子どもの事故予防のための日常生活インフォマティクス

西田 佳史^{1†,2}, 本村 陽一^{1,2}, 北村 光司^{1,2}, 山中 龍宏^{1,2,3}

¹産業技術総合研究所, ²科学技術振興機構 CREST, ³緑園こどもクリニック

要旨 その時代の科学技術の発展は、観察技術によって制約される。近年のセンシング技術や情報処理技術の発展によって、日常生活空間に埋め込まれたセンサからの大規模な日常生活データを取得したり、収集したデータを用いて日常生活の説明・再現モデルを構築するモデル構築のパラダイムが可能になりつつあり、日常生活インフォマティクスとでも呼べる新たな科学技術領域が始まろうとしている。子どもや高齢者の住宅内の製品安全といった社会問題は、日常生活インフォマティクスの応用が期待されている典型例である。本稿では、子どもの事故予防の新たなアプローチとして日常生活インフォマティクスを取り上げ、子どもの日常生活行動のセンシング技術、モデリング技術や、それらの応用事例を例示したい。

キーワード：事故予防，日常生活行動，行動モデル，傷害サーベイランス，ユビキタスセンサ，確率的因果モデル

1. はじめに

近年、子どもの事故の多発により、子どもの事故が社会問題化している。子どもの事故は、1. 健康問題、2. 経済問題、3. 科学技術の問題の3つの観点から捉えられる。2008年12月、世界保健機構（WHO）は、子どもの傷害予防に関するワールドレポートをはじめて発表した¹⁾。先進諸国だけでなく、発展途上国においても、子どもの事故は、主要な死因であり、全世界で少なくとも年間95万人の18歳以下の子どもが死亡している。日本でも、1965年以来、1歳以上19歳までの子どもの死因の第1位は、事故に起因する傷害である²⁾。このように、子どもの事故は、子どもの健康を脅かす最大の問題である。これを受け、WHOでは、2006年、今後重点化すべき子どもの健康問題として、子どもの事故を取り上げ、事故による傷害予防のための10ヶ年計画を発表した³⁾。国内でも2008年に日本学術会議から子どもの事故による傷害予防に関する提言がなされた⁴⁾。

次に、経済の観点から見てみたい。事故による傷害では、コスト面でも多額の費用や経済損失が発生する。治療や入院などにかかる医療費の他にも、死亡や後遺症に至った場合は、本人や保護者の賃金損失（productivity loss）につながる。日本では、この種の経済損失に関する統計データは無いが、アメリカで行われた試算によれば、アメリカでは、毎年、14歳以下の子どもの傷害によって約5兆円（50 billion ドル）の経済損失が発生しており⁵⁾、大きな経済問題であること

が指摘されている。経済的観点は、政策決定や対策の評価の上でも重要である。例えば、海外の調査では、チャイルドシートの場合、1ドルの投資（購入費）で、29ドルの経済効果があることが明らかにされている。同様に、煙感知器（1:65）、自転車のヘルメット（1:29）など様々な対策の損益分析もなされている。このように、海外では、損益分析による事故対策の科学的なアプローチも進んでいる¹⁾。

以上述べてきたように、子どもの事故の問題は、健康問題としてだけでなく、経済問題として捉えることも重要である。本稿では、特に、3番目の視点、すなわち、子どもの事故予防の基礎として要請される新たな科学技術が何であるかという観点から述べたい。事故データを、製品安全を支えるモノづくり技術へと還元したり、輸入製品を含む製品による事故を防止するための安全基準を自国で作成するためにも、これを支える科学技術が不可欠となる。

近年のセンシング技術や情報処理技術の発展によって、ノーマルサイエンスのように原理的な方程式を実験室の実験によって発見しようとするパラダイムではなく、生活空間に埋め込まれたセンサからの大規模な日常生活データを使って、現実とよく合った説明・再現モデルを構築するデータ駆動型のモデル構築のパラダイムが可能になりつつあり、日常生活インフォマティクスとでも呼べる新たな科学技術領域が始まろうとしている⁶⁾。子どもや高齢者の住宅内の製品安全といった社会問題は、日常生活インフォマティクスの応用が期待されている典型例である。本稿では、子どもの事故予防のための日常生活インフォマティクスとして、子どもの日常生活行動や日常生活で生じる事故を記述するセンシング技術、大規模なデータに基づく確率的モデリング技術、それらの応用事例を紹介したい。

