

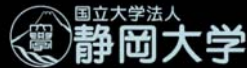


# 二輪車情報学超入門 ～二輪車情報学とは～

木谷 友哉 / [t-kitani@kitanilab.org](mailto:t-kitani@kitanilab.org)

静岡大学 学術院 情報学領域 准教授

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB



2020/08/21

## MQTT使った簡単なハンズオンやります



- 可能な人は mosquitto クライアントをインストールしておいてください
  - mosquitto\_sub/mosquitto\_pub
- Mac
  - brew install mosquitto
- Linux (Raspbian etc.)
  - sudo apt install mosquitto-clients
- Windows
  - <https://mosquitto.org/download/>

## ■ 研究テーマ：Bikeinformatics

- 二輪車を究極のパーソナルモビリティ (PMV) とみなしてライダーの、ライダーによる、ライダーのためだけでない**二輪車・運転する人間・交通環境のセンシング基盤の構築**
- 高精度衛星測位を二輪車の計測手段として利用

## ■ 研究者略歴

- 博士（情報科学）2006年
- 専門は計算機科学，情報通信ネットワーク
- 自動車技術会 二輪車の運動特性部門委員会 幹事
- 電子情報通信学会，情報処理学会，測位航法学会



北海道 宗谷丘陵, 2013/07/09

# Bikeinformatics

2020/08/21

3

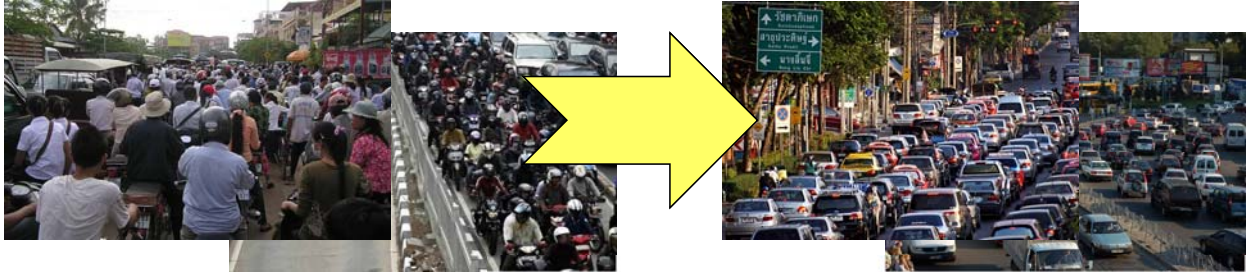
## 情報科学的二輪車研究



# 課題：交通渋滞，道路建設/維持/管理



- **交通渋滞**：国内でも年間12兆円の経済損失
- 二輪車の主要市場の新興国で二輪から四輪のモダリティシフト



- **適材適所のモビリティ**の配置の重要性

- 二輪車の活躍は，渋滞だけではなく，道路インフラの設計や都市計画にも影響

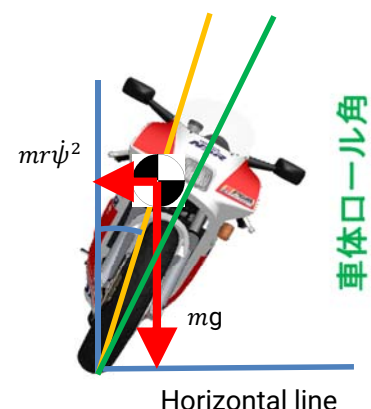


## 目標：二輪車（とそのセンシングデータ）が変える未来の交通



- **二輪車の車体運動の理解への挑戦**
  - 四輪車と比べて，二輪車は複雑
  - 運転者たる人間の動作も大きく影響
- **人間の身体運動の理解への挑戦**
  - 人間のセンシングはもっと難しい

力学的ロール角



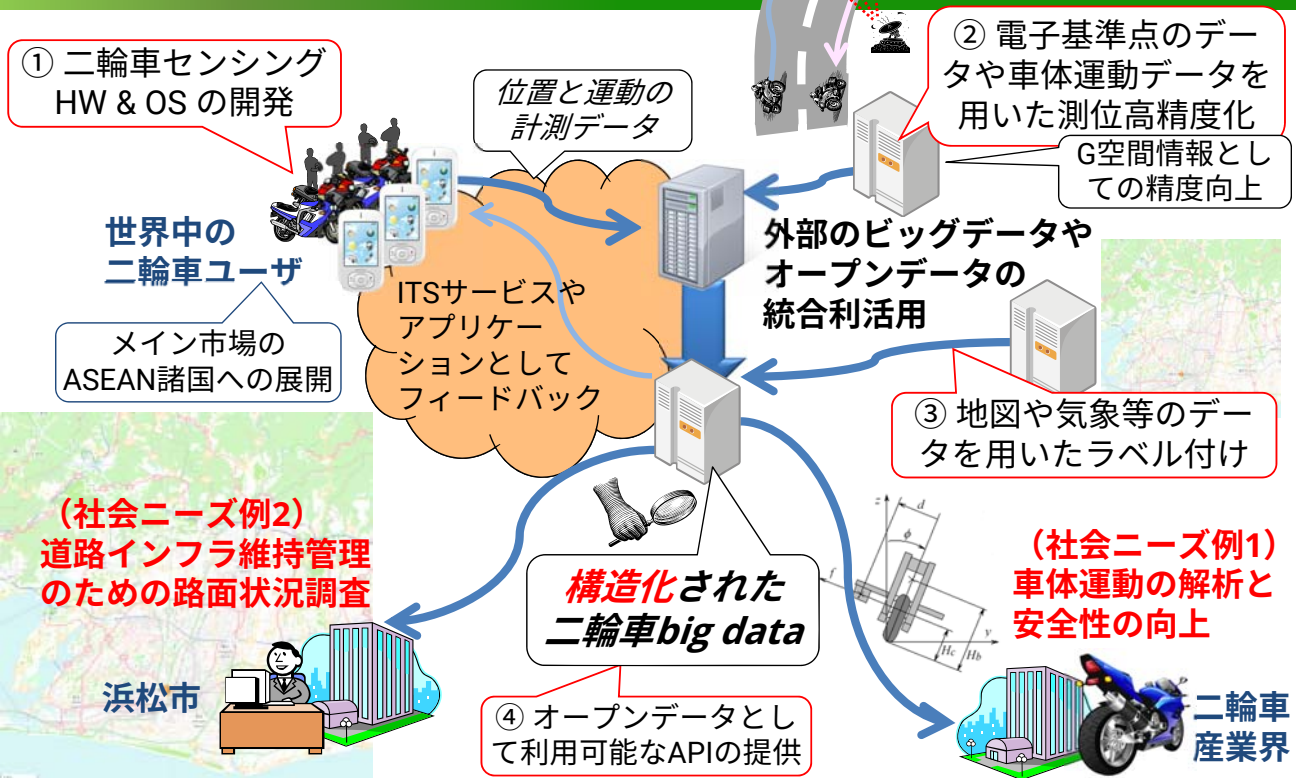
**身体能力の延長としてパーソナルビークルが活躍する社会を創出したい**

**そのためのデータ収集・活用基盤を構築**



# 二輪車センシング基盤

2020/08/21



SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

## “使える” データを得るために

2020/08/21

7

- 後でのデータ処理を考えて“正しく” データを集める
  - **データ間の関連，付加情報** (ID・位置・時刻等) が重要
  - 当然，データの精度はできるだけ高い方がいい



