

生活操作としてのドア開閉における 力学環境評価手法の提案

馬場明生 (感性デザイン工学科), 守 明子 (名古屋工業大学), 朝稲 渉 (名古屋工業大学)

A Proposal on Methods for Evaluating Mechanical Environments in Door Operations

Akio BABA (Perceptual Sciences and Design Engineering), Akiko MORI (Nagoya Institute of Technology)
and Wataru ASAINE (Nagoya Institute of Technology)

In this paper, a new method for evaluating human being's life operations in the buildings from the viewpoints of clarifying mechanical environments are proposed. The acceleration waveforms in door operations were measured by a triaxial piezo-resistive accelerometer attached in the right wrist and the center gravity of bodies. Perceptual evaluations based on SD method was immediately carried out after the measurements. The maximum acceleration, maximum velocity, displacement and energy obtained by numerical integrations and the spectrum inclination values by spectrum analyses were compared with the perceptual ones. As a result, a psued-evaluating method of waveforms are proposed on the basis of relationships between both types of the values.

Key Words: Mechanical environment, Perceptual evaluation, Door operation, Maximum acceleration

1. はじめに

高齢社会においては個々人の身体能力の変動が大きく、それに伴って各個人の建築空間に対する要求内容もその程度も画一的に捉えることはできない。また、その建築空間に可能な限り住み続けるためには、日常生活における多種多様な行為、例えば日常生活における住空間へのアクセス、階段の昇降、室内移動に伴うドアの開閉、着座・起立等々の具体的な生活行為に対して行為者がどのような印象を持ちつつ生活を営んでいるかという行為と感性との関連について考慮することは不可欠であると同時に、建築空間を支配する要因は多様である。

建築学の環境分野では一般に熱・光・音がその研究対象としてあげられるが、生活行為と建築空間の関連を明確にするためには従来の環境分野の領域とは異なり、人間と建築空間との間に生じる力学的な相互作用、すなわち「力学環境」に関わる研究が極めて重要である。

一方、建築空間に関する評価では安全性を含む性能確保という物理的特性に関するものがほとんどである。また、生活行為者が建築空間に対して如何様な感じ方をしているかという感性に関わる評価はSD法を用いた研究例があるにはある^[1]。しかしなが

ら物理的特性に関する研究では人間が中心に据えられてはならず、また、これら感性に関わる研究は空間認識に関するものであり、生活操作に関わるものではない。

また、近年、医用工学や福祉工学分野においては疾患・障害を持つ高齢者の健康維持等を目的として日常生活における身体活動に関わる研究が行われており、その評価手法の手段として加速度計がよく用いられるようになってきた。例えば、日常生活のモニタリングの研究^[2]、歩行形態の識別^[3]、エネルギー代謝量を推定した研究^[4]などである。しかしながら、これらの研究は人間そのものの評価を目的としており、建築空間と生活行為との力学環境の評価を目的とはしていない。

ここでは、生活操作における生活行為者と建築空間との力学的な相互作用の実態を明らかにするために、多様な生活行為のうちドアの開閉操作を対象とし、人間と建築空間との力学的相互作用のメカニズムに関する研究の取り掛かりとして、3次元加速度計により得られる波形の解析と感性評価とを行い、それらの相互関係から、力学環境に関する新しい評価手法を提案する。

2. 実験方法

2.1 加速度計

3次元加速度計には、圧電素子型およびひずみゲージ式、 piezo抵抗型などのものがある^[5]。圧電素子型は堅牢で消費電力が小さいという利点がある反面、素子の性質上、加速度変化の低周波成分を検知することが困難で、迅速な体幹の動きは検出しようものの姿勢変化などの緩慢としたそれを検出することができない。ひずみゲージ式加速度計は加速度変化の直流成分は検出しようが、落下程度の比較的小さな衝撃で容易に破壊され耐久性に乏しい。それに対し piezo抵抗型加速度計は、センサ部分の重錘体に加力されることによってブリッジ抵抗の不均衡電圧が出力される仕組みになっている。つまり、直流成分からの加速度検出が可能で、感知面が重力方向に対して傾いた場合にはその傾きを検出するので被験者の姿勢変化を測定することが可能である。そこで、ここでは3次元加速度計として piezo抵抗型加速度計を用いる。

ここで行う人体計測では、身体への負担を考慮すると、可能な限り身体を拘束しない状況であることが求められる。そこで、加速度計と加速度により得られる信号の増幅器を一体化した2×3×4cmの小型で衣服と同様な感覚で装着できる加速度計を試作した。この加速度計では前後、左右、上下方向という3軸方向の加速度を同時に検出することができる。なお、検出範囲は-2G~2G、感度は前後方向、左右方向では5mV/G、上下方向では4mV/Gである。

2.2 測定

測定対象としたドアは表1と図1に示すような山口大学工学部構内講義棟に設置されている4種類のドアですべて開き戸である。被験者は表2に示すような8名の大学生(男4名、女4名)である。

加速度の測定に先立ち、図2に示すように、ドア操作の作用部である被験者の右手首と身体の重心に近い腰部との2箇所に加速度計を固定した。

被験者はドアの前方20cmに立ち、ドアを所要時間約1.7秒で45度前方へ押し開ける。このとき、加速度計によって得られる信号をデータロガー(記録装置)を介してメモリカードに記録し、測定終了後、メモリカードを記録装置から取り出し、得られたデータをコンピュータで解析した。なお、加速度計のサンプリング周波数は100Hzとした。

