

GNSS測位技術の現状と人材育成

G空間EXPO2014 準天頂衛星システム講演会
東京海洋大学 久保信明

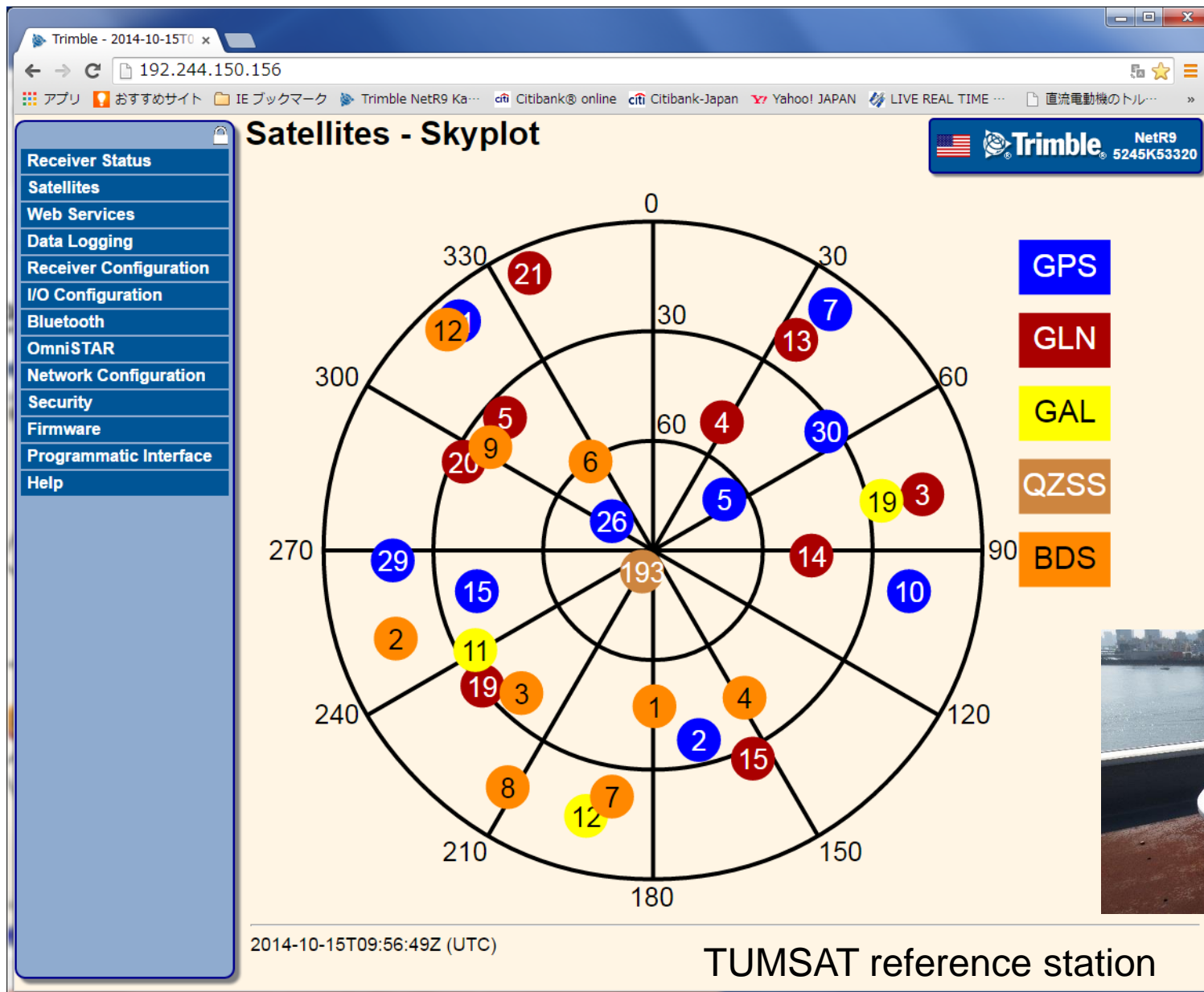


目次

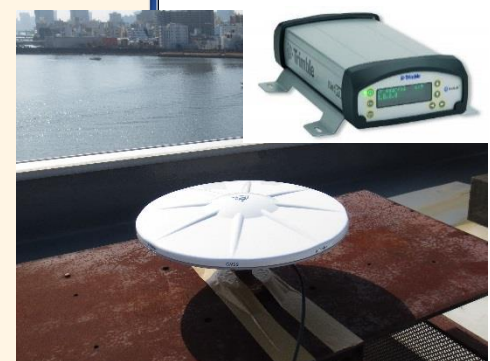
- マルチGNSS測位の現状
 - 低コスト受信機と測量用受信機
 - 準天頂衛星の特徴と効果
- 人材育成と海外ネットワーク
- 準天頂衛星、QSSへの期待

