

## 幼稚園児の活動量

### 一日間・日内変動と年齢依存性及び幼稚園間の比較 —

白水重憲, 片山宗哲, 正木健雄

**要旨** 改良した完全防水タイプの超小型加速度・温度測定装置により, 静岡県のおすすめ幼稚園の3歳から5歳の園児の5日間の連続測定を行い, 消費エネルギーを始めとする生活行動パラメータの日内・日間変動を把握し, 年齢による相違の検討や, 同年齢の子ども達の集団を対象にした幼稚園間の比較を行った。

おすすめ幼稚園の5歳児・4歳児では, 金曜日は消費エネルギーが大きく, 園が休みである土曜・日曜は小さい傾向にあり, 特に5歳児では男女とも金曜日と土曜日の間に有意差があった。一方, 同一日の男女の間には有意差が見られなかった。3歳児では解析に供する事ができたデータ数が少ない事と4歳児・5歳児で男女間に有意差が無い事から, 男女の区別をせず, 金・土・日の3群で分散分析を行ったが, 有意であるものは無かった。一方, 消費エネルギーの日内変動の比較により, ホーム型のさつき幼稚園と課業型のおすすめ幼稚園の園児達の活動挙動の相違があきらかになった。

**キーワード:** 加速度センサー, 生活行動モニター, 活動量, 日間比較, 年齢依存性

#### 1. 序論

我々は, 子どもの日常生活行動の特徴を正確に把握すべく, 装置の開発研究とフィールド調査を続けている。前報では, 開発した超小型の温度・加速度測定装置とデータ解析プログラムの概要と, 栃木県の「さつき幼稚園」の5歳児について世界で初めての7日間に及ぶ生活行動の測定結果を報告した。さつき幼稚園の5歳児の生活行動パラメータ,

- ・ 睡眠開始時刻
- ・ 睡眠終了時刻
- ・ 睡眠時間
- ・ 睡眠時姿勢変動回数 (体幹が動く寝返りの回数)
- ・ 睡眠時平均, 最高, 最低皮膚温度
- ・ 覚醒時の活動による消費エネルギーおよび活動時間
- ・ 覚醒時平均, 最高, 最低皮膚温度

の各レベルが把握できた。また, 通園日の活動量は, 休日である土日に比較して大きい傾向にある事も定量的に確認できた<sup>1)</sup>。

他方, 全7日間の測定に成功した子どもの数は, 調査に参加した子どもの1/3であった。測定に成功できなかった理由の大半は, 子ども達は最後まで測定を続けたものの, 装置内部へ水分が侵入して装置の動作が途中で終了する, 或いは, データがおかしくなるという装置の不備によるものであり, 装置の防水性の改良が必要な事が判明した<sup>1)</sup>。

本研究では, 測定装置を完全防水タイプに改良し, 静岡県のおすすめ幼稚園」の3歳から5歳の園児の5日間の連続測定を行い, 消費エネルギーを始めとする生活行動パラメータの日内・日間変動を把握し, 年齢による相違の検討や, 同年齢の子ども達の集団を対象にした幼稚園間の比較を行った。

## 2. 測定

### 2-1 測定装置

装置サイズ及び重量は前報で報告したものと大差は無い。また、装置内部の回路仕様及び装置制御の為にファームウェアは前報のものと同様である<sup>1)</sup>。

改良箇所は、装置のケースである。子ども同士の衝突や転倒、落下等の衝撃に伴う装置の破壊、それによる怪我の発生を防ぐために、高強度樹脂であるポリカーボネート樹脂を使用し、外部形状は角の無い丸みを帯びた形状とした。ケース本体は、上下に分かれ、上下が接触する領域にはエラストマーの防水パッキングを設けている。基盤を内部に格納した後、4つの角のビスナットを専用治具で強く締める事で、防水を可能とした。ケース素材にポリカーボネート樹脂を使用している為に、このような防水方法が可能となった。また、装置が動作している事、内部に異常が無い事を確認する為に内部が見える構造とした。更に、ポリカーボネート樹脂は耐熱性も高く、装着したまま入浴しても、浴槽中で装置が落下して浴槽底に落ちて問題も無い。尚、このポリカーボネート樹脂は、CDやDVD、更には食器の材料としても用いられている樹脂である。(このケースの色が透明なピンク色である為に、この装置は“ピンクちゃん”とも呼ばれている<sup>2)</sup>。)

### 2-2 測定

静岡県のすずき幼稚園に協力して頂き、この調査が行われた。NPO法人セルフケア総合研究所内に設置した倫理委員会で、子ども達への負担や考えられる危険性に関して事前に十分に協議し、保護者に事前に文書による同意を求めた。

木曜日の登園直後から月曜日の帰宅時までの5日間の測定を行う事にし、木曜9:00から月曜日15:00まで測定するようにセットした装置を、木曜日に登園した直後の子ども達の胸部中央に、専用の両面接着テープで貼り付けた。今回は、防水シートでの保護等は行わなかった。3歳児は9名、4歳児は21名、5歳児は20名の協力が得られた。

### 2-3 解析

データ解析及びソフトウェア、生活行動パラメータは基本的には前報と同様である。前報ではこれらのパラメータの値の統計解析を主としたが、今回は覚醒時の健康管理図<sup>3)</sup>や消費エネルギーの日内変動図を使用する事により、子ども達の行動をより具体的に把握し

て議論を行う事ができた。

#### 2-3-1 健康管理図<sup>3)</sup>

我々は、本装置を使用して静岡県の依頼による小学校の子ども達を対象とした「通学合宿」の効果評価も行って来た。その効果報告の過程で、子ども達の覚醒時と睡眠時を代表するパラメータとして、覚醒時は覚醒時最低皮膚温度と活動による消費エネルギー、睡眠時は睡眠時最低皮膚温度と姿勢変動回数の組を選択してプロットすれば、健康な子どものデータは平均値から $3\sigma$ (標準偏差)の範囲に分布し、データがこの範囲を外れる子どもにはそれなりの原因がある事を発見した。正木らは、この結果に基づき、この2組のプロットした図を、それぞれ覚醒時、睡眠時の「健康管理図」と呼ぶ事を提唱した<sup>3)</sup>。

