

れにしても成人の式を用いて子どもに特有の身体活動を評価することは適切でないと考えられる (Figure 2)。

本研究は、合成加速度から METs を算出するための推定式を導き出しているため、活動時のエネルギー消費量に変換する際には推定 REE (本研究では BMR の 1.1 倍を採用) を乗じる必要がある。実測値に対する各活動時の推定エネルギー消費量は、平均して  $14.8 \pm 12.8$  (6.0–43.1%) の過大評価傾向 (Figure 3) にあったが、推定 REE がすでに  $10.6 \pm 13.5\%$  過大評価 (Figure 4) されていることから、加速度計を用いて子どもの TEE を評価するためには、REE あるいは BMR の推定精度についても併せて検討していく必要がある。

本研究で対象とした身体活動は 11 種類のみであるが、先行研究や活動記録に基づいて日常生活中でも出現頻度の多いものを選定している。今後の課題として、これらの活動に基づいて提案されたアルゴリズムが多様な活動内容を有する子どもの TEE をどの程度推定できるかについて検討する必要がある。

## E. 結論

合成加速度から子どもの METs を推定する際に成人で得られた推定式を用いると過大評価されることが明らかとなった。したがって、子どもの METs を評価する際には、子ども独自に作成した推定式を用いる必要がある。また、推定 METs からエネルギー消費量を算出すると過大評価される傾向に

あった。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

引原有輝、田中千晶、田中茂穂、大河原一憲、高田和子、大島秀武、川口加織、田畑泉. 3次元加速度計を用いた児童の身体活動強度の評価—成人との比較に着目して—, 第 64 回日本体力医学会大会: 2009.9. 新潟.  
田中千晶、引原有輝、田中茂穂. 小児の身体活動量・強度測定の留意点 シンポジウム: 小児の体力低下・肥満と身体活動—エビデンスに基づく対策の提言—, 第 64 回日本体力医学会大会: 2009.9. 新潟.

引原有輝、足立稔、緑川泰史、田中千晶、田中茂穂. 小児の体力と身体活動 シンポジウム: 小児の体力低下・肥満と身体活動—エビデンスに基づく対策の提言—, 第 64 回日本体力医学会大会: 2009.9. 新潟.

