

## アナログ型焦電センサによる 人間の室内位置・身長判別の提案

奥田 晋也<sup>†</sup> 金田 重郎<sup>††</sup> 芳賀 博英<sup>††</sup>

<sup>† †</sup>同志社大学工学部知識工学科, 〒 610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3  
E-mail: <sup>†</sup>tam@ishss10.doshisha.ac.jp, <sup>††</sup>{skaneda,hhaga}@mail.doshisha.ac.jp

あらまし 焦電センサは赤外線の変化を検出するため、防犯用、自動ドアなどで利用されている安価なセンサである。しかしこれらのセンサの多くはデジタル出力であり、スイッチの ON, OFF 用としての利用しかできない。我々はアナログ出力可能な焦電センサを用い、その出力波形を周波数解析することにより人体の位置検出、身長差の検出から検出対象が大人であるか子どもであるかを判別する手法を考案し、実験を行った。室内を模した縦横 2.5[m]、高さ 2.5[m] を天井とする実験装置を構築した。天井には格子状に 0.8[m] 間隔でセンサを 9 つ配置した。実験の結果、位置検出は歩行速度の制限があるが可能、身長差の検出については約 80% の確率で大人と子ども程度の身長差が判別できる。現状の検出方法には制限が多く、またセンサの構造的に達成が難しい面もあるが、ハンズフリーによる検出が可能であるメリットを生かしつつ、精度の向上、応用アプリケーションの開発を今後の目的とする。  
キーワード 焦電センサ, 遠赤外線, 位置検出, 身長検出, 周波数

## Human Location/Height Detection using Analog-type Pyroelectric Sensors

Shinya OKUDA<sup>†</sup>, Shigeo KANEDA<sup>††</sup>, and Hirohide HAGA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Faculty of Engineering,  
Tatara-miyakodani, Kyotanabe-city, 610-0321 Japan  
E-mail: <sup>†</sup>tam@ishss10.doshisha.ac.jp, <sup>††</sup>{skaneda,hhaga}@mail.doshisha.ac.jp

**Abstract** Pyroelectric sensors sense the change of infrared rays. These sensors are cheap, and are used for automatic doors and security systems. Most of these Pyroelectric sensors are digital type. Therefore, the information we can acquire is ON or OFF. We suggest detecting of human location and height (adult or children) by analog type sensors. It becomes possible that we can acquire a wealth of sensor data. We built up the experimental equipment like a room. The size of room is 2.5 meters square and 2.5 meters height. These sensors are installed at intervals of 0.8 meters in the shape of a grid. The experiment showed that human location detection is possible including the problem of walk speed. And height detection is possible at almost 80%. But there are restraints both of them, and included a problem of sensor's structure. Our next purposes are improvement in accuracy and development of system using these sensors.

**Key words** pyroelectric sensor, far infrared rays, location detection, height detection, frequency

## 1. はじめに

焦電センサは、人体が放出する微弱な遠赤外線を検出する機能を持ち、侵入者の検出や自動点灯型の照明スイッチに利用されている<sup>(注1)</sup>。安価なため、廊下やトイレの天井に焦電センサを多数設置して、オフィスでの照明制御に利用されることも多い。この焦電センサは、ユビキタスサービス実現のためのセンサとして、1) 照明がない真っ暗な部屋でも利用可能、2) プライバシー侵害の問題が皆無、3) 検出される人間が何かを装着する必要がなく、ハンズフリー、4) ライティングが不要なため、省エネの観点からも有利、などの特長を有する。

焦電センサの特性を生かしたひとつの利用法として、焦電センサを格子状に天井に配置して、人間のいる位置を検出するアプローチが考えられる。しかし、市販の焦電センサは、センサの検出範囲に人間が入るとすぐに『ON』となり、一定時間その状態を保持するデジタル型である。このため、信号のどのタイミングでセンサの最近傍を通過したかは不明であり、結果として位置精度は低い。

そこで、本稿では、センサ出力をアナログ信号として扱い、周波数領域に変換して処理する手法を提案する。センサの検出領域の周辺部を通過した場合とセンサの直下を通過した場合で出力波形が持つ周波数成分は異なる。周波数領域でのフィルタリングによって、人間がセンサの直下を通過するタイミングの検出を可能になる。また、通過する人間の背の高さも、ある程度判別できる。

以下、第2章では焦電センサの特性を述べる。第3章では、焦電センサ出力の信号処理法を提案する。正確な人間の位置判定と身長測定が可能となる。第4章では実験内容とその結果からの評価を示す。第5章はまとめである。

