

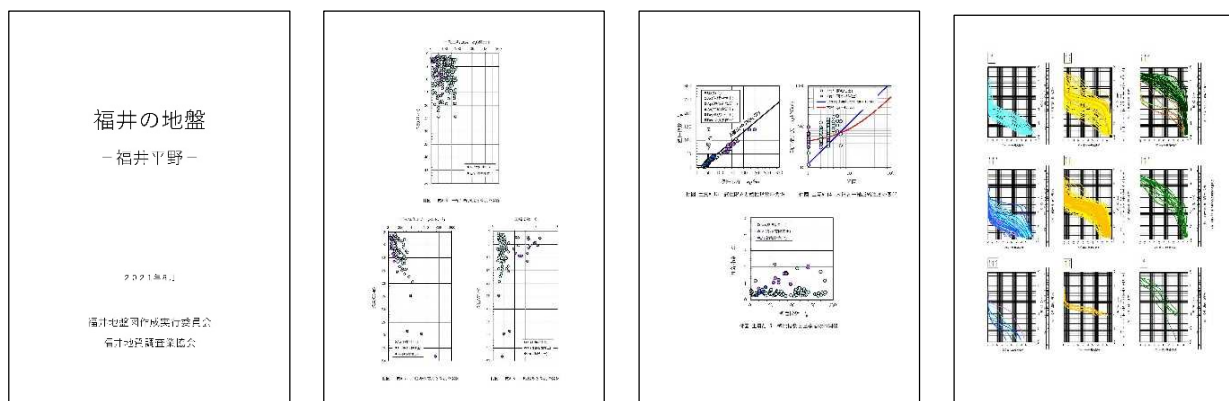
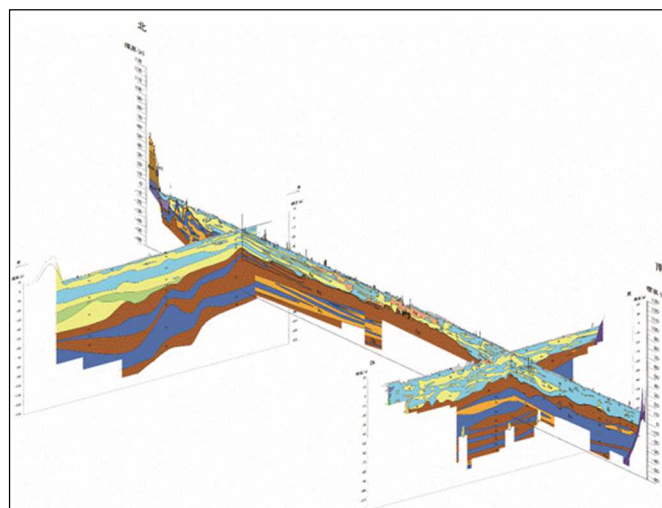
福井県の地盤データプラットフォームの整備

福井工業高等専門学校 教授 吉田雅徳

1. はじめに

2019 年度近畿建設協会研究助成事業において、著者が応募した「福井平野における土質試験データの集約と地盤図の作成」が採択され、県内の地盤や地質を専門とする産官学の技術者と研究者で、福井地盤図作成実行委員会を組織し、福井県土木部が管理している地盤データと、鉄道・運輸機構が所有する北陸新幹線の建設事業で調査された地盤データの中から福井平野の 3 測線を設定し、ボーリングデータ 656 本と土質試験データ 1,589 試料を収集整理し、3 年間かけて福井平野の地盤構成と土質特性を明らかにした。その成果は報告書「福井の地盤－福井平野－¹⁾」として出版し、(公財)福井県建設技術公社のホームページで PDF 版を公開している。図 2 に報告書の一部抜粋、図 3 に福井平野の南北方向 1 測線と東西方向 2 測線で推定した 3 つの地盤断面図より作成したパネルダイヤグラムを示す。

