

平成 27 年 3 月 20 日

ver 3.2

作業範囲記述書 (Statement of work)

名称 国土交通省総合技術開発プロジェクト

「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム (マルチ GNSS) による
高精度測位技術の開発」(平成 23~26 年度)

略称 マルチ GNSS 総プロ

目的

これまで GPS 測量が困難であったビル街等を含め、国土管理に必要な高精度測位の効率的な実施のため、マルチ GNSS を統合的に利用して、短時間に高精度の位置情報を取得し、測量等に適用するための技術開発及び標準化を行う。

スコープ (本プロジェクトで行うこと/行わないこと)

- ・ 無償利用できる各種の衛星測位システム (GNSS) の信号を賢く統合的に利用して、測量等のための高精度測位を効率的に行う標準的な解析手法を開発する。
- ・ 本プロジェクトはソフトウェアや解析方法に関する技術開発を行うものであり、受信機等のハードウェアの開発は含まない。
- ・ 統合的な利用においては、単に各システムの信号を個別に利用して測位を行い、それらの結果を平均するだけではなく、各システムの信号を同時に利用し、可視衛星数が多いというマルチ GNSS のメリットを最大限に享受できることを目指す。
 - GPS が 3 つ、準天頂衛星又は Galileo が 1 つしか見えない場所でも GNSS 測量ができることを目指す。(GLONASS が 1 つしか見えない場合の同時利用は、電子基準点等の常時観測網を除き難しいことが判明。)
- ・ 衛星系としては、GPS、Galileo、GLONASS、準天頂衛星システム (QZSS) の 4 つを対象とする。Beidou も研究対象とする。
 - QZSS の静止衛星系は理論的な検討対象とする。
 - QZSS については、GPS 互換信号のみを対象とする。すなわち、準天頂衛星からの補正信号 (L1-SAIF、LEXL6) の処理は対象外とする。
 - GLONASS は現行の FDMA 方式を対象とする (L1, L2 を含む CDMA 方式の打ち上げは H26 年度に予定なし)。
 - 中国、インド等の衛星測位システムについては、技術的な仕様書が公開され、かつ対応受信機も市場に出回る等の利用環境が整った時点で対象とする。
 - (参考) 平成 24 年 12 月に Beidou B1I 信号の ICD 公開。平成 25 年 Beidou 対応の受信機が日本でも販売されている。

- 利用する周波数帯は L1、L2、L5 (E5) とする。GLONASS の L3、Galileo の E6 (有償) については調査の上メリットが大きいと判断された場合に対応する。
- 測位の対象としては、地表に固定された静止物又は建設機械等の低速移動体とする。高速移動体の航法や、人工衛星の軌道決定については対象外とする。
- 測位方法としては、測量分野におけるスタティック測位、キネマティック測位、RTK 測位、ネットワーク型 RTK 測位に加え、精密単独測位 (PPP)、PPP-AR (Ambiguity Resolution) にも対応する。また現時点では想定されないものの、これら以外にも優れた方法がある場合は対象とする。
 - ネットワーク型 RTK 測位の補正情報を生成する機能は、対象としない。
 - PPP、PPP-AR 測位では、原則として、外部から補正情報を入力して高精度測位を行う利用者部分に注力する。
- 高精度測位のアプリケーションとしては、電子基準点のような大規模 GNSS 観測網の定常解析や緊急時の地殻変動解析 (研究用)、公共測量における基準点測量・地形測量及び写真測量、ネットワーク型 RTK による情報化施工 (測量用) 等を想定し、これらに利用できるマルチ GNSS 解析技術を開発する。
- プロジェクトの開始時点において、マルチ GNSS による高精度測位技術の標準化を行うために利用できる 3 周波対応の解析ソフトウェアは存在しないため、本プロジェクトで開発を行う。このソフトウェアは、オープンソースで公開し、測量分野等での利用を可能とする。
 - 開発はゼロから始めるのではなく、既存のソフトウェア (→RTKLIB ver2.4.1、ver2.4.2) をベースに、本プロジェクトの目的に適したものを作成する。

(参考)

RTKLIB ver2.4.1 のオープンソース・ライセンスは GPLv3 だったが、ver2.4.2 では BSD 2-clause に緩和されている。

 - GPL : 複製・改変したもののソースコードを公開し、かつ GPL ライセンスを継承する必要がある
 - BSD : 複製・改変したもののソースコードの公開／非公開は自由
 - プログラムの名称は、GSILIB (GNSS Surveying Implementation Library) とする。
 - 解析ソフトウェアに組み込む物理モデルや計算手法については、測地学的な利用が可能となるよう最高精度が達成できるものとする。
 - 津波予測のためのリアルタイム解析、電離層の擾乱の分析、ハイレート GNSS データの解析など、様々な地球物理学上のアプリケーションについては、直接対応はしないが、各種の目的に合わせた拡張が容易にできるものとする。
- JAXA のマルチ GNSS プロジェクト及び準天頂衛星の軌道決定計画と連携し、ア

