

## 予防医療を実現する生体情報収集基盤

### Biometrical Data Collection Infrastructure implementing Preventive Care

新 堀 聡

**要 約** 経済産業省が実施した情報大航海プロジェクトにおいて、糖尿病の予防医療を実現する疾病管理システムを構築した。本疾病管理システムは、生体情報を取得する複数種のセンサ、生体情報を取り扱う生体情報収集基盤、特定の疾病を管理するアプリケーションから構築された。生体情報収集基盤は、糖尿病患者 50 名が約 4 ヶ月間参加した実運用を通して評価され、生体情報の収集と、患者が生体情報を計測する傾向の把握に成功した。本稿では生体情報収集基盤に焦点を絞り、システム開発で得られた知見に関して整理した結果と、予防医療を実施する際の課題を述べる。

**Abstract** We constructed the disease management system which implements the preventive care of diabetes in the Information Grand Voyage Project prepared by the Ministry of Economy, Trade and Industry. This disease management system was built up from several different types of sensors to obtain biometrical data, the biological data collection infrastructure handling biological information, and the application managing certain diseases. The biological data collection infrastructure was assessed through the actual operations which 50 diabetes patients join in about four months took part; we successfully collected biometrical data, and could measure trends in patient biometric information. In this paper, we focus on the biological data collection infrastructure, and discuss findings summarized in building the system and challenges for providing preventive healthcare.

#### 1. はじめに

医療技術の変化、人口の増加、世界規模での高齢化が進む現在、医療費は各国の財政を圧迫していることが報告されている。医療費の高騰が社会問題となっている米国においては、2008年の統計で、GDPの約16%が医療の社会保障として消費されている。10%を超える国は、米国以外にもスイス、フランス等6カ国あり<sup>[1]</sup>、日本はGDP比で約8%を消費している現状がある。高齢化が進む先進国では、医療費の高騰による財政への影響が顕在化しており、先進国共通の課題となっている。医療費の削減を、医療のサービスの質を落とす、患者の経済的負担を増やす、といったアプローチによって実現することは、経済効果は期待できるが、患者（国民）の指示を得ることは難しい。そこで先進国では、ITを用いて医療を効率化し、患者の支持を得ながら医療費を削減するアプローチが着目されている。これは、医療サービスの質を落とさずに、国が負担する医療費を削減するという効果を狙ったものである。このような取り組みは、世界的に急速に進んでおり、代表的なものに、国家レベルではInfoway<sup>[2]</sup>、NHS<sup>[3]</sup>が、サービスではHealth Vault<sup>[4]</sup>、Google Health<sup>[5]</sup>等が存在する。

2007年度から2009年度まで、経済産業省は、センサ情報を主体とする非文字情報を用い、新たな情報システムの価値を創造する“情報大航海プロジェクト”を実施した<sup>[6]</sup>。情報大航海

プロジェクトは、複数のサブプロジェクトから構成され、各サブプロジェクト単位で、特定の利用用途に対する IT の有効性の実証、汎用的な技術の開発および有効性の検証がされた。情報大航海プロジェクトの注力分野のひとつは医療であり、2008 年度と 2009 年度に医療に関するサブプロジェクトを実施し、2008 年度はメタボリックシンドローム、2009 年度は糖尿病を対象とし、予防医療に対する IT の有効性を実証した。本稿では、2009 年度に実施したサブプロジェクトである eCarna（イーカルナ）プロジェクトで構築したシステムとシステム開発で得られた知見に関して記載する\*1。

eCarna プロジェクトでは、軽症の糖尿病患者を軽症に留めるための IT の適用方法の検討と、その有効性を実証することを目的とした。具体的には、軽度な糖尿病患者の日常生活をモニタリングし、その結果から適切な治療およびアドバイスを行うことや、リコメンデーション\*2 によって患者の生活習慣を変え、患者の健康状態を改善することを狙った。患者の日常生活をモニタリングする理由は、糖尿病の約 9 割が、糖尿病になりやすい生活習慣を送ることによって発症するためである<sup>[9]</sup>。eCarna プロジェクトでは、複数のセンサを用いて患者の自宅や外出先で生体情報を取得した後、その情報を基に治療計画とリコメンデーションを自動作成した。

