

# まちづくりとビッグデータサイエンス

## — スマートシティと都市エクイティ —

斎藤 参郎

### はじめに

今年にはいって、ビッグデータに関する出版や新聞記事が目立つようになってきた。意外に思われるかもしれないが、まちづくりにもビッグデータの波がすぐそこまで押し寄せている。本稿では、とくに、情報と人の行動との相互作用に関する「巨大データ」の入手可能性が高まったことが、これまでのまちづくりの理論や政策評価に、どのような影響を与えていくのか、私たちが行ってきた回遊行動研究との関連や最近のスマートシティ研究の動向を展望しつつ考察してみたい。

### 回遊行動研究とは

私どもの福岡大学都市空間情報行動研究所(FQBIC)<sup>〔9〕</sup>では、消費者の都心部内での渡り歩き行動である回遊行動に着目し、福岡都心部を中心に、北京や上海、ハノイ、ソウル、鹿児島、熊本などの都心部で継続して回遊行動調査を実施し、まちづくりに関する様々な研究を行ってきた。

なぜ回遊行動に着目するのかといえ、一人の消費者が都心で3つの商業施設に立ち寄ったとすれば、歩いている人の数は一人でも商業施設からみた来店者数でいえば、3人となり、1を3にする、いわば、乗数効果をもつ。回遊がなぜ起こるかといえ、商業施設が近接、集積して立地しているからであり、消費者の回遊行動は、商業集積

の集積効果の具体的な現われであるとみることができる。とすれば、都心空間を整備するのであれば、より集積効果の高い、すなわち、より回遊性の高い、都心空間が望ましいことになる。このような単純な評価枠組みから1980年代に回遊行動研究は始まったが、最近では、人の数ばかりではなく、その経済効果や消費者行動の心理にまで研究が及ぶようになってきている。

回遊行動研究の対象と方法は大きく進展したが、その基本的なねらいは相変わらず次にある。それは、これまで曖昧であったまちづくりの目的を明確にし、消費者行動に焦点をあて、まちづくり政策を、消費者のマイクロな行動のエビデンスにもとづいて評価していく、消費者志向のまちづくりのための政策評価の科学的方法の開拓である。<sup>〔31〕</sup>  
[44], [47])

### スマートシティと計算社会科学

一方、最近、スマートシティや屋内測位、複雑系ネットワークなどの分野で、スマホなどのICT技術を用いたさまざまな巨大情報の入手可能性が高まり、いわゆる「ビッグデータ」に注目が集まってきた。興味深いことは、これらのビッグデータが、人々の移動や通話、購買行動、WEB閲覧、SNSなど、位置の移動を伴った人と人、人の行動と情報との相互作用にかかわることから、再び、社会科学や人間行動への関心が高まりつつあるこ

とである。<sup>〔2〕,〔6〕,〔10〕,〔12〕,〔43〕,〔20〕</sup>

いくつか例をあげよう。まず、スマートグリッド関連では、後述する ARPA・E で採択された Stanford 大学の Behavioral Initiatives for Energy Efficiency プロジェクト<sup>〔2〕</sup>が面白い。

携帯電話では、Barabasi らの研究<sup>〔12〕</sup>がある。この研究は、携帯電話の利用者10万人の6か月間の匿名化した利用データから、利用基地局（セル）の位置データを用いて、人々の移動パターンをはじめて明らかにしようとした研究である。ほとんどの場合は、近場での移動であるが、時折、長距離の移動が発生する Levy-Flight 分布による特徴づけとモデル化<sup>〔43〕</sup>を行っている。さらには、紙幣の動きから人々の移動がベキ乗則にしたがうことを示そうとした研究<sup>〔6〕</sup>もある。これらの研究を契機に、雑誌 Nature や Science で、複雑系ネットワーク研究<sup>〔Cf. 〔8〕</sup>が盛んに取り上げられるようになった。

また、ユビキタスコンピューティングやセンシングの分野では、現在のタブレット型端末などをいち早く予測していた Weiser 論文<sup>〔46〕</sup>「21世紀のコンピュータ」の20周年を記念した、雑誌 Pervasive Computing の2012年最初の特集<sup>〔26〕,〔20〕,〔10〕</sup>に、スマホなどをもちいた様々なセンシングの動きが取り上げられている。

日本でも、同様の動きは、ユビキタスの坂村・越塚研究室による「歩行者コンテキスト認識」や東京大学空間情報科学研究センター（CSIS）柴崎研究室の「人の流れプロジェクト」、オート GPS を用いた広域観光行動分析<sup>〔49〕</sup>などがある。

