

Title	ユビキタスコンピューティングと地理的知性： 地理学とコンピュータサイエンスの新たなる境界領域の展望
Sub Title	On ubiquitous computing and geographical intelligences
Author	武山, 政直(Takeyama, Masanao)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2007
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 社会科学 (The Hiyoshi review of the social sciences). No.18 (2007.) ,p.15- 37
JaLC DOI	
Abstract	本稿は、筆者が近年取り組んできた環境依存型ICTサービスの試行評価や、それに関連する技術やサービスの動向を参照しつつ、ユビキタスコンピューティング技術を基盤とする社会の実現に資する地理学的研究の方向性を展望した。特に、情報メディアやサービスの特定の場所への立地、テレプレゼンス環境における場所の認知や感覚、ユビキタス都市における人間の空間行動の3つの側面に焦点を当てて考察し、主要な研究課題とその意義を提示した。また、そのようなICT分野と地理学の領域横断的研究の推進にあたり、両分野に共通の概念枠組を構築する必要性を説き、さらに現在政府主導で進められているu-Japan政策への提言を行った。
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10425830-20080331-0015

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

ユビキタスコンピューティングと地理的知性

——地理学とコンピュータサイエンスの新たなる境界領域の展望——

武 山 政 直

概要

本稿は、筆者が近年取り組んできた環境依存型 ICT サービスの試行評価や、それに関連する技術やサービスの動向を参照しつつ、ユビキタスコンピューティング技術を基盤とする社会の実現に資する地理学的研究の方向性を展望した。特に、情報メディアやサービスの特定の場所への立地、テレプレゼンス環境における場所の認知や感覚、ユビキタス都市における人間の空間行動の3つの側面に焦点を当てて考察し、主要な研究課題とその意義を提示した。また、そのような ICT 分野と地理学の領域横断的研究の推進にあたり、両分野に共通の概念枠組を構築する必要性を説き、さらに現在政府主導で進められている u-Japan 政策への提言を行った。

1. 問題意識

21世紀に入り、ユビキタスコンピューティングは ICT（情報通信技術）の今後の発展の方向性を示す一つの中心的パラダイムとなっている。我が国においても、2001年に始まる政府主導の e-Japan 戦略（e は electronic を表わす）がブロードバンドの普及において成果を挙げたことを引き継ぎ、新たに2005年から、ブロードバンドネットワーク環境のユビキタスネットワーク環境への移行、そしてそれによる社会課題の解決を目標とする u-Japan 政策（u は ubiquitous を表わす）が推進されている（総務省 2006a）。このように、国家的情報通信政策の基盤としても位置付けられているユビキタスコンピューティング技術であるが、ブロードバンドネットワークの普及という、

比較的分かりやすい e-Japan の目標に比べ、u-Japan の目指す内容は、必ずしも具体的に理解しやすい姿として描かれているとは言えない。

ユビキタス (ubiquitous) という言葉は、ラテン語に語源を持ち、日本語に直訳すると「遍在する」という意味となるため、多くのマスメディアによって「コンピュータやネットワークが、いつでも、どこでも使えるようになること」といった意味でとり上げられ、一般的な認識として広まった。政府の u-Japan 政策の説明文においても、ユビキタスネットワークを「ネットワークが生活の隅々にまで融け込む草の根のような ICT 環境」ととらえており (総務省 2006b)、さらに今後実現すべきユビキタス社会の目標については、「いつでも、誰でも、どこでも IT の恩恵を実感できる社会」の実現と謳っている (総務省 2006c)。しかし、ユビキタスという言葉が計算機科学の分野で用いられるようになった背景に照らし合わせてみると、「いつでも、どこでも」を強調する理解は完全に誤りとは言えないものの、当初の理念とは異なるものであることがわかる (石井 2002)。

ユビキタスコンピューティングのパラダイムの中心にあるのは、決してコンピュータの偏在化ではなく、むしろコンピュータと人間の関わり方に関する大きな設計思想の転換にある。メインフレームにせよ、パーソナルコンピュータにせよ、20世紀後半に発展したコンピューティング技術の前提となっているのは、常に人間がコンピュータの存在を意識して、それと直接的に対話しながら作業を行うという姿である。ここでは、どこでコンピュータを利用するかといった状況はコンピューティングにとっては一切関係なく、設計上考慮されるのはマン・マシンの関係に限定されている。これに対して、ユビキタスコンピューティングの提唱者たちは、コンピュータを人間がその存在をほとんど意識しない姿で道具や建物などの物的な生活環境に組み込むことで、人間の注意を、コンピュータにではなく、物や人を含む環境との関わりの方に向けさせるべきと考える。ユビキタスの父とされるマークワイザーが指摘するように、バーチャルリアリティーが、物的な現実世界をコンピュータの中にシミュレートし、人間の意識や感覚を完全にその中に没入させようとするのとはちょうど対照的に、ユビキタスコンピューティングは、バーチャルなデータ処理の世界を物的な現実世界の中に持ち込み、人々を具現化されたバーチャル世界 (embodied virtuality) と相互作用させようと試みるのである (Weiser 1991)。

コンピューティングの技術と現実世界の諸環境への統合によって新たに切り開かれ

るのが、環境と人間との関わりを考慮した情報技術の利用である。そのような環境依存型コンピューティングの特性は、一般にコンテキストウェアネス（context awareness）と呼ばれるが、利用される環境の違いを考慮しない20世紀的コンピューティングパラダイムとの大きな違いを示している（Shilit et al. 1994）。コンテキストウェアネスにとって特に重要となるのが、その計算機構ないしそれが組み込まれた物体が存在する場所や位置の情報の認識であり、それによって、その場所や空間の状況に応じた情報やサービスの提供が可能となる。そして場所や空間の特性に応じた作動を起こすコンピューティングシステムの実装には、測位や位置認識を行う GPS や RFID タグなどの技術が不可欠であり、それらの技術の発展やその応用領域の拡がり は近年速度を増している。

