

平成17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18年4月

情報通信研究機構

# 平成17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	11
2-1	研究開発課題の概要	11
2-2	研究開発目標	16
2-2-1	最終目標	16
2-2-2	中間目標	18
2-3	研究開発の年度別計画	21
3	研究開発体制	22
3-1	研究開発実施体制	22
4	研究開発実施状況	23
4-1	行動・状況理解技術の研究開発	23
4-1-1	序論	23
4-1-2	センサ・ネットワークの基本アーキテクチャの設計	24
4-1-3	センサ・ネットワークの要素技術の開発	25
4-1-4	行動識別手法の開発	29
4-1-5	装着型機器本体の二次試作	30
4-1-6	まとめ	32
4-2	知識構築技術の研究開発	32
4-2-1	序論	32
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	33
4-2-3	医療看護オントロジ・システムの開発	38
4-2-4	インタラクション・コーパスの構築	38
4-2-5	まとめ	40
4-3	知識提供技術の研究開発	41
4-3-1	序論	41
4-3-2	看護業務記録・分析システムの開発	42
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	47
4-4	総括	47
5	参考資料・参考文献	51
5-1	研究発表・講演等一覧	51



## 1 研究開発課題の背景

ユビキタス・ネットワーク技術は情報技術の中で現在、研究開発が最も活発な分野の1つである。この技術は誰もがあらゆる場所からあらゆるときに通信速度等の制約なしに利用することができ、あらゆる情報を流通させることができる情報通信ネットワークに関する技術である。ユビキタス・ネットワーク技術は「すべての機器が端末化する遍在的なネットワークへの進化」という表現で政府の「e-Japan 重点計画 2002」の重点政策5分野の具体的施策の1つとして取り上げられているものである。このユビキタス・ネットワーク実現のために様々な研究開発が展開されている。その1つとして、我々が活動する部屋、建物、あるいは、都市といった環境のいたるところに設置されるセンサ（環境設置型センサ）や人間の身体に装着されるセンサ（装着型センサ）をユビキタス・ネットワークで組み合わせたユビキタス・センサ・ネットワーク技術の研究開発がある。センサ・デバイス等の研究開発により、実世界の様々な領域に関するデータを大量に収集する基盤は整いつつある。次の段階の研究開発に進むべき時期に来ている。

上述のユビキタス・センサ・ネットワーク技術により獲得される大量の観測データはどのようにしたら有効活用することができるのであろうか。大量の観測データをそのまま渡されても、我々は困惑するのみである。例えば、ユビキタス・センサ・ネットワークを使用して、我々の日々の生活を観測することを考える。我々の日々の生活は様々な成功や失敗の経験の積み重ねである。そういった成功や失敗の背後に潜む一般的な傾向や因果関係を知ることができれば、我々の日々の行動の改善に結びつく。このように考えると、次に研究開発を行うべき技術として、ユビキタス・センサ・ネットワークから獲得される大量の観測データから我々の日常行動・状況を理解し、一般的な傾向や因果関係等に関する知識を構築し、それを必要とする人に提供する知識処理技術が浮かび上がってくる。そこで、研究開発課題「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」を提案する。

このような技術を今必要としている応用領域に医療がある。医療において重要な問題として医療事故がある。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、損失が総医療費の数%に上ると推定されている（井上佳代子：医療事故予防対策システム（総合リスク分析システム）の開発，医療と社会，Vol. 12, No. 3, pp. 1-22, 2002.）。我が国に関しても、少なくとも3~4万人が毎年医療過誤で死亡していると推計されるという指摘がある（2004年4月4日NHKスペシャル「シリーズ医師を問う」）。このような医療事故は本来、生きて様々な場で活躍するはずの人間を死亡させるという大問題を引き起こす。医療事故の削減は極めて重要な課題である。上述の経済的損失を考えると、医療事故の削減は経済的観点からのみでも重要課題である。また、このような医療事故は国民の医療への不信感を増大させている。これは医療訴訟数の増大傾向として端的に表れている。この不信感を払拭することが国家的急務であることは論をまたない。

医療機関においては、一般に、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ている。しかし、これが十分ではないことが医療関係者により指摘されている。インシデント・レポートに関する問題点としては、レポートを提出するかどうかは報告者の判断によること、レポートの項目が明確に定義されておらず、適切に理解されていないこと、効果的な分析を行うための十分に詳しい情報が記載されないこと、すべてのエラーの出来事に対して記入されているとは限らないことが挙げられ、これらの問題点により結果として過少報告となり現実を把握することができない恐れがあることが指摘されている（[http://www.nurse.or.jp/tools/support/risk/risk\\_4.html](http://www.nurse.or.jp/tools/support/risk/risk_4.html)）。また、別の指摘では、問題点として、現状では、インシデント・レポートを収集して統計を取っているだけで、具体的な背後要因分析と立案対策にまで至っていない場合が多いこと、医療提供者

にはインシデント・レポートを分析し、有効的な対策を打ち出す時間も（分析に関する）経験も非常に限られていること、現状のインシデント・レポートの記載内容だけでは状況把握が困難な場合や背後に潜んでいる根本的な要因までつかむことが難しい場合があることが挙げられている（吉村貞紀, 小西唯夫, 伊関洋: 医療事故の未然防止手法, 医工学治療, Vol. 15, No. 2, 2003.）。したがって、医療事故やヒヤリ・ハット等に至る業務の流れを分析し、根本的な要因を洗い出すための効率的なシステムを開発することが急務である。

医療事故等の実態に関しては、厚生労働省が「医療安全対策ネットワーク整備事業」を立ち上げ、ヒヤリ・ハット事例に関する報告を集積している。この調査はヒヤリ・ハットを体験した当事者の職種としては看護師が圧倒的に多いことを示している。これは患者に接している時間が最も長いのが看護師であることから当然の結果とも言えよう。また、問題のある状況を一番知っているのが看護師であるという指摘もある（2004年4月11日NHKスペシャル「シリーズ医師に問う」.）。したがって、そのような看護師を対象としてヒヤリ・ハット等の発生過程を分析し、その根本原因を明らかにすることにより、ヒヤリ・ハット等を削減することが優先的な課題となる。

この課題を達成するためには、第1に、看護師の日常の行動を、看護師本人が意識せずに行っていることも含めて、周囲の状況とともに多面的に捉え、それらの結果に基づき日常の看護業務を理解する技術が必要である。次に、そのような理解に基づき日常的な業務の流れやヒヤリ・ハット等に至る過程を分析し、潜在的な傾向や因果関係等を顕在化させることにより、従来は発見することができなかった看護業務中の行動経験に関する知識を構築する技術が求められる。さらに、そのような知識を管理者に提供し、業務の効率化に資する技術、看護業務中の看護師に適切な時期（ジャストインタイム）に適切な様式で提供し、ヒヤリ・ハット等の未然・再発防止に資する技術、教育・研修用に印象に残る様式で提供する技術等が求められる。

そこで、本研究開発の題材として医療看護現場を取り上げる。すなわち、看護師の日常の行動を周囲の状況とともに多面的に把握するためにユビキタス・センサ・ネットワーク技術を適用する。この際、観測する対象の性質や観測目的にかなう観測の粒度、現場の物理的制約等に応じて、ユビキタス・センサ・ネットワークを設計する必要がある。また、関係者に受け入れられるようにしなければならない。ここで考慮しなければならない要素には装着型センサの装着感のように物理的なものから、プライバシーに関係する問題のように社会的なものまで含まれる。例えば、医師や看護師はその業務の性質から、装着型センサを装着することができる部位に制限がある。また、長時間使用しても疲労をもたらさないように、十分に軽量なものが求められる。医師や看護師のような医療従事者と患者では、プライバシーの観点から観測に関する許容度が異なることがあり、医師や看護師に関する映像記録は許容されても、患者に関しては特定の条件下のみでしか許容されないことがある。そこで、本研究開発課題では、実環境での多様な制約下でのユビキタス・センサ・ネットワーク技術を取り上げる。

知識処理としては、何が必要となるであろうか。例えば、ある看護師が担当外の患者に関する突発的な業務に時間を費やし、あらかじめ時間が指定されている複数の業務をまとめて行ったために薬剤の取り違いを生じそうになったというヒヤリ・ハット事例を考える。このようなヒヤリ・ハット事例に至る経過はユビキタス・センサ・ネットワーク等による高密度な観測により初めて正確かつ安定的に記録することができるものである。このような事例と類似の事例が散見されることを発見し、因果関係等に関する知識を獲得し構築するためには、看護業務一般に関する知識や特定の日の看護に関する計画等のような事前知識と、看護師の行動や状況を理解した結果に基づく総合的な判断を下す必要がある。また、看護師の日常行動・状況を理解した結果として構築される経験的知識（行動経験知識）に基づき、関係者に適切な時期（ジャストインタイム）に適切な知識を適切な方法で提供す

るためには、事前知識、行動経験知識、および、関係者の行動・状況を理解した結果に基づく総合的な判断を下す必要がある。

以上の要求に基づき、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看護師の日常行動・状況を理解し、これに基づき医療事故削減等の業務に有用な知識を構築し、そのような知識を他の看護師にも提供するシステムの研究開発を行う。

上述のシステムの研究開発の際、どのような点に留意するべきであろうか。政府の「e-Japan 戦略 II」は「個の視点」に立脚し、利用者の便益を具体的に想定することを重要視している。そこで、利用者である看護師の視点に立脚し、看護師の使用感やプライバシーへの配慮を重視した研究開発を提案する。また、これを実現するために、検討の初期の段階から利用者である看護師等の医療関係者との情報交換により設計を行う利用者参加型設計のアプローチによる研究開発を提案する。

### 【研究開発分野の現状】

本研究開発と関連する分野の現状に関して、サブテーマごとに説明する。

#### ア 行動・状況理解技術の研究開発

行動・状況理解技術の研究開発に関して、関連する日常行動の観測・理解に関する研究開発動向、および、これを支える装着型センサと環境設置型センサに関する研究開発動向に関して述べる。

#### [日常行動の観測・理解]

日常行動の観測・理解技術全般に関する研究開発の中で特筆すべきものを挙げると、個人が一生の間に見たものすべてを記録し、その超大容量の記録から所望の映像を取り出すための技術開発を進めているプロジェクトとして、東京大学のライフメディアがある。このプロジェクトでは、記録映像から個人の興味を反映したインデキシングを行うために、装着型センサにより映像情報、音声情報、動作情報、生理情報等を同時記録し、特徴量として使用する手法を開拓している。また、取得映像をネットワークで共有する方法についても検討している。しかし、複数の装着者の行動、すなわち、本研究開発が目指している「面」の理解を対象としているわけではない。同様のプロジェクトとして、米国 Microsoft 社の MyLifeBits プロジェクトは個人の活動における文書・写真等の資料の全記録・保存の実現を目指している。しかし、記録に付加する注釈は人間が手作業で行うことになっており、注釈の質と量が個人のインセンティブ等に依存する。このプロジェクトも複数のユーザの行動、すなわち、「面」の理解を対象としているわけではない。複数のユーザの行動を取り扱うプロジェクトとしては、米国 MIT Media Lab. の Human Design プロジェクトがある。このプロジェクトでは、装着型センサにより得られた情報に基づき社会ネットワーク情報を抽出する研究を開始している。機械学習の手法を積極的に利用する点等において本研究開発と類似しているが、人間関係の抽出に焦点を当てている点で異なる。

対象を看護業務の記録に絞ると、国立国際医療センターの Leaf がある。国立国際医療センターでは、POAS (Point of Act System) を適用した病棟医療システムの開発を行っている。看護師等の医療従事者が PDA を常時携帯し、例えば、患者への注射を実施する直前にこの 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ができること等により医療行為の 5W1H を正確に記録することができる。これにより、医療事故の事後解析においても業務フローを捉えた分析を可能にしている。与薬ミス防止等の観点からは、PDA での情報提示が非常に有効であることは確かである。しかし、医療看護業務全般の理解という観点からは、いくつかの問題を指摘することができる。第 1 に、看護業務においては、手袋を着用して血液を取り扱っている場合のように手を PDA 入力に使用することが

できない状況が頻繁に発生するが、そのような業務中、あるいは、その前後の PDA 入力が業務の流れを乱す可能性がある。第 2 に、実際の看護現場では予定外の看護業務の発生は珍しいことではなく、特に緊急性が高い事象が発生した場合には、それらへの対応がすべて業務遂行中に PDA 入力で記録されることを期待することができない。したがって、医療事故、ヒヤリ・ハット等の事後分析の際に重要な部分の記録が脱落する可能性がある。いずれにしても、看護業務の記録の精密性が看護業務の種類や運営体制に大きく依存することになる。このような問題点を考慮するとき、本研究開発が目指している、ユビキタス・センサ・ネットワークによる広範囲かつ詳細な観測・記録に対する期待は大きい。

#### [装着型センサ]

装着型センサに関する研究開発は、特に、ウェアラブル・コンピュータの名の下に近年最も活発な研究分野である。この分野の最新技術は、IEEE ISWC (International Symposium on Wearable Computing)、UbiComp、Pervasive 等の国際会議で発表されている。

注目すべき研究グループとして、スイス連邦工科大学 (Swiss Federal Institute of Technology、ETH) の Gerhard Trester 教授らの研究グループがある。この研究グループは QBIC コンピュータというベルトに組み込んだウェアラブル・コンピュータを開発している。これは PDA 程度の処理能力とインタフェースを備えた PC に近い構成である。本研究開発で目指している装着型機器とは多少方向性が異なるが、装着感に関しては通常のベルト程度のコンパクトな構成であり、あまり行動を阻害しないようになっているところは評価すべき点である。

装着型センサを使用した行動識別技術に関しては、MIT の House\_n プロジェクトが加速度センサを使用した日常行動識別に関する研究開発を行っている。手足や腰に装着した 5 つの 2 軸加速度センサからのデータに基づき、立つ、座る、歩く、走る、TV を見るなどの屋内での日常行動を識別する手法を提案している。前述の ETH の研究グループでは、手足に装着した 3 軸加速度センサと腕、首に装着したマイクロフォンを使用し、旋盤やドリルなどの組立て作業中の行動識別に関する研究を行っている。また、Intel とワシントン大学では、RFID タグを使用し、屋内の様々な物体との接触情報を追跡し、日常行動を識別する手法を提案している。これらはいずれも個人の行動を識別することを目指した研究開発である。本研究開発が目指している、「点」・「線」・「面」の理解、すなわち、複数人が関与する業務の流れの理解のように複雑な行動・状況理解のためには、複数人が関与する状況を「面」として総合的に理解するための技術に関する研究開発が不可欠である。

本研究開発では、これらの研究グループと適宜意見交換等を行いながら、効率的に研究開発を進める予定である。

#### [環境設置型センサ]

環境設置型センサ、および、これを使用した日常活動の計測技術に関する注目すべき研究開発としては、MIT の Department of Architecture が Media Lab. と共同で進めているプロジェクト House-n がある。このプロジェクトでは、NORDIC 社の無線機付き CPU を搭載した多数の環境センサ・ユニット (MITes) を配置し、センサ・データから日常生活での行動内容を推定する手法を提案している。この手法の特徴は、センサが扉の開閉や照明のオン/オフ操作等を検出しかしないが、このように単純なセンサを多数組み合わせることで、より精度の高い行動の推定が可能になるということである。別の注目すべき研究開発として、Karlsruhe 大学の Tec0 が進めているものがある。この研究開発では、Smart-IT と呼ばれる環境設置型センサを開発し、人間の行動を推定するシステムを提案している。Smart-IT は MICRO Chip 社の無線付き CPU を採用した環境設置型センサであり、無線と制御を管理するメインボードとセンサを装備したセンサ・ボードの組合せで使用する。この

ため、汎用性が高く、多様な利用目的に対応することができる。いずれも超低消費電力の CPU と無線を使用し、さらに対象とするイベント（扉の開閉等）が発生したときにかぎり、信号を送信することで長い動作時間を実現している。これらの環境設置型センサは本研究開発の対象領域で使用することも考えられる。しかし、本研究開発が求める精度が得られるかは未知数である。

対象を映像系の環境設置型センサに絞ると、特筆すべき研究開発として、1990 年代後半に米国 DARPA 主導の下、米国内の研究組織によって動画像理解技術を使用した監視システムに関する研究プロジェクト VSAM (Video Surveillance and Monitoring) がある。特に CMU では、照明条件の変化に頑健な移動物体検出・追跡・識別手法、人物の行動を解析し、異常行動を検出する手法、様々な種類の映像センサで獲得した情報のキャリブレーション手法、少数のオペレータによって効率的に広範囲の監視が可能になるユーザ・インタフェース等、多視点カメラを使用した屋外監視システムを実際に構築することを目的とした多数の基礎技術の研究開発が行われた。この VSAM プロジェクトにより映像監視システムに関する研究領域が活性化されている。本研究開発においても、これらの研究開発の成果を積極的に取り入れ、研究開発の効率化を図る予定である。この際、本研究開発が対象とする医療機関では、対象とする空間の性質やプライバシーの配慮等から、映像系のセンサを十分に設置することができないことが多い。したがって、映像系のセンサの適切な配置方法や他の種類のセンサとの連携等の問題に取り組む。

