

第15回 運動疫学研究会 学術集会

シンポジウム：運動疫学研究における身体活動の評価法と発展性

加速度計

流通科学大学 サービス産業学部
スポーツ健康マネジメントコース

大島秀武

本日の内容

1. 加速度計普及の背景
2. 国内の加速度計
 - 1 軸 & 3 軸加速度計の特徴
3. 海外の加速度計
4. 今後の展望

健康づくりのための運動基準2006

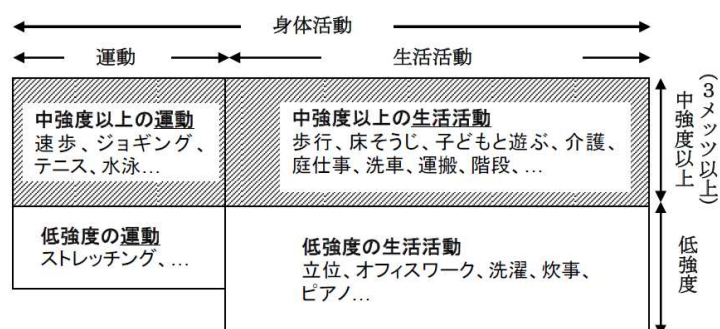
週231kcal (メッツ・時) の活発な身体活動！

強度が3メッツ以上の活動で1日当たり約60分。

身体活動の例：歩行、床掃除、物を運ぶ、庭仕事、子どもと遊ぶ



