

水道事業体でのGIS/ICT の活用事例 —ルワンダ・ケニアの事例から—

2019年4月26日
五十嵐仁

ルワンダ国の概要

- ・面積：2.63万km²
- ・人口：1,191万人(2016年)
- ・首都：キガリ
- ・言語：キニヤルワンダ語、英語、仏語、スワヒリ語
- ・宗教：キリスト教、イスラム教
- ・GDP：91.35億ドル(2017年)
- ・1人当たりGNI：720米ドル(2017年)
- ・経済成長率：6.1%(2017年)

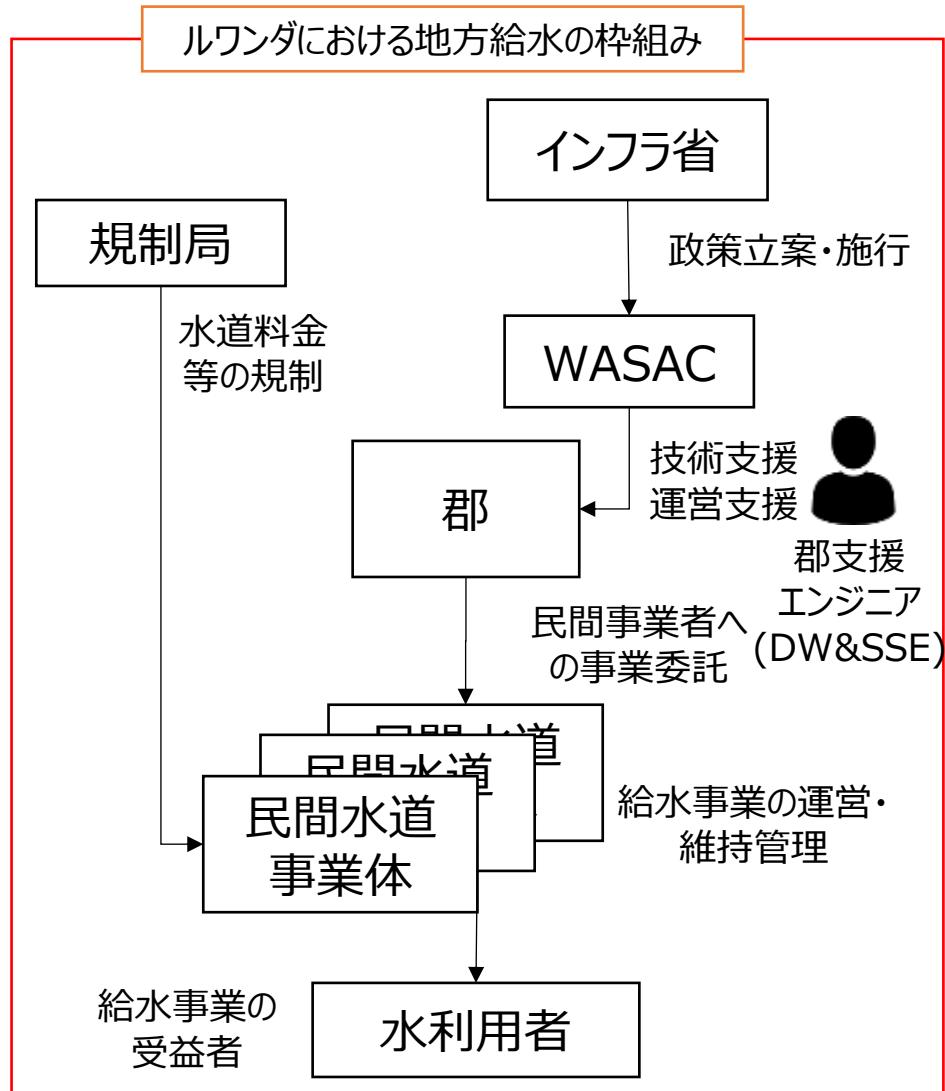


プロジェクトの概要

- ・地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト（RWASOM）→現在は第3期（全4期中）
- ・2015年4月から2019年12月まで
- ・C/P：WASAC地方給水・衛生局（RWSS）
- ・東部4郡をモデルとして給水施設運営維持管理に関するガイドライン・マニュアル開発やキャパシティビルディング、郡庁・WSPs支援活動などを実行している