- ジャンクデータはいくら集めてもジャンク
- ビッグデータよりも **リッチデータ**
- **付加情報 (位置，時刻) の精度を上げよう！**

浜名湖ガーデンパーク西駐車場, 2012/01/11

SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門



# 高精度なセンシング基盤の構築に向けて

2020/08/21

8



## 都市レベルでの測位補正インフラ

## マルチ GNSS 時代の到来

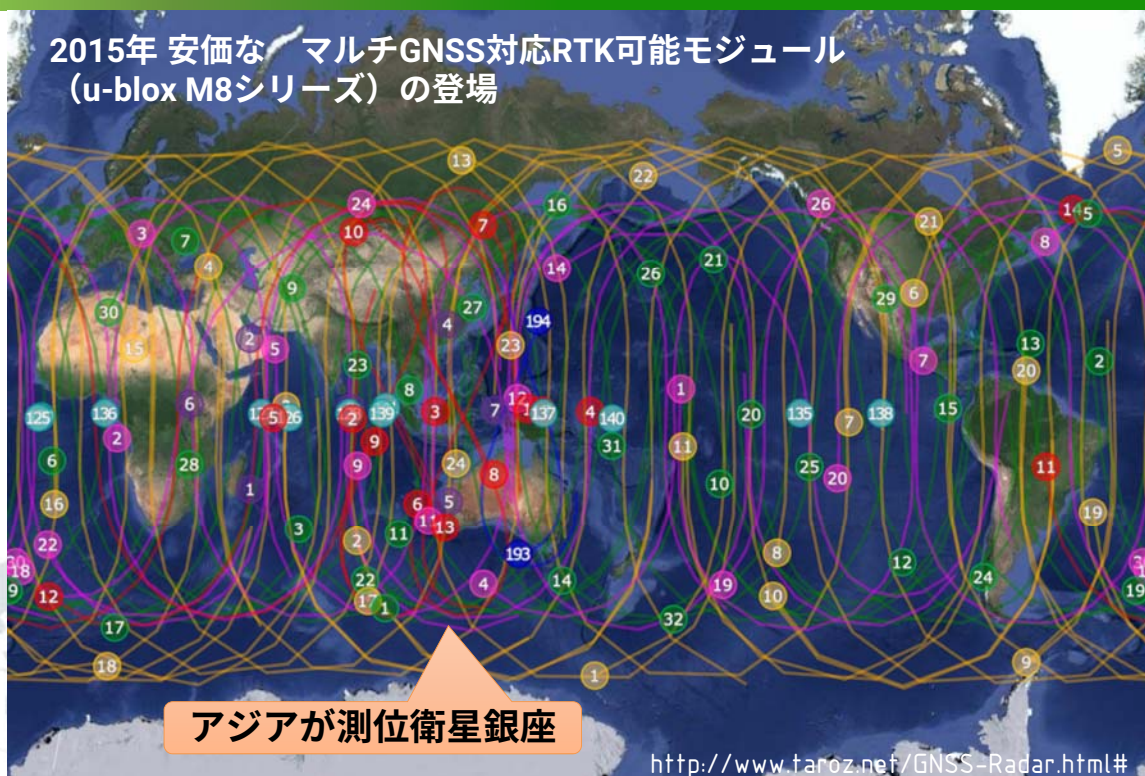
2020/08/21

測位衛星システム保有国：米、ロ、中、EU、日、印

GPS, GLONASS, 北斗, Galileo, みちびき, NAVIC



2015年 安価な マルチGNSS対応RTK可能モジュール  
(u-blox M8シリーズ) の登場



アジアが測位衛星銀座

<http://www.taroze.net/GNSS-Radar.html#>



# 衛星測位の原理

## ■ 未知数

- 受信機の位置  $(x, y, z)$

## ■ 既知

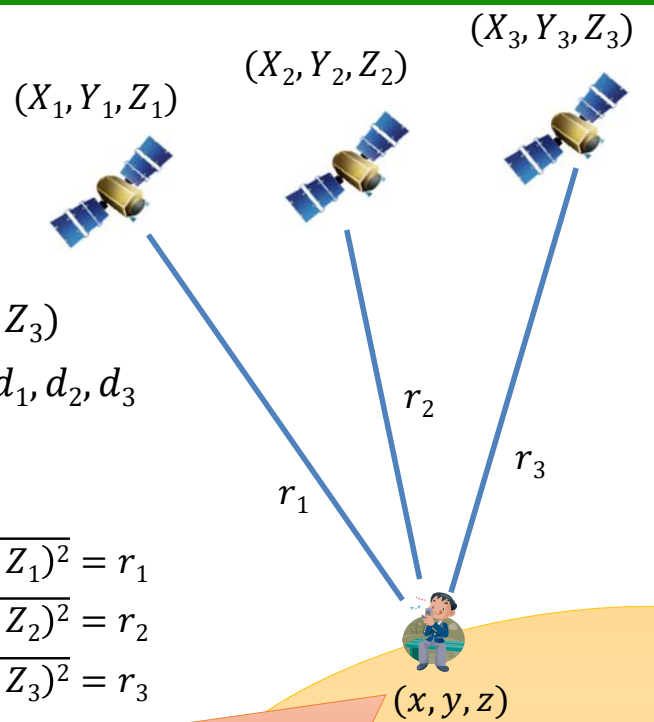
- ある時刻の3つの衛星の位置  
 $(X_1, Y_1, Z_1)$ ,  $(X_2, Y_2, Z_2)$ ,  $(X_3, Y_3, Z_3)$
- その時刻の各衛星からの距離  $d_1, d_2, d_3$

## ■ 連立方程式で計算可能

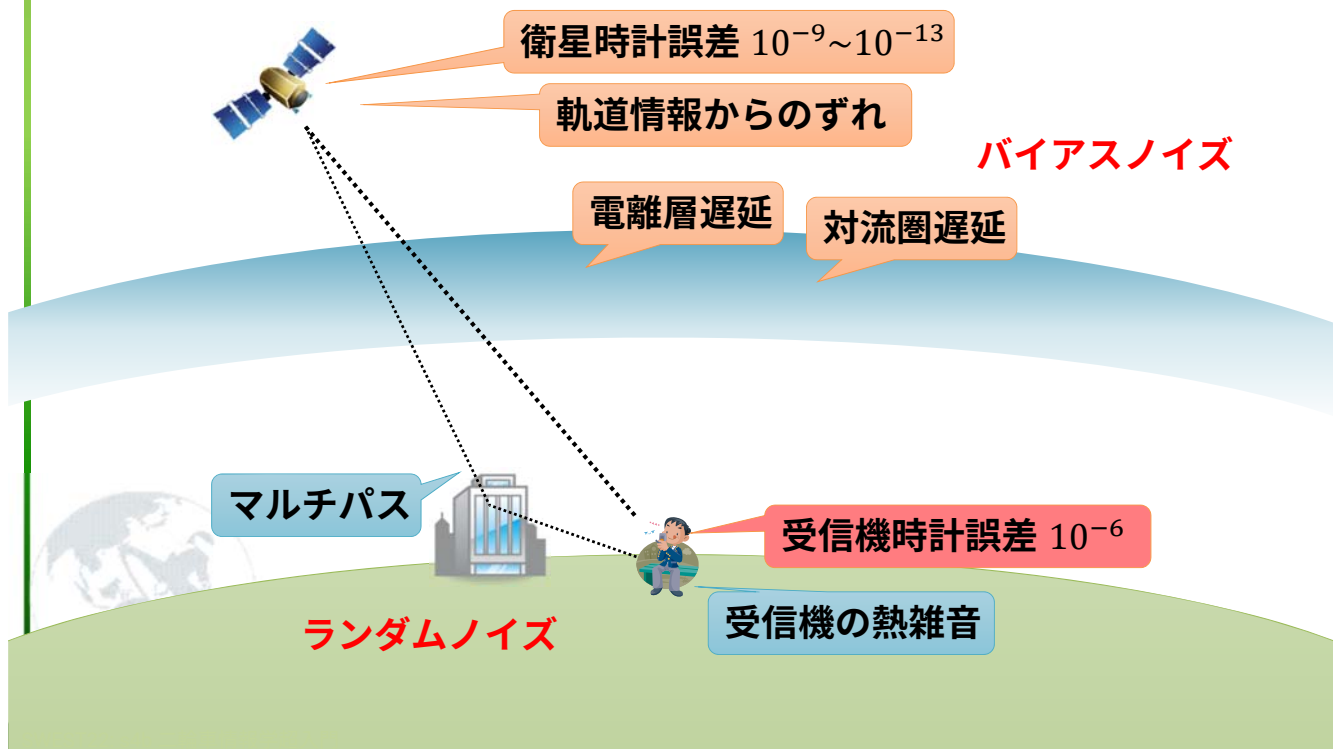
$$\begin{cases} \sqrt{(x - X_1)^2 + (y - Y_1)^2 + (z - Z_1)^2} = r_1 \\ \sqrt{(x - X_2)^2 + (y - Y_2)^2 + (z - Z_2)^2} = r_2 \\ \sqrt{(x - X_3)^2 + (y - Y_3)^2 + (z - Z_3)^2} = r_3 \end{cases}$$

実際は受信機時計の誤差  $\Delta t$  も入れて4つの未知数

SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門



# 衛星測位誤差要因





搬送波 (1575.42MHz)  
1540サイクルで1チップ  
(約0.9775 $\mu$ s)

C/Aコード  
(1.023Mチップ/s  
=1023チップ/1ms)

1540サイクル

1チップ

1023チップ

1ms

トランジスタ技術2016年2月号 p. 54 より抜粋

距離差

近隣の基準局の観測データを用いて誤差を相殺

- 従来の測位：コード測位
  - 1.023Mbpsで繰り返されるコードが何 bit ずれているかで遅延時間を計測し、距離を求める
  - 実機材 1/100~1/300bit の分解能 = **1~3m**
- キネマティック測位：搬送波位相測位
  - 搬送波 (1.575GHz) の波数から距離を求める
  - 実機材 1/100 波長の分解能 = **2mm**
  - 誤差の精密な補正のため、**近くに基準局が必要**
  - **測位信号の直接受信が必須 (反射受信はNG)**

- The figure displays three screenshots of the Trimble NetRS software interface, which is used for processing GNSS data. The top-left screenshot shows a map of Japan with numerous green data points plotted across the islands. The top-right screenshot shows a detailed map of the Saitama region with a sidebar containing station details for 'Saitama' (Saitama City). The bottom screenshot shows a detailed map of the Saitama region with a sidebar containing station details for 'Saitama' (Saitama City).

