き算のみが可能	温度
	比尺度	足し算、引き算に加えてかけ算、割り算が可能	身長・体重

大きく分類すると数値として測定できない質的データ（男性、女性、好き、嫌いなど）と、数値として測定できる量的データ（身長、体重、人数など）がある。それぞれをさらに詳しく見ると以下ようになる。

（１）質的データ（カテゴリーデータ）

名義尺度：区別だけを行うもので、順番に意味はない。例えば（男性・女性）あるいは（はい・いいえ）、のような場合が該当する。

順序尺度：区別に加えて、その区別に順番がつくもの（よい・どちらでもない・悪い）。あるいは（優・良・可・不可）のような場合である。名義尺度より順序の分だけ情報量が多く、大きさの比較が可能となる。

（２）量的データ

間隔尺度：順序に加え、その差（間隔）が明確な意味を持つ場合であり、足し算や引き算が可能であるが、かけ算や割り算はできない。間隔が等しいことが条件である。例えば通常摂氏0度という場合、0度は温度がないことを意味しているわけではなく、便宜的に決められているに過ぎない。摂氏20度と10度を比較して、10度上昇したというのは意味があるが、10度から倍に上昇したと表現するのには意味がない。

比尺度：差に加え比にも意味を持つ場合であり、足し算、引き算に加え、かけ算や割り算が可能で計算上何の制約も受けない。絶対0点を持ち、値が0の時は、その対象がないことを意味する。体重20kgと40kgを比較して、20kg増加したと表現することも、20kgの倍になったと表現することも可能である。

演習 1 - 1

次のデータはそれぞれどのような性質を持ったデータか。

- ①年号 () ②血圧 ()
 ③剣道の段位 () ④血液型 ()

2 データの記述

様々な量的なデータの場合、そのデータから何を読み取るかということが、データを収集する目的である。つまりデータを把握する必要がある。そのためには度数分布表とヒストグラムが使われる。

度数分布表とは、データの起こりうる範囲を決めて、その範囲内に存在するデータの数を表にしたものである。この範囲のことを階級といい、その階級に存在するデータの数を度数という。また、階級ごとの度数を累計したものが累積度数であり、比率を累計したものが累積比率である。

演習 1 - 2

4人の身長データがある。このデータがどのような分布をしているか、表1-2の度数表を用いて把握してみよう。

Aの身長：155cm Bの身長：168cm Cの身長：172cm Dの身長：161cm

量的データの場合の度数表は、階級値を設定し、表1-2のように作成する。

表 1 - 2 度数表

階 級 (cm)	度数 (人数)	比率 (%)	累積度数	累積比率 (%)
150以上～160未満	1			
160以上～170未満	2			
170以上～180未満	1			

階級の数は少なすぎても、多すぎても見にくいので、適当な数を設定する必要がある。階級の数の目安はだいたい表1-3のとおりである。

表 1 - 3 階級の目安

データの数	20	40	80	150	300	500	1000	2000
階級の数	5	6	7	8	9	10	11	12

演習1-3

次に、視覚的にわかりやすくするために、演習1-2で作成した度数表から、ヒストグラムを作成してみよう。ヒストグラムはデータの度数分布を、縦軸に度数、横軸に階級をとった棒グラフ状のグラフである。棒グラフと異なり階級間を連続した形で表すのが特徴である。データを把握する上で基本的なグラフである。人口ピラミッドもヒストグラムの1つである。様々なデータをヒストグラムにして表現すると、様々な形があることがわかる（図1-1）。



図1-1 様々なヒストグラム

②は異なる集団が存在している可能性がある。

以上のようにヒストグラムには様々なものがあるが、それぞれの特徴があり、データの性質を読み取る上で、分布の形を視覚的に確認することは重要である。

3 データの代表値（量的データの場合）

量的なデータの場合、たくさんのデータを1つの数値で表そうとした場合に用いられるのが、代表値であり、平均値、中央値、最頻値が用いられる。

(1) 平均値 (mean)

データの数値を加算しデータの数で割った値。データの重心を表している。

(2) 中央値 (median)

データを小さい順に並べて、その真ん中を示す値。50%点。データの数が偶数の場合は、中央の2つのデータの平均値を用いる。

(3) 最頻値 (mode)

データの中で、最も頻度（例数）が多い値。最頻値が存在しない場合や複数存在する場合があることなどから、最頻値のみを代表値として使用することはあまりない。

様々なヒストグラムで確認したように、代表値を平均値で表すことに意味のないことも多い。大切なことは分布の形を確認して、平均値に意味があるのか、また中央値の方が代表値として適切なのかを判断することである（図1-2, 1-3, 1-4, 1-5）。

