

宮崎でのインフラモニタリングの 取組みについて

平成29年2月9日

IPv6 Summit in MIYAZAKI

@宮日会館

みやざきインフラモニタリング研究会

幹事 忽那 康郎

(九州通信ネットワーク株式会社 サービス開発部サービス企画グループ長)

社会インフラの現状と取り組み

橋りょうインフラの現状

インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議

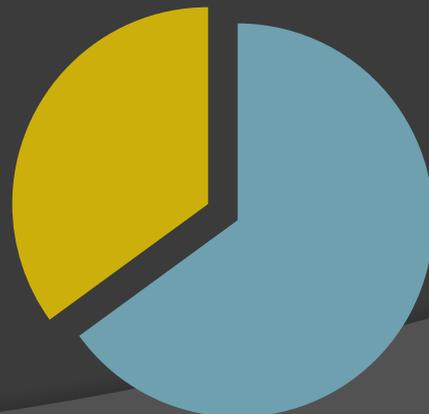
インフラ長寿命化基本計画 (平成25年11月)

今後**20**年で、建設後**50**年以上経過する道路橋の割合は、

約**16%**から約**65%**となるなど、高齢インフラの割合は加速度的に増加



2015年時点



2035年時点(予測)

● 50歳以上
● 50歳未満

宮崎県の橋りょうインフラの現状

※「橋りょうの長寿命化修繕計画」（宮崎県）より

宮崎県が管理している橋りょう数

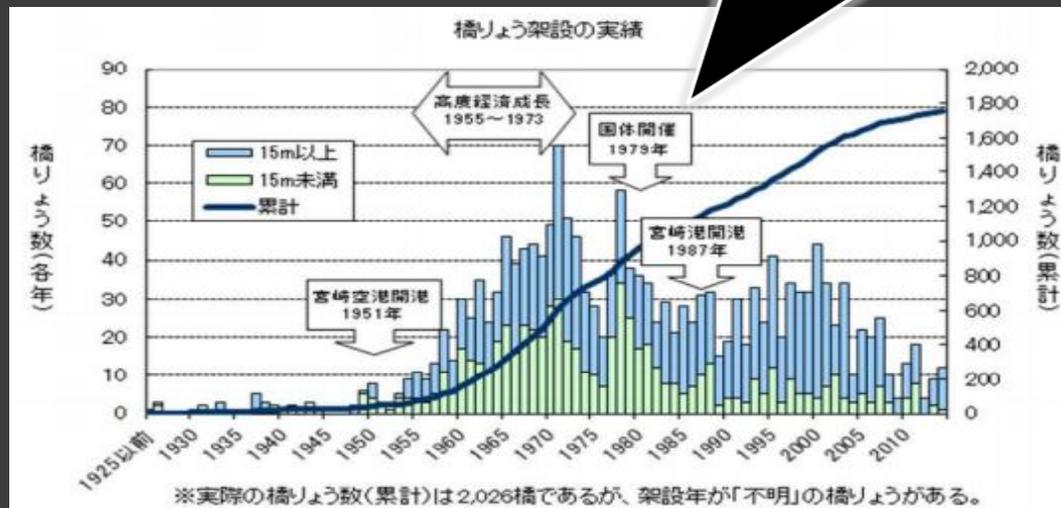
2,026 橋



《 高齢化（50年以上）の割合予測 》

| 2009年 | 2019年 | 2029年 |
|-------|-------|-------|
| 16% | 41% | 61% |

高度経済成長期の1960～1970年代に
橋りょう数が急増



参考) 宮崎県内の橋りょう数

※有料道路を除く、道路法上の道路に限る

| インフラ管理者 | 橋りょう数 | インフラ管理者 | 橋りょう数 |
|---------|-------|---------|-------|
| 国土交通省 | 370 | 綾町 | 88 |
| 宮崎県 | 2,025 | 高鍋町 | 119 |
| 宮崎市 | 1,155 | 新富町 | 89 |
| 都城市 | 1,188 | 西米良町 | 64 |
| 延岡市 | 685 | 木城町 | 108 |
| 日南市 | 421 | 川南町 | 152 |
| 小林市 | 362 | 都農町 | 90 |
| 日向市 | 206 | 門川町 | 106 |
| 串間市 | 252 | 諸塚村 | 51 |
| 西都市 | 369 | 椎葉村 | 88 |
| えびの市 | 306 | 美郷町 | 205 |
| 三股町 | 131 | 高千穂町 | 140 |
| 高原町 | 76 | 日之影町 | 148 |
| 国富町 | 169 | 五ヶ瀬町 | 112 |
| | | 合 計 | 9,275 |

(株)共同技術コンサルタント社調べ



橋りょうインフラの現状

橋りょうインフラについて、定期点検に関する省令・告示(国土交通省、平成26年7月1日)