感性評価にはSD法を用い、形容詞対は図3に示す①「圧迫感のある・なし」、②「重い・軽い」、③「使いにくい・使いやすい」の3項目とし、項目ごとに5段階による評価とした。感性評価は1回のドア開閉操作が終了直後に毎回行った。

2.3 解析方法

加速度計により得られた波形の解析には数値積分法と加速度信号のスペクトル解析とを用いた。

Table 1 Details of doors

Name	Door		Doorknob	
	Size (mm) (H×W×D)	Location	Form	Height from Floor (mm)
Door1	1980×810×35	Room door	Grip ball	930
Door2	1985×935×40	Entrance door	Square board	870~1090
Door3	2200×790×45	Entrance door	Bar	30~1330
Door4	1985×950×45	Entrance door	Circular board	790~1210



Figure 1 Doors used in the experiment

Table 2 Details of examinee

Sex	Mark	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
Man	M1	20	181	70
	M2	21	174	73
	M3	22	180	62
	M4	22	169	53
	Average of men		21.3	176.0
Woman	W1	21	156	54
	W2	20	150	55
	W3	22	159	54
	W4	21	143	42
	Average of women		20.8	153.2

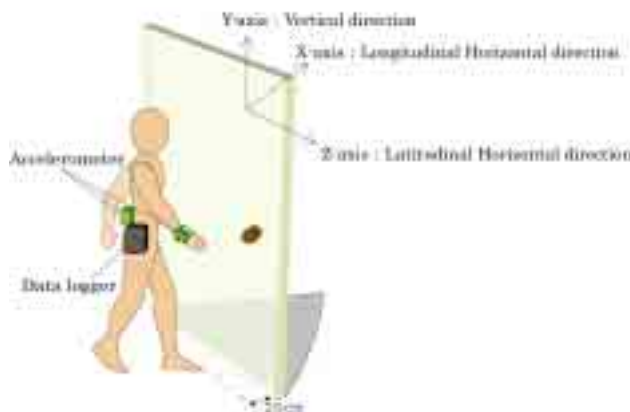


Figure 2 Schematic diagram for measuring accelerations

	1	2	3	4	5	
Feeling of oppression	-----					Non feeling of oppression
Heavy	-----					Light
Hard to use	-----					Easy to use

Figure 3 Pairs of the adjectives for perceptual evaluation

2. 3. 1 数値積分法による解析

被験者の右手首と腰部とに取り付けた各加速度計により得られる前後・上下・左右3方向の波形から、各方向の合成値すなわち合成加速度をスカラー量として算出し、その最大値を最大加速度とする。次に最大加速度から数値積分法を用いて最大速度と変位とを求める。また、その加速度と変位とからエネルギーを算出する。図4に被験者女性1がドア1を操作したときに得られる解析結果の例を示す。エネルギーの算出には被験者の質量を加味しなければならないが、ここではドア質量を規準化した当該エネルギーとして算出した。

2. 3. 2 スペクトル解析

加速度計により得られた前後方向・上下方向・左右方向の3次元の加速度波形に対して離散フーリエ変換を行うことによってフーリエスペクトルを求めた。得られたスペクトルと周波数との両対数表示から回帰直線を求めた。測定によってはこの回帰直線の傾きは負の値となるので、ここではこの値の絶対値を傾き値ということとする。なおスペクトル解析はドアに対して前後方向をX軸方向、同上下方向をY軸方向、同左右方向をZ軸方向として3つ軸方向についてそれぞれ行った。

図5に被験者女性4がドア1を操作したときに得られる前後方向(X軸)に関する解析結果の例を示す。この場合、傾き値は1.4546ということになる。

3. 実験結果

3. 1 数値積分法による解析

まず、加速度計を被験者の右手首および腰部に装着した場合の3方向の波形から各方向の合成値、すなわち合成加速度をスカラー量として求め、その最大値を最大加速度とする。つぎに加速度を積分して最大速度を、再び積分して変位を、さらに積分を繰返してエネルギーを被験者別およびドア別に求めた。被験者ごとの各結果を累積し、その平均値を結果項目別に右手首装着と腰部装着とに分けて示すと図6のようになる。

最大加速度は、ドア種類にかかわらず加速度計を腰部に装着した場合より右手首に装着した場合のほうが大きな値を示し、その中でもドア1の場合には最も大きな値0.781G示した。最小値を示すドア4でもこの値は0.330Gであった。これは、ドア1の取手が握り玉というラッチ錠であったためにドアを押し開けるに際し力を要し、その結果として他のドアに比べて最大加速度が大きくなっていると考えられることから、開閉操作部分の仕様による影響があるものと思われる。しかしながら、被験者男性1と同

女性2におけるこの値は1.0Gを超えおり、後述する他のドアに関する解析結果を考慮すると、ここ得られたドア1に関する値は2名の被験者の特異な値に由来するものとも考えられなくもない。

