

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成24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
(株式会社 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	3
3.1 研究開発目標	3
3.2 実施方法・実施内容	6
3.2.1 介護付有料老人ホームSでの試行評価の概要	6
3.2.2 つぶやき交換機エンジン高度化と評価	7
3.2.3 ユースケースに基づくつぶやき時空間コミュニケーションシステムの洗練化	12
3.2.4 サービス可視化評価システムの開発と試行評価	17
3.2.5 負担感評価手法の開発と試行評価	25
3.2.6 つぶやきイベントログに基づく分析・評価手法の開発	30
3.2.7 訪問看護・地域医療におけるユースケース調査	43
3.3 研究開発結果・成果	45
3.4 会議等の活動	48
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	48
5. 研究開発実施体制	48
6. 研究開発実施者	49
7. 研究開発成果の発表・発信状況，アウトリーチ活動など	51
7.1 ワークショップ等	51
7.2 社会に向けた情報発信状況，アウトリーチ活動など	51
7.3 論文発表	52
7.4 口頭発表	52
7.5 新聞報道・投稿，受賞等	53
7.6 特許出願	54
参考文献	54

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

① 研究開発目標

我が国においては、高齢化が急速に進み、医療・介護現場の根本的な変革が不可避である。医療・介護サービスのイノベーションが求められており、サービス科学の最重要なターゲットの1つである。本プロジェクトの目的は、様々な医療・介護関係者が、患者や高齢者のために一体となって、知的かつ肉体的で状況適応型のサービス（以下、行動型サービスと呼ぶ）を効果的かつ効率的に行うことを支援するシステムおよび手法の実現である。本目的を達成するために、医療・介護関係者間の記録や連絡などのコミュニケーションを支援する「つぶやき時空間コミュニケーションシステム」とコミュニケーションの実績データを用いてサービスを評価する「サービス空間可視化評価システム」を開発する（図2-1）[Uchihira11,内平12]。本システムを実フィールド（現場）に適用することで、3つのサービス価値「即時対応品質の向上」「個別ケアプラン品質向上」「職場全体のケア業務品質向上」が創造できることを確認する。新サービス開発では、フィールドとの共創が不可欠であり、要素技術・システム開発と協力機関（介護付き有料老人ホームS, 中規模病院T, ほか）の実フィールドや仮想フィールド（病院や介護施設を模擬した実験環境）での試行評価をスパイラルに繰り返し、持続的な社会実装に耐えうる技術・手法・システムの構築を目指す。

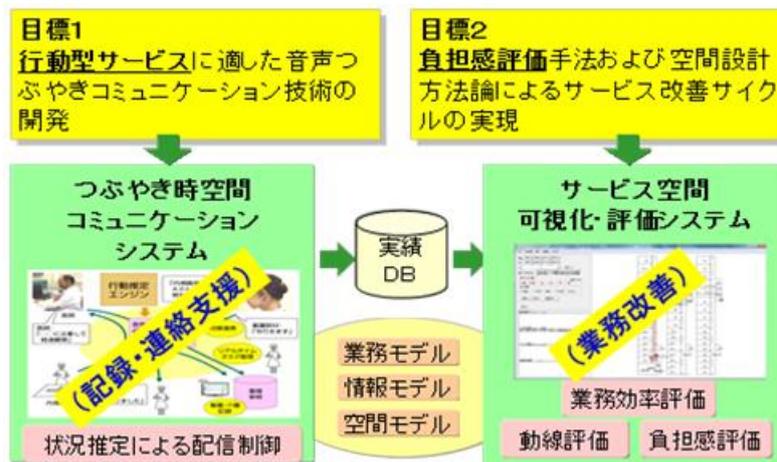


図2-1：プロジェクトの目標と開発するシステム・手法

② 実施項目・内容

H23年度までにフィールド調査、ベースとなるシステムの開発、および要素機能の開発を行ってきた。H24年度は、それらを統合し、実フィールドで試行評価し、前述の3つのサービス価値を検証するために下記の研究開発を実施した。詳細な実施内容は3.2節で述べる。

(ア) 音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムの開発

- 本システムの技術的なコアである音声つぶやき状況推定・配信制御エンジン（音声つぶやき交換機）を洗練化した。実フィールドでの試行評価のデータ（位置、つぶやき）を用いて、位置推定エンジン、音声つぶやきからのキーワード抽出エンジン、位置・キーワード・業務情報を用いた音声つぶやき分類・配信エンジンを改良し性能を向上した（3.2.2節）。
- 音声つぶやき状況推定・配信制御エンジンを組み込んだコミュニケーションシステムを洗練化した。フィールド実験、仮想フィールド実験で抽出できた技術課題を解決し、本格的なフィールド実験に耐えうるシステムを構築した（3.2.3節）。
- ユースケースの洗練化と新規開拓を行った。具体的には、フィールドの分析および実験を通じて、既存ユースケース（記録・引継ぎ、メモ・伝言、業務連携）の洗練化を行うと同時に、新規ユースケース（地域医療介護包括ケア）の調査・開拓を行った（3.2.7節）。

(イ) サービス空間可視化・評価システムの開発

- 音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムのログを用いてサービス可視化・評価ツールを開発し、業務改善への適用可能性について実フィールドで評価した（3.2.4節）。
- サービス可視化・評価ツールによる業務改善のための負担感評価手法を開発した（3.2.5節）。
- 音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムのつぶやきイベントログから業務改善が必要な課題部分抽出の自動抽出のための方法（プロセスマイニング）の基礎検討を行った（3.2.6節）。

(ウ) フィールド実験・仮想フィールド実験の実施

協力機関である介護付き有料老人ホーム S（東京都三鷹市）と仮想フィールド実験環境において開発したシステムおよび評価・設計手法を試行評価し、システムおよび手法の有効性を検証するとともに課題を抽出し、最終年度の試行評価に向けシステムおよび手法を改善した（3.2.1節および3.2節全般）。

③ 主な結果

上記実施内容に関する主な成果の概要を下記に示す。特に、（ウ）に示したように「つぶやき」によって、これまで補足できなかった有益な気づきを補足できるようになることを実フィールドで確認できたことは、サービス科学の視点からも大きな成果である。また、H25年度の最終フィールド実験で3つのサービス価値を検証する準備を完了した。

(ア) 音声つぶやきコミュニケーションシステムの開発

- 音声つぶやき状況推定・配信制御エンジンの洗練化に関しては、実フィールドでの試行評価のデータを用いてエンジンの洗練化を行い、位置推定、タグ付け、分類配信に関して定量的な性能向上を確認した。最終的な性能指標である、配信時の不要配信率は9.5%、配信漏れ率5.7%であった。技術目標としていた配信漏れがない場合の不要配信率5%以下にはギャップがあるが、慣れや使い方の工夫で運用上問題ない精度を達成できる感触を得ている。ただし、サンプル数に偏りがある可能性もあり、さらなる評価が必要である。

- H25年度の最終試行評価に必要な機能を開発するとともに、洗練化した状況推定・配信制御エンジンを組み込み、仮想フィールド実験で機能確認を行った。最終試行評価に向けて課題も明らかになり、更なる改善・洗練化が必要であるが、実験に使える用途はついた。

(イ) サービス空間可視化・評価システムの開発

- サービス可視化・評価ツールを開発し、実フィールドで評価した。インタビューを通じて定性的であるが有効性を確認した。特に、サービスプロバイダ（看護師、介護士）だけでなく、サービスレシーバー（患者、要介護者）の視点を導入した「スマイル度」という新しい評価軸を導入し、実フィールドのケアスタッフへのインタビューを通じてツールの有効性を確認した点に大きな新規性がある。
- 負担感評価に関しては、役割曖昧性及び役割葛藤に関して質問群を設計し、実フィールドでの試行評価を通じて、つぶやきログ分析と対応付け振り返りインタビューや改善ワークショップで活用する用途をつけた。
- つぶやきイベントログに基づく分析・評価手法に関しては、仮想フィールド実験のデータを用いて基礎検討を完了し、H25年度の実フィールド適用に向けての準備を完了した。

(ウ) フィールド実験・仮想フィールド実験の実施

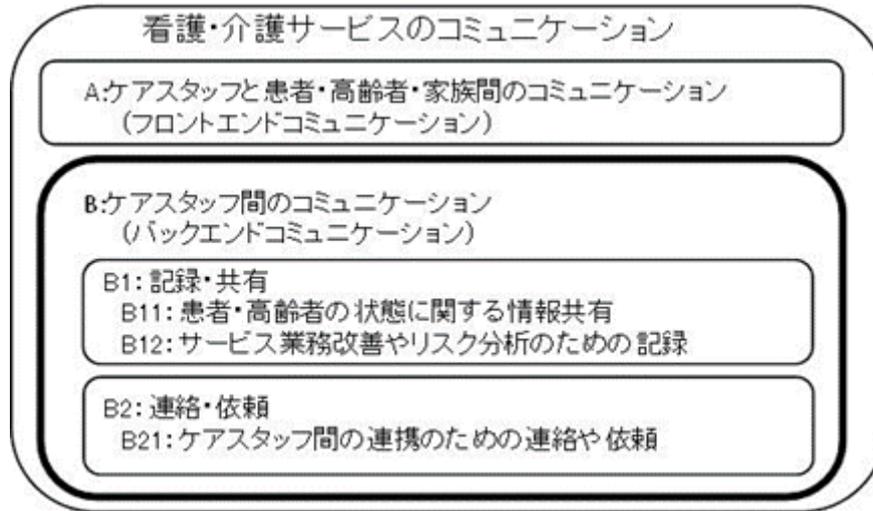
- 協力機関である介護付き有料老人ホーム S で音声つぶやきコミュニケーションシステムとサービス空間可視化・評価システムをスルーして試行評価を行い、(ア)(イ)で示した各機能の評価を行うとともに、H25年度の最終試行評価に向けての課題を抽出した。特に、つぶやきと介護記録の比較を行い、アセスメントに関する「つぶやき」のうち、約8割は介護記録に残されておらず、そのうち約半数は他のケアスタッフにとって有益な情報であることが確認できた(3.3節)。看護・介護サービス中の「つぶやき」の登録・活用という今までなかったコミュニケーション手段により、従来補足できず消えていた重要な情報を適切に補足・活用することで、ケアの品質向上に有効である可能性を定量的に示すことができた。

3. 研究開発実施の具体的内容

3.1 研究開発目標

本プロジェクトの主目標は、超高齢化が進み何らかの変革が不可避な医療・介護現場において、様々な医療・介護関係者が、患者や要介護者のために一体となって効率的に業務を行うことができる、新しいコミュニケーション支援システムおよび手法の実現である。図3.1-1に、看護・介護サービスのコミュニケーションの分類を示す。コミュニケーションには、ケアスタッフと患者・高齢者・家族間のコミュニケーション（フロントエンドコミュニケーション）とケアスタッフ間のコミュニケーション（バックエンドコミュニケーション）がある。前者は看護・介護サービスの根幹でありたいへん重要である。一方、後者はサービスレシーバーである患者や要介護者には見えないコミュニケーションである。しかし、現実の看護・介護サービスにおいて、看護・介護記録システムへの情報入力などの記録やスタッフ間の会議や連絡などのバックエンドコミュニケーションの比重・負荷は少なくない。フロントエンドコミュニケーションは現状のスタイルを大きく変えるのは難し

いのに対し、バックエンドコミュニケーションに大きな変革の余地があると考えられる。そこで、本プロジェクトでは、ケアスタッフ間のコミュニケーションを対象とする。また、対面会話を除くコミュニケーションの直接的間接的支援を対象とする。



コミュニケーション手段

	1対1	多対多
同期	対面会話 携帯電話	引き継ぎ, 各種ミーティング/カンファレンス
非同期	メモ	ホワイトボード, 看護・介護記録システム

図 3.1-1 : 看護・介護サービスにおけるコミュニケーション分類と手段

具体的達成目標は、次の2項目である（図2-1）。これは、プロジェクト開始時から大きな変化はない。

具体目標 1 :

行動型サービスに適したコミュニケーションを支援する技術およびシステムの開発。

- 従事者間の業務連携を考慮した看護・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（ユースケース）を構築する。
- そのモデルに基づく看護・介護従事者の状況推定・配信制御エンジンを開発する。
- そのエンジンを組み込んだつぶやき時空間コミュニケーションシステム（図3.1-2）を開発し、協力機関の実フィールドにおいて試行評価し、有効性を検証する。

具体目標 2 :

負担感評価手法およびアシスト空間設計手法によるサービス改善サイクルの実現。

- 行動型サービスにおける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、サービス空間可視化・評価システムを開発し、協力機関の実フィールドにおいて、サービス可視化・改善サイクルを実現する。
- 上記実フィールド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にサービス可視化・改善サイクルを手法化する。

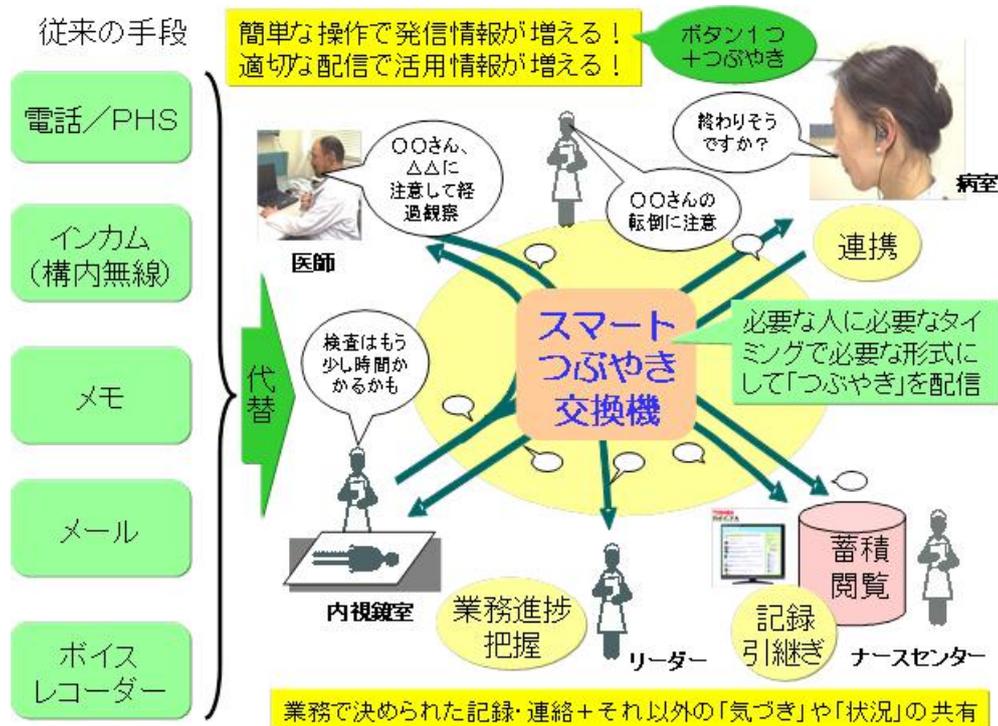


図 3.1-2 : つぶやき時空間コミュニケーションシステム

H22年度は、関連する技術の文献調査を行うとともに、中規模病院T、介護付き有料老人ホームS、グループホームなどの協力機関の看護・介護現場で調査を実施し、業務分析を行った。その実験・分析に基づき、技術課題を明確化するとともにつぶやき時空間コミュニケーションシステムの概念設計を行い、H23年度は、つぶやき時空間コミュニケーションシステムおよびサービス空間可視化・評価システムを詳細設計・実装し、要素機能レベルの試行実験を実施した。また、理論的基礎となるコミュニケーションモデル（情報スーパーバイザ制御モデル等）の検討を行った[鳥居11, 平石11, 内平12, Hiraishi 12, Uchihira13]。H24年度は、両システムを連携させたフィールド実験を介護付き有料老人ホームSで行い、その試行・評価結果を用いてシステムの洗練化を行った。これらの内容は、概ねマスタスケジュール（図3.1-3）に沿っている。

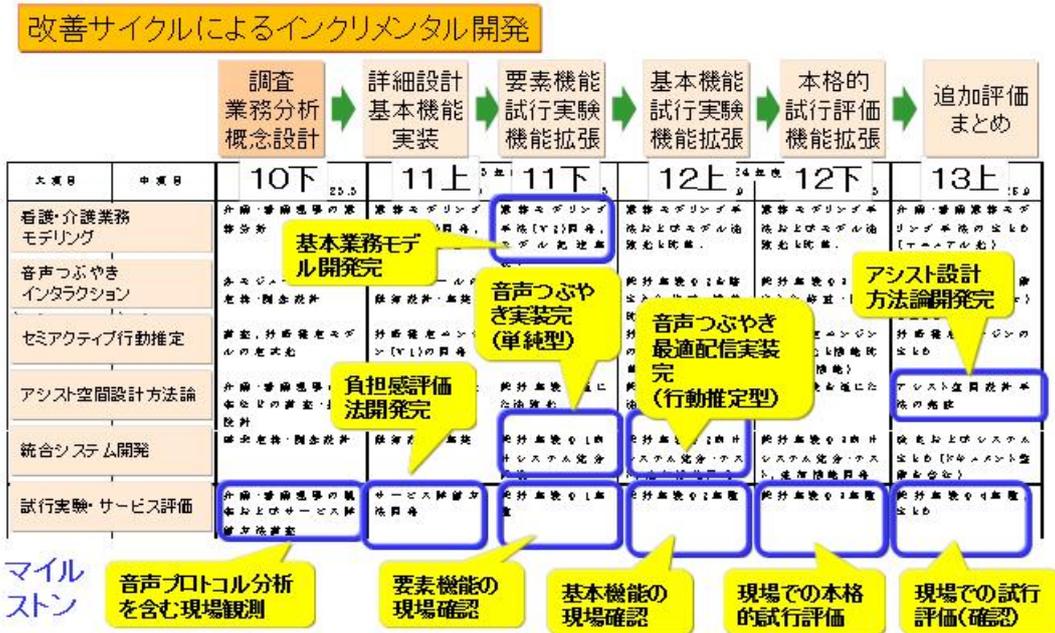


図3.1-3 つぶやき空間プロジェクトのマスタースケジュール (PJ開始時作成)

3.2 実施方法・実施内容

3.2.1 介護付有料老人ホームSでの試行評価の概要

本プロジェクトでは、開発した技術を実フィールドで試行・評価し、その結果を用いて改善・洗練化するサイクルを繰り返すスパイラルアプローチ（サービス最適設計ループ）により、実用的な技術・手法・システムの構築を目指している。H24年度で開発した技術は主に介護付き有料老人ホームSで試行・評価を行った。H24年度に開発したそれぞれの技術・システム・手法は、介護付き有料老人ホームSでの試行・評価を含めて説明するため、本節では最初に介護付き有料老人ホームSで試行・評価の概要を説明する（図3.2.1-1）。本プロジェクトの協力機関である介護付き有料老人ホームS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（建屋の構造は図3.2.2-3を参照）。今回の試行評価は、要介護者向けのヘルスケア・センターにおける食事介助を対象とし、つぶやき時空間コミュニケーションシステムを用いた音声つぶやきの計測および振り返りインタビューを9/27,10/30-31,11/27の計4日、サービス可視化・評価システムを使った改善ワークショップを10/29,11/12,12/10の計3日行った。また、位置推定エンジン評価のための日勤時間帯の介護士の動線計測を11/28～12/9の計12日行った。結果として、昼および夜の食事介助に関する306件の音声つぶやきと動線が収集できた。本データを用いたエンジン、システム、手法の評価結果は次節以降で詳しく述べる。

