

案分法による食事記録の妥当性検証

研究分担者 須賀 ひとみ（東京大学大学院医学系研究科）

研究要旨

本研究では、国民健康・栄養調査の調査の質の基礎資料を得るため、案分法食事記録と秤量法食事記録から得られた栄養素摂取量を食事記録と並行して行う 24 時間蓄尿で推定した栄養素摂取量と比較することによって、案分法による食事記録法の妥当性を検証した。

案分法食事記録から得られたたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量と 24 時間蓄尿から得られた推定値との誤差率と相関係数は、秤量法食事記録と統計学的有意差は認められず、案分法食事記録の妥当性は秤量法食事記録と類似していることが示唆された。

A. 研究目的

国民健康・栄養調査では、比例案分法（以下案分法とする）による食事記録法を使用して調査対象者の栄養摂取状況の把握を行っている。この方法は、個人が食べる食品の重量を直接計量する秤量法による食事記録法と比べ、摂取量の誤差が生じやすい可能性が指摘されているが、誤差の有無、程度については科学的に検証されていない。また、国際的な研究で用いられている標準的な食事記録法は秤量法による食事記録法であることから、国民健康・栄養調査のデータを用いた研究が国際的な評価を得られにくいという問題がある。

そのため、本研究では、国民健康・栄養調査の調査の質の基礎資料を得るため、案分法食事記録と秤量法食事記録から得られた栄養素摂取量を食事記録と並行して行う 24 時間蓄尿で推定した栄養素摂取量と比較することによって、案分法による食事記録法の妥当性を検証した。

B. 方法

本研究の調査対象者は、
①30～69 歳の一般住民男性
②①と同居し、①の日常の食事の調理を行っている女性（年齢は問わない）
③①、②と同居する 1 歳以上の世帯員である。

このうち①、②の対象者の参加は必須、③の対象者の参加は任意とした。本調査に不参加の③の対象者がいる場合は、案分法食事記録の記載内容を確認する際に使用するために共に食事をする世帯員の人数を申告してもらうこととした。

本研究の調査は国内 7 地区（山形県、茨城県、埼玉県、神奈川県、大阪府、岡山県、福岡県）に居住する 48 世帯で 2019 年 9 月下旬～10 月に行った。対象者①の年齢区分（30～49 歳、50～69 歳の 2 区分）に応じて埼玉・神奈川県は各年齢区分で 2 世帯（計 4 世帯）、その他の地区は各年齢区分で 4 世帯（計 8 世帯）の協力を得た。

I 食事記録

対象者世帯には案分法・秤量法の食事記録をそれぞれ1回、案分法→秤量法の順で行うよう依頼した。2回の食事記録は日曜・祝日および冠婚葬祭など特別な食事を食べるイベントのある日を避け、対象者が通常の食事をする日に実施することとした。なお、1回目と2回目の食事記録は少なくとも1週間あけて行った。

●案分法食事記録（1回目）

対象者②が、対象者①～③が飲食した料理名、料理に使用した食品名・飲料名、秤で秤量した食品・飲料の重量を記録票（別添1）に記載した。外食をした場合など秤で食品・飲料の重量を計量することが難しい場合は目安量で記入した。

同じ料理を家族で分けた場合など、対象者が食べた量を個別に量ることが難しい場合は、各対象者が食べた割合を案分記入欄に記入し、食べなかった対象者には「0」を記入した。各対象者が食べた量を計量できる場合は、対象者ごとに食べた量を記録票に記入し、食べた人の案分記入欄に「1」を、それ以外の人の案分記入欄に「0」を記入した。食べ残しが生じた場合は、残食記入欄に食べ残しの全体に占める割合を記入した。

●秤量式食事記録（2回目）

対象者②が、対象者①が食べたすべての料理名、料理に使用した食品名・飲料名、および対象者①が飲食した食品・飲料の重量を秤で秤量して記録票（別添2）に記載した。外食をした場合など秤で食品・飲料の重量を計量することが難しい場合は目安量で記入した。食べ残しが生じた場合は、食べ残しの重量を測定し、残食記入欄に記入した。