近接目視による**定期点検**を基に「点検・診断・措置・記録」という

5年に一度のメンテナンスサイクルを確実に行う事が**義務付け**

国・地方を通じ職員定数の削減が進むなか、地方公共団体の中には

維持管理を**担当する技術職員が不在、若しくは不足**している団体も存在

これらについて**インフラモニタリングの実用化**で解決できないか？



MIMOSの考えるインフラモニタリングの実用化とは

橋りょうのひび割れや傾きなどのセンサーで計測した情報を各種通信手段により、
橋りょう向けモニタリングシステムを介して見える化

橋りょう管理者

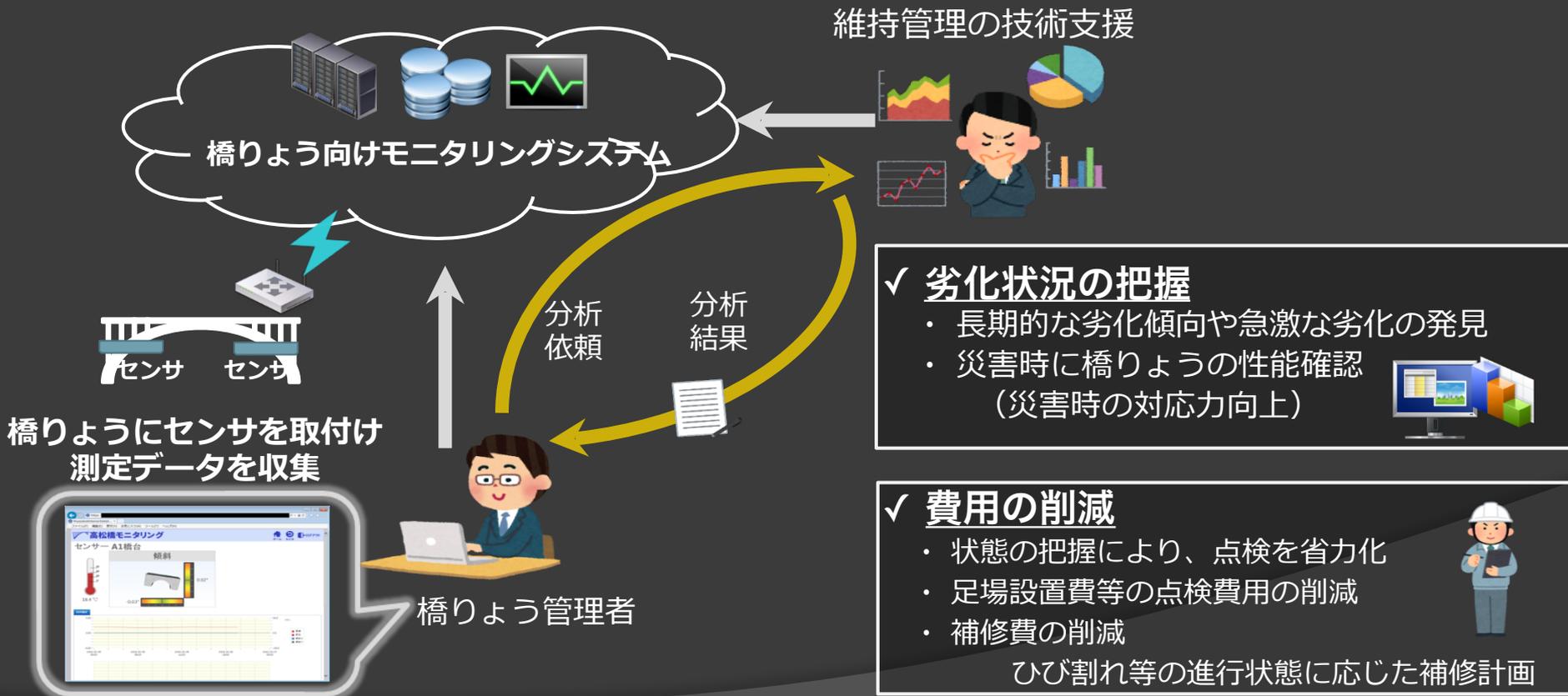
橋りょうの状態を常時把握することにより
劣化の早期発見など迅速にメンテナンス

建設コンサルタント会社

劣化傾向の分析・評価を踏まえた効率的・
効果的な補修計画を橋りょう管理者に提案

橋りょうの維持管理コストの低減へ

インフラモニタリングのイメージ



インフラモニタリング技術の確立に向けて

(株)共同技術コンサルタントと九州通信ネットワーク(株)が

「**土木×通信**」技術により**安全・安心な地域社会**の発展に貢献するため

協同で「**みやざきインフラモニタリング研究会**」を設置（2015年6月）

研究会ロゴ



橋りょう等の重要インフラの様々な情報を把握・蓄積・活用する技術について
フェージビリティスタディにより実践的な研究を実施

参考) みやざきインフラモニタリング研究会メンバー (抜粋)

