

第 XX 部

地理的位置情報とインターネット

第20部 地理的位置情報とインターネット

第1章 はじめに

1.1 igeoid ワーキンググループの設立経緯

igeoid(Internet GEOgraphical Infomation platform Development)ワーキンググループは、WIDE プロジェクトにおいてそれぞれ位置情報を研究対象としてきた GNSS ワーキンググループと GLI ワーキンググループの2つを統合する形で2005年6月に設立した新しいワーキンググループである。

GNSS ワーキンググループは、GNSS(Global Navigation Satellite Systems)とインターネットを利用した高精度測位に関して議論するワーキンググループとして2003年に設立され、高精度 GNSS 測位基盤のテストベッドとしての、関東の5局、関西の1局の計6局から構成されるインターネット GNSS 基準局ネットワークの構築について検討し、GNSS の測位誤差に対する補正情報をインターネットから提供する実験を行ってきた。

GLI ワーキンググループは、インターネットにおける地理位置情報の管理手法や、応用への課題について議論するワーキンググループとして2004年に設立され、とくに車や人などを中心とした移動体の位置を管理する GLI (Geographical Location Information) システムについては、定常の運用実験を通じた改良と周知・普及に向けた活動を行ってきた。

しかし、モバイル/ユビキタスコンピューティングの発達によってインターネット上のノードの地理的な位置情報の持つ重要性が高まってきたこと、さまざまな種類の測位デバイスが登場してきたことなどにより、位置情報に関してその取得、管理から利用に至るまで、より広い視野から議論を行うことが必要となってきた。

そこで、WIDE プロジェクトにおいてはこのような状況の変化に対応するべく、両ワーキンググループを統合して新たに igeoid ワーキンググループを設立し、位置情報に関する議論の場をこちらに移すこ

ととした。

1.2 本報告書の構成

本年度、igeoid ワーキンググループでは、主に2つの研究課題について議論を重ねてきた。その1つが GNSS ワーキンググループから引き続き行っている、インターネットを利用した GNSS 基準局ネットワークの構築・運用であり、もう1つがインターネットにおける位置情報基盤の構築である。

以下、第2章においては、インターネット GNSS 基準局ネットワークについて改めて概観し、その現状について述べるとともに、このネットワークを利用した測位実験の結果について報告する。そして、第3章においては、複数の測位デバイスや位置表現をシームレスに取り扱う位置情報基盤の一実装として本ワーキンググループで検討を重ねてきた Web-based Location Platform について、その設計・実装および今後の課題について報告する。

第2章 インターネット GNSS 基準局ネットワークの構築

2.1 はじめに

GPS(Global Positioning System)による正確な位置情報はすでにさまざまな分野で活用されているが、これらの根幹を担うインフラとしての衛星測位システムは、今後5年から10年の間に大きく発展することが予測されている。具体的には GPS 近代化計画による新たな民生用測位信号(L2C、L5)の登場、欧州の GALILEO 計画による新たな衛星測位システムの登場、ロシアによる GLONASS の再構築、そして日本の準天頂衛星計画など、いわゆる GNSS (Global Navigation Satellite Systems)と総称される測位衛星の数は、2010年以降には合計で100個近くに達することが予測される。これら GNSS インフラが整備されることで、従来 GPS を使えなかったビルの谷間や市街地においても安定した測位が可能となり、今後さまざまな分野で位置情報の利用と

その重要性が高まるものと期待される。

これらの背景をふまえ、本プロジェクトではGNSSによる高精度測位を実現するための基盤技術として、GPSおよびGLONASSに対応した独自の基準局ネットワークを構築し、インターネット経由での高精度補正情報配信システムを実現することを目的としている。

2.2 コンセプト

インターネットGNSS基準局ネットワークは、関連する大学および研究機関などの協力にもとづき、独自に設置・運用されている基準局ネットワークである。現在国内では国土地理院が運用する電子基準点(全国に約1200点)のリアルタイム観測データが、社団法人日本測量協会を經由して民間企業にも提供されているが、これらの観測データを入手するためには高額な費用を負担する必要があり、また観測データはトリンプル社の独自フォーマットでしか提供されず、基準局側へのアクセスも一切不可能といった理由から、民間企業や研究者たちが手軽に利用できる環境は整っていないのが実状である。これに対して本プロジェクトでは、独自の基準局ネットワークを構築し、インターネット経由で自由に補正情報を配信ならびに受信できる環境を整えることで、

高精度測位技術を開発するためのテストベッドとして利用するとともに、インターネットに接続可能なさまざまなユーザ、アプリケーションにおいて、手軽に補正情報を利用できる環境を構築する。

2.3 システムの概要

図 2.1 に当ネットワークにおける基準局の配置を示す。中央局としての役割を果たす東京海洋大学以外に、東京大学本郷キャンパス、慶應義塾大学矢上キャンパス、同湘南藤沢キャンパス、木更津工業高等専門学校、東邦大学の計5ヶ所に基準局を設置し、運用を行っている。各基準局はそれぞれ20km~50km程度の間隔で配置されており、これらの基準局に囲まれたエリアとそれぞれの基準局を中心とした周辺がサービス対象エリアとなる。各基準局においては、できるだけ多くの共通衛星を確保するため見晴らしの良い建物の屋上などにアンテナを設置し、また可能な限り周辺の障害物によるマルチパスなどの影響を受けないよう屋上面から高さ数mとなるポール上にアンテナを取り付け(図 2.2) 屋内に設置した受信機までケーブルを引き込んでいる。基準局アンテナには、とくにショートレンジのマルチパス軽減に大きな威力を発揮するチョークリングアンテナを採用している。

