

定量的に解析することができるようになった。すなわち、将来、インターバル速歩以外の運動形態を導入しても、もしその運動がkcal/ min、表すことができれば、現在蓄積されつつあるデータベースを用いることが可能となる。

・医療費の削減効果を明らかにした点：従来、運動処方が予防医療に導入する際の最大の難点は、費用対効果の図式が明らかになっていないことである。我々は、年間6万円の予防医療へ投入することで、年間12-16万円の医療費が削減できることを明らかにした。これは1年間の運動処方介入で得られた結果であり、その継続効果を考えれば、より高いメリットが期待できる。すなわち、治療医療から予防医療への費用の流れが実証できた。

・健康食品、スポーツドリンクの効果が明らかになった点：従来、ダイエット食品、スポーツドリンクの効果判定を中高年を対象に実施するが困難であった。すなわち、この効果判定には、多人数の被験者を対象に、長期間のフォローが必要であるが、身体特性が明確な被験者の集団の確保が不可能であったからである。今後、同事業は、健康食品、健康機器のテストベッドとして用いられることが期待できる。

・水中、坂道におけるインターバル速歩が可能になった点：従来の携帯型カロリー計は、水平地のウォーキング適応で、登山など傾斜地では消費カロリーを正確に測定できなかった。したがって、傾斜地の多い地域では、インターバル速歩トレーニングをする場所が限られていた。本器の開発と量産によって、インターバ

ル速歩の実施可能場所が爆発的に拡大した。

## E. 結論

- 1) 健常者におけるインターバル速歩トレーニングの生活習慣病予防、介護予防における効果の1, 400名のデータベースについて、さらに1, 226人のデータを追加した。
- 2) インターバル速歩トレーニングは、要介護者、膝関節症患者、骨粗鬆症患者の治療にも有効であることが明らかとなった。
- 3) 水中インターバルウォーキングの有効性を示唆する結果を得た。
- 4) 若年者でも有効であり、大学の保健体育の事業で用いられる可能性がでてきた。
- 5) 本事業はダイエット食品、スポーツドリンクの効果の検証フィールドとして機能した。
- 6) 傾斜地でも正確にカロリーが正確に測定できる新型熱大メイトを開発した。
- 7) ふらつきを検証する新型熱大メイトを開発した。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Nemoto K, Genno H, Masuki S, Okazaki K, and Nose H: Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressur

e in middle-aged and older people. Mayo Clinic Proceedings, in press, 2007.

2) Masuki S, Eisenach JH, Johnson CP, Dietz NM, Benrud-Larson LM, Schrage WG, Curry TB, Sandroni P, Low PA and Joyner MJ. Excessive heart rate response to orthostatic stress in postural tachycardia syndrome is not caused by anxiety. J Appl Physiol 102, 2007 (in press).

## 2. 学会発表

- 1) Nemoto K, Genno H, Nose H. Walking regimen to increase aerobic capacity and thigh muscle strength for elderly people by accelerometry. The Experimental Biology 2006, 4.1-5, 2006, San Francisco. FASEB J, 20 (4), A383, 2006.
- 2) Masuki S, Johnson CP, Eisenach JH, Schrage WG, Dietz NM, Wilkins BW, Curry TB, Sandroni P, Low PA, Joyner MJ. Impaired baroreflex control during upright vs. supine exercise in postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS). The Experimental Biology 2006, 4.1-5, 2006, San Francisco. FASEB J, 20 (5), A1406, 2006.
- 3) Miyagawa K, Kamiyo Y, Goto M, Nose H: Enhanced sweating during exercise at 3200m is caused by increased esophageal temperature due to reduced skin blood flow by hypoxia. The Experimental Biology 2006, 4.1-5, 2006, San Francisco. FASEB J, 20

(5), A1244, 2006.

- 4) 森川真悠子、源野広和、能勢 博：「インターバル速歩」トレーニングが中高齢女性の骨密度に及ぼす影響：第61回日本体力医学会、神戸、9.24-26, 2006、体力科学55(6)：504, 2006.
- 5) 岡田芳幸、上條義一郎、後藤正樹、岡崎和伸、増木静江、能勢 博：歯周組織内の感覚受容器が咬合時の血圧調節に与える影響、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006、体力科学55：657, 2006.
- 6) 後藤 正樹、上條 義一郎、岡崎 和伸、増木 静江、宮川 健、能勢 博、持久性トレーニング時の蛋白質・糖質サプリメント摂取が体温調節に与える効果、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006、体力科学55：766, 2006. (平成18年度日本体力医学会・大塚スポーツ医・科学賞 特別賞 受賞論文)
- 7) 増木静江、能勢 博：大脳皮質活動の上昇は圧反射性血圧調節を抑制する、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006、体力科学55：664, 2006.
- 8) 上條義一郎、後藤正樹、岡崎和伸、岡田芳幸、能勢 博：暑熱負荷時の皮膚交感神経活動発火頻度(BF)の増加は低血液量により抑制されない。第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-9.26, 2006、体力科学55：756, 2006.
- 9) 丸岡 禎之、上條義一郎、後藤正樹、宮川 健、増木静江、能勢 博：中年の暑熱下糖質電解質溶液摂取が持久

力に与える効果、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006, 体力科学55: 828, 2006.

- 10) 長岩利幸、花岡正明、源野広和、能勢 博: インターバル速歩の効果予測のためのデータ解析システムの開発、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006, 体力科学55: 829, 2006.
- 11) 森川真悠子、源野広和、能勢 博: インターバル速歩トレーニングが中高年女性の骨密度に及ぼす影響、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006, 体力科学55: 830, 2006.
- 12) 下平博和、源野広和、能勢 博: 加速度計を用いた重心動揺簡易計測法の検討、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006, 体力科学55: 831, 2006.
- 13) 田邊愛子、源野広和、根本賢一、能勢 博: 若年者におけるインターバル速歩の効果、第61回日本体力医学会大会、神戸、9.24-26, 2006, 体力科学55: 832, 2006.
- 14) 上條義一郎: 暑熱負荷時の皮膚交感神経活動発火頻度(BF)の増加は低血液量により抑制されない、第2回体温調節・温度受容器研究会、岡崎、1.19-20, 2007.
- 15) 後藤 正樹: 持久性トレーニング時の蛋白質・糖質サプリメント摂取が体温調節に与える効果、第2回体温調

節・温度受容器研究会、岡崎、1.19-20, 2007.

