

# 日常生活の入浴行動をより楽しめる浴室を目指して

平井重行<sup>†</sup> 櫻文喜<sup>†</sup> 藤井元<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 京都産業大学 理学部 コンピュータ科学科

<sup>‡</sup> 大阪ガス株式会社 エネルギー技術研究所

ユビキタス社会を実現する技術やシステム、またサービスの研究が盛んに行われている。我々は、家庭での日常生活で利用するサービスやシステムについて、浴室を対象に QOL 向上へ向けた研究開発を行っている。情報家電を使用する環境という観点では、住宅内では特殊な空間と言える浴室であるが、我々は安全性を確保した上でセンサ類を設置し、生体情報や行動を計測して様々なアプリケーションの実現を試みしてきた。また、そのエンタテインメント応用という位置付けで、入浴者の状況や行動をサウンドに変換し、浴室における普段の入浴行為に対して新たな楽しみ方を付加するシステムを試作してきた。本稿では、これまでに研究してきた2種類の浴室環境とそのエンタテインメント応用のシステムについて紹介し、日常生活をより楽しむインタラクティブなコンテンツの在り方について議論する。

## Toward for Realization of an Entertainment Bathroom in Daily Life

Shigeyuki Hirai,<sup>†</sup> Fumiki Keyaki,<sup>†</sup> Gen Fujii<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Department of Computer Science, Faculty of Science, Kyoto Sangyo University

<sup>‡</sup> Energy Technology Laboratory, Osaka Gas Co., LTD.

To increase Quality of Life, we have researched and developed several bath-systems and their services for an useful bathroom in daily life. However the bathroom is a unique space in terms of a place for appliances in a house, we try to equip several sensing devices in safety and measure bathing person's activities, motions and vital signs for various applications. As one of those applications, we developed entertainment systems that enhance the amenity space 'bath' by sounds controled by bathing person's state and activities. In this paper, two bath-systems for entertainment applications we developed are described, and also we discuss how we make and evaluate interactive content for entertainment in daily life.

### 1. はじめに

ネットワーク対応の AV 機器や白物家電が登場し、住環境における日常生活を支援したり、より快適で楽しめるものにするための研究が盛んに行われている<sup>[1],[2]</sup>。また、家庭用ゲーム機もネットワーク機能

を持ち、従来のビデオゲームとは別の楽しみ方やエンタテインメントの可能性を模索していると言える。このような状況の中、多くの試みや研究は、居間やキッチンなど電化製品が容易に設置できる場所を対象としており、トイレや浴室を対象にした新たなアプリケーションの実現を試みている例は少ない。そ

の少ない中では、QOL(Quality of Life)向上をmざして生体情報の計測や健康管理に利用するための研究は行われている<sup>6)</sup>。しかしその多くは生体情報の複数同時または長期の記録に主眼をおいており、それ以上の応用までは至っていない。

我々は、日常生活のQOL向上という目的を掲げ、日常的に利用される浴室に対して「安心・安全」「健康管理・増進」「アメニティ・エンタテインメント」の3つの要素を掲げて様々な取り組みを行っている。本稿では、これまで行ってきた研究の中で、インタラクティブに楽しめる浴室システムとそのアプリケーションについて紹介する。また、従来のゲーム性のあるエンタテインメントとは違う、日常生活に溶け込んだ楽しみ方についても議論する。

## 2. 浴室機器の動向とそのエンタテインメント環境としての可能性

浴室は、シャワーや浴槽での入浴で温熱感を得る場所として利用され、浴用剤、ジェットバスなどによって様々な効能や快適感を得るアメニティ空間として認知されている。だが、住宅内の他の部屋と比較すると、水場であり温度・湿度の変化が激しいことや、通常の部屋に比べ短時間しか滞在しないことなどから、電子機器を設置・利用する環境としてあまり認知されていない。しかし、日本の一般住宅に限っては、浴室に設置する浴室暖房乾燥機や屋外設置の給湯器は既に普及しており、浴室リモコンを通じて室温や湯温、湯量を制御することは一般的である。また、最近の半身浴ブームなどによって、長時間入浴する人も増えていることもあり、浴室用テレビやオーディオシステムが製品として登場し、徐々に普及し始めている。さらに、調光照明のほか、水面へ照射したライトの反射光で天井に様々な模様を描く製品も登場している。これらの機器は基本的にはどれもユーザである入浴者に対する出力インタフェースとして位置付けることができる。