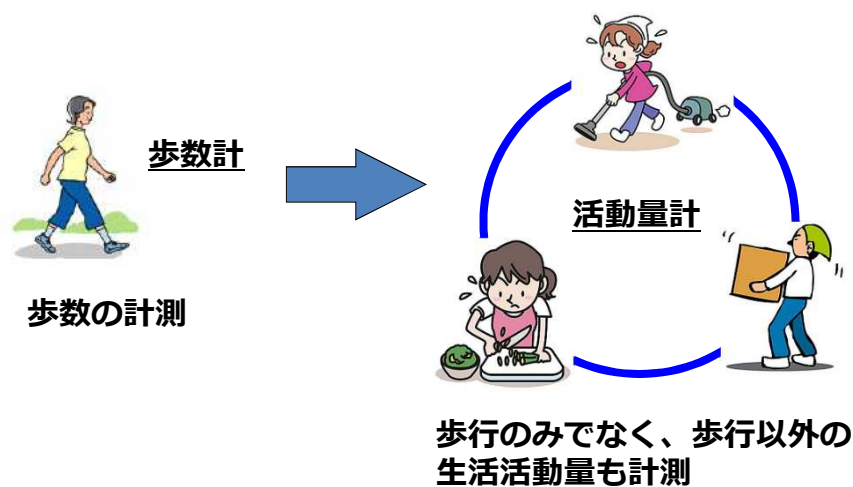
生活活動を含む身体活動の客観的な評価が必要



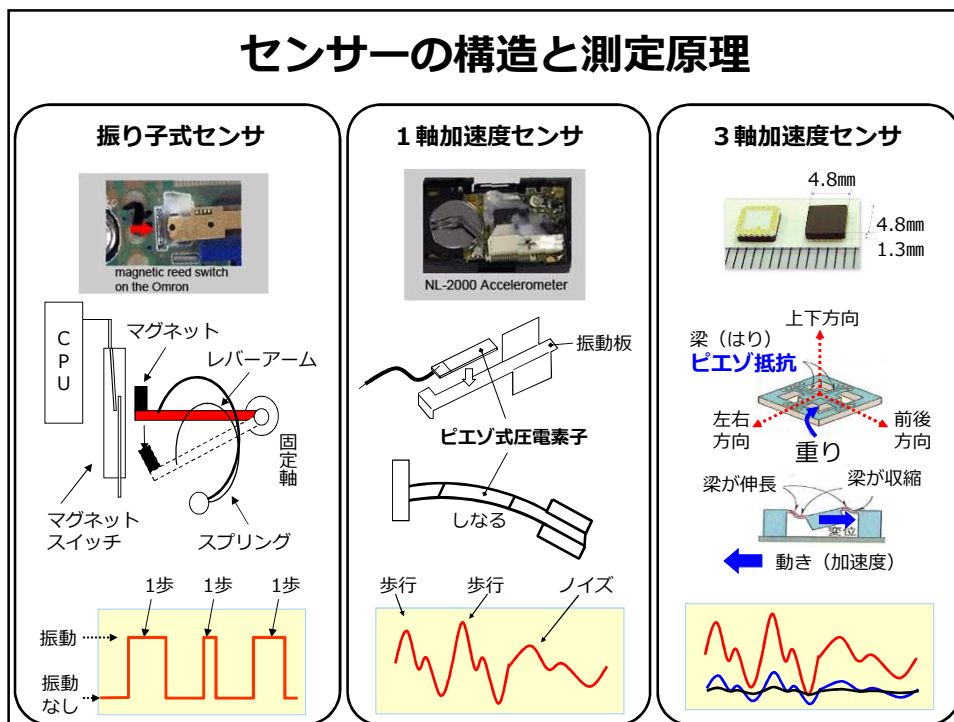
歩数計から活動量計へ

歩数のみでなく、歩行時および生活活動時の活動強度を計測

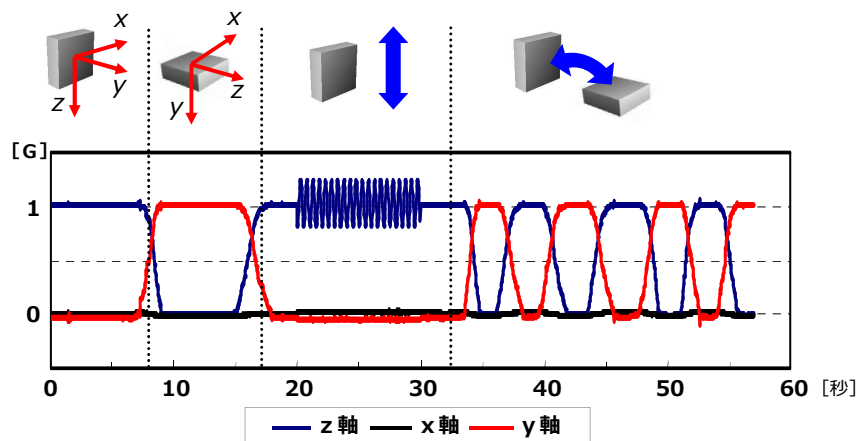
⇒ 1日のエネルギー消費量を正しく評価する。



センサーの構造と測定原理

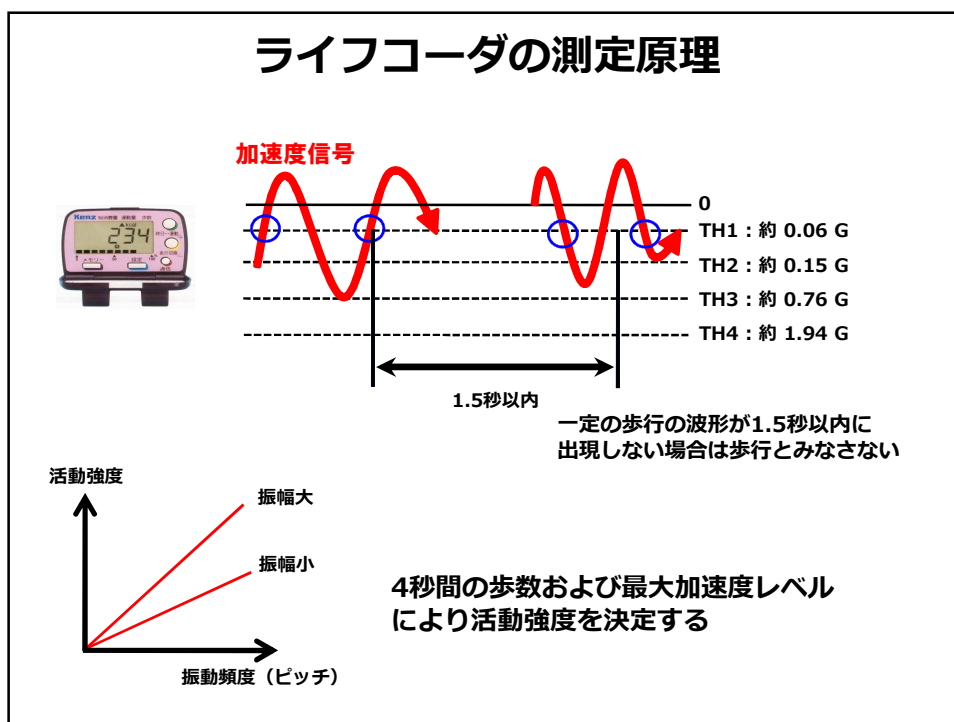
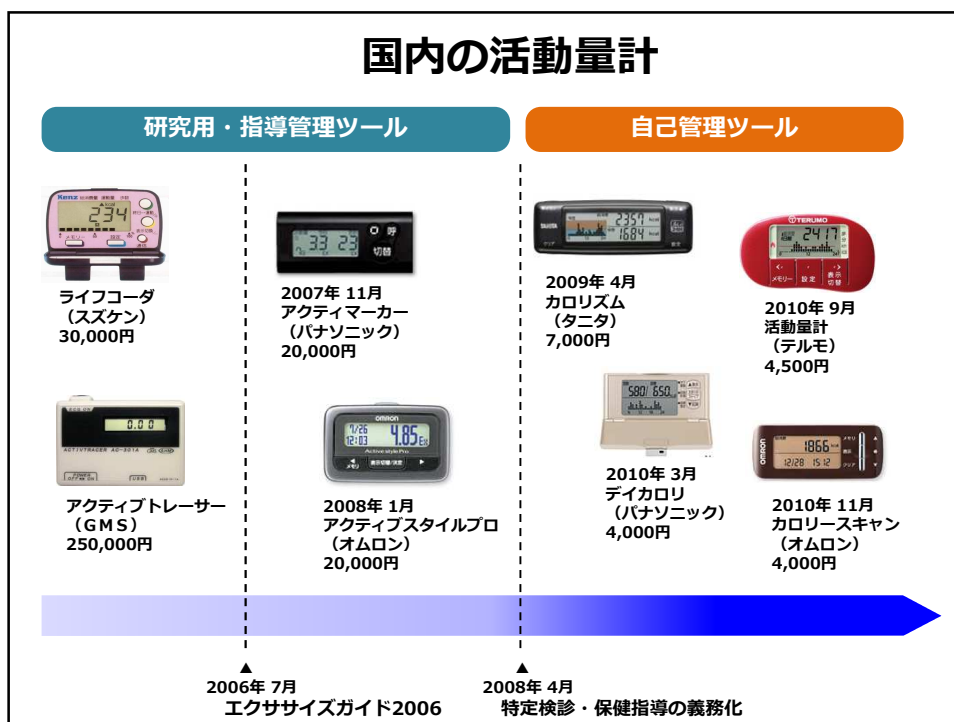


