

平成29年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「転倒が検知できる高機能化新型人感センサーを使い、
アクシデントが発生した時に自動で通知する事が出来る
在宅介護見守りクラウドシステムの開発」

研究開発成果等報告書

平成30年5月

担当局 九州経済産業局
補助事業者 公益財団法人 飯塚研究開発機構

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標-----	5
1-2 研究体制-----	7
(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	
1-3 成果概要-----	9
1-4 当該研究開発の連絡窓口-----	10

第2章 新型人感センサーの実用化技術の開発

2-1 新型人感センサー検知範囲拡大技術の開発-----	10
2-1-1 概要-----	10
2-1-2 目標-----	11
2-1-3 研究内容及び成果-----	11
2-1-4 今後の課題-----	13
2-2 人物抽出技術の開発-----	14
2-2-1 概要-----	14
2-2-2 目標-----	14
2-2-3 研究内容及び成果-----	14
2-2-4 今後の課題-----	16
2-3 新型人感センサー量産化技術の開発-----	16
2-3-1 概要-----	16
2-3-2 目標-----	16
2-3-3 研究内容及び成果-----	16
2-3-4 今後の課題-----	18
2-4 制御基板の最適化設計（消費電力など）-----	18
2-4-1 概要-----	18
2-4-2 目標-----	18
2-4-3 研究内容及び成果-----	18
2-4-4 今後の課題-----	20

第3章 クラウドシステムの開発	
3-1 転倒検知アルゴリズムの開発	21
3-1-1 概要	21
3-1-2 目標	21
3-1-3 研究内容及び成果	21
3-1-4 今後の課題	25
3-2 見守りシステムの開発	25
3-2-1 概要	25
3-2-2 目標	25
3-2-3 研究内容及び成果	25
3-2-4 今後の課題	27
第4章 新型人感センサー・クラウドシステムの試作	
4-1 新型人感センサーの試作	27
4-1-1 概要	27
4-1-2 目標	28
4-1-3 研究内容及び成果	28
4-1-4 今後の課題	30
4-2 クラウドシステムの試作	31
4-2-1 概要	31
4-2-2 目標	31
4-2-3 研究内容及び成果	31
4-2-4 今後の課題	34
第5章 評価試験	
5-1 新型人感センサー・クラウドシステムの性能評価試験	34
5-1-1 概要	34
5-1-2 目標	34
5-1-3 研究内容及び成果	35
5-1-4 今後の課題	37
5-2 実証試験	37
5-2-1 概要	37

5-2-2 目標-----	37
5-2-3 研究内容及び成果-----	37
5-2-4 今後の課題-----	39
第6章 全体総括	
6-1 主な成果-----	39
6-2 研究開発後の事業化展開-----	40
参考-----	41

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

①研究開発の背景

要支援、要介護1、要介護2の認定は、表1に示す。

図1の示す様に、これまでの市場調査でも、最も市場ニーズが高かったのは、転倒検知であった。

従来の見守りシステムでは、被介護者が動かなくなると一定時間が経過した時に、通知されるので、手遅れの場合があった。

高齢者の転倒は、発見が遅れると危険な状態に陥る可能性が高い。発見が遅れた場合、病状が重篤化し、入院か通院が必要となり、介護者の負担が大幅に増える。

在宅介護見守りシステムは、異常を瞬時に検知することで、在宅介護の重要課題である介護者の負担を軽減する。具体的には、被介護者の動作を追跡する。転倒等、異常を検知した場合、速やかに介護者へ通知する。また、転倒などの情報はクラウドにて

共有する。共有した情報により、契約している警備会社が、即座に現地確認を行い、介護者に状況連絡するとともに必要であれば病院に搬送する。これまで、介護者が行っていた作業が大幅に軽減され、通常勤務を継続できる。

介護者を抱える家庭では、介護経費の負担が大きい。機器を安価にする必要がある。本事業の開発により、高度な判断をクラウド側に実装することで、使用者はセンサーのみの負担となり、安価なシステム（5万円）が構築可能となる。

開発するシステムは、これまで警備会社や介護施設が構築してきたセキュリティや介護サービスと組み合わせたビジネスを構築して、実用化を行う。そのために、本事業では、ニシム電子工業株式会社（見守り機器メーカー）、西日本医療福祉総合センター（介護施設）と大和ハウス工業株式会社（建設会社）をアドバイザーに迎えて、連携を深めると共に実用化の助言を頂いた。

表 1. 要支援・要介護

要介護状態区分	身体の状態
要支援	日常生活の能力は基本的にあるが、入浴などの一部介助必要。立ち上がりや歩行が不安定
要介護1	立ち上がりや歩行が不安定。入浴などに一部介護必要。
要介護2	起き上がり、寝返りが自力では困難。排泄、入浴などで一部または全体の介護必要
要介護3	起き上がり、寝返りが自力で出来ない。排泄、入浴、衣服の着脱などで全体の介護必要
要介護4	排泄、入浴、衣服の着脱など多くの行為で全面的介助が必要
要介護5	生活全般について全面的な介護必要

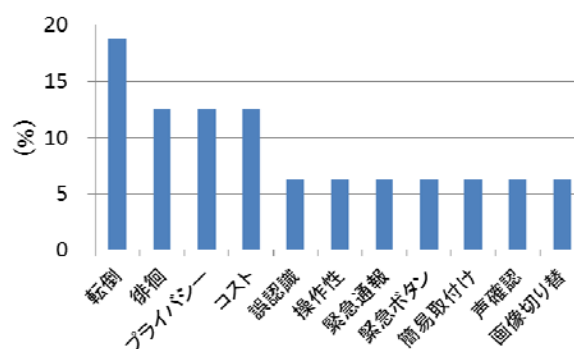


図1. 自社アンケート結果

これまで高齢者を対象とした緊急通報サービスや見守りサービスは、主に自治体による住民サービスとして市場を形成されてきた。２０１３年頃より、新規参入企業による新しい切り口のサービス投入が増えて、親と離れて暮らす子供世帯の需要が顕在化している。

２０２５年頃には、団塊世代が後期高齢者となり、緊急通報、見守り等の支援を必要とする人口が増加し、高齢者が住み慣れた地域・住まいで長く暮らすために、日常の安心・安全を支援するサービスは、健康支援や生活支援の要素を取り込み、地域包括ケアシステム（厚生労働省の政策）体制の構築や、地方創生・街作りの動向と連動しながら、発展している。本システムは地域包括ケアシステムと連携することを前提にしたシステムである。

本事業では、新型人感センサーで人物の主要部位の座標を３次元で同時に測定し、転倒を中心とした人物の異常発生をクラウドシステム上で瞬時に検知し、関係者へ通報するシステムの高付加価値化を実現すると共に、上記の課題ニーズを同時に解決する次世代型の在宅見守り技術の開発を目指した。

②研究目的

高齢化が進むにつれて、見守りシステムも急増している。しかし、現在市場に出ている見守りシステムは、被介護者が動作しなくなったのを感知するシステムである。動作しなくなっただけでは、手遅れの可能性が高く、また、異常通知もボタンを押さねばならず、市場のニーズを満たしていない。本事業では、市場のニーズを満たす転倒などを検知し、自動で通知することで手遅れを防ぐ在宅介護見守りクラウドシステムを開発する。

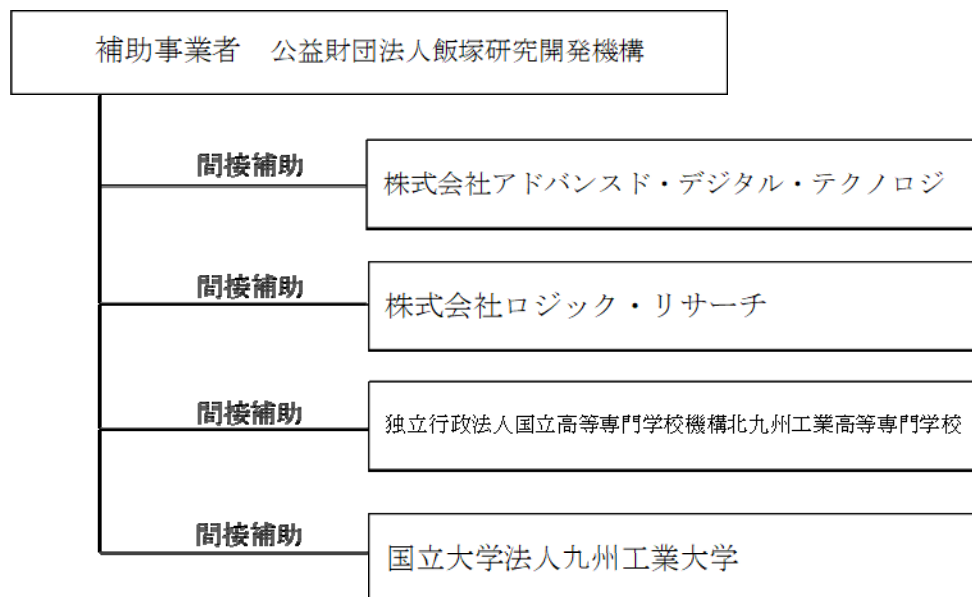
③目標

研究項目	目標
【１－１】 新型人感センサー検知範囲拡大技術の開発	検知範囲５m
【１－２】 人物抽出技術の開発	認識率９９％
【１－３】 新型人感センサー量産化技術の開発	新型人感センサー セット価格５万円
【１－４】 制御基板の最適化設計（消費電力など）	停電時の継続時間４時間
【２－１】 転倒検知アルゴリズムの開発	誤検知率２％
【２－２】 見守りシステムの開発	①蹲り検知 誤検知率１０％ ②ジタバタ検知誤検知率２％ ③トイレ回数 記録量１ヶ月 ④躓き個所 誤検知率１０％ ⑤活動量の計測誤差３％
【３－１】 新型人感センサーの試作	センサー間の見落としをなくす

【3－2】クラウドシステムの試作	1サーバーあたりの処理能力 1000件
【4－1】新型人感センサー・クラウドシステムの性能評価試験	センサー周囲 温度45℃ EMC 2.54GHz 反応なし
【4－2】実証試験	—

1－2 研究体制

1) 研究体制



2) 管理員及び研究員

【補助事業者】公益財団法人 飯塚研究開発機構

管理員

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
山崎 吉徳	総務部総務課・課長	5
絹川 裕子	総務部総務課・事務主査	5
山本 博美	研究開発部・部長	5
田代 周一	研究開発部事業課・課長	5
林 伊久	研究開発部事業課・専門研究員	5
井上 和信	テクニカルコーディネータ	5
川原 利三	研究開発部事業課・事業主任	5
菅原美世子	研究開発部事業課・事業担当	5
村田 陽子	研究開発部事業課・事業担当	5

