


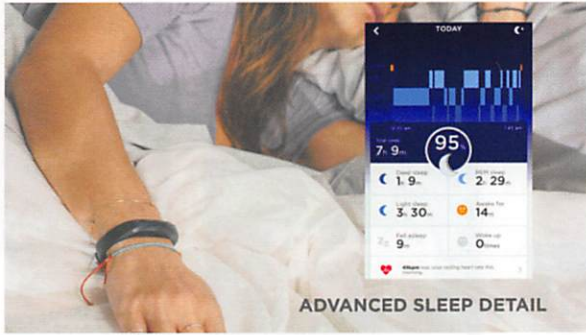
JOURNAL OF THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

Vol.20
No.2
2015

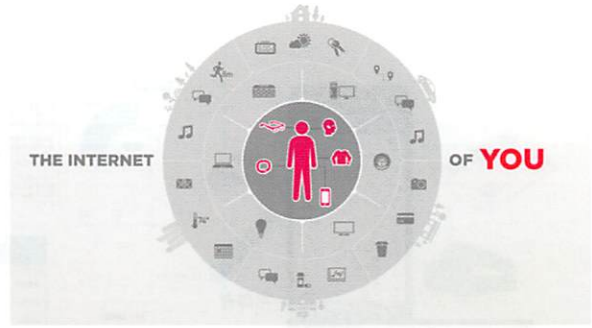
日本バーチャルリアリティ学会誌

特集●ライフログと健康

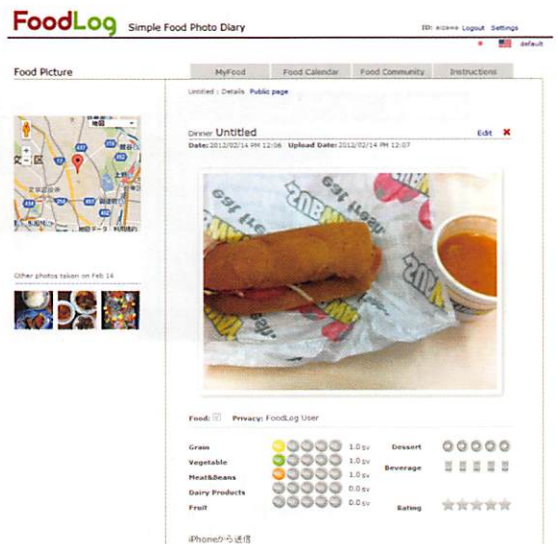
 日本バーチャルリアリティ学会
The Virtual Reality Society of Japan



リストバンド型活動量計による睡眠のデータ(活動量計)(Jawbone 資料より)
(詳細は8頁参照)



Internet of Things から、Internet of Youへ (Jawbone 資料より)
(詳細は9頁参照)



FoodLog Web. Calendar view (left side) and the result of food balance estimation for the food (right side)
(詳細は13頁参照)



「タニタ健康プログラム」概要
(詳細は18頁参照)



バーチャル歩数イベント(オアフ島)
(詳細は20頁参照)



選手管理データベースイメージ
(詳細は24頁参照)



女性アマチュア選手栄養指導イメージ
(詳細は22頁参照)



メガネ型ウェアラブル端末の例
(出典)総務省「ICTの進化がもたらす社会への
インパクトに関する調査研究」(平成26年)
(詳細は29頁参照)

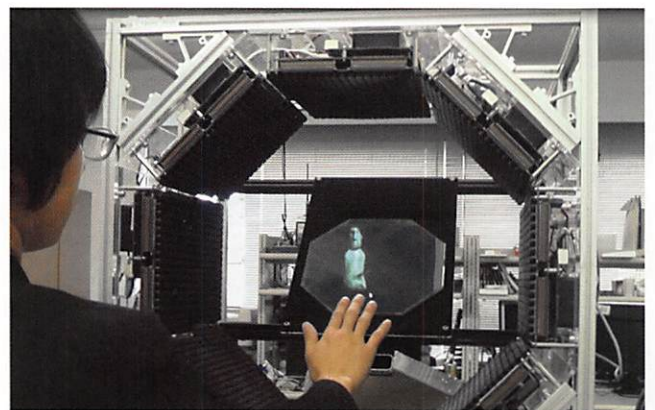


腕時計型ウェアラブル端末の例
(出典)総務省「ICTの進化がもたらす社会への
インパクトに関する調査研究」(平成26年)
(詳細は29頁参照)

研究室紹介 ● 東京大学新領域創成科学研究科/情報理工学系研究科 篠田・牧野研究室



空中触覚タッチパネル(HaptoMime)
(詳細は39頁参照)



摘める立体映像(HORN)
(詳細は40頁参照)

日本バーチャルリアリティ学会誌

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

第 20 卷第 2 号



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

June 2015
Vol.20, No.2

☒CONTENTS

Journal of the Virtual Reality Society of Japan



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

June 2015
Vol.20 No.2

■巻頭言

- 4 ●学会誌委員長就任挨拶
矢野博明 (筑波大学)

■特集

ライフログと健康

- 6 ●特集巻頭言：特集にあたって
小木哲朗 (慶應義塾大学)
- 7 ●ライフスタイルを記録するウェアラブル端末とその未来
岩崎頭悟 (Jawbone)
- 12 ●食事ログ
相澤清晴 (東京大学), 小川 誠 (foo.log)
- 17 ●ビッグ, ディープデータを使った健康管理
吉澤正樹 (タニタヘルスリンク)
- 21 ●2020 年を見据えたスポーツデータのあり方
馬淵浩幸 (CLIMB Factory), 神武直彦 (慶應義塾大学)
- 26 ●ログデータと健康管理；ウェアラブルデバイスによる健康管理の可能性～身体活動を中心に～
小熊祐子・加藤梨里 (慶應義塾大学)

■小特集 ASIAGRAPH 2015 in Tainan/ VR 文化フォーラム in Tainan 参加報告

- 31 ●ASIAGRAPH 2015 in Tainan
伊藤研一郎 (慶應義塾大学)
- 31 ●VR 文化フォーラム 2015 in Tainan
伊藤啓一
- 32 ●ASIAGRAPH 2015 参加報告 コミック版
櫻井 翔 (首都大学東京 / 東京大学)

■会議参加報告

協賛会議参加報告

- 33 ●インタラクシオン 2015
井手口裕太 (大阪大学)

その他の会議参加報告

- 34 ●IEEE VR 2015
伊藤勇太 (ミュンヘン工科大学 / Marie Curie Fellow)
- 35 ●3DUI 2015
高下昌裕 (電気通信大学)
- 35 ●Augmented Human 2015
花光宣尚 (慶應義塾大学)
- 36 ●Laval Virtual 2015
西田惇・高鳥光・佐藤綱祐 (筑波大学)
- 37 ●CHI 2015
川口一画 (筑波大学)
- 38 ●KJMR 2015
佐藤文宏 (大阪大学)

■研究室紹介

- 39 ●東京大学 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻 /
情報理工学系研究科 システム情報学専攻
篠田・牧野研究室
牧野泰才

■ワクワク留学体験記

- 41 ●University of Bristol Bristol Interaction and Graphics
中村拓人 (電気通信大学)

■ラク案実践VR 一手と足と頭を使え! VRシステムの作り方

- 43 ●第33回Myo (マイオー)
大西克彦 (大阪電気通信大学)

■製品紹介

- 44 ●熱溶解型 3D ペン~ YAYA3D ペン~
光造形 3D ペン~ポリエス Q1~
原島広至 (日本 3D プリンター)

■書評

- 46 ●脳がシビれる心理学
評者: 唐山英明 (富山県立大学)

■VRメディア評論

- 47 ●ヨコハマ買い出し紀行 (全14巻 (新装版全10巻))
また遭う日まで
推薦者: 谷川智洋 (東京大学)
インタビュアー: 上岡玲子 (九州大学)

49 ■研究会開催についてのお知らせ

51 ■理事会だより

52 ■カレンダー

(2015年7月以降開催イベント情報)
国内会議 / 国際会議

■編集後記 / 吉元俊輔 (大阪大学)

■日本バーチャルリアリティ学会ホームページ

<http://www.vrsj.org/>

☒表紙CG 作品提供: 河口洋一郎 (東京大学) ●表紙デザイン: 柳沼潔野

巻頭言

学会誌委員長就任挨拶



矢野博明
筑波大学

1. はじめに

この4月から前委員長の小木哲朗先生のあとを継いで委員長を拝命いたしました。この記事を書く前に歴代委員長の委員長就任挨拶を改めて拝読しました。それぞれの委員長の思いを受け継ぎつつ、学会誌、ひいては学会、関連分野の発展に微力ながらもお役に立てればと思いを新たにしております。

私自身は、初期から中期の学会誌委員会に所属し、一旦委員会からは離れた立場にありましたが、再びこういう形で戻ってまいりました。その頃と比べて変わったところもありますし、変わっていないところもあります。委員長という立場になって、学会誌をどういう方向に発展させていけばいいのか、遅まきながら考えています。とはいえ、実は最初の学会誌委員会も本号が発行された直後に招集される予定で、一人で考えていても実際に実現できるかわからないことだらけです。さしあたって（この言葉は物事を進めるのにいい言葉ですね）学会誌について考えていることをここに記させていただきます。

2. 学会誌の立ち位置

本会の定期刊行物には論文誌とニューズレター（複数形なのです。ニュースだと思っていました）、学会誌の三つがあります。学会の定款を見ますと、この三つを発行することは書いてありますが、どんなものなのかは規定されていません（蛇足ですが定款には事務所の場所が東京都文京区だけでなく京都にもあることになっています。知りませんでした。会議資料にも見た覚えがありませんが家賃は大丈夫なのでしょう）。ともあれ、VRに関する研究の進展と知識の普

及を図り、もって学術文化の発展に寄与するという本会の目的を達成するための活動であるということは間違いなく、何も書かれていないのは、自由度を持たせるためにあえて書かれていないのだらうと思います。私の勝手な解釈では論文誌は、専門家の審査を経た最新の研究成果が発表される場で、ニューズレターは会議参加報告などVRに関する出来事の速報メディアと考えています。そして学会誌は、論文誌を補完するように、その時のホットなテーマや、新たな研究開発の種のような情報の提供、ニューズレターを含む、学会の活動を記録として保存する媒体として存在していると考えています。この前提に立って、いくつか実現できたらなと思うことを以下に書きます。

3. 読者層と読書方法の多様化

すでに告知しておりますのでご覧になった方もいらっしゃるかと思いますが、昨年学会誌は静かに大きな一歩を踏み出しました。学会誌のバックナンバーを本会のホームページでPDFで公開し始めたのです。対象は発行から6ヵ月以上経った記事で、19年分の膨大な記事数のため整備が完了しておりませんが、世界中の人が過去の学会誌の記事すべてを自由に見ることができるようになりました。これは会員の皆様の利便性を高めるだけでなく、せっかくの貴重な情報を我々だけで独り占めするのではなく、会員外の方にも公開するためです。このことは見方を変えると、読者層が大きく広がったことを意味します。これからはこのことも少し意識して企画を立てていくことも必要かと思います。例えば、VR初学者のためのリレー講座のようなものもあっていいかもしれません。

また9年前に当時の伊福部委員長も指摘していた、動画などの外部コンテンツについてもバックナンバーでは実現可能となりました。記事内のURLにはリンクが埋め込まれています。著者の方々に適宜URLを埋め込んでいただければ外部コンテンツにアクセスできます。今後はそういうものも積極的に利用した記事をお願いできればと思っています。昨今はインタラクティブな教科書が作られ始めていますが、次はHMD等で見るとインタラクティブな学会誌もあり得ますね。そのためには手軽に編集できるような環境の整備も必要で、まだまだ相当なマンパワーが必要です。良いアイデアがありましたら教えてください。なお、最新号を電子版で見られるようにすることは、技術的には可能です。ご要望が多ければ、検討したいと思います。

電子化の話ばかりでしたが、紙の冊子発行は引き続き行う予定です。先日の総会のあとの懇親会で、学会誌の表紙は基本的に変わっていないという話がありました。かっこいいカタログのような学会誌らしからぬ全面カラーの現在の表紙は10年前に始まり現在に至っています。今後も続けられるだけ続けたいと思いますが、一方で、学会誌創刊以来、表紙のCGは河口先生のご好意にずっと甘えて続けています（すでに今年いっぱい画像はいただいておりますので、20年間同じ作家の作品を載せていることとなります。もしかしてギネス記録になったりするかもしれませんね）。今すぐどうこうする話ではありませんが今後の検討課題としたいと思います。

4. 読者の反応計測

さて、皆様は学会誌をお読みになるとどのように感じられていますでしょうか。実は学会誌委員会では記事がどんなふうを受け止められているのか、よくわかっていません。過去にはアンケート調査を行ったこともあったようですが、なかなか読者の生の反応を正確に知ることができていません。今回バックナンバーを公開したことで、アクセスログが取れるようになります。半年以上の

時間遅れがありますが、読者の手をわずらわせることなく反応を計測する手法を手に入れられたわけで、まずはどんな記事が参照されているのかを見て行きたいと思っています。これをどう編集方針に生かしていくかは、まだ見えてきていませんが、少なくともアクセス数が多ければ著者や学会誌委員にとっても励みになります。まずはそこから始められればと思っています。また、今後はもっと積極的に読者の方と情報交換できるような仕組みも取り入れられればと思います。

5. おわりに

学会誌を通してVRは楽しそう、ワクワクする、そんな感じを伝えることができると良いと思っています。本号は特集として「ライフログと健康」を取り上げました。次号は「デバイスアート」を取り上げる予定です。さらに来年は「学会創立20周年記念」の特集を組む予定です。内容は具体化されていませんが、委員会のメンバは、優秀かつ元気な方々にお願いしていますので、きっとどんどん楽しい企画を形にしてくれると確信しています。私の役割は、委員のメンバが働きやすいようにすることだと思います。働くと言っても委員は実際には手弁当で本職の空き時間に作業にあたっています。また、事務局も少人数でやりくりして大変な編集作業をしてくれています。やりたいことと時間、予算などとのバランスを考えながら進めていかないといけません。この原稿を読んでくださっているあなたにもいつか原稿執筆のお願いが行くかと思っています。その時には、ぜひ快くお引き受けいただけますと幸いです。

また、学会誌に関する忌憚のないご意見（改善点だけでなく良かったというご感想（こちらはかなりメンバを奮い立たせてくれるはずです））などをoffice[at]vrsj.orgまでお寄せください。今後の会誌制作に活かして参ります。さらには、ぜひ委員として参加したい！という方がいらっしゃれば、まだ席は空いております。お声がけください。

【略歴】

矢野博明 (YANO Hiroaki)

筑波大学 システム情報系 准教授

1992年筑波大学第三学群基礎工学類卒業、1997年筑波大学工学研究科修了。1997年日本学術振興会特別研究員(PD)、1999年筑波大学機能工学系講師、2007年より現職。力覚提示、歩行感覚提示に関する研究に従事。博士(工学)

特集 ■ ライフログと健康

特集巻頭言

特集にあたって



小木哲朗

Ogi Tetsuro

慶應義塾大学

ここ数年、Google glass や Apple Watch 等、ウェアラブルデバイスが多く注目を集め、本格的な普及の兆しを見せている。ウェアラブルデバイスの機能としては、情報アクセス、通信、スマートフォンとの連携等、いろいろな用途が考えられているが、その中でもデバイスを身に付けることから、ヘルスケアの領域が注目されている。特に、最近のリストバンド型の活動量計は、従来の万歩計と異なり、おしゃれなデザインから若い人達にも受け入れられているようである。

一方、健康に関しては、日本は現在世界一の長寿国であり、特に日本人女性の平均寿命は87.0歳と世界最長を維持している。しかしながら、厚生労働省の発表によると、平均寿命と健康寿命の差は約10年程度あり、この間は医療や介護を必要とすることが問題になっている。今後は、自立して日常生活を続けられる健康寿命そのものを伸ばすことが、社会的な課題と言える。

しかしながら健康は、誰もが重要な問題として意識はするが、日常生活の中で健康的な行動を持続することは難しく、病気になって初めて健康のありがたさが分かるという話は、よく耳にすることである。現在、注目されているウェアラブルデバイスは、このような問題に対して、楽しみながら健康管理を行うツールとしての効果も期待されている。ログデータを個人として管理するだけでなく、記録されたデータをもとに市民に健康ポイントを付与する自治体も現れている。ウェアラブル技術、VR技術を用い、楽しみながら、健康な人生を送りたいものである。

今回は、このような背景から、ライフログと健康の問題を特集として取り上げさせていただいた。特集の内容

としては、Jawbone の岩崎顕悟氏にウェアラブル端末の視点から、東京大学の相澤清晴氏とfoo.logの小川誠氏には食事ログの記録について、タニタヘルスリンクの吉澤正樹氏にはビッグデータとディープデータについて、CLIMB Factory の馬淵浩幸氏と慶應義塾大学の神武直彦氏にはスポーツデータという視点から、また慶應義塾大学の小熊祐子氏と加藤梨里氏には健康管理という立場から、それぞれ原稿を執筆していただいた。

特集としては、ライフログと健康というテーマに対して、食事、歩行、睡眠、スポーツ、デバイス、スマートフォンアプリ、データ分析、健康管理等いろいろな視点からの原稿を集めることができ、多くの方々に興味を持っていただけるのではないかと思う。また本特集が皆様の健康意識を高めるきっかけになっていただくことを期待する。

【略歴】

小木哲朗 (OGI Tetsuro)

慶應義塾大学 大学院システムデザイン・マネジメント研究科 教授

1984年東京大学工学部卒業、1986年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、1994年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。1986年三菱総合研究所入社、1996年東京大学大学院工学系研究科助教授、2004年筑波大学大学院システム情報工学研究科准教授、2008年より現職。専門は没入型ディスプレイ技術、テレマージョン等。著書『サイバースペース入門』、『シミュレーションの思想』等。

特集 ■ ライフログと健康

ライフスタイルを記録するウェアラブル端末とその未来



岩崎顕悟

AliphCom. Inc., DBA Jawbone

Iwasaki Kengo

1. ウェアラブルコンピュータと Internet of Things (IoT)

一昨年に米国グーグル社より、ヘッドマウントディスプレイ方式の拡張現実ウェアラブルコンピュータ、いわゆる“グーグルグラス”が一部の開発者向けに供給されたことが話題になり、にわかに注目されるようになったウェアラブル機器。しかし、残念ながらこのメガネ型ウェアラブルコンピュータは、主にプライバシー保護の観点から市場導入を問題視され、日本での発売はおろか、米国本国でも今年1月に販売が中止されることになった。

一方で、手首に装着するタイプのリストバンド型ウェアラブル端末は、日系メーカの参入や、そして最近ではアップル社のアップルウォッチの発売により、一気に身近なものになったような印象を受ける。

さてこれらの端末にほぼ共通しているのが、iPhone や Android OS を採用したスマートフォンを媒体にしてインターネットに接続し、データの送信（一部は受信も）ができるということ。そして、ここ数年の世界的な3G/4Gの普及と、通信コストの低下により、“Internet of Things (IoT) / 物のインターネット”といわれる市場が爆発的に拡大するであろう、とされている。例えば、IT 関連企業大手米国 Cisco 社の試算（図1）によると、

東京オリンピックが開催される2020年には、全世界で約5,000億ドルの市場になると予測しているし、その機器の総数量たるや、なんと500億個。つまり世界人口が70億人として、世界中の人々が何らかの形でインターネットに繋がる機器を、それぞれ平均7個も所有する時代が目の前にやってきているというのである。

2. リストバンド型ウェアラブル端末

さて、ウェアラブル端末は世界各国にて様々な形態で販売されているが、データによると、手首または頭に装着するタイプの物が、現在市場全体の2/3を占めると言われている。一部ユーザの間で人気となっているGoProなどの超小型ビデオカメラを除き、現段階では頭に装着するタイプのメガネ型ウェアラブル機器は、ミスの絶対許されない航空機機体検査や医療の現場での支援システムといったような、業務用に開発されたものが多く、一般ユーザが実際に手にすることは少ない物が大半である。このため、現在ウェアラブル端末の主流はリストバンド型だと推測される。

弊社では、このリストバンド型ウェアラブル端末を3種類に分けて考えている（図2）。

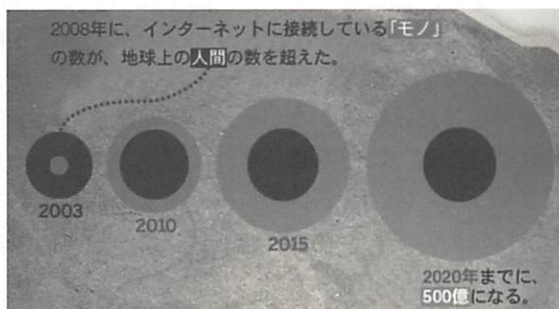


図1 モノのインターネット (IoT) により予測される市場規模 (出典 - Cisco 社 Internet of Things インフォグラフィック)

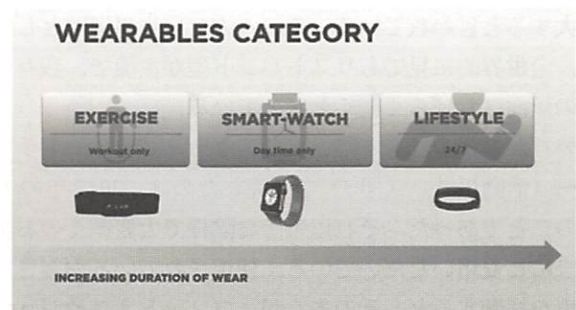


図2 リストバンド型ウェアラブル端末 (Jawbone 資料より)

- ・エクササイズ用：フィットネスやトレーニング支援などに特化した物
- ・スマートウォッチ：スマートフォンの機能を拡張する物
- ・ライフスタイル：24/7（24 時間 - 1 週間）の常時装着によりライフログを記録する物

上記のうち、使用用途が明確なエクササイズ用の物は別として、多くのお客さまが関心を持たれているのが、スマートウォッチとライフスタイル型端末との違いについてである。スマートウォッチは、シンプルな外観のライフスタイル型端末よりも、高機能で実用的であるという印象を受けるかも知れない。しかしそれら 2 種類の端末の間には、決定的な違いが 2 点ほどある。その一つがバッテリー容量の制限による、連続稼働時間。そしてもう一つがフォームファクタ、言い換えれば筐体体積違いである。ウェアラブル端末は、一般的にできるだけ装着時の負担を軽減するため、小型軽量化が求められる。一方で小型軽量化することでそのバッテリー容量も小さくなり、高機能化されたスマートウォッチの中には、24 時間以上連続して装着し続けられないものもある。

ライフスタイル型端末を、我々は 24/7 ライフログが取得できる“アクティビティトラッカー（活動量計）”と呼んでいる。弊社では、一般のスマートウォッチと比べ、半分以下の容積と重量で少なくとも 7 日間以上は、一度も充電することなく 24 時間装着し続けていただける商品を開発し、提供させていただいている。使用されている方々の活動を常時モニタリングして記録（ログ化）し、スマートフォンを通じてそのログデータをクラウドに送りデータベース化する。そのことで覚醒時の活動だけでなく、睡眠時の状態も可視化することができ、それぞれの質やその改善へ向けてのアドバイスさえ送る仕組みが出来上がっている。（これを弊社ではスマートコーチ機能、と呼んでいる。）

3. IoT から、IoY (Internet of You) へ

前述の通り、ウェアラブル端末の市場は今後飛躍的に拡大すると言われている。その一方で民生用機器としては、全世界的に見てもリストバンド型が主流で、我々もこの傾向はしばらく続くと考えている。

弊社が最初のリストバンド型アクティビティトラッカー（活動量計）（図 3）を発売したのは、2012 年の 11 月のことであった。それ以来、お陰様で大変多くのお客さまにご愛用いただいている。使用されているお客さまの声を拝聴すると、その多くが、フィットネスやジョギングなど、特定の目的のために使用されているのではな



図 3 リストバンド型活動量計による睡眠のデータ
（活動量計）(Jawbone 資料より)
（口絵にカラー版掲載）

く、ライフスタイルの質そのものを可視化して、それを改善する一助にしたいと願われているようである。

では、ライフスタイルが可視化されるとは一体どういうことであろう。一例をあげると、覚醒していないがゆえにその状態を把握しにくい睡眠の状態が、下のような GUI にて表示される。このグラフには浅い眠り、深い眠り、そして「カラダと記憶のための眠り」と言われる REM (Rapid Eye Movements) 睡眠の大まかな時間配分が表示される。このグラフを理解することで、例えば十分な睡眠時間がとれているはずなのに、昼間に眠くなったり、体の疲れが取れなかったりする理由がわかることがある。また REM 睡眠中には、多くの夢を見ることによって、覚醒時に体験した記憶が整理され、補強されるという考えが脳科学の世界ではほぼ常識となっている。例えば受験生に当てはめると、我々の時代には「4 当 5 落」といって睡眠時間を削ってでも勉強すべし、という考え方があったが、現在ではむしろ質の良い睡眠を十分に取る方が、より記憶が定着し、学習に良い成果を与えると考えられるようになった。

弊社では、使用者の方々の動きをモニタリングする、3 次元加速度センサだけでなく、最新モデルでは、体温、外気温、皮膚水分量そして心拍数を記録、分析することにより、独自のアルゴリズムを使用して、睡眠のステージ（浅い、深いそして REM 睡眠）を大まかに区別するシステムを開発した。ゆくゆくは、現状の大きさをできるだけ維持しながら、血中酸素濃度や血圧なども計測し、ご使用者の方々のライフスタイルだけでなく、例えば、ストレスレベルまで計測しそれを緩和するためのアドバイスを送る仕組みを作り上げたい、と考えている。

