

スリナム国電力GISデータ作成業務について

中谷 龍介・杉本 猛夫・磯部 浩平（株式会社パスコ）

1. はじめに

南米大陸のスリナム国で2017年1月から約2年半にわたって実施したスリナム国電力GISデータ作成業務での、送配電ネットワークデータの構築とその課題解決について報告する。

本業務では、スリナム電力公社（以下、EBS）が管理するスリナム国全土の送配電ネットワークを高精度GNSSモバイルデバイスにより計測及び調査し、その結果をもとにGISデータを構築した。この業務は、EBSにとってもパスコにとっても初めての試みであったため、プロジェクトでは作業手法を一から構築する必要があった。本報告では、業務実施にあたってプロジェクトチーム（EBS、パスコ、現地協力会社）が直面した具体的な課題とその解決方法について記述する。

2. 業務の概要

EBSでは、これまで送配電施設の維持管理を個々のCAD図面や台帳を基に行っており、施設情報と位置情報が整合していなかった。このため、増加する送配電施設の効率的な維持管理に大きな課題を抱えていた。

この課題を解決するため、米州開発銀行の出資によりEBSは送配電施設のGISデータ構築業務を発注し、2017年1月にEBSとパスコによる業務実施契約が締結された。スリナム国内でEBSが管理するすべての電柱、電灯、メーター、変圧器等約33万個の施設を、すべて現地計測により位置情報を取得しポイントデータ化することに加えて、送配電網（送電線、高圧線、低圧線、メーター接続線等）についても現地調査



図1 スリナム国の位置

および既存図面からラインデータの入力を行い、ネットワークデータを構築した。さらに、地下埋設ケーブルおよび地下配電施設については、設計図や竣工図を参照しデータ化することで、発電所から各変電所、変電所から各メーターをカバーするすべての送配電ネットワークをGISデータとして構築した。これにより、EBSは送配電ネットワークの全施設を完全に一元管理することが可能となった。

本業務で作成したデータベースは、ESRI社のジオデータベース形式で設計され、ネットワークデータは、トポロジー構造を持ったジオメトリックネットワークで構築することが要求仕様として定められていた。そのため、成果品はデータベース仕様に従った形式で作成され、客先の受入検査で要求仕様を満たすことを確認したうえで納品された。

3. 業務の課題とその解決

本業務で実施したネットワークデータの作成は、EBSとして初めての試みであったため、データ取得基準、属性項目および要求精度について発注時点で概略は検討されていたが、詳細な

データ仕様については、発注時の技術仕様には明確に記載されていなかった。そのためプロジェクトチームでは、現地調査計測作業およびGISデータ化作業の詳細作業工程の検討から業務に着手した。各工程のワークフローを作成し、位置計測や属性情報収集、GISデータ作成方法のマニュアル化と品質検査手順書の作成を行い、トライアル作業を行うことで、それらを改善、更新し、本格作業に着手した。

本業務を実施するにあたって、プロジェクトチームが直面した課題は以下のとおりであった。

- 位置精度10cm以内で電力施設の位置を計測すること
- 電力施設に付随する様々な属性情報を、位置計測と同時に現地で取得すること
- データの国外持ち出しができないため、すべての作業をスリナム国内で実施すること
- 施設計測作業およびGISデータ作成について、経験のある作業員がいなかったため基礎的なトレーニングから業務を開始する必要があること
- 複雑な送配電ネットワークを再現するGISデータを作成すること
- EBSの厳しい品質基準をクリアできるデータの構築を行うこと

以下に、それぞれの課題について、プロジェクトチームが実施した解決方法について述べる。

3.1 位置精度10cm以内の施設データ作成

位置精度10cm以内という要求精度を達成する手法を検討した際に、当初はモバイルマッピングシステムやUAVでのデータ整備手法が候補として挙げられた。しかし、日本国内案件とは異なり、業務実施条件が良くないこと、機材の輸出入や法規制への対応、そして実施コストを考慮し、地上測量しか選択肢が無いという結論に至った。また、現地協力会社で作業員を



