

介護予防におけるトレーニング動作 のフィードバック

— 包括的高齢者運動トレーニング(CGT)での取り組み —

加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた動作分析
— トレーニングマシンへの実装を目指して — 東京医療学院大学 小島基永

高齢者向けトレーニングマシンの介護現場での実用について
— リハトレーナー活用現場の声 (動画) — リハビリ型デイサービス 機能訓練プラザ 塩川雄高

システム化されたトレーニングマシンの優位性
— 理学療法士が立ち上げるリハ型デイサービスとは — システム・インスツルメンツ株式会社 伊藤 亘

介護予防におけるトレーニング動作 のフィードバック

— 包括的高齢者運動トレーニング(CGT)での取り組み —

加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた動作分析
— トレーニングマシンへの実装を目指して — 東京医療学院大学 小島基永

高齢者向けトレーニングマシンの介護現場での実用について
— リハトレーナー活用現場の声 (動画) — リハビリ型デイサービス 機能訓練プラザ 塩川雄高

システム化されたトレーニングマシンの優位性
— 理学療法士が立ち上げるリハ型デイサービスとは — システム・インスツルメンツ株式会社 伊藤 亘

加速度情報を用いた動作解析で古典的に代表的な指標 躍度の指数 (Jerk Index)

$$C_j = \frac{1}{2} \int_0^{t_f} \left(\frac{d^3x}{dt^3} + \frac{d^3y}{dt^3} + \frac{d^3z}{dt^3} \right)^2 dt \quad \text{Jerk Index} = \frac{C_j \times t_f^5}{D^2}$$

C_j : 躍度の二乗の総和 (m²/sec⁵) t_f : マーカの移動時間 (sec) D : マーカの移動距離 (m)

Kitazawa, et al. : Quantitative evaluation of reaching movements in cats with and without cerebellar lesions using normalized integral of jerk. In : Mano, et al (eds) Role of the Cerebellum and Basal Ganglia in Voluntary Movement. Elsevier (1993) 11-19

表 2 健側と患側の躍度の指数の比較

症例	健側		患側		患側/健側
	Jl	運動時間(sec)	Jl	運動時間(sec)	
1	6.10×10	0.65	1.40×10 ³	1.07	23.00
2	3.10×10 ³	1.30	1.37×10 ⁴	1.62	4.42
3	2.28×10 ³	1.07	4.58×10 ³	1.00	2.01
4	1.38×10 ³	1.10	2.37×10 ³	1.15	1.71
5	3.47×10 ³	0.93	3.17×10 ³	1.47	0.91
6	7.32×10	0.60	1.84×10 ²	0.62	2.52
7	1.17×10 ³	1.20	2.51×10 ³	1.45	2.14
8	4.56	0.40	5.84×10	0.47	12.82
9	2.41×10 ³	0.98	1.64×10 ³	1.18	0.68
10	4.37×10 ²	0.83	3.29×10 ³	1.02	7.53

Jl: 躍度の指数.

結 果

運動時間は健側が平均 .91 sec, 患側が平均 1.11 sec で患側に延長が認められた。Jl は症例 5 と 9 を除いた 8 例で患側が大きかった。平均の Jl は健側が 1.44 × 10³, 患側が 3.29 × 10³ で, 患側に有意に Jl の増加を認めた (p < .05, 表 2)。

なお, 測定中に疼痛等の不快感を訴える者はいなかった。

小島 他: 膝蓋腱を用いた膝前十字靭帯再建術後患者における関節運動の円滑さの検討: 躍度の指数を用いて. 理学療法学 25;2 (1998) 96-99

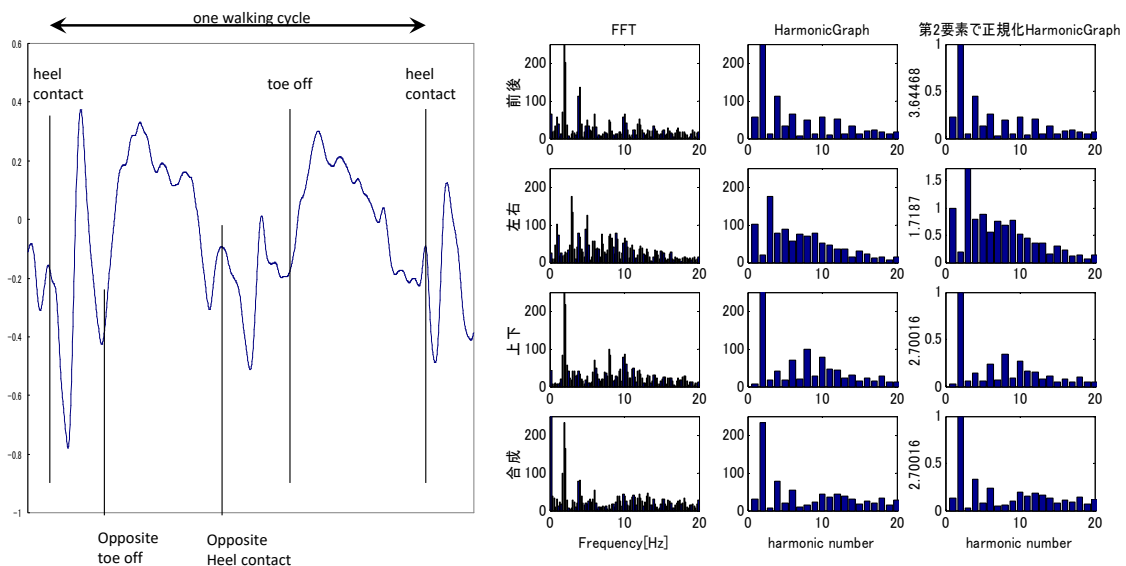


この指標を外的基準として**加速度計だけで測定**でき、かつ、**特定の動作に限定されない指標**を検討した。

先行研究: 加速度情報を用いた (歩行動作を対象とする) 解析例

Smidt, et al: Accelerographic analysis of several types of walking. Am J Phys Med 1971; 50(6): 285-300. この研究者によって1960年代から提案されている。

Harmonic Ratio



- Harmonic Ratioは、加速度変化の波形にフーリエ級数を適用し、1歩の加速度変化を基本周波数と考え、その偶数倍の振幅の和を奇数倍の振幅の和で除したものである。高いHarmonic Ratioは、高い歩行の安定性 (一定のパターンに収まった状態) を示すとされている ⇨ 高齢者は若年者に比べてHarmonic Ratioが低下することなどが報告されている
- これは、歩行が1歩を1周期とする2周期 (1歩行周期) の加速度変化を主として成り立っていることに注目したもので、2周期の加速度変化を主体とした1歩行周期の歩行パターンから逸脱した要素の抽出を試みるものである
- この方法は、**前もって歩行中加速度の変化を観察し、そこから定常状態を推察し解析するものである: 歩行動作限定の手法**

エントロピー（平均情報量）

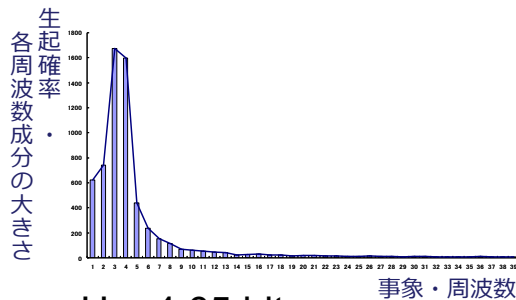
ある事象*i*の生じる確率*P_i*が1/2のとき、その事象が実際に生じた事を知らせる情報量を1ビットと定義し、その情報量が起こりうる全ての事象について得られる期待値*を、情報量のエントロピーと呼ぶ。動作中加速度時系列スペクトルに当てはめると、低周波成分に高周波成分が加わるほど、エントロピーは大きくなる。

※ サイコロの期待値 $3.5 = 1/6 \times 1 + 1/6 \times 2 + \dots + 1/6 \times 6$

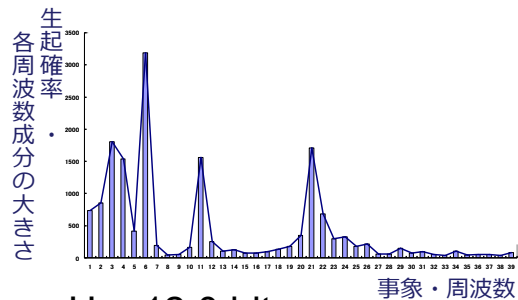
$$H = - \sum (P_i \times \log_2 P_i) \quad H: \text{エントロピー} \quad P_i: \text{正規化したスペクトルの} i \text{番目の要素}$$

算出条件：1) 事象の数が同一 2) $\sum P_i = 1$

Shannon: A Mathematical Theory of Communications. The Bell System Technical Journal 27 (1948) 379-423, 623-656



H = 4.65 bit



H = 12.0 bit

本研究では、加速度変化の周波数解析結果の100Hzまでの成分を、確率曲線における事象とし、各成分における振幅を、各事象の生起確率として、エントロピーを求めた。加速度時系列スペクトルは、ハニングの窓関数を用いたFFTにて求めた。