また次のステップとして、弊社の本国である米国では、NFC (Near Field Communication) 規格のデバイスを使用し、

アメリカンエクスプレス社とのタイアップにより、リストバンド型端末だけで少額のお買い物の決済ができるシステムをスタートした。日本ではまだ少し先の話になると思うが、例えば交通系 IC カードの機能をその端末に組み込むことで、わざわざカードを鞆から取り出さなくても、手首をそっとセンサにかざすだけで改札を通過できたり、コンビニエンスストアなどでは、より簡単に少額のお買い物ができるようになるかも知れない(図4)。また最近では、センサ式の施錠システムを採用している家が増えているが、NFC チップが組み込まれることで、これらの解錠、施錠ができることはもちろん、室内の温度や使用者の体温などのデータを元に、エアコン温度を最も快適なレベルに自動設定したり、睡眠を促すために室内の明かりを暗くしたりといった、個々のニーズに合わせたカスタマイズができるようになる、と考えている。

弊社では、これまで IoT の 1 カテゴリーとしてのみ考えられてきたウェアラブル端末を、使用者が持つ個別の情報を蓄えることで、例えば運転免許証など、よりマルチでセキュアな自己証明ツールにしたいと考えており、IoT を更に一歩進めて、Internet of You という、一つの大きなエコシステム構築を目指している(図5)。

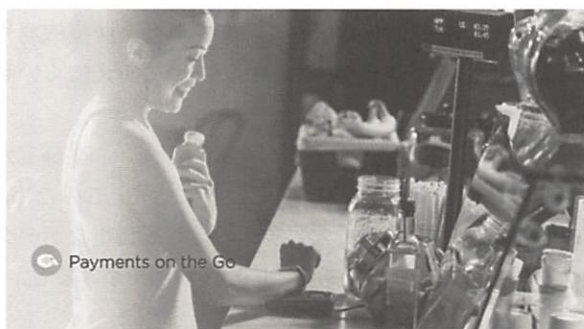


図4 リストバンド型端末による少額決済システム (Jawbone 資料より)

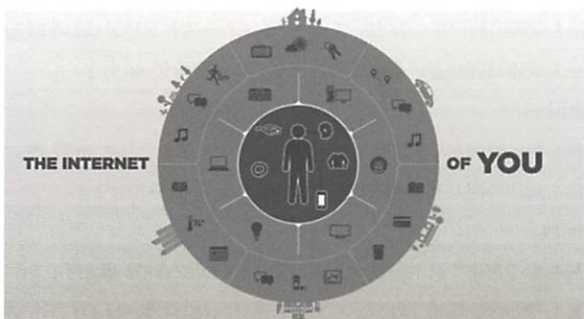


図5 Internet of Things から、Internet of You へ (Jawbone 資料より) (口絵にカラー版掲載)

4. ウェアラブル端末と健康管理

リストバンド型ウェアラブル端末市場に詳しい方の中には、米国や中国といった市場が、日本より遙かに市場が大きく成長していることをご存じの方がいらっしゃるかも知れない。一般に日本人は健康意識の高い国民であると思われる。しかし日本と違い国民皆に保険制度が敷かれていない多くの国の人々には、健康管理に、より一層留意をし、高い医療費を払うよりも、健康管理に役立つツールにより投資をしようという傾向がある、と伺える。

一方日本でも、健康保険組合連合会によると、平成24年度は74%の組合が赤字決算。組合合計の赤字額はなんと、-2,976億円であったと言われている。しかも全組合の半分近くが保険料収入だけでは運営が立ちゆかず、同じ年に約4割の組合が保険料率を引き上げた。このことから、多くの健康組合がますます高齢化が進む組合員の医療費を抑制するよう様々な施策を取らざるを得ない状況であることは、ご存じの方も多いことであろう。

以前、成人病と言われた、がん、脳血管疾患、心臓病という3大疾患は、遺伝によるものだけでなく、生活習慣に起因するケースが多いことから、欧米だけでなく、日本でも生活習慣病と言われて久しい。私にも身に覚えがあるが、健康診断の直前だけ生活態度を改め、検査に望むといった方も多いのではないだろうか？しかし実際には、僅か1日の診断結果で得られるデータだけでは、具体的にどういった生活習慣が原因で数値が変化しているのかがわかりにくく、受診者へのアドバイスも、定型的なものになりがちである。

生活習慣病と言われるぐらいであるから、疾病のリスクを減らすには、やはりその生活習慣/ライフスタイルを見直すことが最も重要である。弊社のものを含め、リストバンド型アクティビティトラッカーは、使用者それぞれの生活習慣をグラフやデータなどによって可視化し、それら習慣のうち何が問題で、それらをどのように改善すべきなのかといったアドバイスを提供する仕組みを持っている。また、三大疾病には数えられていないが、日常のストレスや睡眠不足などによって引き起こされるといわれている鬱病も、大変深刻な病気の一つである。

一方でこうした疾病には、必ずそれらを引き起こす要因がある。お医者様は、健康診断によるデータや、診療時の血液データ、レントゲン写真などの限られた情報からそれらの要因を突き止め、処方を与えてくださる。もしお医者様が患者さんそれぞれの生活習慣や心拍や血圧データの推移など、より詳しい情報を知り得れば、より適切な処方

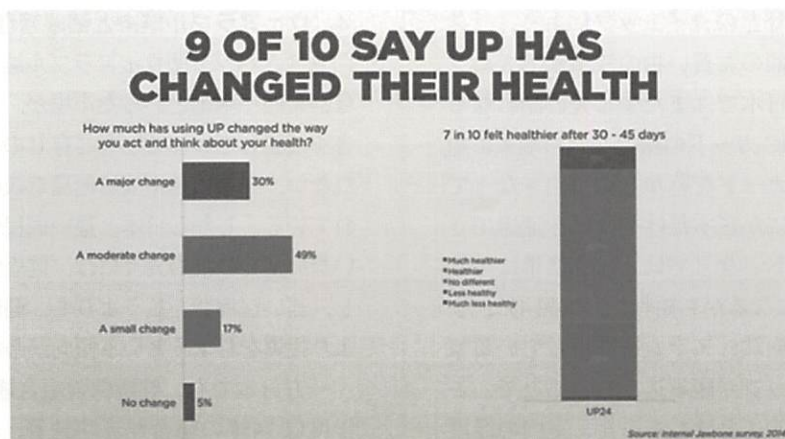


図 6 集計データから見る、ウェアラブル端末の有用性(Jawbone 資料より)

を出すことができるようになるかも知れない。そして何より、各個人がより健康に留意し、お医者様の世話にならない健康的な生活を営むという意識が生まれてくる。

ウェアラブル端末は、ハイテク機器でありながら、より人々の生活に寄り添って共に生きていくものであるべきだ、と我々は考えている。

筆者らが所有するお客さまからのフィードバックデータから、嬉しい事実が読み取れている。弊社製品をご愛用頂いている 10 名の内 9 名の方までが、変更へ何らかの好影響を感じている (図 6)、とのことである。

こうしたデータを基に、ある外資系保険会社様などでは、保険加入者にリストバンド型アクティビティトラッカーを配布し、個々の健康的なライフスタイルのあり方によって、保険料率を変えていこう、という試みを実施している。日本でも、財政難に陥っている健康保険組合こそ、是非こうした取り組みを検討されてみては如何であろうか？

5. マジョリティ市場へ

エベレット・M・ロジャーズが提唱したイノベータ理論では、消費者は「イノベータ」「アーリーアダプタ」「アーリーマジョリティ」「レイトマジョリティ」「ラガード」の五つに分類される、と言われている。このうち、新しい技術や流行に敏感なイノベータやアーリーアダプタを合わせた層に普及した段階 (全体の約 16% 超) が、ウェアラブル端末といった新しいカテゴリーの商品が普及する一つのポイントである、とされているが、この市場の最前線にいる我々は、特に米国などでは、いよいよこの初期市場から、マジョリティ層のいるメインストリーム層の間に立ちはだかる大きな溝「ギャズム」を超えようとしている、と実感している。

初期市場では、新技術や新機能といったことをアピールすることで、ある程度需要を喚起できたが、新しい物やサービスに対して、より受動的であると言われるメインストリーム層では、それだけではなかなかお財布のヒモを緩めて頂けない。よって弊社では今まで以上に、ウェアラブル端末を使用することで得られる、お客さまにとって具体的に実感いただけるベネフィットに、マーケティングをフォーカスするようにしている。一方で、こうした層のお客さまにアピールするためには、ダイエットであるとか美容であるとかといった、わかりやすいメッセージを発信したいところであるが、医療機器や医薬品とは違い、その具体的効能について訴えにくい商品でもある。

弊社では 2012 年の初代モデルを発売以来、お陰様で大変多くのお客さまにご愛用頂くことができた。このため、先行者である筆者らは、大変多くのそして貴重なデータを得ることに成功しつつある。いくつか例を挙げると、

◆睡眠時間

- ・最も睡眠時間が短い都市：東京 / 日本 (5 時間 44 分)
- ・最も睡眠時間が長い都市：メルボルン / オーストラリア (6 時間 58 分)

◆就寝時間

- ・最も就寝時間が早い都市：ブリスベン / オーストラリア (22 時 57 分)
- ・最も就寝時間が遅い都市：モスクワ / ロシア (0 時 46 分)

◆起床時間

- ・最も起床時間が早い都市：ブリスベン / オーストラリア (6 時 29 分)
- ・最も起床時間が遅い都市：モスクワ / ロシア (8 時 8 分)

◆歩数

- ・最も歩く都市：ストックホルム / スウェーデン (8876 歩 / 日)
- ・最も歩かない都市：サンパウロ / ブラジル (6254 歩 / 日)

(The Jawbone Blog より、

<https://jawbone.com/blog/jawbone-up-data-by-city/>)

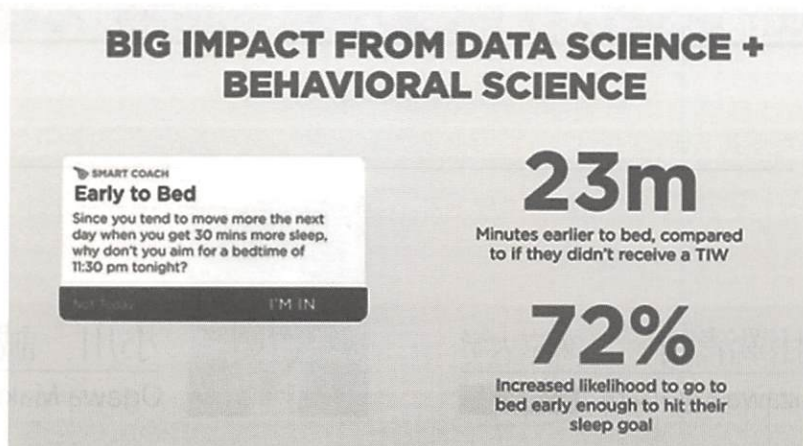


図7 ウェアラブル端末着用により改善された睡眠のデータ(Jawbone 資料より)

このように弊社のデータベースから、東京在住の方々の平均睡眠時間が最も短く、ブリスベンの方々が早寝早起きである、などということもわかるようになった。また、弊社ウェアラブル端末の使用前、使用後では睡眠時間が平均で23分ほど改善した、というデータもある。

ウェアラブル端末を、日本の市場で本格的に普及させるためには、こうしたビックデータを分析、活用して、お客さまにとって具体的にどんな役に立つのか、ライフスタイルがどのように改善されるのかを提示する企業側の努力も必要だ、と考えている。

私事で恐縮だが、現在遠くで暮らしている母親にウェアラブル端末を付けさせ、息子である私が、日中の活動量や睡眠時間、そして食事などを日々確認している。何か活動に変化があれば、直ぐに連絡をとり無事を確認し、時には通院を促すようなこともしている。こうした日常生活の中に溶け込み、実際に役立てていただけるような提案をして、より使い方やメリットを理解していただけることが、メインストリーム層への訴求するための、最大のポイントになると考えている。

ウェアラブル端末も、安価な物であると5,000円前後で入手できるようになった。是非、皆様も一度お試しになっていただければ如何であろうか？ 普段見ることのできない、睡眠の状態や質が可視化できるだけでも、役に立ち、面白く感じていただけたらと思う。

参考文献

- [1] MM 総研「日米におけるウェアラブル端末の市場展望」（平成25年）
- [2] 総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」（平成26年）
- [3] 平成24年度健保組合決算見込の概要 (Report). 健康保険組合連合会. (2013-09-13).
- [4] キャズム ジェフリー・ムーア著 翔泳社
- [5] ライフサイクル イノベーション ジェフリー・ムーア著 翔泳社
- [6] ウェアラブルセンサが明かす人間・組織・社会の法則 矢野和夫著 草思社
- [7] IT ビジネスの原理 尾原和啓著 NHK 出版

略歴

岩崎顕悟 (IWASAKI Kengo)

AliphCom Inc. DBA Jawbone General Manager (日本代表)

日系音響機器メーカーで駐在員として中国、ドイツにて勤務後、英国にて現地法人を立ち上げCEOに就任。日本に帰国後、米国プロ用音響機器メーカーの代表取締役社長として事業を拡大。2012年より現職。MBA

特集 ■ ライフログと健康

食事ログ



相澤清晴 東京大学
Aizawa Kiyoharu



小川 誠 foo.log 株式会社
Ogawa Makoto

1. まえがき

衣食住という言葉に象徴されるように、食事は、我々の生活にとって不可欠のものである。そんな食事についての情報処理がこのところメディア技術の新しい課題として顕在化している。例えば、研究会や国際ワークショップ [1] も開催されている。食事は、健康、栄養、ダイエット、調理、レシピ、レストラン、食の流通や生産、ひいては農業や文化ととても多くの領域と共通の課題である。

筆者らは、そんな自分たちの毎日の食事をマルチメディアデータとして記録、処理、活用する技術基盤としての FoodLog というシステムを構築してきた。それは、健康のために、食事記録をとるための新しいツールである。知る限りにおいて、FoodLog は、一般提供されている唯一の画像処理を行う食事記録ツールである。筆者らは、2008 年から、最初は Web ベースのシステム、次にモバイルベースのアプリと研究開発を行ってきた。まだ、この先は長いものの、本稿では、これまでの研究開発で行ったことを一望してみたい。

一言足しておく、食事記録は、ヘルスケアにとってとても大事な要素である。ヘルスケアは、通常、エネルギー消費の記録（運動）、バイタルサインの記録（血圧等々）、そしてエネルギー摂取の記録（食事）のモニタリングが必要とされる。運動については、ウェアラブルデバイスが廉価に利用可能となり、記録はとても容易になった。バイタルサインも家庭用の機器が利用可能である。しかしながら、食事記録に関しては、依然として伝統的な手法が主であり、人の記憶にとどめている食事内容を所定の様式に合わせて書き下すという作業をすることになる。かなり手間のかかる記録であり、長期にわたり、食事記録をつけ続けることは普通の人には難しい。このため、情報技術で、食事摂取の記録をとることを手助けすることへの需要はとても大きい [2]。

2. Web 版 FoodLog¹⁾: 食事画像日記:

画像処理による食事バランス推定

写真を使って食事の記録を容易にするために、筆者らは最初に Web 版 FoodLog [3] を構築した。このシステムでは、ユーザは、ケータイやデジカメを使って食事の写真を取り、サーバへアップロードするだけでよい。アップロードされた個人の食事写真は、カレンダー状に一覧表示されるのに加えて、システムは画像解析を行い、いわゆる食事バランスを推定して表示する。食事バランスは、食事内容を評価する簡易な尺度であり、食事を五つのカテゴリーの主食（ご飯等）、主菜（肉、魚等）、副菜（野菜等）、果物、乳製品のそれぞれがどの程度含まれているかで記述する。

ユーザからの写真は、図 1 左のようにカレンダー状に表示されたり、その写真の撮られた時刻で一覧できる。カレンダーの写真の一つをクリックすることで、図 1 右のように、食事バランスについての推定結果が表示される。自動推定は、常に正しいとは限らないので、間違っている場合には、ユーザが修正できる。なお、このシステムは、Flickr などの写真共有サイトを介して利用できるようにもなっていて、Flickr にあげた写真をインポートし、自動判別により食事画像だけ取り込むという仕組みも持っている。

なお、食事写真は、ユーザによる差異が大きい。食事内容の偏りもあり、撮影条件（カメラや照明）の違いもある。このため、食事画像の処理は、個人性を反映することで、性能が向上する [4]。パーソナリゼーションは、メディア処理の様々な局面で課題になるが、食事の場合には特に顕著である。

もともと FoodLog は、ライフログの一つで、自己管理のツールとして提案したものであったが、管理栄養士

*1: FoodLog Web <http://www.foodlog.jp/>



図 1 FoodLog Web. Calendar view (left side) and the result of food balance estimation for the food (right side).(口絵にカラー版掲載)

などの第三者がその対象とする人をモニタするツールにもなり得る。詳細な記述はないものの、画像があるので食事内容のおおよその把握はできる。実際、健康保険組合で、一群の対象者をモニタするツールとして用いられ、対象者にメッセージをフィードバックするために用いられている。

3. スマートフォン版 FoodLog:

画像検索による食事記録の支援

プロジェクトの第2フェーズでは、スマートフォン上で動く FoodLog アプリ²を構築した [5,6]。食事バランス中心の Web 版 FoodLog とは異なり、Foodlog アプリでは、伝統的な食事記録手法と同じように、食事の詳細な記述（食事の名前とその量）を記録することを目指した。栄養情報のデータベースを用いることで、その記述から食事内容のエネルギー（カロリー）等々の栄養価を算出することができる。なお、伝統的な記述法を用いるに当たり、FoodLog アプリでは、画像処理技術を用いて、ユーザの手助けをしている。そのスクリーンショットを図2に示す。

FoodLog アプリでは、画像検索により、食事記述の入力を支援している。食事記述の入力には二つのモードがあり、一つは従来型のテキストモードであり、他方が画像支援モードである。テキストモードが、システムのベースラインであり、画像支援モードは、画像検索でテキスト入力を支援する位置づけとなっている。テキストモードでは、ユーザは食事名の一部を入力し、一般食のデフォルトデータベースから部分一致で選ばれた候補食

事名のリストの中から該当の名前を選択する。そして、量を入力することで、記述が完了する。デフォルトデータベースに該当するものがない場合には、自由記述による入力も可能になっている。

画像支援モードは、新しい機能であり、これによりユーザは、画像検索で支援され、直観的に画像とインタラクションすることができる。このモードでは、ユーザは写真をとり、画像上で食事の領域を指定する(図2(d))。すると、ユーザの画像データを用いて、画像検索が機能し、視覚的に類似する上位20件の候補が示される(図2(e))。そのなかから、該当するものを選べばよい。なお、画像検索で引っかからなかった場合には、ユーザは、テキストモードで入力することになる。この操作により、ユーザの指定した画像領域とその対応する食事名を含む個人データベースが徐々に増大する。FoodLog アプリでは、このユーザの個人データを検索に用いるため、ある程度のデータをもつと、上位20件の候補の確度は十分に高い。

4. FoodLog アプリのユーザスタディ:

画像支援は役に立っているか?

この新規な FoodLog アプリの画像支援モードは、はたしてユーザの役に立っているのだろうか? そのユーザスタディを行った [6]。ベースラインであるテキスト入力のみ FoodLog(FL-T)と画像支援ありの FoodLog(FL-I)を、各2週間あわせて1ヵ月、通常の生活の中で利用してもらい評価を行った。Foodlog とは無関係の18人の学生を大学から広く集めた。二つのグループに分かれ、一方は、FL-Tを2週間、次にFL-Iを2週間、他方はその逆とした。

*2:FoodLog app <http://app.foodlog.jp>



図 2 Screenshots of the FoodLog Smartphone App

(A1) 使いやすさ, (A2) 楽しさ, (A3) 閲覧の頻度, (A4) 継続の意思に関する主観評価の結果を図 3 に示す. それぞれユーザは, 5 (positive) から 1 (negative) の 5 段階で答えた. 主観評価は, FL-I と FL-T の間に顕著な差があることを示している. とりわけ, (A2), (A3), (A4) では, 有意な差があった. 例えば, (A2) では, すべてのユーザが, FL-I に対し, 5 ないし 4 の評価を与えていた. 同様に, (A3) では, ユーザは, FL-I では, より積極的に記録を閲覧し, (A4) では, より多くのユーザがシステムの継続利用に積極的であった. なお, (A1) では, 平均的な傾向の差はあるものの, 有意な差ではなかった. 個々のコメントをみると, 写真を撮り忘れた場合に, 不自由を感じるというコメントが挙げられており, 実験期間が短いことも影響していたと思われる. なお, 画像があることで, 記録数が著しく増えるユーザが

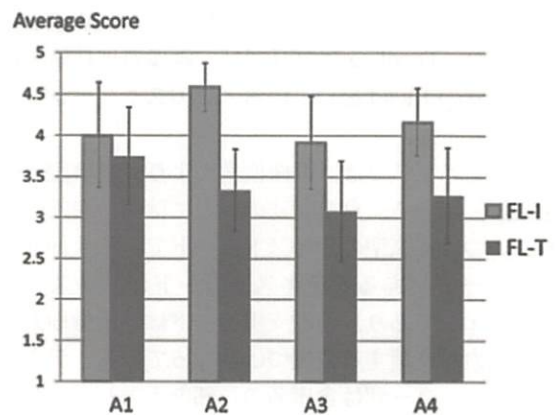


図 3 Subjective evaluation results, showing the average scores for: ease of use (A1), fun (A2), frequency of browsing (A3), and intention to continue use (A4).

いたことも確かめられた。

総じて、画像支援は、食事記録にとって役に立っているとみなすことができよう。このことは、今後の研究にとってとても励みになる。

5. FoodLog データの解析

FoodLog アプリは、2013年7月に AppStore で公開され、その後10月に Google's Play Store で公開された。以来、一般利用により、詳細な食事記録は着実に増え、2014年7月の1年後には、食事記録は100万件を越え、20ヵ月後の2015年2月には、200万件を越えていた。最初の1年間の100万件の記録をもとに、データの解析に着手した。まず何よりも驚いたのは、その多様さであった。100万件の中には、おおよそ7万件のユニークな食事名が存在した。もともと、デフォルトデータベースとして提供していたものには、2千件程しかないにもかかわらずである。それほどまで、ユーザは、名前を新規に入力したり、カスタマイズしたりして使っている。同じような食事でも、微妙に名前が異なり、その多様さのために統計をとることすら容易ではない。

このため、食事の名前に対して、代表的なカテゴリを自動的に生成する手法について検討した [7]。以下の手続きで実現した。

- (1) それぞれの食事の名前を単語に分解する
- (2) 似た単語からなる食事名を選択し、ワードグラフを生成する
- (3) 最小パスの単語の集まりを代表的な食事名のカテゴリとした。

ワードグラフを構成する際に、どれくらいの似た食事名をまとめるかで、最終的なカテゴリ数が変わる。図4は、代表的なカテゴリ数が15,000程度となる場合の頻度分布を示している。この図からわかるように、とて

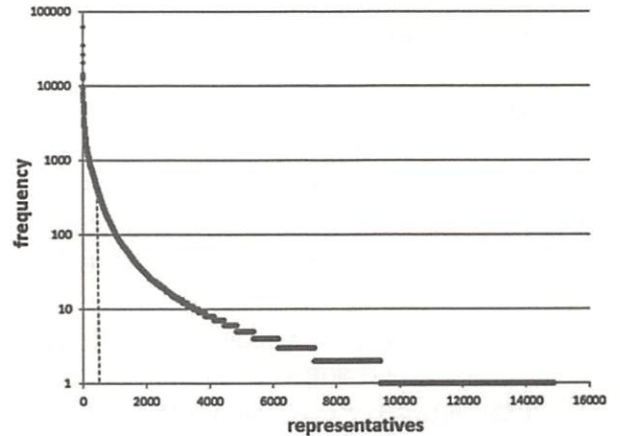


図4 Frequency vs Food category representatives

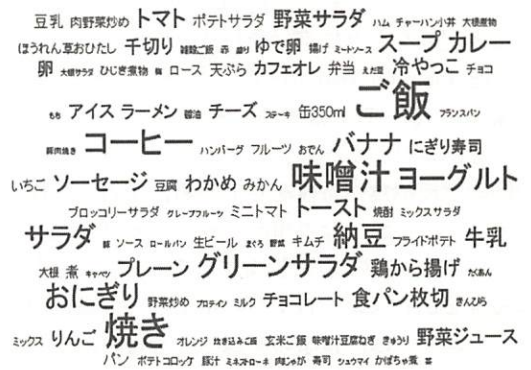


図5 Top 100 frequent representatives of FoodLog data: The larger the font size, the higher the frequency.

