

# 地理空間情報の活用による 人と環境に配慮した都市づくり

Human- and Environment-friendly City Enhanced by Geo-spatial Information

富田 仁志 前田 遭 升山 義弘  
Tomita Hitoshi Maeda So Masuyama Yoshihiro  
下垣 豊 藤井 健二郎  
Shimogaki Yutaka Fujii Kenjiro

2007年に成立した「地理空間情報活用推進基本法」、2008年に成立した「宇宙基本法」に基づき、「地理空間情報」の利用拡大が進みつつある。

日立グループは、屋外・屋内を問わないシームレスな測位や地図、および位置情報を利活用するための動線解析といった地理空間情報基盤技術により、緊急通報システムや指揮・指令システムの高度化や、新たな視点での弱者見守りシステムの構築など、安心して暮らせる安全な都市空間の構築を図っていく。また、環境ロードプライシングなどの新たな交通システムにより、社会イノベーションを加速させるとともに、人と環境に配慮した都市づくりの実現をめざしていく。

## 1. はじめに

時間情報を含んだ位置情報と地図などの地理情報は、総称して「地理空間情報」と呼ばれている。

米国のGPS (Global Positioning System) に代表される衛星を使った測位システムの普及や、インターネットなどによる電子地図の公開・提供に伴い、人、物、移動体の位置を特定し、その結果を地図上に表示することが容易に行えるようになってきた。また、高速通信網の整備や携帯電話の発達と相まって、地理空間情報は、情報検索、情報提供などのサービス事業から上下水道、ガス、電気、通信、交通などの社会インフラ事業まで幅広い分野で、すでに多く

