

アンライセンスバンドLPWAサービス

@Internet Week2018 Session



DAY

2018/11/28

COMPANY

さくらインターネット(株)

DEPARTMENT

技術本部

NAME

川畑 裕行

1. IoTで用いる通信
2. LTEの今後
3. LPWAの仕組み
4. さくらが取り組むLPWA

1. IoTで用いる通信

- 有線/無線 LAN + インターネット
- 自営無線 + ゲートウェイ + インターネット
- Bluetooth + スマートフォン
- 公衆無線 (LTE/LPWA)

FTTHが用意できるなら利用できる

- 有線/無線 LAN + インターネット
- 自営無線 + ゲートウェイ + インターネット
- BLE + スマートフォン
- 公衆無線 (LTE/LPWA)

常に(特定の)人近くにあるなら利用できる

- 有線/無線 LAN + インターネット
- 自営無線 + ゲートウェイ + インターネット
- BLE + スマートフォン
- 公衆無線 (LTE/LPWA)

どこにだって設置したい！

- 有線/無線 LAN + インターネット
- 自営無線 + ゲートウェイ + インターネット
- BLE + スマートフォン
- **公衆無線 (LTE/LPWA)**

どこにだって設置したい！

- 有線/無線 LAN + インターネット
- 自営無線 + ゲートウェイ + インターネット
- BLE + スマートフォン
- **公衆無線 (LTE/LPWA)**

固定インフラ設備が維持できる場合

無線 + 固定回線

不特定多数の場所に設置される場合

LPWA or LTE

2. LTEの今後

LTE UE Category

LTEにも色々な規格がある

高速化を意識した進化をしているもの (MIMO や CA)

	Rate U/D	Duplex	備考
Cat.12	100/600Mbps	全二重	CA必須
Cat.9	50/450Mbps	全二重	CA必須 (iPhone7,7+)
Cat.6	50/300Mbps	全二重	
Cat.4	50/150Mbps	全二重	

3GPP Release 11の場合

低速/低消費電力化を進めているもの

	Rate U/D	Duplex	備考
Cat.1	5/10Mbps	全二重	現行
Cat.0	1Mbps	全二重/半二重	MIMOなし
Cat.M1	1/0.8Mbps	全二重/半二重	
NB-IoT	62/26kbps	半二重	ハンドオーバーなし

3GPP Release 13 以降

スマートフォン等
民生機器向け

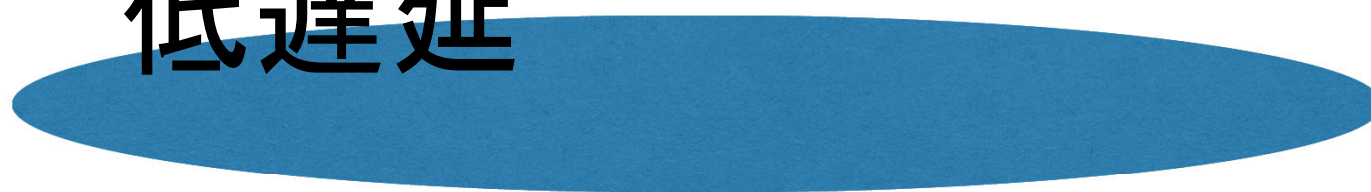


大量
超高速
低遅延

IoT向け



低量
低速度



想定されているユースケース

大容量 (1Gbps ~)

超低遅延 (~ 1ms)

多数同時接続

3. LPWAの仕組み

LPWAは免許不要！って何の免許...?

オペレータ：無線従事者免許証
無線機：無線局免許状

ドライバー：運転免許証
車：車検証



- 13560kHz (13553 - 13567kHz)
- 27120kHz (26957 - 27283kHz)
- 40.68MHz (40.66 - 40.70MHz)
- **915MHz (902 - 928MHz)**
- 2450MHz (2400 - 2500MHz)
- 5800MHz (5725 - 5875MHz)
- 24.125GHz (24 - 24.25GHz)
- 6780kHz (6765 - 6795kHz)
- 433.92MHz (433.05 - 434.79MHz)
- 61.25GHz (61 - 61.5GHz)
- 122.5GHz (122 - 123GHz)
- 245GHz (244 - 246GHz)

Low Power Wide Area

(意識) 省電力で遠くまで

3G

LTE

Low Powerではない

WiFi

Bluetooth

Wide Areaではない

ZigBee

NFC

免許が必要

LTE (NB-IoT)

免許不要
920MHz帯*

LoRaWAN

SIGFOX

LoRa

Wi-SUN

* 日本の場合

LTE (NB-IoT)

公衆サービス

LoRaWAN

SIGFOX

LoRa

自営

Wi-SUN

LoRaは変調方式、LoRaWANはMAC+αを含むプロトコル

送信時間制限		パッシブ型	アクティブ型			
		特定小電力無線局	簡易無線局	特定小電力無線局		
周波数帯		916.7MHz以上 923.5MHz以下	920.5MHz以上 923.5MHz以下	920.5MHz以上 928.1MHz以下	915.9MHz以上 928.1MHz以下	928.1MHz以上 929.7MHz以下
空中線電力		250mW以下	250mW以下	1mWを超え20mW以下	1mW以下	
キャリアセンス時間 【5m秒以上】	送信時間	4秒	4秒	4秒	—	—
	休止時間	50m秒	50m秒	50m秒	—	—
	送信時間の総和	—	—	—	—	—
キャリアセンス時間 【128μ秒以上5m秒未満】	送信時間	400m秒	400m秒	400m秒	—	—
	休止時間	2m秒	2m秒	2m秒	—	—
	送信時間の総和	360秒/時間	360秒/時間	360秒/時間	—	—
キャリアセンス不要	送信時間	—	—	—	100m秒	50m秒
	休止時間	—	—	—	100m秒	50m秒
	送信時間の総和	—	—	—	3.6秒/時間	—