も急峻なべき乗分布をしている。80%の頻度をカバーするためには、500程度の代表カテゴリがあれば足りることもわかった。また、図5に、頻度のトップ100のカテゴリ名をタグクラウドとして表示した。身近な食事が大きく現れていると感じられよう。なお、“焼き”と

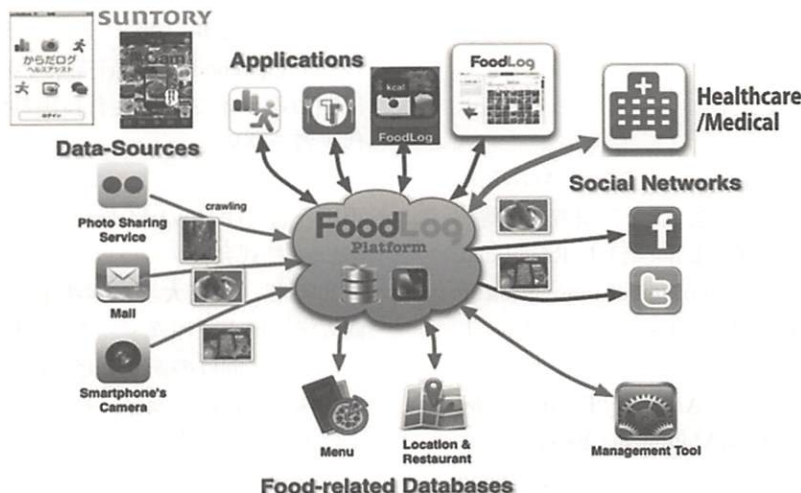


図6 FoodLog Development: FoodLog platform is applied to various applications.

いった調理名が単独で現れているのは、単語分解の際に、言葉の属性を考慮していないためである。

6. まとめ

FoodLog Web と FoodLog アプリは、データベースを共有しており、アプリでアップロードしたデータは、Web のインタフェースでもみることができる（なお、食事の詳細な記述は出していないが、出す予定である）。このデータベースは、様々な応用のプラットフォームでもある。2015 年 3 月時点で、WebAPI は、29 の組織に提供され、そのうち 14 は運用され、現実のサービスや限定した実験に用いられている。foo.log 株式会社というスタートアップの会社が、そのデータベースを運用するとともに、新規のサービスを作ることを担っている。

これまで、様々な利用が行われてきた。一例をあげると、食事記録をもとに寄付を行うというスマートフォンアプリを Table for Two (TFT) ^{*3,4} という NPO と協業して構築した [8]。TFT はカロリートランスファというユニークなプログラムを運営しており、アフリカのいくつかの国の学校給食へ寄付をしている。筆者らの作ったアプリでは、ヘルシーな食事をアップすると 1 円の寄付が行われる（20 円で 1 食に相当するらしい）。なお、ユーザはお金を払わない。TFT への企業からの寄付から支払われる。ユーザは、食事の記録をとること、そして、健康な食事をとることに、社会的な価値を見出すことができる。企業も、単にお金が動くだけの寄付ではなく、不特定多数のユーザに健康的な食事をとる動機付けを与えることができるという仕掛けになっている。

食事は、メディア技術にとっては、とても狭いトピックのように思えるかもしれない。しかし、実際には、食事は我々の生活の多くのことに強烈に関係しており、広汎なアプリケーションにつながるのである。

*3: Table for Two App, <http://jp.tablefor2.org/project/app.html>

*4: Table for Two, <http://www.tablefor2.org/home>

【文献】

- [1] International Workshop on Cooking Eating Activities (CEA), 電子情報通信学会 食メディア研究会 等
- [2] F. E. Thompson, A. F. Subar, C. M. Loria, J. L. Reedy, and T. Baranowski, "Need for technological innovation in dietary assessment," *J. Amer. Diet. Assoc.*, vol. 110, no. 1, pp. 48–51, 2010.
- [3] K. Kitamura, T. Yamasaki, K. Aizawa, "Food Log by Analyzing Food Images", *ACM Multimedia* 2008.
- [4] K. Aizawa, Y. Maruyama, H. Li, C. Morikawa, "Food Balance Estimation by Using Personal Dietary Tendencies

in a Multimedia Food Log", *IEEE Trans. Multimedia* Vol.15, No.8, pp. 2176–2185, Dec.2013.

- [5] M. Ogawa, Y. Sato, K. Aizawa, "A Smart Phone Based Calorie Counting System with Food Photo Analysis", demonstrated in *Health 2.0*, 2011. <http://www.health2con.com/tv/foo-log-inc-tools-andtrackers>.
- [6] K. Aizawa, M. Ogawa, et al, "Comparative Study of the Routine Daily Usability of FoodLog: A Smartphone-based Food Recording Tool Assisted by Image Retrieval", *Journal of Diabetes Science and Technology*, Vol.8, pp.203–208, March 2014.
- [7] S. Amano, K. Aizawa, M. Ogawa: "Food Category Representatives: Extracting Categories from Meal Names in Food Recordings and Recipe Data", *IEEE MultiMedia Big Data* 2015.
- [8] K. Aizawa, *Multimedia FoodLog: "Diverse Applications from Self-Monitoring to Social Contributions"*, *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, Vol. 1, No. 3, pp.214–219, 2013.
- [9] K. Aizawa, M. Ogawa: "FoodLog: Multimedia Tool for Healthcare Applications", *IEEE MultiMedia*, Apr.-June 2015, Vol. 22, No. 2 pp.4–9

(なお、本稿は、[9]に掲載した原稿を参照している。)

【略歴】

相澤清晴 (AIZAWA Kiyoharu)

東京大学大学院情報理工学系研究科 教授。

1983 年、東京大学工学部電子工学科卒業。1988 年、同大学院博士課程修了。工博。東京大学工学部助手、講師、助教授を経て、2001 年より、教授。現在、同大学院情報理工学系研究科教授。この間、画像・メディア処理、ライフログ、3 次元映像、漫画画像処理等に関する研究に従事。特に、近年、ライフログから食にアプローチし、FoodLog の研究開発を進め、JST CREST「食に関わるライフログ共有技術基盤」(2009-2014)の研究代表者を務めた。

小川 誠 (OGAWA Makoto)

foo.log 株式会社

2000 年、東京大学工学部電子工学科卒業。2005 年、同大学院博士課程修了。博士(科学)。大学院在学中からケータイ向けの新サービスの開発も行い、クアドラングル株式会社に参画し、モバイルサイト構築事業を立ち上げる。大学院修了後、ソニー、テレビ東京ブロードバンドを経て、2007 年、株式会社 D-SIDE 代表取締役。2010 年、foo.log 株式会社を創業。現在に至る。

特集 ■ ライフログと健康

ビッグ、ディープデータを使った健康管理



吉澤正樹

株式会社タニタヘルスリンク

Yoshizawa Masaki

1. はじめに

現在の日本における健康を取り巻く環境は、厚生労働省の「健康日本21」では、健康を増進し、発病を予防する（一次予防）に重点を置いた施策を進めている。また、経済産業省では、健康寿命延伸の市場創出、産業について検討するための「次世代ヘルスケア産業協議会」を設置している。このように、以前はなかった健康についての社会を取り巻く環境が変化している。これらは、健康寿命を延ばす目的で作られている。その背景としては、高齢化、医療費が増加していることが大きな原因として上げられる。

高齢化について簡単に説明すると、我が国における、総人口のうち65歳以上の人口は約25%を占める（図1）。医療費については、平成23年度は前年対比で1兆1648億円も医療費増加しており、65歳以上の高齢者医療費が医療費全体の半分以上を占めている。生活習慣病は国民医療費の約30%を占め、死亡数割合では約60%を占める。

2. 健康寿命とは

健康寿命とは、健康上の問題で日常生活が制限される

ことなく生活できる期間と定義されている。そして、健康寿命と平均寿命の乖離が問題となっている（図3）。

3. 健康についての考え方

健康についての考え方は、人それぞれあると思うが、「病気ではないから、痛いところがないから健康だ！」

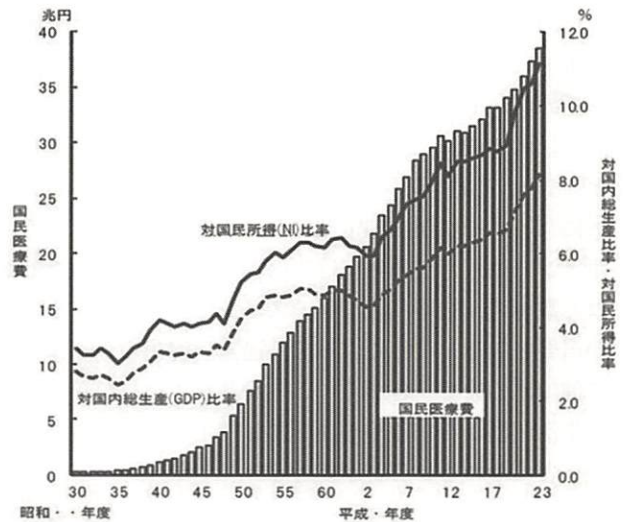


図2 「平成23年度 国民医療費概況」(出典:厚生労働省)

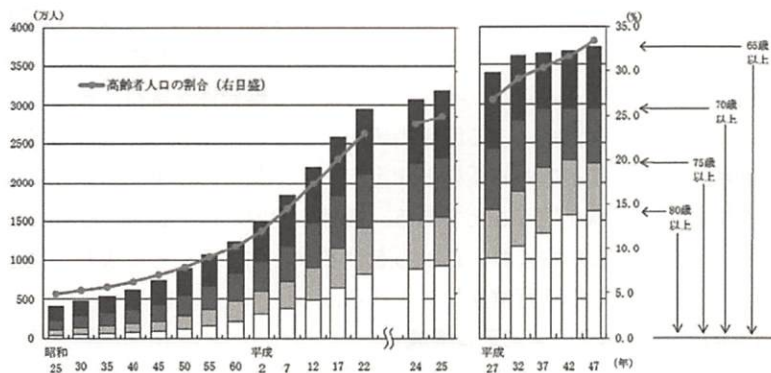


図1 高齢者人口の割合(出典:総務省統計局)

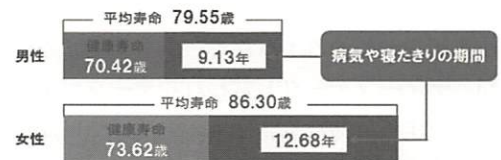


図3 健康寿命と平均寿命の乖離
(出展:厚生労働科学研究費補助金「健康寿命における将来予測と生活習慣病対策の費用対効果に関する研究」, 厚生労働省「平成22年完全生命表」)

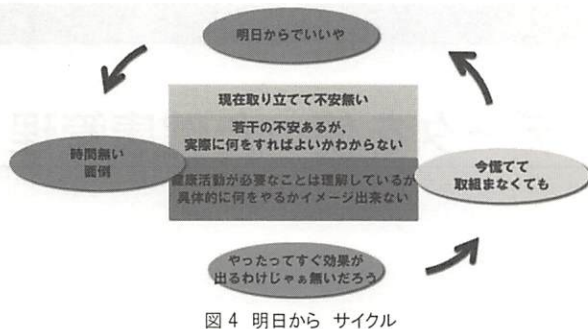


図 4 明日から サイクル

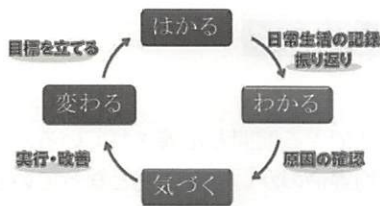


図 5 健康へのサイクル(口絵にカラー版掲載)

と考える人が間違いやすく、図 4 のようなサイクルになり、それが、悪い生活習慣となる。この悪い生活習慣を改善することによって健康な生活習慣になっていく。これらの生活習慣の問題解決のためタニタグループ全体で健康をはかり、健康をつくっていく事業を展開している。

そのなかでも重要なことは、はかることである。具体的には体組成計、血圧、活動量等を簡便に「はかる」こと、また、それをみえる形にして過去、現在が「わかる」形になる。それが、測定値のデータ化である。ここで、ポイントは、今日の体重は昨日より増えた、減ったではなく数ヵ月、数年、数十年のスパンでデータ化することが重要となる。これによって、過去、現在のデータを見て健康について「きづく」ことがあり、それがきっかけで生活習慣から来る不健康を脱して生活習慣から来る健康へと「かわる」ことができる。

このように、「はかる、わかる、きづく、かわる」サイクルを実現することが重要である(図 5)。

4. 健康管理の仕組み

健康管理をする上で、日々の測定データの蓄積が重要となる。そのときにビッグデータと言われるようなことから傾向がわかるようなデータを蓄積することも重要だが、ディープデータと言われるデータが重要で、個別の指導をするにあたり、個人の生活習慣にかかわるデータを集める必要がある。

1 回の測定値だけで一喜一憂するのではなく、日々のいろいろなデータを集積することが重要となり得る。健康づくりに必要なことを大別すると、「食事」「運動」

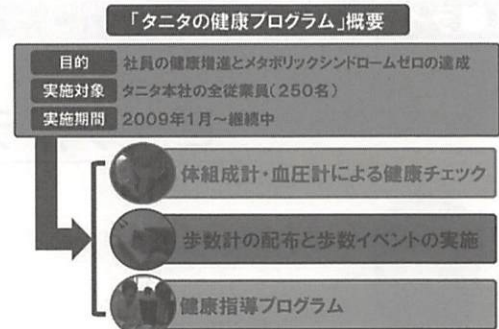


図 6 「タニタ健康プログラム」概要(口絵にカラー版掲載)

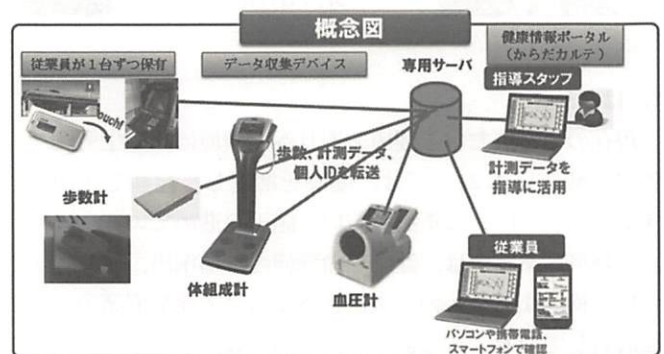


図 7 測定システムの概念図

「休養」が考えられる。

こと、「食事」については、過去にタニタにあった「ベストウエイトセンター」で行って来た健康指導を元にレシピ開発が行われ、味覚を含めたディープデータとして活用した結果から 500kcal、塩分 3g、前後の定食メニューができています。

このように各人の個別に対応するためにビッグデータ、ディープデータを活用して健康指導をしていく。ここで、指導される側に重要なことは、データを可視化することによって、前述の「はかる、わかる、きづく、かわる」が実践され、継続することである。

4.1 タニタ健康プログラム概要

社内での取り組みは、体組成計、血圧計を使って健康チェック、歩数計、活動量計を使って運動、消費カロリーの管理、イベントを使って継続性を維持、そして、専門家による健康指導を行うこと、指導の元となる各デバイスの時系列の測定データや普段の食事診断を元に指導を行うことである。指導の内容には、食事、運動、休養が含まれ、これらをサイクル化することにより、健康な生活習慣を作り上げる。

4.2 システム構成

測定機器のシステム構成を図 7 に示す。体組成計、血圧計で健康チェック、歩数計、活動量計を各人 1 台保有

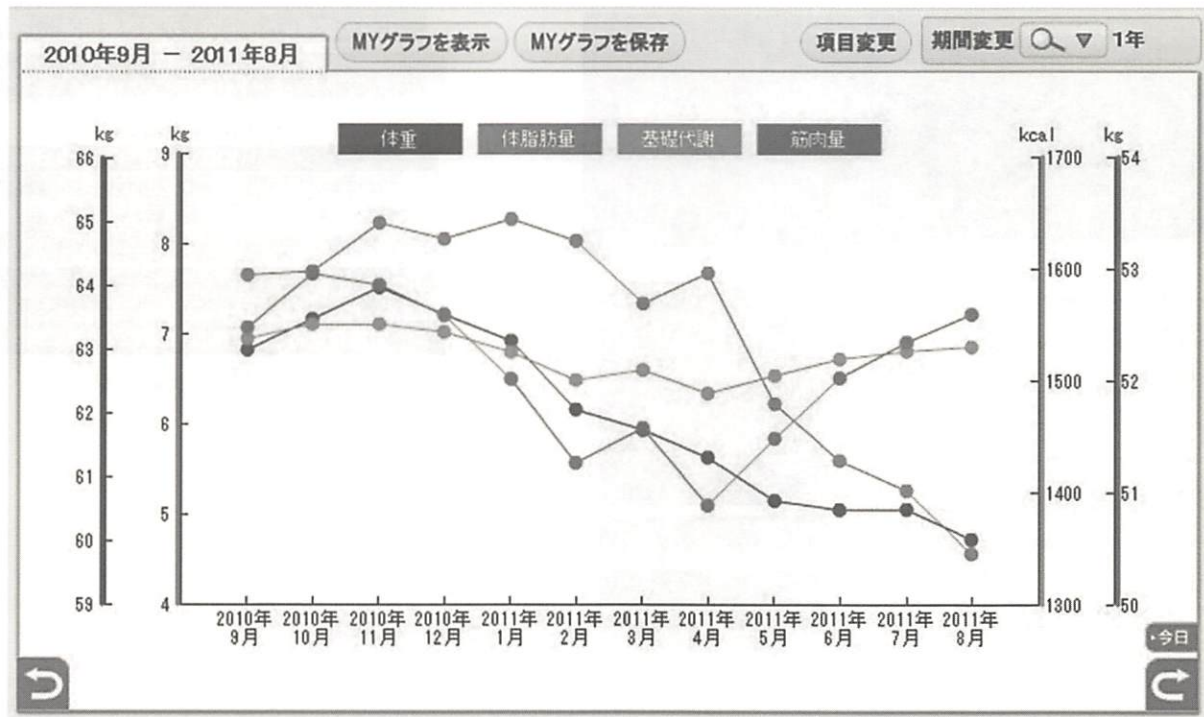


図8 測定グラフ(体重減, 筋肉増の理想的なグラフ)

して、日々の活動量を測定する。これにより、総消費カロリー（一日に人が消費するエネルギー）が測定でき、摂取するエネルギーが求められる。前述のように、1、2日だけの結果を求めるのではなく長いスパンを元に考えていくことが重要となる。

歩数計、活動量計でID認証して、各測定器で誰がはかったかわかるようにして、各種測定器からデータをサーバまで送ることにより、測定データを集積して、可視化することができる。

4.3 継続性

ここまでの、健康管理、システム概要になるが、ここから課題となるのが、測定の継続性である。

一般にやる気を起こさせるためには、インセンティブ、ディスインセンティブが使われると良いが、まず、外せないのが見える化により「わかる」ことである。日々の自分のデータが見え、図8のように体重、体脂肪率が下がり、筋肉、消費カロリーが上がることで自分の日々の努力がみえる形になり継続性が上がる。また、歩数、消費カロリーでは他者との差がわかるので、差別化意識からもモチベーションに繋がる。インセンティブとしては、後述するバーチャルの歩数イベントで景品等を渡すことも考えられる。

これが測定についての継続性、健康管理の維持に繋がる。また別のやり方として「誰々さんが測定してませ

ん」のメールが、指定した者（上司、同僚）に行くようなことをして、お互いで、測定を継続させる環境作りも考えられる。

次に、歩数、消費カロリーを使ったイベントで、運動（消費カロリー）の維持に繋げる。これは、歩数、消費カロリーのイベントになるが、具体的な方法は、バーチャルで名所巡りやチーム間競争をすることによってゲーム性を持たせている。また、歩数計を持たない世代を狙った、キャラクタを使ったイベントがある。まずは、バーチャルの名所巡りは、図9のようなバーチャルコース設定で、歩いた歩数により、何処まで行ったかがわかるようにしている（行った先の画像が出る）。次にキャラクタを使ったバーチャルイベントでは、襲撃イベントと称して、ライバルキャラクタ（または、悪役キャラ）を歩数計、活動量計の全員の合計で、ある閾値に達したところでそのライバルを倒す設定をしている。このように、ゲーミフィケーションを取り入れ、健康管理のシステムへの参加継続性を上げ、データを蓄積することができる。

4.4 健康指導

これまでのデータを蓄積する仕組みを使って集めた時系列データをもとに健康指導をしていく、ここで、重要なことは、現在のデータだけを元に健康指導するのではなく、本人の過去の時系列データを元に健康指導をする



図 9 バーチャル歩数イベント(オアフ島) (口絵にカラー版掲載)

ことができる。若いときの体重、体脂肪率のデータ(健康な頃)と現在の体重、体脂肪率、また、食生活の結果から、摂取(食事)、消費(運動)の差分の蓄積が現在の体重になるので、各人の傾向を元に食事、運動の健康指導が可能となる。

5. 成果

タニタの社員全員が体組成計、血圧計、歩数計を使って、前述のような管理を行った結果としては、23年度、24年度比較で、1万8千円ほど一人あたり医療費が下がっている。これについては、健保との関係で詳細情報が得られないが、全体の結果としての医療費が下がっていることがわかる(図10)。

6. 今後の展望

現在、慶應義塾大学とともに、国立研究開発法人 情報通信研究機構の委託を受けて、活動量をはじめとする複数の生体ログデータを自動的に収集し、タニタヘルスリンクで過去8年間に集めた生体ログのビッグデータと合わせて、健康指導情報を生成し、健康指導情報を利用者にフィードバック提示するシステムの開発を行うことで、国民のヘルスリテラシーの向上を図る研究を行っている。また、厚生労働省の「データヘルス計画」により医療データを分析して、効果的、効率的な保健を行うことが始まる。これらを効率よく絡み合わせて、予防医療や健康づくりの分野で社会貢献をして行く。技術的なこ

社員の健康レベルの向上が医療費削減に寄与

プログラム導入前の平成20年度と平成22年度を比較すると、約9%(所属健康保健組合比で18%)の削減効果が見られた。

平成24年度の医療費実績

	1人あたり医療費	タニタ全体の医療費
平成23年度	147,496円	31,121,750円
平成24年度	129,292円	28,444,130円
削減額	▲18,204円	▲2,677,620円

※被保険者(社員)数は平成23年度211人、平成24年度が220人

適正体重者(BMI 18.5~25未満)の比率も平成20年度約70%から平成24年度には約75%となり、優位差異がみられた。

医療費削減と適正体重者比率の改善に効果

図 10 医療費の効果

とも絡むが、健康指導についてはヒューマンサービスであり、一方でいろいろなデータから指導内容を抽出する必要がある。

これらを、AI(人工知能)と組み合わせることにより適正なアドバイスが可能になり、指導品質も向上する。先々、CS業務がAIによって可能になりつつあることから健康指導についても、簡易的な部分がAIによってできれば、健康指導を利用する裾野が広がり、よりいっそう、人々が健康になるようになると考える。

7. 用語の説明

- ・体組成計とは
 体重計・・・体重だけをはかる
 体脂肪計・・・体重、体脂肪率をはかる
 体組成計・・・上記に加え、基礎代謝、筋肉量、水分量、内臓脂肪レベル等の体の組成をはかる
- ・活動量計とは
 活動量計を体幹部に着けることで、体を動かした時の消費エネルギーを精度よく測定する。

【略歴】

吉澤正樹 (YOSHIZAWA Masaki)

株式会社タニタヘルスリンク 代表取締役 社長

2001年(株)タニタに家庭用体組成計の回路設計を担当。2011年経営会にて、他社との協業案件に携わる。2013年より現職。

特集 ■ ライフログと健康

2020 年を見据えたスポーツデータのあり方



馬渕浩幸 CLIMB Factory 株式会社
Mabuchi Hiroyuki



神武直彦 慶應義塾大学
Kohtake Naohiko

1. はじめに

スポーツのデータと言うと、サッカーであれば得点数やアシスト数、野球であれば打率や打点といった数字を思い浮かべるかもしれないが、これらのデータは競技現場の出来事に関する単純な集計数値である。現在のスポーツデータは単純な集計数値同士を用いて計算するものはもちろん、野球の「セイバーメトリクス」と言われるような統計理論を利用して高度に数値を分析するものまで、様々な選手やチームの成績を確率論で示すようなデータが数多く存在し、活用されている。それは、映画にもなった著書「マネー・ボール」でも描かれている。

単純な割り算で算出されるデータであれば、野球なら安打数を打席数で割り算する打率などがそれにあたるが、野球そのものを分析し、得点の多い方が勝つといったルール特性を考慮して、得点と相関が高い出塁率と長打率を足して算出した OPS と言うようなものまで、一括りに野球のデータと言っても、ルールの解釈から理論的に語られるデータまで多岐にわたっている。また昨今では、サッカーなどの現場でも単純な集計数値から確率論的なデータが頻繁に用いられ、選手やチーム評価に利用されている。野球の打率のように、得失点数を試合数で割った得点率、失点率などがこれに当たる。

なお、このような確率を求めたスポーツデータは、統計(の数字)を意味する Statistics を略して「Stats(スタッツ)」と呼ばれ、現在では新聞や雑誌の紙面、テレビの試合中継、ニュース番組など、あらゆる競技結果を扱う場面でスポーツデータの総称として用いられている。さらに、野球やサッカーをはじめとする今日のスポーツデータは、映像技術の向上や IT デバイスなどの進化でさらに大きく進化している。野球の打率や打点、サッカーの得点率や失点率などは、その競技現場で起きた結果の記録そのものであるが、今日では録画した試合を映像解析し、走行距離や最高速度、走行時の強度などを自動に測定するなど、スポーツデータの現場は従来まで

データとして得ることのできなかった事柄を数値やグラフなど可視化できるようになった。これにより、例えば選手個々の動きを考慮した作戦の立案や決定など、試合現場では都度、正確な展開を把握しているほか、競技を見る人々にも多くの情報を提供し、エンターテインメント性を高める要因にもなっている。

2. 新しいスポーツ現場のデータ

2015 年シーズンより日本プロサッカーリーグ「Jリーグ」では、新しいデータの集計と公開を始めている。国内で野球やサッカーの公式記録を集計するデータスタジアム社が、米国 CHYRONHEGO 社のトラッキングシステム「Tracab(トラキャブ)」を利用し、Jリーグおよび、Jリーグメディアプロモーションと共同で開発した。スタジアムに専用カメラを設置してピッチ全体を撮影し、その映像を自動追尾(トラッキング)システムを応用して、選手、ボール、審判の動きをデータ化している(図1)。