図2 GEO-7Xによる計測

雇用することによってスリナム国への経済貢献ができると考え、地上測量での業務実施手法の検討を進めた。さらに、高精度での位置計測と属性情報の収集を同時に実施するため、基準点測量等の作業に使用するGNSS受信機に匹敵した精度性能を持つモバイルGNSSデバイス(GEO-7X)を採用することを決定した。しかし、この機材を用いた単独測位では仕様の位置精度を満たすことはできないため、補正信号を用いた測量実施が必要であった。

スリナム国では、政府機関により人口が集中する沿岸都市部を中心に電子基準点が整備、運用されており、その電子基準点を用いたGNSS測量の補正情報が配信されていた。そのため、電子基準点から半径約30km内のエリアについては電子基準点からの補正信号を用いたRTK方式による位置計測を実施することにした。電子基準点網から外れる郊外エリア及び非居住地エリアについては、Trimble社が配信するGNSS補正情報であるRTXを受信し、施設の位置計測を実施した。これにより、仕様を満たす精度での位置計測が可能となった。

3.2 電力施設の属性情報と位置計測の同時実施

本作業では、前述のとおり電力施設の位置計測にTrimble社のGEO-7Xを使用した。このデバイスはWindows MobileをOSとするモバイル端末で、端末上でモバイルGISソフトの使用が可能であった。本業務ではESRI社のArcPADを使用して電力施設の属性情報及び電線ネットワークの情報を現地で取得した。これにより、高い位置精度でのポイント計測と、必要な属性情報の現地での同時取得が可能となった。これに加えて、補足情報としてGEO-7Xに内蔵されたデジタルカメラでの画像情報を取得し、データベースの属性情報とした。この画像情報には位置情報が属性として自動的に付与される。現地で取得した個々の属性情報とその位置で取得された画像情報の照合検査を実施することで、属性情報の主題正確度に関する品質管理を適切に実施することが可能となった。

3.3 データの国外持ち出しができないことによるスリナム国内での作業実施

本業務で作成するデータは、スリナム国営企業であるEBSの電力施設管理の核となる情報であり、データ作成工程での基礎情報、中間情報をスリナム国外に持ち出して作業を実施することは認められなかった。このため、スリナム国内でデータ取得から成果データ作成までの全工程の作業を実施する必要がある、作業体制の構築が大きな課題となった。

33万点超の現地調査、GISデータ作成および品質管理を工期内に行うためには、多くの現地作業員、GISオペレータの確保が必要とされたが、パスコには現地での作業実施経験が無く、人材を確保する手段も無いため、現地協力会社と協業体制を確立し作業人員を確保する必要があった。だが、スリナム国内で十分な作業体制を持つ民間企業を見つけることができなかったため、設計コンサルタントを行う小規模な現

地企業と協業契約を締結し、臨時従業員を大量に採用することでスリナム国内での業務実施体制を構築した。過去に取引実績の無い外国企業との契約については、大きなリスクがあり、慎重な交渉と社内外の調整が必要となったが、最終的には相互信頼により良好な協力体制を確立することができ、必要な人員の確保と作業体制の構築が可能となった。

3.4 作業未経験者による作業体制の構築

本作業は、上記のとおりスリナムの現地協力会社が採用した臨時従業員によって現地調査からGISデータ作成および品質管理のほとんどの作業を実施した。契約した現地協力会社は、主に電力施設の設計や調査を行う小規模なコンサルタント企業であり、測量やGISデータ作成の業務経験は無かった。また、採用した臨時従業員にも、本業務での作業に類似する業務経験を持つ作業員はほとんどいなかった。そのため業務実施期間を通してパスコの日本人技術者を1名以上現地に配置し作業指導と品質管理を行うことで、作業員の教育、工程管理および品質管理を実施し、作業体制を維持した。



図3 直接指導による体制の構築

また、現地調査に用いる測量機材 (GEO-7X) は予算内で調達できたが、GISデータ作成のためのソフトウェア (ArcGIS) ライセンスをオペレータの人数分調達することができなかったため、GIS作業のほとんどはオープンソースのQGISをカスタマイズして使用した。これによって費用を抑えたデータ整備体制を構築することができた。このカスタマイズによって、業務のフローを単純化するとともにエラーの可視化を図り、業務未経験者でも品質の高いデータを作成することが可能となった。