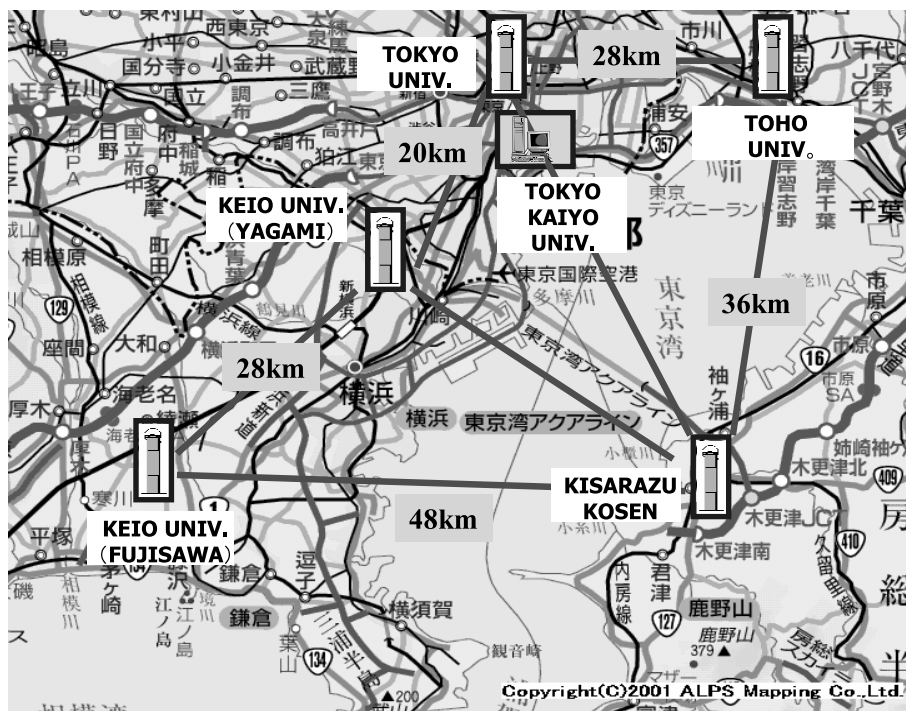


図 2.1. 当ネットワークにおける基準局の配置



図 2.2. 基準局アンテナの設置風景

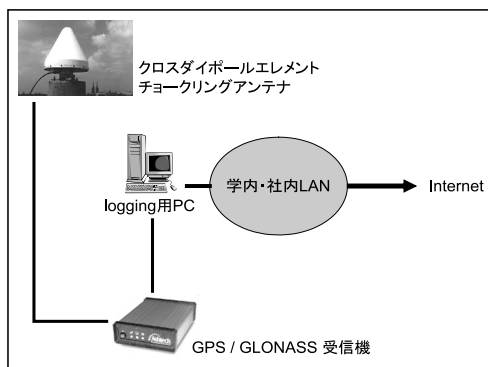


図 2.3. 基準局における機器構成

観測は 1 秒サンプリングで行っており、原則的には 24 時間 365 日の連続運用を行うこととしている。各基準局受信機からは RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services) V2.2 または受信機独自フォーマットにより観測データを出力しており、これらリアルタイム観測データは、シリアル接続されたデータ収集・制御用 PC に受け渡され、学内 LAN などを経由してインターネット上へ配信される構成となっている (図 2.3)。ここで一般的なシングルベース型の DGPS (Differential GPS) 測位または RTK (Realtime Kinematic) 測位を行う場合、各基準局から出力される観測データ (RTCM V2.2 形式) をそのまま移動局側で補正情報として利用することも可能であるが、ネットワーク型の補正情報を配信する場合、各基準局の観測データは一旦中央局サーバに集約され、必要な計算処理を行った上で加工・配信されることとなる。このため中央局サーバには開発を進めているネットワーク型の補正情報生成・配信用ソフトウェアがインストールされている。

2.4 ネットワーク型 RTK/DGPS の概要

ネットワーク型 RTK とは、あるエリアに設置された複数の基準局をネットワーク化することによって、該当エリアにおける各種誤差要因 (電離層、対流圏遅延誤差など) をリアルタイムに推定し、RTK 用の広域型補正情報を生成する手法である。一般的には移動局の近傍に仮想的な基準局データを生成することから VRS (Virtual Reference Station) 方式、または仮想基準局方式などとよばれることもある。各基準局において取得された観測データを IP-VPN やインターネットなどの通信ネットワークを経由してリアルタイムで中央局に収集し、中央局ではそれらのデータを処理・加工することで補正情報を生成する。現在は高精度が要求される測量分野における利用が主流となっているが、この手法により広域で RTK を利用することが可能となるため、自動車など移動体への応用も期待されている。

一方で、数 cm オーダの測位精度を実現可能な RTK では観測量として搬送波位相を利用することから、測位演算の過程でアンビギュイティ (波数不確定) を決定する必要があり、特に建物や高架などの遮蔽物により GPS 信号が遮断された後の復帰 (再初期化) に時間を要することが大きな問題点とされている。この問題点を克服し移動体において安定的な高精度測位を実現するためには IMU (Inertial Measuring Unit: 慣性計測装置) や車速パルスなど、ほかのセンサとの複合航法が必要になると考えられており、現在衛星測位分野における最も重要なテーマの 1 つと