したがって、本来のユビキタスコンピューティングの思想や目標に基づくならば、ユビキタス政策は、「いつでも、誰でも、どこでも ICT の恩恵を実感できる社会」ではなく、むしろ「その場所や空間（および時間や利用者）の特性に応じたサービスを、ICT の存在を意識せずとも享受できる社会」の実現を目指すべきと考えられる。このような目標の設定は、自ずと、ユビキタスコンピューティングの技術者や研究者に、人間と場所や環境との関わりについての知見を要求する。同時に、空間の設計に携わる様々な主体、都市や地域を対象とする研究者や実務家も、来るべきユビキタスネットワーク社会の創造を技術者にゆだねるのでなく、その取り組みに積極的に参画していく責務が生じる。人々が場所に応じて求める情報やサービスとはいかなるものか、またそのような機能をユビキタスな生活環境が実行することで、人々の場所に対する意識や生活行動、またその場所の在り方自体がいかなる影響を受けるのか。そのような問いに取り組んでいく上で、人々の暮らしと諸環境との関わりを対象とする地理学的研究分野の貢献の余地は少なくない。ところが、現在の地理学においては、GIS（Geographical Information Systems）などの空間情報の分析手段としての情報技術の研究は盛んであるのに対して、インターネットをはじめとする ICT の普及と、都市空間や都市社会の関係についての調査や分析は一部の研究に限られている（Graham ed. 2003, Graham 2001, Adams 1998, Batty 1997, Graham and Marvin 1996）。今後ユビキタスコンピューティングの技術開発やその適用に地理学的な問いを投げかけ、その分野の知見を応用していくことは、地理学自体の学問的發展に資するとともに、情報技術を組み入れた生活環境の設計や、その上に築かれる社会や経済の政策立案に寄与す

るものとなるだろう。

本稿は、地理学的研究分野と、ユビキタスコンピューティング分野の学術的な橋渡しを行うべく、筆者が近年取り組んできた環境依存的な ICT サービスの試行評価の成果や、関連する技術やサービスの動向を事例として参照しつつ、今後のより望ましいユビキタス社会の実現に資する地理学的な研究の方向性を展望する。

ユビキタス環境を地理学的に探究していくにあたり、様々な視点を定めることが可能であるが、本稿では、特に、情報メディアやサービスの特定の場所への立地、テレプレゼンス環境における場所の認知や感覚、ユビキタス都市における人間の空間行動の3つの側面に注目する。まず第2章では、情報メディアやそれによって提供される情報やサービスが特定の場所や地域と結びつくことの意義や影響について、視聴エリアを限定したワンセグ放送サービスを事例として、立地論的な観点から検討を行う。続く第3章において、遠隔のライブ映像コミュニケーション手段が生活環境に浸透することによって、テレプレゼンスとプレゼンスが組み合わさった、新しい人間と場所との関係が生まれつつあることに注目し、そのような事態を、場所の認知や場所の感覚の変容という観点から考察する。さらに第4章では、都市内の人間の移動を、情報のハイパーリンクを辿る行為と結びつける GPS や2次元バーコード等の技術を題材として、情報ネットワークに媒介された空間行動の特性、それを踏まえた都市デザインの在り方や、そこから生み出される産業やそれに関連する研究課題について検討を行う。これらの考察に基づいて、第5章では、ユビキタス社会の地理学とも呼べる、分野横断的研究を進める上で必要となる概念枠組の構築について問題提起を行い、さらに来るべきユビキタス社会の実現に向けた政策課題について、特に産業振興の観点からの指針を示す。

2. 情報とメディアの立地便益

2-1 場所依存型の情報メディア

一般に、情報やメッセージは、それが特定の空間で受け取られることを想定するかしないか、そして特定の時間において利用されることを想定するかしないかによって、図1に示されるような4つのタイプに分類することができる (Mitchell 2003)。この図に当てはめると、現在のインターネットのウェブサイトは、過去の一般的な史実や学

術的な知識に関する記載など、空間的にも、時間的にもアクセスを限定しないタイプの情報、そして、スポーツの中継や、株価情報を伝えるサイト、ニュースサイトや個人のブログなど、場所には依存しないものの、同期性や速報性を重視した情報で占められていることがわかる。

一方、古代の洞窟の壁画や石碑に始まり、中世の教会の壁画、さらに今日の都市空間のいたるところで見られる標識や広告などは、特定の場所に設置されることで価値を持つメッセージを伝達する役割を持つ。また、サイレンや警報、商業店舗内での時間限定のディスカウントセールのご案内などは、場所だけでなく、伝達のタイミングもが意味を持つ情報である。ユビキタスコンピューティング技術も、特定の場所や、特定の場所とタイミングが意味を持つ、様々な情報やサービスを提供する環境依存型のメディアの設計に関わるものである。そこには、人々とそれらのメディアの相互作用、メディアを媒介とした遠隔の物や場所、人間、そしてデータベースやプログラムとの相互作用など、従来の環境依存型メディアには実現できなかった要素も新たに加わることになる。

そのような機能を実現する環境依存型メディアの代表的なものとして、携帯電話とデジタルサイネージメディアが挙げられる。携帯電話からアクセスされるインターネットの情報の多くは、いまだ空間的に限定されないものがほとんどであるが、その基地局情報からエリアを割り出す方式や、2007年より携帯電話に装備が義務付けられたGPSによる測位方式によって、場所に応じた様々な情報サービスの提供も始まりつつある。また、通信と放送の融合化の流れの中で、我が国では地上波デジタル放送を携帯電話端末で受信するワンセグ放送のサービスが2006年より開始されており、現在は

(時間)

		依存	非依存
(空間)	依存	エリア内の警報 特売開始の合図	店舗の看板 交通標識
	非依存	スポーツ試合結果 株式速報	学術的知識 歴史的出来事

図1 時空間的文脈依存性による情報の分類

受信範囲を、アンテナから半径数メートルから数百メートルといったエリアに限定する方式も検討されている。このような狭域ワンセグ放送も場所依存型の情報メディアと考えられる。デジタルサイネージは OOH (Out of Home) メディアとも呼ばれることがあり、公共空間や商業施設内に設置される電子広告ディスプレイ等を指すが、そのようなディスプレイが高速デジタル回線でインターネットとつながり、また無線や IC タグを利用して携帯電話と通信できるようにもなっている。