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

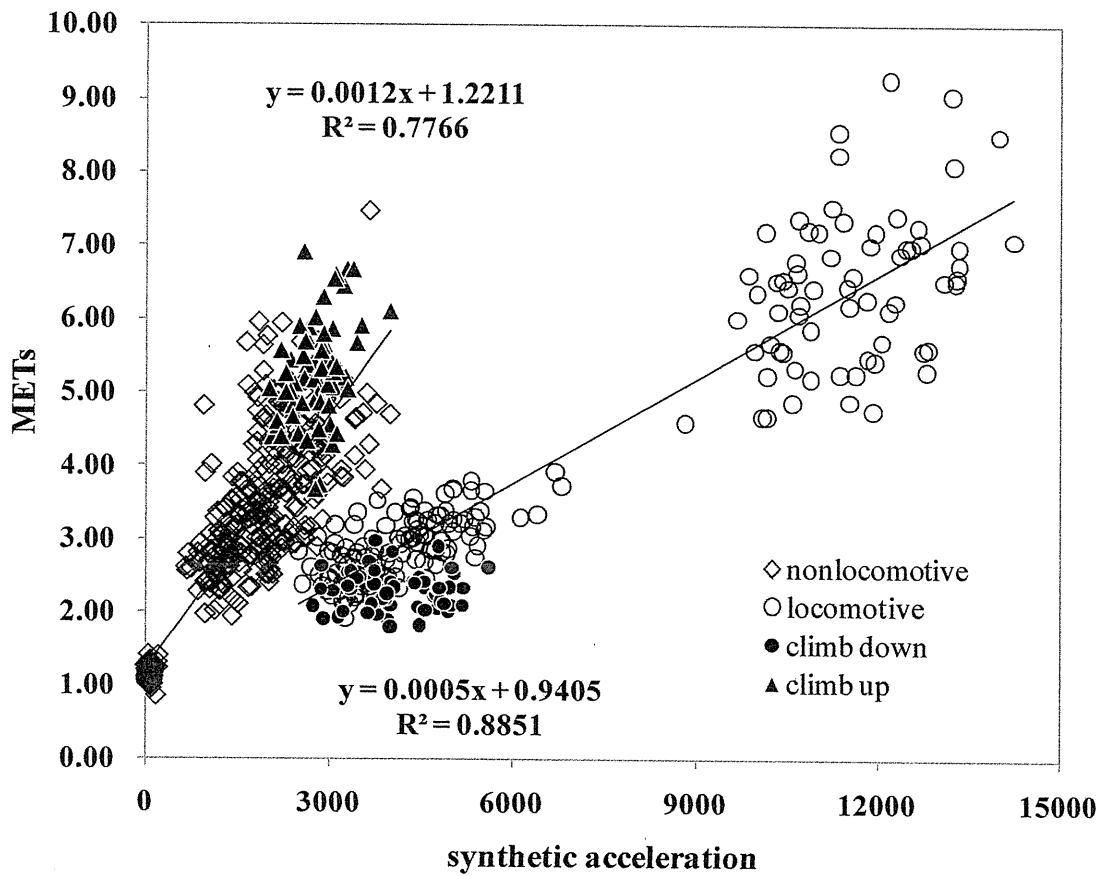
なし

### 2. 実用新案登録

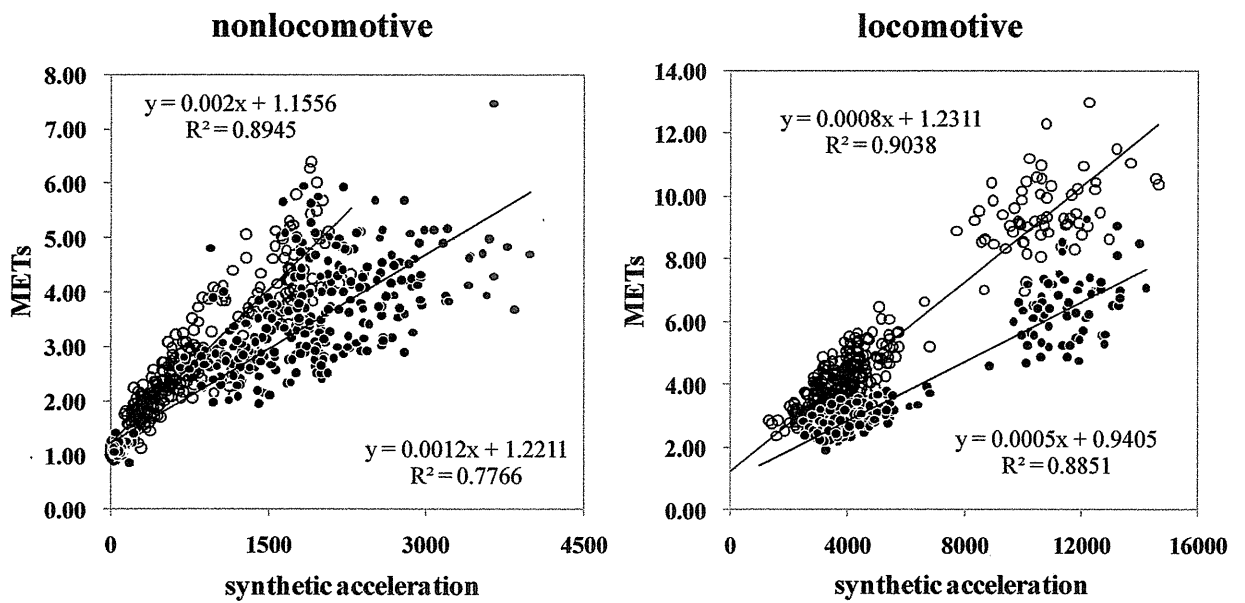
なし

### 3. その他

なし



**Figure 1** Relation of synthetic acceleration in both nonlocomotive activity and locomotive movements to METs.

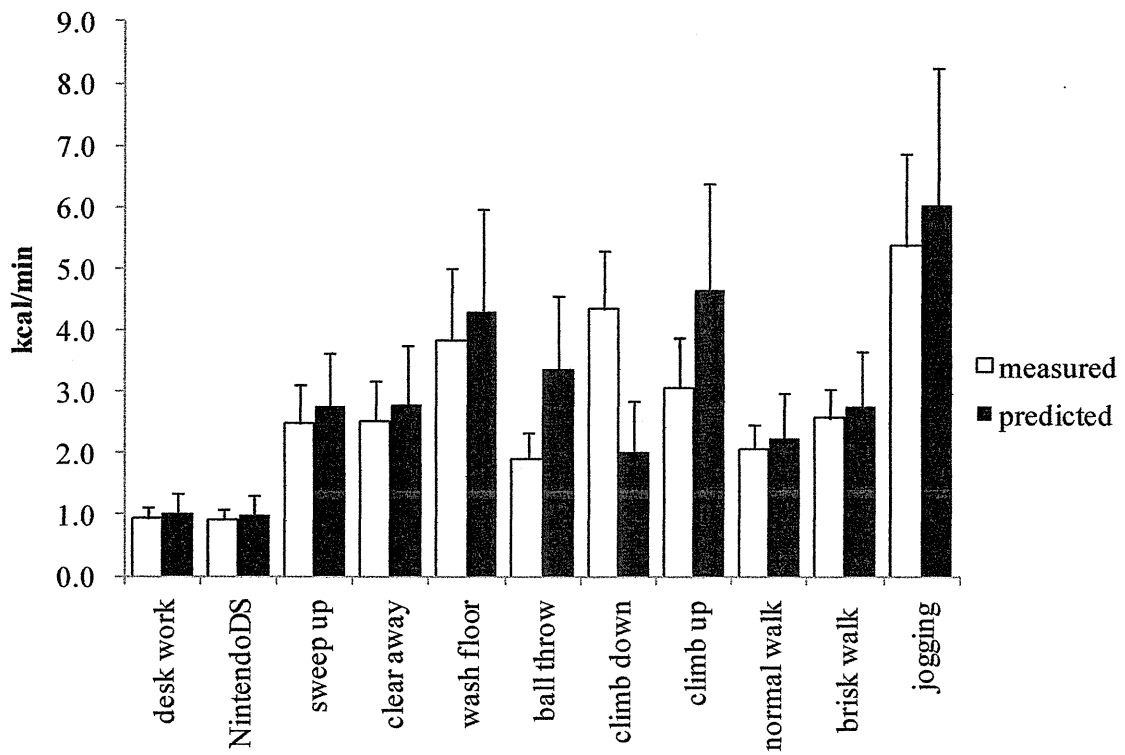


**Figure 2** Comparison of relation of synthetic acceleration to METs in children and adults. Black plots show relation of synthetic acceleration to METs in children, while white plots show the relation in adults.