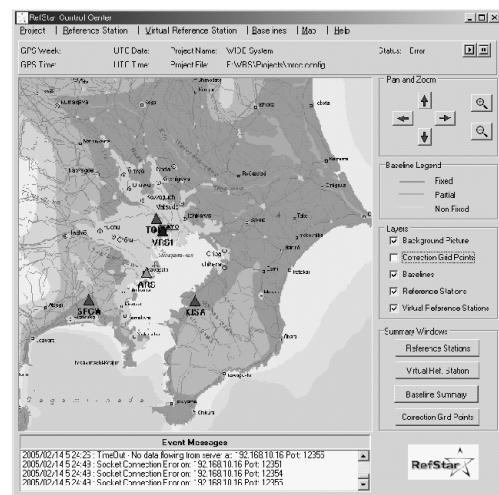


図 2.4. ネットワーク型補正情報生成ソフトウェア

して、様々な技術者、研究者によって研究開発が行われている。

本プロジェクトでは、高精度測位を実現するためにネットワーク型 RTK 用の補正情報生成ソフトウェア(図 2.4)の開発を進めてきているが、ユーザ側の視点に立った場合 RTK 測位には高価な 2 周波型の受信機が必要となるため、ネットワーク型 RTK 用の補正情報に加え、より多くのユーザが活用できるネットワーク型 DGPS 用の補正情報を生成、配信することを計画している。

2.5 現在の状況

本年度、施設側の問題により安定的な運用が難しかった習志野(株式会社日立産機システム内)基準局を東邦大学に移設することを決定し、移設作業を完了させた。また、ネットワークの制約により外部からのアクセスに問題があった東京海洋大学における中央局機能を、奈良先端科学技術大学院大学へ移設することを決定し、基本的な移設作業を完了させた。これらの過程を経て、木更津基準局を除く 4 つの基準局で収録した観測データが奈良先端大へ収集される体制が整ったため、2006 年 1 月より、まずはネットワーク型 RTK 用の補正情報について、その有効性を検証するための高精度測位実験を開始している。

図 2.5 は現在進めている高精度測位実験において利用している基準局の配置とデータの流れを示している。東邦大学、東京大学、慶應大学(矢上)および慶應大学(藤沢)の 4 つの基準局で収録した基準局

データをインターネット経由で奈良先端大のサーバに収集し、生成したネットワーク型 RTK 補正情報を測位衛星技術株式会社屋上に設置した移動局側で受信する構成となっている。現時点では、奈良先端大サーバにおいて受信した各基準局データからネットワーク型 RTK 補正情報を生成し、移動局側において RTK 測位が行われることを確認できている状況である。一例として、平成 18 年 1 月 28 日の 18 時~24 時(JST)における静止測位実験の結果を図 2.6 に示す。

図中央付近に集中している濃い点が FIX 解、全体的に散らばる薄い点が FLOAT 解、そして図右上付近に散らばる点が単独測位解を示している。縦軸、横軸共に 10 cm メッシュとなっており、FIX 解については真値からほぼ 10 cm の範囲内に収まっていることがわかるが、FLOAT 解および単独測位解も見られる。同じ結果を時系列で示したものが図 2.7 であるが、実験開始後約 2 時間半については非常に安定した測位結果が得られているものの、20:30(UTC)以降に多数のばらつきが発生していることがわかる。図 2.8 はこの時の測位フラグと衛星数を示している。20:30(UTC)以降、衛星数自体は RTK 測位を維持するために最低限必要な 4 衛星を下回することはほとんどないものの、20:30(UTC)以前と比較すると非常に激しく変化していることがわかる。また衛星数の変化と連動するように、測位フラグが単独測位と FIX 解または FLOAT 解の間で変化していることが見て取れる。

さらに、図 2.9 からは、測位フラグの変動と連動

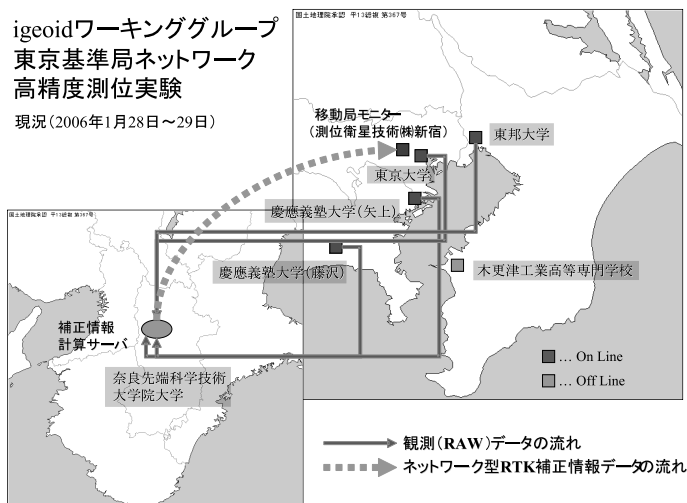


図 2.5. ネットワーク型 RTK による高精度測位実験の構成

VRS 基線計測結果(RTK) ー水平プロットー 2006年1月28日~29日(6時間)

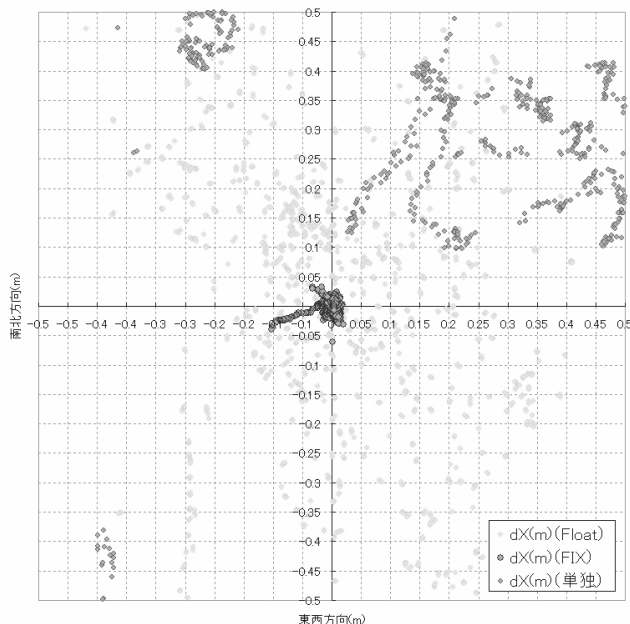


図 2.6. 移動局における RTK 測位結果 (水平成分のばらつき)