エントロピーを用いた指標の検討

エントロピーを用いた指標について、Jerk Indexを外的基準とした開発を試みた

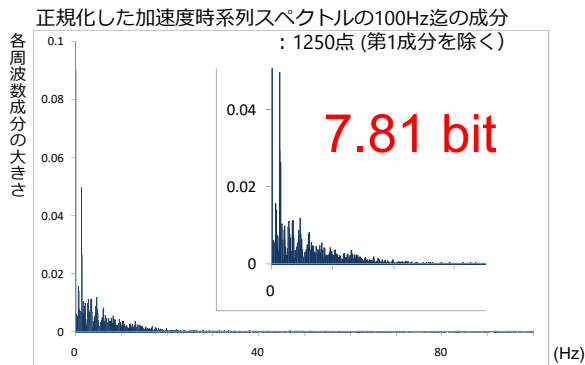
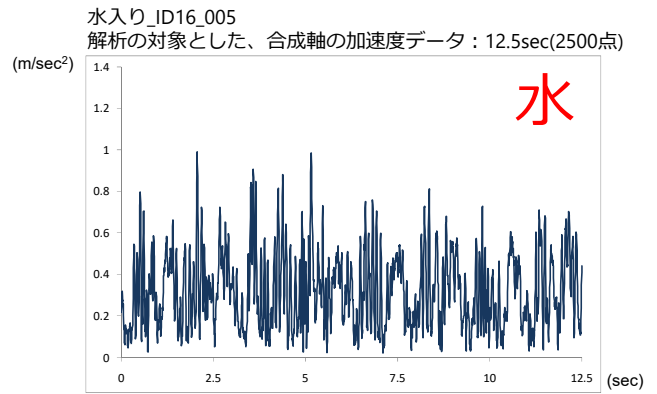
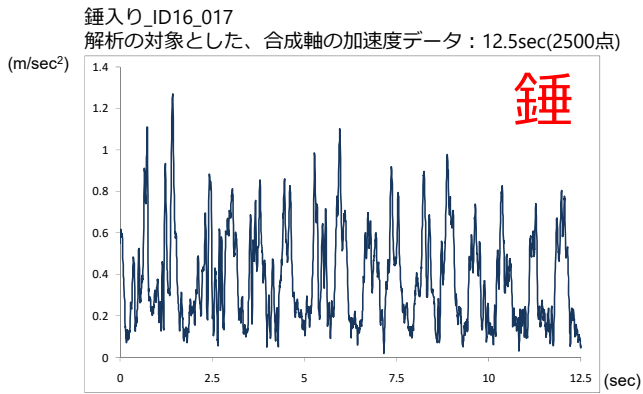


典型的に動作の複雑さ（多様性）に相違のある動作の設定

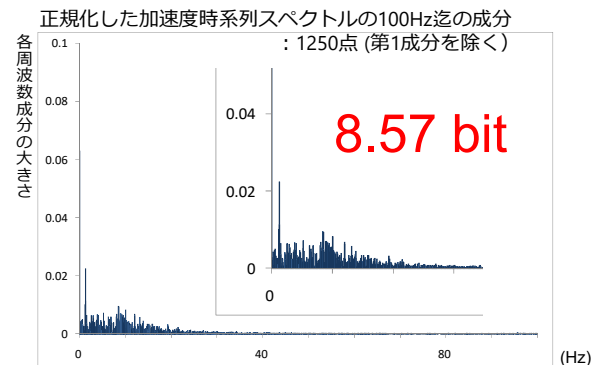
- ◆ 水が9割入ったビーカーと、重さの同じ錘入りのビーカーをそれぞれ、80回毎分のメトロノームのリズムにあわせて、臍の高さから目の高さまで、持ち上げて下す動作を25秒間させ、これを1試行とし、各条件を2試行ずつ交互に計10試行することとした
- ◆ 被験者：上肢動作に支障をきたす既往歴のない、20名（男性7名、女性13名、21.8±1.2歳）
- ◆ ビーカーには3次元加速度計と、3次元位置解析装置のマーカを貼付
- ◆ 動作中の加速度データは、サンプリング周波数200Hz、高域遮断周波数100Hz、低域遮断周波数0.5Hzにて収集。ビーカーの上下運動の3次元位置データもサンプリング周波数200Hzで収集
- ◆ 得られた加速度データの中1/2（約8回の上下動作）を切り出し、各指標を算出し、これを、各被験者毎に、水入り・錘入りの条件を従属変数に、2群間で比較
- ◆ エントロピーを用いた指標とJerk Indexの間には統計学的に有意な相関関係（Spearman'ρ）が認められた
（上下軸：0.78、前後軸：0.65、左右軸：0.65、合成軸：0.88）

Kojima, et al. : Power Spectrum Entropy of Acceleration Time-series during Movement as an Indicator of Smoothness of Movement J Physiol Anthropol 27:4 (2008) 193-200

実際の加速度データ（合成軸）から、エントロピーを用いた指標を算出する様子



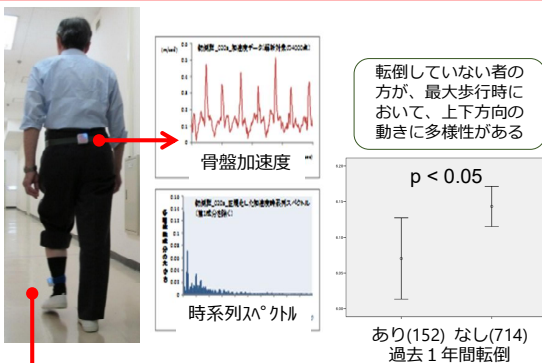
エントロピー指標：7.81bit
※取り得るエントロピーの最大値： $\log_2 1250 = 10.29\text{bit}$



エントロピー指標：8.57bit
※取り得るエントロピーの最大値： $\log_2 1250 = 10.29\text{bit}$

情報量のエントロピーを用いた地域在住高齢者の転倒予測指標の開発 (2011-4)

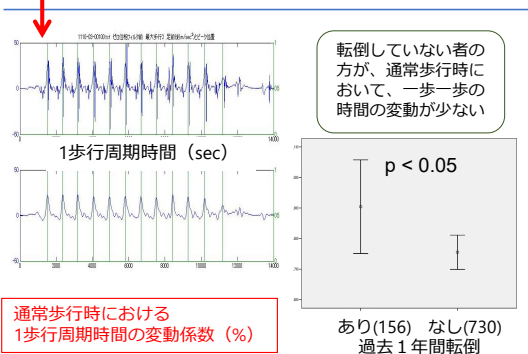
最大歩行時の骨盤加速度（上下方向）の時系列スペクトルから算出するエントロピー



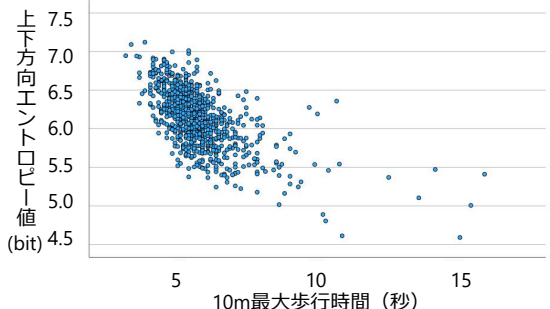
転倒群と非転倒群で統計学的に有意な差が認められた項目
(2013年1月18日時点の整理。11年度に加速度測定の対象になった者)

		平均値		
		転倒群 (n)	非転倒群 (n)	
握力	(kg)	24.2 (155)	25.8 (719)	※
膝伸展トルク	(Nm/kg)	1.15 (154)	1.25 (716)	※※
最大歩行時間	(sec)	5.92 (154)	5.61 (716)	※
エントロピー値： 最大歩行時の上下方向	(bit)	6.07 (152)	6.14 (714)	※
変動係数：通常歩行時	(%)	1.90 (156)	1.76 (730)	※

多重共線性を回避するために、膝伸展トルク（握力との相関係数0.70, $p < 0.001$ ）を除いたものを独立変数、転倒の有無を従属変数として多重ロジスティック回帰分析をすると、**エントロピー指標のみが残る有意な回帰式が作成された。**
(オッズ比：1.65, 95%CI：1.05-2.61, 判別率82.4%)



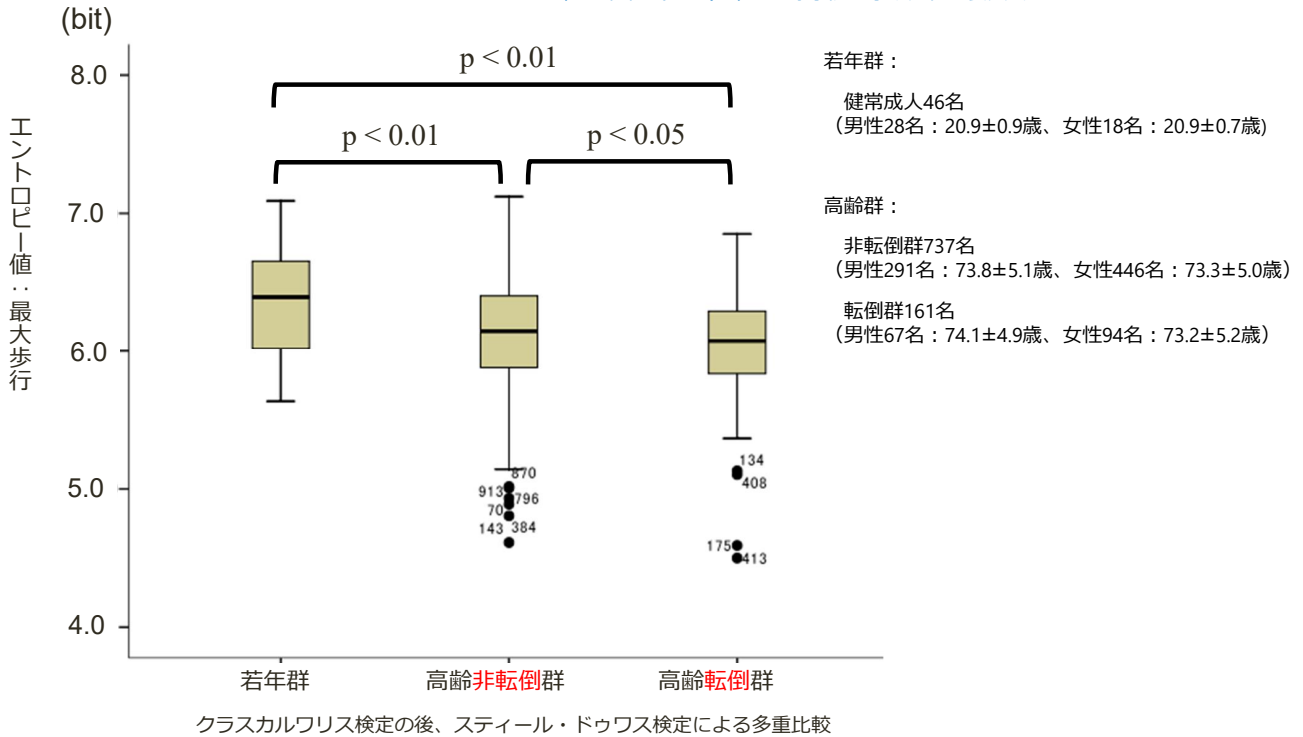
このときの
エントロピー値
(上下方向)と
最大歩行時間の
相関係数は -0.62
(Spearman's ρ
 $p < 0.001, n = 866$)



