

揺れを表現することばの捉え方に関する考察

—実験によるアプローチ—

日大生産工（院） ○櫻 井 宏

日大生産工 鳥居塚 崇

1. はじめに

世界でも稀な地震多発地域に位置する日本は、大地震を含め頻繁に地震を経験してきたことにより、建築物の免震・制震装置などの緩衝装置が発達している。しかし、地震の際の建築物の揺れに対して、恐怖心を抱くのが現状である。そこで、より安心出来る環境を作るためには揺れに対して物理的に十分な環境を求めるだけでなく、人間の心理的な要因も加えた環境設計が必要と考えた。このため、これまでのような設計の際に物理的な評価だけでなく、人間の主観も加えた評価方法の検討が必要になることがいえる。このような評価方法の構築を目標に、まず揺れの大きさや怖さを評価するための、揺れとことばの関係を明らかにすることを目的に地震の揺れを表現することばの整理・解析を行う。瀬野¹⁾らは揺れを表現することばに着目した研究を行った。これにより人間が表現することばの特質（揺れの大きさ、怖さ）が明らかになった。しかし、瀬野¹⁾の研究では、定性的な特質は明らかになったが具体的なことばの特徴は明らかになっていない。そこでより詳細に特徴を明らかにするために定量的な特徴を明らかにする分析が必要と考えた。

2. 研究の流れ

第一に揺れを表現することばの揺れを明らかにすることを目的とし、揺れを表現することばの表現を行う。そして表現した揺れをFFT解析により最大周波数・最大振幅を明らかにする。次に得られた結果から疑似的な揺れを設定する。そして、疑似的な揺れの表現を行うための揺れ発生システムの構築を行う。このシステムを用い、周波数・振幅を設定し疑似的な揺れを発生させる。発生させた揺れを被験者に評価してもらうことにより疑似的な揺れの場合の感じ方を明らかにし、揺れの特徴とことばの繋がり体系を考察する。そして揺れを表現することばと揺れの関係の指標を作る。

3. 産出法による揺れの表現

3-1. 実験概要

実験画面を図1に示す。PCのディスプレイ上に揺れを表現することばをマウスの操作によって表現し、マウスポインタの移動した軌跡の座標を保存できるプログラムを作成し実験を行った。ことばの表現は図1の①の場所に表現してもらった。計測時間は被験者がマウスを操作し始めてから2秒後から7秒後までの5秒間とし、1人の被験者につきそれぞれのことばで5試行ずつ実験を行った。そして座標データをPCに保存した。被験者には揺れを表現することばを左右(横)の揺れのみで表現してもらった。実験に用いたことばは瀬野が用いた14種類のことばであり、被験者は男女学生20名である。

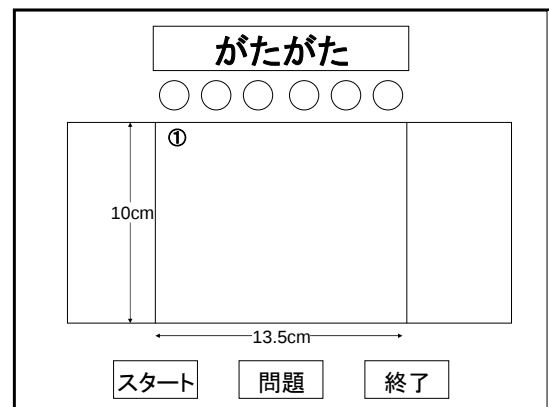


図1 実験画面

4. 揺れの軌跡のFFT解析

4-1. 概要・目的

揺れの軌跡からどのような振幅、周波数で作られているのか明らかにすることを目的とし、FFTによる解析を行った。図2は実験3の図1の実験画面上で、揺れの表現で得た、揺れの軌跡の一例である。図3は揺れの軌跡のFFTの結果を示したものである。

