

「集団」と「測定方法」

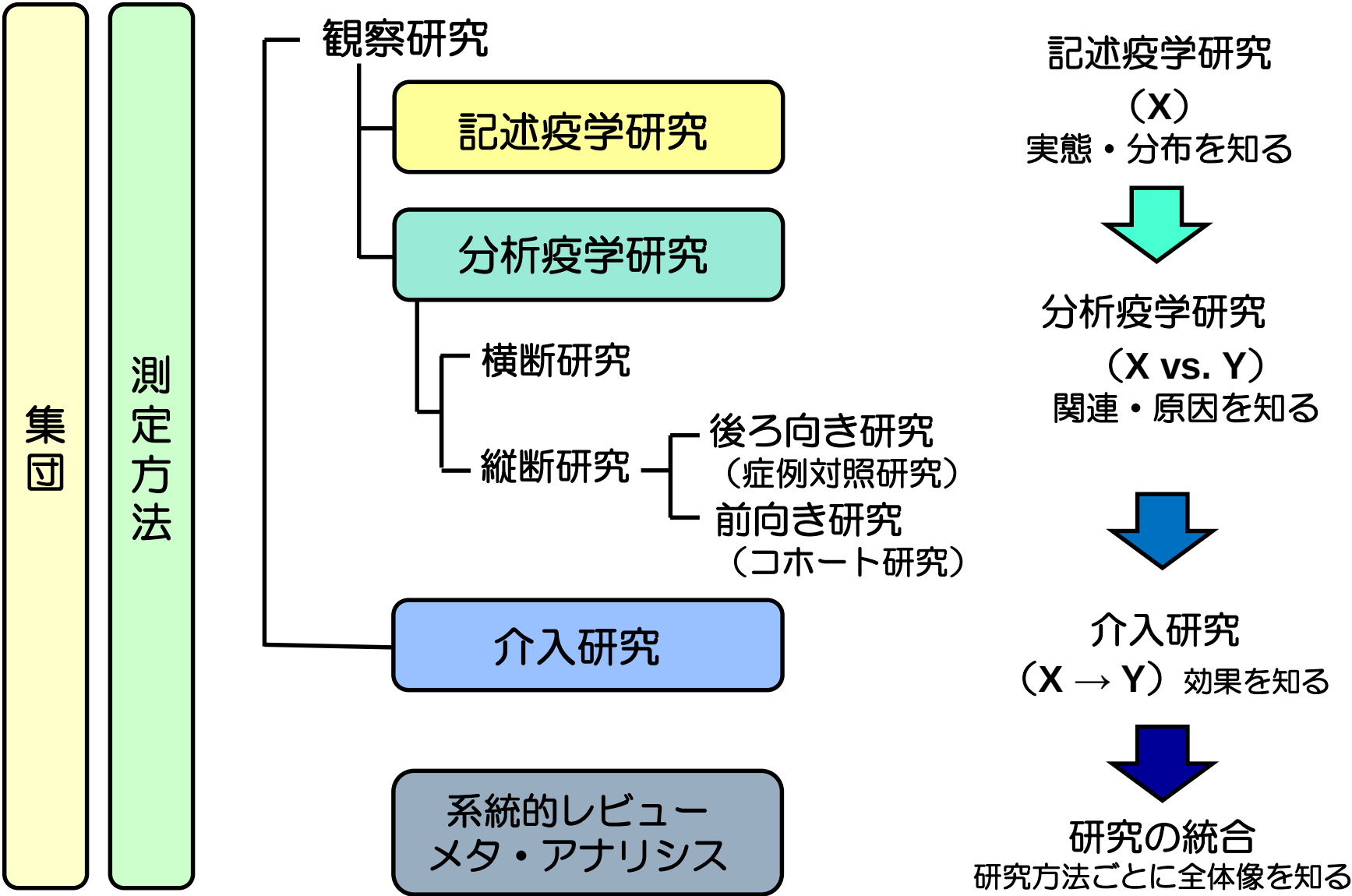
疫学 (epidemiology)

明確に規定された人間集団に出現する健康関連のいろいろな事象の頻度と分布およびそれらに影響を与える要因を明らかにして、健康関連の諸問題に対する有効な対策樹立に役立てるための科学

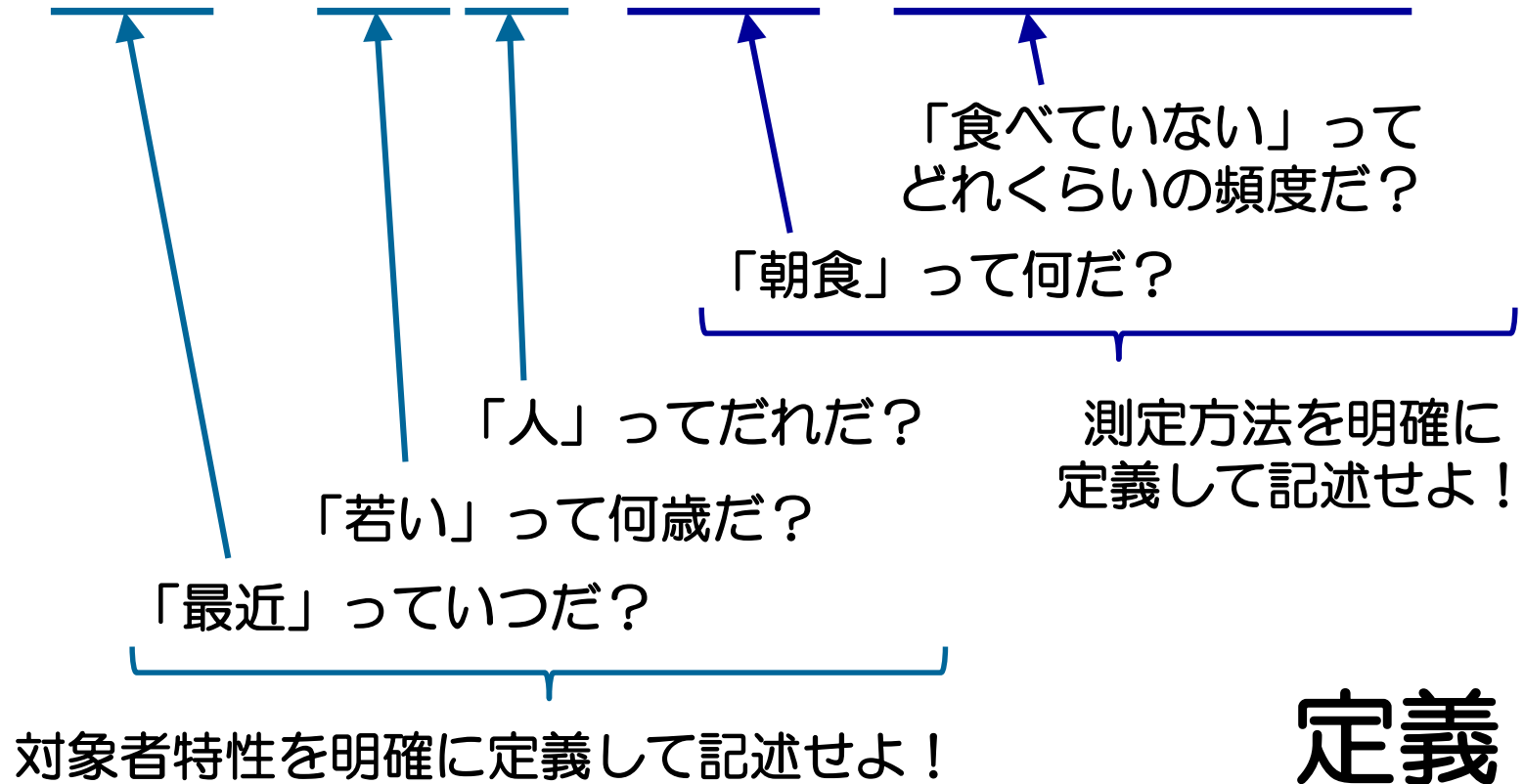
The study of the distribution and determinants of health-related status or events in specified populations, and an application of this study to control of health problems

