

# オープンライフマトリクスプロジェクトにおける研究推進 Research Advancement of Open Life Matrix Project

本村 陽一\*<sup>1</sup>  
Yoichi Motomura

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

\*<sup>1</sup> (独)産業技術総合研究所  
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Abstract: A project called 'Open life matrix' is conducted as real problem solving. This concept is named as 'Research as a service' that means data collection and study during service providing. This project contributes to childhood injury prevention technology and activity in Japanese society including hospital, government, and many varieties of researchers. In this paper, the summary of this project and future direction are discussed.

## 1. はじめに

オープンライフマトリクスプロジェクトとは、日常生活の中で行動を観測して得られる大規模データを計算論的にモデル化し、これを活用した知識循環型のシステム構築を目指したプロジェクトである。これを実現するには、社会に入り込み、実サービスの中で大規模データを収集する必要があり、実社会との関わりが重要な問題となる。ここでは、これまで行ってきた本プロジェクトを概観し、さらに研究を推進するための今後の展開についても述べる。

## 2. 日常生活における知識循環

センサや IT インフラの普及にともない日常生活において生成される大量のデータを活用することが可能になった。そこで有効な機械学習に基づく問題解決を行う場合に、モデルが高度で複雑なものになるにつれ、学習のために必要なデータ量が増大するという新たな問題がある。表層的に観測可能なセンサデータなどは比較的容易に取得できるが、人間行動の内部的状態は心理的なものであるため、被験者を用いたアンケート調査も必須になりコストが大きい。またデータを取得する上で、プライバシーの問題や、単に研究目的のためには協力が得られにくいという現実的な問題もある。またたとえ外部的な要因で観測容易な事象だとしても、実際に使う場面において、状況依存性の高い説明変数を網羅的に収集するためには、データを観測する環境と日常生活環境を一致させる必要がある。

そこで、こうした問題に対して実サービスと調査・研究を一体化すべきであるとする「サービスとしての調査・研究(Research as a service)」[本村 08]を本プロジェクトでは進めている。これはスキナーの行動分析学を計算論的にかつ大規模に実行するものと見ることできる。即ち、人間の行動随伴性としての手段目的連鎖を大量データと機械学習により探索し、状況依存性も含めて包括的にモデル化する。そのために観測、モデル化(調査・研究)の段階とそのモデルを用いた応用(サービス)を切り離すことなく、生活支援サービスを実環境の中で実行しながら、そこで得られる観測や評価アンケート、利用者のフィードバック(心理的調査)の結果も含めて網羅的に収集する、という枠組みである。本プロジェクトでは、これを子供の事故予防を応用事例として実際に適用し、実証研究を進めてきた。これは次節で述べる。

## 3. 子供の事故予防のための安全知識循環

### 日常行動センシング技術:

屋内外で使用可能な超音波位置センサの他に、行動計測センサとして、遊具型センサ[大内 09]を開発し、国内で行われたイベントに出展することで、702 人の子どもの行動データ(登り行動データ)を計測した。これまで進めてきた病院を定点として事故情報を収集するシステム[本村 06]を、小学校環境下でのひやり・はっと・傷害データに応用する研究も始まった[掛札 09]。

**日常行動モデリング技術:** 病院との共同研究によって収集した事故データベース(4,590 件)を用いて、明らかに自発的な子どもの行動によって引き起こされた転落事例 471 件を分析し、事故の「説明・記述」モデルを作成した[西田 09]。

次に、転落事故を制御可能にするため、物の高さ、広さ、重さ、表面の感触と子どもの行動との関係をセンサルームの実験によって調査した。モノの広さ・高さ＝乳幼児の身長・発達段階などとの間の因果関係(平均的中確率 78.9%)を分析した。センサルームの行動観察データを用いたマイクロ分析結果(行動＝モノの属性の関係)と、事故データベースを用いたマクロ分析結果(行動＝モノの種類＝傷害の関係)を統合することで、はじめて、事故「制御」モデルと呼びうる統合モデルが作成可能となった[野守 09]。