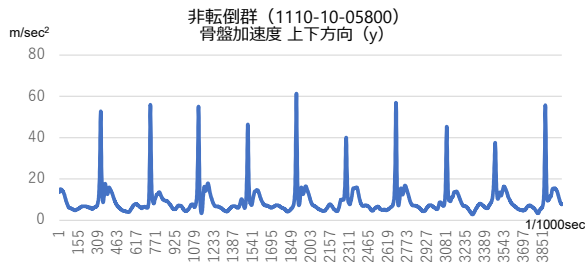
小島 他：過去1年間に転倒経験のある地域在住高齢者の歩行動作の特徴-情報量のエントロピーを用いて。平成24年度東京都福祉保健医療学会誌 (2012) 62-63

若年群と高齢非転倒群及び転倒群における歩行特性の比較

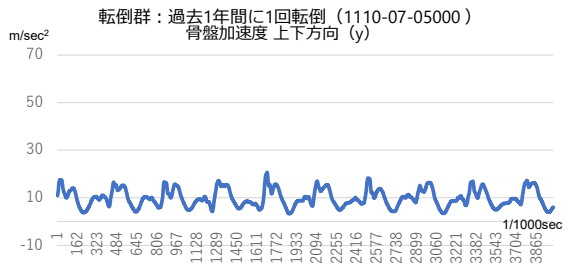
佐々木 他 (2016) 東京医療学院大学研究倫理委員会 承認番号 : 17-40H



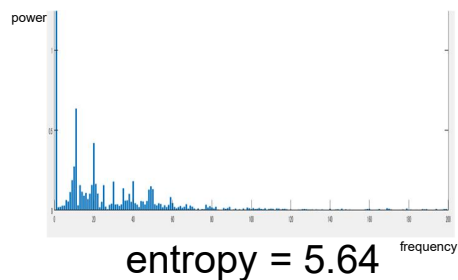
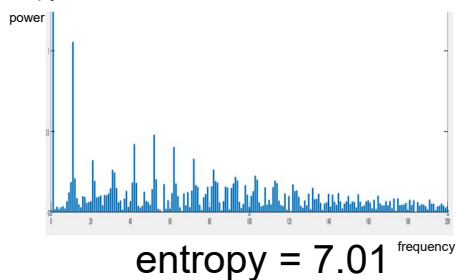
非転倒群 (1110-10-05800 : 1800 - 3400)
女性 69歳、歩容観察：特記事項なし
10m最大歩行：5.3sec
膝伸展トルク/体重：1.02 N・m/kg



転倒群：過去1年間に1回転倒 (1110-07-05000 : 1600 - 3200)
女性 71歳、歩容観察：特記事項なし
10m最大歩行：5.4sec
膝伸展トルク/体重：0.83 N・m/kg

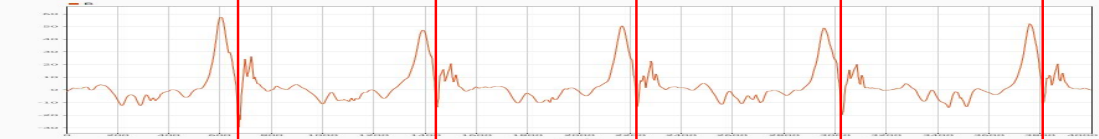


10m最大歩行：中間の4秒間：骨盤上下方向の加速度時系列スペクトル (FFT：50Hzまでの成分)
entropyの計算に用いた、第2成分以降を拡大して表示

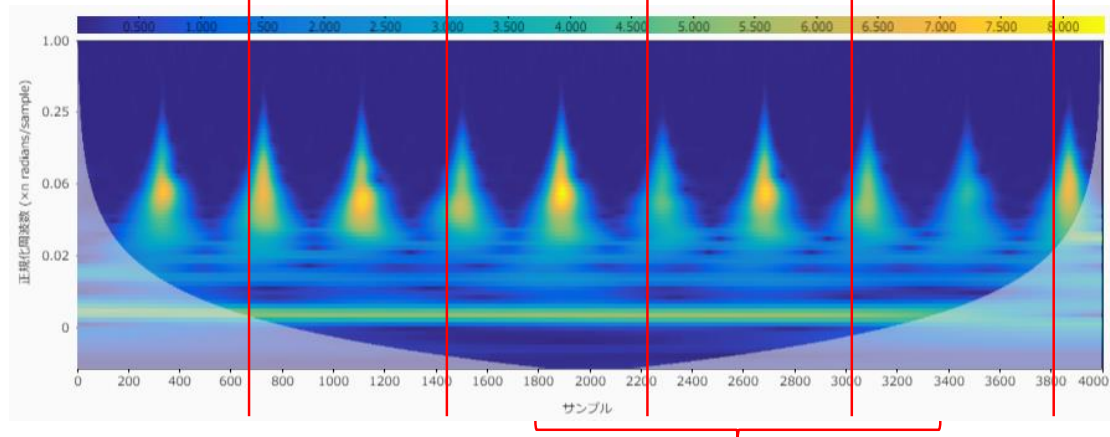
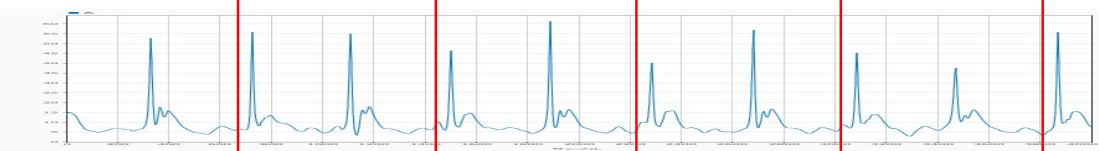


非転倒群 (medn11_570, 1110-10-05800) 女性 69歳 10m最大歩行 : 5.3sec

左足首 前後方向 (x)

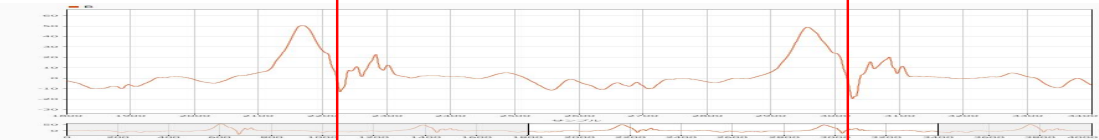


骨盤 上下方向 (y)

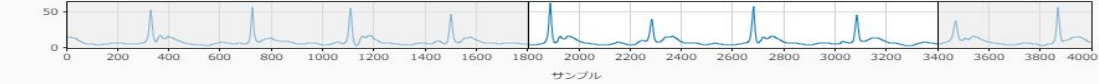
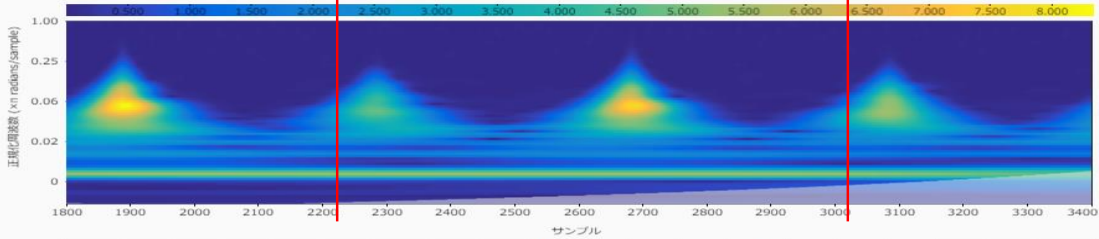
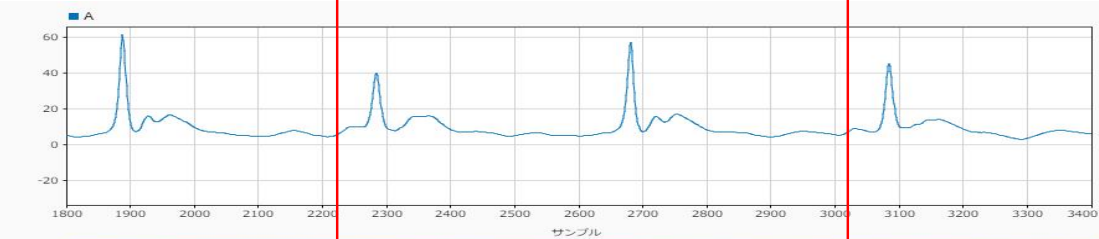