# 民生用高精度測位サービスプラットフォームの実装（2019年）

2020/08/21



- 2019年：国内通信大手による補正情報配信インフラの敷設およびサービスの提供開始
  - NTT docomo社, KOMATSU社, LIGHTHOUSE社
    - 発表（5月28日），法人向けサービス開始（10月）
    - 国土地理院の電子基準点，docomoによる独自基準点
  - ALES社（SoftBank社とENABLER社）
    - 発表（6月13日），サービス開始（11月）
    - 3300カ所にも及ぶ独自基準点網
- リアルタイム高精度衛星測位（RTK-GNSS）を利用するサービス全般向けの補正情報配信

SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

## 高精度衛星測位による二輪車の位置及び姿勢の計測

2020/08/21



- 250ccのアドベンチャモデルバイク
- 2周波RTK-GNSSを利用
  - 1つの衛星から2つの信号を使えて，収束率が大きく向上
  - 収束した場合の精度は1周波と同等
- アンテナはパニアケース上部
- 今回は，2つアンテナを置いてその差分から姿勢角も計測してみる
  - アンテナ間距離は約23cm
- 地面からのアンテナの高さは約133cm
  - 通常の座席後ろであれば80～90cm程度
  - 運転者が測位の邪魔になるのでアンテナ位置は高いほど良い



SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

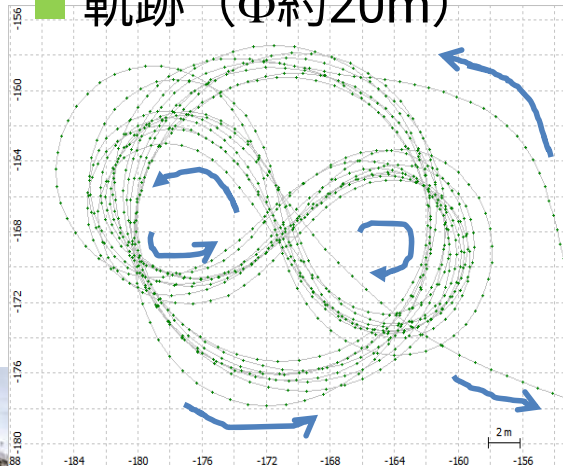


# 円旋回からの8の字旋回走行

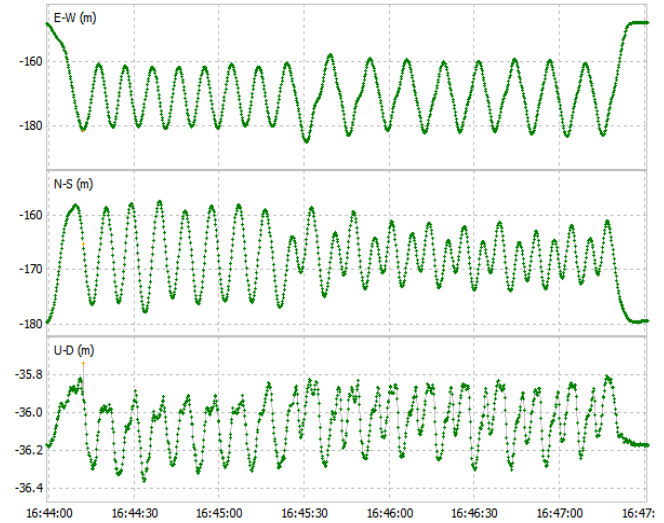
2020/08/21



## ■ 軌跡 (Φ約20m)



## ■ 3方向の変位



定常円

8の字

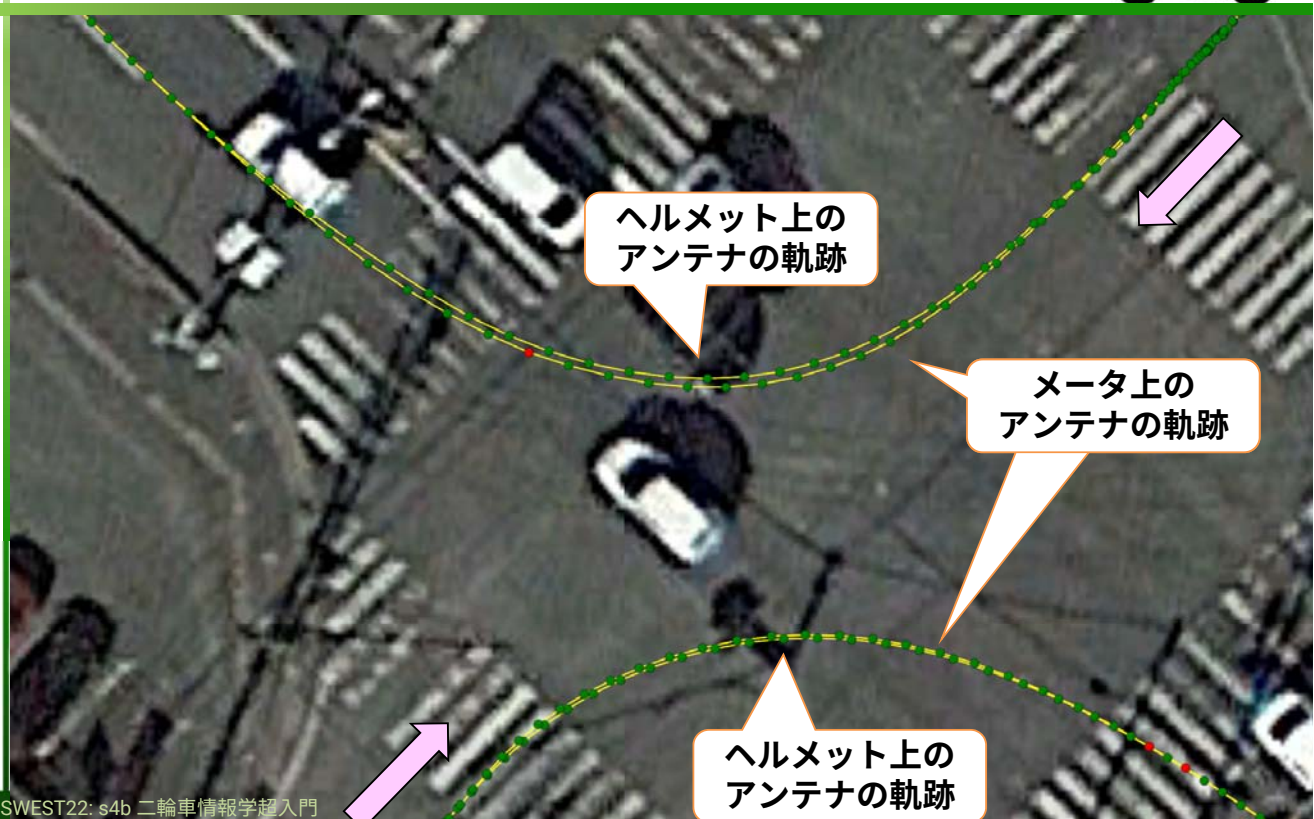
高精度率ほぼ100%!

SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

# メータ上受信機の軌跡とヘルメット上受信機の軌跡

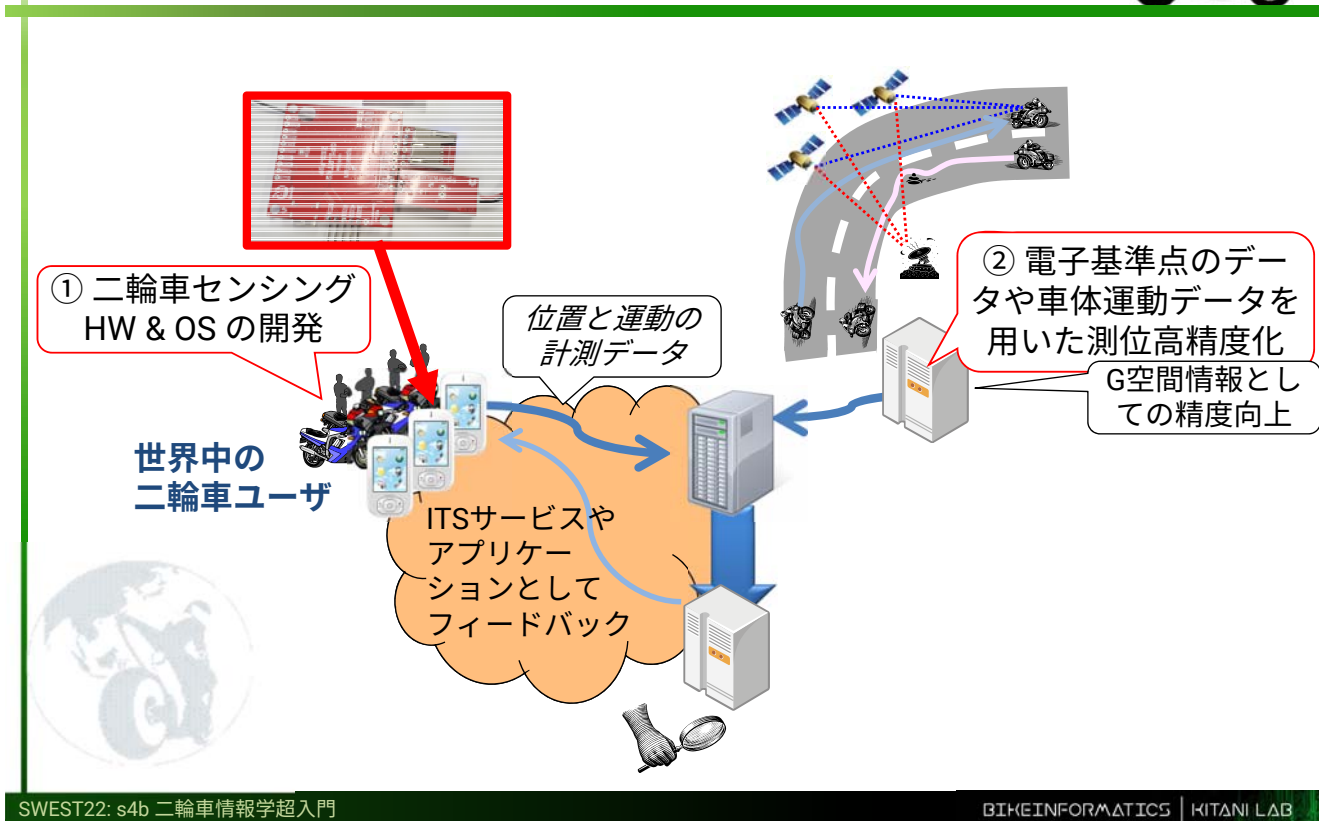
2020/08/21



SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

# 高精度衛星測位技術を用いた 小型モビリティトラッカー製作中！

2020/08/21

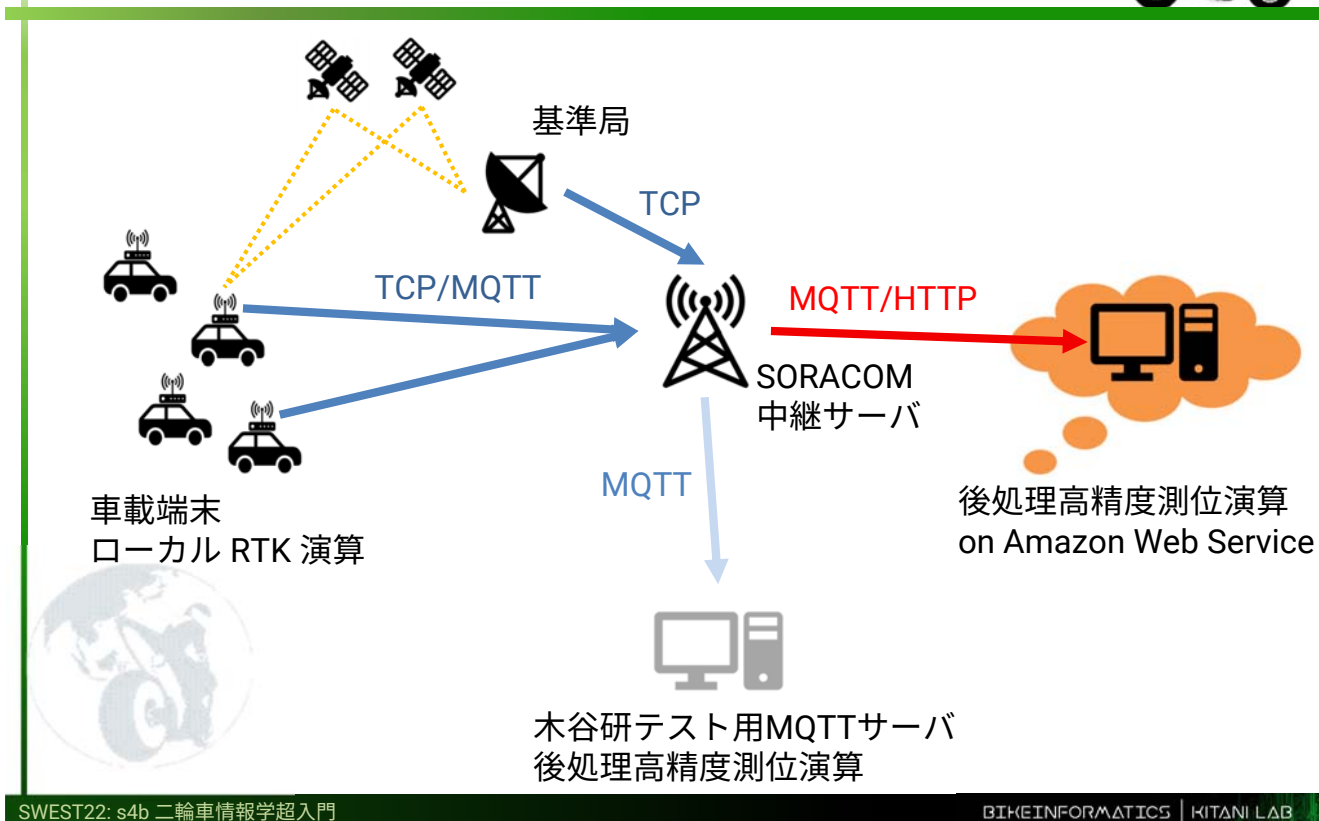


SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

## データフロー

2020/08/21



SWEST22: s4b 二輪車情報学超入門

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB





## 課題

- 交通渋滞，道路建設・維持・管理費用の高騰
- 自動車一辺倒の高度交通システム（ITS）

## 解決策

- 二輪車 ITS，身体延長型の新モビリティの研究開発を促進させるセンシング基盤の構築
- データ処理を容易にする精密な位置情報の付与

## 進捗

- 二輪車車体運動センシングデバイスの研究開発
- 浜松で高精度衛星測位環境を展開・拡大の検証中

## 未来

- 各モビリティが適材適所で活躍する交通社会
- 人間の身体運動も解明し，だれもが身体を延長した感覚で思うがままに移動できる生活環境



# Bikeinformatics センシング基盤 チュートリアル

静岡大学 木谷研究室

曾根卓朗 t-sone@kitanilab.org



BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

## MQTT使った簡単なハンズオンやります



- 可能な人は mosquitto クライアントをインストールしておいてください
  - mosquitto\_sub/mosquitto\_pub
- Mac
  - brew install mosquitto
- Linux (Raspbian, etc.)
  - sudo apt install mosquitto-clients
- Win
  - <https://mosquitto.org/download/>



