

平成19年度
研究開発成果報告書

日常行動・状況理解に基づく
知識共有システムの研究開発

委託先： (株)国際電気通信基礎技術研究所

平成20年4月

情報通信研究機構

平成19年度 研究開発成果報告書 (一般型)

「日常行動・状況理解に基づく知識共有システムの研究開発」

目次

1	研究開発課題の背景	3
2	研究開発の全体計画	5
2-1	研究開発課題の概要	5
2-2	研究開発目標	9
2-2-1	最終目標	9
2-2-2	中間目標	12
2-3	研究開発の年度別計画	15
3	研究開発体制	16
3-1	研究開発実施体制	16
4	研究開発実施状況	17
4-1	行動・状況理解技術の研究開発	17
4-1-1	序論	17
4-1-2	センサ・ネットワークの実装	17
4-1-3	センサ・ネットワークの要素技術の開発	19
4-1-4	行動識別手法の開発	23
4-1-5	小型装着型機器本体の試作	26
4-1-6	まとめ	27
4-2	知識構築技術の研究開発	28
4-2-1	序論	28
4-2-2	一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出手法の開発	29
4-2-3	医療看護オントロジ・システムの構築	33
4-2-4	インタラクション・コーパスの構築	35
4-2-5	コミュニケーション・エラーの分析	37
4-2-6	まとめ	39
4-3	知識提供技術の研究開発	40
4-3-1	序論	40
4-3-2	看護業務記録・分析システムの開発	41
4-3-3	ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの開発	43
4-3-4	ジャストインタイム看護アドバイス・システムの開発	45
4-3-5	まとめ	48
4-4	総括	49
5	参考資料・参考文献	50

5-1 研究発表・講演等一覧 50

1 研究開発課題の背景

我が国においては、2001年1月に発表された「e-Japan 戦略」以来、政府一体となった e-Japan 戦略の推進等によって、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」利用することができる「ユビキタスネット社会」の到来を現実的なものとしてきた。総務省においては、「ユビキタスネット社会」を2010年までに実現することが目標に据えられ、体系的な ICT 政策である「u-Japan 政策」が策定された。その3つの基本的な軸は「ブロードバンドからユビキタスネットへ」、「情報化促進から課題解決へ」、「利用環境整備の抜本的強化」である。

本研究開発課題は、業務を阻害しない小型装着型センサや環境設置型センサにより、これまで見過ごされてきた業務中の日常行動・状況を理解し、これに基づき業務に有用な知識を構築し、その知識を関係者にも提供するシステムを構築する技術を確立することである。この技術は小型装着型センサや環境設置型センサ等をユビキタスネットで結合するという点で第1の軸に沿うものである。また、この技術の確立によって、様々な現場での業務に関わる問題解決を促進するという点で第2の軸に沿うものである。

本研究開発課題が確立しようとしている技術は様々な領域で有用であるが、今まさに必要としている領域に医療がある。この領域では、医療事故が深刻な社会問題となっている。例えば、米国では医療事故による死亡者数が交通事故による死亡者数を上回ると推計されている。医療機関では、医療事故やその手前に相当するインシデント、いわゆるヒヤリ・ハットが発生すると、事故報告やインシデント・レポートが作成され、それらに基づき対策が講じられる。しかし、現状のインシデント・レポートに関しては、フォーマットが記入者の能力に依存するものであり、背後に潜んでいる原因の分析まで行うことができない等の問題が指摘され、改善が試みられている。しかし、報告書等を改善したとしても、医療事故やヒヤリ・ハットに至る過程を正確かつ詳細に再現することが困難なこともあり、十分ではない。それらの過程を正確かつ詳細に記録・分析することによって根本的問題を抽出し、それらに関する知識を関係者の間で共有する過程を支援する技術が望まれる。

我が国の医療現場では、近年、医療従事者の業務負担の問題も深刻化している。諸外国と比較して病床当たりの医療従事者が著しく少ないこと等のために、医療従事者の負担が重く、現場の努力によって維持されているものの、限界に達しつつある。この状況を改善するためには、医療従事者が実際に実施している業務を正確かつ詳細に記録し、その結果を分析する技術が望まれる。

これらの問題を解決するためには、医療看護を実施する空間のユビキタス化が求められる。総務省と独立行政法人情報通信研究機構が共同で開催した、医療分野における ICT の利活用に関する検討会の報告書の中の『「ユビキタス健康医療」実現に向けてのロードマップ』では、2010年までの中期目標に「医療現場のユビキタス化」が掲げられている。

本研究開発は主な対象領域を医療看護現場としている点で、まさに「医療現場のユビキタス化」の一翼を担うものである。ヒヤリ・ハットに遭遇する機会が最も多い職種である看護師を対象とする。本研究開発で確立しようとしている技術によって、行動・状況の理解に基づき適切なアドバイスを提供することが可能となり、業務改善、特に医療事故やヒヤリ・ハット等の削減に貢献することができる。また、看護師の業務を正確かつ詳細に記録・分析することが可能となり、その結果として、より適した業務分担が可能となり、看護師の業務負担を軽減することができる。

本研究開発課題は、前述のように、業務を阻害しない小型装着型センサや環境設置型センサにより、これまで見過ごされてきた業務中の日常行動・状況を理解し、これに基づき業務に有用な知識を構築し、その知識を関係者にも提供するシステムを構築する技術を確立することを目指し、主な対象領域を医療看護現場としている。医療機関内では、ICT の

利活用が医事会計システムを出発点に、バックオフィス業務の効率化を主な対象としてきたことから、医療看護を実施する現場での ICT の利活用は最近になって、電子タグ等が導入され始めたところである。我が国の初期の事例としては、国立国際医療センターの Leaf がある。医療従事者が PDA を常時携帯し、例えば、注射を実施する直前に PDA で注射ボトルのラベルや患者のリストバンドの照合確認を行うことによって医療看護行為の重要な属性を正確に記録することができる。与薬ミスの防止等の観点からは PDA での情報提示が有効であることは確かであるが、PDA の使用が業務の自然な流れを乱す可能性があること、記録が重要な意味を持つ緊急時の対応等において業務中入力が困難であること等の問題点がある。最近では、秋田大学医学部附属病院において、点滴実施の直前という特定の状況を対象として、点滴実施を行う自然な動作を行いながらも、そこで必要な確認を電子タグにより行うことができる手法が開発されている。諸外国では、米国 Intel 社が医療看護現場での ICT の利活用に大々的に取り組み始めている。カルテ、オーダー情報等の電子化、既存の PC を進化させた看護現場用無線端末の導入等である。しかし、後者は前出の Leaf と同様の問題を有する。デンマークの Aarhus 大学では、医療従事者が装着した Bluetooth タグによって検出された医療従事者の位置、状況、スケジュールといった情報を大型ディスプレイや携帯電話で閲覧可能なシステムを開発し、外科病棟で運用している。このシステムは他の医療従事者の状況の把握を容易にし、作業を効率化することができるが、状況の入力は人間が行っている。いずれのシステムも、本研究開発で目指している、業務の流れの理解のように複雑な行動・状況理解は行っていない。

本研究開発課題が確立することを目指しているシステムを実現するためには、要素技術として、行動・状況理解技術、知識構築技術、知識提供技術が必要になる。これらの要素技術に目を転じると、行動・状況理解技術に関しては、スイス連邦工科大学の Tröester 教授のグループ、MIT の House_n プロジェクト等で装着型センサや環境設置型センサからのデータに基づく行動識別技術の研究が進められている。しかし、いずれのプロジェクトも比較的単純な文脈での行動が対象であり、複数の文脈での行動を対象とする本研究開発とは異なる。

知識構築技術に関しては、本研究開発で取り組む、実世界での行動やその周囲状況に関するセンサ・データからの一般的傾向に関する知識構築に関する研究開発はまだ緒に就いたばかりである。それらの研究開発の主な対象は位置であり、ワシントン大学等で大規模な実験データの分析が行われている。しかし、本研究開発で取り扱うような複雑な業務の流れの中での行動やその周囲状況に関する一般的傾向に関する知識構築に関する研究開発は、ほとんど手が付けられていない。一般的傾向とともに希少現象も取り扱うが、希少現象を取り扱う分野として「チャンス発見」がある。この分野を先導する立場の研究者が本研究開発の分担者の中に含まれ、同分野における国際会議の運営、論文集の編集等を務めている。

知識提供技術に関しては、関連研究として看護記録や業務量分析の研究がある。現在の医療看護現場では、看護記録は看護師が 1 日の業務の終了前に 1 日を振り返りながら作成する場合が多い。また、業務量分析は典型的には、分析対象の看護師の背後に分析者の看護師が付き、分析対象の看護師の行動を一定時間間隔ごとに記録するといった形式で行われる。いずれも依然として労働集約的であり、医療看護従事者や分析者の負担が大きい。そのために、詳細な記録や分析が困難な状況にある。この詳細な記録や分析の過程は本研究開発によって確立される技術によって支援することができる。すなわち、本研究開発の成果まさに医療看護現場が求めている技術である。また、本研究開発では、後述するように、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを作成する過程を支援する技術を開発するが、その中核となる技術は映画のカメラワークに基づく自由視点映像生成技術である。自由視点映像生成技術に関しては、ドイツのマックス・プランク情報学研究所等で行われているが、

本研究開発が進めている、実世界でのカメラ配置に関する制約も考慮した、自由視点映像に対する映画的カメラワークの適用技術の研究開発は他では取り組まれていない。さらに、本研究開発では、後述するように、業務中の看護師に適切な時期に適切な方法で知識（アドバイス）を提供する技術を開発するが、その中核となる技術はユーザを含む実世界に関する情報を利用した文脈依存の知識提供技術である。この技術に関しては、多数の研究開発が存在するが、総じて、本研究開発が対象としているような、ときとして緊急性が高くなる状況での使用に適しているか否かは未知数である。

2 研究開発の全体計画

2-1 研究開発課題の概要

本研究開発課題では、業務を阻害しない小型装着型センサや環境設置型センサにより、これまで見過ごされてきた業務中の日常行動・状況を理解し、これに基づき業務に有用な知識を構築し、その知識を関係者にも提供するシステムを構築する技術を確認する。具体的な題材としては、このようなシステムへのニーズが高い医療看護現場を取り上げ、実証的な実験を行い、将来の事業化へ向けた道筋をつける。

知識が人間の行動に与える影響という観点から医療看護業務を考える。看護業務中に看護師が使用する知識は一般常識以外に、専門書等で体系化された知識、日々の看護業務に関してあらかじめ策定された看護計画に関する知識、日々の業務として行った行動の経験を通じて蓄積される知識（行動経験知識）に大別することができる。看護師は看護学校で習う専門書に書かれた知識のみでは実際の現場で十分ではなく、行動経験知識が看護師の能力差の源泉となることを理解している。この行動経験知識を診療科や病棟の中で共有することが看護業務の質の向上に大きく寄与することになる。

そこで、本研究開発課題は、現場での行動に関する経験的知識に着目し、行動経験に基づく知識（行動経験知識）を構築し、関係者の間で共有する過程を支援するシステムを開発する。題材としては、前述のように、医療看護現場を取り上げる。このシステムを実現するためには、(1) 業務を阻害しない小型装着型センサや環境設置型センサを使用し、業務に関する知識等に基づき、これまで見過ごされてきた看護師の日常の行動・状況を観測・理解する技術、(2) 理解結果に基づき一般的傾向や因果関係等に関する行動経験知識を構築する技術、さらには、(3) 行動経験知識を関係者にも提供する技術の3つが必要となる。そこで、これら3つの技術に対応するサブテーマを以下のように設定する。

ア 行動・状況理解技術の研究開発

看護業務におけるヒヤリ・ハット、事故等を削減したり、業務の質や効率を向上させたりするためには、看護業務中の行動や状況を観測し、その実態を理解する必要がある。ここで「理解する」とは、観測された看護師の行動と周囲の状況を、あらかじめ策定された看護計画に関する個別知識、専門書等に記述されている体系的知識と照合して、その行動・状況を識別するとともに、その行動・状況を当初の計画と対応付ける処理である。

この際、各看護師の各業務をいわば「点」として単独に理解するだけではなく、その点に至った業務の流れをいわば「線」として理解しなければならない。ヒヤリ・ハット等が複数の業務に関する要因の積重ねとして生じることがあるからである。ここで、「線」には、1人の看護師が行っている業務から構成されるもの、1人の患者に対して行う特定の業務の細分化から構成されるもの等、複数の種類が存在する。さらには、並行して起こる同一病棟の看護師全員の業務の流れや周囲状況の推移に関する複数の「線」を「面」として理解することにより、ヒヤリ・ハットの複合的要因を分析することができる。この理解技術と精密な観測技術を確認することができれば、ヒヤリ・ハット事例を不確実な人間の記憶に

依存することなく、正確な観測データに基づき分析することが可能になる。

以上を実現するために、看護師の行動や周囲状況を種々のセンサを使用して自動的に計測し、時系列データとして常時記録するセンシング技術を開発する。また、上述のように看護師の行動や周囲状況を「点」・「線」・「面」として理解するために、後述する知識構築技術により構築される看護業務に関する知識等を使用する。具体的には、様々な「線」上で生起する可能性がある「点」の間の関係や、「線」と「線」の間の関係を使用する。これらの看護業務のモデルと、実際の看護師の行動・状況の認識結果とを事後照合する。これにより、ヒヤリ・ハットや事故の原因の解明、さらには、オンライン認識・照合による、これらの未然・再発防止等に役立てることができる。

以上が行動・状況理解処理の概略的な流れである。次に、各部分に関する具体的な検討課題に関して述べる。個々の看護師の看護業務に関しては、実際に何を行ったのか、どのくらいの時間を費やしたのか、実際に行ったことが計画に基づくものであったか否か、計画に基づくものでなかったときにはそれが何に起因するのかを理解しなければならない。さらには、その業務を行った際の肉体的状態、生理・心理的状态、周囲の状況、それらの間の関係を理解することも望まれる。そのために、看護師の身体に装着する装着型センサと環境に設置する環境設置型センサを組み合わせたユビキタス・センサ・ネットワークを構築し、上記の項目を理解する方法を検討する。

装着型センサを含む装着型機器(センサ以外の機能を持つ機器を含む一般の場合には「装着型機器」ということにする)に関しては、次の制約がある。例えば、看護師は血液等の処置の際にしばしば手袋を着用するから、手袋の着脱時に邪魔になってはならない。また、看護師は自らの肩に患者の手を回し患者のベッドから車椅子への移乗を援助することがあるから、この場合にも支障があってはならない。さらに、看護師の勤務時間は長時間になることがあり、長時間の装着が疲労の原因とならないように軽量なものでなければならない。また、看護師や患者のプライバシーを不必要に侵害しない配慮が重要である。

以上の制約条件を考慮して、装着型機器には、センサとして看護師を特定するための ID タグ、看護師の発話記録・認識のためのマイクロフォン、身体の状態や動作、動作の積算、生理・心理的状态を計測可能なものを検討する。さらには、後述する知識提供技術に必要とされる機能の組み込み方法等も検討する。また、本研究開発の前半では、知識構築のために安定して理解結果を供給することに注力し、装置内に観測データを記録する方式を取り、後半で実時間通信機能等を組み込む等の高機能化を図る予定である。したがって、本研究開発の前半では、観測データを後から理解するオフライン理解技術を確立し、後半にオンライン理解技術の確立に進む。

一方、環境設置型センサとしては、ID タグやマイクロフォン、カメラ等の映像センサ等を検討する。映像センサを使用したセンシング技術に関しては、映像中の同一物体の追跡等は実現可能であるが、追跡対象が「誰・何」であるかの識別は非常に困難である。そこで、複数視点・複数種類の映像センサの導入等により、対象空間中の物体を効率的に認識する技術について検討する。

様々なセンサからの情報に基づく行動・状況理解を実現するには、異種・複数のセンサの時系列データから行動・状況の変化を高効率で予測・追跡し、識別する技術が必要である。また、すべてのセンサから常に情報を獲得することができるとは限らない場合、欠落情報を確率的に予測・補完する技術が求められる。このような技術に関しても検討する。

行動・状況理解の対象となる看護業務は、例えば、病棟看護業務の内容分析に関する研究(越河六郎:病棟看護業務の内容分析,第95回「労働科学セミナー」,財団法人労働科学研究所,1996.)では約340種類に分類されているが、他の様々な抽象度でも表現可能であることから、階層的な知識表現を考える。例えば、「注射」という看護業務を考える。様々な注射をすべて1つの範疇に分類する場合、皮下注射、静脈注射等に分類する場合、さら

には、特定の薬剤の注射ごとに分類する場合、等の抽象度が存在する。種類の異なる薬剤の使用手続きが異なる可能性もあることから、このような階層の中の異なる抽象度の表現を観測データと照合し理解しなければならない。また、個々の看護業務に関して、その詳細な手順を表す内部構造を考える。例えば、注射という業務は注射の準備、注射の実施等から構成される一連の細かい業務の流れから構成される。本来、連続して行う一連の業務の間に他の業務が割り込んできた場合にヒヤリ・ハットが発生しやすいことが経験的に指摘されている。したがって、このような業務の手順に関する知識を活用して、一連の業務が一定時間内に行われたか否かを区別することも重要である。以上のような看護業務に関する概念の上位下位関係や全体部分関係に関する記述の維持管理を容易にするために、知識構築技術の研究開発と連携して、領域オントロジの形式で記述することを検討する。

イ 知識構築技術の研究開発

本サブテーマでは、看護業務中の看護師の行動やその周囲状況を観測・理解することにより獲得された事実を分析し、一般的傾向や因果関係等に関する行動経験知識を構築する技術を確立することを目指す。ここでは、看護師の行動やその周囲状況全般に関する「点」・「線」・「面」の一般的傾向や一般的傾向からの逸脱に関する知識の構築技術のみではなく、ヒヤリ・ハット等が発生しやすいことが経験的に知られている状況に関して、それに特化した分析および知識構築技術も対象とする。

看護師の行動やその周囲状況全般に関する知識構築技術に関しては、一般的傾向を抽出する技術を最初に検討する。まず、看護師の1日の業務の「線」を時系列的に分析し、看護計画に対する各看護師の業務の進め方の傾向に関する知識を構築する。次に、「線」・「面」の理解結果を分析し、確率的なモデルを構築することを検討する。

分析対象の属性としては、看護師の各業務、すなわち、「点」で行っている業務の種類、主体となる看護師、対象となる患者、開始・終了時間、周囲状況等が検討の対象となる。分析としては、N-gram 特徴量による分析、最大エントロピ法による分析、決定木学習による分析等を検討する。また、複数の事象の共起現象の分析法についても検討する。一般的傾向を抽出する際、異なる抽象度の表現を併用する方が単一抽象度の記述を使用する場合と比較して効率的に処理を行うことができる可能性がある。したがって、概念の上位下位関係や全体部分関係を表現する領域オントロジの使用も検討する。

また、看護業務中のヒヤリ・ハット等は看護業務全体から見れば希少な現象である。そこで、希少現象を抽出して、その背後にある潜在的関係を顕在化する手法を検討する。具体的には、「チャンス発見」に使用される手法 (KeyGraph 等) をまず検討する。

上述の一般的傾向や希少現象に関する知識は、後述する知識提供のために行動・状況理解結果と照合されることになる。この照合を効率的に行うために、他の2つのサブテーマと連携して、業務の種類、業務実行時間、計画との一致・不一致、不一致理由、看護師の特徴を表現する属性等の、行動・状況理解結果の属性値の分布等を考慮した知識の構造化についても検討する。

上述の看護業務全般に関する分析・知識構築と並行して、ヒヤリ・ハット等が発生しやすいことが経験的に知られている状況に関して、それに特化した分析および知識構築技術にも取り組む。具体的な状況としては、医療従事者間での口頭指示等でのコミュニケーション・エラーに関するものを取り上げる。なぜならば、医療従事者各人の経験やスキルに基づく背景知識の相違に起因した思い込み、勘違いから引き起こされる医療事故、ヒヤリ・ハット等が少なからず発生しているからである。この問題を解決するためには、コミュニケーションのより詳細な分析とこれに基づく対応が必要である。しかし、そのようなコミュニケーションの詳細なデータを獲得することは従来、不可能、あるいは、非常に困難であった。これを可能にするために、前述の装着型センサや環境設置型センサを使用する。

コミュニケーション・エラーに関する分析においては、最初に、センサにより観測・収集された会話データを利用して、各医療従事者が使用している医療領域オントロジを構築する。この領域オントロジ構築の目的の1つは、各人が病棟、診療科、病院ごとに異なって使用している用語、表現を関連付けし、体系化することである。

このようなオントロジを構築するために、大規模な会話データから構成されるコーパスを構築し、キーワード、および、キーワード間の相関関係を抽出する。結果の有効性は最終的に専門家が判断する必要があるため、専門家向けの操作性の良い作業環境を構築する。

次に、コミュニケーション・エラーを発生しやすい状況に関する一般的傾向を行動経験知識として抽出・構築することに取り組む。そのために、装着型センサや環境設置型センサにより収集された関係者間のインタラクションに関するコーパス、すなわち、インタラクション・コーパスを構築し、コミュニケーション・エラーの発生状況を分析する。

上述の知識構築技術を確立するための研究開発を通じて、ユビキタス・センサ・ネットワークから獲得されるデータを総体として分析し、知識を構築するための一般的な方法論に関する知見を得る。

ウ 知識提供技術の研究開発

本サブテーマでは、行動経験知識を関係者に提供することにより、関係者の間で共有する技術を確立することを目指す。そのために、3種類のシステムを構築する。

(1) 看護業務記録・分析システム

看護師は勤務時間の終了前に、それまでの看護業務に関する看護記録を作成する。看護業務の行動・状況理解技術により高精度で業務の識別を行うことができると、記録に必要な時間を大幅に短縮することが期待される。また、行動・状況理解技術と知識構築技術を組み合わせることにより、看護師が行う業務の一般的傾向を抽出し、さらなる分析を加え、業務の効率を低下させる原因を推定することが可能になる。そこで、看護業務の記録・分析作業のためのインタラクティブな支援環境を構築し、その技術を確立する。

(2) ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システム

看護師教育の一環として、看護業務における医療事故、ヒヤリ・ハット等に関するビデオを利用した教育プログラムを採用する試みがなされている。このビデオは映像作家が作成した台本にそって役者が演技を行うという点でドラマや映画と同じ制作手法が取られている。この映像は専門家の技量により非常に高品質なものとなりえる一方で、人件費や機材費が必要なために高コストにならざるをえないという欠点を持つ。

そこで、台本により役者に演じさせ、カメラを移動させることにより撮影された映像と同等のヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを定常的に撮影されているビデオ映像から半自動的に作成する手法を確立することを目指す。そのためには、定常的に撮影されている映像のカメラの視点を後から変更する映像処理技術と、台本や編集といった専門知識に関する知識処理技術を組み合わせる必要がある。

