

201120007B

厚生労働科学研究費補助金

循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業

**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)

平成21年度～平成23年度  
総合研究報告書

研究代表者 田中 茂穂

平成24(2012)年 3月

## 目 次

### I. 総合研究報告

エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究	1
田中 茂穂	

### II. 分担研究報告

#### 1. 基礎代謝量

1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性	19
田中 茂穂、三宅理江子、高田和子	
2) 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性	24
田中 茂穂、高田和子、三宅 理江子、大河原一憲	
3) 小・中・高校生の基礎代謝量、基礎代謝基準値の検討	29
金子佳代子、高田和子、古泉佳代	

#### 2. 身体活動量

1) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討	38
高田和子、朴 鍾薫、田中茂穂、田畑泉	
2) 職種別に検討した身体活動レベル	45
高田和子、田中茂穂	
3) 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性	51
田中茂穂、田中千晶、高田和子	
4) 中学生の日常生活の身体活動量について	63
金子佳代子、古泉佳代	
5) 3次元加速度計を用いた子どもの総エネルギー消費量の評価—成人の評価法との比較に着目して—	73
引原有輝、田中茂穂	
6) 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	84
引原有輝、田中茂穂、緑川 泰史、太田めぐみ	
7) 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—	96
引原 有輝、田中 茂穂、渡邊 将司、高田 和子、中江 悟司	

8) 身体活動レベル評価法の検討-加速度計による装着/未装着時間の判定法	108
井上 茂、石橋弘子、赤木達規、田中茂穂、高田和子、三宅理江子	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	117
---------------------	-----

IV. 研究成果の刊行物・別刷	121
-----------------	-----

## エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究

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長

「日本人の食事摂取基準」におけるエネルギー必要量を決定するために、基礎代謝量や身体活動量やなどの推定を通じてエネルギー消費量の推定法を改善・確立することが、本研究の主な目的である。

### 1. 基礎代謝量

1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性を検討したところ、特に男性では、国立健康・栄養研究所の式を用いた場合の誤差が小さく、系統誤差もほとんど見られなかった。2) 非糖尿病患者や境界型では基礎代謝量の実測値と推定値の平均値がほぼ一致する国立健康・栄養研究所の式を用いると、糖尿病患者において 120 kcal/日程度過小評価され、補正の必要があることが示唆された。3) 小児において、体重 1kg あたりの BMR を基礎代謝基準値と比較すると、8-9 歳男女、10-11 歳女子、中学生および高校生女子以外の群では実測値と基準値の差は±5%以内であった。

### 2. 身体活動量

1) JALSPAQ により評価した総エネルギー消費量は二重標識水（DLW）法により評価した総エネルギー消費量（TEE）とよく相関したが、身体活動レベル（PAL）における相関は弱かった。中強度の総身体活動時間と仕事中の活動が、PAL を特徴づける活動として重要であることが示された。2) 生活活動記録と DLW 法の PAL との間には弱い相関が得られ、「メッツ値には、食事による産熱効果は含まれない」という仮定のもとに計算した TEE の平均値は、DLW 法の TEE とほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた中強度活動時間と PAL との相関も弱いながら有意であり、PAL の推定に利用可能であることが示唆された。3) 職種、通勤手段、運動習慣、育児・介護の有無などの数項目の区分により、身体活動レベルを推測するための基礎的なデータを得ることができた。これらの項目及び歩数の組み合わせにより、身体活動レベルを推測する質問紙等を検討していく必要がある。4) PAL の平均値がやや高い中学生の集団において、PAL が特に高値を示す者は、運動部への参加、買い物や映画を見に行く、友達と遊ぶ、習い事へ行く等で外出する傾向があったが、今後、PAL がより低いレベルでの判定法を検討する必要がある。5) 合成加速度から小学生の 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、各活動時のエネルギー消費量を推定するには、安静時代謝量の推定法にも改善が求められる。6) 小学生を対象に推定式を作成した3次元加速度計を用いて得られたTEEやPALは、DLW法から得られた平均値とほぼ一致し、比較的強い相関が得られた。7) 茨城県水戸市の中学生において、身体活動レベル(PAL)は $1.77 \pm 0.16$ であり、ほぼ成人の標準値であった。二重標識水(DLW)法と加速度計による推定値との間には強固な相関関係が認められ、また、成人式を用いると3%の過大評価に留まり、より個人レベルでのTEEの推定が可能となることが示唆された。8) 身体活動量を評価する際に必要な非装着時間は、30~60分間程度の無信号が継続する状態を非装着状態と定義して解析することが妥当であることが示唆された。

以上のように、成人や子どもの様々な対象者における基礎代謝量推定法の改善や、簡便な質問紙・活動記録、3次元加速度計により、エネルギー必要量を従来より正確に推定できる方法を提示できた。

#### 分担研究者

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長)

田畑 泉(立命館大学 スポーツ健康科学部 学部長/教授)

金子佳代子(横浜国立大学教育人間科学部 教授)

井上 茂(東京医科大学公衆衛生学 教授)

引原有輝(千葉工業大学工学部 助教)

#### A. 研究目的

日本人のエネルギー必要量については、「日本人の食事摂取基準(2005年版)」で「推定エネルギー必要量」という概念を導入し、二重標識水(DLW)法から得られたエネルギー消費量の値から策定されるなど、概念から値まで、大きな変化をとげた。その後、「日本人の食事摂取基準(2010年版)」でさらに改善されたが、集団・個人レベルでの推定法をはじめ、いくつかの課題を残している。