低コスト受信機(カーナビ用等)→コンシューマへの影響大
測量用受信機→近未来の高精度測位用(搬送波ベース)に無視できない

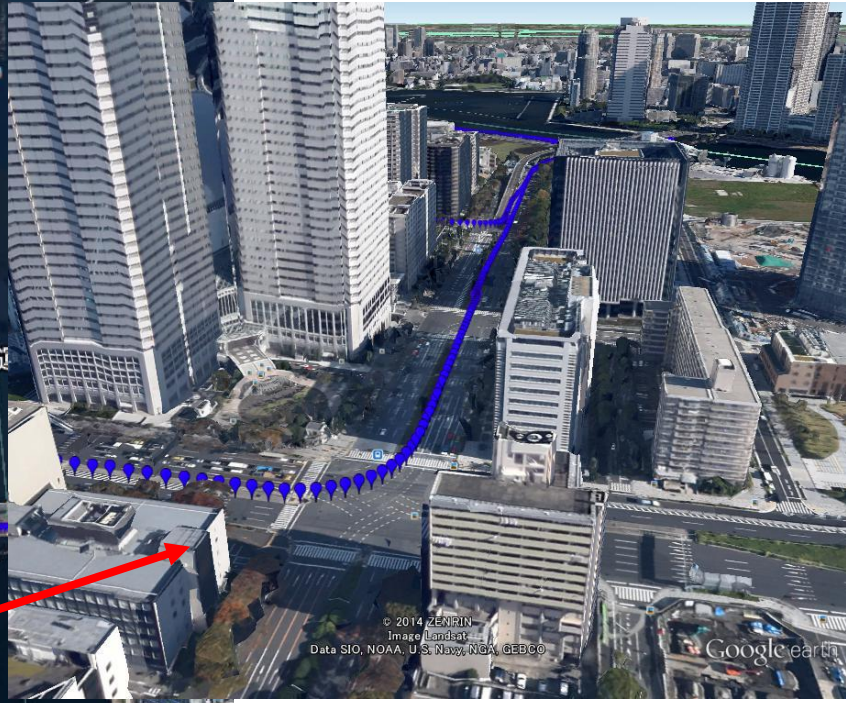
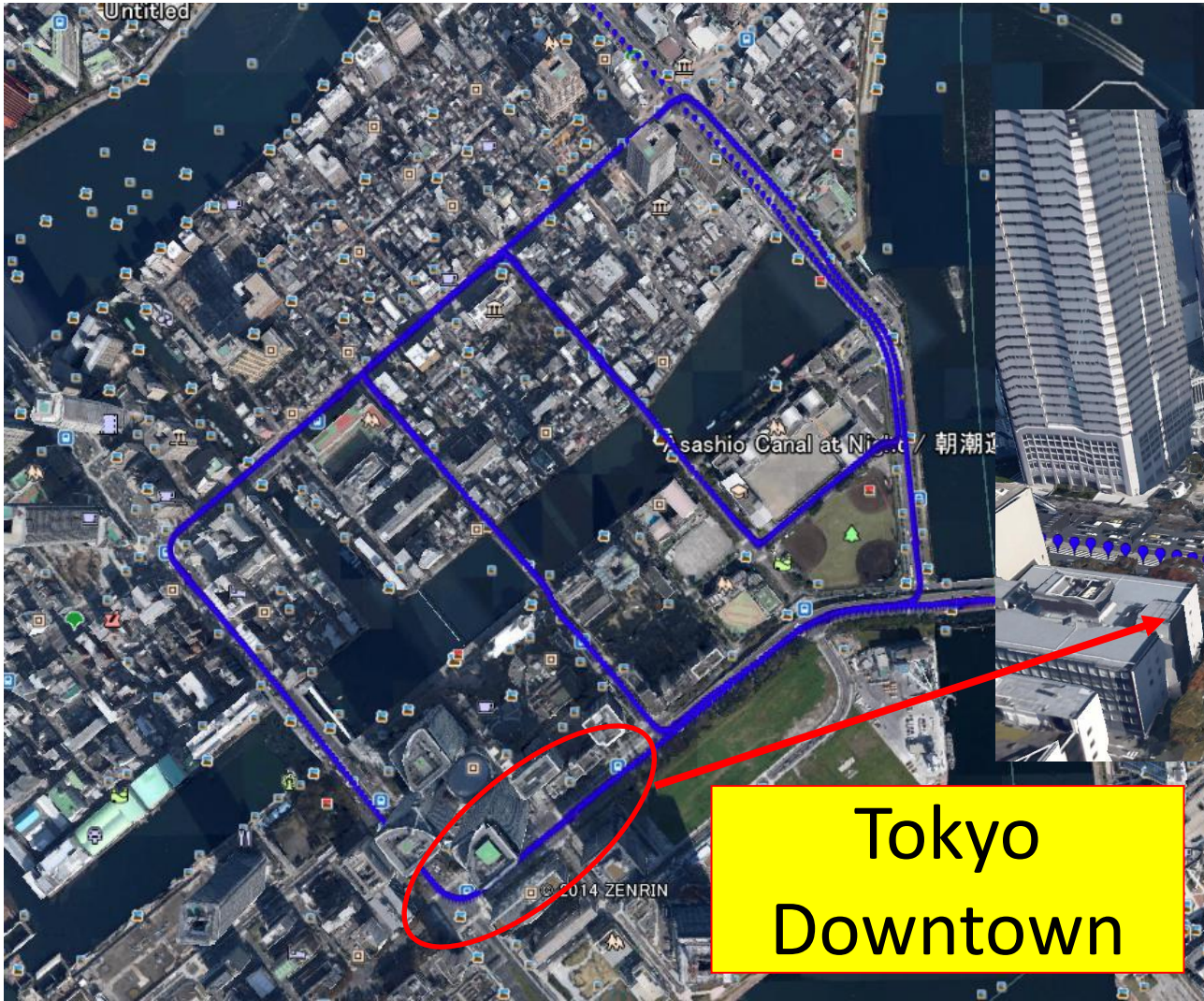
現在のGNSSのスカイビュー



GPS : 32
GLO : 23
BEI : 14
GAL : 3
QZS : 1



コンシューマタイプ受信機での性能評価 1周波 GPS/QZS/BeiDou



Tokyo
Downtown

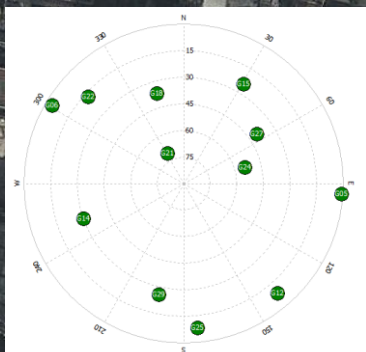
Many skyscrapers...

