

ライフ顕微鏡:20人のライフタペストリーが語る 人とセンサとITの未来

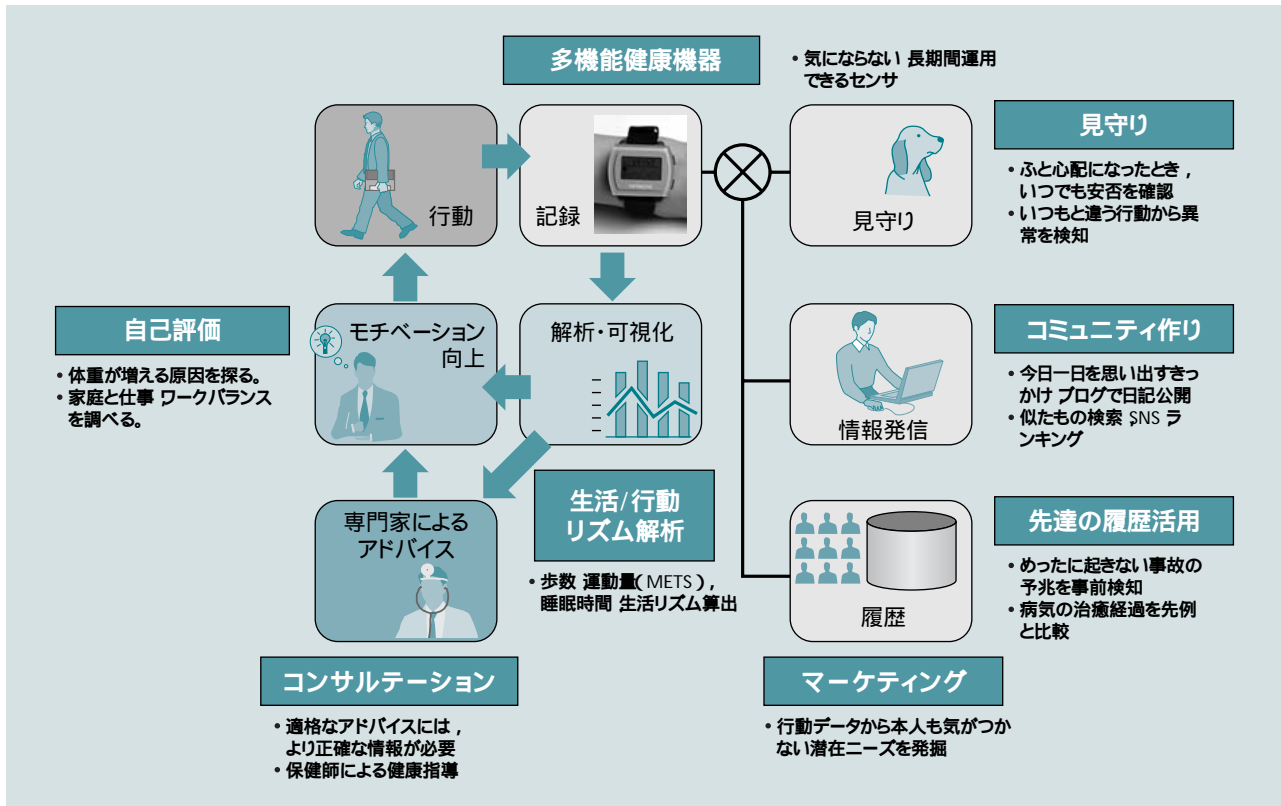
Life Microscope: Future of Human, Sensor and IT that 20 Life Tapestries Tell

鈴木 敬 Kei Suzuki

山下 春造 Shunzo Yamashita

栗山 裕之 Hiroyuki Kuriyama

矢野 和男 Kazuo Yano



注:略語説明 METS(Metabolic Equivalents), SNS(Social Networking Service)

図1 ライフ顕微鏡システムの広がり

ライフ顕微鏡システムは、人の行動を記録、解析・可視化し、自己が結果に気づき、認識することで次の行動の指針とする基本ループを前提にしている。ここに解析結果を用いた専門家によるサービス（ヘルスケアなど）、あるいは記録したデータを用いた見守り、コミュニティサポート、履歴を活用したフィードバックやマーケティングなどのサービスが創生される。

医療や介護から生活習慣、スポーツまで含めて健康はわれわれにとって大きな関心事である。特に近年は、生活習慣あるいはQOL(Quality of Life)など、日常生活のレベルでの取り組みが注目されている。

