

4. 各実証実験報告

4.1 e! ヘルスアッププログラム実験

4.1 e!ヘルスアッププログラム実験

4.1.1 実験目的

中高年を主とした市民全体に対する介護予防のために、運動器具を用いた手軽な体力づくりが継続的に行えるようにするため、本実験では以下の3点の実現に絞って、実証実験を行う。

利用者が継続的な健康づくりに手軽に取り組める。

医師やトレーナーが継続的に利用者個々の様子を把握できる。

必要な時に指定した時間制約を満たし、双方向でコミュニケーションが取れる。

4.1.2 実験内容

4.1.2.1 個別スケジュール

本実験のスケジュールは下記の日程で進めた。

(1) エアロバイクの外部制御に関する調査・実験

2002年10月に遠隔トレーニングを実現するために必要な技術的課題を明確化するために、検討会を行った。検討会では、本プロジェクトメンバー以外の第一線のトレーナー、エンジニアによる助言も得ることができた。

(2) モニター募集

モニター参加の呼びかけは藤沢市が行い、2002年12月には10世帯すべてのモニター宅が出揃った。その後、藤沢市・保健医療財団の職員と同行しモニター宅を訪問し実験の概要の説明およびそれに伴うリスク等の説明を行った。その上で同意を得て、同意書を提出いただいた。

(3) 慶應義塾大学看護医療学部研究倫理委員会へ研究倫理審査の申請

順番が前後するが、モニターを募って行う研究には研究倫理の審査を受けておいた方が良いというアドバイスを頂き、モニター募集の時期とほぼ同じ時期に研究倫理審査申請を行った。結果は、下記の4点の条件付の承諾であり、これに基づいて研究計画書の修正を行った。

- 健康であるといってもトレーニング中に何らかの異常が発生する可能性があるため、その対処や注意事項を記述することが必要
- モニターの条件に「健康な方」と明記してあるが、実験中に体調の変化が起こる可能性は否定できない。事前に健康チェックを受けておくことが望ましい。また万が一事故が起きた場合には、研究者は責任を負えないことを明記する。また、健康問題が起こった場合の対応(保険)などについて考

慮しておく必要がある。

- トレーナーは誰なのか、対象者にその所属や身分、資格等の情報を提示する必要がある。
- 説明書には「1月～3月」しか書かれていないが、実際はどうか？

上記4点に基づいて、研究計画書等の修正を行った。

(4) 予備調査の実施

市内のスポーツ施設および駅周辺などで中高年を対象とした街頭インタビューを行った。内容は、健康に対する意識調査で、100名強の回答を得ることができた。

(5) モニター宅実験前訪問

1月に入り通信環境の準備が整い次第、エアロバイクの設置にモニター宅10軒を訪問した。エアロバイクへの関心もさることながら、今後の展開などについての意見も出され、積極的に参加いただけた。

(6) 一斉実験

2月末から3月にかけて、QoS通信の実験を兼ねて2度一斉実験を行った。

4.1.2.2 今回の実証実験で目指す到達目標

実験目的を達成するために、無線LAN、ブロードバンド網をIPv6によってシームレスに結び、IPsecおよび認証技術を用いて、普遍的かつ安全なインターネットアクセス可能な環境を構築し、その上でモニターとトレーナーまたは医師などが離れていても適切な運動メニューを処方できるような新しいトレーニングの形を提案する。この目標から、トレーニングの在り方について次の2点を実現することとした。

- (1) モニターの立場で、時間に依存せずその人のペースで運動を行うことができる。
- (2) トレーナーの立場で、モニターのトレーニング結果へのフィードバックとして新たな運動処方を指示するまでの操作をすべてオンラインで行うことができる。

また、実証実験を行う前に中高年の意識調査を行うこととした。中高年100世帯(100名)に対して街頭にて「健康づくり」に関するインタビュー形式のアンケートを行った。

4.1.2.3 実証実験の実施内容詳細

4.1.2.3.1 予備調査

中高年100世帯にQuality of Life、特に健康づくりに関するニーズ調査を行った。

なお、この調査に先立って慶應義塾大学看護医療学部研究倫理審査を申請し、条件付承諾となった。条件については、4.1.2.1の(3)に明記した。

4.1.2.3.2 モニター(A)による実証実験

上記目的のために、IPv6 とマイクロノード技術を適応してフィットネス機器を遠隔制御できるようにした。その際、本人認証とサーバに格納されるデータの健全性を合わせて実現できるよう、JavaRing を用いて認証することとした。モニターを 10 世帯募り、それぞれの家庭に前述のフィットネス機器（エアロバイク）を設置し約 2 週間の実験期間、自由に利用していただいた。

(1) 実験参加者

モニター（A）：成人病予防・介護予防に取り組む中高年 10 名

(2) アプリケーション

IPv6 とマイクロノード技術を利用したエアロバイクを活用し、ネットワークを介して専門家が運動処方を行う。これにより、フィットネスクラブなどへ時間的・地理的に通えない場合でも、それらを気にすることなく同様の運動処方を受けることができる。

(3) 実験概要

モニター(A)に対して、実験に参加できる時間を見つけて自由に参加し、任意の時間でもきちんと運動メニューがエアロバイクに入力されるか、また逆に運動している履歴がきちんとデータベースに追加されているかどうか検証を行った。

(4) 実験内容

IPv6 プラグアンドプレイ機能による簡便な機器導入

IPv6 環境においてプラグアンドプレイ機能を用いて、特に特別な設定を行わなくてもインターネットに接続する。

IPv6 マイクロノードによる対称なコミュニケーションの実現

特定用途に特化した簡易通信デバイスは、通信手順の簡素化のために、NAT (Network Address Translator) や IP マスカレードといった非対称なコミュニケーションスキームがしばしば用いられる。本実験では、NAT や IP マスカレードを一切用いず、すべての運動装置に IPv6 グローバルアドレスを割り当てることによって、対称性を持ったピア・トゥ・ピアコミュニケーション環境を実現する。

ルータおよびサーバの自律的な制御による QoS 通信

非同期に複数のマイクロノードから発生する IPv6 トラフィックに対し、途中の中継ルータにおいて IPv6 ヘッダ情報に基づいたトラフィック優先制御を行い、ネットワーク資源を共有する他のシステムとの差別化を行う。一方、サーバ上のプロセスにおいても、不要なトラフィック消費が起らないような通信帯域を制御する。この二つの QoS 機構を自律的に行うことで、システム全体で偏りのない通信環境を提供する。

簡便な利用者特定

Java カード、Java リングなどの接触型デバイスと認証データベースを IPv6 と IPsec

を用いた安全な通信路を用いて接続し、秘匿性の高い認証機構を提供し、簡便に利用者特定をする。

医師やトレーナーが個々の状態を把握できる仕組み

医師やトレーナーが担当している利用者について、個々の状態を手元に表示しつつ、必要に応じてその状態を制御する。

双方向コミュニケーションできる仕組み

医師やトレーナーあるいは利用者間で、カウンセリングあるいはコミュニケーションを行う。時間制約を満たすコミュニケーションを IPv6 ネットワークで提供する可能性について実験を行う。

(5) 評価方法

機器導入の際に、プラグアンドプレイ機能によって自動的に IP アドレス、プレフィックス長、default 経路の 3 つの情報を取得し、それを用いて通信可能な状態になったかどうか、実際に通信を行って検証する。

IPv6 インターネット上の任意の端末から当該システムの各装置に対して IPv6 グローバルアドレスを用いてアクセスを行うことで、本システム内に閉じたコミュニケーションではなく対称なコミュニケーションが行えているかどうかをログとパケットダンプによって検証する。

認証デバイスと認証データベースによって位置や時刻に依存せず本人の特定ができたか利用者履歴により確認する。

本人が継続的に健康づくりに取り組めたか運動情報の履歴から判断する。

本人が認証デバイスを用いることにより手軽に健康づくりに取り組めたかヒアリング・アンケートにより判断する。

医師やトレーナーが定期的に利用者の状態を把握できたか運動情報の履歴から判断する。

本人が医師やトレーナーとのコミュニケーションを十分取れたかヒアリング・アンケートにより確認する。

健康づくりが継続的に行われたことで、本人の体力、健康チェックによるチェック項目の検査結果が変化したかどうかを判断する。

4.1.2.3.3 実証実験環境のネットワーク構成・仕様

上記目的を達成するため、2005 年の日本のインターネット環境を想定し、図 4.1-1 のようなネットワークをモニター宅に設置した。IPv6 エアロバイクから送信されるすべてのパケットはこのネットワークを介して、e-ケア・スタジオに設置された運動情報管理サーバなどにアクセスする。

拠点論理構成図(モニターA)