【間接補助事業者】

研究員及び補助員

株式会社アドバンスド・デジタル・テクノロジー

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
小森 国治	取締役	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
井上 梓	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
梅 和善	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
犬塚 真一	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
香月 貴憲	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
川村 孝浩	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
西 卓也	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2
野中 辰也	技術部門	1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2

株式会社ロジック・リサーチ

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
土屋 忠明	研究開発	1-1, 1-4, 3-1
金 成吉	研究開発	1-1, 1-4, 3-1
浦 伸吾	研究開発	1-1, 1-4, 3-1
楊 同衮	研究開発	1-1, 1-4, 3-1
松田 誠宙	研究開発	1-1, 1-4, 3-1

独立行政法人国立高等専門学校機構北九州工業高等専門学校

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
久池井 茂	生産デザイン工学科 教授	2-1
宮元 章	教育研究支援室 技術専門職員	2-1
祖堅 敬	教育研究支援室 技術職員	2-1

国立大学法人九州工業大学

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
有馬 裕	マイクロ化総合技術センター センター長	1-1, 3-1
山崎 博範	イノベーション推進機構 客員教授	1-1, 3-1

1-3 成果概要

【1-1】新型人感センサー検知範囲拡大技術の開発

新型人感センサーLSIを制御可能とするASICと、廉価版PCB版インタポーザ基板を設計開発した。

3次元センサーの開発では、最終目標値である5m以上の検知範囲を達成し、量産化3次元センサーの最終モデルを完成させた。実用化のための課題は、コスト低減であった。そのため、安価な近赤外線LED照明(12V0.4A)でも検知距離5mを達成できる測定方式を確立した。また、基板アセンブリ方式3次元センサーを完成させた^{※1}。

【1-2】人物抽出技術の開発

対象となる空間内の人物抽出において、頭部や体の認識率を向上させる上で大きな課題となったのがノイズへの対策であり、マスクデータを作成する等の各種ノイズ低減策を講じることで、目標として掲げていた人物認識率を達成する事ができた。

【1-3】新型人感センサー量産化技術の開発

当初の目標セット価格については達成出来ていないが、セット構成の見直しや廉価版センサー等の導入により、今後は価格の改善が見込める状況である。

【1-4】制御基板の最適化設計（消費電力など）

消費電力の低減策を講じ、停電や瞬電等の電源トラブル時対策用に二次電池を用意することで、目標として掲げていた電源喪失時における見守り継続時間を達成した。

【2-1】転倒検知アルゴリズムの開発

転倒の検知自体は実現出来ているが、精度目標は達成出来ていない。これは現在のシステム性能において、情報の取得間隔が長く、瞬間的に発生する転倒とそれ以外の動作における切り分けが難しい事に起因する。今後のシステム改善とアルゴリズム調整により改善出来る見込みであり、補完研究として継続していく。

【2-2】見守りシステムの開発

転倒以外の各種動作(蹲り、シタバタ、トイレ回数、躓き、活動量)についての検知や記録を目標としており、過半数は達成出来たが、シタバタ検知と活動量については補完研究による対応を行う予定である。

【3-1】新型人感センサーの試作

センサー間の見落としをなくすために、設置する各センサー間における移動の補完や外出発生についての判断を行う機能を実現した。

具体的には、制御ASICとPCB版インタポーザ基板を試作し、PCB版インタポーザ基板に実装した。廉価版PCB基板にて、左右イメージセンサのアライメント精度が1画素程度となることを確認できた。

【3-2】クラウドシステムの試作

本システムは、クラウドサービスにMicrosoft社のAzureを使用して実現した。このサービスでは、使用状況に応じたカスタムを実施する事が可能であり、目標の処理能力を達成する事は難しくない事に加え、通常では評価が困難な同時接続試験方法も用意されており、同時処理数における目標値を達成することが出来た。

【4-1】新型人感センサー・クラウドシステムの性能評価試験

電磁ノイズの発生源とならないか、また影響を受けての誤動作がないか、量産に先駆けて現在のシステムをEMC試験にかけ、問題となるような挙動がない事の確認が出来た。また、併せて設置環境の温度における耐性も確認し、こちらも問題がない事が確認出来た。

【4-2】実証試験

本事業の2年目、3年目と、研究開発期間内に2回の実証実験を実施する事が出来た。2年目については、基本的な機能における課題、3年目では一步踏み込んだ安定性や、機能の精度といった点に焦点を置いて実施し、課題の抽出とデータの収集を行う事が出来た。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人飯塚研究開発機構研究開発部 福本 尚徳

TEL：0948-21-1156 FAX：0948-21-2150

E-mail: fukumoto-t@cird.or.jp

第2章 新型人感センサーの実用化技術の開発

2-1 新型人感センサー検知範囲拡大技術の開発

2-1-1 概要

シリコンインターポーザを用いて、センサー間隔を現状の3mmから80mmに拡大する。この結果から、検知の範囲を1mから5mに拡大することが可能になる。九州工業大学で担当した。3次元センサーLSIを高速に制御すると共に、3次元検知データを立体要素データに高速に変換しユーザアプリ側とのインターフェースを実現するASICの設計および試

作開発をロジック・リサーチで担当した。

立体要素データとは、3次元空間を一边が数十cmの立方体単位に分割し、夫々の立方体単位内に物体が存在するか否かを（1、0）で表すデータ形式のことである。3次元センサーが出力する高速で大量なデータをリアルタイムで処理するためには専用LSI（ASIC）の開発が不可欠である。

2-1-2 目標

検知範囲5m

2-1-3 研究内容及び成果

(1)九州工業大学

3次元センサーは、実用化に向けて、和室8畳間の最長距離を検知できるように、検知の範囲を1mから5mに拡大する必要がある。そのため、シリコンインターポーザを用いて、センサー間隔を現状の3mmから80mmに拡大する。

平成27年度は、シリコンインターポーザを試作し、センサー間隔を広げた3次元センサーモジュールの第一次試作(図2)を行い、3次元センサーモジュールの基本的機能を評価し検知範囲が3m程度に拡大できることを確認した。また、実用上の問題点を抽出し、改良版の3次元センサーLSIおよびシリコンインターポーザを設計した。

平成28年度は、前年度に設計した改良版の3次元センサーを二次試作(図3)し、各種パラメータの調整に加え、自動露光調整機能を実装することで、検知範囲が4m以上に拡大できることを確認した。3次元センサーLSIを試作し、改良版ASIC対応のためシリコンインターポーザを改訂設計した。三次元表示用PCインターフェース(FPGAボード+アプリ)を作成し、図4に示す検知動作実験で動作を確認した。

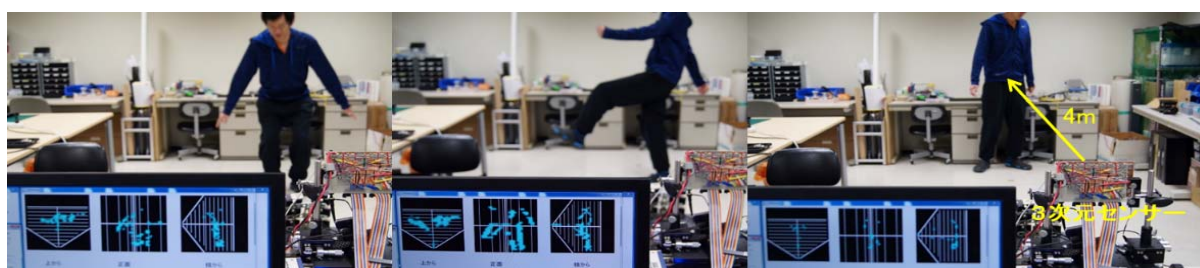
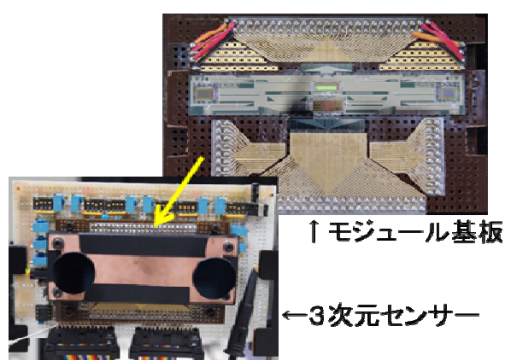


図4 検知動作実験（左下：センサー検知画像、右下：3次元センサー）

平成29年度は、平成28年度の試作した改良版3次元センサーの調整と評価試験を繰り返した。その結果、最終目標値である5m以上の検知範囲を達成し、量産化3次元センサーの最終モデルを完成させた。実用化のための課題は、コスト低減である。そのため、試作したシリコンインターポーザが不要となる基板アセンブリ方式3次元センサーを製作した。ロジックリサーチが試作し、九州工業大学が性能評価(図5)を行うと共に技術指導を実施した。この結果、安価な近赤外線 LED 照明(12V0.4A)でも検知距離 5m を達成できる測定方式を確立した。また、ロジックリサーチへの技術指導により、基板アセンブリ方式3次元センサーを完成させた。

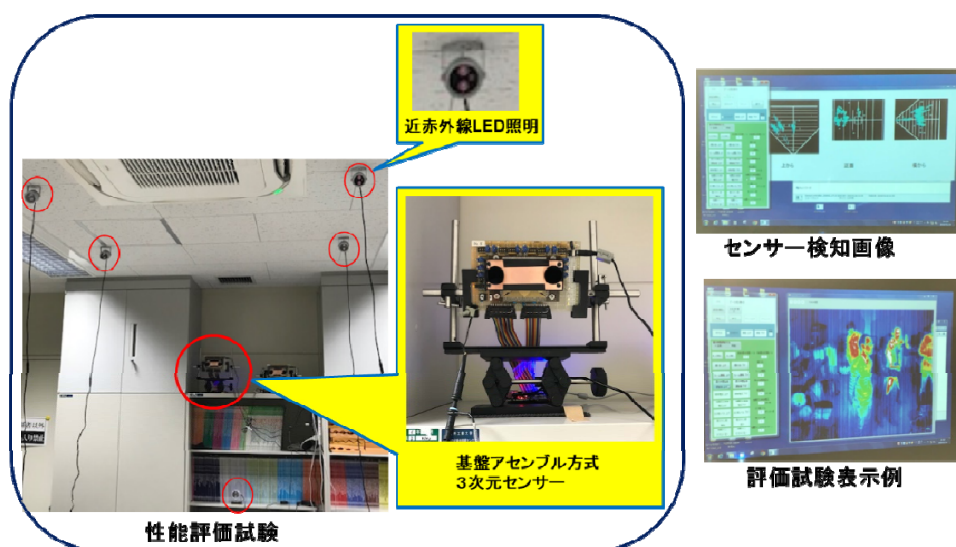


図5 性能評価試験

(2)ロジック・リサーチ

新型人感センサを制御し、取得した視差データをユーザ側へ高速に送信できる制御ASICと、2種類のPCB基板インタポーザ基板をそれぞれ開発した。インタポーザ基板は新型人感センサLSI（視差センサ×2個、視差検知LSI×1個）用の親基板と、制御ASIC用の子基板に分離し、子基板上の制御ASICを単体テスト可能とした。