しかし、この活動で大量のデジタル地盤データを作成したが、それを自由に二次利用してもらうためのプラットフォームがないため有効活用には至っていない。そこで、その成果をオープンデータ化するためのプラットフォームを整備し、データを二次利用するためのアプリケーションソフトウェアを開発することを本研究の目的とした。上記の実行委員会に、システム開発を専門とする福井工業高等専門学校電子情報工学科の斉藤徹教授と、オープンデータの活用に詳しい福井県に拠点を持つソフ

図 1 福井の地盤の表紙と土質特性相関図の一例¹⁾図 2 福井平野地盤断面図のパネルダイヤグラム¹⁾

トウェア開発会社（株）jig.jp の福野泰介会長を加えることで、情報分野の専門性を強化した組織とし、本研究課題に取り組んだ。

2. プラットフォームとオープンデータの整備

（1）福井県の現状

福井県は2009年より「電子納品保管管理システム」による一般電子納品の運用を開始し、地質調査データはXML形式（地質・土質調査成果電子納品要領（案））²⁾に標準化され、2013年以降の地盤データは（公財）福井県建設技術公社によって（国研）防災科学研究所が管理するジオ・ステーション³⁾で公開されている。2023年4月現在の登録数は、他機関のデータも含めて計5,132本である¹⁾。図3に福井県周辺におけるボーリング柱状図の分布を示す。

