

論文内容の要旨

論文題目：移動サンプリング手法を用いた生活環境情報モニタリングシステムの研究

氏名：川原 靖弘

今日、日常生活において個人が実際に曝露している環境情報の健康への影響が言及されることが多い。そのような環境情報は人間が感じることのできない情報で、長期的な曝露により人体の健康に悪影響を及ぼすと言われているものが多く、多角的な調査が必要とされるとともに、環境情報のモニタリングによる個人レベルでの健康管理を行うことが望ましい。しかし、そのような生活環境情報のモニタリングは、一般的に煩雑な作業を伴い高価な分析機器を必要とするので、個人が生活環境情報のモニタリングを行うことは困難である。これを可能にするためには環境情報の取得から評価までの一連の作業全体を見直し、作業が簡便でモニタリングにかかるコストが低いモニタリングシステムを構築する必要がある。

このような背景を踏まえ、本論文では、日常生活において個人が曝露している環境情報をサンプリングする手法及び得られた環境情報を簡便かつ迅速に評価するための手法に焦点を当て、個人が日常生活において生活環境情報を移動しながらモニタリングすることにより日常生活における健康管理を補助するシステムに関する研究をまとめた。

システムにおいて、モニタリングは、サンプリング→分析→加工→公開（→フィードバック）の手順で行なわれるが、システム構築の際はこの手順において、モニタリングが簡便、迅速、かつ安価に行うことができることを目標とした。

それを実現するために、本研究においては、モニタリング形態を以下の4つにカテゴライズし、

- 1) 室内環境情報の移動モニタリング
- 2) 屋外環境情報の移動モニタリング
- 3) 室内環境情報のフィードバックシステム
- 4) バイオフィードバックを利用したシステム

それぞれのシステムにおけるニーズを挙げ、そのニーズを満たすようなアプリケーションの開発例を実際に示すことでシステムの評価を行った。実際に開発したシステムは下記の1)-4)である。

- 1) 室内環境情報の移動モニタリングのモデルに基づいた、ホルムアルデヒドの瞬時曝露量

モニタリングシステム

2) 屋外環境情報の移動モニタリングのモデルに基づいた, PDA 型端末を用いた大気浮遊粒子状物質モニタリングシステム

3) 室内環境情報のフィードバックシステムのモデルに基づいた, イオンモニタリングを室内換気性能評価へ応用するシステム

4) バイオフィードバックを利用したシステムのモデルに基づいた, ウェアラブル快適度モニタを利用したアロマ香気濃度制御システム

各システムの構築方法から共通する手順を抽出し, 移動サンプリング手法を用いた環境情報モニタリングシステムの構築方法としてまとめた. 図2に示したのは, システムの構築手順のフローチャートである. 本研究で構築したシステムは, 全て可搬(モバイル)部を含むが, 移動サンプリングを可能にするためにまず可搬部の重量をモバイル仕様に設計する. モバイル可能な重量にならない場合は, 可搬部からディスプレイやモーターなど電力消費の大きなデバイスで削減可能なものを削除し, 筐体の材質や形状を工夫することで可搬部の重量を落とす. モニタリング時の煩雑な作業をできる限り取り除き操作性を向上させ, さらに, モニタリングフローの中で時間が短縮できる方法がある場合その方法を選択し, システムの迅速性を高める. 可搬型の機器のみで必要な環境情報の評価が不可能な場合は, 可搬部位外に処理部を設け環境情報の評価を行う. 以上が移動サンプリング手法を用いた環境情報モニタリングシステム構築のための要求条件とその実現のための一般的な手法である. さらにこのシステム構築手順に沿って, 本研究で構築した各システムの構築方法を振り返り, 表1にまとめた.

