

3. 成果物

3. 1. サービス工学基盤技術

3. 1. 1. 利用者の理解技術

本項では、本サービス利用者理解やサービス提供者理解のための技術である“Cognitive Chrono-Ethnography”（以下、CCE）について述べる。CCEは、ある特徴をもった者（サービス提供者／サービス利用者）が、ある特定の場面において、どのような行動をするか、その特徴を理解するために、開発された技術である。以下では、まず、CCEの手順を説明する。続いてCCEの有効性と必然性について検討を行った結果について述べる。

(1) CCEの手順

CCEは、調査対象の選定、利用者の行動観察、インタビュー、結果のモデル化によって構成され、以下の6つのステップによって行われる。

i) 調査場面の設定：最初のステップは、観察する調査のフィールド（空間と状況）を特定することである。調査者が関心をもつ利用者の行動が発現する場面を設定する。例えば、野球ファンの観戦行動（Someya, Kitajima, Tahira & Kajikawa, 2009）、駅構内での乗客の経路探索行動（Kitajima, Kumada, Akamatsu, Ogi & Yamazaki, 2005）などがあげられる。

ii) クリティカルパラメータの決定：クリティカルパラメータとは、利用者の活動を体系化する際に、ある特徴として分類可能な指標（制約）となる最初の仮説である。例えば、野球場への来場頻度、年齢や認知能力の違いなどがあげられる。クリティカルパラメータの決定のために、(a) 調査場面の構造とダイナミクスの確認、(b) クリティカルパラメータに関する仮説の構築、(c) 予備検証、を行うことが必要となる。実際には、調査するパラメータ空間の決定は、i)とii)のステップを反復することにより行われる。

iii) エリートモニターの選定：調査対象者をエリートモニターと呼ぶ。エリートモニターは、クリティカルパラメータで規定された特徴をもつ典型的な利用者である。

iv) エリートモニターの行動観察：これまでのステップで決定された調査状況において、エリートモニターの行動を観察する。エリートモニターは、設定された場面において普段どおりの行動がとれるようにする。その際、状況が許すかぎり負担がかからない方法で行動を記録することが重要である。VTRや写真による記録、生理計測などを行う。

v) エリートモニターの行動情報の抽出：エリートモニターの行動観察時の知識構造・利用過程を明らかにするため、収集したデータをもとに構造化した回顧インタビューを行う。行動時の記録データを正確な想起を促す手がかりとしてエリートモニターに提示する。

vi) 行動のモデル化：行動観察結果、インタビュー結果を整理し、行動モデルを構築する。統計的手法として要因分析やクラスタリングなどを用いることもある。

(2) CCEの有効性と必然性 – 有効な情報を獲得するための特徴 –

CCEの方法論は、認知科学的知見に裏付けられ、従来行われてきた研究法を継承している。裏付けがある点でCCEの有効性が保証され、より高い精度の情報を獲得できるという点でCCE活用の必然性がある。

CCEは、i) 調査対象を明確化し、ii) インタビューにおいて正確な想起を促す方法を用いて、より精度の高い情報を獲得できる、という特徴をもっている。

i) 調査対象の明確化

CCEでは、ある特定の利用者（層、群）が、ある特定場面で、どのように行動するかに関心がある。そのため、調査対象（目的と観察対象者）を明確にする必要がある。ランダムに抽出された多数のサンプルの行動を平均化するというのでは意味がない。ある行動の特徴を高い精度で示

す調査対象の選出には、まず、適切なクリティカルパラメータを設定することが重要となる。そして、質問紙や面談などの事前スクリーニングによってエリートモニターを厳選する。

CCE では、被験者厳選のプロセスを経るため、必要以上のサンプル数を求めない。設定した各グループで3名程度の行動を観察すれば良い。少数のサンプルについては、しばしば議論となる。しかしながら、類似した方法論をとる「質的研究」では、合目的的サンプリングとして状況や対象を限定し、その行動特性を調べるのが有効であることが主張されている（例えば、Patton, 1990; Preissle & LeCompte, 1993）。また、3名程度を実験すれば、それ以上の新しい知見は得られないとの報告もある（例えば、Nielsen & Landauer, 1993）。CCE では、このサンプル数で十分に効果的な結果を獲得できると考える。また、調査対象を明確にすることには、データ収集や解析のコストを減らせるという利点もある。

ii) 正確な情報の獲得

CCE では、回顧インタビューにおいて、正確な想起を促すため、本人の視点からの写真やVTR、また生理計測などの記録を手がかりとして用いる。手がかりの呈示が想起を正確にすることは、認知科学の分野で「記憶の文脈依存性」という記憶の示す重要な特徴として知られている（例えば、Godden & Baddeley, 1975; Smith & Vela, 2001）。記憶の文脈依存性とは、想起すべき対象に関連したイメージや記銘時の気分など、心的な情報を与えることで記憶成績が向上することである。この特徴は、目撃証言などにも利用されている（例えば、Culter & Penrod, 1988; Geiselman, 1988）。

文脈依存性を利用した面接技法として、認知面接が確立されている（例えば、Geiselman, Fisher, MacKinnon & Holland, 1986）。記銘時のイメージ化や写真を呈示することや自分以外の視点から想起させるなどの方法を採用。この方法によって、インタビュー参加者が間違いをせずに、再生項目数を増やすことができる（Geiselman, Fisher, MacKinnon & Holland, 1986; 越智, 1996、など）。CCEの方法論は、これらの知見や方法に基づいている。正確で詳細な行動の記録し、それを手がかりとして用いることによって、エリートモニターのより正確な想起を促すという点で従来法を凌いでいる。

引用文献

「CCE」関連

Kitajima, M., Kumada, T., Akamatsu, M., Ogi, H., & Yamazaki, H. (2005) Effect of Cognitive Ability Deficits on Elderly Passengers' Mobility at Railway Stations - Focusing on Attention, Working Memory, and Planning. The 5th International Conference of The International Society for Gerontechnology.

Kitajima, M., Tahira, H., & Takahashi, S. (2010) A Cognitive Chrono-Ethnography study of visitors to a hot-spring resort, Kinohaki-onsen. 5th World Conference for Graduate Research in Tourism, Hospitality and Leisure.

「エリートモニター」関連

Nielsen, J., and Landauer, T. K. 1993. A mathematical model of the finding of usability problems. Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, April 24-29), 206-213.

Patton, M. Q. (1990) Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.).

Preissle, J. & LeCompte, M. D. (1993) Ethnography and qualitative design in educational research (2nd ed.).

「文脈依存記憶」関連

- Cutler, B. L., & Penrod, S. (1988) Context reinstatement and eyewitness identification. In G. M. Davis and D. M. Thomson (Eds.), *Memory in context: Context in memory*. New York: Wiley. Pp. 231-244.
- Geiselman, R. E. (1988) Improving eyewitness memory through mental reinstatement of context. In G. M. Davis and D. M. Thomson (Eds.), *Memory in context: Context in memory*. New York: Wiley. Pp. 245-266.
- Geiselman, R. E., Fisher, R. P., MacKinnon, D. P. , & Holland, H. L. (1986) Eyewitness memory enhancement in the police interview: Cognitive retrieval mnemonics versus hypnosis. *Journal of Applied Psychology*, 70, 401-412.
- Godden, G., & Baddeley, A. (1975) Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 6, 355-369.
- 越智啓太 1996 目撃者へのインタビュー：どのようにして適切な供述をとるか 菅原郁夫・佐藤達哉（編） 目撃者の証言 現代のエスプリ No. 350, 98-104.
- Smith, M.S., & Vela. E. (2001) Environmental context-dependent memory: a review and meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 203-220.

3. 1. 2. サービスを介したユビキタスセンシング技術

1. 問題意識

人や物の動きを計測することはサービス工学の基本的構成要素である。その計測技術は数多く存在するが、サービス工学研究の観点からは二つの立場に分けることができる。ひとつは前節で述べたような短期的集中的にサービスを忠実に数値化しようとする技術である。もうひとつは、サービスを長期的広域的に計測するための技術である⁵。本節で取り扱う「サービスを介したユビキタスセンシング技術(Service Survey by Service)」とは「サービスの環境に多数の測定ポイントを設置して人や物の動きを計測するユビキタスセンシング技術のうち、その測定ポイントを利用して(測定データを提供するサービスとは異なる)新たな別のサービスとして認知されうるもの」をいう。これは後者に属する。

一般的にサービスの計測にはサービスの提供者利用者双方に負担がかかるので、サービスを計測したいと思っている提供者にとって直接的に負担となるだけでなく、お客様に負担を強いるという意味で間接的にも負担となる。それゆえ、サービスの計測は短期には実現できても長期には困難となる。さらにコストの問題もある。サービス現場で10年20年と実務に携わっている人々にとっては、人や物の流れの変化は肌で感じられることも少なくないため工学的な計測の重要性は軽視されてしまう傾向にある。そのような中では長期にわたる計測のコスト負担は一層困難となろう⁶。加えて、商店街や観光地のような広域でのサービスでは、関与者が多数に及ぶ。関与者が多数いる環境では、計測のためのコストを負担するという決断は容易ではない。

このような事案に対応するための調査枠組みとして、Service Survey by Service 調査技術が有効である。しかしながら常にこの方法が適用できるとは限らない。次に述べる二つの要件を満たすことが必要であり、そのための構築技術の確立が必須である。

2. SSS 調査技術

SSS 調査技術の要件は、(1)付加サービスによって得られるメリットが少なからず計測対象のサービス提供者に評価されるものであって、その導入コストが(コアサービスとの比較において)十分に受け入れられる範囲にあり、なおかつ継続的に運営するコストが許容されうるものであること、(2)その付加サービスによって取得されるデータがコアサービスに関する指標を提供するものであること、の二つである。

ここで「コアサービス(core service)」とは、計測のターゲットとするサービスである。多くの場合は、そのサービス提供者の収益源としているサービスのことである。「付加サービス(supplementary service)」とはコアサービスに付随して提供されるサービスを意味する。飲食店であれば料理の提供がコアサービスである。それらのコアのサービスを最大限に提供するために、ポイントカードを導入したり、駐車場を利用しやすくしたりといったことが付加サービスである。

本プロジェクトでは SSS 調査技術の適用対象に地域振興サービスを選択した。長期間の調査が求められるサービスの代表例と言えるためである。この場合、サービス提供者とは地域の商工会や街づくり協議会であり、コアサービスとは「観光地の活性化」である。

⁵最終的には長期的かつ精密にサービスを数値化する技術が望まれるといえるので、これらはアプローチの差である前者は精密なデータをとらえようとするところから出発するのに対し、後者はサービスの提供者と利用者に計測の負担をかけないようにするには如何にあるべきかという観点から出発する。

⁶ ちょうど、温度計がない時代に温度計を置いてもらうようなものである。温度計などなくても、朝起きて家の外にいればその日寒いか暑いかは判断できてしまう。それゆえ、温度計の必要性は認識しにくい。しかし温度計が存在することによって「25Cを超えたら生卵の提供はやめよう」とか「15度以下になったらストーブを出そう」といったサービスをマニュアル化したり改良したりすることができるようになるのである。

昨年度の調査により、活性化の測定に際しては訪問客の人流（人の移動経路）の調査が重要な指標を提供するものであるとの結果を得たので、今年度は前述の（1）についての議論を進めた。具体的には、試作した調査ツールキット（付加サービスを低コストで導入可能な API 群を持ったサービス調査システム構築キット）を投入し、（1）の要件を満たすかどうかを評価した。

3. 低コストで付加サービスを実現する調査ツールキットの概要

調査ツールキットは、付加サービスを低コストで実施するための測定端末ハードウェア群と制御ソフトウェア、および付加サービスのロジックを簡単に構築するための API から構成されている。測定端末ハードウェアは各種センサを取り付けることができる端末で、特定のプロトコルでサーバと通信する。本プロジェクトでは非接触 IC カードの読取装置を装備する。

サーバでは、各種アプリケーション（付加サービスのロジック本体）を統括する。調査ツールキット上に置かれたアプリケーションは物理的に離れた地点におかれた複数のハードウェアに多重化して設置されて稼働する。これにより無停止運転が実現される。

調査ツールキットには特徴的なインタフェース API が装備されている。たとえばシステムの出力は Web ページで閲覧する形態とするが、これだけではパソコンを日常的に使いこなしている人でなければ使いにくい、地方の温泉街でビジネスをしている人にとって必ずしもパソコンでの操作は適切とは限らない。そこで Web のかわりに FAX やメールで同様の情報を送信する API を搭載している。これにより、たとえば電子マネーの利用報告（精算書）を毎朝自動的に発送する。といった設定ができる。城崎温泉で行われた実証実験では、一般のサービス提供者はパソコンに触れることなく運用することができた。このようなインタフェース上の工夫は運用コストを低減させることに資する。

