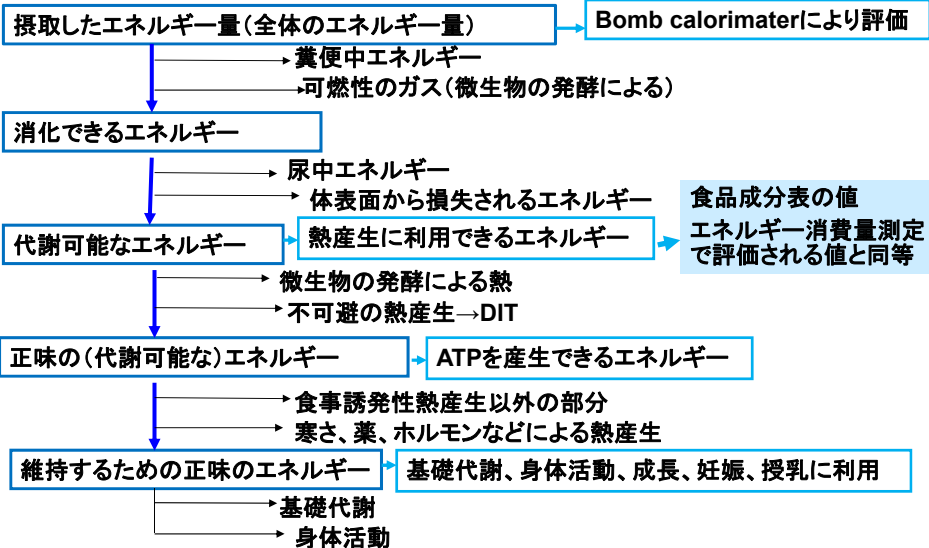


2015.6.13
 近赤外線を利用した栄養成分
 測定研究会

食品・料理のエネルギー量の評価

医薬基盤・健康・栄養研究所
 栄養教育研究部
 高田 和子

体内でのエネルギーの流れ



(FAO, 2003)

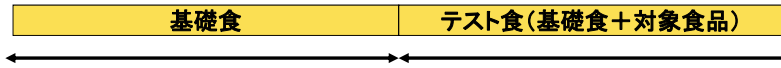
食品成分表のエネルギー値

- 可食部100gあたりのたんぱく質、脂質、炭水化物の量に各成分ごとのエネルギー換算係数を乗じる。
- 穀物、動物性食品、油脂類、大豆・大豆製品のうち主要な食品については、日本人についての係数を調査
 - FAO/WHO合同特別専門委員会報告値
 - Atwaterの係数(たんぱく質・炭水化物4kcal/g、脂質9kcal/g)

エネルギー換算係数の種類

		たんぱく質	脂質	炭水化物
物理的燃焼値	完全燃焼した時のエネルギー (by bomb calorimeter)	動物 5.60 植物 5.00	9.4	4.1
体内での燃焼値	ルブナーの換算係数 (完全燃焼できないため)	4.1	9.3	4.1
生理的燃焼値	消化吸収率を考慮 (Atwaterの係数)	4.0 (92%)	8.9 (95%)	4.0 (97%)

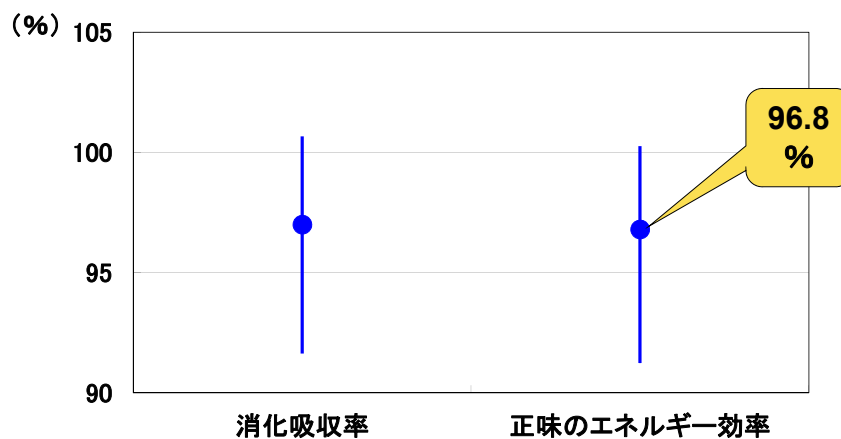
消化吸収率の測定



$$\text{消化吸収率} = \frac{\text{摂取量} - (\text{テスト食期の糞便中排泄量} - \text{基礎食期の糞便中排泄量})}{\text{摂取量}} \times 100$$

$$\text{正味エネルギー利用率} = \frac{\text{エネルギーの消化吸収量} - (\text{テスト食期の尿中エネルギー量} - \text{基礎食期の尿中エネルギー量})}{\text{摂取エネルギー量}} \times 100$$