## 2. 焦電センサと出力波形

### 2.1 焦電センサ

最初に、焦電素子が一個の場合の出力波形について考察する。焦電素子では、赤外線により焦電素子の温度が上昇すると、分極が生じ、それを中和する際に生じる電流を検出することにより赤外線を検出する。これを極めて入力インピーダンスの高いDCアンプで増幅する<sup>(注2)</sup>。

図1にはその理論的な出力信号波形を示した。図1の最上段に示す様に、焦電素子に照射される赤外線量がステップ的に増加したとする。この場合、焦電素子から流れ出る電流は中段のようになり、最終的に、最下段の信

号が出力される。焦電センサでは、赤外線量の変化のみを検出する。人間が移動すれば検出されるが、停止中は検出できない。また図1からも分かる様に、出力電圧の立ち上がりは急峻であるが、尾は比較的緩やかである[4]。

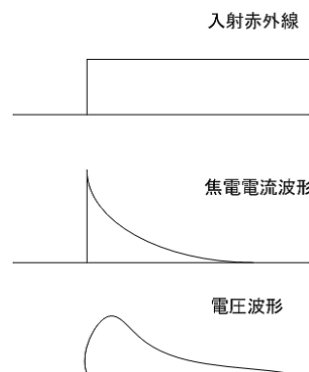


図1 焦電素子1個の場合の理論的応答波形

### 2.2 市販焦電センサの出力信号

市販の焦電センサでは、感度・安定性を高めるため、出力電圧の極性として『+』と『-』の2極性を与えた異なる焦電素子を利用して、その差分信号を検出している<sup>(注3)</sup>。更に、フレネルレンズを利用して、同一の焦電素子を複数の方向に投影して、検出範囲を何個も設けている。図2は、その様子を模式的に示しており、焦電センサからある一定距離を隔てた平面上での検出領域のマップである。焦電センサは天井から下方向に向いており、図2は、床面での検出領域であると考えことにする。『+』『-』の検出領域が全部で8個ある。

まず、図2で「近傍を通過」と示したように、床面上を移動する赤外線源がセンサからすこし離れた場所を通過し、1個の検出領域のみを「かすめた」場合について考える。ただし、簡単化のため、『赤外線源は点である』とする。この場合、図1と同様の、尾を引いたワンショットパルス型の応答をする。

これに対して、図2で「ほぼ直下を通過」と書かれたように、センサの正面の検出範囲を横切った場合について考える。この場合には、最初にまず『+』方向に電圧は振れる。しかし、直ちに、赤外線源は、次の『-』領域に入る。焦電センサの周波数レスポンスはかなり悪いので『+』方向に信号が上昇しようとしていたが、逆方向に叩き落された』ような現象が生じる。同様に『-』方向となった信号も、赤外線源が次に『+』領域に侵入す

(注1): 焦電センサは、本来、波長依存性は小さい。しかし、人間の検知に用いられているものは遠赤外線(6~12 $\mu\text{m}$ 程度)に感度を持たせてある。

(注2): DCアンプがオフセット、ドリフトを持っていることになる。

(注3): 2つの焦電素子に完全に同時に赤外線が当たると、図1の最下段の波形が『+』『-』の双方に生じ、最終的には、その差分がとられるので、出力信号は現れないことになる。現実の人間の動きでは、完全に打ち消しあうことはまずあり得ないが、感度低下は生じ得る。尚、今回実験に用いているNaPiOnセンサは、更にこれを2セット設けた、4素子型である。

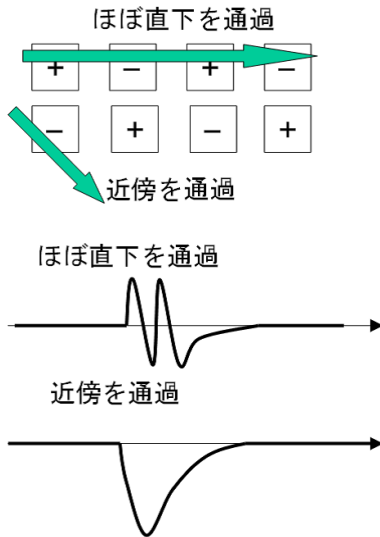


図2 焦電センサと波形

ると、『+』に触れることを要求される。

結果的に、図2に示したように、「ほぼ直下を通過」の場合には、比較的小振幅であって、かつ、最後の尾の部分を除けば、比較的短い周期で信号は『+』になったり『-』になったりする。この周期は、人間の歩行速度に依存するが、早く人間が歩いたほうが、信号振幅は、周波数が高くなり、信号振幅は小さくなる。