3.5 複雑な送配電ネットワークデータの作成

送配電ネットワークは電柱や鉄塔をラインデータでつなぐだけのような単純な構造ではない。電力エネルギーフローをGISデータで再現し、その接続性を正確に表現するためには、発電所から変電所、変電所から変圧器、変圧器から各建物のメーターへと繋がるネットワークを切れ目なく、正しい方向で、かつ正しい接続性

を保ち入力する必要がある。さらに、地下ケーブルを経由したネットワーク部分は、資料図面に記載された情報を正しく読み取り、GISデータに反映させることが求められた。

プロジェクトチームは、スリナム国全体の送配電ネットワークを正確にGISデータとして構築するために、ESRI社のトポロジーネットワーク形式であるジオメトリックネットワークを利用することとした。これによって、データの論理的な矛盾を排除することができ、品質の高いデータベースを構築することが可能となった。また、GISデータ作成の各段階で接続性や属性情報の論理検査を行うために、QGISとArcGISで動作する数多くの検査ツールを開発し、品質管理段階でのエラー発生数を削減することができた。これによって、複雑な送配電ネットワークのデータ化作業が可能となった。

3.6 品質基準のクリア

電柱や電灯、メーター等の電力施設データには様々な属性情報の入力が必要とされた。また、その属性情報の大部分は現地調査によって入力する必要があった。現地調査時に効率的かつ正確に属性情報を入力するためには、モバイルGISの利用が必須であり、前述のとおり高精度に位置を計測し、かつ属性情報も取得する機材としてTrimble社のGEO-7Xを採用し現地調査作業を実施した。現地調査を行う作業員は、作業経験の無い臨時従業員であったため、特に業務の初期段階では属性情報の入力漏れや誤入力によるエラーが多く発生し、品質基準に達しないデータが散見された。求められる品質を保持するため、前述のとおり現地で撮影した画像による主題正確度の検査および修正工程を追加することに加えて、モバイルGISのカスタマイズ、GIS検査ツールの開発、作業員による全項目全数検査の実施、日本人技術者による最終出荷検査の実施等、データ出荷までに