Google上ではあるが
自身の走行車線に一致

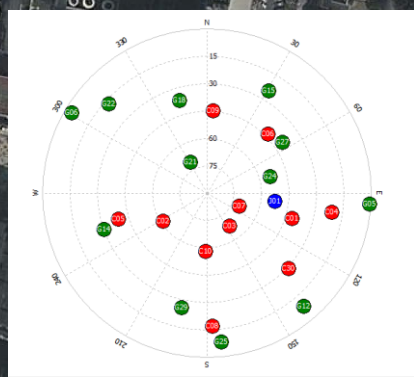
コンシューマタイプ受信機での性能評価 1周波 GPS/QZS/BeiDou

Bangkok Downtown

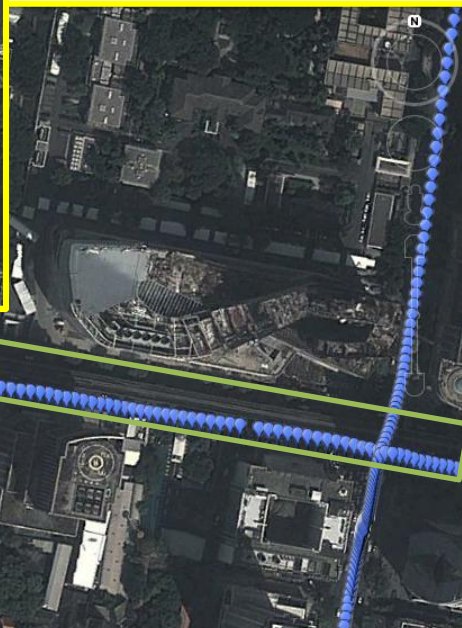
Under elevated train



- GPS
- GPS/QZS/BeiDou



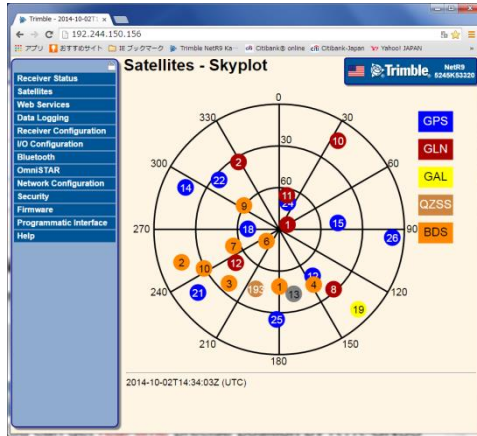
マルチGNSSの効果は歴然。
さらにスピードセンサ+IMUがあると？



画像取得日: 2013/11/21 13° 44'36.01" N 100° 32'39.54" E 標高 23 m 高度 689 m

画像取得日: 2013/11/21 13° 44'36.01" N 100° 32'39.54" E 標高 23 m 高度 689 m

大学間でのCORSネットワーク



CORS(Continuously Operating Reference Stations)

observation data via the Internet

Tokyo(Univ. of Tokyo, Keio Univ., TUMSAT)
Bangkok(Thailand), Jakarta(Indonesia)

What you can do ?