映像処理技術に関しては、自由視点映像生成に関する研究が活発に行われ、視点位置を自由に設定することが可能になっている。しかし、専門家の映像のように、対象空間に生起しているイベントを考慮した視点位置を設定する技術は考案されていない。また、撮影したイベントの内容を最も効果的に伝える映像ストリームを生成するための技術が必要となるが、そのような技術も考案されていない。

本研究開発課題では、医療施設が対象であるために、多様な撮影環境に設置された監視カメラのように定常的に撮影された映像を入力とすることが前提とされることから、すべてのシーン・領域において正確な3次元モデルを復元することができるのに十分な映像情

報を獲得することを期待することができない。そこで、撮影現場での撮影環境の制約と映像作成時のカメラワークの要求の両者を満足する映像生成手法の確立を目指す。

知識処理に関しては、上記を達成するためには、映像中に何が撮影されているのか等をメタデータとして記述する必要がある。そこで、メタデータ・フォーマットを策定する。また、映像と上記のメタデータを利用して映像を編集する環境が必要である。これを実現するために、映像編集の専門家の知識を形式化する知識ベースを開発する。

本サブテーマでは、映像処理技術と知識処理技術を組み合わせ、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを構築し、その技術を確立する。

(3) ジャストインタイム看護アドバイス・システム

前述の知識構築技術により、看護師の業務の流れに関する一般的な傾向や医療事故、ヒヤリ・ハット等につながる希少現象に関する知識を獲得することができる。また、行動・状況理解技術により、業務中の看護師が業務の「線」・「面」の中のどのような位置にあるのかを推論することができる。これらの技術を組み合わせることにより、後続する可能性の高い業務をよりの確に行うためのアドバイスや医療事故、ヒヤリ・ハット等を回避するためのアドバイスを提供することが可能になる。

アドバイスを提供する際、提供先である看護師の視点で考える必要がある。一般に看護師は多忙であり、多くの場合には日常業務を問題なくこなしていると思って行動していることから、看護師がアドバイスを積極的に求めることを期待することはできない。したがって、看護師の問合せ等により始めて知識提供を行う反応型 (reactive) 知識提供ではなく、システムが状況判断を行い、知識を提供する、あるいは、少なくとも知識提供に関する注意喚起を行う積極型 (proactive) 知識提供が求められる。また、患者の周囲の状況にも依存して知識提供の方法を変化させる必要がある。さらには、進行中の業務の種類等に依存してアドバイスの方法やタイミングを変更する必要がある。例えば、看護師の手が離せないような場合には、業務の流れを妨げない「さりげない」注意喚起が必要であろう。そこで、このような要求条件を満足する積極型知識提供技術を開発する。さらに、看護師の様々な状況を考慮したユーザ適応型知識提供を行うためにユーザ・モデルを使用する。そして、注意喚起の側面も考慮した知識提供戦略を検討する。

以上により、業務中の看護師にジャストインタイムに知識 (アドバイス) を提供するジャストインタイム看護アドバイス・システムを構築し、その技術を確立する。

以上をまとめると、本研究開発課題では、行動・状況理解技術、知識構築技術、知識提供技術を組み合わせ、3種類の形態の知識提供を行うシステムを構築する。すなわち、「看護業務・記録分析システム」、「ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システム」、「ジャストインタイム看護アドバイス・システム」である。これにより、ユビキタス・センサ・ネットワーク技術と知識処理技術を組み合わせ、実際の現場で業務を行う人々の間で知識を共有する技術に関する一般的な方法論を確立することを目指す。

2-2 研究開発目標

2-2-1 最終目標 (平成21年3月末)

「日常行動・状況理解に基づく知識共有システムの研究開発」

(1) 医療機関の特定の診療科あるいは病棟規模の看護師10人程度(それぞれ勤務時間最大14時間中に300種類程度に分類される看護業務を30以上150以下実行する)を対象とする看護業務記録・分析システムのプロトタイプを開発すること。本システムは医療看護知識に基づき、小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師

が行う行動・状況を理解することにより看護師の勤務時間中の業務を観測・記録することにより、看護師の勤務時間中の業務を記録する作業を効率化する環境を提供するとともに、複数の看護師の業務の流れを可視化する機能、各業務に要する所要時間の分布等の統計的情報を可視化する機能、および、ジャストインタイム看護アドバイス・システムと連携する機能等を有するものとする。

看護師の勤務中の業務の記録を作成するためには、小型装着型機器や環境設置型機器から構成されるユビキタス・センサ・ネットワークから得られた観測データを知識と照合することにより個々の業務、すなわち、「点」を識別すること等が必要になる。したがって、先端性、難易度ともに高い目標設定である。

具体的な対象の設定は予備調査における医師、看護師等との情報交換や現場の観察等に基づく極めて現実的なものである。勤務時間最大 14 時間という数値は 2 交代制の場合の夜勤を想定している。また、識別する看護業務の分類数に関しては、前述のように、病棟看護業務の内容分析に関する先行研究において看護業務が約 340 種類に分類されていること、および、予備調査を行った診療科で看護業務を 280 種類程度に分類していることから、300 種類程度と想定した。また、実行する看護業務数に関しては、看護師が 24 時間に 1 人当たり 240 の業務転換を行ったことがあるという調査報告（阿佐美仁美，水越直美，山崎聖子，菅原環：看護婦の忙しさと誤薬事故発生に関連，第 31 回日本看護学会（看護管理）講演論文集，pp. 207-209, 2000.）、および、予備調査において看護師が 8 時間の勤務時間中に 30 から 70 程度の業務を行っていたことから、30 以上 150 以下は現実的な設定である。看護師数の設定に関しても、予備調査を行った診療科で同時に勤務している看護師の数に近い数である。

- (2) 上述の看護師 10 人程度を対象とするヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを開発すること。本システムは看護現場を複数のカメラで定常的に撮影し、これらの映像を合成することにより、役者に台本通り演じさせ、カメラを移動することにより撮影した映像と同等のヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に生成することを可能なものとする。

本システムを実現するためには、複数のカメラで定常的に撮影された映像から意味的に重要な部分のみを抽出する技術と自由視点映像生成技術を組み合わせる必要がある点から、先端性、難易度ともに高い課題設定である。また、作成されたビデオは看護教育に大きな影響を与えることが期待される。

- (3) 上述の看護師 10 人程度を対象とするジャストインタイム看護アドバイス・システムのプロトタイプを開発すること。本システムは医療看護知識に基づき、小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う行動・状況を理解し、ヒヤリ・ハット等が発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供することが可能なものとする。

本システムは看護業務記録・分析システムと同様の困難さ以外にも、業務中の看護師に業務を阻害しないように知識を提供するという別の困難さを含んでいるという点で難易度の高い課題設定である。

ア 行動・状況理解技術の研究開発

- (1) 小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率 90%

以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。

予備調査として行った実験で看護師の音声による業務報告に基づき看護業務の計測を試みたが、80%程度の正答率しか得られていない。ICU等の環境雑音が大きい状況では、この数値はさらに低くなる。各種センサ情報の統合や看護計画等の知識を使用するにしても、上記の目標設定は非常に難易度の高いものである。しかし、上述の精度を得ることが可能となれば、看護業務記録・分析システムにおける良好な編集環境の提供とあいまって、看護業務記録作業の大幅な効率化を期待することができる。したがって、上記の目標設定は妥当なものである。

- (2) 無線通信機能を有する小型装着型機器に関する技術を確立すること。本小型装着型機器は本体、センサ機器、注意喚起等のための機器、バッテリー等から構成されるものとし、構成要素および配線類が看護業務を阻害しないように構成され、かつ、本体部分の体積が 100 cm³、重量が 100g 程度とする。

前述のように、看護師の業務を阻害しないためには、装着型機器を装着することができる看護師の身体の部位、配線可能な身体上の部位は非常に限定されている。そのような限定されている状況における小型装着型機器の研究開発は難易度の高いものである。

上述の本体部分に関する仕様は予備調査における看護師へのアンケート結果等に基づいたものである。

イ 知識構築技術の研究開発

- (1) 行動・状況理解結果のデータベースが与えられたとき、看護業務に関する一般的傾向、および、ヒヤリ・ハット等の希少現象に関する傾向を抽出する統合的な技術を確立するとともに、延べ 3,000 時間程度の看護業務に関する観測に基づく行動・状況理解結果を使用して、技術の有効性を検証すること。

看護業務に関する一般的傾向および希少現象に関する傾向を抽出する統合的な技術の確立は極めて挑戦的な目標設定である。

なお、延べ 3,000 時間の根拠は以下の通りである。看護業務は 24 時間休みのないものであり、引継ぎ時におけるコミュニケーション・エラーの分析等も行うためには 24 時間連続観測・記録が望まれる。また、週間変動を考慮すると、最低 7 日間連続観測・記録が望まれる。看護師 5 名のチームに関して 24 時間 1 週間観測すると、延べ 900 時間弱となり、他の変動要因を調べるために 3 種類、延べ 3,000 時間程度と設定することとする。

- (2) 医療看護オントロジ・システムを構築すること。本システムは医療看護に関する専門用語 1 万語および上述の看護師の業務に関する観測データ延べ 3,000 時間程度に含まれる発話データから抽出された専門用語を含み、それらに関連付けするものとする。

上述の観測データからコミュニケーション・エラー等の分析を行うのに十分な規模のものとして、上記の目標を設定する。

- (3) 医療従事者間のコミュニケーションに関するインタラクション・コーパスを構築する。本インタラクション・コーパスは看護師の業務に関する観測データ延べ 3,000

時間程度に含まれるインタラクションを要素に分割し、分類し、構造化したものとすること。

このコーパスの規模は他に類を見ないものであり、下記の分析等を行うために十分であると推定される。

- (4) 上記インタラクション・コーパスの分析に基づき、コミュニケーション・エラーの発生に影響を与える特徴的な属性を抽出すること。

コミュニケーション・エラーはヒヤリ・ハット等の重要な発生要因の1つであり、その分析データは医療事故、ヒヤリ・ハット等の回避への高い貢献を期待することができる。

ウ 知識提供技術の研究開発

- (1) 知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、看護業務記録・分析システムを構築するための技術を確立すること。

知識提供技術の研究開発においては、行動・状況理解技術の研究開発、知識構築技術の研究開発の成果を踏まえ、看護業務記録・分析システムを構築するために、上記の目標を設定する。

- (2) 看護現場を定常的に撮影した映像データが与えられたとき、看護教育のためのヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に生成する技術を確立すること。

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しても同様である。

- (3) 知識構築技術により構築された知識に基づき、行動・状況理解結果が与えられたとき、ヒヤリ・ハットが発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供する技術を確立すること。

ジャストインタイム看護アドバイス・システムに関しても同様である。

2-2-2 中間目標（平成19年1月末）

- (1) 医療機関の特定の診療科あるいは病棟規模の看護師10人程度（それぞれ勤務時間最大14時間中に300種類程度に分類される看護業務を30以上150以下実行する）を対象とする看護業務記録・分析システムのプロトタイプを開発すること。本システムは医療看護知識に基づき、小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う行動・状況を理解することにより看護師の勤務時間中の業務を観測・記録することにより、看護師の勤務時間中の業務を記録する作業を効率化する環境を提供するとともに、複数の看護師の業務の流れを可視化する機能、各業務に要する所要時間の分布等の統計的情報を可視化する機能等を有するものとする。

看護業務記録・分析システムを作成することにより、行動・状況理解等に関する正解データを容易に作成することができる等、他の研究開発を加速する効果が期待されるため、看護業務記録・分析システムの中核部分を先行して開発するように上記の目標を設定する。

- (2) 上述の看護師 10 人程度を対象とするヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの要素技術を確立すること。

中間目標として、要素技術の確立を設定する。

- (3) 上述の看護師 10 人程度を対象とするジャストインタイム看護アドバイス・システムの要素技術を確立すること。

中間目標として、要素技術の確立を設定する。

ア 行動・状況理解技術の研究開発

- (1) 小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率 85% 以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。

最終目標の正答率への中間点として正答率 85% を目標とする。

- (2) 本体内に記録機能を有する小型装着型機器に関する技術を確立すること。本小型装着型機器は本体、センサ機器、バッテリー等から構成されるものとし、構成要素および配線類が看護業務を阻害しないように構成されるものとする。また、8 時間程度連続動作可能であるものとする。

無線通信機能を有する小型装着型機器は難易度が高いため、知識構築技術の研究開発、知識提供技術の研究開発に必要なデータを提供するために、本研究開発の前半にデータ記録機能を有する小型装着型機器の開発を行うこととする。ここで、連続動作可能時間 8 時間程度という目標は、深夜勤務が 14 時間連続であっても、休憩時間に記録装置を交換することにより、全勤務時間の記録を保存することができることから設定する。

イ 知識構築技術の研究開発

- (1) 行動・状況理解結果のデータベースが与えられたとき、看護業務に関する一般的傾向を抽出する技術を確立すること。

一般的傾向を抽出する技術は看護業務記録・分析システムを開発するために必要な技術であるために中間目標までに技術を確立することとする。

- (2) 行動・状況理解結果のデータベースが与えられたとき、ヒヤリ・ハット等の希少現象に関する傾向を抽出することが可能な方法を提示すること。

希少現象に関する傾向の分析は、まさに緒についたばかりの研究領域であるため、中間目標として上記を設定する。

- (3) 医療看護オントロジ・システムを構築すること。本システムは医療看護に関する専門用語 1 万語および上述の看護師の業務に関する観測データ延べ 1,000 時間程度に含まれる発話データから抽出された専門用語を含み、それらを関連付けするものとする。

3,000 時間程度の観測データを取り扱うための中間目標として、看護師 5 名に関する 24 時間 1 週間分のデータである延べ 1,000 時間程度の観測データを取り扱うこととし、医療看護オントロジ・システムに関する中間目標を上記とする。

- (4) 医療従事者間のコミュニケーションに関するインタラクション・コーパスを構築する。本インタラクション・コーパスは看護師の業務に関する観測データ延べ 1,000 時間程度に含まれるインタラクションを要素に分割し、分類し、構造化したものとすること。

イー（3）と同様に中間目標として設定する。

ウ 知識提供技術の研究開発

- (1) 知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、看護業務記録・分析システムを構築するための要素技術を確立すること。

知識提供技術の研究開発においては、行動・状況理解技術の研究開発、知識構築技術の研究開発の成果を踏まえ、看護業務記録・分析システムを構築するために、上記の目標を設定する。

- (2) 専門家が作成したヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ・ビデオに関する被験者実験を行い、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に作成するために必要なパラメータ属性を提示すること。

効果的なヒヤリ・ハット・ドキュメンタリの性質を明らかにするために、上記の目標を設定する。

- (3) 知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、ヒヤリ・ハットが発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供することが可能な技術を提示すること。また、看護師の行動・周囲状況とそれらに適した知識提供・注意喚起のためのモダリティの関係等を明らかにすること。

「さりげない」知識提供を行うための設計方針を定めるために、上記の目標を設定する。

2-3 研究開発の年度別計画

金額は非公表

研究開発項目	16年度	17年度	18年度	19年度	20年度	計	備考
日常行動・状況理解に基づく知識共有システムの研究開発							
ア 行動・状況理解技術の研究開発	基礎検討	要素技術開発	オフライン理解技術確立	オンライン理解技術確立	統合化・評価	→	システム試作1： 看護記録・分析システムの核部分の試作 システム試作2： ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの試作 統合化・評価： 3つのシステムの試作・評価
イ 知識構築技術の研究開発	基礎検討	要素技術開発	一般傾向知識構築技術確立	希少現象知識構築技術確立	統合化・評価	→	
ウ 知識提供技術の研究開発	基礎検討	要素技術開発	システム試作1	システム試作2	統合化・評価	→	
間接経費	-	-	-	-	-	-	
合計	-	-	-	-	-	-	

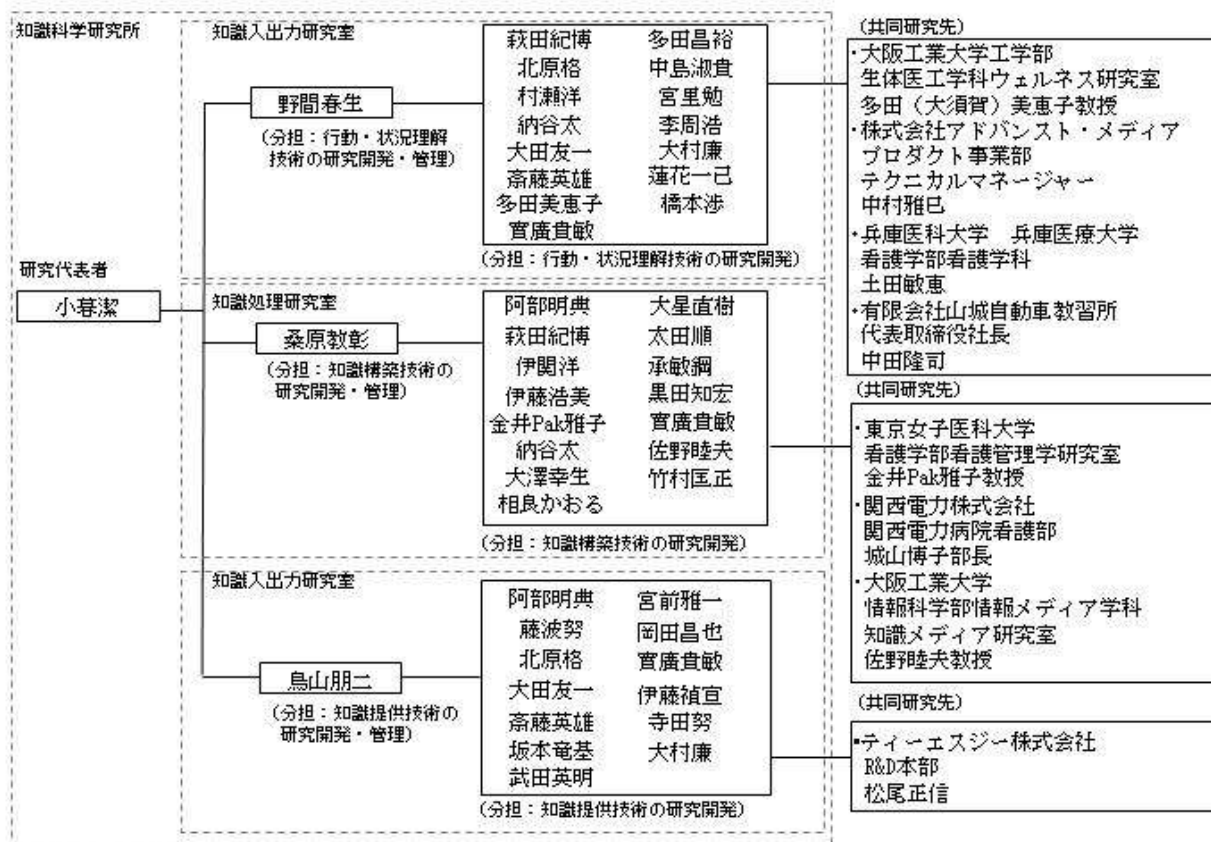
注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。

2 備考欄に再委託先機関名を記載

3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。

3 研究開発体制

3-1 研究開発実施体制



4 研究開発実施状況

4-1 行動・状況理解技術の研究開発

4-1-1 序論

本サブテーマでは、装着型センサや環境設置型センサの連携により、看護師の日常行動や状況を常時観測し、知識と照合することにより理解する技術の確立を目指す。

平成19年度は、本サブテーマの最終目標の1つである「小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率90%以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」の達成に向けて、実環境への対応とオンライン識別技術の開発に注力した。オンライン識別を実現するためには、これまで個別に開発してきたセンサ制御とデータ収集等に関する要素技術を統合し、リアルタイムに運用することができる必要がある。そこで、そのためのセンサ・ネットワークの開発、特に制御ソフトウェアの開発を進めた。また、センサ・ネットワークによって得られたデータから行動を識別する技術としては、実環境において観測したデータ等に基づき行動識別手法を開発するとともに、オンライン化に向けた研究開発を進め、オンライン行動識別システムを構築した。

また、本サブテーマの他方の最終目標「無線通信機能を有する小型装着型機器に関する技術を確立すること。」の達成に向けて、平成18年度に試作した小型装着型機器本体に関して、携帯性を高める外装の試作を行うとともに、前述のセンサ・ネットワークの一部として使用するためのソフトウェアの開発を進めた。また、これまでに試作し、実験に使用してきた、音声による行動入力装置（イベント駆動型音声記録装置）の機能をソフトウェアで実装し、医療現場で使用し、その有効性を確認した。

4-1-2 センサ・ネットワークの実装

センサ・ネットワークには異種多数のセンサや他の機器が接続されることになる。平成18年度までに、その基本アーキテクチャを設計し、実装を進めてきた。平成19年度は、実環境への適応という観点から、現場での多様な要請に応じたセンサ・ネットワークの構成を容易に実現するために、そのソフトウェアのアーキテクチャを見直すとともに、実装を進め、他の要素技術との統合を進めた。

実装したソフトウェアは、図4-1-2-1に示されるように、その中心としてサーバPC上で動作するセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアと、各センサ機器等に対応するソフトウェアから構成される。後者としては、小型装着型機器本体等の装着型センサ類、赤外線通過センサ等の環境設置型センサ類で動作するもの、ならびに、上位の各種アプリケーションのためのものがある。

センサ・ネットワーク制御ソフトウェアの主たる目的は、(1) 小型装着型機器本体、各種装着型機器、ならびに、環境設置型機器等の各種センサ・アクチュエータ・サーバ群が提供するサービス情報や機器使用者等の各種属性をデータベースとして一括管理すること、(2) センサの計測結果を収集すること、(3) 上位アプリケーション群からのサービス問い合わせに対して、当該サービスを検索して、その情報を提供すること、である。

センサ・ネットワーク制御ソフトウェアは、中核となるディレクトリ・サーバと個別のセンサ機器に対応するサーバから構成される。この構成を採用したのは、前述のように、現場での多様な要請に応じたセンサ・ネットワークの構成を容易に実現するためである。ディレクトリ・サーバはセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアに接続される各種のセンサ機器の情報管理のみを行う。すなわち、接続される各種のセンサ群の属性をデータベース上で管理し、一方で行動識別システム等の上位アプリケーションからの問い合わせに対して提供可能なサービスの情報を提供する。個々のセンサ機器で計測されるデータは、対応するサーバ・ソフトウェアによって管理される。それらデータを要求する上位アプリケーションはディレクトリ・サーバに各サーバ・ソフトウェアのサービス情報を問い合わせ、当該データを管理するサーバ・ソフトウェアに接続要求を行い、データを受信する。サー

バ・ソフトウェアとしては、小型装着型機器サーバ、音声サーバ、赤外線通過センサ・サーバを実装した。また、上位アプリケーションとしては、オンライン行動識別ソフトウェアを実装した。