そこで、日常生活における身体活動量・総エネルギー消費量、および基礎代謝量の推定法の改善を通して、食事摂取基準の推定エネルギー必要量決定に資する研究を行うこととした。

#### B. 研究方法

##### 1. 基礎代謝量

##### 1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性

日本人BMI25以上の肥満男女34名を対象に、年齢別、体格別に既存の基礎代謝量推定式の妥当性について検討した。基礎代謝量の推定には、基礎代謝基準値(日本人の食事摂取基準[2010年版])、国立健康・栄養研究所の式(Ganpule et al., 2007)、Harris-Benedict式、Schofield式を用いた。ダグラスバッグにより実測した値を実測値とし、4つの推定式から得られた結果と比較した。

##### 2) 日本人糖尿病患者における基礎代謝量

## 推定式の妥当性

BMI25以上の日本人男女31名を対象に、non-diabetes、pre-diabetes、diabetesの3群に分け、既存の基礎代謝量推定式の妥当性について検討した。基礎代謝量の推定には、国立健康・栄養研究所の式（Ganpule et al., 2007）、基礎代謝基準値（日本人の食事摂取基準[2010年版]）、Harris-Benedict式、Schofield式、Owen式、Mifflin式を用いた。ダグラスバッグにより実測した値を実測値とし、6つの推定式から得られた結果と比較した。

### 3) 小・中・高校生の基礎代謝量、基礎代謝基準値の検討

小学生70名、中学生80名、高校生71名を対象として、フード法による基礎代謝量（BMR）の測定および身体計測を実施した。BMRの測定は、前日の夕食後12時間以上経過した朝空腹時に、仰臥安静・覚醒状態で、快適な室温（20–25℃）を維持して行った。皮下脂肪厚は、Holtain式 skinfold caliper（GPM製）を用いて、上腕前部、肩胛骨下部の2部位を測定し、2部位の皮下脂肪厚の合計値から長嶺の推定式により体密度を求め、Brozekらの式から体脂肪率（%）を算出した。

## 2. 身体活動量

### 1) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討

20～83歳の健康な成人（学生を除く）226名（男性108名、女性118名）を対象に、二重標識水（doubly labeled water: DLW）法による総エネルギー消費量（total energy

expenditure: TEE）の測定と公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究身体活動質問紙（JALSPAQ）による調査を実施した。

### 2) 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

20歳から74歳の日本人男女89名を対象に、生活活動記録を用いて評価した、一日における活動強度別の所要時間と身体活動レベル（physical activity level: PAL）の関係について検討した。生活活動記録は、1分間単位で被験者自身に3日間連続して記録してもらった。これらの生活活動記録の各活動内容にメッツ値を当てはめ、日常生活のPALを推定した。その際、座位安静時代謝量は基礎代謝量の1.1倍、メッツ値には食事誘発性体熱産生は含まれていないと仮定した。

### 3) 職種別に検討した身体活動レベル

20～69歳の255名の成人男女を対象に、二重標識水（DLW）法による1日の身体活動レベルの測定と加速度計による歩数の測定を行った。職種、通勤手段、運動習慣、育児・介護の有無による比較と、歩数の検討を行った。

### 4) 中学生の日常生活の身体活動量について

神奈川県都市部に在住する中学生80名（男子41名、女子39名）を対象に、二重標識水（DLW）法と安静時代謝量の測定による身体活動量評価に加え、起床時から就寝時までの生活の活動内容は、3次元加速度計の装着、本人による毎日「生活記録」

の記入、身体活動量に関連する生活の活動内容についての質問紙調査を実施した。

### 5) 3次元加速度計を用いた子どもの総エネルギー消費量の評価—成人の評価法との比較に着目して—

合成加速度と身体活動強度 (METs) との関係について子どもと成人との相違を明らかにし、3次元加速度計を用いて子どもにおける METs を評価するための方法について検討するために、小学生男子 42 名 (年齢: 10 ± 2 歳)、女子 26 名 (年齢: 9 ± 2 歳) を対象として、児童の日常生活にみられる代表的な活動として、学習 (椅子座位)、ゲーム (床座位)、片付け、ほうき掃き、雑巾かけ、ボール投げ (以上、歩走行以外の活動)、階段昇り、階段降り、歩行 (2 段階)、走行 (以上、歩走行活動) の計 11 種類を取り上げ、各活動時における 3 次元合成加速度とダグラスバッグ法によるエネルギー消費量を測定した。また、座位安静時エネルギー消費量を測定し、各活動時のエネルギー消費量を除して METs を算出した。

### 6) 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

DLW 法の TEE を妥当基準として、加速度計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 次元加速度計を常時装着させた。

### 7) 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—

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。

### 8) 身体活動レベル評価法の検討—加速度計による装着/非装着時間の判定法—

成人 21 名 (男性 42.9%、21-44 歳) に、週末を含む 3 日間の加速度計装着 (OM: オムロン社製 Active style Pro HJA-350IT、SZ: スズケン社製ライフコーダ EX) を依頼した。OM は 10 秒ごとのデータを OM\_10、60 秒ごとのデータを OM\_60 とした。加速度計は 2 台同時に装着し、同じ日に 1 分単位の装着記録 (Log book) の記載を依頼した。記録された加速度データより、連続無信号時間が①5 分間、②10 分間、③15 分間、④20 分間、⑤30 分間、⑥40 分間、⑦50 分間、⑧60 分間、⑨70 分間、⑩80 分間、⑪90 分間、⑫120 分間以上続いた場合を非装着状態と定義して、①から⑫のそれぞれの方法によって算出される装着時間と、Log book を基に算出した装着時間とを比較した。