| 役職 | 氏名 | 所属 | 担当分野 |
|---------|-------|--|-------------------|
| 会長 | 中澤 隆雄 | 宮崎大学 名誉教授、 宮崎コンクリート研究所所長 | 総括 |
| 副会長 | 辻 利則 | 宮崎公立大学 人文学部国際文化学科 (メディア・コミュニケーション) 教授 | 情報通信 |
| 委員兼幹事長 | 松永 昭吾 | (株)共同技術コンサルタント 福岡支店長 | 分析・評価技術 |
| 委員兼副幹事長 | 松崎 真典 | 九州通信ネットワーク(株) 執行役員 サービス開発部長 | 情報通信 |
| 委員兼幹事 | 森田 千尋 | 宮崎大学 工学部社会環境システム工学科 教授 | 分析・評価技術 (構造力学) |
| 委員兼幹事 | 葛西 昭 | 熊本大学 大学院自然科学研究科 准教授 | 分析・評価技術 (鋼構造) |
| 委員兼幹事 | 黒木 隆二 | (株)共同技術コンサルタント 本社 技術1部次長 | 分析・評価技術 |
| 委員兼幹事 | 津留正二郎 | 九州通信ネットワーク(株) 技術本部 部長 | 情報通信 |
| 委員 | 長友 信裕 | アボック(株) 代表取締役会長 | 情報通信 |
| 委員 | 久保田英二 | (株)ジオテックホールディングス イノベーション事業部専務取締役 | 建設資材 |

フィールド試験状況

フィールド試験の概要

<フィールド試験 実施場所>

| | 実施先 | 内容 | 試験期間 | 通信手段 |
|---|-----------------|------------------|-------------------------|---------------|
| ① | 下田原大橋 (高千穂町) | 劣化診断※1 | H28年3月中旬～ H29年度継続予定！ | 無線 (SIM) |
| ② | 高松橋 (宮崎市) | 劣化診断※2 被災評価※3 | H28年4月中旬～ H29年度継続予定！ | 有線 (光ファイバ) |

※1 き裂幅の変化をモニタリング

※2 たわみや振動、ゲルバーヒンジ部の回転変形（垂れ下がり）などの状況をモニタリング

※3 地震や大雨等の災害時の橋のモニタリング結果が、通常時と変動がないかを評価（橋台・橋脚の傾きなど）

フィールド試験の概要

<センサー設置状況> (種類のみ)

| 実施先 | センサー種別 |
|-----------------|---------------------|
| 下田原大橋 (高千穂町) | 亀裂変位計、温度計 |
| 高松橋 (宮崎市) | 変位計、傾斜計 加速度計、温度計 |

(※センサーの個数内訳は非公開)

<センサー紹介> (一部)

発表資料のみ

<亀裂変位計>ひび割れセンサー

ひび等の両端に固定し、ひび割れのサイズを計測

発表資料のみ

<傾斜計>傾きセンサー

設置場所の傾きを計測

発表資料のみ

<地震計>震度センサー

加速度センサにより震度を計測

①高千穂町（下田原大橋）

測定対象:下田原大橋

所在地:宮崎県西臼杵郡高千穂町大字田原

交差物件:河内川

橋長:205m

構造形式:RC固定アーチ橋

完成年:平成13年(14歳)

測定目的:劣化診断(長期劣化傾向確認)

測定項目:ひび割れ(亀裂センサ)、温度(温度センサ)



