

Bikeinformatics

二輪車情報学

～自動二輪車によるセンシングデータの
収集基盤の構築と課題～

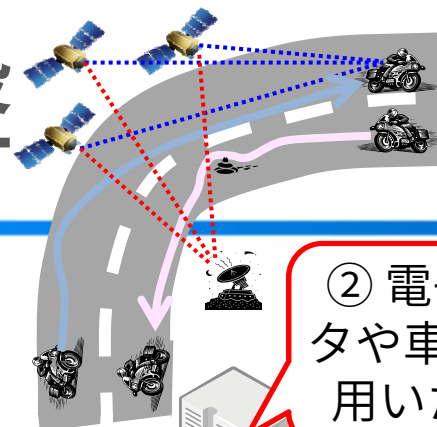
Tomoya KITANI, Shizuoka Univ.

t-kitani@kitanilab.org

2016/08/25 SWEST18 Keynote speech



二輪車センシング基盤



① 二輪車センシング HW & OS の開発

世界中の二輪車ユーザー

メイン市場のASEAN諸国への展開

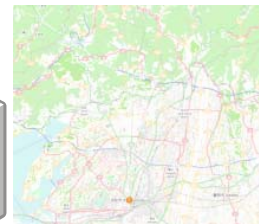


位置と運動の計測データ

ITSサービスやアプリケーションとしてフィードバック

② 電子基準点のデータや車体運動データを用いた測位高精度化
G空間情報としての精度向上

外部のビッグデータやオープンデータの統合利活用

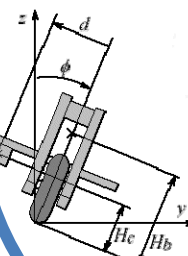


③ 地図や気象等のデータを用いたラベル付け

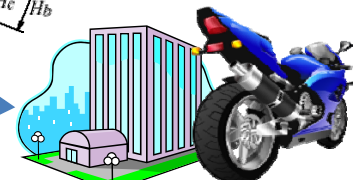
(社会ニーズ例2)
道路インフラ維持管理のための路面状況調査

浜松市

構造化された二輪車big data



(社会ニーズ例1)
車体運動の解析と安全性の向上



二輪車産業界

④ オープンデータとして利用可能なAPIの提供

世界の交通の中の自動二輪車



交通の中の二輪車

2016/08/25



- 2011年の警察庁の交通白書より、交通事故時、二輪車搭乗者は四輪車搭乗者と比べて、**重傷率5倍，致死率2.5倍**



- 二輪車の特徴

- 搭乗者を守るキャビンがない
- 車体が小さく ITS デバイスをつける場所がない
- 不安定で自立できない
- 運転手は身体全体で操作し、バランスを取る必要がある



二輪車の生産台数と 国内メーカーブランドのシェア

2016/08/25



- 四輪同等の生産台数と国内メーカーのシェアの大きさ

生産台数

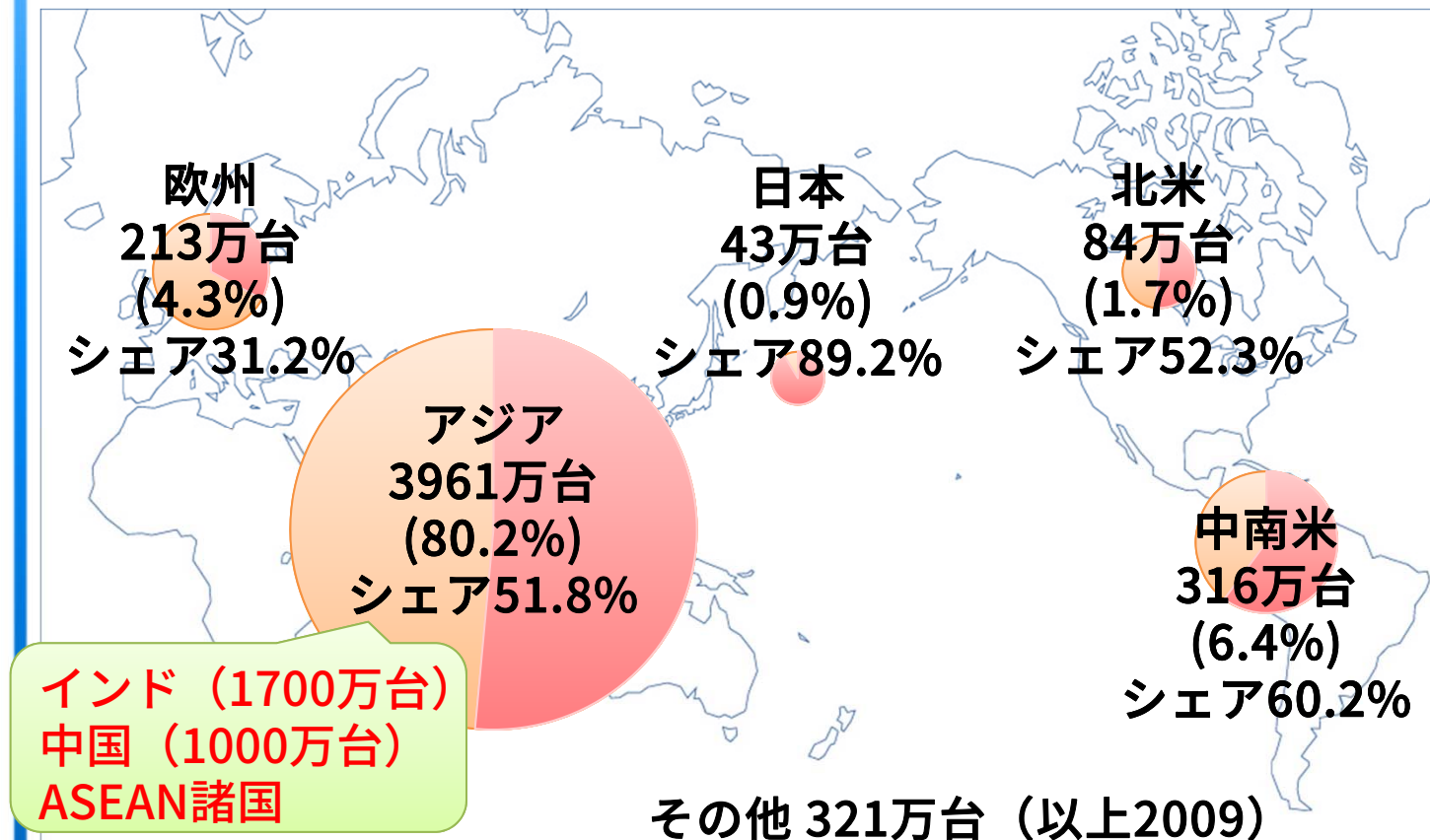
2011年

二輪車 5935万

四輪車 5990万

(四輪は自家用のみ。
トラック・バスを
含むと+約2000万)

出典：日本自動車
工業会ウェブサイト、
環境省 中央環
境審議会騒音振動
部会ウェブサイト



計 4940万台，国内メーカーブランドのシェア48.9% (2009)

(計 6344万台，国内メーカーブランドのシェア42% (2014))

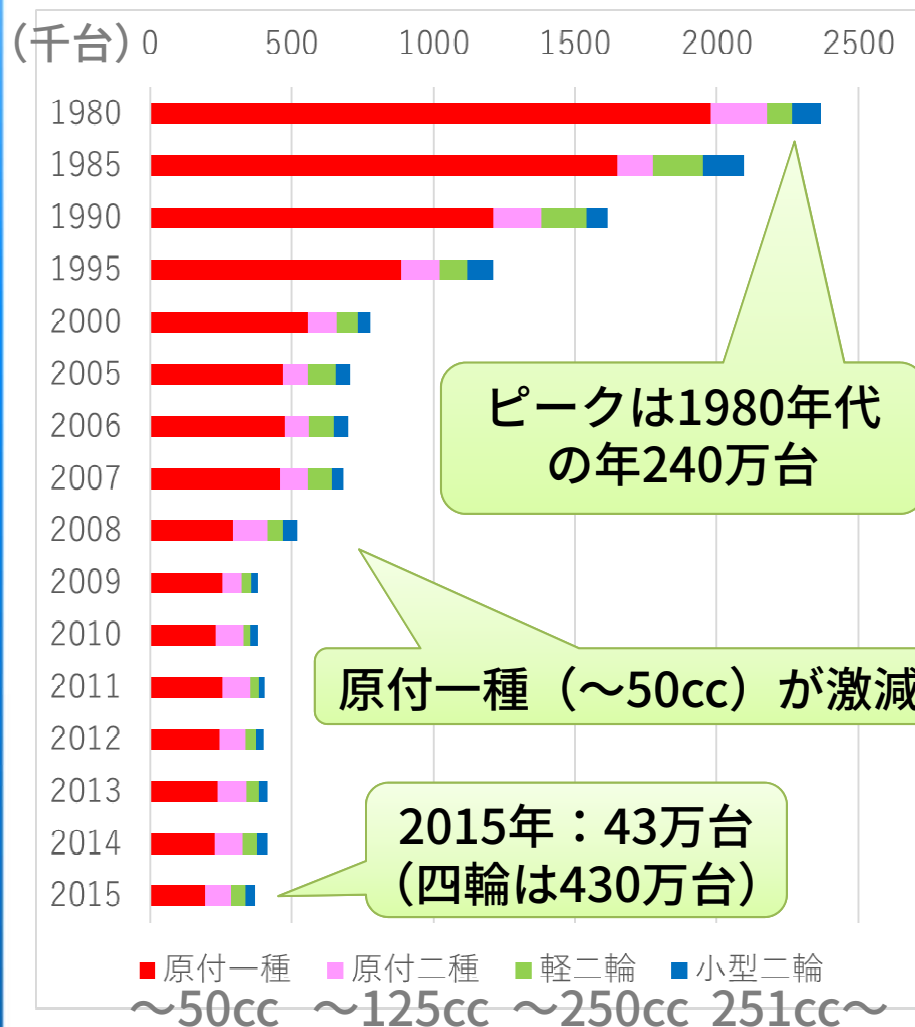
国内の二輪車

2016/08/25

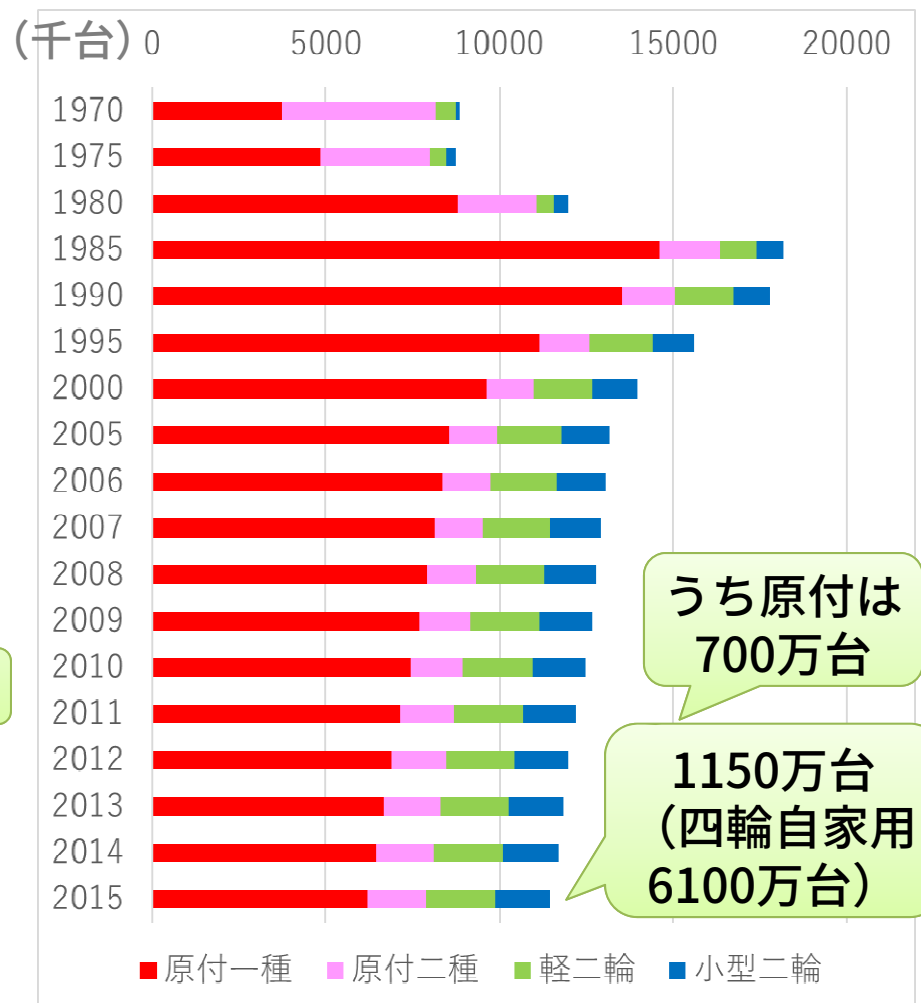
出典：日本自動車工業会ウェブサイト



新車販売台数



保有台数



新興国（主要市場）での二輪車

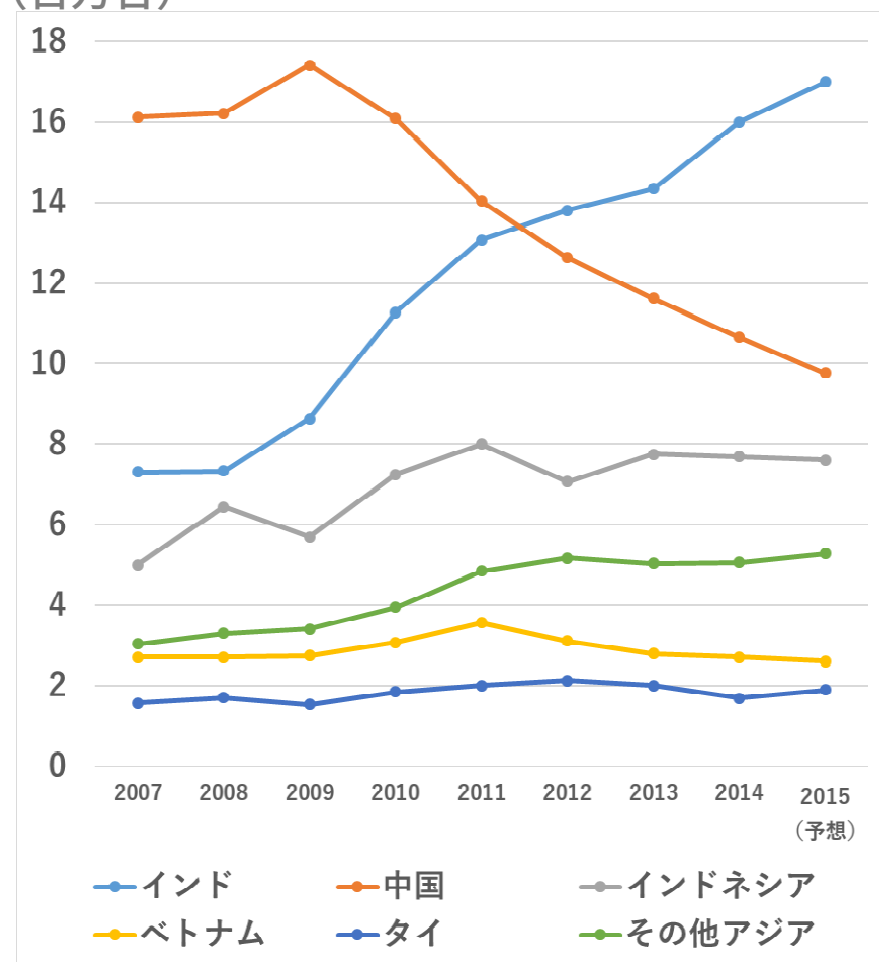
2016/08/25



出典：自動車産業ポータルMarklinesウェブサイト

アジア諸国の二輪車需要

(百万台)