とくに、屋外・屋内の位置をシームレスに測位するシームレス測位の分野では、IMES（Indoor Messaging System）コンソーシアムが設立<sup>〔13〕</sup>された。IMES は JAXA による日本発の屋内測位技術であるが、一方で、Google による Indoor Maps

サービスの導入などもあり、現在、開発が進んでいる東急の二子玉川ライズで IMES が順次設置される予定であるなど、屋内での人の移動を計測する動きが活発となっている<sup>〔17〕</sup>。

同様に、経済学の分野でも、POS の大規模データから、東日本大震災直後のコンビニなどの小売店の価格変化を分析するなどの試みがでてきた<sup>〔1〕</sup>。また、GIS 学会でも、マイクロジオデータに関する大規模データへの関心が高まりつつある。

人間行動への関心といっても、特徴的な点は、いずれも携帯やスマートメーターなどのセンサーを通して得られる「ビッグデータ」の可能性を見据えて何ができるかを考えている点である。

実際、Stanford プロジェクトの最も刺激的な点は、次の点にある。

通常、スマートグリッドでは、ICT との融合<sup>〔16〕</sup>や、太陽光発電 PV（Photovoltaic）などの再生可能エネルギーを活用しつつ、住宅やビルのエネルギー使用を効率化するために、HEMS（Home Energy Management System）や BEMS（Building Energy Management System）などのシステムが強調される。

これと対照的に、Stanford プロジェクトのユニークな点は、電力の技術システムそのものを、その一部に人間行動を含むものとして再定義し、リアルタイムプライシングや情報フィードバックによって、人々の行動変容を引き起こすことで、電力の需要抑制を図っていこうとする考え方をとっている点である。日本でも、Stanford プロジェクトに触発された行動変容の試みに、筆者も参加しているハウステンボス実証事業<sup>〔42〕</sup>がある。

Beyea<sup>〔5〕</sup>によれば、アメリカはオバマ政権のグリーンニューディールによって、今後、4、5年で4千万台、また、ヨーロッパでも今後10年間で2億4千5百万台のスマートメーターが導入され、

アメリカ全世帯の電力使用を1秒単位で記録すると、約50ペタ（1ペタ=10の6乗ギガ）バイトのデータにもなるとしている。これらの動きを、Lazer ら<sup>[19]</sup>は、「コンピューテーション・ソーシャル・サイエンス（計算社会科学）」と呼んでいる。

これまでエージェントシミュレーションなど多数の主体の相互作用をモデル化する試みはあったが、それらと現在、話題となっている「ビッグデータ」との大きな違いは、直接、リアルタイムに、多数の主体の行動結果を観測・記録し、フィードバックできる点である。これが計測や制御の仕組みと結びつくと、電力の需要予測や需要抑制など、これまでの技術を大きく革新できる可能性が見えてくる。

このように考えると、確かに、Lukowicz ら<sup>[20]</sup>の指摘にもあるように、計測のための計測ではなく、また、大量のデータ処理という側面ばかりではなく、リアルタイムに人間行動が介在する社会的な文脈を視野に入れた社会科学との広範な連携が必要になってくるはずである。

その場面は、スマートシティに限っても非常に多い。すぐに思いつくのは、ピーク時を含めた電力のリアルタイムプライシングのメカニズムや給電指令所などの需給調整メカニズム制度設計。また、これまでの供給者は、少数で規模の大きい発電所のみであったものが、家計を含む多数の小規模な再生可能エネルギー供給者やEVのバッテリーからの供給を、系統電力グリッドへ逆潮流を防ぎつつ<sup>[48]</sup>、どのようにつなぐのか。さらには、リアルタイムプライシングに対応して電力の売買を行う多数の主体、家計やオフィスなどの主体の意思決定を支援する仕組みをどうするか、などなど数限りない。

具体的なイメージをつかむために、Stanford やハウステンボスプロジェクトの主眼である、人々

の行動変容を通して電力使用の効率化をどのように図っていくかの戦略に関連する例を述べよう。

現在、非侵入型電力使用モニタリング NIALM (Nonintrusive Appliance Load Monitoring) あるいは Disaggregation とも呼ばれる研究が活発に行われている<sup>[3], [10], [45], [50]</sup>。Armel ら<sup>[3]</sup>の指摘によれば、米国では家計と商業部門が電力使用の40%を占めているが、約20%の電力使用の削減が可能とされており、家計部門の行動を変えるだけで、全使用量の8%もの削減ができる可能性があるとされている。大量のスマートメーターが家計部門に導入されようとしているが、その測定値は家計全体の電力使用量であり、個々の家電機器の使用量を計測するものではない。行動変容や電力需要予測には、各世帯でどの家電がどれだけ電力を使用しているのかが分かったほうが望ましい。しかし、各家電製品に電力使用のセンサーを取り付けるのは、大きなコストがかかる。そこで、家計全体の使用量を各家電製品の使用量に分解する、つまり、全体から個々の家電の電力使用量を逆推定する統計的方法が求められることになった<sup>[10]</sup>。そのため、Hart によって1992年にはじめられた NIALM 研究が再び勃興している<sup>[50], [45]</sup>。