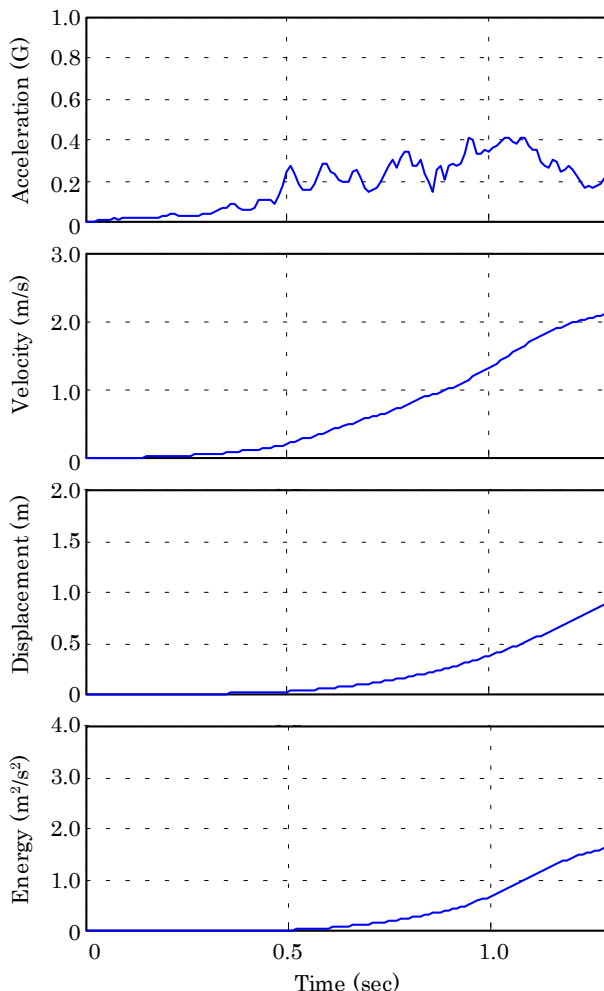


Figure 4 An example of numerical integrations
Experimental conditions: examinee Woman No.1 (W1), door 1 and right wrist

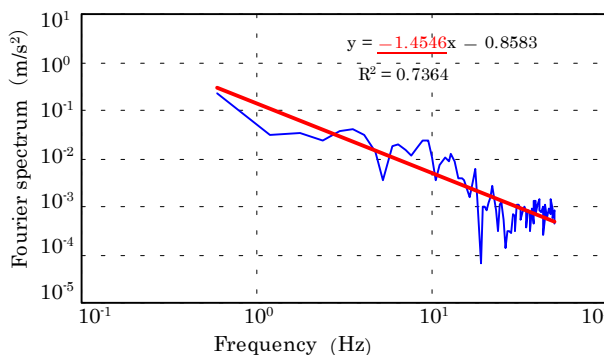


Figure 5 An example of spectrum analyses
Experimental conditions: examinee Woman No.4 (W4), door 1, center gravity of bodies and X-axis (Longitudinal horizontal direction)

最大速度も最大加速度と同様にすべてのドアにおいて右手首装着の場合のほうが腰部装着の場合よりも大きく、その中でもドア 2 の場合の値は 2.238m/sec と大きくなっているが、ドア種類による差異は最大加速度の場合よりも比較的小さかった。

変位は最大加速度および最大速度と同様に、ドアの種類に関わらず右手首装着の場合のほうが腰部装着の場合より大きく、装着位置による差が顕著であった。また、その最大値はドア 2 において得られ 1.505m であった。実際の測定では、ドア端部の軌跡はこれほどには大きくなく、この値は実情を反映していないことになるが、これについては後述することとする。

エネルギーは、他の結果と同様に右手首装着の場合のほうが腰部装着の場合より極めて大きく、その最大はドア 2 において得られ 2.731m²/s² であった。

概括すると、ドアの種類に関わらず加速度計の設

置位置により各値は大きく異なり、腰部よりも右手首に設置した方が格段に大きくなった。

何れの解析結果においても、腰部装着の場合の値は極めて小さく、またドアの種類による差異も僅少であるため、以後、感性評価との関連性を論議するに当っては加速度計の右手首設置における解析結果のみを検討対象とすることとする。

3. 2 スペクトル解析

加速度計装着位置を変えて全被験者 8 名の傾き値の平均を全ドア種類について前後・上下・左右の方向別に示すと図 7 のようになる。

まず右手首装着の場合については、ドア 2 において 3 方向ともに傾き値は 0.5 前後と最も小さく、ドア 1 と同 3 においてのそれはばらつきがややあるものの概ね 0.8 であった。また、ドア 4 においてのそれは計測対象としたドアの中で最も大きく何れの方向においても 1.0 前後であった。ドア操作性に最も