覚醒時の健康管理図は、図1に示されるように横軸に覚醒時の最低皮膚温度、縦軸に活動による消費エネルギーをとる。基準となる平均値及び範囲を決定する $\sigma$ には、静岡の小学生の測定結果(登校日の測定値を“健康な状態”を示す値と考えて)から求めたものを使用している。3年度に亘る『通学合宿』の効果調査の為に測定された延べ512人の通学している“健康な小学生”のデータによるものである。グラフ全体をプロットするスケールは、縦横の $3\sigma$ より少し広い範囲とし、 $3\sigma$ 以内の範囲から外れるデータも表示できるようにしている。

#### 2-3-2 消費エネルギーの日内変動図

基本的な消費エネルギーは1分間毎に求めているが、複数のデータの比較を行う為にこれをそのまま使用すると煩雑になり、問題の発見が判りにくくなってしまう。従って、0時から24時までを48等分し、30分間毎に集積した消費エネルギーを求めて、消費エネルギーの日内変動図を描く事にした。

## 3. 結果と考察

### 3-1 データの選別

我々の関心は、3歳児から5歳児の生活行動パラメータの値の分布を知る事のみならず、日中の活動量と夜間の睡眠挙動、通園日と休日におけるこれらの相違、園での取り組み内容による相違等を把握する事であった。この為に、以後の解析に使用したデータは、100時間を超える全区間の測定が可能であった被験者のものに限定し、更に、装置が途中で外れていた時間帯が、睡眠・覚醒に影響を及ぼすものや、装置が外れ

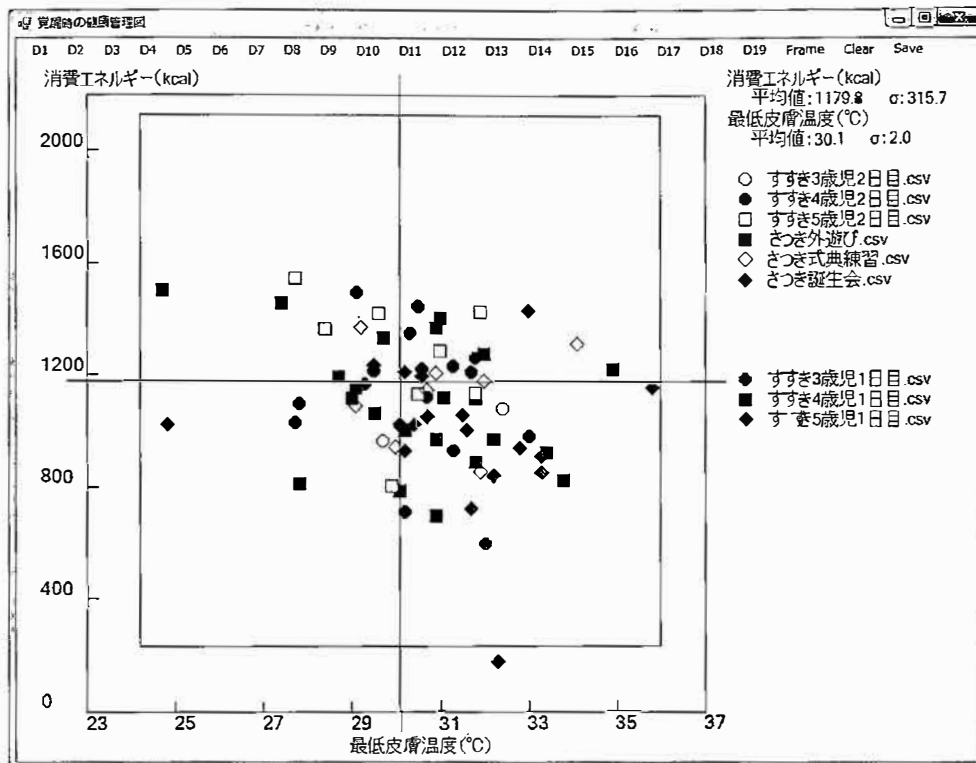


図1 幼稚園児 通園日の健康管理図(覚醒)

ていた時間の長さに覚醒時の活動量や睡眠時の姿勢変動挙動に影響を及ぼすもの(1覚醒或いは睡眠区間に90分以上)がある場合は除去した。また、データの状況から装置の異常が疑われるものも除外した。それでも、3歳児で3名、4歳児で13名、5歳児で8名のデータが解析に使用可能であった。途中で測定中止したものの測定時間も結構長く、装置改良のための装置不良による測定失敗の低減と、被験者負荷の低減の双方の効果が十分に発揮できたものと考えられる。

一方、単に装置を両面テープで接着したのみであるので、途中、装置の落下が頻発している。これらは活動の激しい時や睡眠時の姿勢転換によるものと考えられる。測定の途中終了は、3歳児で6名、4歳児で5名、5歳児で12名であった。これらは、落下時の衝撃によるものと思われる。今後はサージカルテープ等を使用した装置の落下防止の為の保護が必要である。

### 3-2 解析の区切り

我々が定めたデータ解析のルールでは、子ども達の生活実態と対応させる為に、覚醒時の生活行動パラメータは朝起きてから夜眠るまでのものとしている。同様に、睡眠時のパラメータは夜眠ってから次の日の朝起きるまでのものである。今回の測定は2008年6月19日の木曜日の午前9時から23日の月曜日の午後3時

までの5日間であった。このような場合、厳密には第1日目の覚醒時は朝起きてからのものではないので、破棄せざるを得ない。前報のさつき幼稚園の場合は、12時から測定を開始した為に、第2日目から第7日目までの議論をしている<sup>1)</sup>。(より良くデータを活かす為に、測定開始時を起点として24時間毎に解析を行う事を検討した事もあるが、園側からの要望もあり、活動と対応した議論の為に、このような方式に決定した。)

しかしながら、今回のケースでは、当時、すずき幼稚園は課題としてさまざまな“走る”事の研究に取り組んでおり、測定開始直後の木曜日の9時20分から幼稚園側が特に興味を寄せた『体育ローテーション』(サーキットトレーニングの様に園庭の体育施設でいろいろな運動を順番に行う)が行われた。この理由から、今回は1日目の覚醒時の消費エネルギー等も求め、解析に供しているが、2~3日目のものとは時間範囲が違う事を念頭に、別扱いで議論に使用している。