ライフ顕微鏡システムは、腕時計型センサネットワーク端末を用いて、人の活動に伴う3軸加速度、脈波、皮膚温度の値それぞれの変化を24時間・365日連続して収集・解析する。そして生活のリズムをライフタペストリーとして視覚的、直感的に理解しやすい形で表示する。

20人によるライフ顕微鏡の実験から、ライフタペストリーの模様が人それぞれの生活リズムに対応して異なることと、記録したセンシングデータに対して、人それぞれまったく異なる部分の評価に関心があることがわかった。

これを活用して、(1)気づきを促す、(2)保健師による保健指導などのコンサルテーション、(3)遠隔からの生活状態の見守り(独居老人など)、(4)行動を振り返ることによるブログやSNS(ソーシャルネットワーキングサービス)などの日記の作成支援、(5)データベース化した行動データと疾病との相関を統計的に処理した将来予測などを行う。

1.はじめに

16世紀末に光学顕微鏡が発明され、生物学、医学、鉱物学などの科学が大きく進歩した。20世紀には電子顕微鏡が発明され、材料、遺伝子、半導体とさらに多くの科学・工学の発展に寄与した。日立製作所は、その中で国産第一号の電子顕微鏡を開発し¹⁾、その後も新たな電子顕微鏡やそこに

ルーツを持つ半導体製造装置などを開発してきた。

ライフ顕微鏡²⁾³⁾⁴⁾はその国産初の電子顕微鏡を開発した日立製作所のDNA(Deoxyribonucleic Acid)から生まれた新たな「顕微鏡」である。ここでの「顕微鏡」という言葉は、小さな物を拡大して見るという意味合いではなく、見えなかったものを可視化するという意味合いで用いている。光学顕微鏡は肉眼では見えなかった世界、ミクロの世界を見ることにより、生物が細胞で構成されていること、世の中に無数に微生物が存在すること、雪に多様な結晶構造が存在することを発見させ、そしてそこから科学的な発想が広がる基礎を築いた。ライフ顕微鏡は「ライフ」、すなわち生活(あるいは人生)を見る鏡である。人間は見えることにより、客観的に振り返り、見過ごしていた変化や他の人との違いに気づき、そして改善(制御)していくことができる。

筆者の一人である矢野は人の記憶がイベントに対応した離散的なものであるのに対し、ライフ顕微鏡が生活を時間軸で記録し、見ることでできる道具であること、また時間軸を通して日々の生活を省みる「時省簿」といった使い方を示した³⁾⁴⁾。また、その時間軸で記録した活動データと活動のリズム(周波数成分)で色分けし表示する「ライフタペストリー」が生活行動をマクロに俯瞰(ふかん)するツールであること、大量に記録した行動データと例えば体重のデータに相関を見いだせれば、体重の予測ができる可能性もあることを示した²⁾。

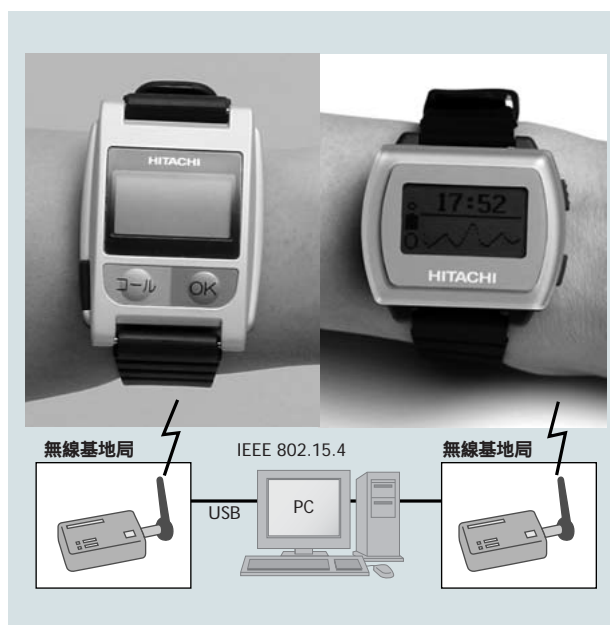
ここでは、20人によるライフ顕微鏡の実験から見えるヘルスケア、QOL(Quality of Life)向上のためのツールとしての方向性について述べる(図1参照)。