ジア太平洋諸国へのマルチ GNSS 利用の普及に貢献する。

成果物

- マルチ GNSS 対応「~~公共測量作業規程の準則~~」改正案測量マニュアル（公共測量作業規程の準則 17 条に定めるマニュアル）
- マルチ GNSS 解析技術
 - マルチ GNSS 解析ソフトウェア GSILIB（ソースコード）、解説書（日・英）
 - ◇ 平成 24 年度
 - RTKLIB ver2.4.1 をベースに、GPS, GLONASS, QZSS の L1 帯、L2 帯を利用した解析ができる複数基線対応のソフトウェア（プロトタイプ）＜測量用＞ GPLv3 ライセンス（ユーティリティは除く）
 - ◇ 平成 25 年度
 - RTKLIB ver2.4.2 をベースに、プロトタイプの機能に加え、Galileo、L5 帯を統合的に利用した解析ができるソフトウェア（第 1 版）＜測量用、研究用＞ BSD 2-clause ライセンス（ユーティリティは除く）
 - ◇ 平成 26 年度
 - 第 1 版に加え、地殻変動監視のための解析ができるソフトウェア（第 2 版）＜研究用＞
~~必ずしも公開を前提としない (P)~~
 - マルチ GNSS 解析技術の適用指針（案）技術解説
 - 地殻変動観測編、情報化施工編等

目標（成功基準） ※*Specific, Measurable, Agreed-upon, Realistic, Time-limited* に書くこと

- プロジェクト期間中（4 年間）に、予算内で、上記の成果物を公開する。
- 従来の GPS では困難であったビル街等での測量の可能エリアを拡大。
 - ⇒ トータルステーションではなく、測位衛星を使えることによるコスト削減
- GPS 測量に比べ現地での観測時間を約半分-75%にして測量が可能~~(P)~~。
 - ⇒ 観測時間短縮によるコスト削減
- GLONASS（現行 FDMA 方式）について、
 - 受信機チャンネル間バイアス（Inter Frequency Bias）を補正し、異機種を受信機間でも、GLONASS 衛星間の二重差のアンビギュイティが正しく解ける。
 - ⇒ 電子基準点を利用することによるコスト削減
 - 衛星系間の擬似距離及び搬送波位相の受信機ハードウェアバイアス（Inter System Bias）を補正し、異機種を受信機間でも、GLONASS と他の衛星系間の二重差のアンビギュイティが正しく解ける。

⇒ 上空視界の制約が大きな場所でも測量が可能（ただし、較正後、受信機の再起動がない場合のみ）

- ・ QZSS について、
 - 衛星系間の擬似距離の受信機ハードウェアバイアス（Inter System Bias）を補正し、異機種を受信機間でも、QZSS と他の衛星系間の二重差のアンビグエィティが正しく解ける。
- ・ 地殻変動量の提供時間を約半分に短縮。
 - ⇒ 災害時により効果的な応急対策が可能
- ・ マルチ GNSS 解析・利用技術のアジア地域等への国際展開に寄与。
 - ⇒ 国内外における QZSS 利用者の増加
- ・ 国産の精密 GNSS 解析ソフトウェアを育てる。
 - ⇒ RTKLIB ベースのソフトウェア群の利用者の増加
- ・ 将来の様々な衛星測位の展開に対応できる人材を育てる。
 - ⇒ 解析ソフトウェア（RTKLIB を含む）のメンテナンスができる専門家の増加

コストと期間

- ・ 予算要求額 総額 4 億 2 千万円（平成 23 年度、平成 24 年度 約 1 億円、平成 25 年度、平成 26 年度 約 1 億 1 千万円）
- ・ 平成 23 年 4 月～平成 27 年 3 月（4 ヶ年）

ステークホルダー（利害関係者）と実施体制

- ・ 財務省、総合科学技術会議
- ・ 国土交通省（本省技術調査課、総プロ評価委員会）
 - その他（公共事業企画調整課、国土技術政策総合研究所、~~気象庁~~）
- ・ 国土地理院
 - マルチ GNSS による高精度測位技術の開発に関する委員会（有識者）
 - 企画部企画調整課、技術管理課
 - 開発チーム
 - ◇ 測地観測センター
 - 宮川地震調査官、田中専門調査官
 - 衛星測地課： 辻課長、古屋係長、鎌苅係員、万所係員
 - 地殻監視課： 佐藤課長補佐
 - ◇ 地理地殻活動研究センター
 - 宇宙測地研究室： 宗包主任研究官
 - 地殻変動研究室： 畑中研究室長、川元研究官
- ・ JAXA
- ・ 産業界
 - 衛星測位利用推進センター（SPAC）

- 測量機器メーカー
- 測量業者、情報化施工関係者
- ・ 学会
 - 大学・研究機関、日本測地学会、測位航法学会
- ・ 国際関係
 - IGS、アジア太平洋諸国の関係機関

効果

GNSS の普及に先立ってマルチ GNSS 対応の測量作業規程や測量用解析ソフトウェアが整備され、高度な測量技術による恩恵をいち早く測量者や国民が享受できる。

リスク

- ・ 各衛星系の打上げが遅れる ⇒ 利用できるもので検証を進める
- ・ マルチ GNSS を駆使しても衛星測位が行えない場所が残る
⇒ 目標を、常時衛星測量ができるエリアの拡大とする
- ・ 予算の減少 ⇒ 作業項目の先送り、プロジェクト期間の延長
- ・ 外国ソフトウェアの普及 ⇒ 国産路線に価値あり
- ・ 民間ソフトウェアの普及 ⇒ オープンソースに価値あり

前提条件

- ・ オープンに、オールジャパンでプロジェクトを進める。
- ・ JAXA の軌道決定プロジェクトと連携する。
- ・ 民業圧迫とならないよう配慮する。

制約条件

- ・ 各衛星系の開発状況
- ・ マルチ GNSS 受信機の開発状況
- ・ 予算、組織上の制約 など

コミュニケーション計画

- ・ 本プロジェクトに関する HP の作成
- ・ 国内外の学会における発表
- ・ 各年度の外注作業の成果物、最終年度の成果物・報告書 公表