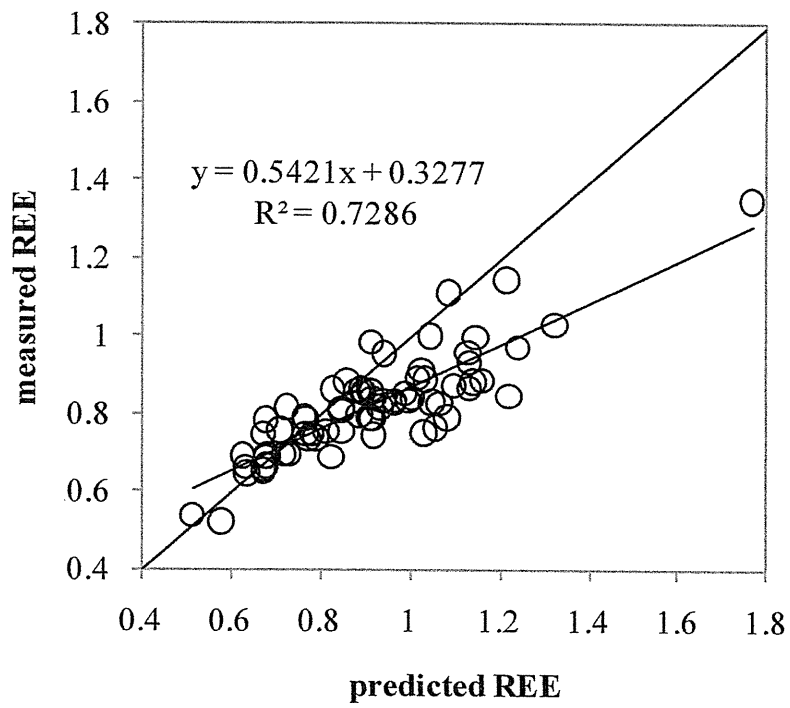
**Table 1** Sensitivity of discriminating locomotive movements from nonlocomotive activities

threshold	un filtered / filtered ratio				
	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16
desk work	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nintendo DS	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
sweep up	100.0	98.2	96.4	94.6	94.6
clear away	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
wash floor	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ball throw	98.2	96.4	94.6	91.1	91.1
climb down	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
climb up	96.4	98.2	98.2	100.0	100.0
normal walk	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
brisk walk	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
jogging	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
discrimination (%)	99.5	99.3	99.0	98.7	98.7

▲  
adult cut off value



**Figure 3** Predicted errors of measured energy expenditure and predicted for each physical activity.



**Figure 4** Relation of predicted resting energy expenditure to measured resting energy expenditure.

分担研究報告書

### 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性

研究分担者 引原 有輝 千葉工業大学 工学部 教育センター体育教室 助教  
研究代表者 田中 茂穂 独)国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム  
エネルギー代謝プロジェクトリーダー  
研究協力者 緑川 泰史 桜美林大学 健康福祉学群 専任講師  
研究協力者 太田 めぐみ 金沢星陵大学 人間科学部 スポーツ学科 専任講師

昨年度、我々は3次元加速度計(AC)を用いた子どもの総エネルギー消費量(TEE)ならびに身体活動状況(各活動強度に要した時間)を良好な精度で評価できる方法を提案した。そこで、今年度は、二重標識水(Doubly labeled water:DLW)法のTEEを妥当基準として、AC法により評価した子どものTEEの妥当性について検討した。

被験者は、小学生男女22名(男子13名、女子9名)であった。被験者には、実験室に早朝空腹条件下で入室してもらい、身体計測を実施した後、ベースラインとなる尿を採取した。さらに、体重により規定された量のDLWを経口投与した。その後、30分間の仰臥位安静状態をとらせてから、20分間の基礎代謝量を測定した。また、被験者には9日間にわたり、保護者の協力のもと自宅にて7回の採尿を実施させた。採尿期間と同期間において3次元ACを常時装着させた。また、やむなく装着できなかった場合には、所定の記録用紙に脱着時刻ならびに活動内容を記録するように指示した。

DLW法により求められた被験者の平均TEEは、 $2203 \pm 356 \text{ kcal/d}$ であった。TEEをBMRで除した身体活動レベル(Physical activity level:PAL)  $1.63 \pm 0.20$ であった。一方、AC法から得られたTEEは、 $2223 \pm 311 \text{ kcal/d}$ であり、DLW法のTEEとの間には、統計的な有意差は認められなかった。また、両測定法によるTEEの関係を検討した結果、有意な相関関係( $r=0.83, P<0.01$ )が認められた。

これらの結果は、AC法のTEEは、集団の代表値としてだけでなく、より個人レベルでのTEEを評価できる有効な指標となる可能性を示唆するものである。

#### A. 研究目的

2015年度版食事摂取基準のエネルギー必要量策定に向けての課題の1つに、二重標識水(Doubly labeled water:DLW)法を用いた日本人の子どもの総エネルギー消費量(Total

energy expenditure:TEE)に関するデータ収集ならびに、それを精度良く推定できる簡易法の開発があげられてきた。この課題を達成するために、昨年度、我々は3次元加速度計(Accelerometer:AC)を用いた子どものTEEな

らびに身体活動状況(各身体活動強度に要した時間)を良好な精度で評価できる方法を提案した。これまでから、1次元か3次元かという違いだけでなく、ACに内蔵された推定モデルの違いによって精度が異なること(Scott et al., 2005)や、規則的な動作様式である歩行走行から得られた推定式を用いて不規則な活動を評価した場合、実際の活動時のエネルギー消費量(Energy expenditure:EE)との間に誤差が生じてしまうことがわかっている(Matthews et al., 2005)。我々の提案した推定モデルは、これらの点に留意した独自の評価法である。この3次元ACによる評価法の特徴として、歩行走行を評価することを主とした従来の方法に加え、歩行走行以外(例えば、ボール投げ、掃き掃除、片付け)の活動も精度良く評価できる点があげられる(引原ほか, 2009)。特に1日の中で長時間となる低強度の活動(床座位でのゲーム)や、主に上肢が中心となる活動(片付け、ボール投げ)において精度良く評価できた点は、これまで以上の精度でTEEを推定できる可能性が期待される。