3軸加速度センサの特徴

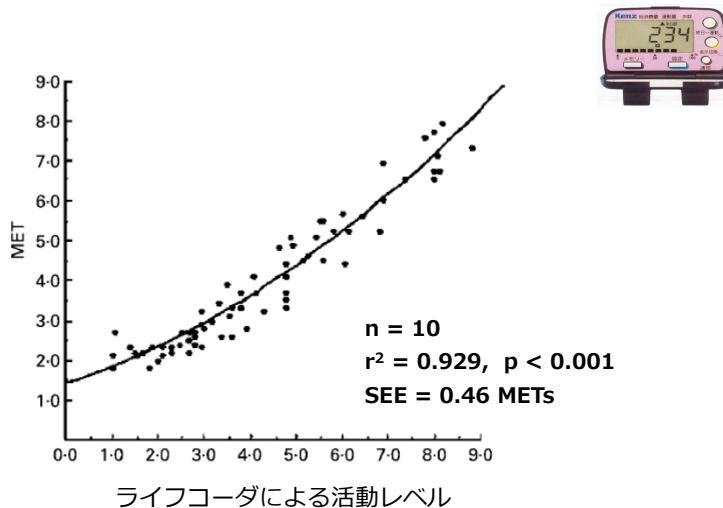


鉛直方向にして重力加速度（1 G）が生じ、センサーの傾きの変化に応じて加速度信号が変動

⇒ 身体への装着によって装着部位の傾き（姿勢の変化など）を検出



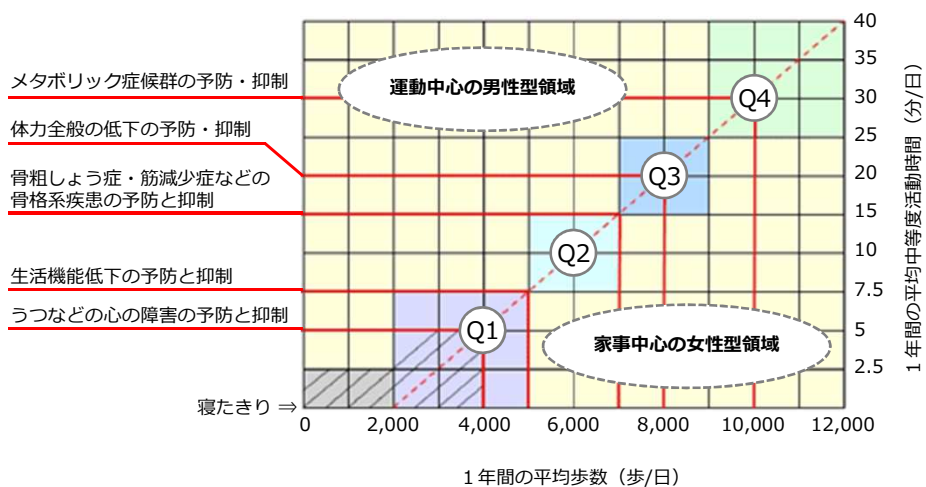
歩行・走行時の運動強度推定精度 (ライフコーダ)



$METs = 0.043 X^2 + 0.379 X + 1.361$
 $X: \text{ライフコーダの活動レベル}$

Kumahara et al. 2004 (Br J Nutr)

中之条研究に基づく身体活動の必要量 (ライフコーダ)



Aoyagi 2009 (Sports Med)

