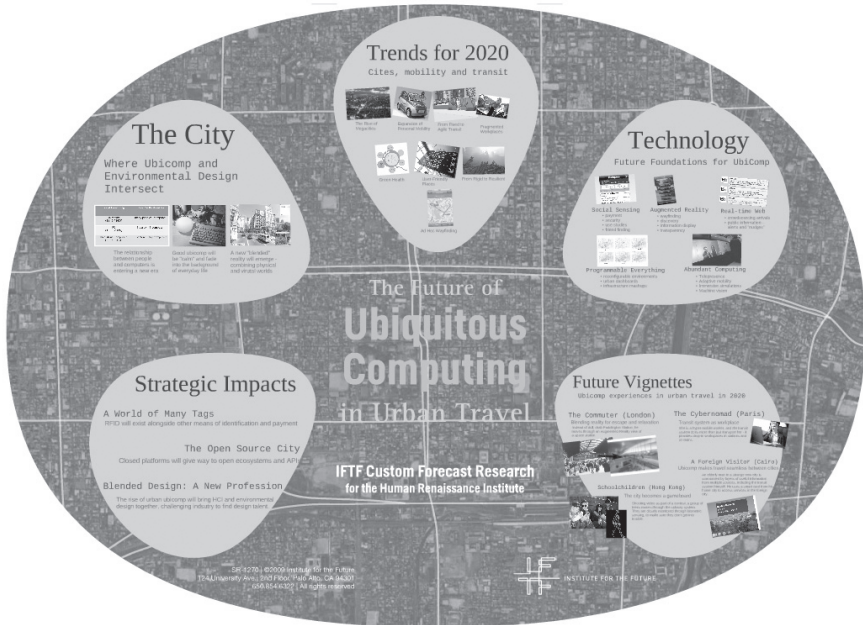


都市交通における ユビキタス・コンピューティング の未来

Institute For The Future × HRI



※Institute For The Future

米国カリフォルニア州/パロアルトに拠点を置く独立した非営利研究組織。未来研究に40年あまりの歴史を持つ。社会や市場に影響を及ぼすトレンドを抽出し、未来に向けた戦略、デザイン、イノベーションなどのためのインサイトを提供する。研究テーマとして技術・健康・ヘルスケア、働き方、アイデンティティなどを扱っている。
<http://www.iftf.org/>

The City

Where Ubicomp and
Environmental Design
Intersect

Era of Computing	Resource Relationship
Mainframe (1945-1980)	many people: 1 computer
PC (1980-2005)	1 person: 1 computer
Ubiquitous Computing (2005-2020)	1 person: many computers



The relationship
between people
and computers is
entering a new era

Good ubicomp will
be "calm" and fade
into the background
of everyday life

A new "blended"
reality will emerge -
combining physical
and virtual worlds

1 都市—HCIと環境デザインが交わる場

※HCI…ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

ユビキタス・コンピューティング(ubicomp)の概念は、米ゼロックスパロアルト研究所(Xerox PARC)のコンピュータ・サイエンティスト、Marc Weiserによって1990年ごろに提唱されたものである。Weiserは、ubicompはメインフレーム(大型コンピュータの周辺装置・端末装置を除いた本体部分)とPCに次ぐ「第三の波」を表象するものと捉えていた。コンピュータは、メインフレーム時代には複数の人間で共有するものであり、パーソナル・コンピュータ時代には1人1台

表1. 変化するコンピュータと人間の関係性(1945-2020)

コンピューティングの世代区分	人間との関係
メインフレーム(1945-1980)	大勢の人×コンピュータ1台
パーソナル・コンピュータ(1980-2005)	1人×コンピュータ1台
ユビキタス・コンピューティング(2005-2020)	1人×多数のコンピュータ

を所有するものとなった。そしてubicomp時代には、「多数のコンピュータが1人の人間を共有する」ようになって考えられている(表1参照)。(※1)

1-1 カーム(calm:静かな)・テクノロジー

ユビキタス・コンピューティングは、人々がコンピュータと関わる時の注意のあて方を変えようとしている。WeiserとJohn Seely Brownは、コンピューティングの新たな開発目標を「カームネス(calmness:静けさ、平穏、落ち着き)」と称した。カームネスは、コンピューティングを、今のように大掛かりで、存在がユーザーに常に意識されるような位置づけではなく、日常生活の中で背景に溶け込むような位置づけにしようとする考え方である。理想的には、ubicompユーザーは、今日のPCやモバイル端末を使うときのように全面的に注意を向けなくて済むようになる。ユーザーは、周囲の状況とデバイスのいずれに注意を向けるのか、あるいは両方に向けるのか、自由を選択することができるのである。

WeiserとBrownによるubicompのデザイン概念は、このHCI(ヒューマン・コンピュータ・インタラクション)の新たなアプローチを反映したものとなっている。「我々は、周縁(periphery)をデザインすることを学ぶべきである。そうすれば、技術に支配されことなく操ることができるようになる。コンピュータが身の周りのあらゆるところにあるのであれば、人間は何かほかのことをしながらコンピュータを活用して、得られた時間をより人間らしい活動に使うことができるはずだ。我々は、我々の暮らしに押し入ってくる様々な技術の目指すところについて、根本的に考え直すべきなのだ」

1-2 ubicompによるコンピューティングの可動化

従来、人間とコンピュータのインタラクションの領域では、デスクトップ型のコンピュータの利用を念頭に研究が行われてきた。しかし、ubicompによってインターフェースがデスクトップから解放されることにより、コンピューティングは従来では考えられないほど自由に動かすことができるようになる。要するに、ubicompは人間とコンピュータのインタラクションのコンテキスト領域をほぼ無限に拡大するのである。

