

特集 実世界インタフェースの新たな展開

# 1 アーキテクチャと インタラクション デザイン

中西泰人 慶應義塾大学環境情報学部／科学技術振興機構 さきがけ

「アーキテクチャ」という言葉は、建築やコンピュータのハード・ソフトの組織的な構造だけでなく、人の振舞いや相互行為のパターンにかかわる条件や環境の設計まで指すようになりつつある。インターネットには位置情報や写真といった実世界の情報が多く共有されそうした情報の即時性も高まるにつれ、建築・情報環境・社会秩序の「複数のアーキテクチャ」が重なりあう度合いはより一層高まるだろう。本稿ではそうしたアーキテクチャを実空間と情報空間からなる複合的なシステムと捉え、複合システムとして設計された都市計画や情報システムの事例を紹介し、そのようなシステムにおけるインタラクションデザインの課題および取り組みについて述べる。

## “アーキテクチャ”の複数の意味

アーキテクチャは本来、建築やその他の構築物を設計する技術を意味し、また、設計された建造物そのものに対しても用いられる言葉であった。そして情報通信技術の発達とともに、コンピュータのハードウェアにおける基本設計やソフトウェアシステムの組織的な構造を意味するようにもなった<sup>☆1</sup>。コンピュータのハードウェアもソフトウェアシステムも建築と同様に、非常に複雑な構築物であり全体として筋の通った構造と高い実用性を備えた設計が求められることから、ハードウェアやソフトウェアの設計に対してもアーキテクチャという言葉が用いられている。

一方で、アメリカの憲法学者 Lawrence Lessig は、人の行動や社会秩序を規制するための方法として、規範／慣習・法律・市場に並べて、情報通信技術によって人々の行動を制御する方法を挙げ、環境として半ば無意識的に制御をするその方法をアーキテクチャと呼んだ。また 2ちゃんねるや mixi、ニコニコ動画や twitter 等のソーシャルウェアとしての

Web サービスがそれぞれに異なる振舞いや相互行為のパターンを生み出していることから、それらを情報環境としてのアーキテクチャとして捉える見方もあり (図-1)、アーキテクチャという言葉は、さまざまな設計における組織的な構造を指すだけでなく、規範・法律・市場・建築・情報環境を含め、人の振舞いや相互行為のパターンにかかわる条件や環境の設計まで指すようになりつつある<sup>1)</sup>。

なかでも情報環境としての Web サービスでは、携帯電話やスマートフォンの普及とともに位置情報や写真といった実世界の情報が多く共有されるようになり、情報の即時性も高まるようになった。さらに多様なサイズのコンピュータと多様な入出力インタフェースが実空間にさまざまに配置されるようになり、情報通信システムは人々を内包する環境となりつつある。そうした情報環境がソーシャルウェアとして実世界に広まるにつれ、社会秩序・情報環境・建築の複数のアーキテクチャが重なりあう度合いはより一層高まるだろう。

## アーキテクチャとスマートシティ

人々を内包する環境としての建築・都市と情報システムとを総合的に捉え人々の活動を支援しようと

<sup>☆1</sup> IEEE Computer Society, IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems : IEEE Std 1471-2000.