【制御用ASIC情報】

プロセス：VIS 0.35um mixed-signal 2P4M、SRAM 容量：48bit×8kword

チップ面積：9970um×4020um、ピン数：182ピン、動作周波数：40MHz

電源電圧：3.3V、IO電圧：3.3V、消費電流：120mA(typ)

制御用AS I Cのレイアウト結果を図6に示す。

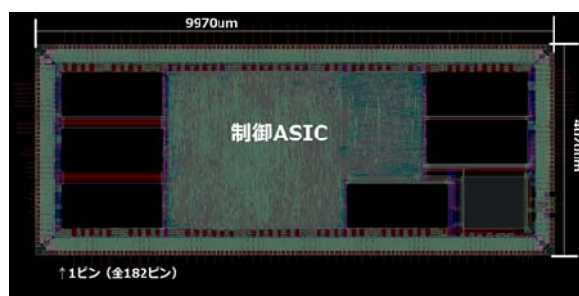


図6 制御AS I Cレイアウト結果

【PCB基板インタポーザ基板情報】

層数：4 層、 材質：FR-4、 配線層：4 層

表面処理：無電解ボンディング金メッキ(0.3μm)

サイズ：120mm×90mm（親基板）、28mm×20mm（子機版）

PCB基板インタポーザ基板情報のパターンを図7、図8に以下に示す。



図7 PCB基板インタポーザ基板(親基板)

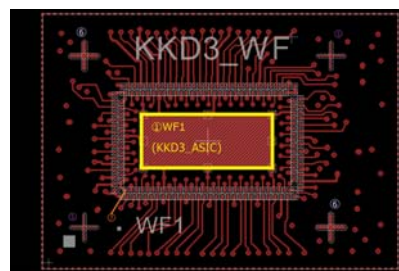


図8 PCB基板インタポーザ基板パターン(子基板)

2-1-4 今後の課題

(1)九州工業大学

3次元センサーの開発では、最終目標値である5m以上の検知範囲を達成し、量産化3次元センサーの最終モデルを完成させた。実用化のための課題は、コスト低減であった。そのため、安価な近赤外線LED照明(12V0.4A)でも検知距離5mを達成できる測定方式を確立した。また、基板アセンブリ方式3次元センサーを完成させた。

(2)ロジック・リサーチ

制御用AS I Cに搭載しているSRAM領域は16バンクに分割し、動作時は1つのバン

クしか使用しておらず、他の 15 バンクは未使用状態となっている。内蔵 SRAM のバンク制御方法を見直し、SRAM 容量を削減することで、チップサイズを小さくすることが可能となる。

新型人感センサ L S I (3 個) は、P C B 基板インタポーザの親基板に直接実装されており、単体テストが実施できない。新型人感センサの各 L S I の単体テストを実現する仕組みが必要である。

2-2 人物抽出技術の開発

2-2-1 概要

人間の頭部の大きさは、他の部位よりも個人差が少ない。検知エリア内にある人間の頭部をサーチする。見つかった場合、他の特徴（手足等）を判断して、人間と確定する。確定後、頭部、重心、足部等特徴点を抽出する。

今回は、上記の人物抽出技術を開発する。

2-2-2 目標

認識率 99%

2-2-3 研究内容及び成果

新型人感センサーの検知エリア内にある反応を分析し、人体の認識及び抽出を可能とした。空間内の反応が集合している箇所であり、ある条件を満たす場合には、その頭部を頭部として認識し、そこを起点に他の部位を探し出す。

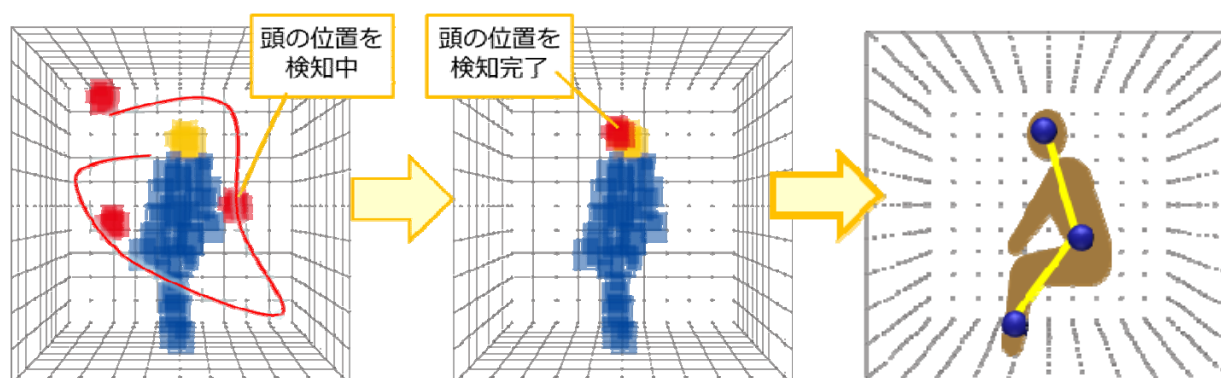


図9 人物抽出

この空間内の人物抽出を行う上で大きな課題となっていたのが、計算量と誤認識について

の問題であった。

センサーでの撮像において、3次元で捉えている空間全体を人物抽出の検索対象とした場合、計算量が非常に多く、リアルタイムな処理の実現において大きな制限となってしまふ。また、空間内に存在する人体以外の構造物についても、位置や形状によっては人体と誤認識してしまう場合が存在した。また、光や影といった常時変化するものが空間内のノイズとななりやすい。空間内にノイズが多数存在する場合、部位の認識に大きな影響を与え、結果として人物の有無といったレベルにおいても誤認識を引き起こす要因となる。

このことから、人物抽出における手法に加え、ノイズの低減策についても併せて研究を進める事となった。

これらの課題への対策を検討し、研究を実施した結果、マスク処理を行う事で人物抽出の精度を向上させる事が可能となった。

このマスク処理では、人体以外の部分を抽出対象外とするため、対象空間のマスクデータをあらかじめ作成し、リアルタイムなセンシングデータに対してマスクデータをフィルタのように使用する事で、空間内の人物抽出精度を向上させる効果が確認できた。

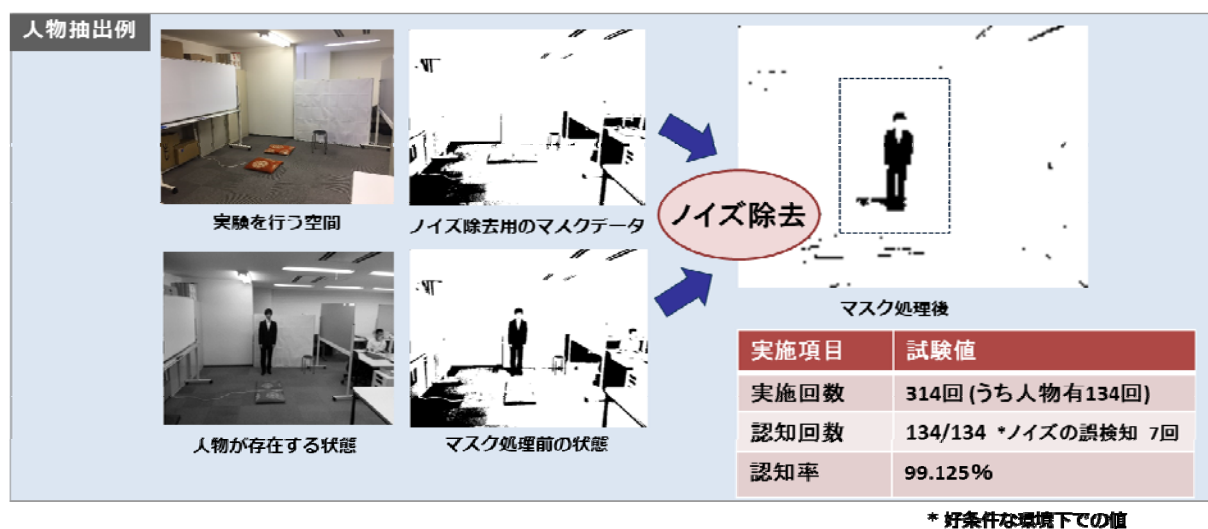


図 10 ノイズ除去

本研究では、精度の良い人物抽出を目指しており、開発した人物抽出アルゴリズムと空間内のノイズ除去策の効果により、理想的な環境下には限られるが空間内の人物を9割以上の認識率で捉える事が実現出来た。

2-2-4 今後の課題

マスク処理により人体検出率は向上したが、影の部分など光の影響により変化しやすい部位のノイズは完全に除去することは難しく、理想的な環境以外ではない場合、即ちセンサーの取り付け位置や床に物が雑然と置いてあるような部屋の状況下においては、ノイズ低減効果が限定的となり、除去出来ていないノイズが誤検知に繋がる場合がある。そのため、人物抽出アルゴリズムを調整し、誤検知を限りなく 0 回に近づける事を目標とする。

2-3 新型人感センサー量産化技術の開発

2-3-1 概要

新型人感センサーの販売価格を5万円にできる量産化のためのモジュール設計を行う。

2-3-2 目標

新型人感センサー セット価格5万円

2-3-3 研究内容及び成果

目標のセット価格を達成するべく、量産化に向けた設計を実施した。

コスト削減において、特に重要となる機器がセンサー部である。理由としては、基本となるセットにセンサー4台を含んでおり、本システムではセンサーをオプションとして追加する事も出来るため、センサー自体のコスト削減がエンドユーザーの導入検討時に大きな影響を及ぼす事が予想される。

本研究開発では、センサー部を九州工業大学、(株)ロジックリサーチ、(株)アドバンスド・デジタル・テクノロジーの3社合同で開発を行っている。

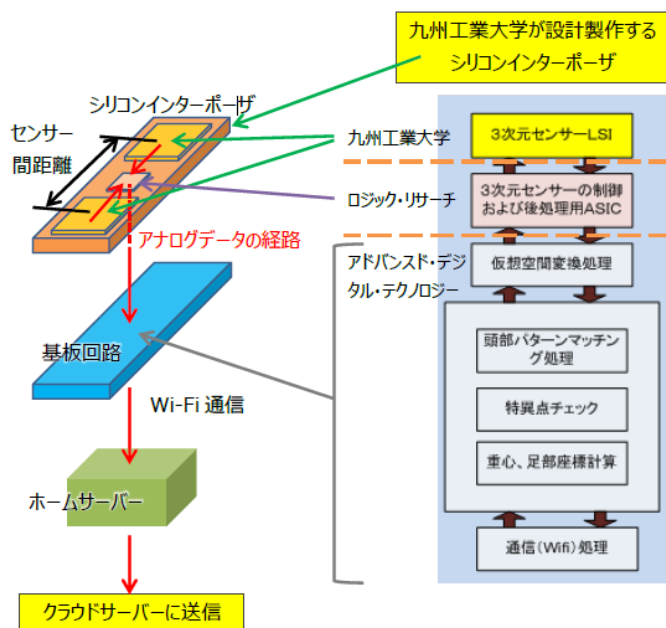


図1-1 新型人感センサーの構成

図1-1でコストの大半を占めるのが、センサーデータを取り込み、各種処理を行うためのCPU部分と、ネットワークに無線で接続するためのWiFiモジュール部分である。

センサー部のインターポザ部分については、基板化やロット数によっては大幅なコスト改善が見込める状況である。

まず、CPUについては、ステレオ視であるため2個用意された専用センサーからのデータを同時に取り込み、統合や分析をリアルタイムに行う必要があるため、大きな処理能力を求められており、内部ではセンサー情報の並行処理が必須となるため、最低でも2コア以上のものが必要である。このことから単純に安価な物を選択する事は難しい。