プロジェクトの実施体制

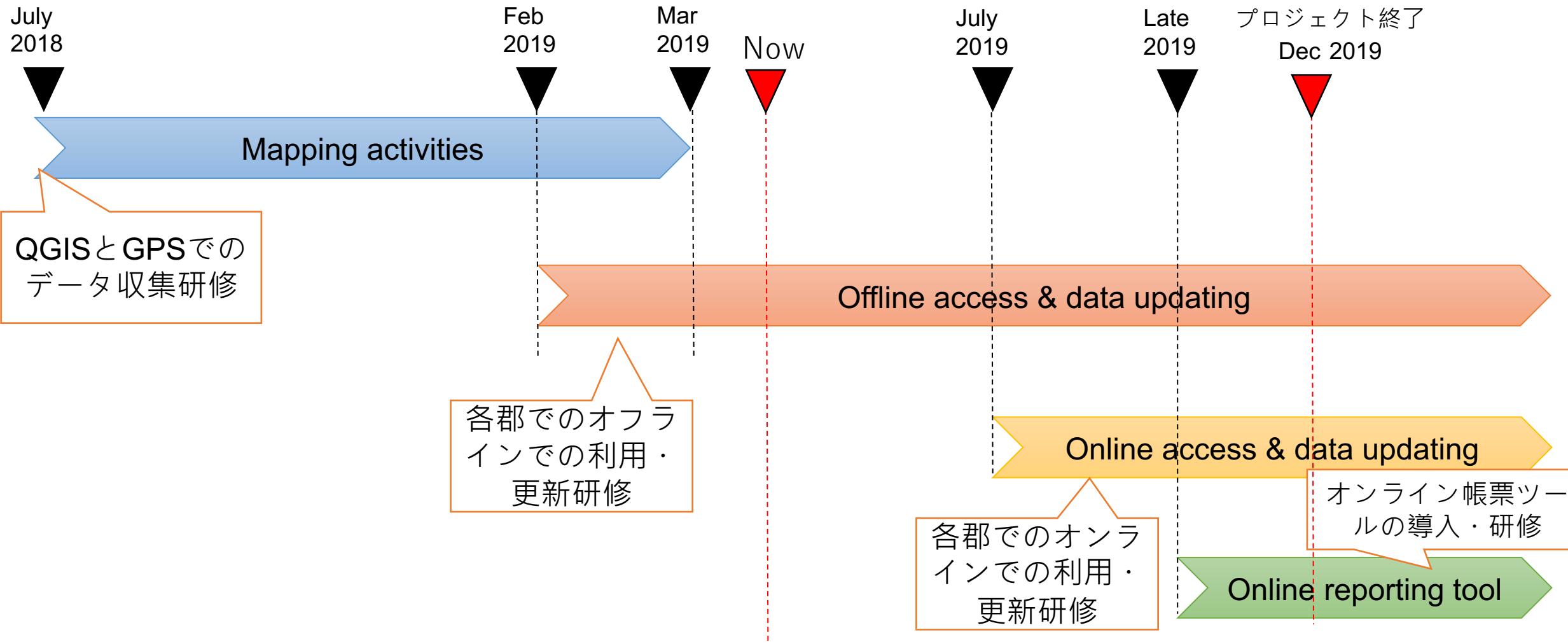


WASACは地方における郡と民間水道事業体の給水事業全般のサポートに徹する。都市部を除いて実際の地方での給水事業は行わない。

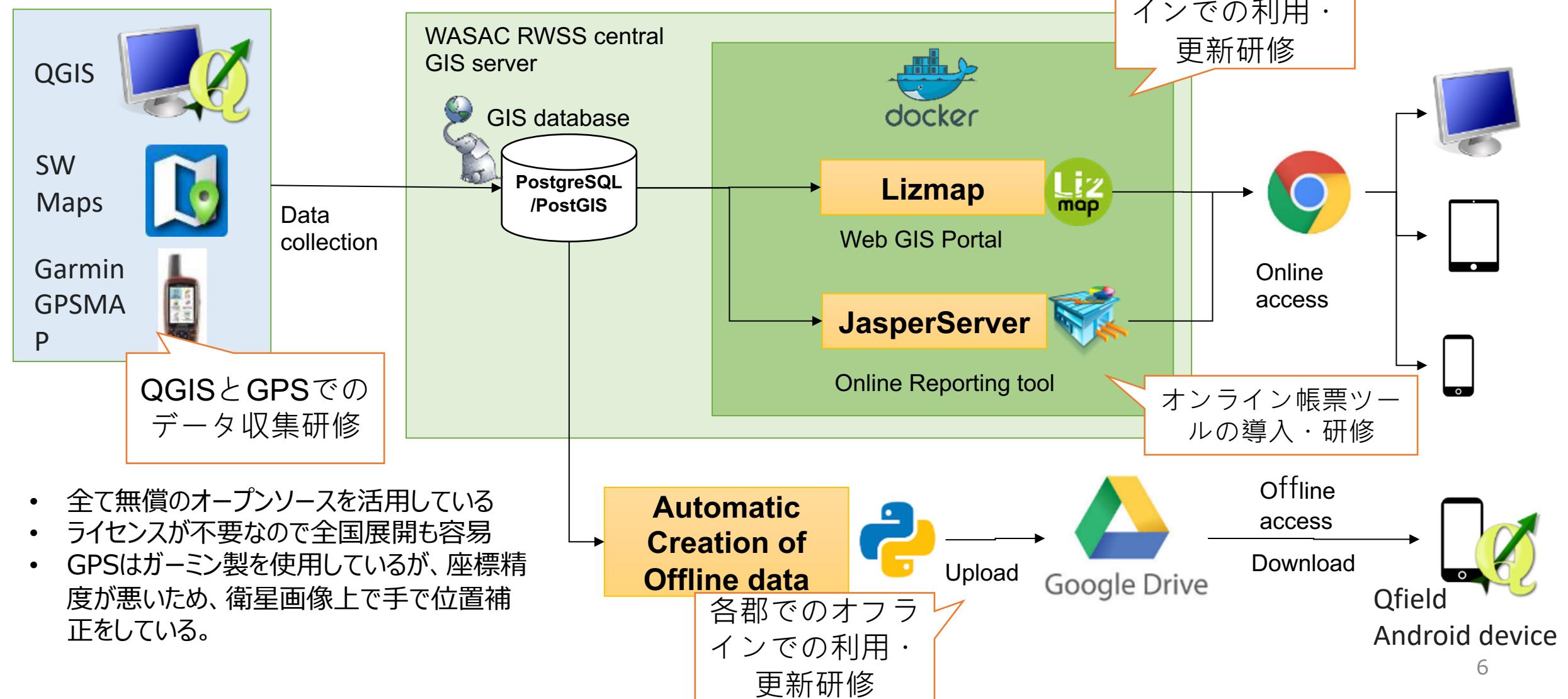


プロジェクト対象地域：4郡, 3事業体
 ルワンダ全国（キガリ除く）：27郡, 32事業体, 1000以上の給水システム
 ※但しGISの活動範囲は27郡全て。

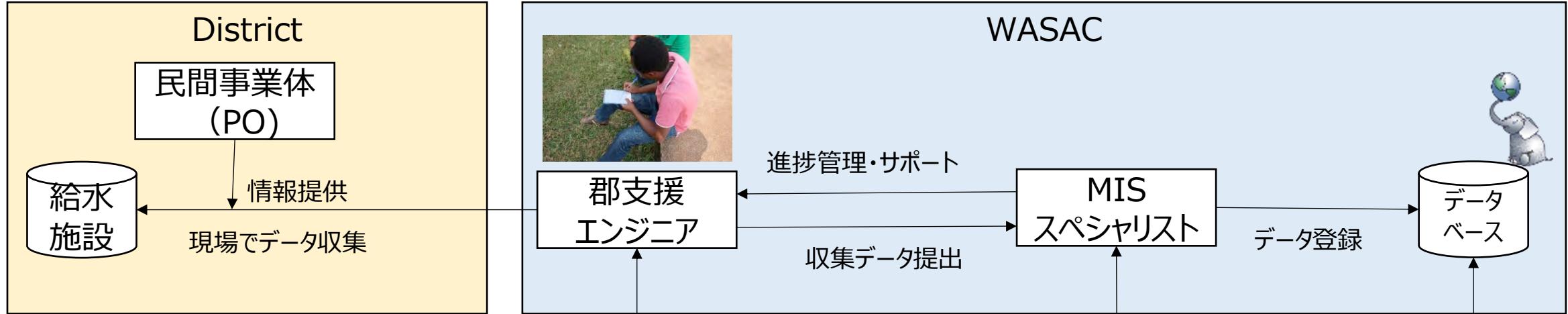
GISの活動に関するスケジュール



GISシステムのイメージ



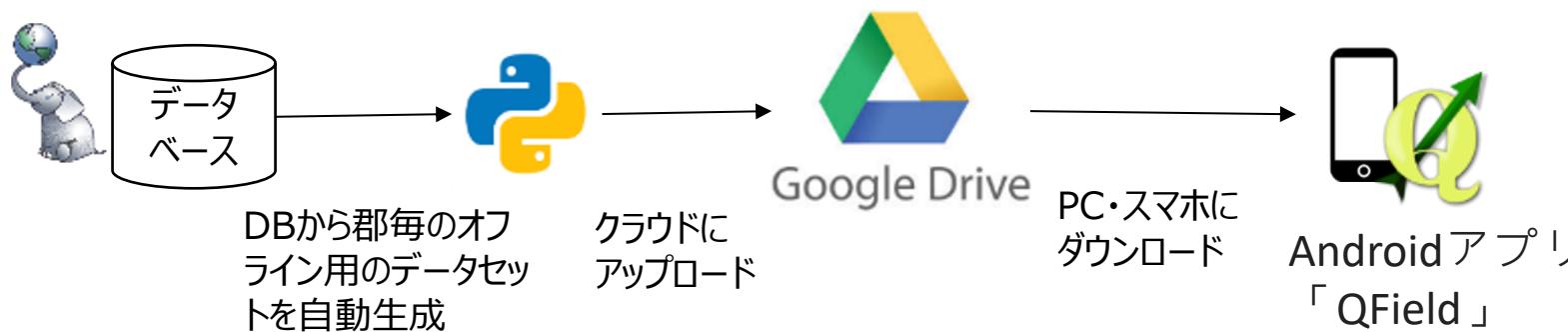
QGISとGPSを使ったデータ収集の仕組み



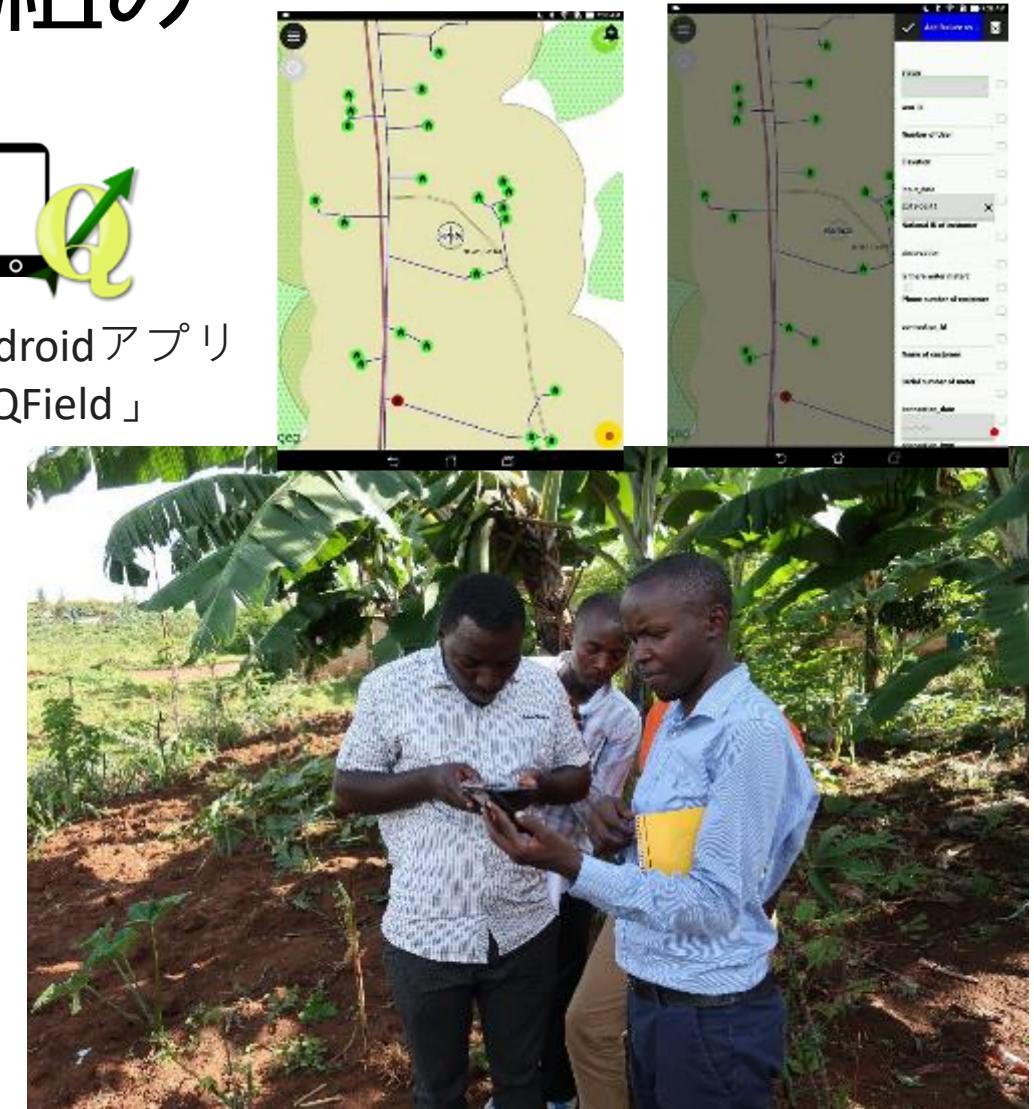
- GISデータベースの設計をしっかりと行う。
- データベースの構造に合わせた形でデータ収集できるようなテンプレートを作成する。AndroidのSW Mapというアプリで簡単にテンプレートの作成ができる。
- SW Map/GPSのデータを手修正するためのQGISのテンプレートも作成する（郡支援エンジニアはQGISテンプレートを提出する）
- GISソフトウェアはオープンソースを使用し、浮いた経費でガーミン製GPSを購入する。



