

# 子どもの日常行動の科学に基づく 遊具のデザイン

西田 佳史, 本村 陽一, 北村 光司, 山中 龍宏

少子・高齢化や核家族化による地域社会の変化, 女性の社会進出, 電子メディアの日常化, 安全に対する意識の変化などの社会変化に伴い, 子どもの日常生活を取り巻く環境が大きく変化しており, その悪影響が危惧されている。その典型例が, 子どもの遊び場である。遊具による事故の多発などとあいまって, 公園から撤去される遊具が増加している。こうした問題の背景には, 日常生活という複雑系を扱う科学技術や社会的な仕組みが未整備であるという問題がある。この問題を扱うには, 子どもの日常生活に関する現象を記述し, データに基づいてモデルや理論を構築し, モデルに基づいて遊び場を設計・評価する体系的な方法論の確立が重要である。本稿では, その試みとして進めている子どもによる実際の使われ方のデータの計測に基づいた遊具設計の取り組みを紹介したい。

キーワード: 遊具, 事故予防, 無拘束装着型計測技術, 行動モデル, 日常生活の情報科学

## 1. はじめに

近年, 子どもの日常生活を取り巻く成育環境が大きく変化している。子どもの成育環境の問題は, 公園や遊び場などの成育空間の問題, 電子メディアなど成育の道具や方法の問題, 成育時間の問題, 成育を支える地域コミュニティの問題など多岐にわたる[1]。成育空間の観点からは, 公園は, これまで, 子どもの心身の健全な成育の上で重要な役割を担ってきたが, 他国と比較して公園面積が少ない点や, 最近の特に地方における公園遊具の減少傾向から, 例えば, 身体性, 社会性, 感性, 創造性という能力を子ども時代に獲得できず, 我が国の人材の枯渇をもたらすことになると危惧されている[2]。こうした中, 成育空間の整備の重要性が, 日本学術会議で議論されており, 1) 子どもが群れる場(社会性), 2) 多くの人によって子どもが育まれる場(コミュニティ), 3) 子どもの視点に立つ環境形成の場(子どもの参画・参加性)の重要性を指摘している[2]。

また, 近年, 遊具の事故が多発し, 子どもの遊び場

の問題は, 子どもの傷害予防の観点[3]からも, 大きくクローズアップされている。最近の報告書[4]によると, 製品がかかわる事故による傷害で病院を受診した子ども(0~19歳)のうち5.7%が, 遊具にかかわる事故であることが報告されている。特に, 5~9歳では, 11.6%が遊具によるものであり, 製品が関係した事故の発生数は, 自転車, 遊具, 階段, ドアの順となっており第2位である。この順位は, I. 遊具が起こす傷害の大きさ, II. 子どもたちが遊具に接する時間, III. 単位時間あたりの傷害の起こりやすさなどに関係しており, 一概に遊具という製品が他の製品と比較して危険ということの意味するものではないが, 多くの傷害を生み出していることは紛れもない事実であり, 遊具に起因する事故の対策は今なお急務である。

これまでにも, 遊具による事故の対策に向けた取り組みは行われてきた。多数の資料や統計[5]や事故防止のためのマニュアル[6]が出されている。また, 子どもの公園遊具の設計・管理・運営に対する国の指針[7]や公園遊具を設計する上で守るべき安全規準[8]なども作られている。海外でも統計データや事故防止のためのマニュアルが作成されており[9], 遊具の安全の問題は, 子どもの安全を考える上で重要なトピックとして世界的に取り組まれている。

もし, こうした対策にもかかわらず, 遊具撤去の動きに歯止めが掛からなければ, 子どもの成長機会の消失, 技術の消失, 経済損失の三つの点で不幸な事態であると考えられる。子どもが思いっきり遊んで豊かな経験を積める遊育の場所が減ることは, 子どもの成長

にしだ よしふみ, もとむら よういち, きたむら こうじ, やまなか たつひろ

(独)産業技術総合研究所 デジタルヒューマン工学研究センター

〒135-0064 江東区青海 2-3-26

やまなか たつひろ

緑園こどもクリニック

〒245-0002 横浜市泉区緑園 2-1-6

の機会を奪うことになる。また、事故原因を解明し知識化されずに製品が消失することは、モノづくり技術の消失を意味する。さらに、税金によってつくられた遊具が、その資産価値を全うすることなく廃棄されるため、多額の経済損失にもつながっている。