非転倒群 (medn11_570, 1110-10-05800) 女性 69歳 10m最大歩行 : 5.3sec

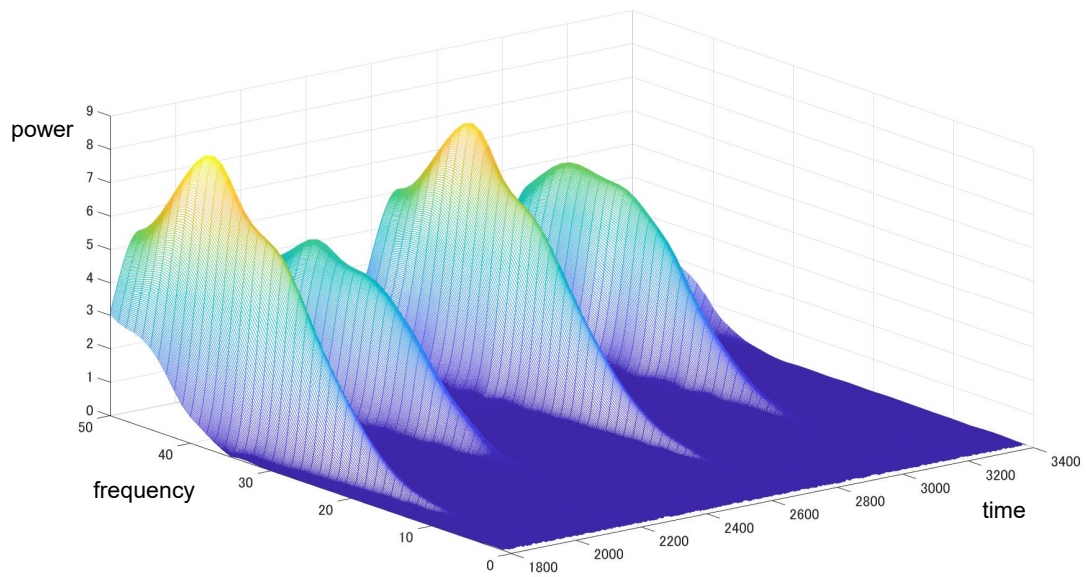
左足首 前後方向 (x)



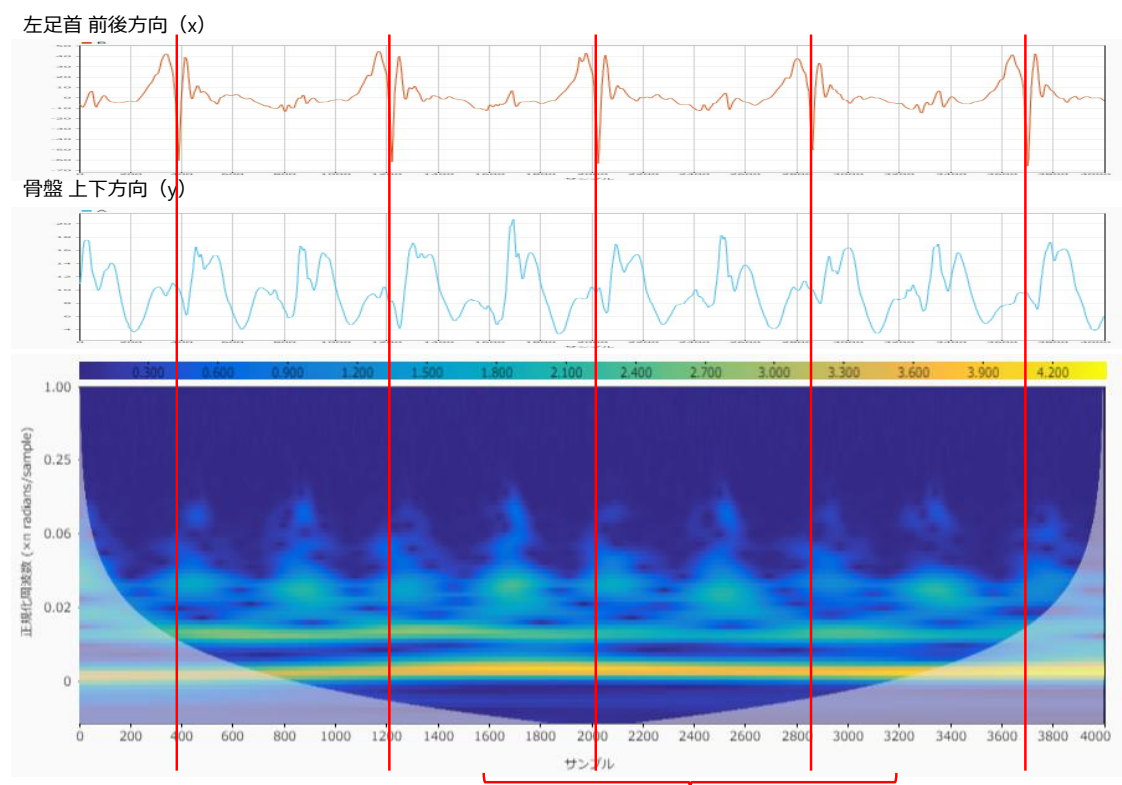
骨盤 上下方向 (y)



非転倒群 (1110-10-05800 : 1800 - 3400) 10m最大歩行 : 5.3sec
 連続ウェーブレット変換 マザー関数 : morse
 スカログラム : entropy算出に用いた50Hzまでの成分

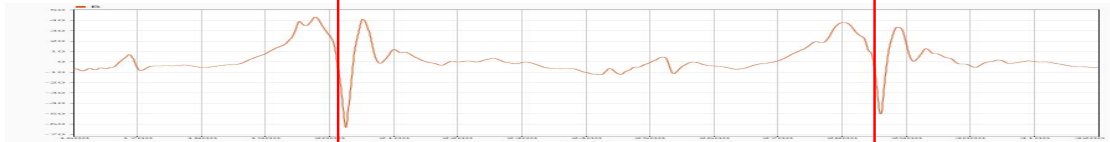


転倒群 : 過去1年間に1回転倒 (medn11_361, 1110-07-05000) 女性 71歳 10m最大歩行 : 5.4sec

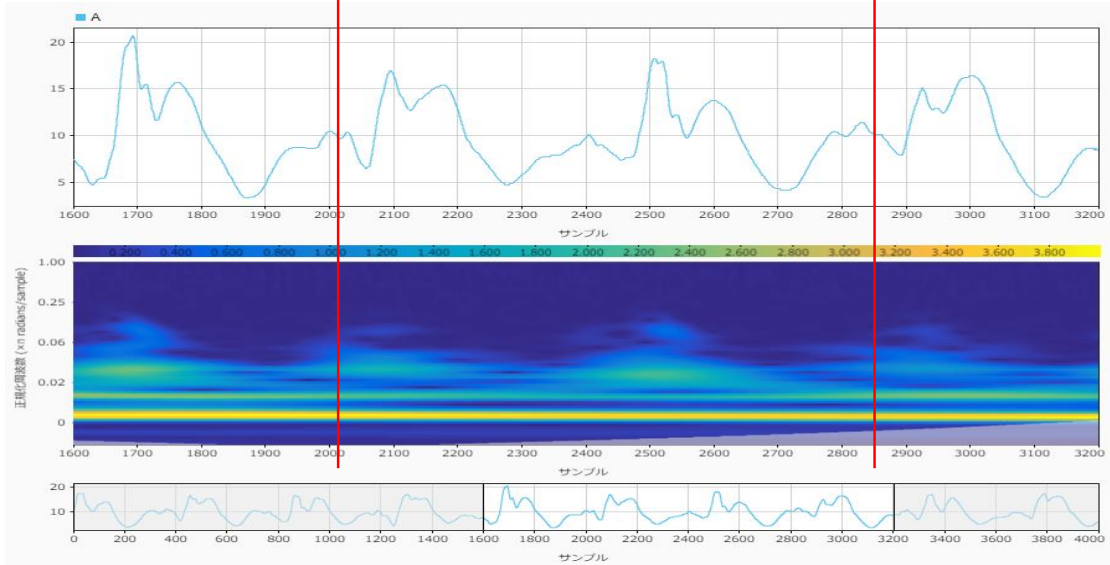


転倒群：過去1年間に1回転倒（medn11_361, 1110-07-05000）女性 71歳 10m最大歩行：5.4sec

左足首 前後方向 (x)