各家電機器の使用状況は、家計の行動に直接結びついており、ユーザに各家電機器の電力使用状況をフィードバックすることで、大きな電力削減効果が期待できる。と同時に、家計の行動を予測することで、より精度の高い、電力需要予測が可能になると期待されている。

### 回遊行動マイクロデータと経済効果

これらの動きは、これまで FQBIC が推進してきた回遊行動マイクロデータの大量収集や都市エクイティ研究、また、ハイパーテキストシティ構

想やまちづくりマーケティングの考え方と次の点で密接に関連している<sup>〔30〕〔28〕〔27〕〔36〕</sup>。

まず、マイクロな行動データを大量に収集する点、それも、個々の行動主体が、見える化やフィードバックによって提供される電力使用状況などの情報環境と、どのような相互作用をおこなったのかの過程自体を記録しようとする点、さらには、行動主体と情報環境との相互作用の過程に介入し、行動主体の行動変容を引き起こそうとする点である。唯一の違いといえば、このような環境をまちづくりにどのように活用するのかという点である。

そもそも FQBIC が回遊行動に着目したのは、日本のまちづくりに確とした科学的な理論が欠如しているとの認識からである<sup>〔29〕</sup>。これまでのまちづくりでは、さまざまな人々が、いろいろなまちについて、あのまちはすばらしい、などと経験や直観にもとづいて、評価してきた。しかし、それらに通底する理論や考え方がない限り、まちづくりの理論を科学的に積み上げることはできない。

ハードなデザイン重視の考え方に欠けているのは、熊田・斎藤<sup>〔18〕</sup>による活動効果型評価図式の視点、つまり、まちづくりはそこに住み活動する人々の行動を最適化し、まちを訪れる人々の来訪価値を高めるものでなければならない、との視点である。そこから消費者志向、マーケティング志向のまちづくりの研究が生まれてきた。

その基礎が、都心などの来街地でおこなう消費者回遊行動調査である。回遊行動調査では、消費者の回遊行動履歴を、立ち寄った場所、そこでの目的と支出額の3つの組が、回遊の途上で、どのように変化するか、場所・目的・支出選択の3つの同時選択の組が時間軸上でどのように変化したかの連鎖として記録する。これが回遊行動履歴マイクロデータである。その特徴は、立ち寄ったが購入しなかったなどの消費者の選択も含む、異業

種店舗にまたがる、いわば拡張 POS データ<sup>〔27〕</sup>となっている点である。別の角度からいえば、これまで収集されてこなかった、消費者がどこで何をいくら買ったかの、行先選択と消費選択の同時選択データである点に大きな特徴がある。

これらの回遊行動履歴マイクロデータの特徴から、回遊行動研究に一つの展開が生まれた。

回遊を促進することが、大きな経済効果を生むことの発見である。

都心100円バスは年間109億円、都心カフェが年間187億円、地下鉄七隈線の開業が年間177億円の増収効果を福岡都心部にもたらしているなどがその例である<sup>〔40〕、〔33〕、〔41〕</sup>。