演習 1-4

演習 1-2 の身長データの平均値、中央値を求めてみよう。

それぞれの代表値には特徴があるが、最もよく用いられるのは、平均値である。しかし、図 1-2、図 1-3 で示したように外れ値があると、平均値はその影響をもっとも受けやすい値となる。平均値を用いる場合は分布がある程度左右対称、つまり正規分布に近い時に意味を持つ。例えば、どのような年代の人がよくレストランを利用しているかを知りたいときに、レストランを利用している人たちに家族が多い場合、その年齢を平均しても意味がない。

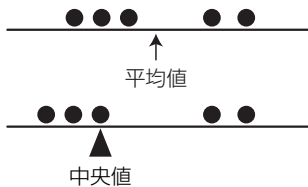


図 1-2 平均値と中央値

平均値は重心に当たる。中央値は左右のデータの数と同じ。

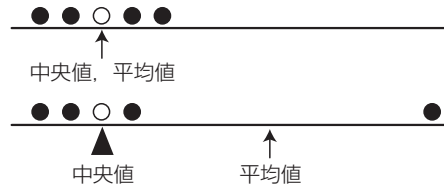


図 1-3 外れ値と平均値、中央値

平均値は外れ値があると中央値より影響を受けやすい。

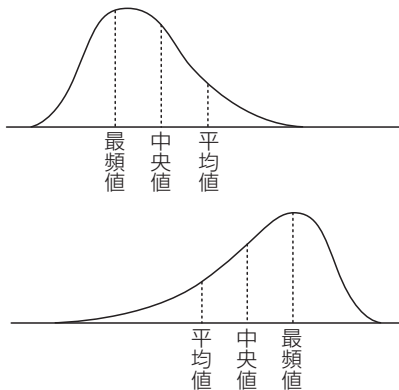


図 1-4 分布の形状による平均値、中央値、最頻値の関係

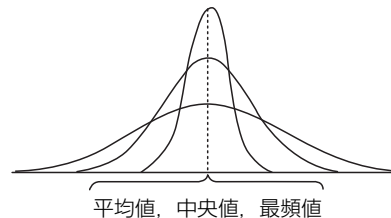


図 1-5 左右対称の分布の場合の平均値、中央値、最頻値

4 データのばらつきの記述

代表値は集団を代表する値であるが、ばらつきは個々のデータが代表値を中心にとどの程度ばらついているかを表すものである。

(1) 範囲 (range)

最大値から最小値を引いたもの。この区間幅の中に全データが含まれる。

演習 1-5

演習 1-2 の身長データの範囲を求めてみよう。

(2) 四分位数と四分位範囲

データのばらつきが非対称であったり、外れ値が存在するような場合、中央値を中心とした四分位数、四分位範囲で示す方法がある(図1-6、1-7)。

データを小さい順に並べて、4等分する3つの値で、小さい順から第1四分位数(25%点)、第2四分位数(50%点、中央値)、第3四分位数(75%点)という。

第1四分位数以下のデータは全体の25%にあたり、下から25パーセンタイル値ともいう。これを視覚的に表したのが箱ひげ図である。四分位範囲とは75%点から25%点を引いたものである。

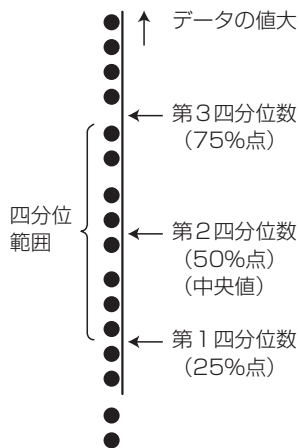


図1-6 四分位点

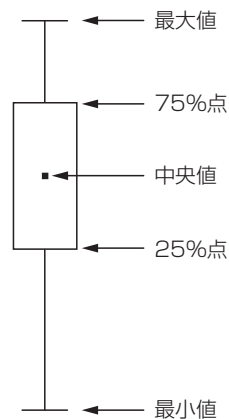


図1-7 箱ひげ図

演習1-6

演習1-2の身長データのケースの四分位範囲を求めてみよう。

(3) 標準偏差 (standard deviation)

分布の形が左右対称で、平均値、中央値、最頻値が一致しているものを正規分布というが、同じ正規分布でも裾野が広がって平らになっている場合と、そうでない場合がある。その分布の形と大きさを表す方法として分散、標準偏差が用いられる。

個々のデータと平均値との差を偏差という(図1-8)。偏差の合計がばらつきの大きさを示すが、必ず0になるので、この値を2乗したものを合計し、データの数で割ったものが、分散である。データが母集団から抽出されたものの場合、データの数から1を引いたもので割る。これを不偏分散という。不偏分散は、母分散の推定値となる。標準偏差は、分散の平方根である。

コラム：変動係数

標準偏差は各分布のばらつきを比較できるが、平均値が大きく異なる場合や単位が異なる分布の比較では適切でない。そこで、標準偏差を平均値と比較することでばらつきを相対的に評価する方法がある。これが変動係数である。一般に%で表される。

変動係数 = 標準偏差 / 平均値