一方、浴室はトイレと共に生体情報の定点観測が可能な場所として注目されており、先に述べた通り在宅健康管理目的の心拍計測等の研究<sup>6)</sup>等は以前から行われている。この方面の機器の最近の動向とし

ては、体脂肪測定機能や心拍計測機能のあるシステムバスが製品化されている。他にも、入浴事故防止のための検知システム<sup>4)</sup>などクリティカルな課題に対する取り組みも行われている。これらの機器は、入浴者にとっては動きや生体情報の入力インタフェースと考えることができる。

以上のような入出力インタフェースを備えた機器類の動向を考えれば、浴室は温熱環境としてのアメニティ要素だけでなく、もう一步進んだ様々な楽しみ方にも利用できると言える。強いてはインタラクティブなエンタテインメント環境を実現する空間として利用できる可能性は十分あると考えられる。

このようなことから、我々は浴室を新しいインタラクティブ環境としてエンタテインメント性を実現するための研究を行ってきた。次章以降では、その中の2つを紹介する。1つ目は、浴槽を利用したシステム、2つ目は洗顔やシャワーなどの行為の際に浴室内で利用する物品を活用したシステムである。どちらも、浴室でインタラクティブなサウンドを楽しむという点では共通したコンセプトのシステムと言える。

## 3. 浴槽を利用したシステム

### 3.1. システムコンセプト

一つ目のシステムは、Ambient Media<sup>6)</sup>である浴槽内の湯水を介して入浴者の状態をセンシングし、効果音や音楽などのサウンドで表現するものである<sup>6)</sup>。このシステムは、入浴者が湯水をかき回すなどの動作を行った場合には浴槽内の水位変化や水面の揺れに応じて、安静状態(動作がない状態)の場合は湯水を介した心拍・呼吸の計測結果に応じて、インタラクティブなサウンド(効果音や音楽を含む)を生成する。このように入浴者の状態に応じたサウンドを楽しむエンタテインメントシステムを実現した。図1にそのシステムイメージと機器の構成図を示す。なお、水を利用してインタラクティブにサウンド表現を行うものには、佐近田によるインスタレーション作品<sup>7)</sup>や、米澤らによる作品<sup>8)</sup>が挙げられる。このシステムはそれらを日常生活の場面へ応用したものと位置付けることができる。

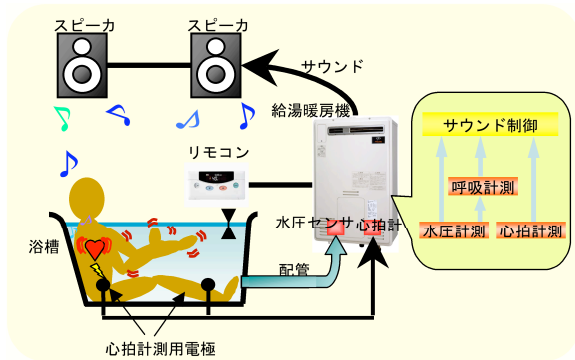


図1 浴槽を利用したシステムのイメージ

### 3.2. サウンド制御情報の計測・取得

本節では、システムの入力インタフェース部、すなわち入浴者の動きおよび生体情報の計測と、サウンド制御に用いる情報の取得について説明する。

#### 3.2.1. 浴槽の湯水の動き計測

浴槽内の水位や湯水の動きは、浴槽と接続された給湯器に内蔵された水圧センサで計測する。このセンサは自動湯張り量調整機能で水位チェックに利用されるものである。これを連続計測すれば水位の連続的な変化や、水面の揺れや湯水内部の動的な水圧変化が計測できる。また、既存設備で浴室外にあるため安全性についても問題ない。