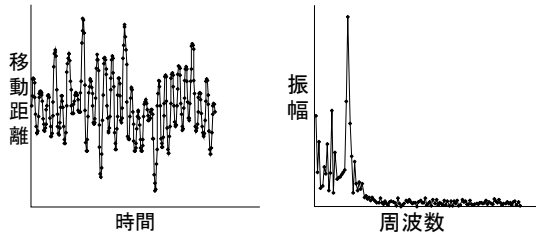


図2. 揺れの曲線

図3. FFT 解析後

4-2. 方法

最初にことばごとに得たデータをFFTを施し、最大振幅と最大周波数を抽出した。最後にデータの正規化を行い各ことばごとに平均値の算出を行った。結果を図4に示した。

4-3. 結果および考察

図4から最大周波数が中～大のところに、がちやがちや・ゴーゴー・ぐらぐら・がたがた・かたかた・ゴー・ぎしぎしが位置しているが、これらのことばは揺れによる音を表現していることばといえる。さらに最大振幅が中～小の場所に特に集中している。また最大周波数が中～小のところに、ゆさゆさ・くらくら・ゆらゆら・ふわふわ・ふらふらが位置しているが、これらのことばは揺れを体で感じた時に表現されることばであることがいえる。また最大振幅が中～小、さらに最大周波数が小さいブロックには揺れを感じた際に表現されることば、ゆさゆさ・ゆらゆら・ふらふら・ふわふわ・くらくらが位置している。図4の第1象限は振幅も周波数も大きいことから他の象限に比べて速度の変化量が最も大きい場所といえる。言い換えれば加速度が大きい場所である。反対に第3象限は周波数も振幅も小さく、最も速度の変化量が小さいことから加速度が小さい場所であるといえる。

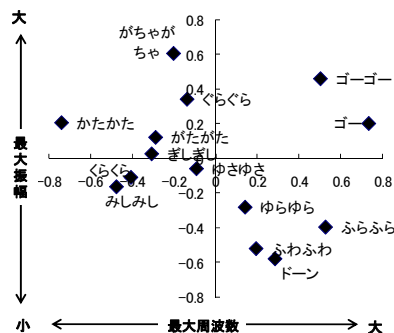


図4 最大周波数と最大振幅の関係

5. 揺れシステムの構築

5-1. 概要・目的

本研究で評価対象とする揺れの表現データの取得を目的として、揺れを発生させるシステムの構築を行なう。今日、地震発生装置など大規模な揺れの発生装置は存在するが、より簡易で手軽なものを考えた場合、揺れを発生させる小規模な装置を構築することが必要と考えた。今回、揺れを表現するに至り着目した点として、周期、周波数、加速度に着目した。これは先行研究¹⁾により揺れを構成する主要要素であり、揺れの感じさせ方に影響を及ぼすものであるためである。

5-2. 揺れ発生システムの構造

揺れ発生システムの構造は既存のモータ制御ソフトによるモータ制御により、設置されたサーボモーターを制御し、反復回転運動を行う。そしてモータと接続してあるシャフトを左右に往復させる。これによりシャフトとアクリル板が接続してあるため、アクリル板が左右に往復する構造になっている。この揺れ発生システムは揺れの周期、振幅、の変化が可能な設計になっている。システムの構造の模式図を図6に示した。また、実際のシステムの構造を (a) に、運動の仕組みを (b) に示した。

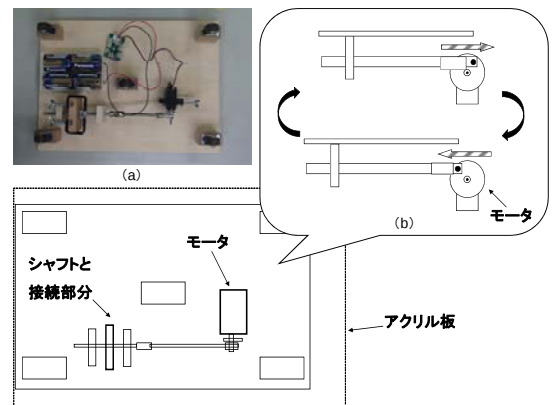


図6 システムの構造

5-3. モデル(家)の構造

本実験では揺れの状況を再現する際に揺れシステムの上にミニチュアの居住空間を設置することにした。これは揺れを把握際に視覚的に揺れの状態を感じやすくすることを目的としている。このモデルは実際の六畳の大きさを想定した大きさになっている。そしてモデル内に設置してある