1日のエネルギー消費量推定（ライフコーダ）

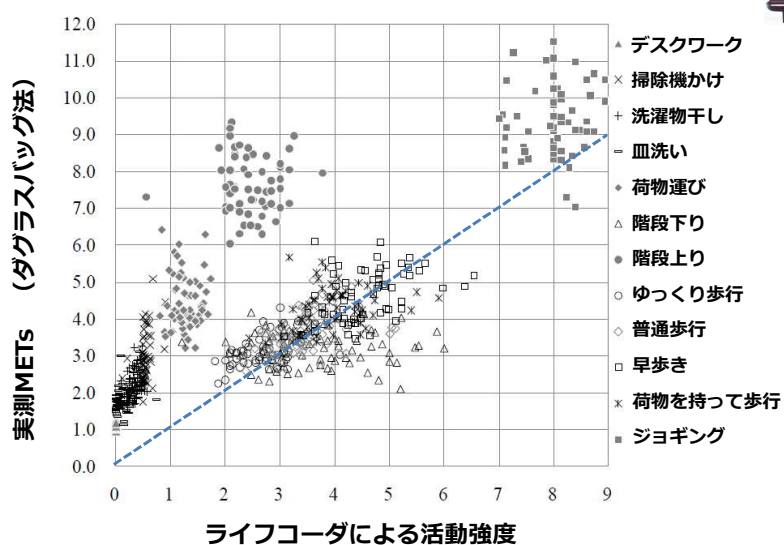


文献	対象者	PAL	DLW法との誤差
海老根 (2002)	男子学生	1.63	-107±271 -7.1 %
Rafamantanantsoa (2002)	中年男性	1.85	-542±249 -20.7 %
東野 (2003)	消防士	2.2	-1478±522 -36.8 %
彭 (2004)	中年女性 (非運動群)	1.60	-246±196 -13.0 %
彭 (2004)	中年女性 (テニス群)	2.06	-649±345 -25.3 %
引原 (2005)	高校野球	2.66	-1743±275 -35.3 %

基準：DLW法

田中茂穂 2006（体力科学）

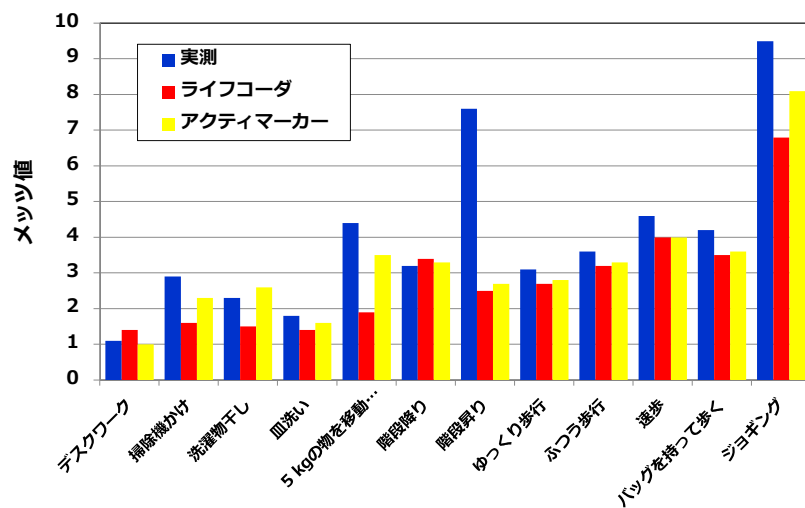
活動別にみた推定精度（ライフコーダ）



Hikihara et al. 2011 (J Phys Act Health)