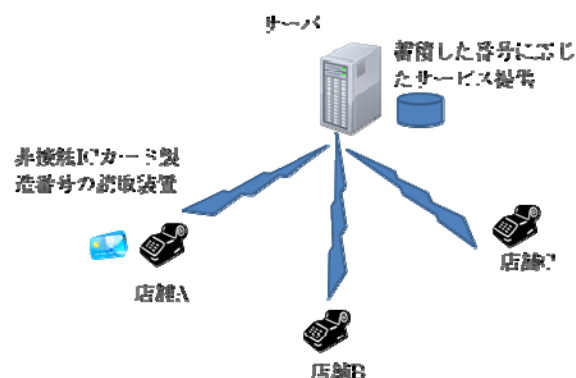


図 3.1.2-1 調査ツールキットによるサービス提供

4. 評価結果と考察

（付加サービスアプリケーション）本プロジェクトでは付加サービスとして観光案内、外湯券、電子マネーの 3 種類を選定し、実装した（それぞれのサービスの詳細については本節では省略する）。調査ツールキットの上にこれらのロジックを perl で実装したところ、合計で約 1200 行であった。この行数はコメント行も含んでいるので、実質的な工数は非常に小さいことがわかる。

（人流計測としての個体識別）観光案内、外湯券、電子マネーの各サービスを受けるために訪問客は非接触 IC カードまたはバーコードを利用する⁷。

⁷人流調査では個体識別が必須である。ただ個体識別に利用できる技術としてはたとえば RFID タグとして「本人が知らないうちに移動経路を取得する」という方法やビデオカメラによる顔認識技術を利用する方法もありえるが、これでは監視されているのと類似の状況になるので、避けなければならない。

ICカードを利用するかバーコードを利用するかは、サービスの種類や各種制約条件に応じて選択する必要がある。ICカードは単価が高いため回収する運用が求められることもあるが、バーコードは安いので使い捨ての運用でよい。その一方でバーコードは簡単に複製できてしまうので、たとえば電子マネーのようなサービスには利用しにくい。調査ツールキットで利用している非接触ICカードリーダーでは、交通系ICカード（SuicaやPASMO等）や電子マネー、またはおサイフケータイが利用できるため、首都圏では多くの一般客がすでに所有しているカードやおサイフケータイが事前登録なしにそのまま使えるというメリットがあるものの、地方観光地では必ずしも普及していないのが難である⁸。

本プロジェクトでは両方それぞれの利点欠点を確認するため、それぞれ別々の時期に実験した。バーコードはいわゆるレシートプリンタで印字された紙を透明のカードホルダーに入れて利用し、カードホルダーだけ返却を求めた。非接触ICカードは宿泊宿で貸し出し、精算時に返却するようにした。

その結果、利用者利便性についてはICカードにメリットがあるものの、団体に訪れる観光客をいっきにさばかねばならない大型ホテルのフロント係には手順が追いつかないことが判明した。一方、バーコード方式であればだれでも対応できることが確認された。

（端末）ICカードの登録やバーコードの発券は、ネットワークに接続可能な専用小型端末とその端末に接続されたプリンタで行う。ICカードの登録にはネットワークが必須であるがプリンタはなくてもよい。バーコードの発券だけならばプリンタは必須であるがネットワークは不要である。

プリンタは、本体価格は許容できるが、設置場所によってはスペースの問題が大きい。特に小売店舗のレジ回りは余剰スペースがなく、カードリーダーとディスプレイとプリンタを置くと机を占領してしまうことになりかねない。

一方、ネットワークは10年前と比較すれば劇的に改善されているものの、小規模の店舗ではネットワーク設備を持っていないところも少なくない。また、ネットワーク設備を導入しているところでもDHCPを使って新たな端末を接続できるように設定しているとは限らない。専門業者が設定を行って店主は設定についてまったく関知していないということも多い。したがって街全体で個別に設定が必要だとすると大きなコストになる。実際に設置作業を行い、非常に手間取ることがわかった。個別の店舗ごとに設定をして回るより、街全体で無線LANをダイジーチェーンで接続してしまうほうが低コストになる可能性があり、この点は今後の検討課題である。

4. まとめ

付加サービスとして実装した「観光案内」「外湯券」「電子マネー」は、いずれも地元観光地にとってメリットがあると評価されるものであった。そして本プロジェクトにより、調査ツールキットを用いればこれらの実用的サービスを低廉に実装できることが実証された。さらに継続的に運営するコストを評価するために実証実験を実施したところ、電子マネーについては継続して運用コストの低減を図ることとされたものの、他の二つは現状の方式のままでも運用可能であると結論づけられた。よって、当該観光地においては「観光案内」「外湯券」を付加サービスとしてSSS調査技術が導入可能であることが明らかになった。

この結果は、同時に、本調査ツールキット技術がSSS調査技術を観光地活性化の場面に導入する上で有効に機能することを示すものである。

⁸述べたとおり、本システムでは客の所有するICカードも利用可能である。しかし城崎ではICカードが首都圏に比較して普及しておらず、顧客があまり所有していないとみられたことと、なにより宿の担当者が非接触ICカードをよく知らないために客の持っているカードでも利用できるということを説明できないということが分かったため、原則としてすべてのICカードを貸出によってまかなうこととした。

3. 1. 3. 実空間および仮想空間での行動センシング技術

本節では、実空間および仮想空間での行動センシング技術に関する成果について述べる。まず、2. 2. 2 節や2. 3. 4 節の計測調査で用いた実サービス現場における行動計測（歩行者トラッキング）技術について述べる。次に、行動計測に含まれるマップマッチングや行動計測結果の可視化、さらには実サービス現場の仮想化のためのインタラクティブ屋内モデリング技術について述べ、最後に、仮想化された実サービス現場モデルや CAD モデルから生成したまだ存在しない現場のモデルを用いた仮想化実環境での主観評価を実現するための WTS (Walk-Through Simulator) 技術について報告する。

(1)実サービス現場における行動計測（歩行者トラッキング）技術

これまで我々は、歩行者に対するナビゲーションサービスの実現や、人の動作・行動を計測・解析することでサービスの質の向上に役立てることを目的として、屋内外でのシームレスな位置/方位推定を可能にする装着型自蔵センサモジュールを用いた歩行者デッドレコニング (Pedestrian Dead-Reckoning: PDR) に基づく歩行者トラッキングシステムの開発を行ってきた。我々が提案する歩行者トラッキングシステムは、システム利用者が装着する自蔵センサモジュールと環境中に設置されているセンサインフラからの計測データを、3次元環境モデルを制約として用いながら融合することで、その利用者の位置・方位を推定する。図 3.1.3-1 に提案するトラッキングシステムの構成を示す。

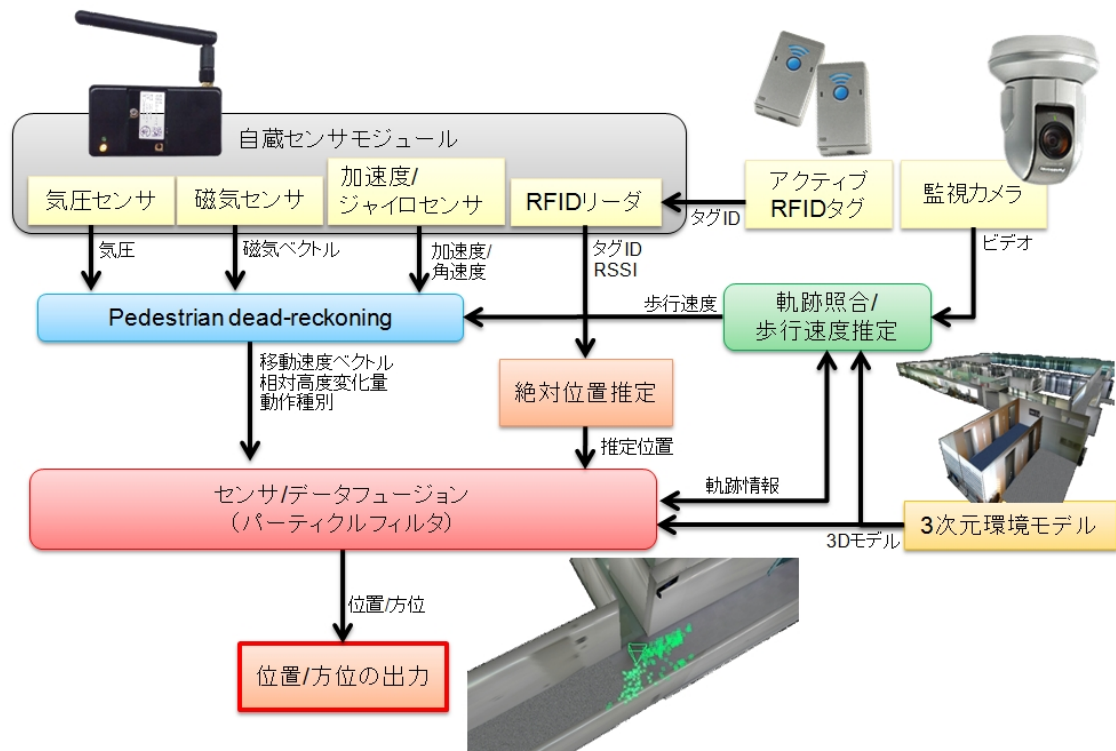


図 3.1.3-1 PDR とセンサデータフュージョンによる歩行者トラッキングの構成

継続的かつ安定なトラッキングのために、本システムでは、利用者が装着する自蔵センサモジュールに内蔵されている加速度・ジャイロ・磁気・気圧センサからの計測データを入力とした PDR による基準位置からの相対移動量と絶対方位推定を行う。PDR では、規則性・再現性の高い人間

の歩行動作を利用することで、安定なトラッキングを実現可能であり、自蔵センサモジュールからの計測データにより、外部インフラに依存せず自律的な位置・方位の推定が可能である。しかし、各歩行動作に対応する移動速度ベクトルの積算による測位を行っているため、歩行動作時に推定される利用者の方位と、歩行パラメータから計算した歩行速度に含まれる誤差に起因する蓄積誤差が発生する。そこで、本プロジェクトでは、その推定誤差の補正や動的な歩行パラメータ推定及び、基準位置の初期化のために、環境中のセンサインフラと 3 次元環境モデルを体系的に用いることのできるような手法を開発した。

本システムの構成では、センサインフラとして、セキュリティサービスで利用されている監視カメラと RFID タグを利用する。これらのインフラは、工場やオフィス、その他の商業施設で普及が進んでいる。また、人の移動の要所に設置されることが明らかであるため、低コストで利用可能であり、歩行者のトラッキングに利用するのに都合の良い特徴を有する。

RFID タグから発信される信号は、自蔵センサモジュール内の RFID リーダで受信され、タグの位置と受信信号強度 (Received Signal Strength Indicator: RSSI) に基づく測位に利用される。そして、その測位結果を基に測位誤差補正する。多くの RFID タグには、その信号出力に指向性があるため、二つのタグをペアとして扱い、両タグの信号を受信できた場合のみ測位を行う。これにより、RFID リーダによりセンシングする領域を特定することができ、測位結果の不確かさを減少させることができる。

監視カメラの映像は、自蔵センサモジュールを装着した利用者の照合・識別に利用され、その識別情報と映像から推定された移動軌跡は、歩行パラメータ推定や測位誤差補正及び、セキュリティサービスの強化に利用される。

カメラは高い空間分解能を有するセンサであるため、利用者の位置を比較的高精度に計測することが可能である。また、時系列計測データから利用者の歩行速度を推定することで、その利用者の歩行パラメータを推定可能となる。そのような機能を実現するためには、監視カメラ映像中の人物の内、自蔵センサモジュールを装着した利用者を識別する必要がある。そのため、本システムでは PDR からの移動速度ベクトルを基に推定した利用者の移動軌跡 (PDR 軌跡) と、監視カメラ映像から推定された移動軌跡 (映像軌跡) とを照合することで、映像中の利用者を識別することができる。単一のカメラ映像からその映像に映る歩行者の移動軌跡を推定するには、撮影環境とカメラ間の幾何学的関係を表すカメラ外部パラメータや、より精度の高い計測には焦点距離等のカメラ内部パラメータも必要となる。本システムでは、そのようなカメラパラメータを特殊な機器を使用することなく、後述する 3 次元環境モデリングサービスで用いるモデラを利用することで、単一の写真から容易に推定することが可能である。これらのカメラパラメータにより、映像上で検出された歩行者の足元の座標を環境中の床面へと変換することで歩行者の移動軌跡を推定する。

推定した映像軌跡と PDR 軌跡について、両軌跡中の各サンプリング時刻での移動速度ベクトルを計算または取得し、軌跡中の同時刻の移動速度ベクトルの差を指標として照合処理を行う。PDR 軌跡には、蓄積誤差が含まれるため位置を指標とした照合処理では誤対応が生じ易い。しかし、移動速度ベクトルの差を照合の指標にすることで、位置に依存しない照合を行う。照合の結果、移動速度ベクトルの差がある閾値以下であれば映像軌跡は自蔵センサモジュールを装着した歩行者であると認識することができるため、映像中の利用者の識別が可能となる。識別に成功した場合、映像軌跡から推定した利用者の歩行速度と、PDR 軌跡上での加速度から歩行パラメータを推定する。また、映像軌跡は後述のセンサ/データフュージョンにおいて測位誤差補正に利用される。さらに、識別結果はセキュリティサービスの強化に利用することもできる。