排気量別需要

9割が150cc以下
(原付二種以下相当)

■ 中国 (2013年度生産)

~90cc	100~110cc	125cc	150cc	250cc~
184万	523万	831万	426万	78万

■ インド (2014年販売)

- 車輪12in以下：410万台
- 車輪12in超：988万台
- モペッド (~75cc)：68万台

■ ブラジル (2013年販売)

~50cc	51~150cc	151~300cc	301~450cc	450cc~
4万	136万	14万	0.2万	5万

二輪車（とそのセンシングデータ）が変える未来の交通

2016/08/25



- 二輪車はその運動特性ゆえ，乗り物としてだけではなく，**身体能力の延長**としてのポテンシャルがある



二輪車の研究は，既存の二輪車の進化だけでなく，**身体能力の延長**としての全く新しい**パーソナルビークル**の開発へつなげられる



二輪車運転による脳の活性化と認知機能向上（健康寿命）



© 2014 秋本コウジ

未来の二輪車の2つの方向性

- 現在の大型バイクの進化型
- 高速移動，高い趣味性
- **脚の延長**
- 転倒制御，**生活域の拡大**

二輪車（とそのセンシングデータ）が変える未来の交通

2016/08/25

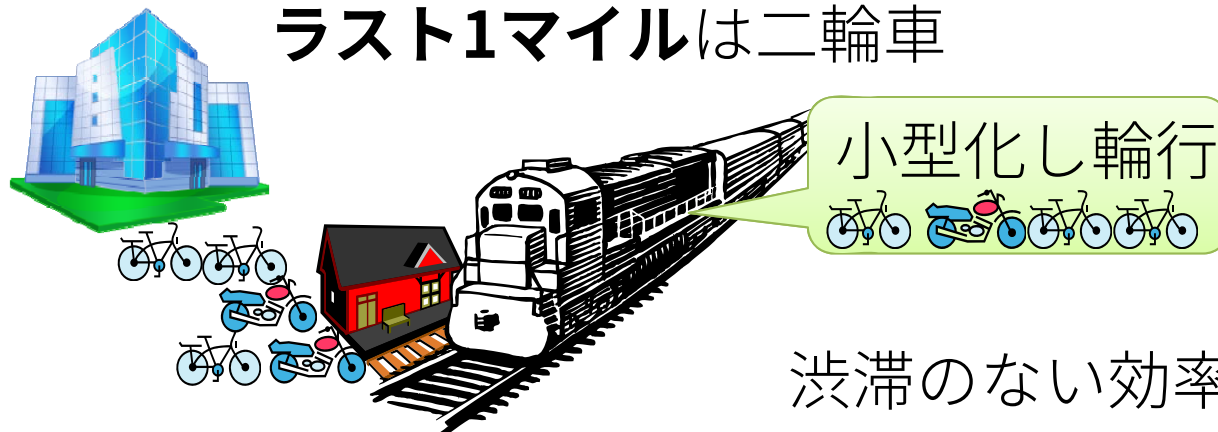


- 既存の交通機関（自家用四輪車，バス・鉄道等の公共交通機関）と組み合わせることで，効率化・快適化



省エネ，省スペース，渋滞の解消，
道路建設・維持コストの低減

長距離移動は公共交通機関
ラスト1マイルは二輪車



渋滞のない効率的な交通網へ

2016/08/25

11

どのような二輪車研究が いまなされているか

Mikuni touge, Hokkaido, 2013/07/09

二輪車研究の現状の調査へ

2016/08/25



- 自動車技術会 2013年春季大会
(2013年5月22日～24日 パシフィコ横浜)
 - 99セッション，発表499件
 - 二輪車関連は1セッション，発表たったの4件
 - パーソナルビークルの研究と合同のセッション
 - 車体運動の研究が主



ニーズ：二輪車の車体安全

2016/08/25



- 二輪車のライダーを含む運動の計算モデル化が必要！安全性指標の導出！二輪版ISO26262（機能安全）用のデータ取得！

ニーズその1

- 四輪車とは全く異なる動き，四輪車向けのITS（特に交通安全支援系）システムの成果を流用できない



ボディがロールする乗り物

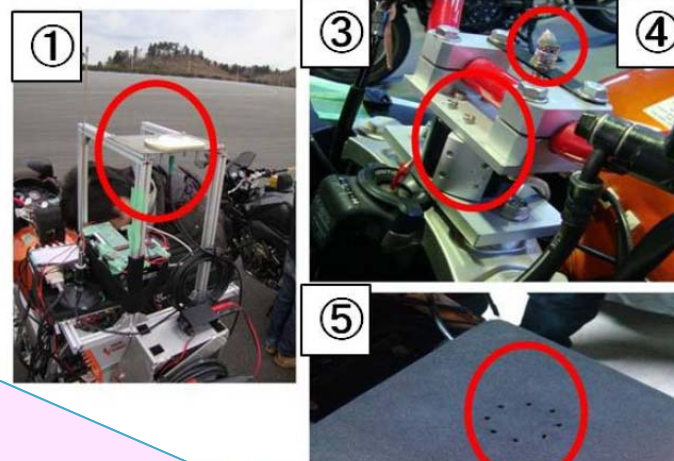
ほとんど
ロールしない！

自技会二輪車 WG による計測実験

2016/08/25



図 1:テストコース(旋回)



	センサ名称
①	RTK-GPSアンテナ
②	車速計
③	ステア6分力計
④	ポテンショメータ
⑤	シート6分力計



図 2:実験車両 A(CBF1000)

- テスト用機材が高価 (1000万円) !
- テスト用機材は重い (25kg) !
- テストライダ, テストコースのみのデータで限られている

図 5:搭載した計測機器(車両 A)



図 8:解析に使用するモデル

渡辺淳士, “2012 年二輪車の運動特性部門委員会WG 二輪車の定量的評価手法構築～走行実験より学んだ事～,” Motor Ring, No. 34, 自動車技術会, 2012



- 従来の機械工学・自動車工学的アプローチ
 - 高価な機器で高確度・高精度に計測
 - テストコース・テストライダーのデータのみで、一般フィールド（公道）のデータはない

- 情報科学的に考える新しいアプローチ
 - 安価で低確度・低精度のセンサを利用するが、大量にデータを取ることで確度や精度をカバーする
 - センシングは、一般ライダー全員を対象に高頻度で行う

2016/08/25

17

社会インフラとしての 二輪車センシングデータの活用

Sou-unkyo mountans, Hokkaido, 2013/07/09

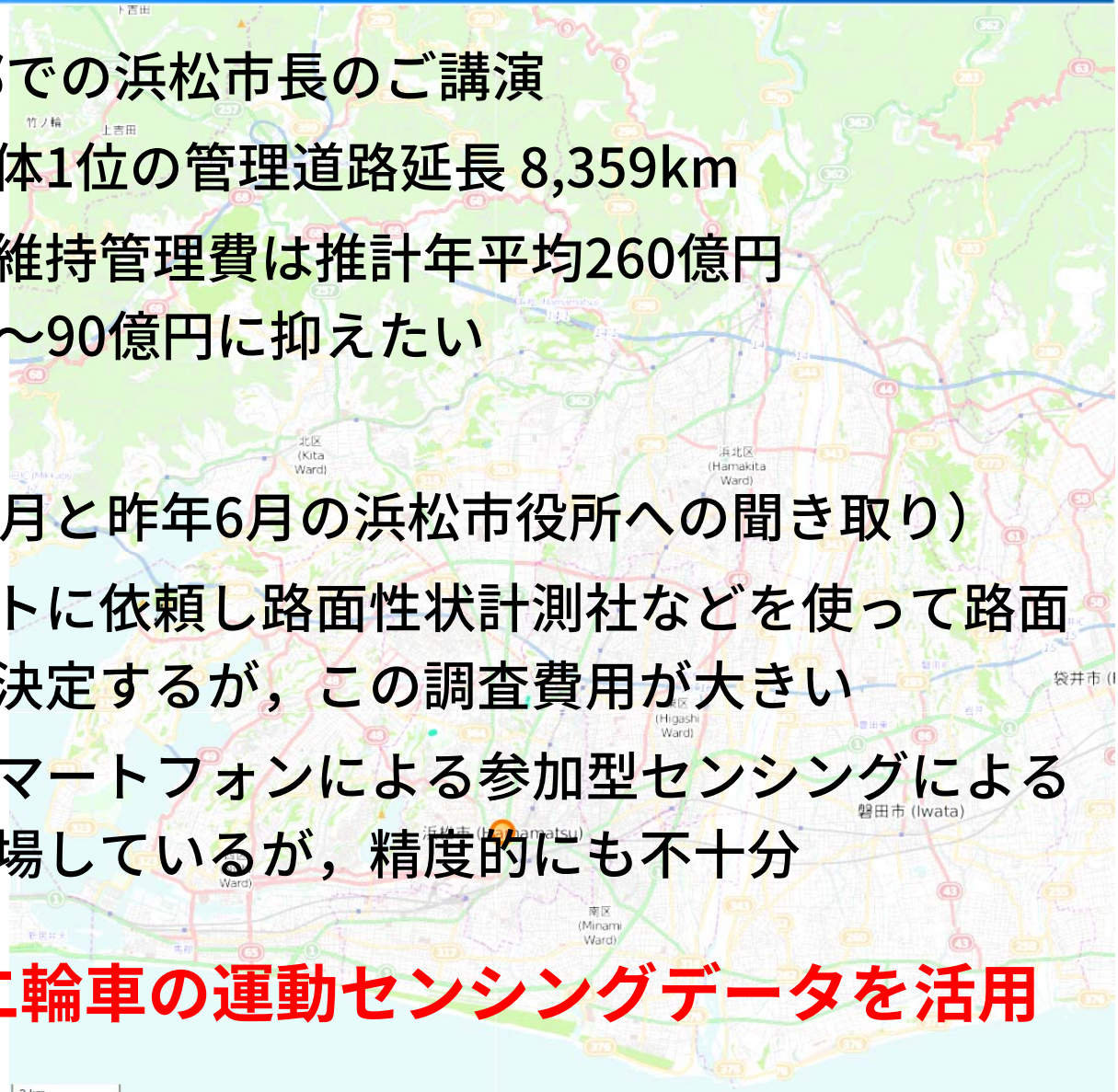
例：浜松市の道路維持

2016/08/25



- 一昨年2月20日弊学部での浜松市長のご講演
 - 浜松市は基礎自治体1位の管理道路延長 8,359km
 - 市内の公共施設の維持管理費は推計年平均260億円
→年間80～90億円に抑えたい
- 道路の管理（一昨年3月と昨年6月の浜松市役所への聞き取り）
 - 道路コンサルタントに依頼し路面性状計測社などを使って路面調査し補修箇所を決定するが，この調査費用が大きい
 - 一般の自動車＋スマートフォンによる参加型センシングによる路面性状調査も登場しているが，精度的にも不十分

 **市内を走る二輪車の運動センシングデータを活用**



路面性状調査の関連研究： 市民による路面異状報告アプリ

2016/08/25



- スマートフォンのカメラ機能とGPS機能を利用して路面異状を報告

- ちばレポ (千葉市)

- いっちょお！ (浜松市)



例えば..



道路に穴が開いていて危ないわ！
いっちょお！で浜松市に報告しよう！

スマホで **いっちょお！** を立ち上げ、写真を撮り送信！

対応いたしました！
ご報告ありがとうございます。



浜松市の部署が対応！

二輪車センシングデータの 路面性状調査への応用

2016/08/25



Class 1
水準測量

高



Class 2
路面性状測量車



Class 3
加速度計



Class 4
目視・体感

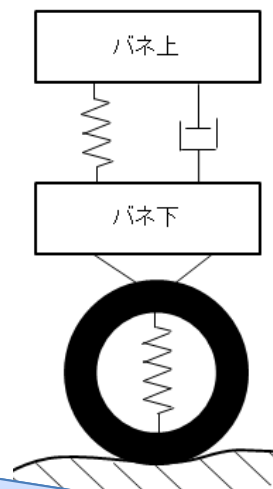
高

精度

利便性

道路状態を表す指標
IRI：国際ラフネス指数

- 路面性状調査を行う上で必要なデータ
 - 使用した二輪車の車種やサスペンションの情報
 - センサの取付位置と固定方法
 - 250mm間隔で区切られた運動データと位置情報
 - 算出に必要な項目のデータ
 - バネ上バネ下の変位，走行距離（250mm），時間，速度（80km/h）



IRIは80km/hで走行する車両を250mm間隔で測定する

総務省「ビッグデータの活用による路面管理の高度化」実証実験 (2014)

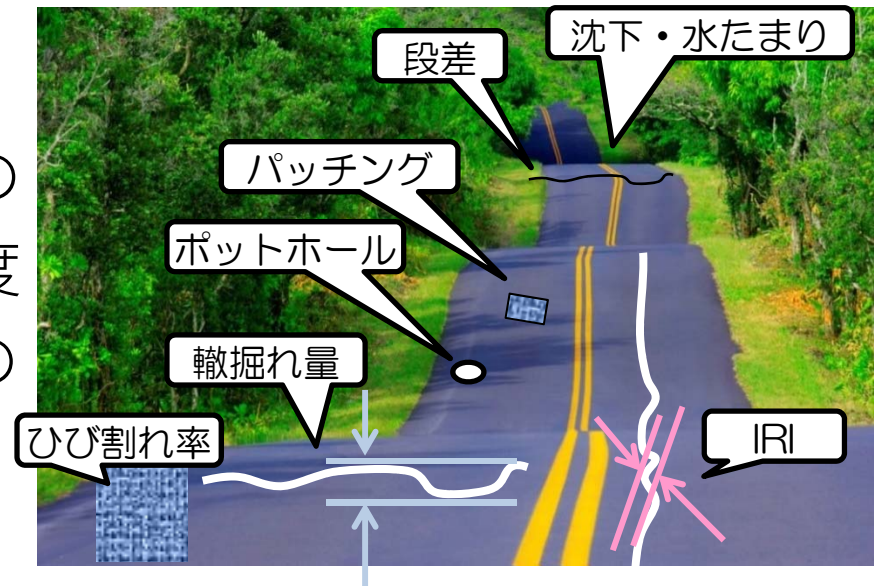


■ 実験内容

- バスやタクシーなどの公共の四輪車車内にカメラと加速度センサをつけて延べ2万kmのデータを収集・分析

■ 実験結果

- 従来の路面性状測定車を使った場合と比較して、全7調査項目中、路面の凹凸度合いを示す**IRI**、**ひび割れ率**、**轍掘れ量**の3項目では測定車と同程度の性能であったが、**ポットホール**、**パッチングの数**、**段差**、**沈下・水たまり**の4項目については、大きな隔たりがあった



二輪車でセンシングする意義： センシング能力

2016/08/25



- 四輪車は道路を車線に沿って線的に走行するが、**二輪車は面的に走行**し、よりセンシングがしやすい
- 二輪車は低燃費，低環境負荷のため，**郵便局や金融機関**などの**市内サービスの足**として利用される
 - 市内の日常的なデータを**毎日網羅的**に集めることができる



