

行動文脈ロガーの開発と評価*

Development and Estimation of Behavioral Context Addressable Loggers*

羽藤英二**・小島英史***・森三千浩***・鈴木明宏****

By Eiji HATO**・Hidefumi OJIMA***・Michihiro MORI***・Akihiro SUZUKI****

1. はじめに

従来のプローブ調査では、PHSやGPSなど位置特定機器を用いて調査が行われてきた。こうした調査デバイスを用いて得られるドットデータ（測位された被験者の位置データ）は多量であるが、それだけでは移動-活動分析に十分なものとなりえない。施設種別や交通機関、活動内容などの識別情報が必要となる。本研究では、施設種別や交通機関などのラベル情報を、HMMタイプのモデルによって生態・環境センサーから再推定するためのウェアラブルな行動文脈情報の計測機器BCALs (Behavioral Context Addressable Loggers in the Shell)を開発した。機器の概要と計測データの基本特性について整理する。

表-1 取得データ

データ項目	観測周期(秒)	データ項目	観測周期(秒)
X軸加速度(G)	1/32	方位(°)	1/32
Y軸加速度(G)	1/32	音(回)	1
Z軸加速度(G)	1/32	温度(°)	2
角速度(deg/sec)	1/32	湿度(%)	2
紫外線(V)	1	マーキング	—



図-1 BCALs

2. データ概要

本研究で使用したBCALsを図-1に、取得されるデータを表-1に示す。

調査取得時には専用のキャリングケースに入れ、腰に装着する。BCALsとGPS携帯を併用することで、位置データや、センサーデータの変化により被験者の詳細な行動を把握することができると考えられる。図-2~4にGPSによる位置データと各地点での各種センサーにより記録したデータの例を示す。

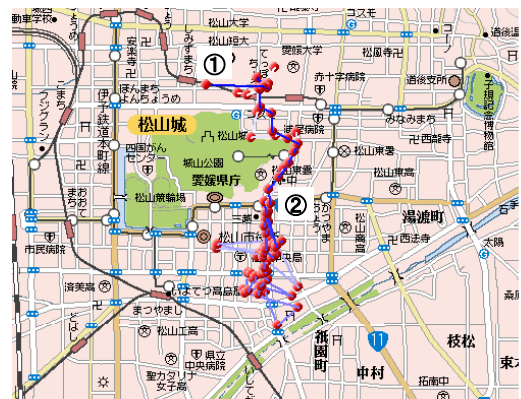


図-2 GPS携帯による行動軌跡データ

(数字は観測地点を示している)

*キーワード：BCALs、行動文脈

**正会員 工博 愛媛大学工学部

(〒790-8577 松山市文京町3

Tel089(927)9829, hato@eng. ehime-u. ac. jp)

***学生員 愛媛大学大学院博士前期過程 環境建設工学専攻

(〒790-8577 松山市文京町3

Tel089(927)9829, ojima@eh. cee. ehime-u. ac. jp)

****非会員 (株)アイ・ティ・リサーチ

地点①

地点②

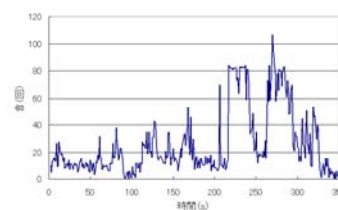


図-3 音データ

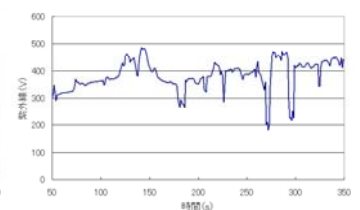


図-4 紫外線データ

図-3は踏切付近での音データである。車通りの少ない場所のため普段は20前後の値を取るが、踏切の警告音が鳴らされると80を超える値を示している。図-4は屋外での紫外線データである。陽射しの当たる場所では紫外線の値が上昇するが、日陰に入ると低い値を示している。

3. データ分析

(1) 音データの分析

音データは周波数領域が広いいため、波形データとして記録する場合データ量が膨大となるといった問題がある。BCALsでは閾値を指定し、閾値以上の音が発生するカウント数で音データを記録する。カウント数が大きいほど高周波数ノイズ環境にいると判定できる。図-5～8に場所ごとに観測した音データを示す。