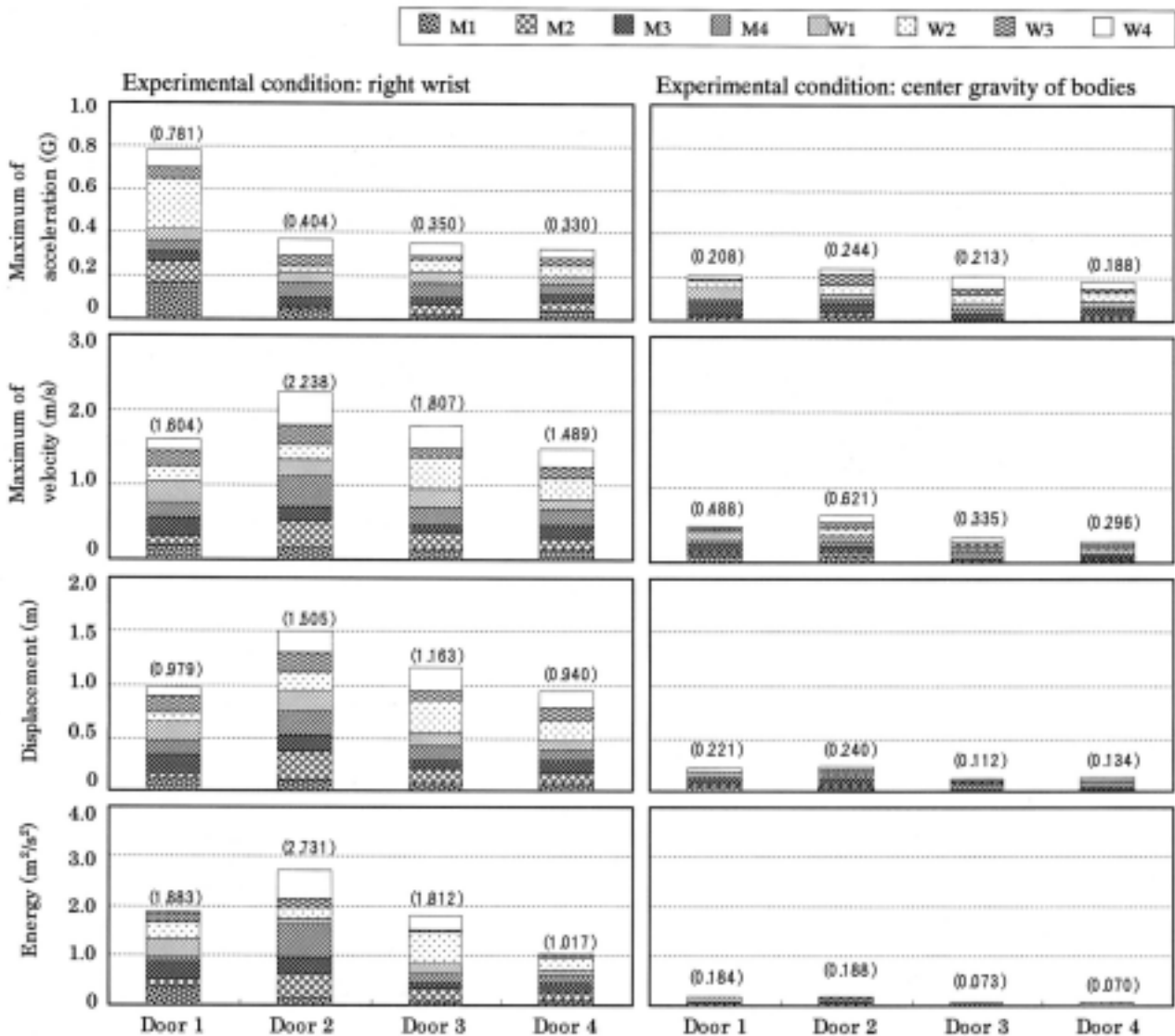


Figure 6 Experimental results on numerical integrations

大きく関与すると思われる進行方向すなわち前後方向 (X 軸) に対して、それと直交する左右方向すなわち Z 軸方向では幾分小さくなる傾向となった。さらに各方向における傾き値はドアの種類に関わらず概ね前後方向 (X 軸)、上下方向 (Y 軸)、左右方向 (Z 軸) の順に若干ではあるが小さくなる傾向が認められた。

腰部装着の場合については、右手首装着の場合と比較してすべてのドアにおいて傾き値は大きく、概ね 1.4 から 1.6 前後だった。計測方向については、ドア 1 では前後方向 (X 軸)、上下方向 (Y 軸)、左右方向 (Z 軸) の順に順次小さくなっているがドア 3 においてはドア 1 と逆の傾向を示した。それに対し、ドア 2 とドア 4 とでは各方向による差異は僅少であった。腰部装着の場合、ドアの種類や計測方向に基づく法則性を見出すことは困難であった。すなわち、腰部装着の場合のスペクトル解析から得られる傾き値のみに基づいて力学環境評価を試みることは危険性があることになる。

以上の結果から、加速度計の設置位置についてはドアの種類により傾き値が変化するという観点から、感性評価と比較する際は腰部よりも右手首のほうが有効であるようである。また、ある 1 つのドアにつ

いて 3 方向での傾き値を比較したところ、多少の変動は否めないものの類似した値になることが判ったので、以後、考察に際しては加速度計を右手首に装着した前後方向 (X 軸) のみの傾き値をその対象とし、感性評価との関連性を検討することとする。

3. 3 感性評価

図 8 に SD 法の 3 つの形容詞対に対する感性評価点を被験者女性 4 名の平均値および被験者男性 4 名のそれ、ならびに全被験者 8 名のそれとしてドアの種類別に示す。

まず「圧迫感のある・なし」という形容詞対では、ドア 1 については性別による差は見出されなかったものの、ドア 2 については被験者女性のほうが同男性よりも評価点が大きかった。一方、ドア 3 とドア 4 についてはドア 1 とドア 2 とは異なり、被験者女性の評価点よりも同被験者男性のそれのほうが大きかった。これは、被験者女性の場合、平均身長が 153.2cm であるのに対し、ドア 3 の高さ寸法は 2200mm と身長との差が他のドアよりも大きかったためではないかと考えられる、それに対し、被験者男性の場合のそれは 176.0cm であるので、ドアの高さ寸法による影響はさほど大きくはなかったのではないかと推察される。また、男女ともにドア 2 の評

