

平成16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17年5月

情報通信研究機構

# 平成16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」

## 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	
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	観測すべき行動とその周囲状況に関する医療看護現場での調査	23
4-1-3	各種センサに関する開発	24
4-1-4	装着型センサの装着感の調査	26
4-1-5	装着型センサの一次試作基本設計	26
4-1-6	映像系の環境設置型センサによる人物認証手法の開発	28
4-1-7	まとめ	30
4-1-8	今後の予定	32
4-2	知識構築技術の研究開発	32
4-2-1	序論	32
4-2-2	現場の要求に即した行動経験知識構築に向けた要件の分析	33
4-2-3	医療看護オントロジ・システム構築に向けた検討	35
4-2-4	インタラクシオン・コーパス構築に向けた検討	38
4-2-5	まとめ	40
4-2-6	今後の予定	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・分析システムで提供する知識の明確化	41
4-3-3	ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの構成要素の 予備的実装	44
4-3-4	まとめ	46
4-3-5	今後の予定	46
4-4	総括	46

5 参考資料・参考文献 .....	49
5-1 研究発表・講演等一覧 .....	49

## 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、装着型センサを含むユビキタス・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ところは評価すべき点である。同研究グループと連携している研究グループとして、ダルムシュタット工科大学 (Darmstadt University of Technology) の Bernt Schiele 教授らの研究グループがある。この研究グループでは、加速度センサ、無線による位置検出装置、マイクロフォンを使用して、ユーザの状況を推定する装置を開発し、携帯電話による割り込みの許容度に関する調査結果に基づき、携帯電話の呼び出しモードをベル音とバイブレータの間で自動的に切り替える手法を提案している。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・状況理解ではないが、状況に基づく割り込み方法の選択はジャストインタイム看護アドバイス・システムにおける知識提供手法の参考になるアイデアである。

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。

海外に目を向けると、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 for 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 のペイジアン・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 研究開発体の全体計画

### 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」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の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デバイス・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、役者に台本通り演技させ、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デバイス・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。

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							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
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		
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							

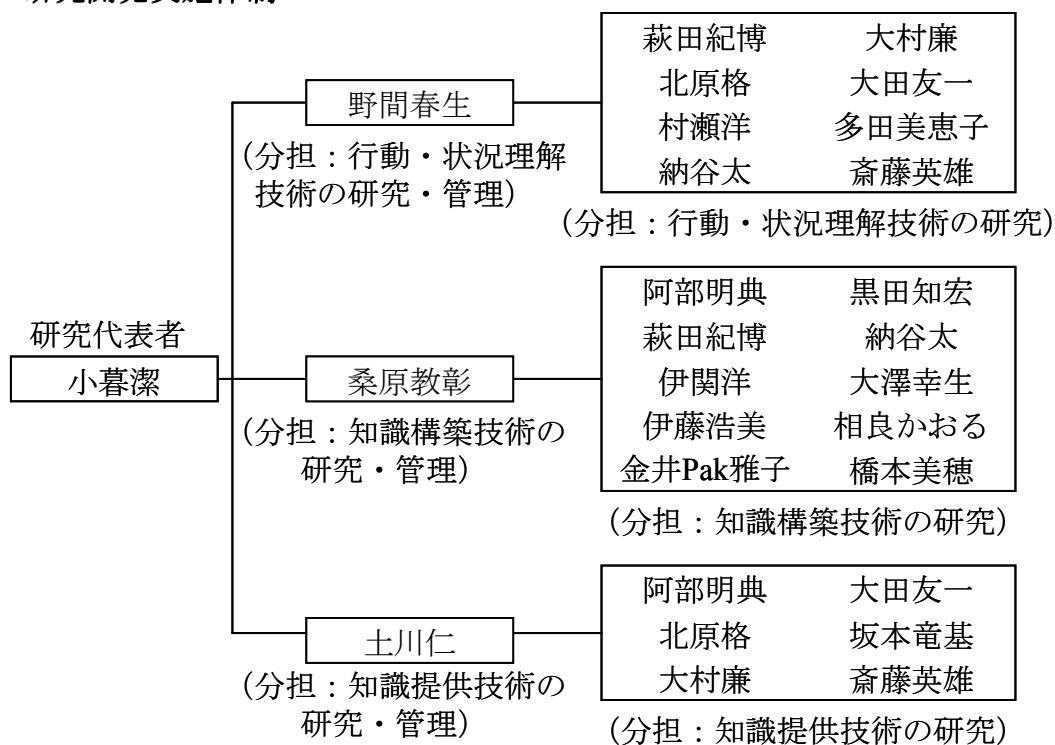
注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。

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 (平成 16 年 10 月 1 日より)
- ・ 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 (平成 16 年 10 月 1 日より)
- ・ 関西電力病院 (平成 16 年 10 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。

平成16年度は、東京女子医科大学病院と関西電力病院において看護業務内容や現場の状況を調査するとともに、業務サンプリングを目的とした音声収録実験のための音声による行動入力装置の試作を行い、サブテーマ「知識構築技術の研究開発」で進めている医療現場での音声収録実験に使用した。

また、行動・状況理解のための各種センサの開発を進めた。まず、ここでは皮膚に接触させるNAMマイクロフォンによる音声と生理情報の入力手法の検討を行ない、バンドパスフィルタによる諸情報の抽出の可能性を確認した。また、Bluetooth通信装置を応用した位置検出手法の開発を進め、実験により複数の装置の近接情報を獲得可能であることを確認した。さらに、現状の看護現場では重要なコミュニケーション手段である手書きメモに着目し、これを電子化する手法を開発し、試作を進めた。また、Bluetoothを使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置の試作も進めた。1台の記録サーバーに対して、最大7台の加速度センサ付きのモジュールが同時接続可能であり、各モジュールの最大8時間の連続動作と同期動作を確認した。

行動・状況理解のための各種センサの開発としては、上述の設計・開発以外にも、医療看護現場での受け入れやすさに関する調査を行った。具体的には、装着型センサの大きさや重量が装着感に与える影響に関する調査を行い、今後の設計の指標を導き出した。

さらに、装着型センサに関しては、一次試作の基本設計を進め、十分な入出力機能を有しながら目標とする8時間連続記録可能性の目処を付けることができた。

他方、環境設置型センサに関しては、映像系の環境設置型センサを整備するとともに、その人物認証での有効性を確認した。

#### 4-1-2 観測すべき行動とその周囲状況に関する医療看護現場での調査

観測すべき行動とその周囲状況を医療現場で調査するために、東京女子医科大学と関西電力病院において、各種資料の収集や看護師へのアンケート等を行った。

観測すべき行動とその周囲状況の細部を調査するために、音声による行動入力装置を

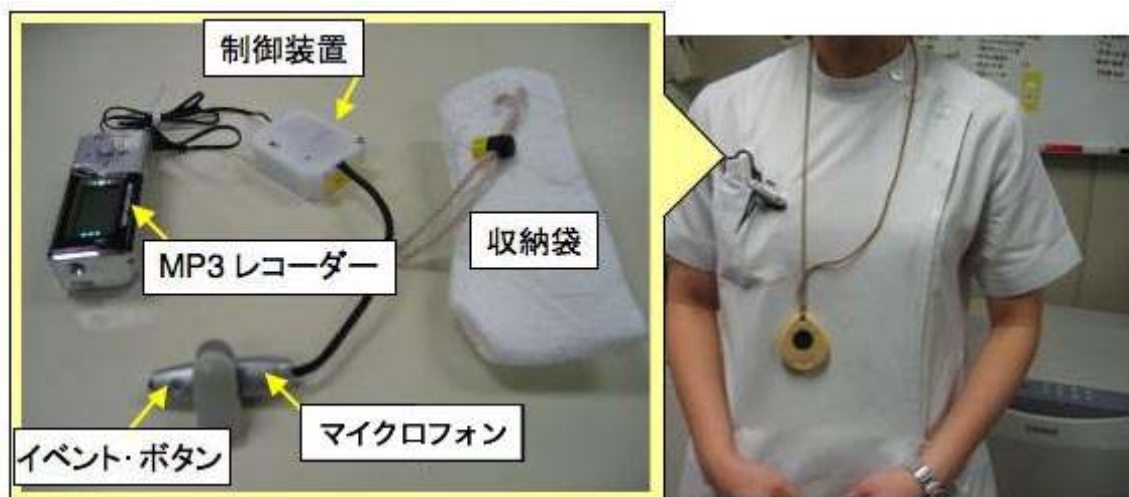
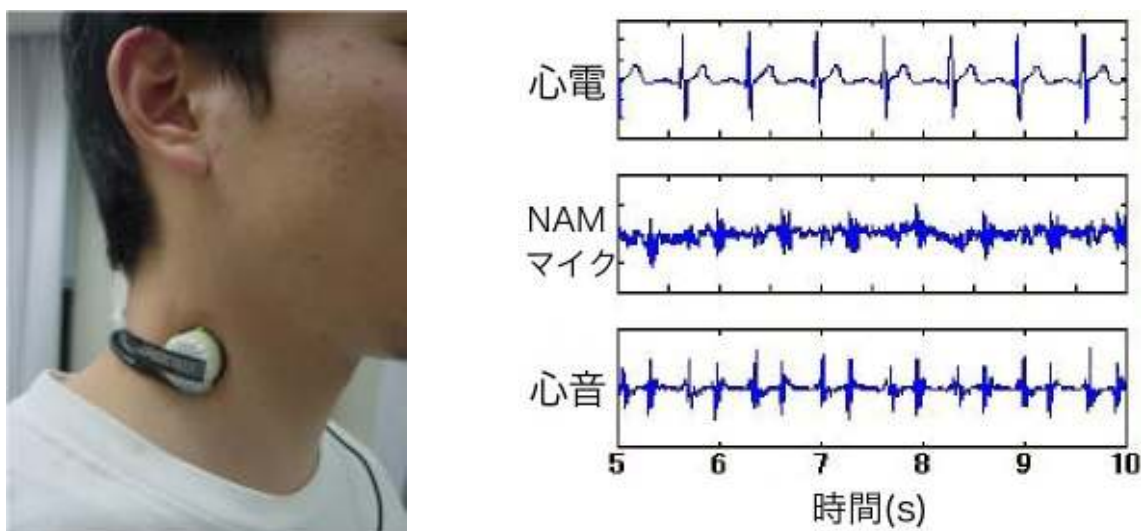


図 4.1.2.1 音声による行動入力装置





(a) NAM マイクロフォン

(b) 心音の計測結果

図 4.1.3.1 NAM マイクロフォンと心音の計測結果

試作した (図 4.1.2.1)。この装置は市販の MP3 レコーダを改造したもので、音声入力による業務サンプリングを可能とする。制御装置が一定時間ごとにプロンプトとしてのアラーム音を発生させ、記録対象看護師にその時点での看護行動を音声入力することを促す。また、マイクロフォン部分のイベント・ボタンの操作により自発的に看護行動の開始・終了を入力することも可能である。この装置を使用して、他のサブテーマと連携して、関西電力病院において観測すべき行動とその周囲状況、業務量、ワークフロー等の調査を行った。これらの調査を通して、音声による行動入力装置の有用性を確認した。また、音声入力の際の周囲雑音への対策、行動識別における看護師の位置情報、看護現場でのコミュニケーション手段としての手書きメモの重要性を確認した。

#### 4-1-3 各種センサに関する開発

前述の音声による行動入力装置の試作以外に、以下を行った。

##### a. NAM マイクロフォンを使用した音声入力手法の検討

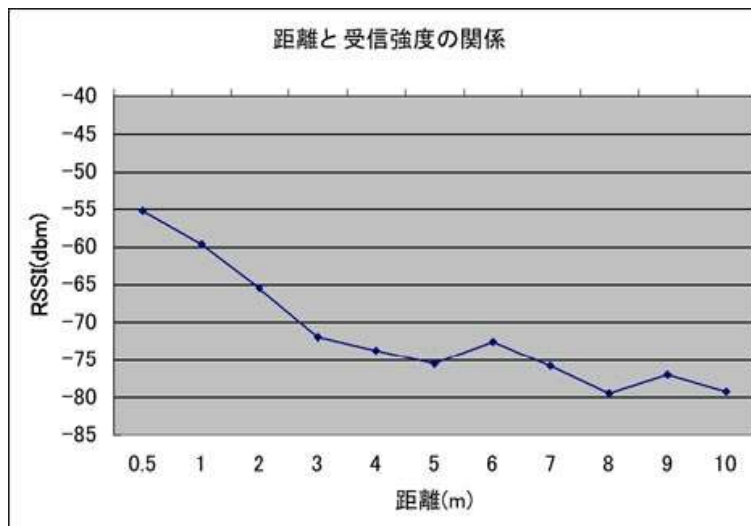
医療看護現場の雑音下での看護師による音声入力手段として、奈良先端科学技術大学院大学で開発された NAM (Non Audible Murmur: 非可聴つぶやき) マイクロフォンを使用した手法を検討した (図 4.1.3.1a)。このマイクロフォンは音声のみではなく、心拍や呼吸も計測可能である。本研究開発では、心電図と伸縮式呼吸センサとの計測結果と比較評価実験を行った。計測は心電図をトリガーとして心臓の真上に装着した聴診器型のマイクロフォンにより心音を収録し、首筋に装着した NAM マイクロフォンによる音を収録して、対応関係を分析した。図 4.1.3.1b に示すように心電図に対して一対一対応する心音を首筋に装着する NAM マイクロフォンで計測可能であることを確認した。また、呼吸センサと NAM マイクロフォンでの計測結果との関係も解析を進め、呼気・吸気の各動作に対応する特徴を抽出することができた。これらの結果から首筋に装着する NAM マイクロフォンでの収録音にバンドパスフィルタをかけることによって心拍数と呼吸については抽出可能であることを確認した。今後、このマイクロフォンを使用した音声とこれらの生理情報の自動計測手法に関して、さらに研究開発を進める。

