

研究紹介

ソフトウェア情報学部 佐藤永欣

岩手県立大学

Iwate Prefectural University

自己紹介

- 1976年生まれ
- 埼玉県出身
- 地元のマンモス私大でうっかり博士課程に行ってしまう
- マンモス私大の新設の生命科学系研究所に3年
- 2007年から岩手県立大学

担当科目

- 情報リテラシー
 - なぜか毎年クラス6と8
- プロジェクト演習・基礎教養入門(後期)
- 古典暗号・情報保全史特論(大学院)

岩手県立大学

専門分野

- もともと分散システム・分散検索
 - Webの分散検索はgoogleが攻めてきて食えなくなった
- センサとネットワークのアプリケーション
 - 自転車トレーニングシステム
 - 作業トレースシステム
 - スキージャンプ踏み切りモニタシステム
- データベース
 - GNSS走行軌跡からの地図自動作成
 - 野菜の産地判別

専門分野

■ IoTと農業

- 農家が自分でIoTセンサを作って設置
- 大失敗。普通の農家のひとには電子工作が無理だった(そりゃそうだ)
- 農業のIT化・IoT化でうまくやってるのは、工業高校出身・メーカー勤務経験あり...

■ ロボット

- 害獣がきたら追い払うロボット
- 恐怖心を植え付けたい
(´-`)..oO(畑・田んぼが近い農家が協力できるといいなあ)
- IT苦手な人が多いから「買ってきたら使える」レベルにしないといけない

研究紹介

- 自転車トレーニングシステム
- カーナビ地図自動作成
- スキージャンプ
- 作業トレース
- ロボット

岩手県立大学

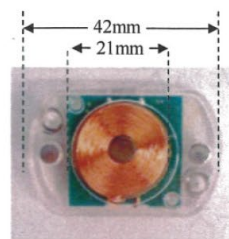


自転車トレーニングシステム

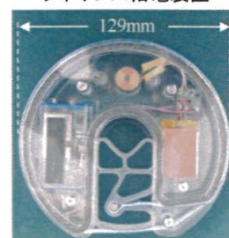
岩手県立大学

開発の背景

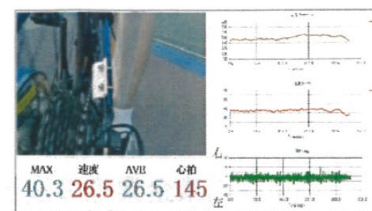
- 紫波町はスポーツ振興に力を入れている: 特に自転車
 - 平成28年の岩手国体でも自転車競技の会場
- 「スポーツを通じた新しいまちづくり」
- 紫波総合高校自転車競技部は全国でも屈指の強豪チームである。
 - トップ選手を輩出できるトレーニングツールがほしい
- 2016年開催の、いわて国体での優勝目指して、岩手県立大学と紫波町の企業が協力
- 紫波総合高校自転車競技部向けに自転車センサーを開発(2015年)



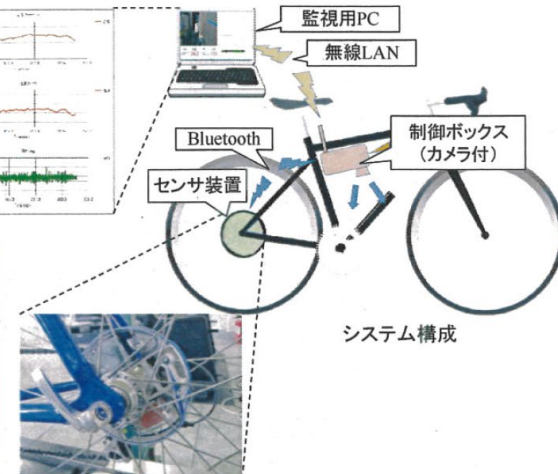
ワイヤレス給電装置



受電装置内蔵センサ装置



ワイヤレス給電時



システム構成



受電装置装着時

今までの成果と課題

■ 成果

- 主な大会でほぼ優勝、いわて国体は僅差で2位
- その後のアジア大会で1位になった
- ナショナル強化指定選手 早稲田大学 後藤悠
- ジュニア世界選手権代表 紫波総合高等学校 中野慎詞

■ 紫波総合高校の次なる大きな目標は **東京五輪の選手輩出とメダル獲得**

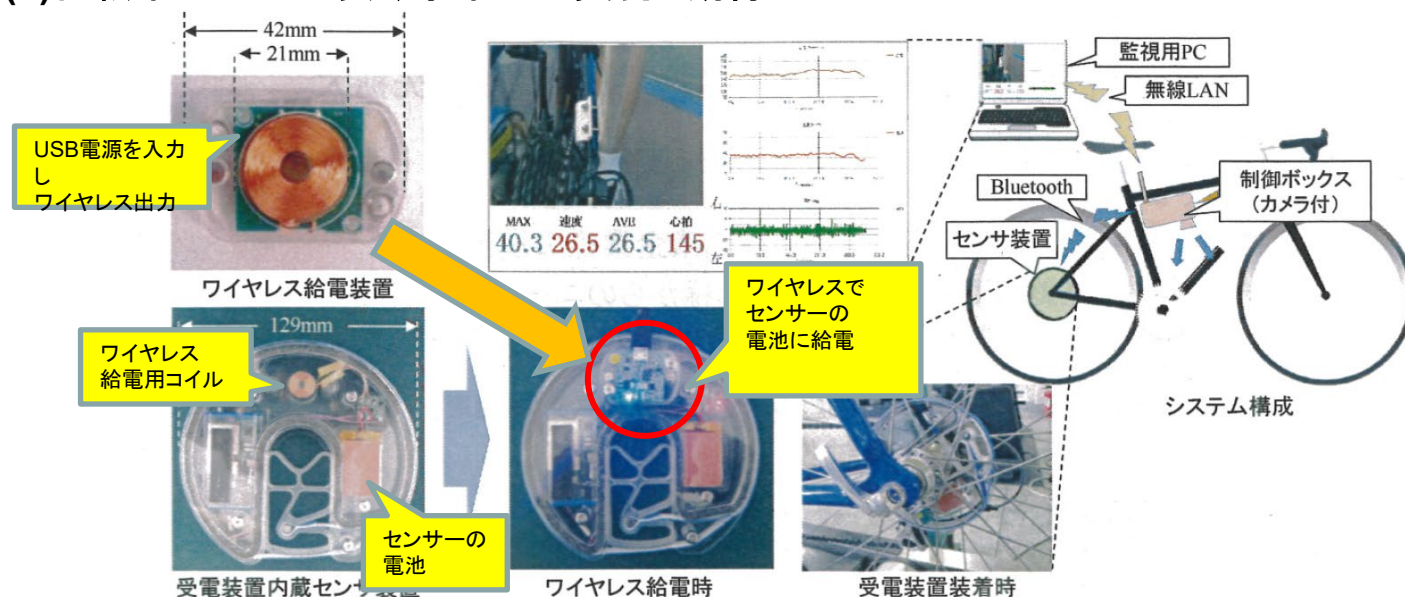
■ 課題

- 自転車センサーの導入 → 定量的な分析 → 主な大会で結果を出した
- 選手の体調管理だけが出来ていない
 - 五輪でメダルを狙う世界の強豪チームは選手の体調も詳細に管理している
- 紫波総合高校もメダル獲得を目標としている
 - 強豪チームと同等以上のトレーニングメニューが必要
- そのためにも、従来のトレーニングシステムに加えて、選手の体調ピークを大会に合わせて調整可能な体調管理システムがほしい

活動内容 (2015年度)

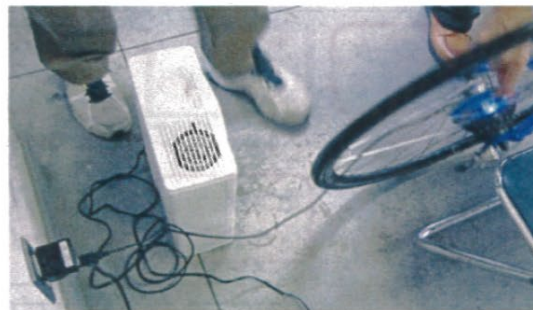
競技用自転車トレーニングセンサーへの応用開発

- (1)岩手県立紫波総合高校・自転車競技部は全国トップクラスの強豪チーム
- (2)2016年に岩手国体があり、優勝を目指してトレーニング内容を見直し
- (3)屋外使用なので、装置は密閉⇒ワイヤレス給電の特徴が最大限に発揮
- (4)自転車ブームもあり、事業化の実現も期待

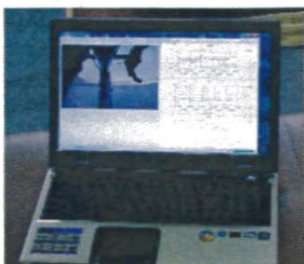


活動内容 (2016年度)

動作検証～トレーニング導入～大会出場



ワイヤレス給電時



屋内および走行試験(於 紫波自転車競技場)での
トレーニングシステムの動作検証

トレーニング導入の結果

3,000m競技にて**2秒短縮を実現!**

3分**46**秒(47.9Km/h、13.3m/s)



3分**44**秒 (48.2Km/h、13.4m/s)

自転車競技部・猿舘顧問(84年ロサンゼルスオリンピック選手)のコメント
「映像とグラフにより**定量的な分析**が出来る様になった。
体調や心理的な変化を見抜け、適切なアドバイスが可能になった」



乳酸センサの開発について

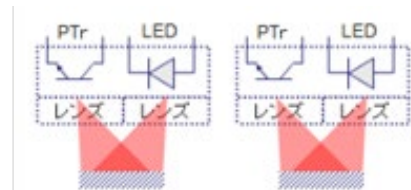
- 体調管理: スポーツでは血中の乳酸濃度が使われる
 - 疲労度の目安となる乳酸値の変化(増加)を測定
 - 乳酸が一定以上たまったらトレーニング中止
 - ➔ 無駄に筋肉を傷めない、早い回復を実現
- 現状の乳酸濃度測定方法
 - 心拍数の変化から推定: 不正確
 - 採血: 正確 でも**痛い!!!!**
 - 自分で採血するなら無資格でできるが侵襲的 ➔ 保護者の同意etc.
 - 連続的には測定できない ➔ スポーツの練習には(使われているが)使いにくい



乳酸センサの開発について

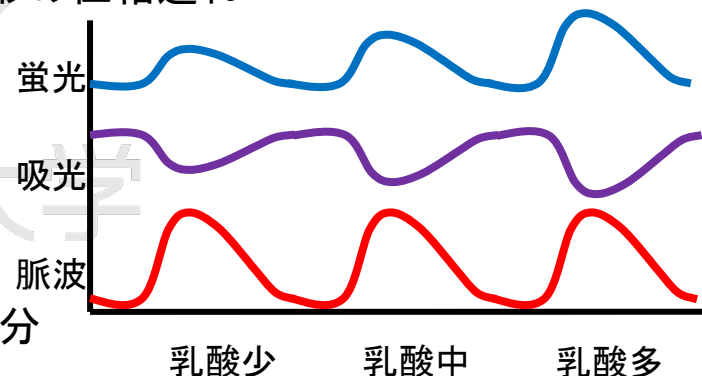
■ 非侵襲的な連続測定

- 光学式の血糖センサが実用化されつつある
 - 主に糖尿病などのケア目的
- ブドウ糖の吸光波長と蛍光波長をLEDで照射、フォトランジスタで反射光を検出
- 移相シフト法[1]によるセンサが開発されている
- 数十kHzのパルス光をLEDから照射 → フォトランジスタで検出
 - 受光量が増える→バンドギャップ増加→出力波形の位相遅れ



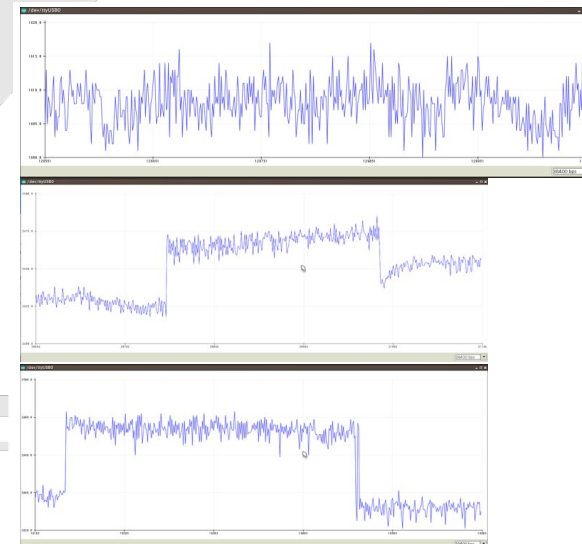
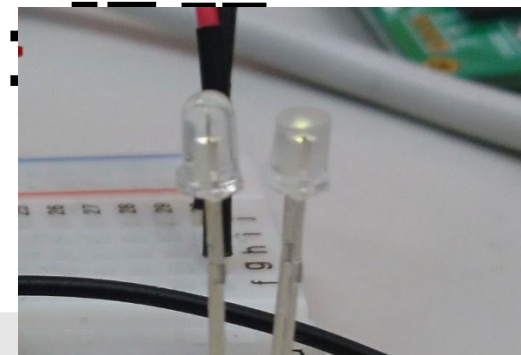
■ 波長を乳酸に合わせて変えれば非侵襲乳酸センサができるはず

- 340～360nmに吸光、450～460nmに蛍光
- 血中の乳酸増 → 蛍光量増大、吸光量増大
 - パルス波を検波後、蛍光と吸光の波形の差を積分



乳酸センサの開発について

- UV (355nm)の皮膚への入射の安定化
 - 皮膚は紫外線を通しにくい(ex. 日焼け)
 - LEDを加工して、できるだけ強いUVを皮膚に照射
 - → LEDを数個燃やしたが、脈波らしい波形を取得
 - 上段: 脈波らしい波形、中段・下段: 入射パルス
 - そもそも常時照射して安全なのか?
- 測定できているものが乳酸の量なのか?
- リニアリティはあるの?
 - → 侵襲的にも測定して照合
- 体動によるノイズ
 - → 紫波技研会で体動を小さくする装着方法にメド
- キャンセルするアルゴリズムもある



咬合力センサ開発について

■ スポーツ歯科

■ 歯・あごの保護、パフォーマンスの向上

■ 運動時の噛みしめや関連する歯科疾患

■ 力を出すためにマウスピースをカスタム

■ 柔らかかめでパワーアップするらしい

■ 咬合力や筋力を測定



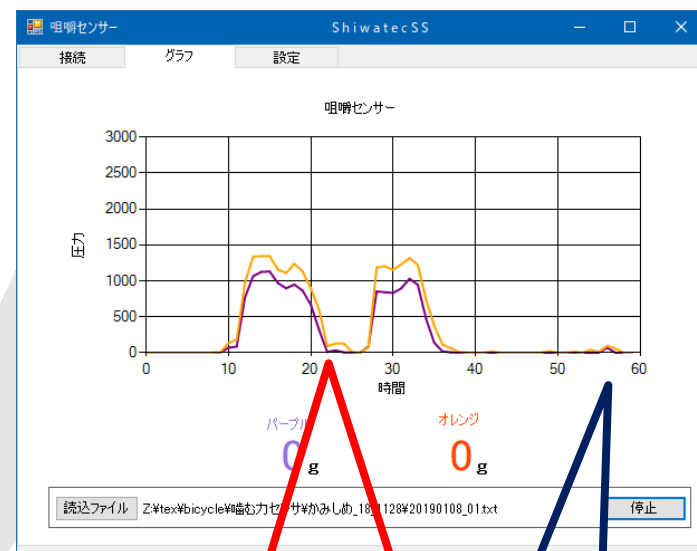
咬合力センサ開発について

- 市販のスポーツ用マウスピースからお湯につけて歯形に合わせて変形させる部分を撤去
 - フレームと衝撃吸収部分だけ
- 圧力センサを貼り付け
- 2液硬化シリコーンで歯形をとる
- 洗って再使用可能



咬合力センサ開発について

- 試しにベンチプレス
- バーベルは計50kg
 - 噛まずに持ち上げられるか持ち上げられないかのぎりぎりを狙った
- 噛んでいる間の過度特性が見える



強めに噛んで持ち上げる

噛まないようにして持ち上げる
(が、軽く噛んでしまう)

期待される効果: 自転車競技選手育成

- 速度や車体のブレ・ペダリングの状態がリアルタイムで確認できる
- センサーと動画のデータは保存可能→練習後に選手も確認できる
- 自転車競技部の全員がデータを確認→速い選手のテクニック共有

■ 乳酸センサ搭載

実現済み

- 疲労度を考慮した、体に必要以上の負担をかけないトレーニング
 - 選手の体調データの推移 → 長時間に及ぶトレーニングの指導管理が可能に
- ## ■ 紫波総合高校独自のトレーニングメニューを実現
- 東京オリンピックをめざす指導強化の効果が期待できる

期待される効果: 市販化

- 導入結果・試合結果次第で
「**トップ選手を育成できるシステム**」
としてアピール可能
- 紫波総合高校・猿舘教諭からの要望
 - 小型・軽量化、ディスクホイール対応、空気抵抗にも配慮
- 開発目標
 - センサー: 直径5cm以下、厚さ1.5cm以下、重量5g以下
 - 中継器: 長さ10cm以下、高さ8cm以下、厚さ3cm、重量250g以下
 - 洗練されたデザイン
- 2018年埼玉サイクルエキスポに試作品を出展予定
- 地域の企業の独自開発製品



期待される効果：地域の魅力向上

- システムのデータを部員全員で確認
 - 選手それぞれの特徴が水平展開
 - 選手全員の知識と分析力が向上し
 - 選手としてのレベルが更に高くなる
- 蓄積したデータは学校の貴重な財産
 - ➔ 紫波総合高校(=紫波町)は魅力ある学校(=まち)となる
 - 自転車競技選手を目指す学生・スポーツでの活躍を目指す学生には
- 紫波町で分析可能なスポーツ・データのアピール
 - ➔ スポーツ合宿etc.が増える？
- 咀嚼力センサ: 自転車用センサー式がなければ
 - 岩手医大と開発構想が進展中

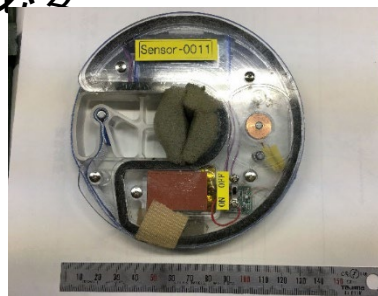


今後の予定

- 乳酸センサ開発と並行
- 製品化: 市販できるレベルへ
 - システム試作・設計評価
 - 紫波総合高校自転車競技部で実際に使用し、評価・フィードバック
- **東京オリンピック選手輩出**
- 製品化への課題
 - ソフトウェア
 - ケース開発・小型化

項目	平成29年度 (H29.4～H30.3)	平成30年度 (H30.4～H31.3)
システム開発	↔	
システム試作	↔	
システムの設計評価	↔	
実証実験 1～機能改善		↔
実証実験 2～詳細改善		↔
全体まとめ		↔

- ソフトウェアの課題
 - PCと車載機器間の通信が不安定な場合のリカバリが弱い
- ケースなどの課題
 - 多様な自転車へのフィッティングを考慮しなければならないetc.
→ かなりの種類のアダプタ開発が必要



23

報道

レース 詳細

ジュニア男子チームスプリント 日本新で金

アジア選手権トラックが開幕 初日レースで金メダル

2017/02/07 15:00

インド・ニューデリーで2月6日から10日まで行われる「第37回アジア自転車競技選手権大会トラックレース」の大会初日、中野慎詞（紫波総合高校）山根慶太（倉吉西高校）梶原海斗（祐誠高校）が出場したジュニア男子チームスプリントで 46秒936というジュニア日本新記録をたたき出した日本が金メダルを獲得した。



中野慎詞・山根慶太・梶原海斗が走ったジュニア男子チームスプリントは、日本新記録で金メダル Photo: Kenji NAKAMURA / JCF

紫波総合、自転車男子チームスプリントV 東北高校選手権

Twitter Facebook Google+ YouTube



東北高校選手権は18日、各地で自転車、陸上、ソフトボールなど14競技を行い、県勢は自転車男子チームスプリントの紫波総合（中野慎詞＝2年、加藤秀一、安倍（あんぱい）大成＝3年）が1分18秒73で優勝した。安倍は同入プリントも制した。同日は5種目で個人4人、団体1チームがインターハイ切符を獲得した。

陸上は女子400メートルリレーの盛岡誠桜（郭純亜実＝1年、小山奈月＝2年、小倉夕芽（ゆめ）＝3年、山田美来＝2年）が47秒47で優勝しインターハイ出場を決めた。男子5000メートルの小原拓来（たくみ）（一関学院3年）が3位に入るなど、男女5種目で個人5人、リレー1チームが全国切符を手にした。

ソフトボール男子の盛岡中央は1回戦で五所川原農林（青森）に11－2で快勝し2年連続の全国出場権を得た。

重量挙げは女子2階級で優勝。53キロ級の松内（まつない）椿奈（岩谷望3年）はジャーク72キロ、トータル122を挙げ、自身の持つ県記録を更新して栄冠をつかんだ。63キロ級は全国選抜2位の佐藤陽南乃（ひなの）（水沢3年）が制し、69キロ級2位の菅野恵莉子（同）はジャーク81キロで県新をマークした。

ボクシングの1部男子は2階級で決勝進出。ホッケーは、男子沼宮内がインターハイ予選リーグ2連勝で第1代表決定戦に駒を進めた。

【写真＝男子チームスプリントで優勝した（左から）加藤秀一、安倍大成、中野慎詞＝福島県いわき市・いわき平競輪場】

(2016/06/19)

ジュニア日本記録!!!!