2-2 大学キャンパス限定ワンセグ放送サービスの試行

ユビキタス技術の重要な特性である、場所依存型の情報提供の意義と、その実用の可能性を探るため、慶應義塾大学デジタルメディアコンテンツ統合研究機構と経済学部武山研究室は、2007年4月に、横浜市港北区にある慶應義塾大学の日吉キャンパス内において、大学キャンパスワンセグ放送のサービス試行を実施した(慶應義塾大学2007)。その内容は、地上派デジタルのワンセグ放送の視聴エリアを大学キャンパス構内の特定エリア(中庭と、食道棟1階周辺)に限定し、それらの場所に滞在する学生たちに向けて、試作された複数の番組を放映し、その視聴の印象やメディアに対する期待や提案について調査するというものである(図2)。このような視聴エリア限定型のワンセグ放送サービスは、2007年9月現在においてはまだ実用化されておらず、この試みも将来の実用化に向けた試験的な位置付けで実施された。ワンセグ放送の番組は、すべて映像(音声も含む)とデータの2つのパートによって構成されるが、例えば、キャンパス周辺の飲食店を紹介する番組では、映像部分に店内の様子をムービーで表示しつつ、データ部分にその店舗の場所や営業時間などを文字情報で提示している。その他の番組については、キャンパス内の施設の利用方法を説明するもの、大学生協で売られている人気の商品を紹介するもの、卒業生のOBやOGからのメッセージを伝えるものなど、いずれも学生のキャンパス内あるいは周辺での生活に関わるものとなっている。また放映した番組には、遠隔のキャンパスからのライブ中継も含まれており、神奈川県藤沢市に立地する、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)内に設置されたライブカメラの映像を放映した。これはキャンパス間の専用回線によってSFCで撮影された映像をIPのデータとして送信し、そのデータを日吉キャンパスにおいてワンセグ用の信号に変換して放送するという技術を利用している(久松・武山・杉浦2007)。

ユビキタスコンピューティングと地理的知性



図2 キャンパスワンセグ放送の受信画面（左）と放送エリア

キャンパスワンセグ放送のサービストライアルを通じて、場所依存型メディアによる情報提供が、その情報の受容者にとって価値をもたらす条件についての知見が得られた。このプロジェクトで試験的に放送された番組は、いずれも日吉キャンパスに通う学生を対象として制作したものであったが、同じキャンパスで時間を過ごす学生たちの間にも様々な興味関心があり、個人の興味関心との強い関連付けが無い限り、自ら携帯電話のワンセグ放送のアプリケーションを起動して、その番組の視聴を始めるまでの動機づけが起こらないという傾向が明らかになった。特に今日の大学生たちにとって、携帯電話は、個人の興味関心や都合に合わせて情報を得るメディアであるとの認識が強く、単に場所に関連する情報提供を行うだけでは、その関心を十分に引き寄せることができないということを示している。

携帯電話のワンセグ放送に限らず、場所依存型情報サービスが人々の利用を促すような動機を生み出す方法として、少なくとも三通りの可能性が考えられる。その第一は、個人の興味関心を何らかの方法で事前に取得し、それに応じて個別的に情報を提供していく方法である。これはその人物の過去の携帯電話の利用履歴やその他の方法によって得られた個人情報を利用するものであり、すでにそのような手法は一部の携帯電話のサービスにおいて実用されつつある。次に考えられるのが、興味関心を同じくするような人々が集まっている場所やエリアに向けて、情報やサービスの提供を行っていく方法である。大学のキャンパスであれば、授業を行っている教室、サークルの部室などであり、都市においては、イベント会場、商店街などの空間がそれに当たる。例えば、授業中には、授業の中で登場する用語の解説をデータ放送によって提供する、授業内容に関する簡単なクイズや出席状況を確認するなどが考えられる。また

ファッションショーのイベント会場で、モデルが着用しているドレスを、観客がその場から携帯電話を利用してオンラインの電子商取引（E-コマース）サイトで購入するという新たな商品プロモーションとネット販売を融合させる手法も登場しているが、これも興味関心が明確な場所の特性を生かした情報サービスの一例である。そして、第三の方法は、携帯電話の利用を前提としたライブ性のある新たなエリア型イベントを実施し、その中に人々を参加者として巻き込み、興味関心を共有する人々の集積を人工的に作り出していくというものである。例えば、近年 GPS 機能を利用して都市空間の中を歩きまわりながら遊ぶようなパーベイシブゲーム（pervasive game）と呼ばれる分野も登場してきているが（Maerkurth et al. 2005）、そのような都市空間を利用したエンターテインメントは、メディアが無ければ発生し得なかった興味関心を臨時的にその場に生み出す手法といえる。

2-3 興味関心の地理

前節にも示されたように、今後のユビキタス都市環境では、施設や都市空間の中で人々の興味関心がどのように空間的かつ時間的に分布しており、それが時間の経過やメディアの介入によってどのように影響を受け、変化するのかといった問題が重要になる。そのことは、人々が暮らす地表を、興味のフィールドないし関心のランドスケープとしてとらえていくことを意味するが、場所や環境に結び付けられる情報メディアや、それを通じて提供されるコンテンツやサービスの立地上の便益は、そのようなフィールドやランドスケープの中で決定されると考えられる。地理学的な問題提起としては、人々の興味関心の空間分布を様々な時間の範囲でとらえ、その集積や分散の傾向を分析していくとともに、その知見をもとに、新たなメディアやコンテンツ、サービスの適切な時空間配置を導きたすといった、ユビキタス時代のエリアマーケティングへの応用を視野に入れた研究も期待される。また地域内にメディアや情報サービスを立地させることによる価値形成について検討するということは、自ずと、そのメディアや情報のフィルターを通して、場所や地域の持つ特性や、文化的、経済的資源の再認識を促すことにもなる。すなわち、ユビキタス時代の地域性という観点からの研究テーマもそこから生まれてくる。

3. テレプレゼンスの空間浸入と場所感覚の変容

3-1 プレゼンスとテレプレゼンスの融合

テレコミュニケーション技術の発達と普及により、経済や政治、文化や宗教、ボランティアなど、様々な社会的活動が特定の場所との結びつきを越えたグローバルなネットワークの繋がりの中で展開するようになってきている。社会学者のギデンスは、そのような事態を time-space distancing と呼び、さらに物理的に目の前にいない (absent) 他者との距離を隔てた相互作用が強まることで、人間どうしの社会的関係性をもっぱらデータの交換を中心とした抽象的空間の中で起こることとなり、その結果として場所の持つローカルな文脈から次第に切り離されていく (disembedding) と指摘している (Giddens 1984, 1990)。マルクス主義地理学者のハーヴェイは、さらに、そのような変化は資本循環過程の高速化と拡大化の論理に基づく時空間の縮約 (time-space compression) から必然的に発生するものであるとし、資本主義市場経済の発展と情報通信技術の発展とを結び付ける分析を行っている (Harvey 1990)。