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

- 1) 名称: 運動効果予測システム、運動効果予測プログラム、および、運動効果予測方法  
出願番号: 特願 2006-257706  
出願日: 平成18年9月22日  
発明者: 能勢 博、源野 広和、長岩 利幸
- 2) 名称: 加速度計を用いたふらつき評価方法、ふらつき評価用プログラム、および携帯型ふらつき簡易計測機  
出願番号: 特願 2006-256566  
出願日: 平成18年9月22日  
発明者: 能勢 博、源野 広和、下平 博和
- 3) 名称: 消費カロリー算出方法および携帯用消費カロリー測定装置  
出願番号: 特願 2007-60705  
出願日: 平成19年3月12日  
発明者: 能勢 博、源野 広和、山崎 敏明

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

表 1: 形態測定値の変化量 (50歳以上・全体)

項目	グループ	n	形態測定値の変化量			
			pre	post	差	p
体重 (kg)	Low group	120	45.0±0.3	44.1±0.3	-0.8±0.1	***
	Mid group	556	57.5±0.2	56.1±0.2	-1.5±0.1	***
	High group	123	74.2±0.5	72.0±0.6	-2.2±0.2	***
体脂肪率 (%)	Low group	131	19.0±0.2	18.1±0.3	-1.0±0.2	***
	Mid group	552	29.5±0.2	27.7±0.2	-1.8±0.1	***
	High group	115	40.7±0.4	37.8±0.5	-2.9±0.3	***
BMI	Low group	114	19.2±0.1	19.0±0.1	-0.2±0.1	*
	Mid group	567	23.5±0.1	23.0±0.1	-0.5±0.0	***
	High group	118	29.0±0.2	28.1±0.2	-0.9±0.1	***
最高血圧 (mmHg)	Low group	105	107.7±1.2	115.9±2.3	8.3±2.2	***
	Mid group	556	133.9±0.4	128.7±0.6	-5.2±0.5	***
	High group	99	160.9±1.1	145.8±1.3	-15.2±1.6	***
最低血圧 (mmHg)	Low group	99	63.2±0.4	69.6±0.9	6.4±0.9	***
	Mid group	535	78.1±0.3	75.7±0.4	-2.5±0.4	***
	High group	126	95.0±0.6	84.6±0.8	-10.3±0.8	***
腹囲 (cm)	Low group	55	72.8±0.5	73.1±0.8	0.3±0.6	n.s
	Mid group	232	86.9±0.3	84.1±0.4	-2.8±0.3	***
	High group	51	100.5±0.7	97.3±0.9	-3.2±0.7	***

n:該当するデータ数、pre,post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s有意差なし

表 2: 体力測定値の変化量 (50歳以上・全体)

項目	グループ	n	体力測定値の変化量			
			pre	post	差	p
伸展筋力 (N)	Low group	116	228.3±3.6	269.0±6.4	40.8±5.7	***
	Mid group	556	405.6±3.1	409.7±3.7	4.0±2.8	#
	High group	122	667.1±8.6	639.7±9.7	-27.4±6.7	***
屈曲筋力 (N)	Low group	112	131.6±2.0	162.8±4.2	31.1±4.4	***
	Mid group	567	217.2±1.5	217.9±2.0	0.7±1.6	n.s
	High group	115	343.1±3.7	323.7±4.3	-19.4±3.5	***
持久力レベル (ml/kg/min)	Low group	129	15.7±0.2	20.0±0.3	4.3±0.3	***
	Mid group	510	21.8±0.1	24.9±0.2	3.1±0.2	***
	High group	92	29.5±0.3	29.6±0.6	0.1±0.5	n.s

n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s有意差なし

表 3: 血液検査値の変化量 (50歳以上・全体)

項目	グループ	n	血液検査値の変化量			
			pre	post	差	p
Tcho (mg/dl)	Low group	113	163.4±1.3	172.1±2.3	8.8±1.9	***
	Mid group	557	214.2±0.8	214.0±1.2	-0.1±1.0	n.s
	High group	111	272.9±1.8	257.7±2.4	-15.2±2.2	***
HDL-C (mg/dl)	Low group	110	44.6±0.4	48.4±0.7	3.8±0.6	***
	Mid group	550	64.3±0.4	65.0±0.4	0.7±0.3	*
	High group	131	92.4±0.8	90.5±1.1	-1.9±0.8	*
LDL-C (mg/dl)	Low group	118	88.3±1.2	94.7±1.9	6.3±1.7	***
	Mid group	558	134.3±0.7	132.3±1.0	-2.0±0.9	*
	High group	115	186.5±1.6	173.4±2.5	-13.1±2.2	***
TG (mg/dl)	Low group	49	40.6±0.8	56.5±2.4	15.9±2.3	***
	Mid group	644	94.2±1.2	98.2±1.6	4.0±1.3	**
	High group	97	222.4±7.8	161.4±6.5	-60.9±9.5	***
血糖値 (mg/dl)	Low group	22	78.6±1.5	84.5±2.2	6.0±2.7	*
	Mid group	670	100.9±0.4	97.8±0.4	-3.1±0.3	***
	High group	64	159.3±4.5	145.6±4.1	-13.8±3.0	***

n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

表 4: 形態測定値の変化量 (50歳以上・男性)

