

## 持続可能な空間コンテンツ流通の枠組みに関して

### 1. インターネット上の空間コンテンツ流通のフレームワークの現状と問題点

#### 1.1 ウェブコンテンツの意義とサーチエンジンによるバリューチェーン

インターネットやケータイ電話などに代表される IT の発達と普及により、われわれ人類が手にした情報コンテンツの量・質・迅速性は、人類始まって以来最も優れたものになっており、われわれの生活を豊かにしている。ウェブ自体が情報の宝庫であり、われわれの生活やビジネスの場面場面でウェブにアクセスし、必要な情報を得て、賢く、そして、無駄無く活動できるようになってきている。従来の紙とマスメディアを主体とした情報コンテンツ流通の枠組みは、根本から変りつつある。このように、以前に比べるとわれわれは必要な情報を楽に手に入れることができるようになった。一方で、情報が多過ぎて困る状況にも陥っている。そこで、たくさんの情報の中から自分が意図するもの、つまり、信頼性の高い情報だけを手っ取り早く得る手段として、google[1]に代表されるウェブサーチエンジンが台頭するようになった。ウェブサーチエンジンは、キーワードでウェブページ群を単に検索するだけでなく、そのコンテンツが信頼おけるかどうかを、そのページに対する他のページからのリンクが多いかどうかというような間接的な社会的信用を表す指標を利用した社会的フィルタリング (social filtering) を利用して自動的なランキングを実現し、提供するコンテンツの信頼性を上げている。つまり、ウェブサーチエンジンはコンテンツだけではなくランキングも利用者に提供している。このウェブサーチエンジンは、現在では、われわれの生活およびビジネスにおいて不可欠な存在となっている。別の言い方をすれば、ウェブサーチエンジンはウェブコンテンツをキーワードで検索し、ウェブページを重要な順番で串刺しにする便利な道具であり (図1参照)、百科事典に代わる、あるいはそれ以上の存在となっており、ウェブと共に人類にとって不可欠で普遍的な道具となっている。この串刺しを繰り返すことは、ウェブ情報空間から必要とする情報を連想的に抽出することであり、情報から関連する情報を逐次的にたぐり出すという意味から、人間を介したバリューチェーン (value chain) の原点と言える。そして、ウェブコンテンツにアクセスするときに、まず、ウェブサーチエンジンから始めることが多く、この意味からウェブサーチエンジンがポータルサイト (portal site) となる場合が多い。ポータルサイトはさまざまな分野ごとにあり、この意味からは、ウェブサーチエンジンは、多くのポータルサイトを串刺しにするメタポータルサイトとも考えられる。



図1．ウェブサーチ：キーワードによるウェブページの串刺し

ウェブサーチエンジンの別の使い方として、DNS(Domain Name Service)の代わりに使われることもある。たとえば、朝日新聞のウェブページに行きたい場合に、人間が連想記憶しやすいドメイン名として "www.asahi.com" という URL を入力する代わりに、ウェブサーチエンジンでわれわれが日常的に使っている言葉と同じように"朝日新聞"と直接入力し、検索結果として朝日新聞のウェブページへのリンクを出力させ、それをクリックすることにより " www.asahi.com " にアクセスする、というように、本来の情報検索とは違い、われわれにとって自然なウェブへのアクセスの枠組みを提供している。この意味から、ウェブサーチエンジンは、ユニバーサルなディレクトリサービスを実現しているとも言える。現在では、ウェブサーチエンジンをうまく使える人がインターネットあるいは情報をうまく使える人となっている。もしウェブサーチエンジンが今有料化されたとしたら、たぶん多くのお金を払ってでも利用するだろう。なぜなら、ウェブサーチエンジンはすでにわれわれの生活およびビジネスには不可欠な道具になってしまっているからだ。われわれは、本当に有用である、あるいは、必要であると考えたら、ウェブサービスにもお金を払うはずである。逆に、お金を払いたくない、と思っているウェブサービスは、お金を払うだけの品質のサービスを実現していない、とも考えて良いだろう。実際には、ウェブサーチエンジンは、消費者からみると無料のシステムだが、ポータルサイトとしての広告料、

あるいはログ解析などのマーケティング戦略のための情報販売などできちんとビジネスとして成り立っている。このように、IT とともに生まれたビジネスではすでに先駆的な成功例があり、これらから学ぶことは多い。一方、ウェブサーチエンジンを使って悪いことをする人々も当然ながら出て来る。たとえば、爆弾の作り方のページを作ったり、それにアクセスして実際にテロを起こすなどといった可能性がある。あらゆる道具には長所と短所は共に備えているが、悪用をいかに少なくするかを社会規範としていかに実現するかは大きな課題であり、これらに関しても多方面から検討がなされている。

## 1.2 日本における空間コンテンツ消費の現状と問題点

今回の記事の主題である、現実世界の位置の情報を含むコンテンツ（以降、空間コンテンツと呼ぶ）を考えた場合に、今のインターネットの枠組みの延長として、ある位置の情報を検索する枠組みはほとんど整っていない。もちろん、個々の空間情報サービスに関しては、日本は世界的にも先進的なケースは多い。たとえば、乗り換え案内、経路地図、地図 ASP、GPS ケータイ、などのサービスは、現在の IT の状況を考えるとよくできており、著者も外出するときは頻繁に利用している。そして、それらはある意味ですでに満足が行くものとなっている。しかし、この満足も、次に来る高度な空間サービスの真実を利用者が知らないことから来る満足であると考えられる。一例としては、現在の空間ビジネスの枠組みのほとんどはオープン化の枠組みではなく、むしろ囲い込みの枠組みで実現されており、その弊害があまり知られてはいない。オープン化の考えからすると、現在の空間ビジネスの形態は一過性のものかもしれない。一方、インターネットに代表されるオープン化が絶対に正しいという訳ではなく、オープン化の考え方では、ビジネスモデルを作り出すのは現在のさまざまな状況からすると現実的でないかもしれない。この意味で、現在の空間ビジネスは、ある意味で最適化された状態であるとも言える。一方、今後、空間コンテンツの流通のあり方・認識の仕方を変えることにより、現在とは異なる、より高度な空間ビジネスモデルを作り出すことができるのではないかと考えられる。これにより、一般市民は普段から、あるいは常に位置情報を使うことができる環境を手にし、前節で紹介したサーチエンジンと同様に、生活とビジネスにおいて不可欠な道具になると期待できる。

オープン化に関して、現在の空間ビジネスの1つの問題点を具体的に説明すると、現状は、ある地図プロバイダのセッションの中でのみ空間サービスは利用できる形態になっている。複数のプロバイダのそれぞれのコンテンツを集めて、あるいは、それらを組み合わせることで高度利用できる環境には至っていない。具体的には、MさんはA銀行とB銀行を使っているが、A銀行はX社の地図ASPで提供され、B銀行はY社の地図ASPで提供されている場合に、A銀行とB銀行のATMを1枚の地図上で確認したくても、それはできない。また、経路案内でも、A銀行のATMとB銀行のATMとC薬局を通してD美術館に行きたい、などといった複合的な経路検索はできないのが現状である。また、A銀行のATMを表示する地図は、画像の地図であるので、実際には、現在はまだ空間データがインターネ

ット上を流通してはならず、画像データが流通しているのが実状であり、そのために情報の再利用性はほとんど無い。むしろ、再利用性をなくして、各社の地図 ASP に毎回アクセスすることにより、ポータルサイトとしての機能を実現してビジネスを成立させている。これは、地図 ASP の論理であり、銀行 A のようなコンテンツ提供元が無料で POI(Point of Interest)により位置情報を含む空間コンテンツを消費者に流通させるのは問題ではなく、むしろ、ダイレクトメールのような宣伝の効果があると考えられる。逆に、電子メールで、位置情報を顧客に配布することも可能であろう。ただし、ATM が廃止された場合などは保持している空間コンテンツからは分からない、などの情報の新鮮さが保証できない問題が生じるが、これも空間コンテンツの中に XLink などを用いて自動更新の機能を使えば、実現することは比較的容易である。しかし、ここで問題となるのは、消費者が POI を保持していたとして、それを閲覧する手段あるいは環境が現在まだ実現できていないことである。たとえば、G-XML で記述された POI アーカイブを、PC 地図や地図 ASP で取り込めたり、あるいは、書き出ししたりする機能があれば、消費者は、自分に必要な POI を集めて管理するようになるだろう。このように、POI は、現在の地図 ASP やダイレクトメールと直結し、すぐにでも置き換わるものになるかもしれない。電子メールで POI が流通できると考えると、流通に制限はほとんど無いと言って良く、個人で集めた POI アーカイブを友人に渡すことも普段の活動の一部になるだろう。名刺も POI に置き換わるかもしれない。また、電子メールのシグネチャに位置情報を付けるのが一般的になると、電子メール自体が POI になる可能性もある。電子メールの整理のときに、地図を使って整理したり、過去の電子メールを位置で検索するというのも近い将来日常的になるかもしれない。ウェブページにも位置情報タグを入れることが普及すると、ウェブ自体の POI 化が進行するだろう。POI 化したウェブ空間は、キーワードだけでなく、地図や GPS を使って、ある場所あるいは自分のいる位置でさまざまなウェブページにアクセスするのは日常的なことになるだろう（図 2 参照）。朝日新聞のウェブページにアクセスするのを、朝日新聞の本社や販売店のウェブページを位置キーにしてアクセスすることで間接的にたどることも日常になるかもしれない。これは、前節で自然言語のキーワードを使ってウェブページにアクセスする手段と似ており、位置キーでウェブページにアクセスすることはわれわれの日常生活の活動に近く自然な枠組みになるだろう。現在は、ある空間コンテンツプロバイダが保持している空間コンテンツはウェブ空間とは別の独自の情報空間を形成しており、その閉じた情報空間だけを検索対象にサービスを実現しているのに対し、ウェブサーチエンジンでオープンな空間コンテンツが検索できるようになることは、世界中のウェブコンテンツを、従来のキーワードに混ぜて、位置キーでも検索可能になることを意味する。このように、位置情報による情報検索は、キーワードによる検索の拡張として扱うことができる。

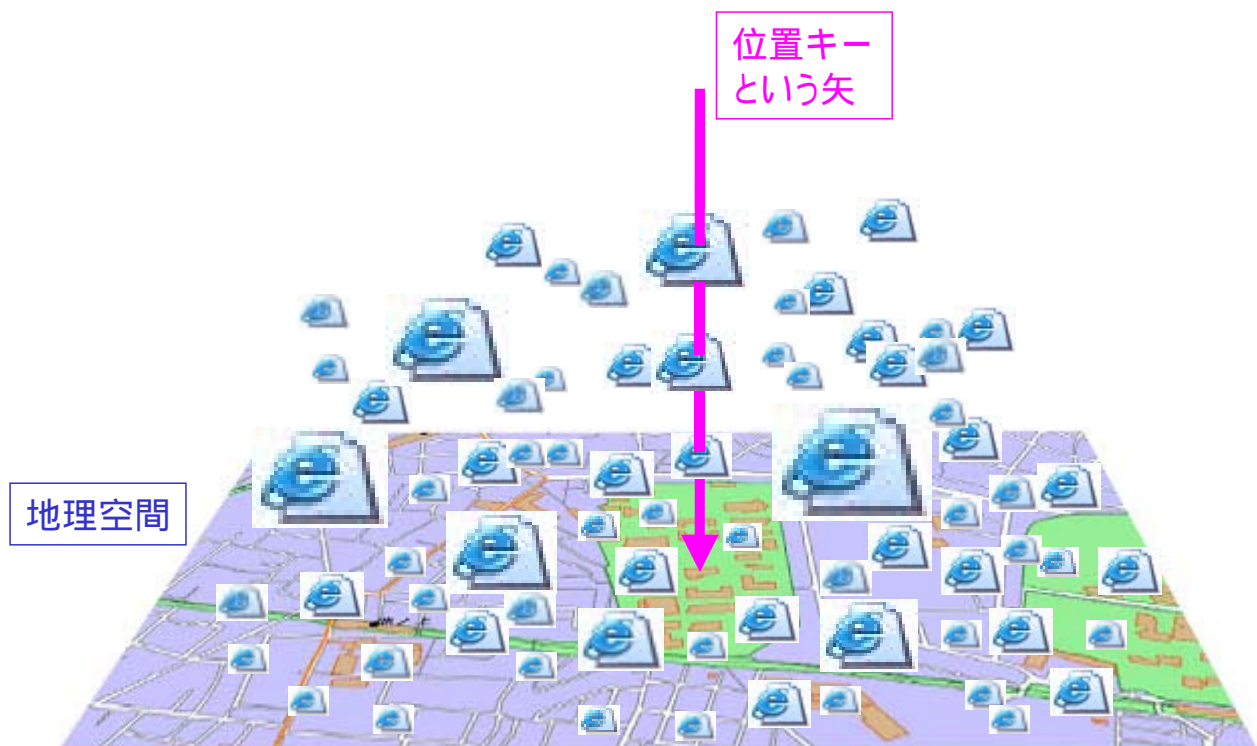


図2 . 位置キーによるウェブサーチ：位置によるウェブページの串刺し

### 1.3 空間コンテンツのソース

このようなオープンな空間コンテンツ流通を考えた場合、背景図を利用したいために PC 地図や地図 ASP を利用するということが考えられるが、カシミール3D[2]のような、国土交通省国土地理院[3]が公開している個人利用ならば無料の地図データを扱えるフリーソフトがあり、今後、この背景図のためだけに PC 地図や地図 ASP を使う必要はなくなるかもしれない。しかし、日常的に地図を使うようになると、やはり、品質が高い、リアルタイム更新が可能である地図、あるいは、デザイン性の高い地図の必要性がより認識され、今以上に PC 地図や地図 ASP は売れるようになるだろう。