## 倫理面への配慮

本研究は、疫学研究に関する倫理指針（文部科学省・厚生労働省）に則り、各研究機関における倫理委員会の許可を得て実施した。測定にあたって、対象者に測定の目的、利益、不利益、危険性、データの管理や公表について説明を行い、書面にて同意を得た。データは厳重に管理し、外部に流出することがないようにした。測定に伴う危険性はない。

## C. 研究結果

### 1. 基礎代謝量

#### 1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性

基礎代謝量の実測値は、男性  $1698 \pm 212$  kcal/day、女性  $1463 \pm 172$  kcal/day だった。実測値と推定値で対応のある t 検定を行ったところ、男性では国立健康・栄養研究所の式、女性では Harris-Benedict 式と Schofield 式において有意な差が認められなかった。実測値と推定値の差を評価するために平均誤差平方和の平方根（Total Error (TE)）を用いた。TE が最も小さかったのは、男性は国立健康・栄養研究所の式（165 kcal/day）、女性は Harris-Benedict 式（95 kcal/day）だった。

#### 2) 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

基礎代謝量の実測値は、non-diabetes は  $1523 \pm 212$  kcal/d、pre-diabetes は  $1481 \pm 169$  kcal/d、diabetes は  $1732 \pm 216$  kcal/d だった。基礎代謝量の実測値と既存の 6 つの

推定式を比較したところ、non-diabetes と pre-diabetes は基礎代謝基準値と Schofield 式、diabetes は国立健康・栄養研究所の式、基礎代謝基準値、Mifflin 式に有意な差が見られた。また、糖尿病の有無による 3 群間で誤差の検討を行ったところ、有意な差は見られなかったが、国立健康・栄養研究所の式は non-diabetes と diabetes の間に有意な差がある傾向が見られた ( $p = 0.057$ )。

#### 3) 小・中・高校生の基礎代謝量、基礎代謝基準値の検討

体重 1kg 当りの BMR は年齢が上がるにつれて低減し、中学生および高校生では男女間に有意な差がみられた。FFM1kg 当りの基礎代謝量も年齢が上がるにつれて低減し、中学生において有意な男女差がみられた。BMR と体重あるいは FFM との間には有意な相関が認められ、また、体重 1kg 当りの BMR と体重あるいは FFM との間には有意な負の相関が認められた。

体重 1kg 当りの BMR を現行の基礎代謝基準値と比較すると、5%以上の差が認められたのは、8-9 歳男女、10-11 歳女子において実測値の方が高く、中学生および高校生女子では基準値と比べて実測値の方が上低い数値であった。これらのグループ以外は実測値と基準値の差は  $\pm 5\%$  以内であった。

### 2. 身体活動量

#### 1) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討

DLW 法で求めた TEE と質問紙による TEE において、Spearman の順位相関係数は



0.742 ( $p < 0.001$ )、95%LOA は-4.99~2.69MJ であった。中強度と高強度の総活動時間と 仕事中（職業と家事を含む）の活動が身体 活動レベルと大きく関連した。

## 2) 生活活動記録による日常生活における エネルギー消費量・身体活動レベル推定の 妥当性

生活活動記録から得られた推定総エネルギー消費量の平均値は、DLW 法のそれとほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた推定 PAL と DLW 法から得られた実測 PAL の相関は、有意ではあったものの弱い相関であった。生活活動記録から得られたメッツ値別の所要時間と DLW 法から得られた PAL との相関をみると、中強度活動の所要時間のみが、PAL と強い相関ではないものの、有意であった。また、食事摂取基準における「ふつう」の PAL の代表値 (1.75) に相当する中強度活動の所要時間は、約 1 時間であった。

## 3) 職種別に検討した身体活動レベル

身体活動レベルは、車通勤で運動習慣のないデスクワークの者が 1.68 と最も低く、運動習慣のない販売・サービス業、育児・介護のある家事従事者、スポーツインストラクター、製造・労務業で 2 を超えていた。運動習慣のある者では、身体活動レベルが約 0.2 高かった。しかし、運動の種目により運動中に加速度計を装着していたかが異なるため、歩数は必ずしも運動習慣のある者で多くはならなかった。デスクワークの者と比較すると車通勤者は身体活動レベルで約 0.2、歩数で約 3,500 歩少ない傾向がみられた。

## 4) 中学生の日常生活の身体活動量について

PAL の平均値は  $1.85 \pm 0.28$  で標準よりやや高い傾向であった。PAL と生活項目との間には一定の関連はみとめられなかったが、PAL が特に高値を示す者は、運動部への参加、買い物や映画を見に行く、友達と遊ぶ、習い事へ行く等で外出する傾向があることが示された。また、活発な活動時間の違いによる 4 群間で有意差はみとめられなかった。PAL と歩数との間には有意な相関はみとめられなかったが、3 次元合成加速度との間には、弱い相関関係がみとめられた。

## 5) 3 次元加速度計を用いた子どもの総エネルギー消費量の評価—成人の評価法との比較に着目して—

子どもにおける合成加速度と METs との関係式は、歩走行活動と歩走行以外の活動とで異なっていた。また、検知した加速度とハイパスフィルタ処理後の加速度との比を用いることで歩走行活動とそれ以外の活動とをより高い精度で判別することができた。一方、歩走行活動および歩走行以外の活動ともに、子どもと成人の関係式との間には相違が認められ、同一加速度に対応する METs は、子どもの方が小さい傾向がみられた。また、推定式から得られた METs に推定安静時代謝量を乗じて各活動時のエネルギー消費量を算出したところ、階段昇りを除きすべにおいて過大評価された（平均推定誤差： $14.8 \pm 12.8\%$ ）。