eCarna プロジェクトで構築したシステムは、大きく“情報の収集”（センサを用いた生体習慣データの収集）と、“情報の活用”（生体情報を用いた治療、アドバイス、リコメンデーション）の二つの機能からなる。本稿では、このうち“情報の収集”を対象範囲とし、構築した“生体情報収集基盤”について述べる。本論文の構成は次のとおりである。2 章では、eCarna プロジェクトの概要と本論文の対象範囲を記述する。3 章では、生体情報収集基盤が満たすべき要件について述べる。4 章では、構築した生体情報収集基盤について記載する。5 章で、評価および議論を行い、6 章で本稿をまとめる。

## 2. eCarna プロジェクト

### 2.1 糖尿病の特徴

糖尿病患者は、日本に 890 万人存在すると報告されている<sup>[10]</sup>。また、そのうちの約 4 割が治療を放置している（患者が通院していない状態）と言われている。糖尿病は初期は自覚症状が少なく発見が遅れがちなことに加え、発症すると治りにくいために、長期・継続的な治療を必要とすることが知られている。しかし、患者は初期においては放置しがちな、通院しても効果がなかなか見えないことから脱落（通院を中断）しがちな特徴をもつ。治療を継続しないと、糖尿病神経障害、糖尿病網膜症、糖尿病腎症等の合併症を併発し、最終的には腎不全や心疾患にまで至る場合があるので、放置や脱落を防ぐ必要がある。また、治療にあたっては、専門医が不足しており、通院をしている患者の約 80% が非専門医の診察を受けているという状況である。糖尿病の治療のためには、軽症の段階から、継続的に適切な治療を受け、生活習慣を改めて重症化を防ぐことが必要である。

### 2.2 eCarna プロジェクトと本論文のスコープ

糖尿病の約 9 割が、糖尿病になりやすい生活習慣を送ることによって発症することは、1 章で述べた。生活習慣を改善し、専門医による適切な治療を受け、病状の進行を緩やかにできれば、腎不全や心疾患等に及ぶ重い症例の治療回数を削減することが可能となり、これらにかかる高額\*3 な治療費の削減が期待できる。図 1 に示すとおり、eCarna プロジェクトでは、情報

システムを用いることで、糖尿病の生活習慣を改善し、専門医の知識を生かした治療をシステムで支援することを目的とした。図2に eCarna システムの全容を示す。本システムでは、センサ、ホームサーバ、携帯電話によって患者の生活習慣を把握し、生体情報収集基盤に患者の日々の生活習慣の情報を収集した。図2に示す糖尿病疾病管理において、収集された生体情報、医療機関から取得される情報（血液検査結果等）、専門医の知識を統合した。これによって、図1に示す治療計画の提示と、治療実績の記録、生活習慣の改善（リコメンデーション）を実現した。