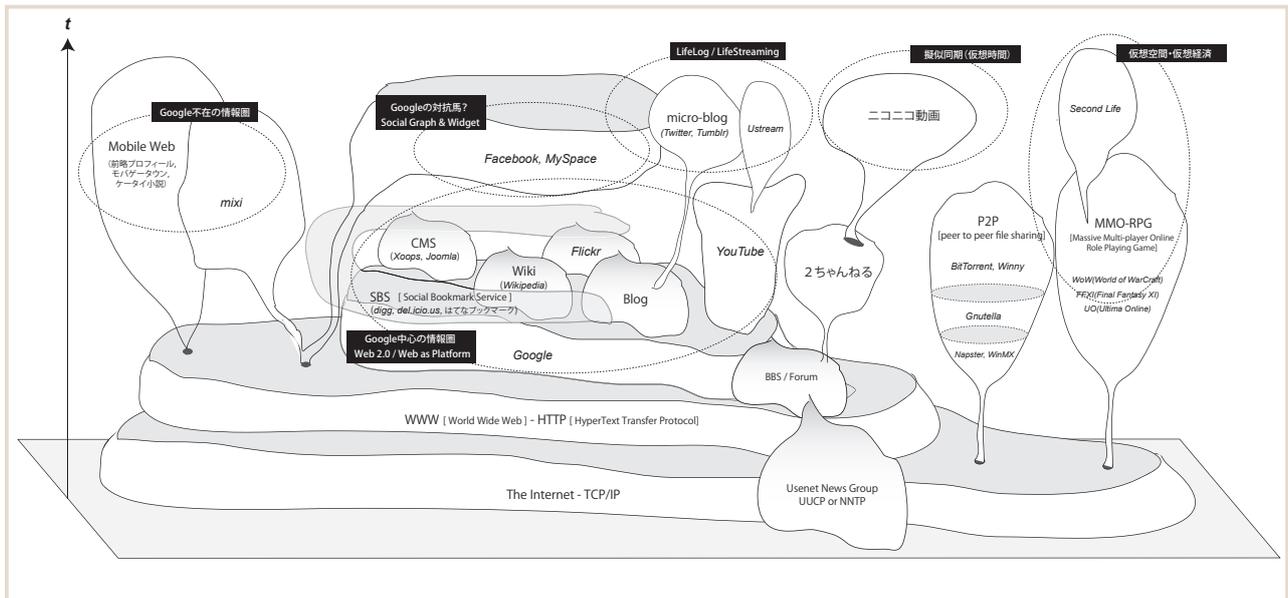


図-1 濱野智史による「アーキテクチャの生態系」(画像提供 濱野智史氏)

する試みは、ユビキタスコンピューティングやアーバンコンピューティング、スマートシティの研究や都市計画の提案など、さまざまなアプローチがなされてきた。

情報システムからのアプローチとしては、フィンランドのOuluにおけるUBI Program、韓国におけるU-Cityや総務省が支援するユビキタス特区などが挙げられる。Smarter PlanetおよびSmarter Cityという企業ビジョンを掲げるIBM社の取り組みも同様の狙いを持つものと言えよう<sup>☆2</sup>。Smarter Cityの目的は都市の持つ力を高めつつ都市人口比率の高まりや持続可能性等の課題を解決することであり、都市を交通・情報通信・エネルギーに加えて水・都市サービス・市民・ビジネスといったシステムのシステム(System of Systems)・大規模な複合システムであると捉え、デジタル技術によってシステムを機能化・デジタル化して相互接続し、多様なデータから有益な情報を提供すべきとしている。

一方で建築や都市計画からのアプローチとしては、丹下健三らによる「東京計画-1960」において、情報通信システムがもたらす社会的な行動パターンの変化を前提とした提案がなされている。鎖状の道路

が東京湾を横断する東京計画-1960の提案は、テレビ電話や携帯電話がもたらす社会の変化に言及しており、そうした間接コミュニケーションが対面コミュニケーションの要求と必要性を促すがゆえに都市のモビリティ(移動性)を高める道路網を構築すべきとして、自動車と道路・建築・都市が有機的な統一をなすような新たなシステムを提案した。またこの計画のメンバであった黒川紀章は、情報の中でも人の移動に興味を抱き、現代人を「ホモ・モーベンス(移動する人)」と位置付け、その棲みかとして後に日本に特有の宿泊施設形態であるカプセルホテルの原型となった「カプセル空間」の提案を行った。

同じくメンバであった磯崎らは、都市に同軸ケーブルが張り巡らされ、すべての住居にコンピュータ端末が設置されたComputer Aided Cityを提案した。ここでは都市空間を情報システムの系として構成することが試みられており、システムの構成要素として、電子機器や機械等が空間的な要素と等価的に列挙されており、交通システム・エネルギーシステム・情報システムのネットワークがそれら構成要素をまとめあげた都市の姿が描かれた。