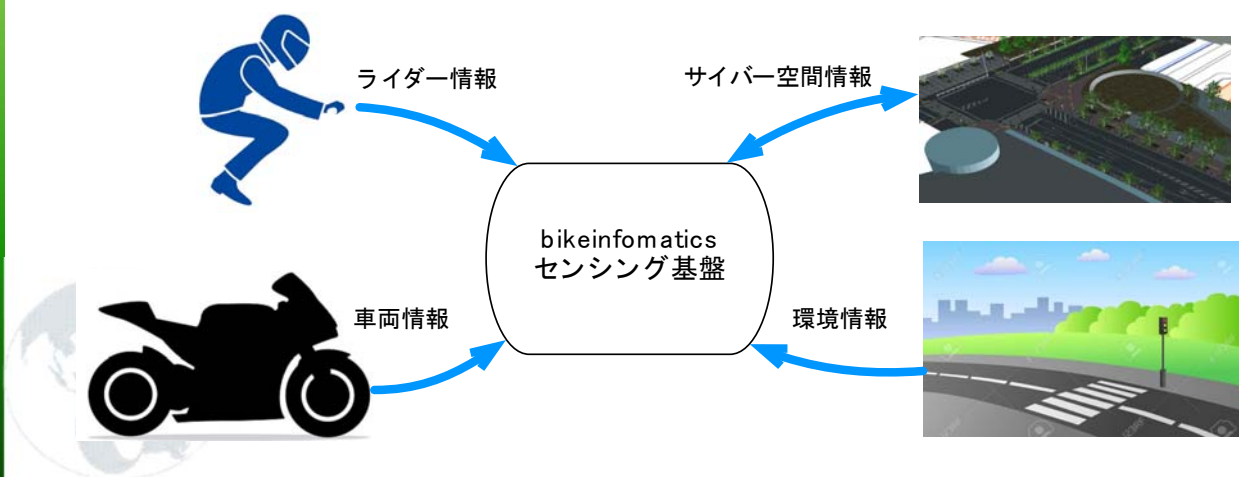


## 背景とゴールイメージ

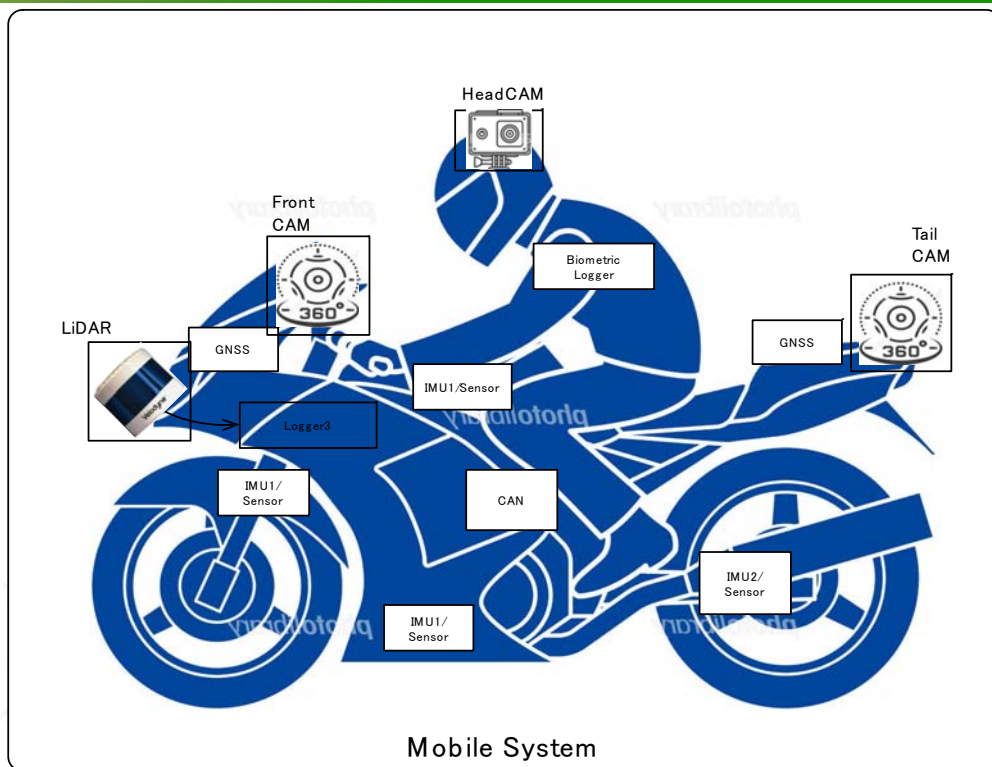
## Bikeinformaticsセンシング基盤とは？



- 二輪車（パーソナルモビリティ）に関連する情報を網羅的に収集、蓄積、加工（、利用）するための情報処理基盤



# BKI センシングシステム



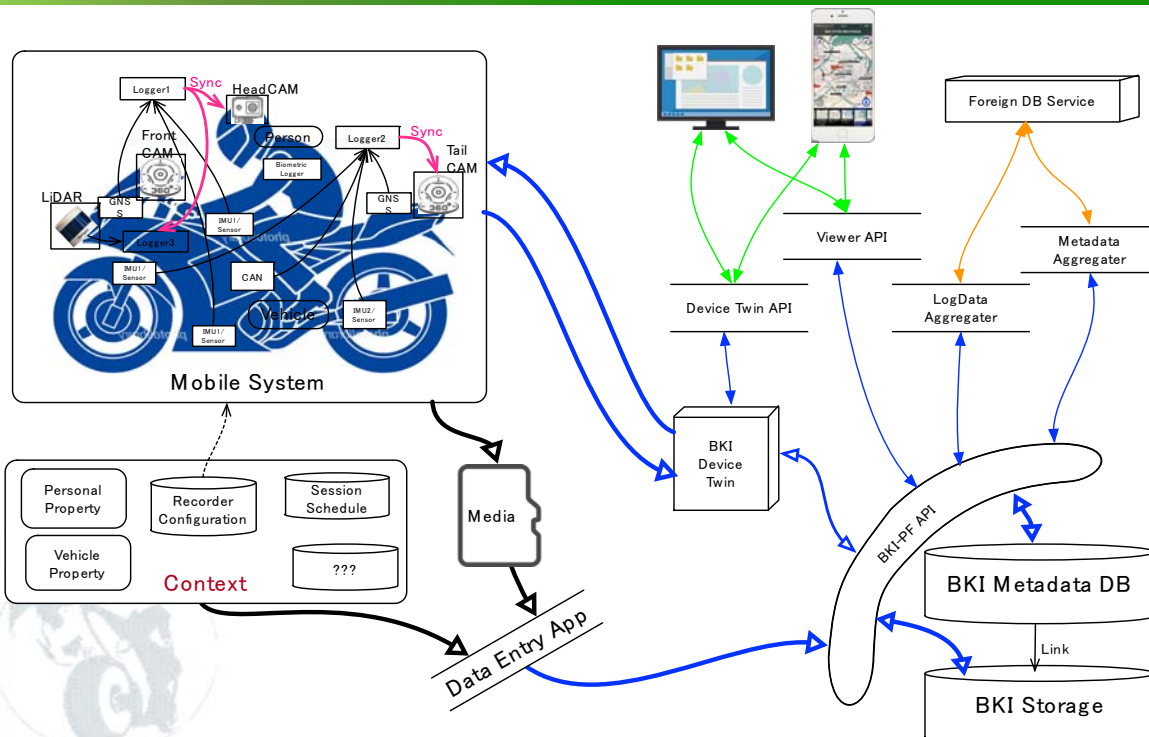
## SmartRiding (ヤマハ発動機, 2013?)



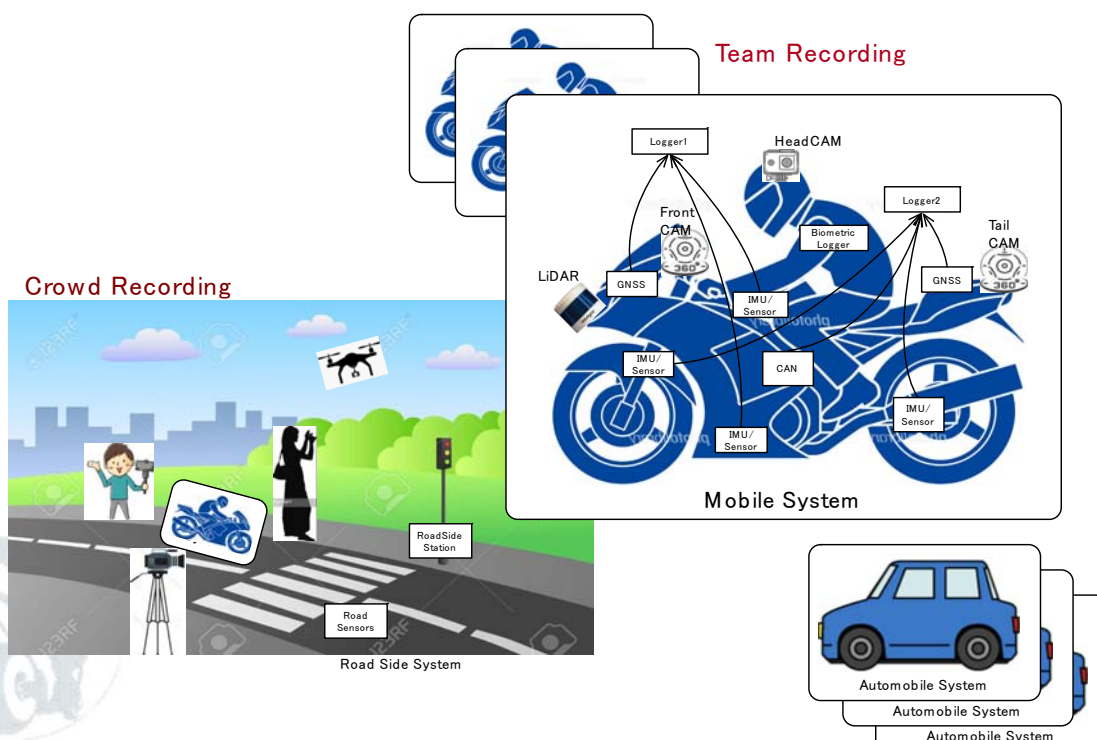
- <https://www.yamaha-motor.co.jp/mc/life/apps/smartriding/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=HTeJ-ehk3IU>