SIGFOXネットワーク概要



SIGFOXネットワークは、IoTに特化した省電力広域ネットワーク（LPWAN）

12バイトのデータを1日最大140回送信（最大送信回数に関しては運用制限）

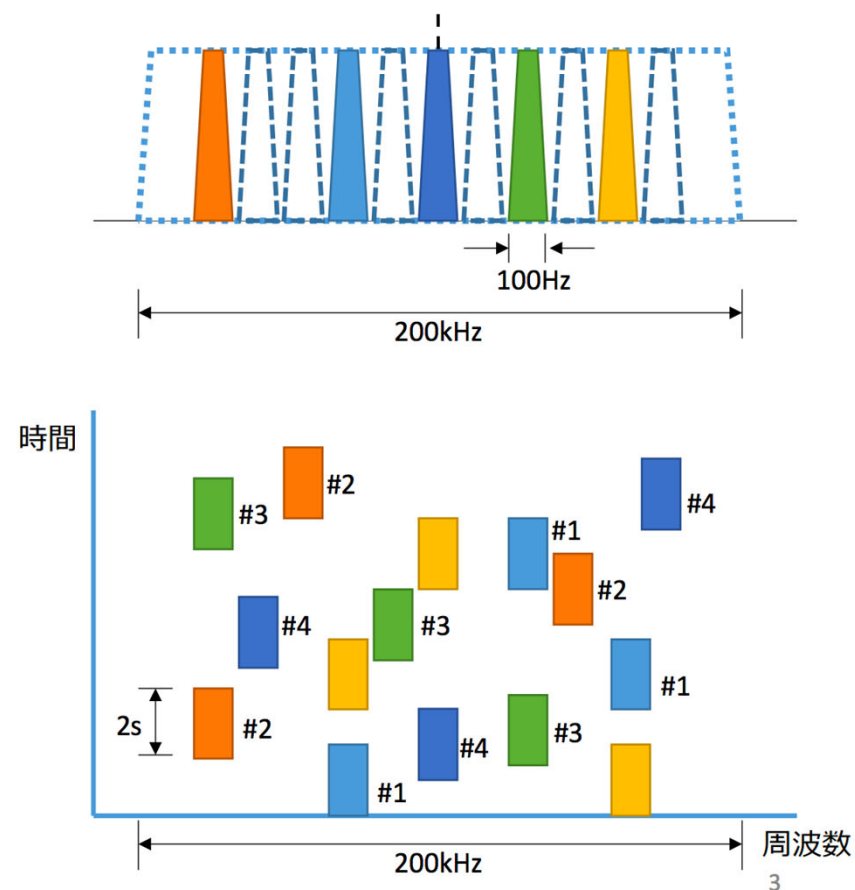
SIGFOXネットワークトポロジはスター型であり、各基地局はSIGFOXクラウドと接続
IoTデバイスからのデータは、SIGFOXクラウドに蓄積され、REST APIで外部サーバからデータを取得することが可能

IoTデバイスは、ネットワークに対し、データをブロードキャストするのみであり、ブロードキャストされたデータは、複数の基地局で受信可能。ネットワーク側からIoTデバイス側への下り信号は、ほぼ必要ないサービスを提供。

2

無線特性

無線アクセス制御	ランダム・アクセス
変調方式	シングルキャリア: SSB-SC + D-BPSK
データレート	100bps
使用チャンネル幅	200kHz
シングルキャリア周波数帯幅	100Hz
送信電力	20mW以下
最大送信継続時間	2s 注釈:1回あたり最大25バイト
与干渉抑制技術	キャリアセンス時間 : 5ms (単位チャンネル200kHzをキャリアセンス) Duty Cycle : 最大1%
被干渉耐性技術	<ul style="list-style-type: none"> ・同一データ繰り返し送信(3回) ・サイトダイバーシチ ・チャンネル干渉に対し高いSNIR特性

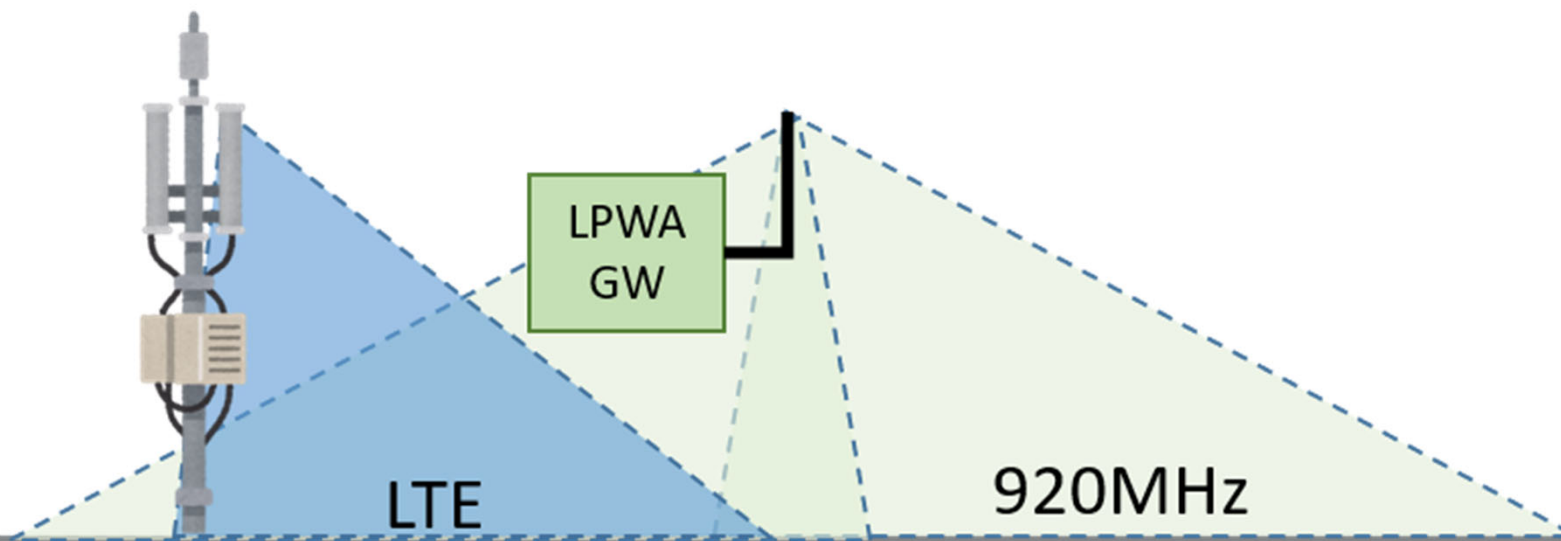
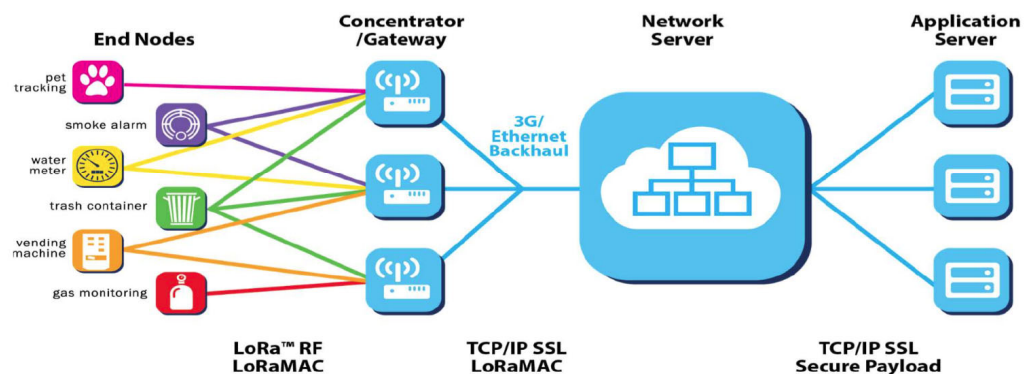