なお、本研究を実施するにあたっては、北陸先端科学技術大学院大学に設置されたライフサイエンス委員会に諮り、倫理上の問題がないことの認可を得ている（認可番号23-011）。



図3.2.1-1：介護付き有料老人ホームSで試行・評価

3.2.2 音声つぶやき状況推定・配信制御エンジン高度化と評価

本節では、音声つぶやき状況推定・配信制御エンジンの核である音声つぶやきの分類・配信を行う「音声つぶやき交換機」と状況推定エンジンの1つである位置情報推定エンジンの高度化と評価について述べる。

(1) 音声つぶやき交換機の概要

音声つぶやき交換機は、図3.2.2-1に示すように、ユーザ（看護師・介護士）がスマートフォンで登録した生音声に対し、発話に含まれる重要なキーワードや、位置や業務といった発話時の状況を示す情報を「タグ」として自動添付するタグ添付エンジンと、添付されたタグに基づいてつぶやき分類し、他ユーザに配信する分類・配信エンジンからなる[Torii 12]。音声つぶやきを受信した職員は、タグを見るだけで、ある程度、内容を把握することができる。またタグにより、蓄積されたつぶやきを自動分類することができ、効率のよい共有ができる。なお、つぶやきには音声認識結果のテキストも添付される。

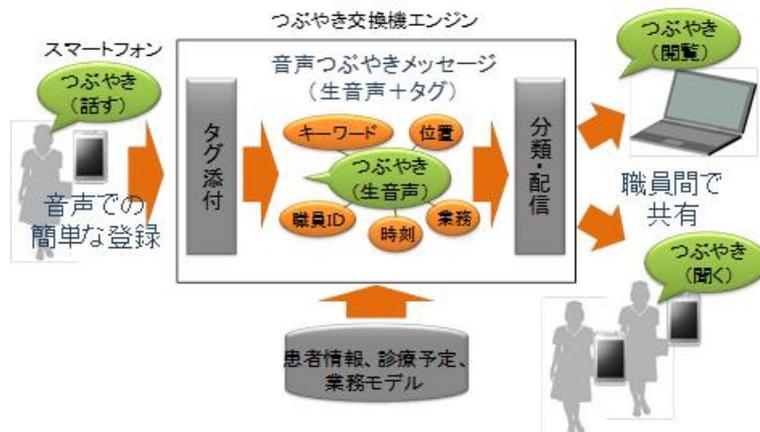


図 3.2.2-1：音声つぶやき交換の概要

音声つぶやき交換機は、図3.2.2-2に示すように、音声認識・キーワード抽出エンジン、位置推定エンジン、行動・業務推定エンジンの各推定エンジンと最適タグ選択ソルバーから構成されている。最適タグ選択ソルバーは各推定エンジンの出力を統合して、音声つぶやきの内容を端的に示すキーワードや発話時の推定位置、推定業務といったタグを自動抽出しつぶやきに添付する。

各推定エンジンは、必ずしも完全な推定はできず、例えば音声認識・キーワード抽出エンジンは、患者の観察内容についての「103号室、山口さん．．．」という発話に対して、102号室、103号室、203号室、山口、山内、山藤といったキーワードの候補を確信度付きで出力する。位置推定エンジン、行動・業務推定エンジンも同様に、曖昧性を含んだ位置、行動、業務の候補を出力する。これらの候補をタグ候補と呼ぶ。

最適タグ選択ソルバーは、患者氏名と病室の組み合わせや、診療予定など、医療情報システムから得られる情報から生成されるタグ候補間の制約を考慮した上で、確信度の総和が最大となるタグの組み合わせを求め、つぶやきに添付する。最適タグ選択ソルバーは、汎用の制約充足ソルバーで実装している。

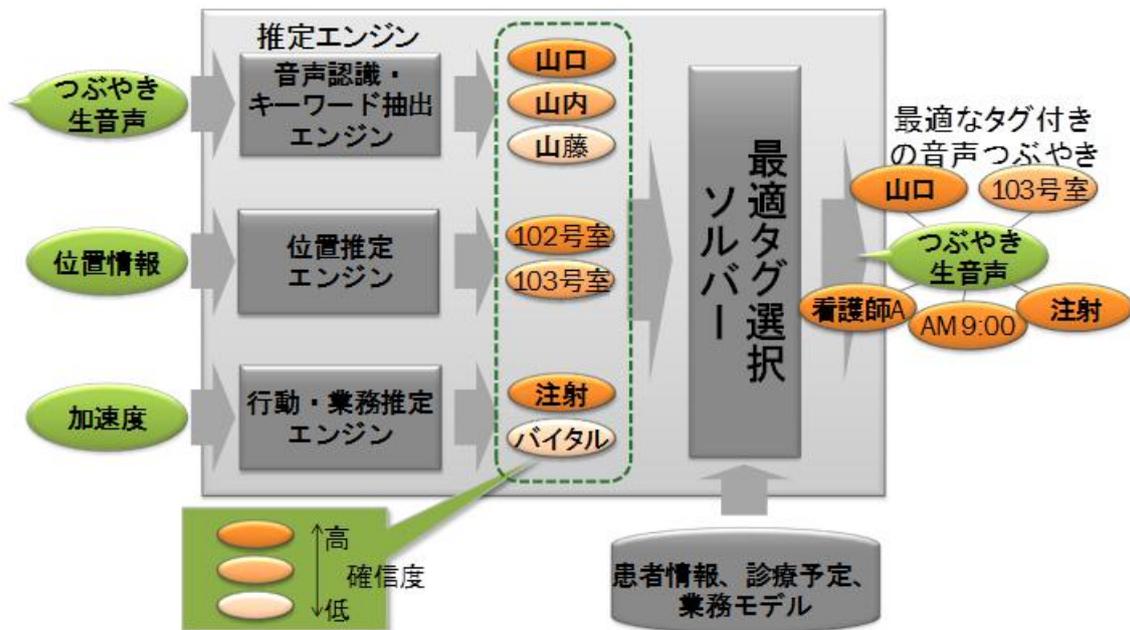


図 3.2.2-2 : 最適タグ選択ソルバー

(2) 位置推定エンジンの改良と評価

本プロジェクトで採用した屋内位置検知の方法は、施設内に配置したBluetooth発信機（以下、「BT発信機」）と介護スタッフが携帯するスマート端末で構成される。BT発信機は、出力が2.5mWで到達距離が10mのclass2仕様の装置を採用した。BT発信機からの電波を検知するには10秒から20秒の時間を要するので、時間内に検出された複数の測定データを基にして介護スタッフの位置を推定した。

1階から3階に、合計104個のBT発信機を設置した。図3.2.2-3は、各居室と廊下、2機のエレベータ、エレベータホール、階段などにBT発信機を設置した位置を示している。写真3.4-1

は、天井裏・廊下の窓辺BT発信機を設置している状況である。



写真3.2.2-1 BT発信機の設置

● BT発信機設置位置

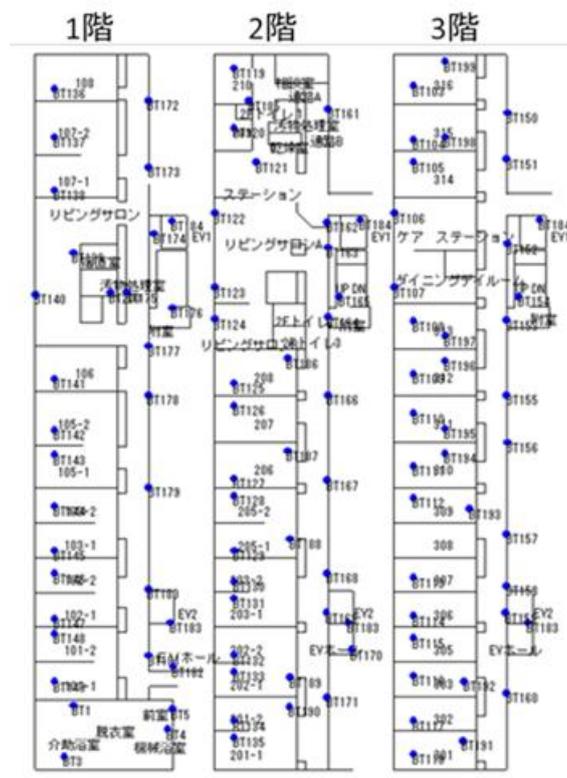


図3.2.2-3 BT発信機の設置位置

10月30日に実施フィールド実験での4名の介護スタッフの位置を目視で観察し記録した。観察記録と屋内測位システムで取得した位置情報を比較して、位置推定ロジックを改良した。上下階や隣部屋など誤測定の事例を12ヶ所特定して、これらのパターンの測定があった場合に修正するロジックを採用した。

図3.2.2-4はロジック適用前後の正解率を比較している。ロジック適用により4人の位置正解率は平均で88%から91.4%となり、3.4%改善した。

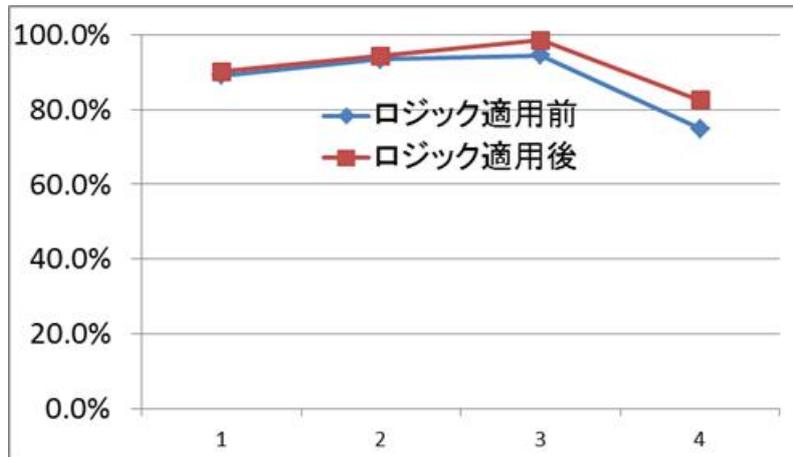


図 3.2.2-4 ロジック適用前後の位置情報の正解率

(3) 最適タグ選択ソルバーのフィールド実験データを用いた評価

これまでの実フィールド実験で収集した病院，介護施設でのつぶやきデータをもとに作成した業務とつぶやきのシナリオに沿って，東芝研究開発センター内に設置した仮想病院・介護施設内を移動しながらつぶやく仮想フィールド実験を行った．146のつぶやきと位置データを収集し，音声認識・キーワードエンジンと位置推定エンジンによる，キーワード候補推定，位置候補推定，最適タグ選択ソルバーによる最適タグ抽出を行った．

各推定エンジンの出力した候補のうち，単純に最も確信度の高いものをタグとした場合の誤りを含むタグ抽出結果と比較し，最適タグ選択ソルバーによりサービスドメイン知識を適用した統合推定による抽出結果で，タグが正しく修正されたパターンを図3.2.2-5に示す．146のつぶやきの全体にわたって，最適タグ選択ソルバーの適用により，推定エンジンの出力に比較し，患者名については約3%，位置推定結果については約10%，精度の向上という結果を得た．

最適タグ選択ソルバーが無い場合のタグ (個別推定エンジンによる第一タグ候補)						最適タグ選択ソルバーにより選出された最適タグ						
つぶやきID	キーワードタグ				位置タグ	知識の適用によるタグ候補選出のパターン	つぶやきID	キーワードタグ				位置タグ
	姓	名	病室	バイタル項目				姓	名	病室	バイタル項目	
1	河野	幸明	103			患者情報による患者姓の修正	1	小室	幸明	103		
2	後藤	文彦	103			患者情報による病室番号の修正	2	後藤	文彦	303		
3	木村	綾子	104	血圧、...	105	業務知識と患者情報による位置修正	3	木村	綾子	104	血圧、...	104
4	?	幸明	103			患者情報による患者姓の追加	4	小室	幸明	103		

図 3.2.2-5：最適タグ選択ソルバーによる最適タグ選出の例

(4) 実フィールド実験データを用いた音声つぶやき交換機の評価

2012年9月～11月の間の4日間にわたって介護付き有料老人ホームSで収集された食事介助業務におけるつぶやきデータについて、音声認識・キーワード抽出を行い、キーワードに基づく自動分類を行った。分類としては、記録系つぶやきか、他職員への連絡系つぶやきかの2種類である。

収集された284個のつぶやきデータのそれぞれについて、内容の分析を行い分類した結果、73個が記録系つぶやきで、211個が他職員への連絡系つぶやきであった。この分類を正解として、音声認識・キーワード抽出を行い、キーワードに基づく自動分類を行った結果、連絡系と判定されたつぶやきのうち、実際には記録系つぶやきであったものの比率（不要配信率）は9.5%（21/220）であった。また実際には連絡系つぶやきであったが、記録系と判定されたものの比率（配信漏れ率）は5.7%（12/211）であった。

収集されたつぶやきデータの中には、つぶやきシステムの操作に不慣れなために、音声の冒頭や終端が切れているケース、マイクのボタン操作の機械的ノイズが入っているケースがあった。これらのケースでは、音声認識の精度が低く、キーワードが抽出できないものがある。このため参考として、人手での音声の聞き取りにより書き起こしたテキストからキーワード抽出を行い、同様に自動分類を行った結果、不要配信率は3.0%、配信漏れ率は6.6%となった。

今後、連絡系つぶやきの場合に用いるキーワードを整理した上で、ユーザに、連絡系つぶやきを行う場合には特定のキーワードを用いてもらうことにより、精度の向上が期待できる。また、更なる精度向上のためには雑音が入りにくいデバイスや、音声の切れが起こりにくいユーザインターフェースの開発が必要である。

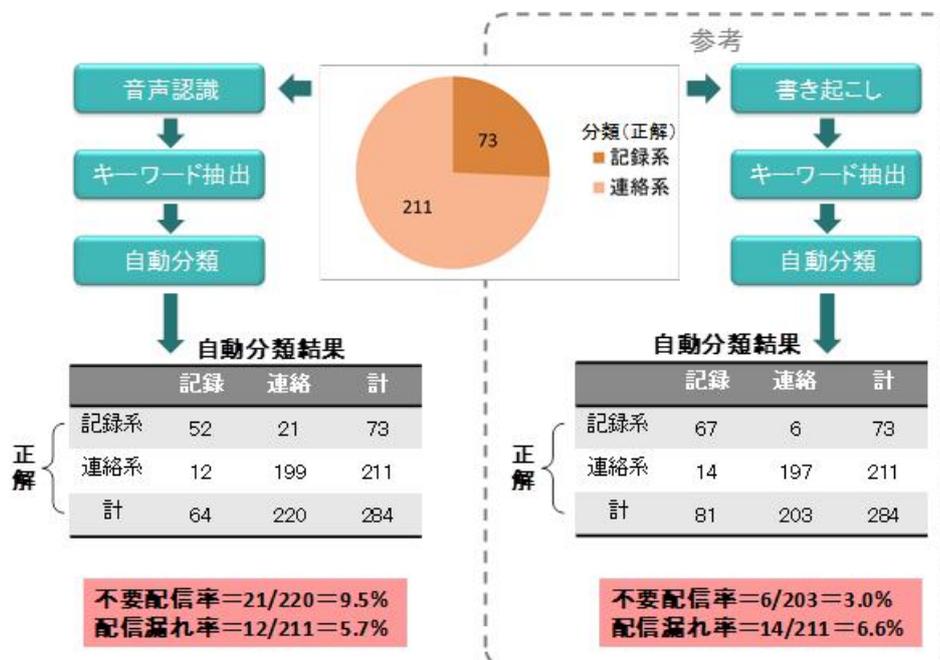


図3.2.2-6：実フィールドにおける食事介助業務でのつぶやきの自動分類結果

3.2.3 ユースケースに基づくつぶやき時空間コミュニケーションシステムの洗練化

H23年度で音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムの基本機能はできていたが、H24年度は主として下記の機能の開発を行った。また、つぶやき配信機能に関しては、仮想フィールド実験で機能検証を行った。ここでは、そのポイントのみを述べる。

- 音声つぶやき交換機の各エンジンのシステムへの組み込み・統合
- 音声つぶやき閲覧画面の機能強化
- セキュリティ対策の実施

(1) 音声つぶやき交換機の各推定エンジンのシステムへの組み込み・統合

これまで個別に開発・洗練化・評価してきた、音声認識・キーワード推定エンジン、位置推定エンジン、行動・業務推定エンジンの各推定エンジンをシステムに統合した（H23年度までのシステム試行評価は「簡易エンジン」で行っていた）。また、これらの推定エンジンが出力するタグ候補（キーワード候補、位置候補、行動・業務候補）の組み合わせの中から、最適なタグの組を選択しつぶやきに添付する最適タグ選択ソルバー、およびタグに基づきつぶやきを配信する自動配信エンジンを開発し、これらもシステムに統合した。自動配信エンジンの機能検証は後述する。

(2) つぶやき閲覧画面の機能強化

実フィールドおよび仮想フィールド実験でのフィードバックに基づき、これまでのタイムライン表示中心のつぶやき閲覧（Webブラウザ、スマート端末）機能に加えて、以下の機能を開発した。これは、作業中で音声つぶやきを聞き逃した場合などに、画面上で確認する機能が不可欠であるとのニーズに基づくものである。

- リアルタイム全体状況把握支援機能
現状のスマホ上の閲覧機能は、タイムラインベースであり、スマート端末やWebブラウザでのリアルタイムの全体状況把握は難しかった。最新の全体状況把握する閲覧機能を開発した（図 3.2.3-1）。
- 状態観察つぶやき閲覧・記録支援機能
タグを用いて患者／入居者状態アセスメントに関するつぶやき（気づき）を東京大学水流研究室が開発した介護アセスメント分類マップに基づき自動分類し、分類に基づき表示（図 3.2.3-2）するとともに、記録等に活用したものにフィードバック（イイネ！）を追加する機能を開発した（図 3.2.3-3）。このフィードバックにより、新人とベテランで大きく差がある状態観察力の均質化を促すことができる。