実際には、図2上のように、常に正確に検出領域の方向とあわせて人間が歩くわけではない。このため、走行方向が斜めになって、実質的な検出波形の周波数が低くなるのが有り得る。また、人間は点でなく複雑な形をしている。従って、図2のような単純な波形ではなく、複雑な波形となる。しかし、少なくとも以上の分析から以下のことがいえる。

- 観測データの振幅が大きいことが必ずしも、センサの近くに人間が来たことには対応しない。尾の部分の波形は周期も長く、振幅も大きい。その際にはすでに赤外線発生源はセンサの前を通り過ぎていて、
- 高い周波数成分は、センサの検出範囲をを赤外線源が通過しなければ現れない。つまり、振幅は大きい。低い周波数成分を作り出す尾の部分よりは、情報量が多い。ゆえに高周波成分を取り出せば、確実に焦電センサの検出範囲を赤外線源が通過しているタイミングを捉えることが可能である。

### 3. 焦電センサを用いた位置・身長を検出手法

前章の分析結果から、本章では焦電センサの出力波形に含まれる比較的高い周波数成分に着目する。具体的には、精度の高い位置検出手法、及び人間の身長を判別法

を提案する<sup>(注4)</sup>。

#### 3.1 位置検出手法

7ページ図10は、後述の実験システムによる波形出力の例である。センサは天井に取り付けてあり、その下を人間が歩行している。ここから

- (1) センサの感度は、同一ロット製品であるにも関わらず、かなりばらついている<sup>(注5)</sup>、
- (2) センサの出力オフセットの影響があり、余分なDC成分を含んでいる。

ということがわかる。また、センサ直下を通過した後も出力値が存在するため、図10のように、センサの出力波形から、いつ人間がセンサ下を通過したかを判別することは難しい。この問題を解決するため、以下の手法を提案する。

#### 【赤外線源の通過タイミング検出手法】

以下のステップで、センサの前を人間が通過したタイミングを算出する。

[STEP1] 出力信号をFFTにより周波数領域に変換した後、低い周波数成分を取り除く<sup>(注6)</sup>。

[STEP2] 波形をノイズの影響を防ぐためにスムージングして、振幅のピーク位置を検出する。これを、センサ検出範囲を赤外線源が通過したタイミングであるとする。

本提案のシステムでは、焦電センサの応答信号は飽和していないことを前提とする。したがって、たとえ人間が複数人いても、それらの個々の効果は、線形の重ね合わせの効果として、信号出力に出ると思われる。逆にいえば、信号出力をフーリエ変換すれば、図2の『ほぼ直下を通過』のような周波数成分は、浮き出てくると思われる。なお、高い周波数成分が出現するのは、焦電センサを天井につけて、垂直に直下に向けた場合であっても、『焦電センサの真下を通過している』わけではなく、『焦電センサの感知領域を通過している期間』であることは注意が必要である。即ち、検出領域全体の端にある何個かの検出範囲を通過しても、そのタイミングでピークが現れる。

また、以上の議論は、あくまでも『+』『-』の領域を交互に通過した場合のことである。一般には、斜めに領域を通過することもある。この場合、複雑な周波数成分が現れる可能性は否定できない<sup>(注7)</sup>。

(注4): 焦電センサの出力はアナログ値であり、出力電圧がクリップしないことを前提とする。

(注5): 感度は、室温、床面温度にも依存しており、すべてのセンサの感度をアンブ側でカリブレーションして揃えるのは難しい。

(注6): 今回の評価実験では、この周波数を1Hzに設定した。

(注7): 今回実験に利用した松下電工のNaPiOnセンサの場合では、

### 3.2 身長検出手法

大人と子ども程度の身長差がある場合に、センサの検出したものがどちらであるか判断することを考える。前節同様、センサは下に向けて天井に取り付けてあるものとする。

はじめに、人間の身長と検出される周波数について考察する。センサは複数の『+』『-』の検出領域を持ち、フレネルレンズの特徴から、遠くにゆくほど、検出範囲は広がっている。ここで、焦電センサは天井から真下を向いて取り付けられているとして、天井から床面までの距離を  $Max[m]$  とする。また、センサから  $Max[m]$  はなれたところでの、検出範囲の中心間距離を  $Inter[m]$  とする。被測定対象の人間の身長を  $L[m]$  とする時、もし、頭が赤外線源と仮定すると、頭の高さでの検出範囲の中心間距離  $Distance[m]$  は、

$$Distance = \frac{Inter \times (Max - L)}{Max} [m] \quad (1)$$

となる。したがって、人間の歩行速度を毎秒  $Speed[m/s]$  とすると、検出される周波数  $F[Hz]$  は、1 波長が、実効的な検出範囲の中心間距離の 2 倍に相当するので、

$$F = \frac{Max \times Speed}{2 \times Inter \times (Max - L)} [Hz] \quad (2)$$

となる。これは、歩行速度に比例して、身長にほぼ逆比例の関係にある。

例えば、図 8 の NaPiOn センサでは、 $Max = 2.5[m]$  では  $Inter = 0.4[m]$  程度であるので、人間の歩行速度が  $Speed = 0.8[m/s]$  (約 3km/s) とし、 $1.7[m]$  の身長があれば、周波数  $F = 2.2[Hz]$  となる。一方、身長が  $0.8[m]$  しかなければ、周波数  $F = 1.0[Hz]$  が最高周波数となり、身長は周波数の差となって現れる。