自転車男子チームスプリント、紫波総合V 県高校総体第4日

Twitter Facebook Google+ YouTube



第68回県高校総体第4日は78日、各地で自転車、陸上、新体操など13競技を行い、自転車の男子チームスプリントは紫波総合が1分4秒81、同1000メートルタイムトライアルは中野慎詞（しんじ）（紫波総合2年）が1分6秒85のともに県高校新記録をマークし優勝した。

陸上の男子走り高跳びは高橋佳五（けいご）（盛岡南3年）が県高校記録タイの2メートル13メートルで制した。新体操の女子団体は盛岡二が2年ぶりに優勝。卓球の団体は男子の青大北上が5連覇、女子の大野が6連覇を達成した。女子ダブルスは桐田優子、塚本佳音（ともに大野3年）が2年連続で勝った。ホッケーの男子は沼宮内、女子は不束方が制した。

空手道の個人形男子は高沢孝真（けんしん）（大船渡3年）が2連覇。同女子は野田有彩（ありさ）（並石3年）が頂点に立った。弓道の個人男子は池田和真（一蘭工3年）が勝ち、同女子は昨年の全国選抜準優勝の前島彩乃（花巻北3年）が制した。

バレーボールの男子は3年連続で盛岡南と一関桜紅が、女子は7連覇を狙う盛岡誠桜と高田が決勝に進んだ。バスケットボールは男女4強が出そろった。

【写真＝男子チームスプリントで県高校新をマークし優勝した紫波総合の（左から）高橋佳五、安倍大成、中野慎詞＝紫波町・紫波自転車競技場】

(2016/05/29)

自転車本県男子が準V 国体本大会第6日

Twitter Facebook Google+ YouTube

第71回国民体育大会「希望郷いわて国体」本大会第6日は6日、後半戦がスタートした。新たに始まったホッケー、ボウリングなど9正式競技が県内各地で行われ、自転車男子チームスプリント決勝で本県は鳥取に敗れ準優勝となった。馬術成年女子の黒須晴子（県立馬術、宇都宮短大）は自由演技馬場馬術で3位。県勢は2種目で表彰台に立ち、本県は男女総合成績（天皇杯）7位をキープした。

チームスプリントのメンバーは盛岡俊貴（順大4年、紫波二中＝紫波総合高）、後藤悠（早大3年、奥州・江刺東中＝紫波総合高）、照井拓成（日大3年、花巻・宮野目＝紫波総合高）の3人。タイム1分4秒009は鳥取と0秒459差だった。

1000メートルタイムトライアルは少年男子の中野慎詞（紫波総合高2年、花巻・石巻谷中）が5位、成年男子の照井が6位とダブル入賞した。スプリントは成年男子の後藤、少年男子の安倍大成（紫波総合高3年、奥州・若柳中）が8位入賞を確定させた。

お家芸のホッケーは成年男子と少年男子が初戦を突破。8強入りし、好調な出だしとなった。ハンドボールの成年男子も準々決勝に進んだ。

ボクシングは成年男子フライ級の星和也（東洋大4年、北上・南中＝黒沢尻工高）、成年女子フライ級の小河原結寿（ゆず）（県立盛岡、奥州・東水沢中＝水沢工高）、少年男子ピン級の村付貴哉（花巻農高3年、花巻北中）、同ミドル級の菊地永司（盛岡南高2年、盛岡・乙部中）の4人がベスト8入りした。

【写真＝男子チームスプリント決勝で力強い走りを見せる（左から）後藤悠、盛岡俊貴、照井拓成＝6日、紫波自転車競技場】

(2016/10/07)



報道

・目標は東京オリンピック！



紫波総合・中野が自転車男子3冠 県高校総体

第69回県高校総体第3日は27日、各地で体操やホッケーなど12競技が行われ、自転車トラック男子は中野慎詞（紫波総合3年）が1000メートルタイムトライアル、スプリントとともに県高校新記録で制し、チームスプリントと合わせ3冠に輝いた。

ホッケーは男女ともに沼宮内が優勝。男子は8連覇、女子は3年ぶりに王座に返り咲いた。陸上男子やり投げは紺野岬（大船渡東3年）が65メートル99回の大会新記録で優勝。女子400メートル障害は阿辺いつき（北上翔南3年）が勝ち、25日の400メートルに続いて2種目制覇した。同種目投げは野場知聡（久慈3年）が2連覇を果たした。

体操男子団体は盛岡南が3年連続優勝し、二階堂颯哉（そうや）（2年）は個人総合も制した。女子団体は花巻南が2連覇し、メンバーの千葉せれが（3年）が個人総合の頂点に立った。弓道個人男子は岡本翔（一関工2年）、女子は全国選抜8位の松本花菜（福岡3年）が優勝した。空手道個人形男子は上野正孝（3年）、女子は古里美佳（3年）の不來方勢が制した。

第4日の28日は11競技が行われる。

終盤も勢い落とさず

紫波総合の中野慎詞（3年）が男子2種目で県高校記録を更新し3冠を達成。進化を遂げた走りでも圧倒したスプリンターは「目標は全国」と気を引き締めた。

圧巻の走りだった。チームスプリントで優勝、スプリントで県高校記録を更新して臨んだ得意の1000メートルタイムトライアル。スタートから一気に加速すると終盤も勢いを落とさず、自身が前回出した県高校記録を0秒68上回る1分6秒17をマークした。

「去年はガツガツこいでいただけだった」と中野。この日はスタートで力まず中盤にギアを入れ直す、という想定通りのレースを展開。「トップ選手のラップタイムや攻め方を研究してきた」と、大舞台での経験を生かし、技術を磨いた成果を存分に発揮した。

体調は万全ではなかった。3月にアキレス腱を負傷し約1カ月半離脱。それでも週に3回程度プールに通い体力低下を防ぎ、筋力トレーニングも強化した。後半の持久力が課題だったが「余裕を持って走れるようになった」と、けがを乗り越えさらに力を付けた。

東北大会を経て、いよいよ目標のインターハイに挑む。前回は終盤に失速し7位と悔しい思いをした。中野は「課題はあるがまだタイムは伸びる。今年こそ優勝したい」と集大成での飛躍を誓った。



（下石畑）

【写真＝男子1000メートルタイムトライアル決勝 最後までペースを落とさず県高校記録を更新した中野慎詞（紫波総合）＝紫波可・紫波自転車競技場】

（2017/05/28）

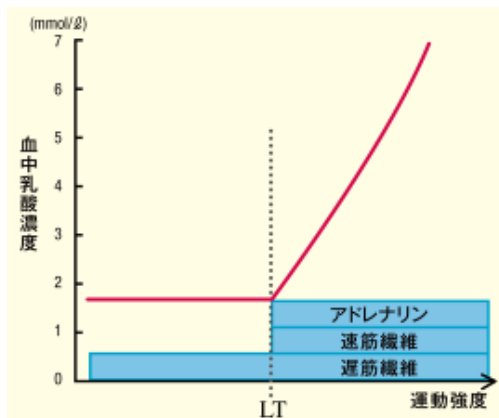


非侵襲乳酸センサ

岩手県立大学

体調センサーの開発(二種類のLEDで乳酸値と脈拍測定)

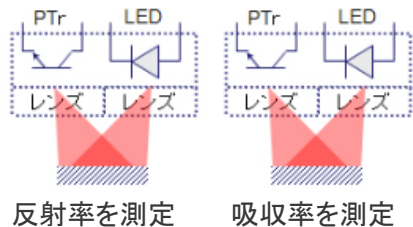
乳酸値測定と体調管理の関係(GOMOREのHPより抜粋 <http://blog.gomore.jp/?p=498>)



左のグラフは運動に対する欠乳酸濃度を示す。LTとはLactate Threshold (LT: 乳酸値閾値)と呼ばれ、ある運動強度以上になると血中乳酸濃度が急激に上昇するポイントの事である。

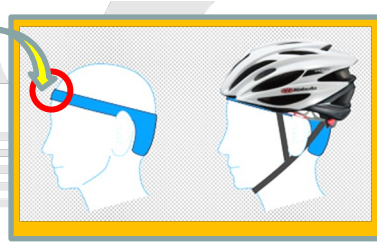
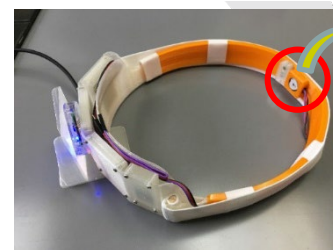
LTを超えると、脂肪よりも糖の利用が進み、LTを超えるような運動強度になると急に血中乳酸濃度が上昇するとされている。

運動後の疲労時には「乳酸が多く産生されていることが多い」と言われ、血中乳酸濃度を疲労の指標にされている。乳酸値濃度の測定により理想的な体調管理が出来る様になる。

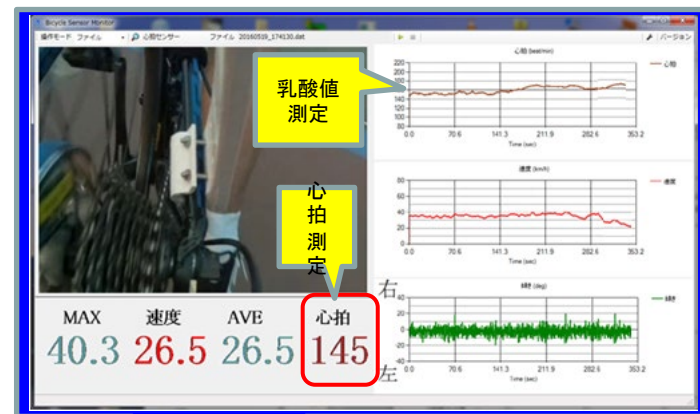


測定方法

血管に2種類の波長(紫外線と青)を照射して、その反射率と吸収率の比率で血中の乳酸の濃度を測定(心拍も測定可能)。乳酸の吸光波長340-360nm、蛍光波長450-460nm



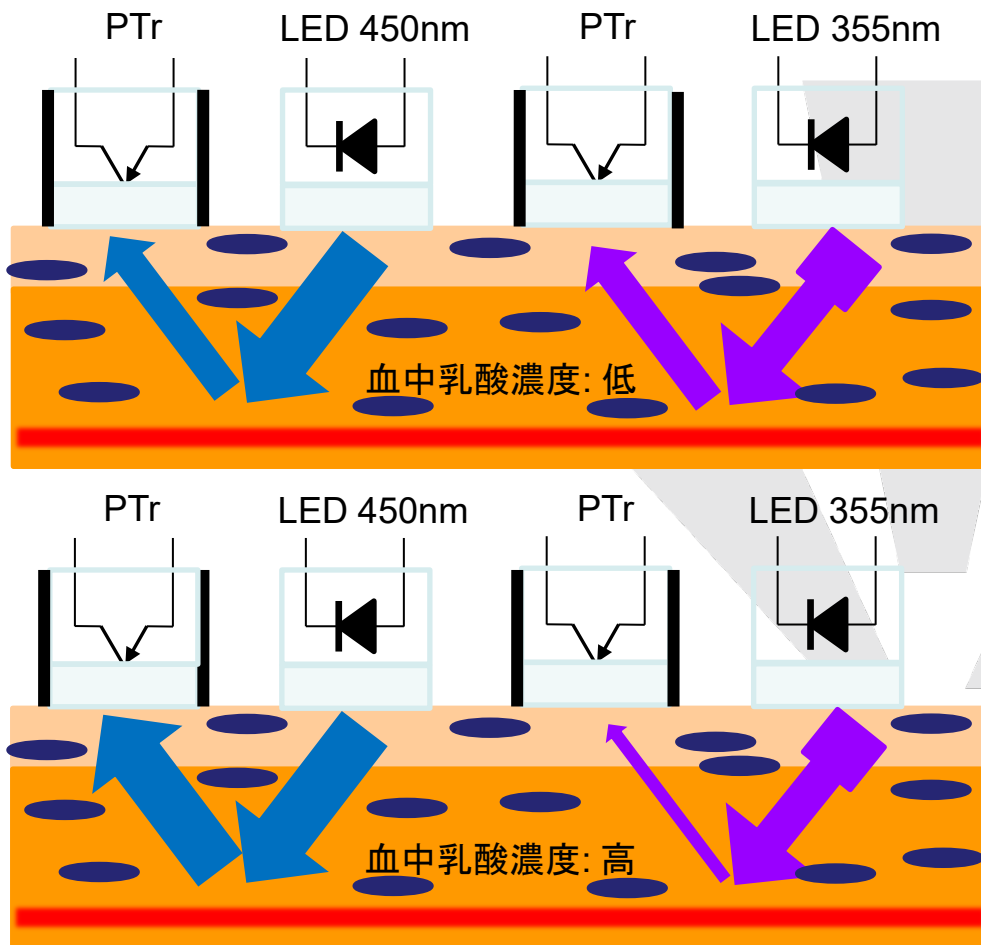
ヘッドバンド型体調センサー(試作品)
二種類のLEDにて乳酸値を測定
写真は上下逆に置いて充電中の状態



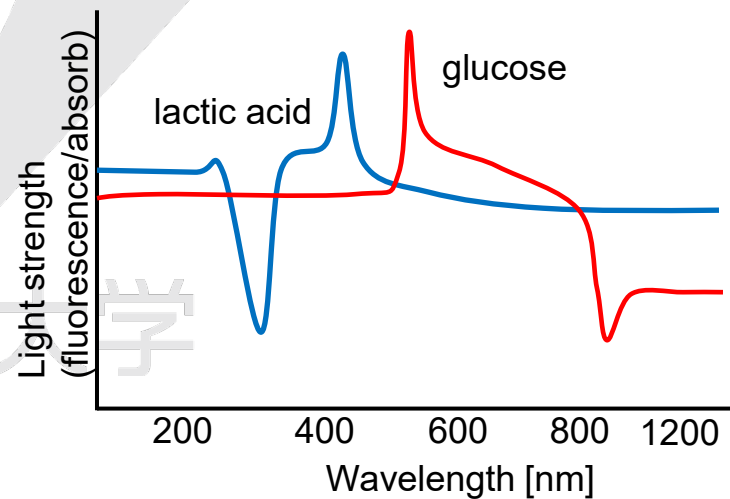
画面イメージ



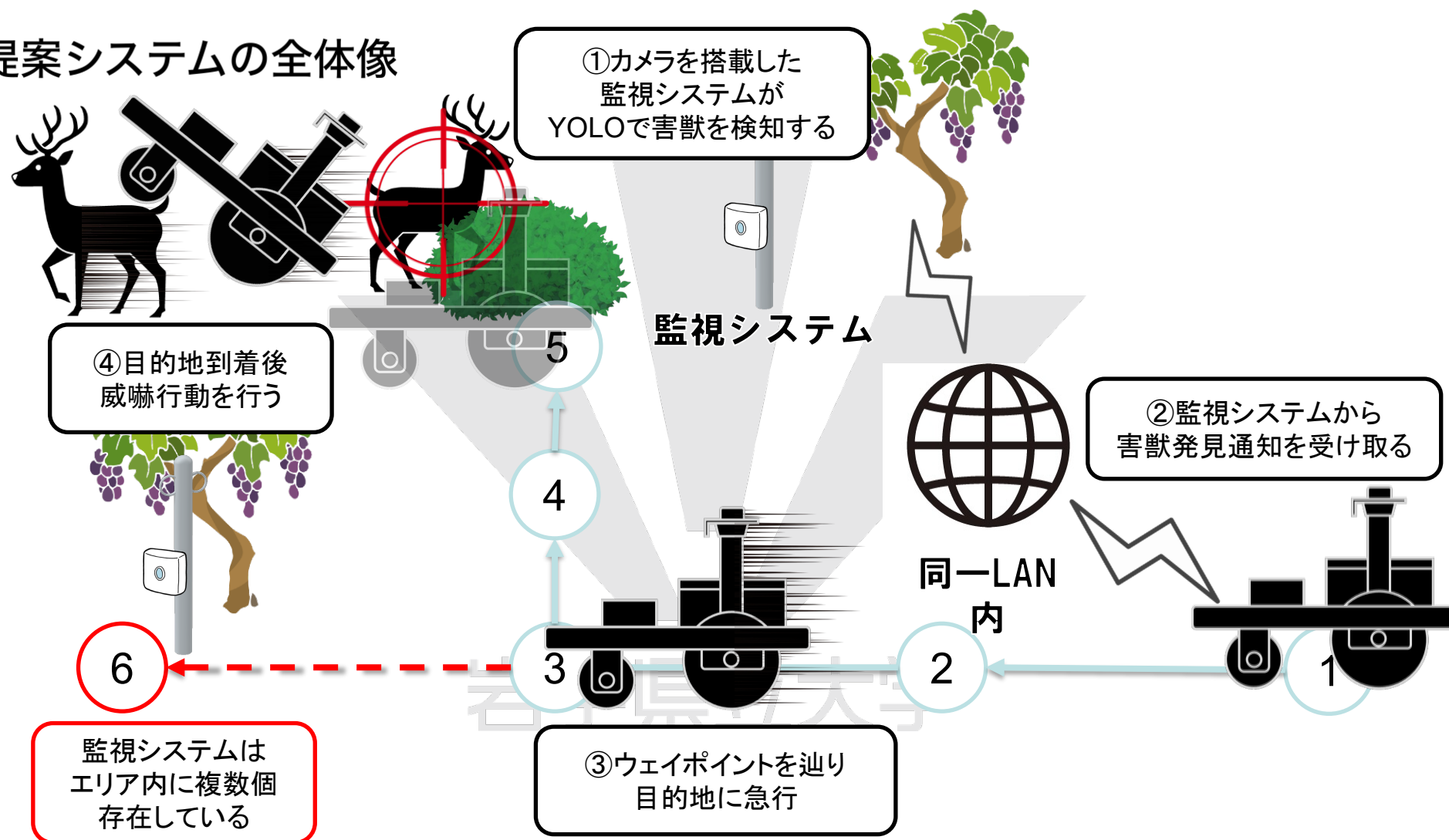
乳酸センサ測定イメージ



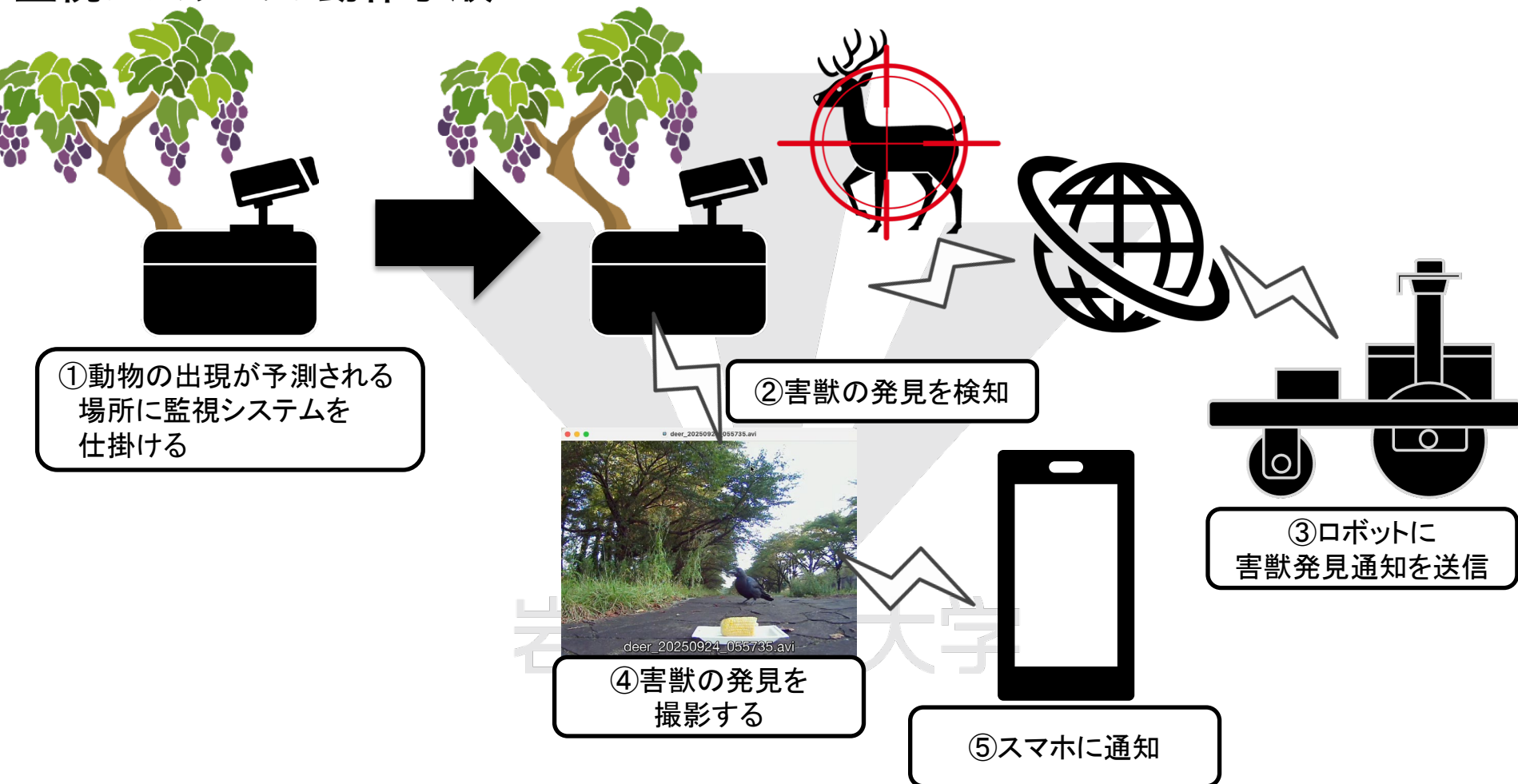
- ・物質固有の吸光波長・蛍光波長がある
- ・水、ヘモグロビン、血糖、乳酸、etc...
- ・血液中の物質に特定の波長の光を当てると、該当する物質の濃度に応じた強さの脈波が観測できる
- ・課題
 - ・生体内を通過できる距離vs波長の問題
 - ・メラニンが短波長の光を吸収してしまう、UV-Aを使用する、水の吸収スペクトルが広い
 - ・体動によるノイズ