そこで、本研究は、DLW法のTEEを妥当基準として、提案したAC法により得られたTEEの妥当性について検討することを目的とした。

## B. 研究方法

### 1. 被験者

被験者は、小学生男女22名(男子13名、女子9名)であった。学年の内訳は、低学年9名、中学年10名、高学年3名であった。日常生活を送る上で支障がなく、代謝等に影響する疾患のない健康な対象であった。

### 2. 実験手順

被験者には、実験室に早朝空腹条件下で来

室してもらった。初めに、身体計測を実施した後、ベースラインとなる尿を採取した。さらに、体重により規定された量のDLWを経口投与した。その後、30分間の仰臥位安静状態をとらせてから、20分間の基礎代謝量を測定した。被験者には9日間にわたり、保護者の協力のもと自宅にて7回の採尿を実施させた。また、採尿と同期間において3次元ACを常時装着させた。また、やむなく装着できなかった場合には、所定の記録用紙に脱着時刻ならびに活動内容を記録するように指示した。測定期間終了後、採尿瓶、加速度計、記録用紙一式を実験室に送付する指示した。

### 3. 二重標識水法

被験者に体重の60%と仮定した体水分量(Total body water:TBW)あたり、0.13gの重水(およそ99.9atom%)と2.5gの<sup>18</sup>酸素水(およそ10.0atom%)を混合して作られたDLWを経口投与した。また、ベースライン尿、第1日目、2日目、3日目、5日目、7日目、8日目および9日目の計8回の尿(1回あたり20ml)を所定の採尿瓶に採取させた。ベースライン尿は実験室に来室した際に採取し、残りの7回は自宅にて各自で尿採取させた。その際、起床時より第2番目の尿を採取すること、ならびに採取した際の時刻を所定の用紙に記録するように指示した。採取したすべての尿の同位体濃度は、大陽日酸(株)を通じて、(株)イーエステック京都により分析依頼し計測された。得られた各サンプルの同位体濃度の減少率から所定の算出式(Ishikawa-Takata et al., 2007)を介して測定期間中のTEEを算出した。

### 4. 加速度計法

測定可能範囲が±6Gで、加速度分解能が3



mGである3次元加速度センサを内蔵したAC(サイズ:W80mm×D20mm×H50mm、重さ(バッテリー含む):60.7g)を測定期間中、常時装着させた。このACは、32Hzで鉛直、前後、左右の加速度を検知でき、重力加速度を取り除くためにハイパスフィルター処理した後、3軸の合成加速度を算出することが可能である。また、歩行・走行活動か歩行・走行以外の活動であるか判別した後、歩行・走行式あるいは歩行・走行以外の式を用いて10秒ごとの平均合成加速度(mG)からMETs(メッツ)を求めることができる(平成21年度報告書参照)。そこで、EEの算出には、身長、体重から算出した体表面積(m<sup>2</sup>)あたりの基礎代謝基準値(kcal/m<sup>2</sup>/hr)から推定基礎代謝量を求め、それを1.1倍した値(座位安静時代謝量)に、推定式を介して得られたMETsと時間(分)を乗じ、さらに食事誘発性体熱産生分を加えて求めた。

#### 5. 基礎代謝量(Basal metabolic rate:BMR)

被験者に仰臥位での安静状態を30分間保持させた後、ダグラスバッグを用いて10分間の呼気を2回採取した。採取した呼気の酸素濃度および二酸化炭素濃度を質量分析計(ARCO-1000, Arco System Inc., Chiba, Japan)により測定した。また、呼気量を乾式ガスメータ(DC-5, SHINAGAWA Co., Ltd., Tokyo, Japan)により測定した。測定値は2回の平均値とし、Weir(1949)の式を用いてBMRを算出した。

#### 6. データ処理

ACにより推定されたTEEを採用する条件として、以下の3つの項目を設定した。

- ① 午前8時から午後6時までの10時間において合計2時間以上の取り外し(加速

度信号ゼロ)がない場合。

- ② 20分以上、連続して取り外したという記録があった場合。ただし、取り外し記録がない場合は、データ上で20分以上連続して加速度信号がみられなかったとしても原則採用。
- ③ 1日装着時間合計が平日600分以上、休日480以上であること。

一方、DLW法においては、規定の採尿が十分にできなかった者や採尿時刻が正確に記録されていない者、採尿日時と採尿瓶の日付に間違いが生じたサンプルを提出した者は、本実験データから削除した。その結果、男子12名、女子7名の計19名をデータ解析の対象とした。

#### 7. 倫理面への配慮

被験者ならびに保護者には、実験の目的、利益、不利益、危険性およびデータの管理や公表について、事前に十分な説明を行い、同意を得た上で測定を開始した。なお、この研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会(ヒトゲノム・遺伝子解析を除く研究に関する部会)」の承認を得て実施した。

#### C. 研究結果

本実験においてデータ解析対象となった被験者の身体的特徴をTable 1に示した。

DLW法により求められた集団全体の平均TEEは、 $2203 \pm 356$  kcal/dであった。TEEをBMRで除した身体活動レベル(Physical activity level:PAL)  $1.63 \pm 0.2$ であった。一方、AC法から得られたTEEは、 $2223 \pm 311$  kcal/dであり、DLW法のTEEとの間には、統計的に有意差は認められなかった。また、男女別に検討した場合においても両測定法間に有意差