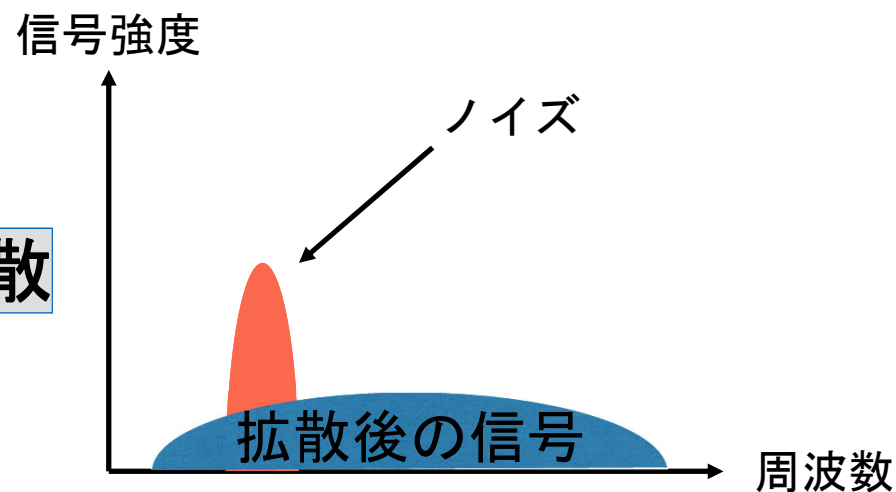
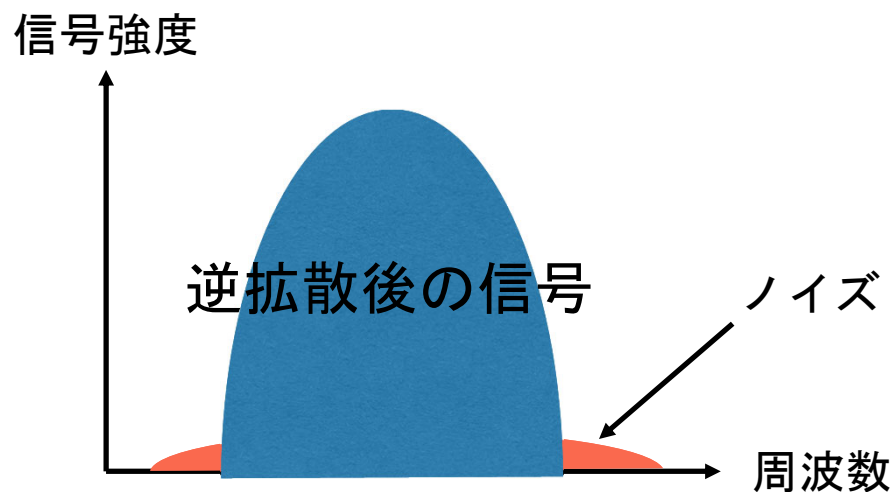
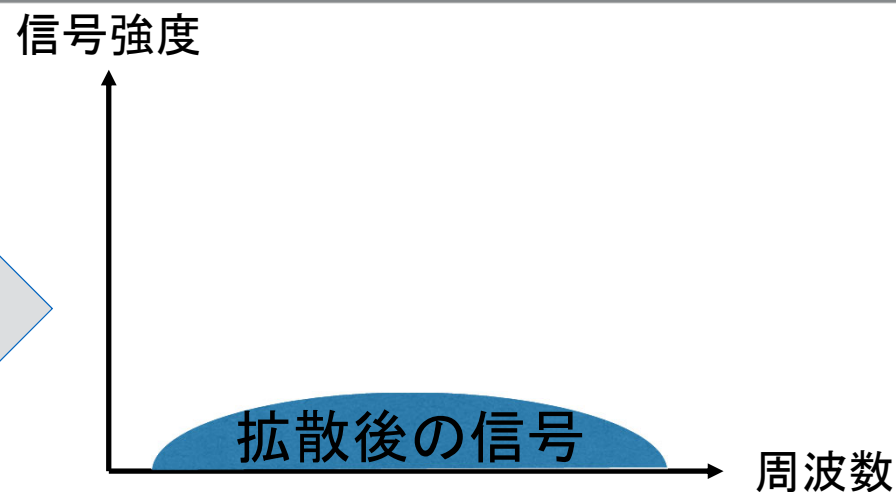
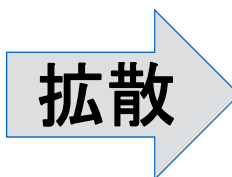
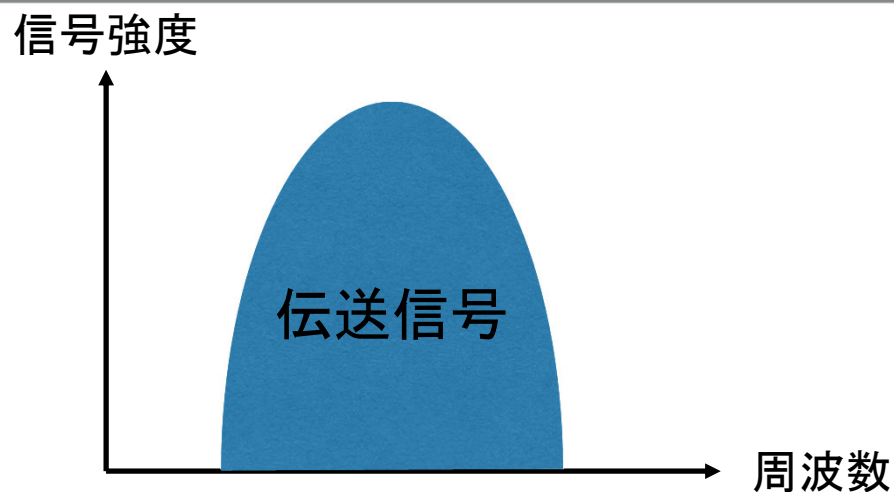
その他特徴

長距離伝送 : リンクバジェット158dB

周波数効率 : 1基地局あたり1日100万メッセージ受信

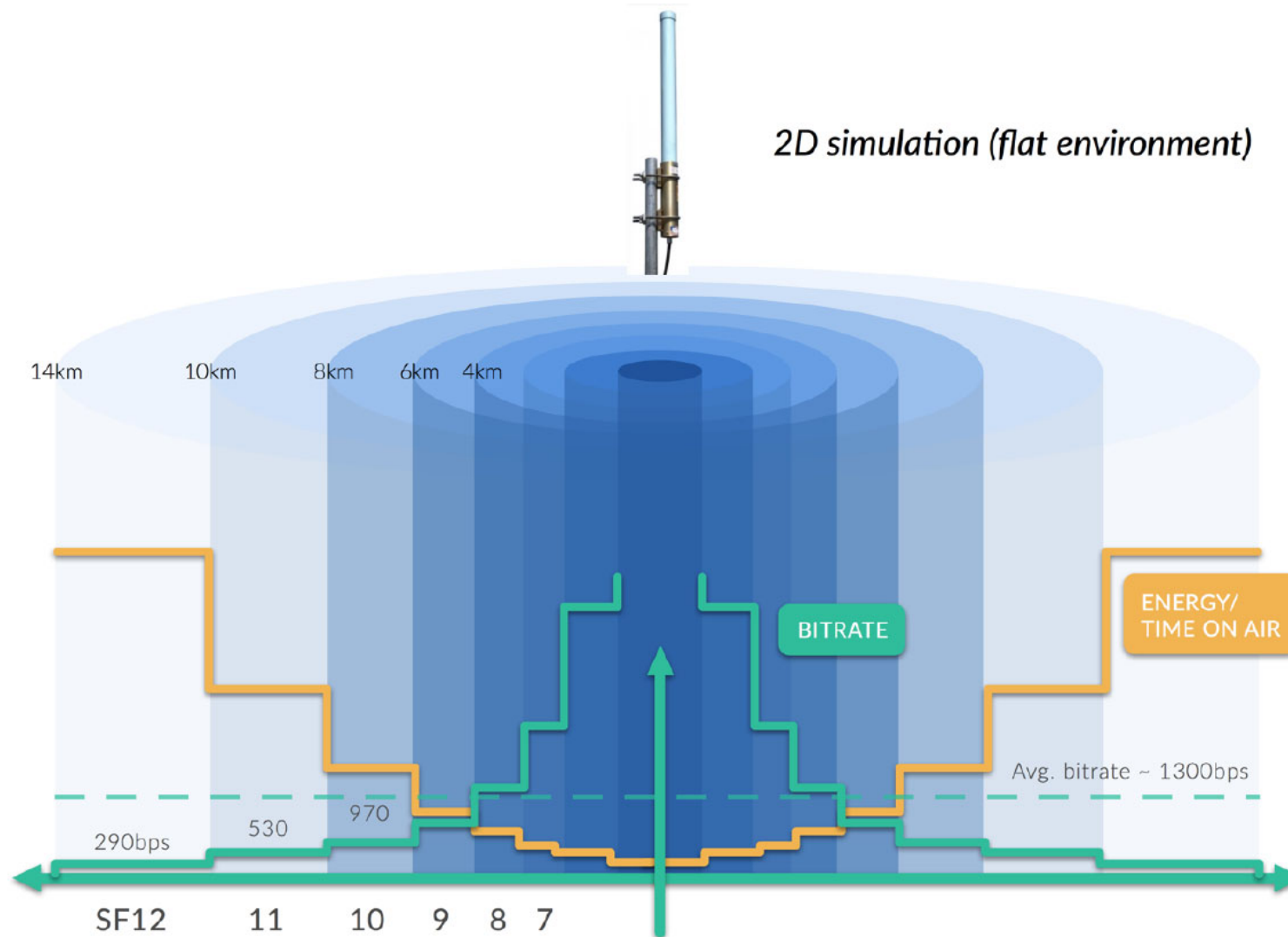
周波数	920MHz帯
変調方式	チャープ方式のスペクトラム拡散 周波数変調(FSK)
データレート	250bps ~ 50kbps
使用チャンネル幅	125kHz, 250kHz
送信電力	20mW以下(特定小電力無線局)