浴槽内で起こる具体的な湯水の動きは、次の動作や行為によるものを想定している。

- ・浴槽内の湯を攪拌するために大きくかき回す
- ・洗面器や手桶で湯をすくう
- ・湯に浸かる（入水による水位上昇）

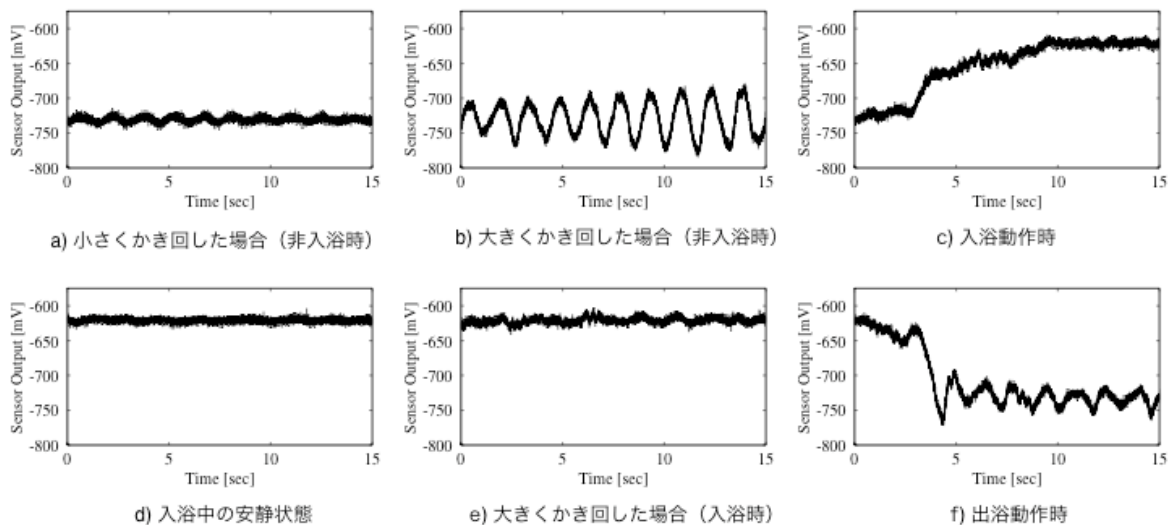


図2 各状況に対する水圧センサ出力

- ・入浴中に浴槽内で身体や手足を動かす
- ・浴槽から出る（出水による水位下降）

図2に、実際に浴槽へ入浴して上記の想定動作を行った際の水圧センサの出力例を示す。

#### 3.2.2. 生体情報の計測

前述の水圧センサは、呼吸曲線の計測も可能である。呼吸による水位の微小変動（最大で数 mm 程度）を呼吸周波数に応じたローパスフィルタで抽出する。図3に呼吸計測器で計測した実際の呼吸曲線と水圧センサから得られた呼吸曲線の比較例を示す。但し、この呼吸の抽出は大きな水面揺れがある場合には、本来の呼吸成分以外の情報も抽出するため、比較的水面の振幅が穏やかな場合のみ利用する。

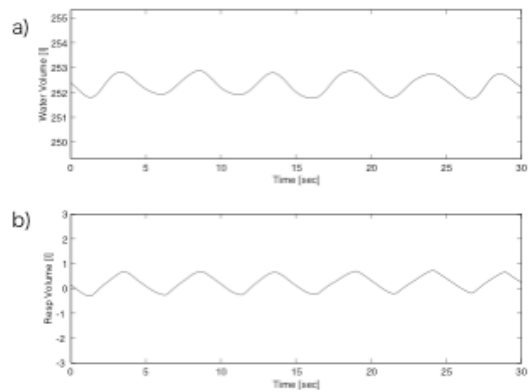


図3 呼吸曲線の比較

a)水位から得られたもの、b)呼吸計測器によるもの

心拍情報については、心拍計測用電極付きの浴槽を用いて、非接触無拘束で入浴者の心拍を計測する。この浴槽は側壁に小さな電極がついている以外は普通の浴槽と同じで、入浴者は通常通り浴槽に浸かるだけでよい。実際に浴槽で計測した入浴中の心電波形の例を図4に示す。心拍情報からはR波およびT波のタイミングと波高を抽出し、R-R間隔から瞬時心拍数も計算してサウンド制御に利用する。