# BKI センシング基盤



# 将来イメージ





## BKI基盤チュートリアル



# システムアーキテク チャと実装 (前半)

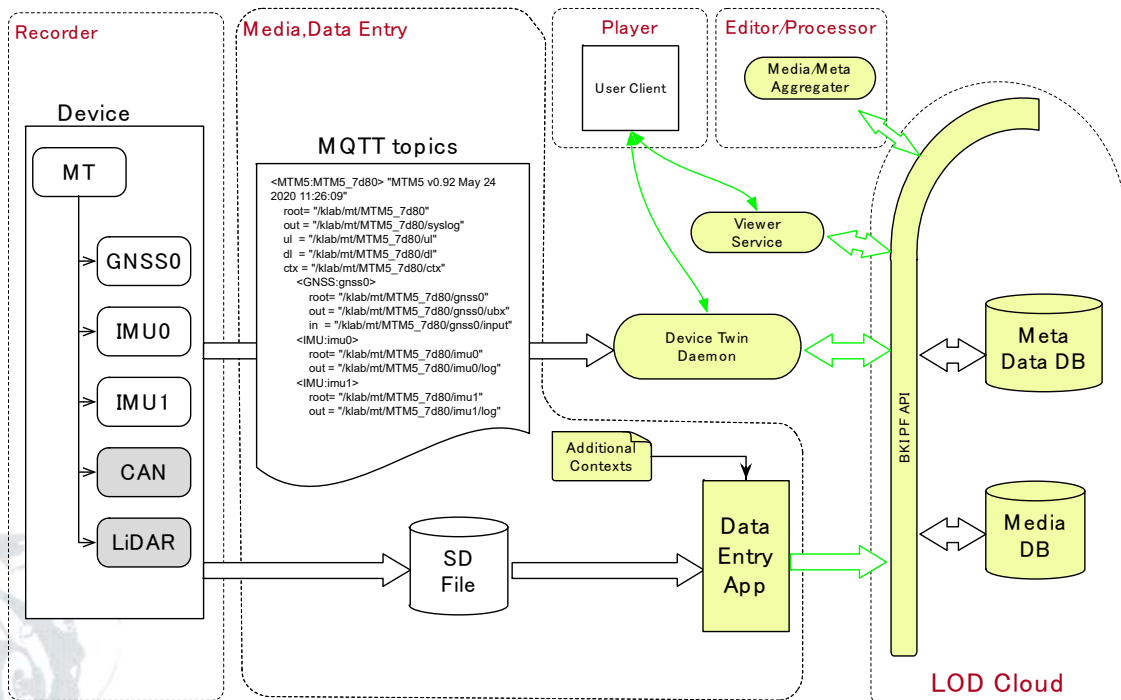
## 要求事項



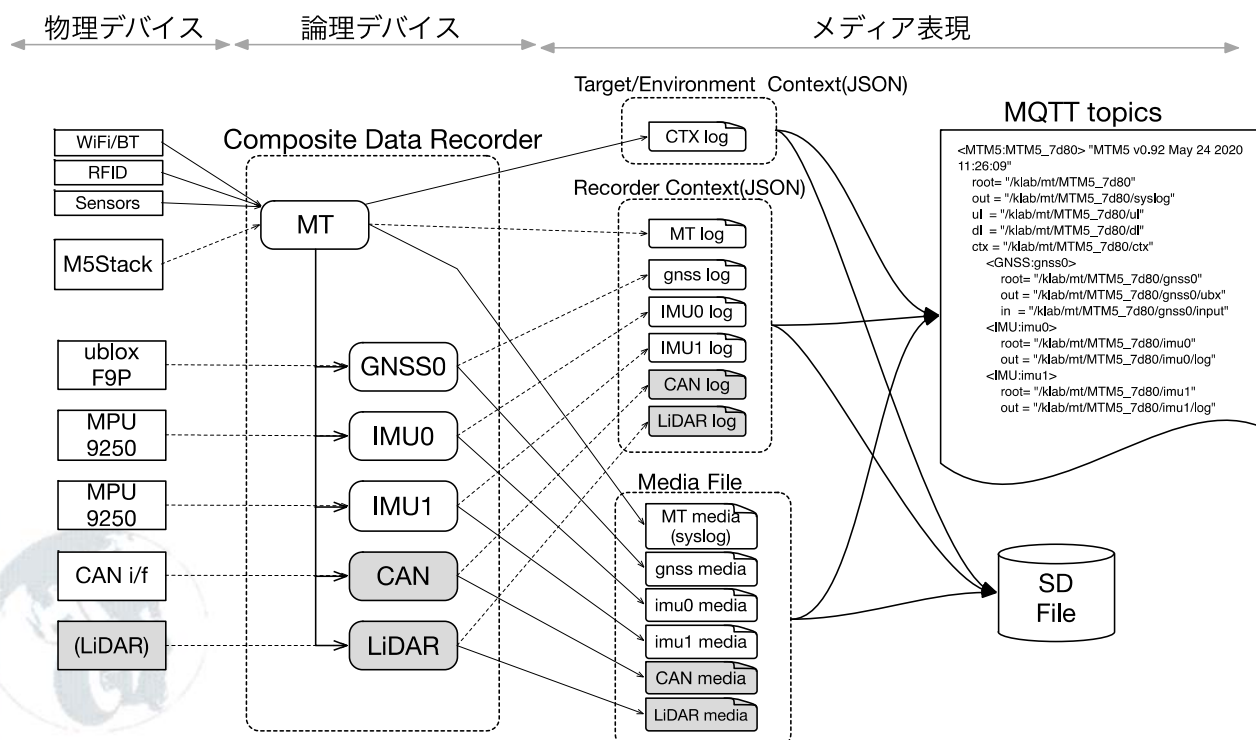
- 高品質なビッグデータ収集
  - 高精度、時刻同期
  - 自動化
- スケーラブル
  - デバイスの追加・統合を自在に
  - クラウドのパワー活用
- オープンアーキテクチャ
  - (可能な限り) 標準準拠
  - LOD: Linked Open Data