しかし、現実には人間は点状の赤外線源ではなく厚みや高さを持っている。あまり複雑なモデルは利用できないので、簡略化する。図 3 のように、人間を身長を持った薄い板のように考え、検出範囲を模式化する。大人、子ども、どちらも左側から侵入して、焦電センサの真下へと通り過ぎるとする。

大人も子どもも、焦電センサが検知し始める位置は同一である。しかし、大人のほうが、最初の『+』となる時間は長い。そして、焦電センサの直下まで来ると、上記の式で計算された高い周波数成分を生む原因となる、より短い検出区間(図 3 上側の『-』の検出領域)を示す。一方、子どもの場合、大人と同じ位置で『+』の検出領域に入るが、大人より早く抜ける。そしてセンサの真下

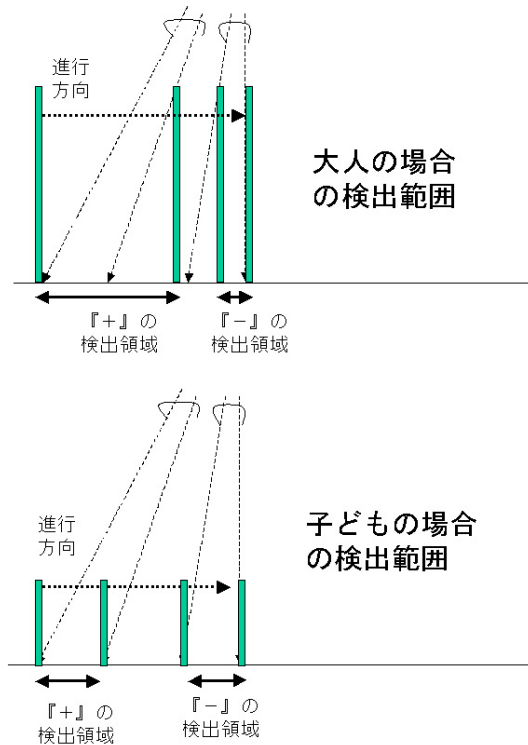


図 3 大人と子どもの検出周波数の差

では、大人より長い時間、検出領域の中にいる(図 3 下側の『-』の検出領域)。従って以上の議論から、以下のことが分かる。

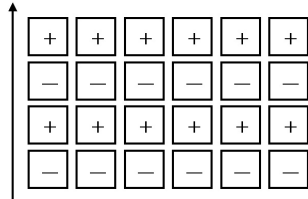
- 大人の方が全体に周波数スペクトルは平坦になり、(子どもの場合には現れ難い)  $1Hz$  以上の比較的高い周波数成分を持っている。また、高い周波数成分を持っているだけに、全体としてセンサの出力振幅は押さえられる。
- 子どもは、 $1Hz$  以上の高い周波数成分は持たず、また、大人に比べると、中程度の周波数成分の出力振幅は大きい反面、より低い周波数成分の振幅は押さえ込まれる。

ただし、大人であっても焦電センサの直下を通らず周辺をかすめている場合には、子どもと同様の結果となることが予想される。また、焦電センサが天井に設置されていても、床面上をどの方向へ人間が通過するは予測できない。

この場合、図 2 の『+』『-』領域を交互に通過してゆくことはあまり期待できない。人間の身長を判別するには、むしろ、廊下の様に人間の進む方向が定まっているところに、図 4 のようなセンサを置くべきである。これにより移動方向そのものは限定されるが、左右へ多少振れても高周波成分を確実に検出できる。(注 8)

2Hz 以上の波形がでることはないため、上記の議論がそのまま適用できているように思われる。利用している焦電センサの特性、付属アンプの周波数特性などの影響かどうかは、詳細に調べていく必要がある。