2009年1月6日受付

[†]〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6

産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター

西田 佳史

Tel: 03-3599-8318 Fax: 03-5530-2066

E-mail: y.nishida@aist.go.jp

2. 事故予防に求められる科学技術

2.1 事故予防のための日常生活のインフォマティクス

あらゆる製品は、その主目的の作用だけでなく必ず副作用を持っている。日常生活における製品による事故予防の問題は、主目的の機能を実現しつつ有害な副作用を抑制するための科学技術の問題である。この種の社会問題解決において、「制御」という観点が重要である。観測できないものは、制御できない。工学的なアプローチでは、何かを制御したい場合、まず、制御したい対象をセンサで計測し、制御のためのルールを見つける。次に、それを使って、計画→実行→観察→評価→改善する「システム」を作ってフィードバック制御するという方法をとる。製品等の人工物に起因する事故では、そもそもどんな事故が発生しているのかのデータが不足していたり、人工物の「実際の使われ方」の知識が不足しているため、想定外の使われ方が発生し事故に至るケースがあるが、これは、制御不能であることを意味している。

この問題に対する一つのアプローチが、日常生活インフォマティクスである。何らかのセンシング技術を用いて、製品の「日常の使われ方」や、その重要な一断面である「日常の事故」のデータを収集・計測することでデータを取得し、このデータに基づいて日常の使われ方を理解し、何らかの制御モデルを作って、制御可能にしていくアプローチである。

一昔前であれば、このようなアプローチは困難であった。しかし、近年のユビキタスセンサやネットワーク技術の発展に伴い、日常空間で生活現象をセンシング（全空間的物理現象センシング技術）することが可能になりつつある。また、インターネットに代表させるような膨大なデータベース（全世界的社会現象センシング技術）も利用可能になりつつある。

さらに、データマイニングや統計数理の手法の発展によっ

て、大規模な使われ方のデータを再利用可能な「計算モデル」の形へ知識化する技術が利用可能となっている。このことは、このようなデータ駆動型のモデリング技術とセンシング技術と統合することで、データ計測・モデル化・モデルベースな製品改良までを一貫させることが可能になりつつあることを示唆している。もし、このような計算論的アプローチを事故予防の問題に応用できれば、すなわち、日常における大規模な使われ方データや事故・傷害データをセンシングし、計算モデルの構築を経て製品改善にフィードバック可能にするループ系（計算論的PDCAサイクル：Plan Do Check Action）を作ることができれば、事故の「制御」も可能になると考えられる。

2.2 事故予防、求められる包括的アプローチ

日常生活における事故予防のための計算論的PDCAサイクルを実現するための基本的な考え方を図1に示す。図1では、製品のリスクを制御するために我々が制御可能な対象を、大きく環境・製品（図中左側）と、人の意識・行動（図中右側）とに分類し、その全体を一つのシステムとして捉え、環境改善と行動変容の両方を一つの制御系と捉えフィードバックループを作って持続的に改善していく包括的なアプローチを示している。改善可能なものに関しては、製品を改善することによって危険性を低減させていく一方で、實際上、製品の改良では危険をゼロにすること（ゼロリスク）が困難である場合がほとんどであることから、その危険に関する情報をコミュニティに伝え、情報の共有化を図るリスクコミュニケーションも同時に扱っていくことが重要である。