You can get **real-time** precise position by RTK-GNSS



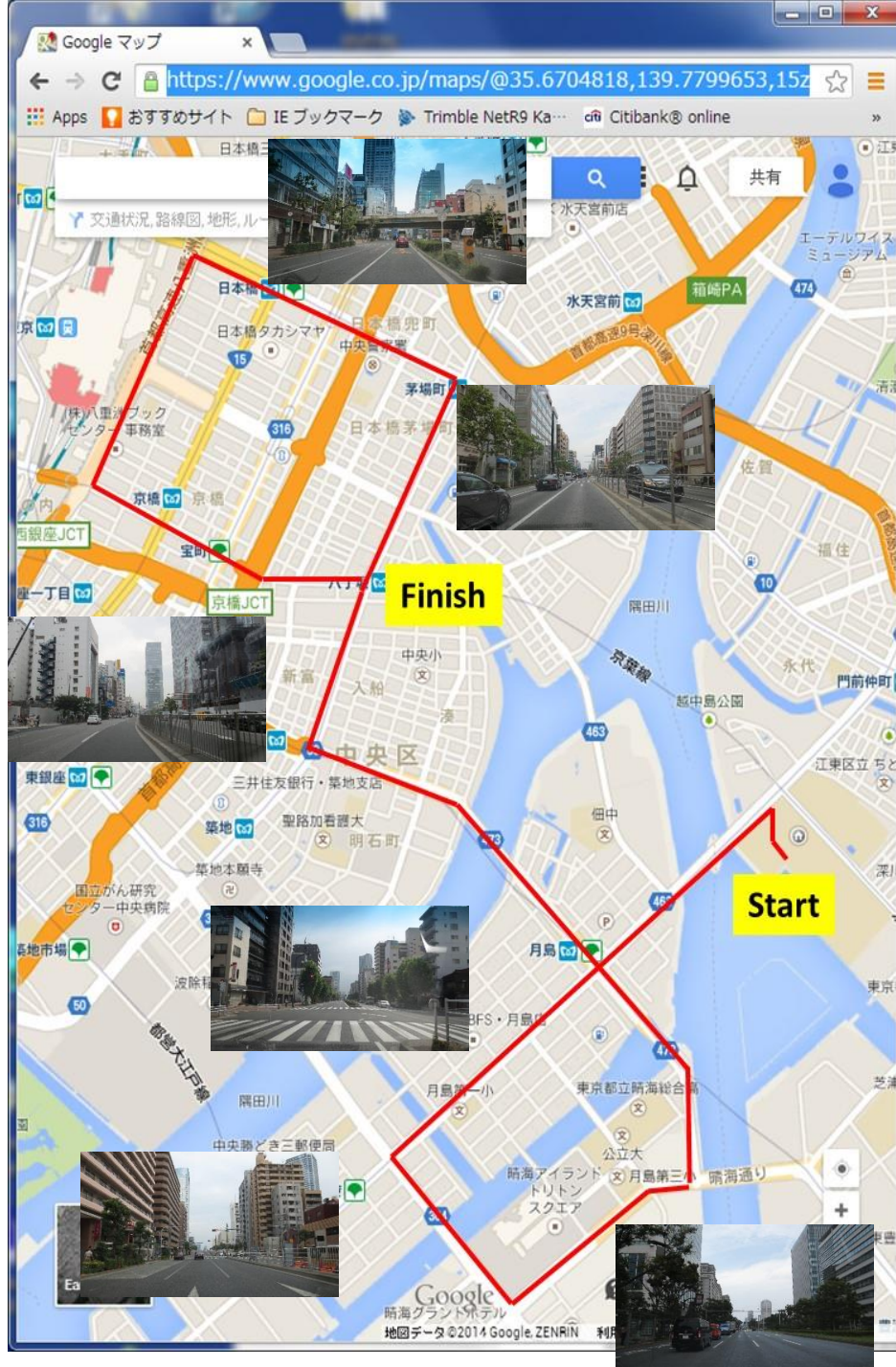
Rover



Communication Link



Reference



Multi-GNSS RTKのテスト (CORSデータ利用)

Test	Schedule
1 st	2014/8/13 13:07–13:32
2 nd	2014/8/13 17:26–17:52
3 rd	2014/8/13 22:26–22:50
4 th	2014/8/14 8:36–9:02
5 th	2014/8/14 12:07–12:35

* GPS/QZS/GLONASS/GALILEO/BeiDou are entirely used in this test

* Trimble SPS855 receiver was used

* RTK : Trimble and Laboratory engine

Multi-GNSS RTKの結果

Multi-GNSS RTK (Trimble engine)

	Average NUS	Fix rate
Test 1	12.3	58.7%
Test 2	12.3	75.4%
Test 3	13.6	65.5%
Test 4	12.4	60.0%
Test 5	14.2	70.5%

GPS VS. Multi-GNSS RTK (Trimble engine)

Test 5	Average NUS	Fix rate
GPS	5.8	26.8%
Multi-GNSS	14.2	70.5%

FIX rate comparison between GNSS combinations (Laboratory engine)

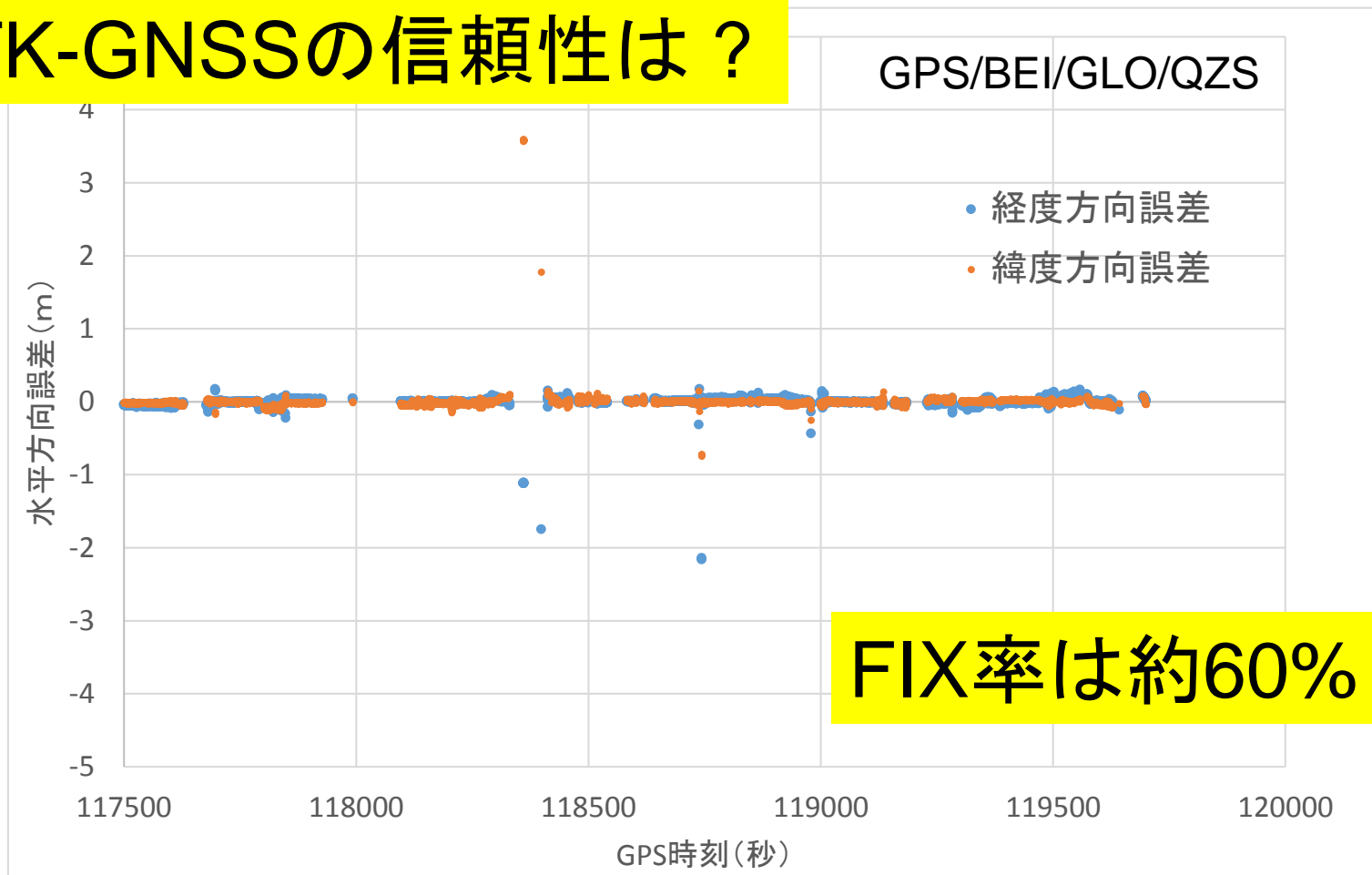
Test 3	G	GJ	GC	GR	GJC	GJCR
RTK FIX rate	48.2%	58.2%	55.5%	55.4%	64.7%	65.9%
Velocity output	67.0%	80.3%	86.5%	82.4%	91.5%	94.7%