##### b. Bluetooth 通信装置を応用した位置検出手法の開発

看護師の医療機関内での位置検出技術は本研究開発において不可欠な技術である。そこで、Bluetooth 通信装置を応用した位置検出手法を開発した (図 4.1.3.2a)。本手法では、



(a) Bluetooth 通信装置



(b) 距離と受信強度の関係

図 4.1.3.2 Bluetooth 通信装置を応用した位置検出手法

Bluetooth の初期接続処理である Inquiry 処理を連続的に行い、これに応答する他の Bluetooth 通信装置の応答パケットのみを連続的に受信する。応答パケットには応答した装置の固有 ID と信号の受信強度 (RSSI) が含まれており、これを分析することにより Bluetooth 通信装置間の距離情報を得る。実験により、図 4.1.3.2b に示す距離と受信強度の関係を得た。この結果を応用することで、看護師に装着した Bluetooth 通信装置と環境に設置した Bluetooth 通信装置の距離情報を獲得することができ、看護師の位置情報を獲得することができる。また、複数の看護師間の近接情報を獲得することもできる。この情報は看護師の対話相手を同定する際等に有用である。

#### c. 電子ペンによる電子メモ・システムの試作

医療看護現場の調査から、看護現場でのコミュニケーション手段としての手書きメモが不可欠であることを確認した。そこで、Anote 社の電子ペンを使用して、本来は紙でしか残らないメモを電子化し、保存・共有する手法を開発し、電子メモ・システムを試作した (図 4.1.3.3)。試作システムでは、電子ペンが各看護師に割り当てられ、そのペンで専用のメモ帳に記入した内容がサーバー計算機に無線によって自動的に転送され、保存される。

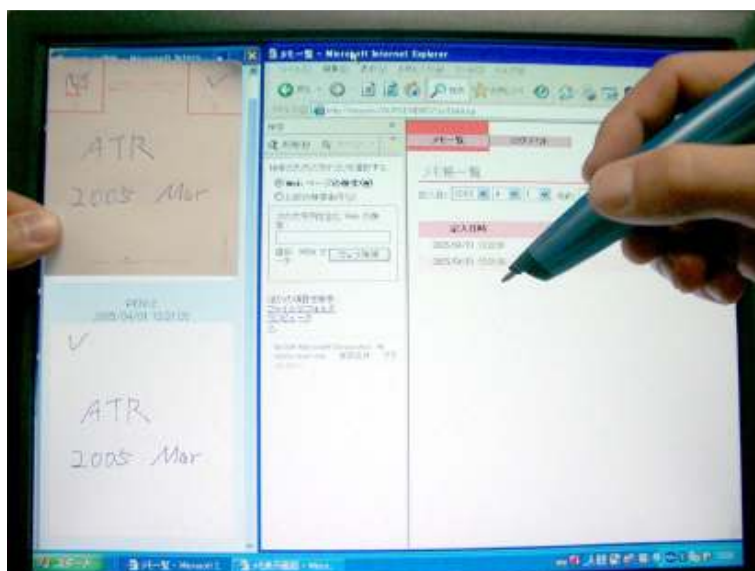


図 4.1.3.3 電子ペンによる電子メモ・システムの試作

サーバーには、記入者、記入時間をキーとして検索し、該当メモを表示する機能が実装されている。今後、医療看護環境での使用に関する評価を行う予定である。

#### d. Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置の試作

看護師の本来の業務を阻害しないために、ケーブル類を使用することができない身体部位が存在する。例えば、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、この場合には肩付近のケーブル類による支障があってはならない。そこで、Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置を試作した。この装置は35mm×45mm×10mmのケース内に組み込まれたBluetoothモジュール、CPU、加速度センサ、電池から構成される（図 4.1.3.4a）。この構成で最大7台程度のパーソナル・センサ・ネットワーク装置を約8時間連続して運用することが可能である。図 4.1.3.4b は2名の被験者に計6個のセンサを装着し、各センサで3軸方向(X, Y, Z 軸)、つまり18チャンネルの加速度を計測した実験の結果を示す。この結果は同期して計測可能であることを示している。また、この実験では加速度センサを用いたが、試作電子回路には最大で15本の汎用 I/O ポートが用意されており、光や温度、皮膚表面電位等の多様なセンサを接続することも可能である。この装置の使用により、多様なセンサが使用可能になるとともに、その配置の自由度が高まり、より多くのセンサ情報の取得が可能になる。

#### 4-1-4 装着型センサの装着感の調査

装着型センサに関する予備的検討の一環として、装置に対する要求性能と制限事項の検討を行った。これまでに試作した試作装置の評価結果を分析し、その結果を受けて想定された寸法と重量を模擬した3種類のダミー装置（表 4.1.4.1）を使用して、看護師に対する装着性に関するアンケート調査を実施した。その結果、ダミー装置 C の寸法と重量の装置ならば、装着による違和感や疲労感を特に与えることなく、業務に支障をきたさないことを確認した。この結果を今後の装着型センサの設計に反映させる予定である。

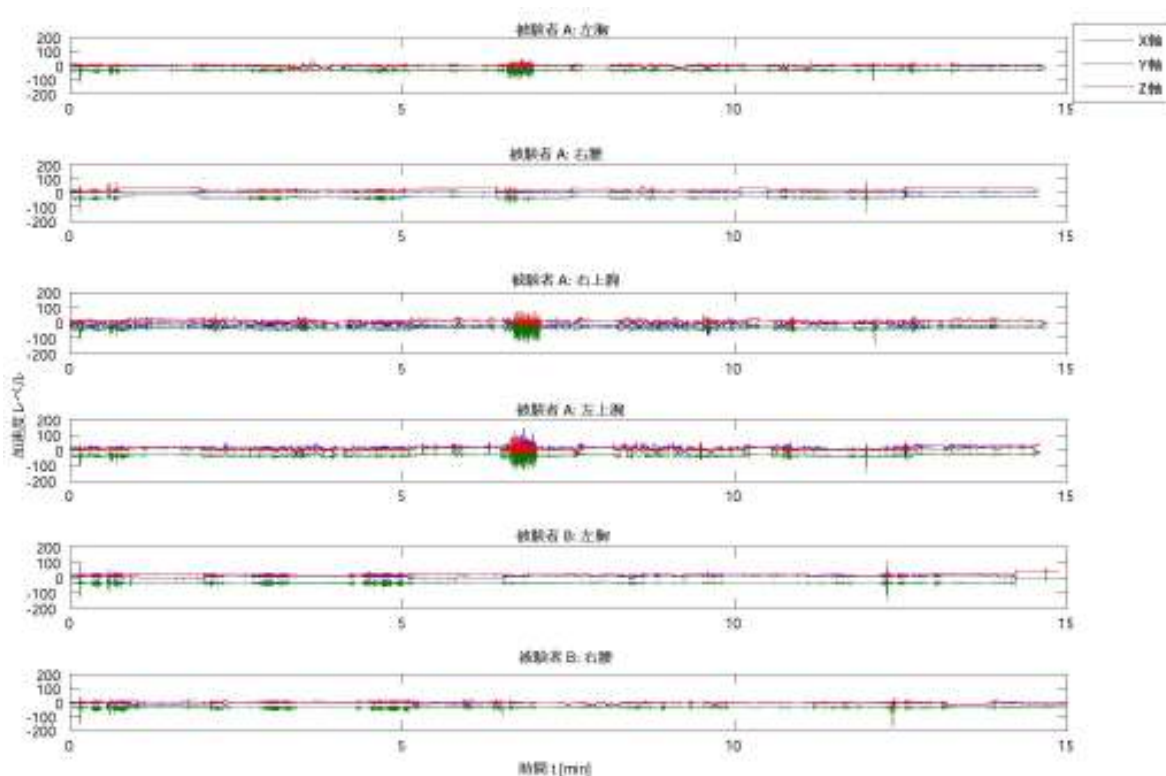
#### 4-1-5 装着型センサの一次試作基本設計

装着型センサの一次試作基本設計を行った。前述の予備検討の結果等に基づき、大きさ、重量、運用時間を設計目標として設定し、必要なセンサと通信手段の実装を行った（図 4.1.5.1）。CPU にはルネサス社製 M32192F を採用した。この CPU の選定にあたっては、装





(a) 装置



(b) 6 個の加速度センサの同時計測結果

図 4.1.3.4 Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置

着型センサに求められる多くのイベント(音声入力、行動入力等)をリアルタイムに記録する機能を重視した。また、消費電力を押さえるために CPU 単体での動作を可能とするのに十分な周辺機能とメモリーを本体に有することを条件として選定した。

試作ボードでは図 4.1.5.2 のブロック図に示すように音声入力 2ch、SD カードスロット 1 基、CF カードスロット 1 基、CAN ポート 1ch、シリアルポート 1ch、A/D コンバータ 34ch (本体、増設含む)、PIO16ch、16bit カウンタ 8ch、PWM 出力 3ch、RTC をそれぞれ実装した。本研究開発で想定する最終的な装着型センサでは、ここで用意したすべての周辺機能を必要としないが、消費電力と機能のデザインの最適解を検討するために、これらの機能を実装した。この基本設計により、目標とする 8 時間連続記録可能性の目処を付けることができた。そこで、今後の試作機のレファレンス・デザインとする。平成 17 年度以降はソフトウェアのレファレンス・デザインを検討する。

表 4.1.4.1 装着感の調査に使用したダミー装置

	寸法 (mm)	重量 (g)
ダミー装置 A	65×100×35	200
ダミー装置 B	50×75×30	100
ダミー装置 C	58×95×18	100



図 4.1.5.1 装着型センサー一次試作

#### 4-1-6 映像系の環境設置型センサによる人物認証手法の開発

映像系の環境設置型センサを整備し、その人物認証での有効性を確認した。

##### a. 単眼カメラによる位置情報取得手法の開発

単眼カメラを使用して、環境中に存在する人物の位置情報を取得する手法を開発した(図 4.1.6.1a)。この手法は被写体である対象人物が環境内で直立していることを仮定することで、2次元情報である単眼映像から対象の3次元位置情報を高速に推定する。位置情報取得結果の例を図 4.1.6.1b に示す。この図で、上段は4種類の被写体(1人の歩行する被写体、1人の屈伸する被写体、2人の交差する被写体、2人の重なり合った被写体)の見え方における追跡例を示し、中段、下段は対応するシルエット情報と追跡中間データを示す。この手法は、従来の複数台のカメラを使用する手法とは異なり、1台のカメラによって撮影された映像からでも被写体の位置推定が可能であるため、病院のような構造が複雑であり、かつ、遮蔽物の多い環境への適性が高い。

##### b. 人物認証のための見え方情報学習手法の開発

被写体の人物認証を行うために、被写体の見え方情報の学習手法を開発した(図 4.1.6.2a)。この手法は初期学習と追加学習の2段階で構成される。個人識別を目的とした見え方の学習においては、密に配置されたカメラから得られた様々な方向からの見え方情報を用いるのが一般的である。しかし、実世界を撮影対象とした場合、常にカメラを密に配置することができるとは限らない。本研究では、初期学習と追加学習の2段階構成により、この問題の解決を図った。まず、初期学習では、簡単な3次元形状モデルを介してまばらに配置された複数視点画像を補間することにより、様々な方向からの見え方を仮想的に再現し、それらを用いて固有空間を生成する。その後、別のカメラにより被写体の新たな見え方が獲得された場合には、その見え方情報を3次元形状モデルのテクスチャ情報に