人・家具など全て10分の1の大きさになっている。また重さについても10分の1に調節してある。図8にモデル（家）の構造の模式図を示した。なお、図内の数値の単位は全て（mm）である。

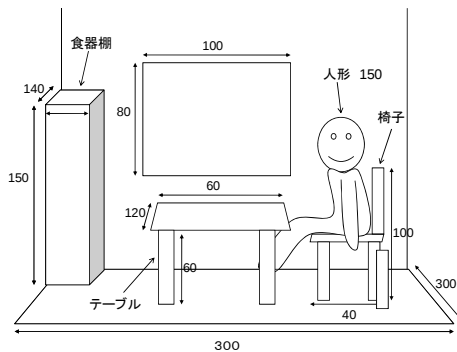


図7 モデル模式図

6. 揺れの表現・評価対象の取得

6-1. 概要・目的

揺れの評価を行うデータの取得を目的とし、揺れの状況の撮影を行った。評価を行う対象は9種類の揺れの状況に設定した。この9種類は研究4で明らかになったことばの最大周波数と最大振幅の関係から振幅、周波数を3段階に分割した。そして3つの組み合わせの9項目とした。設定した9種類の揺れの詳細は図8に示した。図中の数値の単位は周波数（Hz）、振幅（mm）になっている。そして撮影状況の模式図を図9に示した。撮影は小型カメラを揺れ発生装置の上に設置した。これは揺れを体験している場面を想定しているため、揺れ発生装置の上に設置し共に揺れる撮影方法にした。撮影時間は撮影開始から揺れ発生まで5秒間、揺れの時間5秒間に設定した。今回、視覚の情報による揺れの感じ方の変化を明らかにすることを目的とし、モデル内の家具ありと家具なしの状況を撮影した。



図8 揺れの設定数値

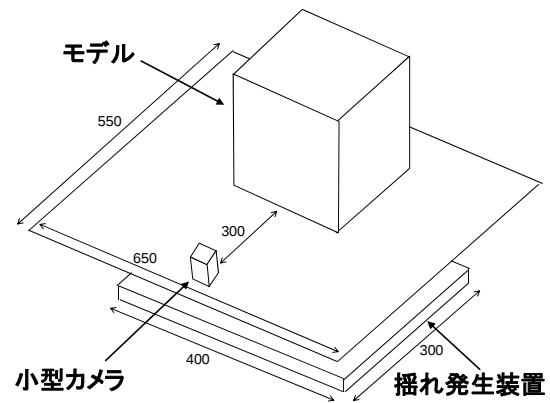


図9 撮影状況模式図

7. 揺れの評価・実験

7-1. 概要・目的

本実験では疑似的な揺れにより、揺れの感じ方に影響を与える要因を明らかにすることを目的として、実験を行う。実験概要は研究5で取得した映像を大画面スクリーンに映し、被験者による評価を行った。

7-2. 方法・手順

最初に被験者に5秒間の揺れの映像を観察してもらい、評価時間20秒間の間に評価用紙に記入をしてもった。評価項目は揺れとことばの対応付け、揺れの大きさ・怖さの感じる大きさの評価、揺れから受けた感想についての項目を設けた。そして20秒経過後に次の揺れの観察に移る流れで行う。評価数は一人の被験者につきそれぞれ9種類の画像組み合わせ6通りとした。この6通りは観察する順番により揺れの判断に偏りが出ないために、揺れの大きさが小→大、大→小、ランダム順それぞれ2通りの計6通りで行った。

7-3. 結果および考察

本実験で得られた揺れの表現と振幅・周波数の関係を示したものを図10の左に示した。図10から周波数と振幅が共に大きい位置にがちゃがちゃ、ぐらんぐらん、どかどか、周波数と振幅が平均的な所にがたがた、ぐらぐら、ゆらゆらがある。また周波数、振幅が共に小さい所にかたかた、ふらふら、ゆらゆらが位置している。周波数が大きく振幅が小さい所にがたがた、がちゃがちゃ、ぐらぐらが位置する。また、周波数が小さく、振幅が大きい所にぶらぶら、ゆさゆさ、ゆらゆらが位置