確かに、グローバル化の進行にともなって、場所の文脈から切り離されたサイバースペースにおける経済社会活動はますます活発化しており、その傾向は今後も強まるものと予想される。しかし、その一方で、ユビキタスコンピューティングの発展は、サイバースペースの世界を再度ローカルな物理的・文化的環境に再統合 (re-embedding) するといった流れも起こし始めている。事実、有線・無線のインターネットのブロードバンド化が進むことにより、インターネットを利用して行う活動の質にも変化が現れている。その中でも、テレビ電話技術を利用したモバイルの双方向通信は、従来のいわゆるテレビ電話会議とは異なる様々な場面で遠隔の人や場所とを結びつける機会をもたらしした。そのような新しいテレビ電話の用途の中には、遠隔のオフィスと工場を定期的に映像回線でつなぐことで、それらの環境を視聴覚的に統合する、あるいは、遠隔の自然環境のライブ映像と音声を商業施設の中の壁面の高精細スクリーンとスピーカーに出力し、仮想的な景観を物的な環境の中に統合するといった事例が含まれる。すなわち、ユビキタス環境におけるテレビ電話の技術は、メッセージを交換するための会議の手段ではなく、バーチャルなテレプレゼンスを物質的なプレゼンスの中に組み入れていく、新たな空間的インフラストラクチャーとなる。

3-2 一人称的視界の遠隔共有

Takeyama (2005) は、携帯電話のテレビ電話機能を用いたダイナミックな遠隔的空間結合の方法として、通常のテレビ会議のように、それぞれの話者の顔を映像に映すのではなく、それぞれが自分の居場所で現在注目している対象や風景を映像に映す形態の活用を試みている。そこでは、特に、話者の一方が自ら注目する周囲の環境の対象をビデオ撮影し、その映像と音声を遠隔で視聴するもう一方の話者は、自らの周囲の映像は送らず、遠隔地の映像に関するコメントを音声で相手に送信するといった、非対称型の同期的追視体験 (Asymmetric Live Vicarious Vision, 以下 ALVV と省略) に焦点が当てられている (図3)。この状況は、映画の中で登場人物の置かれた様子を1人称の視座からのカメラの撮像で表現する場合に類似しているが、ALVV ではその登場人物とライブで対話するという点が、映画の鑑賞状況との大きな違いとなっている。つまり、そこでは、ある人物の一人称的な視界をもう一人の別の人物が遠隔で共有し、その視界を両者の共通の参照点として会話が進行する。

そのような形態のモバイルのテレビ電話の現実的な応用としては、ショッピングや観光などで、現地から遠隔の知人の参加を呼びかけるといった場面が考えられる。また、建設現場、災害現場で働く人々の遠隔地からの作業支援や、戦時状況における遠隔地からの前線活動支援などで、同様の技術の応用がすでに試みられている。さらに、これらに加え、ALVV の同期的かつ追体験的な視聴覚コミュニケーションは、個人の生活環境の認知に関する評価や解釈の手段としても有効であることが示されている (Takeyama 2005)。従来の環境認知や景観認知の調査においては、主に質問紙やインタビューによる事後的評価法が用いられていたが、ALVV の技術を用いることで、現場で調査対象者が撮影する映像を調査者と遠隔的に共有しつつ、その映像を参照しな

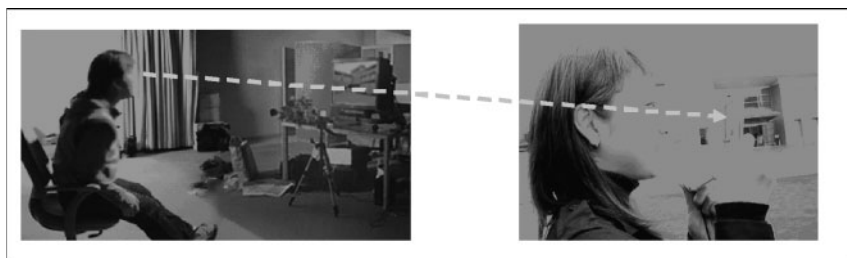


図3 携帯テレビ電話による同期的追視体験

がらインタラクティブにインタビューを実施できるようになる。それによって、調査対象者が記憶を辿り、環境に対するイメージを想起するといった負荷や、それによる評価バイアスを回避することができるとともに、調査者にとっても調査対象者の感覚や意味付けにより共感し易くなるといった利点が得られる。そのような調査手法は、日常的な文化的景観の読解 (Hayden 1995, Jackson 1984) や、ストリートや商業施設における広告の質的評価の手段としても応用が期待される。

3-3 変容する場所の感覚と概念

カメラとスクリーン、マイクとスピーカーが、ブロードバンドのネットワークを介して様々な物的環境の中に日常的に統合されていくことで、人々の場所の経験の在り方にも少なからず変化が表れてくると予想される。さらに、センサーネットワークの技術の利用により、今後は、遠隔の道具や施設の物理的動作までもが通信回線を通じて連動するようになり、場所と場所とのつながりは、映像や音声というモードだけでなく、明るさや動き、形状の変化といった環境情報を伝え合うようになる。実際に、人間の発話の速度などに応じて実内の照明を自動的に変化させる、あるいは人間が椅子に腰かけている状態をセンシングして、遠隔の椅子の形状を変化させるというように、ユビキタスコンピューティング技術のインテリアデザインへの応用も行われている (Ueki and Inakage 2004)。我が国は急速な少子高齢社会に向かっており、また女性の社会進出も影響して、単身世帯が増加傾向にある。近隣世帯どうしの地域的コミュニケーションも重要であるが、それに加えて、遠隔の知人の住宅どうしを縁側のように映像音声回線やインテリアのネットワークで結合する可能性も検討していく必要があるだろう。

また、そのような技術の実用化は、地理学に対して新たな問いをもたらす。遠隔の環境と情報ネットワークを通じて統合された場所での生活や活動が、はたして人々のそれぞれの場所に対する意味付けや感覚にいかなる影響を及ぼすのか。また他者の場所の体験の遠隔的共有や、他者の活動場面への遠隔的な介入といった事態は、場所や個人のアイデンティティの形成 (Tuan 1974)、パーソナルスペースのテリトリー形成やプライバシーの感覚にどのように関わるのか (Hall 1966)。ユビキタス環境においては、そのような新たな場所の認知や経験の特性に関しても考察がなされなければならない。Takeyama (2001) は、場所の物理的、社会的特性から切り離された、サイバ

ースペース上での遠隔地間の空間的活動統合に対比させ、場所の持つ固有の状況や、そこで活動する人々と場所との関わりを反映しつつ、同時に遠隔地のそれをも巻き込んで展開する活動の環境を、ハイパープレイス（hyper-place）という概念でとらえている。サイバースペースは、従来のコンピューティング技術のアプローチを受けて、コンピュータの中に現実世界をシミュレートし、あるいはそれを代替していこうとする動機によって形成され、成長している。ハイパープレイスは、ユビキタスコンピューティングの理念と技術を基盤として誕生してくる新たな空間の枠組みとして、地理学が伝統的に探究し続けてきた場所性の概念の拡張を迫るものであり、その概念のさらなる精緻化が今後の課題である