橋梁の下部や側面のひび割れ
部分に亀裂センサを設置

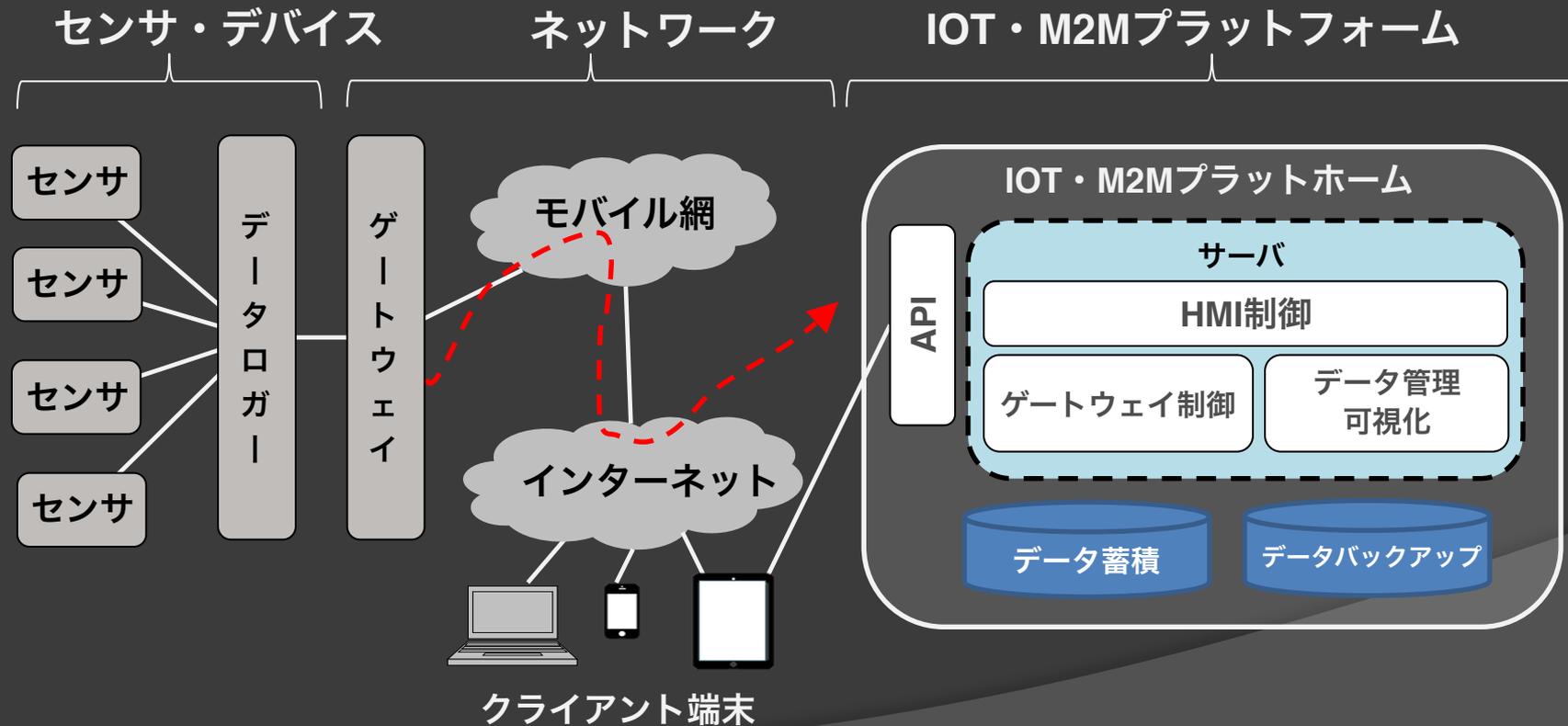


Map data ©2017 Google

(おまけ) 本日の高千穂町

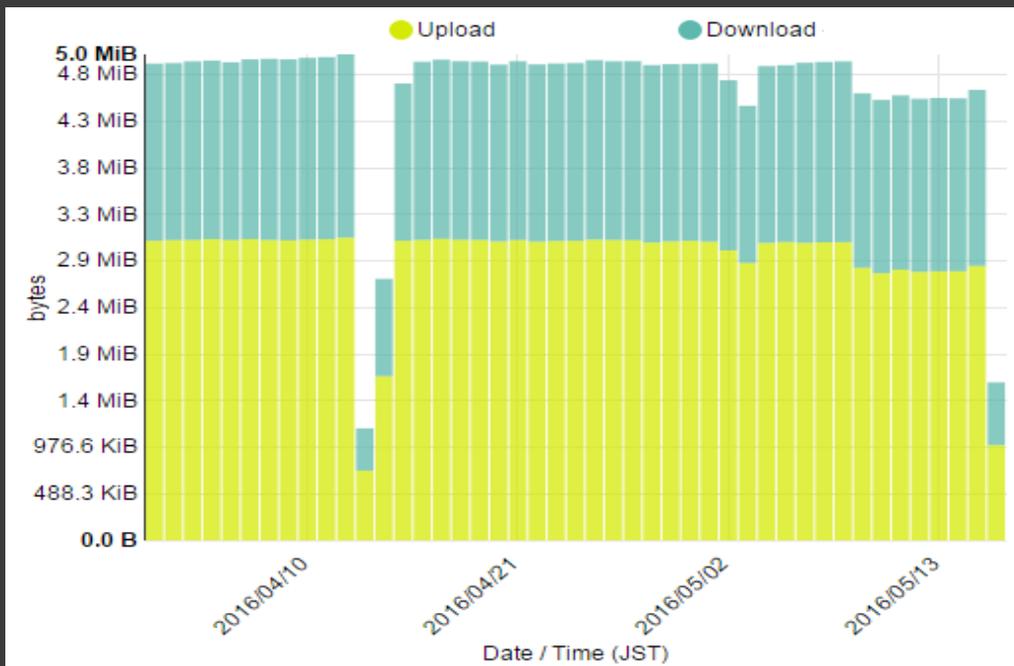


システム構成全体像



通信量

下田原大橋の通信手段：携帯電話網



1回/分測定するセンサーを

計7個設置

(※センサの個数内訳は非公開)