VRS 基線計測結果(RTK) ー座標成分の時系列推移ー 2006年1月28日~29日(6時間)

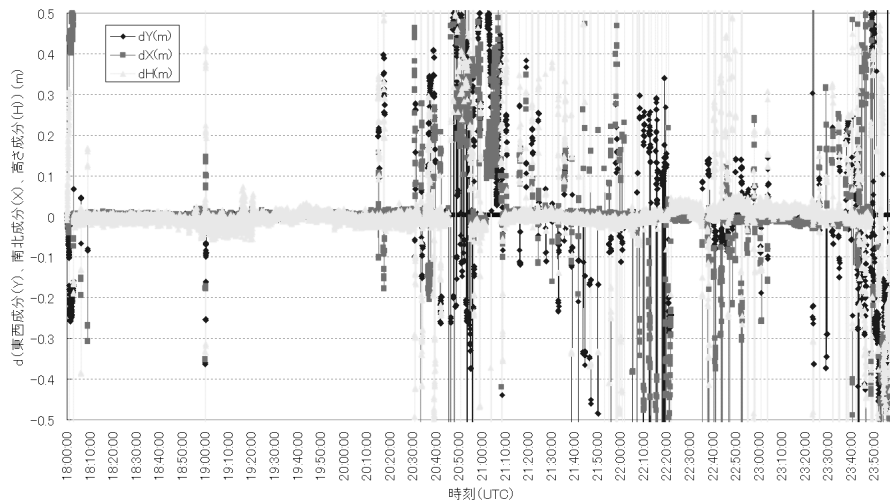


図 2.7. 移動局における RTK 測位結果 (時系列)

して、補正情報の AGE (補正情報の鮮度) が落ちて
いることがわかる。つまり、何らかの理由で補正情
報の出力 (更新) が断続的に停止し、その結果 AGE
が上昇し、測位フラグに変化が生じたものと考えら
れる。言い換えれば 20:30 以降、何らかの理由で補
正情報の生成が断続的に停止することとなり、停止
期間中に AGE が上昇し、ある閾値を超えた段階で
測位モードが FIX 解 FLOAT 解 単独測位解へ

変化したものと推察される。その後、補正情報の出
力が復帰するとともに、単独測位解 FLOAT 解
FIX 解へと復帰することとなる。

また、補正情報に含まれる衛星数は各基準局の共
通衛星に限られるため、一般的に単独測位時に比べ
ると衛星数が少なくなる。図 2.8 における衛星数の
変化は測位モードの変化に連動した衛星数の変化を
示しているものと考えられる。以上の結果から、補