本論文では、図1に示す“生活習慣の把握”を対象範囲とする。本対象範囲は、図2における生体情報収集基盤に相当する。

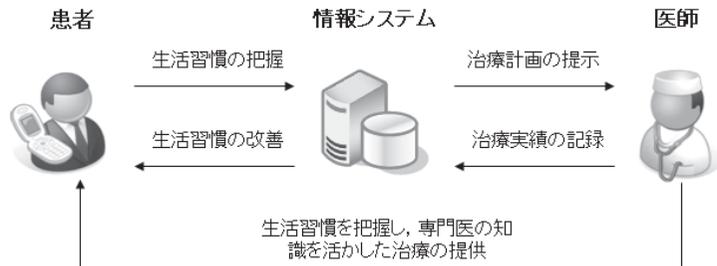


図1 eCarna システムの概要

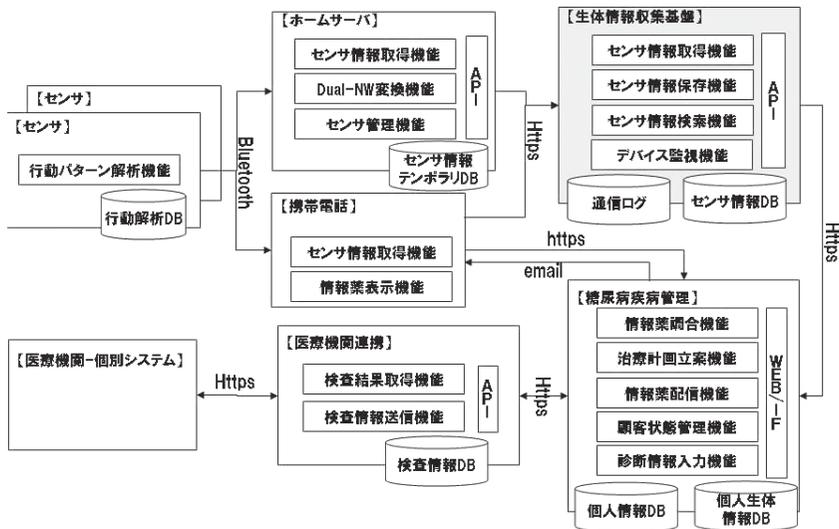


図2 eCarna システムの全容

### 3. 課題と要求

#### 3.1 生活習慣把握の課題

生活習慣を改善する必要性については、広く認知されているが、実行するには主に二つの課題がある。

### 課題 1. 実生活習慣の把握が困難

医師が患者に生活習慣の改善を指導したとしても、一般に糖尿病患者の通院は月に一回程度である。従って、生活習慣改善を実行する期間のほぼ全てが（実質 29日/月）、個人の努力に委ねられている。医師はこの期間の生活習慣を把握することは事実上不可能である。

### 課題 2. 脱落のリスク

通院しても脱落が発生する。闘病意欲の強くない糖尿病患者に闘病を継続させるような仕組みが必要である。

## 3.2 要求

3.1節で述べた課題1を解決するためには、定量的に患者の生活習慣を把握する必要がある。糖尿病になりやすい生活習慣に、運動不足、肥満がある。また、高血圧も糖尿病と密接に関連があることが知られている。さらに、糖尿病患者は自身の血糖値をコントロールし、適切な食生活を送る必要がある。以上のことから、日常の生活習慣を反映する、“運動の状況”、“体重”、“血圧”、“血糖値”の生体情報<sup>\*4</sup>を医師が把握できることが必要である。

課題2を解決するためには、生活習慣の把握の負担を最小化し、動機付けを行うことが必要である。ただし、患者をいかに動機付けるかという点については、心理学的な側面に言及する必要があるため、本論文の対象範囲外とする<sup>\*5</sup>。

これらに加えて、本プロジェクトでは、糖尿病以外にも有効となる情報システムの構築を目指した。特定の疾病に限定せず、患者の生活習慣を把握できる仕組みが必要である（表1）。

表1 要求

番号	内容	備考
要求1	“運動の状況”、“体重”、“血圧”、“血糖値”の生体情報を医師が把握できること。	患者が自宅にいても生体情報を把握できる。
要求2	生活習慣の把握の負担を最小化し、動機付けを行うことが必要となる。	動機付けについては、本論文の対象範囲外とする。
要求3	特定の疾病に依存しない、生活習慣把握の仕組みを所持すること。	

## 4. 生体情報収集基盤

### 4.1 アプローチ

3.2節表1の要求1を実現するために、“運動の状況”、“体重”、“血圧”、“血糖値”について、それぞれ行動計<sup>\*6</sup>、体重計、血圧計、血糖計を用いて生体情報を取得した。なお、体重計、血圧計については固定式（患者の自宅に常設）としたが、行動計、血糖計については携帯式とした。これは、行動計については常時計測のため、血糖計については外出先でも手動計測するためである。要求2の負担の最小化を実現するために、行動計、体重計、血圧計については計測したデータを Bluetooth（無線通信規格のひとつ）を用いて自動的に収集できる仕組みとした<sup>\*7</sup>。無線を用いる理由は、患者のデータ記録の手間を削減することと、虚偽の報告を避けるためである。これらのセンサから送信されるデータをホームサーバまたは携帯電話によって一度受信し、それを上位のサーバに送信することにより、患者の生体情報を取得した。用いたセンサとその計測間隔等の説明を表2に、センサの運用概要を図3に示す。図3に示すとおり、