QFieldオフライン利用の仕組み



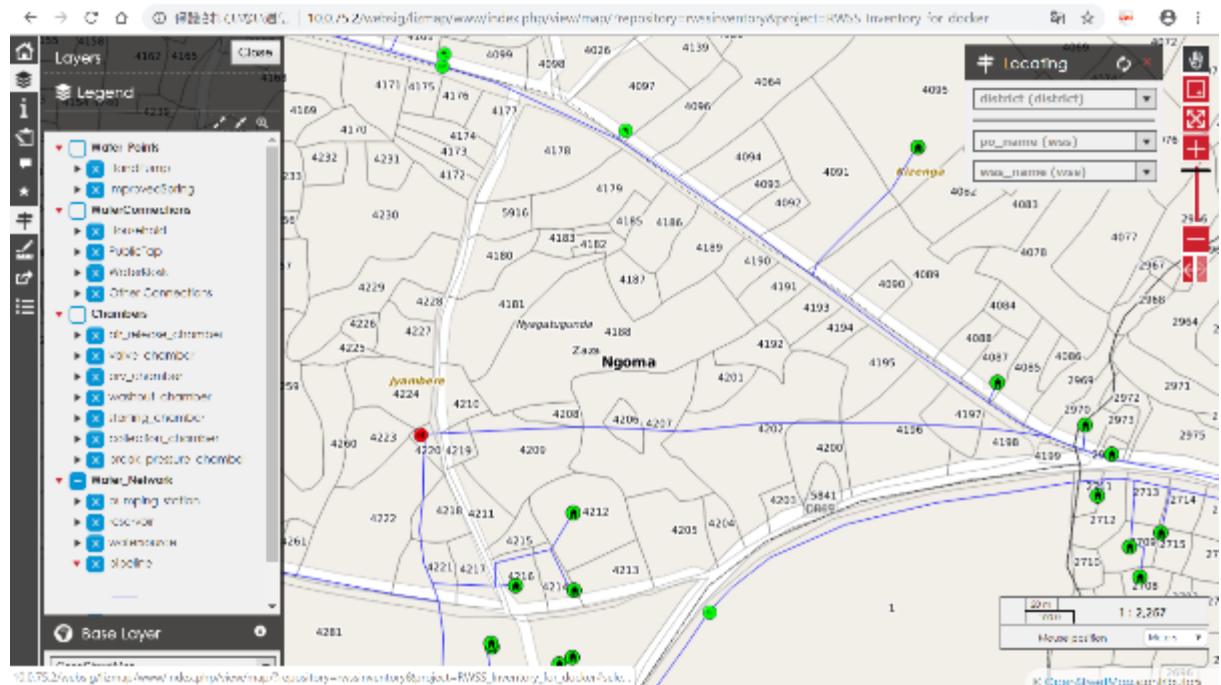
- プロジェクトでQGIS用のオフラインデータセットを自動で作成するツールをPython言語で開発
- オフラインデータセットをグーグルドライブ（クラウド）にアップロード
- 各郡の利用者毎に利用申請をし、クラウドへのアクセス権限を付与する
- 利用者はクラウドからファイルをダウンロード
- アンドロイドスマホ・タブレットでのオフライン利用や、PCでのデータ利用が可能
- 利用者は現場にてデータの更新後に、WASACにデータ送信し、データベースへのアップデートを依頼する。



オンラインでの利用の仕組み（2019年後半にリリース予定）



- ・ オープンソースのLizmapというポータルサイトのソフトウェアを使用している。
- ・ LizmapはデスクトップGISのQGISでオンライン地図の設定を行えるため、操作が容易。
- ・ ブラウザでの閲覧だけでなく、各施設の属性情報（ステータス等）の更新もリアルタイムにできる。
- ・ ソフトウェアのインストールにはDockerというオープンソースのコンテナ仮想化技術を使用しているため、1コマンドで容易に環境構築可能。



SDGs：2030年までに水アクセス100%

- SDGsが水アクセス率を2030年までに100%にする目標を掲げている
- 途上国政府はそれを達成するために効率的・効果的に施設を計画整備していく必要がある。その中で特にGISが注目されている。
- ルワンダの場合は2020年に100%を目標に活動してきて、その進捗を加速するために、GISで全施設をマッピングし、現状を把握したうえで、効率的・効果的に施設計画をしようとしている。



目標 6

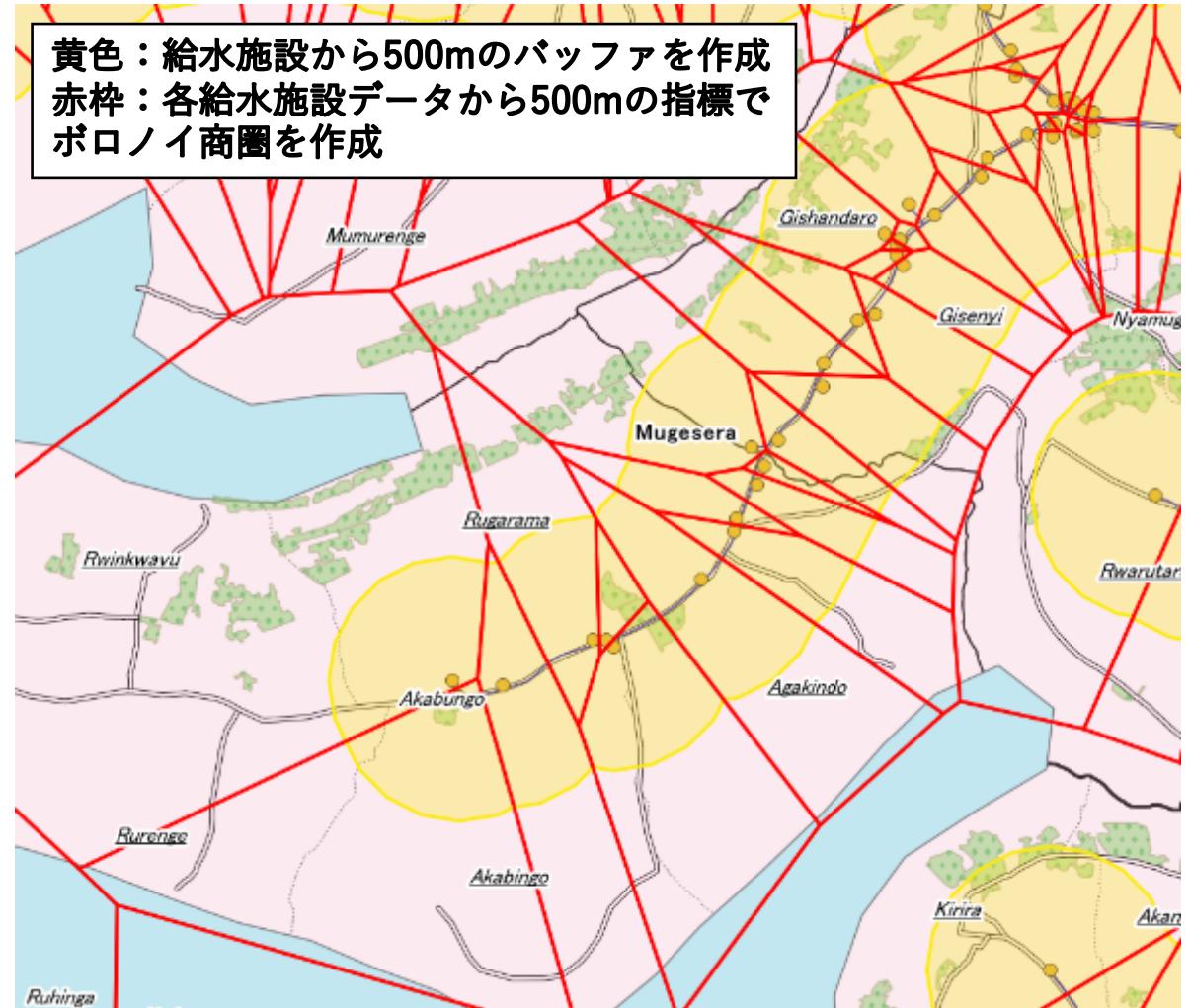
すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する

Goal 6

Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all

GISデータから効率的に施設計画をするには

- ・エリアマーケティング的な手法で水アクセスの悪い地域を見出す。
- ・バッファ作成：給水施設から半径500mなどの円を作成する。
- ・ボロノイ商圏：勢力図とも言い、各給水施設毎の利用範囲を求められる。単純なバッファよりは実態を反映できる可能性がある。
- ・道路情報などのデータから徒歩何分などで商圏を作成する。バッファやボロノイは単純な直線距離なので実態から離れている可能性があるので有効である。但し途上国では道路データや各種統計データが未整備なので困難な場合がある。ただデータがある地域については有効活用すべき。ルワンダの場合丘陵地帯が多いので徒歩何分などでは表しきれない可能性もある。

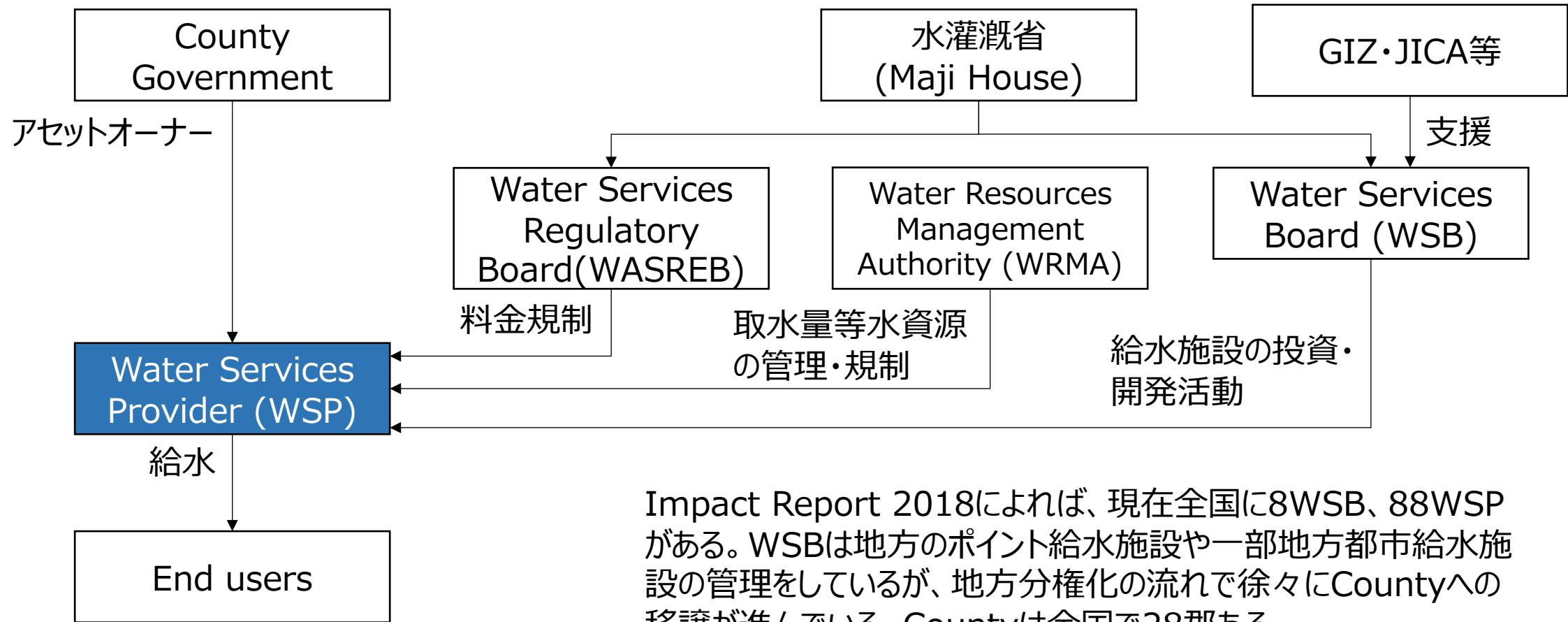


ケニア国 の概要

- 面積：58.66万km²
 - 人口：49,699,862万人(2017年)
 - 首都：ナイロビ
 - 言語：英語、スワヒリ語、各部族語
 - 宗教：キリスト教、イスラム教、
 - GDP：792.63億ドル(2017年)
 - 1人当たりGNI：1,460米ドル(2017年)
 - 経済成長率：4.9%(2017年)