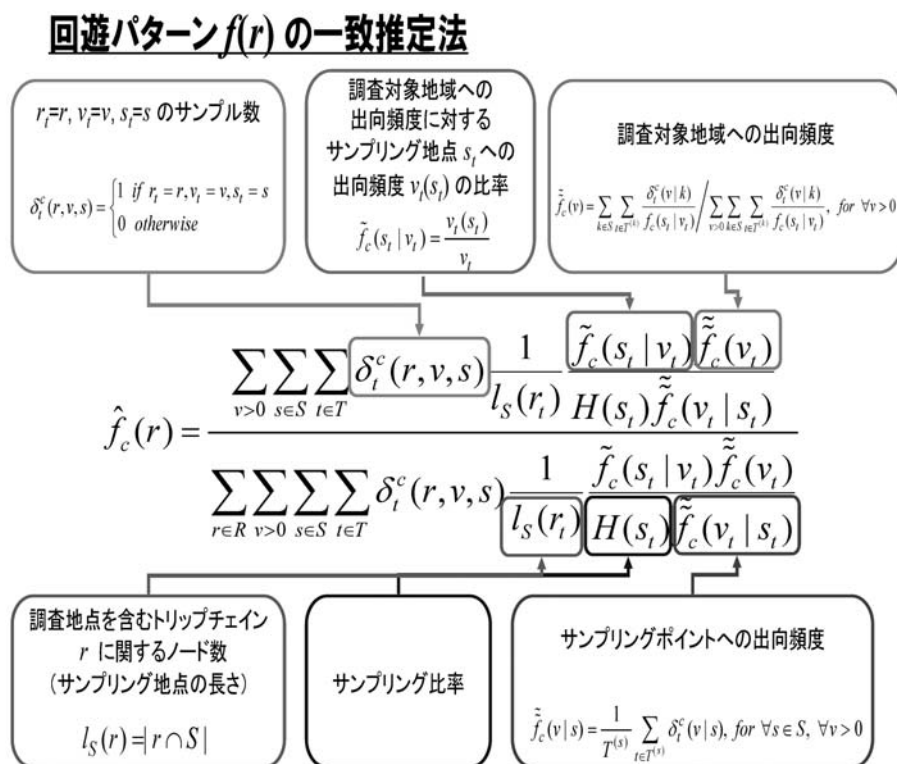
いずれの計測例も、これらを利用した人が、回遊による立寄り先や都心への来街頻度を増加させ、増加した立寄り先や来街で落とす支出額を、都心への支出増大効果と捉え、年間で集計したものである<sup>〔47〕</sup>。福岡の都心部には、年間1億人の入込来訪者数があるが、私どものこれまでの回遊行動調査では、平均4、5か所、商業施設を回遊し、買った人買わない人を含めて、1か所商業施設に立ち寄ると、平均1500円お金を落とすことが分かっている。もしも、スマホなどの情報提供によって、1か所立寄り先を増やしてもらえたら、年間で1500億円の売上高の増収効果をもつことになる。

### 人の流れを正確に測る一致推定法

一方、回遊行動研究に、回遊行動調査の来街地ベースとしての調査方法の考察から、人の流れを計測する理論的方法の確立という新たな展開があった。それは、アルゴリズム特許にもなっている来街地ベース回遊パターンの一致推定法である<sup>〔35〕、〔34〕、〔31〕</sup>。

図1はその核となる式である。その意味を雑言

図1 来街地ベース回遊パターン的一致推定法（特許第3793447号）



消去のヘッドフォンとのアナロジーで解説しよう。

回遊行動調査は、都心部に複数のサンプリング地点を設け、そこへの来訪者のなかから無作為に被験者を選択し、約15分間の聞き取りをおこなう来街地ベース調査である。来街地ベースの無作為抽出調査であるから、都心に10回来る人と、1回の人とでは、10回の人の方が、1回の人よりも、10倍被験者となりやすい。同様に、サンプリング地点でも、よく行く場所、行かない場所、また、若年層ほど立寄り箇所数が多いなどの違いがある。

これらを無視し、各サンプリング地点で得られたデータを合体して、単純に集計するとバイアス(Choice-based bias)が生じてしまう。一致推定法では、これらの違いを被験者各人が持つ固有の波

(雑音)と解釈し、それを打ち消す波を重みとして各人に与えて集計することで、正確な回遊パターンを推計しようとするものである。

最近、この特許から意外な展開が始まった。

一致推定法は、人々の回遊パターン、つまり、密度を推定する。したがって、どこか1箇所で、実数で何人そこに来訪しているかがわかれば、その密度の比率を用いて拡大すれば、まち全体に何人が来街し、どのように回遊しているかが実数ベースでわかってしまうのである。

これは、画期的なことであった。何故なら、1日当たり何百万人が行きかうとされる大都市はもちろんのこと、地方中核都市でも一体何人の人が買物、レジャー、食事で都心部を訪れ、どのよう



な人の流れをつくっているのか、ほとんど把握できていないのが現状だからである。それが、たとえば、丸ビルへの来訪者数がわかると、丸の内地区全体で、ネットで何人が来街し、どのように回遊しているかが推計できることになる<sup>〔31〕</sup>。

多様な消費者の回遊行動マイクロデータにもとづく回遊促進といったマイクロな行動変化の計測と経済効果、さらには、1箇所の来街者数の情報から、まち全体の入込来街者数を推定する理論的方法が確立されたことで、精度の高い、まちづくり政策の評価が期待できることになった。

実際、熊本市の通町筋で開催された城下まつりの集客数が何人で、まつりへの参加者が回遊することで、どのような波及効果をまち全体にもたらしたのかなどの推定が可能になった<sup>〔38〕,〔25〕</sup>。