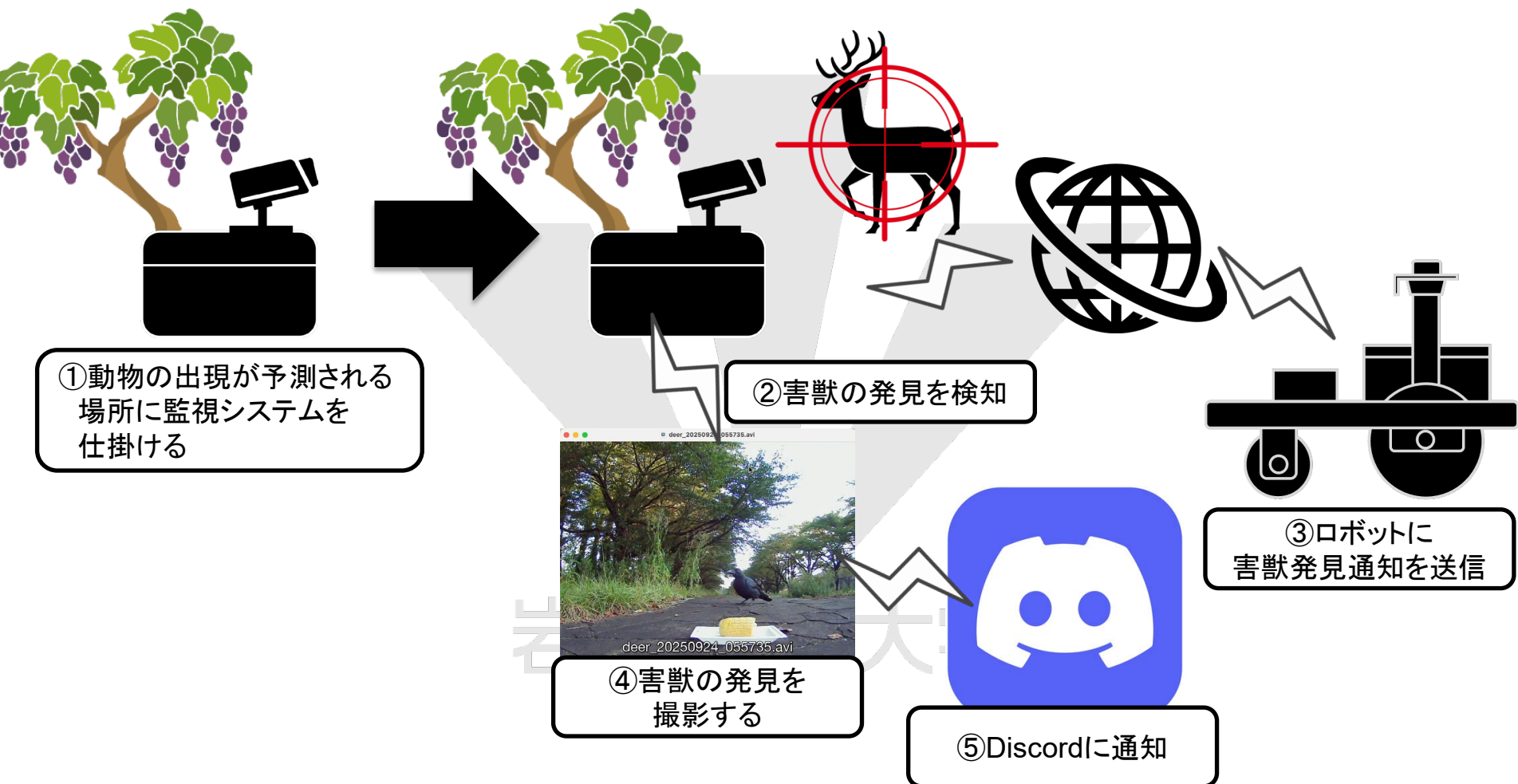


提案システムの全体像



監視システムの動作手順

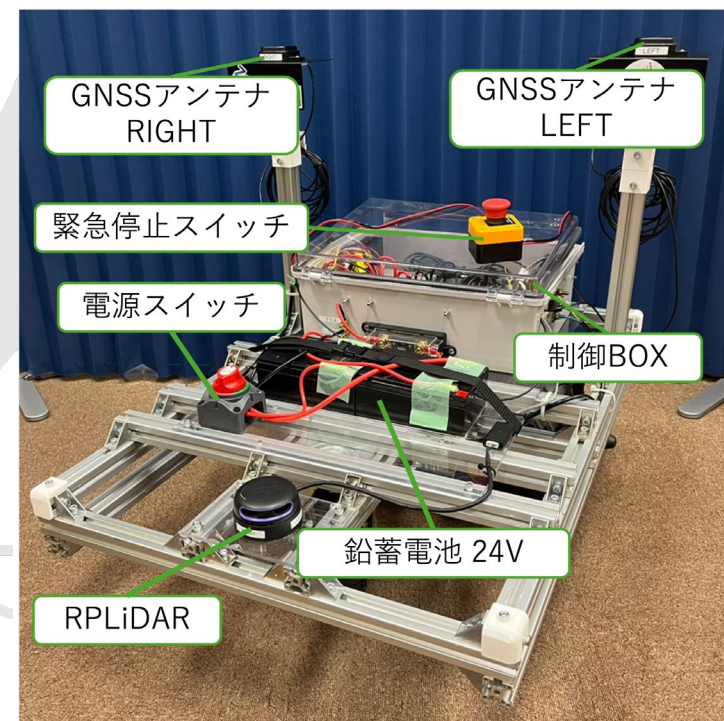




製作したロボットの仕様

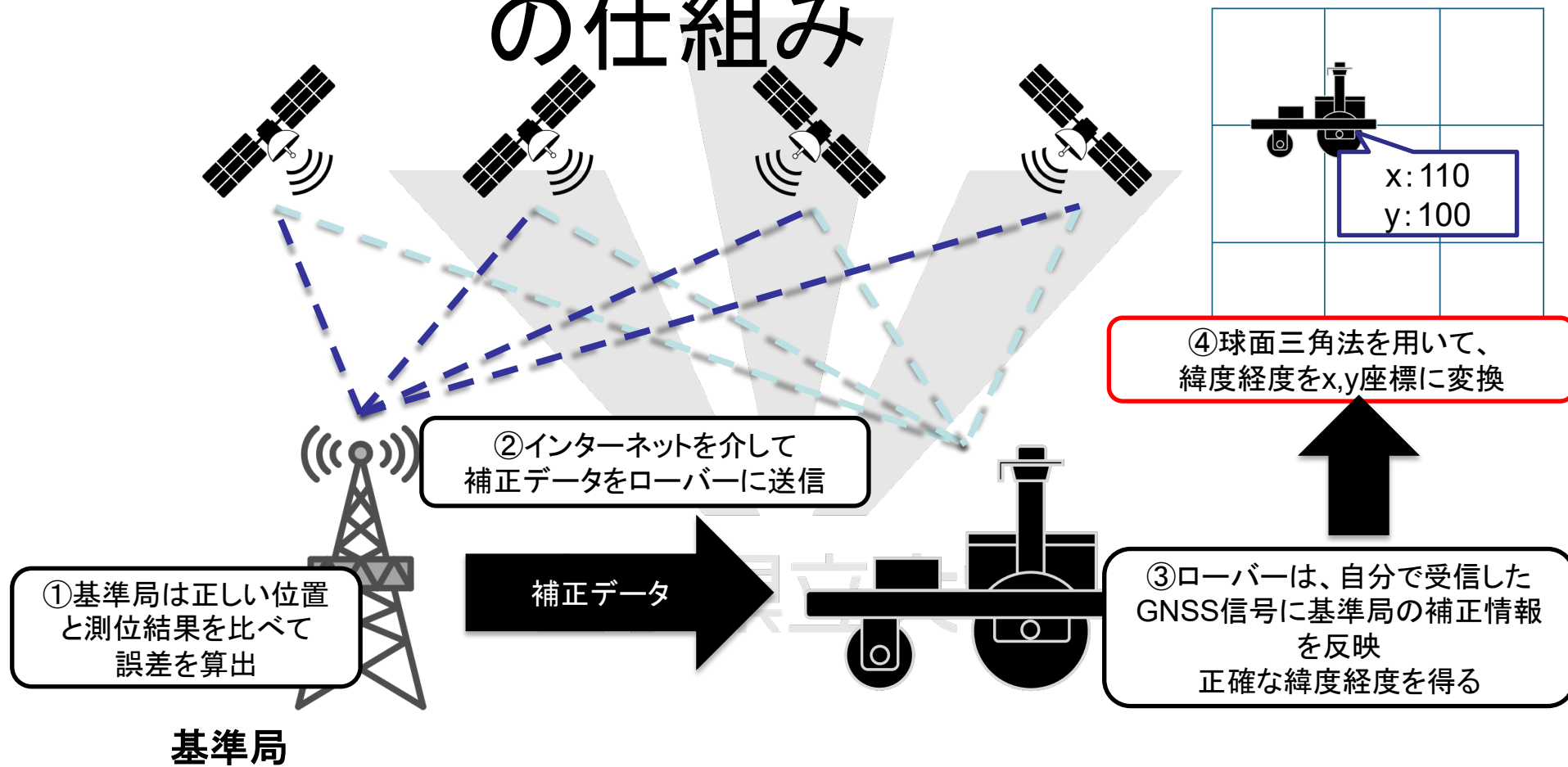
項目	内容
コンピュータ	Raspberry Pi 4 Model B
OS	Ubuntu 18.04、ROS
バッテリー	24V 鉛蓄電池
モーター	350W インホイールモーター × 2(後輪)
センサー	RTK-GNSS × 2(位置・方位)、 RPLiDAR A2M12(前方)
サイズ	L820 × W840 × H600 [mm]

- GNSSアンテナは2つ用いる
- LEFTは自己位置を推定、RIGHTはLEFTとの差から方向を推定



製作した害獣駆除ロボット

RTK-GNSSによる高精度測位の仕組み



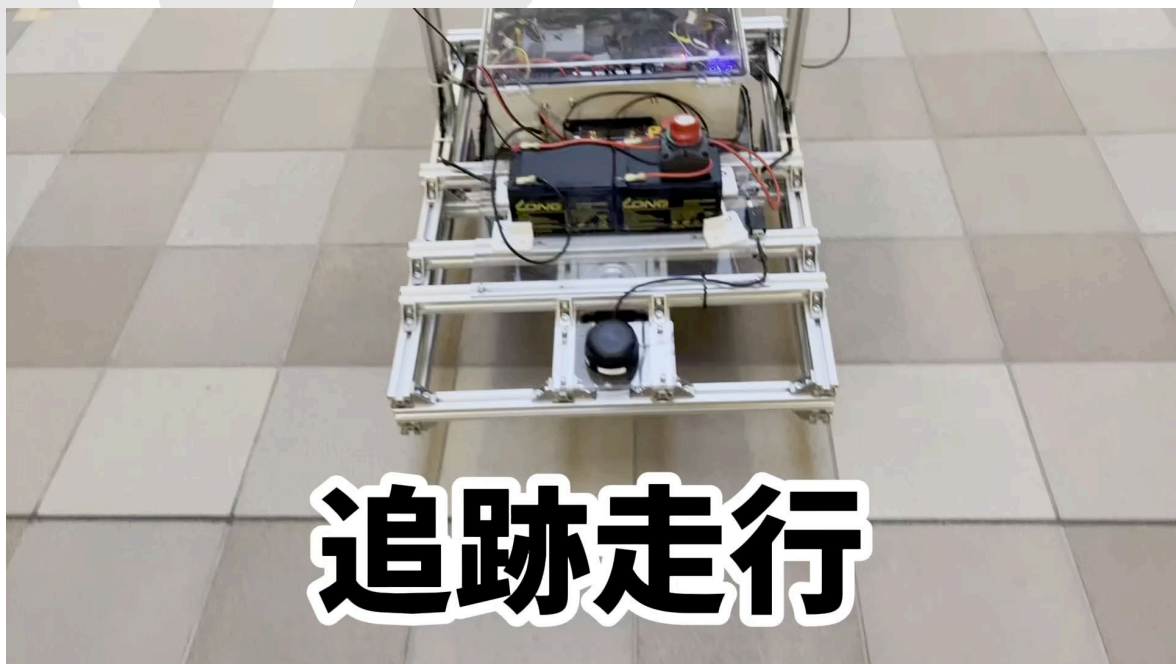
動作による威嚇動作の模倣

ロボットによる威嚇走行

- ロボットに搭載したRPLiDARを使用し、ターゲットとの距離が一定になると威嚇動作を行う
- 威嚇方法を複数個用意することで、慣れが低減できると予測した

威嚇走行種類

- 追跡走行
- ジリジリと詰め寄る
- 加速と後退の繰り返し
- 回転による威嚇
→一連の動作に採用



岩

★ 威嚇行動の多様化による慣れ防止

ロボットによる威嚇走行を
複数種開発

考察:

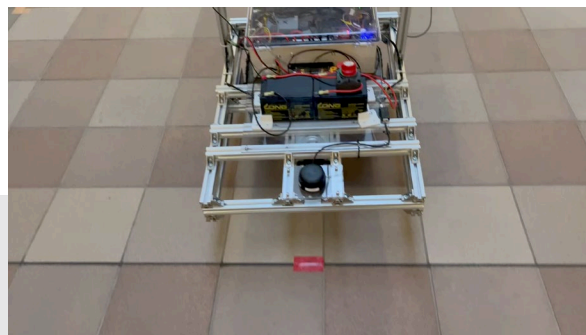
複数の威嚇行動を開発し、
切り替えて実行することで、
予測不能性が増し、慣れの
発生をさらに抑制できると考えた

結果:

静的ターゲットに対しては
威嚇走行は成立

課題:

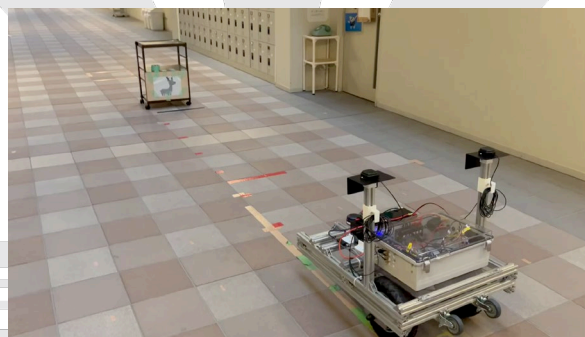
実際の動物への忌避効果は未検
証であり、今後の評価が必要



追跡走行



加速と後退を繰り返す



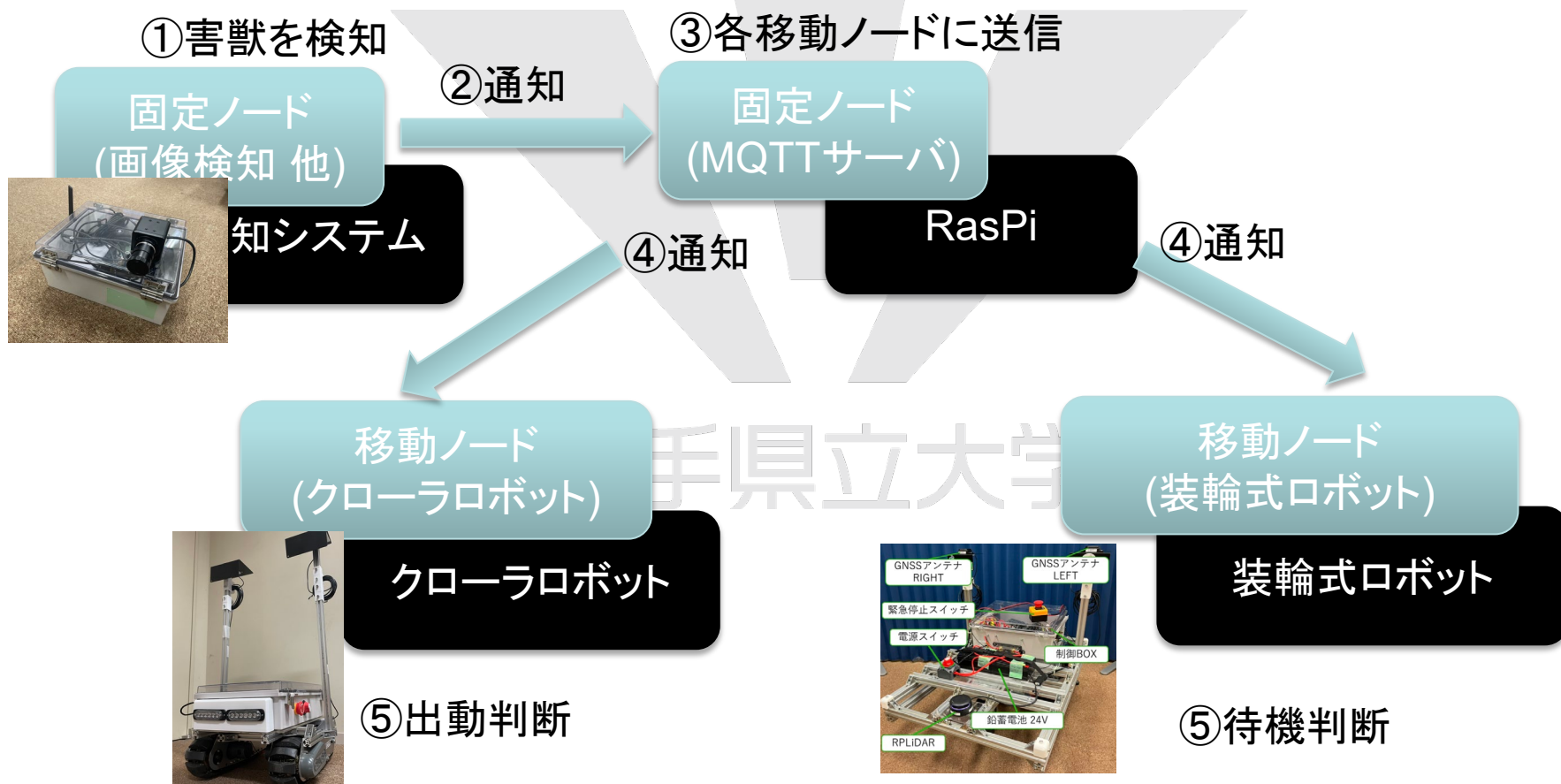
回転による威嚇



急加速しジリジリと詰め寄る

ロボット連携制御プラットフォーム

- 異種ロボットを統一的に制御可能なプラットフォームを提案
- ドローン・クローラ式・装輪式のロボットを対象





作業トレースシステム

岩手県立大学

工業製品の品質保証の重要性

■ 工業製品の品質保証

- 製品の重大な欠陥→ 出荷した製品の回収 / 改修
 - 品質問題は、事業の継続性や利益を左右してしまう
- 多くの工場・事業所ではQC活動などの努力をしている
 - なかなか100%にはならない

■ 重大事故を起こす重大な欠陥の例

- タイヤを取り付けるときのボルトの締め込み順序
 - タイヤが回転したときの振動を抑えるため、バランスを取りながら、対角線にそって締め付ける
 - 車両の走行中の振動でタイヤが外れることがある
- 誤った部品の取り付け
- 部品のつけ忘れ
- 取り付けた部品の元からある欠陥

品質を保証するためには

- 正しい部品が
 - 違う部品の取り付け/余計な部品の取り付け/付け忘れ
 - 正しい場所に
 - 取り付け場所のミス
 - 正しい方法で
 - ボルト締め付けトルク: 脱落防止、がたつき
 - ボルト締め付け順序: 脱落防止、組立精度確保
 - 嵌合しているか: 脱落防止、がたつき
- 取り付けられているかを保証すればいい

自動車工場での作業内容

■ 仕分け作業の内容

- ラインでの生産順序どおりに車種・グレード・輸出先によって異なる部品をラインに供給
- 指示された部品を棚から取り出す
- 指示されたコンテナの指示された場所に置く
 - 生産順序どおりにコンテナに部品を積載

■ 組立作業の内容

- 生産順序にあわせて配送された部品を正しく取り付ける
- 指示された部品を棚・コンテナから取り出す
- 部品を手順どおりに取り付ける
- 正しく取り付けたかどうか目視・手で確認
- 生産ラインの要所に検査担当者がいる

自動車工場における作業ミス

- 部品の取り違い・付け忘れ・不要な部品の取り付け
 - 車種・グレード・輸出先によって、
 - 取り付け可能だがまったく違う部品
 - 仕様が違う部品
 - 取り付ける必要がある部品、無い部品
 - などがある
- 取り付け手順ミス
 - 取り付け精度や安全性の確保のため、どの部品も取り付け手順が決まっている
 - タイヤ・ホイールを固定するナットの締め付け順序
 - 重要部品や板金の固定ボルトの締め付け順序
- 手順を間違えると...
 - 走行中の部品脱落・事故
 - ドアやボンネットのゆがみによるクレーム
- 考え事をしていてミスする

自動車工場における作業ミス

- 現状で検出できるミス
 - 検査担当者・後工程の組立担当者が発見
 - 違う部品の取り付けや付け忘れ
 - 重要部品のボルト締め付けトルクの不足
- 検出できるが影響が大きいミス
 - 部品の仕分け段階での取り違いなどのミス
 - 作業部位が他の部品の取り付けによって隠れてしまう場合
- 現在の検査で検出できない作業ミス
 - 作業順序のミス(ボルト締付、はめ込みなどの順序)
 - 組立後には外観や測定器で検出できないミス

対象工程の選択

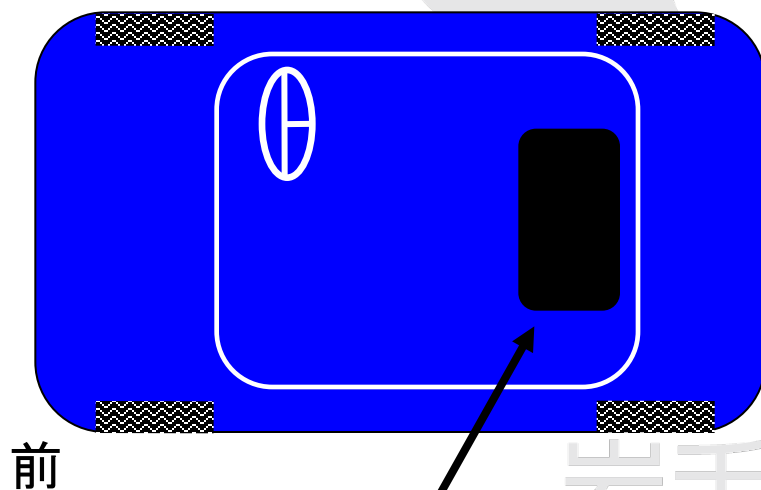
■ 燃料タンク取り付け工程

- 頭上を流れる車に燃料タンクを4本のボルトで取り付け
- 取り付けにはエアーインパクトレンチを使用
- 燃料タンクは基本的に1種類しかない
 - 研究・プロトタイプに向いている
- 比較的動作が大きいのでデータ処理をしやすい？



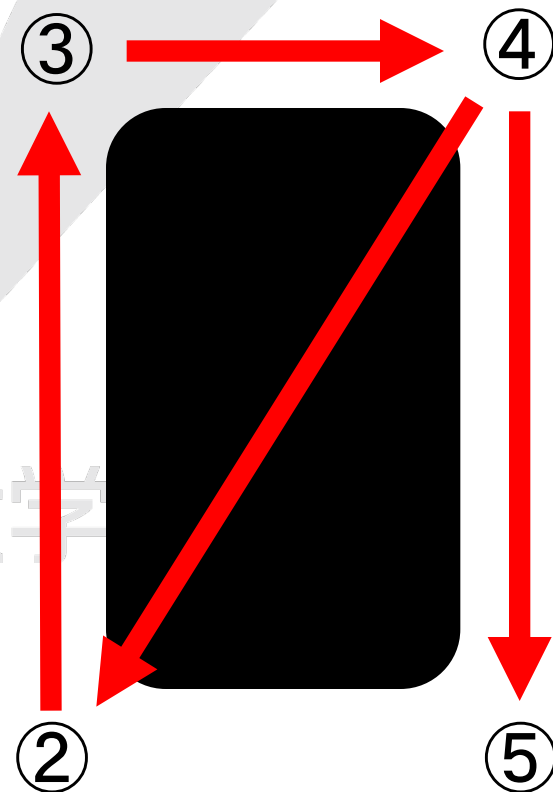
燃料タンクの取り付け

車両上面より見た図



ボルト締め付け順序

仮止め①

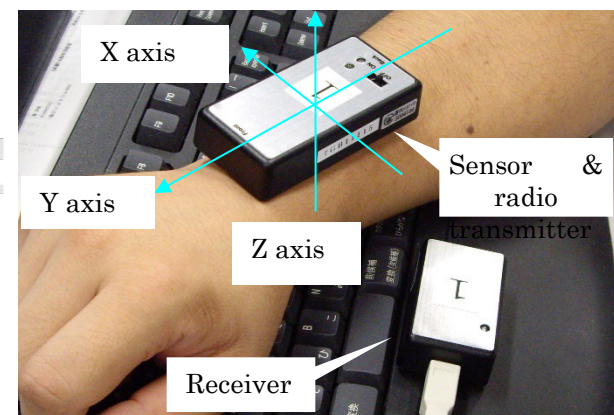


燃料タンクの取り付け

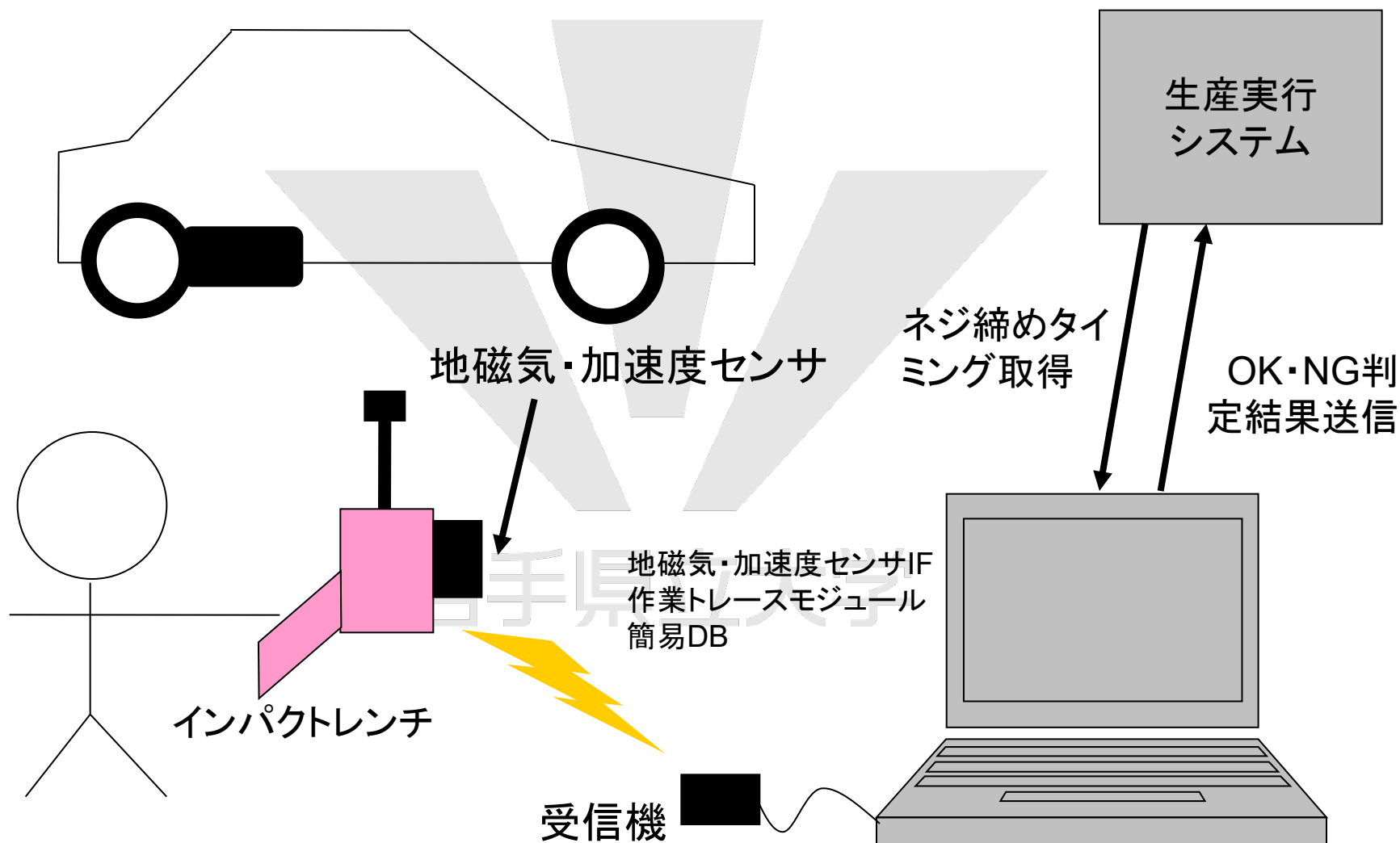


MIセンサ

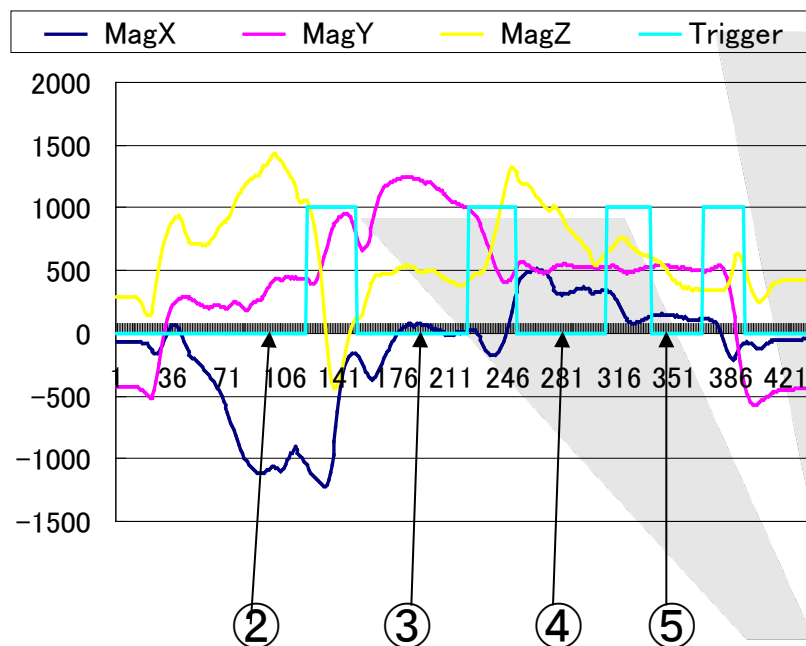
- MI (Magneto Impedance、磁気インピーダンス)センサ
 - アモルファスワイヤの周囲の磁界が変化するとインピーダンスが変化
 - 携帯電話などで電子コンパスとして使用
- アイチ・マイクロ・インテリジェント AMI601-CG
 - MIセンサを利用した3軸電子コンパス
 - MIセンサを利用した3軸加速度センサ
 - 磁石をバネで支持し、磁石の動きによる磁界の変化を検出
→ 精度に若干問題
 - バッテリー、2.4GHz帯無線送受信機
- 手首・工具などに取り付け、動きを検出
 - 動いた方向
 - はめ込み・ネジ締めなどの振動
- 本質的に磁北極の方角と伏角を測定していることに注意
 - 平行移動の検出は難しい?
 - 腕の動きなどの回転運動は容易に検出