実際の処理の流れを、後述する小型装着型機器本体を例に説明する。小型装着型機器本体上で稼動するパーソナル・センサ・ネットワーク・ローカル制御ソフトウェアは、小型装着型機器本体と各種装着型機器が構成する、Bluetooth によるパーソナル・センサ・ネットワークを管理して各種装着型機器の制御およびセンサ・データの収集を行うと同時にセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアへセンサ・データを送信する。本システムが対象とするユースケースでは、ユーザとしては看護師等が想定され、ユーザが容易に使用することができ、自動的にデータが収集されることが望まれることから、ユーザが小型装着型機器本体の電源を投入後、メニューから動作開始コマンドを選択すると、小型装着型機器本体は SD カードにあらかじめ記録されている個人 ID と接続されるパーソナル・センサ・ネットワークの情報のみを読み出す。次に、小型装着型機器本体がディレクトリ・サーバに対してサービス提供リクエストをブロードキャストし、これに対してディレクトリ・サーバが小型装着型機器本体に対応するサービスを提供可能な小型装着型機器サーバと音声サーバの情報を提供する。この情報には、接続先の IP アドレスやポート情報が含まれる。この情報を受信した小型装着型機器本体は、装着者情報やサポートする小型装着型センサの情報を両サーバに送信し、実際の計測を開始する。この小型装着型機器本体と小型装着型機器サーバならびに音声サーバの組み合わせは一対一であり、起動する小型装着型機器本体ごとに小型装着型機器サーバが起動し、それぞれの属性情報はディレクトリ・サーバによって一括して管理される。

想定している標準的な構成では、加速度センサを搭載した小型装着型センサをユーザ 1 人あたり 4 台使用し、それぞれが 100Hz のサンプリングレートで計測した加速度データを小型装着型機器本体にリアルタイムで送信し、小型装着型機器本体はこのデータを小型装

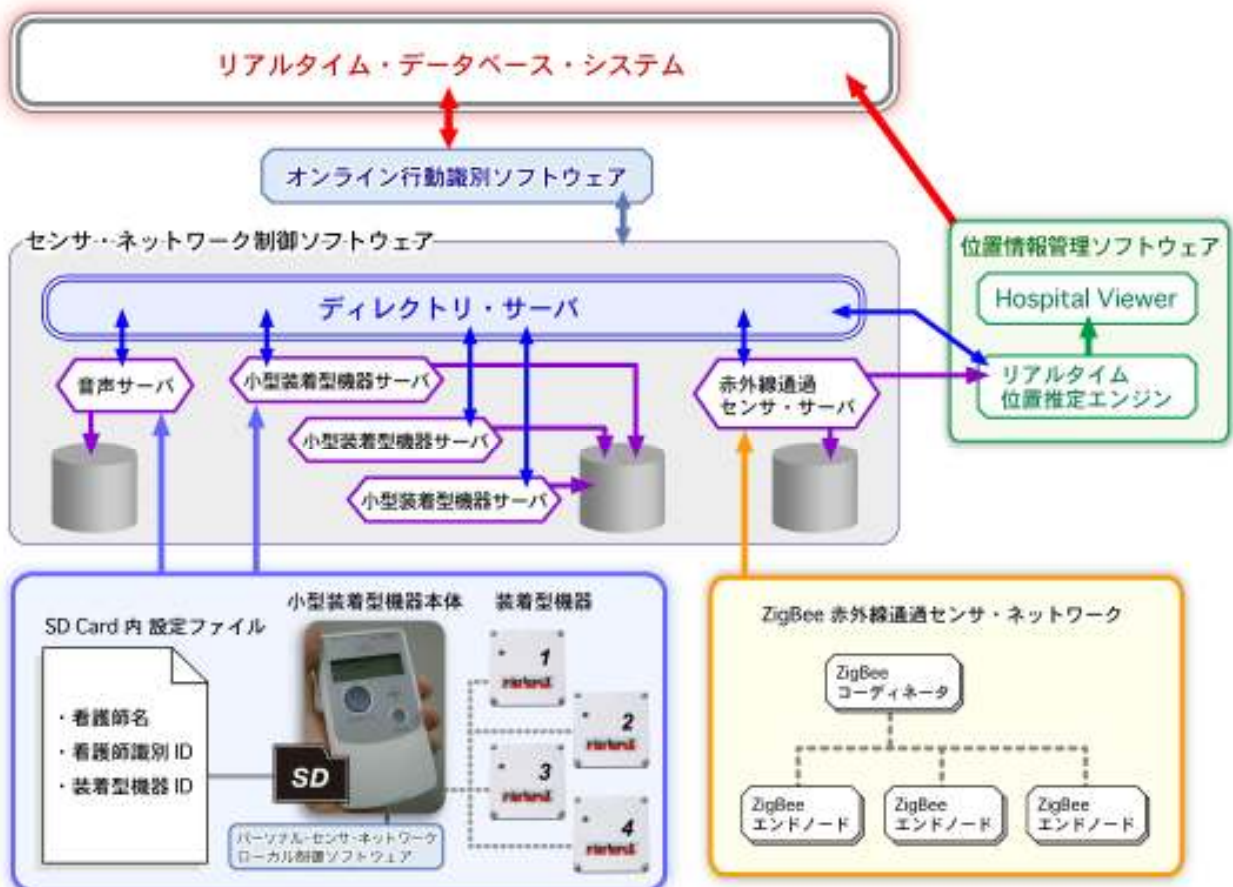


図 4-1-2-1 センサ・ネットワーク構成図

着型機器サーバに送信し、小型装着型機器サーバはこのデータを管理する。また、小型装着型機器本体は、付属するマイクロフォンで収録したユーザの音声を 16KHz、16bit でサンプリングし、必要な区間のみの音声データを送信する。送信された音声区間データは音声サーバが一括して管理する。音声サーバはディレクトリ・サーバと通信し、音声データを発信した小型装着型機器本体とユーザの情報、ならびに、発話時間を付加した状態でデータベースに保存する。また、必要に応じて、音声サーバは音声認識エンジン呼び出し、テキスト化された情報も同時に保存する。

センサ・ネットワーク制御ソフトウェアは、前述のように、現場での多様な要請に応じたセンサ・ネットワークの構成を容易に実現するために、センサ機器の追加・拡張が容易になっている。今後、追加する予定のものとしては、現状では独立したシステムとなっている赤外線通過センサがある。このシステムに関するサーバをセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアの中に組み込む予定である。このシステムに関しては、同じく独立して実装されているリアルタイム位置推定エンジンや位置表示システム (HospitalViewer) を上位のアプリケーションとして組み込み、ディレクトリ・サーバにユーザの ID やセンサの配置情報、部屋割りといった地図情報等の各種設定ファイルを管理させる予定である。

センサ・データ等に基づき、サービスを提供する上位のアプリケーションとしては、オンライン行動識別ソフトウェアを実装した。このソフトウェアはセンサ・ネットワーク制御ソフトウェア内のディレクトリ・サーバに接続要求を行うと、ディレクトリ・サーバが管理している小型装着型機器のユーザ情報、ならびに、それらのセンサからの情報を取得するためのサーバの接続情報が提供される。これらの情報を基に、小型装着型機器サーバやリアルタイム位置推定エンジンから直接、データを収集し、リアルタイムに行動を識別し、その結果をリアルタイム・データベース・システムが管理するデータベースに反映させるために更新要求を行う。このリアルタイム・データベース・システムもディレクトリ・サーバからの情報を利用する。

4-1-3 センサ・ネットワークの要素技術の開発

a. ZigBee ネットワークを用いた赤外線通過センサの開発

病院での看護師の業務は作業場所に依存し、場所の情報は看護師の行動を識別する上でも、業務内容に応じた業務支援を行うためにも、重要な情報となる。そこで、これまでに、ナースステーションや与薬準備室、病室等、特定の役割を持つ領域単位での看護師の入退出情報の取得を可能にする赤外線通過センサ・システムを開発してきた。このシステムは、看護師の頭部に装着する赤外線送信機と、部屋の出入り口等に設置される、赤外線受光器を備えたセンサ・ノードから構成される。赤外線送信機を装着した看護師が部屋の出入り口等を通過すると、赤外線送信機が発信する看護師の ID をセンサ・ノードが読み取る。

過去に開発したシステムでは、センサ・ノード間の無線通信手段として IEEE 802.11b を用いていたため、その消費電力の大きさから、AC 電源を用いてセンサ・ノードを駆動させる必要があり、その設置場所が AC 電源供給可能な地点周辺に限られるという問題があった。

そこで、この問題を解決するために、電池駆動でも長時間稼動する低消費電力なセンサ・ノードを開発した。この

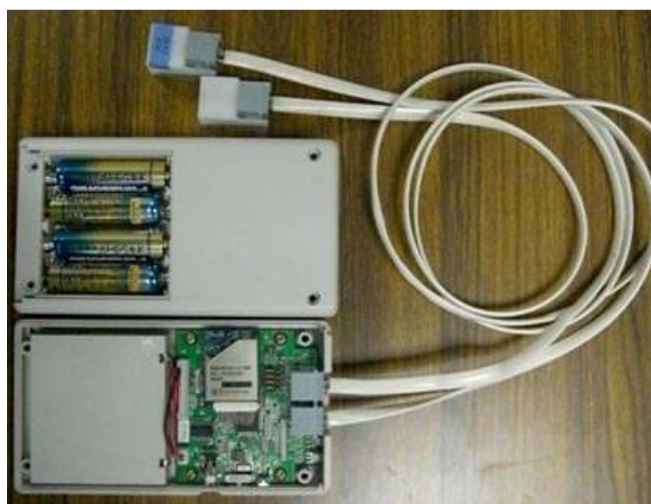


図 4-1-3-1 赤外線通過センサ・エンドノード

センサ・ノードは、低消費電力の無線規格である ZigBee を使用する。

ZigBee によるワイヤレス・センサ・ネットワークは全体を統括するコーディネータを頂点として、経路をルーティングするルータ、センサが取り付けられて実際に計測を行うセンサ・ノードであるエンドノードから構成される。ワイヤレス・センサ・ネットワーク全体での時刻同期等のためには、コーディネータからエンドノードに同期メッセージを送る必要がある。エンドノードがスリープを行う場合、コーディネータから送られてきたメッセージをエンドノードが確実に受け取る保証がなく、また、これを検知する手段もない。この問題を、コーディネータが接続される PC で動作しているアプリケーション（以下サーバ・アプリケーション）上で各エンドノードのスリープ状態を管理しておくことで解決した。つまり、サーバ・アプリケーションがコーディネータを経由してエンドノードにメッセージを送信する場合、保持している各エンドノードの状態情報から送信先のエンドノードの状態を検索し、スリープ中であればアプリケーション上でメッセージをスタックし、エンドノードがスリープから復帰した際に改めてメッセージを送るようにする。このような処理を行うことで、エンドノードがスリープしている際にメッセージを送信することが抑制され、エンドノードは確実にメッセージを受け取ることができる。そこで、サーバ・アプリケーションが各エンドノードの状態を管理するために、エンドノードからサーバに送られる状態通知メッセージを導入した。

一方、時刻同期については、ZigBee では通信遅延を考慮していないため、サーバにデータが届いたタイミングでタイムスタンプを付加すると通過時間に誤差が生じてしまう。そのため、各センサ・データに対して、エンドノード自身がタイムスタンプを付加することによって通過時間をより正確に保持する手法を採用した。この手法では通信遅延については解消できるものの、各エンドノードが保持する時間の同期精度を高める必要がある。実際に、過去に病院に設置した赤外線通過センサ・システムでは、初期の経験から 300msec 以内にそのずれを抑えることが必要であることが分かった。そこで、試作したセンサ・ノードでは新たに温度補償型水晶発振器（TCXO）を用いて高い時刻同期精度を保ちつつ、エンドノードの CPU のコアのみをスリープさせ、時刻カウントを行うカウンタ回路は常に動作させる設計とした。これにより、センサ CPU のコアをスリープさせて電力消費を抑えながら、ミリ秒単位での時刻保持が可能となった。

以上のような設計に基づいて試作したエンドノード（図 4-1-3-1）の消費電力は、通信時で 231mW、スリープ時は 1.7mW となった。現状のエンドノードのスリープ制御のパラメータの下で、過去に病院で行った通過センサで得た通過頻度データを適用したシミュレーションで動作時間を推定した結果、1 日に 150 回程度の入退室頻度の一般病室の場合は 32 日間、また、約 1,000 回の通過頻度となるナースステーションの場合は 10 日の動作が可能であることが分かった。また、より動作時間を延長させるために、エンドノードからコーディネータへの通信頻度を現状の 1 回/5 分から、1 回/1 日に変更することで、一般病室のデータを適用した場合に数ヶ月の運用が可能となる結果を得た。

また、時刻同期については、同期処理を行った後、24 時間と 48 時間後にそれぞれ計測した結果、それぞれ最大でも 49msec 程度と 132msec 程度の誤差に収まっていた。これは、いずれの場合も通信遅れが 100msec 生じたとしても、目標時刻同期精度である約 300msec 内に十分収まっている。したがって、1 日 1 回時刻同期を行う処理によって、求める時刻同期精度が得られることを確認した。

本試作システムの有効性を評価するために、実際の医療現場に設置し、評価データを取得した。ここでは、病院の 1 フロアの病棟内の病室、ナースステーション等の出入り口に前述の赤外線通過線センサの受光器を備えたエンドノードを合計 49 台設置し、これを接続するためにルータを 6 台、全体を統括するコーディネータを 1 台、合計 56 台でワイヤレス・センサ・ネットワークを構成した（図 4-1-3-2）。エンドノードはすべて電池で駆動し、ルータとコーディネータは AC 電源で駆動した。また、エンドノードで収集された赤外線発信器による ID から、実際にどのスタッフがどの場所に移動したかを識別するリアルタ

イム位置推定エンジンと病院内のフロア見取り図にその結果を表示する HospitalViewer (図4-1-3-3) を試作し、評価実験中に看護師がそれぞれの位置情報を PC 上で確認することができるようにした。実験期間は約2週間であり、24時間体制で計測し、看護部門の25名(師長、主任を含む)の延べ199人の通過行動を収集した。

b. 小型 Bluetooth 通信装置による近接状態識別手法の開発

前述の赤外線通過センサは看護師の存在する部屋等のマクロな位置情報を取得する手段である。これよりミクロな位置情報、例えば、看護師がどの患者のベッドの近くに立っているのか等の情報を取得することができれば、看護師の行動や周囲状況を理解する上で、さらに有用な情報となる。競合する位置計測技術としては、カメラやWiFiの電波強度あるいは通信遅延から、ある空間内での絶対位置を取得する手段が提案されている。これらには、プライバシーの問題や、日本の多くの建築様式である鉄筋コンクリートで細かく区割りされた建物内では十分な性能を期待することができないという問題がある。

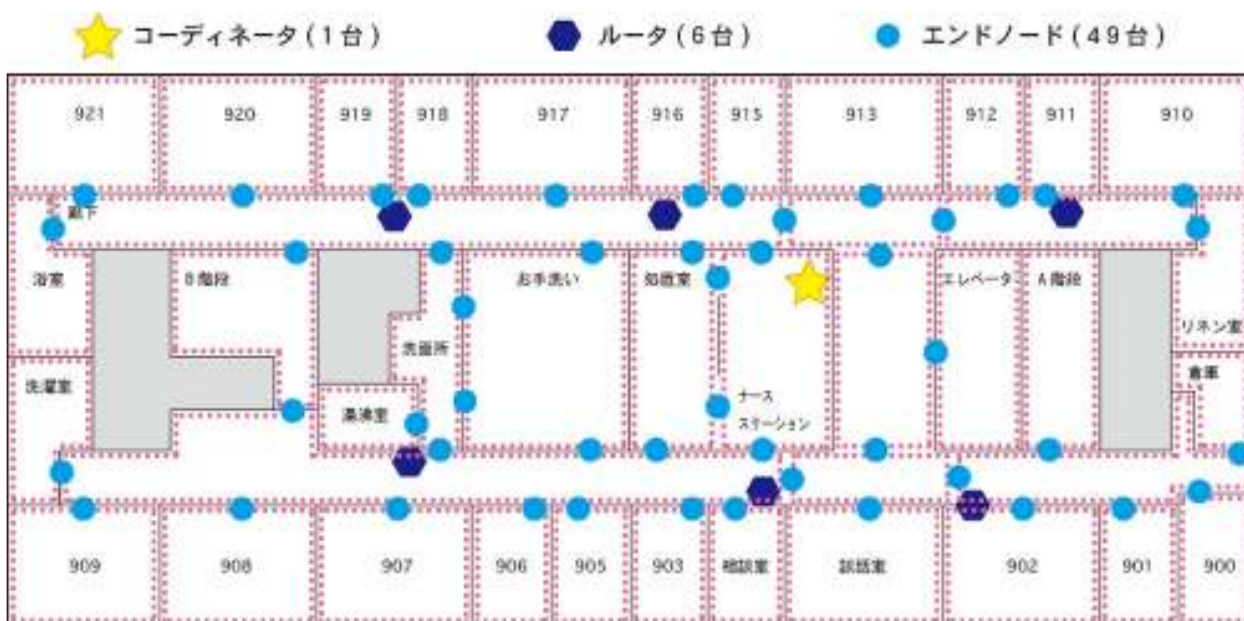


図4-1-3-2 病棟での配置図

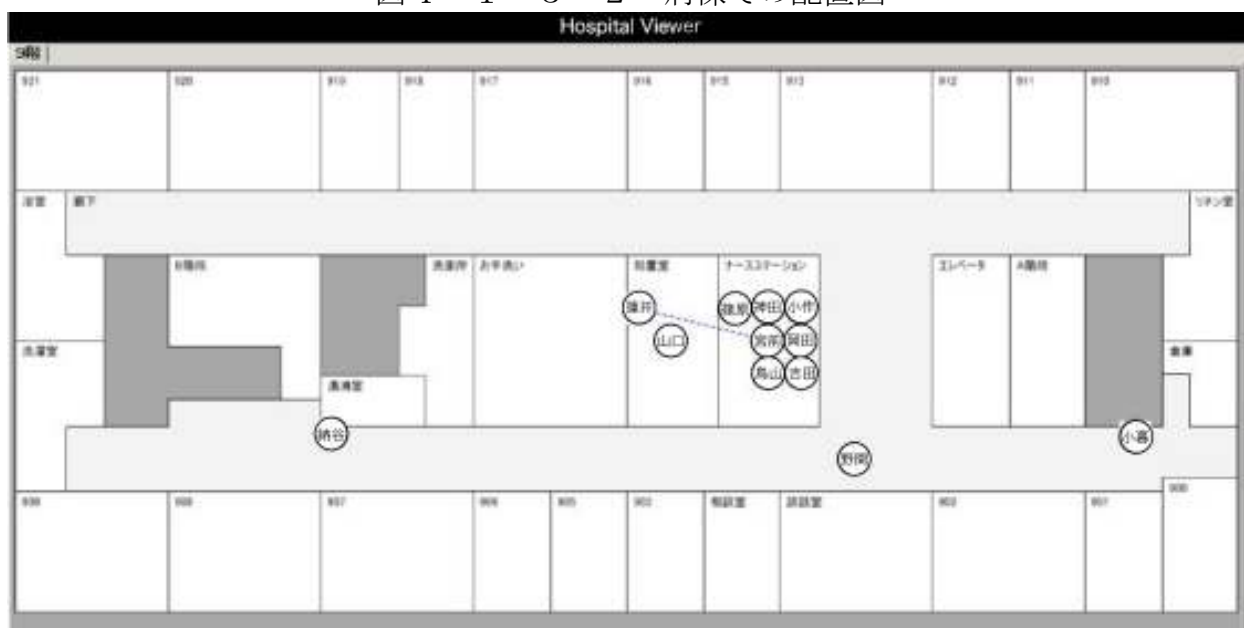


図4-1-3-3 HospitalViewer 画面
(個人情報保護のため、名前の入ったアイコンは置換している。)

そこで、これまでに、Bluetooth 通信装置を人に装着できる程度の大きさに小型化し、この通信装置を装着した人と人、あるいは、人と物体とが相対的に近づいていること（近接状態）を識別する手法の開発を進めてきた。この手法の最大の特徴は、同じ小型の Bluetooth 通信装置を対象の双方に使い、対人近接情報識別のみならば、環境には何ら装置を設置する必要がないことである。この手法では、お互いの近接情報を取得することを望む人の身体や器材に小型 Bluetooth 通信装置を装着し、Bluetooth のデバイス検出時の通信装置間の受信電波強度（RSSI）を使用することにより、装置間距離を推定する。RSSI による距離の推定においては、RSSI が障害物のない理想的な環境では距離の 2 乗に反比例するが、通常環境では電波のマルチパスや人体による電波吸収等の影響により、等距離であっても、ばらつくという問題点がある。



図 4-1-3-4 磁性シートとアルミ板に取り付けた Bluetooth 通信装置

そこで、平成 19 年度は、このばらつきを抑え、近接情報の識別性能を向上させる手法を開発した。具体的には、電磁波ノイズ対策で使用される磁性シート（ニッタ株式会社、RFN1）、および、アルミ板を小型 Bluetooth 通信装置に取り付ける。

この手法の評価を行う実験を行った。この実験では、2 つの Bluetooth 通信装置の一方を固定し、他方を図 4-1-3-4 に示すように、磁性シートで Bluetooth 通信装置の 1 面以外を覆い、さらにアルミ板で固定した状態で、人体腹部に装着し、RSSI を計測した。また、対照条件として、小型 Bluetooth 通信装置のみを人体腹部に装着し、RSSI を計測した。RSSI の計測は、対話等での距離を参考とし、50cm、1m、2m、4m の 4 カテゴリーで行った。この結果、磁性シートとアルミ板を使用した条件では、対照条件と比較して、RSSI のばらつきが各カテゴリで抑えられていることが確認された。

さらに、上記の 4 カテゴリーの間の識別実験を行った。識別特徴量として、受信した ID ごとの RSSI の分布を表す平均値、分散、最大値、最小値、中央値を使用し、識別手法としては、k-NN 法を使用した。磁性シートとアルミ板を使用した場合の結果を表 4-1-3-1 に示す。各カテゴリにおいて、86%以上の識別率が得られた。また、識別誤りの場合にも、隣接カテゴリへの誤りであることが確認された。以上のように、今年度開発した手法の有効性が確認された。

c. 実環境下での音声認識における非定常雑音に対応した雑音抑圧手法の開発

病院内を考えると、空調や計算機等の機械の音、周囲の人声や人が動き回る音、テレビの音声等、様々な音源が存在する。このように実環境下では複数の雑音源が存在し、音声認識での精度低下を引き起こす。耐雑音技術も多く検討されているが、複数音源を考慮し

表 4-1-3-1 識別結果

実測値 推定値	50cm	1m	2m	3m	識別率
50cm	98	1	0	0	99.0%
1m	1	98	5	0	94.2%
2m	0	2	96	7	91.4%
3m	0	0	14	91	86.7%

