

# 社会技術研究開発事業 平成22年度研究開発実施報告書

研究開発プログラム「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト  
「音声つぶやきによる医療・介護サービス空間の  
コミュニケーション革新」

研究代表者 内平直志  
(東芝 研究開発センター 技監)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト名 .....	1
2. 研究開発実施の要約 .....	1
3. 研究開発実施の具体的内容 .....	2
3.1. 研究開発目標（第1年次研究開発計画書「0.研究開発目標」参照） .....	2
3.2. 実施方法・実施内容（第1年次研究開発計画書「I.研究開発内容」参照） .....	2
3.3. 研究開発結果・成果 .....	4
3.3.1. 看護・介護業務分析 .....	4
3.3.2. 音声つぶやきインタラクション設計のためのフィールド実験 .....	20
3.3.3. 音声つぶやきシステムにおける業務モデルの検討 .....	26
3.3.4. 行動推定技術の検討 .....	31
3.3.5. 音声つぶやきシステム概念設計とプロトタイプ .....	40
3.3.6. アシスト空間設計方法論 .....	43
3.3.7. 看護・介護業務計算機支援に関する先行研究調査 .....	48
3.3.8. 研究開発結果・成果のまとめ .....	51
3.4. 研究開発結果・成果 .....	52
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況 .....	52
5. 研究開発実施体制 .....	52
6. 研究開発実施者 .....	54
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など .....	55
参考文献 .....	56

## 1. 研究開発プロジェクト名

音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション革新

## 2. 研究開発実施の要約

プロジェクトの初年度として、先行研究および関連技術調査、協力機関における看護・介護現場の調査・業務分析および基礎実験、調査・分析・基礎実験結果に基づくシステムの概念設計を実施した。具体的には、下記の7項目を実施した。

- ① 3つの協力機関（病院、介護付有料老人ホーム、集団生活型介護施設）の看護・介護現場を調査し、特定の業務に関しては詳細な業務分析を行った。  
(ア)病院に関しては、今回選定した業務に従事する看護師へのヒアリングとアンケートにより音声つぶやきコミュニケーションへのニーズを明確化した。  
(イ)介護付有料老人ホームに関しては、介護記録システムに電子化されて蓄積された2ヶ月間の約5万7千件の介護記録を分析し、新たに開発した可視化手法を用いて業務の特徴を明確化した。  
(ウ)集団生活型介護施設（グループホーム）に関しては、特に負担が大きいトイレ介助に関してビデオ観察を行い、肉体的精神的負担の原因を分析した。
- ② 「看護・介護業務モデリング」に関しては、課題を明確化とモデルの概念設計を行った。具体的には、①の業務分析を踏まえて、4層モデルによる論理アーキテクチャーを提案した。
- ③ 「セミアクティブ行動推定」に関しては、先行技術を調査・検討するとともに、看護・介護業務の行動推定モデルの技術課題の抽出とMITの公開データ（家庭内行動データ）を用いた予備実験による検証を行った。
- ④ 「音声つぶやきインタラクション」に関しては、①の業務分析を踏まえて、看護現場の音声コミュニケーションのデータを採取・分析し、技術課題を明確化するとともに概念設計のための要求を抽出した。
- ⑤ ①および④の結果を踏まえ音声つぶやきシステムの要求定義および概念設計を行った。具体的には、プロトタイプを作成し、最終システムイメージの共有化を計った。
- ⑥ 「アシスト空間設計方法論」に関しては、課題を明確化するとともに、手法の概念設計を行った。また、空間の可視化ツール（建物3次元CAD）の基礎検討およびプロトタイプの試作を行った。
- ⑦ 「試行実験・サービス評価」に関しては、ITによる看護・介護支援技術という観点から調査を行った。特に、認知症の介護分野に絞って集中的に調査を実施した。

### 3. 研究開発実施の具体的内容

#### 3.1. 研究開発目標（第1年次研究開発計画書 「0.研究開発目標」参照）

本プロジェクトでは、「音声つぶやき」による看護師や介護士の新しいコミュニケーション技術を開発し、医療や介護の間接業務の効率向上を図る。「音声つぶやき」とは、Twitterに代表されるリアルタイム性の高い情報共有の音声版である。医療や介護などの行動型サービスでは、従来型の情報システムは利用時の負担感が課題であったが、適切な範囲で「音声つぶやき」を共有する行動推定技術により、負担を感じさせずに看護師や介護士の職員間連携、記録、業務確認などの間接業務を支援できる情報アシストシステムを開発する。同時に、負担感の評価手法を開発し、医療・介護現場での試行実験を通じて、行動型サービス空間（情報と建物）におけるコミュニケーション設計手法を確立する。

すなわち、プロジェクトの達成目標は、次の2項目である。

- (1) 作業的・心理的負担感の少ない行動型サービス向けインタラクション技術の開発
  - 従事者間の業務連携を考慮することを特徴とする看護・介護業務のモデリング手法を開発し、本プロジェクトの協力機関である医療・介護現場の特定業務のモデルを構築する。
  - そのモデルに基づく看護・介護従事者の行動推定技術およびエンジンを開発する。
  - そのエンジンを組み込み、負担感の少ない音声つぶやきコミュニケーションの試行実験システムを開発する。
- (2) 負担感評価手法およびアシスト空間設計方法論によるシステム改善サイクルの実現
  - 行動型サービスにおける情報アシストシステム利用時の負担感計測等のサービス評価手法を開発する。
  - そのサービス評価手法に基づき、本プロジェクトの協力機関である医療・介護現場における音声つぶやきコミュニケーション試行実験システムの試行・改善サイクルを実現する。
  - 改善サイクルおよび他施設での横展開をシステムティックに行うためのアシスト空間設計方法論を開発する。

#### 3.2. 実施方法・実施内容（第1年次研究開発計画書 「1.研究開発内容」参照）

本年度は、主に技術調査、看護・介護の業務分析を行い、3年間で開発する音声つぶやきコミュニケーションの概念設計（基礎検討に基づく方針策定）を行う。具体的には、下記の項目を実施する。

- (1) T病院、S介護付有料老人ホーム、石川県能美市のGグループホームなどの協力機関の看護・介護現場を調査し、特定の業務に関しては詳細な業務分析を行う。  
→ 3.3.1 節
- (2) 看護・介護業務モデリングに関しては、(1)の結果に基づきモデルの課題を明確化するとともに、モデルの概念設計を行う。  
→ 3.3.3 節

- (3) セミアクティブ行動推定に関しては、行動推定に関する従来技術を調査・検討するとともに、(1)の業務分析で抽出した典型事例を用いた行動推定モデルの数学的定式化を試み、原理検証を行うとともに技術課題を明確化する。

→ **3.3.4 節**

- (4) 音声つぶやきインタラクションに関しては、看護・介護現場で実際に行われている音声コミュニケーションを記録する簡易システムを開発し、(1)と関連して音声コミュニケーションのデータを採取する。その音声データを分析(テキストと音声信号と発話場所の紐付け)し、技術課題を明確化するとともに音声つぶやきインタラクションの概念設計を行う。また、音声認識・合成モジュール、位置推定モジュールをスマートフォン上で実装するためのスマートフォン上のハードウェア、ソフトウェアの調査・実装の検討を行う。

→ **3.3.2 節**

- (5) 各モジュールを統合する音声つぶやきコミュニケーションシステム全体の要求定義および概念設計を行う。

→ **3.3.5 節**

- (6) アシスト空間設計方法論に関しては、(1)の結果に基づき課題を明確化するとともに、手法の概念設計を行う。また、空間の可視化ツール(建物3次元CAD)の基礎検討を行う。

→ **3.3.6 節**

- (7) 試行実験・サービス(ストレス)評価に関しては、(1)および(4)の看護・介護現場の実態把握の基礎実験が主体であり、評価の対象であるシステムは現時点では存在しないため、まずは先行研究調査を主体に実施した。調査は、当初の計画より範囲を広げ、ITによる看護・介護支援技術という観点から調査を行った。特に、介護分野に絞って集中的に調査を実施した。サービス評価、特にストレス評価手法の調査および概念設計に関しては、つぶやき空間システムの概念設計ができた23年度上期から本格的に取り組む。

→ **3.3.7 節**

### 3.3. 研究開発結果・成果

#### 3.3.1. 看護・介護業務分析<sup>1</sup>

本プロジェクトの協力機関である病院と介護施設（2箇所）において、看護・介護の詳細な業務分析を実施し、本プロジェクトの目的達成に必要な情報を収集した。介護施設に関しては、比較的規模が大きく情報システム化されている介護付き有料老人ホームと小規模で情報システム化されていない集団生活型介護施設（グループホーム）の2箇所の業務分析を実施した。前者は、電子化された介護記録システムを持ち、詳細な情報が蓄積されている点が大きな特徴である。以下に、業務分析のポイントを述べる。

##### （1）病院業務分析

音声つぶやきインタラクションによる情報アシストシステム（以下、音声つぶやきシステム）を研究開発するにあたり、病院業務の特徴と、病院業務における音声活用のニーズを把握するため、本プロジェクトの協力機関であるT病院（神奈川県）において音声つぶやきシステム適用のための業務調査をおこなった。T病院は、199床の中規模総合病院であり、病院情報システムを独自で開発している。また、東芝研究開発センターとは、医療リスク評価に関して5年間の共同研究の実績を持っている。調査方法としては、複数病棟・部署の看護師へのヒアリングと、外科病棟看護師へのアンケート調査を実施した。調査期間は2010年11月～12月である。以下に、調査結果におけるポイントを報告する。

##### 【看護師への音声つぶやきへのニーズヒアリング】

外科病棟、内科病棟、カテーテル治療室の各2名、計6名の看護師に、業務における音声活用へのニーズについてのヒアリングを行った。ヒアリングの結果、以下のように、主に記録業務場面でのニーズが大きいことが分かった。

1. 入院患者のバイタルサイン計測結果などの記録
2. 褥瘡（床ずれ）管理における記録
3. 内視鏡治療における患者状態・処置等の記録

1、2は複数の病室を移動しながらの患者の観察結果や治療・処置行為の記録であり、音声を活用したその場でのハンズフリー記録による省力化への強いニーズがある。3については、内視鏡治療室内という限定された範囲ではあるが、治療中に随時行われる投薬や治療の経過を、両手が塞がった状態で記録しなければならず、やはり音声活用へのニーズはある。記録業務場面の他、手術室、内視鏡治療室、カテーテル室での治療の進捗を、病棟でも把握したいというニーズも得られた。一方で、PHSでの連携で十分という意見もあり、必ずしもPHS以上の新システムへのニーズの大きさは明らかではない。

##### 【看護師への情報端末機能に関するアンケート】

T病院の外科病棟の看護師に、病院における、日常の業務の円滑化・効率化のために期待する情報端末機能についてのアンケートを行った。今回のアンケート回収数は、定量的

---

<sup>1</sup> 3.2 実施内容（1）に対応

分析には十分な数ではないため、ここでは定性的な分析結果のみ述べる。アンケートから抽出された情報端末への期待（表1）として、1. 患者のバイタルサインなどのより簡便な記録機能、2. 医療事故防止のためのアシスト機能、3. 患者の容態急変時など、両手が塞がった状況での簡単な応援要請機能、4. 手術や検査の進捗の情報共有、の4つのタイプの期待が得られた。

1、2は、看護師個人の業務遂行のITによる省力化あるいはアシストへの期待である。特に、記録については上記のヒアリングと同じく強いニーズがある。3、4は、職員間での連携の円滑化への期待である。ただし3、4については、現状のPHSでもコミュニケーションは取れているという意見もあり、ニーズの大きさは現時点では明らかではない。

表 1：アンケートから抽出された携帯情報端末への期待

分類	アンケートで集計された声
患者のバイタル測定結果などのより簡便な記録、確認	音声でバイタル測定結果などの記録ができる
	バイタル測定結果をリアルタイムに記録できる
	肺音などを録音できる
	患者の体に触れるとデータを確認できる
	ベッドサイドモニターの波形をどこでも閲覧できる。
	ベッドサイドモニターの波形が自動的に記録される。
業務の実施忘れや間違いの防止	3Dでデータや画像を見ることができる
	時間になっても処置などが行われていないとアラームがなる
両手が塞がった状況での応援要請	バーコードによる患者・薬剤のチェック
	患者介助・処置中の他患者からのナースコール発生時
	病室内での点滴・ドレーン等のトラブル発生時
	急変や転倒等のトラブル発生時
部署間・職員間の連携および進捗の共有	ケアや処置の際に不足物品があった場合
	手術室や検査科との連携
	手術室や検査科の進行状況についての情報
その他	緊急の指示変更があった場合
	職員の一日の動き(動線)を業務終了時に見ることができる
	GPSで他職員の位置が確認できる
	ハンズフリーナースコール・通話機能
	薬剤などの写真付き辞書
	検査プロセスの可視化(患者向けナビゲーション)
	タッチパネル操作
地震などの災害時	
患者の位置情報	

#### 【病院業務調査のまとめ】

動作を伴いながら知的作業を行う「行動型サービス」としての看護を支援するIT機器へのニーズを、看護師へのヒアリングおよびアンケートで調査した。調査結果のポイントは以下の2点である。

- 病院の看護業務において音声活用のニーズの大きいもの
  - バイタルサイン計測結果や観察結果、処置などの音声による簡便な記録機能
  - 医療事故防止のためのアシスト機能
- かならずしもニーズの大きさが明確でないもの
  - 患者の容態急変時など、両手が塞がった状況での簡単な応援要請機能
  - 手術や検査の進捗の情報共有機能

看護師へのヒアリングやアンケートを通して、医療行為の記録の省力化や事故防止のためのアシスト機能へのニーズが高く、音声を活用した記録への期待が大きいことが確認できた。一方で、PHS以上の新しいコミュニケーションに関しては、必ずしもニーズが顕

在化しているわけではない。しかしながら、例えば「Twitter」を知らなかった世代にいくらヒアリングしても、「Twitter」が欲しいという反応が返ってこないように、看護師へのヒアリングやアンケートからは、音声つぶやきシステムによる新しいコミュニケーションへのニーズが顕在化できるとは考えにくい。今後は、プロトタイプなどを提示することにより、顕在化されたニーズを整理し、まだ自覚されていない潜在ニーズを発掘していく。また、後述する介護付有料老人ホームと同様に、病院情報システムに蓄積されたデータを活用した立体的な業務分析も検討する必要がある[津本11]。

## (2) 介護付有料老人ホーム業務分析

### 【調査対象の介護施設の概要】

調査対象とした介護付有料老人ホーム（東京都）は、60歳以上の健常者が「リタイアメント・リビング」に入居して、入居後に介護が必要になった段階で「ヘルスケア・センター」に移動して介護サービスを受けることができる施設である。健常者用のリタイアメント・リビングは135室、要介護者向けのヘルスケア・センターは32室（35床）ある。今回の調査は、要介護者向けのヘルスケア・センターを対象として行った。

#### ● ケアスタッフの概要

ケアスタッフは、看護師が13名、介護士が32名で、合計45名が勤務している。介護サービスの基本方針として、一人ひとりの心身の状態に合わせ、必要な介護を提供し、介護基準に基づく生活援助と身体介護、機能訓練等を行うことを掲げている。

#### ● 電子化された介護記録システム

施設では介護記録のために情報システムを活用している。介護スタッフが介護内容や状況を携帯端末で入力し、データをパソコンで一元管理している。スタッフ間の申し送りの省力化と入居者の状況を正確に把握することをねらいとして導入している。今回の調査でも、介護記録システムに蓄積された電子データを分析した。

### 【介護記録のデータによる介護内容の分析】

2010年9月1日～11月1日の61日間に施設に入居している157名分の介護記録システムに登録されている介護記録、約57,000件のデータを基にして分析を行った。介護記録のデータ項目は、日付、開始時間、終了時間、区分、実施記録、担当スタッフなどで構成されている。これらの項目のうち「区分」について、表2に詳しく示している。「区分」は9つの大項目と各小項目から成っている。小項目を選択していから実施記録を入力する方法と、介護状況を自由な文章でメモ入力する方法が用意されている。図1は介護記録システムのデータ構成を例示している。

表 2 介護記録のデータ区分

大項目	小項目				
食事	摂食事	朝食	昼食	夕食	間食
排泄	摂排泄	排泄量	尿量	尿観察	便観察
入浴・清潔	摂入浴	入浴	清潔		
バイタル	摂(パ)	三検	体重	薬	受診検査
	指示連絡	処置	健康管理	SAT	
睡眠	摂睡眠	睡眠			
機能訓練	摂訓練	機能訓練	リ行事		
気分行動	行動障害	徘徊	思い出		
生活	摂生活	面会	保険関連		
その他	生活援助	午前	午後	夜間	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	総合一覧								
2									
3									
4	日付	開始	終了	区分	実施記録	担当	実施機関	サービス	
5	2010/9/1	2:00	2:05	排泄量				入所(長期、短期)	
6	2010/9/1	3:30	3:35	排泄量				入所(長期、短期)	
7	2010/9/1	3:40	3:45	排泄量				入所(長期、短期)	
8	2010/9/1	3:40	3:45	メモ排泄	【メモ】5分前に排泄済んでいるがコールあり。説明			入所(長期、短期)	
9	2010/9/1	5:00	5:05	排泄量				入所(長期、短期)	
10	2010/9/1	6:00	6:15	清潔	【清潔】モーニングケア施行			入所(長期、短期)	
11	2010/9/1	6:30	6:35	排泄量				入所(長期、短期)	
12	2010/9/1	7:30	8:00	朝食				入所(長期、短期)	
13	2010/9/1	8:00	8:05	朝食				入所(長期、短期)	
14	2010/9/1	8:00	8:05	清潔	【清潔】口腔ケア			入所(長期、短期)	
15	2010/9/1	8:00	8:03	薬	【定時】定時朝食後			入所(長期、短期)	
16	2010/9/1	8:30	8:35	排泄量				入所(長期、短期)	
17	2010/9/1	8:30	8:35	便観察	【内容】下痢便			入所(長期、短期)	
18	2010/9/1	9:00	9:30	入浴	【入浴方法】特別介助浴【入浴実施】○			入所(長期、短期)	
19	2010/9/1	9:00	9:30	清潔	【清潔】洗髪施行,更衣介助,整髪施行			入所(長期、短期)	

図 1 介護記録システムのデータ構成

【介護内容の件数・時間による分析】

157名の対象者のうち介護記録件数が多い上位30名のデータを分析対象とした。図2はデータ総数41,777件を対象にして大項目の件数比率を示している。件数比率の多い大項目は、排泄とバイタルで共に20%を超えており、入浴・清潔、食事がそれらに続いている。図3には、1日の時間帯を4分割（深夜～早朝：0時～7時、午前：7時～11時、午後：11時～17時、夜～深夜：17時～24時）して、大項目の件数比率を示している。深夜～早朝 0時～7時の時間帯では食事の件数比率が少なく排泄の件数比率が多い。午前：7時～11時と夜～深夜：17時～24時の時間帯ではバイタルの件数比率が大きく、午後：11時～17時では機能訓練の件数比率が大きいという傾向がある。

図4は、延べ時間 9,780時間 52分を対象に大項目別の時間比率を示している。食事は件数比率では13.4% (6496件) だが、時間比率では31.2% (212309分) であり、1件当たりの32.7分で時間をかけており、他の大項目に比べて長い。逆に、バイタルは件数比率23.2% (11320件) に対し時間比率が11.2% (76765分) であり、1件当たりの時間は6.8分と短い。

図5には、1日の時間帯を4分割（深夜～早朝：0時～7時、午前：7時～11時、午後：11時

～17時、夜～深夜：17時～24時）して、大項目別の時間比率を示している。深夜～早朝：0時～7時では入浴・清潔の時間比率が大きく、夜～深夜：17時～24時では食事の時間比率が大きくなっていることが特徴的である。午前：7時～11時の時間帯については、機能訓練の件数比率と同様に時間比率も多くなっている。

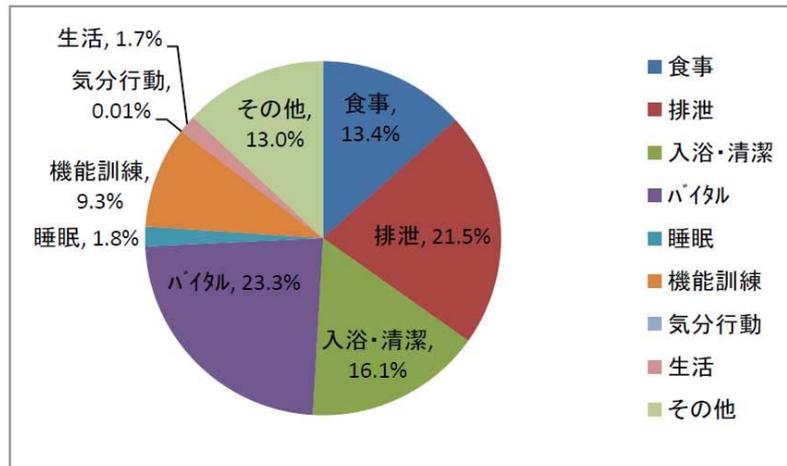
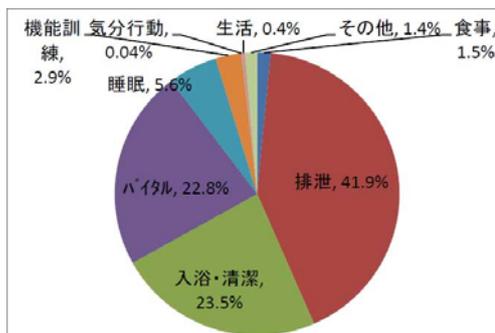
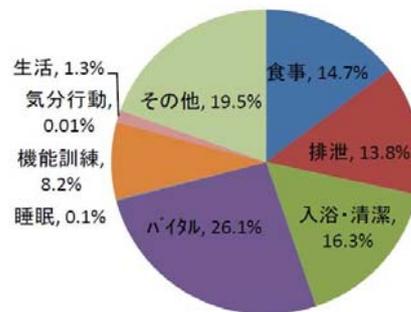