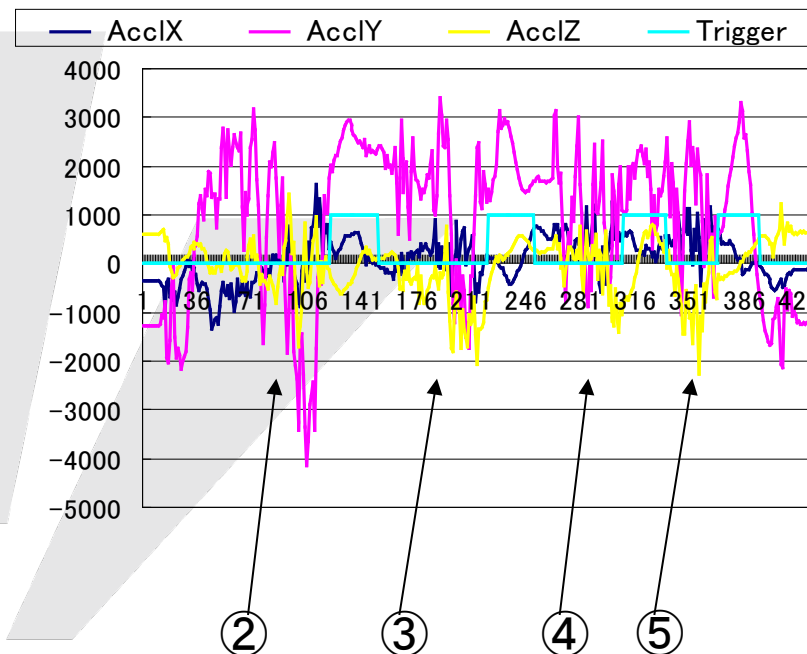
プロトタイプ構成



地磁気・加速度の波形



地磁気

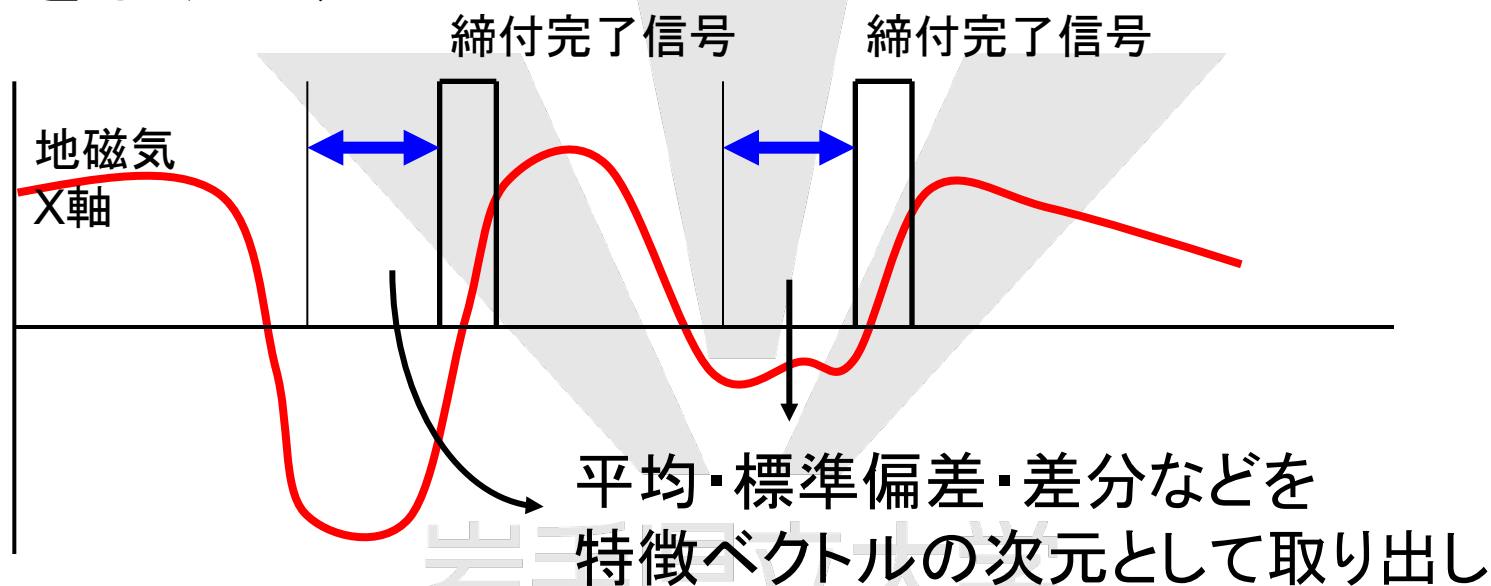


加速度

- Trigger信号の立ち上がりで締付完了
- 主に地磁気のデータでOK・NG判定

OK・NG判定手法

1. 地磁気・加速度・回転角の波形から特徴ベクトルを取り出す



2. 各締付位置の学習データと特徴ベクトルの類似度を計算

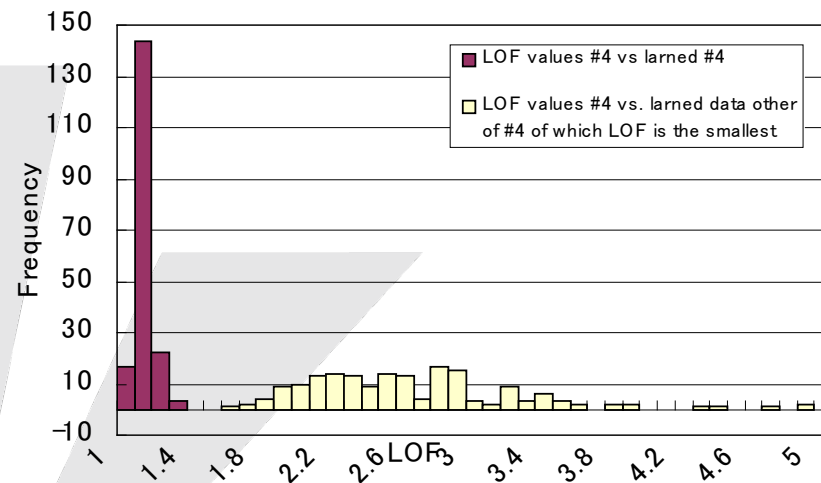
- 類似 → 当該締付位置を締め付けたと判断

作業結果の分類

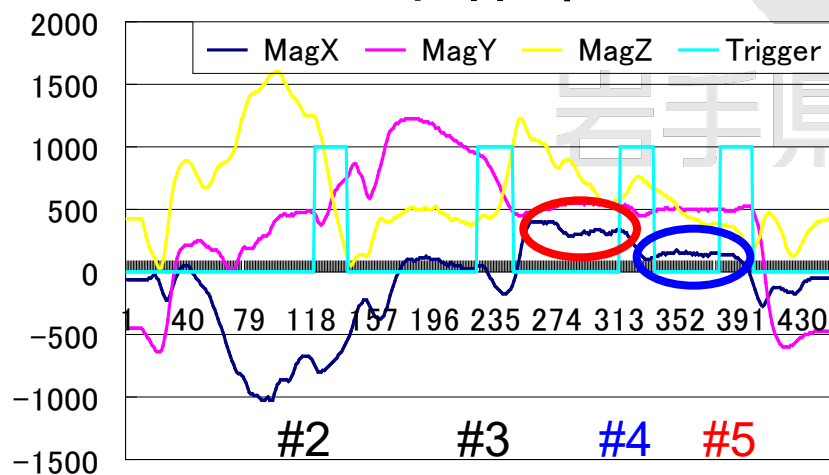
- 工場での品質管理の必要性に基づく分類
- 正常作業
 - つつがなく燃料タンクの取り付けを終了した
- 準正常作業 → ライン停止(してしまう)
許容する? しない?
 - 燃料タンクの取り付け自体は正常に完了
 - 取り付け作業中に、燃料タンクの取り付けと直接関係ない作業を行った
 - ボルトを落として拾う、あんどん紐を引く
- 誤作業 → ライン停止・修正
 - 燃料タンクのボルトを締め付けたが、順序が正しくない

正常・異常作業に対する判定

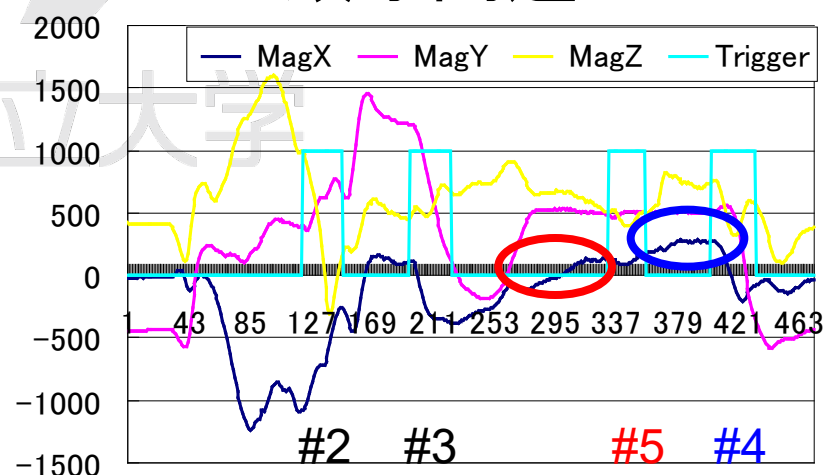
- 正常な作業はほぼ100% 正常と判定
- 順序間違い作業を実施して試験
 - 全部検出可能だった



正常作業



順序間違い



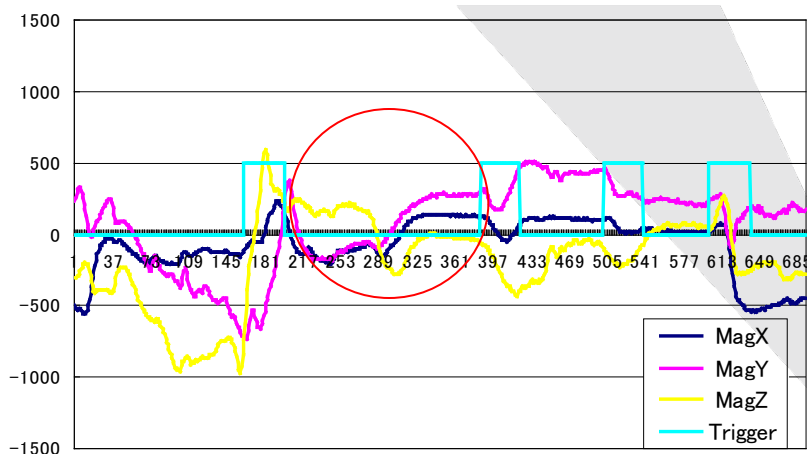
問題点

- 正常作業で無い作業は検出可能
 - たまにおかしな作業がある
- 完全に正常でない作業がラインを停止させる
 - Ex) 躓いた、部品を落として拾った...
- 地磁気・加速度センサの波形からだけでは、何が起きたのかわからない
- 作業員から聞き取り
 - ラインは一旦止めるがすぐに再開させる
or 停止させない
 - 休み時間や終業後のため記憶があいまい
- 結局、何が起きたのかはわからない

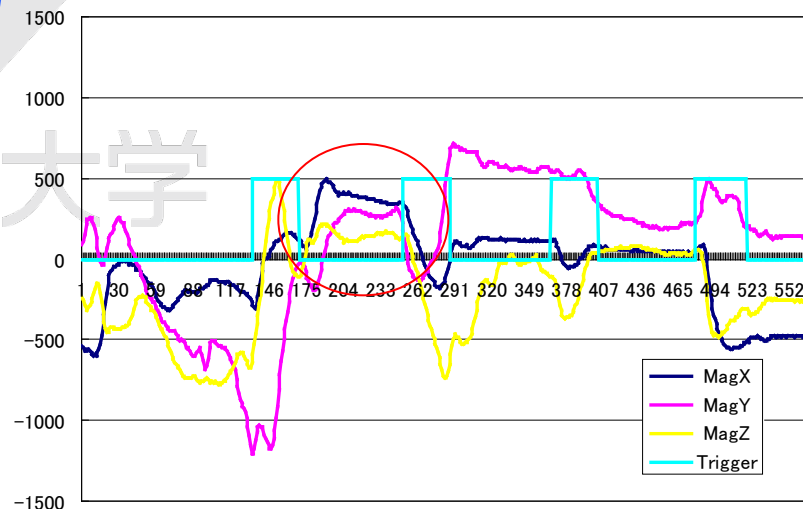
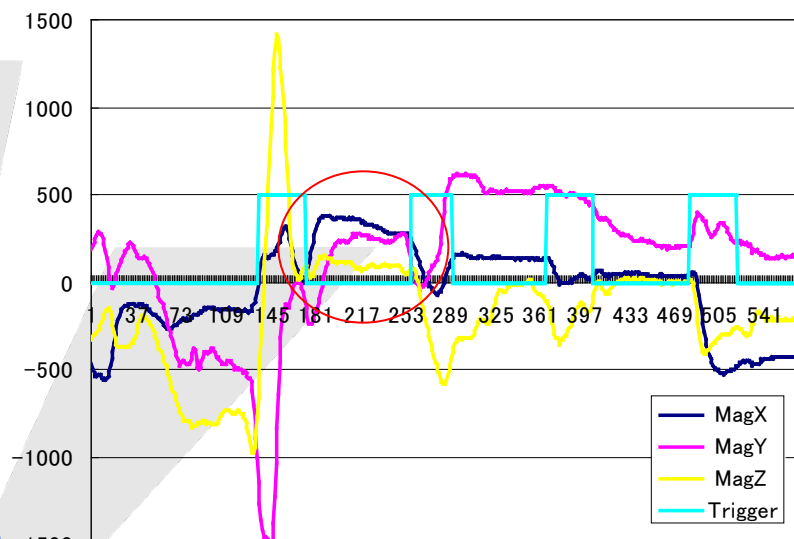
正常でない作業の波形

組立ライン停止判定:

③の前でボルトをソケットにはめるのに手間取った



正常作業
と比較



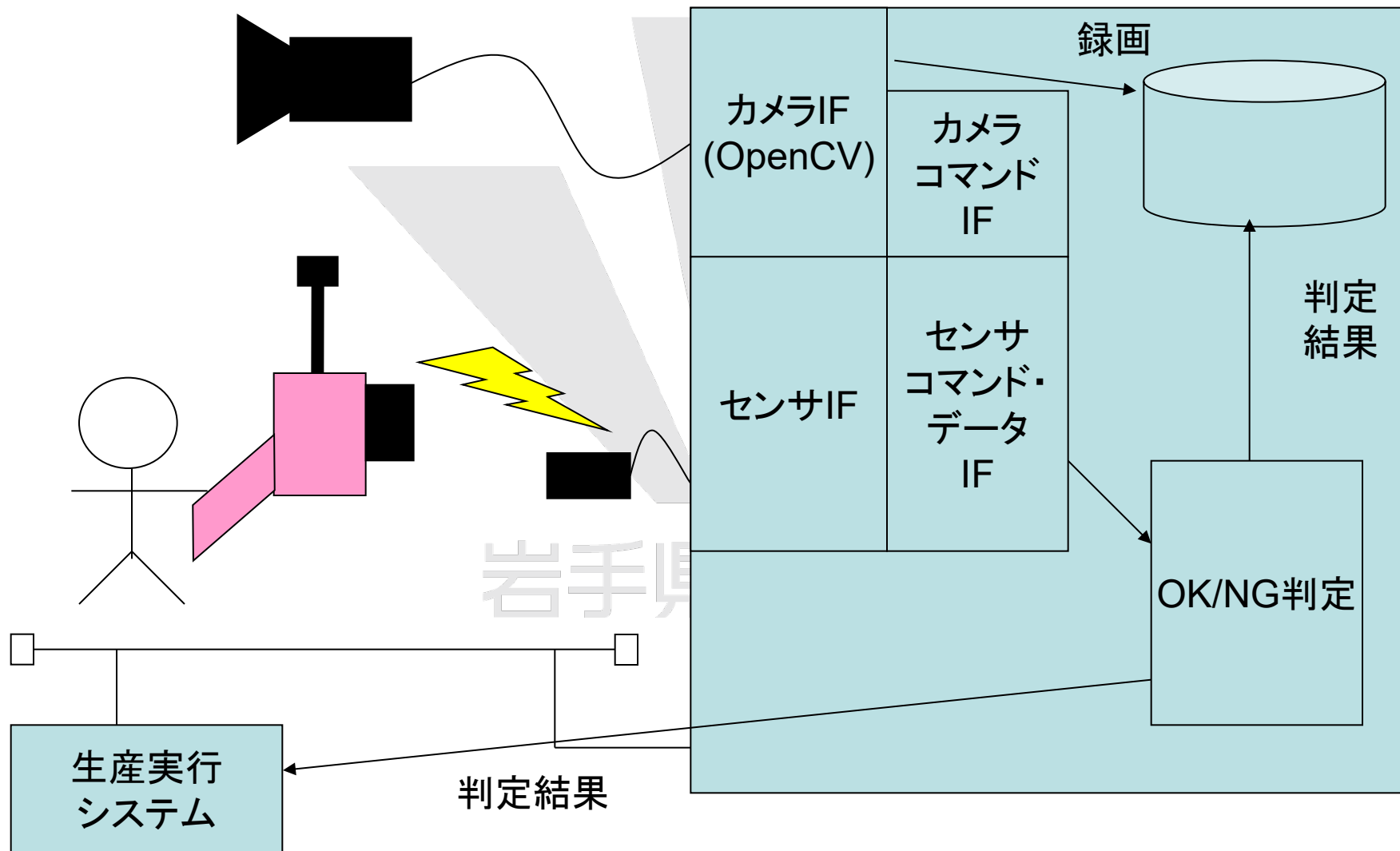
•よく見ないと、波形が違うこともわからない

•波形は確かに違うが何が起きたのかは全くわからない

ビデオ録画の設計と実装

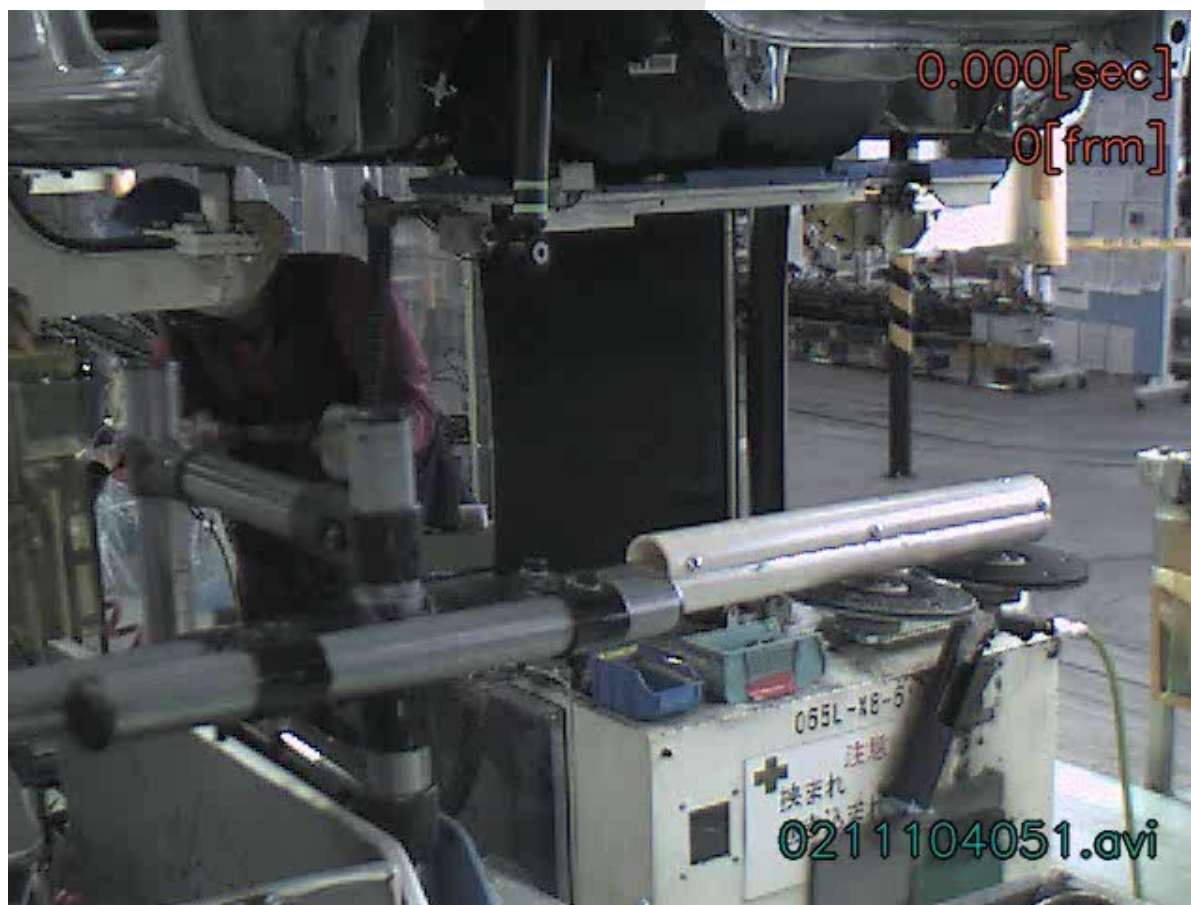
- (しょうがないので)ビデオ録画機能を追加
- 要件
 - 常時録画している必要は無い
 - 導入当初の調整、ライン停止頻発時の対策
 - 正常な作業の録画は残っている必要は(たぶん)無い
 - 録画データと地磁気・加速度センサデータ、判定結果の紐付けは必要
 - 録画データのサイズは小さいほうがいい
 - 1作業あたりの録画時間は通常は15秒程度、最大50秒
 - 1分強に1台生産するため、圧縮に時間がかかってはいけない
 - 燃料タンク取り付けに50秒近くかかる → ヘルプが入って他の作業代行 → 10～20秒後には次の車両の燃料タンク取り付け開始
 - 最悪ケースでは、ほとんど圧縮している時間が無い