子どもの遊び場を取り巻く社会問題の背景には、子どもの遊び場のデザインの科学的・工学的アプローチの未成熟という問題がある。子どもにとって魅力があり、かつ、過保護ではない程度に、適切に安全性が保たれている遊び場のデザインを可能とする方法は、確立されていない。しかし、筆者らは、以下で述べる理由から、遊具づくりには、本来、子どもの遊びという複雑現象を扱うための高度な科学技術が要求され、また、それを投入するだけの価値があると考えている。

遊具が子どもの傷害にかかわる製品の中でも上位であることを述べたが、上述のⅠ. 遊具が起こす傷害の大きさ、Ⅱ. 子どもたちが遊具に接する時間、Ⅲ. 単位時間あたりの傷害の起こりやすさの中で、Ⅱの子どもたちが遊具に接する時間に関しては、これが増えることは、むしろ望ましいことであるので、いかに遊具に接する時間が増えようと、Ⅰ. 遊具が起こす傷害の大きさと、Ⅲ. 単位時間あたりの傷害の起こりやすさを減らす工夫が不可欠である。言い方をかえると、重篤な事故の頻度を減らすためには、子どもたちが接する時間が長い製品であれば、そうではない他の製品以上に、子どもに配慮されたデザインを行う必要があることを意味しており、今まさに、遊び場を子どもたちに取り戻すために、安全で楽しい遊具作りのデザイン論が求められている。また、上述した日本学術会議の議論で紹介した「3. 子どもの視点に立つ環境づくり」では、「計画、整備、運営の各段階においての子どもへの参加、参画が不可欠である」とされているが、これは、例えば、ラウンドテーブルでの会議に子どもが参加することを意味しているわけではなく、子どもの視点でモノづくりをするための科学的な方法論の必要性を意味しているように見える。

本稿では、筆者らの研究グループが遊具プロジェクトとして進めた実践的活動を中心に紹介し、楽しくて、安全な遊具をデザインするための課題や解決方法を探ってみたい。

## 2. 遊具プロジェクトの取り組み

### 2.1 遊具プロジェクトの目的

ある遊具を制作し、子どもに遊んでもらうことで、

どのような効果があるかを後付けで並べたてることが可能である。設計時に最初から狙ったものでなくても、いったん遊具がつくり出されれば、例えば、階段などで順番待ちをするというルールを覚える、誰かが登りにくいところを手伝ってあげることで社会性が養える、思いもよらない遊び方を考えだすことで創造性が養える、最初はできなかったことを繰り返しチャレンジすることで何かを達成する喜びを見つける、など多くの好ましい想定外の効果が出ることもある。

しかし、同様に、転倒や転落によって傷害を受ける、最悪、死んでしまうという想定していなかった負の効果が出る場合も少なくない。このような負の効果を最小にし、好ましい効果を最大にするには、子どもの特性を理解し、過去の事故に学び、子どもに与えたい楽しさや危険を「狙って、作れる」理論が必要となる。創業のアナロジーでいえば、狙った効能を実現しつつ、悪い副作用を抑える理論が不可欠である。ここでのデザイン論とは、そうした楽しさや危険を狙って制御し、作りだすための設計方法を指している。

独立行政法人 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン工学研究センターでは、子どもの傷害予防に関する研究を進めているが、その一環として、「安全で楽しい遊具のデザインはどのように可能か？」の糸口を探るために、遊具プロジェクトを発足し、実際に遊具づくりを実践した。実践的活動を行うことからしか本当の課題や解決法を探ることができないと考えたからである。医師、保育士、遊具メーカー、造形デザイナー、保護者、認知科学や機械工学の専門家などに参加していただき、遊具の問題を複眼的な観点から捉え、安全で楽しい遊具をデザインする可能性を探った。

### 2.2 遊遊を実践している保育園から学んだこと

はじめに、安全で楽しい遊具づくりのヒントを見つけるため、プロジェクトメンバーの遊園地を経営している職員から紹介のあった川和保育園（横浜市）を見学した。何の変哲もないアスファルトの道路から保育園の門をくぐり、少し奥に進むと、次第に子どもたちの声が聞こえてきた。とその瞬間、異次元空間にワープさせられた。そこには、まるで、異国の別の時代であるかのような世界が広がっていて、所狭しと木々が生い茂り、その豊かな自然の中で、目を輝かせて楽しく遊んでいる子どもの姿の圧倒的な躍動感に目を奪われた。これが川和保育園の最初の印象である。