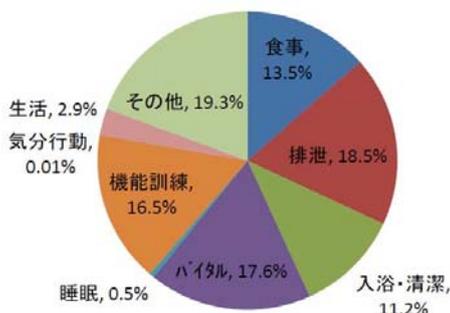
図2 件数比率（全時間帯）



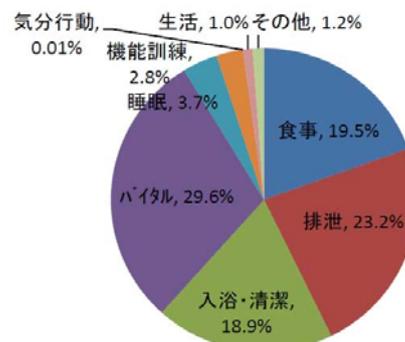
(1) 件数比率（深夜～早朝 0時～7時）



(2) 件数比率（午前 7時～11時）



(3) 件数比率（午後 11時～17時）



(4) 件数比率（夜～深夜 17時～24時）

図3 各時間帯の件数比率

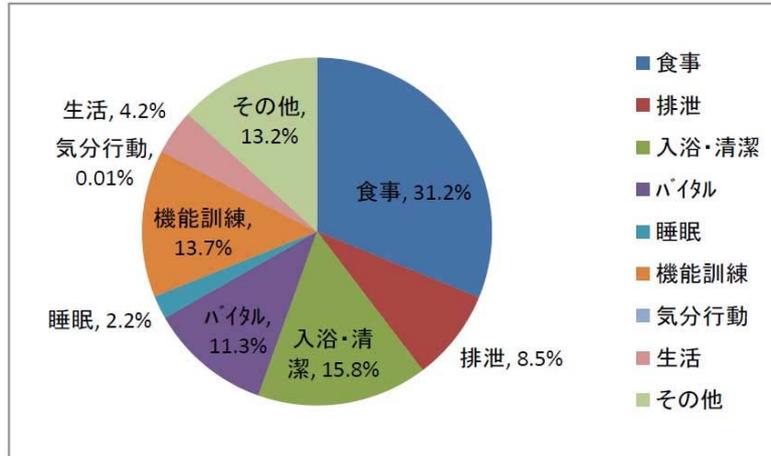
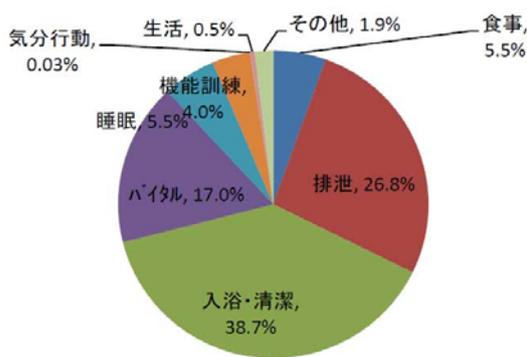
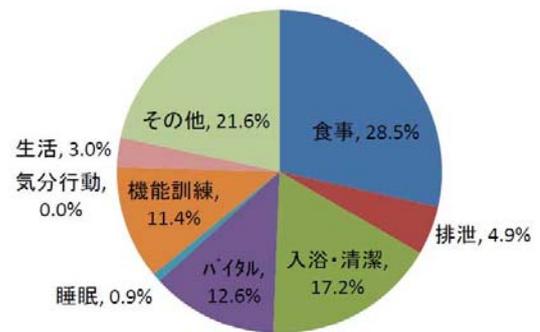


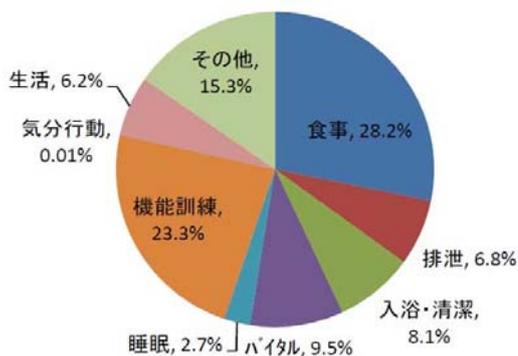
図4 時間比率 (全時間帯)



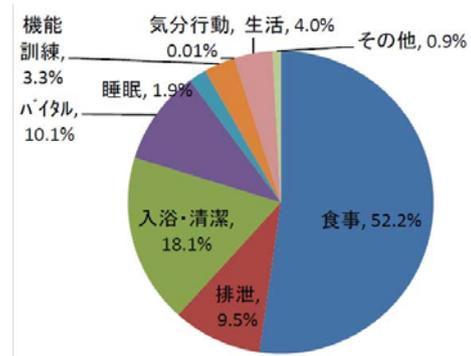
(1) 時間比率 (深夜～早朝 0時～7時)



(2) 時間比率 (午前 7時～11時)



(3) 時間比率 (午後 11時～17時)



(4) 時間比率 (夜～深夜 17時～24時)

図5 各時間帯の時間比率

### 【介護内容可視化】

今回、要介護者ごとに介護内容を大項目別に色分けしてバーチャートで表示し、横軸は一日（24時間）で縦軸を期間（61日）として全体の傾向を視覚的に把握できる可視化方式を新たに開発した。ここでは、介護内容と件数の異なる3つのケースについて介護内容を可視化したバーチャートを用いて考察する。

#### A氏（要介護度3）の介護内容の可視化

図6は、A氏の介護内容を示している。肌色のバーチャートが食事を示しており、7時が朝食、11時が昼食、17時が夕食を示し、規則正しく食事をしていることが分かる。夕食後から朝食前までの深夜においても長時間の介護を行っていることが分かる。排泄関連（水色）の件数が775件で最も多く、各時間帯で多く行われている。

朝食前の薄紫色は清潔（口腔ケア）を表しているが、開始時間の日によるバラツキが大きく日ごとに不規則になっている。介護スタッフへのヒアリングによると、開始時間が不規則だと計画が立てられないので、介護の負担が増す原因になるとのコメントを得ている。

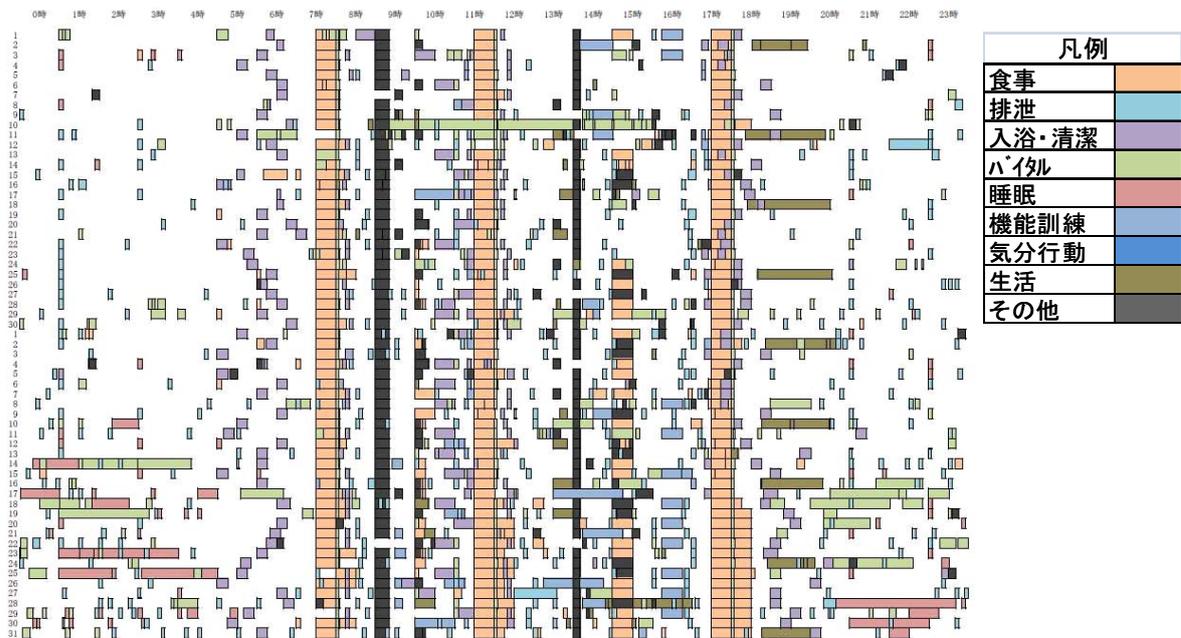


図 6 A氏（要介護度 3）の介護内容

#### B氏（要介護度 4）の介護内容

B氏の場合、日中の介護は多いが、夜間(夕食後～朝食前)は、巡回等の定期介護が中心となっているので、A氏と比べると夜から深夜の介護負担が少ない(図7)。介護スタッフへのヒアリングによると、A氏のケースに比べて、B氏のケースは日ごとのバラツキが小さいので、先々の介護業務の予測が立てやすいため、介護の負担が小さいと感じている。

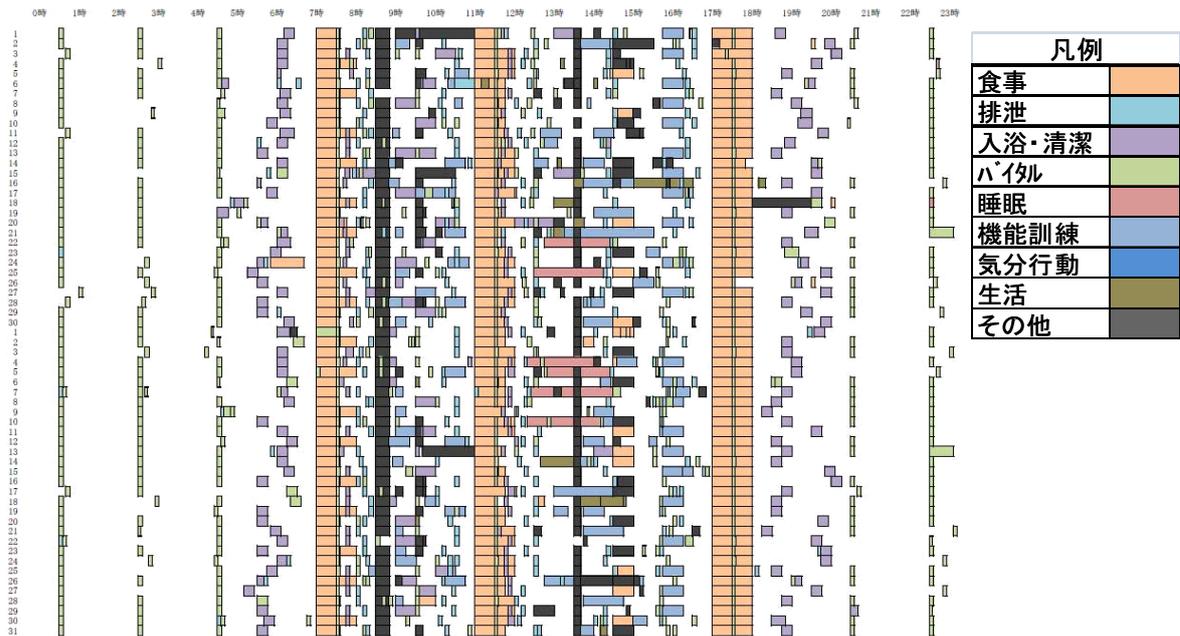


図 7 B 氏 (要介護度 4) の介護内容

C 氏 (介護認定なし) の介護内容の可視化

C 氏の場合、A 氏や B 氏と比べさらに深夜の巡回の介護がほとんどない。日中の介護である清潔や機能訓練なども規則的に行っている (図8)。

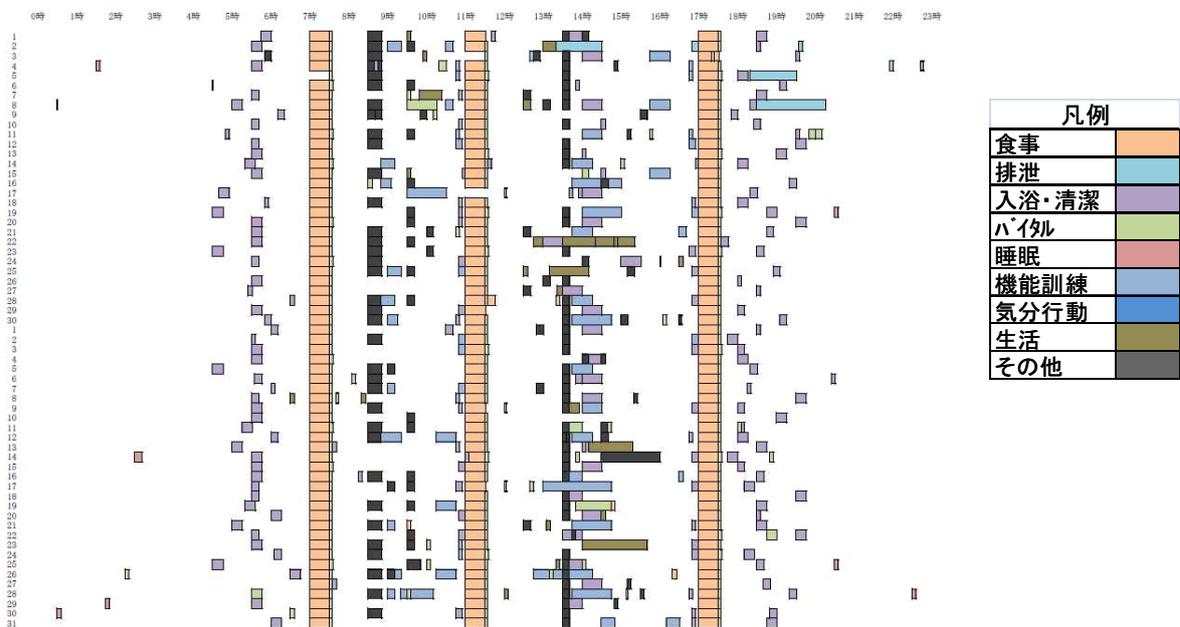


図 8 C 氏 (介護認定なし) の介護内容

以上のように、介護内容をバーチャートで可視化することにより、介護件数の大小、時間帯による特徴、毎日行う介護の時間的なバラツキ等を視覚的に判断することができた。

特に、計画できない不規則な介護業務が介護者の負担になっていることがヒアリングで確認できた。今後は、これらの傾向を統計的にデータで説明できるように解析して、介護業務のモデル化を行う予定である。

【コミュニケーションに関連する介護の分析】

介護の中で誰と誰が・いつ・どこで・何のためにコミュニケーションしているか実態を探るために、介護記録のメモ欄に記載されている内容を分析した。誰と誰がコミュニケーションしたかについて、図9のように整理した。要介護者から介護スタッフへはナースコールがコミュニケーションの発端となっている。特に排泄に関わるナースコールは、「トイレコール」として件数が多いので独立して扱うこととした。センサコールは徘徊のタイミングをスタッフに知らせる離床センサで行っている。今回の調査では最も件数の多い項目であった。

スタッフ間のコミュニケーションには報告・連絡の対象者が、医師、ナース、インチャージ（責任者）の3者に分類した。また、複数のスタッフが協力して作業を行うケースについても抽出した。外部とのコミュニケーションとして、通院介助がある。関連する介護を抽出するためにキーワードを図9の（ ）内に示している。

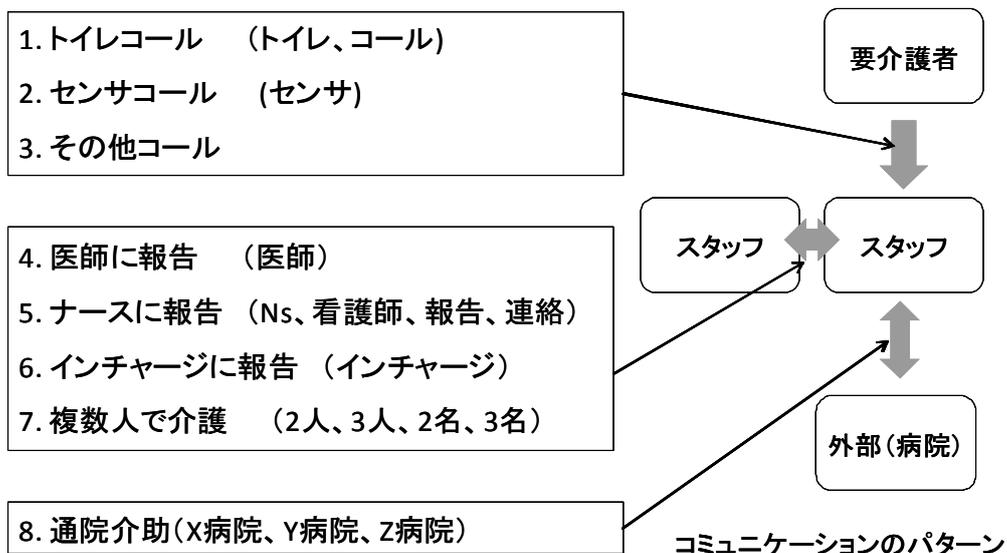


図9 コミュニケーション項目とキーワード

表3にはこれらの件数を4つの時間帯別（深夜～早朝 0時～7時、午前 7時～11時、午後11時～17時、夜～深夜17時～24時）に集計している。要介護者からスタッフへのナースコール・センサコール・その他コールは夕方から早朝にかけての 0時～7時、17時～24時の時間帯に多く全体の7割の件数となっている。通院介助は、7時から17時の時間帯で行われており、1件当たりの時間が88.7分で最も長時間となっている。また、スタッフ間のコミュニケーションである報告や連絡は、11時から17時の時間帯に多く行われている。

表 3 時間帯別コミュニケーション(連絡・報告) 業務

	全時間帯			0:00-7:00			7:00-11:00			11:00-17:00			17:00-0:00		
	件数	時間	1件当り	件数	時間	1件当り	件数	時間	1件当り	件数	時間	1件当り	件数	時間	1件当り
1:トイレコール	159 件	1,518 分	9.5 分	99 件	849 分	8.6 分	7 件	35 分	5.0 分	16 件	127 分	7.9 分	37 件	507 分	13.7 分
2:センサコール	276 件	3,351 分	12.1 分	110 件	1,043 分	9.5 分	11 件	190 分	17.3 分	47 件	537 分	11.4 分	108 件	1,581 分	14.6 分
3:その他コール	104 件	1,370 分	13.2 分	49 件	420 分	8.6 分	3 件	20 分	6.7 分	11 件	345 分	31.4 分	41 件	585 分	14.3 分
4:医師に報告	35 件	302 分	8.6 分	1 件	5 分	5.0 分	10 件	158 分	15.8 分	16 件	102 分	6.4 分	8 件	37 分	4.6 分
5:ナースに報告	73 件	627 分	8.6 分	9 件	55 分	6.1 分	17 件	137 分	8.1 分	35 件	340 分	9.7 分	12 件	95 分	7.9 分
6:インチャージに報告	38 件	342 分	9.0 分	6 件	95 分	15.8 分	6 件	40 分	6.7 分	13 件	95 分	7.3 分	13 件	112 分	8.6 分
7:複数人で介護	40 件	540 分	13.5 分	7 件	70 分	10.0 分	11 件	180 分	16.4 分	16 件	225 分	14.1 分	6 件	65 分	10.8 分
8:通院介助	50 件	4,434 分	88.7 分	0 件	0 分	0.0 分	28 件	2,949 分	105.3 分	22 件	1,485 分	67.5 分	0 件	0 分	0.0 分

D氏（要介護度3）へのコミュニケーションを伴う介護

図10には、D氏（要介護度3）へのコミュニケーションを伴う介護について、表3に示す色に基づいて色塗りして示している。D氏（要介護度3）のケースでは、水色のセンサコールが129件あり、最も多い。0時から7時の時間帯に複数人で介護するケースが多い。

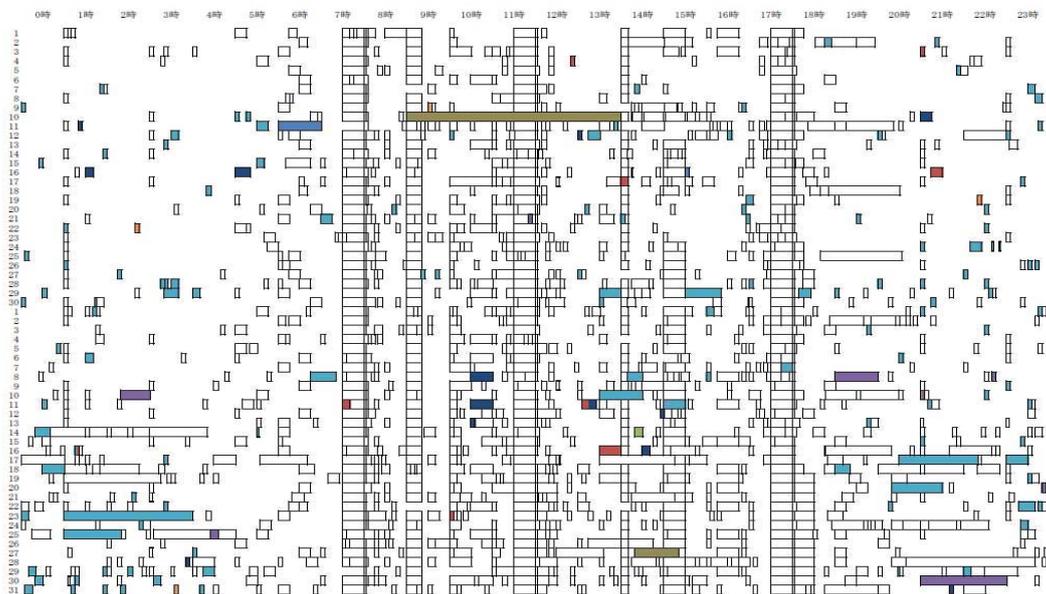


図 10 D氏（要介護度3）へのコミュニケーションを伴う介護

今回はキーワードからコミュニケーション項目を抽出したが、コミュニケーションの状況を多角的に捉えるために、データマイニングやテキストマイニング手法を用いた分析が有効である。今後は、要介護度や時間帯別に分析して介護におけるコミュニケーションの

実態と本質を探り出し、音声つぶやきコミュニケーションシステムに反映させる予定である。

#### 【ナースコールと介護者のストレスとの関係】

介護スタッフに介護業務におけるストレスの実態についてヒアリングし、以下のようにセンサコールやナースコールが起因になってストレスとなっている実態を確認した。

- ① 介護者によりストレスの度合いが異なることはない。ルーチンワークを行っているときに、ナースコールで呼び出されてそれが誤報だった場合、同じ誤報が連続するとストレスを感じる場合がある。
- ② 例えば、「トイレコール→介護スタッフはトイレへ直行→要介護者が座ったとたん”終わった”→退室→またトイレコール」、これが複数回続くと強いストレスを感じる。
- ③ 朝、他の要介護者のケアを行っている時、センサコールが鳴り、走って行ってみると、誤報（例えば、蒲団がめくられていただけ等）が続いた場合にストレスとなる。
- ④ 徘徊の癖のある要介護者の場合、離床の際のセンサコールにより部屋へ行くが、その精度が悪く効率が悪い。

#### 【介護付有料老人ホーム業務分析のまとめ】

対象とした介護付有料老人ホームでは、ナースコールを含む詳細な介護記録が電子的に蓄積されており、それを今回開発した手法で可視化するとともに、可視化で顕在化した点を看護師・介護士にヒアリングで確認することにより、業務の分析が可能となることがわかった。今回の分析でも、計画できない不規則性とストレス（負担感）の関係、ナースコールの種類とストレスの関係に関する知見が得られた。今後も、データマイニングやテキストマイニング手法も導入しながら、必要な業務分析を行っていく。

### （3） 集団生活型介護施設（グループホーム）業務分析

集団生活型介護施設（グループホーム）の業務分析では、介護の中でも負担が大きいトイレ介助に注目し、肉体的および精神的ストレスの視点で調査・分析を行った。

#### 【対象としたグループホーム】

本調査では、石川県の1つのグループホームを対象とし、施設の建築構造、入居者、介護者についての状況を調べた。このグループホームはグループホーム用に設計施工された建築物（新築型）ではなく、民家改修型である。図11のように居住区域が一階にあり、同じ階には介護付き有料老人ホームが1ユニットある。同じ建築内の二階が施設の事務所である。民家改修型の施設として、このグループホームには以下のような特徴がある。① 廊下には曲がり角があり、リビングから廊下の奥まで見通せず、死角が生じやすい。② 図11に示した通り入居者用トイレが3つ備え付けられている。③ 入居者の居住区域が分散している。

入居者は定員限度の9人である。2人が男性であり、移動の見守り介助が必要である。女性の1人は足に障害があり、移動介助が必要である。排泄介助については、2人の女性は認知症が進行しているため、トイレへの誘導介助が必要である。入居者全員の要介護度は1度～3度で、身体的な自立度が高いが、見守り、パット交換など排泄介助の一部介助が必要である。