1日あたり **約5MB**

②宮崎市 (高松橋)

測定対象:高松橋 ※ゲルバーヒンジ部 (架け違い) を有する橋

所在地:宮崎県宮崎市鶴島3丁目

交差物件:大淀川

橋長:444m

構造形式:PC7径間連続箱桁橋

完成年:昭和57年(1982年)

測定目的:劣化診断及び被災評価 (突発災害状況確認)

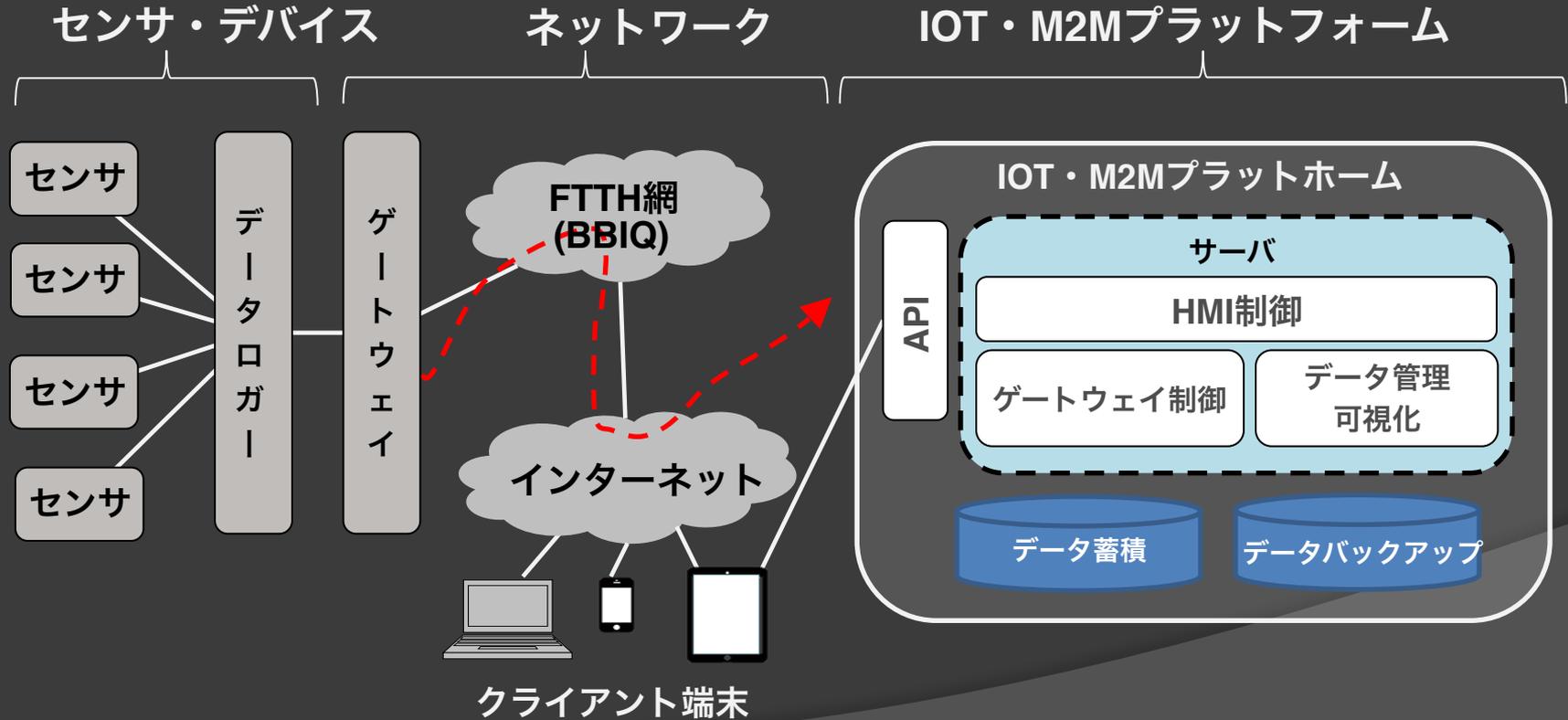
測定項目:傾斜 (傾斜センサ)、たわみ (振動センサ)

変位 (変位センサ)、温度 (温度センサ)