LoRa Spreading Factors (125kHz bw)

Spreading Factor	Chips/symbol	SNR limit	Time-on-air (10 byte packet)	Bitrate
7	128	-7.5	56 ms	5469 bps
8	256	-10	103 ms	3125 bps
9	512	-12.5	205 ms	1758 bps
10	1024	-15	371 ms	977 bps
11	2048	-17.5	741 ms	537 bps
12	4096	-20	1483 ms	293 bps



	1sあたりの送信量	100バイトにかかる時間
100bps	12.5バイト	8秒
250bps	31.25バイト	3.2秒
1000bps	125バイト	800ミリ秒
2000bps	250バイト	400ミリ秒

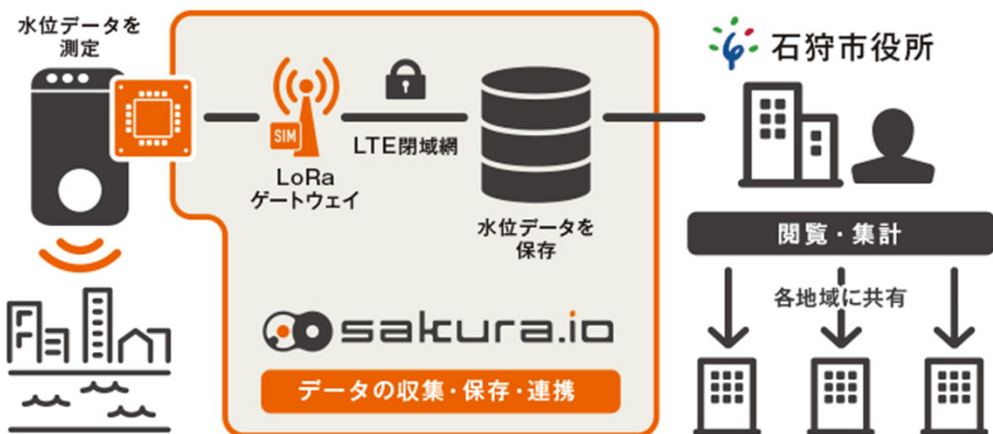
基本遅い、長い時間繋ぐ必要

電波は空間と時間を占有

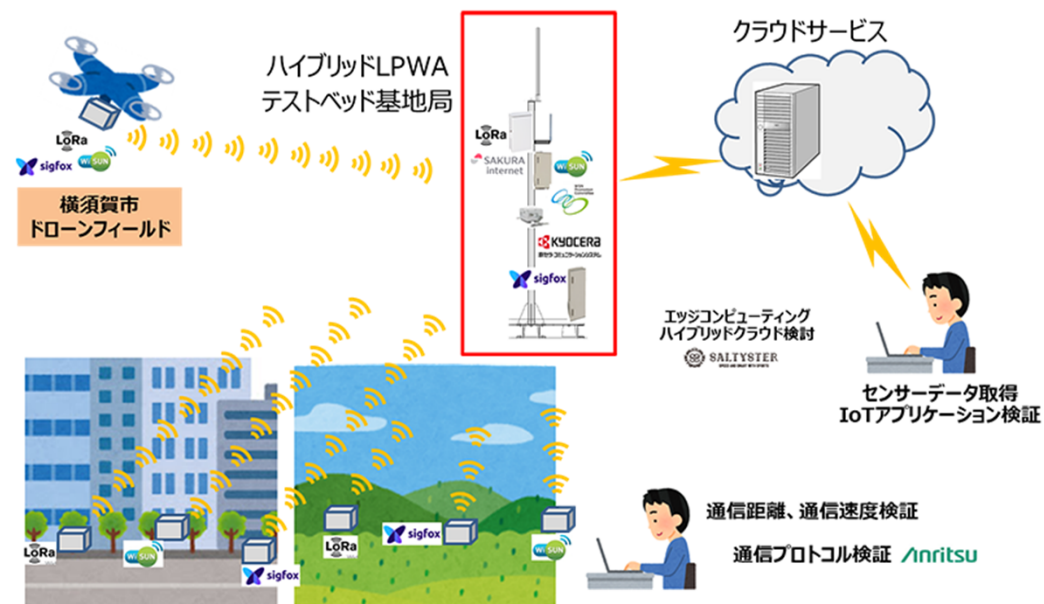
LPWAは結果的に空間も時間も広く占有

- 超少量（数バイトから数十バイト）
- 超長周期（数秒間隔～数日間隔）

4. さくらが取り組むLPWA



北海道石狩市・福井県鯖江市
河川水位計測

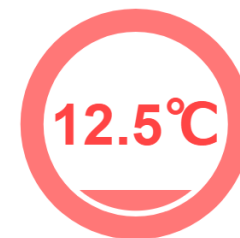


神奈川県横須賀市
ハイブリッドLPWAテストベッド

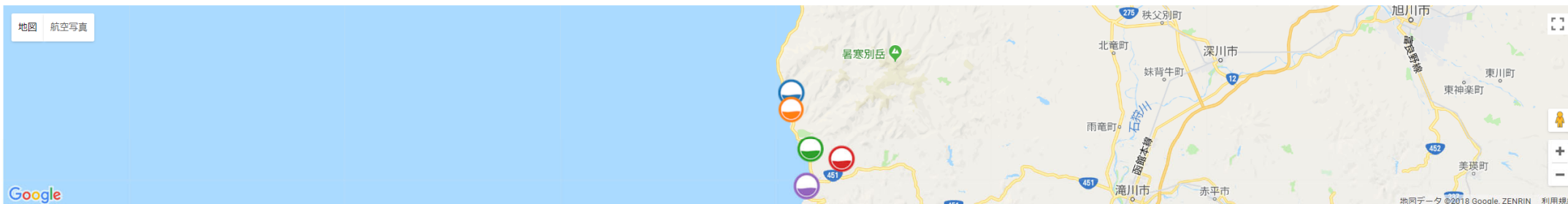
「ちょっと川の様子を見てくる」をやめたい



石狩市 水位メーター



床丹川 E37EB011 : 2019mm 12.5°C 2018/05/25 10:34:50
 (センサーから水面までの距離と、センサー内温度)