今後は、政府や自治体などが保有している空間情報については、市民に対して可能な限りデジタル地理情報の形態で情報公開を進めて行くと考えられる。公共的な施設などは POI として公開することにより、一般市民だけでなく、地図 ASP やコンテンツプロバイダにとっても有用な情報となるだろう。

POI の例としてはいろいろと考えられる。POI の普及とともに、個人や NPO が作った無料の POI も出回るだろう。また、企業は宣伝を兼ねて POI を電子チラシとして配るようになるだろう。観光ガイドやレストランガイドの付録で POI が付くことも予想できる。これらの POI はパソコン上での閲覧が可能であるとともに、ケータイや PDA での閲覧も一般的になるだろう。

#### 1.4 簡単な位置情報の生成の枠組み

POI を作るときの一番の障害は、位置情報を生成することである。GPS ケータイにより位置情報がより簡単に生成できるようになると、今後、電子メールの数だけ、あるいは、デジタル写真の数だけの POI が作成されるようになり、それらがいろいろな手段で流通し、空間コンテンツが氾濫する時代も来るだろう。この空間コンテンツの氾濫により、空間コンテンツに対してどのようにしてランキングを付けるか、品質保証を行うか、カテゴリ化するかなど、さまざまな問題が明らかになってくるだろう。

GPS ケータイの普及と実際に使用に耐える機能の実現にはまだ数年はかかるのではないかと考えられる。これを待たなくても、住所、郵便番号、電話番号などの間接位置参照情報は、現在でもすでに流通しており、それらを直接位置情報（たとえば、緯度経度）に変換するジオコーディング（geocoding）サービスが低価格で安定して簡単に一般利用されるようになると、必ずしも緯度経度などの直接的な位置データを含まない空間コンテンツも POI として扱うことができるので、POI として扱えるコンテンツの範囲を広げることになる。具体的には、国土交通省 国土計画局 国土情報整備室が提供している街区レベル位置参照情報[4]を利用して、住所情報を絶対座標空間の位置情報へ変換する無料のサービスは、著者が所属している東京大学空間情報科学研究センター[5]で独自開発したアドレスマッチングサービス[6]としてすでに公開されている。このアドレスマッチングサービスのソフトウェアはオープンソースであり、今後、多くの機関で、独自の住所情報を対象にしたアドレスマッチングサービスが立ち上げられ、いろいろな場面で位置情報が有効活用されるきっかけになると予想できる。このアドレスマッチングサービスおよびその応用の空間文書管理システムに関しては、後の節で詳しく説明する。

GPS やジオコーディングとは別の位置情報の生成の枠組みとしては、たとえば、コンビニや喫茶店などでもらう領収書を電子化して、自分の時空間行動履歴として利用できないかと考えられる。この場合、レジで紙の領収書をもらうのではなく、bluetooth や赤外線などの無線通信でケータイか PDA にデジタル領収書をもらう。デジタル領収書には、場所と時間の情報が入っているので、これはそのまま家計簿ソフトで利用でき、同時に、時空間行動履歴アーカイブとして有益な環境を実現することになるだろう。少なくとも、消費者の購買履歴として、企業が持っているログ情報のうち、自分に関するものは閲覧できる、あるいは、コピーする権利があるようにすることは可能ではないだろうか。一方、このような枠組みを実現するためには、ハードウェアおよびソフトウェアのインフラの整備も必要であり、デジタル領収書が紙の領収書と同等のものとして認められるようにするための法律改正などさまざまな制度改革が必要になるだろう。

#### 1.5 空間コンテンツの信頼性と主情報でない位置タグ

最初に述べたように、コンテンツはその信頼性が極めて重要である。逆に言えば、信頼性が高いコンテンツなら、多くの人々は喜んでそれ相当のお金を払って購入するだろう。

現在のコンテンツプロバイダの問題は、そこに保持されている情報に網羅性がなく、また、ランキングに関しても公平性が保たれていない点である。今後、POI による無料の空間コンテンツ流通が普及すると、インターネット上の情報空間の一部となるので、この網羅性という点は改善されると考えられる。また、ランキングに関しても、適切なランキングを行うコンテンツプロバイダの人气が上がるのは間違いない。そのランキングを作るために、コンテンツプロバイダのスタッフがランキングを労働集約的に作って行くのには限界もあり、人がランキングするのでは、情報の新鮮さを保つことも現実的ではない。したがって、空間コンテンツを使うユーザからの声をうまく拾い上げる仕組みが必要であるが、これは、そのコンテンツプロバイダの人气が出ないと人が集まらないということであり、卵が先か、鶏が先か、の問題となる。また、今のウェブのランキングは、一般に、口コミのランキングよりも正しい情報が提供できていないという事実もある。たとえば、夕食を食べるのに同じ額を出して、より美味しいものを食べられるのなら、少しのお金を払ってでも良いお店を紹介してもらうのは、実は、消費者にとっては、全体としての満足感からすると得をしたことになる。消費者は、一般的な情報ではなく、リアルタイムの情報を必要としている場合も多い。今、新しいネタは何であるか、目玉は何か、新しいサービスはあるのか、メニューに何があるか、料金はどのくらいになりそうか、料理人は昔と同じか、今込んでいるか、などの実時間性が高いコンテンツならお金を払うものである。

このように、これらの空間コンテンツは、決して位置情報が主では無く、コンテンツが主であり、位置情報は、便利に検索するための検索キーであり、また、バリューチェーンを実現するものでもある。したがって、名称も空間コンテンツというよりは、空間情報付きコンテンツと呼ぶべきかもしれない。つまり、「空間コンテンツの流通の普及」と言うよりは、「空間タグと空間キーの普及」と言った方が正しいかもしれない。ここで空間タグとは、POI を構成する位置情報タグを意味し、この空間タグは、どのようなマルチメディアにも付加することができる。一方、空間キーとは、空間タグを検索するための検索キーを意味する。GIS では、位置情報は主データであったが、IT 一般では、位置情報は、時間情報と同じく付属情報であることを忘れてはいけないうらう。しかし、位置情報は、現実世界の実体にアクセスするための重要な情報であり、現実世界でのわれわれの移動を支援してくれる極めて重要な情報である。今までは、この位置情報は、紙地図の上で、各人の空間認知を使って地図と現実世界との対応関係を導き出して、われわれの活動に役立てて来た。これからは、POI のようなデジタル位置情報により、機械での判読が可能になるため、人が見るだけではない高度な位置検索や空間解析を実現できるようになると期待される。

#### 1.6 空間コンテンツ流通のビジネスモデルの分類学的とらえ方

空間コンテンツ流通を、ビジネス(B)、消費者(C)、政府や自治体(G)、非営利組織(NPO)の4つの範疇での相互のコンテンツフローに分類して、空間ビジネスの形態の組み合わせを考えると、それぞれの形態の位置付けと違いを比較的分かりやすく理解することができ

る。(ただし、ここで非営利組織を NPO と略しているが、本節では、NPO という言葉を正確な定義としてではなく、一般的な意味として用いている。たとえば、ボランティアベースで社会に貢献する非営利組織の一般的な概念として NPO という言葉を使うことにする。著者が所属する大学も、本節では、NPO の 1 つに含ませて議論を進めさせていただく。) ウェブは、初期の段階では、大学などを中心とする研究機関という NPO が中心になって、研究成果や研究データなどを公表したり、共有したりする仕組みとして出現した。つまり、最初のウェブは、NPO2NPO の形態の情報交換が中心であった。そして、研究情報以外の、生活や趣味や遊びに関する情報などの共有や公開を行うようになり、その有用性が認められ、NPO を中心に一般市民へも情報公開する方向に拡大していき、NPO2C に発展した。この段階で、ビジネスを抜きにして、ウェブは一般市民が楽しめるようなものになった。これがさらに拡大し、消費者を対象にしたビジネスにも利用できることが認知され、B2C の枠組みの形態へと発展した。この B2C のような使われ方がなされるようになってから、ウェブの有効性が本格的に認められるようになった。この B2C の枠組みにより、ウェブ上でのビジネスは実現し、ウェブサーバが世界中に広まった。現在、公開されているウェブサーバだけでも、その数は4千万台はあると言われている[7]。実際には、サーバは億の単位であると考えられ、今後も、その台数は増え続けるだろう。このウェブサーバは、B2C の段階では、人が情報を閲覧することを主な目的に、ウェブクライアントに情報を送るために利用されている。しかし、世界中にこれだけたくさんのウェブサーバがあるのだから、企業間のデータ交換にもウェブサーバを利用することが得策と考えられるようになり、B2B の枠組みが出現した。この枠組みでは、人が見る HTML 文書データではなく、きちんと構造化されたデータベースの情報を表現する構造化データを交換する必要があり、それに適する XML が誕生したと言われている。XML の使い方は、機械が理解できる構造化データの表現だけでなく、人が読む HTML の構造記述にも XHTML など利用されている。実際には、両者の中間で、人が読め、かつ機械も読めるようなデータの構造として利用するのも実用的であると考えられる。この意味からも、XML 文書は半構造化データと呼ばれることもある。

一方、GIS の分野を見てみると、まずは、各省庁間の壁を取り外して、共有できる空間データは共有できるようにするために、G2G のデータ流通の枠組みが重要視されるようになった。GIS の導入により、政府および自治体の効率化を図るための構造改革を推進するカギになると期待されている。G2G に関しては、ウェブを使わなくても、統合型 GIS として従来のクライアントとサーバ型の枠組みで実現することも可能である。しかし、現在のウェブ技術の社会への普及を考えると、ウェブを使う方が全体として効率化が図られると考えられている。たとえば、すでに多くの安定したツールがあるという意味から、ウェブのプラットフォームにする利点は多い。一方、市民に対しては、政府や自治体が保有しているデジタル情報を一般公開するという意味で、G2C の枠組みが推進されることは市民生活およびビジネス展開においても重要である。たとえば、台帳のような表の形でデジタル



情報を公開する場合に、公的施設の場所に関する情報も POI のような再利用性の高い形式で提供することができ、これが直接、空間コンテンツ流通の G2C という形態の実現につながる。たとえば、自治体から提供された POI 集合を、背景となる地図の上に重ねて情報提供する場合に、もし自治体が背景地図サービスを独力で実現できない場合は、G2C というデータフローの途中に、地図プロバイダ (B) が入り、G2B2C という枠組みとなる。これは、背景地図や空間コンテンツのディストリビューションをアウトソーシングする方が効率的になる場合もあることを示唆している。このような3段階の枠組みは、むしろ、ビジネスにおける地図利用では政府や自治体よりもずいぶんと進んで利用されている。たとえば、インターネット上での店舗の案内を地図で消費者に提供する場合は、コンテンツオーナー (B) が各店舗の位置データを POI という形式で、地図 ASP (B) に提供し、地図 ASP は、その POI 集合を背景地図と重ねた形で消費者 (C) に提供しているので、B2B2C の枠組みとなっている (図3参照)。この枠組みは、現在のウェブでの地図サービスでは主流であり、現在の空間ビジネスモデルの代表的な例である。また、許可を取れば、国土地理院の地図データを利用した地図 ASP を行うことは可能である。その地図 ASP は、ビジネス (B)、他の政府機関 (G)、NPO がそれぞれで行うことも可能であり、その上に、政府や自治体等 (G) の公的機関が無料公開している空間コンテンツや、ビジネス (B) で公開している位置情報付きの無料の広告情報や、NPO 自体が集めた空間コンテンツを、複合的に重ねて消費者に提供することもできる (図4参照)。このように、B,C,G,NPO、のたった4つの範疇に分けて、その範疇間の空間コンテンツのフローを考えてみるだけでも、現状がどのような状況であり、今後どう予想されて、何が足りなくて、何をどこに追加すべきであるかが、少し明らかになる。この意味で、このような分類学的な思考は、役に立つのではないだろうか (図5参照)。

