

平成19年度  
研究開発成果報告書

無線マイニングセンサによる  
介護施設支援システムの研究開発

委託先： (有)ゲーテック

平成20年4月

情報通信研究機構

# 平成19年度 研究開発成果報告書

## (地域中小企業・ベンチャー重点支援型)

「無線マイニングセンサによる介護施設支援システムの研究開発」

### 目 次

1	研究開発課題の背景	2
2	研究開発の全体計画	
2-1	研究開発課題の概要	4
2-2	研究開発の最終目標	4
2-3	研究開発の年度別計画	7
3	研究開発体制	
3-1	研究開発実施体制	8
4	研究開発実施状況	
4-1	行動判別マイニングモデルの高精度化	9
4-1-1	転倒・起き上がり行動のデータ収集活動	9
4-1-2	最適な時系列解析手法の組み合わせと検討	12
4-1-3	サンプルモデルを用いて、検証と微調整	13
4-1-4	まとめと今後の展開	17
4-2	行動マイニングモデルを搭載したセンサシステムの構築	18
4-2-1	解析支援ソフトウェアの開発	19
4-2-2	PMML ファームウェアの開発	19
4-2-3	PMML サーバの開発	19
4-2-4	コーディネータ情報取得サーバウェアの開発	22
4-2-5	まとめと今後の展開	25
4-3	無線マイニングセンサシステムの検証試験	28
4-3-1	単体検証	28
4-3-2	結合検証	31
4-3-3	まとめと今後の展開	32
4-4	総括	33
5	参考資料・参考文献	33
5-1	研究発表・講演等一覧	33

## 1 研究開発課題の背景

核家族化と高齢化といった急激な社会変化を背景として、様々な高齢者の受入れ施設が急増している。2015年にはおよそ25%が高齢者という超高齢化問題が確実視されている。急激な変化を続けてはいる中で施設も合わせて急増しているとは言え現在でも十分な環境であるとは言えない。厚生労働省が策定するゴールドプラン21においても施設数をより一層増やす必要性を示している。

介護施設のほとんどは潤沢なスタッフで運営がなされているわけではない。実際の現場では施設関係へのヒアリングの結果、複数の入所者（夜間であれば30人程度）を1人のスタッフで受け持っているケースが多い。仮に対象者が1人だったとしても、常にそばにいて見続けるということは現実的に考えても難しい。

実際には、様々な業務を行いながら複数の対象所のケアを行うことから、介護対象者の行動を常に目視し続けることは物理的に不可能である。どうしても目が行き届かない状況が存在しており、そのような状況を支援するシステムが必要である。

施設内においては、その高齢者が集団で生活を行うという背景上、常に怪我の発生といった著しく健康を損なう可能性が存在している。このような事態を回避する方法としては、介護対象者の行動する範囲を限定する（例えば、ベッド周りのみ等の制約を与える）方法を使うことで危険性をかなり抑えることができるが、介護対象者にとっては非常に苦痛であり、そういった方法は選択すべきではない。一方スタッフが常時付き添う事は前述したとおり限られたスタッフでは不可能である。

中でも、大きな怪我につながる一つの原因として転倒事故が発生している。これは、対象者が介護者を呼ばずに行動を起こす場合や、夜間に行動を起こそうとする場合に、転倒事故に至る事が多い。高齢者にとって転倒とは、非常に大きな問題であり、それが原因となって寝たきりになってしまう事もある。骨折等の治療に時間がかかることで筋力が落ち独力で歩行が困難になるケースもある。これは、その後のライフスタイルを大きくかえるものである。

これには転倒事故が起きてから迅速に対応ができるかによって治癒までの時間が変わってくる。しかし、高齢者特有の問題として、転倒した事実をスタッフへ知らされない場合が非常に問題であるとの報告がある（現役の福祉施設介護スタッフよりヒアリング）。

認知症の場合に転倒した事実を忘れてしまう場合

転倒しても痛覚が鈍化しているために、痛みを感じないために自らスタッフへ連絡しない場合

これらの場合にはスタッフは転倒した事実を気づくことができずに悪化させてしまい、問題を大きくしてしまうケースが考えられる。特に高齢者の場合には、一度落ちた筋力を回復させるのは難しい。当然、施設としても、問題解決のためにスタッフの巡回を多くすることを行っているが、「転倒」という一瞬の動作を巡回のみで気づくことは困難である。転倒や急な心臓の発作といった迅速な対応を求められるケースを考えると、介護対象者の行動をモニタリングする必要性は大きい。しかし、非常事態に対応するためには、24時間365日で対応する体制が必要である。限られたスタッフでそれら複数の部屋からなる施設内の場所全ての事態を逐次監視しながら介護業務を行うのは不可能である。

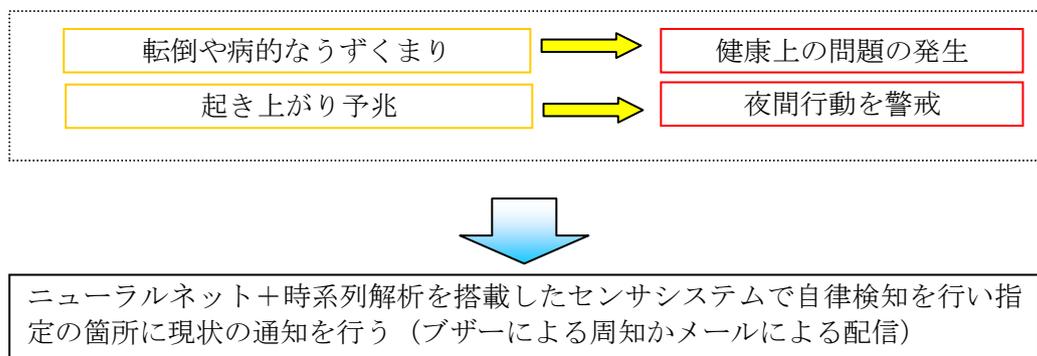
さらにヒアリングを重ねる中で、夜間における対象者の行動予兆（ベッドでの起き上がり行動）も把握できると非常に有効かつ・予防的な介護につながる可能性が高いということが調査の結果判明した。特に転倒という問題もベッド周辺で起きている場合が多いという結果からも転倒と行動予兆を双方の行動を抽出することで、迅速な対応につながるこ

が可能になり、積極的な介護サービスを提供できることにつながるであろう。

現状で可能なシステムとしてはカメラを使って目視できない部分をカバーするといった方法が考えられるが、実際に各部屋にカメラシステムを導入することは難しい。なぜなら、生活空間にカメラを設置すること自体を望まれないケースが大部分を占めることに起因する。各カメラ画像を同時に施設の複数部屋の映像を見ることはまず不可能である。さらに録画するシステムを構築する場合に必要なハードディスクレコーダをカメラ数と録画する時間に応じた台数を導入に必要なコストは非常に大きい。特にケアする側にとってほとんどメリットはない（映像を確認する業務が増える・事故が起こってから確認になってしまう）。画像解析技術を使ったシステムも複数個所での利用に関してはまだ現実的なシステムではない。

我々が提案を行うシステムは、センサの波形データをもとに2つのデータ解析技術を駆使することで、行動の特異量を抽出することで、行動そのものを検出する手法である。（有限会社ゲーテック 2006年に特許出願済）これによって、特定の行動のみをセンシングすることで、介護者が目の届かない場所の支援と補間を行うことができるものである。

上記背景からも、福祉の分野では介護業務を行いながら異常事態が発生した場合には迅速に対応が可能となる支援システムが求められている。本研究では既存の防犯用途で使われていたセンサをベースとして、今までのセンサシステムの ON/OFF といった瞬間的で、単純なセンサ情報のみを活用した仕組みを根本的に変え、取得可能なパラメータやアナログ的な情報の変化パターンといった時系列的な情報を解析することで、人間の異常行動のような時間的な幅を持った行動パターンの識別システムの開発と研究を行う。これによってカメラを使うことなく特定の状態（行動）を検出することが可能となる。



<図1 行動検出の仕組み>

これらを解決するための主な研究課題として、

- ① 行動判別マイニングモデルの高精度化
- ② 行動マイニングモデルを搭載したセンサシステムの構築
- ③ 無線マイニングセンサシステムの検証試験

の大きく分けて3つの項目となる。コアとなる行動判別マイニングモデル作成の手法に関しては有限会社ゲーテックがすでに特許出願を行っている（特願 2006-069964）。基礎研究に関してはおおむね終了しているので、実際の介護施設（共同研究を行う日向の里にて）でのマイニングモデルの作成と検証を行う。さらに、このマイニングシステムをセンサに搭載させることで、センサがこれまで判断していた事象と比べると革新的な機能の追加を実現するものである。マイニングモデルを入れ替えることが可能になるシステムであるため、汎用性は非常に高いセンサ製品となる。

## 2 研究開発の全体計画

### 2-1 研究開発課題の概要

2015年にはおよそ25%が高齢者という超高齢化問題が現実視されている社会情勢において、介護施設が急増中である。介護という24時間365日に対応する体制が必要である中で限られたスタッフでそれら複数の部屋からなる施設内の場所全ての事態を逐次監視しながら介護業務を行うのは不可能である。施設でのヒアリングから介護対象者の転倒とベッドでの起き上がり行動を検出することで非常に有効かつ・予防的な介護の質を上げることが可能になるということが分かった。本提案では、センサの波形データをもとに2つのデータ解析技術を駆使することで、行動の特徴量を抽出することが可能になり、行動そのものを検出する手法である。これによって、特定の行動のみをセンシングすることで、介護者が目の届かない場所の支援と補間を行うことを可能にすることができるものである。さらにこの手法を搭載した無線センサの開発を行い、介護施設での普及を目指す。

### 2-2 研究開発の最終目標（平成20年8月末）

#### 【① 行動判別マイニングモデルの高精度化】

(1)施設を想定した実験ルームにおける、サンプル構築用のデータ収集環境の構築

実験ルームを構築し(札幌国際大学)、その空間内でデータ収集できる環境を構築する。ルーム内には、ベッド、車いす、暖房機器、照明、PCを設置する。センサの位置については、高精度化を目的としているために、様々な位置で試行し、データを効率的に取得できる位置を探索することも目標としている。

(2)転倒・起き上がり行動のデータ収集活動

実験ルーム・疑似ルーム(ワンルームマンションのスペースを予定)・介護施設でのデータ収集活動を行う。取得データは、パッシブセンサから出力される3チャンネルのアナログデータ情報である。サンプリングレートを100msecとし、時系列順に記録する。

例)30msecまで取得したときのデータ情報(時間、ch1 電圧値、ch2 電圧値、ch3 電圧値の順)

10	3.229980469	0.002441406	2.219238281
20	3.234863281	0.002441406	3.232421875
30	2.446289063	0.180664063	3.168945313