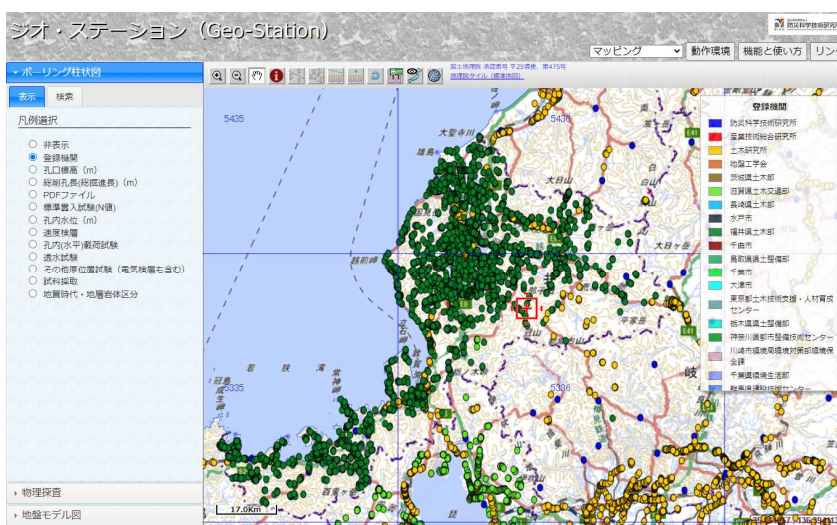


図3 ジオ・ステーションにおける福井県の表示画面³⁾

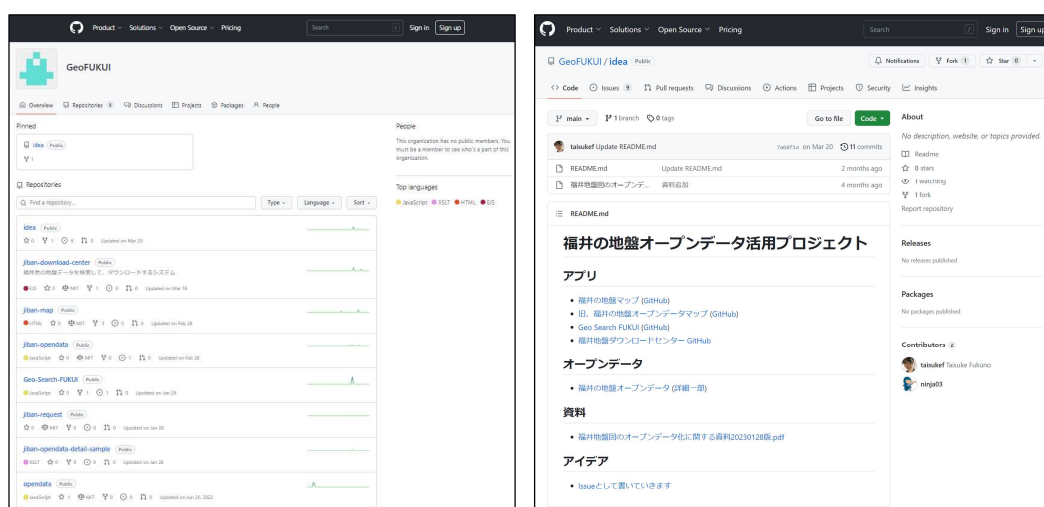
（2）ユーザーの要望

ジオ・ステーションを利用している、福井県内の建設コンサルタントの地盤・地質系技術者で構成するワーキンググループが、ユーザーとして求めるオープンデータの利用方法やプラットフォームの機能について意見交換した。まず、現在のジオ・ステーションの問題として、全国にある大量のデータが収納されているためデータを画面表示する速度が遅い、任意の範囲にあるデータを検索する機能がない、室内土質試験の結果がないなどが挙げられた。

開発するプラットフォームに求めるものとして、主な利用方法としては、地盤調査計画の立案、土質試験結果の妥当性評価、帯水層ごとの地下水位の確認、杭設計のための液状化判定結果や支持力の確認、岩盤の性状確認などが挙げられた。また、閲覧または取得したい具体的な情報としては、柱状図、室内土質試験結果、原位置試験結果、地下水位、簡略柱状図、地盤断面図、岩盤のボーリングコア写真が挙げられた。データの抽出方法としては、対象地点からの半径や矩形範囲を指定、地形区分を指定、掘削深度の範囲を指定、原位置試験の種別を指定、室内土質試験の試験項目、物性値の範囲、試料採取深度の指定などの、フィルタリング機能を組み合わせたデータ抽出の必要性が挙げられた。また、データ形式としては、柱状図はXMLやPDF、簡略柱状図はDXF、室内土質試験結果と原位置試験結果はCSVの各形式での取得を望む声が多かった。一方、プラットフォームの管理運営の体制、フィルタリング機能API等の開発の体制、一般市民が利用する仕組みの必要性が課題として挙げられた。

(3) プラットフォームの整備

ボーリングデータをオープンデータとして格納し、そのデータを活用するためのソフトウェアを開発するためのプラットフォームとして GitHub (<https://github.com/>) を利用することとした。運営会社はマイクロソフト傘下であり、全世界のユーザー数は 1 億人を超えている。ユーザーに無料のアカウントとサーバーを提供しており、複数人と協働してソフトウェアの開発や評価を行って、プラットフォームの管理と開発を行うことができる。この GitHub 内に GeoFUKUI (<https://github.com/GeoFUKUI>) というプロジェクトを作成し、福井県の地盤データを格納し、それを活用するソフトウェアを開発する環境を整えた。ユーザー登録すれば、プロジェクト内のデータやソフトウェアに対する要望をコメントとして書き込む、そのコメントに回答する、データを追加する、ソフトウェアを改良するなどの作業を、効率良く行うことができる。図 4 に GeoFUKUI のトップ画面を示す。



(a) ホーム画面

(b) データやソフトウェアのコンテンツ画面

図 4 GeoFUKUI の表示画面

(3) オープンデータの整備

福井県土木部より提供を受けたボーリング柱状図 XML は、810 件の設計業務に含まれる計 2,397 本である。このうち、室内試験 XML が作成されている業務数は 207 件、室内試験を行っているが XML が作成されていない業務数は 73 件であった。原位置試験のほとんどが孔内水平載荷試験および現場透水試験であり、孔内水平載荷試験を実施した業務数は 53 件、現場透水試験は 49 件であった。これらのデータを GeoFUKUI に保存し、ユーザー登録しなくても誰もが自由にダウンロードできる環境を整えた。