2.3 事故予防のための制御モデル

事故予防を行うこと、言い換えれば、重篤な事故による

図1 事故予防に求められる包括的アプローチ

傷害発生を制御するための理論の概念図を図2に示す。事故現象を記述するのに必要な変数を分類すると、必ず以下の3つに分類可能である。

- A. 制御したい変数: 例えば、重症事故の数、事故死の数といった変数である。ただし、直接、制御できないことが多い。
- B. 操作可能な変数: 例えば、人工物の設計パラメータ、製品の配置などのパラメータは、我々が直接操作可能なパラメータである。安全教育によって、完全ではないにしても、ある程度、保護者の意識を変容可能であると考え、保護者の危険に対する考え方なども（少なくともその一部は）、操作可能なパラメータである。
- C. 操作不能であるが重要な説明変数: 例えば、事故の現象を説明する上で、子どもの年齢・発達段階、天候や季節、時間といった変数が重要となるが、我々人間にとって操作不能なパラメータである。

A が直接制御できれば話は簡単であるが、実際には、A は直接的には制御困難であることが多い。事故や事故に起因する傷害を制御する問題はこの類の問題である。このような場合、A の制御したい変数、B の操作可能な変数、C の操作不能であるが重要な変数の間の因果構造を分析し、その結果得られた因果構造モデルと操作可能変数 B を使って、制御対象 A を制御する理論（モデル）を開発する必要がある。このような制御モデルを開発する基本技術として、大規模なデータベースを利用して、決定論的な記述方法では完全に表現することが難しい現象を扱える確率論的モデリング技術も利用可能になっている。

3. 子どもの事故予防における日常生活インフォマティクスの適用事例

3.1 日常生活のセンシング技術

3.1.1 ユビキタスセンサによる日常生活行動の計測

ユビキタスセンシング技術を用いることで、あらゆるモノの動きや行動をセンシングする空間を構築可能になりつ

つある。これまでに筆者らは、日常生活空間で発現する乳幼児の多様な行動をセンシングするシステムとして、10m 程度のオーダである日常生活空間で行なわれる行動現象を cm オーダで計測可能な超音波位置計測装置を開発してきた⁷⁾。図3のAに示すように、開発システムを日常生活空間を模擬した部屋に取り付け、乳幼児、乳幼児の保護者、部屋に置かれたモノの位置を計測し、後で解析者によってラベル付けされた行動データと位置データからなるデータベースを構築している。これまでに、例えば、乳幼児のモノによる興味誘発、モノによる行動誘発、興味の持続時間、行動の出現、移動速度の出現などに関する知見が得られている。一方、ウェアラブルセンシング技術を用いることで、生体信号を頑健に計測することが可能となる。例えば、把持行動は、誤飲といった事故の解析における基礎データとなり得るものである。筆者らは、日常生活における把持データを計測するためのウェアラブルな筋電計を試作した⁸⁾。これまでに、例えば、図3のAの筋電マップに示すように、部屋座標系において筋電位発生の可視化する記述法⁹⁾を用いることで、日常生活空間における筋力の発生場所や使われ方に関する知見が得られている。

3.1.2 病院を定点とした事故情報の収集

乳幼児の事故や怪我を予防する研究を行うことの難しさは、ノーマルサイエンスで行われているような、現象を日常から切り出し、研究室で再現実験を行うことが倫理的に困難である点にある。この種の問題では、社会にセンサを埋め込み、実社会で生じている現象をセンシングするアプローチが有効である。我々が解明したいと考える現象の中には、この種の問題が数多くある。社会に埋め込まれたセンシングによってデータを収集する場合、実験室環境における実験とは異なり、あらかじめ条件を統制することは困難である。しかし、大量のデータが集められる仕組みがあれば、事後的に条件を設定し、探索することで、統制された条件下での実験データに相当するデータを収集できる可能性がある。

乳幼児の事故や怪我事例を収集するのに最も適した場所の一つは病院である。一般に、怪我や事故の場合、製品等のクレーム情報として収集される事例は、全体と比較すると極めて少ない量であるため、病院に来院した際に聞き取ることが確実性の高い方法である¹⁰⁾。また、最近では、そのようなデータ収集・蓄積技術として、インターネット技術が応用可能である。

このような観点から、筆者らのグループでは、事故情報を収集するためのシステム（身体地図機能を有する傷害サーベイランスシステム^{11,12)}を開発してきた。これまでに保育園子どもクリニックで運用試験を行っており、2006年からは、国立成育医療センターで運用試験を開始した。日常行動の理解という観点から見れば、日常行動理解における基礎デー