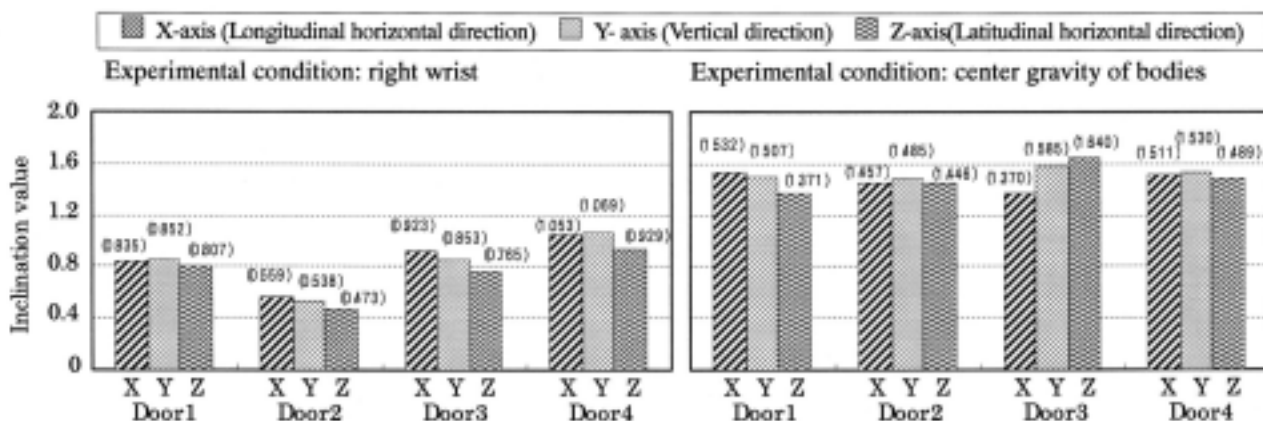


Figure 7 Comparison by the installation position of accelerometers on spectrum inclination values

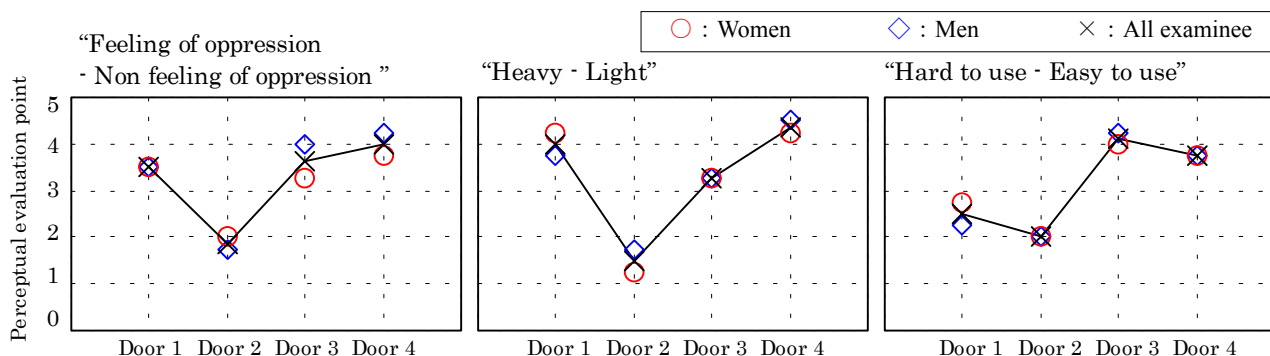


Figure 8 Experimental results on perceptual evaluations

価点が最も小さく、ドア4のそれが最大であったことは、何れの被験者もドア2の操作では圧迫感を感じ、ドア4ではほとんど感じていないことになる。

次に「重い・軽い」という形容詞対では、性別による評価点の差異は「圧迫感のある・なし」という形容詞対における傾向と異なりドア1とドア2について顕著であるが、ドア3と4とでは僅少であった。また、全被験者でみると、評価点の最小はドア2において、その最大はドア4においてそれぞれ得られた。

ドア1は研究室と廊下との間の木製フラッシュドアで軽量であるのに対し、ドア2は室内と室外との間に設置され、このような計測をするまでもなく日常的に苦痛を感じているとして評判の悪いドアであることから、一般に男性より肉体的に非力である被験者女性にとってはその評価が男性とは明確に分かれたものと考えられる。ただし、その設置場所からして強風に対してもドアの開閉を生じさせないという目的を考慮すると致し方ない面もあるのかもしれない。ドア3は質量的には大きそうではあるが、ドア取手が床上30~1330cmの縦長の握りバーであるため、被験者の身体的特質に関わりなく各被験者にとって最も身体的負担の少ない位置での開閉操作が可能であるためほどほどの評価点が得られたものと思われる。また、ドア4は最新式のドアでヒンジ部分の改良が図られていることから被験者のほとんどが軽量と感じたものと思われる。

最後に「使いにくい・使いやすい」という形容詞対では、「重い・軽い」という形容詞対の場合と同様に、ドア1において性別により評価点の差異が認められるが、ドア2と4ではその差異は皆無であった。他の形容詞対と異なり、ドア1と4との評価点が小さいもののドア2よりもそれは大きく、ここでもドア2の評価点が最も小さいことには変わりなかった。

他の形容詞対における結果との相違はドア1とドア4である。ドア1は軽量であるものの取手の仕様が握り玉であること、ドア4は「圧迫感がなく軽い」というものの、取手が直径約40cmの円盤状であることなどから、これら2種類のドアについては上記2つの形容詞対で得られた結果と異なったものと思われる。

以上の結果から、ドア1は圧迫感も少なく軽量ではあるが、操作性に改良の余地があることになる。また、ドア2はすべての形容詞対で評価点が最小であり日常的には敬遠されるドアと考えられるドア3は圧迫感が少なく使い易いものの質量の大きさに難点があることになる。総合的に評価点の大きかったドア4は被験者にとっては圧迫感がなく軽量ではあ

るが使いやすさにやや難点がある、それは取手の変更により改善される可能性があるようである。したがって、ドアに関する感性評価を実施するうえではドア取手の仕様が重要であることになる。

4. 考察

4.1 各解析結果と感性評価との関係

前項「3. 結果」で述べたように、ここでは加速度計を右手首に装着した場合のみを考察の対象とする。

図9は、数値積分法により得られた最大加速度・最大速度・変位・エネルギーを被験者女性4名の平均値、被験者男性4名のそれ、ならびに全被験者8名のそれとしてドアの種類別に示したもので、上述図6に示した結果を性別および男女の平均値として示したものである。