胚芽米のエネルギー利用効率



$$\text{胚芽米の物理的燃焼値} \times \text{正味のエネルギー効率} = \text{胚芽米のエネルギー換算係数}$$

$$374 \text{ kcal/100g} \times 96.8\% = 362 \text{ kcal}$$

(小池他, 1982)

エネルギー摂取量の計算値と正味の利用量

	計算値(1)	Bomb calorimetry	糞便中排泄量	尿中排泄量	正味の利用エネルギー量(2)	(2) / (1)
801	23.6	25.3	1.3	0.6	23.4	0.99
802	18.1	19.8	1.3	0.6	17.9	0.99
803	21.2	23.4	1.5	0.6	21.3	1.00
804	21.4	23.2	1.4	0.6	21.2	0.99
805	19.0	20.6	0.8	0.4	19.3	1.01
807	19.1	21.0	1.3	0.5	19.1	1.00
809	18.3	21.4	1.8	0.6	19.0	1.04
810	18.1	18.9	1.2	0.4	17.3	0.96
811	19.6	20.3	0.8	0.5	18.9	0.96
813	18.1	19.5	1.4	0.5	17.6	0.97
Mean	19.6	21.3	1.3	0.5	19.5	0.99
SD	1.7	1.9	0.3	0.05	1.8	0.02

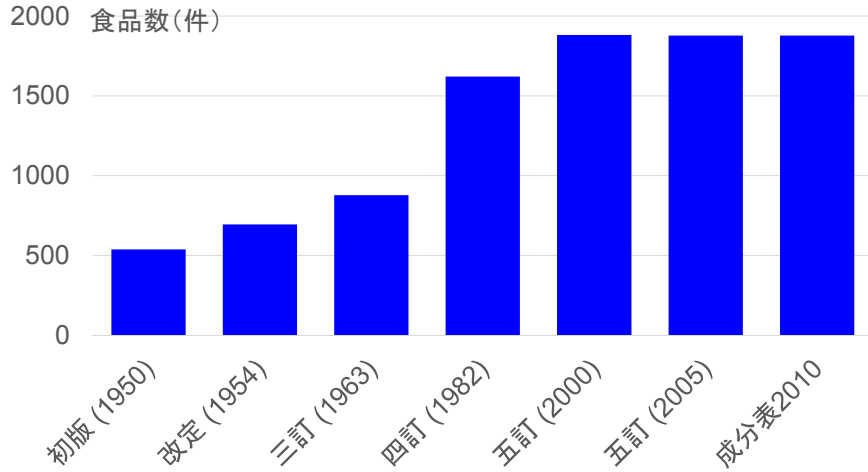
(MJ/day) (Diaz EO et al. 1992)

どこまで細かく..

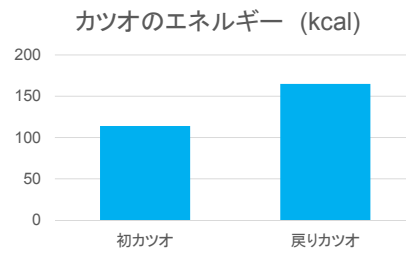
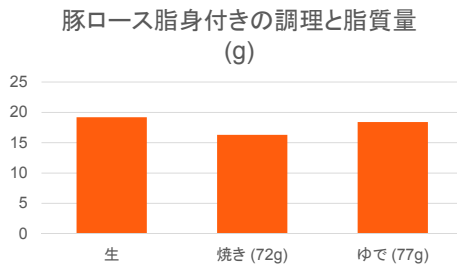
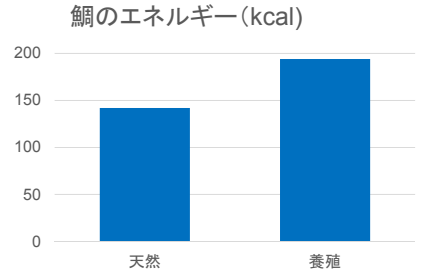
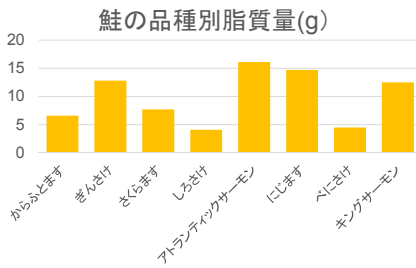
「日本食品標準成分表2010」1878種類