ホームサーバはイーサネットと FOMA の二つの通信経路を持つ。糖尿病患者は比較的高齢であることから、ネットワークの設定を簡易化する運用上の目的で、携帯回線を加えた。これにより、ホームサーバを置けば生体情報を取得することが可能になる。なお、eCarna プロジェクトでは一つの環境（患者の自宅）に複数の患者が存在することを想定していない。

表2 センサ

センサ	説明	計測間隔	通信方式
行動計	歩く、走る、寝る、立つ等の八つの行動パターンをセンサ内部で解析して10分間隔で行動計から携帯電話に送信する。(開発機器)	1分間の代表値を取得	Bluetooth SPP*8 (Master)
体重計	体重を測定後、体重計がホームサーバにリアルタイムで送信する。(A&D UC-321PBT)	任意 (一日一回程度)	Bluetooth SPP(Master)
血圧計	血圧(心拍を含む)を測定後、血圧計がホームサーバにリアルタイムで送信する。(A&D UA-772PBT)	任意 (一日一回程度)	Bluetooth SPP(Master)
血糖計	血糖を測定後、携帯電話でWEBサイトにアクセスし、血糖値、付加情報(食前、食後の情報)を入力する。(アキュチェックアビバ)	任意 (週3回程度)	携帯電話への手入力
ホームサーバ	体重計、血圧計から任意のタイミングで送信されるデータを収集し、上位のサーバに送信する。(開発機器)		Bluetooth SPP(Slave)
携帯電話	行動計から任意のタイミングで送信されるデータを収集し、上位のサーバに送信する。血糖計についてはWEBサイトへのアクセスによりデータを患者が登録する。(ソフトバンク X05HT)		Bluetooth SPP(Slave)

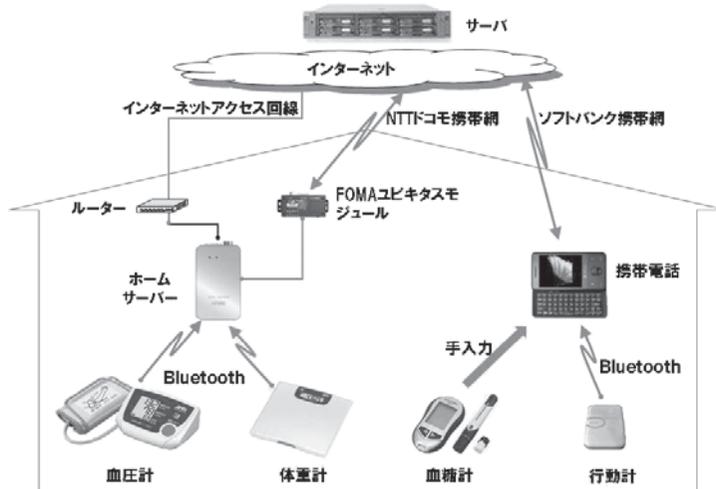


図3 センサ運用概要

疾病（アプリケーション）を限定せず、新たな疾病への対応も視野に入れる（要求3を満たす）よう、生体情報収集基盤を構築した。従って生体情報収集基盤は、アプリケーションプログラマからみた場合に、利用価値のある処理を備える必要がある。主たる生体情報収集基盤の機能を表3に示す。

表 3 生体情報収集基盤の主機能

機能	説明
データ受信機能	下位のデバイス（ホームサーバや携帯電話）から生体情報を受信し、データの解析と保存を行う。
データ送信機能	上位のアプリケーションからのリクエストに応じて、APIを介して生体情報を提供する。
管理機能	センサの稼働状況や、センサ間の関連（例：ホームサーバと体重計、血圧計）を取り扱う。
データ参照機能	上位のアプリケーションとの障害の切り分けの簡易化のために、センサデータの受信状況やセンサの管理情報を参照できる。

## 4.2 実装

生体情報収集基盤の動作環境を表4に示す。表4に示すとおり、Javaにより生体情報収集基盤を実装した。なお、ハードウェア稼働環境は、HP ProLiant DL380<sup>9)</sup>とした。

表 4 生体情報収集基盤の動作環境

項目	内容
オペレーティングシステム	RedHat Enterprise Linux Advanced Server4 Update5(x64)
ランタイム	Java Runtime Environment Version6 Update18
アプリケーションサーバ	Jboss Application Server 5.1.0.GA
データベース	Oracle Database 10g express Edition