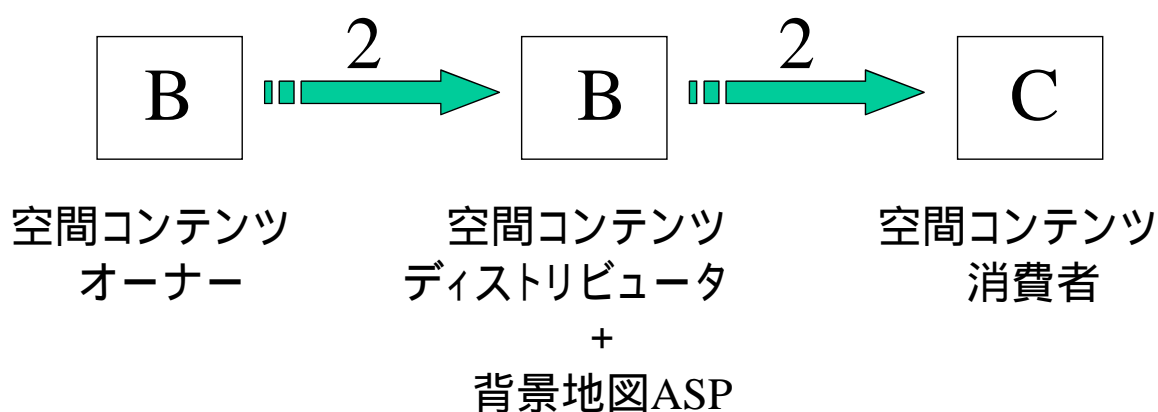


図3．現在の主流となる背景地図 ASP を使った空間ビジネスの1形態：B2B2C

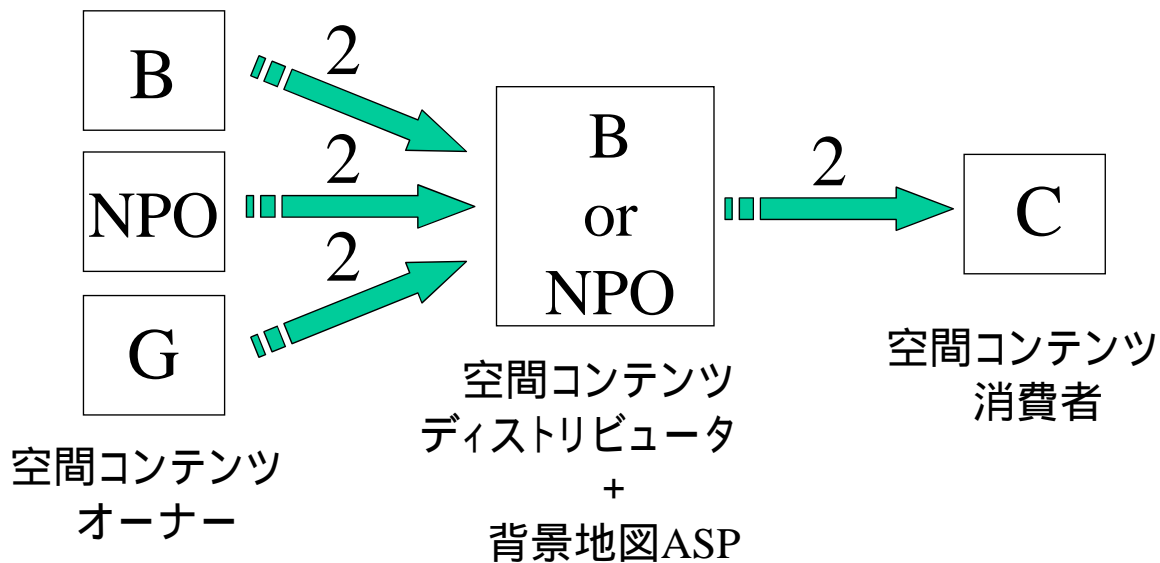
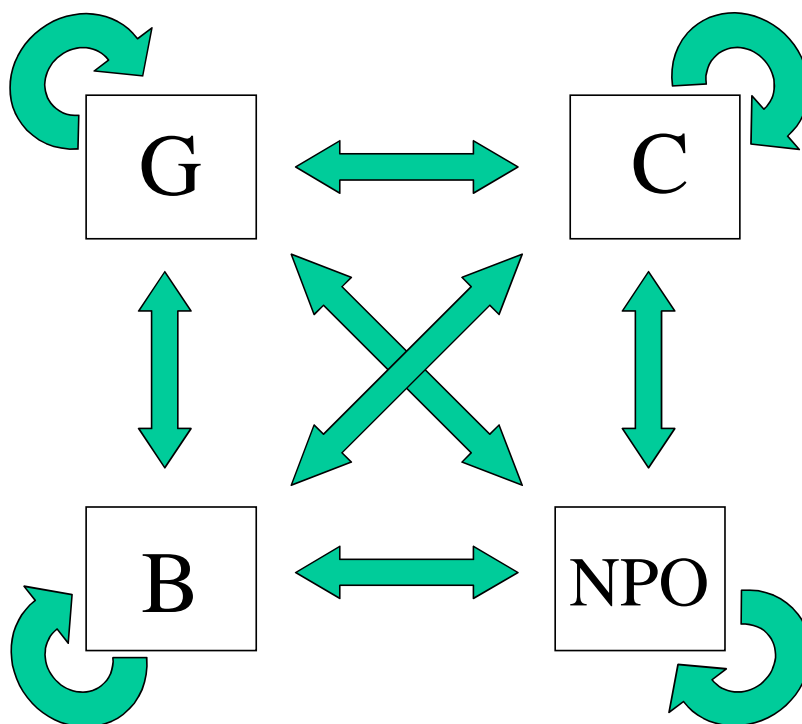


図4．政府・自治体，非営利組織，ビジネス，それぞれから無料の空間コンテンツが提供され，その上にNPOやビジネスを展開する模式図



空間コンテンツのキャリア：

(Web, Email, BBS) × (TEXT, Photo, Voice, HTML, XML, etc)  
 < 通信プロトコル >                      < データ形式 >

図5．政府・自治体，ビジネス，非営利組織，一般市民の間での空間コンテンツ流通のすべての組み合わせ

個人の空間コンテンツの交換という意味では、実は、消費者同士の交換、“C2C”が重要であろう。C2C の枠組みはどのような枠組みかということ、もちろん、個人同士でデータ交換する手段は、email が中心になってくる。また、BBS を使った場合は、C2C という流れもあるが、その結果、限られた個人だけではなく一般の消費者にも、不特定多数に公開される結果となる。そして、それはウェブコンテンツとも見なすことができ、サーチエンジンでも検索できる対象となりうる。この BBS で集めた空間コンテンツというのは、リアルタイム性があり、情報が画一的でなく、極めて有用な情報になる可能性が高い。BBS を立てること自体がコミュニティを作ることであり、位置情報を使った空間コンテンツ交換の理解者を増やすという意味からも重要であり、今後、空間コンテンツの便利さを多くのコミュニティが理解し、空間コンテンツ利用の普及が拡大していくであろう。そして、ウェブというものは、一方的な情報発信のようにも見えるのだが、BBS とウェブというものは、境があるようで、境が無いものであり、BBS は簡単にパブリッシュできるウェブサイトと考えることもできる。

#### 1.7 社会の個人化と個人空間ポータル

社会において個人化は重要である。インターネットや IT は、個人を生かすための道具と言える。人類の歴史を考えると、階層的な社会と組織を作るとは現代社会の実現の第一歩であった。しかし、IT の出現により、人と人との通信形態や人の活動範囲が高度化し、いろいろな意味で個人が生きる時代になった。これは、コンピュータのダウンサイジング化や、個人化（パーソナライゼーション）に直接つながる。そして、企業や政府のような各組織での構造改革にも直接的につながるものである。たとえば、コンピュータは、以前は大規模な装置であったが、現在では個人化し、パーソナルコンピュータとなった。ソフトウェアに関して、従来は組織のためのソフトウェアであったが、今は個人化し、パソコンの上で動くソフトウェアとなり、個人でも使用でき、個人の仕事を支援する表計算やワードプロセッサなどが、個人だけでなく組織においても、情報処理の主体となりつつある。個人化は、社会のいたるところで進んでいる。逆に言うと、今までのシステムは、一部のスタッフだけ、たとえば、専門家だけが使うために設計されたものがほとんどであった。ダウンサイジング化の別の例としては、たとえば、デスクトップパブリッシング(DTP)により、印刷やデザインも専門家から一般市民の手へと移って来た。写真に関して、以前は専門家が撮影し、専門家が現像していたが、今では、個人が撮影し、個人がパソコンで楽しんだりカラー印刷したりするように移り変って来た。このように、いろいろな広範な活動が個人でできるようになり、個人の能力向上および活動範囲拡大が実現できていると言って良いだろう。

このような個人化の流れは、現在の社会全体で明らかに進行している。一方、GIS の分野では、この個人化の流れはあまり大きく認識できておらず、旧来の専門家向けのシステムという傾向がまだ強い。ソフトウェアという道具は、個人が使えるものになれば、それ

を基本にして多人数（グループ）で使うものに発展させることができる，という発展手段が共通認識になりつつある。具体的には，パーソナルコンピュータの上で動くソフトウェアは，それよりも規模が大きいコンピュータであるワークステーションやメインフレームの上でも動く，という拡大過程の模式図の方が枠組みとしては健全と考えられるようになった。もちろん，個人化したソフトウェアで，専門的な処理を含むすべてのソフトウェアをカバーすることは不可能ではあるが，本来，個人向けソフトウェアでカバーできる範囲を，専門家向けソフトウェアや特殊／専門ソフトウェア（システム）で行っていた場合が多いので，良い意味で個人化は全体システムのダウンサイジング化を進め，結果として構造改革につながっている。

個人で使えるソフトウェアは，グループでも使える。個人の特殊な形が，自治体のスタッフ，民間のスタッフ，コンテンツプロバイダのスタッフ，あるいは，研究者であったりする。グループの特種な形が，自治体，大学，会社であったりする。実際には，自治体も大学も，企業と同じような合理化を受け入れる必要があり，今後，自治体や大学も会社と呼ばれる時代が来るかもしれない。グループがもう一階層深くなると，それは，グループのグループということになり，その1つ上のグループが形成される。つまり，個人化のツールと，グループ化して情報を共有するツールにより，コミュニティによる情報共有の枠組みが実現することが，現実的には，健全な方向であると今までの流れからも分かるであろう。

### Personal > Group > Big Group

コンテンツに関しても，位置データは高価である。内容が特殊であり，また，測量も高価であったために，位置データ自体が地図という形となり，測量によりデータ化され，一般の人々に享受されていたというのが実体だろう。しかし今後は，たとえば，個人が GPS で位置データを採取し，個人がそこで写真を取り，個人がコメントをテキストで作成し，それらを組み合わせたものをデータベースに upload し管理するようになるだろう（図6参照）。個人用の DB とは，いろいろな呼び方はできるが，日記的な情報を管理するので，個人日記データベースと言っても良いかもしれない。日記だが，インターネットを通してどこからでも見られる日記である。また，誰からでも見られる日記にすることもできる。ウェブプロバイダが，個人日記を簡単に作る仕組みを提供しているサイトも多い。これは，世界的にも blog[8]という名称で広がりつつある。また，ケータイから，テキストや写真などを upload して作れる Web 日記を moblog[9]と呼んでいる。blog は web log の略である。普通，web log というと，web server のログを連想し，間違えやすい。ここでの web log の意味は，個人の生活の記録としてのログを Web に載せた，個人日記ウェブページを意味する。