ケニアの水道事業の枠組み

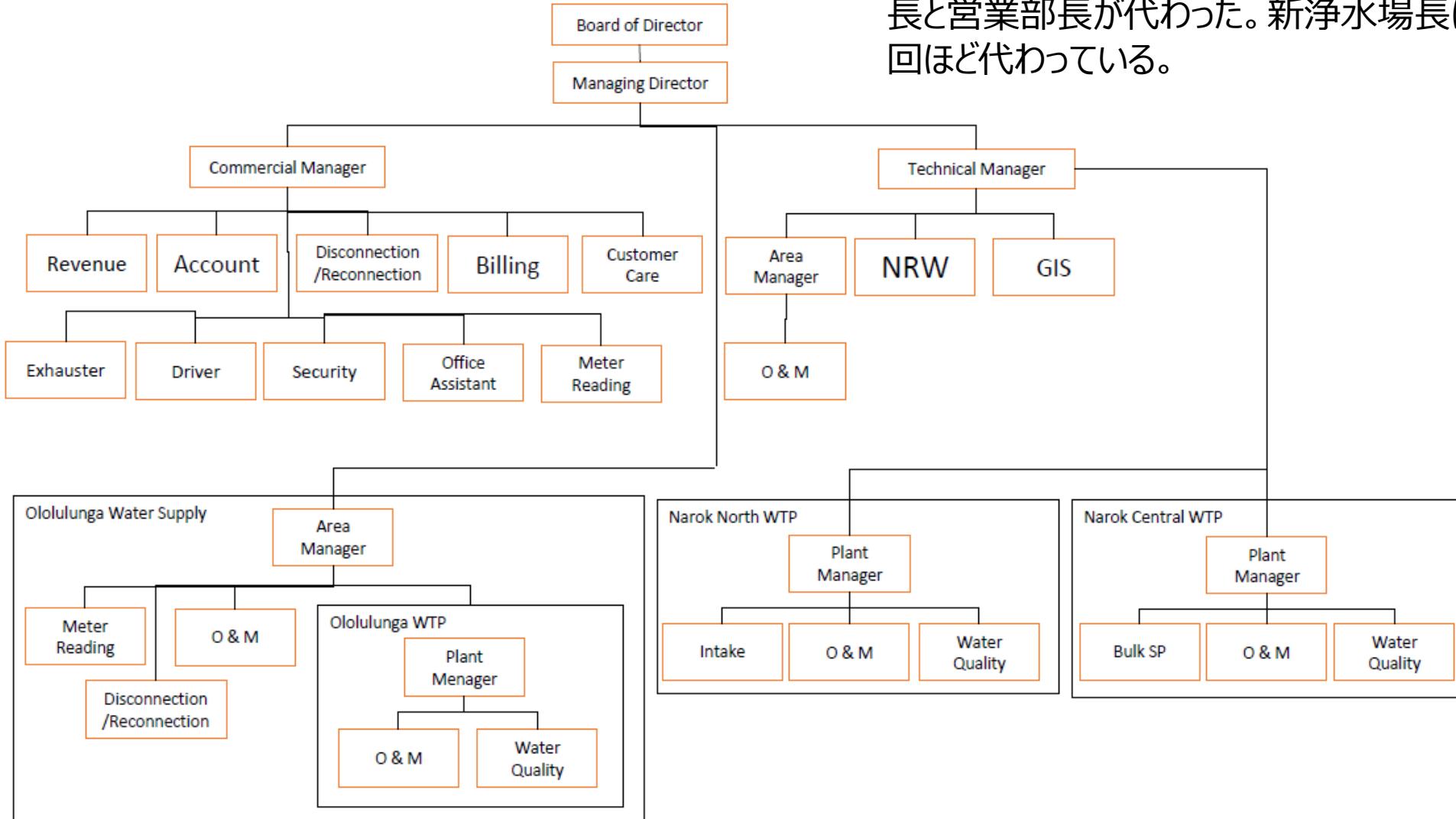


ナロックウォーターの概要

- ・ ナロックは首都ナイロビから西へ3時間、マサイマラ保護区への途中にある。人口5万人程度のマサイ族が過半数を占める多民族の町。
- ・ ナロックWSPはナロックとオロルルンガの2都市で給水事業を行なっている。給水規模は2019年2月現在ナロックで4689世帯、使用水量74314m³、配管延長144.2km、オロルルンガで580世帯、使用水量5736m³、配管延長71.7km。
- ・ 2016年4月に無償資金協力で新浄水場（3800m³/日）と新配水管が完成したが、それ以前は英國植民時代（1940年代）の浄水場（1,000m³）を何度か改修し使用していた。急速な人口増加に対応するために浄水場の限界を超え2000m³近く生産しても足りず時間給水していた。そのため水質も悪く茶色の水が出るのが普通だった。
- ・ 現在は給水は大分安定したものの新浄水場をフル稼働させるには至っていない。大体2,800m³/日程度の生産量となっている。その原因として原水が高濁度なため、取水堰から浄水場へのポンプのメンテナンスがうまくいかずに度々ポンプが停止することなどが挙げられる。旧浄水場は現在は主にマサイマラ大学方面への給水に使用されている。