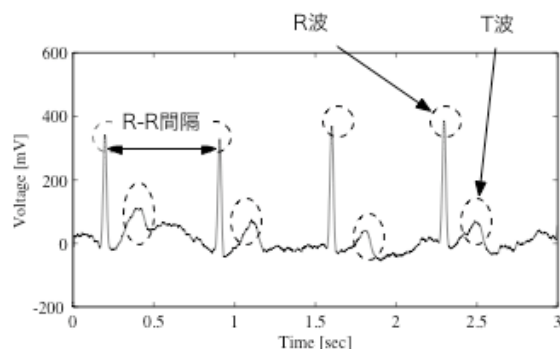


図4 浴槽で計測した入浴中の心電波形

### 3.2.3. サウンド制御情報のまとめ

以上より、浴槽と給湯器で得られるサウンド制御に利用可能な情報をまとめると次のようになる。

- ・ 入浴(ON)・非入浴(OFF)状態
- ・ 一定振幅以上の水圧変化によるトリガー
- ・ 水圧変化の大きさ (水面揺れの大きさ)
- ・ 呼吸曲線
- ・ 心拍R波のタイミング・波高
- ・ 心拍T波のタイミング・波高
- ・ 瞬時心拍数 (R-R間隔)

これらのパラメータおよびタイミングのイベントを基に、オーディオやMIDIデータの制御を行う。

### 3.3. 試作システム

試作したシステムのハードウェア構成図を図5に示す。心拍計測機能付きのシステムバス (浴槽と給湯器) に加え、PCでセンサ信号の収集、周辺回路との通信、サウンド制御などを行っている。PC上のソフトウェアはMax/MSPで実装した。個々のセンシング機能やサウンド制御パラメータの抽出処理詳細については、参考文献[5]を参照されたい。

インタラクティブに楽しむためのサウンドセット

は音情景をイメージさせるものとしてデザインされている。各サウンドセットは入出力のインタフェースが決められたMax/MSPのプログラムと、そこで利用されるサウンドファイル等で構成されており、切り替えが可能となっている。ここでは、「南国の夜の海辺」の情景をイメージさせるサウンドセットのほか、明るいゆったりとしたBGM要素を持たせた「南国の昼の海辺」のサウンドセットなどを用意している。

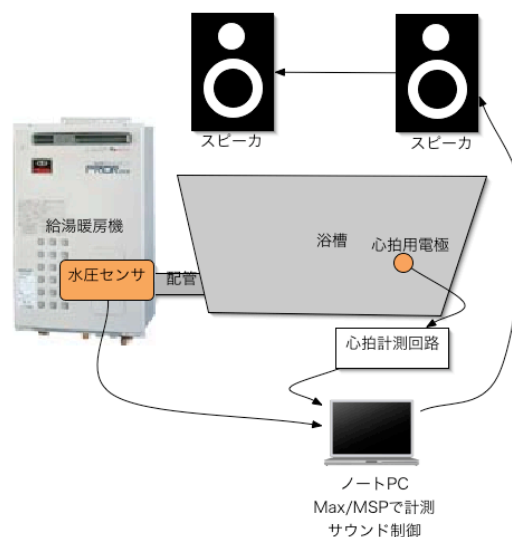


図5 試作システムの構成

以上の試作システムで、インタラクティブにサウンドを楽しめる浴室アプリケーションを実現した。

## 4. 浴室内物品を活用したシステム

### 4.1. システムコンセプト

前章のシステムでは、利用範囲が浴槽内のみであり、頭髮や身体を洗っている場合の入浴者の状態や行動は対象としていない。これに対し、浴室内の動きを検知するシステムに赤外線焦電センサやCCDを利用するものは存在するが<sup>5)</sup>、これらは動きの有無を知るだけであり、入浴者が具体的に何をしているかまではわからない。そこで我々は、浴室内の様々な物品にRFIDタグが付与されると仮定し、その位置を浴室外 (床下や壁裏) から一定時間おきに計測して、利用された物品の動きから入浴者の行動や状態を計測するシステムを試作した<sup>6)</sup>。

本章で説明するシステムは、この RFID を利用したシステムの計測結果をサウンド表現に応用するものである。入浴者にとっては物品を利用する度にインタラクティブなサウンド変化が起こり、従来の入浴行動をより楽しむことができる。このシステムのイメージを図6に示す。