図3.2.3-1：リアルタイム全体状況把握支援機能



図3.2.3-2：介護アセスメント分類マップに基づく自動分類画面

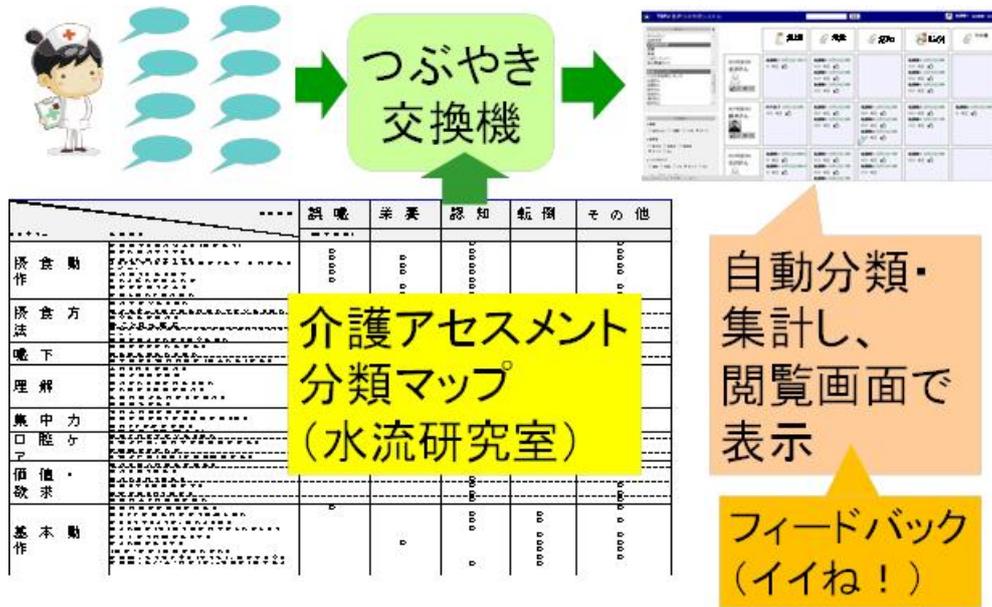


図3.2.3-3: 記録等に活用したものにフィードバックする

(3) セキュリティ対策の実施

実フィールドでの本格的な試行評価を実施するにあたり、以下のセキュリティ対策を実施した。

- 対象患者ごとのユーザアクセス権設定機能
つぶやきの対象患者ごとに、アクセス権を持つユーザを限定できる機能を開発した。ユーザは、アクセス権を持つ患者についてのみ、つぶやきの閲覧・投稿・受信ができる。
- 通信データの暗号化
携帯端末およびPCと、音声つぶやきシステムのサーバの間の通信をhttpsにした。
- サーバ保存データ（患者マスタ、職員マスタ、音声等）の暗号化
盗難などの万が一のデータ漏えいリスク対策として、個人情報に関するデータなどを暗号化して保存することとした。

(4) 仮想フィールド実験による配信制御機能の動作検証と評価

音声つぶやきの配信制御機能の動作検証を目的として、仮想フィールド（東芝 研究開発センター内に構築した仮想介護施設）を用いた評価実験を実施した。典型的な介護施設を模した仮想フィールドとして、3つの入居者居室(103～105号室)と、ケアステーション、リビング、食堂、脱衣所、介護浴室、および健康管理室からなる、図3.2.3-4のレイアウトを設定した。また、仮想フィールド内にはBluetooth位置マーカデバイスと、無線LANアクセスポイントとを図示した通りに配置した。本仮想フィールド実験では、「音声つぶやき時空間コミュニケーションシステム」の連携支援機能を検証するための評価手順を開発し、複数被験者間での支援依頼/支援対応による連携作業が事前に設定した回数発生する仕組み

を盛り込んだ。

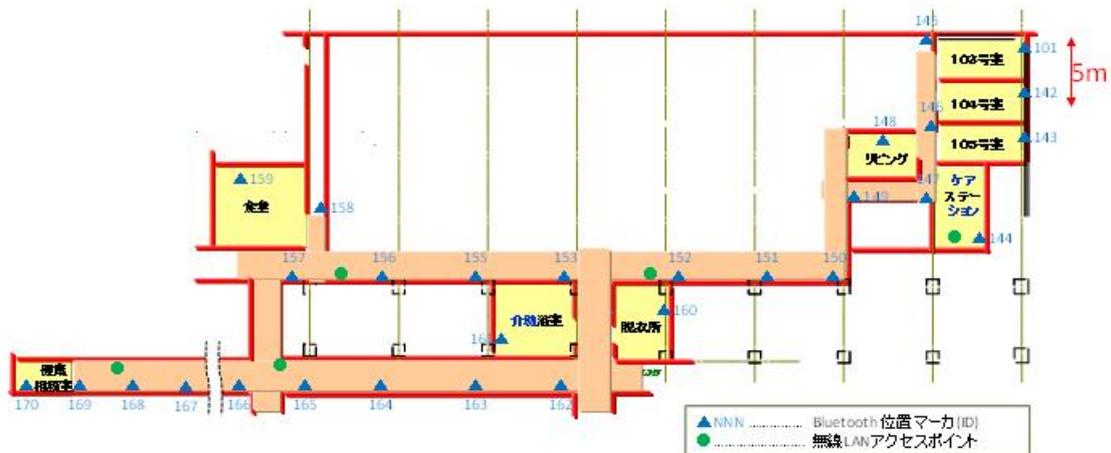


図3.2.3-4： 仮想フィールドのレイアウト

仮想フィールド実験の実施内容と結果

- ・ **概要：**

2013年3月22日、本PJの研究者6名が参加して、各試行について被験者5名が参加する仮想フィールド実験を、合計5試行実施した。なお、各被験者は、つづやきシステムのクライアントアプリケーションが動作するスマートフォンと、合成音声発声が可能な電波時計と、記録用紙を兼ねたシナリオ紙資料および筆記用具と、ICレコーダを常時携帯して、試行に臨んだ。なお、今回の実験では、被験者間の口頭対面対話によるネゴシエーションも許可した。以降、実施した5回の試行の内の、試行1と試行2の一次分析結果を示す。

- ・ **試行1の一次分析結果：**

図3.2.3-5に、試行1の各被験者の移動履歴の分析結果グラフを示す。ここでは、試行開始からの経過時間である各時点(X軸)における、各被験者の位置(Y軸)を、プロットした。図3.2.3-6には、連携状況の分析結果のグラフを示した。ここでは、各時点(X軸)において、各被験者の作業(シナリオ中の指示)がどの時点まで完了したかを、被験者毎に独立に、下から上向きにプロットした(Y軸)。また、連携作業が発生した際には、その連携状況を図示するようにした。この試行1では、支援対応の可能条件を厳しく設定していた為に、被験者間の連携は一回も起こらず、各々の被験者が独立に自身の作業を遂行したことが分かる。

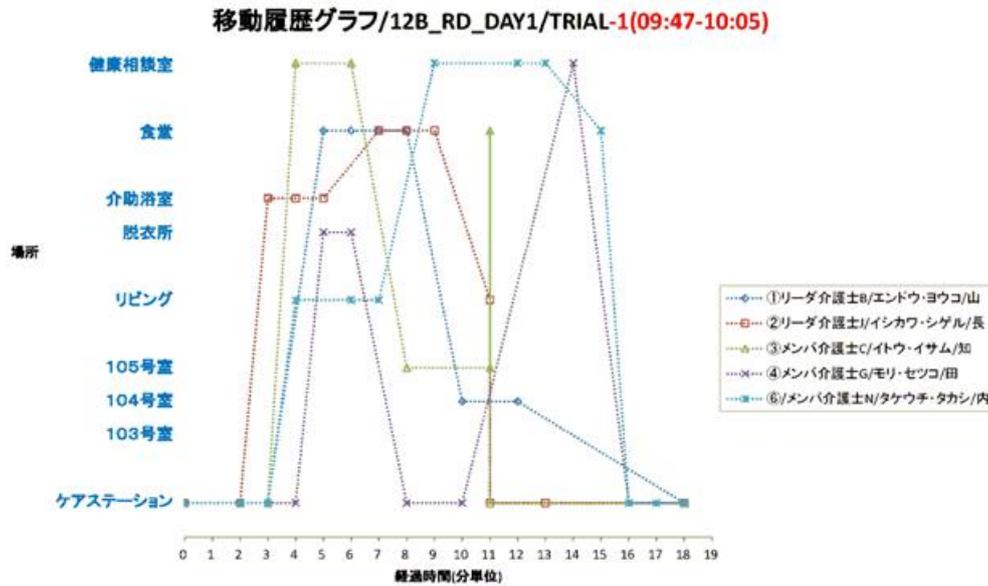


図3. 2. 3-5： 試行1の移動履歴の分析結果

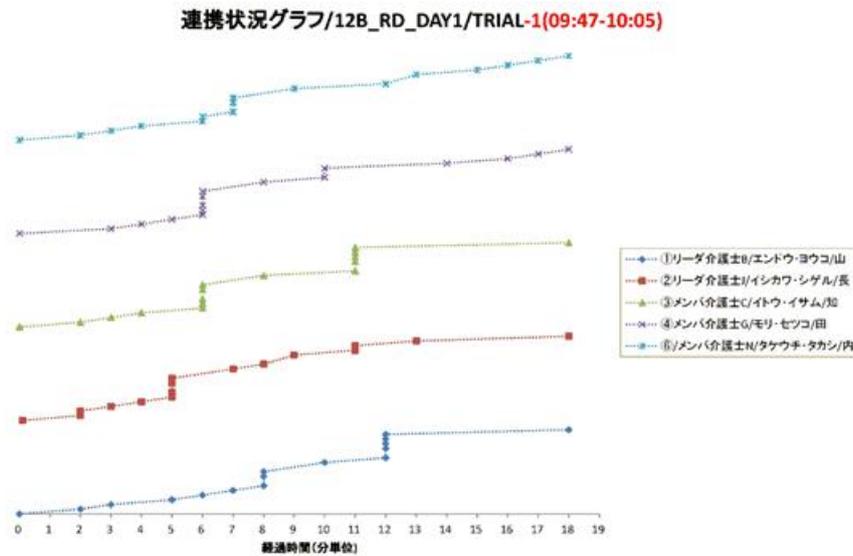


図3. 2. 2-6： 試行1の連携状況の分析結果

・ 試行2の一次分析結果:

図 3. 2. 3-7 に、試行2の各被験者の連携状況の分析結果のグラフを示した。連携状況の分析結果のグラフでは、支援者である仮想被験者の作業の進行状況のラインが、被支援者である他の仮想被験者の作業の進行状況の領域に入り込んで、両者のラインが重複して描かれた部分で、両者による連携作業が実施されたことを表すようにしている。つまり、試行2では、合計 3 ペアの被験者間で、連携作業が成功したことが分かる。

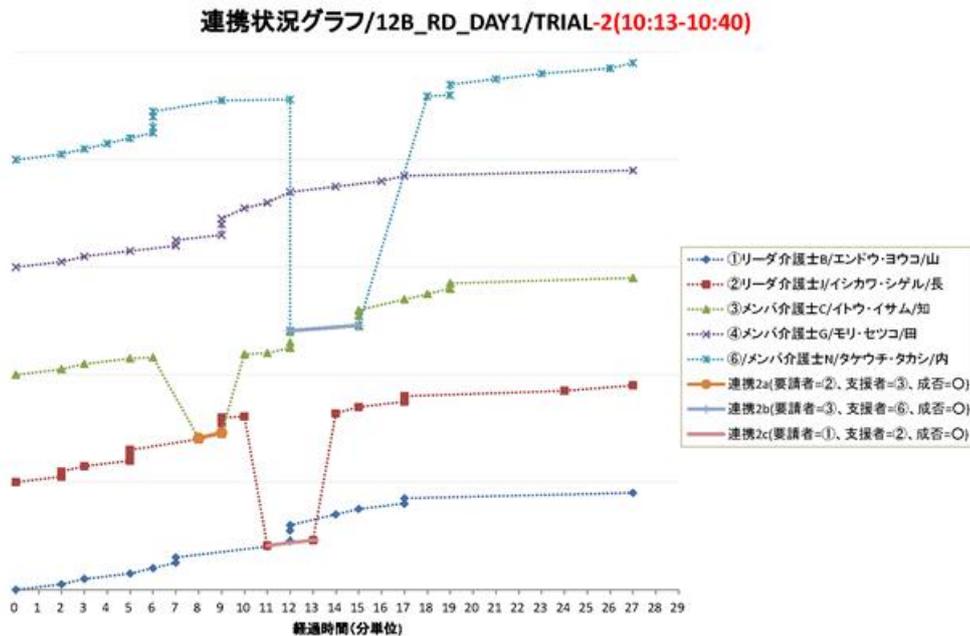


図3.2.3-7： 試行2の連携状況の分析結果

・ 現状評価結果

以上に示した連携状況分析の結果、現状のつづやきコミュニケーションシステムによって、最大20回発生しうる可能性があった連携作業の内、9回が成功し、2回が途中まで成功し、残り9回は支援が行えなかったことが分かった。この結果は、遅延の問題などの性能的課題およびつづやき方法などの手順的課題はあるものの、基本的な連携支援機能の有効性の検証はできたと考える。本仮想フィールド実験結果に基づき、システムおよび手順をより洗練化し、H25年度の実フィールドでの実験に向けて準備を進める。

3.2.4 サービス可視化評価システムの開発と試行評価

サービス空間可視化・評価システムの目的は、業務改善すべき課題の可視化である。本システムに関しては、H23年度は主に要素技術の開発と評価であったが、H24年度は最終形に近いシステムを開発し、実フィールドで試行評価を行った[平林13]。本システムが、業務改善に活用できることを、インタビューを通じて確認した。さらに、望まし状況および業務改善すべき状況を、入居者と介護者の両者スマイル度の視点で分析を行った。

(1) サービス空間可視化・評価システムの開発

システム構成と外部データとの関係を示した全体像を図3.2.4-1に示す。ここで、初期段階で外部登録すべき外部データは以下の4種類である。①②は音声つづやき時空間コミュニケーションシステムで収集されたものをファイル経由で登録する。また、③④に関しては、介護施設で使用している既存システムから取得する。

① 位置データ

- ② 音声つぶやきデータ (タグ, 生音声)
- ③ ナースコール記録
- ④ 介護記録

サービス空間可視化・評価システムが提供する主な機能は、以下の3点である。ケアスタッフの動線の動線だけでなく、各地点でのつぶやきとナースコール記録、介護記録を紐付けて表示することで、事実データに基づく課題の抽出と振り返り分析が可能になる。

- ① ケアスタッフの動線とつぶやきの表示および紐つけられたナースコール記録，介護記録の表示 (図 3.2.4-2, 図 3.2.4-4)
- ② 動線とつぶやきのアニメーション表示 (図 3.2.4-3)
- ③ 動線の集計によるケアスタッフの滞留状況分析
- ④ 動線のタイムチャート表示
- ⑤ 検索機能による改善すべき業務の絞り込み

入力欄に検索文字を設定し検索ボタンでその文字列を含む行を別窓で表示する。なお、改善すべき業務の絞り込み機能に関しては、プロセスマイニングによる手法も検討しており、3.2.6節で詳しく述べる。

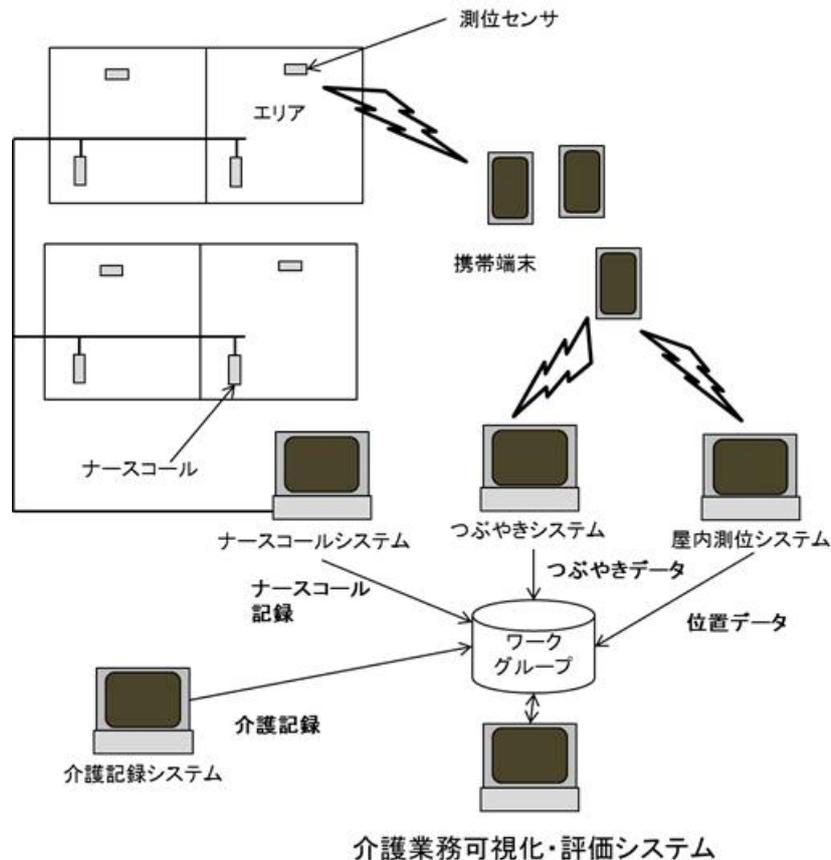


図3.2.4-1：サービス空間可視化・評価システムの構成

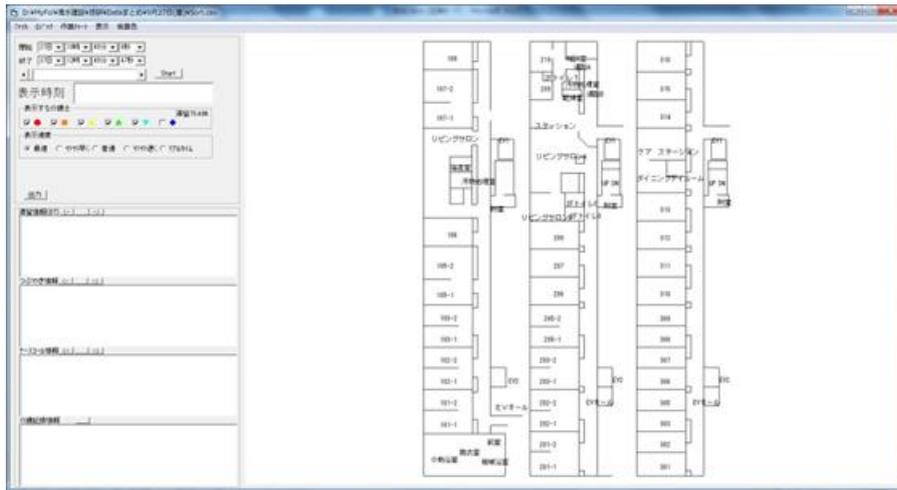


図3.2.4-2：サービス可視化・評価システムの表示例（全体画面）



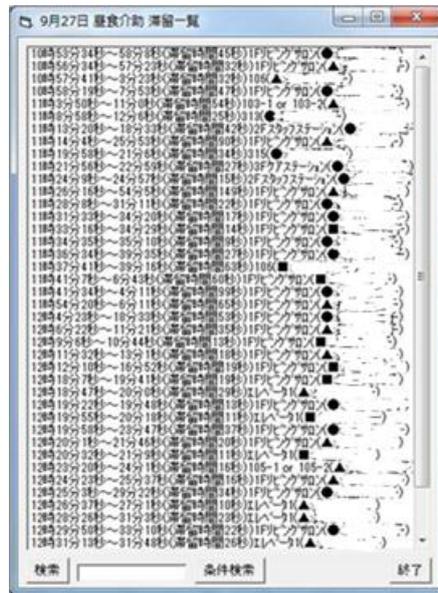
図3.2.4-3：サービス可視化・評価システム表示例（動線アニメーション画面）



□ボタンで一覧表示

←→で現在表示されているひとつ前、次へと移動する

(A) 滞留・つぶやき・ナースコール・介護記録の一覧



(B)滞留表示の例

図3.2.4-4：サービス可視化・評価システム表示例
(滞留・つぶやき・ナースコール・介護記録の表示)