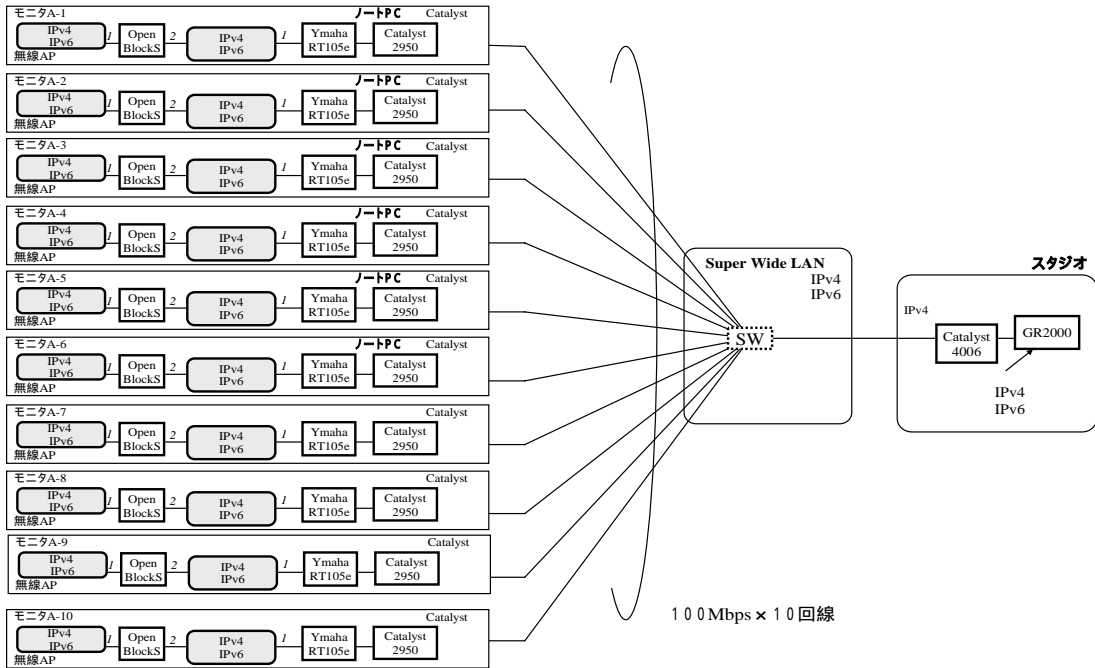


図 4.1-1 モニターA 向け実証実験ネットワーク論理構成図

モニター(A)宅とe-ケア・スタジオを結ぶ通信回線は、NTT 東日本のスーパーワイド LAN(100Mbps)を利用して構築した。この時、モニター(A)宅はすべてレイヤ2でフラットに接続されている。これは、マルチキャスト通信を行う際にスタジオ内のバックボーンスイッチ装置AおよびIPv6バックボーンルータ装置によって制御を行えるようにするための構成である。それに伴い、モニター宅内にはマルチキャスト対応スイッチ装置を設置し通信回線を直収している。無線対応型ブロードバンドルータと情報表示用PCも同様にこのマルチキャスト対応スイッチ装置に直接接続されている。IPv6エアロバイクは無線対応型ブロードバンドルータにIEEE802.11b経由でアクセスし、e-ケア・スタジオの運動情報管理システムにアクセスすることになる。

表 4.1-1 モニター (A) 宅設置通信機器一覧

装置名	メーカー	型番
マルチキャスト対応スイッチ装置	Cisco Systems	Catalyst 2950
無線対応型ブロードバンドルータ	ヤマハ	RT-105e
通信回線	NTT 東日本	スーパーワイド LAN
情報表示用 PC	NEC	Versa Pro

4.1.2.3.4 ハードウェア仕様

今回の実験でモニター宅に配布した e-ヘルスアッププログラム用の機材は以下のものである。

1. 自転車エルゴメーター
2. 汎用 IPv6 マイクロノード
3. iButton
4. iButton 用受容器 (以下レセプタ)
5. IPv6 マイクロノードに取り付けるワイヤレスイーサネットアダプタ

1) 自転車エルゴメーター (Combi 社 エアロバイク ai)

カラー バタフライ イエロー AB 158Y

有効使用年齢 体カテスト: 12~69 歳 トレーニング: 10~80 歳

本体寸法 長さ 922 × 幅 492 (ハンドル幅) × 高さ 1097 mm

負荷装置 渦電流型負荷装置 (電磁ブレーキ)

1~20 レベル (200W 相当) (内部) 185 段階制御

中央処理装置 16 ビット

表示器 固定 LCD・ドットマトリクス LCD

定格電圧 AC100V (50Hz/60Hz)

定格消費電力 30W

質量 38.5kg

適応身長 140~180cm

適応体重 135kg 以下

材質 トップカバー：ABS樹脂、ハンドルポスト：鋼管
(亜鉛メッキ)、サドルポスト：鋼管(クロムメッキ)
脈拍センサー 光電脈波検出方法のイヤースセンサー
電源コード長 2m
梱包サイズ 長さ 941×幅 466×高さ 762 mm (46.4kg)
付属 CD データ管理ソフト「ai ターミナル」ウィンドウズ版
単3乾電池×2 コントロールボックス用
<http://www.combi.co.jp/well/fit/personal/ai.htm> より抜粋



図 4.1-2 自転車エルゴメーター (Combi 社 エアロバイク AEROBIKE75XL2)

< 製品仕様 >

プログラム

体力テスト、脈拍トレーニング、オリジナルトレーニング、
マニュアルトレーニング、外部通信制御プログラム

(オンラインモード)

定格電圧 AC100V (50/60Hz)

定格消費電力 55W

負荷装置 アウターローター型渦電流制御方式 10～400w

中央処理装置	16 ビット CPU
表示器	バックライト付きモノクロ液晶 (320×240 ドット)
脈拍センサー	光電脈波検出方式
脈拍測定範囲	40～220 拍/分 体カテスト・トレーニング (20 拍の移動平均)
本体カラー	ホワイト
材質	ボディカバー：アクリル変成塩化ビニール樹脂 ハンドルポスト・サドルポスト/鋼管 (クロムメッキ処理)
寸法	長さ 959mm×幅(ハンドル幅) 558mm ×高さ 1124mm(最低)～1297mm(最高)
本体重量	約 52kg
使用制限体重	135kg 以下
適用身長	140cm～185cm
使用温度	15～35
予備コンセント	AC100V (エアロバイクを合わせて 7 台まで接続可能)
インタフェース	RC-232C 準拠

2) IPv6/IPv4 DualStack 汎用マイクロノード

<仕様>

CPU	DS80C390 Intel8051 互換、40MHz、24bits アドレスモード)
メモリ	1MB Flash、1MB SRAM
補助記憶装置	なし
ネットワーク I/F	Ethernet 10Base-T x 1
シリアル I/F	RS232C x 1 D-sub9 ピン female コネクタ
1-Wire デバイス I/F	1-Wire x 1、RJ11、DC5V 供給可能
汎用 I/O	絶縁入出力
材質	金属ケース
重量	約 800g
外形寸法	135 x 148 x 33.5

<http://www.i-node.co.jp/>

3) Dallas Semiconductor 社 iButton/iButton receptor



図 4.1-3 iButton receptor (型番 DS1402D-DR8)

<http://www.ibutton.com/products/ibuttons.html>

<http://www.ibutton.com/products/readers.html>

4.1.2.3.5 ソフトウェア仕様

4.1.2.3.5.1 対象者認証システム

対象者認証システムについての概要は図 4.1-4 を参照。

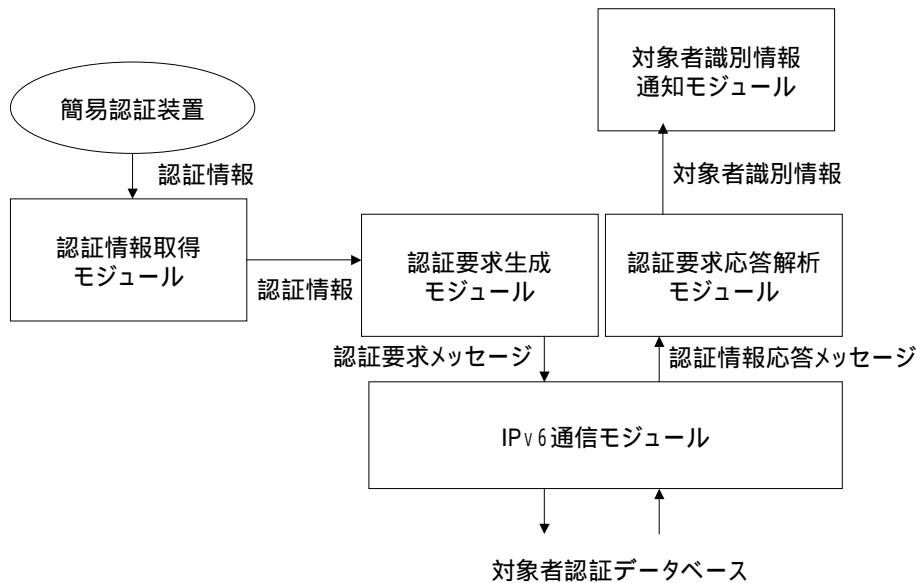


図 4.1-4 対象者認証システムソフトウェア構成図

本プログラムに参加している対象者を一意に識別し、その対象者のアクションを認証するためのシステムである。まず簡易認証装置から認証情報取得モジュールが認証情報を取得する。その後認証情報を受け取った認証要求生成モジュールのより認証要求メッセージが生成され、それが IPv6 通信モジュールを介して対象者認証データベースシステムに送信される。その後、対象者認証データベースシステムより認証応答メッセージが IPv6 通信モジュールによって受信される。その認証情報応答メッセージを認証要求応答解析モジュールが解析し対象者識別情報通知モジュールによってその認証結果というものが通知されるシステムである。

以下は各モジュールの詳細である。

< IPv6 通信モジュール >

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコール

を用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通りである。

運動情報管理サーバ FreeBSD 4.5
マイクロノード TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

< 認証情報取得モジュール >

簡易認証装置が発する認証情報を検出し、検出された認証情報を認証要求生成モジュールに通知するモジュールである。マイクロノード上で Java 言語を用いて実装した。

< 認証要求生成モジュール >

認証情報取得モジュールより通知された認証情報を利用し、タイムスタンプと当該システムを識別する識別子を対象者識別情報メッセージフォーマットによる認証要求メッセージを生成し、IPv6 通信モジュールを介して対象者認証データベースシステムに送信する。

マイクロノード上で Java 言語を用いて実装した。現在時刻や対象者 ID というものをマイクロノードが解析し、対象者識別情報メッセージフォーマットに直しそのメッセージをあらかじめ決められた運動情報管理サーバに送信する。

表 4.1-2 対象者識別情報メッセージフォーマット

項番	情報名	内容	形式	備考
1	対象者 ID	利用したい対象者を特定する識別子(16bit)	Text	
2	タイムスタンプ	現在時刻	Date	
3	システム ID	該当システムを特定する識別子	整数	

表 4.1-3 対象者認証システム システム識別子情報メッセージ

項番	情報名	内容	形式	備考
1	エアロバイク ID	エアロバイクを特定する識別子 今回はモニター ID	Text	a1 ~ a10 を利用
2	利用者向け情報表示 PC ID	利用者（被験者）の端末を特定する識別子 今回は固定で割り振られた IP アドレス	128bit 整数	IPv6 アドレス
3	医師・スタッフ向け情報表示 PC ID	医師・スタッフの端末を特定する識別子	128bit 整数	IPv6 アドレス

< 認証要求応答解析モジュール >

IPv6 通信モジュールを介して対象者認証データベースシステムから認証情報応答をフォーマットに従い解析し、利用者が正当に当該システムを利用できるかどうかを判断する。利用可能であれば、認証情報応答に含まれる対象者識別情報を対象者識別情報通知モジュールに通知する。利用可能でない場合は、その旨を対象者に通知する。