実装



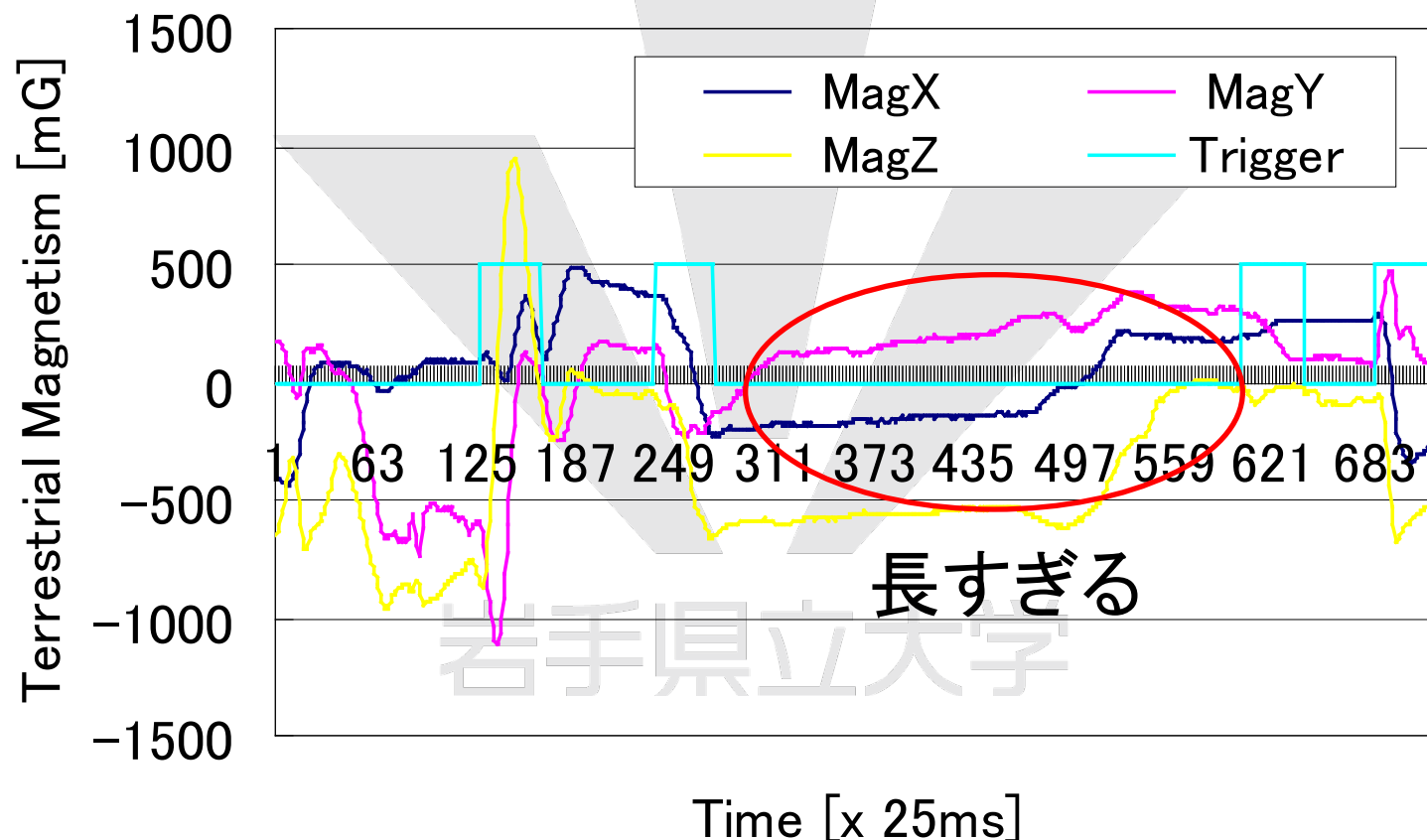
録画結果

- 正常な作業: ④を締め付け中



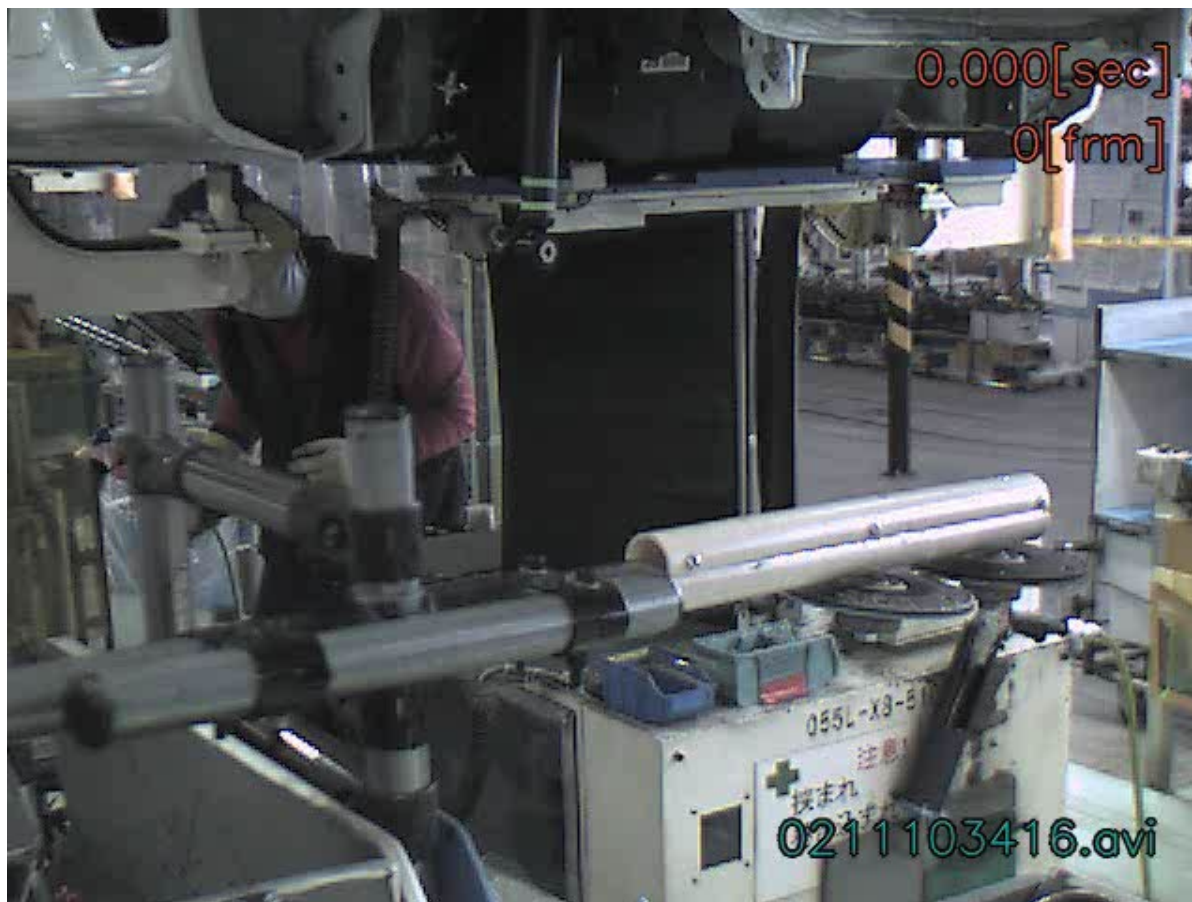
発見された異常な作業

- ②～④でNG判定→ライン停止(模擬)



- ③と④の締め付けの間に異常に長い時間がかかっている
→ 何がおきたかはわからない

発見された異常な作業



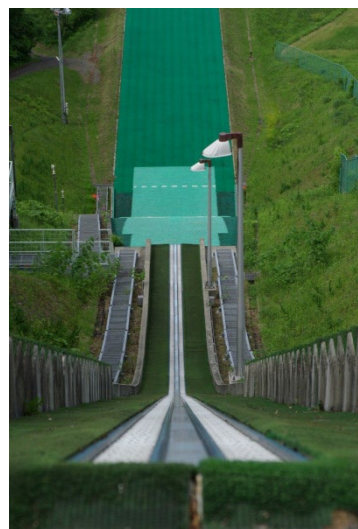
- 画面右にある燃料タンク自動供給装置の不調が原因の異常な作業だと判明



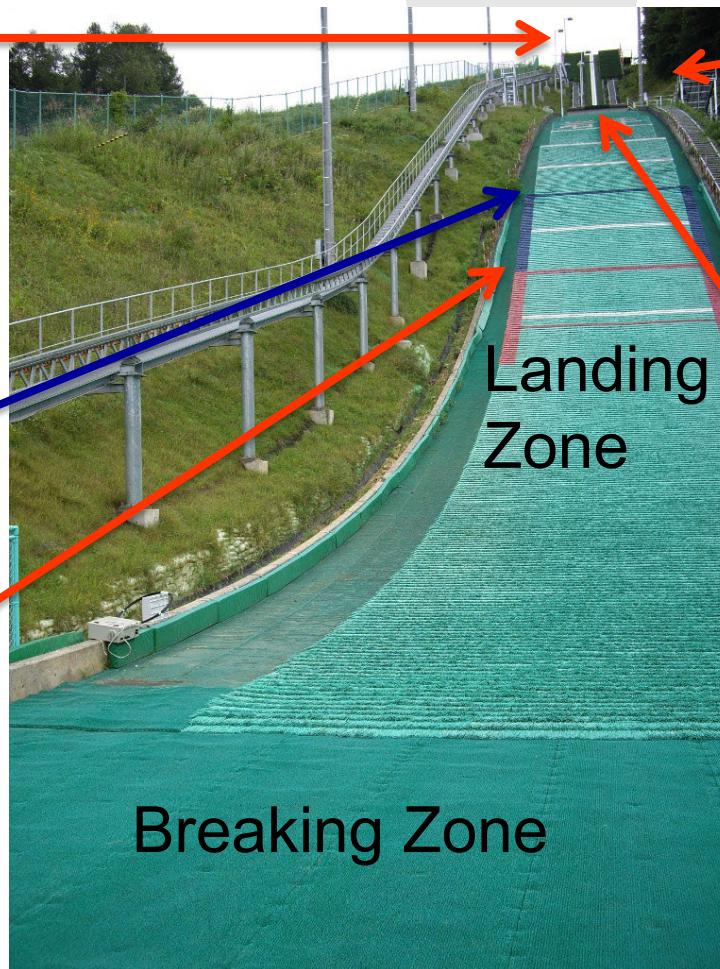
スキージャンプ

岩手県立大学

Introduction: Ski jumping facility



Start Point



40m line

K-Point
(K=50m)

Landing
Zone

Breaking Zone

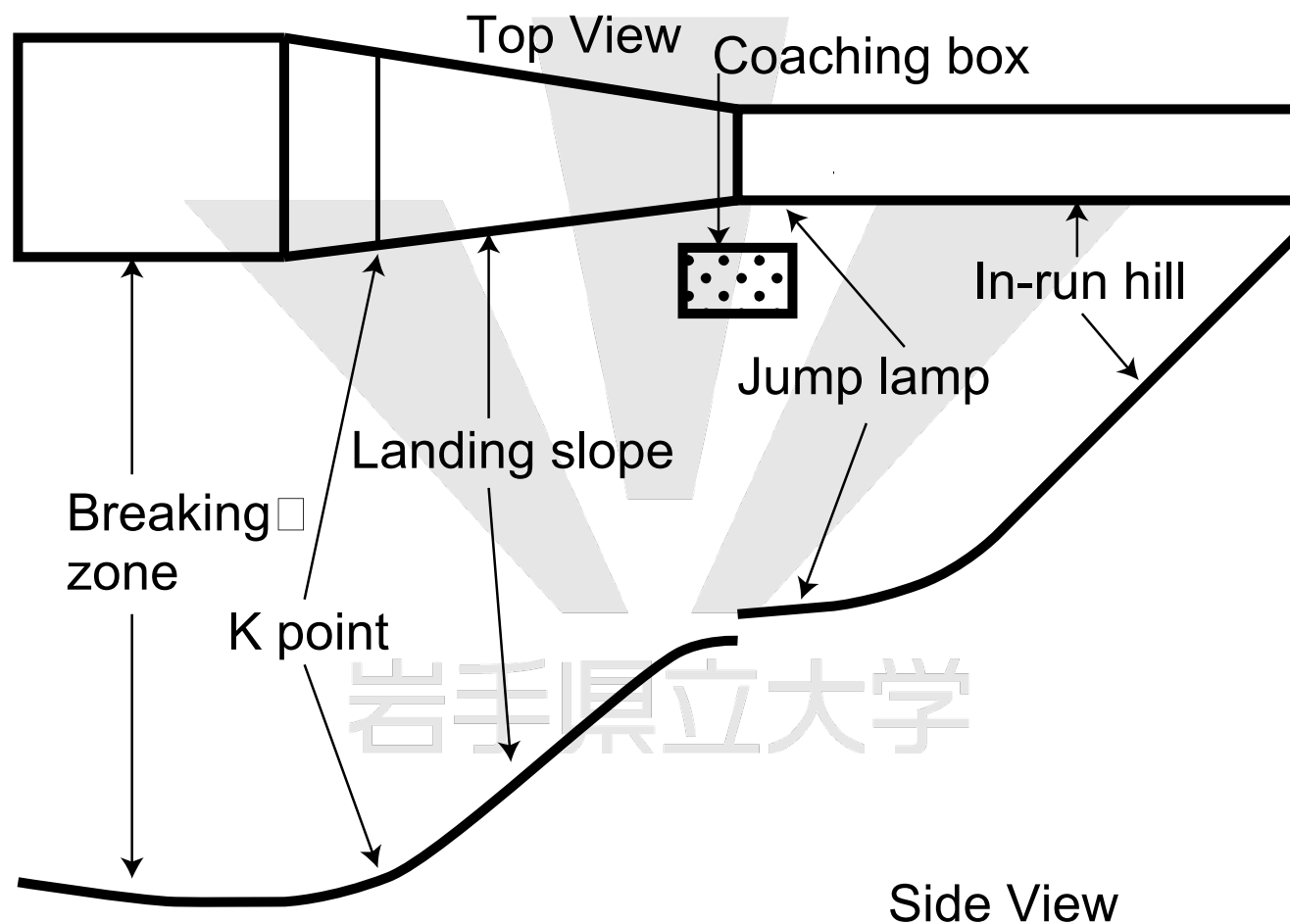


Coaching Box



Jumping Lamp

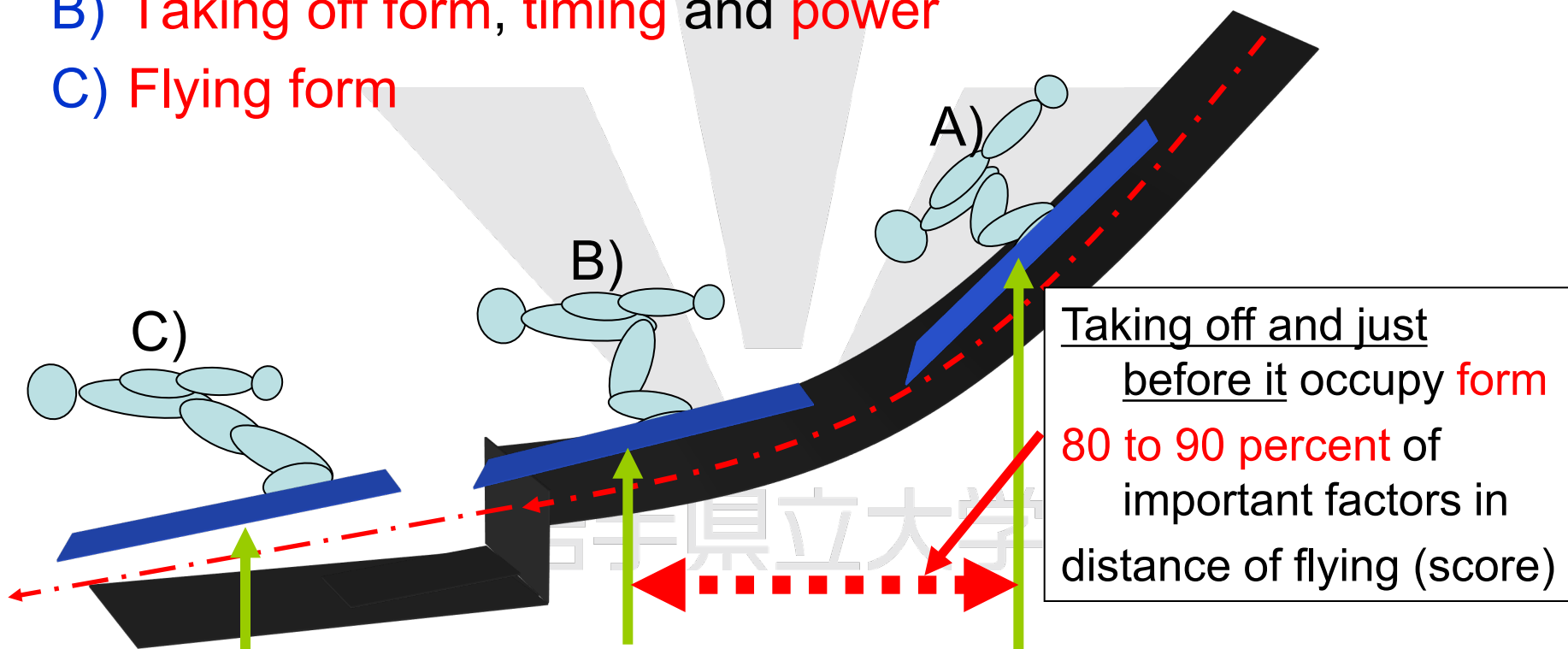
Introduction: Ski jumping facility



Introduction: How to fly longer

■ Factors of flying distance are:

- A) Descending form and descending speed
- B) Taking off form, timing and power
- C) Flying form



After taking off

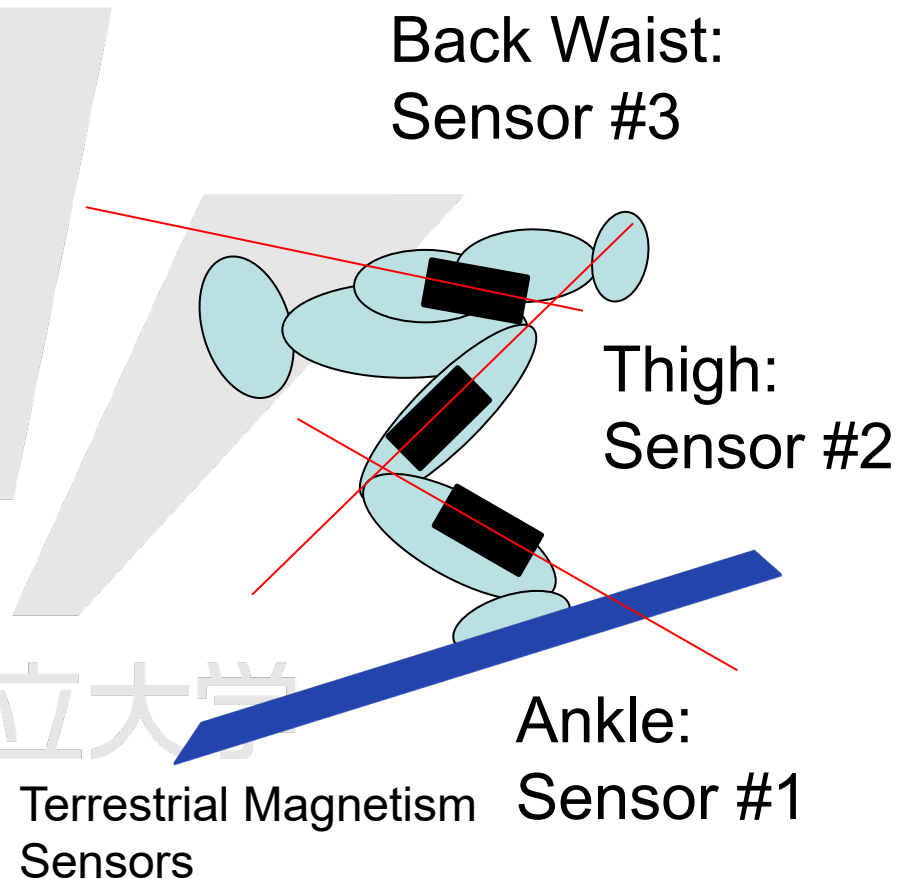
Getting to Taking off

Starting position to taking off position

← The flow of changes of ski jumper's forms

Our previous work: Ski jumper's motion monitoring system

- Angles of knee and waist are measured
- Three terrestrial magnetism sensors are attached body of a ski jumper
 - Ankle, thigh and back waist
- Angles between three sensors can be measured

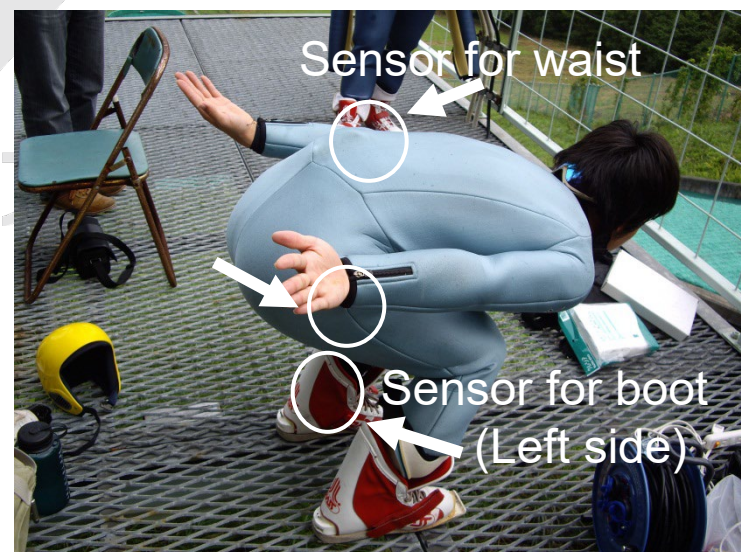
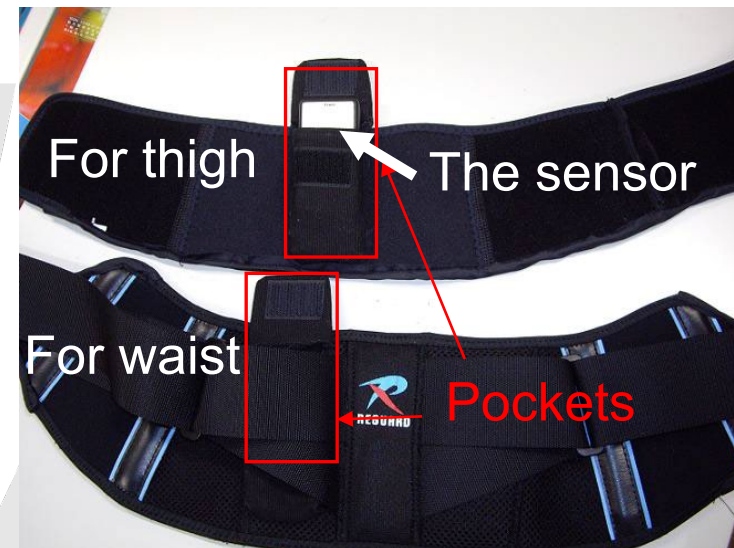


Our previous work: Ski jumper's motion monitoring system



Sensor at back waist is attached here, Rotated 90 deg. In its X-Z surface

Sensor at ankle and thigh is attached on left side of the body

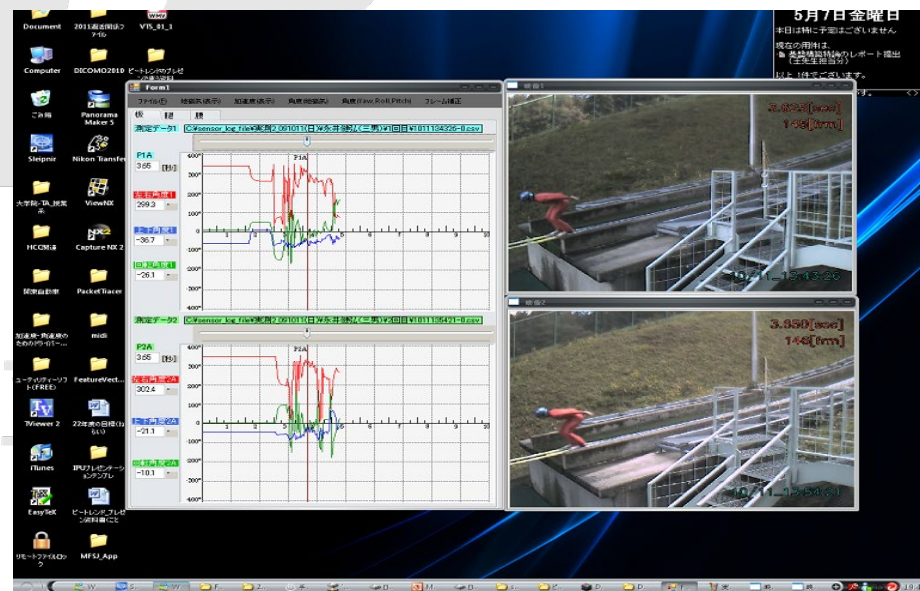
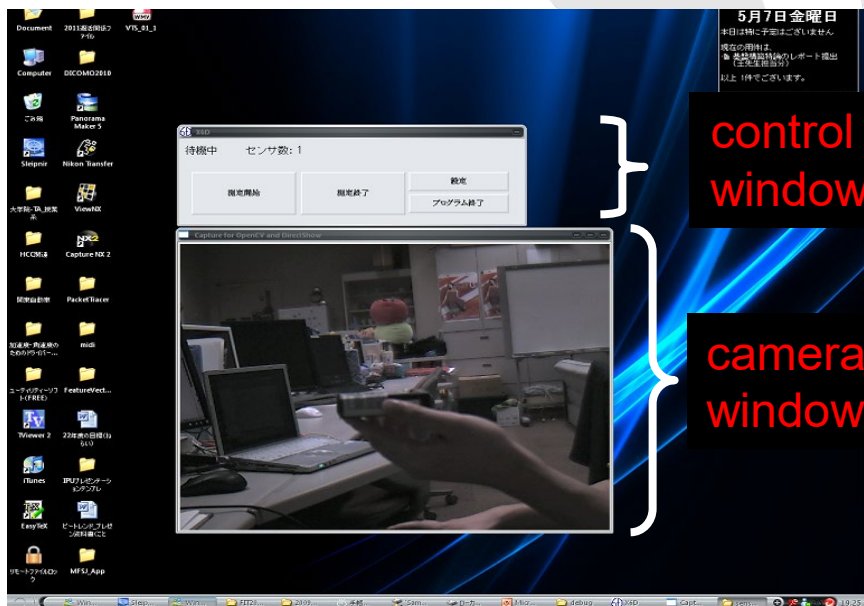