## イ 知識構築技術の研究開発

知識構築技術の研究開発において取り組む、一般的傾向と希少現象に関する知識構築、オントロジ、インタラクション・コーパスの一種としての対話コーパスのそれぞれに関する研究開発動向について述べる。

### [一般的傾向と希少現象に関する知識構築]

一般的傾向に関する知識構築に関する研究は、主に機械学習の枠組みの中で様々な研究機関で行われている。しかし、現在では、基礎的研究の段階はほぼ終了し、学習の効率化や実世界での応用に研究の重心が移行している。その典型的な例がデータ・マイニングである。つまり、一般的傾向に関する知識を構築する研究は、データ・マイニングという形式で、大量のデータを取り扱う研究に移行するとともに、例えば、POS データからの購買行動の傾向の分析や気象データからの天気予測等の応用の段階に進んでいる。しかし、結果の質に関しては、これまで研究されておらず、最近、アクティブ・マイニングの分野で考慮され始めた（特定領域研究 (B) 「情報洪水時代におけるアクティブマイニングの実現」）。アクティブ・マイニングでは、積極的に情報を取得する方法のみではなく、データの構造に適した柔軟なマイニング、利用者に理解しやすい形式で情報を提示し、結果に対する利用者のインタラクションを許容することにより、結果の質を重視したマイニングを行う方法も研究されており、後者の比重が高い。この分野では、例外事象等に注目する研究も行われているが、一般的傾向に関する知識の構築が主流である。アクティブ・マイニングは日本が世界を先導している分野である。海外では、ACM SIGKDD (ACM Special Interest Group on Knowledge Discovery and Data Mining, <http://www.acm.org/sigs/sigkdd/>) 等で、データ・マイニングに関する議論が行われている。中心的な話題は時間的データの解析、構造を持つデータの解析等である。特に、データの獲得の容易性や客観性等からウェブのマイニングに関する話題が多い。

しかし、いずれにおいても、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は緒に就いたばかりである。

対象として看護を取り上げた注目すべき研究としては、インシデント・レポートの分析



がある。人手による一般的傾向の分析が主であるが、データ・マイニングの手法を採用する方法も最近では提案されている（松岡 喜美子，横山 茂樹：医療データマイニングによるインシデントデータ解析（No. 2），医療と検査機器・試薬，Vol. 25, No. 4, pp. 275-285, 2002）。しかし、頻出するデータ中心の解析、選択肢アンケート結果の解析といった内容であり、簡単な結果しか得られていない。

総じて、医療現場への情報技術の導入の一環として看護業務の記録のコンピュータによる支援技術に関する研究開発は進められているが、機械学習・推論技術に基づく分析技術に関する研究開発は緒についたばかりである。特に、本研究開発が目指しているユビキタス・センサ・ネットワークによる詳細な観測データに基づく業務の流れに関する分析はいまだ未開拓の領域である。この未開拓領域のための高度な機械学習・推論技術の研究開発が待たれるところである。

本研究開発では、一般的傾向とともに希少現象も取り扱う。希少現象を取り扱う分野として「チャンス発見（Chance Discovery）」がある。ここで、「チャンス」とは将来的に重要なことにつながる可能性のある潜在的な事象であり、その中には事故も含まれる。本研究開発では、このチャンス発見の手法を看護分野に適用し、看護リスク・マネジメントに関する研究開発を進めている。また、本研究開発のメンバーの中には、チャンス発見の分野を先導する立場の研究者がおり、実際、KES' 2004（Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems、<http://www.kesinternational.org/kes2004/>）のチャンス発見に関する招待セッション（<http://ultimaVI.arc.net.my/ave/KES2004/>）のオーガナイザや論文集の編集者を務めている。

#### [オントロジ]

オントロジとは、対象とする世界に存在するものごとの体系的な分類とその関係の明示的・形式的な記述で、機械処理可能なものを指す。オントロジを表現する方法に関する標準化に関する近年の注目すべき動向としては、W3C（World Wide Web Consortium、<http://www.w3.org>）が中心となって進めているセマンティック・ウェブの研究開発がある。セマンティック・ウェブは7層から構成される階層構造を有し、その第3層にメタデータ層、第4層にオントロジ層、第5層に論理層がある。ここ数年、第3層と第4層の標準化が活発に進められている。W3Cは2004年2月にRDF（Resource Description Framework）とOWL（Web Ontology Language）を最終承認し、W3C勧告として公開した。RDFはウェブ上での資源（ウェブ上で識別可能なもの）に関するメタデータの仕様で、メタデータの記述方法やコンピュータ間で交換する方法を規定している。これに対して、OWLはウェブ上での資源に関するオントロジの仕様で、米国で研究開発されたDAMLとヨーロッパで研究開発されたOILを統合したDAML+OILの後継であり、記述論理（DL、Description Logic）に基づき、RDFで表現される。OWLは個々の分野のオントロジだけではなく、複数の分野にわたるオントロジを構築することができる。現在、OWLに基づき、多くのオントロジが構築されている。セマンティック・ウェブの研究開発は、基礎的研究から応用的研究に移行しつつあり、ウェブ・サービスへの応用等の研究開発が活発に進められている。ウェブ・サービスでは、OWLに基づくOWL-S等が使用されている。本研究開発においては、成果の普及を促進するために、上述のような標準化動向に注目し、標準化仕様に従ったオントロジの構築を進める。

具体的なオントロジに関する研究開発としては、一般常識を表現するオントロジとして、CYCプロジェクトが有名である。目を看護分野に向けると、日本における看護用語に関しては、電子カルテの導入・普及に伴い、標準化や看護用語辞典の作成が着手されたばかりである。これらは標準化された用語、すなわち、書き言葉が対象である。一方、本研究開発では、医療機関での口頭でのコミュニケーションも取り扱うために、実際の医療機関で

使用される用語、すなわち、個別の医療機関特有の用語や話し言葉の省略表現も対象としなければならない。したがって、それらも体系化の中に含めなければならない。そこで、本研究開発では、標準的な看護用語を言語処理用に作成された概念分類や後述する対話コーパスから収集した話し言葉の看護用語と比較・対応付けすることにより、実際の業務に出現する表現を含むオントロジの構築を目指す。

#### [対話コーパス]

対話を対象としたインタラクション・コーパス、すなわち、対話コーパスに関する主要な研究（1994年以降）としては以下があり、それぞれ対話コーパスを構築している。

- ・ 京都大学：「秘書システム」の構築研究
- ・ 筑波大学：「テレフォンショッピング」による対話研究
- ・ 千葉大学：「地図課題」の対話研究
- ・ 静岡大学：「観光システム」の対話研究

しかし、上記の対話コーパスは、統制された実験室環境下での対話が対象であり、実世界での対話、特に、業務中の対話は取り扱っていない。

一方、本研究開発が対象とする対話は、看護業務中の対話であり、以下の特徴を持つ。

- (a) 複数名の立場の違う人々が対話に参加する。
- (b) 対話が様々な場所、状況で行われる。
- (c) 時間的に先行した対話との依存関係がある。特に、類似した話題の対話が繰り返し行われる。

これらの特徴により、新たに、対話単位の認定方法、発話単位の認定方法、混在する複数人の音声の分離方法、膨大な背景情報の利用方法、プライバシー情報の同定方法等を開発する必要があり、これらの問題に本研究開発は取り組んでいる。

#### ウ 知識提供技術の研究開発

知識提供技術の研究開発に関しては、このサブテーマで開発する3つのシステム、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・システムのそれぞれの中核となる技術の研究開発動向に関して述べる。すなわち、看護業務記録・分析技術、自由視点映像生成技術と映像自動生成技術、「さりげない」知識提供技術と文脈依存知識提供技術である。

#### [看護業務記録・分析]

看護業務の記録や分析としては、看護師が一日の業務時間の中に何を行ったのかを日常的に記録する看護記録や、看護師の負荷の分析や業務の配分のための業務量分析がある。前者は看護師が一日の業務の終了前に一日を振り返りながら記録する場合が多い。後者は典型的には、分析対象の看護師の背後に分析者の看護師が付き、分析対象の看護師が行ったこと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。いずれも労働集約的であり、看護師等の医療看護従事者の負担が大きい。そのために、詳細な記録や分析が困難な状況にある。

対象を看護現場に限定せず、一般の場合を考えると、RFID、PHS、無線LAN等を使用して人間を追跡するシステムは実用化されているが、それ以上の詳細な行動・状況を分析し、可視化する研究開発は緒に就いたばかりである。本研究開発が目指している、ユビキタス・センサ・ネットワークを使用した行動・状況理解の結果として得られる「点」・「線」・「面」に関する詳細なデータを基にした記録・分析作業のためのインタラクティブな支援環境に対する期待は大きい。

#### [自由視点映像生成・映像自動生成]

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの開発において中核となる技術は映画的カメラワークに基づく自由視点映像生成技術である。従来の自由視点映像生成手法においては、可能なかぎり実形状に近い3次元モデルを復元し、これを媒介して自由視点からの見え方を生成する方式から、3次元モデルの復元は行わず多視点画像間の対応的情報のみから中間の見え方を生成する、いわゆるモーフィング方式に至るまで広範囲の処理方式が提案されている。例えば、ドイツのマックス・プランク情報学研究所(Max-Planck Institute für Informatik)の研究開発等がある

(<http://www.mpi-sb.mpg.de/~magnor/publications/vcip03.pdf>)。しかし、自由視点からの映像を生成することはできるが、映像を生成するための視点、あるいは、カメラワークに関する研究開発は行われていない。効果的な映像を生成するためには、自由視点映像生成に対して「映画の文法」に従った映画的カメラワークを適用する技術が望まれる。

自由視点映像生成に関連する領域として、映像の自動生成がある。この分野では、TVML(<http://www.nhk.or.jp/str1/tvml/index.html>)等の、コンピュータ・グラフィックスの3次元モデルに対するカメラショットに関する研究開発や3次元モデルへの映画の文法の適用を試みた研究開発がある。しかし、これらはコンピュータ・グラフィックスの3次元モデルに対するものであり、実世界の多視点映像に対するものではない。コンピュータ・グラフィックスの3次元モデルの場合には、正確な見え方の復元が可能である。しかし、実世界の多視点映像の場合、カメラ配置に関する制約から正確な3次元モデルの復元は不可能である。したがって、カメラ配置に関する制約も考慮した、映画の文法の適用技術が必要になる。

本研究開発では、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を研究開発する。

#### [「さりげない」知識提供・文脈依存知識提供]

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中核となる技術は、ユーザの本来の業務を阻害しない「さりげない」知識提供技術と、ユーザの状況等の文脈を考慮した文脈依存知識提供である。前者に関する特筆すべき研究開発として、米国 Xerox PARC の Calm Technology がある。これは人間の意識が「周辺」と「中心」の間を自在に移動することができるようにする技術を目指した概念であり、例えば、天井から吊り下げられた紐の動きを通じて LAN のトラフィック情報を提示する。この研究開発は概念の提案にとどまっており、具体的な方法論、システムのレベルまで到達していない。「さりげない」知識提供に関する研究開発としては、他にも、米国 MIT Media Lab. の Tangible Media や 東京大学の情報街具がある。前者は、bits の世界（オンライン・デジタル情報空間）から atoms の世界（物理世界）への回帰と融合を目指すものであり、感触 (tactility) と気配 (peripheral sense) を機軸とした新しいインタフェース・デザインを展開している。「気配」を使用したものとして、天井に装着された風車の回転速度でウェブ・サイトへのアクセスを表現したものがある。「さりげない」情報提示の1つの方向性を示しているが、本研究開発に要求されるほどの複雑性を持つ知識提供には適用されていない。後者は、環境に調和し、場所に付加価値を与える実世界の「いま・ここ」の情報環境を目指している。部屋の鏡を拡張して情報を提示する i-mirror、人が行き交う公共の空間の壁を拡張して個人的な情報空間として活用する i-wall、床に人が歩いた軌跡を残す i-trace 等のシステムが提案されている。医療看護現場での知識提供技術の研究開発への多くの示唆を含んでいるが、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。

一方、文脈依存知識提供に関しては、特筆すべき研究開発として、米国 MIT Media Lab. の JITIR や米国 Microsoft Research のベイジアン・モデルを使用する、ユーザの注意のモデル化手法等がある。前者では、装着型センサやユーザの作業状態に基づき、提供する情報・知識のリストを提示・示唆することにより積極的な知識提供を行うことを目指したシステム Jimminy 等を開発している。しかし、情報・知識のリストの提示方法が画面上の文書であることから、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関しては問題がある。後者は、応用例として、複数の入力源（例えば、電子メール、インスタント・メッセージ等）から到着したメッセージを適切な方式でユーザに提示する技術を構築している。例えば、重要なメッセージが到着したときには、ユーザに割り込みをかける。この研究の成果の一部は Microsoft Office Assistant として製品に反映されているというように実用性が高い。しかし、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。これら以外にも、文脈依存の知識提供、実世界に関する情報を利用した知識提供、ユーザ・モデルの利用等に関する数多くの研究が存在するが、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立する。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立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」の間の関係を確率モデル等により学習する。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や、他のモダリティのセンサから得られる情報を統合することにより、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、業務の対象となる患者、開始・終了時間、肉体的状態、感情的状態、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関しても検討する。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」のための手法（キー・グラフ等）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、肉体的状態や生理・心理的状态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技させ、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解釈して映像を自動的に編集する必要がある。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、時間的余裕や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、現在の状況と類似の状況からヒヤリ・ハットに至った過去の事例が存在するが、ヒヤリ・ハットに至るまで時間的に余裕がある場合には、業務の流れを妨げない「さりげない」注意喚起で十分であろう。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の関連，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 cm<sup>3</sup>、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一部、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、それらを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							

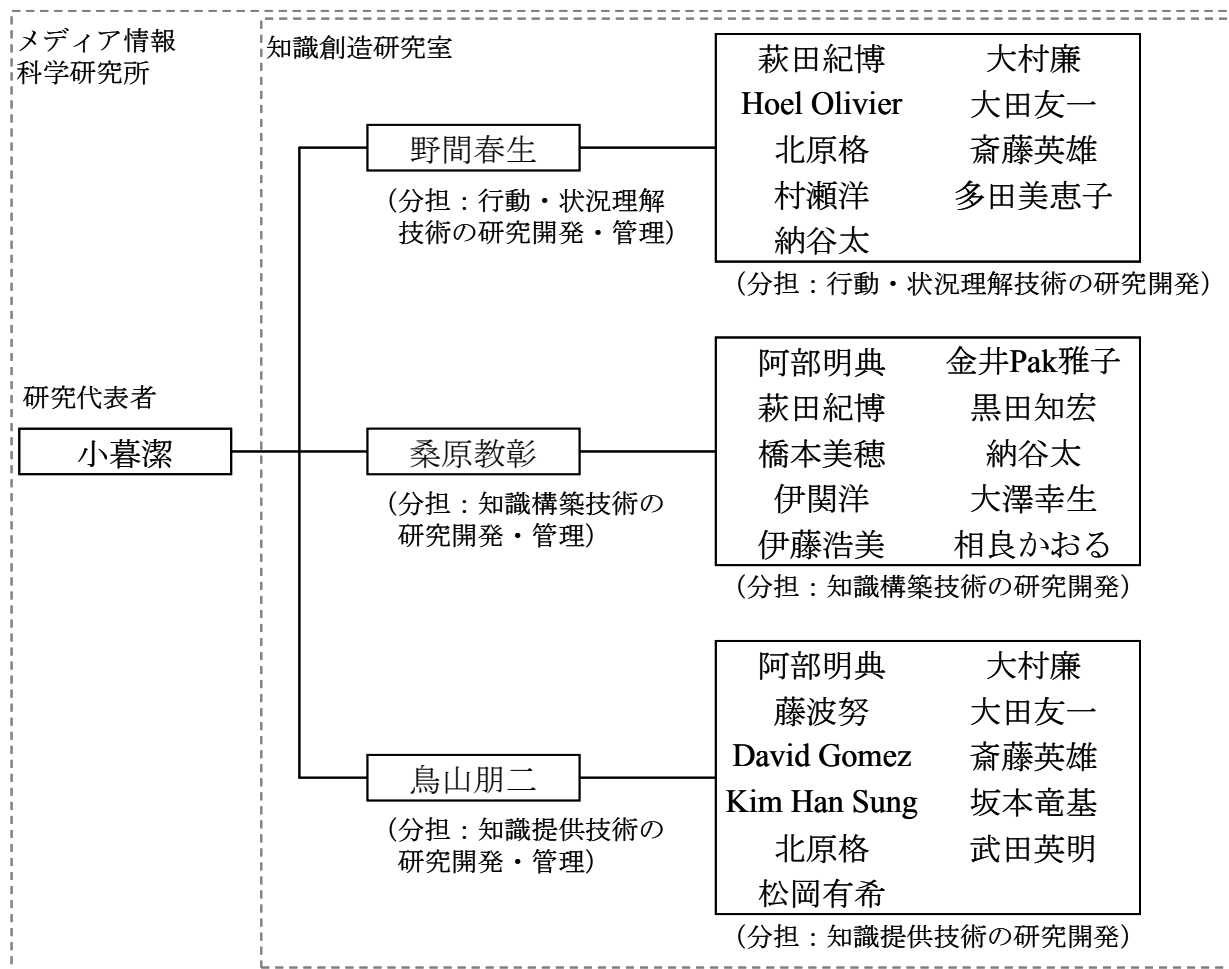
注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。

