

1. 研究実施計画

課 題 名：環境感覚を用いた人間の生理情報の蓄積とその応用に関する研究

研究機関名：独立行政法人産業技術総合研究所

任期付研究員氏名：西田佳史

①研究の意義・目的・必要性

これまでの生理情報計測機器は、計測のためのセンサを取り付ける必要があり、非常に計測努力を要するものであった。本研究の目的は、居住環境や家具にセンサを埋め込み、環境それ自体をセンサ化すること（環境感覚）で、人が生体情報を計測する際に、従来の計測機器のように人が意識的に装置を起動・操作せずとも、システムが人の日常行動や無意識的行動を無拘束に観察し、これを生理情報変換し、後で自己の体調変化把握、医師への体調概要報告などに、再利用可能な健康管理情報として蓄積するシステムを構築することにある。本研究は、在宅ケアシステムの基盤技術の開発という社会的意義を持ち、在宅ユーザ指向のパーソナル環境ソフトウェア産業を生み出すといった産業創造的意義を持つ。

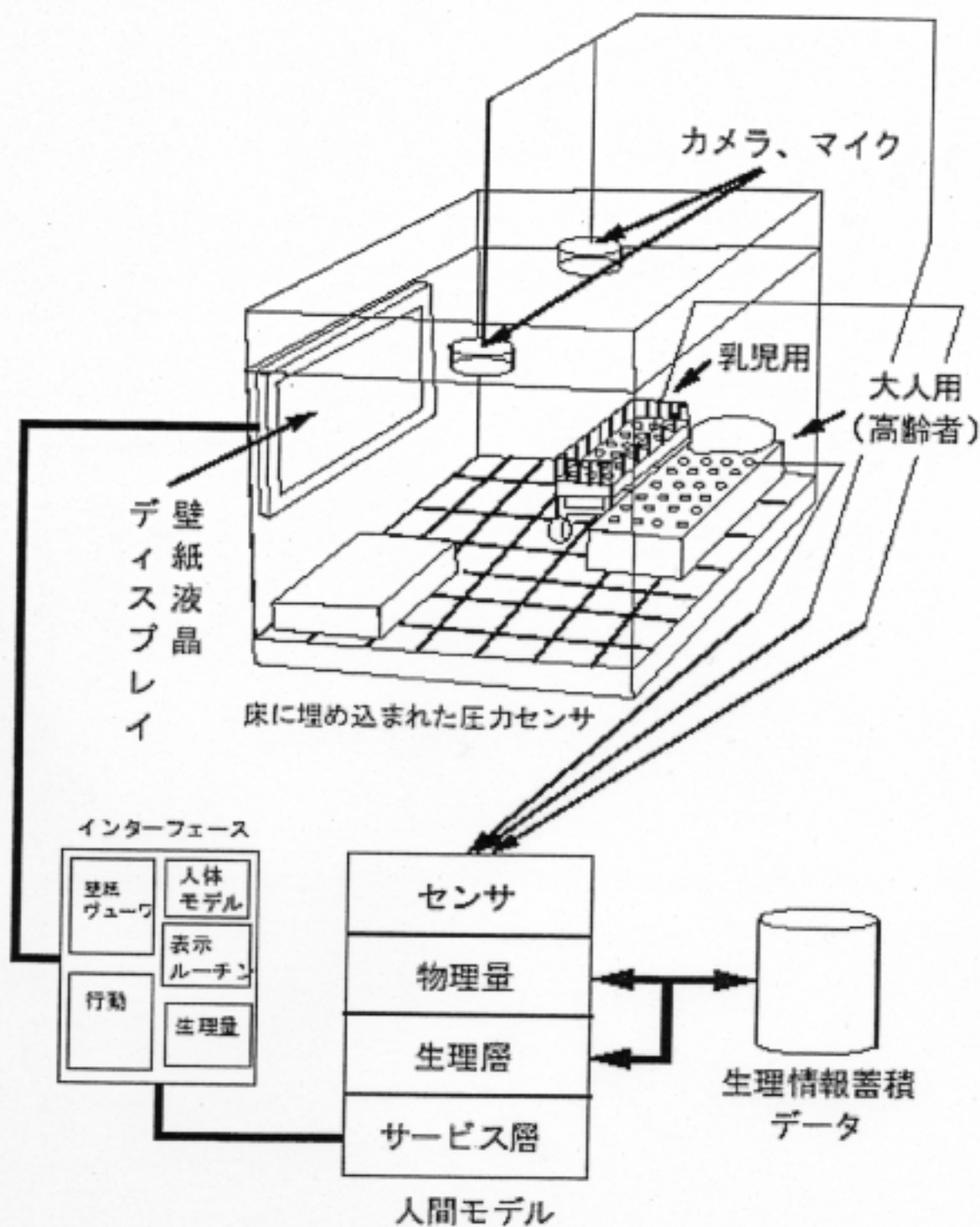
②研究の概要

環境感覚システムとして、視覚、圧覚、聴覚モジュールを居住環境や家具に埋め込んだ環境システムを構築し、覚醒・睡眠中の行動を連続観察し、行動から各種生体情報を獲得し、記録する機能を実現する。環境感覚、生理行動モデル、過去の体動情報の管理機構である体動の遡及理解機能等を有機的に結合した統合システムを構築し、統合システムを病院とネットワークでつなぎ、医師、看護婦らの協力のもと、在宅ケアシステムの観点からその有効性・実用性を評価する。