項目	グループ	n	形態測定値の変化量			
			pre	post	差	p
体重 (kg)	Low group	37	51.0±0.7	50.5±0.9	-0.5±0.6	n.s
	Mid group	165	64.4±0.4	62.8±0.4	-1.6±0.2	***
	High group	41	77.7±0.6	75.3±0.8	-2.5±0.4	***
体脂肪率 (%)	Low group	39	15.9±0.3	15.6±0.5	-0.3±0.4	n.s
	Mid group	162	23.4±0.2	21.6±0.3	-1.8±0.2	***
	High group	41	31.1±0.5	26.5±0.6	-4.6±0.5	***
BMI	Low group	40	19.7±0.2	19.7±0.2	0.0±0.2	n.s
	Mid group	166	24.1±0.1	23.6±0.1	-0.5±0.1	***
	High group	36	28.4±0.3	27.4±0.3	-1.0±0.2	***
最高血圧 (mmHg)	Low group	43	112.7±1.1	118.4±1.8	5.8±1.8	**
	Mid group	155	138.5±0.6	130.8±1.0	-7.8±1.0	***
	High group	34	165.1±1.5	148.8±2.0	-16.3±2.1	***
最低血圧 (mmHg)	Low group	25	63.4±0.9	70.2±1.3	6.7±1.4	***
	Mid group	180	80.7±0.5	77.5±0.7	-3.2±0.7	***
	High group	27	101.0±1.4	86.0±1.7	-15.0±1.2	***
腹囲 (cm)	Low group	14	72.8±1.0	72.5±0.9	-0.3±0.6	n.s
	Mid group	64	85.0±0.5	84.7±0.6	-0.4±0.4	n.s
	High group	15	98.2±1.0	96.8±1.4	-1.4±0.7	#

n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

表 5: 体力測定値の変化量 (50歳以上・男性)

項目	グループ	n	体力測定値の変化量			
			pre	post	差	p
伸展筋力 (N)	Low group	35	299.1±8.5	343.5±13.5	44.4±10.4	***
	Mid group	169	522.9±6.9	522.4±7.8	-0.6±5.4	n.s
	High group	35	793.7±12.4	744.6±16.3	-49.1±14.9	**
屈曲筋力 (N)	Low group	39	179.7±4.7	210.8±8.8	31.2±8.9	**
	Mid group	157	279.5±3.0	274.2±3.9	-5.3±3.3	#
	High group	43	382.0±5.2	353.2±6.2	-28.8±6.0	***
持久カレベル (ml/kg/min)	Low group	32	15.2±0.2	19.6±0.7	4.5±0.7	***
	Mid group	152	20.5±0.2	23.7±0.3	3.3±0.3	***
	High group	32	28.7±0.5	28.3±0.8	-0.3±0.5	n.s

n:該当するデータ数、pre,post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし



表 6: 血液検査値の変化量 (50歳以上・男性)

項目	グループ	n	血液検査値の変化量			
			pre	post	差	p
Tcho (mg/dl)	Low group	36	154.2±2.3	159.8±3.4	5.6±3.0	#
	Mid group	165	202.4±1.5	201.9±2.0	-0.4±1.5	n.s
	High group	34	257.1±2.8	244.6±5.7	-12.5±4.8	*
HDL-C (mg/dl)	Low group	40	42.5±0.4	46.8±1.2	4.4±1.1	***
	Mid group	158	58.6±0.5	60.6±0.7	2.0±0.6	***
	High group	38	83.8±1.5	79.7±1.6	-4.2±1.4	**
LDL-C (mg/dl)	Low group	38	81.1±2.4	88.7±3.3	7.6±2.5	**
	Mid group	159	127.0±1.3	122.3±1.6	-4.6±1.2	***
	High group	39	177.7±1.7	170.1±4.2	-7.6±3.9	#
TG (mg/dl)	Low group	5	35.2±1.8	51.8±6.5	16.6±5.6	*
	Mid group	208	101.8±2.4	106.3±3.3	4.5±2.8	#
	High group	22	274.5±28.7	153.7±14.3	-120.8±29.9	***
血糖値 (mg/dl)	Low group	21	86.4±1.4	91.5±2.6	5.1±2.2	*
	Mid group	185	102.4±0.5	99.0±0.5	-3.4±0.4	***
	High group	28	140.6±5.7	130.8±4.9	-9.8±2.5	***

n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

表 7: 形態測定値の変化量 (50歳以上・女性)

項目	グループ	n	形態測定値の変化量			
			pre	post	差	p
体重 (kg)	Low group	78	43.7±0.3	43.1±0.3	-0.6±0.1	***
	Mid group	399	54.8±0.2	53.4±0.2	-1.5±0.1	***
	High group	79	69.9±0.8	67.8±0.9	-2.1±0.3	***
体脂肪率 (%)	Low group	80	22.6±0.3	21.6±0.4	-1.0±0.3	***
	Mid group	397	31.8±0.2	30.2±0.2	-1.6±0.1	***
	High group	79	42.2±0.5	39.3±0.6	-2.9±0.4	***
BMI	Low group	75	19.0±0.1	18.8±0.1	-0.2±0.1	***
	Mid group	400	23.3±0.1	22.8±0.1	-0.5±0.0	***
	High group	82	29.2±0.3	28.4±0.3	-0.8±0.1	***
最高血圧 (mmHg)	Low group	81	107.7±0.7	115.9±1.4	8.2±1.4	***
	Mid group	374	132.5±0.4	127.7±0.7	-4.8±0.7	***
	High group	73	157.3±1.3	145.2±1.7	-12.2±2.2	***
最低血圧 (mmHg)	Low group	74	63.1±0.4	69.4±1.1	6.4±1.1	***
	Mid group	359	77.2±0.3	75.2±0.5	-2.0±0.5	***
	High group	95	92.7±0.6	83.0±1.0	-9.7±0.9	***
腹囲 (cm)	Low group	40	72.7±0.6	73.2±1.0	0.5±0.8	n.s
	Mid group	172	87.8±0.4	84.1±0.5	-3.7±0.3	***
	High group	33	101.6±0.9	97.2±1.3	-4.3±0.8	***

n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

表 8 : 体力測定値の変化量 (50歳以上・女性)