3. ソフトウェアの開発

GitHub にある地盤のオープンデータを活用するソフトウェアを開発するために、(株) jig.jp 本店においてハッカソンを開催した。ハッカソンとは、プログラムを改良するハック (Hack) と長距離を走るマラソン (Marathon) を組み合わせた造語であり、設計者やプログラマーがユーザーの声を活かしながら、短期間に集中してソフトウェア開発するイベントである。まず、福野泰介氏よりオープンデータを使ったイノベーションやハッカソンの解説を受け、3 チームに分かれてハッカソン形式でソフトウェアのアイデア開発を行った。参加者は、一般人としての高専生と高校生、地盤を専門とする技術者と研究者、プログラミングを専門とする技術者、研究者、高専生であり、それらが混在する 3 チームを構成した。進行は、ソフトウェアのユーザー設定とアイデア出しから始まり、プログラミング

近畿建設協会研究助成報告書
 でソフトウェアのプロトタイプを作成し、最後に発表会と審査会を行った。結果として、設計技術者向けの任意条件によるデータ検索とダウンロード、データ管理者向けの緯度経度や町丁目の位置情報の誤り探索、マイホームの土地を探す一般の方向けの N 値を利用した軟弱地盤検索の各機能を持つ、3種類のソフトウェアを開発することができた。

図5にデータ検索ソフトウェアの条件入力画面と、3以下の N 値を含む2020年から2022年のボーリングデータの検索結果画面を示す。図6にハッカソンの様子を示す。