今後の測定においては、測定開始は興味がある日の前日の下園時に、測定終了は測定期間の最終日の登園直後にすべきである。

### 3-3 覚醒時の生活行動パラメータの性別・日間による相違

日毎の生活行動パラメータの記述統計量を表1(5歳男児, 4名), 表2(5歳女児, 4名), 表3(4歳男児, 6名), 表4(4歳女児, 7名), 表5(3歳男児, 2名)及び表6(3歳女児, 1名)に示す。これらの表中, 1日目は不完全ではあるが, 体育ローテーションを行った為に, 棄却しなかった特別な日であり, 次節で議論する。2日目が通常の通園日である金曜日, 3日目が土曜日, 4日目が日曜日である。(5日目の月曜日は, 覚醒時間から午後3時までの短い覚醒区間のみであり, 特に着目する園での活動も無かったので, ここでの解析には使用しなかった。)

5歳児, 4歳児において, 男女及び2~3日目を組み合わせた6つの群間の分散分析を行い, 有意(5%)であるものに関してはTukeyの多重比較を行った。

5歳児では消費エネルギーの値のみが6つの群間で差があり, 多重比較の結果, 表7に示す様に, 女児の土曜日(575.4 kcal), 日曜日(721.0 kcal)及び男児の土曜日(779.5 kcal)からなる低エネルギーグループ, 男女の金曜日(1374.8 kcal, 1156.0 kcal)及び男

児の日曜日(1045.7 kcal)からなる高エネルギーグループ, 更に女児の日曜日, 男児の土曜日・日曜日及び女児の金曜日からなる中エネルギーグループの3つの互いに有意差(5%)が無い等質グループに分かれる事が判明した。特に, 高, 低2つのグループ間には重複する群が無く, 明確に分かれる。

一方, 4歳児では分散分析で有意なものは, 覚醒時間の長さで消費エネルギーの2つであったが, 多重比較で有意差を示したのは覚醒時間が最短(10:44)で消費エネルギーが最小(792.5 kcal)の男児の日曜日と, 覚醒時間が最長(14:18)で消費エネルギーが最大(1240.0 kcal)の女児の金曜日間のみであり, 他の4群はこの両者とも有意差がなかった(表8, 表9)。日毎の区別は不明瞭である。

通園日である金曜日は消費エネルギーが大きく, 園が休みである土曜, 日曜は消費エネルギーが小さい傾向にあり, 特に5歳児では男女とも金曜日と土曜日の間に有意差がある。一方, 同一日の男女の間には有意差が見られない。

3歳児では解析に供する事ができたデータ数が少ない事と, 4歳児・5歳児で男女間に有意差が無い事か

表1 覚醒時のパラメータの記述統計量(5歳男児)

		5歳男児				
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	1	4	10:51	0:54	10:14	12:13
	2	4	14:09	1:04	13:32	15:46
	3	4	14:30	1:22	13:02	15:53
	4	4	14:49	1:19	13:48	16:36
	合計	16	13:35	1:57	10:14	16:36
覚醒時活動によるエネルギー消費量	1	4	899.8	126.5	725.7	1,026.9
	2	4	1,374.8	63.5	1,288.6	1,425.7
	3	4	779.5	131.2	625.4	944.7
	4	4	1,045.7	232.4	776.6	1,339.6
	合計	16	1,025.0	266.9	625.4	1,425.7
覚醒時平均皮膚温度	1	4	34.1	0.8	33.3	35.0
	2	4	33.8	0.7	32.9	34.6
	3	4	34.3	0.8	33.4	35.4
	4	4	34.2	0.8	33.4	35.2
	合計	16	34.1	0.7	32.9	35.4
覚醒時最高皮膚温度	1	4	36.9	1.5	35.1	38.7
	2	4	35.6	0.8	35.1	36.8
	3	4	35.7	0.6	35.2	36.5
	4	4	35.5	0.7	34.8	36.2
	合計	16	35.9	1.0	34.8	38.7
覚醒時最低皮膚温度	1	4	30.7	4.0	24.8	33.3
	2	4	30.2	1.5	28.4	31.9
	3	4	32.0	1.5	29.9	33.3
	4	4	32.0	0.7	31.3	32.9
	合計	16	31.2	2.2	24.8	33.3

表2 覚醒時のパラメータの記述統計量 (5歳女児)

		5歳女児				
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	1	4	12:16	0:32	11:46	13:00
	2	4	14:10	0:08	14:01	14:20
	3	4	13:13	0:22	12:54	13:38
	4	4	13:06	1:14	11:27	14:28
	合計	16	13:11	0:56	11:27	14:28
覚醒時活動によるエネルギー消費量	1	4	775.4	443.0	173.0	1,240.7
	2	4	1,156.0	301.7	807.2	1,544.0
	3	4	575.4	120.5	435.3	711.6
	4	4	721.0	222.3	485.5	1,019.9
	合計	16	806.9	345.3	173.0	1,544.0
覚醒時平均皮膚温度	1	4	33.7	1.3	31.9	35.0
	2	4	33.4	1.1	32.1	34.7
	3	4	33.9	1.1	32.3	34.8
	4	4	34.0	1.4	32.0	35.0
	合計	16	33.7	1.1	31.9	35.0
覚醒時最高皮膚温度	1	4	37.6	1.5	35.7	39.3
	2	4	34.7	1.1	33.2	35.8
	3	4	35.2	1.2	33.7	36.6
	4	4	35.3	1.3	33.8	36.9
	合計	16	35.7	1.6	33.2	39.3
覚醒時最低皮膚温度	1	4	31.8	1.6	29.5	33.3
	2	4	30.0	1.7	27.7	31.8
	3	4	32.1	1.3	30.8	33.5
	4	4	31.7	2.5	28.3	34.1
	合計	16	31.4	1.8	27.7	34.1

表3 覚醒時のパラメータの記述統計量 (4歳男児)