は認められなかった (Table 2)。

AC 法により求められた歩行走行の活動時の EE と歩行走行以外の活動時の EE は、それぞれ  $180 \pm 78 \text{kcal/d}$ 、 $515 \pm 94 \text{kcal/d}$  であった (Table 3)。

両測定法による TEE の関係を検討した結果、有意な相関関係 ( $r=0.83$ ,  $P<0.01$ ) が認められた (Figure 1)。

Bland & Altman プロットの結果によると、両測定法間の平均値誤差は、 $20 \pm 196 \text{kcal/d}$  ( $1.7 \pm 9.7\%$ ) で、信頼限界幅 ( $\pm 2\text{SD}$ ) は、 $412 \text{kcal/d}$  から  $-371 \text{kcal/d}$  であった。

DLW 法による TEE と AC 法により歩行走行時の EE ならびに歩行走行以外の活動時の EE との関係それぞれを検討したところ、DLW 法の TEE と歩行走行以外の活動時の間のみ、有意な相関関係 ( $r=0.65$ ,  $P<0.01$ ) が認められた (Figure 3)。

#### D. 考察

国内では、スズケン社製の 1 次元 AC であるライフコーダが身体活動量の評価として広く用いられてきた。この AC の特徴は、主に歩行から走行までの活動時の強度ならびに EE を、加速度の大きさと歩数を考慮して推定している点である (kumahara et al., 2004)。しかしながら、成人や子ども (著者未発表データ) を対象に、DLW 法による TEE を妥当基準としてライフコーダの妥当性の検討を行った複数報告では、いずれも有意に過小評価することが報告されている (田中, 2006)。我々は、この原因の 1 つとして、歩行走行以外の活動を十分に評価し切れていない可能性を考えている (Hikihara et al., 投稿中データ)。

本研究の結果では、DLW 法による TEE と AC 法による TEE との間に有意差が認められ

なかった。また、両者の TEE には有意な相関関係が認められており、このことは AC 法による TEE が集団の平均値としてだけでなく、個人の TEE の大小関係を評価できる客観的な指標としても有効であることを意味している。このような良好な精度が得られたことについて、我々の提案した推定モデルでは、特に歩行走行以外の活動の評価を意識した点が反映されたものと推察している。

ところで、Bland & Altman プロットをみると、被験者の半分程度が過大評価、残りの半分が過小評価という分布になっている。過小評価が認められた被験者の場合、AC の脱着記録から、スポーツ活動中に AC を取り外したケースが複数回に及んでいることが把握できた。データ処理において 2 時間以上の取り外しあった場合には、その日のデータは不採用としている。そのため、スポーツ活動時の EE 分は、AC の TEE には反映されていないことになり、それが過小評価を誘発した原因の 1 つとして考えられる。ただし、取り外し時間中の詳細な活動内容とその実施時間を正確に把握しきれないため、本実験データからでは取り外し時間中のスポーツ活動時の EE を補正した上で解析し直すことはできなかった。一方、我々の提案した推定式を介した推定値を 11 種類の活動中の実測値と比較検討した場合、過大評価傾向を示す項目が多かったことが、昨年の報告書からもわかる。したがって、測定期間中、AC の取り外しがない者で過大評価の傾向を示した場合については、推定式に原因を言及できるのかもしれない。

本研究で扱った AC は、歩行走行以外の活動を評価することを意識したツールであるが、本実験では、その効果が顕著に現れたと考えられる証拠が得られている。一般的に、TEE に

占める割合は、歩行歩行時の EE (本被験者の場合 8%) に比べ歩行歩行以外の活動時の EE (同様に 24%) が有意に大きいと考えられる (Westerterp et al.,2009)。特に、今回の被験者の平均 PAL は、1.63 で一般的な活動レベル (食事摂取基準 2010 年度版) であるのに対し、平均歩数が 8523 歩と小学生の平均歩数としては少ない (東山ほか、2010)。また、DLW 法による TEE と AC から求めた歩行歩行活動時の EE および歩行歩行以外の活動時の EE との関係性を調べたところ、DLW 法による TEE と歩行歩行以外の活動時の EE との間のみ正の相関関係が認められた。これらのことから、本実験の被験者は、不規則な動きや上肢・上体を主とする活動を含む歩行歩行以外の活動が比較的多く、それが TEE により寄与している対象であったと考えられる。このような被験者においても、良好な精度で TEE を推定できた点は、これまでの評価法が抱える課題を幾分か改善できたと考えてよいのかもしれない。今後、様々な活動を有する対象者での検討が望まれる。

#### E. 結論

歩行歩行以外の活動を評価することをねらいとして提案した AC 法による TEE は、DLW 法による TEE との間に有意な差は認められなかった。また、両測定法の TEE との間に、有意な相関関係が認められた。これらの結果は、AC 法の TEE は、集団の代表値だけでなく、より個人レベルでの TEE を評価できる有効な指標となる可能性を示唆するものである。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Ohkawara K, Oshima H, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S: Real-time estimation of daily physical activity intensity by triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *Br J Nutr*, 2011 (Epub ahead of print).

##### 2. 学会発表

Hikihara Y, Tanaka C, Midorikawa T, Ohta M, Oshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, The effect of morphology and body composition on prediction of physical activity intensity using tri-accelerometers, 57<sup>th</sup> *American College of Sports Medicine*, Baltimore, 2010.

Park J, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Tabata I, The relationship between physical activity level during free living and body composition in Japanese adult women, 57<sup>th</sup> *American College of Sports Medicine*, Baltimore, 2010.

Hikihara Y, Midorikawa T, Ohta M, Sakamoto S, Tanaka S, The relation of physical activity to body composition in elementary school children, 28<sup>th</sup> *Obesity Annual Scientific Meeting*, San Diego, 2010.