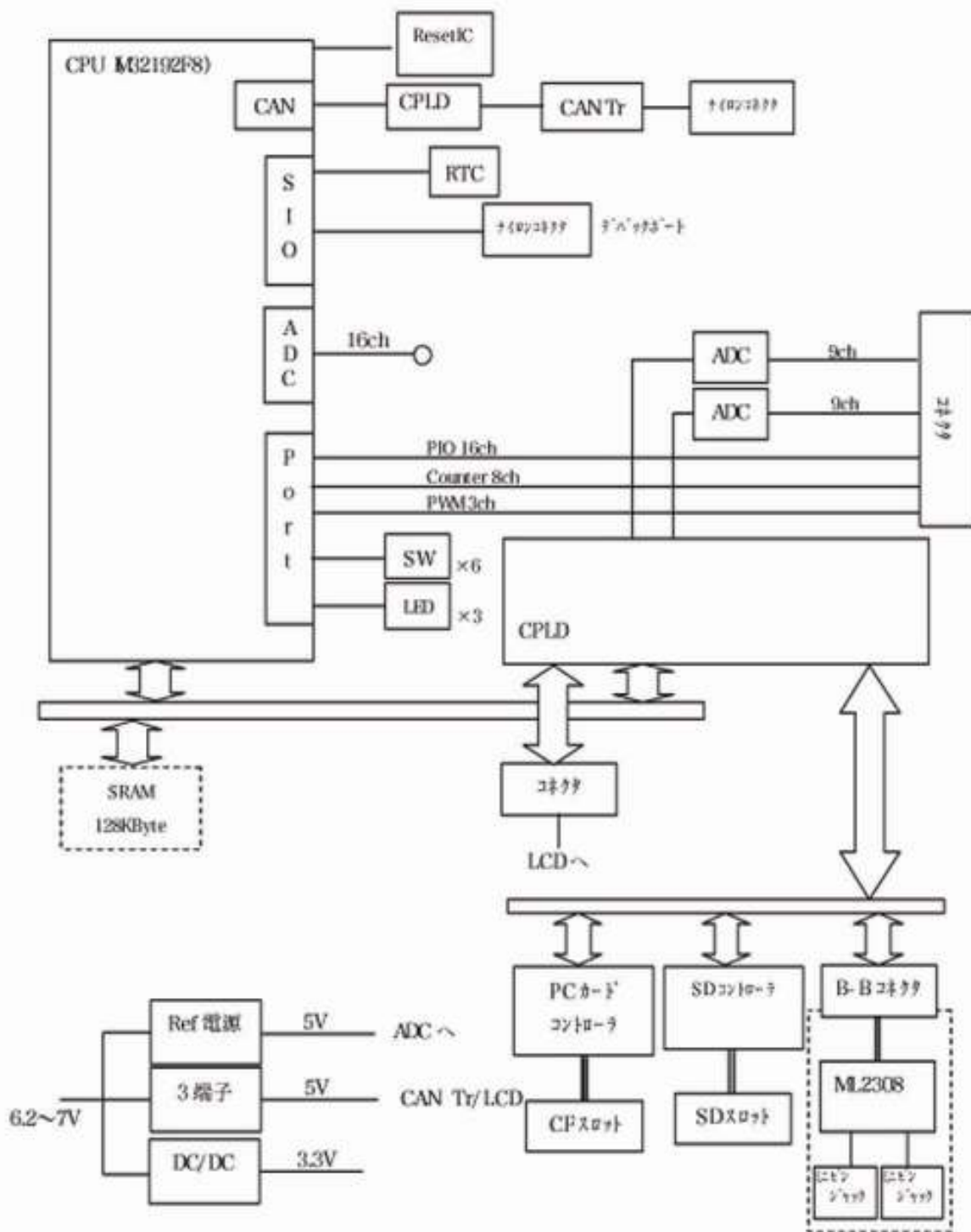
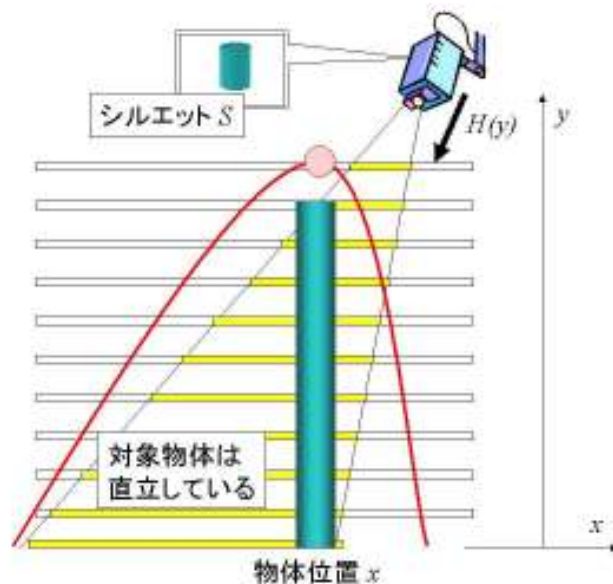


図 4.1.5.2 装着型センサー一次試作のブロック図

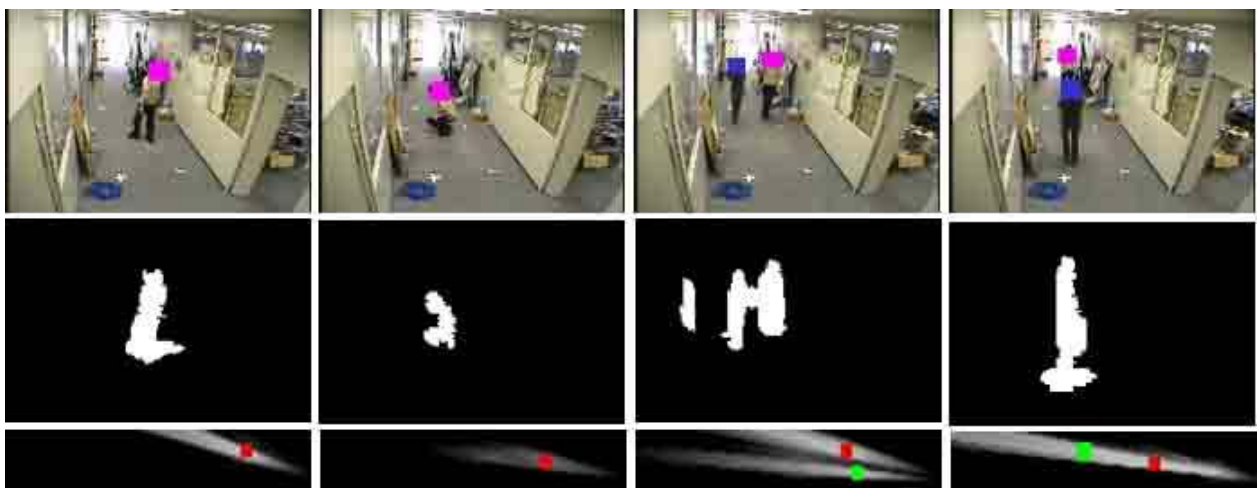
反映させることにより補間画像の写実性を向上させ、それらの画像を用いて固有空間の再構成（追加学習）を行う。追加学習による見え方情報の更新の例を図 4.1.6.2b に示す。追加学習により補間画像の見え方が改善され、その結果として、識別能力の高い固有空間が作成されることになる。

c. 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 を開発した（図



(a) 概念図



(b) 位置情報取得結果の例

図 4.1.6.1 単眼カメラによる位置情報取得手法

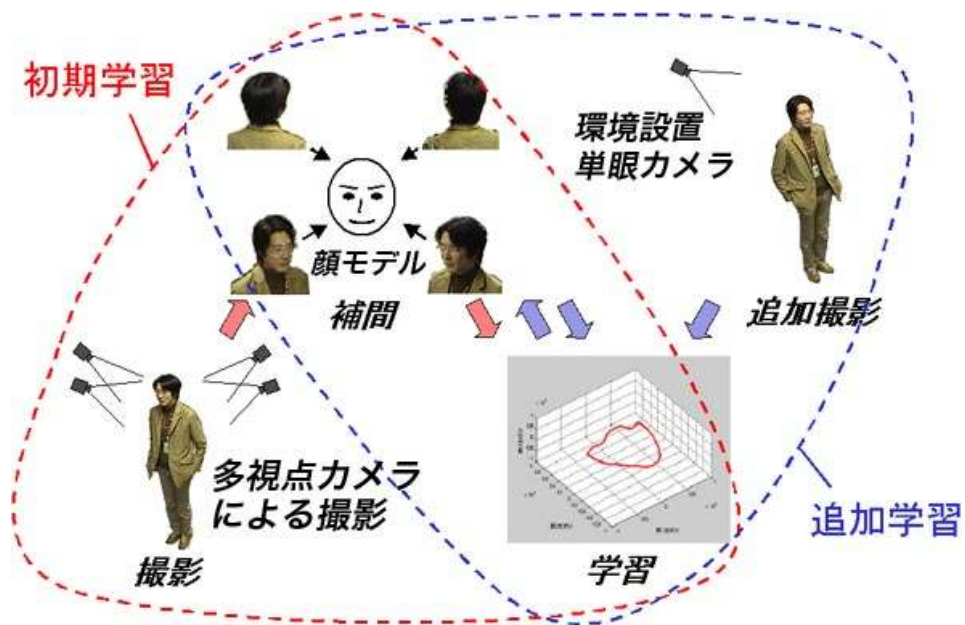
4.1.6.3a)。熱を透過しやすい素材と熱を透過しにくい素材を組み合わせることで衣服を作成し、透過する熱の領域が固有の形状（図 4.1.6.3b）を持つようにし、赤外線カメラで撮影した画像から固有形状を読み取り、衣服の着用者を識別する（図 4.1.6.3c）。このように本手法は、熱という不可視情報を使用するために、装着者の見え方に影響を与えず、不必要に個人識別情報を第三者に取得されないこと、我々が発している体熱を用いて識別情報を構成するために、装着型センサの重要課題である電源の問題の解決が可能であるという特徴を有する。前者は実際的な応用で重要な特徴であり、後者は看護師のように長時間連続して勤務し続ける対象に装着する際に重要な特徴である。

#### 4-1-7 まとめ

平成 16 年度は、東京女子医科大学病院と関西電力病院において看護業務内容や現場の状況を調査するとともに、業務サンプリングを目的とした音声メモによる行動入力装置の試作を行い、医療現場での音声収録実験に使用した。

また、行動・状況理解のための各種センサの開発を進めた。まず、ここでは皮膚に接触させる NAM マイクロフォンによる音声と生理情報の入力手法の検討を行ない、バンドパス





(a) 概念図



(b) 追加学習による見え方情報の更新結果の例

図 4.1.6.2 見え方情報学習手法

フィルタによる諸情報の抽出の可能性を確認した。また、Bluetooth 通信装置を応用した位置検出手法の開発を進め、実験により複数の装置の近接情報を獲得可能であることを確認した。さらに、現状の看護現場では重要なコミュニケーション手段である手書きメモに着目し、これを電子化する手法を開発し、試作を進めた。また、Bluetooth を使用したパーソナル・センサ・ネットワーク装置の試作も進めた。1 台の記録サーバーに対して、最大 7 台の加速度センサ付きのモジュールが接続可能であり、各モジュールの最大 8 時間の連続動作と同期動作を確認した。

行動・状況理解のための各種センサの開発としては、上述の設計・開発以外にも、医療看護現場での受け入れやすさに関する調査を行った。具体的には、装着型センサの大きさや重量が装着感に与える影響に関する調査を行い、今後の設計の指標を導き出した。

さらに、装着型センサに関しては、一次試作の基本設計を進め、十分な入出力機能を有しながら目標とする 8 時間連続記録可能性の目処を付けることができた。

他方、環境設置型センサに関しては、映像系の環境設置型センサを整備するとともに、その人物認証での有効性を確認した。

以上のように行動・状況理解技術の研究開発は当初計画の通り、中間目標に向けて順調に進捗している。

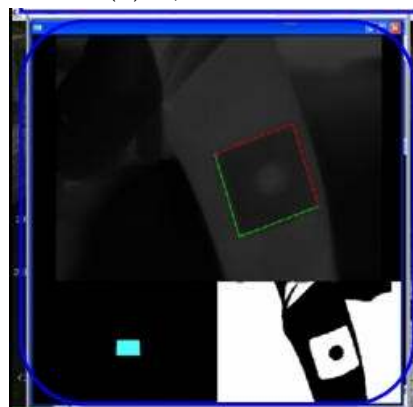




(a) 実験風景



(b) サーマル ID



(c) 識別結果

図 4.1.6.3 個人識別手法 Thermal-ID

#### 4-1-8 今後の予定

平成 16 年度に行った、観測すべき行動とその周囲状況の医療看護現場の調査、および、各種センサに関する予備的実験の結果に基づき、知識構築に必要な情報を抽出するための各種センサによる観測方法、および、それらのセンサを連携する方法を検討・実装する。これにより、中間目標の 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 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る。

また、小型装着型機器に関しては、実際の医療看護現場において運用可能な装着型センサ基本装置を開発する。具体的には、平成 16 年度に行った装着型センサ基本装置試作の結果に基づいて実装方法等に関する検討を行い、この検討に基づいて設計・試作し、医療看護現場、あるいは、これを模擬した環境で評価する。これにより、中間目標の 1 つである「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 16 年度は、本サブテーマで取り扱う 3 種類の知識、すなわち、一般的傾向に関する知識、希少現象に関する知識、医療看護オントロジに対する現場のニーズに即した要件を検討した。具体的には、4 つの病院を対象に、看護師が業務中に、どのような状況でどのような知識を必要とするのかに関するアンケート等により事例を収集した。

次に、各事例において必要な知識が上記 3 種類の知識のいずれに該当するのかを分析した。この分析結果に基づき、必要とする知識を抽出するための入力データや抽出方法を検