WeiserとBrownは、ubicompによってもたらされるこの新たなコンピューティングのパラダイムが理解されるにはかなりの時間を要すると予測し、「カームネスは、今後50年間のすべての技術的デザインにおける根本的なチャレンジとなるだろう」と述べている。PARCのubicompの研究に関するページには、ubicompの課題を解決するために必要なアプローチは、「従来のコン

ピュータ・サイエンスや電気工学において伝統的に用いられてきた『ブルトフォース法』(知恵のない単純な計算の繰り返し)とは根本的に異なるものである」と記されている。

ユビキタス・コンピューティングは、バーチャル・リアリティとはおよそ正反対のものである。バーチャル・リアリティがコンピュータによって創造された世界の中に人々を位置づけるのに対して、ユビキタス・コンピューティングは、コンピュータを人々の暮らしの中に共に存在させるものといえる。また、バーチャル・リアリティは基本的に「力まかせ」の問題であるが、ユビキタス・コンピューティングはヒューマン・ファクター、コンピュータ・サイエンス、工学、社会科学などが複雑に絡み合ったものである。

1-3 HCIと環境デザインの統合

今後10年間、ubicomと現実世界とのこのような衝突は、我々がITや情報サービスを利用したり、デザインしたりする際の考え方に大きな影響を及ぼしていくと考えられる。しかし、建築や都市計画等の環境デザインの既存の領域では、ubicomが建物や都市における空間的・社会的・心理学的側面でどのような変化をもたらすのか、まだ明らかにはできずにいる。

今後の大きな課題は、領域横断的なアプローチによってHCIの理論と環境デザインの理論を統合し、このような「ブレンドされた場」における現象を説明する新たな言語を生み出すことにある。(※2、3)

ubicomと場に関するデザインの進化には数十年を要するだろう。ubicomはまだ生まれたばかりの領域であり、環境デザインの領域における知的進歩は非常に遅い。実験機会が少なくコストを要する上に、評価に時間がかかることがその要因となっている。しかし、既存の建築環境とubicomとの融合から、その概略は明らかになりつつある。

一般的に生じしやすい4つのプロセスは次の通りだ。

1) 機能の断片化(fragmentation)と再結合(recombination)

前MIT建築・計画学部長、William Mitchellは、ubicomは都市における伝統的な空間の関係性を緩めると指摘する。これによって、従来では密接に関連していた行為が「断片化」されたり、別の場で「再統合」されたりすることになる。

例) ノートパソコンとワイヤレス・インターネットを利用することにより、オフィスに集まらずにそれぞれの自宅やカフェに居ながらにして共同で仕事を進めることも可能になる。(※4)

2) 現実の場とバーチャル・ネットワークをつなげる新たな社会的機能

21世紀の都市は、工業生産の場と比べて、知の創造や共有により適したシステムとなってい

る。人間や物、行動をジオコード化する技術は、都市が持つ人間の知識や経験の獲得をサポートする役割を拡大し、社会的インタラクションの触媒としての役割を促進する。

例) iPhoneの位置情報活用アプリケーション“FourSquare”では、都市の様々な場で必要な情報や「おすすめ」情報を提供している。(※5)

3)「ブレンドされた現実」が生み出す新たな経験

日常の中で、リアルタイムでデジタル情報をオーバーレイすることにより、単なる既存の活動の組み替えや都市の既存機能の促進に留まらず、まったく新たな種類の経験が創出される。

例) 大規模リアリティーゲーム“Roku's Reward”。現実の都市をカメラの画面越しに見ると、街並みが中世のように変わったり、坂道から大きな石が転がってきたり、プリンセスが現れたりなど、都市を迷路のように楽しむことができる。(※6)

4) 巨大で複雑な都市システムへの新たな視点

都市計画は、航空写真の発展によって大きく変容してきた。さらに今後は、大規模なセンサー・ネットワークによって、何百万もの人や物の追跡が可能になり、大規模な行動観察が可能になる。これを活用すれば、日々の交通から自然災害まで、あらゆることをマネジメントすることができる。

例) センサー・ネットワークによる情報を活用し、リアルタイムで都市の変化を捉える研究をしているMITのSENSEable City Labによって考案された“TrashTrack”では、使い捨ての携帯ラジオを用いて、ごみが都市のごみ処理・リサイクルシステムの中をどのように移動していくのかを追跡する試みが行われている。(※7)

1-4 ubicompと都市交通の未来

このセクションでは、ubicompの発展の状況と、今後ubicompが展開していく場やデザインの考え方からどのような影響を受け得るのかを概観した。以降では、特に都市交通の展開に焦点を当てる。セクション2・3では、都市や技術に関するトレンドについて取り上げ、セクション4では、これらのトレンドがユーザーのニーズや願望、経験に何をもたらすのかに焦点を当てて、未来の「スケッチ」を描く。最後にセクション5では、今後検討すべき戦略的問題について取り上げる。

Trends for 2020

Cities, mobility and transit



The Rise of
Megacities



Expansion of
Personal Mobility



From Fixed to
Agile Transit



Fragmented
Workplaces



Green Health



User-Friendly
Places



From Rigid to Resilient



Ad Hoc Wayfinding

2 2020年の都市交通

ユビキタス・コンピューティングが未来の都市交通でどのような役割を果たすのかを理解するために、まず都市交通を取り巻く大きなトレンドを理解しておく必要がある。このセクションでは、今後10年の都市について考える上で鍵となる8つのグローバル・トレンドについて分析する。これらのトレンドは、国や地域によって進行速度に違いがある可能性はあるものの、世界中のほぼすべての大都市にあてはまると考えられる。