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



#### [共同研究先]

- 東京女子医科大学大学院医学研究科
- 東京女子医科大学大学院看護学研究科
- 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科
- 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
- 関西電力病院
- 大阪大学大学院情報科学研究科
- 金沢工業大学大学院工学研究科
- 大阪工業大学情報科学部（平成17年4月1日より）

## 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。

本サブテーマの中間目標の1つは「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。」である。この達成を目指すとともに、最終目標の1つであるジャストインタイム看護アドバンス・システムでの使用を想定し、平成17年度は、センサ・ネットワークの基本アーキテクチャを設計し、このセンサ・ネットワークに必要な要素技術であるデータベース、センサ・データの可視化機能、個々のセンサ類等を設計し、プロトタイプを実装した。センサ・ネットワークは医療機関での運用における実用性が特に重要であるため、現場での実験を行い、現場特有の問題点に対応しながら、開発を進めた。具体的には、病院の一病棟全体に赤外線通過センサとそれらを制御するセンサ・ネットワークを敷設し、通常の業務を行っている複数の看護師の位置データの収集実験を行った。また、看護行動の識別手法を開発し、ナース・ステーションと病室を模擬する環境での実験データに適用し、その有効性を確認した。これらによって、上記中間目標を達成する目処をつけることができた。

本サブテーマの他方の中間目標「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。」に関しては、平成16年度に行った装着型センサ基本装置試作の結果と実装方法等に関する評価の結果に基づき、より高性能な装着型センサ二次試作を行い、その性能を確認した。これによって、上記中間目標を達成する目処をつけることができた。

#### 4-1-2 センサ・ネットワークの基本アーキテクチャの設計

本研究開発では、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、さらには、並行して起こる複数の看護師の業務の流れや周囲状況の推移に関する複数の「線」をいわば「面」として理解することを目指す。このため、看護師個人の行動・状況に関する局所的な情報と同時に、複数の看護師の間のインタラクションに関する大局的な情報を取得する必要がある。また、より精度の高い行動・状況理解を達成し、適切な知識提供を行うためには、看護業務マニュアルや業務フロー等の蓄積された事前知識を最大限に活用する必要がある。

これらの要求条件から、センサ・ネットワークの基本アーキテクチャを設計した。この基本アーキテクチャは装着型センサ、環境設置型センサ、各種データベースから構成される(図4-1-2-1)。行動・状況に関する局所的な情報は主に装着型センサによって取得し、大局的な情報は主に環境設置型センサによって取得する。これらのセンサから得られる情報はネットワークを介してサーバに集められ、行動・状況理解に使用される。

看護師の行動・状況理解に関して、本研究開発では、「いつ(時刻)」、「どこで(場所)」、「誰が(動作主体)」、「何を(対象)」、「どうした(動作)」に着目した。最初に、「場所」に関しては、看護師の行動・状況を理解する際に、病室、与薬準備室等の領域を識別することが重要である。そのために、領域単位で各個人の入退出情報を取得する環境設置型通過センサを使用することとし、後述する通過センサを開発した。この環境設置型通過センサを対象空間(病棟等)の領域境界に敷設することによって、個人の位置に関する局所的な情報と同時に、病棟の人員配置等の大局的な情報を取得することが可能である。

「動作主体」に関しては、上記通過センサのために個人を特定する装着型発信機に加えて、個人が装着するセンサの情報を統合する小型装着型機器本体を使用する。この装置と装着者の対応情報を管理することによって個人を特定する。この装置に関しては、後述するように二次試作を行っている。

「対象」に関しては、IDタグを使用する。具体的には、RFIDタグと装着型RFIDタグ・



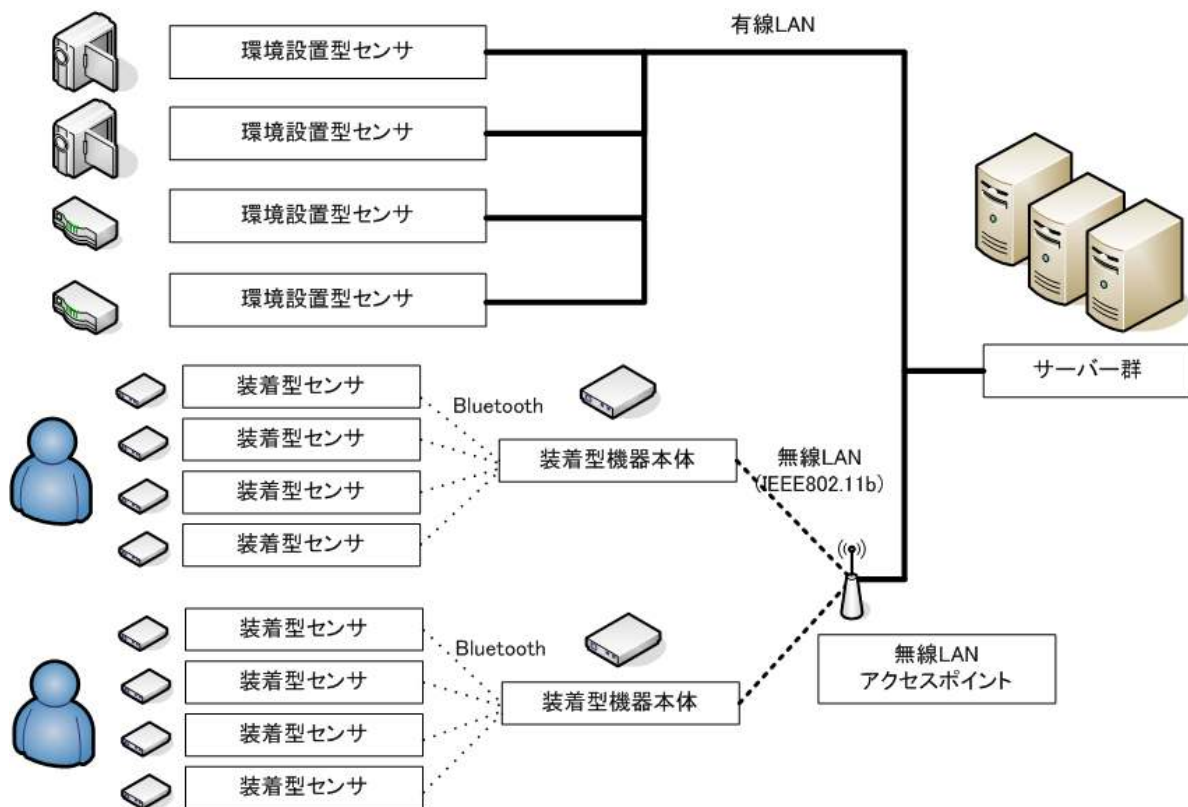


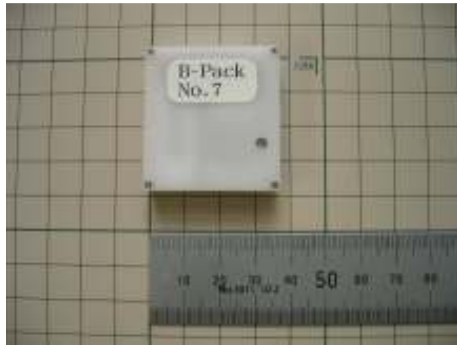
図 4-1-2-1 センサ・ネットワークの基本アーキテクチャ

リーダに加えて、独自に開発した Bluetooth-ID を使用する。後者は看護師の周囲にあるモノの検出に加えて、看護師間の相互近接関係を検出することが可能であり、看護師間のインタラクションの分析に寄与する。

「動作」に関しては、装着型センサによって看護師個人の動作に関する局所的な情報を取得するとともに、カメラ、マイクロフォン等の環境設置型センサによって状況に関する大局的な情報を取得することとした。

最後に、「時刻」に関しては、各センサ機器に個別に時刻を管理させることとした。これはネットワークを介してデータの送受信を行う際にデータの転送時間が変動するからである。また、各センサからの情報を統合する際に行動・状況理解に必要なとされる精度で時間の一貫性を維持するために、各センサ機器がネットワークを介して時刻サーバと時刻同期を取ることとした。

具体的なセンサ・ネットワークの物理媒体を選択する際、データ通信の帯域幅と媒体自身が持つ物理特性を考慮する必要がある。装着型センサの場合には無線媒体の利用が望まれるが、本研究開発で対象としている医療看護現場の場合、医療機器に障害を与えるものであってはならない。そこで、環境設置センサ、特にカメラなどの広帯域を必要とするセンサ機器に関しては、主に有線 LAN の 1000Base-TX 等を使用することとした。一方、装着型センサに関しては、サーバと小型装着型機器本体の間は無線 LAN の IEEE802.11b 等で接続し、小型装着型機器本体と各センサの間は Bluetooth で接続することとした。IEEE802.11b は 2.4GHz 帯を用い、帯域幅も 11Mbps と比較的高速である。音声や加速度データ等の装着型センサから得られる情報をまとめ、送信するには十分な帯域幅を持っている。また、IEEE802.11b は総務省「電波の医用機器等への影響に関する調査研究報告書」([http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/020702\\_3\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/020702_3_1.html))において医療機器に対する影響が小さいことが確認されており、医療現場での使用が十分に見込まれるものである。Bluetooth に関しては、帯域幅が最高約 700kbps (非対称時)、400kbps (対称時) と若干細めではあるが、3 軸加速度の情報を両手、両足、胸、腰等の部位において 100Hz で取得した



(a) 装置



(b) パッケージ・デザイン

図 4-1-3-1 Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置

としても 28.8kbps であり、付加情報を加えたとしても、十分な帯域幅である。また、IEEE802.11b と同じ 2.4GHz 帯を使用し、出力も IEEE802.11b と比べて非常に小さいことから、医療現場において安全性の高い無線媒体であると言えることができる。なお、これら無線媒体については、実際に協力病院において病院側の指導の下で使用する機材を持ち込み、医療機器に対して影響が出ないことを確認している。

#### 4-1-3 センサ・ネットワークの要素技術の開発

センサ・ネットワークの要素技術として以下を開発した。

##### a. Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置の開発

平成 16 年度に継続して、Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置の開発を進め、同装置の二次試作を行い、分散センシングに必要な時刻同期性能を改善するとともに、さらなる小型化と長寿命化を図った。

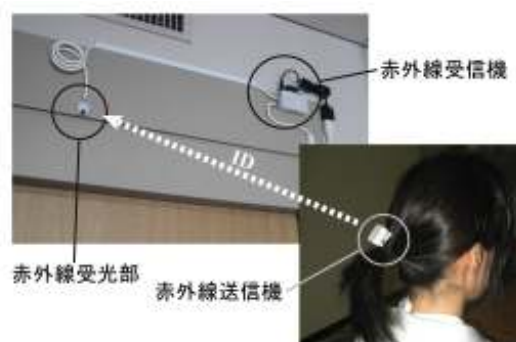
昨年度の試作機では、時刻同期に関しては、動作開始時に基準となるホストから現在時刻を与えられるのみであり、同期の精度はほぼ保証されていなかったに等しい。実際、昨年度試作物による実験の結果、動作開始時の時刻同期が精度高く行われていたとしても、各装置個々が持つ時間進行の差異のため、長時間の継続使用によって不可避な時刻のずれが発生することが判明していた。本装置は医療現場において、勤務時間中（日勤で 8 時間）の看護師の全行動を取得するために使用することを目的としている。このため、長時間の使用にも耐えうるよう、動作中にネットワーク (Bluetooth) を介して時刻同期を行うプロトコルの実装を行った。具体的にはインターネットで標準となっている時刻同期プロトコル「NTP (ネットワーク・タイム・プロトコル)」をベースに改良を行い、数ミリ秒程度の精度で時刻同期が可能なプロトコルを実装した。これは加速度データのサンプリング間隔と比較して、十分な精度である。

また、本年度の試作では、Bluetooth の省電力機能を積極的に利用することによって、電池容量を削減し、さらなる小型化を実現した。この小型化によりデザイン面での自由度が増し、現場の看護師から指摘された「パッケージにエッジがあるため、患者の身体を傷付ける恐れがある」という問題に対処可能となった (図 4-1-3-1)。また、動作時間も昨年度試作が 8 時間であったのに対して、12 時間となった。これによって、余裕を持って日勤の看護師の行動を計測することが可能となった。

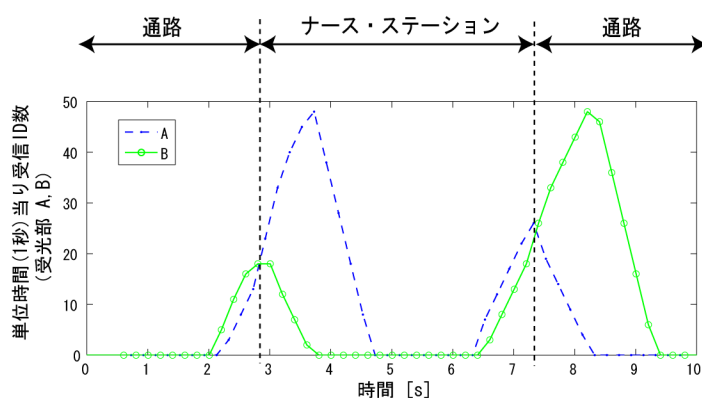
##### b. 人の位置・行動分析のための赤外線通過センサの開発

平成 16 年度は、看護師間の近接情報を獲得する Bluetooth 通信装置を用いた位置検出手法を開発した。本年度は、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各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・システムを開発した。本システムは看護師の頭部に装着する赤外線送信機と、部屋の出入り口や通路

の分岐点の天井等に設置される赤外線受信機から構成される(図4-1-3-2(a))。赤外線送信機は各看護師に固有のID(8bit)を50Hzで送信する。ボタン電池1個(CR2032)で平均約24時間駆動し、看護師の一日の位置情報を十分収集可能である。また、赤外線受信機は1台あたり2個の赤外線受光部A、Bを備えており、各受光部を部屋の出入り口の部屋側・通路側や、通路の天井に分岐点付近の境界を分割するように設置する。赤外線受信機は各受光部で検出したIDとともにミリ秒単位のタイムスタンプを付与し、IEEE802.11b無線LANにてサーバにデータを送信する。サーバにおいて各受信機における各受光部での受信IDの単位時間(1秒)あたりの受信頻度を解析することにより、各看護師のある時刻における位置情報および通過方向



(a) 装置



(b) 受信 ID 数

図 4-1-3-2 赤外線通過センサ

を取得できる(図4-1-3-2(b))。実験環境として1フロアに10個の赤外線受信機を設置し、9部屋および2通路を含む11領域において単一被験者の通過実験を行った結果、領域間遷移正答率91.4%、遷移時刻精度90.1%を得た。

また、各受光部における受信頻度時系列が通過時の速度や姿勢によって異なることを活用し、受信頻度時系列特徴量を用いた通過時の行動識別手法を開発した。本手法では、受信頻度時系列における、受信時間区間、受信頻度積算、受信頻度時間重心、受信頻度時間重心の差などの種々の特徴量を抽出し、通過行動に関する教師あり学習法を適応する。11人の被験者による「部屋に歩いて入る」、「部屋に駆け込む」、「部屋を覗き込む」、「入り口付近を横切る」、「車椅子を押しながら入る」の5種類の通過行動を対象とした識別実験を行い、C4.5決定木学習を適用することにより平均73%の識別率を得た。

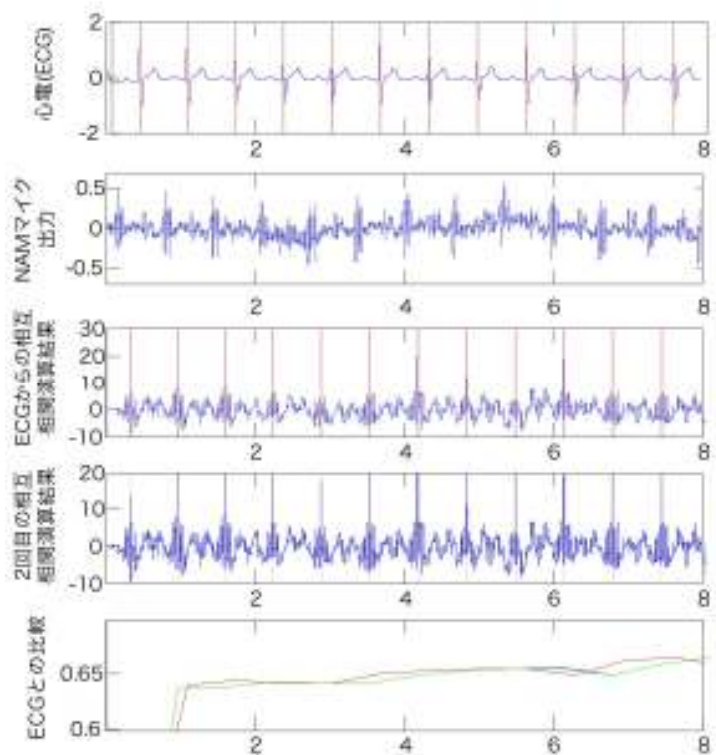
さらに、本赤外線通過システムを病院の病棟全体に敷設し、32台の赤外線受信機による26に分割された領域において、看護師に赤外線送信機を装着してもらい、通常の業務中における複数看護師の位置データ収集実験を開始した。予備実験の結果、複数人の位置データが良好に収集することができることを確認した。今後、本システムによって収集される位置情報と他の各種センサ情報とを統合することにより、看護師の業務フローに付随する位置・行動時系列分析、複数看護師間のインタラクション分析、特定領域において発話される対話のコーパス等の研究開発を推進する。