二輪車センシングデータから 路面性状の算出

2016/08/25



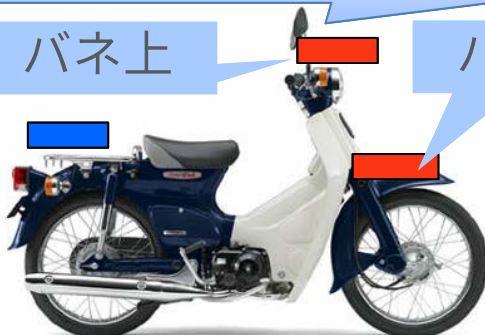
- IRIにバネ上とバネ下の変位が必要
→ 算出する必要がある
 - 加速度の積分で算出可能

IRI算出に必要な加速度のデータ
取得のためのセンサ取付位置

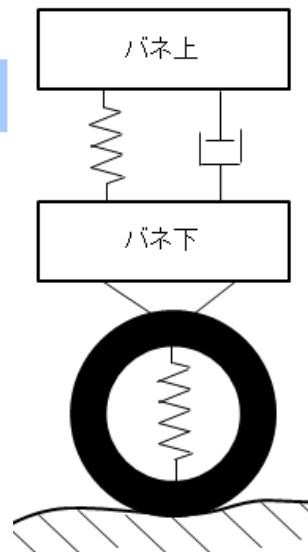
市内金融機関の営業車

バネ上

バネ下



- センシングユニット
- GPSとロガー



$$IRI = \left\{ \int_0^{L/V} |\dot{Z}_2 - \dot{Z}_1| dt \right\} / L$$

Z_1, Z_2 : バネ上(下)質量の高さ [mm]

\dot{Z}_1, \dot{Z}_2 : Z_1, Z_2 の時間の導関数 [m/s]

L : 走行距離 [m]

t : 時間 [s]

V : 走行速度 [m/s]

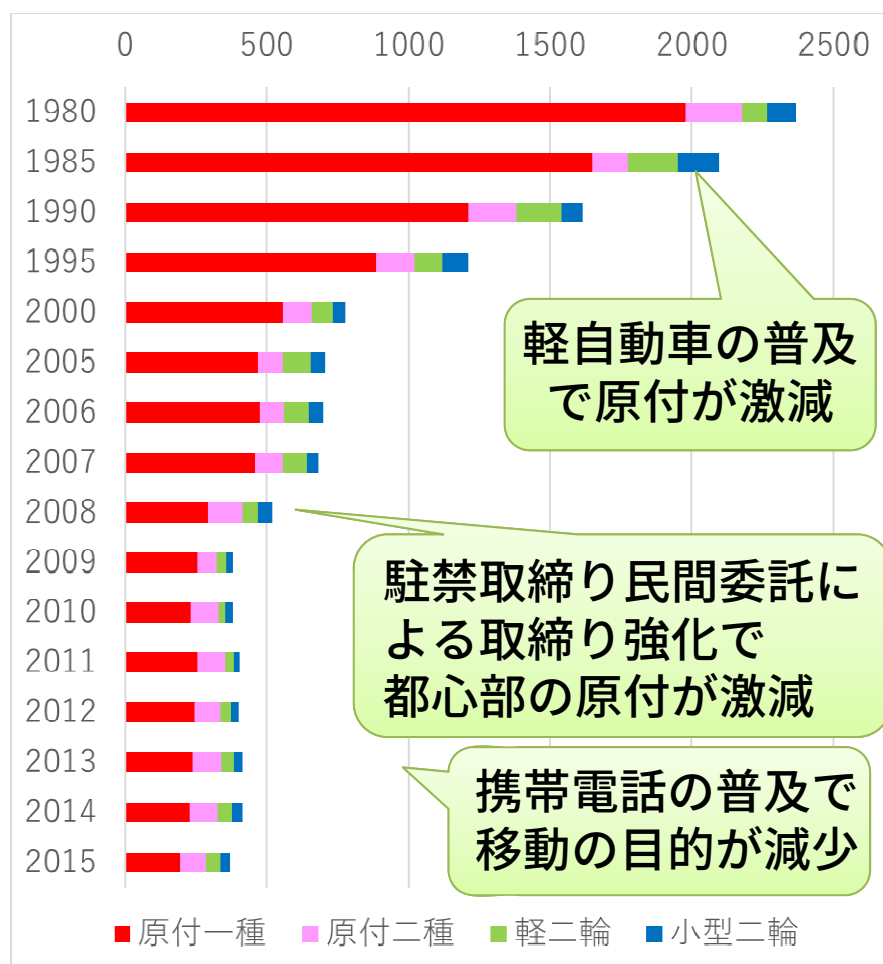
- 金融機関営業車20台に乗せてのデータ取得準備中

交通社会を変えるには 二輪車を取り巻く環境から

2016/08/25



国内新車販売台数



二輪車中心の交通社会の課題

- 利便性の向上
 - 駐輪場の整備
 - 安全性の確保
- 利便性以外の目的の創出
 - 運転の楽しさの再認識
 - 運転動作による脳の活性化に伴う健康寿命の向上
 - 乗れば乗るほど社会がよくなるフィードバック
 - 人の行動範囲の拡大
 - センシングデータの活用

2016/08/25

Bikeinformatics

26

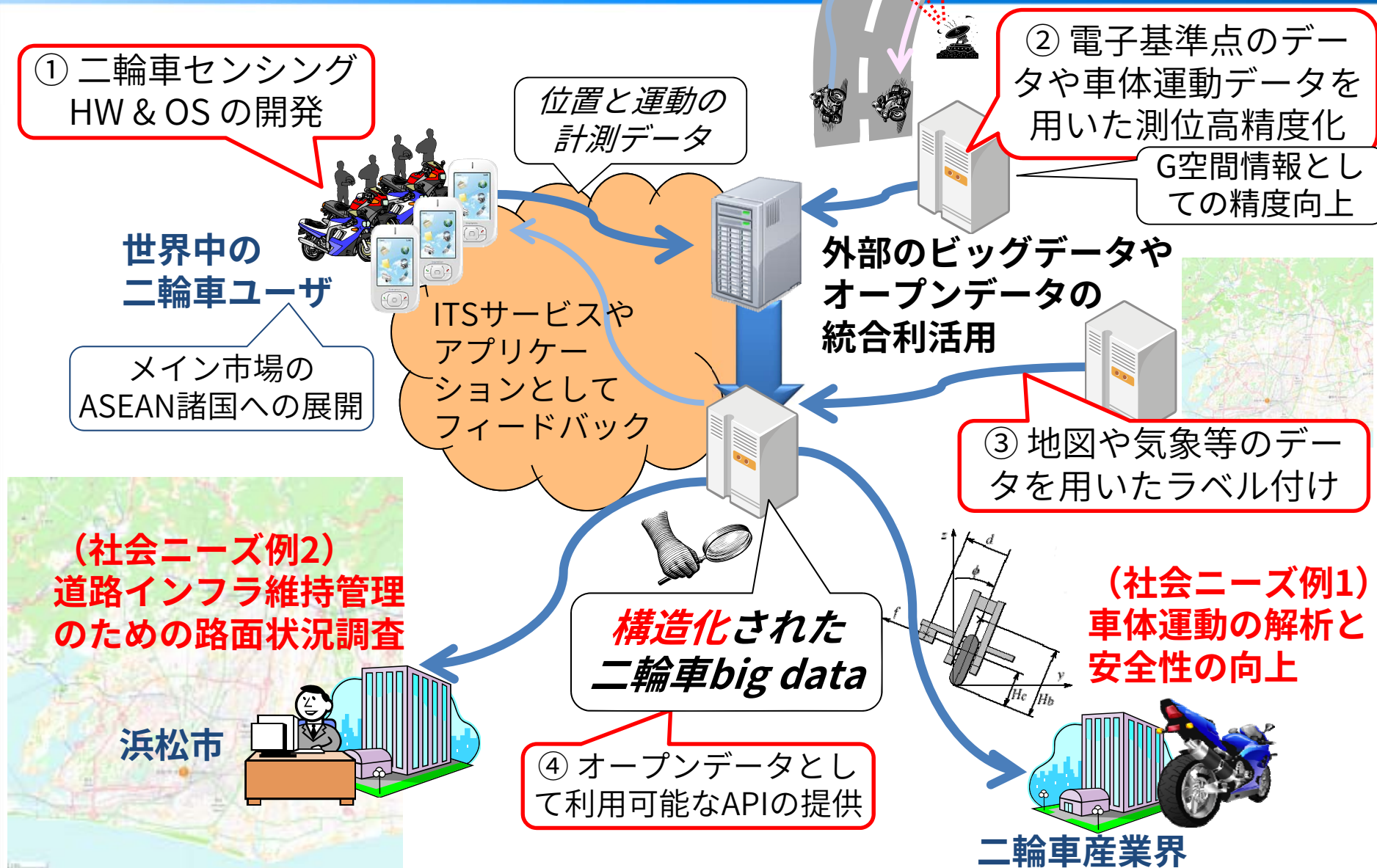
二輪車車載センサによるセンシング インフラとビッグデータの創出



Parking lots of Hamanako Garden Park, Hamamatsu, 2012/01/11

二輪車センシング基盤

2016/08/25



二輪車センシング基盤

2016/08/25



① 二輪車センシング
HW & OS の開発

位置と運動の
計測データ

② 電子基準点のデータや車体運動データを用いた測位高精度化

G空間情報としての精度向上

世界中の
二輪車ユーザ

ITSサービスや
アプリケーション

外部のビッグデータや
オープンデータの
統合利活用

1st issue : Internet of Motorcycles

- 二輪車センシングインフラをどうやって確立するか
 - 二輪車の情報をどう集めるか
 - 車体運動を運動センサでセンシング？
 - それらのデータをどうやってインターネットで送る？

デー
付け

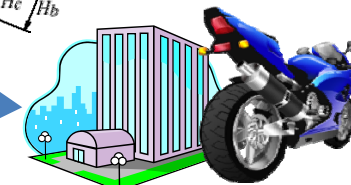
ズ1)
解析と
上

浜松市



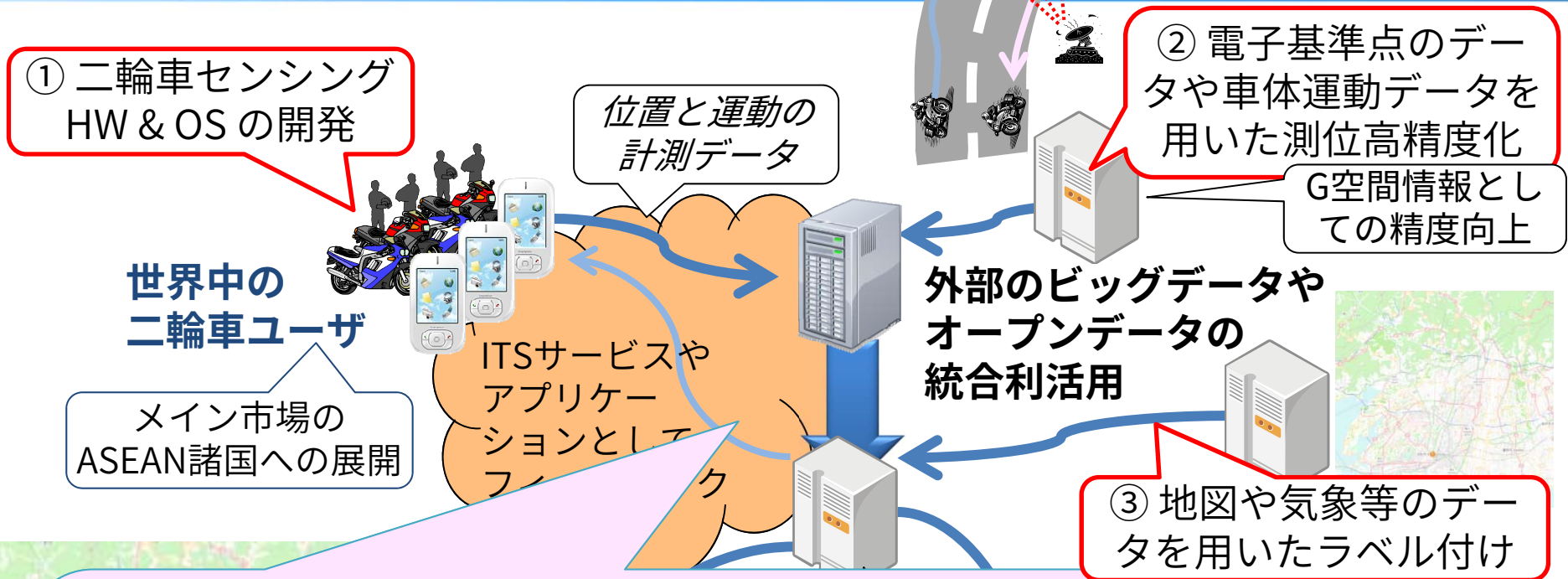
④ オープンデータとして
利用可能なAPIの提供

二輪車産業界



二輪車センシング基盤

2016/08/25



2nd issue : BIGDATA

- 集めた生データから、どのようにして利活用可能な構造を持ったビッグデータを創出するか
 - ラベリングやアノテーション
 - 要自動化

1)
析と

二輪車センシング基盤

3rd issue :

Application and Services

- 創出したビッグデータにどのような応用があるか
 - 車体運動解析と安全性向上
 - 道路維持管理のための路面状況調査
 - 一般ライダーへのフィードバック

① 二輪車センシング HW & OS の開発

世界中の
二輪車ユーザ

メイン市場の
ASEAN諸国への展開

位置と運
計測デー

ITSサービスや
アプリケーションとして
フィードバック

③ 地図や気象等のデータを用いたラベル付け

(社会ニーズ2)
道路維持管理のための
路面状況調査

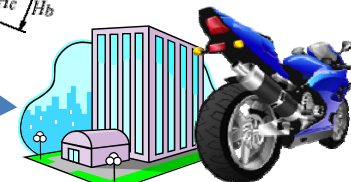
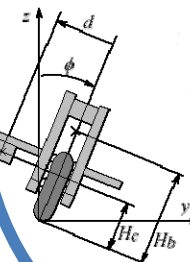
浜松市