無線通信用のWiFiモジュールは、常時通信を行う必要があることから通信の安定性が重要であり、また、無線通信であるため電波を使用する関係上、国内にて技適審査を受け承認されているものの導入が必須である。これらの事を考慮した場合には、有名メーカーのモジュールを使用することが好ましいが、ロット数を増やした場合においても、価格の大幅な改善は難しく、コストの上昇要因の一つとなっている。

成果としては、当初目標としていたセット構成における価格の達成は困難な状況となっているが、本研究開発の成果を活かした低価格版のセンサー(但し、精度は落ち、使用状況も限定される)も用意出来る見込みである事や、標準セットの内容見直しを行う事で、ある程

度の改善が見込める状況が見えてきた所である。

2-3-4 今後の課題

標準セットの構成やオプションのラインナップ・価格設定を細かく煮詰め、導入の障壁とならず、販売における多少の利益も確保出来るギリギリのラインを見極める必要がある。

また、介護保険の適用対象にすることが出来れば、導入費用の負担を大幅に軽減する事が可能となるため、事業戦略と合わせ引き続き検討を進めて行く必要がある。

2-4 制御基板の最適化設計（消費電力など）

2-4-1 概要

検知対象の高齢者がいない時などは、スキャンスピードを、通常10msを500msまで遅くして、消費電力を抑える回路設計をする。また、停電時を電源とバッテリーに切り替えて、4時間見守りを継続できるシステムを設計する。

2-4-2 目標

停電時の継続時間 4時間

2-4-3 研究内容及び成果

本項目では、センサー及びホームサーバーの消費電力を極力低減させ、停電時にはバッテリーなどのバックアップ用電源を利用して復旧するまでの間、見守りを継続可能とする仕組みの実現を目指した。

初年度は、稼働時の電力が大きな照明 LED について消費電力低減策の研究開発を実施した。常時点灯とせず、撮影タイミングに合わせて瞬間的に照明 LED を点灯させることで、消費電力の低減を実現することが出来た。

電力消費の推移

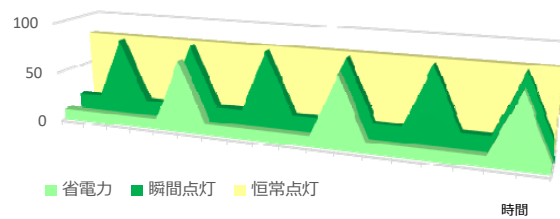


図 1 2 照明 LED 制御による電力消費の差

平成 28 年度は、センサーの消費電力を低減させるために、対象となる人物がいない状態に置いては、省電力モードを用意し、センシング速度を低下させることで、見守りが必要な箇所以外では消費電力を低減させる仕組みを実現した。

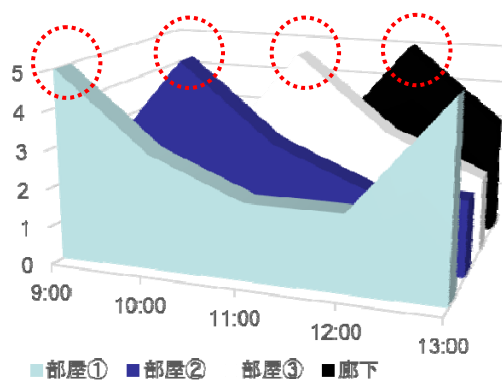


図 1 3 在室状況によるセンサー稼働状況

最終年度である平成 29 年度は、これまでの消費電力低減策の成果を生かすべく、実際に二次電池を使用し、停電時における見守りを実現させる研究開発を行った。二次電池を使用するにあたり、まずは必要条件を満たすものの選定を行った。必要条件は、4 時間程度動作を賄うことが出来る容量をもった二次電池であり、この時間は国内において停電発生における復旧までの必要十分時間から規定した。

当初はセンサー内部へ、リチウムイオン電池等の二次電池を格納する方向で検討を行っていたが、品質によっては経年劣化や膨張、最悪の場合には発火まで起こる可能性がある。また、これらの二次電池は熱を持ちやすく、センサー基板部が発する熱と共に、筐体内部の温度上昇を助長し、熱による不具合を誘発する可能性もある。

そのため、製品寿命が長いと予想される本システムでは、敢えてセンサーの筐体外に二次電池を用意することで、経年劣化や膨張が見られた際には、容易に交換を可能とし、安全性及びメンテナンス性を高める事とした。

外部に接続する二次電池の選定にあたり、電池容量以外の条件として、通常電源側からの給電が途絶えた際に、二次電池からの給電へとシームレスに移行する事が可能な無停電電源装置、所謂 UPS(Uninterruptible Power Supply)の機能を持っている事を選定の条件とした。

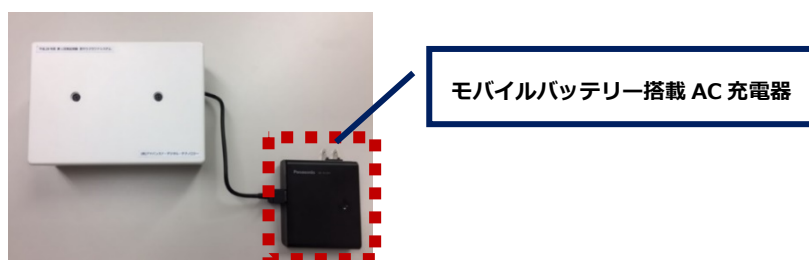


図14 予備電源とセンサー部の接続

結果、これらの必要条件を満たすものを選定する事が出来、二次電池による稼働時間は、平均7時間半程度を達成することが出来た。

本項の成果としては、通常使用においては低消費電力で使用する事が可能となり、通常起り得る範囲の停電から復旧までの間においても、継続した見守りが可能となる仕組みが構築出来、目標を達成する事が出来た。

2-4-4 今後の課題

現時点では、二次電池部分を一般的な民生機器にて実現しているため、製品のライフサイクルや、モデルチェンジ等による仕様変更等を意識する必要がある。また、価格も割高であり、コスト制限のある標準セット内に組み込むには厳しい内容である。

何れは OEM での製造依頼を行うなど、安定的に入手が行えるようにする必要があり、同様にコスト面における改善も図る必要がある。

第3章 クラウドシステムの開発

3-1 転倒検知アルゴリズムの開発

3-1-1 概要

頭部、重心、足部の3点をトレースして、転倒を検知するアルゴリズムを設計する。重心は頭部と足部の中間点として計算する。新型人感センサーで頭部、重心、足部の3次元座標を測定する。同様に250ms後の頭部、重心、足部の3次元座標を求め、250ms間の重心座標の移動から、加速度を演算する。演算した加速度から転倒を判断する。北九州工業高等専門学校が、高齢者の動作を分析し数式化する。アドバンスド・デジタル・テクノロジーが重心点の加速度を用いた転倒アルゴリズムを設計する。

転倒検知等のアルゴリズムが確立した時点で、現状の転倒検知等のアルゴリズムのクラウド組み込みとASIC組み込みについて、システム運用コストを比較して、クラウド、ASICのどちらに組み込んだ方がコストダウンするかを検討する。

3-1-2 目標

誤検知率2%

3-1-3 研究内容及び成果

(1) アドバンスド・デジタル・テクノロジー

初年度(平成27年度)は、市販の3次元センサーを使用して、検知対象とする動きを検証し、アルゴリズムの検討を進めた。



図15 市販の3次元センサー

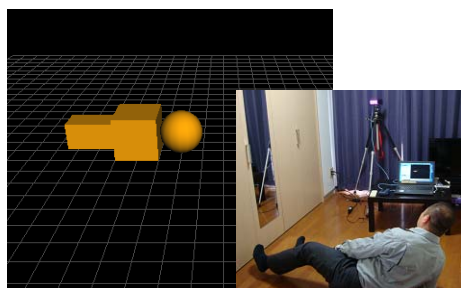


図16 市販センサーによる実験

平成 28 年度は、内製センサーを用意し転倒検知と精度向上を図っているが、左右センサーの角度ズレが問題となり、マッチング精度が低下していた。そのため、左右センサーの補正策をソフト的に行う事で精度向上を図った。

平成 29 年度は、転倒検知率の向上を図っているが、センサーの情報取得間隔が理想とするタイミングよりも遅く、位置情報の変化をもとにした転倒検知の精度が思うように出ない状況となっていた。

そこで、北九州高専から、理想のアルゴリズムと現在のタイミングに調整したアルゴリズムを受け取り、クラウド側のアルゴリズムを入れ替える事で改善効果の確認を行っている。



図 17 転倒時の動作サンプル

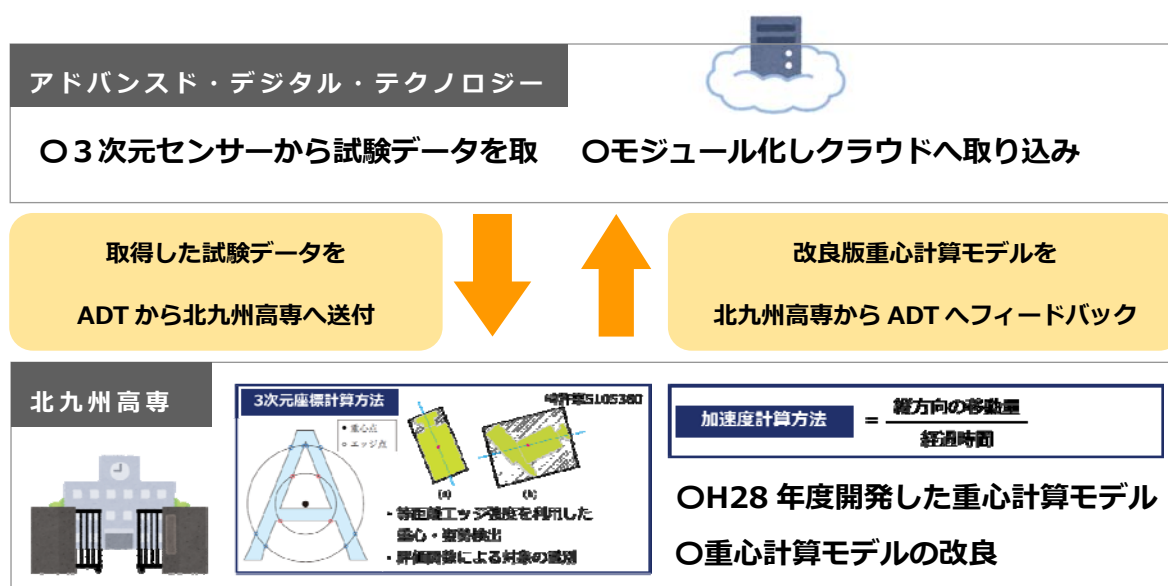


図 18 連携イメージ

平成27年度は、転倒検知アルゴリズム開発の環境を構築した。非接触温度センサーで取得される情報から、基本的なアルゴリズムを作成した。

[illegible]