研究方法の種類

目的



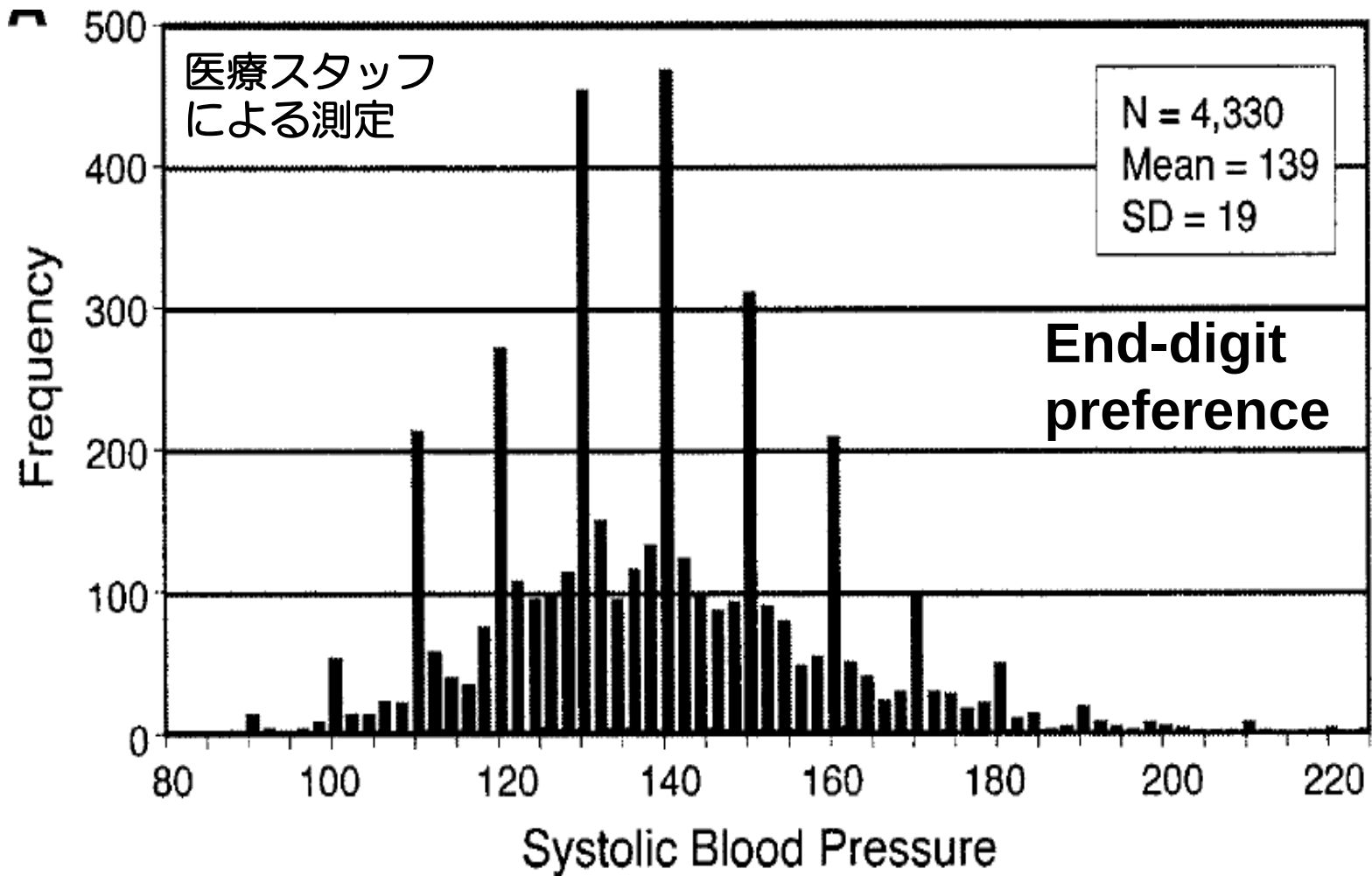
最近の若い人は朝食を食べていない



論文や研究発表の序論で使われることが多い。
ここで誤るとその後の研究や発表はすべて意味がなくなってしまう。

測定値は必ずしも真値とは限らない

アメリカ。医院（糖尿病患者）で測定された収縮期血圧値の分布

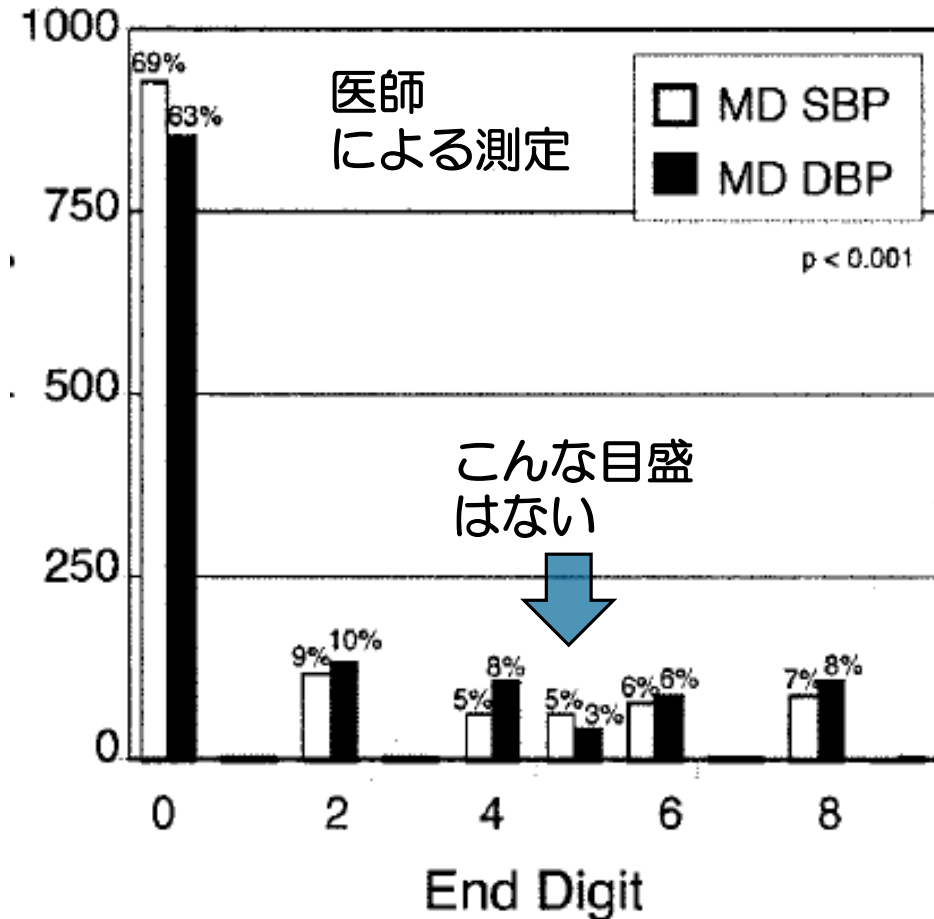
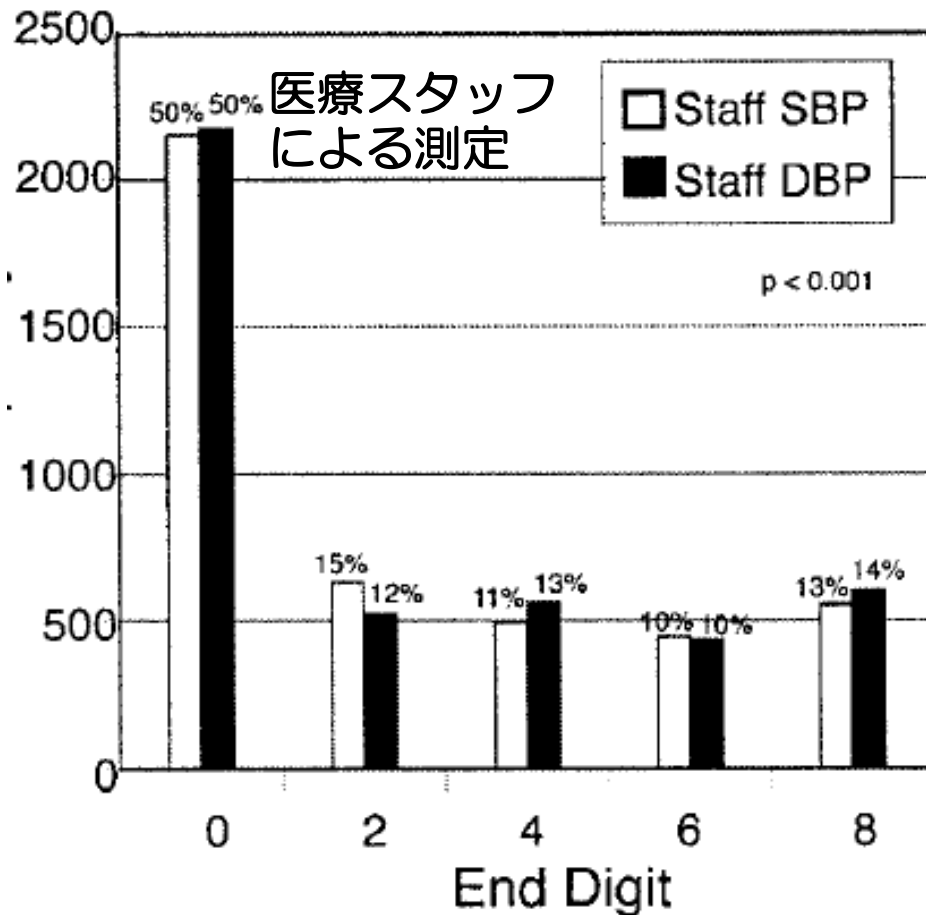


#15384. Kim ES, et al. Diabetes Care 2007; 30: 1959-63.

これなら、10mmHg刻みの目盛でじゅうぶん

測定値は必ずしも真値とは限らない

アメリカ。医院（糖尿病患者）で測定された収縮期血圧値の分布



#15384. Kim ES, et al. Diabetes Care 2007; 30: 1959-63.

少なくとも、医者には測らせないほうがよい
10mmHg刻みの目盛でじゅうぶん

測定

どんなに簡単に見えることでも（簡単に見えるものほど）、専門家に尋ねよう！

それができない（したくない）なら、徹底的に勉強しよう。
自分の専門外のものは、簡単に見えてしまう傾向がある。
（それがむずかしいことすら知らないからである。）

■ 「食事アンケートくらいぼくにも作れる」と分子疫学の研究者に言われたことがある。

「遺伝子くらいぼくでも測れる。」とは言い返さなかった。どちらが真の学者か？

■ 結果（疾患）の研究者だけが集まって、原因（曝露）の測定項目や測定方法を決めているところをしばしば目にする（逆もあり）。

■ 「何」を測る？ 「どのように」測る？

同じ質問を用いること（標準化）がいかに難しいか？

#4851. Sobue, et al. Int J Cancer 2002; 99: 245-51.

QUESTIONS FOR CIGARETTE SMOKING

Cohort I

Have you ever smoked cigarettes?

yes/no

If yes, how old were you when you began smoking?

____years old

Are you currently smoking cigarettes?

no/yes/sometimes

If no, how old were you when quitted smoking?

____years old

How many cigarettes per day do (did) you smoke?

____cigarettes/day

Cohort II

Are you currently smoking cigarettes?

yes/no

If yes, how many cigarettes per day do you smoke?

____cigarettes/day

How old were you when you began smoking?

____years old

If you no longer smoke, but smoked before,

How old were you when you quitted smoking?

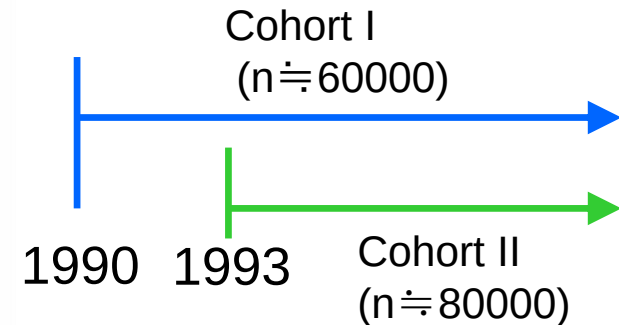
____years old

How many cigarettes per day did you smoke before?

____cigarettes/day

How old were you when you began smoking?

____years old



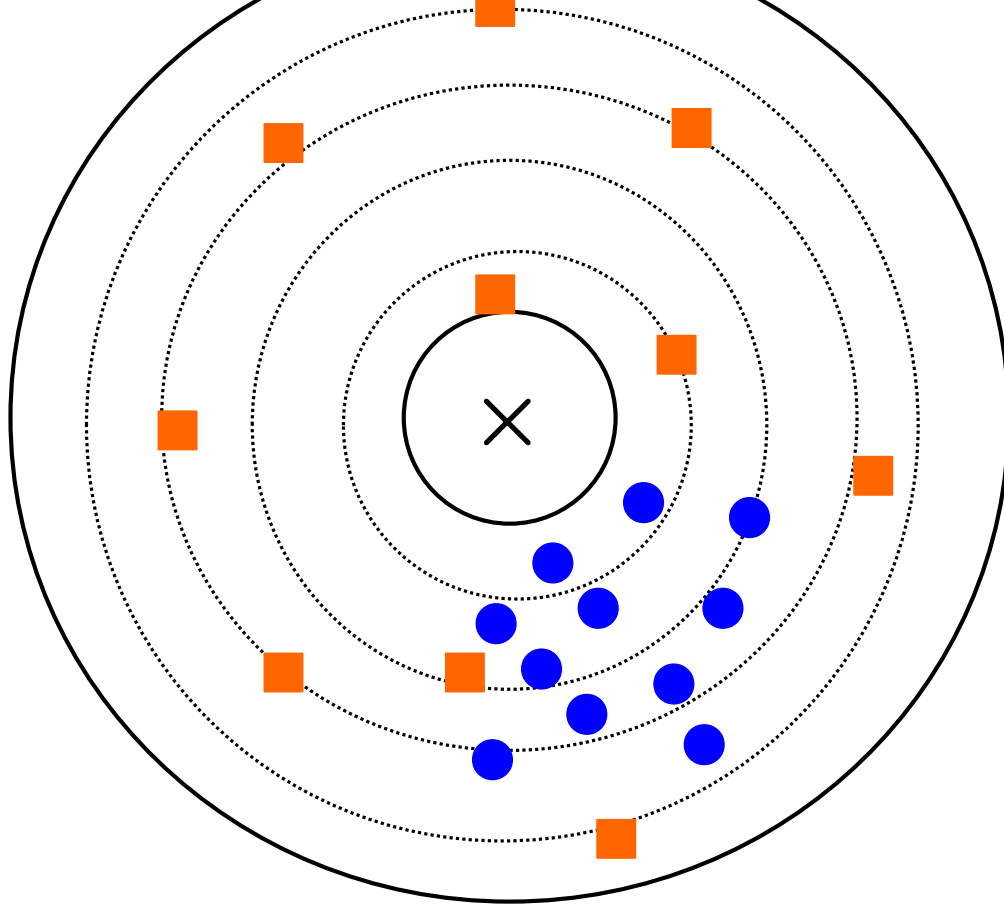
2つのコホートで質問文が微妙にちがう。

データを統合するときに苦労した。

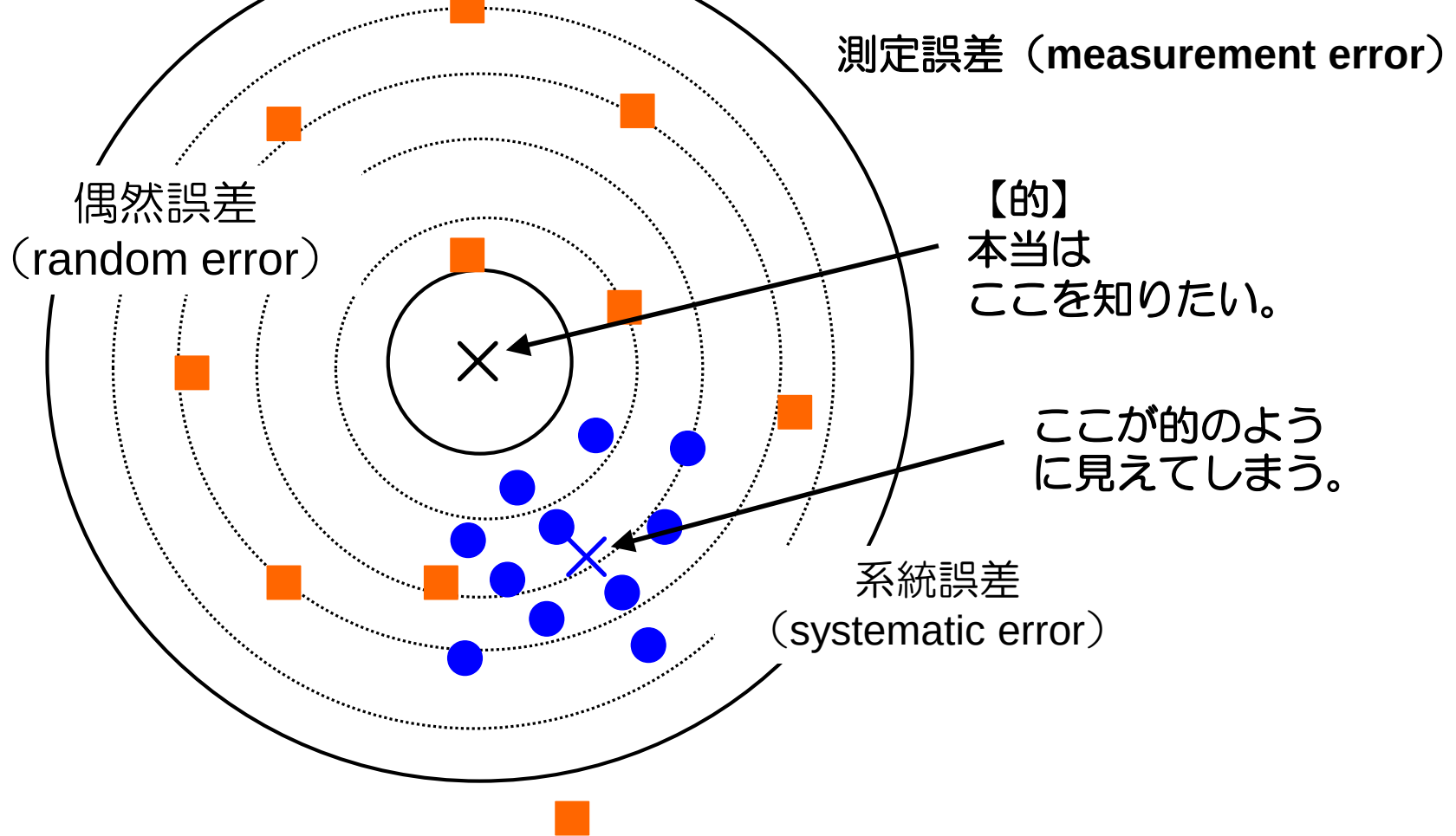
はじめの質問だけに答え、残りが欠損（未回答）だと

...

現在喫煙	現在喫煙
過去喫煙	過去喫煙
喫煙歴なし	喫煙歴なし



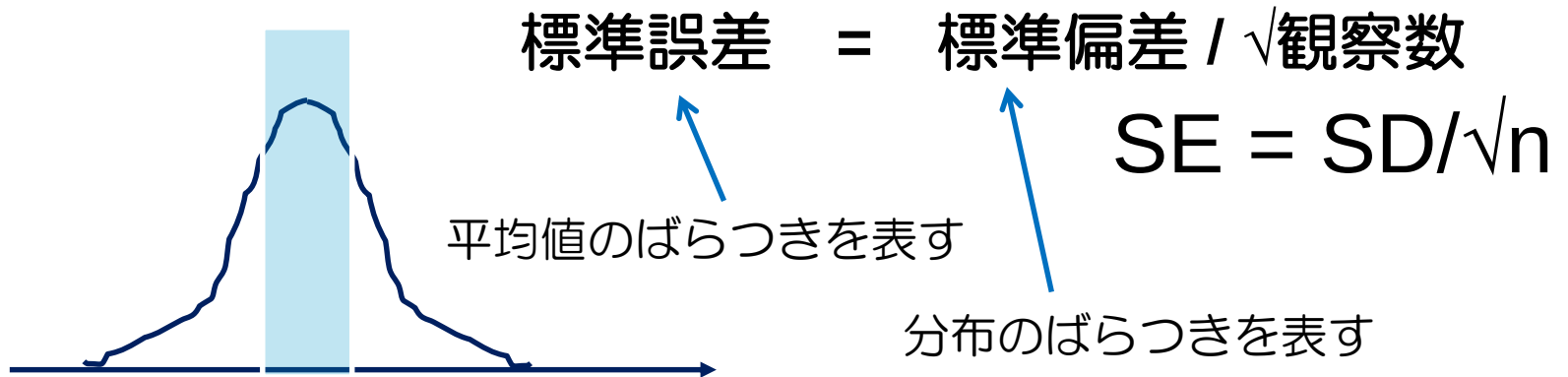
観察者（測定者）のイメージ



	偶然誤差	系統誤差	真値（的）はわかるか？
■	大きい	小さい	調べる数が少ないうちはわからない。たくさん調べればわかる。
●	小さい	大きい	たくさん調べてもわからない。たくさん調べるほど、的ではないところを的だと誤解してしまう危険が大きくなる。

偶然誤差（random error）が大きいと...