2-1 メガシティーの増加

20世紀、世界の人口は都市に集中し、2000年時点で世界人口の約50%が都市部に居住している。21世紀には人口の大半が都市に集中し、2100年までには90%が都市に居住するようになると予測される。すべての大陸におけるメガシティーの成長を背景に、かつてない規模のインフラの拡大や、都市のマネジメント・システムの整備が必要となると考えられる。

メガシティーは、より多くの人口を抱えるだけでなく、サイズの面でもより大きくなる。都市化に伴う経済成長により、住居やレクリエーション施設など、土地を要する設備への需要も高まることが予測される。また都市のスプロール化に伴って、大都市のモビリティ需要も高まると考えられる。

2-2 パーソナル・モビリティの拡大

モビリティへの需要は、都市の拡大に加えて、所得向上に伴って高まる傾向にある。モビリティを、働いたり生きていくために必要なものと、楽しみや利便性のために必要なものと、2種類に分けて考えてみよう。概して、量をこなす交通機関は前者のニーズに向けて整備され、自家用車は後者にとってより魅力的な手段となっている。

2-3 固定された(fixed)輸送から、アジャイル(agile)な輸送へ

輸送システムは、個人のモビリティ・ニーズの増大に対応して、固定的で一様に計画されたシステムから、より小モジュール化した、オン・デマンド型の輸送法に置き換えられていくことが予測される。この「アジャイル(agile)な輸送」へのアプローチでは、高度に効率的なカーシェアリングや、長距離輸送のためのコンボイシステム、運転者に応じて変化するインターフェイスなどの要素が複合的に用いられるだろう。(※8)

パーソナル化とアジャイル性は、自家用車に代わる魅力的な輸送システムをもたらすだろう。歴史的に公共交通システムの利用が盛んでないアメリカ合衆国においても、2008年の利用者数は過去50年間で最高となっている。(※9)これは、公共交通システムがよりスマートで、信頼性があり、パーソナル化されたオプションを提供するようになってきているためであると考えられる。

2-4 働く場の断片化

今日、多くの人がテレワークを始めている。今後10年間では、職場と自宅をコンピュータでつ

ないで在宅勤務をしているテレワーカーの多くが、「モバイルワーカー」（少なくとも1日のうちの一部分を自宅やオフィス以外の場所で働く人々）となると考えられる。この分散型のモバイルワーカーの登場は、輸送システムや鉄道駅に新たな需要をもたらすだろう。

パリ交通公団（RATP）では、ワイヤレス・インターネットを備えた共用ワーキングスペースの整備が検討されている。駅や地下道、公道などでのワイヤレス・ネットワークの整備はすでに広く普及しており、さらに拡大するだろう。例えば、立体オブジェクトの造型を可能にする3Dプリンター（※10）のような新しいツールの開発によって、これからの駅はオフィスワークの場に留まらず、工場や作業場のような役割を果たす場ともなり得るだろう。

2-5 グリーン・ヘルス

健康はメガシティに住む人々にとって、あらゆる判断に影響を及ぼす要因となる。また、個人の健康を環境のサステナビリティと結びつけて捉える傾向が強くなっていく。この「グリーン・ヘルス」の枠組みにより、日常的な判断が個人の健康に及ぼす影響だけでなく、地域や地球全体の環境に及ぼす影響についての情報フィードバックまで求められるようになるだろう。（※11）

都市交通は、健康とサステナビリティに様々な面で関わっている。徒歩や公共交通機関の利用は、温室効果ガスや子どもの肥満などの原因となる自動車への依存を軽減する。このほかにも、輸送は地産地消や空気の質、疾病の拡散など、「グリーン・ヘルス」に関連する様々な問題に密接に関わるものである。輸送システムは、「健康都市（therapeutic cities）」（居住者の健康を促進し、地域および地球規模のエコシステムの向上に寄与するようデザインされた都市）構築の要となる可能性を持っているのである。

2-6 ユーザー・フレンドリーな場

歴史的に見て、公共交通機関の駅は、急いで通り過ぎるだけの実用主義的な場であった。中には、旧ソビエト時代のモスクワ地下鉄駅のように壮麗な駅もあるが、世界中の多くの駅は、それ自体が目的地となるようなものではなかったのである。しかし、交通機関全般や、駅のデザインが目指すものは変化してきている。このトレンドが顕著に見られるのは空港である。空港は、小売りやミーティングスペース、娯楽などの多様な機能が統合された場となっている。複数の機能の統合に加えて、ユーザビリティの向上や標識のあり方、歩行者の動線計画、シンプルかつ利便性の高いセキュリティ・システムの整備などが進められている。

2-7 厳格さ(rigid)から、弾力性(resilient)へ

地震が多く、政治的・経済的に不安定な地域でもある海岸線に沿ったメガシティの発展は、大規模な危機の可能性を高めるものである。自然災害や人為災害に備えて、個人・組織・政府のいずれもが弾力性(resilient)、柔軟性を備えている必要がある。

輸送システムは、災害時に重要な役割が期待されるが、同時に非常に災害の影響を受けやすい脆弱性も持ち合わせている。近年では、輸送システムはテロリストの標的ともなっている。災害に備えて輸送システムの安全性を確保するためには、効果的に進入を防いだり、脅威を検知することだけでは不十分であり、大きな問題が発生した際に、これらのシステムの機能を監視する新たな枠組みを適用していくことが必要である。

2-8 計画的(planned)問題解決から、臨機応変な(ad hoc)問題解決へ

地図に代わって携帯式のナビゲーション・ツールが用いられるようになり、都市を視覚化し、把握する方法は劇的に変化しつつある。事前に計画した道順に沿って移動するのではなく、その場その時に適した道を選択していくようなやり方が進むにつれ、それに合ったツールや情報が求められるようになってきている。