生体情報収集基盤の実装のポイントは、大きく四つある。以下1)～4)にて説明する。

### 1) センサの監視

多数のセンサを管理し、ホームサーバや携帯電話から生体情報が定期的に収集できているかを監視する機能が必要である。ホームサーバと生体情報収集基盤間で定期的にハートビートを送受信することにより、異常（3日間体重計のデータがあがらない等）を監視する機能を備えた。また、一定期間生体情報が取得できない場合に、警告を表示する機能を実装した。これらの機能によって、センサ、ホームサーバ、ネットワークの障害を分離することが、一定の品質で可能となる。

### 2) センサと生体情報の紐付けの動的な変更

センサをレンタル等で配布する形態を想定する場合、同一のセンサを複数人が利用する可能性がある。例えば、Aさんが利用していた体重計を、Aさんが利用しなくなったことによって、Bさんが利用する場合がある。本プロジェクトでは、当初、センサと生体情報の紐付けを静的にしていたが、Bさんが利用した際にBさんの体重がAさんの体重として記録されてしまう状況があった。こうした経緯から、センサと生体情報の紐付けを動的に変更可能とし、中継する携帯電話やホームサーバを変更した場合には、異なる利用者の生体情報として扱うよう実装した。生体情報のように個人の情報を扱う際に必要となる特徴的な機能と言える（個人情報扱わない基盤システムとしての選択である）。

### 3) 生体情報固有の特徴への対応

生体情報は機微な情報に属する。そのため、ホームサーバ、携帯電話から生体情報収集基盤の間の通信経路は、SSLにより暗号化した。なお、実用化の際には、大量のデータを処理する可能性があることから圧縮も実施した。これらに加えて、情報そのものの中で個人を特

定するものはセンサのシリアルナンバーに留め、アプリケーションでシリアルナンバーと個人の情報を紐付ける実装とした。

また、ホームサーバの機能ではあるが、計測したデータが一定の閾値を超えていて人命に関わる場合、SNMPのトラップを用いることによって異常値の通報を可能とした。同時に、ネットワークトラブルに備えて、ホームサーバおよび携帯電話には一定期間のデータを保存する領域を確保した。

#### 4) 通信フォーマットと API

ホームサーバおよび携帯電話からの生体情報の送受信をXMLで記述し、一般的なWEBシステムとの親和性を高めた。上位のアプリケーションに対して生体情報収集基盤はWEBサービスとしてAPIを準備し、上位のアプリケーションの要求に応じた実装を可能とした。代表的なAPIに、センサの管理、データの取得、稼働状況の確認、ハートビートの取得等がある。

なお、生体情報収集基盤を含めて糖尿病疾病管理システムに関する詳細は参考文献<sup>[11][12][13]</sup>に記載されている。

## 5. 議論

### 5.1 評価

2009年11月1日から2010年2月20日まで本システムを運用し、糖尿病患者50名が参加した。本節では、生体情報収集基盤の責務としての生体情報の取得状況に着目し、以下の三つの観点で評価結果を記載する。

- ・生体情報の妥当性
- ・生体情報計測の傾向
- ・ホームサーバの稼働状況

なお、評価に用いたデータは、1月17日から2月17日に取得された体重、血圧、血糖データとした。これはeCarnaプロジェクト自体がいくつかのフェーズに分けて実施され、生体情報収集基盤の機能がフェーズにより異なるためである。また、行動計についてはデータの性質が異なる<sup>\*10</sup>ことから本節には記載しない。

#### 5.1.1 生体情報の妥当性

生体情報として妥当でない値を取得する場合がある。取得値を検証した結果、表5の結果を得た。表5に示す項目1は、体重計に乗ったタイミング（例：片足を載せたが両足では乗らなかった等）に依存して発生する異常データである。こうした異常データはアプリケーションで処置することが適切であるため、生体情報収集基盤上で特別な処理は実行しなかった。項目2, 4, 6は体重計、血圧計、血糖計の時間がサーバの時間と少なくともずれていた<sup>\*11</sup>ことを示す。センサとサーバの時間のずれの全ては10分以内に留まっていたが、厳密な時間を必要とするような生体情報の場合はセンサとの時間同期が必要になる。項目5は再送のタイミング等によって発生している同一データの重複を意味する。重複データについては生体情報収集基盤で削除した。

