

雨水活用システムのスマート化と保守・運用上の効率化に関する研究

環境学部・環境食品応用化学科
経営情報学部・経営情報学科
環境学部・デザイン学科

笠井利浩、竹下達哉
北上真二、木森義隆
近藤 晶

【キーワード】

雨水活用、IoT、災害レジリエンス

【研究目的】 地球温暖化による気候変動で豪雨が多発する一方、今後は渇水被害も懸念される。また、南海トラフ地震等の大地震が何時発生するか分からない状況である。本研究は、雨水活用システムによって今後さらに深刻化する洪水と渇水、地震被災時の水問題を緩和して持続可能な災害レジリエンスの高い街づくりを目指すものである。雨水活用システムに最新のIoT技術を導入し、システムの効率的運用と保守管理の省力化に向けた研究等を行い、企業連携により早期製品化と社会実装を目指す。

【研究内容】 本研究は、①スマート雨水活用システムの稼働効率向上と保守（笠井）を中心に、②IoTによる雨水活用システムの監視・制御（北上）③画像解析による雨水活用システムの運用・保守情報取得（木森）④貯留雨水UV殺菌の省電力化（竹下）⑤雨水活用システムの映像撮影（近藤）で構成される。以下に各項目の代表的な図を示す。

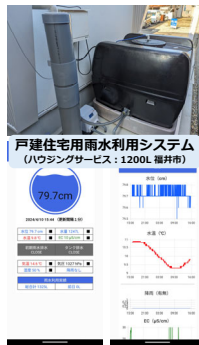
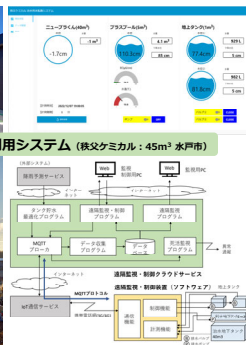
実機導入



トータル雨水利用システム
(ファーストウッド：2400L 福井市)



IoT 治水・利水雨水利用システム (株式会社ケミカル：45m³ 水戸市)



戸建住宅用雨水利用システム
(ハウジングサービス：1200L 福井市)



平屋風モデルハウス
「Sui no ie」

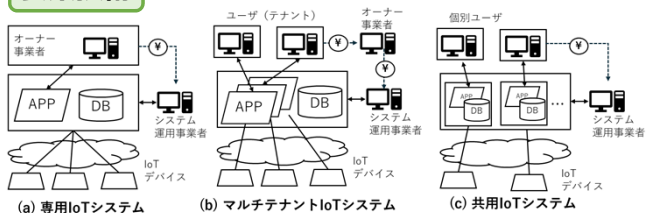


雨水飲料化システム
(J.P.Yuko Inc.：2000L Davao)

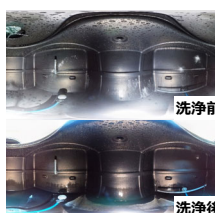


宿泊施設用 雨水利用システム (工事中)
(東洋ケミカルエンジニアリング：3600L 千代田市)

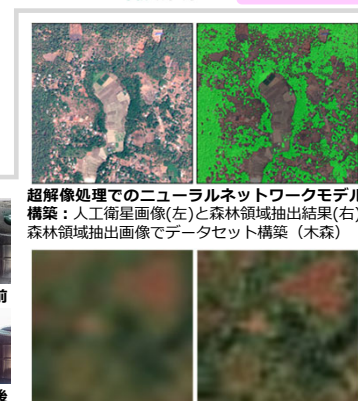
要素技術



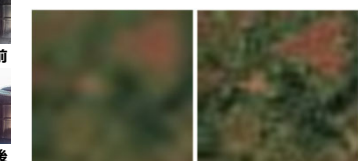
IoTシステム形態の最適化：開発したIoTシステムをビジネスモデルに合わせて整理し、形態に合わせたシステムを再構築して効率的運用管理。個々のシステム負荷に応じてCPUコア数やメモリ容量を変化させてランニングコストの最適化（北上）



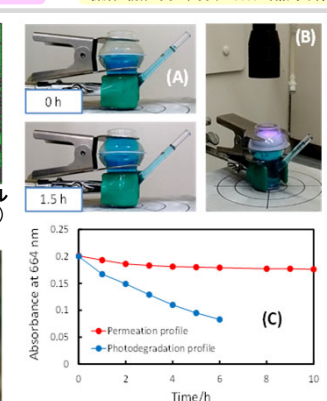
雨水タンク自動洗浄機能：雨水タンク自動洗浄装置動作確認のため洗浄中に内部撮影（近藤）



超解像処理でのニューラルネットワークモデル構築：人工衛星画像(左)と森林領域抽出結果(右) 森林領域抽出画像でデータセット構築（木森）



深層学習による衛星画像の超解像度化：低解像度の衛星画像(左)とその超解像度化の結果(右) 土地の構造の空間分解能が向上（木森）



フランチセルMB膜透過性試験：ラボスケール試験で貯留雨水UV殺菌装置の省電力化にPMRが有効である可能性有（竹下）

共同研究先企業（6社）：デンカアステック(株)、兼工業(株)、積水アクアシステム(株)、秩父ケミカル(株)、(株)日盛興産、赤沢産業(株)
連携先企業（10社以上）：飯田グループホールディングス(株)、LIXIL(株)、ファーストウッド(株)、東洋ケミカルエンジニアリング(株)、(株)日吉、(株)ハウジングサービス、泉緑化(株)、北陸ローヤルボトリング協業組合、J.P. Yuko Inc. (Davao市) 他
関連特許出願（7件）：特願2020-063849（セル連結型雨水貯留装置及びその洗浄方法）、特願2022-021681（雨水飲用化浄水装置及び雨水飲用化方法）、特願2022-199854（バルブシステム及びこれを取り付けた初期雨水除去装置）、特願2024-009958（壁面への物品の固定構造及び壁面固定フレーム）、特願2024-009959（雨水取水装置）、特願2024-085213（雨水タンク、雨水タンクの使用法、雨水タンクのメンテナンス方法）、特願2024-093514（雨水タンクにおけるクロスコネクション回避構造）

【期待される研究成果や今後の展望】 数m³規模の大型雨水利用システムのスマート化、各用途で要求される水質・水量にほぼ対応可能となった。今後は企業連携による製品化に力を入れるが、特に信頼性確保に繋がる研究開発に力を入れる必要がある。即ち、スマート化においてはIoTシステムの長期安定性、水質面では水道水質基準の完全・安定的クリア、製品化に向けたコスト削減と意匠性向上である。これらの課題を企業も交えながらスピード感をもった研究開発を行う。【現在、大型システム複数件打診有】