③研究目標

環境感覚システムを開発し、これを用いた人の生理的行動理解手法、生体情報蓄積応用手法の確立し、その具体的な応用例を示す。

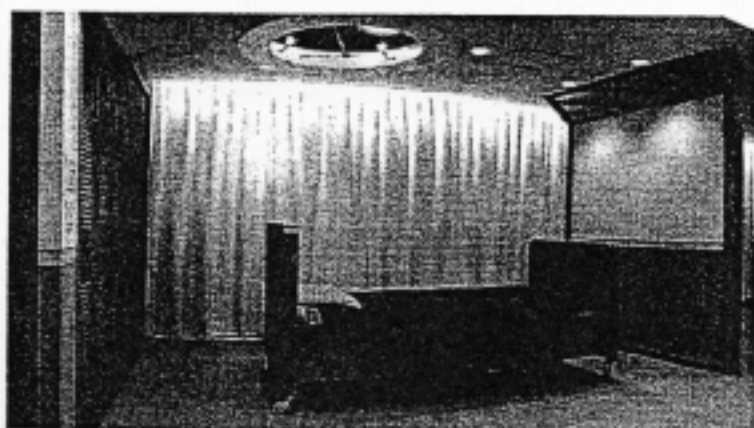
④ポンチ絵 (研究概要)



2. 研究成果の概要

①研究成果

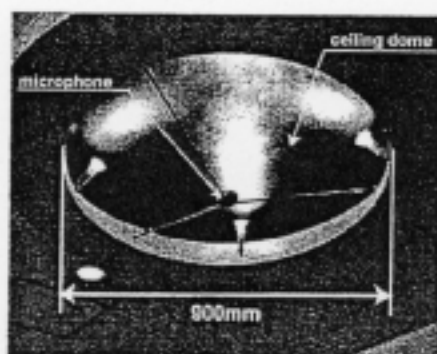
〈環境感覚システムの構築〉日常環境型の計測装置として、ドーム天井マイクロフォン、



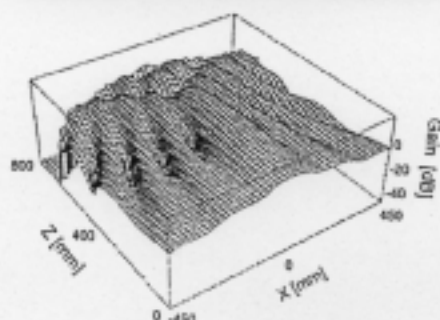
圧力センサベッド、壁埋め込み型カメラを試作した。これらのセンサから得られた生理行動情報の解析手法としては、人間の呼吸器系の状態モデルを構築するために、日常環境下で正常・異常呼吸音を計測する手法、体動情報から呼吸波形を導出し、これに基づいて血中酸素飽和度の効果回数を推定する手法を開

発した。これらの情報を自己の体調把握支援のための日常環境型の提示装置として、洗面台型ディスプレイ装置を試作し、上述の装置と解析手法を環境感覚システムとして統合した。以下に主な成果を述べる。

〈ドーム天井マイクロフォン〉呼吸の有無を調べるための方法に、サーミスタを口・



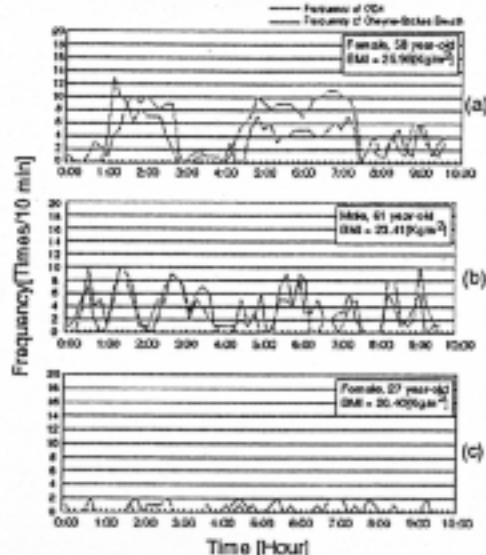
鼻周辺に装着させ、呼吸に伴う温度変化を利用する方法が用いられているが、この方法では、センサの脱着が必要であり、被験者が無意識的にセンサを外してしまうことがしばしばあるといった問題点がある。本研究では、このような問題点を解決する計測手法として、正常呼吸音の周波数特性を利用することで、呼吸音を用いて呼吸の有無を測定する手法を提案した。また、