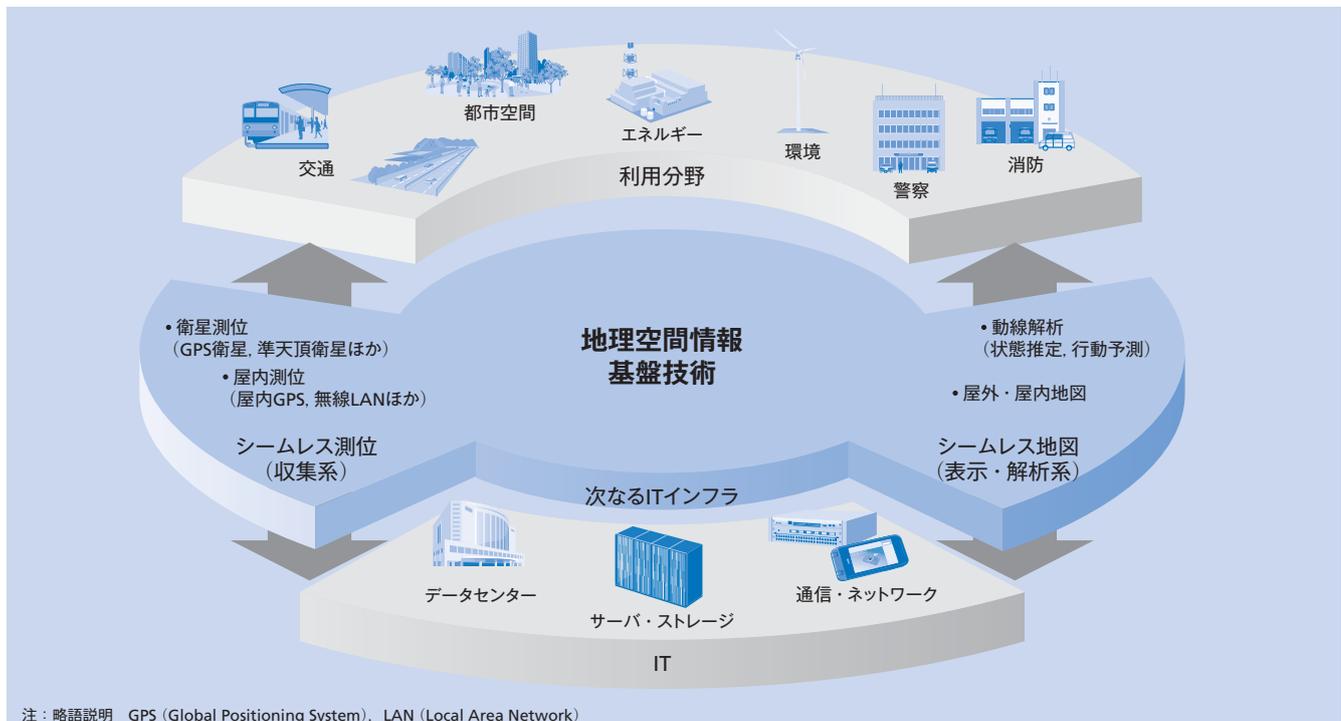


図1 | 社会インフラを支える地理空間情報の概念

「地理空間情報」は時間情報を含んだ位置情報と地理情報から成る。日立グループは、地理空間情報を、社会インフラを支える次なるITインフラの一つとしてとらえ、共通する技術を地理空間情報基盤技術として研究開発に取り組んでいる。

の人に活用されている。

日立グループは、地理空間情報を、社会インフラを支える次なるITインフラの一つとしてとらえ、衛星測位や屋内測位によるシームレス測位、および屋外・屋内のシームレスな地図や動線解析を共通する地理空間情報基盤技術と位置づけ、研究開発、利用実証などに取り組んでいる（図1参照）。

ここでは、地理空間情報の活用状況と課題、その課題を解決するための地理空間情報基盤技術、日立グループの取り組み、および、地理空間情報基盤技術によって実現される都市空間における社会イノベーションについて述べる。

## 2. 地理空間情報活用の現状と課題

地理空間情報は、屋外では、カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションといったコンシューマサービス、物の輸送や物の管理といった産業システムなど幅広い分野で利用されている。また、屋内では、在庫管理や作業員位置管理など産業システムでの利用が進みつつある。

地理空間情報の高度な活用に向けて、屋外では、測位精度の向上や測位可能エリアの拡大が、屋内では、屋内測位インフラの整備や屋内地図の整備がそれぞれ課題となっている。また、地理空間情報の利用拡大のためには、屋外・屋内によらないシームレスな測位や地図の実現、測位結果を利活用した新たな付加価値サービスを提供するための解析技術の確立が求められている。

このようなインフラ整備や技術開発により、地理空間情報を高度に利用したサービスが創出され、社会イノベーションの実現につながると考えられる（図2参照）。

## 3. 準天頂衛星とマルチ衛星測位による測位精度向上

GPS測位は4機以上のGPS衛星からの信号をGPS受信

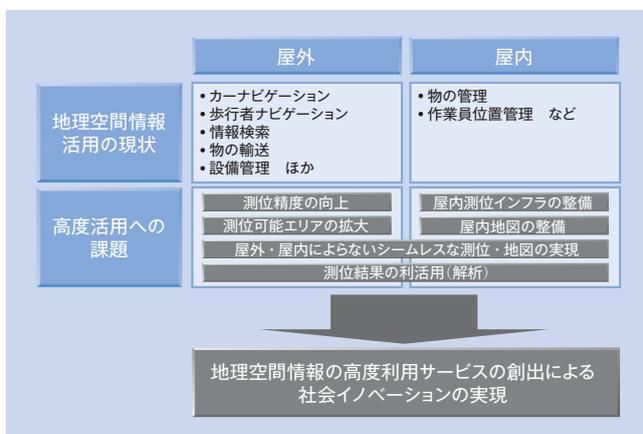


図2 | 地理空間情報活用の現状と課題

地理空間情報は、屋外・屋内で利用が進みつつあるが、高度活用のためには幾つかの課題がある。これらの課題を解決することにより、地理空間情報の高度利用サービスが創出され社会イノベーションが実現される。

