

特別講演

ユビキタス空間情報基盤の確立に向けて

東京大学大学院情報学環 副学環長・教授
YRPユビキタス・ネットワークング研究所 所長
トロンププロジェクトリーダー

坂村 健

ユビキタス空間情報基盤の確立に向けて

国土ユビキタスインフラ 構築を目指して

坂村 健

東京大学教授

YRPユビキタス・ネットワーキング研究所所長

ユビキタス コンピューティングの 基本コンセプト

コンテキスト・アウェア (Context Aware)

■ コンピュータ／ネットワークが...

人間の生活空間の「状況」を認識し

- モノのコンテキスト: モノの位置と属性情報
- 人のコンテキスト: 人の位置と属性情報
- 場のコンテキスト: 場所、時間、環境情報(温湿度、光、音、風)



■ 人間に意識の負担をかけずに、 細かい最適制御を行う

3

コンテキスト・アウェアの本質は「識別」

■ まずAとかBが識別できなければ、 コンテキストを認識できない



■ 通信分野において、通信相手先の識別のために 「アドレス」が本質的に必要であるのと同じ

- インターネットにおけるIP
- しかし、パソコンを取り替えてモノとしては別物になっても、アドレスは同じでないといけないなど、モノの識別手段とアドレスは、似ているが別に必要

4

コンテキスト・アウェアのための識別

■現実の空間の中で、「状況」を認識するために

- 人の識別
- モノの識別
- 場所の識別



■モノ、場所の識別のためには、唯一無二のものとしてユニーク番号を与えるのが有効

- その番号をモノや場所から得られるように、コード保持手段として二次元バーコード、RFID、アクティブ・タグなどを使う

5

識別のためのucode

u**code**とは

ubiquitous (ユビキタス) のための...

universal (ユニバーサル) に利用できる...

unique (ユニーク) な...

code

7

u**code**はパブリック・インフラ

■ UCなどのユビキタス機器が、モノや場所を識別するための一意番号

■ 重要なのは、インフラとしてパブリックに使えること

- 従来もRFIDなどの利用による固体識別システムはあったが、すべて特定会社や、事業所などで「閉じた」応用
- 組織を超え、国を超え、一意に識別できることを保証する



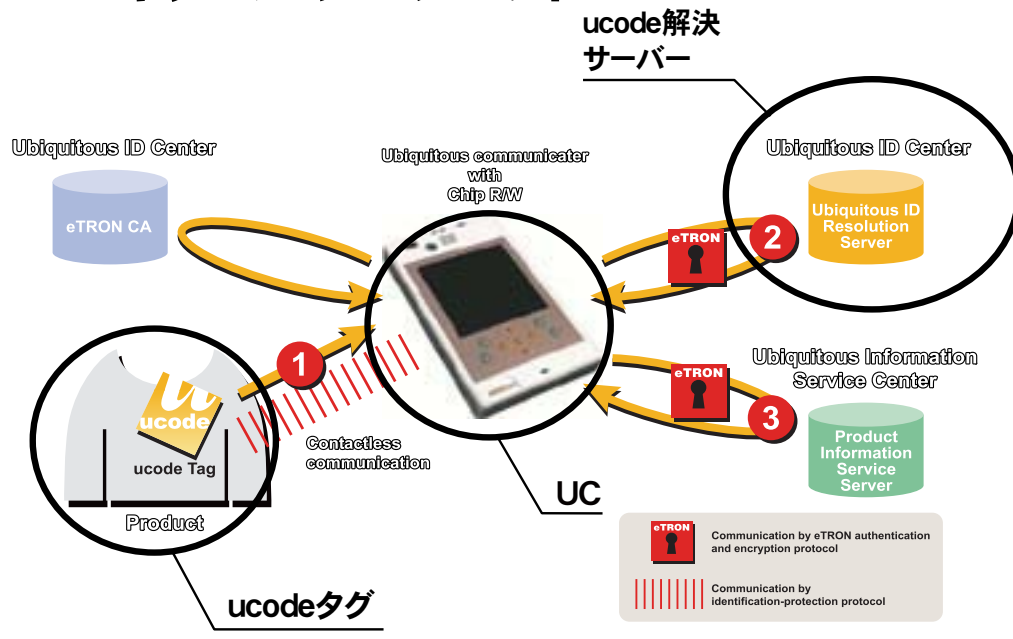
■ 従来の事業所や会社内で使っていた識別コードが「内線番号」とすれば...