ナビゲーションサービス等の地図コンテンツとなる 3 次元環境モデルを用いてマップマッチングを行うことで測位性能の向上が実現できる。また、3 次元環境モデルは監視カメラや RFID タグのパラメータ設定にも利用可能であり、システム導入の簡易化ができる。

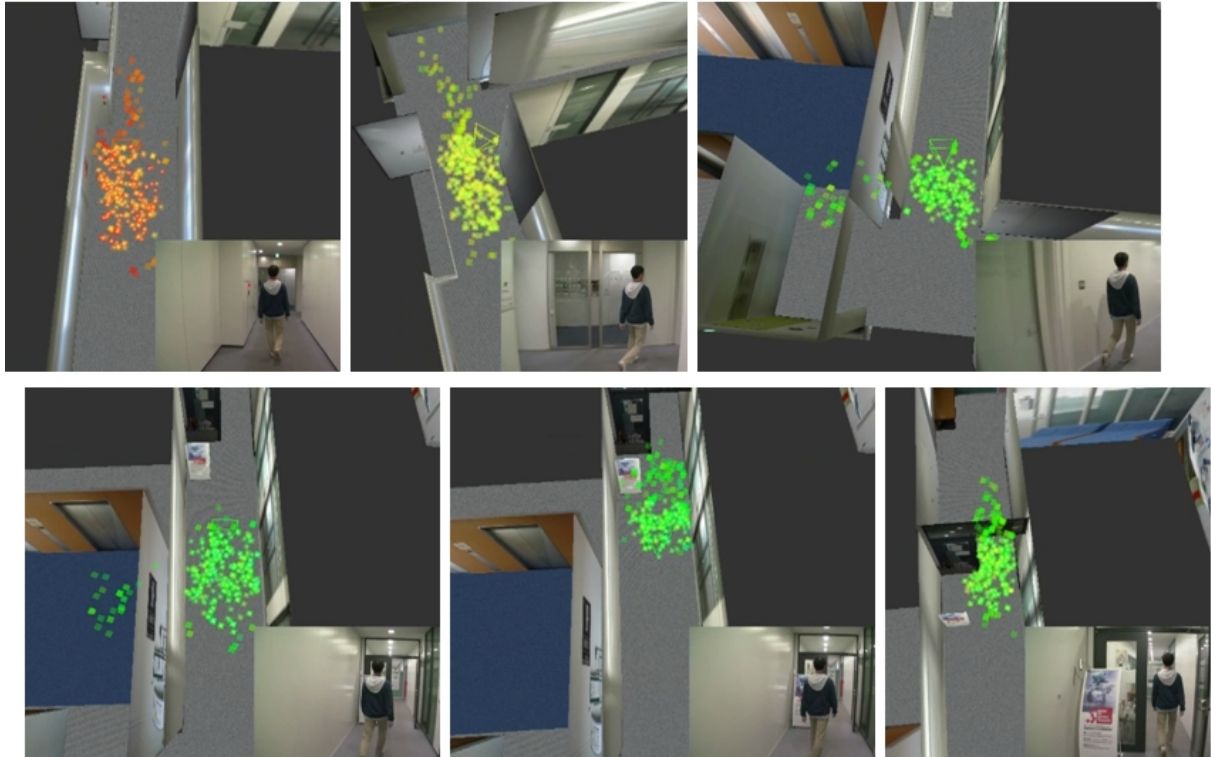


図 3.1.3-2 パーティクルフィルタによるトラッキング

PDR やセンサインフラからの計測データや環境マップを確率的状態推定手法であるパーティクルフィルタによりフュージョンする (図 3.1.3-2)。パーティクルフィルタは、マルコフ過程と確率分布のモンテカルロ近似により過去の計測データから効率よく現在の状態を推定可能な手法である。本システムでは、パーティクルフィルタの状態ベクトルを、水平面上の 2 次元位置と環境マップのポリゴン ID、絶対方位の 4 次元で表す。そして、各計測時刻における利用者の存在確率分布を PDR からの移動速度ベクトルとその不確かさ及び、センサインフラからの推定位置とその不確かさから推定する。PDR からの移動速度ベクトルを基に各時刻の存在確率分布を予測する際、その確率分布を表すサンプル集合のうち環境マップ中の Wall 属性の直線と交差するサンプルもしくは Floor 属性でない位置に移動するサンプルは無効化する。このマップマッチングにより、移動速度ベクトルの不確かさによって存在確率分布の不確かさが増加することを防止し、より正確なトラッキングが実現できる。また、センサインフラからの推定位置が得られた場合には、その位置と推定の不確かさを基にサンプルを発生させることで、測位誤差補正と基準位置の初期化を行う。動作認識の結果により、階段等の設備周辺に利用者が存在する確率が高いことが分かる場合にも同様に、その設備周辺にサンプルを発生させる。

以上のような、確率的枠組みにより、頑健かつ環境との整合性の高いトラッキングを実現することができる。ただし、処理コストが高く携帯端末のみで完結するように実装することは現状では困難である、バッテリーを含めて装着機器を小型軽量化しつつ放熱量も低減する必要がある、PDR センサモジュールを腰部に固定する必要がある、さらには、歩行以外のさまざまな作業行動の識別が求められるなどの課題があり、実サービス現場への技術導入に向けて、次年度以降はそれらの課題に取り組んでいきたいと考えている。

(2) 屋内実サービス現場のインタラクティブモデリング技術

上述のような屋内環境での人の位置/方位推定手法の進展や普及により、実サービス現場での人の行動の観測・分析、また、それによるサービスの品質向上や無駄の削減等を行う試みが、今後

増えていくと考えられる。そのような分析において、現実環境の写真から構築された写実的な仮想環境は、行動と環境との対応関係の直感的な把握に有効である。しかし、未だ写実的な3次元屋内環境モデルの構築には、専門作業員や非常に高価なセンシング手段を要する。本プロジェクトでは、以上のような屋内環境の可視化への応用を想定し、利用者が屋内環境の3次元モデルを容易かつ効率的に構築することを支援するインタラクティブ3次元モデラを開発している。

我々が提案するモデラ(図3.1.3-3)では、利用者は様々な位置から撮影された写真のそれぞれについて、各写真を利用したインタラクティブモデリングにより効率的にローカルモデルを作成する(図3.1.3-4)。そして作成したローカルモデルを、Visual SLAMやPDR等からの位置/方位情報や、幾何学的拘束を利用したインタラクションにより、容易に広域屋内環境モデルとなるグローバルモデルへ統合可能とする。また、作成中のモデルにテクスチャ欠損が生じる場合には、自動テクスチャ欠損検出と推奨撮影位置提示により追加撮影を促し、テクスチャ欠損の防止と効率的な撮影を支援する。

近年のデジタルカメラは、非常に安価で高画質・高解像度の写真を撮影することが可能になっている。また、写真撮影はビデオ撮影に比べブレが発生しにくく、手ぶれ補正機能等も充実していることから、屋外環境より光量の少ない屋内環境においても高画質の写真が撮影可能である。一方、ビデオカメラによる撮影は、画質は写真に劣るが移動撮影により広範囲を素早く撮影可能という利点がある。そこで提案モデラでは、モデル作成に適した高画質の写真を基にモデリングを行い、広範囲を撮影したビデオを基に推定した疎な環境マップとカメラパラメータおよび、ユーザが装着した自蔵センサモジュールの計測情報を利用したPDRからの位置/方位情報により、作成したモデルの統合を支援する。

まず事前処理として、モデラの利用者は写真から作成したモデルの統合を容易にするために、モデリング対象の屋内環境の広範囲をビデオ撮影し、Visual SLAMによって3次元点群から成る疎な環境マップを生成する。同時に、PDRによってグローバル座標系での利用者の位置/方位を計測しておくことで、環境マップの実スケール化とグローバル座標系への変換を行う。

そして、モデリング対象の写真撮影とモデリングによりローカルモデルを作成し、それらの統

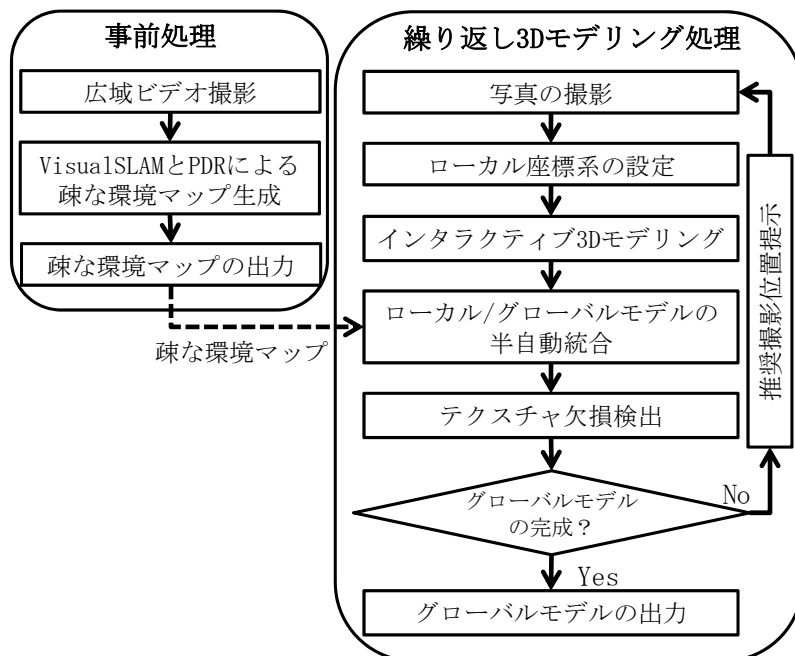


図 3.1.3-3 インタラクティブ屋内モデリング

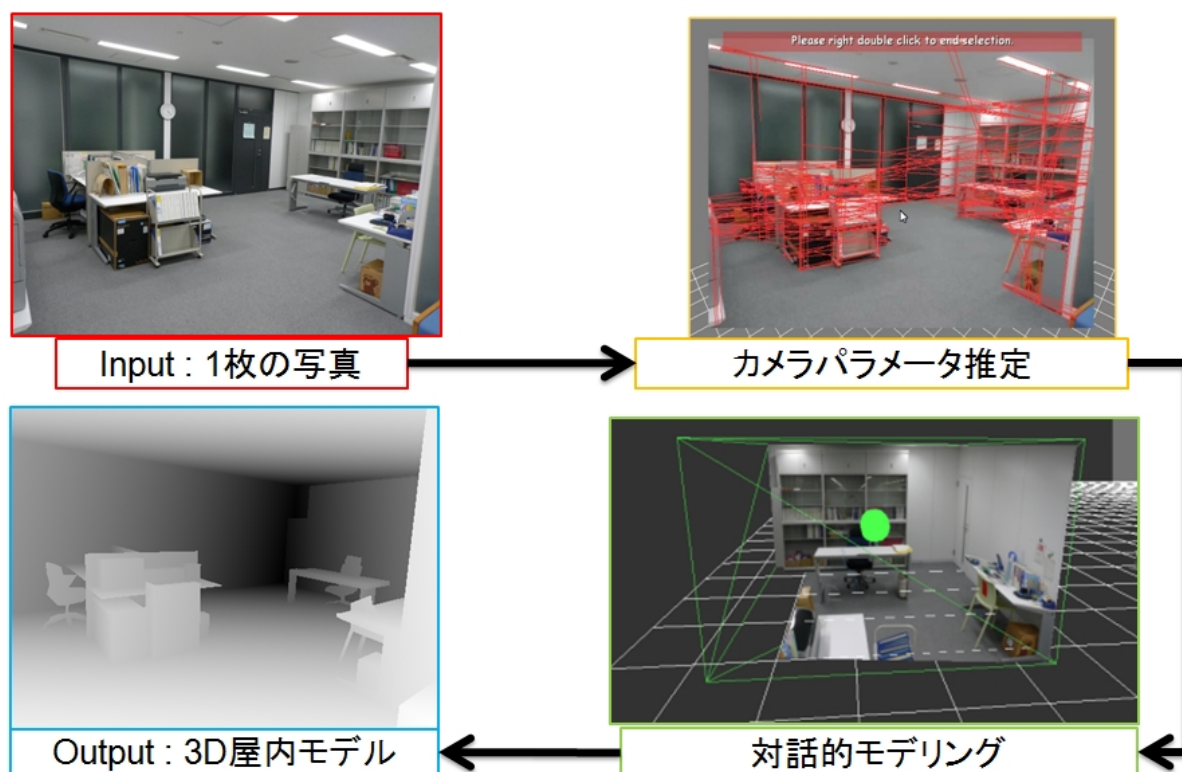


図 3.1.3-4 1枚の写真からのインタラクティブモデリング

合を繰り返すことで広域屋内環境モデルであるグローバルモデルを作成する。ローカルモデルの作成は、写真上の消失点により推定される被写体の座標系（ローカル座標系）で行われる。この座標系において、利用者は屋内環境の特徴を利用したインタラクション技法により効率的なモデリングを行うことができる。また、モデリング中は視点移動や、射影テクスチャ・デプスマップ・色と奥行き値の混合表示、適応的に制御される第2視点表示によりモデルの形状を容易に把握可能とする。