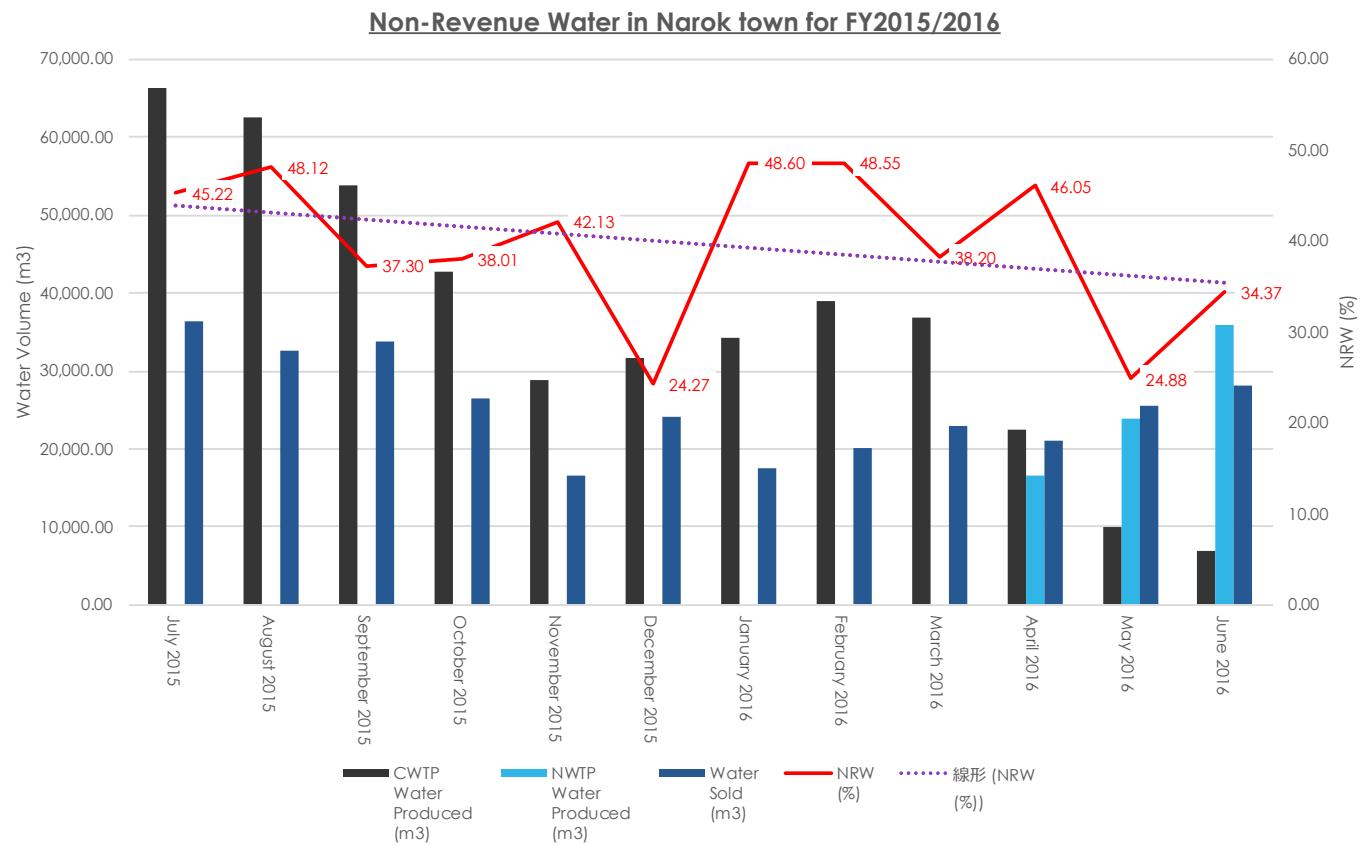


ナロックWSPの組織図



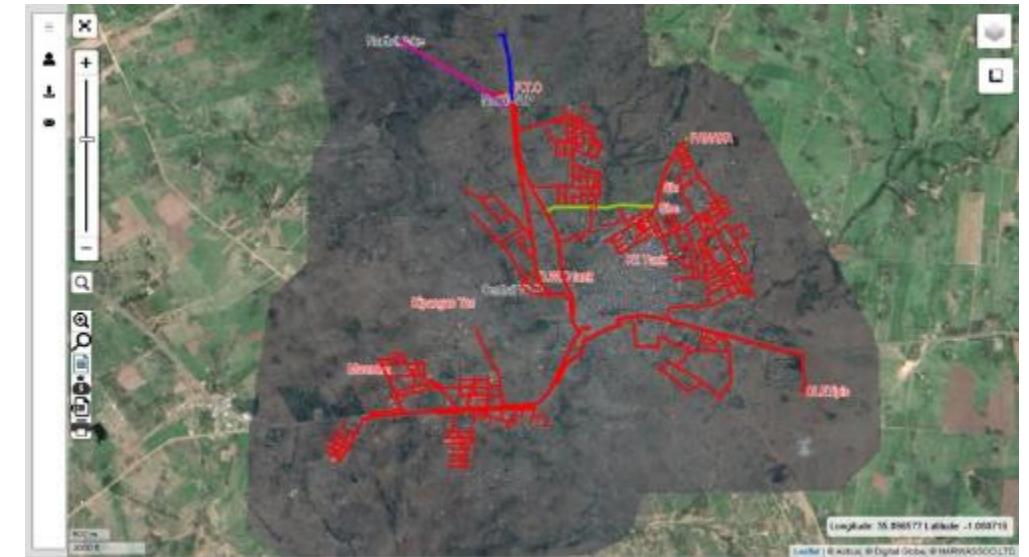
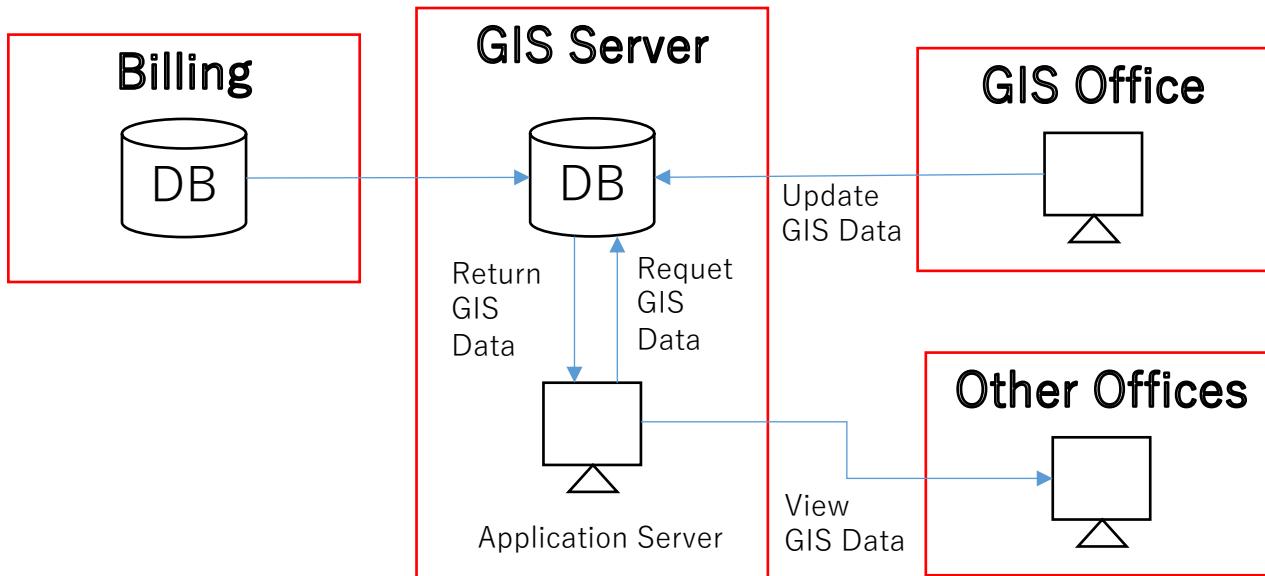
ナロックWSPの無収水の概要

- NRWは2016年4月以前は平均50%前後を推移し、市内の至る所に漏水を見いたすことができた。現在は平均25%と比較的安定している。
- 配水管が一新されたことで漏水を大幅に削減できたのが大きいが、依然としてCommercial Losses（メーター検針エラー、職員による違法接続、顧客対応担当による賄賂等）が多いのが問題である。
- Commercial Lossesが多いため浄水量が増えるとNRWが増加、減るとNRWが減少する傾向にある。



ナロックWSPのGISシステムの概要

- ・全てオープンソースのソフトウェアでシステム構築。但しインターネットには公開していないので、水道局のLAN内でしかデータ閲覧はできない。
 - ・2014年9月にリリースし、2019年現在まで5年間継続して安定的にデータ更新・活用を行うことができている。

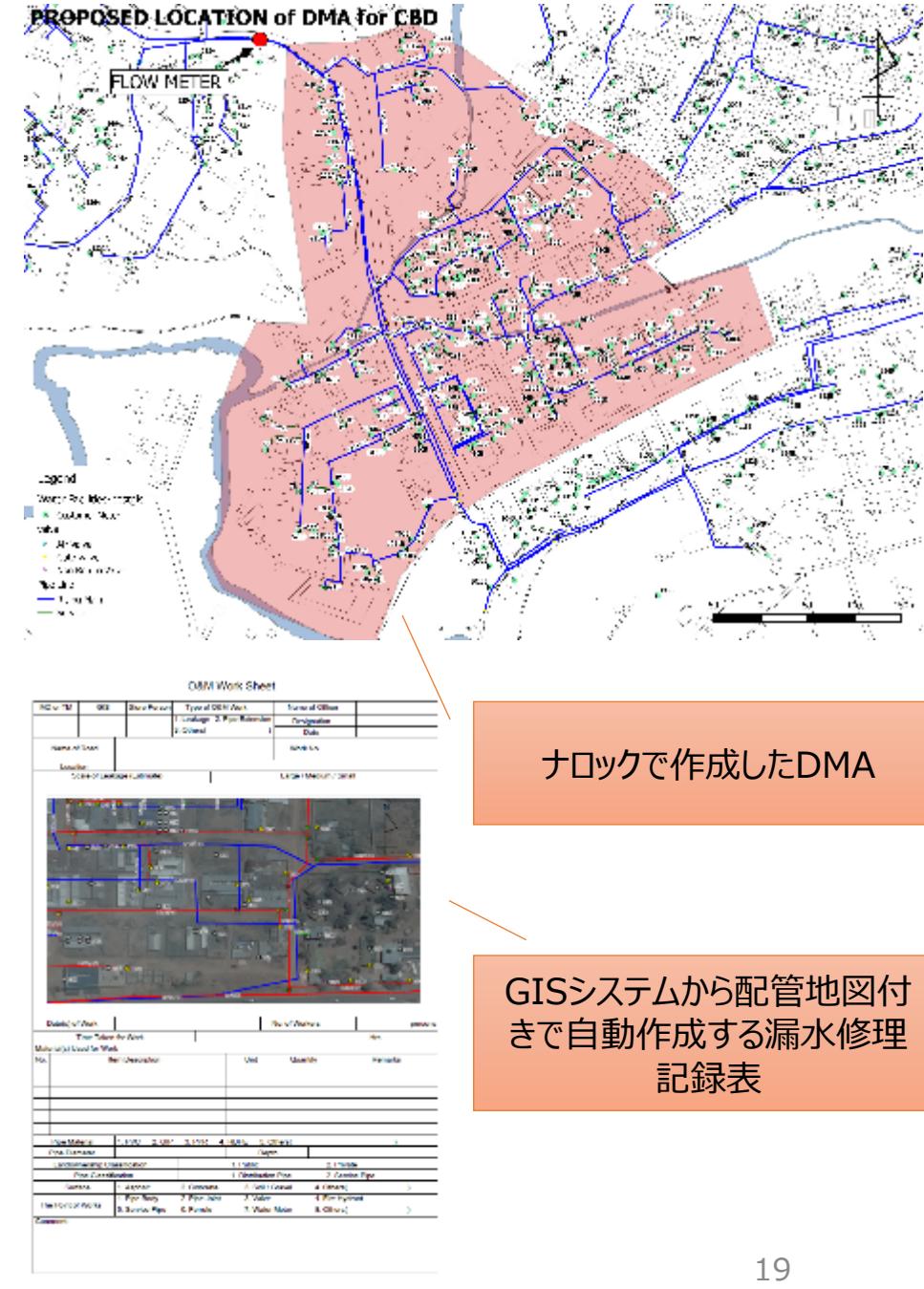


GIS/ICTでどうNRWを削減するか

		Billed Authorized Consumption	Billed Metered Consumption	Revenue Water	料金システムと連携し、シームレスにメーターに問題のある給水管を見つけ出す。
	Authorized Consumption	Unbilled Authorized Consumption	Billed Unmetered Consumption		料金システムとGISを連携し、顧客対応を改善し、顧客満足度を向上させる。Outstanding Billの減少を目指す。
		Unbilled Authorized Consumption	Unbilled Metered Consumption		
			Unbilled Unmetered Consumption (eg. Hydrant)		給水管新設時のプロセスを明確にし、地図に可視化することで未登録の給水管の発生を抑止
System Input		Commercial (Apparent) Losses	Unauthorized Consumption (eg. Illegal connections)		メーター位置を把握することでメーター検針を確実にする
			Customer Metering Inaccuracies, Estimations and Data handling errors		
	Water Losses	Physical (Real) Losses	Leakage on Transmission and/or Distribution Pipes	Non-Revenue Water (NRW)	漏水修理履歴のGISデータベース化から傾向を分析
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks		GISデータとEPANET等を連携させて水圧・流量を見る化
			Leakage on Service Connections up to point of Customer Use		DMAを作成し、流量の恒常的なモニタリング

Physical Lossesの削減

- マッピング後にDMAを策定し、流量計の設置、継続的なモニタリングを行う。
→DMAを作っても予算がなく流量計を設置できない問題もあるが…
- GISデータからEPANET等のツールと連携させ、流量や水圧のシミュレーション
 - データ変換が結構しんどい、EPANETの操作もけっこうしんどい。GISから自動変換するようなツールを開発するのもアリ。
- 漏水修理履歴をデータベース化することで傾向を把握する
→漏水記録表を書いてもらおうとしても継続してくれない…
- 地道に漏水探知→修理
 - 地下漏水にまではなかなか手が回らない…?
- 漏水削減にはいろいろな活動があるが…?



