

第4回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト アントレプレナー賞受賞

A to D for 上下水道 3D プラットフォーム

チームぼんぼんぼんきちレポート 1.1

(前) 旭川工業高等専門学校 システム制御情報工学科 准教授

いご なおき

(現) 東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 准教授

以後 直樹

1. はじめに

2023年度に開催された高等専門学校（高専）生向けコンテスト「第4回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト（以下、「インフラテクコン」という）2023」¹⁾において、私が指導する旭川工業高等専門学校の「チームぼんぼんぼんきちレポート 1.1」は、『A to D for 上下水道 3D プラットフォーム』を提案し、準グランプリと同格の「アントレプレナー賞」を受賞した（写真-1, 2）。加えて、古河電気工業株式会社提供の「古河電気賞」、下水道広報プラットホーム提供の「GKP 未来賞」という2件のプラチナ賞も受賞した（写真-3）。本稿では、その提案内容について紹介する。

まず、「チームぼんぼんぼんきち」とは、チームメンバーの井上さんと大懸さんが、旭川高専在学中、インフラテクコン 2021 に出場するために立ち上げたチームである。しかし、彼らが、2022年度末に旭川高専専攻科を修了したことに伴い、2023年度は、リーダーを武井さん（2023年度旭川高専専攻科修了）とし、井上さんと大懸さんをリーダーをサポートする役割とした計5人の新体制で挑んだ。チーム名は、「チームぼんぼんぼんきち」というインパクトがある名前を残し、再始動を意味するレポートを加えた「チームぼんぼん

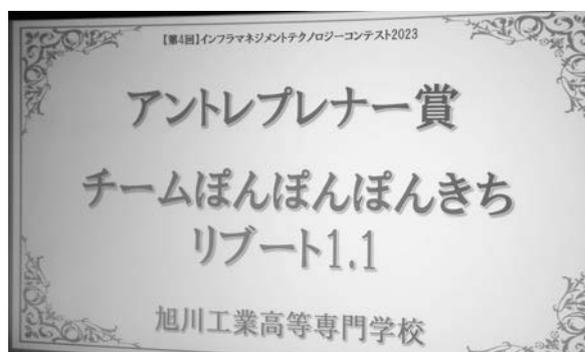


写真-1 授賞式の様子①



写真-2 授賞式の様子②



写真-3 プラチナ賞贈呈の様子

ぼんきちリポート 1.1」とした。

2. 提案背景

現在、日常生活で使用されている水道管の大多数は、1960年代から1970年代にかけての高度経済成長期に埋められたものである。水道管の法定耐用年数は40年と定められており、2024年現在においては、法定耐用年数が超過した水道管が多く使用されている状況である²⁾。加えて、古い水道管は、紙の図面しかない場合もあり、データがデジタル化されていない管も多く存在している。現在のところ、水道管を管理している各自治体は、都市部への人口集中からくる税収低下により、水道管を更新する工事に使用できる予算も限られている状況である。より少ない予算で工事することが可能ならば、より多くの水道管を更新できる可能性がある。そのため、水道管工事に関わる作業を効率化するシステムが求められている。さらに、作業者の高齢化および担い手不足により、デジタル化やDX化による工事の省力化が急務となっている。

また、私たちの学校がある北海道・旭川地域は、全国有数の豪雪地域であり、雪が降る冬期になると歩道と道路を積もった雪が一面に覆う圧雪(写真-4)となる。そのため、水道管が埋まっている位置の目印となる止水栓やマンホールを見つけることができないという豪雪地域ならではの地域課題がある。

そこで、私たちのチームは、初めて出場したインフラテクコン 2021 から水道管の可視化に取り



写真-4 北海道における圧雪された道路

組んできた。私たちがこれまでに提案および実現してきたシステムの総称を「上下水道 3D プラットフォーム」と呼ぶ。このシステムは、「3D 上下水道管の表示機能」、「デジタル図面からの 3D 上下水道管の作成機能」、「現場における 3D 上下水道管の登録機能」、「紙図面からの 3D 上下水道管の作成機能」の 4 大機能から構成されている。