- 食品の種類
- 品種
- 産地、生育条件
- 調理加工

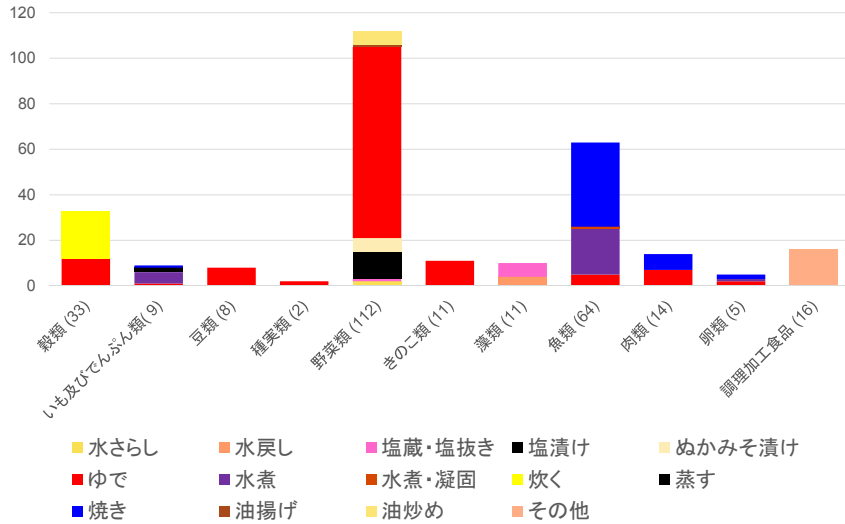
日本食品標準成分表の食品数の変遷



成分のバリエーション



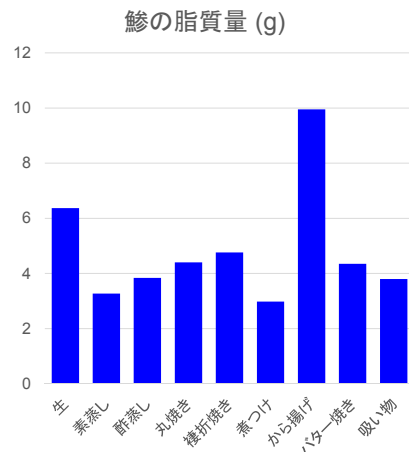
成分表2010の調理した食品の掲載



(285種)

「調理食品成分照鑑」 (1937年)

	植物性食品	動物性食品
煮物	39	41
焼き物	20	41
蒸し物	6	14
茹で物	2	3
炒め物	3	2
揚げ物	11	11
漬物	15	7
汁物	7	9
和え物	13	4
酢の物	3	4
計	119	136



厚生省研究所国民栄養部研究会「食品栄養値要覧」(新版増補,1956)

- 調理食品栄養値表
 - 植物性食品69種、動物性食品61種について849種類の成分を分析
 - 原料100g中の成分と調理の出来上がり量を表示
 - 調理方法を詳細に記述
例)じゃがいもバター焼き
・馬鈴薯は皮をむき、5分賽の目に切り水500ccの沸騰に入れ10分間茹で・
- 一般食堂食品栄養値表
 - 極く大衆的なる市販食品を対象に、1人前に盛り合わせられるべき材料食品中に含まれる成分から算出。調理による成分損失は考慮していない。
 - 飯類10種、麺類8種、その他9種

近赤外分光法による料理のエネルギー評価

(日栄食誌2009:62.75)