データベースシステムからのメッセージには 2 通りあり、認証に成功しているメッセージと失敗しているメッセージである。

表 4.1-4 対象者認証システム 承認通知メッセージ

項番	機能名称	処理内容	表示/非表示 (は表示)	
			表示	編集
1	認証	認証後、対象者識別情報 (利用者 ID) を対象者識別情報モジュールへ通知	-	-
2	否認	否認表示フォームへ移行	-	-

< 対象者識別情報通知モジュール >

認証要求応答解析モジュールより通知された対象者識別情報を運動装置制御システムに通知する。

4.1.2.3.5.2 対象者認証データベースシステム

当該システムは、IPv6 通信モジュール、認証要求解析モジュール、対象者識別情報データ管理モジュール、対象者識別情報検索モジュール、対象者識別情報登録モジュール、認証情報応答生成モジュールの 6 つのモジュールによって構成される。

ソフトウェア構成図は以下の通りである。

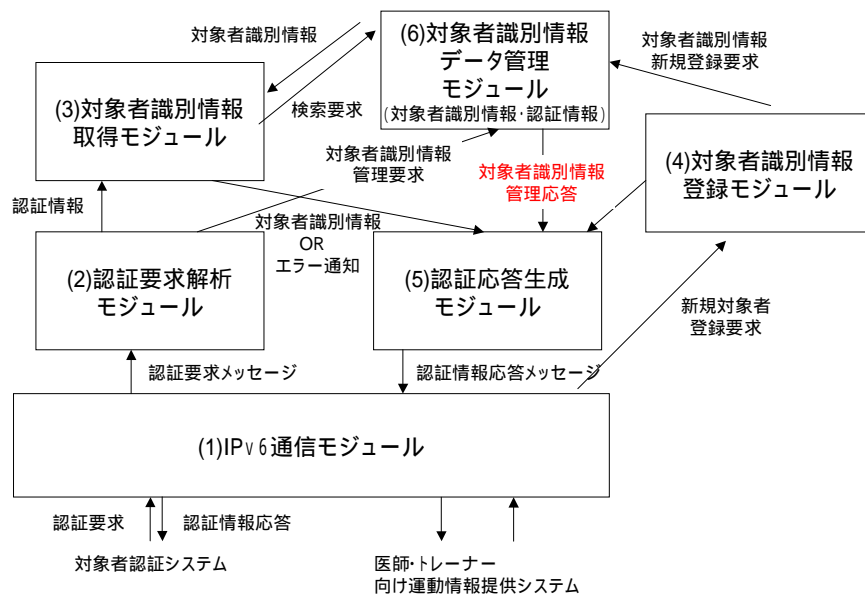


図 4.1-4 対象者認証データベースシステム ソフトウェア構成図

(1) IPv6 通信モジュール

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコールを用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通り。

運動情報管理サーバ	FreeBSD 4.5
マイクロノード	TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

(2) 認証要求解析モジュール

(1) IPv6 通信モジュールを介して「対象者認証システム」から受信した認証要求をフォーマットに従い解析し、取得した認証情報を(3)対象者識別情報取得モジュールに通知する。実装に際してはC言語 FreeBSD4.5 上で行った。

(3) 対象者識別情報取得モジュール

(6) 対象者識別情報データ管理モジュールから(2) 認証要求解析モジュールに通知された認証情報に該当する対象者識別情報を検索し、該当する対象者識別情報が存在する場合にはそれを取得し、(5) 認証情報応答生成モジュール に通知する。対象者識別

情報が存在しない場合は、(5) 認証情報応答生成モジュール にエラーを通知する。

実装に関して：PostgreSQL の C 言語インタフェース libpq を用いて実装した。実際には SQL 文のクエリーをデータベース発行し、その返り値によって判別を行った。

(4)対象者識別情報登録モジュール

(1) IPv6 通信モジュールを介して「医師・スタッフ向け運動情報提供システム」から新規対象者登録要求を受信し、(6) 対象者識別情報データ管理モジュールに新たな対象者識別情報を生成する。

実装：PHP + PostgreSQL の PHP DBI パッケージにて実装した。psql コマンドを発行する。

(5) 認証情報応答生成モジュール

(3) 対象者識別情報取得モジュールより対象者識別情報を取得し、タイムスタンプと共に決められたフォーマットの認証情報応答を生成し、(1) IPv6 通信モジュールを介して「対象者認証システム」に送信する。

実装：C 言語により FreeBSD4.5 上に実装した。

(6) 対象者識別情報データ管理モジュール

対象者識別情報をそれと対になる認証情報と合わせて保持すると共に、(6) 対象者識別情報データ管理モジュール、および(4) 対象者識別情報登録モジュールから通知された検索、登録、削除、更新に操作にしたがって対象者識別情報の検索、新規の登録、該当データの削除、内容の更新を行う。

実装：PostgreSQL の C 言語インタフェースとして libpq を用いて実装した。各要求される操作に従い SQL 文を発行しクエリーを出す。

表 4.1-5 対象者識別情報メッセージ

項番	情報名	内容	値	備考
1	発信者 ID	発信者を特定する識別子	整数	
2	タイムスタンプ	現在時刻	整数	
3	システム ID	該当システムを特定する識別子	整数	

表 4.1-6 情報検索要求メッセージ

項番	機能名称	処理内容	表示/非表示 (は表示)	
			表示	編集
1	情報一致	認証情報応答生成モジュールへ通知	-	-
3	否認	否認表示フォームへ移行		-

以下は実際に作成、運用したデータベースのテーブルである。

表 4.1-7 対象者認証データベースシステム 基礎データベース内容

項番	情報名	内容	値	備考
1	モニターID	利用者を特定する識別子	Text	
2	lButtonID	利用者名称を特定する文字列	Text	
3	名前	モニターの名前	Text	
4	性別	男性：0 女性：1	整数	
5	年齢	モニターの年齢	整数	
6	システム識別子	システムを特定する識別子	整数	

表 4.1-8 基礎データ編集フォーム

項番	機能名称	処理内容	表示/非表示 (は表示)	
			表示	編集
1	保存して閉じる	登録内容を保存して閉じ、表示モードへ移行する。		
2	閉じる	登録内容を閉じ、表示モードへ移行する。		
3	対象者 ID	上図項番 1 を開く		
4	対象者名	上図項番 2 を開く		
5	システム識別子	上図項番 3 を開く		
6	タイムスタンプ	上図項番 4 を開く		

表 4.1-9 基礎データ検索フォーム

項番	機能名称	処理内容	表示/非表示 (は表示)	
			表示	編集
1	利用者 ID	項番 1 の入力待ち		
2	承認	項番 1 内容に基づく検索後、		
3	消去	項番 1 内容の消去		
4	取り消し	検索行為の取り消し		

表 4.1-10 基礎データ編集ビュー

項番	項目	小項番	ビュー名	表示内容	備考
1	追加	-	新規登録	新規レコードを追加し対象者認証データベースシステム 基礎データ編集フォームを開き編集モードへ移行する。	
2	編集	-	編集	対象者認証データベースシステム 基礎データ検索フォームによる検索後、対象者認証データベースシステム 基礎データ編集フォームを開き編集モードへ移行する。	
3	終了	-	終了	登録内容を閉じ、プログラムの終了	
4	削除	-	削除	対象者認証データベースシステム 基礎データ検索フォームによる検索後、該当レコードを削除する。	
5	登録情報	-	登録内容	対象者認証データベースシステム 基礎データ編集フォームを開く	

4.1.2.3.5.3 運動装置制御システム

当該システムは、IPv6 通信モジュール、運動メニュー情報取得モジュール、運動メニュー情報解析モジュール、ハードウェア制御モジュール、運動履歴情報生成モジュ

ール運動履歴装置出力モジュールの6つのモジュールにより構成される。

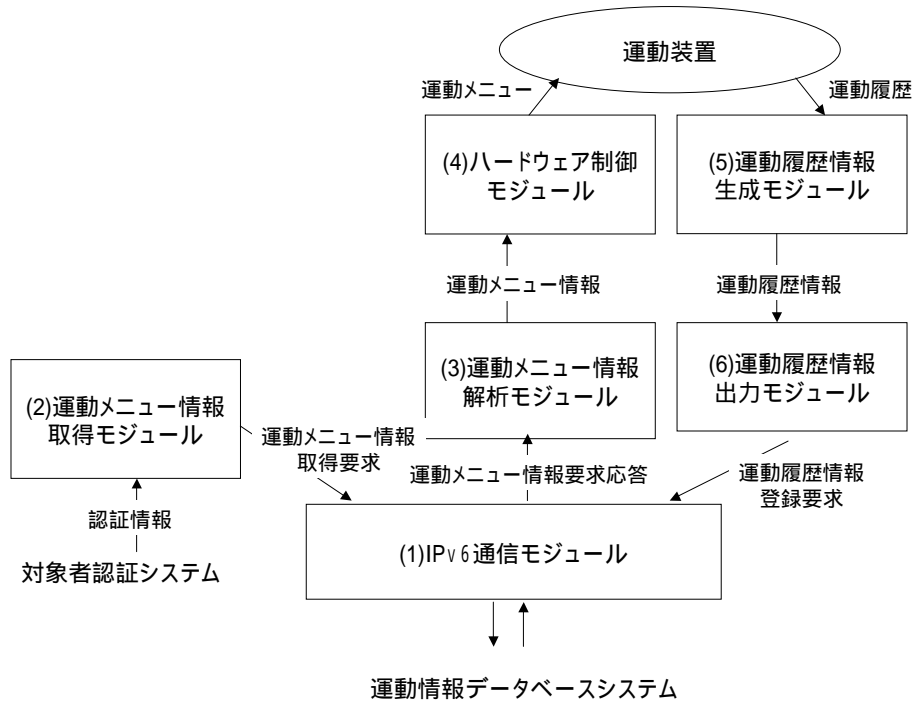


図 4.1-5 運動装置制御システムソフトウェア構成図

(1) IPv6 通信モジュール

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコールを用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通りである。

運動情報管理サーバ	FreeBSD 4.5
マイクロノード	TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