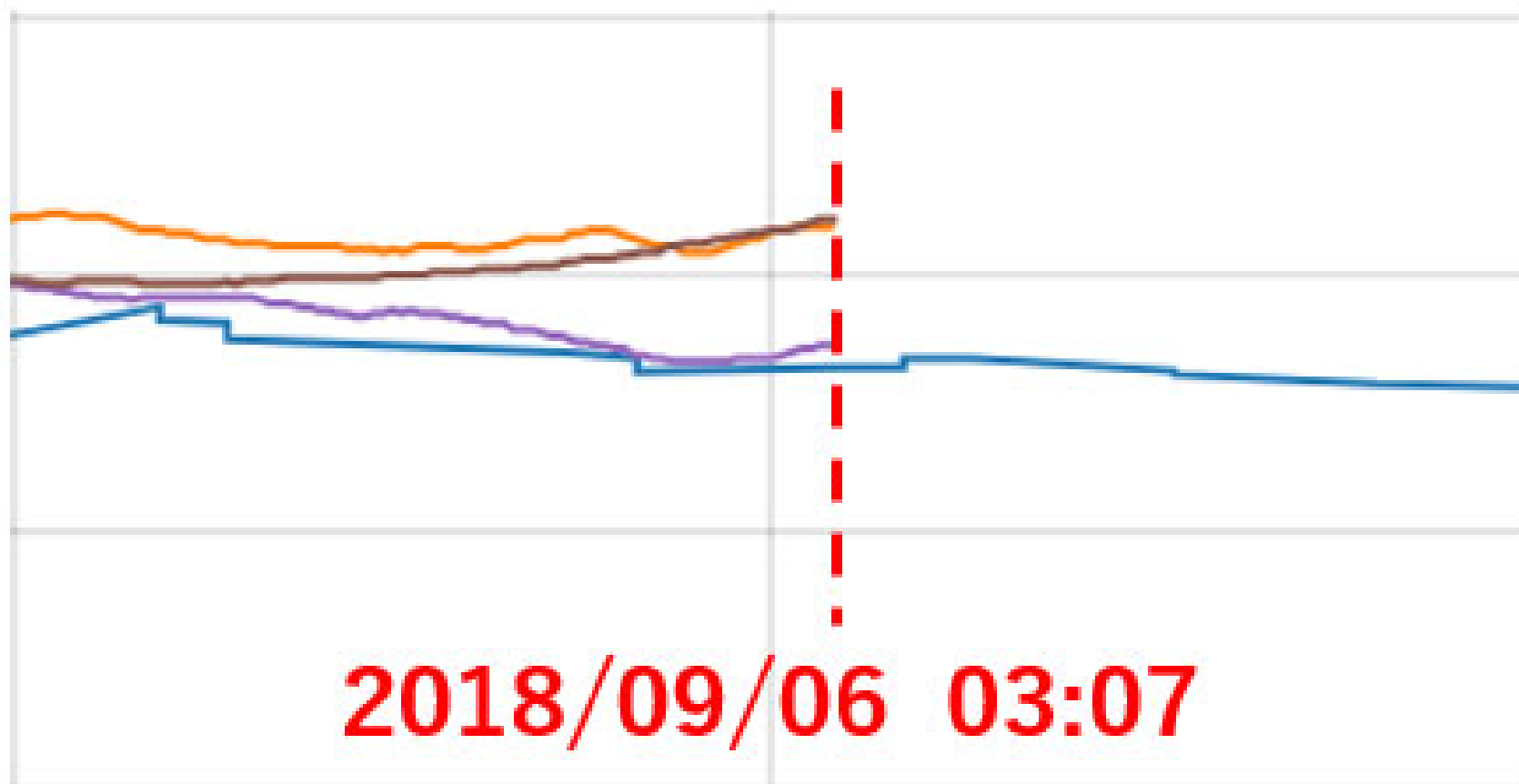
川名	橋名	ID	シリアル	場所	備考	距離	温度	更新日時
床丹川		A1144	E37EB011	43.669028,141.354111	2238mmのとき水深250mm	2019mm	12.5°C	2018/05/25 10:34:50
幌川		A1083	8CD975AF	43.649306,141.353167	5628mmのとき水深520mm	5204mm	12.8°C	2018/05/25 10:37:48
茂生川(浜益支所前)		A2002	ODD7ABBE	43.601639,141.384306	1724mmのとき水深50mm	2495mm	17.2°C	2018/05/25 10:38:50
於札内川		A1081	E477ECDD	43.589556,141.435278	2735mmのとき水深200mm	2873mm	11.1°C	2018/05/25 07:09:58
毘砂別川		A2036	F441A6C9	43.557917,141.378222	2688mmのとき水深200mm	2654mm	15.5°C	2018/05/25 10:38:15
送毛川		A1082	8334B3A3	43.509972,141.369694	1420mmのとき水深200mm	1460mm	17.4°C	2018/05/25 10:37:26