## 6) 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

DLW法により求められた被験者の平均TEEは、 $2203 \pm 356$  kcal/dであった。TEEをBMRで除したPALは  $1.63 \pm 0.20$  であった。一方、加速度計法から得られた 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 ( $r=0.83, P<0.01$ ) が認められた。

### 7) 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—

DLW法により求められた TEE<sub>dlw</sub> の平均値は、 $2513 \pm 394$  kcal/d (男子： $2692 \pm 368$  kcal/d、女子： $2314 \pm 327$  kcal/d) であった。一方、PAL<sub>dlw</sub> の平均値は  $1.77 \pm 0.16$  (男子： $1.75 \pm 0.17$ 、女子： $1.79 \pm 0.16$ ) 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  $2342 \pm 260$  kcal/d (男子： $2460 \pm 258$  kcal/d、女子： $2210 \pm 194$  kcal/d)、 $2575 \pm 324$  kcal/d (男子： $2773 \pm 305$  kcal/d、女子： $2398 \pm 250$  kcal/d) であった。

### 8) 身体活動レベル評価法の検討—加速度計による装着/非装着時間の判定法—

Log book から計算した平均装着時間は  $15.3 \pm 2.3$  時間/日であった。加速度データは連続する無信号時間の下限値を長くすればするほど、装着と判定された時間が長くなり、平均値が Log book に最も近い解析方法は OM<sub>10</sub> では 30 分、OM<sub>60</sub> では 40 分と 50 分、SZ では 40 分であった。Log book による装着時間と加速度データによる装着時間とは、どちらの加速度計も全てにおいて有意な正の相関関係が見られた。級内相関係

数が 0.80 以上だったのは OM<sub>10</sub> は無信号時間が 5~120 分、OM<sub>60</sub> は 10~120 分 SZ は 20~120 分だった。級内相関係数が最も高かったのは OM<sub>10</sub> は 30 分前後、OM<sub>60</sub> は 50 分前後、SZ は 60 分前後で、Log book による装着時間と同様の値が得られた。

## D. 考察

### 1. 基礎代謝量の推定法

#### 1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性

男女ともに、国立健康・栄養研究所の式は大きな誤差がみられなかったのに対し、Harris-Benedict 式は、女性のみで相対的に誤差が小さく、利用可能と考えられた。

#### 2) 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

国立健康・栄養研究所の式を用いると、non-diabetes と pre-diabetes は実測値との誤差はほとんど見られなかったが、diabetes は平均的に 120 kcal/d 程度過小評価され、糖尿病の有無により誤差の程度が異なった。糖尿病患者に国立健康・栄養研究所の式を用いる場合は、補正をする必要があることが示唆された。

#### 3) 小・中・高校生の基礎代謝量、基礎代謝基準値の検討

一般に子どもは、RMR 測定時に安静仰臥位を保つことが困難である。本研究においては、RMR を測定できた小学生の多くはその姿勢をとることができていた。しかし、心理的な緊張などによりわずかながら RMR を過大評価した可能性も考えられる。

基礎代謝量は身体組成と関連し、とくに FFM の影響は大きいと考えられる。今後さらに、身体組成等と BMR の関連性について詳しく検討する必要があると考えられる。

## 2. 身体活動量

### 1) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討

DLW 法と質問紙の TEE の相関は、海外において実施されたこれまでの研究と比べ高く、95%LOA の幅も比較的小さかった。しかし、最も不活動な人を特徴づける生活内容は明らかにならなかった。

### 2) 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

生活活動記録から得られた TEE や PAL は、DLW 法の値と有意な関係がみられたが、PAL の相関は弱く、個人間差の評価には限界があった。また、中強度活動時間と PAL との間にも弱い相関がみられたことから、エクササイズガイド 2006 の評価とも連動しうることが示唆された。

### 3) 職種別に検討した身体活動レベル

職種や運動習慣、通勤手段等を考慮することで、身体活動レベルが異なることが明らかになった。これらの結果をもとに今後、身体活動レベルを推測する簡易な質問項目の開発などの検討が可能と考えられる。

### 4) 中学生の日常生活の身体活動量について

PAL の平均値がやや高い集団で、加速度計法を含め、PAL と強い関連がみられる項目はみられなかったが、PAL が特に高値を示す者にある程度の特徴がみられた。

### 5) 3次元加速度計を用いた子どもの総エネルギー消費量の評価—成人の評価法との比較に着目して—

子どもにおける合成加速度と METs との関係式は、歩走行活動と歩走行以外の活動とで異なることや、検知した加速度とハイパスフィルタ処理後の加速度との比を用いることで歩走行活動とそれ以外の活動とをより高い精度で判別することは、成人と同様であったが、同一加速度に対応する METs は、子どもの方が小さい傾向がみられた。また、推定式から得られた METs に推定安静時代謝量を乗じて各活動時のエネルギー消費量が過大評価されたのは、推定安静時代謝量の過大評価によると考えられた。

### 6) 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

今回の検討した3次元加速度計による TEE 推定法は、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。ただし、今後、より簡便な方法についても検討する必要がある。

### 7) 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—

TEE\_dlw と TEE\_child ならびに TEE\_adult 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\_dlw 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\_dlw 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\_dlw は  $1.77 \pm 0.16$  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。