構造化された
二輪車big data

④ オープンデータとして
利用可能なAPIの提供

(社会ニーズ1)
車体運動の解析と
安全性の向上

二輪車産業界



2016/08/25

31



再度問う：「二輪車を」研究しないといけないのか

～四輪車の研究の流用ではダメなのか～



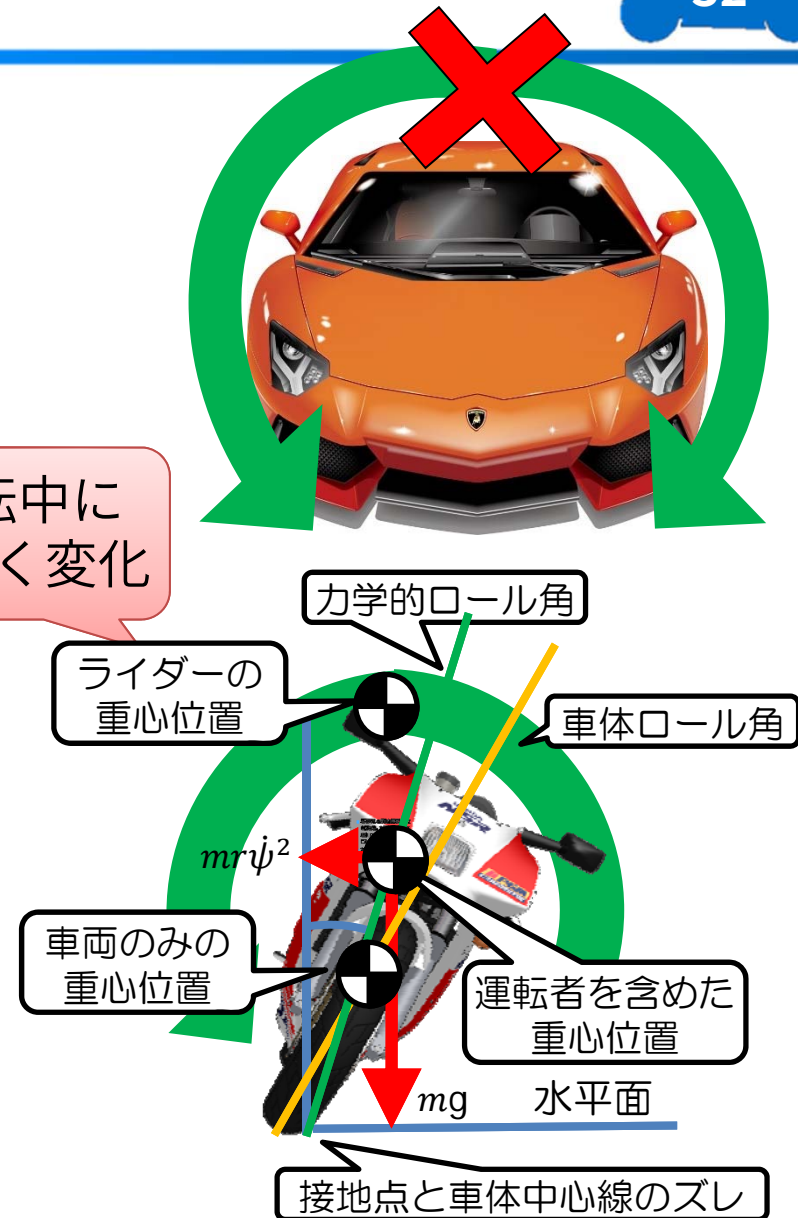
車体のセンシングについて

2016/08/25



- デバイスは流用できるかもしれない
- ただ、システムは流用できない
 - 姿勢変化の違い
 - ロール角に大きな差
 - 重心位置変化の違い
 - 重量
 - 搭乗者：60kg
 - 二輪車：100～300kg
 - 四輪車：800～2000kg
 - 重心
 - 二輪車搭乗者の重心位置は運転中に大きく変化
 - 四輪搭乗者はほぼ固定

運転中に大きく変化



移動性（モビリティ）の違い

2016/08/25



- 道路内の移動性
 - 二輪車は道路幅員内を面的に移動
 - 四輪車は線的
 - 二輪車は細い道や未舗装路（特に新興国）も走行
- よりパーソナルな用途
 - 世界の9割は150cc以下のミニバイク
 - よりパーソナルな行動履歴がセンシング可能

より高測位精度が
要求される

より安価に

**「四輪車よりも二輪車」「二輪車こそ」ではなく、
「四輪車と同等の台数で、移動性の異なる二輪車も
センシングすることで、データを補完し合う」が正解**

2016/08/25

34

どうやって / どんなデータを 二輪車から得るか

支笏湖, 2013/07/13



二輪車の車体運動計測

- 計測項目・頻度
 - 操作入力：100～数kHz
 - 運動（加速度）：100～2kHz
 - 位置，姿勢：10Hz～
- 要求性能・精度
 - 車体振動の検出
 - ±5%以下
 - 即時性，時刻同期
- その他
 - 多少コスト高くても許容

路面性状調査等の参加型センシング

- 計測項目・頻度
 - 運動：～100Hz
 - 位置：1Hz～
- 要求性能・精度
 - 車線内位置の大まかな特定
 - 低コスト
- その他
 - 大量にデータが取れる仕組み
 - 普段使いに煩わしさが無い
 - 配線の無線化，電源の無線化

センシングシステムの開発

2016/08/25



- 課題
 - 車体運動計測を考えると，どうしても高精度の方に振れてしまう
 - ユーザ参加型センシングを考えると，どうしても安かろう悪かろう（精度）になる
- 方針
 - 二輪車の車体運動の**本質を捉えた最低限のシステム構成**にし，その中で高精度化を目指す

そうでないと，四輪車の車載センシングシステムとの差異がなくなる

センサ及びサービスプラットフォーム フォームとしてのスマートフォン

2016/08/25



- 内蔵センサ
 - 3軸加速度センサ
 - 3軸ジャイロセンサ
 - 3軸地磁気センサ
- GPS 受信機
- スマホアプリのプラットフォーム
 - Google Play, iTunes App Store, etc.
- 無線通信機能



しかし、本当に
スマホは使い物になるのか

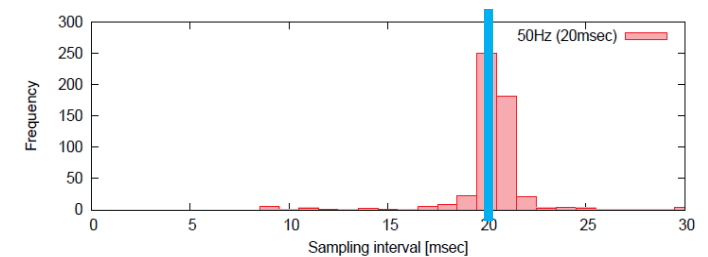
➡ **車載機のコストと普及の問題を
一度に解決できる**

スマートフォン・センシングアプリの開発と性能検証

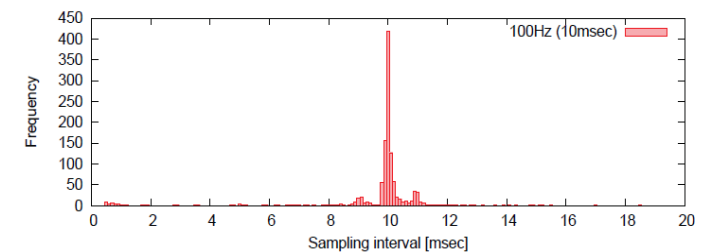
2015/08/21



- センサの性能
 - ノイズが大きいものの、応答性や確度は実用性あり
- 取り付けの問題
 - 取り付けの度にずれたり、取り付け器具の強度でセンシングにばらつき
- 即時性に問題
 - リアルタイムOSでなく、サンプリングレートが不安定
- 熱の問題
 - 電源は車両から取れるが、熱暴走が頻発
- 利便性の問題
 - 毎回装着してアプリを立ち上げることの煩わしさ



(a) 50Hz 設定



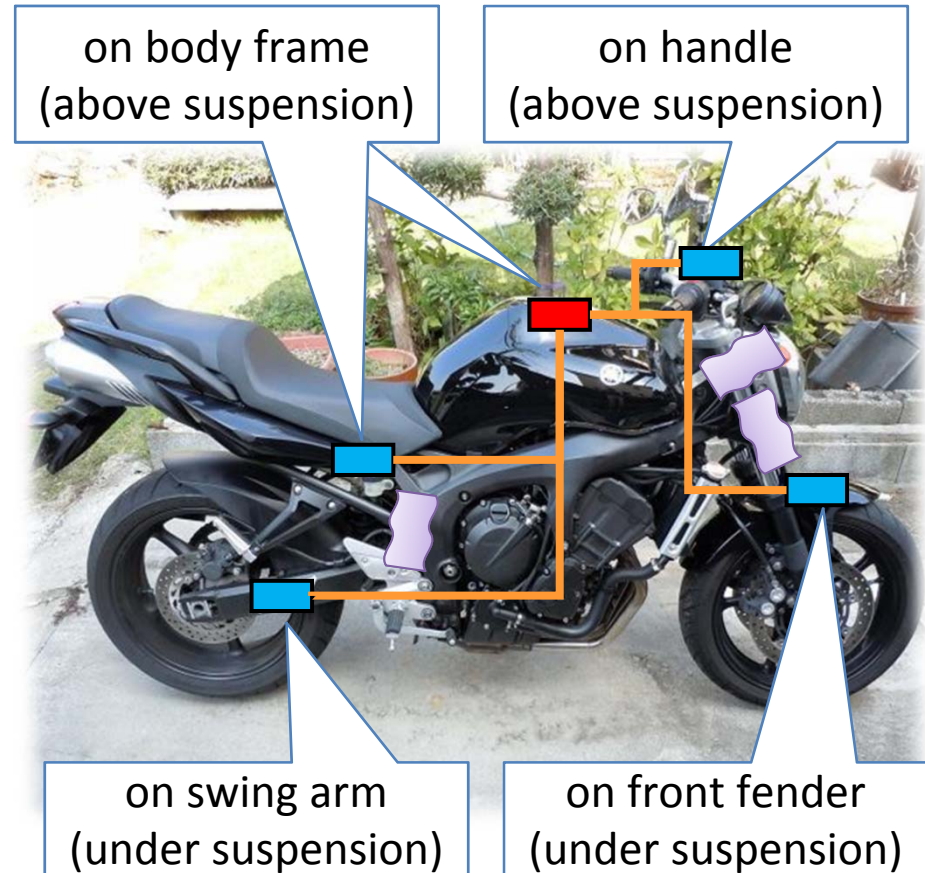
AQUOS PHONE (SH-01, 2012, Android OS 2.2) での計測結果 (b) 100Hz 設定

専用センシングシステムの考案

2016/08/25



- 親機
 - 位置計測 (GPS)
 - データログ
- 複数の運動センサ
 - 安価に手に入れられる加速度, 角速度, 地磁気の各3軸データ
 - 二輪車の車体運動は4カ所に分けられる
 - ハンドルとサスペンション
- スマートフォン
 - **提案システムのサブセット**として利用可能
 - 親機 + ハンドル (or ボディ) の運動センサとして動作



車体運動モデルの解明に必要な項目

2016/08/25



	解明に必要な	自技会WG	提案手法
速度	○	○	○ (GPS)
ヨー角速度	○	○	○ (IMU)
ヨー角	○	○	○ (GPS)
ロール角速度		○	○ (IMU)
ロール角	○	○	要推定
加速度		○	○ (IMU)
操舵角	○	○	要推定
操舵力	○	○	要推定
横すべり角	○	○	要推定
位置		○	○ (GPS)

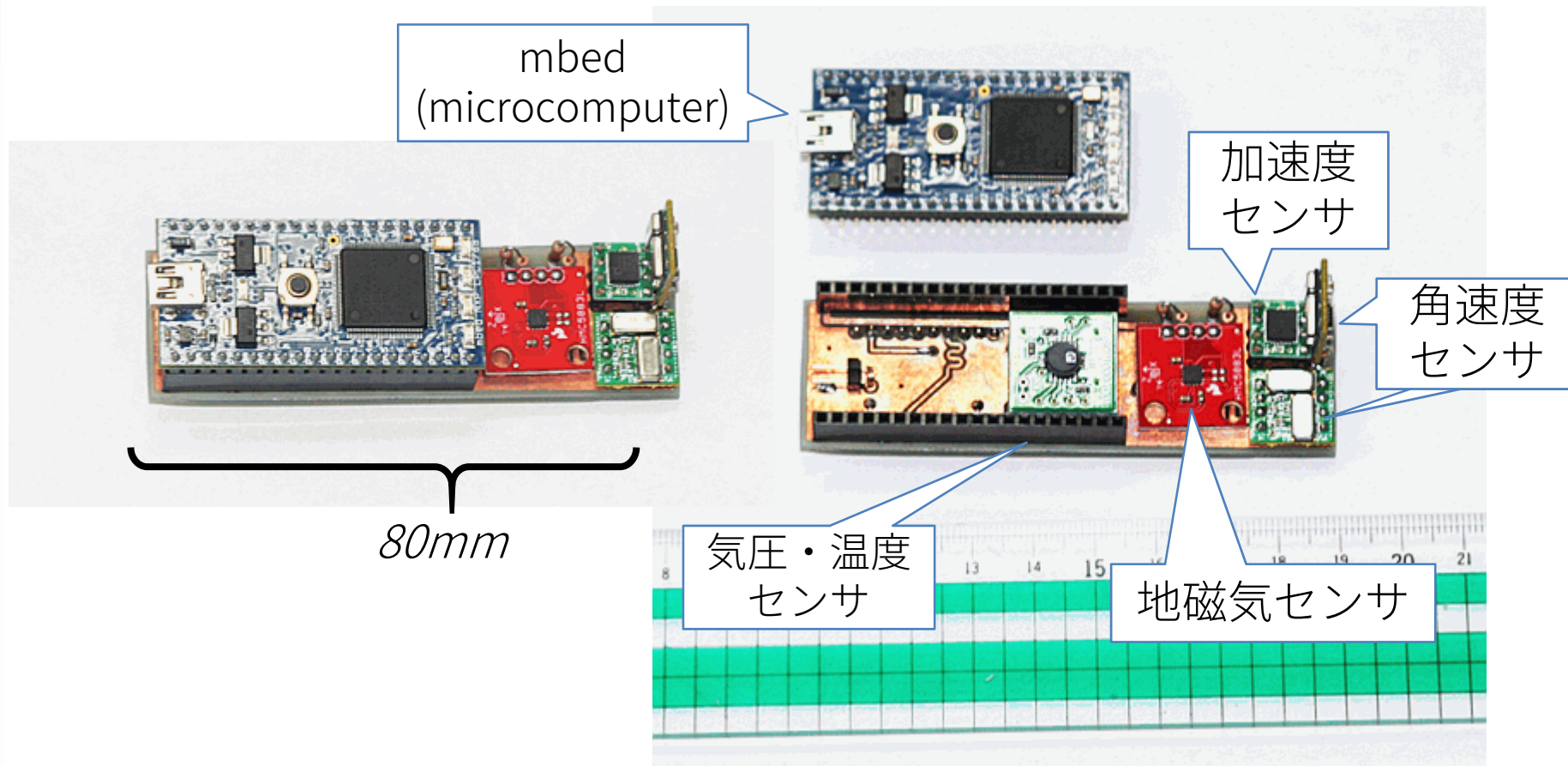
- 直接計測できない項目は**計測できる計測値から推定**

センシングユニット ver. 1 (2012)

2016/08/25



- コスト： 約48,000円 + GPS付きPC
 - 自作運動センサ (IMU) (約12,000円 x 4)



センシングユニット ver. 1 概観

2016/08/25



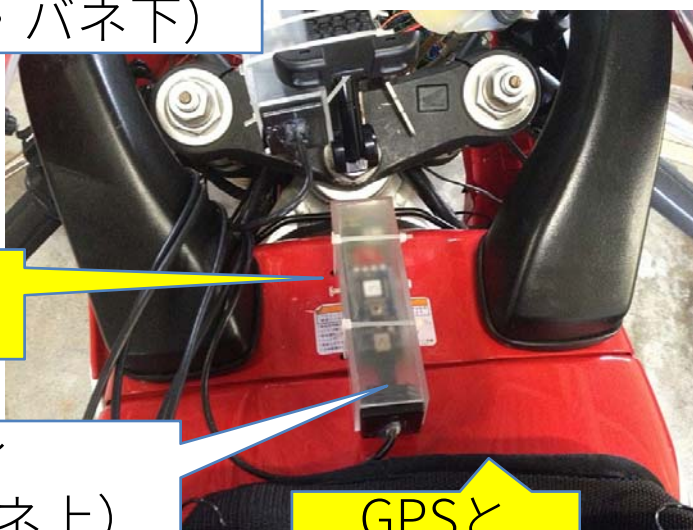
専用センサ

フェンダー
(フロント・バネ下)



ハンドル
(フロント・バネ上)