(2) 運動メニュー情報取得モジュール

「対象者認証システム」より通知された対象者識別情報と、当該システムが動作する運動装置識別する情報を照合し、運動メニュー情報取得要求として、(1) IPv6 通信モジュールを介して「運動情報データベースシステム」に送信する。

実装：IPv6 汎用マイクロノードより上で運動メニュー情報取得要求メッセージを運動

情報管理サーバに送信。Java 言語にて実装した。
以下にメッセージフォーマットを示す。

表 4.1-11 運動メニュー情報取得メッセージ

項番	情報名	内容	値	備考
1	発信者 ID	発信者を特定する識別子	Text	
2	タイムスタンプ	現在時刻 (日時)	整数	
3	エアロバイク ID	エアロバイクを特定する識別子	整数	
4	システム ID	該当システムを特定する識別子	整数	

(3)運動メニュー解析モジュール

(1) IPv6 通信モジュールを介して項目番号「運動情報データベースシステム」から受信した運動メニュー情報取得応答を解析し、運動メニュー情報を生成し、(4)ハードウェア制御モジュールへ出力する。

実装：運動情報管理サーバ上で運動情報データベースから受信した運動メニュー情報取得応答メッセージを解析し、ハードウェア制御モジュールに運動装置が理解できるメニューを取り出し出力した。

以下に運動メニュー情報取得応答メッセージを示す。

表 4.1-12 運動メニュー情報取得応答メッセージ

項番	情報名	内容	値	備考
1	識別情報	利用したい対象者を特定する識別子	整数	
2	タイムスタンプ	現在時刻	整数	
3	エアロバイク ID	エアロバイクを特定する識別子	整数	表参照
4	メニュー	メニューを運動制御用のフォーマット	TEXT	

(4)ハードウェア制御モジュール

(3)運動メニュー情報解析モジュールから入力した運動メニュー情報を元に運動装置を制御する。

運動メニュー情報

今回実験で使用したエアロバイク ai 運動装置の制御用フォーマット形式は以下のとおりである。

G,X,XX,X,XX,XXX,XXX

上記のコマンド形式をとり7つのパラメータを指定できる。パラメータ間はカンマで区切り、各データの内容は左から、下記の内容で指定できる。

ゲストモード起動コマンド

性別

年齢

コース選択

目標時間

目標カロリー

目標脈拍値

これを IPv6 汎用マイクロノードから RS232C ケーブルを通してエアロバイク ai に送信する。

(5)運動履歴情報生成モジュール

運動装置から通知された運動履歴を、タイムスタンプ、および当該システムが動作している運動装置を識別する情報と「対象者認証システム」より通知された対象者識別情報を合わせて運動履歴情報を生成し、(6) 運動履歴情報出力モジュールに通知する。

エアロバイク ai の仕様

トレーニング中は、1秒に一回、下記のパラメータを RS232C ケーブルを通して送出する。

X,X,XX,X,XXX,XXXX,XXXX,XXXX,XXX,XXXXX,X,X,X,XX+CR
(52 bytes)

各データはカンマで区切り、ブロックの最後に CR が付加されている。それぞれのデータは固定長であり、左より下記の 15 のパラメータが格納され、トレーニング中に 1 秒に 1 回送出される。

コード
 コース No
 年齢
 性別
 体重
 脈拍
 時間
 回転数
 カロリー
 負荷
 距離
 ピッチ音
 登録記号
 体カテスト結果
 キーコード

これらの情報を下記の運動履歴メッセージフォーマットに変換し、運動履歴情報出力モジュールに出力する。

表 4.1-13 出力される運動履歴メッセージフォーマット

情報名	内容	値	備考
発信者 ID	発信者を特定する識別子	整数	
タイムスタンプ	現在時刻	整数	
システム ID	該当システムを特定する識別子		
エアロバイク ID	エアロバイクを特定する識別子		
データ	X,X,XX,X,XXX,XXXX,XXXX,XXXX,XXX,XXXXX,X,X,X,X X+CR		

(6)運動履歴情報出力モジュール

(5)運動履歴情報生成モジュールより通知された運動履歴情報を、(1) IPv6 通信モジュールを介して「運動情報データベースシステム」に送信する。

実装： IPv6 汎用マイクロノード上で Java 言語を用いて実装した。

4.1.2.3.5.4 運動情報データベースシステム

当該システムは、IPv6 通信モジュール、運動情報要求解析モジュール、運動情報管理モジュール、運動情報応答生成モジュール、の 4 つのモジュールによって構成される。

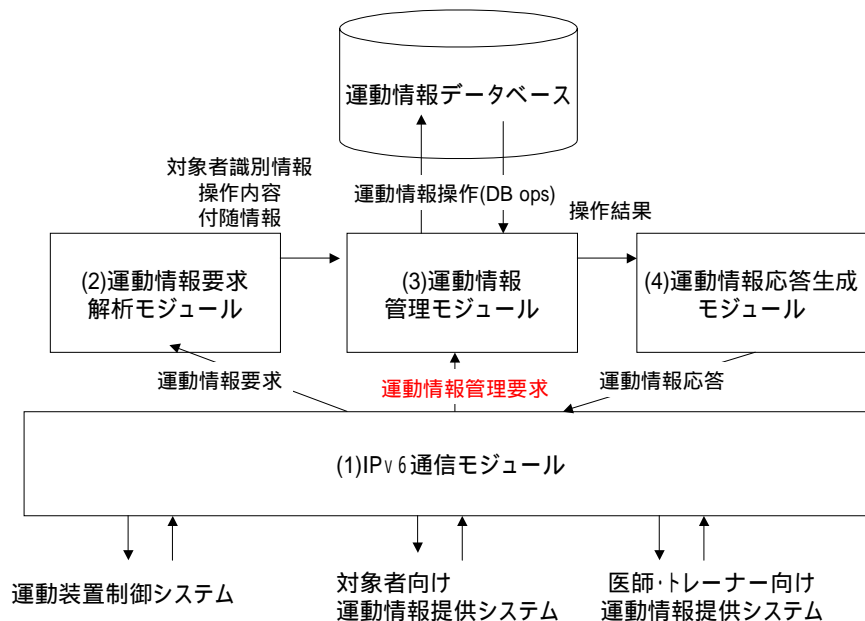


図 4.1-6 運動情報データベースシステム ソフトウェア構成図

データベースは運動情報管理サーバ上で PostgreSQL を使用した。

(1) IPv6 通信モジュール

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコールを用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通りである。

運動情報管理サーバ	FreeBSD 4.5
マイクロノード	TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

(2) 運動情報要求解析モジュール

(1) IPv6 通信モジュールを介して「運動装置制御システム」、および「対象者向け運

動情報提供システム」および項目番号「7.5.3.6 医師・スタッフ向け運動情報提供システム」から入力された運動情報要求を解析し、そこから得られた対象者識別情報と操作(登録、削除、更新、閲覧)内容、付随情報を取得し、それらを(3) 運動情報管理モジュールへ通知する。

運動情報要求はすべて SQL 文でデータベースにアクセスする。

(3)運動情報管理モジュール

(2)運動情報要求解析モジュールから通知された対象者識別情報、操作内容、付随情報を元に、保持している運動情報データに対して操作を行う。また、操作した結果を(4) 運動情報応答生成モジュールに通知する。

今回実装した運動情報の管理は、トレーニング終了時の運動履歴の登録にて行った。。

(4)運動情報応答生成モジュール

(3) 運動情報管理モジュールから通知された操作結果を、(1) IPv6 通信モジュールを介して運動情報要求を送信してきた「運動装置制御システム」あるいは「対象者向け運動情報提供システム」あるいは「医師・スタッフ向け運動情報提供システム」に対して送信する。

4.1.2.3.5.5 対象者向け運動情報提供システム

当該システムは、IPv6 通信モジュール、運動情報取得モジュール、運動情報解析モジュール、出力モジュールの4つのモジュールによって構成されている。

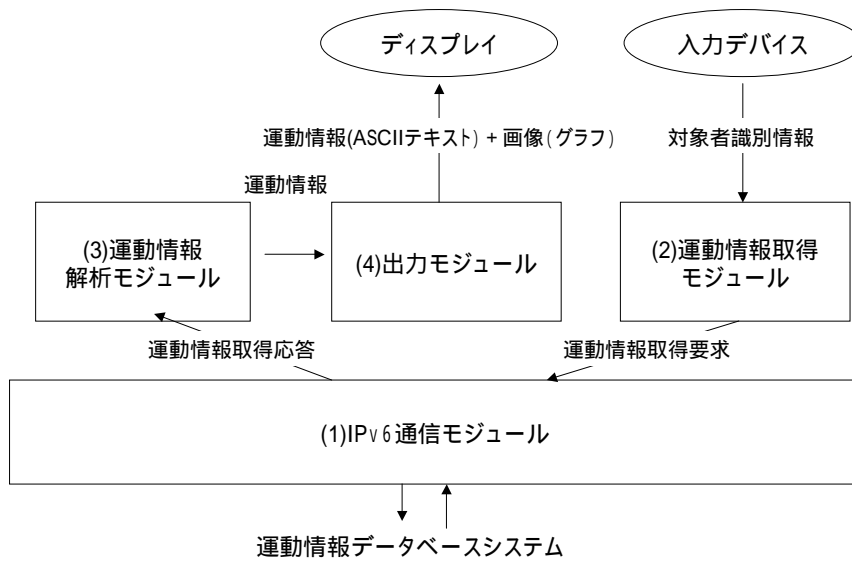


図 4.1-7 対象者向け運動情報提供システム ソフトウェア構成図

このシステムでは対象者は Web ブラウザによって運動情報管理サーバに接続し、WEB サーバから運動情報データベースシステムにメッセージを出力する。この WEB サーバ上では PHP を用いて実装した。

(1)IPv6 通信モジュール

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコールを用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通りである。

運動情報管理サーバ	FreeBSD 4.5
マイクロノード	TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

(2)運動情報取得モジュール

対象者より入力された対象者識別情報から生成した運動情報取得要求を、(1)IPv6 通信モジュールを介して「運動情報データベースシステム」に送信する。

実装：対象者のアクションとしては運動履歴の閲覧、各運動履歴の詳細表示という 2 つのアクションを想定した。

PHP を用いてデータベースに SQL 文を送信した。

(3)運動情報解析モジュール

(1)IPv6 通信モジュールを介して項目番号「7.5.3.4 運動情報データベースシステム」から受信した運動情報取得応答を解析し、(4)出力モジュールに通知する。