日中の介護者は3人で、夜間が1人である。日中には、介護者の1人が洗濯、入浴介助、午後のお茶・おやつの準備を担当する。1人は午前のお茶の準備、昼食の準備、介護記録を担当する。もう1人は買物、夕食の準備を担当する。それに介護者3人がグループホーム内の違う時間帯の掃除および他の細かな介護を担当する。夜間の介護者は、寝る前の水分補給、掃除、記録、排泄介助、見守り、朝食の準備、起床介助などを担当する。そのほか、同じ建築内のもう一つの介護付き有料老人ホームには2人の入居者がいる。現在、こちらのユニットには夜勤の介護者はまだいないため、グループホームの介護者が一晩の間に何回も様子を伺いに行く。

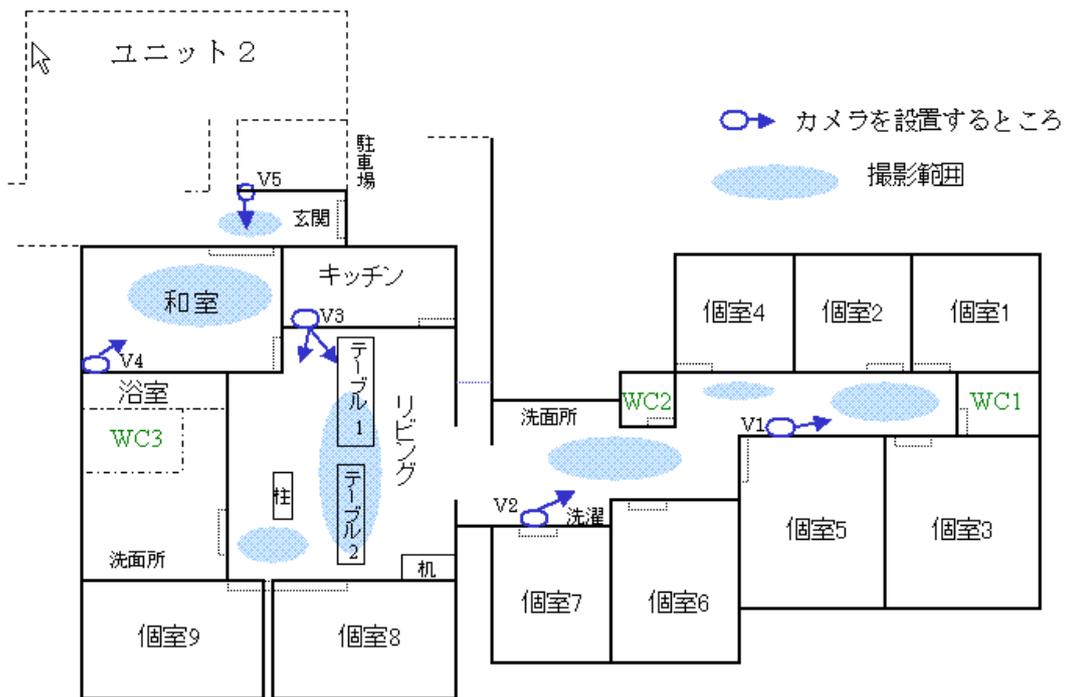


図 11 グループホームの見取り図及び分析用カメラの配置

【ビデオ観察の概要】

本調査では、グループホームの経営者および介護者の許可を得て、ビデオ録画を用いた行動記録の分析を行った。カメラは、図11のV1、V2、V3、V4、V5の5箇所設置した。V1～V4まではビデオカメラであり、V5は連続写真が記録できるタイプのカメラを使用した。予備的にカメラを導入した際、介護者・入居者ともに出入の少なかった箇所については連続写真を記録するタイプのカメラにした。

V1に設置したカメラは一番奥のトイレ1の出入および個室1、2、3の出入周辺を記録した。V2（個室7の横）に設置したカメラはトイレ2の出入および個室4、5、6の出入、洗面所、洗濯機の周辺を記録した。V3に設置したカメラはトイレ3の出入および個室8、9の出入、テーブル周辺を記録した。V4に設置したカメラは和室の出入およびソファー、テーブル周辺を記録した。V5に設置したカメラは和室の出入および玄関における行動を赤外線によって感知し、自動的に静止画像を撮影する。全カメラが夕方5時半から同時に起動され、朝9時

らいまで、介護者3人4泊分（総計約48時間）の夜勤行動を記録した。

持ち帰ったデータは、目視によりアノテーションを付与し、全行動内容を記述した。その中から、排泄介助に関する行動を抽出し、入居者がトイレへ行く生起回数、またそれに対応する介護者の行動の分類し、各行動の生起回数をカウントした。

以下では、まず夜勤の排泄介助に関する行動を分析し、また介護者の排泄介助における身体的な負担及び見守りにおける精神的な負担を述べる。

### 【排泄介助に関する行動分析】

認知症高齢者の介護にはさまざまな介助がある（例えば、入浴介助、食事介助、与薬介助）。ビデオで撮った夜勤行動の中に、介護者の夕食、与薬、水分補給、排泄介助、見守り、掃除、記録などの介助行動と作業を観察できる。それらの中から報告者らが注目したのは排泄介助である。排泄介助は数ある介助の中でも頻繁に行われるものであり、認知症高齢者の健康を維持するためにも重要なものである。さらにその回数の多さと作業内容から、映像に残った介助の中で重要な行為であると位置づけた。

映像から、入居者のトイレへの往復行動及び介護者の対応行動を抽出した。さらに参与観察<sup>2</sup>およびインタビューの結果と合わせ、排泄介助に関する行動を分析し、各行動量により介助中のどの行動に介護者が負担を感じたのかを考察した。

グループホームにおける排泄介助の全介助の流れがトイレへの誘導、排泄介助物品（パット・紙おむつ）の用意、移動介助、脱衣と便座への介助、パットが汚れたかどうかの確認、パットの交換<sup>3</sup>、利用者の状態にあわせ、清拭、後始末、着衣介助、また便座の流しへの案内や入居者が希望する場所への誘導などがある。

トイレ内で行なわれるパット交換、脱衣介助などの排泄介助はビデオで見えない（トイレ内部は撮影していない）ので、その部分の行動を介護者の「トイレ内介助」と分類した。トイレ内介助を行なうため、介護者がトイレへ往復する行動はビデオで観察できる。例えば、トイレと個室の間を往復し、パットを持ってきたという往復行動である。

介護施設によって、場合によっては同一施設であっても排泄介助の方法は異なることがある。高齢者ごとに身体的な状態および精神的状態に差異があるため、入居者に提供する介助方法も異なるのである。本研究の対象としたグループホームでは身体的に自立度の高い入居者が多いため、排泄の全介助が必要である入居者は少なく、それぞれの状態に応じて一部介助を受けている。例えば、自分でトイレへ行くことができ、トイレ内の介助が必要ではない高齢者はいるが、介護者がその方に「トイレ介助」を提供しなくても、パットの渡しと排泄の確認をするため、トイレへ往復する行動がある。

### 【排泄介助における介護者の身体的負担】

トイレ三箇所の排泄介助に関する行動を分析し、介護者a8の一晚の排泄介助の往復回数をカウントした。また、インタビューの中で排泄介助について言及した部分を抜き出した。

#### トイレ1の周辺状況の見守り

<sup>2</sup> 調査者がグループホームに1晩泊まり、夜勤介護の流れ、排泄介助、また入居者の状況を介護現場で観察した。

<sup>3</sup> トイレ内でパットの交換を行なう。1日1回に入居者の個室内で着替え介助する時、紙パンツを交換するが、もし紙パンツが汚れたら、トイレの際に交換する。

トイレ1の周辺状況の見守りには負担がかかる。トイレ1が廊下の一番奥にあるため、夜勤の見守りにはトイレ1周辺の状況を一番把握しにくいと分かった。この難事に対して介護者が排泄介助を円滑に行なうための個人的な工夫をしていた。

a8：…部屋の戸を開けなきゃ出れないし、だけど、本当にここの奥の部屋は何か、本当に耳澄ましていても戸が開く音もよくわからない時があるんです。私、ちょっと耳もあんまり良くないせいもあるかもしれないけど。

I（インタビュアー）：それはリビングにいらして、一番…

a8：いても…

I：一番奥の…

a8：うん。机、見えるところにも、さあと開いて、そしてトイレの戸が開くまでわからなかったり、部屋の戸だけじゃわからない。部屋、まず部屋の戸をばあっと開けた時に誰かが出てくる。部屋を開けた時点で、私としては、部屋の、夜中ね。部屋の戸を開けた時点ですぐわかったら、「あ、誰だろう？」って見ることが出来るし、「あ、誰々さんがトイレ」でも、部屋の戸を開けたのがわからんかって、トイレの戸を開けるまでわからん時、もしも、トイレに入って閉める音までわからない時とかがあるんです。私、来た時いつも奥のトイレは戸を開いているんだけど、入って終わってからまた閉めて行かれる人がいるんですね。そうしたら、また、私、そこを開けに行くんです。

介護者 a8 はトイレ 1 が使われているか否かと確認し、迅速に対応するため、トイレ 1 が毎回使われた後、ドアを開けに行くという行動をとることが分かった。この行動は排泄介助の行動ではなく、排泄介助を円滑に行なうための予備的行為であり、介護者にとって身体的負担であると考えられる。

## 2つ以上のトイレでの排泄介助

2つ以上のトイレでの排泄介助には負担感が生まれる。図12は介護者a8の一晩の排泄介助のための往復行動をグラフ化したものである。図12を見ると、20：30～21：30、22：30～23：30、00：30～01：30という3つの時間帯には介護者の行動が多い。特に22：30～23：30の時間帯には介護者の行動が一番多いと分かった。また介護者の往復回数と入居者の往復回数の差により介護者の相対的行動を見れば、22：30～23：30の時間帯には、入居者に対する介護者の相対的行動が一晩の中に一番多いと読み取れる。ビデオ記録により、この時間帯には、トイレ1とトイレ2で同時に行なった排泄介助が2回あり、二つのトイレを利用する回数が全部で4回である。図12から、2つ以上のトイレでの同時介助には介護者の行動量が相対的に多いと分かった。それについては、インタビューにおいても以下のとおり言及されていた。

a8：もう1つは、そやね。重なる時…

I：重なる？

a8：うん、結局は、Aさんも来た、Bさんも来た、Cさんも来た、Dさんも来た、で、その時に皆パットとかリハパンとか、ああいうのは一応見てあげなければ、濡れているかもしれないね。…

また、介護者a1も同様に言及した。

a1：夜中長いと思うんです。凄い長いんですけど。同じ時間にトイレがぶつかるんです。前、一人の人が奥のトイレにも入っている。真ん中のトイレも入っている。こっちのハナのトイレも入っているわ。もう、全部のトイレに入っていて、トイレ、どこが開くかなあって、待っている状態。何でこんな夜中こんなに長いこと時間があるのにこんなトイレの時間、しかも3箇所トイレあるのに全部のトイレが埋まってて、うん。で、やっぱりそういうことが何回もあると、一人介助してたら、一人は出来ない。…どうかすると、あっちもこっちもいっぺんに「ああ、二人入った、あ、三人いっぺんに、一緒になった」ということも結構あるんです。だから、そういう時にもし何かになつたりしたら、やっぱり1番怖いし、ちょっとでも一人終わってからでも、また次の人だったら、自分が行けばいいからいいんですけど。入っている最中に誰かが行ったり、同時にあっちとこっちと同時に入られたりすると、本当にパット持って行って、自分で交換出来る人ばかりだったら、「あ、お願いね」でいいけど。

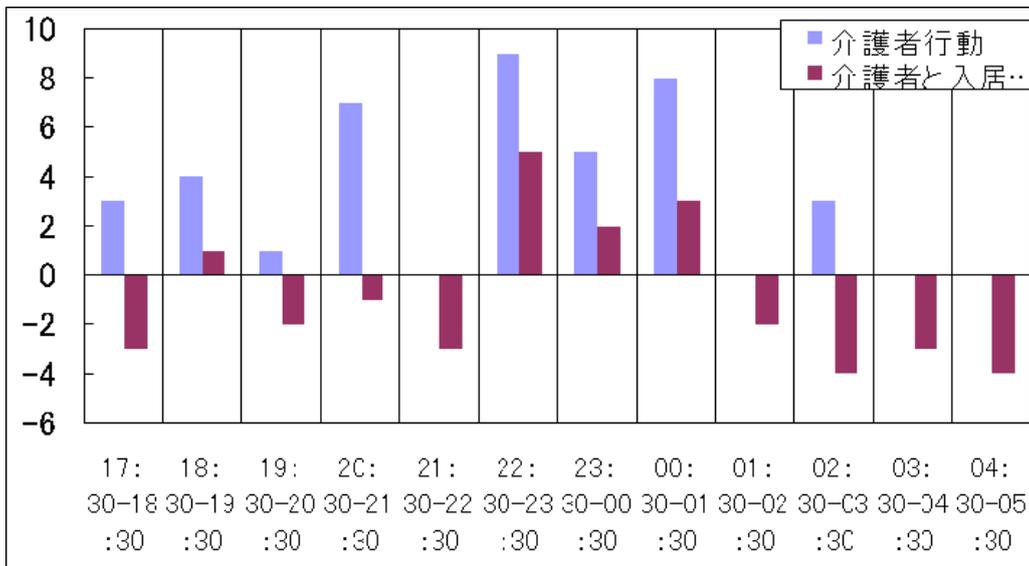


図 12 排泄介助における介護者および入居者の往復

入居者に認知症と身体的な不自由があり、介護者の都合に合わせて行動できないため、介護者が短い時間に2つ以上のトイレでの排泄介助を提供しなければならない。この点が身体的な負担感を強くさせる原因と考えられる

#### 【見守りできないことによる介護者の精神的負担】

本節では、介護者の精神的な負担について述べる。夜に入居者がトイレへ行く場合、介護者が入居者の行動を把握し、排泄介助をリアルタイムに提供することは必要である。そこで、排泄介助及び作業（掃除、朝食準備など）のほかに介護者の見守り行動が夜勤の重要な一部分として扱われている。夜勤の見守りについて、インタビューで介護者と以下のやり取りがある。

a8：夜勤の時、夜勤の時に1番困っている感じね。

I：何が困ります？

a8：私らが今みたいにここの席(和室)におれば、このここにおれば全くわからない、向こうは、向こうは…

I：部屋ってということですね？

a8：向こうは全然わからない。

I：でも、普段はどこにいらっしゃるんですか？夜勤は？

a8：夜勤はそこ（リビングのテーブル）にいます。書いたりして…

I：今、あそこにいらっしゃる場所ですね？

a8：そう、そう、そう。それでもやっぱり夜中になったら、やっぱり足伸ばしたい時があるから、こっちに来る人もいますよ。

I：こっちはここ（畳の部屋）ですね？

a8：全く見えませんから、こうなると…

参与観察で気づいたことであるが、本研究の対象としたグループホームにはリビングのテーブル1とテーブル2の間にいると、廊下における二つのトイレの出入状況を確認できる。そこで、介護者は数時間にテーブル1前に座り、介護記録を取りながら3つのトイレへ行く入居者の行動を見守る。椅子に長時間座りながらの見守りが介護者の身体には大変である。そこで、介護者がたまに和室に行って足を伸ばし休憩を取ることがある。しかし、トイレ状況を確認できない場所に居続けることは、介護者にとって不安をかきたてることにつながる。

#### 【集団生活型介護施設業務分析のまとめ】

以上の分析により、対象としたグループホームが有する、トイレが複数箇所あるという特殊な状況では強い負担感に繋がることが示された。本年度の分析では限定的な対象にとどまっているものの、本グループホームにおけるトイレ介助のようにマルチタスク環境下で、かつ割り込み作業が頻繁に発生する状況は認知症介護ではそれほど珍しくない。したがって、このような煩雑な状況を緩和することができれば、介護者のストレスが軽減できる可能性は大きいと考えられる。

#### (4) 看護・介護業務分析のまとめ

病院、介護付き有料老人ホーム、集団生活型介護施設の3箇所で業務分析を行った。それぞれ、ヒアリング／アンケート、介護記録システムに蓄積されたデータ分析、ビデオ観察といった異なる手法を用いて分析した。今後も音声つぶやきシステムの開発・試行評価と並行して、必要な業務分析を行っていくが、今回の実施した分析による各分析手法の確認ができたことは大きい。また、具体的に得られた知見も少なくない。音声つぶやきシステムに関しては記録の効率化への期待が高く、コミュニケーションに関してはニーズが顕在化していない。一方、計画できない不規則なタスクの発生には負担感を感じている。これは、音声つぶやきシステムによりタスク発生の事前予告（これもコミュニケーションの1つ）ができれば負担感の削減に貢献できる可能性を示している。

### 3.3.2. 音声つぶやきインタラクション設計のためのフィールド実験<sup>4</sup>

前節の看護師へのアンケート・ヒアリング結果にもとづき音声活用のニーズのある看護業務を選定し、選定された看護業務の中で、看護師の音声や行動データを収集するためのフィールド実験を、2011年1月～3月の6日間にわたり、協力機関のT病院で実施した。これは、音声つぶやきシステムを想定し、既存の機材を用いて音声つぶやきシステムで実現しようとしている機能を部分的に確認することを目的としている。

#### 【実験の概要】

上記の看護師へのアンケート・ヒアリング結果より、記録業務における音声活用ニーズが大きいことが分かったため、病院側と相談の上、外科病棟のバイタルサイン計測業務、褥瘡回診業務を実験対象業務として選定した。また、病棟業務における職員間のコミュニケーションに着目し、潜在的な音声活用のニーズを抽出するため、外科病棟での日勤帯の業務における記録、情報伝達などを実験対象として選定し、以下の3つのフィールド実験を策定した。

- 実験①：外科病棟での音声によるバイタルサインの計測
  - 実験の内容：ラウンド時に、バイタルサインおよび記録事項の音声による記録を行い、音声認識の精度とノイズの影響（空調音、周囲の方の話し声、等）、声や話し方による影響、機器装着による業務への影響、および音声記録へのニーズ等の基礎データを収集する。
  - 期間：日勤帯におけるバイタルサイン計測ラウンド時（3日分）
  - 対象者：各ラウンド看護師2名程度
- 実験②：褥瘡回診での位置・音声・行動データ収集
  - 内容：褥瘡回診時に、回診チームの位置情報を収集するとともに褥瘡観察結果を音声で記録する。収集データの分析により、位置情報収集方式の精度、褥瘡観察の音声認識精度、および音声記録へのニーズ等の基礎データを収集する。
  - 期間：褥瘡回診時（1～2時間程度）
  - 対象者：褥瘡回診チーム（看護師5名）
- 実験③：記録や連絡のための音声つぶやきデータ収集
  - 内容：看護師（リーダー、担当）が業務時間中に気付いた、記録したい情報、伝達したい情報を音声メモ（つぶやき）として発話し記録する。収集データの分析により、音声つぶやきによる情報アシストシステムへの具体的な利用シーンを抽出する。
  - 期間：日勤帯（1日分）
  - 対象者：リーダー看護師1名、担当看護師2名

#### 【実験実施のための手続き】

フィールド実験を行うにあたり、次の2つの手続きをとり、倫理面・リスク面での対策をとった。

---

<sup>4</sup> 3.2 実施内容（4）に対応

- T病院の倫理委員会による実験内容の精査と承認
- 看護師による、実験に付随するリスクの分析と対策の実施

【フィールド実験システム】

各被験者に、ICレコーダとヘッドセットマイクからなる音声収集機器と、スマートフォンとその上で動作するソフトウェアから構成される位置データおよび加速度データ収集機器を装着させ、業務追考中のデータを収集した（図13）。さらに、実験②では、被験者を追跡し、その行動を逐次記録する同行観察者(黒子)を配置し、業務手順を記録した。また、実験後に被験者に紙面によるアンケートと、その内容に基づくインタビューを実施した。

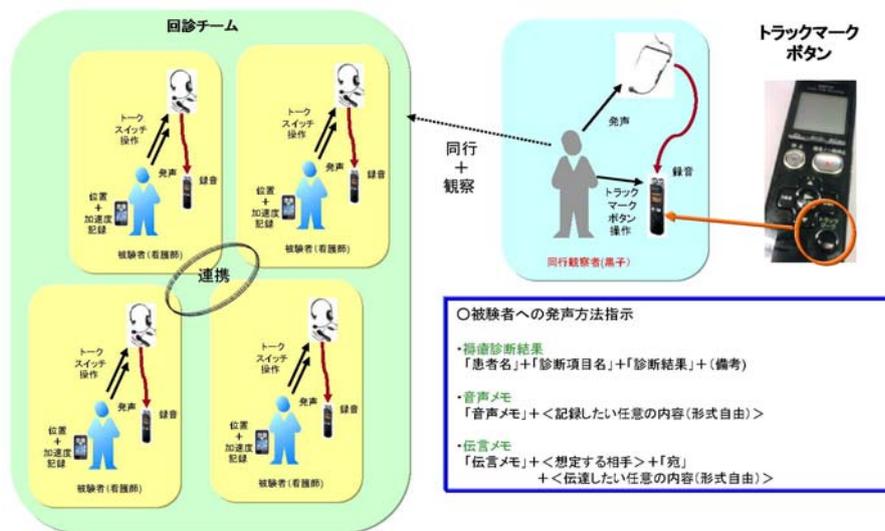


図 13 フィールド実験システム

【実験結果】

のべ42人の参加者から、115時間の音声データと、34時間の位置データと、32時間の加速度データを収集した。さらに、医療スタッフ21名へのインタビューと、18件のアンケートを獲得した。また37時間分の音声データから、6,418発話分の書き下しテキストを抽出した。今回の実験によって、実際の病院空間の中を移動しながら、連携しての医療行為を行う複数人の医療スタッフの、音声と行動を同時に収録した本データは、他に類を見ない基礎データである。

収集データに対する一次分析を行った。結果を以下にまとめる。詳細な分析は23年度に継続して、システム構築に活用する。

- 実験①：
  - ヘッドセットマイクを使った今回の実験機器構成で、患者等の他の音声が入ることなくマイクを付けた看護師音声のみを明瞭に収録できることを、確認した。
  - ラウンド業務での看護師と患者の対話は、開始部で患者の名前の呼びかけや挨拶があり、続いて来訪の目的と作業内容の説明が行われ、終了部では、今後の予定の説明の後、挨拶をして立ち去るといった一定のパターンが存在し、看護師が主導する形で効率的に行われる[南部 06] ことを、確認した。

- ▶ バイタル計測結果の発声について、(a)実験機器への情報入力のみを意図した発声と、(b)患者との会話の流れの中での発声とが観察され、両者の発話様式が大きく異なることを確認した。
- ▶ 前者(a)については、専用言語モデルを用いた音声認識処理を試み、一定の認識精度が得られる見込みを得た。処理例図 14 を示す（赤文字が誤認識箇所）。

発声内容:「<病室番号>の 4ベッド <患者姓名>さん お熱6度3分 血圧93の56 プルス58、SAT96」  
認識結果:「<病室番号>の 4ベッド <患者姓名>さん お熱6度3分 血圧93の56 プルス58 SAT90」

発声内容:「<病室番号>の 2ベッドの <患者姓名>さん お熱6度2分 血圧129の64 プルス52」  
認識結果:「<病室番号>の 6ベッド <患者姓名> お熱 度 血圧2の プルス4」

発声内容:「<病室番号>の 3ベッド <患者姓名>さん お熱34度8分 血圧117の81 プルス69」  
認識結果:「<病室番号>の 3ベッド <患者姓名>さん お熱34度8分 血圧117の81 プルス69」

発声内容:「<病室番号>の 1ベッド <患者姓名>さん お熱6度3分 血圧125の80 プルス62」  
認識結果:「<病室番号>の 1ベッド <患者姓名>さん お熱6度3分 血圧125の80 プルス62」