表 4.2.2.1 看護師が必要とする知識の分類

知識種別	抽出方法	必要な時期	必要な知識の種類
一般的傾向	行動・状況理解結果の業務内容・場所・時間に関する単純統計	業務中	業務中の各看護師の業務負荷
		業務後	業務中の看護師への割り込み
	業務後	各看護師の各業務の標準的所要時間	
		ナース・ステーション、廊下等の滞在の時間・原因	
行動・状況理解結果の業務内容に関する N-gram 分析等	新人とベテランの仕事の組立て方の差異		
希少現象	事故発生状況の分析とセンサ・データの関連付け	師長レベルの事故防止のノウハウ	
医療看護オントロジ	電子カルテ、業務マニュアル等からの抽出・構造化	業務中	患者の個別性に関する情報
			業務の手順・確認事項に関するマニュアル

討した。また点滴業務フローについての調査を実施し、知識としての利用法を検討した。

医療看護オントロジ・システムに関しては、いわゆる標準的な看護用語の体系から看護情報の意味解析用の分類項目および分類規則を生成する方法を検討した。

また、サブテーマ「行動・状況理解技術の研究開発」と連携し、病院での音声収録実験により発話データを収集し、収集結果中の専門用語の表現と一般的な辞書、医療看護用語辞典等に収録されている表現を比較し、コミュニケーション・エラーの分析方法を検討した。

インタラクション・コーパスに関しては、前述のように発話データを収集し、その分析を開始し、コーパス構築上の問題点を明確化し、それらを考慮したコーパスの構造化方法を検討した。

#### 4-2-2 現場の要求に即した行動経験知識構築に向けた要件の分析

現場の看護師等が看護、運営、教育の現場でどのような知識を欲しているのか、特にセンサが導入された場合に何が知りたいのかに関して、看護師等へのヒアリングとアンケートにより調査した。この際、対象業務として、医療事故が頻繁に発生する点滴業務を取り上げた。

最初に、電子カルテの影響を考慮するために、病棟に電子カルテが導入されている関西電力病院、NTT 関東病院、病棟に電子カルテが導入されていない東京女子医科大学病院でヒアリングを実施した。ヒアリングは延べ6回、対象は19名の現職看護師、看護学の教官、病院の安全対策の担当者である。各ヒアリングとも1時間程度である。

上述のヒアリングに基づき、看護師が業務中に、どのような状況でどのような知識を必要とするかに関する事例を収集した。この収集事例を分析し、現場の看護師が必要とする知識の種類とその性質について表 4.2.2.1 に示す結果を得た。今後は、この分類に従って、データ分析手法やデータベース設計を進めていく予定である。

次に、電子カルテが導入されていないKS病院（東京）の協力の下で現場の看護師を対象として、点滴業務中に看護師が知識、情報の不足によって困った事態が発生したか等の「気づき」についてのアンケート調査を実施した。調査期間は1週間であり、点滴業務の各ス

アンケート



各看護師は1日の点滴業務の各段階の業務が終わった時点で、自身の状況を記録する。

アンケートの各行は各担当患者に対応する。

3月 日 深夜勤・日勤・準夜勤 氏名:

作業範囲	指示受け	薬剤準備	確認	混注	物品	
作業項目	<input type="checkbox"/> 医師の指示受け <input type="checkbox"/> 書き出し	<input type="checkbox"/> 薬剤調達 <input type="checkbox"/> 名前張り	<input type="checkbox"/> 読合せ印鑑① <input type="checkbox"/> 読合せ印鑑②	<input type="checkbox"/> 薬剤の混注 <input type="checkbox"/> 点滴ルート準備 <input type="checkbox"/> 点滴ルート取付け	<input type="checkbox"/> 三層	
時刻						
中断(分)	1・3以上	1・3以上	1・3以上	1・3以上	1以上	
中断理由	(場所移動あり) (場所移動あり)	(場所移動あり) (場所移動あり)	(場所移動あり) (場所移動あり)	(場所移動あり) (場所移動あり) (場所移動あり)	(場所移動あり)	
急ぎ	全部急いだ (急いだ理由: 1.この点滴自体が緊急に発生したため 2.途中で色々な作業が割り込み、この点滴が遅れたため 3.この点滴が終わった後にやるべき作業がある)					
気づき						
参照	・処置簿 ・継続指示 ・同僚 ・薬マニ ・他( )	・書き出し ・医師 ・カーデ ・作マニ ・他( )	・処置簿 ・継続指示 ・医師 ・同僚 ・薬マニ ・他( )	・書き出し ・医師 ・カーデ ・作マニ ・他( )	・処置簿 ・継続指示書 ・同僚に聞く ・薬剤マニュアル ・他( )	・書き出し ・医師に聞く ・カーデックス ・作業マニュアル ・他( )
参照理由						
疲労感	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	
眠気	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	あり ややあり なし	

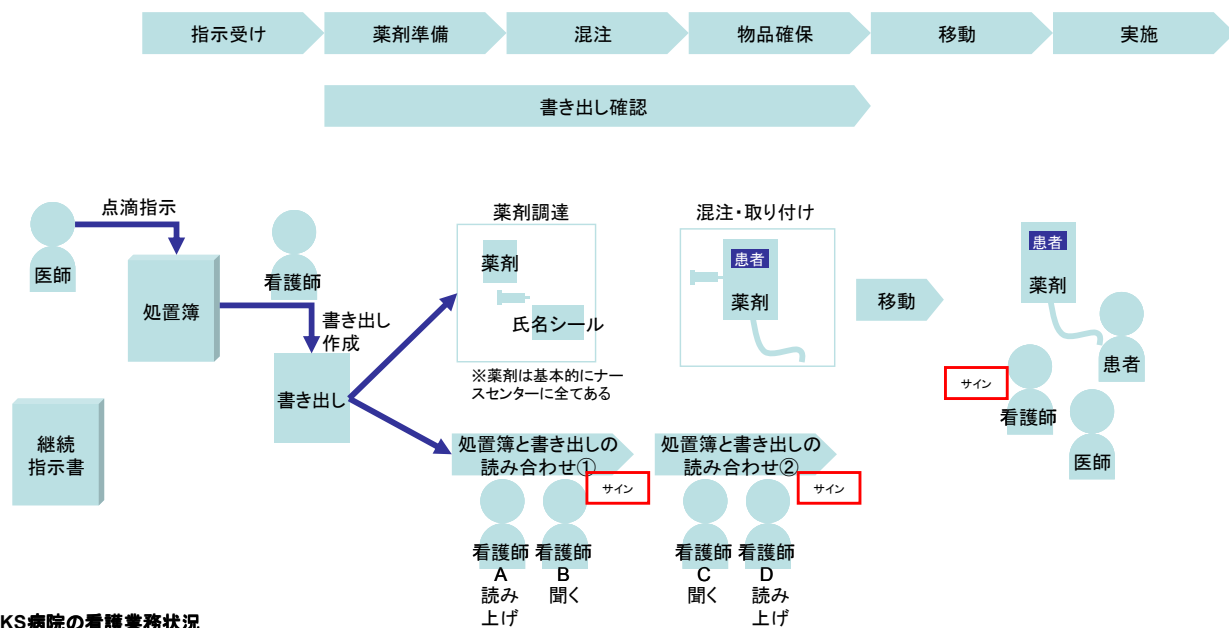
図 4.2.2.1 アンケート用紙のサンプル

トップを終えるたびにアンケート用紙に「気づき」を記録するように依頼した。また、「気づき」の際の状況把握のため、業務の中断の頻度、多忙感、疲労感についてもあわせて記録した。アンケート用紙のサンプルを図 4.2.2.1 に示す。また、点滴業務フローの調査結果を図 4.2.2.2 に示す。

アンケートの結果、55 事例の「気づき」が記録された。ある勤務帯のアンケートの回答の分析例を図 4.2.2.3 に示す。この図が示す勤務帯で点滴注射を実施した看護師は 1 名であり、青の吹き出しが看護師の記録した気づきを示す。緑の記録は勤務帯での状況パラメータ（疲労感、眠気）の推移を示す。この勤務帯では薬剤の混注中に割り込みが頻繁に発生しており、その状況下で複数患者に同一薬剤の処方があったために注意を払いながら作業を実施していたことを示している。

次に、表 4.2.2.2 に、看護師の挙げた気づきで多いものから上位 5 つを示す。最も多かったのは業務中のナースコールなどの頻繁な割り込み（19 件）であった。また判りにくい医師からのオーダーというのが 9 件あった。医師からのオーダーが判りにくい場合に看護師はその作業を中断し、他の看護師への確認、あるいは、医師への直接確認の連絡を行い、不明瞭な点を正すことになることから、これは当該看護師の作業を中断させるだけでなく、他の医療スタッフへの割り込みの要因となる。

作業の中断、割り込みがエラーを誘発することは一般に知られていることであるが、本調査の結果では、中断、割り込みの要因となる気づきが全 55 件中の 28 件（51%）を占めている。したがって、看護業務中のエラーの発生を抑制する観点から、看護業務フロー中か



#### KS病院の看護業務状況

- 作業マニュアルは参照されていない(事実上ない)
- 病院ルールとして書き出しは禁止され、処方箋のみで動くよう指示。しかし現場判断で書き出しを作成。エラー低減のため処方箋と書き出しのチェックを実施
- KS病院ではプライマリ制ではなく、機能別看護制とチーム看護制を合わせた形で看護業務を実施している。したがって、点滴作業は作業ごとに誰が行っても良いことになっており、特に担当はない

図 4.2.2.2 点滴業務フローの調査結果

らクリティカルな部分を抽出し、その状況にある看護師を割り込みからガードするような情報伝達システムが望まれる。また、他の医療スタッフへの問い合わせによる割り込みを低減する観点から、看護師が業務中に疑問を感じた場合に、それをその場で即座に自己解決できるように知識を提供するシステムも望まれる。

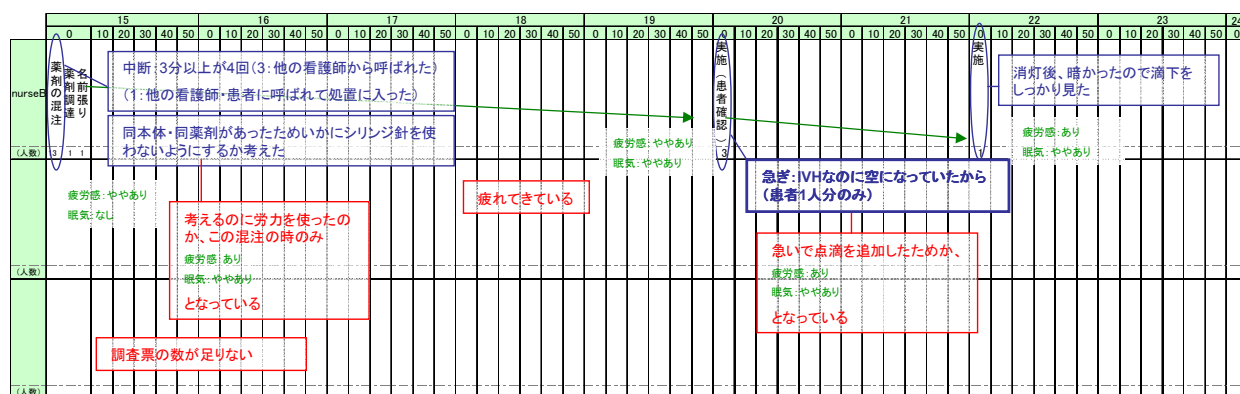
これらのシステムの実現には看護業務フローに関わる知識が必要であるため、今後、複数の病院での調査を進め、看護業務フローに関わる知識を看護業務フロー・モデルとして構築していく。特に、看護師のエラーが特に重大な事故を引き起こす可能性の高い点滴業務に焦点を当てる。このモデルはサブテーマ「知識提供技術の研究開発」において、業務中の看護師にジャストインタイムに知識を提供するジャストインタイム看護アドバイス・システムを開発する際に有用である。また、このトップダウンのモデルはサブテーマ「行動・状況理解技術の研究開発」において、看護師の行動を理解するための基本的なモデルとしても有用である。

さらに、点滴業務フローの各ステップで、看護師が何に留意して業務を遂行しているのかについてヒアリングを実施した。その結果、文書化されたマニュアル的な知識以外に、先輩から後輩への指導を通じて伝承される、文書化されていない知識にも多く依存していることが判明した。今後、複数の病院において、この種の知識を電子化し、点滴業務フローに関連付けてデータベース化することを検討する。このデータベースはサブテーマ「知識提供技術の研究開発」において、看護師の状況に依存して最適な知識、情報を提供する技術を開発する際のデータとしても有用である。

### 4-2-3 医療看護オントロジ・システム構築に向けた検討

まず、医療看護オントロジ・システムで対象とする用語の範囲を設定するために、用語収集のための種として、どのようなデータを利用するのが適切かについて検討を行った。検討の対象として、(財)医療情報システム開発センターが開発した看護用語マスターと、ICNP (International Classification for Nursing Practice、看護実践国際分類) の日本

## 3月8日(火) 準夜勤



### 基本情報

書き出し数(人)	-
読み合わせ回数	-
実施延数(人)	4人/2回
薬剤調達(人)	1人/1回
薬剤混注数(人)	13人/1回
点滴ルート準備数(人)	-
点滴ルート取付け数(人)	-
名前張り数(人)	1人/1回