機で受信し、位置を特定する。しかし、都市部では高層の建築物が多く、測位に必要な4機以上の衛星からの信号が受信できないため、測位が行えない場合がある。また、4機以上の衛星からの信号が受信できたとしても、衛星の配置に偏りができたり、衛星からの信号がビルなどによって反射したりするため、測位精度が著しく低下する場合がある（図3参照）。

この課題を解決して、GPS測位を補完し、測位精度向上という測位補強を目的として考えられた日本の衛星測位システムが準天頂衛星であり、初号機「みちびき」が2010年9月に打ち上げられた。準天頂衛星は、GPS衛星と同等の機能を持ち、衛星からの信号を受けて最初に位置を計算するまでの時間の短縮や測位誤差の低減のための補強データを提供する。1機の準天頂衛星が日本の天頂付近にとどまるのは8時間程度である。将来、3機体制になれば、常に1機が日本の天頂付近に位置することになる。GPS衛星と準天頂衛星を利用した測位では、高層ビルなどによる電波遮蔽（へい）の影響がGPS衛星のみに比べて少なくなり、都市部や山間部における測位可能エリアと4機以上の衛星が見える時間の拡大、測位精度の向上が期待できる<sup>1)</sup>。

また、日本の準天頂衛星や米国のGPS衛星以外にも、ロシアのGLONASS (Global Navigation Satellite System) 衛星や欧州のGalileo衛星など、世界各国で測位を行うための衛星の打ち上げが計画され、実施されている。現状では、GPS衛星は予備機を含め31機（2010年10月時点）、GLONASS衛星は調整中のものを含め26機（2010年10月時点）で運用されているが、将来的には、GPS衛星とGLONASS衛星を含め100機以上の衛星が地球を周回することになる。マルチ衛星測位は、異なる複数種類の衛星からの信号を利用し、位置を特定する測位である（図4参照）。

これにより、GPS衛星だけでは測位が難しかった都市

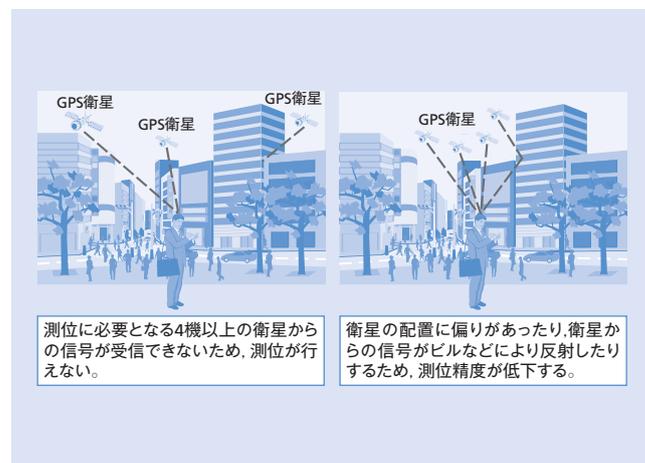


図3 | 都市部におけるGPS測位の課題

都市部では、高層の建築物が多く、GPS衛星からの信号が届きにくいいため、測位精度が著しく低下する場合がある。



注：略語説明 GLONASS (Global Navigation Satellite System)

#### 図4 | マルチ衛星測位のイメージ

GPS衛星（米国）以外に、準天頂衛星（日本）、GLONASS衛星（ロシア）、Galileo衛星（欧州）など、異なる複数種類の衛星からの信号を利用して測位することで、測位可能エリアの拡大、測位精度の向上、測位精度の安定が期待できる。