引原有輝、緑川泰史、太田めぐみ、田中茂穂、生体電気抵抗法を用いた小児の体脂肪率の妥当性、第 65 回日本体力医学会大会、千葉、2010。

大島秀武、引原有輝、大河原一憲、高田和子、三宅理江子、海老根直之、田畑泉、田中茂穂、健康づくりのための身体活動量の基準値 (23 エクササイズ) と歩数の関係、第 65 回日本体

力医学会大会、千葉、2010.

朴鐘薫、高田和子、引原有輝、田中茂穂、大河原一憲、三宅理江子、田畑泉、中年男女における身体活動レベル（PAL）とエクササイズ/週（Ex/週）との関係、第65回日本体力医学会大会、千葉、2010.

#### **H. 知的財産権の出願・登録状況**

なし

Table 1 Subjects of characteristics

	Boys (12)			Girls (7)		
	Mean	±	SD	Mean	±	SD
Age (yrs)	9	±	2	8	±	1
Height (cm)	136.3	±	10.8	131.7	±	9.8
Weight (kg)	39.9	±	10.6	35.5	±	8.3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.1	±	3.3	20.2	±	1.6

BMI; body mass index

Table 2 Total energy expenditure calculated from doubly labeled water method and accelerometer

	Whole (19)				Boys (12)				Girls (7)			
	Mean	±	SD	Range	Mean	±	SD	Range	Mean	±	SD	Range
DLW (kcal)	2203	±	356	1637-2846	2282	±	340	1637-2742	1858	±	714	1658-2846
AC (kcal)	2223	±	311	1777-2828	2345	±	299	1777-2828	1838	±	673	1817-2646

DLW; doubly labeled water, AC; accelerometer

Table 3 Energy expenditure during locomotive movements and nonlocomotive activities calculated from accelerometer

	Whole (19)			Boys (12)			Girls (7)		
	Mean	±	SD	Mean	±	SD	Mean	±	SD
EE at Locomotive movements	180	±	78	184	±	87	163	±	68
EE at Nonlocomotive activities	515	±	94	549	±	90	412	±	147

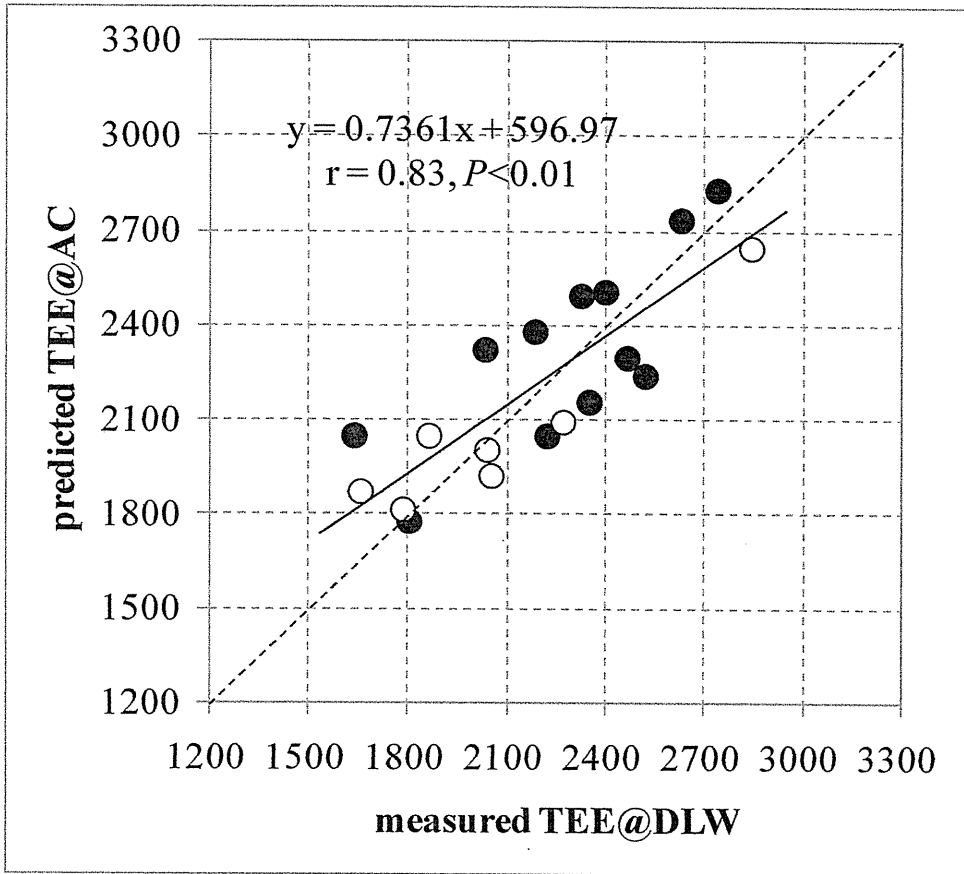


Figure 1 Relationship between predicted and measured TEE values.