3. 提案概要

インフラテクコン 2023 においては、これまでに実装が完了できていなかった「紙図面からの 3D 上下水道管の作成機能」の実装に主に取り組んだ。そのため、「アナログ (Analog) の紙図面からデジタル (Digital) の数値情報へ変換する (A to D) システム」の意味を込めて、作品タイトルを「A to D for 上下水道 3D プラットフォーム」とした。これまでに実施してきた水道に関わる人たちとのヒアリングにより、まだまだ紙図面で管理されている水道管が多数あるとの情報を得ており、紙図面をデジタルデータに変換する技術は、必ず求められるものであると考えられる。

実物の紙図面からデジタルデータへの変換は、次の手順で行う。

- ① 取得したい水道管をマーカで色付けする。
- ② 紙の水道管図面をスキャナやカメラで画像データ (図-1) へ変換する。
- ③ 画像処理 (HSV 変換) によりマーカ部分を強調 (図-2) する。



図-1 色付けした図面をスキャナで取り込んだ図

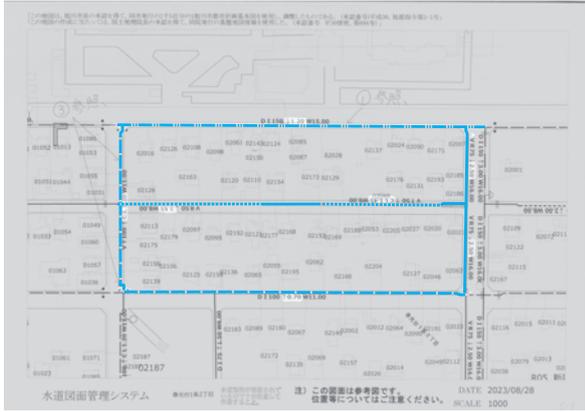


図-2 HSV変換により色付け部分を強調した図

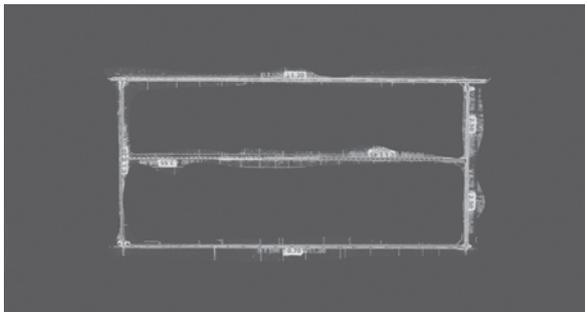


図-3 色ごとにマーカ領域の抽出

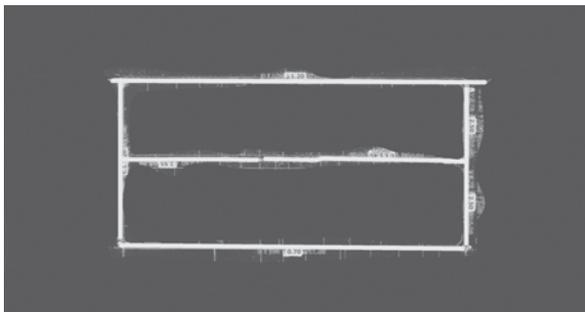


図-4 マーカ領域を管情報として抽出

- ④ 対応する色ごとに線を抽出後（図-3）、管情報を抽出（図-4）する。
- ⑤ 管の始点と終点の緯度経度情報を計算する。その際、Leaflet ライブラリと国土地理院の地理院タイルで基準点を設定する。
- ⑥ 管の緯度経度情報+管情報をJSON形式のファイル（図-5）で保存する。
- ⑦ 管の補足情報を追加する。
- ⑧ 簡易ビューワ（図-6）もしくは「上下水道3Dプラットフォーム」で表示する。

水道管の図面は、北海道旭川市水道局、愛知県豊橋市上下水道局から取得したものを使用して、取り組みを進めた。電子地図は、国土地理院の地

```
{
  "pipes": [
    {
      "name": "",
      "pipe_type": "VT",
      "pipe_diameter": 100,
      "buried_depth": 2.5,
      "buried_year": 1995,
      "longitude_s": 43.811430,
      "latitude_s": 142.354053,
      "longitude_e": 43.811086,
      "latitude_e": 142.354478
    },
    {
      "name": "",
      "pipe_type": "DI",
      "pipe_diameter": 100,
      "buried_depth": 2.5,
      "buried_year": 1997,
      "longitude_s": 43.811086,
      "latitude_s": 142.354478,
      "longitude_e": 43.812465,
      "latitude_e": 142.356462
    }
  ]
}
```