このときの実験としては、以下の実験を行う。

- ① ベッドからの上り下りデータ
- ② ベッドからの車椅子への上り下り
- ③ ベッド上での半身起き上がり運動
- ④ ベッド周辺での転倒再現実験

実験の際には、20代、30代の健康な成人の行動データの収集に加え、擬似的に高齢者の行動データを収集することを目的とし、身体に負荷を装着することにより、達成するものとする。

(3)最適な時系列解析手法の組合せを検討

収集した行動データを基に、時系列解析とニューラルネットワークを組み合わせた手法での解析を行う。ニューラルネットワークに入力する学習用データは、時系列順で獲得しているデータを生物学的に捉える。行動は一瞬の出来事の連続で成立をしており、当然の

ことながら、転倒・起き上がり行動の場合においても、その一瞬前の出来事と独立しているとは言えない。そのような観点から、データの抽出を行い、学習を行う。また、膨大なデータの組み合わせにより、モデルの精度を向上させ、市場のニーズや事業化を目指すことを加味して、検証用データで最低 85%以上の判別率を達成させる。

#### (4) サンプルモデルを用いて、検証と微調整

介護施設で収集したデータとその最適な解析手法を検討した結果で得られたサンプルモデルを用いて、介護施設での検証と微調整を行う。精度を確認した上で、センサ設置位置や、その他の条件(部屋内に設置されている熱源や障害物、空調機器の有無、直射日光(窓)など)を加味し、事業化を目指すにあたり、85%以上の精度を達成させる。

### 【② センサシステムの開発】

#### (1) データ収集ソフトウェアの開発

センサから出力されるアナログデータを 12bit の分解能で量子化を行い、デジタル化を行う。出力された値を小数第 10 位までの 3 チャンネルの電圧値まで取得、サンプリングレートを 100msec に設定したソフトウェアの開発を行う。ネットワーク経由では、FTP を用いてファイルを転送させる。csv ファイルでの転送を行う。

#### (2) 解析支援ソフトウェアの開発

ニューラルネットワークで解析する際のデータ加工を行う。収集したデータをある時間幅(1.5sec を予定)に 100msec ずつ分割後、その分割 1 個を 1 ケースとしてニューラルネットワークに導入するために、列ベクトルで表現されているデータを行ベクトルに転置させる。

#### (3) PMML ファームウェアの開発

マイコン(H8 or ARM を予定)上に、XML で記述されている PMML モデルを展開。ここでの PMML モデルはニューラルネットワークモデルであり、入力層に 100msec でサンプリングしたデータを 3 チャンネル同時に入力する。判別後、判別フラグ(ON or OFF)を出力させる。

#### (4) コーディネータ情報取得サーバウェアの開発

無線モジュール(Zigbee、または特定小電力無線を予定)から送信された判別フラグをコーディネータが受信する。受信後、RS-232C 経由で PC サーバに送信、データベース(Microsoft SQL Server)に時系列情報(日付・時刻)と共に蓄積する。電子メールは別に設ける SMTP サーバ経由で送信され、Pop before SMTP などのセキュリティを施したサーバにも対応させる。

#### (5) PMML サーバの開発

PMML モデルを配信するサーバを構築する。PMML モデルは数 KB~程度のため、比較的狭帯域回線においても送受信が可能である。Web ブラウジングからの手動アップデートはもとより、センサへの自動アップデート(日付 or サーバの PMML モデル更新時)を可能にする。

### 【③無線マイニングセンサシステムの検証試験】

本課題の目標は、以下の検証試験をクリアすることであり、単体検証を(有)ゲーテックで行い、結合検証を(有)ゲーテック、疑似ルーム、介護施設で行う。

#### (1) 単体検証

1. 無線評価実験(モジュールおよびコーディネータ)での初期不良や混線や対ノイズ

- 性、電池寿命(1年を予定)、通信距離(~30mを予定)を検証。
2. パッシブセンサ評価実験により、初期不良や焦電素子の個体差、反応感度、角度についての変化割合を調査。
  3. ファームウェア評価実験では、開発している PC ベースの判別ソフトウェアと同様の判別結果の出現を検証し、妥当性を確認する(結果が同様であることを確認)。
  4. データサーバ評価実験によって、コーディネータからサーバへのデータ通信を確認する。ここでは RS-232C での通信で行うものとする。
  5. PMML サーバ評価実験では、Web ブラウザ(HTTP)でのモデルダウンロードを検証し、その後、FTP ベースにおいても検証を行う。

それぞれの検証項目を確認後、結合検証に移行するものとする。

## (2) 結合検証

1. マイニングセンサの検証実験(センサ+ファームウェア)では、センサから出力されるアナログデータをファームウェアに入力し、判別出力が行われるかを検証する。同時に PC ベースのソフトウェアでも検証を行い、妥当性を確認する。
2. 無線マイニングセンサの検証実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール)は、無線モジュールを組み合わせることによるアナログデータの変化を確認する。変化がある場合については、変化分を加味したモデルの検討を行う。また、それによる判別出力の変化を確認する。
3. 無線マイニングセンサシステムの検証実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール+コーディネータ+データサーバ)では、判別結果による出力がコーディネータを経由してデータサーバに到着していることを確認する。その時の時間差も確認する。単体検証において、無線モジュールとコーディネータ間の通信を行っているため、それよりも遅延が大きい場合には、データサーバとコーディネータ間のシステムを再検討する。
4. 無線マイニングセンサシステム遠隔実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール+コーディネータ+データサーバ+PMML サーバ)では、モデルの更新時の遠隔実験を行う。遠隔地に PMML サーバを置き、センサ設置側で自動的・あるいは手動でモデルが更新できることを確認する。更新されない場合、PMML サーバとデータベース間のインターフェース部の再検討を行う。
5. 無線マイニングセンサシステムの実フィールド実験では、実フィールドにおいて、無線マイニングセンサシステムの構築を行い、1ヶ月連続稼働させたときの検証データを取得する。ここでの検証時の記録データは、部屋の環境(センサ設置場所における間取り(障害物などを考慮)、温度、行動など)や、ハードウェア長期動作時の不具合の有無について検証を行う。ハードウェア長期動作時に不具合が起きた場合については、交換を行い、原因を究明する。

## 2-3 研究開発の年度別計画

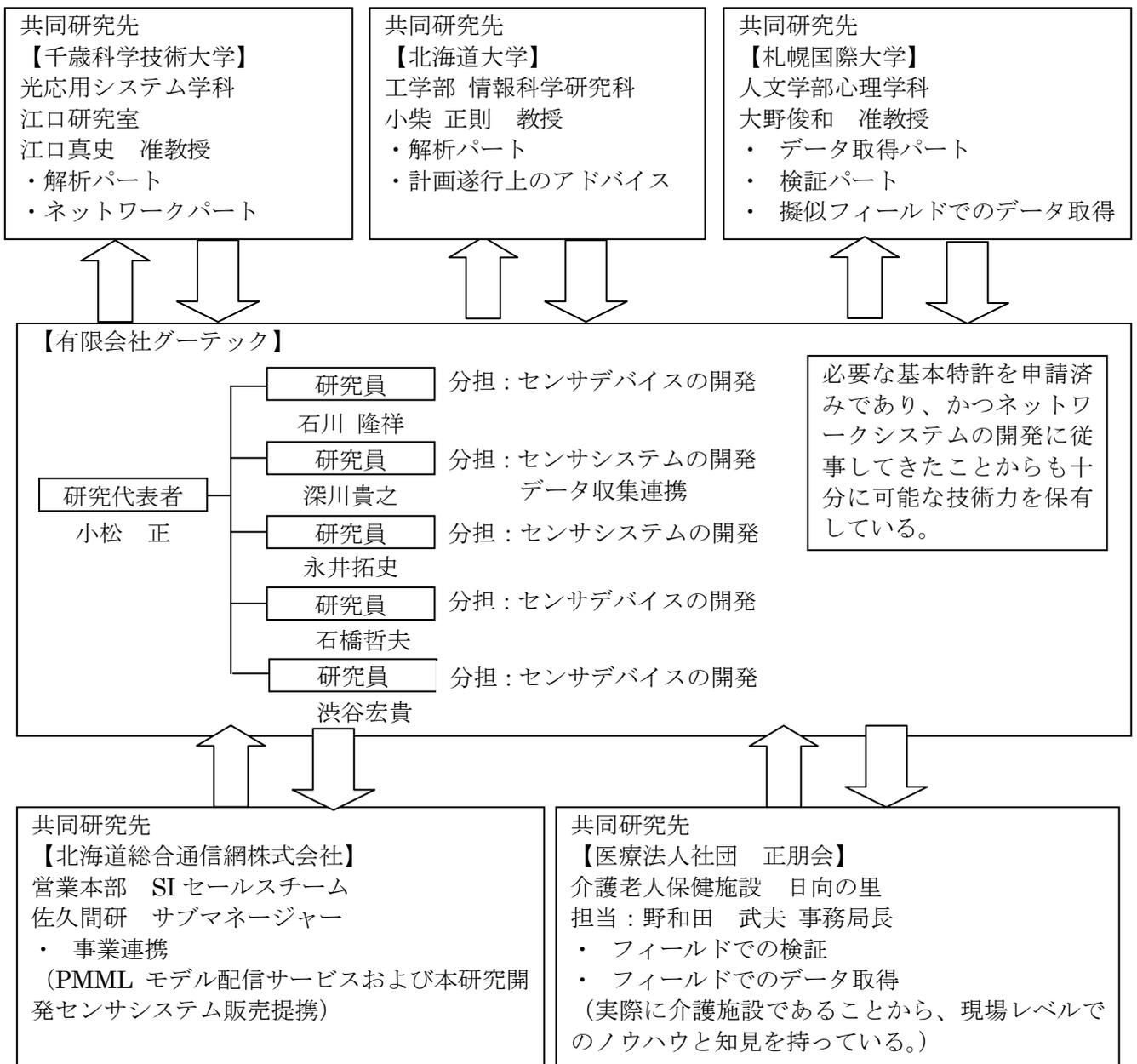
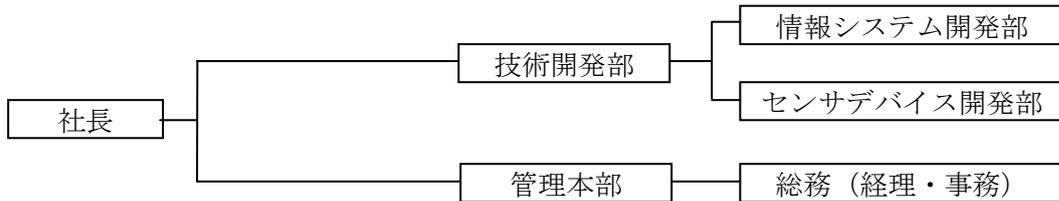
金額は非公表