各回の食事記録票は記録日の翌日に調査担当栄養士が回収する際に不明点・記入が

不十分な点について確認を行った。また、記録票回収後の確認作業で生じた疑問点については適宜再調査を行った。

II 24時間蓄尿

対象者①が食事記録と並行して行った。起床後最初の尿は廃棄し、以後最初の尿を破棄した時刻の24時間後までに排尿したすべての尿を所定の容器に保存した。蓄尿ができなかった、または忘れた時にはその時間と排尿のおよその量を蓄尿記録用紙（別添3）に記載した。

蓄尿容器と蓄尿記録用紙は調査担当栄養士が食事記録を実施した翌日に回収し、尿量測定と検査用検体作成を行った。

III 統計解析

2回の食事記録と日本食品標準成分表を用いて、対象者①のたんぱく質・ナトリウム・カリウムの摂取量の計算を行った。案分法食事記録での対象者①の食品・飲料摂取量は以下の式で計算した。

対象者①の摂取量 = (食事記録に記載された食品・飲料の重量) × (対象者①の案分比) / (対象者①～③の案分比の合計 + 案分比)

また、24時間蓄尿中に含まれる尿素窒素・ナトリウム・カリウム量からたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量推定値を算出した。

24時間蓄尿によるたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量の推定は以下の式を用いた。

たんぱく質摂取量 = [蓄尿中尿素窒素 (mg/dL) × 総尿量(dL)/1000 + 0.031 × 体重 (kg)] × 6.25

ナトリウム摂取量 = 蓄尿中ナトリウム濃度

(mEq/L)×22.99×総尿量(L)

カリウム摂取量＝蓄尿中カリウム濃度
(mEq/L)×39.1×総尿量(L)

それぞれの食事記録から得られた3栄養素の摂取量と同日に行った24時間蓄尿から得られた3栄養素の摂取量推定値の誤差率の平均値を算出し、対応のあるt検定を用いて案分法・秤量法間の平均値の比較を行った。また、食事記録から得られた摂取量と24時間蓄尿からの摂取量推定値との相関係数を算出し、案分法・秤量法間で相関係数の比較を行った。統計学的有意差の有意水準は $p<0.05$ とした。

統計解析はSTATA ver 14 (Stata Corp)を使用した。

(倫理的配慮)

本研究は東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会の承認を得て実施した(審査番号：2018147ND)。

C. 結果

対象者①の48名より食事記録および24時間蓄尿検体を回収した。そのうち、食事記録の記載に不備を認めた2名と、蓄尿が十分行われていなかった可能性が高い([尿中クレアチニン×113/21×体重]¹⁾で計算した値が0.6未満)2名を解析から除外し、44名で解析を行った。

対象者①の属性を【表1】に示す。年齢階級間で身長・体重の平均に有意な差は認めなかった。

次に、案分法および秤量法食事記録から計算したエネルギー・たんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量の平均値および24時間蓄尿から推定したたんぱく質・ナトリウム・

カリウム摂取量の推定値の平均値を【表2-1】と【表2-2】に示す。年齢階級によるエネルギーおよび栄養素の摂取量平均値に有意な差は認めなかった。

食事記録から計算したたんぱく質・ナトリウム・カリウムの摂取量と24時間蓄尿から推定したそれぞれの栄養素の摂取量との誤差率の平均を【表3】に示す。3栄養素すべて案分法と秤量法間に統計学的な有意な差は認めなかった。次に、食事記録から計算したたんぱく質・ナトリウム・カリウムの摂取量と24時間蓄尿から推定したそれぞれの栄養素の摂取量との相関係数を【表4】に示す。こちらも3栄養素ともに案分法・秤量法の相関係数に統計学的有意差は認めなかった。

D. 考察

本研究は、国民健康・栄養調査で用いられている案分法食事記録による摂取量推定の妥当性を検証するため、案分法食事記録から計算したたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量と24時間蓄尿による摂取量推定値を誤差率と相関係数を用いて比較した。同様の比較を個人が食べる食品の重量を計量して記録する秤量法食事記録でも行い、食事記録法の違いによる誤差率・相関係数の差を検証したところ、統計学的有意な差は認めないという結果を得た。