実装：PHP で SQL 文の戻り値を解析した。

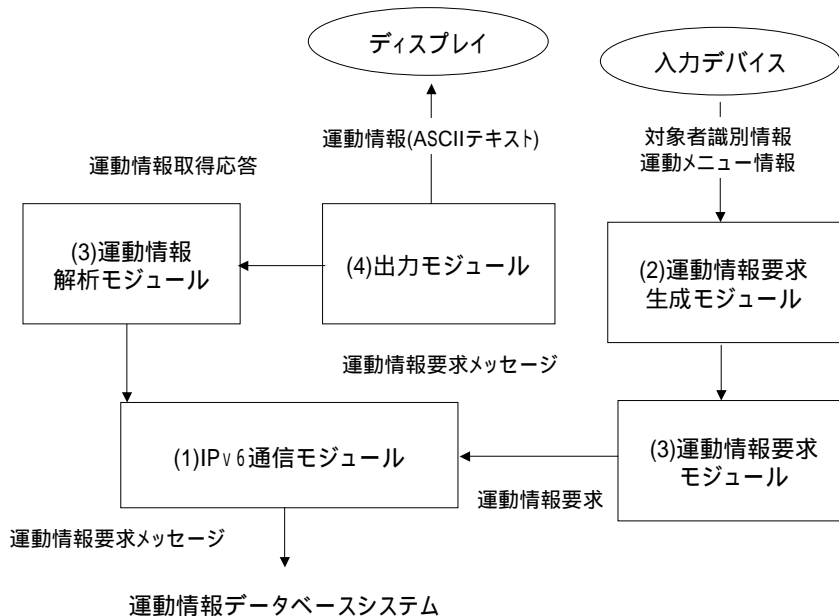
(4)出力モジュール

(3)運動情報解析モジュールから通知された運動情報を画面に出力する。

実装：出力モジュールとしてはPHPのGDライブラリ、jgraphライブラリを使用して運動情報をグラフ化した。

4.1.2.3.5.6 医師、スタッフ向け運動情報提供システム

当該システムは、IPv6 通信モジュール、運動情報要求生成モジュール、運動情報要求モジュールの3つのモジュールによって構成される。



4.1-8 医師、スタッフ向け運動情報提供システム ソフトウェア構成図

ほぼ 5 対象者向け運動情報提供システムと同じである。

(1) IPv6 通信モジュール

当該システムが動作するオペレーティングシステムに提供されるシステムコールを用いて実装した。

各オペレーティングシステムは以下の通り。

運動情報管理サーバ	FreeBSD 4.5
マイクロノード	TINI-OS

IPsec による通信路の暗号化と IPv6 によるグローバルアドレス通信を行った。

(2) 運動情報要求生成モジュール

医師・トレーナーによって入力された運動メニュー情報を、対象者識別情報と組み合わせ運動情報要求を生成（医師・スタッフ向け運動情報提供システム 運動情報要求メッセージを参照のこと）し、次の(3) 運動情報要求モジュールへ通知する。

表 4.1-14 運動情報要求メッセージ

	情報名	内容	値	備考
	発信者 ID	発信者を特定する識別子	整数	
	タイムスタンプ	現在時刻	整数	
	システム ID	該当システムを特定する識別子	整数	
	運動メニュー	利用者が行うメニューを特定する識別子	整数	

(3) 運動情報要求モジュール

(2) 運動情報要求生成モジュールより入力された運動情報要求を、(1) IPv6 通信モジュールを介して「運動情報データベースシステム」に送信する。

4.1.2.3.5.7 対象者向け運動情報提供システム

対象者向け運動情報提供システムは、対象者、すなわちモニター(A)が、自らの運動履歴を閲覧する際に利用するシステムである。本システムにより、それぞれの運動履歴をここに参照することができる。図 4.1-9 は対象者向け運動情報提供システムの出力画面である。



図 4.1-9 対象者向け運動情報提供システム画面 1

この画面より各回の運動履歴(エアロバイクを使った運動の結果の蓄積)を見ることができる。図 4.1-9 の例では、体力テストを 5 回行っていることになる。

同じ画面、右側の結果欄にある「」のついたボタンは、より詳細な情報へのアクセスを提供する。このボタンをクリックすると、該当する記録の詳細な表示画面に切り替わり、脈拍数・エアロバイクの負荷制御の変化、トレーニングの終了時まで消費したカロリー、進んだ距離などの履歴情報を詳細に閲覧することができる。図 4.1-10 はその画面の様子である。



図 4.1-10 対象者向け運動情報提供システム画面 2

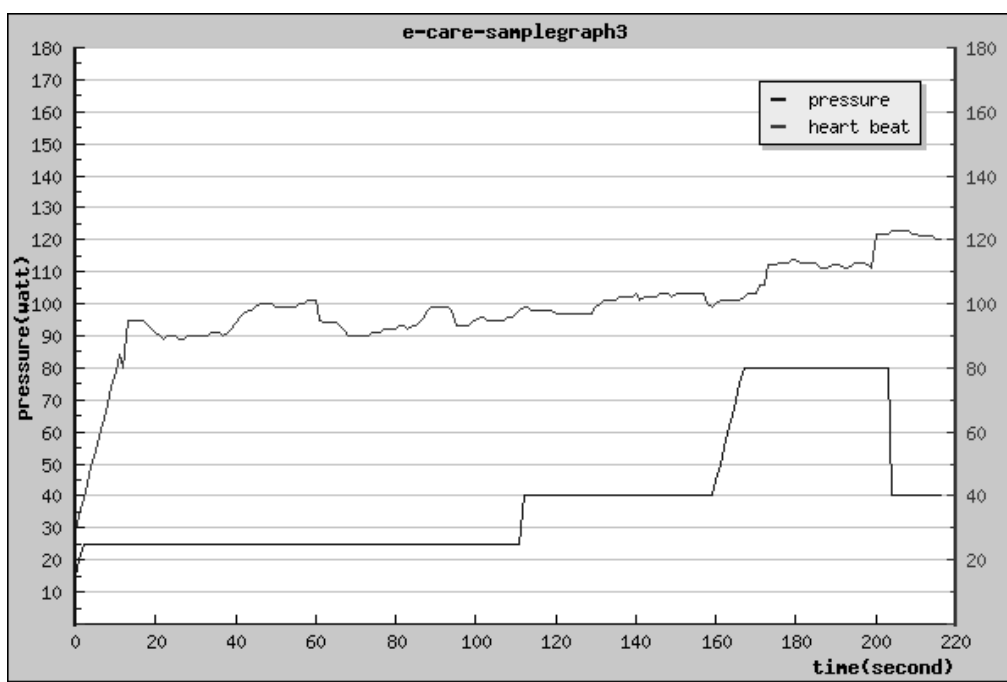


図 4.1-11 対象者向け運動情報提供システム画面 3

4.1.2.3.5.8 医師・スタッフ向け運動情報提供システム

4.1.2.3.5.7 では運動を行った本人に対する情報提供を行うシステムについて述べた。本項では、医師・スタッフが運動処方を行う際に利用する医師・スタッフ向け運動情報提供システムについて述べる。

図 4.1-12 は、医師・スタッフ向けのモニターメニュー設定画面のスクリーンショットである。

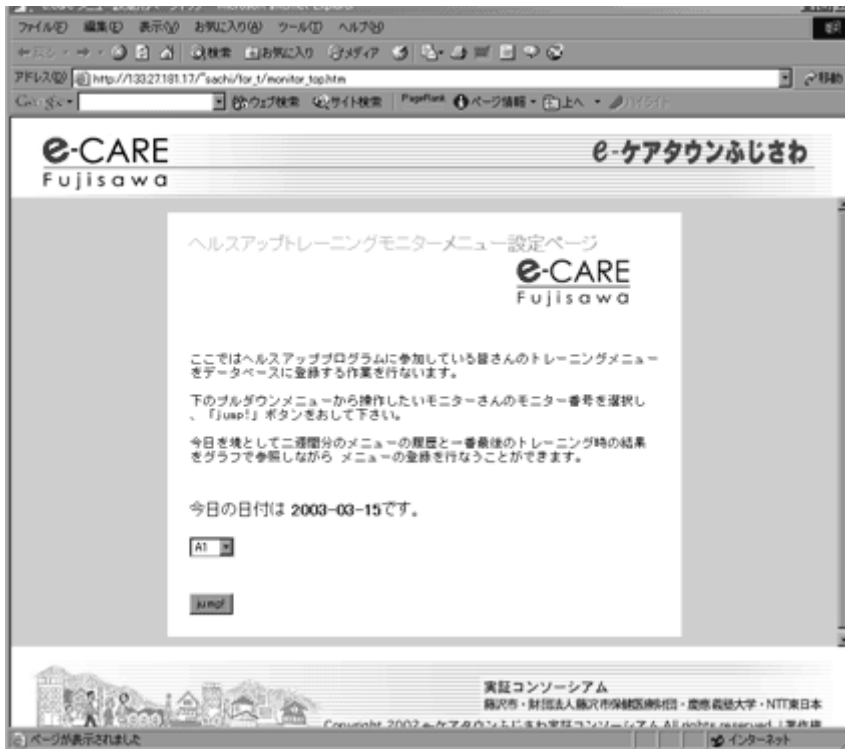


図 4.1-12 医師・スタッフ向け運動情報提供システム画面 1

上図の左下のプルダウンメニューから対象者を選択することで、その対象者を選択することができる。選択して、「Jump!」ボタンを押すとその対象者情報ページデータベースに新たな運動処方を行うことができる。