		4歳男児				
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	1	6	11:22	0:54	9:39	12:10
	2	6	14:18	0:41	13:31	15:18
	3	6	13:44	1:24	11:06	14:58
	4	6	12:50	1:13	10:33	14:01
	合計	24	13:03	1:31	9:39	15:18
覚醒時活動によるエネルギー消費量	1	6	1,046.1	249.8	791.4	1,504.3
	2	6	1,240.0	140.9	1,095.7	1,493.9
	3	6	934.5	247.7	713.0	1,372.9
	4	6	1,000.4	228.6	731.7	1,346.2
	合計	24	1,055.2	236.9	713.0	1,504.3
覚醒時平均皮膚温度	1	6	33.2	0.8	32.4	34.3
	2	6	33.0	1.0	31.3	34.1
	3	6	33.6	1.3	32.2	35.7
	4	6	33.6	1.3	32.4	35.9
	合計	24	33.3	1.1	31.3	35.9
覚醒時最高皮膚温度	1	6	36.7	2.0	34.0	39.6
	2	6	34.9	1.0	34.0	36.3
	3	6	35.1	1.5	33.2	37.4
	4	6	35.1	1.2	33.8	37.2
	合計	24	35.5	1.6	33.2	39.6
覚醒時最低皮膚温度	1	6	29.9	2.7	24.7	31.8
	2	6	30.2	1.5	27.8	31.8
	3	6	30.9	0.7	30.3	32.1
	4	6	30.8	1.5	28.2	32.4
	合計	24	30.5	1.7	24.7	32.4

表4 覚醒時のパラメータの記述統計量(4歳女児)

4歳女児						
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	1	7	11:34	0:34	10:41	12:15
	2	7	14:03	1:43	10:28	15:37
	3	7	13:37	0:55	12:01	14:52
	4	7	10:44	4:00	2:01	13:47
	合計	28	12:29	2:32	2:01	15:37
覚醒時活動によるエネルギー消費量	1	7	949.5	182.6	701.8	1,195.7
	2	7	1,107.2	154.0	929.8	1,350.9
	3	7	884.1	204.4	552.0	1,236.8
	4	7	792.5	313.9	180.9	1,139.5
	合計	28	933.3	239.9	180.9	1,350.9
覚醒時平均皮膚温度	1	7	33.6	1.6	30.7	35.7
	2	7	33.4	1.4	30.5	35.2
	3	7	33.9	1.7	30.8	35.9
	4	7	33.8	1.6	30.7	35.6
	合計	28	33.7	1.5	30.5	35.9
覚醒時最高皮膚温度	1	7	37.2	2.3	34.2	39.7
	2	7	35.0	1.3	32.4	36.5
	3	7	35.1	1.6	32.1	36.7
	4	7	35.6	1.8	32.0	37.4
	合計	28	35.7	1.9	32.0	39.7
覚醒時最低皮膚温度	1	7	30.4	2.4	27.8	33.8
	2	7	30.5	1.7	27.7	33.0
	3	7	32.1	2.1	29.0	34.6
	4	7	31.8	1.8	28.7	33.7
	合計	28	31.2	2.0	27.7	34.6

表5 覚醒時のパラメータの記述統計量(3歳男児)

3歳男児						
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	5	2	11:39	1:22	10:41	12:37
	6	2	14:53	0:09	14:47	15:00
	7	2	10:43	5:01	7:10	14:17
	8	2	13:40	1:55	12:18	15:02
	合計	8	12:44	2:44	7:10	15:02
覚醒時活動によるエネルギー消費量	5	2	943.2	322.0	715.5	1,170.9
	6	2	1,206.9	338.9	967.2	1,446.5
	7	2	964.6	738.0	442.7	1,486.4
	8	2	916.6	318.2	691.6	1,141.6
	合計	8	1,007.8	372.7	442.7	1,486.4
覚醒時平均皮膚温度	5	2	32.5	0.4	32.2	32.8
	6	2	32.4	0.4	32.1	32.7
	7	2	32.8	0.4	32.5	33.1
	8	2	34.0	0.4	33.7	34.2
	合計	8	32.9	0.7	32.1	34.2
覚醒時最高皮膚温度	5	2	36.5	1.4	35.5	37.5
	6	2	33.8	0.0	33.8	33.8
	7	2	35.2	0.3	35.0	35.4
	8	2	35.5	0.5	35.1	35.8
	合計	8	35.2	1.2	33.8	37.5
覚醒時最低皮膚温度	5	2	29.8	0.6	29.3	30.2
	6	2	30.1	0.6	29.7	30.5
	7	2	30.8	1.6	29.7	31.9
	8	2	32.2	1.1	31.4	33.0
	合計	8	30.7	1.3	29.3	33.0

表6 覚醒時のパラメータの記述統計量 (3歳女児)

		3歳女児				
		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
覚醒時間長さ	1	1	11:46			
	2	1	14:13			
	3	1	10:52			
	4	1	11:32			
	合計	4	12:05	1:27:52	10:52	14:13
覚醒時活動によるエネルギー消費量	1	1	598.9			
	2	1	1,078.8			
	3	1	496.1			
	4	1	720.8			
	合計	4	723.6	253.9	496.1	1,078.8
覚醒時平均皮膚温度	1	1	33.8			
	2	1	33.8			
	3	1	34.0			
	4	1	34.8			
	合計	4	34.1	0.4	33.8	34.8
覚醒時最高皮膚温度	1	1	35.8			
	2	1	36.6			
	3	1	35.2			
	4	1	35.9			
	合計	4	35.8	0.5	35.2	36.6
覚醒時最低皮膚温度	1	1	32.0			
	2	1	32.4			
	3	1	32.2			
	4	1	33.2			
	合計	4	32.4	0.5	32	33

表7 覚醒時活動による消費エネルギーに有意差の無い3つのデータ群の構成 (5歳児)

活動日	性別	$\alpha = .05$ のサブグループ		
		1	2	3
土曜日	女児	575.4		
日曜日	女児	721.0	721.0	
土曜日	男児	779.5	779.5	
日曜日	男児		1,045.7	1,045.7
金曜日	女児		1,156.0	1,156.0
金曜日	男児			1,374.8

表8 覚醒時間の長さには有意差の無い2つのデータ群の構成 (4歳児)

活動日	性別	$\alpha = .05$ のサブグループ	
		1	2
日曜日	男児	10:44	
日曜日	女児	12:50	12:50
土曜日	男児	13:37	13:37
土曜日	女児	13:44	13:44
金曜日	男児	14:03	14:03
金曜日	女児		14:18