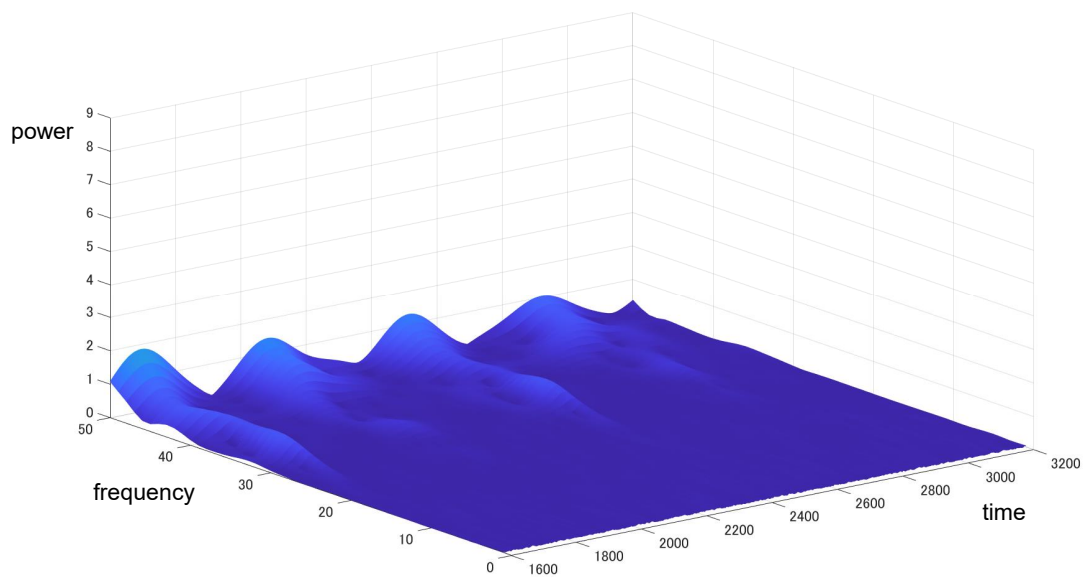
骨盤 上下方向 (y)



転倒群：過去1年間に1回転倒（1110-07-05000：1600 - 3200） 10m最大歩行：5.4sec

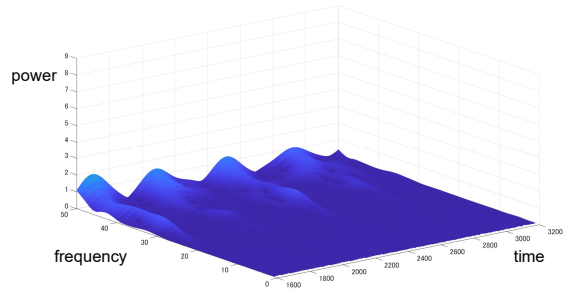
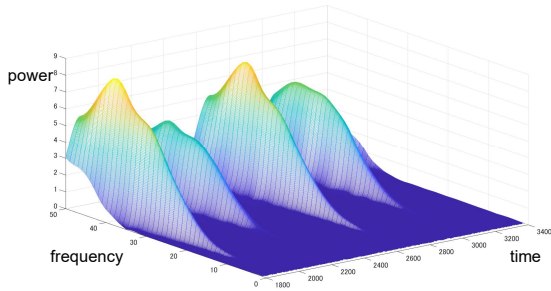
連続ウェーブレット変換 マザー関数：morse

スカログラム：entropy算出に用いた50Hzまでの成分

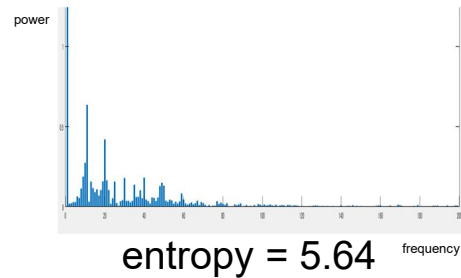
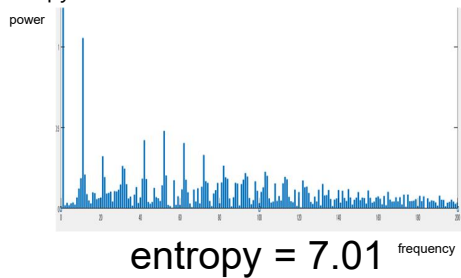


非転倒群 (1110-10-05800 : 1800 - 3400)
 女性 69歳、歩容観察：特記事項なし
 10m最大歩行：5.3sec
 膝伸展トルク/体重：1.02 N・m/kg
 連続ウェーブレット変換 マザー関数：morse
 スカログラム：entropy算出に用いた50Hzまでの成分

転倒群：過去1年間に1回転倒 (1110-07-05000 : 1600 - 3200)
 女性 71歳、歩容観察：特記事項なし
 10m最大歩行：5.4sec
 膝伸展トルク/体重：0.83 N・m/kg
 連続ウェーブレット変換 マザー関数：morse
 スカログラム：entropy算出に用いた50Hzまでの成分

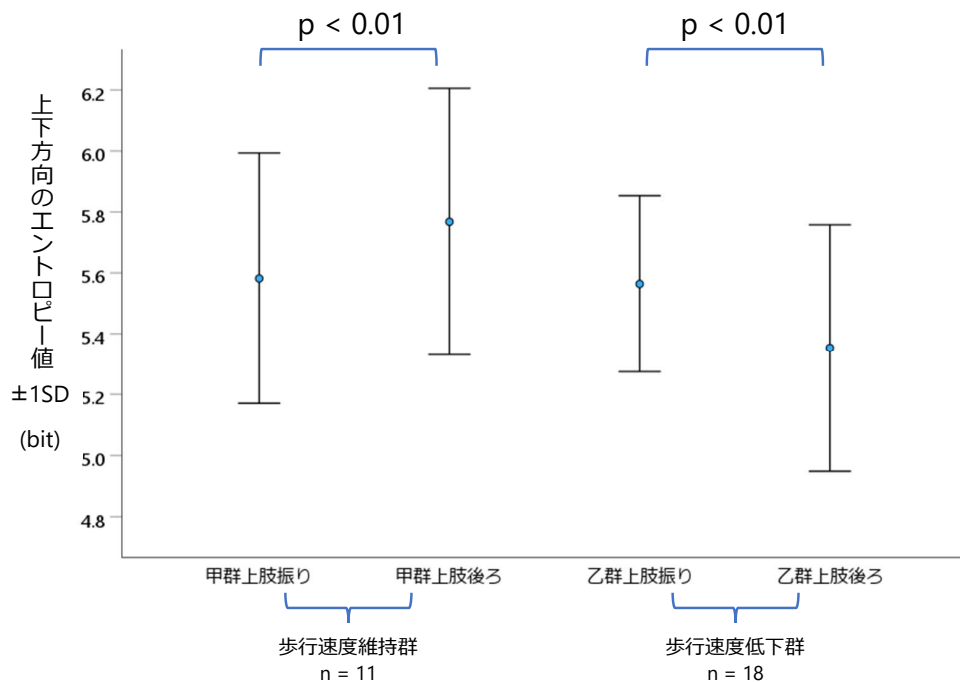


10m最大歩行：中間の4秒間：骨盤上下方向の加速度時系列スペクトル (FFT：50Hzまでの成分)
 entropyの計算に用いた、第2成分以降を拡大して表示



腰に手を組むことによるエントロピー値の変化 (通常歩行)

健康成人29名 (21±1歳)



井上 他：上肢を振ることは歩容にどのような影響を与えているか？ 歩幅、歩行率、骨盤加速度に着目して、東京医療学院大学紀要 6 (2017) 1-12

加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた Star Excursion Balance Testの試み

大橋 他：東京医療学院大学紀要 7 (2018) 17-27

- ・ 協調性や姿勢を制御する機能を評価する手法のひとつとして、Star Excursion Balance Test（以下、SEBT）が提案されているが、本邦での研究は少なく、健常大学生を対象とした研究は見当たらない。
- ・ また、軸脚を軸とした場合と、利脚を軸とした場合での、最大到達距離の範囲を示した研究も見当たらない。
- ・ 加えて、ある動作の単純さ複雑さといったものを相対的に評価するものとしてエントロピー指標が提案されているが、SEBTにこれを適用した研究はない。
- ・ 対象：41名（男性21名：21.1±0.38歳、女性20名：20.8±0.41歳）



【股関節屈曲前方】



【股関節外転後方】



【股関節内転後方】

【SEBT最大到達距離 (%) とエントロピーを用いた指標 (bit) の相関係数 (Pearson)】

軸脚を軸とした場合

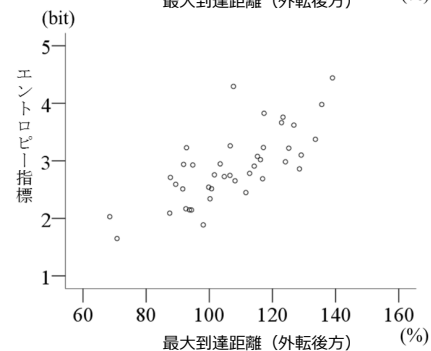
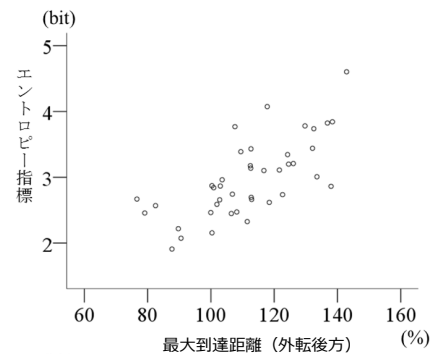
	エントロピーを用いた指標		
	股関節 屈曲前方	股関節 外転後方	股関節 内転後方
最大到達距離 股関節 屈曲前方	0.53***		
最大到達距離 股関節 外転後方		0.71***	
最大到達距離 股関節 内転後方			0.53***

*** p < 0.01

利脚を軸とした場合

	エントロピーを用いた指標		
	股関節 屈曲前方	股関節 外転後方	股関節 内転後方
最大到達距離 股関節 屈曲前方	0.34***		
最大到達距離 股関節 外転後方		0.74***	
最大到達距離 股関節 内転後方			0.38**

** p < 0.05 *** p < 0.01



大橋 他：東京医療学院大学紀要 7 (2018) 17-27

こうした結果からも、歩行におけるエントロピーを用いた指標も、歩行速度以上の情報（上下方向の多様な加速度成分をもたらすような動きを示す情報）が含まれていると推察される