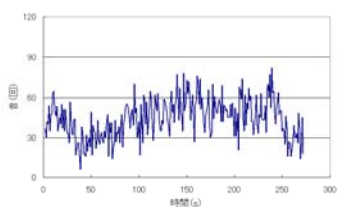


図-5 ドラッグストア
音データ

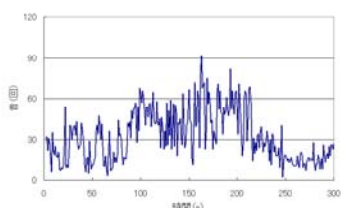


図-6 CDショップ
音データ

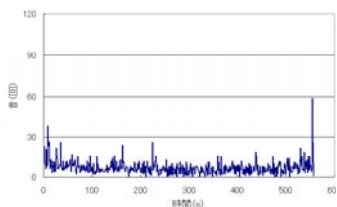


図-7 本屋音データ

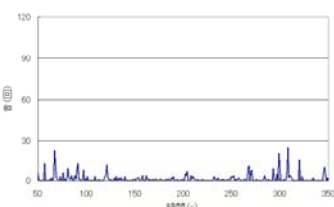


図-8 室内音データ

表-2 場所別データ概要

	平均	標準偏差	最小値	最大値
ドラッグストア	44.129	14.574	6	82
CDショップ	32.938	17.437	0	92
本屋	6.842	4.977	0	59
研究室	1.825	6.217	0	36

表-3 場所間におけるt値

	ドラッグストア	CDショップ	本屋	研究室
ドラッグストア		8.944	40.972	45.255
CDショップ			28.711	33.323
本屋				13.676
研究室				

ドラッグストア、CDショップ等では店内音楽や人の会話により音データが高い値を示した。本屋や室内では静かな環境が保たれているため、低い値を示した。各場所で取得したデータの特性を表-2に、各地点間の音データでt検定を行った結果を表-3に示す。表-2、表-3から音データにより場所の違いが判断できると考えられる。