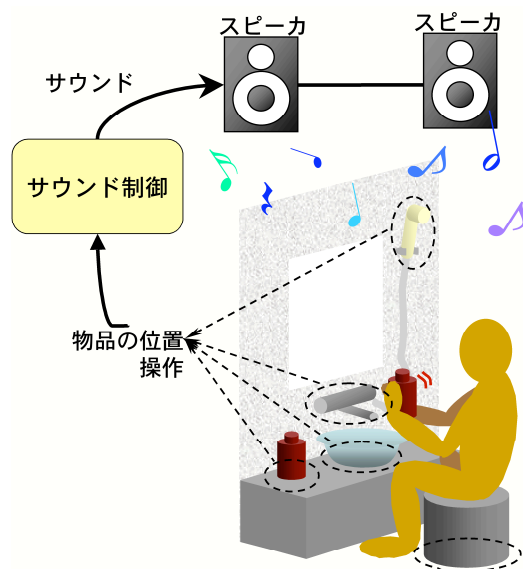


図6 浴室内部品の状況・箇所を活用したシステムの利用イメージ

## 4.2. 浴室内部品と RFID システムの利用

浴室内部で入浴者が利用するものには、シャワー（シャワーヘッド）、カラン、洗面器、石けん（石けん皿含む）、シャンプー（ボトル）類、椅子、タオルなど様々な物品が挙げられる。このシステムでは、これら各々が RFID タグの機能を持ち、浴室の壁裏や床下に複数の RFID リーダ（アンテナ含む）を設置すれば、入浴者の物品利用状況がわかる。ここでは物品には耐水性のあるパッシブ型 RFID タグが付与し、電気設備である RFID リーダを浴室外に設置した。これは、入浴者への電気的な安全性を確保しつつ、装置自身の故障頻度を抑える利点もある。

## 4.3. 試作システム

### 4.3.1. RFID リーダの設置

今回は RFID システムに Texas Instruments 社の LF (134.2kHz)帯のタグ（トランスポンダ）およびリーダ（S2000 Micro Reader：RI-K3A-001A）を

用いた。この RFID システムは、他の周波数帯に比べてタグのコストが高く、通信速度が遅いという欠点がある。しかし、通信自体は金属や水の影響を受けにくく、電波が回り込み易いことから障害物にも強い特徴がある。このことから他の周波数帯の RFID に比べ、浴室環境を対象とする本研究には適していると判断した。

浴室は、戸建て用の一坪サイズのシステムバスを用いた。この浴室は半分の面積が浴槽である。壁には照明や鏡があるほか、シャワーフック（上下2カ所）、シャワーとカランの複合水栓、洗面器が置けるカウンター、その他シャンプーなどを置く棚が付けられている。この浴室の壁裏、床下、カウンターにアンテナやリーダを設置した（図7参照）。図7のAとBはシャワーフック（2箇所）であり、シャワーヘッドがどちらにかかっているかを区別するためのもの。Cはカウンター上に乗せている物品を認識するためのもの、Dは床であり、椅子の位置や床に置いた物品を認識するためのものである。リーダに接続するアンテナの形状・大きさは、読み取り電波の照射範囲に関係するため、取り付ける箇所に応じて作成した。

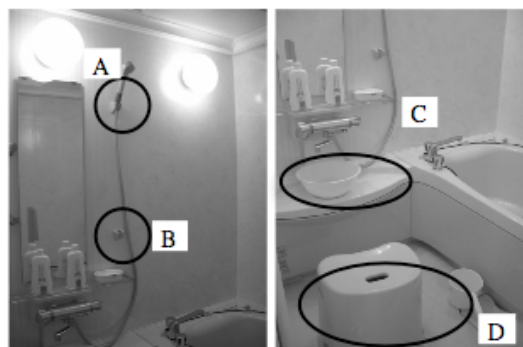


図7 RFID リーダ設置箇所  
(A, B は壁裏, C はカウンター内部, D は床下)

### 4.3.2. RFID タグの取り付け

RFID タグを取り付けた物品は次の通りである。

- ・ 洗面器
- ・ 手桶
- ・ 石けん皿
- ・ シャンプー類（シャンプー、リンス、ボディ

- ーソープ等のボトル),
- ・シャワーヘッド
- ・椅子

これらにタグを取り付けた様子を図8に示す。

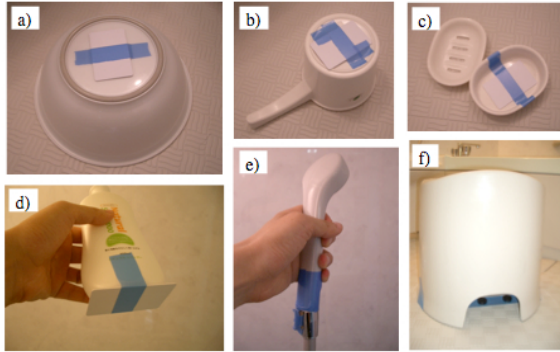


図8 浴室内物品へのRFIDタグ取り付け  
 a) 洗面器, b) 手桶, c) 石鹸皿  
 d) シャンプー, e) シャワーヘッド, f) 椅子

#### 4.3.3. 複数リーダの制御とサウンド制御

複数のRFIDリーダを制御して、タグの認識結果を収集するソフトウェアをPC上で開発した。このPCでは4台のRFIDリーダと通信するため、シリアルポートを増設している。PC上で動作するリーダ制御および物品状況認識用ソフトウェアはC#で開発した。その画面を図9に示す。