G:GPS J:QZSS C:BeiDou R:GLONASS

The reason for small contribution of BeiDou/GLONASS to RTK was just due to **the shortage of high elevation** those satellites

RTK-GNSSのレファレンス解との誤差 (DenseUrbanでの移動体)

RTK-GNSSの信頼性は？



水平50cm以内は99.88% 水平20cm以内でも99.82%

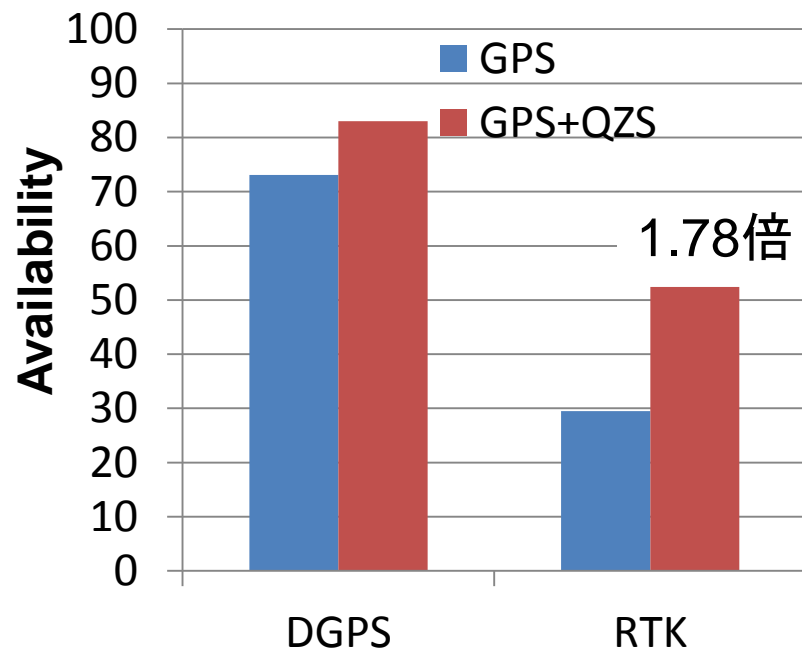
都内でのRTK実験(準天頂に焦点) (浅草から海洋大まで)



Test Route

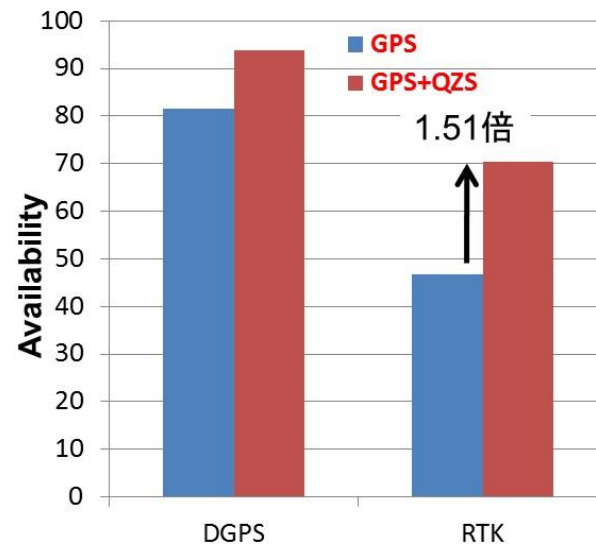
Total period: 35 minutes

Total epochs: 10500 (35 min.)