図2 事故予防のための制御モデル

タをサンプリング可能にする一種の日常行動計測センサと捉えることができ、日常系の科学技術を切り拓く新しい観察装置としての可能性をもっている。例えば、大抵の子どもは、日常空間で何をしているのか？、大抵の日常空間はどのようなモノから構成されているのか？、大抵の子どもは、身の回りのモノとどのようなインタラクションをしているのか？といったことは、従来、計測することが困難で

あり、十分に理解が進んでいなかったものの例である。事故データ収集システムは、この種の問題に対する一つのブレークスルーとなる可能性を持っている。図3のBに、電子化された収集データの例を示す。

これまでに、事件事例データが約2年分集まり、様々な事故統計を試算できるようになった。収集した事件事例は、9,025件であり、各事例データの項目は、性別・年齢・日時・

図3 日常生活行動のセンシング技術とモデリング技術

場所・原因物体・直前の原因行動・事故・傷害・通院回数などである。そこで、2008年5月に経産省の委託事業「安全知識循環社会構築事業」のホームページ¹³⁾を開設し、月ごと、年齢ごと、製品ごとの事故事例を検索するサービスの提供を開始した。2009年1月には商品情報データベース(JICFS/IFDB)¹⁴⁾を応用することで製品の曖昧検索機能を実現し、各事故事例の詳細データも閲覧可能になる予定である。製造メーカを始め、事故予防に関わる多くの方に利用して頂きたい。

3.2 日常生活のモデリング技術

3.2.1 時空間センサデータを用いた日常行動のモデリング

情報の統合技術や共有技術として成功している事例の一つに地理情報システム(Geographic Information System:GIS)がある。情報の統合や共有の観点からは、多様な情報を地理空間座標系をベースとして多層的に情報を標準化・構造化し記述する点、地理空間という誰もが理解可能な空間上で情報が表現され可視化されている点が重要である。このような特徴により、単一の学問領域、ビジネス領域を超えた横断的な情報共有が可能となっており、GISの有用性は産業界、学术界に広く知られている。本研究では、GISで採用されている空間座標系に基づく多層の情報表現法を人間の日常生活行動の表現法へと応用した。以下、提案手法の必要性和応用事例について述べる。

日常生活空間は、様々な物体から構成されている。我々は、空間上に展開されたこれらの物理的な物体とインタラクションをすることで生活を営んでいる。空間上に展開された物体と何らかの関係性を持った生活現象は、日常空間座標の上で展開して記述することが可能であると考えられる。一方、比較的スケールの大きな地理情報の場合、多数のユーザが利用する公共的な空間に関する情報であるため、特別な加工をせずともそれ自体有用であることが期待できるが、例えば、ある家族が住んでいる家などの私的な空間で記述された情報は、それ自体では公共性に乏しく、再利用性が極めて限られる。ある空間で蓄積された情報の再利用性を高めるには、GISの考え方を発展させる必要が生じる。すなわち、ある空間情報を、構成物や間取りなどが異なる他の家族の空間情報へと変換する必要が生じるが、そのためには、空間座標系をベースとして多層的に表現された情報を抽象化し、時空間とは異なる状態空間上で安定した構造抽出を行うモデリングプロセスが必要となる。このようなモデリングプロセスがあって始めて、新たな空間情報への再適用(リターゲット)が可能となる。

筆者らは、図3のC-IIに示すような、行動の時空間データに基づいたモデリングを行う手法として時空間意味マッピングシステムを開発した¹⁵⁾。時空間意味マッピングシステムは、行動観察のためのロケーションセンサと非ロケーションセンサ、地理情報システム、機械学習システム¹⁶⁾を