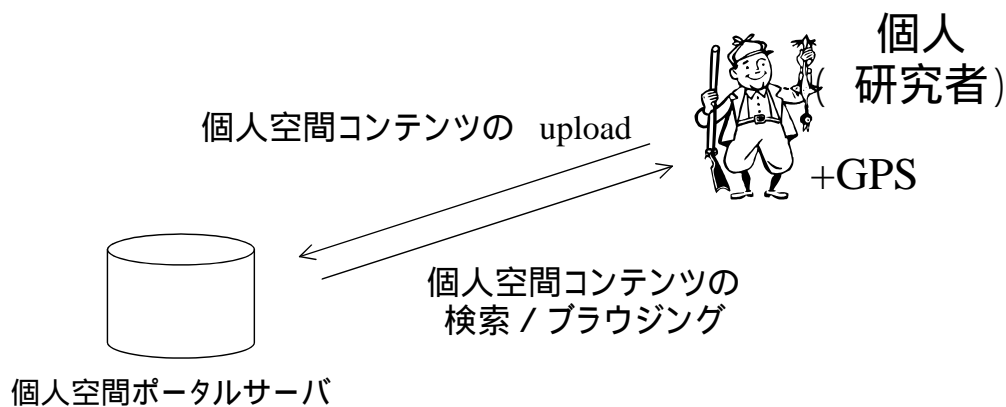


図6．個人空間ポータル．個人が簡単に空間情報をネットワーク上で管理できるようになる．  
外で撮影したデジカメ写真を自分のサーバに upload するがごとく，自分の軌跡などの  
個人空間コンテンツを個人空間サーバに upload する

個人情報とは、普通は、その個人しか見られないようにするのが基本である。一方、自分の個人日記のうち、公開できるものは知り合いや家族に公開するという使い方があるだろう（図7参照）。これは、個人日記ウェブのアクセス管理の制御を行っていることになる。また、一般的なウェブと同様に、不特定多数に公開するという制御も可能である。blogは、一般に不特定多数に、自分の生活内容や不満などを知ってもらって情報交換を促進したいと考えている。日記の中の情報は、かなり新鮮な情報であり、それを読む人にとっては有益な情報がたくさんあるだろう。一方、これらの情報は、機械で直接的に理解できる形式になっていないので、地図で検索するのは一般に難しい。しかし、自然言語処理で、位置情報抽出や位置情報検索が実現できるかもしれない。また、位置情報タグを個人日記の内容に明示的に入れるように習慣付けると、それで位置情報検索の精度がずいぶんと上がる。

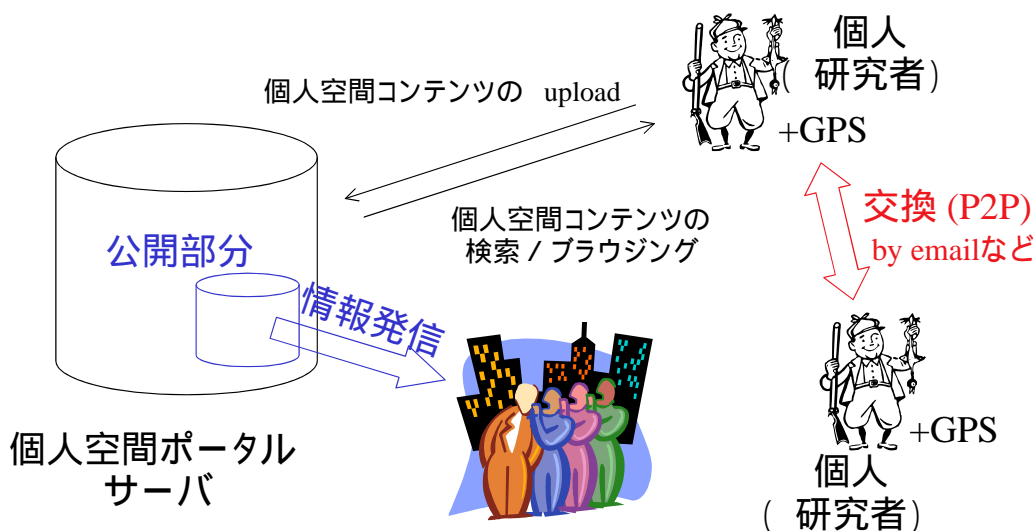


図7．個人空間ポータルと情報共有．  
個人が簡単に空間情報を交換 / 発信できる．

それらが、われわれにとって使いやすいものになる可能性もある。そして、個人の空間ポータルサイトを皆が持つようになると、それらのうちの公開している部分、共有して良い部分をつないで、グループのデータベースやグループのポータルサイトを作ることができる（図8参照）。このように、個人空間ポータルを階層的にしていくことにより、組織の情報共有システムを実現できる。このような、個から全体をボトムアップに積み上げて行く枠組みでのシステムの展開の仕方は、健全な方向と考えることができる。この最も代表的なものは、やはりウェブであり、ウェブページそれぞれは個人が中心になって作ったものであり、それらを集約してウェブ検索エンジンが実現でき、豊かで使いやすい情報空間の利用環境を実現している。

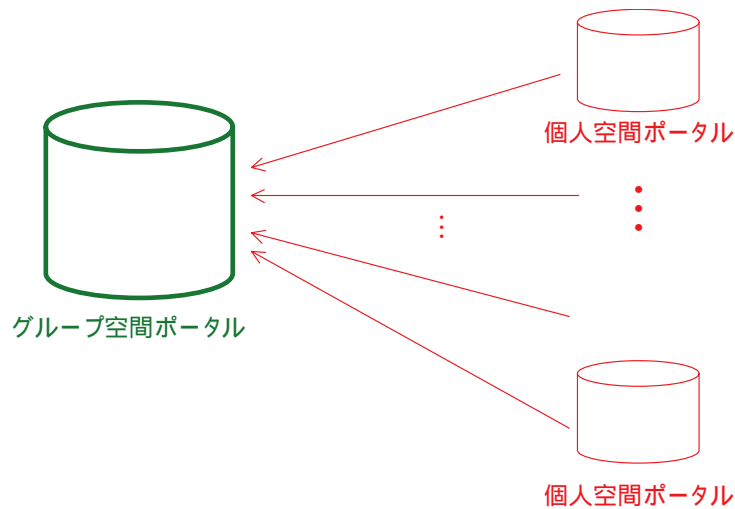


図8 . グループ空間ポータル .  
グループ空間ポータル = 個人空間ポータル

## 2. 空間 IT 社会と LBS

### 2.1 空間 IT とは

これまでの GIS は、専門家向けのツールとして発展・普及しており、消費者を対象とはしていなかった。これは、空間データを作成するのに多大なコストが掛かることが大きな理由となっていた。一方、IT(情報技術)は、もともとは専門家向けの技術から始まり、現在では消費者向けの技術へと進化した。この結果、IT はわれわれの生活習慣を変え、さらに従来のコンピュータ技術の在り方さえ変えてしまった。同様に、GIS も専門家向けのシステムから、より広い範囲をカバーするという意味で、消費者向けへと進化しているのが現状である。次世代 GIS における最も重要な消費者向け適用分野として「ひとナビ」がある。ひとナビでは、大縮尺の地理情報が小縮尺の地理情報よりも重要である。「地理」という用語自体が一般に小縮尺や専門家向けに使われてきた。一方、「空間」という用語は、人間の活動のための空間である現実世界を設計する建築家に好まれて使われてきた。ひとナビや IT の観点からは、「地理」という概念よりも「空間」の方が、次世代 GIS の予想される利用形態をより良く反映しているだろう。そこで、GIS の従来技術から発展した消費者向けの技術を空間 IT(S-IT : Spatial IT)と呼ぶことにする。S-IT は、IT のコア技術の 1 つになるだろう。S-IT は、GIS の分野だけではなく、IT がそうであるように、すべての応用分野で使われるようになると予想される。

### 2.2 LBS の意義

消費者向け GIS の最も有望な形態の 1 つは、LBS(Location Based Services: 位置情報サービス)を基本とするものになるだろう。LBS は、家電、乗物、人などあらゆるものの位置情報を提供するようになる。消費者は、それらの位置に依存した多くのサービスを楽しむようになるだろう。インターネットの特徴の 1 つとして、現実世界の位置に制約されずに情報空間が存在することが挙げられる。つまり、ネットワークは、時間と空間の制約を超えて、われわれが情報を共有できる環境を実現した。そして、インターネットは爆発的に普及し、われわれの生活スタイルそして社会のシステムをも変革した。インターネットが当たり前の環境になった現在、次に注目される機能として「モバイル」があり、現在、多くの研究が行われている。近い将来には、すべての人々がコンピュータをどこでもいつでもどんな状況でも使うようになるだろう。コンピュータは、現在の機能からさらに発展して、利用する場所に制限されることなく人々の活動を支援するツールとなり、自律した存在あるいはエージェントへと発展すると予想される。たとえば、コンピュータの存在は、デジタル秘書、デジタル友人、デジタルペットなどの存在へと変化するだろう。コンピュータは、人と対話し、その人の意図や好みを理解する機能を持つことになるだろう。また、その人自身の過去の行動履歴を記憶し、これを利用してアドバイスを人に与えたり、それ

に対するフィードバックを受けて、その人を深く理解する機能が実現されると予想される。

### 2.3 新しい主要入力デバイスとしての LBS

LBS は、このようなエージェントを実現するための最も重要な技術の1つである。エージェントは、人 (= 主人) の位置が分かっているので、その人の行動を支援する情報を提供できる。エージェントへの現在の入力情報のほとんどは、人手をかけて入力したものである。たとえば、今日、ソフトウェアアプリケーションやエージェントに対するデータや問い合わせの情報を作る場合、キーボード、マウス、ペン、あるいは音声などの物理的そして仮想的な入力デバイスを利用する。一方、LBS は、人が入力しなくても、現実世界の人の動きに関する空間情報を自動的に生成できる。LBS は、ヒューマンインタフェースの観点からは、キーボードとマウスに次ぐ、コンピュータにとって革新的な第3の入力デバイスになると考えられる。LBS は、現実世界に対応する地図の上に、人の動きの軌跡を線で描くような入力デバイスである。この人の軌跡の情報をを用いて、エージェントはさまざまな状況において人の活動を支援し、将来のモバイルコンピュータ環境において、最も重要でかつ便利な入力デバイスとなるだろう。

### 2.4 LBS によるボトムアップ型空間コンテンツ構築

LBS は、従来高価であった空間データ制作費用を少なく、あるいは無料にする。LBS が普及すると、人類がかつて経験したことが無いほど大量の空間データが生成され、インターネット上を流通することになる。LBS により生成された空間データはインターネットを通して収集され、大規模な自立発展的な地理データベースが構築されることになるだろう。このようなボトムアップ的な空間データ基盤は、従来の政府や測量会社などがトップダウン的に整備してきた空間データ基盤とはかなり性質が異なり、市民参加による草の根的な枠組みの実現となり、また、空間データ基盤の在り方自体も変えてしまうだろう。インターネットを普及に導いたウェブも、ボトムアップ的、草の根的な枠組みであり、コンピュータ環境を一変させてしまった。同様に、ボトムアップ的空間データ/コンテンツ基盤は、S-IT が進むべき健全な方向だとわれわれは考えている。

### 2.5 空間時計としての LBS

LBS は、時計に例えることができる。時計の普及により、われわれは「時間」情報を手に入れることができた。一方、LBS の普及により、われわれは「空間」情報あるいは「位置」情報を手に入れることになるだろう。今日の社会は、時間を基準に回っていると言って良いだろう。LBS が安定して安価で提供されるようになると、「空間」を基準にしたさまざまな管理方法が社会の根幹に加わり、社会のシステムを変革するだろう。これは、時計の普及により、「時間」を基準にした管理方法が導入され、社会のシステムが変革された歴史と似たものとなるのではないだろうか。



## 2.6 認知空間のデジタル化

LBS のもう1つの側面として、われわれが自分自身の個人的な空間データを所有することになることが挙げられる。空間データのパーソナライゼーションを実現するためには、人間の認知の解明が重要となる。エージェントは、人間の脳の中の情報をシミュレーションすることにより、各種機能を実現することになる。エージェントは、人の行動の履歴データをその人の個人空間データとして記録する。個人空間データは、現実世界におけるわれわれの行動に関する記憶の外在化と解釈することができる。このように、個人空間データを管理するエージェントを「空間パーソナルエージェント/アシスタント」と呼ぶことにする。将来のパーソナルコンピュータを空間パーソナルエージェントとして実現するためには、関係する多くの領域の専門家が結集して知識を出し合うことが、大きな実質的な発展を生み出すだろう。