た手法はほとんどない。平成 18 年度には、複数の雑音モデルを用い、雑音と音声の合成モデルを利用することで雑音区間および種類の検出、モデルに基づいた雑音抑圧を行う手法を開発した。しかし、雑音モデル自体は固定であるため、変動する雑音、あるいは、学習データに含まれない未知雑音に対処することが困難であった。そこで、パーティクルフィルタにより逐次雑音推定を行いつつ、さらに、検出された雑音モデルをサンプリングの事前分布として用いることで、突発的な雑音に対処する手法を開発した。パーティクルフィルタは時系列の非線形な変動の推定に用いられ、動画での物体のトラッキングによく応用されている。非線形推定ではあるものの、前フレームから現フレームの予測を行うため、雑音推定の場合、確率分布的に大きく異なる雑音が生じると、それに追従することは容易ではない。開発した手法では、複数雑音モデルを用いた雑音ラベル認識を行い、検出された雑音をパーティクルフィルタでより高精度に推定するために、検出された雑音のモデルを事前分布としてサンプリングを行う。これにより、前フレームまでの雑音分布と大きく異なる雑音分布であっても、雑音モデルから近い分布を与えられるため、より推定精度を高くすることができる。

開発した手法を評価するために、病院で勤務中に収録された業務分析用データのうち、1 日分を評価データ、それ以外を学習データとした。学習データとして、雑音モデルや話者適応データには 1 日分、音声認識用言語モデルおよび辞書作成には、9 日間分 (9, 936 発話) を用いた。評価話者は 8 名、208 発話 (1, 051 単語) であった。図 4-1-3-5 に単語認識率を示す。Baseline は雑音抑圧なし、SM-NS は Single-Model Noise Suppression で 1 種類単一分布モデルの場合、PF はパーティクルフィルタを用いた従来法、MM-NS は Multi-Model Noise Suppression で前年度の提案法、PF-MM-NS は本提案法である。MM-NS および PF-MM-NS での () 内は各雑音モデルでの混合分布数を示し、同じ混合分布数の場合、同じ雑音モデルを用いている。また、パーティクル数は最もよい精度のときのものを選択し、PF では 500、PF-MM-NS では 420 とした。

従来法 PF では、本データのような様々な雑音源を含むものでは精度改善できなかった。これに対し、平成 18 年度に開発した手法 MM-NS、今年度に開発した手法 PF-MM-NS とともに大きく改善できており、さらに、PF-MM-NS は同じモデルの MM-NS より 1~2%程度の精度向上が確認できた。逐次推定および雑音モデルによる事前分布を用いる効果があるということができる。また、見方を変えると、PF-MM-NS では MM-NS に比べ、規模の小さいモデルで同程度以上の精度を得られており、モデルサイズを削減する効果があるということもできる。

4-1-4 行動識別手法の開発

平成 18 年度までに、看護師に装着した加速度センサによる動作データ、および、赤外線通過センサによる看護師の位置データを用いたオフライン看護行動識別手法を開発し、模擬環境での実験データに基づきその有効性を確認した。

平成 19 年度は、最終目標「小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率 90%以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」を達成するために、実環境への対応とオンライン識別技術の開発に注力した。前者については、実環境において観測した看護行動に基づく識別対象クラス的设计と、実環境での看護業務の特性

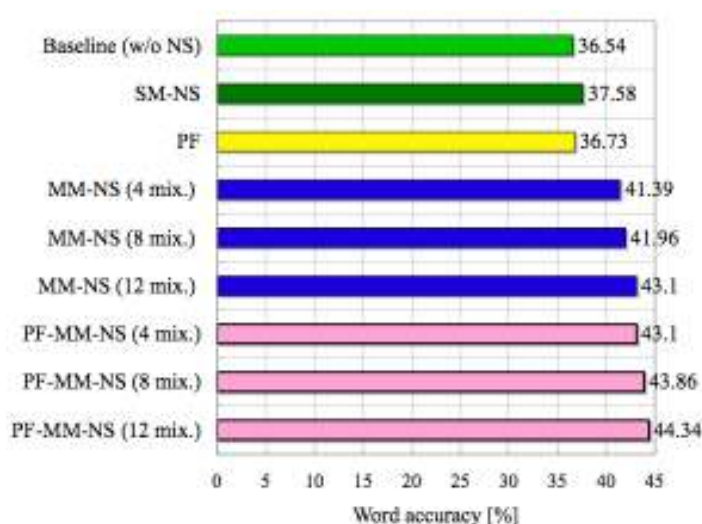


図 4-1-3-5 単語認識率

を活用した位置依存行動識別手法の開発、また、現場からの要請とヒヤリ・ハット防止等の観点から、小粒度かつ高精度の識別が要求される業務への対応を行った。後者については、4-1-2で述べたセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアの開発を推進し、複数の看護師の行動に関する異種センサ・データを統合的に収集できるシステムの構築と、前述の実環境向け行動識別手法のオンライン化および、その高速化等を行った。

a. 実環境向け看護行動識別対象クラス的设计および位置依存行動識別手法の開発

実環境向けの看護行動識別対象クラス的设计においては、多岐にわたる看護業務を取り扱うために、大粒度の業務に関するクラスを設定し、個々の業務を構成する小粒度の基本的行動を識別対象クラスとして設定した。大粒度のクラスについては、日本看護協会の看護行為分類の大分類に準拠して設定した。ただし、この分類に含まれない現場特有の看護業務については、これを追加した。大粒度のクラスに基づいて、これを構成する小粒度の識別対象行動のクラスを設定する際には、ジャストインタイム看護アドバイス・システムでアドバイス提供時期を判断するために必要となる (a) 主業務に付随する準備や後片付け等の副次的行動、(b) ヒヤリ・ハット等との関連で重要と考えられる詳細行動、(c) 業務効率を分析する際にも重要となる歩行等の行動を含めた。大粒度の看護業務については約 40 種、小粒度の看護行動については約 90 種を抽出した。

実環境向け行動識別手法は、平成 18 年度までの手法を基盤に、特徴量を改良するとともに、位置依存行動識別手法を新たに開発した。特徴量については、実環境において歩行、手洗い、点滴薬液の溶解等、周期性を持つ身体動作特徴を頑健に抽出するため、従来の FFT に基づくスペクトル推定手法から、音声認識等で広く用いられる線形予測符号化 (LPC) に基づくスペクトル推定手法に変更し、これによって周波数パワーおよび周波数領域エントロピー特徴量を得るよう変更した。また、周波数スペクトルにおける基本周波数とその調波構造を抽出するために、ケプストラム特徴量を新たに導入した。

今年度新たに開発した位置依存行動識別手法 (図 4-1-4-1) は、個々の看護師の業務が作業場所に概ね依存し、したがって行動特徴も作業場所に依存するという事実を利用する。例えば、点滴の混注や作成等は処置室で行い、点滴の実施は病室で行う等である。昨年度の識別手法では、全行動に対して全センサ・データを利用し、単一の特徴空間を用いていたが、位置依存行動識別手法では、作業場所ごとに使用するセンサ・データや特徴抽出処理を選択し、特徴空間を構成して識別器を学習する。本手法は、個々の作業場所で起こりうる行動を相互に識別するために最適な特徴抽出処理と識別器の学習を行うため、識別処理そのものの高精度化・高速化を実現する。

上記手法を実環境下で評価するために、1 病棟における計 2 名の対象看護師の各 2 試行ずつ、延べ 4 試行 (約 8.6 時間) の観測データを使用した。観測データには、各看護師の頭部に装着された赤外線通過センサ送信機 ID、および、看護師の作業場所を分割するために 34 箇所に設置された赤外線通過センサによる受信データ、上記より変換され推定された看護師の作業場所に関する時系列データ、対象看護師の両上腕、胸部、腰部の 4 箇所に装

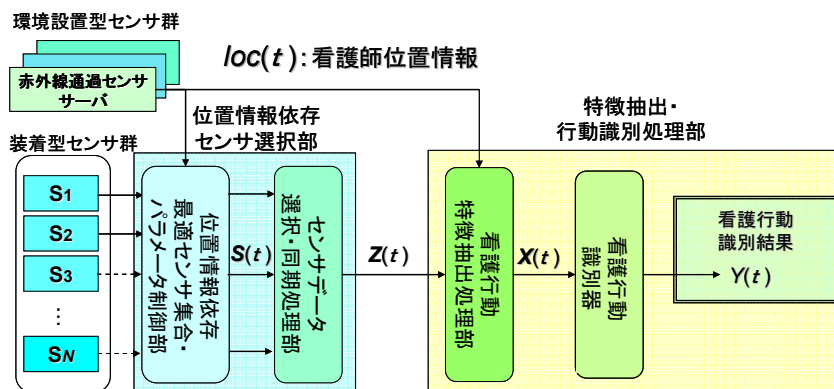


図 4-1-4-1 位置依存行動識別手法

着された小型無線加速度センサによる姿勢・行動に関する時系列データが含まれる。看護師の作業場所については、ナースステーション、処置室、病室、各診察室、トイレ、廊下等の9カテゴリに分類した。実環境で観測され、行動識別評価に用いた看護行動の種類は上述の約90種の中の63種である。

上述のデータに対して、位置依存行動識別手法を適用した結果、88.0%の平均識別率を得た。一方、単一位置の特徴空間で学習させた識別結果は86.2%、従来のLPCおよびケプストラム特徴量を使用しない場合、位置依存識別手法では85.5%であった。以上のことから、LPCおよびケプストラム特徴量の導入と、位置依存行動識別手法のいずれも有効であることを確認し、実環境データについても上記の最終目標の正答率を得る見込みを得た。

b. 小粒度かつ高精度の行動識別手法の開発

看護業務の中には、ジャストインタイム看護アドバイス・システムが適切なアドバイスを提供するために、時間的精度の高い識別や非常に小さな粒度の識別が要求される業務が存在する。非常に小さな粒度の行動識別が求められる看護業務の例として、感染対策で重要な手指衛生行動（石鹸と流水による手洗い・消毒薬による消毒）がある。米国疾病予防管理センター（CDC）の定める標準予防策や、日本の厚生労働省が定める「院内感染対策のための指針案及びマニュアル作成のための手引きについて」では、医療従事者に対して適切な手指衛生行動を遵守させることを奨励している。適切な手指衛生行動では、汚物等の処理直後や、衛生的処置が必要となる直前に、手掌、手背、指間、指先、手首等の各部位を適切に洗浄・消毒する必要がある。医療看護現場ではその遵守率を定量的に評価する手法を求めている。そこで、上記手指衛生行動の各段階が適切に実施されているかを検出するため、両上腕、胸部、腰部の4箇所に装着した小型無線加速度センサのデータを用いた行動識別手法を開発した。

上記手法を評価するため、看護師5名について、1試行40種の詳細な行動クラスを含む一連の手指衛生手技を実環境において5試行実施し、収集したデータに基づいて評価した。各被験者内の各試行に関する1つ抜き法による交差検定では、40種の詳細行動クラスに関して平均90%以上の識別率を得ている。また、被験者に関する1つ抜き法による交差検定では平均80%以上の識別率を得ている。これらの結果は、今後の個人適応化技術の導入によって、さらなる精度向上が見込めることを示している。

c. オンライン行動識別技術の開発

上述の位置依存行動識別手法および小粒度の行動識別手法を拡張し、ジャストインタイム看護アドバイス・システムと連動させるためのオンライン化に向けた研究開発を進めた。オンラインで行動識別を行うためには、各種装着型センサや環境設置型センサからのデータを統合し、特徴抽出処理を行い、識別器によって識別結果を得るまでの所要時間が、次の識別処理が開始する時刻までに終了する必要がある。これを実現するため、4-1-2で述べたセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアの各モジュール間の同期タイミングおよび送受信データ・サイズ等のパラメータの最適化や、特徴抽出処理および行動識別手法のチューニングを行い、オンライン行動識別システムを構築した。特に、位置依存行動識別技術においては、上述のように位置に応じて実施される看護行動を相互に識別するために最適なセンサ・データ集合および特徴抽出処理をあらかじめ学習しておき、識別時に位置の変化に応じて特徴抽出処理と学習モデルを切り替えることにより、従来の単一位置の特徴空間による識別手法と比べて精度・速度ともに向上し、オンライン行動識別システムへの組み込みを実現した。

上記オンライン行動識別システムを評価するため、上述の手指衛生行動データを適用した結果を図4-1-4-2に示す。図は、1280msecの時間窓、640msecのスライディング幅に対する特徴抽出処理と識別処理を行った結果であり、この場合は640msecごとに識別結果が緑の点として出力される。赤線は対応する正解を示す。特徴抽出処理と識別処理の

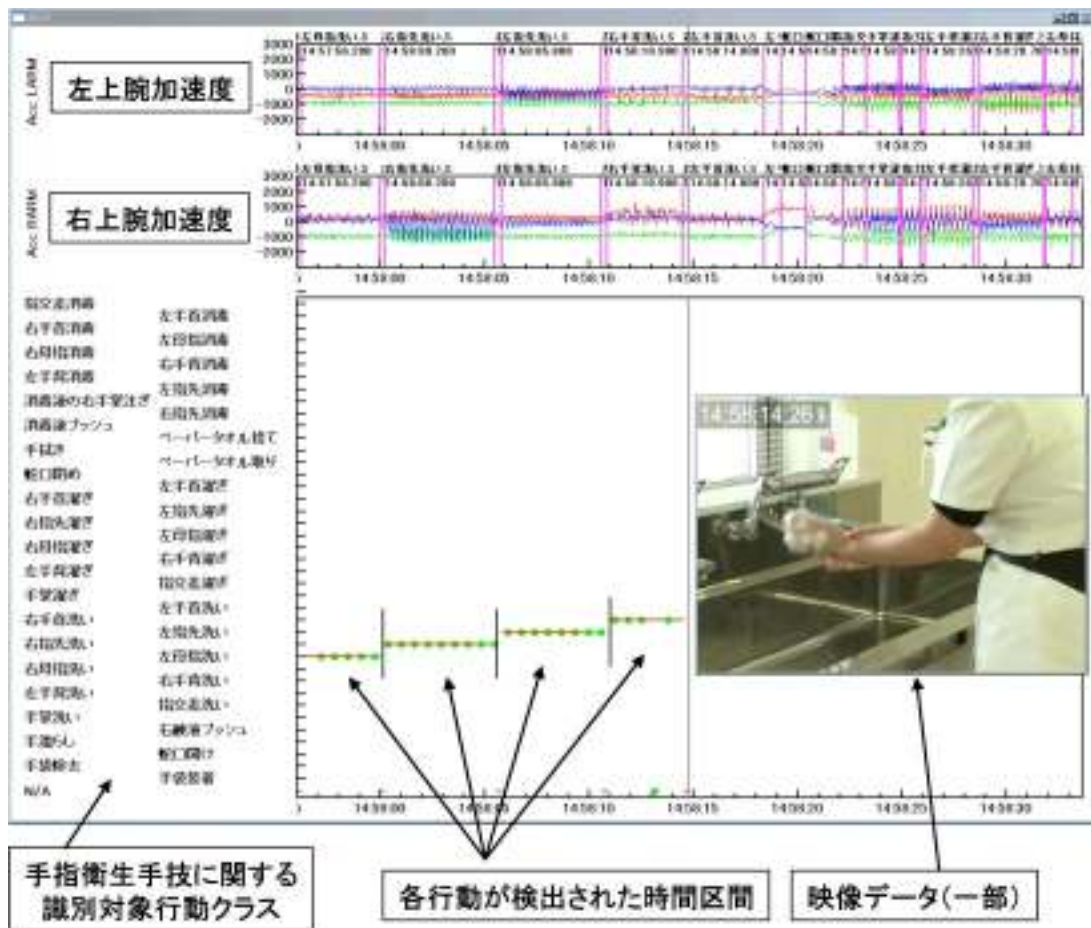


図 4-1-4-2 手指衛生行動に関するオンライン行動識別システム

所要時間は、平均約 300msec で終了していることから、十分な応答速度が得られることを確認している。

4-1-5 小型装着型機器本体の試作

平成 18 年度までに開発してきた、携帯型装置に特化した CPU を採用した小型装着型機器本体に関して、平成 19 年度は、現場での使用を想定し、操作性を考慮した外装の試作と専用の組み込みソフトウェアの試作を行った。

外装の試作としては、本体の運用性と操作性を考慮して、2 種類の試作を行った。過去の調査では、装着性に対して、その重量や厚みに対する要求性が高かったことに留意し、長時間の安定した運用性に主眼を置き、本体内に電池まで含んだ外装（図 4-1-5-1 (a)）と、装着性に主眼を置いて本体と電池を分離して、本体の厚みを薄くすることに主眼を置いた外装（図 4-1-5-1 (b)）の 2 種類の設計を行い、これを試作した。

組み込みソフトウェアとしては、まず、4-1-2 に述べたパーソナル・センサ・ネットワークの管理とデータ収集、さらに、センサ・ネットワーク制御ソフトウェアとの通信を行うパーソナル・センサ・ネットワーク・ローカル制御ソフトウェアを実装した。なお、前述のように、本システムが対象とするユースケースでは、ユーザとしては看護師等が想定され、容易に使用することができ、自動的に計測されることが望まれる。そこで、ユーザが小型装着型機器本体の電源投入とメニューからの動作開始コマンドの選択を行うことのみで、本体内の SD カードにあらかじめ記録されている設定を読み込み、パーソナル・センサ・ネットワークを構成しながら、上位のセンサ・ネットワークに情報を送信することができるように設計・実装されている。

また、組み込みソフトウェアとして、センサ・ネットワークを利用せず、計測されたデータを全て本体内の SD カードに保存するモードとして動作するアプリケーションも実装した。これは、これまでに開発し、実験に多用してきたイベント駆動型音声記録装置の機能



(a) 電池内蔵版外装



(b) 電池分離版外装

図4-1-5-1 小型無線機器本体の外装

を有し、本体に内蔵する標準バッテリーで連続40時間の運用が可能となっている。この組込ソフトウェアを用い、協力病院において、1チーム3名、4日間で延べ12名の看護師を対象に、業務内容を音声によって記録する実験を行い、その有効性を確認した。

4-1-6 まとめ

平成19年度は、本サブテーマの最終目標の1つである「小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率90%以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」の達成に向けて、実環境への対応とオンライン識別技術の開発に注力し、センサ・ネットワークの開発と行動識別手法の開発を進めた。

ここでは、これまで個別に開発してきたセンサ制御とデータ収集等に関する要素技術を統合し、リアルタイムに運用することを可能にするために、それらを集約的に制御するセンサ・ネットワーク制御ソフトウェアを中核としたシステムの開発を進めた。具体的には、複数のユーザが装着する装着型機器の情報や環境設置型センサである赤外線通過センサ等の情報を、ネットワークを介して逐次、集約する機能を実現した。さらに、センサ・ネットワークの要素技術の開発も継続した。まず、現場での実用性を考慮し、赤外線通過センサを低消費電力化することで運用時の制約の少ないシステムを実現し、実際の医療現場に投入した。さらに、小型Bluetooth通信装置を用いた近接情報識別手法を改善し、識別精度を高めることができた。また、実環境下での音声認識における非定常雑音に対応した雑音抑圧手法を開発した。

一方、実環境でのセンサ・ネットワークによって得られるリアルタイムの観測データを用いたオンライン行動識別の実現のために、実環境を対象とした看護行動識別対象クラス設計を行うとともに、位置依存行動識別手法を開発した。後者においては、行動の周期成分を頑健に抽出する特徴量を新規に導入し、位置依存の特徴抽出処理と学習手法を用いることによって、63種の看護行動に対して88.0%の平均識別率を達成した。また、小粒度の行動を高精度で識別する手法の開発を進めた。また、上記行動識別手法のオンライン化を推進し、ジャストインタイム看護アドバイス・システムと連動してアドバイスを提供するために十分な応答性能が得られることを確認した。

また、本サブテーマの他方の最終目標「無線通信機能を有する小型装着型機器に関する技術を確立すること。」の達成に向けて、小型装着型機器本体に関して、携帯性を高める外装の試作を行うとともに、前述のセンサ・ネットワークの一部として使用するためのソフトウェアの開発を進めた。また、イベント駆動型音声記録装置の機能をソフトウェアで実装し、医療現場で使用し、その有効性を確認した。

以上のように、今年度の予定通り進捗した。

これらの成果を受けて、平成20年度は、最終目標「小型装着型機器や環境設置型機器を

使用して、看護師が行う看護業務を正答率 90%以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」を達成するために、要素技術を改良するとともに、システム全体を統合化する。また、最終目標「無線通信機能を有する小型装着型機器に関する技術を確立すること。」を達成するために、小型装着型機器本体をセンサ・ネットワークと統合化し、一体として機能するものとする。以上により、行動・状況理解技術の研究開発に関する最終目標を達成する。

4-2 知識構築技術の研究開発

4-2-1 序論

本サブテーマでは、看護業務中の看護師の行動やその周囲状況を観測・理解することにより獲得された事実を分析し、一般的傾向や因果関係等に関する行動経験知識を構築する技術を確立することを目指す。

一般的傾向と希少現象に関する傾向を抽出する技術に関しては、最終目標「行動・状況理解結果のデータベースが与えられたとき、看護業務に関する一般的傾向、および、ヒヤリ・ハット等の希少現象に関する傾向を抽出する統合的な技術を確立するとともに、延べ3,000時間程度の看護業務に関する観測に基づく行動・状況理解結果を使用して、技術の有効性を検証すること。」の達成に向けて、紙芝居 KeyGraph を使用し、観測データの KeyGraph 分析とその一部の KeyGraph 分析の結果を比較することによって、ヒヤリ・ハット等の希少現象とそれに関する傾向を抽出する手法を開発した。また、KeyGraph を使用することによって、一般的傾向の抽出と希少現象に関する傾向の抽出を統合することができる。さらに、スケジューリングの観点から一般的傾向を抽出する手法を開発した。

医療看護オントロジ・システムに関しては、最終目標「医療看護オントロジ・システムを構築すること。本システムは医療看護に関する専門用語 1 万語および上述の看護師の業務に関する観測データ延べ 3,000 時間程度に含まれる発話データから抽出された専門用語を含み、それらに関連付けするものとする。」の達成に向けて、これまでに構築してきたオントロジ・システムを拡充した。具体的には、音声による業務記録データとして収集した用語と業務分類の対応付けを進め、4,900 時間以上の観測データの中の約 2,800 時間分のデータから抽出した約 89,000 発話の中の用語と業務分類との対応付けが完了した。また、上記の用語とそれらの使用者の特性との対応付けも行った。さらに、看護業務フロー・モデルを拡張し、3 階層モデルを構築した。

インタラクション・コーパスに関しては、最終目標「医療従事者間のコミュニケーションに関するインタラクション・コーパスを構築する。本インタラクション・コーパスは看護師の業務に関する観測データ延べ 3,000 時間程度に含まれるインタラクションを要素に分割し、分類し、構造化したものとする。」の達成に向けて、その拡充を進めた。新たに約 1,400 時間分のデータ中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話に関して構造化を行った。この結果、約 2,600 時間分の観測データの中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話がインタラクション・コーパスの中に構造化された。また、後述するコミュニケーション・エラーの分析を容易にするために、インタラクション・コーパスの構造を見直した。