図-5 出力されたJSON形式ファイルの例



図-6 簡易ビューワにおける表示例

理院タイルを使用している。使用した理由として、Google Map等の私たちが日常生活で使用している電子地図では、交差点の角の情報が不鮮明であり、緯度経度の計算に大きな誤差が生じてしまうことが挙げられる。そのため、交差点の角の情報が一番正確な国土地理院の地理院タイルを採用した。

現状のシステムでは、取得したい水道管をマーカで色付けする必要がある。しかしながら、大量の紙図面のデータ変換を行うためには、この色付け作業は手間であると考えている。そこで、近い将来には、色付け作業を必要としないシステムを実現する予定で、それに向けてAIを活用した画像処理システムを構築中である。さらに、AIを活用することで、通常の画像処理では判別が難しい自治体ごとに異なっている図面中の凡例や独自の記載方法も解析できる機能を実現する。

また、これまでに実現した「3D上下水道管の

表示機能」は、地面にスマートフォンをかざすと水道管が3Dで表示される。真っすぐな直管（写真－5）のみならず、湾曲した異形管（写真－6）の表示も可能である。加えて、冬期における動作実験（写真－7）も実施している。現在までに実現しているアプリケーションの画面は、図－7のとおりである。

将来的に「上下水道3Dプラットフォーム」を、電力線、電話線、ガス管、光ファイバー等の他の地中に埋まっているインフラへ拡張することで、地中のインフラの一元管理が可能となるスマート・ライフラインシステムを実現できる。このシステムが実現できれば、工事ごとに関係各所にデータや図面を取り寄せる時間の大幅な削減につながる。加えて、地震等の大規模な自然災害におけ



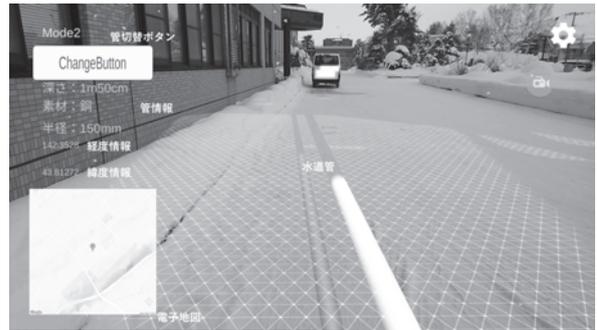
写真－5 圧雪された地面における表示例



写真－6 湾曲した異形管の表示例

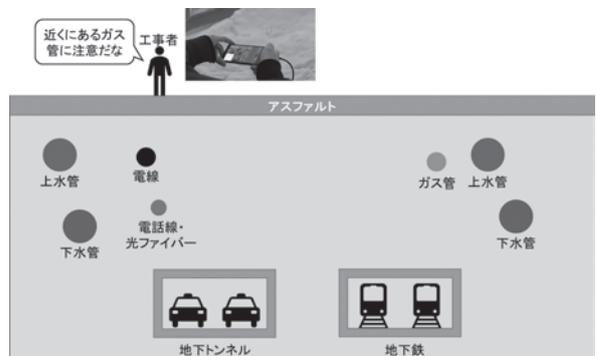


写真－7 冬期における実験風景



図－7 実現中のアプリケーション画面の説明

るインフラの損傷状況の共有、優先度付けされた迅速な復旧工事を実現できる（図－8）。



図－8 スマート・ライフラインシステム実現後のインフラ工事のイメージ図

4. おわりに

私たちが提案したシステムは、インフラに関わる工事および管理において有用であることが評価され、2024年3月8日に開催されたインフラテクコン2023の授賞式・交流会（写真－8, 9, 図－9）において、準グランプリと同格の「アントレプレナー賞」と2件のプラチナ賞を受賞することができた。グランプリを受賞できなかったことは残念であったが、2022年度の準グランプリに引き続き2年連続で準グランプリ級の賞を受賞し、改めて、私たちのシステムが世の中に求められていると実感することができ、事業化への意欲も一層高まったといえる。