(2) フィールド実験でのシステム試行評価

開発したサービス可視化・評価システムを介護付き有料老人ホームSで試行評価(9/27,10/30,31,11/27, 図3.2.1-1参照)した結果を示す。

介護スタッフの滞留分析の結果

図3.2.4-5は、介護スタッフの位置情報を基に算出した滞留位置での累計時間を施設の平面図上の円の大きさで示している。居室での滞留時間は入居者の介護時間とみなすことができるので、介護スタッフ別の介護時間の実態を示していると考えられる。ここで、介護士A,B,C,Dの4名が11月27日の昼食介助での滞留時間を示している。各介護スタッフの滞留時間は、介護スタッフAは2階のスタッフステーションと106号室、介護スタッフBは1階食堂と1階の居室、介護スタッフCは各階の居室に万遍なく、介護スタッフDは2階リビングと201号室が多いなどの特徴がある。

このような実態把握は、他の介護スタッフの業務場所と時間を相互理解した上で、介護の改善点について検討するときに有効である。これまでは、他の介護スタッフ業務状況を把握した上で業務上の課題を検討することは難しかった。「介護サービス空間可視化・評価システム」により、他の介護スタッフのつぶやきと位置を表示することで、業務状況を考慮して業務改善策を検討できることを確認した。特に、複数の介護スタッフ同士が事実に基づいた客観的な検討するときに有効である。

介護スタッフのつぶやきと位置情報の連携分析の結果

つぶやきと位置情報を組合せて、介護スタッフがつぶやいた場所とその時に他の介護ス

スタッフが滞留や移動している場所の表示を試みた。図3.2.4-6の例では、「応援が必要」というつぶやきがあったときの状況を再現している。応援を依頼するために2階の介護スタッフがつぶやいているときの配置(▽の位置)を示している。他のスタッフとの位置関係から、1階の食堂に介護スタッフが集中していたため、2階の食事介助に応援が必要になったと推定できる。このように、図3.2.4-6に示すシステムの表示は、「応援が必要」などの状況を絞り込んで、そのときの改善策を検討するときに有効である。

今回のフィールド実験では、介護スタッフがつぶやいた内容と位置情報を同時に収集した。つぶやきのキーワード検索をして、その時のスタッフの位置を表示することで業務の改善点を抽出することができることを確認した。また、介護スタッフが同じ場所で複数人がまとまって行動しているなど、滞留している位置に極端に偏りがあるときに、つぶやいた内容を手掛かりとして状況を再現することで、原因を把握して改善策を検討することができる。つぶやきと位置情報を統合して可視化することは、これまで困難だった問題点を事実に基づいて把握して、改善点を抽出するときに有効であることを確認できた。

一方、業務改善すべき課題のある時間帯の適切な絞込み機能が、運用上たいへん重要であることがわかった。今回の試行評価ではPJメンバーが活用を支援することができたが、忙しい業務の中、試行錯誤で業務改善すべき課題を抽出する余裕はない。キーワード検索でもある程度は絞込みができるが、より自動的な抽出機能が望まれる。3.2.6節で述べるプロセスマイニングは、そのアプローチの1つである。



図3.2.4-5 11月27日昼食の介護スタッフの滞留状況



図3.2.4-6 「応援が必要」などときの各介護スタッフ

(3) つぶやき情報のスマイル度分析

看護・介護サービスの可視化結果をサービスの改善に繋げる必要がある。ここでは、サービスプロバイダ（ケアスタッフ）だけでなく、サービスレシーバー（患者、要介護者）の視点を導入した「スマイル度」という新しい評価軸を導入する。実フィールドのケアスタッフへのインタビューを通じて、スマイル度を活用したサービスの向上について述べる。

スマイル度ヒアリングの調査概要

フィールド実験で測定したつぶやき情報に基づき、サービス可視化・評価システムを用いて介護スタッフに当時の状況を思い出していただき、下記の項目についてヒアリング調査を実施した。

- ・ 調査日時・調査者
 - 2013年2月24日 14：00～16：00
 - 2013年2月28日 14：00～16：00
 - 2013年3月4日 14：00～16：00
 - 2013年3月6日 14：00～16：00
- ・ 調査対象者
 - つぶやきシステムで調査協力の看護師及び介護士
- ・ 調査項目
 - 各つぶやきに対して、入居者と介護スタッフのスマイル度・コメントの調査、報告の必要性和実施状況、スマイル度向上の理由

今回収集したつぶやき情報をどの様な尺度で計り分析するかの検討を行い、スマイル度を策定した。各つぶやきのスマイル度とは、つぶやいた時の、介護スタッフの気持ちと介護スタッフの方が感じた入居者の気持ちを5段階で評価するもので、評価基準は下記の如

く設定した。

【介護スタッフのスマイル度】

- 2：笑いをかわせた（嬉しい、喜び）
- 1：微笑みをかわせた（安心）
- 0：どちらとも言えない（複雑な気持）
- 1：失笑した（戸惑い）
- 2：心苦しかった（気まずい）

【入居者のスマイル度】

- 2：笑いをかわせた（上機嫌）
- 1：微笑み程度があった（穏やか）
- 0：どちらとも言えない（無表情）
- 1：失笑を誘った（不安）
- 2：心苦しさが見えた（不機嫌）

スマイル度ヒアリングの調査結果

介護スタッフのつぶやきには、スマイル度に関係するものがある。ここで、スマイル度は入居者の視点で見ると、介護スタッフの視点で見ることができる。その相関関係を4象限に分類する。第1象限は、入居者も介護スタッフもスマイル度が高い場合である。第2象限は、入居者のスマイル度は高いが介護スタッフのスマイル度が低い場合である。第3象限は、入居者も介護スタッフともにスマイル度が低い場合である。第4象限は、入居者のスマイル度は低いが介護スタッフのスマイル度が高い場合である。この4象限をつぶやきスマイル度マップとして図3.2.4-7に示す。

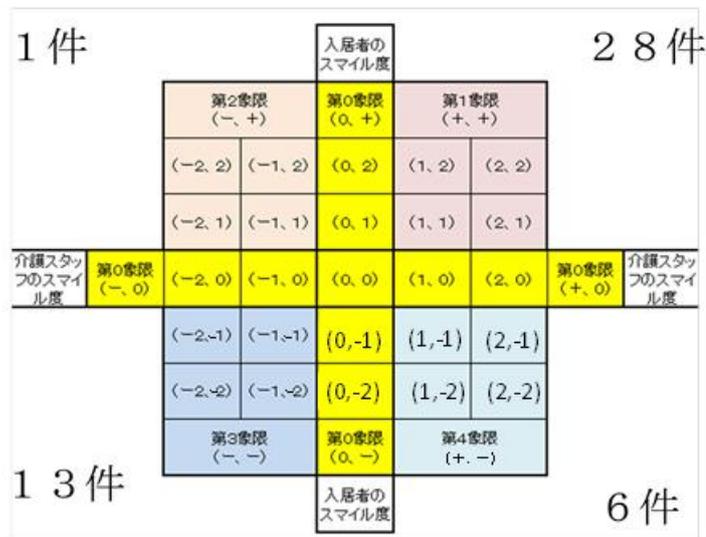


図3.2.4-7 つぶやきスマイル度マップ

ここで、介護スタッフのスマイル度の影響について考察する。

- ・ A：入居者のスマイル度が介護スタッフに影響を与える。
入居者が「おいしい」と言うことにより、スタッフのスマイル度が上がる。逆に、副菜の魚に大きな骨があり、介護スタッフが不安になり、ともにスマイル度が下

がることもある。

- ・ B：介護スタッフのスマイル度が入居者に影響を与える。
介護スタッフが笑顔で接することにより，入居者のスマイル度が向上する。
- ・ C：入居者と介護スタッフにおいてスマイル度の影響がない。
入居者の不穏な気持ちも介護スタッフが冷静にとらえ判断する場合。
入居者のスマイル度が介護スタッフに大きく影響していることがわかる。また，事例は少ないが，介護スタッフの接し方も，入居者にも影響を与えている。事象別スマイル度の影響度の結果を図3.2.4-8に示す。

影響 象限	A：入居者 ↓ スタッフ	B：スタッフ ↓ 入居者	C：影響 しない	不明	合計
第1象限	18	3		6	27
第2象限	1				1
第3象限	8		4	1	13
第4象限			6		6
合計	27	3	10	7	47

図3.2.4-8 象限別スマイル度影響度

スマイル度の活用方法の調査結果

介護スタッフのスマイル度は，入居者の影響を大きく受ける。入居者のスマイル度を上げることが，介護スタッフのスマイル度が上がる。そのために，まず，入居者のスマイル度を上げるために必要な視点で考える。調査結果から，介護スタッフが考える入居者のスマイル度向上に必要なことは，下記の2点である。

- ・ 状況に応じた（入居者の好みに適した）介護
- ・ 前向きな声かけ

食事時間は，居室からの移動や配膳など非常に混雑するため，不穏になる入居者が多い。混雑に対処するために，不穏にならないように入居者に合った説明話術が必要となる。単に「待ってください」ではなく，次の次に配膳しますなど，具体的に説明することにより待ってくれる入居者もいる。どの入居者にどのような説明話法が良いかをつづやき，情報を共有することで，スムーズなコミュニケーションを取りながらの介護，コミュニケーション介護が可能となる。また，介護スタッフからの声掛けにより利用者のスマイル度が向上することがある。入居者の喜怒哀楽をつづやきとして情報共有しながら，介護スタッフが前向きに声をかけることにより状況に応じた介護が可能になる。

介護スタッフのスマイル度を上げるために必要な視点で考えると，前述の介護者の気持ちや状況に合わせた介護に加え，

- ・ ミスの減少
- ・ 作業の軽減，スタッフの余裕

がある。つづやきによる状況の共有で，報告忘れが減少しミスが減る，また記録時間の削減により介護スタッフに余裕が生まれスマイル度が向上する，同時に入居者へのサービスの向上を図ることができ入居者のスマイル度が向上する，などの効果が期待できる。

3.2.5 負担感評価手法の開発と試行評価

(1) 目的

認知症介護を工学技術 (assistive technology) によって支援する研究は、大きくスクリーニング、認知機能補助 (memory-aid) ・リハビリ、モニタリング、遠隔地からの介護支援 (情報提供・テレケア)、コミュニケーション支援・セラピーの5つに大別される[杉原11]。認知症介護のためのassistive technology研究では技術開発に主眼が置かれたものが多く、実際の介護の流れにどのように組み込めるかについて扱った研究は少ない。そこで本研究では、音声および位置データから介護の記録および情報共有を支援するassistive technologyの視点から、音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムおよびサービス可視化・評価システムの介護職員の行動や意識変化につながる可能性について検討する。

(2) 介護付き有料老人ホームSにおける調査

本研究では、介護付き有料老人ホームSにて音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムおよびサービス可視化・評価システムを試行し、実地テスト後に介護職員に対して個別インタビューを実施した。その後、インタビュー結果を元に介護職員にとって対処が難しいと認識している事例を2つ取り上げ、ワークショップで議論する題材とした。なお、本研究での評価対象はリアルタイムのつぶやき配信ではなく、記録された音声データとした。記録された音声データの中から、これまで介護職員が気づいていなかった、あるいは気づきにくかった事例を取り上げ、ワークショップを通して自分以外の介護職員の意識や行動、行動原理に対する理解を深める契機にすることを狙ったためである。

調査対象

本研究では、調査対象の介護タスクを食事介助とした。介護タスクの中で頻度が高いこと、被介護者に注意を払う必要のある事案が多いこと、同時に複数の介護職員が連携しながら作業を進める必要があること、多くの個別タスクで両手を使って介護をすることという条件は、音声による支援の必要性が高いと判断したためである。対象施設では、基本的に付き添いながら食事を摂るような重度の入居者は2階で、ある程度自立可能な入居者は1階で食事を取る。調査は、2012年の10/30の昼食と夕食、10/31の昼食、11/27の昼食と夕食に実施され、のべ25名の介護職員が参加した。

実施手順

調査開始前に、介護施設のマネジャーに調査概要を説明し、マネジャーから各職員に調査参加へのインフォームドコンセントが行われた。調査実施日には、事前につぶやきシステムの利用法について教示をし、数度動作テストを実施させた後にシステム利用を開始させた。システムを利用させたのは、約1時間であった。

調査終了後、食事介助の負担感について評定させるとともに、インタビューを介護職員ごとに実施した。確認用インタフェースを用いてその日のつぶやきを確認させ、重負担となった介護タスクが特定できるつぶやきがあるか問い、そのつぶやきがあった場合は、対象となった介護タスクについて、なかった場合はその日の食事介助全体について負担感を8項目、当該介護タスクに対する知識の有無2項目を各7段階で評定させた。負担感評価に用いた質問群は、役割ストレスに関する先行研究 [Kahn 64, Rizzo 70, 藤野 01, 佐藤 03]

から抽出・選択した。以下に示したのが、負担感評価に用いた質問群である。Q1からQ4が役割曖昧性についての質問で、Q5からQ8が役割葛藤に関するものである。

- Q1. この作業で何を期待されているのか分からないことがある
- Q2. この作業で何をすれば良いのかはっきりしないことがある
- Q3. 自分には十分な権限がある
- Q4. 時間の配分が適切になされている
- Q5. 同僚や上司などと仕事のやり方や判断で意見が食い違う
- Q6. 割り当てられた仕事を実行するには組織のルールや政策に合わないことをしなくてはならない
- Q7. 複数の利用者さんの矛盾する要求に板挟みになることがある
- Q8. スタッフ間の矛盾する要求に板挟みになることがある
- Q9. 割り当てられた仕事をこなすのに必要な知識が足りないと感じる
- Q10. 割り当てられた仕事をこなすのに必要な知識が共有できてないと感じる

その後、評定させた各項目の中で特徴的な振る舞いを示した質問項目についてインタビューにより深く掘り下げた。インタビューに要した時間は、約15分であった。

さらに、インタビューを分析し、対処が難しいと回答があった事例を2つ、ワークショップの題材として取り上げた。25名の中から事例ごとに3名ずつ指名し、題材に対してどのように介護に取り組んでいるのかについて議論するワークショップを開催した。ワークショップは、2012年の11/12および12/10に開催され、メンバー3名は経験や技術レベルが異なるように構成した。ワークショップは、1回あたり約30分であった。インタビュー、分析、ワークショップの進行役はすべてPJメンバーが務めた。

(3) 結果および考察

負担感評価の結果を、図3.2.5-2～図3.2.5-6 に示す。介護職員識別記号(A～Z)の横に付された括弧の中の数値は、個々の介護職員が対象となった特定のタスクあるいは作業全体に対して感じた負担感の評価値である。この負担感評価は、4段階評価(0:該当なし～3:負担が非常に重い)である(図3.2.5-1)。この負担感評価結果から、10/30の夕食では4名中2名の介護職員が、10/31の昼食では6名中5名が、11/27の昼食においては5名中4名が負担を感じる何らかの事案が生じていたことが分かる。役割ストレスとの関連で見ると、負担感が高い場合はQ7の「複数の利用者さんの矛盾する要求に板挟みになることがある」の数値が高く、葛藤の原因となる何かが生じていたことがあった。10/30の夕食介助では、入居者1名の不穏が強く、その対処に負担を感じている介護職員がいた。10/31の昼食でも、不穏の強い入居者が1名おり、負担となっていた。11/27の昼食は、食事介助の前に複数のイベントが重なっており、その影響が食事介助に及んでいた。他の役割葛藤および、役割曖昧性の質問項目全体と負担感の高低に一貫した結果は見られなかった。



図3.2.5-1 サービス可視化・評価ツールにおける負担感アンケート

この負担感評価結果とインタビュー結果を照合したところ、介護職員が負担を感じやすく、情報共有や記録が必要になり、各人で対処法が異なる事例が2例あった。ある入居者が食事中に和やかな雰囲気を乱すことばしばしばあり、それに対して介護職員が配慮をしながら作業している場合が1つ目であった。ひとたび和やかさが乱されると、入居者の間に不穏が連鎖していくと介護職員は認識しており、そのような事態に陥らないよう気を遣っていた。2つ目は、様々なイベント（レクリエーション、散髪、訪問診療）が重なった日の食事介助であった。人出が不足することに加え、各イベントが時間通りに進行しないことから食事介助の余裕を圧迫していた。

この2例をワークショップの題材とし、介護職員同士で各人の介護方法や行動原理について議論させた。11/12のワークショップは1つ目の事例について、12/10では2つ目の事例について議論させた。ワークショップでは各人の意見が交換され、仕事の仕方や臨み方についての相違点が指摘されたり（「上手い人のまねごとをするのがよい」、「その場で失敗しながら学ぶべき、失敗は突き刺さる」など）、これまでは特にお互いに確認していなかったやり方や入居者への接し方・態度について認識を一致させたり（「スタッフの焦りや苛立ちは入居者に伝わる」、「お茶をゆっくり飲ませてあげられないのがつらい」、「忙しいと自分がイライラする」、「（入居者の要望に対して）ちょっと待って（という回答）、が増える」など）させることができた。

また、一連の調査の中で、介護付き有料老人ホームSが様々な機会を通して情報共有を図っている組織であることが明らかとなった。日常的な引き継ぎやミーティング、月に1度開催され当番以外の全員が参加する会議、食事内容や摂食のさせ方について議論する担当者会議と職種を超えて介護の質を向上させるために情報共有を意識的に実施していた。本研究でパイロット的に開催されたワークショップも、これら会議の性格に合わせて分析し、題材や進行方向を変更させる必要がある。H25年度では、H24年度の検討結果をベースにワークショップを洗練化し手法化する。