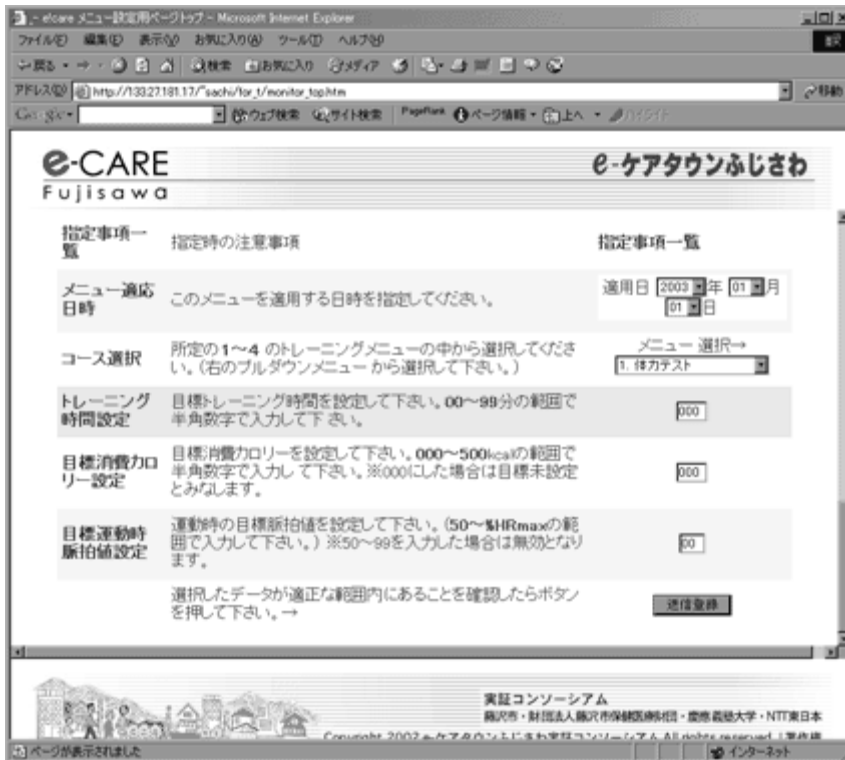


図 4.1-13 医師・スタッフ向け運動情報提供システム画面 2

図 4.1-13 は運動情報を変更するユーザーインターフェースである。医師およびトレーナーは必要に応じてこの画面から対象者の運動処方を行うことができる。今回の実験では、この画面を使って体力テスト(9分)・減量トレーニング(20分)の二つのコースを対象者の最大酸素摂取量、負荷の変化、脈拍の最高値などのパラメータを活用して運動処方をおこなった。

4.1.3 実験結果

4.1.3.1 事前調査の結果

市民を対象に運動による健康維持の意識とその実態を調査するために、2003年1月10日～17日の間、JR 藤沢駅周辺および湘南台駅周辺、藤沢市大庭地区公民館周辺にて、藤沢市在住の20代～70代の男女を無作為に選択し口頭による聞き取り調査を行った。この調査では106名から有効な回答を得ることができた。

今回の調査は、健康のために気をつけていること、健康管理に気を遣っているかどうかということという意識面の調査と、実際の生活に運動が取り込まれているかどうかという実生活面の調査が目的である。設問は次の4問とした。

- 「現在、健康のために気をつけていることは何ですか？」

- 「日ごろから運動していますか？」
- 「健康のために運動を始めようと思ったことはありますか？」
- 「今後健康維持のために始めるとしたらどのようなことを始めますか？」

回答方式は選択式とし、設問が4問と少ないこともあり回答は単一回答のみとした。また口頭での聞き取り調査ということで、協力者の負担にならないよう一人当たりの回答を約5分程度で済ませるように心がけた。

この事前調査における母集団の属性と各設問の回答状況を図4.1-14～図4.1-18にまとめた。

母集団の属性について述べる。図4.1-14は男女比をあらわしている。総回答数106のうち59:47と若干男性の方が多くなっている。一方、図4.1-15は世代別に分類したものである。このグラフから分かる通り、今回の調査では40代・50代の回答が多いことが分かる。これは特に意図した結果ではないが、本実験が対象とするモニター(A)の条件に合致していることもあり、その点に着目していくこととする。

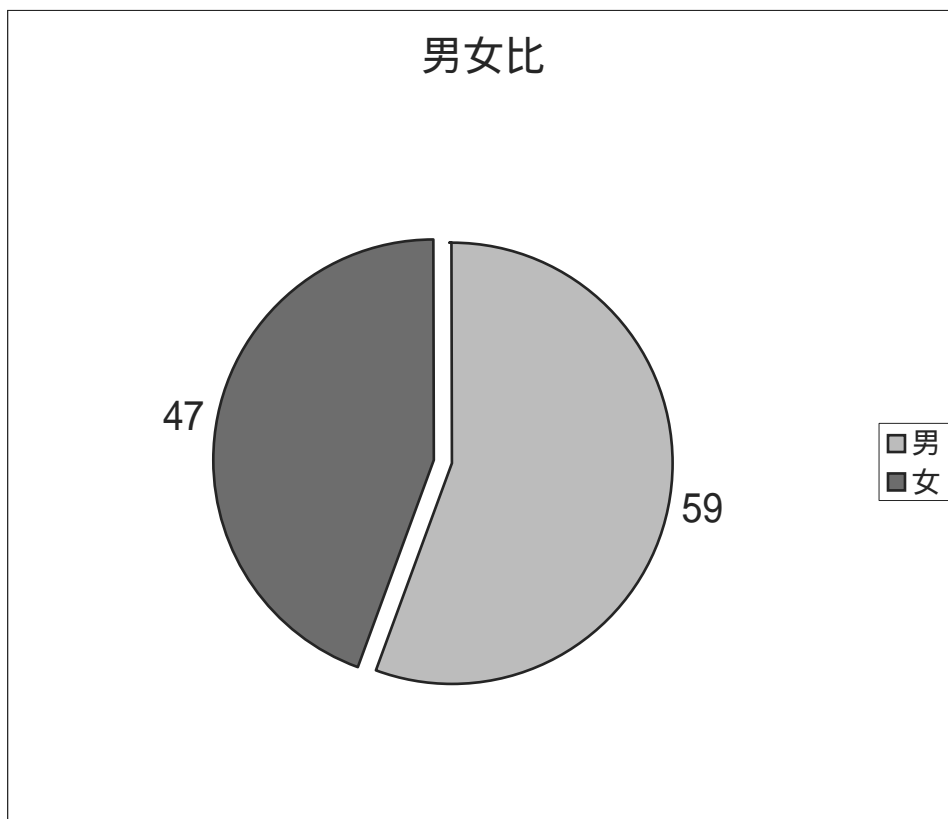


図 4.1-14 母集団の男女比

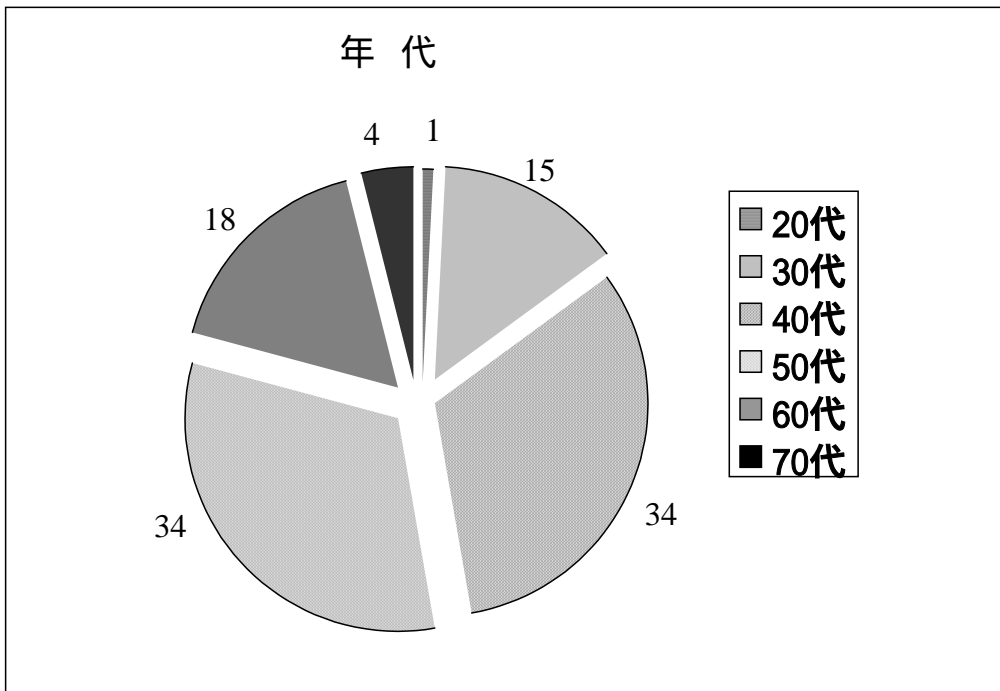


図 4.1-15 母集団年代別

設問1「現在、健康のために気をつけていることは何ですか？」について考察する。この問いの狙いは生活の中で運動による健康管理を意識し実践している人がどの程度いるのかを調べることにある。その結果をグラフ化したものが図4.1-16である。このグラフからも分かるように「適度な運動」と答えた人が38人と全体の3分の1以上を占めていることが分かった。ところで、運動に続いて多かった答えが「食事」と「睡眠」であった。これらを合わせると、「適度な運動」と同じ数になることが分かる。健康には気を遣うが、運動だけによるものではなく人間が生きていくうえで必要なもの、つまり睡眠や食事を充実させることで健康管理を行おうとしている傾向も見出すことができそうである。