漏水削減対策がなかなか定着しない・・・

- なぜケニアでは漏水削減活動が定着しないのか、考えました
- ケニアという国民性からWSPにおける不正行為が極めて多いことに着目。そもそもほとんどのWSPでは漏水削減以前に顧客から料金徴収して経営を回していくという体制ができていない。Commercial Lossesが圧倒的に多いためと思われる。
- だから漏水削減することによるメリット（徴収料金・収入の増加）を感じられないから、金ばかりかかる（と感じて）漏水削減活動をストップしてしまうのでは？？

→ケニアでは漏水対策の前にまずCommercial Losses対策が必要では？

→ルワンダでは国を挙げて不正撲滅を目指していること、比較的まじめで正直な国民性もありケニアほどはCommercial Lossesは多くないと感じるが、それでもメータ検針員が読みにいかないなどの問題はやはりある。他の国はケニアほどではないかもしれないがやはり似たような問題を抱えているのではないか？

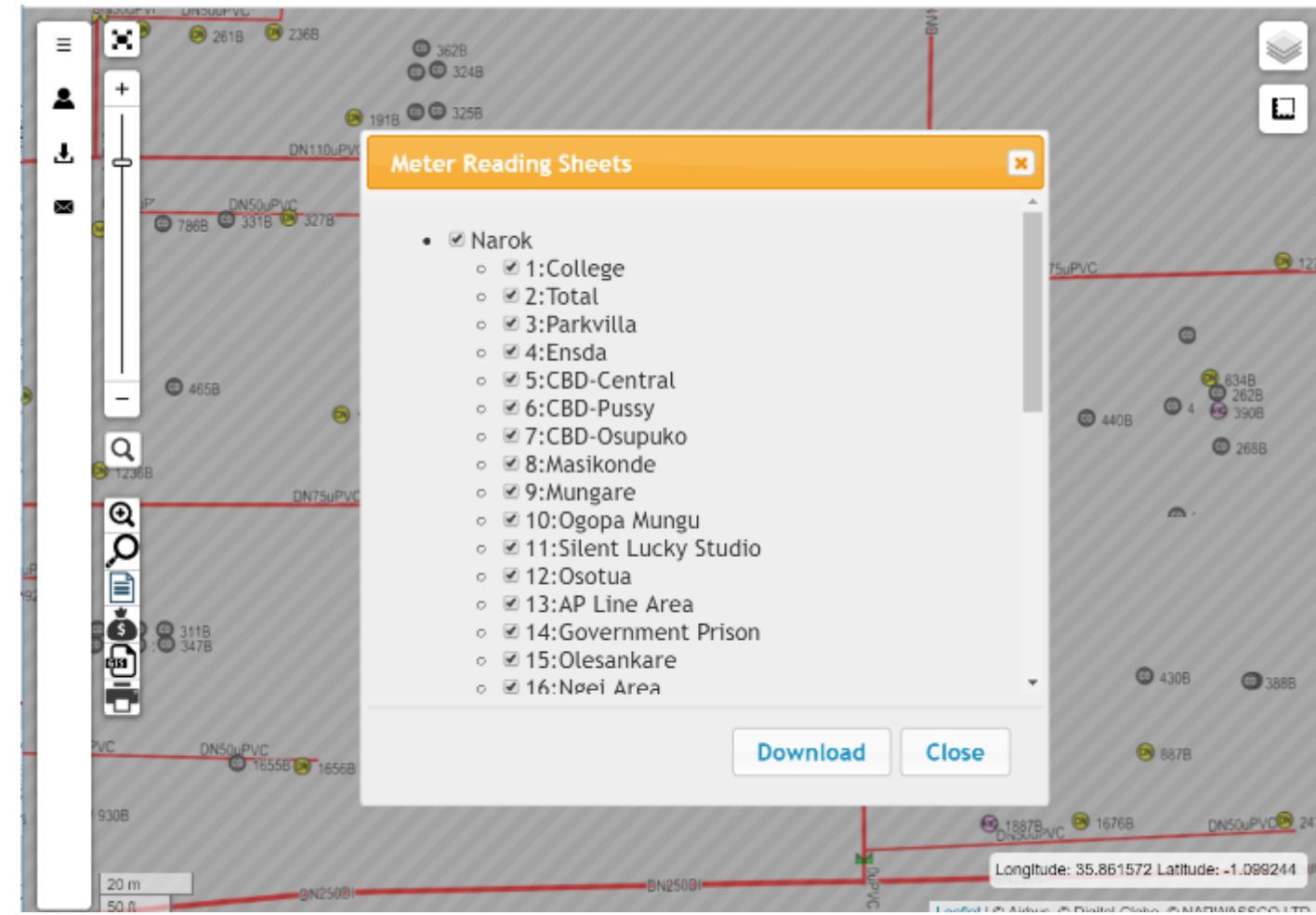
料金システムとGISデータベースを連携し、顧客対応の改善

- ・料金システムデータのGISへのアップロード機能を作成
- ・GIS上でシームレスに顧客情報を閲覧可能に
- ・現場をよく知らない事務員でも顧客対応時により正確な情報でスムースに対応できるようになった
- ・料金システム担当者の負担軽減ができた。
- ・顧客満足度を挙げればOutstanding Billを減らして経営改善できる？？



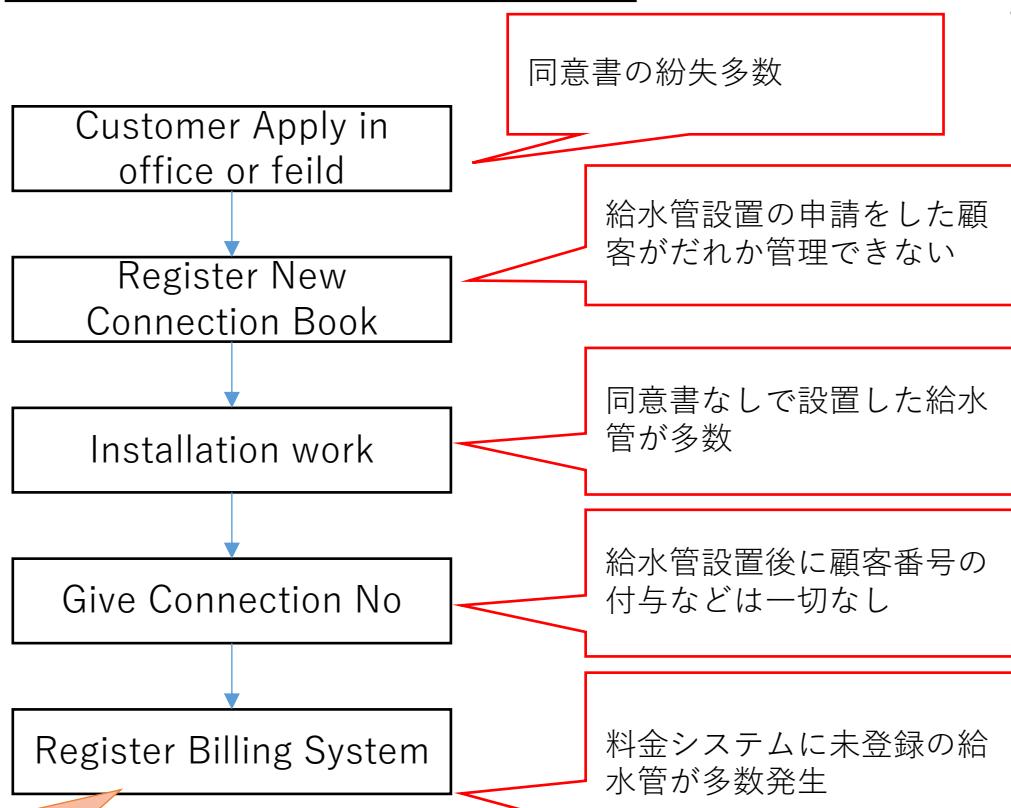
メータ検針シートの自動作成などで、メータ検針のテコ入れ

- 最新の料金システムデータから自動でメータ検針シートを自動作成（従来はエクセルで手動作成していた。本来は料金システムで対応すべきだが予算がなくシステムのリプレースができないのでGISに組み込んだ）
- メータのシリアル番号も検針票に印字し、盗水・違法接続か確認する際に使用できるようにした。
- メータ位置が把握できたので、検針員のローテーションで不正抑止？？（あまり効果出ず、ローテーションしても不正し続ける人多数…）