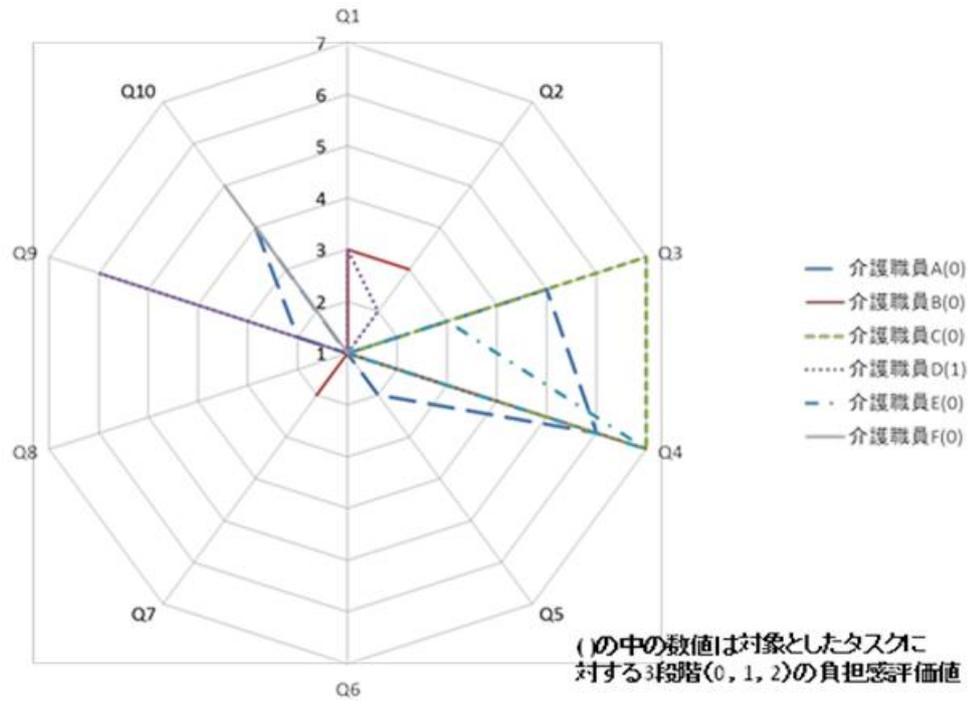


図3.2.5-2 10/30の昼食介助に対する負担感評価と役割ストレス

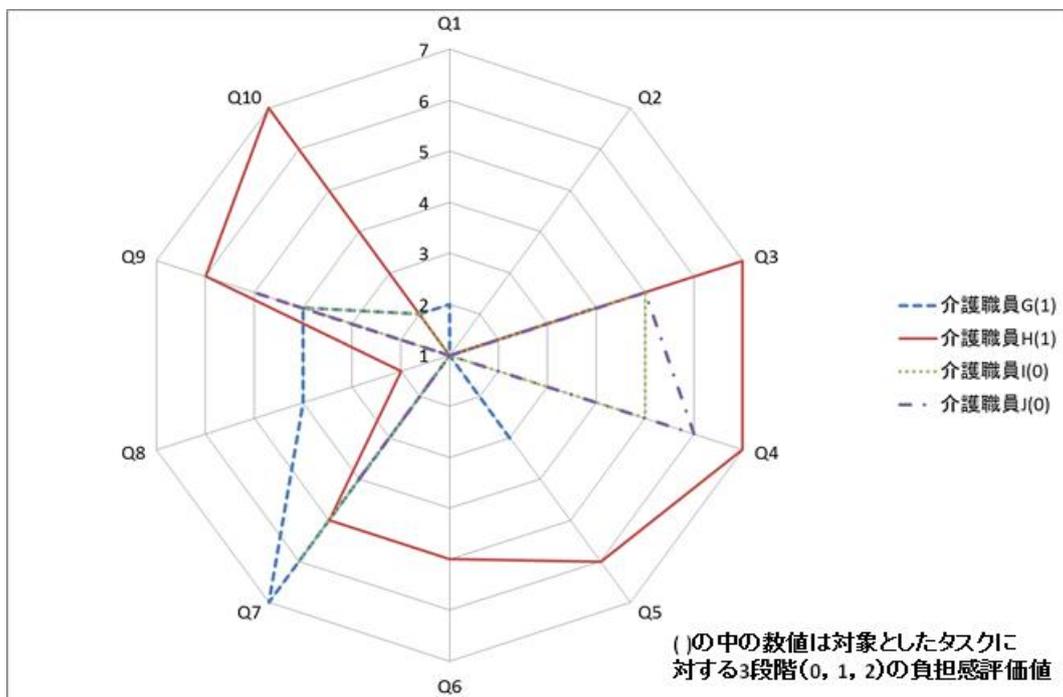


図3.2.5-3 10/30の夕食介助に対する負担感評価と役割ストレス

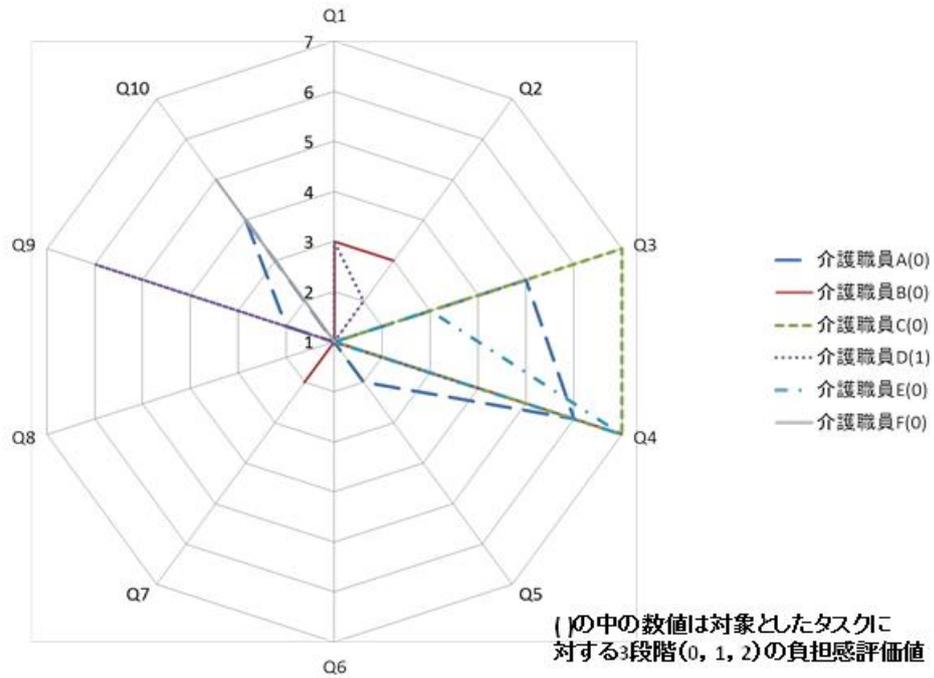


図3.2.5-4 10/31の昼食介助に対する負担感評価と役割ストレス

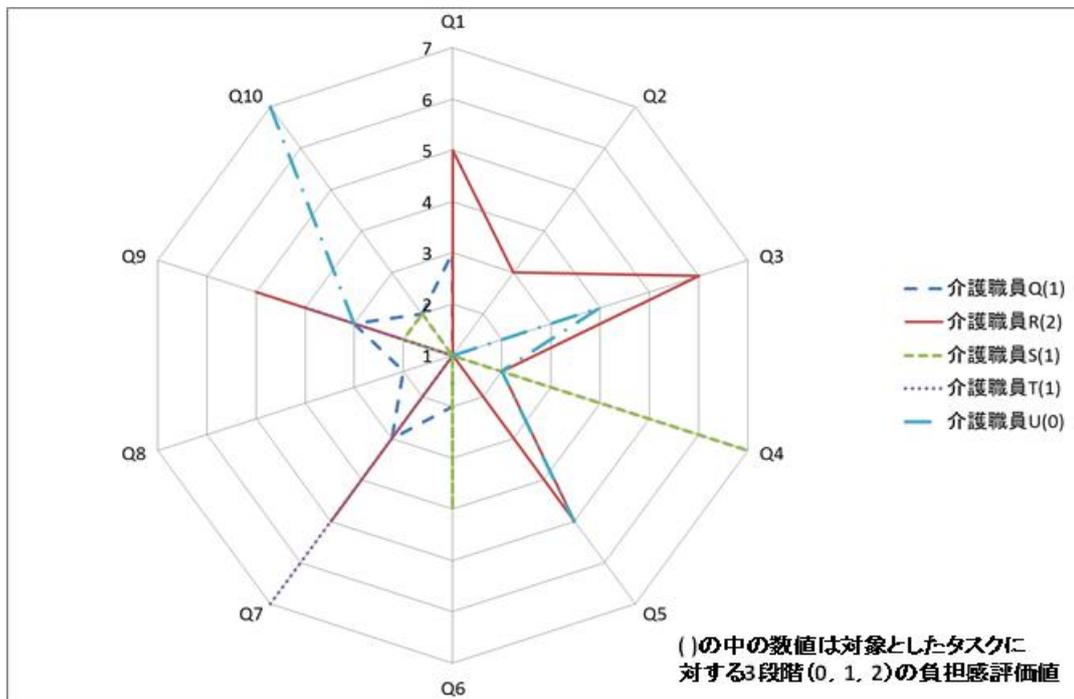


図3.2.5-5 11/27の昼食介助に対する負担感評価と役割ストレス

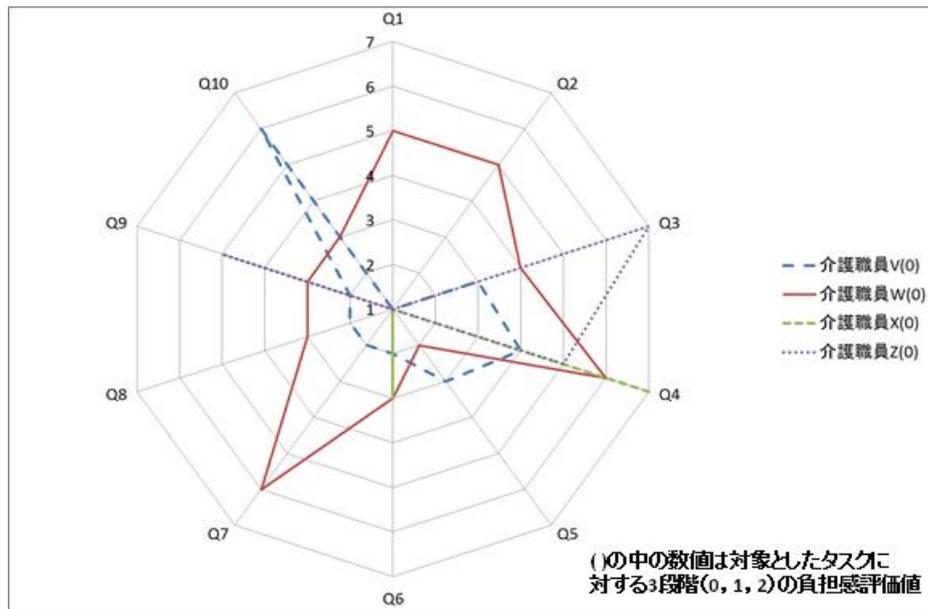


図3.2.5-6 11/27の夕食介助に対する負担感評価と役割ストレス

3.2.6 つぶやきイベントログに基づく分析・評価手法の開発

(1) つぶやきイベントログ分析・評価の概要

音声つぶやきシステムでは、情報端末としてスマートフォンを用い、作業記録、状況報告などを音声の形でサーバ上に記録・蓄積し、さらにその情報を必要とする作業者に自動配信するが、同時に、情報作業情報がログデータ（つぶやきログ）としてシステムに自動的に蓄積される。H24年度は、つぶやきログデータの分析を行うことで、音声つぶやきシステムの導入により作業者の行動がどのように変化し、さらに作業者の負担感やストレスの低減にどの程度効果があったのかを分析・評価する方法について基礎検討を行った。本手法は、サービス可視化・評価ツールにおいて、業務改善すべき課題状況の抽出に使うことが期待される。

従来用いられてきた分析・評価手法としては、作業者に対するアンケートやビデオ撮影に基づいたインタビューなどの定性的評価、あるいは、移動距離や滞留時間、作業効率などの行動全体に対する定量的評価がある。アンケートなどの定性的評価は回答者の負担が大きいため調査の頻度も高くすることができない。行動全体に対する定量値は、平均的な効率の評価には役立つが、特定の状況にのみ発生するヒヤリハットの行動の変化を見逃してしまう可能性がある。このような理由から、音声つぶやき時空間コミュニケーションシステムにより行動（位置、つぶやき）に関するイベントログが自動的に収集されることを利用し、イベントログから行動に関する特徴量を抽出することを試みる。ここで採用した手法は、プロセスマイニングおよび自然言語処理や情報検索で用いられるN-グラムモデルである。

プロセスマイニングは、本来、業務プロセスのような定型作業が中心のワークフローを抽出するための方法である。ところが、本プロジェクトが対象とする看護・介護プロセスでは、非定型作業の比率が高いため、そのままの形でプロセスマイニングを適用しても意

味のある結果は得られない。この問題に対処するため、部分イベント列の切り出しと役割による匿名化という方法を用いる。また、N-グラムモデルでは、直近のN-1個のイベントに対する条件付き確率の形でモデルを構築するので、断片的な作業の集まりとしてプロセスを表現することになる。

(2) 分析・評価方法

ワークフローとつぶやきイベントログ

本プロジェクトが対象とする状況では、作業者は基本的には与えられた作業手順（ワークフロー）に従って行動する。ただし、患者・要介護者の状況は変化するので、随所に意思決定を必要とする選択肢があり、その場での判断により行動を選択する。作業中に各種センサ情報や作業者の情報発信により場所の移動、作業の開始終了などのイベントが収集される。扱うイベントは、

(タイムスタンプ, 場所, 作業者, イベント, タスク)

の5項組からなるものとする。表3.2.6-1にイベントログの例を示す。

表3.2.6-1：つぶやきイベントログの例

時刻	場所	作業者	イベント	タスク
46:44	SS	N1	In	Bathing
47:09	SS	N1	Out	Bathing
47:26	Bath	N1	In	Bathing
52:06	Bath	N1	Talk	none
52:44	R1	N2	Respond	NC

プロセスマイニング

プロセスマイニング(process mining)は、情報システムから出力されるつぶやきログからプロセスモデルを推定する方法の総称である[Aalst11]。オランダ・アイントホーヘン工科大学のW. M. P. van der Aalstらのグループにより、精力的に研究が行われている。また、ProMというプロセスマイニング・ツールが公開されている[PM:URL]。ProMにはマイニングアルゴリズムも複数実装されており、マイニング結果も、Petri nets, 状態遷移図などを選択できる。

マイニングされるプロセスは開始と終了が必ずあり、分岐したイベントは再び合流しなければならないなど、ワークフローとしてのいくつかの特徴を持つ必要がある。ところが、本プロジェクトが対象とする状況では、複数の作業が同時進行的に実行され、割り込み作業の発生、担当者の交代などが頻繁に発生するため、イベントログをそのままの形で入力としても意味のあるモデルを抽出することは困難である。そのため、前処理として、イベントログから特定の作業プロセスの開始と終了に相当する部分を切り出す。また、異なる作業員により同一の作業が複数回行われるときに、個人の特性を平均化するために、作業の役割（主担当、副担当、補助など）の情報のみを残して、作業員自身は匿名化するという操作を行った。詳細は後で述べる。

マイニングアルゴリズムとしてファジイマイナー(fuzzy miner)[Günther07]を用いた。ファジイマイナーは定型化されたワークフローシステムのマイニングが目的ではなく、非定型的な業務のイベントログから、重要なふるまいは残し、それほど重要でないふるまいは集約・削除することで、主要なふるまいに関して抽象化したプロセスモデルを構築する。

本プロジェクトで扱うような人間が行う作業のマイニングには適した手法である。

ファジイマイナーで得られるプロセスモデルは、各作業を頂点とし、先行関係を有向辺とする有向グラフになる。異なる条件下のイベントログから得られたプロセスモデルの差異を数値化するために、有向グラフのグラフとしての特徴量を利用する。

N-グラムモデル

N-グラムとは長さNの記号列のことである。与えられたテキストから、N-1個の記号列の後に出現する各記号の条件付き確率をすべて求めたものをN-グラムモデルといい、テキストの持つ特徴を表現したモデルである[Shannon48, Nagao94]。

記号の有限集合（アルファベット）を Σ とし、 Σ の記号からなる長さnの記号列全体の集合を Σ^n で表す。また、 Σ 上の記号列 w および s に対し、 s が w に含まれる回数を $\#_w(s)$ とする。このとき、 Σ 上の記号列 w のN-グラムモデルとは、各 $y \in \Sigma^{N-1}$ および $\sigma \in \Sigma$ に対する条件付き確率

$$Pr(\sigma|y) = \#_w(y\sigma) / \sum_{\sigma' \in \Sigma} \#_w(y\sigma')$$

の集まりである。

N-グラムモデルは行動パターン、すなわち特定の行動シーケンスの後には何が起きやすいかを確率的に表現したものである。イベントログにおいて、（作業者、イベントの種類、タスク）の組を1つの文字に変換することで、イベントログをテキストに変換し、N-グラムを求める。異なる条件下のイベントログから得られたN-グラムモデルについて、それらの間の差異を分析する。このような、有限長の過去の履歴に基づいた行動モデルは[Sundramoorthi07]でも用いられている。

(3) 分析・評価したイベントログデータ

フィールド実験と仮想フィールド実験

前述のプロジェクトにおいて、開発したシステムの評価、課題や潜在ニーズの抽出には、看護・介護現場での実験（フィールド実験）が必須である。しかしながら、現場においては業務が最優先であり、実験条件の制御・繰り返し実験などを行うことは困難である。そこで、本プロジェクトでは、病院・介護施設環境を模した、仮想フィールド実験(Virtual Field Experiments)を実施している[崔12]。

仮想フィールド実験では、病院や介護施設で行われる典型的な業務を、別構造物内で仮想的に再現する。実フィールドでの作業・現象を抽象化し、検証対象を明確にした実験を行うことができる。さらに、様々な状況設定、試行、繰り返し実験を可能とする。作業の抽象化とは、たとえば、記録用紙をはさんだクリップボードを患者に見立て、実際の作業をサイコロで発生させた乱数で決まる時間だけその場に待機させることで置き換える。また、タイムスケールを圧縮することにより、1日の作業を数十分で再現するなどが可能になる。評価についても、定性的な評価だけでなく、動線の距離・残作業時間などの空間効率指標の定量的評価が可能となる。

以下、2012年9月13日にJAIST石川キャンパスにおいて実施された仮想フィールド実験の詳細について説明する。

仮想フィールド

図3.2.6-1は、JAIST情報3棟9階に設定された仮想フィールドである。病室が4つ

(901, 902, 903, 904) , スタッフステーション(SS), リハビリ室, 浴室, トイレがある.