また磯崎は1970年に大阪で開催された日本万国博覧会において、その中心的な場所であるお祭り広場を計画するにあたり、広場に発生する状

☆2 <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/>



図-2 大阪万博お祭り広場(撮影 新建築社/画像提供 DAAS)

況を捉えるセンサと照明・音響・ロボット等を組み合わせた応答的でフレキシブルな空間を構築し(図-2)、「ソフト・アーキテクチャ」「応答場 (responsive environment)」「装置化空間 (cybernetic environment)」等の概念を提示した<sup>2)</sup>。磯崎らは広場における出来事すべてを計画することは無意味であるとし、装置化空間・サイバネティックエンバイロメントには発生する諸事態を記憶して動的に反応する自己学習的な制御が必要だとしている。その概念を都市そして地球のスケールまで拡張すれば、地球上で動作する大量のセンサと膨大な計算能力を用いた制御を「全知制御」と呼び、力学系に基づく従来の制御理論と記憶や予測に基づく制御理論の併用を示唆する暦本による「サイバネティックアース」の概念<sup>3)</sup>と共通点を見出すこともできるだろう。

サイバネティクスに基づく制御を国家規模のシステムに用いた例として、1971年から73年にかけてチリで行われたサイバーシン計画がある<sup>☆3)</sup>。工

場や鉱山を国営化するにあたり、中央集権的な計画経済に代わる柔軟で迅速な工場経営の実現を目指し、チリ各地の工場と首都にあるコントロールセンタをテレックスで接続し、サイバネティクスに基づいた制御で生産調整を行おうとした。IBM/360とテレックス500台を用いたこのシステムは、想定されたほどの実時間性や予測性を発揮できなかったようである。

こうした提案がなされた1960～70年当時はメインフレームの全盛期であったが、環境問題と情報通信技術が社会を大きく動かし始めた時代でもあり、社会秩序・情報環境・建築の複数のアーキテクチャを総合的に捉えた試みがなされたと言えるだろう。インターネットが普及した現在とかつてとは、地球上に流通する情報および蓄積されてゆく情報の量は、圧倒的な違いがある。またコンピュータの数とサイズの多様性が大きく変化し、入力装置であるセンサやカメラが広く設置され、移動するセンサとしてのスマートフォンによる広域的なセンシングが現実的となり、ディスプレイやスピーカなどの出力装置が我々の日常を広く取り巻くようになった。しかしながら建築・都市と情報システムを総合的に考えることの目的は、情報通信・交通・エネルギーの技術によって人々の活動を高度化するという意味では、大きな変わりはない。

## 重なるアーキテクチャとインタラクション

情報環境を構成する出力装置の1つであるディスプレイには、解像度、大きさ、可搬性、入力インタフェース、設置される場所、などにさまざまなバリエーションがある。複数のディスプレイを利用する生活も一般的になりつつあるが、こういった性質のディスプレイを用いるかによって人と装置のインタラクション・人と人とのインタラクションは異なったものになる。

たとえば多くの静止画像を見るアプリケーション

☆3 <http://www.cybersyn.cl/ingles/home.html>

を考えてみる。デジタルカメラで撮影された画像を表示することに特化したデジタルフォトフレームが家庭に普及しつつある。そのサイズは7インチから10インチのものが多く、700gから1000g程度の軽さであるものの、電源アダプタのみによる動作のものが多く、持ち運びされることはさほど想定されていない。近い軽さで10インチ程度の画面を持つ電子書籍端末を利用する際には、端末が縦や横に回転されることが増えるため、向きに応じて画像だけでなくアプリケーションのメニュー等を回転させる機能が追加されるだろう。またデジタルフォトフレームは常に画像が表示されているために、何かふとしたときに画像が目にとまることが多い。画像を見るにしても、何らかの意図を持って数名のユーザで一緒に見ようとするときには、リビングルームに置かれた40インチ程度の液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなどが利用されるだろう。それと同じ大きさのディスプレイでも、テーブルのように水平に置かれた机型のディスプレイを利用するのであれば、水平に置かれた写真を違った角度から見る複数のユーザが見やすいように、写真一枚一枚を回転させるインタラクティブな機能が追加されるだろう。より多くの人数で同時に見ることができる100インチ程度のディスプレイを利用する場合には、設置される場所の公共性等の状況も違って来るであろうから、どの画像を表示するかを選択する管理機能がアプリケーションに求められるだろう。

