

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01731

研究課題名(和文) 地域型高精度測位インフラストラクチャの構築

研究課題名(英文) A Study and Utilization of Local Precise Positioning Infrastructure

研究代表者

木谷 友哉 (Kitani, Tomoya)

静岡大学・情報学部・准教授

研究者番号：40418786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：搬送波位相を用いてセンチメートル精度を実現する高精度衛星測位では、捕捉衛星数や観測地周辺の測位障害物の影響などで精度が出ないことが多々あり、位置利用サービスの可用性に大きな影響を与えていた。本研究では、航空点群データによる建物などの測位障害物の情報と衛星コンステレーションの情報から、指定した時刻と場所で測位精度を予測するシステムを開発した。また、高精度位置情報を利活用するサービスとして地域の地すべりをモニタリングするためのシステムと実証実験を行い、数ミリメートルの地表の変位を高精度衛星測位にて観測できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高精度衛星測位インフラの民間利用が正に始まりつつあるところである。従来の数メートル精度からセンチメートル精度になると、精度が良好なときとそうでないときの精度の格差が大きく、センチメートル精度を想定した位置情報応用サービスは可用性が著しく低下してしまう。本研究では、時刻や場所に依存して不安定な測位精度の状況においても、その精度を予測できるようにすることでサービスの利用性を向上させ、高精度衛星測位の利活用が早期から広く行えるようにすることに寄与する。安定した高精度衛星測位情報の利用はモバイルセンシング、リモートセンシングの両方において、取得データの利用性を高めることにつながる。

研究成果の概要(英文)：Precise satellite positioning, which achieves centimeter accuracy using the carrier phase, often loses accuracy due to obstacles such as buildings and the lack of the number of visible satellites depending on the place and time. It affects the availability of location-based services. This study has developed a system that predicts positioning accuracy at a specified time and location with information about obstacles such as buildings from aerial point cloud data and the satellite constellations. In addition, we have developed a system for monitoring landslides in a local region as a service that utilizes precise location information. The proposed system achieves less than one-centimeter accuracy using a proposed positioning algorithm.

研究分野：情報ネットワーク学

キーワード：衛星測位システム 高精度位置情報 RTK-GNSS 測位補正情報配信

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

一般に広く使われる衛星測位環境に関する研究では、測位信号の見通し受信の妨げとなるような建造物が多い都市部（アーバンキャニオン）において、測位誤差の主因となる反射波（マルチパス）を直接波と区別して如何に検出・排除するかといった研究が中心に行われている。最近、捕捉衛星数が増えることで RTK 測位の可用性は上がったが、その反面、マルチパスで計測した信号が測位演算結果に与える影響も大きくなった。高精度測位では、マルチパスの検出と排除の重要性がさらに高くなる。マルチパスの検出・排除には、アンテナのハードウェア設計により実現しようとする研究や、都市の 3 次元地図情報を利用して直接波として受信不可能な衛星の信号を特定する手法が提案されている。

基準局から補正情報を受信して測位精度を向上させる技術としては、かつての D-GPS（Differential GPS）や今回の RTK 測位がある。これまでの基準局が配信する情報は、いずれの地域でも各衛星からの信号を見通し上に障害物のないオープンスカイの状態を受信した場合の測位誤差を補正するためのものであり、都市によって異なるアーバンキャニオン等は考慮していない。

本研究のように、任意の地域における測位環境の情報を基準局とユーザ受信機間の双方向通信で収集し、次世代高精度衛星測位環境を地域適応型で構築することを目指した研究は今までにない。

2. 研究の目的

本研究では、次世代衛星測位システムの利用において任意の地域を対象とし、ユーザ受信機の協調によって測位障害物地図を自動作成する技術とその地域内で得られる位置情報の精度を場所や時間に応じてあらかじめ予測する技術および環境の開発を行う。次世代衛星測位では、地域の測位基準局からの補正情報を通信で得ながら計算することでセンチメートル精度の位置情報をリアルタイムに推定できる。しかし、多数の衛星から信号を見通しで受信する等の制約があり高精度に測位できる状況は限定される。そこで、補正情報の通信経路を双方向に使い、地域内のユーザ受信機からフィードバックさせた測位情報を用いて上記の技術を実現するための方法を研究し、実環境を構築して検証する。

3. 研究の方法

本研究期間では、地域型次世代位置情報環境として、一般ユーザ向けにもリアルタイムキネマティック（RTK）測位によってセンチメートル精度の位置情報を安定的に提供するためのシステムを構築する。RTK 基準局が単独で補正情報を計測して配信するだけでなく、地域内のユーザ局から測位に関する情報を収集しその情報を元に地域に応じた測位補強情報を自動で生成し、それらを合わせて配信することで測位精度の向上を図るインフラを構築する。双方向通信可能なユーザ側受信機や、収集した各ユーザ受信機の測位情報から地域内の測位障害物 3 次元地図の生成、その情報と測位衛星システムの衛星配置から任意の場所と時刻の測位精度予報システムを開発し、実証実験を行う。