ら、男女の区別をせずに日毎の相違を解析した。2~4日の3群で分散分析を行ったが、全てのパラメータで日毎で有意であるものは無かった。

3-4 通園日の消費エネルギーの分布、年齢依存性と幼稚園間比較

ここで用いられた小学生の健康管理図は小学生の通学日のデータより定められたものである。幼稚園児の通園時のデータをこの図上に表示する事により、小学生と対比する事も出来るし、データの分布挙動、その年齢依存性及び幼稚園間の挙動を比較する事もできる。図1は、ここで得られたすすき幼稚園の5歳児、4歳児及び3歳児の通園日である金曜日(2日目)、及

び、前報で紹介したさつき幼稚園の通園日である式典練習、誕生会及び外遊びの日を比較した覚醒時の健康管理図である。横軸は最低皮膚温度、縦軸は活動による消費エネルギーである。

面白い事に、すすき幼稚園の普通の通園日である調査第2日目の3歳児、4歳児、5歳児のデータの分布間の相違は殆ど認められない。更に、さつき幼稚園の5歳児の3日の通園日(外遊び、式典練習、誕生会)のデータの分布も同様である。実際に、これら6つのデータ群の最低皮膚温度と消費エネルギーに関して分散分析を行ったが、どちらにも有意差は無かった。

更に面白い事には、図1に示している健康管理図の

表9 覚醒時活動による消費エネルギーに有意差の無い2つのデータ群の構成(4歳児)

活動日	性別	$\alpha = .05$ のサブグループ	
		1	2
日曜日	男児	792.5	
土曜日	男児	884.1	884.1
土曜日	女児	934.5	934.5
日曜日	女児	1,000.4	1,000.4
金曜日	男児	1,107.2	1,107.2
金曜日	女児		1,240.0

枠は小学生のものであるにも拘わらず、これらの幼稚園児のデータは平均値より上の側に分布し、少なくとも消費エネルギーに関しては、3歳児から小学生までの分布が同様である可能性がある事を示唆している。この健康管理図を求めるのに使用した小学生のデータ群(N=512)とここに示した6つの群を一まとめにした群(N=51)間とで消費エネルギーと覚醒時最低皮膚温度に関して平均値の有意差検定を行ったが、消費エネルギーには有意差が無く、覚醒時皮膚温度は幼稚園児の方が有意に0.63℃高かった。勿論、この場合には、消費エネルギーではなく、元の定義に戻って活動量というべきかも知れない。

一方、一緒にプロットしたすすき幼稚園の1日目のデータは、他のデータより下側に位置している。この日の朝の体育ローテーションの存在にもかかわらず、覚醒直後からでは無く登園後の9時過ぎの測定開始時刻からと云う事で積算の時間範囲が短い為に、消費エネルギーが大きくならなかった事が予想される。また、登園までの消費エネルギーも無視できないことが

分かる。3-2節で指摘した測定スケジュール設定に関する注意が重要である事が判る。

### 3-5 通園日の消費エネルギーの日内変動の比較

図2、3はそれぞれすすき幼稚園5歳児の1日目と2日目の消費エネルギーの日内変動である。図2と3とを比較すれば、1日目に欠如している9時までの消費エネルギーの割合が結構大きい事が判る。

1日目の10時頃の100kcal程度の消費エネルギー量のピークが体操・ランニング・体育ローテーションである。この日は、この後食事を挟んで音楽関係の課業が続き、活動レベルは低い。その後の13時50分から手つなぎ鬼・なわとび大会・外遊びが14時頃の120kcal程度のピークを構成するものである。このあたりの活動挙動は一人を除いて良く揃っている。この一人は活動レベルが全般的に低く、体調が悪かったのかも知れない。14時40分の帰りの仕度以降は活動のばらつきが大きくなる。17時に150kcal程度の活動を示すものもある。

2日目は10時から12時にかけて最大値が200kcal程度になる大きく幅広いピークがある。これは準備体操・リトミックに引き続いた廊下・階段を走る事によるものである。雨天に活動させるための非日常的な幼稚園の対応が、子ども達の心を“お祭り状態”にし、大きな活動を引きだしたものであると思われる。13時頃を中心とした100kcal程度のピークが“室内遊び”と“外走り”によるものである。