本研究では、呼吸音検出機能を通常的生活環境において実現することを目的に、一種のバラボラ型指向性マイクロフォンである「ドーム天井型マイクロフォン」を試作した(図参照)。試作した装置は、6 ~ 20 [kHz]の広範囲にわたって、20 [dB]以上の收音効果があり、我々の調査によれば、正常呼吸音のS/N比が5

～15 [kHz] の周波数範囲で高いことから、天井ドームを利用した收音により異常呼吸音だけでなく、正常呼吸音が検出可能である。これを用いた実験により提案手法の有効性を検証した。

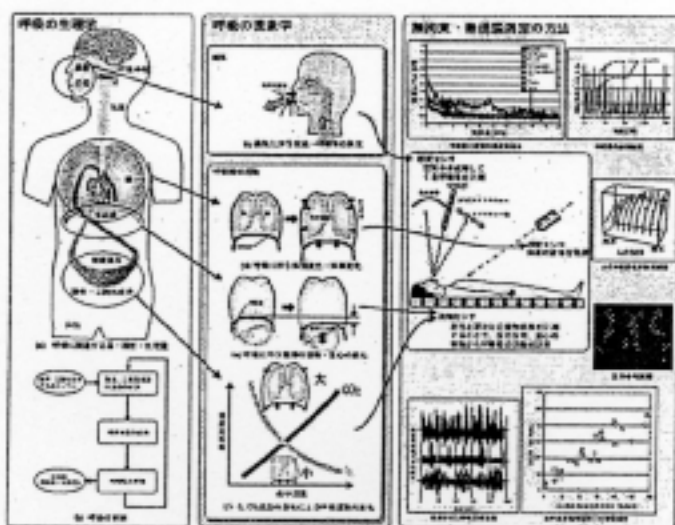
＜血中酸素飽和度効果推定法＞無拘束計測を行うことで、計測時の負担を軽減できる



が、測定できる生理量が限られているのが現状である。本研究では、無拘束計測によって得られた呼吸波形を分析することで血中酸素飽和度の降下回数を推定する手法を提案・検証した。この推定法の原理は、Cheyne-Stokes 呼吸類似波形に着目し、この波形が血中酸素飽和度の降下時に高い確率で生じることを利用して、逆にこの波形を検出することで、血中酸素飽和度の降下回数を推定するというものである。カメラや我々のグループが開発した圧力センサベッドを用いて、東京女子医科大学の協力のもと、睡眠時呼吸障害がみとめられる患者に対し本手法の検証実験を行い有効性を

確認した（図参照）。本提案手法は、呼吸波形を計測可能なあらゆるセンサに適用可能であると考えられ、特に、在宅での無拘束計測による生理量推定、また、特殊設備を持っていない病院でのスクリーニング検査への応用が期待できる。本手法は現在、企業との共同研究により具体的な実用化に向け改良が進行中である。

＜呼吸器系の状態を理解するモデルの構築＞人の呼吸器系の状態を把握するモデル



として、人の呼吸器系の構成要素や影響を与える要因である、口腔・咽頭部、循環器系、横隔膜などの呼吸筋、臓器、呼吸疾患、体位等のモデル化し統合した。呼吸にともなうこれらの要素の物理的な現象、物理量を無拘束に計測する手法を整理し、例えば、睡眠時無呼吸診断が従来の簡易診断装置に比してほぼ同様なレベルで診断が可能な機能を実現した。構築したモデルの出力は、病院においては医師が利用できる程度

の専門的な生理用（それと相関の高い物理量）で記述されるだけでなく、下で述べるような在宅での健康管理のための情報としても利用できる。

＜洗面台型ディスプレイ装置＞健康情報を継続的に把握し続けることを支援するた



めの日常環境型情報提示システムの具体例として、「洗面台型ディスプレイ装置」を構築した。本研究で提案する洗面台型ディスプレイ装置は、洗面台の鏡の部分に計算機モニターを設置し、モニター上に3次元視覚装置を用いて再構成された

顔画像や健康情報等を表示することができるシステムである。鏡としての機能を高度化すると同時に、健康関心維持支援という新しい機能を統合した洗面台である。

②波及効果、発展方向、改善点等

<波及効果>

産業界への波及効果としては、製品化に向けた企業との共同研究を実施しており、具体的な市場の調査や製品化に向けた改良が進行中である。その他、テレビ・新聞を通じて行った成果発表についても、問い合わせが来ており産業界の関心の高さがうかがえる。今後とも積極的に企業への働きかけを行っていきたいと考えている。

<発展方向・改善点>

本研究により人を計算機でモデル化し、計測装置や提示装置と組み合わせることの有効性が確認できた。今後は、呼吸器系のモデルを深化させるだけでなく、人の行動レベルや、心理レベルのモデル化の必要性が明らかとなった。例えば、心理・生理・行動のレベルで循環器系をモデル化する等の課題が次の課題として挙げられる。現在、本研究の成果は、同研究所のデジタルヒューマン研究ラボへと引き継がれ、日常生活する人間の計算論的モデルを構築する研究が進行中である。