またその際に、100インチのディスプレイ1台を使って10人で一緒に画像を見る代わりに、10インチのディスプレイの端末を10台準備して10人で同時に画像を見ることもできる。これらの端末の並べ方が異なれば人の空間的な配置も異なるが、それによって人々の相互作用は異なったものになる。横に一直線に並べるにしても、ディスプレイどうしの距離を0センチ、1メートル、10メートルと変えてみるとどう変わるか。円形に並べるにしても、円の内側にユーザが入って背中を合わせる向きと、円の外側でユーザが顔を合わせる向きとではどう違うか。その向きで、円の半径が2メートルと10メー

トルではどうか。このようにして、ユーザの振舞いや行動パターンは、複数のディスプレイを用いるときは特に、ディスプレイの大きさや向きや可搬性だけでなく、その空間的な配置によっても異なってくる。またさらにそれらが設置される場所の周囲の状況が異なれば、プライベートな場所かパブリックな場所か、ユーザは特定できるか不特定かといったコンテキストが異なってくるため、機能の追加や修正を行う必要があるだろう。またそうした配置や新たな複数のディスプレイの連携を実現するために、ソフトウェアおよびハードウェアの構成を見直す必要がある場合もある。

1つのディスプレイだけでなく、複数のディスプレイがさまざまに配置されている空間では、それらを利用するユーザも複数となり、ディスプレイ群の物理的な条件がユーザどうしの社会的な相互行為に影響を与える。Terrenghiらは、そうした状況をmulti-person-display ecosystem（複数の人とディスプレイの生態系）と捉え、連携するディスプレイの大きさ、そしてユーザの相互作用のパターンを人数によって分類し、さまざまな研究事例をその分類にあてはめながらそれらの関係を検討した<sup>4)</sup>。そして人とディスプレイの生態系が持つ特徴と社会的な相互作用の関係をふまえ、以下のような事柄を検討すべきとしている。

- (a) 個々のディスプレイやデバイスのスケール
- (b) 人とディスプレイが構成する生態系の物理的なスケール
- (c) この系が設置される空間のスケール
- (d) ディスプレイやデバイスの周囲で起こる社会的な相互作用のための空間のスケール

またDourishは、複数人が遠隔地で協調作業を行うグループウェアや、位置情報等を用いて実空間と情報空間をリンクさせたモバイルシステム等の分析を通して、空間の要素が情報システムの使われ方にもたらす変化について考察している<sup>5)</sup>。実空間と情報空間が重なり合った場所においては、情報通信システムの性質だけでなく壁や床といった空間の条件が人々の振舞いや相互行為に影響を及ぼす事例を