### c. NAM マイクロフォンを使用したバイタル・データ計測手法の開発

業務を行っている人間のバイタル・データ計測手段として、奈良先端科学技術大学院大学で開発されたNAM(Non Audible Murmur: 非可聴つぶやき)マイクロフォンを使用した手法を開発している(図4-1-3-3(a))。平成16年度にはこのマイクロフォンによって心拍音や呼吸音も計測可能であることを確認した。一方、ヒヤリ・ハット検出やストレス・緊張の評価に心電のパルス間隔に相当するRR間隔と呼吸の計測が有用である。しかし、これらの計測には従来は電極を用いる心電計測装置が必要であり、日常的に用いるには心理



(a) NAM マイクロフォン



(b) NAM マイクロフォンの出力

図 4-1-3-3 NAM マイクロフォンを使用したバイタル・データ計測手法

的・身体的に負担が大きかった。そこで、平成 17 年度には、従来の装置に比べて容易に得られる NAM 音のみから、心電図の RR 間隔と同等の精度で一過性の変化や呼吸性変動を捉えられる代替指標を抽出する手法を開発した。

心電図 R 波のピークをトリガとして NAM 音を加算平均すると、心音の I・II 音に対応する成分が得られ、NAM 音の 50-100Hz 帯域の平均パワーに R 波に対応したピークが見られる。このピークは II 音を捉えており、R 波と 1 対 1 対応するが、R 波からの潜時のばらつきが大きく、平均心拍の取得は可能であるが、RR 間隔の代替にはならない。そこで、開発した手法では、このピークをトリガとして NAM 音を加算平均した波形をテンプレートとして使用し、NAM 音との相互相関波形を求める。さらに、この相互相関波形のピークをトリガとして再び加算平均してテンプレートを求め、同じことを繰り返す。結果の例を図 4-1-3-3 (b) に示す。この結果が示すように、心電図による RR 間隔に対して、誤差 0.02 秒の範囲で RR 代替指標が得られることを確認した。

#### d. 環境設置型カメラを使用した人物探索システムの開発

実環境で個人の行動を観測するためには、多数の環境設置型カメラが必要になるが、多数のカメラを使用すると、撮影映像中から注目人物を検出する作業が困難になる。例えば、休むことなく数百台の映像をモニタリングする作業は、現実的ではない。前年度開発した、単眼カメラを使用して被写体の位置情報を取得する手法を発展させ、環境設置型カメラによって撮影された映像から、注目人物を半自動的に検出するシステムを開発した。システムは、全撮影映像において、映像監視者によって与えられた「服の色」、「背丈」、「移動形態（歩く・走る）」等の基本的な特徴量を抽出し、監視者に提示すべき映像数本を自動的に決定して提示する（図 4-1-3-4）。10 人の被写体を対象とした実験では、83%の精度で正確な映像の選択・提示が実現された。

#### e. 時間・空間を隔てて撮影された複数画像を使用した個人識別手法の開発

前年度に引き続き、時間・空間を隔てて撮影された複数画像を使用した個人識別手法に

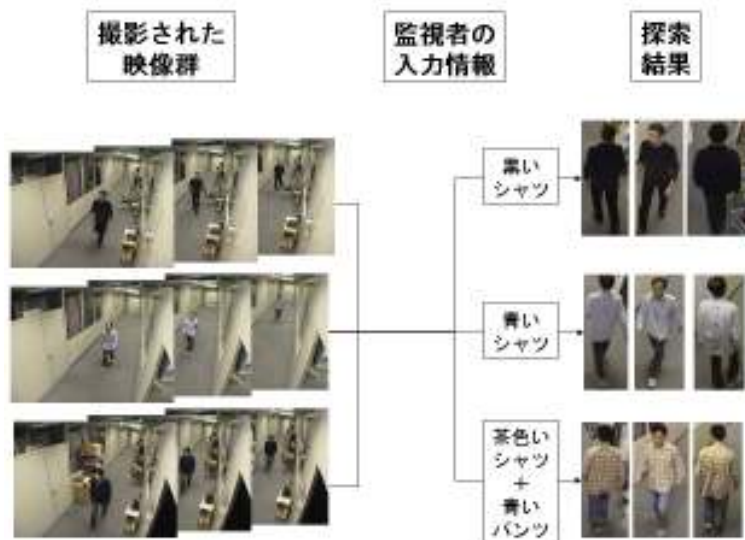
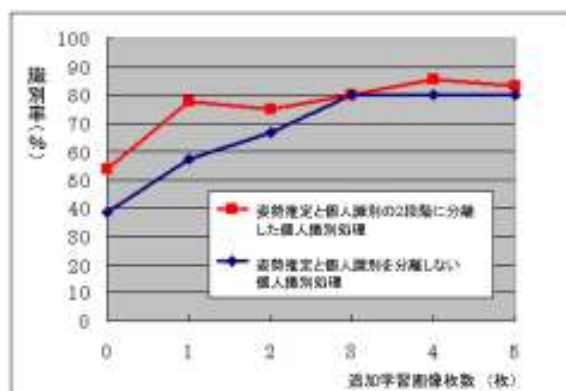
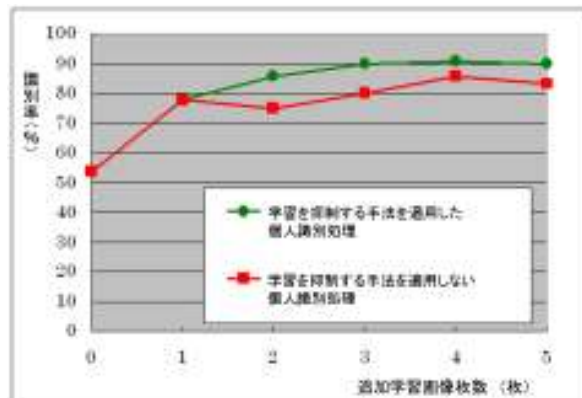


図 4-1-3-4 環境設置型カメラを使用した人物探索システム



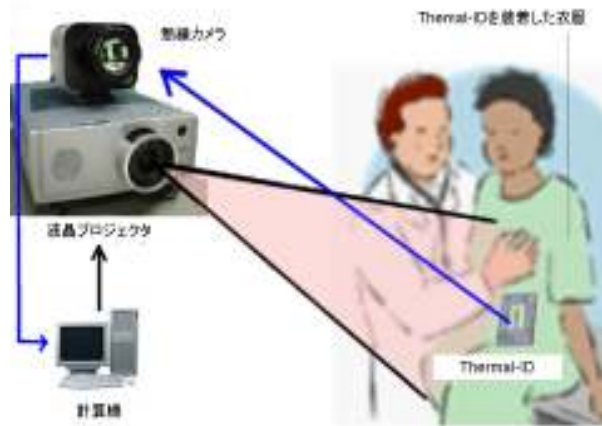
(a) 追加学習における姿勢推定と個人識別の分離の効果



(b) 追加学習における学習抑制手法の効果

図 4-1-3-5 時間・空間を隔てて撮影された複数画像を使用した個人識別手法

関する研究開発を継続した。実空間では、従来の研究で想定している、密な画像群の獲得や、被写体の姿勢制御が現実的であるとは言い難い。一方で、あちらこちらに監視カメラが設置されている環境中を被写体が動き回ると、様々な時間と場所で被写体の見え方情報が獲得されることになる。これは、時間・空間的には不連続ではあるが、密な見え方情報を仮想的に獲得できていることを意味する。前年度開発した、時間・空間的に離散な多視点画像を用いて被写体の見え方情報を動的に学習する手法を発展させ、被写体の姿勢変動を考慮しながら個人識別を行う手法を開発した。これまで、姿勢変動と個人性による見え



(a) 構成



(b) 使用例

図 4-1-3-6 Thermal-ID を応用したコミュニケーション支援システム

方の変化が混在した固有空間を用いて行っていた識別処理を、姿勢推定と個人識別の 2 段階に分離することにより、図 4-1-3-5(a)に示すように個人識別率を向上させた。また、既に十分な見え方情報が獲得されている角度からの見え方については、学習を抑制する手法を開発した。この手法により、図 4-1-3-5(b)に示すように、個人識別率を向上させた。

#### f. 体温を利用した個人識別手法 Thermal-ID の開発

上記の取組みと並行して、不可視情報による個人識別手法 Thermal-ID に関する研究開発も継続して行った。熱を透過しやすい素材と熱を透過しにくい素材を組み合わせる衣服を作成し、透過する熱の領域が固有の形状を持つようにし、赤外線カメラで撮影した画像から固有形状を読み取り、衣服の着用者を識別する。本年度は、図 4-1-3-6(a)に示す Thermal-ID の特徴を利用した、病院における患者と医師とのコミュニケーション支援を目的とするインタフェースを開発した。患者の識別情報だけでなく位置姿勢の推定も行うように Thermal-ID を改良し、その位置関係を用いて患部の情報等を患者の体表にプロジェクタで投影することにより、患者と医師の円滑な意思疎通機能が実現された(図 4-1-3-6(b))。

#### 4-1-4 行動識別手法の開発

加速度に基づく看護行動識別手法を開発した。本手法では、3 軸加速度センサを看護師の両上腕、胸ポケット、腰の 4 箇所に装着する。これらの装着部位は看護師への事前のインタビューに基づき、業務への支障の少ない部位として選択した。各加速度データ時系列を一定時間区間(ここでは 5.12 秒、50Hz で 256 サンプルに相当)のウィンドウに区切り、特徴量として、ウィンドウ内における各軸加速度の(1) 平均値、(2) 標準偏差、(3) 周波数領域エネルギー、(4) 周波数領域エントロピ、(5) 相互相関係数を抽出する。これらの特徴量に基づき、看護行動の教師あり学習法を使用する。

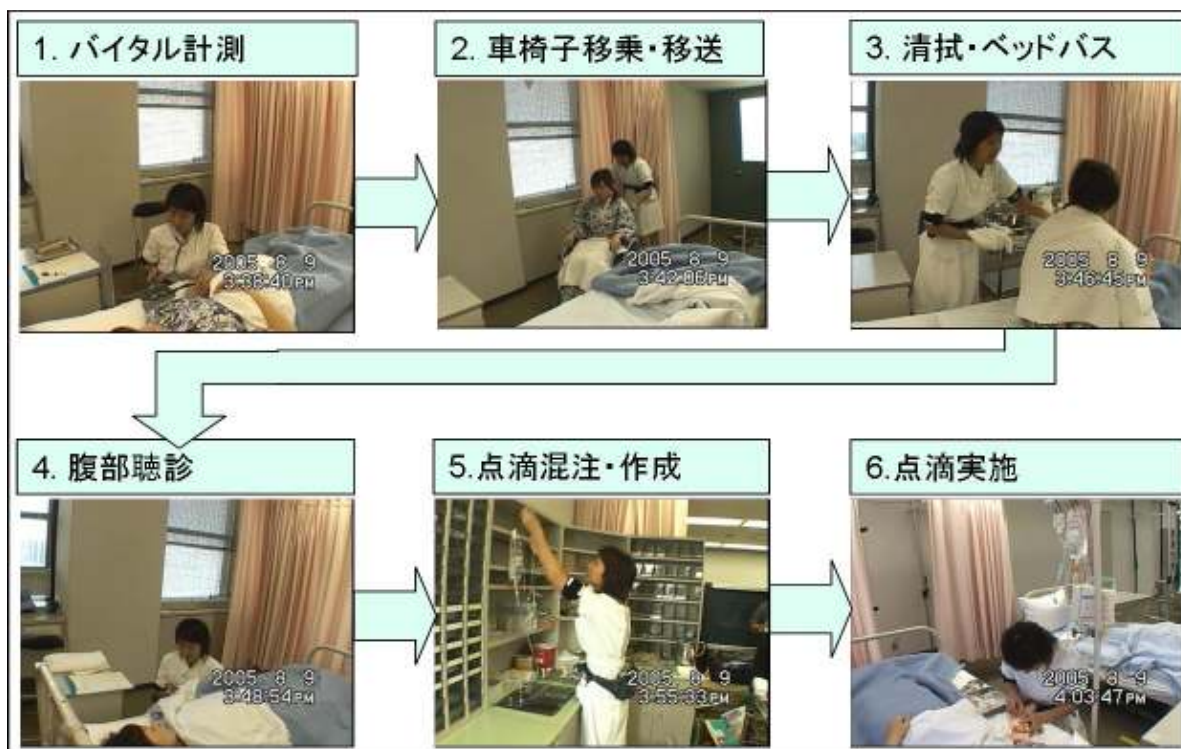


図 4-1-4-1 行動識別実験で使用した看護業務フロー

上述の行動識別手法に関して、模擬環境で評価実験を行った。模擬環境はナース・ステーション、病室、通路に相当する領域を有する。被験者は看護師経験のある 3 名の女性である。各被験者には、基本看護手技である (1) バイタル計測 (検温・血圧・脈測定)、(2) 車椅子移乗・移送、(3) 清拭・ベッドバス、(4) 腹部聴診、(5) 点滴作成・混注、(6) 点滴実施、の 6 つから構成される看護業務フローを 2 回試行させた (図 4-1-4-1)。行動識別対象とするクラスは、上記 6 種の基本看護手技における準備と片付け作業および、移動 (歩行、車椅子運搬・移送) などを加えた 13 種の看護行動とした。各行動の時間区間を実験者がビデオ映像から抽出し、これを正解ラベルとした。

上記手法によって抽出した特徴ベクトルと最近傍識別器を使用し、各被験者の 2 試行分のデータによる交差検定を行ない、13 クラス平均で 81.6% の識別率を得た。特に点滴混注・作成業務、点滴実施業務等、ヒヤリ・ハットが生じやすい業務に関して 85% 以上の識別率を得た。他方、バイタル計測と腹部聴診や、各種業務後のナース・ステーションでの片付け作業等は、姿勢や運動が類似していることから 40-50% 程度の識別結果であった。

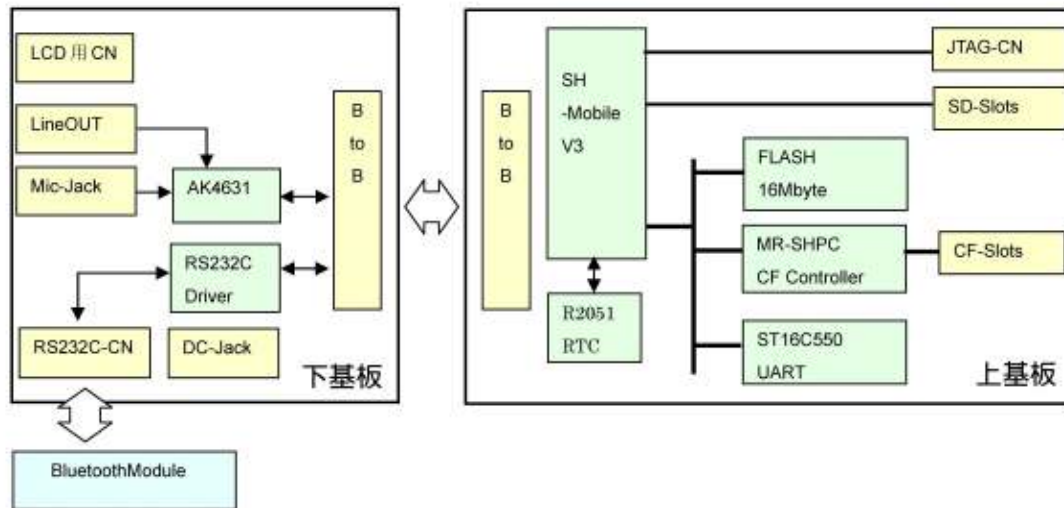
上記手法では加速度センサのみを使用した。今後は他の種類のセンサの併用、看護行動間の時間順序や業務フロー等に関する構造的制約の導入によって、中間目標「小型装着型機器や環境設置型機器を使用して、看護師が行う看護業務を正答率 85% 以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」を達成する。

#### 4-1-5 装着型機器本体の二次試作

装着型機器本体は、装着型センサのデータを比較的微弱な無線あるいは有線の媒体で収集し、それらを記録、あるいは、環境に設置されたサーバに無線媒体で送信すること等を目的とする。平成 16 年度に実施した装着型機器本体の一次試作の性能評価の結果、センサの入出力端子仕様、運用時間に関して当初の設定性能を満たすことが確認された。しかし、平成 17 年度から本格的使用を開始した Bluetooth 機器を十分に動作させるには、CPU の処理速度とメモリの容量の面で性能が不足していることが判明した。そこで、平成 17 年度は、その基本仕様をそのままに、Bluetooth に対応するための CPU の変更等を行った二次試作の設計、実装、評価を行った (図 4-1-5-1(a))。CPU にはルネサス社製 SH73182 (SH-Mobile3)



(a) 試作ボード



(b) ブロック図

図 4-1-5-1 装着型機器本体二次試作

を採用した。この CPU の選定にあたっては、装着者の作業を阻害しないように小型で、8 時間以上の動作を実現するために消費電力を押さえること、十分な周辺機能とメモリを本体に有することを条件とした。