2. 行動の記録とライフタペストリー

ライフ顕微鏡において24時間・365日連続して人の活動や状態をセンシングするにあたり、人が違和感なく意識せず情報を取得できるセンサデバイスは重要な意味を持つ。このセンサデバイスとして腕時計型センサネットワーク端末と無線基地局を接続したPCから成るシステムを用いる(図2参照)。

腕時計型センサネットワーク端末⁵⁾は、3軸加速度センサ、脈波センサ(赤外線センサ)、温度センサを搭載し、腕の動き、脈波、皮膚温度を24時間連続で測定する。近くに無線基地局があればリアルタイムにセンシングデータをPCに送信し、なければセンサ端末内のメモリに蓄積し、無線基地局の近くにいる際にメモリに蓄積したデータをPCへ送信する。新型端末⁶⁾はおよそ10日間の電池寿命と、10日分のデータ記憶メモリを持つ。この電池寿命とデータ記憶を実現するため、動作時・待機時ともに高度な電源制御による低消費電力技術と20 Hzの周期でサンプリングした大量のセンサデータの圧縮技術を開発した。

腕時計は人が身に付けるデバイスとしては最も受け入れら



注:略語説明 USB(Universal Serial Bus)

図2 腕時計型センサネットワーク端末とライフ顕微鏡システム

左上が実証実験に利用したタイプであり、右上が2007年9月に発表した新型である。PCにUSB経由で接続した無線基地局とセンサ端末の間は2.4 GHz帯(IEEE 802.15.4)の無線通信で交信する。

れやすい形態である。これを軽く小さくし、かつ長期間ケアせずに継続的にセンシングできる必要がある。前述の10日間の電池寿命とデータ記憶により、初めて実用に耐えるライフ顕微鏡システムが実現できたと言える。

PC上にデータを蓄積するデータベースを持つとともに、データを解析し、ライフタペストリーなどの形式で表示するソフトウェアを実行する。

行動の記録を取るシステムとしてはライフログが知られている。ライフログは生活や行動の記録を電子的に記録していくシステムで、PCの利用記録⁷⁾、携帯電話の利用記録⁸⁾、映像中心の記録⁹⁾などのシステムが報告されている。