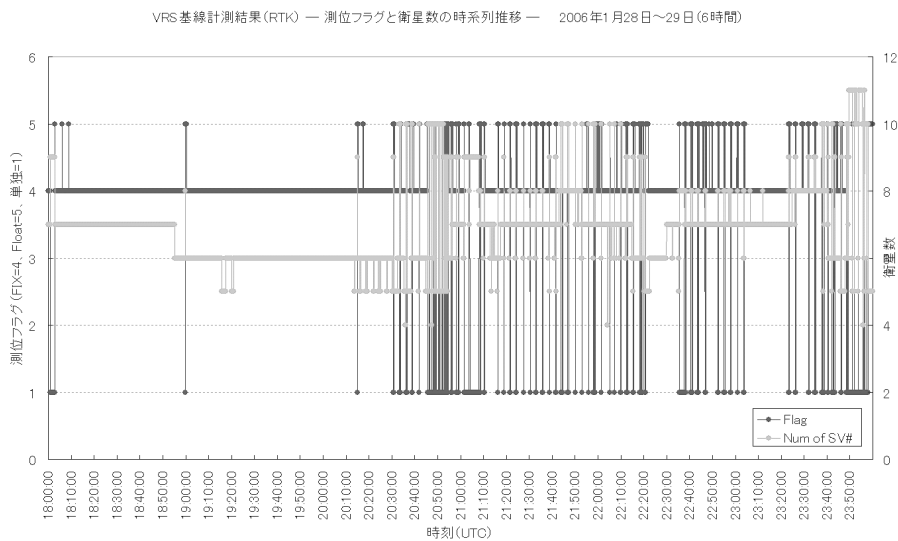


図 2.8. 移動局における測位フラグと衛星数の時系列推移

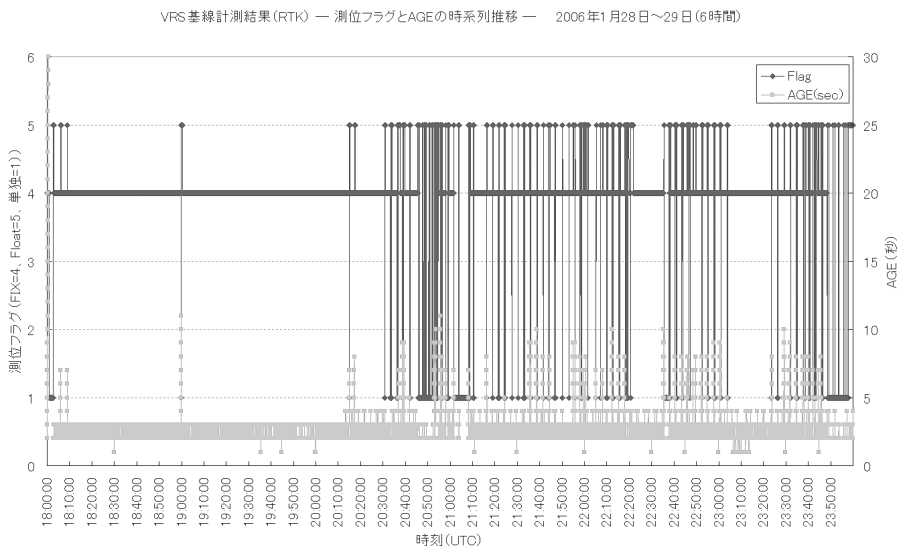


図 2.9. 移動局における測位フラグと AGE の時系列推移

正情報の品質そのものについては概ね問題がないものの、基準局からのデータ収集・配信プロセス、あるいは補正情報の生成プロセスに問題があり、結果として移動局側では補正情報を安定的に受信できていないことがわかる。この点については早急に説明を進めていく予定である。

2.6 今後の展開

以上述べてきたように、本プロジェクトではインターネット GNSS 基準局ネットワークの構築を進めてきており、現時点でネットワーク型 RTK の補正

情報を配信可能な段階に達している。今後早急に基準局データの収集と補正情報配信にともなうネットワーク側の問題点、および補正情報生成プロセスにおける問題点を解明し、安定して補正情報が配信できる体制を整備したいと考えている。さらに次のステップとして、2006 年 4 月以降には、より多数のユーザが利用可能となる、ネットワーク型 DGPS の補正情報配信を開始できるよう補正情報生成ソフトウェアのアップグレードを行う予定である。これらの成果として、インターネットを利用した高精度補正情報の配信技術を確立するとともに、インターネット

におけるさまざまなアプリケーションにおいて、この補正情報が有効活用される環境を構築したいと考えている。

第3章 Web-based Location Platform

本年度 igeoid ワーキンググループでは汎用的位置情報プラットフォームである Web-based Location Platform の研究開発を行った。本章では、Web-based Location Platform の概要および本年度検討してきた研究課題について述べ、現在の実験環境を紹介する。

3.1 背景および目的

近年、ワイヤレスネットワークの急速な普及と携帯型情報端末の小型化により、ユーザがいつでも、どこにいてもインターネットに接続できるモバイルコンピューティング環境が急速に広まっている。また、GPS (Global Positioning System) や電子コンパスといった位置測位デバイスの普及が進み、個人が位置情報を気軽に取得し利用できる環境が整備されつつある。このような背景から、移動体の位置情報を利用した位置情報サービスが実用化されつつある。たとえば、携帯電話を利用したナビゲーションや現在地周辺の店舗情報検索といったサービスがすでに実用化されている。

このような位置情報サービスの提供のためには、対象となる物体の位置を取得する必要がある。位置を取得するために従来、GPS、携帯電話や無線 LAN の基地局情報が利用されていた。これらに加えて、位置情報の取得を目的としていなかった RFID (Radio Frequency Identification) システムや IC カードの利用情報、定期券の改札口通過情報を利用した位置情報の取得も普及しつつある。このような位置測位デバイス技術の急速な発達により、複数の位置測位デバイスを個人が携帯することも可能になった。単一の位置測位デバイスではその有効範囲が限定されている場合が多いが、同時に複数の位置測位デバイスを利用することにより、広範囲・高精度な位置情報取得が可能となる。これにより、従来では困難であった室内・屋外を意識することのないシームレス

なナビゲーションサービスなど新しい位置情報サービスが可能となる。

しかし、各サービスが複数の測位測位デバイスから直接位置情報を取得・利用すると、各位置測位デバイスへのアクセス、取得した位置情報の管理、プライバシー保護やセキュリティのための機能などを各サービスが独自に開発する必要があり、サービス開発のためのコストは非常に大きい。したがって、位置情報取得・管理、位置変換、位置情報提供という多くのサービスで共通利用する3つの機能を位置情報プラットフォームとして提供するべきである。また、位置測位デバイスの多様化により、位置測位デバイスが出力する位置の表現方式も多様化している。本研究では住所や緯度・経度といった位置の表現形式を位置参照系と定義するが、位置情報プラットフォームでは多様な位置参照系を取り扱える必要がある。

現在、位置情報プラットフォームに関する研究は多数存在しているが、多種の位置参照系を取り扱え、複数の位置測位デバイスの併用を考慮したものは存在しない。そこで本研究では、下記の要求事項を満たす位置情報プラットフォームである Web-based Location Platform を構築することを目的とする。

- 位置測位デバイスについて透過な検索インタフェース
- 多種の位置参照系への対応
- 多様な位置測位デバイスを利用可能
- プライバシ保護

3.2 システム概要

Web-based Location Platform は PANDA システム [322] における測位プラットフォーム、位置提供プラットフォームからなる2階層モデルの議論から、前節で述べた位置情報プラットフォームの持つべき機能を位置情報取得・管理機能、位置変換機能、位置情報提供機能の3機能に分離する。そして、位置情報取得・管理機能を Location Management System (LMS)、位置参照系の変換機能を Location Transform System (LTS)、位置情報提供機能を Location Information System (LIS) という独立なエンティティとし、それらを連携することにより位置情報プラットフォームを実現する。また、位置参照系に関する情報を位置参照系定義文書として記述することにより各エンティティの独立性を高め、分散化する。