筆者が記憶する所では自動追尾(トラッキング)システム概念は、早くからサッカーなどの戦術解析などの現場で注目され、2000 年頃からイギリスやドイツ、フランスなど多くのサッカー先進国で導入が進んだ。2014 年ブラジルサッカーワールドカップなどの国際大会でも

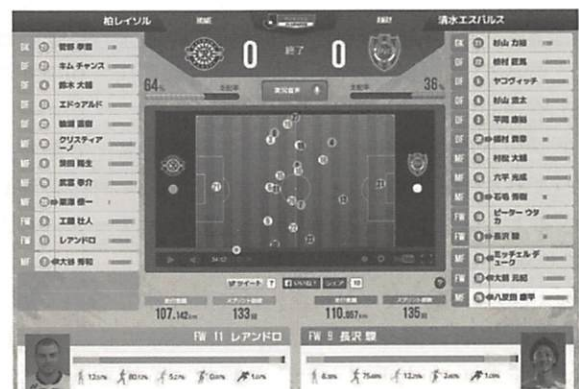


図1 トラッキングシステムデータ Web 活用例(Jリーグ.jp)

正式採用され、選手個々の活動範囲や走行距離、最高走行速度などが、試合終了後 1～2 時間以内に大会ホームページ上で公開された。開発元のデータスタジアム社によると、Jリーグのトラッキングシステムでは、選手走行距離、選手加速度、チーム総走行距離、走行スピード、移動エリア、ボールの動き、審判の動き、選手間の距離、平均ポジション、状況別走行距離、時間別走行距離、状況別ポジショニング、ピッチ全体の俯瞰アニメーションなど、選手個々のデータからチームやボールの動きまで 14 種類以上のデータが自動集計されている。

サッカーの場合、競技特性上、試合が始まると、監督、コーチなどの指導者もグラウンドの方々に散らばる選手に指示できる範囲は限られるため、選手個々の動きの把握や評価は容易ではない。そのため、選手の調子の良し悪しや、チームの戦術遂行などの評価は見る者個人の主観的感覚でしかなく、曖昧な感覚は正当な選手評価を誤り、結果として優秀な選手の見落としや欠落など競技力を衰退させる原因ともなっていると思われる。すべてのスポーツ競技は対戦相手がいるので、その集計データが意味する解釈には様々な要因分析が必要だと考えているが、従来まで見えなかった現場データが可視化される点では、このような取り組みに競技力向上などの現場に新たな可能性を感じている。

また、競技力向上の他にも、取得したデータを可視化することによって選手の動きをリアルタイムにアニメーションで再現するなど、Jリーグではテレビ中継や Web サイトコンテンツとしての活用も期待していると言う。

3. スポーツデータの変化と身近な IT 技術

サッカーのトラッキングシステムの利活用は、現状、一部のトップスポーツ現場で進められている大きな構想であるが、このようなトラッキングシステムに見られるように、スポーツ現場のデータは勝敗に関わる作戦や成績結果から、個々の選手情報まで広がっている。そのため、競技現場はもちろん、競技現場以外の個人情報もチーム強化や戦略に影響を与える要素として見られるようになり、その傾向は急速に早まっているように筆者は感じている。それを後押しするのが日常生活で利用する iPad や iPhone に代表されるタブレット PC やスマートフォンなど身近な IT 端末とそれらの技術進化であり、そのような IT 端末によって、より日常的な情報を集約できるようになったことがスポーツ現場のデータにも大きな影響をもたらしていると考えている。

例えば、一般の人々が日常生活で利用するヘルスケア機器も、生活習慣や一日の活動量を記録するライフレコーダや Bluetooth モジュールを搭載する体重計などで日常生活の情報をデジタルデータとして保存している。

それらの情報は、スマートフォンなどの IT 端末を通じて掛かり付けの医師が活用するなど、いつでも、どこでも閲覧、利用することが可能になった。これらの日常生活における身体情報のデジタル化はスポーツ現場でも取り入れはじめられており、主に選手のコンディション把握や怪我の防止とその管理で利用が開始されている。

従来のスポーツ選手はチームや競技現場のデータのみが集約され、それらの数少ないデータを練習メニューの組み立てやコンディション把握に活用してきたと筆者は捉えている。しかしながら、プロチームのトレーナーや指導者によると、選手も競技現場以外では、寝る、食べる、移動するなど、一般の人々と同じように生活習慣があるため、本来は競技現場以外の生活も管理した方が効果的なコンディション把握が可能になる。一部の競技選手や団体、チームでは以前から健康状態をメモに取ったり、表計算ソフトウェア上で管理したりするなどしていたが、今日では、一般市場にあるスマートフォンアプリケーションをスポーツ現場で利用するなど、競技現場以外の日常管理にも変化をもたらしている。

例えば、携帯電話だけを活用しても、利用者の日常の移動距離を把握することが可能で、その情報に別途チームや団体が持つ練習量や試合の出場時間などの情報を加味することで、より現実的な疲労度や消費カロリーが算出でき、さらには具体的な栄養指導も行えるようになりつつある。

筆者らは実際、国内のリーグで活躍するアマチュア女子サッカー選手 (21 歳) の栄養指導をスマートフォンアプリケーションのコミュニケーションツールを用いて行った (図 2)。具体的には選手は間食を含め食事をする度に写真を取り、アプリケーションで担当する管理栄養士に送るようにした。そして、その写真を見て管理栄養士が摂るべき食事と栄養素を栄養学の知識を交えながら教えるといったリアルタイムな指導を実践した。すると、



図 2 女性アマチュア選手栄養指導イメージ (口絵にカラー版掲載)

主観的評価ながら、この選手はわずか2ヵ月足らずで体重管理や疲労回復、怪我の予防に効果があった。コミュニケーションツール自体が自分に身近なスマートフォンとそのアプリケーションで、友人と話すように気軽に利用できたというのが効果を実感した選手の感想であった。

筆者らは、このように既存のアプリケーションとサービスを連動させるだけでも、スポーツ現場のデータ収集は格段に迅速さを増すと考えている。それと同時に、例えば栄養指導であれば、摂取した栄養素をグラフ化するなどして、さらにコミュニケーションを高めることも可能になり、より適切な指導現場を実現することができると思っている。特にスポーツ選手であっても若年層であればあるほどITリテラシーは高くなる傾向がある。それは一般社会の若者と同じで、これらの既存するIT端末やアプリケーションサービスをスポーツ現場で用いるだけでも、育成段階の若いアスリートにはとても効果的であると考えている。

4. スポーツ現場の性質

トップスポーツの現場では、いち早く情報のデジタル化やIT技術を利用した情報の可視化が図られているように思われがちだが、他産業と比較すると、国内スポーツ現場のIT化や情報の可視化は遅れていると言わざるを得ない。例えば、プロ野球チームでさえ、故障者の管理情報は現場指導者のノートにのみあるといった状況で、体重管理すらままならないという現実を筆者は痛切に感じている。最近でこそ、スマートフォンのようなIT端末の発達で、紙に書いたメモのようなアナログ情報をデジタル化する意識こそ高いが、実際にシステム化に着手できるまでには数々の問題があると認識している。

それは何故か。筆者が現場で経験した感覚からいくつか業界の性質的なものを言えば、まず、スポーツ競技団体やチームにはシステムの開発やその運用を統括するスタッフがいないことが多い。一般的な企業であれば、その組織の中にシステムを開発する、もしくは開発を依頼するための窓口となるスタッフがいたりするが、スポーツ現場の多くはそういった人材を抱えていることは少ない。今後はIT技術の進化により、スポーツ現場もよりシステム化される現状を考えれば、スポーツの団体組織やチームでは積極的にシステム化に関わる人材を雇用する、もしくはITデベロッパーや人材派遣の事業会社から招集する必要もあるのではないかと感じている。実際に、日本サッカー協会ではIT技術に長けた人材を雇用し、数年前から情報システム部を設置、協会を導入するシステム開発のマネジメントやIT端末の契約精査などを行っている。

また、国内のスポーツ現場で必要な情報については、今日に至るまで明確性を持った研究があまり実施されて

ないことも大きな要因だと筆者は考えている。これは選手を管理する多くの指導者も指摘しており、特に選手個人の身体情報に関わるものはどんな情報が必要かといった必須要素が十分には明らかにされておらず、あらゆる理論や考え方のもと統一要素を見出せてはいないと言う。そのため何らかの方法で選手の身体管理やコンディション管理を行う場合、必要情報の洗出しから行わなければならない、その時点で合理的な管理システムの開発にまで至らないケースが多い。

スポーツ選手は体重を起床時、練習前、練習後、就寝前と測定することが多いが、本当にそれらの測定が重要なのか、どの程度の頻度や精度で測定すべきかは統一見解があってもよく、それぞれの競技によって必要情報は変わることもあるが、おおよそ身体に関わる情報の統一化は可能であると考えている。それらの必要情報が明確化できれば、より技術的な指導方法や健康維持管理に利用できるはずである。

5. スポーツ選手データと既存サービスの連携

筆者らは、2013年春に開催されたある団体球技の女子高校生全国大会において、全出場チーム監督、コーチ、部活動顧問をはじめとする指導者約120名に部員生徒の月経管理についてアンケートを実施した。その結果、おおよそ80%以上の指導者が月経管理についての指導は「特に行っていない」と回答があった。また、同じく月経に関するアンケートを出場選手約1,000名の女子部活動生徒に実施したところ、月経は定期的か否かの問いに、半数以上60%以上の生徒が「(月経が定期的か不順なのか)わからない」と回答した。

もともとトレーニングにおける月経異常は、トレーニングを終えると一定期間で回復すると一般的には言われているのが、自分で月経が不順であるかどうかを判断できない状況は、スポーツ選手である前に発育途中の女性身体として大きな負担となっていると考えられる。また、スポーツ選手は調子の良し悪しを判断するためコンディションという概念を持っているのが一般的だが、月経管理とコンディションが結び付かない指導現場の管理体制には早急な改善が必要だと感じている。

しかしながら、そのような改善に特別な発想や新しいシステムは必要なく、先の食事管理と栄養指導のように身近なIT端末と既存サービスの組み合わせで必要情報をしっかり管理把握すればよいと考えている。例えば月経管理であれば、スマートフォンアプリケーションなどの月経管理ツールをそのまま用いれば十分で、実際にエムティーアイ社が提供する月経管理ツール「ルナルナ」などでは、400万人以上の一般ユーザが毎月の月経周期を管理している(図3)。400万人もの会員を管理して



図 3 月経管理アプリ「ルナルナ」画面イメージ



図 4 選手管理データベースイメージ (口絵にカラー版掲載)

いるツールであれば、セキュリティ上データ漏えいなどの問題もなく、センシティブなスポーツ現場の情報管理にも適していると言えるはずである。

ただし、これらの民間サービスの対象はあくまでも個人的な目的達成のため作られており、チームや組織単位で管理、指導を目的に作られているものは少ない。そのため、これらのサービスを利用するに際してはシステム自体の仕様変更を要する場合も多く、既存する各競技団体の選手登録システムや競技現場の選手管理システムと連携する必要も検討するべきだと考えている。また、このような既存のアプリケーションサービスでは、管理する情報ごとにツールが異なるなどの問題点もあり、総合的な選手管理を実現する上で、明確化した必要情報を網羅できる仕組みの構築が急務である。

また筆者らは、文部科学省が行っているトップレベル競技者向け五輪関係強化施策「チーム『ニッポン』マルチサポート事業戦略」において、主に選手個々のコンディション維持・管理を目的とした選手管理データベースシステムとアプリケーションの開発を進めている(図4)。民間業者とマルチサポート事業の受け皿となっている大学研究機関との共同研究事業として、2012年ロンドン五輪、2014年ソチ五輪を機に一部競技ですでに運用を開始した。

このデータベースシステムは、選手プロフィール、フィジカルデータ(身体情報)、受傷歴、メディカルデータ(内外科的の情報)、投薬情報、スケジュール、トレーニング管理、コンディション管理などの選手個人に紐づく情報をデータベース化して保存することを目的としている。また、同システムに連動するアプリケーションは主に選手個人のコンディション管理を中心とし、毎日の体重、体脂肪、体温、血圧、主観的調子の良し悪し、1日の運動量などを記録するためのものである。体重など機器を利用して測定する項目はBluetoothを搭載する機器とアプリケーションの入る携帯端末を連動させ、入力の手間を軽減する。選手はこれらの情報を入力することで、良好なコンディションを保つための生活習慣を見つけ出すヒントにしている。また、指導者は団体、チーム単位で担当する選手のコンディション状況などを一覧で把握できるようになった。

しかし、これらのシステムもスポーツのみに特化したものではなく、あくまで一般的な情報管理データベースとそのデータベースへの情報入力閲覧アプリケーションの開発である。そのため、例えば「ルナルナ」のような民間のアプリケーションサービスと選手管理データベースが連携してトップスポーツの現場をより正確に管理できるのではないかと考えている。データの可視化や使いやすさを考えれば、何百、何千万人向けに開発された民間サービスの方が、ユーザのデータ入力などユーザインタフェース(UI)の観点でも充実しており、利用を継続するためのユーザーエクスペリエンス(UX)などでも工夫が見込めるだろう。その点ではトップを含めたスポーツ現場のIT化やシステム構築は、医療現場の電子カルテなど、ヘルスケアの類としてむしろ同一視すべき現場だと考えている。

6. スポーツデータはどうあるべきか?

東京2020オリンピック・パラリンピックの開催決定を機に、あらゆる産業の企業や公的機関がスポーツ分野に目を向けてきているが、日本には一部のスポーツメカやスポーツのイベント運営会社を除き、その道に長けているプロフェッショナルが多くないことを筆者らは危惧している。国内のプロチームの多くは親会社を持ち、事実上独立採算制となっていないことが多いと思われる。しかしながら、2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催を機に、スポーツ分野のプロフェッショナルが各産業で立ち上がることを期待したい。

その上で筆者なりにスポーツデータはどの方向に向かうべきかと言えば、モータースポーツと言われる自動車レースが自動車開発の実験場のような位置づけであるように、スポーツ自身が社会に役立つ機会としてスポーツ

データをとらえていくべきだと考えている。スポーツ現場のデータ収集は試合に勝つためといった本質的な目標を達成するためであることは変わらないが、様々な産業での成熟したデータ収集方法とその活用事例を学び、競技現場に活かすデータ利用を検討するのは、スポーツ現場のデータが発展していくためにも必須であろう。

スポーツの現場は競技データの一部に固執することなく、選手である人々がスポーツを行うために何をしたらいいのかを考え、個々のコンディションなど人間的な要素を整える所からデータの重要性を考慮し、日常生活などではすでに進んでいる医療電子カルテや健康管理ツールなどのIT技術を可視化するデータの知見を広く取り入れるべきである。そうすることで、自ずとスポーツ現場のデータは競技者のみならず、医療や健康科学、フィットネスなど、スポーツと運動に関わる現場の良き事例になる。そして、スポーツデータを定義するならば、個々のスポーツ選手、指導者、関係者に必須なデータすべてがスポーツデータであり、それは言い方を変えれば人として当たり前に必要なデータのはずである。スポーツデータがそのような位置づけのデータとなれば、自ずとスポーツは人々にとってなくてはならない存在になると考えている。

産業界と大学などの教育研究機関の連携も重要である。産業界にとっては、スポーツデータを収集、分析し、意思決定に必要な情報を創出できる人材が研究機関から数多く出されれば、企業やチームで不足しているスポーツデータに関する人材を定常的に確保することができ、選手の獲得や育成、チームの戦略などでデータに基づいた意思決定をすることが可能になる。また、様々な取り組みを特定のスポーツに限らず、様々なスポーツや、また、ヘルスケアなどの分野にも広く広めるためにも教育研究機関において、取り組みの実証を行うことには意味があると考えている。一方、教育研究機関にとっても、実際のスポーツ現場と密接な関係のある産業界と連携をすることによって、スポーツ分野における実際の課題や魅力を直接的に得ることができ、人材育成はもとより、より、実質的な研究を立案、実施することが可能になる。さらに、スポーツ分野で得た知見を別の分野に適用するといったことや、別の分野での取り組みをスポーツ分野に適用するなど、様々な学際的な試みを行うことができ、スポーツ分野に寄与するイノベーション創出の可能性が高まるのではないかと考えている。スポーツデータは、その活用によって、スポーツそのものの魅力を向上させると共に、ヘルスケアを始めとする様々な分野に寄与することができると考えており、まずは、東京2020オリンピック・パラリンピックを見据えて、日本発の価値ある取り組みを進めていきたい。

参考文献

- [1] Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game (W W Norton & Co Inc; Rep Mti/Michael Lewis 著)
- [2] サッカーデータ革命 ロングボールは時代遅れか (クリス・アンダーセン 著, デイビッド・サリー 著, 児島修 翻訳)
- [3] SPSS と Excel による「統計力」トレーニングスポーツデータで分析力を身につける (東京図書 / 川本竜史 著)
- [4] 高校球児に伝えたい! プロだけが知っているデータで試合に勝つ法 (東邦出版 / データスタジアム株式会社 著)
- [5] リカバリーの科学—スポーツパフォーマンス向上のための最新情報 (ナツプ / Christophe Hausswirth, Iñigo Mujika 著, 長谷川博, 山本利春, 他 監訳)
- [6] 競技力向上のスポーツ栄養学 (シリーズ「トレーニングの科学」) (朝倉書店 / トレーニング科学研究会 著)
- [7] 臨床スポーツ医学 (医学映像教育センター / Karim Khan 著, 初山日出樹, 黒澤和生, 他 著)
- [8] 女性アスリートためのコンディショニングブック (国立スポーツ科学センター 2013)
- [9] 競技力向上のトレーニング戦略—ピリオダイゼーションの理論と実際 (大修館書店 / テューダー・ボンパ 著 尾縣貢, 青山清英 監訳)
- [10] ムーブメントファンクショナルムーブメントシステム: 動作のスクリーニング, アセスメント, 修正ストラテジー (ナツプ / Gray Cook 著, 中丸宏二, 小山貴之, 相澤純也, 新田 收 監訳)
- [11] ファントレトプアスリートのトレーニングを自宅で! (朝日新聞出版 / 鈴木岳 著)
- [12] トレーナーズバイブル (医道の日本社 / William E. Prentice 著, Daniel D. Arnheim 著, 岩崎由純 翻訳)

【略歴】

馬淵浩幸 (MABUCHI Hiroyuki)

CLIMB Factory 株式会社 代表取締役

1999年大学卒業後、外資系金融機関を経て、マーケティングリサーチ会社に入社。その後、国内メーカーマーケティングマネージャなどを歴任し、2009年7月CLIMB Factoryを設立。

神武直彦 (KOHTAKE Naohiko)

慶應義塾大学 准教授

1998年大学院修了後、宇宙開発事業団に入社。宇宙航空研究開発機構主任開発員を経て、2009年度より慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科准教授。現在、慶應義塾大学SDM研究所スポーツデザイン・マネジメントラボ代表。博士(政策・メディア)。アジア工科大学客員准教授。

特集 ■ ライフログと健康

ログデータと健康管理

ウェアラブルデバイスによる健康管理の可能性～身体活動を中心に～



小熊祐子 慶應義塾大学
Oguma Yuko



加藤梨里 慶應義塾大学
Kato Riri

1. はじめに

「ログ」とは、起こった出来事についての情報などを一定の形式で時系列に記録・蓄積したデータのことである。一方、自分で健康状態の指標や行動を記録して把握することを「セルフモニタリング」といい、健康行動科学的には重要な手法である。普段の生活の状況を把握することは、自身の健康管理に有用である。また、医療機関では、何十年も前から、患者に「健康手帳」「血圧手帳」「糖尿病手帳」などを渡し、体重・血圧といった健康状態や食事・運動といった行動の状況を記録してもらい、治療に活用している。糖尿病によりインスリン自己注射中の人にとっては、指先針穿刺により行う自己血糖測定は画期的で、日常生活における血糖変動を把握することが可能になった。これらの例は、ログデータの健康管理への活用といえよう。

糖尿病をはじめとする生活習慣病では、食事・運動を主に生活習慣を把握することは極めて重要である。元来本人からの聞き取りで情報入手するものであったが、今では、加速度計による身体活動の記録、スマートフォンアプリへの食事記録、睡眠状況など容易に把握する手段が劇的に増加している。GPS 機能のついたスマートフォンや携帯電話が普及したことで、場所や時間、距離なども簡単に記録できるようになっている。

健康行動科学的には、「目標設定」を行うこと、小まめな「フィードバック」により「自信（セルフエフィカシー）」をつけていくことも重要な手法である。記録機器においても、操作が簡単で記録をとりやすい、簡単に目標設定ができる、グラフ化機能などで振り返りがしやすいという点が重要なポイントとなる。

以下特に身体活動に焦点を当て、機器を用いた測定と得られたログデータを用いた健康効果について述べる。

2. 身体活動とその計測方法

身体活動 (physical activity) の不足が世界的な問題となっている。身体活動とは、安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費するすべての動作を指す [1]。スポーツなどの運動だけでなく、日常生活における労働、家事、通勤・通学等の「生活活動」も身体活動に含まれるが、その不足は糖尿病・脳卒中・脂質異常症・高血圧・心臓病といった生活習慣病を引き起こす。

そこで、日常生活の中も含めた身体活動量の適切な計測と、そのログデータに基づいた健康管理が、個人の健康増進において重要である。

身体活動量を評価するには、大きく分けて二つの方法がある。一つは自記式の質問紙を用いる方法である [2]。被験者に身体活動の種類、頻度、時間を質問紙に記入してもらい、MET (Metabolic Equivalent) 量に換算して評価するものである。50 年ほど前から行われている方法ではあるが、被験者の主観により記入されるため、正確性に劣る面がある。

これに対して、機器を用いた計測方法として歩数計、加速度計、心拍計が挙げられる。いずれも、被験者の体に装着して身体活動量を計測するものである。

歩数計は、すでに一般にも広く普及しており、腰に装着して歩行、ジョギング、ランニングをすると、かかとが着地した時の振動を感知して歩数をカウントする。Melanson (2004) [3], Crouter (2003) [4] らによると、時速 2 マイル以上の歩行スピードであれば精度は 95%

以上である。収集したデータに基づいて被験者へフィードバックを提供し、体を動かすモチベーションを高めることもできる。機器のコストも低廉で導入しやすい。

加速度計は、加速度センサを内蔵し、体動の加速度を感知することにより、身体活動量を把握するものである。1方向の加速度センサを内蔵したものから、(前後・左右・上下といった)3軸のものがあり、より精度高い測定が可能である[5]。歩数計のように腰に装着するタイプが一般的であるが、最近では腕時計型やリストバンド型など腕に装着できるものも増えており、腰に装着するタイプと比べても精度に差がないことがわかっている[6]。ただし、サイクリングやウェイトリフティングのように身体の一部のみを活発に動かす活動では、精度に限界がある[7]。

生体指標として心拍を直接モニタするものが心拍計である[2]。身体の一部のみを動かす活動にも対応可能である。胸や腕に装着するものが多い。エネルギー消費量、加速度、呼気量などとともに測定できる Multi-sensor systems もある。コストは歩数計、加速度計と比べて最も高い。身体活動以外の要素でも変動することには注意が必要である。

以上のように、身体活動の計測には歩数計、加速度計、心拍計その他の機器が用いられるが、それぞれにメリットとデメリットがある。身体活動の種類(座って行うものか、歩行を伴うものかなど)、被験者の属性(機器の操作に慣れているかどうかなど)、収集したいデータの種類(身体活動の時間、距離、エネルギー消費量、不活動の時間など)に応じて、またそれぞれのコストを鑑みて、適切な機器を選択することになる[8]。

3. 一般向けデバイスと研究用デバイスの違い

フィットネス、エクササイズ、健康機器など一般用として販売されているデバイスは、ポケットに入れるタイプや上腕に装着するタイプ、腕時計・リストバンド型の歩数計や加速度計が主流である。計測したデータはパソコンやスマートフォンに転送し、データの記録・蓄積ができる。

研究用に開発された加速度計は、精度に加えて対応環境や分析ツールが進化している。もともとは腕、足首、胸、ウェストなどに装着し、実験環境のみでの使用を想定していたが、現在では小型化が進み装着の負荷は小さくなってきた。歩行や身体活動量のデータをインターネット、Bluetoothを通じてスマートフォン、サーバへと転送すると、データを分析してフィードバックを受け

取れるものもある[9]。被験者が日常生活の中で装着できるため、運動以外の生体動作に含まれる身体活動量を計測でき、数年単位の長期間にわたりデータを収集・分析できる。心拍計や体組成計などほかのデバイスで計測したデータと連携することもできる[4]。

蓄積されたログデータを解析したりグラフ化したりすることで、傾向を掴むなど健康管理に役立てることが可能である。さらに多くの人のデータを集積しその傾向を把握することで、健康状態と行動との関連を見出し、個人へのフィードバックにつなげていく可能性もある。

筆者らは、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の委託研究として、株式会社タニタヘルスリンクと共同で、「ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発」を行っている。ここでは、加速度計による活動量、体組成、血圧などのログデータをリンクしてその傾向を把握し、個別の示唆を行う仕組みを開発中である。