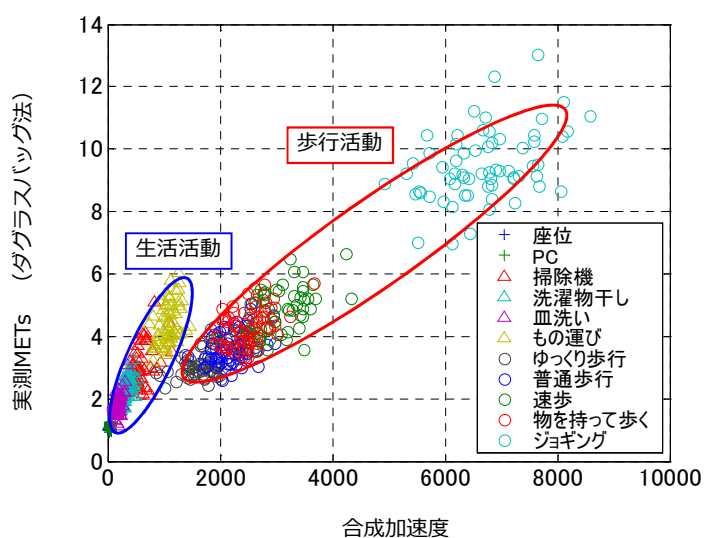
加速度計による様々な活動の推定誤差

ライフコーダ（スズケン）：歩行中心に評価する1軸加速度計
 アクティマーカー（パナソニック）：3軸加速度計

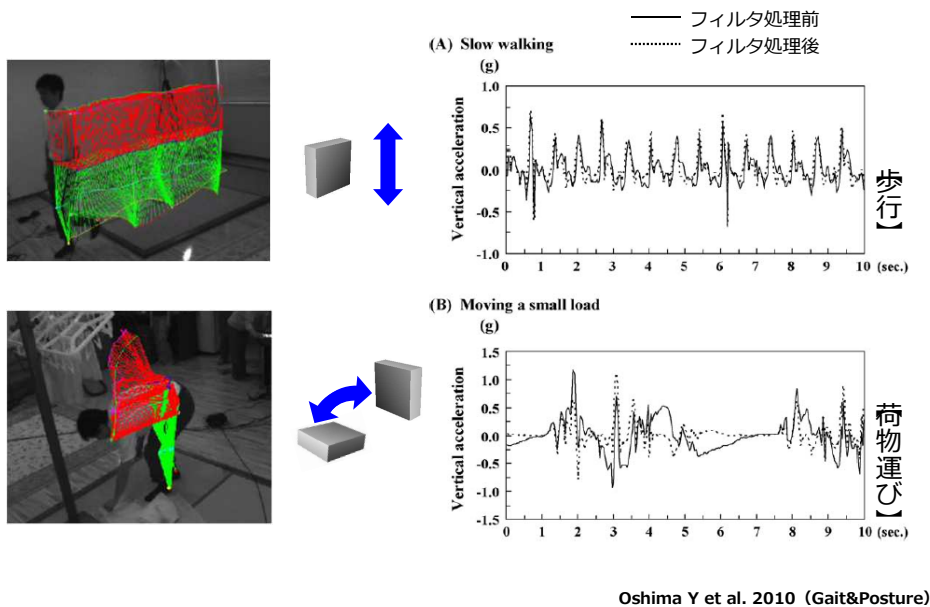


Hikihara et al. 2011 (J Phys Act Health)

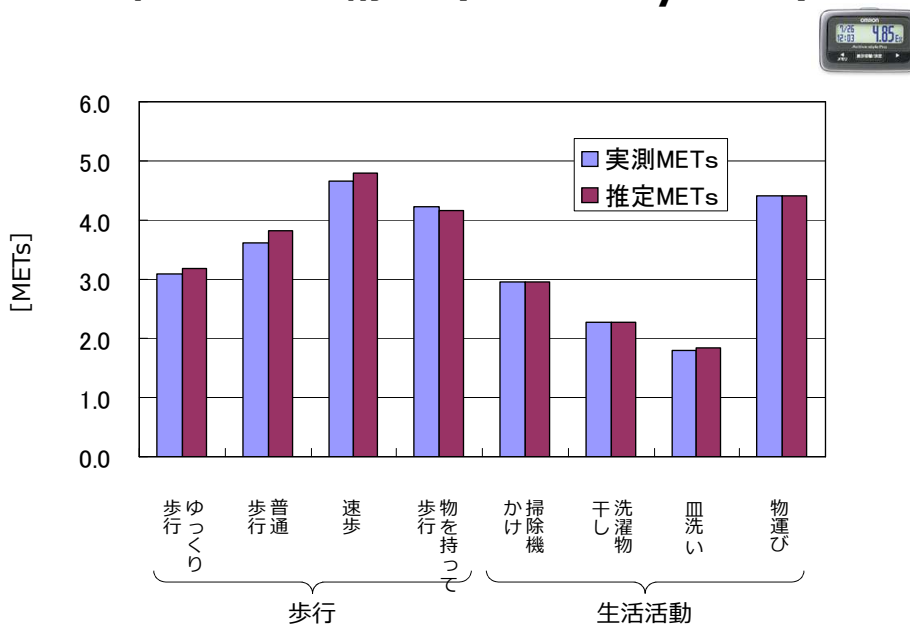
3軸合成加速度と活動強度の関係性



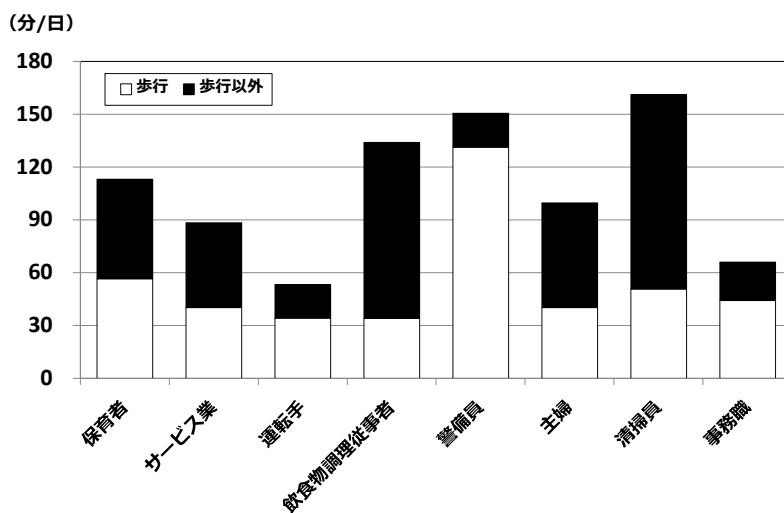
歩行と歩行以外の活動の識別



動作別の推定精度 (ActiveStylePro)