# BKI センシング基盤アーキテクチャ

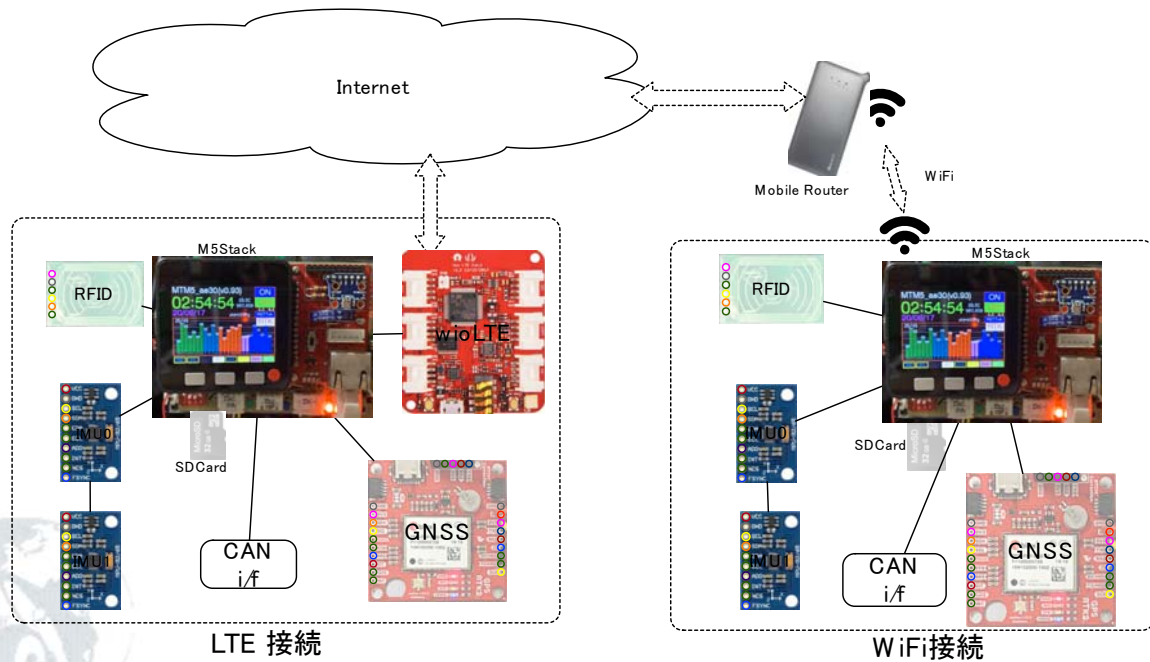


## 物理デバイス・論理デバイス・メディア表現



# MobileTracker (ロガー) 構成

2020/08/21

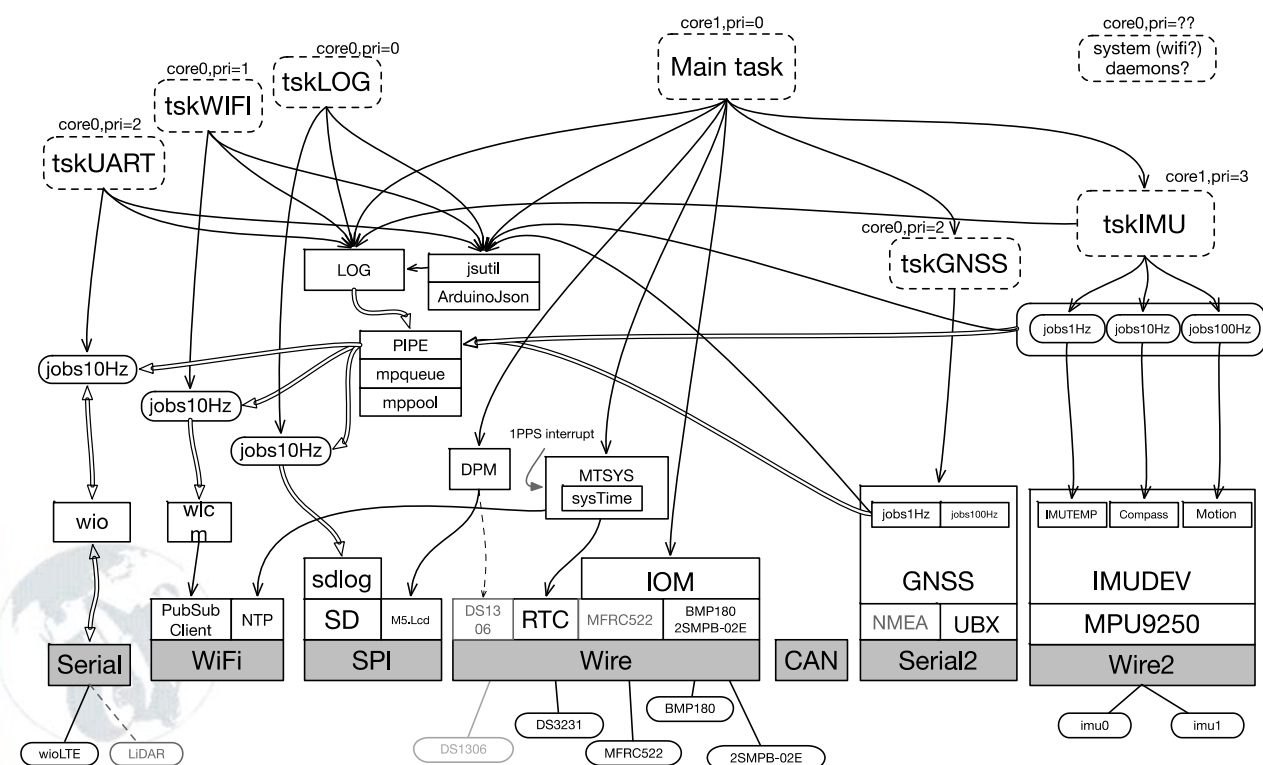


曾根@BKIセンシング基盤チュートリアル

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

# MTM5 (M5Stack) Software構造

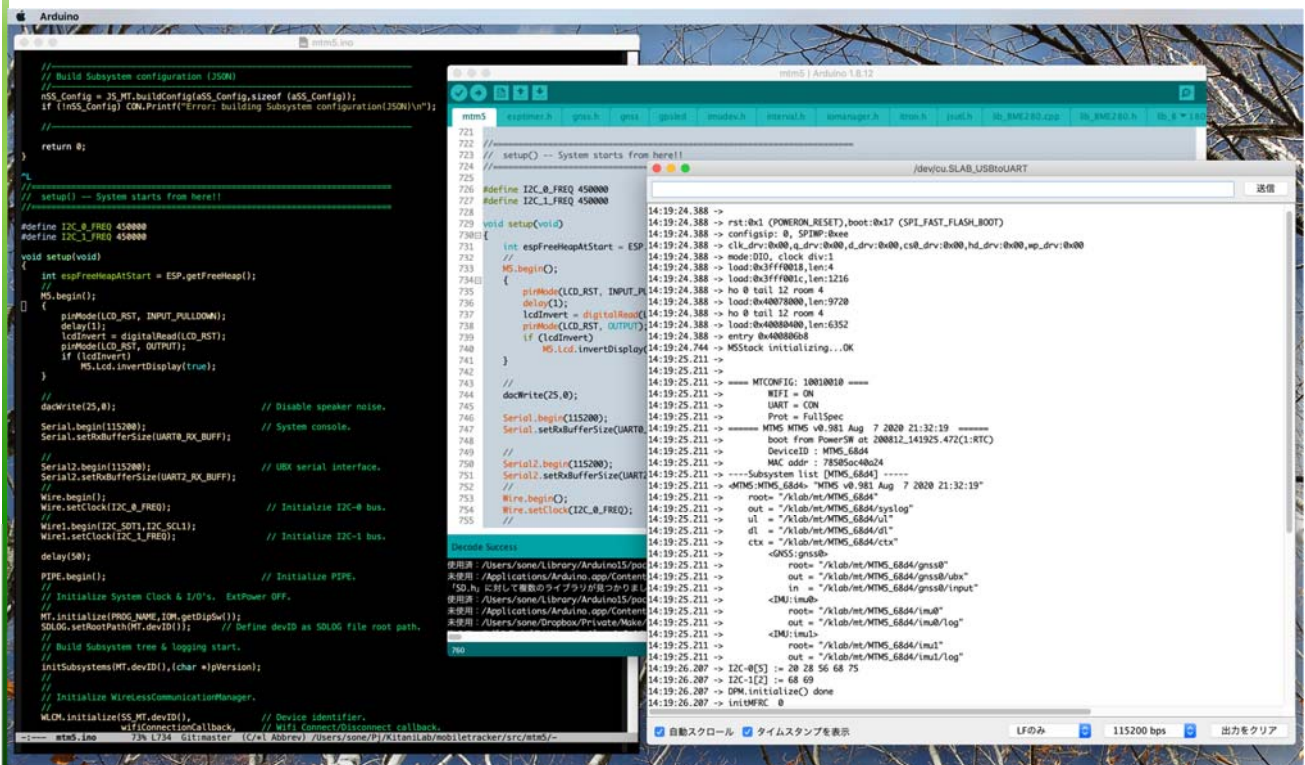
2020/08/21



曾根@BKIセンシング基盤チュートリアル

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

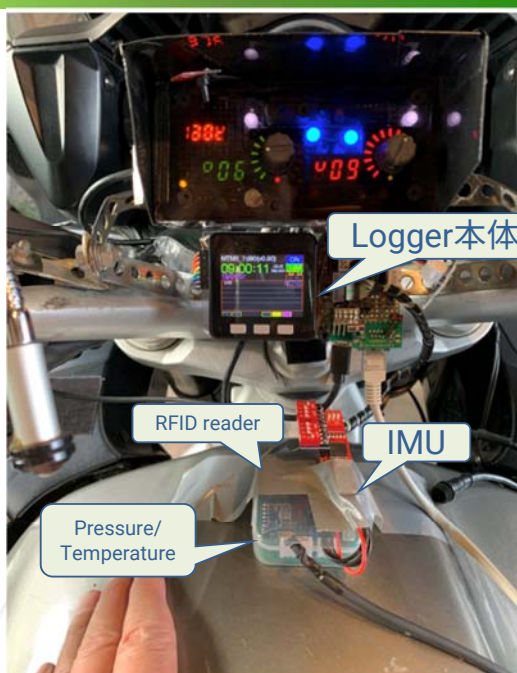
# ArduinoIDE+Emacs



曽根@BKIセンシング基盤チュートリアル

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB

## 実装



曽根@BKIセンシング基盤チュートリアル

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB





# Tour Log Sample

2020 Hokkaido Touring

## ツーリングログ紹介



### GoogleMapでの可視化

- どんなデータが取れてるか
- 測位精度のイメージ
- 通信方式、記録メディアの特性の違い (MQTT, SD Card)
- デバイス多重化の効果 (M5MT (M5Stackベース), neoM8N logger (自作基板) の補完関係)
- スマホとの連携

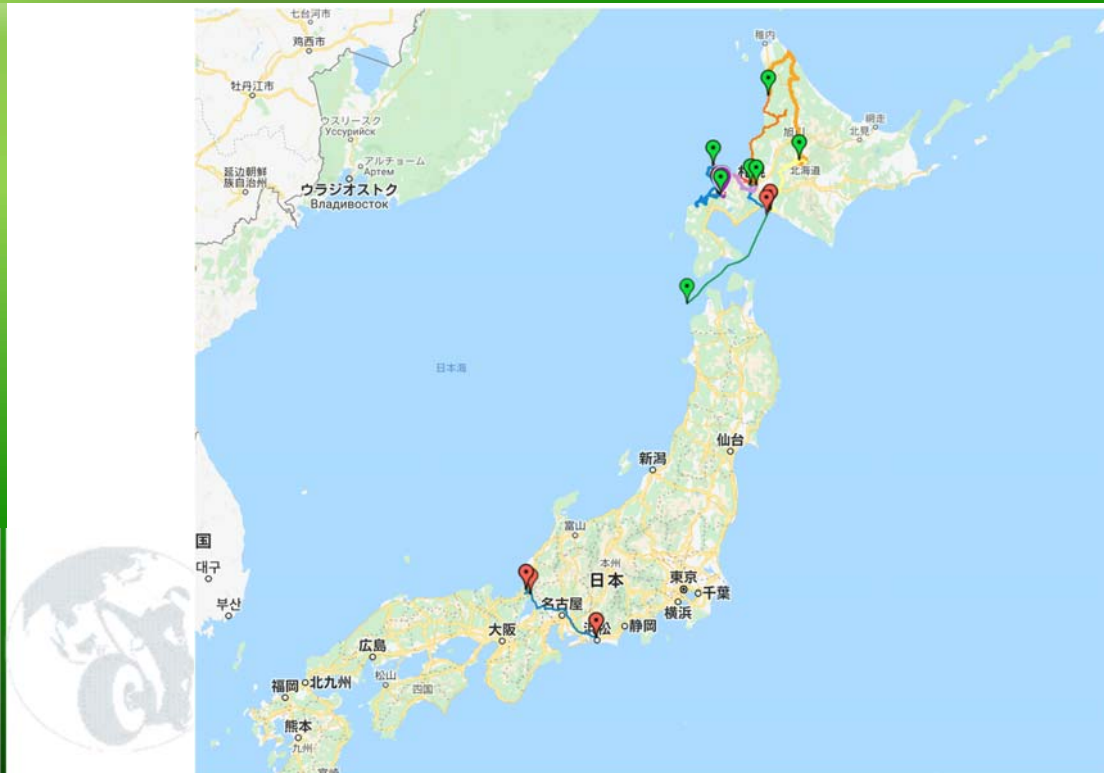
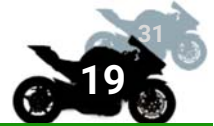
### これから解析予定

- IMUによる車体運動評価、路面状況解析
- 周囲環境、各種イベント (休憩、給油、撮影スポット) 自動記録

### 記録自体がまだできていない項目

- Video記録、LiDAR記録

### Google Mapの限界、独自UIの必要性

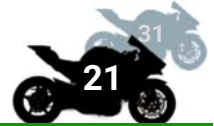


## BKIサーバーを使っのデモ



- MQTT サーバー
  - (公開終了)  
\*\*\*\*.shizuoka.ac.jp
- port番号 40083
- ファイルサーバー
  - (公開終了)  
[http://\\*\\*\\*\\*.shizuoka.ac.jp:40080/data/BKI/](http://****.shizuoka.ac.jp:40080/data/BKI/)





# ログの取得/記録方法

- `mosquitto_sub -p 40083 -h klab.info.shiuzoka.ac.jp -N -t '/klab/mt/+/syslog'`
- 全デバイスのsyslogを取得する場合の例
- `mosquitto_pub -p 40083 -h klab.info.shizuoka.ac.jp -t '/klab/mt/DEVICE_ID' -m 'JSONDATA'`
- /klab/mt は固定
- **DEVICE\_ID** でデバイスを識別
- **JSONDATA** が記録する内容。基本はJSON
- 下位のtopicはデバイス種別毎に定義