→ u**code**は「公衆回線番号」

■ 多様なユニバーサル展開が可能に

8

ユビキタスIDプロジェクト



9

ucodeメカニズムの基本

■ サイズは128ビット

- 10進数で38桁あまり
- 一日1兆個のモノに番号を振って、それを1兆年おこなうのを、1兆回繰り返してもあまりある番号空間

■ ucodeは識別コードであり意味コードでない

- コード自体が「45=トマト」のような意味を持たないのが基本

■ ネットワーク・アクセスが基本

1. モノや場所からucodeを得て
2. そのucodeで、ネットワークで「電話帳」役のサーバを引き
3. 個々のサービスのサーバにつなぎ、情報を取ってくる

10

多様な展開を許す柔軟な枠組み

ucode



- 多様な展開を許す柔軟な枠組みとしてデザイン
 - 社会の中でユニバーサルに使われることが前提
 - 食品トレーサビリティから自律移動支援まで
- 他のコード体系は、すべて応用限定で、ucodeのようなユニバーサルなコードはない
 - 特定のスーパーの流通・検品・常時監視のためとか、家畜の識別とか、など

11

ucodeの柔軟性-1

- サイズは128ビット基本だが...
128ビット単位の可変長
 - さらに、コンテキストでコードを補うことで、桁数の少ないコードキャリアでの運用も可能
- ネットワーク・アクセス基本だが...
タグがローカルにデータを持つことも許す
 - ローカルデータがあれば、サーバアクセスより先に読む
 - ローカルデータとサーバのデータは同じフォーマット
- パブリック運用が基本だが...プライベートも許す
 - 特定の組織では、まず自分の組織の「電話帳」サーバーを先にアクセスなど

12

ucodeの柔軟性-2

■ 毎回アクセス基本だが... データのキャッシングも許す

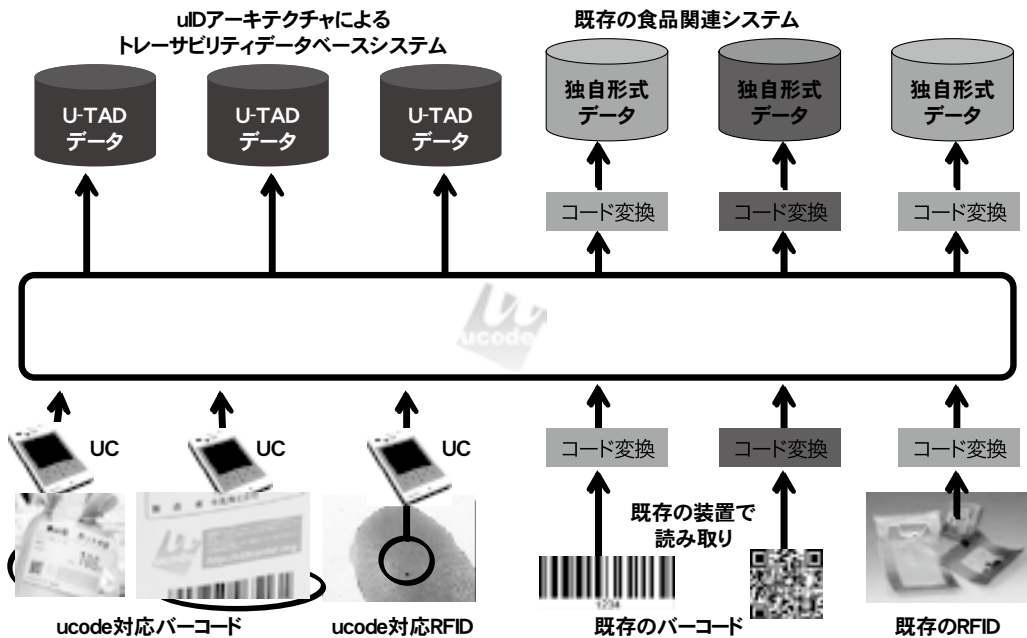
- あるエリアに入ると、そのエリア内のアクセスの可能性のあるタグデータを事前ダウンロードして、反応時間を早めるなど