包括的高齢者運動トレーニング(CGT)における動作評価への適用の可能性



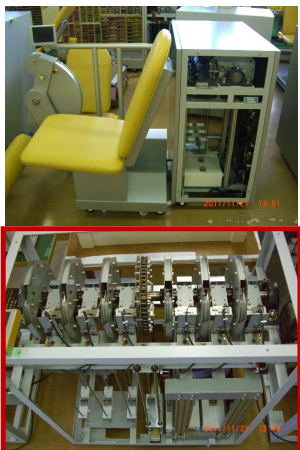
(3) 運動強度

筋力向上を目的とした場合は、一般的には最大筋力の6割以上の負荷を用いて運動する必要があるとされているが、運動開始当初から高い強度の運動を行うと受傷の危険が増大するため、最初の1ヶ月間は負荷を低く設定し、十分な準備期間を経た後に、プログラムの進行に合わせて運動強度を増す。強度を把握する一つに、目標とする反復回数の最後の2~3回の疲労感を主観的に評価する方法があるが、従事者は利用者の主観的な疲労感の評価に加えて、運動を継続しているときの代償運動の有無や動作のスムーズさ、さらには運動中の表情などを観察し総合的に運動強度を決定する。

厚生労働省：運動器の機能向上マニュアル（改訂版）．2009(平成21)年3月
<https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1d.pdf>（2023年8月12日閲覧）

包括的高齢者運動トレーニング(CGT)における動作評価への適用の可能性

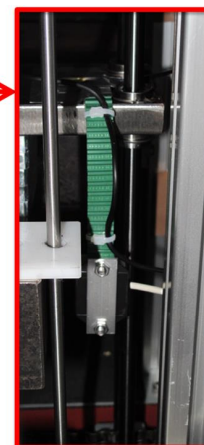
小島 他：地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討 理学療法科学 27;3 (2012) 291-296



2°で負荷の選択が可能（特許）
500g, 1kg, 2kg, 4kg, 8kg, 16kg



リハトレーナー：システム・インストルメンツ（東京）
重錘の最大移動量である250mmに対して、1/16mmの分解能で、その移動量を検出できるロータリエンコーダにて、トレーニング動作の範囲を定量的に得ることができる



加速度計：CXL04GP1
クロスボー（兵庫）
測定範囲±4G
トレーニングマシンから生じる機械的な振動の影響を取り除くための防振ゴムと共に取り付け

- 対象：東京都区部にあるAディサービスの利用者 21 名
 - ✓ 男性 8 名，女性 13 名，平均年齢±1SD：78.8 ± 6.4 歳
 - ✓ 要支援1：3 名，要支援2：6 名，要介護1：4 名，要介護2：6 名，要介護3：2 名
 - ✓ 対象者の平均トレーニング歴 ± 1SD は，26.0 ± 17.3 ヶ月
- 運動指導者による判定が 負荷見極めの中心的な役割を果たすレッグプレス・マシンで検討
- 負荷見極めを行った運動指導者は、専門職としての経験年数 20 年、CGTに関する経験年数 8 年
- 加速度情報は、5 Hz の高域遮断フィルタを用いた 100 Hz のサンプリング周期にて採取
 - ✓ 採取した加速度情報から、動作の中間にあたる 7 秒間について、
 - ✓ ハニングの窓関数を用いた高速フーリエ変換によって時系列スペクトルを求め、
 - ✓ この第1成分を除く 5 Hz までの成分を正規化したものからエントロピーを算出
- トレーニング動作の範囲は、ロータリーエンコーダから 100 Hz のサンプリング周期で収集

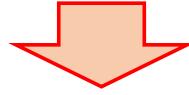
小島 他：地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討 理学療法科学 27;3 (2012) 291-296

- 対象となった21名における対応のある検定では、
 - ✓ 良好と判定された動作（エントロピーの平均値 ± 1SD：3.37 ± 0.32 bit）に比べて、
 - ✓ 不良と判定された動作（エントロピーの平均値 ± 1SD：3.47 ± 0.32 bit）で、
 - ✓ 統計学的に有意に大きなエントロピー値 が認められた（ $p = 0.049$ ）
- 21名のうち、不良と判定された動作でエントロピー値が低下していた6名の動作は、
 - ✓ 負荷量の増大に伴ってトレーニング動作の範囲が平均 84.3% 低下しており、
 - ✓ 仮説通りの結果を示した15名における低下の平均 90.4% に比較して動作範囲が縮小
 - ✓ この6名は、動作範囲を小さくする代償で、動作の円滑さを保っていたと推察でき、
 - ✓ 運動指導員は、動作の範囲が減少したことから“不良動作”であると判定したと考えられた
- 負荷見極めのためのトレーニング動作：全対象者を合わせた
 - ✓ 82 回（良好と判定されたものは52 回、不良は30回）について、
 - ✓ “良好判定”と“不良判定”を従属変数、“エントロピー”と“動作維持率 (%)”を独立変数とした、
 - ✓ 強制投入法によるロジスティック回帰分析で、
 動作維持率のみが有意（ $p = .000$ ）な予測式

$$x = 17.765 + (-0.196 \times \text{動作維持率})$$
 が、判別的中率 74.4% で算出された
 - ✓ 即ち、動作維持率が 90% と 91% の間に、良好判定と不良判定の境界があることが示された

小島 他：地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討 理学療法科学 27;3 (2012) 291-296

- 動作範囲の縮小で代償した6名を除く、15名における対応のある検定では、
 - ✓ 良好と判定された動作（エントロピーの平均値 ± 1SD : 3.35 ± 0.34 bit）に比べて、
 - ✓ 不良と判定された動作（エントロピーの平均値 ± 1SD : 3.56 ± 0.30 bit）で、
 - ✓ 統計学的に有意に大きなエントロピー値が認められた（ $p = 0.000$ ）
- ✓ 動作間の差の95%信頼区間は、0.12 ~ 0.30 bitであった



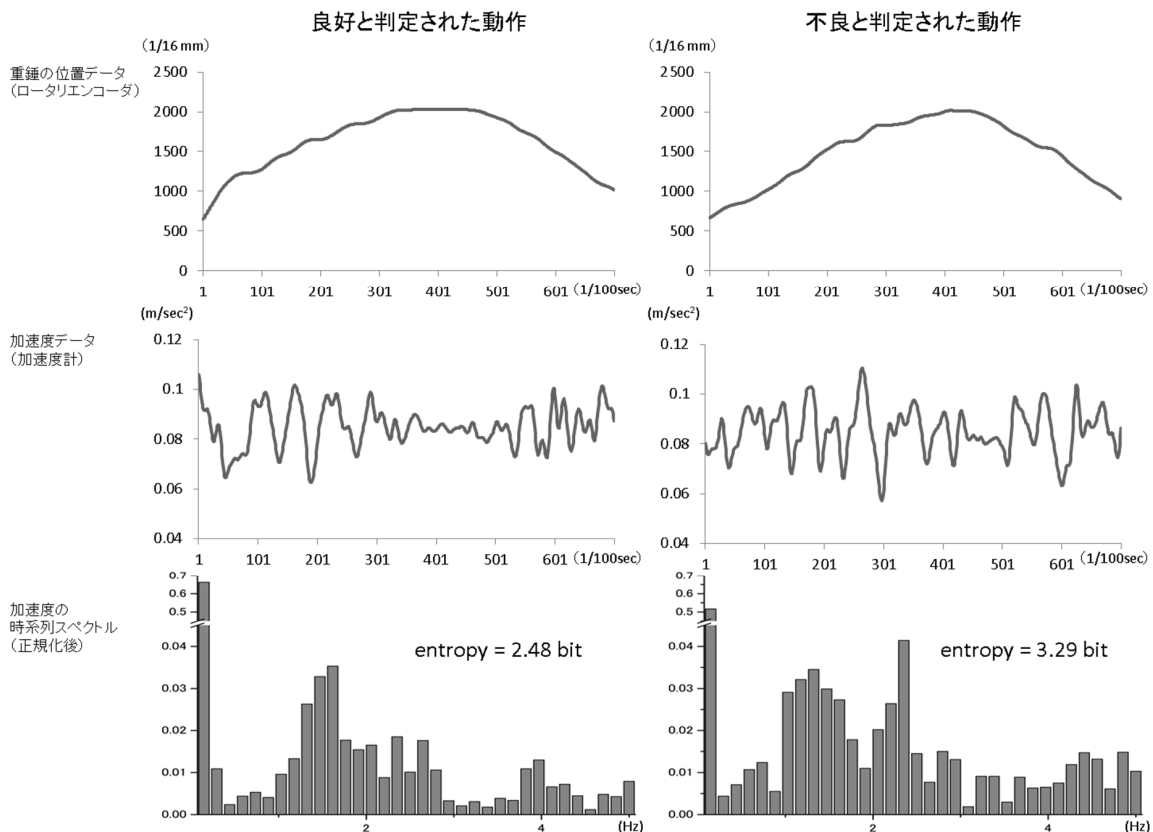
トレーニング動作範囲の監視と、エントロピー値の変化を組み合わせた判定基準

- 動作範囲の90%以下の縮小
- エントロピーの0.12bit以上の増加

これらを、過負荷であることの判定基準として、これまでの最適負荷見極めの手順に加えることで

- 適切な負荷量の見極めが運動指導者の経験に左右されがちであるという懸念を払しょくし、
- 延いては、超高齢社会である今日、介護予防に対するニーズに応えるために、一般健康増進施設も含めて広く採用されている、高齢者向けの包括的な筋力向上プログラムの質を保つことに貢献できるであろうと考えられた