統合したシステムであり、1.行動に関する時空間データを取得すること、2.時空間展開された行動データと環境の様々な属性の間の関係性を機械学習を用いてモデル化し再利用可能な計算モデルを構築すること、3.構築した計算モデルを新たな環境で再利用することを支援するシステムである。提案システムの応用事例として、社会的ニーズの高い遊具の製品安全¹⁷⁾を取り上げ、遊具で遊ぶ子どもの行動の時空間データを用いて行動モデルを構築し、行動モデルベースな遊具設計へ応用した。提案システムを用いて、子どもの行動を計測し、遊具の設計パラメータと子どもの属性(年齢・筋力・身長・体重)と登り易さの確率的因果モデルを作成することで、登り易さが制御された遊具を試作した。ここでの確率的因果モデルは、2.3節で述べた制御モデルの一例である。すなわち、設計パラメータという操作可能変数とその他の変数の関係を記述するモデルである。現在、試作した遊具の有効性とモデルの改良を進めている。

3.2.2 事故データを用いた日常事故のモデリング

ニュートン力学の場合、多様な物理現象に共通して使える変数や支配方程式が発見されているのに対し、我々を取り巻く日常系の力学の場合、支配的・共通の変数が不明であり、日常を記述する膨大な変数(日常生活ターミノロジー)が存在している。変数選択・設計の方法論の確立や、変数の体系化(日常生活オントロジー)は、日常生活現象を情報科学の対象として取り扱う場合の共通の問題である。大規模な事故データに統計数理的手法を適用して事故の因果構造を分析する際にも、このような状態空間(変数や項目)の設計の問題が生じる。

本研究では、モノ、怪我の原因、直前の行動、怪我のターミノロジーを標準化し、整理・分類するために、北欧の医療グループ(NOMESCO¹⁸⁾)によって提案されているモノ、怪我の原因、行動、怪我の分類コード体系に準拠したコードを用いてデータを標準化した後でクロス集計表を作成し、AIC情報量基準などに基づく構造探索によって因果構造の抽出を行っている。図3のC-I上に一連の手順を図示した。このように抽出されたモノの属性=事故=怪我の因果構造ネットワークを利用することで、あるモノがどんな事故を起こし得るかを推定することが可能となる。使用しているコード体系は、階層性があり、様々な粒度で情報をまとめたり、分解したりすることが可能である。一般に、データ数が不足している項目に関しては、より大きなまとまりで情報をまとめる必要があり、粒度を適切に制御することは重要な問題である。

本研究では、このような確率論的なモデリング手法を、これまで述べてきたユビキタスセンシング技術を用いた日常生活に関するミクロな現象に関するデータ、インターネット技術を用いた日常生活に関するマクロな現象に関するデータに対して適用することで、乳幼児の日常行動やそ

れに伴う日常事故の包括的なモデルの構築を進めている¹⁹⁾。これまでの経験からは、事故データのみからは、何らかの事故説明モデルを構築することは可能であっても、多くの場合、それがそのまま予防法の開発に繋がることはない。事故「説明」モデルを、2.3節で述べたような事故「制御」モデルへと拡張するためには、行動とモノのレベルの詳細な情報が不可欠であり、事故統計レベルのミクロなモデルと行動特性レベルのミクロなモデルの統合が制御モデル構築の鍵であると考えている。現在、図3のDに示すように、月齢や物体の配置などの入力情報に基づいて、子どもの日常行動を再現するための行動モデルを構築したり、重篤な怪我にいたる日常事故を再現するための事故発生モデルを構築したり、さらに、これらとゲームエンジンを利用して行動や事故を可視化する技術の開発を進めている。

3.3 サービス統合：新しい科学技術の方法論

3.3.1 日常生活インフォマティクスのパラダイム

日常生活現象のセンシング技術、センサデータ駆動型のモデリング技術を日常生活支援サービスと統合することで、日常生活の場でセンシングし、モデリングし、サービス提供するというフィードバック系を実装することが現実的になりつつある。このような「サービス統合」によるフィードバック系が可能となれば、日常生活を支えるための技術や知識を持続的に発展させる知識獲得の新たなパラダイム（方法論）²⁰⁾が可能になる。この日常生活インフォマティクスのパラダイムでは、基礎研究や応用研究という旧来型の単純な分類が必ずしも可能ではない。実サービスな社会実装を通じてのみ得られる膨大なデータを基礎として、新たな科学が創造され、その知見が実サービスを通じて還元されていく基礎から応用が混然一体となって進行していく新しいパラダイム⁶⁾である。