項目	グループ	n	体力測定値の変化量			
			pre	post	差	p
伸展筋力 (N)	Low group	93	221.4±3.9	260.2±7.0	38.9±6.6	***
	Mid group	372	370.9±2.8	377.2±3.8	6.3±3.3	#
	High group	90	535.4±5.7	512.6±8.7	-22.9±6.7	**
屈曲筋力 (N)	Low group	83	125.9±2.3	160.3±4.6	34.5±4.8	***
	Mid group	393	198.7±1.3	199.5±2.0	0.8±1.9	n.s
	High group	79	272.1±2.8	263.4±4.9	-8.7±4.1	*
持久カレベル (ml/Kg/min)	Low group	70	15.4±0.3	19.8±0.5	4.4±0.5	***
	Mid group	375	21.8±0.1	25.1±0.2	3.3±0.2	***
	High group	70	29.4±0.3	29.5±0.7	0.1±0.7	n.s

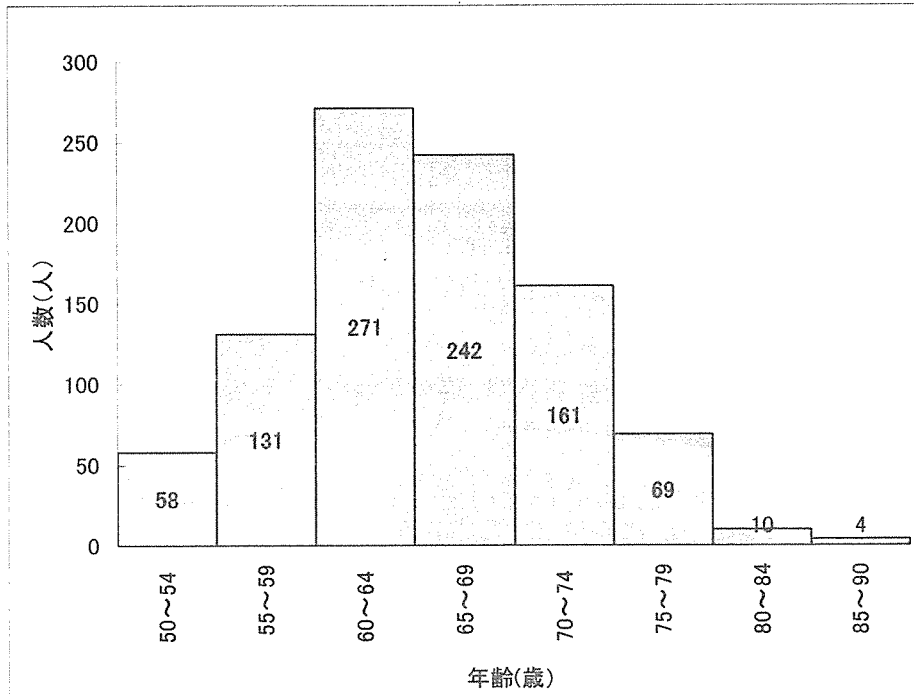
n:該当するデータ数、pre,post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

表 9: 血液検査値の変化量 (50歳以上・女性)

項目	グループ	n	血液検査値の変化量			
			pre	post	差	p
Tcho (mg/dl)	Low group	85	171.3±1.5	181.5±3.0	10.2±2.7	***
	Mid group	383	219.6±0.9	220.1±1.4	0.4±1.2	n.s
	High group	78	278.0±2.2	258.6±2.9	-19.4±2.5	***
HDL-C (mg/dl)	Low group	92	47.9±0.5	51.1±0.9	3.2±0.7	***
	Mid group	371	67.7±0.4	67.6±0.5	0.0±0.4	n.s
	High group	92	94.6±0.9	94.2±1.3	-0.4±0.9	n.s
LDL-C (mg/dl)	Low group	84	93.3±1.3	99.2±2.5	5.8±2.3	*
	Mid group	392	137.2±0.8	136.1±1.2	-1.1±1.1	n.s
	High group	79	189.8±2.2	174.6±3.2	-15.2±2.7	***
TG (mg/dl)	Low group	49	42.3±0.9	56.9±2.3	14.6±2.2	***
	Mid group	432	91.7±1.4	94.3±1.8	2.6±1.5	#
	High group	74	204.9±4.7	167.8±7.2	-37.1±8.2	***
血糖値 (mg/dl)	Low group	9	74.0±2.9	82.2±3.5	8.2±5.3	#
	Mid group	474	99.5±0.4	96.6±0.4	-2.9±0.3	***
	High group	39	164.8±6.8	151.8±5.8	-13.0±3.7	**