これらのツールは、コンテキスト・アウェアな方法を用いて、利用者が置かれた状況に合った情報を提供する。活動に関する様々な情報を提供するだけでなく、移動のスピードや渋滞などの情報をリアルタイムで収集し、それに基づいて、アドバイス情報をフィードバックすることが可能となる。



Technology

Future Foundations for UbiComp



Social Sensing

- payment
- security
- use studies
- friend finding



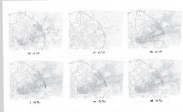
Augmented Reality

- wayfinding
- discovery
- information display
- transparency



Real-time Web

- crowdsourcing arrivals
- public information - alerts and "nudges"



Programmable Everything

- reconfigurable environments
- urban dashboards
- infrastructure mashups



Abundant Computing

- Telepresence
- Adaptive mobility
- Immersive simulations
- Machine vision

3 都市のubicompのための技術的基盤

セクション2では、今後10年間に都市に影響を及ぼす社会的、経済的、人口動態的トレンドを概観した。これらのコンテキストは、新たな技術を用いて効果的にubicompを適用していく際の方角付けを行うものである。続いて、このセクションでは、2020年の輸送システムや駅にubicompを適用するための技術的な基盤について見ていく。

3-1 ソーシャル・センシング

おそらく実社会におけるubicompの最も有望な将来性は、人々にタグ付けを行い、個人と行為とを結び付けたり、物や人とのインタラクションに連続性を持たせたりすることであろう。ソーシャル・センシングの最も基本的なものは、必ずしも個人のIDと結び付けられていないRFIDデ

バイスを用いたタグである。これに対して、より洗練されたソーシャル・センシングは、生体認証のように自動で個人を識別する目的に用いられる。ソーシャル・センシングのプラットフォームには、このほかに、個人に関する様々な情報や行動、好み、他者との関係性等に関するデータベースも含まれる。このデータベースは、アプリケーション・プログラム・インターフェース (Application Program Interfaces: API)を通じてアクセスされ、活用される。

【駅におけるソーシャル・センシングの活用可能性】

- 精算：RFIDタグは駅での精算に広く用いられており、ほかの小売りにおいても利用が広がっている。また、携帯電話のようなデバイスにもRFID機能が搭載されてきている。今後10年の間には、生体認証による支払いも実現可能と考えられる。
- アクセス制限・セキュリティ：自動的な個人識別によって、駅における物理的な入場制限の削減が可能となり、ユーザビリティの向上とセキュリティの向上が同時に実現される。
- デザインの最適化：ソーシャル・センシングにより、ラッシュアワーや深夜、緊急避難時などに人々がどのように交通機関を利用しているのかをリアルタイムで測定することが可能となる。
- 友人探し・社会的仲介：会議のセッティングからビジネス・ネットワークの構築まで、多様なソーシャル・ネットワークが交通機関の中でも展開するようになる。Eric Paulosによる、“Familiar Stranger”（街中や電車内などで頻繁に出会うために顔は知っているが、直接コミュニケーションすることのない第三者同士）を結びつけるようなアプリケーションによって、新たな社会現象がもたらされる可能性がある。（※12）

3-2 拡張される現実(augmented reality)

拡張現実 (augmented reality: AR)とは、現実の世界とコンピュータによって生成された情報との統合を指すものである。目的は、目前にある状況に対してコンテキスト情報を提供することにある。情報は、その場にあるデータベースだけでなく、遠隔のデータベースからも引き出すことができる。これを正確に行うために、ARアプリケーションではセマコードのようなビジュアル・タグ、対象認識アルゴリズム、GPSなどのナビゲーション技術といった様々なポジショニング・メソッドが活用されている。

【駅におけるARの活用可能性】

- 道案内：ARアプリケーションを用いることにより、モバイル端末が都市に関する豊富な情報を提供する新たなインターフェースとなりつつある。Acrossair社が提供するiPhone用アプリ“Nearest Tube”は、ユーザーに最寄りの地下鉄の駅への行き方を知らせるもので、複

雑なロンドン地下鉄の利用者にとって便利なサービスとなっている。(※13)

- 発見：ローカル情報アプリ”Yelp’s Monocle”は、近隣のレストランの位置と利用客の評価情報を提供している。また、”WorkSnug”は、近隣のカフェについて、電源が使えるか、うるさくないか、といった情報や、過去の利用者によるレビューを提供し、オフィス外での仕事場を探すモバイルワーカーに活用されている。(※14)
- パーソナル・コンピューティングとコミュニケーション：モバイルのARは、携帯デバイスのインターフェイスの拡張に役立つと考えられている。MITメディアラボで開発された”SixthSense”は、スマートフォンとPC、小型の携帯プロジェクターを使って、仮想キーボードやテキスト情報、画像、動画などを、壁や手のひらなど、どこにでも映し出すことができる。(※15)
- 広告とパブリック・ディスプレイ：RFIDを用いてディスプレイに情報を表示する「Suicaポスター」同様、パブリックなARディスプレイは、オンデマンドのパーソナル情報の提供に活用できるだろう。
- 透明性：ARアプリケーションの多くが、空気の質など環境に関する情報をよりオープン化していくことを模索している。オーストリアに拠点を置くMobilizy社によって提案された「拡張現実マークアップ言語 (Augmented Reality Markup Language)」のように、ARデータを共有する取り組みによって、あらゆる種類のARマッシュアップがより一般化していくと考えられる。

3-3 リアルタイム・ウェブ

“Twitter”のような新しいプラットフォームにより、ウェブを通じて多数の人々が即時にコミュニケーションを行うことが可能になってきている。ウェブ・アナリストが次世代ウェブのトレンドを紹介するブログ“ReadWriteWeb”はリアルタイム・ウェブ (real-time web) を下記のように定義している。