3.3.2 事故予防のためのWEBサービスの事例

上述したサービス統合の事例として、事故予防のためのWEBサービスの事例を紹介したい。これは、乳幼児の保護

図4 インターネットセンサ技術を用いた発達行動と月齢の関係の導出 (n=6,829)

者が育児情報をWEB上で見る際に、自分の子どもの月齢や、その子どもが起こした怪我や事故を入力することで、さまざま、その場で、それまでに蓄積されている子どもの属性や事故事例を参照し、その子どもが近い将来起こしやすい事故を推定し、事故をグラフィカルに提示する機能を有するWEBサービスである。我々は、(株)ベネッセコーポレーションの協力を得て、2005年12月からWEB上で、こうした試みの第一歩となるサービスを開始した。2008年10月までに、6,829人の来訪者があり、50,611件の動画を配信した。

このサービス提供時に取得される保護者の子供に関する情報を集計して得られたデータの例を図4に示す。これは、子どもの月齢と可能な行動の関係を示したものであり、DenverII²¹⁾と呼ばれる月齢と発達段階の統計データと同様のものがWEBセンサを用いても、導出可能であることを示している。これらのデータは、さらに保護者の事故に対する認知をモデリングするための基礎データとして利用可能であり、認知構造モデリングに基づくサービスの設計と提供を繰り返す、個人に適合し続けられる知識循環型のコンテンツやサービスが生成可能となる²²⁾。上述したインターネットを用いたサービス一体型のセンシング技術は、インターネットが、実社会で生活している人間の行動や活動を記述するセンサとして、極めて大きな可能性を秘めていることを示している。

4. おわりに

本稿では、子どもの事故予防の新しいアプローチとして、実社会や日常生活をそこに存在している人間を含めてセンシングやモデリングの対象とすることで、計算や制御の対象とする日常生活インフォマティクスと呼ぶ新しいパラダイムとその方法論について述べた。また、そのようなアプローチの可能性を示す例として、子どもの事故予防のための日常生活のセンシング技術、行動や事故のモデル化技術、これらの要素技術をサービスを通じて社会と統合するサービス統合技術の事例を紹介した。

長い歴史を持つ学術分野には、社会と積極的に関わり、社会問題の要請に応えることで、学術的到達点の限界を自覚し、これを打破するために理論や技術を飛躍させることに成功した学術分野が数多く存在する。例えば、三世紀にも渡る歴史を持つ統計学を見れば、その進歩は、いずれもその時代の社会の生産活動を土壌として成し得たものである²³⁾。子どもの事故予防の解決には、日常生活インフォマティクスの発展が不可欠であり、また、日常生活インフォマティクスの技術開発には、現実的な問題との対峙が不可欠である。このような相互作用が、科学技術が真に解決すべき限界の的確な把握と新たな挑戦へとつながる。子どもの事故予防分野が、そのような意味での科学技術発展の豊かな土壌となることを確信している。