### デモグラフィックデータ

勤務した看護師数	3人
入院患者数	56人
担送患者数	11人
護送患者数	21人
入院(転入)患者数	-
退院(転棟)患者数	-
手術件数	-
入院患者外来受診のべ人数	-
病棟外実施の検査のべ人数	-

### 分析

- ・1人のデータしかないで、少なくとももう1人は看護師がいるはず
- ・考えることや緊急のことが起きた時は、疲れや眠気が増している
- ・同本体・同薬剤の場合は複数患者の点滴を同じ針で作製しているようだ

図 4.2.2.3 アンケート回答の分析例

表 4.2.2.2 看護師の気づきの上位5種

看護師の気づき	件数
ナースコール、患者からの割り込み	19件
判りにくい医師からのオーダー	9件
点滴速度の誤り	6件
患者誤りを犯さないよう留意	3件
転記誤り	2件

語版、および、個人が開設している Web サイトで公開されている、看護師の日常使用する簡単な略語・慣用語集、看護用語辞典、看護用語集を取り上げた。看護用語マスターについては、収集されている用語が、本研究開発の目的とする看護師間、看護師患者間のインタラクションの分析を想定した場合に適切と言いがたい。また、階層構造はあるものの知識処理に適した構造とは言いがたいことから、その利用には工夫が必要である。一方、ICNPについては、看護行為に関して収集されている用語が本研究開発の目的と比較的親和性が高く、一部の用語には意味が付与されている。また、構造にも違和感がないことから、オントロジの構築に有用であることが判った。さらに個人の Web サイトから収集可能な用語は、現場の生で使用されている言葉であることから、看護師の発話を理解・分析するためには非常に有用であることが判明した。

次に、医療看護オントロジ・システムの構造を設計するために、既存のデータを活用す



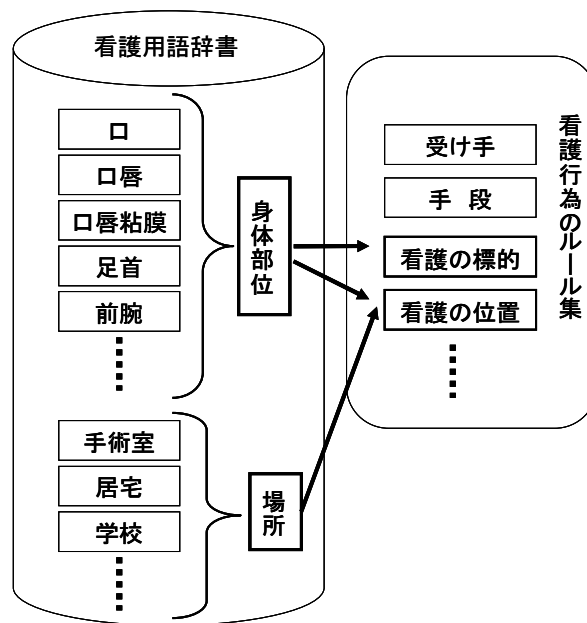


図 4. 2. 3. 1 意味対応辞書とルール集

る可能性を検討した。具体的には、日本で利用されつつある 4 種類の標準看護用語 (MEDIS-DC で開発された看護行為名称、ICNPR のラベル、NANDA2003-2004 のラベル、ドメイン名、クラス名、NIC ラベルそれぞれの日本語訳に含まれる用語) における共通部分についての分析を行った。また、一般的な日本語を対象とした、国立国語研究所で作成された類語辞書である「分類語彙表」との比較検討を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 2 種類以上の標準看護用語に共通のラベルは全ラベルの 3% で、標準看護用語間の互換性は低い。
- (2) 互換性は低いものの、NANDA ラベルの 16% は ICNPR と共通のラベルであった。
- (3) 看護行為を表すラベルに略語やカタカナ語が使われる傾向がある。
- (4) カタカナ語の中には、多義性のあるもの、類義語がある。
- (5) 異なる標準看護用語に含まれるカタカナ語の中には表記方法が異なるものがある。
- (6) 看護行為を表すラベルと比較して、患者の状態を表すラベルには、一般的な日本語が多く含まれている。
- (7) 分類語彙表に登録されているラベルの中にも多義性のあるものがあり、看護師と患者やその家族で、解釈の異なり、誤解が生じる可能性のあるラベルがある。

上記(1)、(2)、(4)より、すべての標準看護用語を包含し、各々の意味の関連を記述した自然言語処理用辞書の構築が有用であることが明らかとなった。また、(4)、(7)における多義性は、看護師と患者またはその家族との間で、解釈が異なる場合があることを示唆している。したがって、看護現場では、看護師が患者やその家族とのコミュニケーションを図るとき、看護師にこれらの多義性を意識させることが重要である。また、看護師の発話を理解するためには、看護師の対話相手等の発話状況を考慮した曖昧性解消手法が望まれてくる。同様に、看護テキストの自然言語処理、データ・マイニングを行う際には、テキストの著者と想定読者を考慮した曖昧性解消手法が望まれてくる。

この検討の結果を踏まえて、多義性を扱うための意味対応辞書とルール集(図 4. 2. 3. 1)、看護業務の意味的な分析を可能にするための看護領域文書の意味解析用辞書(図 4. 2. 3. 2)について提案した。

さらに、上述のような既存の用語集等を利用して医療看護オントロジ・システムを構築する手法に関しても検討した。既存の用語集等を利用して医療看護オントロジ・システム

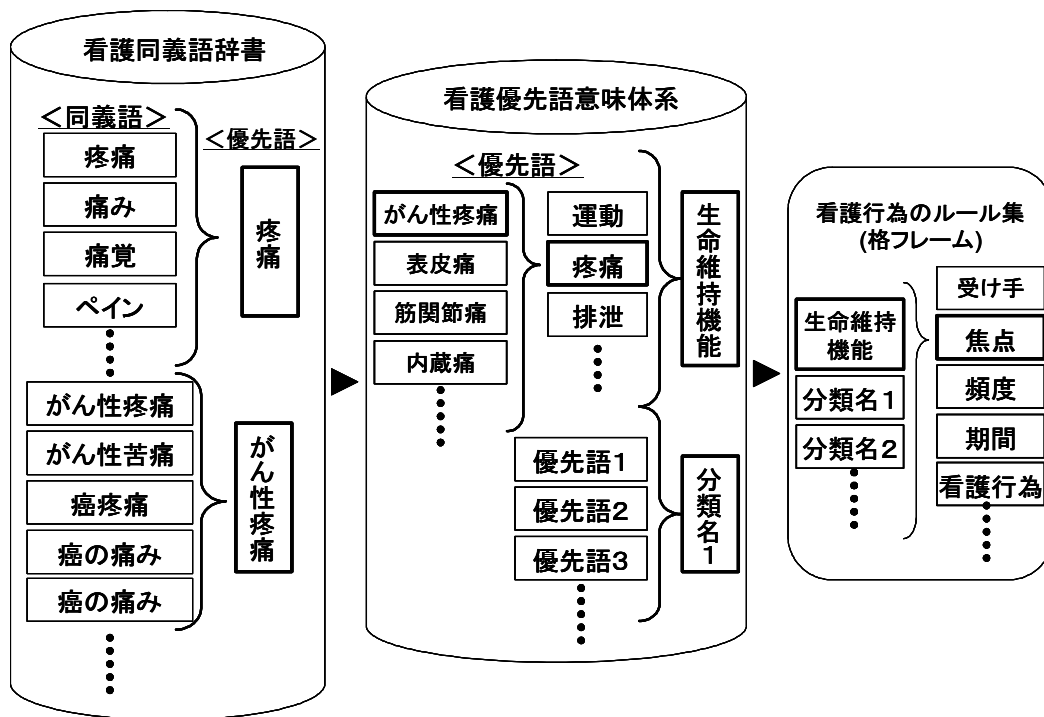


図 4.2.3.2 看護領域文書の意味解析用辞書

を構築する場合、その変換を手で行うのは非効率的である。したがって、用語集からオントロジに自動変換する手法が望まれる。調査対象の用語集それぞれが一定の形式で記述され、意味の定義が一般の言葉から構成されていることに注目し、意味記述の形態素解析結果から得られる品詞情報等を基に部分的なオントロジを生成する手法を検討した。また、概念ベース等を利用して構造的な部分を生成すること等によって、オントロジを半自動的に生成する手法を検討した。さらに、上述のような用語集やシソーラスからのオントロジへの変換に関しては、オントロジや他の形式の知識への変換を効率的に行うために中間辞書を使用する手法を考案した。この手法では、中間辞書の形式としては、オントロジ記述用の OWL 等ではなく、その基盤となる XML を使用する。

また、後述の関西電力病院での音声収録実験の収集結果中の専門用語の表現と一般的な辞書、医療看護用語辞典等に収録されている表現を比較し、病院や診療科依存の看護用語が存在すること、看護師が使用する表現が経験年数により異なることを確認した。例えば、身体の部位を示す際、経験年数の少ない看護師が指示代名詞を使用する傾向にあるのに対して、経験年数の多い看護師が専門用語を使用する傾向にあること等である。これらはコミュニケーション・エラーの潜在的な要因となりえる。

#### 4-2-4 インタラクション・コーパス構築に向けた検討

インタラクション・コーパスを設計するために、他のサブテーマと連携して関西電力病院で音声収録実験を行った。この実験では、サブテーマ「行動・状況理解技術の研究開発」で開発した装置を使用し、看護師が自分の業務を報告する目的で音声を入力した。この実験では、延べ 40 人の看護師の 500 時間程度の音声データを収録した。この音声データをコーパスの対象として、書き起こし作業を開始した。収集された音声データを書き起こした結果の一部を、表 4.2.4.1 に示す。眼科の手術前処置の看護師の発話記録の一部である。表では、左から発話時刻 (Actual Time)、発話番号 (No)、発話が自発的な記録か一定間隔ごとの記録か (ev/p)、発話内容 (Utterance)、患者 (Pt)、看護業務種別 (Task Classification) を示す。一般にタイムスタディ調査の結果からは、看護師の業務転換数

表 4.2.4.1 音声データの書き起こし結果の例

Actual Time	No	ev/p	Utterance	Pt	Task Classification
8:33:25	36	ev	Pt1さんのオペ前の点滴始めます。	Pt1	点滴混注・作成
8:35:11	37	p	Pt1さんのフルマリンキット準備中です。	Pt1	点滴混注・作成
8:35:39	38	ev	Pt1さんにニ(2)本目のミドリン点眼します。失礼します。	Pt1	点眼
8:39:39	39	ev	Pt1さん、目薬さしますね。サン(3)本目のニフランですね。	Pt1	点眼
8:40:18	40	ev	Pt1さんのフルマリンキットのルートつなぎます。	Pt1	点滴接続準備
8:43:09	41	ev	そしたらねサン(3)本目のネオシネジン点眼するので、眼鏡はずしてもらっていいですか？	Pt1	点眼
8:44:46	42	ev	そしたらちょっと点滴するのでね、準備しますね。はい。	Pt1	点滴接続準備
8:45:09	43	p	ちょっと腕縛りますね。インサイト挿入中です。親指中にして、グーッと握ってもらっていいですか？	Pt1	点滴接続
8:47:04	44	ev	そしたら次のキシロカイン点眼しますね。左目ですね。	Pt1	点眼
8:47:23	45	ev	はい、そしたらちょっと、点滴のね、針を刺していくので。	Pt1	点滴接続
8:52:27	46	ev	そしたら次のミドリン点眼しますね。だいぶ瞳孔も開いてきてますね。	Pt1	点眼
8:55:07	47	p	Pt1さんの点滴挿入終わりました。	Pt1	点滴接続
8:57:14	48	ev	手術用のカルテ、と車いす準備します。	Pt1	カルテ準備・車椅子準備
8:58:39	49	ev	車いすの準備終わりました。	Pt1	車椅子準備

が1時間に平均10数回程度とされているが、本例の25分間だけでも10回以上の業務転換が発生しており、看護師が従来考えられているよりもかなり多くの業務転換、並行業務を実際には実施していることを示している。このようなデータの取得・分析は装着型センサ等を含むユビキタス・センサ・ネットワーク技術により日常的に可能になることを期待することができる。このことは本研究開発の有用性の一端を示している。

