

# 計算論的日常生活行動理解研究の展開

## Progress and Perspective of Open Life Matrix Research

本村 陽一\*<sup>1</sup>  
Yoichi Motomura

西田 佳史\*<sup>1</sup>  
Yoshifumi Nishida

\*<sup>1</sup> 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター  
Digital Human Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

‘Open life matrix’ is a research project for computational everyday life understanding. In these years, progress of the project is shown not only in academic field but also in childhood injury prevention, service engineering and many consumer product engineering research collaborating with companies. The overview of such progress and perspective of the project are discussed.

### 1. はじめに

近年、様々なデバイスによる日常生活行動の観測技術が可能になり、計算機の小型化やセンサ技術や通信技術の発展とともに、ユビキタス情報処理、センサネットワーク技術に大きな期待が寄せられている。しかしその期待の大きさの一方で実用サービスの登場には予想以上の時間がかかっており、ここに何らかの大きな障壁があることは間違いない。多数のセンサを日常生活空間に持ち込みデータを大量に収集することは、国内外のプロジェクトですで行われ、例えばセンサからの情報取得と抽出に特化するもの、高齢者などの特定のユーザを対象とするもの、技術実験のための実験装置、生活者支援を目指すものなどがある [1]。また NICT のゆかりプロジェクトでは家庭内の機器をつなぐネットワーク、インタフェースの開発を進め、その上でのサービスの妥当性の検討を行ったものと言える。同じく住宅内の日常生活の計測実験を行った研究としては、人の動きを検知する赤外線センサと家電機器の使用状況を検知する電力センサを用いて普段の生活パターンを抽出し、そこからの外れ値を異常として検出するものがある [2]。さらに住宅内の人の生活行動に注目し、日常生活行動データベースを構築 [3] し、さらにこうした大量データを用いた機械学習的アプローチにより行動を予測する手法の研究も行われている。

これらを踏まえた現在の状況は、次のような段階にある。まず住居として利用できる実験施設において実際の日常生活行動を各種のセンサにより観測し、それらセンサデータを統合するためのネットワークとミドルウェアにより、数週間程度の実験期間で生活行動を各種のセンサデータの履歴として記録することが十分可能であることが明らかになった。しかし、その一方でいくつかの新たな課題が指摘されてきている。一つの大きな共通問題はアプリケーション・サービス開発の困難性である。例えば、人間の生活は多様であり、設計者が想定する統一的な生活支援は不可能であること、使っているうちに利用者に応じて最適化される個人適応技術が重要であることなどが具体的に指摘されている [2]。日常生活を支援するサービスをどのように構築していくかについての具体的な方向性が確立されていないことが日常生活行動理解研究を推進する上では大きな問題になっている。障害と考えられる主要な要因として、意味のある生活支援サービスを実現するために必要十分な情報がまだ計算可能になっていないということ、どのようなサービスを提供すべきかということがわかっていないという2つの要因がある。そこで、我々は近

未来チャレンジとしてオープンライフマトリクスを提案した [4]。意味のある日常生活支援を行うことを目的として、日常生活行動の観測データを集積し、ここから計算、制御可能なモデル、すなわち計算論的な日常生活行動モデルを構築し、これを再利用可能なリソースとして新たな研究の基盤として整備し、さらにこれを研究者だけでなくユーザにも提供するというものである。具体的な生活支援課題としては、日本において誰も手をつけていなかった子供の事故予防を工学的にアプローチするという問題を取り上げ [5]、産業技術総合研究所内に「子供の傷害予防工学研究カウンスル (Childhood Injury Prevention Engineering Council: CIPEC) [6] も設立した。学術貢献としても 2007 年 4 月には IEEE Computational Intelligence Society の国際シンポジウムにおいて日常生活行動の計算論的アプローチに関するチュートリアルを行い、世界保健機構 (WHO) への提言を行うなど、国内だけでなく海外への展開も進めている。2008 年 4 月からはさらに次なる応用例の発展としてサービス産業への貢献として新たにサービス工学への取り組みも開始し [7]、さらに多数の企業との共同研究も具体的に進めている。