研究開発項目	18年度	19年度	20年度	計	備考
無線マイニングセンサシステムの研究開発				-	
① 行動判別マイニングモデルの高精度化	→		→	-	
② センサシステムの開発	→		→	-	
③ 無線マイニングセンサシステムの検証試験	→		→	-	
④ 委員会・学会等	→	→	→	-	
間接経費	-	-	-	-	
合計	-	-	-	-	

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。  
 2 備考欄に再委託先機関名を記載  
 3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。

### 3 研究開発体制

#### 3-1 研究開発実施体制



## 4 研究開発実施状況

### 4-1 行動判別マイニングモデルの高精度化

本研究開発では、18年度に作成した行動判別マイニングモデルをより高精度にするために、温度変化の波形に与える影響を考慮し、かつ、実際の検知対象により近い年齢層の人物の行動データを用いて、判別モデルの改良を試みた。19年度の具体的課題は以下の通りである。

- ・転倒・起き上がり行動のデータ収集活動
  - 温度変化実験
- ・最適な時系列解析手法の組み合わせと検討
- ・サンプルモデルを用いて、検証と微調整
  - 日向の里モデル検証
  - 小樽市立病院モデル検証

#### 4-1-1 転倒・起き上がり行動のデータ収集活動

##### [目的と背景]

本研究開発はパッシブセンサを使っている。パッシブセンサから出力される波形は温度差分を検出するセンサであるために気温の変化といった熱要因による影響が大きいと考えられている。18年度ではあえて行動に特化したデータを収集し、行動と波形の関係性に関して解析をすすめ、高精度な行動判別モデルの作成の成功にいたった。19年度は実運用時には温度変化という問題を解決すべく取組みを行った。この温度変化に対応したモデルの構築に至ることで行動判別モデルがより製品化のフェーズに近づけることが可能となる。温度実験は数種類の温度条件における行動データの変化パターンを収集し解析を行うことで、行動の種類と温度条件との関係性を把握することが可能になる。この結果に基づいた温度環境変化対応型行動判別モデルの構築を目的としている。

##### [材料と方法]

温度変化実験の温度条件には、医療福祉施設関係者からのヒアリングを行い実際の施設における温度環境変化の幅を調査した。その結果として、15℃程度（冬期）から35℃程度（夏季）までの範囲内で推移する可能性があることが把握できた。本実験ではその範囲内で複数の条件下を擬似的に再現した環境においてデータの収集を行うこととした。

第一段階として、一定の速度で熱源を移動させた際の波形データを熱源の温度との相関を確認し、パターンの保持の有無に関しての解析を行う。幸いにもこの結果が本研究チームの予測する波形傾向と一致したため、スムーズに次のステップへと移行することが可能であった。

実際の実験場所には主に共同研究機関である札幌国際大学内の部屋を使い窓すべてとドアに断熱材を敷き詰め、外からの空気が入らないように心がけた。さらに出入り口であるドアの外側にも断熱効果を高める工夫を施した（図4-1）。さらに部屋内側には園芸用のビニールハウスを設置し、介護用ベッドとセンサを設置した（図4-2 ビニールハウス内部）。



<図 4-1 温度環境制御した室内>



<図 4-2 ビニールハウス内部>

具体的温度条件としては、低温（12～15℃）・常温（24℃～26℃）・高温（31℃～34℃）の3基準の温度条件下で、離床・寝返り・転落・ベッドからの移動の4種類の行動を実験協力者に行ってもらいデータ収集活動を行うこととした。

低温状態は、大量の氷（200kg）・冷却剤・簡易クーラによって実現し、高温状態はハロゲンヒーターや石油ファンヒーターを複数配置により実現した。これにより温度を一定に保ちつつ測定を行った。測定には延べ20人以上の実験協力者を集め、実験者の統制と管理のもとデータ収集活動を行った。

実験の際には温度管理している部屋には、実験者は入らずに隣のオペレーションルームから指示とデータ収集を行った。無線LANを使い、音声と映像はオペレーションルームから確認できるように準備を行った。実験協力者は、ベッドの近くに設置してある画面とスピーカーから視覚と聴覚による指示に従い動作を行った。

[結果と考察]

センサの物理的特性から予想していた通り、すべての行動において、高温条件下では波形の振幅が小さくなり、低温条件下では波形の振幅が大きくなった。高温および低温温度条件下における判別率の低下の程度を検証するために、常温条件下での延べ10人の被験者のデータを学習用データとしてニューラルネットワークにより判別モデルを作成し、検証データとして各温度条件下での延べ5人の被験者のデータを用いて、判別率を求めた。寝返りと離床を判別するモデルにおいては、低温において、波形の振幅が増大することにより、寝返りであっても誤って離床と判別される場合が生じ、高温において、波形の振幅が減少することにより、離床であっても誤って寝返りと判別される場合が生じた(表4-1)。寝返りと転落を判別するモデルにおいては、低温において前者の判別モデルの場合と同様に、波形の振幅が増大することにより、寝返りであっても誤って離床と判別される場合が生じ、高温において、波形の振幅が減少することにより、転落であっても誤って寝返りと判別される場合が生じた(表4-2)。

こうして、判別モデルの正解率に対する温度依存性が明らかとなったが、低温や高温の条件下での波形の振幅の大きさから、温度変化と振幅の変化との関係を割り出すことで、概ね20℃～30℃の範囲内の温度条件であれば、判別モデルの改良を試みることで判別率の低下は許容範囲に収まるであろうと結論された。

<表4-1 温度条件による寝返り離床判別率の変化>

モデル名	寝返り	離床
<u>寝返り/離床判別</u>	100.0% (150/150)	38.0% (57/150)
	95.3% (143/150)	86.0% (129/150)
	75.8% (91/120)	85.0% (102/120)

上段：高温 中段：常温 下段：低温

<表4-2 温度条件による寝返り転落判別率の変化>

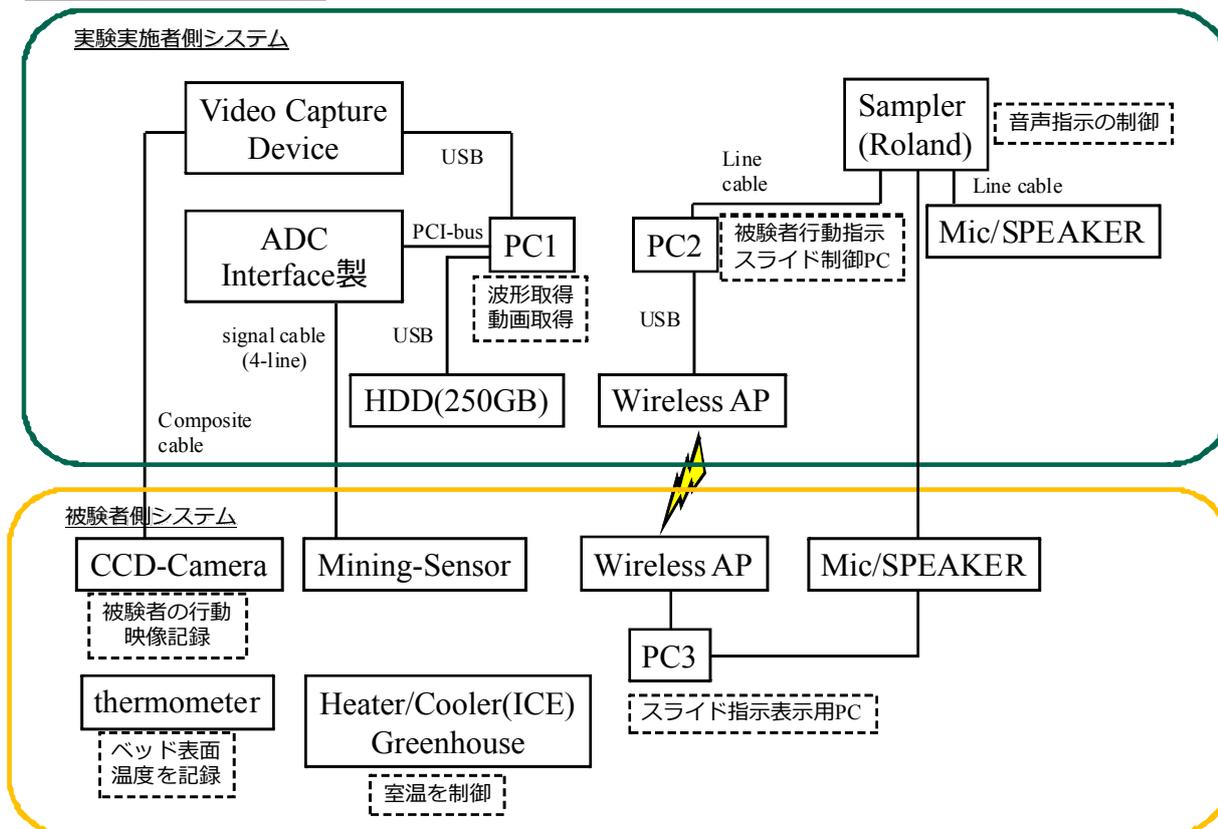
モデル名	寝返り	転落
<u>寝返り/転落判別</u>	100.0% (150/150)	24.0% (36/150)
	98.7% (148/150)	78.0% (117/150)
	78.3% (94/120)	80.8% (97/120)

上段：高温 中段：常温 下段：低温

[システム]

ハードウェア種別としては以下のような構成である。

実験指示/データ収集システム



<図 4-3 ハードウェア種別構成>

ソフトウェア種別としては、以下の種類のものを組み合わせて使用している。

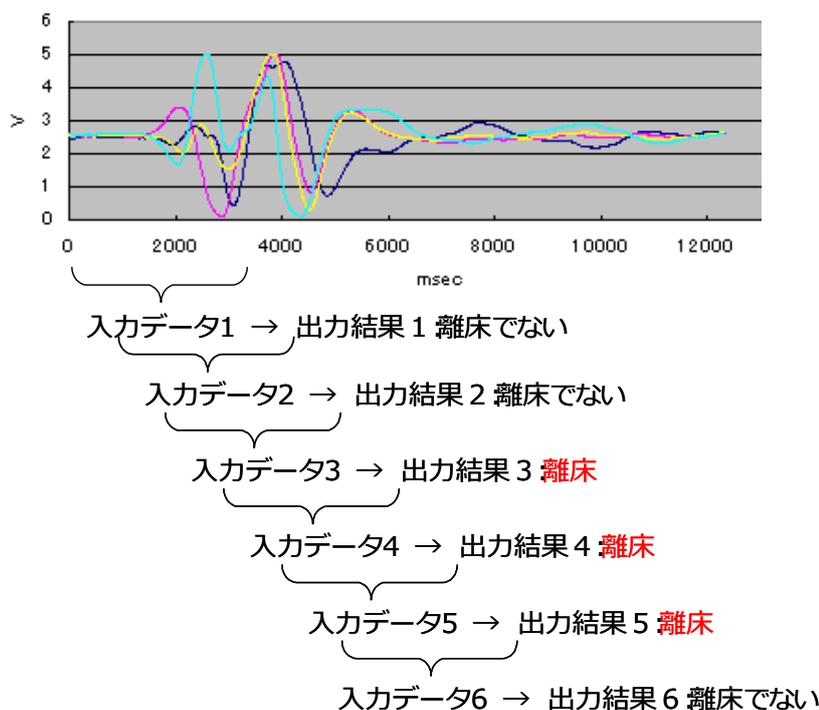
- ・波形取得/動画取得ソフトウェア (Windows)
- ・スライド表示ソフトウェア (Microsoft PowerPoint) (Windows)
- ・ネットワークリモートコントロールソフトウェア (Windows)