平成28年度は、画像処理センサーなどを用いて頭部、重心、足部のトレース情報から、平成27年度に作成した動作分析アルゴリズムを検証した。試作センシングデバイスから取得した画像から空間内のセンシング情報を得ることができ、データ分析までの一連のプロセスを確認することができた。図21、図22は、検出範囲イメージと製作した測定デバイスである。



また、分析にかかる処理時間の高速化のため、測定デバイスの基板開発を行った。そして、

アルゴリズムの最適化を図るために、画像処理研究開発をアップグレードして、高齢者の動作を精緻に分析した。図23～24は、測定デバイスの基板と画像処理の開発環境である。

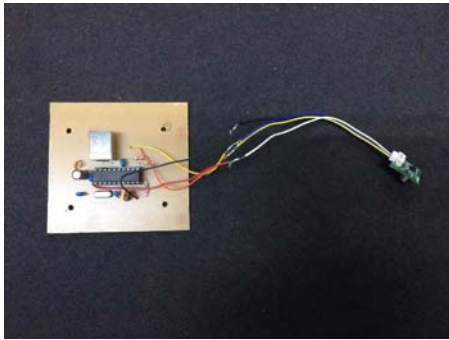


図23 測定デバイス基板開発

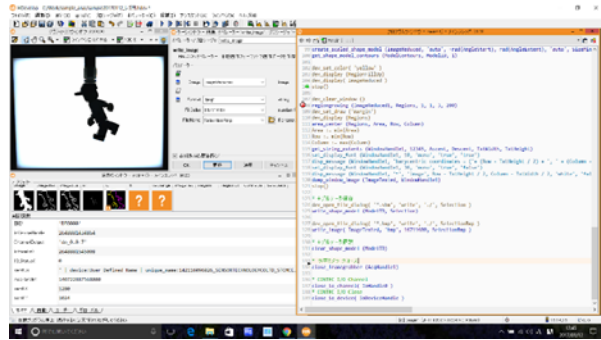


図24 動作分析アルゴリズムの研究開発

平成29年度は、平成28年度の課題（分析にかかる処理時間の高速化、アルゴリズムの最適化など）を基に、動作分析アルゴリズムの改善を行った。

これまでの研究成果をまとめ、3点をトレースして位置、速度、加速度を検出し、図25のように転倒パターンの近似推論をすることができた。

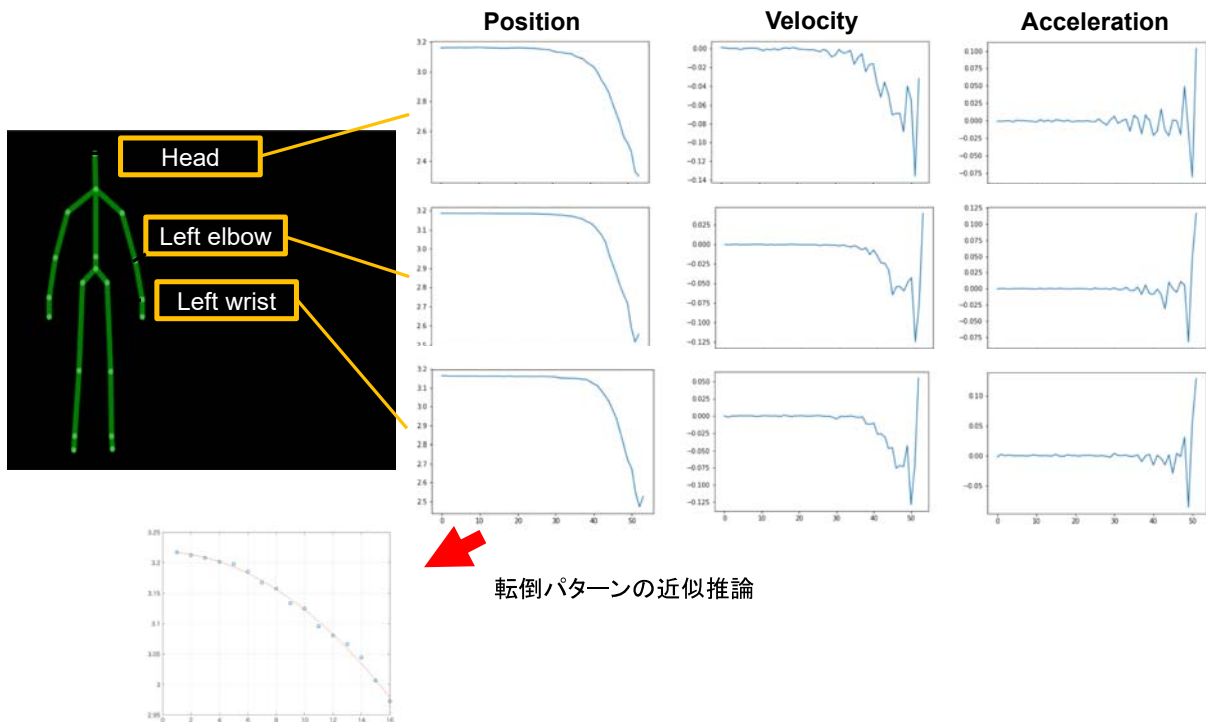


図25 転倒パターンの近似推論

3-1-4 今後の課題

(1) アドバンスド・デジタル・テクノロジー

現在の情報取得間隔では、1 フレーム毎の間隔が空き過ぎるため、最も理想的な転倒検出のアルゴリズムに合わせる事が出来ていないため、転倒検知の精度が上がらない状況である。そのため、センサー側での処理を調整し最適な情報取得間隔を実現する必要がある。

(2) 独立行政法人国立高等専門学校機構北九州工業高等専門学校

分析にかかる処理時間の高速化、アルゴリズムの最適化などについて、実用化に向けた課題があったが、本事業である程度解決することができた。当初の目標どおり3次元座標の重心座標の移動から加速度を演算し、加速度から転倒を推論することができた。しかしながら、高齢者の動作には各々の個性があるので、今後は個性を反映し分析できるシステムを検討する必要がある。ディープラーニングなどのAI技術を活用することで精度を深化させ、実用に対応できるシステム構築が今後の課題である。

3-2 見守りシステムの開発

3-2-1 概要

転倒アルゴリズムを基に、①蹲り検知、②ジタバタ検知を設計する。

3-2-2 目標

- ①蹲り検知 誤検知率10%
- ②ジタバタ検知誤検知率2%
- ③トイレ回数 記録量1ヶ月
- ④躓き個所 誤検知率10%
- ⑤活動量の計測誤差3%

3-2-3 研究内容及び成果

目標に掲げた①～⑤の各動作について、アルゴリズムの開発を行った。

①蹲り、④躓きについては、社内試験において目標値を達成した。但し検出アルゴリズムについてはクラウド側には実装を行っていない状況である。これは転倒検知を第一優先としたため、極力誤検知の要因を減らすためにこのような対策を行っている。

躓きについても同様で、こちらはアドバイザー企業の住宅メーカーの意見を取り入れながら、実装を行う必要があり、現時点での実装には至っていない。



図26 実験の様子（左：蹲り 右：転倒）

③トイレ回数については、トイレ回数カウントが実現出来ており、回数データはクラウドサーバーに蓄積されている事から、端末側の専用アプリケーションを使用することで、過去3か月前に遡って確認が出来、指定した期間におけるグラフ表示も可能である。

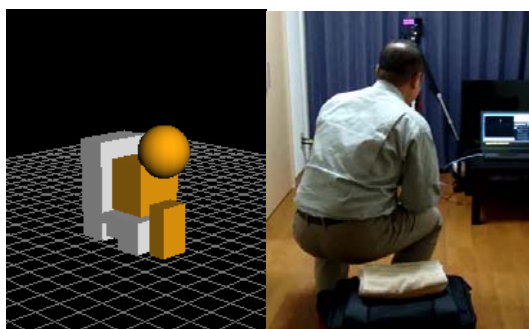


図27 実験の様子（トイレ）



図28 アプリでのグラフ表示例

②ジタバタ検知については、手足を素早く動かすジタバタ動作を検出対象としており、人体の詳細な部位認識が必要なアルゴリズムとなるが、現状では手や足といった部分の認識までは難しく、更なるアルゴリズム調整と、各部位の認識・検出精度を高める必要がある。

⑤活動量については、移動状況を蓄積しており、各センサー間の移動についても加算するための仕組みを取り入れているが、ノイズの影響や複数名が存在する環境では、複数センサーが反応してしまうため、異常値が発生する等、実証試験の際に多くの課題が出ており、そもそも複数名が居る場合についての考え方など、考え方を見直し対策を行う必要が出てきた。



図29 アプリでの活動量グラフ表示例

また、設置時の調整が全てのアルゴリズムへ大きく影響するため、センサー設置時の調整方法についての仕組みを用意することで、センサー感度やノイズ除去に関する各種閾値及び設置環境における視野角の確認方法を用意することで、設置現場での調整を可能とし、全体的な精度向上を図った。

3-2-4 今後の課題

本項では、センサーの精度が重要であり、精度を向上させる仕組みも用意しているが、今後はセンサーが自動で設置時やリアルタイムでの補正を行えるような機能を用意することで、初期設置時やその後の状況変化に対応できるような、一歩踏み込んだ仕組みを用意する必要がある。

第4章 新型人感センサー・クラウドシステムの試作

4-1 新型人感センサーの試作

4-1-1 概要

九州工業大学が、(1-1) 新型人感センサー検知範囲拡大技術の開発において、シリコンインターポーザを用いたセンサー部分の試作を行い、ロジックリサーチが、3次元センサーLSIと3次元センサーの制御および後処理用ASICの試作を行うアドバンスド・デジタル・テクノロジーが、設計した新型人感センサーモジュールの各モジュールを外注加工し、試作したモジュールに九州工業大学とロジック・リサーチの試作品を組み込んで組み立てる。評価試験の結果を設計にフィードバックし、試作に反映する。