■ 多様なタグを許す

- 二次元バーコードからアクティブRFIDまで
- 123KHz、13.56MHzからUHF、2.45GHzまで
- それら多様なタグからucodeを読み、ネットワークアクセスできるハブ端末としてコピキタス・コミュニケーターの開発に成功

13

ucodeを使った、既存システムの統合



14

ucodeの意義

ucodeの意義

■多様な要素技術

■多様なサービス



■多様な要素技術と多様なサービスをつなぐ
ucode

- 一度ucodeに還元することで、多様な方式と多様なサービスを
- その時、その場で、最適なやり方で組み合わせて使えるように

ハブとして「方式とサービスをつなぐ」

■ インターネットのTCP/IP

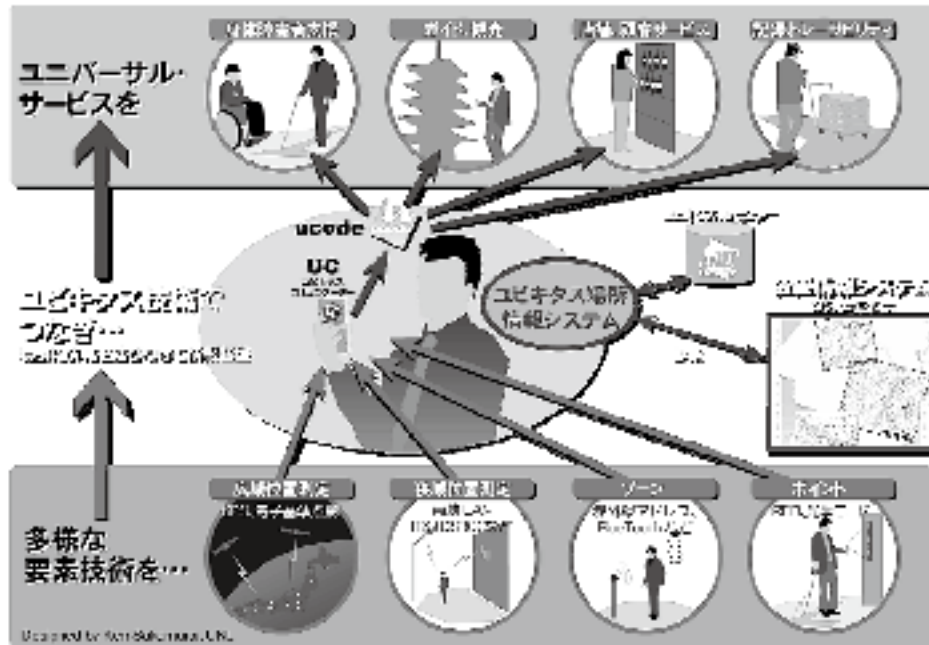
- TCP/IPが多様なサービスと通信方式をつなぐハブとなり自由な組み合わせを可能に
- 通信方式：有線LAN, 無線, 携帯電話, ...
- サービス：WWW, メール, Telnet, ...

■ ユビキタスID

- ucodeが多様なサービスと識別方式をつなぐハブとなり自由な組み合わせを可能に
- 識別方式：光学コード, RFID, スマートICカード, ...
- サービス：消費者サービス, ユビキタス・コンピューティング, ...