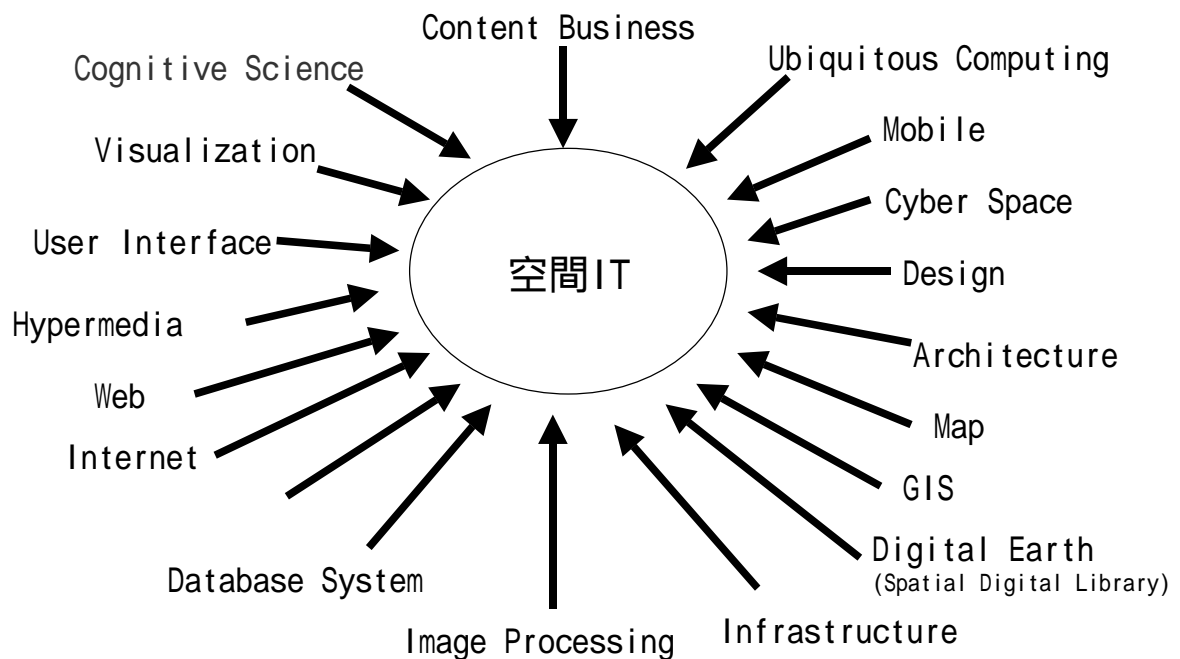


図9 . 空間 IT と関係する分野

## 2.7 空間 IT 社会の技術的研究課題

最後に、「S-IT 社会」に関する技術的研究課題を以下に列挙する。

### A . LBS に基づく空間 PDA (Personal Digital Assistant)

#### A.1 ひとナビ ( Human Navigation )

- 略地図

- 音声 / 自然言語ナビ
  - 拡張現実感 (Augmented Reality) インタフェース
  - A.2 デジタルひとメモリ (Spatial Human's Memory or Digital Recognition Spaces)
    - 空間対話 (Spatial Interaction)
  - A.3 空間デジタルパーソナルエージェント
    - デジタル秘書, デジタル友人, デジタルペット, デジタルわたし, デジタル家族, デジタル神
  - A.4 空間個人履歴管理
    - 空間日記 / 空間個人メモリ管理
    - 写真やビデオの個人アーカイブに対する空間個人情報検索システム
  - A.5 空間健康管理システム
- B . IT 社会向けボトムアップ空間データ / コンテンツ流通基盤**
- B.1 空間 DNS (Domain Name Service)
  - B.2 空間セマンティックウェブ
  - B.3 空間コンテンツ融合
  - B.4 空間リアルタイムカメラ情報場
  - B.5 空間センサー情報場
    - 空間センサーの協調とプライバシー保護
  - B.6 LPS(Local Positioning Systems)を基本としたオープン LBS フレームワーク
  - B.7 P2P を基本とする空間コンテンツ流通の普及

### 3. 位置情報によるインターネット上のリソース管理

インターネットの出現により，地理的な位置に依存せずに全世界的にネットワークを介して誰でも自由に情報を交換できるようになった。しかし，この情報空間が現実空間の位置とうまくリンクしていないことが問題であり，サイバー空間の本来の可能性を小さくしている。今後，この情報空間と現実空間の位置とをスムーズに，かつ自由にリンクさせるサービスを実現する（図 10）ことにより，現実空間でのわれわれの活動とインターネットに展開された情報空間とを自然に結び付けて，人間の日常生活を多角的に豊かにさせることができるだろう。また，LBS とインターネットとを組み合わせることにより，一般の人々が個々に空間情報を作成し，交換できる土壌ができつつあると言える。

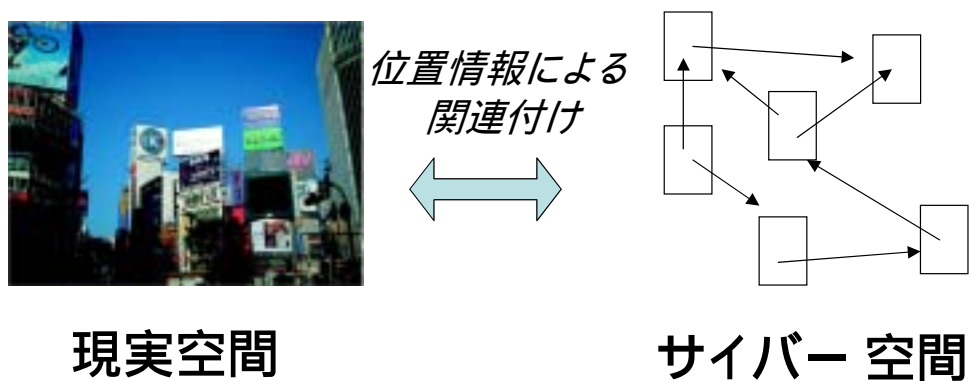


図 10 . 位置情報による現実空間とサイバー空間の相互参照

ウェブは地理的位置に依存しない情報空間を実現し，今日，巨大な情報空間を人類が共有できるようになった。一方，ウェブの情報を場所に依存する形態で利用できるようなする要望がある。たとえば，現在いる場所から近いお勧めのイタリアンレストランの情報を知りたいとか，今から行く先の場所のリアルタイム映像を見たいなどといった，位置に依存した情報アクセスの手段は便利である。位置情報をキーとしてインターネット上のウェブページにアクセスするサービス[10,11]はまだ研究レベルであり，インターネットの主要サービスの1つとして技術的に実現されてはいない。

VRML (Virtual Reality Modeling Language) の提案は，1994 年に第 1 回の WWW に関する国際会議で，“Cyberspace”という題目の発表として行われた[12]。VRML を発明したときの大きな目的の1つとしてデジタルアース[13]の構想があった。デジタルアースとは，地球上のさまざまな情報を 3 次元化して，さも地球儀を覗くがごとく，インターネット上のさまざまな情報にアクセスするという枠組みである。VRML の提案論文では，(x,y,z)で表現される 3 次元の位置と IP アドレスとを対応付ける Cyberspace Server というサービスが

提案された。このサービスは、唯一の 3 次元ウェブ空間を地球上の位置と一意に結び付ける。現在、ウェブは普及したが、VRML の提案論文にあったような、位置に基づいて必要なリソースにアクセスする枠組みは、まだ実現されていない。ただし、そのようなサービスを実現しようとする国際標準化の動きが全く無いわけではない。VRML コンテンツの中で緯度経度を記述できる"GeoVRML"[14]の提案や、トップレベルのドメイン名として".geo"[15]を使えるようにして、"20e30n.geo"のように経度緯度情報を URL の一部に記述できるようにし、現実世界の場所を階層的なセル単位でアクセスする枠組みの提案が行われた。残念ながら、.geo の提案は、インターネットの標準化組織である IETF では認められなかった。このように、インターネット上のリソースへの、位置情報によるアクセスのためのインターネット標準については、決定的なものはまだ出てきていない。

LBS の普及により、位置情報を時間情報並みに一般市民が利用できるインフラが整ってくると考えられる。今後は、位置情報は、専門家だけでなく誰もが普通に使うようになり、時間情報が溢れているのと同様に、位置情報もわれわれの生活の中に溢れるようになり、さまざまな情報の共有や同期を行うために、それらの位置情報の多くはインターネット上を流通するだろう。たとえば、ファミリーレストランは、そのホームページにおいて各店舗の位置情報をインターネットで公開するのが当たり前となるだろう。これらのインターネット上で公開された空間情報を、クローラ (crawler) やディレクトリサービスを使って集めたものが「未来の地図」あるいは「未来のサイバー地図」になると考えられる。つまり、地図は、従来のようなトップダウンで画一的なものではなく、ボトムアップで多様性を持つ位置情報あるいは空間情報を集約して作られる形態へとシフトして行くだろう。言い換えると、現在のウェブと同様に、個人でも、地図とは無縁の組織でも、普通に自由に簡単に空間情報を公開させ、流通させる枠組みになることがインターネット上の今後の発展の自然な方向と考えることができる。この結果、空間データ (むしろ、空間コンテンツと言うべきだろう) は、新鮮性を保つことができる。一方で、現在のインターネットと同様に、さまざまな品質の空間コンテンツがカオスのように流通するようになるだろう。しかし、それらの情報は、社会というフィルタにより自然淘汰され、ボトムアップ型のサイバー地図は自律的に段階的に内容が充実して、現在の地図の一部に置き換わるものになるだろう。

位置情報は、現在の地図で扱っている地物、つまり、建物や自然地物のような静止物だけではなく、あらゆるもの (リソース; resource) を表現するようになる。たとえば、人、自動車、ケータイ、パソコン、家電、洋服、鉛筆、靴、食料などあらゆるものに位置センサーならびに IP アドレスが付くようになるだろう。それらの位置情報を検索できるようになるだけでなく、逆に、位置情報からさまざまなリソースをコントロールできるようになるだろう。具体的には、IPv6 で提供される無限に近い IP アドレスが自分の身の回りのもののほとんどに割り当てられるようになる。それらを検索するあるいはコントロールする場合、IP アドレスで直接そのリソースを指定するのは非人間的であり、また、小さなもの

にまで名前（ドメイン名）を付けるのも非現実的である。そこで、名前が無いものでも、位置で指定ができるのが自然である。バーコードでいろいろな指定ができるがごとく、位置でいろいろなリソースを指定できる枠組みが普及する可能性は大きい。位置により IP アドレスが検索できる枠組みが確立すれば、たとえば、どこに行っても、目の前にあるテレビのコントロールは、自分のケータイから自動的に普遍的にコントロールできる。

位置とリソースを結び付けると、われわれの生活活動を楽に高度にできる。この位置とリソースを結び付けるサービスとは、DNS(Domain Name Service)がドメイン名から IP アドレスを検索するのと同様に、位置から IP アドレスを検索できる枠組みがインターネット上での一般的なサービスとして確立することである。当然、個人情報において、位置情報は人の居場所を表現する。プライバシーや安全を確保する枠組みの確立は必須である。同時に、うまく隠蔽化が実現できれば、人の動きなどのリアルタイムで大量の情報を公開できる。これらを利用すれば、行政計画、マーケティングなどさまざまな分野で効率良い客観的で公平な空間意思決定を行うことが可能となる。

## 4. ジオコーディング手法を用いた多様な文書資源の空間情報化

### 4.1 背景

多くの文書データには、そのデータが作成された場所や著者の住所、あるいはある場所の参照情報など、実世界の位置の情報が含まれている。このような多様な文書データを実世界の位置で検索・管理することは、情報の活用可能性を広げ、利用を高度化させる。一般に、位置情報というと緯度経度で表される二次元座標値が想定されるだろう。二次元座標値のように位置を数値で表したものを、直接位置情報と呼ぶ。直接位置情報を利用する代表的な応用例としては、GIS や GPS が挙げられるが、直接位置情報が利用されているのは、特定の目的に作られた専門性の高いデータだけである。これに対し、住所や地名のように位置の情報を表しているものの、直接地図上に射影できない記述を、間接位置情報と呼ぶ。間接位置情報を含む文書は、一般文書データにも多数存在する。これらの間接位置情報を直接位置情報、つまり(x, y)へと変換できれば、文書データを地理空間に射影することができ、多様な検索や構造化が可能となる。