「それは、ユーザーや彼らの使うソフトウェアが定期的にアップデート情報を収集するのでなく、可能な限り素早くユーザーに情報を送信することを基本とした仕組みである。(中略) 早さのメリットとしては、ユーザーの参加の向上や、サーバー負荷の削減などが挙げられる。(中略) リアルタイムの情報配信は、すべてのウェブサイトや情報サービスに要求されるユビキタス・サービスとなるだろう」(※16)

リアルタイム・ウェブは、個人や組織が発信したデータと、センサーやロボットによって生成された自動的なデータとを組み合わせたものである。リアルタイム・ウェブ上では、人と機械は同等

のピアとなる。

行政機関によるリアルタイム・ウェブの活用が進みつつある。今日多くの都市で、APIを用いて、人口動態や都市行政に関する過去の記録とリアルタイムのデータを組織化する仕組みの開発を進めている。これにより、第三者機関の開発者が市のデータを用いてユーザーに新たな価値をもたらすサービスを提供することが可能になっている。

【駅におけるリアルタイム・ウェブの活用可能性】

- クラウドソーシングによる運行情報サービス：公共交通機関の情報サービスの多くでは、実際の運行状況ではなく、時刻表が用いられているのが現状である。これに対し、多くの都市で、利用者に対してリアルタイムで遅延情報を提供するサービスが確立され始めている。(※17)
- ブロードキャスティングでの警告と「ナッジ(nudges)」：リアルタイム・ウェブは、緊急事態や混乱に関する情報を安価かつ効率的に発信する上で有効な手段となる。また、行動経済学者が「ナッジ(nudges)」と呼ぶ現象（「肘で軽く相手をつつくように」適切な選択を促したり、危険を回避させたりするしぐさのこと）を通じて個人やグループの行動に影響を及ぼし、渋滞の軽減やリソースの適切な配分に向けた市場のコントロールなどに活用することができる。(※18)

3-4 すべてがプログラム化可能に

ウェブは急速な進化を遂げている。第一世代のウェブ技術が可能にしたのは、インタラクションの度合いが限られた、静的なドキュメントの公開だった。これに対して、Tim O'Reillyが2006年に最初に説明した「Web2.0」は、複数の情報源と社会的なインタラクションのフレームワークによって、常に最新の、個々人に合った情報や経験を提供できるようにするものである。今日、我々はO'Reillyが“Web Squared”と称した状態（現実社会のセンサーデータを活かし、即時的に対処できる状態）を、まさに実現しつつある。(※19)

さらに、センサーが情報を読み取るだけでなく、アクティブに働きかけるようになったとしたら、何が起るだろうか。都市の環境を構成する様々な要素と、センシングとアクションの両方を行うデバイスとが組み合わせられたとき、我々は「プログラム化可能な都市」（ソフトウェアを用いて常に再構成することができる都市）の誕生を目撃することになる。

その機能は、単に既存のシステムを最適化することに留まらない。「プログラム化可能な都市」は、リアルタイム・ウェブと組み合わせることにより、インフラ・ネットワーク内、インフラ・ネットワーク間で形成される新たなつながりの層を持つことになる。「プログラム化可能性」は、都市をより

効率的で柔軟なものにするだけでなく、より面白く、魅力的なものにするのである。

【駅におけるプログラム活用可能性】

- 環境の再構成：建築物は利便性や効率性が高いだけでなく、よりダイナミックなものになる。
ソウルの「デジタル・メディア・シティ」（デジタル、メディア技術を複合的に導入した最先端都市として2010年完成予定）では、建物の外観にコンテキスト・アウェアなデジタル情報出力技術を適用することによって、ユーザーが自由にプログラムできる、新たな種類のメディア・リッチな場を実現できる。（※20）交通輸送空間においても、空気を暖めたり、冷やしたり、浄化したりするアクティブな壁面によって、自由に環境条件を変えることが可能になる。また自律型の乗り物が、複雑な環境を自らナビゲーションするようになる。
- アーバン・ダッシュボード（計器板）：大規模なセンサー・ネットワークと、進化したビジュアル解析ツールを用いて、建築物の経時変化をデジタル描写する「ビル情報モデル」を、都市レベルに拡大することが可能になる。MITが2006年に実施したプロジェクト“Real Time Rome”では、ローマ市内の携帯電話の利用状況やバス・タクシーのGPS情報を利用して、人々の往来を地図化する試みが行われた。このように、「アーバン・ダッシュボード」によって、都市で起きている変化をリアルタイムで観察できるようになり、それらを活用して都市を「プログラム」することが可能になる。
- インフラ・マッシュアップ：プログラムできる様々なコンポーネントがネットワーク上に載ることによって、それらはかつてない形で相互につながりを持つようになる。モノやデバイス、建築、環境などからセンサーで読みとったデータを活用し、リアルタイムでタグ付けや共有を行うウェブサービス“Pachube”は、センサーの“Youtube”といえるだろう。これを利用すれば誰もがセンサーからのフィード情報を共有することができ、いずれはこのデータを用いた新たなシステムが生まれると考えられる。このほか、“Arduino”のような、プログラミングに要するスクリプト言語なども兼ね備えたオープンソース・ハードウェアを活用するフレームワークが、徐々に一般化しつつある。

3-5 アバundant(abundant:豊かな)・コンピューティング

高性能なコンピュータ・アプリケーションは、大資本を有する企業や技術研究所に集中しているのが現状である。しかし今後10年の間には、モバイル端末や都市環境において、テラバイト規模のシミュレーションや先進的な視覚化を行うことができるようになる。

高性能なコンピュータはどこにでも存在し、我々の身体や、動植物、壁、家具、布地、衣服、薬、

工具、家庭用品、おもちゃなど、あらゆるものに埋め込まれるようになる。さらにこれらは、ネットワークを通じて、ソフトウェアを用いてアクセスすることができる。これにより、スーパー・コンピュータ能力を活用できるようになる。