(2) 加速度データの分析

様々な交通手段、歩行状態でのデータを観測し、加速度データに有意な差が生じるかを検討した。

①交通手段別

各交通手段で加速度データを取得した。それぞれの取得した結果を図-9～14に示す。

— X加速度 — Y加速度 — Z加速度

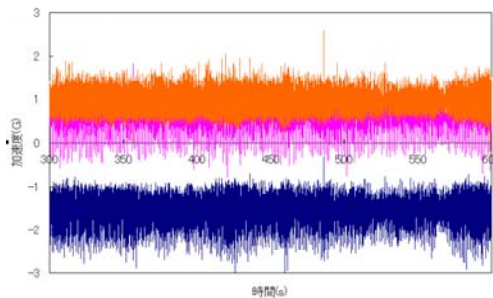


図-9 徒歩による加速度データ

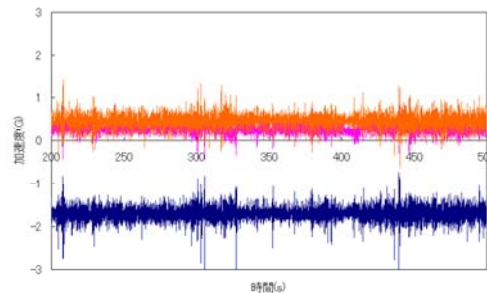


図-10 自転車による加速度データ

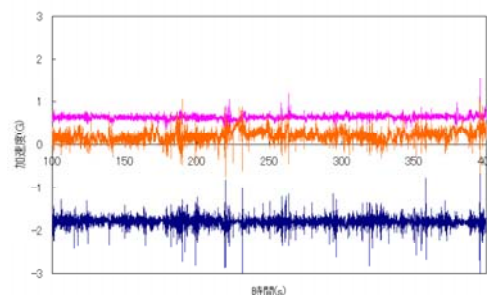


図-11 原付による加速度データ

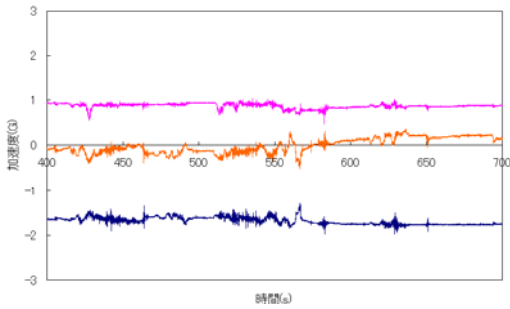


図-12 自動車による加速度データ

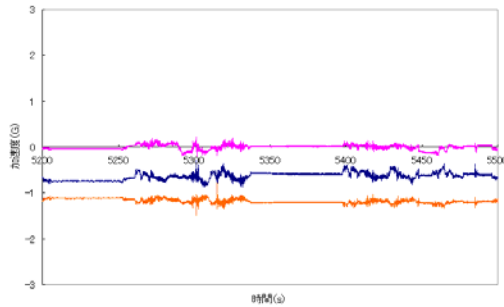


図-13 バスによる加速度データ

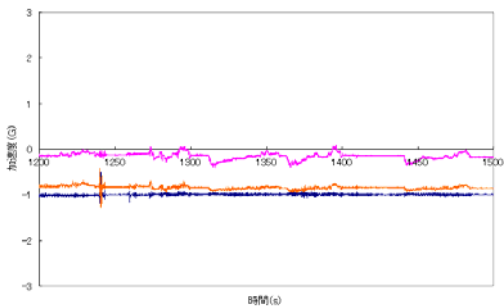


図-14 路面電車による加速度データ

表-4 交通手段別データ概要

	平均	標準偏差	最小値	最大値
徒歩	-0.987	0.205	-1.504	-0.214
自転車	-1.673	0.205	-3.527	-0.585
原付	-1.790	0.161	-2.716	-1.251
自動車	-1.468	0.197	-1.636	-0.777
バス	-0.731	0.117	-1.809	-0.348
電車	-0.998	0.039	-1.706	-0.262

表-5 交通手段間におけるt値

	徒歩	自転車	原付	自動車	バス	電車
徒歩		275.854	358.958	197.241	-126.286	6.127
自転車			52.333	-83.875	-465.715	-377.592
原付				-147.264	-620.778	-558.014
自動車					-375.041	-272.956
バス						252.119
電車						

徒歩、自転車は全方向の加速度の変動が大きくなった。これは足の運動により加速と減速を繰り返しながら進むためと考えられる。原付の場合はX(上下)方向、Z(進行)方向に比べ、Y(横)方向の変動が小さくなった。

自動車、バス、電車は全方向とも加速度の変動

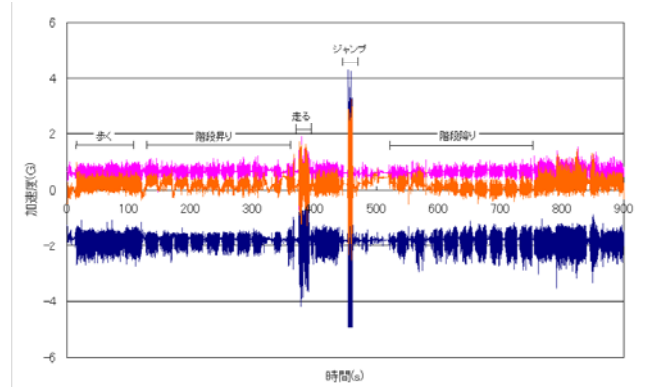


図-15 取得した加速度データ

表-6 歩行状態別データ概要

	平均	標準偏差	最小値	最大値
歩き	-1.787	0.275	-2.620	-1.224
階段昇り	-1.775	0.159	-2.450	-1.435
階段降り	-1.759	0.260	-2.657	-1.358
ダッシュ	-1.795	0.682	-4.235	-0.322
ジャンプ	-1.593	1.451	-4.965	4.292

表-7 歩行状態間におけるt値

	歩き	階段昇り	階段降り	ダッシュ	ジャンプ
歩き		-1.106	-2.425	0.281	-2.454
階段昇り			-3.673	-0.781	2.321
階段降り				-1.381	2.118
ダッシュ					-2.450
ジャンプ					

は小さいが、大きな変動は3方向とも同時に起こっている。発車、停車時や路面の起伏により3方向ともに加速度が生じたためと考えられる。

加速度センサーでは3軸(X, Y, Z方向)のデータ取得が可能であるが、ここでは特に重力加速度方向であるX軸方向のデータについて分析を行った。分析結果を表-4, 5に示す。

徒歩や自転車の場合と、バスや電車の場合とでは、グラフの波形や標準偏差の値に違いが見られる。徒歩や自転車の場合は、人の動きによる加速度の変動が激しいが、バスや電車は速度を一定に保てるため加速度の変動が少ないためと考えられる。

また、t検定の結果よりそれぞれの交通手段には有意差が生じると考えられる。

②歩行時の状態別

BCALsを腰に装着した状態で、歩く、ダッシュ、ジャンプ、階段の昇降を連続して行い、各動作で加速度データを取得した。加速度データを図-15に示す。各状態のX軸方向の加速度について分析を行った。結果を表-6, 7に示す。