すすき幼稚園は課業型の幼稚園である為に、皆揃った活動をする。従って、在園中の活動パターンやレベルは良く揃っているが、活動レベルが特に大きなもの

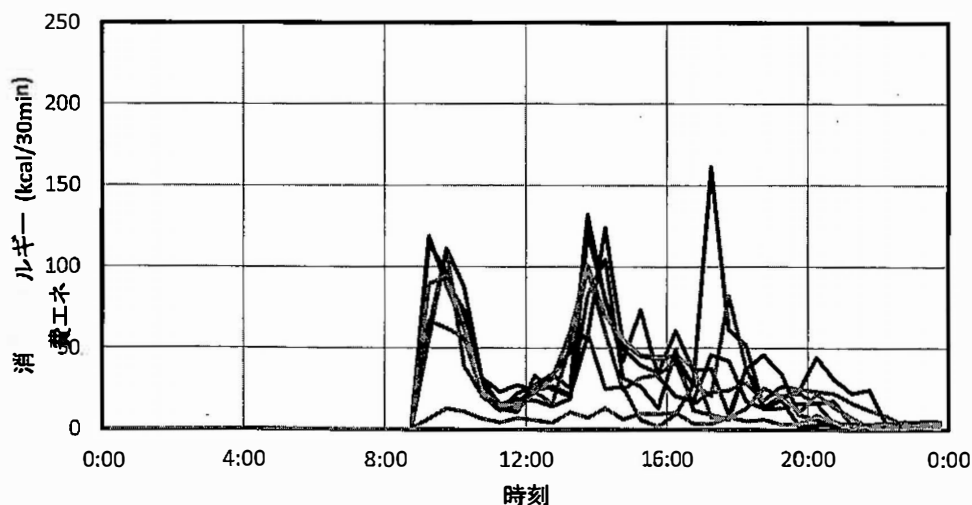


図2 すすき幼稚園5歳児 1日目(木曜日)のエネルギー消費の日内変動



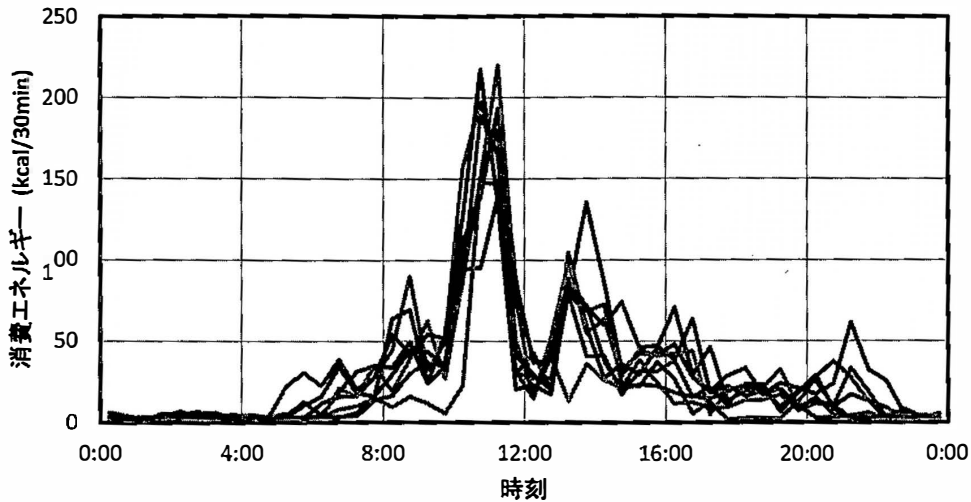


図3 すすき幼稚園5歳児 2日目(金曜日)のエネルギー消費の日内変動

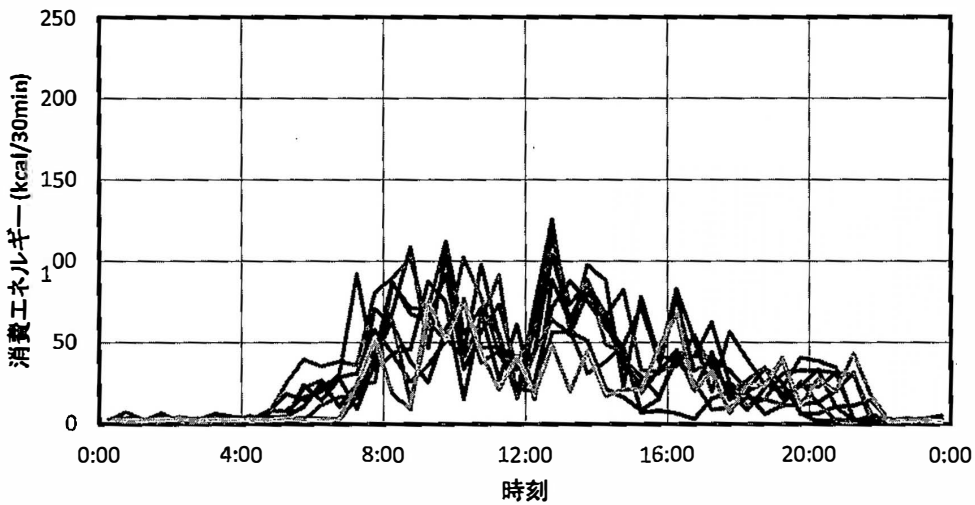


図4 さつき幼稚園5歳児 外遊びの日(通園日)のエネルギー消費の日内変動

や特に小さなものも存在する。他の年齢の子ども達の挙動も同様である。

図4にさつき幼稚園の5歳児の外遊びの日の消費エネルギーの日内変動を示す。“クラス”型でなくて『ホーム』型のさつき幼稚園の消費エネルギーのパターンは、すすき幼稚園のものとは大きく違い、皆が揃ったパターンを示さない。揃っている度合いが大きいのは午前9時半までの「じゃれつき遊び」の時間と食後の自由遊びの時間であるが、それでも皆が揃っている訳ではない。しかしながら面白いことは、いつも誰かが70 kcal～100 kcalレベル程度の活動を行っており、一日の総和ではすすき幼稚園の図2に示した運動量に匹敵する事である。

### 3-6 土・日の消費エネルギー、分布と性状

図5は、すすき幼稚園の3歳児、4歳児、5歳児及びさつき幼稚園児の土・日のデータを健康管理図に示し

たものである。消費エネルギーの分布の中心はかなり下にずれているが、中には大きな値を示すものもある。ここに示した8つのデータ群に関して、分散分析をおこなったが、有意差は全く無かった。

ここに示しているようなエネルギー消費の日内変動のデータの分布の特徴を確認する為に、比較的に大きな値から小さな値まで幅広く分布するすすき幼稚園5歳児の4日目(日曜日)の群のエネルギー消費の日内変動挙動をみてみよう(図6)。

土、日は活動が小さい為に、消費エネルギーの日内変動の基本曲線は小さい。基本曲線の形状は皆類似しており、まとまっている。この基本曲線に時折、大きな活動のピークが重畳する。勿論、この活動ピークの大きさ、位置、数は個人の生活挙動により大きく違う。この為に、この総和である図5に示す消費エネルギーのデータは幅広く分布する。他のデータ群も同様