4. 歩数計、加速度計の健康効果

歩数計を使用することは、身体活動量の増加、BMIと血圧の低下などに効果がある。効果を高めるためには、歩数の目標設定が重要であることが実証されている。Bravataら(2007)のレビュー[10]によると、1日あたり10,000歩、もしくは、使用者に応じて個別に定めた目標値をもって歩数計を使用すると、1日あたり2,000歩以上の増加が見られた。これに対して、目標を定めずに歩数計を使用すると、使用者の身体活動量に統計的に有意な変化は現れなかった。また、モチベーションを維持するうえでは、1日の歩数を記録することも重要であることもわかった。

加速度計は、ウォーキング、ジョギング、スポーツといった中程度以上の強度の身体活動だけではなく、自分ではとりわけ「身体活動」と意識はしていないであろう家事、通勤、通学といった生活活動を計測できる。大規模な疫学研究では、身体活動を質問紙調査法で捉えるのが通常であり、これまで運動やスポーツといった中程度以上の身体活動について言及したものが多いが、近年加速度計を用いて、軽微な身体活動にも着目した研究が進んでいる[11]。

日本の身体活動ガイドライン「健康づくりのための身体活動基準2013」[1]では、前向きコホート研究のメタアナリシスの結果、身体活動と健康上のアウトカムに用量反応関係がある(1日の身体活動量が2~3分増加すると、生活習慣病や生活機能の低下のリスクを0.8%軽減でき、5分なら1.6%、10分なら3.2%)ことを根拠に、

ごく短い時間の積み重ねでも、個人のライフスタイルに合わせて身体活動に取り組むことを推奨している。そして、わかりやすく具体的なメッセージとして「今より毎日10分ずつ多く体を動かす(=プラス・テン)」ことを広い世代に向けて勧めている。

ウェアラブル型の加速度計は、ライフスタイルの中で無意識・意識的に短時間に行っている身体活動をデータとして記録できる。日頃運動習慣のない人でも、装着に負担がなく、ライフスタイルの中での身体活動量を正しく認識できるため、体を動かす意識を維持するモチベーションになると考えられる。

5. 携帯電話・ウェブによる身体活動促進の介入研究

これまで、歩数計や加速度計を装着せずに、携帯電話・ウェブを通して生活習慣改善を勧める介入研究も数多く行われてきている。Aguilar-Martinezら(2014)のレビュー[12]では、携帯電話のテキストメッセージ、ダイエットゲーム、モバイルアプリケーションを用いて身体活動を促す介入研究で、体重、BMI、腹囲、体脂肪に改善が見られることを確認している。特に体重増加を抑制・維持するうえでは、携帯電話のアプリを用いたものの効果が高い。ウェブサイトへのログイン、アプリケーションの起動などにより自ら頻繁にアクセスをし、活動量や体重を記録するしくみをとっている研究や、介入者が身体活動の促進について一方的に情報発信するのではなく、個人のレベルと活動状況に応じた具体的なフィードバックがされる研究では、体重減少や体重維持の効果が高い。携帯電話のアプリは、どこでも起動してデータを入力できる点で、体重管理面での効果につながるようである[12]。

モチベーション維持の面では、テキストメッセージにより被験者とコミュニケーションを取った、あるいはtwitter・facebookなどのソーシャルネットワークにより社会的なサポートを行った研究では脱落率が低いこともわかっている[12]。

一方で青少年を対象とした介入では、身体活動量や体重減少といった変化を得にくい。Chen(2014)らによると、介入中にWii-Fit、Dance-Dance Revolutionのようなビデオゲームを貸し出して実施してもらう研究では、介入期間が終了すると元の生活習慣に逆戻りし、体重管理を継続できないケースもみられた[13]。ウェブベースでの介入では、日常生活になじむ環境やツールを使って身体活動を継続するしくみづくりが重要であるといえる。

6. ウェアラブルデバイスの可能性

日常生活でも、携帯電話・スマートフォンは健康ログデータを取得するツールとして有効である。総務省によると、携帯電話は全世帯の94.5%、スマートフォンは49.5%に普及している[14]。特にスマートフォンは3年間で約5倍の成長をみせているなかで、健康管理アプリの数も増加している。2014年からApple社が提供しているiOS8では、健康管理アプリ「ヘルスケア」が標準搭載され、さまざまな健康管理アプリのデータを一括して管理できるようになった。2015年に発売されたApple Watchで計測したデータを連携できるほか、Apple以外の開発者によるアプリのデータも取り込むことができる。アメリカではすでに600以上の業者が「ヘルスケア」向けのアプリ開発を進めており、医療現場での活用も進んでいる[15]。15の主要病院では、血糖測定ツールや食事・運動管理アプリなどを試験導入し(2015年2月現在)、アプリのデータを使って糖尿病や高血圧といった慢性疾患を抱える患者を経過観察し、病状が深刻になる前に早期対応するために役立っている。

生活の中での健康ログデータ取得のハードルを一段と下げたのが、ウェアラブル端末である。ウェアラブル端末は、身体に密着した状態で装着できる端末で、様々な種類が開発されている(表1, 図1, 図2, 図3)。その市場規模は急速に拡大しており、総務省によると2013年度の40万台から、2020年には604万台になると予想されている[16]。

表1 ウェアラブル端末の種類
(出展)総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究(平成26年)より改編

リストバンド型	腕に装着する軽量の端末。心拍等のライフログの取得、加速度センサによる歩数や移動距離等の計測が可能。
腕時計型 (スマート ウォッチ)	腕に装着する端末。一定の大きさを持った表示画面を搭載しており、様々な操作や情報の表示が可能。BluetoothやNFC(※1)などの通信機能を備え、スマートフォン端末等と連携、電話やメール、SNSなどの操作が行える端末もある。
メガネ型	頭に装着するメガネ型の端末。両目もしくは片目の視野部分が透過型のディスプレイになっており、映像や画像が空中に浮いているように見える。上記2種よりも多くの情報を視野上に表示させることができる。
その他	カメラ型、コイン型、HMD(※2)型など。カメラ型はウェアラブルの軽量カメラ、コイン型は活動量計、HMDはパーソナルシアターとしての用途として開発されている。

※1. NFC(Near Field Communication)：近距離無線通信技術

※2. HMD(Head Mount Display)：頭部装着ディスプレイ



図1 リストバンド型ウェアラブル端末の例
 (出典)総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」(平成26年)

ヘルスケアに関連したデータは、歩数計や加速度計、心拍計や血圧計などで取得できる。しかし、スマートフォンでは体に密着させることが難しいため、こうした機器を搭載しても精度が劣る、計測できる時間・環境に限りがあるなどの問題があった。ところがウェアラブル端末はリストバンド、腕時計、メガネのような形で装着しながら利用できる。したがって、従来よりも精度の高いデータを取得したり、日常生活の動作中に計測したりすることが可能になった。特に生活動作の健康効果は今まさに研究が進められているところであり、ウェアラブル端末での計測が広く行われるようになれば、今後、より多くの知見が得られることになるだろう。人々が日常生活の中で気軽に身体活動を行い、そのデータを自分で確認し、健康を管理できるようになる時代は近い。

参考文献

- [1] 厚生労働省: "健康づくりのための身体活動基準2013.", <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf> (参照:2015-05-01)
- [2] Ainsworth.B, Cahalin.L, Buman.M, Ross.R: "The Current State of Physical Activity Assessment Tools", Prog Cardiovasc Dis, 2015;57, pp.387-395.
- [3] Melanson EL,Knoll JR,Bell ML,Donahoo WT,Hill JO, Nysee LJ., et al.: "Commercially available pedometers; 'considerations for accurate step counting.' ", Prev Med., 2004, 39, pp.361-368.
- [4] Crouter SE,Schneider PL,Karabulut M, Bassett JR DR, et al.: "Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost.", Med Sci Sports Exerc. 2003;35, pp.1455-1460.
- [5] Sasaki JE,John D,Freedson PS: "Validation and comparison of ActiGraph activity monitors.", J Sci Med Sport 2011;14:411-16.
- [6] Zhang S,Rowlands A, Murray P, Hurst TL., et al.: "Physical activity classification using the GENEA wrist-worn accelerometer.", Med Sci SportsExerc. 2012; 44, pp.742-748.
- [7] Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR: "Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity.", Med Sci Sports Exerc. 2012;44 (1 Suppl) ,55-S12.
- [8] 大澤祐介, 小熊祐子: "身体活動・運動と生活習慣病, 一運動生理学と最新の予防・治療一", 日本臨床, 2009; 67, pp.149-153.



図2 腕時計型ウェアラブル端末の例
 (出典)総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」(平成26年) (口絵にカラー版掲載)



図3 メガネ型ウェアラブル端末の例
 (出典)総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」(平成26年) (口絵にカラー版掲載)

- [9] Dobkin,B:"Wearable motion sensors to continuously measure real-world physical activities.",*Curr Opin Neurol*.2013;26, pp.602-608.
- [10] Bravata DM,Smith-Spangler C, Sundaram V et al.: "Using pedometers to increase physical activity and improve health.", *JAMA*.2007;298, pp.2296-2304.
- [11] I-Min Lee, Eric J Shiroma: "Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges.", *J Sports Med* 2014;48, pp.197-201.
- [12] Aguilar-Martinez A, Sole-Sodeno J M, Mancebo-Moreno G et al: "Use of mobile phones as a tool for weight loss: a systematic review. ", *Journal of Telemed Telecare*.2014; 20, pp.339-349.
- [13] Chen J L,Wilkosz M E: "Efficacy of technology-based interventions for obesity prevention in adolescents: a systematic review.", *Adoles Health Med Ther*. 2014;5, pp.159-170.
- [14] 総務省:"平成24年通信利用動向調査", <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html> (参照:2015-05-01)
- [15] ロイター通信:"アップルの健康管理アプリ, 米主要病院で試験導入広がる.", <http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPKBN0LA0J620150206> (参照:2015-05-01)
- [16] 総務省:"平成26年版情報通信白書", <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc141330.html> (参照:2015-05-01)

【略歴】

小熊祐子 (OGUMA Yuko)

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター・大学院健康マネジメント研究科 准教授

1991年慶應義塾大学医学部卒業, 2002年ハーバード大学公衆衛生大学院(MPHコース)修了. 2005年より慶應義塾大学スポーツ医学研究センター・大学院健康マネジメント研究科助教授, 2007年より現職. 専門はスポーツ医学・運動疫学・予防医学. 著書『サクセスフル・エイジング: 予防医学・健康科学・コミュニティから考えるQOLの向上』ほか.

加藤梨里 (KATO Riri)

慶應義塾大学 SFC 研究所 上席所員

2011年慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科修士課程修了.

小特集 ■ ASIAGRAPH 2015 in Tainan/VR 文化フォーラム in Tainan 参加報告



写真左：参加者と国立台南芸術大学の皆さん、写真右：花園夜市と赤嵌樓の鄭成功の像

■ ASIAGRAPH 2015 in Tainan

伊藤研一郎（慶應義塾大学）

今年の ASIAGRAPH は、2015 年 4 月 24 日から 27 日にかけて、台湾の台南にある国立台南生活美学館（国立臺南生活美學館）で行われた。研究発表は 17 件のペーパー発表と、8 件のポスター発表が行われ、デザイン、知覚原理、拡張現実、可視化など、さまざまな分野における最新の知見について報告がなされた。長岡大学の Parahbath Weerasinghe 氏らの発表では、人型アバタのモーションから感情を理解する知見が共有された。人型アバタは 5 種類の外観が用意され、同じ人型でも外観を異星人にするだけで感情理解度へ影響を及ぼす結果は大変興味深かった。

高雄大学（台湾）の陳佳妍 (Chia-Yen Chen) 氏らの発表は、博物館における拡張現実の技術の応用方法が提案された。インタラクション可能な博物館ナビゲーションデバイスの開発を目的とし、美術品の 3D モデルをパンフレットなどに投影することも可能とし、共同開催の VR 文化フォーラムの分野とも強い繋がりを感じるテーマであった。

東京大学の前田嵩樹氏らの発表では、時系列データの可視化について最先端の可視化手法が提案された。Weeping Tree と名付けられたこの表現手法を用いて、日本の株価市場のデータの可視化が示された。また、慶應大学の小松英海氏の発表は、不規則に動く虫型ロボットを用いて得られた実験現象学的知見に関する報告がなされた。人工知能やセンサの無い虫型ロボットを狭い空間に複数投入すると、グループが生まれグループ間で協調行動や敵対行動が見られる報告がなされた。

筆者は今回が初めての参加であったが、多様な研究や創作に触れることができ、関連分野に対する興味を新たに抱くことができた。来年の詳細は未定のような

が、今回のような濃密な会議へ参加が適うことを期待したい。

■ VR 文化フォーラム 2015 in Tainan

伊藤啓一

今回の VR 文化フォーラム 2015 in Tainan は、2015 年 4 月 25 日から 27 日にかけて、台湾の国立台南芸術大学にて開催された。台南市は台湾南部の中心地であり、近代化された台北市とは違った台湾の文化を体験する絶好の場所である。

台南は国際空港のある台北から新幹線で約 2 時間の距離にある。台湾新幹線は日本の新幹線技術が導入されており、車両は 700 型新幹線の改良型であった。

台南芸術大学は台南市街地にあり絵画・彫塑・書道の作品展示室が 1 階にあり、これらの分野に加え、最新の VR、CG、アニメも行う科学芸術大学であった。4 階の会場には、Asiagraph 2014 の優秀作品も展示され、参加者以外の人達も興味深そうに鑑賞していた。

李 肇修台南芸術大学校長の挨拶の後、台湾と日本の講師達の講演と、研究成果の展示が行われた。文化フォーラムはつつがなく進み、同大学の関係者、ボランティアの学生達の努力に感激した。休憩時間には地元の茶、菓子、果物を味わえた。また、台湾の関係者と日本の参加者にスリランカ出身者が複数おり、スリランカの人達の向学心にも感心した。

26 日の午後には市内視察ツアーがあり、媽祖を主祀とする大天后宮、孔子廟、「国性爺合戦」のモデル鄭成功の廟、オランダ城趾の赤嵌樓を見学した。また、旧台南愛国婦人会館に立ち寄り休憩と喫茶を、夕刻より花園夜市を楽しんだ。終了後各自市内を散策しながら歩いてホテルに帰った。台湾の伝統文化と食事を堪能したフォーラムであった。

ASIAGRAPH2015 参加報告 コミック版

首都大学東京/東京大学 櫻井 翔

今回報告するASIAGRAPH2015は台湾独自の文化を色濃く残しつつも最新の科学技術が発展し続ける“台湾の古都”台南で開催されました



会期: 2015年4月24日~27日
会場: Tainan National University Living Art Center

学会セッションでは工学・アート・心理学分野の研究を中心に口頭発表17件とポスター8件の発表が行われました

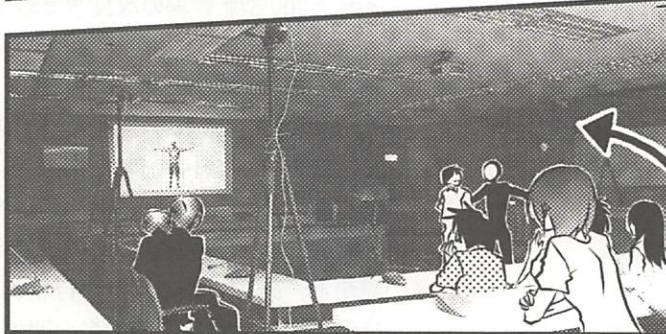
JapaneseとNon-Japaneseの感情価と可愛さ知覚の違いに関する研究 (長岡技科大)

ゆるキャラを構成する単体の形状や形状の組み合わせに対して感じる可愛さ・感情的意味の違いを検証



影メタファを用いた視覚的な身体運動変調刺激の提示による身体感覚操作 (東大)

バーチャルな影の映像を生成するア트워크を用い、自己の身体の動きに応じて形が変化するはずの影が実際の身体の動きとは異なって変化した場合の人の動作や反応について検証



また、6件のキーノートでは主に日本、台湾のアートシーンにおけるCG技術の現状や学生の活躍に関するスピーチが行われました

リアルタイムでモーションキャプチャのデモも行われるなど”

3日目においては、昔ながらの町並みが並び史跡が多く残る安平區に赴き、安平古堡、孔子廟、大天后宮といった国家一級古跡を見学してきました

安平古堡、旧ゼラン科丁城(オランダ統治時代) 財成成功が台湾を奪還後、現在の名称に改称



台南孔子廟、台湾にある孔子廟のうち、最古のもの

次回、ASIAGRAPH2016の開催場所は未定のため、VRSJからの告知をお待ちください



会議参加報告

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

協賛会議参加報告

■インタラクシオン 2015

井手口 裕太 (大阪大学)

インタラクシオン 2015 は、3月5日から3月7日にかけて3日間開催された。インタラクシオンは、1997年より毎年開催され今年で19回目の開催となる。今年は、昨年と異なりお台場の日本科学未来館（一般講演）と東京国際交流館（インタラクティブ発表）の両会場にて開催された。

本会議では、一般講演発表とインタラクティブ発表が3日間行われた。一般講演発表では、厳正な審査の結果16件が採択され、インタラクティブ発表の件数は212件であった。インタラクティブ発表では、全体の約20%にあたる45件がPC委員会によってプレミアム発表に選抜された。また、一般講演発表やインタラクティブ発表概要説明はニコニコ生放送で中継された。

インタラクティブ発表では多くの人達が、各デモを体験し、活発な意見を交わしていた。特に人気のあるデモでは、順番待ちの列ができるなど、にぎわっていた。また、1日目に比べ、2日目の方が参加者の数が多く、会場内は人が密集している状態であった。3日目はインタラクティブ発表が一般公開され、天気が悪かったにも関わらず親子連れなどで賑わった。インタラクティブ発表では、デモの内容ごとに部屋が分かれており、明るい部屋ではポスタが見やすく、暗い部屋では光を用いたデモがきれいであった。



インタラクティブ発表の様子

上記の発表以外にも、2日目に、Prof. Dr. Patrick Baudischによる「Moore's Law meets Interactive Fabrication」という題目の招待講演や、Women's Luncheonが開催された。

本年度のベストペーパー賞には、鹿児島大学の米倉梨菜氏らの「点と線と面のランドマークによる道路地図に頼らないナビゲーション・システム」が受賞した。また、インタラクティブ発表賞は、PC委員推薦（プレミアム発表から選抜）と参加者が各日3件の投票を行う一般投票によるものがあり、重複もあるがPC委員推薦から8件、一般投票から7件が受賞した。

インタラクシオン 2015 の公式サイトでは、一般講演発表やインタラクティブ発表のカタログや過去のアーカイブなどを見ることができるため、ぜひ参照されたい。

次回開催の詳細な日程等は未定であるが、今後公式サイトで告知される予定である。

公式サイト URL: <http://www.interaction-ipsj.org/2015/>

その他の会議参加報告

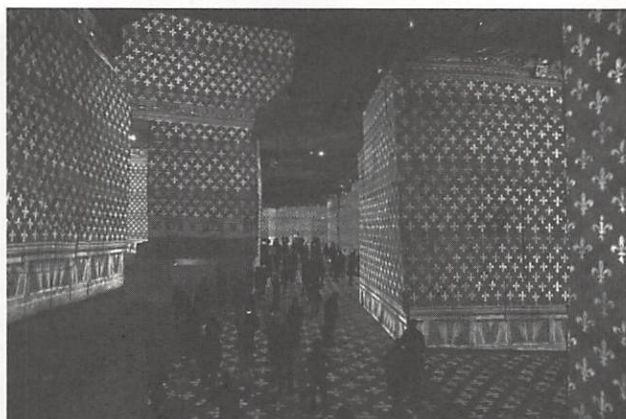
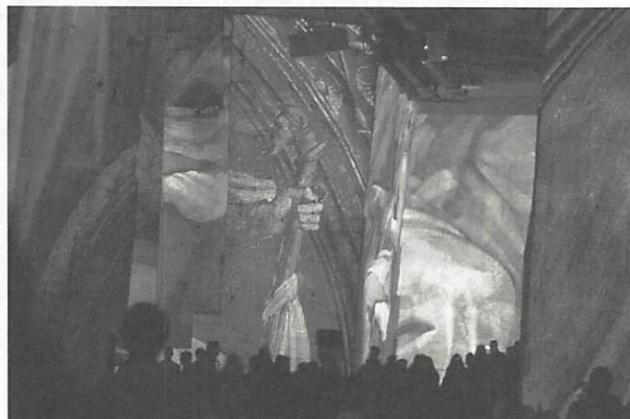
IEEE VR 2015

伊藤勇太 (ミュンヘン工科大学 / Marie Curie Fellow)

今年の IEEE VR は 3 月 23 日から 27 日にかけて、南仏プロヴァンスのアール (Arles) にて開催された。本会議は VR 分野で最も権威のある国際会議であり、またヨーロッパでの開催は実に 10 年ぶりである。会期のうち前半 2 日間は例年通り IEEE 3DUI と併催され、後半 3 日間は主会議とされた。3DUI を含めた登録者数は 520 名に上り、登録国は仏、日、独、米、英の 5 カ国が全体の 6 割を占めた。主な企画として、基調講演 1 件、論文発表 35 件 (内 Long Paper 13 本、Short Paper 19 本、掲載済み TVCG 論文 3 件)、パネル討論 4 件、インダストリアル発表 18 件、Lab/Project 発表 25 件、ポスタ発表 87 件、チュートリアル 4 件、デモ発表 22 件が実施された。

投稿数 (割合) は Long Paper 94 件 (63.9%)、Short Paper 53 件 (36.1%) であり、採択数 (率) はそれぞれ 13 件 (13.8%)、6 件 (11.3%) であった。さらに Long Paper 投稿論文からは 13 件 (13.8%) が Short Paper として追加採択され、全体採択数 (率) は 32 件 (21.8%) となった。採択済み Long Paper は、昨年引き続き Journal Paper として IEEE TVCG に直接採録されている。主会議 1 日目に論文賞が、閉会式にデモ賞が発表された。各賞は Runner-Up および Best Long Paper Award 各 1 件、Best Short Paper Award 1 件、Runner-up および Best Demo Award 各 1 件であった。

基調講演には Mel Slater 教授 (UCL・バルセロナ大) が招かれた。教授は認知神経科学の観点から、VR 技術がどのように人の自身に対する認識を改変できるかを、既存研究を交えつつ紹介した。Best Long Paper には岩井 (大阪大学) らによる広被写界深度プロジェクタが選ばれた。これは電子式焦点可調節レンズによる Focal Sweep が、深度方向に均一な点広がり関数を生成することを利用している。手前味噌ではあるが、筆者も HMD 校正に関するセッションにて Long Paper を 1 件発表し



左上から時計回りに、主会場、バンケット会場、光の洞窟(2枚)

た。これは光学透過型 HMD における視点依存な非線形光学歪みを、Light Field として計測し除去する手法である。本セッションでは筆者が第二著者を務める Long Paper 2 件も共に発表された。他セッションでは物理モデルを反映した聴覚や触覚再現に関する発表、VR 環境での群衆再現やユーザの歩行誘導に関する発表等があり、民生用 HMD の市場動向や VR ソフトウェアのオープンソース化に関するパネル討論等も行われた。今回の会議では、去年にもまして Oculus Rift HMD を使った研究・デモが普及している印象を受けた。残念なことに、ポスタ展示が別棟かつ日毎に入れ替わりだったため、見る機会が限られていた。

また特別企画として、Carrières de Lumières (光の採石場) というプロジェクション・マッピングによるマルチメディアアートの見学が催された。1970 年代まで採石場だった広大な人工洞窟 (4,000m²)、その内壁全面に著名な芸術作品を投影する本アートは大規模な CAVE システムともいえ、VR 参加者からは感嘆の声が聞こえた。

ところで今回の IEEE VGTC VR Technical Award は Oculus Rift 創業者 3 名に授与されたが、受賞者らは Facebook 関連展示会のため本会議には参加していないとのことだった。

IEEE VR 2016 は再び米国に戻り、サウスカロライナ州グリーンビル (Greenville) で開催される。

■ 3DUI 2015

高下昌裕 (電気通信大学)

今年で 10 回目の開催となる IEEE 3DUI (IEEE Symposium on 3D User Interfaces) が、IEEE Virtual Reality (3 月 23 日～27 日) と併催される形で、3 月 24 日、25 日の 2 日間にわたり開催された。シンポジウムは仏国南部のアルルにあるアルルコンgresセンターで行われた。会場のあるアルルは円形闘技場、古代劇場など古代から中世にかけての遺跡が数多くあり歴史的情緒あふれる街であった。

シンポジウムでは 1 件の Keynote、12 件の Fullpapers、11 件の Technotes、26 件の posters、7 件の 3DUI Contest が IEEE VR2015 の Tutorials や Workshops と並行して行われた。本年度の Longpapers の採択率は 32%、Technotes の採択率は 30% であった。初日の Keynote ではニュージーランドのカンタベリー大学 HIT Lab のディレクターの Mark Billinghurst 氏による "The Reality of Augmented Reality: Are we there yet?" と題する講演が行われた。講演



メイン会場の様子

では Augmented Reality についてのこれまでの歴史、そして今後の課題についての話が行われた。

Papers および Technotes は 2 日間を通して、Locomotion, Applications, Navigation, Stereoscopic Vision & Calibration, Fingers & Touch, Selection & Manipulation の 6 セッションで発表が行われた。Best Paper に選ばれたのは Emilie Guy らによる LazyNav: 3D Ground Navigation with Non-Critical Body Parts という発表であった。これは体を傾けたり、捻ったりと肩や胸を 3D 空間での移動のジェスチャとして利用することで、手のような身体の重要となる部分を用いたインタラクションを阻害しない 3D 空間移動の手法に関する研究であった。また Best Technotes に選ばれたのは David Scherfgen らによる A Robust Inside-Out Approach for 3D Interaction with Large Displays という発表であった。これは大型スクリーンなどに対し、ポインタを利用する際に同時にマーカをスクリーン上に映し、それを認識することでスクリーンとのインタラクションを行えるポインタ技術に関する研究であった。また発表では実際にスクリーンに対してデモンストレーションが行われ、その際会場からは拍手が沸き起こった。