小島 他：地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討 理学療法科学 27;3 (2012) 291-296



小島 他：地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討 理学療法科学 27;3 (2012) 291-296

リハトレーナー（システム・インスツルメンツ, 東京）における現在の工夫：
 ロータリー・エンコーダの情報から算出する、①から⑪までの点数の合計でスムーズ度を算出

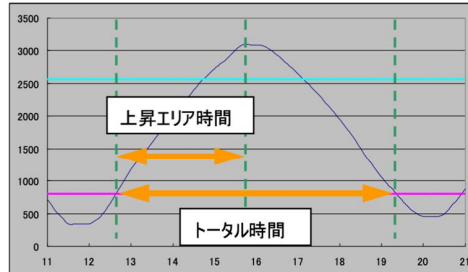
① ストローク時間の比率【対称性】

上昇エリア時間に対する比率を求める（平均値）

$$\text{ストローク時間比率} [\%] = (\text{上昇エリア時間} \times 100) / \text{トータル時間}$$

※ 理想値は 50 %

ストローク時間比率	点数	誤差(トータル 8sec)
47 ~ 53 %	10	4±0.24 sec
45 ~ 55 %	9	4±0.40 sec
43 ~ 57 %	8	4±0.56 sec
41 ~ 59 %	7	4±0.72 sec
39 ~ 61 %	6	4±0.88 sec
37 ~ 63 %	5	4±1.04 sec
35 ~ 65 %	4	4±1.20 sec
33 ~ 67 %	3	4±1.36 sec
31 ~ 69 %	2	4±1.52 sec
範囲外	0	



② ストローク時間のバラツキ【滑らかさ】

セット内の全ストロークの
 上昇エリア時間のバラツキを求める

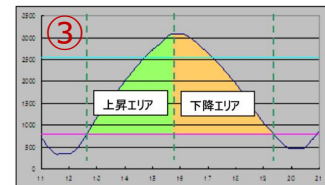
上昇エリア時間から、標準偏差を求めて判定する。
 上昇エリア時間の標準偏差 [msec] : 理想値は 0msec

標準偏差	点数
0 ~ 100 msec	5
101 ~ 200 msec	5
201 ~ 300 msec	4
301 ~ 400 msec	4
401 ~ 500 msec	4
501 ~ 600 msec	3
601 ~ 700 msec	3
701 ~ 800 msec	2
801 ~ 900 msec	2
範囲外	0

リハトレーナーにおける現在の工夫：①から⑪までの点数の合計でスムーズ度を算出

③ 面積の比率【対称性】

セット内の各ストローク面積の平均から、ストローク上昇面積と下降面積が均等であることを判定する



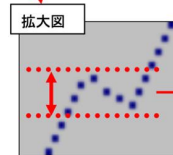
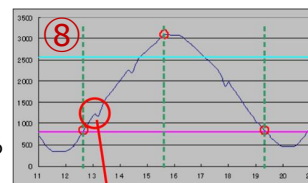
④ 面積のバラつき【滑らかさ】

セット内の各ストローク面積のバラつきを判定する

⑤ ストローク時間【継続時間】

1ストロークあたり 8 秒のトレーニングができていないかを判定する

①の判定と併せて、上昇4秒/下降4秒のトレーニングができていないかを判定する



$$\text{ギャップ変数} [\text{mm}] = \text{ギャップの平均数} \times \text{ギャップの高さ(最大値)}$$

※ 理想値は 0

⑥ ストロークの減少【移動距離】

セット内での回数によるストローク量の低下を判定する

⑦ ストローク高さのバラつき【移動距離】

セット内の各ストローク高さのバラつきを判定する

⑧ ギャップ変数【滑らかさ】

セット内の1ストロークあたりのギャップ数（運動方向に対して逆方向のデータ）の平均を判定する

最大のギャップの高さを、判定の重みづけに使用する：ギャップ数が少ない場合でもギャップの高さが大きい場合は悪い判定となる

⑨ ピーク高さ（練習データとの比較）【移動距離】

負荷の増加によるストローク高さの低下を、練習データとテストデータのピーク高さの平均を比較して判定する

⑩ ストローク時間（練習データとの比較）【継続時間】

負荷の増加によるストローク時間の低下を、練習データとテストデータのストローク時間の平均を比較して判定する

⑪ 面積（練習データとの比較）【滑らかさ】

負荷の増加によるストローク面積の低下を、練習データとテストデータのストローク面積の平均を比較して判定する

リハトレナーにおける現在の工夫：スムーズ度の算出とレーダチャートの作成

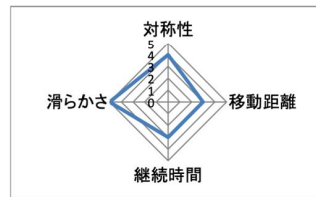
- ・ 判定①～⑪の合計によりスムーズ度を算出する。
- ・ 判定の点数は、アプリケーションから変更(カスタマイズ)可能とする。
- ・ トレーニングモード・1RMテストモードの練習・負荷見極めテストモードの練習では、判定①～⑩を使用する。
→ 判定⑨～⑪は満点扱いとする(スムーズ度は20～100)
- ・ 負荷見極めテストモード・1RMテストモードでは、判定①～⑪を使用する。
→ テストモードでは判定⑨～⑪で、負荷増加による変化を判定する

判定	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	合計
良い ↑ ↓ 悪い	10	5	5	5	20	10	5	20	10	5	5	0 ~ 100
	9	5	5	5	18	9	5	10	10	5	5	
	8	4	4	4	16	8	4	8	10	5	5	
	7	4	4	4	14	7	4	6	9	4	4	
	6	4	3	3	12	6	3	4	9	4	4	
	5	3	3	3	10	5	3	2	8	3	3	
	4	3	2	2	8	4	2	0	7	3	3	
	3	2	2	2	6	3	2	0	6	2	2	
2	2	1	1	4	2	1	0	5	1	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

- ・ 判定①～⑪を【対称性】【移動距離】【継続時間】【滑らかさ】の項目に分割する。
- ・ 分割した項目ごとに合計を求め、スムーズ度[詳細]のレーダチャートを作成する。(5段階表示とする)

【対称性】	判定①・③の合計
【移動距離】	判定⑥・⑦・⑨の合計
【継続時間】	判定⑤・⑩の合計
【滑らかさ】	判定②・④・⑧・⑪の合計

レベル	対称性	移動距離	継続時間	滑らかさ
5	13~15	23~25	22~25	22~35
4	10~12	19~22	17~21	16~21
3	7~9	14~18	12~16	9~15
2	4~6	9~13	6~11	5~8
1	0~3	0~8	0~5	0~4



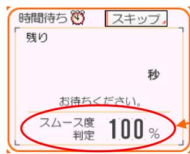
スムーズ度[詳細]のレーダチャート(参考図)

リハトレナーにおける現在の工夫：対象者へのフィードバック

マシンの液晶画面

【トレーニングモード】【1RMテストモード】

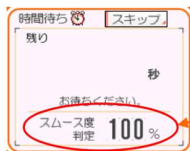
- ・ セット終了後の待ち時間表示画面に、スムーズ度をそのまま表示する。



スムーズ度を表示

【負荷見極めテストモード】

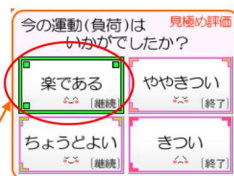
- ・ 練習終了後の待ち時間表示画面に、スムーズ度をそのまま表示する。



スムーズ度を表示

- ・ 10回のテスト終了後(および再テスト終了後)の見極め評価画面に、判定のハイライト表示を行う。

スムーズ度	ハイライト表示
90 以上	楽である
80 ~ 89	ちょうどよい
60 ~ 79	ややきつい
59 以下	きつい



判定のハイライト表示

アプリケーション画面

- ・ トレーニング履歴画面の、マシントレーニング詳細画面にスムーズ度を表示する。
- ・ スムーズ度[詳細]のレーダチャートを表示する。《追加》

スムーズ度を表示

スムーズ度[詳細]のレーダチャートを表示

履歴詳細画面 (参考図)

項目の説明など(機種別)

介護予防におけるトレーニング動作 のフィードバック

— 包括的高齢者運動トレーニング(CGT)での取り組み —

加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた動作分析
— トレーニングマシンへの実装を目指して — 東京医療学院大学 小島基永

高齢者向けトレーニングマシンの介護現場での実用について
— リハトレーナー活用現場の声 (動画) — リハビリ型デイサービス 機能訓練プラザ 塩川雄高

システム化されたトレーニングマシンの優位性
— 理学療法士が立ち上げるリハ型デイサービスとは — システム・インスツルメンツ株式会社 伊藤 亘

高齢者向けトレーニングマシンの 介護現場での実用について

～リハトレーナー活用現場の声～

塩川 雄高(理学療法士)

リハビリ型デイサービス
機能訓練プラザ(静岡県富士市)