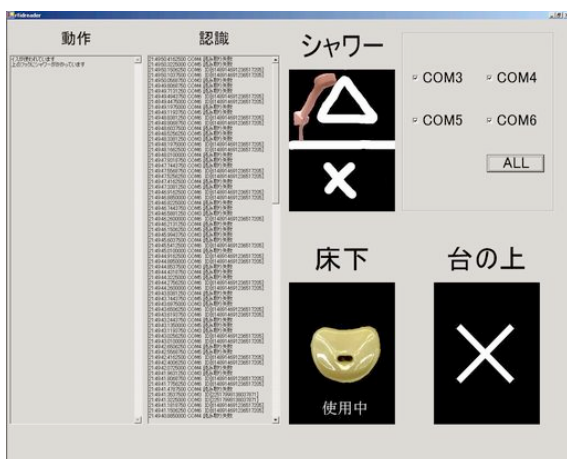


図9 浴室内物品状況認識ソフトウェアの画面

ここで認識された物品の利用情報は、サウンド制御用ソフトウェア (Max/MSP で開発) へ送られ、

そこでサウンド再生や様々な処理が行われる。このシステムにおいても、先のシステムと同様、サウンドセットが用意されており、サウンドの切り替えが可能である。このシステムの構成図を図10に示す。

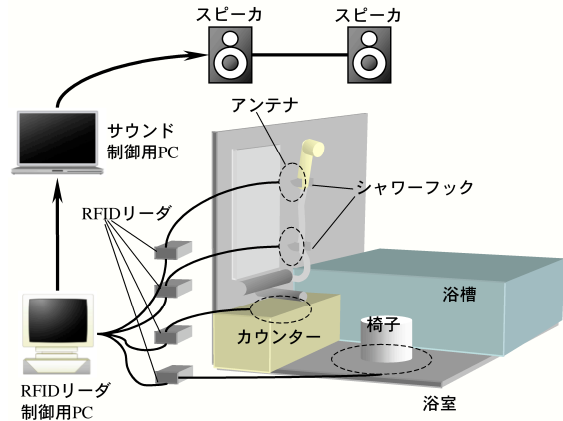


図10 試作システムの構成

以上の試作システムによって、浴槽から出た状態でも浴室内物品の利用状況に応じてインタラクティブなサウンドを楽しめるアプリケーションを実現した。

## 5. 2つの試作システムとエンタテインメントに関する考察

本研究で試みたエンタテインメントシステムは、日常生活における通常の行為をそのまま入力として利用しつつ、より楽しめるようにするものである。

1つ目のシステムでは、湯水を介して計測した入浴者の動きや生体情報を入力としている。2つ目のシステムでは浴室内にある物品の位置を計測するものであり、特に新しい設備や物品を利用することなく、計測した入浴者の行動を入力としている。どちらのシステムも、従来の環境にあるものを入力インタフェースに利用しており、自然な行動・行為をそのままの形でサウンド制御に利用している。

これは、機器やシステムの存在を特に意識せずとも自然な形で情報入力ができることになり、Mark Weiserが提唱するユビキタス・コンピューティングの概念<sup>[4]</sup>を実現している。また、ルールや仕組みを知らなくとも簡単に楽しめることから、子供や高齢

者でも楽しめるシステムと位置付けることも可能である。

ところで、このシステムが出力した情報を浴室外部へ伝達すれば、入浴状態を住宅内にいる家族や遠隔地へ情報発信することも可能である。入浴者がエンタテインメントとして能動的にインタラクションを行うとすれば、入浴状態や行動がより明確なサウンド情報として表現され、浴室外へ伝達されることになる。また、浴槽を利用したシステムでは心拍や呼吸などの生体情報をサウンド表現することもあることから、このシステムおよびサウンド表現によっては単なるエンタテインメントだけでなく、「安心・安全」「健康管理・健康増進」に対する発展性も持つものとして捉えておく必要がある。