また、ベトナムなど公表データの少ない開発途上国でも一致推定法が有効であることが分かっている<sup>〔39〕,〔44〕</sup>。

## 都市エクイティ、まちづくりマーケティング、ハイパーテキストシティ構想

このような研究の中から、鍵となる「都市エクイティ」の概念が生まれてきた。「都市エクイティ」とは、「ブランドエクイティ」からの筆者の造語であるが、「来訪者の心の中に醸成された都市の魅力資産価値」と定義する（定義の詳細は、斎藤<sup>〔15〕</sup>の記述を参照）。

実は、筆者は、2004年に福岡大学で開催された日本不動産学会において、「都市エクイティ」概念と都市エクイティ研究を提唱した。その後、都市エクイティ研究会を学会内に組織し、その普及を図るため、学会主催の公開シンポジウムを4回開催している<sup>〔22〕,〔23〕,〔24〕,〔25〕</sup>。

結論からいえば、「都市エクイティ」とは、消費

者の観点からみた、「まちの価値」に他ならない。このように考えると、まちづくりの目的とは、「まちを一つの事業体としてみて、都市エクイティを最大化すること」と捉え直すことができる。

別言すれば、来訪者の来訪価値を最大化することが、まちの価値を最大化することであり、まちづくりの目的も、「一体どのような機能と施設でまちを構成すれば、来訪者の来訪価値を最大化することができるのか」の間に還元できる。

「都市エクイティ」概念の意義は、これまで曖昧であった、まちづくりの目的を明確にし、まちの価値を計測可能な概念とするとともに、回遊行動マイクロデータにもとづけば、まちの価値の計測を実際に試みることができることを示した点にある<sup>〔28〕,〔32〕,〔33〕</sup>。

しかし、まちの魅力は来訪者にとって、一様ではなく、各人各様に異なるはずである。したがって、どのような施策がまちの価値をどのように高めるのかをみるためには、どのような施策をとれば、どのような来訪者の、どのような来訪価値を、どのように高めるのか、これを子細に精査し、ノウハウとして蓄積し、施策に活かしていく必要がある。それがまちづくりマーケティングである。

FQBICでは、設立時の2000年より、「ネット化した都市空間情報とユーザが知的モバイル端末を通して意味的相互作用のできる都市」を「ハイパーテキストシティ」と定義し、ハイパーテキストシティ構想の実現にむけ、さまざまな提言をおこなうとともに、来訪者への知的な情報提供の仕組みを研究課題としてきた<sup>〔27〕,〔36〕</sup>。

ハイパーテキストシティ構想の意図は、ICTを活用したまちづくりマーケティングの方法の構築であり、ユーザと都市空間情報との意味的相互作用の過程自体をログとして記録することで、まちに来訪した消費者の行動履歴を体系的に収集し、

その行動文法を明らかにするとともに、的確な情報をフィードバックし、現場での来訪者の意思決定を効果的に支援することで、来訪者各人の来訪価値を最大化することをねらった構想である。

中心市街地を想定した、このようなハイパーテキストシティの実現には、少なくとも1か所の歩行者数の計測装置とともに、スマホやタブレット端末をもった来訪者と、GPSやIMES、WIFIによる位置情報と連携したエアタグやNFCタグを配した都市空間情報との、相互作用を引き起こすプラットフォームが必要である。さらには、このプラットフォームを通して、来訪者各人の相互作用が価値あるものとなるように支援し、まちの価値を最大化するように誘導するための機構が必要である。

これをTEMS (Town Equity Management System) と呼ぼう。TEMSは、まちの価値を最大化するための戦略的まちづくりに不可欠の装置となる。

このような視点に立つと、スマートグリッドのHEMSやBEMSの最近の動きと都市エクイティ研究のねらいが密接に交差してくることが分かる。

Beyea<sup>[5]</sup> にならって、TEMSのデータサイズを試算してみよう。福岡都心部の1日当たり入込来街者が30万人で、8時間、都心部に滞在し、その1秒ごとの位置情報を、xy座標と階高情報として、30バイトで記録しただけでも、年間で0.9ペタとなる。これは1都市だけの情報であるが、九州など広域の観光回遊などの動きが加われば、さらに膨大なビッグデータとなりうる。

このように携帯キャリアやスマートメーターなど、業務を通して膨大なビッグデータが自動的に集積することになるが、逆に、どのようにデータを捨てるかも重要な課題である。近年、Compressive Sampling もしくは Sensing という理論的にも実用的にも深い内容の考え方が、Candesら<sup>〔7〕</sup> によって展開され、注目を集めていることにも触れ