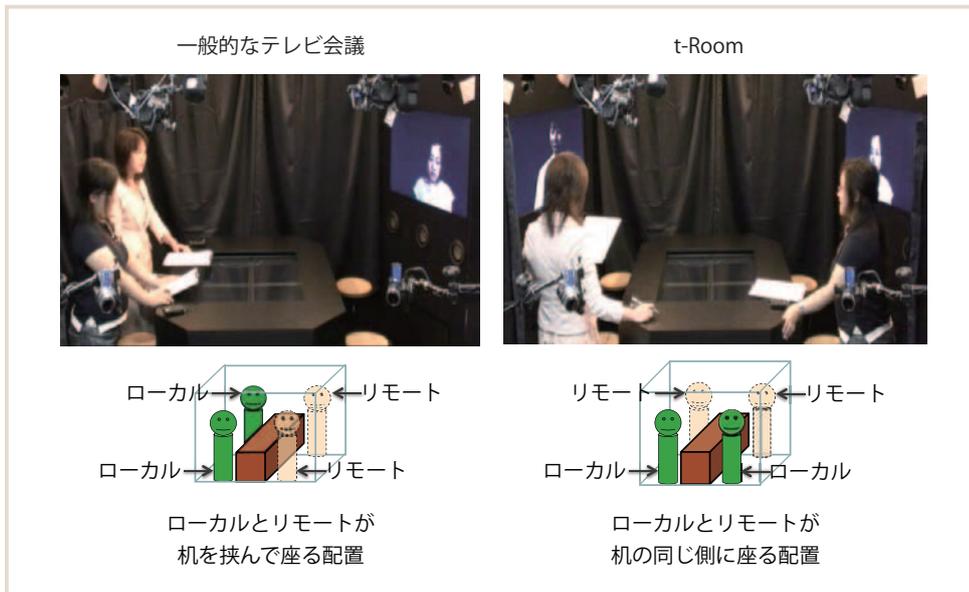


図-3 一般的なテレビ会議とt-Roomにおける座席配置の違い (画像提供 NTT CS 研 山下直美氏)

踏まえながら、空間 (Space) と場所 (Place) という概念の違いを整理した。そうした情報システムの使い方は、空間の要素と情報通信技術の要素だけで決まるものではなく、知識や文化といったさまざまなコンテキストを持つ他者との社会的な相互行為を通して動的に立ち現れるものであるとしている。

そうした例の1つに、遠隔コミュニケーションシステム t-Room を用いた実験がある<sup>6)</sup>。山下らはテレビ電話会議に座席の配置が及ぼす影響を検討すべく、遠隔地どうしてテーブルを挟んだ一般的なテレビ会議のような配置と、プラズマディスプレイに映る遠隔地の人がテーブルの隣にいて同じ場所にいるもう1人はテーブルを挟むという配置とを比較した(図-3)。そして座席の配置が、身体の動き・話者交替のパターン・話者同士の一体感・議論の合意度に影響を及ぼす要因となることを示した。ここでは、背後で動作する情報通信システムは同じでありながら、人工物と複数人の話者の空間的な位置関係が異なることで、会議における身体的な振舞いと会話のパターンが異なるものとなっている。つまり、空間と情報システムから構成された1つの複合システムと捉えると「構成要素の組織としてのアーキテクチャ」が異なっており、結果として「人の振舞いや相互行為のパターン」に違いが現れている。

スマートシティやアーバンコンピューティング、

ユビキタスコンピューティングや実世界指向インタフェースの設計開発において、実空間と情報システムを1つの複合システムとして考えようとする場合には、このように実空間における物理的な構成要素と情報システムの構成要素を総合的に捉える必要がある。利用者の知識や文化といったコンテキストまでも事前に想定した上で、空間と情報システムの構成としてのアーキテクチャを設計し、結果として現象する振舞いやを相互行為を完全に予測することは不可能であるが、実世界に多様なサイズの入力装置と出力装置が数多く配置され、人々を内包する環境となるにつれ、人工物や空間といった物理的な要素の設計と情報システムの要素の設計を総合的・並行的に進める必要性が高まるだろう。

## 実空間にひろがる情報環境の設計と開発

空間と情報システムの構成を検討すべき複合システムの例としては、街中や公共空間に設置された大型ディスプレイによる電子広告、駅や病院などにおける避難誘導システム、情報システムの運用を前提に設計される小売店や図書館、常時接続の遠隔通信システムを備えたオフィスなどが考えられる。