これらに対し、ライフ顕微鏡は人間そのものの動きや脈波・皮膚温度といったフィジカルな情報をセンシングし記録する。ど

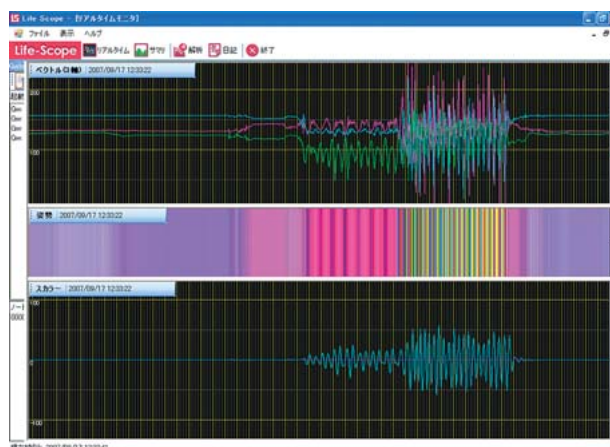


図3 加速度の波形データ

3軸の加速度から姿勢とスカラー量を計算する。

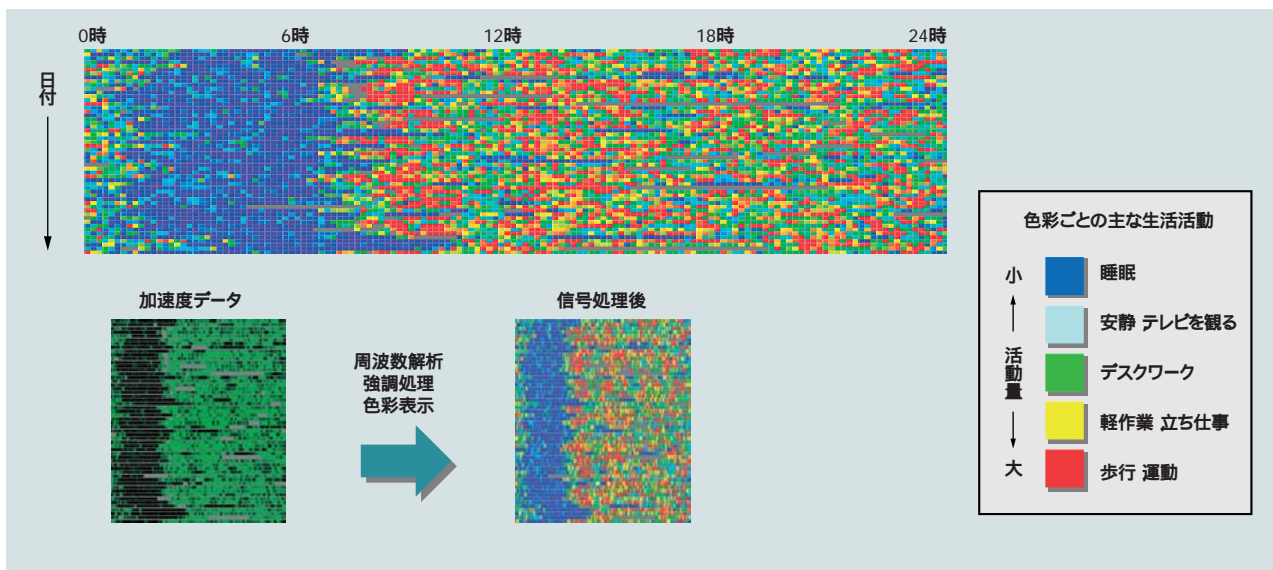


図4 ライフタペストリー
動き(加速度)の周波数成分を色にマッピングして表示する。青い色は動いていない(睡眠など)状態、赤い色は活発に動いている(歩行など)状態を示す。

れも個人情報扱う点で無線の利用やインターネット利用時のデータのセキュリティ、および他人に公開する際のプライバシーには注意が必要になる。しかし、ライフ顕微鏡で取得するデータは、映像のようにたまたま周囲にいる人を記録することも、PCや携帯電話の操作のようにパスワードなどの情報が含まれることもなく、個人との紐(ひも)付けがなされないかぎりは安全と言える。

ライフタペストリーは、ライフ顕微鏡が見せる「像」の代表である。ライフタペストリーは、その人の生活パターンを表す。これは一定時間における3軸加速度のベクトル量の振動数を周波数解析し、横軸に時間、縦軸に日付をとり、色づけして表示したグラフィカル表現として生成される(図3、図4参照)。

図5は筆者の鈴木氏の約3か月間のライフタペストリーである。朝の起床時間はほぼ毎日同じ(就寝時間は深夜2時前後と

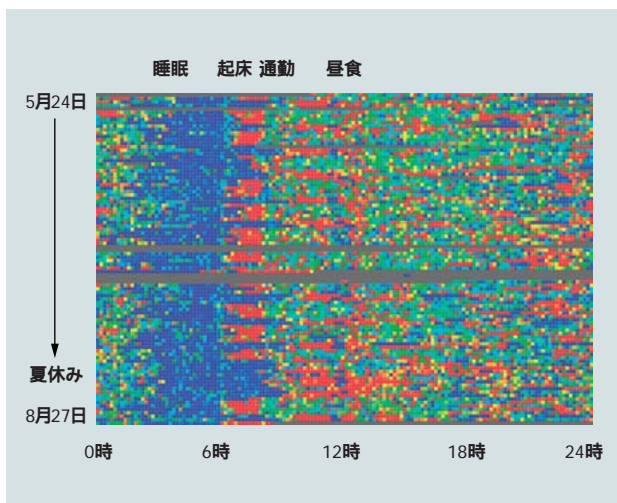


図5 ライフタペストリーに見える生活のリズム
平日の起床時間、通勤時間はほぼ同じ時刻。昼食は一定しないが12時過ぎ。休日、夏休みは朝寝坊という生活のリズムが見える。

一定しない)、昼食も同じくらいの時刻(12時過ぎ)で、週末や夏休み期間は朝寝坊であることがわかる。逆に、このライフタペストリーからは、それより詳細な行動(具体的に何をしていたか、どこにいたか)の把握は本人以外では難しい。

3.20人のタペストリーとヘルスケア

われわれは、2007年6月から社内でボランティアを募りライフ顕微鏡の実験を行っている。ボランティアは総勢20名で、基本的に腕時計型センサネットワーク端末を可能なかぎり常時付け続け、データを収集している(図6参照)。