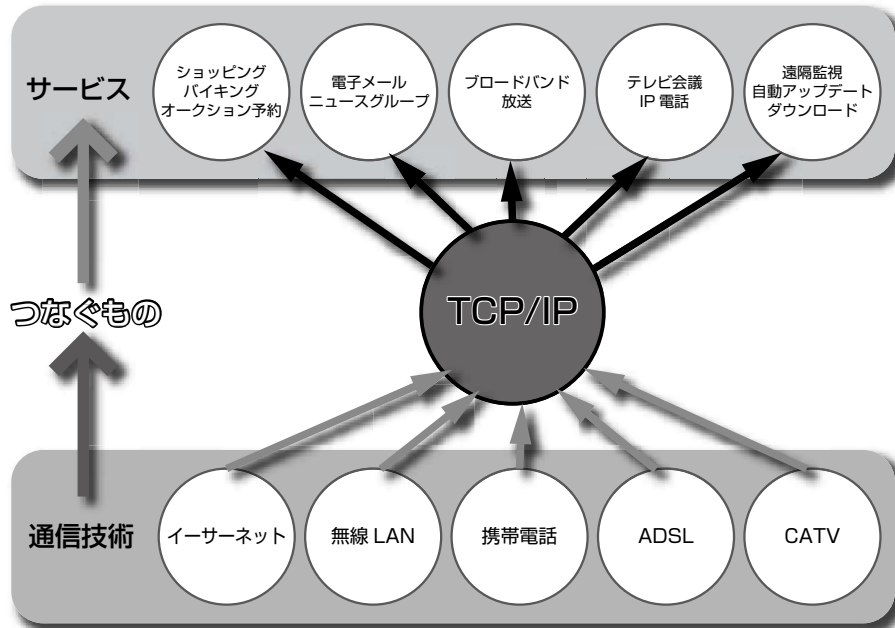
17

ucode汎用識別基盤はユニバーサル・デザイン



18

インターネットの場合



19

ユニバーサル・デザイン

ユニバーサル・デザインの意義

- 業界で広く使われるには



- 多数のベンダーが参加できるユニバーサルなプラットフォームを
- 多様な仕様を混在させられる枠組みを
 - 多様な応用に一つの仕様ですべてに対応は無理なので、要となる部分のみを標準化して、他は多様なものを許す「枠組み」

21

オープンシステムであることが重要

- 設置も情報も応用もオープン
- ベースはデベロッパが設置だが...
- ボランティアから商業利用のためまで何に使ってもいい開かれたシステムを...



- 「ユビキタス場所システム」＝「オープン場所システム」
 - 要素技術にしる、サービスコンテンツにしる、多様なものを取り込める基盤づくりを行う
 - 基盤部分は標準化するが他は自由が基本
 - 要素技術では、既存のものを積極的に取り入れる

22

応用ごとに分割して調達・発注していくと...

■ 具体的な応用に分割して必要な機器やソフトウェアを調達していくと...