次第に目が慣れ、辺りを見渡してみると、その園庭には一般の考えからすると危険な遊具が数多く設置さ

れており、それにもかかわらず、園児たちはうまく遊んでいた。何か重要なヒントが得られるのではないかと考え、遊具プロジェクトでは、単なる見学会で終わらせず、川和保育園に協力をいただき、保育活動、一見危険そうな遊具、園児たちの関係を詳しく探ってみることになった。何度も足を運ぶうちに、だんだんとその本質が理解できるようになった。特に、安全で楽しい遊具づくりの観点から、プロジェクトが学んだ点は「危険や楽しさが制御された園庭・遊具」というポイントである。

最初は、園庭に広がる自然や自然素材がふんだんに使われている遊具に目を奪われたが、園長のお話を聞きし、子どもの遊びを観察する中で、実は、巧みに遊具がデザインされていることが分かってきた。園長をはじめとする保育園のスタッフが、日々園児が遊中で生じる小さな怪我を把握し、遊具の改良を継続している姿があった。園長が、あり得る危険の全体を把握しており、子どもが制御可能な危険や楽しさの切り出し、園長の長年の経験によって、ある意味「人工的に」遊び環境を再構築していることが分かってきた。そこには、見た目の「自然さ」とは異なった、巧みな「人工」があった。大人が手を出しすぎず、できる限り子ども達に自由に遊ばせ、その遊びのなかで、子どもたち自らチャレンジと失敗を繰り返しながら危険を学んでいく環境を構築するには、実は、大人が、あらかじめ遊具のどこに危険があるのか、どの程度、子どもたちは把握できるのかを知った上で、遊具をデザインすることが不可欠であることを学んだ。

### 3. 子どもの行動観察に基づく遊具デザインの取り組み

#### 3.1 装着型センサを用いた子どもの行動計測

安全な遊具を設計するためには、子どもの行動特性に関する知識が不可欠である。近年、超小型のセンシング装置[10]を、子どもの行動を阻害しないように子どもに装着させるウェアラブルセンシング技術（装着型計測技術）[11]が利用可能になっている。これによって、これまでは困難であったような日常生活環境下での子どもの行動を定量的に把握することが可能になりつつある。そこで、本プロジェクトでは、センサを用いて、遊具で遊んでいる“最中”の子どもの行動データを収集することで、子どもの行動を理解し、遊具設計に応用することを目指した。

まず始めに、遊具の中でも人気が高く、転落などの

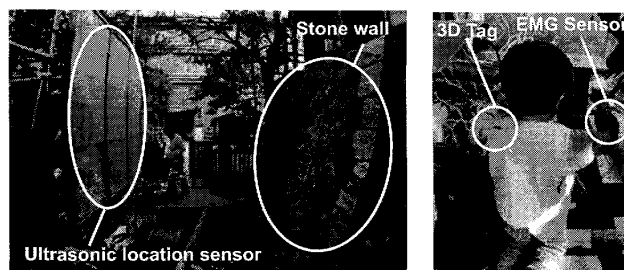


図1 計測に使用した位置計測センサと小児用筋電センサ

重大な事故を起こしやすい遊具として、「登り」行為を必要とするクライミングウォール型の遊具を対象として、これまでに、当研究グループで開発してきたセンサ[12][13]を用いて、3歳から6歳までの47人の子どもが遊具で遊んでいる最中の場所データや、その際に使っている筋力のデータを計測した。次に、年齢と登りやすさの関係、登りやすさが遊具の設計パラメータにどのように関連しているのか、すなわち、危険を制御するパラメータには何があるのかを考察した。さらに、これらの知見を用いて、登りやすさが適切に制御された遊具の設計と試作を試みた。