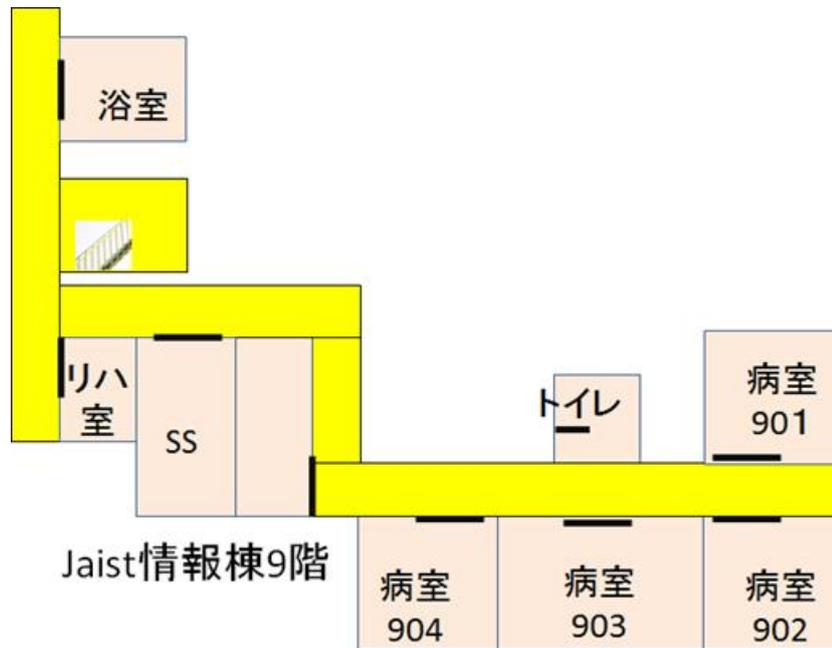


図3. 2. 6-1 : 仮想フィールドのレイアウト

仮想作業内容

患者と接していない間接業務や連携作業におけるコミュニケーションの効果を測定するため、直接業務を抽象化する。まず、前述のように患者カードを患者とみなす。患者に行う作業は予め決められており、患者カードには作業開始/終了時刻を記入する。仮想業務内の直接作業を食事、清拭、体位変換、リハビリ、入浴、4種類のナースコール (NC) , 人探し (徘徊患者の搜索) とする。表3. 2. 6-2は、各作業に必要な時間、患者一人毎に必要な看護師数、作業中のNC対応の可否を示したものである。入浴、NCSC (NCセンサーコール) が複数人作業の抽象化、リハビリ・入浴が共有リソースでの作業の抽象化、NC類が割り込み作業の抽象化に対応する。

作業はストップウォッチで時間を計測し、指定時間が経過すると終了とする。食事から始め、残りの作業は任意の順番で開始する。浴室とリハビリ室には定員があり、空き状況はSSで確認する必要がある。患者がリハビリ中は、看護師は患者と一緒にいる必要はない (リハビリ担当者が別途いるという前提)。入浴は看護師2人作業である。NCが鳴ったら、最優先で対応する。ただし、患者と一緒に移動中の場合は、対応することができない。NC-SCは、2人必要な作業であり、最初の1人だけ応答すればコールは止まる。他のNCは病室についた時点で、作業内容が判明する。NCトイレはトイレに行き指定時間待機、NC-SS作業は、SSに患者を連れて行き、指定時間待機する。人探しについては、患者役の人間がカードを持って移動し、徘徊中であるとアピール (情報共有などを行えるよう) した後、SSから看護師役へ搜索依頼を出す。看護師役が患者を発見し搜索終了となる。

看護師役は4人とする。患者 (カード) は各病室に3人ずつ配置する。浴室患者定員は1人、リハビリ室患者定員は2人とする。一人の患者に複数の作業が予め割り当てられている。

表3.2.6-2：作業内容

NC ○：ストップウォッチを止めて、NC対応して良い

NC ×：NC対応をしてはならない。

指定時間が複数の項目はサイコロで決める。

作業内容	作業場所	指定時間	患者1人毎必要人数	NC対応
食事	病室	45秒	1	○
清拭	病室	45秒	1	○
体位変換	病室	45秒	1	○
入浴作業	浴室	3分	2	○
リハビリ	リハ室	4分30秒	0	—
患者移動	廊下	—	1	×
NC-SC	病室	45秒	2	○
NC-トイレ	トイレ	15秒	1	×
NC-SS作業	SS	1分	1	×
NC-病室作業	病室	1分	1	○

通信手段

実際の看護・介護現場では通信手段は主に、携帯電話（PHS）が使われている。また、インカム（多対多のトランシーバー）を導入している施設もある。今回の実験では、昇対象として携帯電話とインカムを用いる。さらに、開発中の音声つぶやき時空間コミュニケーションシステム（以下、つぶやき）を用いて実験し、従来の通信手段に対して有効かどうか検証する。なお、インカムは特定小電力トランシーバーで代用した。

以下の5種類のケースについて実験を行った。

1. PHS：1対1の電話通信。
2. インカムA：自分の業務開始などの報告や位置情報のブロードキャスト配信。通話のようなことはできない。
3. インカムB：対話や依頼・問い合わせといった個人間の通信が可能だが、それらはブロードキャストで全体に配信される。
4. つぶやき1：スマートフォンを利用した配信制御器に報告・位置情報・依頼などをつぶやき、その情報を必要としている看護師に配信する。また、看護師が作業中などで情報を聞き漏らす可能性があるときは配信を遅らせる（配信制御）。
5. つぶやき2：つぶやき1と同じ条件だが、配信する情報量がつぶやき1よりも多い。

各看護師にはウェアラブルカメラを装着、あるいは後ろから観察者が追従し、全行動のビデオ撮影を行った。

イベントログの収集

患者カードに記入された作業の開始・終了に関するイベント、および、撮影されたビデオ画像による部屋の移動に関するイベントが表3.2.6-1の形式で記録される。各実験の総イベント数は380～410だった。

実験の評価（従来型）

以下の定量的および定性的評価を実施する。

- ・ 動線の距離：患者カードの記録およびビデオを元に、動線を可視化する。
- ・ 業務進捗状況：残り作業数、残り作業時間、患者待たせ時間、ナースコール対応時間を

算出する。

- ・ 作業員へのアンケート：機器使用に関するストレス、連携がうまくとれたか、他人が何をやっているかの把握できたか、次の作業・判断・役割の迷いがどうか、自分の欲しい情報が手に入ったか、有効なつぶやき方、配信制御が役立つかどうかについてのアンケートを実施する。

(4) 結果

評価結果（従来型）

作業時間に関する結果を表3.2.6-3に示す。つぶやき1が最も良く、インカムBが最も悪いという結果になっている。一方、表3.2.6-4の総移動距離を見ると、インカムBは最も小さい値になっている。一般に無駄な移動が削減されることによって移動距離は小さくなるが、逆に連携がうまくいかず待ち時間が多くなった結果として移動距離が小さくなる場合もある。インカムBは後者のケースであり、行動全体に対する定量的評価値だけでは、必ずしも作業行動の良し悪しを評価できない例である。表3.2.6-3の数値はつぶやき1の優位性を示しているが、どのような理由で作業がスムーズに進んだのかについては、動線の詳細な分析が必要である。また、配信制御を積極的に行ったつぶやき1はつぶやき2よりも良い結果が出ている。

図3.2.6-2は作業員へのアンケートの結果である。数値が大きいほど良い評価であることを表す。つぶやき1が高評価、PHSが低評価という結果になった。PHSは表3.2.6-3の残り作業時間などに関してはインカムBよりも良い結果を残しているが、連携や業務把握に関する作業員の評価は低く、作業中にストレスを感じている（「他者の情報があればもっとスムーズに作業が進められるのに等」）のではないかと想像される。

表3.2.6-3：作業時間に関する結果（秒）

	総残り作業時間	総待たせ時間	平均NC到着時間	平均搜索時間
PHS	46	26.9	1.5	1.4
インカムA	42	21.4	1.5	0.7
インカムB	56	35.1	1.7	1.3
つぶやき1	34	18.6	1.8	0.9
つぶやき2	42	22.8	2.0	1.4

表3.2.6-4：総移動距離（m）

	PHS	インカムA	インカムB	つぶやき1	つぶやき2
総移動距離	3,276	3,286	2,639	2,981	3,061

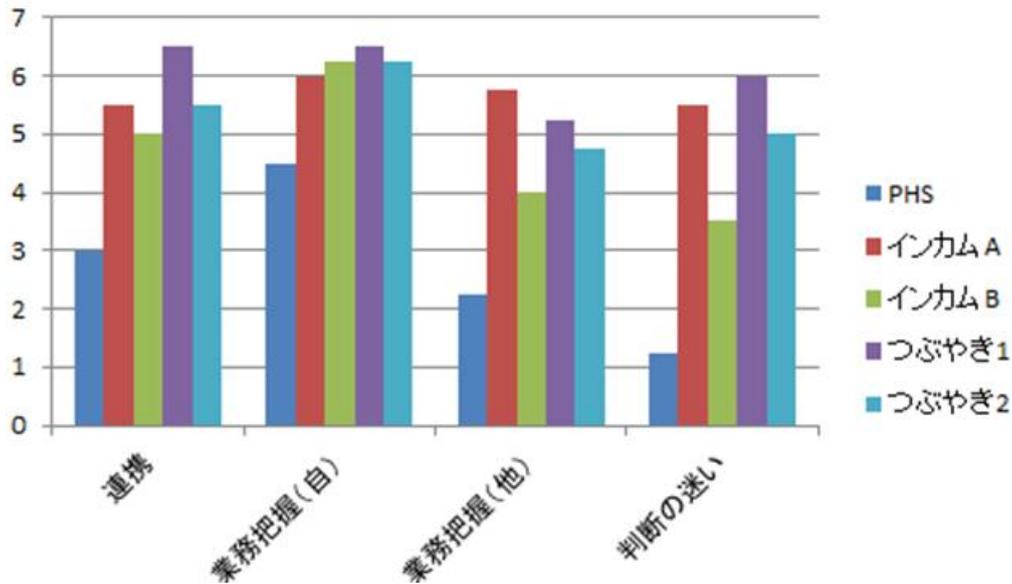


図3.2.6-2：アンケート結果

プロセスマイニング

浴室作業は2人の看護師の連携作業であり、NCなどにより中途での担当者の交代もあるなど最も複雑なプロセスである。

【浴室作業の流れ】

1. 患者を病室から浴室へ送迎。
2. 浴室到着後、看護師が2名そろった段階で浴室作業を開始。
3. 作業の途中、NCや徘徊患者の搜索などの緊急業務が発生した場合は、入浴作業を中断し対応する。その間、浴室に患者を1人きりにはできないので看護師1人が付き添う。NC対応した看護師が作業を終えて帰るか、別の看護師が浴室に入りNC対応の抜けた穴を埋めたときに浴室作業を再開する。
4. 浴室作業が終了したら、患者を元の病室へ送り返し浴室作業を完了する。

浴室作業の開始から終了までを以下のようにしてイベントログから切り出し、プロセスマイニングを行った。

【浴室作業プロセスの切り出し】

1. 浴室作業開始から終了までのイベントログを切り出す。なお、浴室作業は1つのイベントログに複数回存在する。
2. 役割に基づき看護師名を匿名化する。ここでは、入浴主担当とそれ以外の看護師の2種類に分類した。これは、主担当看護師とその他の看護師が、浴室作業が行われている間どのような行動をとっているか見るためである。
3. ファジィマイナーを適用し、作業ステップ間の因果関係を表現した有向グラフを得る。
4. 有向グラフの特徴量として以下の2つを各ケースで比較する。

距離：開始から終了までの距離が短いほど、浴室作業に関するイベントとその他のイベントが並行して実行されていると考えられる。

グラフ密度：すべてのイベントが相互に関連する場合は密度 1 の完全グラフとなる。浴室作業のイベントとその他のイベントへ独立に実行されているのが理想状態である。したがって、グラフ密度が低い実験ほどスムーズに作業が進行したと考えられる。

図 3.2.6-3 は PHS とつづやき 1 のログからマイニングされた有向グラフである。結果を表 3.2.6-5 に示す。つづやき 1, 2 と比べてインカム B が著しく開始から終了までの距離が長くなっている。インカム B と比べると、つづやき 1, 2 は、浴室作業終了までに余計な割り込み作業が発生することが少なかった、もしくは割り込み作業が発生しても通信手段を有効利用し、浴室作業に支障がないように連携が取れていたと考えられる。インカム A に関しては、入浴作業開始から終了まで繋がるパスが存在していなかった。ファジイマイナーのパラメータ設定によっては、このようなことが起こり得る。

密度については、PHSの密度が他と比べて大きくなっているが、それ以外については大きな差は出なかった。図3.2.6-3を見てもわかるように、PHSのグラフでは様々なふるまいが発生しており、多数の分岐が存在する。グラフ密度は、行動の多様さ(乱雑さ)を表現する尺度として用いることができるのではないかと考えられる。ただし、PHSの実験は最初に行ったので、作業者が不慣れなためこのような結果になったことも考えられる。実際、作業者が慣れてくるにつれて、特定のパターンで行動する傾向が見られた。

より詳細な分析を行うために、入浴作業を以下の3つのステップに分割して同様な分析を行った

- I. 送迎開始→入浴開始
- II. 入浴開始→終了
- III. 入浴終了→部屋送迎終了

表3.2.6-6、表3.2.6-7に結果を示す。

結果を見ると、ステップIの密度には大きな差が出ている。特に、PHSとインカムAに関しては明らかに密度が大きい。インカムBもつづやき 1, 2 と比較して密度が大きくなっている。つづやき 1, 2 はステップ I の密度が小さく、最短経路も短いので、入浴開始までスムーズに進んだことが予想される。また、インカムBのステップIIは距離がかなり長くなってしまっている上、密度も大きめとなっていることから、浴室作業中の割り込みや中断が頻発していたことが予想される。

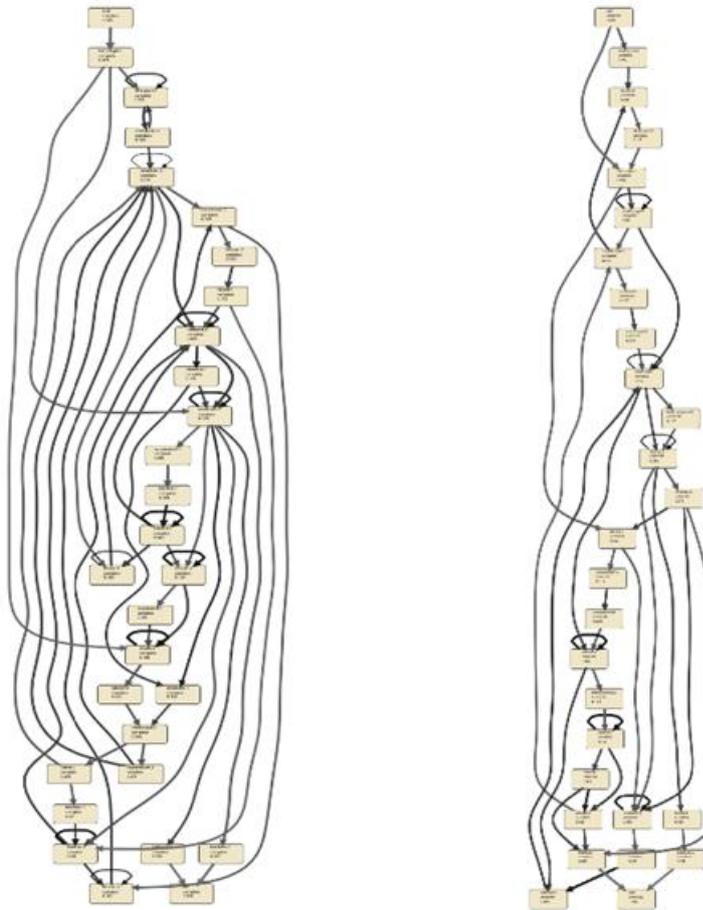


図 3.2.6-3:マイニングされた有向グラフ
 (左: PHS 使用時, 右: つづやきシステム使用時 1)

表 3.2.6-5. グラフの特徴量

	PHS	インカムA	インカムB	つづやき1	つづやき2
距離	15	—	22	12	11
密度	0.033	0.029	0.028	0.028	0.026

表 3.2.6-6: 各ステップに対する特徴量 (距離)

	PHS	インカムA	インカムB	つづやき1	つづやき2
I	6	5	5	4	2
II	7	4	13	5	4
III	2	—	2	1	3

表 3.2.6-7: 各ステップに対する特徴量 (密度)

	PHS	インカムA	インカムB	つづやき1	つづやき2
I	0.082	0.098	0.043	0.031	0.039
II	0.069	0.04	0.034	0.03	0.029
III	0.036	0.029	0.029	0.027	0.19

N-グラムモデル

仮想フィールド実験のイベントログデータから、すべてのN-グラムについて、その出現頻度を計算する。その後、N-1グラムの直後に各イベントが生起する条件付き確率、および、生起までの遅延時間の分布を求める。通信方式によるN-グラムモデルの差異を解析することによって、各通信方式による典型的行動パターンを知ることができる。しかし、今回使用するイベントログのデータ量はそれほど多くないため、イベントを抽象化して「移動に着目した解析」と、「作業に着目した解析」の2つのモデルで通信方式によるモデルの差異を抽出した。さらに、浴室作業が終了して次のイベントが発生するまでの遅延時間の比較、および、N-グラムモデルにおける行動のばらつきの比較を行った。なお、プロセスマイニングの解析においてつぶやき1、2の差はそれほど大きくなかったため、これらについての解析はつぶやき1についてのみ行った。

・ 移動に着目した解析(モデル化1)

仮想フィールド実験における各看護師の作業は、4種類に分けることができる。1人で行うことのできる病室での作業、他の看護師と協調が必要な浴室での作業、第3者が作業を行うリハ室での作業、突発的に発生するナースコールなどの作業である。これらの作業の分類は、作業を行う場所で分けた場合とほぼ一致する。そこで、看護師の行動ログから部屋の移動に関する情報を抽出し、イベントとして解析を行った。なお、看護師ごとの区別はしていない。これは看護師の連携状況を分析するためである。抽出した看護師の行動を表3.2.6-8に示す。看護師の移動をイベントとして、各イベントが発生する条件付き確率を求めた。N=3とした場合の結果の一部を表3.2.6-9に、N=4とした場合の結果の一部を表3.2.6-10に示す。表3.2.6-9において、(浴室)(リハ室)や(病室)(リハ室)と移動した後、次の移動場所としてSSに行く確率がつぶやき1の場合、他の場合と比べて高い。リハ室からSSに移動することは、患者をリハ室から病室へ送迎していると予想できる。以上のことから、つぶやき1では、浴室や病室にいながらもリハ室の患者の状態を把握していると考えられる。これは、つぶやき配信によって、他の看護師や自分が預けた患者の情報を知ることができたことが理由として挙げられる。表3.2.6-10において、(病室)(リハ室)(SS)と移動した後、病室へ移動する確率がつぶやき1は、他の実験と比べて高い。これも、(浴室)(リハ室)や(病室)(リハ室)と移動した場合と、同様の理由が考えられる。また、(浴室)(SS)(病室)と移動した後、PHSの場合は浴室に戻る確率が50%あった。これは、PHSでは、患者を浴室から病室に送った後に、浴室に戻り入浴作業の手伝いをに行っていると考えられ、PHSでは浴室の効率が悪い。また、SSに移動する確率がつぶやき1は高かった。これは、看護師間の連携が取れており、浴室において看護師が足りない状況が起きなかったためであると考えられる。

・ 作業に着目した解析(モデル化2)

行動ログから看護師が行った作業をイベントとして、N-グラムモデルを求めた。条件となるN=2とした場合の結果の一部を表3.2.6-11に示す。なお、(1)と同様に看護師の区別はしていない。たとえば、入浴開始が連続して起きるのは、2人の看護師の入浴作業が、他の作業が間に挟まることなく開始していることを表している。表3.2.6-11において、インカムBやつぶやき1では、入浴を開始した後、リハ作業を終了させることが多く起こっている。これは、モデル化1の結果を裏付けるものとなる。

また、病室から浴室へ送迎した後、実際に入浴を開始する確率が、つぶやき1は他の実験と比べて高い。これは、つぶやき配信によって浴室の状況を把握できているためだと考えられる。

・ **遅延時間による解析**

次イベント発生までの遅延時間について、浴室作業の直後に行われる各作業開始までの遅延時間に着目して調べた。入浴完了した患者一人当たりの平均遅延時間を表3.2.6-12に示す。つぶやき1が最も短く、次にインカムB、Aで、PHSは最も長いという結果になった。