これらデータを分析した結果、対象とする音声データが実世界の自然な対話であり、従来の対話コーパスが主に対象としている、統制された実験室環境下でのデータとは異なる特徴を持つことを確認した。また、これらの特徴が及ぼすコーパス構築上の問題を明らかにした。それらを表4.2.4.2にまとめる。収録音声データの第1の特徴は、複数名の立場の違う人々が対話に参加することである。例えば、病院内の対話には、医師、看護師、他の病院職員、患者、患者の家族等の様々な立場の参加者が存在し、それぞれの立場で発話を行う。同一看護師であっても、相手により発話の様態が異なる。したがって、発話単位の認定に留意しなければならない。また、複数の参加者が近接して発話することがあるため、音声収録機器に複数の話者の発話が混在することになる。その結果、人手で書き起こす際でさえ、混在する複数人の音声の分離が困難であることがしばしばある。また、看護師は上述のように様々な立場の人間と会話を行うため、その中に含まれるプライバシー情報を同定し、特別な配慮をする必要が生じる。第2の特徴は、対話が様々な場所、状況で行われることである。例えば、看護師の勤務時間中、患者の状況等により業務の変更、業務中の割り込み等が頻繁に生じ、このような業務の変更、割り込み等に関する情報伝達が看護業務中に病院内の様々な場所で行われる。したがって、そのような情報伝達の際の音声を収録するためには、装着型センサに依存せざるをえず、音声データが低品質であることが問題になる。また、収録音声データの中には、関係のない音声も混在することがあるために、それらに含まれるプライバシー情報も問題になる。第3の特徴は、時間的に先行した対話との依存関係があることである。例えば、同一の患者に関する話題の対話が時間的に離れて行われる。この際、後の対話は先行対話の影響を受ける。極端な場合、先行対話による共有情報や背景情報が看護師間の通りすがりの一瞬の情報伝達を可能にする。したがって、単に時間的・空間的に連続している対話のみを取り扱っていたのでは、対話の分析を十分に行うことができない可能性がある。対話単位を同定する際、このようなことを考慮しなければならない。また、上述の一瞬の情報伝達を分析するためには、医療看護に関する専門知識全般、看護師、入院患者等の特定の診療科に関する知識等の膨大な背景知識が必要になる。

これらの問題のうち、膨大な背景知識の要求、プライバシー情報の同定、低品質音声データの問題は本研究開発にとって重要な問題であり、問題の解決に取り組む。

ここで、低品質音声データの問題は本サブテーマのみでは解決することができない問題



表 4.2.4.2 収録音声データの特徴と処理上の問題

音声データの特徴	処理上の問題
複数名の立場の違う人々が対話に参加する。	発話単位の認定
	混在する複数人の音声の分離
	プライバシー情報の同定
対話が様々な場所、状況で行われる。	低品質音声データ
	プライバシー情報の同定
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。	対話単位の同定
	膨大な背景情報の要求

である。長時間の音声データを高品質で記録するためには、現状ではマイクロフォンや収録機器が大きくなるとともに、マイクロフォンの装着方法が制限されるために、看護師の本来の業務を阻害することになるからである。また、長時間の音声データを記録するために MP3 のような非可逆な圧縮を使用すると、音声データの時間方向での精度が低下することがある。これは対象が空間的に分散しているために複数の音声収録機器を使用して収集した音声データからインタラクション・コーパスを構築する場合には重要な問題となる。例えば、2 人の看護師 A と B の発話をそれぞれ別の音声収録機器で収録するとき、極端な場合、1 秒以上の収録時間の誤差が生じると、呼びかける前に返事をしているような対話としてコーパス中に記録されるという問題が生じる。そこで、サブテーマ「行動・状況理解技術の研究開発」と連携して問題の解決に取り組む。

#### 4-2-5 まとめ

これまでに示したように、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ため、知識に対する現場のニーズに即した要件を分析、定義することで、知識データベースの設計に着手可能になった。

医療看護オントロジ・システムに関しては、いわゆる標準的な看護用語の体系から看護情報の意味解析用の分類項目および分類規則を生成する方法を検討し、意味対応辞書とルール集、看護領域文書の意味解析用辞書の提案を行った。

また、病院での音声収録実験により発話データを延べ 500 時間程度収集し、収集結果中の専門用語の表現と一般的な辞書、医療看護用語辞典等に収録されている表現を比較し、コミュニケーション・エラーの分析方法を検討した。

インタラクション・コーパスに関しては、前述のように発話データを収集し、その分析を開始し、コーパス構築上の問題点を明確化し、それらを考慮したコーパスの構造化方法を検討することで、要件定義に向けての準備が整った。

以上のように知識構築技術の研究開発は当初計画の通り、中間目標に向けて順調に進捗している。

#### 4-2-6 今後の予定

平成 16 年度に実施した、看護業務中に看護師が必要とする知識に関する調査をさらに進めるとともに、それらに関する一般的傾向のデータベース上での表現方法を固める。次に、それらを統計的手法等で抽出するために必要な入力データの要件を明確化する。

希少現象に関しては、上記調査に基づき、データベース上での表現方法を固め、抽出するために必要な入力データの要件を明確化する。

医療看護オントロジ・システムに関しては、平成16年度に明らかにした、既存の標準的な看護用語分類の限界に鑑み、看護用語のオントロジの骨格を設計し、その葉として看護用語を関連づける。関連付ける看護用語としては、各種データからの書き言葉、および、延べ1,000時間程度の観測データから抽出した話し言葉の用語を想定する。

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・コーパスに関しては、平成16年度に設計したデータ構造に基づき、延べ1,000時間程度の観測データから主に看護師の引継ぎ時間帯に注目し、その中に含まれる看護師間のインタラクションのコーパスを構築する。

## 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16年度は、中間目標時点までにプロトタイプを開発する予定の看護業務記録・分析システムに関して、医療看護現場で使用されている看護業務の記録方法の調査、看護師へのヒアリングやアンケートを通じた調査を行い、その構成を明確化するとともに、提供すべき知識を分析した。

また、中間目標時点までに要素技術を確立する予定のヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関して、構成要素に関する予備的な実装を行い、方式の骨格を決定した。

### 4-3-2 看護業務記録・分析システムで提供する知識の明確化

看護業務記録・分析システムに対して医療現場が何を望んでいるかを明確化するため、他のサブテーマと連携して、数百床規模の4つの病院の看護師等を中心にヒアリングやアンケートを通じた調査を行った。調査からは、看護業務記録・分析システムと直接的に関係しないものも含め、以下に示す要求が存在することが判明した。

#### 1. 看護記録の半自動生成

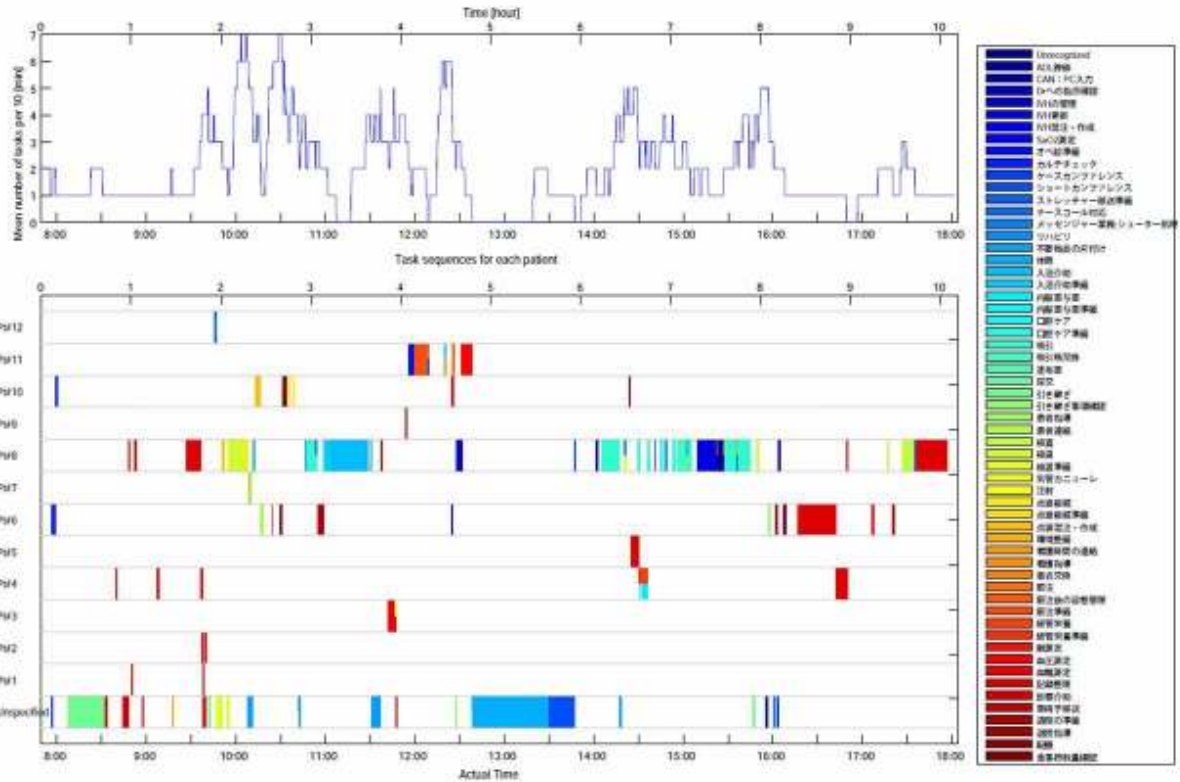
看護記録の半自動生成は、従来は主に手書きで行われている日報等の看護記録簿の作成を助けるためのものである。多くの病院では、一日の仕事の終わりに、今日、どのような看護を行ったかの記録を、看護師自身が行っている。この作業には大きな労力が割かれている。それにもかかわらず、正確性に欠ける。例えば、自分が担当する予定ではなかった業務を突発的に行った場合等は、本人の記憶からも抜け落ち、記録に残らないこともしばしばある。

したがって、システムによって、いつ、どこで、誰が、どのような業務を行っていたのかを記録しておくことにより、看護記録業務を軽減するという効果とともに、記録を正確にするという効果も期待することができる。

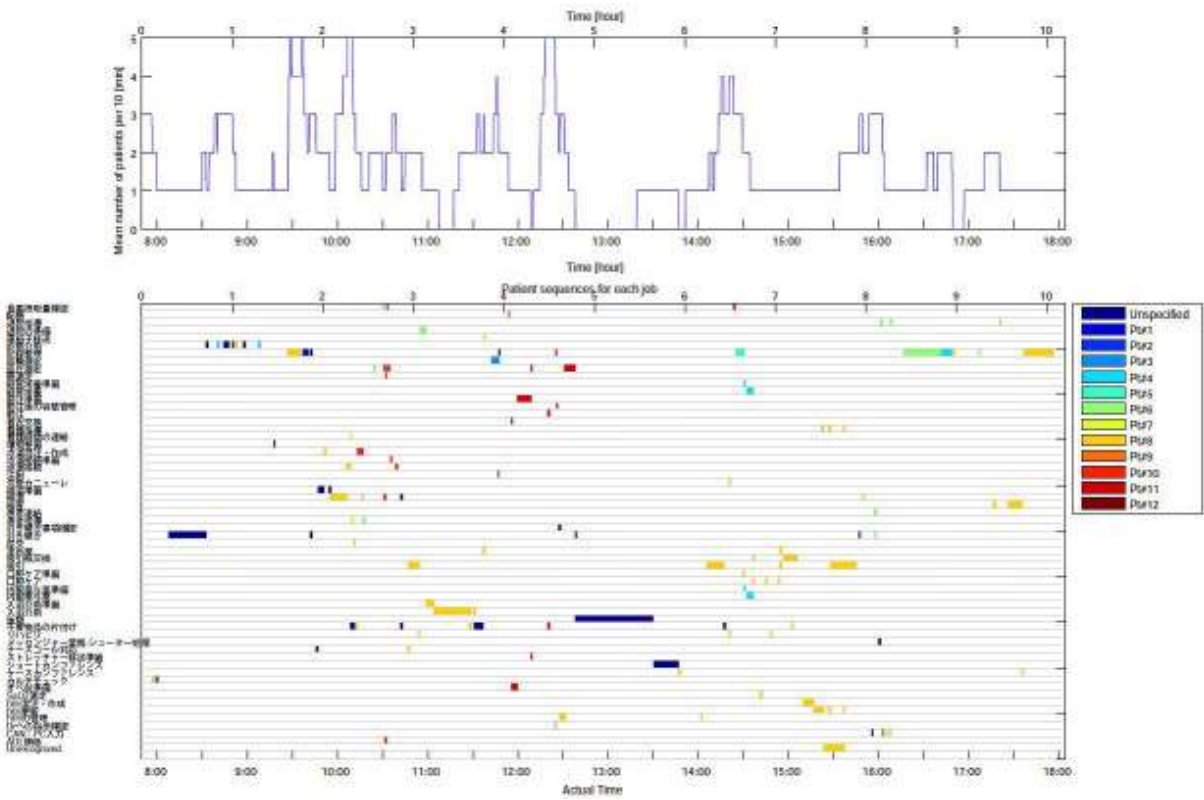
#### 2. 看護業務量の分析

いくつかの病院では、詳細な看護業務量の把握や業務改善のために、看護師が自分で、もしくは、他の要員が看護師の背後に従って、どのような業務をやっているかを、例えば、10分間隔で記録するといったことを年に1度程度の頻度で行っている。この程度の頻度でしか行わないのは、非常に労力がかかるからである。

システムによって、どのような種類の看護業務を、誰が、いつ、誰と、どのくらいの時間行っているのかといった業務量調査を行うことができれば、各種変動を考慮した業務量分析結果を業務に常に活用していくことが可能となる。その結果として、例えば、各種変動を考慮した業務割当を行うことができる。