介護予防におけるトレーニング動作のフィードバック

— 包括的高齢者運動トレーニング(CGT)での取り組み —

加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた動作分析

— トレーニングマシンへの実装を目指して —

東京医療学院大学 小島基永

高齢者向けトレーニングマシンの介護現場での実用について

— リハトレーナー活用現場の声 (動画) —

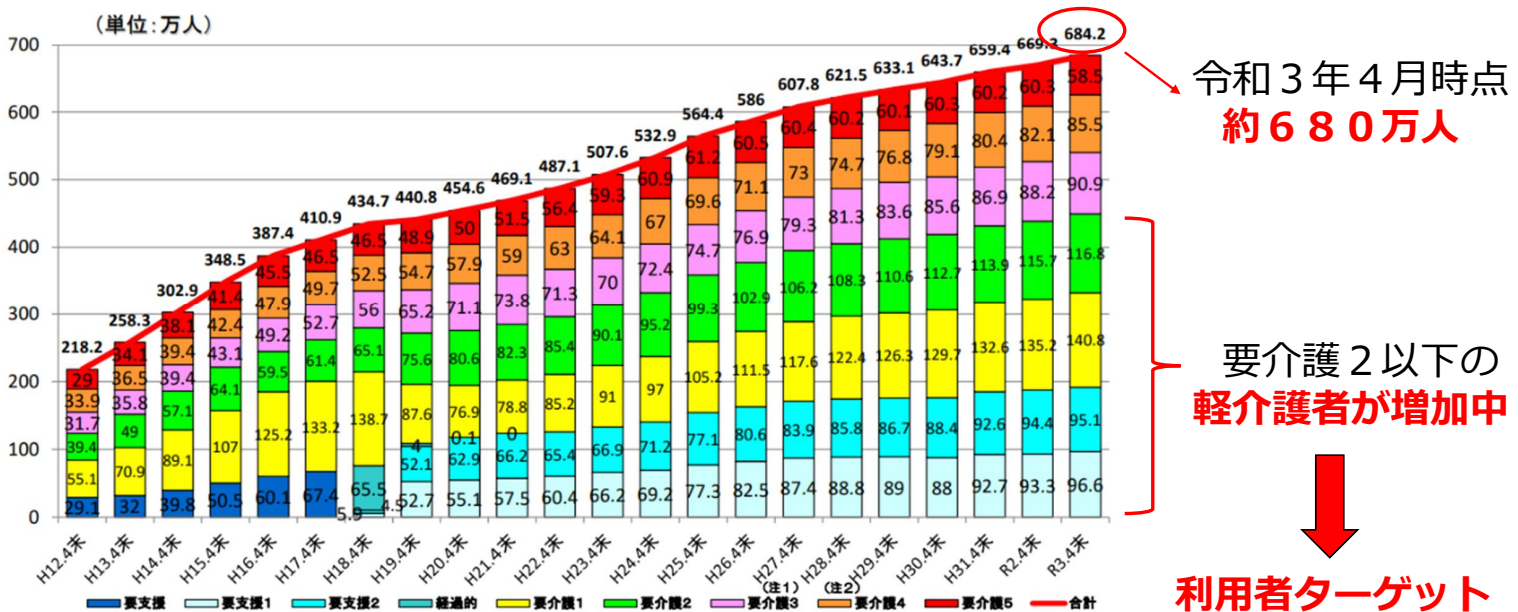
リハビリ型デイサービス 機能訓練プラザ 塩川雄高

システム化されたトレーニングマシンの優位性

— 理学療法士が立ち上げるリハ型デイサービスとは —

システム・インストルメンツ株式会社 伊藤 亘

【介護保険の背景】



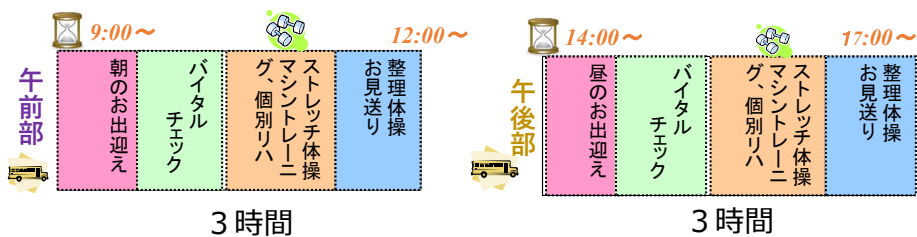
【リハビリ型デイサービスの概要】

『軽介護者を対象に入浴・食事サービスを省き**理学療法に特化した**短時間集中デイサービス』

従来型：1日お預かり型デイサービス



短時間集中型：リハビリ型デイサービス



【リハビリ型デイサービスの概要】



【開設基準（人員・面積）】

基準と内容	
経営体系	地域密着型通所介護
定員（利用者）	午前10名/午後10名（1日=20名利用）
利用時間	午前9:00-12:00/ 午後14:00-17:00（3時間以上4時間未満）
必要スペース	<ul style="list-style-type: none"> ・約20～30坪のテナントなど ・1人=3m²の機能訓練室 ・相談室/静養室/事務室/トイレ
必要スタッフ	<ul style="list-style-type: none"> ・管理者 1名（資格不要）*機能訓練員と兼務可 ・生活相談員 1名（社会福祉士、介護福祉士など） ・機能訓練指導員 1名（PT/OT/ST/看護師/柔整師など） ・介護スタッフ 1名（資格不要）

機能訓練員（PT）が管理者の兼務できる

【理学療法士が運営する優位性】

- ◎ **理学療法に特化**したデイサービス
- ◎ リハトレーナーを活用し**データに裏付けされた理学療法**の提供
- ◎ 介護現場で不足している**本格的な理学療法**の提供
（*現場では看護師などがリハビリを提供）
- ◎ 退院後の**適切で継続的なリハビリ**の提供 →→ 再入院の歯止め
- ◎ 個人の体力合わせた**個別プログラム設定**や**運動記録が全て自動で設定・保存**。
リハビリ作業に集中できます。
- ◎ 経験と実績を活かし**理学療法士として独立した店舗の開業（オリジナル店舗）**

静岡県指定通所介護・介護予防通所介護事業所
介護保険事業所指定番号：2272302105

機能訓練 プラザ
リハビリ型デイサービス
治療的デイサービス

こころのケア
からだのケア
生活習慣のケア

長き経験で社会に貢献します。

【機関員資格取得】
代表取締役 長岡 章 好
理学療法士(国家資格)25年
第1回静岡県理学療法士学会 学術委員
一般社団法人静岡県理学療法士会 副会長(～H20年)
静岡県介護予防都市町村支援委員会委員(～H22年)
一般社団法人静岡県理学療法士会 理事(～H22年)

【生活指導員】鈴木 寛 精神保健福祉士(国家資格)

機能訓練プラザ (静岡県)

神奈川県指定通所介護・介護予防通所介護
介護保険事業者指定番号：0000000000

LIFE ASSIST
ライフアシスト

あしたのこころ
アシスター **caren** かれん

介護 Habilitation リハビリテーション Training 指導

あなたらしく
楽しい毎日を暮らせるために
笑顔あふれるやすらぎの時間を…

平成28年9月1日開設予定

CAREN (神奈川県)

平塚市指定 地域密着型通所介護：1492000292

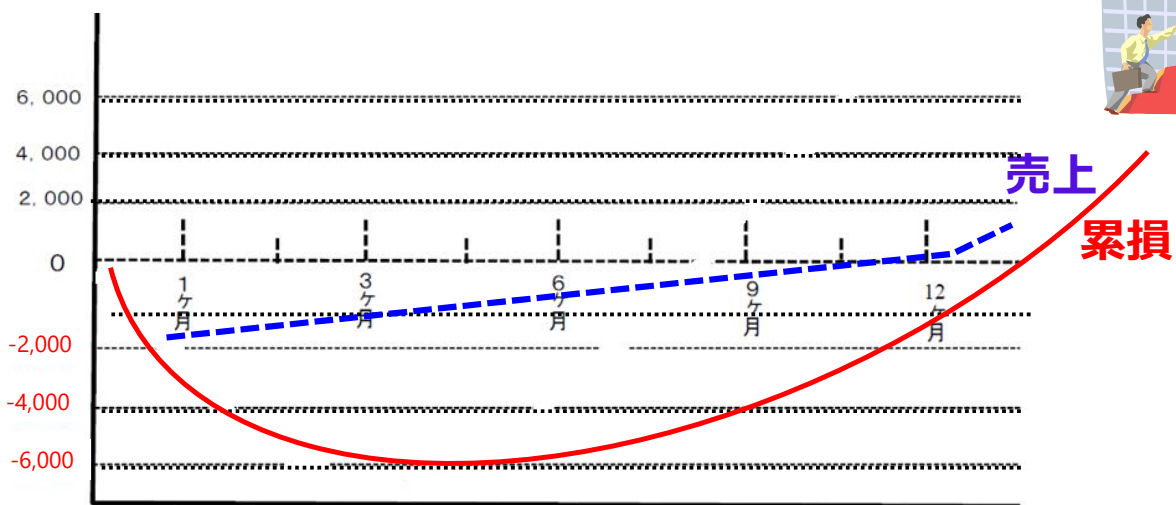
デイサービス
リハ日和 mini

いつまでも自立した生活を…
元気に笑顔に リハ日和

見学体験利用随時受付
お気軽にお問い合わせください。

リハ日和mini (神奈川県)

【売上】 損益分岐点



【開設サポート】

- 法人設立
- 資金サポート（創業計画書・収支表の作成）
- 行政申請書類作成及び行政相談のサポート
- テナント視察アドバイス
- 営業先リストアップ（ケアマネージャー事務所）
- 内覧会案内状及び仮カタログ作成
- 同行営業（内覧会案内、カタログ配布）
- 内覧会立会
- 運営書類作成（契約書・重要事項説明書等・各種マニュアル）
- 施設HP／カタログ作成
- 他運営サポート（HPトビックス、ニュースター）



ありがとうございました。

『加速度時系列スペクトルのエントロピーを用いた動作分析』

についてのご質問・ご意見は、

m-kojima@u-ths.ac.jp

『リハトレーナー』についてのご質問は、

システム・インスツルメンツ株式会社の展示ブース

展示ブース番号【16】

まで、何なりと、お寄せください。