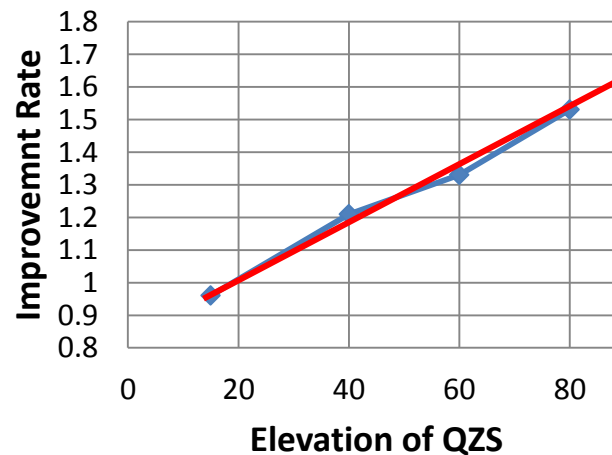
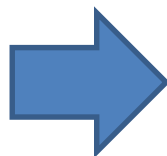


オープンスカイでのRTKに寄与は少ない
都市部でのRTKへの寄与は少なくない

都内でのRTK実験(準天頂に焦点) (海洋大-丸の内)



過去の月島、丸の内周辺のRTKの結果をベースに準天頂衛星によるRTKの改善率を仰角との関係で計算してみた



準天頂衛星が3機体制になった場合 の都市部RTKのシミュレーション

- 各項目の結果は
- 左が86400秒のうち使用衛星4機以上の割合
- 右がRTKが可能かつ50cm以内で達成できる割合

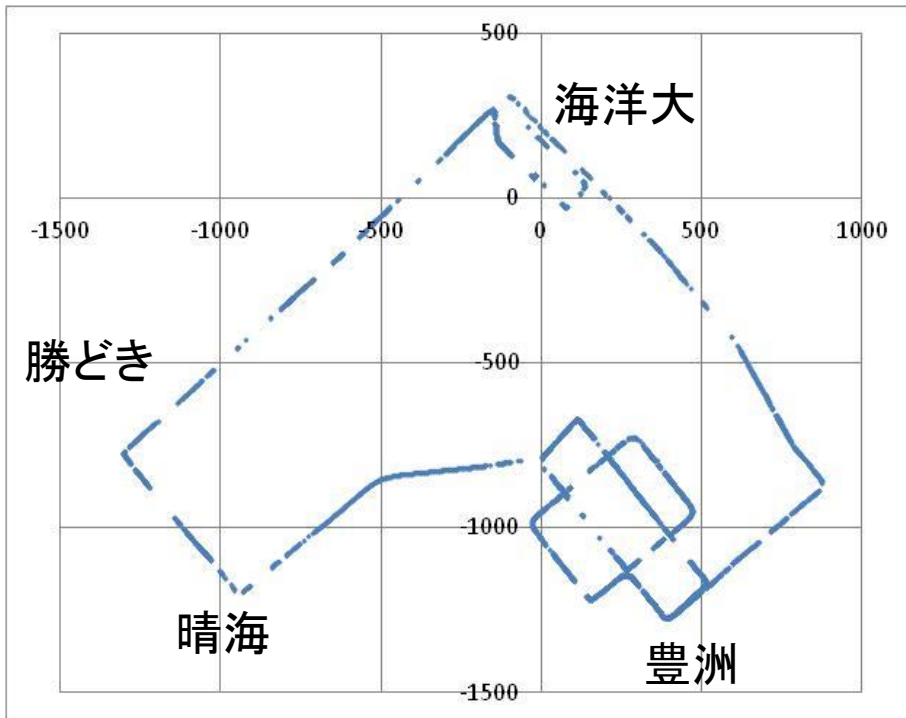
マスク角と天空率	GPS	GPS+QZS1機	GPS+QZS3機
30度(44.4%)	96.2% / 74.1%	100% / 79.2%	100% / 85.6%
35度(37.3%)	86.0% / 62.3%	94.4% / 71.8%	100% / 82.4%
40度(30.9%)	63.5% / 43.5%	82.5% / 59.5%	98.5% / 77.7%
45度(25.0%)	34.5% / 22.8%	65.2% / 44.0%	93.5% / 70.7%
50度(19.8%)	16.1% / 10.5%	38.6% / 25.2%	81.3% / 57.9%

測位環境を厳しくするほど、+QZS3機の効果が顕著になる

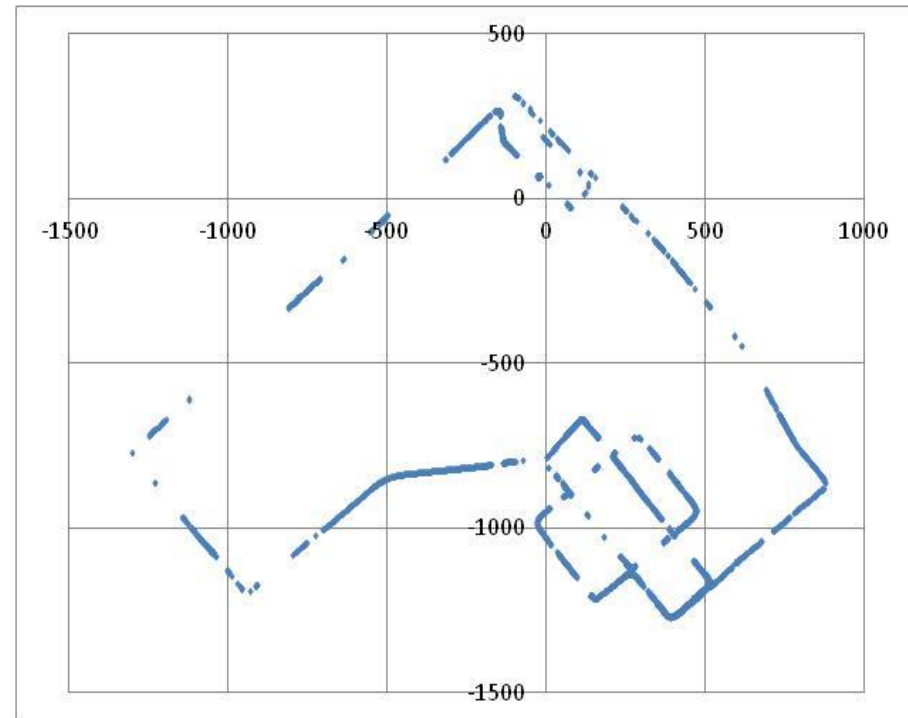
主な都内の天空率(丸の内:約30%、新宿:約25%、月島:約40%)