間接位置情報を直接位置情報へ変換する手法として、欧米を中心に従来よりジオコーディング(Geocoding)が利用されている。昨今のモバイルコンピューティング環境の普及に伴い、位置に基づく検索・整理や、情報発信が今後ますます重要になると考えられるため[16]、ジオコーディング手法を利用することでメディアの種類を超えて、位置に依存したさまざまなアプリケーションが一般ユーザにも使えるようになるのが理想と言える。このようなインフラが整備されれば、現実世界とのインタラクションのある空間情報を日常的に利用できるようになるだろう。

### 4.2 空間文書データの分類

本節ではまず、本研究の対象とする文書データを、空間データとして利用する観点から分類する。最も代表的な空間データを扱う情報システムである GIS で利用可能な文書データには、地理データ(Geographic Data)と地理参照データ(Geo-referenced Data)がある。地理データは道路形状や行政界などの幾何的な情報を中心としたものである。地理参照データは、顧客データや道路交通量などの定量データが中心だが、ID などによって地理データにリンクすることができるデータである。地理データも地理参照データも、特定目的用に多くの費用をかけて作成されるもので、一般ユーザが日常的に利用するものではない。

さて、日常生活で利用される文書に含まれる情報には、待ち合わせ場所や宿泊先など、住所や地名を含むものが多い。このような「空間的な位置情報を含むデータ」を「空間データ(Spatial Data)」と定義する。空間データには、「 町 番地で火災発生」「震源地は××沖 50km」や「 駅前の ラーメンはおいしい」といった自然言語で記述された文章や、略地図、事故現場を写すニュース映像なども含まれる。

このような高級な表現は人間にとっては有用だが、そのままではコンピュータには理解できないため利用できない。そこで、XML などの半構造化表現を利用したドキュメント記述を用いて、表現の曖昧さを解消する手法が注目されている。例えば「町番地で火災発生」というデータを「<spatial information><location> 町番地</location>で<event>火災発生</event></spatial information>」のように記述すれば、コンピュータにとって格段に理解しやすくなる。

文書データを空間データとして分類すると、上述のように構造化のレベルによって 3 段階に分類することができる。まず自然言語や画像などの生データを「非構造化データ(Non-structured Data)」, XML のような構造化文書表現を利用したデータを「半構造化データ(Semi-structured Data)」, そして地理データや表形式データのように特定のフォーマットに従ったデータを「構造化データ(Full-structured Data)」と分類する。これと直交する基準として、地理データのように位置を座標値で表現した直接位置情報データ(Directly-referenced spatial data)と、位置を住所や地名で表現した間接位置情報データ(Indirectly-referenced spatial data)に分けることができる。以上の組み合わせにより、空間データを図 11 のように 6 種類に分類することができる。以下本稿ではそれぞれの頭文字を用いて、構造化 - 直接位置情報データを F-D データ ( Full-structured, Directly-referenced spatial data ), 非構造化 - 間接位置情報データを N-I データ ( Non-structured, Indirectly-referenced spatial data ) のように表記する。

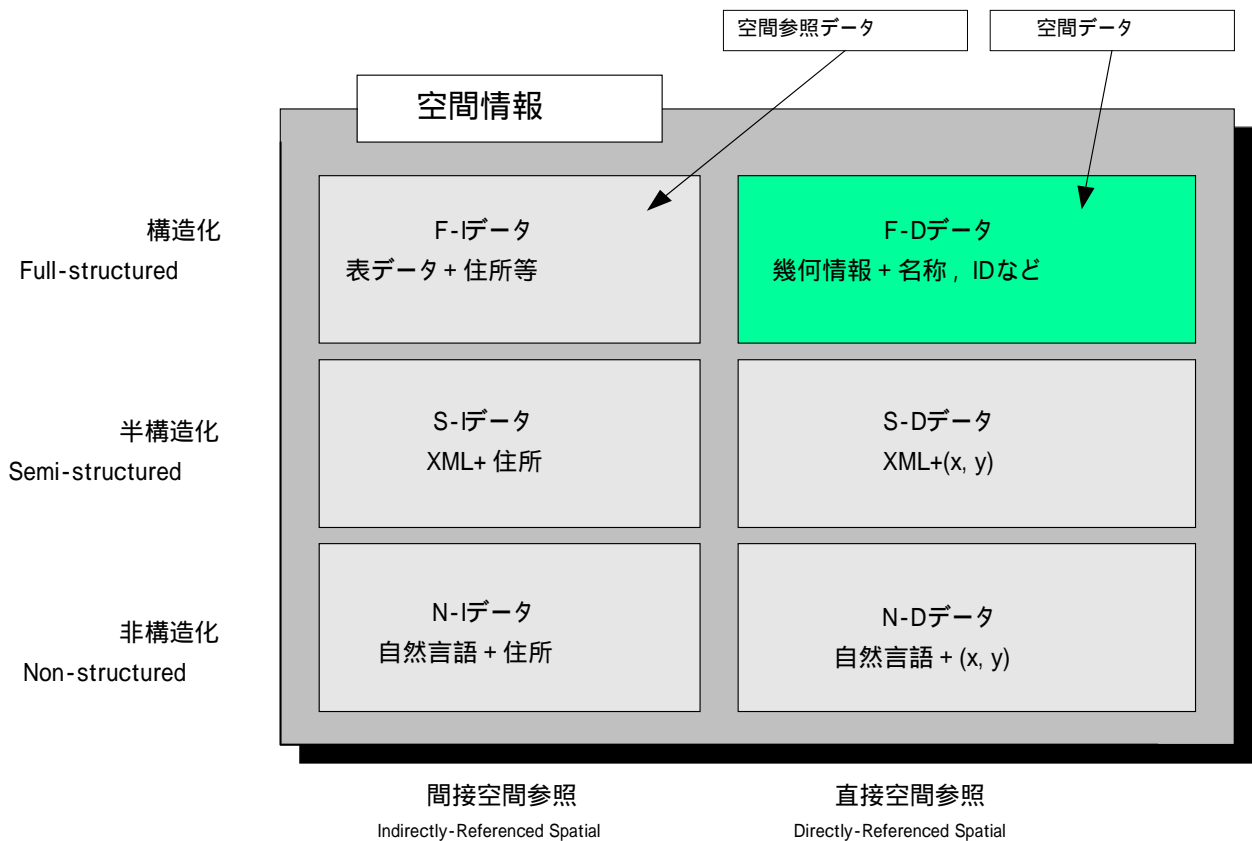


図 11 . 空間データの分類

#### 4.3 空間文書管理システム

本研究の目的である空間文書データの高度利用を実現するためのシステムとして、空間文書管理システム(Spatial Document Management System)を実装・開発し、有効性を示した。本システムでは、文章で記述されている文書データであれば(すなわち、画像や音声のようなデータは除く)、4.2 で分類した 6 種類の空間文書をすべて空間情報として利用することができる。たとえばレストランの情報であれば、ワープロで作成されたチラシやウェブページのような N-I 文書データもそのまま保存し、含まれている住所の情報を元に地図上で検索、閲覧することができる。以下、まず空間文書管理システムで利用する 2 種類の変換エンジンについて説明し、次に空間文書管理システムについて説明する。

##### 4.3.1 ジオコーディング・エンジン

空間文書管理システムでは、間接位置情報を抽出して直接位置情報に変換するため、ジオコーディングを行う必要がある。ジオコーディングは、住所や地名文字列を解釈し、対応する位置の座標値(たとえば緯度経度)に変換する手法の総称である。欧米では GIS の基本機能として広く利用されているが、日本では、単語の間に空白やカンマなどのデリミ



タが存在しないため分かち書き処理を行う必要があることや、京都市内の通名に代表されるように複数の住所体系が混在していることなどが障害となり、あまり普及していない。特に一般文書データに含まれる住所などの記述は、読み手に理解できればよいという条件で記述されているため、都道府県名や市町村名が省略されているなど曖昧な記述が多い。われわれは、これらの曖昧な間接位置情報をロバストかつ高速にジオコーディングするため、日本の住所体系に適したジオコーディングアルゴリズムを開発し、クライアント・サーバエンジン『SPAT』として実装した[17]。空間文書管理システムでも SPAT を呼び出してジオコーディングを行う。ジオコーディングにより、S-I データは S-D データに、F-I データは F-D データに変換される。

#### 4.3.2 半構造化エンジン

非構造化データには、間接位置情報がどこに記述されているかという情報が含まれていない。そこで、文章をパース(parse)して、間接位置情報の可能性がある単語列を順番にジオコーディングするという処理を行う。ジオコーディングの結果、対応する緯度経度が得られれば間接位置情報であったことが分かると同時に、直接位置情報に変換することができる(対応する緯度経度が得られなかった場合は間接位置情報ではなかったと判断し、次の単語列に移る)。また、直接位置情報の可能性がある単語列も抽出する。

さて、元の非構造化文書データに含まれる間接・直接位置情報が抽出された時、その部分を XML-like なタグでマークアップすると、非構造化データを半構造化データに変換することができる。そこで、この処理を「半構造化 (semi-structuralize)」と呼ぶ。実際には、同時にタグの属性情報として直接位置情報を挿入するため、半構造化とジオコーディングが行われる。すなわち、N-I データと N-D データが S-D データに変換される。以上の処理を行う半構造化エンジンは、プログラムモジュール『芭蕉』[18]として実装した。

#### 4.3.3 空間文書管理システムの仕組み

SPAT および芭蕉を利用することで、6 種類に分類された空間文書データはすべて、S-D データまたは F-D データに変換できる。一般に S-D データはレストラン情報のように地図上の点として表される情報、いわゆる POI(Point of Interest)とみなすことができ(道路渋滞情報のように線で表されるべき情報もある)、地図に表すことができる。F-D データはそのまま地図上に表示することができるため、6 種類の分類すべてが地図上に示せることになる。

そこで、変換された S-D データおよび F-D データを効率良く管理、検索する仕組みを開発すれば、6 種類の空間文書データを地図上で管理できる新しい情報システムを構築することができる。この空間情報システムを「空間文書管理システム」と呼ぶ。図 12 は SDMS のプロトタイプシステム画面例である。本システムのインターフェースはさまざまな OS 上のウェブブラウザで動作するが、SDMS のメインシステム部分は UNIX 上の CGI アプリケー

ションとして構築されている。

#### 4.3.4 検索インターフェース

インターフェースは大きく 3 つの部分から構成されている。左上部は地図表示部であり、地図をベースに、それぞれの位置にリンクされている空間文書のアイコンが表示される。右上部は入力フォームになっており、表示したい場所や検索キーワード、時間的な検索範囲を指定する入力フォームがある。下部は検索結果表示部で、地図に表示されている空間文書の概要が一覧表示される。

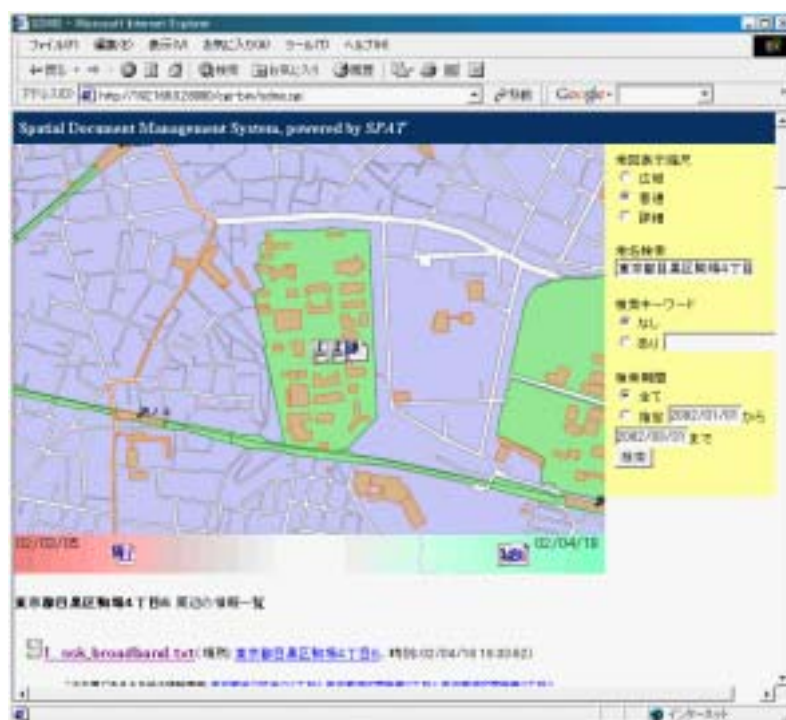


図 12 . 空間文書管理システムのプロトタイプ画面

地図表示部の文書アイコンはそれぞれの文書のタイプを示している。現在のところ、文書タイプとして Microsoft Word , Excel , PowerPoint , Adobe PDF , HTML および Plain Text に対応している。また、アイコンをクリックすると、検索結果表示部の対応するレコードにジャンプする。検索結果表示部には、文書ファイル名とその文書に含まれている住所一覧、および文書の一部が表示される。文書ファイル名をクリックすると、直接ファイルを開いて編集を開始することもできる。住所一覧をクリックすると、その住所を中心として地図を描き直し、その住所を中心に再検索が行われる。