案分法食事記録は、世帯単位での調査であり、各世帯員が食べた料理の量を取り分けた案分比で記録する。そのため個人単位で食べた食品を秤量して記録する秤量法食事記録と比べ、摂取量の誤差が生じやすい可能性があり、その妥当性を科学的に検証する必要性が指摘されていた。しかし食事記録法は他の食事評価法の妥当性を検証す

る際に「比較対照」として多く用いられている方法であり、案分法食事記録の妥当性を検証する際に比較対照の選択が困難であることから科学的に妥当性を検証した研究は限られている²⁾。

栄養士養成施設の学生 32 名とその家族を対象として行った先行研究では、食事の調理者が記載した案分法食事記録から計算した栄養素摂取量と学生が記載した秤量法食事記録から計算した栄養素摂取量の比較を行い、秤量法食事記録に比べ、案分法食事記録では系統的に栄養素摂取量を過小に評価する可能性が示唆された²⁾。この先行研究は秤量法食事記録を比較対照としている点で、多くの食事評価法の妥当性検証と同じ手法を取ったものと言える。一方で案分法と秤量法の記録者が異なり、しかも秤量法の記録者は栄養士養成施設の学生であることから、学生の栄養学に対する知識が秤量法食事記録の質に影響している可能性がある。そこで本研究では、記録者の違いによる影響を避けるため、案分法と秤量法の 2 つの食事記録は食事の調理者が行き、24 時間蓄尿のバイオマーカーを比較対照として、食事記録との差を相互に比較した。

24 時間蓄尿は対象者への侵襲がなく栄養素摂取量を把握できる方法として、食事評価法の比較対照として広く用いられている。しかし、食事で摂取した栄養素が尿中に排泄されるまでに要する時間に関する指標はなく、食事記録で把握する栄養素摂取量を反映できる 24 時間蓄尿の実施タイミングは明らかではない。Sakuma らは 15 名の健康な男性（平均年齢 22.9 歳）に 5 日連続でリン含有量を変化させた食事を与えると同時に 24 時間蓄尿を実施し、尿中に排泄されるリン量は蓄尿当日の食事由来の摂取量と強く関連することを示した³⁾。この先行

研究の結果をもとに本研究では、食事記録を実施する日に 24 時間蓄尿を並行して行った。

食事記録から計算した栄養素摂取量の平均値は案分法、秤量法ともに 24 時間蓄尿から推定した栄養素摂取量を上回った。特にカリウムでの差が他の 2 栄養素に比べ大きく、食事記録での摂取量が 24 時間蓄尿から推定した摂取量を平均で約 60% 上回った。この結果は東北地方在住の一般女性 289 名（平均年齢 55.2 歳）を対象に秤量式食事記録から計算した栄養素摂取量と 24 時間蓄尿での栄養素排泄量を比較した研究結果と同様であった⁴⁾。食事記録から計算した栄養素摂取量と 24 時間蓄尿から得た栄養素摂取量に差が生じる理由として、不感蒸泄によるミネラルの損失、調理による損失、食事記録の過剰申告、不完全な蓄尿がある。本研究では不感蒸泄の影響を避けるため調査時期を秋に設定したが、2019 年 10 月の平均気温は平年より 2°C 程度高く、特に 10 月上旬は山形県以外の調査実施地区で最高気温が 25°C を超える日が続いた⁵⁾。そのため、不感蒸泄や汗でミネラルが流出し、食事記録の結果と差が生じた可能性がある。特にカリウムはゆでる・水さらしなどの調理による損失が大きいことから食品成分表から計算した摂取量は実際の摂取量より過大に見積もっている可能性が考えられる。それに比べてナトリウムは案分法・秤量法ともに食事記録から計算した摂取量と 24 時間蓄尿から推定した摂取量の誤差率がたんぱく質・カリウムと比べて少ない傾向を認めしたが、約 40% の対象者で食事記録による推定摂取量が 24 時間蓄尿による推定摂取量を下回り、食事記録での過少申告が起こっている可能性が示唆された。2 つの食事記録から推定したたんぱく質・ナトリウム・カ

リウム摂取量と同時に行った 24 時間蓄尿から推定したこれらの栄養素の摂取量との誤差率は統計学的有意差を認めず、案分法食事記録で推定するたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量の妥当性は秤量法食事記録と類似していることが示唆された。