#### 8) 身体活動レベル評価法の検討—加速度計による装着/非装着時間の判定法—

Log book による平均装着時間と装着時間が近かった 30~60 分間程度の無信号時間を非装着と定義することが最適である可能性が高いと考えられた。この値は加速度計の種類によって若干異なる可能性があるが、今回使用した OM と SZ では大きな違いはなかった。検討結果は対象者の行動パターン、体型等によっても異なってくる可能性が考えられるが、30~60 分間程度の非装着状態を判定のための基準として用いることはおおよそ妥当と考えられた。

## E. 結論

### 1. 基礎代謝量

#### 1) 肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性

特に男性では、国立健康・栄養研究所の式を用いた場合の誤差が小さく、系統誤差もほとんど見られなかった。

#### 2) 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

非糖尿病患者では基礎代謝量の実測値と推定値の平均値がほぼ一致する国立健康・栄養研究所の式を用いると、糖尿病患者においては 120 kcal/日程度過小評価され、補正をする必要があることが示唆された。

#### 3) 小・中・高校生の基礎代謝量、基礎代謝基準値の検討

男女とも年齢が上がるとともに基礎代謝量 (BMR) は増大し、体重 1kg あたりの BMR は低減した。BMR と体重あるいは FFM との間には有意な相関が認められた。体重 1kg あたりの BMR を基礎代謝基準値と比較すると、8-9 歳男女、10-11 歳女子において実測値の方が基準値より 5%以上高く、中学生および高校生女子では基準値と比べて実測値の方が 5%以上低い数値であったが、その他の群では実測値と基準値の差は±5%以内であった。

## 2. 身体活動量

#### 1) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討

JALSPAQ により評価した TEE は DLW 法により評価した TEE と良く相関したが、PAL における相関は弱かった。中強度の総身体活動時間と仕事中の活動が 1 日の身体活動レベルを特徴づける活動として重要であることが示された。不活動な人を明確に区分するためには、別の質問項目の検討も必要と考えられた。

#### 2) 生活活動記録による日常生活における

## エネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

生活活動記録と DLW 法の PAL との間には弱い相関が得られ、「メッツ値には、食事による産熱効果は含まれない」という仮定のもとに計算した TEE の平均値は、DLW 法の TEE とほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた中強度活動時間と PAL との相関も有意であり、PAL の推定に利用可能であることが示唆された。ただし、これらの相関は弱く、個人間における身体活動レベルの比較には限界がある。

### 3) 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討

職種、通勤手段、運動習慣、育児・介護の有無などの数項目の区分により、身体活動レベルを推測するための基礎的なデータを得ることができた。今後は、これらの項目及び歩数の組み合わせにより、身体活動レベルを推測する質問紙等を検討していく必要がある。

### 4) 中学生の日常生活の身体活動量について

PAL の平均値がやや高い集団で、PAL が特に高値を示す者は、運動部への参加、買い物や映画を見に行く、友達と遊ぶ、習い事へ行く等で外出する傾向があることが示された。今後、PAL がより低い集団における PAL の判定法を検討する必要がある。

### 5) 3次元加速度計を用いた子どもの総エネルギー消費量の評価—成人の評価法との比較に着目して—

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、各活動時のエネルギー消費量を推定するには、安静時代謝量の推定法にも改善が求められる。

### 6) 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

加速度計法から得られた TEE や PAL は、DLW 法から得られた値の平均とほぼ一致するとともに、比較的強い相関が得られた。

### 7) 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—

本研究の対象者の PAL<sub>dlw</sub> は  $1.77 \pm 0.16$  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。TEE<sub>dlw</sub> と TEE<sub>child</sub> ならびに TEE<sub>adult</sub> との間には強固な相関関係が認められ、より個人レベルでの TEE の推定が可能となることが示唆された。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。

### 8) 身体活動レベル評価法の検討—加速度計による装着/非装着時間の判定法—

身体活動量を評価する際に必要な非装着時間は、30～60 分間程度の無信号が継続する状態を非装着状態と定義して解析することが妥当であることが示唆された。装着・

非装着の判定は、加速度計データを分析する際に必ず必要となるもので、本研究の結果は、客観的で妥当性の高い評価法の開発に資するものと考えられた。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

田中茂穂. 身体活動・運動と生活習慣病—運動生理学と最新の予防・治療—身体活動とエネルギー代謝. 日本臨牀: 67(増刊号 2): 11-15, 2009.

田中茂穂. 肥満・糖尿病の病態を解明するエネルギー代謝の最前線: 人の基礎代謝量. 実験医学: 27(7) (増刊): 86(1058)-90(1062), 2009.

田中茂穂. 日本人の運動量・身体活動量の評価と現状. 臨床栄養: 115(1): 57-64, 2009.

田中千晶, 田中茂穂. 加速度計と幼児の身体活動量評価 特集 健康スポーツ医学分野における検査・評価法と応用. 臨床スポーツ医学: 26(9): 1079-1087, 2009.

田畑泉. エネルギー. 特集 日本人の食事摂取基準 (2010年版). 臨床栄養: 115(3): 255-260, 2009.

田中茂穂. エネルギー消費量とその測定法 特集: 必要エネルギー量の算出法と投与の実際. 静脈経腸栄養: 24(5): 1013-1019, 2009.

高田和子. 二重標識水法を用いたエネルギー摂取量評価への応用. 臨床スポーツ医学: 26(9): 1097-1102, 2009.

田畑泉. 運動のエネルギー、食事のエネルギー.

体育の科学: 59(10): 651-656, 2009.

田中茂穂. メッツと基礎代謝. 体育の科学: 59(10): 657-663, 2009.