#### 4.3.5 検索インデックスの作成

空間文書管理システムでは、空間的な検索を行うための空間インデックスと全文検索を行うためのキーワードインデックスの特徴を組み合わせた、キーワード空間木を利用して空間文書を管理する。以下、キーワード空間木を作成する手順を説明する。

##### (1) 空間文書の構造化・ジオコーディング

上述した SPAT および芭蕉を利用して、空間文書データを F-D データまたは S-D データに変換する。

##### (2) 空間木の作成

次に空間文書による空間木構造を作成する。空間文書を管理するデータ・ディレクトリに含まれる文書数が一定の閾値を超えた場合、S-D データから XML パーサを用いて直接位置情報(緯度・経度)を取り出す。この情報を用いて空間文書集合を空間的に分割し、サブディレクトリを作成して移動する。分割処理を再帰的に繰り返すことにより、ディレクトリを中間ノード、空間文書ファイルを葉ノードとする空間木が作成される(実装では R 木を利用)。なお、1 つの空間文書の中に複数の位置の情報が含まれている場合には、複数のノードに属する可能性があるが、その場合は該当するすべてのサブディレクトリに複製する(実装ではシンボリックリンクを利用)。

空間木を用いることで、指定された点(駅、ユーザの現在位置など)に最も近い位置情報を持つ文書や、指定された範囲(100m 以内など)に含まれる文書の集合を見つけるといった空間演算に基づく検索を効率良く行うことができる。

##### (3) キーワード空間木の作成

文書の検索で最も頻繁に用いられる技術は、キーワードによる全文検索である。空間文書の場合にも、キーワードインデックスを作成することで、全文検索の効率を高めることができる。しかし、すべての空間文書に対して 1 つのキーワードインデックスを作成してしまうと、空間検索とキーワード検索を組み合わせた検索に対して効率が悪くなる。具体的な例として、「目黒区内で『学校』というキーワードを含む文書」を検索することを考える。

まず空間木だけを用いて検索する場合、「目黒区」に相当する閉領域を検索範囲として、その内部に含まれる空間文書集合を取り出すことができる。その中から『学校』というキーワードを含む文書を見つけるには、取り出した文書に総当り検索を行うか、取り出した文書集合のキーワードインデックスを新たに作成してから検索を行うことになり、検索に掛かるコストが大きくなってしまう。

一方、すべての空間文書に対するキーワードインデックスを 1 つだけ作成した場合、これを利用して『学校』というキーワードを含む文書集合を効率良く取り出すことができる。

しかし、この中から「目黒区」に含まれる文書を見つけるには、総当りで位置情報を確認しなければならず、文書数が増えた場合の検索コストが線形に増えてしまう。

そこで、前節で作成した空間木の末端の中間ノードそれぞれに対してキーワードインデックスを作成して付加する。この木構造をキーワード空間木と呼ぶ。図 13 にキーワード空間木の構成を示す。なお、検索アルゴリズムを簡略化するため、上位の中間ノードにはキーワードインデックスを作成しない。

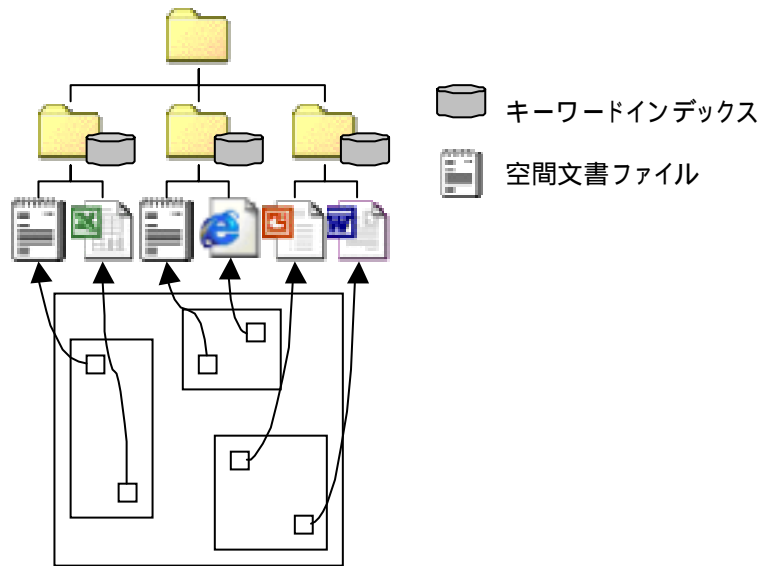


図 13 . キーワード空間木の構造

#### 4.3.6 空間文書の検索

キーワード空間木を用いて空間文書を検索する方法を示す。キーワードを指定しないで空間的な検索だけを行う場合、一般的な空間木検索の場合と同様にキーワード空間木をたどり、目的の文書集合を取り出すことができる。モバイル環境でのナビゲーションなど、特に限定せずに現在位置周辺の情報をすべて提示したい場合などにはキーワードが指定されないため、このような検索が利用できる。

キーワードを指定して空間的な検索を行う場合、次の手順に従う。まず一般的な空間木検索の場合と同様にキーワード空間木をたどる。葉ノードに到達した時、そのノードのキーワードインデックスを参照し、検索キーワードを含む文書集合を得る。複数の葉ノードが検索空間領域に重なる場合、すべての葉ノードから検索キーワードを含む文書集合を取り出し、和集合を得る。

## 5. 高精度な3次元位置・方向情報をキーに用いた空間コンテンツ融合

### 5.1 背景

われわれは、今後予想されるモバイル・ユビキタス・コンピューティング環境において、現実空間の位置情報を用いてさまざまな情報コンテンツを検索・統合する枠組みの研究を行っている。特に、位置情報と関係するコンテンツとして、写真に代表される映像を対象に、高精度な3次元座標の位置情報と方向情報をキーとして用いて写真同士を連携させたり、写真を背景にしてテキスト情報を注釈として重ね合わせて提示させる枠組みを体系化し、プロトタイプシステムを実装した。このような研究を行う背景としては、屋外でのインターネットの利用を考えた場合に、実世界型利用者インタフェースとして拡張現実感（Augmented Reality）に代表されるように、現実世界そのものにアンカーや視覚情報を直接的に配置する環境が一つの理想的対話環境と考えられている点がある。この利用者インタフェースを実現するためには、センチメートルオーダーの高精度な位置情報サービスの実現を前提としている。しかし、現在のGPSなどの広域位置情報サービスは、このような高精度の位置情報を保証する枠組みにはなっておらず、屋外における拡張現実感の実用システムは現在のインフラのもとでは実現できない。一方、今年5月に国土交通省国土地理院の電子基準点リアルタイムデータ提供が開始され、数年後には、GPS ケータイでもセンチメートルオーダーの位置情報の測位が可能になるかもしれない。このように高精度な位置情報サービスが実現すると、人は歩きながらでも、どの辺りの風景が視界に入っているのかを正確に測定することが可能となり、人が見ている風景に視覚的あるいは音声的に、さまざまなデジタルコンテンツ情報を重ねる拡張現実感を実現できる基盤が整う。将来は、高精度な3次元位置情報と広域無線ネットワークを用いて現実空間とサイバー空間を融合し、現実世界を介したインターネット利用やヒューマンナビゲーションの枠組みが実現できるという展望を、多くのヒューマンインタフェースの研究者・技術者が持っている。本年度は、このような背景のもとに高精度な位置情報と方向情報、つまり映像を撮影するカメラの状態を、空間データとして獲得できた場合に、映像情報を統合的にサイバー空間と統合して利用する枠組みの提案およびプロトタイプシステムの実装を行った。

従来の位置情報は誤差精度が2～100メートルという粗い位置情報であり、小縮尺での現実空間のモデルを用いた情報サービスしか実現できていない。これに対しては、現実世界を天空から真下に見下ろした地図によるインタフェースが現実的な解法である。一方、将来、高精度な位置情報を用いることが当然となり、写真などのマルチメディアコンテンツを地図上のある1点に配置することの意味が問われるようになるだろう。たとえば、現在は、写真を1点の位置として表現しており、それがカメラの位置であるのか撮影された対象物の位置であるのかという、当然明示的に表現しなければならない情報が曖昧に扱われている。このため、将来、高精度位置情報の利用が普及しても、利用者が想定した位置情

報を用いた検索や統合が適切に実現できない場合が多くなるだろう。側面景観つまり人間の視界のように現実世界を地上から見たような映像においては、地図のような 2 次元ではなく 3 次元の位置情報を考慮する必要がある。この場合、1 枚の写真のメタデータとして、カメラの状態である、位置・方向・画角の情報を利用すると、写真群の高度利用が可能となる。このような空間メタデータを持った写真群への問い合わせの例としては、「ある場所から見た映像が欲しい」、「今の場所から北に移動した場所の映像が欲しい」、「今見ている対象を別の角度から見たい」などが考えられる。これらは、現実空間の位置情報を用いてさまざまなマルチメディアコンテンツを連携させたり、たぐり寄せたりする枠組みである。このとき、問い合わせの形式として、映像を見ている「主体」と、映像の中に映っている「対象」それぞれの位置情報を一つのベクトルの始点と終点として用いることにより、使いやすく自然な利用者インタフェースを実現することができると考え、以下では、この枠組みに関して説明し、またこの枠組みに従って実装したプロトタイプシステムを紹介する。

## 5.2 撮影ベクトル場モデル

本節では、写真を空間データとして、また、空間データを提示する際のベースとして利用するために、撮影ベクトル場モデルの定義を行う。本モデルでは写真内のすべてのピクセルをジオコーディング (geocoding) することができる。ジオコーディングとは、もともと間接的な位置情報を北緯東経のような直接的な位置情報へ変換する処理を意味する。写真の特徴付けるカメラの情報を、空間メタデータとして写真データに付与することで、写真を空間データとして組織化できる。これは、付与された空間メタデータを用いて、写真平面を空間内の適切な位置に配置していくこととして捉えることができる。撮影ベクトル場モデルでは、風景写真のメタデータとして、その写真を撮影した際の視点と注視点の位置座標と画角を付与するが、視点から注視点へのベクトルを想定し、これを撮影ベクトルと呼ぶ。図 14 に示すとおり、1 枚の写真を 1 本の撮影ベクトルに対応させることになる。

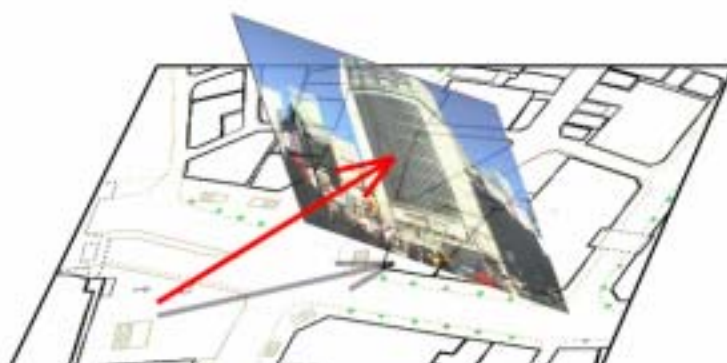


図 14 撮影ベクトル

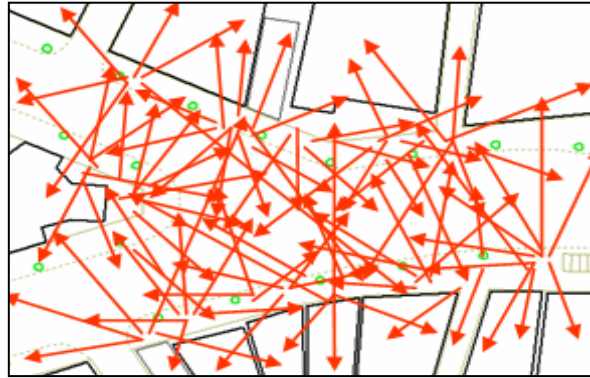
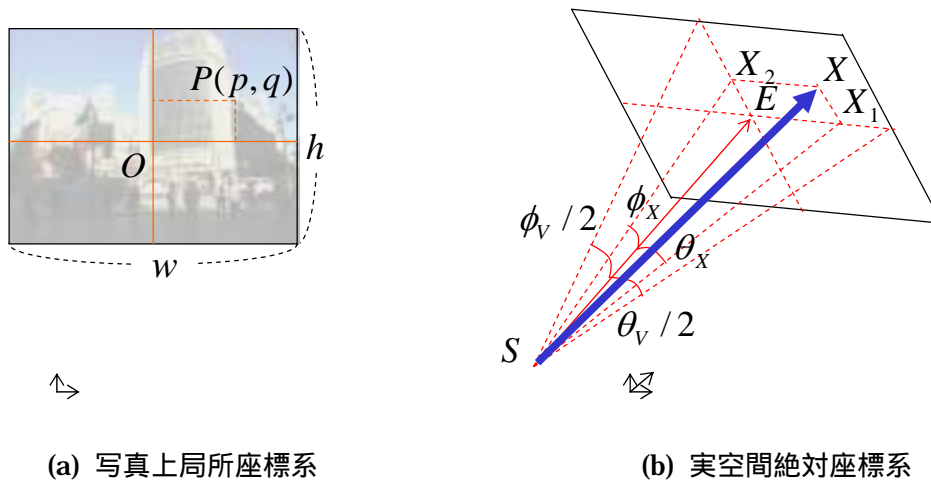