こうした空間的な情報環境を設計する際、空間の

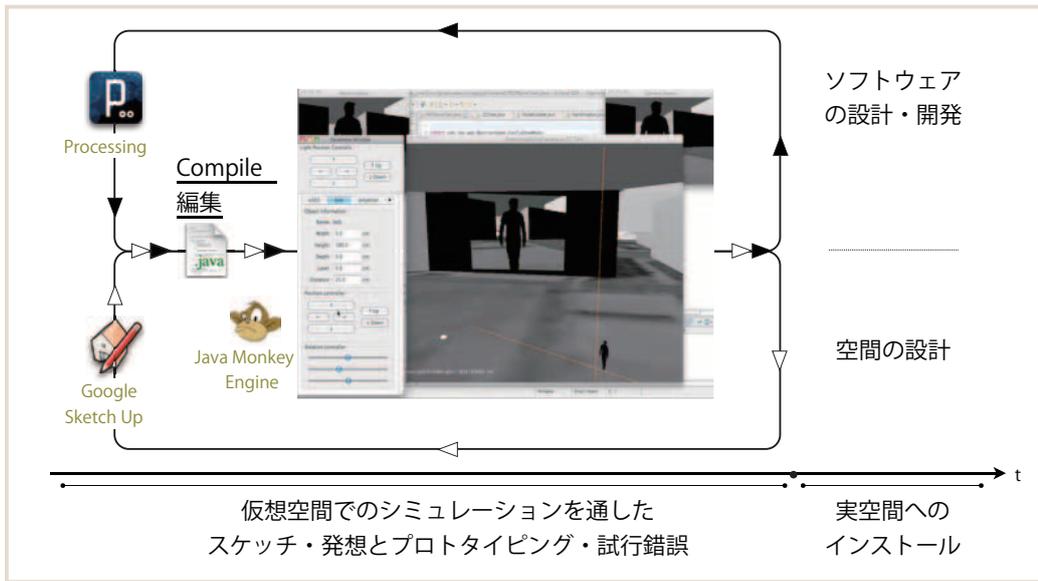


図-4 City Compiler : 空間的な情報システムの設計開発支援システム

設計と情報システムの設計では専門知識や用語だけでなく設計プロセスも異なるため、それぞれの専門家が言葉だけで意志の疎通を図ることは難しい。また空間デザイナーはCADやCGソフト、ソフトウェア開発者は統合開発環境ソフトなどを用いてそれぞれが作業を進める。そうしたソフトは関係するようには作られてはいないため、情報システムが実空間で動作する様子を確認したい場合は、静止画や動画をはめ込んだ空間のCGを作成するか、空間と情報システムそれぞれがほぼ完成した後に現場で実際に動作させてみる事が多い。そのためソフトウェアの開発者がその設計/開発段階において空間の要素を踏まえてシステムのプロトタイプングをすることは難しく、また全体としてのテストをほぼ行わずに運用を開始せざるを得ない場合もある。またシステムのデバッグ作業も、ソフトウェア開発者がシステムが動作する現場に赴いて入出力装置の位置やソフトウェアのパラメータを調整しながら行うことが多く、一般的な計算機だけで完結できるシステムに比べ煩雑な作業が伴うといった問題点もある。

そこで筆者らは、空間のスケールや人工物の配置といった空間を構成する要素と、センサやカメラ、ディスプレイやプロジェクタ等の情報システムを構成する要素を、総合的に扱いつつ並行的に空間的な情報環境の設計開発を進められるよう、

- 簡易な空間モデリングソフトとソフトウェア統合開発環境を併用できる
- モデリングした空間の中でソフトウェアが動作する様子をシミュレーションできる
- ソフトウェアの実行中に空間的な要素のパラメータも変更できる

といった機能を備えた設計開発支援システムであるCity Compilerを構築している(図-4)。City Compilerは、インタラクティブなソフトウェアのプロトタイプングに利用されることの多いJavaベースの簡易開発環境であるProcessingで書いたコードが、3Dモデルを作成できる簡易なソフトウェアであるGoogle SketchUpでモデリングした空間で動作する様子を、仮想空間でシミュレーションしながら開発できるシステムである<sup>☆4</sup>。シミュレータの実装にはJavaの3DゲームライブラリであるJava Monkey Engineを拡張している。