試作ボードでは、図 4-1-5-1 (b) のブロック図に示すように音声入力 1ch、データを記録する SD カードスロット 1 基、802.11b 無線ユニットを装着する CF カードスロット 1 基、Bluetooth ドライバ接続用シリアルポート 1ch、RTC をそれぞれ実装した。センサは原則として装着性を重視した、前述の Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置で対応し、計測データを Bluetooth で送受信する設計思想を取った。

試験の結果、この試作ボードでは、CPU 単体では 616mW、IEEE802.11b 無線を使用した状態で 1423mW の電力を消費することが判明した。小型ビデオ・カメラ等に用いられる一般的なリチウム・イオン電池の容量が 15KWh 程度であることを考慮すると、小型の装置で 10 時間程度の運用を期待することができる。また、装着型機器において最も重要な発熱についても、最も温度上昇が懸念される CPU 付近で 40 度までの温度上昇に至っていない。SD カードへの連続書き込み試験では 150KB/s の速度が実現され、想定している高音質の音声データの記録に追従可能である。また、無線 LAN (IEEE802.11b) でも 7Mbps の通信速度が確認されており、センサ・ネットワーク環境で途切れなくデータを送受信することが可能で



ある。これらの動作状態において CPU の動作負荷は 60%程度、メモリは搭載メモリ 32MByte の 20%程度しか使用していない状態であり、今後の動作制御プログラム、行動・状況理解のための分散処理等の余地がある。

#### 4-1-6 まとめ

平成 17 年度は、中間目標「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 85%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、センサ・ネットワークの基本アーキテクチャを設計し、このセンサ・ネットワークに必要な要素技術であるデータベース、センサ・データの可視化機能、個々のセンサ類等を設計し、プロトタイプを実装した。センサ・ネットワークは医療機関での運用における実用性が特に重要であるため、現場での実験を行い、現場特有の問題点に対応しながら、開発を進めた。また、看護行動の識別手法を開発し、ナース・ステーションと病室を模擬する環境での実験データに適用し、その有効性を確認した。これらによって、上記中間目標を達成する目処をつけることができた。

また、他方の中間目標「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。」に関しては、平成 16 年度に行った装着型センサ基本装置試作の結果と実装方法等に関する評価の結果に基づき、より高性能な装着型センサ二次試作を行い、その性能を確認した。これによって、上記中間目標を達成する目処をつけることができた。

平成 18 年度は、各種センサを連携して観測する手法、看護業務を認識する手法等を開発すること、小型装着型機器を試作することによって、上記中間目標を達成する。

### 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、行動経験知識を構築する技術を確立することを目指す。

平成 17 年度は、中間目標「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を抽出する技術を確立すること。」と「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。」の達成に向けて、一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出手法の開発を 2 つのアプローチで進めた。一方は背景知識に強く依存しない観測データ主導アプローチである。他方は業務フロー等に関して現場で使用されている知識を積極的に利用する背景知識主導アプローチである。前者に関しては、機械学習の手法である C4.5 とチャンス発見の手法である KeyGraph を使用した分析を行った。また、ヒヤリ・ハットを検出する方法を仮説推論に基づき定式化した。後者に関しては、背景知識として、現場で使用されている業務分類等を使用し、看護業務従事時間に関する分析を行った。また、より多くの構造化された背景知識を構築し、利用するために、利用可能な知識源の調査の一環として、実際の病院の業務マニュアルに関する実態調査を行った。この結果に基づき、背景知識構築の効率化を図るために、電子化された業務マニュアルにアノテーションを付加することによって、背景知識を構築するツールを開発した。このツールを利用して構築した背景知識は行動・状況理解技術の研究開発と知識提供技術の研究開発で利用可能な形態に変換可能である。

次に、医療看護オントロジ・システムに関しては、中間目標「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 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。」の達成に向けて、約 2,100 時間分の看護師の音声による業務記録データをこれまでに収集し、約 1,400 時間分を要素に切り出し、その一部から抽出した単語と業務ラベルの間の相関を分析した。さらに、それらの関連を XML 形式で表現するためのスキーマを定義した。

インタラクション・コーパスに関しては、中間目標「医療従事者間のコミュニケーション

表 4-2-2-1 看護師の音声による 1 日の看護業務の記録の例

HourP	Uttrance
7L	7時42分46秒、実験開始します。
7L	今日の退院予定の患者さんの確認してます。
7L	鍵のチェックをしています。
7L	体温計のチェックしました。
	.....
8F	Aさんの引き継ぎ中です。
8F	Bさんの引き継ぎ中です。
8F	えーっと取っていて下さい。Cさん、えーっと#1の評価依頼あります。
	.....
8L	Dさんの今日の退院の時間確認します。Dさん
8L	Dさんすいませーん、えっと今日退院なんですけど、お昼食べて帰られます？どうされます？いないですか。
8L	今日退院の方の手続きをしています。
8L	えーっと今日、退院の人の処理、手続きをしています。
9F	Eさんのお部屋に行きます。おはようございまーす。おはようございまーす。おはようございまーす。
9F	Eさんおはようございます。今日はどうですか調子は？いいですか。
9F	Eさんのお部屋に行ってきました。はい。
	.....

表 4-2-2-2 C4.5 による看護師の 1 日の業務の分析結果

午前	カルテチェック→引継ぎ→環境整備→与薬分け→引継ぎ
正午	休憩→データ入力→引継ぎ
午後	処置→引継ぎ
夜	カルテ記入→カンファレンスルーム掃除

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。」の達成に向けて、上述のように、約 2,100 時間分の看護師の音声による業務記録データをこれまでに収集し、約 1,400 時間分を要素に切り出した。また、インタラクション・コーパス構築の効率化のために音声認識技術や言語分析技術を導入する可能性を検討するために、上述のデータの一部に関して出現単語の傾向を分析した。医療看護現場のインタラクション・コーパスにはプライバシー問題に関わる表現が高頻度で出現することになるから、インタラクション・コーパスを広く利用可能にするためには、個人特定可能な表現を抽出し、それらを個人特定不可能な表現に置換する技術等が望まれる。そこで、人名自動抽出手法を開発した。

#### 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

前述のように、一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出手法の開発を 2 つのアプローチで進めた。すなわち、観測データ主導のアプローチと背景知識主導のアプローチである。前者に関しては、C4.5 と KeyGraph を使用した分析を行った。また、ヒヤリ・ハットを検出する方法を仮説推論に基づき定式化した。後者に関しては、現場で使用されている業務分類等に基づき看護業務従事時間を分析するとともに、看護マニュアルを知識源とした背

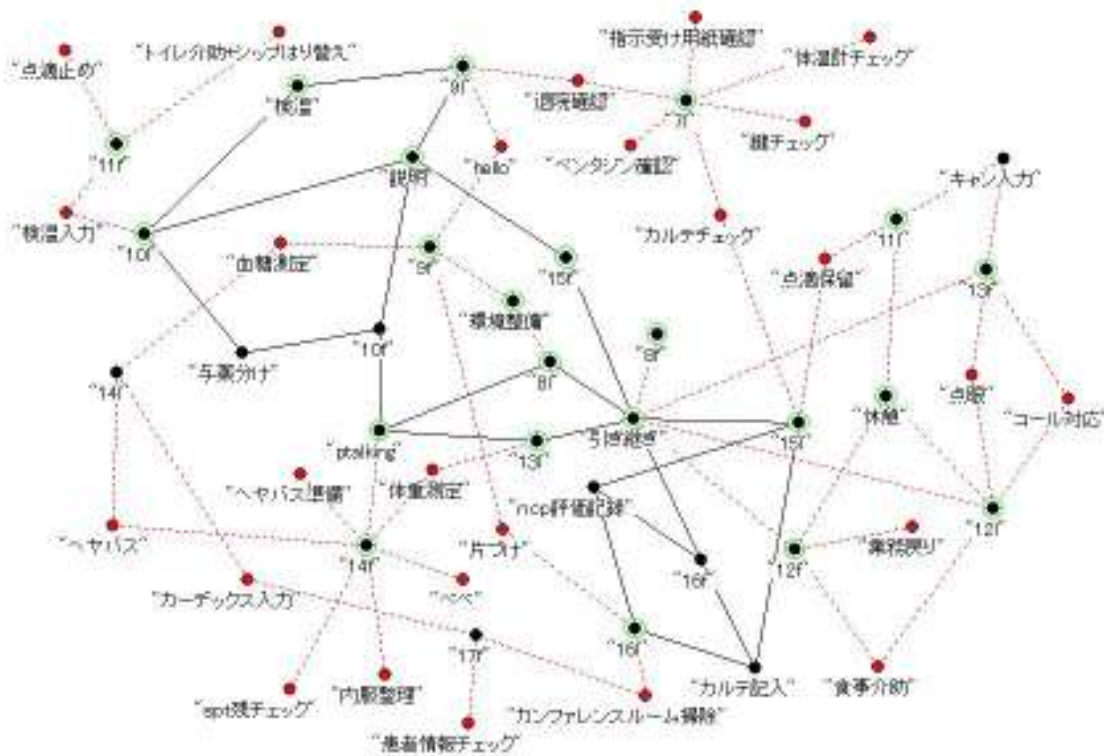


図 4-2-2-1 KeyGraph による看護師の 1 日の業務の分析結果

景知識構築ツールを開発した。

a. 観測データ主導アプローチによる一般的傾向の抽出手法の開発

観測データ主導で一般的傾向を抽出する手法を開発するために、看護師の音声による看護業務記録の結果に対して、機械学習手法 C4.5 を適用した。ここで、C4.5 を適用したのは主に以下の 2 つの理由からである。すなわち、(1) 連続、離散量双方を扱える機械学習システムであり、決定木を統計的解析結果として出力するが、その出力は一階論理として解釈可能であることから、論理モデルと親和性が高いこと、(2) 物理現象等の場合と違って対象現象に関する事前知識がなく、モデルを構成することができないときにも有効であることである。

C4.5 への入力データは看護師が看護業務を記録するための発話を行った時間と発話内容の対の系列である。入力データの例を表 4-2-2-1 に示す。この表において、HourP のコラムは、時刻および時刻の前半 (First) か後半 (Later) かを示している。例えば、8F は 8 時代前半、8L は 8 時代後半を示している。

上述の入力データを C4.5 に入力した結果、観測対象の看護師全員が同じような時間に実施している業務内容が抽出された。表 4-2-2-2 に結果の例を示す。この表では、C4.5 の分析結果で得られた決定木を一日の業務の流れに読み替え、一本の線として表現している。この表から、例えば、看護師が出勤後にカルテチェックを行い、引継ぎを行い、環境整備を行い、与薬分けを行い、再度引継ぎを行うことがわかる。上述のように観測対象の看護師全員が同じような時間に実施している業務内容が抽出されたのは、看護師が頻繁に実施する業務は他にも多く存在するが、看護師の各人の業務がその日の担当患者の状態によって処置やそれを実施する時間が異なるためであると考えられる。

b. 観測データ主導アプローチによる希少現象に関する傾向の抽出手法の開発

観測データ主導で希少現象に関する傾向を抽出する手法を開発するために、上述のデータに対して、チャンス発見のための手法 KeyGraph を適用した。ここで、KeyGraph を適用

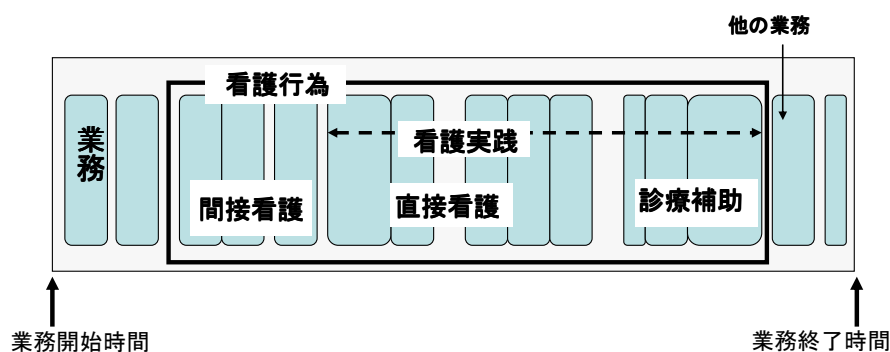


図 4-2-2-2 看護師の 1 日の業務の分類

したのは、統計量だけでなく事象の位置付けを考慮しながら事象の関係を解析するので、一般的な統計的解析では埋もれてしまう希少事象に注目することが可能であるとともに、関係を可視化する機能も備えているからである。

KeyGraph を適用した結果を図 4-2-2-1 に示す。図中には、上述の C4.5 による分析で抽出された典型的なパターンの合間にあまり頻繁には現れない業務（図中の黒丸、赤丸）が抽出されている。また、図中の黒◎は比較的頻度の高い項目を示しているが、例えば、「引継ぎ」業務はそこからさらに様々な項目につながっており、重要な業務であることを示唆している。

上述の看護師の 1 日の看護業務の記録結果からの一般的傾向の抽出結果と希少現象に関する傾向の抽出結果、さらに後述の業務マニュアル等から抽出される背景知識を組み合わせることによって、看護師の 1 日の行動モデル、あるいは、首尾一貫した文脈でのイベントの時系列である「シナリオ」を抽出することが期待される。

#### c. ヒヤリ・ハット検出手法の仮説推論に基づく定式化

上述のように抽出されるシナリオに基づき、ヒヤリ・ハットが発生する状態をシナリオ違反として定式化した。この定式化では、シナリオは時間順序も考慮したイベントの集合として定義される。ヒヤリ・ハットが発生しない状態は、看護業務の結果の観測がある背景知識の下でシナリオによって説明することができることである。反対に、いずれかの観測がシナリオによって説明することができないとき、その時点でシナリオ違反が発生したことになり、ヒヤリ・ハットの発生の可能性がある。このようなアイデアを仮説推論に基づき定式化した。

#### d. 看護業務従事時間の分析

背景知識主導アプローチによる一般的傾向の抽出手法の手始めとして、看護業務従事時間に関する分析を行った。この分析では、背景知識として、看護現場で求められている、分析結果で使用する看護業務の分類と個々の業務に関する分類の間の関係を使用する。

ここで、看護業務従事時間の分析を題材として取り上げた理由は、この分析の自動化が看護業務改善に大きく貢献するからである。看護業務従事時間の分析は現在の医療看護現場では、分析対象の看護師の自己申告、あるいは、対象の看護師に観察者を割り当て、観察者に記録させ、データ収集・分析を人手で行うという労働集約型の作業である。その結果、現場では 1 年に 1 度しか実施することができないのが現状である。この作業の人的負荷が軽減され、常時可能になれば、看護師の稼働状況の季節間、月間、週間の変動を捉えることができ、これに応じた人員配置が可能になる。この作業の人的負荷の軽減は行動・状況理解技術の研究開発で期待される成果である行動・状況理解技術と一般的傾向の抽出技術を組み合わせることによって可能になる。

分析結果で使用する分類としては、図 4-2-2-2 に示されたものを使用する。すなわち、看護師の 1 日の業務は、看護に関連する「看護業務」とそれ以外の「他の業務」に大分類され、さらに「看護業務」は「間接看護」、「直接看護」、「診療補助」に分類される。

表 4-2-2-3 看護師の音声による 1 日の看護業務記録の分析結果の例

業務分類	日勤	準夜勤	夜勤
直接看護	0:59:06	0:54:12	1:36:27
診療補助	1:40:19	1:26:28	1:53:22
間接看護	2:52:11	2:10:53	3:15:50
他の業務	0:53:24	0:16:53	1:05:45
分類不可	1:30:08	0:50:14	1:23:40
合計時間	7:55:08	5:38:39	9:15:04

個々の業務に関する分類としては、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ものに、日本看護協会から出されている日本看護行為分類を組み合わせたものを使用した。この分類に関しては、次の「医療看護オントロジ・システムの構築」で詳述する。この分類の各項目は図 4-2-2-2 に示された分類の項目に割り当てられている。

上述の分類に基づき、日勤、準夜勤、夜勤の看護師の音声による看護業務の記録を分類した例を表 4-2-2-3 に示す。分類は看護師の音声による業務記録を書き起こし、看護職の経験者や上記の病院の指導の下で、発話内容に対して個々の業務に関する分類を付与していくことによって行った。

表 4-2-2-3 の中の合計時間は看護師がデータを記録した時間を示す。いずれの勤務帯においても直接看護よりも間接看護や診療補助の時間が多い傾向が見られる。この理由の 1 つは、看護師が業務記録のために発話した内容が業務分類の点で曖昧性を有し、複数の項目に対応付けすることが可能な場合があり、その場合に間接看護が多くなる方向の対応付けを行ったためである。この分析においては、看護師が業務記録のために発話した内容のみを使用した。この分析においては、看護師が業務記録のために発話した内容のみを使用した。この分析においては、行動・状況理解技術の研究開発で開発している位置や加速度に関するセンサからのデータを併用することによって、より正確な分類が可能になることを期待することができる。また、分類不可の時間には、廊下やエレベータでの移動時間が含まれると考えられる。今後、位置センサからのデータにより看護師の動線が把握可能になれば、この時間についての分析を精密化することができる。