Our previous work: Ski jumper's motion monitoring system

- We have developed a Ski Jumper's Motion Monitor System that consists of two parts:

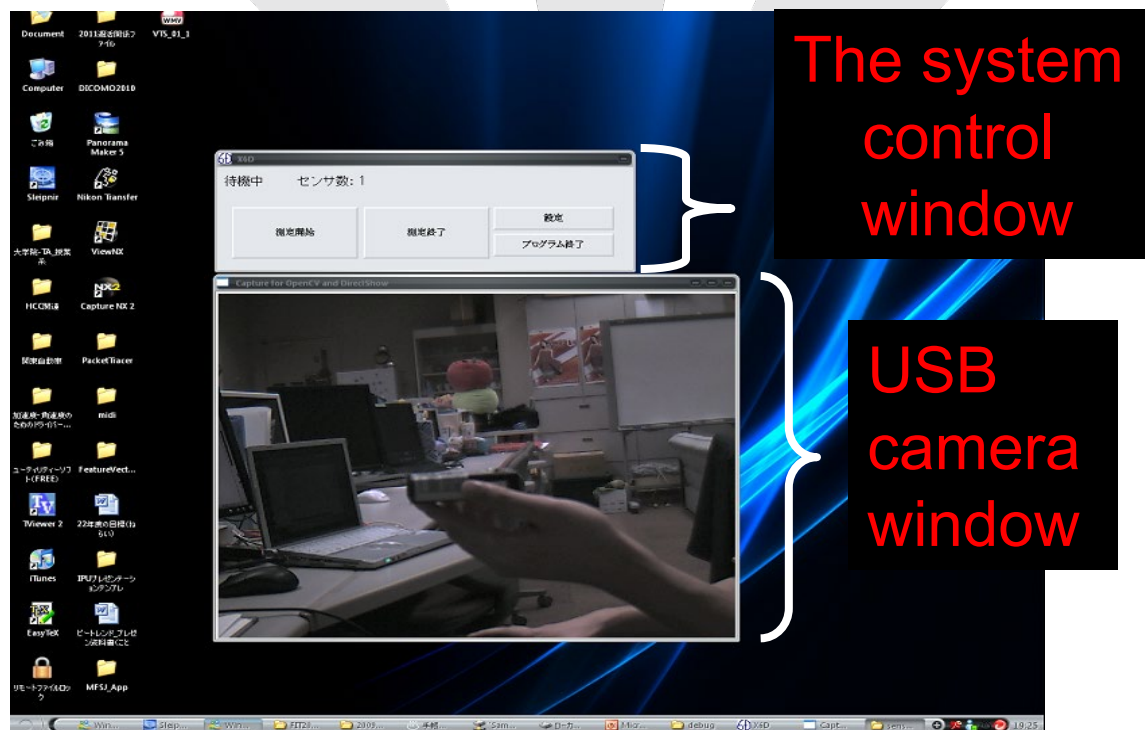
Measurement Subsystem

Review subsystem



Measurement System (1/2)

- This system's user interface consists of two windows:
 - The system control window
 - USB camera window



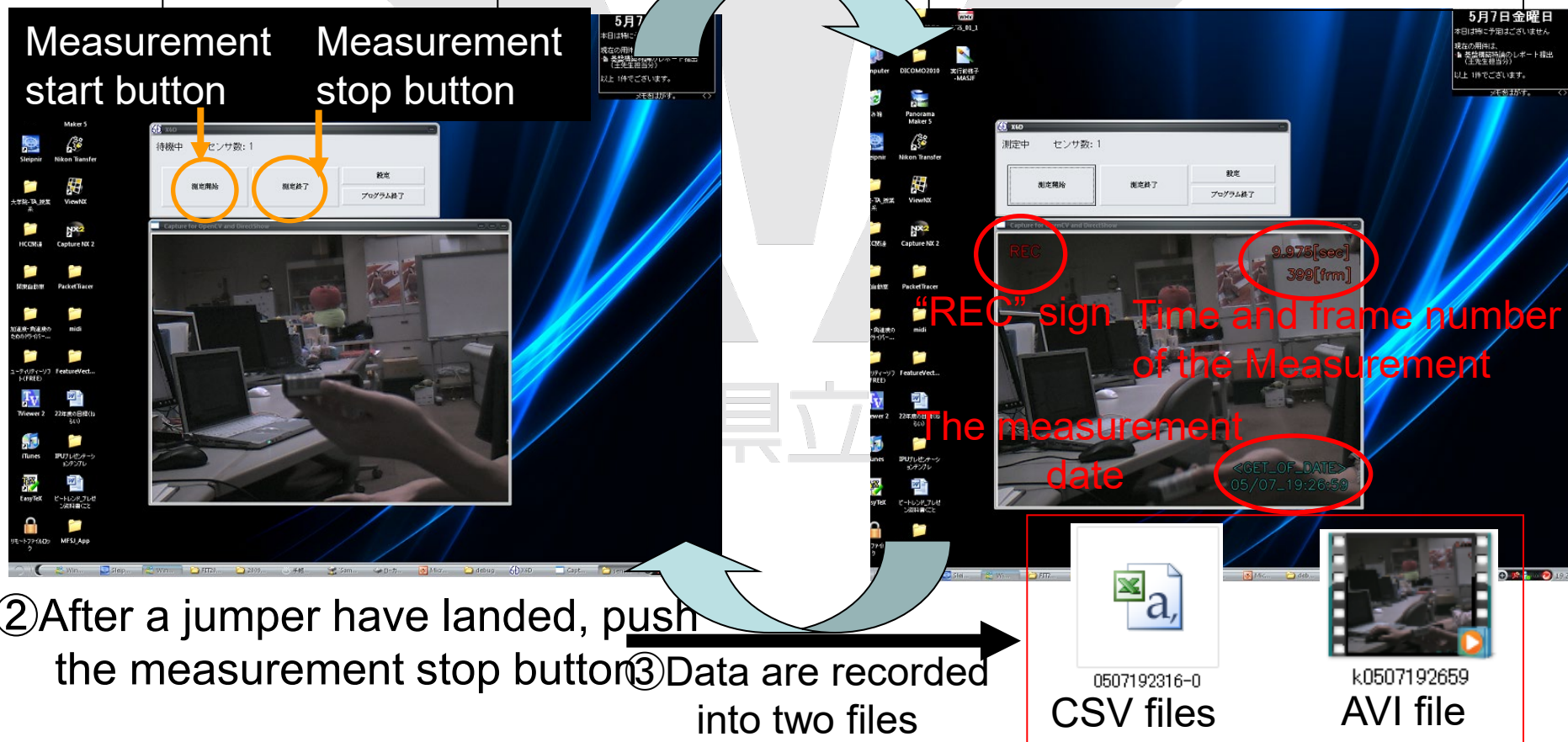
Measurement System (2/2)

■ A flow to record data for each jump

① Push the measurement start button

Wait mode

Measurement mode



Confirmation System(1/2)

■ This system's user interface consists of two windows:

- Graphs drawing area
- Cameras area

The screenshot displays the system's user interface, which is divided into two main sections: 'Graph drawing areas' and 'Camera areas'.

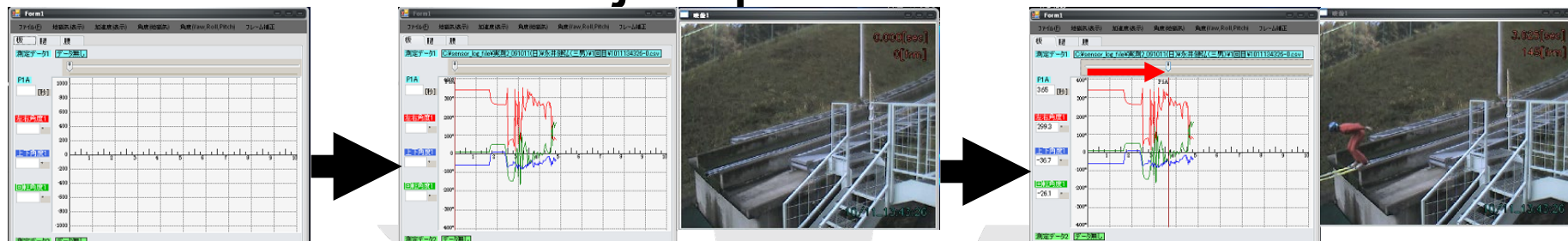
Graph drawing areas: This section contains two windows, 'A trackbar-1' and 'A trackbar-2'. Each window shows a graph with multiple colored lines (red, green, blue) plotted against a grid. The y-axis ranges from -400 to 400, and the x-axis ranges from 0 to 10. A red circle highlights a specific point on the graph in each window. Below the graphs, there are numerical values for 'P1A' and 'P2A'.

Camera areas: This section contains two camera views, 'A Camera view -1' and 'A camera view -2'. Each view shows a live video feed of a person in a red shirt walking on a set of stairs. The video feeds are overlaid with numerical data, including '3.850[sec]' and '148[mm]'.

At the bottom left, there is a button labeled 'Show angles'.

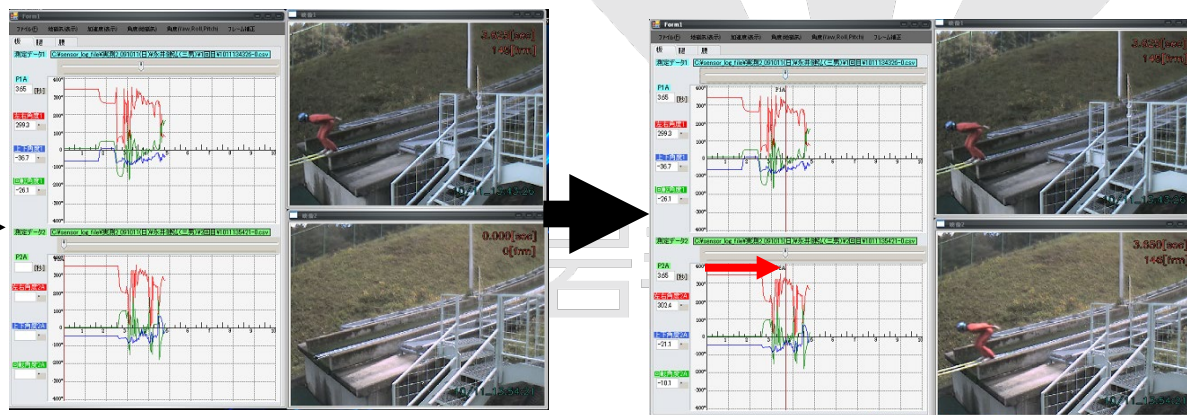
Confirmation System(2/2)

■ A flow to review jump data



①Read CSV files to Graph drawing area
→This system read an AVI file corresponding with the read CSV file

②Control the “trackbar-1”
→This system could confirm the taking off forms of the ski jumper



Therefore :

This system can confirm the difference of the ski jumper's form at the same time with two windows

③Read another CSV files to Graph drawing area
→This system read an AVI file corresponding with the read CSV file

④Control the “trackbar-2”
→This system could confirm the taking off forms of the second ski jumper

Accuracy of Measured Values of Terrestrial Magnetism Sensors (2/2)

Ideal calculated angles: $y=x$

Calculated angles

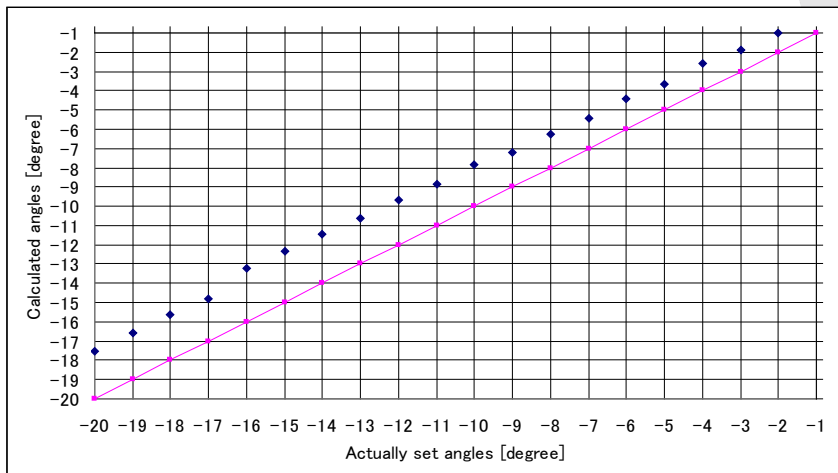


Fig. 3 Changes of angles negative direction for protractor

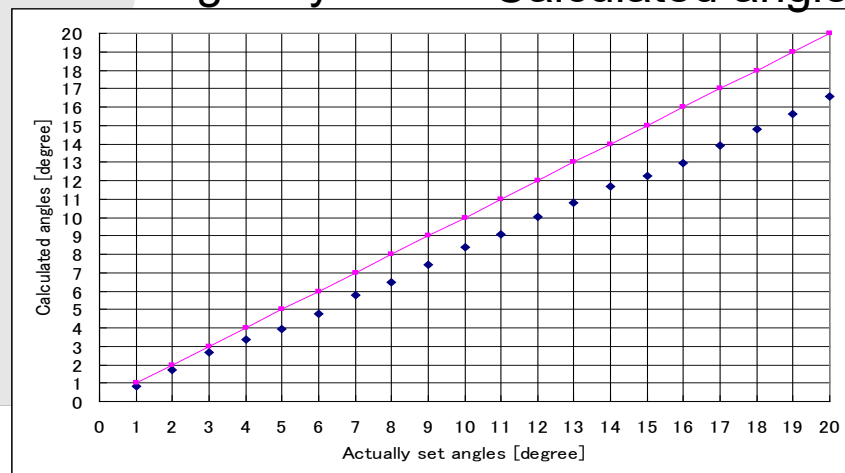


Fig. 4 Changes of angles positive direction for protractor

→ This has errors more than 3 degrees in positive, more than 2 degrees in negative

→ Changes of calculated angles are almost linear against to actual angles

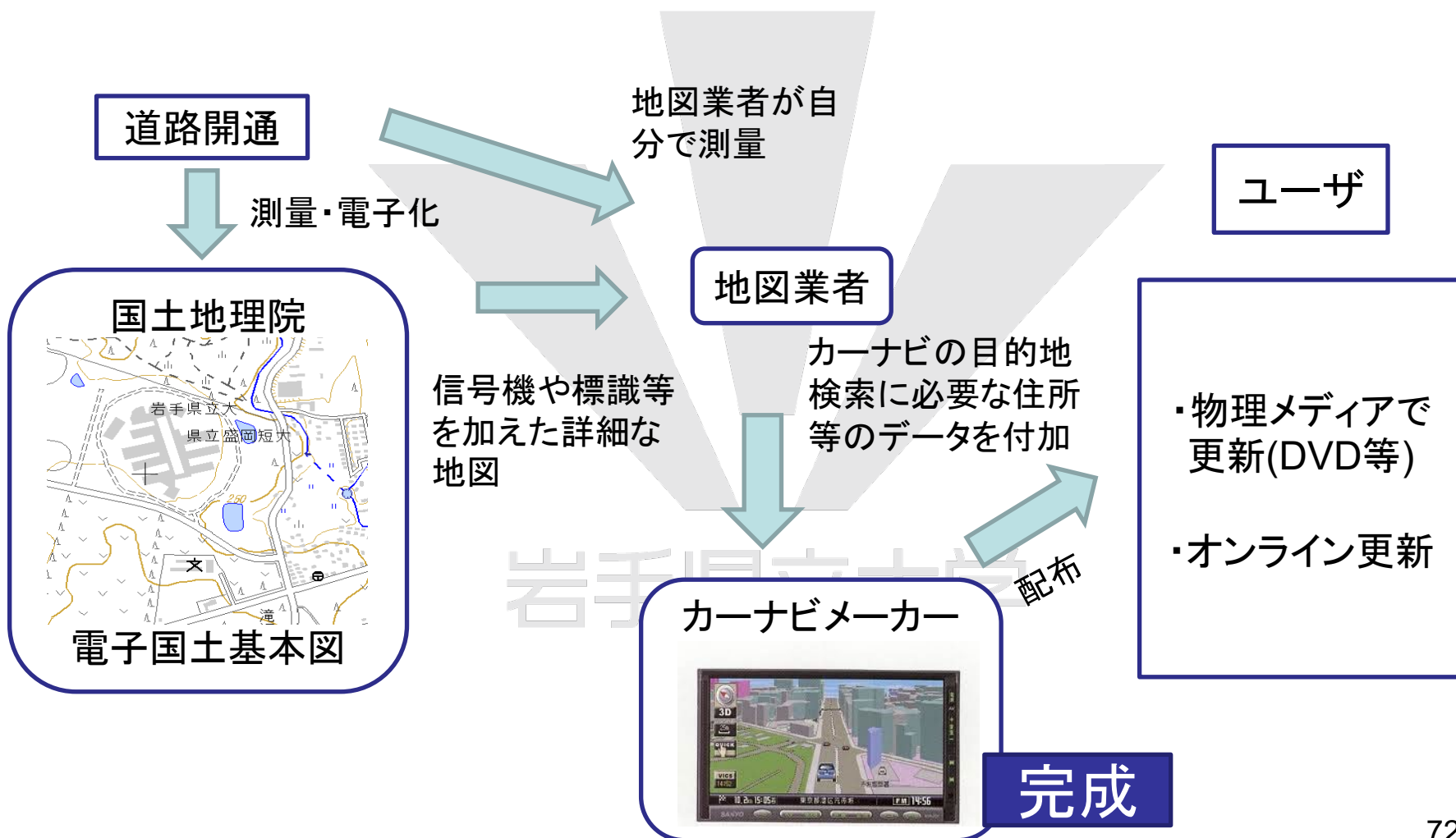
⇒ Measured values are effectively usable to calculate angles between two parts of the ski jumper at ankle, knee, lower back



GNSSを使った集合知としての 走行軌跡からの 迅速な地図データ作成

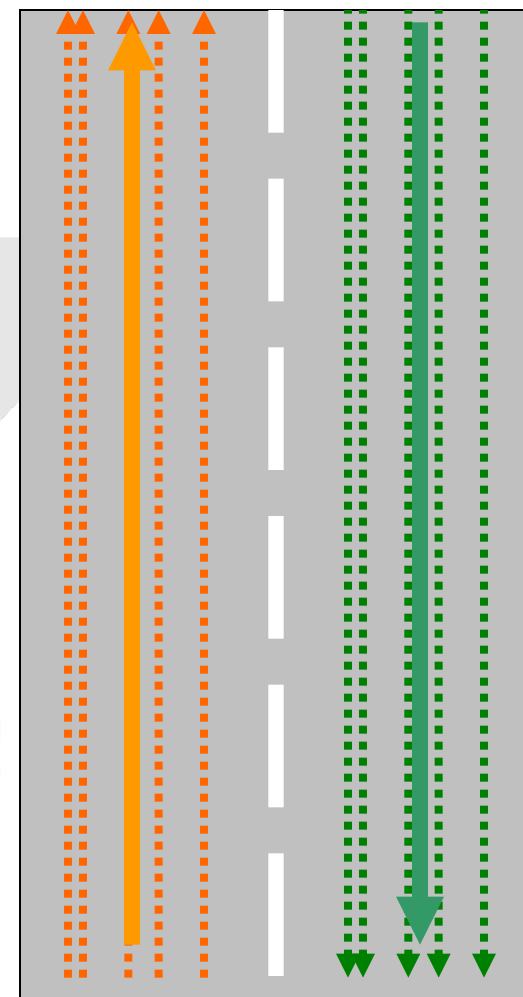
背景

■ 道路開通から電子地図がカーナビ用に販売されるまで



基本的なアイデア

- 道路が開通する
- 開通日に突然多くのクルマが通るようになる
- クルマの走行軌跡を集めて統計処理をすれば、道路地図を作れる?
- 精度は妥協



Newly opened road

関連研究・製品

先行研究：集合知としての走行軌跡により地図を更新するカーナビゲーション[1]

- 集合知としての走行軌跡を用いて地図を更新するシステムを提案
- 提案システムにおいて、道路形状の更新手法を評価
- 現在は車線数の推定手法について提案及び評価

製品：ロードクリエイター[2]

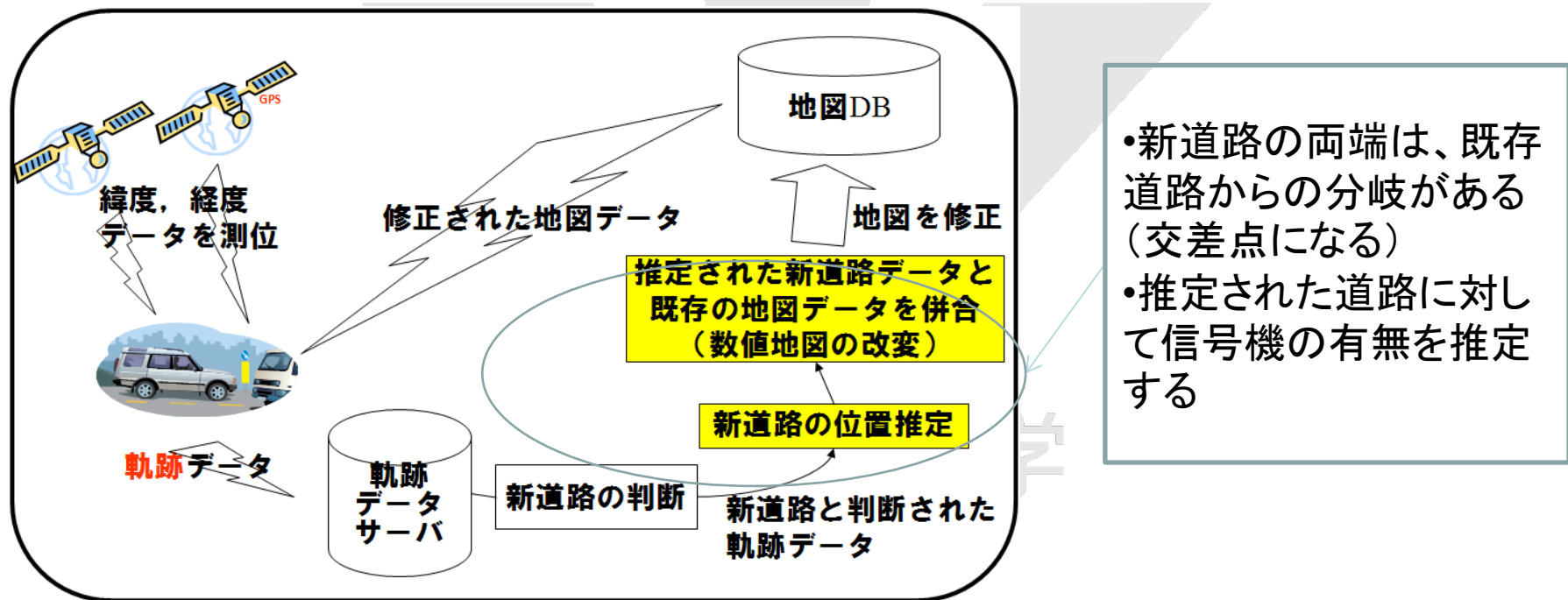
- Pioneer社のカーナビゲーションシステムの一部に搭載されている
- GPS より取得した座標データを用いてカーナビの地図データの道路形状を更新するシステム
- 他ユーザがロードクリエイターによって更新した地図の差分は利用不可
- 一度でも走行した場合に道路が存在すると見なすため、集合知という概念は無い