設計開発を行う例として、小売店の中での人の動きに反応するカメラを使ったインタラクティブな電子広告を構築したい場合には以下のような手順をとる。

- 1) 小売店の空間モデルをGoogle SketchUpで作る。
- 2) カメラの入力に反応するProcessingのコードを

☆4 City Compilerの研究はJST戦略的創造研究推進事業さきがけの一環として行っている。

書く。

3) CityCompiler で実装した CityCompiler クラスのサブクラスとして複合システムを設計する。

3-1) 店舗のモデルをロードする。

3-2) 仮想カメラのインスタンスを空間内に配置し、位置を指定する。

3-3) ディスプレイのインスタンスを空間内に配置し、位置と大きさを指定する。

3-4) 2) で作成した Processing のインスタンスをディスプレイのインスタンスに attach する。

3-5) 人のインスタンスを空間内に配置し、動きのパターンを設定する。

4) 複合システムを仮想空間内で動作させる。

このようにして、カメラに反応する動的な電子広告が店舗の空間の中で動作する様子を仮想空間の中でシミュレーションできる。静止画や動画を用いずに Processing のコードをそのまま使い、どのような場所にどのような大きさで広告を配置することが効果的であるかを検討できるため、情報システムの動作に合うような空間をデザインしたり空間の条件に合うような情報システムのデザインを考えるといった、設計の初期段階における発想や 1) から 4) を繰り返して試行錯誤するプロトタイピングを支援できると考えている。

最終的には、検討した大きさで検討した場所にカメラとディスプレイを設置すれば、City Compiler で開発した Processing のコードそのまま電子広告システムを実際の店舗で動作させることができる。

仮想空間内で Processing を動作させる場合には自動で仮想空間内の仮想カメラからの映像を入力とし、実空間で Processing を動作させる場合には実際のカメラからの映像を入力とするよう、入力装置の管理を行うクラスを実装している。現在は、管理ができる入力装置としてカメラ以外には、加速度センサや圧力センサ、RFID やサーボモータなどのセンサおよびアクチュエータを USB 接続で PC から簡単に制御できるシステムである Phidgets<sup>☆5</sup> に接

続できるセンサ類が利用できる。入力装置を抜き差しすることで、仮想空間でのシミュレーションと実機での動作の確認を交互に行いながら、空間的な情報システムを開発可能である。これにより、実際のセンサと仮想センサおよび実空間と仮想空間での動作を比較しながらコーディングを進めることができるため、システムを空間に設置して調整する際に必要なパラメータを事前に抽出できるようになると考えている。

このような空間的な情報システムを開発する場合、システムが人々に与える影響や人々のシステムに対する評価の調査が求められる。しかし都市や建物といったスケールを対象にした大規模な複合システムでは、運用実験を行うことは難しく、実験の機会を得ることができたとしても、コストを要する上に評価にも時間がかかるため、その実験内容を慎重にデザインする必要がある。

中西らは、広範囲に存在する利用者が情報や資源を共有することで互いに影響を及ぼしながら利用する大規模で社会的な情報システムを設計開発しテストを行う方法として、参加型シミュレーションと拡張実験の2つを提案している<sup>7)</sup>。これらはいずれも、人間集団の空間的な行動をシミュレーションする社会的エージェントが仮想空間で動作する環境を用いるにあたり、エージェントと人間とを共存させる方法である。参加型シミュレーションでは、マルチエージェントシミュレーション上の一部のエージェントを人間の操作するアバタと置きかえ、シミュレーション上に実際の人間の行動を取り込む。拡張実験では、現実空間の被験者実験と並行して仮想空間でマルチエージェントシミュレーションが実施される。被験者は所有する携帯端末に仮想空間の状況を受け取ることで、あたかも多数の人間と同時にシステムを利用しているかのように実験に参加する。

実世界の中で空間性や場所性を検討しながら情報システムを構築しようとする、周囲の文脈・コンテキストが複雑になってくる。特に都市の中で動作するシステムの場合は、周囲の環境が動的に変化し、また利用方法を事前に説明できるとは限らないとい

☆5 <http://www.phidgets.com/>

った運用の課題もある。空間的な情報システムが都市へ広がるアーバンコンピューティングの研究<sup>8)</sup>においては、それらが動作する状況は、たとえば、歩道や広場、カフェや居酒屋、バス停や駅といった半公共的な空間も対象となる。その場合には、入出力装置を設置したい空間の利用権や所有権等の問題を解決しなければならず、また対象とする空間に出入りするユーザの数の変化は激しく昼夜や曜日によって空間を利用するパターンも異なるといったことを踏まえて、システムを開発し運用しなければならない<sup>8)</sup>。さらにスマートルームやスマートハウス、スマートオフィスとは異なり、街の歴史や文化といったことまでも考慮に入れる必要もある。実世界で動作する入出力装置が普及し利用される状況が多様になるにつれ、システムを分析・設計・開発・テスト・評価・運用するプロセスそれぞれにおいても新たな取り組みが求められる。