ておく。

## まちづくり政策評価の科学的方法

これまで、イベントなど、さまざまな中心市街地活性化策が実施されてきた。しかし、自分のまちに一体何人が訪れているのか、これを把握している中心市街地は皆無といってよい。まち単位で、一体、何人の入込者数があるのか、これを知らずして、さまざまな活性化策が、一体どのような効果をもったのか、評価できるのだろうか？

回遊行動マイクロデータを梃子としたFQBICのこれまでの研究は、まちづくり政策の評価のための科学的方法の開発の試みであったともいえる。

とくに、そのねらいは、いかに情報提供によって、回遊を促進し、まちの活性化に結び付けるかにあった。しかし、これまでの情報技術環境では、どのような情報が、消費者にどのような行動変容を引き起こし、どのような回遊を誘発したのかを測定し、検証することは非常に困難であった。

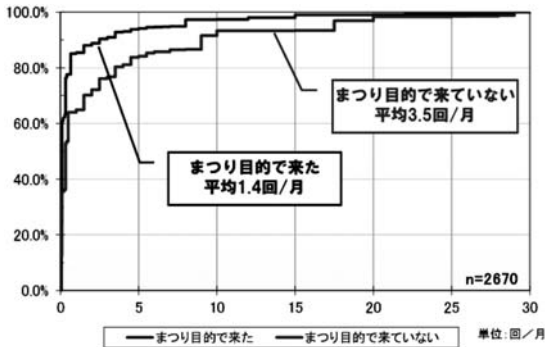
しかし、この状況は劇的に改善する。そこではどのような情報提供が、どのような来訪者に、どのような効果を持ったのかを明確にフォローできる時代となる。

最近のFQBICの研究の一例をあげよう。

福岡県大川市の春の大川木工まつりへの来訪者に、木工まつりがなければ来なかったか否かを聞き、まつりがなければ来なかった人とそうでない人で、大川市への普段の出向頻度を比較したところ、木工まつりがなければ来なかった人の出向頻度が有意に低く、木工まつりが、大川市へふだん出向頻度の低い人たちを引き寄せている集客効果があることがわかった<sup>〔37〕</sup>。

これまで、個人レベルで、このようなイベントの集客効果を計測した例は皆無であった。これが

図2 イベントによる集客のリフティング効果



初めて明らかになったことで、さらに進んで、どのような人に集客効果が高かったのか、テレビCMの効果等々、マイクロ行動レベルで、イベント施策の効果を評価できるようになった。本事例はICT技術を利用した例ではないが、重要なことは、日々のまちづくりマーケティングの活動それ自身が、実験だということである。そこで発見した事実や知識をノウハウとして形式知化し、次世代のまちづくり経営資産として蓄積していくこと、これが大切である。TEMSは、それを支援する仕組みとなる。

同じように、現在、開発経済学の分野でも、Dufloらが、RCT (Randomized Controlled Trials) をもちいた政策効果の科学的評価を行い、これらのエビデンスにもとづいた政策形成を図っていくべきだとの考えを提唱しており、これまでの貧困政策を根本的に見直す動きにつながりつつあることは、非常に興味深い<sup>〔4〕</sup>。

## 日本のまちづくりをパッケージとしてアジアに売り込めるか？

最近、日本の水ビジネスなどのインフラ技術やスマートグリッドなどの再生可能・省エネ技術を

パッケージとしてアジアに売り込もうとする動きがある。

しかし、日本企業は、スマートグリッドについて、技術を売り込むだけで、どのような都市を目指すのか、まちづくりの目的を語らないため、外国企業に敗退しているとの報告もある<sup>〔21〕</sup>。

ここに、まちづくりの目的を、都市エクイティの最大化と真正面から捉え、さまざまな施策が、まちの価値を高めることにどのように寄与しているのか、これを計測し、評価する科学的方法の開発に注力してきた都市エクイティ研究が目指すべき未来がある。

これからの都市エクイティ研究では、TEMSをパッケージ化すべきであろう。

まずは、事業主体が明確な商業複合ビルやショッピングモール、アウトレットモールを取り上げ、どのような情報提供と施設構成がその空間価値、まちの価値を、どのように高めるのかの事実を丹念に解明し、それぞれのEMS (Equity Management System) としてパッケージ化する。その導入を促進するためには、EMSが導入されれば、商業ビルやモールの価値がどのように高まるのかを明確にする必要がある。

さらには、中心市街地のような、複数の事業主体が複雑に絡まった、まちの再生に、TEMSの展開を図っていく必要があり、ビッグデータサイエンスが活用される場面は大きい。

アジアには、100万から1000万程度の中規模の都市が沢山ある。彼らにとって、日本の中心市街地形成の経験とノウハウは貴重なものといえる。

単に経験や例を指し示すのみではなく、日本が回遊にもとづいたまちづくりの理論を科学的に論拠づけ、アジア発のまちづくりの理論として、世界に発信すれば、それを具体化したパッケージとしてのTEMSは大きな競争力を持つであろう。