図 14 バイタル計測結果の発声と、認識処理結果の例

- ▶ 後者(b)については、言い直しや言いよどみなどが多数観察され、音声認識処理での非流暢性対応の必要性を確認した。
- 実験②
  - ▶ チームによる連携業務では、たとえば、一部のメンバーが患者に処置内容を説明している間に、他のメンバーが処置の方法について相互に相談するなど、同じ場所で、異なる話題での複数の対話が同時進行する現象を、確認した。
  - ▶ チームの一部メンバーが、一時的に他所に移動するなど、別行動する現象が多数観察され、その間の遠隔コミュニケーションの必要性が、確認された。
  - ▶ チームによる連携業務では、一連の作業の各部分を、複数のメンバーが分担して実施する場合が多く、業務の推定には、チーム全体での行動把握が必要であることを、確認した。
  - ▶ 今回の実験では既設の無線 LAN 局を位置検出に利用したが、被験者が居るフロア(階)の推定程度が限界で、より詳細な位置検出には、可搬型の簡易的な位置タグの適切な配置が必要であることがわかった。
  - ▶ 加速度データを各人の行動推定に利用するには、推定したい行動に最適な位置にセンサを配置する必要があることを、確認した。
- 実験③
  - ▶ 今回の実験で、計 27 時間の発声データから、25 件(70 余音声区間)のメモが抽出され、日常業務の中での音声記録への一定のニーズが確認された。
  - ▶ リーダー看護師はドクターや他のスタッフへの伝言メモを多数利用するのに対して、一般の看護師は、自身の仕事に完結した通常の音声メモを多用するなど、被験者の役割によって使われるメモの種別に異なった傾向があることが確認された。

- ここでも、フィルター、言い直し、言い間違いなどの非流暢性や、キーワードの言い忘れなどが観察され、技術課題として音声認識処理の高度化の必要性が再確認された。

#### 【アンケート結果】

①～③の各実験終了後に、被験者の看護師に、実験において音声を発話することについて感じたこと、機器の装着・操作について感じたことに関する項目からなるアンケートを実施した。アンケートの集計結果を図 15～図 18に示す。実験①～③全体で、被験者の看護師は13名と少人数であるため、必ずしも統計的な信頼性が高いわけではないが、集計結果から以下の知見が得られた。この知見を今後の研究開発に活かして行く。

- 看護業務における音声活用に可能性は大きい
  - 音声メモが、申し送り時の思い起こしや、気付きの明確化に役立ちそう
  - 音声を発すること自体には大きな問題はない
- 装着機器については、真のハンズフリー・ストレスフリーが求められる
  - マスクや聴診器装着時に邪魔になるといった医療現場特有の課題を確認
  - 小型化・無線化、装着感の良さ、操作の簡単化が重要

#### 【模擬実験試行】

フィールド実験には、現場側および実験側に多くの負担が発生し、制約も大きく、様々な条件を変えて数多くの実験を行うことは難しい。そこで、フィールド実験を補完する手段として、研究所内に仮想的に作った病院環境で模擬実験を行う試みを行った。具体的には、カードを用いて簡単な病院業務を模擬し、音声つぶやきシステムの一部機能を「インカム」を用いて代替し、その機能の有効性を定性的に確認できる目処をつけた。今後、模擬実験の洗練化し、フィールド実験と併せて活用していく。

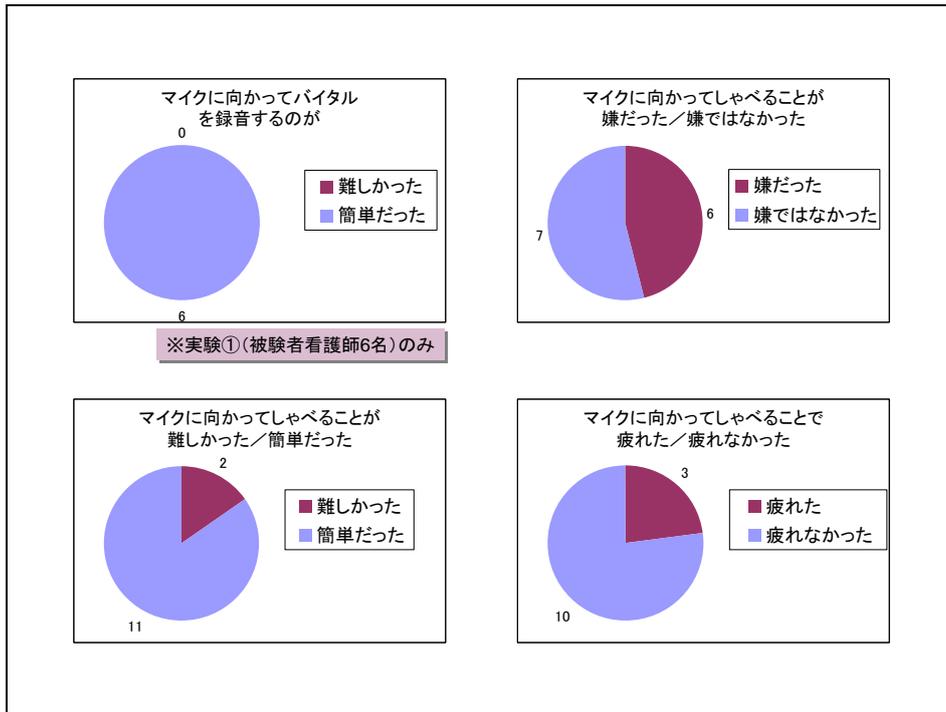


図 15 : アンケート集計結果 -マイクに向かって発話をするについて-

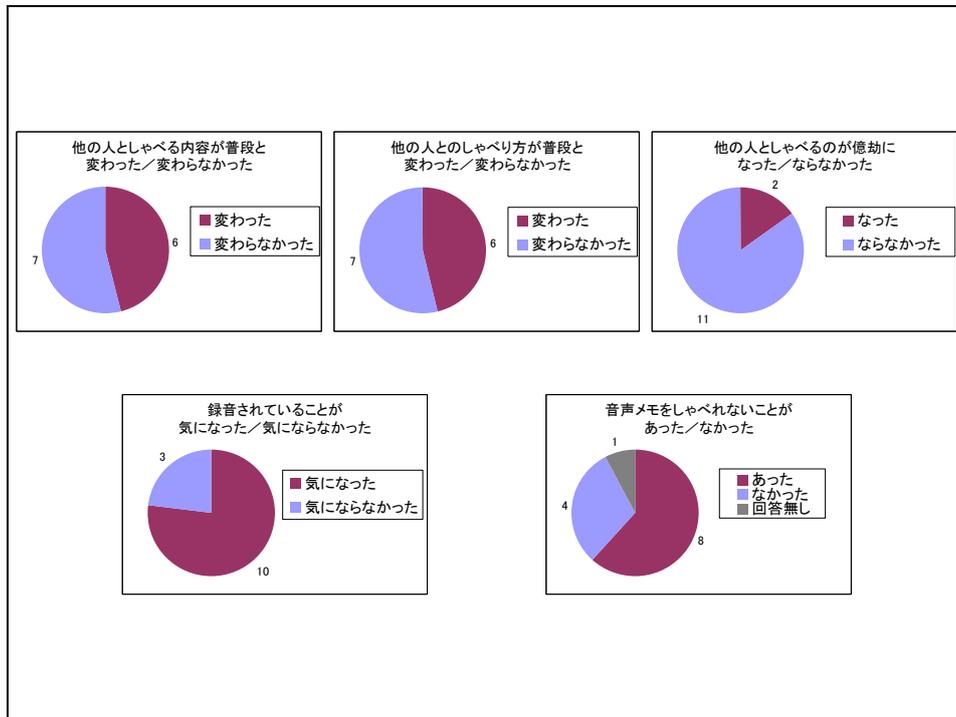


図 16 : アンケート集計結果 -会話・発話への影響について-

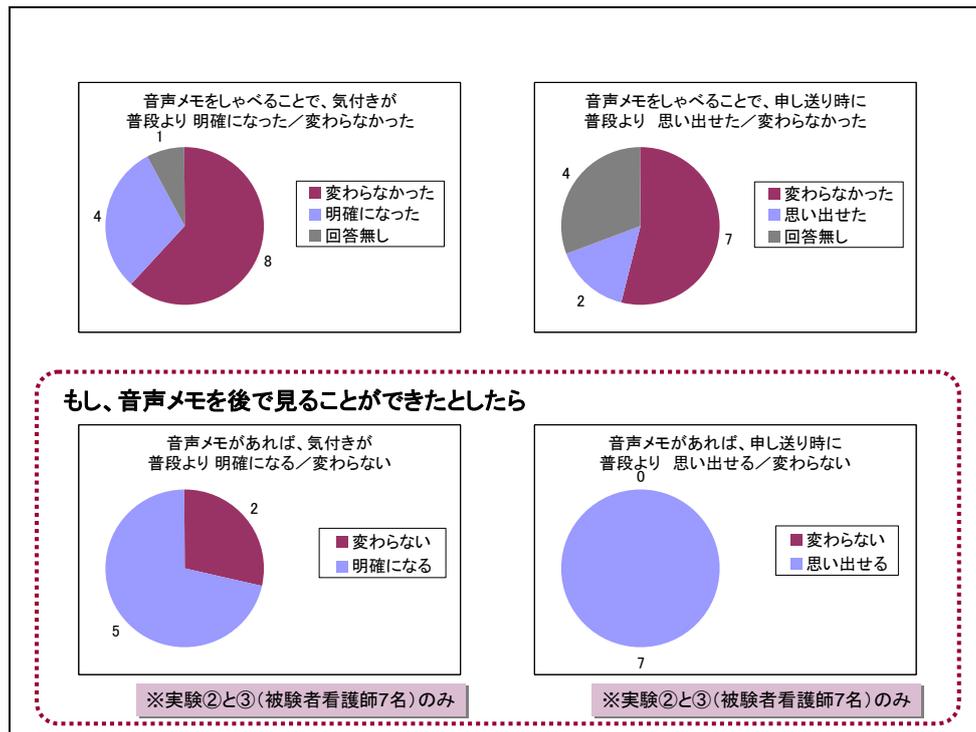


図 17：アンケート集計結果 -音声メモの効果について-

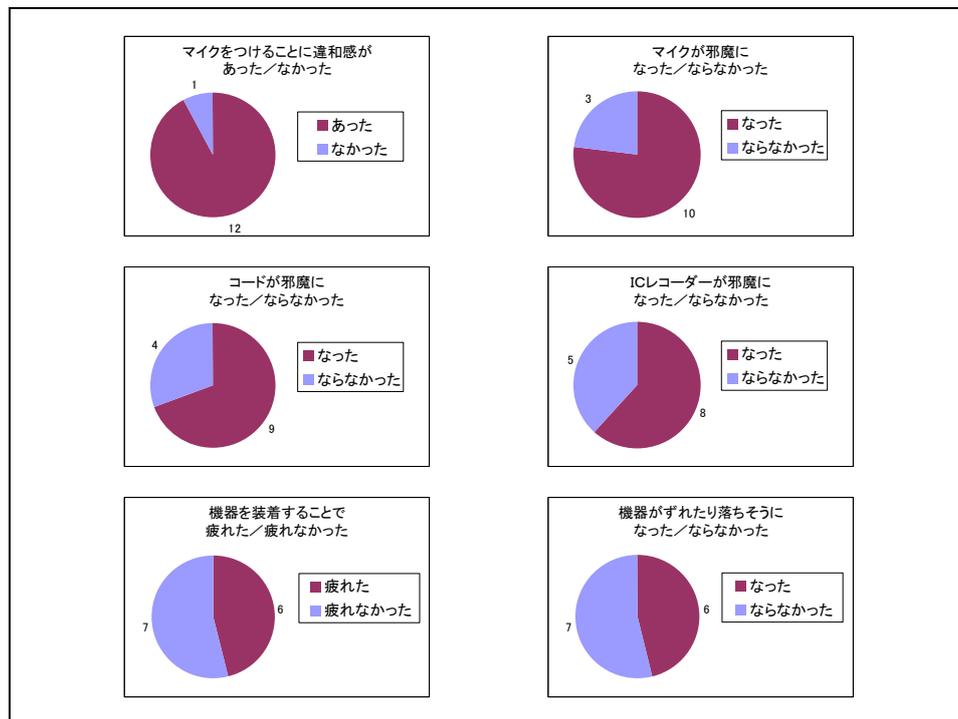


図 18：アンケート集計結果 -実験機材の装着・操作について-

【音声つぶやきインタラクションのためのフィールド実験まとめ】

フィールド実験によって、医療現場での音声つぶやきインタラクションの姿を洗い出す  
 為の、基礎データを獲得できた。また、収集したデータの一次分析と、被験者看護師への

アンケートから、音声をストレス無く利用するための新しいヒューマンインターフェースデバイスと、詳細な位置データ取得手段の必要性を明らかにした。また、詳細説明は省略するが、音声つぶやきシステムのためのソフトウェア/ハードウェアの調査を行い、23年度システム開発に反映する。

### 3.3.3. 音声つぶやきシステムにおける業務モデルの検討<sup>5</sup>

音声つぶやきシステムにおいては、病院および介護施設の職員の携帯するスマートフォン、あるいは病室やベッド、手術室、浴室など施設内の各所に配置されたセンサから得られるデータに基づいて、病院・介護職員が今どのような業務を行っているかを推定することにより、

- 音声つぶやきに推定業務の情報を付加し、音声つぶやきデータを推定業務の情報に基づいて整理して可視化することで音声情報の確認、記録、引継ぎを容易にする
- 推定業務にもとづいて、システムから効果的なアクション（ささやき）を行う

といったアプリケーションを開発する。

ここでは、主にT病院での調査やフィールド実験を通じて得られた知見をもとに、音声つぶやきシステムの基盤（論理アーキテクチャー）となる業務を推定するための業務フローモデルと場面モデルについて考察する。以下では、病院業務を想定して説明するが、介護業務でも基本部分に関しては同様にモデル化できると考えている。

#### 【医療業務フローのモデルの先行研究】

近年医療現場では標準的な医療プロセスをクリニカルパスとして標準化する取り組みがなされている [日本医療マネジメント学会08]。クリニカルパスとして標準化により、医療のバラツキを抑制し医療の質の底上げを図れるとともに、病院間での客観的な比較を可能にすることでEBM(Evidence-Based Medicine)の基礎情報となる。さらに、地域医療における病診連携では、クリニカルパスとして標準化は必須である。しかしながら、パスの作成と利用は病院ごとに試行錯誤的に行われているのが現状である。東京大学の飯塚らは、製造業の品質管理の考え方に基づく柔軟性のあるクリニカルパス記述方法PCAPSを提案し、多くの病院で実践を勧めている [PCAPS研究会10]。また、阿部らは看護リスクマネジメントのための看護オントロジを構築し [阿部05]、小川らは医療オントロジを用いたクリニカルパスのシステム化を行っている [小川11]。

#### 【看護業務フローのモデル】

本プロジェクトで検討する看護業務フローのモデルを図19に示す。各患者に対して実施する業務とそれを担当する看護師を状態遷移図の形で記述する。各業務Pには看護業務(○)とそれ以外の業務(□)がある。業務の単位は図19の階層の中で目的に応じた設定が必要である。ある業務が終わると次の業務に移ることが可能になることを矢印で示している。複数の患者に対して複数の看護師が対応するが、突発変動(赤部分)が起ると予定通りに進まないことも多く発生する。従って、業務予定から業務フローを記述した上で各種センサ情報、音声つぶやき情報から誰が、誰に、いつ、どこで、どんな業務を実施しているかを推定することが必要になる。業務フローのモデルは離散事象システムの考えに基づい

<sup>5</sup> 3.2 実施内容 (2) に対応

ている。一方、このフローの一つの業務（図19の太枠）に注目して、業務を推定するモデルが後に述べる場面モデルである。

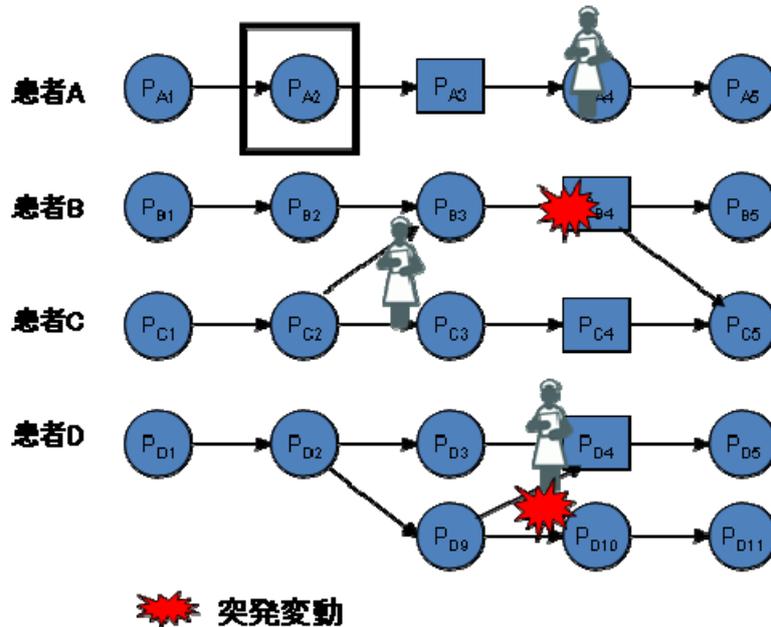


図 19：業務フローモデル

**【看護業務場面の4層モデル】**

本プロジェクトでは、図20に示す4層モデル（論理アーキテクチャ）にもとづいて、センサデータからシステムアプリケーションまでのシステムを構築することを検討している。

最下層の生データ層は、職員の動作にともなう加速度データや、屋内GPSあるいは最寄りの無線LANアクセスポイントのSSID、MACアドレス、信号強度といった位置に関するデータ、職員の音声あるいはその音声認識結果のテキストといったセンサからの生データを保持する。次の行動層では、生データ層のデータを入力として行動推定を行うことで、職員がどんな行動をしているかの推定結果が得られる。行動層に保持される行動推定結果は、病院・介護施設やショッピングセンター、飲食店、設備保守といったサービスの形態によらないものである。

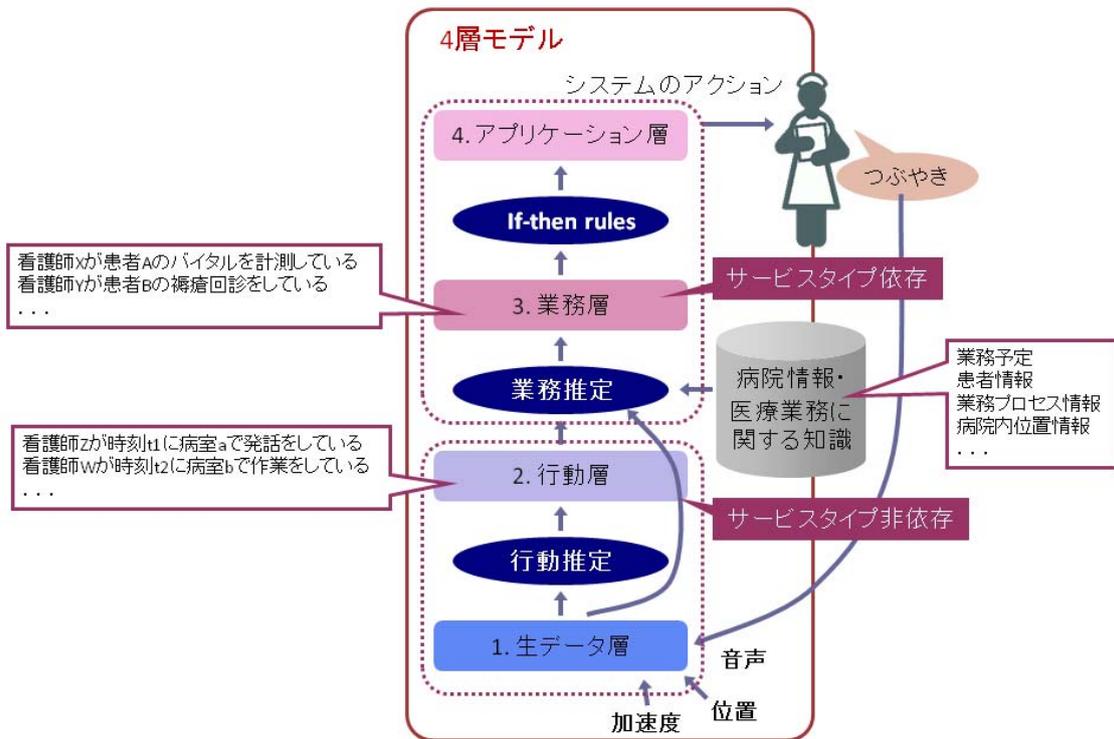


図 20 : 音声つぶやきシステムの4層モデル

業務層では、行動推定結果（場合によってはセンサーデータ）を、サービスに関する知識を用いて解釈することで、業務場面を推定する。病院の場合、サービスに関する知識としては、病院情報システムに保持される職員の業務予定や患者情報、あるいは業務プロセスに関する知識、病院内の位置に関する情報（病室、手術室など）が考えられる。業務場面としては、

- 看護師 A が 9 : 00 に病室 B で担当患者 C のバイタルサインを計測している
- 看護師 A が 10 : 35 に病室 B で担当患者 C に点滴を実施している

といったものが考えられる。これらは、

- 誰が（サービス提供者）
- 誰に（サービス受容者）
- いつ
- どこで
- どんな業務（サービス）を実施している

を特定した場面といえる。行動推定、業務推定にはベイジアンネットのようなデータマイニング技術を応用する。

アプリケーション層では、業務場面ごとにIf-Thenルールにより職員の業務遂行を効果的に支援するアクションを定義する。あるいは、音声つぶやきデータを業務場面の情報に基づいて整理して可視化する。

行動層までをサービス形態非依存とすることで、様々なサービス形態に柔軟に適応可能

なシステム構成をとることができる。

【業務場面（第3層）の階層】

第4層のアプリケーションの動作がユーザからみて適切なものであるかどうかは、システムによる第3層における業務場面の推定が適切かどうか依存する。病院の業務場面は、職種や業務内容により、図21に示すように、医療業務という最上層から、個別の処置や検査といった業務、さらに各業務の中の手順といった最も詳細なレベルまでの階層構造があると考えられる。なお看護業務の部分の階層については、日本看護協会による日本看護科学学会による看護行為用語の分類[日本看護科学学会]を参考にした（図22）。

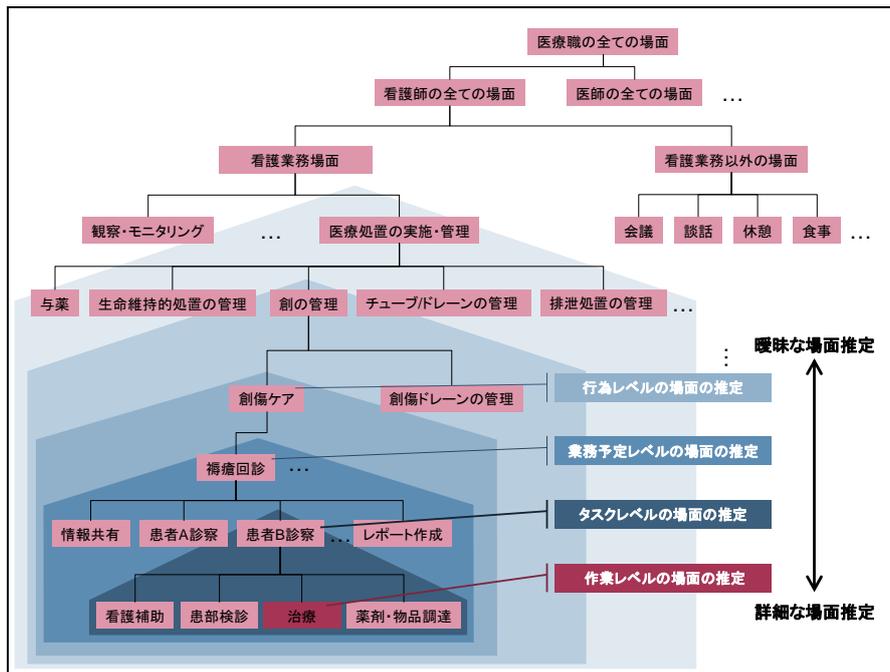


図 21：医療サービスにおける場面の推定の階層性

病院業務は、同じ時間帯の中で同じ場所で行われる可能性のある業務が多数あり、業務の実施順序や実施時間にも不確実性がある。このため、位置や加速度といった、従来の行動推定で用いられるセンサ情報のみによる行動推定では、上記階層の中の上層までの曖昧な推定しかできない。本プロジェクトでは、センサデータから得られる行動推定に加え、病院情報（業務予定や患者情報、業務に関する知識など）や、ユーザによる音声を用いることで、より詳細な業務場面推定を行い、適切なアプリケーションの動作を可能にする場面推定技術の開発を行う（図23）。