加えて、私たちのチームは、事業化を前提とした起業に向けて、各種ビジネスコンテスト（ビジコン）に出場し、提案したシステムが本当に事業



写真-8 交流会におけるプレゼンの様子



写真-9 授賞式後の記念撮影

化できるかを模索している。ここ最近では、石川県小松市で開催された Komatsu Startup Lab「よ



写真-10 よーいやはっすんの授賞式

「よーいやはっすん」に大懸さんが参加し、最終審査で最優秀賞を受賞(写真-10)することができた。

現在、大懸さん、井上さん、武井さんを中心に、学生起業の実現を目指して活動中である。私たちの提案内容をベースとした起業にご興味のある方は、ぜひともご連絡お待ちしております。

【参考文献】

- 1) インフラマネジメントテクノロジーコンテスト 2023, <https://2023.infratechcon.com/>, 2024年6月20日参照。
- 2) 水道行政の最近の動向等について, 厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課, 2021年12月15日。

A to D for 上下水道3Dプラットフォーム
旭川工業高等専門学校 チームぼんぼんぼんきちレポート1.1

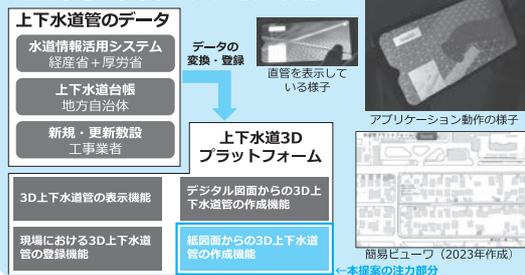
提案概要

本提案は、これまでに「チームぼんぼんぼんきち」が実現してきた「上下水道3Dプラットフォーム」において、特に「紙図面からの3D上下水道管の作成機能」の実現に主力を置いた提案です。
「紙図面からの3D上下水道管の作成機能」とは、「紙の図面(アナログ)から数値情報(デジタル)へ変換する(A to D)システム」のことです。各自治体等が持つ上下水道管の紙図面から必要となる管情報を抽出し、「上下水道3Dプラットフォーム」で読み込むことが可能なデータ形式に変換することができます。

上下水道インフラが抱えている課題

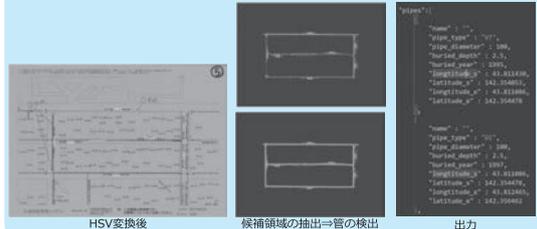
- 大きな課題: 「工事に、振り返ってみないと分からない」
- ・敷設済み水道管は、耐用年数が経過しているものが多く、漏水が多発し、漏水した場合には止水や工事が必要
 - ・敷設された時期が古い水道管は、紙の図面しかなくデジタル管理されていないものが多く存在
 - ・水道管工事は、建築工事とは異なり、実際の現場での作業が優先され、事前に作成する図面も比較的アバウト
 - ・敷設後の正確な情報(現場での変更情報など)が保存されていない/状況

「上下水道3Dプラットフォーム」の概要



紙図面からの3D上下水道管の作成機能

- ①取得したい水道管を色マーカーで色付け
- ②紙の水道管図面をスキャナで画像データへ変換
- ③画像処理(HSV変換)によりマーカー部分を強調
- ④対応する色ごとに線を抽出、管情報を抽出
- ⑤管の始点と終点の緯度経度情報を計算(Leafletライブラリ+国土地理院の地理院タイルで基準点を設定)
- ⑥管の緯度経度情報+管情報をJSON形式のファイルで保存
- ⑦管の補足情報を追加
- ⑧簡易ビューもしくは「上下水道3Dプラットフォーム」で表示



事業化シミュレーション

- ・年間利用料: 50万円/業者
 - ・*5ユーザーまで利用可
 - ・利用者: 年々増加を想定
 - ・5年後で300業者の利用を想定
- 5年後に利益1億円を突破
継続的なビジネス展開可能



【チームメンバー】
○武井 冬馬(生産システム工学専攻2年): フランスへ短期留学へ行きました! ロボットを作ること好きです。
井上 光典(豊橋技術大学院修士1年): モンスターエナジーが欠かせません! 今年こそは優勝!
大懸 崇一郎(北陸先端大学院修士1年): 研究が大好きです。
菊川 貴博(生産システム工学専攻2年): ドローン教育に関する研究をやっています。
小川 幹幹(生産システム工学専攻2年): 農業AIに関する研究をやっています。

図-9 インフラテックコン 2023 最終審査における概要提案書