・ **行動のばらつきと比較**

表3.2.6-10において、イベント列BRの直後に発生するイベントに関する条件付き確率は、各通信手段でばらつきがある。このような乱雑さの程度を表現するための指標として情報エントロピーがある。確率変数 X のエントロピー $H(X)$ は

$$H(X) = - \sum_i P_i \log P_i$$

により定義される。ここで、 P_i は $X=i$ となる確率である。エントロピーは乱雑さが大きくなるほど大きな値をとる。たとえば、PHSを用いた場合のBRの直後に発生するイベントのエントロピーは、 $-0.4 \log(0.4) - 0.6 \log(0.6) = 0.292$ となる。N=3の場合、条件付き確率のエントロピーの平均値を表3.2.6-13に示す。PHSとつぶやき1がインカムと比べて値が小さくなっている。この結果に対する考察は難しいが、たとえばつぎのような解釈が考えられる：PHSはマイニングされたグラフの密度は大きくプロセス全体としてはスムーズな作業ではなかったが、局所的に見れば固定化されたふるまいが多かった。

(3) つぶやきイベントログ分析・評価の考察とまとめ

プロセスマイニングを用いた行動イベントログの解析手法は、以下のような目的で使用することを想定している。

・ 短期的なプロセスの評価（サービス可視化・評価システムへの組み込み）：

膨大な行動イベントログの中から、通常の行動とは異なるような行動パターンの候補を発見し、業務プロセスの分析および改善の1つの着目点として活用する。具体的には、サービス可視化・評価システム上で、特異的行動パターンが発生した時点を表示する予定である。また、特異的行動パターンを発見するためには、通常時の平均的な行動パターンをあらかじめ学習しておく必要がある。この考え方は、離散事象システムの故障診断に近い [Hiraishi12b]。

・ 中・長期的なプロセスの評価・改善：

イベントログを継続的に集め続けることにより、マイニングしたプロセスや作業環境の課題点を抽出したり、あるいは作業者の習熟度の変化、患者状態のゆるやかな変化などを行動パターンから推定することができる。

プロセスマイニングを適用とする際に問題となるのが、非定型的業務が中心のプロセスのマイニングである。定まったワークフローが存在しない場合、マイニングされたモデルはいわゆる「スパゲッティ状」の形態となり、それから何らかの情報を導き出すのは難しいことが報告されている。ファイジイマイナーはこの問題に対処したアルゴリズムである

が、直前の行動の影響のみを考慮するN-グラムモデルも有効である。

本節では、行動型サービスにおける作業プロセスの評価を、作業をサポートする情報システムにより自動的に収集されるイベントログを用いて評価する方法について述べた。ここで用いた手法は、プロセスの評価そのものというより、平均的行動パターンとの差異を発見するためのものであり、その差異がどのような原因で発生したのかについては、振り返り分析のためのワークショップで検討する。

プロセスマイニングの視点からは、本プロジェクトが対象とする行動型サービスは非定型作業や例外処理が多く、定型作業中心のビジネスプロセスとは大きく異なる。タスクの切り出しと匿名化、直近のイベント列しか考慮しないN-グラムモデルの利用はこのためである。H25年度は、実フィールド実験のイベントログ解析に提案手法を適用して、有効性を確認する予定である。

表3.2.6-8. イベントと看護師の行動（移動に着目）

イベント内容	予測される看護師の作業内容	表3.2.6-9, 表3.2.6-10中の表記
病室901～904に入る	部屋作業, NC対応, 人探し	P
浴室に入る	入浴	B
リハ室に入る	リハビリ(実験では放置), 人探し	R
SSに入る	患者の送迎, NC対応, 人探し	S
トイレに入る	NC対応, 人探し	T

表3.2.6-9. 次イベントの条件付き確率(N = 3)

直前	次	PHS	インカムA	インカムB	つぶやき1
BR	B	0	0	0	0
	P	0.40	0.67	0.67	0.25
	R	0	0	0	0
	S	0.60	0.333	0.333	0.75
	T	0	0	0	0
PR	B	1.0	0	0.25	0
	P	0	0.67	0.25	0
	R	0	0	0	0
	S	0	0.33	0.05	1.0
	T	0	0	0	0
SB	B	0	0	0	0
	P	1.0	0.20	0.20	0.25
	R	0	0.20	0.40	0.25
	S	0	0.60	0.40	0.50
	T	0	0	0	0

表3.2.6-10. 次イベントの条件付き確率(N = 4)

直前	次	PHS	インカムA	インカムB	つぶやき1
BSP	B	0.50	0	0	0
	P	0.50	0.20	0.67	0
	R	0	0	0	0
	S	0	0.40	0.33	1.00

	T	0	0.40	0	0
PRS	B	0	0	0.50	0
	P	0	1.0	0.50	1.0
	R	0	0	0	0
	S	0	0	0	0
	T	0	0	0	0
RSP	B	0.50	0.50	0	0.14
	P	0.50	0.50	1.0	0.72
	R	0	0	0	0
	S	0	0	0	0.14
	T	0	0	0	0
SPP	B	0	0	0	0
	P	0.33	0	0.29	0.25
	R	0	0	0	0.50
	S	0.67	0.67	0.71	0.25
	T	0	0.33	0	0

表3.2.6-11. 次イベントの条件付き確率(N = 2)

直前	次	PHS	インカムA	インカムB	つぶやき1
入浴開始	入浴終了	0	0.29	0.43	0.38
	入浴開始	0	0.14	0	0.13
	NC受理	0.17	0	0.14	0
	SC受理	0.33	0	0	0
	人探開始	0.17	0.14	0.14	0.13
	人探終了	0.17	0	0	0
	SC作業	0	0.14	0	0.13
	浴室送迎	0	0.29	0	0
	リハ送迎	0	0	0	0
	リハ終了	0.17	0	0.29	0.25
浴室送迎	SC作業	0.25	0	0	0
	清拭	0	0	0	0.20
	入浴開始	0.50	0.60	1.0	0.80
	入浴終了	0.25	0	0	0
	NC受理	0	0.40	0	0

表3.2.6-12. 浴室作業終了から次イベント発生までの平均遅延時間

実験	時間(s)
PHS	641
インカムA	556
インカムB	479
つぶやき1	415

表3.2.6-13. N-グラムモデルにおけるエントロピーの平均 (N = 2)

実験	エントロピー
PHS	0.224
インカムA	0.317
インカムB	0.302
つぶやき1	0.248

3.2.7 訪問看護・地域医療におけるユースケース調査

病院や介護施設などの施設内におけるつづやきシステムの適用に関しては、本プロジェクト開始時から協力機関の介護付き有料老人ホームSや中規模病院Tでユースケースの開発を行ってきた。一方、看護・介護の専門家からつづやきシステムは訪問看護・地域医療でも有効であるとのアドバイスを得て、訪問看護・地域医療におけるつづやきシステムのユースケースを調査した。

(1) 訪問看護ステーションにおけるユースケース調査

奈良県の訪問看護ステーションNを訪問し、同ステーションの訪問看護における情報共有と、訪問看護に関わる他職種との情報共有の在り方について調査した。訪問看護ステーションNは、看護師19名、事務2名、ケアマネ1名が在籍し、地域の患者約170人に在宅看護サービスを提供している。看護師1人で1日あたり4人を訪問し、ステーション全体で1日あたり50人を訪問する。通常の高齢者や認知症高齢者以外に、がん末期患者、ALSのような難病患者、重症の小児患者、精神病患者まであらゆるタイプの患者を対象に在宅看護を提供している。訪問看護の実績入力・請求、看護記録のため、タブレット端末を使ったクラウド型訪問看護システムを用いている。ITに不慣れなスタッフもいたが、4か月程度で慣れ、今はスムーズに入力できている。

同ステーション所長に、音声つづやきシステムの紹介をし、同地での適用可能性についてヒアリングを行い、以下の意見を得た。音声つづやきSNSへの一定のニーズを確認できた。

- ・ がん末期患者、難病、小児など重症な患者に対しては患者の細かい情報共有が必要なので、特に有効である。
- ・ 一日2回訪問している場合、1回目の訪問で、呼吸状態が気になったなどのつづやきがすぐに伝われば、2回目の訪問で、吸引器をあらかじめもっていくことできる。現状ではすぐに伝わらないので、患者宅に行ってから、必要機材を取りに戻ることもある。
- ・ 小児は看護ステーションに負荷を掛けずに情報が得られるので医師にとって便利。
- ・ 現在、家族からのお願いなどが伝言ゲームのように伝わっている。これも入れられると便利。
- ・ 看護師同士でお互い同じ患者を見ているという慣れがあると、PCへの入力や紙への記入では、爪の状態など細かいことを書くのが面倒になり省いてしまうが、初めて担当する看護師には必要な情報である。現場で音声入力できるなら、細かいことも記録できる。

(2) 地域包括ケアにおけるユースケース調査

北海道のある地域で診療所Yが行っている地域包括ケアを調査し、ユースケースを検討した。この地域では、診療所Yが中心となって、訪問看護・介護と連携して、地域の医療・介護を支えている。それぞれ別の法人に属する、医師、看護師、介護士など他職種が、患者

を中心としたコミュニティを形成し、連携して地域の患者を支えている。厚生省による在宅医療連携拠点事業において、全国で100か所の拠点の中の一つに選定されている。

ここでは、医師、看護師、介護士など他職種が、地域の中に分散して非同期に患者宅やグループホームを訪問して医療・看護・介護サービスを提供する。このため多職種が一堂に顔を合わせる機会は、本地域では週一回のカンファレンスに限られる（これでも他地域に比べると高頻度）。このため、多職種間の情報共有による連携が欠かせない。一般的には、地域包括ケアでは、患者宅を訪問した医療・介護職が、患者宅におかれた大学ノートに観察内容や申し送り事項などを記入することで情報共有が行われているが、本地域では、2012年度からグループウェアを用いた情報共有を行っている。地域包括ケアにおけるグループウェアの効果と課題について、本地域の医療・介護職にヒアリングを行った。

グループウェアの大きな効果としては、多職種がさまざまなタイミングで、それぞれの専門性の観点で観察して得た患者状態の差分に関する情報をタイムラインにより、患者に関わる医療・介護職全員で効率よく共有できる、という点がある。この点で、グループウェアは夕張地域包括ケアにおいては欠かせないツールとなっている。このとき、グループウェアには、プライバシー・セキュリティの保障（安心）と、現場での使いやすさ（操作性）が求められている。前者は、医療情報に関する下記の3省のガイドラインへの対応有無に関するものである。

- ・ 厚生労働省 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン（医療サイドが順守するガイドライン）
- ・ 経済産業省 医療情報を受託管理する情報処理業者向けガイドライン
- ・ 総務省 ASP・SaaSにおける情報セキュリティ対策ガイドライン、ASP・SaaS事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン

地域包括ケアにおける音声つぶやきへのニーズと課題を調査するため、他職種の関係者につぶやきシステムを試用してもらい、ヒアリングを通して、地域包括ケア現場での、音声入力の簡便さへの強い期待を確認した。地域包括ケアにおいては、グループウェアなどの情報共有ツールが不可避である。しかし、入力の手間であるために、音声入力への期待は高い。ただし、音声認識精度や、情報共有の面での、音声ならではのさらなるメリットの明確化が必要であることが確認できた。

3.3 研究開発結果・成果

H24年度の研究開発成果を、サービスの価値共創構造モデルの視点から総括する。図3.3-1にJST問題解決型サービス科学プログラムで議論されているサービスの価値共創モデルを示す[村上13]。この基本モデルを看護・介護サービスに当てはめた価値共創構造モデルを図3.3-2に示す。本プロジェクトの大きな特徴は、音声つぶやきによる「気づき」の収集と活用である。ここで、「気づき」の収集と活用の仕組みは、サービスレシーバーとサービスプロバイダおよびサービスプロバイダ間の「チャンネル」と位置づけることができる。サービスレシーバーに対する「気づき」の収集と活用は、看護・介護サービスのみならずホテル、レストラン、保守などの対面型のサービスにおいて、サービスの価値共創のためにきわめて重要で普遍的な要素であり、「気づき」の収集と活用の仕組みはサービス科学における重要な研究対象の1つであると考えられる。

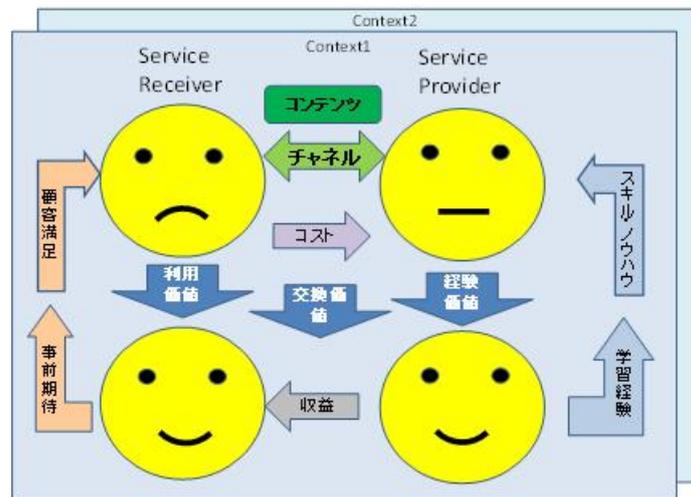


図3.3-1：サービスの価値共創構造モデル

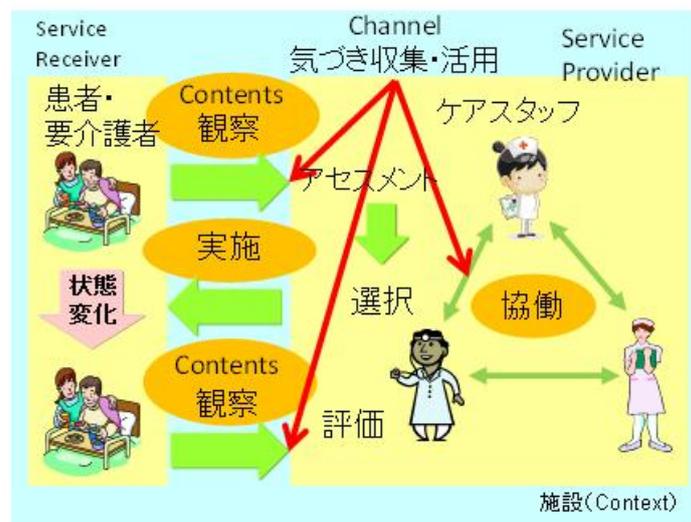


図3.3-2：看護・介護サービスの価値共創構造モデル

この「気づき」の収集と活用により、看護・介護サービスの質と効率を向上することができる。具体的には、H24年度の研究開発において、「気づき」の収集と活用により図3.3-3に示す3つの価値を創造できることが明らかになってきた。これは、「気づき」の収集と活用による価値創造を時間軸で整理したものである。H24年度に研究開発を行った結果に関しては、3.2節の実施方法・実施内容に記載したので、本節では3つの価値の視点からH24年度の成果をまとめる。

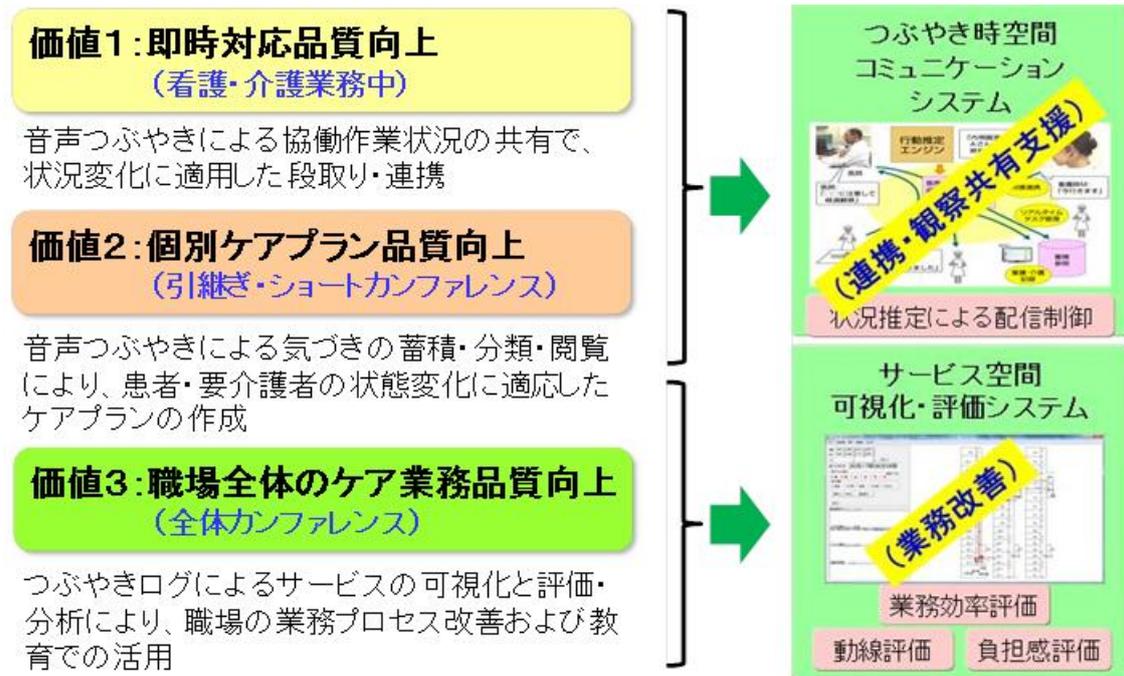


図3.3-3: 本プロジェクトの成果が生み出す3つの価値

(1) 価値1: 即時対応品質の向上

音声つぶやきによる協働作業の気づきの状況共有により、状況変化に対応した段取り・連携によるケアの向上が期待できる。H24年度は、つぶやき交換機を実装し、実フィールドのデータをもちいたエンジンの性能評価・洗練化と仮想フィールド実験で機能検証を行った(3.2.3節)。状況推定・配信制御エンジンの洗練化に関しては、実フィールドでの試行評価のデータを用いてエンジンの洗練化を行い、位置推定、タグ付け、分類配信に関して定量的な性能向上を確認した。最終的な性能指標である、配信時の不要配信率は9.5%、配信漏れ率5.7%であった。技術目標としていた配信漏れがない場合の不要配信率5%以下にはギャップがあるが、慣れや使い方の工夫で運用上問題ない精度を達成できる感触を得ている。ただし、サンプル数に偏りがある可能性もあり、さらなる評価が必要である。仮想フィールド実験で機能確認では、H25年度の最終試行評価に向けて課題も明らかになり更なる改善・洗練化が必要であるが、目途はついた。また、学生および看護師モニタの参加を得た仮想フィールド実験では、従来型の携帯電話を用いる場合と比べて、定量的に有効であることを示した(3.2.6節)。

(2) 価値2：個別ケアプラン品質向上

協力機関である介護付き有料老人ホームSで音声つぶやきコミュニケーションシステムとサービス空間可視化・評価システムをスルーして試行評価を行い、個別ケアプラン品質向上のアセスメントに関するつぶやき（気づき）の収集と活用に関して試行評価した。収集に関しては、つぶやきと介護記録の比較を行い、アセスメントに関するつぶやきのうち、約8割は介護記録に残されていない。さらに、ベテランケアスタッフへのインタビューから、そのうち約半数は他のケアスタッフにとって有益な情報であることが確認できた。すなわち、従来補足できず消えていた情報（気づき）を音声つぶやきで適切に収集・活用できれば、ケアの品質向上に有効であることを定量的に確認できた。