3.2.1 検索機能

Web-based Location Platform は位置情報登録者の識別子と時刻、目的の位置参照系を検索の鍵として、指定時刻における位置情報登録者の位置を目的の位置参照系による位置で提供する検索機能を提供する。位置情報検索者は位置情報登録者の携帯する位置測位デバイスを意識することなく検索要求ができ、位置測位デバイスについて透過な検索インタフェースを実現する。

3.2.2 位置参照系の変換機能

位置参照系をほかの位置参照系に変更することを位置参照系の変換とよぶ。目的の位置参照系上での位置を取得するためには位置参照系の変換が必要である。Web-based Location Platform では、複数の LTS を利用して位置参照系の変換を複数回行うことにより、目的とする位置参照系への変換を実現し、多種の位置参照系に対応する。

複数回の変換を実現するために、LIS に位置参照系変換機構を付加する。位置参照系変換機構は位置参照系の変換手順検索機能と位置参照系の変換結果選択機能からなる。各動作の概要を以下に示す。

位置参照系の変換手順検索機能

位置参照系定義文書内に記述した位置参照系変換リストを参照して LTS を検索し、該当 LTS を利用した場合の変換後の位置参照系の位置参照系定義文書内の位置参照系変換リストを再度参照する、という手順により位置参照系の検索機構が位置参照系定義文書を繰り返し参照することによって変換手順の検索を実行する。

位置参照系の変換結果選択機能

複数の変換手順が存在した場合、ユーザがあらかじめ指定した評価パラメータにもとづき変換結果の位置情報を選択する。パラメータとして LMS から取得する位置取得時刻、測位デバイス名、測定誤差、LTS から取得する変換誤差、変換後の位置情報の解像度、変換過程で取得する変換回数を利用する。また、位置参照系定義文書に記述した値、個々の位置情報に対して付加した値のどちらをパラメータとするかを指定する。ただし、評価パラメータとして LMS および変換過程で取得する値が指定された場合、位置参照系定義文書に記述した値を利用する場合には変換操作を最も優れた変換結果を返す 1 手

順についてのみ実行することで処理の軽量化・高速化を図る。

3.2.3 プライバシ保護機能

位置情報は個人情報の一部であるため、位置情報のプライバシ保護が必要である。Web-based Location Platform では以下の機能によりプライバシ保護を実現する。

プライバシルールを利用したアクセスコントロール
不特定多数の位置情報検索者による位置情報検索を防止するため、位置情報登録者および位置情報検索者に関する条件によって位置情報公開のアクセスコントロールを行う。位置情報の公開条件は以下の条件から構成される。

- 公開対象
- 位置情報検索要求の時刻
- 位置情報登録者の位置（時刻を含む）
- 位置情報登録者の状態（context 情報）

位置情報の解像度変更（ぼかし）

詳細な位置情報による位置情報登録者の行動が推定されるのを防止するため、位置情報の解像度を変更する。解像度の変更方法は位置情報の種類によって異なる。座標で表記される位置表記の場合は指定した桁での切り捨て操作により解像度を変更する。またラベルで表記される位置表記では、位置表現系定義文書にあらかじめ定義した階層にもとづき、指定した階層以下の情報を削除することにより解像度を変更する。

不正アクセスの防止

Web-based Location Platform の各エンティティのなりすましを防止するため、証明書を利用して各エンティティを構成するサーバを認証する。また、通信路上での盗聴・改竄を防止するため、エンティティ間の通信には SOAP/SSL を利用して暗号化する。

3.3 設計

3.3.1 構成要素

Web-based Location Platform の構成要素を以下に示す。

Location Management System (LMS)

LMS は、位置情報管理システムである。位置情報登録者が保持する位置測位デバイスの位置情報の登録要求に回答して、位置情報を保持する。

また、検索要求に対して位置情報を応答する。LMS サーバは位置取得に関して SOAP による汎用的なインタフェースとすることで、多様な位置測位デバイスに対応する。

Location Transform System (LTS)

LTS は、入力された位置に対して位置参照系の変換を行い、変換結果の位置を出力する位置参照系変換システムである。

Location Information System (LIS)

LIS は、位置情報の検索を行う位置情報検索エージェントである。

位置情報検索者

位置情報検索者とは、Web-based Location Platform を利用して自身または他者の位置情報を検索するオブジェクトである。

位置情報登録者

位置情報登録者とは、Web-based Location Platform に対して自らの位置情報を登録するオブジェクトである。

ID リスト

ID リストは位置情報登録者が保持する位置測位デバイスの識別子および位置測位デバイスが位置情報を登録する LMS の URI、検索時に利用するメソッド名が書かれたリストである。位置情報登録者が複数の位置測位デバイスを持つ場合、1 つの ID リストにすべての位置測位デバイスに関する情報を記述し、位置情報登録者と位置情報登録者が保持する位置測位デバイスの識別子が関連付けられる。ID リストは XML[77] によって記述し、Web ページなどの LIS が容易に取得できる場所に設置する。

位置参照系定義文書

位置参照系定義文書とは、住所や緯度・経度といった位置参照系を定義する文書である。位置参照系定義文書は LMS、LTS、LIS が容易に取得できる場所に設置する。位置参照系には XML を利用して下記の内容を記述する。

- 位置参照系の識別子
位置参照系を一意に定義する識別子。例として WGS84 や住所などが挙げられる。
- 位置参照系の位置表記
位置参照系を構成する位置表記。たとえば、WGS84 の場合は緯度 (Latitude)、経度 (Longitude) が WGS84 を構成する位置表記