しかしながら、これらのエンタテインメント性や、安全・健康への活用を考慮した情報表現の実現性については、サウンドデザインに依存する部分が非常に大きいことを注意すべきである。また、サウンドに対するユーザの好みという事情もあり、楽しめるかどうかはサウンドデザインが抱えた複雑な問題と言える。インタラクティブ性がない従来の音楽作品の提供とは違ったコンテンツ提供がなされることから、サウンドデザインの在り方や手法をどうすべきか、また、その評価手法についても今後の課題と認識しておく必要がある。

## 6. おわりに

本稿では、浴室をエンタテインメント環境として利用する可能性について考察し、試作した2つのインタラクティブシステムを紹介した。浴槽の湯水を利用して、入浴中の動作や生体情報によってインタラクティブにサウンドを鳴らすシステムと、RFIDが付与された洗面器やシャワーヘッドなど、浴室で利用する物品の位置や動きを認識し、その情報を元にサウンド表現するシステムである。

既存設備にビルトインされたセンサや、物品に埋め込まれたRFIDタグを利用することから、これらのシステムでは、ユーザに見えない隠れた入力インタフェースを実現している。これは、誰にでも簡単に利用できることを示唆したもので、日常生活で利

用されるシステムであれば、重要なポイントであると言える。

しかし、インタラクティブなサウンドのデザイン手法、表現の可能性、評価手法については様々な課題があると言える。今後はそれらについて考慮すると共に、サウンドセットを増やして、より様々な人でも楽しめるシステムとして可能性を探ることを考えている。また、「安心・安全」「健康管理・増進」への応用を踏まえ、入浴状況を他の部屋や地点へ正確に伝達するウェアネス関連研究<sup>[1][12]</sup>の一つとしても研究を進めていく予定である。

## 謝辞

3章の浴槽を用いたシステムの開発では、音楽家の佐近田展康氏にサウンドデザインで協力頂き、井口征士氏にはセンシング技術等に関するアドバイスを頂いた。また、4章のインタラクティブな浴室設備は、科学研究費補助金(若手研究(B)16700121)の助成を頂いた。ここに感謝の意を表する。

## 参考文献

- [1] Kidd, Cory D., et al.: The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research; Proc. of the Second International Workshop on Cooperative Buildings – CoBuild’99 (1999).
- [2] 椎尾一郎, Rowan, J, Mynatt, E.: Digital Décor: 日用品コンピューティング; ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 5, No.3, pp.323-330 (2003).
- [3] 高木, 塚田, 川原田, 佐々木, 石島, 田村, 戸川, 山越: ウェルフェアテクノハウスにおける健康自動計測システムを利用した長期測定; 第13回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp.497-500 (1998).
- [4] 安藤由紀, 森幸夫, 内田亜紀子: 動き検知センサ「風呂用心」; 三洋電機技報 Vol.33, No.3, pp.31-38 (2001).
- [5] Ishii, H., Ulmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and

- Atoms.; The Proceedings of CHI '97, pp.234-241 (1997).
- [6] 平井重行, 藤井元, 佐近田展康, 井口征士: 新たなアメニティ空間を目指した浴室 – 入浴状態を音で表現する風呂システム; ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.6, No.3, pp.287-294 (2004).
- [7] 佐近田展康: WaterMachine, <http://www-bekkoame.ne.jp/~nsakonda/nsprof/wm.html>
- [8] 米澤朋子, 間瀬健二: 流体による楽器インタラクション; 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol.5, No.1, pp.755-762 (2000).
- [9] 平井重行, 小川浩司: RFID を用いた浴室での行動計測; ヒューマンインタフェース 2005 論文集 1, pp.407-410 (2005).
- [10] Werser, M.: The Computer for The Twenty-First Century; Sci. Am., pp.94-100 (1991).
- [11] Dahley, A., Wisneski, C. and Ishii, H., Water Lamp and Pinwheels: Ambient Projection of Digital Information into Architectural Space; The proceedings of CHI'98, pp.269-270 (1998).
- [12] Music Monitor: Ambient Musical Data for the Home; Tran, Quan T. and Elizabeth D. Mynatt. The Proceedings of the IFIP WG 9.3 International Conference on Home Oriented Informatics and Telematics (2000).