ローカルモデルのグローバルモデルへの統合処理では、事前処理で生成した疎な環境マップとPDRからの写真撮影時の位置/方位情報を利用した自動統合処理と、幾何学的拘束を利用した手動統合処理を併用することで、利用者に負荷をかけることなく確実にモデルを統合する。モデル統合後、グローバルモデル中からテクスチャ欠損領域を自動検出し、その領域を効率良く撮影可能な視点位置とPDRからの自己位置/方位を表示することで、利用者がよりテクスチャ欠損の少ないモデルを作成することを支援する。2.2.2節、2.3.4節、及び2.3.6節に掲載されている写実的屋内モデルはすべて本手法に基づいて作成されている。

(3) 実験室を現場化するWTS (Walk-Through Simulator) 技術

サービス利用者・提供者にとって頻繁に起こる状況の1つである「サービス現場内の（特に歩行による）移動と比較的単純な作業の繰り返し」を仮想的に再現し、行動選択理解 (CCE) やそれに基づく事前評価等を実現することをウェークスルーシミュレータ (WTS) 開発の目的とする。このように、サービス現場の再現を目的としており、さらに、ヘルスケアサービス分野での重要課題である情報共有に関する調査研究に適した設計とするため、WTSでは、他のサービス利用者・提供者との対話による情報共有、手持ちデバイス（ハンディターミナル）や紙（地図、チェックリスト等）による情報共有を仮想環境で実現する（図3.1.3-5）。

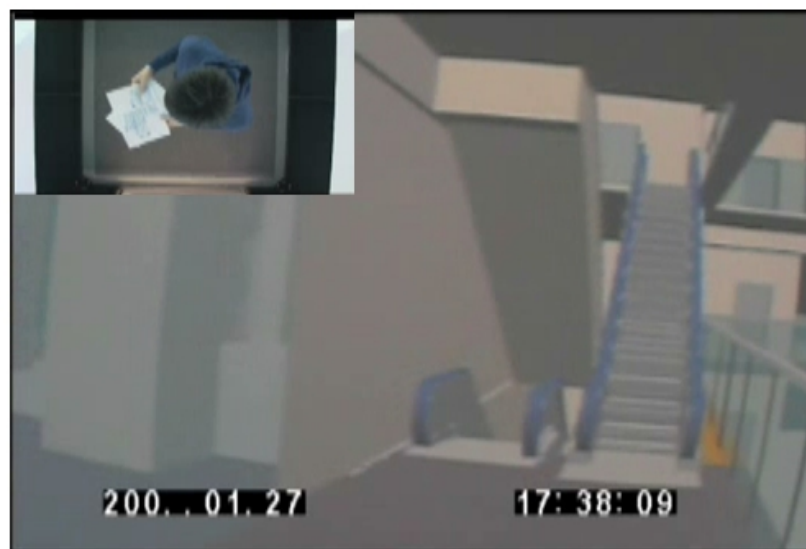
仮想されたサービス現場における被験者実験において、仮想環境と実環境との違いに起因するノイズ混入を抑制しながら前述の状況を再現する必要がある。そのため、まず、全方位（4面）

スクリーンとワイヤレス PDR センサモジュールを用いた足踏み動作と体の回転による操作体系とを組み合わせ（図 3.1.3-6）、絶対方位感覚の維持と VR 酔いの抑制を試みている。また、ハンズフリーであるため、手持ちデバイスによる情報共有と作業支援を再現できる。PDR デバイスを用いることによる実際の歩行と足踏みとの対応付けも検討を始めている。

さらに、他のサービス利用者・提供者との対話は情報共有の調査研究のための重要な要素であるため、画像処理技術に基づいてリアルタイムに生成される他のサービス利用者・提供者の写実的アバタによる他ユーザとの対話機能を提供している。将来的には計測データによって得られた行動モデルを用いた自律的なエージェントとこの写実的アバタを混在させることも検討している。

WTS の社会実装性を向上させるため、コンパクトで簡易な機構による複製の容易さを実現している。評価実験時の最大のコストの1つは、被験者（特にサービス提供者）の拘束時間である。そのため、サービス現場近くでの実験を可能とするために可搬性も重要になってくると考えられる。また、身体性の利用、3D 環境モデリング、行動計測、ベイジアンネット等と連携したビジュアルデータマイニングインタフェースとしても利用可能である。

軍事やエンターテイメント分野では、類似のシステムが存在するが、全般的に装置コストや必要とするスペース等において問題がある。エンターテイメントの場合は、特に、快適性や娯楽性を重視しているため、再現性を重視していない点も異なる。本 WTS は、前述したサービス現場での典型的な状況に特化することで、最適設計ループの効率化に資する機能を実現している。



エスカレーターに乗ろうとしている



手に持った地図を確認

従業員のアバタと会話

図 3.1.3-5 WTS 利用者視点の映像の例（日赤新病棟のモデル内で地図や会話を頼りに目的地に移動している様子）

足踏み動作と体の回転（視線方向）を検出するためのセンサモジュール（PDR と同じものを使用）は、加速度センサ（ST micro 社の LIS3LV02DQ）、ジャイロセンサ（Epson Toycom 社の XV-3500CB）、磁気計（Aichi Steel 社の AM1304）、そして温度計（Analog Devices 社の TMP35）の 4 つのセンサで構成されている。重力ベクトルトラッキングや加速度振幅パターンの認識、ジャイロと地磁気のフュージョン等を 100Hz で処理することにより、利用者の足踏み検知と胴体の回転方位計測を実時間で処理することが可能である。

写実的アバタ生成のためのカメラ映像からの前景（人物）抽出手法として、1) 実時間性の高さ、2) 消費メモリの少なさ、3) ノイズの少なさ、4) 前景境界の正確さ、の 4 つの指標を考慮した、コードブックに基づくマルコフランダム場（MRF）モデルを用いた背景差分法を提案した。この手法では、実時間性の高い実装と消費メモリの抑制のためにコードブックに基づくアプローチを、ノイズ低減や正確な前景輪郭獲得のためにエッジを保存する MRF モデルを採用した。MRF モデルは尤度項を推定するために確率的な観測を必要とするが、提案した手法では、オンライン混合正規分布を用いてコードブック中の各コードワードの確率を推定し、グラフカットを用いた MAP-MRF（MAP: Maximum A-Posterior）アプローチにより背景差分を行った（図 3. 1. 3-7）。

今後の展望であるが、まず、2. 3. 6 節の予備評価実験で明らかになった各課題の解決があげられる。また、写実的アバタは、現状では、仮想環境の指定された場所に 1 枚のビルボード上に 2 次元的に表示されるようになっている。そのため、WTS ユーザに連れ添って移動するなどのより実サービス現場に近い状況の再現のための改良が必要である。さらに、机の引き出しを開ける、エレベータのボタンを押す等の仮想環境に対するインタラクション機能の追加も望まれる。

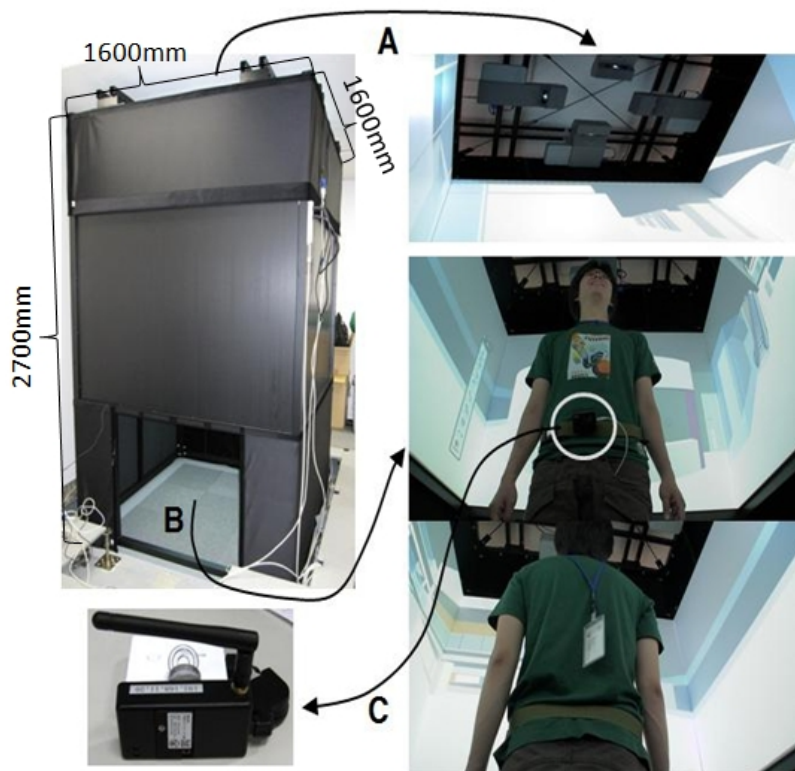


図 3. 1. 3-6 ウェークスルーシミュレータ（WTS）



コードブックに基づくアプローチ



提案した手法(グラフカットを用いたMAP-MRFアプローチ)

図 3.1.3-7 写実的アバタのテクスチャ抽出結果

3. 1. 4. 大規模データモデル化技術

本年度は、大規模データモデル化技術として、以下の2つのソフトウェア開発を行った。これらは基盤技術として実用化を目指して開発したソフトウェアである。

(1) デジタルサイネージソフト

デジタルサイネージソフトは Web ブラウザを通じて、データベースの情報を閲覧・更新・削除することができるアプリケーションソフトウェアである。本ソフトウェアの目的は、商品、動画データを集計・管理するとともに、生活者のライフスタイルの一部に関係する項目を入力することにより、多様な顧客のライフスタイルに合致する商品やコンテンツを推薦することである。

以下、本ソフトの概要を説明する。

メイン画面(図 3.1.4-1)では、本ソフトの各機能にアクセスすることができる。商品一覧画面では、商品の検索、登録、管理ができる。

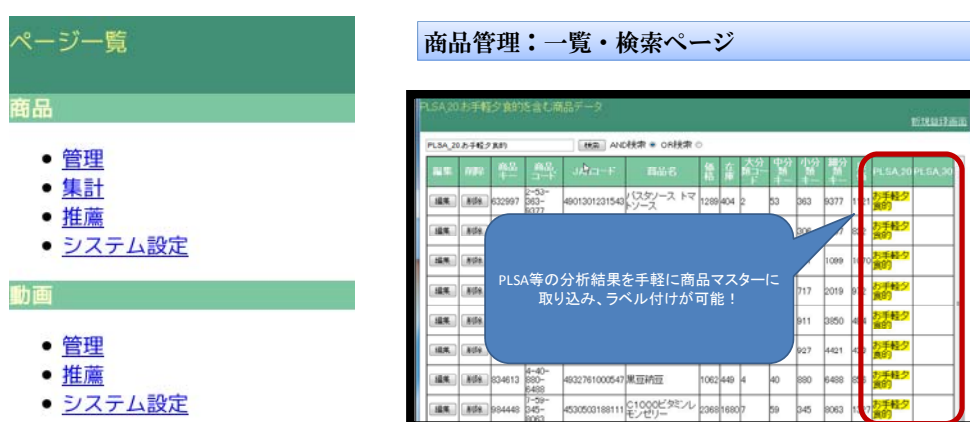


図 3.1.4-1 メイン画面と商品データ一覧画面

推薦画面では、顧客 ID を入力するか、いくつかの質問に答えることによって、その人のタイプを特定する(図 3.1.4-2)。さらに、「オススメをみる」ことにより、その人にあった商品群を推薦する(図 3.1.4-3)。さらに動画コンテンツの場合は、自動的にコンテンツを再生するとともに、アンケート機能により、顧客のフィードバックを記録できる(図 3.1.4-4)。

本ソフトウェアは、今年度デジタルサイネージに適用可能な要素技術として開発を行った。今後、実際の店舗におけるデジタルサイネージを用いた商品推薦システムやウェブ上での購買支援としてのシステム化をはかるためには、ハードウェアや運用方法も含めた検討が必要である。