- それぞれのシステムで分割されたデザインになり、
- 汎用性がなくなり、
- 発展性がなくなる。

■ 基盤として機能している例：交通道路網

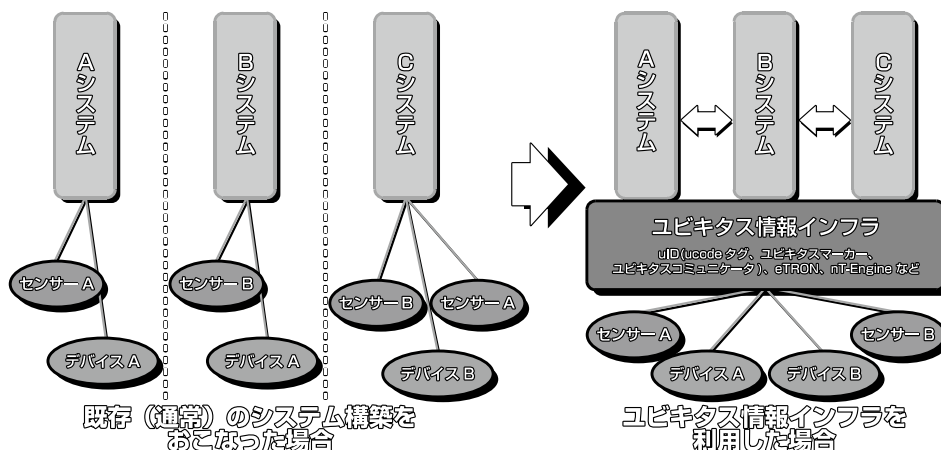
- それ自体では特定の目的につくられているわけではないが...
- さまざまな利用者のためのインフラ(基盤)として価値が高い。
 - 移動手段としての一般車両(自動車)
 - 物流のためのトラック
 - 緊急車両(救急車、消防車)
 - 自転車
 - 歩行者 など

23

システムごとの構築から共通インフラの利用へ

■ 複数のシステム(応用)でセンサー、デバイス、ネットワークなどが共通に利用できる

■ システム(応用)間の連携が容易に実現できる



24

多様な応用連携を

■多様な応用が可能な汎用基盤の確立が重要

- だからこそ、応用間の連携で高度な応用が低コストで可能に
- インターネットはその典型

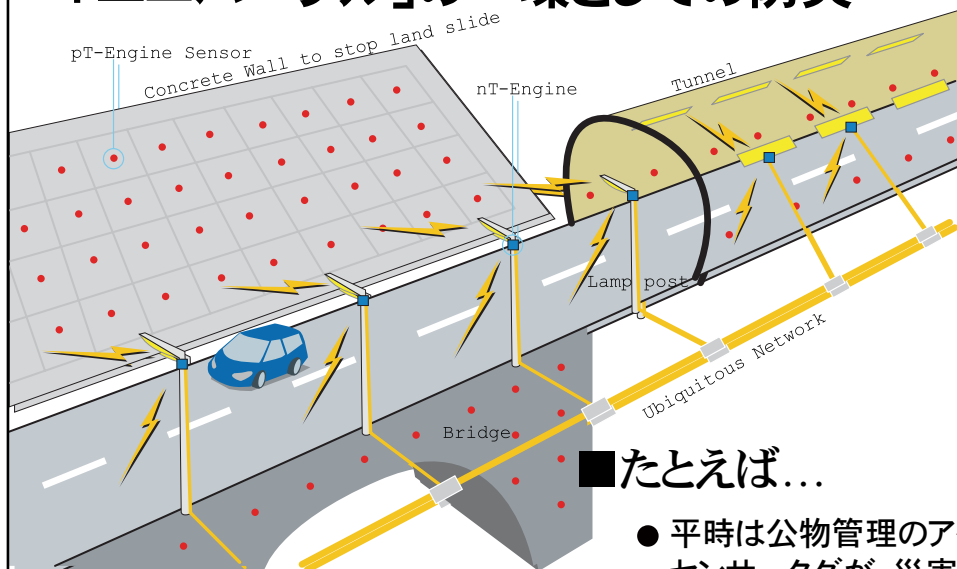
■応用として...

- 障害者の情報面からの移動支援だけでなく、
- 観光振興、
- 広告、
- マルチモード物流の支援、
- トレーサビリティ・ログにおける場所の記録、
- 場所をベースにした情報セキュリティ

：

25

「ユニバーサル」の一環としての防災



■たとえば...