領域	分野	行為	定義
1. 観察・モニタリング	一般的観察・モニタリング	バイタルサインの測定	脈拍、呼吸、体温、血圧、意識などの状態を観察すること
		全体的印象の把握	対象の心身および生活行動面の変化を、看護者の五感を通してとらえること
		日常生活動作アセスメント	日常生活に必要な動作の自立度を評価すること
		認知機能のアセスメント	自己や対象(場所、人、時間および周囲の状況など)の認知に関する能力を評価すること
		見守り	必要な前、支援ができるような体制を整えて、意図的に対象の行為や様子を観察すること
		水分出納のモニタリング	水分の摂取量と排泄量を継続的に観察・評価すること
		栄養モニタリング	栄養摂取量および栄養状態を継続的に観察・評価すること
		循環機能のアセスメント	循環の状態を観察・評価すること
		呼吸機能のアセスメント	呼吸・換気の状態を観察・評価すること
		血管内圧モニタリング	血管内に挿入されているカテーテルを管理し、血管内圧を継続的に観察・測定すること
2. 基本的な生活行動の援助	発達段階別観察・モニタリング 場・状況別観察・モニタリング	呼吸の援助	
		食事・水分摂取の援助	
		排泄の援助	
		清潔の援助	
		整容の援助	
		睡眠の援助	
		姿勢の保持と移動動作の介助	
		病室病室環境の整備	
		活動と休息のバランス	
		その他	
3. 身体機能への直接的働きかけ	安楽促進・疼痛の緩和 身体機能の回復・感活	...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
4. 情動・認知・行動への働きかけ	情動安定 教育的働きかけ 説明・参加促進 発達支援 権利擁護(アドボカシー) その他	...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
5. 環境への働きかけ	物的環境 人的環境 社会的環境	...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
		...	...
6. 医療処置の実施・管理	汚染	経口与薬	薬剤を口から体内に取り込ませること
		皮下与薬	薬剤を皮下に注射し、皮下組織から体内に取り込ませること
		経管与薬	薬剤を管を通して消化管内に注入すること
		経腔与薬	薬剤を腔に挿入し、腔粘膜に、あるいは腔内で作用させること
		経直腸与薬	薬剤を直腸から挿入し、直腸粘膜から体内に取り込ませる、あるいは直腸内で作用させること
		薬剤貼付	薬剤を皮膚に貼り付け、皮膚から体内に取り込ませる、あるいは皮膚に作用させること
		薬剤塗布	薬剤を皮膚・粘膜に塗る、あるいは擦り込むこと
		点眼	薬剤を結膜のうに滴下すること
		点鼻	軟膏を結膜のうに塗布すること
		点耳	薬剤を外耳道に滴下すること
		点鼻	薬剤を鼻腔内に噴霧または滴下すること
		薬剤吸入	霧状の薬剤を吸気と共に上気道あるいは下気道に到達させること
		筋肉内注射	注射器具を用いて筋肉内に薬剤を注入すること
		皮下注射	注射器具を用いて皮下組織に薬剤を注入すること
		静脈内注射	注射器具を用いて静脈内に薬剤を注入すること
		点滴静脈内注射	末梢静脈内に挿入された針またはカテーテルを通して、薬剤を持続的に注入すること
		硬膜外カテーテルの管理	硬膜外腔に挿入されたカテーテルからの薬剤注入が適切に行われるようにすること
		生命維持的処置の管理	...
		創の管理	創傷ケア
		チューブドレーンの管理	創部ドレーンの管理
		排泄処置の管理	皮膚・粘膜の損傷部の観察や手当てを行うこと
		吸引	創部に留置されたドレーンから漏出液が排出されるようにし、必要な観察を行うこと
		検体採取	...
		その他	...

図 22：日本看護科学学会による看護行為用語の分類

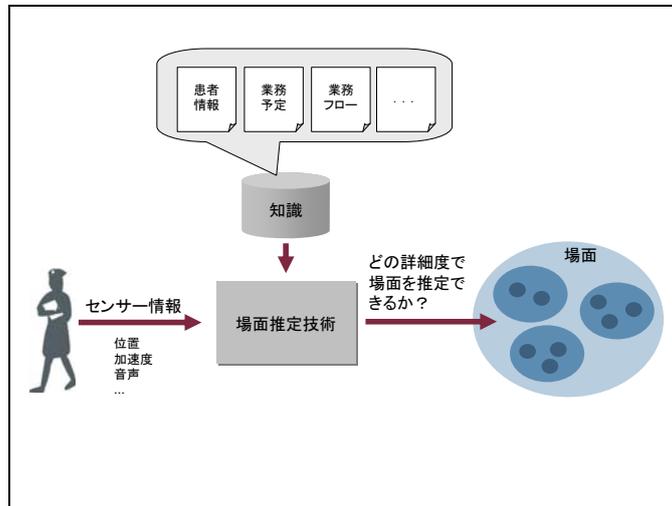


図 23：場面推定技術

場面推定機能は、アプリケーションに依存する部分も多いが、4層モデルの下層レイヤーでは汎用化が可能である。次節では、場面推定機能の汎用エンジンを構成する「行動推定モデル」の検討内容を報告する。

### 3.3.4. 行動推定技術の検討<sup>6</sup>

本プロジェクトの行動推定に関する基盤技術として離散事象システム理論のアプローチとデータマイニングのアプローチについて先行研究を調査した結果について述べる。さらに、先行研究調査に基づき本プロジェクトにおける行動推定技術の課題を抽出するとともに、公開されているデータを用いた行動推定エンジンの既存手法による検証結果を報告する。

#### (1) 先行研究調査

まず、行動推定を離散事象システム理論に基づいて実現するための要素技術に関する調査を実施した。離散事象システム理論の調査は以下の2つの観点から行った。

- ・モデル化技術：看護師(介護士)の行動を確率的状態遷移モデルとしてモデル化するための方法について網羅的に調査した。
- ・行動推定技術：過去から現在に至るまでの観測データ系列から、モデル上の各看護師の状態を確率的に推定するための方法について調査した。

次に、行動推定に利用できるセンシングデータの種類とそのセンサデータから行動推定をデータマイニング手法により実現するための要素技術に関する調査を実施した。

#### 【モデル化技術の調査】

看護師や介護士の行動はその時々状況に応じて臨機応変に変更される場合があり、本プロジェクトが対象とする業務の本質的な特徴である。その行動選択には通常の場合、例外的なケースなど、ある程度の選択確率を割り当てられる場合が多いと推定される。このことから、確率的状態遷移モデルを中心に調査を行った。

マルコフ過程に基づいた離散状態の確率的状態遷移モデルとして、様々なものが提案されている。図24にマルコフモデルの分類を示す。確率的状態遷移のマルコフ性とは、将来の状態遷移が現在の状態および今後の入力にのみ依存する性質である。状態の完全な記述が前提となっているが、看護業務や介護業務など、ある程度ワークフローが定められた業務のモデル化には適切な仮定であると考えられる。マルコフ過程において、システムに対して何らかの操作が可能であるものを特にマルコフ決定過程(MDP: Markov Decision Processes)という。また、システムの状態に関する部分的情報しか得られない場合を想定したモデル化手法として、部分観測マルコフ決定過程(POMDP: Partially Observable MDP)がある(図25)。POMDPに関しては、システムから得られる観測値に基づき、得られる報酬を最大化するような操作入力を決定することを目的として様々な研究が行われてきた[Cassandra 94]。

「制御」という観点から状態遷移システムを取り扱う研究分野として、離散事象システム(DES: Discrete Event Systems)がある[Ramage 89]。DES理論は、制御対象を状態遷移モデルで記述し、制御仕様を達成するような入力を観測結果に基づいて計算するための方法を与える。確率DES[Lawford 09]の考え方は部分観測および入力の存在などPOMDP等と共通点が多いが、大規模状態空間へ対処するための方法[Winacott 09]、エージェント間の通信の表現[Barett 00]など、より複雑な対象を扱うための拡張が考案されている。

<sup>6</sup> 3.2 実施内容(3)に対応

データ変数間の因果関係をグラフとして表現するグラフィカルモデリングの手法がある[宮川 97]。ベイジアンネットワーク(BN: Bayesian Networks)は、各変数をノードとした有向グラフ上で因果関係を条件付き確率の形で表現したグラフィカルモデリングの手法の1つであり、様々な分野に応用されている[本村 02]。BNは変数間の静的な関係を表現したものであるが、ネットワークを時間軸上で展開し確率状態遷移モデルの形で表現したものがダイナミックベイジアンネットワーク(DBN: Dynamic BN)である。音声認識などでよく用いられる隠れマルコフモデル(HMM: Hidden Markov Model)もDBNの一種として分類される。

MDP、確率DES、DBNは、いずれも確率的状態遷移モデルであるが、モデル化の目的、構成法などが異なっている。たとえば、確率DESでは制御対象のモデルはシステムの構成から事前に与えられることが前提であるが、HMMは観測データが与えられたとき、それを的確に表現するモデルを推定することが中心的課題となる。

**【行動推定技術の調査】**

行動推定は、確率状態遷移モデル上では観測列から現在の状態を推定する問題として定式化できる。図26に状態推定問題の定義を示す。この問題の解法としては、HMMに対するViterbiアルゴリズムが知られている[Forney 73]。解法は最尤推定に基づいたものであり、観測データ列を出力する確率が最も高くなるような状態遷移列を計算する。なお、HMM、BN、DBNに対しては商用およびフリーの様々な計算ツールが多数存在しており、適切なモデル化ができればこれらのツールを利用しての状態推定を行うことが可能である。

調査した手法を実際の看護師業務フローのモデル化と状態推定に適用する際の問題点については後述する「モデル化の技術課題抽出」において述べる。

マルコフモデル		状態遷移が制御可能か？	
		NO	YES
状態の完全観測が可能か？	YES	マルコフ連鎖	マルコフ決定過程
	NO	隠れマルコフ連鎖	部分観測マルコフ決定過程

出典：<http://www.cassandra.org/pomdp/pomdp-faq.shtml>

図 24 マルコフモデルの分類



調査した。調査結果を表4にまとめる。

表4 センサデータとそのマイニングによる行動推定に関する調査結果のまとめ

著者 or グループ (所属)	センサのタイプ						推定手法	推定対象(件数)
	ユビキタス センサ(人 の特定可)	ユビキタス センサ(人 の特定不可)	環境 センサ	位置、 場所 センサ	メーター センサ	ウェアラ ブルセン サ		
[Huynh 09] (TU Darmstadt)	-	-	-	-	-	加速度 (腕とポケ ット)	Topic model, HMM	家庭内基本下位行動(34)とそれ らから成る上位行動(4)
[Hao 08] (Hong Kong Univ. of ST)	-	①加速度 &RF 検出器	①②湿度, 照度,圧力	②WiFi	-	-	Conditional Random Field	①3階層の粒度の家庭内行動 (9), ②大学構内における教授の 行動(8)
[Logan 07] (Intel Research) [Philipose 04] (MIT PlaceLab)	IC タグ & RF 検出器 (腕)	磁気	-	-	-	加速度 (腕と腿)	naïve Bayes(oc), decision tree	家庭内行動(9)
[Patterson 05], (Intel Research)	IC タグ & RF 検出器	-	-	-	-	-	Dynamic Bayesian Networks	家庭内行動(14)
[Wilson 05] (CMUniv.)	-	磁気&モーシ ョン&圧力	-	-	-	-	particle filter, naïve Bayes	室内潜在者数, 部屋, 人物の特 定, 静止動作中の推定
[Bao 04] (MIT PlaceLab)	-	-	-	-	-	加速度 (腕, もも, 腰など)	decision tree	歩行/走行/座位/洗濯/掃除など の家事行動(20)
[Reddy 10] (Univ. California LA)	-	-	-	GPS	-	加速度	HMM, naïve Bayes, SVM, decision tree	静止歩行/走行/バイク/車の推 定(5)
[Patterson 03] (Univ. of Washington)	-	-	-	GPS	-	-	Dynamic Bayesian Networks	交通手段(歩行/車/バス)の推定 (3)
[Tapia 04] (MIT PlaceLab)	-	磁気	-	-	-	-	naïve Bayes(mc)	家庭内行動(26)
[Lester 05] (Univ. of Washington)	-	赤外線による 通過	音量, 気 圧, 気温, 湿度, 照 度	-	-	加速度	HMM, naïve Bayes, decision stamps	歩行/走行/階段昇降/車/自転車 などの基本行動(10) いくつかのセンサーの組み合 わせを検証
[Fogarty 06] (Univ. Washington, Google research)	-	-	-	-	水流	-	SVM	家庭内の水周り関係の行動推 定(8)
[Barger 05] [MARC project] (Virginia Univ.)	-	モーション	-	-	-	-	mixture model	勤務/休日の推定
[Ravi 05] (Rutgers Univ.)	-	-	-	-	-	加速度	decision tree, k-NN, SVM, naïve Bayes	立位/座位/歩行/走行/階段昇降/ 掃除機/洗濯/歯磨きの推定(8)
[Mun 08] (Univ. of California LA)	-	-	-	GPS, GSM, WiFi	-	-	decision tree	滞在歩行/運転の推定(3)

表4に示すように、行動推定において一般的に用いられるセンサは、個人の特が可能なユビキタスセンサもしくは特定不可能なユビキタスセンサ、環境の情報計測する環境センサ、位置や場所などを特定するために用いる環境センサ、流量を計測するためのメーターセンサ、人が装着して動作を計測するウェアラブルセンサの6種類のタイプに分類される。データ収集時には、センサの特徴を見極めた上で、推定する行動に最適で、かつ消費電力や形状、設置条件などを考慮したデバイスを選択する必要がある。

さらに、行動推定の対象は、姿勢や体勢、移手段、場所、行動の大きく4種類に分類することができる。立位や歩行などの基本的な動作に相当する姿勢や体勢を推定する研究は、近年、携帯電話などの端末に加速度センサが標準で搭載されるようになったため、ますます盛んになってきている[Preece 09, HASC]。さらに、センサを備えた実験用施設を準備してデータ収集し、日常生活における活動・家事の推定を試みる研究も進められている[Intille 06, Tapia 06]。行動の推定は4種類のうち最も複雑であるがゆえに現在も精力的に研究が進められている。

また、行動推定の手法に関しては、決定木[Quinlan 93]、ナイーブベイズ[Domingos 97]、クラスタリング[宮本 99]、ダイナミックベイジアンネット[Dean 89]、条件付き確率場[Lafferty 01]、隠れマルコフモデル[Baum 70]、サポートベクタマシン[Cortes 05]などの機械学習手法が用いられており、特にナイーブベイズと決定木は広く適用されていることが分かった。さらに、一般的な傾向として、センサデータと実際の行動を示す教師データを用いる教師あり学習による行動推定は、センサデータのみから学習する教師なし学習による行動推定と比較して推定の精度が高いという利点があるが、教師データを収集するコストが高いという欠点があること分かった。

上記以外にも、加速度センサとRFIDを使って看護業務の行動推定を行う報告[武部 10]もある。ここでは、識別器にSVM(Support Vector Machine)を用いている。

## (2) モデル化の技術課題抽出

調査したモデル化手法を実際の看護業務に適用する際の課題について検討するために、まず看護業務の分析を行った従来研究を調査して離散事象システム理論の立場からモデル化の課題を洗い出した。

### 【看護業務推定への離散事象モデル適用における技術課題】

イベント駆動型音声記録装置を用いた看護業務の実施状況の識別に関する研究 [納谷 2005]がある。この研究によると、看護業務には以下のような様々なパターンがあり、単純な状態遷移モデルでは表現が困難であることが予想される (図27)。

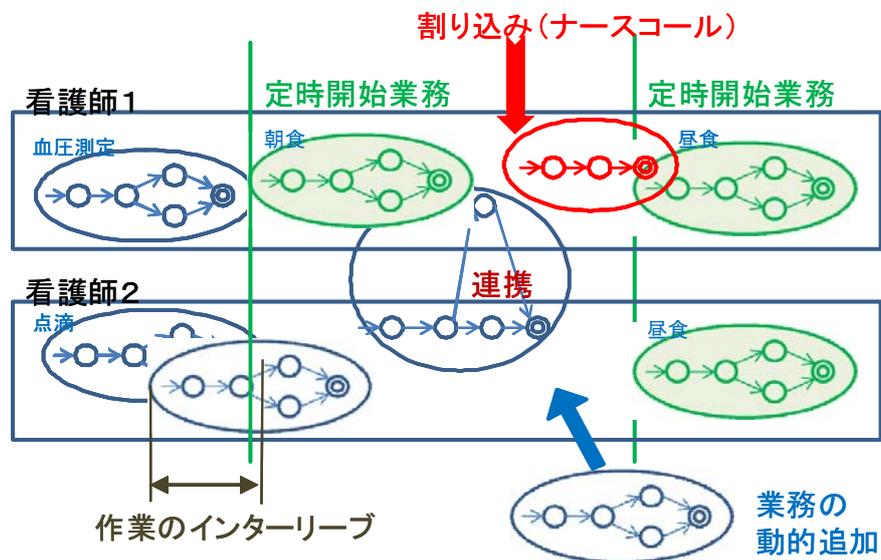


図 27 看護業務ワークフローの特徴

- ① 患者集中作業・業務集中作業： 1人の患者に対する集中的業務と、複数の患者に並行して実施する作業がある。
- ② 単独作業・協調作業： 点滴や採血など1人の看護師単独で処置する作業、褥瘡回診など複数の看護師が協力して行う作業がある。
- ③ 定時作業・非定時作業： 食事や入浴など時刻指定の作業と、トイレやナースコール

など突発的に生じる作業が混在している。

- ④ ワークフロー間のインターリーブ：複数の患者に対する作業が頻繁にインターリーブ（複数の継続的作業を同時並行的に処理）することがある。このような状況は医療ミスを誘発しやすい。
- ⑤ ナースコールによる割込みとその後の業務復帰。ナースコールは突発的に発生する。ミスが起りやすいパターンが存在する。

⑥ 動的な業務追加。患者状態の変化により看護業務が動的に追加される。

看護業務の複雑さについては、看護業務をフォーマルメソッドの手法を用いて分析することを目指したUMASSのOsterweil教授らのグループの研究においても指摘されている [Clarke 10]。

モデル化の観点から、上記①～⑤の問題に個別に対応する方法は存在する。たとえば、①、②に現れる複数の看護師の並行動作については、並行性・非同期性を表現可能な状態遷移モデルであるPetri netsの拡張モデル[Hiraishi 02]や、ベクトル状態を記述可能なDBNの一種のFactorial HMM[Ghahramani 97]などが適用可能である。③のインターリーブについては、プロセスの確率的切り替えを表現可能なIM-HMM(Interleaved Mixture of HMM) [Gillblad 09]が提案されており、このモデルに対する状態推定アルゴリズムも示されている。④の割込みについては、通常の状態遷移と割込み処理を統一的に扱うための記述方法は確立されていないが、事前に予測される種類の割込みなら、それらを通常はsleep状態にあるプロセスとみなして上記のIM-HMMで記述することも考えられる。

これらの要素をすべて取り入れたモデル化は可能ではあるが非常に複雑なものになることが予想される。一方で、Viterbiアルゴリズム[Forney 73]などの状態推定アルゴリズムを適用するためには、フラットな状態遷移モデル上で取り扱う必要があるため、複雑なモデル記述と状態推定の容易さを両立させる方法が必要である。

本年度の調査結果より、実現可能なアプローチの1つとしてLimited Lookahead Policy制御[Chung 92]の適用を提案する。この方法は離散事象システムの制御のために考案されたものであり、現在の状態から有限時間ステップ内の状態遷移図を展開し（図28）、その範囲内で最適な制御入力を求め、最初の入力のみを実際に印加する。そしてこの過程を逐次繰り返す。利点として、状態数の多いシステムに対し、予測ステップ数を制限することにより、計算量を削減できることが挙げられる。また、動的なモデルの変更にも対処できる。反面、大域的な最適性は保証されないという欠点を持つ。

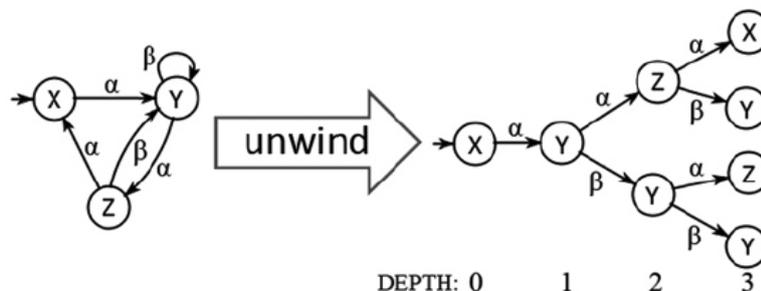


図 28 Limited Lookahead Policy 制御 ([Winacott 2009]より)

業務プロセスモデルから有限時間ステップ内の状態遷移モデルを逐次構成し、状態推定を行うことができれば、複雑なプロセス記述と状態推定アルゴリズムの適用を両立させることが可能になる。また、看護師の各業務フローは独立しているため、実用的にはそれらのライフタイム程度のステップ数の状態遷移を扱うだけで十分であると考えられる。なお、確率DESにおいてLimited Lookahead Policyに基づく状態推定を逐次的に行うための方法については既存研究が存在しないため、新規に開発する必要がある。

#### 【音声つぶやきシステム導入の効果の考察】

本プロジェクトの柱の1つである「音声つぶやき」システム導入の効果について、離散事象システムの観点から考察する。システム導入の効果は、「音声つぶやき」システムを導入しない状況と導入後の状況を比較し、業務プロセスを何らかの意味で改善することが可能かどうかについて評価を行うことになる。さらに次の段階として、業務プロセスの改善が可能な場合、どのようなタイミングおよび内容で「音声つぶやき」による配信を行えばよいか、について検討する必要がある。この研究課題に関連するものとして、離散事象システムに対する複数エージェントによる分散制御の枠組みがある[Barett 00]。

その中に、ある環境下において通信を行う複数のエージェントが、動作仕様を満足するように行動するための通信の最適化を行う研究がある[Rohloff 06]。各エージェントがローカルに観測した情報を通信により伝達することによりエージェント間で情報を共有し、結果として1人のエージェントが全情報を掌握する集中制御と同じ動作をさせることが可能になる。このとき、冗長あるいは不必要な通信はなるべく行わないほうがよい。このための通信イベントの選定基準を理論的観点から与えることが可能であり、最小な通信イベントの集合を計算するためのアルゴリズムが得られている。平成23年度には、実際の看護（介護）業務を模した仮想実験を行う計画であるが、その際に、上記理論を利用したデータ解析および「音声つぶやき」配信の設計を行う計画である。