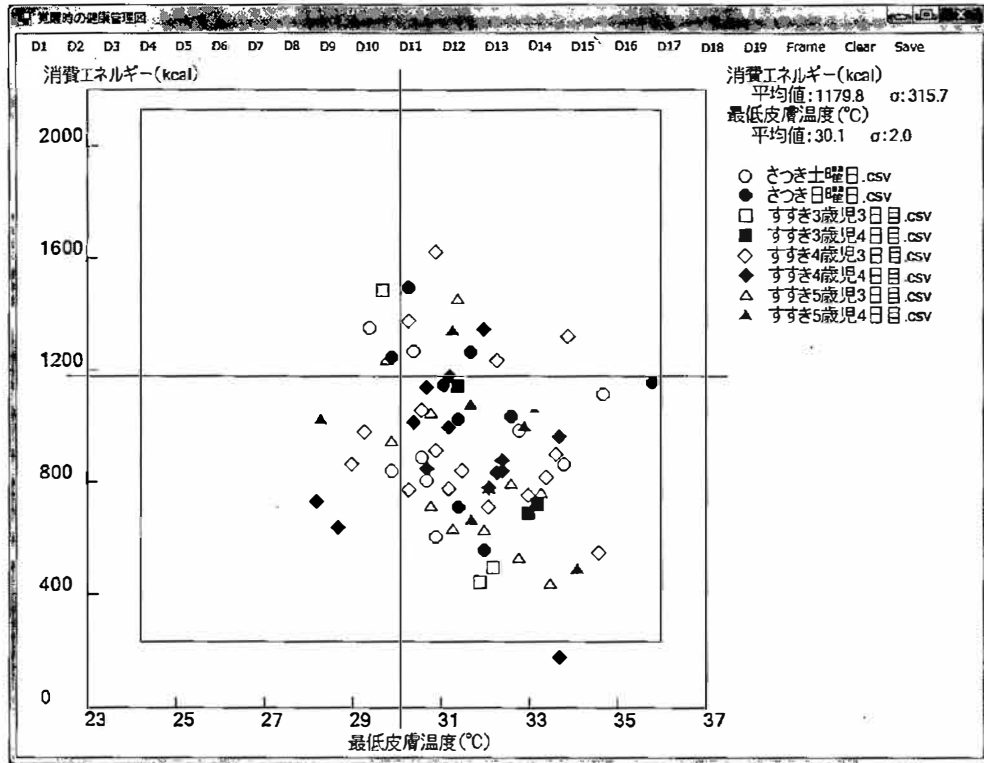


図5 幼稚園児 土, 日の健康管理図 (覚醒)

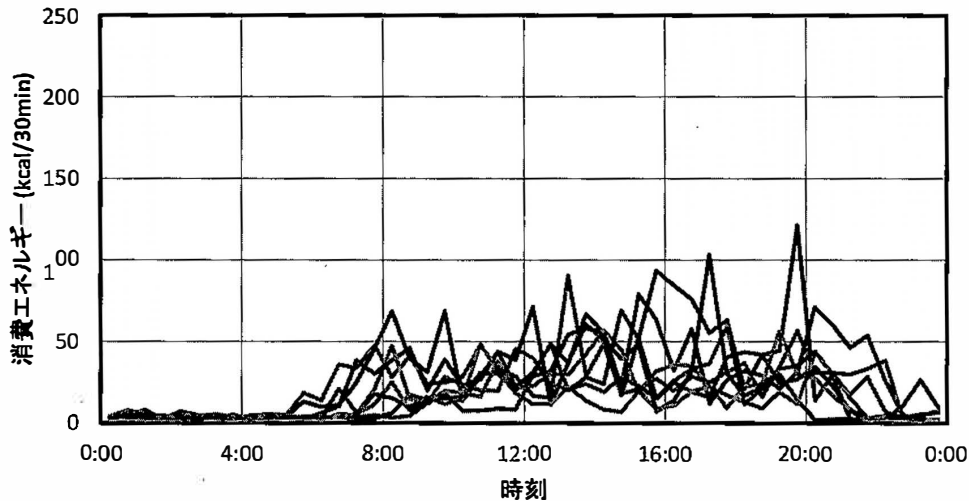


図6 すずき幼稚園5歳児 4日目(日曜日)のエネルギー消費の日内変動

であった。

3-7 さつき幼稚園の遠足の日

さつき幼稚園の子ども達の遠足の日に着目した健康管理図を図7に示す。1週間に亘る全データと遠足の日データのデータ, 及びIDが58, 22, 21番の子の1週間のデータを示している。遠足の日, 最大の消費エネルギーを示すのはID58番の子であるが, この子の他の日の消費エネルギーは決して大きい方で無く, むしろ小さい。

図8は, 遠足の日消費エネルギーの日内変動であ

る。遠足の往きと帰りは, 子ども達は揃って, 消費エネルギーの大きなピークを示している。しかし, 園に戻ってきて帰宅後の14時から16時の間に, 200kcal程度の大きなピークを示しているのが, 遠足の日最大の消費エネルギーを示したID58の子である。この消費エネルギーのピークは, 遠足の行き帰りの消費エネルギーのピークよりも大きく, すずき幼稚園側の室内走行や階段登りの消費エネルギーに匹敵する。16時過ぎにも大きな消費エネルギーのピークがある。これらの消費エネルギーのピークの存在が, ID58の子の消

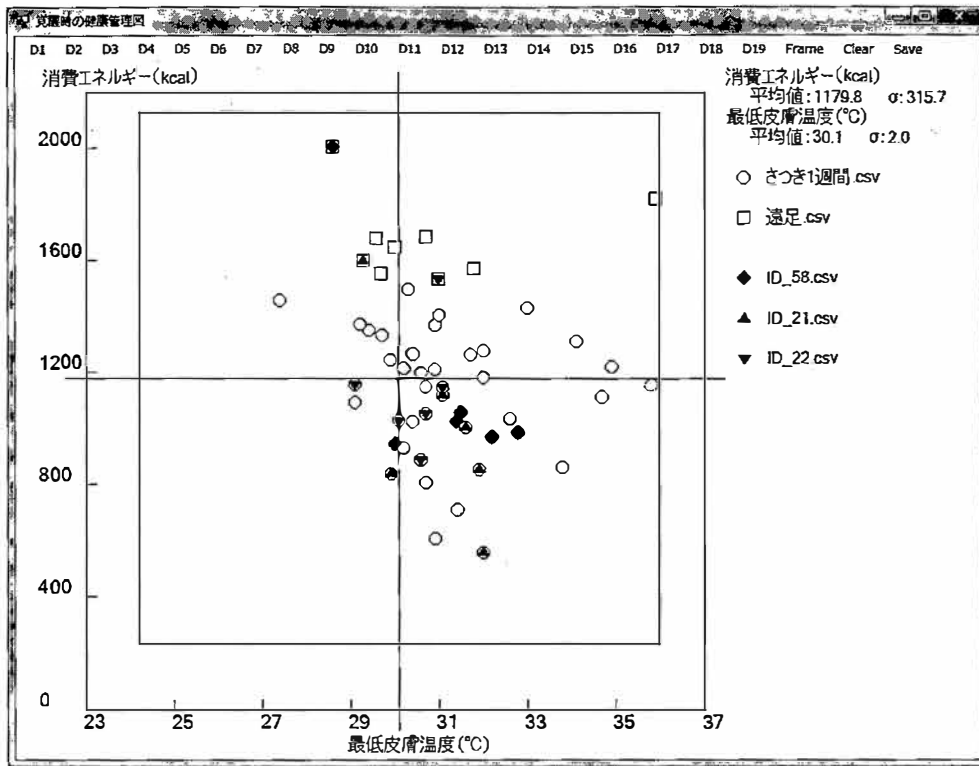


図7 遠足の日に着目したさつき幼稚園の子どもの健康管理図(覚醒)