(注 8): このような構造の焦電センサはセンサ本来の目的に沿わないため、製造されていないと考えられる。



廊下の長手方向（人間の移動方向）

図 4 身長推定に適した赤外線検出領域

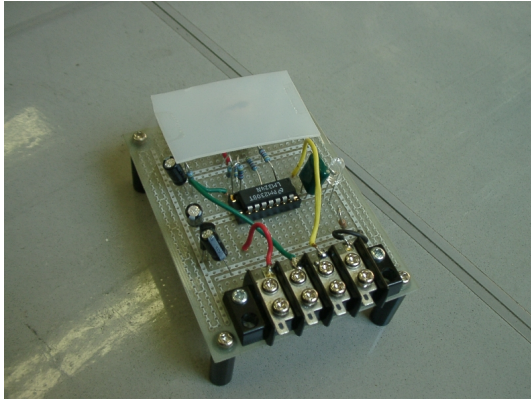


図 5 焦電センサ回路



図 6 実験装置全体

#### 4. 実験による評価

提案手法による位置検出と身長判別を行なうため、実験装置を構築した。

##### 4.1 実験装置

図 5 は実際に試作したセンサ回路である。この回路を 0.8[m] 間隔で格子状に 9 個、高さ 2.5[m] に配置して実験装置とした。外観を図 6 に示す。9 個のセンサに 1~9 の番号を付け、以下のように配置した。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

センサは、松下電工（株）製のアナログ出力型の Na-

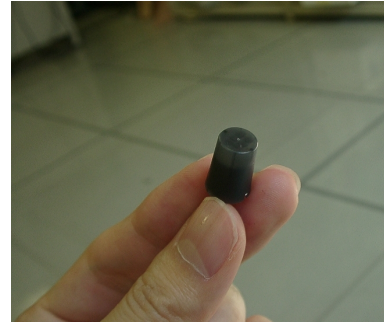


図 7 NaPiOn : AMN23112

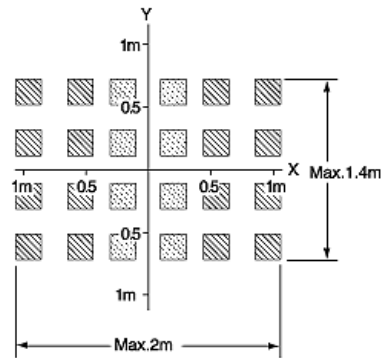


図 8 NaPiOn から 2.5[m] の位置での検出範囲

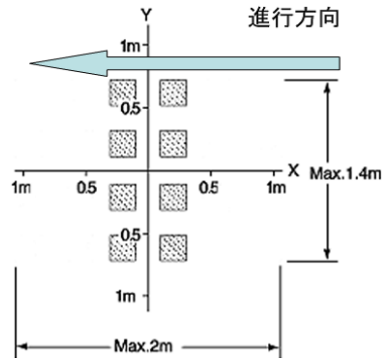


図 9 調整後の理想的な検出範囲

PiOn センサ、スポット検出タイプ（型番：AMN23112 図 7）を用いた。このセンサは 4 枚の検出素子をもつ。図 8 は、スポット検出タイプの NaPiOn から 2.5m 離れた位置の検出領域を示している。検出素子は 4 枚であるが、プラスチック製フレネルレンズを用いて、検出領域を 24 個生成している。

ただし、このままではセンサの感度が高すぎ、出力信号が飽和してしまう。身長差検出の際には周波数データの解析が必要になるため、出力が飽和しては正しい結果が得られない。そこで、赤外線を減衰させるためにポリエチレンの板をセンサの前に設置している。

さらに、0.8[m] の間隔で設置した場合、図 8 検出範囲では半分以上の領域が隣接センサごとに重なり合っ



まう．検出領域をある程度重ねておくことで，通過したエリアをより詳しく判別することも可能かと思われる．しかしこのままでは領域が広すぎ，どこを通過しても隣接センサからの出力が現れる．この問題を解決するため，センサのレンズ部にテープを貼り付けた．24 個の検出領域のうち 16 個をこれにより消すことができる．理想的には図 9 のような検出範囲となるはずである．

センサ出力は平衡伝送で，データ収集装置である PC に，多芯シールドケーブルで送信する．これにより信号伝送時の外部ノイズの影響を避けている．PC 側では Interface 社製の AD 変換ボード (PCI-3177C) で受信する．精度は 12bit，サンプリングレートは 100Hz で行った．

#### 4.2 位置の検出

この実験は，各センサの直下を通過の判別を目的として行った．センサ 1 2 3 6 9 8 7 の順に歩行する．このときのデータを 3.1 で示した赤外線源の通過タイミング検出手法を用いて処理する．歩行速度は約 0.5[m/s] である．これは，データ採取した結果，歩行速度が約 1.0[m/s] 程度になると通過中のセンサだけでなく，通過センサの隣接センサも強いピークを持つことが確認されたからである．フレネルレンズによって生成された像の範囲を狭めるためにセンサにテープを張ったことで進行方向と縦向きの検出範囲の重なりを防ぐことはできるが，進行方向と横向きの検出領域はセンサの構造的に消すことが難しい (図 9) 理論的には出力値からどちらのセンサにより近いかを判別することも可能であると思われるが，現状の処理方法ではこの問題を解決できない．