商品推薦：アンケート入力ページ

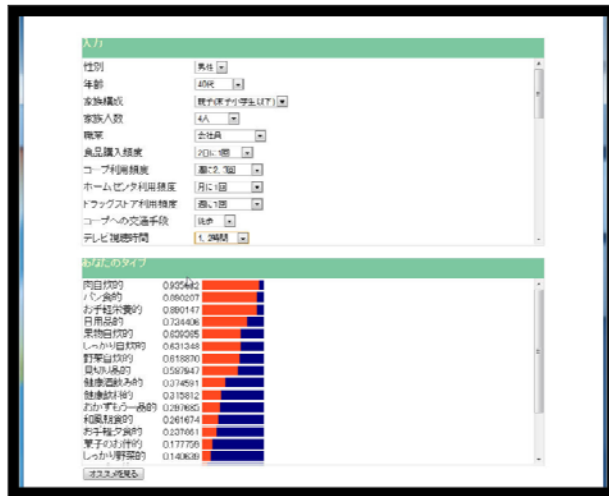


図 3.1.4-2 商品推薦画面

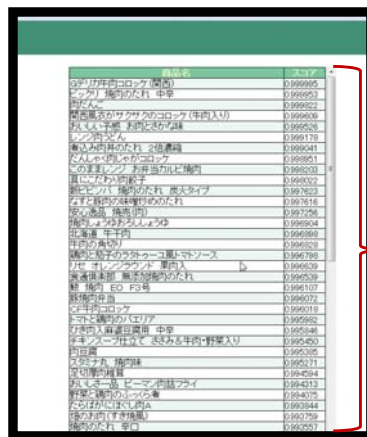


図 3.1.4-3 タイプにあった商品の推薦

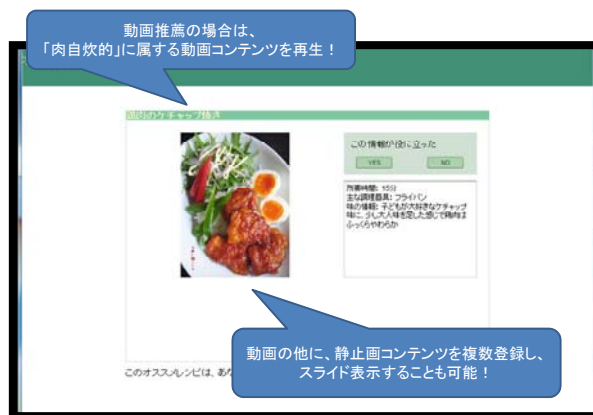


図 3.1.4-4 動画推薦画面と質問

(2) カテゴリマイニングソフト

本研究では、精度の高い需要予測や商品構成の最適化、顧客セグメントの把握、セグメント毎の需要予測の精度向上、発注などの商品管理などの小売サービスプロセスの最適化を行うことを目的として、サービス現場で収集される多種、大量のデータ、すなわち大規模データを分析し、意味のあるカテゴリを自動的に抽出するためのソフトウェア（カテゴリマイニングソフト）開発を行う。平成 21 年度には、数億件規模の膨大な ID 付き POS データ、顧客 ID にひもづけられたアンケートデータ、商品分類コード、属性データベースなどの複合的な大規模データを分析し、商品カテゴリと顧客カテゴリを自動的に類型化するソフトウェアの開発を実施した。特にこうした大規模データに対してベイジアンネットワークを適用するためには、比較的少数カテゴリからなる離散確率変数に変換することが必要であり、そのためにも情報量の高い少数カテゴリに大規模データを類型化する技術（カテゴリマイニング）技術が必要である。そこで、こうした類型化機能を付加したベイジアンネットワークモデルの構築や推論ソフトウェアの開発を行った。さらに大規模データから効率良くモデルを構築するための高速化を実現した。その成果は、専門家は使用可能なレベルにあるが、広範な利用を可能にするためには開発の継続が必要である。

(2)-1. ベイジアンネットワーク用パイソンクリプト開発環境

概要

ベイジアンネットワークモデル構築・推論に関する様々な処理を python スクリプトで効率的に行う。

- * カテゴリマイニング
 - PLSI による分析の実行
- * 推論サーバ
- * 推論クライアント
 - * ベイジアンネットワーク記述ファイルの管理
 - 検索
 - 要約出力
- * 学習・推論用データの変換
 - 辞書を使ったデータの変換
 - ダミー変数の作成
- * CSV ファイルから DB テーブル作成・データのインポート
 - MySQL, Sqlite3 に対応
- * 構造学習のレシピ作成および実行
- *その他、上記の python プログラミング用の API に加え、OS のシェル用のコマンドライン・インターフェイスも備えている。

(2)-2. ベイジアンネットモデル構築機能高速化実装及び評価

比較用のソフトウェアには Ver. R, Ver. V [以下、(R), (V)] の 2 種がある。

- Greedy Search のベンチマークテスト
 - Version R および Version V において、Greedy Search アルゴリズムでモデルを構築し実行時間を測定した。Version R はモデル構築ウィザードから実行し、ノード探索の時間のみを測定した。（その後の GUI を更新する時間は含まれない）。Version V はコマンドラインで LearnProgram を実行し終了するまでの時間を測定した。データソースは CTT キャッシュ (CTT)、CSV 形式ファイル (CSV)、データベース (DB) である。

構築は次の条件で行った。

- 評価基準: AIC、ノードの親子関係の設定: 自分以外の全ノードを親候補

i) ノード数による比較

ノード数による違いを比較するため、レコード数が一定でノード数の異なる学習データでの実行時間を測定した。使用したデータはレコード数=1000、ノード数が6~18である。各バージョンにおける結果を以下の表 3. 1. 4-1 と表 3. 1. 4-2 にまとめる。

表 3. 1. 4-2 (R)

データ名	ノード数	レコード数	圧縮後のレコード数	実行時間(S)		
				CTT	CSV	DB
german_6	6	1000	626	1	1	2
german_9	9	1000	792	1	1	4
german_18	18	1000	996	2	5	22

表 3. 1. 4-2 (V)

データ名	ノード数	レコード数	レコード数	実行時間(S)		
				CTT	CSV	DB
german_6	6	1000	626	1	2	1
german_9	9	1000	792	1	3	2
german_18	18	1000	996	3	10	7

結果はデータソースに対して、それほど差が現れなかった。

ii) レコード数による比較

レコード数による違いを比較するため、ノード数が一定でレコード数の異なる学習データでの実行時間を測定した。使用したデータは、ノード数=12、レコード数=10K~100Kである。各バージョンにおける結果を以下の表 3. 1. 4-3 と表 3. 1. 4-4 にまとめる。

表 3. 1. 4-3 (R)

データ名	レコード数	圧縮後のレコード数	実行時間(S)		
			CTT	CSV	DB
german_12_10k	10000	8540	1	17	83
german_12_50k	50000	33552	2	68	414
german_12_100k	100000	59819	2	114	867

表 3. 1. 4-4 (V)

データ名	レコード数	圧縮後のレコード数	実行時間(S)		
			CTT	CSV	DB
german_12_10k	10000	8540	2	34	22
german_12_50k	50000	33552	3	135	103
german_12_100k	100000	59819	4	222	215

レコード数に対して、実行時間(表 3. 1. 4-5)をプロットすると図 3. 1. 4-5 のようになる。

表 3.1.4-5 各データのレコード数と実行時間

データ名	レコード数	実行時間 (S)	
		CSV	DB
alarm_net2_col110_10K	10000	172	1318
alarm_net2_col110_50K	50000	1034	7984
alarm_net2_col110_100K	100000	2257	未測定

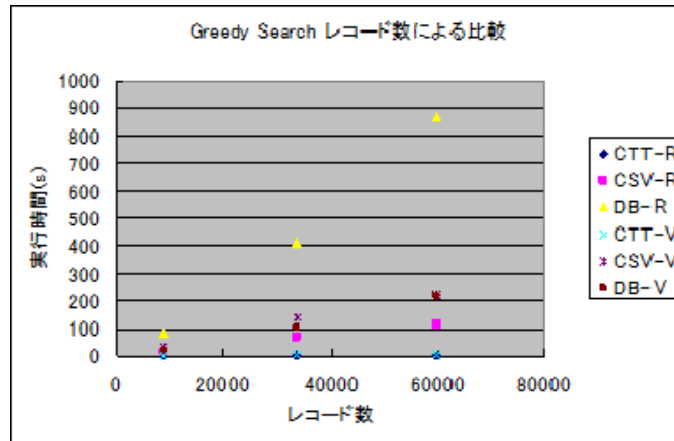


図 3.1.4-5 レコード数に対する実行時間をプロット

どのデータソースについてもレコード数に応じて実行時間は増加した。データソースで比較すると CTT (R, V) が最も速く続いて CSV (R)、DB (V)、CSV (V)、DB (R) の順に遅くなるのがわかる。

iii). 大規模データでの実行

従来のデータソースである CSV と DB について比較を行うため、大規模データで実行速度を測定した。使用するデータはノード数=37、レコード数=10K から 100K である。

表 3.1.4-6 (R) (V)

データ名	レコード数	実行時間 (S)	
		CSV	DB
alarm_net2_col110_10K	10000	541	265
alarm_net2_col110_50K	50000	3602	1529
alarm_net2_col110_100K	100000	未測定	3342

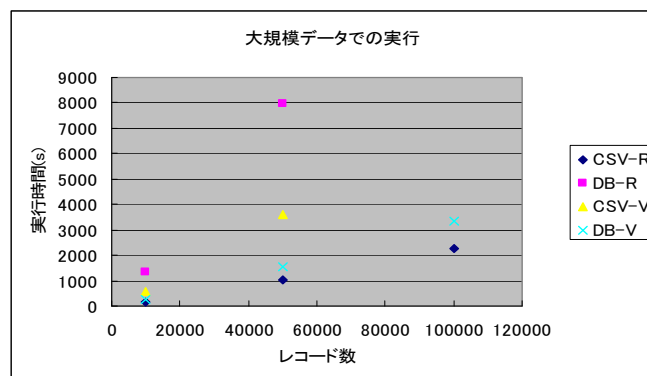


図 3.1.4-6 大規模データでの実行

結果は CSV-R が最も速く DB-R が最も遅いという結果になった。以上の結果を表 3. 1. 4-6 と図 3. 1. 4-6

iv) 考察

i)の結果ではデータソースによる違いがあまり現れなかった。一方で ii)の結果では CTT キャッシュが圧倒的に良い結果であった。探索時に必要な CTT のサイズが小さくても DB と CSV は全レコードを走査しなければならない。しかし CTT キャッシュは小さなファイルを読み込むだけでよい。

CSV と DB について、ii)、iii)で同様な結果であった。version R においては CSV が速く、version V では DB が速かった。DB で比較すると version R で遅いのは、DBHandler において負荷のかかる処理を行っていることが原因である。例えばノードのもつ状態値を返すという処理があるが、呼び出しの度に全レコードを調べている。version V ではカラムを保持している。このため負荷がかからない。

・全探索のベンチマークテスト

version V において、全探索アルゴリズムでモデルを構築し実行時間を測定した。コマンドラインで LearnProgram を実行し終了するまでの時間を測定した。データソースは CTT キャッシュ (CTT)、CSV 形式ファイル (CSV)、データベース (DB) である。モデル構築は評価基準:AIC、ノードの親子関係の設定: 自分以外の全ノードを親候補で行った。

v) 最大親数による比較

ノード数による違いを比較するため、レコード数が一定の学習データでノード数と最大親数を変化させて実行時間を測定した。使用したデータはレコード数=1000、ノード数が 9, 18 である。また最大親数は 3~8 とした。各バージョンにおける結果を以下の表 3. 1. 4-7 にまとめる。どのデータソースでもノード数と最大親数の増加とともに実行時間も増加する。

表 3. 1. 4-7 各バージョンの結果

データ名	ノード数	最大親数	実行時間(S)		
			CTT	CSV	DB
german_9	9	3	4	11	8
german_9	9	8	25	34	38
german_18	18	3	77	177	129
german_18	18	4	384	857	679

vi) レコード数による比較

レコード数による違いを比較するため、ノード数が一定でレコード数の異なる学習データでの実行時間を測定した。使用したデータは、ノード数=12、レコード数=10K~100K である。Version V における結果を以下の表 3. 1. 4-8 にまとめる。

表 3. 1. 4-8 Version V の結果

データ名	レコード数	圧縮したレコード数	実行時間(S)		
			CTT	CSV	DB
german_12_10k	10000	8540	13	280	165
german_12_50k	50000	33552	17	1025	772
german_12_100k	100000	59819	19	1733	1546

vii) 考察2

v)と i)とを比較すると、全探索のほうがノード数による実行時間の違いがはっきりと現れた。全探索で探索に必要な CTT の組み合わせ数は、表 3. 1. 4-9 のようになっている。