部や山間部などにおいて、さらなる測位可能エリアと測位可能時間の拡大、測位精度の向上などが期待できる<sup>2)</sup>。

### 4. 屋外・屋内によらないシームレスな測位・地図

#### 4.1 シームレスな測位

GPSなど衛星測位では、屋内や地下街などに入ってしまうと衛星からの信号が遮蔽されるため、位置を特定することができない。屋内で測位を行うために、無線LAN (Local Area Network)、RFID (Radio-frequency Identification)、Bluetooth<sup>※1)</sup>、UWB (Ultrawideband) などの無線通信技術を使った屋内測位、LED (Light Emitting Diode) 可視光通信、赤外線通信、レーザなどの光通信技術を使った屋内測位、カメラの映像から位置を特定する屋内測位などさまざまな屋内測位が考案されている。しかし、これらの屋内測位では、専用の端末や大がかりな仕組みが必要になる。また、屋外ではGPSを使った測位が主流のため、一つの端末で、屋外・屋内をシームレスに測位することができないという課題がある。

そこで考案されたのが、独立行政法人宇宙航空研究開発機構によって仕様提案されている屋内GPS測位 (Indoor Messaging System 方式) である。屋内GPS測位では、屋内に設置する送信機に位置情報を登録し、GPS互換信号に乗せて位置情報を送信する。他の屋内測位方式では、専用の端末が必要であるのに対し、屋内GPS測位では、GPS互換信号を使用しているため、GPS受信機のソフトウェアの軽微な変更によって測位が可能である。したがって、

広く普及しているGPS受信機との親和性が高く、1台の端末で屋外・屋内によらないシームレスな測位が可能である。屋内GPS測位では、屋内GPS送信機から受信した位置情報を自己の位置とする。均一な測位精度を実現するためには、すでに電源が確保されており、一定間隔で設置されている誘導灯や照明器具などの設備に屋内GPS送信機を組み込むことが有望と考えられる。

日立グループは、屋内GPS測位の社会インフラ化をめざし、これまでハードウェアで処理していた部分をソフトウェア処理に変更することなどによって部品点数を削減し、小型で設置が容易な屋内GPS送信機の研究開発、製品化を進めている<sup>3)、4)</sup> (図5参照)。

また、経済産業省「平成21年度ITとサービスの融合による新市場創出促進事業 (異種測位技術間における共通処理基盤構築事業)」に参画し、屋内GPS測位に対応したGPS携帯電話 (試作機) に歩行者ナビゲーションのアプリケーションをダウンロードすることで、屋外ではGPS測位、屋内では屋内GPS測位によるシームレスな測位の実証実験を行った。この実証実験の際に実施した被験者へのアンケートの結果、99%の被験者から、「シームレスな位置情報サービスがあれば便利」との回答を得ている。また、96%の被験者から、「シームレスな測位の実現が、地理空間情報サービスの市場拡大につながる」との回答を得ている。このことから、シームレスな測位へのニーズが高いことが明確になった。また、この実証実験は、都市部の高層ビル街で実施したため、屋外ではGPSの測位誤差が十数メートルから百数十メートルと大きく、測位精度も安定しないことから、被験者からの測位精度に対する改善要望が多い結果となった。この要望に応えるため、日立グループはGPS衛星と準天頂衛星による利用実証実験への参加を計画しており、都市部での衛星測位の利用評価を進める予定である。