4-1-2 目標

センサー間の見落としをなくす

4-1-3 研究内容及び成果

(1) アドバンスド・デジタル・テクノロジー

初年度（平成 27 年度）は、市販の 3 次元センサーを使用し、新型人感センサーの第一次試作を行い、転倒検知アルゴリズムの検証を行うなどに使用した。また、第一次試作に合わせ、3D プリンターを使用し、専用の筐体設計を行い、量産に向けた知見を蓄える事が出来た。



図 30 平成 27 年度試作品ホームサーバー(右：3D プリンタで作成した筐体)

平成 28 年度は、内製の 3 次元センサーを試作し、一次試作と入れ替え研究開発に使用した。筐体が用意されていない状態では、左右センサーの位置が安定しないことが課題であったが、センサー用の筐体を 3D プリンターにて作成することで、ズレを最小限に抑えることが出来、また、ソフトウェアにおいても、左右センサーのズレを補正する仕組みを用意することにより、安定性を向上させることが出来た。



図 31 平成 28 年度試作品 左：センサー 右：ホームサーバー

平成 29 年度は、新たな試作を行っておらず、センサー間の見落とし対策を実施した。センサー外の行動において、影響のでる内容としては、活動量の加算が挙げられる。各部屋間には、廊下などのセンサーが設置されていない死角が存在しており、これらの移動距離についても活動量の一部とする必要がある。

この問題を解決するために、各センサー間の距離を設置に合わせあらかじめ登録しておくことにより、リビングから玄関、玄関から寝室といった各部屋間の移動距離についての補完を実現した。

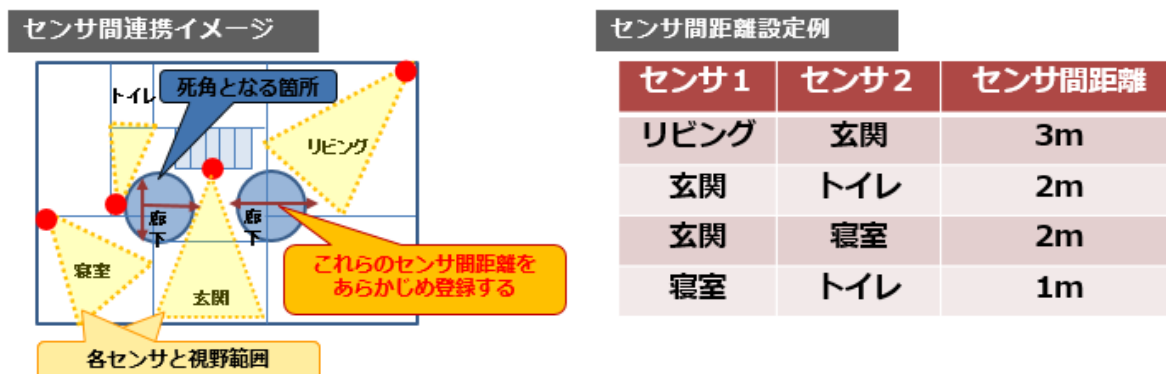


図32 センサー間連携

(2)ロジックリサーチ

PCB版インタポーザ基板（親子基板）上に、人感センサLSIと制御ASICとを実装した新型人感センサモジュールを試作した。親基板上にセンサLSI（ベアチップ）を直接実装することで、左右センサLSIの物理的なアライメント調整を、LSI実装時の1回

のみに削減した。

試作した新型人感センサモジュールを図33に示す。

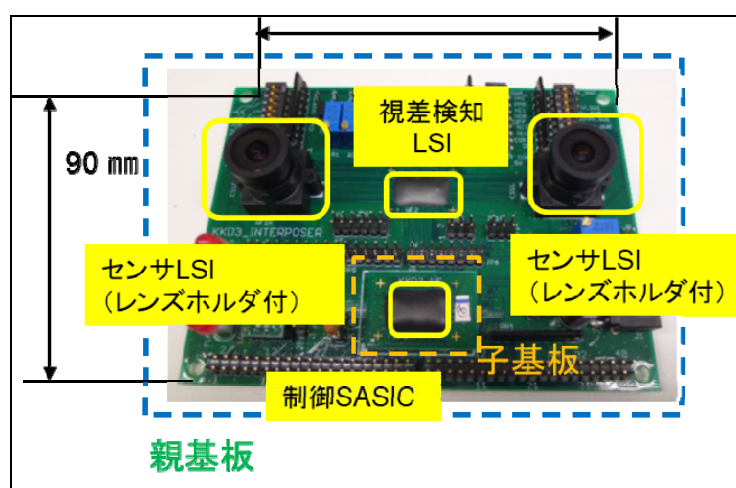


図33 PCB基板インタポーザ基板(親子基板)

試作した新型人感センサモジュール（PCB版インタポーザ基板）で左右センサLSIの

縦方向のズレを確認し、イメージセンサの画素サイズ(11um)程度であることを確認した

4-1-4 今後の課題

(1) アドバンスド・デジタル・テクノロジー

センサーの対象範囲間の補完については、ある程度の補完は見込めるが、センサー自体の死角については別途補完が必要であり、より精度を求める場合には行動推測・補完が必要となる。但し登録する情報が増大し、設置の煩雑さにもつながるため慎重に検討する必要がある。

(2) ロジックリサーチ

PCB版インタポーザ基板にて、ペアチップのワイヤリング不良（親基板は、20 枚中 12 枚、子基板は 10 枚中 3 枚）と思われる不具合が発生した。

不具合基板をマイクロ X 線 CT スキャンにて撮影し、接触箇所を確認できた。

【装置情報】

マイクロ X 線 CT スキャン装置：テスコ（株）,TXS320-ACTIS,分解能 5um, 3 次元計測可能 X 線装置：Panasonic, Softbeam MF

図34に、親基板に実装した右目センサLSI（QT_IMG_TEG47）の3-4ピン間のX線画像を示す。

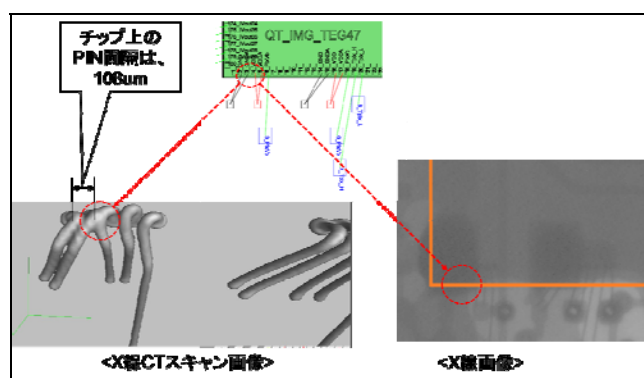


図34 親基板の X 線画像

表2 【原因解析、対策案】

工程	項目	想定される要因	対策案
基板設計	PAD 位置	一部のワイヤ間隔が 50um と狭く、隣接線との接触しやすい	ダブルボンディングの隣接 PAD 間隔を広くし、接触しにくくする。
ワイヤリング	チップ厚み	チップが 300um と厚く、PCB 基板との高低差がつき、ワイヤリングしにくい	ウエハを薄く加工し、高低差を低くし、ワイヤリングを容易にする。
	条件出し	条件出しの試行回数が 5 回のみ	専用基板のため、30 回程度の試行ができるだけの PCB 基板、およびチップを提供する。
	作業	試作時は人手による作業のため、ポッティング時の基板移動の際に、基板に衝撃が伝わる	量産時は、自動化を行い、不要な衝撃が加わらないようにする

4-2 クラウドシステムの試作

4-2-1 概要

8個のセンサーを同時データ処理するクラウドシステムを試作する。「Microsoft AZURE」を使用してクラウドを構築する。日本マイクロソフトの技術アドバイスを受けながら、リアルタイムに動作するクラウドを構築する。

現在、ASICは3次元センサーの制御を行い、ホームサーバでは3次元センサーのデータより頭部、重心と足部の3次元座標を計算しクラウドに座標データを送信する。クラウドでは、重心座標移動から加速度を計算し「座り込み」「転倒」「蹲り」を判断する。

平成 29 年度は、実用化に向けてシステムの運用コストを重視した ASIC、ホームサーバ、クラウドシステムの機能分担について検討する。

4-2-2 目標

1 サーバーあたりの処理能力 1000件

4-2-3 研究内容及び成果

本システムでは、インターネット上の資源であるクラウドサーバを利用して、各世帯のセンサー情報を家族や施設等の端末へ情報を提供する。

このクラウドサービスには、Microsoft 社の Azure を使用し、本システムを実現した。

Azure では、処理能力やストレージなど細かなカスタムを行う事が可能であり、必要に応じた構成を取る事が出来る。また、クラウドサーバーには複数の機器が接続する事となるため、接続状況によってシステムがどの程度の資源(リソース)を要求するかの把握が必要不可欠である。

また、転倒検知や活動量計算、トイレ回数のカウントといった各種アルゴリズムの実装をクラウド側にて実現する事とした。これは、各種アルゴリズムを精度の良いものなどに更新する場合効果を発揮する事となる。もし、ホームサーバーやセンサー側にこれらの機能を分担した場合には、個別での更新が必要となり、接続された機器間で異なる判断を行うものが存在することとなるため好ましくない。また、センサーは生データを提供し、判断は全てクラウド側で行う方針としておく事で、将来的に傾向分析への利用や、AI による判断に結び付けるなど、将来のシステムを考える上で、クラウド側に頭脳を持たせるべきと判断した。