#### 4-1-2 最適な時系列解析手法の組み合わせと検討

本行動検知システムにおいては、入力データである時系列の波形データが、ニューラルネットワークを利用して作成された行動判別モデルによってリアルタイムで判別され、その判別結果が順次出力される。図 4-4 はこうした波形データの入力と判別結果の出力の様式を模式的に表したものである。

19 年度は、判別率をより高めるために、判別モデルから出力される判別結果と組み合わせて利用する時系列解析手法を開発した。

日向の里モデル検証（後述：4-1-3 参照）で得られたデータに対して、開発した時系列解析手法を適用した。その結果、19 年度末現在、離床については 99%、転落とベッドからの移動については 90~95% の判別率を実現できた（後述の 4-1-3 【日向の里モデル検証】 および 4-1-4 にも関連する記述あり）。



<図4-4 入力される波形データと出力される判別結果の模式図>

#### 4-1-3 サンプルモデルを用いて、検証と微調整

##### 【日向の里モデル検証】

##### [目的と背景]

19年度前半までに行ってきた行動判別モデルの温度変化に適応したモデルを構築が完了し、内部検証を行い一定の精度の判別率を実現した。しかし、このモデルはあくまで実験協力者によるデータから作成したものであり、本研究開発成果物が活用される医療福祉施設にいる入所者データではない。19年度前半までに構築したモデルは主に20~40歳の実験協力者のデータを活用して作られたものである。そのため高齢者を中心とする入所者の行動をセンシングすることで出力される波形が作成したモデルの適応性の検証が必要であった。この問題を解決することにより、本研究開発における成果物の利用を想定される入所に対しても適用が可能なシステムへとモデルを微調整することが可能となる。今年度においてはこの実際の施設を使つてのサンプルモデルを用いた検証を非常に大事な検証として位置付けている。実際の施設でのスタッフとの情報や意見交換を含めてシステムの方向性を模索する意味でも非常に大事な課題である。

##### [材料と方法]

本課題では実験協力機関である日向の里の協力のもと、実際の施設の空きベッドを利用して施設環境の整合性及び、モデルの検証を行う。今回の検証では行動とマイニングモデルの整合性をチェックするために、カメラを設置し検証中のベッドの様子を記録した映像と判別結果を対比し評価を行う必要があった。このような必要性から、実際に入所している人間を夜間映像で収めることは困難であったため、日向の里の所在地である千葉県山武市のシルバー人材センターの協力のもとにセンターから派遣された高齢者スタッフが擬似的に入所してもらった。

検証実験は夜間 6 時～翌朝 8 時の 14 時間行うこととした。これは日向の里スタッフとの打合せの結果、夕食で他の入所者の方々が部屋から出て行っている間にセッティングと実験協力者に入ってもらうことが最善であるという判断からである。この 14 時間の間には基本的にベッドの周辺で通常の行動をとってもらい、ベッド周辺の行動データやベッド上の行動データの収集と検証を行う。

ベッドの頭側の壁に本検証用に作成したカメラモジュールを取り付けたマイニングセンサと夜間の映像を取るために赤外線投光器を取り付けた。(図 4-5)



<図 4-5 検証用マイニングセンサ+カメラモジュール>

さらに 14 時間分という長時間にわたるデータを取得するために本検証では有線にて接続されたノート PC を通じて外付け HDD に実験協力者の行動を収めた映像とセンサデータ、検証結果の蓄積を行うようなシステムを構築した (図 4-6)。

そして、検証実験上必要なシステムとして離れた部屋で待機する実験者と実験協力者間の連絡を行うための SIP サーバを構築し、無線 LAN 携帯で通話できる環境を準備した。これは本検証では連絡用として使用するが、本研究開発の介護スタッフへの通知端末候補としても検討している (図 4-7)。



<図4-6 実験に使用したモニタリングシステム>

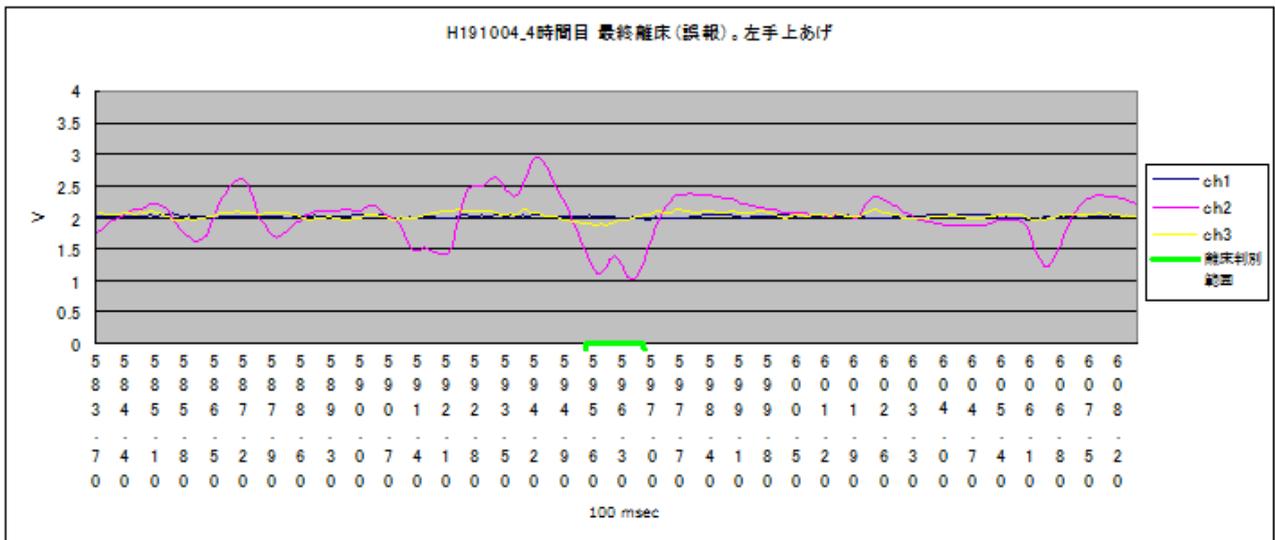


<図4-7 実験に使用した連絡用無線LAN携帯端末>

これらのシステムにより収集した1日あたり14時間分の映像データと判別結果を用いて、判別結果と実際の動作に相違が発生した場合に取得したセンサデータと映像を対比しながら、行動とセンサデータの関係性とこれまでのモデル作成時に活用したセンサデータとの対比と傾向の検証を重ねていきモデル調整に必要なデータの抽出作業と蓄積を行う。

#### [結果]

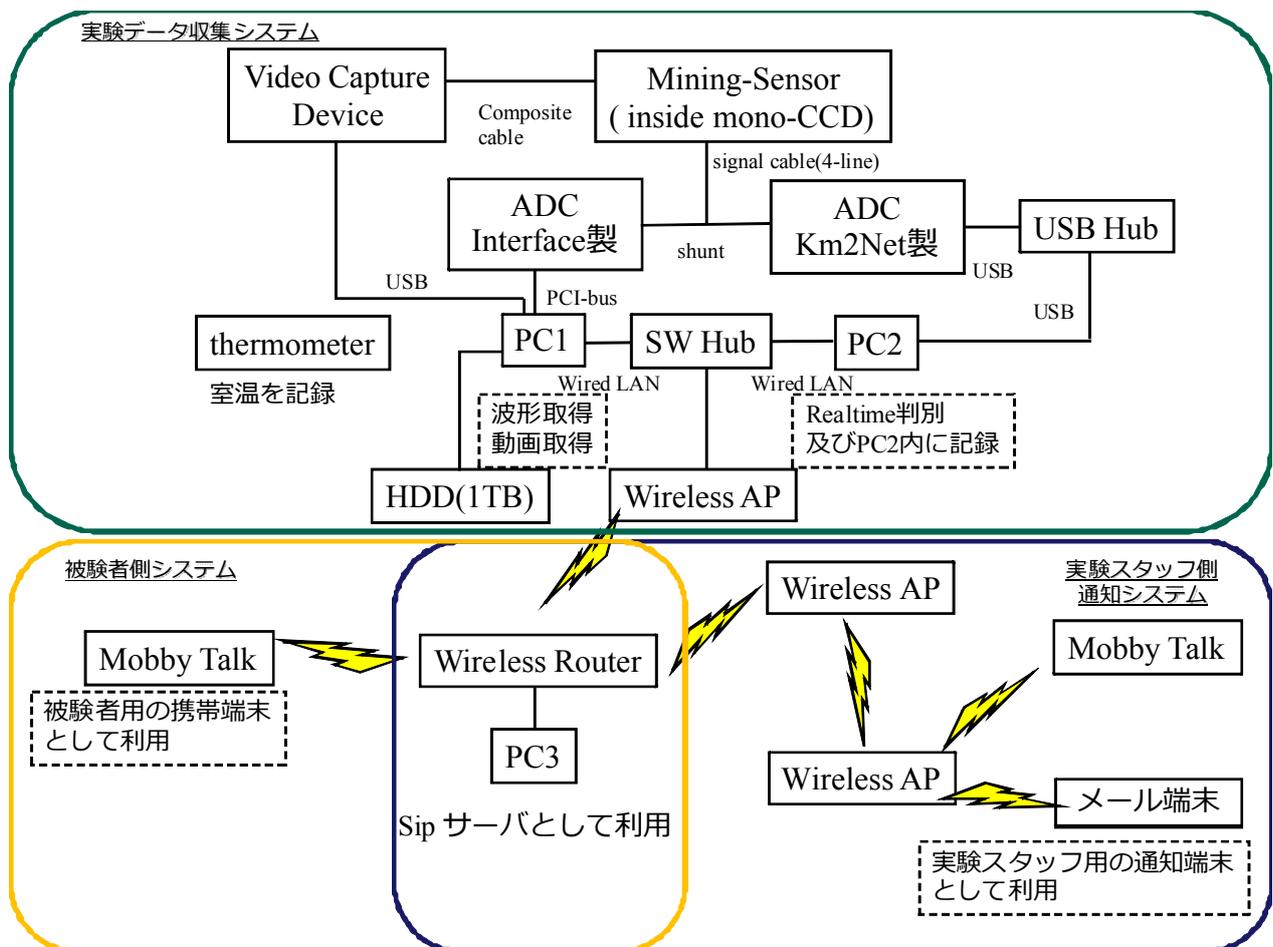
センサデータに基づいた判別結果と映像データを照らし合わせることにより、誤判別の事例をスクリーニングした。その結果、ベッド上で実験協力者が手を大きくかつ早く動かした場合に、離床として誤判別される場合があることが確認された。そのため、誤判別の事例でのセンサデータおよび波形グラフ（図4-8）を参考にして、寝返りと離床の判別モデルの改良を試みた結果、失報（離床を見落とすこと）が0%、誤報（離床でないにもかかわらず離床と判別してしまうこと）が2%以下となる判別モデルを実現できた。