#### 3.2 日常行動のモデリングに基づく製品開発

計測データを使って、遊具メーカーの設計者と協力し、登るときの難度が適切に制御された遊具を試作した。まず、計測データを用いることで、遊具に登る子どもの行動モデルを計算機上で作成した。この行動モデルを、製品設計や改良のための行動シミュレータとして活用することが可能となる。図2に示すように、構築された行動モデル（図中C）に、遊具の設計パラメータ（手がかり・足がかりとなるブロックの深さや配置：図中A, B）を与えることで、例えば、与えられた遊具の各部位で必要とされる筋力を年齢ごとに推定可能である[13]。図中Cは制御モデルである。ここでの制御モデルとは、制御変数A、操作可能変数B、重要説明変数Cから構成されるモデルであり、A, B, Cの因果関係が記述されており、Bを用いてAを可制御化するモデルを指す。この場合、制御したい変数(A)は、対象とする子どもの年齢と登る際の難度であり、変更可能な変数(B)は、設計者から変えられる設計パラメータであるブロックの深さや配置であり、変更不能であるが説明上重要な変数(C)は、子どもの身長・体重・筋力や登るときの姿勢などである。このA, B, Cの間の関係性をみつけて、設計上変えられるBを変化させることで難度を制御するのがこの場合の目的である。今回、計測データから機械学習のアルゴリズム

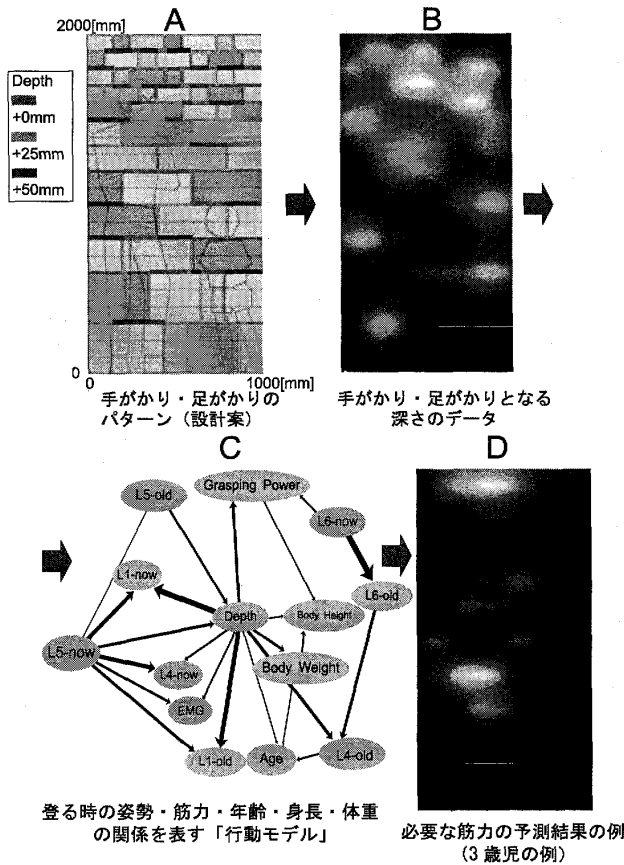


図2 行動モデルと登る際に必要な筋力推定の例

ムでベイジアンネットワークを構築する方法[14]を用いて、この制御モデルの開発を行った。

この制御モデルを使って、プロジェクトに参加している遊具メーカーの設計者と協力することで、新しい遊具を試作した。遊び心にあふれ、失敗を許容することで、再チャレンジを促進するという基本思想のもとに、いくつかの案を作成した。さらに、小型模型なども作成し、最悪のケースに至るシナリオの作成と、最悪のケースでも大きな怪我に至らせないような工夫を検討した。

具体的には、登り部分では、4歳から6歳の子どもにあった手がかり・足がかりを考案し、(1)対象としない低年齢の子どもが容易に登ってしまわないようにする工夫、(2)対象とする年齢(4歳から6歳)では、大きな力を必要とする(転落の危険がある)箇所を地面から低い高さにする工夫、(3)登りきる部分では確実に登りきらせる工夫を施した。さらに、(4)転落箇所全部を砂場(深さ20cm以上確保)とした。(1)~(3)に関しては、遊具メーカーと協力し、いくつかの登り部(手がかり・足がかりの深さや配置)のパターンを与えて、開発した行動シミュレータを用いた予測を行い評価することで、4歳から6歳の子どもの運動能力に