高仰角に滞在することのメリット

開始直後はPRN193とPRN2が天頂付近→ただし1時間後にはPRN2は63度へ



GPS+QZS 65.0%のFIX

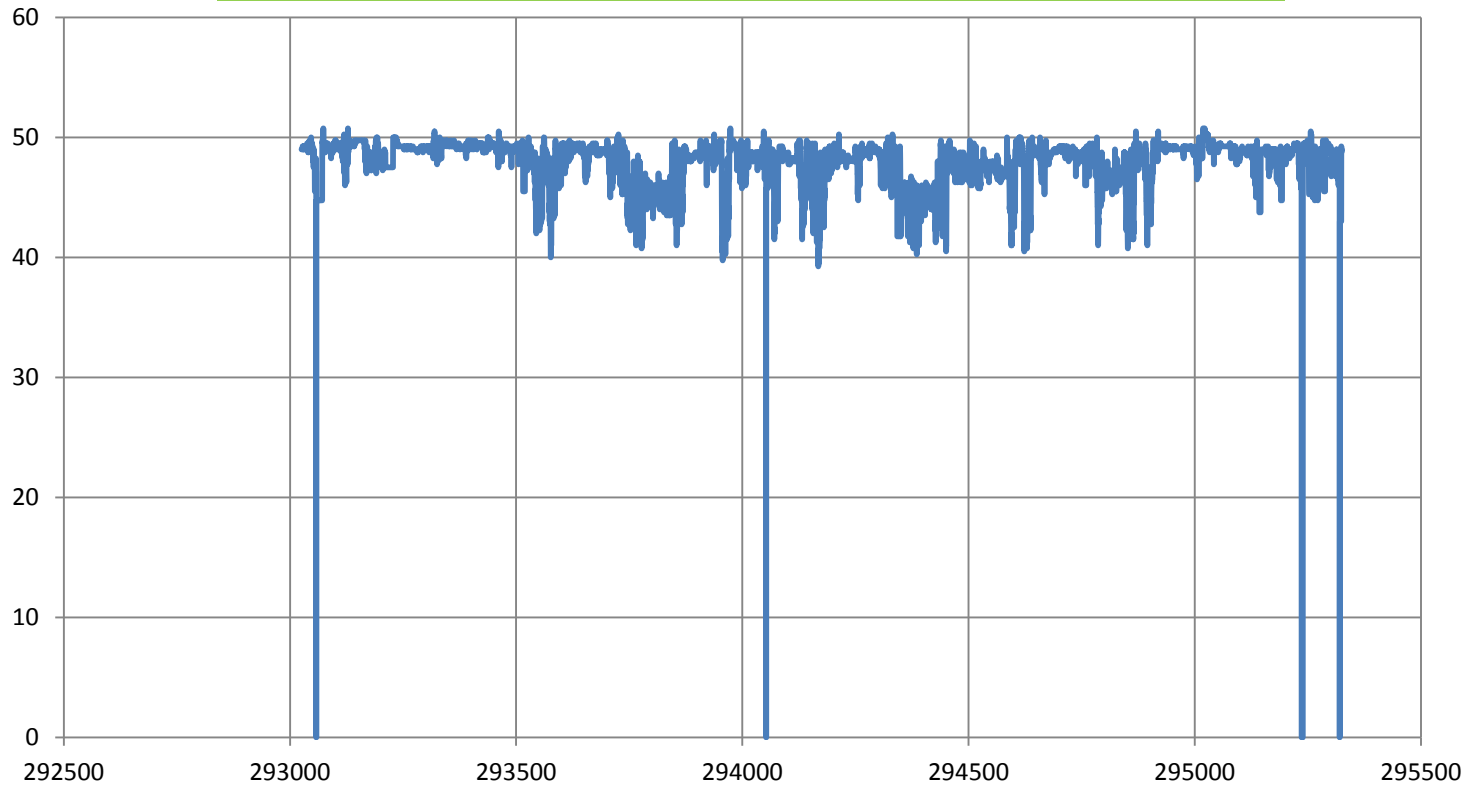


GPS 56.0%のFIX

QZS: 88度→85度 PRN2: 83度→63度

このときのQZSの信号強度は？

高架下走行は10回程度。ただし高架下停止はない



基本40dBHz以上では信号品質に大きな問題はない

→ロバストな補正データ伝送という意味で重要

衛星・防災関連の人材育成

(東大、慶応大、海洋大の取り組み例)

- たとえば、衛星、防災システムなど単体システムの利用促進がこれまでの常。これでは不十分
 - 育成すべき人材→宇宙インフラから社会基盤サービス(防災、交通など)の個別技術がわかり、それをシステムとして組み合わせて、サービスを設計、実現、運営できる人。宇宙インフラのあるべき姿を構想できる人
1. **東京大学・東京海洋大学・慶應義塾大学**と海外大学・パートナー企業等との連携により国際人材育成プログラムを立ち上げ
 2. それを支える**教材群を開発・整備**
 - ✓ ソフトウェア教材: 「マルチ衛星マルチ周波数対応のオープンソースGNSS受信機」、「世界の定番よりも使い勝手の良いRTKLIB」など、
 - ✓ カリキュラム・教授法: ケースメソッドによる宇宙インフラの利用システム教育など
 3. 学生によるプロジェクト(現在9つのうち4つは準天頂に関連)を発足させ、毎月のワークショップで進捗を発表。国内3大学と複数海外大学での実験的な教育・演習に**毎年30名以上**が参加