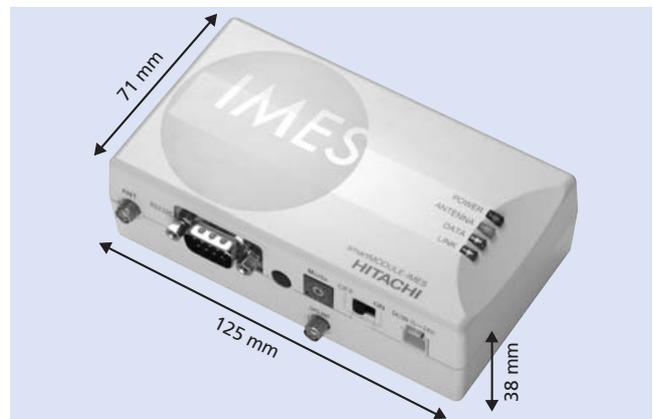


図5 | 株式会社日立産機システムの屋内GPS送信機

屋内GPS送信機を設置することで、GPS衛星からの信号が届かない屋内や地下街でもGPS測位が可能となる。

※1) Bluetoothは、Bluetooth SIG Inc.の登録商標である。

## 4.2 シームレスな地図

ナビゲーションなどの地図を使ったサービスを行うためには、地図自体のデジタル化とあわせて、人や物が移動可能な経路を表すネットワークデータの整備が必要である。ネットワークデータは、経路を表す線（リンク）と分岐を表す点（ノード）から成る。屋外においては、カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションの普及により、地図およびネットワークデータの整備が進んでいる。

しかし、屋内空間の地図やネットワークデータは今後整備されるものである。屋内空間は複数のフロアを持つ場合や、一つの大きなフロアや部屋を分割して使用している場合などがあるため、屋外とは異なるネットワークデータの仕組みが求められる。また、屋内の地図やネットワークデータの整備にあたっては、すでに整備されている屋外の地図との互換性も十分に考慮することが必要である。

そこで、日立グループでは、屋外・屋内のシームレスな地図とサービスの実現に向け、総務省「ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発（ユビキタス空間情報基盤技術）」（平成20年度～平成22年度）に参画し、屋内空間における地図の管理方法や屋内空間に合ったネットワークモデルの研究開発を実施している。具体的には、二次元の平面地図を三次元的に管理する仕組みや、階段やエレベーターなどによるフロア間の接続関係を定義する仕組み、さらにはフロアや部屋のように空間的な広がりがあるため、直線の組み合わせとしてネットワークデータが定義できない場合のモデルの作成方法などである（図6参照）。今年度は、実際の商業空間において、研究開発した技術を用いた、屋外・屋内の経路案内や情報提供などの実証実験を実施する予定である。

また、総務省「高齢者・障がい者（チャレンジド）のためのユビキタスネットワークロボット技術の研究開発」（平

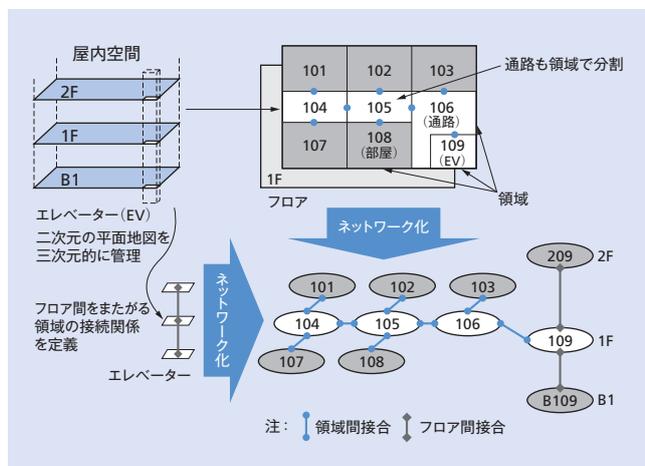


図6 | 屋内の地図管理方法と屋内のネットワークデータ  
屋内では、屋外との互換性を維持しつつ、屋内の特性に応じた地図の管理方法の確立やネットワークのモデル化、整備が必要となる。

成21年度～平成24年度)にも参画し、ロボットによる高齢者や障がい者の生活支援をめざして、自律移動するロボットのための屋内の地図やネットワークデータの作成、および実証実験を実施している。さらに、これらの研究成果を生かし、屋内の地図やネットワークに関する国際標準化に向けた取り組みを行っている。

## 5. 利用者の行動特性を解析する動線解析

道路交通分野では、自動車に通信機能を持ったGPS信号受信装置を取り付け、センターに位置情報を送信して解析することで渋滞情報を生成・提供するプローブ情報システムの研究開発や利用実証が実施されている。日立グループは、プローブ情報システムの研究開発に参画し、システムの拡販を行っている<sup>5)</sup>。今後は自動車と同様に人の移動に関しても位置情報を蓄積し、解析を行うことで、位置情報をキーとした情報提供サービスやマーケティングへの応用が考えられる。日立グループは、このような動向を踏まえ、人の行動特性を解析することで、次の行動予測や付加価値情報を生成するための動線解析の研究開発を行っている。