また、最終目標「上記インタラクション・コーパスの分析に基づき、コミュニケーション・エラーの発生に影響を与える特徴的な属性を抽出すること。」の達成に向けて、現場での専門用語の用法、特有な言い回しの分析を進めた。具体的には、インタラクション・コーパス構築の際の音声の書き起こし作業の誤りの分析から、聞き誤りにおける特有な言い回しの影響を分析した。さらに、インタラクション・コーパスの分析によって、ヒヤリ・ハット事例やそれらと関係する情報伝達過程でのコミュニケーション・エラーを抽出することができることを確認した。

4-2-2 一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出手法の開発

a. KeyGraph による一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出

平成18年度までは、看護業務の一般的傾向を機械学習手法C4.5によって解析してきた。この方法によって、看護師の典型的な1日の業務の流れを抽出可能であることを確認した。また、この方法による標準的なシナリオの構築を検討するとともに、それらのシナリオからの逸脱、すなわち、シナリオ違反の中にヒヤリ・ハットが含まれていることから、シナリオ違反を検出する手法を開発してきた。一方、希少現象に関する傾向に関しては、チャンス発見に使用されるKeyGraphを使用し、あまり頻繁に出現しない業務を抽出可能であることを確認した。

上述のKeyGraphはその分析対象である事象や事象間の関係の範囲を制御するためのパラメータを有し、一般的傾向を抽出する機能も有する。そこで、平成19年度は、このKeyGraphを出発点として、一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出技術の統合を図ることとした。しかし、KeyGraphへの入力やパラメータ等を調整し、ヒヤリ・ハット等の希少現象の要因となる事象を抽出するためには、そのための専門的スキルを必要とすることがある。この問題点を解決する出発点として、事象や事象間の関係を把握する過程をインタラクティブに可視化する「紙芝居KeyGraph」を導入した。このシステムは複数のKeyGraph間の変化を捉えやすくする機能等を有する。

この紙芝居KeyGraphを使用して、ヒヤリ・ハット等の要因となる看護師に関する通常とは異なる事象のパターンを抽出する手法を開発した。この手法では、対象とする看護師の集合全体に関する観測データに基づくKeyGraphを作成し、この集合全体に関する一般的傾向を抽出する。次に、対象とする看護師の中の特定の看護師に関する観測データに基づくKeyGraphを作成し、当該看護師に関する一般的傾向を抽出する。この両者を比較することによって、当該看護師に関する特異的な事象のパターン、すなわち、希少現象を抽出する。この比較作業を効率化するために紙芝居KeyGraphを使用する。この手法では、観測データとして、対象とする看護師（の集合）の特定の時間帯の発話の時系列を想定し、それぞれの発話に対して業務分類を割当ててみる。また、KeyGraph分析のために適当な時間幅（例えば、

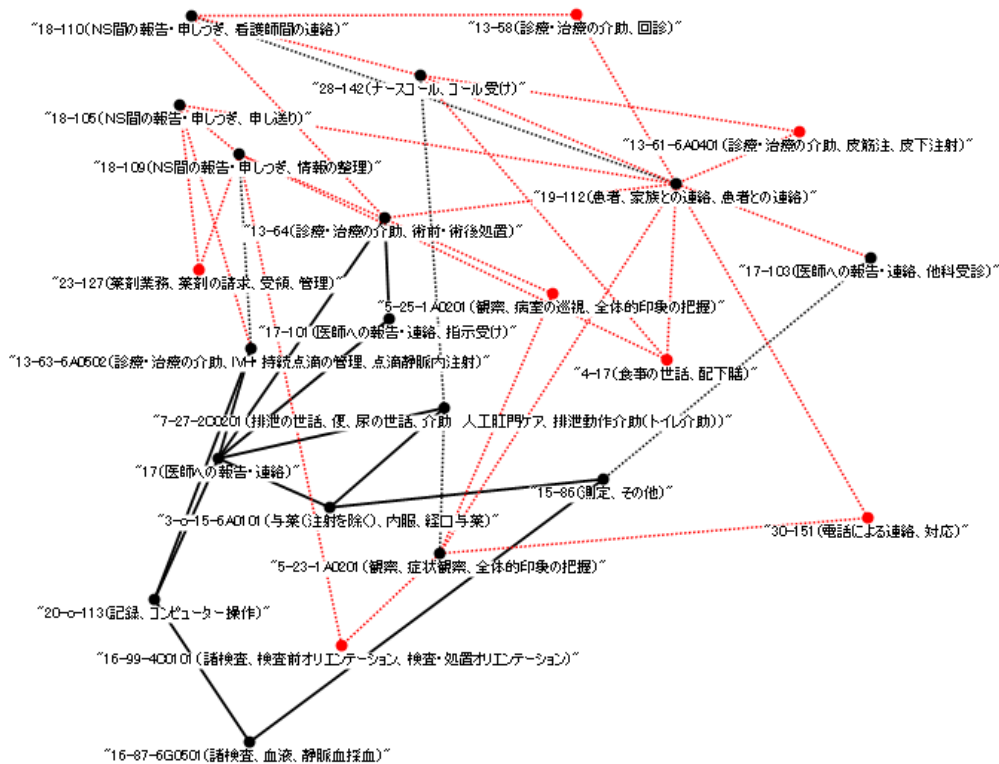


図4-2-2-1 看護師10名の観測データに対するKeyGraph分析の結果

30分)を設定する。

この手法による分析を効率的に進めるために、大量の観測データが与えられたとき、看護師(の集合)や時間帯を指定すると、KeyGraph 分析可能なデータセットをインタラクティブに生成するツールを開発した。

以下では、ヒヤリ・ハット事例を含む実例を使用して、手法を説明する。ここでは、2006年4月20日から4月21日に関西の病院で観測したデータを使用した。図4-2-2-1は、看護師10人分の観測データをKeyGraphによって分析した結果である。ここで、ノードは事象(この場合は看護師の業務)を表し、ノード間を結ぶ実線は、事象間に強い共起関係があることを示している。また点線は、弱い共起関係があることを示している。例えば、誰もが行っているパスとして、「13-63-6A0502(診療・治療の介助、IVH・持続点滴の管理、点滴静脈内注射) — 17(医師への報告・連絡) — 20-o-113(記録、コンピューター操作)」が一連のパスとして観察される。また、数は多くないようであるが、「13-64(診療・治療の介助、術前・術後処置) — 18-109(NS間の報告・申しつぎ、情報の整理) — 18-105(NS間の報告・申しつぎ、申し送り)」も観察される。したがって、これは多くの看護師が日常行っているルーチンであると考えられる。図4-2-2-2に特定の看護師の観測データの分析結果を示す。ここで、図4-2-2-2を図4-2-2-1と比較して、図4-2-2-2の看護師のみが行っているパスを発見するのは簡単ではない。しかし、前述の紙芝居KeyGraphの機能によって、複数のKeyGraphの分析結果の間の差異を重ね合わせて表示することで容易に発見することができる。図4-2-2-3は紙芝居KeyGraphの出力例である。ここで、「7-27-2C0201(排泄の世話、便、尿の世話、介助人工肛門ケア、排泄動作介助(トイレ介助))」が「20-113(記録、看護日誌)」と「17-101(医師への報告・連絡、指示受け)」の間に挟まっていることが容易に発見できる。さらにそれが、「28-142(ナースコール、コール受け)」からの流れの上に乗っていることから、

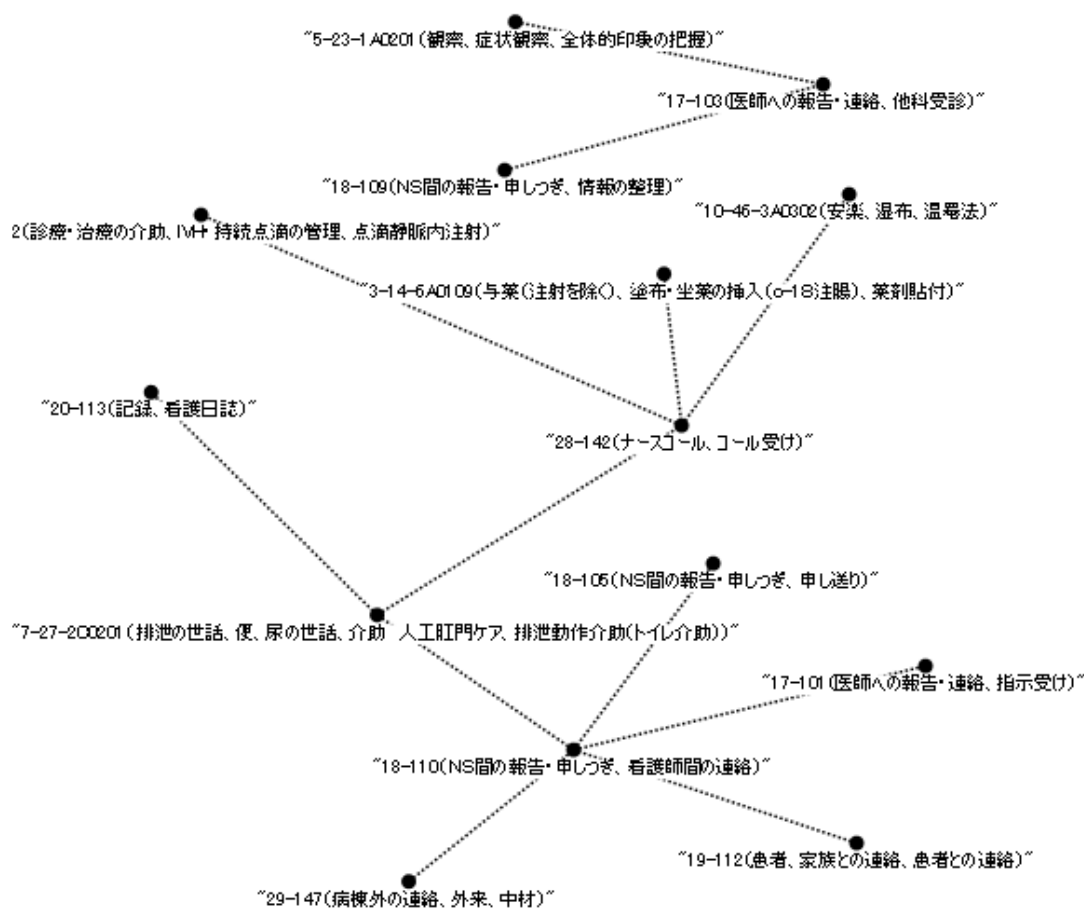


図4-2-2-2 特定の看護師の観測データのKeyGraph分析の結果

ヒヤリ・ハットと関連する作業の中断の可能性が高いと予想される。実際、この事例は検査のために朝食が食べられない患者に対する配膳の中止が行われず、患者が朝食を食べてしまったヒヤリ・ハット事例であるが、配膳担当の看護師がトイレ介助要請によって配膳作業を中断し、その間に他の看護師が配膳業務についてたため、当該患者に対する配膳の中止を看護師間で確認しあうことができなかつたコミュニケーション・エラーが発生していたと解釈することができる。

こういったヒヤリ・ハットに関係するコミュニケーション・エラーの詳細は、単に観測データを分析しただけで得るのは困難である。実際にヒヤリ・ハットが発生したと予想される時間帯、および、そのヒヤリ・ハットに関係すると予想される看護師に焦点を当てて、その発話の記録を仔細に分析する必要がある。しかし、発話の分析は極めて時間のかかる作業であり、いかに効率よく適切に焦点を当てられるかが重要である。この焦点を当てる作業の効率化に、開発した手法が貢献することを上記の例は示している。すなわち、ヒヤリ・ハット等に関わる希少現象とそれに関する傾向を抽出する手法を確立した。

b. スケジュールの観点からの一般的傾向の抽出

前述の観測データに基づく KeyGraph を用いた統合的な分析では、看護業務に関する時系列データを使用した。看護業務は後述の看護業務フロー・モデルでも述べるように、構造を持つことから、それも考慮した一般的傾向や希少現象の傾向の分析を考えることができる。そこで、看護師の業務遂行のスケジューリングの観点から一般的傾向を抽出する手法を考案した。この手法では、各看護業務が準備タスク、実行タスク、片付けタスクから構成されることとする。そして、観測データから看護師のスケジューリング特性という一般的傾向を抽出する。ここで、スケジューリング特性は少数のパラメータで構成される。以下に、その詳細を説明する。

まず、看護師の業務に関する観測データを一般的なスケジューリング・アルゴリズムで分析するために、看護業務に対して以下のような現実的な制約を導入した。

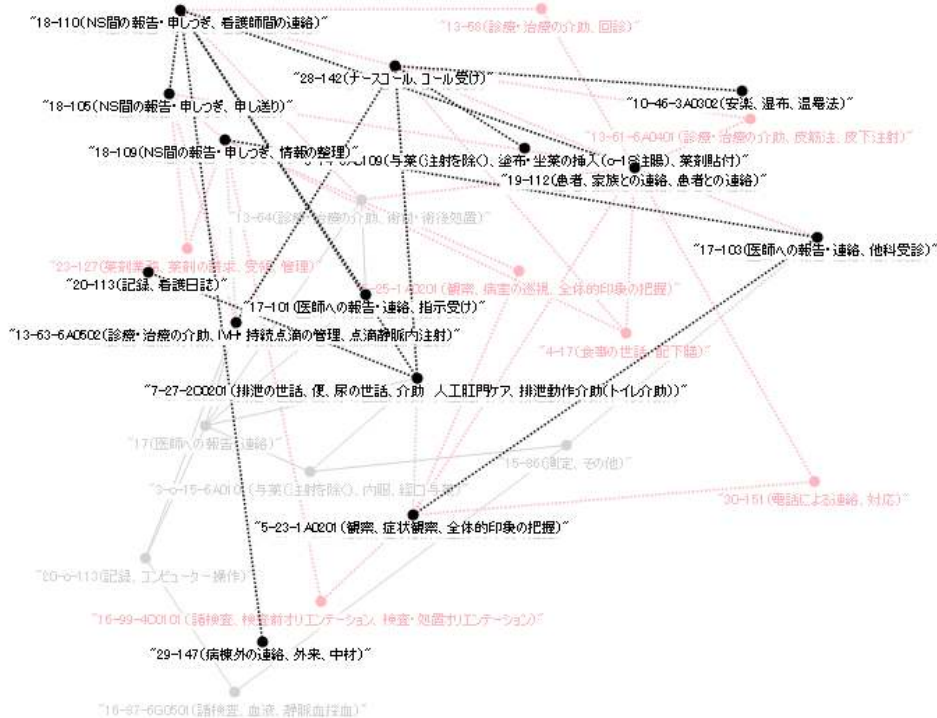


図 4-2-2-3 紙芝居 KeyGraph による差分の抽出

1. タスク開始時刻制約とタスク終了時刻制約：ある業務に含まれる実行タスクは、ワークシートに記載された作業時間帯、すなわち、最早タスク開始時刻と最遅タスク終了時刻の間に実行しなければならない。
2. 同一業務内のタスク間順序制約：同じ看護業務に含まれる、自身に先行するタスク（例えば、実行タスクに対しては準備タスクが相当）が終了するまで、または、終了後一定時間経過後でない、当該タスクを開始できない。
3. 容量制約：看護師が同時に遂行できる業務量に限界がある。多くの場合、看護師は一度に1つの業務しか遂行できない。

次に、各看護業務の所要時間には、準備に要する時間、実施に要する時間、そして後片付けに要する時間からなるとし、予測される所要時間を観測データから得られる実際の時間（平均値） pt_{ij} （ i 番目の看護業務の j 番目のタスクの所要時間）を用いて以下のように定めた。

$$PT_i = \alpha \sum_{j \in J_{P_i}} pt_{ij}, \quad \alpha: \text{準備タスク安全係数}$$

$$ET_i = \beta \sum_{j \in J_{E_i}} pt_{ij}, \quad \beta: \text{実行タスク安全係数}$$

PT_i は i 番目の看護業務の各タスクにおける準備に必要と予測される時間であり、 ET_i はその看護業務の各タスクの実施に必要と予測される時間である。 J_{P_i} は i 番目の看護業務中の準備タスクの集合を、 J_{E_i} は i 番目の看護業務中の実行タスクの集合をそれぞれ表す。これらの値は各タスクに対する実際の観測データから得られる時間（平均値）に、それぞれ α 、 β の係数をかけたものとした。ここで α とはスケジューリング時に準備タスク遂行に要する時間を見積もる安全係数、 β は実行タスク遂行に要する時間を見積もる安全係数を意味する。そして上記のモデルを用いて、一般的なスケジューリング・アルゴリズムの幾つかを用いて看護業務のスケジューリングを実施して、その結果を実際の観測データと比較した。比較のための尺度（相違度）として、以下に示す、観測データとスケジューリング結果の時間の違いの総和を用いた。

$$D = \sum_i \sum_j d_{ij} = \sum_i \sum_j (|st_{ij} - st_{ij0}| + |et_{ij} - et_{ij0}|) / 2$$

$$et_{ij} = st_{ij} + pt_{ij}$$

ここで、 st_{ij} 、 et_{ij} はそれぞれスケジューリング・アルゴリズムによって得られた i 番目の業務の j 番目のタスクの開始時刻、終了時刻を表す。また、 st_{ij0} 、 et_{ij0} はそれぞれ実際の、 i 番目の業務の j 番目のタスクの開始時刻、終了時刻を表す。 pt_{ij} は i 番目の業務の j 番目のタスクの実際の遂行時間を表す。結果として D はスケジューリング・アルゴリズムと実際の各タスク開始時刻、終了時刻の差の総和を表す。そして、経験年数2年以下の看護師2名と経験年数2年以上の看護師2名の観測データに対して $0 \leq \alpha, \beta \leq 6$ の範囲で、上記の分析を行った。

解析対象となる観測データは、全体の業務時間中、午前9:00~11:00の2時間分を利用した。そして分析結果から、SLACK、そして、Extended SLACKが観測データに最も近いスケジューリング結果を生成することが判った。以下にSLACKとExtended SLACKについて説明する。

- スラック (SLACK)

- i) すべての実行タスクを最遅タスク終了時刻の早い順（時間余裕の少ない順）にソートし、その順番に優先度を設定する。もっとも優先度の高い実行タスクに対応する準備タスクから割りつける。
- ii) ある準備タスクを割り付けた後、対応する実行タスクを遂行するまでに時間余裕がある（すなわち、まだその実行タスクの最早開始時刻に至っていない）場合には、次の優先度の実行タスクに対応する準備タスクを割り付ける。そのようなタスクが

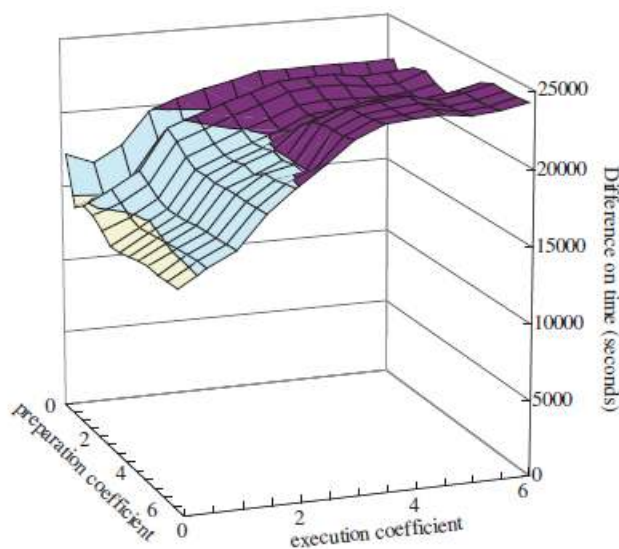


図4-2-2-4 スケジュール結果の相違度

存在しない場合には、その実行タスクを実行するまで待つ。

- 拡張スラック (Extended SLACK)
 - i) 実行タスクと同様に準備タスクに対しても最遅タスク終了時刻の早い順にソートする。準備タスクの最遅終了時刻は明確に規定されていないため、それが属する業務の最早開始時刻とする。
 - ii) スラックと同じ方法で準備タスク、実行タスクを割り付ける。すなわち、最遅終了時刻の早い順に割り付ける。

あるベテラン看護師の前述の α 、 β に対する相違度の変化の様子をプロットした結果を図4-2-2-4に示す。図からスケジュール結果は、 $(\alpha, \beta) = (6, 0)$ で最も相違度が低いことがわかる。これは他の看護師でも同様な傾向であり、看護師の戦略として準備時間に余裕をもってスケジューリングが行われていることが示唆される。

以上で示したように、観測データから看護師のスケジューリング特性という一般的傾向を抽出することができる。ここで、スケジューリング特性は少数のパラメータで構成される。このスケジューリング特性に基づき生成されるスケジュールと、観測データを比較することによって、看護業務が予定通りに進捗していないという、一般的傾向からの逸脱を判定することができる。

4-2-3 医療看護オントロジ・システムの構築

a. 看護師の発話から抽出した用語と専門用語の組み込み

これまで、医療看護オントロジ・システム構築のために、音声による業務記録データとして収集した発話中の用語と業務分類の対応付けを行ってきた。ここで、業務分類は、本研究開発で実験を行っている病院の1つで従来使用している日本看護協会業務区分表に、日本看護科学学会の定めた看護行為用語分類を組み合わせたものを利用している。業務ラベルは看護業務分類Ⅰで示される大分類と、看護業務分類Ⅱで示される中分類、看護業務分類Ⅲで示される小分類から構成される構造を有している。小分類の枝の葉は、看護行為用語分類で定められている用語、および、コードである。また、医療看護の専門用語に関して、薬品名や医療処置名も含んだ専門用語にフリガナをつけた茶釜用辞書から、約4万語程度の看護業務に関わる単語を抽出し、それを前述の看護業務の項目に基づいて分類した。

今年度も継続して、音声による業務記録データとして収集した用語と業務分類の対応付けを進めてきた。その結果、4,900時間以上の観測データの中の約2,800時間分のデータから抽出した約89,000発話の中の用語と業務分類との対応付けが完了した。また、コミュ

ニケーション・エラーの分析のためには、用語の使用者の特性（例えば、所属する病棟等）も重要であることから、上記の用語とそれらの使用者の特性との対応付けも行った。

以上のように、医療看護オントロジ・システムの構築は最終目標の規模に向かって順調に進捗している。

b. 看護業務フロー・モデルの語彙と看護師の行動レベルの語彙との関連付け

医療看護オントロジ・システムの構築の一環として、平成 18 年度までに、看護業務マニュアルに基づく看護業務フロー・モデルを構築した。この看護業務フロー・モデルは、看護師の実施した看護業務に関する発話に基づく観測データから、手順の抜けや手順前後を検出するために開発・実装したアルゴリズムで使用し、その有用性を確認した。