参考文献

- 1) Margie Peden, et al. : World report on child injury prevention, World Health Organization (WHO), (2008).
- 2) 田中：新子どもの事故防止マニュアル, 株式会社診断と治療社, (2003).
- 3) 世界保健機構 (産総研山中訳)：乳幼児と青少年の事故による傷害の予防 -WHO 行動計画-, ネイチャーインタフェイス (株), (2006), (WHO, Child and adolescent injury prevention - a WHO plan of action -, (2006)), <http://www.cipep.jp/#/document/> からダウンロード可能.
- 4) Doll LS et al., eds. : Handbook of injury and violence prevention. Atlanta, GA, Springer, (2007).
- 5) 西田, 本村：日常生活支援のためのロボタイゼーション, 日本ロボット学会誌, 26(7), 736-737, (2008).
- 6) 山中：傷害予防につながる情報収集へのアプローチ, 小児保健研究, 67(2), 177-190, (2008).
- 7) <http://www.kd-wa-meti.com/>
- 8) <http://www.dsri.jp/company/jicfsifdb/top.htm>
- 9) Y. Nishida, H. Aizawa, T. Hori, N.H. Hoffman, T. Kanade, M. Kakikura : 3D ultrasonic tagging system for observing human activity, Proc. of IEEE international conference on intelligent robots and systems (IROS2003), 785-791, (2003).
- 10) Y. Nishida, G. Kawakami, H. Mizoguchi, Everyday grasping behavior measurement with wearable electromyography, Proc. of The 5th IEEE international conference on sensors (Sensors 2006), 988-991, (2006).
- 11) G. Kawakami, Y. Nishida, H. Mizoguchi, In situ measurement of playing children by wireless wearable electromyography, Proc. of The 6th IEEE international conference on sensors (Sensors 2007), 993-996, (2007).
- 12) 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, 54(2), 299-314, (2006).
- 13) 坪井, 西田, 持丸, 河内, 山中, 溝口：身体地図情報システム, 日本知能情報フジ学会誌, 20(2), 155-163, (2008).
- 14) Y. Nishida, Y. Motomura, G. Kawakami, N. Matsumoto, H. Mizoguchi : Spatio-temporal semantic map for acquiring and retargeting knowledge on everyday life behavior, Lecture notes in artificial intelligence (K. Satoh et al. (Eds.)), 4914, 63-75, Springer-Verlag, (2008).
- 15) 松野, 山本：遊具事故防止マニュアル, かもがわ出版, (2006).
- 16) NOMESCO (<http://www.nom-nos.dk/>) Classification of external causes of injuries. 3rd revised edition. NOMESCO, Copenhagen, (1997).
- 17) 本村, 岩崎：ベイジアンネットワーク技術, 東京電機大学出版会, (2006).
- 18) K. Kitamura, Y. Nishida, N. Matsumoto, Y. Motomura,

- T.Yamanaka, H. Mizoguchi.: Development of infant behavior simulator: modeling grasping achievement behavior based on developmental behavior model and environmental interest induction model, J. Robotics and mechatronics, 17(6), 705-715, (2005).
- 19) 科学技術振興機構研究開発戦略センター：知識を生産・活用するための科学構築への挑戦 - 知識基盤社会を支える知識生産・活用システムの実現を目指して -, (2008).
- 20) W.K. Frankenburg, J. Dodds, P. Archer, et al.: The DENVER II training manual, Denver, CO: Denver Developmental Materials, Inc., (1992) (社団法人日本小児保健協会, DENVER II - デンバー発達判定法 -, 日本小児医事出版社, (2002)).
- 21) 北村, 西田, 本村, 溝口：乳幼児事故予防のための情報循環システム, 日本ロボット学会誌, 25(6), 887-896, (2007).
- 22) 北川敏男：統計学の認識, 白揚社, (1948).

西田 佳史 (にしだ よしふみ)

1998 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了. 博士 (工学). 1998 年通商産業省 工業技術院 電子技術総合研究所 入所. 現在, 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター 人間行動理解チーム チームリーダー. 2005 年より科学技術振興機構 戦略的創造研究 (CREST) 「事故予防のための日常行動センシングと計算論の基盤技術」の研究代表者. 日本ロボット学会論文賞, 第一回デジタルコンテンツ船井賞, ドコモ・モバイルサイエンス賞など受賞. 日本ロボット学会, 人工知能学会の会員.

本村 陽一 (もとむら よういち)

1993 年電気通信大学大学院電気通信学研究科博士課程前期修了. 博士 (工学). 現在, 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター 主任研究員, サービス工学研究センター 大規模データモデリングチームチームリーダー兼務.

北村 光司 (きたむら こうじ)

2008 年東京理科大学大学院理工学研究科博士課程修了. 博士 (工学). 現在, 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター 研究員. 日本ロボット学会, 日本バーチャルリアリティ学会などの会員.

山中 龍宏 (やまなか たつひろ)

1974 年東京大学医学部医学科卒業. 医学博士. 現在, 緑園こどもクリニック院長. 産業技術総合研究所 招聘研究員, 同研究所デジタルヒューマン研究センター 子どもの傷害予防工学カウンスル代表 (兼務). 日本小児科学会などの会員.