集団代表値（平均など）の信頼度が下がる。



偶然誤差によって生じる問題を小さくする方法

■ 観察数を増やす。

＝標準偏差は変わらないが、標準誤差は小さくなる。

- ・対象者数（観察数全体）を増やす。
- ・1対象者に複数回測定し、1つの代表値を得る。
- ✕ 1観察当たりの精度が落ちる恐れが大きいため、要注意

■ ていねいに測定する＝標準偏差が小さくなる（お勧め）。

● 観察数と測定のていねいさは負相関しやすいので要注意。

偶然誤差 (random error) が大きいと...

■ 相関が悪くなる (XとYの片方だけでも起こる)。
研究者にとって都合が悪いからみんな気にする。

自分の専門でないほうのXまたはYに要注意！

■ 回帰分析の結果が悪くなる。
回帰直線の傾きが緩やかになる (回帰係数の絶対値が小さくなる)。(regression dilution, regression attenuation, 回帰希釈バイアス)

■ 異常値が出やすくなる。
観察される分布幅が真の分布幅よりも広くなるから、異常を扱う医療者や研究者にとって都合がよいことがあるために要注意。

アメリカの3141の郡で腎臓がんの出現率を調べた。出現率が低い群の大半は、中西部、南部、西部の農村部にあり、人口密度が低く、伝統的に共和党の地盤である。

この結果をどう説明しますか？

ダニエル・カーネマン。ファスト&スロー：あなたの意思はどのように決まるか？
ハヤカワ・ノンフィクション文庫。早川書房。P.193.

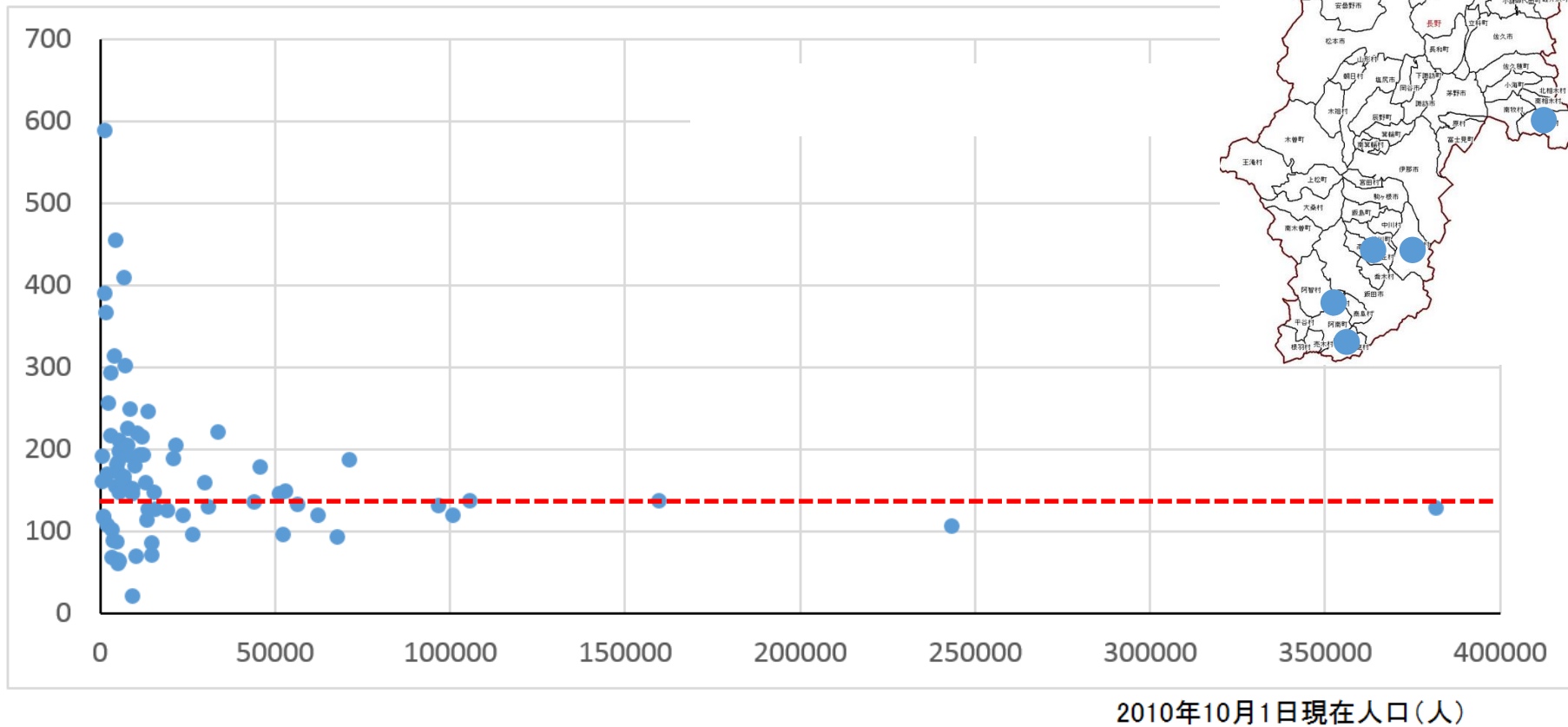
アメリカの3141の郡で腎臓がんの出現率を調べた。出現率が高い群の大半は、中西部、南部、西部の農村部にあり、人口密度が低く、伝統的に共和党の地盤である。

この結果をどう説明しますか？

ダニエル・カーネマン。ファスト&スロー：あなたの意思はどのように決まるか？
ハヤカワ・ノンフィクション文庫。早川書房。P.193.

偶然

2014年の脳卒中死亡率（人口10万対）

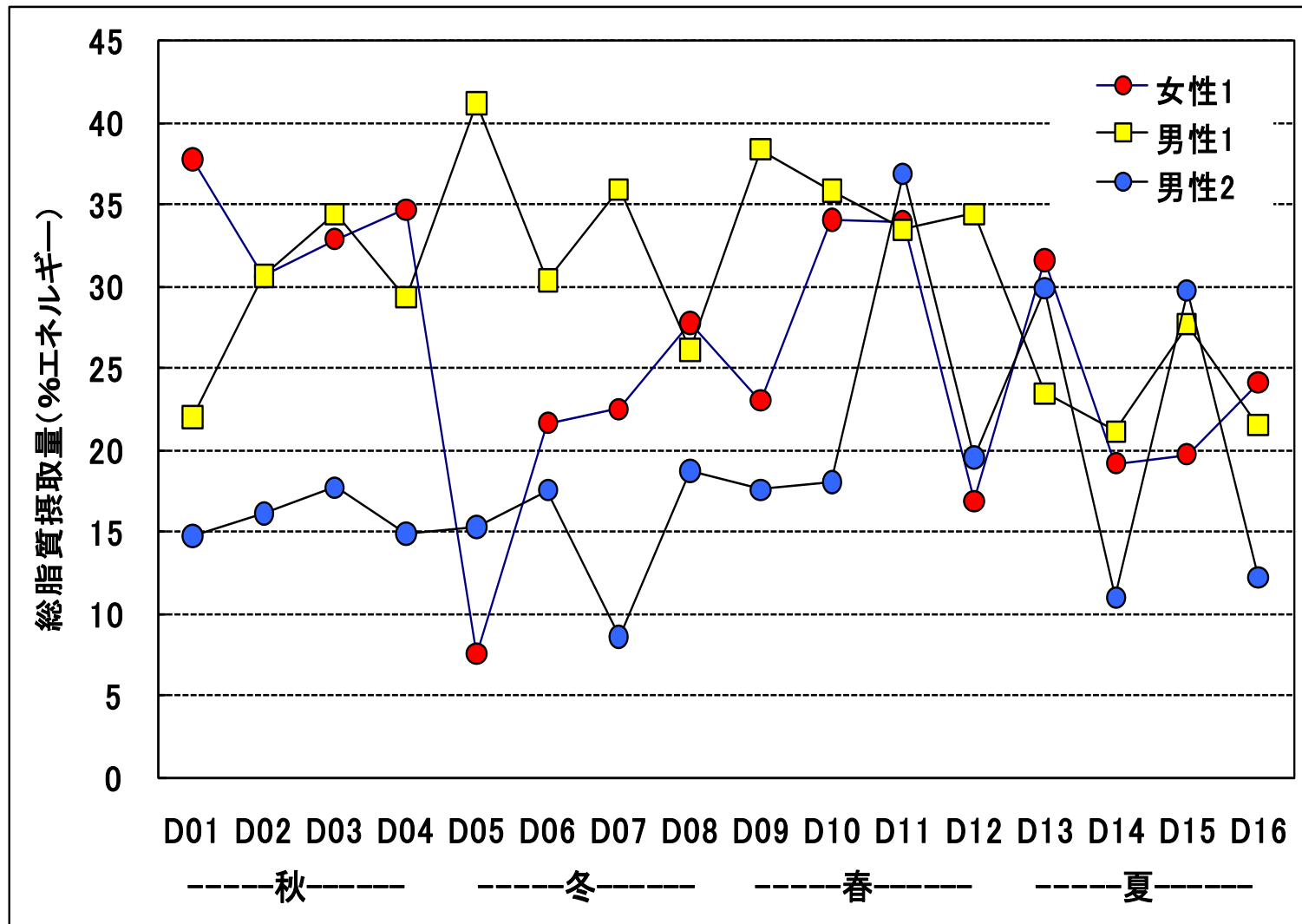


長野県地域別・市町村別100の指標http://www3.pref.nagano.lg.jp/tokei/1_shihyo100/100_mokuji.htm
2017/03/18アクセス

人口規模の小さな市町村に、脳卒中死亡率が高い地区も低い地区も集中している。

日間変動 (day-to-day variation)

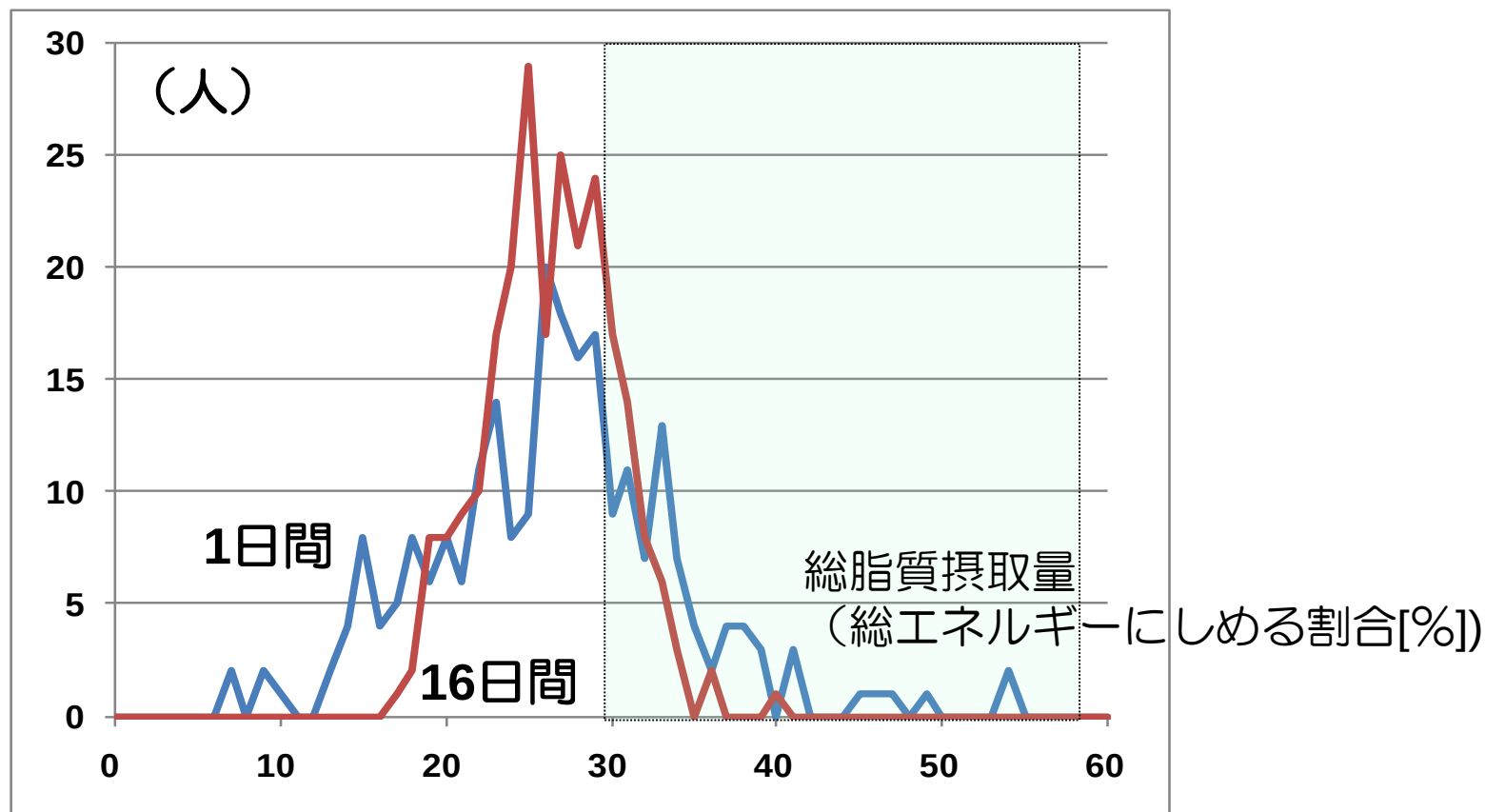
ある健康な成人3人の16日間にわたる総脂質摂取量
(総エネルギーにしめる割合[%])