以上のように、看護師の発話内容と業務分類を対応付けし、これをさらに「間接看護」、「直接看護」、「診療補助」、「他の業務」に割り当て、集計することによって、看護の質の向上に資する分析結果が得られた。また、行動・状況理解技術の研究開発で開発している各種センサを導入することによって、より正確な分析を行うことができることへの目処をつけることができた。

#### e. 看護マニュアルを知識源とした背景知識構築ツールの開発

近年では病院の機能性評価が義務付けられたこと等により、各病院に電子化された業務マニュアルが整備されてきていることから、看護業務マニュアルを知識源として背景知識を構築するのが効率的であると考えられる。そこで、本研究開発で実験を行っている病院の 1 つで看護業務のマニュアルの実態を調査し、知識源としての利用可能性について検討した。当該病院での実態調査の結果を図 4-2-2-3 に示す。当該病院では、病院共通のマニュアルと各病棟のマニュアルが存在し、各病棟のマニュアルはさらに、シフト毎の概略的なスケジュールを記述したものと、そこから参照される「点滴処置」といった個別の処置について病棟毎の特殊性を考慮したものが存在する。ここで、病院共通のマニュアルは、実際の処置の手順を詳細に記述した教科書的な内容が記述されており、病棟毎のマニュアルから参照されるものと考えられる。また、各タイプのマニュアル中の各文はそれぞれ異なる粒度で看護業務の内容を記述しており、さらに各文は明示的に、あるいは、非明示的にその実行順序を規定していると考えられる。これらは業務フローに関する背景知識を構

- A) 各診療科でのタイムテーブル  
 B) 各診療科ごとの特殊性を反映した業務マニュアル  
 C) 病院共通の看護マニュアル

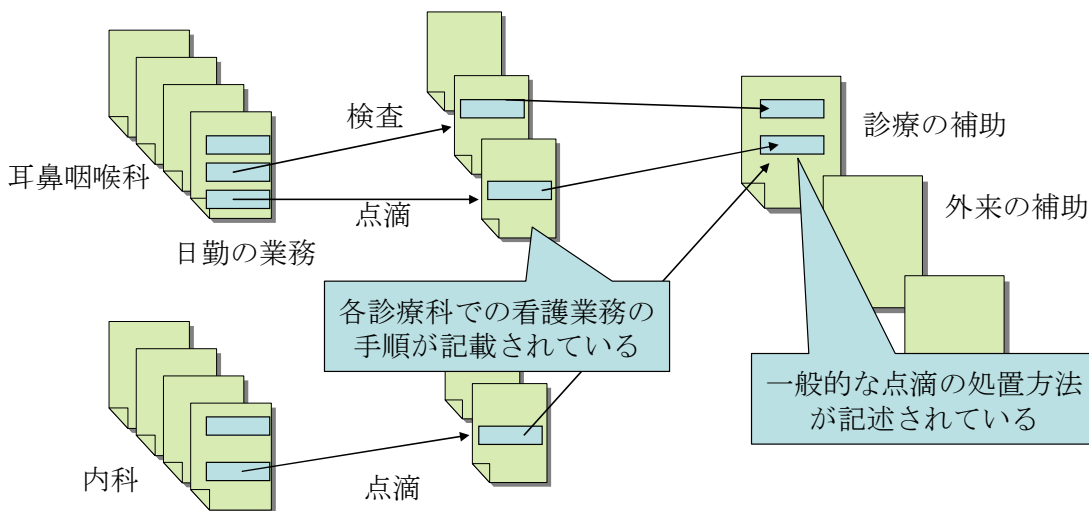


図 4-2-2-3 病院内の看護業務マニュアルの実態

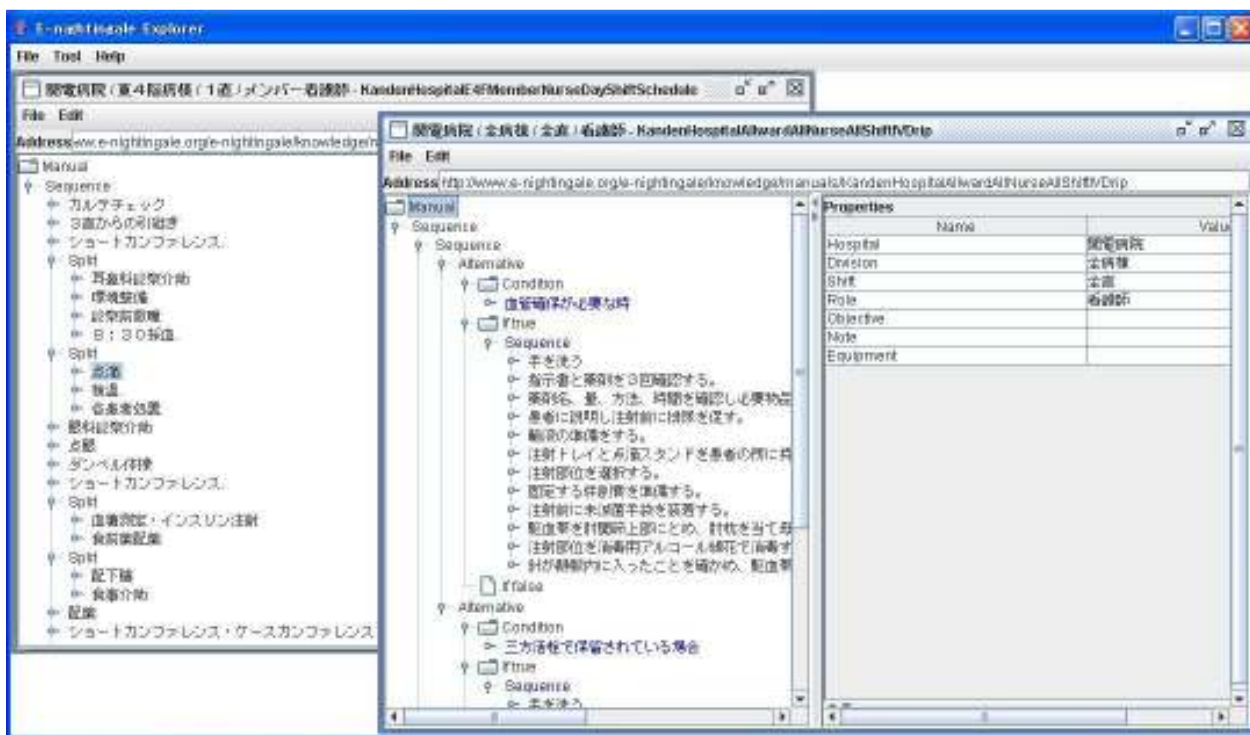


図 4-2-2-4 アノテーション・ツールの GUI の例

築するための知識源として期待することができる。

以上の実態調査の結果に、業務フローに関する背景知識の表現形式を定義した。すなわち、電子化されたマニュアルにアノテーションを施し、それに基づいて業務マニュアルの一文を単位として実行順序のフロー制御が記述でき、さらにその一文に対して他のマニュアルに記述されたより詳細な記述を参照できる機能を有した表現形式を、RDF データベース上に定義した。このような形式にすることによって、行動・状況理解技術の研究開発において観測データを照合するための知識や知識提供技術の研究開発で開発する予定の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を提供する時期を決定するための知識として直接、あるいは、簡単な変換を施すことによって利用可能となる。

この表現形式を設計する際、フロー制御の記述に関しては、OWL-S を参考とした。OWL-S

はオントロジ記述言語 OWL に基づき、ウェブ・サービスの連携、すなわち、ワークフローを記述する目的で開発されたものである。しかし、OWL-S で定義されているフロー制御のクラスは一般的な業務フローを記述するためにも利用可能な汎用的なものである。そこで、本研究開発の成果の普及の観点から、これを参考とすることにした。

さらに、電子化されたマニュアルにアノテーションを施すためのツールを開発した。図 4-2-2-4 にこのアノテーション・ツールの GUI の例を示す。同図では、マニュアルの各文が OWL-S の sequence 相当のフロー制御のノードに束ねられている部分、if-then-else の構文に相当する部分、あるいは他のマニュアルの記述がリンクされている部分が示されている。

今後は、上述のアノテーション・ツールを使用して、業務フローに関する知識を蓄積する予定である。

#### 4-2-3 医療看護オントロジ・システムの構築

医療看護オントロジ・システムの構築のために、前述の看護業務分類と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の相関関係を分析した。使用した発話データは、これまでに収集した約 2,100 時間分の看護師の業務記録データの中から選び出した約 6,000 発話である。

前述のように、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ものに、日本看護協会から出されているものを組み合わせたものである。表 4-2-3-1 にその抜粋を示す。表に示すとおり、業務ラベルは看護業務分類 I で示される中分類と、看護業務分類 II に示される小分類から構成される構造を有している。小分類の枝の葉は日本看護協会の方で出されている用語、および、コードである。

上述の構造の中の中分類と、前節で述べた「間接看護」、「直接看護」、「診療補助」、「他の業務」の対応付けを行った。その結果を表 4-2-3-2 に示す。

また、これらの業務分類の項目と発話データ中に出現する用語との相関関係を分析した。その結果の一部を表 4-2-3-3 に示す。

さらに、このようにして得られた看護業務ラベルの構造や、その葉にあたる用語と看護師の発話した用語の関連を医療看護オントロジとしてデータベース上に表現するために、XML ベースの表現形式を規定した。オントロジは近年、RDF/OWL で記述されることが一般的になってきている。しかし、同一データを他の目的に使用することも考えられる。例えば、オーダリング、電子カルテ、看護支援の各システムや、各種言語処理で使用することが考えられる。そこで、中間の記述として XML の記述を採用した。XML を採用することにより、将来、これらのシステム、ツール群による RDF/OWL の利用が普及すれば、容易に変換することが可能となる。図 4-2-3-1 に XML での記述例とその OWL への変換例を示す。

#### 4-2-4 インタラクション・コーパスの構築

インタラクション・コーパスに関しては、上述のように、約 2,100 時間分の看護師の音声による業務記録データをこれまでに収集し、約 1,400 時間分を要素に切り出した。

また、インタラクション・コーパス構築の効率化のために音声認識技術や言語分析技術を導入する可能性を検討するために、上述のデータの一部に関して出現単語の傾向を分析した。具体的には、収集した音声データの中の業務の引継ぎ対話約 1 時間分を対象とした分析を行った。このデータの中には、12 名の看護師の約 30,000 の発話を確認された。それらの発話を分析したところ、82 種類の専門用語とその短縮形、114 種類の業界用語とその短縮形が抽出された。1 時間分の発話のみでも約 200 種類の用語が抽出されることを考えると、インタラクション・コーパス構築の効率化のために音声認識技術を導入するためには、用語の音声認識用の辞書への登録が不可避である。今後は、インタラクション・コーパス構築のための用語抽出・辞書登録手法に関しても検討していく。

表 4-2-3-1 業務分類に用いた分類項目

日本看護協会分類					
看護行為分類Ⅰ		看護行為分類Ⅱ		看護行為分類Ⅲ	
<b>直接看護</b>					
1	身体の清潔 .....	1  2	清拭 (全身・部分・足浴)  洗髪・整髪	2D0301 2D0302 2D0601 2D0907 2D0401 2D0301	手浴 足浴 全身清拭 足のケア(フットケア) 洗髪 整髪・結髪
<b>診療補助</b>					
13	診療・治療の介助 .....	58 59 60 61	回診 包交 ギプス 皮筋注	6C0101  6A0301 6A0401	創傷ケア  筋肉注射 皮下注射
<b>間接看護 1</b>					
18	NS間の報告・申しつぎ .....	105 106	申し送り カンファレンス		
<b>その他</b>					
34	職員の健康管理 .....	162 163	食事 休息・休憩		

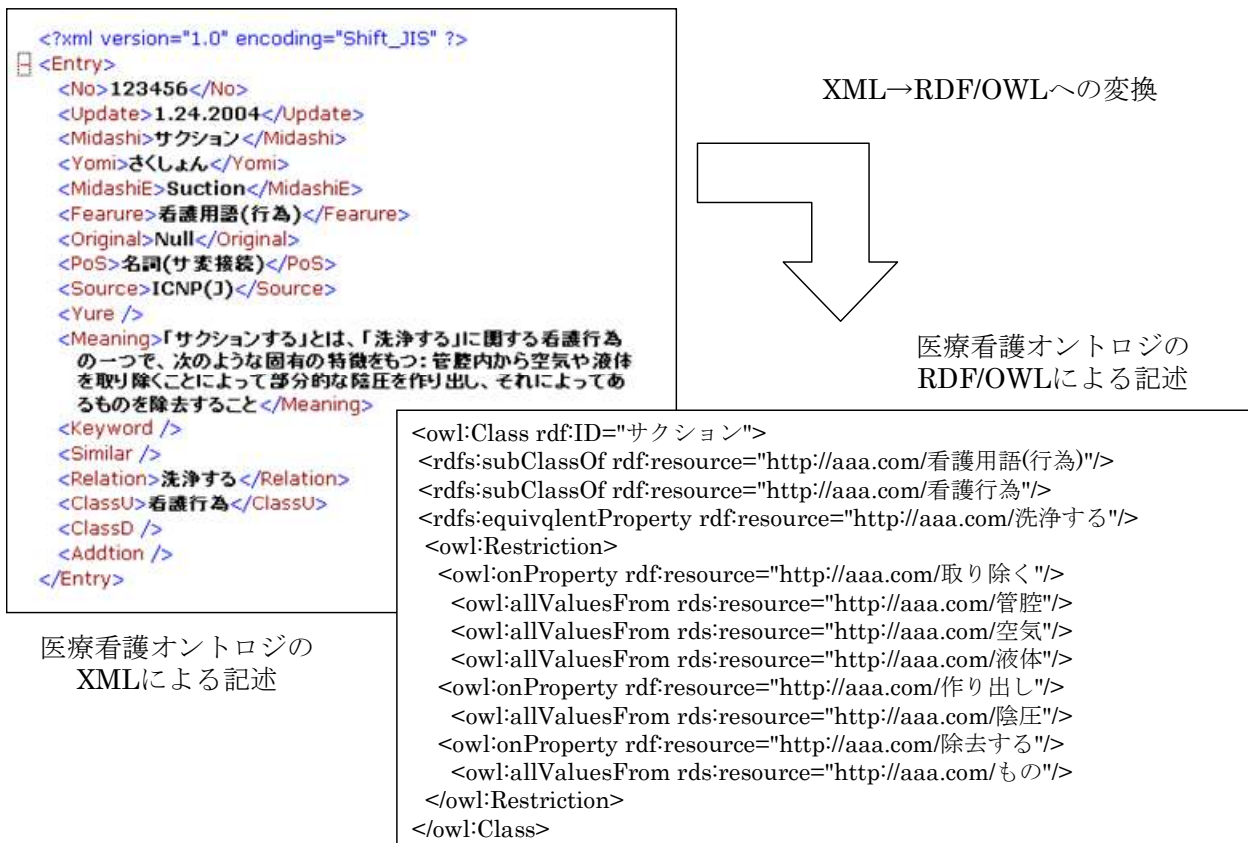
表 4-2-3-2 中分類と看護師の1日の業務の種別との関連付け

	看護業務分類Ⅰとの対応	業務の例
直接看護	1~12	身体の清潔, 入退院時の世話, 与薬(注射を除く)など
診療補助	13~16	診療・治療の介助, 呼吸循環管理, 測定など
間接看護	17~27	医師への報告・連絡, 看護師間の報告・申しつぎなど
他の業務	28~35	ナースコール, 病棟外の連絡, 電話による連絡など

表 4-2-3-3 業務分類項目と看護師の発話内容に現れる用語との相関の分析結果例

業務分類項目の出現回数	左記の業務中での用語の出現回数	出現率
情報の整理	410回	チェック 239回 58.20%
情報の整理	353回	カルテ 242回 68.60%
申し送り	212回	引継ぎ 190回 89.60%
点滴静脈内注射	254回	点滴 174回 68.50%
バイタルチェック	171回	検温 145回 84.80%





医療看護オントロジの XMLによる記述

医療看護オントロジの RDF/OWLによる記述

図 4-2-3-1 医療看護オントロジの表現例 (XML での記述例と OWL への変換例)

さらに、プライバシー保護の目的で人名自動抽出手法を開発した。本手法では、固有表現抽出ツールとして、三重大で開発されている NExT を使用し、NExT 利用時の形態素解析には茶筌 2.3.3、辞書には ipadic2.7.0 を使用した。上述の固有表現抽出ツールそのままでは新聞記事に対象としているために、話し言葉の特徴を有する部分について抽出できなかった。そこで、話し言葉に頻出する「さーん」、「ちゃーん」等の長音を含む表現を名詞の接尾辞として認識することができるよう辞書を変更した。また、息継ぎなく発話されているような部分では、感動詞なども人名の一部と誤認される場合があることから、感動詞は人名に含まれないように変更した。この変更した手法を約 50 時間分の音声データを書き起こしたものに適用した結果、平均再現率と精度に関して、人名がカタカナ表記の場合は 90.4%と 90.5%、漢字表記の場合は 94.7%と 91.2%という結果が得られた。より実際的に使用するためには、さらに高い性能、特に再現率が要求される。人名自動抽出方法の高性能化に関しても今後、検討していく。