表5 取得した生体情報の異常値

項目	生体情報	異常内容	件数	総計測回数	割合
1	体重	10キログラム未満	49	1450	3%
2	体重	計測日時が未来	598	1450	41%
3	血圧	異常値	0	1518	0%
4	血圧	計測日時が未来	821	1518	54%
5	血糖値	同一計測重複入力	316	1300	24%
6	血糖値	計測時刻が未来	62	1300	5%

### 5.1.2 生体情報計測の傾向

患者が生体情報を取得している傾向を表6に示す。ピーク（日）は一日の中のピークを示す。体重、血圧については、二つのピークが存在した。参考のために、図4（左）に体重計測のピーク（日）を示す。形状は体重と血圧でほぼ同様であるが、体重は23時近辺にもピークが存在する点が血圧と異なる。血糖については、食事と密接に関連する生体情報であるため、予想通りピークが三つ存在した。ピーク（週）は、各データともに週末に少ない傾向が顕著に見られた。図4（右）に体重計測のピーク（週）を示す。横軸の日付を記載している日が日曜日である。平均計測率は、各生体情報を一日一回毎日計測するとした場合に実際に計測された回数を示す（計測回数を計測機会で割った率）。体重については70%の割合で被験者が毎日計測するが、血糖については2日に一回程度計測していたことがわかった。

表6 生体情報計測の傾向

項目	生体情報	ピーク（日）	ピーク（週）	計測率
1	体重	午前8時から9時と、17時から19時の二つのピークが存在。	週末に少ない。	70%
2	血圧	午前8時から9時と、17時から19時の二つのピークが存在。	週末に少ない。	67%
3	血糖	朝食、昼食、夕食の三つのピークが存在。	週末に少ない。	54%

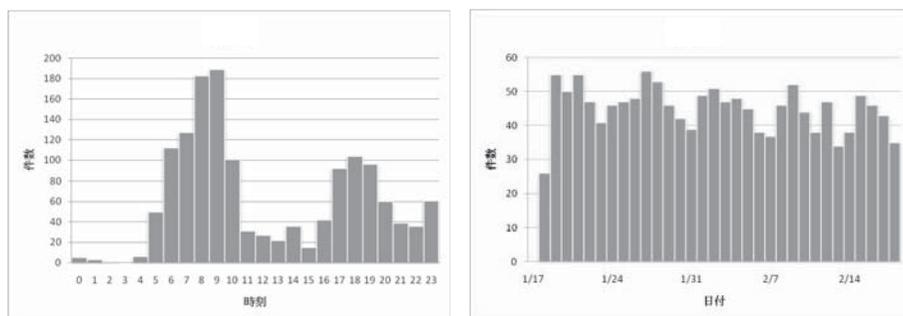


図4 体重計測のピーク（日）、（週）

### 5.1.3 ホームサーバの稼働状況

図5に検証期間中に得られたホームサーバの稼働通知を示す。ホームサーバ、生体情報収集基盤間では80分に一度ハートビートを送受信することでホームサーバの稼働状況の管理を実

施した。運用したホームサーバからハートビートをすべて受信できた場合、毎日 900 件のハートビートが取得できる。図 5 より、ハートビートが 100% 計測されていないこと、1 月末と 2 月上旬にハートビートが欠損していることがわかる。前者については患者にヒアリングをした結果、患者が生体情報の計測前後でホームサーバの電源を ON/OFF していたことがわかった。後者は特定されていないが、解析の結果ネットワークトラブルと推定された。

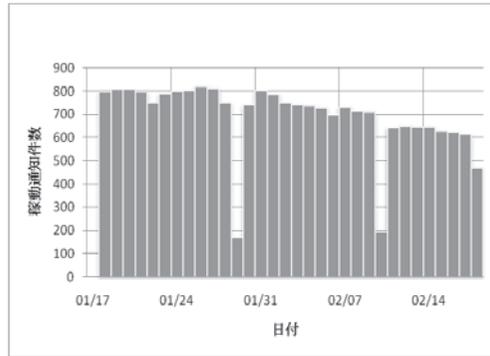


図 5 ホームサーバの稼働状況

## 5.2 議論

本節では、生体情報収集基盤の汎用性、運用時の課題、技術の課題について議論する。

### 1) 汎用性

生体情報収集基盤は、上位のアプリケーションに依存しない生体情報収集システムとして実装した。上位のアプリケーションとして糖尿病疾病管理システム以外に、日々の体重や血圧の変化とその傾向を携帯電話で利用者が閲覧する健康管理システムを実装した。双方のアプリケーションは、機能的に重複が多数あった。汎用性の検証のためには、糖尿病と大きく異なるような疾病に対応したアプリケーションに適用し、仕組みとしての妥当性・有効性を証明する必要がある。