日間変動（day-to-day variation）、個人内変動（within-person variation）

健康な成人242人の1日間・16日間調査

総脂質摂取量の分布（総エネルギーにしめる割合[%]）



日間変動を取り除きたいなら、長期間の調査（複数回の測定）が必要

2回（日間）以上の観察値であれば、分散分析を用いて「個人内変動（日間変動）」と「個人間変動（個人間差）」に分けることができる。

個人内変動（within-person variation）

「測ろうとするものは必ず揺れている」と考えておこう。
われわれは、ある一瞬の現象を切り取っているにすぎない。

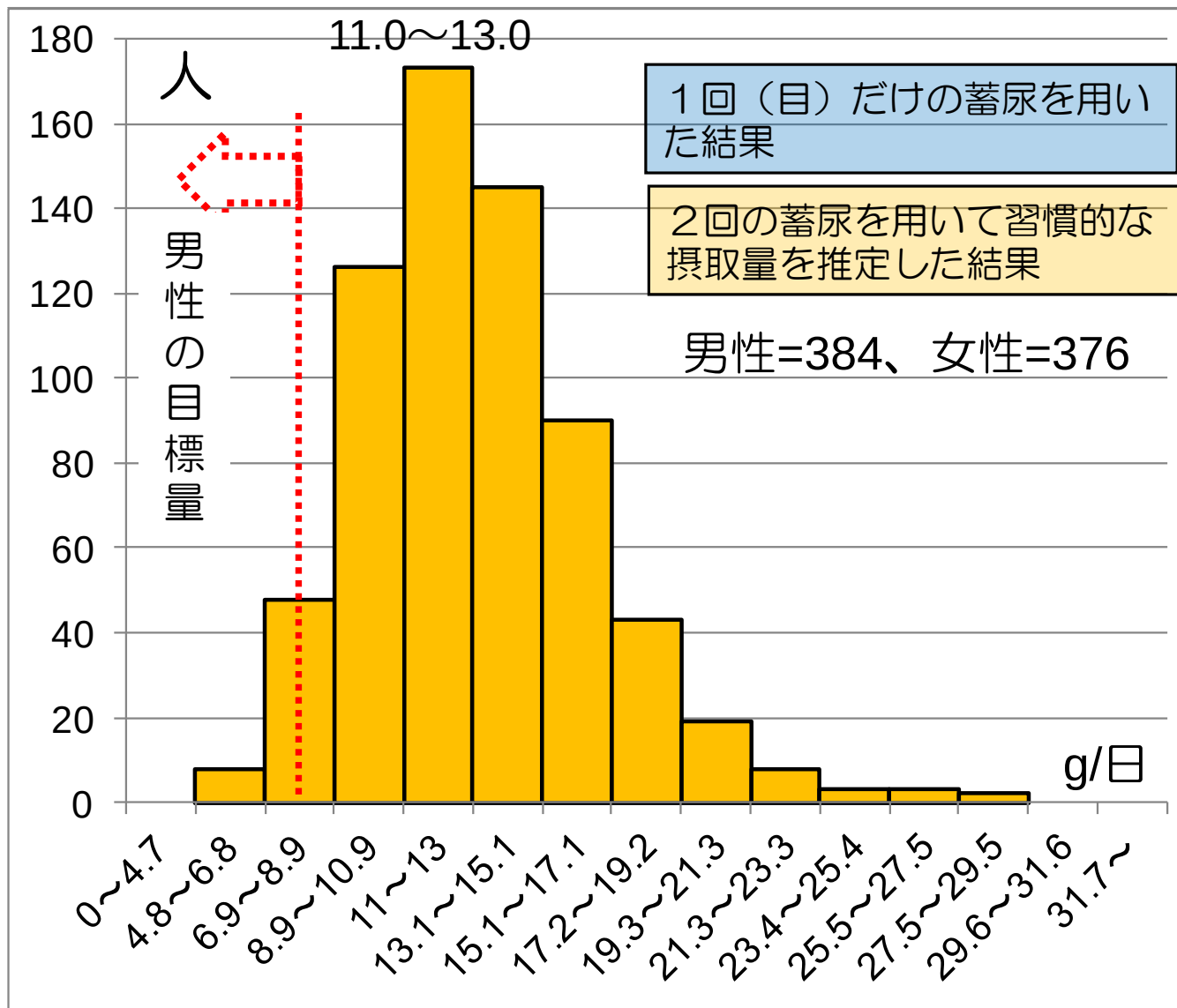
- 「揺れを示してくれた研究」があるとありがたい。
- 「異常値を示す者の割合」など、分布幅に関する情報は重要。分布幅は「個人内変動」に依存することに要注意。

（補足）

- 対象者だけでなく、観察者（測定者）や測定機器に由来する個人内変動や個人間変動があることも忘れてはならない。

24時間尿中ナトリウム排泄量から推定した食塩摂取量の分布（内部資料）

■ 2回測定すると、少し習慣的摂取量に近づく。



■ 摂取したナトリウムはおよそ86%が尿に排泄される。*

* #182. Holbrook JT, et al. Am J Clin Nutr 1984; 40: 786-93.

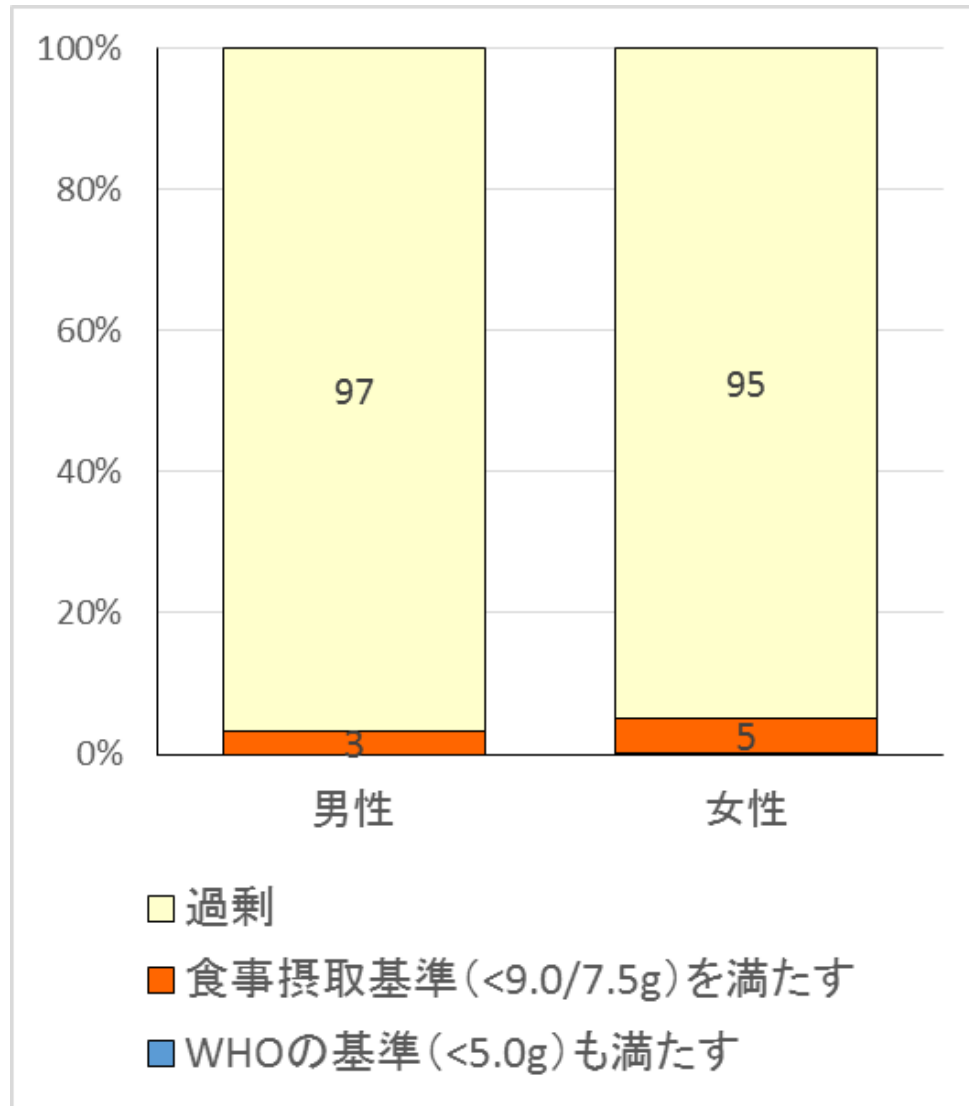
さらに、2日間のデータがあれば、無限日間の習慣的摂取量の分布を推定できる！**

** #4841. Nusser SM, et al. J Am Stat Assoc 1996; 91: 1440-9.

習慣的な摂取量*が、摂取基準を満たしている者の割合（％）

* 24時間尿中排泄量から、排泄/摂取率を考慮して、摂取量を推定

* 2日間のデータから、無限日間の分布曲線を推定** （n=760）



食塩

** #4841. Nusser SM, et al. J Am Stat Assoc 1996; 91: 1440-9.

#15250. WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. 2012: 1-46.

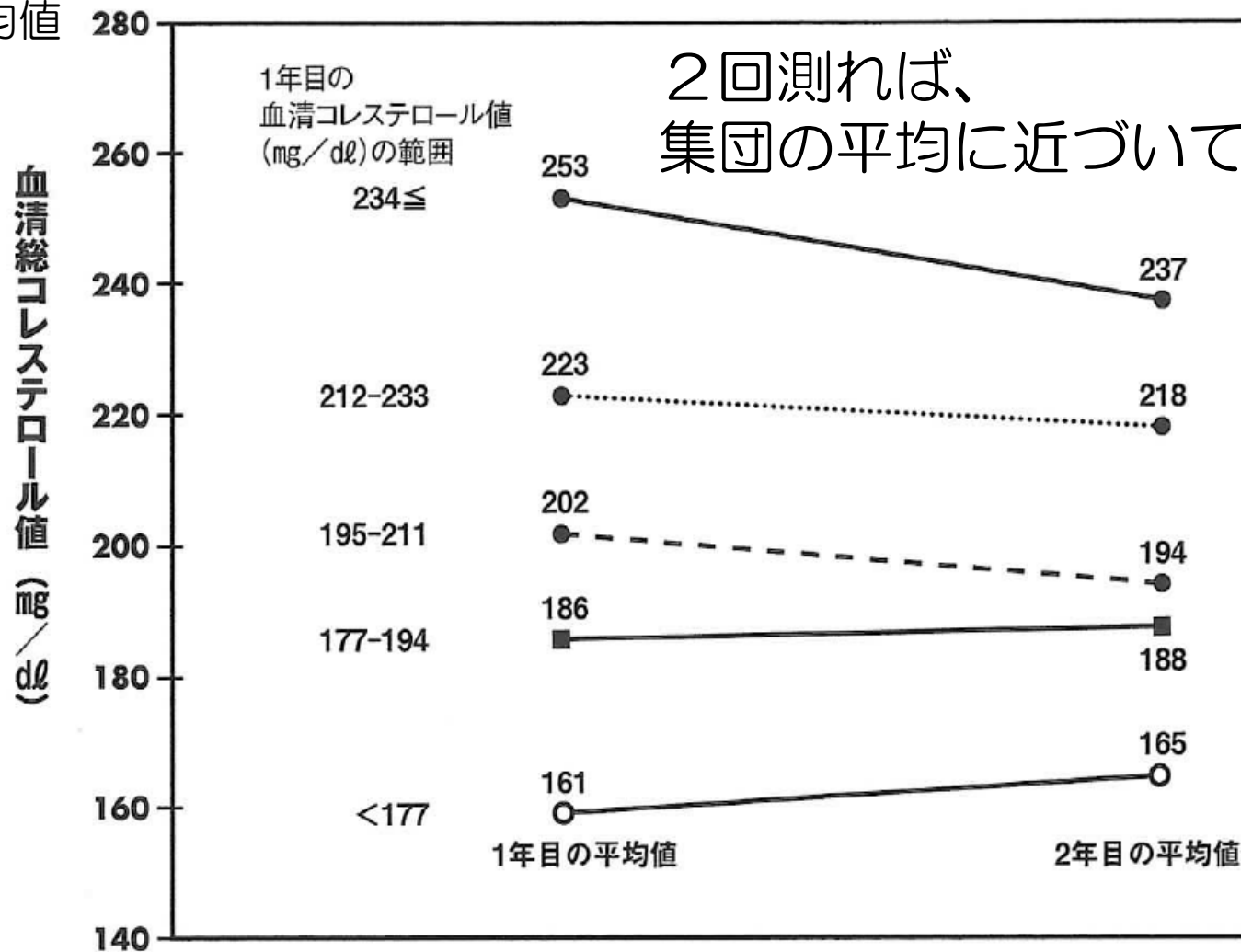
#15251. WHO. Guideline: Potassium intake for adults and children. 2012: 1-42.

平均への回帰 (regression to the mean)

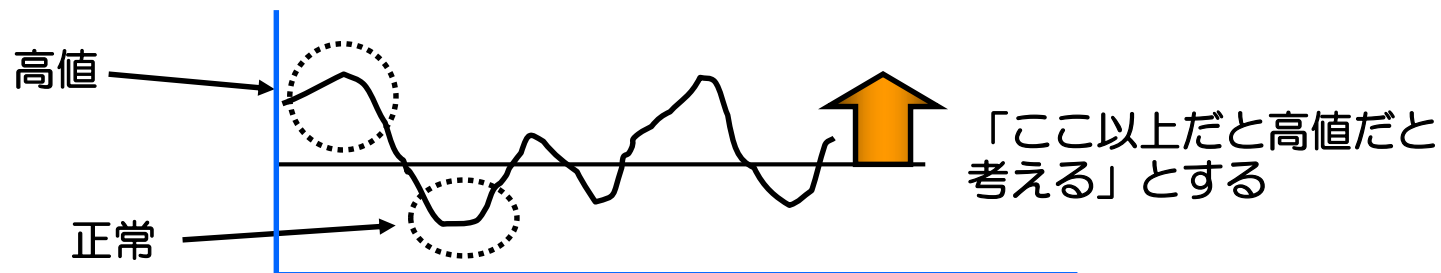
指導：おまじないで絶対によくなる

#7951. Takashima Y, et al.
J Epidemiol 2001; 11: 61-9.