図 15 撮影ベクトル場

ある地域で撮影された多数の風景写真群は、撮影ベクトルの空間的な集合に置き換えられる。これを撮影ベクトル場と呼ぶ。図 15 に撮影ベクトル場の例を示す。空間メタデータは写真 1 枚の単位で付与されるが、それらの空間メタデータを利用することで、写真内すべてのピクセルに対して 3 次元絶対座標を算出することができる。図 16 の(a)は、ある写真平面であり、写真中心を原点とした 2 次元局所座標系上の図である。(b)は撮影ベクトルを法線とし、中心に撮影ベクトル終点を含むようにその写真平面を実世界に配置した図であり、実世界の 3 次元絶対座標系上の図である。



(a) 写真上局所座標系

(b) 実空間絶対座標系

図 16 写真上各ピクセルのジオコーディング

撮影ベクトル場モデルにおいて各写真が持つ空間メタデータは、撮影ベクトル視点  $S$ 、撮影ベクトル終点  $E$ 、画角  $q_v, f_v$  である。また、写真ピクセルサイズ横  $w$ 、縦  $h$  も既知とする。ここで、写真スクリーン座標上の任意の点のピクセル座標を  $P$  とし、その 3 次元絶対座標  $X$  とする。図 16 の(b)に示すように点  $X_1, X_2$  を決めることで、図 16 の(b)において、

$$\tan \theta_x = \frac{|EX_1|}{|SE|} \quad \tan \phi_x = \frac{|EX_2|}{|SE|} \quad (1)$$

が成立し、さらに図 16 の(a)(b)間で、

$$\frac{p}{w/2} = \frac{\tan \theta_x}{\tan(\theta_v/2)} \quad \frac{q}{h/2} = \frac{\tan \phi_x}{\tan(\phi_v/2)} \quad (2)$$

が成立する。(1)(2)式を用いることで、写真上の任意の点 P の実空間での絶対座標 X を算出することができる。これを 3 次元ジオコーディングという。逆に、絶対座標 が既知の点の写真上でのピクセル座標を算出することも可能である。まとめると、撮影ベクトル場モデルにおいて各写真が持つ空間メタデータを用いることで、各写真上の局所座標と実空間での 3 次元絶対座標との相互変換が可能であると言える。

### 5.3 写真と他の空間コンテンツとの連携

写真上の各ピクセルがジオコーディングされることで、写真を、身近な空間情報を提示する際のベースとして利用できる。一例として、ここでは建物名や店舗名等の空間情報を写真上に注釈として自動的に配置し、クリック可能な注釈付きの写真を生成する。この枠組みにより、写真、地図、ウェブを連携させることができる。これによって、位置情報を持った注釈を写真上の適切な位置に自動的に重ねて表示させることができる。図 17 にこの過程を示す。各注釈に付与するメタデータは、実空間における 3 次元絶対座標のみである。すべての写真に対してその写真座標系での局所座標を保持する必要は無い。写真上の各ピクセルの 3 次元絶対座標を算出することができるため、注釈に 3 次元座標を持たせることで、注釈はその点が写っているすべての写真上の適切な位置に配置される。視点から注釈を配置する位置までの実空間での距離が計算できるため、距離に応じて、近い注釈は大きく、遠い注釈は小さく表示するといったことも可能である。さらに、注釈に URL を持たせることで、写真をクリック可能なものにすることができる。

注釈に 3 次元座標を持たせ、写真データと独立して管理することで、注釈のデータの再利用性が高まる。たとえば、本節で示したとおり、一つの注釈を複数の写真で用いることや、既存の 2 次元のデジタル地図上に配置することも可能となる。クリック可能な注釈付きの写真は、写真に写った内容に対して、位置座標や URL を結びつけたものである。この枠組みにより、写真と 2 次元の地図、そしてウェブが連携し、たとえば以下のようなことが可能になる。

- ・ 写真を通してウェブページを選択・閲覧する
- ・ 写真と地図を互いから検索する
- ・ ウェブページで扱われている店舗等の写真や地図を検索する



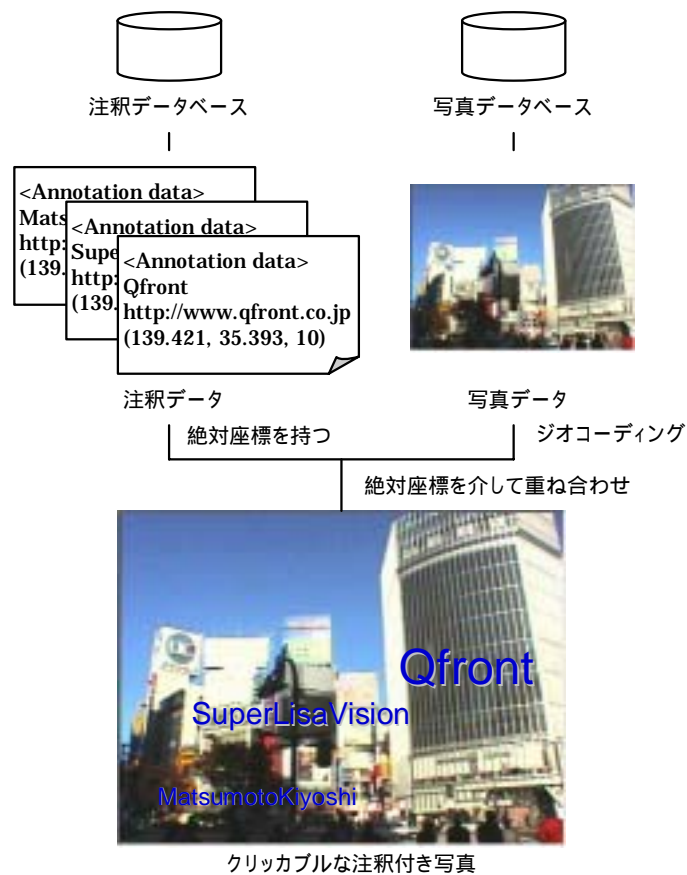


図 17 注釈の配置

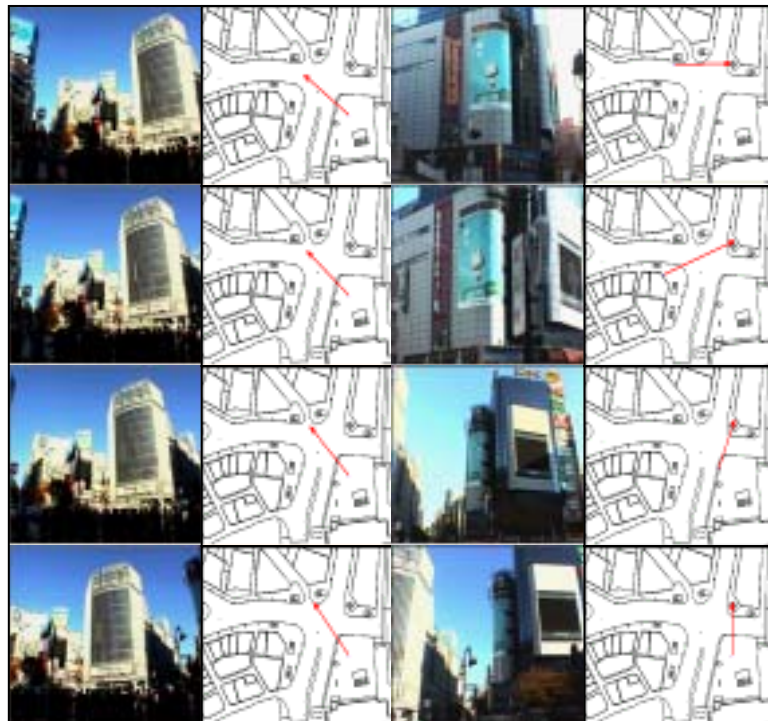
#### 5.4 プロトタイプシステム

撮影ベクトル場モデルに基づいたプロトタイプシステムを実装した。GPS やジャイロセンサを搭載したカメラを用いることで、空間メタデータを自動的に付与しながら、大量の写真群を撮影した。撮影地は渋谷駅八千公前交差点である。本システムでは、得られた写真群を用いて、擬似 3 次元空間を自動的に構築した。映像中への注釈の配置や、写真による擬似 3 次元空間と 2 次元のデジタル地図やウェブといった他のメディアとの連携も実現した。図 18 がプロトタイプシステムのグラフィカルユーザインターフェースである。

本システムは、写真による擬似 3 次元空間、2 次元のデジタル地図、注釈リストの 3 つのインターフェースを持っている。2 次元の地図上には現在の写真に対応する撮影ベクトルが矢印として表示されており、写真が切り替わると、地図上の撮影ベクトルも変化する。ユーザの操作により、さまざまな移動を表現する映像が自動的に生成される。図 19 にパノラマ映像とオブジェクト映像に関して、映像を構成する写真群と、それに対応する撮影ベクトル群の変化の様子を示す。



図 18 プロトタイプシステム “PhotoField” のグラフィカルユーザインタフェース



(a) パノラマ映像

(b) オブジェクト映像

図 19 生成される映像と対応する撮影ベクトル

## 参考サイトと参考文献

- [1] google, <<http://www.google.com/>>
- [2] カシミール 3D, <<http://www.kashmir3d.com/>>
- [3]国土交通省 国土地理院, <<http://www.gsi-mc.go.jp/>>
- [4]国土交通省 国土計画局 国土情報整備室が提供している街区レベル位置参照情報, <<http://nlftp.mlit.go.jp/isj/>>
- [5]東京大学空間情報科学研究センター, <<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/>>
- [6]CSIS,CSV アドレスマッチングサービス, <<http://spat.csis.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/geocode.cgi>>
- [7]netcraft のサーベイ, <<http://www.netcraft.com/survey/>>
- [8]blog, <<http://www.blogger.com/>>
- [9]moblog, <<http://www.newbay.com/>>
- [ 10 ]小山 聡, 平松 薫, 山田幸一, "デジタルシティ京都 - 市民のための公共情報空間の構築をめざして," bit, Vol.33, No.4, pp.8-12, 2001.
- [ 11 ] モーバイルインフォサーチ, <<http://www.kokono.net/>>
- [ 12 ] Mark Pesce, Peter Kennard, Anthony Parisi, × Cyberspace,† the 1st Int'l Conference on the World Wide Web, 1994.
- [ 13 ] Al Gore, The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century, the California Science Center, 1998, <<http://www.opengis.org/info/pubaffairs/ALGORE.htm>>
- [ 14 ] GeoVRML, <<http://www.geovrml.org/>>
- [ 15 ] .geo Project, <<http://www.dotgeo.org/>>
- [16] 特集：“位置情報を利用したモバイルコンピューティング”, 情報処理学会誌, Vol.42, No.4, 2001 .
- [17] 相良 毅, 有川 正俊, 坂内 正夫, “ジオリファレンス情報を用いた空間情報抽出システム†, 情報処理学会論文誌「データベース」, Vol.41, No.SIG6(TOD7), pp.69-80, 2000 .
- [18] 相良 毅, 有川 正俊, 坂内 正夫, “分散位置参照サービス”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.12, pp.2928-2940, 2001 .