2つの食事記録から推定したたんぱく質・ナトリウム・カリウム摂取量と同時に行った 24 時間蓄尿から推定したこれらの栄養素の摂取量との相関係数は食事記録の違いによる統計学的有意差は認めなかったが、案分法で推定したカリウム摂取量については0.26と他の栄養素および秤量法で推定したカリウム摂取量の相関係数より低い傾向を認めた。調理方法による損失の影響を受けた可能性が考えられるが、食事記録によって推定されるカリウム摂取量については慎重な解釈が必要である可能性がある。

本研究の限界は以下のとおりである。最初に各食事記録による栄養素摂取量を 24 時間蓄尿から推定した栄養素摂取量と比較したため、妥当性の検証を行った栄養素が蓄尿で摂取量推定が可能な栄養素に限定され、また食品群の摂取量の妥当性は検証できなかった。そのため他の栄養素および食品群の摂取量の妥当性については別途検証する必要がある。また、食事記録を実施した日に摂取した栄養素が尿に排泄されるまでの時間差によって蓄尿中に排泄される栄養素が必ずしも食事記録中に飲食した栄養素を反映したものでない可能性がある。さらに記録者（対象者②）が食事記録を 2 回行っているため、2 回目の食事記録は、1 回目の経験を経たことで記録の質が向上する可能性がある。そのため本研究では、対象世帯の記録者のほとんどが初めて食事記録を行う国民健康・栄養調査と類似の状況となるよう 1 回目の食事記録を案分法とし、より

煩雑な秤量法食事記録を 2 回目に行った。最後に本研究は中高年男性のみを対象として行っており、女性や若年男性にこの結果を一般化できない可能性がある。食事記録の記録者は国民健康・栄養調査においても本研究と同様に食事記録を行う世帯の食事の調理者が行っており、対象者の性別・年代が与える食事記録の質への影響は少ないと考えられるが、女性および若年男性を対象とした研究で検証をする必要がある。

E. 結論

本研究では、国民健康・栄養調査で使用されている案分法食事記録の妥当性を秤量法食事記録と 24 時間蓄尿を用いて検証した。

食事記録と 24 時間蓄尿から推定した摂取量の誤差率と相関係数を検証したところ、案分法食事記録と秤量法食事記録との間に統計学的有意な差は認めず、案分法食事記録は案分法食事記録の妥当性は秤量法食事記録と類似していることが示唆された。

(参考文献)

1. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, et al. Sensitivity and specificity of published strategies using urinary creatinine to identify incomplete 24-h urine collection. *Nutrition*. 2008;24(1):16-22. doi:10.1016/j.nut.2007.09.001
2. Iwaoka Ohwada H. Various Methods of Dietary Surveys: A Population-based Study. *Japanese J Nutr Diet*. 2002;60(4):173-177. doi:10.5264/eiyogakuzashi.60.173
3. Sakuma M, Morimoto Y, Suzuki Y,

- et al. Availability of 24-h urine collection method on dietary phosphorus intake estimation. *J Clin Biochem Nutr.* 2017;60(2):125-129. doi:10.3164/jcfn.16-50
4. Kimira M, Kudo Y, Takachi R, Haba R, Watanabe S. Associations between dietary intake and urinary excretion of sodium, potassium, phosphorus, magnesium, and calcium. *Nippon eiseigaku zasshi Japanese J Hyg.* 2004;59(1):23-30. doi:10.1265/jjh.59.23
5. 気象庁. 気象庁 過去の気象データ検索.
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=66&block_no=47768&year=2019&month=10&

day=&view=.

F. 健康危機情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし。

2. 学会発表

なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし。

【表 1】対象者①の基本属性

	合計 (n = 44)	30~49 歳 (n =23)	50~69 歳 (n =21)	p 値
年齢	48.9±10.1	40.9±5.3	57.6±5.9	<0.001
身長(cm)	169.3±5.7	169.9±4.8	168.7±6.6	0.50
体重(kg)	67.9±10.3	69.1±9.7	66.7±11.0	0.46