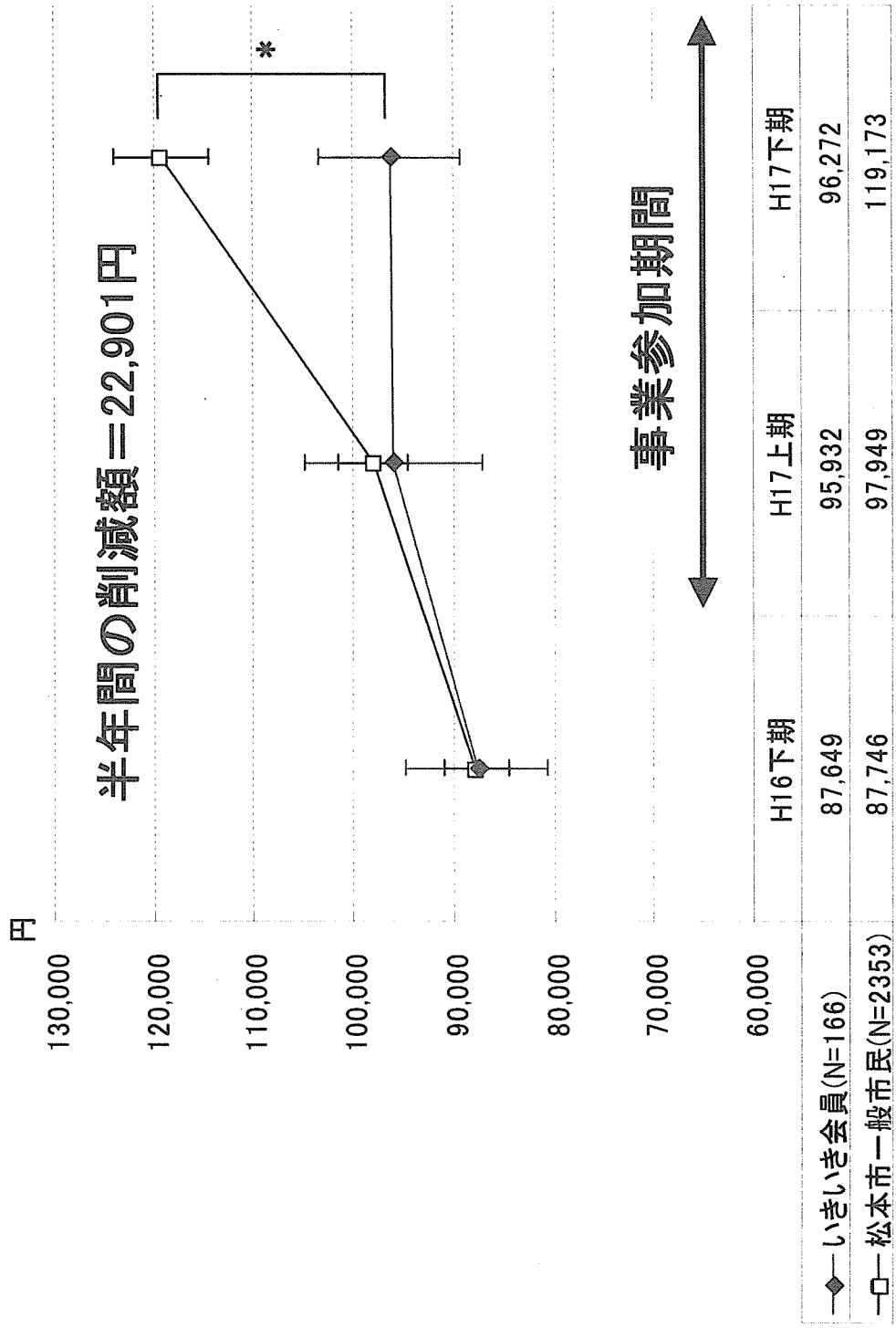
n: 該当するデータ数、pre, post: mean±SE、\*\*\* p<0.001、\*\* p<0.01、\* p<0.05、n.s 有意差なし

図1 参加者の概要 (計946名、男性283名、女性663名)  
平均年齢 65.1±0.2歳



【トレーニング量】		男性 (n=283)	女性 (n=663)	全体 (n=946)
平均年齢		67.7±0.4	64.0±0.2	65.0±0.3
歩行時間 (分/日)	速歩	27.1±0.9	22.3±0.4	23.7±0.4
	普通	29.9±1.7	26.7±1.2	27.4±1.0
エネルギー消費量 (kcal/日)	速歩	118.1±4.6	84.2±1.9	94.0±1.9
	普通	59.5±2.6	46.9±1.3	50.4±1.2
ウォーキング実施率		0.54±0.01	0.51±0.01	0.52±0.01
運動量(分/週)		110.6±5.5	85.2±2.4	93.0±2.4

図2: 医療費の変化(会員と一般市民の比較)



## インターバル速歩の効果予測システムの開発

分担研究者 山崎 敏明 キッセイコムテック株式会社  
(信州大学大学院医学研究科・博士課程3年)

研究協力者 長岩 利幸 キッセイウェルコム株式会社  
(信州大学大学院医学研究科・修士課程2年)

**研究要旨** 熟年体育大学のデータベースを活用してインターバル速歩の効果予測を行うシステムを開発した。熟年体育大学のデータベースに蓄積されている平成17年度以前の入学者のデータを対象にして、5ヶ月間のインターバル速歩トレーニングの前後の測定値に有意な差があり、さらに運動量と変化量の間に関連があった項目の回帰式を予測式とした。この予測式を平成18年度の入学者に適用し、トレーニング後の予測値と実測値の比較を行い予測式の精度を確認した。これにより、「どのような属性の人が、どれだけのインターバル速歩を行えば、どれほどの効果があるか」を予測することが可能になった。

### A. 研究目的

熟年体育大学では、運動量計測器「熟大メイト」を利用して個人の体力レベルの把握およびこれに基づく個別運動処方を実践している。すなわち、最大体力の70%以上の歩行と通常の歩行を交互に繰り返す「インターバル速歩」トレーニングである。

インターバル速歩によるトレーニング量の測定結果は他の健康関連データと共に遠隔型個別運動処方システム「e-ヘルスプロモーションシステム」に送られ、大規模なデータベースが構築されている。そして、このデータを解析することで、

インターバル速歩トレーニングが生活習慣病関連指標、介護予防関連指標の改善に効果があることが実証されている。

本研究の目的は、これをさらに推し進めてインターバル速歩の効果を定量的に予測することである。すなわち、データベースに蓄積されているデータを解析し「どのような属性の人が、どれだけのインターバル速歩を行えば、どれほどの効果があるか」の予測式を確立することである。このインターバル速歩の効果予測を用いて熟年体育大学の参加者に目標意識を持たせ運動継続の動機付けにすることや、個人属性に基づいてより効果的な