この動線解析では、蓄積された位置情報を基に、ある状態から別の状態への変化を確率モデルとして表している。ここでの状態とは、人の所在場所や行動（例：歩行、駆け足、迷子、滞留）などである。状態の変化を確率モデルで表しているため、現在の状態から、次にどのような状態に何パーセントの確率で変化するかを求めることが可能となり、これによって次の行動を予測できる。

動線解析では、個人ごとの行動モデルを作成し、行動を予測することができるだけでなく、グループ属性[例：年齢、性別、趣味・嗜（し）好]に応じた行動モデルを作成することにより、本人の情報がない場合でも、同一グループの行動モデルから次の行動を予測することも可能であり、予測結果に基づく情報提供などが可能となる<sup>6)</sup>。

## 6. 地理空間情報を活用した社会イノベーション

日立グループは、シームレスな測位、シームレスな地図に加えて、動線解析により、社会のイノベーションが加速すると考えている。

例えば、従来の携帯電話では現在位置の特定が困難であったため、犯罪・急病・災害などの緊急通報時に現在位置を通知する機能を携帯電話に搭載することが義務づけられ、現在ではGPS信号受信機能を搭載した携帯電話が数多く普及している<sup>7)</sup>。しかし、都市部ではGPSの測位精度の誤差が大きい場合があり、また、屋内では位置が特定できない場合があるため、シームレス測位や屋内GPS測位