ここでは 3 年目を迎えて新たな方向性が見えてきた計算論的日常生活行動理解研究の展開について述べる。

### 2. これまでの歩みと今後の展開

近未来チャレンジ開始当初に明らかであった課題として、日常生活行動を知るための基本データの収集とそれを扱う要素技術の集約があった。これについては、室内行動に関しては数週間の長期にわたるデータ収集とモデル化を行うことが可能な実験住宅 [8]、屋外の行動に関してもウェアラブルセンサと位置センサを組み合わせた計測とモデル化 [9,10] が可能になった。これらの成果は TV メディアなどにも取り上げられ企業や自治体との共同研究にも発展している。これらはマイクロ分析に関するものであるが、地域全体や日本全国といった疫学的なマクロ分析のためにインターネットを用いたサービスとデータ収集の知識循環システム [11] を構築した。この手法は現在、経済産業省の安全知識循環事業として実用システムの開発が進んでおり、WHO などへの協力も進めることで国際化する予定にもなっている。

このように具体的な目的に集中したことで短期間のうちに目に見える成果と、波及効果を得ることができた。これは近未来チャレンジで掲げた研究の基礎と応用のマッチングを意識したことによる効果である。当初から掲げたコンセプトにアプリケーションにより価値づけられた研究課題の優先的な推進がある。

これまでの日常生活行動の計算論的モデル化の成果が目に見えるものになったことで、次の段階として産業界からの要請が

顕在化してきている。それが今後の展開につながる日常生活サービスの計算論的アプローチであり、この応用事例、適用方法を一般化することで科学としての体系化、工学技術として確立することが可能になる。

### 3. 日常生活サービスの計算論的アプローチ

様々な製品やサービスの機能的発展が急速に立ち上がった時期を経て、現在我が国の産業界は成熟の時を迎えたと言える。そこで問題になってきたのが機能による差別化が困難になったことによる国際競争力の低下と、ブランドなど高付加価値の感性型消費者ニーズへの対応不足である。また我が国のサービス産業はこれまで経験と勘により高度なサービスを提供してきたが、これが体系化をはばみ、生産性の観点では効率の低さがとりざたされている。こうした問題に対して、人工知能技術に対する期待が高まっている。

そもそも人は何のためにサービスを求めているのであろうか。それは人がどのような日常生活を送り、何を必要としているかを知ることに遡ることではじめて明らかになる。これに対して日常生活行動理解研究が果たす役割は大きい。従来の心理学などでは統制された実験条件のもとでの調査、分析を行ってきたが、日常生活フィールドでの多様性には対応できていなかった。一方で最近の IT 化の加速によりいたる所で電子化された情報が集積できるようになっている。これはまさに人間の生活行動の履歴であり社会の活動を観測できるデバイスの登場と位置づけられる。インターネットの登場により情報検索技術やそれを使ったネットサービスが発展したのと同じ状況が、小売や物流、医療、コンテンツ産業を通じてリアル空間の中でも起きつつある。つまり、実世界で集積される実際の心理的要因を含む行動履歴から計算可能な仕組みを実サービスへと結実させることが大きなニーズであるとともに、新たな人間理解研究の体系にもなりえる。