<図4-8 離床と誤判別された手の動きの波形グラフ>

[システム]

ハードウェア種別としては以下のような構成である。



<図4-9 ハードウェア種別構成>

ソフトウェア種別としては、以下の種類のものを組み合わせて使用している。

- ・ 波形取得／動画取得ソフトウェア (Windows)

- ・リアルタイム行動判別処理ソフトウェア(Linux)
- ・Sip サーバ(Linux asterisk)

### 【小樽市立病院モデル検証】

日向の里モデル検証と類似の方法で、小樽市立病院においてモデル検証試験を開始し、目下継続中である（図4-10）。



<図4-10 小樽市立病院モデル検証>

日向の里モデル検証との相違点は以下の通りである。

- (1) 日向の里モデル検証での結果を踏まえて、より改良した判別モデルを使用している。
- (2) 実験協力者として、シルバー人材センターから派遣された高齢者スタッフではなく、実際の患者を用いている。
- (3) 患者のプライバシーに配慮し、映像データの収集は行っていない。
- (4) 携帯端末にアラート出力が行われるたびに、スタッフが患者の実際の行動を調査し、記録している。

#### 4-1-4 まとめと今後の展開

19年度は以下の課題に取り組んだ。

- ・転倒・起き上がり行動のデータ収集活動

- 温度変化実験
- ・最適な時系列解析手法の組み合わせと検討
- ・サンプルモデルを用いて、検証と微調整
  - 日向の里モデル検証
  - 小樽市立病院モデル検証

上記の課題のうち、「転倒・起き上がり行動のデータ収集活動」と「最適な時系列解析手法の組み合わせと検討」については、実施計画通りに終了している。「サンプルモデルを用いて、検証と微調整」については、日向の里、小樽市内の病院、札幌市内の病院、その他一箇所の計4箇所の施設における検証を予定していた。現在は、日向の里での検証試験を終了して、小樽市立病院での検証試験の最中である。札幌市内の病院については、実施施設は平和リハビリテーション病院に決定済みで、すでに実施したヒアリングの結果を参考として、検証試験の内容の適正化を図っているところであり、実際の患者を用いたモデル検証の開始は20年度になる予定である。その他1箇所の施設については、上記3箇所の施設での結果を踏まえて、より一層のモデルの改良が必要と判断された場合に実行する予定であり、詳細については現在検討中である。

上記の「転倒・起き上がり行動のデータ収集活動」、「最適な時系列解析手法の組み合わせと検討」、「サンプルモデルを用いて、検証と微調整」における日向の里での検証試験の結果にもとづいて、19年度末現在、極端な低温あるいは高温でなければ、離床については99%の判別率(失報が0%、誤報が2%以下)のセンサシステムが実現できている(転落とベッドからの移動に関しては判別率90~95%程度)。

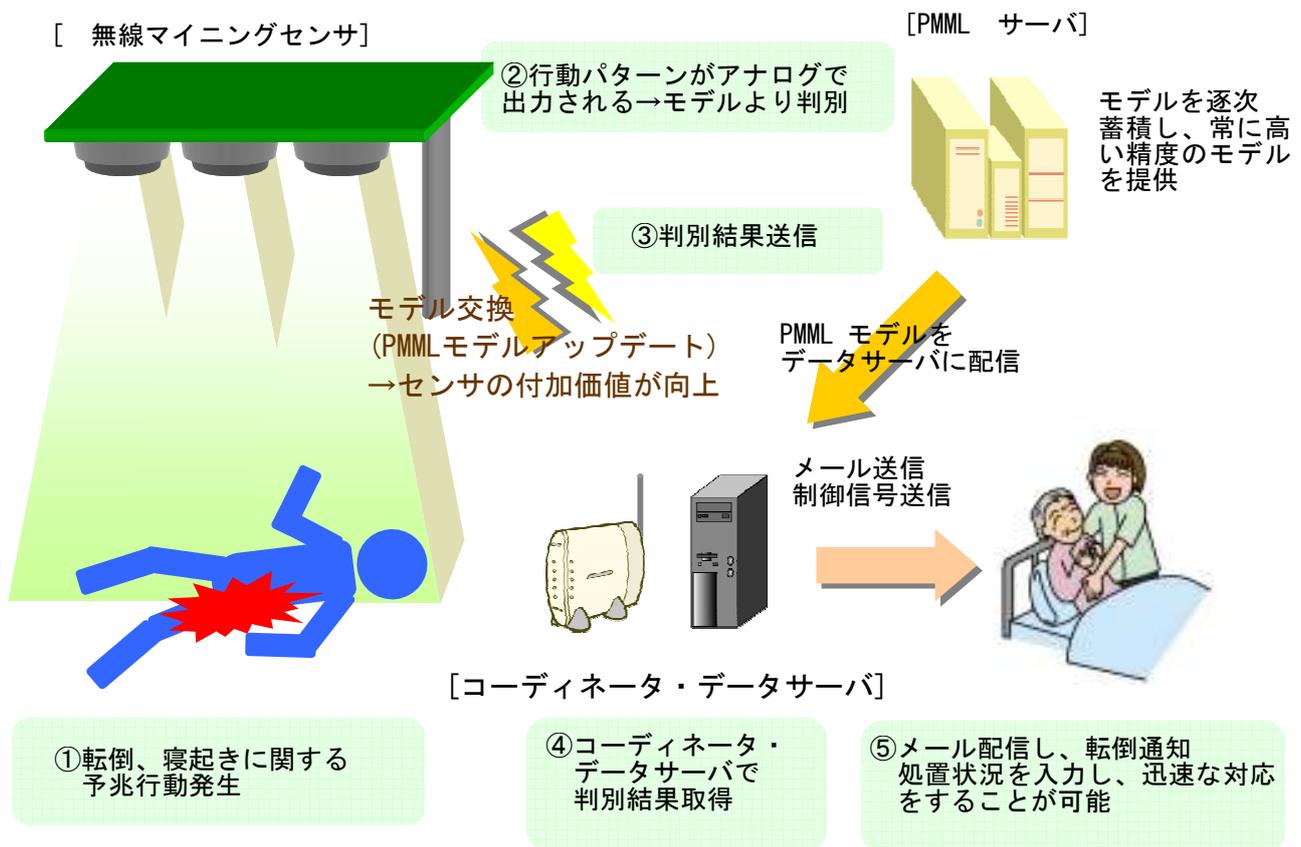
上記のセンサシステムの判別率は、学生やシルバー人材センターから派遣された高齢者スタッフの行動データに基づいたものであり、実際の患者の行動データに基づいたものではない。20年度の課題として取り組むべきことは、実際の患者を実験協力者とした検証試験を行い、センサシステムが実際の患者に対しても適切に動作することを確認することである。小樽市立病院ではそうした検証試験が現在行われている最中であり、20年度も引き続き検証試験を行う。20年度は平和リハビリテーション病院においても、実際の患者を実験協力者とした検証試験を行う予定である。そうした検証試験の結果を分析して、想定外の事例を発見し、より実用性に富んだセンサシステムを実現することが20年度の最終的な目標課題である。

#### 4-2 行動マイニングモデルを搭載したセンサシステムの構築

本研究課題では、データ収集実験に必要なデータ収集・解析支援ソフトウェア及び、アナログデータの解析によって得られた解析結果を反映させるために、ニューラルネットワークのモデル化に伴う実装(PMML)、そのモデルを用いた判別ソフトウェアの開発、および、結果の伝送手段として配線が不要な無線を用いることで、簡易設置を可能にすることを目標に掲げ、研究開発を行っている。

平成19年度については、マイニングセンサおよびその周辺技術を開発するために、以下の課題について取り組みを行った。

- 解析支援ソフトウェアの開発
- PMML ファームウェアの開発
  - ・メール送信モジュールの開発
  - ・アップデートシステムの開発
- PMML サーバの開発
  - ・PMML モデル web 管理システムの開発(アップデートシステム含む)
- コーディネータ情報取得サーバウェアの開発



<図 4-1-1 概要>

#### 4-2-1 解析支援ソフトウェアの開発

解析支援ソフトウェアとして、取得データを自動的かつ効率的にタンデム構造に変換するコンバータソフトウェアの開発を行った。これにより、学習用データ・検証用データの作成が容易となり、比較的簡便にモデルの構築をすることが可能となった。

#### 4-2-2 PMML ファームウェアの開発

[メール送信モジュールの開発]

施設・病院スタッフへの通知手段の一つとして、ファームウェアにメール送信クライアントの実装を行った (SMTP クライアント)

[アップデートシステムの開発]

FTP を用いたアップデートシステムの開発を行った。

[無線 IP 電話による通知システムの開発]

施設・病院スタッフへの通知手段の一つとして、ファームウェアに合成音声による通知システムの実装を行った (後述)

#### 4-2-3 PMML サーバの開発

Web ブラウザからモデルの更新をするシステムの開発を行った (図 4-1-2 ~ 図 4-1-5)。以下の環境で、動作する。また、セキュリティ上の観点からローカルネットワークでの運用を想定している。以下にシステム要件およびシステム構成を示す。