4. ユビキタス都市の空間行動と機能配置

4-1 ユビキタス都市のアフォーダンス

場所に紐づけられたメディアによる情報やサービスの提供は、その場に居合わせた人々に利用され、消費されるのだが、そのようなローカライズされた情報は、さらにそれらの人々を次なる場所へ向かわせるような行動を喚起する。都市における人間の空間行動は、都市に持つ物理的構造や景観、さらにサインや広告などのシンボルの助けによって導かれており、逆にそのような設計の失敗は、都市で暮らす人々を困惑させ、行動を困難にするだけでなく、災害時の2次の事故の発生といった問題をも引き起こす結果となる。かつて都市計画研究者のケヴィン・リンチは、都市空間における行動のし易さを、都市のイメージし易さ（imageability）や分かり易さ（legibility）という概念でとらえ、ノードやパス、ランドマークやディストリクト、エッジといった多くの人々に共通する特性を抽出し、実際の都市に関してそれらを客観的に評価する手法を構築した。リンチによって導入された方法は、今日においても、都市計画や行動地理の研究に受け継がれている（Lynch 1969, 岡本 2000）。

ユビキタスコンピューティング技術が都市空間に浸透することにより、都市はそれまでの物理的な特性に加え、新たに情報的な相互作用やコミュニケーションによって人々の行動を誘発し、誘導するようになっていく。つまり、都市空間の持つ物理的なアフォーダンスの上に、コンピューティング技術によって生み出される情報的なアフォーダンスが重ね合わせられ、その結果として人々の空間行動を大きく変えていく可能

性が生まれてくる (Gibson 1979, Norman 1988)。そのような考えを検討するため、以下では、武山・岑 (2007) を参照しつつ、筆者らがプロトタイプ開発し、運用した空間ハイパーリングによる都市回遊支援のサービスを事例として、ユビキタス都市における空間行動の特性や、都市空間デザインの問題について考察を行う。

4-2 「ロジナビ」の試行

慶應義塾大学経済学部武山研究室では、2005年10月に開催された都市回遊型アートイベント「セントラルイースト東京2005 (以下 CET05)」における公式ナビゲーションサービスとして「ロジナビ」を企画設計し、その運用を実施した。CET05は、東京都内の空き物件や空きスペースを様々なアーティストに期間限定ギャラリーとして提供し、街全体をアートミュージアム化することで地域に対して老朽化した都市ストックの再生を促すイベントで、中央区、千代田区、台東区を中心に39地点の77箇所展览展示会場を設けて実施された。本サービス開発の動機は、展示に利用されるオフィスや住居用ビルが各地に分散しており、またその多くが入り組んだ細い路地に面して立地しているため、GPS 機能付き携帯電話による歩行者ナビゲーションの利用が有効であると期待されたことにある。

ロジナビは、そのような展示会場への歩行者ナビゲーションに加え、展示内容を紹介する情報と、訪れた展示会場から近隣の展示会場を検索する機能を統合したウェブサイト、さらにそのサイトにアクセスするための QR コード (二次元バーコード) のインターフェイスによって構成されている。ロジナビの利用に際し、利用者はイベント用に配布される紙のガイド、そして各展示会場の建物の入口付近に貼られたポスター上に掲載されている QR コードを携帯電話端末で読み取ってウェブサイトアクセスする (図4)。ウェブサイト上の展示会場の情報を閲覧した後に、その場所を目的地に設定した歩行者ナビゲーション機能を起動することができ、さらにその会場の近隣にある他の展示会場の情報を検索することもできる。このようなロジナビの機能を利用して、イベント参加者は、都市に点在する展示会場を迷うことなく巡回できるようになる。また、展示会場の情報メニューの中には、展示内容へのコメントや感想が携帯電話から閲覧・投稿できるコーナーも設けられているが、そこに書き込まれた訪問者の情報が、さらに他のイベント訪問者の関心を惹きつけ、その場へ訪れようとする動機付けを起こさせる効果がある。



図4 建物のポスターに掲載された2次元コードを読み取る様子

4-3 都市のネットワーク的回遊と機能配置

このようなロジナビのシステム構成の特徴から、ユビキタスコンピュータとネットワークの技術が埋め込まれた、将来の都市における人々の行動のイメージを描くことができるが、その基盤となるのが、情報や知識、関心のネットワーク構造と人間の都市内の空間行動との密接な連関である。ロジナビでは、位置情報とQRコードを用いることで、インターネットの複数のウェブサイト間のネットワーク構造と都市空間における場所どうしのネットワーク構造（移動パス）とを、数学的同型性(isomorphism)を保持しつつ対応づけた(図5)。ロジナビでは、あくまで距離の近さという関係によってサイトどうしが関連づけられているが、実際には、その他の様々な意味付けや関連付けによって、都市に立地する遠隔の場所どうしの移動を誘発していくことも可能である。インターネットでは、関連するウェブサイトの所有者どうしが、互いのサイトにリンク付けを行うといったことがよくみられるが、これと同様にモバイルのナビゲーション用サイトでも、例えば、互いに取引関係のある商業店舗どうしがリンクをする、あるいは、都市のある店舗から、その店舗を訪れた人が次に最も多く訪れた場所へリンクを示して向かわせるなどといった設計を施すことが考えられる。特にロジナビのような都市回遊型のイベントでの使用であれば、テーマ別にいくつかの巡回コースを設定し、それに応じた場所や情報のリンクづけをすることも有効であろう。インターネットでは、リンクを結んだウェブサイトどうしの中で、互いのアクセス頻度が高まる外部効果が得られる場合があるが、それと同様に、物理的な施設の間の移動を促す誘導のハイパーリンクをうまく構築することで、それらの