来年の IEEE 3DUI は米国サウスカロライナ州グリーンビルにて、例年同様 IEEE Virtual Reality と併催される予定である。

■ Augmented Human 2015

花光宣尚 (慶應義塾大学)

3 月 9 日から 3 月 11 日にかけて、シンガポールの Marina Bay Sands にて Augmented Human (AH) 2015 が開催された。AH では、ウェアラブル/ユビキタスコンピューティング・BCI (Brain-Computer Interfaces) ・AR・VR など、私たち自身を巧みに理解し、拡張する技術を利用した多

種多様な分野について研究発表がなされている。

開催 6 回目を迎える今回の国際会議は、12 件のフルペーパー（採択率 28%）と 15 件のショートペーパー（採択率 40%）、24 件のポスタと 12 件のデモ（64%）が採択された。今回の口頭発表では、「Session 1: Wearable Interfaces」「Session 2: Altered Experiences」「Session 3: Haptics and Exoskeletons」「Session 4: Augmenting Realities」「Session 5: Learning and Reading」「Session 6: Augmenting Sports... and Toilets!」の 6 つのセッションで構成された。またデモとポスタの発表、学生チームによる Student Design Competition が行われた。今回、その中から特に興味深かった研究を 2 件、紹介する。

尾形らの「SkinWatch: Skin Gesture Interaction for Smart Watch」では、スマートウォッチの背面にフォトフレクタを並べ、スマートウォッチ本体の押下・回転、また本体周辺の皮膚のピンチ操作などを、本体と接触した皮膚変形から測定し操作する研究である。スマートウォッチに内蔵された小さな画面でのタップやスワイプは、十分な操作方法とはいえない。そこで時計本体と時計周辺の皮膚を入力としてしまう提案である。現在では、まだ一般的とはいえないスマートウォッチだが、日常でスマートウォッチを利用する上では、操作性を向上させる手法のひとつといえる。スマートウォッチを使った事がない方は、一度スマートウォッチを使ってほしい。

また Amir Amedi の Keynote 講演「New frontiers in sensory substitution and sensory augmentation: technology and brain mechanisms」では、盲目の方に映像を「聴かせる」研究 The EyeMusic を中心に紹介された。2 次元画像の横軸を時間スケールに、縦軸を音程に割り当て、映像を楽譜のように音に変換する手法で映像を聴かせる研究である。またこの研究では、MRI 画像を用いて聴いた時に視覚野が活発になっていることを明らかにしており、共感覚として見えていることも評価されている。講演中、実際に

変換された文字を聴き取り、その文字を想像する時間が設けられたが、確かに文字を「聴き」取ることができた。

今回 AH に参加し、Life と Brain の Hack について紹介してきた。それだけでなく、最先端技術のロボット技術やバイオ技術によって能力拡張されたパラリンピック選手のための競技大会である Cybathlon をまとめる Robert Riener が Keynote 講演を行ったことや Panel Discussion で超人スポーツの話題が上がったように、これまでに培われてきた技術拡張や BCI を用いた研究技術が研究領域を飛び越え、本格的にスポーツに照準を合わせてきたように感じられた。今後の Sports Hack の動向に目が離せなさそうである。さて次回の AugmentedHuman2016 は、Cybathlon の開催地でもあるスイスにて国際会議が開かれる予定である。

■ Laval Virtual 2015

西田惇・高鳥光・佐藤綱祐（筑波大学）

今年 4 月 8 日から 12 日にかけて、フランス西部の都市 Laval にて、VR や AR の先端技術やインタラクティブメディア作品をデモ展示するヨーロッパ最大のイベント Laval Virtual 2015 が開催された。

本イベントは VR に関する国際学会「VRIC」と、公募作品のデモ展示を行う「ReVolution」、加えて多数の企業展示からなり、期間中はメディア向け・一般公開日を合わせて計 15,000 人の来場があった。同じく開催されたインタラクティブメディア作品の国際コンペティション「Laval Virtual Awards」では、東京大学 落合陽一氏らの「Fairly Lights」が INDUSTRIAL DESIGN & SIMULATION 部門賞に、神奈川工科大学 白井研究室の「ExPixel」が BUSINESS, COMMUNICATION & SERVICES 部門賞に、東京工科大学 安本匡佑氏の「VISTouch」が



カンファレンス会場の様子



Laval Virtual 展示ブースの様子

INTERFACE & MULTIPURPOSE EQUIPMENT 部門賞に、筆者らの「CHILDHOOD」が LEARNING, SCIENCES & HUMANITIES 部門賞に選ばれ、昨年に引き続き日本からの積極的な参加が認められた。

また、高層ビル群の間を鳥のように飛翔する体験を再現するチューリッヒ芸術大学の「Birdly」が SIGGRAPH 2014 からの招待作品として出展し、HMD と体性感覚提示機構から得られる高い没入感とコンテンツのゲーム性から順番を待つ来場者が長蛇の列をなした。

筆者らは、頭部運動を保存しつつ視線位置を子供の目線位置に変換する装着型デバイスと、子供の把持動作を受動機構により再現する手指外骨格を用いて本質的に小児の身体性を再現する身体性変換スーツ「CHILDHOOD」を招待作品として ReVolution に出展し、同時に VRIC と Awards に投稿した。

テレビ放映や日刊紙掲載もあり期間中ブースにはおよそ 2,000 人が訪れ、日本から持ち込んだスペア部品をすべて使いつつも老若男女問わず多くの人に体験していただいた。五感を通したインタラクティブ作品は、異なる文化圏であっても多くの驚きと新しい発見を提供できるものであることを改めて実感した。このように Laval Virtual では、研究者・企業関係者のみならず多くの一般来場者による体験の機会が提供される。これにより「期待すべきユーザエクスペリエンスは実現されているか」、「体験を構成するユーザインタラクションは自然か」、「そのインタラクションを導くユーザインタフェースは適切か」、といった根源的な問いに対して多くのフィードバックを得ることができる。Laval Virtual は作品における事象の本質的再現性と五感を通した提示手法の妥当性を確かめることができる絶好の機会であり、今後も日本から多くの投稿がなされることを期待したい。最後に招待作品として出展するにあたりご支援をいただいた IVRC と Laval Virtual の関係者の皆様に謝意を表したい。

■ CHI 2015

川口一画 (筑波大学)

2015 年 4 月 18 日から 4 月 23 日の 6 日間にわたり、韓国・ソウルにおいて The ACM CHI on Human Factors in Computing System 2015 (以下 CHI) が開催された。本会議は 1982 年より毎年開催されており、今年で 33 回目となる HCI 分野におけるトップカンファレンスの一つであり、毎年数千人という参加者が集まる。開催地である

ソウルは、人口 1000 万人を越す韓国最大の都市であり、非常に活気のある街であった。会場となった COEX は、展示場やホテル、商業モールなどが一体化した広大な複合型施設であり、施設内は会議の参加者だけでなく、現地の若者や観光客で常に賑わっていた。

会期の初日・2 日目には各種ワークショップやシンポジウムが行われた。今年は長い CHI の歴史の中で初めてアジア圏での開催となったこともあり、アジアの HCI コミュニティの活性化を目的とした Asian CHI Symposia が開催された。その中で、日本の参加者を対象としたシンポジウム (4/18: Emerging Japanese HCI Research Collection, 4/19: Japanese Culture and Kansei) も開催された。それぞれのシンポジウムは、研究内容に関する発表と特定のテーマについてのグループワークから構成され、両日とも活発な議論がなされていた。

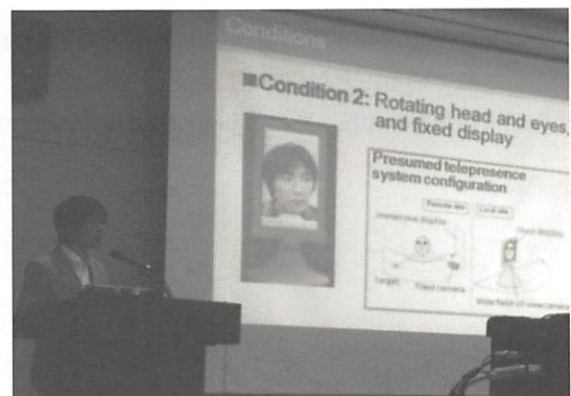
本会議は 20 日からの 4 日間の日程で行われた。今回の投稿総数は 2150 件以上に上り、採択率は 23% とのことであった (Paper/Note 含む)。発表件数が非常に多く、最大 15 のパラレルセッションで開催された。ここでは、発表の中で興味深かったものを 2 点紹介する。

(1) bioLogic: Natto Cells as Nanoactuators for Shape Changing Interfaces (Honorable award)

MIT 石井裕教授らによる、納豆菌を用いた微小アクチュエータに関する研究。湿度によって動作する特性を活かして、アクチュエータもしくはセンサとして利用する。

(2) Can You See Me Now? How Field of View Affects Collaboration in Robotic Telepresence

テレプレゼンスロボットの操作者側のインタフェースにおいて、ディスプレイに表示する映像の視野角を 45°, 180°, 360° の 3 条件として比較を行った。その結果、広視野角の条件ほどタスクの能率等が高まることが示されたが、操作方法については課題が見られた。



CHI2015 Paper session 発表の様子

なお、誌面の関係上詳細は割愛するが、近年世界的に注目されている Wearable device や Personal fabrication に関連する研究も多く見られたことが印象的であった。

筆者は 21 日のセッションにおいて口頭発表を行った。初めての海外発表であったこともあり、英語力の不足等反省する点が多くあったが、うまく情報を伝えるための資料・発表内容について考え直すきっかけとなり、多くのものを得られた発表となった。

21 日の夜には JAPAN NIGHT が開催され、HCI の分野で活躍する先生方や企業の方、他大学の学生と交流することができた。筆者は今回初めての参加であったが、専門分野の近い多くの研究者と知り合えたことは大きな収穫であった。

次回 CHI2016 は 2016 年 5 月 7 日～12 日の期間にアメリカ・サンノゼで開催予定である。

■ KJMR 2015

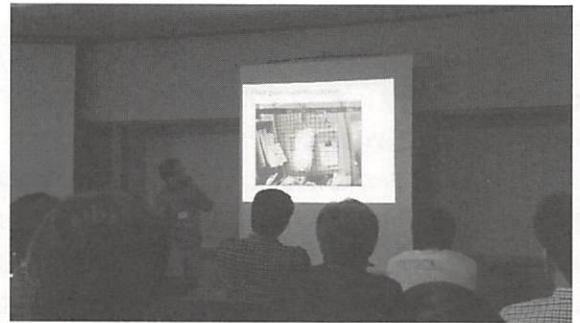
佐藤文宏 (大阪大学)

8 回目となる Korea-Japan Workshop on Mixed Reality (KJMR) が北海道の第一滝本館にて、2015 年 4 月 24 日から 26 日の 3 日間開催された^{*1}。KJMR は日本と韓国が主体となって、複合現実感 (MR) やインタラクティブ技術の分野での研究成果や経験を共有し、交流を深める国際会議である。

参加者は約 50 人で 18 件の発表が行われ、松見らによる “An AR/MR Camera Tracker Using View Dependent Texture Mapping” が The Best Presentation Award を受賞した。これは、視点依存のテクスチャマッピングを利用したトラッキング技法である。異なる視点で撮影した映像を配合することでトラッキングの精度を高めていた。

私が最も印象に残った研究は、Meerits らの “Diminished Reality for Hidden Dynamic Areas” である。これは、カメラに映る障害物を透かして、障害物の裏側を見ることができる技術である。発表中の動画から障害物の裏側が自然に合成されていることが見て取れた。

その他に私が興味を持ったのは Lee らによる “Egocentric



KJMR での発表の様子

Selection and Manipulation for a Remote Space-Target in Wearable AR” である。この研究では、AR 上の遠くにあるオブジェクトを手でつまむ動作を用いて操作するインタフェースを提案していた。

また小畑らによる “Constructing Stable Keypoint Database for Camera Pose Estimation using Real Image Sequences” も興味深かった。この研究では、3D モデルを使用せずにカメラ姿勢を推定する手法を提案していた。

会議では、最新の MR 技術についての意見交換が活発に行われていた。また、会議以外では、北海道の食材が贅沢に使われた食事が催され、国際交流が盛んに行われていた。

私は Interaction and interface のセッションにて手足を用いた入力によるウェアラブルプロジェクションインタフェースの発表を行った。国際会議での発表の経験が少なく、英語での発表ということで研究内容を正確に伝えられるか不安に思いながら発表に臨んだ。実際、練習通りに発表を進めることはできたが、英語での質問にはうまく返答できなかったのが心残りである。今後このような機会を与えられるまでに、さらなる深い議論ができるような英語能力を身につけたいと強く思っている。

全体としては、研究領域の違う分野の方々との意見交換により、今までにない知見が得られ、非常に良い経験になったと感じている。

次回の KJMR2016 は韓国で開催される。

*1：詳細は <http://kjmr2015.sys.es.osaka-u.ac.jp/> を参照

● 研究室紹介



東京大学

新領域創成科学研究科
複雑理工学専攻
情報理工学系研究科
システム情報学専攻

篠田・牧野研究室

牧野泰才

1. はじめに

本研究室は、東京大学大学院 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻と、情報理工学系研究科システム情報学専攻という、二つの専攻の学生が所属する研究室です。前者は柏キャンパスを中心に、後者は本郷キャンパスを中心に活動をしています。

篠田教授、牧野講師、野田特任助教、長谷川特任助教の4名の教員と1名の秘書、4名の博士課程学生（うち社会人学生3名）と17名の修士学生からなる研究室です。柏キャンパスの複雑理工学専攻は2013年の4月に新しくできた研究室です。研究室の規模、体制ともに、未だ発展中の研究室と言えます。

現在、主に行っているのは、触覚を利用したインタフェースの研究ですが、そこから派生し、VR技術にとどまらない、多様な研究を行っています。以下、代表的な研究の詳細を紹介します。

2. 空中超音波触覚ディスプレイ

2007年頃より、当研究室で研究を進めているのが、空中超音波触覚ディスプレイです。これは、超音波のフェーズドアレイを利用し、その位相を制御することで特定のポイントに超音波を集束させ、空中に触覚を提示するというものです。これにより、手に何か装置を装着することなく、立体映像に触感を付与するといったことが可能になります。これについての主な成果を以下に示します。

2.1 空中触覚タッチパネル (HaptoMime)

図1に示すのが二次元的な空中映像に触覚を提示するシステムです。空中映像は、アスカネット社により開発されたAI (Aerial Imaging) プレートを利用しています。このプレートを利用すると、空中に二次元的なスクリー

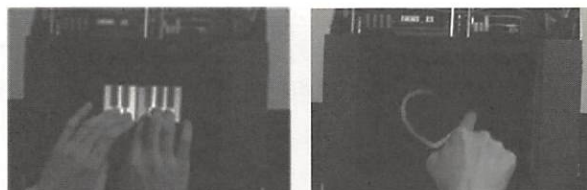


図1 空中触覚タッチパネル(HaptoMime)
(口絵にカラー版掲載)

ンを再構成できるため、その仮想的なスクリーンに指が接触したかどうかを赤外線センサにより検出し、その位置に応じて触覚をフィードバックします。何も無い空間中の映像でありながら、あたかもスクリーンに触れているかのような触覚が得られるシステムです。

このようなシステムは、例えば病院のタッチパネルのような、素手で触りたくないタッチパネルという用途において、有用であると考えています。

2.2 触覚と映像のプロジェクション (Tactile Projector)

図2に示すシステムは、手のひらの上に映像とそれに伴う触感とを同時にプロジェクションするシステムで

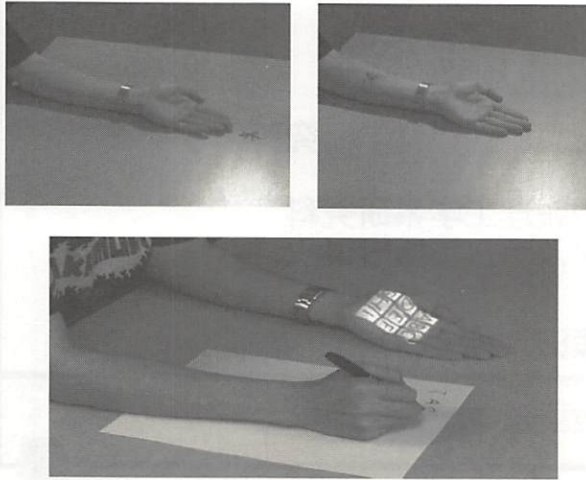


図2 Tactile Projector で手の上を走るカゲの触感を再現(上).
他人の目の前でパスワードを伝達(下).

す。このようにすると、既存のプロジェクション映像に、触感という実体感を付与することが可能となります。

触覚は体験者本人のみに伝わる情報であるため、文字列と触覚刺激とを組み合わせることで、他人の目の前でパスワード情報を伝達するといった応用も可能になると考えています。

2.3 摘める立体映像 (HORN)

超音波の振動子アレイを三次元的に配置すると、摘む動作に対して超音波で触感を提示することが可能になります。図3に示すのは、手の周囲に3,984個の振動子アレイを配置し、それらの位相を個別に制御することで形成した定在波の場によって、摘む触感を提示するシステムです。

これら以外にも、超音波のみを透過させるスクリーンを設計し、そのスクリーン上に映像をプロジェクションすることで、画面に直接触れることなく触感を提示するシステムや、超音波で弾性体を励振し、その振動の様子をレーザ変位計で計測することで、対象の柔らかさを非接触で計測するシステムなど、超音波触覚ディスプレイを利用したシステムを多く提案しています。

3. 二次元通信

ヒトの皮膚のセンシング機能を模倣しようとする場合、柔軟な広いエリアに、大量のセンサ素子を配置し、それらを個別に結線する必要があります。このような、二次元的な面上に拘束されたセンサ群に対して、個別配線無く、電力の供給と信号の伝送とを同時に実現しようというコンセプトで開発されたのが、二次元通信という

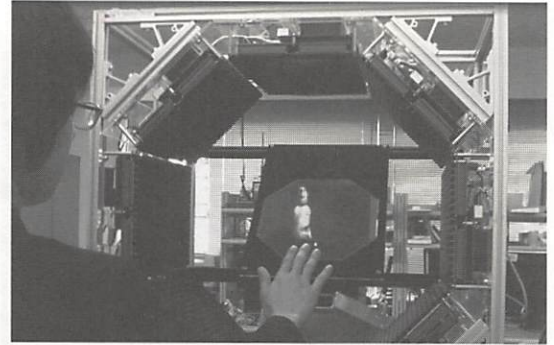


図3 摘める立体映像(HORN)
(口絵にカラー版掲載)

新しい通信です。二層の金属の間に絶縁体を挟んだような簡便な構造のシートを利用し、二次元的な面内に、電磁波を閉じ込めて通信を行います。

これまでの研究により、電気的な接点を必要とせず、シート上に置いたデバイスに対して電力供給、信号伝送が行えることを確認しています。現在は、高速なデータ伝送を実現するための床面インフラとしての利用を想定し、研究を行っています。

4. おわりに

本研究室では、物理現象に根ざした新しいモノ作りを行っています。多様なバックグラウンドを持つ学生が集う研究室になっていることから、分野にとらわれない研究を行い、その成果を社会に還元していけるようにと考えています。

【連絡先】

〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5
東京大学 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻
Email : yasutoshi_makino@k.u-tokyo.ac.jp

TEL : 04-7126-3912

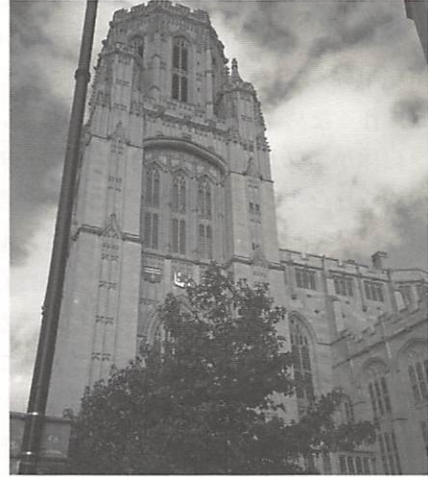
(兼担)

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学 情報理工学系研究科 システム情報学専攻
<http://www.hapis.k.u-tokyo.ac.jp/>

ワクワク留学体験記

University of Bristol Bristol Interaction and Graphics

中村拓人 (電気通信大学)



1. はじめに

2014年10月から2015年3月までの約5カ月間、イギリスはブリストル市にある University of Bristol に研究留学をした。

留学を決意した理由は、海外で研究をしてみたかったからというシンプルな理由である。国際学会に参加できるようになり、海外の一流と呼ばれる研究者の方々のお話を直接聞く機会が多くなった。トップカンファレンスに毎年論文を通すような研究者や研究室ではどのように研究しているのか、気になると共に自分もそんな環境で研究をしてみたいと強く思ったからだ。

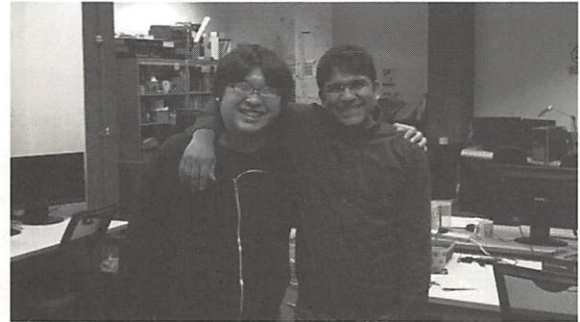


図1 筆者(左)と共に研究した Sahoo Deepak 氏(右)

2. Bristol Interaction and Graphics

ブリストル市はロンドンから西に約200kmに位置した都市であり、起伏が激しく坂がとても多いのが特徴的だった。筆者がお世話になったのは Department of Engineering に所属している Interaction and Graphics という研究グループで、Sriram Subramanian 教授にスーパーバイザになっていただき研究を進めた。当研究グループは HCI 分野のトップカンファレンスに毎年論文を採択されており、筆者も SIG CHI2014 に採択された論文を読み当研究室を知った。研究は CG を使ったインタラクションが主である。

メンバは20人ほどいるが、ポスドクと博士課程の学生がほとんどを締めており、出身国もインド、台湾、スペイン、ドイツ、フランスと世界中から研究ポストを求めてやってきていた。筆者が日本で所属している研究室は博士課程の学生は少数派だったため、このメンバ構成には驚いた。こうしたメンバの研究に対する視点や議論の内容、研究に関連した知識などあらゆる場面でレベルの高さを感じた。

3. 初めてのタッグでの研究

留学したのが SIG CHI のペーパーの締切後だったこともあり、進行中のプロジェクトではなく新規テーマをポスドクである Sahoo Deepak 氏と組んで二人で始めることとなった。

これが非常によい経験となった。一緒に研究を進めた Deepak は物理学の博士号を持ち、以前はナノテクノロジーの研究をしていた。一方筆者は、触覚を用いたインタフェースについて研究しており、少々のハードウェアとプログラミングの知識を持つ程度であった。Deepak は以前からフォグを用いたディスプレイの研究をしてきたが、研究グループが情報系ということもあり、コンセプトを提示することはできても思うようなプロトタイプができなかった。そこで筆者がハードウェアの設計や制御を担当することとなった。筆者も他分野の研究者とはからずともコラボレーションすることができ、ポスドクの方から直接理論を学ぶことができ、大変有意義に研究を進めることができた。

プロジェクトではハードウェアを担当することとなったのだが、当研究室はものづくりをする設備（レーザカッター, 3Dプリンタ, 工具一式, はんだごて）は充実していたが、作るための部品や素材が不足していた。研究グループ自体がソフトウェアよりのアプローチであるため、ものづくりをする人が少ないため、電子部品などのストックはほとんどしないという。よって、必要なものはすべて発注することとなり、到着まで待たなければならなかった。時間がかかってしまうイライラを感じると同時に、日本での研究室が大変恵まれた環境であったことを実感した。しかし、慣れてしまえば発注に合わせた制作や研究計画をたてる計画性が身についた。

4. いつでもディスカッション

毎日研究を進めていく中で気がついたことは、とにかくディスカッションの機会が多いことだった。昼食や休憩のティータイムや大学にあるカフェバーでビールを飲む際などディスカッションの機会がとにかく多かった印象がある。研究の進捗報告や相談したり、研究を進める上で悩んでいることなどをお互いに話し合ったりと、常に誰かに研究の状況や結果をアウトプットする機会が多く、常に研究の目的や意図を意識しながら研究を進めることができた。

普段の何気ない場面に加えて、週に一度議題を持ったメンバがみんなにクッキーとお茶を用意して集まってもらい、メンバ全員に相談に乗ってもらうというミーティングも開催されていた。また、大変忙しいはずの教授も一日最低2回はそばにきて進捗確認をし、必要であればそのままディスカッションに突入した。こうした多くの機会を与えてもらえたお陰で悩みを抱え込むということも少なかった。

5. 進路についての相談

留学時筆者は修士課程1年であった。翌年に就職活動を控え進路を迷っていた。研究は楽しくやりがいもあり、単純にもっと研究がしたいと考え、博士課程への進学も考えていた。しかし、一般的に日本では博士課程卒の就職は修士卒と比べて難しいと言われている。また、先輩にアドバイスをもらおうとしても、博士号を取得した先輩は研究室を去り、その後の生活や進学選択に関する本音を聞くことが出来ない状況だった。