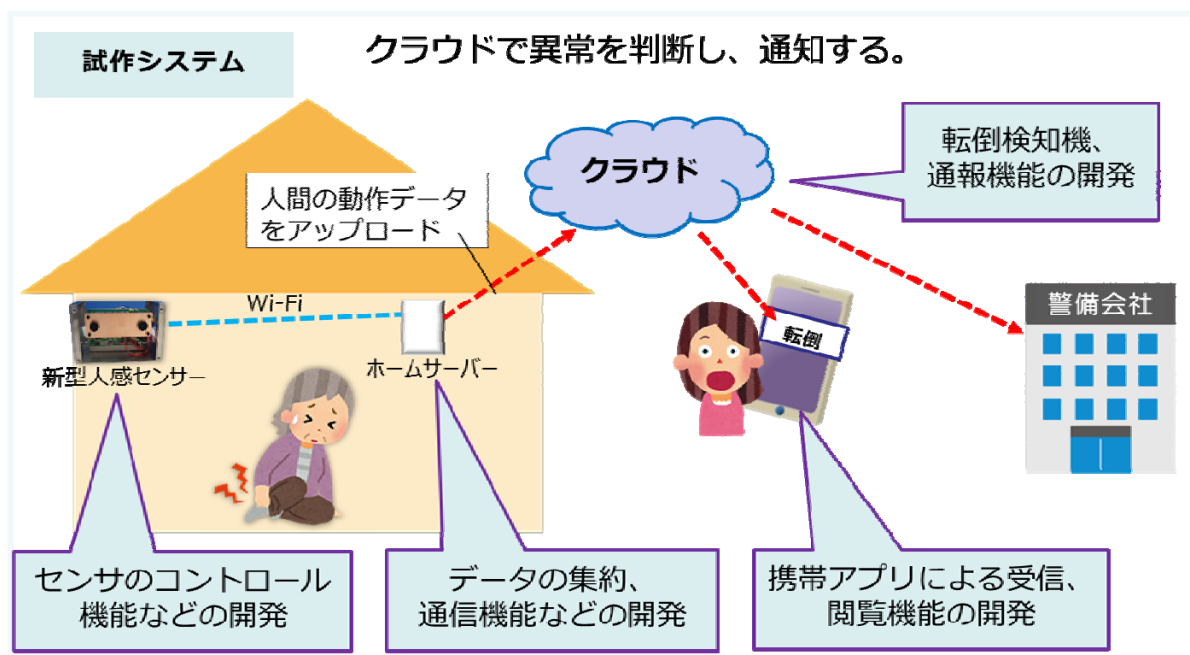


図35 クラウドシステムの全体概要

初年度は、基本機能の実装と接続状況による資源消費の状況確認を同時接続数が最大 100 件となる状況で行い、資源の消費が件数に対して比例関係となる事が確認出来たため、目標とする同時処理 1000 件が接続可能となる構成プランを選定した。

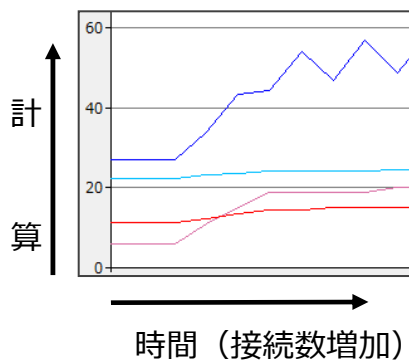


図36 資源消費状況



図37 専用アプリの表示例

平成28年度は、クラウド接続試験用の内製ツールを使用して、負荷試験を試み、負荷による影響確認を実施し、問題ない事を確認した。

但しこの内製ツールでは、同時接続の試験数に制限があるため、最終的な目標件数をカバーするためには別の方法を探す必要が出てきた。

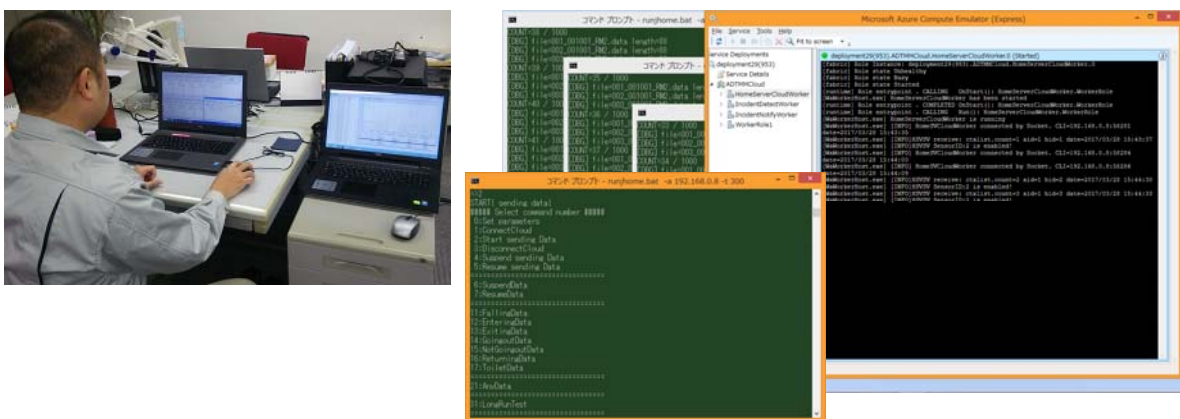


図38 内製ツールを使用した仮想負荷試験

平成29年度は、Azureに用意されたクラウド用の負荷試験ツールを使用出来るようにし、最終的に目標である1000台同時接続が確認を行う事が出来た。

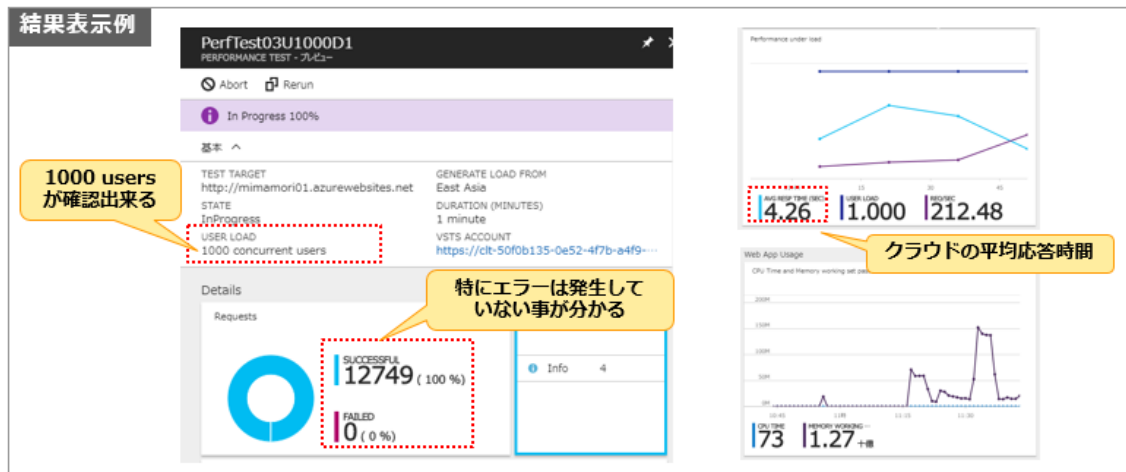


図39 1000件接続試験時の結果表示

結果としては、センサーからクラウド、クラウドから各種 Android 端末といったシステム連携が実現出来、クラウドへ転倒検知を始めとしたアルゴリズムを実装し、転倒検知を始めとした各種機能を実現する事が出来た。

また、1000件までの同時接続の確認が出来たことから、現環境でもサービス開始初期の負荷には耐えられる見込みであることが確認出来た。

4-2-4 今後の課題

同時接続の確認を Microsoft 社のツールで確認が出来たが、単純負荷試験の確認であるため、今後は試験方法を指定してのより詳細な試験を実施し、負荷に強いシステムを実現させる必要があると考えている。

第5章 評価試験

5-1 新型人感センサー・クラウドシステムの性能評価試験

5-1-1 概要

福岡県工業技術センターの設備利用を活用して、恒温槽、電磁ノイズ測定室での新型人感センサーの温度試験、EMC評価試験を実施する。

5-1-2 目標

センサー周囲 温度 45℃

EMC 2. 54GHz 反応なし

5-1-3 研究内容及び成果

量産前の段階にて、電磁ノイズの放射や外部からの電磁ノイズによる影響について確認を行うため、EMC 試験を行った。もし基準を超えた電磁ノイズを出している場合や、電磁ノイズの影響で致命的な不具合が見られるようであれば、何らかの対策が必要となる。その場合には基板への部品追加や変更による対応の改良や、設計変更が必要となる可能性もある。

EMC 試験は、エミッション測定とイミュニティ試験の2種類に大別される。

エミッション測定では、機器から発生するノイズを測定し、許容される規定値を超えていないか確認を行った。

今回の試験では、電源を取るための電源線に関係した「雑音端子電圧測定」と、無線通信(WiFi)を使用するため「放射妨害波測定」を実施した。

エミッション測定

- ・ 雑音端子電圧測定(機器から電源線に対して発するノイズを測定する)
- ・ 放射妨害波測定(ラジオやテレビ等の周波数帯における、影響確認)

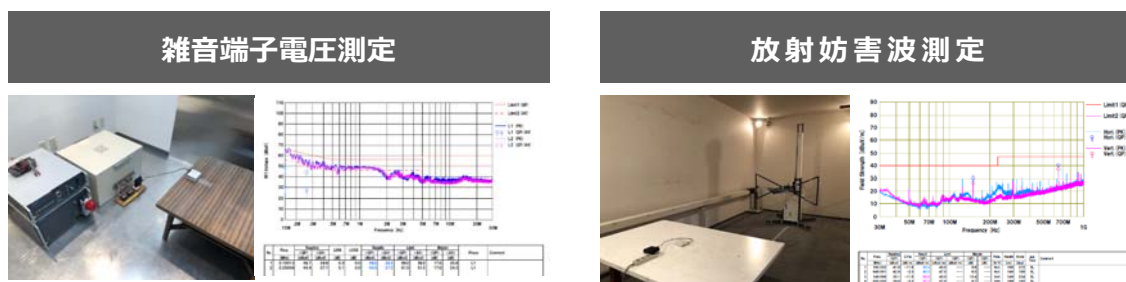


図40 EMC 試験 (エミッション測定)

イミュニティ試験

- ・ 静電気放電試験
- ・ EFT/バースト試験
- ・ サージ試験
- ・ 電圧ディップ・瞬停電圧変動試験

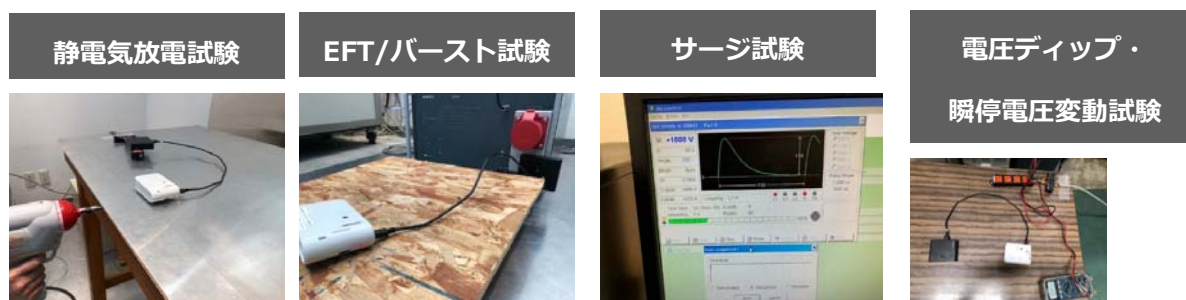


図4-1 EMC試験（イミュニティ試験）

結果としては、どちらも基準値以内に収まっている状況であり、現状ではノイズ対策を実施する必要がないことを確認できた。

温度試験では、家庭内において想定される範囲の上限または下限の室温にて、破損などする事がなく、想定通りの動作が可能であることを確認する。

JIS 規定などを参考に国内での使用を想定し、センサー周囲温度の上限を45℃、下限を-10℃の範囲にて機器への影響が出ないかの確認を行った。

温度試験は、恒温槽を使用し内部温度を上限または下限値に設定し、それぞれの温度にて8時間晒すことで試験を実施した。



図4-2 温度試験の様子

8時間経過後に常温に戻した上でそれぞれの動作状況を確認したが、特に問題は見受けられず、特に問題は散見されなかった。

これらの試験結果から、本項目での目標は達成出来たと考える。

5-1-4 今後の課題

今回の試験は量産前の予備試験であり、今後改造などを行った際には状況が変化する恐れもある。また、EMC 試験を正式にクリアするためには、規格に則った試験が実施出来、証明書を発行出来る機関にて実施する必要もある。