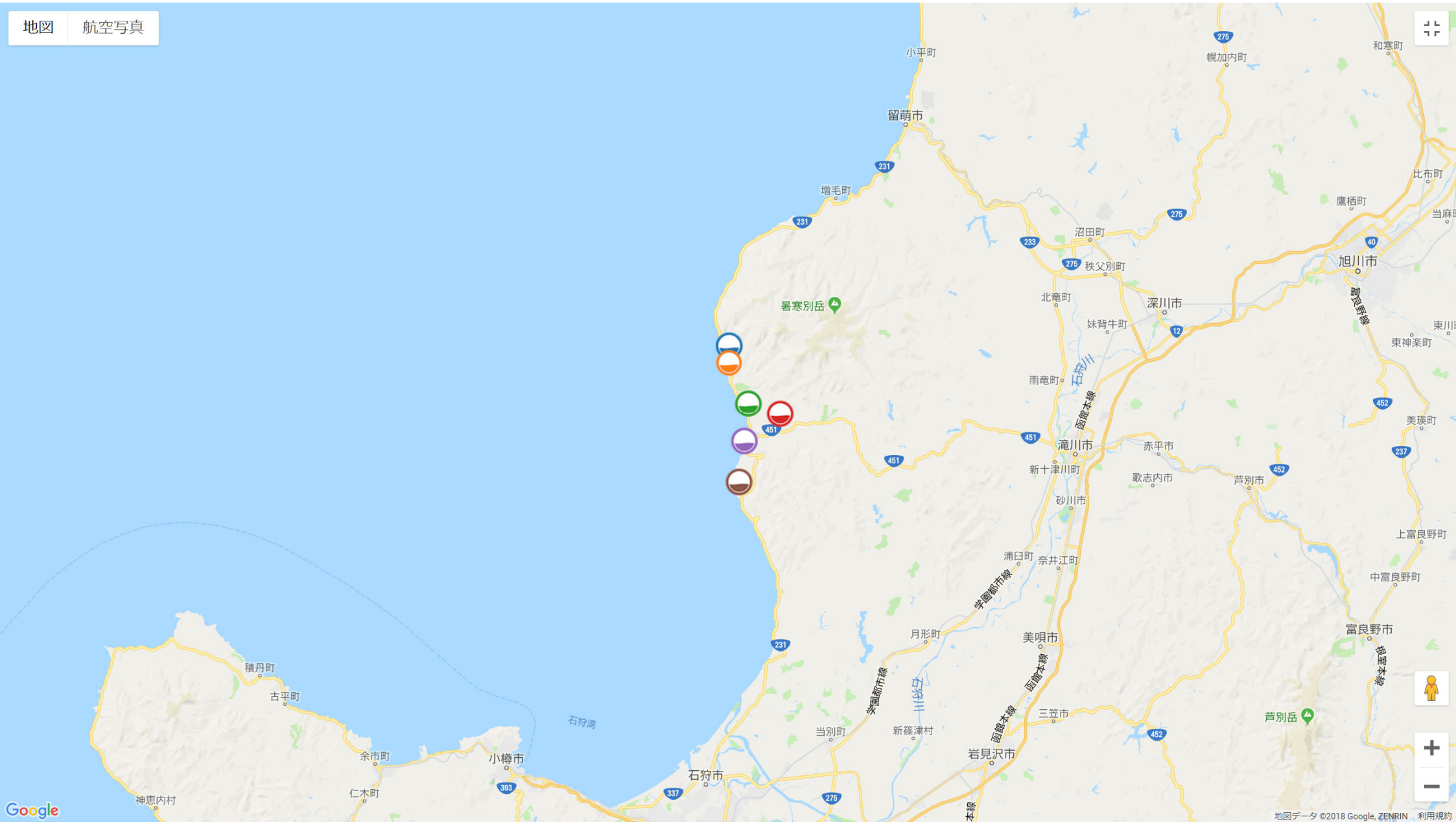
増水を検出、避難所設置判断に活用





<https://sakura.io/blog/2018/10/04/eq-lpwa/>







世耕弘成 Hiroshige SEKO ✓

@SekoHiroshige



北海道電力が詳細をツイートしてくれています。#北海道 #地震

北海道電力株式会社 ✓ @Official_HEPCO

停電解消戸数等のお知らせ（6）①（9月7日6時現在）

- ・ 停電解消戸数については130万9千戸です。
- ・ 以下の市町村（33市99町10村）の一部で停電が解消しています。

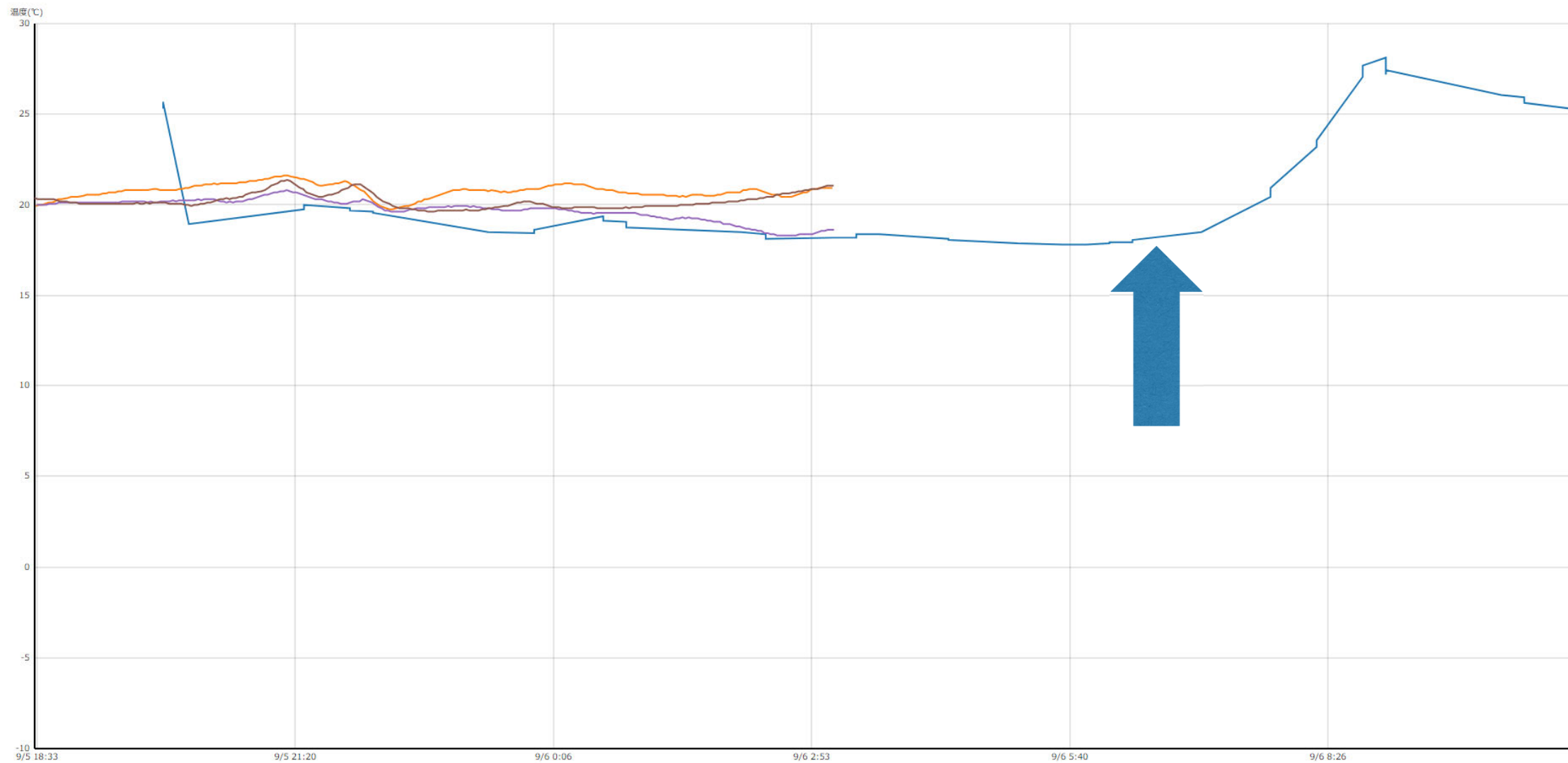
（石狩振興局）札幌市、江別市、千歳市、北広島市、恵庭市、石狩市、当別町、新篠津村（②に続く）