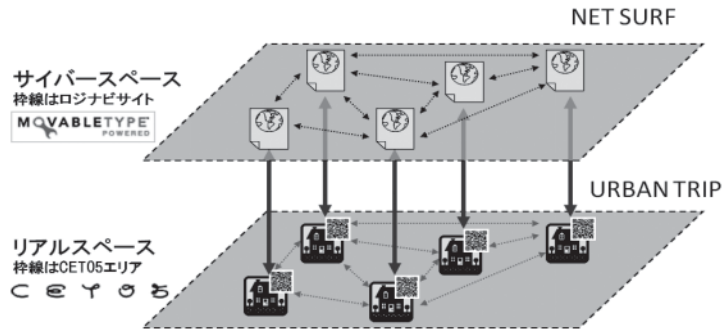


図5 空間的ハイパーリンクによる回遊ナビゲーション

施設どうしのつながりの強化や、集客の増大をねらうことも期待できる。

都市内の人々の空間行動、特にパーソントリップに対して情報技術がインタラクティブに介入できるということは、一方で、都市の施設や諸機能の空間配置の問題を検討する条件を変えることにもなる。武山・岑（2007）にも指摘されているように、わが国の都市の場合、他の先進諸国の都市と同様、都市づくりの今日的課題は都市化による規模的成長から、より質的な意味において豊かで持続可能な都市の発展へと大きくシフトしている。コンパクトシティの考え方に代表されるように、そのような発展のシナリオは、都市の規模および密度を適切なサイズに保つとともに、その内部には明確な用途区分を行わず、むしろ住居、商業、業務の諸機能を混在させ、徒歩あるいは身近な公共交通手段による近距離の回遊によって日常生活を実現し、それを通じて域内の相互交流をはかり、同時に治安や環境を維持していこうとするものである（海道 2001）。アートイベントにおいてロジナビのシステムが実現したように、情報通信技術が徒歩や公共交通による人々の回遊行動を触発し、またそれを意味づけ、支援するように利用されることは、都市内に分散的に配置されたストックや、関わりのなかった施設や地域どうしを、情報や人の活発な流れによって有機的に結びつける効果をもたらす。そのような地域的な回遊連携のネットワークを前提とした都市設計のアプローチは、コンパクトシティの考え方にも通じるものであり、また人口増大や大規模都市機能集積、センターやゾーンによる都市開発といった従来の都市成長政策とは異なる都市活性の発想をもたらす。すなわち、それはこれまでのストックを中心とする地域活性モデルから、都市社会学者のカステルが指摘するような、フローを中心とした地域活性モデルへの移行を促すものとなる（Castells 1989）。

4-4 都市回遊の文化地理

第2章で、場所に依存した情報やサービスの価値形成にとって、その場所を訪れる人々の興味関心を反映する、ないし呼び起こすことが重要であるとの指摘をしたが、さらに人間の空間的トリップの誘発にとっては、その場における興味関心から次なる興味関心への連続性、展開性、ストーリー性といった観点も必要になる。そのようなトリップのストーリーを、かつての旅行記や都市を舞台とした小説のように、新たなアーティストや作家が作品として提供することも想像できる。あるいは、今日もインターネット上のサイトに日々書き込まれているような、都市で暮らす人々の日常の多様なエピソードの集積から、位置情報も利用して街歩きのテーマが自動的に紡ぎだされていく可能性もある。いずれにせよ、ユビキタス都市は、新たな空間行動のストーリーを創作し、表現するメディアとなると同時に、それを身を持って体験し、演ずる舞台のようになっていこう。それは、また都市を基盤とする新しいコンテンツやエンターテインメント産業を生み出すことにも通じるものであり、その振興のための戦略が経済地理的観点から検討されるべきである。また地理学には、小説などの文学作品と地域の関係性をテーマとした文化地理学の業績もあり(杉浦 1992)、将来のユビキタス都市を文化的、歴史的に豊かなものとしていくためにも、行動地理学や都市地理学とともに、その分野の学術的な貢献が期待される。

5. ユビキタス都市の地理学と政策的課題

第2章から第4章において、ユビキタスコンピューティング技術の発展と普及からもたらされる人間と生活環境の関わりの変化について、その事態を理解するとともに、その動向を導くための地理学の問題提起を行った。本章では、まず5-1節において、それらの諸問題についての研究を進める上で必要となる、ユビキタスコンピューティングの研究分野と、地理学的な研究分野の連携を促す概念的枠組みの検討を行う。さらに、5-2節において、ユビキタス社会の実現に向けて、今後両分野が協力して解決すべき実際の政策課題に言及し、本稿を結ぶこととする。

5-1 地理的インテリジェンス

ユビキタスコンピューティング技術の研究と開発は、その理念上、それが組み込ま

れる物体や、場所や空間、そこで活動する人々の特性を考慮せざるを得ないことは、第1章において述べた。したがって、ユビキタス化される場所や空間の地理学的な探究と、ユビキタスコンピューティング技術の分野とは、研究の視座や枠組み、手法は大きく異なるものの、その対象には共通する部分も多く、両者の知見は密接に関わるものとなることが予想される。今後の両分野の連携を促進するにあたり、コンピューティングのパラダイムの中に場所や空間の特性を取り入れていくこと、あるいは場所や空間と人間の活動との関わりを、コンピューティングという考え方から捉えなおすことを通じて、両分野に共通の概念的枠組を構築することが望まれる。

そのような枠組の構築を進める上で、都市空間をひとつのコンピュータとしてとらえた概念化が有効である。しかし、これは単なるメタファーとしての類推ではなく、ユビキタスネットワーク社会に向かう今日、都市空間が実質的にコンピュータとして機能し始めている実態を把握し、理解するためのものである。すなわち、都市空間の各地で利用される携帯電話、屋内外に設置されたデジタルディスプレイ、鉄道やバスなどの交通機関や駅の改札やバス停に設置された情報端末、その他の施設や建物内に張り巡らされた情報通信ネットワーク、さらにそこで利用する機器に埋め込まれた計算機やセンサーなど、様々な場所にデジタルのデータが行き交っている。また、各所の環境や人々の活動からネットワークに情報が取り込まれ、データベースに蓄積され、処理され、その結果はふたたび様々な場所の物理的な環境の調整や、人々の行動の誘発や支援のために用いられる。したがって、都市は情報を閲覧するディスプレイであると同時に、インタラクティブなコンテンツを再生するプレイヤーであり、また人間や企業組織の行動や活動を支援・遂行するインターフェイスであると同時に、様々な都市機能を動かすプログラムを走らせるオペレーティングシステムなのである。

ここで注意が必要なのが、そのような都市的コンピューティングの世界観の中における人間の位置づけである。もし人間を都市に命令を与えるプログラマー、あるいはその計算結果を利用する都市コンピュータのユーザとして位置づけるのだとすると、それはユビキタス以前のコンピューティングの考え方に類似したものとなる。しかし、ユビキタスコンピューティングの理念、そして科学技術を人間的なものと非人間的なもの集合体 (collectives of human and nonhuman) として理解する1980年代以降の科学社会学の議論を踏襲するのであれば、人間や社会による認知や行動もまた、技術や物的な都市環境と同様に、都市的コンピューティングに参加するアクターとして理解