平成 19 年度は、上述の看護業務フロー・モデルを拡張し、加速度等に基づく看護師の行動識別結果と看護業務分類を対応づけするための 3 階層モデルを構築した。このモデルは、最上位の、日本看護協会の看護業務分類の中項目からなる層、その各中項目に関連する看護業務マニュアルから抽出した業務のステップを表す語彙からなる層（以下、看護業務フロー層）、各業務を実施する際の動作に関する語彙からなる層（以下、看護行動層）から構成される。ここで、看護業務フロー層と看護行動層の対応付けは、観測データに基づき行った。この対応付けに関しては、看護行動層の語彙からなる時系列の観測データから、看護師が看護業務のどのステップを実施しているかを示す看護業務フロー層の語彙を導出するアルゴリズムで使用し、評価することによって、その有用性を確認した。

この 3 階層モデルの一部を図 4-2-3-1 に示す。この部分は点滴の看護業務フロー・モデルの一部である。このモデルは、2006 年 12 月 19 日と 21 日に看護師 4 人の午前中に行った計 11 時間の観測データから点滴業務にあたる部分を抽出し、それを分析した結果に基づいている。分析結果の一例を図 4-2-3-2 に示す。これは観測データにおいて、看護行動層の語彙が与えられたとき、それがどの看護業務フロー層の語彙に対応付けられるのかをまとめたものである。

上述の分析によって、点滴業務で、特定の看護業務フロー層の要素において高い頻度で出現する看護行動層の要素を確認した。例えば、「アンプルカット」は「点滴施工」、「点滴作成」と比較し、圧倒的に高い頻度で「点滴混注」に出現している。また、図には示して

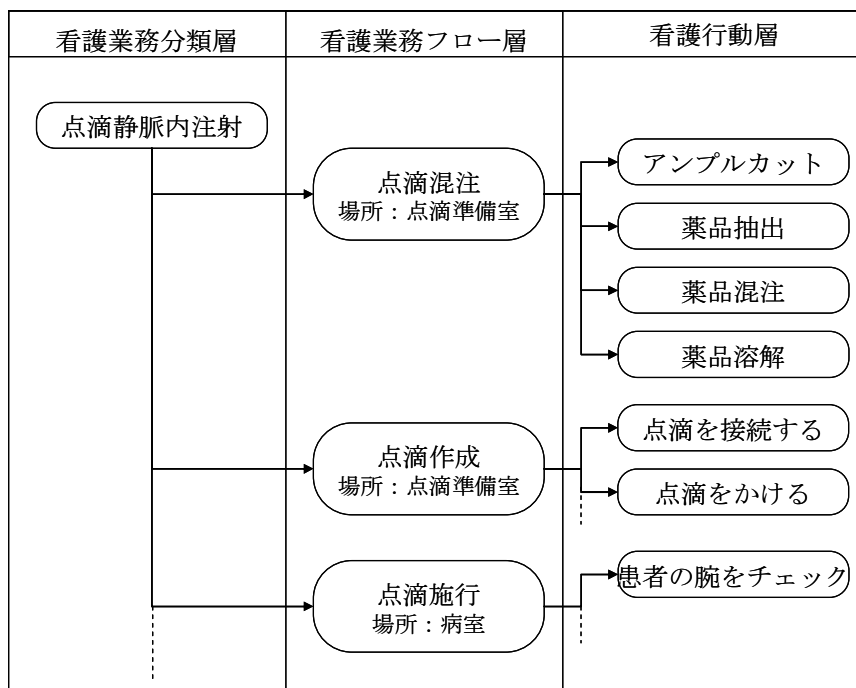


図 4-2-3-1 点滴の看護業務フロー・モデル

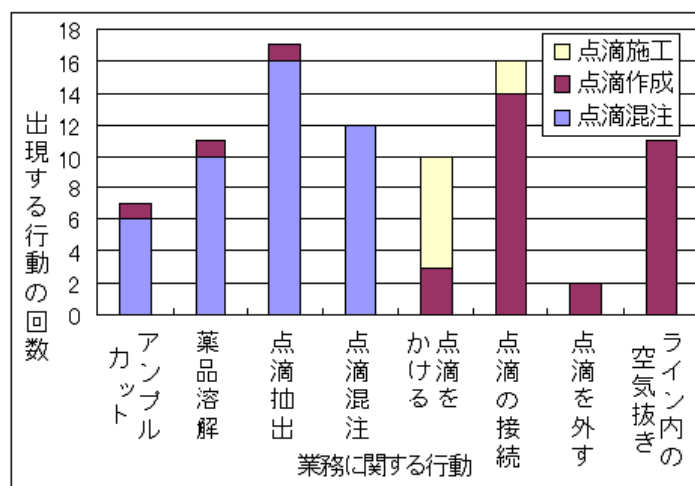


図 4-2-3-2 観測データの分析結果

表 4-2-3-1 看護業務フロー層語彙の導出結果の精度

総検出数	正答数	誤検出数
32	31	1
	正答率 (%)	誤検出率 (%)
	97	3

いないが、ほとんどすべての看護業務に渡って、随時、行われる看護行動の要素が存在する。例えば、「ゴミ捨て」である。しかし、このような傾向を持つ看護行動の要素は業務フローに占める主要な看護行動の要素と比較して、その出現割合が圧倒的に少ない傾向にあることを確認したため、看護業務フロー層の語彙の導出において有用ではないことから、モデル化からはそれらは除外した。

医療看護オントロジ・システムの一部をなすこのモデルを用いて、観測データとして看護行動層の語彙の系列が与えられたときに、看護業務フロー層の語彙が正しく導出されるか、検証を行った。導出のアルゴリズムは次のようなものである。まず、短時間内に同種の看護業務フローのステップに関する看護行為をモデル内に認めた時に、一連の行動群を行った時間帯にその看護業務を行ったと判断する。また、看護業務の各ステップは「患者の移動」等の移動を主にするもの以外は特定の場所に留まって行われるので、場所移動を検知したときに作業が終了、中断したとみなす。しかし、一般には、看護行動層の語彙は看護業務フロー層の語彙と1対多の関係にあり、例えば、「点滴をかける」を観測したとしても、「点滴作成」と「点滴施工」のどちらかは判定できない。ここで、これらは行う場所が異なることから、位置の情報も使用する。このようにして看護業務フロー層の語彙を導出した結果の精度を表4-2-3-1に示す。導出精度は、表4-2-3-1が示すように97%であり、これは医療看護オントロジ・システムを用いた、看護師の行動レベルの語彙と看護業務を記述するレベルの語彙変換の有効性を示している。今後、他の観測データや導出手法の高度化を図ることによって、この医療看護オントロジ・システムを使用した語彙変換の精度が向上すると考えられる。

4-2-4 インタラクション・コーパスの構築

平成18年度までに、約3,120時間分の看護師の発話データを収集し、そのすべての記録データから看護師の業務に関わる発話を切り出した。その中の約1,900時間分のデータ中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話に関して、時間、発話者、発話相手の情報等を付与して、構造化した。平成19年度もインタラクション・コーパスの拡充を継続し、観測データの総時間は4,900時間以上となり、新たに約700時間分のデータ中の医療従事

者を含むコミュニケーション中の発話に関して構造化を行った。この結果、約 2,600 時間分の観測データの中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話がインタラクション・コーパスの中に構造化された。

また、コミュニケーション・エラーの分析を効率的に進めるために、インタラクション・コーパスの中に含める情報の種類についても見直し、拡充した。医療現場を対象とするコミュニケーションの従来の研究では、コミュニケーション・エラーは誤伝達とコミュニケーション欠如に大別される。後者を分析するためには、情報伝達過程を再現することができる必要がある、いつ、どこで、誰から誰へ、どのような情報（誰に関する、どのような種類の情報）がどのように伝達されたのか（あるいは、されなかったのか）を把握することができる必要がある。すなわち、情報伝達に関する以下の種類の情報である。

- ・ いつ（時間情報）
- ・ どこで（場所情報）
- ・ 誰から誰へ（参加者情報、情報伝達の方向）
- ・ 送り手、受け手の状況（作業中の業務情報）
- ・ どのような情報か（業務情報、注目情報、関連情報）

ここで、「いつ」、「どこで」、「誰から誰へ」は明確であると考えるので、残りの項目に関して説明する。医療現場での業務は時間的、空間的、社会的に分散しており、その結果として、業務に関する情報伝達過程も時間的、空間的、社会的に分散することになる。したがって、時間、空間、人だけを検索のキーにして検索すると、関連する情報伝達過程を再現するのは簡単ではない。そこで、対象としている業務もキーにして検索することが求められる。ここで、キーとする業務としては、発話が行われているときに実際に行っている業務だけではなく、関連する業務の種類、業務の手順（業務フロー）、業務に関係する詳細な情報、対象患者に関する情報も必要である。業務に関係する詳細な情報としては、業務にかかる時間、場所、フロー中の実施情報や業務に関連する物品等（オーダーリング・システムやホワイトボード等）の情報が重要である。

また、ヒヤリ・ハット事例と関連する誤伝達を分析するためには、誤薬投与や作業遅延等の問題と強い関係を持つ薬、検査名、看護用語に関する情報だけでなく、伝達内容の中の業務の実施状況や業務の引継ぎ状況が重要になる。そこで、薬や看護用語を注意用語として、伝達内容の業務の状況等を注目すべき事柄（注目事象）として、簡単に把握することができることが望まれる。

以上に基づき、発話に付与する情報の見直しを行った。平成 18 年度は主に用語に着目して、発話中の薬剤名リスト、発話中の省略表現のリストという形で構造化していたが、今年度はこれらを注意用語タグとして集約した。また、これまで業務タグとしていたものから、特にヒヤリ・ハット防止に向け注目されている業務、安全確認業務と引継ぎ業務等を抽出し、注目情報タグとして付与することとした。さらに、引継ぎ業務中の注目情報タグには、注目事象を設け、引継ぎのあった業務に関わる発話や、業務的に関連する発話を関連付けるための ID 情報を付与するとともに、業務遂行に関係する状況を付与することとした。すなわち、タグとして以下を使用することとした。

- ・ 対話リストタグ
- ・ 対話開始時間タグ
- ・ 場所タグ
- ・ 参加者リストタグ
- ・ 業務ラベルタグ
- ・ 対象患者タグ
- ・ 注意用語タグ
- ・ 注目情報タグ

以上のタグによって構造化されたコーパスの断片を表 4-2-4-1 に示す。この表の表記では、「注目事象 ID(abcd, 1)」と「注目事象 ID(abcd, 2)」は関連する事象を対応付

表4-2-4-1 インタラクション・コーパスの例

時間	話者	発話	業務ラベル	場所
8:50:58.0	看護師 F	Sさんの点滴準備終わりました。今から行きます。	点滴	与薬準備室
8:53:05.2	看護師 F	おはようございます。あれ？Sさんは？	点滴	病室
注目情報[注目事象 ID(abcd, 1):患者不在]				
8:55:05.2	看護師 F	誰か空いてる？	引継ぎ	NS
8:55:34.5	看護師 H	はい、どうしました？	引継ぎ	NS
8:55:42.9	看護師 F	Sさんの9時からの点滴なんやけど病室にいなかったん。今から診察介助やから、Sさん戻ってきはったら点滴してほしいねん。Sさんの点滴はここにあるから。	引継ぎ	NS
8:55:45.5	看護師 H	はい、わかりました	引継ぎ	NS
注目情報[注目事象 ID(abcd, 2):患者不在対処]				
9:02:01.6	看護師 H	Sさんの点滴行きます。	点滴	廊下
9:05:49.6	看護師 H	おはようございます。Sさん？	点滴	病室
9:06:00.7	看護師 H	お名前お願いします。	点滴	病室
9:06:10.0	患者 S	Sです。	点滴	病室
9:06:15.9	看護師 H	Sさんですね？はい、今から、点滴しますね。	点滴	病室
注目情報[安全確認：患者名確認、引き継ぎ作業処理]				

けるものであり、この例では、患者不在により実施することができなかった点滴業務に関する引継ぎ（「注目事象 ID(abcd, 2)」の前の4発話）と、この引継ぎの対象となった点滴実施に関わる対話（「注目事象 ID(abcd, 1)」の前の2発話）が対応付けられている。また、「NS」はナースステーションを示す。

このインタラクション・コーパスは4-2-5で述べるように、コミュニケーション・エラーの分析に使用され、ヒヤリ・ハット事例と関連するコミュニケーション・エラーを抽出することができる等、その有効性が確認されている。

4-2-5 コミュニケーション・エラーの分析

a. 看護師の発話データの聞き間違いに基づいたコミュニケーション・エラーの分析

平成18年度までに、書き起し、すなわち、「聞いた音を文字で表現する。」という単純な作業において、何らかの理由で音を正しく聞き取れなかった場合に、不確かな音に対して、都合の良いように解釈し、語を割り当てる処理がなされてしまうことを確認し、情報伝達経路に人間が介在することの脆弱性を明らかにした。

平成19年度も、インタラクション・コーパス構築の際の書き起し作業における聞き間違いの分析を継続した。特に、現場特有の言い回しに焦点を当てた。書き起しの対象の音声データは、関西の病院のある病棟において、2004年12月13日から18日の中の、17日を除く5日間に収集したものである。発話者は看護師長によって指定された、勤務年数1年から11年の経験を持つ看護師14名の看護師である。分析には、3交替勤務における業務引き継ぎ時のものを使用した。書き起しのデータは、書き起こしの専門家1名（以下、筆記者という）による26,347発話である。なお、その中には、一部の音が聞き取れなかったデータも含まれている。

これら26,347の会話テキスト・データを、看護職3年以上の経験者2名により見直しを行った後、さらに、看護職10年以上の経験者1名により見直し、間違っ書き起こされていた1,638表現551種類を抽出した。今年度は、上述のように、特に現場特有の言い回しに焦点を当て、1つの会話データの中で書き起こし誤りが複数起きている153文を対象に、表4-2-5-1に示すように、どのような誤りであったのか、①音が正しく聞き取られていない、②音は正しく聞き取れているが解釈があやしい、③良く似た音に置き換えている、④音（語）の聞き漏らしがある、⑤思い込んだ表現に置き換えている、⑥同音異義語で表現している、⑦話し手が言い間違っている、の7種類に分類した。

表4-2-5-1 文中の複数の聴き間違いの分類結果

番号	最初の間違い	2回目以降	計
①	94 (62%)	104 (53%)	198 (57%)
②	31 (20%)	45 (23%)	76 (22%)
③	4 (3%)	7 (4%)	11 (3%)
④	0	0	0
⑤	21 (14%)	38 (19%)	59 (17%)
⑥	2 (1%)	3 (1%)	5 (1%)
⑦	0	0	0
計	152 (100%)	197 (100%)	349 (100%)

会話の中で最初に起きた表記誤りは、分類①の音の聞き取りの誤りが62%と高く、別の日本語表現への置き換え（⑤+③）が低くなっている。言い換えると、2回目以降の間違いにおいて⑤や③の割合が高くなっている。このことから、1つの会話における最初の書き起こし誤りは、正しく聞き取れない、すなわち解釈できないまま書き起こしが行われ、2回目以降の間違いにおいては、聞き取れなかった音について推測が成され、他の表現に置き換えられる傾向があることが伺われる。1つの会話文中で生じる書き起こし誤りを調べてみると、「薬品名の後には投与の量や回数が述べられる。」、「検査名の後には数値が述べられる。」等、現場特有の言い回しの中で共起する用語・表現が関係し、それらを知ることによって、聞き間違いの低減が可能であることが示唆される。ここで、これら共起する用語の関係は、一種の知識の表現と考えられる。以下に会話文153文中に共起する書き起こし誤りの関係から得られる知識の例を示す。

- 薬品と投与量（単位）、輸液に関する知識

(正) とポララミン緊急用の分、5ミリ(mg)×3アン(アンプル(A))救急カートに入ってます。

(誤) とクワラミ緊急用の分、5ミリカケサアン救急カートに入ってます。

(正) IHVの管理は昨日して大丈夫なんですかね。

(誤) アドレイチュウの管理は記入して大丈夫なんですかね。

- 薬品と効能および症状に関する知識

(正) お通じが4日無くなって、昨日の昼後にラキソ5滴、夕10滴与薬してますけど、まだお通じ認めてなくて、腹満、あってグル音は良好です。

(誤) お通じが4日無くなって、キングン昼後にレキソ5滴、夕10滴与薬してますけど、まだお通じ認めてなくて、フクマ、あってグローンは良好です。

- バイタルサインの測定に関する知識

(正) バイタルの方は特に変わりなくて、最終の方は124、66、レートが76でサーチュレーション99でした。

(誤) バイタルの方は特に変わりなくて、最終の方は124、66、レイとか76でサーチュレーション99分でした。

これらの例から、引継ぎ時での会話を正しく理解するためには、看護・医療の用語の意味に加え、用語と共起する関連語句を知ることが有用であることが分かる。以上まとめると、最初の聞き間違いに引きずられて、推測・補完が行なわれる傾向があるので、「薬品名の後には投与の量や回数が述べられる」、「検査名の後には数値が述べられる」等、共起する用語・表現を知ることによって聞き間違いの低減が可能であることが示唆された。また、これらの知識は、会話のみならず電子化におけるコミュニケーション・エラーを低減する上でも利用できると思われる。

b. インタラクション・コーパスからのヒヤリ・ハット事例に関わるコミュニケーション・エラーの抽出と分析

コミュニケーション・エラーの発生に影響を与える特徴的な属性を抽出するために、インタラクション・コーパスからヒヤリ・ハット事例を抽出し、それらに参与していると解釈されるコミュニケーション・エラーの抽出を試みた。この際、インタラクション・コーパスのコミュニケーション・エラーの分析での有効性を確認することも考え、ヒヤリ・ハット報告等に頼らず、インタラクション・コーパスだけを参照して、抽出することを試みた。具体的には、看護師の対話の中の、「あれっ」等の何かおかしい事態に遭遇したときに発したと考えられる発話に着目し、これを起点とし、この起点から時間的に遡りながら、関連する看護師の発話を調べる方法を採用した。その結果、11件のヒヤリ・ハット事例を抽出した。その中の6件に関しては、少なくともヒヤリ・ハットの発生に何らかのコミュニケーション・エラーが参与していると解釈することができた。例えば、ある例では、担当看護師が「30分前」という情報に接したときに、その起点を誤解するとともに、それを別の看護師に確認していなかったということをインタラクション・コーパスから再現することができ、「伝達情報の誤解釈」と「確認の省略」という2種類のコミュニケーション・エラーが発生しているという解釈を得ることができた。さらに、この例に関しては、実際に作業をする際に、確認すべき別の看護師が他の患者に対処しており、「伝達しづらい」状況が発生していることも確認することができた。

以上のように、インタラクション・コーパスを使用して、ヒヤリ・ハット事例を抽出することが可能であること、また、ヒヤリ・ハット事例に関与しているコミュニケーション・エラーと解釈することができる現象を抽出することが可能であることがわかり、インタラクション・コーパスのコミュニケーション・エラーの分析での有効性を確認した。

4-2-6 まとめ

平成19年度は、一般的傾向と希少現象に関する傾向を抽出する技術に関しては、最終目標「行動・状況理解結果のデータベースが与えられたとき、看護業務に関する一般的傾向、および、ヒヤリ・ハット等の希少現象に関する傾向を抽出する統合的な技術を確立するとともに、延べ3,000時間程度の看護業務に関する観測に基づく行動・状況理解結果を使用して、技術の有効性を検証すること。」を達成するために、紙芝居 KeyGraph を使用し、観測データの KeyGraph 分析とその一部の KeyGraph 分析の結果を比較することによって、ヒヤリ・ハット等の希少現象とそれに関する傾向を抽出する手法を開発した。この手法によって、ヒヤリ・ハット事例を実際に抽出することができることを確認し、手法として確立した。また、KeyGraph を使用することによって、一般的傾向の抽出と希少現象に関する傾向の抽出を統合することができる。さらに、スケジューリングの観点から一般的傾向を抽出する手法を開発した。

医療看護オントロジ・システムに関しては、最終目標「医療看護オントロジ・システムを構築すること。本システムは医療看護に関する専門用語1万語および上述の看護師の業務に関する観測データ延べ3,000時間程度に含まれる発話データから抽出された専門用語を含み、それらに関連付けするものとする。」の達成に向けて、これまでに構築してきたオントロジ・システムを拡充した。具体的には、音声による業務記録データとして収集した用語と業務分類の対応付けを進め、4,900時間以上の観測データの中の約2,800時間分のデータから抽出した約89,000発話の中の用語と業務分類との対応付けが完了した。また、上記の用語とそれらの使用者の特性との対応付けも行った。さらに、看護業務フロー・モデルを拡張し、3階層モデルを構築した。この3階層モデルを使用し、観測データとして看護師の行動を示す語彙が時系列に与えられたとき、点滴業務の各ステップを97%の精度で導出できることを示し、構築した3階層モデルの有用性を確認した。

インタラクション・コーパスに関しては、最終目標「医療従事者間のコミュニケーションに関するインタラクション・コーパスを構築する。本インタラクション・コーパスは看

護師の業務に関する観測データ延べ 3,000 時間程度に含まれるインタラクションを要素に分割し、分類し、構造化したものとすること。」の達成に向けて、その拡充を進めた。新たに約 700 時間分のデータ中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話に関して構造化を行った。この結果、約 2,600 時間分の観測データ中の医療従事者を含むコミュニケーション中の発話がインタラクション・コーパスの中に構造化された。また、後述するコミュニケーション・エラーの分析を容易にするために、インタラクション・コーパスの構造を見直した。インタラクション・コーパスに関しては、次に述べるコミュニケーション・エラーの分析において、その有用性を確認した。

コミュニケーション・エラーの分析に関しては、最終目標「上記インタラクション・コーパスの分析に基づき、コミュニケーション・エラーの発生に影響を与える特徴的な属性を抽出すること。」の達成に向けて、現場での専門用語の用法、特有な言い回しの分析を進めた。具体的には、インタラクション・コーパス構築の際の音声の書き起こし作業の誤りの分析から、聞き誤りにおける特有な言い回しの影響を分析した。その結果、「薬品名の後には投与の量や回数が述べられる。」、「検査名の後には数値が述べられる。」等の共起する用語・表現を知ることによって、聞き間違いの低減が可能であることを確認した。さらに、インタラクション・コーパスの分析によって、ヒヤリ・ハット事例を 11 件抽出し、その中の 6 件に関しては、少なくともヒヤリ・ハットの発生に何らかのコミュニケーション・エラーが関与していると解釈することができた。

以上のように、今年度の予定通り進捗した。

平成 20 年度は、一般的傾向と希少現象に関する傾向を抽出する技術に関しては、これに関する最終目標を達成するために、一般的傾向と希少現象に関する傾向を抽出する統合的な技術として開発してきたインタラクティブな手法の分析対象範囲を拡大するとともに、インタラクションをより効率的に行うことができるように手法を拡張し、有効性を確認する。