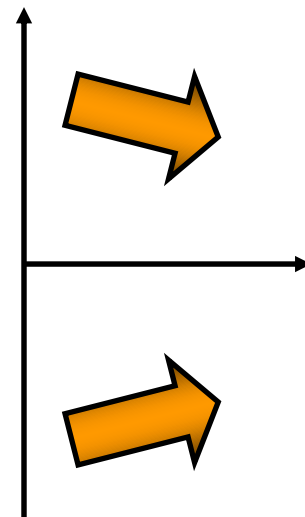
1 年間の間隔をおいて2回、血清総コレステロール値を測った結果 (547人)
1 回目の結果を使って人数がほぼ等しくなるように5つの群に分けたときの群ゴトの平均値



平均への回帰 (regression to the mean)



測定(実測値) 1回目	本当は...	測定(期待値) 2回目	
高	高	高	やや高
	中	中	
中	高	高	中
	中	中	
	低	低	
低	中	中	やや低
	低	低	



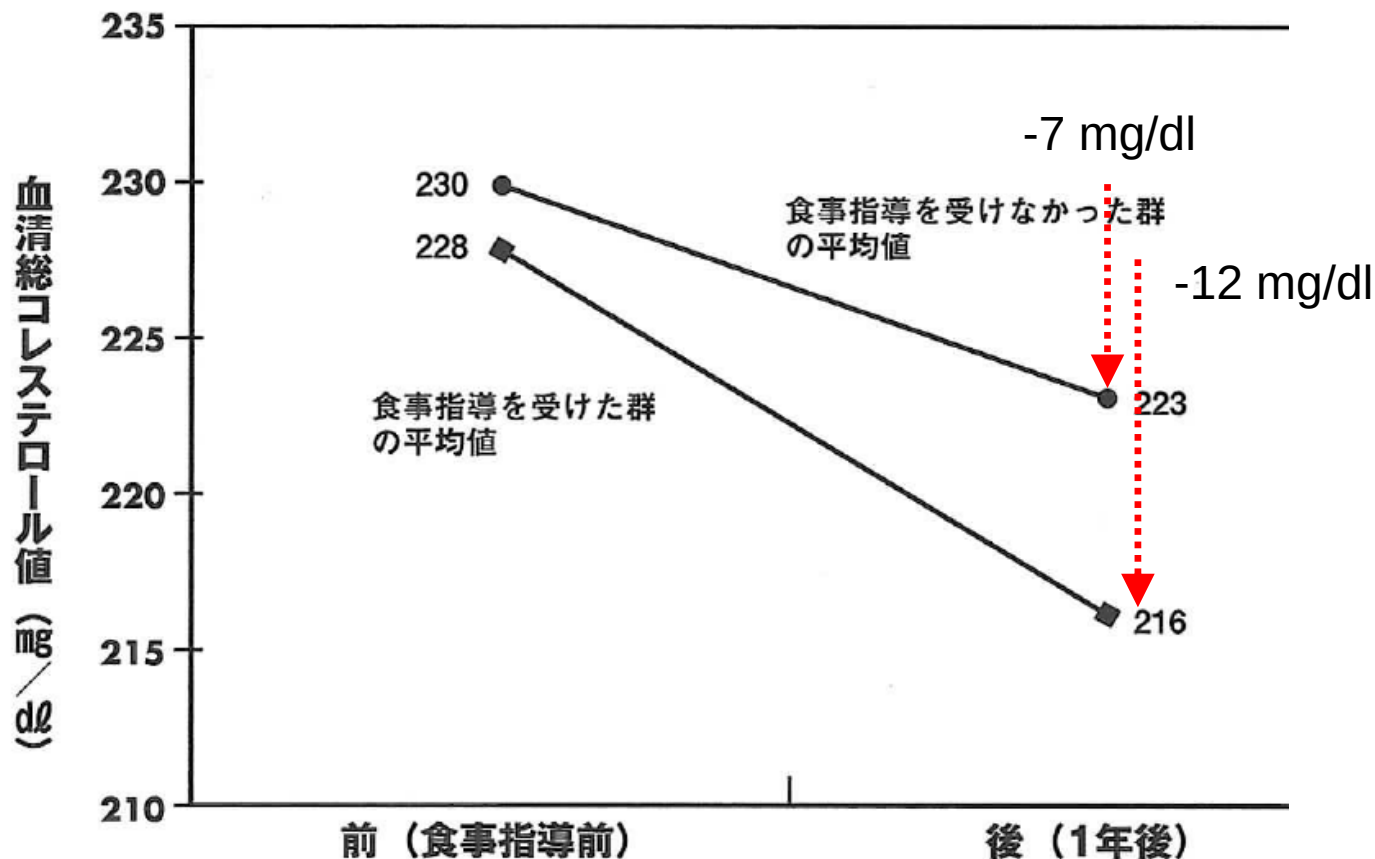
ある教員が言った。学生はほめていけない、叱るべきだ。ある試験で成績が良かった学生をほめたら、多くの場合、次の試験では成績が下がる。逆に、成績が悪かった学生を叱ると、多くの場合、次の試験で成績が上がる。

この説明をどのように解釈しますか？

(参考) ダニエル・カーネマン。ファスト&スロー：あなたの意思はどのように決まるか？ ハヤカワ・ノンフィクション文庫。早川書房。

平均への回帰 (regression to the mean)

ある企業の健診結果から血清総コレステロール値が高かった人より291人を選び、そのなかの83人に食事指導を行って血清総コレステロール値の変化を観察した結果



#4085. Sasaki S, et al. J Nutr Sci Vitaminol 2000; 46: 15-22.

指導は無意味でも、結果はよくなる。あれっ？！

怖いのは、研究者、治療者、指導者にとって都合のよい結果が出ること。

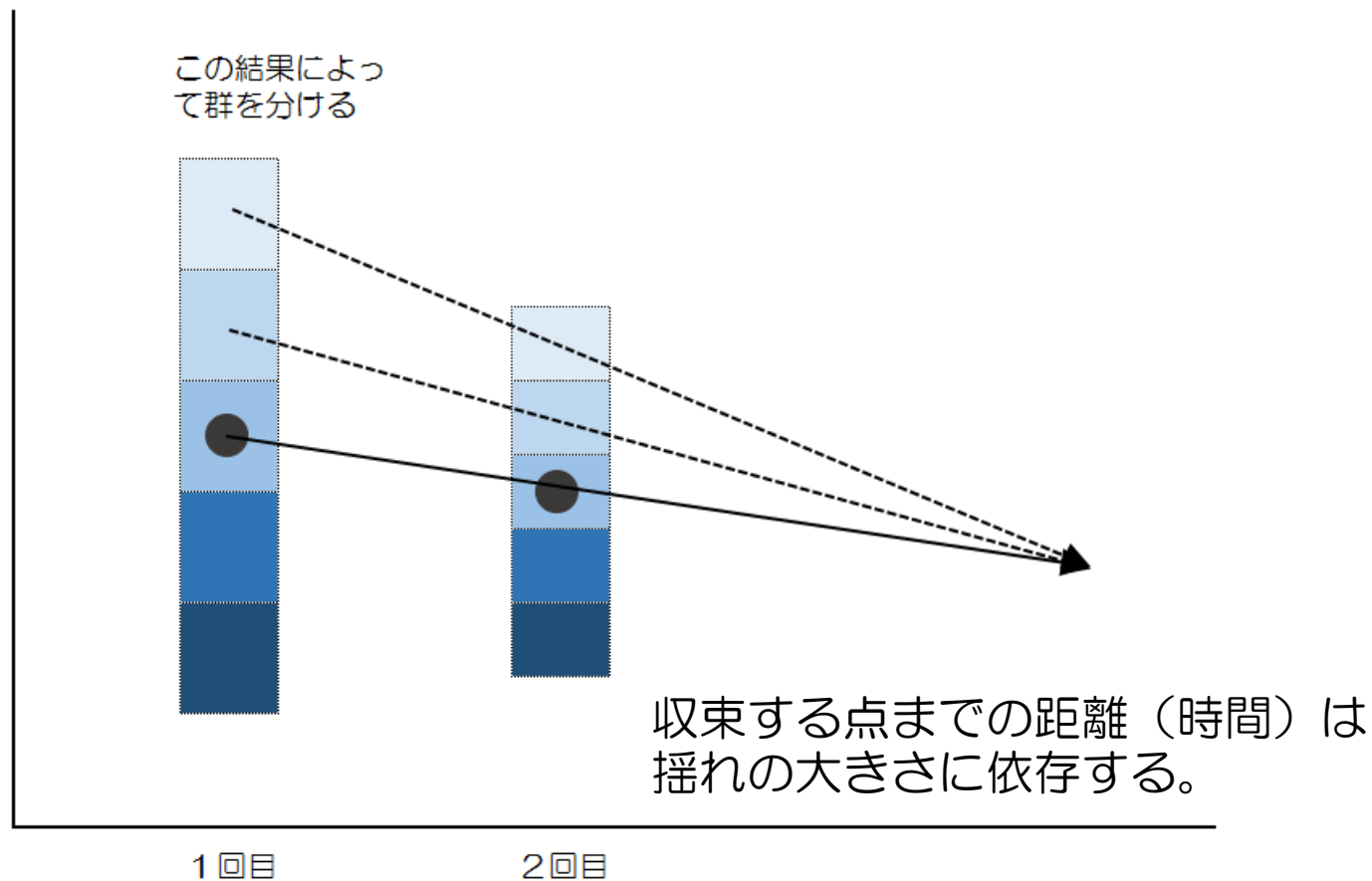
あなたは、ある百貨店チェーンで売上げ予想を担当しています。各店舗の面積と品揃えはほぼ同じですが、他店との競合その他ランダムな要因により売り上げは異なります。あなたは2011年の実績データを渡され、2012年の各店舗の売上げを予想するよう指示されました。なお、専任のエコノミストの予想によれば総売上高は前年比10%増になるとのことで、この数字を前提として予想しなければいけません。あなたは各店舗の売上高をどのように予想しますか？

店舗	2011年(万ドル)	2012年(万ドル)
1	1100	
2	2300	
3	1800	
4	2900	
合計	8100	8910

ダニエル・カーネマン。ファスト&スロー：あなたの意思はどのように決まるか？ ハヤカワ・ノンフィクション文庫。早川書房。P.325.

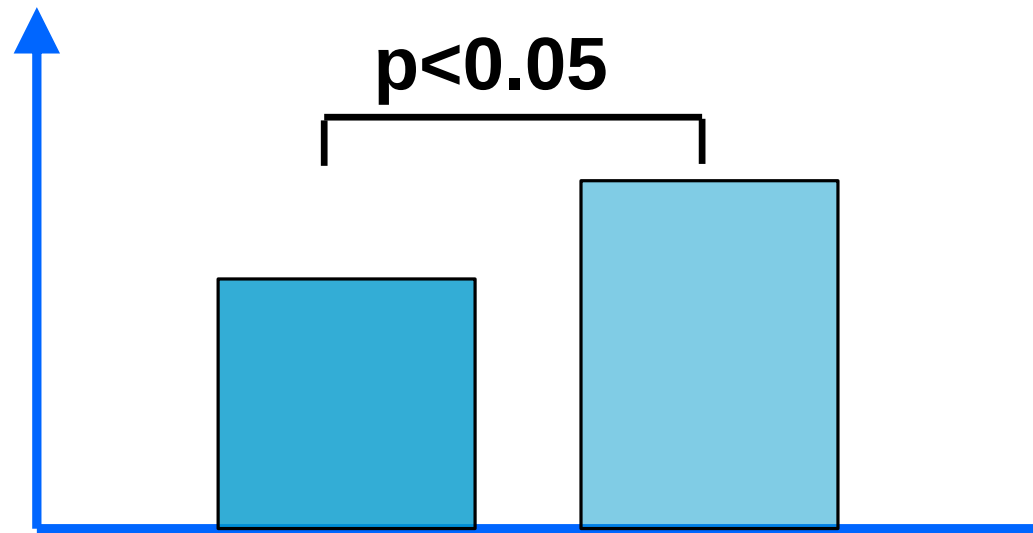
結果 = 実力 + 運

集団の平均値が動く場合



測定時の（1回目ではなく）集団全体の平均値に回帰する。

有意な群間差を得たら、系統誤差を疑え



系統誤差ではないか？

考えうるすべての可能性（恐れ）を考える。
すべて否定できたら、真の有意差だと考える。

「検出したい差」と「起こりうる系統誤差」の相対的な大きさのちがいを常に頭に入れて研究計画を組む。

測定精度をあげる

対象者数を増やそうするだけでなく（それよりも）、
測定精度をあげる（保つ）努力がたいせつ。

対象者数と測定精度のバランスを考えよう。

対象者数が増えても系統誤差は減らない（変わらない）
むしろ、有意差となって現れる。怖い！

自己申告の体重・身長 vs. 測定した体重・身長

NHANES 2001-2006

17176

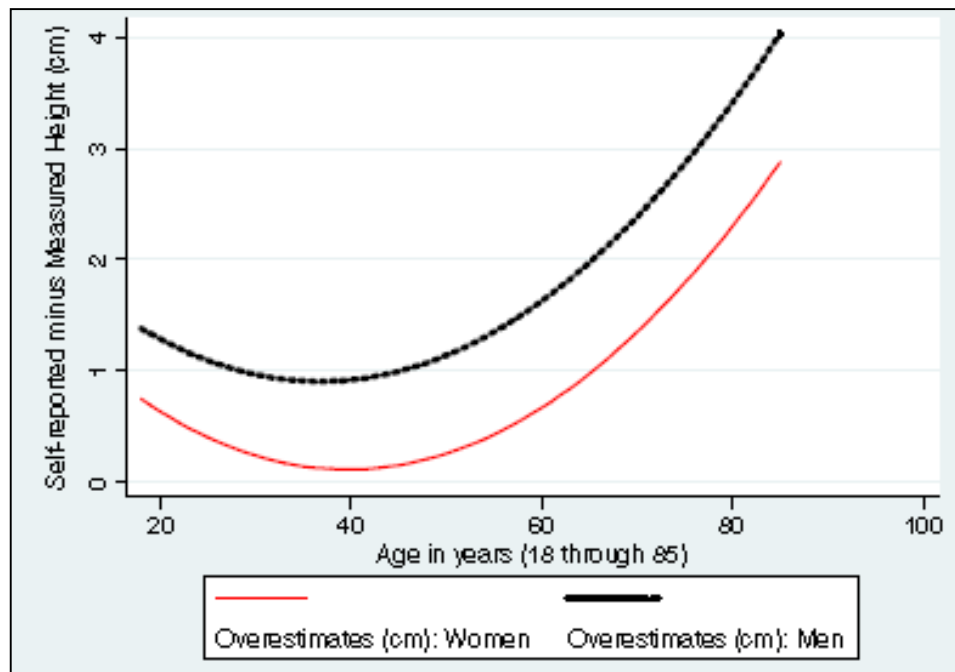
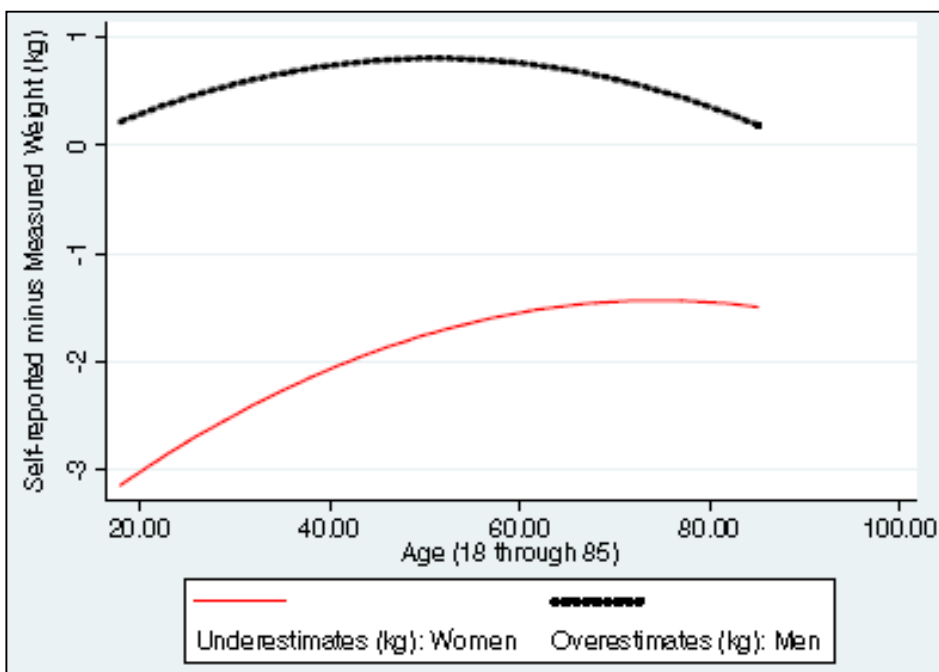
参加者

申告値・測定
値ともにあり

15161

2015

この論文では申告誤差に関連
している要因も検討していて
興味深い。



#13171. Stommel, et al. BMC Public Health. 2009; 9: 421.