表 3. 1. 4-9 CTT の組み合わせ数

ノード数	最大親数	組み合わせ数
9	3	122
9	8	497
18	3	987
18	4	4047

組み合わせ数に対して実行時間をプロットすると図 3. 1. 4-7 のようになる。

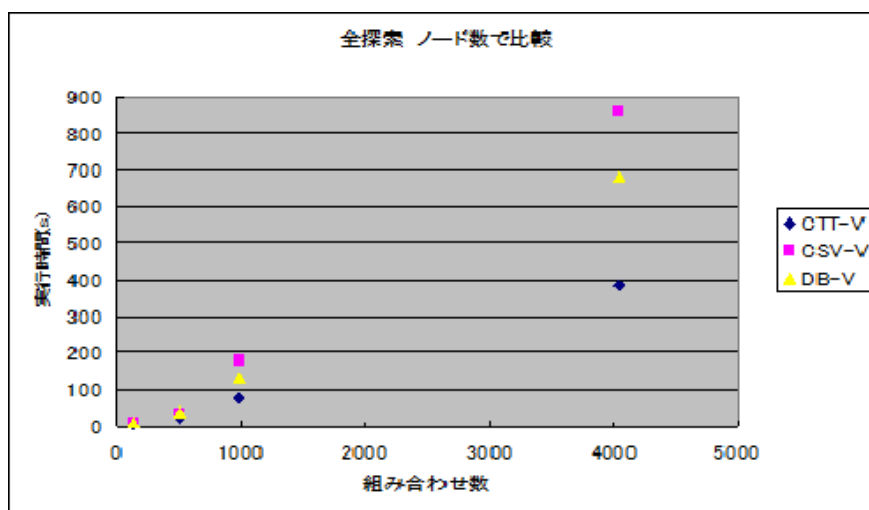


図 3. 1. 4-7 組み合わせ数に関する実行時間

グラフから、実行時間は CTT の組み合わせに依存しているといえる。また、i)でデータソースによる違いがはっきりしなかったのは、Greedy Search においては探索に必要な CTT の組み合わせ数が制限されるためと予想される。

vi)から CSV と DB はレコード数と実行時間がほぼ比例している。一方で CTT はレコード数が増大しても実行時間はそれほど変化しなかった。最大親数=3 で実行しているので必要な CTT のサイズは小さいが、CSV と DB は全レコードの走査していることが原因と思われる。

3. 1. 5. プロセス記述・設計技術

これまで、プロセス記述・設計技術は、生産工学、システム工学など、製品の製造・生産において、効率的な生産システムを構築するために培われ、フローチャートや Functional Flow Block Diagram (FFBD)、Data-flow diagram (DFD)、Gantt Chart などが開発されてきた。また、近年では、Business Process Modeling Notation (BPMN)による、サービス業務プロセスにおけるワークフローの可視化も行われている[1]。

しかし、サービス現場においては、サービスプロセスの可視化が行われることは極めて稀であり、サービスの設計は創始者や現場スタッフの経験と勘に委ねられることが多かった。サービス自体が小規模で可視化せずとも見通しがよい場合は例外であるが、近年のように、複雑で多くのスタッフが関わるようなサービスにおいては、サービスの質や生産性は局所的な最適解に落ち込んだり、全体としてうまく機能しないこともある。

これは、従来のプロセス記述・設計技術では、サービス利用者は不在もしくはサービス対象が人以外である場合が多く、対人サービスを前提とした、サービスプロセスの記述・設計・可視化技術が十分に発達していないためと考えられる。

これに対して、今年度実施した「医療機関・介護施設における従業員の情報共有に関する調査」により、医療サービスおよび介護サービスにおける、そのプロセスと、プロセスごとに連携しているスタッフ、共有している情報等が得られ、サービスプロセスの構造が明らかになってきた(2.3. 1節参照)。以下では、この調査によって得られた成果を報告する。

サービスプロセスを記述し、サービスプロセスの最適化やその設計支援に利用するためには、サービスプロセスのセンシング技術、記述技術、可視化技術の3つの技術が必要である。

まず、サービスプロセスのセンシング技術として、本年度の調査ではインタビュー調査とダイアリーメモ調査を実施した。これらの調査方法は、スタッフを通じた間接的なサービスプロセスの計測ではあるが、医療現場のように調査者がサービスの現場に立ち入るもしくは直接的に計測することが困難な場合において、有効であった。このとき、複数回のインタビューを設定することで、調査者と調査対象者の間に信頼関係が構築され、より詳細な計測が可能となることが確認できた。一方、サービス現場を直接的に計測可能な場合は、カメラやアクティブRFIDタグ、加速度計等による行動計測技術や、カルテや申し送りのように定型的な書式によって共有されている情報を電子化し、テキストマイニングすることで情報を抽出することも有効と考える。

また、サービスは生き物のようであり、そのプロセスも時々刻々と変化していく。したがって、継続的なセンシングによって、サービスプロセスを最新の状態に自動的に更新する技術も必要と考えられる。

次に、サービスプロセスの記述技術としては、サービスの全体構造から局所的な構造まで、サービスに関連する全てのデータを単一の書式で記述する必要がある。例えば、病院の外来診察では、来院～帰院まで全体プロセスの中に、検査や診察といった個々の要素があり、個々の要素にも詳細なプロセスを含む、多重解像度的な構造となっている。従来は、必要とされる解像度ごとに、プロセスを記述、可視化してきたが、複数の解像度や視点をシームレスに可視化するためには、サービスプロセスの全要素が単一のデータとしてコンピュータ上に記述される必要がある。

本年度得られたデータによって作成された、サービスプロセスにおけるスタッフ間の情報共有・連携(図 2.3.1-6)を分析したところ、サービスプロセスは、

- ・人：サービス利用者、サービス利用者の家族、サービス提供者等
- ・情報：利用者情報(要求等)、提供者情報(作業状態等)、環境情報等
- ・モノ：利用者に提供するモノ(薬、車いす、差し入れ等)
- ・ツール：提供者が利用する機能(PC、データベース、紙媒体、電話等)
- ・時間：緊急性、作業の流れ、タイミング、スケール等
- ・金：売り上げ、支払い、請求等

の6要素から構成され、これらが互いに絡み合っサービスプロセスを形成していることが分か

った。したがって、これらの要素の状態と遷移に着目した記述方法が考えられる。

最後に、サービスプロセスの可視化として、サービスの設計においては、利用者・提供者それぞれの視点から最適化できることが望ましく、可視化の目的、可視化の視点に合わせて複数の表現系による可視化がシームレスに行える必要がある。例えば、医療サービスであれば、図 3.1.5-1 に示したように、患者中心の視点では医師や看護師との連携が中心となり、医師中心の視点では、患者やすべてのスタッフとの関係性が見えてくる。また、病院経営者であれば、それら全体が俯瞰できる必要があるだろう。また、目的によって変化する、サービスプロセスの解像度にも対応できる必要がある。

これに対し、本年度の調査データでは、医療・介護サービスのサービスプロセスを、視点ごとに図 2.3.1-3～図 2.3.1-8 の形式で、特定のスタッフから見た業務フロー、連携スタッフ、施設全体でのスタッフ連携、サービスの全体プロセスと局所プロセス、プロセスで共有される情報やスタッフ連携を可視化した。これらはいずれも同じデータをもとに可視化しており、本調査方法によって得られたデータから目的に合わせた複数視点の可視化が実現できた。さらには、図 2.3.1-6 と図 2.3.1-8 のように、プロセスをモジュール化することで、同じ内容を複数の表現系で可視化することも可能となった。しかし、これらの可視化は大部分を手動で行っており、今後は記述されたサービスプロセスから自動的にプロセスを可視化する技術の開発と、可視化手法の評価が必要となる。

以上をまとめると、サービスプロセスの記述・設計技術には、センシング・記述・可視化の 3 つの要素技術を確立する必要がある。本年度の成果として、各要素技術の一部、すなわち、インタビュー・ダイアリーメモによるセンシング、サービスプロセスの構成要素の理解、複数視点の可視化が達成された。今後は、サービスプロセスの設計・支援技術の開発に向け、本年度計測したデータを用いて、プロセスの記述技術の確立、記述されたプロセスの可視化、可視化表現手法の評価等を行うとともに、サービスプロセスを効率的にセンシングする技術の開発と計測データから自動的・半自動的にサービスプロセスを組み立て、記述する技術の開発を行う必要がある。

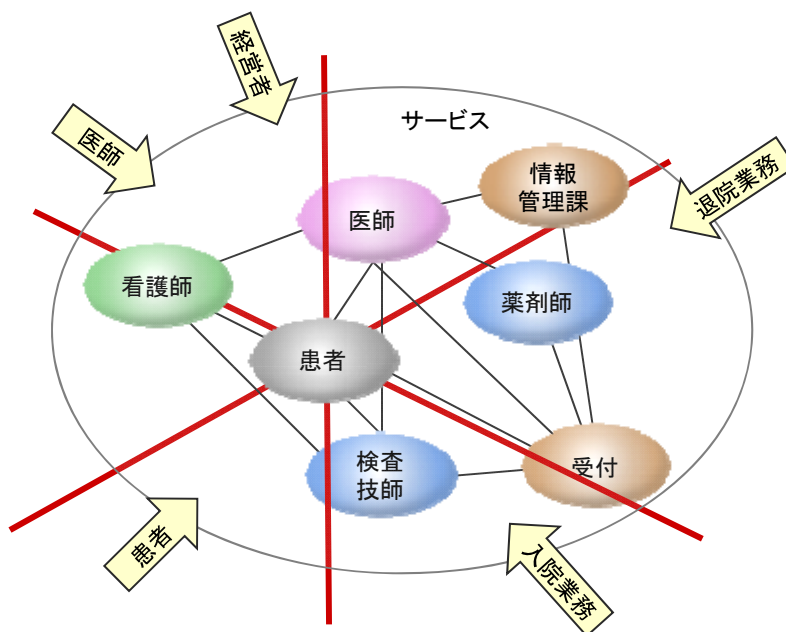


図 3.1.5-1 サービスプロセスの可視化における多面性

<参考文献>

[1] 原辰徳、新井民夫、下村芳樹、 “サービスづくりのための対象表現手法”、計測と制御、第48巻、第5号、pp. 423-428、2009

3. 2. サービス工学技術調査報告

3. 2. 1. ヘルスケアサービス現場

ハイ・サービス日本 300 選を受賞するなど、患者満足度・従業員満足度の評価が高い医療機関を訪問し、サービス提供現場の現地調査を行った。調査対象施設は、医療法人社団 いでした内科・神経内科クリニック、医療法人鉄蕉会 亀田メディカルセンター、医療法人財団献心会 川越中央病院、財団法人 倉敷中央病院、社会医療法人財団慈泉会 相澤病院の 5 施設である。各施設の特徴を表 3.2.1-1 にまとめ、以下に各施設における取り組みを報告する。

表 3.2.1-1 ヘルスケアサービスの現場調査施設

名称	医療法人社団 いでした内 科・神経内科 クリニック	医療法人 鉄蕉会 亀田 メディカル センター	医療法人財団 献心会 川越胃腸病院	財団法人 倉敷中央病院	社会医療法人 財団 慈泉会 相澤病院
所在地	広島県広島市	千葉県鴨川市	埼玉県川越市	岡山県倉敷市	長野県松本市
開業	1992 年	1954 年	1969 年	1923 年	1952 年
床数	19 床	1000 床	40 床	1135 床	471 床
職員数	170 名	2500 名	105 名	2554 名	1439 名
ハイ・サービ ス日本 300 選	第 1 回受賞	第 4 回受賞	第 4 回受賞	なし	なし
電子カルテ	×	○	○	○	○

(1) いでした内科・神経内科クリニック

いでした内科・神経内科クリニックは、サービスと経営力の向上により最善の医療介護モデルの構築を目指しており、トヨタ方式による作業効率の向上と患者起点のサービス提供を徹底している。

サービス提供に関わる各作業については、曖昧なことを無くし、可能な限りのルール化と、省コスト化を徹底しており、継続的な作業効率の改善を目指している。具体的には「標準作業手順書」として作業手順内容、作業内容、要領を記述した作業マニュアルを作成し、毎月修正して各部署が提出したり、各部署でスキルシートとして「技能習得星取表」を作成したり、「創意工夫提案書」で改善提案を行ったりしており、具体的な改善は異業種からも学ぶようにしている。さらに、医師からの指示、作業プロセスやサービスの改善点・問題点、患者からの依頼・要望は、日報システム、メモノート、朝礼・終礼、月次レポート、標準作業ブック、17 徳目という情報共有システムを、時間軸に合わせて使い分けることで、日、週、月、四半期単位で効率的に情報収集と共有ができる仕組みを構築している。

スタッフの育成として、新人教育(約 1 週間)では理念の共有とルールの研修を行う。スタッフの労働環境の改善のために、従業員満足度向上委員会やコミュニケーション向上委員会を設置し、従業員満足度の評価を実施している。その結果、給与は同じ業種に比べ高い。様々な改善をより早く実施できるよう、1 ヶ月に 1 回のコンテストを実施している。例えば、笑顔 No. 1 コンテスト、5S コンテスト、トイレぴかぴかコンテスト等を実施し、良い所は表彰するようにしている。