●; boys, ○; girls



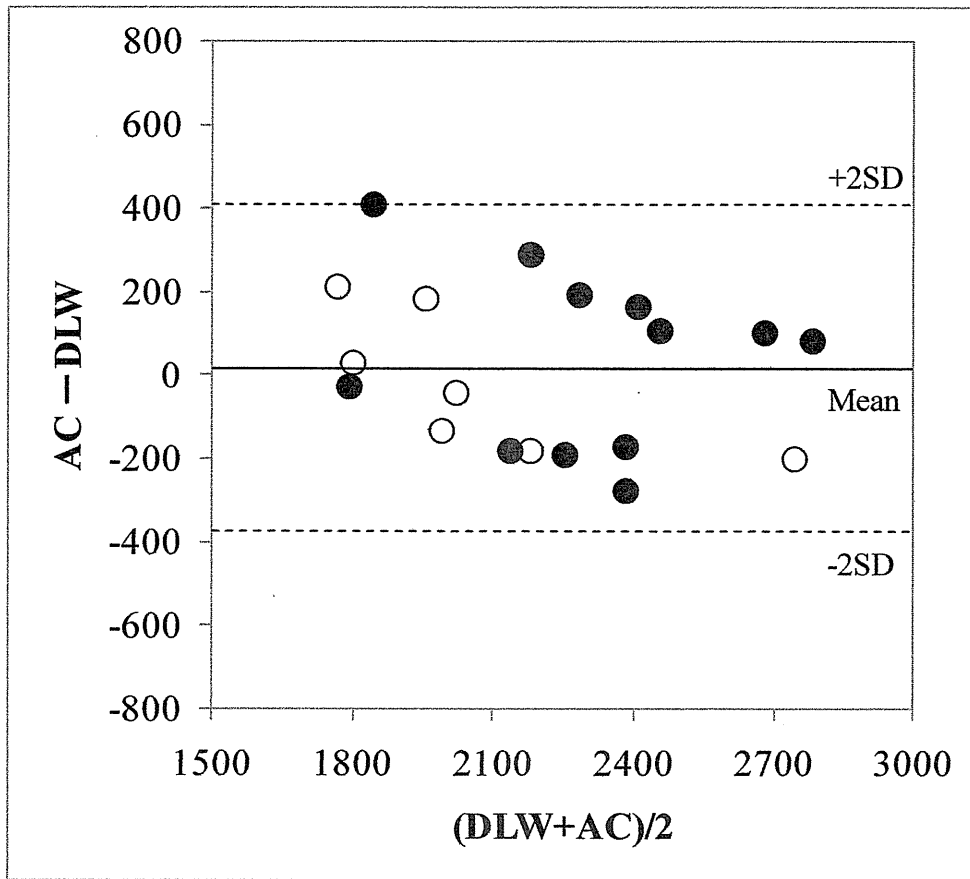


Figure 2 Mean differences between predicted and measured TEE values.

●; boys, ○; girls

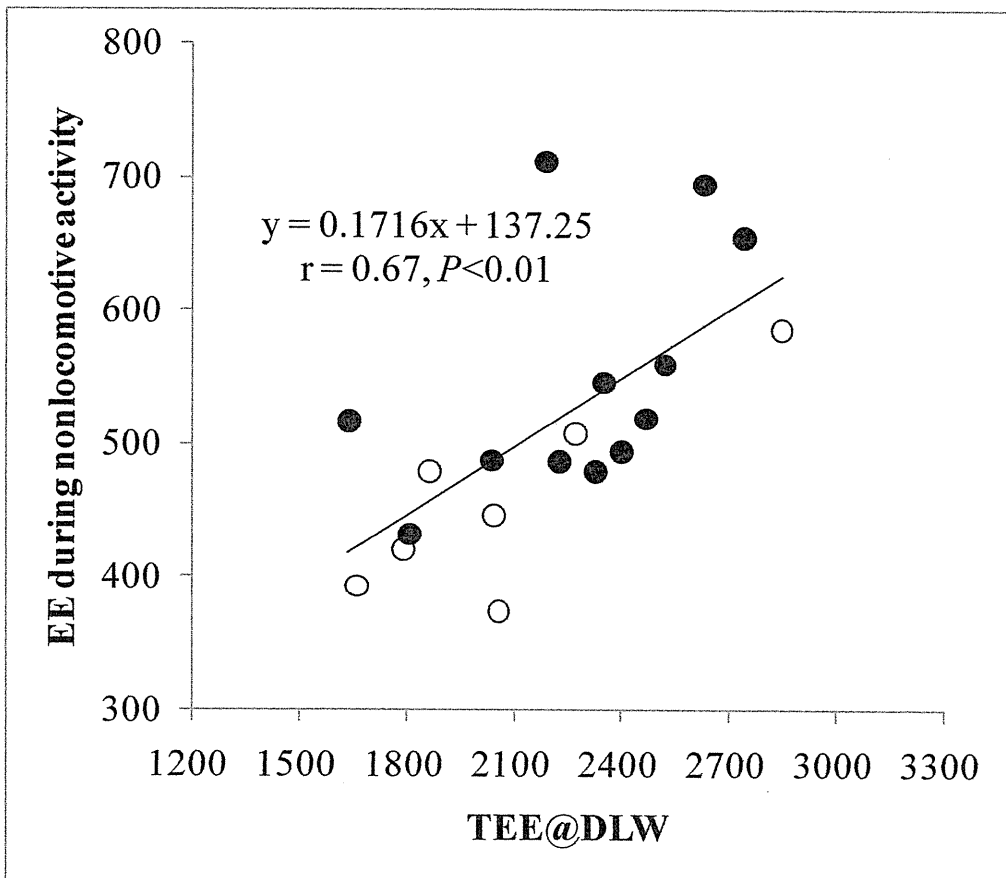


Figure 3 Relationship between total energy expenditure by doubly labeled water method and energy expenditure during nonlocomotive activity estimated from accelerometer.