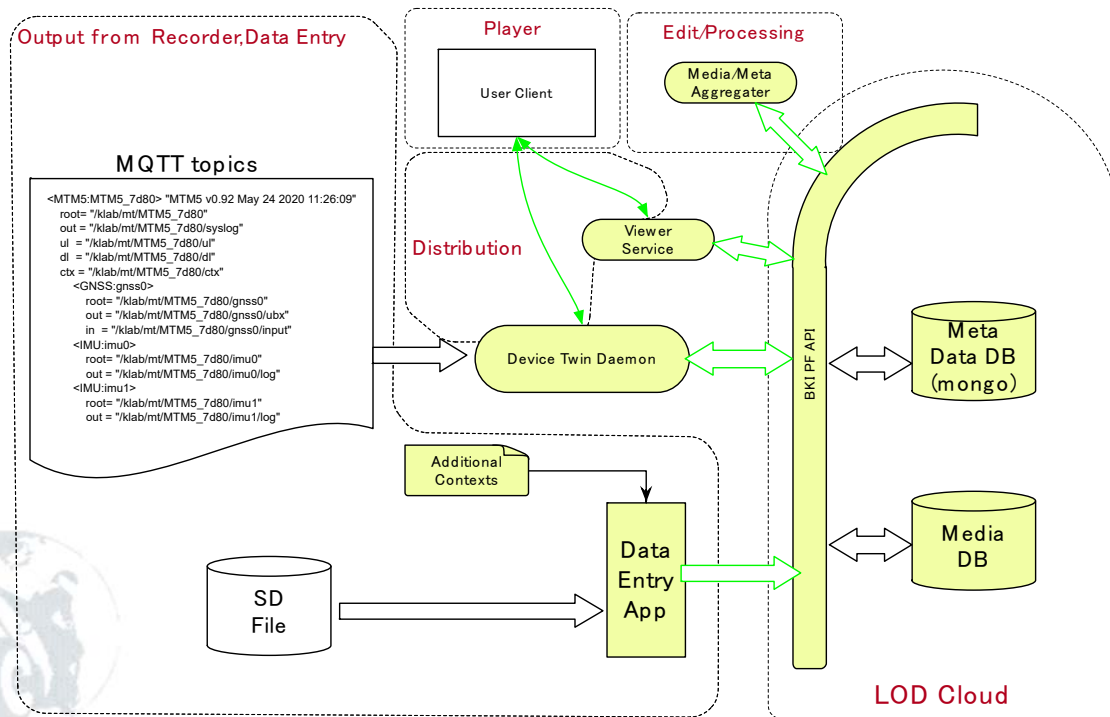


## BKI基盤チュートリアル



## システムアーキテク チャと実装 (後半)



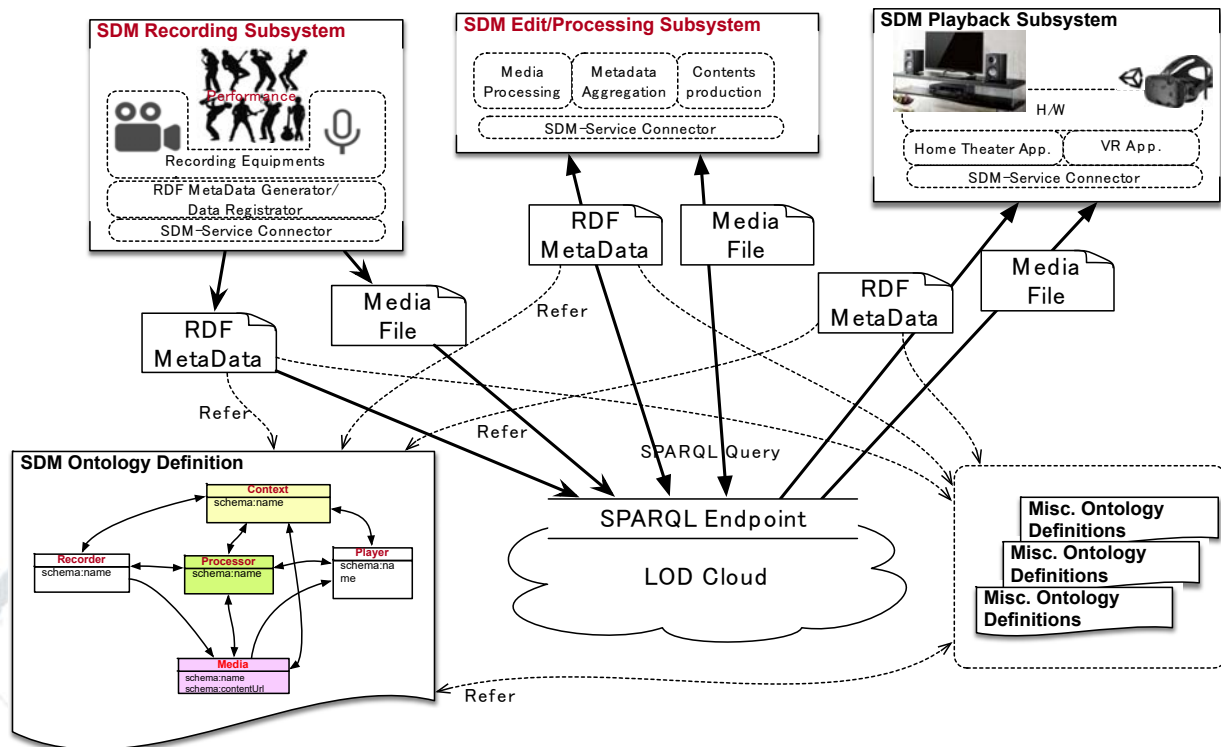
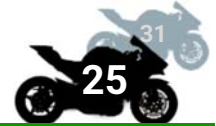


## Software Defined Media

WIDE pj SDM-WG との関連性の紹介

<https://sdm.wide.ad.jp/index.ja.html>

# SDM Subsystems

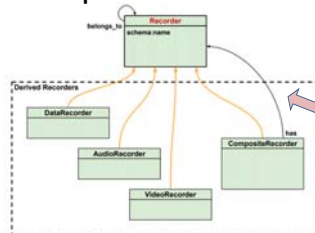


# SDM ontology

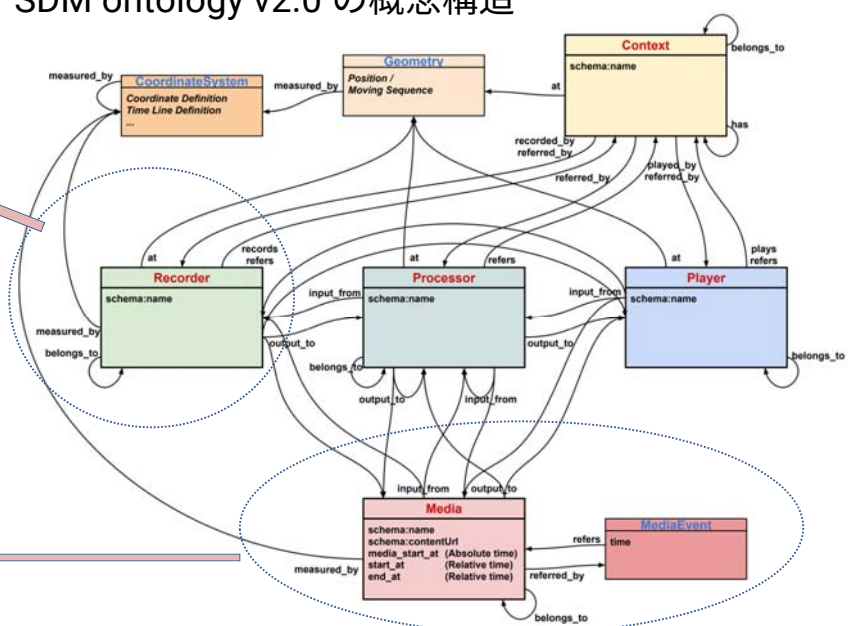
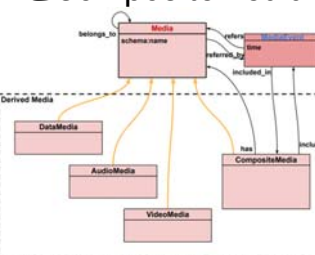


## SDM ontology v2.0 の概念構造

### Recorder派生クラス とCompositeRecorder



### Media派生クラス とCompositeMedia



「再帰的記述を可能とする映像音声メディア・オントロジー」、DICOM2020

[https://tlab.hongo.wide.ad.jp/wp-content/uploads/2020/05/DICOM2020\\_shin\\_v2-3.pdf](https://tlab.hongo.wide.ad.jp/wp-content/uploads/2020/05/DICOM2020_shin_v2-3.pdf)



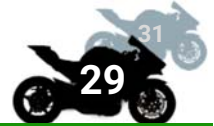
## 今後の展開

## 直近の課題



- 現状システムの不具合改修
- RPi Zero WiFi router 導入
- デバイスバリエーション
  - 映像・音声記録
  - LiDAR
- スキル獲得/募集
  - PCB設計
  - 3Dモデル設計
  - クラウドサービス利用





# クラウド基盤構築

- BKI DB構築
  - SDM ontology BKI拡張
  - LOD Cloud API構築
- Edit/Processing環境整備
  - 外部DBとの連携
- DeviceTwin構築
- Presentation サービス
  - 各種Viewer



# 賛同者募集

- BKI の仕組みに興味がある人。バイク乗り
- 自分でデバイスを作ってみたい人
- クラウドでデータを分析・加工したい人
- DeviceTwin, Simulator を作ってみたい人
- クールな可視化、VR・ARを作ってみたい人
- 静大木谷研までコンタクトください。
  - [bki-info@kitanilab.org](mailto:bki-info@kitanilab.org)



# ありがとうございました

2020/08/21



曾根@BKIセンシング基盤チュートリアル

BIKEINFORMATICS | KITANI LAB