それぞれのライフタペストリーを見ると生活リズムの違いが鮮明に見えてくる(図7参照)。就寝時間、起床時間とも毎日ほぼ一定で、非常に規則正しい生活をしている人(同図(a))、逆に、就寝時間、起床時間とも不規則な生活をしている人(同図(b))、日中の活動量が多い(歩き回っている)人(同図(c))、海外出張で一時的に生活時間がずれている人(同図(d))など典型的な例を示す。これは人によって異なるし、同じ人でも時期によって異なる場合がある(忙しい時期に生活が不規則になるなど)。ライフタペストリーの絵柄からは、単に生活リズムを可視化するだけでなく、背景にあるそれぞれの傾向、性格(強い意志やきちようめんさ)を読み取ることができる。

ライフ顕微鏡の解析ソフトはライフタペストリーの表示だけではなく1日の行動の解析も行う。例えば睡眠期間の抽出、歩いている期間の抽出、走っている期間の抽出、1日の歩数などである(図8参照)。歩数の延長から運動量/消費カロリーの算出も検討している。

メタボリック症候群に代表される生活習慣病の予防改善には、日ごろの生活行動を意識的に改善していく必要がある。日々の生活の記録を蓄積・解析するライフ顕微鏡は、生活習

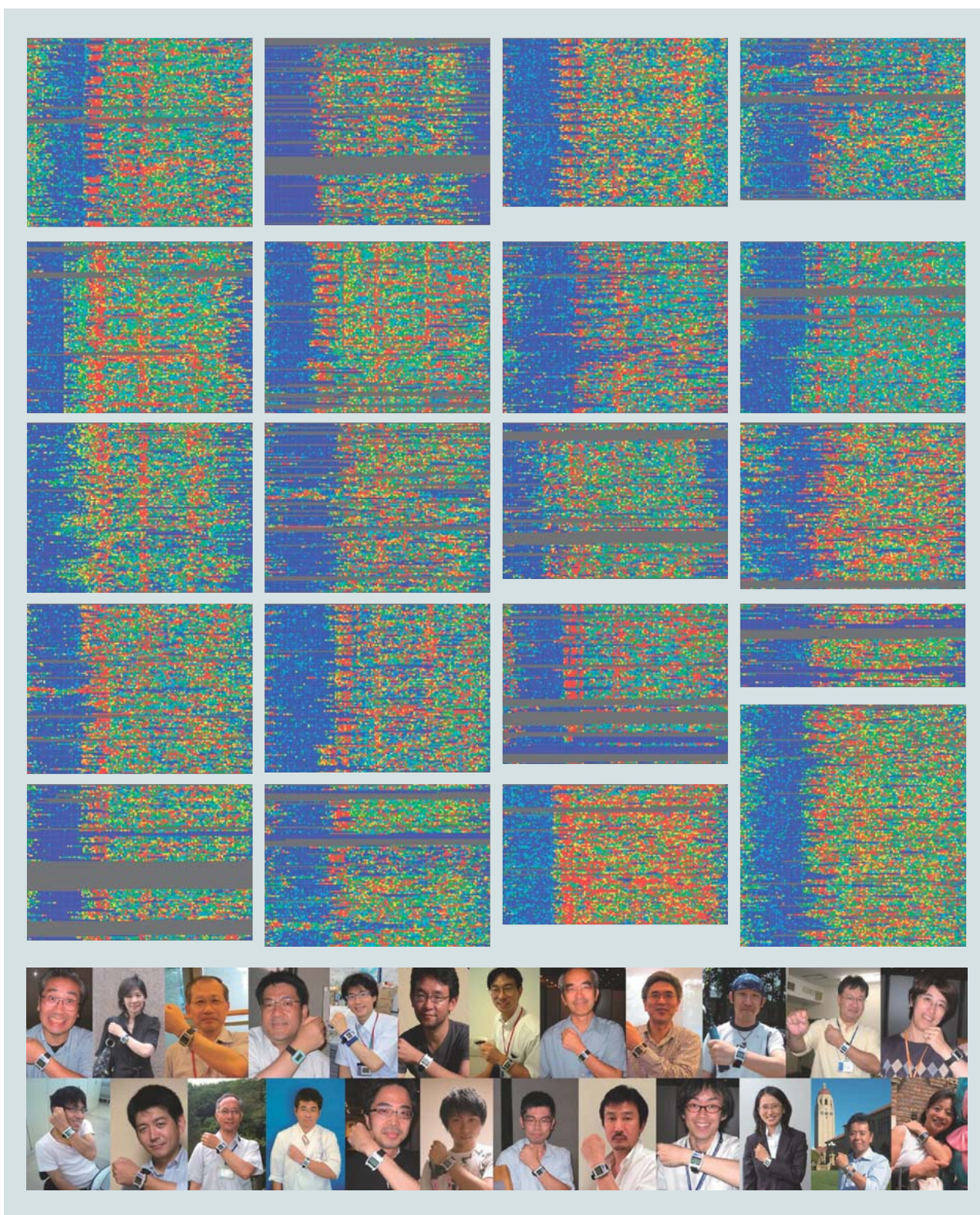


図6 20人のライフタペストリーと実験に参加した人たち

実験参加者20人の各3か月(延べ約1,800日)のライフタペストリー。20人の生活リズムがそれぞれ違うことが見える。

慣病の予防をはじめとするヘルスクエアに適用していくことができる。その具体的な適用先として「われわれは生活習慣病予防プログラム「はらすまダイエット」¹⁰⁾¹¹⁾との連携を以下の四つの観点で検討している。