大規模データが集約できれば、機械学習アプローチによるモデル化が可能になり、事前知識や因果的構造を含めたヒューマンモデリング技術[12]によって消費者を理解することが可能になる。この時、単なる計算モデルではなく、対象に対する因果的構造を近似したモデルとしての計算論的モデルを確立することが重要である。そのために消費者行動を理解する鍵は欲求構造である[13]。これを人間共通の理解として、再利用可能な形で集積し、計算可能なライブラリとして広く提供することが我々の次の目標となる。また、この計算モデルを通じて意識変容、行動変容を考えることは、実システムから数理モデルを構築して制御する制御理論・工学的アプローチとの関連性が見える。つまり、ここで構築する計算論的モデルには制御可能な要素を含めた因果構造モデリングが主要な課題となる。そのために学術的なチャレンジとしてこれまでの統計や機械学習では十分に扱うことができていないセンサやテキストなど異種の大規模データからの因果構造モデリング、因果推論といった課題も浮かんでくる[14]。こうした因果を扱う場合には大量データを受動的に(統計的に)扱うだけでは不十分である。「介入」というアクションを現場で行いながら次の観測、分析、モデル化(いわゆる PDCA サイクル)を主体的に回し、積極的に制御する必要がある。これを高速な計算機が実行できる技術基盤、広く社会共有の知識基盤として活用できるようにすることが近未来チャレンジオープンライフマトリックスの最終目標となる。

### 4. まとめ

近未来チャレンジとして開始した日常生活行動理解研究のこれまでの歩みと今後の展開について、これまで得られた成果を交えて議論した。こうした活動を開始して以来、地域、自治体、

産業界とのコミュニケーションはこれまでよりもはるかに緊密になり、その中で基礎的研究への期待を強く感じられるようになった。これからの人工知能研究の学術的チャレンジ課題を発掘し、研究活動を推進する上ではこうした実社会との密接な関わりあいと現場の中で基礎研究を行うことによる研究成果のグランディングが重要な役割を果たすように思われる。

### 参考文献

- [1] 美濃導彦, :ユビキタスホームにおける生活支援, 人工知能学会誌, vol.20, no.5, pp.579-586, (2005).
- [2] 松岡克典, :生活行動の計測と理解, ヒューマンインタフェース学会誌, vol.9, no.4, pp.299-304.(2007).
- [3] T.Mori, K.Asaki, H.Noguchi, and T.Sato: Accumulation and Summarization of Human Daily Action Data in One-Room-Type Sensing System, proc. 2001 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.2349-2354, (2001).
- [4] 本村陽一, 西田佳史: 日常生活環境における人間の行動理解の研究基盤:オープンライフマトリックス, 人工知能学会全国大会 (2006).
- [5] 本村陽一, 西田佳史: 日常生活環境における支援技術のための行動理解-子供の事故予防への応用を例にして-, 人工知能学会誌, vol. 20, no. 5, pp.587-594 (2005).
- [6] <http://www.cipec.jp>
- [7] 本村,西田,持丸,橋田,赤松,内藤: サービスイノベーションのための大規模データの分析・モデル化・サービス設計スパイラル, 人工知能学会全国大会, 3B3-1, (2008).
- [8] 白石, 保川, 西田, 本村, 溝口: 日常生活行動情報収集管理システム~MAGOME ハウスにおける行動分析~, 人工知能学会全国大会, 3G3-3, (2008).
- [9] Y. Nishida, Y. Motomura, G. Kawakami, N. Matsumoto, H. Mizoguchi: Spatio-tempora Semantic Map for Acquiring and Retargeting Knowledge on Everyday Life Behavior, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, JSAI 2007 Conference and Workshops, Revised Selected papers, (in press) (2008).
- [10] 川上, 西田, 本村, 溝口: ロケーション EMG センサを用いた行動の時空間展開記述に基づく日常生活行動モデリング手法, 知能情報ファジィ学会誌, 印刷中, (2008).
- [11] 本村,西田,山中,北村,金子,柴田,溝口: 知識循環型事故サーベイランスシステム, 統計数理, vol.54, no.2, pp.299-314, (2006).
- [12] 本村陽一, 西田佳史: ベイジアンネットワークによるヒューマンモデリング, 人工知能学会誌, vol.22, no.3, pp.320-327, (2007).
- [13] 西田, 本村, 金子, 溝口: 日常生活支援システムのためのサービス計算論, ニューラルコンピューティング研究会, 信学技法 NC- (2005).
- [14] 本村陽一: ベイジアンネットワークの基礎と応用における新展開, 人工知能学会誌, vol.22, no.3, pp.302-305, (2007).