7:27 - 2018年9月7日

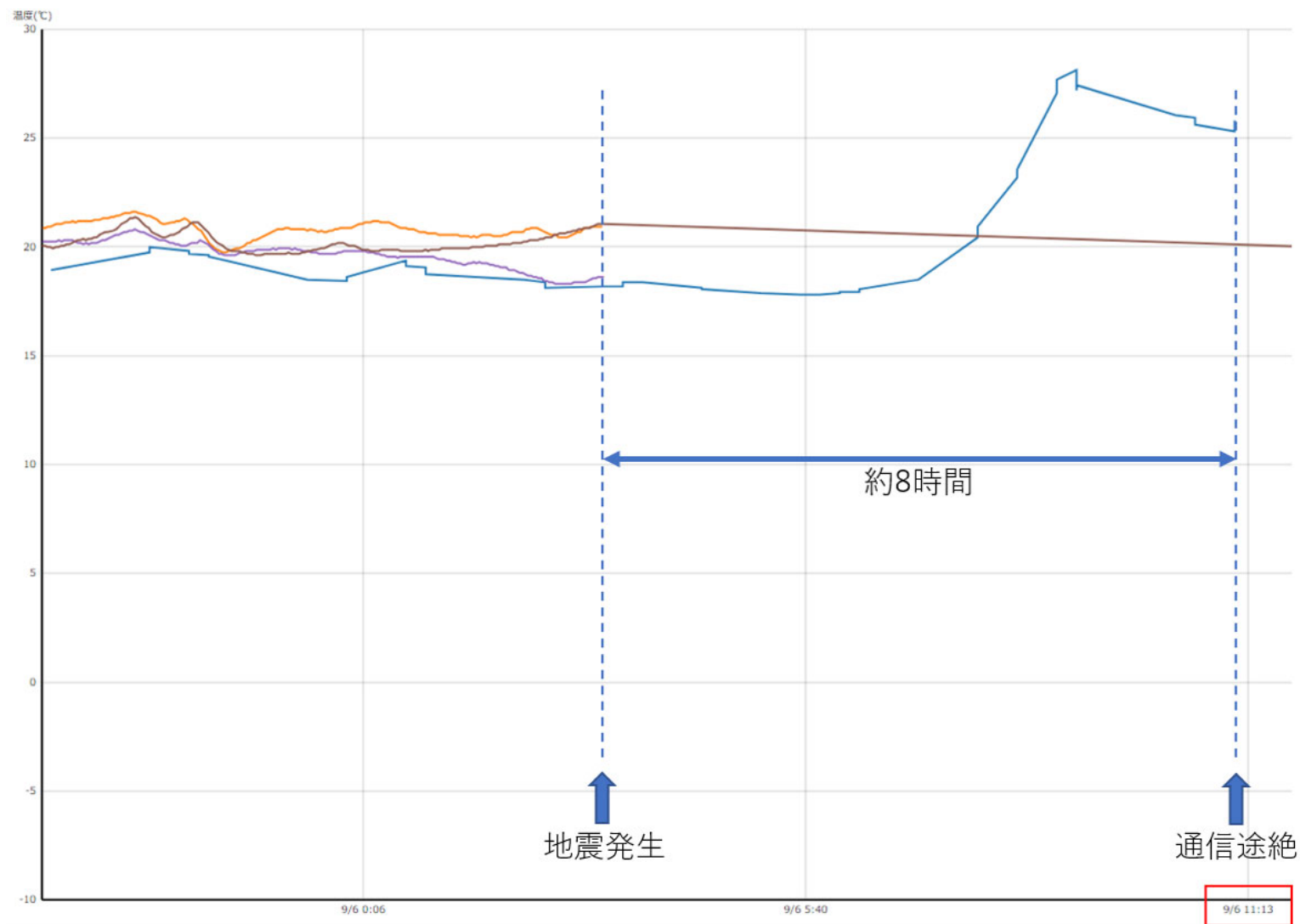
♡ 1,223 💬 1,094人がこの話題について話しています



大停電から見えてきたモノのデータの有用性



大停電から見えてきたモノのデータの有用性



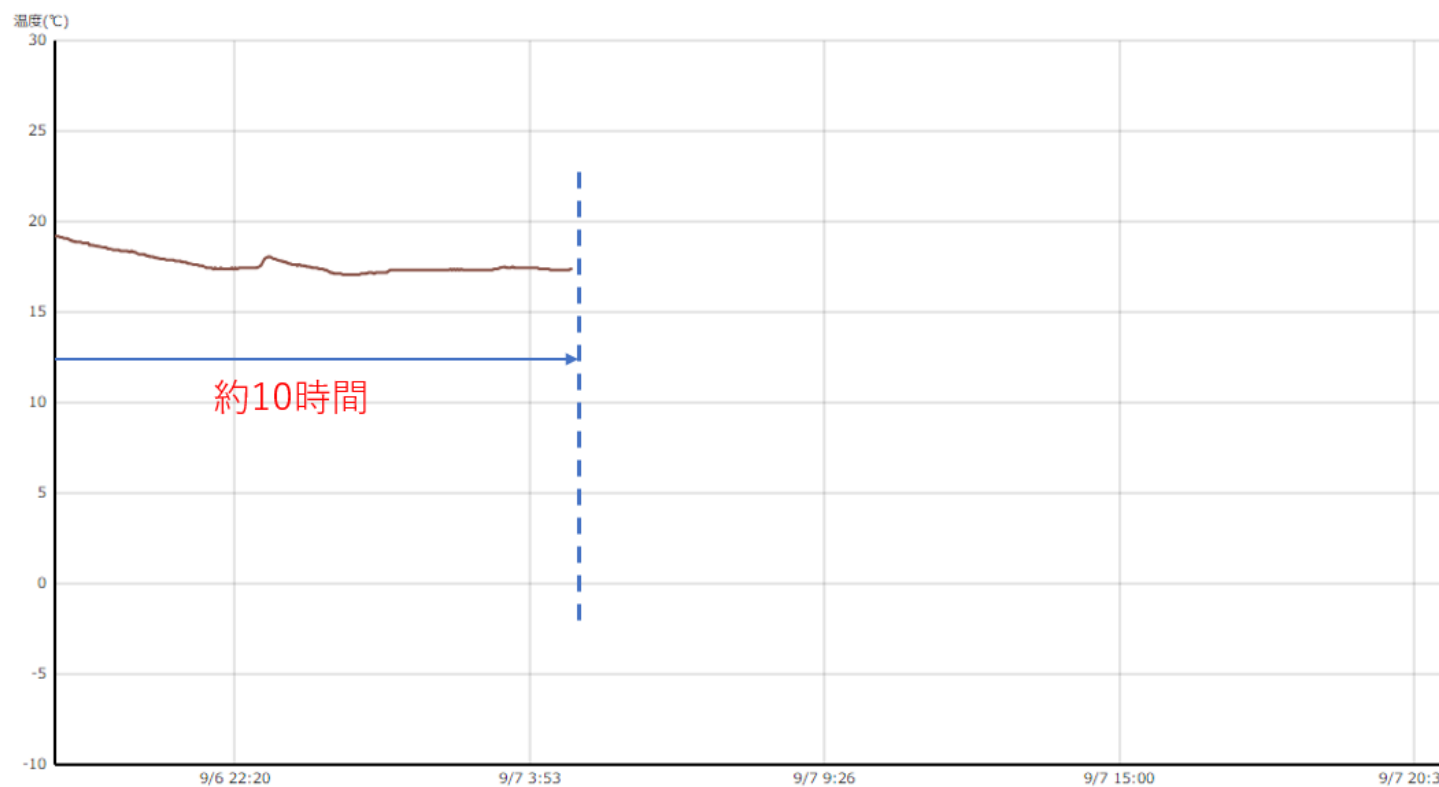
大停電から見えてきたモノのデータの有用性

川名	橋名	ID	シリアル	場所	センサー	計測距離	水位	温度	更新日時
送毛川		A1082	8334B3A3		(1.620m)	1482mm	138mm	19.0℃	2018/09/06 19:10:56