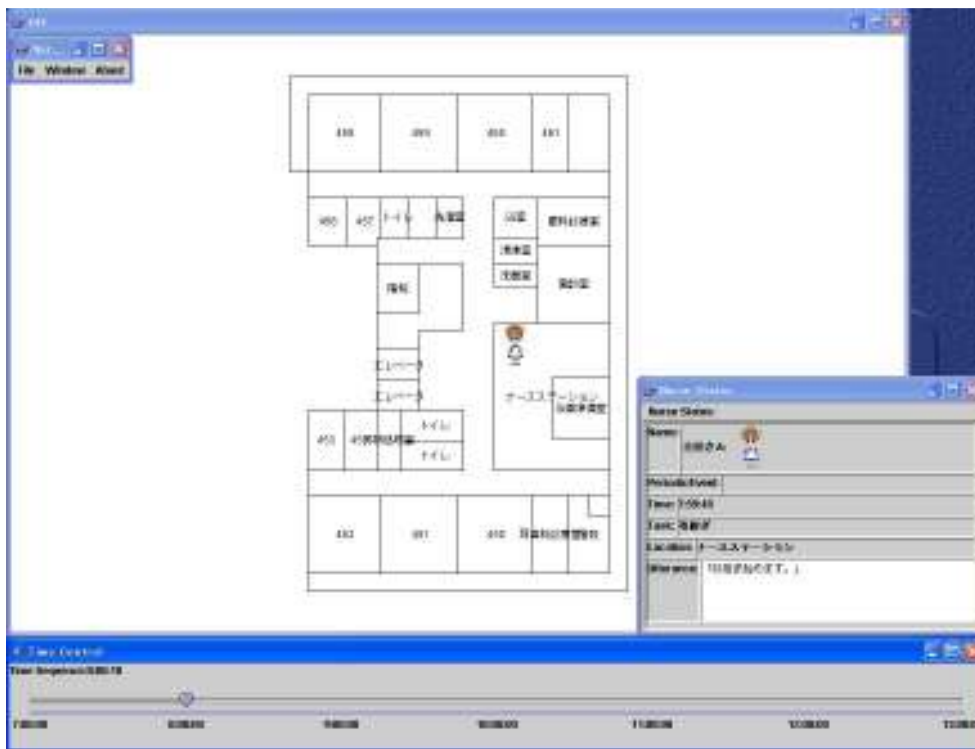


(a) 看護業務の対象の患者ごとの表示

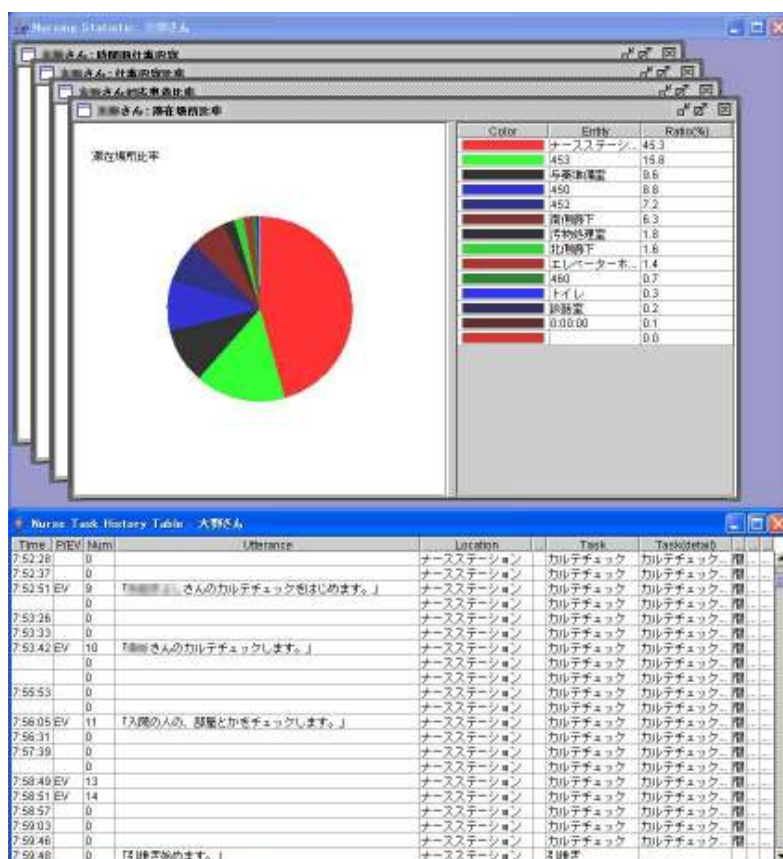


(b) 看護業務の種類ごとの表示

図 4.3.2.1 看護業務数・看護業務内容の表示の例



(a) 居場所の表示



(b) 分析結果の表示

図 4.3.2.2 看護師の居場所表示とその分析結果の表示の例

### 3. 一時的な記憶の補助

看護の現場では、しばしば多重課題が問題としてあげられる。1つの業務を行っている最中に他の業務の割り込みが入ったために元の業務に間違いが生じるといった問題である。

これは看護師が日常の業務において一時的に記憶しなくてはならないこと、例えば、患者の生体情報の計測値、医師から口頭で受けた指示の内容等と、その人の許容量に関する。

したがって、口頭指示の内容を音声メモで記録しておく等の手段で看護師の一時的な記憶を助けることができれば、多数の一次記憶の義務から開放され、精神的なストレスを軽減でき、結果として看護の質の向上につなげることが可能となる。

#### 4. 他の看護師の居場所表示

他の看護師が今どこにいるのかを把握することができれば、看護師間の業務の連携、例えば、手間取っているときに周囲にいる人に支援を依頼することが容易になり、いわゆるヒヤリ・ハットを未然に防ぐことにつながる。

以上は、高度な専門知識の提供のみではなく、音声記録や居場所表示等の知識の提供もいわゆるヒヤリ・ハットの低減に有効であることを示す。

平成16年度は、これらの要求に応える知識提供の例として、看護師の業務分析結果の表示と、看護師の居場所表示の例を作成した。

他のサブテーマと連携して行った関西電力病院での音声収録実験では、看護師に所定の間隔ごとにその時に行っている業務の内容を音声で記録するように依頼し、得られた業務内容の音声記録を基に看護業務数や看護業務内容の分析結果の可視化を行った。1人の看護師について、看護業務の対象の患者ごとに行った看護業務の内容の時間的推移を表す図と、看護業務の種類ごとに看護業務の対象の患者の時間的推移を表す図を図4.3.2.1に示す。

また、上記と同様な看護師自身による業務内容の音声により記録することに加え、看護師の居場所を記録することによる居場所の推移の可視化と、居場所に基づく業務分析の結果の表示の例を図4.3.2.2に示す。

このような知識提供は現状の正確な把握を可能とすることから適正な人員や業務の割り振りや時宜を得たサポートを容易にし、過負荷の低減やその結果としてのヒヤリ・ハットの削減の効果が期待される。

#### 4-3-3 ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの構成要素の予備的実装

ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの構成要素に関する予備的な実装として、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た。ヒヤリ・ハット・

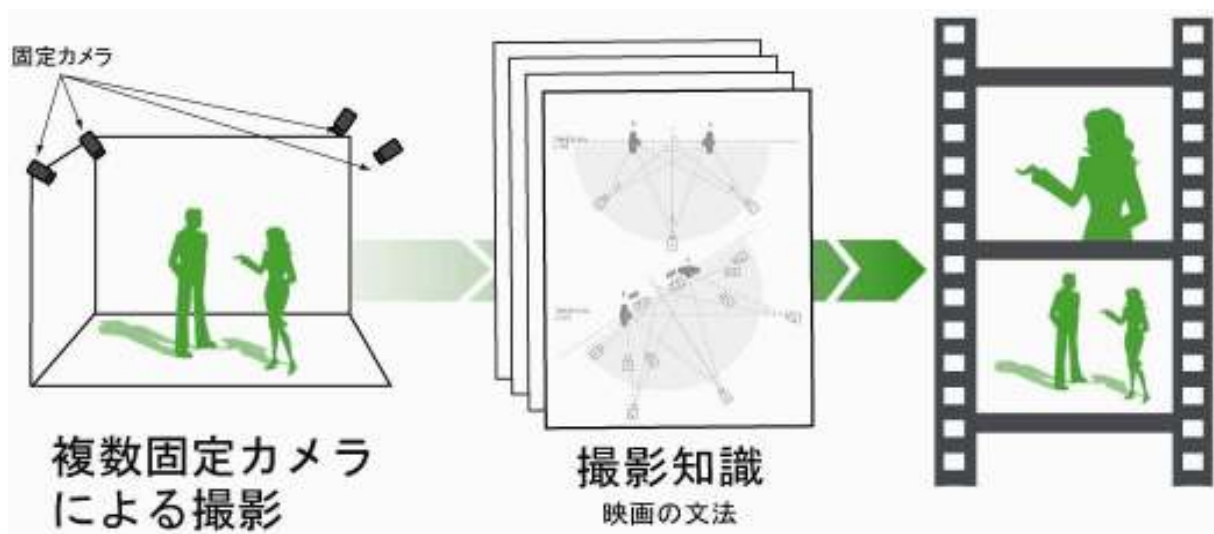
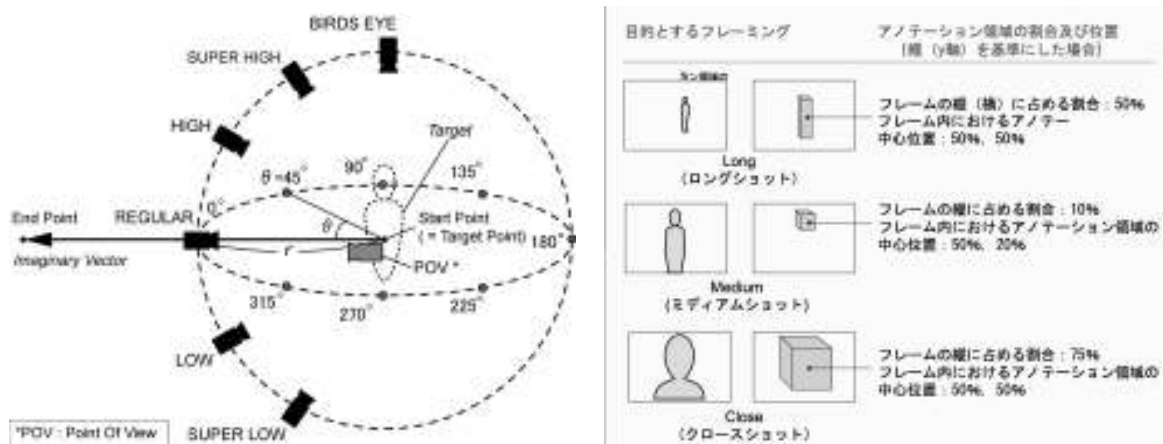


図 4.3.3.1 ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムの概念図





(a) カメラ配置の例 (b) フレーミングの例  
図 4.3.3.2 カメラ配置とフレーミングの例

ドキュメンタリ作成システム概念図を図 4.3.3.1 に示す。

本手法は、複数の固定カメラの映像を統合して 3 次元空間を構成する「仮想化現実技術」によって作成される自由視点映像に映画的なカメラワーク（専門的な撮影知識）を適用することにより、環境に設置してあるカメラや人が装着しているカメラ等の現実のカメラからの未加工の映像のみでは困難な効果的なカメラ演出を可能とする。すなわち、作成者の意図に沿った映像を生成することが可能となる。したがって、未加工の映像よりも閲覧者の興味を引き付けるとともに、強い印象を与える映像を生成することが可能になり、これらの意味で効果的な知識提供を可能にすることが期待される。

自由視点映像では、3 次元空間上の好きな場所に仮想カメラを配置することが可能であり、実際の固定カメラでは撮影が不可能なカメラ配置をとることができる。反面、効果的な映像を作成するためには、「どの部分にカメラを向けるべきか」という判断が不可欠である。

そこで、本手法では、映画の撮影知識に基づいた多数のカメラワーク・パターンを用意し、さらに、映像アノテーションを使用することで、映画的なカメラワークを実現する。カメラワークの一部として、カメラ配置とフレーミングの例を図 4.3.3.2 に示す。

自由視点映像に対する映画的なカメラワークの適用を実現するために、4 つの構成要素、(a) アノテーション・コンポーネント、(b) 撮影手法ベース、(c) 映像スクリプト変換エンジン、(d) 3 次元自由視点映像システムから構成される方式を考案し（図 4.3.3.3）、それらに関する予備的実装を行った。アノテーション・コンポーネントは、カメラ配置や動き（ショット）に関する情報に基づき仮想カメラの配置を決定する際に使用する空間的アノテーション、時間的アノテーションを手で編集するためのインタフェースを持ち、編集されたアノテーションを保存する。撮影手法ベースはショットやショット間の制約等に関する専門知識を形式化したものを保存する。映像スクリプト変換エンジンはシステム利用者からの撮影指示を入力とし、アノテーションや撮影手法ベースに蓄積された情報に基づきカメラワークを生成する。3 次元自由視点映像システムは映像スクリプト変換エンジンからの指示に基づき、キャリブレーション済みの複数枚のビデオ映像を計算機内部で統合することにより仮想カメラからの映像を生成する。

使用している映像アノテーションの例を図 4.3.3.4 に、作成された映像の例を図 4.3.3.5 に示す。

本手法により、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリに限らず、自由視点映像の利点を活かした職場の改善資料等、幅広い応用が可能となる。