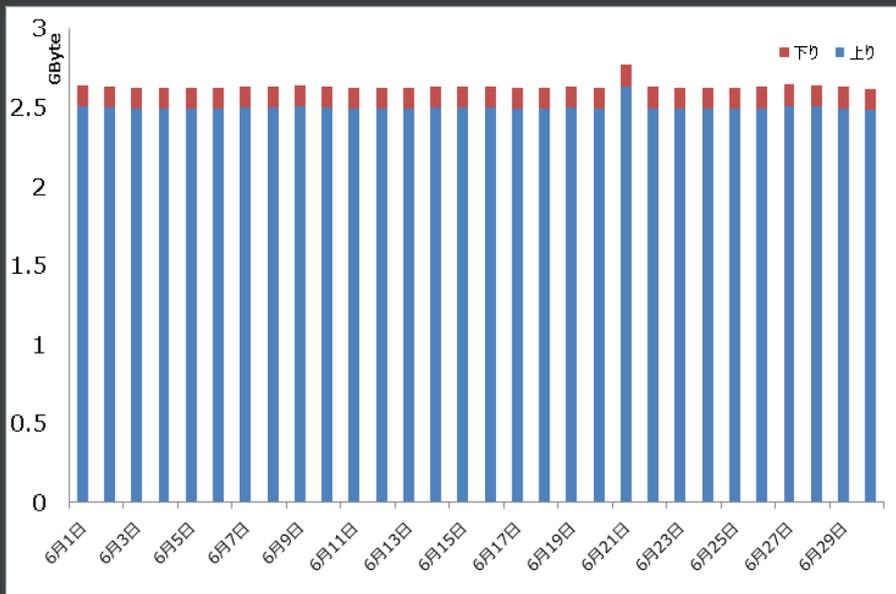
Map data ©2017 Google

システム構成全体像



通信量

高松橋の通信手段：FTTH網(BBIQ)



1回/分測定するセンサーだけでなく
1,000回/秒測定するセンサーなど
計13個設置

(※センサの個数内訳は非公開)



1日あたり **約2.5GB**

(1年間で約1TBに相当)

見えてきた課題 (土木建築技術に関するものを除く)

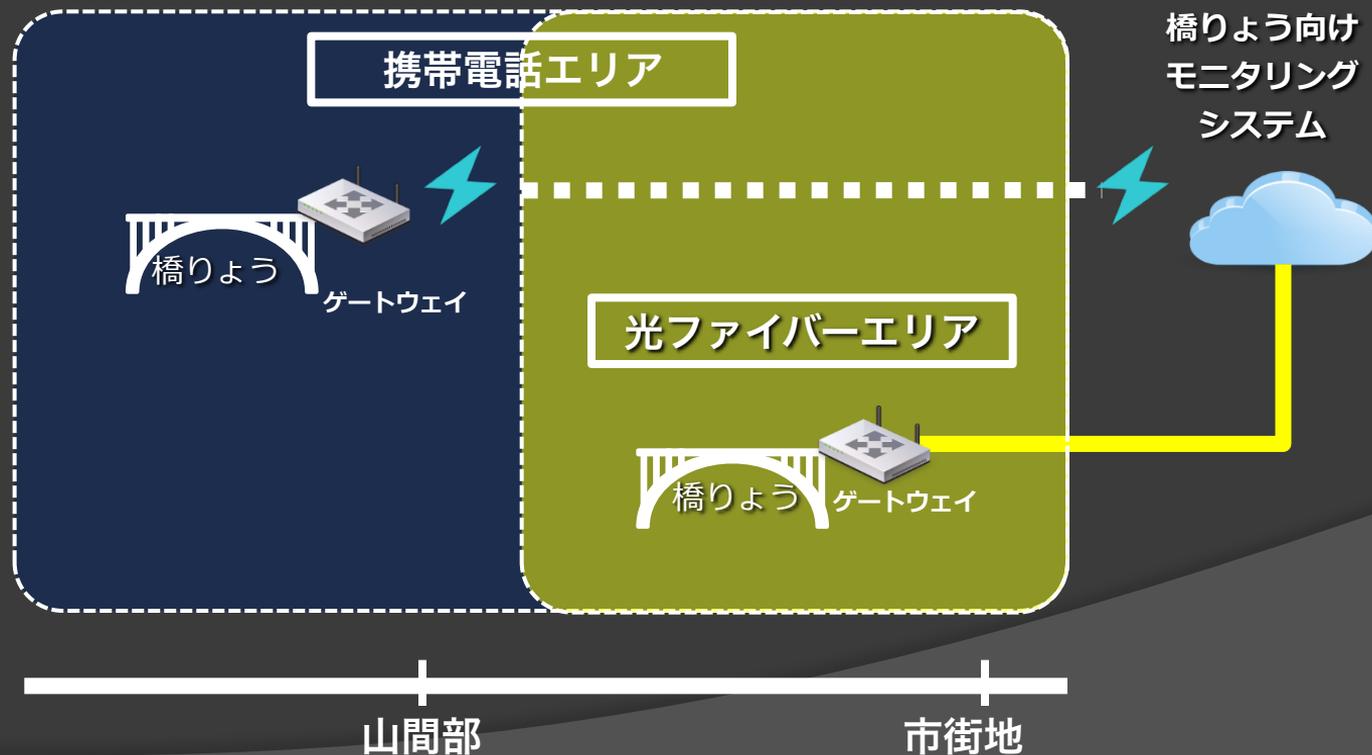
- ・ **電源ケーブル**や**光ファイバケーブル**の**入線が困難**な箇所がある
- ・ 橋りょう管理者が**設計図面を管理していない**ケースがあり**机上設計が困難**
- ・ **道路占用申請**から**許可まで最大3ヶ月**程度時間を要すケースがある
- ・ **機器設置スペース**が確保できないケースがある (**設置機器の小型化**が必要)
- ・ **携帯電波環境**が悪く見通しがきかない箇所での**通信方法の確保**
- ・ **停電発生時**にモニタリングを継続させるための**非常用電源確保**が必要
- ・ カメラ映像など**大容量通信**が必要な環境への、**低コストな通信手段**の提供
- ・ **徐々に増大**していく**計測データの保管方法、デバイスの管理**