最大加速度を性別に見ると、ドア1において女性のほうが男性のそれより大きい、その他のドアではその差異はさほど顕著ではなかった。また、全被験者の平均でみてもドア1において最大値が得られ、その他のドアの2~3倍であった。

最大速度では、ドア3において性別による差異が顕著であったが、その他のドアにおいてはその差異は僅少であった。また、ドア2においては差異が皆無であるとともに最大速度の最大値が得られ、その最小値はドア4において得られている。

変位では、最大速度の場合と同様にドア3において性別による差異が認められた。また最大値はドア2において得られ、最小値はドア4において得られている。

エネルギーでは、性別による差異はドア1をのぞき顕著であり、その最大値は最大速度および変位と同様にドア2において得られ、最小値はドア4において得られている。

最大加速度と感性評価との明確な関連は見出しえないが、最大速度・変位・エネルギーについて最大値が得られたドア2は、感性評価の全ての形容詞対において最小の値が得られたものである。また、最小値の得られたドア4は感性評価で「使いにくい・使いやすい」の形容詞対を除くとおおむね高い評価点を得たものである。このことは、数値積分法により得られた解析結果のうち、最大速度・変位・エネルギーに関しては感性評価との関連性があることを示唆していることになる。

図10は、スペクトル解析により得られた前後方向(X軸)の傾き値を、図9と同様に被験者女性4名の平均値、被験者男性4名のそれ、ならびに全被験者8名のそれとしてドアの種類別に示したもので、

上述図7に示した結果を性別および男女の平均値として示したものである。

傾き値の平均（以下平均傾き値と記す）を性別に見ると、ドアの種類に関わらず性別による差異は比較的顕著であるが、その大小関係はドアの種類によって異なっており、ドア1とドア3とでは女性の平均傾き値のほうが男性のそれを上回るが、ドア2と4とではその逆になっている。全被験者に関する結果としてドア2においてその最小値が得られ、ドア4においてその最大値が得られている。

平均傾き値の最小値が得られたドア2は感性評価の全ての形容詞対において最小の値が得られたものである。また、その最大値が得られたドア4は、感性評価で「使いにくい・使いやすい」の形容詞対を除くとおおむね高い評価点を得たものであり、このような両者の関連は数値積分法によって得られた結果のうちの3つの傾向、すなわち最大速度・変位・エネルギーの傾向と同様である。

したがって、ドア1とドア3については感性評価の各形容詞対に対して必ずしもある一定の傾向を見出すことは叶わないが、少なくともこのドア2とドア4については2つの解析結果と感性評価との間に強い関連性があることになる。したがって、ドア開閉操作のみに限った実験ではあるが、力学的環境評

価の手法として3次元加速度計による測定が有用であることが示唆される。

4. 2 採取間隔操作手法に基づいた仮想軌跡表現による力学環境評価手法の試案

数値積分法による解析では当初より前後・上下・左右という3つの方向を取って合成し最大加速度を求めた。さらにこれを2回数値積分することにより変位を求めた。この積分操作を3つの各方向に行えばドア開閉の軌跡を3次的に描くことができることになるので、その軌跡からドアの種類やドア操作に関しての何らかの情報が得られるのではないかと考えた。ここでは、解析結果と感性評価との間に強い関連性があることが明らかとなったドア2とドア4とを対象に、前後方向（X軸）と左右方向（Z軸）との2つの方向について0.1秒毎の変位を求めた。被験者男性1および被験者女性3がドア2とドア4をそれぞれ押し開けた場合の結果を図11に示す。同図(a)は被験者男性1がドア2を押し開けた場合、同図(b)は被験者男性1がドア4を開けた場合、同図(c)は被験者女性3がドア2を押し開けた場合、同図(d)は被験者女性3がドア4を押し開けた場合のそれぞれの軌跡である。各図の縦軸は被験者の前後方向（X軸）を、横軸は同じく左右方向（Z軸）を意味している。各図の第1象限と第4象限とは加

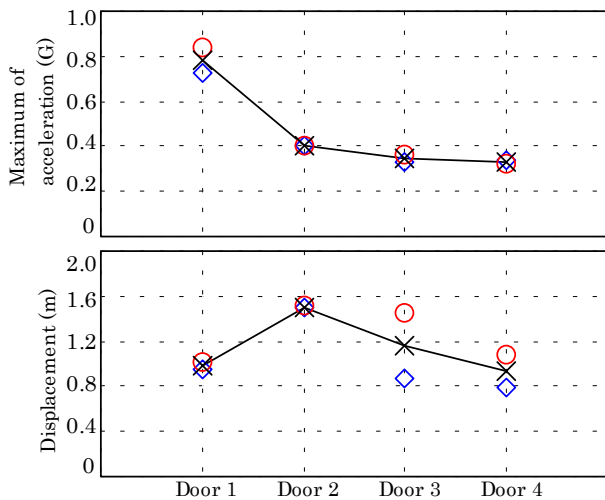


Figure 9 Experimental results on numerical integrations (Experimental condition: right wrist)