(1) 腕時計型センサネット端末の無線通信・データ記録機能を用いた体重データの収集

(2) 腕時計型センサネット端末の情報表示機能を用いたユーザーへのフィードバック

(3) 活動データの解析による「消費カロリー」の推定

(4) ライフタペストリーなどの俯瞰的な生活リズムや1日の行動解析を利用したアドバイス

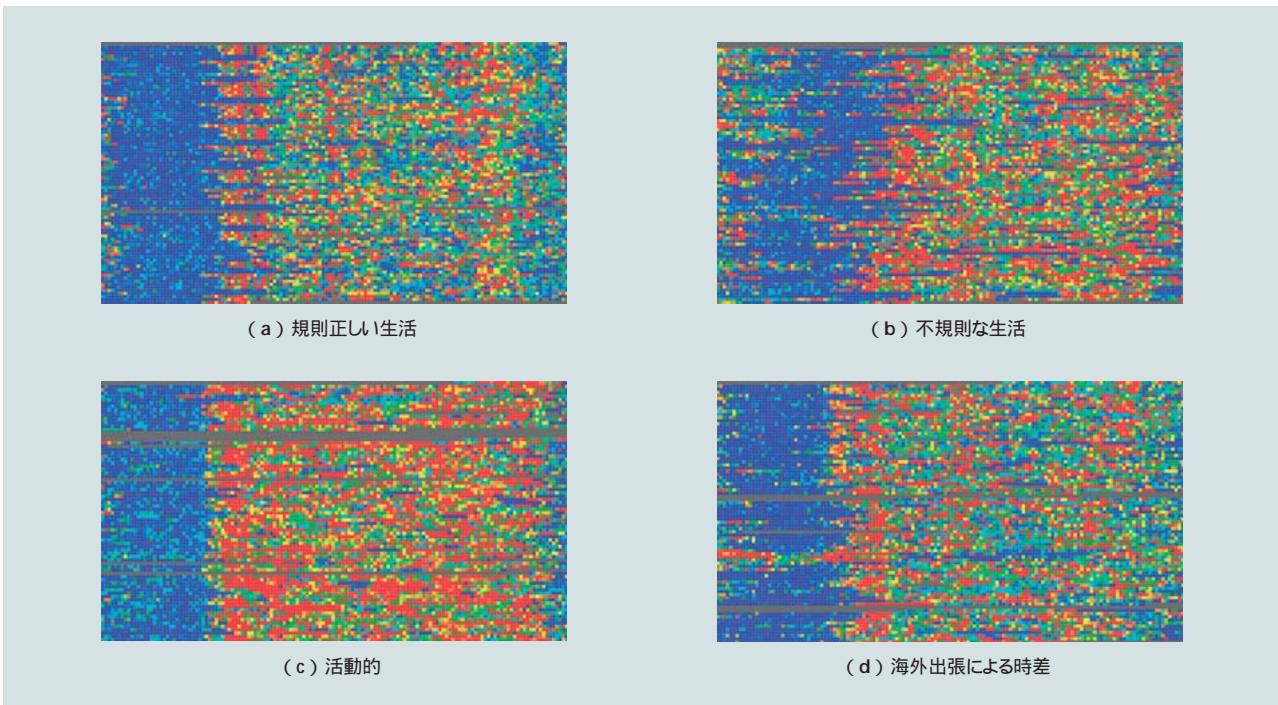


図7 ライフタペストリーの違い

(a) 就寝・起床の時間が規則正しい、(b) 就寝・起床の時間が不規則、(c) 日中非常に活動的(全体に赤い)、(d) 海外出張による時差の記録を示す。

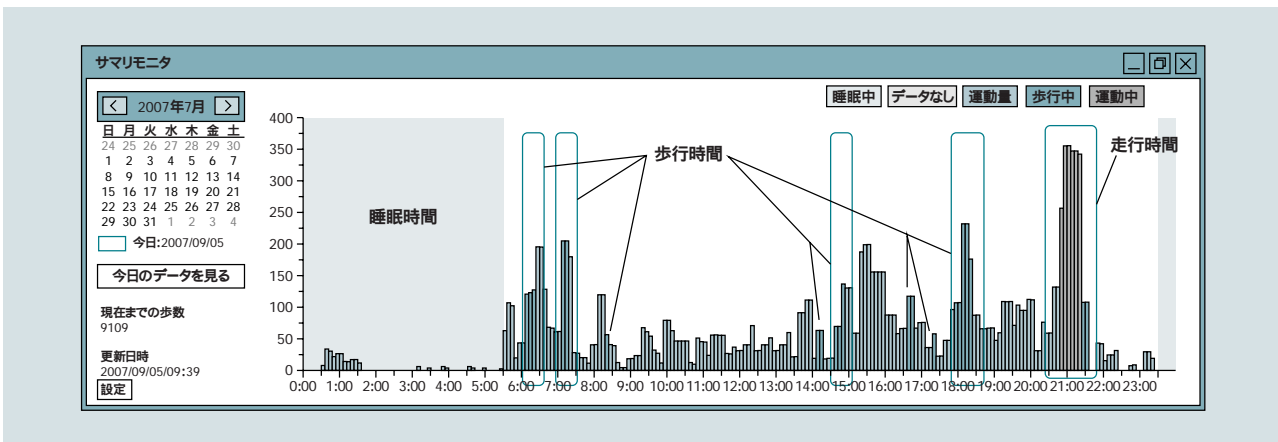


図8 行動データの解析

睡眠時間、歩行時間、走行時間の抽出結果を示す。

4. ライフ顕微鏡がもたらす情報サービス

20人によるライフ顕微鏡の実験から、以下の2点が判明した。

- (1) 人それぞれ異なる生活リズムを持つ。
- (2) 人それぞれ、データの注目個所が異なる。

例えば(2)は、行動と体重の関係、特定の運動、シーンの切り分けから判別する家事時間などである。これらから、自分の生活を見ることへの潜在的なニーズがあることも判明した¹²⁾。