## &lt;参考文献&gt;

- [1] 阿部修人・森口千晶 (2011) 「震災直後の超過需要への対応」日本経済新聞2011年11月21日朝刊
- [2] Advanced Research Project Agency・Energy (ARPA.e) “Stanford University: Behavioral Initiatives for Energy Efficiency 2010-2013”, <http://arpa-e.energy.gov/ProgramsProjects/OtherProjects/BuildingEfficiency/LargeScaleEnergyReductionthroughSensorsFee.aspx>
- [3] Armel, K. C., A. Gupta et al. (2012) “Disaggregation: The Holy Grail of energy efficiency?” <http://www.stanford.edu/group/peec/cgi-bin/docs/behavior/research/disaggregation-armel.pdf>
- [4] バナジー・デュフロ他 (2012) 『貧乏人の経済学』みすず書房
- [5] Beyea, J. (2010), “The Smart Electricity Grid and Scientific Research”, *Science*, vol.328, pp. 979-978
- [6] Brockmann, D., Hufnagel, L., Geisel, T. (2006), “The Scaling Law of Human Travel”, *Nature*, Vol.439, pp.462-465
- [7] Candes, E. J. and M. B. Wakin (2008). “An Introduction To Compressive Sampling.” *Signal Processing Magazine, IEEE* 25 (2): 21-30.
- [8] Dorogovtsev, S. N. (2010) *Lectures on Complex Networks*, Oxford University Press
- [9] FQBIC: Fukuoka University Institute of Quantitative Behavioral Informatics for City and Space Economy (福岡大学都市空間情報行動研究所) の略 <http://www.qbic.fukuoka-u.ac.jp>
- [10] 文献 [22] [15] [14] [23] [24] [25] [11] [27] [28] [29] [30] については、<http://www.qbic.fukuoka-u.ac.jp/paper/index.php?mode=all#review> より FullText 入手可。
- [10] Froehlich, J., et. al., (2011), “Disaggregated End-Use Energy Sensing for the Smart Grid”, *IEEE Pervasive Computing*, vol.10, pp.28-39.
- [11] 福岡経済同友会福岡部会 (2008) 『住んでよし、訪れてよし、の国際都市「福岡」の創造～回遊が楽しめる都心～』提言書 i + 37pp
- [12] Gonzalez, M. C., Hidalgo, C. A., Barabasi, A. L. (2008), “Understanding Individual Human Mobility Patterns”, *Nature*, Vol.453, pp.779-782
- [13] IMESコンソーシアム (2011) 「設立のご案内」 <http://www.jsforum.or.jp/info/2011/imes.html>
- [14] 石橋・両角・斎藤 (2005) 「消費者行動と都市エクイティⅡ」、日本不動産学会誌、vol.19, pp.152-161
- [15] 梶井・出口・斎藤 (2005) 「消費者行動と都市エクイティⅠ」、日本不動産学会誌、vol.19, pp.143-151
- [16] 加藤敏春 (2010) 『スマートグリッド革命－エネルギー・ウェブの時代』エヌティティ出版
- [17] 河合基伸 (2012) 「活用始まる屋内測位」日経エレクトロニクス2012.2.20, pp.65-71
- [18] 熊田禎宣、斎藤参郎 (1975) 「計画組織設計理論へのアプローチ」都市問題研究、Vol.27, pp.44-62
- [19] Lazer, D. et. al., (2009), “Computational Social Science”, *Science*, Vol.323, pp.721-723
- [20] Lukowicz, P., Pentland, A. S., Ferscha, A., (2012) “From Context Awareness to Socially Aware Computing”, *IEEE Pervasive Computing*, Vol.11, no.1, pp. 32-40.
- [21] 中島・山根・北爪 (2011) 「スマートシティ 3つの落とし穴」日経ビジネス2011年12月5日号 pp46-50
- [22] 日本不動産学会設立20周年記念シンポジウム「都市再生と都市エクイティ」(2004年11月20日、福岡市) 日本不動産学会誌、vol.19, pp.5-29
- [23] 日本不動産学会公開シンポジウム「子孫に伝えたい魅力あるまちづくり」(2007年1月29日、東京)、Vol.21, pp.5-49.
- [24] 日本不動産学会公開シンポジウム「まちブランドの再構築による都市再生」(2008年6月6日、大阪)、日本不動産学会誌、Vol.22, pp.7-32.
- [25] 日本不動産学会設立25周年記念シンポジウム「九州新幹線全線開業と熊本都心のまちづくり」(2010年9月11日、熊本市)、日本不動産学会誌、Vol.24, pp.33-61
- [26] Special Theme (2012), “Weiser’s Vision: 20 Years Later”, *IEEE Pervasive Computing*, vol.11, no.1, pp. 14-60
- [27] 斎藤参郎 (2005) 「回遊による都市再生」日本不動産学会誌、vol.19, pp.8-17, in [22]
- [28] 同 (2007) 「まちブランドの評価と消費者行動」日本不動産学会誌、Vol.21, pp.12-20 in [23]
- [29] 同 (2008) 「福岡は世界に先駆け、アジア的な回遊性の視点に立つまちづくりの理論を発信すべき」in 福岡経済同友会福岡部会提言 [11], pp.34-36
- [30] 同 (2008) 「回遊と都市エクイティ」日本不動産学会誌、Vol.22, pp.15-19, in [24]
- [31] 同 (2010) 「人の流れを正確に測ることからまちづくりを始めよう」、月刊不動産流通、不動産流通研究所、No.335, pp. 8-9
- [32] 斎藤参郎・石橋健一・熊田禎宣 (2001) 「機会費用による中心商業地河川の価値の計測の試み」地域学研究、日本地域学会、Vol.31, pp.323-337
- [33] 斎藤・梶井・中嶋・五十嵐・木口 (2008) 「消費者行動アプローチによる都心カフェの経済効果の計測」福岡大学経済学論叢、Vol.52, pp.435-458
- [34] 斎藤参郎・中嶋貴昭 (2003) 「来街地ベース調査によるODパターンの一致推定法の応用」、地域学研究、日本地域学会、Vol.33, pp.173-203,
- [35] 斎藤・中嶋・梶井 (2001) 「来街地ベースパーソントリップ調査によるODパターンの一致推定法」、地域学研究、日本地域学会、Vol.31, pp.191-208.
- [36] 斎藤・中嶋・梶井・五十嵐 (2008) 「ハイパーテキストシティ構想」、第7章「環境市民による地域環境資源の保全」古今書院、pp.131-146
- [37] 斎藤・蔡・山城・岩見・今西 (2011) 「大規模イベントの集客効果の計測」、日本地域学会第38回年次大会発表論文、日本地域学会
- [38] 斎藤・佐藤・山城 (2010) 「消費者行動からみた都心でのイベント効果の計測」、日本地域学会第47回年次大会提出論文、