医療看護オントログ・システムに関しては、これに関する最終目標を達成するために、これまでに構築してきた医療看護オントログ・システムを目標とする規模まで拡充する。

インタラクション・コーパスに関しては、これに関する最終目標を達成するために、これまでに構築してきたインタラクション・コーパスを目標とする規模まで拡充する。

コミュニケーション・エラーの分析に関しては、これに関する最終目標を達成するために、まず、上記のインタラクション・コーパス中のコミュニケーション・エラーに関連する部分を分析する。その上で、上記の一般的傾向と希少現象に関する傾向を抽出する技術による分析結果と合わせて検討することで、コミュニケーション・エラーに特有の属性を抽出する。

以上によって、知識構築技術の研究開発に関する最終目標を達成する。

4-3 知識提供技術の研究開発

4-3-1 序論

本サブテーマでは、行動経験知識を関係者に提供することにより、関係者の間で共有する技術を確立することを目指し、看護業務記録・分析システム、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システム、ジャストインタイム看護アドバイス・システムを開発する。

平成 19 年度は、看護業務記録・分析システムに関しては、同システムに関する最終目標「知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、看護業務記録・分析システムを構築するための技術を確立すること。」の達成に向けて、医療看護現場との連携を深め、記録や分析結果の表示方法等に現場からのフィードバックを反映させるための研究開発を行った。具体的には、記録や分析結果の表示方法等に現場からのフィードバックを反映させることを容易にするため、可視化機能のモジュール化を行った。また、医療現場におけるヒアリングを基に、業務分析の 1 つとして看護師間の業務遂行方法やそれらの効率の比較分析等のために、複数の看護師の業務の比較機能を追加した。

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、同システムに関する最終目標「看護現場を定常的に撮影した映像データが与えられたとき、看護教育のためのヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に生成する技術を確立すること。」の達成に向けて、現実的なヒヤリ・ハットを3次元自由視点映像として撮影するための要素技術の開発に注力するとともに、これまでに開発してきた要素技術を組み合わせ、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを試作した。

ジャストインタイム看護アドバイス・システムに関しては、同システムに関する最終目標「知識構築技術により構築された知識に基づき、行動・状況理解結果が与えられたとき、ヒヤリ・ハットが発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供する技術を確立すること。」の達成に向けて、適切なアドバイスを提供するための要件を抽出するための実験を行うとともに、抽出した要件を満足するように適切なアドバイスを提供するための核となるリアルタイム・データベース・システムを実装した。また、来年度に向けた予備的実装として、看護師に対して情報提示を行う表示部を試作した。

4-3-2 看護業務記録・分析システムの開発

看護業務の記録、分析には、その場で生じていた事象を再現することができる詳細な情報が望まれる。それらの情報は膨大なデータ量となることは必至であり、このことは視認性・検索性の観点から大きな問題となる。

平成18年度までに看護師が装着する装着型センサや看護師の活動現場に存在する環境設置型センサから得られたデータを、データの取得時間やセンサの設置位置等のメタデータとともに格納し、看護師名や病棟、センサ種別等の様々な角度からデータを取得可能とするデータベースの構築を行った。また、業務分析を行うためのデータ可視化機能として、各センサ・データを時間軸に沿って表示する機能、業務状況の統計的データを可視化する機能、データベースに格納されたメタデータに基づく各データ関係の木構造表示機能を実

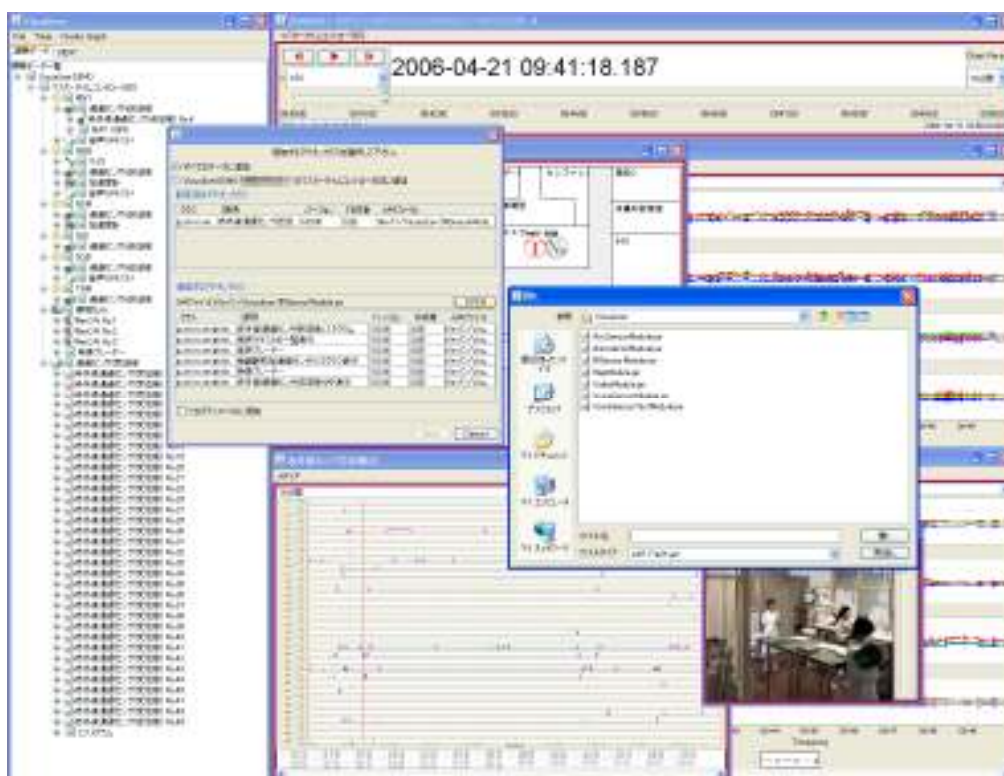


図4-3-2-1 看護業務記録・分析システムの可視化モジュール追加画面



図4-3-2-2 看護業務記録・分析システムの複数の看護業務の同時再生画面

装した。また、時間的な看護師の位置の変化を平面図上に表示する機能を実現し、時間的・空間的な制約条件を考慮しながら看護業務を分析することを可能とした。さらに、看護業務の分析をより高度に行うための機能として、センサ・データに関する人間の中間的な解釈を示すアノテーション・データを編集する機能を実現し、センサ・データを再生して状況を再現しながらアノテーション・データの追加、修正、削除を行うことを可能にした。

平成19年度は、最終目標の達成に向けて、医療看護現場との連携を深め、記録や分析結果の表示方法等に現場からのフィードバックを反映させることを容易にするため、可視化機能のモジュール化を行った。具体的には、システム内のデータ管理部分と現在までに実現した可視化の機能を分離し、データ管理部と可視化部のインタフェースを定義するとともに、すべての可視化機能をダイナミック・ロードブル・モジュールとして定義しなおし、システム本体にはモジュールの管理機能を追加した。これによって、現場からの様々な分析方法への要求に対して、システム本体に手を加えることなく異なった可視化手法を追加することを可能とし、その結果として現場との連携による柔軟な拡張を可能とした。システムに可視化機能を追加するときの管理画面の例を図4-3-2-1に示す。

また、医療現場におけるヒアリングを基に、業務分析の1つとしての看護師間の業務遂行方法やそれらの効率の比較分析等のために、複数の看護師の業務の比較機能を追加した。この機能はセンサ・データの複数のデータセットを同時に再生して比較することを可能にする。例えば、別の時刻に行われている熟練看護師と新人看護師の同じ業務の手技や遂行の仕方について、直接的に比較して、その差を分析することを可能にする。複数の看護師のデータを同時に表示し複数の看護師業務を確認しながら編集機能を使用して分析の元となるデータを整理している画面例を図4-3-2-2に示す。

以上のように、今年度は看護業務記録の分析を医療現場の要求に基づいて改良し、高度に効率よく分析を行うための機能を実装した。

平成18年度までは1つの事象に対して、具体的な事実の再現と抽象的な解釈に基づく分析を可能とし、1つの事象をより深く分析するための機能を実現した。加えて、今年度は1つの事象に対して、様々な視点からの分析と他との詳細な比較を可能とし、1つの事象を多面的に分析するための機能を実現した。

これまでもセンサ・データに基づく分析システムはいくつか提案されているが、その多くはセンサ・データを直接可視化するか、もしくは、センサ・データに直接統計処理を施した情報を可視化するに留まっていた。前述のように、本システムは、センサ・データのみならず、分析者が付与する解釈（アノテーション）に基づく分析をセンサ・データと密接に連携させながら行うための機能を有しており、さらに様々な視点から分析を行うための柔軟性を有しつつ、個々の事例を詳細に比較する機能を備える等、柔軟かつ詳細に業務を記録・分析するための機能を実現している。

4-3-3 ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの開発

今年度は、最終目標「看護現場を定常的に撮影した映像データが与えられたとき、看護教育のためのヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に生成する技術を確立すること。」達成に向けて、現実的なヒヤリ・ハットを3次元自由視点映像として撮影するための要素技術の開発に注力した。ヒヤリ・ハットを捉えるためには、現実の医療看護現場といった乱雑な環境に対応する必要がある。これに対して、平成18年度まで、頑健な背景差分手法を開発してきた。しかし、実際の現場を想定した環境での撮影実験を行った結果、背景モデルの多様性と変化も考慮する必要があることが判明した。そこで、これらの問題に取り組み、セグメンテーション時における背景モデル、および、背景モデルの更新に関する問題が明らかになり、それらを解決する手法を開発した。そして、これまでに開発してきた要素技術を組み合わせ、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを試作し、シミュレーション実験によって試作システムの有効性を確認した。

a. セグメンテーションにおける背景モデルの選択

既存研究では、背景モデルとしてガウス分布を使用するケースが多いが、調査の結果、外乱が少ない室内ではガウス分布ほど尖度の低い分布にならず、ラプラス分布に近いことが判明した。しかし、屋外が見える窓や、エアコンの風に煽られるカーテンの微妙な動きといった外乱がある画像領域ではガウス分布が適当であることも判明した。そこで、そのような多様性を扱うために、次式で表現される一般化ガウス分布族（generalized Gaussian family）を背景モデルとして使用することとした。

$$p(x; \rho) = \frac{\rho\gamma}{2\Gamma(1/\rho)} \exp(-\gamma^\rho |x - \mu|^\rho)$$
$$\gamma = \frac{1}{\sigma} \left(\frac{\Gamma(3/\rho)}{\Gamma(1/\rho)} \right)^{1/2}$$

ここで、 $\Gamma(\cdot)$ はガンマ関数であり、 σ^2 は分散である。上の式で、 $\rho=2$ はガウス分布を表現し、 $\rho=1$ はラプラス分布を表現する。ただし、単純にするためにガウス分布とラプラス分布のみを用いることとした。また、両者のいずれであるかは尖度に基づき判定する。この判定に基づき背景モデルを決定する手法を、平成18年度に開発したセグメンテーション手法における輝度値を用いた背景差分の部分に適用したところ、より良好な結果を得ることができた。

b. 背景モデルの更新

次に、背景モデルの時間変化の問題に取り組んだ。背景差分では、背景モデルの取得が必要であるが、例えば、数人の看護師が業務を遂行するうえでは、ドアの開閉や物品の移動等、背景領域に対して様々な変化が加えられる。これは比較的小さな領域に対する大きな変化といえる。一方、時間による環境光の変化といった全体に影響するものの、見た目は小さな変化も発生する。この両者を解決するために、撮影時に背景モデルを逐次更新する手法を開発した。具体的には、クラス付き背景差分手法において分別した前景と背景に



(a) 入力映像



(b) 背景モデル更新処理なし



(c) 背景モデル更新処理あり

図4-3-3-1 背景モデルの更新

において背景領域となった部分については通常の背景モデリングされたデータを逐次的に次式で変化させてゆく。

$$m_{t+1} = \alpha x_t + (1-\alpha)m_t, \quad \sigma^2_{t+1} = \alpha(x_t - m_t)^2 + (1-\alpha)\sigma^2_t, \quad \alpha = \begin{cases} 0, & \text{if } x_t \notin \text{background} \\ 0.05, & \text{if } x_t \in \text{background} \end{cases}$$

ここで、 m_t と σ^2_t は背景モデルの平均値と分散値であり、 x_t は入力値である。また、シルエット抽出によって一続きとなった領域内で、単位時間内の変化が閾値以下の領域は、次のフレームから背景として扱う。図4-3-3-1は、椅子に座っている人のもとにオレンジ色の荷物をを持った人が訪れ、その荷物を床に置いて帰るというシーンを撮影した例である。それぞれ4枚の画像は、左から右に映像が時間経過していく様子のスナップショットであり、(a)の元映像に対して、(b)の背景更新手続きがない場合では、椅子や荷物が前景として残ったままになっているのに対し、(c)では、一番右の画像においてそれらは背景として処理されている。この手法によって、これによって、全画面的で緩やかな変化と、局所的で大きな変化の両者に対応することが可能となった。

c. システムの試作とシミュレーション実験

前記した医療現場の実態により則した背景差分手法を、これまでに開発してきた要素技術と組み合わせ、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを試作した。このシステムでは、これら要素技術に加えてヒヤリ・ハット・ドキュメンタリにおいては手元作業の映像が重要であるとの観点から、手元撮影用の高解像度カメラによる近接撮影画像の統合に関する初動的検討を目的としたカメラ配置を行った。このシステムが実環境において機能することを確認するため、最終目標とする現場に近いシミュレーション環境において実際にヒヤリ・ハット事例の撮影を試みた。実験は、ナースステーションにおけるダブルチェック時に薬剤の取り違えがあるという想定で、白衣を着た看護師2名が作業するシーンを9台のカメラで撮影した。近接撮影用の解像度カメラは机に近接するように三脚で設置した。図4-3-3-2は、比較的厳しい条件下での環境カメラにおけるセグメンテーション結果であり、壁や机が看護師のユニホームと同じ白である条件下でも適切にセグメンテーションが行われている。特に図の一番右は近接撮影用カメラの結果であり、映像に直

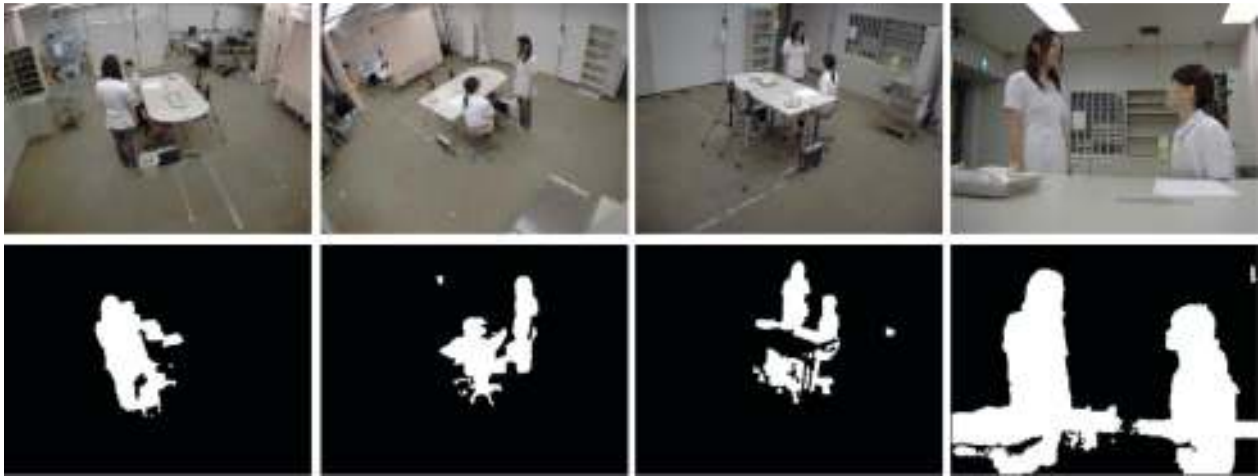


図4-3-3-2 シミュレーション実験におけるセグメンテーションの結果



図4-3-3-3 シミュレーション実験におけるヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ・ビデオのスナップショット

接照明が映りこむ条件であるにもかかわらず、背景モデルの適切な選択によって人物の切り抜きに成功している。この結果を用いて3次元モデルの再構築を行い、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ映像として出力した結果のスナップショットを図4-3-3-3に示す。セグメンテーションの精度が十分にあるため、人物のモデルが良好に再構築されており、大きな破綻なく状況を描写していることが判る。以上で示したように、システムの有効性が確認された。

4-3-4 ジャストインタイム看護アドバイス・システムの開発

看護業務中の看護師に対して情報提示を行う場合、情報提示の適切性は遂行している看護業務の種類等の様々な要因に依存する。ジャストインタイム看護アドバイス・システムの開発においては、実験によって、そのような要因を分析し、その結果に基づき、システムへの要求条件を明らかにし、それらを満たすシステムの構築を進めている。

平成18年度までに、第1段階の実験として小規模な被験者実験を行い、その結果から業務内容、看護師の特性、時間、場所が情報提示の適切性を決定する要因となることを明らかにした。また、情報提示手法への要件として、状況依存性、カスタマイズ性、安全性を抽出し、これらの要件を満足する情報提示手法として、3つのデータベース・テーブルを



図4-3-4-1 実験風景

使用する手法を考案した。

平成19年度は、上述の実験の結果が業務の種類や情報の緊急性が情報閲覧に大きく影響を与えることを示唆していたことから、この影響を明らかにするために第2段階の実験を行った。また、その結果を反映した適切なアドバイス情報を提示するための中核であるリアルタイム・データベース・システムを開発するとともに、来年度に向けた予備的実装として、看護師に対して情報提示を行う表示部を試作した。

第2段階の実験では、適切なアドバイスの提示方法に影響を与えうる要素として以下に着目した。

1. 業務負荷の評価：以前の実験結果から業務ごとに看護師の負荷が異なることが示唆されていたが、業務負荷の評価は行われていなかったため、業務負荷の特性を明らかにする。
2. 業務負荷と情報の緊急性の関係：以前の実験では被験者に数字を提示したが、実際は提示する情報によって、「看護師が情報をどれくらい早く確認すべきであるか」という情報の緊急性が異なり、それにより各業務中の情報提示への対応が異なると考えられる。そのため、業務負荷と緊急性の関係を明らかにする。
3. 業務中に許容される情報提示：様々な看護業務において、どのようなモダリティで情報提示すべきであるかを明らかにする。

実験においては、実務経験をもつ看護師38人を被験者とし、各被験者は以下の手順で看護業務を行い、各作業を行っている間に情報を提示された（図4-3-4-1）。

1. バイタルサイン測定（脈拍、血圧、体温の測定）。
2. 腕の清拭（濡れタオルで腕を拭いた後、乾いたタオルによる湿気の拭取り）。
3. 点滴薬剤の作成（薬液を注射器で吸い出し、生理食塩水に混注した後、チューブを接続して薬液を満たす）。
4. 点滴の実施（点滴に針を接続して患者役の腕に乗せたダミーの腕に針を刺し、テープで固定する）。
5. 看護記録の記入（患者の様子や行った処置の記録）。

実験中に提示した情報は、緊急性が高いものと低いものの2種類である。これらの情報は情報提示デバイスの液晶ディスプレイに表示され、情報が提示されたことがバイブレータやブザーで通知される。この際、バイブレータやブザーは緊急性に応じて、鳴動回数・音の高さが異なり、液晶ディスプレイを見ることなしに情報の緊急性を判断することができる。

この実験では、ビデオ撮影に基づく情報閲覧のタイミングと被験者へのアンケートの結果を分析し、以下の知見を得た。

- ・ 点滴実施時における針の挿入時は情報閲覧までの時間が長いこと。

- ・ 看護記録の記入中や歩行中は即座に情報を閲覧しており、情報を提示するのに適したタイミングであること。
- ・ 明らかに看護業務ごとに難易度や中断されても良い度合いが異なること。
- ・ 看護記録の記入はバイタルサイン測定と比較して難しい作業であるが、中断しても良いこと。
- ・ 清拭はバイタルサイン測定や看護記録と比較して集中する必要は少ないが、中断されたくない作業であること。
- ・ 点滴の準備中や針を扱うときは情報に対応せず、看護記録の記入中や歩行中は情報にすぐ対応すること。
- ・ 後でかけなおすことができる PHS や、他の看護師が対応できるナースコールと比べ、個人に必要と思われる情報を直接通知した場合のほうが、情報を即座に閲覧する傾向があること。
- ・ ベッドサイドでの業務であるバイタルサイン測定や清拭において、ブザーよりもバイブレータが適していること。
- ・ 患者への直接ケア中ではない点滴準備中や看護記録の記入中、歩行中は人によりバイブレータやブザーの好み異なること。
- ・ 点滴準備中を除き、中断されたくない業務中のほうが情報を閲覧するタイミングが遅くなる傾向にあること。

以上の実験結果から、情報提示システムが満たすべき以下の要件を明らかにした。

- ・ 点滴の準備や針を扱う業務のような、高い集中力を要して看護師が中断されたくないとする業務中は、情報を提示してはいけない。
- ・ バイタルサイン測定中や清拭中のような、中程度の集中力を要する業務中は、情報を提示すべきではないが、緊急性が高いものについては提示してもよい。ただし、情報を閲覧することを忘れる可能性があるため、一定時間後や、歩行中等に再度情報を通知すべきである。
- ・ 歩行中や看護記録の記入中等、看護師が中断しても良いと考える業務中は、多くの情報の提示が許される。
- ・ バイタルサイン測定や清拭等、ベッドサイドでの直接ケア中の情報提示は、ブザーを用いずにバイブレータを用いるべきである。

これらの要件を満たす、看護業務を妨げずに適切なタイミングで情報を提示するジャストインタイム看護アドバイス・システムを構築するためには、看護師の状況の取得・提示すべきアドバイスの検出・適切なアドバイス提示手法の決定・アドバイスの提示といった複数の機能を有機的に組み合わせ、実時間で動作する機構が必要となる。

そこで、実時間で複数モジュール間の情報伝達を可能にする、ジャストインタイム看護アドバイス・システムの核となるリアルタイム・データベースの構築を行った。リアルタイム・データベースは、ジャストインタイム看護アドバイス・システムを構成する様々なモジュールからのデータベース更新要求を受け付け、更新結果に対する情報を必要とするモジュールに対して更新結果の通知を行うものである。通常のデータベース・システムにはデータベース内のデータの更新等に伴って追加のデータ処理等を行うイベント駆動機構が備わっているが、それらはデータベース内に閉じており、ネットワークを介した別のモジュールに対して更新結果の通知を行う機能は備わっていない。これに対して、構築したシステムはネットワークを介した更新通知をリアルタイムで行う機能を備えている。さらに、更新結果の通知を必要とする監視対象をデータベースのカラム単位で設定することを可能にしている。この機能によって、監視対象でないテーブル・カラムに関する更新は各モジュールに通知されないため、通信帯域や計算資源の使用量を抑えることができる。これはリアルタイム性の確保に貢献している。