通過速度を遅くすることで隣接センサの出力波形がもつ周波数成分は全体的に低くなる．よって処理方法 [STEP1] で低周波成分をカットすることにより，隣接センサの強いピークが出現しないと考えられる．処理結果が図 11 である．図 10 のセンサからの出力データからはわからなかったが，図 11 では確かに，上記の順に移動したことがそのピーク位置から判別できる．

また，当然屋内では複数の人間が存在し，それらも判別できる必要がある．そこで，移動する順番は 1 人の時と同様であるが，1 人目がセンサ 9 の位置に来た時点で，後を追うように 2 人目が移動を開始する．その際のセンサからの出力波形は図 12，周波数処理したものが図 13 である．図 12 の出力波形だけではセンサ 9 個分のデータが入り混じり，通過時点を判別することは難しいが，図 13 ではその通過時点がピークの位置によってわかる．1 人目がセンサ 8 を通過したピークは出力されなかったが，それ以外は正確に通過時点を割り出すことに成功している．精度はある程度高いが，移動速度に依存する面が大きい．しかし現状でも，位置的に離れたセンサで同時刻

にピークが出現していれば複数の人間がいることを判別するといったことは可能であるといえる．

ただし，この手法のみでは『誰が』センサ下にいるかまではわからない．そこで，次の身長差を検出する手法と組み合わせることを考える．

#### 4.3 身長差の検出

身長差の検出についてはセンサ 7, 8, 9 の 3 つを用いて実験を行った．センサの下を立った状態<sup>(注9)</sup>とかがんだ状態<sup>(注10)</sup>で通過し，その違いを周波数のグラフから判別することを目的とする．

センサからの出力データである図 14，図 16 をそれぞれ周波数領域に変換する (図 15，図 17 参照) 図 15 と図 17 を比較すると，子どもの場合には 1Hz ~ 2Hz の範囲の成分があまり無いが，大人の場合には 1.5Hz あたりまで一定値の周波数が存在するという特徴がある．

よって判別方法としては 3.2 における考察と以上の出力結果より，まず 1.0Hz ~ 2.0Hz の範囲内で各センサにおける周波数の強さの平均値を求める．これと 0.35Hz ~ 1.0Hz<sup>(注11)</sup>の範囲における強さの平均値とを比較することによって行う．

0.35Hz ~ 1.0Hz の範囲は子供の場合強く出るが，大人の場合それほどでもない．さらに大人の場合では 1.0Hz ~ 2.0Hz の範囲まで強さはあまり変わらず，周波数のプロファイルは平坦であるため，これらの範囲内での平均値を取り，割合を比較した場合，大人では 1.0 に近い値が得られることが期待できる．つまり，以下のような計算を行う．

$$Ratio = \frac{1.0\text{Hz} \sim 2.0\text{Hz} \text{ の平均値}}{0.35\text{Hz} \sim 1.0\text{Hz} \text{ の平均値}} \quad (3)$$

この結果，「Ratio が一つのセンサでも 1.0 以上であれば大人である」ということを判定条件に用いた．

表 1 Ratio の判定結果

	測定回数	正解回数	正解率 (%)
被験者 1 - 大人	10	8	80.0
被験者 2 - 大人	3	2	66.7
被験者 3 - 大人	3	3	100.0
合計 - 大人	16	13	81.3
被験者 1 - 子ども	10	10	100.0
被験者 2 - 子ども	3	3	100.0
被験者 3 - 子ども	3	3	100.0
合計 - 子ども	11	11	100.0
全体	32	29	90.6

表 1 にデータの分布と判別の正解率を示す．被験者は

(注9): 以下『大人』と表記

(注10): 以下『子ども』と表記

(注11): この周波数レンジは測定を繰り返した結果適切であると判断されたものである．

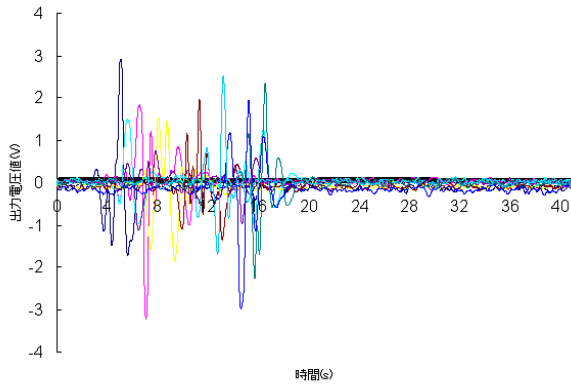


図 10 アナログ出力波形 (センサ 1~9)