【駅におけるアバダント・コンピューティングの活用可能性】

- 実体験型エンターテイメント：アバダント・コンピューティングにより、非常に臨場感のあるビデオやゲームが実現する。実体験型エンターテイメントは、今日音楽やゲームが携帯されているように、交通機関の中でも一般的に行われるようになる。
- マシン・ビジョン：人物を同定し、写真やビデオから行動を分析する能力が、公共空間での監視に活用される。
- テレ・プレゼンス：ブロードバンド・ネットワークにより、近距離・長距離ともに、よりリアリティーのあるコミュニケーションが可能になり、駅はそのハブとなり得る。
- 適応的なモビリティ：アバダント・コンピューティングにより、意思決定のあり方がより洗練される。例えば、日常生活から得られたデータをもとに、その人にとって最適な旅行計画を立てる、といったことが可能になる。



Future Vignettes

Ubicomp experiences in urban travel in 2020

The Commuter (London)

Blending reality for escape and relaxation

Instead of dull, drab Paddington Station, he moves through an Augmented Reality view of a space station.



The Cybernomad (Paris)

Transit system as workplace

She is a hyper-mobile worker, and the transit system does more than just transport her - it provides drop-in workspaces in stations and on trains.



A Foreign Visitor (Cairo)

Ubicomp makes travel seamless between cities

An elderly man in a strange new city is surrounded by layers of useful information from multiple sources, including the transit system himself. He uses a smart card from his home city to access services in the foreign city.

Schoolchildren (Hong Kong)

The city becomes a gameboard

Shooting video as part of a contest, a group of teens moves through the subway system. They are closely monitored through biometric sensing, to make sure they don't get into trouble.



4 未来の「スケッチ」

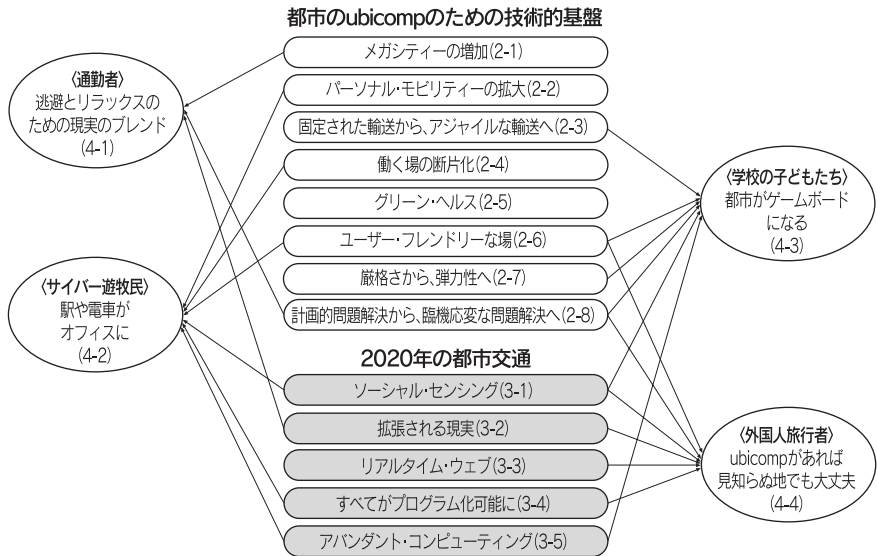
都市と技術に関するトレンドを統合し、未来に起こり得る経験について具体的に描写した「スケッチ」を用意した。これらのスケッチは、都市や技術がどのようにインタラクションして、日常のニーズに対する解決策を提示したり、既存の解決策を改善したりするのかを描いている。これらは、未来を具体的に予測することを目的としたものではなく、外部の力がどのように市場や技術、商品やサービスに影響を及ぼすのかを理解するための思考のツールである。

4-1 通勤者：逃避とリラックスのための現実のブレンド

家路に向かう通勤時間を、その日あった連絡を確認し、次の日のスケジュールを立てるためにあてている人は少なくない。だが、ケンにとっては、通勤時間は好きな音楽にどっぷり浸るため

4つの「スケッチ」に対応する都市・技術関連トレンド

(括弧内の数字は本レポート中の該当項目)



の時間である。

ロンドン地下鉄のベイカールー線に乗り換える前から、彼は「現実拡張ヘッドセット」を付けて、「『夢のような情景』アプリケーション」を立ち上げていた。これは、彼の周囲の情報を変換して画像化し、著名なメキシコ人作曲家による「宇宙音楽」サウンドトラックとともに鑑賞できる、というものだ。ケン、彼が17時47分発のオックスフォード行きではなく、火星に向かうロケットに乗り込んでいるところを想像しながら、それを楽しんでいる。乗換駅に着くと、プログラムは彼がスムーズに乗り換えできるよう誘導もしてくれる。

このように「拡張現実」を楽しんでいるケンだが、生体認証の技術には抵抗感を持っている。そのために、カードに定期的に現金をチャージしなければならないし、地下鉄や電車に乗るたびに生体認証を用いない特別な通路を通らなければならないにも関わらず、である(この通路は、EUの2016年の『バイオスキャンニングに関するオプトアウト指針』——個人は、その個人情報を企業が他の組織と共有することを拒否できるとする——に沿って設けられている)。しかし、それでも彼は、プライバシーの確保のためにはその方が良いと考えている。彼がそう考えるのは、友人が離婚調停で敗北したことがきっかけだ。生体認証によって交通機関の利用状況がトラッキングされ