約10時間

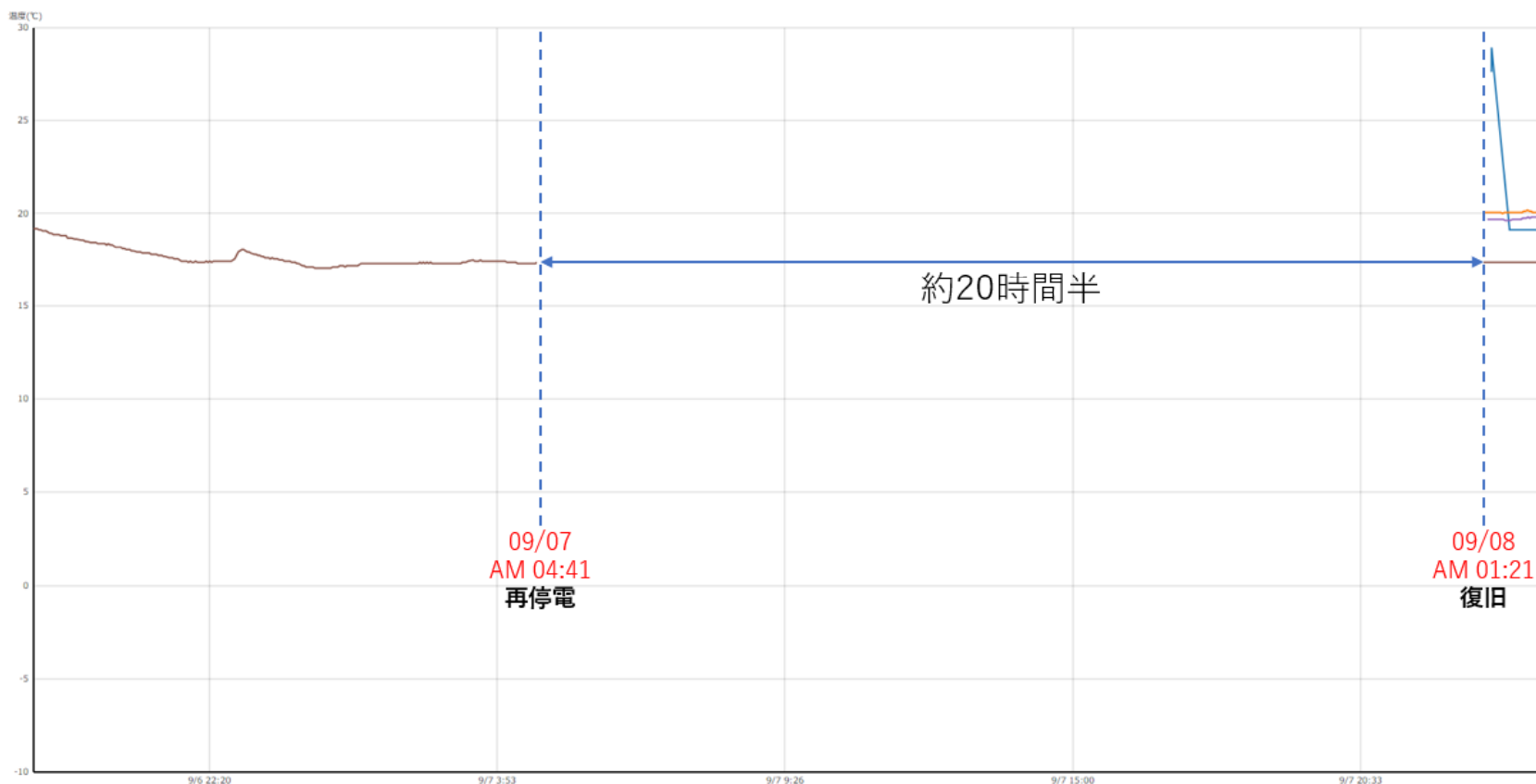


川名	橋名	ID	シリアル	場所	センサー	計測距離	水位	温度	更新日時
送毛川		A1082	8334B3A3		(1.620m)	1481mm	139mm	17.3℃	2018/09/07 04:41:43

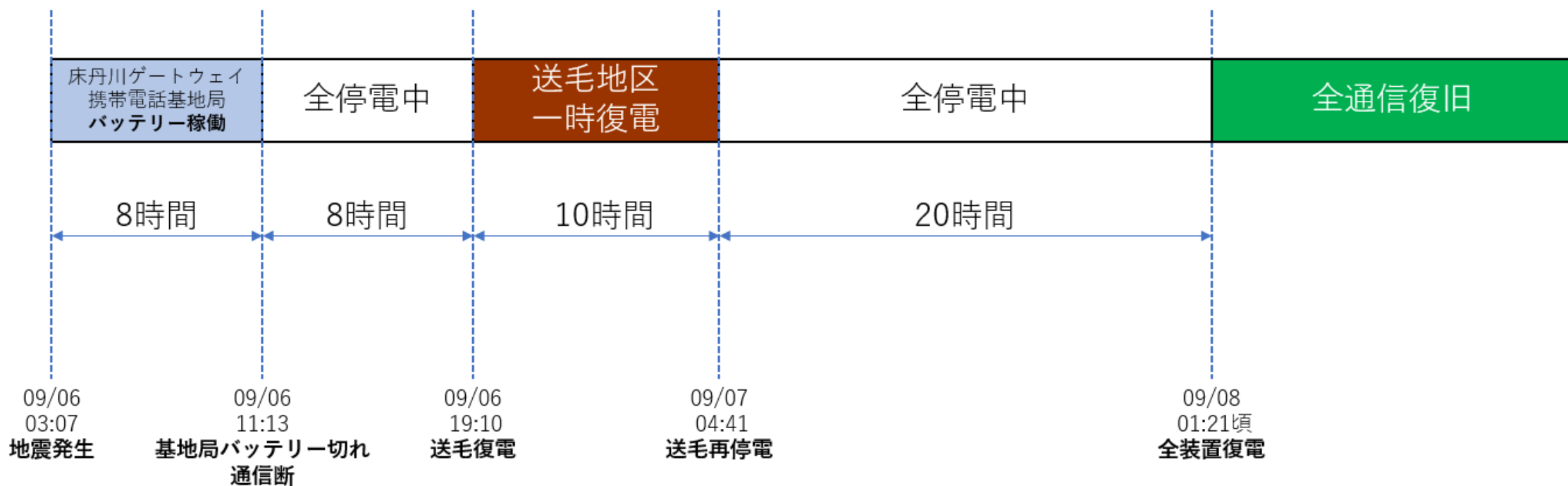


大停電から見えてきたモノのデータの有用性

川名	橋名	ID	シリアル	場所	センサー	計測距離	水位	温度	更新日時
床丹川		A1144	E37EB011		(2.488m)	2104mm	383mm	19.0℃	2018/09/08 01:21:13
幌川		A1083	8CD975AF		(6.148m)	5354mm	793mm	19.4℃	2018/09/08 01:21:04
昆砂別川		A2036	F441A6C9		(2.888m)	2668mm	220mm	19.3℃	2018/09/08 01:21:11
送毛川		A1082	8334B3A3		(1.620m)	1482mm	137mm	17.3℃	2018/09/08 01:21:18



大停電から見えてきたモノのデータの有用性



通信方式

- LoRa
- LTE

電力

- バッテリー
- 商用電源

地理

適度な地理的分散

設備

- 自社設備
- 他社設備