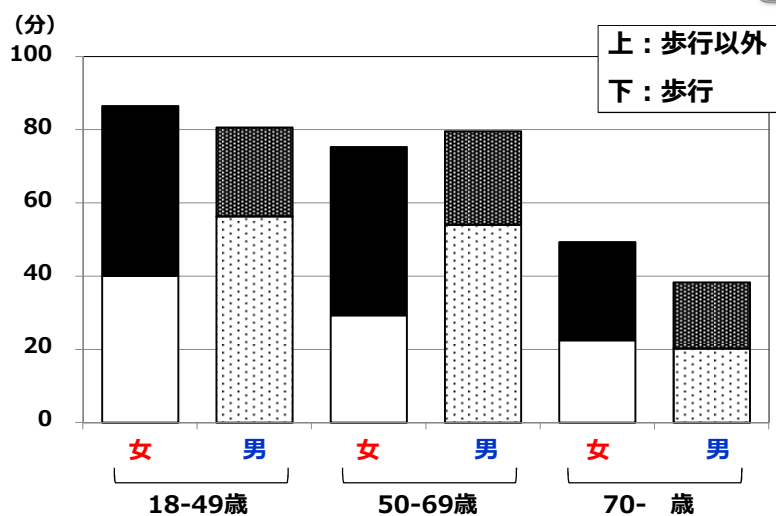


職種別に見た、歩行および歩行以外による中高強度活動時間 (ActiveStylePro)

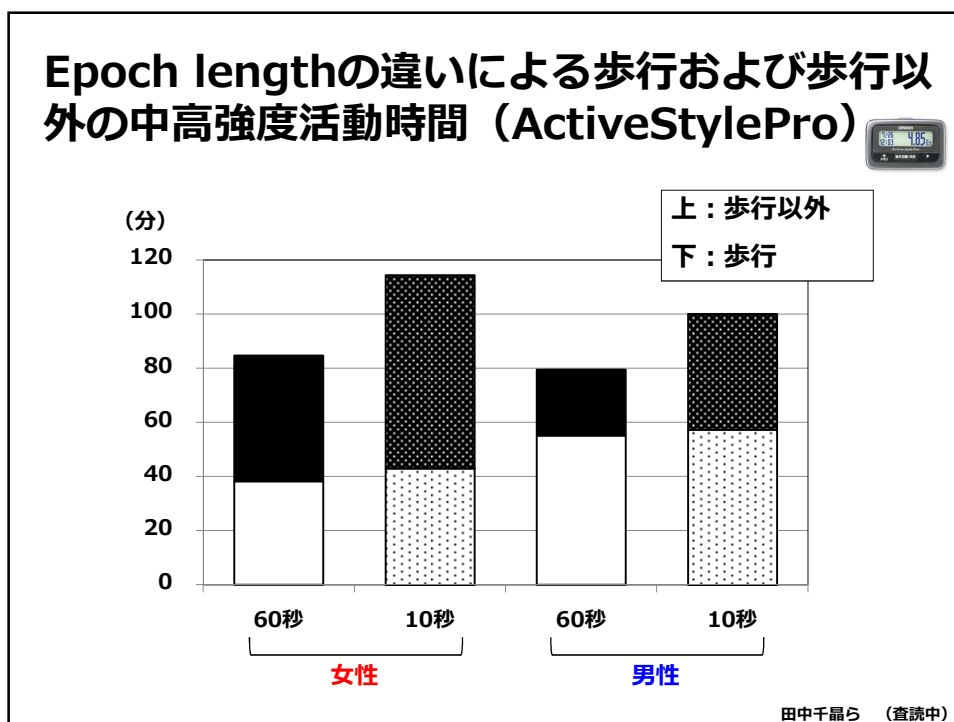
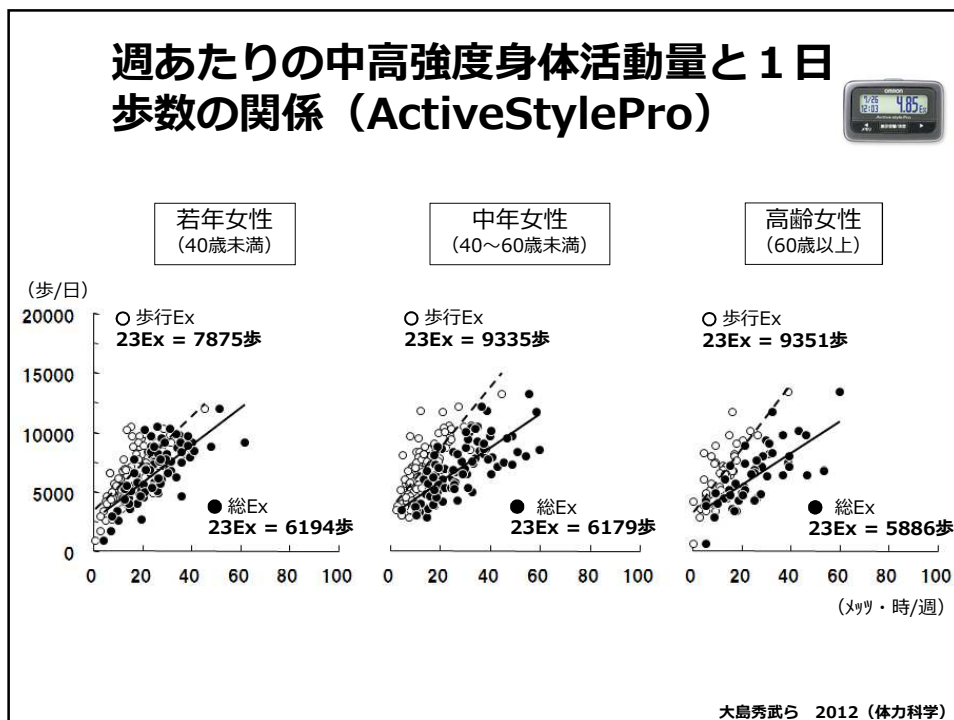