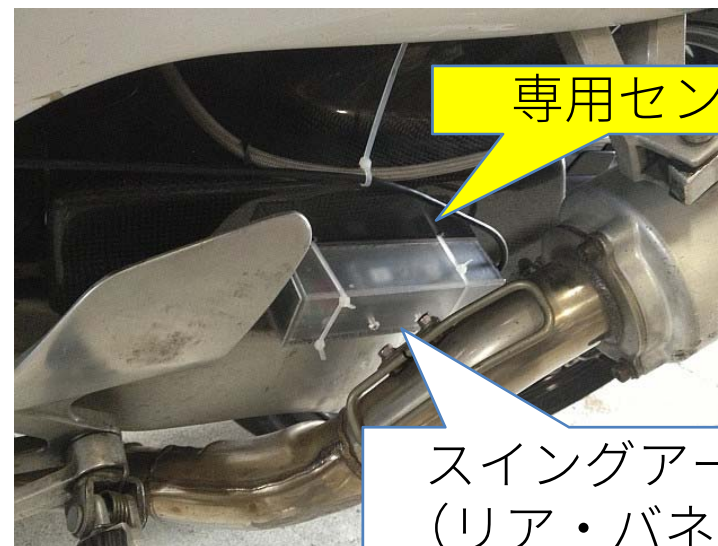
スマートフォンと
専用センサ



専用センサ

ボディ
(リア・バネ上)

GPSと
ロガー-PC



専用センサ

スイングアーム
(リア・バネ下)

センシングユニットの開発

2016/08/25



■ ver. 1 (2012年)

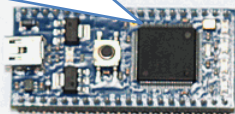
- 運動センサユニット
原価12,000円程度/台
 - 1システムで4台必要
- データ取得用PCも必要

■ ver. 2 (2014年)

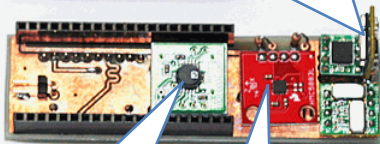
- 運動センサユニット
原価3,000円程度/台 × 4台
- データ取得用デバイス
原価18,000円程度
 - 無線機能付きSDカード
 - GPS チップ

IMUセンサの
小型化,
GPS内蔵化

mbed (マイコン)



加速度
センサ

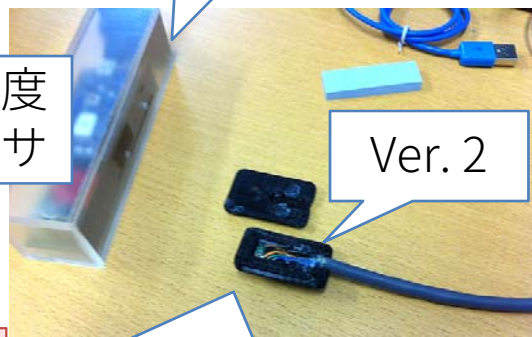


角速度
センサ

気圧・温度
センサ

地磁気
センサ

Ver. 1



Ver. 2

加速度・角速度・
地磁気・温度センサ

長いケーブルで
左のセンサを4つ接続



GPS
受信機

データ
保存用
マイコン

30,000円

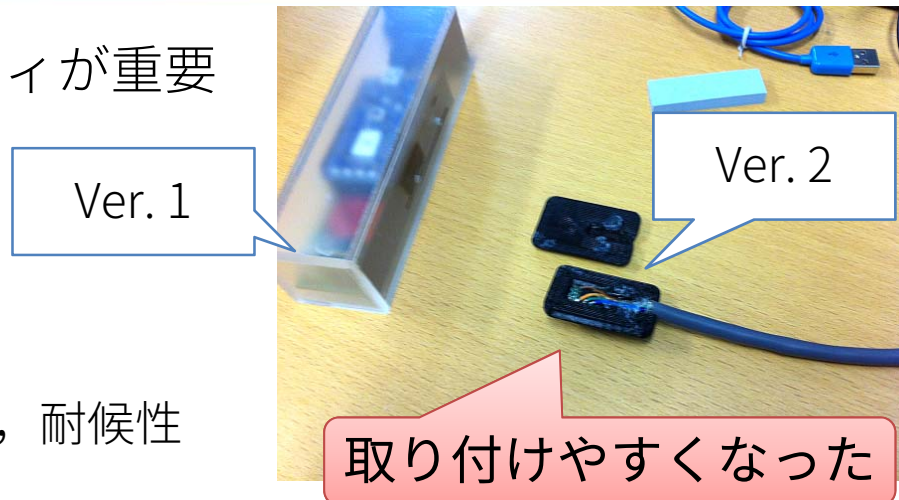
部品代48,000円+
別にログ用PCとGPS

ユーザビリティの向上

2016/08/25



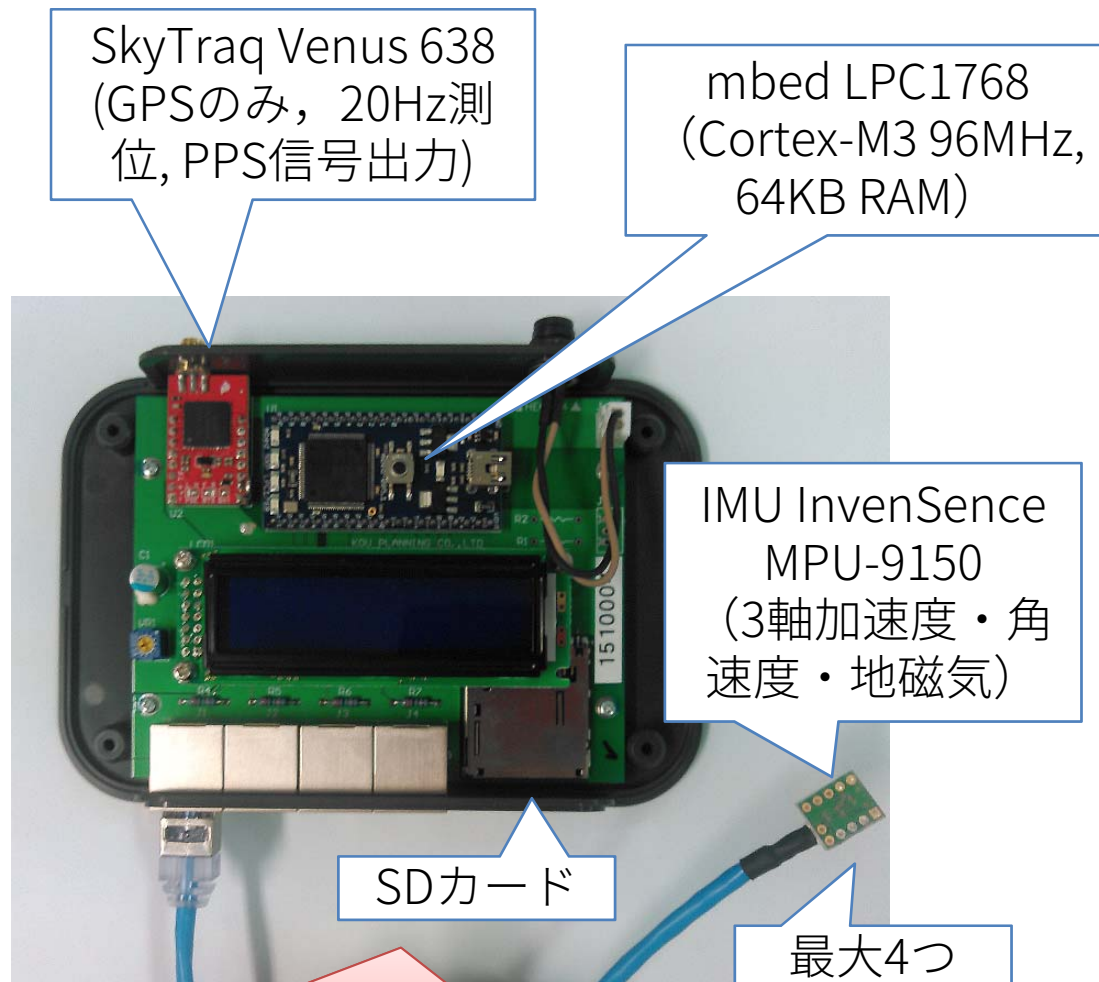
- 参加型センシングではユーザビリティが重要
 - 研究用途でも然り
- 装着の容易性
 - PCによるログの問題
 - コスト，サイズ，セキュリティ，耐候性
 - リアルタイム性
 - 見栄えの問題
 - 小型化
 - 脱着の容易性，機器の保守性
 - コネクタ化し，センサと親機を分離
- データ収集の容易性
 - 無線機能付きSDカードによるデータ転送



BKI2SU

2016/08/25

(第2世代センシングユニット)



- 青mbed (LPC1768) 使用
 - クロック精度優秀
 - スペック50ppm, 実測 5ppm
 - タイマ割込みも5ppm ぐらいの精度で動作
- 記録時刻はGPS受信機の1Hz同期信号出力で補正
 - GPS計測だと誤差の時間的な蓄積がない
- 今後の予定
 - 本体の小型化
 - RTK-GNSS 可能なチップに差替え, 高精度化

高精度化は進んでいるが, コスト高に (5万円超)

BKISUlite

(小型センシングユニット)

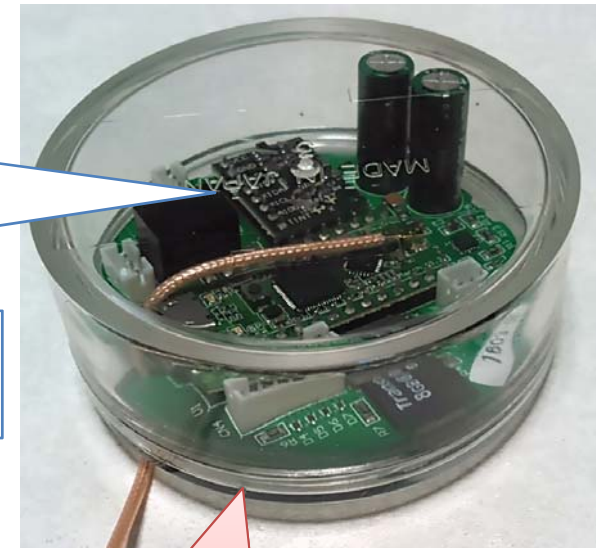
2016/08/25



- NavSpark-GL (25\$) 使用
 - マルチGNSS対応受信機
 - GPS, QZSS, GLONASS対応
 - マイコン (LEON3 100MHz, 212KB RAM)
 - Arduino IDEで開発可
 - ライブラリが不安定
 - タイマ割込みの精度が低い
 - 100ppmぐらいの精度になっている
- 時刻はGPS受信機の1Hz同期信号出力で補正可能
 - GPS計測だと誤差の時間的な蓄積がない
- 今後の予定
 - 金融機関等の外部に協力を依頼した場合、位置情報のプライバシーと、センシングデバイス盗難時のセキュリティを考えないといけない

IMU InvenSense
MPU-6050
(3軸加速度・
角速度)

最大2つ (バネ
上・バネ下)



低コスト化を考え
簡易版も製作
(試作2万円)

2016/08/25

47

ビッグデータである前に リッチデータであれ

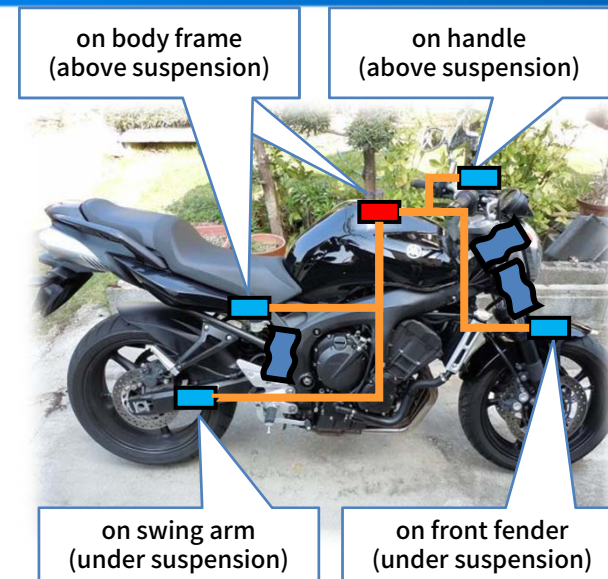
Mikaeridai viewing platform, Rishiri island, Hokkaido, Aug. 21, 2014

取得時にデータは高精度であれかし

2016/08/25



- 取得しているデータ
 - 4カ所の運動センサ
 - **3次元加速度，角速度**@最大400Hz
 - GPSによる**位置情報**
 - 緯度経度@20Hz，捕捉衛星の状況@1Hz
- 生データ量はバイナリで30MB/h程度



```

1┘
2 A, 35107224,010101T000035, 5/20┘
3 $GPGGA,085902.882,4522.8839,N,14143.0085,E,0,00,12.0,0.0,M,28.9,M,,0000*6C┘
4 $GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,12.0,12.0,0.0*30┘
5 $GPGSV,3,1,12,17,68,183,40,01,56,059,,06,53,297,40,23,43,101,*7E┘
6 $GPGSV,3,2,12,04,43,266,,20,41,058,,13,34,133,,10,34,229,*7B┘
7 $GPGSV,3,3,12,12,17,316,40,32,03,050,,28,03,198,25,02,00,257,31*76┘
8 $GPRMC,085902.882,V,4522.8839,N,14143.0085,E,000.0,000.0,180814,,,N*73┘
9┘
10 A, 35658544,140818T175902, 1/20┘
11 $GPGGA,085903.382,4522.9007,N,14143.0362,E,1,03,18.1,0.0,M,28.9,M,,0000*61┘
12 $GPRMC,085903.382,A,4522.9007,N,14143.0362,E,000.0,000.0,180814,,,A*6F┘
13┘
14 A, 36116565,140818T175903, 1/20┘
15 $GPGGA,085903.882,4522.9072,N,14143.0467,E,1,03,18.2,0.0,M,28.9,M,,0000*69┘
16 $GPGSA,A,2,06,17,12,,,,,,,,,,,,,18.3,18.2,2.5*36┘
17 $GPGSV,3,1,12,17,68,183,43,01,56,059,,06,53,297,44,23,43,101,*79┘
18 $GPGSV,3,2,12,04,43,266,,20,41,058,,13,34,133,,10,34,229,*7B┘
19 $GPGSV,3,3,12,12,17,316,44,32,03,050,,28,03,198,24,02,00,257,34*76┘
20 $GPRMC,085903.882,A,4522.9072,N,14143.0467,E,000.0,000.0,180814,,,A*64┘
21┘
    
```

```

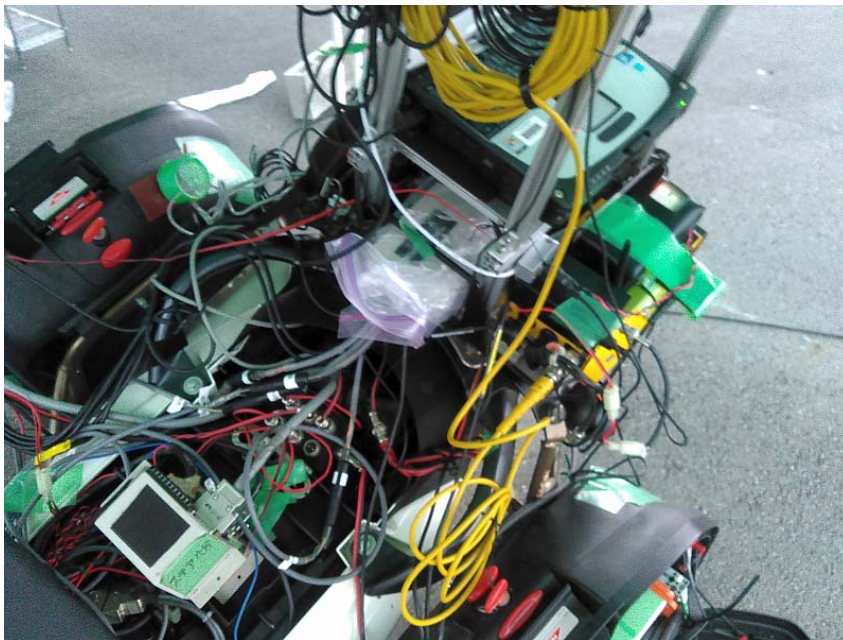
1┘
2 A,2474663509,140819T120903,81/100┘
3 H,A, +240, +180,+15800, -163, -190, +82, -33, -69, +141, -3488┘
4 F,A, -664, +72,+15468, +103, -11, +287, -74, +80, +106, -3456┘
5 B,A, -388, -636,+15508, +255, -66, +9, -89, +43, +113, -3472┘
6 S,A, -1028,+16224, -1540, -348, -222, +28, -55, -27, +165, -1504┘
7┘
8 A,2474673509,140819T120904,80/100┘
9 H,A, -28, +84,+15860, -127, -159, +51, -32, -68, +142, -3520┘
10 F,A, -532, +44,+15380, +93, -28, +235, -70, +78, +108, -3456┘
11 B,A, -352, -832,+15468, +240, -42, -21, -88, +44, +116, -3456┘
12 S,A, -996,+16208, -1440, -352, -193, -2, -54, -26, +162, -1472┘
13┘
14 A,2474683509,140819T120904,80/100┘
15 H,A, +128, -172,+15792, -112, -164, +67, -36, -72, +150, -3520┘
16 F,A, -752, +196,+15436, +106, +17, +255, -80, +78, +110, -3456┘
17 B,A, -384, -992,+15428, +238, -58, -30, -82, +44, +116, -3488┘
18 S,A, -1044,+16288, -1456, -354, -224, -18, -59, -25, +159, -1456┘
19┘
20 A,2474693509,140819T120904,79/100┘
21 H,A, +184, +112,+15816, -123, -161, +100, -31, -67, +143, -3520┘
22 E,A, -620, +348,+15640, +115, -26, +316, -71, +77, +107, -3456┘
    
```