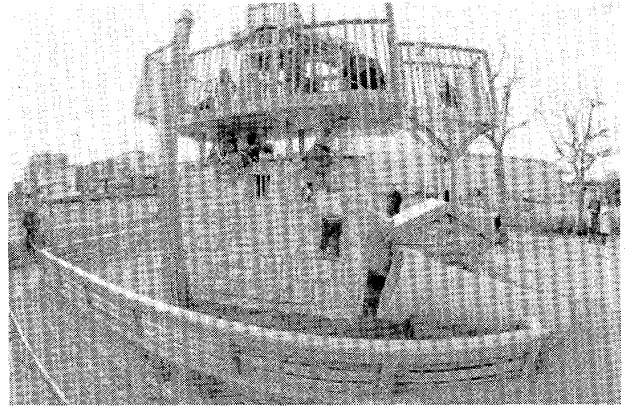


図3 登り部分を工夫した新しい遊具

適合し、逆に、対象としない低年齢の子どもが容易に登ってしまわないように十分難度がある登り部(手がかり・足がかりの深さや配置)を考案した。(4)に関しては、子どもが落下した際にも頭部に大きな衝撃が加わらないような砂場とした。図3に、行動シミュレータを用いてデザインされた登り部をもつ遊具を示す。

### 3.3 保育園との連携による遊具の長期間モニタリングによる評価

これまで本稿では、子どもの日常行動の科学や、設計時に楽しさや安全を「狙って、作る」理論が必要であることやその可能性を述べてきた。そうした理論を確立するためには、作りっぱなしにせず、作りだされた遊具の「実際の使われ方」をよく検証することが重要である。いかなる遊具も、小さな怪我までもゼロにすることは不可能であり、望まれてもいない。安全性と楽しさをうまくバランスさせる遊具づくりには終わりがなく、常に、そのときに使える知恵や技術を駆使して、改善を持続させる必要がある。

実際に子どもたちに使ってもらって、改善を行うために、2006年に埼玉県桑の実保育園に設置した。構築した遊具の「実際の使われ方」を観察し、評価するために、遊具の周辺に4台のカメラを設置し、遊具で遊ぶ子どもの日常遊び行動の連続記録を開始した。図4は、4台のカメラにより連続記録している画像の例とカメラ情報を用いて、このような子どもの遊び(登りルート)のシミュレーション結果と観察結果を比較した図である。この図は、4カ所の登り部における子どもの登りルートを可視化したものであり、白い部分ほど頻度が高いことを示している。このように、シミュレーション結果と観察結果を比較することによって、行動モデルの妥当性評価を行うことが可能である。

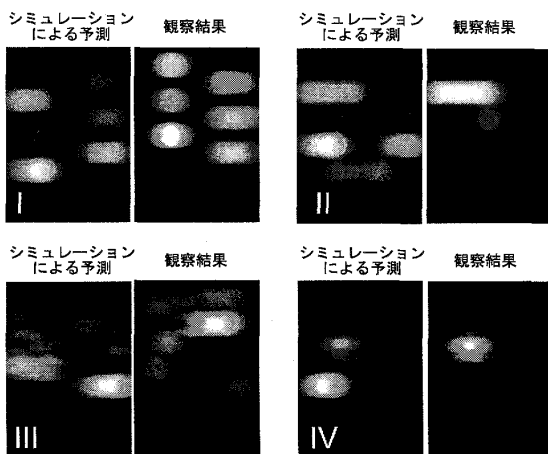


図4 遊具の周辺に設置した4台のカメラを用いた観察結果とシミュレーション結果と比較

肝心の園児たちや保育士の感想も紹介したい。まず、園児たちの感想であるが、“ごつごつしているところを登ったり、ネットに乗ったりいろいろできるのが面白い”、“登る所（組み合わせ可能なところ）がごつごつして登りやすくていい”などがあり、登り部それぞれ自体も楽しんでいる姿がうかがえる。この他にも、“一番高いところが景色が良く見えるので一番楽しい”、“外側の低い囲いの上ののってぐるっと一周して遊ぶのが面白い”、“ドラム缶のトンネルでかくれんぼをするのが楽しい”、“ネットがハンモックみたいで寝られて面白い”など、多様な楽しみを見つけているようであった。

また、保育士の感想としては、“3歳児が最初はなかなかうまく上がれなかったのが、だんだんと登れるようになっていくように成長が見える”、“それぞれの年齢によって子どもたちがいろいろなチャレンジをしている”、“高さがあるので、低いところから高いところまでいろいろな視点が変わるのが子ども達には楽しいようだ”などの感想があり、想定した年齢で、実際に子どもにチャレンジを提供できているようである。