## システム要件

OS:Linux OS

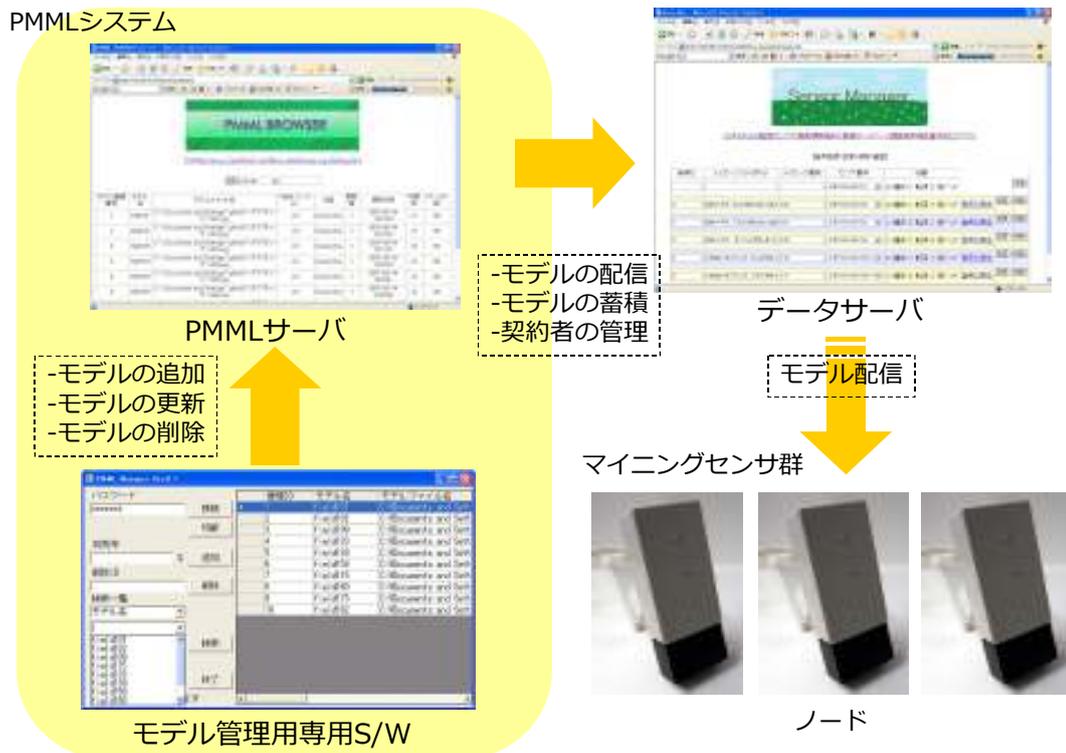
Web Server:apache2+PHP5

DataBase:MySQL

CPU:Celeron 2.8GHz

MEM:512MB

HDD:80GB



<図 4-12 システム構成>



<図 4-13 ログイン画面>

図 4-13 のログイン画面で Web 上からログインを行う。



<図 4-14 メニュー選択>



＜図 4-15 モデル検索・アップデート画面＞

図 4-15 に示すログイン画面よりログイン処理を行う。この際に、ユーザーによって権限を決めることができる（管理者・モデル閲覧・検索者など）。ログイン後、図 5 に示すようなメニュー画面に遷移する。以下のメニューにより、管理を行う。

- データサーバー一覧
- モデル一覧
- 管理者一覧
- アクセスログ(ログイン・ログアウト)
- ログアウト

図 4-15 は上記メニューの内、モデル一覧を示した物である。モデル名などで検索・閲覧をすることができる。

#### [PMML モデル web 管理システムの開発]

ローカルネットワークでの PMML モデル管理システム (PMML Manager) の開発を行った。PMML モデルをローカルで更新・追加することにより、容易に更新が可能となっている。

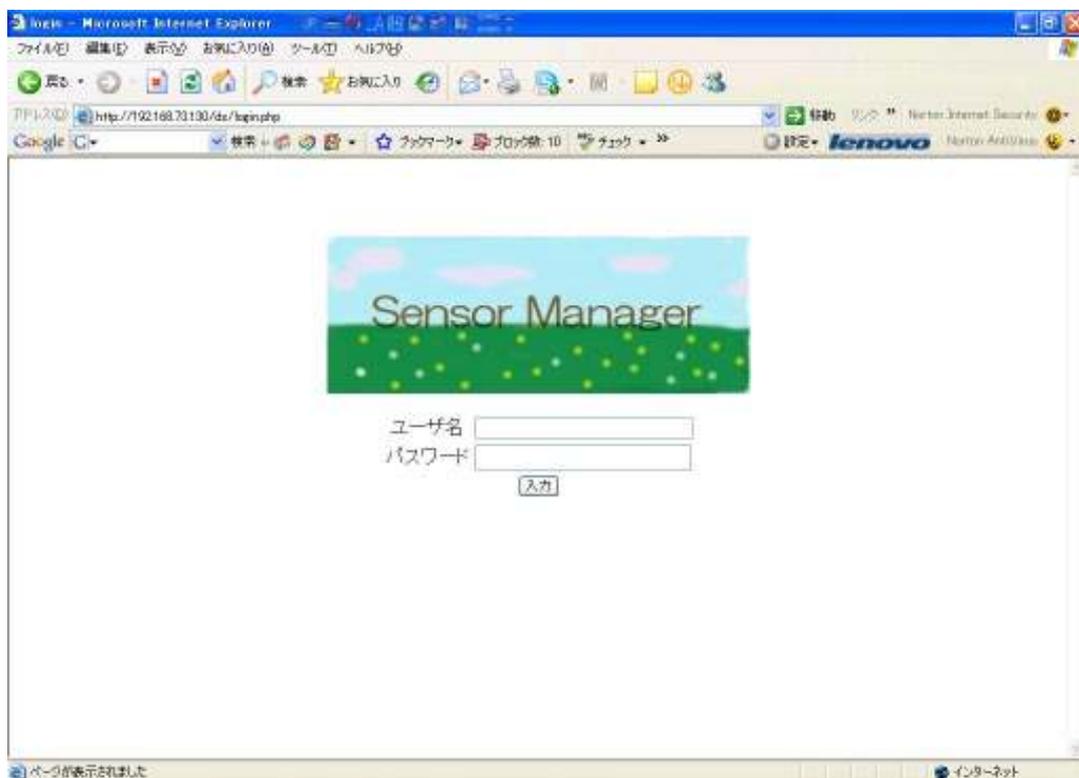


<図 4-16 PMML Manager>

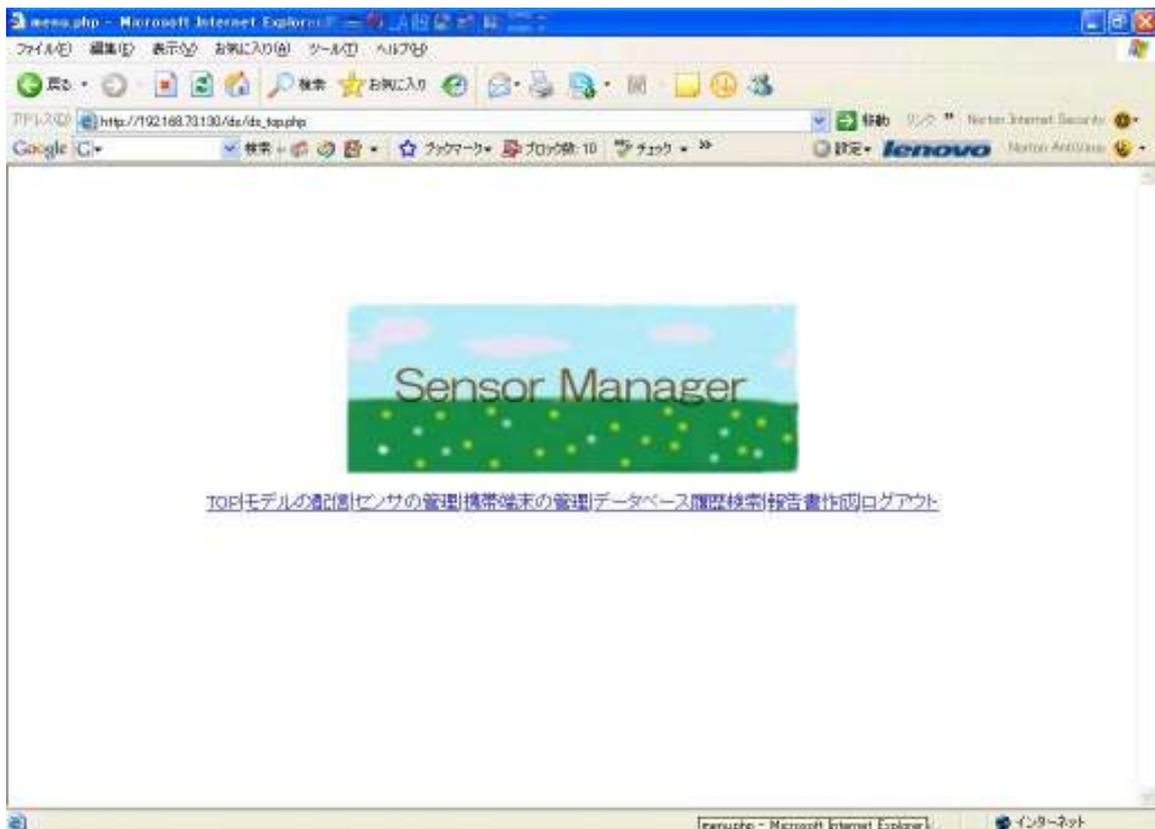
#### 4-2-4 コーディネータ情報取得サーバウェア(データサーバ)の開発

行動を判別した結果をデータベースに格納し、検索・閲覧機能を実装した Web アプリケーションを開発した(図 4-17~図 4-19)。以下の機能を実装した。

- センサ検知時に送信されるデータの受信・データベースへの格納
- 時間・場所(IP アドレス)・行動によるデータ検索・閲覧
- IP 電話出力用合成音声出力設定(メッセージ設定)



<図 4-17 ログイン画面>



<図 4-18 メニュー画面>



<図 4-19 モデル一覧画面>

センサからの信号が FTP で送信された後、常駐しているサーバウェアにより、データを取得する。FTP で送信するファイル名でデータベースに記録するデータを作成する。

例として、192.168.0.1\_001 というファイルが、2008/01/28 15:00:00 に作成された(受信した)とする。

- ・タイムスタンプ：ファイル名より 2008/01/28 15:00:00 と記録
- ・行動：3種類の行動(001→ベッド離脱、010→転落、100→離床)という定義によりベッド離脱と記録

・予め IP アドレスとセンサ設置場所の対応表(センサマスタ)をデータベース上に構築しておき、ファイル名の IP アドレスとセンサマスタを対応させ、その場所を記録する。

上記のように記録することで、データの閲覧時には、ユーザに確認しやすい形式で閲覧・検索が可能になる。

また、記録すると同時に IP 電話への通知を行う。これは登録された合成音声で行う。合成音声は、既存のアプリケーションである Galatea Toolkit(擬人化音声対話エージェント)を用いて合成した。合成音声での通知を行うことにより、IP 電話のみならず、PC のスピーカーからの通知などといった、多忙な施設スタッフへの一助として手段の選択肢を広げるものとする(図4-20)。



<図4-20 データサーバシステム構成>

#### 4-2-5 まとめと今後の展開

19年度は、以下の課題に取り組んだ。

- 解析支援ソフトウェアの開発
- PMML ファームウェアの開発
  - ・メール送信モジュールの開発
  - ・アップデートシステムの開発
- PMML サーバの開発
  - ・PMML モデル web 管理システムの開発(アップデートシステム含む)
- コーディネータ情報取得サーバウェアの開発