●; boys, ○; girls

### 3次元加速度計による中学生の総エネルギー消費量の妥当性 —子ども式と成人式による比較検討—

研究分担者	引原 有輝	千葉工業大学 工学部 体育教室 准教授
研究代表者	田中 茂穂	(独)国立健康・栄養研究所 健康増進研究部 エネルギー代謝研究室 室長
共同研究者	渡邊 将司	茨城大学 教育学部 保健体育教室 准教授
研究協力者	高田 和子	(独)国立健康・栄養研究所 栄養教育研究部 栄養ケア・マネジメント研究室 室長
研究協力者	中江 悟司	(独)国立健康・栄養研究所 健康増進研究部 エネルギー代謝研究室 特別研究員

本研究は、加速度計(AC)を用いた既存の2つの推定式(子ども式と成人式)を用いて評価した中学生の総エネルギー消費量(TEE)の妥当性について、二重標識水(DLW)法を用いて検証することを目的とした。また、対象校には首都圏郊外の中学校を選定し、すでに調査済みの首都圏内(横浜市)の中学生との地域差を比較検討するための基礎データを収集することも目的にした。対象者は、茨城県水戸市にある中学校に通う中学1年生および2年生、男女40名(男子20名、女子19名)であった。対象者のTEEならびに基礎代謝量(BMR)の測定には、それぞれDLW法とダグラスバッグ法を用いた。TEEの測定期間は8日間とし、その同一期間に3次元加速度センサを内蔵したACを腰部に装着させ、子ども式と成人式を用いてTEEを推定した。DLW法により求められたTEE<sub>dlw</sub>の平均値は、2513±394 kcal/d(男子:2692±368 kcal/d、女子:2314±327 kcal/d)であった。一方、PAL<sub>dlw</sub>の平均値は1.77±0.16(男子:1.75±0.17、女子:1.79±0.16)であった。ACから得られたTEE<sub>child</sub>(子ども式)ならびにTEE<sub>adult</sub>(成人式)は、それぞれ2342±260 kcal/d(男子:2460±258 kcal/d、女子:2210±194 kcal/d)、2575±324kcal/d(男子:2773±305 kcal/d、女子:2398±250 kcal/d)であった。TEE<sub>dlw</sub>とTEE<sub>child</sub>ならびにTEE<sub>adult</sub>との間に統計的な有意差が認められたものの、両者ともにTEE<sub>dlw</sub>との間に強固な相関関係が認められた。また、発育段階の指標となる身長とTEE<sub>dlw</sub>との差異との関係から、成人式を用いた場合の方が中学生のTEEの代表値を把握できる可能性の高いことが考えられた。本研究の対象者のPAL<sub>dlw</sub>は1.77±0.16であり、ほぼ成人の標準値であることがわかったが、横浜市の中学生のPALと比較するとわずかに低値を示した。今後の課題として、中学生のPALの多寡に関与する要因(学校や地域の環境、通学時間、運動時間等)について明らかにするための解析を進める必要がある。

## A. 研究目的

我々は、一昨年度から昨年度にかけて、3次元加速度計を用いた児童の身体活動量の評価法を提案し、さらに二重標識水(Doubly labeled water: DLW)法を妥当基準として、Free-living 条件下での総エネルギー消費量(Total energy expenditure: TEE)の評価妥当性について検討してきた。これまでの研究成果は、以下の2点に要約できる。第一に、3次元加速度計(AC)により得られる合成加速度から、児童(年齢:10±2歳)のMETsを推定する際に、成人で得られた推定式を用いると過大評価されることが明らかとなったため、子ども独自の推定式を開発する必要性のあることである(Hikihara et al., under review)。第二として、新たに提案した子どもの評価法によるTEEは、DLW法によるTEEと比較しても統計的な有意差がなく、両測定法のTEEは強固な相関関係( $r=0.83$ ,  $P<0.01$ )にあることが認められた。すなわち、この評価法で得られたTEEは集団の代表値としてだけでなく、より個人レベルにおいても有効な指標となる可能性が示唆されたことである。

ところで、本研究課題(エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究:H21-循環器等(生習)-一般-007)の主たる目的の1つに、2015年度版の食事摂取基準の改定に向けて、日本人の子ども(中学生を含む)のTEEならびに身体活動レベル(Physical activity level: PAL)を明らかにすること、ならびにそれらの推定法を再検討することが含まれている。2010年度版の食事摂取基準では、小児におけるPALが、主に海外文献をレビューした結果に基づいていることに加え、12歳から14歳の中学生を対象とした研究例数の少ないことが課題となっている。特に、中学生は身長や骨格筋等の機能

形態が著しく発達する思春期スパートと呼ばれる時期にあるだけでなく、小学校期と比べると通学時間、学習時間、部活動等による運動時間等のライフスタイルにおいても変化が大きい時期にある。したがって、これまでの日本人の児童や成人におけるTEEやPALを中学生の代表値として用いることは適当でないため、新たに中学生のTEEやPALの提示、ならびにそれらの推定法を検討することは、重要であると考えられる。ACを用いて児童のエネルギー消費量を推定する際には、子ども独自の推定式が必要であることは先に述べたとおりであるが、中学生の場合においては子ども式を用いるべきか否か、あるいは新たな推定式が必要となるか等については、これまで十分な検討ができていない。

そこで本研究は、ACを用いた既存の2つの推定式(子ども式と成人式)を用いて評価した中学生のTEEの妥当性について、DLW法を用いて検証することを目的とした。また、研究分担者の金子と古泉が、首都圏内(横浜市)の中学生のTEEとPALをすでに報告している(平成21年度報告書)ため、本研究の対象校は首都圏郊外の中学校を選定し、地域差を比較するための基礎データを収集することも目的に加えた。

## B. 研究方法

### 1. 対象者

対象者は、茨城県水戸市にある中学校に通う中学1年生および2年生、男女39名(男子20名、女子19名)であった。また、日常生活を送る上で支障がなく、エネルギー代謝等に影響する疾患のない健康な子どもであった。