指導が可能になると考えられる。

## B. 研究方法

本研究では、熟年体育大学のデータベースを活用してインターバル速歩の効果予測を行うことを目的として「データマイニング」の知識発見プロセスに従って研究を進めた。知識発見プロセスとは、「データ選択」で対象とするデータを選び出し、「データ前処理」でデータの欠損や入力間違いなどを修正し、「データ変換」でデータマイニングに適したデータ形式に変換し、次に「データマイニング」で得られたパターンを「解釈・評価」し、新しい知識を発見するプロセスである。本研究ではこのプロセスに則して、(1)データマイニングに適したデータベースの構築（データ選択，データ前処理，データ変換），(2)インターバル速歩の効果予測ルールの作成（データマイニング，解釈・評価），(3)効果予測システムの開発，の3つのプロセスで研究を進め，最後に(4)効果予測システムの予測精度評価を行った。

### (1)データマイニングに適したデータベースの構築

データマイニング用として、熟年体育大学のデータベースに蓄積されているデータの中から平成17年度以前に入学し途中脱落することなくトレーニングを継続し、5ヶ月間のトレーニング期間の前後に行われた体力測定を両方とも受けた者で、他の治験研究に参加していない912名（年齢 $56.1 \pm 17.1$ 歳，男性351名，女性561名）の被験者のデータを対象とした。

### (2)インターバル速歩の効果予測ルールの作成

まず、効果予測ルールを作成するために初期属性の層別化を行った。層別化はインターバル速歩トレーニング実施前の測定値の平均値と標準偏差を用いて、

- ・平均より低い群（Low group）
- ・平均的な群（Mid group）
- ・平均より高い群（High group）

の3つのグループに分け（図1参照），さらに性別（男，女），年齢（50歳未満，50歳以上）に層別化した。

効果の予測には、速歩運動量とその効果の因果関係を線形回帰分析により求めた。すなわち、各層別群に対してインターバル速歩トレーニング実施前後の測定値の平均変化量に有意差があるかどうかを調べ（paired t-test,  $p < 0.05$ ），有意な差がある場合には速歩運動量（週平均速歩時間）と測定値の変化量の線形単回帰分析を行い，有意な相関がある場合この回帰式を予測式とした。

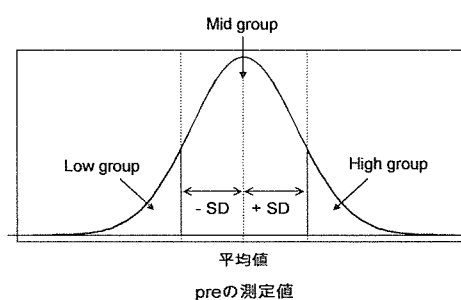


図1 初期属性の階層化

### (3)効果予測システムの開発

上述の方法により決定した予測式を組み込んだ効果予測システムは、リレーショナルデータベース管理ソフトウェア「M



S-ACCESS」(Microsoft社)および統計解析ソフトウェア「R」(オープンソースソフトウェア)を用いて開発した。

効果予測システムの機能は次の通りである。

①入力機能：性別、年齢、初期測定値、目標運動量または目標効果の入力を受け付ける。目標運動量が入力された場合は、効果を予測し、目標効果が入力された場合は運動量を予測する。

②層別化機能：入力された性別、年齢に該当するデータをデータベースから抽出し、Low, Mid, Highの3つのグループに層別化する。

③予測式生成機能：層別化機能で特定されたグループの予測式を生成する。

④予測機能：入力された目標運動量に対する予測値(予測値±信頼区間60%)、または効果目標に対する必要運動量を予測式を用いて計算する。

⑤結果出力機能：予測された結果を出力する。

このように、効果予測システムは入力された個人の属性からの対象データの抽出とそこからの予測式の導出を動的に行うため、データベースが更新されてもプログラムを修正する必要がなく、常に最新のデータを用いて効果予測をすることができる。

#### (4)効果予測システムの予測精度評価

予測式を決定した被験者群とは異なる被験者、すなわち平成18年度に熟年体育大学に入学し、5ヶ月間のトレーニング期間の前後の測定結果(携帯測定、血液検査、体力測定)がすべて揃っている50歳

以上の93名(男性24名、女性69名)のデータを用いて効果予測システムの予測精度を検証した。

### C. 研究結果

本研究において予測式の導出に用いた対象者のトレーニング状況を表1に、熟年体育大学における測定項目を表2に示す。

表1 トレーニング実施状況 (mean±SE)

トレーニング実施期間(週)		18.62±0.10
ウォーキング実施率		0.43±0.01
歩行時間(分/日)	速歩	20.38±0.49
	普通	26.38±1.02
エネルギー消費量(kcal/日)	速歩	87.11±2.30
	普通	51.14±1.36

表2 測定項目

分類	項目
形態測定	体重[kg], 体脂肪率[%], BMI, 最高血圧[mmHg], 最低血圧[mmHg], 腹囲[cm]
血液検査	T-Chol[mg/dl], HDL-C[mg/dl], LDL-C[mg/dl], TG[mg/dl], 血糖値(空腹時)[mg/dl], HbA1c[%], 動脈硬化指数
体力測定	伸展筋力[N], 屈曲筋力[N], 筋力推定値, 持久力レベル, 持久力指標

インターバル速歩の効果予測の一例として図2に50歳以上の女性のBMI値の変化を示す。中段はLow, Mid, Highの3つのグループそれぞれのトレーニング期間の前後のBMI値の変化を示している。いずれのグループも有意な変化を認めている。そして、下段は、速歩時間とBMIの変化量の回帰分析の結果を表している。いずれのグループも相関関係を認めこれらの回帰式を予測式として採用できることがわかる。

表3から表14にすべての測定項目についての予測式を示す。

これらの予測式を実装した効果予測シ

システムの画面例を図3に示す。

効果予測システムの予測精度の検証に用いたデータの各グループの分布状況を表15, 表16, 表17に示す。また, 表18, 表19, 表20にそれぞれ形態測定項目, 血液検査項目, 体力測定項目の予測値と実測値の相関係数, p値を示す。体力測定の持久力指標と女性の筋力推定値以外の項目では有意な相関が認められ予測式の精度が確かめられた。