#### 4-2-5 まとめ

平成 17 年度は、中間目標「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を抽出する技術を確立すること。」と「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。」の達成に向けて、一般的傾向と希少現象に関する傾向の抽出手法の開発を 2 つのアプローチで進めた。観測データ主導アプローチと背景知識主導アプローチである。前者に関しては、C4.5 と KeyGraph を使用した分析を行った。また、ヒヤリ・ハットを検出する方法を仮説推論に基づき定式化した。後者に関しては、看護業務従事時間に関する分析を行った。また、より多くの構造化された背景知識を構築し、利用するために、利用可能な知識源の調査の一環として、実際の病院の業務マニュアルに関する実態調査を行い、この結果に基づき、電子化された業務マニュアルにアノテーションを付

加することによって、背景知識を構築するツールを開発した。このツールを利用して構築した背景知識は行動・状況理解技術の研究開発と知識提供技術の研究開発で利用可能な形態に変換可能である。

次に、医療看護オントロジ・システムに関しては、中間目標「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 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、それらに関連付けするものとする。」の達成に向けて、約 2,100 時間分の看護師の音声による業務記録データをこれまでに収集し、約 1,400 時間分を要素に切り出し、その一部から抽出した単語と業務ラベルの間の相関を分析した。さらに、それらの関連を XML 形式で表現するためのスキーマを定義した。

インタラクション・コーパスに関しては、中間目標「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 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。」の達成に向けて、上述のように、約 2,100 時間分の看護師の音声による業務記録データをこれまでに収集し、約 1,400 時間分を要素に切り出した。また、インタラクション・コーパス構築の効率化のために音声認識技術や言語分析技術を導入する可能性を検討するために、上述のデータの一部に関して出現単語の傾向を分析した。医療看護現場のインタラクション・コーパスにはプライバシー問題に関わる表現が高頻度で出現することになるから、インタラクション・コーパスを広く利用可能にするためには、個人特定可能な表現を抽出し、それらを個人特定不可能な表現に置換する技術等が望まれる。そこで、人名を自動抽出する手法を開発した。

平成 18 年度は、看護業務に関する一般的傾向を抽出する技術、ヒヤリ・ハット等の希少現象に関する傾向を抽出する枠組等を開発し、中間目標「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を抽出する技術を確立すること。」と「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。」を達成する。

また、医療看護オントロジとインタラクション・コーパスに関しては、それぞれ 1,000 時間程度の観測データに基づくものを構築し、中間目標「医療看護オントロジ・システムを構築すること。」と「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。」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 17 年度は、看護業務記録・分析システムに関して、中間目標「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要素技術を確立すること。」の達成に向けて、当年度計画である提供すべき知識の表現方法の検討として、看護師へのインタビューに基づいてデータベースの仕様を決定した。また、知識提供部分のプロトタイプとして、センサから得られた物理的情報を表示する部分を開発した。

次に、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、当年度計画に基づき、複数の固定カメラから獲得された映像を入力として、予め与えられた「映画の文法」に従ったカメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプを開発した。また、直感的なインタフェースを備えたカメラワーク付与サブシステムを開発した。さらに、中間目標「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。」の達成に向けて、カメラワークの影響の被験者実験による評価を前倒し的に行った。

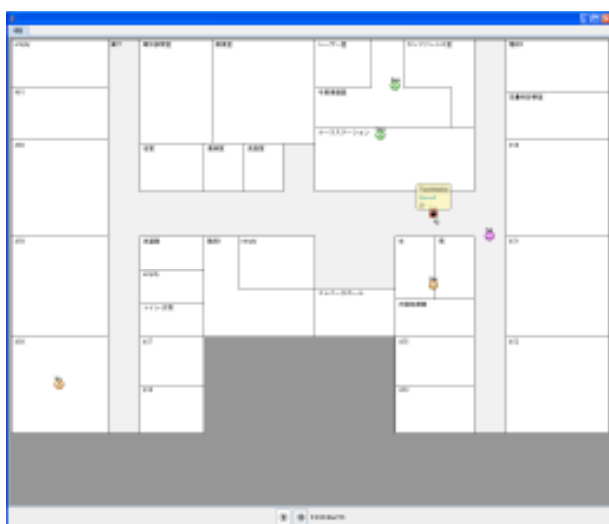
最後に、中間目標「知識構築技術により構築された知識、行動・状況理解結果に基づき、ヒヤリ・ハットが発生する可能性等からアドバイス提供の適切性に関する状況判断を行い、この判断に基づき適切な知識を提供することが可能な技術を提示すること。また、看護師の行動・周囲状況とそれらに適した知識提供・注意喚起のためのモダリティの関係等を明らかにすること。」に向けて、当年度計画に基づき、複数のアドバイス提供方式の評価実験として、看護師の行動・周囲状況とそれらに適した知識提供・注意喚起のためのモダリティの関係を明らかにするためのアラート情報提示手段の特性評価を行った。

#### 4-3-2 看護業務記録・分析システムの開発

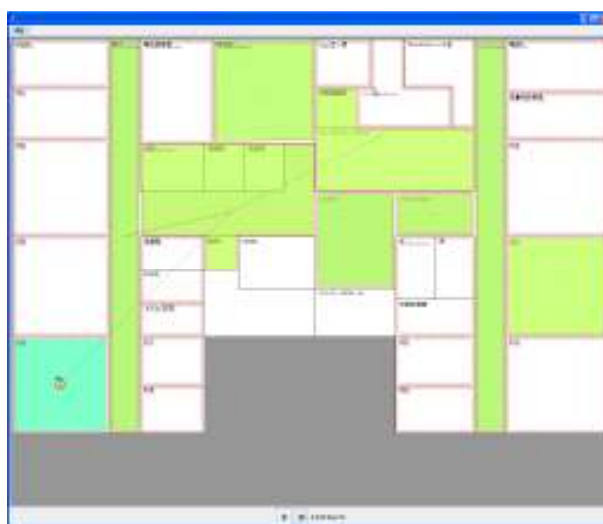
看護業務の記録、分析に必要な情報としては映像や音声などのその場で生じていた事象を再現できるレベルのものが必要であることは自明であるが、これらの情報は膨大なデータ量となることは必至であり、このことは視認性・検索性の観点から大きな問題となる。看護業務に精通した師長クラスの看護師に対して行ったインタビューの結果、これらの膨大な情報を看護師サイドで使用される看護行動用語で意味的ラベリングを行うことで、検



図 4-3-2-1 看護業務記録表示例



(a) 看護師の位置情報表示



(b) 看護師の履歴情報表示

図 4-3-2-2 看護師位置情報表示例

索性が向上し分析能力が向上する見込みがあること、看護用語も単作業レベルから複合的なものまであり、意味的な層構造を有していることが明らかになった。これらの知見を総合して、看護業務の記録・分析用データベースを設計した。すなわち、病棟や看護師単位に各種センサ情報を時刻とともに生データとして格納し、それに対してセンサの種類や反応時間、反応強度等を組み合わせることで問い合わせ可能な構造とした。

取得した看護業務に関するデータを分析するためには、上述のように、データベースに蓄積した情報を、その場で生じていた現象を理解可能なように提示する必要がある。平成17年度はそのための表示部分として、図4-3-2-1に示すように、各種センサから取得したデータを選択し、時間軸に沿って表示する機能を有する部分のプロトタイプを構築した。本プロトタイプ上では、時間軸上のタイム・スライダーを操作することによって、選択したカメラで撮影したビデオの再生ポイントを設定可能である。また、看護活動全体を通しての効率化や省力化に役立つようにするためには、多角的な表示を行える必要がある。そこで、現場の看護師に対して行ったヒアリングで高い評価を得た手法を採用することとした。具体的には、センサ・データから得られる看護師の位置情報の推移を看護現場の平面図上に表示する機能を実装した（図4-3-2-2）。この機能によって、同図(a)に示すようにある時刻の看護師の配置や同図(b)に示すように各種センサの感知範囲内（赤線枠内）への滞在時間（緑色の濃度情報）と滞在軌跡を一見して判読することができる。これによって、時間的・空間的な制約条件を考慮しながら看護業務分析を行うことができる。

### 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

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、平成16年度は、固定カメラで撮影された日常的な行動の映像から、映画的カメラワークに基づく効果的なカメラ演出が施された自由視点映像を生成する手法の研究開発を進め、構成要素に関する予備的実装を行い、方式の骨格を決定した。平成17年度は、この予備的実装に基づき、表示画質を改善することによって、複数の固定カメラから獲得された映像を入力として、予め与えられた「映画の文法」に従ったカメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプを開発した。また、カメラワーク付与を容易にするために、直感的なインタフェースを備えたカ

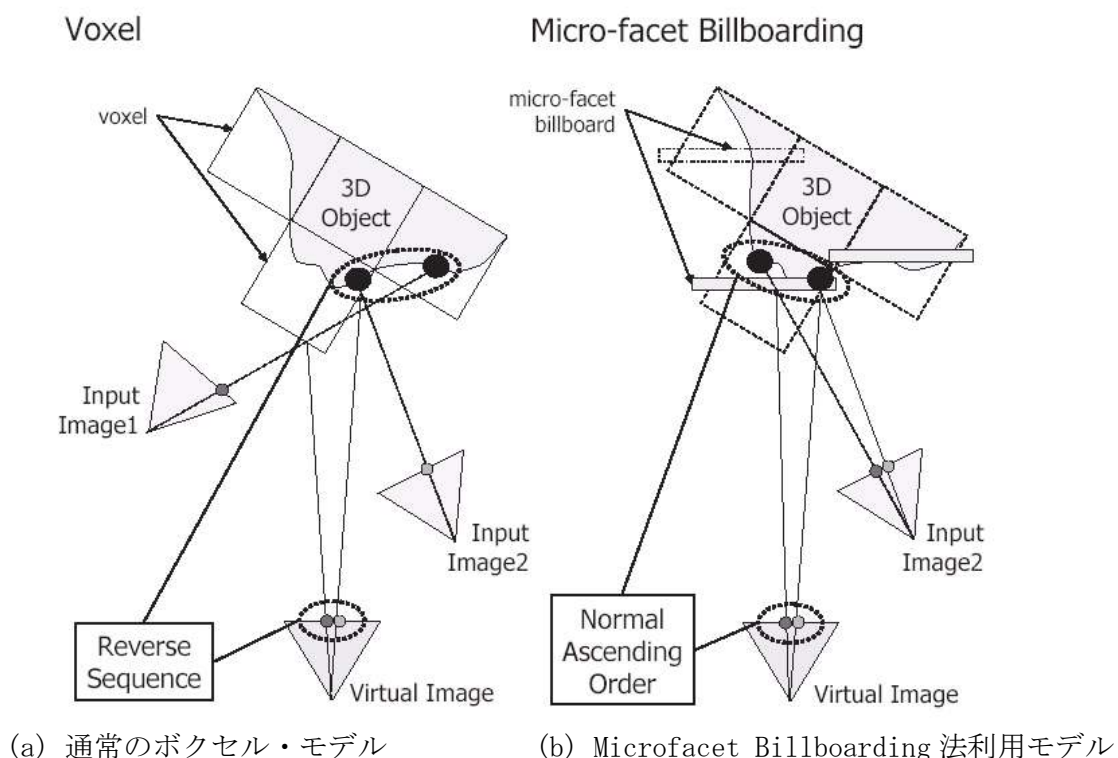


図 4-3-3-1 3次元形状表示手法



(a) Marching Cubes (b) Marching Cubes+texture (c) Microfacet Billboarding

図 4-3-3-2 レンダリング結果

メラワーク付与サブシステムを開発した。このシステムは擬似的プログラミングの場合と同様の効果を与えることが可能である。さらに、中間目標「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。」の達成に向けて、カメラワークの影響の被験者実験による評価を前倒し的に行った。

#### a. カメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプの開発

前述のように、平成 16 年度に行った予備的実装に基づき、表示画質を改善することによって、複数の固定カメラから獲得された映像を入力として、予め与えられた「映画の文法」に従ったカメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプを開発した。

平成 16 年度は、Shape from Silhouette 法で得られた 3 次元形状を一片 1cm のボクセルで表現していたが、テクスチャ面の不連続性によって、最終的な出力時には不自然な見え方があった。この問題に対処するために、テクスチャ面を一枚の板として不連続面をなくす Billboarding 法等を用いたが、3 次元形状の精度が極端に落ちるために特に動きがある物体に対して不自然な映像表現になってしまうことが確認された。そこで、各ボクセルの中央位置に仮想視点に正対する小さな板をたてる、いわばボクセルと Billboarding 法の間位置するような Microfacet Billboarding 法を使用したレンダリング・エンジンを開発し、その有効性を確認した。図 4-3-3-1 に通常のボクセル・モデルと Microfacet Billboarding 法利用モデルを示す。後者は微小ビルボードを細かい間隔で 3 次元形状上に配置していくため、回り込み等の大きな視点変化から生じる見え方の変化を正しく再現することができる上に、サイズが小さいため、個々の見え方の歪みが小さく抑制される。また、平面間のマッピングによりテクスチャを貼り付けるため、テクスチャの不連続性の問題は回避される。図 4-3-3-2(a) の画像はテクスチャを貼り付ける前の Marching Cubes 法によるモデル、(b) はこのモデルにテクスチャを貼り付け、レンダリングした結果である。これに対して、(c) は元となるボクセル・モデルに Microfacet Billboarding 法を適用した結果である。Marching Cubes 法では見え方の不連続性が目立つのに対して、Microfacet Billboarding 法では自然な見た目の映像が生成されていることがわかる。

#### b. カメラワーク付与サブシステムの開発

従来はカメラワークを付与するために擬似的なプログラミングを行う必要があったが、



図 4-3-3-3 カメラワーク付与サブシステム

実際のカメラマンがカメラワークを付与する動作のメタフォアに基づくインタフェースを考案し、カメラワーク付与のためのサブシステムを開発した（図 4-3-3-3）。このシステムは擬似的プログラミングの場合と同様の効果を与えることが可能である。

#### c. カメラワークの影響の被験者実験による評価

上述のヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関する中間目標達成に向けて、カメラワークの影響を評価するための被験者実験を行った。被験者には、(a) 環境カメラからの固定映像、(b) カメラ移動がまったくない自由視点映像、(c) カメラワークとは呼べないカメラの移動が行われた自由視点映像、(d) 人手で入力したカメラワーク付きの自由視点映像、(e) 平成 16 年度に行った予備的実装を使用して作成したカメラワーク付きの自由視点映像を呈示した。その効果を SD 法によって評価した。その結果、形容詞対「スピーディなーゆったりとした」、「力強いー弱弱しい」、「ダイナミックなーおとなしい」、「激しいー穏やかな」、「衝撃的なー平凡な」、「荒々しいー落ち着いた」等の演出に関わる対において有意差が見られた。これらの結果は、自由視点映像におけるカメラワークにおいても映像を演出することが可能であることを示している。また、SD 法の結果、カメラ位置の差異が心理的な効果の点で問題のない範囲に収まっていることも確認された。これはシステムが付与したカメラワークが有効であることを意味する。

#### 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

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、被験者実験を通して、アラート情報の提示に適した情報提示手段の比較検討を行った。

本検討の目的は、アラートを伝達するためにどのようなメディアが適しているかを多面的に評価することである。情報を伝達する媒体を意味する広義のメディアは大きく文字、音、映像等の表現メディア、すなわち、モダリティとこれらを伝達する手段である端末の種類やネットワーク等の伝達メディアに分けることができる。さらに前者に関しては、例えば、一口に音といっても、音量や音色、周波数、継続時間等の様々な表現要素から構成されている。また、後者はメディアの種類のみでなく、それを取り付ける位置等の付帯条件も重要な検討要素の 1 つである。

今回は上述の検討目的に主眼をおくため、実験パラメータはモダリティの種類に限定し、上述の継続時間や周波数などの表現要素、および、端末の取り付け位置等の付帯条件は固定とした。看護現場の特殊性から利用可能な表現メディアが限定されるため、本検討では表現メディアを振動と音、あるいは、その組み合わせに限定した。また、測定項目は、主観的な受容度（アンケート）、アラート時のバイタル変動（心拍、呼吸：ProComp）、動作（加速度センサ：B-Pack、アノテーション情報：カメラ）、会話タイミング（音声：マイクロフ