### 2) 運用時の課題

運用における最大の課題は、患者への運用教育である。例えば、患者が計測前後でホームサーバの電源を ON/OFF してしまったため、Bluetooth の通信のタイミングによっては、生体情報収集基盤がデータを長期間取得できない状況があった。本状態と、単に長時間生体情報を取得できない状態（頻繁に計測を行わない患者等）を切り分けるためにはハートビートを監視すれば可能であるが、本状態を想定することが困難であった。また、FOMA ユビキタスマジュールのアンテナの置き場所が悪いためにデータが取得できない状況もあった。患者に予めシステムの説明は実施したが、想定しない運用トラブルに数多く遭遇した。その結果、本プロジェクト期間中には、実際の運用形態を把握するために、患者の自宅まで足を運ぶ事態が多数発生した。運用トラブルを予測・把握し、運用教育を行うことは、(高齢者の多い)在宅型予防医療の重要なポイントと考えられる。運用を支援する仕組みの導入等は、有効な解決策のひとつとなる。

### 3) 技術の課題

技術の観点での最大の課題は、生体情報収集基盤側から、任意のタイミングでセンサの状

態を把握することができないことであった。例えば、ある患者の体重の情報が長期間上がってこない場合には、①体重計とホームサーバの距離が離れている、②体重計の電池が切れている、③（距離は近いが）計測していない、といった可能性が存在する。任意のタイミングで生体情報収集基盤からセンサの状態を監視できれば、少なくとも③の状態は検知することができ、コールセンターの労力を削減することができる。だが、生体情報収集基盤では、センサが Bluetooth の Master となることで、（患者が計測を終えた直後など）任意のタイミングでホームサーバや携帯電話にアクセス可能な設計にしている。基盤側から任意のタイミングでセンサの状態を把握するには、バッテリーで稼働するセンサが Bluetooth の Slave となる必要があるが、Master からのリクエストを待機するために電力を消費してしまう。バッテリー、通信頻度、管理コストのトレードオフをバランスさせた通信手法・技術を確立する必要がある。

なお、eCarna システム全体としての最大の課題は、ユーザインタフェースであった。プロジェクト実施後に患者インタビューを実施した結果、簡易に利用できる技術として洗練させることが最優先という結果を得た<sup>[14]</sup>。

### 5.3 医学的な効果について

医学的な効果については本稿の対象範囲とはしなかったが、本節に付記する。糖尿病については、本プロジェクトの検証により、年間 33 万円程度の医療費が削減できる可能性が示唆された<sup>[15]</sup>。これは、本システムを運用する患者 50 名（介入群）、本システムを利用しない患者 50 名（対象群）の HbA1C（糖尿病治療で用いられる血糖コントロールの指標）の変化を比較した結果から、糖尿病の重症化のリスクをシミュレーションすることによって求められた。リスクが低減することにより、腎不全や心疾患のリスクが減り、結果として医療費が削減される効果が期待・示唆されている。

## 6. おわりに

2009 年度に実施した、経済産業省情報大航海プロジェクトの eCarna プロジェクトでは、糖尿病を対象とした疾病管理システムを構築した。本稿は、eCarna プロジェクトで実装したシステムのうち、生体情報を収集する汎用的な基盤システムである“生体情報収集基盤”について述べた。生体情報収集基盤を用いることで、患者から行動、体重、血圧、血糖等の生体情報を収集し、上位のアプリケーションと連携させて糖尿病疾病管理システムを構築することに成功した。今後は、他疾病への適用や、運用時の教育を加味してシステムとしての有効性を実証していく。生体情報収集基盤は、経済産業省により公開されており、当該基盤の予防医療に対する貢献が期待される。