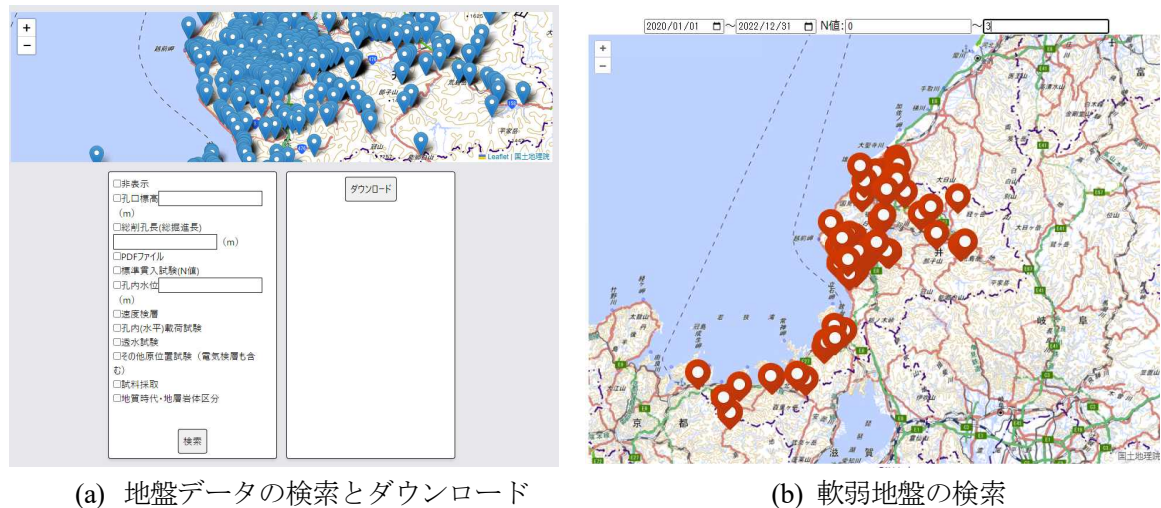


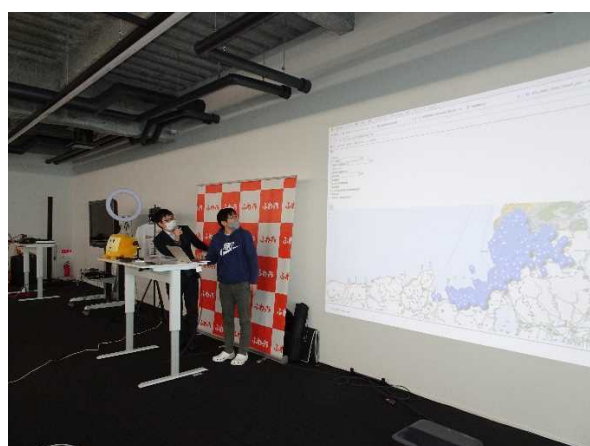
図5 ソフトウェア表示画面の一例



(a) ハッカソンに関する講義



(b) ブレインストーミングとプログラミング



(c) 発表会と審査会



(d) 参加者の集合写真

図6 ハッカソンの様子

4. 今後の展開

1948 年福井地震は軟弱な福井平野の直下が震源であったため、広い範囲で家屋倒壊や液状化の被害が発生し、翌年に気象庁震度階級表に震度 7 が導入されるきっかけとなった。図 7 は Google の My maps で作成した福井地震の被害分布⁴⁾を Google Earth の衛星写真上に表示したものであり、福井平野東縁断層帯主部と西部、福井地震による家屋の倒壊率分布、液状化による噴砂の分布、大規模火災の発生範囲が示されている⁵⁾。その後、被災地は不死鳥のごとく復興を遂げ、福井市の人口統計によると 1948 年と比較して 2022 年時点で人口は約 3.1 倍、世帯数は約 5.6 倍に増加している。この間、福井平野内には道路、鉄道、電気、通信、上下水道等のライフライン施設が広く張り巡らされ、その周りには新しい住宅が建設されてきた。特に近年、北陸新幹線の敦賀延進工事に伴う沿線地域の都市開発が目覚ましく、これまで農地として利用されてきた軟弱で地下水位の浅い氾濫平野での社会資本整備が進んでいる。近い将来の発生が危惧されている南海トラフ地震では、福井平野で表層地盤増幅率が高い地点において震度 5 強の揺れが予想されており、建設技術者のみならず、そこに住む人々が平野の下の地盤について強い関心を持つことが望まれる。

その一助として、AR（拡張現実）技術を用いて、一般の人々には馴染みの少ない地盤データを身近に感じてもらう可視化ツールを試作した。図 7 左は、頭に装着したゴーグル（Meta Quest2）で地面を見ると、AR 技術により現実世界の地面の下に、図 7 右に示す CG で作成した円柱モデルが見えるソフトウェアをデモ体験している様子である。体験者が指差した所には、ゴーグルを装着した人にしか見えない地下深くまで伸びる円柱モデルが存在している。例えばこの円柱モデルにボーリングコアの写真を貼り付けて、データの位置情報を与えてやれば、地上を歩きながら地中の地層構造を見る疑似体験が可能となる。