となる。

- 表記の定義域および位置関係
表記ごとの定義域および位置参照系がラベル表記を利用する場合には位置参照系内での各位置の関係。この項目については必須項目ではない。
- 位置参照系変換リスト
定義された位置参照系から変換が可能な位置参照系のリスト。位置参照系ごとに LTS サーバの URI、LTS サーバへの問い合わせ方法 (LTS サーバに対して位置変換要求を行う際に SOAP による通信で利用する WSDL 名やメソッド名) を記述する。

プライバシルール

プライバシルールとは、位置情報登録者が自らの位置情報公開に関する条件、出力解像度などを記述した文書である。プライバシルールは位置情報の公開条件 (Conditions) と位置情報への処理内容 (Actions) から構成される。プライバシルールは XML によって記述する。

位置情報の公開条件の詳細を以下に示す。

- ルール適用の対象
ルールを適用する対象を指定する。公開相手はメールアドレスによって指定する。個人に加えて、グループ (組織) の指定、公開相手を特定しない匿名指定 (Anonymous) を可能とする。
- 位置情報検索要求の時刻
位置情報検索者が位置情報検索を行う時刻を指定する。
- 位置 (時刻を含む)
情報登録者の位置および位置が測位された時刻を指定する。多様な位置表現に対応し、位置表現系を指定して記述する。
- 状態 (context 情報)
「工作中 (work)」や「休暇中 (holiday)」といった情報登録者の状態を指定する。情報登録者の状態は status サーバを導入して管理し、検索時に status サーバへ問い合わせを行って情報登録者の status を取得し、条件の照合を行う。

位置情報への処理内容の詳細を以下に示す。

- 公開指定
解像度の変更等の加工を行うことなく公開す

るか、非公開とするか、または位置情報の解像度を変更するかを指定する。

- 解像度の変更（位置情報のぼかし）
 変更する解像度を指定する。多様な位置表記によって記述可能とする。座標で表記される位置表記の場合は切り捨て操作を行う桁を指定する。またラベルで表記される位置表記では、情報を削除する階層を指定する。

3.3.2 動作

Web-based Location Platform の構成を図 3.1 に示す。

位置情報登録者は LIS 内部に ID リストをあらかじめ登録する。位置情報検索者は位置情報登録者の識別子を LIS に送信する。LIS は位置情報登録者の ID リストにアクセスし位置測定デバイスの識別子を取得する。LIS は取得した位置測定デバイスの識別子を鍵として LMS に検索要求を行い、該当識別子に対する位置情報を得る。取得した位置情報は各位置測定デバイスに固有の位置参照系で表された位置であるため、検索者が求める位置参照系に変換する必要がある。LIS は LTS に対して位置参照系変換要求を行い、変換結果として検索者が求めた位置参照系上での位置情報を取得する。LIS は取得した位置情報をもとに位置情報登録者のプライバシールールを参照し、適用すべきルールを検索する。適用すべきルールに位置情報の解像度変更が指定されている場合、解像度変更を行う。解像度変更を行った位置情報を位置情報提供者への検索結果として返信する。

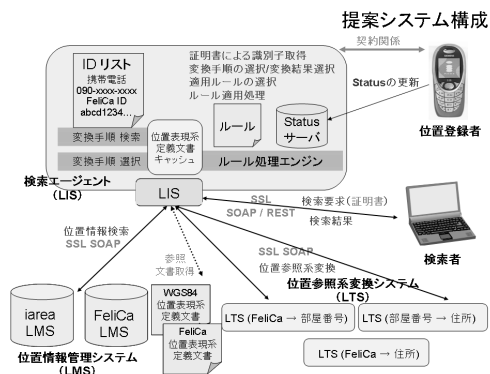


図 3.1. Web-based Location Platform 動作概要

3.4 実装および実験環境

3.4.1 実装

本研究で提案したアーキテクチャを FreeBSD 6.0-RELEASE 上で PHP5.1.1 を使用して実装した。Web-based Location Platform 内の通信には SOAP/SSL を利用する。Web-based Location Platform と位置情報検索者とのインタフェースは汎用性を考え、REST と SOAP の 2 種類をサポートする。

3.4.2 LMS の詳細

現在利用可能な LMS を表 3.1 にまとめる。

表 3.1. Location Management System (LMS)

| 名称 | 取得できる位置情報 |
|---------------|-----------------------------------|
| iarea | i モードのオープン i エリアで取得できる地域コード |
| FeliCa Yagami | 慶應寺岡研内に設置した FeliCa リーダの ID |
| FeliCaSFC | 慶應村井研内に設置した FeliCa リーダの ID |
| FeliCaNaist | NAIST 砂原研内に設置した FeliCa リーダの ID |
| GBOOK | GPS で取得した緯度・経度 (WGS84) |
| edge | 基地局の緯度・経度 (日本測地系 (Tokyo97)) |
| au | 基地局あるいは端末の緯度・経度 (日本測地系 (Tokyo97)) |

3.4.3 LTS の詳細

現在利用可能な LTS を図 3.2 および表 3.2 にまとめる。LTS として Web-based Location 外のサービスである Yahoo! 地図情報 [310] も外部リンクとして