自技会二輪車WGとの計測実験

2016/08/25

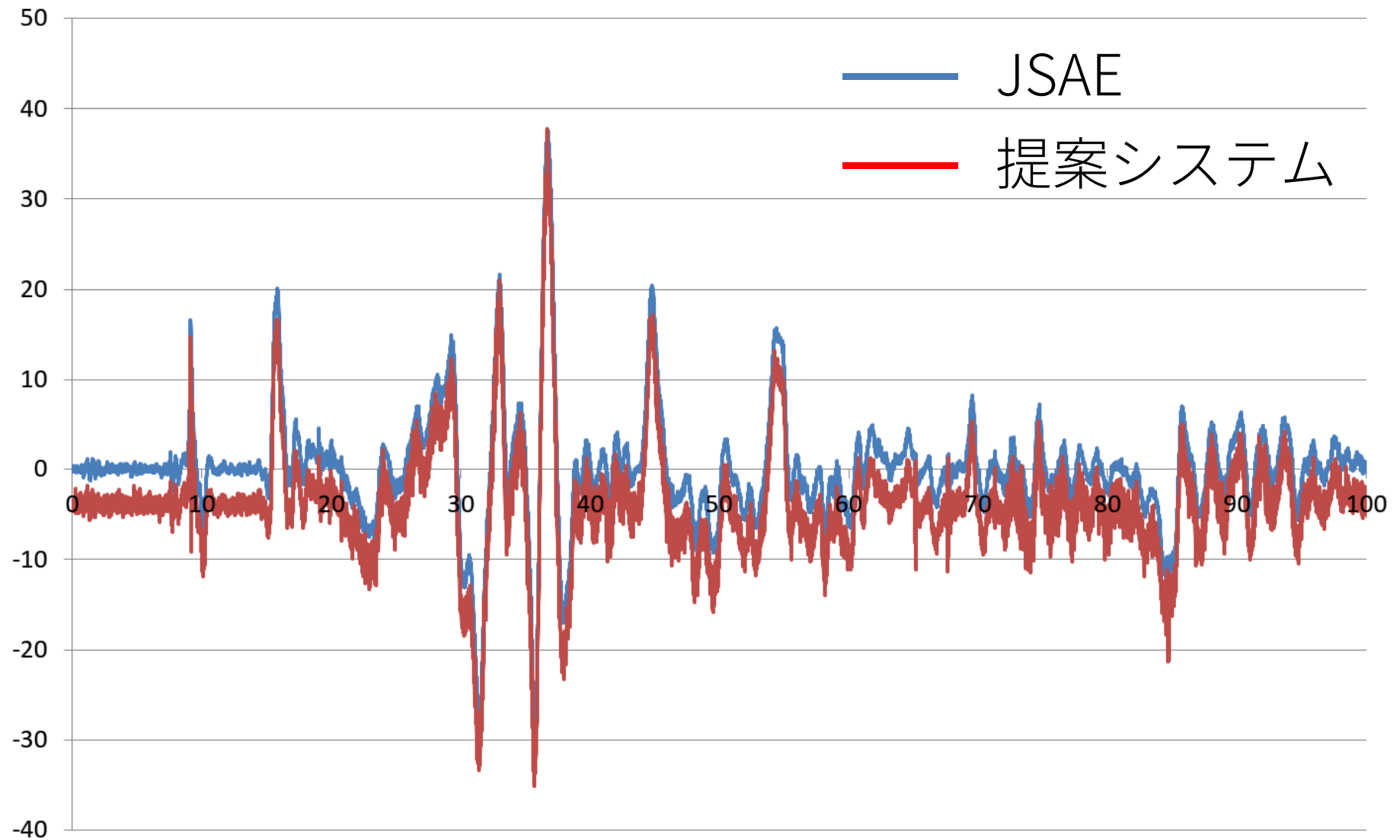


- 2014年11月1～2日 富士スピードウェイにて
- 自動車技術会の精密なセンシングシステムと同時に当プロジェクトのセンシングシステムも搭載して計測
 - 正解データを同時に取得し，提案センシングシステムを評価



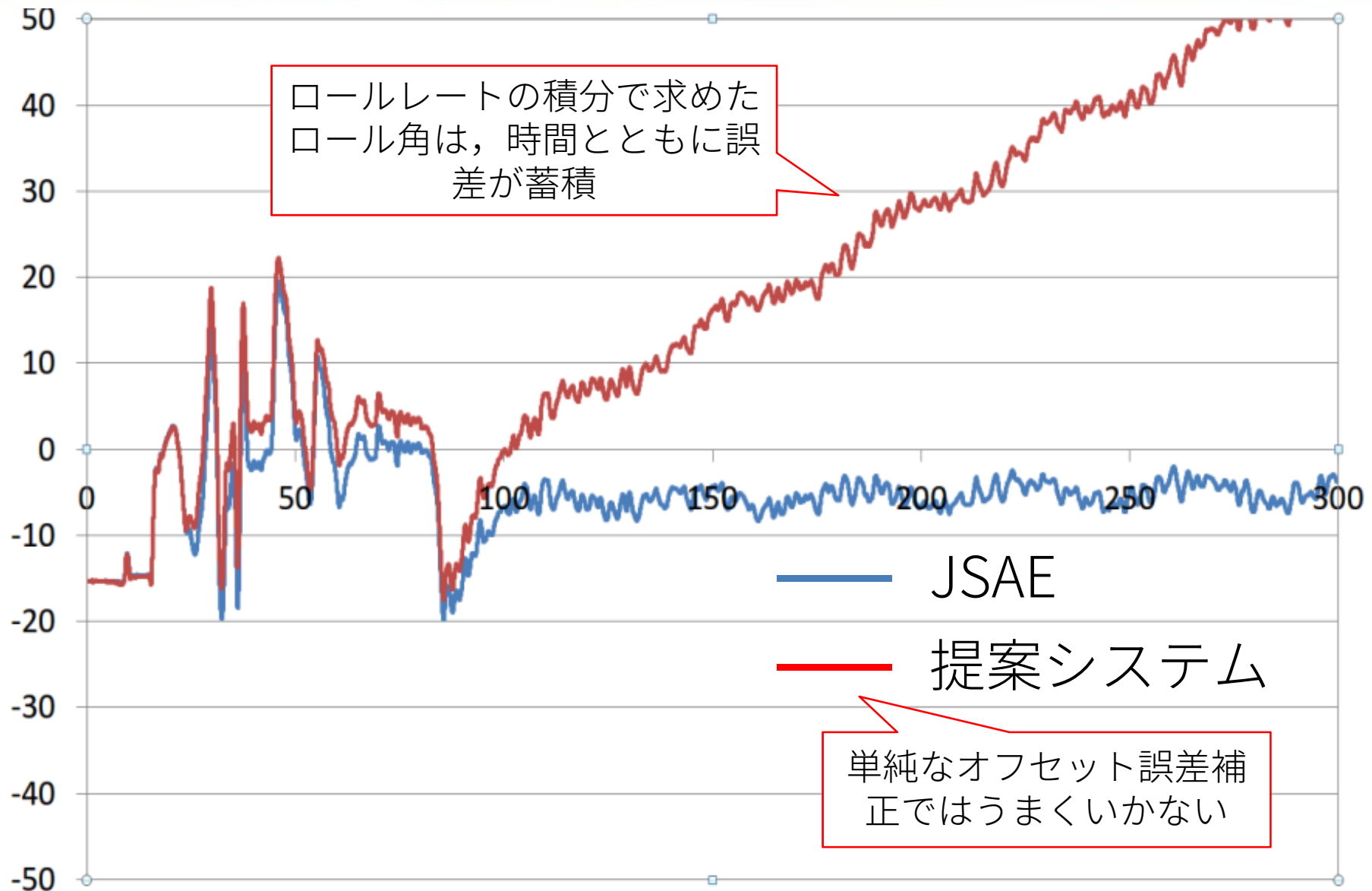
Roll rate: JSAE vs. Ours

2016/08/25



Roll angle: JSAE vs. Ours

2016/08/25



二輪車 INS (Integrated navigation system) の試作

2016/08/25



- IMUとGPSを組合せた統合ナビゲーションシステム
 - IMU (3軸加速度, 3軸角速度)
 - サンプルングは100Hz以上で, 応答性はよい
 - **オフセット誤差, ホワイトノイズが大きい**
 - 積分で速度, 位置, 姿勢角を求めると**誤差が蓄積**する
 - GPS (位置, 速度, 方位角)
 - サンプルングは最大20Hz程度
 - 位置誤差は数m, しかし速度・方位角の誤差は小さい
 - **時系列での誤差は蓄積しない**
 - カルマンフィルタ等を用いて, 適宜補正する

センサフュージョンによる 姿勢角の推定

2016/08/25



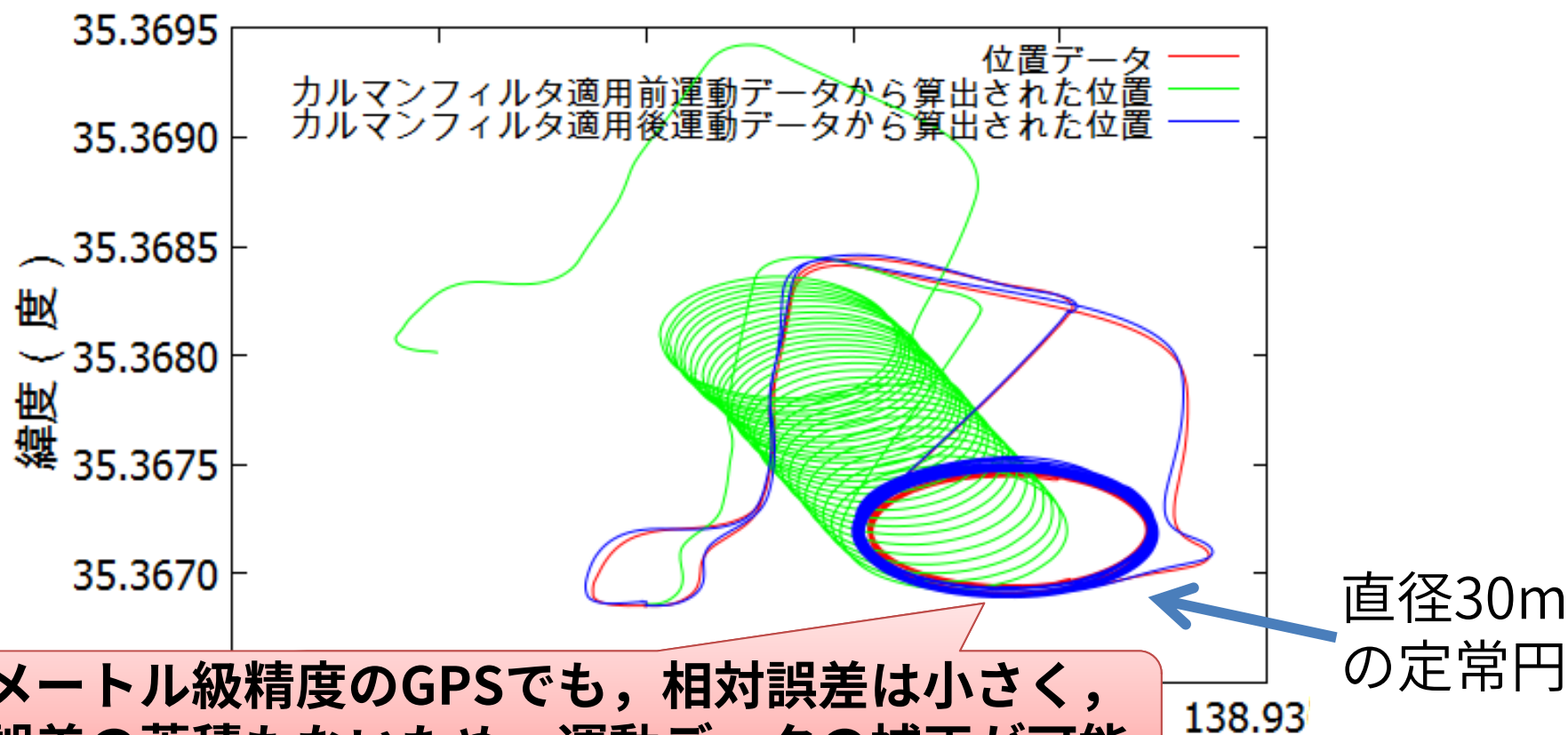
- 用いたロール角の推定方法とその特徴
 - **角速度の時間積分によるロール角推定**
 - 角速度センサは，瞬間の変化量について応答性と確度が高い
 - 角速度センサの測定値には一定の誤差が存在するため，積分により誤差が蓄積する
 - **重力と遠心力によるロール角推定**
 - 時間に関わらない方法によって推定するため，時間積分による誤差の蓄積が起きない
 - 用いた遠心力の確度は角速度センサに劣る