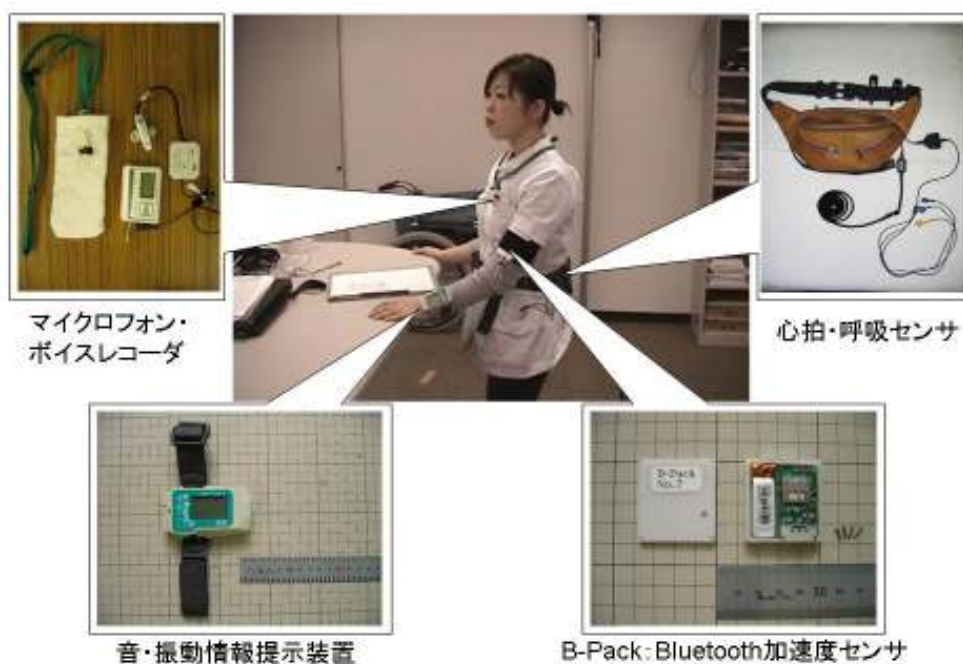


図 4-3-4-1 装着した実験端末



(a) 患者バイタル計測中のアラート (b) 点滴実施（針挿入）時のアラート

図 4-3-4-2 実験風景

オン) である。実験は看護師を被験者として、模擬環境で行った。実験端末の装着状態を図 4-3-4-1 に、実験風景を図 4-3-4-2 に示す。

主観的な受容度に関するアンケートは、「全く支障がない」、「あまり支障がない」、「やや支障がある」、「非常に支障がある」の 4 件法で行った。その結果、回答の 90%以上が「あまり支障がない」、「やや支障がある」で占められ、それぞれ半分ずつを占めていたことから少なからず看護活動に支障が生ずることが確認できた。また、用意した表現メディア（音、振動、両方）の違いによる有意差は検出されなかった。反面、状況については、「針刺し」のような集中力を要する所では「やや支障がある」が「あまり支障がない」の 2 倍程度検出されており、支障として感じられる度合いの状況依存性が確認された。さらに、アラートによって生じる会話の中断を支障として感じる度合いが看護師経験年数に依存する傾向も確認された。

以上の実験結果より、システムが看護師の状況を察知し、例えば、集中しているか、会話をしているか、通達の優先度が高いか等の状況と文脈によって、看護師の呼び出しタイミング等を制御することが有効であるという知見を得た。

今後は、本年度の実験では固定して扱うことで検討対象から除外したアラートの継続時間や周波数などの表現要素、および、端末の取り付け位置等の付帯条件をパラメータとした実験を行う予定である。また、自由記述アンケート（コメント）からアラート音の単純さ（無機質なピー音）がアラート音を支障として感じさせる理由になっていると推定できる記述がある一方で、支障と感じる意識は慣れによって改善できるであろうと感じている旨の記述も多く見られていることから、アラート音のバリエーションや看護経験もパラメータとして取り入れる予定である。また、現場での効果を評価するために、医療看護現場で実験を行うことも検討する。

#### 4-3-4 まとめ

平成17年度は、看護業務記録・分析システムに関しては、提供すべき知識を格納するデータベースの設計を行い、知識を可視化する知識提供部分のプロトタイプの基本部分を実装した。ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、カメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプを構築するとともに、カメラワークの影響の被験者実験による評価も前倒し的に行い、当初予定以上に進捗した。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、ワークフローに基づく知識提供時期の分析を行った。これに基づき、知識提供手段を選択するための実験を行った。その結果、看護師への注意喚起を状況や文脈に依存して制御することに関する知見を得た。以上のように、今年度の計画を達成した。

平成18年度は、看護業務記録・分析システムに関しては、プロトタイプを構築することによって、同システムに関する中間目標「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要素技術を確立すること。」を達成する。

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、予め与えられた「映画の文法」に従ったカメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプ等を使用して被験者実験を行うことによって、同システムに関する中間目標「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。」を達成する。

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、アドバイス提供の適切性に関する状況判断を行う技術、知識提供技術、注意喚起技術を開発するとともに、評価実験を行うことによって、同システムに関する中間目標「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、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。」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。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い、現場のニーズを捉えるように努めるとともに、医療機関で実験を行い、現場特有の問題点に対応しながら、研究開発を進めた。また、本研究開発の国際的な知名度を高めるために、海外から招待講演者を招き、Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006を開催した。

次に、中間目標達成に向けた進捗状況という視点から総括する。最初に、行動・状況理解技術の研究開発に関しては、看護業務識別に関する予備実験等を通して、中間目標「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 85%以上で理解する行動・状況理解技術を確立すること。」を達成する目処をつけた。また、小型装着型機器の性能評価用回路の設計等を通して、中間目標「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。」を達成する目処をつけた。

知識構築技術の研究開発に関して述べると、一般的傾向に関して、ワークフローの分析等を通して、データベース上での表現方法を固め、入力データの要件の明確化が順調に進捗した。希少現象に関しては、シナリオ違反として定式化する枠組を考案した。また、看護用語の体系に関する比較等を行い、これに基づく看護用語の関連付けが順調に進捗した。インタラクション・コーパスに関しては、総計約 2,100 時間の看護師の音声データを収集し、その中の約 1,400 時間分から音声による業務記録と業務の引継ぎ時の対話を抽出した。以上のように、今年度の計画を達成した。

知識提供技術の研究開発に関して述べると、看護業務記録・分析システムに関しては、提供すべき知識を格納するデータベースの設計を行い、知識を可視化する知識提供部分のプロトタイプの基本部分を実装した。ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、カメラワークにより映像を出力する部分のプロトタイプを構築するとともに、カメラワークの影響の被験者実験による評価も前倒し的に行い、当初予定以上に進捗した。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、ワークフローに基づく知識提供時期の分析を行った。これに基づき、知識提供手段を選択するための実験を行った。その結果、看護師への注意喚起を状況や文脈に依存して制御することに関する知見を得た。以上のように、今年度の計画を達成した。

以上、本研究開発は当初計画通り中間目標達成に向けて順調に進捗したと総括することができる。

## 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	外国発表予稿等	Third International Conference on Pervasive Computing (Pervasive2005)	Itaru Kitahara, Masami Ito, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure, Norihiro Hagita	Thermal-ID: A Personal Identification Method Using Body Temperature	2005. 5. 9 ～ 2005. 5. 10	有
2	一般口頭発表	日本医工学治療学会第 21 回学術大会	桑原 教彰、野間 春生、土川 仁、小暮 潔、伊関 洋、金井 Pak 雅子	行動・状況理解技術による看護業務の自動行動計測手法	2005. 5. 9 ～ 2005. 5. 10	無
3	一般口頭発表	自動車技術会 2005 年春季大会	Mieko Ohsuga, Hideo Shimonomura, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure, Yoshitaka Nakajima	Physiological Measurement of Drivers Using NAM (Non-Audible Murmur) Microphones	2005. 5. 18 ～ 2005. 5. 20	無
4	一般口頭発表	第 19 回人工知能学会全国大会	坂本 竜基、里見 美香、北原 格、土川 仁、小暮 潔	自由視点映像における映画的カメラ配置知識の適用	2005. 6. 15 ～ 2005. 6. 17	無
5	外国発表予稿等	Fourteenth Scandinavian Conference on Image Analysis (SCIA2005)	Hidenori Tanaka, Itaru Kitahara, Hideo Saito, Hiroshi Murase, Kiyoshi Kogure, Norihiro Hagita	Dynamically Visual Learning for People Identification with Sparsely Distributed Cameras	2005. 6. 19 ～ 2005. 6. 22	有
6	一般口頭発表	第 6 回看護情報研究会	相良 かおる、小作 浩美、小暮 潔	標準看護実践用語の特徴	2005. 6. 24 ～ 2005. 6. 25	無

7	一般口頭発表	人工知能学会ことば工学研究会	阿部 明典	コンピュータと感性(I)	2005. 7. 1 ～ 2005. 7. 2	無
8	研究論文	医療情報学	相良 かおる、小作 浩美、小暮 潔、納谷 太、桑原 教彰	看護文書の意味解析用辞書の構築における ICNP と「分類語彙表」の活用可能性	2005. 7. 5	有
9	一般口頭発表	画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2005)	田中 秀典、北原 格、斎藤 英雄、村瀬 洋、小暮 潔、萩田 紀博	まばらに配置された複数視点の画像を用いた見え方の学習法	2005. 7. 18 ～ 2005. 7. 20	有
10	一般口頭発表	情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会	大村 廉、納谷 太、野間 春生、小暮 潔	B-Pack : 看護師行動認識のための無線ウェアラブルセンシングプラットフォーム	2005. 7. 21 ～ 2005. 7. 22	無
11	外国発表予稿等	JCIS2005 Workshop on Rough Sets and Chance Discovery	Akinori Abe	Creativity as Chance Discovery	2005. 7. 22 ～ 2005. 7. 23	有
12	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研究会	小作 浩美、相良 かおる、納谷 太、桑原 教彰、阿部 明典、小暮 潔	プライバシー保護に向けた固有表現処理技術	2005. 7. 22 ～ 2005. 7. 23	無
13	外国発表予稿等	ACM SIGGRAPH2005	Ryuuki Sakamoto, Itaru Kitahara, Mika Satomi, Kaoru Tanaka, Kiyoshi Kogure	Cinematized Reality: Cinematographic Camera Control in 3D Videos	2005. 7. 31 ～ 2005. 8. 4	有

14	一般口頭発表	電子情報通信学会人工知能 と知識処理研究会	納谷 太、野間 春生、 大村 廉、小暮 潔	Bluetooth のデバイス検出機構を 用いた近接位置計測法	2005. 8. 1	無
15	外国発表予稿 等	ICML2005 Workshop on Chance Discovery: from Data Interaction to Scenario Creation	Akinori Abe, Futoshi Naya, Hiromi Itoh Ozaku, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Scenario Violation in Nursing Activities	2005. 8. 7 ～ 2005. 8. 11	有
16	一般口頭発表	第 4 回情報科学技術フォー ラム	高柳 芙沙子、大村 廉、納谷 太、野間 春 生、小暮 潔	人の行動分析のための赤外線通過 センサの開発	2005. 9. 7 ～ 2005. 9. 9	無
17	外国発表予稿 等	Ninth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES2005)	Akinori Abe, Futoshi Naya, Hiromi Itoh Ozaku, Kaoru Sagara, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Risk Management by Focusing on Critical Words in Nurses' Conversations	2005. 9. 14 ～ 2005. 9. 16	有
18	外国発表予稿 等	Sixth International Workshop on Linguistically Interpreted Corpora (LINC-2005)	Hiromi Itoh Ozaku, Akinori Abe, Noriaki Kuwahara, Futoshi Naya, Kiyoshi Kogure, Kaoru Sagara	Building Dialogue Corpora for Nursing Activity Analysis	2005. 10. 15	有
19	外国発表予稿 等	Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005)	Haruo Noma, Kiyoshi Kogure, Yoshitaka Nakajima, Hideo Shimonomura, Mieko Ohsuga	Wearable Data Acquisition for Heartbeat and Respiratory Information Using NAM (Non-Audible Murmur) Microphone	2005. 10. 18 ～ 2005. 10. 21	有

20	外国発表予稿等	Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005)	Futoshi Naya, Haruo Noma, Ren Ohmura, Kiyoshi Kogure	Bluetooth-based Indoor Proximity Sensing for Nursing Context Awareness	2005. 10. 18 ～ 2005. 10. 21	有
21	外国発表予稿等	Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005)	Ren Ohmura, Futoshi Naya, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure	B-Pack: Bluetooth-based Wearable Sensing Platform	2005. 10. 18 ～ 2005. 10. 21	有
22	一般口頭発表	同志社大学医工学研究センター「第1回分野別研究講演会」	桑原 教彰	日常行動・状況理解に基づく知識共有システムの看護への適用	2005. 10. 22	無
23	一般口頭発表	Fifteenth German-Japanese Forum on IT	Kiyoshi Kogure	Toward Knowledge Sharing System Based on Understanding Everyday Activities and Situations	2005. 11. 2	無
24	一般口頭発表	人工知能学会ことば工学研究会	阿部 明典	コンピュータと感性(III)	2005. 11. 4 ～ 2005. 11. 5	無
25	一般口頭発表	人工知能学会セマンティックウェブとオントロジー研究会	小暮 潔	ユビキタス・コンピューティング環境での日常行動・状況に関する知識の構築	2005. 11. 21	無
26	一般口頭発表	第25回医療情報学連合大会(第6回医療情報学会秋季学術大会)	桑原 教彰、小暮 潔、橋本 雅子	看護師の状況理解に基づく業務支援システムについての考察一点滴業務中の気付きに関する調査から	2005. 11. 24 ～ 2005. 11. 26	無

27	一般口頭発表	第25回医療情報学連合大会 (第6回医療情報学会秋季 学術大会)	阿部 明典、相良 かつお る、小作 浩美、桑原 教彰、小暮 潔	看護オントログ構想	2005.11.24 ～ 2005.11.26	無
28	一般口頭発表	第25回医療情報学連合大会 (第6回医療情報学会秋季 学術大会)	納谷 太、桑原 教彰、 小作 浩美、大村 廉、 野間 春生、小暮 潔	看護業務の自動識別に向けた看護 業務フロー分析	2005.11.24 ～ 2005.11.26	無
29	研究論文	ヒューマンインタフェース 学会論文誌	大村 亜希、野間 春 生、桑原 教彰、小暮 潔、萩田 紀博	看護行為自動計測用ウェアラブル ユニットの装着感に関するユーザ スタディ	2005.11.25	有
30	外国発表予稿 等	Second IEE European Conference on Visual Media Production	Itaru Kitahara, Ryuuki Sakamoto, Mika Satomi, Kaoru Tanaka, Kiyoshi Kogure	Cinematized Reality: Cinematographic Camera Controlling 3D Free-Viewpoint Video	2005.11.30 ～ 2005.12.1	有
31	外国発表予稿 等	Fifteenth International Conference on Artificial Reality and Telexistance	Jeremy Bluteau, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure, Yuichi Ohta	Visual Support for Medical Communication by Using Projector-Based Augmented Reality and Thermal Markers	2005.12.5 ～ 2005.12.8	有
32	学術解説等	システム制御情報学会誌「シ ステム／制御／情報」	野間 春生、土川 仁、 桑原 教彰、小暮 潔	E-Nightingale プロジェクターヒ ヤリ・ハット防止を目的とした看 護業務のための知識共有システム	2006.1.15	無
33	外国発表予稿 等	First International Symposium on Wireless Pervasive Computing (ISWPC2006)	Ren Ohmura, Futoshi Naya, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure	B-Pack: Bluetooth Based Wearable Sensing Device for Nursing Activity Recognition	2006.1.16 ～ 2006.1.18	有

34	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Kiyoshi Kogure	Toward a Knowledge Sharing System Based on Understanding Everyday Activities and Situations—Introduction to the E-Nightingale Project—	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
35	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Haruo Noma, Ren Ohmura, Futoshi Naya, Kiyoshi Kogure	Sensor Network Management for Understanding Everyday Activities	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
36	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Futoshi Naya, Ren Ohmura, Fusako Takayanagi, Haruo Noma, Kiyoshi Kogure	Location and Activity Recognition Using Heterogeneous Sensors	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
37	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Akinori Abe, Hiromi Ozaku, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Nursing Risk Management—from Models to Applications	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
38	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Hiromi Ozaku, Akinori Abe, Kaoru Sagara, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	Building Corpora of Job-Related Utterances for Task Analysis	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
39	一般口頭発表	Workshop on Knowledge Sharing for Everyday Life 2006	Itaru Kitahara, Ryuuki Sakamoto, Megumu Tsuchikawa, Mika Satomi, Kaoru Tanaka, Kiyoshi Kogure	Cinematized Reality: Displaying Daily Life in Cinematographic 3D Videos	2006.2.9 ～ 2006.2.10	無
40	一般口頭発表	先端生命医療におけるチーム医療の転換期—看護実践のパラダイムシフトをめぐって—	小暮 潔	看護実践を支援するための知識共有システムの構築に向けて	2006.2.17	無

41	研究論文	Research in Computer Science	Hiromi Itoh Ozaku, Akinori Abe, Kaoru Sagara, Noriaki Kuwahara, Kiyoshi Kogure	A Task Analysis of Nursing Activities Using Spoken Corpora	2006. 2	有
42	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	田中 秀典、北原 格、齋藤 英雄、村瀬 洋、小暮 潔、萩田 紀博	複数視点映像における被写体の姿勢変動を考慮した見え方学習法	2006. 3. 17	無
43	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	大田 周、坂本 竜基、小暮 潔、藤波 努	画素位置取得可能な光 ID タグとフロアセンサを統合した複数人物追跡	2006. 3. 17	無
44	一般口頭発表	電子情報通信学会 2006 年総合大会	下ノ村 英雄、大須賀美恵子、野間 春生、小暮 潔、中島 淑貴	NAM マイクロホンを用いた RR 間隔代替指標取得方法の検討	2006. 3. 24 ～ 2006. 3. 27	無
45	一般口頭発表	電子情報通信学会 2006 年総合大会	田中 秀典、北原 格、齋藤 英雄、村瀬 洋、小暮 潔、萩田 紀博	複数視点監視カメラを用いた動的な見え方学習法	2006. 3. 24 ～ 2006. 3. 27	無