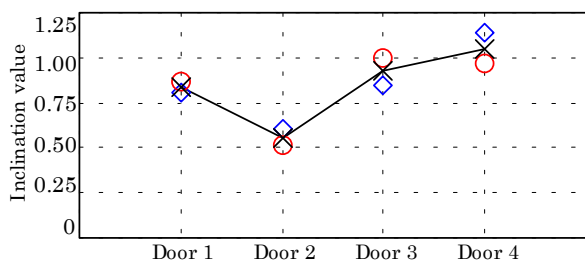
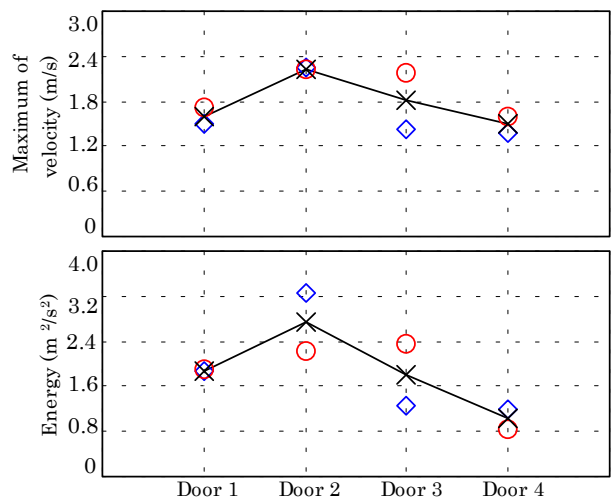
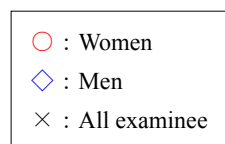


Figure 10 Experimental results on the average of spectrum inclination values (Experimental condition: right wrist)



速度計を装着した右手首の軌跡を、第2象限と第3象限とは同様に腰部すなわち重心の軌跡を表し、各軌跡の進行方向を矢印で示す。図中、90度の円弧はドア取手の実際の軌跡を示し、円弧状45度の位置から始まり右手首の最終軌跡位置とを結ぶ矢印は45度押し開けた時のドアの位置と右手首との変位の差を表している。

まず、同図(a)に示す軌跡から、重心は右前方へとドアに近づく方向へ移動していることがわかる。また、右手首は大きく弧を描きながら前方すなわちドアより離れる方向へと移動している。その軌跡はドア取手の軌跡からは離れているものの、その程度は小さい。

同図(b)に示す軌跡から、右手首の動きは当初の間は静止状態であるが、その後、左前方へとドアに接

近する方向で移動していることがわかる。その軌跡は、同図(a)に示すドア2の場合と比較すると同一被験者であるにもかかわらず軌跡の前後方向の成分が小さい。これはドア4が肉体的に非力ではない被験者男性1であり、感性評価で最も軽いとされたことを踏まえると、ドア4を押し開ける操作が手首のみによる突き放し操作として実施されたことが窺える。なお、重心の前後左右の移動も極めて小さい。

同図(c)に示す軌跡から、重心の移動が同図(a)と同様にドアへ近づく方向ではあるが、左前方すなわち、重心でドアを押し開ける方向とは異なっている。これは被験者女性3が被験者男性1と比べ身長が低くその分腕の長さも短いことから、ドアを開ける際に必要な回転半径を軽減するためと思われる。また、右手首の軌跡がドアの実際の軌跡の進行方向におい