患者満足度を向上させるため、受付から診察まで 30 分、会計までは 3 分で対応できるようにし、患者はタイマーを持ち歩き、時間が来るとブザーが鳴りスタッフにそれを知らせるようにしている。一週間に一回の「ぴかぴか点検」の 5S 活動を実施している。デイケアサービスでは食事や娯楽等を強化し、他施設との差別化を図っている。「お客様アンケート」を三ヶ月に一回実施し、結果に基づいて業務の改善を徹底的に行っている。

一方で、外来患者やデイケア利用者を増やすために、営業用に 2 名の職員を配置し健康診断の

ために企業訪問したり、営業目標を設定し院長を含めた全スタッフが一人一日一回電話して過去客の掘り起こしを行ったりしている。

(2) 亀田メディカルセンター

亀田メディカルセンターは、救急ヘリポートを早くから導入するなど、過疎地域における医療の充実に取り組む一方で、電子カルテの導入や外来分離など、医療の質向上をめざした先駆的な医療サービスに取り組んでいる。さらに、リハビリテーション病院やファミリークリニックの開設、訪問看護ステーションの充実など、急性期から地域医療に至るまで、総合的な医療サービスを提供している。

また、亀田メディカルセンターは結核療養施設から発展したという経緯を持つことから、ハード面として、急性期医療では気づかれにくい「なごみの空間」、「全室オーシャンビューの景観のよい病室」や、ソフト面として、ホテルマンのようなホスピタリティの高いスタッフなどが形成されている。

一般に、大組織になるほど、従業員意識を合わせるのが難しくなるが、ぶれない理念“Always say yes!!”と患者利益を第一とする戦略を掲げ、方向性を明示的に示すことでスタッフを自律的に同じ目標に向かわせ、経営トップがすべてに携わらなくても組織が自転していく仕組みが作っている。また、医療技術が高だけでなく、最新の医療機器・システム、経営戦略、マネジメント戦略など、その分野のスペシャリストによって業務が考え抜くことで、総合的なサービス提供に厚みが生まれている。さらに、バランススコアカードや ISO9001、病院機能評価などの第三者評価、メイヨークリニック、オリエントランドなどの成功戦略を導入するなど、戦略的な経営努力により、黒字経営を保つ努力をしている。

(3) 川越胃腸病院

川越胃腸病院は、顧客本位、独自能力、社員重視、社会との調和を重視している。手術は週 6～7 件実施し、内視鏡手術の年間実施数は国内第 5 位の水準で、技術レベルも高い。

医療は病院と職員の相互信頼と共創との理念のもと、職員の成長が組織を成長させる好循環を生み出している。給与は能力主義で、どれだけ努力して、どれだけ向上したかの個人評価に、アンケート調査や患者満足度調査から算出される部門係数が掛けられ決定される。このように、スタッフの経済的満足がベネフィットとなり、やりがい(心理的満足)、社会的満足(ほこり)を引き出し、全体の従業員満足度を高めている。その結果として、離職率が 1～2%と極めて低い。

患者満足度を高めるため、20 分単位の予約制を取り、待ち時間の短縮に取り組んでいる。また、医療機関独特のニオイがないように植物を置いたり、明るい空間を作るようにしている。さらに、食事にこだわり、昼食やおやつで年間 70 回の「行事食」を出している。一般的な病院の食事では、例えば魚が美味しくないというクレームが多いことから、行事食では、市場から直接仕入れた鮮度の良い魚を出す「鮮魚の日」、焼き立てパンを出す日などがある。この行事食は、多くのスタッフが手伝い、医師も参加して入院患者に極力食べてもらえるように工夫している。また、入院患者だけでなく、見舞い者、退院者等誰も参加でき、患者とのコミュニケーションの場となっている。行事食には食事は入院患者の楽しみであり、また栄養化のための手段で、楽しみながら元気になり、退院できるようにしている。結果的に、食事内容が評判となり、口コミで新しい患者の獲得につながっている。

そして、スタッフ間、患者-スタッフ間の情報共有と連携を目的に「医療サービス対応事務局」を設置し、アンケート調査、投書、職員メモ等でクレーム、提案、食事等の感想を集約している。対応事務局は月 2 回会議を開催し、オブザーバー参加、情報の回覧、議事録によって、情報共有している。アンケート調査はこの 22 年間実施し、時系列でその結果を比較検討している。コメントへの対応はスタッフ全員でフォローアップしていることから、96.8%が満足と高い水準を保っている。

これまでの経営改革への取り組みは、医療界に学ぶよりは、産業界の事例を学んでおり、経済産業省や日本生産性本部と意見交換を行ってきた。平成5年より、病院経営の透明性を進め、病院の財務状況やアンケート結果など情報開示を行っている。

(4) 倉敷中央病院

倉敷中央病院は、病院経営を通じて利益を確保し、それを原資にハード整備と人材確保に努め、医療の質を確保して患者満足を高めることで患者数を増やし、また利益を確保するようにしている。単体病院として病例件数と疾患件数は国内最大であり、経常利益率5%の黒字経営を達成している。

人材は経営の最大資源という理念を持ち、人材の確保と育成、従業員満足度の向上に力を入れている。そのため、外部から積極的に人材を採用し、アウトソーシングや派遣労働者の受け入れはほとんど行っていない。また、病院は専門職主体の職場であることから、専門職向けのキャリアパスや能力開発型目標管理システムを導入し、専門職毎の職務能力基準票を作成している。研修もほとんどは理念浸透、ヒューマンインターフェース等の人間関係の内容で、現場の自主と信頼感を重要視し、職階や職種間の情報格差を越えられる人材育成を行っている。さらに、従業員満足度を高めるため、設備の充実化や看護師・職員のための保育施設、建設中の新棟にはスタッフ交流スペース、トレーニングセンターを整備している。これにより、離職率10%以下を達成した。

患者視点のサービスを提供することで、患者満足度の向上を目指している。そのため、病院臭さをなくし、日常の快適性を目指した環境作りをしており、中央玄関口にはヘルパーの資格を持つエスコート係りを配置し、来院者の安全を確保するようにしている。ハード面にも人間性を取り入れ、例えば4人部屋の病室では、カーテンでベッドを囲っても必ず一人ひとりに全員に窓があるように設計している。

そして、患者・職員サービス室を設け、従業員満足度の充実と向上、苦情処理、職場作り、ボランティア窓口等を担当することで、説明性のある医療サービスを心がけており、患者からの情報提供のための提案箱を設置し、年間1000件以上の患者の声に対応したり、病院内を歩いて、患者視点で感じたことを改善するようにしている。ホテルやゴルフ場の接客や施設整備のサービスもベンチマークにして、サービスの質の改善に取り組んでいる。

地域医療連携では、病院から地域診療所への患者の逆紹介を積極的に行っており、地域医療連携室、入退院支援室、相談室で対応している。職員が自ら地域医療機関を訪問し、情報収集や現地調査を行い、1000以上の地域医療機関をデータベース化し、項目別に検索できるようにしている。地域の開業医とは特定患者の情報を提供できるようにネットワーク化の検討も行っている。

(5) 相澤病院

相澤病院は、「常に新しく良質な医療」という経営方針を掲げ、集中と連携で医師不足を解消してきた。スタッフ数は1500人のうち看護師が550～560人と看護師の人数が多く、医師数も平成8年の31人から現在の133人まで増加した。

安定した経営を実現するため、薬剤指導や栄養指導、リハビリなど、収入を増やす努力だけでなく、CTやMRI等の検査機器の稼働率を上げる稼働管理など、医療の考え方をベースに効率化によるコスト削減に取り組み、病院の生産性を上げている。具体的には、CTやMRI等の検査機器の稼働率を上げるために、施設の稼働管理を行い、検査時間の自由度が高い入院患者は空いている時間に検査することで、患者と一体で作業レベルの平準化に取り組んでいる。また、他病院とのベンチマークに取り組み、他と比較してムダを探す努力を行っている。さらに、相澤病院は「絶対に断らない」ことを基本原則とし、入院時に退院日を明確にすることで、平均在院日数は12.5日まで低下し、ベッド稼働率は92～93%と高い水準を保っている。

これらを実現するため、医療情報は、2001年に画像システム、2002年に電子カルテを導入し、イントラで情報共有を行っており、開業医向けには、電子カルテパッケージを提供し、地域開業

医とも密接な連携を取っていた。医事システム、オーダーリング、院内情報共有、データ分析を順次導入することで、院内の情報統合ができているところが強みとなっている。また、医師に対してコミュニケーション研修や、コミュニケーション能力による評価も実施しており、患者とのコミュニケーション能力を高める努力も行っていた。

最後に、安全と安心に関しては、医療安全推進委員会に7人のスタッフを配置し、患者の立場で対応してきたことから、これまで問題や訴訟に発展したことはない。患者の声を聞くようにしており、各病棟に提案箱を配置し、提案やクレームには素早く対応するようにしており、高い顧客満足度を得ている。

3. 2. 2. ヘルスケアでのサービス工学技術

(1) ヘルスケアサービス領域における現状と課題

ヘルスケアサービスは、国民の命を守るインフラであると言われているが、その公共性、専門性、組織の複雑さから、近年までサービス業界の中でも特別な存在であり、独自の風土が形成されている。近年、医療崩壊が指摘され、医療改革は喫緊の課題となっており、ITへの期待も高い。しかし、ヘルスケアサービスの業務形態は複雑で、制度的に一律に規制されている部分がある半面、運用については各所各様の実態に合わせられている部分もあり、ITが貢献できる領域はどこなのか、どこから手をつけるべきなのかについての情報が十分でなかった。そこで、重要な領域を絞りこみ、全体課題を見極めるために医療サービス領域を中心に情報収集をおこなった。その結果、以下のような課題が明らかになった。

ヘルスケアサービスにおける全体課題

【人的資源の不足】

少子化により、労働力人口全体が減少している。2030年の労働力人口は、2006年の労働力率と同水準で推移した場合、2006年の労働力人口と比較して1,073万人減少することが報告されている（図3.2.2-1）。

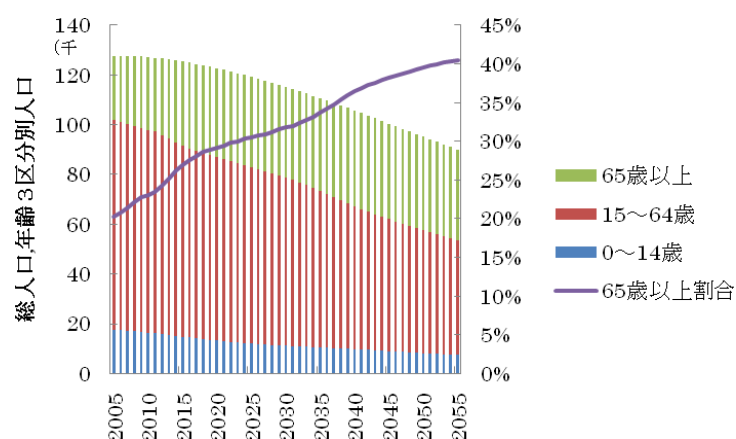


図 3. 2. 2-1：労働力人口の推移予測
(労働政策研究・研修機構：平成 19 年 労働力需給の推計より)

ヘルスケアサービスはマンパワーに依存する業務が多く、人的資源の不足はサービス提供の存続にかかわる死活問題である。すでに医師不足、看護師不足が社会問題となっているが、夜勤や恒常的な長時間勤務、医療事故リスクへの緊張感が常にある現場で、医療従事者の離職率は高く、さらに状況を悪化させている。短期的には退職者・高齢者・外国人労働者による労働力の補填でしのげるかもしれないが、質の良いサービスの持続的な提供のためには、限られた人的資源を持続的に有効利用する IT によるサポート技術の開発（ワーク・ライフ・バランスを考慮した業務の効率化、代替ロボット開発など）が必要となる。

【高齢化と疾病構造の変化】

戦前、戦後の昭和 15 年～25 年に医薬の進歩、公衆衛生、環境衛生の向上などにより、結核などの感染症が減少し、それに代わって悪性新生物（がん）、心疾患（心筋梗塞）、脳血管疾患（脳出血）などの生活習慣病が増加した（図 3. 2. 2-2）。これまで、国の生活習慣病対策は、診断技術や治療・医療技術の開発と普及を主眼としておこなわれてきたが、今後は、各疾病と生活習慣と

の関連を集約して、国民自らが実行し、継続可能な方法で病気を防ぐ手法、予防行動の定着を促す技術の開発が求められている。生活習慣病は、世界の主な死因となっており、長寿国日本が有効なサービスが創出できれば成長産業として世界に与えるインパクトは大きいと考えられる。ITは、“定期的に”“継続して”“正確に”といった人間が不得意な行動を補完する機能をもつので、慢性疾患の予防のための行動変容をサポートできると考えられる。また、終末期医療の領域は、急性期医療とは異なるニーズがあり、未開拓部分が多い領域である。“病気を治す”ことではない価値がサービス提供者側に求められ、一人ひとりの患者のQOLを多方面から考えてサービスを組み合わせ提供する技術、たとえば、緩和ケアでは、患者から適切に情報を引き出し、患者の主観的な痛みを客観的に評価して処方薬量を適切に処方するスキルが医療従事者に求められる。また、患者自らが薬量を自律的にコントロールして身体的苦痛、精神的苦痛を緩和できるように支える技術などの需要が高まることが予想される。