もし、今後の試験で何か対策が必要となった場合には、電磁ノイズ対策に知見のあるものが社内に居ないため、今回試験を行った機関にて実施されている EMC 対策講座への参加や、対策の相談を行うなど、今後のために知見を蓄えておくことが課題となる。

5-2 実証試験

5-2-1 概要

西日本医療福祉総合センター(アドバイザー)にて、実証実験を行い、データを収集する。契約介護宅での試験では多様な条件で試験することができ、センサーで人体を検出し、加えて転倒検知アルゴリズムを適用する今回の手法の技術的妥当性を確認する。設置時にはスタッフが実際に転倒などの動作を行い、検知することをチェックする。トイレ回数なども同様にチェックする。

5-2-2 目標

—

5-2-3 研究内容及び成果

本システムを実際の現場またはそれに類似する環境に設置し、稼働させることにより、機器の連携や精度の確認、通信レスポンスの確認等、社内試験では抽出できないような問題や課題を見つけ出し、製品化に向けたブラッシュアップに繋げる事を目的として実施した。

実証試験をどのように進めるのかをワーキング会議にて話し合った結果、本事業のアドバイザーである機関「西日本医療福祉総合センター」にて試作品を設置、実証試験を行う方向性が決まり、試験に向けての準備を行う事となった。

初年度は、上記の試験に先駆けて、ウィークリーマンションを借り、センサー設置場所の検討やサンプルデータ取りを行うなど、事前試験を実施した。

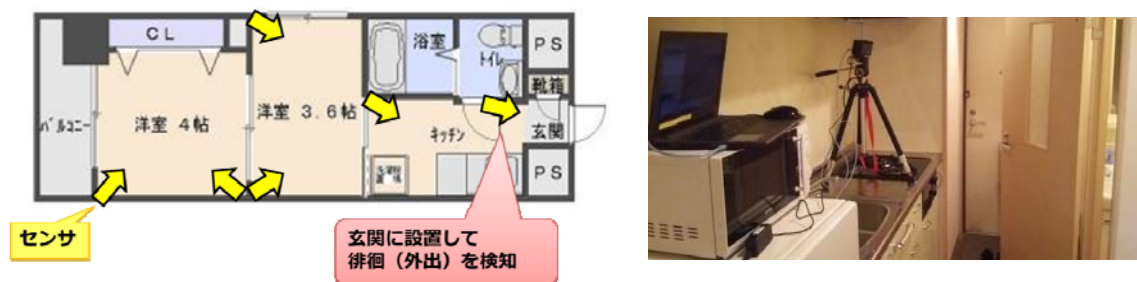


図4-3 間取りとカメラ設置例

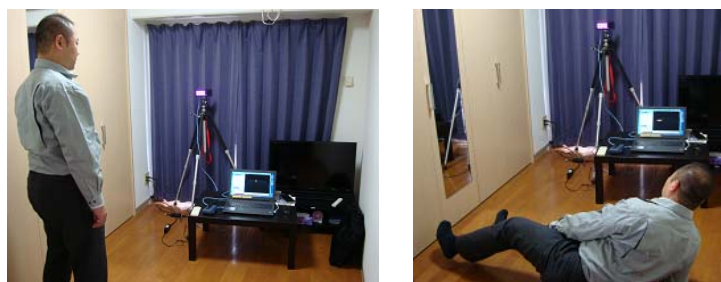


図4-4 ウィークリーマンションでの試験

平成28年度及び平成29年度は、アドバイザー機関である「西日本医療福祉総合センター」の協力を得て、一般住宅内に設置する形式での実証試験を実現した。

本実証試験においては、3件の被験者宅から2年間継続して協力を得る事が出来たため、前年度からの変化が明確となり、試験開始まで円滑に進む事が出来た。

各年度の成果として、平成28年度は機器間の連携（通信部）の問題点及び課題を抽出出来、また実際の現場における設置方法についての課題も抽出する事が出来た。

平成29年度は、機器間の連携が改善され、現場での様々なデータを確保する事が出来た。また、システム全体の協調動作及び連続動作における安定性の確認を行うと共に、設置時間の短縮および設置精度の向上について確認出来た。

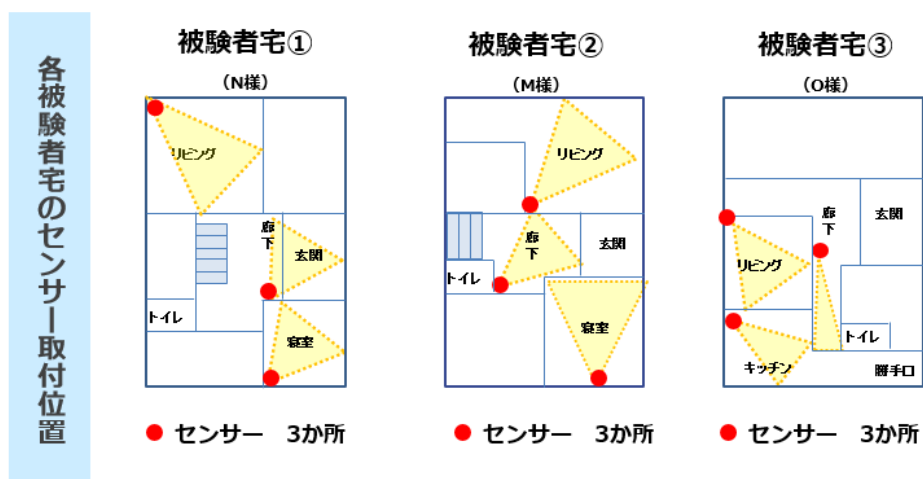
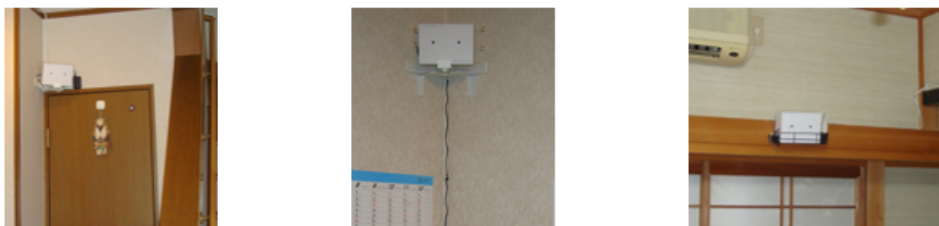


図4-5 センサー設置状況

平成28年度の設置状況



平成29年度の設置状況



図46 被験者宅におけるセンサー設置例

実証試験では想定外の事象も多く、現場では様々な意見や機能についての要望を聞く事も出来、2年連続で実証試験が実施出来た事は、製品化に向けての貴重な経験となった。

5-2-4 今後の課題

設置時及びその後の運用において、課題となっている点が設置にかかる時間と機材の安定した設置である。センサーは電源供給が必要であり、設置位置も目線より高い位置が基本となるため、どうしても壁などに配線を行う必要がある。実際に実証試験の場において、たるみが発生した事もあり、設置や配線といったサービス向けのノウハウを蓄積していく必要があると考える。

第6章 全体総括

6-1 主な成果

本事業では、開発の中心となった新型人感センサーから各種端末まで、機器同士が連携した、一つの見守りシステムとしての動作が確立された事が最大の成果であると考えている。また、プライバシーを保ちつつ精度よく人物を抽出する技術を確認でき、この技術を使用し

て廉価版のセンサーについても実現する事が可能となる見込みである。これは販売時の価格にも影響するため、大きな成果と考えている。

本システムは、WiFi による無線通信を行う所謂 IoT 機器によるシステムであり、今後は今回開発したセンサー以外の機器についても、システムへ接続出来るようにすることで、多角的な見守りを実現するシステムとして進化させる道筋が見えてきた。

もう一つの大きな成果は、多くの現場の声が聞けた事である。

アドバイザー機関である各社を始め、実証試験の被験者宅、障害福祉機器関連の関係者と触れ合う機会が多くなり、地域の社会福祉協議会等との打合せや、医療機器・福祉機器の展示会への参加など、意見交換を行う機会が多数得られたため、事業期間内に多くの意見を収集する事が出来た。

これらの意見を整理していくと、開発当初に想定していたものが全てではなく、それぞれの現場で何が必要とされているのか、本当の需要が見えてきたものも多く、製品化に向けてシステムのブラッシュアップだけでなく、機能自体の見直しも大胆に行っていく必要があると感じている。

6-2 研究開発後の事業化展開

事業化に向け、下記のスケジュールを計画している。

平成 30 年度の上半期は、まずは残課題の解決を行いながら、並行して最新の市場調査を行い、販売ターゲットの選定と機能及び機器構成の見直しを並行して行っていく必要がある。上半期で事業戦略を練り直し、下半期に収益の試算を行いながら平成 31 年度初頭に事業化可否の判断を行う予定である。

ここで事業化の許可が出た場合、平成 31 年度春頃から量産を開始し、夏頃からのサービス開始を見込んでいる。

但し、販売先やサービス実施形態などは現時点では未確定であるため、事業戦略に併せて本事業にて得られた繋がりを活かしながら、提携先を探して行きたいと考えている。

また、本システムをベースとした機能の拡張企画も存在するため、平行して仕様検討から進め、システムの付加価値を高める事で販売に繋げて行きたいと考える。

参考

※1 [査読付き国際会議] K. Nakajima, Y. Yamamoto, and Y. Arima , “Sensor assembly method using Si-interposer with trenches for 3-D binocular range sensors, ” International Conference on Solid State Devices and Materials, pp.805~806, September 19 2017.

[査読付き学術論文] K. Nakajima, Y. Yamamoto, and Y. Arima , “Sensor assembly method using silicon interposer with trenches for three-dimensional binocular range sensors, ” Japanese Journal of Applied Physics, Volume 57, pp.04FF07-1~6, March 12 2018.

[特許登録] 視差センサ及び相関信号の生成方法

発明者：有馬 裕、出願：平成 26 年 1 月 7 日、出願国：日本、

特願 2014-000994、

登録日：平成 29 年 11 月 10 日、特許 6238229