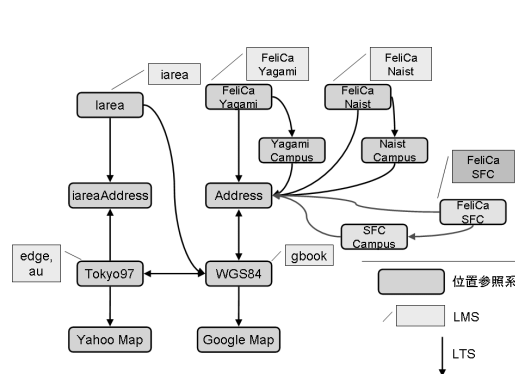


図 3.2. システム構成

表 3.2. Location Transform System (LTS)

| 名称 | 変換内容 |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| iarea2 iareaAddress | オープン i エリア地域コードから 地域コードに対応する地域名 |
| iarea2 WGS84 | オープン i エリア地域コードから WGS84 |
| Tokyo972 iareaAddress | 日本測地系から オープン i エリア地域コード |
| Tokyo972 YahooMap | 日本測地系から該地点を 示す Yahoo! 地図情報の URL |
| Tokyo972 WGS84 | 日本測地系から WGS84 |
| FeliCaYagami2 YagamiCampus | 寺岡研内の FeliCa リーダの ID から矢上キャンパス部屋番号 |
| FeliCaYagami2 Address | 寺岡研内の FeliCa リーダの ID から住所 |
| FeliCaSFC2 SFCCampus | 村井研内の FeliCa リーダの ID から SFC 部屋番号 |
| FeliCaSFC2 Address | 村井研内の FeliCa リーダの ID から住所 |
| FeliCaNaist2 NaistCampus | 砂原研内の FeliCa リーダの ID から NAIST 部屋番号 |
| FeliCaNaist2 Address | 砂原研内の FeliCa リーダの ID から住所 |
| Address2 WGS84 | 住所から WGS84 |
| WGS842 Address | WGS84 から住所 |
| WGS842 Tokyo97 | WGS84 から日本測地系 |
| WGS842 GoogleMap | WGS84 から該地点を 示す Google Maps の URL |

利用可能である。また、API が無償公開されている Web サービスである Google Maps[96, 97] も利用できる。

3.4.4 実行例

実行例を図 3.3、3.4 に示す。図 3.3 に示したように位置情報登録者は FeliCaYagami 位置参照系で位置を出力するデバイスを 2 つ、iarea 位置参照系で位置を出力するデバイスを 1 つ、Tokyo97 位置参照

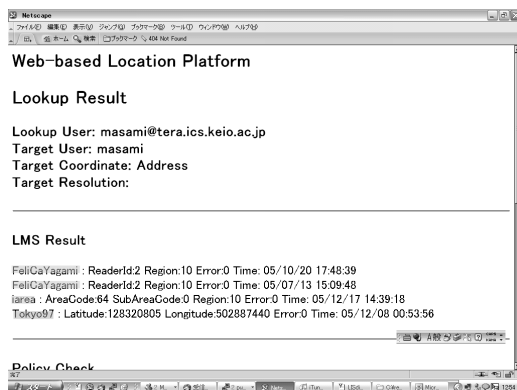


図 3.3. 実行例



図 3.4. 実行例 2

系で位置を出力するデバイスを 1 つ保持している。Web-based Location Platform はこれらの位置参照系で出力した位置に対して位置参照系の変換、プライバシー保護処理を施し、最終的に図 3.4 の下部に示したように、複数の位置測位デバイスから取得した 1 つの位置情報を選択し、利用者が指定した目的位置参照系である Address 位置参照系で位置情報検索結果を応答する。

3.5 今後の課題および展望

本年度 igeoid ワーキンググループでは Web-based Location Platform の研究開発を行ってきた。とくに、Web-based Location Platform 上のセキュリティおよびプライバシー保護に関する検討、位置参照系の変換について詳細を検討した。今後の研究課題を以下に挙げる。

領域を鍵とした検索

Web-based Location Platform は識別子を鍵として位置情報を応答する正引き検索機能を持つが、領域を鍵として領域内のオブジェクトの識別子を応答する逆引き検索機能を持っていない。逆引き検索機能の実現手法および逆引き検索時のプライバシー保護についての検討が必要である。

ID リストの信頼性に関する検討

ID リストには位置測位デバイスの識別子情報を記述するが、現状では ID リストの所有者と位置測位デバイスの所有者が同一であることを保証していない。したがって、他者の位置測位デバイスの識別子を ID リストに記述することにより他者の位置情報を自由に取得することが可能である。この問題を解決するためには ID リスト作成時に ID リストの所有者と保持する位

置測位デバイスとの関係を保証するしくみが必要である。

位置参照系定義文書ディレクトリサービスの検討
位置参照系定義文書ディレクトリサービスを構築することにより、LTS の発見・選択が容易になる。

特定コミュニティ固有の位置の表現への対応

本システムは位置に関する表現すべてを対象としている。特定のコミュニティ内でのみ利用されるような位置の表現の取り扱いを容易にするため位置の表現の登録・利用を容易にするインタフェースの構築が必要である。

今後は上記の課題について研究を進めるとともに、アプリケーションの開発を進め実用性を評価する。さらに、ドキュメンテーションの整備およびほかのワーキンググループでの利用への対応も行う予定である。

第 4 章 おわりに

本年度は、igeoid ワーキンググループの設立初年度となったが、ほかの研究グループからの高精度な位置情報に対する要求を改めて実感する年度となった。たとえば、iCAR ワーキンググループの実験環境における車の位置や、Live E! ワーキンググループで扱われる気象情報がどこで取得されたものであるか、などといったものである。

来年度も、今年度に引き続きこれらのワーキンググループと適宜連携して研究を進めるとともに、「いつでも、どこでも取得できる高精度な位置情報」のより有効な利用方法について議論を重ねていく予定である。