H24年度は、つぶやきシステムによるアセスメント情報の補足・収集の有効性を実フィールドで示したが、収集したつぶやきの活用に関しては、事後的なインタビューでの評価が主であり、実業務中での有効性確認は、H25年度に実施する介護付き有料老人ホームSにおける最終試行評価で行う予定である。また、音声つぶやきによる気づきと介護記録のギャップに関しても、新たなデータを用いて詳細な分析を行う予定である。

(3) 価値3：場全体のケア業務品質向上

サービス可視化・評価ツールを開発し、実フィールドで評価した。インタビューを通じて定性的であるが有効性を確認した。特に「スマイル度」という新しい視点を導入し評価した点が新規である。負担感評価に関しては、役割曖昧性及び役割葛藤に関して質問群を設計し、フィールドでの試行評価を通じて、つぶやきログ分析と対応付け振り返りインタビューや改善ワークショップで活用できる目途をつけた。図3.3-4にサービス可視化・評価ツールを用いて、突発事象対応への業務改善検討した例を示す。つぶやきイベントログに基づく分析・評価手法に関しては、仮想フィールド実験のデータを用いて基礎検討を完了し、H25年度の実フィールド適用に向けての準備を完了した。

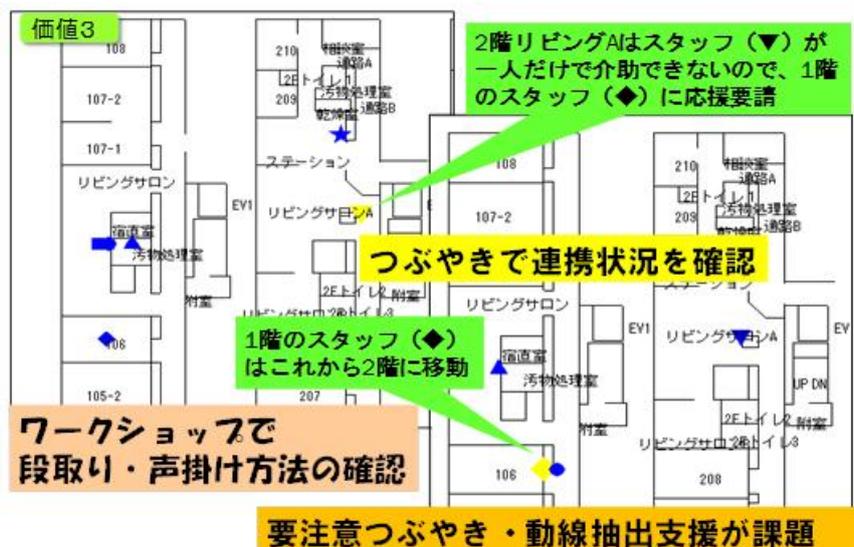


図3.3-4：可視化による突発事象対応への業務改善検討の例

3.4 会議等の活動

・実施体制内での主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
2012年6月6日	第一回全体会議	東芝研究開発センター	H24年度の研究開発計画と進捗状況の確認
2012年12月17日	第二回全体会議	清水建設本社ビル	介護付き有料老人ホームSでの試行評価のまとめ
2013年3月4日	グループリーダー会議	JST会議室	H24年度成果のまとめ方とH25年度計画について

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

研究開発成果の持続可能な社会実装に関しては、システムの製品化による継続的提供と手法・プロセスの普及・標準化が重要である（図 4-1）。前者に関しては、プロジェクトを構成する企業において、事業部門を交えて製品化に向けた検討を行っている。後者に関しては、東京大学や北陸先端科学技術大学院大学と連携して医療・介護分野におけるつぶやきの標準化および他分野への展開を進めるべく準備を進めている。

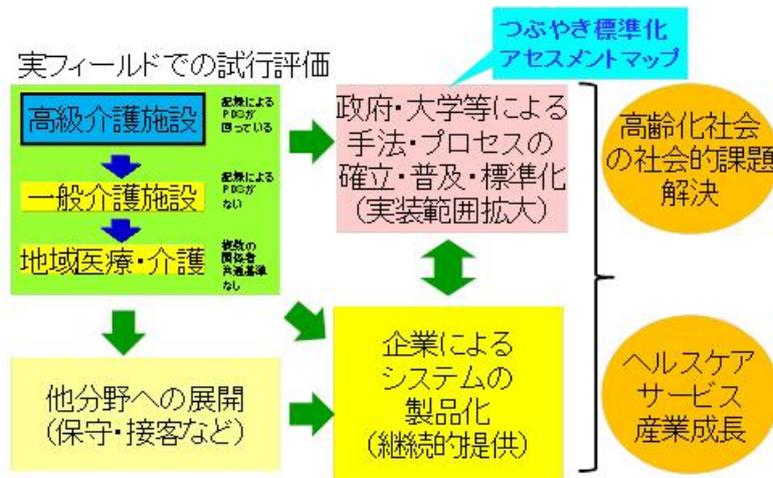


図4-1: 研究開発成果の持続可能な社会実装

5. 研究開発実施体制

- (1) つぶやき時空間コミュニケーションシステム グループ
- ① リーダー 内平直志（東芝 研究開発センター 技監）
 - ② 実施項目
 - ・ 状況推定・配信制御エンジンの高度化
 - ・ ベースシステムを洗練化
 - ・ ユースケースの洗練化と新規開拓

- ・ フィールド実験・仮想フィールド実験の実施
- (2) サービス空間可視化・評価システム グループ
 - ① リーダー 平林裕治 (清水建設 技術研究所 プロジェクトリーダー)
 - ② 実施項目
 - ・ サービス可視化ツール完成
 - ・ サービス評価ツールの開発
 - ・ サービス空間設計手法の開発
 - ・ フィールド実験・仮想フィールド実験の実施
- (3) モデリング&シミュレーション グループ
 - ① リーダー 平石邦彦 (北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授)
 - ② 実施内容
 - ・ 看護・介護のモデル化と仮想フィールド実験環境の構築
 - ・ つぶやきログから課題区間を抽出するプロセスマイニング手法の開発
 - ・ フィールド実験・仮想フィールド実験の実施
- (4) サービス評価手法 グループ
 - ① リーダー 杉原太郎 (北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 助教)
 - ② 実施内容
 - ・ サービス評価手法の確立
 - ・ フィールド実験・仮想フィールド実験の実施

6. 研究開発実施者

	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, ベースシステムとユー スケース開発, フィールド実験・仮想フィ ールド実験
	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	ベースシステム, ユースケース, 状況推 定・配信制御エンジン開発, フィールド 実験・仮想フィールド実験
	田中 俊明	タナカ トシ アキ	東芝 研究開発センタ ー	参事	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験
	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	ユースケースと状況推定・配信制御エ ンジン開発, フィールド実験・仮想フィ ールド実験

	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	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験
	河村 聡典	カワムラ ア キノリ	東芝 研究開発センタ ー	研究主幹	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験
	舘森 三慶	タチモリ ミツ ヨシ	東芝 研究開発センタ ー	主任研究員	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験
	山本 高敬	ヤマモト タ カノリ	東芝 研究開発センタ ー	研究主務	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験
	長 健太	チョウ ケン タ	東芝 研究開発センタ ー	主任研究員	状況推定・配信制御エンジン開発, フィ ールド実験・仮想フィールド実験

	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

	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, 仮想フィールド実験実 施, シミュレーション環境開発
	甚田 貴徳	ジンダ タカノ リ	北陸先端科学技術大 学院大学 情報科学 研究科	M2	仮想フィールド実験のデータ解析

	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	スキルサイエンス的評価、ビデオ観察・分析
	安藤 昌也	アンドウ マサヤ	千葉工業大学	准教授	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
	門脇 耕三	カドワキ コウゾウ	明治大学 理工学部 建築学科	専任講師	サービス評価における空間機能観点からの分析

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

今年度は開催していない。

7.2 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

①書籍、DVD（タイトル、著者、発行者、発行年月等）

- ・ Uchihira, N., Torii, K., Chino, T., Hiraishi, K., Choe, S., Hirabayashi, Y., Sugihara, T., Temporal-Spatial Collaboration Support for Nursing and Caregiving Services, In Global Perspectives on Service Science: Japan (Eds. James C. Spohrer, Stephen K. Kwan, Yuriko Sawatani), Springer (in press).
- ・ Sugihara, T., Fujinami, T., Role of Assistive Technologies for Person-centered Dementia Care: an Exploratory Case Study in Japan. In, Caregivers: Challenges, Practices and Cultural Influences (Eds. Adrianna Thurgood, A. and Schuldt, K.), Nova Science Pub Inc (in press).

②ウェブサイト構築（サイト名、URL、立ち上げ年月等）

本プロジェクトの成果を公表するためのWebページを開設（開設日2011年1月25日）し、学会発表の情報や資料などを公開、更新している。

<http://www.jaist.ac.jp/ks/mot/JSTservice/index.html>

- ③講演会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等
・なし

7.3 論文発表

- ・ 平林、内平、鳥居、音声つぶやきによる介護サービスの可視化と改善，情報処理学会デジタルプラクティス，Vol.4, No.3, pp.212-217, 2013.
- ・ Sugihara, T., Fujinami, T., Phaal, R., Ikawa, Y.: A technology roadmap of assistive technologies for dementia care in Japan, Dementia (in press).
- ・ Chino, T., Torii, K., Uchihira, N., Hirabayashi, Y., Speech Interaction Analysis on Collaborative Work at an Elderly Care Facility, International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development (IJSKD) (in press).

7.4 口頭発表

- ①招待講演 (国内会議_1件, 国際会議_0件)
②口頭講演 (国内会議_9件, 国際会議_7件)
③ポスター発表 (国内会議_0, 国際会議_1件)

(招待講演)

杉原太郎，認知症介護とAssistive technologyおよびその周辺，計測自動制御学会ヒューマンマシンシステム研究会，7月（2012）。

(口頭発表)

国際会議

- ・ Torii, K., Uchihira, N., Chino, T., Iwata, K., Murakami, T. and Tanaka, T., Service Space Communication by Voice Tweets in Nursing, The 1st International Conference on Human Side of Service Engineering 2012 (HSSE 2012) (2012)
- ・ Hiraishi, K., et.al., Modeling of Complex Processes in Nursing and Caregiving Services, IEEE SMC2012, 1449-1454 (2012)
- ・ T. Chino, et.al., , Work and Speech Interaction among Care Staff at an Elderly Care Facility, 3rd international working conference on HWID (Human Work Interaction Design) 28-37 (2012)
- ・ Uchihira, N., Hirabayashi, Y., Sugihara, T., Hiraishi, K. and Ikawa, Y.: Knowledge Transfer in R&D Project Management - Application to Business-academia Collaboration Project, Proc. of Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2012 (PICMET2012) (2012)
- ・ Hirabayashi, Y., Aoki, S., Uchihira, N., Chino, T., Torii, K., Hiraishi, K. Sugihara, T. and Sai, S.: Knowledge Transfer in R & D Management Based on the Relationship between the Achievement of R & D and Commercialization, Proc. of Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2012 (PICMET2012) (2012)

- Fujinami, T. and Sugihara, T.: Person-centered dementia care revised from the standpoint of assistive technology, Proc. of ISG*ISARC2012 (2012)
- Sugihara, T., Fujinami, T., Rachel, J., Kadowaki, K. and Ando, M.: Enhancing Layers of Care House with Assistive Technology for Distributed Caregiving, Proc. of AAAI 2013 Spring Symposia, 83-88 (2013)
- Sugihara, T., Fujinami, T., Miura, M.: Approaches to Incorporating Assistive Technologies into Dementia Care, Proc. of International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems & The 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS-ISIS2012), 685-690, IEEE (2012)
- Sugihara, T., Fujinami, T., Phaal, R. and Ikawa, Y.: Gaps between Assistive Technologies and Dementia Care, Proc. of Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2012 (PICMET2012), 3067-3072, IEEE (2012)

国内会議

- 安藤昌也, 杉原太郎, 田中一丸, 内平直志: 看護・介護の状況を想定した手書き メモと音声メモの記憶補完効果の違い, 第 89 回ヒューマンインタフェース学会研究会予稿集 (2012) ※ヒューマンインタフェース学会研究会賞受賞.
- 内平直志, 崔舜星, 平石邦彦, 鳥居健太郎, 知野哲朗, 平林裕治, 杉原太郎: 音声つぶやきによる医療・介護の時空間コミュニケーション, 人工知能学会第 26 回全国大会, 1P2-OS-9a-10 (2012) .
- 寺井紀裕, 杉原太郎, 藤波努: 食事介助時におけるリソース配分と負担感の関係, 人工知能学会第 26 回全国大会, 2A1-NFC-6-3 (2012) .
- 杉原太郎, 三浦元喜, 藤波努: 認知症介護支援機器を介護の文脈に埋め込むための仕掛け, 人工知能学会第 26 回全国大会, 1P2-OS-9a-9 (2012) .
- 平林裕治, 知野哲朗: 病院や介護施設での位置検知データの活用, 日本建築学会大会 学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集(CD-ROM) (2012)
- 平林裕治, 内平直志, 井川康夫: 技術とビジネスモデルのインターラクティブ開発, 研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会講演要旨集, Vol.27, pp.250-253 (2012)
- 内平直志, 鳥居健太郎, 平林裕治, 崔舜星, 平石邦彦, 知野哲朗, 杉原太郎, 音声つぶやきによる看護・介護の時空間コラボレーション支援 ～ システムの概要と試行評価結果 ～, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 2013/3/6-7 (2013)

(ポスター発表)

国際会議

- Murakami, T., Uchihira, N., T., Torii, K., Nursing Work Recognition using Topic Models, Pervasive 2012 (2012)

7.5 新聞報道・投稿, 受賞等

- 第 89 回ヒューマンインタフェース学会研究会での発表「看護・介護の状況を想定した手書き メモと音声メモの記憶補完効果の違い」(著者: 安藤昌也, 杉原太郎, 田中一丸, 内平直志) が, 2012 年度ヒューマンインタフェース学会研究会賞を受賞.

7.6 特許出願

国内出願 (3件)

参考文献

- ・ [Uchihira 11] N. Uchihira, et.al, Innovation for Service Space Communication by Voice Tweets in Nursing and Caring: Concept and Approach in Japanese National Project, 20th Annual Frontiers in Service Conference, 2011.
- ・ [内平 12] 内平直志, 鳥居健太郎, 知野哲朗, 平林裕治, 平石邦彦, 杉原太郎, 看護・介護サービスのための時空間を越えたコラボレーション, 人間生活工学 Vol.13, No1, pp.34-37, 2012.
- ・ [鳥居 11] 鳥居健太郎ほか:「医療・介護サービスにおける音声つぶやきコミュニケーションによる連携業務のモデル化」, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2011 年秋季研究発表会, (2011)
- ・ [平石 11] 平石邦彦ほか:「看護・介護サービスにおける複雑なプロセスのモデル化にむけて」, 信学技報, IEICE-MSS2011-39, pp.35-40, (2011/11/17-18, 山口)
- ・ [内平 12] 内平直志ほか, 音声つぶやきによる看護・介護の時空間コミュニケーション - 情報スーパーバイザ制御の提案 -, 信学技報, IEICE-MSS2011-54, p.1, (2012/01/26-27, 高知)
- ・ [Uchihira 13] Uchihira, N., Torii, K., Chino, T., Hiraishi, K., Choe, S., Hirabayashi, Y., Sugihara, T., Temporal-Spatial Collaboration Support for Nursing and Caregiving Services, In Global Perspectives on Service Science: Japan (Eds. James C. Spohrer, Stephen K. Kwan, Yuriko Sawatani), Springer (in press).
- ・ [Hiraishi 12] Hiraishi, K., et.al., Modeling of Complex Processes in Nursing and Caregiving Services, IEEE SMC2012, 1449-1454 (2012)
- ・ [Torii 12] Torii, K., Uchihira, N., Chino, T., Iwata, K., Murakami, T. and Tanaka, T., Service Space Communication by Voice Tweets in Nursing, The 1st International Conference on Human Side of Service Engineering 2012 (HSSE 2012) (2012)
- ・ [平林 13] 平林、内平、鳥居、音声つぶやきによる介護サービスの可視化と改善, 情報処理学会 デジタルプラクティス, Vol.4, No.3, pp.212-217, 2013.
- ・ [杉原 11] 杉原太郎, 藤波努: 認知症介護支援研究の技術動向分析, 人工知能学会第 25 回全国大会 1A2-NFC1b-1 (2011)
- ・ [Kahn 64] Kahn, R.L., Wolfe, D.M., Quinn, R.P., Snoek, J.D. and Rosenthal, A.: Organizational stress: Studies in role conflict and ambiguity, John Wiley, 1964.
- ・ [Rizzo 70] Rizzo, J. R., House, R. J., Lirtzman, S. I.: Role conflict and ambiguity in complex organizations. Administrative science quarterly, 150-163, 1970.
- ・ [藤野 01] 藤野好美: 社会福祉従事者のバーンアウトとストレスに関する研究, 社会福祉学, 42(1), 137-149, 2001.
- ・ [佐藤 03] 佐藤ゆかり, 澁谷久美, 中嶋和夫, 香川幸次郎: 介護福祉士における離職意向と役割ストレスに関する検討, 社会福祉学, 44(1), 67-78, 2003.
- ・ [Aalst11] W. M. P. van der Aalst, Process Mining, Springer, 2011.
- ・ [PM:URL] <http://www.processmining.org/>

- ・ [Günther 07] C. W. Günther and W.M.P. van der Aalst, Fuzzy Mining – Adaptive Process Simplification Based on Multi-Perspective Metrics, G. Alonso, P. Dadam, and M. Rosemann (Eds.): BPM 2007, LNCS 4714, pp. 328–343, 2007.
- ・ [Shannon48] C. E. Shannon, A Mathematical Theory of Communication, Bell System Tech. J., Vol. 27, pp.379–423,623–656, 1948.
- ・ [Nagao94] M. Nagao and S. Mori, A New Method of N-gram Statistics for large Number of n and Automatic Extraction of Words and Phrases from Large Text Data of Japanese, Proc. COLING'94, Vol.1, pp.611-615, 1994.
- ・ [Sundramoorthi07] D. Sundramoorthi et al., A Data-Integrated Simulation Model to Evaluate Nurse-Patient Assignments, Health care Management Science, 12(3), pp.252-268, 2007.
- ・ [崔 12] 崔舜星ほか, 仮想実験環境を用いた看護・介護サービスにおける音声つぶやきコミュニケーションの評価実験について, 信学技報, Vol.111, No.453, pp.17-22 (2012/3/8-9, 東京)
- ・ [Hiraishi12b] K. Hiraishi, M. Yoshimoto, K. Kobayashi, Diagnosis of Stochastic Discrete Event Systems Based on N-gram Models with Wildcard Characters, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (MSS), Vo.112, No.273 (2012/11/1, 山口)
- ・ [村上 13] 村上輝康, いかにサービス学は日本産業に貢献するか, サービス学会第一回国内大会特別講演1, 2013年4月11日.
- ・ [水流 05] 水流, 棟近, 飯塚, 患者状態適応型パスによる標準臨床プロセスの可視化と電子化, 看護管理, Vol.15 No.11, pp.898-906, 2005

以上