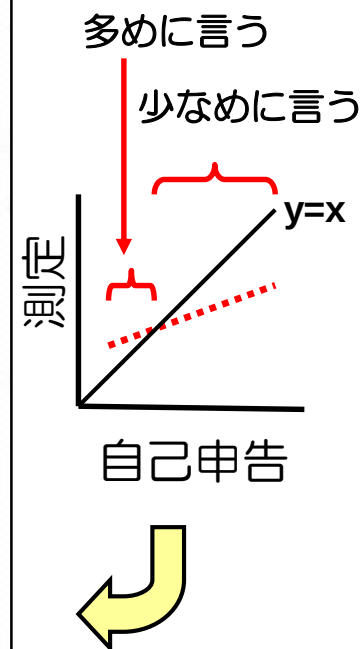
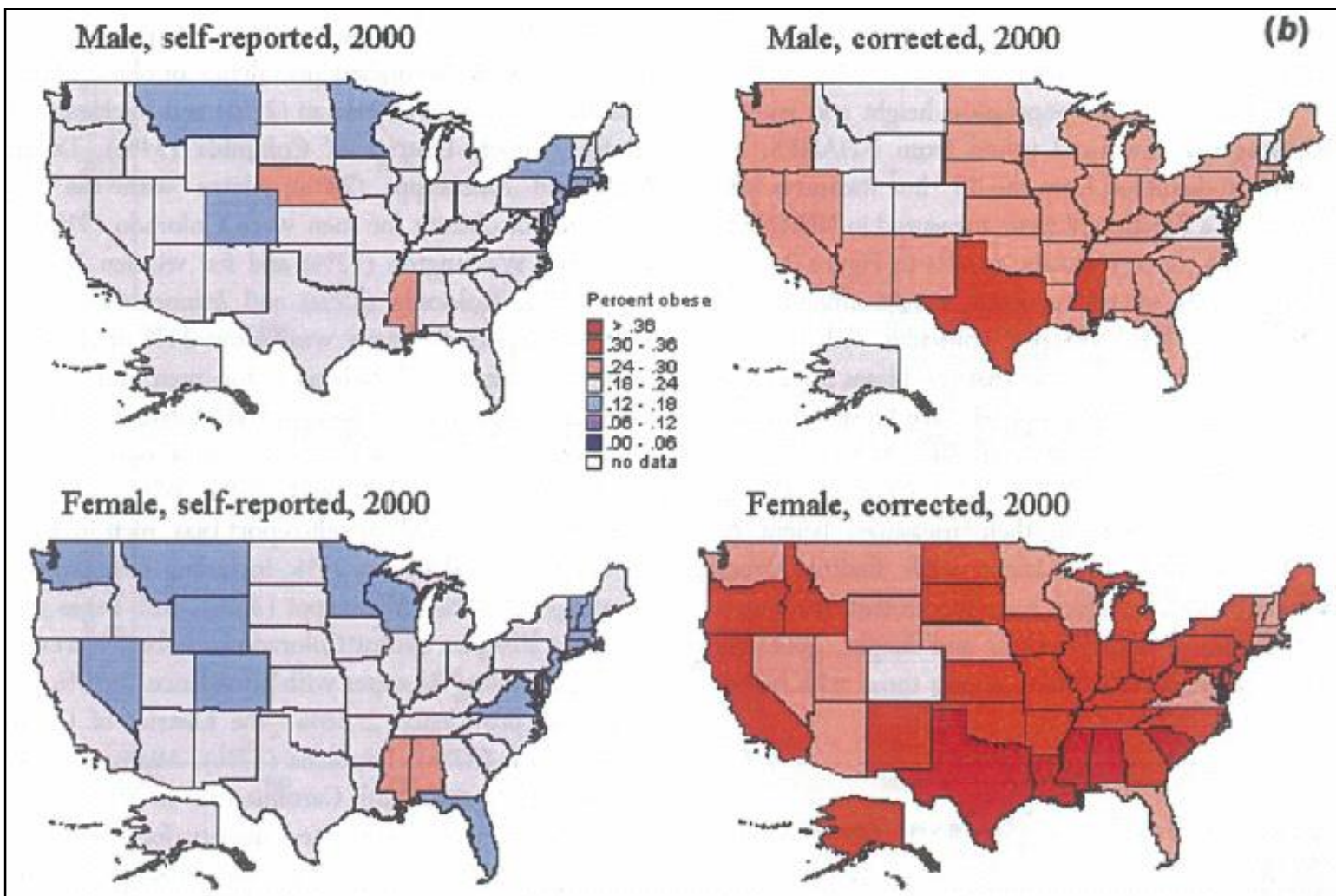
日本人ではどうだろう？

この種の研究は、国（文化など）ごとに行わねばならない。

系統誤差は怖い！

Obesity map USA, 2000. prevalence of obesity [BMI $\geq$ 30kg/m²]

アメリカ肥満地図（2000） 肥満症の有病率



【測定の標準化】

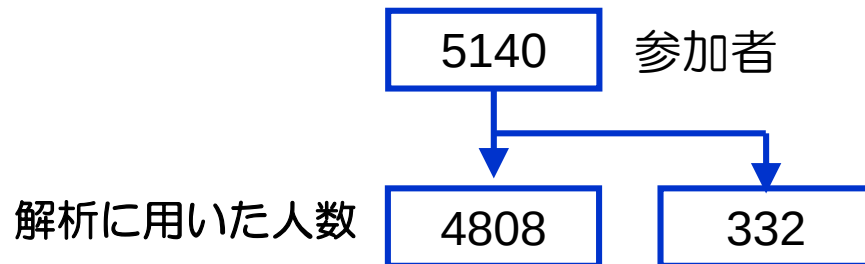
計画すること！ 実行すること！

Within a few weeks of completing the questionnaire, ... a nurse measured their height and weight, following a standard protocol. Height was measured without shoes and recorded to the nearest cm, weight was measured with light clothing and recorded to the nearest 0.1 kg.

【入力の誤りの確認】

解析の前にすること！

Discrepancies between self-reported and measured height of over 10 cm and between self-reported and measured weight of over 5 kg were checked for data-entry errors.



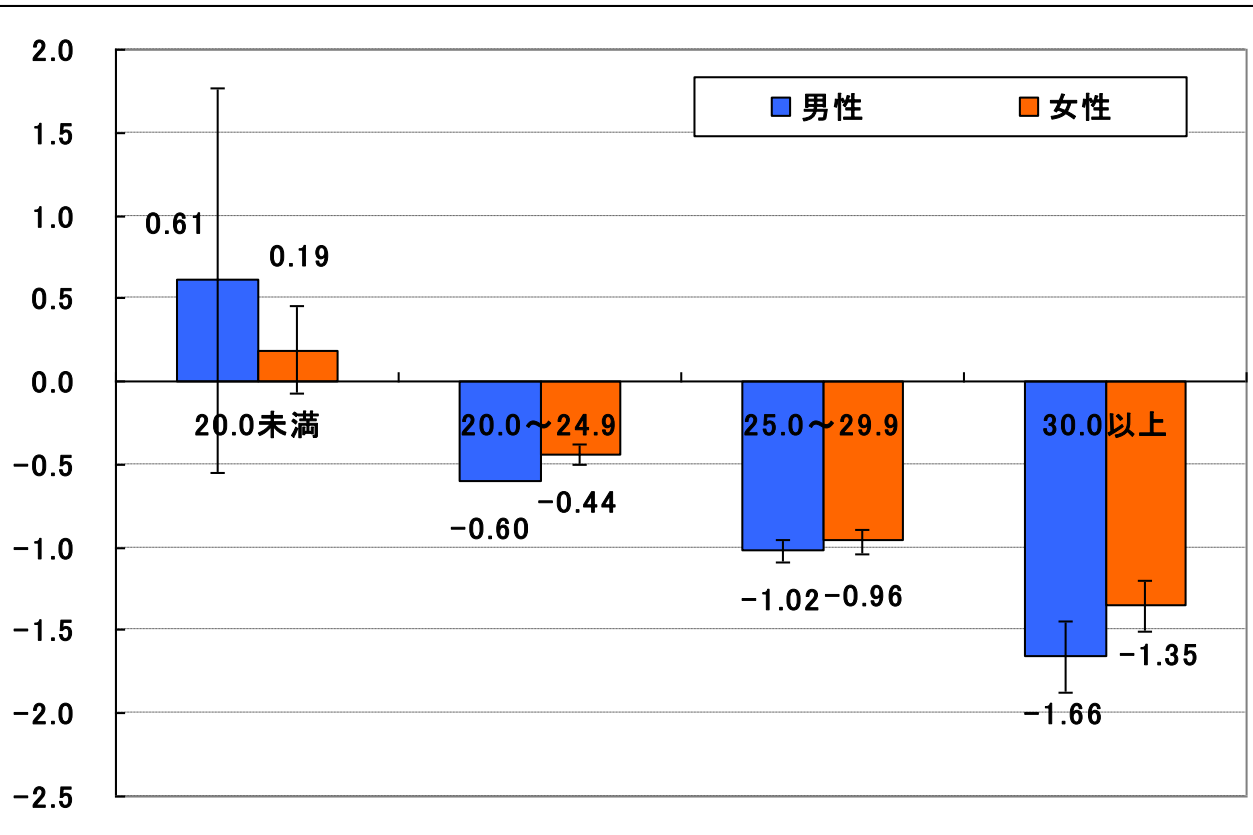
【除外基準】 解析の前にすること！

男性
身長100cm未満
or 231cmより大
体重30kg未満

女性
身長100cm未満
or 198cmより大
体重20kg未満

#5391. Spencer EA, et al. Public Health Nutr 2002; 5: 561-5.

当たり前のことしかやっていない。でも、とてもたいせつな研究。



解析対象者数

BMI (kg/m ²)	男性	女性
20.0未満	17	129
20.0~24.9	625	140
25.0~29.9	949	972
30.0以上	27	433

(注意)

男性のBMI=20.0~24.9には95%信頼区間を入れていない。論文の値が明らかに誤植と思われたため。

BMIで群分けした場合の申告値と測定値の差（平均、95%信頼区間）

#5391. Spencer EA, et al. Public Health Nutr 2002; 5: 561-5.