図2 研究室のメンバー(一部)

そんな中、世界中から集ったポストドクの人々にたくさん話を聞くことができた。博士号を取得した後どうしたのか、ポストドクの任期が終わったらどうするのかなどである。自分の進学に関する不安を相談すると、博士課程中にインターンシップに行くことを進めてくれたり、つてもなければ紹介してくれると言ってくれたり、本当に親身に相談にのってくれた。

6. おわりに

「海外で研究をしてみたい」という漠然とした考えから始まったこの留学だったが、研究について、自分の進路についてなどを改めて考えるきっかけとなった。ディスカッションの大切さや進学した場合の選択肢、世界を渡り歩くポストドクの本音などを知ることができた。この貴重な体験を今後は日本での研究に活かしていきたい。

最後になりましたが、この度滞在を快く引き受けていただいた Subramanian 教授、ならびにラボメンバに心から感謝します。特に一緒に研究を進めた Deepak 氏には公私ともにお世話になり、心が折れそうなきもいつも笑顔をくれました。また、快く送り出してくださった指導教員の梶本裕之先生、不在の間のサポートをいただいた、先輩の佐藤未知さん、後輩の今悠気くん、梶本研究室の皆さんに深く感謝いたします。

【著者略歴】

中村拓人 (ナカムラ タクト)

電気通信大学大学院 博士課程前期2年。触覚、ヒューマンインタフェース研究に従事。主な研究テーマとして手首でのハンガー反射、運動障害者患者の姿勢計測など。

ラク楽実践 VR

- 手と足と頭を使え！ VR システムの作り方 -

第 33 回

Myo

(マイオー)

大西克彦 (大阪電気通信大学)

Myo は Thalmic Lab 社が開発したリストバンド型ジェスチャ入力デバイスである [1]。2013 年に発表され、その後 2014 年 7 月ごろから開発版の発売を経て 2015 年に製品版が発売された。特徴としては、従来からある加速度、角速度を計測することで動きを認識させる方法に加えて、腕の筋電信号を計測することで、手首の振りや指の動きを計測できることが挙げられる。

デバイスの筐体外観は、図 1 のように筋電センサが 8 個含まれるリストバンド型になっており、内部に 9 軸の IMU センサ (3 軸加速度、3 軸角速度、3 軸地磁気) とバイブレータを内蔵している。また PC との接続はワイヤレスになっており、図 2 のように腕に装着して、ユーザの腕の動きを Bluetooth によって送信する。Myo を PC 上で利用するには、Thalmic Lab 社のサイトから Myo Connect と呼ばれる設定アプリケーションをインストールする必要がある。Windows と Mac OS X 版が用意されている。さらにデバイス自体は Bluetooth によってデータを送信するため、iOS や Android OS 端末にも対応している。一般的な対応アプリケーションについては、Thalmic Lab 社のサイトにも公開されており、パワーポイントのスライド操作や、音楽の再生停止などの機能をジェスチャ操作で実施できるものなどが公開されている。また、デバイスを制御する SDK は Thalmic Lab 社の Web サイトからダウンロードできる。SDK ライブラリは各種 OS 版が用意されており、さらに Unity プラグインも用意されているため、比較的容易に VR 環境での利用が可能になっている。

SDK によって取得できるデータは、デバイスの姿勢の他に、手首の振りや、指の曲げ伸ばしを組み合わせた 6 種類のジェスチャパターンが用意されている。これらは、

デバイス装着後にキャリブレーションを実行することで、認識精度をある程度高くすることができる。さらに筋電信号を含む各種センサの raw データを取得する関数も用意されている。筋電信号は 8 個のセンサ毎のデータを取得することができる。これらの詳細は、SDK のドキュメントや開発者向けサイトで確認することができる。

近年、腕や指の動きを計測できる安価なデバイスが多く販売されるようになってきており、Myo もその中の 1 つである。それらのデバイスとは違い、筋電信号を計測できることから、新たなアイデアを容易に実現できる可能性があり、今後の利用の拡がり期待される。

[1] <https://www.thalmic.com/en/myo/>

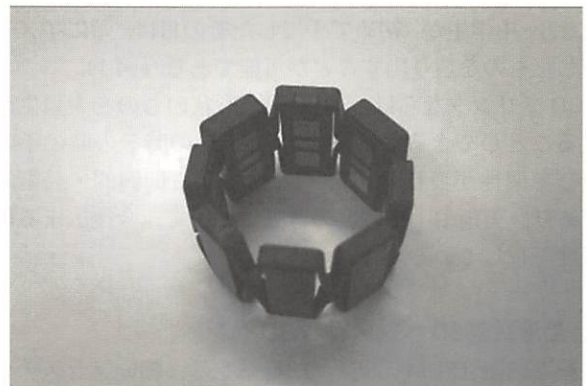


図 1 Myo デバイス

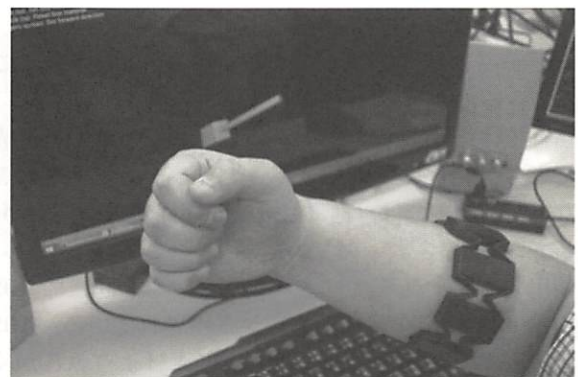


図 2 デバイス装着例

● 製品紹介

日本 3D プリンター株式会社

熱溶融型 3D ペン

～ YAYA3D ペン～

光造形 3D ペン

～ ポリエス Q1 ～

原島広至

1. 3D ペンとは何か？

3D ペンを端的に表現すれば、3D プリンタから出力ヘッドを取り外して、手で操作できるようにしたペン型のツールである。3D プリンタが、3D データによって出力するのに対して、3D ペンは、自分の手で立体造形物を描く。3D ペンの特徴は、その手軽さ・自由さにある。3D プリンタ用のデータ作成は、3DCG のソフトの習熟を要し、一朝一夕には、オリジナルの作品ができない。それと比べ、3D ペンは適切な指導があれば、手先の器用な小・中学生が、初めて手にしたその日に、頭にイメージしたものを造り出すことが可能である（図 1）。

3D プリンタならば、全く同じ形状のものを大量生産することができるが、3D ペンは、その時その時の手の運びで個性が表れる。3D ペンは、より即興的・芸術的であり、美術や図工教育の分野において、今後広まる可能性を有している。

2. 熱溶融型 3D ペン・YAYA3D ペン

熱溶融型（FDM 方式）の 3D ペンは、細いプラスチックのフィラメントを本体の後ろから差し込み、ボタンを押すと内蔵されたモーターが回転してフィラメントが前進し、ペン先のヒーターで融解しノズルから押し出される。すると直ちに外気で冷えて固まり、3次元に線を描くことができる。

当社では、「YAYA3D ペン ver1.5」という製品を発売しており、初代の YAYA3D ペンと比べ、射出速度が速くなった。国内では、他にも数社が同様の 3D ペンを発売している。

使用するフィラメントは、3D プリンタと同様に ABS 樹脂や PLA 樹脂（ポリ乳酸）が多用されている。ABS は強度があり立体的造形に適し、PLA はより軟らかく PLA 同士の接着が容易である。



左上：光造形 3D ペン
ポリエス Q1

右下：熱溶融型 3D ペン
YAYA3D ペン

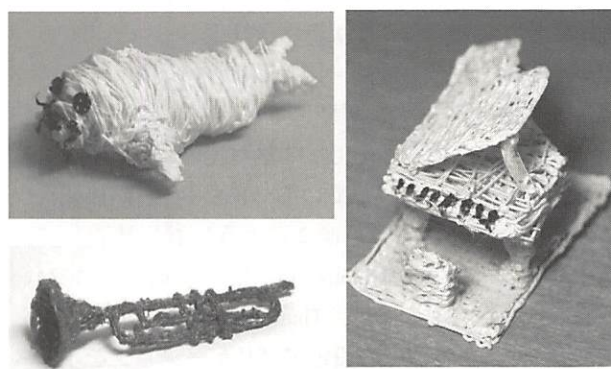


図 1 熱溶融型 3D ペンで作った作品

あざらしは女子小学生の作品（赤保くるみ 作）。

ピアノとトランペットは男子中学生が 3D ペンに初めて接して作った作品（熊谷忠実 作）

3D ペンで立体造形を自由に作るにはコツがあり、ある程度、指導の必要がある。そこで、小・中学生を対象に、図工教室等で 3D ペンのワークショップを開いてきた。参加した子供たちは、2 時間位は創作に没頭している。完成すると、すぐに次は何にしようかと思案を始める。作品を作りながら皆一様に「楽しい～」と喜びの声を漏らしており、指導しているこちらも楽しくなってくる。

さらに、デッサン教室の協力を得て、世界初の試みとして、3D ペンによる 3次元人体クロッキー会を何度か開催してきた。筆者はさらに、3D ペンを解剖学教育へ応用できないかと試行錯誤している。

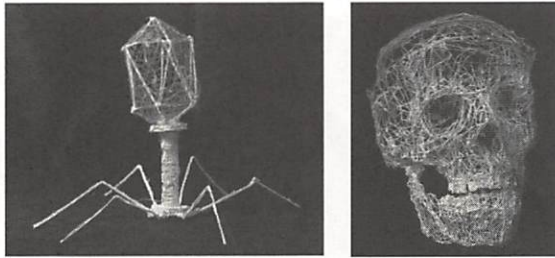


図2 熱溶融型 3D ペンによるウィルスの T4 ファージ模型(左上)と、実物大頭蓋骨模型(右上). 筆者による作品. 理科の先生にとって、授業で使えるこうした教材を手軽に自作するのに最適である

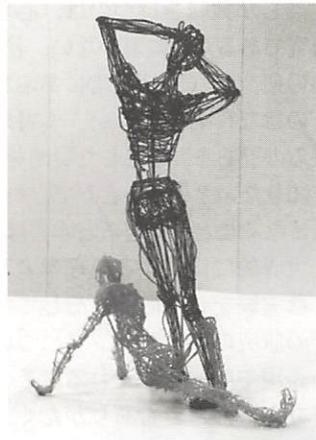


図3 熱溶融型 3D ペンによる 3次元人体クローキー会の作品(猪瀬ろみい作). 初参加であるが、一体約 45分という短時間で完成した

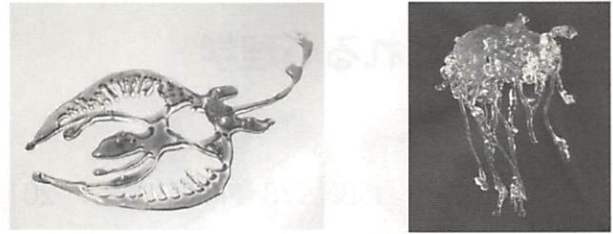


図4 光造形 3D ペンの作品(エイは聞蓮那作. クラゲは筆者による)

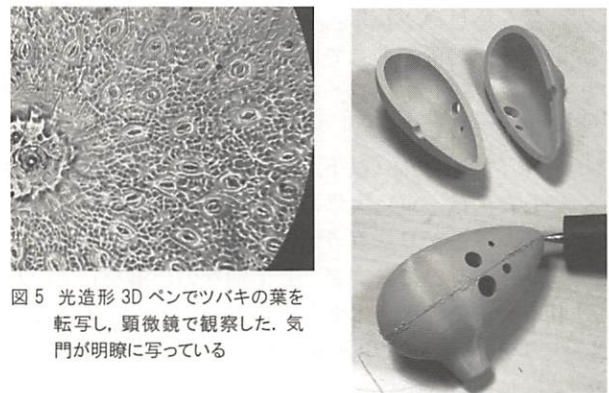


図5 光造形 3D ペンでツバキの葉を転写し、顕微鏡で観察した. 気門が明瞭に写っている

3. 光造形 3D ペン

従来の 3D ペンは皆、熱溶融型だが、新たに米国 Future Make 社が、光造形 3D ペン「ポリエス Q1」を開発した。日本 3D プリンター株式会社も、製品化にあたって協力し、仕様の改良について様々な提言をしてきた。米国では、クラウドファンディング・サイト「Kickstarter」で約 1700 万円相当の資金の調達に成功。日本でも、クラウドファンディング「Makuake」において先行予約が行われた。一般への販売は今年の 7 月頃を予定している。

光造形 3D ペンでは、未硬化のアクリル系樹脂のカートリッジを装填し、ボタンを押すとノズルから出ると同時に、LED が照射されて硬化する。ポリエス Q1 は、波長 405nm がピークの LED を搭載した、硬化速度の速いデザイナー向け機種と、波長 460nm の、子供向けの機種を提供している。加えて、本体が水平より上向きになると LED が消えて直射光を見ないようにする安全機構も備えている。

光造形 3D ペンによる作品は、アクリル樹脂がもつ透明感、高屈折率、肌触りのゆえに、独特な美しさがある。製作していると、まるでガラス細工を常温で作っている感覚にとらわれる。

4. 3D ペンの思いがけない用途

3D ペンの特性ゆえに、思いがけない活用法が考えら

れる。その一つは、「接着剤」。熱溶融型 3D ペンは、ABS 樹脂同士の接着や、3D プリンタの出力物に対して同一フィラメントでの補修が可能である。アクリル樹脂同士の接着には、光造形 3D ペンが使える。一般的なアクリル用接着剤は一瞬で接着してしまうのに対し、光造形 3D ペンならば、未硬化樹脂のみを出してアクリル樹脂同士を接着し、微調整後に光を照射し硬化させることができる。

光造形 3D ペンは、光学顕微鏡の観察にも応用できる。厚みがある葉や繊維、髪の毛などの表面を転写して観察するのに用いられるスンプ液は硬化に約 3 分かかる。光造形 3D ペンなら、10 秒もあれば硬化するため、極めて便利である(直射日光なら 5 秒で十分)。

3D ペンはまだ十分に使用法が研究されておらず、今後さらに活用分野が発見されていくに違いない。

【連絡先】

会社名：日本 3D プリンター株式会社
 担当者：劉宇陽(副社長) / 原島広至(顧問)
 所在地：東京都江東区青海 2-5-10
 テレコムセンター東棟 14 階 MONO 内
 電話：03-3363-2366, FAX 03-6800-7771
 E-Mail：info@3dprinter.co.jp
 URL：http://www.3dprinter.co.jp/

BOOK REVIEW 1

脳がシビれる心理学

妹尾武治 著

実業之日本社 ISBN 978-4408416687 2014年10月発行

評者：唐山英明（富山県立大学）

愛を感じる。本書を読み始めて、まずそう思った。心理学への愛。著者である妹尾武治さんは心理学をこよなく愛している。そして、我々に「心理学を愛せよ、そして楽しめ」と言っているのだ。

妹尾武治さん（以下、著者と記す）に初めてお会いしたのは、東京大学の附置研究所であるインテリジェントモデリングラボラトリーであったと思う。当時、お互いに研究者として別々の仕事をしていた我々は、その後、本学会、つまり日本バーチャルリアリティ学会のVR心理学研究委員会で、幹事として同じ仕事に携わることになる。その後も、時々メールのやり取りをさせていただく仲である。研究員当時からアクティブで、独特の雰囲気醸し出し、いかにも研究者肌の人だなあ、なんて思っていた。それが、つい6、7年前のこと。今や、世界的権威と斬新な着眼点で論文を量産する、まさに新進気鋭の研究者に成長された。

これまで、心理学に関する図書をいくつか読んできたが、その中でも本書は実に読みやすく、一気に読んでしまった。それでいて内容が濃い。本書の中で著者は、とても興味深い様々な話題を提供してくれる。正直に書くと、知らない話題もたくさんあった。これらの話題の数々は、例えば大学の講義の合間に「小ネタ」として使わせていただけるようなもので、そのすべてが、講義やゼミの途中でブレイクを入れたい時にとても役立つようなのである。そこで、実際に私の講義やゼミの中で学生に紹介してみた。サッチャー錯視、メンタルナンバーライン、文字書体と記憶との関係。案の定、学生は目を輝かせる。もはや小ネタではない。工学の講義なんですけどね……。というように、本書で述べられている話題は、（心理学者でなくとも）誰もが興味を持つものになっている。さらに嬉しいのは、すべての話題には論文が適切に引用されていることである。また、「ネイチャー」をはじめとする、いわゆるインパクトファクターの高い論文ばかりが選定さ

れているのが、これまた憎いのである。

誰もが興味を持つのは、心理学が日常に根差した研究であるからに違いない。著者が言うように、心理学の研究テーマは日常にあふれているのだ。特別なものはなにも必要ない。本書はそれに気付かせてくれるのである。ふとした疑問を大切に、こだわって知りたいと思うことができれば、もう立派な心理学者になることができると本書は教えてくれる。

世界的に活躍する心理学者がなにをどう考え、どんな実験をしたのか、そしてなにがわかったのか、その研究の偉業やセンスについて、実にわかりやすい表現で解説してくれる。そのような解説は、特に研究者にはとてもありがたく、分野を問わず参考になるであろう。話題については、古典的研究から最新研究まで幅広い。またさらに、明け透けに本音を語るのも著者らしく、実に楽しめる。本書のタイトル決定の裏話、さらに、著者のプロレス好きや、暗い(?)過去。ああ、面白い。世界広しと言えども、プロレスと心理学を同時に熱く語るの、おそらく著者だけではなからうか。本書がエッセイであると著者が強調するのもうなずける。

提供する話題に関連する数々の発展的研究アイデアを惜しみなくさらけ出している点には、とても驚いた。まさにアイデアの宝庫である。通常、研究者はとっておきの研究アイデアを他人にさらけ出すことはない。それをあっさりやっけてくれるのが、著者のすばらしいところなのだと感じた次第である。心理学を愛しているからこそののだろうか。

愛を感じる。本書を読み終えて、まずそう思った。心理学への愛。著者である妹尾武治さんは心理学をこよなく愛している。そして、我々に「心理学を愛せよ、そして楽しめ」と言っているのだ。妹尾武治さんが執筆した本書によって、私も日常の中で心理学を愛し、楽しむことができそうである。是非お勧めしたい一冊である。



VR メディア評論

ヨコハマ買い出し紀行

芦奈野ひとし 著

講談社 全 14 巻 (新装版全 10 巻)

第 1 巻 ISBN 4-06-321050-2 新装版第 1 巻 ISBN 978-4-06-314588-5

発行年 全 14 巻 1995 年 8 月～2006 年 5 月

(新装版全 10 巻 2009 年 10 月～2010 年 7 月)

また遭う日まで

推薦者 : 谷川智洋 (東京大学)

インタビュアー: 上岡玲子 (九州大学)

あらすじ

人類社会がその最盛期を終え、地球温暖化や産業の衰退から人口が減少した「夕風の時代」といわれる時代が舞台。ロボットの初瀬野アルファの視点を通してゆっくりと終わりを迎える人類の穏やかな日々を描いた作品。

インタビュアー (以下 I) :

この作品 [1] を推薦した理由を聞かせて下さい。

谷川先生 (以下 T) :

今回の作品は個人的な思い入れが強い作品で、前回紹介した作品同様、論理的に理由は説明できないのですが、是非 VR 学会のみなさんに知っておいて欲しいと思う作品なので推薦しました。攻殻機動隊 [2] は当然 VR の教科書になる作品ですがそれとは違う方向性に未来を据えた作品もあることを知ってもらいたいと思いました。

I: この作品では右肩上がりの成長が終わりを迎えた後の未来社会を想定した世界を描いています。

T: はい。おそらくそれまで人類に色々なことがあったのだろうな、という痕跡は作品の所々に描かれています [3]。全体的に時間の流れがゆっくりで穏やかな世界として描かれています。このような環境で人類がゆっくりと終焉に近づいていき、それをロボットに看取られていくというのでもいい終わり方だなと思わせる世界観です。

I: 主人公のアルファさんはいわゆるヒューマノイドロボットですが、すでにロボットという存在が当たり前のように日常に馴染んでいます [4]。人間と明らかに異なる点が寿命の長さでしょうか。時間の流れ方が異なる分、人の成長や自分の周りの世界が変化しているのを観察してくれる役割を果たしてくれています。

T: はい。この作品を読んでいる時はアルファさんの主



図1 カフェ・アルファの10数年の変遷(3巻P.80(左),10巻P.128(右))



図2 アルファさん(10巻P.130)

観視点を通して世界を見ている気がします。作品でカフェ・アルファというアルファさんが経営するお客さんがほとんど来ないカフェが出てきますが(図1)、カフェのマスターという職業はアルファさんのメタファーとして描かれているように思います。喫茶店のマスターって色々な人間模様を定点観測しているのだろうなと思うのですが、アルファさんも同じようなスタンスで世界を見えています。いつ行っても変わらない空間があって、そこを色々な人が過ぎて行く定点観測の役割がアルファさんなのかと思います(図2)。

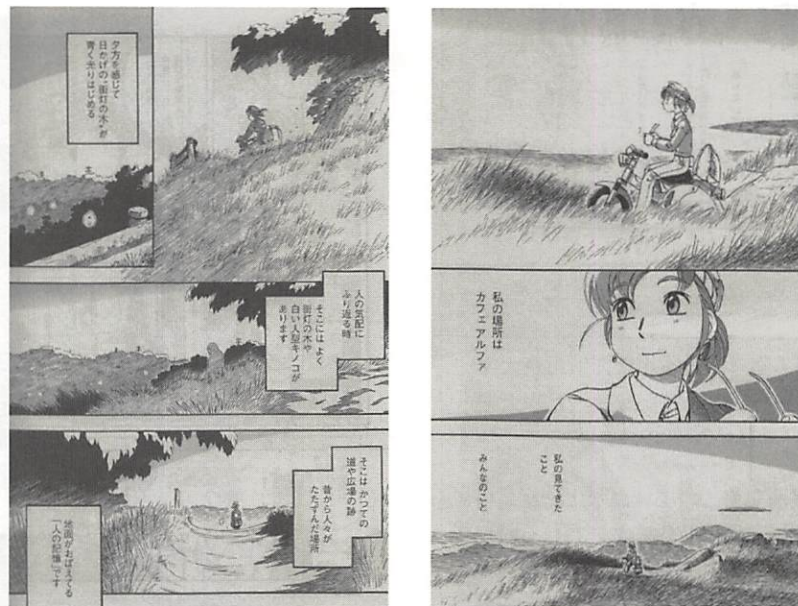


図3 街の様子(10巻P.216,217)

I: アルファさんの主観視点で定点観測された人類の記録ですね。

T: 人間と同じ視点であるところも興味深いです。アルファさんはロボットだからといって人間と異なる運動能力を持っていません。移動する時も歩いたり、スクーターを使います(図3)。例えば、街中を歩いて通る時と車で通り過ぎる時では空間を体験できる密度が異なるように、人間と同じ視点で自分の活動範囲の空間で毎日異なる発見をしています。周りの人との交流や体験を通して毎日成長しているのでアルファさんの視点も日々変わってきているのが読んでいて伝わってきます。

I: おそらくアルファさんの視点でなければ「夕風の時代」は暗く辛い時代に描くこともできそうです。

T: はい、所々で描かれている時代観から推測すると、おそらく人間の居住エリアはどんどん水没し、食料も手に入らなくなり、道は日々断絶され、暗黒の時代であることは間違いないですね。アルファさんの視点だからこそ希望を失わない穏やかな世界となっています。同じ体験であっても人によって体験の記憶が異なるので、ある人の体験を感情も含め追体験できるVR技術などがあるといいなとこの作品を通して思います。

I: アルファさんの視点はそういう意味では等身大の人に近い視点となるよう感情面に注力し設計されたとも考えられます。

T: 登場人物の女医のおばあさんが若い時にアルファさんの原型となるロボットの開発に関する海洋実験を回想するシーンがあります。彼女がボートを限界速度で操縦し、その時の生体データを記録することで、「極限の状況である目標に挑戦する時の人間の感覚や限界をこえるときの達成感」の定量化を試みたとあります。実際にこのデータはたいして役に立たなかったとありますが、アルファ型ロボットは開発当初から人間の感覚や感情を組み込むことを前提に開発が行われていたのだと思います。

谷川・上岡のペアーでのVRメディア評論はこの回で終了です。長い間ありがとうございました。次回より新VRメディア評論をお楽しみ下さい。

注釈:

- [1] 紙媒体の他に eBookJapan, Amazon から電子書籍の購入可能。
- [2] 土郎正宗氏によるSF漫画作品。VR研究者の間ではバイブルとされる作品。2015年6月20日攻殻機動隊新劇場版が公開予定。
- [3] 主人公の住む場所は現在の神奈川県横浜市磯子区に属するの三浦半島が舞台であると考えられる。海面上昇が進み、主人公の住む住居の近所にはほとんど人が住んでいない。
- [4] 主人公の他にも型の違うロボットが登場する。それぞれ仕事を持ち自立した生活をしている。作品の中で「ロボットって事は個性のひとつ」であると主人公の友人の鷹津ココネが主人公に宛てた手紙で記している。



研究会開催についてのお知らせ

■サイバースペースと仮想都市研究委員会

委員長：本田新九郎，副委員長：小川剛史
幹事：磯和之，宇都木契，小俣昌樹

[研究会ホームページ] <http://www.sigcs.org/>

[研究会等開催予定]