[1] 菅原弘光,佐藤永欣,高山毅,村田嘉利,情報処理学会第72回全国大会,第3分冊,pp.221-222,(2010)

[2] Pioneer,サイバーナビ,<http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernavi/navigation/update.html#section01>

信号機位置

- GPS軌跡を用いた集合知によるカーナビ地図作成システムに信号機位置の推定機能を追加する
 - ナビゲーションに必要な道路情報として信号機の有無は優先度が高い



GPSによる自動車の走行軌跡を集合知として用いて
信号機の位置を推定する

道路・信号機位置推定の指針

• 走行軌跡を取得する方法

- 自動車にGPSレシーバを搭載し自動車の走行軌跡を取得する

走行軌跡・・・座標データを時系列でつないだデータ

黒点はGPSが測位した

座標(緯度、経度)を表す

• 観測座標の間隔から**速度**が分かる

- 間隔が広い→速度が速い
- 間隔が狭い→速度が遅い

• **速度**の算出方法

直前の観測緯度と経度より、移動距離を求める。移動距離と測位間隔より移動速度を計算する



15:15:00

15:15:04

15:15:06

15:15:02

15:15:08

• 15:15:10

• 15:15:12

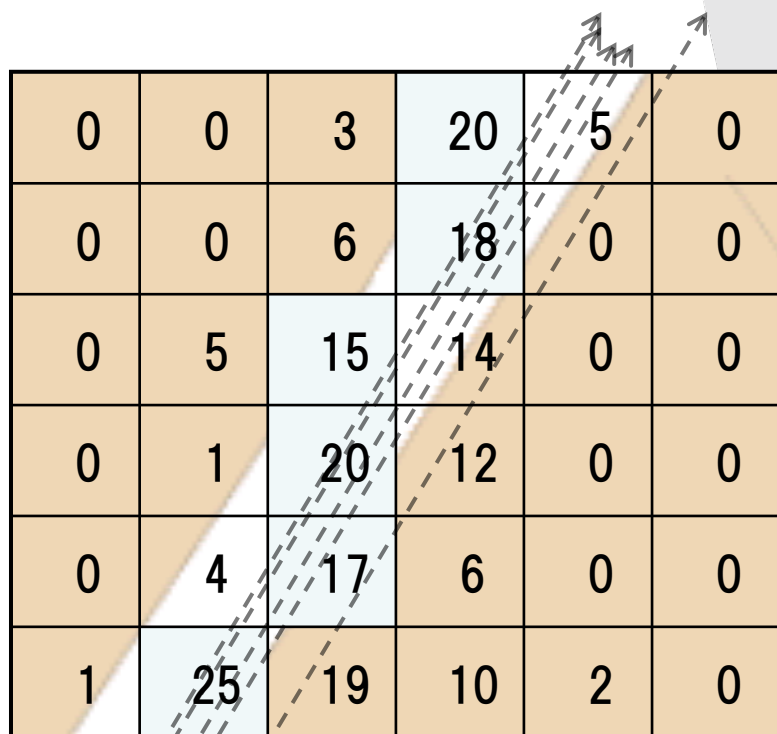
• 15:15:14



2秒間で30m移動したなら
15m/sと算出できる
(実際はkm/hで取り扱う)

信号機位置推定の指針

- 先行研究では、グリッドを用いて道路の位置を推定している



0	0	3	20	5	0
0	0	6	18	0	0
0	5	15	14	0	0
0	1	20	12	0	0
0	4	17	6	0	0
1	25	19	10	2	0

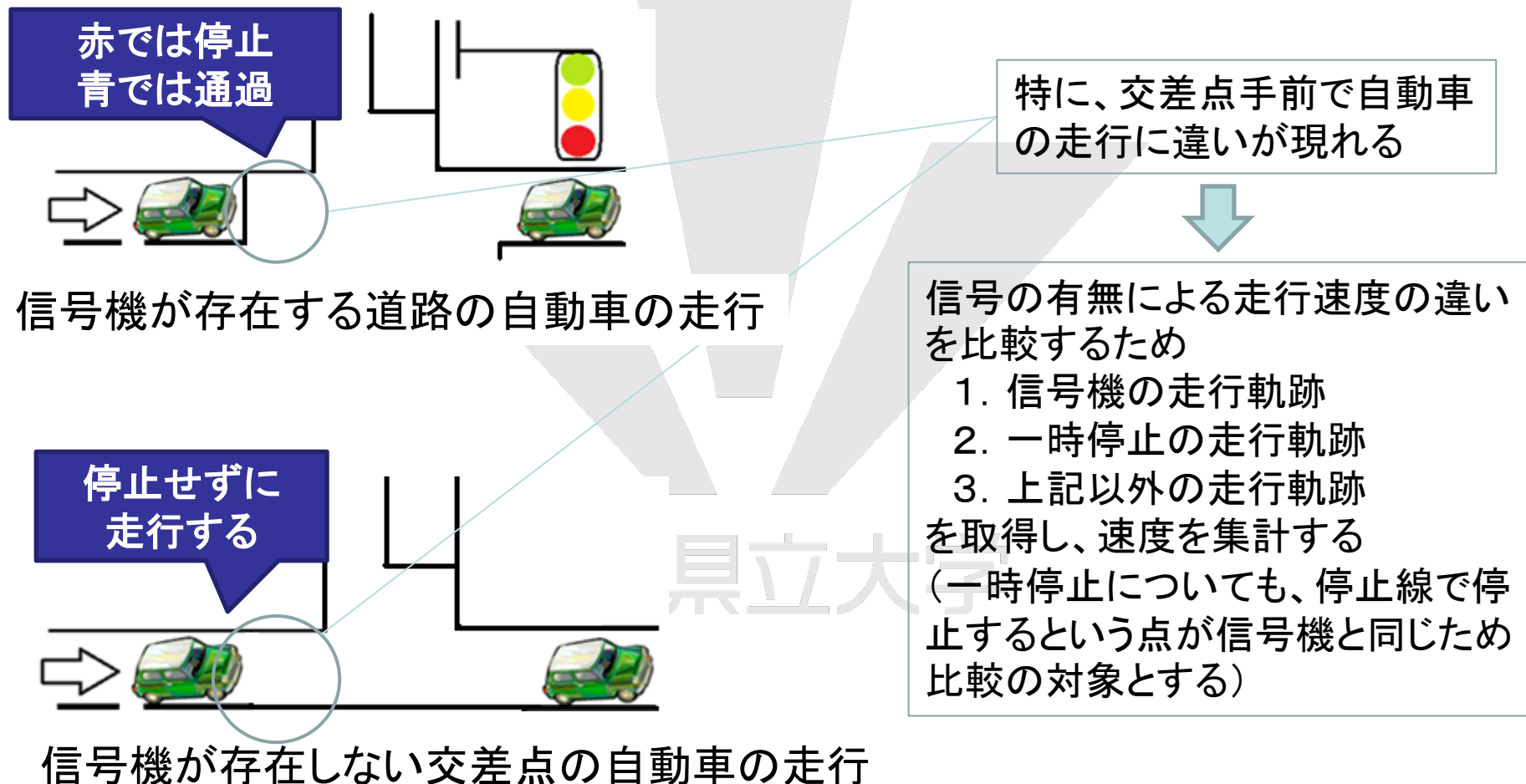
各グリッドを何回軌跡が通過したか
カウントし、カウント数が多いグリッドに
注目して道路の形状を推定している



本手法もグリッド単位で
信号機の位置推定を行う

信号機の位置推定の指針

■ 信号機が存在する・しない道路の自動車の走行について



実験方針

- 学内に信号機を設置し、実験用に制御された交通環境を作る
 - 他の車両が少ない夜間に実験を行う
 - 実験参加車両は毎回5台程度
 - 車両は学内の周回道路を時計回りに回る
 - 信号機の点灯時間などは、大学のそばの交差点を参考に決定する

模擬信号機



一時停止

信号機の走行軌跡の取得

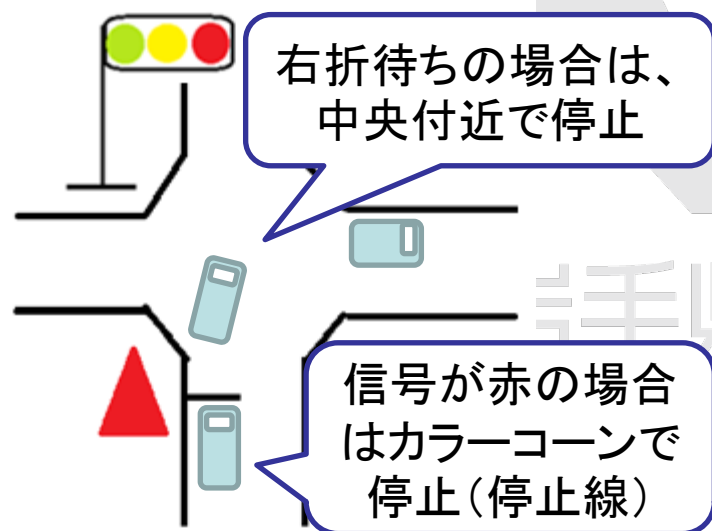
■ 模擬信号機

- 十字路の制御用に3台、4方向に現示
- PCから自動制御
- PC→USBDIO→SSR→色電球
- 実は電球が暗くて夜間専用



信号機の走行軌跡の取得

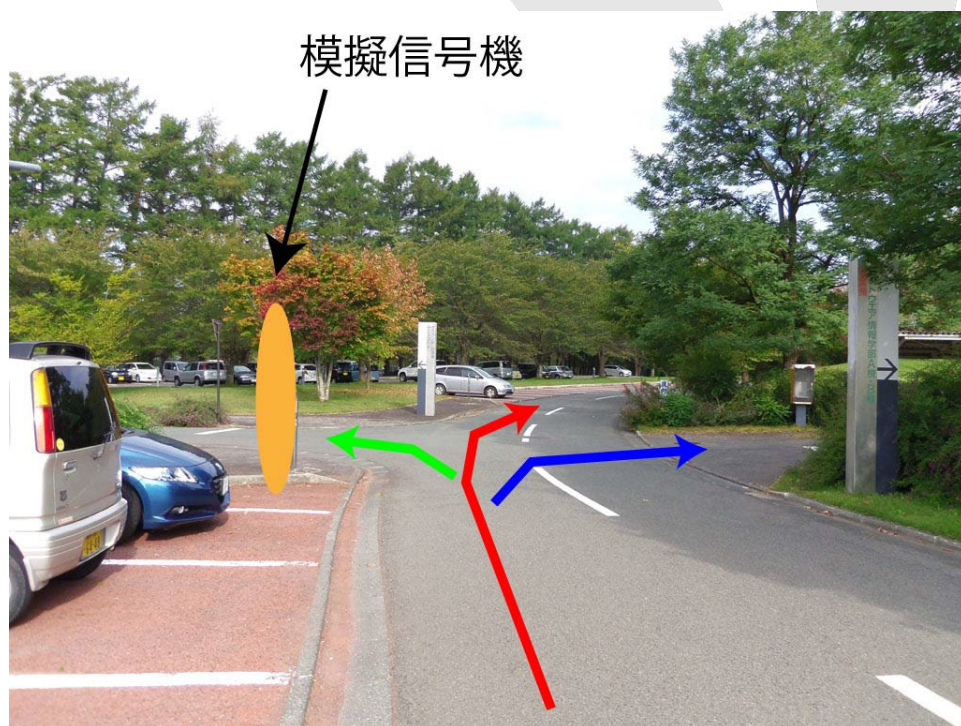
- 信号の色の長さ: 青25秒, 黄色3秒, 赤32秒
- 走行パターンと取得本数: 直進30本、右折or直進25本、左折30本
- 右折時の対向車による待ち時間: 5, 7, 10, 15秒をランダムに指示
- 5台全ての自動車から同時に軌跡を取得



走行規則について

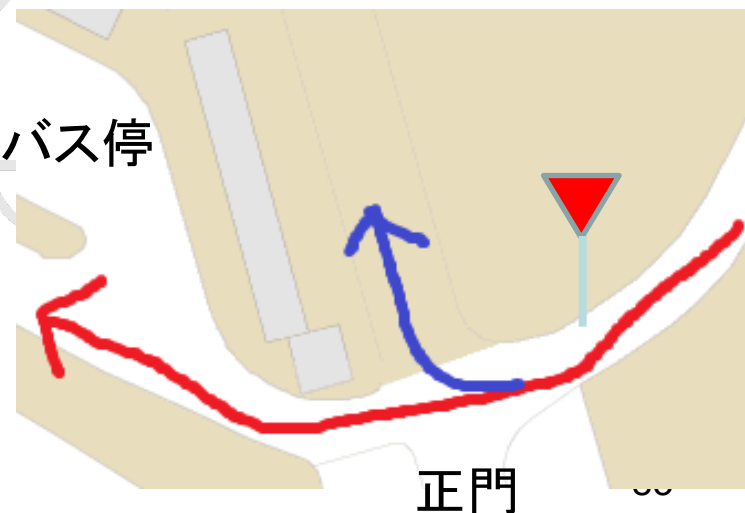
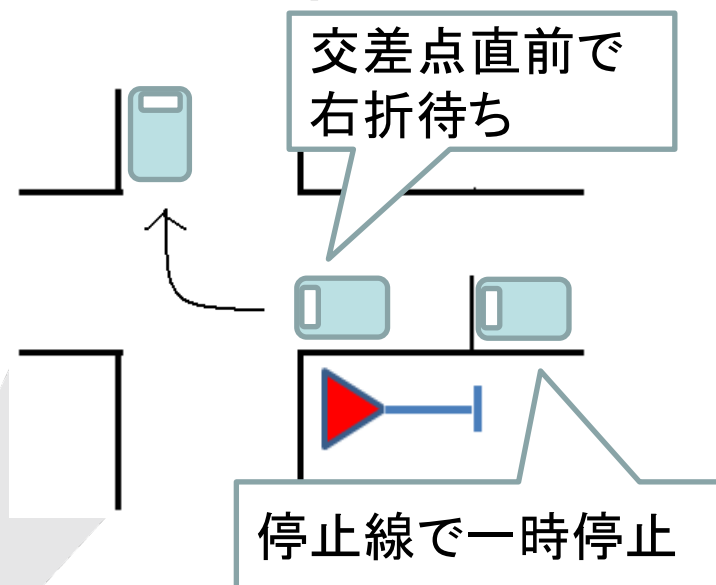
信号機の走行軌跡の取得

- 学内の★の十字路に模擬信号機を設置し、軌跡を取得した



一時停止の走行軌跡の取得

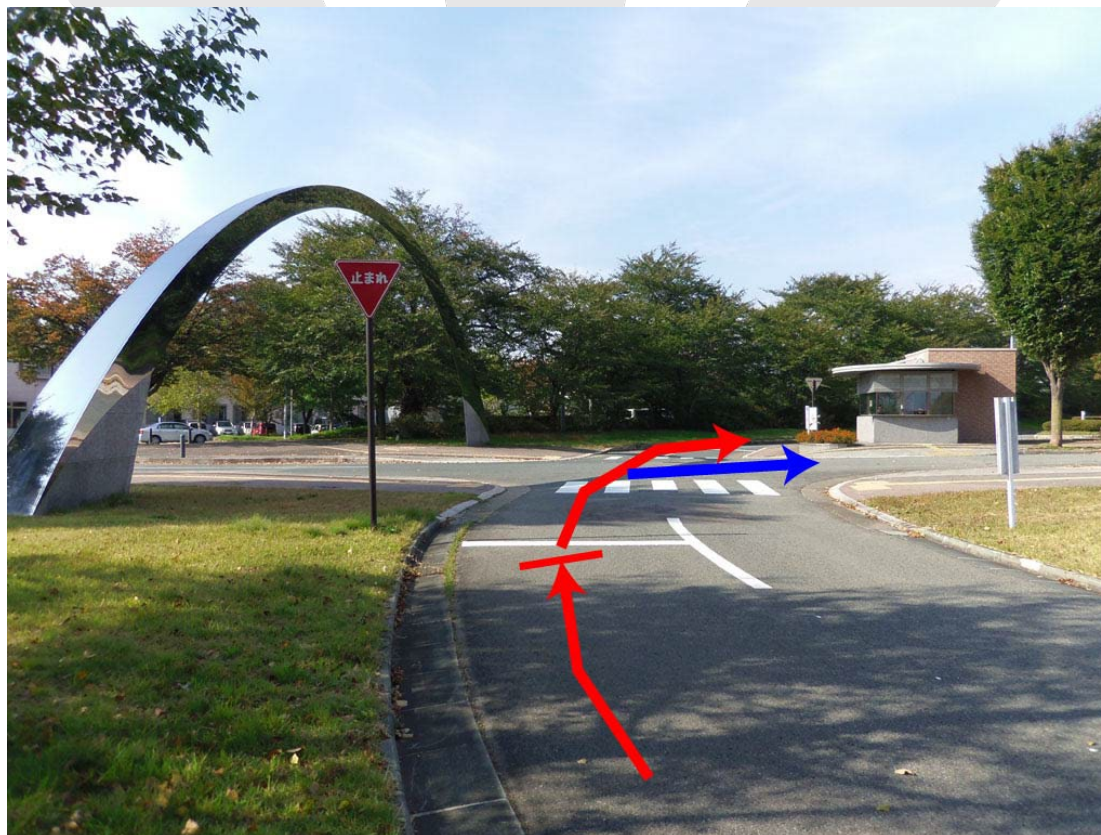
- 学内の正門前の一時的停止を利用
- 走行パターンと取得本数
 - 直進: 25本
 - 右折: 25本
- 公道の一時的停止の走行規則に従って軌跡を取得
- 直進には、待ち時間を設けなかった
- 右折には、待ち時間を設けた
 - 5秒、7秒、14秒、20秒を協力者に指定、バス停
- 5台全ての自動車から同時に軌跡を取得
- 実際に車が通り一時停止する車は少ない



同時に、直線道路を1と2以外の道路条件として軌跡を30本分取得

一時停止の走行軌跡の取得

■ 一時停止標識付近の様子



軌跡の速度の集計方法

■ 本手法における速度の計算式

```
$GPGGA,101936,3948.1449,N,14108.1559,E,1,00,0.0,289.674579,M,0.0,M,,*49
$GPGGA,101937,3948.1460,N,14108.1555,E,1,00,0.0,290.356671,M,0.0,M,,*49
```

sn-1

sn

■ 速度を、時刻、緯度、経度より算出

観測通番 sn における緯度を lon_{sn} 、経度を lat_{sn} 、時刻を $speed_{sn}$ とすると、直前の観測データ $sn-1$ との1秒間の移動距離 dif_{lon} 、 dif_{lat} は

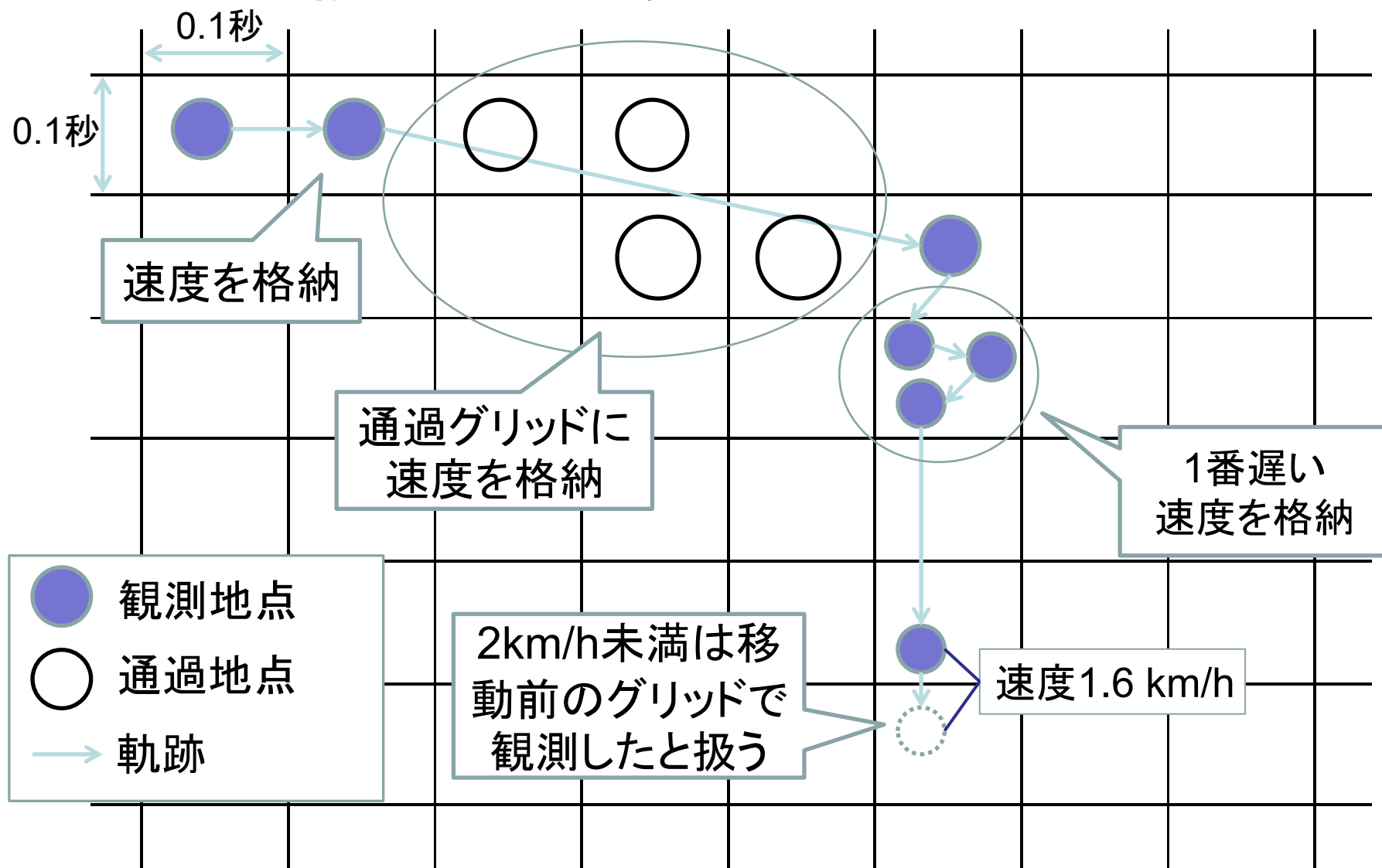
$$dif_{lon} = \frac{lon_{sn} - lon_{sn-1}}{time_{sn} - time_{sn-1}} \quad dif_{lat} = \frac{lat_{sn} - lat_{sn-1}}{time_{sn} - time_{sn-1}}$$