**社会に向けたサービス統合技術:** 事故データが集まり、独自の事故統計を計算できるようになったことで、2008 年 5 月には、安全知識循環事業のホームページ(<http://www.kd-wa-meti.com>)を開発し、事故統計を公表し、月ごと、年齢ごと、製品ごとの傷害発生頻度や、事故状況の検索サービスの提供を開始した[北村 09]。この新たな検索サービスでは、技術的には、商品情報データベース(JICFS/IFDB)を導入することで製品の曖昧検索機能が利用可能になり、各事故事例の詳細データも閲覧可能になった。今後製品製造メーカを始め、事故予防に関わる多くの人たちにこれを提供し、具体的な事故予防への取り組みを社会に定着させていくことを目指す。

### 研究体制と研究ネットワークの構築:

本プロジェクトでは、基礎技術の開発を進めるだけでなく、子どもの事故予防を可能とする社会インフラを実現するための、より実践的な技術開発や技術普及活動も進めた。事故の被災者、小児科臨床医、看護師、育児、製品安全、機械工学、ロボット工学、建築工学、人間工学などの専門家、メーカー、自治体、関連省庁の担当者やジャーナリストをメンバーとする研究会「事故サーベイランスプロジェクト」を発足し、実際に起こった遊具事故を例題として、事故事例の解析から対策法実施までの一連の

活動を行った。その中で、事故を予防するための、あるべき社会として「安全知識循環型社会」の概念が生まれ、これを実現するための経済産業省事業が2007年開始された。現在、子どもの傷害予防工学カウンスル(CIPEC)という研究グループを作って、国立成育医療センター、金沢大学、米国コロラド州立大学、NPO 法人キッズデザイン協議会などと連携しながら、安全知識循環型社会システムの実装と社会への情報発信を進めている。2008年には、これまでの研究成果の一部が、国交省の遊具の安全確保に関する指針に反映され、日本学術会議からの提言にも結びつくなど、徐々に社会的なアウトカムにつながるような事例も出てきた。学際的な研究者ネットワークを作る活動としては、本学会以外にも、日本ロボット学会、日本小児保健学会などで企画セッションやシンポジウムを行ってきた。今年度は、千葉県柏市立花野井小学校、高月整形外科病院、千葉大学医学部法医学教室、日本医科大学千葉北総病院 救命救急センター、昭和大学、長崎大学歯学部総合研究科、などとの共同研究も始まった。このように、これまで蓄積してきた技術やデータベースが我々の研究グループだけの利用に留まらず、それがベースとなって他の研究機関との連携へと発展するケースも増えている。

#### 4. 知識循環スキームの社会実装

事故の原因究明には、あらゆる分野の知識を総動員する必要がある、多くの場合、一つの組織だけで対応することは不可能であった。原因究明には、医学・法医学、人間工学、バイオメカニズム、心理学、認知科学、情報工学、材料・破壊力学、機械力学、流体力学、熱力学などの知見が要求されるし、これを社会還元させるには、経済学、法学の力も必要となろう。これを解決するには、「公開を前提とした情報の受け取り方」を実施し、情報共有と知識循環の研究者ネットワークを作り、このネットワークを使って課題解決にあたる機能的なグループを柔軟に結成して解決することがもっとも現実的であり、有効であり、低コストであるアプローチであった。

事故予防に限らず、人間行動理解研究の対象となる領域、技術、研究は非常に広範であるため、成果を一般化可能なものにするために必要なことは、モデルやデータ、アルゴリズムなど研究を通じて得られる知的リソースを、日常的な環境における様々な応用目的のために再利用可能なものとして異分野の研究者や利用者と共に共有することが重要であった。そしてそのためには、システムがユーザに利用されるだけでなく、さらに研究者に還元されるフィードバックループを作ることが必要で、研究する者だけでなく、研究成果を利用する者、使う現場にいる者全てがデータやモデル、それらを適用した評価結果などのリソースを共有し、各立場で活用しながら知を創造する知識循環型の体制を作ることが重要である。