Tanaka C, Tanaka S. Daily physical activity in Japanese preschool children evaluated by triaxial accelerometry: the relationship between period of engagement in moderate-to-vigorous physical activity and daily step counts. J Physiol Anthropol: 28(6): 283-288, 2009.

Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. Gait Posture: 31(3): 370-374, 2010.

高田和子, 田中茂穂. 適切なエネルギー消費量評価. 臨床スポーツ医学: 26(増刊): 226-233, 2009.

Inoue S, Murase N, Shimomitsu T et al. Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. Prev Med: 48: 321-325, 2009.

Ishii K, Inoue S, haya Y et al. Socioemographic variations in perceptions of barriers to exercise among Japanese adults. J Epidemiol: 19: 161-168, 2009.

Ishikawa-Takata K, Naito Y, Tanaka S, Ebine N, Tabata I. Use of doubly labeled water to validate a physical activity questionnaire developed for the Japanese population. J Epidemiol, 21(2):114-121, 2011.

高田和子, 別所京子, 田中茂穂, 田畑泉. 日本人成人における秤量法によるエネルギー摂取量の推定精度. 栄養学雑誌, 69(2): 57-66, 2011.

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Mekata Y, Tabata I. Validity of

- accelerometers during walking altered by various step frequencies at different speeds. *J Physiol Anthropol*, 30(3): 119-127, 2011.
- Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Hikihara Y, Aoki Y, Yonemoto J. Estimation of respiratory ventilation rate of preschool children in daily life by using an accelerometer. *J Air Waste Management Assoc*, 61(1), 46-54, 2011.
- Taguri E, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Hikihara Y, Miyake R, Yamamoto S, Tabata I. Validity of physical activity indexes for adjusting energy expenditure for body size: Do index depend on body size? *J Physiol Anthropol*, 29(3), 109-117, 2010.
- Miyachi M, Yamamoto K, Ohkawara K, Tanaka S. METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6): 1149-1153, 2010.
- 田中千晶、田中茂穂、安藤貴史、日本人幼児における日常の身体活動量と生活環境の関係、*発育発達研究* 51: 37-45, 2011.
- 河原純子、田中千晶、田中茂穂。三次元加速度計を用いた幼児の肺換気量の推定、*大気環境学会誌*. 45(5): 235-245, 2010.
- 田中茂穂。糖尿病患者のエネルギー代謝と身体活動。 *内分泌・糖尿病・代謝内科*. 31(5): 408-414, 2010.
- 田中茂穂。基礎代謝・NEAT と身体活動。 *臨床スポーツ医学*. 28(3): 259-266, 2011.
- 田中千晶、田中茂穂。子どもにおける身体活動量の評価。 *体育の科学*. 60(6): 389-395, 2010.
- Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Kitabayashi M, Suijo K, Sallis JF, and Shimomitsu T. Association between Perceived Neighborhood Environment and Walking among Adults in 4 Cities in Japan, *J Epidemiol*, 20(4):277-286, 2010.
- 石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一。日本人成人における健康増進に寄与する推奨身体活動の充足に関連する自宅近隣の環境要因、*日本健康教育学会誌*, 18(2), 115-125, 2010
- 石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一。日本人成人における活動的な通勤手段に関連する環境要因、*体力科学*, 59 : 215-224, 2010.
- Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Kamada M, Okada S, Tudor-Locke C, and Shimomitsu T. Characteristics of Accelerometry Respondents to a Mail-Based Surveillance Study, *J Epidemiol*, 20(6): 446-452, 2010.
- 井上茂、下光輝一。生活習慣病と環境要因 - 身体活動に影響する環境要因とその整備、*医学のあゆみ*, 236(1) :75-80, 2010.
- 井上茂、岡浩一朗、田中茂穂、他。身体活動のトロント憲章日本語版:世界規模での行動の呼びかけ、*運動疫学研究*, 13(1): 12-29, 2011.
- Inoue S, Ohya Y, Tudor-Locke C, Yoshiike N, Shimomitsu T. Step-defined physical activity and cardiovascular risk among middle-aged Japanese: the National Health and Nutrition Survey of Japan 2006. *J Phys Act Health*. In press, 2012
- Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyachi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. Relation of body composition to daily