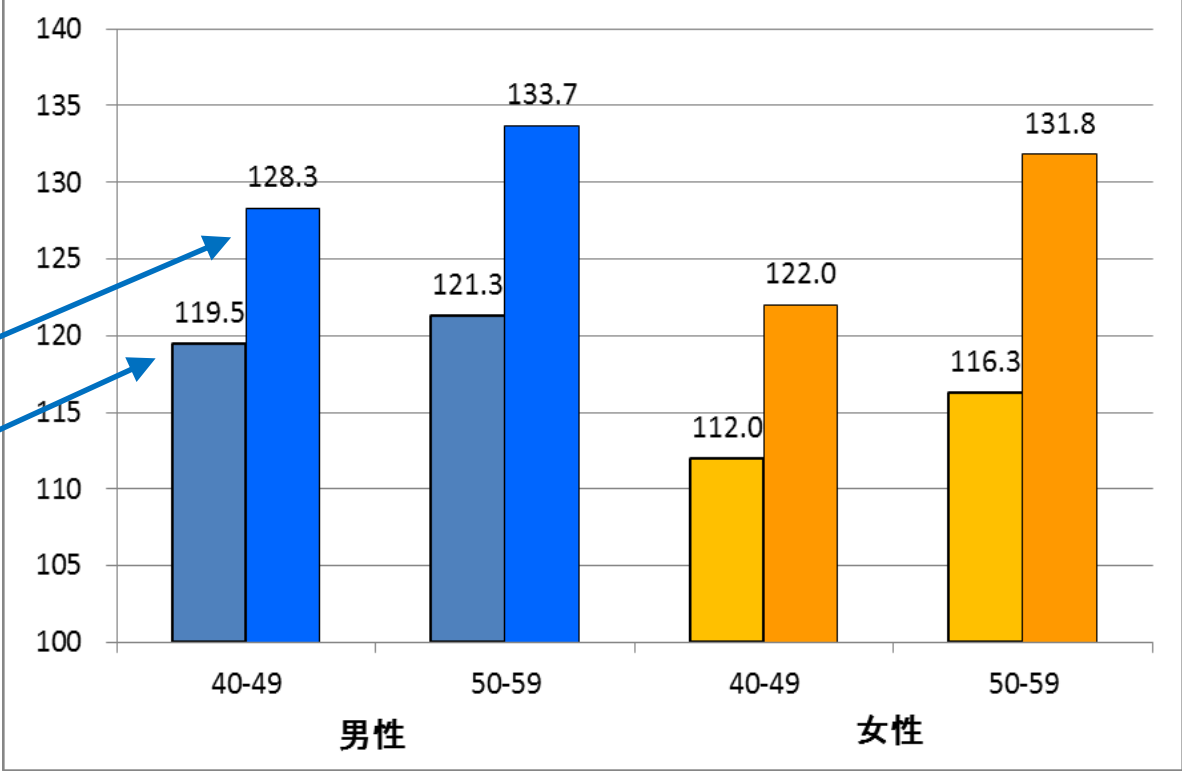
当たり前のことしかやっていない。でも、とてもたいせつな研究。

測り方でこんなにちがう

収縮期血圧 (mmHg)
平均値

国民健康・栄養調査

INTERLIPID Study



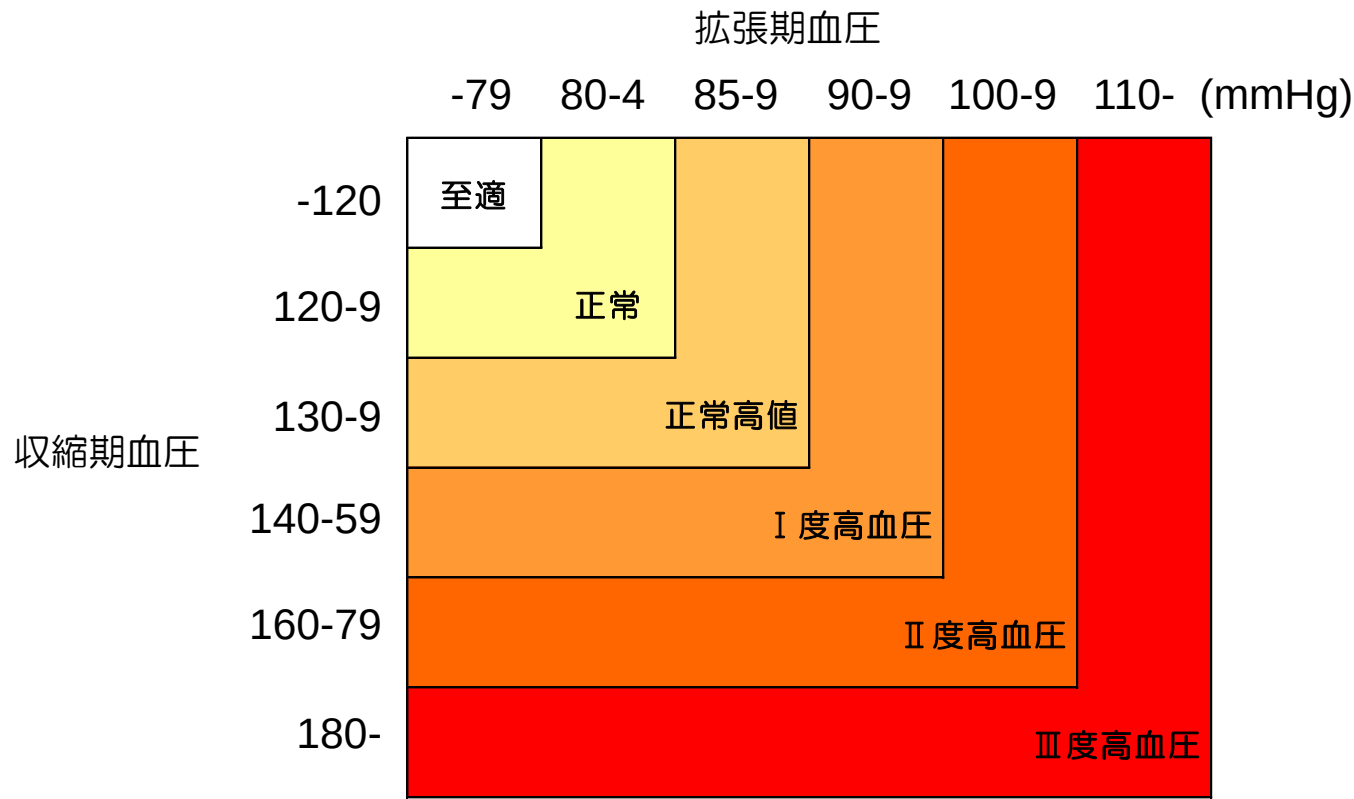
INTERLIPID (1997-8)				国民健康・栄養調査 (2005年)		
	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差
男性						
40-49歳	288	119.5	13.0	184	128.3	14.0
50-59歳	286	121.3	13.1	278	133.7	17.5
女性						
40-49歳	291	112.0	12.8	346	122.0	17.4
50-59歳	280	116.3	14.7	472	131.8	18.8

#15387. Ueshima H, et al. J Hum Hypertens 2003; 17: 631-9.

どのように利用するか？
次の調査設計をどのようにするか？

集団平均値が10mmHg異なることがどれほど恐ろしいか！

高血圧分類



高血圧治療のガイドライン2009（日本高血圧学会）

質問文 ... 質問への回答にも偶然誤差も系統誤差もある。

(例) 「朝食欠食」の質問

朝食を食べないことはありますか？ (はい) (いいえ)

朝食を食べない日は週に2回以上ありますか？ (はい) (いいえ)

主食のない朝食を食べない日はありますか？ (はい) (いいえ)

朝食の欠食はありますか？ (はい) (いいえ)

今朝、朝食を食べましたか？ (はい) (いいえ)

それぞれ少しずつちがう質問です。

これらを使った調査結果を比較して良いか？

これらを使った調査データをまとめて集計して良いか？

(対策)

目的を明確にする(狭く考えるほうがよい)。

既報に従う(しかし、悪い先輩のまねはしないように)。

大規模研究・国の調査には要注意。

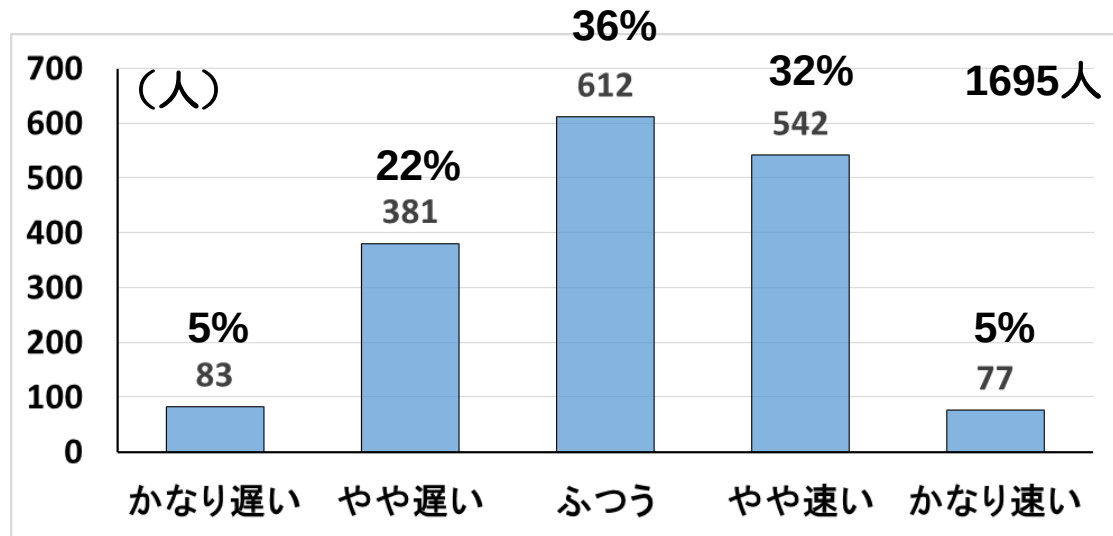
妥当性の報告のある質問を使う！

妥当性が悪いという質問でもそれを使うほうがよい。

食べる速さは

- ☐ かなり速い
- ☐ やや速い
- ☐ ふつう
- ☐ やや遅い
- ☐ かなり遅い

- 妥当性は？
- どのような場面を想定しているのか？
- 分布（形、量[数]）は？
（偏り。天井効果 [ceiling effect]



測定誤差を回避するひとつの方法

測定の標準化 (standardization)

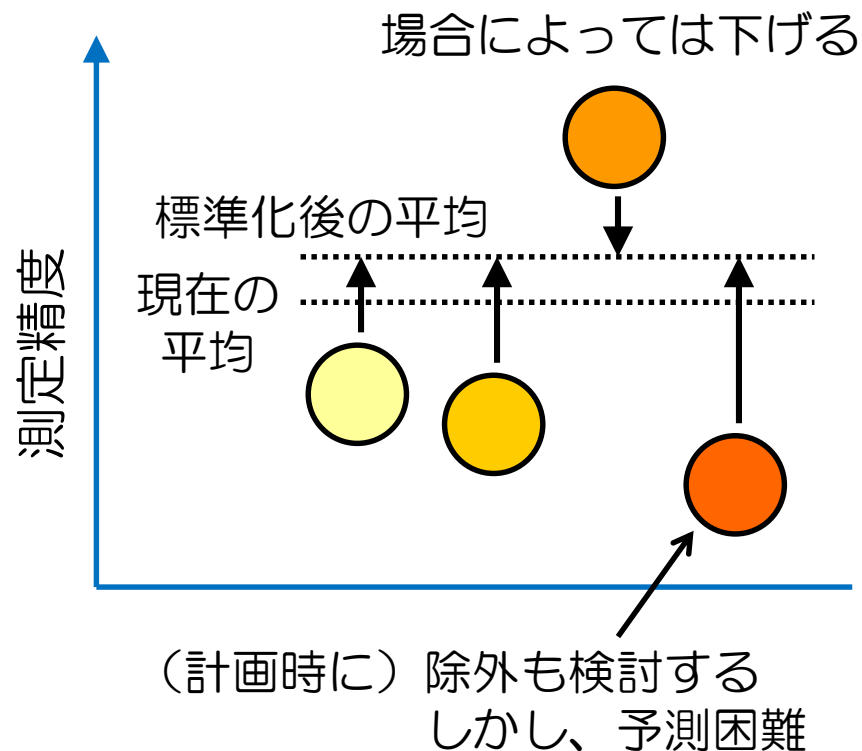
複数の地点で、複数の対象者に対して、複数の測定者が測定する場合、

みんなが同じように同じ方法で同じ精度で測定すること。

これで、この研究（調査）内での比較は可能（信頼できる）。

現実的には、必ずしも、最高水準に合わせるものではない（実施可能性が下がることによる損失を考える）。

「系統誤差」は除外できないことに注意！



測定誤差 疫学の根幹に関わる重大な課題

- 結果を問うのではなく、
- 測定方法の良否を問う姿勢がたいせつ。

どんな疫学者が偉いのか？

結果（AとBの関連）を出した疫学者よりも、

測定方法（methodology）を確立した疫学者（methodologist）。

正しく測れなければ何もできない。

行政調査

行政調査の精度管理は、研究目的の研究よりもむずかしいことが多い。

行政調査に実行不可能な無理難題を押し付けてはならない。

一方、

精度管理の問題点を理解してから使うこと。

（そこにデータがある、国民代表性がある、大規模、という誘惑に負けてはいけない。）

■ アメリカの国民健康栄養調査（NHANES）では、測定法に関する詳細なレポートが公開されている。

日本でなぜこれができない（むずかしい）かを考えてみよう。

批判的に考えるとこうなる = 計画時に考えるべきこと

3. 調査項目

1) 身体状況調査票

ア. 身長、体重（満1歳以上）

イ. 血圧測定（満15歳以上）

ウ. 血液検査（満20歳以上）

エ. 1日の運動量（歩行数）（満15歳以上）

オ. 問診〈喫煙、飲酒、運動〉（満20歳以上）

万歩計：張り切る？

2) 栄養摂取状況調査票 世帯員各々の食品摂取量、栄養素等摂取量、食事状況〈欠食・外食等〉

3) 食生活状況調査票

満15歳以上を対象。体重管理及び食生活を中心とした生活習慣の実践状況を把握する。

4. 調査時期

日曜日の食事は平日の食事とちがう。除く？ 加える？

1) 身体状況：平成14年11月

2) 栄養摂取状況：平成14年11月の特定の1日（日曜日及び祝日は除く）

3) 食生活状況：栄養摂取状況調査と同日

11月は1年を代表しうるか？

5. 調査方法

暇人？ 健康意識高い？ 社会貢献意識高い？

1) 身体状況：被調査者を会場に集めて、調査員である医師、保健師、栄養士等が測定した。

2) 栄養摂取状況：世帯毎に被調査者が摂取した食品を秤量記録することにより実施した。
調査員である栄養士が調査票の説明、回収及び確認を行った。

3) 食生活状況：留め置き法による自記式質問紙調査を実施した。

6. 調査系統

調査系統は次のとおりである。

小さなことはいいから...（ということはないが）

厚生労働省一都道府県・政令市・特別区一保健所一国民栄養調査員

この調査結果に掲載している数値は、四捨五入のため、内訳合計が総数に合わないことがある

記述疫学研究*で気をつけるべきこと

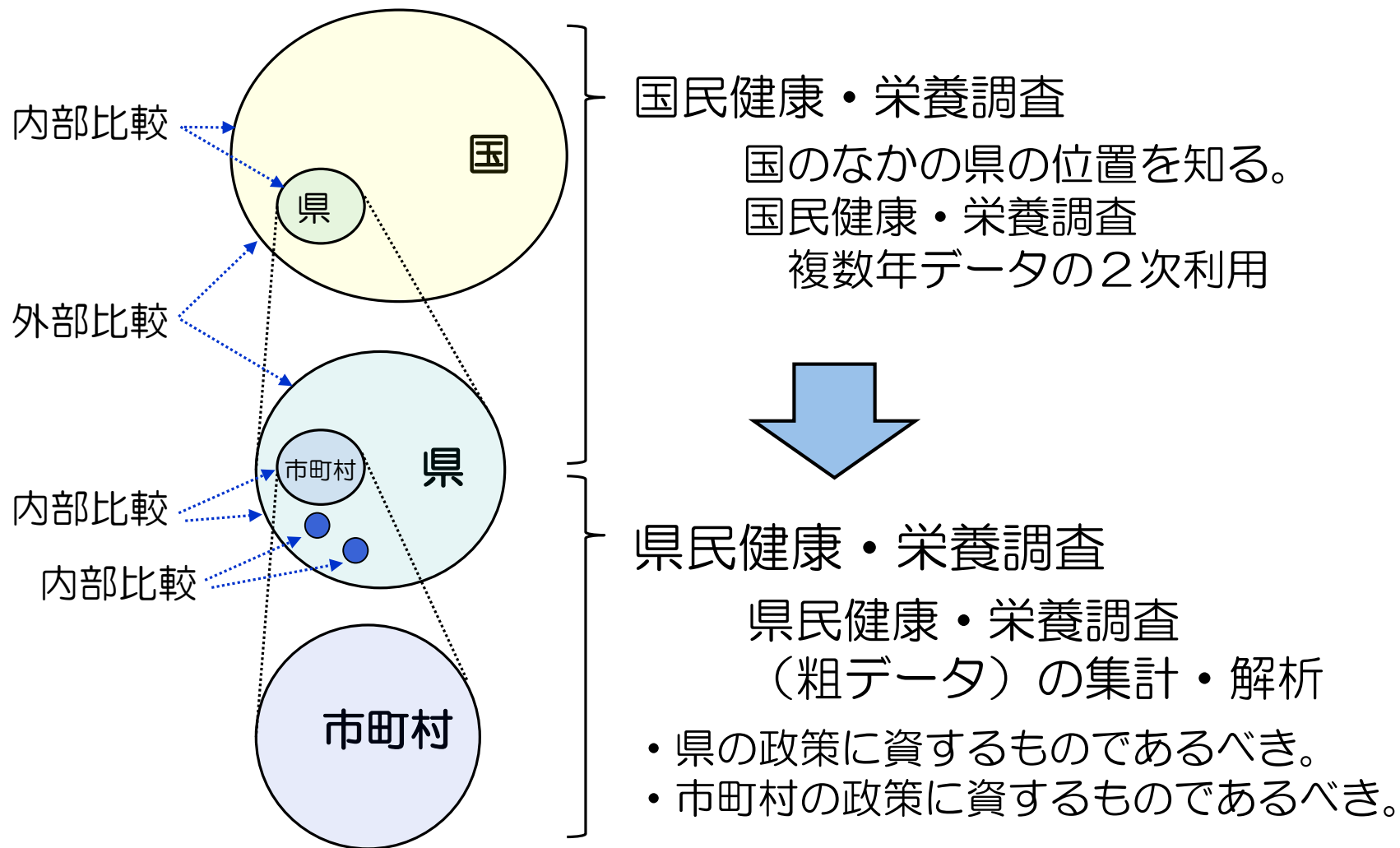
* 行政調査など

■ 集団代表性

■ 測定誤差（偶然誤差よりも**系統誤差**）

行政調査の結果はあまりに安易に引用されすぎている。

【健康・栄養調査における国・県・市町村の役割】



内部比較は比較的容易。外部比較は極めてむずかしい。

各市町村は自分のところの特徴を知りたい。

各市町村は、健康日本21推進計画を立案するために、自分のところの特徴を知らなくてはなりません。

死亡率、発症率、有病率、

肥満率、がん検診受診率、喫煙率、運動量、栄養摂取状態

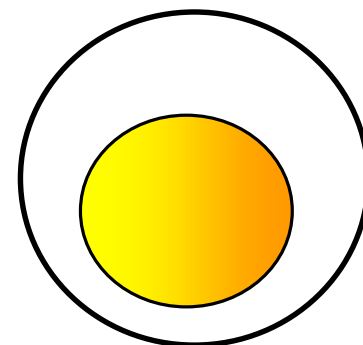
自記式質問票を用いた調査を計画します。

- 調査主体はどこがよいですか？
- 各市町村の調査予定数を決めるための要素は？
- 性・年齢階級別の相対的な人数を決めるための要素は？
- 調査対象者はどのように選びますか？
- 質問票の配布・回収方法は？