#### 【行動推定システムの概念図】

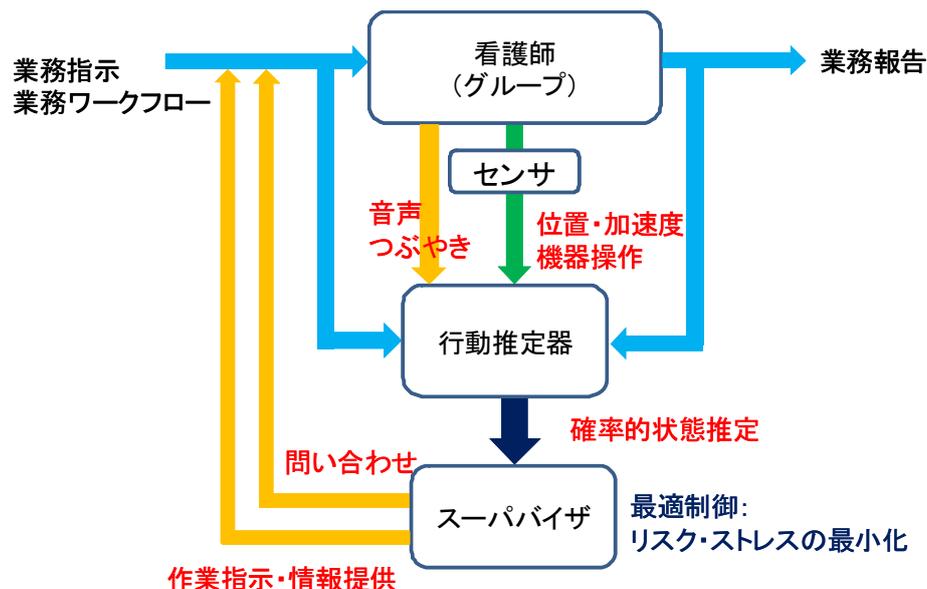


図 29 行動推定システム概念図

行動推定システムの概念図を図29に示す。スケジュールされた業務フローに関する情報に加え、音声つぶやきから得られる情報、位置・加速度など各種のセンサ情報より確率的な行動推定を行う。それに基づいて、適切な情報の看護師への提供や看護師への問い合わせを行う。行動推定の粒度は推定結果を何に利用するか依存して決定されるべきである。ある看護師にとって他者の行動推定の結果が有用となるのは、その情報が看護師の将来の行動に影響を与えられる情報かどうかで決定される。行動推定の結果がどのような形で利用できるかについて明確な方針が必要であり、今後、目標を絞って議論していく必要がある。

### (3) センサ情報から行動を推定するための予備実験と考察

センサ情報から行動を推定するための予備実験として、MIT PlaceLab[MIT PlaceLab]のセンサ付き実験住宅で収集されたデータを利用して姿勢や体勢ならびに家事行動の推定を試みた。MIT PlaceLabでは、多種類のセンサを設置した実験住宅施設にて実際に生活した被験者の行動をセンシングしたデータを収集し、それらをネット上で公開している。本実験ではそれらの公開データセットのうち、1名の被験者が2005年3月4日9時から12時までの4時間実験住宅内で生活した際のデータPLIA1(PlaceLab Intensive Activity 1)を利用して家事行動の推定を試みた。実験の概要を以下に示す。

- センサ：53種類の磁気センサ、117種類の物体加速度センサ  
膝と腿にそれぞれ装着された3次元加速度センサ
- 推定対象：姿勢や体勢「立位」「座位」「臥位」「しゃがんだ姿勢」  
「腰を曲げた姿勢」「膝まづく姿勢」「歩行」「方向転換」  
家事オントロジで定義された82種類の家事行動
- 推定手法：決定木[Quinlan 93]、naïve Bayes[Domingos 97]

6種類の姿勢と体勢の推定適合率を、磁気センサ、物体加速度センサなどのユビキタスセンサデータのみを対象とした場合(ubi)と装着型加速度センサデータのみを対象とした場合(acc)、すべてのセンサデータを対象とした場合(a11)のセンサタイプ別に比較した。結果を図30に示す。座位の推定に関して最も良い性能を示しており、次いで立位の推定が良いことが分かるが、他の姿勢および体勢の推定は20%から30%の適合率のためうまく推定できていないことが分かる。図30の結果から、磁気センサや物体加速度センサデータのみの利用の場合、精度が低いのにに対して、装着型加速度センサデータを利用した場合には全センサデータ利用の場合と比較しても精度が劣化しないことから、姿勢および体勢の推定には装着型加速度センサの利用が望ましいと考えられる。

家事オントロジで定義された82種類の行動のうち、実際に観測された家事行動は24種類であった。それらの家事行動推定の適合率を、磁気センサ、物体加速度センサなどのユビキタスセンサデータのみを対象とした場合(ubi)と装着型加速度センサデータのみを対象とした場合(acc)、すべてのセンサデータを対象とした場合(a11)のセンサタイプ別に比較した。結果の一部を図31に示す。本実験では単一行動でない、すなわち複数の行動を同時に並行して実施している場合、あるいは総行動時間14400秒の1%に相当する144秒にも満たないほど時間の短い行動については推定の対象外とした。床の掃き掃除(“sweeping”)の適合率が最大で約47.8%、次いで台所廻りの表面の清掃(“cleaning a surface”)の適合率が約

45.8%を示したものの、いずれも低い予測精度にとどまった。図31の結果から、磁気センサや物体加速度センサデータのみ利用の場合には精度が低いのに対して、装着型加速度センサデータを利用した場合には、物を探す家事行動(“retrieving ingredients/cookware”)を除いたすべての家事行動において、全センサデータ利用の場合よりも適合率が高いことから、装着型加速度センサは家事行動の推定においても利用が望ましいと考えられる。

本予備実験結果から、推定する行動に応じて利用するセンサと推定手法を適切に選択する必要があることが明らかになった。また、姿勢や体勢の推定は比較的高精度に予測できるものの、家事行動などの複雑な対象に対しては予測精度が著しく劣化することも分かった。

今後は現場の医療・介護業務における課題を洗い出し、本プロジェクトで解決可能な課題を明確にした上で、それらの課題を解決するために必要な行動推定手法および行動推定エンジンを設計する必要がある。

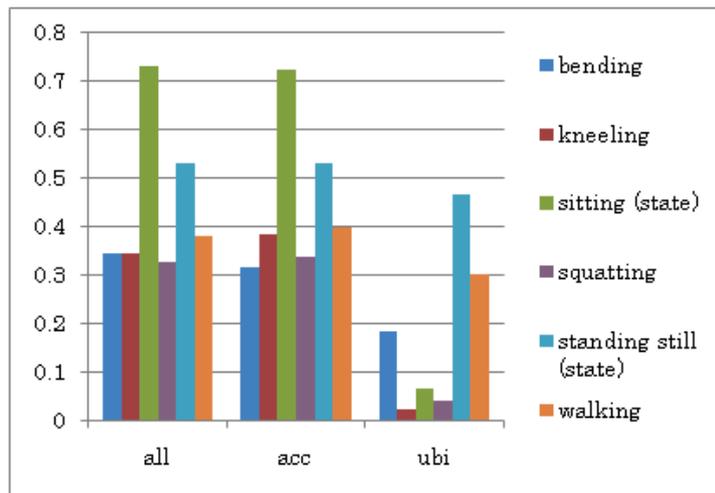


図 30 センサの種類別姿勢および体勢の適合率

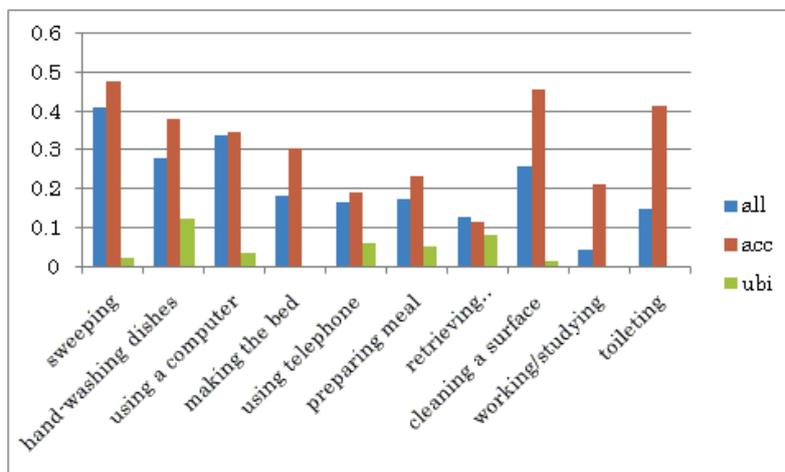


図 31 センサの種類別家事行動の適合率

### 3.3.5. 音声つぶやきシステム概念設計とプロトタイプ<sup>7</sup>

本節では、22年度に検討した音声つぶやきシステム概念設計およびその一部を先行的に試作したプロトタイプについて説明する。なお、音声つぶやきシステムとつぶやき空間可視化・評価システムを含む本プロジェクトのシステムの全体像は次節（図35）で述べる。

#### 【音声つぶやきシステム概念設計】

看護業務分析とフィールド実験から、記録業務や医療事故防止のためのアシストのための音声活用へのニーズが大きいことが分かった。本プロジェクトでは、これらのニーズに応えるとともに、コミュニケーションの円滑化や、それによるサービス品質の向上を支援するための音声つぶやきシステムを開発する。音声つぶやきシステム全体の概念設計を図32に示す。

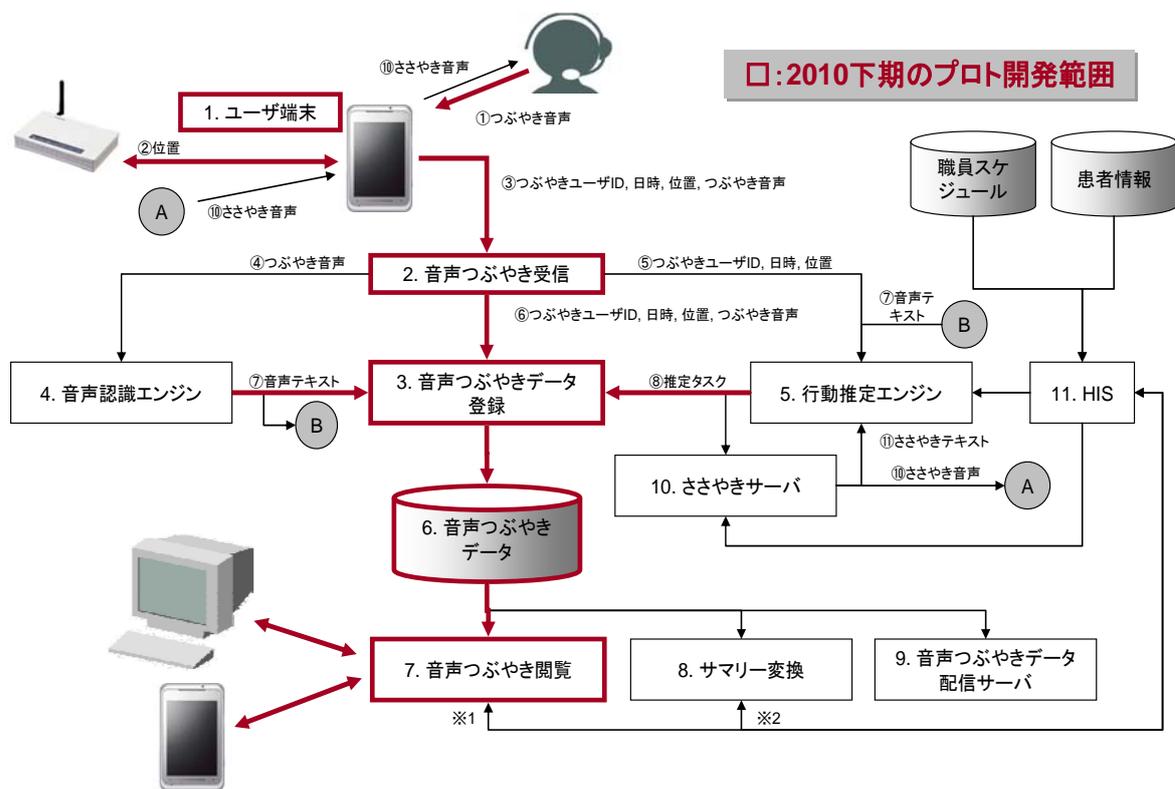


図 32 音声つぶやき統合システム（全体構成と22年度試作範囲）

ユーザは、携帯端末上あるいはヘッドセット／ピンマイク上で発した音声つぶやきをサーバに登録できる。携帯端末により取得された位置情報、ユーザの加速度情報も自動的に登録される。サーバで受信されたデータのうち、音声データはサーバ内の音声認識エンジンにより、テキスト化される。同じくサーバ内の行動推定エンジンは、位置と加速度、テ

<sup>7</sup> 3.2 実施内容（5）に対応

キスト化された音声（場合によっては音声データそのもの）と、病院情報システム（HIS）の業務予定や患者情報といった知識を用いて、ユーザが音声つぶやきを発した業務場面（タスク）を推定する。これは前述の4層モデルの業務層（第3層）に該当する。システムは、音声認識結果のテキストと業務場面推定結果を統合して、音声つぶやきデータとして、データベースに登録する。

登録された音声つぶやきデータは、パソコンや携帯端末などで閲覧することができる。音声によるつぶやきの登録と閲覧機能により、音声による記録業務の支援が可能になる。また、システムから、業務場面あるいは業務の進行状況の推定結果に応じて、関連する職員に対しアクション（ささやき）を行うことにより、業務の実施忘れに対する警告などの事故防止のためのアシストや、コミュニケーション円滑化が可能になる。これらの機能は、4層モデルのアプリケーション層（第4層）に該当する。

#### 【プロトタイプの先行開発】

22年度では、システムのイメージの明確化と課題抽出のために音声つぶやき登録機能および音声つぶやき閲覧機能のプロトタイプを先行的に開発した（図32の赤色の線で示した部分）。ユーザが携帯する端末としては今後普及の拡大が予想される Android 搭載のスマートフォンを採用した。

#### 音声つぶやきデータ登録機能

ここでは、先行して試作した音声つぶやきデータ登録アプリケーションのプロトタイプの動作を説明する。音声つぶやきデータ登録アプリケーションはAndroid端末上で動作し、以下の機能を持つ（図33）。

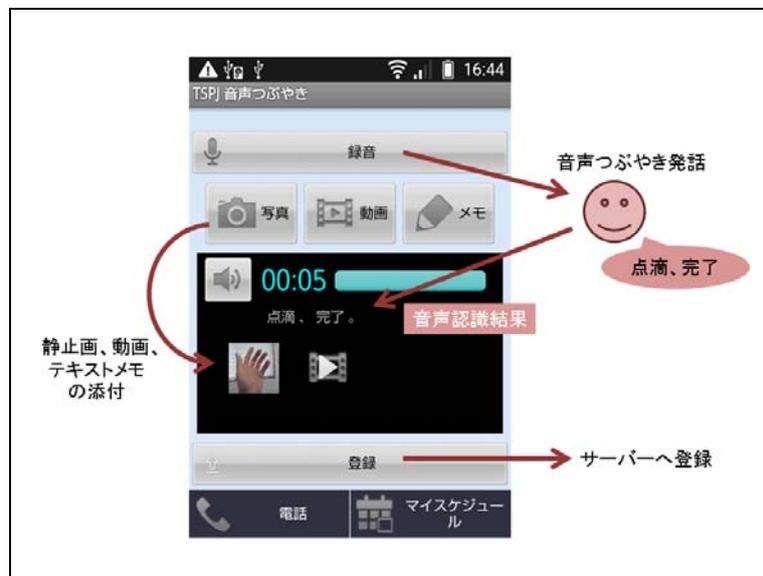


図 33 音声つぶやき登録機能の Android 端末側画面

1. ユーザが Android 端末上で発した音声つぶやきを WiFi あるいは 3G 回線経由で、サーバに登録できる。音声つぶやきは、サーバ上で音声認識により、テキストに変換され、さらに形態素解析によりキーワードが抽出される。

2. ユーザの位置情報と状況推定結果を、音声つぶやきデータに自動的に添付して登録できる。

3. 音声つぶやきデータに、静止画、動画、テキストメモを添付して登録できる。

現時点では、位置情報はAndroid端末から見える最も電波強度の強い無線LANアクセスポイントの位置であり、状況推定結果は、当該ユーザの業務予定の中で、開始予定時刻と終了予定時刻の間に、音声つぶやきを発した時刻が含まれるものを状況推定結果としている。

### 音声つぶやきデータ閲覧機能

音声つぶやきデータのPC上での閲覧画面のプロトタイプの動作を説明する。これは、登録された音声つぶやきデータを、ナースセンターでの記録や引継ぎの際にPC画面上で参照するユースケースを想定している。図34に示すように、今回試作した音声つぶやきデータ閲覧画面では、各ユーザが登録した音声つぶやきデータを、部署、患者といったさまざまなカテゴリで切り替えて、整理して閲覧することができる。また、フォローしたいユーザの音声つぶやきデータを表示し、自分の業務予定に関連する他業務予定の中で発せられた音声つぶやきを表示することもできる。



図 34 音声つぶやき閲覧機能（閲覧時のPC画面）

### プロトタイプで得られた知見

プロトタイプを試用することにより、音声メモとしての音声つぶやき登録・閲覧機能の有効性を確認するとともに、歩行中などの行動中の登録に不可欠なハンズフリー機能および行動推定を活用したスマートな閲覧機能の提供の必要性が明らかになった。

### 3.3.6. アシスト空間設計方法論<sup>8</sup>

#### 【業務分析の結果に基づく課題】

行動型サービスの時・空間コミュニケーション設計の方法論の検討のために、介護施設でのコミュニケーションについてヒアリングを行った。2010年12月に介護施設のスタッフ責任者に介護施設でのコミュニケーションや業務上の特徴と問題点を確認した。以下にその要点を列挙する。

- **介護記録の入力に関する項目**
  - 口頭コミュニケーションの内容は、記憶が頼りで見直しが困難になる。特に、時間が曖昧になり、忘れたことは記録漏れになる。
  - 排泄・食事・検体採取・処置・バイタルサインの測定等、リアルタイム入力・記憶できないので、介護が重複したり、反対に介護スタッフ同士が遠慮し合って忘れてたりするミスが起きる。
  - 毎日繰り返す業務(排泄・食事・与薬・モーニングケア・イブニングケア・環境整備・整理整頓)の介護記録システムへの入力・記入を簡素化したい。
- **忘れに関する項目**
  - 病院の受診や美容院の予約等を忘れて入浴させてしまうことがある。
  - 禁食を忘れて食べさせてしまい、検査ができなくなるミスがある。
- **スタッフへの連絡に関する項目**
  - 一人介助で介護できない状況や必需品が不足しているのに気付き、他のスタッフに応援を依頼したいときがある。
  - インチャージ(責任者)から1名のスタッフへ連絡、複数のスタッフへの連絡、シフト勤務者全員への連絡、通院など施設外のスタッフへの連絡、他部門への連絡など、色々な対象・場所への連絡が必要になる。

介護記録の入力に関する項目、忘れに関する項目、スタッフへの連絡に関する項目について問題点を確認できた。これらのヒアリング結果から、行動型サービスの時・空間設計は、介護記録の方法、サービスのために事前に知っておくべき情報、情報伝達経路、スタッフの位置を含めて検討する必要があることが認識できた。

#### 【行動型サービスの時・空間コミュニケーション設計の全体像】

図35は行動型サービスの時空間コミュニケーション設計の全体像を示している。図35の左側では「つぶやき時空間コミュニケーションシステム」により業務、情報、空間の条件に適すようにリアルタイムに制御するシステムである(シングルループ学習)。一方、右側の「サービス空間可視化・評価システム」は業務効率や動線、スタッフの負担感を評価してフィードバックすることにより、業務・情報・空間モデルの設計からコミュニケーションを抜本的に更新する方法である(ダブルループ学習)。

なお、関連する先行研究として、病院の動線による空間設計[鳥山 07]、サービス設計方法論の研究[Cooper 99][Edvardsson 00][Shostack 82][Ramaswamy 96][新井06][Uchihira 08]がある。

<sup>8</sup> 3.2 実施内容(6)に対応

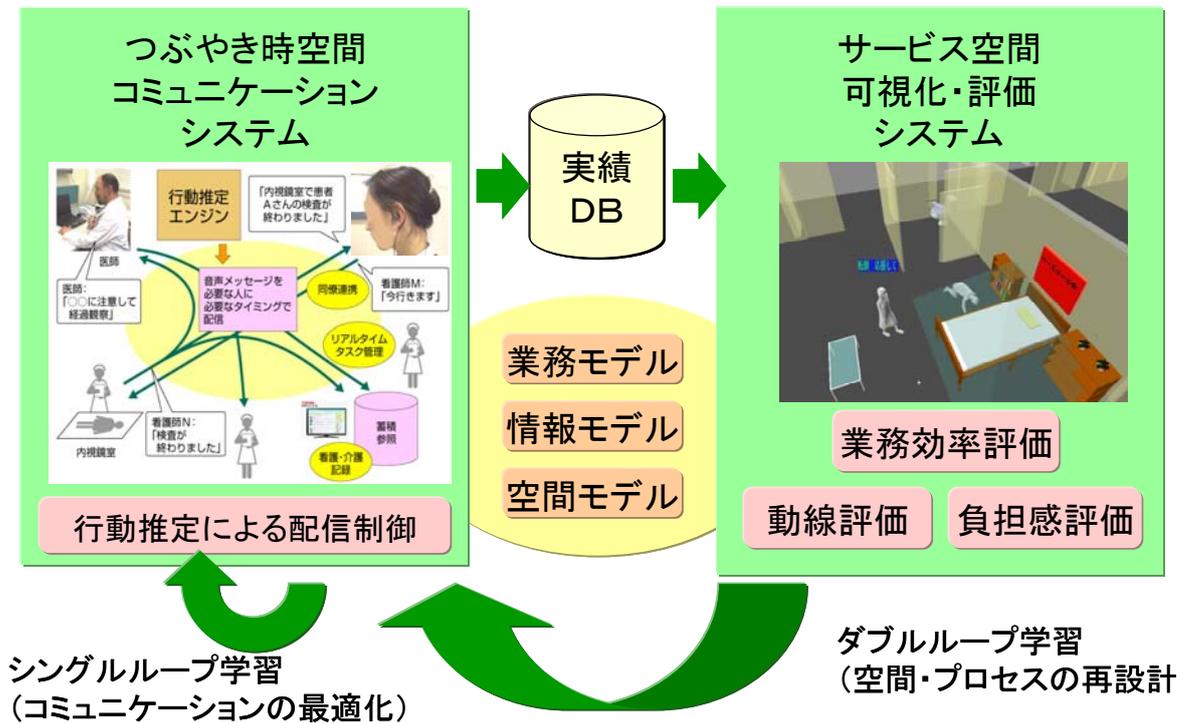


図 35 行動型サービスの時・空間コミュニケーション設計の全体像

【サービス空間可視化・評価システムの概念図】

図36にサービス空間可視化・評価システムの概念図を示す。サービス空間可視化・評価システムは、入力システム、空間可視化・評価可視化、閲覧から構成される。以下に構成要素を概説する。

(入力システム)

- A. 「つぶやきシステム」からは、業務実績データを入力する。業務実績データには、時間、位置、作業者 ID、作業内容などが含まれる。
- B. 介護記録システムからは、介護記録データを入力する。

(空間・評価の可視化)

- C. サービス空間を可視化するために、オブジェクト指向 CAD を用いる。物流シミュレーション汎用システムを採用する。
- D. 空間評価結果を可視化するために、空間評価を行う。結果は、グラフで可視化する。

(閲覧)