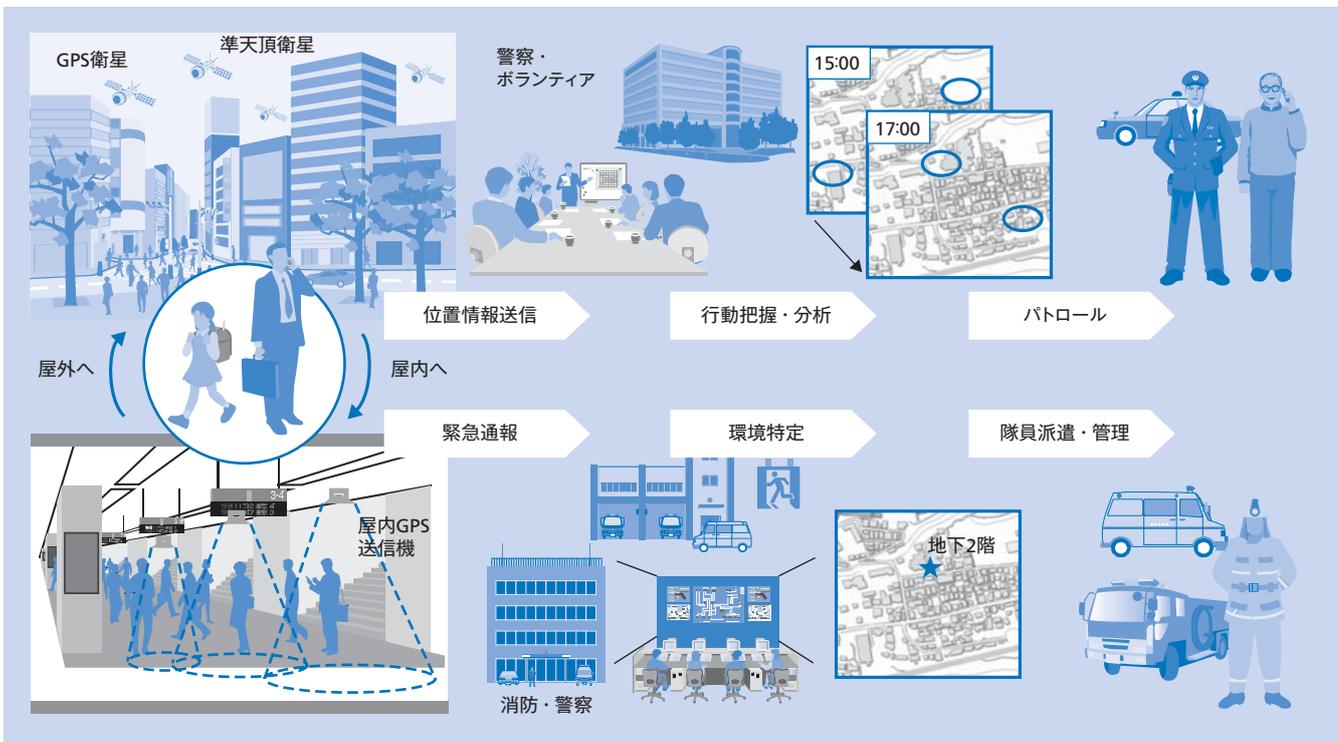


図7 | 安全・安心ソリューションのイメージ

マルチ衛星測位や屋内GPS測位により、いつでも、どこにいても位置を特定することができるため、緊急通報の際、現場特定時間を短縮し、迅速に救助隊員を派遣することが可能となり、被害の最小化、救命率の向上が図られる。また、動線解析によって行動把握・分析を行うことで、より効果的な巡回パトロールなどが可能となる。

のインフラ整備が重要であり、これらが整備されることによって、屋外・屋内を問わず、緊急通報時に短時間での位置の特定が可能となる。その結果、救助隊員の現場到着時間は短縮され、犯罪や災害による被害の最小化、救命率の向上が期待できる。また、災害時の避難誘導や隊員位置管理による救助活動の迅速化、被害の最小化にも貢献できる。

また、近年、子どもや高齢者などの弱者が被害者となる重大な犯罪が相次いでおり、弱者の安全を守る活動が盛んになっている。犯罪の低減には、被害者となる可能性の高い弱者の行動を把握し、時間的、空間的に弱者が多く滞留する場所を中心に防犯活動を行うことが有効である<sup>8)</sup>。このような場合にも、マルチ衛星測位や屋内GPS測位は有効であり、GPS信号を受信しにくい都市部や屋内でも弱者の行動を把握し、防犯活動に生かすことが可能となる。また、滞留する場所の抽出に動線解析を用いることで、対象者の時間的、空間的な変化や、小学生、中学生、高校生、高齢者などの属性に応じた行動把握なども可能となる。さらに、防犯以外にも、例えば、障がい者の行動を把握することにより、移動手段（つえ、車いす、ベビーカーなど）に応じたバリアフリーマップの作成や、移動手段に応じた移動ルートの提供、行動予測による注意喚起なども可能となる。なお、行動把握に位置情報を利用することは、個人情報に関係するため、現在、国によるガイドラインの検討が進められている。

日立グループは、安全・安心な都市空間の実現に向け、社会実証などにより、準天頂衛星とGPS衛星によるマルチ衛星測位、屋外・屋内シームレス測位、動線解析の有効性を評価し、緊急通報や弱者見守りなど安全・安心ソリューションへの適用を検討していく。また、関係省庁や関係機関と連携し、屋内測位の一つの候補として、屋内GPS送信機のインフラ化を推進するとともに、警察、消防、防災などの関連システムとの連携検討も行っていく(図7参照)。

そのほかにも、マルチ衛星測位のインフラ整備により、環境ロードプライシングの実現が可能となる。環境ロードプライシングは、都市部に流入する自動車に課金し、都市部への自動車の流入量を抑制することで、渋滞を緩和して、環境負荷を低減するというものである。しかし、都市部へつながる道路は多岐にわたり、現状の有料道路のような課金方法は、設備の設置・維持に要する費用が大きくなる。これに対し、自動車の位置を高精度に特定可能なマルチ衛星測位機能と通信機能を持つ端末をすべての自動車に装着できれば、自動車の位置をセンター側に送信することにより、少ない設備負担で時間や曜日、走行距離などに応じた柔軟な課金が可能となると考えられる。