図1にあるように、ライフ顕微鏡の行動データの解析により、ライフタペストリーを見て(1)自分の気づき、(2)保健師による保健指導などのコンサルテーション、(3)遠隔からの生活状態の見守り(独居老人など)、(4)行動を振り返ることによるブログやSNS(Social Networking Service)などの日記の作成支援、(5)データベース化した行動データと成人病などの実際の

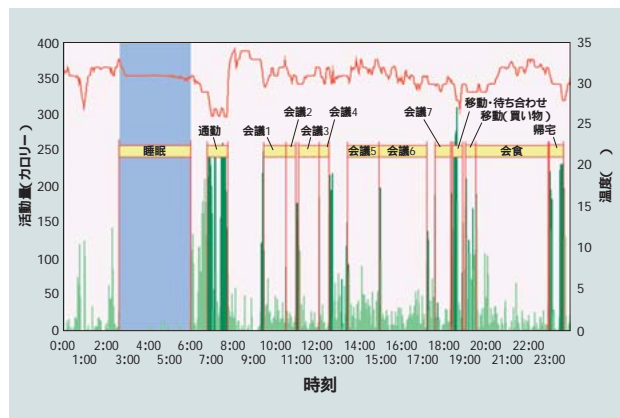


図9 歩行を区切りにしたシーンの切り分け

会議から次の会議へ、通常「歩行」を伴う。歩行は次のシーンへの移行に対応する。温度(赤線)もシーンの変化に対応して変化する。

疾病(しっぺい)との相関を統計的に調べ、各自の将来予測をフィードバックするなど、行動データをベースにしたサービスが考えられる。

特に(4)は、歩行の抽出により、1日のシーンの切り分けが可能になることを利用する。図9は、ある1日の活動量と温度を示したグラフである。この日はオフィスでは会議が多く、七つの会議に出席している。そして次の会議室へ移動する際に必ず歩行を伴う。これと予定表などの情報を突き合わせると、それぞれのシーンにおいて何をしていたかを正確に把握することができる。