サンプル

- 食事バランスガイドで参考資料に示されている「主な料理・食品」114品目中から抽出した90品目
 - ・ サービング量が異なる同一料理(ご飯、パン類など)を除く
 - ・ 単品の食品(果物、豆腐など、食パン、冷やしトマト、ヨーグルト、リンゴのみ採用)を除く
- 菓子類(コーンスナック、ショートケーキ、あんみつ、大福、プリンアラモード)の5品目
- 陰膳サンプル(5食分)

測定値

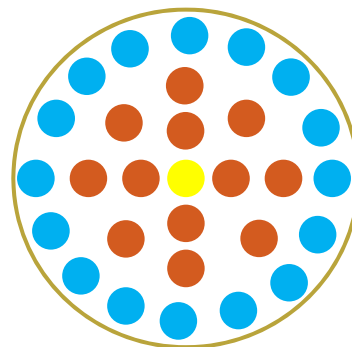
- 使用機器: カロリーアンサー(CA-HNシリーズの初期のもの)(株 ジョイ・ワールド・パシフィック、青森)
 - 近赤外線分光分析技術を応用して、特定波長域(1100~2200nm)の光を食品に照射し、食品からの拡散反射光の強度を測定することで、食品の吸光度を計算
- サンプル100gあたりのエネルギー量を測定

カロリーアンサーでの測定条件 (1)

- サンプルの形態
 - そのまま→陰膳サンプルでは無
 - ・ 断面が見えるように設置
 - ミキサー・・・フードプロセッサー (Cuisinart FP-25) により均一にしたもの
- 測定モード
 - 一般

カロリーアンサーでの測定条件 (2)

- 測定ポイント
 - 通常測定 (13ポイント、5分)
 - 詳細測定 (29ポイント、10分)
 - 簡易測定 (1ポイント、3分)
- そのまま→通常、詳細
- ミキサー→通常、簡易



化学分析値

- 日本冷凍食品協会に依頼
 - タンパク質(窒素定量換算法)
 - 脂質(酸分解法、刺身と鮭塩焼きはソックスレー抽出法)
 - 灰分(直接灰化法)
 - 水分(常温乾燥法)
 - 炭水化物(全重量-水分+タンパク質+脂質+灰分、さしみと鮭塩焼きはアンスロン硫酸法)
 - エネルギー量は修正アトウォーター係数を使用して計算

計算値

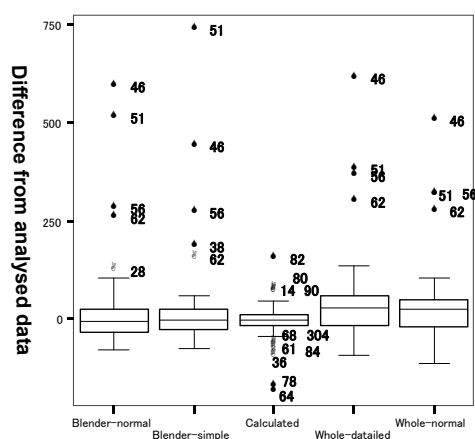
- 「そのまま」の状態でもカロリーアンサーで測定後、料理に含まれる食品を分別し、それぞれの重量を測定
- 陰膳サンプルについては、提出した食事についての秤量法による食事記録
- 熟練した栄養士3名が5訂増補食品成分表をもとにエネルギー量を計算

それぞれの分析値

	Energy (kcal/100g)		Difference (kcal/100g)		p	ICC	95%CI
	median	(P ₂₅ , P ₇₅)	median	(P ₂₅ , P ₇₅)			
分析値	143	(70, 203)					
そのまま詳細	161	(126, 234)	29	(-17, 59)	<0.001	0.475	(0.304, 0.616)
そのまま通常	156	(122, 224)	25	(-19, 51)	<0.001	0.595	(0.449, 0.711)
ミキサー通常	138	(100, 200)	-5	(-34, 27)	0.411	0.503	(0.337, 0.639)
ミキサー簡易	134	(106, 203)	-4	(-29, 25)	0.335	0.508	(0.343, 0.643)
計算値	145	(79, 191)	-1	(-16, 14)	0.511	0.907	(0.864, 0.937)