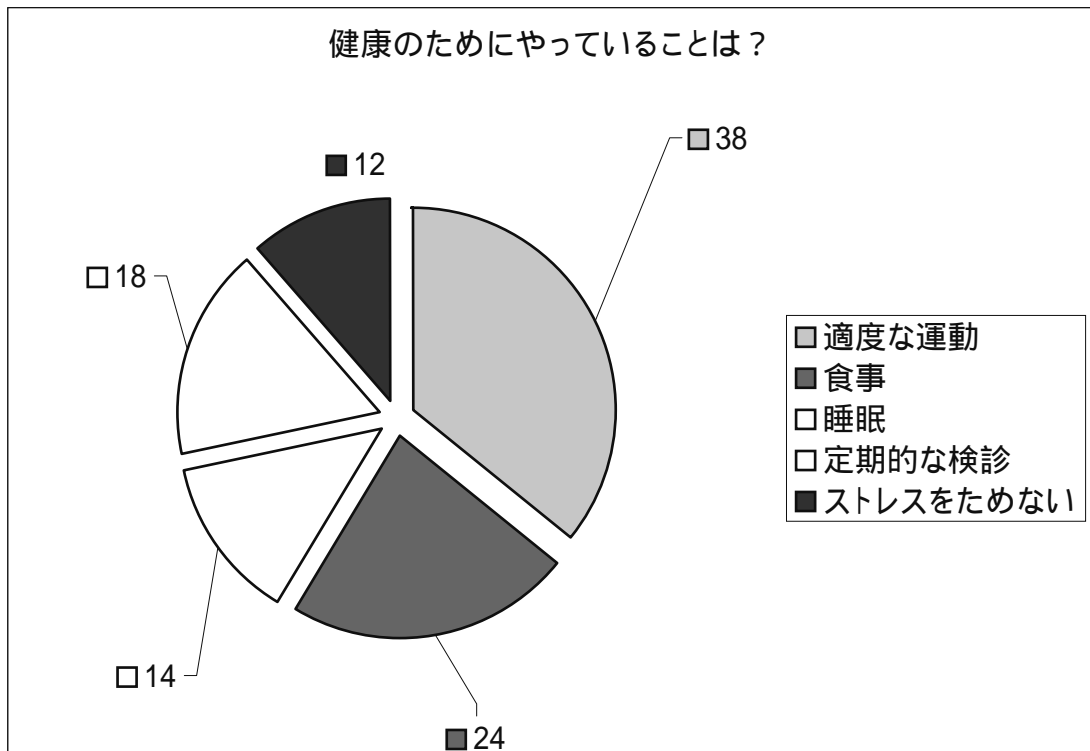


図 4.1-16 健康のために気をつけていることは何ですか？

一方で「日ごろから運動していますか？」という問いに対しては図 4.1-17 にあるよう、まったくやらないが 38 人、週に 1~2 回という回答が 41%という結果になった。前問の適度な運動が占める割合に対して、全体の 70%以上の方が、週に運動するのは多くて 2 度程度というのが現実的な数字であることが想像できる。言い換えれば、運動したい気持ちはあるが、なかなか継続的にやろうとすると時間が取れないという、現代人的な様子も垣間見ることができる。

この調査だけで断言するのは短絡的かもしれないが、傾向として多くの方が健康のために何かをしなければ、というモチベーションを持っているけれど、現実的にそれを実現するのが難しいと考えている様子が容易に想像できる。

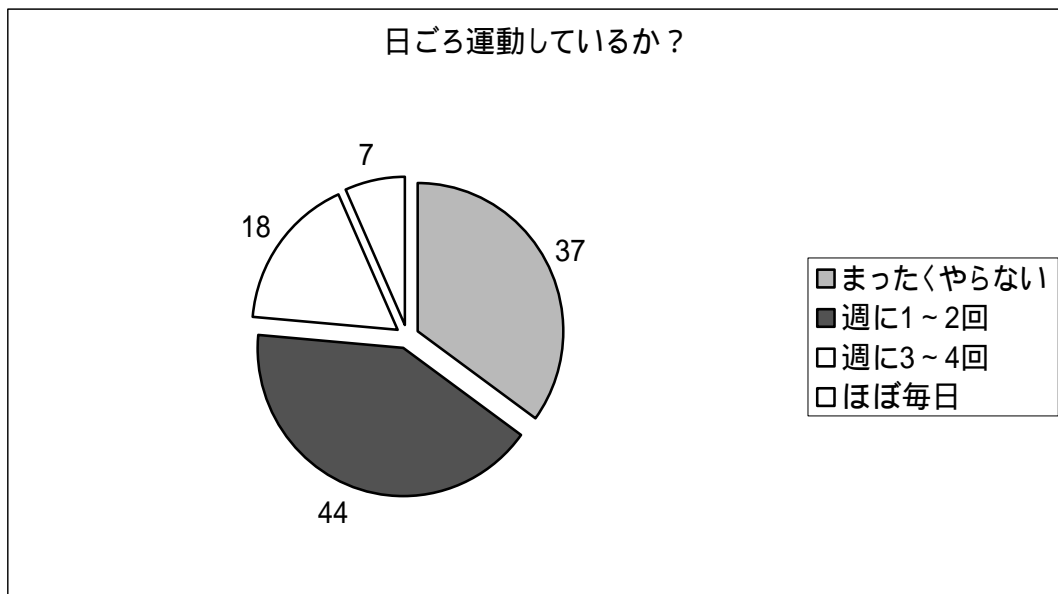


図 4.1-17 日ごろから運動はしていますか？

最後に、「健康のために運動をしようと思ったことはありますか？」という問いに対して「ある」と答えた人が全体の 90%になった。この結果が先ほどの推測を裏付けられるかどうかはより考察が必要だが、運動することが健康に結びつくことは共通認識としてはっきり浸透していることが確認できた。

以上のことから、40代・50代を中心とした調査の結果として、運動するモチベーションはあるが、時間を取ることができない、なかなかきっかけがつかめないと言った 2 次的要因によって健康づくりのための運動に取り組めない、という様子を想像することができる。

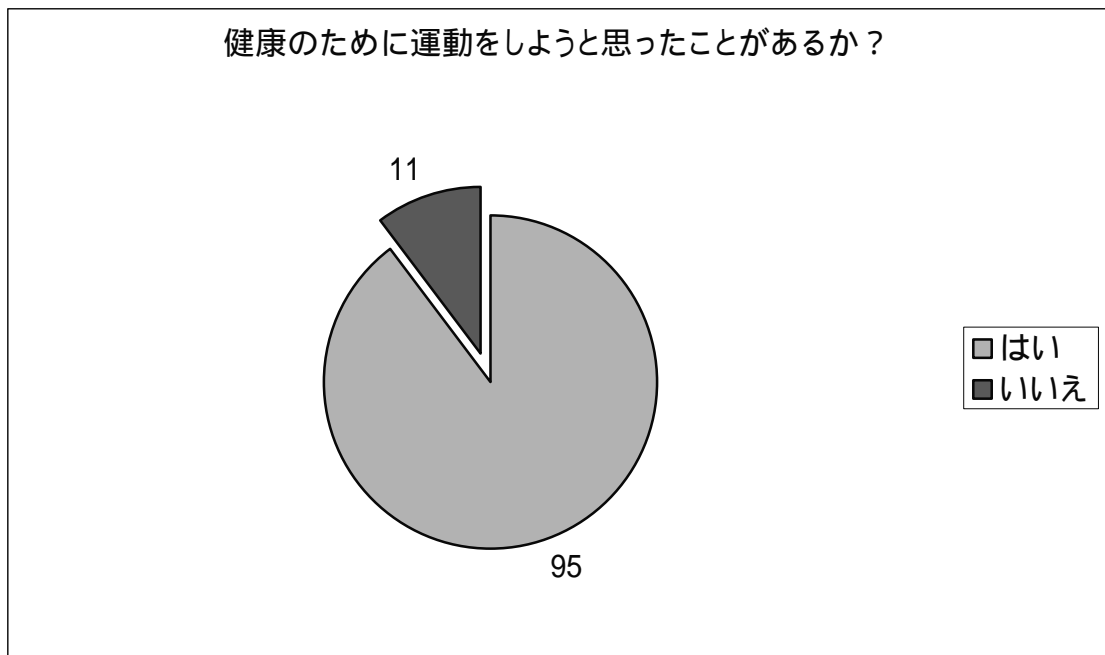


図 4.1-18 健康のために運動しようとおもったことはありますか？

4.1.3.2 モニターについて

1. モニター募集

モニター対象者を藤沢市在住の40歳以上の健康な方を対象とし、藤沢市および藤沢市保健医療財団の協力によって10世帯のモニター候補のリストアップを行った。同時にこれらのお宅への回線接続スケジュールについて調整をお願いした。

2. モニターへの説明と対応状況

モニターへの説明は2月上旬にエアロバイク搬入に際し本実験担当者チームがモニター宅に伺い設置および説明を行った。その後の対応はすべてSFC研究所を通して学生スタッフが対応した。

3. モニターからの意見、要望、アンケート

モニターからの意見としては以下のようなものがある。基本的には結果が残り自分でもできるということでモニターからは大変よく思われている。しかし一方でまだまだ改善の余地があるような意見もよせられており今後も意見の聞き取りというのが非常に重要になってくるであろう。

- 正しく通信できているかどうか確認する方法
- 実験に参加できたことについて新しいことを始められてうれしい。これからも続

けていきたいと思っている。

- 時間帯によって通信できなくなることがあるので、異常時には連絡をして欲しい。
- 乗り心地、サドルの大きさ、ハンドルの調節ができるようにして欲しい。
- メニュー画面が小さくて見難い。

4. モニターへのフォロー内容等（対応記録など）

<問い合わせ内容>

- ・操作マニュアルの通りにやってもなにも反応しない。

<原因>

- ・IPv6 マイクロノードに電源が入っていなかったためこちらが作業することができなかった。

モニター宅に事前に連絡をいれて電源をいれてもらい、その間にリモートログインして設定作業を行った。

- ・こちらが用意した操作マニュアルの一部に誤解されても仕方ない部分があった修正版を用意した。

- ・サーバ側でのデータベースの Permission の設定が間違っていたためにデータベースにアクセスできなかった。

データベースの Permission 設定を正しい設定にして解決した。

- ・サーバ側のデータベースで管理しているトレーニングメニューの一部がフォーマットと違っていたために IPv6 マイクロノードを中継してとんでくるトレーニングメニューをエアロバイク側が正しく認識することができなかった。

決められたデータフォーマットに沿うように直すことで解決した。

- ・モニターがマニュアルどおりにやっているつもりになっていた。

再度スタッフがモニター宅を訪問し一緒に操作を行うことで解決できた。

4.1.3.3 実験の評価方法

実験を評価する方法は以下の8項目とした。

機器導入の際に、プラグアンドプレイ機能によって自動的に IP アドレス、プレフィックス長、default 経路の3つの情報を取得し、それを用いて通信可能な状態になったかどうか、実際に通信を行って検証する。

IPv6 インターネット上の任意の端末から当該システムの各装置に対して IPv6 グローバルアドレスを用いてアクセスを行うことで、本システム内に閉じたコミュニケーションではなく対称なコミュニケーションが行えているかどうかをログとパケットダンプによって検証する。