日本地域学会

- [39] Saito, S., Tran, H. N. et al. (2012) “Accuracy of on-site consistent Origin-Destination estimation method for measuring the actual numbers of consumer shop-around movements within the city center of Hanoi, Vietnam”, To appear in Studies in Regional Science, Japan Section of Regional Science Association International
- [40] 斎藤参郎・山城興介 (2001) 「回遊行動からみた都心100円バスの経済効果の推計」地域学研究、日本地域学会、Vol.31, pp.57-75
- [41] 斎藤・山城・中嶋・五十嵐 (2007) 「地下鉄開通による都心への経済効果の予測」、地域学研究、日本地域学会、Vol.37, pp.841-854
- [42] 双日株式会社 (2011) 「長崎県ハウステンボスで次世代エネルギー技術の実証事業を開始」<http://www.sojitz.com/jp/news/releases/20111108.html>
- [43] Song, C., Koren, T., Wang, P., Barabasi, A.L. (2010), “Modeling the Scaling Properties of Human Mobility”, *Nature Physics*, Vol.6, pp.818-823
- [44] Tran, H. N. (2012) Evaluating the effects of the redevelopment of retail facilities from consumer shop-around behaviors at city center commercial district: An empirical study in Hanoi, Vietnam, Doctoral Dissertation, Fukuoka University
- [45] Wang, Z., G. Zheng (2012) “Residential Appliances Identification and Monitoring by a Nonintrusive Method” *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 3
- [46] Weiser, M. (1991), “The Computer for the 21st Century”, *Scientific American*, vol. 265, pp.66-75
- [47] 山城興介 (2012) 『消費者行動アプローチにもとづく交通政策の評価に関する研究』福岡大学博士学位論文
- [48] 横山明彦 (2010) 『スマートグリッド』電気新聞ブックス エネルギー新書
- [49] ゼンリンデータコム、じゃらんリサーチセンター (2011) 「位置情報を活用した次世代観光地分析」とりまかし、vol. 26, pp.4-9
- [50] Zeifman, M., K. Roth (2011) “Nonintrusive Appliance Load Monitoring: Review and Outlook” *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 57

(さいとう さぶろう

福岡大学都市空間情報行動研究所 所長)