上記の基本となる設計・開発は終了し、前述のとおり、基本的な動作確認は終了している。今後、病院や施設でのヒアリングを基に、画面構成などをより使いやすいものに変更を行っていく予定であり、今後、取り組む予定である。その完了を以てシステムの運用開始と位置付ける。現在は実際に運用を行う上での不具合（主として、多種多様な操作が原因となって引き起こされるデータベースとの連動部分や携帯端末との連動の部分）を検証にて不具合を取り除いており、継続して取り組むことが今後の課題である。

また、室内にて複数人が存在する際には、アラートが多く送信されるので、その部分の解決を図るのが課題としてあげられる。

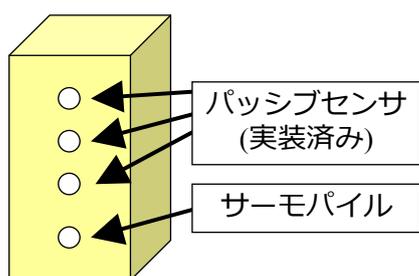
以上を踏まえた上で、平成20年度8月までの本パートの課題を以下のように設定する。

#### -PMML ファームウェアの開発（継続）

施設・病院スタッフの入室時・退室時に複数の人がセンサ検知エリア内に入るために誤報が出力されるという解決すべき課題が存在するが、それに対しては現在のセンサ系+サーモパイルセンサを組み合わせる方法で解決を図ることを検討している（図4-21）。サーモパイル（図4-22）は主に室内での人物の動き、特に上半身を中心として捉えることで、複数の人による誤報を解決できるものとする。

赤外線センサとして、現在(2008/1月現在)サーモパイル(赤外線温度センサ)を検討しているが、他センサについても、検討の対象としている。

これらのシステムを追加したときのファームウェアの開発も同時に行う必要がある。現在までに使用しているパッシブセンサとは、出力波形も異なるので、新しいPMMLモデルの開発も必要になる。以上のことにより、3個モデル以上の多モデル入力タイプのファームウェアの開発が必要となる。サーモパイルは温度補償型1独立出力型の製品を用いることを考えている。これには、抵抗値変化型サーミスタおよびサーモパイルからの電圧値出力があり、それら2つの出力を組み合わせることにより、周辺温度に依らず一定の電圧値を出力する温度補償機能を実装している。



1. パッシブセンサで行動波形を取得
2. サーモパイルでは、ベッド上の頭付近の温度を取得
3. それら二つのセンサにより、複数人であるかどうかの判別を行う
4. サーモパイルが加わることにより、温度の変化にも対応できるために、判別率の向上に繋がるものとする。

パッシブセンサ：ベッド上での行動に対しての焦電素子の変化を電圧値で出力

サーモパイル：ベッド上の上半身、特に頭周辺の温度変化を電圧値で出力

<図4-21 概要>



<図4-22 サーモパイル(日本セラミック製)>

～ユーザーデータ情報取得サーバウェアの開発(データサーバ)(継続)～

・取得データの活用

センサでは離床・転落・ベッドからの離脱・それ以外、という行動が判別され、その情報が、データサーバに送られてくるが、この情報についても、自動的にデータマイニングを施すアルゴリズムを搭載することにより、その行動が起りやすい時間帯を推定することでデータを活用する。ある一定期間、検知データを蓄積し、データマイニングを施し、そして、ある行動が起りやすい時間帯などのアラートを出力する。

実際に病院や施設で検知したデータに対して、データマイニングを施し、転落や離床の傾向を調査する。その調査結果を基に、重点的に見回りを行った方が良い時間・場所や、通常通りの見回りでよい時間・場所、と言ったような推定・提案を行うシステムの開発を行う(図4-23)。

データサーバ内行動記録データベース

日時	場所	行動
2007/01/15 22:58	101 号室	転落
2007/01/15 23:34	102 号室	転落
2007/01/16 22:45	101 号室	転落
2007/01/17 23:05	101 号室	転落
2007/01/17 23:23	301 号室	離床
2007/01/18 22:28	101 号室	転落
...	...	...

時間・場所・行動などのパラメータでデータマイニングを施す。



行動が起りやすい時間・場所・行動の推定が可能

[手順]

1. ある程度の期間の運用を行う  
期間は、2週間から1ヶ月の予定
2. その期間内で、時間・場所・行動の相関などをS/Wで調査
3. 起りやすい時間・場所・行動を推定する
4. スタッフに提案することで、負担の軽減をすることができる。

※これらは、自動的にデータサーバで推定できるように、組み込む必要がある

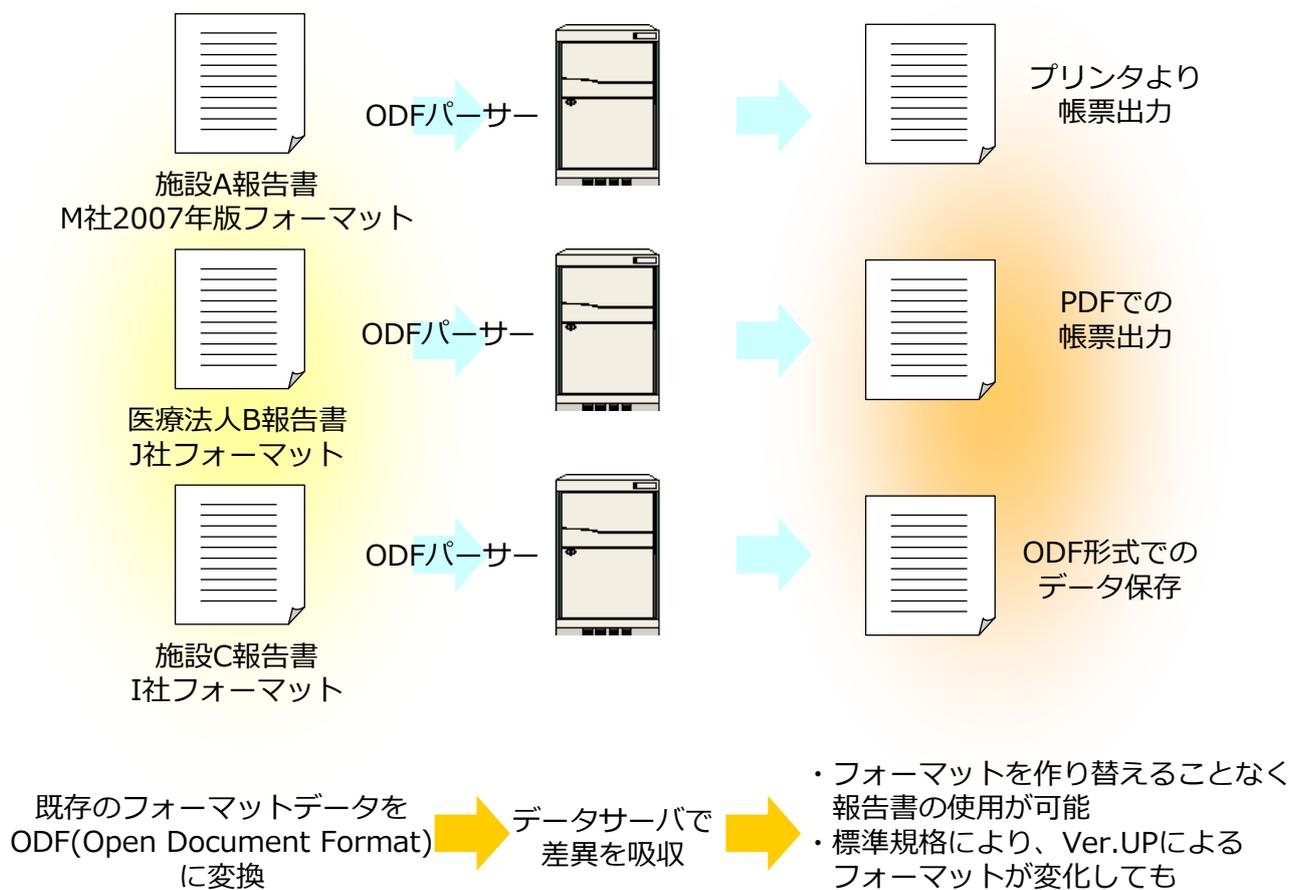
<図4-23 取得データ活用の概要>

・国際規格フォーマットでの報告書処理

報告書の作成は、独自フォーマットでの検討を行っていたが、施設のみならず市町村などによって、それぞれフォーマットが異なる場合がある。そういった場合に対応するために、ODF(OpenDocument Format for Office Applications)を活用する。ODFは、XMLをベースとしたオフィススイート用のファイルフォーマットであり、国際規格(OASIS,ISO,IEC)として認定されている。

これらを活用することで、ユーザは書類のフォーマットを各々作成し、システムに組み込むことができる。今までは、ソフトウェアによってフォーマットが異なり、システムとの互換性の問題があったが、国際規格のフォーマットを積極的に活用することにより、ユーザがより簡便に使用することができる(図4-24)。

オフィススイートのソフトウェアであれば、共通のフォーマットという性質を用いて、相互互換性を持たせて、活用されているが、これらのフォーマットを積極的に用いているオフィススイート以外のソフトウェアは筆者らが知る限り、初めてである。



<図4-24 イメージ図>

### 4-3 無線マイニングセンサシステムの検証試験

本課題では、上記のアプローチで開発したマイニングモデルをファームウェアとして搭載したセンサに無線モジュールを組み合わせ無線マイニングセンサの試作を行う。試作した無線マイニングセンサシステムの検証を実験フィールド、実フィールドの両面で行う。

#### 4-3-1 単体検証

平成19年度は以下の検証を行った。

#### [ファームウェア評価実験]

以下の方法で検討を行った。

- ① ニューラルネットワークにより構築されたモデルをファームウェアに読み込ませる。
- ② 千葉県日向の里で、被験者から波形データを取得すると同時にリアルタイム行動判別を行い、14時間/日を記録
- ③ 波形データをファームウェアに入力し、行動結果判別を出力。
- ④ ②の判別結果と③の判別結果を比較。

以上の結果、リアルタイム行動判別では、処理系の遅延により、当初14時間で30分程度の遅延が発生していた。原因については以下であると考ええる。

- ファームウェアがインストール・駆動しているPCのUSBパワー不足
- 処理が100msec以内で終了させるべきであるが、USBなどの制御系のオーバーヘッドが存在するために、やや遅延した

これらを解決するために、USBのパワー不足を外部からのACパワーを使用したUSBハブに換装することで、問題がほぼ解消され、USB周辺が原因であることが判明した。

以上の方策を施すことにより、当初の遅延がほぼ解消され、処理系についての課題は解決出来た物と考える。

実際には、無線マイニングセンサは組み込みLinuxボードで構成される。このLinuxボードではこのような遅延は確認されておらず、実運用ではUSBハブでの外部電源供給は不要と考える。