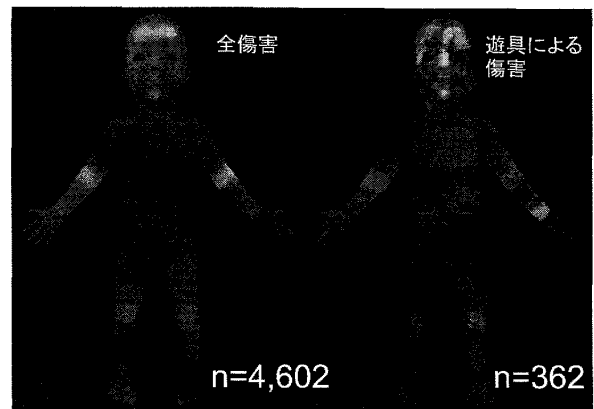


図5 身体地図情報システムを用いた傷害頻度の可視化（左が全傷害で右が遊具による傷害）

### 3.4 ロボット化する遊具：日常行動や日常のひやり・はっとデータに基づく遊具改善

2節で紹介した川和保育園では、大人が、あらかじめ遊具のどこに危険があるのかを把握している姿を紹介した。これを科学的・体系的に行うためには、日々の怪我のデータを集めることが不可欠である。そこで、遊具プロジェクトでは、保育園のスタッフに協力頂き、日々のひやり・はっとデータや、遊具によって生じた傷害の情報を蓄積している。傷害の場合、ある特定の環境だけで、多発することは珍しく、多くは、世界に薄く広がった現象となる。すなわち、ある特定の施設・環境で収集するとレアケースとして埋もれてしまう可能性がある。これを補うためには、傷害データを集める社会インフラが必要となる。我々の研究グループでは、病院を定点として傷害情報を収集する仕組みである傷害サーベイランスシステムを開発し、病院と協力し、子どもの事故による傷害データと事故に関連した製品の情報を収集してきた。図5に、傷害情報を管理するシステムである身体地図情報システム (Bodygraphic Information System) [15]を用いた傷害頻度の可視化の例を示す。図5は、0歳から19歳までの子どもの傷害の頻度を示しており、白い部分ほど頻度が高いことを示している。この傷害サーベイランスの仕組みを活用することで、遊具に起因する事故のデータの収集を行い、これと保育園のひやり・はっとデータや行動観察データを組み合わせて、遊具の持続的な改善とそのための仕組みづくりを行う計画である。持続的な情報収集と改善のループによって進化し続ける、いわば、「ロボティック遊具」とでも呼べる新たな遊具デザインの方法論を目指したい。

#### 4. 日常生活インフォマティクスに基づく製品設計の可能性

本稿で紹介した遊具設計の事例では、製品の使われ方のデータを使って子どもの行動モデルを作成し、その行動モデルを用いて製品設計を行い、さらに、実際に作りだされた製品の使われ方のデータを計測することで検証をするという一連の作業を示した。このサイクルを繰り返すことで、子どもの行動モデルを精緻化し、子どもの行動モデルに基づいた製品設計を行うことで、製品の性能を向上させていく製品の設計法や検証法が今後、ますます重要となろう。

筆者らは、こうしたアプローチの必要性は、子どものための製品づくりだけに留まらなないと考えている。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。この日常生活場面での副作用の科学は難しい。その困難性は、1) 日常生活を構成する要素が多く超多次元現象である点、2) 構成要素である人、モノ、その他の生活財に関する基礎データが未整備である点、3) 日常生活という実フィールドを対象とするため、日常生活のモデルを開発するためのコントロールされた実験が困難である点などにある。その結果、日常生活という複雑

なシステムの中に、製品が組み込まれ使われた際に発生する反応（副作用）が予測困難となっている。

遊具の事故のような子どもの不慮の事故の問題だけでなく、最近生じている製品の使われ方の予測不良に起因する製品のリコール問題も、日常生活という複雑系を扱う科学技術や社会的な仕組みが未整備であることが原因の一つであり、最近では、生産技術や製品安全技術の問題としてもクローズアップされている。製品の安全性一つとってみても、単体の安全性、例えば、製品の材料力学的安全性だけでなく、設計しようとしている製品以外にも周辺に多数の「モノ」が存在しており、さらに、子どもや高齢者などの「ヒト」を含んだ日常生活全体を一つのシステムとしてみた場合のシステム全体の安全性へと、考慮すべきシステムの境界が拡大している。