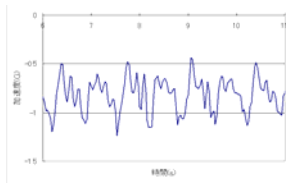


図-16 平地歩行

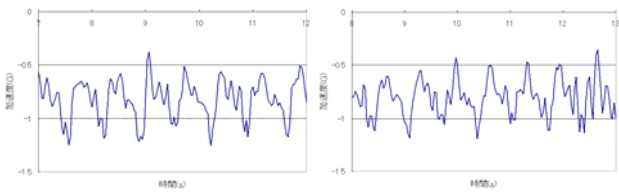


図-17 スロープ昇り

図-18 スロープ降り

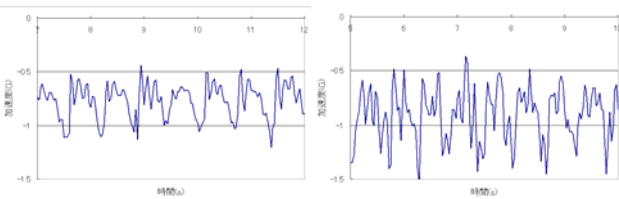


図-19 階段昇り

図-20 階段降り

表-8 歩行地点別データ概要

	平均	標準偏差	最小値	最大値
平地	-0.819	0.170	-1.237	-0.438
スロープ昇り	-0.822	0.183	-1.253	-0.377
スロープ降り	-0.806	0.171	-1.192	-0.357
階段昇り	-0.770	0.162	-1.204	-0.437
階段降り	-0.909	0.244	-1.547	-0.366

表-9 歩行地点間における t 値

	平地	スロープ昇り	スロープ降り	階段昇り	階段降り
平地		0.141	-0.724	-2.662	3.835
スロープ昇り			-0.838	-2.702	3.623
スロープ降り				-1.918	4.419
階段昇り					6.031
階段降り					

表-6,7より、各歩行状態間には有意な差が生じてり、歩行状態の識別が可能であることを示しているといえよう。

③歩行地点別

平地、スロープ、階段での歩行を行い、X軸方向の加速度データの差異の検討を行った。データ波形を図-16～20に示し、分析結果を表-8,9に示す。

同一人物の歩行データのため、どの歩行地点でも波形の形は類似している。振幅や周期を解析することにより、歩行している街路や建物の内部構造の違いを判断することが可能になるとと思われる。平地とスロープでは加速度データに有意な差は生じないものの、階段とでは有意な差が見られた。

表-10 歩行地点別歩行データ

	平均振動数(Hz)	標準偏差	平均揺らぎ(s)
平地	1.488	0.055	0.069
スロープ昇り	1.477	0.078	0.088
スロープ降り	1.512	0.037	0.044
階段昇り	1.548	0.096	0.138
階段降り	1.684	0.140	0.144

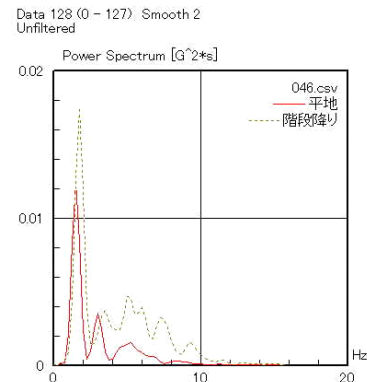


図-21 歩行地点別パワースペクトラム解析図

次に各歩行地点での歩行周期や連続する歩行動作間の揺らぎに着目し、分析を行った。表-10に分析結果を示す。

平地、スロープ上の歩行では連続する歩行動作間の揺らぎが少なく、安定した歩行が行われている。階段の昇り降りでは前歩との差が大きく、不安定な歩行が行われていると考えられる。前歩との関係は+、-と交互になっている部分が見られた。特にスロープ降りと階段降りの間では標準偏差、揺らぎとも大きな差が現れた。

4. おわりに

本研究ではBCALsを用いて、様々な場所や交通手段、歩行状態でのデータを取得し、センサーデータや加速度データの特性を調べた。これらのデータにより、場所や交通手段、歩行状態の変化を判断できると考えられる。今後の課題として、波形データの解析などが考えられる。

なお本研究は文部科学省基盤A (day-to-day)の動的な交通行動調査・解析システムの開発・移動体通信システムによる大規模な位置特定データベースを基本にして(代表:羽藤英二)の補助を得て実施した研究の一部である。研究分担者である河野浩之教授(南山大学)、川原稔氏(愛媛大学)に謝意を表す。