リアルタイム・データベース・システムの構成を図4-3-4-2に示す。例えば、看護師が行っている行動の変化をオンライン行動識別ソフトウェアが検出した場合、このソ

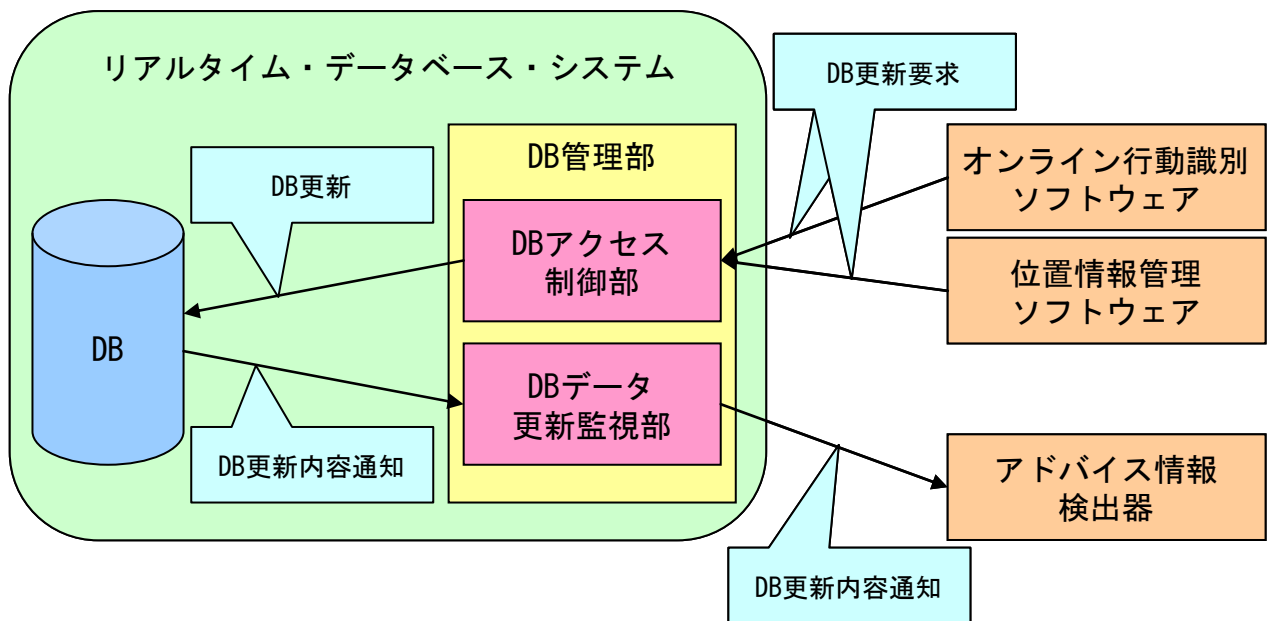


図4-3-4-2 リアルタイム・データベース・システムの構成

ソフトウェアは看護状況の変化に関するデータベース更新要求を行う。これに応じて、リアルタイム・データベース・システムは、データベースのデータ更新を行い、看護師の状況の変化に関する情報を必要としているアドバイス情報検出器等のモジュールに対して、その通知を行う。アドバイス情報検出器は、看護師の状況等を基に、提示すべきアドバイス情報が存在するか否かを検出するモジュールである。これらの処理はリアルタイムで行われるため、情報を必要とするモジュールに対して即座にその情報を伝えることで、行動識別結果の情報提示部への反映等をリアルタイムに行うことができる。

リアルタイム・データベース・システムは、先に述べた状況依存性、カスタマイズ性、安全性の要件を満足するための情報を格納することができるようになっている。

また、来年度に向けた予備的実装として、看護師に対して情報提示を行う表示部に関する試作も行っており、看護師の特性や時間に応じて情報提示のモダリティを変化させることが可能になっている。

4-3-5 まとめ

平成19年度は、看護業務記録・分析システムに関しては、同システムに関する最終目標「知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、看護業務記録・分析システムを構築するための技術を確立すること。」の達成に向けて、医療看護現場との連携を深め、記録や分析結果の表示方法等に現場からのフィードバックを反映させることを容易にするため、可視化機能のモジュール化を行った。また、医療現場におけるヒアリングを基に、業務分析の1つとして看護師間の業務遂行方法やそれらの効率の比較分析等のために、複数の看護師の業務の比較機能を追加した。

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、同システムに関する最終目標「看護現場を定常的に撮影した映像データが与えられたとき、看護教育のためのヒヤリ・ハット・ドキュメンタリを半自動的に生成する技術を確立すること。」の達成に向けて、現実的なヒヤリ・ハットを3次元自由視点映像として撮影するための要素技術の開発に注力するとともに、これまでに開発してきた要素技術を組み合わせ、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを試作し、シミュレーション実験によって試作システムの有効性を確認した。

ジャストインタイム看護アドバイス・システムに関しては、同システムに関する最終目標「知識構築技術により構築された知識に基づき、行動・状況理解結果が与えられたとき、

ヒヤリ・ハットが発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供する技術を確立すること。」の達成に向けて、適切なアドバイスを提供するための要件を抽出するための実験を行うとともに、抽出した要件を満足するように適切なアドバイスを提供するための核となるリアルタイム・データベース・システムを実装した。また、来年度に向けた予備的な実装として、看護師に対して情報提示を行う表示部に関する試作も行い、基本的な動作を確認した。

以上のように、今年度の予定通り進捗した。

平成 20 年度は、看護業務記録・分析システムに関しては、同システムに関する最終目標を達成するために、行動・状況理解技術によって得られた結果に基づく看護業務に関する記録作成とジャストインタイム看護アドバイス・システムとの連携使用のためのインタフェースを開発する。また、これまでに開発してきた部分に新たな行動・状況理解技術の研究開発成果、上記のインタフェース等を統合化する。

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、同システムに関する最終目標を達成するために、これまでに試作したシステムの統合化を行う。

ジャストインタイム看護アドバイス・システムに関しては、同システムに関する最終目標を達成するために、これまでに開発してきた、アドバイスを提供するための核となる部分に、行動・状況理解技術の研究開発成果等を順次組み込み、システムの統合化を行う。

以上により、知識提供技術の研究開発に関する最終目標を達成する。

4-4 総括

本研究開発では、業務を阻害しない小型装着型センサや環境設置型センサにより、これまで見過ごされてきた業務中の日常行動・状況を理解し、これに基づき業務に有用な知識を構築し、そのような知識を関係者にも提供するシステムを構築する技術を確立することを目標とした。具体的な題材としては、このようなシステムへのニーズが高い医療看護現場を取り上げている。研究開発成果を実用性の高いものとするために、医療看護従事者との情報交換を密に行うとともに、医療看護現場で実験を行い、現場特有の問題を把握し、それらに対応しながら、研究開発を進めた。

次に、最終目標達成に向けた進捗状況という観点から総括すると、以上で述べてきたように、3 つのサブテーマにおいて、各最終目標達成に向けて順調に進捗してきたと述べることができる。また、それらを通して、全体の最終目標「医療機関の特定の診療科あるいは病棟規模の看護師 10 人程度（それぞれ勤務時間最大 14 時間中に 300 種類程度に分類される看護業務を 30 以上 150 以下実行する）を対象とする看護業務記録・分析システムのプロトタイプを開発すること。」「上述の看護師 10 人程度を対象とするヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムを開発すること。」「上述の看護師 10 人程度を対象とするジャストインタイム看護アドバイス・システムのプロトタイプを開発すること。」の達成に向けて順調に進捗している。

本研究開発の中で要素技術として開発した、Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置に関しては、平成 18 年度に成果展開の手始めとして、小型無線加速度センサとして販売を開始した。平成 19 年度も同製品の販売を継続するとともに、他の要素技術に関しても、特許実施許諾を行う等、成果展開を拡大してきた。平成 20 年度も成果展開を拡大していきたい。

本研究開発は、総務省と独立行政法人情報通信研究機構が共同で開催した、医療分野における ICT の利活用に関する検討会の報告書の中の『「ユビキタス健康医療」実現に向けてのロードマップ』の中で、2010 年までの中期目標として掲げられている「医療現場のユビキタス化」の一翼を担うものである。

5 参考資料・参考文献

5-1 研究発表・講演等一覧

通し 番号	発表種別	雑誌名・会議名等	発表者・著者名	タイトル	発表日	査読
1	その他資料	日本ロボット学会人と機械 のライフログコンテンツ研 究専門委員会報告書	小暮 潔	看護業務の記録・分析技術	2007.4.1	無
2	外国発表予稿 等	3DTV-Conference	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Visual Camera Control System for Cinematographic 3D Video Rendering	2007.5.7 ～ 2007.5.9	有
3	外国発表予稿 等	International Workshop CASEMANS 2007	Noriaki Kuwahara, Yasuharu Takeuchi, Naoki Ohboshi, Hiromi Itoh Ozaku, Futoshi Naya, Akinori Abe, Kiyoshi Kogure	Verifying Nursing Activities Based on Nursing Workflow Model for Detecting Errors	2007.5.13	有
4	一般口頭発表	自動車技術会 2007 年春季学 術講演会	多田 昌裕、大村 廉、 納谷 太、野間 春生、 鳥山 朋二、小暮 潔	無線加速度センサを用いた運動動 作解析手法の提案	2007.5.23 ～ 2007.5.25	無
5	研究論文	医療情報学	大星 直樹、竹内 裕 晴、桑原 教彰、小作 浩美、阿部 明典、小暮 潔	看護業務フロー検証ツールの開発 と評価	2007.5.30	有

6	外国発表予稿等	International Workshop on Risk Informatics 2007	Akinori Abe, Hiromi Itoh Ozaku, Yukio Ohsawa, Kaoru Sagara, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Communication Error Determination Model for Multiply Layered Situations	2007. 6. 19	有
7	一般口頭発表	2007 年度人工知能学会全国大会	桑原 教彰、小作 浩美、納谷 太、阿部 明典、小暮 潔、大星 直樹	看護師の業務理解のためのモデルと観測結果の照合手法について	2007. 6. 18 ～ 2007. 6. 22	無
8	一般口頭発表	2007 年度人工知能学会全国大会	松岡 有希、坂本 竜基、伊藤 禎宣、武田 英明、小暮 潔	選択文字列を用いた Web ページ推薦システムでのユーザ参加型リンクアンカ付与機能の実証実験による評価	2007. 6. 18 ～ 2007. 6. 22	無
9	一般口頭発表	2007 年度人工知能学会全国大会	小作 浩美、相良 かおる、阿部 明典、納谷 太、大村 廉、桑原 教彰、小暮 潔	看護必要度の推定に向けた業務量の算出法の提案	2007. 6. 18 ～ 2007. 6. 22	無
10	一般口頭発表	2007 年度人工知能学会全国大会	大村 廉、納谷 太、野間 春生、鳥山 朋二、小暮 潔	センサデータに基づく看護業務記録・分析システムの構築に向けて	2007. 6. 18 ～ 2007. 6. 22	無
11	一般口頭発表	2007 年度人工知能学会全国大会	坂本 竜基、小暮 潔、伊藤 禎宣、武田 英明	閲覧者によるハイパーリンクの追加を実現する後付け型リンクアンカ設定システムの提案	2007. 6. 18 ～ 2007. 6. 22	無
12	一般口頭発表	電子情報通信学会 音声 (SP) 研究会	實廣 貴敏、鳥山 朋二、小暮 潔	複数の雑音合成モデルを用いた探索に基づく雑音抑圧手法	2007. 6. 28 ～ 2007. 6. 29	無

13	一般口頭発表	電子情報通信学会 データ工学 (DE) 研究会、パターン認識・メディア理解 (PRMU) 研究会	多田 昌裕、大村 廉、 納谷 太、野間 春生、 鳥山 朋二、小暮 潔	無線加速度センサを用いた運転者行動計測に基づく模範運転動作からの逸脱検出	2007. 6. 28 ～ 2007. 6. 29	無
14	一般口頭発表	第 8 回日本医療情報学会看護学術大会 (第 8 回看護情報研究会)	相良 かおる、小作 浩美、阿部 明典、桑原教彰、納谷 太、小暮 潔	看護職者の会話データ分析とコミュニケーションエラーに関する考察	2007. 6. 29 ～ 2007. 6. 30	無
15	研究論文	Soft Computing	Akinori Abe, Hiromi Itoh Ozaku, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Scenario Violation in Nursing Activities: Nursing Risk Management from the Viewpoint of Chance Discovery	2007. 6	有
16	一般口頭発表	IT 連携フォーラム OACIS 第 12 回シンポジウム	小暮 潔	医療看護現場での知識共有の支援に向けて	2007. 7. 13	無
17	一般口頭発表	人工知能学会 ことば工学 (LSE) 研究会	阿部 明典	コンピュータ文学 VS 人間文学—コンピュータの創造性—	2007. 7. 13 ～ 2007. 7. 14	無
18	一般口頭発表	ワイヤレスジャパン 2007	野間 春生	携帯電話向けアプリケーションプロセッサとウェアラブルセンサで医療ミス防止をめざす E-ナイチンゲールシステムの詳細	2007. 7. 19	無
19	一般口頭発表	電子情報通信学会 ユビキタス・センサネットワーク (USN) 研究会、情報処理学会 ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) 研究会	野間 春生、大村 廉、 納谷 太、宮前 雅一、 鳥山 朋二、小暮 潔	センサ・ネットワークにおける個人の行動計測のための小型装着型機器の開発	2007. 7. 19 ～ 2007. 7. 20	無

20	一般口頭発表	電子情報通信学会 ユビキタス・センサネットワーク(USN)研究会、情報処理学会 ユビキタスコンピューティングシステム(UBI)研究会	坂本 龍哉、大村 廉、 納谷 太、野間 春生、 鳥山 朋二、小暮 潔、 佐野 睦夫	複数人物移動軌跡を観測するセンサネットワークにおける時刻同期精度の評価	2007.7.19 ～ 2007.7.20	無
21	一般口頭発表	人工知能学会 言語・音声理解と対話処理(SLUD)研究会	小作 浩美、阿部 明典、 相良 かおる、桑原 教彰、 小暮 潔	社会的、時空間的に分散した情報伝達過程分析のための対話コーパスの構築に向けて	2007.7.23	無
22	一般口頭発表	画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2007)	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Robust Silhouette Extraction Technique Using Background Subtraction	2007.7.30 ～ 2007.8.1	有
23	外国発表予稿等	Interspeech 2007	Takatoshi Jitsuhiro, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Noise Suppression Using Search Strategy with Multi-Model Compositions	2007.8.27 ～ 2007.8.31	有
24	外国発表予稿等	SPIE Optics East	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	3D Video System for Capturing Unexpected Moments in Daily Life	2007.9.11 ～ 2007.9.12	有
25	一般口頭発表	日本音響学会 2007年秋季研究発表会	實廣 貴敏、鳥山 朋二、 小暮 潔	複数雑音合成モデルによるマルチパス探索に基づく雑音抑圧手法	2007.9.19 ～ 2007.9.21	無
26	一般口頭発表	生体医工学シンポジウム2007	山田 英治、大須賀 美恵子、 野間 春生、小暮 潔、 中島 淑貴	NAM (Non-Audible Murmur) マイクロフォンを用いた脈拍・呼吸情報の取得方法	2007.9.21 ～ 2007.9.22	無

27	外国発表予稿等	Third Annual IEEE Conference on Automation Science and Engineering	Mingang Cheng, Hiromi Itoh Ozaku, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure, Jun Ota	Simulated Annealing Algorithm for Daily Nursing Care Scheduling Problem	2007. 9. 22 ～ 2007. 9. 25	有
28	外国発表予稿等	Fifteenth International Conference on Multimedia	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Reliability-Based 3D Reconstruction in Real Environment	2007. 9. 24 ～ 2007. 9. 29	有
29	一般口頭発表	情報処理学会 モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL) 研究会	宮前 雅一、納谷 太、鳥山 朋二、金井 Pak 雅子、小暮 潔	看護師向け情報提示システム構築に向けた予備的考察	2007. 9. 27 ～ 2007. 9. 28	無
30	研究論文	International Journal of Information Technology and Decision Making	Ryuuki Sakamoto, Yasuyuki Sumi, Kiyoshi Kogure	Hyperlinked Comic Strips for Sharing Personal Contexts	2007. 9	有
31	研究論文	Optical Engineering	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Robust Foreground Extraction Technique Using Background Subtraction with Multiple Thresholds	2007. 9	有
32	研究論文	IEICE Transactions on Information and Systems	Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Megumu Tsuchikawa, Kaoru Tanaka, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Applicability of Camera Works to Free Viewpoint Videos with Annotation and Planning	2007. 10. 1	有
33	一般口頭発表	第 5 回生活支援工学系学会 連合大会	大村 廉、納谷 太、野間 春生、桑原 教彰、鳥山 朋二、小暮 潔	センサネットワークによる看護業務支援システムの構築に向けて	2007. 10. 1 ～ 2007. 10. 3	無

34	外国発表予稿等	ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology 2007	Robert W. Lindeman, Haruo Noma	A Classification Scheme for Multi-Sensory Augmented Reality	2007.11.5 ～ 2007.11.7	有
35	外国発表予稿等	The Sixth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality	Robert W. Lindeman, Haruo Noma, Paulo Gonçalves de Barros	Hear-Through and Mic-Through Augmented Reality: Using Bone Conduction to Display Spatialized Audio	2007.11.13 ～ 2007.11.16	有
36	外国発表予稿等	Eighth Asian Conference on Computer Vision	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Robust Foreground Extraction Technique Using Gaussian Family Model and Multiple Thresholds	2007.11.18 ～ 2007.11.22	有
37	外国発表予稿等	Seventeenth International Conference on Artificial Reality and Telexistance	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Neal Orman, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Compensated Visual Hull for Defective Segmentation and Occlusion	2007.11.28 ～ 2007.11.30	有
38	一般口頭発表	情報処理学会 ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) 研究会	高橋悟史、黄耀華、宮前雅一、寺田努、野間春生、鳥山朋二、小暮潔、西尾章治郎	複数人物の移動軌跡観測を目的とした ZigBee センサノードの開発	2007.11.29 ～ 2007.11.30	無
39	一般口頭発表	第15回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ	一色彩、坂本竜基、北原格、キムハンソン、鳥山朋二、小暮潔	簡便な対話的操作による背景モデルの生成	2007.12.5 ～ 2007.12.7	有
40	一般口頭発表	第15回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	3D Reconstruction from Multiple Videos in Real Environments	2007.12.5 ～ 2007.12.7	有

41	外国発表予稿等	2007 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU 2007)	Takatoshi Jitsuhiro, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Robust Speech Recognition Using Noise Suppression Based on Multiple Composite Models and Multi-Pass Search	2007. 12. 10 ～ 2007. 12. 13	有
42	研究論文	情報処理学会論文誌	松岡 有希、坂本 竜基、伊藤 禎宣、大向一輝、武田 英明、小暮 潔	マーキングを用いたソーシャルタギングの有効性に関する検証	2007. 12. 15	有
43	外国発表予稿等	2007 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics	Mingang Cheng, Hiromi Itoh Ozaku, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure, Jun Ota	Nursing Care Scheduling Problem: Analysis of Staffing Levels	2007. 12. 15 ～ 2007. 12. 18	有
44	一般口頭発表	電子情報通信学会 言語理解とコミュニケーション (NLC) 研究会、音声 (SP) 研究会、情報処理学会 音声言語情報処理 (SLP) 研究会	實廣 貴敏、鳥山 朋二、小暮 潔	パーティクルフィルタを統合した複数雑音モデル合成による雑音抑圧手法	2007. 12. 20 ～ 2007. 12. 21	無
45	一般口頭発表	計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	田岡 康裕、納谷 太、野間 春生、小暮 潔、李 周浩	Bluetooth の受信信号強度を用いた移動体の近接距離推定法	2007. 12. 20 ～ 2007. 12. 22	無
46	研究論文	International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems	Akinori Abe, Hiromi Itoh Ozaku, Kaoru Sagara, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Nursing Risk Management by Focusing on Critical Words or Phrases in Nurses' Conversation	2007. 12	有
47	外国発表予稿等	Second International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare 2008	Masakazu Miyamae, Futoshi Naya, Tomoji Toriyama, Masako Kanai-Pak, Kiyoshi Kogure	Design Guidelines of a Context-Aware Notification System for Nursing	2008. 1. 30 ～ 2008. 2. 1	有

48	研究論文	IET Electronics Letters	Hansung Kim, Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Background Subtraction Using Generalized Gaussian Family Model	2008.1.31	有
49	その他資料	NII Technical Report	Yuki Matsuoka, Ryuuki Sakamoto, Sadanori Ito, Hideaki Takeda, Kiyoshi Kogure	Aikuchi: Marking-based Social Navigation System	2008.2.15	無
50	一般口頭発表	第2回ユビキタス健康医療シンポジウム	小暮 潔	ユビキタスネット技術に基づく医療看護業務に関する知識共有の支援に向けて	2008.2.21	無
51	研究論文	人工知能学会論文誌	多田 昌裕、納谷 太、岡田 昌也、野間 春生、鳥山 朋二、小暮 潔	無線加速度センサを用いた模範運転動作からの逸脱検出	2008.2.21	有
52	一般口頭発表	電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解(PRMU)研究会	多田 昌裕、鳥山 朋二、岡田 昌也、坂本龍哉、納谷 太、野間春生、蓮花 一巳、小暮 潔	無線ジャイロセンサを用いた無信号交差点における運転者挙動計測の試み	2008.2.21 ～ 2008.2.22	無
53	研究論文	日本創造学会論文誌	坂本 竜基、伊藤 禎宣、中田 豊久、鳥山朋二、小暮 潔	ログデータの二次的利用に向けたWeb 文章へのマーキングシステムとフォークソノミーへの応用	2008.2.29	有
54	研究論文	IEICE Transactions on Information and Systems	Takatoshi Jitsuhiro, Tomoji Toriyama, Kiyoshi Kogure	Noise Suppression Based on Multi-Model Compositions Using Multi-Pass Search with Multi-Label N-gram Models	2008.3.1	有

55	外国発表予稿等	IEEE Virtual Reality 2008	Robert W. Lindeman, Haruo Noma, Paulo Gonçalves de Barros	An Empirical Study of Hear-Through Augmented Reality: Using Bone Conduction to Deliver Spatialized Audio	2008. 3. 8 ～ 2008. 3. 12	有
56	一般口頭発表	日本音響学会 2008 年春季研究発表会	實廣 貴敏、鳥山 朋二、小暮 潔	非定常雑音を考慮した複数モデル雑音抑圧手法	2008. 3. 17 ～ 2008. 3. 19	無
57	一般口頭発表	電子情報通信学会 2008 年総合大会	奥北 和希、岡田 昌也、多田 昌裕、鳥山 朋二、小暮 潔	資源情報の共有を目的としたモバイルインタフェースの提案	2008. 3. 18 ～ 2008. 3. 21	無
58	一般口頭発表	情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス (GN) 研究会	岡田 昌也、多田 昌裕、奥北 和希、鳥山 朋二、小暮 潔	医療現場における作業状況の推定・共有による相互連携支援手法の提案	2008. 3. 21	無