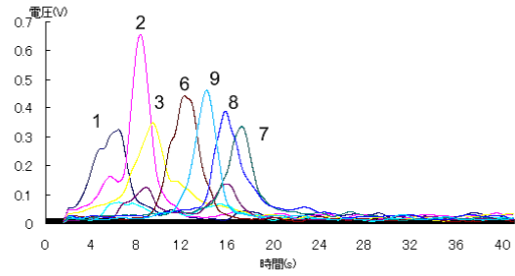


図 11 位置検出結果

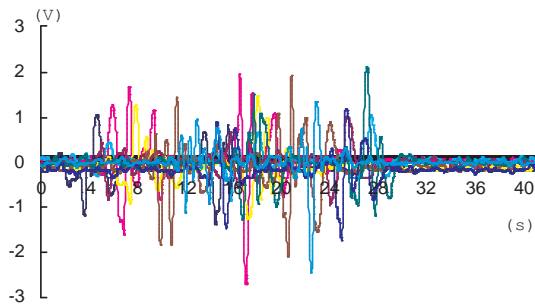


図 12 アナログ出力波形 2人通過 (センサ 1~9)

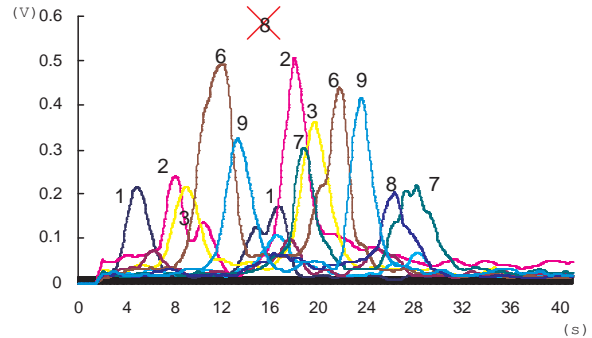


図 13 2人通過時の位置検出結果 (1人目のセンサ 8 は失敗)

表 2 Ratio の分布

	測定回数 × センサ数	Ratio の値 (出現回数 / データ数)			
		0 ~ 30	31 ~ 60	61 ~ 100	101 ~
被験者 1 - 大人	10 × 3	0/30	4/30	16/30	10/30
被験者 2 - 大人	3 × 3	1/9	3/9	2/9	3/9
被験者 3 - 大人	3 × 3	3/9	3/9	0/9	3/9
被験者 1 - 子ども	10 × 3	18/30	9/30	3/30	0/30
被験者 2 - 子ども	3 × 3	1/9	6/9	2/9	0/9
被験者 3 - 子ども	3 × 3	4/9	5/9	0/9	0/9

3名、身長は順に176、170、165[cm]で、採取した日時は異なる。(注12)歩行速度は約1.0[m/s]。以上の結果よりこの手法では、全体として約90%の精度で判別が可能であることがわかった。ただし、この手法では子どもは  $Ratio < 1.0$  となることがほぼ確実であることを前提としているため、実質的には大人の判別率81.3%がこの手法の精度であると言えるだろう。

表2には本実験のデータ分布をまとめた。理論どおり  $Ratio$  が60を超えるあたりからは大人でなければデータがあまり存在しない。ただ、注意しなければならない

(注12): センサの出力値が採取時の条件によって変わるため、これが周波数にも多少影響する。

のは採取時ごと、センサごとのデータのばらつきである。採取データすべての周波数グラフを見ると、採取時ごとによるばらつきが大きいことがわかった。また、大人の場合でも  $Ratio \geq 100$  を満たすものは3つのセンサのうち大体1つであり、ほかのものは極端に低いケースがあることから見て取れる。つまり、 $Ratio$  も特徴的な部分以外は安定しない。また、周波数による判別では、歩行速度に依存する面が大きい。このため身長差の検出は、一方向に歩くであろう廊下などで行う必要があると思われる。

今後さらに高精度、かつセンサ1個通過毎に大人・子どもの判定を考えた場合、これらは重要な課題となって

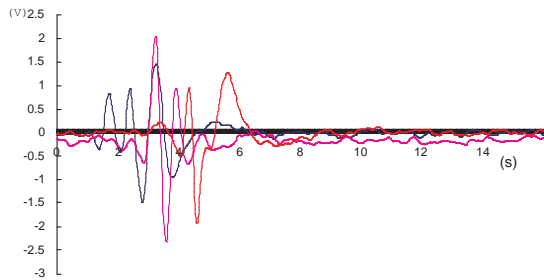


図 14 大人通過時のセンサからの出力データ (センサ 7~9)