#### [データサーバ評価実験]

センサからFTPによるデータ送信をサーバに対して行い、正しくデータベースに情報が蓄積、メールの送信を行うことができることを検証した。

画面表示など、今後ユーザビリティの観点からデザイン変更を行うことが今後の課題である。

#### [PMMLサーバ評価実験]

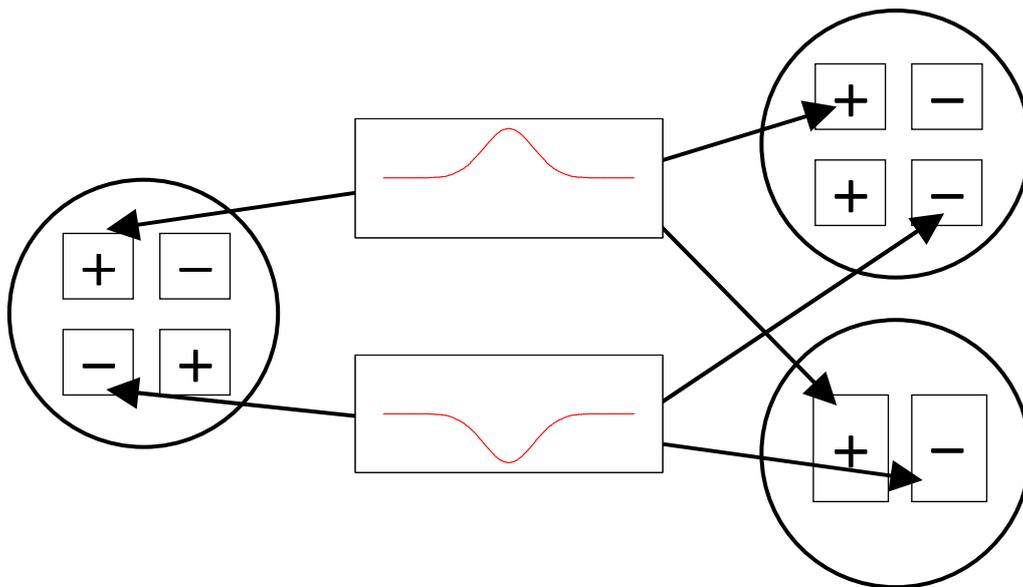
Webブラウザ(HTTP)でのモデルダウンロードを検証し、その後、FTPベースにおいても検証を行った。モデルの漏えいなどの問題から、セキュリティを重視したシステム構築が今後の課題である。

#### [センサ検討]

平成18年度の結果を踏まえ、平成19年度は他の種類のパッシブセンサについての検討を行った。

パッシブセンサは平成18年度に用いていたセンサは、一般的には無方向エレメントと呼ばれるものであり(図4-25)、主に天井での設置を想定したものであった。図から確認できるように、この方式では、左から右へ熱源が通り過ぎた場合、+のエリアと-のエリアを同時に通り過ぎるので、波形は弱めあい、打ち消しあう場合がある。

このことより、平成19年度では、方向性デュアルエレメント、および方向性クワッドエレメントを用いたセンサの開発した(図4-26)。無方向性エレメントと異なり、極性が左右で異なり、上下を比べると、同じである。同様に熱源が通り過ぎた場合は、+のエリアと+エリアで強めあい、-のエリアと-のエリアで、また強めあうという現象が発生し、キャンセルされる割合が無方向性エレメントと比べると少ない。



<図4-25 パッシブセンサ(焦電素子)の種類>

(左：無方向性エレメント、右上：方向性デュアルエレメント、右下：方向性クワッドエレメント)

上記のことを検討し、平成19年度で使用したセンサは、方向性のエレメントとなっている。判別率の向上などの検討は前述の行動判別モデルの項や平成19年度の学会資料を参照されたい[1][2]。



<図4-26 開発したセンサ（基板+焦電素子+レンズ）>

[筐体の検討]

平成20年度への布石として、現在用いている市販品筐体を基に、第一段階として曲面を持つ筐体の製作を行った（図4-27）。



＜図 4-27 筐体試作品（左：市販品筐体を基に構築した筐体、右：曲面構造）＞

#### 4-3-2 結合検証

[マイニングセンサの検証実験(センサ+ファームウェア)]

試作された無線マイニングセンサから出力されるアナログデータをファームウェアに入力し、判別出力が行われるかを検証する。同時に PC ベースのソフトウェアでも検証を行い、妥当性を確認する。

基本的には、[単体検証] の項目の[ファームウェア評価実験]と同様の方法により、検証を行った。

[無線マイニングセンサの検証実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール)]

無線モジュールを組み合わせることによるアナログデータの変化を確認した。ノイズなどの影響も考えられたが、判別に影響するほどの波形の変化は見られなかった。よって、判別にも影響はなかった。

[無線マイニングセンサシステムの検証実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール+コーディネータ+データサーバ)]

判別結果による出力がコーディネータ(ルーター)を經由してデータサーバに到着していることを確認した。しかしながら、本検証実験では確認できなかったが、実フィールドでの検証時に通信の問題が発生した(後述)。

[無線マイニングセンサシステム遠隔実験(センサ+ファームウェア+無線モジュール+コーディネータ+データサーバ+PMMLサーバ)]

モデルの更新時の遠隔実験を行う。遠隔地に PMML サーバを置き、試作したセンサ設置側で手動によるモデル更新ができることを確認を行った。FTP による通信で、約 250kB のデータを転送できることを確認した。

#### [無線マイニングセンサシステムの実フィールド実験]

実フィールドにおいて、無線マイニングセンサシステムの構築を行い、ある期間連続稼働させたときの検証データを取得する。ここでの検証データは、部屋の環境(試作したセンサ設置場所における間取り、温度、行動など)や、ハードウェア長期動作時の不具合の有無について検証を行った。

無線 IP 電話端末に判別情報を通知する際に FTP を繰り返し接続することにより、FTP サーバが停止するという問題が発生した。原因は現在まで不明であるが、根本的に解決をするためには、プロトコルを変更することを検討した。本件ではサーバとホストがお互いに Linux OS であることから、ネットワークドライブ化 (NFS) でのサーバディレクトリのマウントをセンサ端末で自動的に行い、そのディレクトリに判別データを構築することで、安定した通知が可能となった。

また、病院・施設によって、鉄筋や格子状の鉄線が建物の建材に導入されているところがあり、そのようなところでは、無線 LAN の通信がしにくい場所が存在することを確認した。この問題については、現状、アクセスポイントを積極的に活用して、鉄筋コンクリートで囲まれた空間からの通信は可能であることが確認できた。

#### 4-3-3 まとめと今後の展開

平成19年度では、単体検証に加え、結合検証を行った。センサ系を見直し、より判別率の高いモデルの構築に貢献した。各種検証では、センサ情報取得時のハードウェアが原因でのオーバーヘッドやネットワークでのオーバーヘッドの課題が発見された。それらについては、前述のように解決を図った。画面デザインについては、今後施設・病院などとのヒアリングでユーザビリティの高い構成にすることを検討している。

平成19年度の結果を踏まえ、次年度である平成20年度は主たる課題として以下の課題について検証・開発を行う。

##### ・無線マイニングセンサシステムの実フィールド実験 (継続)

前年度からの継続となるために、前年度と同様の内容に鳴るが、実フィールドにおいて、無線マイニングセンサシステムの構築を行い、ある期間連続稼働させたときの検証データを取得する。ここでの検証データは、部屋の環境(試作したセンサ設置場所における間取り、温度、行動など)や、ハードウェア長期動作時の不具合の有無について検証を行う。また、施設スタッフにもヒアリングを行い、長期間使用時の使用感などの調査も行う。

##### ・USB タイプ A/D コンバータの開発

現在使用している A/D コンバータのダウンサイジング化を図ること、さらには将来の付加価値を検討するために、新型の A/D コンバータの開発を行う。A/D コンバータの CPU には Cypress 社製の PSoc を利用することを検討している。現在の半分の大きさ(縦 x 横:30mm x 50mm)で開発を行う。

将来的には、現在組み込み PC で行っている処理を PSoc に移植することにより、さらなるコストダウンとダウンサイジングが可能になると考える。

##### ・機能的な筐体の調査・設計・開発

落下時の衝撃を考慮した機能的な筐体の開発を行う。施設・病院スタッフへのヒアリ

ングや、使用材料の調査、衝撃を和らげつつも、センサシステムの排熱・収納を考慮した、機能性に富む筐体の調査・設計・開発を行う。

・プロトタイプの開発・検証

事業化を推進する上で、量産直前のプロトタイプを開発する。プロトタイプでは主に以下の点に留意して検証を行う。

- 熱耐久性(加速度実験)
- 衝撃耐久性(落下実験)
- 電波耐久性(マイクロ波(電子レンジなど))
- 電気耐久性(瞬停・瞬断・その後の突入などの耐久性)
- 汚染耐久性(たばこやほこりなどに対する耐久性)

※その他、上記以外にも必要であれば、逐次追加する。

#### 4-4 総括

19年度の研究開発目標は、実フィールドでの検証試験を可能とする技術水準の達成であったが、この目標は実現することができた。行動検知マイニングモデルについては、温度変化実験の結果から、その温度環境の許容範囲が十分実用に耐えうるものであることが確認され、さらに、最適な時系列解析手法の組み合わせを検討してモデルを改良することにより、高齢者の自由度の高い行動データに対しても高い判別力が実現できることが、日向の里モデル検証を通じて確認された。これらの行動検知を実施するために必要となる、ソフトウェアとハードウェアについても、ファームウェアをはじめとしたシステムの核となる部分の開発や、本システム用のセンサの開発、および周辺インターフェースの充実を図り、実フィールドでの検証試験が可能な水準のシステムが構築できた。小樽市立病院でのモデル検証試験がすでに開始されているが、20年度は、こうした実フィールドでの検証試験から得られる、実際の患者についての行動判別の結果を分析して、従来は想定していなかった誤判別の事例を発見し、より実用性に富んだセンサシステムが実現できるように個々のシステムの改良を行う予定である。

### 5 参考資料・参考文献

#### 5-1 研究発表・講演等一覧

- [1] 永井，大野，小松，深川，堀之内，“赤外線センサとデータマイニングによる行動判別の一方法”，電気関係学会北海道支部連合大会，Oct. 2007.
- [2] 永井，大野，小松，深川，堀之内，“機能分担した赤外線センサとデータマイニングによる特定行動判別方法”，電子情報通信学会総合大会，Mar. 2008.
- [3] 小松，大野，永井，深川，堀之内，“センサとデータマイニングによる行動判別における温度の影響”，電子情報通信学会総合大会，Mar. 2008.
- [4] 小松，大野，深川，永井，堀之内，“センサとデータマイニングによる人間行動パターンの判別”，ヒューマンインターフェースシンポジウム 2007，Sep. 2007.