- physical activity in free-living Japanese adult women. *Br J Nutr*, 106(7), 1117-1127, 2011
- Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Tabata I. Effects of walking speed and step frequency on estimation of physical activity using accelerometers. *J Physiol Anthropol*, 2011; 30: 119-127.
- Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Hikihara Y, Taguri E, Kayashita J, Tabata I. Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. *J Nutr Sci Vitaminol*, 57, 224-232, 2011
- Miyake R, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Morita A, Watanabe S, Tanaka S. Obese Japanese adults with type 2 diabetes have higher basal metabolic rate than non-diabetic adults. *J Nutr Sci Vitaminol*, 57(3); 224-232, 2011
- Tudor-Locke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan S, Hatano Y, Lubans DR, Olds TS, Raustorp A, Rowe DA, Spence JC, Tanaka S, Blair SN. How Many Steps/day are Enough? For Children and Adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8: 78, 2011
- Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, Hatano Y, Inoue S, Matsudo SM, Mutrie N, Oppert JM, Rowe DA, Schmidt MD, Schofield GM, Spence JC, Teixeira PJ, Tully MA, Blair SN. How Many Steps/day are Enough? For Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8: 79, 2011
- Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Aoki Y, Yonemoto J. Estimation of daily inhalation rate in preschool children using a tri-axial accelerometer: a pilot study. *Sci Total Environ*, 409: 3073-3077, 2011
- Inoue S, Ohya Y, Tudor-Locke C, Tanaka S, Yoshiike N, Shimomitsu T. Time trends for step-determined physical activity among Japanese adults. *Med Sci Sports Exerc*, 43: 1913-1919, 2011
- Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Park JH, Tabata I, Tanaka S. How much locomotive activity is needed for an active physical activity level: analysis of total step counts. *BMC Res Notes*. 4: 512, 2011
- Okuda M, Yoshitake N, Tanaka S, Kunitsugu I, Tan N, Uechi H, Sasaki S, Hobara T. Validity and reliability of physical activity questionnaire in Japanese students. *Pediat Int*, 53(6); 956-963, 2011
- Hikihara Y, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Validation and comparison of three accelerometers for measurement of physical activity intensity during nonlocomotive activity and locomotive movement *J Phys Act Health*. 2011 [Epub ahead of print]
- 田中茂穂, 日本人の代謝基準値の再評価, *体育の科学*; 61(8); 576-582, 2011
- 田中茂穂, エネルギー代謝と加齢, *医と食*; 3(4); 180-182, 2011
- Inoue S, Sugiyama T, Takamiya T, Oka K, Owen N and Shimomitsu T. Television viewing time is associated with overweight/obesity among older adults,



independent of meeting physical activity and health guidelines. J Epidemiol. 22(1):50-56, 2012

Liao Y, Harada K, Shibata A, Ishii K, Oka K, Nakamura Y, Sugiyama T, Inoue S, Shimomitsu T. Joint associations of physical activity and screen time with overweight among Japanese adults. Int J Behav Nutr Phys Act. 8:131, 2011

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, 105: 1681-1691, 2011

## 2. 学会発表

朴鐘薫、高田和子、田中茂穂、田畑泉. 中高年女性における BMI (kg/m<sup>2</sup>) および体脂肪率と一日の身体活動量との関係—横断的研究. 第 64 回日本体力医学会: 2009.9. 新潟.

井上茂. 身体活動環境とは: その定義と評価方法. 日本体力医学会 (シンポジウム): 2009.

井上茂、今給黎希人、北林蒔子、水上健一、大谷由美子、小田切優子、高宮朋子、柴田愛、岡浩一朗、下光輝一. 身体活動としての自転車利用の疫学: 自転車利用と社会統計学的要因との関連. 日本体力医学会: 2009.

石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一. 通勤手段に関連する環境要因. 日本体力医学会: 2009.

Ohkawara K, Tanaka S, Tanimoto M, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Effect of high-intensity resistance training on twenty-four-hour respiratory quotient. American College of Sports Medicine (ACSM): 2009.5. Seattle.

Katayama Y, Ohkawara K, Sasai H, Eto M, Nakata Y, Tanaka S, Tanaka K. Increased daily physical activity contributes to weight reduction during an exercise program in obese men. American College of Sports Medicine (ACSM): 2009.5. Seattle.

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Mekata Y, Tabata I. Validation of accelerometers during walking at three step frequency on various walking speeds. American College of Sports Medicine (ACSM): 2009.5. Seattle.

田中茂穂. NEAT を含む身体活動量の個人間変動. 第 63 回日本栄養・食糧学会大会関連学術集会 日本ヒューマンカロリーメーター協議会: 2009.5. 長崎.

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、田中茂穂. 異なる職業に従事する日本人男女における日常の身体活動量の比較. 第 56 回日本栄養改善学会学術総会: 2009.9. 札幌.

大島秀武、川口加織、引原有輝、田中千晶、大河原一憲、高田和子、田中茂穂、田畑泉. 児童における加速度センサを用いた歩行活動と日常生活活動の判別. 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。

田中茂穂。食事摂取基準策定のための研究—身体活動量— ランチョンセミナー。第64回日本体力医学会大会：2009.9. 新潟。

三宅理江子、田中茂穂、大河原一憲、引原有輝、高田和子、大島秀武、川口加織、田畑泉。歩行と歩行以外の活動別にみた中高強度活動の継続性。第64回日本体力医学会大会：2009.9. 新潟。

田中千晶、引原有輝、大河原一憲、田中茂穂。幼児における日常の身体活動量と体力との関係。第64回日本体力医学会大会：2009.9. 新潟。

Ishikawa-Takata K. エネルギー消費量の評価方法—二重標識水法を中心として。韓国運動栄養学会：2009.11. 韓国。

田中千晶、田中茂穂、安藤貴史。幼児の生活環境と日常の身体活動量との関係。日本発育発達学会第8回大会：2010.3. 山梨。

Tanaka S. Chamber studies in Japan - aims and methodologies. Obesity 2010: the 28th Annual Scientific Meeting of The Obesity Society, Calorimetry Developments Meeting 2010, San Diego, USA, 2010.

Tanaka C, Hikihara Y, Ohkawara K, Tanaka S. Sedentary and moderate-to-vigorous physical activity evaluated by triaxial accelerometer and physical fitness in Japanese preschool children.

3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Naïto Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Ebine N, Harada A, Arao T, Inoue S, Kitabatake Y, Tabata I. Validation of physical activity questionnaire for the Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study (JALSPAQ) and its implication. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Park JH, Tabata I, Tanaka S. Significance of nonlocomotive activity for maintaining higher physical activity level in daily living: consideration from total step counts. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Tanaka C, Tanaka S. Contribution of non-locomotive activity to habitual physical activity in Japanese workers. 11th International Congress on Obesity (ICO2010 – Stockholm), Stockholm, Sweden, 2010.