平均値±標準偏差

30~49 歳と 50~69 歳の 2 群間の平均の差は t 検定で比較した。

【表 2-1】食事記録による栄養素摂取量

	合計 (n = 44)	30~49 歳 (n =23)	50~69 歳 (n =21)	p 値
エネルギー摂取量(案分法・kcal/day)	2530±566	2535±578	2524±567	0.95
エネルギー摂取量(秤量法・kcal/day)	2545±470	2536±521	2556±419	0.89
たんぱく質摂取量(案分法・g/day)	87.3±21.9	85.9±22.3	88.9±21.8	0.65
たんぱく質摂取量(秤量法・g/day)	88.3±22.5	87.5±20.4	89.3±25.0	0.79
ナトリウム摂取量(案分法・mg/day)	4727±1717	4477±1313	5001±2072	0.32
ナトリウム摂取量(秤量法・mg/day)	5018±1825	4776±1821	5284±1835	0.36
カリウム摂取量(案分法・mg/day)	3014±897	2981±798	3050±1013	0.80
カリウム摂取量(秤量法・mg/day)	2971±840	2946±814	2998±886	0.84

平均値±標準偏差

30~49 歳と 50~69 歳の 2 群間の平均の差は t 検定で比較した。

【表 2-2】 24 時間蓄尿による栄養素摂取量推定値

	合計 (n = 44)	30~49 歳 (n =23)	50~69 歳 (n =21)	p 値
たんぱく質摂取量(1 回目・g/day)	70.0±14.9	72.4±14.6	67.3±15.1	0.26
たんぱく質摂取量(2 回目・g/day)	73.1±12.4	75.6±8.5	70.3±15.3	0.16
ナトリウム摂取量(1 回目・mg/day)	4212±1338	4324±1248	4090±1450	0.56
ナトリウム摂取量(2 回目・mg/day)	4584±1410	4838±1404	4305±1397	0.21
カリウム摂取量(1 回目・mg/day)	1955±597	2011±484	1893±708	0.52
カリウム摂取量(2 回目・mg/day)	1937±494	2068±419	1793±539	0.06

平均値±標準偏差

30~49 歳と 50~69 歳の 2 群間の平均の差は t 検定で比較した。

【表 3】 食事記録と 24 時間蓄尿から推定した栄養素摂取量の誤差率 (%)

	案分法	秤量法	p 値
たんぱく質	27.8±4.8	22.4±4.5	0.22
ナトリウム	18.2±6.4	15.4±6.6	0.73
カリウム	67.6±10.2	59.1±7.5	0.32

栄養素摂取量の誤差率 = (食事記録 - 24 時間蓄尿) × 100 / 24 時間蓄尿

2 群間の差は対応のある t 検定で比較した。

【表 4】 食事記録と 24 時間蓄尿から推定された栄養素摂取量の相関係数

	案分法	秤量法	p 値
たんぱく質	0.47	0.39	0.66
ナトリウム	0.48	0.43	0.78
カリウム	0.26	0.40	0.48

「2人で作る！食事記録」
食事記録票 ①

ID ()

日付	2019	年		月		日
曜日						曜日

担当栄養士名： ()

世帯情報

世帯員番号	氏名	性別	生年月日				世帯員番号1の方との続柄
			年号	年	月	日	
1			1：昭和 2：平成				
2			1：昭和 2：平成				
3			1：昭和 2：平成				
4			1：昭和 2：平成				
5			1：昭和 2：平成				
6			1：昭和 2：平成				
7			1：昭和 2：平成				
8			1：昭和 2：平成				
9			1：昭和 2：平成				

調査はこれで終わりです。
ご協力いただきありがとうございました。

記入もれがないか
最後にもう一度ご確認ください。

「2人で作る！食事記録」
食事記録票 ②

ID ()

日付	2019	年	月	日
曜日	曜日			

担当栄養士名： ()

24 時間蓄尿の取り方と記録用紙

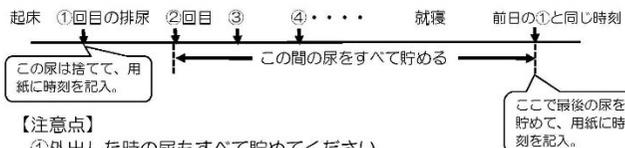
食事記録を行った日の翌日に、この紙と蓄尿ボトルとを調査担当栄養士に提出してください。