2014年度の活動

- 2014年4月 第1回ワークショップ(慶応大)
- 2014年5月 第2回ワークショップ(東大)
- 2014年6月 第3回ワークショップ(海洋大)
- 2014年6月 ロケーションビジネスジャパンで出展
- 2014年7月 第4回ワークショップ(慶応大)
- 2014年8月 サマースクール3日間(東大)
- 2014年8月 測位航法学会主催のサマースクール(20+20名)
- 2014年9月 第5回ワークショップ(慶応大)
- 2014年9月 裏磐梯ワークショップ(福島)
- 2014年9月 4名の教員がAIT大学で講義
- 2014年10月 第6回ワークショップ(海洋大)
- 2014年11月 シンポジウム(慶応大)

毎月のワークショップ(日曜)は教員+学生で30-40名前後参加
毎回キーとなる研究者やエンジニアを招聘して発表頂く
2013年度も上記と同様の頻度で実施
今後は学生の修士博士論文とリンクさせるなどの工夫が必要

基準点関連でのH26作業

- バンコクのチュラロンコン大学とインドネシアのジャカルタの大学に基準点を設置(国内は海洋大海老沼研究員を中心に構築済み→その経験を生かす)
- 現地の研究者を中心(AIT長井先生に声をかけて頂く)に、実際にRTK等をデモして利用頂く。また自由にオープンにできるマルチGNSSデータを用いて東南アジア特有の課題について検討
- 上記の設置場所は、国内企業のリアルプロジェクトに合致しており、そこでも利用頂く
- 準天頂衛星の優位点はどこにあるのか、またどのように強化すべきか、さらにどのように利用していただくか考える
- すでにMGAが実運用面での基準局設置は先行しており、うまくいっている。大学はあくまでも支援(よりユーザ目線にたってソフトの利用方法やGNSSの原理を現地で説明)

学術ネットワークでの人材育成の 現状と問題点(衛星測位分野)

- 国内でGNSSの基礎部分に取り組む大学が少ない(立命、海洋大、日大等、最近ITS関連で東大、静岡大、宇都宮大、電通大と連携)
- サイエンス(対流圏、電離層、地震)の分野では、帝大に所属される先生も多く、GNSS利用研究は活発
- 能力の高い若手中堅の方はでてきている(JSPS利用等)。その方々が、研究等に専念できるsenior researcher等の職(米国大学)で数名結集できると非常によい
- 例えば、海外の有力大学より優秀なポスドクを、、、といわれても、さっと出せるレベルの学生がなかなか出てこない
- 共同研究で企業の方と接する機会が多いが、みなさん優秀。5-10年継続してGNSS関連の仕事ができる方は少ない(古野、JRC、NEC、三菱、東芝など)。船舶、飛行機、鉄道分野そして自動車分野において、一歩踏み込んだGNSS利用が期待される
- 高精度受信機を開発してくれる企業が少ない(作る技術はあるが、会社の方針また現状の海外勢との競争力の問題)

海外に目を向けると アジアと欧米

- 中国は武漢をはじめ、北京航空や上海交通大、精華大等で活発(スタッフが多い)
- 韓国はソウル大(国外)、忠南大学(国内)、KAIST(海外で博士をとった教員多数)等が力を入れている
- 台湾も国立成功大が有名(MTK)
- 東南アジアではまだ大きな拠点はなさそうだが、研究レベルは日増しに上がってきている(韓国、中国、日本と他国という印象)
- アメリカ:ION(米国航法学会)はスタンフォード関係者多い→卒業生が多様なGNSS分野で活躍、オハイオ、コーネル、マイアミ、テキサス等も非常に活発
- カナダはカルガリー、UNB等がかなり有名
- 欧州はイギリス、ドイツ、フランス、オランダを中心に、フィンランドや他の国でも力を入れているところはよく聞く
- オーストラリアはNSW、メルボルン、Curtin大等が有名。日本との結びつきも多い

準天頂衛星への期待

- 測位補強という観点では、1機でも既に十分な効果が示されている→日本(アジア・オセアニア)では測位補強の観点から2機目以降も重要
- これまでローカルでのRTKが測量や研究レベルで利用されているが→実際の補正サービスをどうするかが極めて重要(Latencyやサービス範囲等)
- RTKとPPPは今後どちらも重要→ユーザ側は場所(環境)に応じて使い分ける
- 上記2つの補正データに加えて、SBAS機能(MTSATは年数経過)も重要
- 測位補強だけでない補正サービス等で存在感を示すことができれば、アジアや欧州に対して良いモデル(模範)となりえる→実際に国際学会等で欧州ガリレオの代表者も準天軌道の良さを示唆

準天頂衛星システムの整備事業に対する期待

- 準天頂衛星に関連することであれば、何でも任せてくださいと言える集団
- ハードとソフトの両輪が重要だと思いますが、ソフトウェア開発をないがしろにしない→ソフト開発者を大事にする(GNSSは特にユーザ側はソフトの塊)
- 衛星測位は今後も国の基幹技術になると思います。10-20年で他のものに置き換わることは考えにくい。合わせて慣性センサの基幹技術も重要かもしれません
- 大学側の人間として、衛星測位分野の人材育成は欧州だけでなく韓国、中国にも負けています→我々の問題ですが、ご支援を頂きたい(ロボカーコンテストの支援等大変ありがたいです)
- 昔からメーカーのエンジニアは優秀な方が多い。受信機開発メーカー以外で、きっちり衛星測位を肌で理解されている方は、やはり大手電機メーカーの方々です。期待しています