している。周波数の大きいことばは音を表現することば¹⁾が位置する傾向にある。一方で周波数が小さいことばは体で感じた時に表現することば¹⁾が位置している傾向がある。さらに大きさと怖さの関係にことばの分布を含めた図を図11に示した。図11から揺れの大きさと怖さの関係は比例関係の傾向があることが言える。

図11から最も大きくかつ怖さを感じる揺れはがちゃがちゃ・ぐらんぐらん・どかどかなどになる。また小さく、怖さを感じない表現はかたかた・ふらふら・ゆらゆらになる。特に大きさ、怖さが大きいことばは周波数が大きく、音を表現することばになっている傾向がある。このことから揺れの感じ方に影響を与えるものとして周波数や音の存在が関係していることが考えられる。

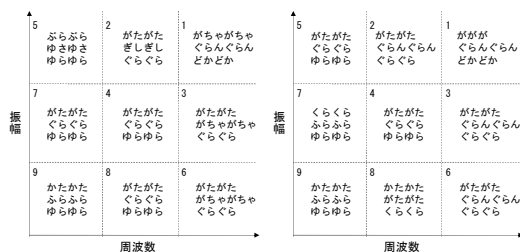


図10 ことばと周波数と振幅の関係
(左、家具あり 右、家具なし)

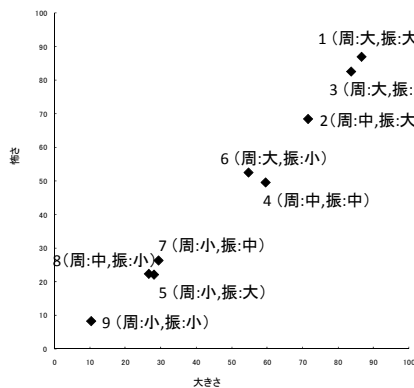


図11 大きさと怖さの関係

次に家具なしの場合のことばと周波数と振幅の関係を図10右に示した。図10右から家具ありと同様、周波数が大きい所に音を表現することばが位置し、周波数の小さいところに身体で感じた揺れを表現することばが位置した結果になった。家具なしは家具ありの状況に比べて身体で感じた揺れを表現することばが多くなった。これは視覚的に動くものがなかったため身体で感じる揺れを

表現することばをイメージする傾向が強くなったと推測出来る。図12に家具ありとなしの状況の怖さの関係を示した。図12から家具なしの方が揺れに対する恐怖感が低下していることが分かる。これは家具があった場合、家具が揺れてるため揺れを感じやすいが、家具なしは揺れるものがなかったために家具ありに比べて揺れを把握しにくかったためであると考えられる。

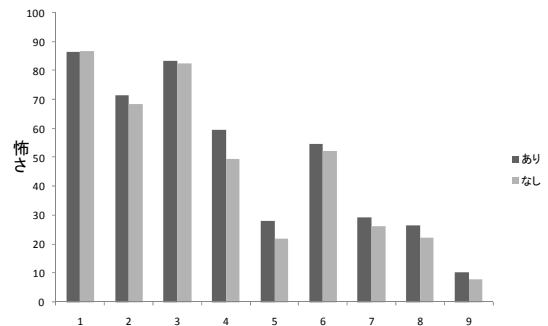


図12 家具ありとなしの怖さの比較

7. まとめ

揺れの大小や、恐怖感との関係を左右する要因として揺れの周波数の大きさが関係していることがいえる。また、聴覚や視覚による影響も揺れの感じさせ方に変化を与える要因であると考えられる。このことから揺れを表現することばの揺れの特徴の一部が明らかになったことがいえる。これにより人間の主観を取り入れた評価基準の構築のための基礎データの蓄積が出来たといえる。これより人間の主観を含めた、揺れを評価することばと揺れの関係の指標を作る。

8. 今後の課題

本実験では視覚のみによる揺れの評価であったが瀬野、櫻井らの研究によると聴覚は揺れの感じさせ方に大きな影響を与えることが明らかになっている。このために本研究でも視覚のみでなく聴覚の影響も研究していく必要があることがいえる。

参考文献

1) 瀬野友也 “地震の揺れを表現することばに関する研究” 日本人間工学会第47回大会講演集 PP118-119 2006