課題解決に向けて

① LPWA

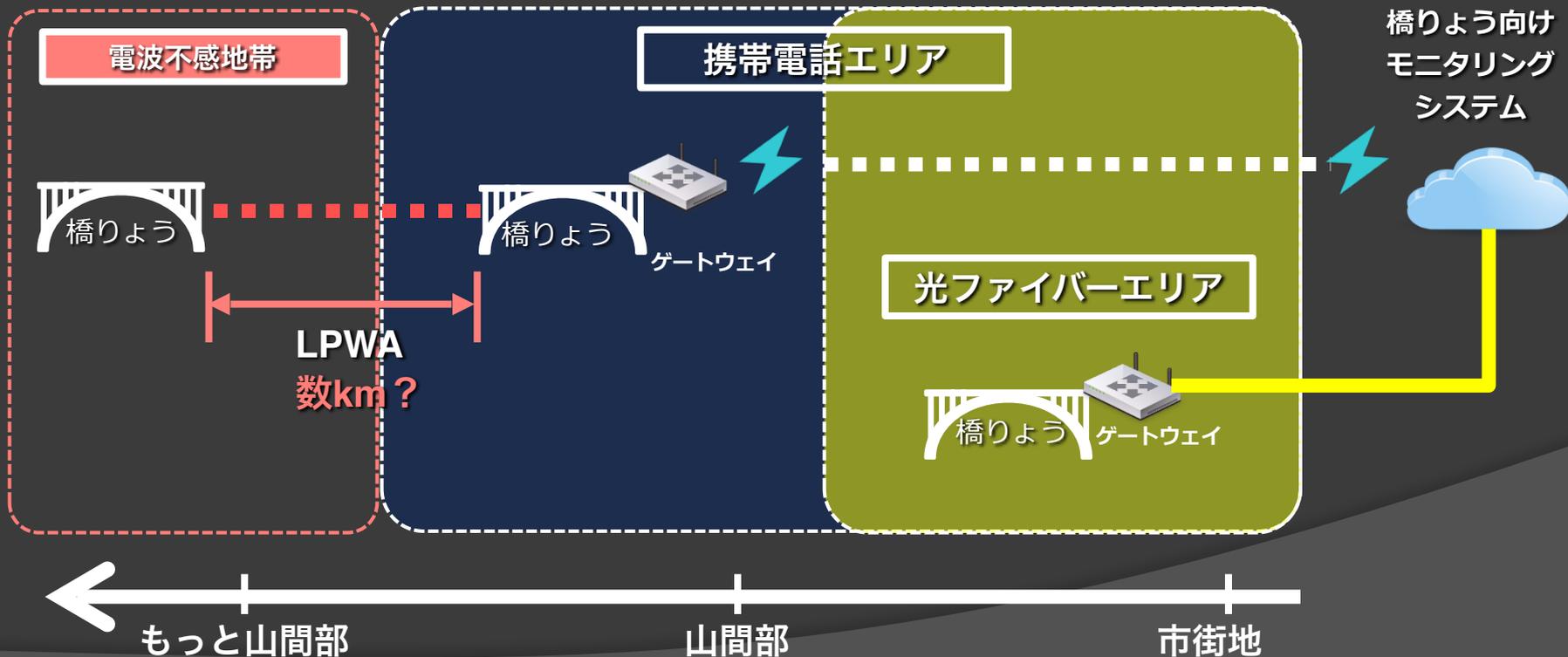
現時点でのインフラモニタリングの通信手段

携帯電話網や、光ファイバーを介して橋りょう向けモニタリングシステムに接続



電波が届かないエリアへのラストワンマイルとして・・・

山奥など、電波不感地帯の橋りょうでもインフラモニタリングできないか・・・



<実験概要>

実施日：2016年6月27日（月）～28日（火）

場所：高松橋、下田原大橋

目的：LoRaWANを使い、無線の通信可能範囲を測定する。

<実験結果>

※最大距離のみ記載

✓ 見通し距離で6km弱の
伝送が可能

✓ 移動物体との通信は
速度が速いほど困難



② V2X

モビリティを活用したインフラモニタリング

一般社団法人ゲートウェイ・アップ・ジャパンの一員として、
V2Xユニットを利用したノンリアルタイムでの通信手段を研究予定(H29年度)