て、ガールフレンドのところに通っていることがわかってはたまらない、と思っているのだ。

4-2 サイバー遊牧民 (cybernomad): 駅や電車がオフィスに

※ノマディック・コンピューティング＝移動しながら自由にネットワークを使うこと

スザヌは、仕事のために週に3日「オフィスにいる」必要がある。しかし彼女は、ミーティングから次のミーティングへと町中を走り回っている、実際には彼女がいるところはどこであれ、彼女の「オフィス」なのである。今日彼女は、同僚とのミーティングに向かう間に、クライアントとビデオ・カンファレンスを行っている。その会話は彼女が自宅のコンピュータを使って始めたものだが、駅に向かっている間は彼女の携帯デバイスで、電車の中では座席の後ろのディスプレイを用いて、というように、会話を途切れさせることなく移行することができる。パリ北駅の中に設けられたワーキング・サロンでは、より大きなスクリーンにつなぐことも可能である。

従来、パリ交通公団 (RATP) は、交通輸送システムの運営を担ってきた。しかし今日ではその役割を大きく拡大し、市の商業活動全般をサポートしている。多くの企業がバーチャルになり、市の知的産業は高度にモバイル化したフリーランスの労働者によって成り立っている。その中で交通公団も変化を迫られ、ITインフラを拡張し、新たなubicompプラットフォームを整備して、モバイルワーカーのスケジュールや旅程を把握している。これにより、デスクや会議室を必要とするときにスムーズに使うことができるようになっているのである。

今日パリ交通公団では、1500の新企業をサポートしている。効率的な空間利用と通勤の削減は、毎年1300万トンのCO₂削減に相当するとされて、歳入の拡大と多様化にも寄与している。

4-3 学校の子どもたち: 都市がゲームボードになる

タイとジェイソン、デュアン の3人は、駅の外で行き交う人々から、キツコマンの最新ヒット作、醤油味のクッキーについての感想を聞き出そうと一生懸命だ。香港の誰もがこのクッキーを食べており、子どもたちは自分で撮影したビデオを送ると無料でクッキーがもらえるというゲームに夢中になっている。獲得ポイントが上がると、商品が中国のほかの地域で発売されたとき、自分たちの撮影したビデオが放映される可能性が高くなるという仕組みだ。

ビデオ撮影を終えると、子どもたちは電車に乗って帰途につく。駅に入ると、彼らの顔が自動的にスキャンされ、データベース上で彼らの社会的評価が参照される。ティーンエイジャーは車内で問題行動を起こすことが多いため、交通警察は過去の事件の経歴を見て、問題のあるグループは別々に乗車させるようにしている。友だちと一緒に電車に乗れることは、いわば子ども

たちが自分の手で獲得した特権なのである。

駅を通過するときには、デジタル・ディスプレイがセンシング技術を用いてメッセージを発信する。このメッセージは、個々の子どもに対して発信されるだけでなく、似通ったアイデンティティや好み、興味を持ったグループ全体に向けても発信される。

また、彼らが電車に乗ると、電車のドアに埋め込まれたセンサーが携帯電話に入った個人情報参照し、到着駅から自宅までの交通手段を自動的に手配するようになっている。しかし、この日はいつもとは違い、電車は途中の駅で停車した。車内の機器が警告音を発し、前方に発生した火事についてのニュースを知らせると、これに続いて振替バスについての情報が配信された。

4-4 外国人旅行者:ubicompがあれば見知らぬ地でも大丈夫

カイロに到着した旅客機の通路を歩きながら、ヨーゼフは戸惑っていた。ピラミッドを見るのは彼の一生の夢だったが、85歳となった今、旅行をするにはかなり無理がある。ハンガリー人の彼は、アラビア語はもちろんのこと、英語を話すことも読むこともできない。危険の多い混雑した町の中で、彼は孤独だった。

しかしありがたいことに、彼は空港でソニーの「ウォークマン2020」を借りることができた。それは、「拡張現実ヘッドセット」で、網膜ディスプレイやサラウンド音声、基本的な生体認証センサーを備えている。スイッチを入れると、彼の眼鏡に映った情報がワイヤレス接続でサーバー・クラウドに送られ、翻訳されて、ヘッドセットに表示される。駅の時刻表は、瞬間にアラビア語からハンガリー語に翻訳された。

かつて海外を旅行するときには、まず両替をして現地の通貨を得る必要があった。しかし、新たなグローバル・トランジット・ローミング・システムのもとでは、ヨーゼフがブダペストで使っている外口カードは、世界中のRFID2.0を用いたシステムで使うことができる。

市の中央駅に着くと、彼は眼鏡に表示された情報を確認し始めた。そこには様々な情報が映し出されている。

- 過去に訪れたハンガリー人が残したジオコード
- 彼のソーシャル・ネットワーク上で2〜4階層離れた関係にあり、今カイロを訪れている人に関連するリアルタイムのウェブ・アップデート情報(Twitter、Facebookなど)
- 駅が提供する公共情報、クラウドソーシングによる情報を翻訳したもの(例えば、どこでおいしいコーヒーを飲めるか、などの情報)
- 彼自身の関心に沿った、現地や地元ハンガリーの商品・サービスに関する広告情報(※21)

Strategic Impacts

A World of Many Tags

RFID will exist alongside other means of identification and payment

The Open Source City

Closed platforms will give way to open ecosystems and APIs

Blended Design: A New Profession

The rise of urban ubicomp will bring HCI and environmental design together, challenging industry to find design talent.