田中千晶ら 2012 (体力科学)

性・年齢別に見た歩行および歩行以外の中高強度活動時間 (ActiveStylePro)



Tanaka C 5 under review



海外の活動量計

	ActiGraph (GT3X)	Actical	RT 3	Tracmor
				
				
センサ	3軸加速度	2軸加速度	3軸加速度	3軸加速度
サイズ	46×33×19 mm	29×37×11 mm	71×56×28 mm	32×32×5 mm
重量	19 g	16 g	65 g	12.5 g
電池	二次電池	C R2025	単4電池 2本	二次電池
電池寿命	31日	6ヶ月	30日	3週間
記録日数	40日	44日	44日	22週間
価格	\$ 249.00	\$ 132.00	???	\$ 149.00

Actigraphを用いた一次回帰モデルによる推定式

ActiGraph	n	Equation	Activities	R ²	SEE
MET predictions					
Freedson et al. (1998)	50	$1.439008 + (0.000795 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	TM walk (2)/run (1)	0.82	1.12
Hendelman et al. (2000)	25	$1.602 + (0.000638 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG walk (4 self-selected)	0.59	0.89
Hendelman et al. (2000)	25	$2.922 + (0.000409 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG walk (4 self-selected) and six lifestyle activities	<u>0.35</u>	0.96
Swartz et al. (2000)	70	$2.606 + (0.0006863 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG walk (2) and 26 lifestyle activities	<u>0.32</u>	1.16
Leenders et al. (2003)	28	$2.240 + (0.0006 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	TM walk (5)	0.74	0.53
Yngve et al. (2003)	28	$1.136 + (0.0008249 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	TM walk (2)/run (1)	0.85	1.14
Yngve et al. (2003)	28	$0.751 + (0.0008198 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG self-selected walk (2)/run (1)	0.86	1.10
Heil et al. (2003)	58	$(0.00171 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1}) + (1.957 \times \text{height in centimeters}) - (0.000631 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1} \times \text{height in centimeters}) - 1.883$	OG self-selected walk (2)/run (1)	0.71	0.59
Brooks et al. (2005)	72	$2.32 + (0.000289 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG walk (1 self-selected)	0.51	0.44
Brooks et al. (2005)	72	$3.33 + (0.000370 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1}) - (0.0128\text{M})$	OG walk (1 self-selected)	0.61	0.40
Kilocalories-per-minute predictions					
Freedson et al. (1998)	35	$(0.00094 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1}) + (0.1346\text{BM}) - 7.37418$	TM walk (2)/run (1)	0.82	1.40
Brooks et al. (2005)	72	$3.377 + (0.000370 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	OG walk (1 self-selected)	0.17	0.95
Brooks et al. (2005)	72	$(0.000452 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1}) + (0.051\text{BM}) - 0.774$	OG walk (1 self-selected)	0.77	0.50
VO₂ (mL·kg⁻¹·min⁻¹) predictions					
Nichols et al. (2000)	60	$6.057359 + (0.002545 \times \text{cnts} \cdot \text{min}^{-1})$	Walk (2)/jog (1)	0.89	3.72



AM7164
(1軸加速度)