我々は前述のように子供の安全知識循環を事例にした活動としてこの目標を達成できたと考えている。また、それにとどまることなく、「日常生活におけるオープンな知識循環」という本プロジェクトのコンセプトはさらに、製品開発やユーザビリティ評価にも利用できる家庭内の日常生活行動分析技術[白石 09]、日本外傷データベースからの知識循環[阪本 09, 藤木 09]、サービス産業における知識循環[本村 08, 本村 09]などにも発展し大きな広がりを見せつつある。ここでは研究者同士の連携だけでなく分野超越的(トランスディシプリナリ)な連携が鍵であった。本プロジェクトが対象とする人間行動や環境は分野を問わず共通的なものである。その一方でその範囲には限りがない。研究リソースを有効に集中させるためには、社会現象としての解決すべき問題に基づく価値の重みづけも有効であろう。次の段階に進む

ためには、価値の理解や社会実装の方法論も含めたメタなレベルでの知識循環を実現することが必要であり、そのためには、シーズの提供だけでなく、社会技術の視点からのニーズの俯瞰も必要となる。そこで、本プロジェクト後半では産学官連携プロジェクト管理機能の実現も大きな課題と考えている。

#### 5. 今後の展開

近未来チャレンジのテーマ名として「オープンライフマトリクス」という名前が意味するものは何かという問いを良くうける。ここで用いた「マトリクス」という語そのものには行列の他に次の2つの意味がある。

- i) 秩序だったものを生み出す集合体(母体、基盤),
- ii) ii)原型・鋳型(モデル)。

そこに著者らは、研究基盤(インフラとコミュニティ)及び計算論的モデルの重要性を込めたのである。実生活空間内の環境や人間の行動のモデル化は非常に幅広く有望な分野である。こうした実生活情報処理を、固有のアプリケーションとして場当たり的に開発するのではなく、利用者である人間の視点から体系的につけて考え、再利用性の高いリソースをソフトウェアや手法といったインフラとして整備し、これを多方面に活用することが人間を中心とした情報処理技術の発展のためには重要と考えてきた。今年度は近未来チャレンジとして折り返しの年であり、プロジェクトの構想は子供の事故予防を例に具体化できた。しかし、この事例から学びとるべき知識はまだ完全には顕在化していないかもしれない。研究活動そのものを社会に定着させ、近未来チャレンジが掲げる社会貢献・学術貢献の両立を達成するためには、さらなる知識獲得、その知識循環に基づくプロジェクト推進と、推進活動それ自体の「モデル」構築が重要と考えている。

#### 参考文献

- [藤木 09] 藤木他: ベイジアンネットワークを用いた生存率予測モデルの統計的学習と評価, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [掛札 09] 掛札他: 学校安全のための学童参加型リスクコミュニケーションの提案, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [北村 09] 北村他: 安全知識の社会的循環のための WEB サービス, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [本村 06] 本村他: 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.
- [本村 08] 本村, 西田, 持丸, 赤松, 内藤, 橋田: サービスインバースションのための大規模データの観測・モデリング・サービス設計・適用のループ, 人工知能学会誌 vol.23, no.6, pp.736-742, 2008.
- [本村 09] 本村: 大規模データからの日常生活行動予測モデリング～実サービスを通じたベイジアンネットワークの学習と推論～, シンセシオロジー, vol.2, no.1, pp.1-11, 2009.
- [西田 09] 西田, 本村: 確率論的モデルを介したデータ統合による日常生活行動の制御モデルの構築法, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [野守 09] 野守他: 乳幼児のよじ登り行動分析のための確率的因果構造モデリング, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [大内 09] 大内他: サービス統合型センシング機能を有する遊具を用いたラダリング行動の大規模データの取得とモデリング, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [阪本 09] 阪本他: 日本外傷データベース事例を用いた日本人の生存率予測モデルの開発, 人工知能学会全国大会, 2009.
- [白石 09] 白石他: 日常生活行動の観測実験と確率的因果構造分析, 人工知能学会全国大会, 2009.