Tanaka C, Tanaka S. Physical activity evaluated by triaxial accelerometer and weight status in Japanese preschool children. Obesity 2010, the 28th Annual Scientific Meeting of The Obesity Society, San Diego, USA, 2010.

田中茂穂、高田和子。エネルギー消費量のアセスメント（シンポジウム「スポーツ選手における栄養アセスメント」）。第57回本栄養改善学会学術総会，坂戸，2010。

田中茂穂、「身体活動・運動の推進による生活習慣病予防：一次予防から三次予防まで」健康づくりに必要な身体活動・運動。第65回日本体力医学会（市民公開講座），千葉，2010。

田中千晶、高田和子、田中茂穂。生活活動記録から得られた活動強度別の所要時間と身体活動レベルとの関連。第65回日本体力医学会，千葉，2010。

三宅理江子、田中茂穂、安藤貴史、谷本道哉、渡邊裕也、村上晴香、宮地元彦。高齢者におけるレジスタンストレーニング介入による基礎代謝量の変化。第65回日本体力医学会，千葉，2010。

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyachi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. Relation of daily physical activities to obesity in free-living Japanese adults. The 28th Annual scientific meeting of Obesity, San Diego, U.S.A., 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。成人男女におけるエクササイズ/週 (Ex/週)と身体活動レベル (PAL)との関係。第65回日本体力医学会，千葉，2010。

三宅理江子、大河原一憲、高田和子、森田明美、渡邊昌、池本真二、田中茂穂。肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性。第64回日本栄養・食糧学会大会。徳島，2010。

Inoue S. Association between neighborhood environment and walking among adults from four cities in Japan, 3rd International Congress of Physical Activity and Public Health (シンポジウム) , Washington, 2010.

Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Tanaka S, Tudor-Locke C, and Shimomitsu T, Demographic and lifestyle characteristics of respondents to a mail-based accelerometer surveillance study, 11th International Congress of Behavioral medicine, Washington, 2010.

井上茂、出井惣太、久野暢之、鎌田真光、

岡田真平、下光輝一、奈良公園における歩道設置・P&R 駐車場設置が来訪者の健康・身体活動量に及ぼす影響・都市交通と保健医療の協力事例として、第5回日本モビリティ・マネジメント会議，福山，2010。

井上茂、体力医学研究成果の社会還元の在り方、日本体力医学会 (シンポジウム) , 千葉，2010。

赤木達規、井上茂、岡浩一朗、大谷由美子、小田切優子、高宮朋子、下光輝一、モビリティ・マネジメントによる身体活動推進の可能性、第65回日本体力医学会，千葉，2010。

石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一、日本人成人における健康増進に寄与する推奨身体活動の充足に関連する自宅近隣の環境要因、第65回日本体力医学会，千葉，2010。

井上茂、身体活動のトロント憲章～第3回国際身体活動・公衆衛生会議より～、第13回運動疫学研究会学術集会 (教育講演) , 千葉，2010。

井上茂、「身体活動・運動の推進による生活習慣病予防：一次予防から三次予防まで」身体活動推進のための環境支援について、第65回日本体力医学会 (市民公開講座) , 千葉，2010。

井上茂、身体活動支援環境に関するエビデンスと具体的方策、第69回日本公衆衛生学会総会 (シンポジウム) , 東京，2010。

岡田真平、井上茂、鎌田真光、北湯口純、下光輝一、行政職員による健康づくり (身体活動・運動) 支援環境の地域内評価、第69回日本公衆衛生学会総会，東京，2010。

北林蒔子、大谷由美子、高宮朋子、小田切優子、井上茂、石橋弘子、下光輝一、消防

吏員の生活習慣及び栄養摂取状況～一般事務職員との比較～、第 69 回日本公衆衛生学会総会、東京、2010.

赤木達規、井上茂、岡浩一朗、大谷由美子、小田切優子、高宮朋子、下光輝一、日常生活における外出頻度と身体活動量との関連、第 17 回日本行動医学会学術総会、東京、2011.

Hikihara Y, Tanaka C, Midorikawa T, Ohta M, Ohshima 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.

Tanaka S, Evaluation of Physical Activity

in Children. MASO (Malaysian Association for the Study of Obesity) 2011 Scientific Conference on Obesity, Kuala Lumpur (Malaysia), 2011

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Oshima Y, Yoshida A, Hirohata M, Kimura T, Tabata I, Validation of accelerometers for measurement of METs during walking in independent and dependent elderly people. American College of Sports Medicine (ACSM) 58th Annual Meeting, Denver, Colorado, 2011

Usui C, Ando T, Ohkawara K, Miyake R, Oshima Y, Hibi M, Tokuyama K, Tanaka S, Prediction of energy expenditure of low-intensity physical activity from triaxial acceleration in indirect human calorimeter. RACMEM 2011 Recent Advances and Controversies in the Measurement of Energy Metabolism, Maastricht University (Maastricht), 2011

Tanaka C, Hikihara Y, Ando T, Oshima Y, Usui C, Ohgi Y, Kaneda K, Tanaka S, Estimation of physical activity intensity with classifying locomotive and nonlocomotive activities by a triaxial accelerometer in young children. RACMEM 2011 Recent Advances and Controversies in the Measurement of Energy Metabolism, Maastricht University (Maastricht), 2011

Yamaguchi S, Hibi M, Mitsui Y, Katashima M, Tokuyama S, Tanaka S, Reproducibility of diet-induced thermogenesis and activity-induced thermogenesis evaluated using triaxial