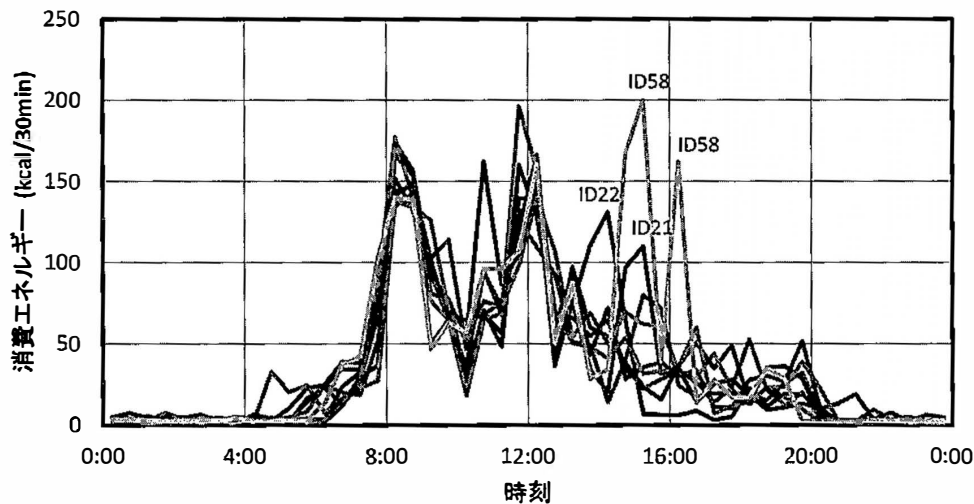


図8 さつき幼稚園 遠足の日消費エネルギーの日内変動

費エネルギーを大きくしている。

遠足から帰ってきた後に大きなピークを示すのは、ID58の子の他に、14時頃に130 kcalの幅広いピークを示すID22の子、及び14時から16時の間にID58の子に次いだピークを示すID21の子がいる。この2人の子どもは、これら遠足後のピークの分を加える事で他の子ども達と同レベルの消費エネルギーになっている。ところが、他の日の消費エネルギーは、ID58の子と同様に小さめである。

これらの事から、日頃の活動量の小さな子どもで

も、遠足の様に皆で揃って大きな活動をする事によって、“活動したい”という気持ちが呼び覚まされるとい事が考えられる。もしかしたら、ここに、活動量が小さめの子どもを、活動好きにし、適切に発達させる為の秘密があるのかも知れない。この秘密を探る為に、遠足の前後それぞれ1週間程度に亘る生活行動のモニタリングを是非行いたいと考えている。

### 3. まとめ

すつき幼稚園の5歳児・4歳児では、金曜日は消費

エネルギーが大きく、園が休みである土曜、日曜は消費エネルギーが小さい傾向にあり、特に5歳児では男女とも金曜日と土曜日の間に有意差があった。一方、同一日の男女の間には有意差が見られなかった。3歳児では解析に供する事ができたデータ数が少ない事と4歳児・5歳児で男女間に有意差が無い事から男女の区別をせず、金・土・日の3群で分散分析を行ったが、この3群の中でも差は無かった。

すすき幼稚園の普通の通園日の3歳児、4歳児、5歳児のデータの分布間の相違は殆ど認められなかった。更に、さつき幼稚園の5歳児の3日を加えた6つのデータ群の最低皮膚温度と消費エネルギーに関して分散分析を行ったが、どちらにも有意差は無かった。更に、小学生の通学日のデータ群 (N=512) とこの6つの群を一まとめにした群 (N=51) 間で消費エネル

ギーに関して平均値の有意差検定を行ったが有意差が無かった。

すすき幼稚園の3歳児、4歳児、5歳児、及びさつき幼稚園児の土・日の8つのデータ群の消費エネルギーに関して分散分析をおこなったが、有意差は全く無かった。

#### 参考文献

- 1) 白水重憲, 片山宗哲, 正木健雄: 幼稚園児の一週間モニタリング, 睡眠挙動と活動量. 全面発達の展開 1: 18-31, 2011.
- 2) 白水重憲: 子どもの歩行強度を長時間モニターする方法, 睡眠挙動と活動量. 全面発達の展開 1: 130-134, 2011.
- 3) 正木健雄: 子どもの健康管理図. 全面発達の展開 1: 155-161, 2011.

### Activities of kindergarten children

#### — Inter and intra days variation, age dependence and inter kindergarten difference

SHIGENORI SHIROUZU, SOTETSU KATAYAMA, TAKEO MASAKI

Using an improved waterproof very small and light temperature and acceleration measuring device, five days measurement of kindergarten children from 3 years old (YO) to 5 YO were performed at Susuki kindergarten at Shizuoka. Inter and intra days variation of life activity parameters, such as, energy expenditure (EE), were observed and their age dependence and inter kindergarten difference were discussed.

5 and 4 YO children of Susuki kindergarten showed large EE in Friday, and rather small EE in Saturday and Sunday, when there is no kindergarten. Especially, there were meaningful differences between Friday and Saturday in both 5 YO boys and girls. On the other hand, there were no difference between boys and girls in the same day, in all age and day. Based on this fact, we did not separated boys and girls in 3 YO children with few available data. There was no meaningful difference between 3 groups, Friday, Saturday and Sunday of 3 YO children.

The comparison of intra days variation of EE clarified that the difference in children's activity pattern of home style Satuki kindergarten and class style Susuki kindergarten.

**Key Words:** accelerometer, life activity monitoring, activity, inter days variation, age dependence