認証デバイスと認証データベースによって位置や時刻に依存せず本人の特定ができたか利用者履歴により確認する。

本人が継続的に健康づくりに取り組めたか運動情報の履歴から判断する。

本人が認証デバイスを用いることにより手軽に健康づくりに取り組めたかヒアリング・アンケートにより判断する。

医師やトレーナーが定期的に利用者の状態を把握できたか運動情報の履歴から判断する。

本人が医師やトレーナーとのコミュニケーションを十分取れたかヒアリング・アンケートにより確認する。

健康づくりが継続的に行われたことで、本人の体力、健康チェックによるチェック項目の検査結果が変化したかどうかを判断する。

4.1.3.3.1 IPv6 通信機能

IPv6 の機能のうち IPv6 エアロバイクが利用しているプラグアンドプレイ機能、および基本通信機能について検証を行った。4.1.3.3 の および の検証に該当する。

まず、e-ケア・スタジオにおいて、無線 LAN 上を通過するすべてのパケットをパケットキャプチャソフトウェアで取得しはじめる。続いて、IPv6 エアロバイクの電源を ON にし、起動するために十分な時間をおき、パケットキャプチャリングを終了する。この一連の動作の後、IPv6 エアロバイクへ遠隔ログインし、ネットワークインタフェースにグローバルアドレスとリンクローカルアドレスがついていることを確認した。また、経路制御表を確認し、on-link の default 経路が存在し、ping6 コマンドでインターネット上の任意のホストに対して ICMPv6 echo request を送ると ICMPv6 echo reply が受信できることを確認した。

以上のことから、IPv6 エアロバイクには、プラグアンドプレイ機能と IPv6 基本通信機能が正しく実装されていることが分かった。

4.1.3.3.2 簡易認証機能

JavaRing による簡易認証機能を検証した。4.1.3.3 の 、 の検証に該当する。

まず、あらかじめ対象者認証データベースシステムに登録された JavaRing と登録されていない JavaRing を用意し、先に登録されていない JavaRing を IPv6 エアロバイクに差し込んでみる。この時、対象者認証データベースシステムが syslog 経由で出力する処理情報を tail f などのコマンドを使って参照し、登録されていない電子鍵に対する query が届いたこと、およびそれに対するデータベースの検索が終了し、エラーを通知していることを確認した。

続いて、同様の手順で登録されている JavaRing を IPv6 エアロバイクに差し込み、同様の手順で query が届き、データベース内から該当するレコードが読み出され、それが IPv6 エアロバイクへ送信された旨のメッセージが出たことを確認した。

その後、IPv6 エアロバイクの表示画面を確認し、あらかじめ指定されたトレーニングメニューであることを確認した。

以上のことから、簡易認証機能が正しく動作していることが確認できた。

また、モニターの一部に対して電子鍵を用いた認証に関して「手軽な認証だった」かどうかのヒアリングを行ったところ、5人中4人が「はい」と答えた。残る1人は、電子鍵の差し込みが非常に堅いため困難だと答えた。機械的な部分のトラブルが原因と判明し対処した。

4.1.3.3.3 継続的なトレーニングへの取り組み

4.1.3.3の 、 の検証項目である。

IPv6 エアロバイクを設置してから、電子鍵を使った簡易認証とそれに続くトレーニングメニューの取得、および IPv6 エアロバイクから送信された運動情報の内容をまとめたところ、次のような結果となった。

- 期間中最もトレーニングの数が少なかったモニターは0回。
- 期間中最もトレーニングの数が多かったモニターは6回。
- 期間中の平均的なトレーニング回数は 3.3 回。
- 実証実験開始から平均して 2.25 日に一度利用している。

以上により、継続的なトレーニングへの取り組みに対して、一定の効果が推測できるが、因果関係も含め、さらに長い期間を利用して検証すべきであると考ええる。また、トレーニングメニューが 2 種類(体力テストおよび減量トレーニング)に限られていること、スポーツトレーナーと関わる期間が短いことも懸念事項として配慮すべきである、と考えられる。

4.1.3.3.4 医師・トレーナーによる運動処方と履歴の把握

IPv6 エアロバイクから得られた実験結果をもとに、医師・スタッフ向け運動情報提供システムが運動処方およびモニター(A)の運動履歴を把握し、適切な運動処方が可能かどうかヒアリングした。4.1.3.3の および の検証に該当する。また、4.1.3.3の についてもその可能性を示唆した。

その結果、現システムに対して次の問題点の指摘を受けた。

- 運動を始める前の脈拍の状態に応じたウォーミングアップの指定
- 運動前後の体重変化、血圧変化などバイタルサインの取得の必要性
- 個々の運動履歴をばらばらに見せるのではなく、期間や時刻などいくつかのパターンで運動履歴を集約してみせる方法の必要性

適切な運動処方を行うには、いくつかの基礎情報があったほうが良いとの指摘であるが、これは特に遠隔地でトレーニングする際に対象者の異常を検出するために必要不可欠である、と指摘を受けた。来年度の検討課題として盛り込みたい。

なお、純粹にエアロバイクから得られる情報だけを評価の対象とした場合には、トレ

ーニングジムなどで対象者にアドバイスを与えるのとほぼ同じ情報を取得することができるとの評価を頂いた。

4.1.3.4 開発機器について

(1) 開発機器に関するモニターの見解、要望等

- ・ エアロバイクのディスプレイ部分が小さくて暗く感じる
- ・ いろいろと機器があるのでゴタゴタするかと思ったが、コンパクトにまとまっていたよかった

(2) 開発機器に関するケアスタッフなどの意見、要望等

開発機器に関しては、モニターに配っているエアロバイクのできる機能と保健医療センターに配っているエアロバイクが異なるため同じ枠組みで動かすのが難しい。制御するアルゴリズムが違うので同じメニューで動かすということができない。その運動情報制御情報というのを統一化、つまり際最大公約数的なものを決め、2つのエアロバイクの制御を同期しなければならないだろう。また運動情報管理サーバについては今のところ性能に関しては十分耐えられるものであろうと判断した。しかし配布している機器がまだ実験段階ということもありすこし見栄えがよくない、また電源が3ついるということなどに関しては今後改善が必要であらう。

4.1.4 考察

(1) 遠隔トレーニングシステムの基本機能

今年度の研究開発を要約すると以下の5点にまとめることができる。

- ・ トレーニングメニューや履歴などの情報について、IPsec を利用した通信路の安全性の確保を実現することができた。
- ・ 収集したデータの安全性の確保については、データベースへのインタフェース部分において暗号化するなどの手法を考慮し、今年度はその実現可能性について検討した。
- ・ 実際に IPv6 エアロバイクへの制御情報の送信と、運動履歴情報の受信を運動情報管理システムで確認できた。
- ・ トレーナーの入力画面を介して、トレーナーが利用者毎に運動処方を行うことができた。
- ・ 利用者は個人個人の運動履歴を必要に応じて確認することができた。

以上のことから、遠隔トレーニングシステムに必要な基本的な機能は実現できていると考える。一方で、有酸素運動だけではなく筋力トレーニング系の種目にも対応できるよう、それに合わせた形で遠隔トレーニングシステムのデザインを見直す

などの作業が必要不可欠である。

(2) 開発機器の実用化の方向性

本実験によって開発されたシステムは、基本的に IPv6 ネットワークと十分なスペースがあれば、どの家庭にでも導入可能なシステムである。また、今年度はエアロバイクを利用したが、これ以外にもトレッドミル（ウォーキングマシン）や、筋力トレーニングマシンなど、様々なフィットネス機器を利用することも基本的には可能である。

しかしながら、これらの機器を外部から制御する方法は一様ではないのが現状である。たとえば、今回の実験で利用した各モニター宅に設置したエアロバイクと保健医療センターに設置したエアロバイクは、同じメーカーであるにも関わらず、制御方法は全く異なっている。つまり、現状は機材ごとに制御ソフトウェアを作成しなければならない。この点が、実用化に向けた一つの課題である。

現在、XML (eXtensible Markup Language) を利用した運動処方と運動履歴に関する情報共有の統一フォーマットが提案されている。このような社会的な流れに対して、我々としては遠隔トレーニングを前提として、フィットネス機器を制御する部分に必要な機能と、運動処方を格納するデータベースに必要な機能を定義し、それらの中で交換されるデータフォーマットや制御方法の統一を提案していきたいと考えている。

4.1.5 課題・今後の展望

本実験では、遠隔トレーニングシステムの構築という目標を掲げ、今年度はエアロバイクを利用した研究開発を行ってきた。結果として、IPv6 とマイクロノード技術、また JavaRing などの認証技術を利用した遠隔トレーニングシステムを構築し、これらを藤沢市内のモニター10世帯の方々に利用していただくことができた。また、実験期間中に2度のデモンストレーションを外部向けに行った。したがって、本システムの実用化という点では、今後も継続して運用していくことが課題である。

実証実験期間の2週間は短い期間ではあったが、ソフトウェアの品質向上（バグの発見とその対応）、トラブル対応を通じてのデータベース構造の修正、ハードウェアの修正などをのべ10件以上行うことができた。一方で、安定運用に向けた長期負荷試験の必要性、ソフトウェアの品質維持と言った課題も見出すことができた。これらのモニターから得られた知見は、来年度以降も継続的な研究と、新たな課題として取り組んでいきたいと考えている筋力トレーニング系の遠隔トレーニングシステムに向けたノウハウとして整理し、最大限に活用していきたい。

一方で、ターゲットこそ違っても、トレーニングクラブ向けや一般家庭向けに同様の機器が製品として発表されつつある。たとえば、体重計・血圧計などのバイタルサインを計測する機器は様々なところで利用できると考えられる。今後の課題の一つは、これらの機器開発メーカーの多くは通信プロトコルやデータフォーマットを開示せず

に、独自の方式で製品展開を行うことがしばしばあることである。そこで、さまざまな機器と相互に接続できるようなデータフォーマットの標準化が必要となってくると思われる。

また、このような機器が出力する情報は個人情報である考え、第3者への漏洩や改竄などが起こらないように、厳重に管理できなければならないと考える。このことに対する提案として、入力されるレコード単位で利用者の指示に応じた暗号化（共有鍵暗号と公開鍵暗号の種別、アルゴリズム的な強度に応じてできるだけ柔軟に対応できることが望ましい）が行えるようなセキュアデータベースの構築を次年度の計画として考えたい。

今後も、このように遠隔トレーニングシステムが広く社会システムの中で利用されるために必要な技術の研究開発を進めていきたい。