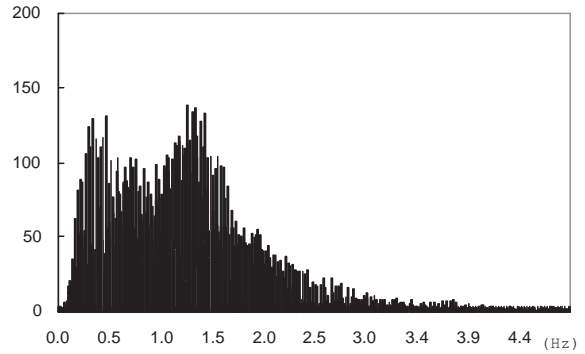


図 15 大人通過時の周波数 (センサ 7~9)

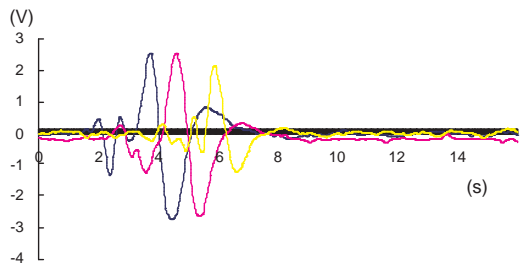


図 16 子供通過時のセンサからの出力データ (センサ 7~9)

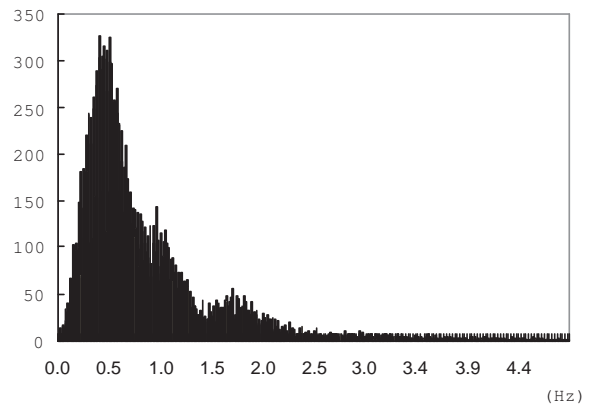


図 17 子供通過時の周波数 (センサ 7~9)

くる．しかし今回の判別手法においてはセンサ 3 つを通過することを条件とすることで、このデータのばらつきが結果に及ぼす影響を抑えることができた．

## 5. おわりに

従来は『ON』『OFF』スイッチとしてのみ利用されてきた焦電センサについて、アナログ出力センサとして扱い、出力信号の周波数分析を行なうことで、「人間がいるかないか」ということよりも多くの情報を得る手法を提案した．具体的には、焦電センサの前を被検出物体（通常は人間）が通過するタイミングを『ON』『OFF』型センサよりも高精度に検出する．これにより、天井に格子状に焦電センサを配置すれば、1) 部屋内の人間の位置をセンサを中心として半径 0.8[m] 程度で判別可能 2) 複数人の位置もある程度トレース可能 3) 子どもと大人など、極端に身長が異なる場合については、その弁別が可能、などを示した．これによってセンサの設置によってスイッチの自動化だけではなく、多目的な利用が可能になる．

ただし現段階では、歩行速度、センサの検出領域、センサ感度の違いから 1) ,2) ,3) を同時に行うことはでき

ていない．これは検出領域が重なった部分での、高精度な位置検出法を考案すれば 2 つの融合は可能であると考えられる．また、

- 被検出対象が室内で停止した場合の判別方法
  - マンション全体にセンサを設置して数人の家族の動きを追跡することが可能かどうか
  - リアルタイムでの判別
- などの課題が未着手である．

更に焦電センサを用いたサービスの提案についても研究していく必要がある．さらに精度を向上させるため、今後も評価実験を積み重ねていく．

## 文 献

- [1] 玉野真也, 中谷龍介, 金田重郎, 芳賀博英, “マルチ焦電センサを用いた個人識別型位置検出手法” 情報処理学会第 66 回全国大会, 4H-7, March, 2004
- [2] 松下電工 (株) カタログ, 『焦電型 MP モーションセンサ NaPiOn』, 2004.
- [3] 岡本一隆, “自己診断機能付き焦電形赤外線センサ”, 堀場製作所・テクニカルレポート, No.11, Sept., 1995.
- [4] 松本浩一, 岡本一隆, “焦電形赤外線センサ”, 堀場製作所・テクニカルレポート, No.7, July, 1993.