すべきと考えられる (Latour 1999, Callon 2004)。例えば、自分の欲しい商品を買っている店舗を探して、そこで買い求めるといった一連の空間行動も、都市コンピューティングの過程として理解することができる。どこでその商品が売られていて、どこが最も近く、あるいは安く買えるのか。そして、その場所にはどのようなルートで移動すれば、最も早く辿りつけるのか。そういった検討や判断を行い、その場所に到達し、目的の商品を購入することでその計算は完了する。事実、今日の消費者は、インターネットの検索サイトや、GPS 携帯電話の歩行者ナビゲーションサービスを利用することで、そのような計算を日常的に実行している。

Google や Amazon, Wikipedia といったサイトに代表されるように、近年のインターネットのウェブの技術は、利用者がネット上で交わす情報を巧みに取り込むことにより、コンピュータの機械的知性と人間の社会的知性との結合をもたらした。そのことは、それ以前のコンピューティング技術には実現できなかったような、グローバルでオープンな集合的知性 (collective intelligence) が発揮される場をもたらし、文化的な創作活動、学術的な知識創造、ソフトウェア開発やビジネスイノベーション、宗教的活動や政治的な社会運動にいたるまで、人類の問題解決や価値創造の方法に大きな変化をもたらしつつある (Lévy 1997, Benkler 2006)。その意味で、コンピュータはすでに四角く固い筐体の中から外へ出て、人間や社会との知的活動の協調関係を構築している。そのような社会的コンピューティング技術は、現在その次なる段階として、場所や空間といった物的環境に備わった能力と融合されつつある。それは、距離の隔たりを越え、グローバルなスケールで個人や組織の活動を瞬時に結び付ける技術と、ローカルで物的環境に埋め込まれた知識や活動との有機的な結合である。そのように、環境化するコンピュータ、そしてコンピュータ化する場所や空間、地域や都市の性質を探るにあたり、人々がその生活環境との関わりの中から生み出し、利用し続けてきた空間的秩序や地理的知性を、コンピューティングの観点から再認識、再評価し、コンピューティング技術の概念群と接合していく必要がある。情報アーキテクチャの研究者であるピーター・モービルは、ユビキタスコンピューティングの時代に、情報、物、人、場所など、対象が何であれ、何か必要とするものを探し出すという行為が、物理的な世界と情報的な世界が錯綜する空間の中で実施されるようになっていく状況をとらえ、それをアンビエント・ファインダビリティ (ambient findability) という包括的な概念で表している (Morville 2005)。立地や分布、環境や場所の知覚や認知、空

間的な移動や拡散、モビリティやアクセシビリティ、空間的相互作用などを始めとする地理学的概念群についても、ユビキタス社会の実現と理解に向けて、同様の読み換え、拡張、変換がなされる必要があるだろう。

5-2 ユビキタス社会実現の政策課題

ユビキタスの技術を産業や経済の発展に活かすべく、民間企業だけでなく、国家的にも、総務省を中心に、経済産業省や国土交通省などが積極的にユビキタス関連のプロジェクトを推進している。特に u-Japan 構想を進める総務省が発行した平成18年度版情報通信白書では、「ユビキタスエコノミー」の名のもと、ユビキタスネットワークの進展により生じる社会経済の特質を特集的に採り上げている（総務省 2006）。しかし、その内容を見ると、通信と放送の融合、Web2.0、ロングテール現象、CGM、情報需用者と供給者のマッチング、知的生産のオープンソース化、創造的人材の育成など、いずれも今日のウェブを中心とするインターネットの技術や社会特性に着目した議論に留まっており、ユビキタス社会ならではの特性に関するビジョンはほとんど描かれていない。

本稿で述べてきたように、今後のユビキタス社会では、生活環境における様々な場所や空間と統合された情報ネットワーク技術の特性を活かし、それを日常生活や社会的な課題の解決に活かすとともに、経済発展のための産業創造を起こし、さらにそれを支える知識や文化的創造性を育てていくような構想を掲げるべきと思われる。そのためには、インテリアや住居、オフィスの設計、施設や建築物、街路や公共空間の設計、交通機関内のスペースデザイン、地域振興、街づくりや都市計画など、様々なスケールの空間づくりと、ユビキタス技術の統合から生まれてくる価値の創造を重視していかなければならない。ただし、それらは必ずしもハードとしてのインフラ整備や、容器としての空間の重要性を指摘するのではなく、前節でも述べたように、既存の物理的環境や、そこでの活動のプログラミングないし再プログラミングの観点から、人々と場所や空間の新たな結びつきを生み出していくことを重視する考えに基づくものである。

ユビキタス技術によって生み出される産業は、そのような空間づくりに関わるものだけでなく、その他の多くの産業とも結びついていくものと予想される。物流や電子商取引、施設管理、ITS、都市防犯や防災などの分野などを中心に、すでにビジネス的

な実用化の段階に至っているものも多い。ただし、これらの分野では、概して、既存の問題を解決する手段、あるいは既存の方法をより効率化し、便利にするような用途として技術が応用される傾向が強い。それらの課題解決型の用途開発とともに、人々の日常の暮らしをより豊かに、より楽しくすることにつながる新たな発想を促す用途開発も大いに期待される。都市の公共空間を利用したユビキタスアート、ユビキタスゲームやエンターテインメント、イベントの開発などは、直ちにビジネスや社会的問題の解決に結びつくことが期待できない場合であっても、ユビキタスコンピューティングの特性を人々の生活と結びつける新たなアイデア形成を活発化していく上で、その役割は大きい。事実、欧米では、Locative Media, Pervasive Gamingなどの名称で、生活空間とアートやゲームを融合したジャンルが誕生しつつある（Townsend 2006, Maerkurth et al. 2005）。我が国においても、大都市では、高密度な人口や施設の集積、公共の交通網をうまく利用したアートやエンターテインメントの展開が期待され、地方都市においても、地域の伝統や文化、自然の資源と関連づけをした観光的エンターテインメントなどが可能である。そのような展開を促進していくためには、民間企業や政府のみではなく、アーティストやクリエイター、一般市民やNPOを含む様々な主体に、ユビキタス環境の実験的な利用機会を提供していくことが望ましい。