## 接続するアーキテクチャとオープンシステム

都市の中に情報システムを共存させようとするためには、研究室の中でテストや実験を行うこととは異なる労力を必要とし、さらには工学に加えて認知心理学・社会学的な要因などが絡み合った研究となる。こうした研究では研究者や技術者が想定したシナリオやユースケースを超えた使い方をするユーザや新たな視点を提供してくれるユーザが現れることも多いため、都市を巡り歩く体験と同じように、実世界で動作する情報システムの研究は幅広い課題に出会うきっかけをもたらすことだろう。

国連は 2050 年に世界人口は 92 億人になると予測し、そのうち都市の住民は 64 億人になるとして、20 世紀から始まった急速な都市化による諸問題（人口過密化、安全、貧富格差など）の深刻化を懸念している。その一方で、人口が減少する社会においては賢く都市を縮小することが求められてもいる。情報通信・交通・エネルギーの技術を用いて、こうした社会的な大きな課題に取り組むこともあれば、コ

ンビニでの住民票交付という人々に身近なサービスを提供することで都市にアプローチできる。また自治体や民間企業だけでなく、個人で Web サービスを構築してそのインタフェースを実空間へ設置することも可能な時代でもある。さまざまなスケールの課題をさまざまなスケールのインタフェースを持った情報システムとして構築することができる。その際には、人の振舞いや社会的な相互行為のパターンにかかわる条件や環境の設計としてのアーキテクチャ、ハードウェアやソフトウェアや空間の設計としてのアーキテクチャの両方を考えながら、複数のスケールにまたがったシステムを複合的に接続できるオープンなシステムとして都市を描いてく必要があると考えている。

### 参考文献

- 1) 東 浩紀, 北田暁大 (編) : 思想地図 (vol.3) 特集・アーキテクチャ, 日本放送出版協会 (2009).
- 2) 磯崎 新, 月尾嘉男, 他 : ソフト・アーキテクチャ / 応答場としての環境, 建築文化, 1970 年 1 月号, pp.67-93, 彰国社 (1970).
- 3) 暦本純一 : サイバネティックアース, オープンシステムサイエンス, pp.173-202, NTT 出版 (2008).
- 4) Terrenghi, L., Quigley, A. and Dix, A. : A Taxonomy for and Analysis of Multi-person-display Ecosystems, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.13, Issue 8, pp.583-598 (2009).
- 5) Dourish, P. : Re-space-ing place: "Place" and "Space" Ten years on, Proceedings of the ACM 2006 Conference on CSCW, pp.299-308 (2006).
- 6) 山下直美, 平田圭二, 青柳滋己, 葛岡英明, 梶 克彦, 原田康徳 : 座席配置替えが遠隔コミュニケーションに及ぼす影響について, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.12, pp.3250-3260 (Dec. 2009).
- 7) 中西英之, 石田 亨, 小泉智史 : 大規模実環境実験のためのマルチエージェントシミュレーション, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.4, pp.509-517 (2007).
- 8) Kindberg, T., Chalmers, M. and Paulos, E. : Urban Computing, Special Issue on Urban Computing, IEEE Pervasive Computing, Vol.6, No.3 (2007).

(平成 22 年 5 月 5 日受付)

中西泰人 (正会員) [naka@sfc.keio.ac.jp](mailto:naka@sfc.keio.ac.jp)

慶應義塾大学環境情報学部准教授 / 科学技術振興機構さきかけ研究者。1998 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。電気通信大学大学院情報システム学研究所, 東京農工大工学部情報コミュニケーション工学科を経て, 現職。博士 (工学)。ヒューマンインタフェース, インタラクションデザイン, 設計支援, 感性情報処理などの研究に従事。人工知能学会, 日本建築学会, ACM 各会員。