自技会取得データ精度の検証

2016/08/25

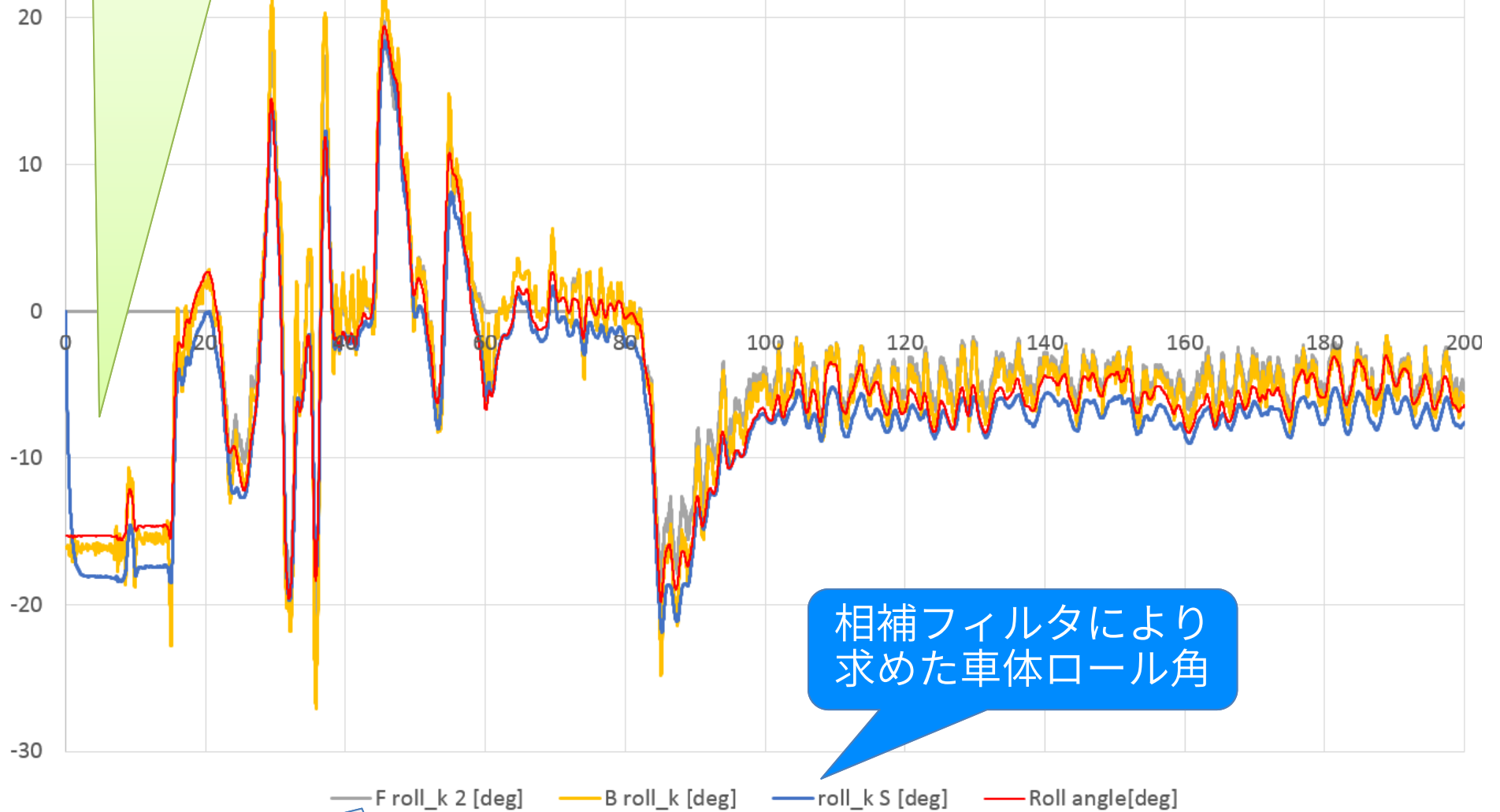


- 運動センシング結果から軌跡を描画（赤：GPSによる軌跡（真値））
 - 緑：高精度運動センサ値のみから描画した軌跡
 - 青：GPS測定値で補正した低価格運動センサの値で描画した軌跡



メートル級精度のGPSでも、相対誤差は小さく、誤差の蓄積もないため、運動データの補正が可能

静止時 (サイドスタンドで約-17°傾いている)



遠心力により求めた力学的ロール角

重力・遠心力により求めた車体ロール角

WGセンサによるロール角 (真値相当)

2016/08/25

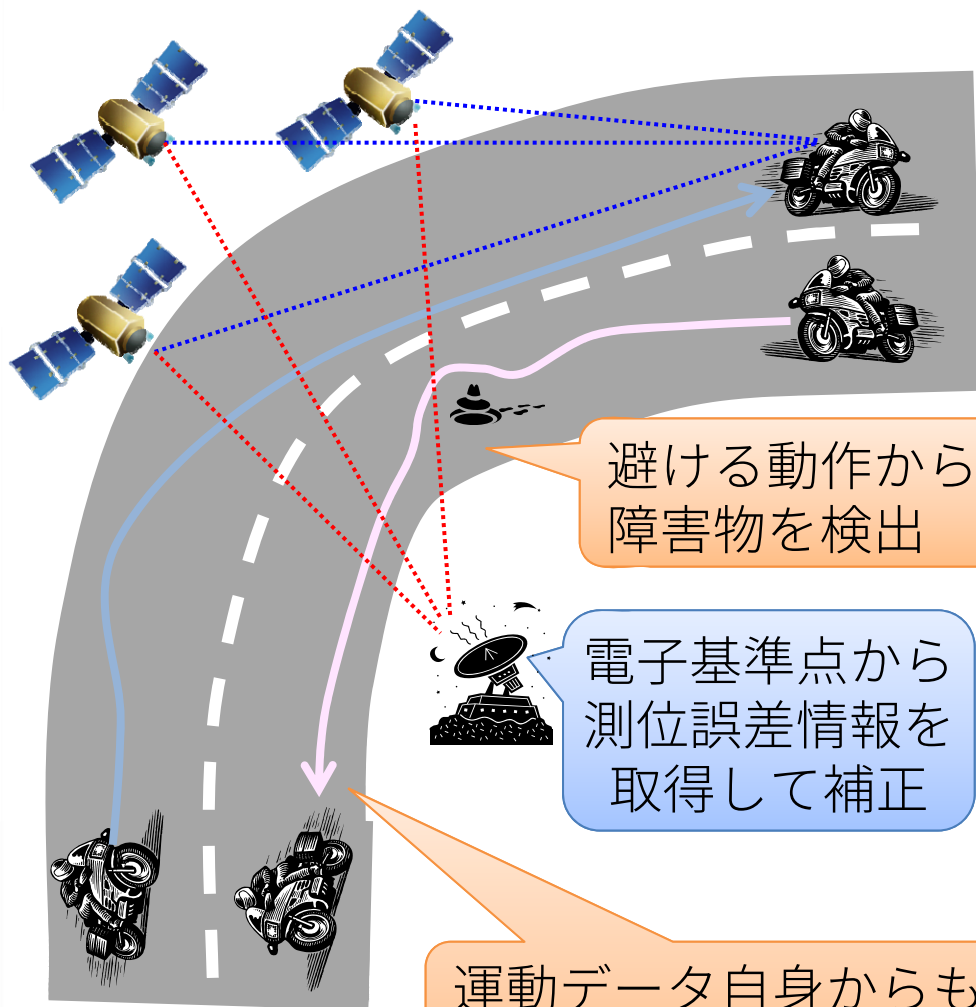
57



二輪車センシング基盤の
次世代化に向けて

二輪車特化の高精度車線内位置推定

2016/08/25



- 運転状況や道路の路面状況をより正確にセンシングするために、車線のどこを走っているか把握したい
 - 現在のGPS測位精度
5~10m 程度
 - 標準的な道路の車線幅
5.5m
- 電子基準点のデータや車体運動データを利用して逆算

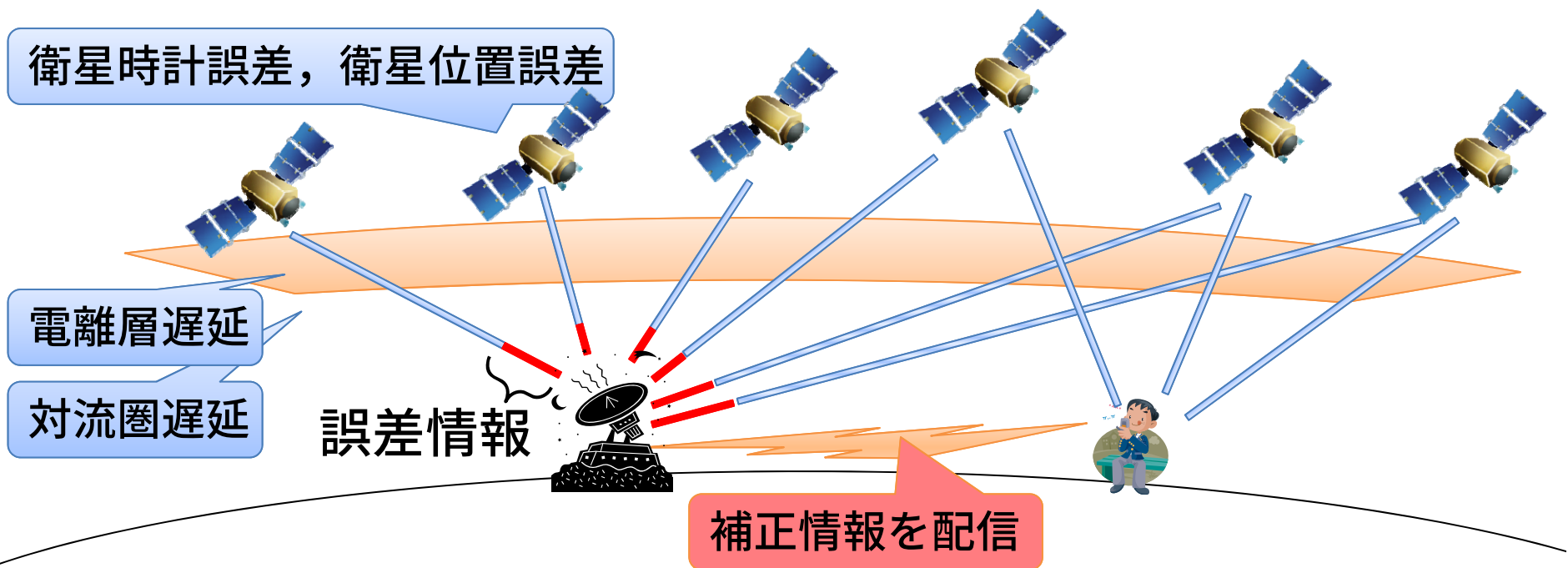


高精度測位”研究開発”都市浜松

2016/08/25



- 大学側（静岡大学，協力：東京海洋大，宇都宮大）
 - **高精度測位**のための補正情報をインターネット経由で配信
- 民間側（**浜松市ソフト産業協会**，**浜松地域活性化ICT技術研究組合**)
 - エリア内で**高精度測位情報（cm精度）**を利用したサービスを楽しめる
 - そのためのアプリケーションの先行開発，実証実験





静岡大・浜松キャンパスにRTK高精度測位を実験するGNSS基準局設置

2016年02月27日

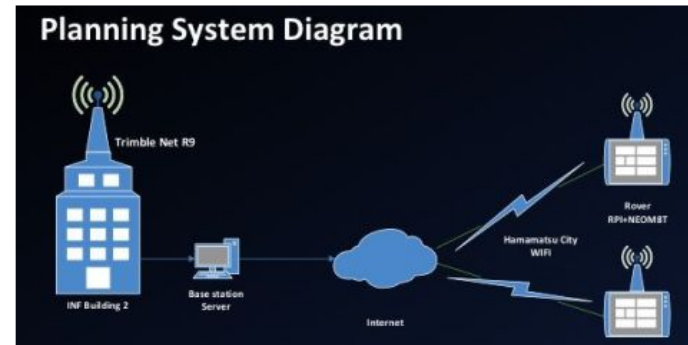
Share 154

Like 154

ツイート



2月24日、静岡大学 浜松キャンパスで、RTK (Realtime Kinematic、リアルタイムキネマティック：固定点の補正データを移動局に送信してリアルタイムで位置を測定する方法) による高精度測位の実証実験を行うためのGNSS基準局の設置工事が行われました。設置したのは、同大学 学術院 情報学領域の木谷友哉 准教授を代表とする産学連携のグループです。



補正データをGNSS基準局から移動局に送信する仕組み

RTK法によるマルチGNSS高精度測位を、浜松エリアで実証

木谷 准教授は二輪車を始めとするパーソナルモビリティ (Personal Mobility、1~2人乗りの小型移動機器) とインフォマティクス (informatics、情報科学) の融合や、高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) への応用を研究テーマとしており、移動体の高精度測位に大きな可能性を感じています。



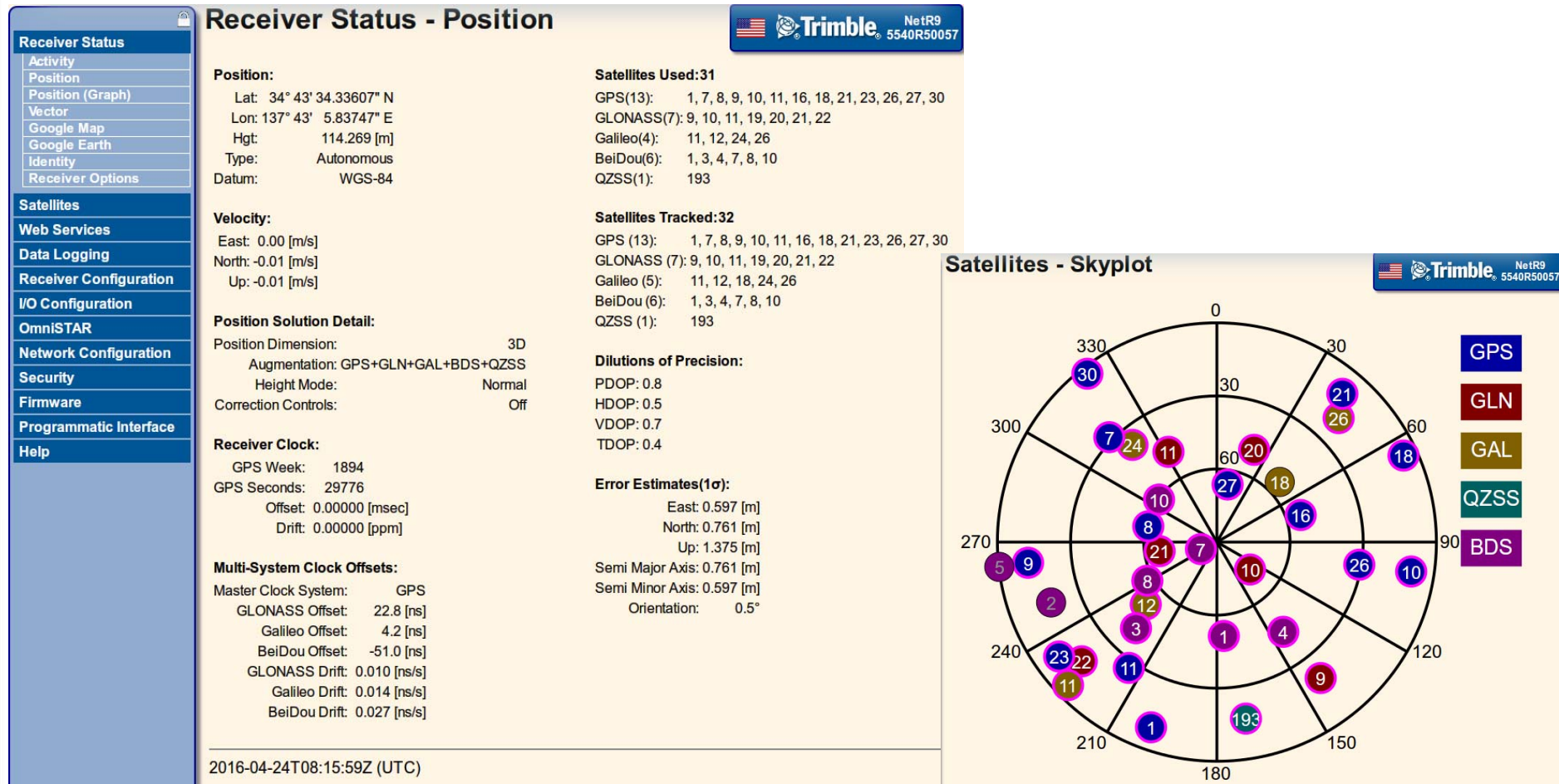
円の中央が静岡大・浜松キャンパス。赤い点は地元大企業や参画企業の拠点、フィールド実験候補地など