- E. 介護者が介護記録や作業記録を携帯端末より閲覧できる機能を設ける。現在は、スタッフステーションで閲覧可能なデータを、携帯することで利便性を向上させる。

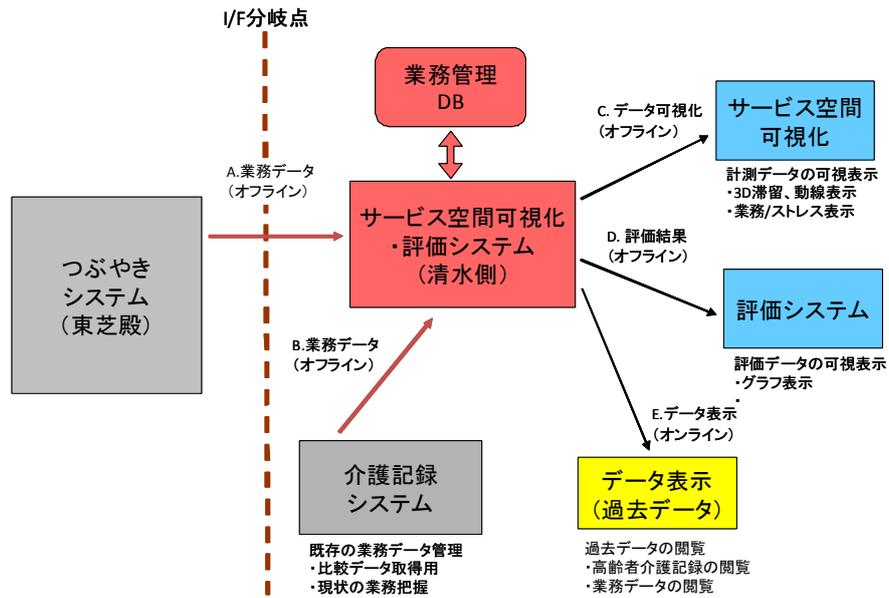


図 36 サービス空間可視化・評価システムの概念図

#### 【サービス空間可視化の検討】

アシスト空間設計を可視化するツールとして、オブジェクト指向の建物3次元CADを用いるための基礎的な検討を行った。サービス空間で人やモノの動き、情報の流れを的確に表現するために、汎用的な3次元CADでは自由度が高すぎるため、モノの動きを表現力が豊富な物流シミュレーションの汎用ツールを採用することとした。その理由は、①現場の動きを全体鳥瞰的にシミュレーションすることにより、全体最適への考察力を増大できること、②現状を再現して改善策をシミュレーションにより具現化して、試行錯誤で設計アプローチができること、③現場の介護スタッフや要介護者の位置情報を介護業務の指示に活用するシミュレーションができることができること、などである。

サービス空間を可視化して検討したいことは、介護スタッフの動線を短縮するための方策や、要介護者の動線と施設配置との関係性である。介護用品の管理整理の動線短縮するための方策や作業指示監督の適正化、要介護者に主体を置いた介護スタッフの作業効率化を図ることである。

#### オブジェクトと属性の関係

伝達情報（つぶやき、ささやき）は発信オブジェクトから受信オブジェクトに対して行われる。発信オブジェクトは、時間、位置、状態を属性として持っている。これらのオブジェクトと属性の関係は、図 37 に示している。

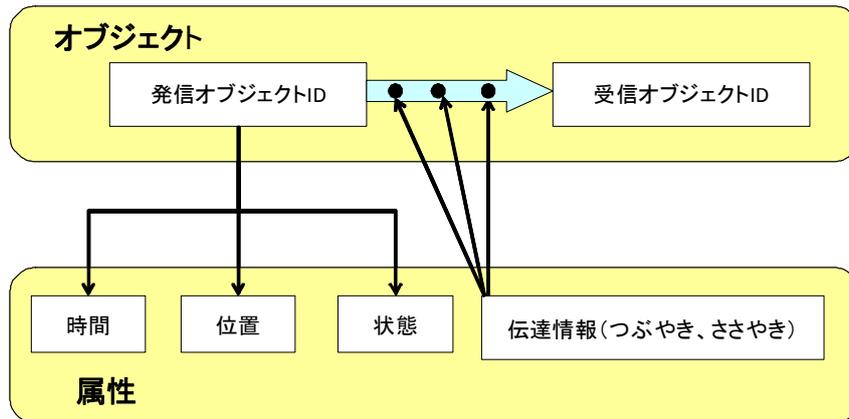


図 37 オブジェクトと属性の関係

表 5 にはオブジェクトと属性の具体例を示している。オブジェクトは人間、動くモノ、動かないものの3種ついに大別している。

表 5 オブジェクトと属性の具体例

① 時間	YYYYMMDD hh:mm:ss
② 位置情報	X:Y:Z
③ 発信オブジェクトID	000~199:要介護者 200~249:介護士 250~299:看護師 300~349:医師 350~399:その他スタッフ 400:つぶやき・ささやき【人間】 500:車椅子 510:ストレッチャー 520:配膳車 530:入浴用介助機【動くモノ】 600:ベッド 610:トイレ 620:風呂【動かないモノ】
④ 状態	100 睡眠 200 起床 300 離床 400 移動 歩行 500 入浴 通常入浴 600 投薬
⑤ 受信オブジェクトID	000~199:要介護者 200~249:介護士 250~299:看護師 300~349:医師 350~399:その他スタッフ【人間】 900:掲示板【表示板】
⑥ 伝達情報 (つぶやき、ささやき)	情報受信者IDの該当者の頭部に伝達情報を表示

#### サービス空間可視化のプロトタイプ

図 38 は今期の成果として作成した介護業務を可視化したプロトタイプの画面である。サービス空間設計ツールによるコミュニケーションの例を描いている。要介護者が転倒して介護スタッフが応援を要請している様子を例に可視化している。



図 38 サービス空間可視化のプロトタイプ

【サービス評価システム】

サービス空間可視化して評価するための概念を図39に示している。サービスに不可欠な人やモノをオブジェクトとして定義しており、それぞれのオブジェクトが時間・場所・情報の属性を持っている。業務の進捗に応じてこれらの属性が変化して、時系列で属性データが蓄積される。蓄積されたデータを基にして、空間効率指標、業務効率指標、ストレス指標が算出される。これら評価指標を統合して評価システムの判定結果を実サービスのフィードバックすることを示している。行動型サービス空間を多角的に評価することでサービスの質をスパイラルに向上させることを目指している。

$$\text{評価体系(案)} = \frac{\sum(\text{空間効率}) \times \sum(\text{業務効率})}{\sum(\text{ストレス})} \quad \text{フィードバック}$$

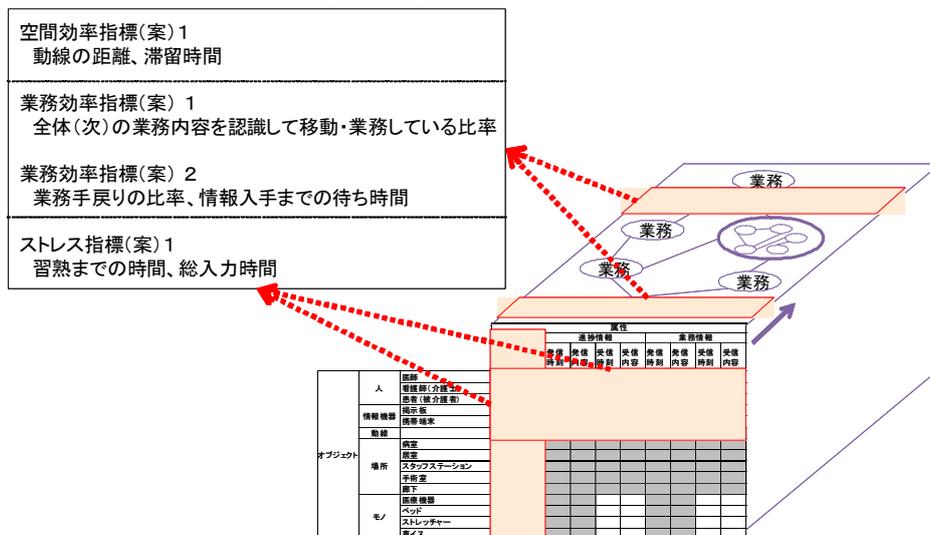


図 39 評価指標の概念

### 3.3.7. 看護・介護業務計算機支援に関する先行研究調査<sup>9</sup>

本プロジェクトでは看護や介護などの行動型サービスにおけるコミュニケーションの革新を目的としている。看護および介護の支援技術に関しては、膨大な先行研究がある。22年度は、特に従来体系的な先行研究調査が行われていなかった認知症の介護業務に絞って調査を実施した。

#### (1) 調査概要

本節では、認知症者あるいはその介護者を支援する技術について概観する。障害や病を抱えている人々を支える技術のことは一般的に「支援技術 (assistive technology)」と呼ばれる。認知症者および介護者を支える技術は、主に認知症者が長く住まい、馴染んだ場所で生きていく (aging in place、例えば[Patterson 02, Mihailidis 04, Zhang 08]) ことを支援する種類のものと、施設 (介護施設あるいは病院) での生活をサポートするものに分かれる。もちろん、両者は対立する技術ではないし、どちらでも使用可能なものも少なくない。本調査では、施設介護における支援を中心にレビューを行う。多人数を支えるための技術を個人用に転用するほうがその逆よりも困難さが低いこと、また本プロジェクトが目指す技術開発は施設介護に向けたものであることがその理由である。なお、本調査でレビュー対象とした技術はコンピュータを介した技術である。例えば、遠隔介護支援 (tele-care) では伝統的に単なる音声電話を利用した診断や相談が研究されているが、このような研究は本調査の対象外とした。スマートフォンのように計算機処理を必要とする技術についてはレビュー対象とした。

認知症介護現場のための技術開発・活用は大きく6種類に分類できる。その内訳は、スクリーニング、認知機能補助・リハビリ、モニタリング、情報提供、遠隔介護支援、コミュニケーション支援・セラピーである。以降で各々について述べる。

また、最後に本プロジェクトが軽減を狙う介護者の負担感に関する先行研究にも言及する。

#### (2) スクリーニング

ここでの「スクリーニング」とは医学用語であり、症状が発現する前に病気を発見することを指す。認知症に罹る前に利用することが想定されるところが他の5つと大きく異なる点である。対象となるのは、進行型認知症の前段階である軽度認知障害 (mild cognitive impairment: MCI) かそうでないかの診断を望む人である。認知機能を測定する試験そのものは、既存のものを採用してシステム開発されている。

Wrightらは、ユーザを没入させるために装着させたヘッドマウントディスプレイに表示される認知機能試験 (情報処理、エピソード記憶、ワーキングメモリの各機能を診断するテスト) を解くことにより診断するシステム[Wright 10]を開発した。指定された時刻を示す時計の絵を描く clock drawing analysis を行うためのアプリケーションを開発した研究もある [Kim 11]。Mundtらは電話による自動音声対話システムを用い、複数年にわたって臨床試験を実施し、広範かつ費用対効果の高い方法であることを示した[Mundt 01, Mundt 05]。認知機能試験には国ごとに開発された方式もあり、本邦では長谷川式知能審査スケールを電子

<sup>9</sup> 3.2 実施内容 (7) に対応

化した研究[Inoue 00]があり、韓国でもかの国の試験に併せて開発されたシステム[Cho 02]がある。

### (3) 認知機能補助・リハビリ

認知症の中心的な症状である記憶や判断能力の低下を補う、あるいは鍛えるための技術である。認知症者のためのassistive technologyとしては中心的な研究のひとつである。

リハビリはcognitive trainingとも呼ばれ、主に症状が進まないタイプの認知症（外傷性認知症など）患者を支援することを目的に、比較的早い時期から研究されていた（例えばColeらによる一連の研究など[Cole 94, Cole 98]）。進行性認知症者を対象としたものには、Hofmannらによるタッチスクリーンを用い、ユーザの個人的な写真を利用する手法、いわゆる回想法をインタラクティブに行うシステム[Hofmann 96]やStavrosらのVerbal、Arithmetic、Logic、Spatial、Memoryの5機能を訓練するソフトウェア[Stavros 10]、Almらのコミュニケーション支援と回想法を可能とするシステム[Alm 03, Alm 04, Alm 07]がある。なお、Almらのグループはこの分野で上記のシステムに関連した非常に多くの論文を發表している。その一部は、後の「コミュニケーション支援・セラピー」の項とオーバーラップする。

本調査ではMemory-aidの意味を広く捉えた、すなわち単に記憶障害や見当識障害を支援するもの（例えば[Oriani 03][Patterson 04]）だけではなく、意思決定やプランニングを補助するものもこの分野に含めた。Inglisらは、機器の使いにくさが認知症者支援における問題であると指摘した。ワーキングメモリの負荷を軽減させるためにPDAで稼働するは外傷性認知症者支援用システムを開発し、ユーザビリティ試験を実施してユーザ中心設計に対する知見を得た[Inglis 03]。Duらは、軽度認知症者のためにルール記述によるContext-aware systemを開発した [Du 08]。Liuらは介護施設内の経路発見システムを開発した。このシステムでは「オズの魔法使い」技法[Sixsmith 07]と名付けられた方法を用い、ユーザに進むことができる道をPDAないしはタブレット型PCに示すことができる [Liu 08]。多様な機能を有したスマートフォンに為すべきことを提示するシステムも研究されている [Armstrong 10, O'Neil 10]。

このように次に何を行うべきかを逐次提示する手法は、他のシステムでもしばしば利用される一般的なテクニックである[McCarthy 02, LoPresti 05]。技術的難度の高い課題は、ユーザが何をしたいかを適切に推論できるかどうかにかかっている。現状では、様々な手法が試みられているが、適用可能な場面は限定的である。例えば、隠れマルコフモデルを用いて手洗いの手順を教示するもの[Boger 05, Boger 06]がある。このトロント大のグループは、長年様々な手法を用いてこの課題解決に取り組んでいる[Mihailidis 02, Mihailidis 04, Mihailidis 07]。また、システム開発には至っていないが、キッチン内で包丁の利用法を指示するシステム開発を目指した調査も行われている[Wherton 08, Wherton 10]。

### (4) モニタリング

この分野も認知症者支援では重点的に研究されているもののひとつである。安全確保と健康維持のために認知症者の活動をモニタしようとする技術である。主としてセンサが用いられ、徘徊の自動検出や屋外行動の追跡などが行われる。また、家屋全体にセンサを埋め込み、情報抽出と支援を目指すSmart home（あるいはSmart house）と呼ばれる研究プロジェクトもこのカテゴリに含めた[Campo 02, Helal 03, Tabar 06, Arcelus 07, Zhang 08]。

徘徊を検知することを目的とした研究は数多い。Chenらは23個のカメラを用いて徘徊を

自動検知するシステムを開発した[Chen 07]。別のシステムではRFID、GPS、GISからの情報を統合して検知できる可能性を示唆したり[Lin 06]、ステップセンサーを用いてベッドルーム内での早期発見を目指したり[Masuda 02]、携帯電話を使用したり[Ogawa 04, Miskelly 05]、パッシブタイプセンサーをバックルに仕込んだり[Miskelly 04]

ChenらはRFIDと音情報処理を用いてトイレ内のモニタリングを可能とした[Chen 05]。本プロジェクト構成員らはかつてスリッパにRFIDを、床にアンテナを埋め込み認知症者および介護者の位置検出を可能とした[Miura 08]。寝室内の行動を検出するために位置センサ、カメラ、マイクを利用した研究[Schikhof 08]もある。

#### (5) 情報提供

技術的に新規な点は少ないものの、インターネットを利用して介護者が必要な情報を提供することを目指した研究や実践がある。認知症とはどのような病であるか、また社会的な支援はどのようにすれば得られるかなどの情報が中心である。技術的新規性よりも、実践のあり方や情報へのアクセスしやすさに関する研究が実施されている[White 00, Larner 03, Freeman 05]。

#### (6) 遠隔介護支援 (tele-care)

認知症者あるいは介護者を遠隔から支援しようとする技術であり、テレケア、テレメデイシンとも呼ばれる。認知症であるかどうかの診断や、認知症者の行動に対して適切な介入を目指すものなどが代表的な研究である。これも、情報提供と同じく運用面や実践のあり方についての研究が主である[Lee 00, Poon 05, Cullum 06]。コンピュータを組み込んだ電話により家族の精神ケアや社会とのつながりを強化しようとした研究もある[Czaja 02]。

#### (7) コミュニケーション支援・セラピー

これらの技術は、認知症者の社会的能力を維持しようとするものである。遠方の介護者や家族との対話を促進しようとするもの、ロボットを利用して不安を低減しようとするもの、回想法など既存の手法を支援することを志向するものなどがある。

先述したAlmらのDandee大のグループがこの研究の中心的な存在である[Alm 03, Alm 04, Gowan 04, Alm 07, Astell 08, Astell 10]。また、Kawaharaらも回想法を用いてコミュニケーション支援と認知機能強化を実現しようとして試みている[Kawahara 06]。

機械を認知症者のセラピーに援用した研究も行われている。SakairiはAIBOを用いてロボットセラピーとコミュニケーション促進の可能性を探った[Sakairi 05]。

#### (8) 介護施設職員が感じるストレス

介護労働安定センターが実施した「介護労働実態調査」の平成21年度調査から過去三年間にかけての結果を見ると、介護職員への労働条件・仕事の負担についての悩み、不安、不満等(複数回答)の設問にて、「仕事のわりに賃金が低い」、「業務に対する社会的評価が低い」、「身体的・精神的負担が大きい」、「人手が足りない」といった答えが多く[介護労働安定センター07・08・09]、介護の職場・仕事のマイナス要因として上がっている。平成16年度に行われたグループホーム及び、ユニット型特養職員を対象とした「介護労働者のストレスに関する調査」からは、介護労働者の8割以上が職場や仕事にストレスを強く感じる事が明らかになり、事柄としては、「夜勤時の不安」、「低賃金」、「休憩時間が

とりにくい」、「従事者不足」に大きなストレスを感じている。ここから、介護の職場・仕事のマイナス要因が、職員のストレスに関連していることがわかる。また、職員研修や、事故対応体制の整備といった雇用管理の取り組みが、ストレス解消に役立つとの結果も出ている[介護労働センター05]。

近年、バーンアウトとストレスの関係を明らかにしようとする研究が多く行われている。義本らは、バーンアウトの原因は個人に求められるのではなく、社会環境、職場の構造と機能に問題があると認識され、組織の問題として考えられる傾向が強くなってきているとされ[義本ら07]、雇用管理の取り組みは、ストレス解消に加え、バーンアウト予防にも効果的とされる。バーンアウトは、脱人格化と情緒的消耗感が高くなり、個人的達成感が低下するという三つの症状から定義されるとされる[久保07]。堀田らは、雇用管理の取り組みとバーンアウトとの関係から、「職場内の円滑なコミュニケーションは、脱人格化と情緒的消耗感を軽減し、個人的達成感を高める」、「研修などの教育機会の充実は、脱人格化を軽減し、個人的達成感を高める」、「能力開発型処遇は、個人的達成感を高める」とし、以下の四点を、雇用管理上の課題として上げている[堀田ら05]。

- ①介護職がストレスを感じる職場・仕事の要因について改善をはかる
- ②年齢の若い者への配慮が重要で、キャリア発達が行える人材育成体制が必要
- ③雇用管理の取り組みを全体に充実させる
- ④バーンアウト軽減を意識した雇用管理が必要

課題解決に向けた具体的な対策として、①では、IT技術の導入による業務支援など。②では、メンタリングやコーチングを活かした人材育成法の検討など。③では、外部・内部の研修機会の充実、現場からのボトムアップ的な勤務体制へのかかわり支援、それらを促進させるための制度策定など。④では、介護サービス評価の適切な基準策定や評価方法の検討、職場内の円滑なコミュニケーションを促進する要因の検討などが考えられるであろう。

#### (9) まとめ

認知症介護のためのassistive technologyの中には本プロジェクトで開発している現場で音声メッセージ(つぶやき・ささやき)を利用して情報共有やコミュニケーション促進を目指す種類のもの存在しない。認知症介護は、マルチタスク環境下で、かつ割り込み作業が頻繁に発生する大変困難な業務である。また、認知症者はしばしば介護者が想定していなかった行動をとることがある。このような難しい作業を少人数でこなさなければならぬため、コミュニケーションや情報共有がストレス無くスムーズに実施できるようになれば介護士の負担感を軽減し、ひいてはサービスの生産性向上に繋がると考えられる。

#### 3.3.8. 研究開発結果・成果のまとめ

2010年10月にプロジェクトがスタートし半年間の活動であったが、計画していた(1)先行研究および技術調査、(2)看護・介護の業務分析、(3)音声つぶやきコミュニケーションの概念設計(基礎検討に基づく方針策定)に関しては、概ね達成できたと思う。特に、看護・介護の業務分析に関しては、3箇所の異なるフィールドで当初想定していた以上の分析を行うことができた。

### 3.4. 研究開発結果・成果

年月日	名称	場所	概要
11/10/14	第1回PJ全体会議	東芝研究開発センター	プロジェクトのキックオフ
11/11/16	第2回PJ全体会議	JST会議室	プロジェクトの実施計画具体化と進捗確認
11/2/28	第3回PJ全体会議	東芝研究開発センター	10下予定成果の確認と11年度計画確認

### 4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

病院では既存の機器での基礎実験をおこなったが、開発システムの適用は23年度から実施する。

### 5. 研究開発実施体制

#### (1) 看護・介護業務モデリング グループ (鳥居 健太郎)

東芝 研究開発センター

清水建設 技術研究所

実施項目：

- ・ 看護・介護現場の業務分析
- ・ 看護・介護業務モデリング手法開発
- ・ 手法による看護・介護業務記述

#### (2) セミアクティブ行動推定 グループ (平石 邦彦)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

東芝 研究開発センター

実施項目：

- ・ セミアクティブ行動推定モデルの定式化
- ・ セミアクティブ行動推定エンジンの開発

#### (3) 音声つぶやきインタラクション グループ (知野 哲朗)

東芝 研究開発センター

実施項目：

- ・ 音声メッセージ認識・合成モジュールの開発
- ・ 位置情報検出モジュールの開発
- ・ 行動推定に基づく音声メッセージ配信モジュールの開発
- ・ 各モジュールやエンジンを統合した全体システム開発および試験

#### (4) アシスト空間設計方法論 グループ (平林 裕治)

清水建設 株式会社 技術研究所

実施項目：

- ・ アシスト空間の視点での看護・介護現場観察および実験
- ・ アシスト空間の視点での設計手法の開発

#### (5) 試行実験・サービス評価 グループ (杉原 太郎)

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

産業技術大学院大学 産業技術研究科

九州工業大学 大学院工学研究院

実施項目：

- ・ サービス評価手法の開発
- ・ サービス評価手法に基づく試行実験の評価

## 6. 研究開発実施者

研究グループ名：看護・介護業務モデリング

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	内平 直志	ウチヒラ ナオシ	東芝 研究開発センター	技監	全体取りまとめ
	鳥居 健太郎	トリイ ケンタロウ	東芝 研究開発センター	研究主務	看護・介護業務モデル構築
	平林 裕治	ヒラバヤシ ユウジ	清水建設 技術研究所	プロジェクト リーダー	看護・介護業務モデル構築

研究グループ名：音声つぶやきインタラクション

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	内平 直志	ウチヒラ ナオシ	東芝 研究開発センター	技監	全体取りまとめ、システム統合
	知野 哲朗	チノ テツロウ	東芝 研究開発センター	主任研究員	要求定義、システム統合、音声つぶやきインタラクション技術開発
	瀬戸口 久雄	セトグチ ヒサオ	東芝 研究開発センター	主事	位置情報技術・情報アシスト技術開発
	岩田 憲治	イワタ ケンジ	東芝 研究開発センター	主事	音声認識・合成技術開発