また都市や地域の生活環境を共通のプラットフォームとして、そこに様々な産業や文化的創造が起こる可能性があるという点で、ユビキタス社会実現の戦略を、経済特区や産業クラスター政策と結びつけて推進していくことも考えられる。総務省では今後ユビキタス特区を指定し、平成20年1月から実証実験を進めていく予定であるが、その目標はあくまでユビキタスの通信技術の評価という性質が強く、実施地域の場所や環境の特性と結びつけたサービスの有効性や可能性を探ることには主眼が置かれていないように見える（総務省2007）。したがって、技術評価を行うための特区構想とは別に、ユビキタスエコノミーの将来を実験的にトライアルしつつ、それを生活や産業に結び付けていくユビキタス経済特区、あるいはユビキタス生活特区のようなものを設けることも同時に検討されてしかるべきであろう。

6. 結論

本稿は、ユビキタスコンピューティングの理念や意義の理解に基づき、コンピュー

ティングやネットワークの情報通信技術と融合しつつある生活環境と、そこに展開する人々の活動の新たな特性について、地理学的な見地から理解を促進し、その知見に基づいて今後のユビキタス技術の発展やユビキタス社会の実現に資するための問題提起を行った。

特に、場所や空間に統合され、それらの特性を踏まえた情報やサービスの提供という点に着目し、ユビキタス技術の地理学的な研究への関連付けを行った。新たな領域横断的な学術的研究の出発点として、その意義と、現状において考えられる主要な課題を提示したが、ユビキタス社会に関わる重要な視点や学術的な研究課題、政策的な問題点については、本稿で言及できなかったものも数多く残されている。コンピューティングや地理学の分野に限らず、人々の活動する環境の理解や設計に関わる諸分野から、今後のユビキタス社会の実現に関して様々な問題提起がなされることを期待したい。

参考文献

- Adams, P. (1998) : "Network Topologies and Virtual Place," *Annals of the Association of American Geographers*, 88 (1) : 88-106.
- Batty, M. (1997) : "Virtual Geography," *Futures*, 29 (4/5) : 337-352.
- Benkler, Y. (2006) : *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, Yale University Press.
- Callon, M. (2004) : "The Role of Hybrid Communities and Socio-Technical Arrangements in the Participatory Design," *Journal of the Center for Information Studies, Musashi Institute of Technology*, 5: 3-10.
- Castells, M. (1996) : *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional Process*, Basil Blackwell.
- Gibson, J. J. (1979) : *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton Mifflin, Boston. (Currently published by Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.)
- Giddens, A. (1990) : *The Consequence of Modernity*, University of California Press.
- Giddens, A. (1984) : *The Construction of Society: Outline of the Theory of Structuration*, University of California Press.
- Graham, S. (2001) : *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, Routledge.
- Graham, S. ed. (2004) : *The Cybercities Reader*. London: Routledge.
- Graham, S. and Marvin, S. (1996) : *Telecommunication and the City. Electronic Spaces, Urban*

- Places*, Routledge.
- Hall, E. T. (1966) : *The Hidden Dimension*, Doubleday.
- Harvey, D. (1990) : *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origin of Cultural Change*, Basil Blackwell.
- Hayden, D. (1995) : *The Power of Place: Urban Landscapes as Public History*, MIT Press.
- Jackson, J. B. (1984) : *Discovering the Vernacular Landscape*, Yale University Press.
- Latour, B. (1999) : "A Collective of Humans and Nonhumans," *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*, Cambridge: Harvard University Press, 174-215.
- Lévy, P. (1997) : *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*, Perseus Books.
- Mitchell, W. J. (2003) : *Me++: The Cyborg Self and the Networked City*, MIT Press.
- Maerkruth, C., Cheok, A., Mandryk, R. and Nilsen, T. (2005) : "Pervasive Games: Bringing Computer Entertainment Back to the Real World," *ACM Computers in Entertainment*, 3 (3) : 11-29.
- Morville, P. (2005) : *Ambient Findability: What We Find Changes Who We Become*, O'Reilly Media, Inc.
- Norman, D. (1988) : *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books.
- Schilit, B. N. and Want, R. (1994) : "Context-Aware Computing Applications." *IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA '94)*, Santa Cruz, CA, US: 89-101.
- Takeyama, M. (2005) : "A Sense of Shared Space Realized by Mobile Videophone," *The Hiyoshi Review of Social Sciences*. Keio University, 15: 55-71.
- Takeyama, M. (2001) : "Geographical Conceptualization of Cyberplaces," *GeoJournal*, 53 (4) : 419-426.
- Townsend, A. (2006) : "Locative-Media Artists in the Contested-Aware City," *LEONARDO*, 39 (4) : 345-347.
- Tuan, Y. (1974) : "Space and Place: Humanistic Perspective," *Progress in Geography*, 6:233-246.
- Ueki, A. and M. Inakage (2004) : "Cafe Tools : Contents that Connect People," SIGGRAPH 2004.
- Weiser, M. (1991) : "The Computer for the 21st Century." *Scientific American*, September 1991: 94-100
- 石井 裕 (2002) : "特別寄稿 ユビキタスの混迷の未来" ヒューマンインターフェース学会誌 Vol.4, pp. 129-130.
- 岡本耕平 (2003) : 「都市空間における認知と行動」 古今書院

ユビキタスコンピューティングと地理的知性

- 慶應義塾大学 (2007) : 「ワンセグ放送によるキャンパスライフの充実と地域活性化」慶應義塾
大学プレスリリース, <http://www.keio.ac.jp/pressrelease/070412.pdf>
- 杉浦芳夫 (1992) : 「文学のなかの地理空間——東京とその近傍」古今書院
- 総務省 (2007) : 「ユビキタス特区の創設に向けて」平成19年6月18日報道資料 http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070618_5.html
- 総務省 (2006a) : 「u-Japan 政策」http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/index.html
- 総務省 (2006b) : 「u-Japan 政策 : 「e」から「u」へ」http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/new_outline01b.html
- 総務省 (2006c) : 「u-Japan 政策 : e-Japan 戦略の今後の展開への貢献」http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/new_outline01.html
- 総務省 (2006d) : 「平成18年版情報通信白書 : ユビキタスエコノミー」ぎょうせい
- 武山政直・岑康貴 (2007) : 「空間的ハイパーリンクによる回遊誘発都市のデザイン」慶應義塾
大学日吉紀要社会科学, 17: 9-23.
- 久松剛, 武山政直, 杉浦一徳 (2007) : 「IP伝送路を用いた限定的ワンセグ配信機構の構築」
2007年度電子情報通信学会ネットワークシステム研究会発表論文