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

分析値と測定値、計算値の差



- 14: カレーライス
- 28: ラーメン
- 36: たこ焼き
- 38: 冷やしトマト
- 46: 根菜の汁
- 51: 野菜スープ
- 56: コーンスープ
- 61: 野菜の天ぷら
- 62: じゃが芋のみそ汁
- 64: ポテトフライ
- 78: 豚肉しょうが焼
- 82: ビーフステーキ
- 84: 酢豚
- 80: トンカツ
- 90: 魚のムニエル

主材料別

穀物 (n=23)				肉類 (n=7)			
Difference (%)	p	CII	95%CI	Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)				median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	-6(-15, 66)	0.181	0.358(-0.048, 0.664)	-3(-10, 1)	0.128	0.965(0.833, 0.994)	
そのまま通常	1(-18, 55)	0.523	0.580(0.236, 0.796)	0(-10, 10)	1.000	0.940(0.728, 0.989)	
ミキサー通常	-16(-19, 7)	0.086	0.661(0.356, 0.840)	-6(-13, 1)	0.128	0.950(0.769, 0.991)	
ミキサー簡易	-14(-20, 15)	0.086	0.823(0.632, 0.921)	-7(-18, -3)	0.028	0.941(0.729, 0.989)	
計算値	2(-4, 4)	0.543	0.941(0.868, 0.974)	9(6, 24)	0.237	0.431(-0.341, 0.869)	

野菜類 (n=25)				芋類 (n=7)			
Difference (%)	p	CII	95%CI	Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)				median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	65(32, 164)	<0.001	-0.093(0.460, 0.304)	48(8, 91)	0.028	0.401(-0.372, 0.860)	
そのまま通常	70(30, 113)	<0.001	0.004(-0.379, 0.390)	45(10, 117)	0.043	0.419(-0.354, 0.866)	
ミキサー通常	42(8, 109)	<0.001	-0.110(-0.473, 0.289)	-4(-10, 17)	0.866	0.557(-0.185, 0.905)	
ミキサー簡易	42(2, 77)	<0.001	-0.094(-0.461, 0.303)	0(-11, 3)	0.753	0.812(0.305, 0.964)	
計算値	0(-22, 22)	0.600	0.894(0.776, 0.951)	-7(-26, 1)	0.018	0.675(0.004, 0.934)	

菓子類 (n=5)			
Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	2(-13, 25)	0.893	0.972(0.809, 0.997)
そのまま通常	2(-14, 15)	0.893	0.977(0.843, 0.998)
ミキサー通常	-5(-18, 10)	0.225	0.965(0.767, 0.996)
ミキサー簡易	-6(-15, 21)	0.500	0.973(0.819, 0.997)
計算値	-7(-26, 1)	0.144	0.974(0.824, 0.997)