- ✓ 配送トラック、バス、郵便バイクなどが、データをバケツリレー方式で伝送
- ✓ 間欠的な通信ではあるものの、通信困難地域を解消
- ✓ リアルタイム性の不要なデータ通信のコストを抑制

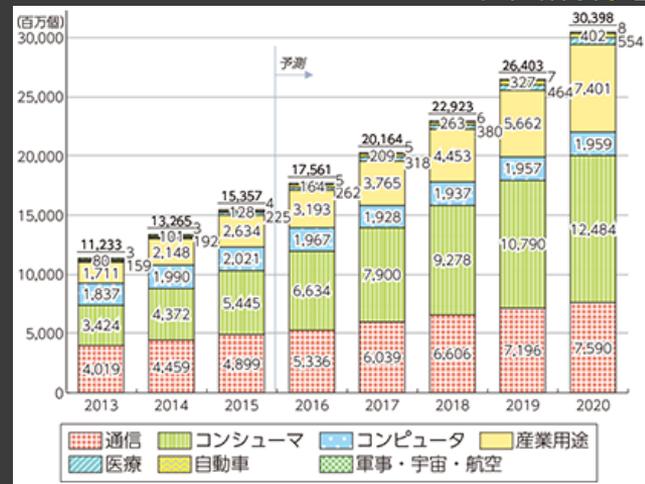


③IoTデバイスの増加

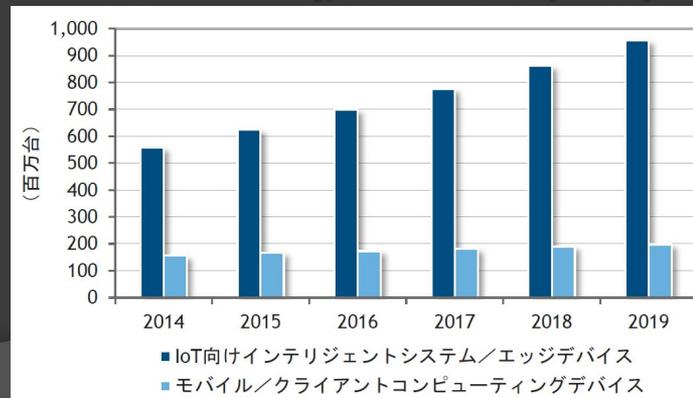
IoTデバイスの増加

インターネット技術や各種センサー・テクノロジーの進化等を背景に、多様な分野で世界中の様々なモノがインターネットに繋がりはじめている。

各種研究機関の発表によると、2019年度のIoTデバイス数の予測は、世界で264億台(右上表)に達し、国内においても約10億台(右下表)に達すると予測されている



表：世界のIoTデバイス数の推移および予測
(出展：IHS Technology/総務省 情報通信白書[H28年版])



表：国内IoT向けデバイス数の稼働台数
(出展：IDC Japan/2015年9月)

IoTデバイスの増加

宮崎でのフィールドテストでは各橋りょう毎にゲートウェイルータ設置する事により、センサー単体にはグローバルIPアドレスを必要としない構成としているため、一つの橋りょうに1つのグローバルIPv4アドレスを割り当てている。

今後インフラモニタリングが実用化され、全ての橋りょうに適用すると仮定した場合は、単純計算で約60万のグローバルIPアドレスが必要となる。
(クラスBアドレス9ブロック相当)

| | 橋長15m以上 | 橋長15~2m |
|-----|---------|---------|
| 道路橋 | 153,529 | 524,931 |
| 農道橋 | 3,120 | 未公表? |
| 林道橋 | 5,261 | 未公表? |

表：日本国内の橋りょう数

(出展：総務省「社会資本の維持管理及び更新に関する行政評価・監視」より算出)

実際のフィールドにおいて**アドレス枯渇対策**としてのIPv6アドレス対応も必要となるが、**センサー個別のアドレス割当によるメリット**（リーチャビリティ）など前向きな導入理由による検討を進めていきたい。

みやぎインフラモニタリング研究会(MIMOS)は
これまで培った技術や新たな技術を活用し

安全・安心な地域社会の発展に向けて、**社会課題の解決に挑戦**いたします

ご清聴、ありがとうございました