- 
- \* 1 2008 年度に実施したプロジェクト[7][8]については、本稿の対象範囲外とする。また、システム開発の知見の共有を目的とするため、医学的な効果に関する記載は補足的な位置づけとする。
  - \* 2 システムによって自動作成される生活習慣指導。
  - \* 3 年間の治療費として腎不全は約 500 万円、虚血性心疾患は約 76 万円と報告されている。
  - \* 4 患者の習慣を生活習慣、センサ等によって取得される定量的な数値を生体情報と定義する。
  - \* 5 本プロジェクトでは、メールベースでの通院の案内・催促や、検査情報の開示によって実施した。

- \* 6 患者の腰につけて、加速度の変化から行動を推定するセンサ.
- \* 7 血糖計については日本で認可された製品が存在しなかったことから、手入力とした.
- \* 8 SPP: Serial Port Profile
- \* 9 製品番号 161063-291
- \* 10 行動の推定を行うこと、測定を行わなくても生体情報を取得できることが異なる.
- \* 11 センサの時計が遅れていることは特定できない.

- 参考文献**
- [1] 「Healthcare Spending as % GDP」(2009年8月25日23:38の版), wikipedia.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:International\\_Comparison\\_-\\_Healthcare\\_spending\\_as\\_%25\\_GDP.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:International_Comparison_-_Healthcare_spending_as_%25_GDP.png)
  - [2] <http://www.infoway-inforoute.ca/lang-en/>
  - [3] <http://www.connectingforhealth.nhs.uk/>
  - [4] <http://www.healthvault.com/personal/index.aspx>
  - [5] <http://www.google.com/Top/Health/>
  - [6] <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Interview/20100222/344889/>
  - [7] 井上創造, 竹森正起, 鶴田紘子, 中島直樹, 須藤修, 「特定健診効率化のための加速度センサによる行動判別, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009)」, シンポジウム DICOMO2009 論文集, 2009年7月, pp1370-1379
  - [8] 末永俊一郎, 根本亘, 井上創造, 千田廉, 中島直樹, 「ライフログ無線ネットワークにおけるデータ取得実験, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009)」, シンポジウム DICOMO2009 論文集, 2009年7月, pp1362-1369
  - [9] 「糖尿病」(2011年1月26日(水)08:16 UTCの版), 『ウィキペディア日本語版』.  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%B3%96%E5%B0%BF%E7%97%85>
  - [10] <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/12/h1225-5.html>
  - [11] 「平成21年度 経済産業省情報大航海プロジェクト サービス共通技術の開発 健康管理自己情報コントロール技術 詳細仕様書」, 情報大航海プロジェクト, 経済産業省, 2009年10月
  - [12] 「平成21年度 経済産業省情報大航海プロジェクト サービス共通技術の開発 健康管理自己情報コントロール技術 詳細仕様書 バイタルDB 詳細仕様書」, 情報大航海プロジェクト, 経済産業省, 2009年10月
  - [13] 「平成21年度 経済産業省情報大航海プロジェクト サービス共通技術の開発 健康管理自己情報コントロール技術 詳細仕様書 健康管理情報配信システム 詳細仕様書」, 情報大航海プロジェクト, 経済産業省, 2009年10月
  - [14] 「平成21年度 経済産業省情報大航海プロジェクト サービス共通技術の開発 健康管理自己情報コントロール技術 検証評価報告書 (適用性検証編)」, 情報大航海プロジェクト, 経済産業省, 2009年10月
  - [15] 「平成21年度 経済産業省情報大航海プロジェクト モデルサービスの開発と実証 事業報告書 次世代解析技術を活用した携帯情報端末などを用いた情報循環方式による健康管理」, 情報大航海プロジェクト, 経済産業省, 2009年10月
- 上記参考文献に記載の URL は, 2011年2月7日時点での存在を確認.

**執筆者紹介** 新堀 聡 (Satoshi Shimbori)

1983年, 日本ユニバック (現日本ユニシス) 入社. 自動車など製造業向けの営業を長年担当. ビジネスアグリゲーション事業やユビキタス関連ビジネスの立ち上げを手掛けた. 2010年, ビジネス創出センター事業企画開発第2室室長.