研究グループ名：セミアクティブ行動推定

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	平石 邦彦	ヒライシ クニヒコ	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科	教授	全体取りまとめ、エンジン開発
	田中 俊明	タナカ トシアキ	東芝 研究開発センター	参事	セミアクティブ行動推定モデルの定式
	鳥居 健太郎	トリイ ケンタロウ	東芝 研究開発センター	研究主務	セミアクティブ行動推定モデルの定式
	村上 知子	ムラカミ トモコ	東芝 研究開発センター	研究主務	セミアクティブ行動推定モデルの定式化および学習機能
	内平 直志	ウチヒラ ナオシ	東芝 研究開発センター	技監	セミアクティブ行動推定モデルの定式

研究グループ名：アシスト空間設計方法論

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	平林 裕治	ヒラバヤシ ユウジ	清水建設 技術研究所	プロジェクト リーダー	空間サービスのモデル化
	青木 滋	アオキ シゲル	清水建設 技術研究所	主任研究員	実証実験

研究グループ名：試行実験・サービス評価

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	杉原 太郎	スギハラ タロウ	北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科	助教	グループ取りまとめ、インタビュー調査
	藤波 努	フジナミ ツトム	北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科	准教授	スキルサイエンスの評価、ビデオ観察・分析
	安藤 昌也	アンドウ マサヤ	産業技術大学院大学	助教	ユーザエクスペリエンス評価
	三浦 元喜	ミウラ モトキ	九州工業大学	准教授	分析用データベース構築

## 7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

### 7-1. ワークショップ等

特になし

### 7-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

プロジェクト公開Webサイトの構築（1月25日公開）  
<http://www.jaist.ac.jp/ks/mot/JSTservice/>

### 7-3. 論文発表（国内誌\_\_\_\_\_件、国際誌\_\_\_\_\_件）

特になし

### 7-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

・内平直志：プロジェクト紹介「音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション革新」、第2回「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」フォーラム（2011）。※フォーラムは震災のため中止、資料集は発行。

### 7-5. 新聞報道・投稿、受賞等

特になし

### 7-6. 特許出願

特になし

## 参考文献

### 3.3.1-3.3.3節

- [津本11] 津本, 平野, 阿部, 病院情報システムに基づく診療サービスの創出に向けてデータマイニングによるアプローチ, 人工知能学会誌Vol.26, No3 (2011)
- [南部06] 南部 美砂子, 原田 悦子, 須藤 智, 重森 雅嘉, 内田 香織, 医療現場におけるリスク共有コミュニケーション: 看護師を中心とした対話データの収集と分析, Vol.13, No.1, pp.62-79 (2006).
- [日本医療マネジメント学会08] 日本医療マネジメント学会 (編集), クリティカルパス最近の進歩, じほう (2008).
- [PCAPS研究会10] PCAPS研究会, 棟近雅彦, 飯塚悦功, 水流聡子, 患者状態適応型パス—電子カルテおよび病院情報システム搭載版電子コンテンツ (医療の質安全保証に向けた臨床知識の構造化) (2010).
- [阿部05] 阿部昭典 ほか 「看護リスクマネージメントのための看護オントロジ構築」, 医療情報学, Vo.25, No.6 (2005)
- [小川11] 小川泰右 ほか 「医療サービス実践知の共有支援に向けたオントロジーの構築と利用」, 人工知能学会論文誌, Vo.26, No.3 (2011)
- [日本看護科学学会] 日本看護科学学会, 看護行為用語の定義一覧 ver.1,  
[http://jans.umin.ac.jp/naiyo/bunrui/defi\\_1.html](http://jans.umin.ac.jp/naiyo/bunrui/defi_1.html)

### 3.3.4節

- [Cassandra 94] A. R. Cassandra, L. P. Kaelbling, M. L. Littman, Acting Optimally in Partially Observable Stochastic Domains, Department of Computer Science, Brown University, CS-94-20 (1994)
- [Ramage 89] P. J. G. Ramadge, W. M. Wonham, The control of discrete event systems, Proceedings of the IEEE, Vol.77, No.1, pp.81-98 (1989)
- [Lawford 09] M. Lawford, W. M. Wonham, Supervisory control of probabilistic discrete event systems, IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.54, No.8, pp.2013-2018 (2009)
- [Winacott 09] C. Winacott, K. Rudie, Limited lookahead supervisory control of probabilistic discrete-event systems, Proc. 47th Annual Allerton Conference, pp.660-667 (2009)
- [Barett 00] G. Barett and S. Lafortune, Decentralized supervisory control with communicating controllers, IEEE Trans. Automatic Control, Vol.45, No.9, pp.1620-1638 (2000)
- [宮川 97] 宮川雅巳, グラフィカルモデリング, 朝倉書店 (1997)
- [本村 02] 本村, ベイジアンネットソフトウェア, 人工知能学会誌, Vol.17, No.5, pp.559-565 (2002)
- [Forney 73] G. D. Forney, JR, The Viterbi Algorithm, Proceedings of the IEEE, Vol.61, No.3, pp.268-273 (1973)
- [納谷 2005] 納谷他, 看護業務の自動識別に向けた看護業務フロー分析, 第25回得医療情報学連合大会 (2005)

- [Clarke 10] L. A. Clarke, L. J. Osterweil et al., Experience Modeling and Analyzing Medical Processes: UMass/Baystate Medical Safety Project Overview, Proc. 1st ACM International Health Informatics Symposium, Arlington, VA, November 11-12, 2010, pp.316-325 (2010)
- [Hiraishi 02] K. Hiraishi, PN<sup>2</sup>: An elementary model for design and analysis of multi-agent systems, Proc. COORDINATION2002, Lecture Notes in Computer Science, Vol.2315, pp.220-235 (2002)
- [Ghahramani 97] Z. Ghahramani, Factorial hidden markov models, Machine Learning, Vol.29, No.2-3, pp.245-273 (1997)
- [Gillblad 09] D. Gillblad, R. Steinert, D. R. Ferreira, Estimating the parameters of randomly interleaved markov models, IEEE International Conference on Data Mining Workshops, pp.308-313 (2009)
- [Chung 92] S. Chung, S. Lafortune: Limited lookahead policies in supervisory control of discrete event systems, IEEE Trans. Automatic Control, Vol.37, No.12, pp.1-1934 (1992)
- [Barett 00] G. Barett and S. Lafortune, Decentralized supervisory control with communicating controllers, IEEE Trans. Automatic Control, Vol.45, No.9, pp.1620-1638 (2000)
- [Rohloff 06] K. R. Rohloff, S. Khuller, and G. Kortsarz, Approximating the minimal sensor selection for supervisory control, Discrete Event Dynamical Systems: Theory and Applications, Vol.11, No.1, pp.143-170 (2006)
- [Huynh 09] T. Huynh, M. Fritz and B. Schiele: "Discovery of Activity Patterns using Topic Models", In Proc. of Int'l Conf. on Ubiquitous Computing (UbiComp), pp.10-19, (2009)
- [Hao 08] D. Hao Hu et al.: "Real World Activity Recognition with Multiple Goals", In Proc. of Int'l Conf. on Ubiquitous Computing (UbiComp), pp.30-39, (2008)
- [Logan 07] B. Logan et al.: "A Long-Term Evaluation of Sensing Modalities for Activity Recognition", In Proc. of Int'l Conf. on Ubiquitous Computing (UbiComp), pp.483-500, (2007)
- [Philipose 04] M. Philipose et al.: "Inferring Activities from Interactions with Objects", J. of IEEE Pervasive Computing, Vol.3, No.4, pp.50-57, (2004)
- [Wilson 05] D. Wilson and C. Atkeson: "Simultaneous tracking and activity recognition (STAR) using many anonymous, binary sensors", In Proc. of Int'l Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE), pp.62-79, 2005.
- [Preece 09] Preece et al.: "Activity identification using body-mounted sensors? a review of classification techniques", J. of Physiological Measurement, Vol.30, No.4, R1-R33, (2009)
- [Bao 04] L. Bao and S. Intille: "Activity recognition from user-annotated acceleration data", In Proc. of Int'l Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE), pp.1-17, (2004)
- [Reddy 10] Reddy et al.: "Using mobile phones to determine transportation modes", J. of ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN), vol. 6, No.2, Article 13, (2010)
- [Patterson 05] D. J. Patterson et al.: "Fine-grained activity recognition by aggregating abstract object usage", In Proc. Int'l Symposium on Wearable Computing (ISWC),

pp.44-51, (2005)

[Patterson 03] D. J. Patterson et al.: "Inferring high-level behavior from low-level sensors", In Proc. of Int'l Conf. on Ubiquitous Computing (UbiComp), pp.73-89, (2003)

[Tapia 04] E. Tapia, S. Intille, and K. Larson: "Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors", In Proc. of Int'l Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE), pp.158-175, (2004)

[Lester 05] J. Lester et al.: "A hybrid discriminative/generative approach for modeling human activities", In Proc. of Int'l Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI), pp.766-772, (2005)

[Fogarty 06] J. Fogarty, C. Au and S.Hudson: "Sensing from the basement: a feasibility study of unobtrusive and low-cost home activity recognition", In Proc. of the 19th Annual ACM Symposium on User interface Software and Technology (UIST), pp.91-100, (2006)

[Barger 05] T. Barger, D. Brown, and M. Alwan: "Health status monitoring through analysis of behavioral patterns", IEEE Transactions on [Systems, Man and Cybernetics](#), Vol.35, No.1, pp.22-27, (2005)

[MARC project] <http://medicalautomation.org/>

[Ravi 05] N. Ravi et al.: "Activity Recognition from Accelerometer Data", In Proc. of the National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI), pp.1541-1546, (2005)

[Mun 08] M. Mun et al.: "Parsimonious Mobility Classification using GSM and WiFi Traces", In Proc. of the 5th Workshop on Embedded Networked Sensors (HotEmNets), ACM Press, (2008)

[MIT PlaceLab] [http://architecture.mit.edu/house\\_n/data/PlaceLab/PlaceLab.htm](http://architecture.mit.edu/house_n/data/PlaceLab/PlaceLab.htm)

[Quinlan 93] R. J. Quinlan: "C4.5: Programs for Machine Learning", Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, (1993)

[Domingos 97] P. Domingos and M. Pazzani: "On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss", J. of Machine Learning, Vol.29, No.2-3, pp.103-130, (1997)

[宮本 99] 宮本定明: 「クラスター分析入門 フェジィクラスタリングの理論と応用」, 森北出版株式会社, (1999)

[Dean 89] T. Dean and K. Kanazawa: "*A model for reasoning about persistence and causation*. Computational Intelligence", Vol.5, No.3, pp.142-150, (1989)

[Lafferty 01] John Lafferty, Andrew McCallum, and Fernando Pereira: "Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data", Int'l Conf. on Machine Learning(ICML), (2001)

[Baum 70] L. E. Baum et al.: "A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains", The Annals of Mathematical Statistics, Vol. 41, No.1, pp.164-171, (1970)

[Cortes 05] C. Cortes and V. Vapnik: "Support-vector networks", *Machine learning*, Vol.20, No.3, pp.273-297, (1995)

[武部 10] 武部 金井 桑原 太田: 「看護手順習得支援システムに向けた看護業務の行動推定」, 第24回人工知能学会全国大会, 1H2-NFC3b-11 (2010)

[HASC] Human Activity Sensing Consortium(HASC): 「人間行動理解のための装着型センサによる大規模データベース構築」, <http://hasc.jp/>

[Intille 06] S. Intille et al.: "Using a live-in laboratory for ubiquitous computing research", In Proc. of Int'l Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE), pp.349-365, (2006)

[Tapia 06] E. Tapia et al.: "The design of a portable kit of wireless sensors for naturalistic data collection", In Proc. of Int'l Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE), in Proc. of PERVASIVE 2006, pp.117-134, (2006)

[Alm 03] Alm, N. et al. Designing an interface usable by people with dementia. Proceedings of the 2003 conference on Universal usability - CUU '03 156(2003).

### **3.3.6節**

[Cooper99] Cooper, R.G. and Edgett, S.J.: Product Development for the Service Sector, Basic Books (1999).

[Edvardsson00] Edvardsson, B. and Gustafsson, A., Johnson, M.D., Sanden, B.: New Service Development and Innovation in the New Economy, Studentlitteratur (2000).

[Shostack82] Shostack, G.L.: How to Design a Service, European Journal of Marketing, Vol.16, No.1, pp. 49-63 (1982).

[Ramaswamy96] Ramaswamy, R., Design and management of service processes, Addison-Wesley (1996)

[新井06] 新井民夫, 下村芳樹, サービス工学--製品のサービス化をいかに加速するか, 一橋ビジネスレビュー, 東洋経済新報社, Vol.54, No.2, pp.52-69 (2006)

[Uchihira08] Uchihira, N. et. al. , Analysis and Design Methodology for Recognizing Opportunities and Difficulties for Product-based Services, Journal of Information Processing, Vol. 16, pp. 13-25 (2008)

[鳥山 07] 鳥山亜紀 ほか, 「パーソナル看護拠点」が看護業務に与える影響 - 医療・患者情報の電子化による急性期病棟計画の再検討 その1 -, 日本建築学会計画論文集 第662号, 57-63( 2007)

### **3.3.7節**

[Alm 04] Alm, N. et al. A cognitive prosthesis and communication support for people with dementia. Neuropsychological Rehabilitation 14, 117-134(2004).

[Alm 07] Alm, N. et al. Support System for Older People with Dementia. Computer 35-41(2007).

[Arcelus 07] Arcelus, A. et al. Integration of smart home technologies in a health monitoring system for the elderly. Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2007, AINAW'07. 21st International Conference on 2, 820-825(2007).

[Armstrong 10] Armstrong, N. et al. Using smartphones to address the needs of persons with Alzheimer's disease. Annals of Telecommunications, 65, 485-495(2010).

[Astell 08] Astell, A. et al. Involving older people with dementia and their carers in designing computer based support systems: some methodological considerations.

- Universal Access in the Information Society 8, 49-58(2008).
- [Astell 10] Astell, A.J. et al. Using a touch screen computer to support relationships between people with dementia and caregivers. *Interacting with Computers* 22, 267-275(2010).
- [Boger 05] Boger, J., Hoey, J. & Boutilier, C. A Decision-Theoretic Approach to Task Assistance for Persons with Dementia. *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 05)* 1293-1299(2005).
- [Boger 06] Boger, J. et al. A planning system based on Markov decision processes to guide people with dementia through activities of daily living. *IEEE transactions on information technology in biomedicine*, 10, 323-33(2006).
- [Campo 02] Campo, E. & Chan, M. Detecting abnormal behaviour by real-time monitoring of patients. *Proceedings of the AAAI-02 Workshop "Automation as Caregiver 8-12(2002)*.
- [Chen 07] Chen, D., Bharucha, A.J. & Wactlar, H.D. Intelligent video monitoring to improve safety of older persons. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference 2007*, 3814-7(2007).
- [Chen 05] Chen, J. et al. Bathroom activity monitoring based on sound. *Pervasive Computing* 47-61(2005).
- [Cho 02] Cho, B. et al. The validity and reliability of a Computerized Dementia Screening Test developed in Korea. *Journal of the neurological sciences* 203-204, 109-14(2002).
- [Cole 94] Cole, E. et al. Participatory design for sensitive interface parameters: contributions of traumatic brain injury patients to their prosthetic software. *Conference companion on Human factors in computing systems* 115-116(1994).
- [Cole 98] Cole, E. & Dehdashti, P. Computer-based cognitive prosthetics: Assistive technology for the treatment of cognitive disabilities. *Proceedings of the third international ACM conference on Assistive technologies* 11-18(1998).
- [Cullum 06] Cullum, C.M. et al. Feasibility of telecognitive assessment in dementia. *Assessment* 13, 385-90(2006).
- [Czaja 02] Czaja, S.J. & Rubert, M.P. Telecommunications technology as an aid to family caregivers of persons with dementia. *Psychosomatic medicine* 64, 469-76(2002).
- [Du 08] Du, K. et al. Handling Activity Conflicts in Reminding System for Elders with Dementia. *Future Generation Communication and Networking 2008 (FGCN08)*, 416-421(2008).
- [Freeman 05] Freeman, E.D. et al. Improving website accessibility for people with early-stage dementia: a preliminary investigation. *Aging & mental health* 9, 442-8(2005).
- [Gowan 04] Gowans, G. et al. Designing a multimedia conversation aid for reminiscence therapy in dementia care environments. *Extended abstracts of the 2004 conference on Human factors and computing systems - CHI '04* 825-836(2004).

- [Helal 03] Helal, S. et al. Smart phone based cognitive assistant. UbiHealth 2003: The 2nd International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications (2003).
- [Hofmann 96] Hofmann, M. et al. Interactive computer-based cognitive training in patients with Alzheimer's disease. *Journal of psychiatric research* 30, 493–501(1996).
- [Inglis 03] Inglis, E.A. et al. Issues surrounding the user-centred development of a new interactive memory aid. *Universal Access in the Information Society* 2, 226–234(2003).
- [Inoue 00] Inoue, M. et al. Development of computerized screening system for dementia and its preliminary field test. *Computer methods and programs in biomedicine* 61, 151-5(2000).
- [Kim 11] Kim, H., Cho, Y.S. & Do, E.Y.L. Computational clock drawing analysis for cognitive impairment screening. *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* 297–300(2011).
- [Larner 03] Larner, a J. Use of the internet and of the NHS direct telephone helpline for medical information by a cognitive function clinic population. *International journal of geriatric psychiatry* 18, 118-22(2003).
- [Lee 00] Lee, J.H. et al. A telemedicine system as a care modality for dementia patients in Korea. *Alzheimer disease and associated disorders* 14, 94-101(2000).
- [Lin 06] Lin, C.-C. et al. Wireless health care service system for elderly with dementia. *IEEE transactions on information technology in biomedicine*, 10, 696-704(2006).
- [Liu 05] Liu, A.L. et al. Indoor wayfinding: developing a functional interface for individuals with cognitive impairments. *Disability and rehabilitation. Assistive technology* 3, 69-81(2008).
- [LoPresti 05] LoPresti, E. et al. Solo: interactive task guidance. *Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* 190–191(2005).
- [Masuda 02] Masuda, Y. et al. Unconstrained monitoring of prevention of wandering the elderly. *Proceedings of the EMBS/BMES Conference, 2002.* 3, 1906–1907(2002).
- [McCarthy 02]. McCarthy, C.E. & Pollack, M.E. A plan-based personalized cognitive orthotic. *6th International Conference on AI Planning and Scheduling* 213–222(2002).
- [Mihailidis 02] Mihailidis, A. Context-aware assistive devices for older adults with dementia. *Gerontechnology* 2, 173-188(2002).
- [Mihailidis 04] Mihailidis, A., Carmichael, B. & Boger, J. The use of computer vision in an intelligent environment to support aging-in-place, safety, and independence in the home. *IEEE transactions on information technology in biomedicine*, 8, 238-47(2004).
- [Mihailidis 07] Mihailidis, A. et al. The use of an intelligent prompting system for people with dementia. *interactions* 14, 34–37(2007).
- [Miskelly 04] Miskelly, F. A novel system of electronic tagging in patients with

- dementia and wandering. *Age and ageing* 33, 304-6(2004).
- [Miskelly 05] Miskelly, F. Electronic tracking of patients with dementia and wandering using mobile phone technology. *Age and ageing* 34, 497-499(2005).
- [Miura 08] Miura, M. et al. Aware group home enhanced by RFID technology. *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems* 847–854(2010).
- [Mundt 01] Mundt, J.C. et al. Computer-automated dementia screening using a touch-tone telephone. *Archives of internal medicine* 161, 2481-7(2001).
- [Mundt 05] Mundt, J.C., Moore, H.K. & Greist, J.H. A novel interactive voice response (IVR) system for dementia screening, education, and referral: one-year summary. *Alzheimer disease and associated disorders* 19, 143-7(2005).
- [Ogawa 04] Ogawa, H. et al. A mobile phone-based safety support system for wandering elderly persons. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference* 5, 3316-7(2004).
- [Oriani 03] Oriani, M. et al. An electronic memory aid to support prospective memory in patients in the early stages of Alzheimer's disease: a pilot study. *Aging & Mental health* 7, 22–27(2003).
- [O'Neill 10] O'Neill, S. a et al. Video Reminders as Cognitive Prosthetics for People with Dementia. *Ageing International* (2010).
- [Patterson 02] Patterson, D.J. et al. Intelligent ubiquitous computing to support Alzheimer's patients: Enabling the cognitively disabled. *Proc. of First International Workshop on Ubiquitous Computing for Cognitive Aids* 21-22(2002).
- [Patterson 04] Patterson, D.J. et al. Opportunity knocks: A system to provide cognitive assistance with transportation services. *UbiComp 2004: Ubiquitous Computing* 433–450(2004).
- [Poon 04] Poon, P. et al. Cognitive intervention for community-dwelling older persons with memory problems: telemedicine versus face-to-face treatment. *International journal of geriatric psychiatry* 20, 285-6(2005).
- [Schikhof 08] Schikhof, Y. & Mulder, I. Under watch and ward at night: design and evaluation of a remote monitoring system for dementia care. *HCI and Usability for Education and Work* 475–486(2008).
- [Sixsmith 07] Sixsmith, A. et al. Developing a technology “wish-list” to enhance the quality of life of people with dementia. *Gerontechnology* 6, 2–19(2007).
- [Stavros 10] Stavros, Z., Fotini, K. & Magda, T. Computer based cognitive training for patients with mild cognitive impairment (MCI). *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments* 1–3(2010).
- [Tabar 06] Tabar, A.M., Keshavarz, A. & Aghajan, H. Smart home care network using sensor fusion and distributed vision-based reasoning. *Proceedings of the 4th ACM international workshop on Video surveillance and sensor networks - VSSN '06* 145(2006).
- [Wherton 08] Wherton, J. & Monk, a Technological opportunities for supporting people with dementia who are living at home. *International Journal of Human-Computer*

- Studies 66, 571-586(2008).
- [Wherton 10] Wherton, J.P. & Monk, A.F. Problems people with dementia have with kitchen tasks: The challenge for pervasive computing. *Interacting with Computers* 22, 253-266(2010).
- [White 00] White, M.H. & Dorman, S.M. Online support for caregivers. *Analysis of an Internet Alzheimer mailgroup. Computers in nursing* 18, 168-76; quiz 177-9(2000).
- [Wright 10] Wright, D.W. et al. Use of a novel technology for presenting screening measures to detect mild cognitive impairment in elderly patients. *International journal of clinical practice* 64, 1190-7(2010).
- [Zang 08] Zhang, S. et al. Decision Support for Alzheimer's Patients in Smart Homes. 2008 21st IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems 236-241(2008).
- [介護労働安定センター07]介護労働安定センター, 平成19年度 介護労働実態調査, (2007)
- [介護労働安定センター08]介護労働安定センター, 平成20年度 介護労働実態調査結果について, (2008)
- [介護労働安定センター09]介護労働安定センター, 平成21年度 介護労働実態調査結果について, (2009)
- [介護労働センター05]介護労働安定センター, 平成16年度「介護労働者のストレスに関する調査」結果概要, (2005)
- [義本ら07]義本純子, 富岡和久, 介護老人福祉施設における職員のバーンアウト傾向とストレス要因の関係について, 北陸学院短期大学紀要, 第39号, (2007)
- [久保07]久保真人, バーンアウト(燃え尽き症候群)ーヒューマンサービス職のストレス, 日本労働研究雑誌, No. 558, (2007)
- [堀田ら05]堀田聡子, 佐藤弘樹, 介護職のストレスと雇用管理のあり方: 高齢者介護施設を取り上げて, 研究シリーズ No.7 介護職の能力開発と雇用管理, 東京大学社会科学研究所 人材ビジネス研究寄付研究部門, (2005)