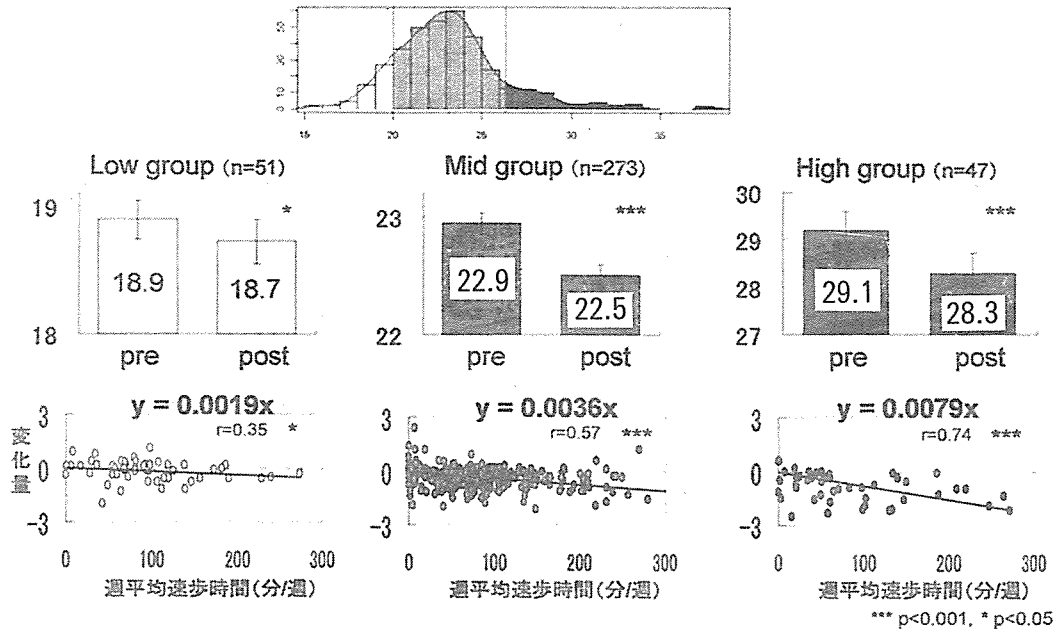


図2 BMI予測式の導出例(50歳以上・女性)

表3 歩歩時間と形態測定項目の変化量および予測式(50歳以上・男性)

項目	グループ	n	形態測定項目の変化量				歩歩時間(週平均歩歩時間)(X)と差(post-pre)(y)との関係		
			pre	post	差	p	予測式	r	p
体重(kg)	Low group (pre<=56.04)	27	50.91±0.87	51.61±1.06	0.70	n.s	-	0.03	n.s
	Mid group (56.04<pre<74.14)	155	64.86±0.42	63.79±0.41	-1.06	***	$y = -0.0075 * X$	0.54	***
	High group (74.14<=pre)	28	80.04±0.99	78.67±1.29	-1.38	*	$y = -0.139 * X$	0.51	**
体脂肪率(%)	Low group (pre<=18.33)	32	16.03±0.35	17.64±0.67	1.61	*	-	0.08	n.s
	Mid group (18.33<pre<28.28)	138	23.04±0.21	21.96±0.28	-1.08	***	$y = -0.0086 * X$	0.46	***
	High group (28.28<=pre)	34	31.22±0.43	27.71±0.91	-3.50	***	$y = -0.0216 * X$	0.70	***
BMI	Low group (pre<=21.16)	33	19.94±0.19	20.27±0.27	0.33	n.s	-	0.03	n.s
	Mid group (21.16<pre<26.46)	143	23.81±0.12	23.41±0.12	-0.40	***	$y = -0.0030 * X$	0.59	***
	High group (26.46<=pre)	29	28.21±0.28	27.37±0.39	-0.87	**	$y = -0.0056 * X$	0.57	**
最高血圧(mmHg)	Low group (pre<=121.34)	32	112.84±1.18	119.69±2.27	6.84	**	$y = 0.0396 * X$	0.38	*
	Mid group (121.34<pre<155.38)	138	138.69±0.71	131.28±1.15	-7.41	***	$y = -0.0409 * X$	0.42	***
	High group (155.38<=pre)	26	168.04±1.66	146.96±2.62	-21.08	***	$y = -0.0867 * X$	0.61	***
最低血圧(mmHg)	Low group (pre<=70.75)	34	65.94±0.82	71.88±1.26	5.94	***	$y = 0.0242 * X$	0.37	***
	Mid group (70.75<pre<92.73)	136	82.20±0.49	78.82±0.80	-3.38	***	$y = -0.0251 * X$	0.42	***
	High group (92.73<=pre)	26	100.00±1.32	86.00±1.80	-14.00	***	$y = -0.0897 * X$	0.78	***
腹囲(cm)	Low group (pre<=78.77)	3	74.33±1.67	75.00±2.00	0.67	n.s	-	0.40	n.s
	Mid group (78.77<pre<93.39)	20	85.90±0.95	84.10±0.69	-1.80	*	$y = -0.0248 * X$	0.50	*
	High group (93.39<=pre)	3	99.00±3.21	95.33±3.53	-3.67	**	-	0.73	n.s

n: 該当する参加者数, pre, post: mean±SE, \*\*\*p<0.001, \*\*p<0.01, \*p<0.05, n.s 有意差なし, r: 相関係数

表4 速歩時間と形態測定項目の変化量および予測式(50歳以上・女性)