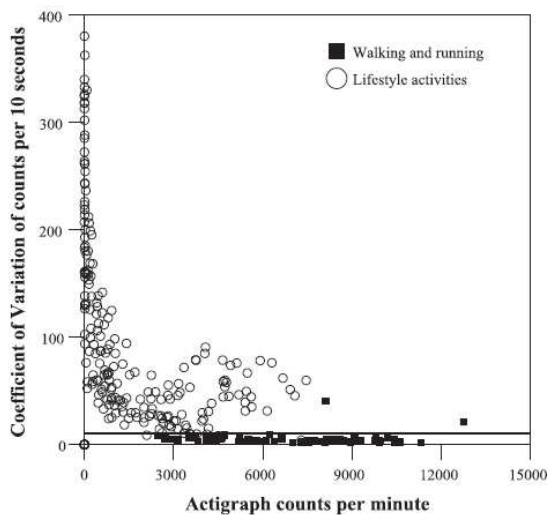


GT1M (2000年)
(1軸加速度)



GT3X (2009年)
(3軸加速度)

Actigraphを用いた歩行・生活活動判別方法



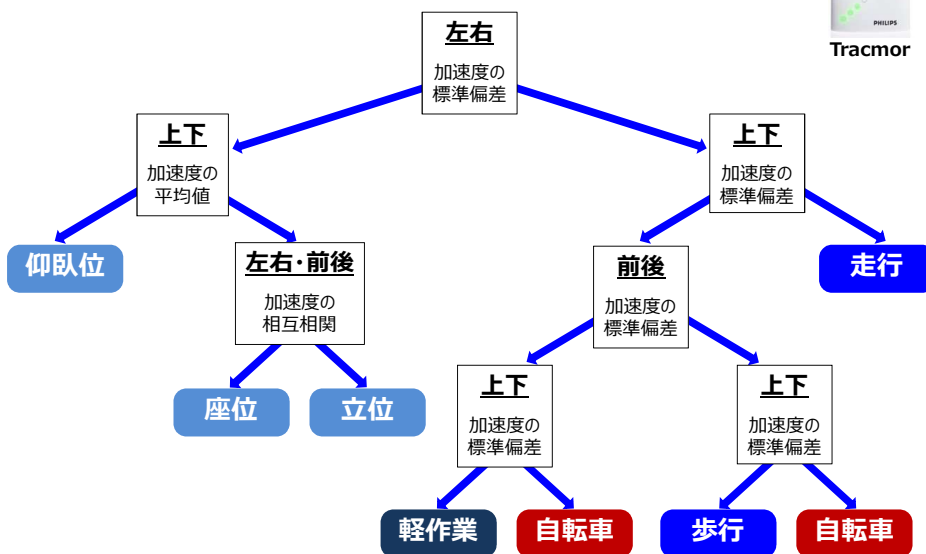
AM7164
(1軸加速度)

加速度の変動係数の
大小で行動を識別



Crouter et al. 2006 (JAP)

decision tree による行動判別

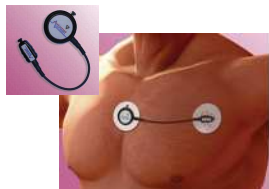


Bonomi et al. 2009 (MSSE)

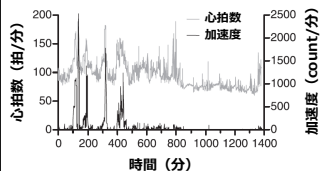
加速度の応用活用

加速度+心拍

ActiHeart



重さ: 10 g
サイズ: 直径32 mm, 厚さ6mm



心拍と加速度からカロリー推定

大腿部への装着

ActivPAL



重さ: 15 g
サイズ: 53 x 35 x 7 mm



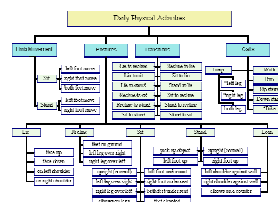
座位、立位、歩行へ分類

複数センサの装着

IDEEA



重さ: 59 g
サイズ: 70 x 54 x 17 mm

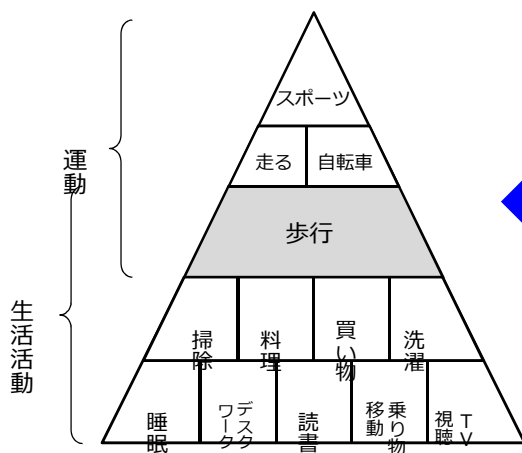


胸、大腿前部、足裏にセンサを装着し、多様な活動パターンに分類

今後の展望

計測機器の改良

疫学研究の拡大



測定範囲の拡大と精度向上

身体活動量と体カレベルおよび生活習慣病をはじめとする疾病との関連性

予防改善に必要な活動内容(活動強度)と継続時間