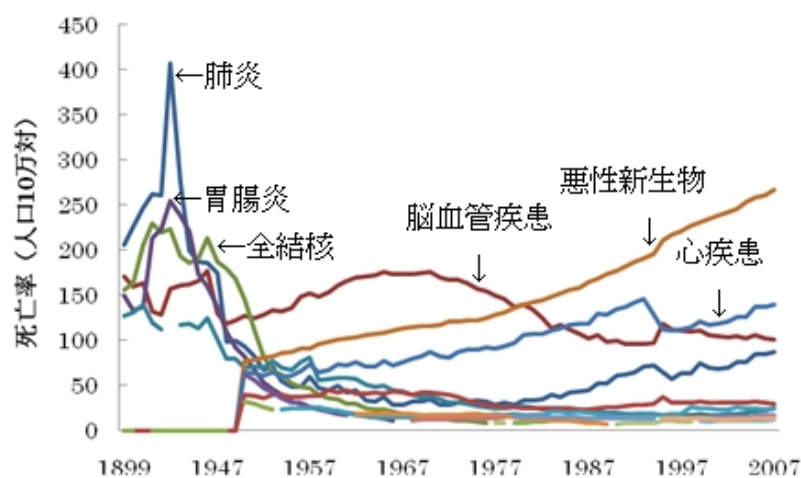


図 3.2.2-2：年次別にみた死亡率
(厚生労働省平成 19 年人口動態調査「年次別にみた死因順位（死亡率(人口 10 万対)」より)

【財源】

平成 19 年度の国民医療費は 34 兆 1360 億円、前年度の 33 兆 1276 億円に比べ 1 兆 84 億円、3.0% の増加となっている。人口一人当たりの国民医療費は 26 万 7200 円、前年度の 25 万 9300 円に比べ 3.0% 増加している。国民医療費の国民所得に対する比率は 9.11% (前年度 8.87%) となっている (厚生労働省「平成 19 年度国民医療費の概況」平成 21 年 9 月 2 日)。今後も、高齢化、高度医療技術の開発などに伴い、医療費は増加することが予想されているが、限られた財源をどのくらい医療に割り当てられるか、公的医療保険でどこまでをカバーすべきか、一人の人が何度まで同じサービスを受けられるのかなどを見直し、医療費を適正化する必要がある。

たとえば、日本は諸外国とくらべて一人あたりの外来の受診回数が多いのに加えて、最近では軽症にもかかわらず休日や夜間に救急外来を利用する“コンビニ受診”が社会問題となっている。疾患状態に応じて行くべき病院の選択は、現在ほぼ患者まかせなので、多様な患者が大病院に昼夜を問わず押し寄せる事態になっている。また、救急車、ドクターヘリの適切な運用など、今後は、医療機関を包括して病院の機能ごとに患者を割り振り、ある程度のトリアージをおこなう“ゲートキーパー”の機能をもつシステムの構築が期待されている。

また、検査需要に見合わない高額医療機器 (CT スキャン, MRI など) の導入も医療費の増加要因の一つと考えられており、非効率な投資とそれに伴う過剰な検査が問題となっている。

(2) ヘルスケアサービス領域における IT ニーズ

次に、ヘルスケアサービス領域における IT ニーズについて情報収集をおこなった。

ヘルスケアサービス領域では、IT は人的資源不足を解消し、生産性を向上させるツールとして期待が高く、導入によって、コストを減らし、人でなければできない業務の時間を増やせることが期待されている。

図 3.2.2-3 は、ヘルスケアサービス領域におけるニーズ（組織志向／個人志向）と、適用技術のレベル（先進技術／汎用技術）の観点から IT サービスを分類したものである。ヘルスケアサービス領域における IT 導入は、実験から実用へフェーズが移行し、それに伴い技術志向から需要志向へと変化している。課題としては、補助金に頼らずに収益を確保できるようなビジネスモデルにすることである。

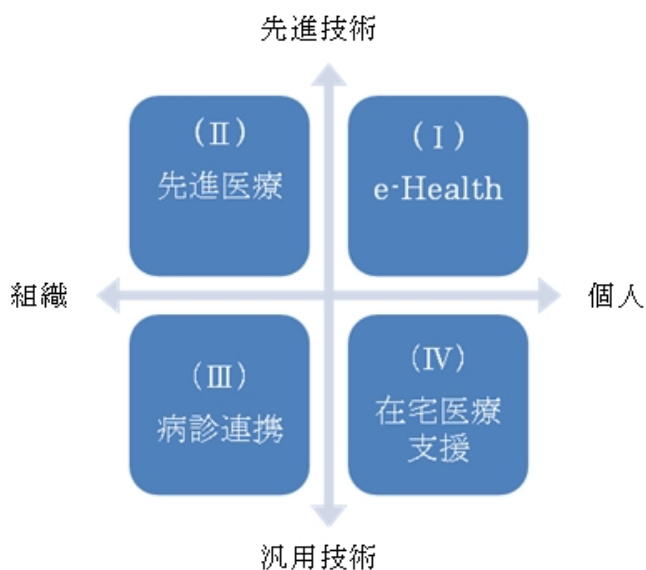


図 3.2.2-3 : ヘルスケアサービス領域における IT 技術の分類

ヘルスケアサービス領域の IT サービス例

(I) e-Health : ユビキタス健康管理システム : <先進技術><個人志向>

【インターネット上の個人向け健康管理支援サービス「健康絵日記 へるぼ」】

個人や家庭で健康管理を行う場合に分散して記録される、食事や運動の記録を一元化することで、個人・家庭でのより効果的な健康管理を可能とするシステム。電子マネーやクレジットカードで購入した食料品の履歴や、USB 接続の体重体組成計・歩数計とも連動して、毎日の食事や運動と体重等の身体状態の記録・閲覧がインターネット上で可能である。記録を匿名化して相互に結びつけ、企業や行政機関にデータを提供して商品開発などに貢献することもできる。

(II) 先進医療<先進技術><組織志向>

【ロボットスーツ】: 体に装着することによって、身体機能を拡張したり、増幅したりすることができるサイボーグ型ロボット。福祉・介護施設において、自立動作支援、介護支援などでの利用が期待されている。また、ケアスタッフの介護業務のサポートも期待されている。

(III) 病診連携<汎用技術><組織志向>

【遠隔医療支援システム】: 判断が難しい症例画像を専門医に転送し、オンラインで確定診断結果が得られるシステム。この技術開発により、対面医療が困難な地域において、連携医療や、診療支援が可能となる。米国ジョージタウン大学と近隣施設を結んだ医療連携、スマトラ島沖地震時の災害救急支援現場などで利用実績がある。遠隔医療を取り入れた医療機関では、画像診断医の

不足を解消することができ、電子画像管理加算と画像診断管理加算により、年間増収を得た実績がある。

【業務改善・サービス向上パッケージ】：富士通デザイン株式会社では、現場モニタリング（「業務分析」「ワーカー分析」「空間分析」「環境負荷分析」）をおこない、その後リスク管理強化、現場力の最大化、事務効率化の追求、ES/CS の向上などの観点から現場課題に基づく改革案の検討をおこない、全体最適実現と業務改革・サービス向上をおこなっている。適用事例（銀行業務）では、情報機器の導入によって待ち時間と手間の削減（印鑑レス、伝票レス）が達成された。病院会計などの類似業務の現場で適用可能。

（IV）在宅医療支援＜汎用技術＞＜個人志向＞

【DIPEX Japan (<http://www.dipex-j.org/>)】

乳がんと前立腺がんの患者を約 50 名ずつインタビューして映像に収め、映像版の“闘病記”としてウェブサイトで公開している。詳細に分類してテーマで分けたホームページは国内初。英オックスフォード大学の DIPEX がモデルとなっている。サイトの一番の目的は、医療を受ける側の人々が、日々の生活の中で病気をどのように体験したかを紹介することにあるが、医療者の教育用に活用することも検討されている。医療の質・安全学会「新しい医療のかたち賞」受賞。

（3）IT サービス導入技術

開発の成果として生産される実用装置や実用システムは、実際に使用される現場で評価され、普及するか否かがすべてを決める。この社会実装段階で現場の利用者に受け入れられなければ普及は難しい。実際、技術開発者と現場の利用者とのスキルの差や、認識の違いによって、技術の導入が進まない事例も多い。誤作動や能率低下などの不安があると新技術の導入は進まない。この導入に際してのボトルネックを解消するためには、地域や職域のリーダなどが旗振り役となって、新技術導入の意義を説くなどの方法も考えられるが、戦略として必要な技術として視野に入れておく必要がある。新技術の導入と普及戦略の例を以下に示す。

IT サービス導入技術の例

【遠隔予防医療相談システム】：日本電気株式会社と KDDI 株式会社が慶応義塾大学と協働で開発。奥多摩において遠隔予防医療相談システムの実証実験をおこなった際に、各家庭ではなく、地域集会所などにコミュニケーション端末や血液測定装置を常設した。実験では、インターネットで伝送された検出データを基に、コミュニケーション端末で 3 カ月に 4 回の健康相談や助言などが行われた。実験期間の終了時には、対象者の約 8 割に改善傾向が見られ、端末を使用しない通院治療群と比較しても有意に高い改善結果が示された。さらに、参加した住民には健康を維持するためにウォーキングや食事会を始めるなどの行動変容がみられている。

この実証実験では、普及のために受け入れ土壌となるコミュニティを作るアプローチが戦略的に検討されている。実証実験で有意に高い改善効果が得られた結果には、コミュニティの影響だけでなく、サポート要員の細かな指導力の影響も考えられるが、新技術の導入と普及のための技術の必要性を示唆している。

参考文献

- CYBERDYNE 株式会社（2009）. HAL(Hybrid Assistive Limb®)について CYBERDYNE 株式会社
<<http://www.cyberdyne.jp/>>(2010年2月28日)
- 現場からの医療改革推進協議会（2009）. 第4回シンポジウム資料（2009年11月7～8日）
- 株式会社野村総合研究所（2009）. 総務省「ユビキタス特区」事業「健康管理支援サービス」の実証実験を開始～「健康絵日記 へるぼ」で毎日健康管理～ 株式会社野村総合研究所
<<http://www.nri.co.jp/news/2009/091201.html>>（2010年2月28日）

- 金子郁容・玉村雅敏・宮垣元 (2009). コミュニティ科学：技術と社会のイノベーション 勁草書房
- 健康と病いの語りディペックス・ジャパン (2009). ディペックス・ジャパン (DIPEX-Japan) について 健康と病いの語りディペックス・ジャパン<<http://www.dipex-j.org/>> (2010年2月28日)
- 厚生労働省 (2009). 平成19年度国民医療費の概況 厚生労働省 2009年9月2日<<http://www.mhlw.go.jp/za/0902/d01/d01.html>> (2010年2月28日)
- 久野譜也 (2010). 科学技術によるヘルスケア・イノベーション：安全・安心な社会の確立を目指して 筑波大学 文理融合型サービス・イノベーション研究教育拠点形成のための研究ネットワーク基盤構築シンポジウム資料 (2010年2月5日)
- マッキンゼー・アンド・カンパニー (2008). マッキンゼーにおける医療制度関連の報告書一覧 マッキンゼー・アンド・カンパニー
- マッキンゼー・アンド・カンパニー (2008). 医療制度改革の視点 (第1版) マッキンゼー・アンド・カンパニー
- 日本看護協会 (2010). 2010年看護職のワーク・ライフ・バランス推進フォーラム～病院経営の安定と改善に向けて～シンポジウム資料 (2010年2月11日)
- 日本経済新聞 (2009). ドクターヘリ出動5000回超す 6月29日朝刊
- 日本経済新聞 (2009). 岐路に立つ看護師 (上) 8月30日朝刊
- 日本経済新聞 (2009). 勤務医の働き方とワークライフバランス 12月21日朝刊
- 日本経済新聞 (2010). 持続可能な遠隔医療モデル構築実験から実用化へ、導入の機熟す 2月24日朝刊
- 労働政策研究・研修機構 (2009). 「平成19年労働力需給の推計」労働力需給モデルによる将来推計の結果 労働政策研究・研修機構 <<http://www.jil.go.jp/press/documents/20080222.pdf>> (2010年2月28日)
- 社団法人日本看護協会 (2009). WE NEED YOU 社団法人日本看護協会
- 東京大学医療政策人材育成講座編 (2009). 医療政策入門 医療を動かすための13講 医学書院
- 読売新聞医療情報部 (2008). 数字でみるニッポンの医療 講談社