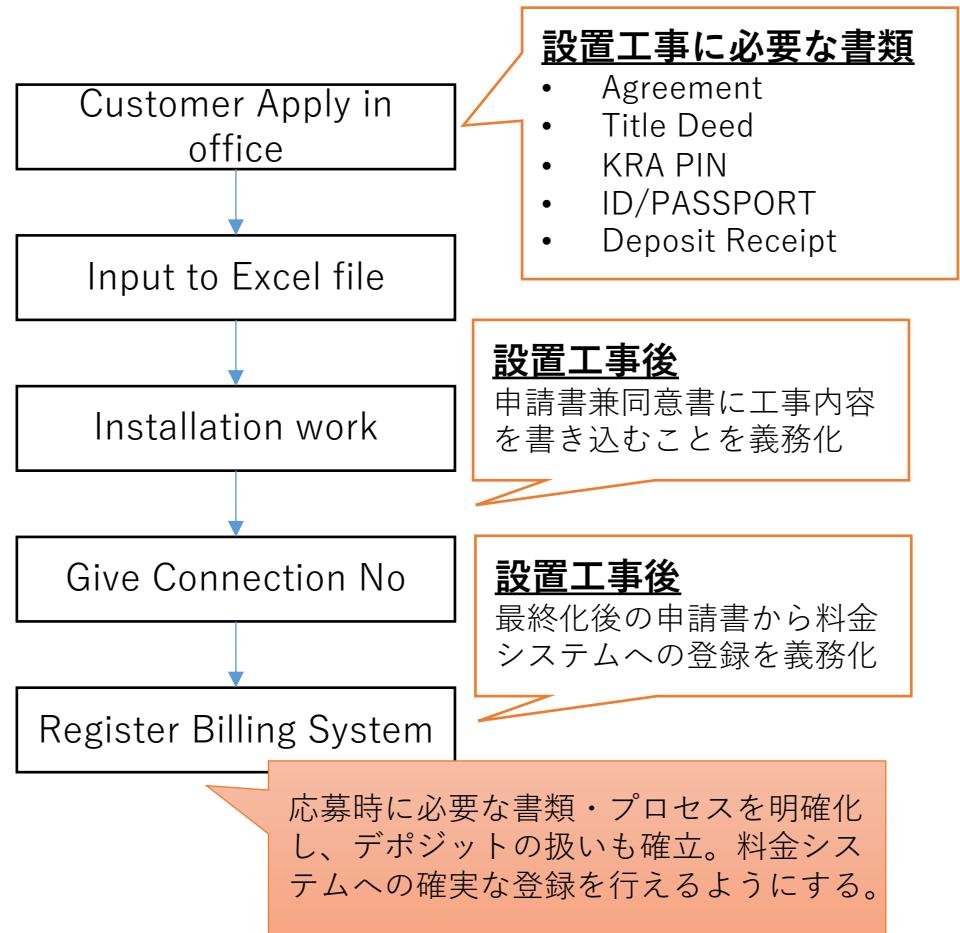
新設給水管設置工事のプロシージャ改善（料金システムへの確実に登録を）

• OLD Procedures



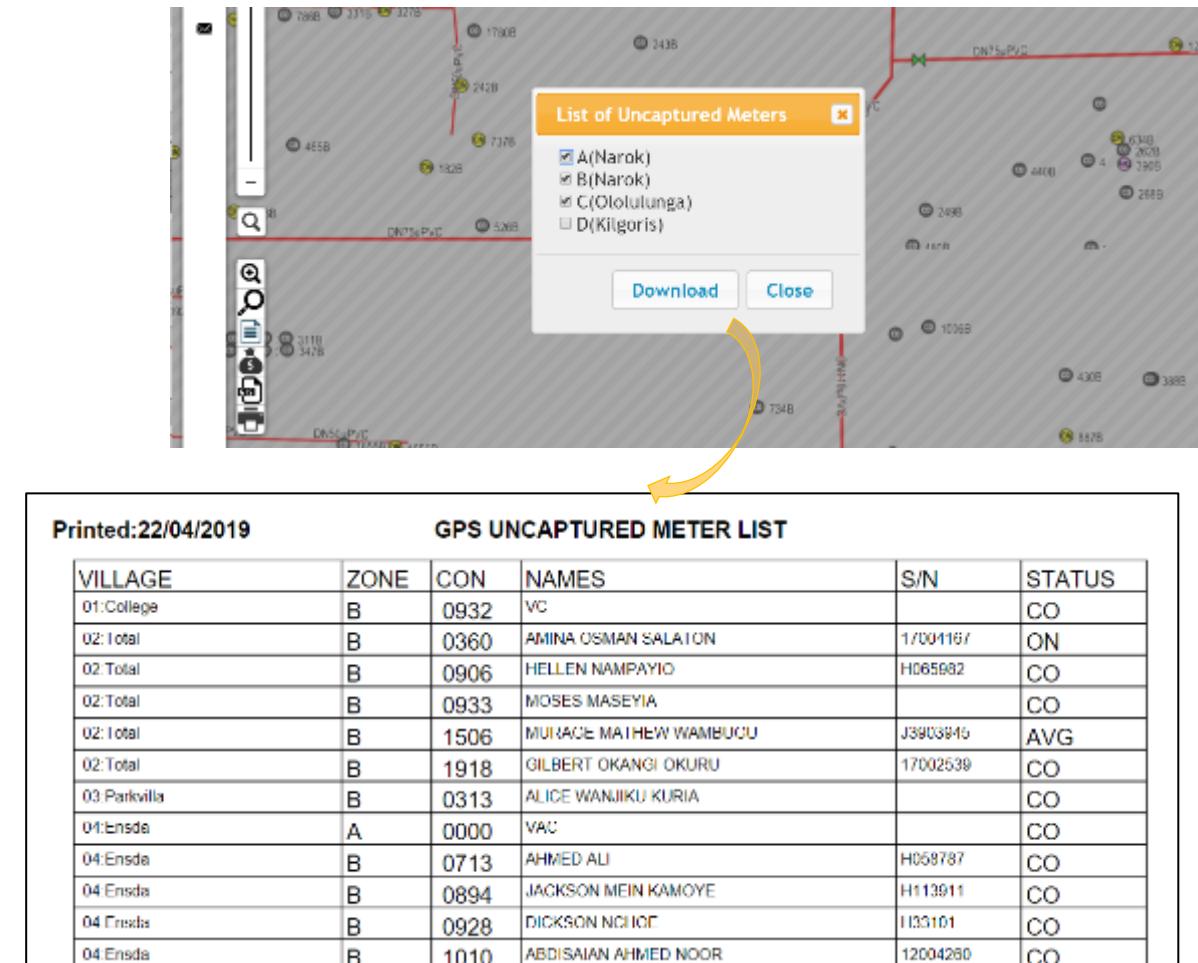
以前のプロシージャは違法接続や職員の不正行為を助長していた。

• New Procedures



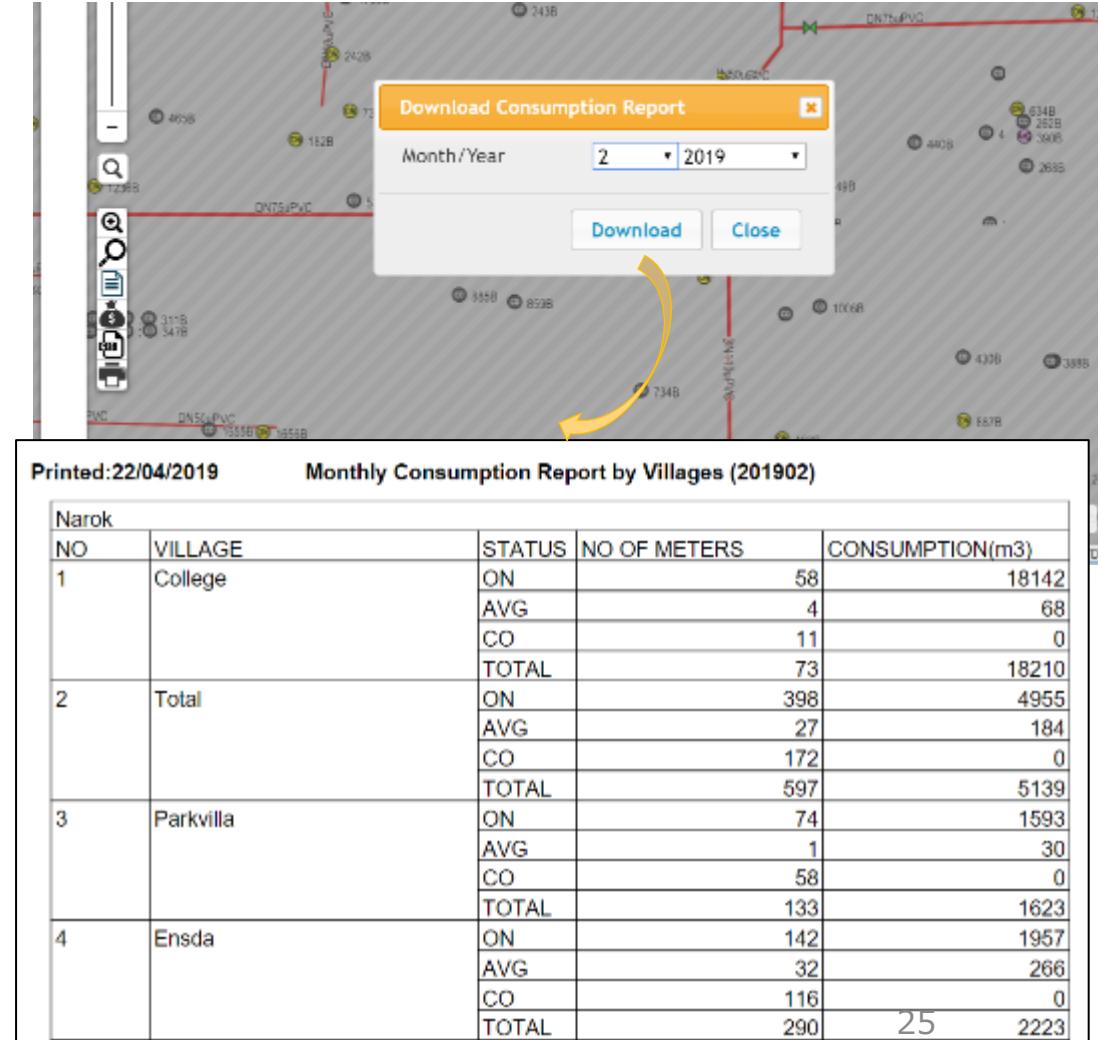
GIS未登録の新設給水管抽出機能

- ・違法接続・盗水を防ぐためには新設給水管全てを適切に登録していく必要がある。
- ・料金システムとGISデータベースを照合し、GISに未登録の給水管を抽出する機能を作成。
- ・GIS担当者が日常の更新業務を行いやすくした。