調査方法（基本）

調査種別	生活習慣実態調査	
市町村	(再掲)栄養摂取状況調査	
大分市	3,024	270
別府市	1,260	270
中津市	980	270
日田市	980	270
佐伯市	980	270
臼杵市	980	270
国山町	980	270
九重町	980	270
玖珠町	980	270
全県	19,624	4,841

J3937. 大分県福祉保健部福祉保健企画課. 県民健康意識行動調査報告書. 2017: 1-194.



郵送回収
+訪問回収

市町村名	対象者数	回収数	回収率	有効回答数	有効回答率
大分市	254	216	85.0%	216	85.0%
別府市	253	181	71.5%	181	71.5%
中津市	258	193	74.8%	193	74.8%
日田市	253	200	79.1%	200	79.1%

郵送回収

市町村名	調査票送付数	未達数	回収数	回収率	有効回答数	有効回答率
大分市	2,727	17	1,459	53.8%	1,384	51.1%
別府市	987	7	513	52.3%	504	51.4%
中津市	699	4	379	54.5%	373	53.7%
日田市	708	5	398	56.6%	390	55.5%
佐伯市	707	1	396	56.1%	385	54.5%
臼杵市	710	6	403	57.2%	395	56.1%
津久井市	710	0	403	56.8%	394	55.5%

市町村別回収状況

J3937. 大分県福祉保健部福祉保健企画課. 県民健康意識行動調査報告書. 2017: 1-194.

市町村ごとの性・年齢構成・回収率がすべてほぼ同じ。地域比較が極めて容易。

図表 129 市町村別の回収状況

市町村名	対象人数 (人) ※	回収数 (枚)		回収率 (%)	
		栄養	生活	栄養	生活
大分市	254	212	216	83.5	85.0
別府市	253	187	181	73.9	71.5
中津市	258	185	193	71.7	74.8
日田市	253	195	200	77.1	79.1
佐伯市	247	200	206	81.0	83.4
臼杵市	258	195	201	75.6	77.9
津久見市	261	223	232	85.4	88.9
竹田市	259	215	218	83.0	84.2
豊後高田市	261	194	217	74.3	83.1
杵築市	252	214	221	84.9	87.7
宇佐市	248	197	204	79.4	82.3
豊後大野市	262	227	230	86.6	87.8
由布市	262	210	219	80.2	83.6
国東市	248	219	217	88.3	87.5
姫島村	244	233	236	95.5	96.7
日出町	247	176	185	71.3	74.9
九重町	246	206	215	83.7	87.4
玖珠町	246	199	205	80.9	83.3
市町村不明	-	-	2	-	-
大分県	4,559	3,687	3,798	80.9	83.3

※対象人数は、抽出した対象者から対象外を除いた人数

調査セット

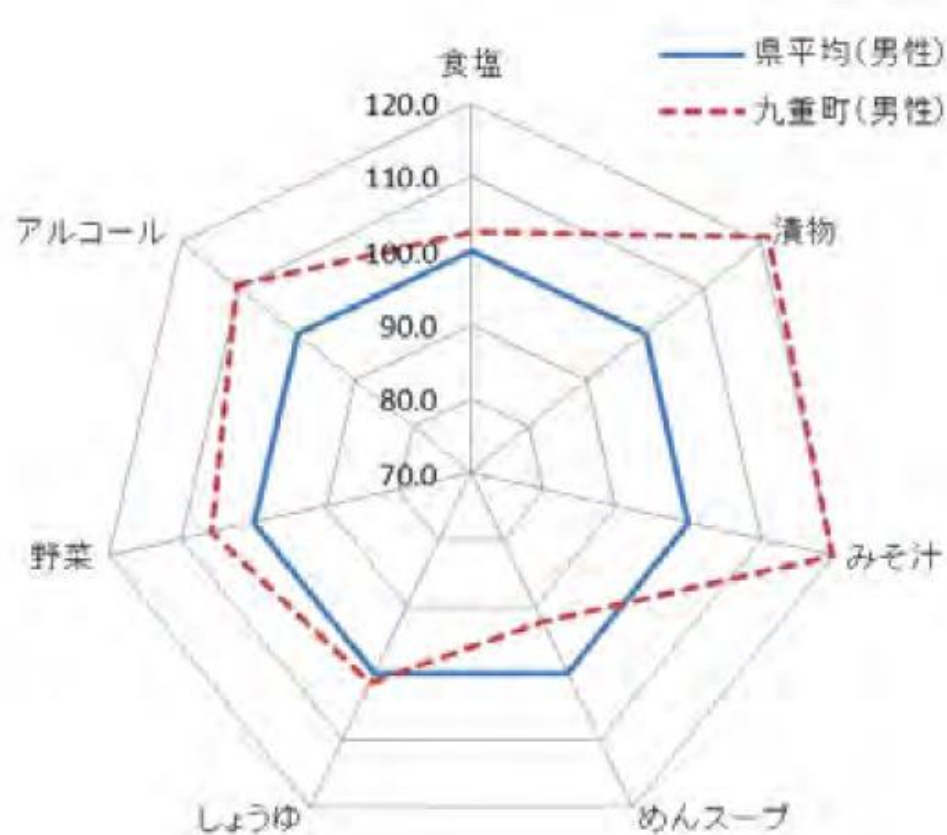
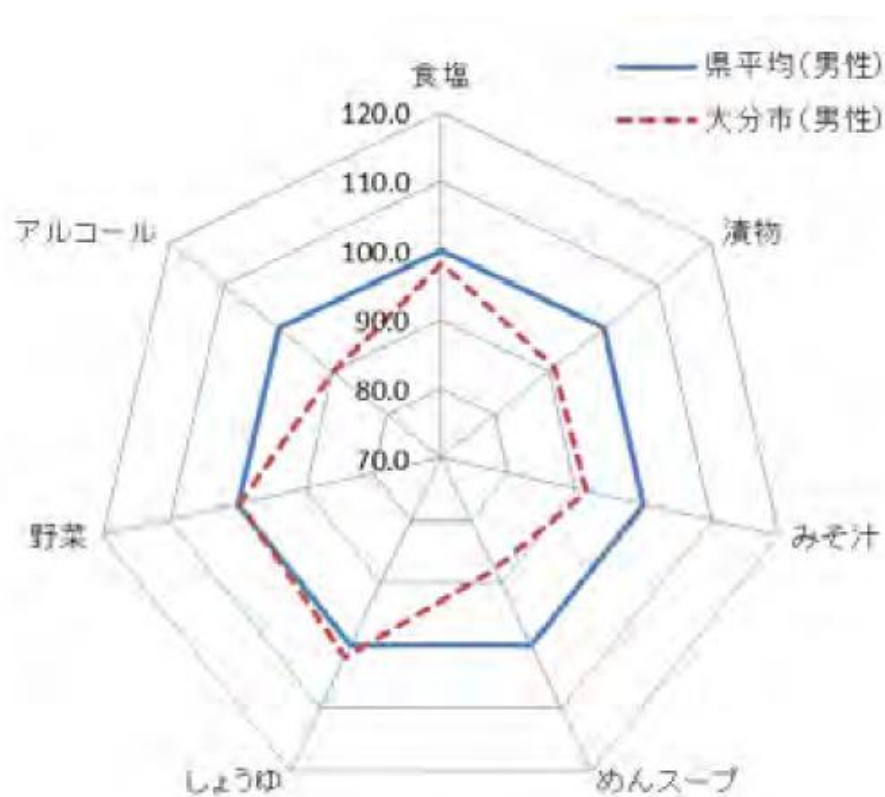
調査セット(1市町村あたり5セット抽出)

年 代 別	男 (人)	女 (人)	計 (人)
20歳～24歳	3	3	6
25歳～29歳	3	3	6
30歳～34歳	3	3	6
34歳～39歳	3	3	6
40歳～44歳	3	3	6
45歳～49歳	3	3	6
50歳～54歳	3	3	6
55歳～59歳	3	3	6
60歳～64歳	3	3	6
1セット計	27	27	54
5セット計	135	135	270

※対象者は抽出された全ての県民とした。ただし、以下の者は調査対象者から除外した。

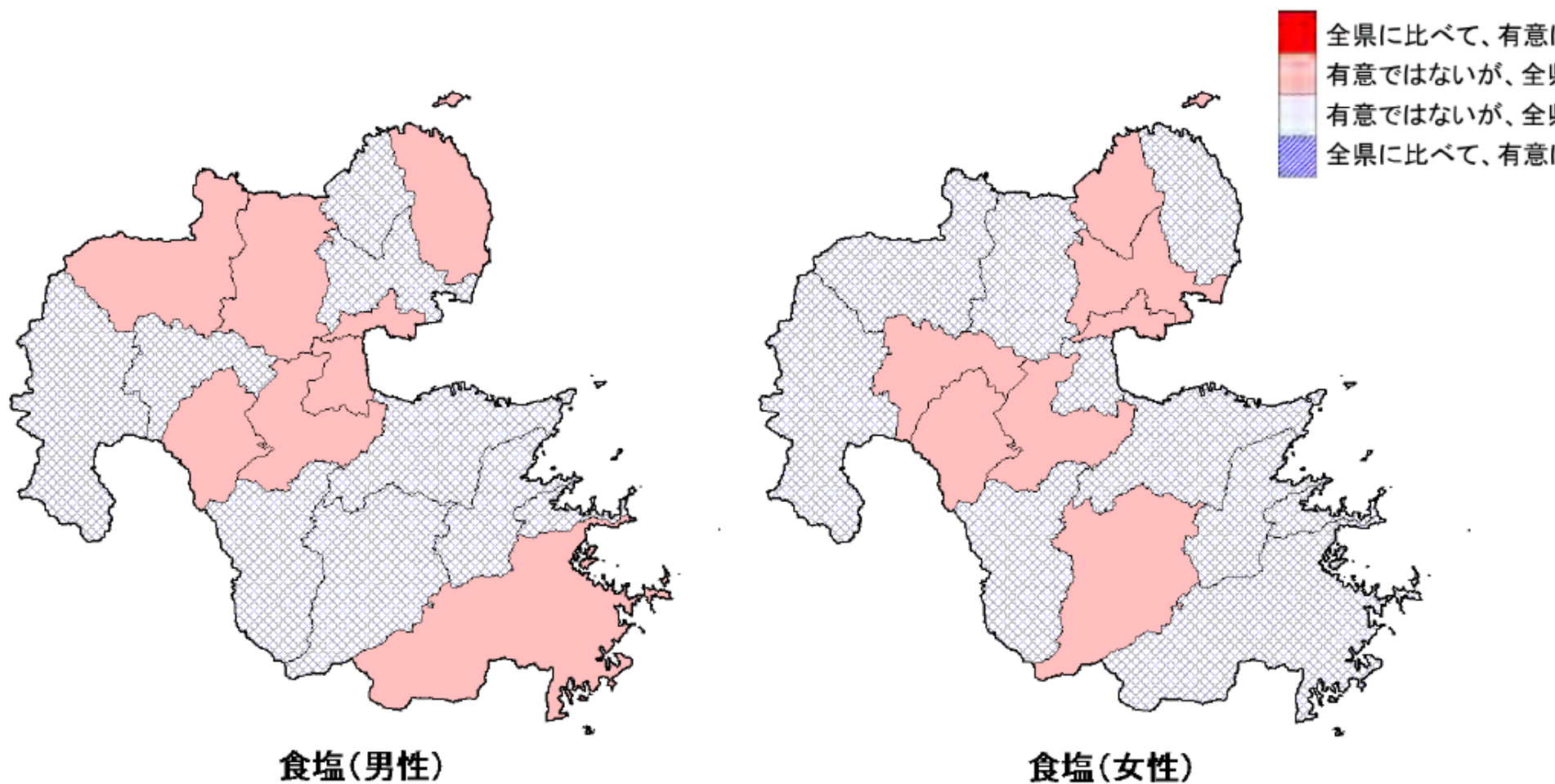
- ・出張などで自宅を離れている期間が長期におよぶ人
- ・病院、介護老人保健施設、介護療養型医療施設、社会福祉施設に入院・入所し住民登録の場所を移している人
- ・国籍が外国である人

高血圧と関連が深いと考えられる項目



この項目は正しいか？ なぜ、これらを選んだのか？

食塩：地域比較



比較してはじめて自分がわかる。(偏差値が好き)

本日の結論 測定方法

ていねいに測定すること

... 実現可能性（最大限の努力をした上で）を考慮して行う。

ていねいに記述すること

... 再現性があるように。

- 測定誤差（measurement error）は必ずある。
- 偶然誤差（random error）と系統誤差（systematic error）
- 妥当性（validation, validity）
- 測定誤差の原因と程度と影響力を知ろう。

■ レポート課題：測定方法（measurement method）

測定方法を主題にしたり、測定方法が結果に興味深い影響を与えている論文
測定方法をじゅうぶんに考えなかったために問題が大きかったと感じた論文