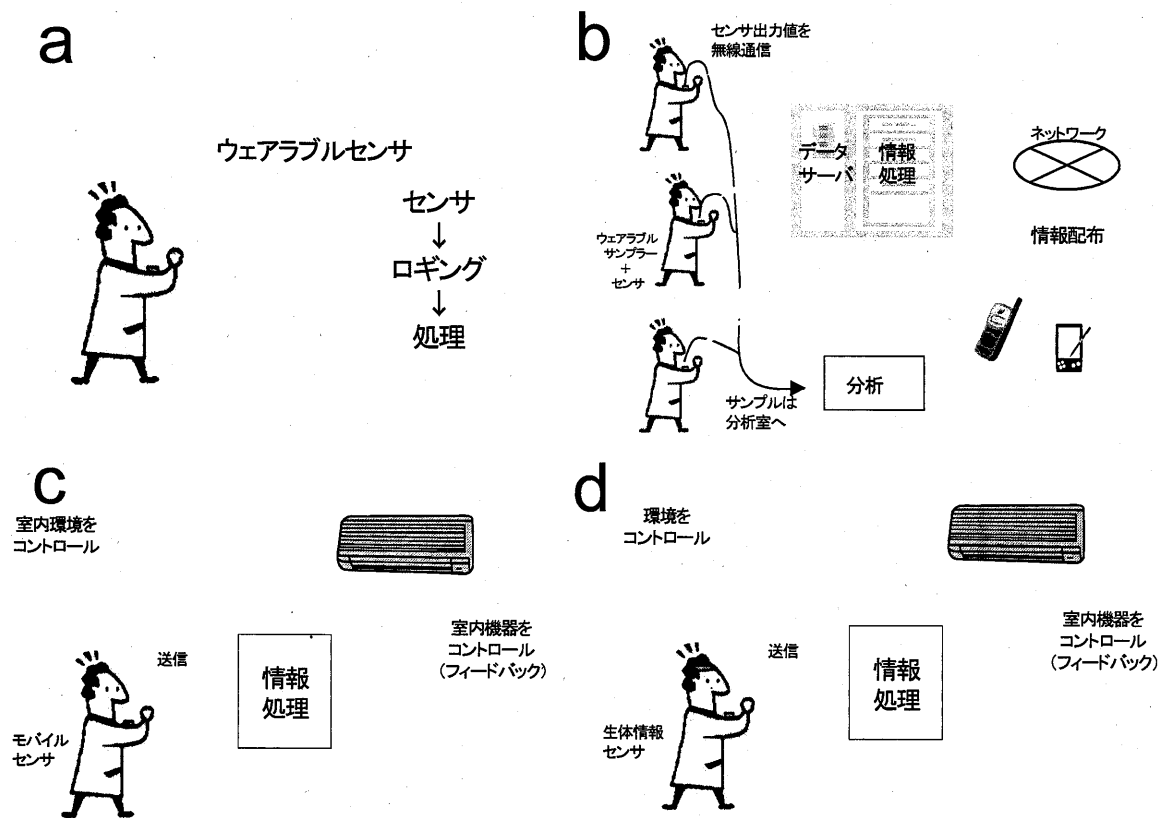


図1 モニタリングシステムの形態

以上の構築方法を用いて移動サンプリング手法を用いたモニタリングシステムを構築することにより、従来のモニタリングシステムではモニタリングが困難であった日常生活において個人が実際に曝露する環境情報のモニタリングを、より簡便に個人用途もしくは研究用途で行うことができるようになる。このようなツールを使用することにより、今日注目されている個人が曝露する生活環境情報の簡易的な把握、研究報告の蓄積がより多く行われるようになり、曝露による疾患の原因解明や個人の健康管理のための曝露予防方法の確立をさらに進めることが可能になる。