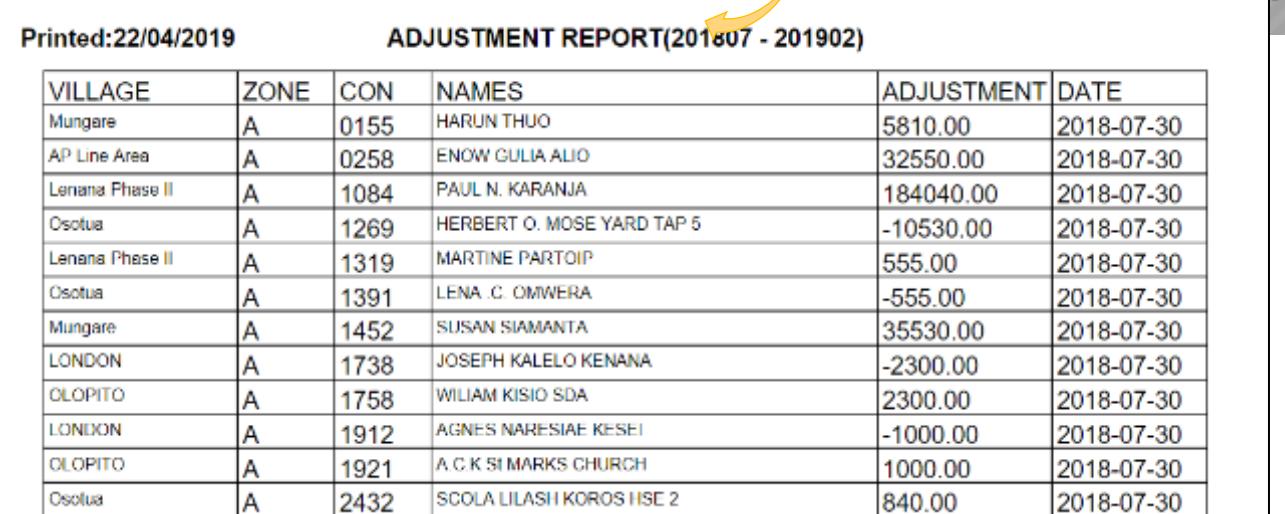
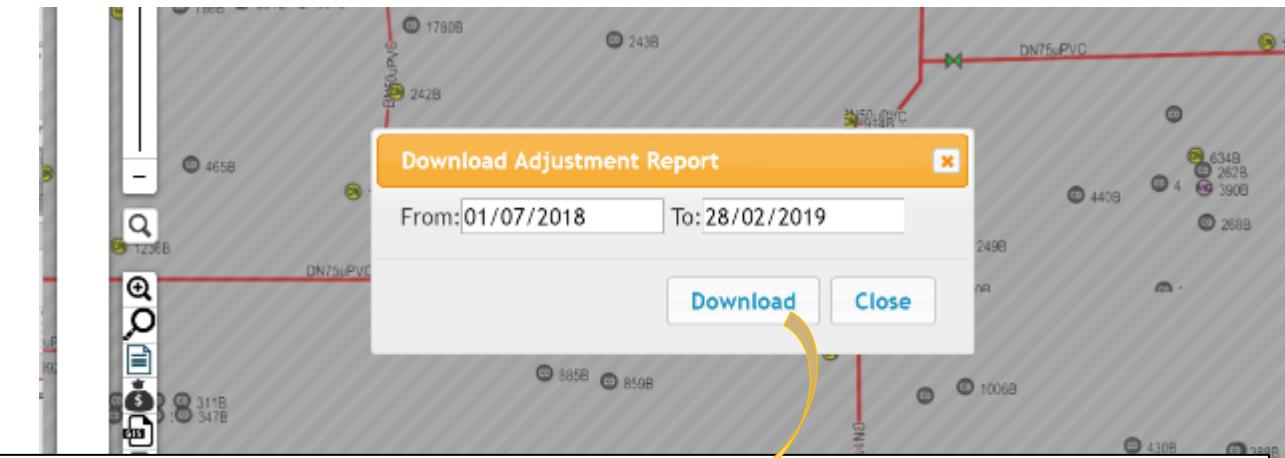
各ゾーン毎の水使用量（Active, Average, Cut-off別）のダウンロード機能

- ナロックには有効なDMAがほとんどないが、各ゾーン毎の水使用量のサマリをダウンロードする機能を作成。
- これらを基に各ゾーン毎の傾向を把握し、対策を立てる。
- Averageはメーター点検などで極力 Activeにする努力。Cut-offは顧客に滞納料金を支払ってもらうように努力する。



水道料金調整金額のダウンロード機能

- ・ケニアには顧客からのクレームを受けて水道料金を調整する業務があり、不正の温床となっている場合が多い。
- ・検針員が不当に高い料金を請求→クレーム→顧客担当が賄賂を要求し料金を減額
- ・システム上での処理結果をダウンロードする機能を開発し、マネジメントが調整金額内容を把握できるようにした。



ADJUSTMENT REPORT(201807 - 201902)						
VILLAGE	ZONE	CON	NAMES	ADJUSTMENT	DATE	
Mungare	A	0155	HARUN THUO	5810.00	2018-07-30	
AP Line Area	A	0258	ENOW GULIA ALIO	32550.00	2018-07-30	
Lenana Phase II	A	1084	PAUL N. KARANJA	184040.00	2018-07-30	
Osotua	A	1269	HERBERT O. MOSE YARD TAP 5	-10530.00	2018-07-30	
Lenana Phase II	A	1319	MARTINE PARTOIP	555.00	2018-07-30	
Osotua	A	1391	LENA C. OMWERA	-555.00	2018-07-30	
Mungare	A	1452	SUSAN SIAMANTA	35530.00	2018-07-30	
LONDON	A	1738	JOSEPH KALEO KENANA	-2300.00	2018-07-30	
OLOPITO	A	1758	WILIAM KISIO SDA	2300.00	2018-07-30	
LONDON	A	1912	AGNES NARE-SIAE KESEI	-1000.00	2018-07-30	
OLOPITO	A	1921	A.C.K.SI MARKS CHURCH	1000.00	2018-07-30	
Osotua	A	2432	SCOLA LILASI KOROSI ISEC 2	840.00	2018-07-30	

Commercial Losses対策の重要性と論点

- ・漏水削減効果をダイレクトに実感するためにはCommercial Lossesをまず削減することが重要ではないか。
- ・ただPhysical Lossesと比べて、成果が見えにくいという面は否めない。指標も非常に設定しづらい。ナロックでの活動もいろいろやったがそれによってCommercial Lossesがどう改善できたかは量ることが困難である。
- ・漏水対策と比べてCommercial Lossesはその国の文化や慣習に大きく左右されるものだと思うので、一概にこれをすればいいというような対策を打ちづらい。
- ・プロジェクトで漏水削減とセットでCommercial Losses対策を行うためにはどうしたら良いのか、仕組みを考える必要があるのではないか。
- ・またCommercial Losses削減にGIS/ICTが果たせる役割は結構あると思うが、他に何かアイデアがあれば…。



FOSS4G 2019の紹介

- 開催期間：2019年8月26日～8月31日
- 開催場所：ルーマニア・ブカレスト
- プログラム：26・27日はワークショップ、28～30日は本会議、31日はコードスプリント
- Website : <https://2019.foss4g.org>
- FOSS4G会議は2007年にスイスで初めて開催され、毎年参加者が増えており、昨年はダルエスサラームで80カ国以上1000人以上が国際機関、NGO、民間機関などから参加した。世界銀行や国連などもスポンサーになっている。SDGsと同じ「Leave no one behind」を目標に掲げており、SDGsのキーツールとして注目されている。GISは多分野・多方面に適用できるツールなので、水以外のプロジェクトからも学べることは多い。
- 世界最大のオープンなGISに関する国際会議として、最先端のGIS/ICT技術を知り、オープンソースコミュニティとつながりを作れる絶好の機会となっている。



FOSS4Gへの参加費用

- 登録費用はアーリーバードで330EUR、通常料金で500EURとなっている。
- ワークショップはアーリーバードで50EUR、通常料金で70EURとなっている。
- 但し、会議主催者が用意する渡航費補助プログラムに採用されれば、最大で880EURまでの支援を受けられる。世界銀行が定める中進国以下の国であれば採用される可能性がある。渡航費補助プログラムはワークショップも一つ無料となる。このプログラムの採用者は会議主催者に会議参加報告をブログ等で書いて提出しないといけない
- また先着順だが、学生や中進国以下の国の参加者は登録費用が半額になるプログラムもある。

Ticket type	Early Bird Dec 2018-31 May 2019	Regular 1 Jun-25 Aug 2019	On-site 26-30 Aug 2019
Conference*	330 EUR	500 EUR	550 EUR
Workshop**	50 EUR	70 EUR	80 EUR
Icebreaker extra ticket	50 EUR	50 EUR	60 EUR
Gala Dinner extra ticket	50 EUR	50 EUR	60 EUR



FOSS4G 2019で発表します（予定）

- 以下の2つのプレゼンテーションをC/Pと共同で行うために申し込んでいる。現在5月15日の選考結果発表まち。
 - Case Study of Non-Revenue Water Management of Narok water in Kenya（ナロックのGIS担当者との共同プレゼン）
 - <https://talks.2019.foss4g.org/bucharest/talk/review/KQVYJWANEUXVAA3BW3YEPFUTTSN9HGQ9>
 - Case Study of Data Collection & Data Sharing for Rural Water Supply Management in Rwanda（ルワンダのC/Pとの共同プレゼン）
 - <https://talks.2019.foss4g.org/bucharest/talk/review/PXJDVQMY7A9YPWYF77AY3UWAZVEYTE8F>

ご清聴ありがとうございました