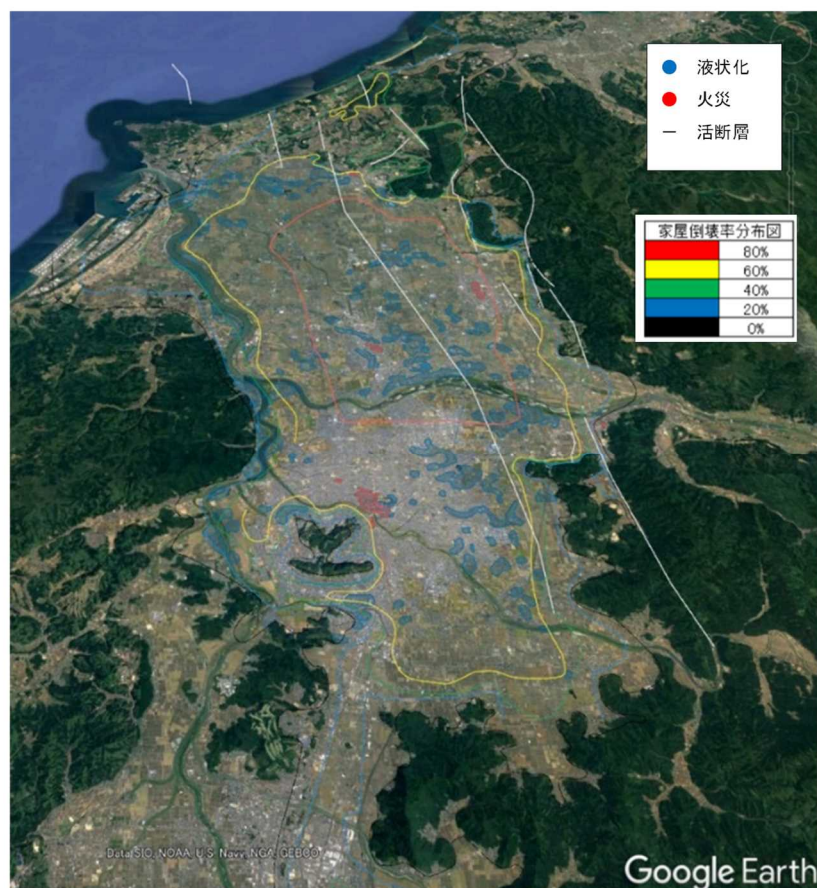
図 7 福井地震の被害分布の鳥瞰図⁴⁾



図8 AR技術を利用した地盤データの可視化



5. おわりに

本研究によって、従来からジオ・ステーションで公開されていた地盤データを、新たに整備した GitHub 上のプラットフォームで公開することができた。また、ユーザーの要望に応じたソフトウェアを開発できる体制を構築し、そのプロトタイプを開発した。今後は、福井県から継続的に地盤データの提供を受けて、オープンデータを更新・拡充していくとともに、ユーザーの要望を聞きながらソフトウェアの改良を行っていく予定である。

現在、国土交通省では Society 5.0 の実現に向けて、国土、経済活動、自然現象に関するデータを検索、表示、ダウンロードできる「国土交通データプラットフォーム」を 2020 年度より試験運用している。また、公共工事等で得られた地盤情報の収集・利活用を行うデータプラットフォーム「地盤情報データベース」の運営について（一財）国土地盤情報センターが主体となることが 2023 年 3 月に国土交通省より発表され、今後、官民が所有する地盤情報の共有化に向けた動きが加速すると考えられる。この様な国の動きに本研究成果が活かされるよう、引き続き福井の地盤プラットフォームの開発と運営を継続していきたい。

謝辞

本研究は令和 4 年度一般社団法人近畿建設協会研究助成の補助を受けて、福井地質調査業協会が組織した福井地盤図作成（第 2 期）実行委員会とワーキンググループとの協同作業により実施した。データを提供して頂いた機関各位、ならびに、委員会とワーキンググループのメンバーの皆様にご心より感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 福井地盤図作成実行委員会，福井地質調査業協会：福井の地盤－福井平野－，本文 40p.，付録 85p.，2021. <https://www.fk-kosha.or.jp/koueki/books>
- 2) 国土交通省：地質・土質調査成果電子納品要領（案）平成 16 年 6 月版，2004.
- 3) 国立研究開発法人防災科学研究所：ジオ・ステーション，<https://www.geo-stn.bosai.go.jp/>
- 4) 福井工業高等専門学校地震防災研究室：福井地震アーカイブ，http://toshichan.be.fukui-nct.ac.jp/yoshida/works/fukuieq_archive/index.html
- 5) 吉田雅穂，久保光，野村崇，沼田淳紀，村田拓海：福井地震を経験した木杭基礎構造物の調査，土木学会論文集 E2，Vol.77，No.5，pp.I_84-I_94，2022.