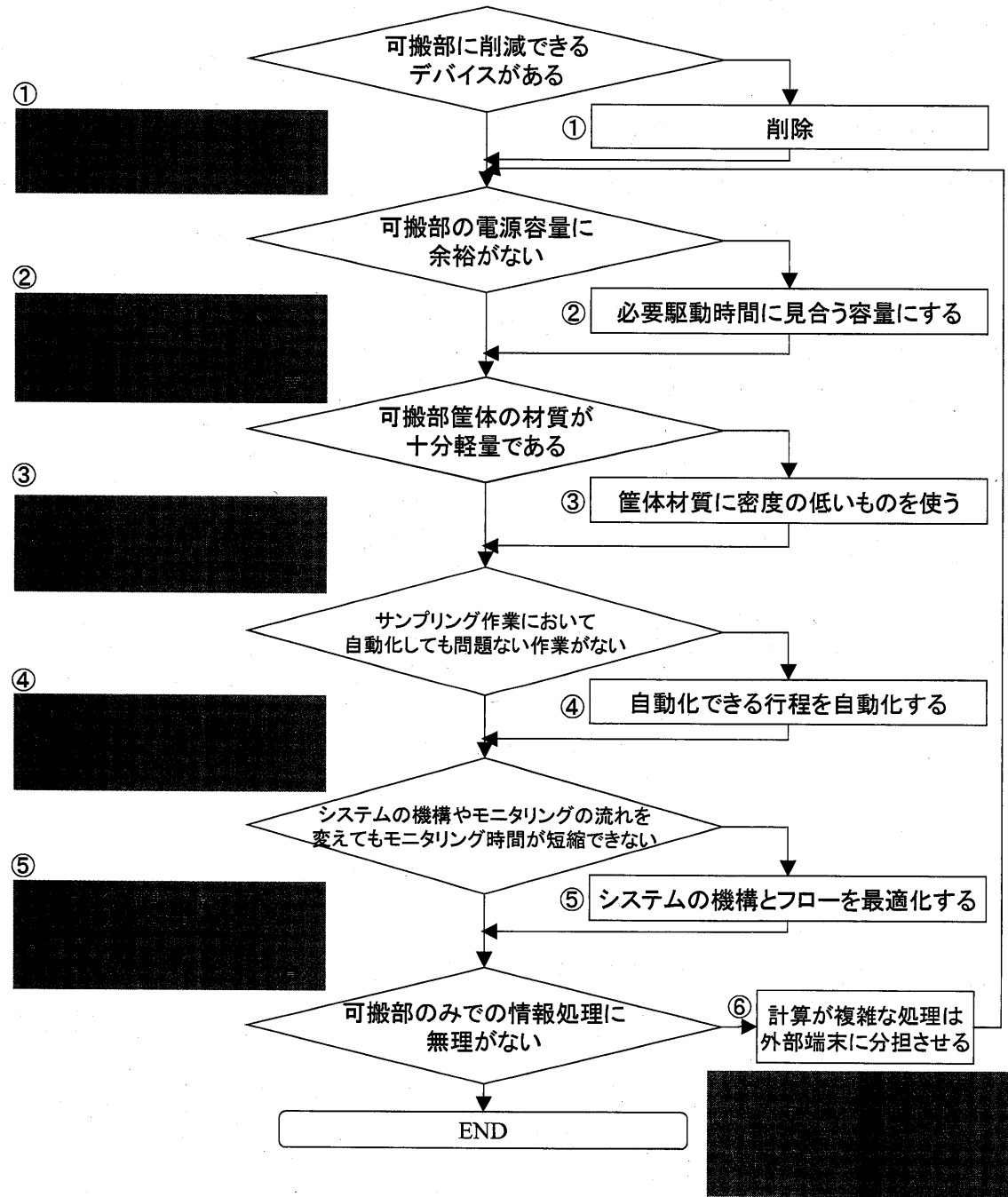


図2 モニタリングシステム構築手順の流れ

表1 移動サンプリング手法を用いた環境情報モニタリングシステム構築手法と構築例

	測定装置の重量				
		700g	ダストセンサ用のファンにSPMサンプリング用ポンプを流用することによりファンに必要な電力をセーブした	390g	60g
		額に装着するセンサへは、腰に装着した部分から電源を供給し、額装着部の重量を削減した	ポンプが最も電力を消費するので、この部分のバッテリーが9時間稼動することを基準に全体のパワーマネジメントをした	イオンモニタリングは1時間行えばよいのでこの時間稼動できるようバッテリー容量を決定した。室内システムなので充電は問題ない。	脳波センサが有線なので、据え置き部分から電源を供給した
		データロガー一部に5Vの電源供給がデータの取得と同時にできるデバイスを用い、データロガー一部外の電源回路を削減した	ダストセンサ用のドライバなどが入ったボックスの筐体を樹脂製にすることにより、モバイル性を高めた		脳波測定用電極を固定するための道具により軽量化つくりになっているものを選択し、ユーザーの生体への負荷を軽減した
		血中酸素濃度センサを額に装着できる仕様にし、脳血中酸素濃度の変化の確認が簡単にできるようにした	SPM濃度の測定とそれに付随する複数の環境情報の同時測定が簡単な操作ででき、RFIDシステムの使用によりSPMサンプリングに必要な時間を短縮した	トレーサー物質(クラータイオン)の発生及びその計測をスイッチ一つで可能にした	生体情報の計測から香気濃度のコントロールまでをオートメーション化し、ユーザーの動作により使用中生体情報にノイズを与えないようにした
		DHCPフィルタをつけたセンサとつけないセンサでHCHO濃度を同時測定することにより、測定場所の移動のたびに校正をする必要がなくなった	SPM濃度を移動しながら1秒感覚でリアルタイムセンシングと同時に、高流量ポンプの使用でSPMのサンプリングに必要な時間を短縮した	生活空間内で安全に扱え、センサを用いて簡便に測定することができるとレーザー物質を選択することにより、喚起評価に迅速性を持たせた	におい噴出器にプリンタ用ヘッドを用いることにより、迅速な香気濃度制御が可能。脳波計測用の電極に装着が瞬時に行えるものを使用し、計測前の準備が迅速化された
		時定数約60秒のセンサの特性とHCHOの環境基準値の移動しながらの測定を踏まえ、10秒後とのロギングを行い生体情報との照合は外部機器で行った	SPM濃度と付随する環境情報のログと確認はモバイル端末で行い、処理の複雑な確認のためのデータの統合と資格かはインターネット上の処理部で行った。SPM成分の分析も外部機器で行った	部屋の各地点におけるSVC-3換気評価値と部屋の換気レベルの度合いを照合するデータベースを準備すると、イオンの発生とセンシングで特定の部屋の換気評価が可能であることを示唆した	快適度の評価及びにおい噴出器の制御を据え置き型機器にて行い、3分毎にバイオフィードバックを香気濃度に反映させることを可能にした