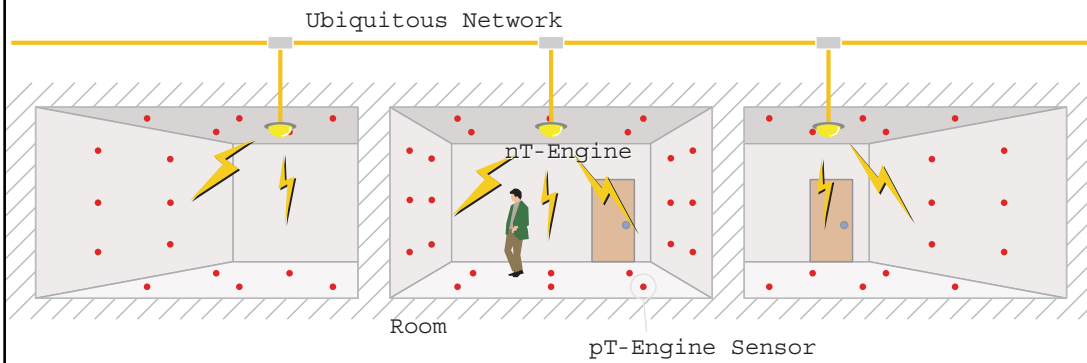
- 平時は公物管理のアクティブ・センサータグが、災害時には道路の寸断を知らせてくれる

26

「ユニバーサル」の一環としての防犯

■たとえば...

- 住人に快適に環境を提供するためのセンサータグが、不在時は防犯センサーになる



27

応用例：
場所情報システムの
ucodeモデル

場所応用での実ucodeと論理ucode

■ 実(場所)ucode

- 実際に発行され、現実のタグが設置された場所のucode
- ✓ 誤差・確実性などの「曖昧さ」を扱うことが必要

■ 論理(場所)ucode

- タグを設置可能だがまだ発行していない位置に対して、オペレーションの便宜上、座標地を組み合わせたucodeを与えたもの
- 「五反田駅・西口」のように人間にとって意味があっても、現実のタグに一対一対応できない論理概念として「場所」にもucodeを与える
- ✓ 論理ucodeは、他のucode (他の論理ucodeも含む) との「関係」により定義する