項目	グループ	n	形態測定項目の変化量				速歩時間(週平均速歩時間)(X)と差(post-pre)(y)との関係		
			pre	post	差	p	予測式	r	p
体重(kg)	Low group (pre<=46.33)	52	43.27±0.39	42.82±0.35	-0.45	**	y = -0.0061 * X	0.53	***
	Mid group (46.33<pre<62.29)	291	54.01±0.26	52.98±0.26	-1.03	***	y = -0.0083 * X	0.55	***
	High group (62.29<=pre)	43	69.70±1.05	67.74±1.15	-1.95	***	y = -0.0181 * X	0.67	***
体脂肪率(%)	Low group (pre<=24.43)	55	21.82±0.32	21.84±0.45	0.01	n.s.	--	0.23	n.s.
	Mid group (24.43<pre<36.96)	278	30.48±0.19	29.18±0.23	-1.30	***	y = -0.0121 * X	0.49	***
	High group (36.96<=pre)	48	42.11±0.74	39.80±0.92	-2.30	***	y = -0.0258 * X	0.62	***
BMI	Low group (pre<=20.01)	51	18.89±0.15	18.72±0.17	-0.17	*	y = -0.0019 * X	0.35	*
	Mid group (20.01<pre<26.34)	273	22.94±0.09	22.50±0.10	-0.44	***	y = -0.0036 * X	0.57	***
	High group (26.34<=pre)	47	29.21±0.40	28.29±0.44	-0.91	***	y = -0.0079 * X	0.74	***
最高血圧(mmHg)	Low group (pre<=113.09)	133	105.23±0.52	110.86±1.01	5.63	***	y = -0.0545 * X	0.41	***
	Mid group (113.09<pre<148.77)	490	131.88±0.43	127.91±0.63	-3.96	***	y = -0.0331 * X	0.27	***
	High group (148.77<=pre)	104	159.32±0.98	145.47±1.33	-13.85	***	y = -0.0659 * X	0.48	***
最低血圧(mmHg)	Low group (pre<=68.05)	62	63.50±0.56	70.35±1.23	6.85	***	y = 0.0479 * X	0.41	***
	Mid group (68.05<pre<88.24)	260	78.37±0.36	75.43±0.50	-2.94	***	y = -0.0287 * X	0.36	***
	High group (88.24<=pre)	54	93.91±0.73	83.94±1.09	-9.96	***	y = -0.0680 * X	0.59	***
腹囲(cm)	Low group (pre<=73.10)	1	--	--	--	--	--	1.00	--
	Mid group (73.10<pre<89.12)	7	81.71±1.97	82.71±2.20	1.00	n.s.	--	0.16	n.s.
	High group (89.12<=pre)	1	--	--	--	--	--	1.00	--

表5 速歩時間と血液検査項目の変化量および予測式(50歳以上・男性)

項目	グループ	n	血液検査項目の変化量				速歩時間(週平均速歩時間)(X)と差(post-pre)(y)との関係		
			pre	post	差	p	予測式	r	p
Total(m/dl)	Low group (pre<=171.53)	28	155.68±2.21	168.89±4.26	13.21	**	--	0.25	n.s.
	Mid group (171.53<pre<228.23)	120	198.88±1.38	199.39±1.93	0.51	n.s.	--	0.06	n.s.
	High group (228.23<=pre)	33	241.00±1.74	233.67±4.45	-7.33	n.s.	y = -0.0584 * X	0.36	*
HDL-C(mg/dl)	Low group (pre<=45.27)	31	41.58±0.55	45.23±1.34	3.65	**	y = 0.0373 * X	0.51	**
	Mid group (45.27<pre<70.86)	136	57.06±0.56	59.79±0.81	2.73	***	y = 0.0155 * X	0.34	***
	High group (70.86<=pre)	28	81.18±1.71	79.42±2.24	-1.76	n.s.	--	0.27	n.s.
LDL-C(mg/dl)	Low group (pre<=97.93)	32	84.72±1.57	96.24±2.94	11.53	***	--	0.24	n.s.
	Mid group (97.93<pre<153.25)	134	125.54±1.26	121.20±1.65	-4.34	**	y = -0.0352 * X	0.34	***
	High group (153.25<=pre)	29	170.93±2.33	161.31±4.17	-9.62	*	y = -0.0535 * X	0.46	*
TG(mg/dl)	Low group (pre<=62.08)	28	53.61±1.72	71.57±6.53	17.96	**	y = 0.1474 * X	0.53	**
	Mid group (62.08<pre<158.20)	136	103.10±2.23	110.37±3.78	7.26	*	--	0.06	n.s.
	High group (158.20<=pre)	30	194.83±6.86	168.97±13.99	-25.87	n.s.	y = -0.2672 * X	0.38	*
尿酸(mg/dl)	Low group (pre<=87.10)	11	83.36±1.56	88.27±3.33	4.91	n.s.	--	0.14	n.s.
	Mid group (87.10<pre<129.37)	158	103.78±0.77	99.71±0.84	-4.08	***	y = -0.0287 * X	0.40	***
	High group (129.37<=pre)	21	154.76±5.77	136.90±5.11	-17.86	**	y = -0.0963 * X	0.50	*
HbA1c(%)	Low group (pre<=3.46)	0	--	--	--	--	--	--	--
	Mid group (3.46<pre<8.56)	60	5.38±0.09	5.40±0.08	0.03	n.s.	--	0.06	n.s.
	High group (8.56<=pre)	4	15.45±0.34	14.48±0.34	-0.97	*	y = 0.0056 * X	0.93	*
動脈硬化指数	Low group (pre<=1.73)	35	1.51±0.03	1.50±0.05	-0.01	n.s.	--	0.17	n.s.
	Mid group (1.73<pre<3.37)	114	2.54±0.04	2.48±0.05	-0.06	n.s.	y = 0.0008 * X	0.29	**
	High group (3.37<=pre)	28	3.91±0.09	3.54±0.14	-0.38	*	--	0.30	n.s.

n: 該当する参加者数, pre, post: mean±SE, \*\*\*p<0.001, \*\*p<0.01, \*p<0.05, n.s. 有意差なし, r: 相関係数