と表せる。

本学において、緯度1秒 = 30.9 m、経度1秒 = 23.7 mなので、 sn における速度 $speed_{sn}$ (km/h) は以下の式で求められる

$$speed_{sn} = \sqrt{(dif_{lat} * 30.9)^2 + (dif_{lon} * 23.7)^2} * 3.6$$

軌跡の速度の集計方法

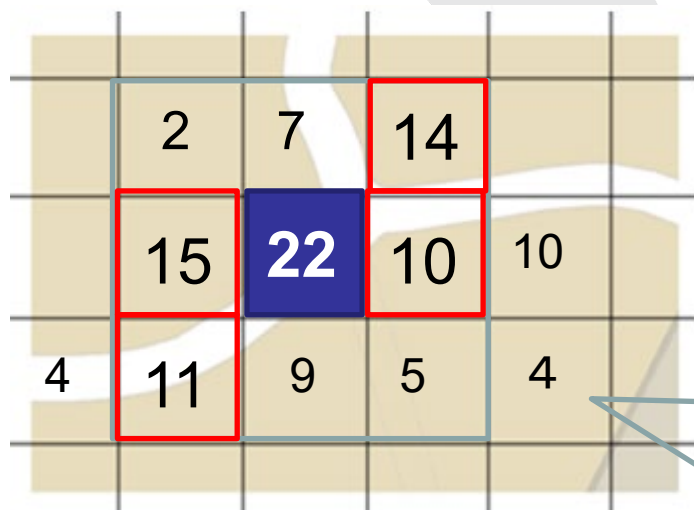


停止が最多のグリッドの選出

- 各走行軌跡の速度を集計したグリッドの中で

0 ~2 km/hの観測速度が最も多いグリッド

に着目



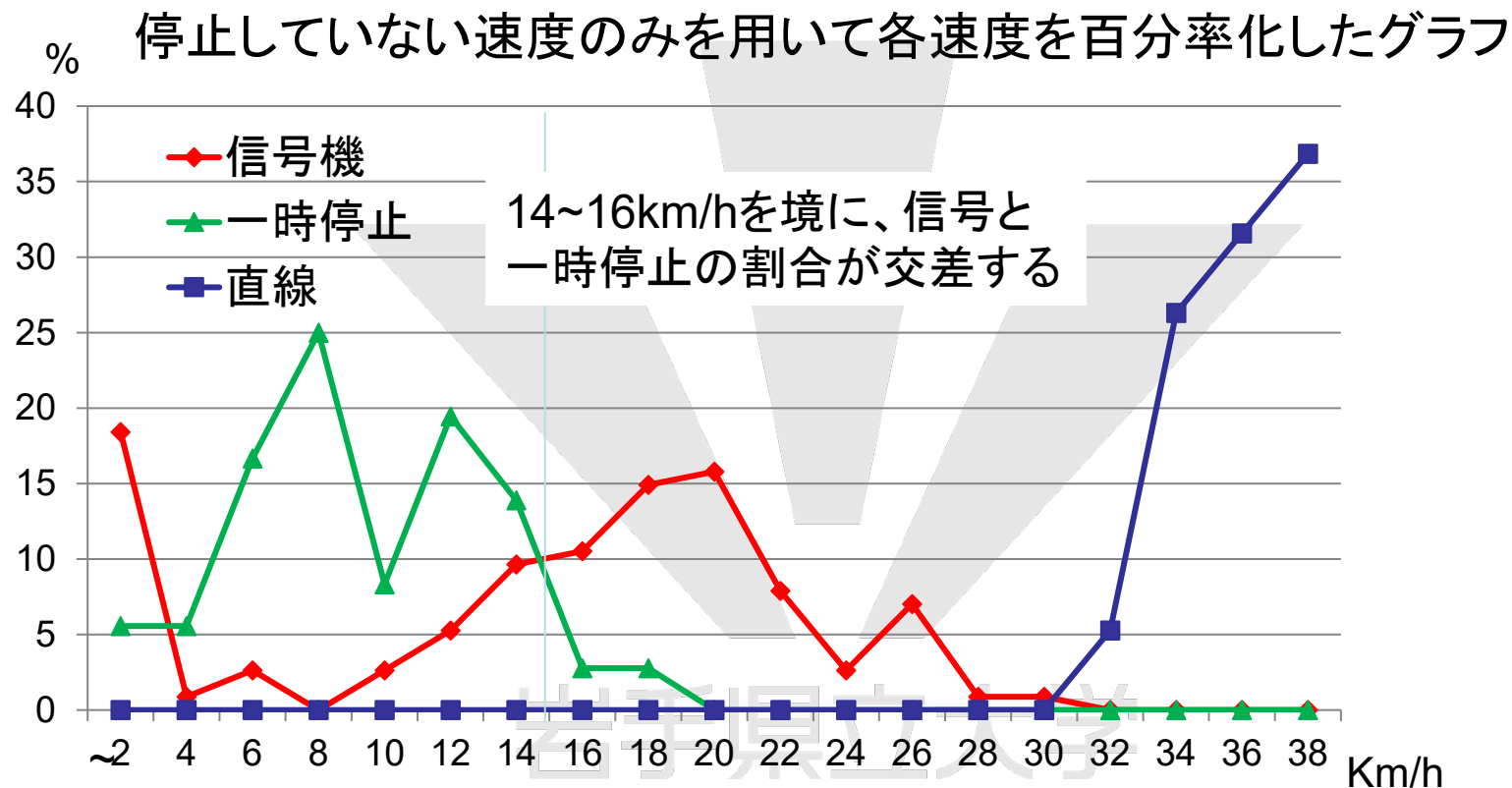
$$22 + 15 + 14 + 11 + 10$$

速度の観測回数毎に合計

各速度の観測回数の割合を求める

※数字は0~2km/hの観測回数を表す

大学構内で取得した速度分布

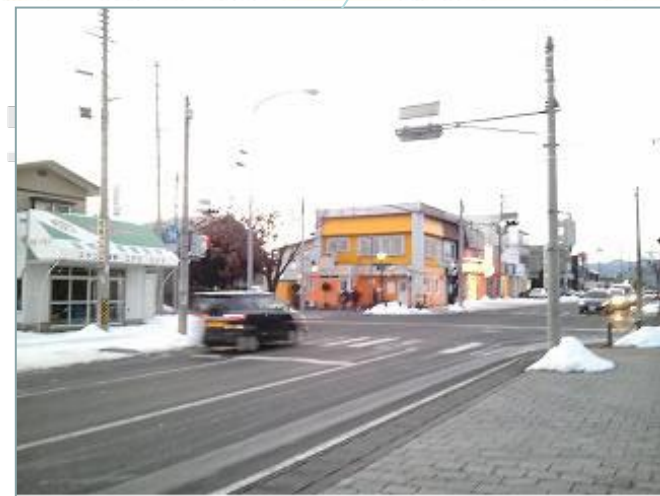


- 信号機の走行軌跡は16 km/h以上の観測が65 %
- 一時停止の走行軌跡は16 km/h 未満の観測が95 %

0~2.0 km/h が最も多く観測され、かつ16 km/h 以上で走行する割合が65 %以上を占める場合に信号機が存在すると判断する

公道における信号機的位置推定

- 公道の信号機位置を推定可能か試みる
- 各進行方向毎に10本、計30本取得
 - 自分含む2名で軌跡を同時に取得
- 道路構造
 - 形状：十字路交差点、右折レーンは有り
 - 信号機：方向指示信号や時差式ではない
普通信号機
 - 制限速度：40km/h

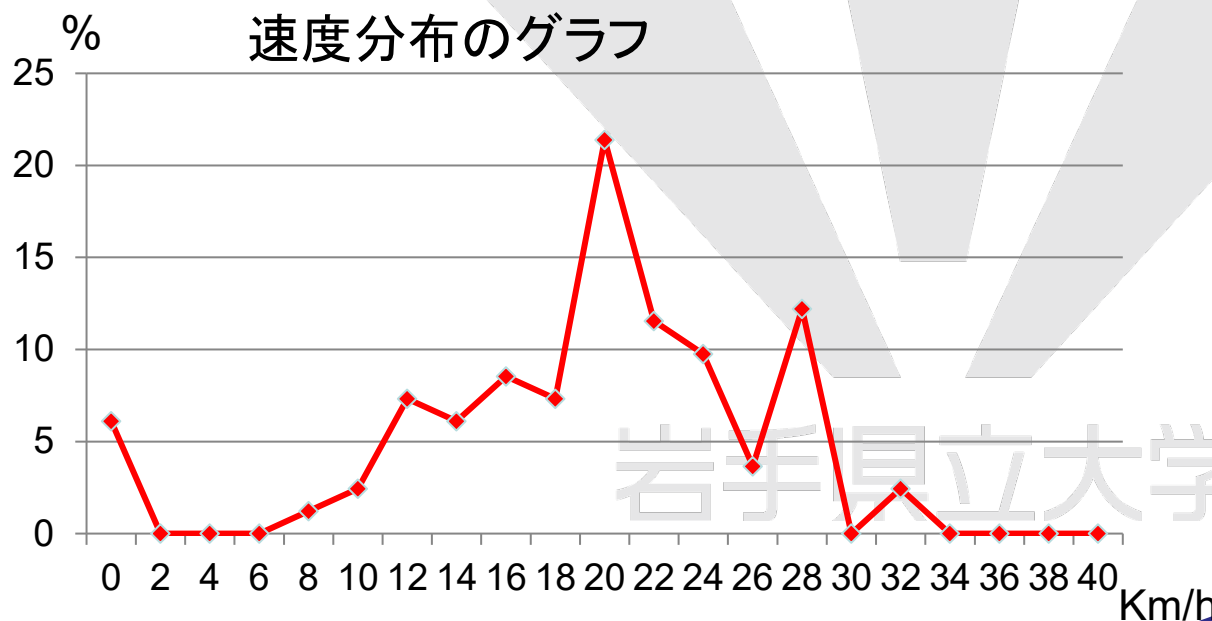


岩手県立大学

公道における信号機の位置推定

■**+** 印のグリッドがプログラムで推定したグリッド座標
(停止の観測数が最多のグリッド)

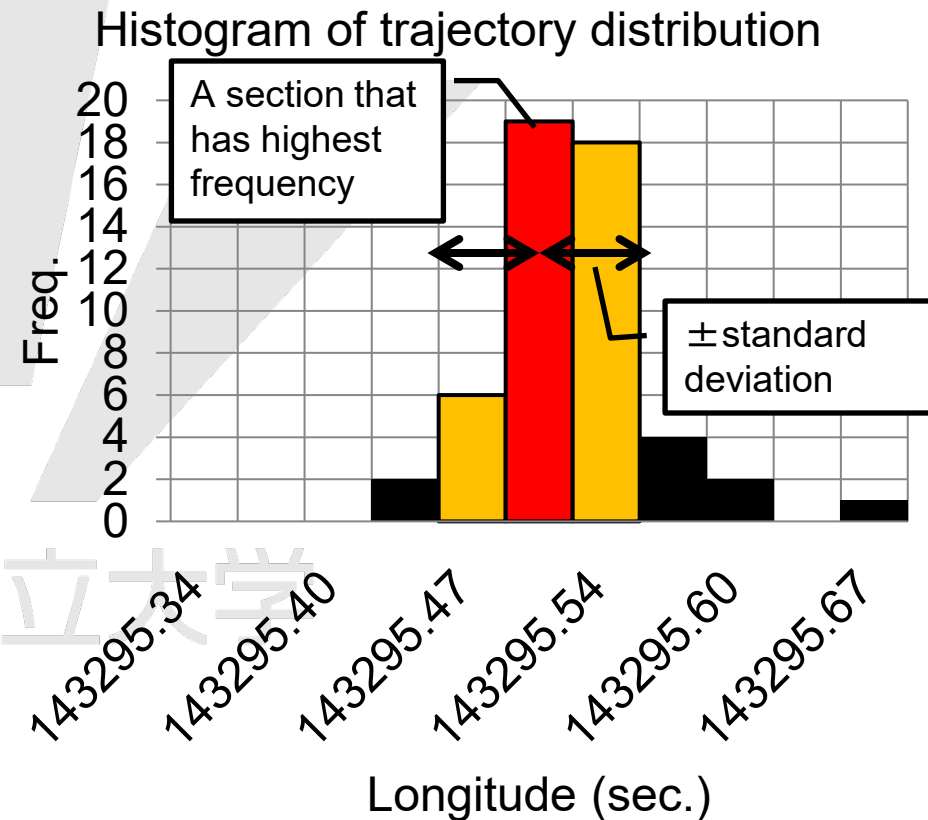
■ 下のグラフは、構内の軌跡と同じ処理を行った
速度分布のグラフ



評価用の交差点の停止線から、緯度方向へ -0.1秒、経度方向へ0.1秒離れたグリッド(約4.0 m)に推定された

Estimating the Number of Lanes

1. Set a scale that is vertical to a position estimated road, and make a histogram
2. Find a section that has highest frequency
3. Calculate standard deviation of the trajectory distribution
4. Remove trajectories that are off from highest frequency $\pm$ standard deviation
5. Calculate width of rest trajectories
6. If width of remaining trajectories overcomes some threshold, the road can be considered as multi lane road



Evaluation: Setup

- We gathered GPS trajectories driving at Matsuzono area, Morioka City, near our university
- We estimated road width at both of A and B, that have different width
 - A has two lanes for single direction
 - B has one lane for single direction
- For rapid evaluation, we checked width of trajectory distribution at road of which direction is just north-south or east-west



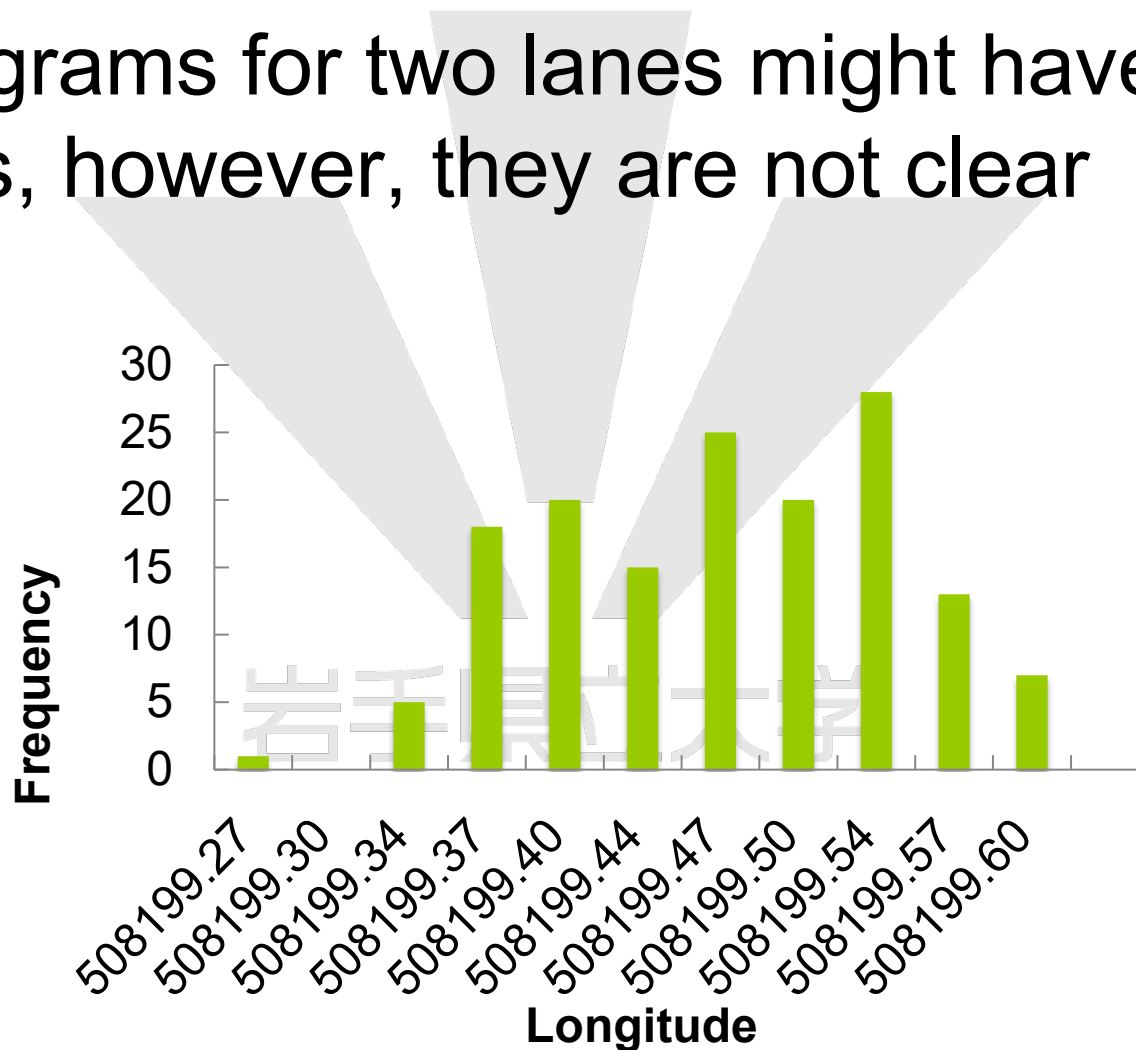
Evaluation: Setup

- We drove the loop road following conditions
 - GPS receiver position: Navigator side (left) and driver side (right) on dashboard
 - Driving lane: left and right
- Each vehicle rounds five laps of the loop road

Day	#cars	Position of GPS reviver	Driven lane in two lanes road
Nov. 15	3	Navigator side	Left
Nov. 17	4	Navigator side	Right
Nov. 18	3	Driver side	Left
Nov. 19	3	Driver side	Right

Evaluation: Histogram at Two Lanes Road at Point A

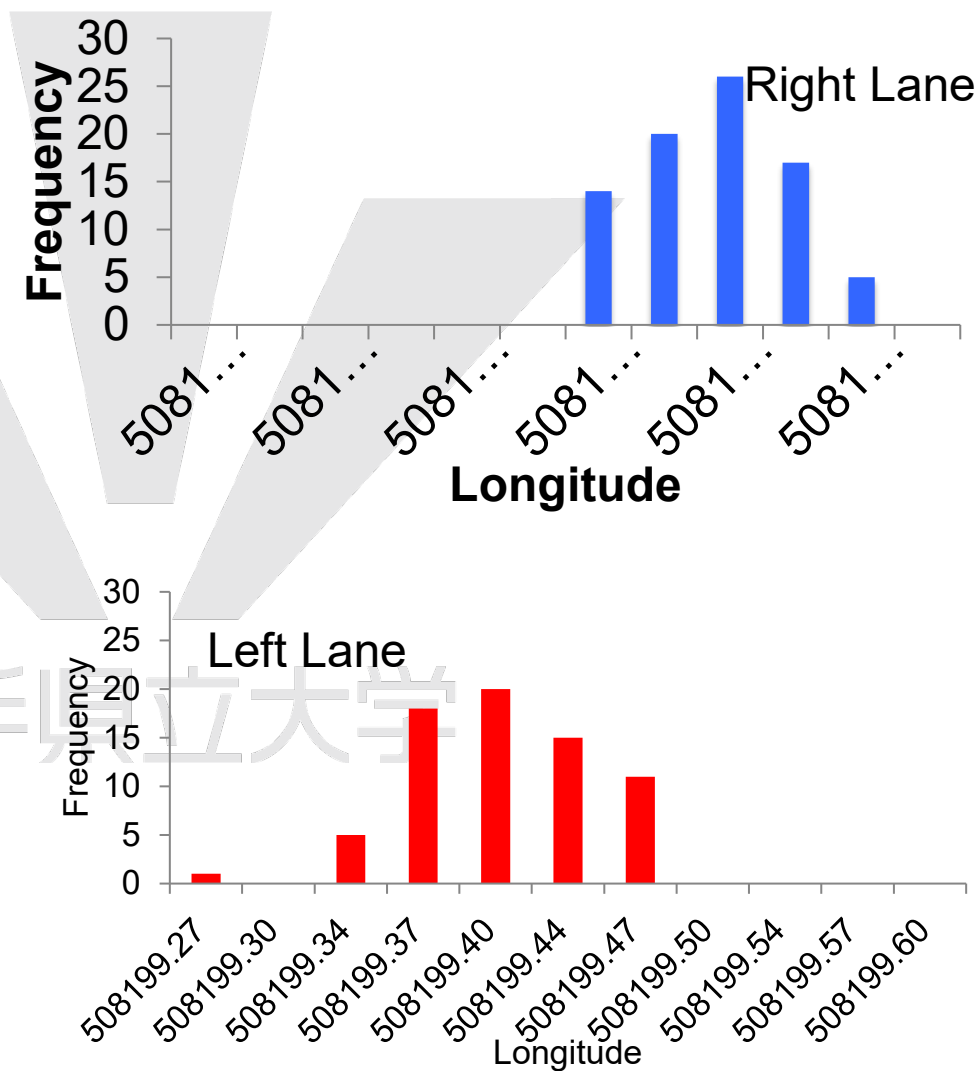
- Histograms for two lanes might have two peaks, however, they are not clear



Evaluation: Histogram of Left/Right Lanes Trajectories

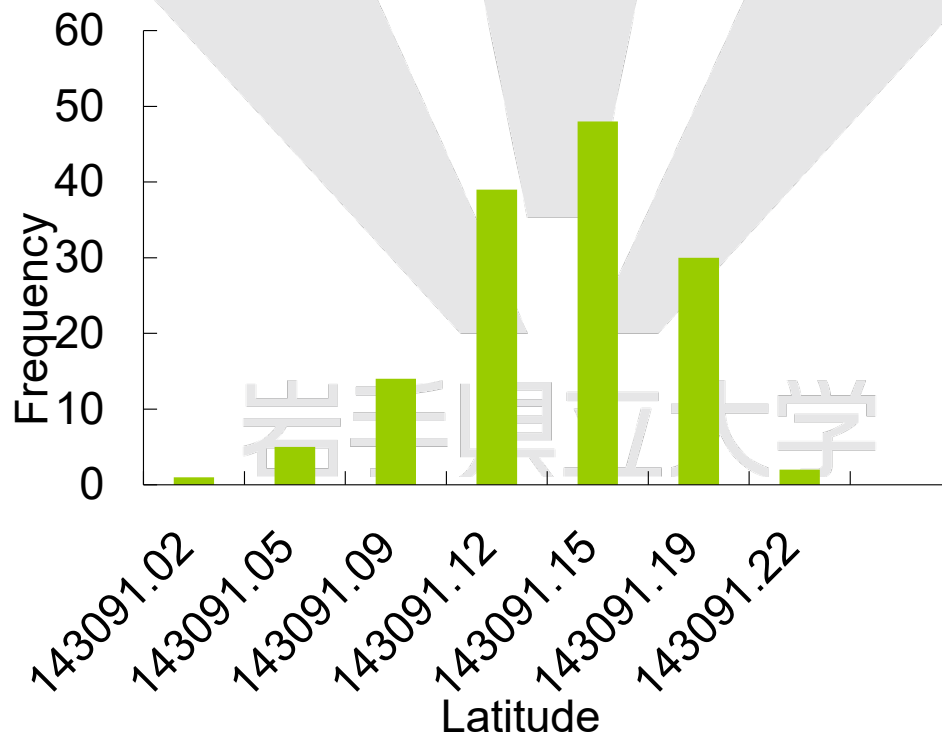
■ Trajectories on left lane and right lane have clearly different distributions

■ However, they are partly overlapping



Evaluation: Histogram of Single Lane Road at Point B

- Width of distribution of trajectories is narrower than two lanes case at point A, and is almost the same to single lane cases at point A



Evaluation:

Width of Remaining Trajectories

- Width of remaining trajectories in case of two lanes at point A is almost 2 times larger than other cases
 - Threshold to distinguish single lane and two lanes road can be set about 2.0~3.5m

Point	#lanes	L/R	Std. dev. [m]	Width of remaining trajectories [m]
A	2	-	1.32	4.32
A	1	Right	0.6	2.05
A	1	Left	0.74	2.48
B	1	-	0.6	1.94

限界もある

■ビルの谷間とトンネルはやっぱり厳しい

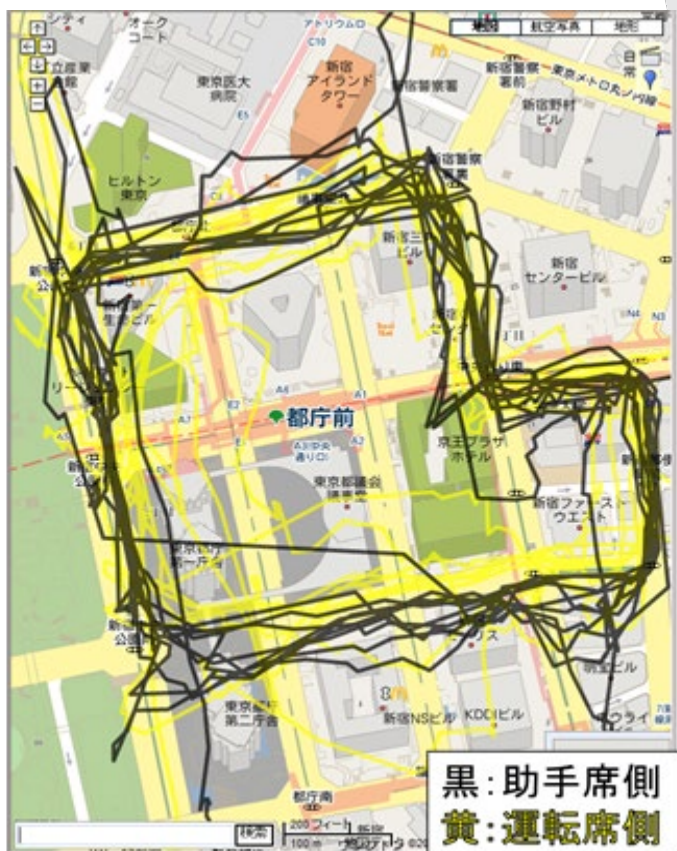


図 20 GPS USB DONGLE を車両に設置しビル街を走行した走行軌跡



図 21 GPS DATA LOGGER DONGLE を車両に設置しビル街を走行した走行軌跡

課題

- WebClassの第11回課題で指示します



岩手県立大学