■ ucode間の関係

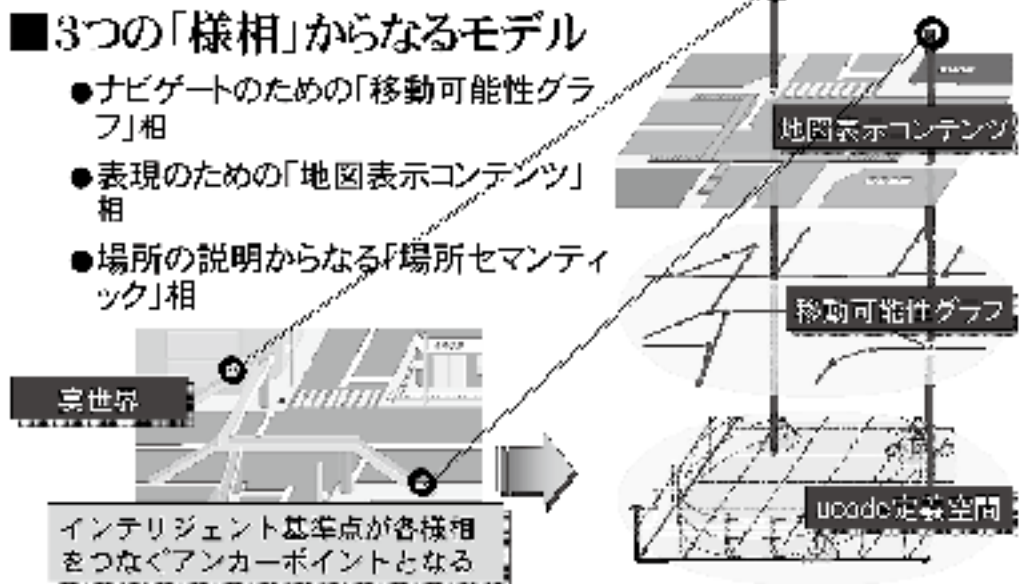
- 場所ucodeの場合、「包含」とか「右」とかの空間位置関係を示す関係演算子

29

場所情報システムでのサービスのための一般的データ構成

■ 3つの「様相」からなるモデル

- ナビゲートのための「移動可能性グラフ」相
- 表現のための「地図表示コンテンツ」相
- 場所の説明からなる「場所セマンティック」相

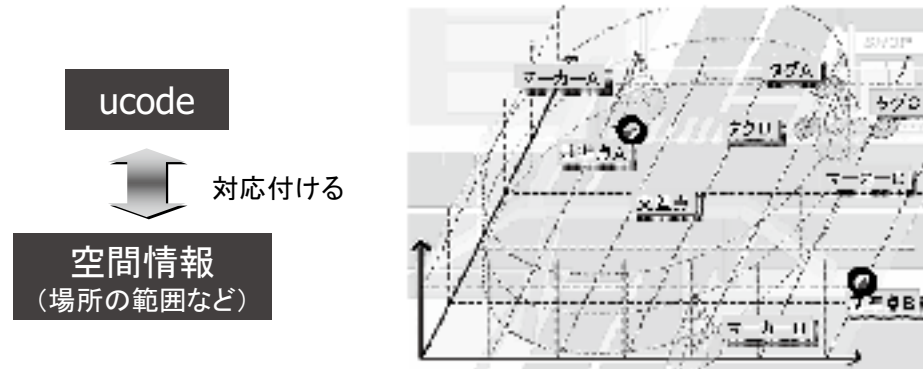


30

場所情報システムでの ucode定義のためのデータ空間

■空間の定義とucodeを結びつけるためのデータ空間

- 他のucodeとの関係によってさらにucodeを定義することもできる



31

インテリジェント基準点の意義

■インテリジェント基準点

- 緯度経度高度などの絶対座標をもとに、地点(理想的な点位置)であると同時に...
- 実際に場所ucodeが発行され、さらに...
- 実際にその場所にマーカーなどでucodeが付置されている...
- 「実」であり、かつ「論理」でもあり、実空間にも存在する



- ↓
- これにより、定義空間と実空間をつなぐアンカーポイントとなれる「点」

32

グローバル／ローカルモデル

■ グローバル／ローカルモデル

- 「Unicode定義空間」についても「地図表示コンテンツ」についても「グローバルとローカル」のグローバル／ローカルモデルを前提とする
- この機構はローカル・レゾリューションと類似であり、実現上の一般化については要検討

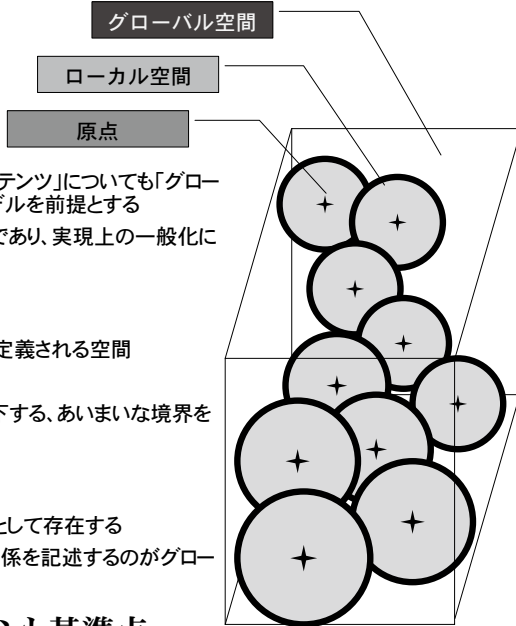
■ ローカル空間

- 原点からの相対位置によって内部の配置を定義される空間
- その中で位置について精度を保証する
- 原点を中心とし、離れるほど位置精度が低下する、あいまいな境界を持つ

■ グローバル空間

- 個々の具体的データはすべてローカル空間として存在する
- ローカル空間をつなぐための、原点の相互関係を記述するのがグローバル空間

■ その原点となるのもインテリジェント基準点



33

For more Information

■ <http://www.ubin.jp>

■ <http://www.t-engine.org>

■ <http://www.uidcenter.org>

34