浜松キャンパス基準局

2016/08/25

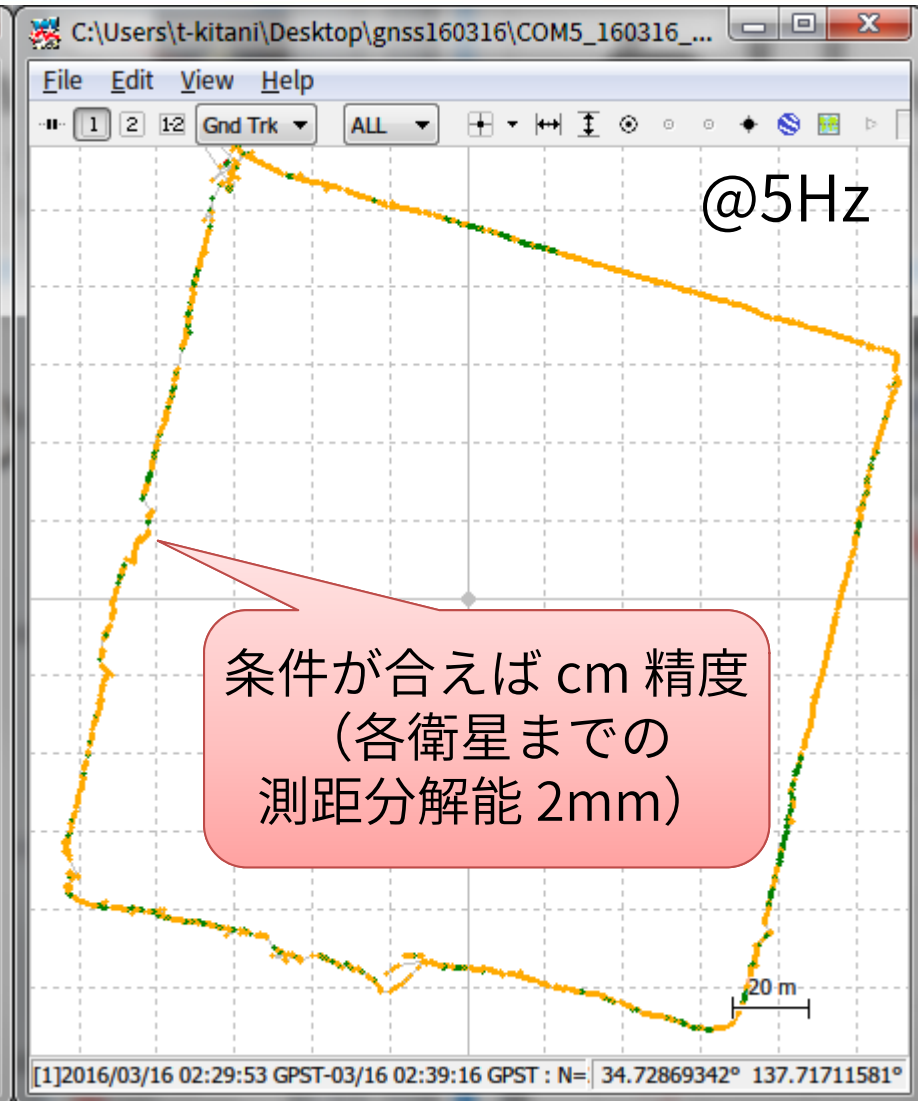
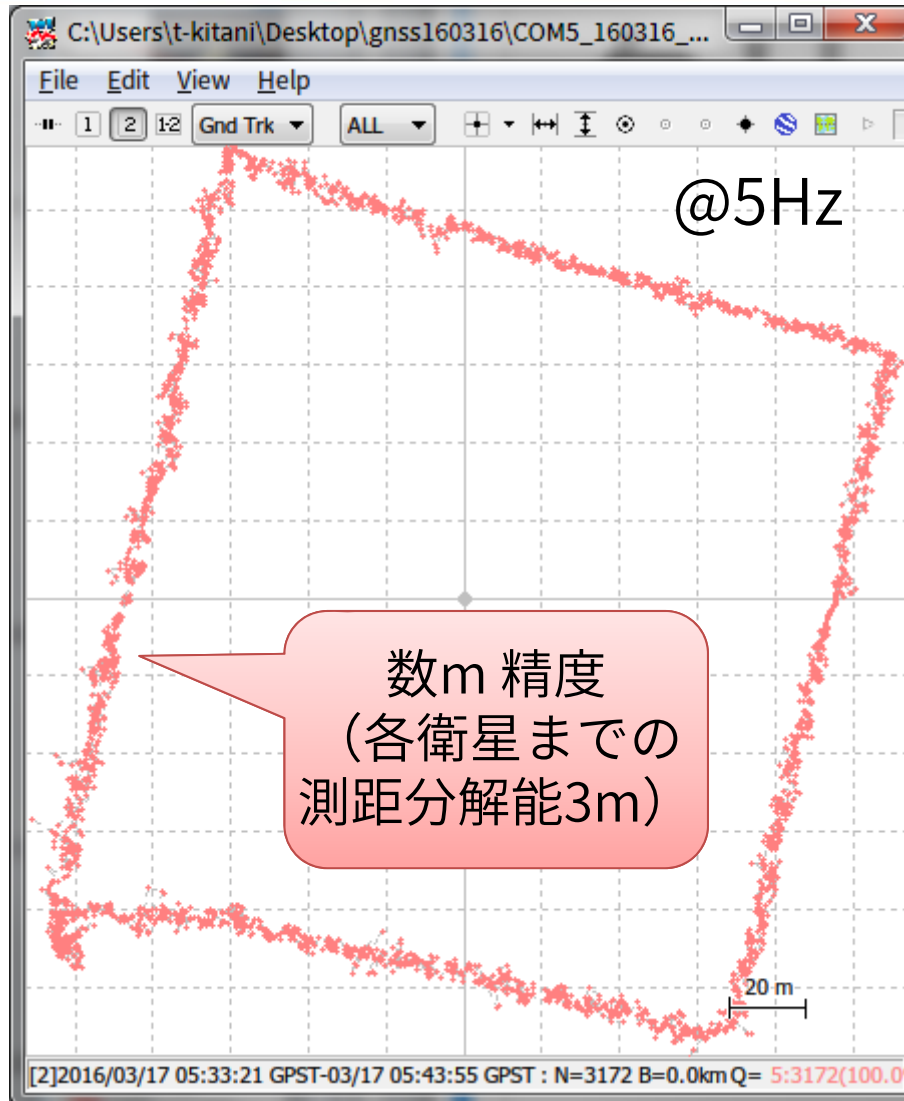


- 国土地理院の電子基準局と同じ機材を用意
 - GPS, QZSS, Galileo, GLONASS, Beidou を捕捉



GPS单独测位 vs. RTK-GNSS

2016/08/25



2016/08/25

63

これからの二輪車情報学の道のり

Oarai ferry terminal, Ibaraki, July 14, 2013



センシング

- 現時点での項目
 - IMU：加速度，角速度
 - GPS/GNSS：位置情報，時刻
- 今後予想される項目
 - 気圧：高度の高精度化
 - ひずみ：操作入力
 - CAN：エンジン制御情報等

二輪車センシングHWの標準化とセンシングOSの実現

データ出力

- オフライン
 - 後でのログ解析
- オンライン
 - 内部での車体・エンジン制御向け（有線）：～ms 遅延
 - 交通情報の送受信（モバイル通信/WiFi）：～数分遅延
 - 路上障害物（落下物）
 - 渋滞情報
 - 路面性状

センシング対象データの拡大

2016/08/25



- 二輪車に付随する全データ
 - 例：ユーザの全天球走行動画
 - ユーザの走行履歴
 - 平常時 / 災害時に利活用可能な定常環境センシングデータに
 - 蓄積されたデータが意味を持ってくる



二輪車版ISO26262（機能安全）

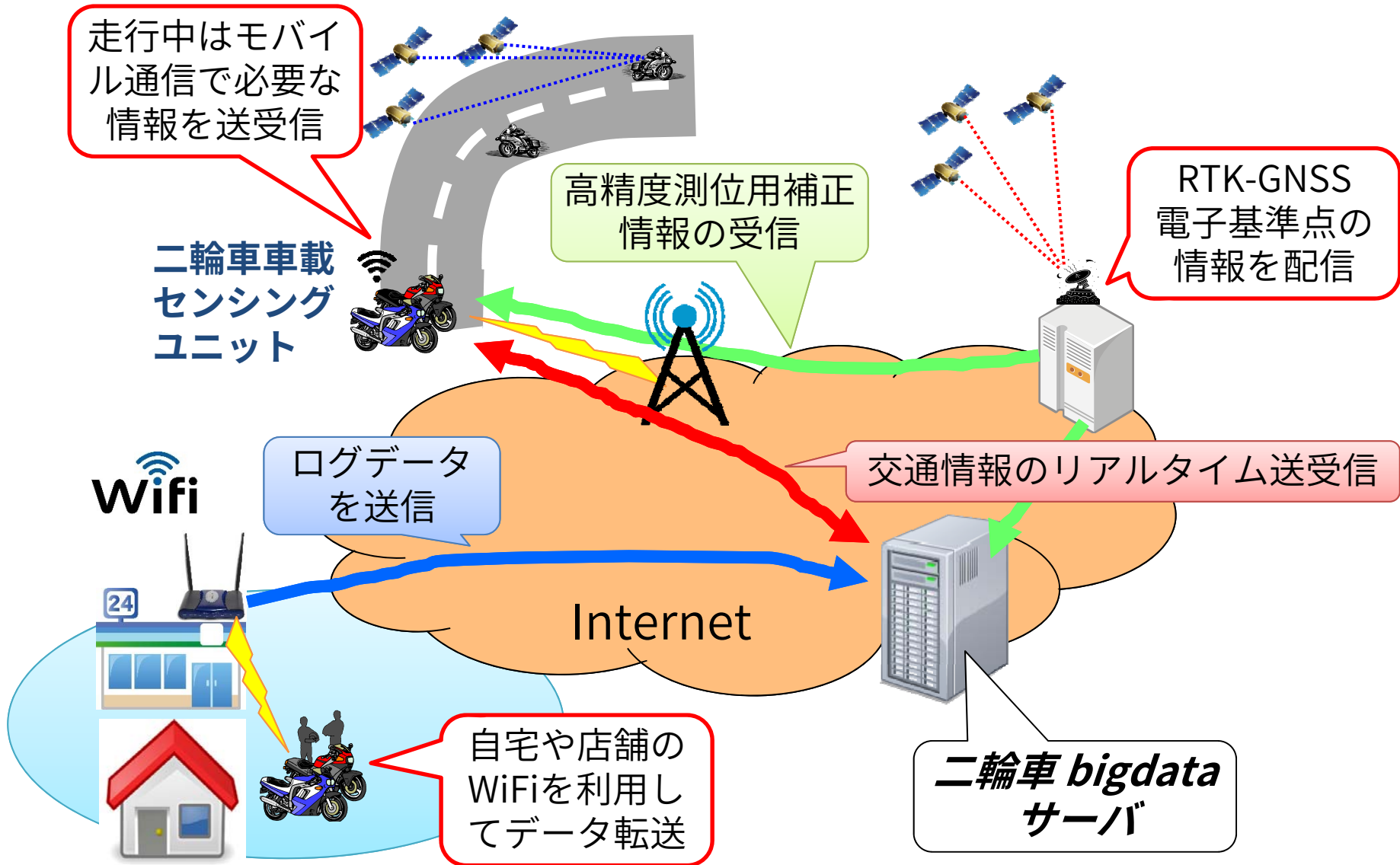
2016/08/25



- ISO26262（機能安全）
 - 車載された複数の電子システムのシステムレベルでの安全性の保証
 - 機能不全の機器があってもシステム全体では不具合が起きないようなフェールセーフ設計など
- 二輪車版 ISO26262 に対応したセンシングシステムの拡張，および，創出したビッグデータの活用

センシングデータ 無線収集システムの開発

2016/08/25



データの収集・処理基盤の開発

2016/08/25



センサ個体差，取り
付け誤差を含んだま
まのセンシング結果



車載センシングユニット



センシング
データ



収集した
センシングデータ

オープンデータとして
利用可能なAPIの提供



構造化処理を施した
センシングデータ

API

オフセット誤差の補正，外
れ値の排除，欠損値の補完

位置情報などを利用
した自動ラベル付け

莫大なセンシングデータが来ても自動で構造化

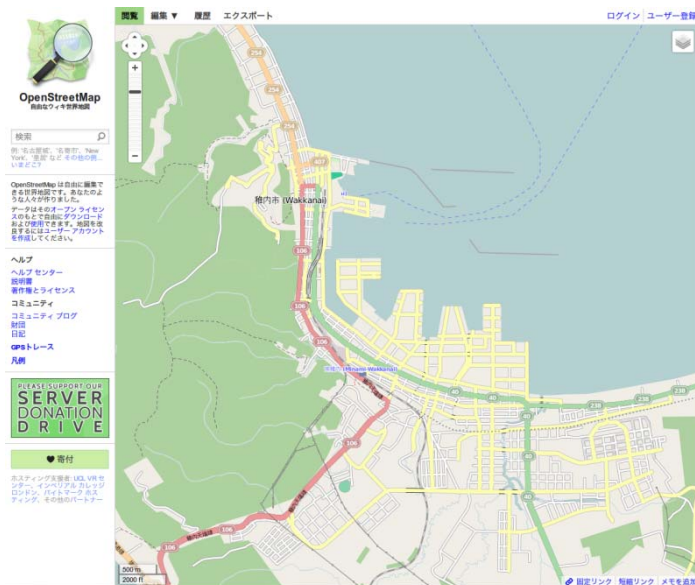
位置情報による自動ラベル付け

2016/08/25



- 二輪車の動作は種類が少ない（人間の行動推定は困難だが）
 - 場所でだいたい区別できる
 - 例：交差点なら右折，右カーブなら単なる旋回
- 位置情報と地図データ，気象データを用いたラベル付け
 - OpenStreetMap や気象庁などの外部のオープンデータの利活用

- 位置情報を用いたデータラベルの自動作成
- GPSによる位置情報と地図情報から交差点やカーブを検出して，運転動作を推定



例：一定の曲率半径の走行軌跡のみを検出

情報学的二輪車研究まとめ

2016/08/25

70

- 情報科学的二輪車研究 Bikeinformatics
 - 二輪車に車載したセンサにより，二輪車の車体運動，移動経路，路面状況をセンシング
 - 多方面に利活用可能なセンシングデータベースを作成

■ 現在取り組んでいる課題

1. センシング機材の開発
2. 二輪車に特化した車線内位置推定の高精度化
3. 収集したデータの自動構造化手法の開発
4. 無線通信機器を利用したデータ収集システムの開発
5. データの新しい使い道や応用先の検討

2013/08/25

71

Let's research Bikeinformatics together!

この分野を一緒に走ってくださる研究仲間を募集中です
情報提供いたしますので t-kitani@kitanilab.org まで
ご連絡ください

2013/07/06 20:06 苫小牧港