5. おわりに

ここでは、ライフ顕微鏡の将来像を、ライフタペストリーを中心に実験から判明したライフタペストリーの模様と各人の行動パターンとの関係、そしてライフタペストリーの利用の方向性に関して述べた。

ライフ顕微鏡の本質は、人に自分の生活を時間軸で見せることにある。これにより時間の流れの中で生きていく自分を再確認できる。さらに言えばライフタペストリーは単なる過去の記録ではなく、未来のライフタペストリーは自分の意思で描いていく、みずからの生活の指針と位置づけられる。ライフタペストリーに代表される「像」に描かれた生活行動を再認識し、次の行動を変えていくことでヘルスケアやQOL向上により大きな効果を期待できる。これをサポートするところに次の情報サービスの可能性があると考えられる。特に、関心の高いヘルスケア分野やスポーツ分野、あるいは日記の入力支援の分野

で実用化を考えて行きたい。

最後に、実験に参加してライフ顕微鏡に関する多くの意見、アイデア、励ましをいただいた福永氏、番氏、藤澤氏、山田氏、橋倉氏、清水氏、吉澤氏、岸本氏、柴垣氏、古賀氏、川口氏、波多野氏、鴨志田氏、福山氏、伴氏、内田氏、石川氏、茶氏に感謝の意を表する次第である。

参考文献など

- 1) 加藤:日立の頭脳,講談社(1991)
- 2) 矢野,外:「人間×センサ」センサ情報を変える人・組織・社会,日立評論,89,7,572~577(2007.7)
- 3) 矢野:「センサとは何か」ウェブを超えるそのインパクト,日立評論,88,9,762~767(2006.9)
- 4) 矢野:センサはWebを超える 省力化から知覚化へ,情報処理,Vol.48, No.2(2007.2)
- 5) S.Yamashita, et al.:A15x15 mm, 1 μA, Reliable Sensor-Net Module:Enabling Application-Specific Nodes, 5th Int'l Conf. on IPSN(2006.4)
- 6) 腕時計型センサネットワーク端末, ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2007/09/0906.html>
- 7) MyLifeBits Project, <http://research.microsoft.com/barc/mediapresence/MyLifeBits.aspx>
- 8) ライフログ実験概要説明 総務省 ライフログ簡単登録サービス, http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/pdf/060601_1_03.pdf
KDDI株式会社, <http://www.kddi.com/>
KDDI株式会社ニュースリリース, http://www.kddi.com/corporate/news_release/2005/1128/besshi.html
- 9) 相澤:ライフログの取得と処理 ウエアラブル, ユビキタス, 車, 第19回人工知能学会 全国大会, 3A3-01(2005.6)
- 10) 「はらすまダイエット」ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2007/05/0524a.html>
- 11) 中川,外:メタボリックシンドローム(内臓脂肪症候群)克服へ,日立評論,89,12,902~907(2007.12)
- 12) 波多野:日立製作所のジェンダー・フリー&ファミリー・フレンドリー・プランとダイバーシティを生かした/に生かす研究開発,電子情報通信学会誌, Vol.90, No.10(2007.10)

執筆者紹介



鈴木 敬
1989年日立製作所入社,中央研究所 情報システム研究センター センサネットワーク戦略プロジェクト 所属
現在,センサネットワークの研究マネジメントに従事
工学博士
電子情報通信学会会員,情報処理学会会員
電気学会会員,IEEE会員,ACM会員



山下 春造
1993年日立製作所入社,中央研究所 情報システム研究センター センサネットワーク戦略プロジェクト 所属
現在,センサネットワークの研究開発,低電力技術の開発に従事
IEEE会員



栗山 裕之
1990年日立製作所入社,中央研究所 情報システム研究センター センサネットワーク戦略プロジェクト 所属
現在,センサネットワークを用いたヘルスケア応用などのデータ分析技術開発に従事



矢野 和男
1984年日立製作所入社,中央研究所 所属
現在,センサ情報を活用した人間情報技術の研究に従事
工学博士
電子情報通信学会会員,応用物理学会会員
IEEE Fellow