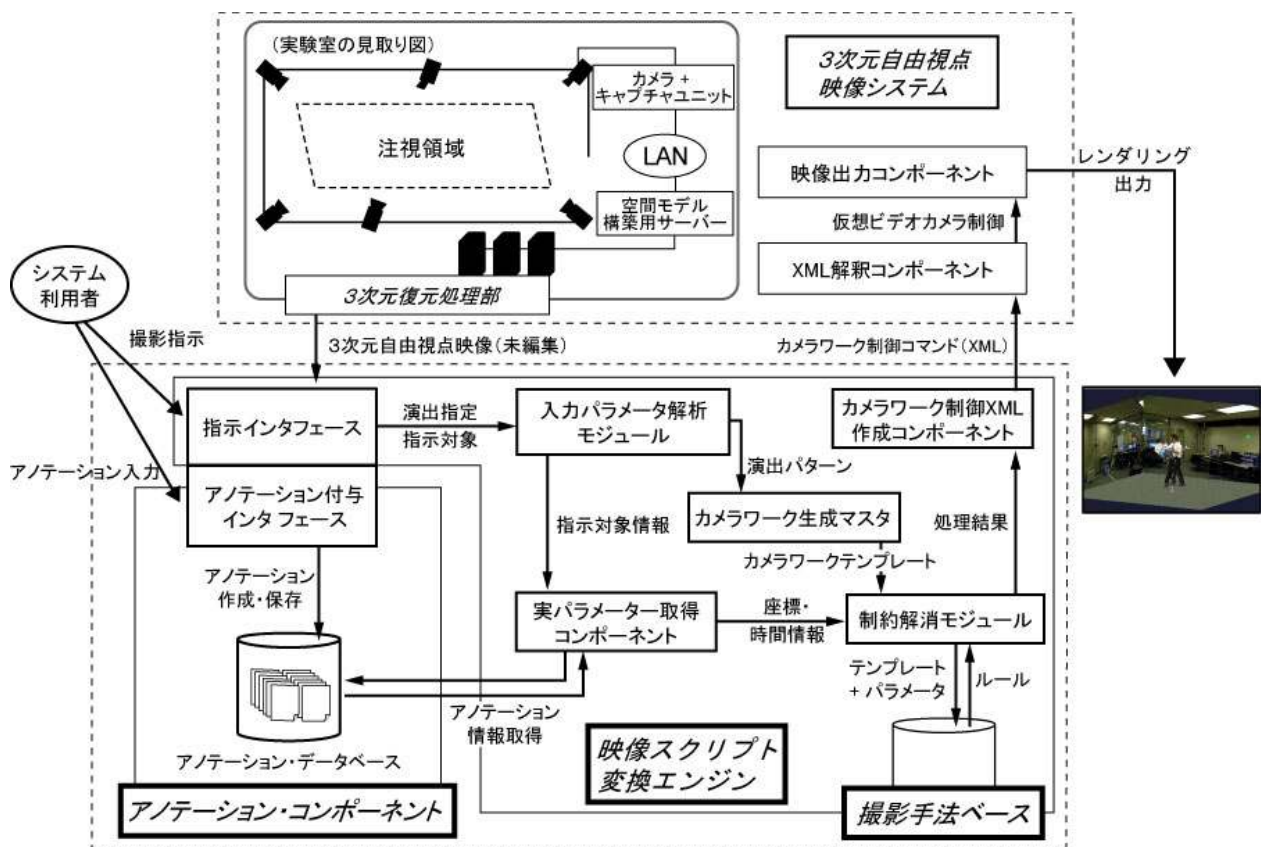


図 4.3.3.3 映画的カメラワークに基づく自由視点映像生成システムの概要

#### 4-3-4 まとめ

平成 16 年度は、中間目標時点までにプロトタイプを開発する予定の看護業務記録・分析システムに関して、医療看護現場で使用されている看護業務の記録方法の調査、看護師へのヒアリングやアンケートを通じた調査を行い、その構成を明確化するとともに、提供すべき知識を分析した。

また、中間目標時点までに要素技術を確認する予定のヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関して、構成要素に関する予備的な実装を行い、方式の骨格を決定した。

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、その構成を検討した。

#### 4-3-5 今後の予定

本サブテーマが中心となって開発する上述の 3 つのシステムの研究開発予定に関して述べると、看護業務記録・分析システムに関しては、平成 16 年度に行った調査結果に基づき、提供すべき知識の表現方法を検討し、知識提供部分のプロトタイプを構築していく。

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 年度に構築した枠組を基盤に、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構築する。

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、これまでの調査で医療看護現場での必要性が明らかになってきた知識の提供を行うために、いくつかのアドバイス提供方式を検討・実装し、比較検討を行う。

#### 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認すること

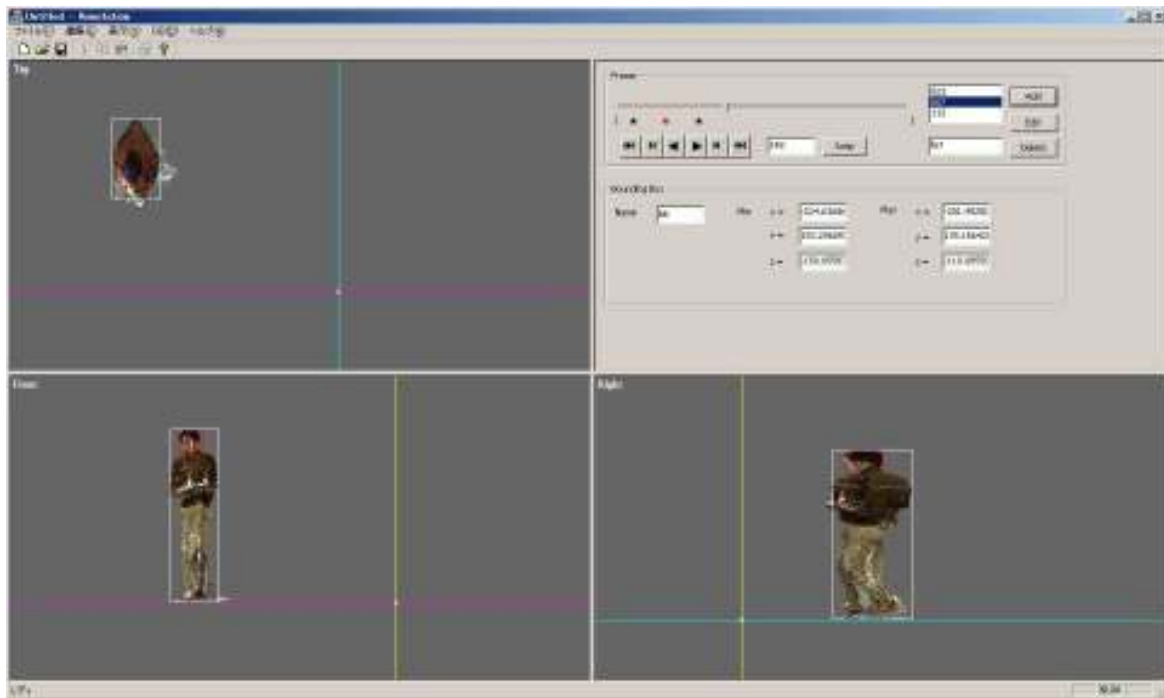


図 4.3.3.4 映像アノテーションの例

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た。この目標を達成するためには、工学系の研究者のみでは十分ではない。本研究開発の成果の利用者となる医療関係者の専門知識が不可欠である。そこで、医療・看護の専門家を中核メンバとした。また、目標を効率的に達成するためには、各サブテーマが有機的に連携して研究開発を実施する必要がある。そこで、多くのメンバが複数のサブテーマに関わる体制を取った。さらに、予算を有効利用するために、異なったサブテーマ間で共有可能な機材の調達を進めた。

初年度である平成 16 年度は、医療看護現場で実際に業務に携わっている、本研究開発の成果の潜在的利用者に積極的に接触し、ニーズの掘り起こしに努めた。具体的には、東京女子医科大学病院、関西電力病院、NTT 関東病院他でヒアリングを行った。その結果、本研究開発の成果に対する好意的な感触を得るとともに、本研究開発の成果を実用的なものにするための多くの示唆を得た。次年度からは、これらの示唆に基づき、現場のニーズに即した技術の研究開発を推進する。

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、東京女子医科大学病院と関西電力病院において看護業務内容や現場の状況を調査するとともに、業務サンプリングを目的とした音声メモによる行動入力装置の試作を行った。また、各種センサに関する開発を進めた。さらに、小型装着型機器に関しては、装着型センサ一次試作の基本設計を通して目標とする 8 時間連続記録可能性の目処を付けることができた。平成 17 年度は、各種センサによる観測方法、および、それらのセンサを連携する方法、実際の医療看護現場において運用可能な装着型センサ基本装置の研究開発を行い、中間目標達成の目処をつける。

知識構築技術の研究開発に関して述べると、一般的傾向を抽出する技術に関しては、医療看護現場において看護業務に関するデータを収集し、その中に含まれる一般的傾向に関する分析に着手した。希少現象に関する傾向を抽出する技術に関しても、同様である。医療看護オントロジ・システムに関しては、設計指針を得るために、医療看護用語の体系と一般のシソーラスの分類体系を比較するとともに、発話データを延べ 500 時間程度収集し、その分析を開始した。インタラクション・コーパスに関しては、前述のように発話データを収集し、その分析を開始するとともに、コーパスの構造化を検討した。平成 17 年度は、



(a) 4つの固定カメラからの入力画像



(b) 出力画像

図 4.3.3.5 映画的カメラワークに基づく自由視点映像生成システムの入出力の例

要素技術の研究開発を本格化させ、中間目標達成の目処をつける。

知識提供技術の研究開発に関しては、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構成要素を検討した。特に、看護業務記録・分析システムに関しては、その構成を明確化するとともに、医療看護現場で使用されている看護業務の記録方法の調査、看護師へのヒアリング等を通じて、提供すべき知識を分析した。また、ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、構成要素に関する予備的な実装を行い、方式の骨格を決定した。平成17年度は、それぞれのシステムの知識提供部の要素技術の研究開発を本格化し、中間目標達成の目処をつける。

最後に、本研究開発全体の中間目標達成に向けた進捗としては、看護業務・記録分析システムに関しては、その構成を明確化するとともに、医療看護現場で使用されている看護業務の記録方法の調査、看護師へのヒアリング等を通じて、提供すべき知識を分析した。ヒヤリ・ハット・ドキュメンタリ作成システムに関しては、その構成を明確化するとともに、構成要素に関する予備的な実装を行い、方式の骨格を決定した。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、その構成要素を検討した。平成17年度は、これら3つのシステムに関する要素技術の研究開発を本格化する。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	その他資料	ATR 研究発表会	小暮 潔	ヒヤリ・ハットを科学する	2004. 11. 4 ～ 2004. 11. 5	無
2	一般口頭発表	人工知能学会 第 18 回ことば工学研究会	阿部 明典、小暮 潔	看護Ontology構築に向けて—看護辞書の解析	2004. 11. 12 ～ 2004. 11. 13	無
3	その他資料	予防医療と病気の超早期発見のための健康産業開発プロジェクト(超早期診断と予防医学の為のシンポジウム)	萩田 紀博	診断・治療のロボット開発	2004. 12. 15	無
4	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、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からのパラメトリック固有空間学習法～円筒近似された人物頭部モデルによる見え方の補間～	2004. 12. 16 ～ 2004. 12. 17	無
5	一般口頭発表	電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎(HCS)研究会	下ノ村 英雄、大須賀美恵子、野間 春生、小暮 潔、中島 淑貴(奈良先端科学技術大学院大学)	NAM(Non-Audible Murmur)マイクロホンを用いた脈拍・呼吸情報の低負担収集	2005. 1. 21	無
6	一般口頭発表	第 2 回知識創造支援システム・シンポジウム	阿部 明典	アブダクション：設計、診断から発見へ	2005. 2. 25 ～ 2005. 2. 26	無

7	一般口頭発表	インタラクシヨン 2005	田中 郁、坂本 竜基、 北原 格、里見 美香、 土川 仁、小暮 潔、國 藤 進(北陸先端科学技 術大学院大学)	Cinematized Reality:自由視点映 像に対する映画的カメラワーク	2005. 2. 28 ～ 2005. 3. 1	有
8	一般口頭発表	インタラクシヨン 2005	北原 格、伊東 雅美、 野間 春生、小暮 潔、 萩田 紀博	Thermal-ID: 人体の発熱を利用し た個人認証方式	2005. 2. 28 ～ 2005. 3. 1	有
9	一般口頭発表	言語処理学会第 11 回年次大 会	小作 浩美、相良 かお る、納谷 太、桑原 教 彰、阿部 明典、小暮 潔	医療現場の音声収録とそのコーパ ス化 ー実世界の業務分析に向け てー	2005. 3. 14 ～ 2005. 3. 17	無
10	一般口頭発表	第 7 回知識科学シンポジウ ム	小暮 潔	E-ナイチンゲール・プロジェクト 日常行動・状況理解に基づく知識 共有システムの構築に向けて	2005. 3. 19	無