●第56回研究会

開催日：2015年10月8日(木)，9日(金)

会場：小樽市観光物産プラザ(予定)

共催：複合現実感研究会

連催：電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会，ヒューマンインタフェース学会バーチャル・リアリティ・インタラクション専門研究会

発表申込締切：2015年7月24日(金)

原稿締切：2015年9月7日(月)

●第18回シンポジウム

開催日：2015年12月3日(木)

会場：キャンパスイノベーションセンター東京
東京都港区芝浦3-3-6

発表申込締切：2015年10月初旬

原稿締切：2015年11月初旬

[発表申込方法] 通常の研究会の発表の申込み締切は開催日の約45日前です。詳しくは、研究会ホームページをご覧ください。

[問い合わせ先] NTTメディアインテリジェンス研究所
磯和之 Email:iso.kazuyuki@lab.ntt.co.jp

■複合現実感研究委員会

委員長：斎藤英雄，副委員長：清川 清
幹事：柴田史久，岩井大輔
幹事補佐：内山英昭，武富貴史

[研究会ホームページ] <http://sigmr.vrsj.org/>

[研究会等開催予定]

●第47回複合現実感研究会

開催日：2015年10月8日(木)，9日(金)

会場：小樽市観光物産プラザ

共催：サイバースペースと仮想都市研究会

連催：電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会，ヒューマンインタフェース学会バーチャル・リアリティ・インタラクション専門研究会

発表申込締切：2015年7月24日(金)

原稿締切：2015年9月7日(月)

■アート&エンタテインメント研究委員会

委員長：筧 康明，副委員長：渡邊淳司

幹事：岩井大輔，長谷川晶一，馬場哲晃，渡邊英徳

[研究会ホームページ] <http://www.sigae.vrsj.org/>

[研究会等開催予定]

●第20回日本VR学会大会オーガナイズドセッション

開催日：2015年9月9日～11日(うち1日)

会場：芝浦工業大学豊洲キャンパス

●エンタテインメントコンピューティングシンポジウム EC2015 協賛

開催日：2015年9月25日(金)～27日(日)

会場：9月25日，26日；札幌市教育文化会館
9月27日；北海道大学学術交流会館

主催：情報処理学会 エンタテインメントコンピューティング研究会 (SIG-EC)

■VR心理学研究委員会

委員長：岡嶋克典，幹事：繁樹博昭

[研究会ホームページ] <https://sites.google.com/site/sigvrpsy/>

[研究会等開催予定]

●第25回研究会

開催日：2015年7月18日(土)，19日(日)

開催地：九州産業大学

共催：電子情報通信学会 ヒューマン情報処理 (HIP) 研究会，日本認知科学会 知覚と行動モデリング (P&P) 研究分科会

●第26回研究会

開催日：2015年11月13日(金)，14日(土) (予定)

開催地：鹿児島大学

共催：映像情報メディア学会 ヒューマンインフォメーション (HI) 研究会

■テレマージョン技術研究委員会

委員長：小木哲朗

幹事：石田智行，江原康生，宮地英生

[研究会ホームページ] <http://www.n3vr.org/>

[研究会等開催予定]

- 第20回日本VR学会大会オーガナイズドセッション
開催日: 2015年9月9日(水)～11日(金) (うち1日)
会場: 芝浦工業大学 豊洲キャンパス
- 第27回研究会
開催日: 11月
会場: 開催地未定

■香り・味と生体情報研究委員会

委員長: 柳田康幸, 副委員長: 谷川智洋
幹事: 塩澤秀和

[研究会ホームページ] <http://www.sigsbr.org/>

[研究会等開催予定]

- 第8回香りと味に関する産学フォーラム
開催日: 2015年11月19日(木)
会場: 東京大学山上会館

■拡張認知インタフェース調査研究委員会

委員長: 池井 寧, 幹事: 茅原拓朗

[研究会等開催予定] 公開研究会については未定

■力触覚の提示と計算研究委員会

委員長: 長谷川晶一, 副委員長: 黒田嘉宏,
幹事: 嵯峨 智, 橋本悠希, 吉元俊輔

[研究会ホームページ] <http://sighaptics.org/>

[研究会等開催予定]

- SIGGRAPH ASIA 2015 Workshop on Haptic Media and Contents Design
開催日: 2015年11月2日(月)
会場: 神戸国際会議場
- 第16回力触覚の提示と計算研究会
開催日: 2015年11月25日(水), 26日(木)
会場: 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス

■情報技術と文化の融合調査研究委員会

委員長: 原島博, 副委員長: 鈴木陽一, 廣瀬通孝
幹事: 大谷智子, 宮下芳明

[研究会等開催予定]

- 第20回日本VR学会大会オーガナイズドセッション
開催日: 2015年9月9日～11日(うち1日)
会場: 芝浦工業大学 豊洲キャンパス
セッション名: VRのネクストワールド

■3次元ユーザインタフェース研究委員会

委員長: 北村喜文, 幹事: 清川 清

[研究会ホームページ] <http://www.vrsj.org/sig3dui>

[研究会等開催予定]

- 第20回日本VR学会大会オーガナイズドセッション
開催日: 2015年9月9日(水)～11日(金)
内容: 世界を目指せ!
～トップコンファレンス採択論文紹介～
会場: 芝浦工業大学 豊洲キャンパス

■デジタルミュージアム研究委員会

委員長: 廣瀬通孝
幹事: 谷川智洋, 苗村 健, 鳴海拓志

[研究会ホームページ] 準備中

[研究会等開催予定]

- デジタルミュージアムフォーラム in 高崎
開催日: 2015年7月19日(日)
会場: 高崎市美術館, 高崎市南公民館, 高崎市内
共催: 高崎市美術館

■VRと超臨場感研究委員会

委員長: 池井 寧, 副委員長: 広田光一
幹事: 上岡玲子

[研究会ホームページ] 準備中

[研究会等開催予定] 未定

■テレグジスタンス研究委員会

委員長: 館 暉,
幹事: 古川正紘, 南澤孝太

[研究会ホームページ] <http://telexistence.net/>

[研究会等開催予定]


- 第7回テレグジスタンス研究会
開催日: 2015年12月10日(木)
会場: 日本科学未来館

■超高齢社会のVR活用研究委員会

委員長: 伊福部達
幹事: 檜山 敦, 三浦貴大

[研究会ホームページ] 準備中

[研究会等開催予定] 未定



理事会だより

第 143 回理事会

日時：2015 年 5 月 11 日（月）18:00-20:30

場所：山上会館 地下 1 階 001 会議室

1. 各種共催・協賛・各種依頼について

- ・第 90 回ロボット工学セミナー（日本ロボット学会）の協賛を承認。
- ・第 20 回計算工学講演会（日本計算工学会）の協賛を承認。
- ・CEDEC2015（コンピュータエンターテインメントデベロッパーズカンファレンス）の後援を承認。
- ・第 31 回ファジィ システム シンポジウム（日本知能情報ファジィ学会）の協賛を承認。
- ・第 91 回ロボット工学セミナー（日本ロボット学会）協賛を承認。
- ・第 92 回ロボット工学セミナー（日本ロボット学会）協賛を承認。
- ・第 17 回日本感性工学会大会の協賛を承認。
- ・第 25 回日本神経回路学会全国大会の協賛を承認。
- ・第 23 回 3D&バーチャルリアリティ展示（リード エグジビジョン ジャパン）の協賛を承認。
- ・ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015（HI 学会）の協賛を承認。
- ・The 46th ISAGA Annual Conference（日本シミュレーション&ゲーミング学会）の後援を承認。
- ・東北大学電気通信研究所一般公開 2015 の協賛を承認。
- ・第 20 回知能メカトロニクスワークショップに協賛を承認。

2. 推薦について

- ・日本学術振興会 育志賞受賞候補者の推薦を学会より行う。
- ・文部科学大臣表彰 科学技術賞 / 若手科学者賞の推薦を学会より行う。

3. 2015 年度評議員と特別顧問について

- ・2014 年度の評議員および、2015 年 3 月末にて理事を退任された方に評議員就任を依頼。
- ・賛助会員代表枠に関しては、各企業に確認し、評議員を推薦いただく。
- ・2014 年度の特別顧問 11 名に引き続き依頼。

4. 委員会規程の改訂について

- ・広報・出版委員会規程で「副委員長は理事の中から会長が委嘱する・・・」を「副委員長は正会員の中から会長が委嘱する・・・」に改訂

することを承認。

5. 賛助会員増強特別委員会の設立と施策の実施について

- ・賛助会員の特典見直しなどで賛助会員入会促進を図る時限委員会設置と新規特典として、「メーリングリストによる情報発信サービス」を開始することを承認。

6. 論文誌 - 特集 -

- ・20 巻 4 号「教育・訓練・支援」
- ・21 巻 1 号「VR 心理学 6」
- ・21 巻 2 号「高齢者・障害者・マイノリティなどの支援」
- ・21 巻 3 号「アート & エンタテインメント 4」
- ・21 巻 4 号「ウェアラブル・ユビキタス（仮）」
- ・22 巻 1 号「サイバースペースと VR（仮）」
- ・22 巻 2 号「MR 特集（仮）」
- ・22 巻 3 号「ハプティクス（仮）」
- ・22 巻 4 号「スポーツ（仮）」

7. 学会誌 - 特集 -

- ・20 巻 2 号「ライフログと健康」
- ・20 巻 3 号「デバイスアート」
- ・20 巻 4 号「第 20 回大会報告」

8. 研究運営委員会報告

研究運営委員会の前期助成金について、3 件の応募があり用途および金額を検討し承認。

9. 第 20 回大会準備状況報告

- ・プロジェクションマッピング企画、特別講演、大会 Web 準備状況

10. 国際学生対抗バーチャルリアリティコンテンツ準備状況報告

- ・一般部門書類応募締切：6 月 12 日（金）
- ・一般部門予選大会：9 月 10 日（木）～11 日（金）芝浦工業大学
- ・決勝大会：10 月 24 日（土）～25 日（日）日本科学未来館（今年は、プレゼンテーション審査はなし）

11. IVRC2015 ASIAGRAPH in Tainan 報告

- ・開催日：2015 年 4 月 24 日（金）～27（月）
- ・場所 National Tainan Living Art Center
- ・発表論文：18 件
- ・ポスター：8 件



カレンダー

～ 2015 年 7 月以降開催イベント情報～

■国内会議

■ 3次元画像コンファレンス 2015

会期：2015年7月9日（木），10日（金）
場所：海洋研究開発機構横浜研究所 三好記念講堂
<http://www.3d-conf.org/>

■第20回知能メカトロニクスワークショップ

会期：2015年7月11日（土），12日（日）
場所：東京電機大学 東京千住キャンパス
<http://www.crl.epi.dendai.ac.jp/imec2015/index.html>

■ CG-ARTS 協会 2015 年度検定

前期期日：2015年7月12日（日）
後期期日：2015年11月29日（日）
場所：全国高校・専門学校等 約200会場
<http://www.cgarts.or.jp/kentei/>

■ The 46th ISAGA Annual Conference

会期：2015年7月17日（金）～21日（火）
場所：立命館大学朱雀キャンパス
<http://jasag.org/isaga2015/>

■画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2015)

会期：2015年7月27日（月）～30日（木）
場所：ホテル阪急 エキスポパーク
<http://cvim.ipsj.or.jp/MIRU2015/>

■ CEDEC2015

会期：2015年8月26日（水）～28日（金）
場所：パシフィコ横浜
<http://cedec.cesa.or.jp/2015/koubo/>

■第17回日本感性工学会大会

会期：2015年9月1日（火）～3日（木）
場所：文化学園大学
<http://www.jske.org/taikai/jske17/participation/>

■ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015

会期：2015年9月1日（火）～4日（金）
場所：公立はこだて未来大学
<http://www.his.gr.jp/sympo/his2015.html>

■第31回ファジィシステムシンポジウム

会期：2015年9月2日（水）～4日（金）

場所：電気通信大学

<http://fss2015.j-soft.org/>

■第25回日本神経回路学会全国大会

会期：2015年9月2日（水）～4日（金）
場所：電気通信大学
<http://www.jnns.org/convention.php>

■日本ロボット学会 第33回学術講演会

会期：2015年9月3日（木）～5日（土）
場所：東京電機大学 東京千住キャンパス
<http://rsj2015.rsj-web.org/>

■第20回日本バーチャルリアリティ学会大会

会期：2015年9月9日（水）～11日（金）
場所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス
http://www.vrsj.org/events/annual_conference/

■東北大学電気通信研究所一般公開

会期：2015年10月10日（土），11日（日）
場所：東北大学 電気通信研究所
<http://www.riec.tohoku.ac.jp/>

■国際会議

■ IEEE ISMAR 2015

Date：September 29-October 3, 2015
Place：Fukuoka International Congress Center in Fukuoka, Japan
<http://ismar.vgtc.org/>

■ ICAT-EGVE 2015

Date：October 28-30, 2015
Place：Kyoto International Community House in Kyoto, Japan
<http://www.ic-at.org/2015/>

■ ACM SIGGRAPH Asia 2015

Date：December 2-5, 2015
Palce：Kobe International Conference Center in Kobe, Japan
<http://sa2015.siggraph.org/en/>

■日本バーチャルリアリティ学会理事

会 長	榎並和雅	(東京工業大学)
副会長	石橋 聡	(NTT アイティ)
	竹村治雄	(大阪大学)
理 事	相澤清晴	(東京大学)
	安藤英由樹	(大阪大学)
	池井 寧	(首都大学東京)
	岩館祐一	(NHK)
	梶本裕之	(電気通信大学)
	神部勝之	(ソリッドレイ研究所)
	串山久美子	(首都大学東京)
	蔵田武志	(産業技術総合研究所)
	斎藤英雄	(慶應義塾大学)
	篠田裕之	(東京大学)
	鈴木陽一	(東北大学)
	野嶋琢也	(電気通信大学)
	広田光一	(電気通信大学)
	南澤孝太	(慶應義塾大学)
	柳田康幸	(名城大学)
	矢野博明	(筑波大学)
	吉田ひさよ	(シーズメッシュ)

監 事	伊福部達	(東京大学)
	廣瀬通孝	(東京大学)

■日本バーチャルリアリティ学会賛助会員

株式会社ソリッドレイ研究所
旭エレクトロニクス株式会社
株式会社日立製作所
パナソニック株式会社
リードエグジビションジャパン株式会社
キヤノン株式会社
株式会社スリーディー
ソフトキューブ株式会社
日本バイナリー株式会社
アイスマップ有限会社
クリスティ・デジタル・システムズ日本支社
株式会社リアルビズ
京セラ株式会社
株式会社フォーラムエイト
凸版印刷株式会社
国立研究開発法人情報通信研究機構
日本マイクロソフト株式会社
エヌ・ティ・ティ アイティ株式会社
日本放送協会 放送技術研究所

(会員番号順)

<会費納入のお願い>

2015年度(1月～12月)の会費をお支払いいただいていない会員の方は、下記口座にお振込みください。

なお、会費納入についてのご連絡、ご質問等ございましたら、学会事務局までお問い合わせください。

■みずほ銀行 本郷支店 普通口座

口座名：特定非営利活動法人日本バーチャルリアリティ学会
トクヒ)ニホンバーチャルリアリティガッカイ
口座番号：2578257

■ゆうちょ銀行

口座名：日本バーチャルリアリティ学会
口座番号：00120-8-161702

■本誌への広告掲載に関するお問い合わせは 下記契約代理店まで

株式会社インターブックス

担当：松元洋一

E-mail info_ml@interbooks.co.jp

TEL 03-5212-4652

FAX 03-5212-4655

力覚フィードバック装置

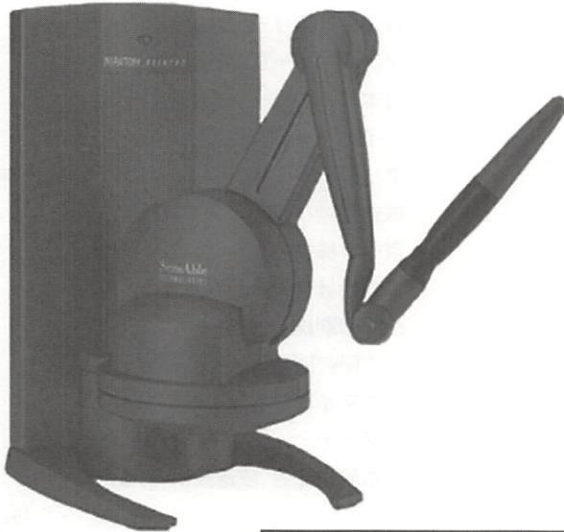
触力覚インターフェイスデバイスの永遠のベストセラー
Geomagic Touchを特別謝恩価格にてご提供!

Geomagic® Touch™ X

Phantom Desktop [旧称]

特別謝恩価格 (税込)

¥999,000.



Geomagic® Touch™

Phantom Omni [旧称]

特別謝恩価格 (税込)

¥199,800.



	Geomagic Touch X	Geomagic Touch
ワークスペース (力覚提示空間)	160 (W) x 120 (H) x 120 (D) mm	160 (W) x 120 (H) x 70 (D) mm
位置分解能 (公称)	>1100 dpi (0.023mm)	0.055mm (>450 dpi)
最大提示反力	7.9 N	3.3 N
剛性	X軸: 1.86N/mm Y軸: 2.35N/mm Z軸: 1.48N/mm	X軸: 1.26N/mm Y軸: 2.31N/mm Z軸: 1.02N/mm
力覚提示軸	x, y, z	x, y, z
位置検出 [スタイラス]	x, y, z (デジタルエンコーダ) Roll, Pitch, Yaw (ポテンシオメータ: ±3%リニアリティ)	x, y, z (デジタルエンコーダ) Roll, Pitch, Yaw (ポテンシオメータ: ±5%リニアリティ)
ホストインターフェイス	Ethernet IEEE 802.3 (USB変換付)	Ethernet IEEE 802.3 (USB変換付)

産業用途で実証された堅牢構造

6軸反力提示

Virtuose 6D Desktop



- 6軸位置検出と反力提示
- 動作領域:
 - ・並進 521x370x400 mm
 - ・回転 270x120x250°
- 連続提示反力 3N
- 最大提示反力 10N
- 最大剛性 2000N/m
- 位置分解能 0.01mm
- パッシブバランス付

フランス原子力庁(CEA)発
 遠隔操作のマスターデバイス
 開発の実績

パラレルリンク機構

6軸反力+把持 sigma.7

force |
dimension |



手術ロボットなど遠隔操作の
 マスターデバイスとして実績多数

- 6軸位置検出と反力提示
+グラスパーの把持反力
- 動作領域:
 - ・並進 Φ 190 x 130mm
 - ・回転 235x140x200°
 - ・把持 25mm
- 最大提示反力:
 - ・並進 20.0 N
 - ・回転 400 mNm
 - ・把持 ± 8N
- 位置分解能:
 - ・並進 <0.015mm
 - ・回転 0.013°
 - ・把持 0.006mm



日本バイナリー株式会社

email@nihonbinary.co.jp

東京本社: 〒105-0014 東京都港区芝2-3-3 芝二丁目大門ビル2F

TEL: (03)-5427-7111 FAX: (03)-5427-7123

大阪営業所: 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-8-29-307

TEL: (050)-3805-2878 FAX: (050)-3737-3709

ロボット関連製品

リモートプレゼンスシステム



SUITABLE TECHNOLOGIES

すぐに使える10.1インチカラー画面が装着済

beam+ ¥320,000.(税別)

- ・高さ134.4 cm
- ・10.1インチ スクリーン
- ・広角レンズ付 640x480 HDR カメラ2台
- ・安定した3輪走行
- ・バッテリー連続駆動時間2時間
- ・4つのスピーカーアレイ
- ・充電ドック



Double Robotics

お手持ちのiPadをモニター画面に装着、アプリ作成可

Double ¥320,000.(税別)

- ・電動高さ調整機能 (座位 119 cm 立位 150 cm)
- ・広角レンズ
- ・セルフバランス機能
- ・デュアルキックスタンド
- ・バッテリー連続駆動時間8時間
- ・充電ドック、拡声スピーカー(オプション)



ヒューマンロボットインタラクション、人工知能、テレグジスタンス...

baxter

双腕ヒューマノイドロボット

rethink robotics



ROS

MATLAB SIMULINK

- 片腕7軸×双腕ロボット
- カメラや各種センサを標準実装 ~ オールインワンの汎用ロボットプラットフォーム
- 全関節にSEA搭載による安全性
- 簡単にカスタマイズできるエンドエフェクタ
- どこでも使える100V 700W電源
- ROS、MATLAB環境へ対応
- 全世界に及ぶユーザコミュニティ

OPTOFORCE SENSING FLEXIBILITY

コンパクトで堅牢な光学式3軸カセンサ



- ・サイズ Φ10mm~30mm
- ・荷重 10N~600N (300%以上耐負荷)
- ・複数を組み合わせて6軸対応

360°全方位3Dカメラ Omni Stereo



- 全方位ステレオ映像
- 60Hz フレームレート
- 3.6Mピクセル動画生データ
- リアルタイムステッチング
- ROS、OpenCV C/C++ SDK

HEBI ROBOTICS

カーネギーメロン大学発 フィールドロボット アクチュエータ



- ・自在な組み合わせで簡単に多軸構成
- ・最大トルク7N/m、速度 33rpm
- ・200g軽量、50mm x 64mmサイズ
- ・SEA(直列弾性アクチュエータ)搭載
- ・制御系と各種センサを内蔵

MECADEMIC

教育・実験用 デスクトップ スカラーロボット

- ・パラレル構造制御の実験/教育に
- ・ワークスペース Φ242mm



日本バイナリー株式会社

email@nihonbinary.co.jp

東京本社：〒105-0014 東京都港区芝2-3-3 芝二丁目大門ビル2F

TEL: (03)-5427-7111 FAX: (03)-5427-7123

大阪営業所：〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-8-29-307

TEL: (050)-3805-2878 FAX: (050)-3737-3709

■日本バーチャルリアリティ学会学会誌委員会

委員長	矢野博明	(筑波大学)
副委員長	池井 寧	(首都大学東京)
幹 事	石田智行	(茨城大学)
	牧野泰才	(東京大学)
委 員	安齋昌幸	(クストラボトウキョウ)
	井村誠孝	(関西学院大学)
	岩井大輔	(大阪大学)
	浦西友樹	(京都大学)
	大谷智子	(東京藝術大学)
	大西克彦	(大阪電気通信大学)
	久木元伸如	(京都大学)
	関口大陸	(Point Grey Research)
	高嶋和毅	(東北大学)
	星 貴之	(名古屋工業大学)
	三武裕玄	(東京工業大学)
	山本景子	(京都工芸繊維大学)
	吉元俊輔	(大阪大学)
顧 問	梶本裕之	(電気通信大学)
	野間春生	(立命館大学)
	日浦慎作	(広島市立大学)
	横小路泰義	(神戸大学)

■編集後記

日常生活に溶け込むようなセンシングデバイスや情報端末を使用した活動モニタリングの話題を耳にする機会が増え、VRの要素技術が身近になりつつあることを実感します。皆様の中にも、ウェアラブルデバイスや健康管理に関するアプリを実際に使い始めたという方が増えてきているのではないのでしょうか。これまでも健康管理に関する製品は多く存在しましたが、日常でのさり気ない計測の実現や、計測可能な情報の多様化により、新たな市場が開けつつあります。

本特集号では、ライフログと健康と題して、ウェアラブルデバイスへの期待感、食事やスポーツの活動記録、健康管理と、話題性の高い記事をご寄稿いただきました。特色のある実施例に基づき、直ちに利用できるサービスや製品を数多くご紹介いただいております。ユーザとしての興味もお持ちいただけたのではないのでしょうか。

私自身も、最近ではランニングをする際にスマートフォンアプリを使って走行ルートや速度を記録するのにはまっています。記録された情報から体力の変化を感じたり、他人と走行情報を共有したりと、活動記録を眺めるのは楽しいものです。過去の走行ルートを見直すと、その時の情景をふと思い出すこともあり、記憶の想起としても面白いのでは、とも思ったりもします。仕事や趣味の時間に追われ、健康とはかけ離れた生活をしていないのでしょうか。ウェアラブルデバイスや健康管理に関するアプリを使い、さり気なく健康に意識しながら生活してみたいかかでしょうか。日常的な活動の可視化によって、健康状態を知るだけでなく、思わぬ研究アイデアの発見につながるかもしれません。

吉元俊輔 (大阪大学)

Journal 日本バーチャルリアリティ学会誌
of the Virtual Reality Society of Japan

June 2015
Vol.20 No.2

発行日 2015年6月30日

- 無断で複写・転載することを禁じます。
- 落丁・乱丁はお取り替えいたします。お手数ですが、学会事務局までご連絡下さい。

Copyright © 2015 by the Virtual Reality Society of Japan

- 発行人 特定非営利活動法人
日本バーチャルリアリティ学会
- 事務局 〒113-0033
東京都文京区本郷 2-28-3 山越ビル 301
TEL (03) 5840-8777
FAX (03) 5840-8766
E-mail office@vrsj.org
- 学会ホームページ
URL: <http://www.vrsj.org/>
- 印刷所 生々文献サービス
TEL (03) 3375-8446



ISSN 1342 6680

VRSJ

The Virtual Reality Society of Japan

日本バーチャルリアリティ学会誌 第20巻第2号

編集・発行：特定非営利活動法人

日本バーチャルリアリティ学会

〒113-0033 東京都文京区本郷2-28-3 山越ビル301

TEL:03-5840-8777 FAX:03-5840-8766