5 戦略的な問題

都市交通とユビキタス・コンピューティングの未来について理解する上で、注目すべき戦略的な問題について整理する。

5-1 タグに溢れた世界

今日RFIDは、交通機関利用の精算に最も広く活用されており、すべての利用者が持っている唯一のタグである。しかし、そこには限界もある。これらのタグは必ずしも個人のIDと結び付けられていない。また、シグナルやデータを発信できる携帯電話や、歩調などの身体的特徴を利用した生体認証技術など、ほかの種類のタグが急増してきている。

すべての種類のタグに有利な点と不利な点があり、今後10年間は、これらすべてをひとつの

場に取り入れる実験のための期間となるだろう。RFIDベースのシステムは拡大を続ける一方で、取引やユーザー・インタラクションに関連するほかの技術から影響を受けたり、競争したりすることになる。

今後は、交通機関の利用者の同定や取引に関わる新技術の動向、そして、それらが既存の支払いシステムとどのように統合していくのかに注目する必要がある。

5-2 オープンソース・シティー

RFIDベースの交通プラットフォームにおけるタグのコンポーネントは、今後変化していく可能性がある。このため、現状では交通機関の利用料金や小売りの支払いにのみ用いられているようなバックエンドの情報システムが、都市におけるubicompのより一般的なプラットフォームとなっていく可能性に注意を払う必要がある。この視点が重要なのは、オープンソース・アプローチ（プラグを差す要領で利用でき、複数のネットワークを活用し、ユーザーによる拡張性が高い、ボトムアップのアプローチ）のもとで、競合システムが構築されることが考えられるためである。

特に注目すべき戦略的問題は下記のようなものである。

- どうすれば、既存のシステムをより広い、潜在的なパートナーに対して開かれたものにしていただけるだろうか。既存のシステムは通常、高価なハードウェアや契約プロセスを要する。これに対して、“PayPal”や“Google Checkout”のようなインターネットベースの支払いシステムは、標準化されたAPIを用いて、何百万もの零細ビジネスの支払いを処理している。
- 革新的なエコシステムの形成を可能にするオープン・プラットフォームはどうデザインすれば良いだろうか。“iTunes Store”のような、モデルとなるものはあるだろうか。
- 交通輸送ネットワークを用いて、ほかにどのようなサービスを提供できるだろうか。例えば、交通や人の動き、その他の活動に関するリアルタイムのデータは、ほかのubicompサービスのインプットとして利用できるだろうか。

5-3 「ブレンドのデザイナー」という新たな専門職の登場

都市交通におけるユビキタス・コンピューティングの普及は、HCIデザインと環境デザインを密接に結びつけてきた。これらの領域が融合する中から新たに生まれつつある職業を、「ブレンドのデザイナー」と呼ぶことにする。それは、HCIデザインと環境デザイン、双方の領域における知的な伝統、および新たな技術を用いて、都市の抱える課題に対する解決策を見出す仕事である。

この新たな専門業務に対するニーズは様々である。第1に、マス・マーケットにおけるユビキタス・コンピューティングは、都市計画やデザインの根本をゆるがすものである。コンサルティング・エンジニアリング会社のArupのストラテジスト、Dan Hillが書いているように、「情報システムは、我々の現場での仕事の仕方を大いに変え始めている。これは、従来の都市計画のあり方への大きな挑戦を意味している。これまで都市計画において、人々の生活の仕方や、行動のあり方は、どの程度考慮されてきたらうか。何年後かに、ユビキタスの普及が進んだ都市の姿を想像し、描写することは、喫緊の課題となっているのである」(※22)

2つ目に、製品やサービスのイノベーションのためには、物理的環境に対してより洗練されたアプローチが求められる。例えば、Kevin Lynchによる都市の「イマジナビリティ (imageability: 想像可能性)」や、Weiserによる「カーム・コンピューティング (calm computing)」の概念をベースにubicompによる道案内アプリケーションのデザインを考えると、今日ある試作品のように、ファインダーに情報を表示するような露骨なものよりも、さらに巧妙な、さりげないものになるはずである。「フレンドのデザイナー」によるアプローチによって、新しい形のインタラクションを実現だけでなく、都市の抱える様々な課題を解決することが可能になるだろう。



【参考文献・ウェブサイト】

1. Weiser M and Brown J S. 1996. "The coming age of calm computing"
[<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm>]
2. Townsend A M. 2009. " 'Foreword' Handbook of Research on Urban Informatics:
The Practice and Promise of the Real-Time City". Foth M, ed. (IGI Global:Hershey,
Pennsylvania, USA)
3. Institute For The Future. "Blended Reality: Superstructing Reality, Superstructing Selves". Report
Number SR-1221.
4. <http://urbanomnibus.net/2009/06/work-and-the-open-source-city/>
5. <http://www.foursquare.com>
6. <http://www.youtube.com/watch?v=BUOHfVXkUaI>
7. <http://senseable.mit.edu/trashtrack/>
8. http://images.businessweek.com/ss/07/05/0514_futuretransit/index_01.htm
9. <http://blog.tstc.org/2009/03/13/back-to-the-future-us-transit-use-hit-50-year-high-in-2008/>
10. <http://www.fastcompany.com/blog/jamais-cascio/open-future/material-issue>
11. <http://www.iftf.org/health>
12. <http://www.paulos.net/research/intel/familiarstranger/index.htm>
13. <http://www.acrossair.com/>
14. <http://worksug.com/>
15. <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>
16. http://www.readwriteweb.com/archives/top_5_web_trends_of_2009_the_real-time_web.php
17. <http://www.clevercommute.com/>
18. Thaler R and Sunstein C . 2008. "Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth and Hap-
piness". (Penguin: New York)
19. http://assets.en.oreilly.com/1/event/28/web2009_websquared-whitepaper.pdf
20. <http://sap.mit.edu/resources/portfolio/seoul/>
21. <http://paidcontent.org/article/419-most-traffic-growth-to-uk-news-sites-is-coming-from-u.s/>
22. <http://www.cityofsound.com/blog/2008/02/the-street-as-p.html>