日立グループは、車載器からの位置情報をセンターで収集して渋滞情報を作成・提供するプローブカーシステムの研究開発実績を活用し、都市における渋滞緩和や環境負荷低減に向け、マルチ衛星測位による車両の位置把握の有効

性検証を関係機関と進めていく。また今後は、都市交通インフラの整備が進む新興国を中心に、海外での環境・交通ソリューションの展開を推進していく。

## 7. おわりに

ここでは、地理空間情報の活用状況と課題、その課題を解決するための地理空間情報基盤技術、日立グループの取り組み、および、地理空間情報基盤技術によって実現される都市空間における社会イノベーションについて述べた。

マルチ衛星測位と屋内GPS測位による屋外・屋内によらないシームレスな測位や地図が整備され、これとあわせて動線解析などの測位結果の利活用技術が開発されることにより、地理空間情報による社会イノベーションが加速されるものと考えている。ここでは、都市空間における安全・安心の実現や交通の環境負荷低減に関する取り組みを述べたが、このほかにも地理空間情報の高度活用による市民生活の利便性向上や産業・流通分野のサービス向上、競争力強化のためのソリューション開発を進めている。

日立グループは、このような活動により、今後も安全で快適な社会の実現に貢献していく。

## 参考文献など

- 1) 寺田：準天頂衛星初号機「みちびき」の状況について、宇宙開発委員会資料 (2010.6.16)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/uchuu/015/gijiroku/\\_icsFiles/afiedfile/2010/07/07/1294743\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/015/gijiroku/_icsFiles/afiedfile/2010/07/07/1294743_3.pdf)
- 2) 菅原、外：地理空間情報を活用した社会ソリューションの展望、日立評論、90、12、959～963 (2008.12)
- 3) 日立製作所ニュースリリース、屋内での測位を実現するGPS送信機の組み込み型モジュールを開発、  
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/02/0218.html>
- 4) 株式会社日立産機システムニュースリリース、屋内外でのシームレスな位置測位を可能にする屋内GPS送信機を製品化、  
<http://www.hitachi-ies.co.jp/release/2010/0216.htm>
- 5) 横田、外：プローブカー情報を基にした道路交通情報の生成、日立評論、88、8、628～633 (2006.8)
- 6) 浅原、外：屋内外動線解析による歩行者行動の分析と実験的評価、情報処理学会研究報告、Vol.2009-UBI-024 No.24、p.1～8 (2009.11)
- 7) 細川：消防防災活動の現場からみた測位・地理空間情報の重要性、次世代の測位・地理空間情報基盤に関するシンポジウム (2009.9)
- 8) 原田：「犯罪学」から見たデジタル実験フィールド、CSISシンポジウム2010講演資料 (2010.7)

## 執筆者紹介



### 富田 仁志

2000年日立製作所入社、トータルソリューション事業部 公共・社会システム本部 位置情報ビジネスセンター 所属  
現在、衛星測位・位置情報分野の新事業開拓、拡販に従事



### 前田 達

2006年日立製作所入社、トータルソリューション事業部 公共・社会システム本部 位置情報ビジネスセンター 所属  
現在、衛星測位・位置情報分野の新事業開拓、拡販に従事



### 升山 義弘

1983年日立製作所入社、トータルソリューション事業部 産業・流通システム本部 所属  
現在、グループ連携を伴うソリューションの取りまとめ業務に従事



### 下垣 豊

2004年日立製作所入社、情報・通信システム社 経営戦略室 事業戦略本部 融合事業統括部 所属  
現在、位置情報分野の新事業開拓、拡販に従事



### 藤井 健二郎

1983年日立製作所入社、株式会社日立産機システム 研究開発センター 所属  
現在、産業機器の研究開発、知財関係、およびユビキタス製品の事業化に従事