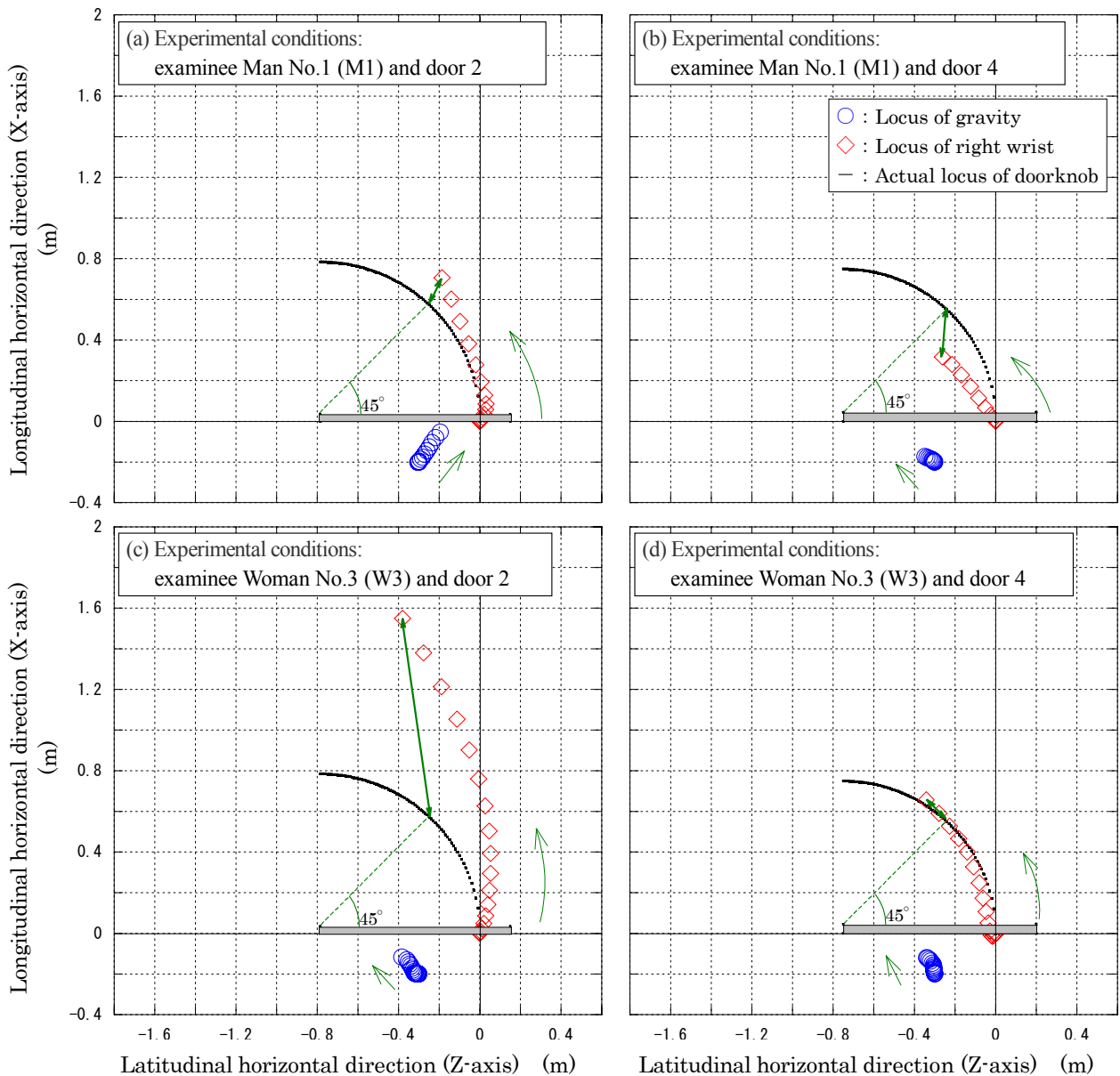


Figure 11 Virtual locus of right wrist and gravity

て極めて大きくなっているが、ドア2は全ての形容詞対での感性評価が低いドアであることから、操作を開始したものの、あまりの質量と操作性の悪さのためにドアの実際の軌跡から大きくずれてしまったものと考えられる。一方、同図(d)に示す軌跡から、重心の移動は皆無であり、右手首の軌跡も実際のドアの軌跡と整合している。

ここで、同図(b)と同図(c)とにおいて軌跡がずれている。これは、ここではデータ採取間隔を敢えて1/100秒としているので、実際の得られた加速度周期は0.02~1秒となり、数値積分によって正確な軌跡は得られにくかったことによるものと考えられる。すなわち、ドア2のようにドアを押し開けるに際し大きな力を必要とする場合には大きな周期成分が増大する傾向となり、逆に、比較的感性評価点の高いドア4では突き放し操作が可能であることになる。このような理由から特に、被験者女性3、ドア2において実情とは大きな乖離が発生したことの説明がつく。この結果から判るように、データ採取間隔を実際の適正間隔から少々粗くすることは軌跡のデータから周期の偏りを見出す手法になり得る。また、重心および右手首の移動位置の大きさは、第一次近似的にはエネルギーの大きさを示し、重心の軌跡からは、被験者が無意識のうちにドアに対して身構えているかの程度を判定するための資料となりうる。

以上の結果から、軌跡は、感性評価を含めた複雑な多次元のインディケータとして有用であることになる。

5. まとめ

生活操作における生活行為者と建築空間との力学的な相互環境、すなわち力学環境の評価手法を提案することを目的に、生活操作の一つである開き戸を対象として、それを押し開ける際の加速度をピエゾ型3次元加速度計を用いて測定し、得られた波形から数値積分法による解析とスペクトル解析を行った。また、SD法による感性評価を行い、上記解析結果と感性評価との関連性について検討した。

その結果、加速度計による波形の数値積分法やスペクトル解析によって感性評価を含めたドアの操作性を評価することが基本的に可能であることがわかった。また、実際の測定加速度波形の半周期を測定周期とすることによる仮想軌跡から、多次元の操作性条件を検出する手法の端緒的資料を得ることができた。ここで対象としたドア開閉という生活操作を例とした時、力学環境評価に関連する物理量および感性評価点、物理的与条件のみならず被験者の特性および日常的な学習による心理的対応をも含めた

条件に影響され、多用に描き出されることがわかった。したがって、ここで提案した手法は、生活操作・移動操作等々の建築空間の力学的環境をリアルに表現する手法として有用であることが確認された。

(本論文は、著者のひとりである朝稲渉が山口大学大学院理工学研究科博士前期課程在学中に修士論文としてまとめたものを基本として一部加筆したものである。)

[謝辞]

本研究は平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のジュニアフェローシップ事業の支援を受けて行われたものである。研究を遂行するにあたり中島一樹氏(厚生労働省 国立療養所 中部病院 長寿医療研究センター 室長)、吉村拓巳氏(同研究員(当時) 現東京都立工業高等専門学校助教授)に有益な御助言を頂いた。実験の遂行ならびに結果の解析にあたり権澤真紀氏(2000年度山口大学卒業生)および小島久美子氏(2001年度名古屋工業大学卒業生)の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

[参考文献]

- [1] 渡邊慎一, 堀越哲美, 三好結城, 宮本征一, 水谷章夫; 炬燵採暖が人体に及ぼす熱的影響とその評価方法, 日本建築学会計画系論文集, No.497, pp.39-46, 1997
- [2] 牧川方昭; 日常行動のモニタリング, BME, Vol.10, No.5, pp.39-48, 1996
- [3] 関根正樹, 小川充洋, 田村俊世, 戸川達男, 福井康裕; 加速度センサを用いた歩行の識別, 第12回生体・生理工学シンポジウム, pp.113-116, 1997
- [4] Carlijn V. C. Bouten, Karel T. M. Koekkoek, Maarten Verduin, Rens Kodde and Jan D. Janssen; A Triaxial Accelerometer and Portable Data Processing Unit for the Assessment of Daily Physical Activity, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol.44, pp.136-147, 1997
- [5] 南任靖雄; センサと基礎技術, 工学図書, pp.45-50, 1994

(平成14年8月30日受理)