この問題に対する一つのアプローチが、本稿で紹介したアプローチを一般化させた日常生活インフォマティクスに基づく制御論的アプローチ（図6）であると考えている。日常生活における「使われ方」のデータを日常生活空間に埋め込まれたセンサやウェアラブルセンサを用いて蓄積し、また、使われ方データの重要な一断面である「日常の事故」のデータを、傷害サーベイランスシステム[15]を用いて蓄積することで、これらのデータを人間の行動や製品とのインタラクションの計算モデルへと加工し、構築された「使われ方」



図6 子どもの日常生活の科学に基づく製品・サービス設計・改善の方法論

のモデルや「怪我のしかた」のモデルに基づいて製品を設計・改善していくという、新たな設計のプロセスや方法論を確立できる可能性がある。そのための基本技術として、本稿で紹介した技術以外にも様々なセンシング技術、データマイニングや統計数理の手法が利用可能になっており、これらの技術によって、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、すなわち、製品設計において計算論的にPDCA (Plan→Do→Check→Action) のフィードバック制御を行うことが可能になりつつある。これまで制御工学が対象としてきたものと異なり、日常生活という超多次元現象の制御問題であり、その解決のためには新たな技術体系が要求されるであろう。

## 5. おわりに

子どもにとって魅力があり、かつ、過保護ではない程度に、適切に安全性が保たれている遊び場のデザインは、現在の科学技術では今なお非常に困難である。本稿では、遊び場のデザインの科学的なアプローチに向けた取り組みを紹介した。また、このような取り組みを一般化した考え方として、日常生活インフォマティクスの考え方を示した。製品の日常生活における作用・副作用の科学は、高齢者や子どもを対象とした製品開発の場合だけでなく、それ以外のユーザの場合にも極めて高い社会的・産業的ニーズがある課題である。最近生じている製品の使われ方の予測不良に起因する製品のリコール問題は、日常生活という複雑系を扱う科学技術や社会的な仕組みが未整備であることが原因の一つである。問題が顕在化しやすい子どもの傷害予防に関係するフィールドを先行して進めておくことは、生産現場などで問題となっている日常生活という複雑系を扱う科学技術を先取りする課題であり、このような観点からも重要であろう。

### 参考文献

[1] 日本学術会議, 我が国の子どもを元気にする環境づくりのための国家的戦略の確立に向けて, 2007.

- [2] 日本学術会議, 子どもたちが群れて遊ぶ「公園・ひろば」の復活, 2008.
- [3] 日本学術会議臨床医学委員会出生・発達分科会提言「事故による子どもの傷害」の予防体制を構築するために, 2008 (<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t62-9.pdf>).
- [4] 平成 21 年度安全知識循環型社会構築事業報告書, 2010 (<http://kd-wa-meti.com/pdf/H21-METIProject-Report.pdf>).
- [5] 国民生活センター, 危害情報からみた屋外遊具の事故, 2003 ([http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20030806\\_2.html](http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20030806_2.html)).
- [6] 松野敬子, 山本恵梨, 遊具事故防止マニュアル, かもがわ出版, 2006.
- [7] 国土交通省, 都市公園における遊具の安全確保に関する指針 (改訂版), 2008.
- [8] (社)日本公園施設業協会, 遊具の安全に関する規準 JPFA-S: 2008, 2008.
- [9] CPSC, Public Playground Safety Handbook, 2008 (<http://www.cpsc.gov/cpsc/pub/pubs/325.pdf>).
- [10] J. Hightower and G. Borriello, "Location Systems for Ubiquitous Computing," IEEE Computer Magazine, Vol. 34, No. 8, 57-66, 2001.
- [11] G.-Z. Yang, Body Sensor Networks, Springer-Verlag London, 2006.
- [12] Y. Nishida, H. Aizawa, T. Hori, N. H. Hoffman, T. Kanade and M. Kakikura, "3D ultrasonic tagging system for observing human activity," Proc. of IEEE international conference on intelligent robots and systems (IROS 2003), 785-791, 2003.
- [13] 川上悟郎, 西田佳史, 本村陽一, 溝口博, "ロケーション筋電位センサを用いた行動の時空間展開に基づく日常生活行動モデリング," 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 20, No. 2, 190-200, 2008.
- [14] 本村陽一, 岩崎弘利, ベイジアンネットワーク技術, 東京電機大学出版会, 2006.
- [15] 坪井利樹, 北村光司, 西田佳史, 本村陽一, 高野太刀雄, 山中龍宏, 溝口博, "身体地図機能を有する事故サーベイランスシステム," 人工知能学会誌, Vol. 24, No. 6, 558-568, 2009.