24 時間蓄尿の取り方

【目的】24 時間の間に体が作る尿をすべて貯めます。

【方法】

1. 蓄尿は食事記録をする日と同じ日に行います。
2. 朝起きてから最初にする尿は捨てます。最初の尿を捨てた時刻を用紙に記入して下さい。
3. 次の尿から②で尿を捨てた時間から 24 時間後までに出した尿は紙コップに排尿し、すべて蓄尿ボトルに貯めてください。
4. 翌朝、前の日に尿を捨てた時刻（②で記入した時刻）にトイレに行って、その時に出た尿を貯めてください。
これは尿意がなくても行ってください。この尿が最後の蓄尿になりますので、時刻を用紙に記入して下さい。前日に尿を捨てた時刻との差はおおよそ 15 分くらいであれば問題ありません。
5. 蓄尿ボトルのふたをしっかりと閉めて、調査担当栄養士すべてのボトルを提出してください。空ボトルもすべて提出してください。



【注意点】

- ①外出した時の尿もすべて貯めてください。
- ②尿を貯めるのを忘れて流してしまった場合は、2 ページ目にその時刻とおよその量を記入して下さい。
- ③5 本のボトルは別々に少しずつ貯めていただいてもかまいません。例えば、自宅用・職場用・外出時用というように分けて使ってもかまいません。
- ④排尿時に使った紙コップは 1 回使ったら捨ててください。足りない場合はご自宅にある紙コップを使ってもかまいません。
- ⑤貯めている途中のボトルは、あまり温度の上がるところには置かないようにしてください。
- ⑥貯め終わったボトルは、日の当たらない、できるだけ温度の低いところに置いてください。

蓄尿記録用紙 1 回目

調査 ID () 氏名 ()
身長 () cm 体重 () kg

前のページの説明をよく読んで、このページに書かれた順番で蓄尿を行ってください。
蓄尿開始時刻・終了時刻・尿を貯め忘れたことがあったらその時間とおよその量を忘れずに記入して下さい。

①蓄尿は、食事記録を行う日の朝から開始します。

②尿を貯めた日を記入して下さい。

2019 年 _____ 月 _____ 日の朝からその翌朝

③朝起きて最初にする尿は**貯めないで捨てて**てください。

④③で尿を捨てた時刻を記入して下さい。

午前 _____ 時 _____ 分

⑤次に出す尿から、次の日の④で記入した時刻までに出すすべての尿を蓄尿ボトルに貯めてください。

※どうしても貯められなかった尿や、こぼしてしまった尿がありますか？

はい いいえ 裏のページに進む

尿を貯められなかったり、こぼしたりした時刻とおよその量を記入して下さい。(スプーン 1 杯程度のわずかな量であれば記入の必要はありません。)

時刻	およその量 (コップ 1/2 杯など)	予想量 (担当栄養士が記入しますので記入不要)
午前・午後 時 分頃		ml

裏のページに進んでください

⑥翌日の朝、前日に尿を捨てた時刻にトイレに行って、その時に出た尿を
蓄尿ボトルに貯めてください。
これは尿意がなくても行ってください。
前日に尿を捨てた時間との時間差はおよそ15分くらいであれば問題あり
ません。

⑦⑥で尿を貯めた時刻を記入して下さい。

午前 _____ 時 _____ 分

これで24時間蓄尿は終了です。ありがとうございました。
蓄尿ボトルのふたをしっかりと閉めて、この記録用紙と一緒に担当栄養士に提
出してください。
蓄尿ボトルは5本すべて提出してください。

調査担当栄養士記入欄（調査担当者名： _____ ）

●蓄尿量（ml）の測定

蓄尿ボトルごとに、メスシリンダーで測定した値を記載してください。
使用されなかったボトルについては、0mlと記載してください。

1本目	2本目	3本目	4本目	5本目
ml	ml	ml	ml	ml

●検体の採取

- ・5本の蓄尿ボトルに入った尿をバケツに入れて、よく混ぜてからスポイト
で検体容器に入れてください。
- ・検体容器に入れる尿の量は、容器の半分～7分目が適量です。
7分目を超えて入れると冷凍した時に容器が壊れることがあります。
7分目を超えては絶対に入れないでください。
- ・検体容器のふたはカチッと音がするまでしっかりと閉めてください。