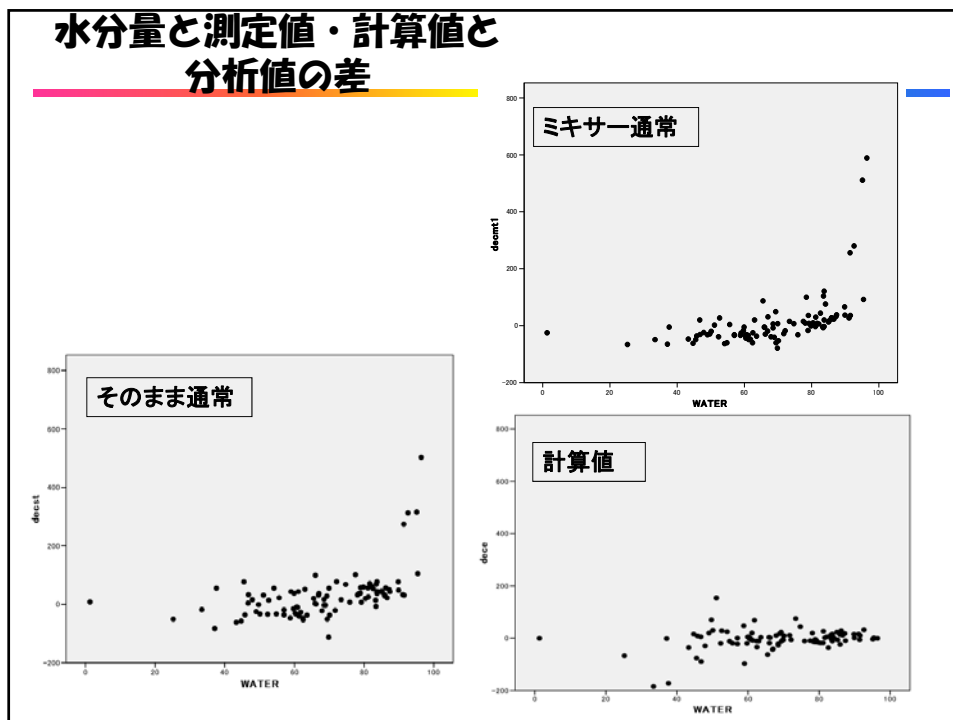
料理法別

煮物 (n=21)				焼き物 (n=21)			
Difference (%)	p	CII	95%CI	Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)				median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	42(-2, 82)	0.006	-0.033(-0.443, 0.393)	-9(-18, 14)	0.360	0.814(0.601, 0.919)	
そのまま通常	33(-4, 77)	0.023	0.306(-0.126, 0.643)	-10(-19, 17)	0.520	0.798(0.572, 0.912)	
ミキサー通常	-1(-17, 20)	0.794	0.554(0.179, 0.790)	-24(-24, 8)	<0.001	0.835(0.642, 0.929)	
ミキサー簡易	0(-14, 19)	0.968	0.733(0.456, 0.881)	-18(-23, -8)	<0.001	0.843(0.658, 0.933)	
計算値	-5(-16, 9)	0.414	0.865(0.702, 0.943)	3(-6, 11)	0.414	0.670(0.352, 0.851)	

炒め物 (n=12)				揚げ物 (n=11)			
Difference (%)	p	CII	95%CI	Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)				median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	16(-10, 54)	0.347	0.834(0.537, 0.949)	2(-4, 13)	0.182	0.945(0.818, 0.985)	
そのまま通常	8(-16, 38)	0.814	0.863(0.607, 0.958)	5(-5, 11)	0.328	0.943(0.814, 0.984)	
ミキサー通常	3(-24, 42)	0.784	0.834(0.538, 0.949)	-10(-15, 2)	0.026	0.937(0.795, 0.982)	
ミキサー簡易	-2(-14, 37)	0.583	0.940(0.813, 0.982)	-9(-11, -1)	0.050	0.956(0.852, 0.988)	
計算値	4(-10, 19)	0.638	0.955(0.859, 0.987)	-6(-23, 3)	0.139	0.777(0.387, 0.934)	

汁物 (n=10)				和え物 (n=9)			
Difference (%)	p	CII	95%CI	Difference (%)	p	CII	95%CI
median (P ₂₅ , P ₇₅)				median (P ₂₅ , P ₇₅)			
そのまま詳細	137(99, 1498)	0.005	-0.584(-0.870, 0.021)	54(20, 91)	0.011	0.645(0.061, 0.906)	
そのまま通常	106(65, 1274)	0.005	-0.598(-0.875, -0.001)	59(21, 77)	0.008	0.668(0.102, 0.913)	
ミキサー通常	157(4, 1476)	0.013	-0.466(-0.824, 0.181)	35(10, 75)	0.050	0.700(0.159, 0.922)	
ミキサー簡易	63(25, 1696)	0.013	-0.352(-0.775, 0.310)	39(-8, 59)	0.075	0.770(0.304, 0.942)	
計算値	3(-7, 18)	0.203	0.910(0.698, 0.977)	-12(-35, 9)	0.139	0.926(0.728, 0.983)	

水分量と測定値・計算値と 分析値の差



陰膳サンプル

	CV (%)	Energy (kcal/100g)	Difference	ICC (95% CI)
分析値		104±9		
計算値	10±7	114±12	9±6	0.751(-0.025, 0.970)
ミキサー通常	8±4	95±6	-7±3	0.762(0.001, 0.972)
ミキサー簡易	-1±4	105±8	9±6	0.899(0.434, 0.989)

今後？

➤ 精度

- モードの種類
- 求めるレベル
- 対象サンプルの範囲

➤ 利点

- 成分表値からの推定が難しい場面
- 個体差等
- 丸ごと測定可能

➤ 方向性

- 高精度で簡易な測定機器
- 栄養教育等の場面の簡易測定ツール

➤ 欠点

- 認知度(信頼性)
- 価格