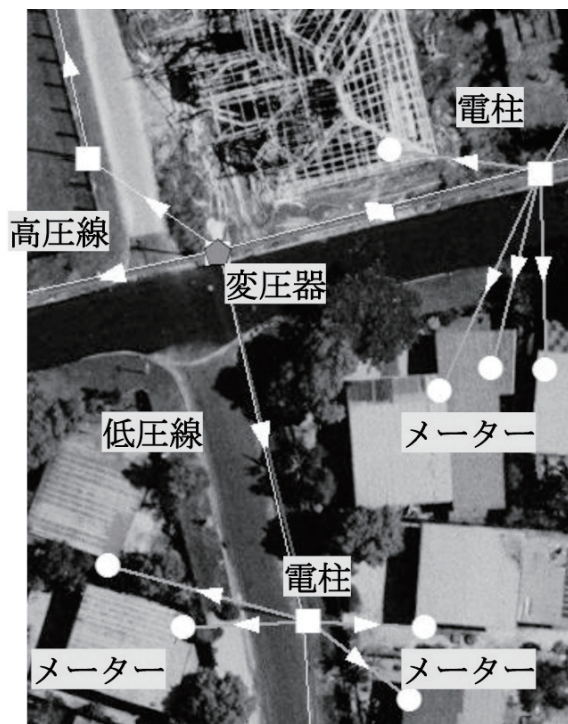


図4 整備したデータの例

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

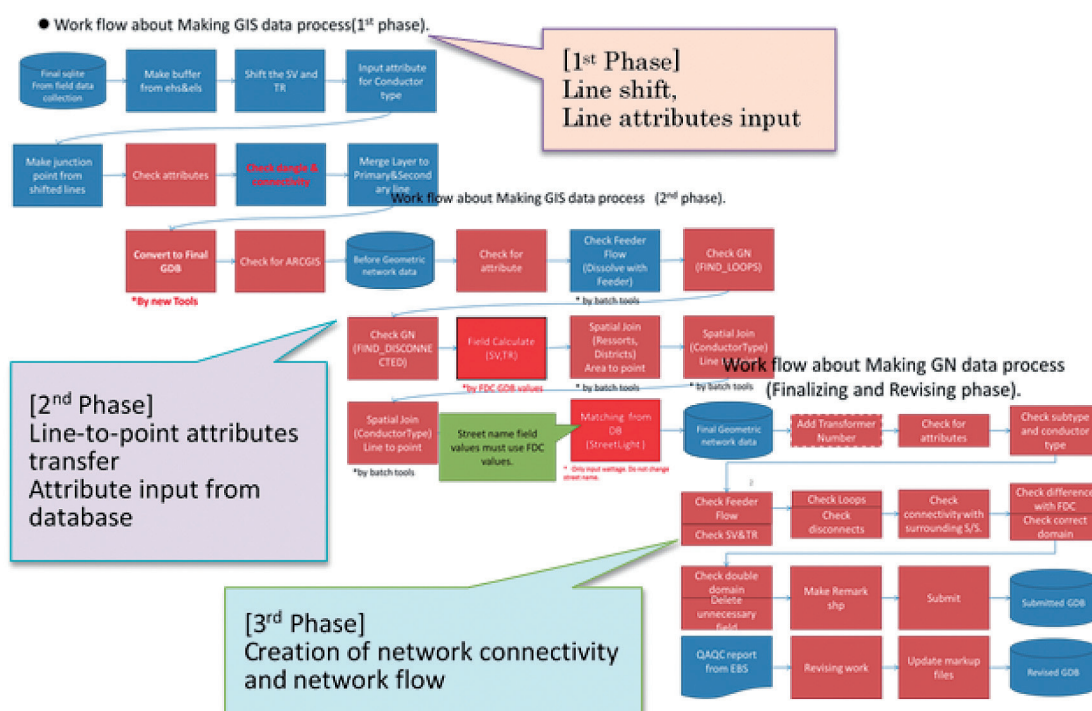


図5 GISデータ作成と検査のフロー

多くの検査工程を設けた。このように厳重な検査を行うことで成果品の品質管理を徹底し、EBSの厳しい品質基準をクリアすることができた。

4. まとめ

現地作業員30名、GISデータ作成オペレータ15名、現地協力会社の管理者5名及び日本人技術者3名の体制で本業務を実施した。業務期間内には、雇用条件や職場環境への不満等により現地作業員の一部が退職してしまうなど、常に不安定な体制の中で業務を実施する必要があった。電子基準点やRTXの補正情報配信が安定せず必要な位置精度に達しないことで、数日分の現地調査を再実施するような問題も発生した。また、住民による現地作業員への威嚇発砲や警察への通報、SNS上でのいやがらせ等、日本国内の業務では想定できないような問題も発生した。

プロジェクトチームは、日本国内業務と同じやり方でのデータ作成手法や検査手法、業務

管理手法をスリナム国での本案件に持ち込むだけでは、業務の完了にたどり着く事はできないと考え、顧客であるEBSとほぼ毎日のように連絡をとるとともに課題に対してはすぐに協議を行い、問題の共有、解決策の検討を行った。現地協力会社も含めたプロジェクトチーム内の密接なコミュニケーションによってチーム内に信頼関係を構築することができ、数々の課題をEBS、協力会社とともに共有、解決することで本業務を完了することができた。この点が、本業務の成功の最大のポイントであったと感じており、今後の国内外での業務を成功させるためにも、重要な点であると考えます。

今後スリナム国では、本業務で構築したデータベースを活用することで、発電所から各ユーザーまでの送配電ネットワークの分析と管理、電柱に設置されたすべての電灯、変圧器等の電力施設の維持管理が実施される。今後の課題としては、作成したGISデータをEBSが適切に更新できるかどうか、である。予算面、体制面、技術面で多くの解決すべき課題があると思



図6 現地調査作業員 (左)、GIS作業員 (右)

える。また、データ更新の背景となる基盤地図情報が整備されていないことも課題と考えている。無償の衛星画像やオープンストリートマップ等では、本業務で整備した詳細な情報と位置情報レベルに差があるため、更新には活用できない。高精度で比較的安価な背景地図の活用を提案することが必要であると考え。これらの課題を念頭に、EBSによるデータ更新を引き続きサポートしていきたい。

■執筆者

中谷 龍介 (なかたに りゅうすけ)

株式会社パスコ 海外技術室

riynua5500@pasco.co.jp



(共著者)

杉本 猛夫 (すぎもと たけお)

株式会社パスコ

磯部 浩平 (いそべ こうへい)

株式会社パスコ