従来の衛星測位技術（コード測位）では想定する測位精度が数メートルであったが、次世代衛星測位技術では想定精度が数センチメートルとなるため受信機単独での測位で精度を出すことが困難で、基準局の補正情報の利用が不可欠になる。また、安定して高精度測位するためには、場所と環境に応じたきめ細かな測位の補助が必要になる。特に建物の多い都市部では、測位誤差の要因となるマルチパスの排除が肝要であり、従来の研究でも都市の 3 次元建物地図を用いてマルチパス信号を排除する手法があることを述べた。しかし、3 次元地図情報がない地域では利用できず、また、変化する都市の構造に対して 3 次元地図情報の品質をどのように維持し続けるかなどに問題がある。将来的には自動運転に用いられる 3 次元地図などを流用することも考えられるが、測位に影響がある建造物は道路上のものだけとは限らず、測位障害物のセンシングは重要である。

本研究期間では、図 1 に示した技術の開発と環境の構築を行う。まず、各技術を実現する方針とアイデアとについて述べる。

(a) ユーザ側高精度測位端末の開発

一般に広く高精度測位サービスを提供することを考慮し、RTK 測位用の搬送波位相出力が可能な市販の GNSS モジュールと安価で小型なシングルボード・コンピュータを用いてプログラミング可能な汎用性のあるものとし、各ユーザ受信機の測位状況フィードバック機能各種の機能を実装する。

(b) 地域型次世代高精度測位環境の構築

地域に即した測位の障害になるような地形や建造物の情報を収集し、それらの情報から測位精度補強用のデータを配信するためのインフラを構築する。

(a)によって実装されたユーザ受信機からのフィードバック情報により、地域内の測位障害物3次元地図を生成する。フィードバックする情報は測位計算に必要な情報である。前述したように、衛星の組合せを替えながら測位計算し、その結果をクラスタリングすることで正確な位置の推定とマルチパス誤差を含む（つまり見通してない）衛星からの信号を判別する。この計算を全てユーザ側端末で行うと計算量が多くリアルタイムの測位は困難であるが、基準局側ではリアルタイムで演算する必要はなく、測位障害物がどこにあるかを特定できれば良い。複数のユーザの複数の場所での測位情報のフィードバックにより、図2のようにして測位障害物3次元地図を生成する。なお、計算結果から統計的に判断することで、アンテナの位置が悪かった場合や突発的な誤差などに対応する。

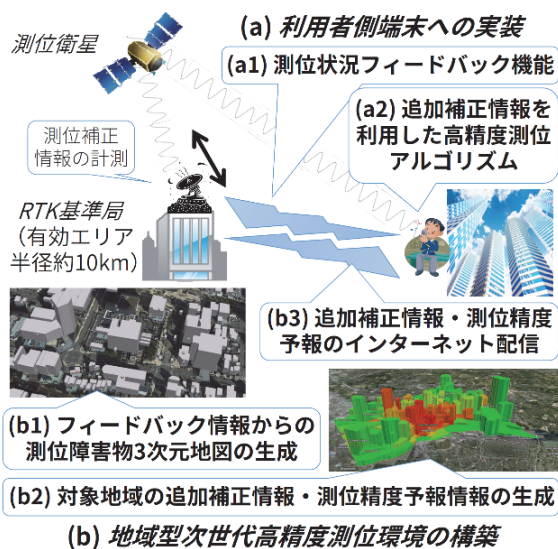
この手法を用いることで、地図ソフトウェアなどに建物の3次元地図がない都市でも高精度測位インフラを構築できる。また、建造物の建て替えへに自動で対応できたり、通常の3次元地図にはないが測位に影響がある電柱や街路樹などの情報についても自動的に収集できる。

提案システムでの検証としては、地図ソフトウェアとして3次元地図が既にある市街地や測量会社が提供する3次元点群地図を利用する。

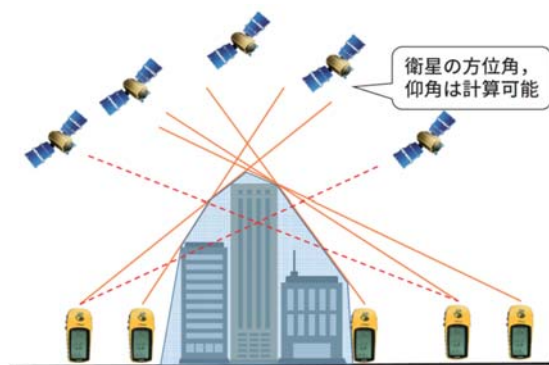
各測位衛星システムの衛星配置は時刻を与えることで正確に得ることができる。そのため測位障害物3次元地図があれば、地域内の各位置で任意の時刻にどの衛星を見通して捕捉できるか判断することができる。RTK測位を行うのに十分な数の衛星を好条件で捕捉できるか、それは単独のGNSSでできるか複数のGNSSを組み合わせないとできないか等を予測可能である。ユーザ受信機が対応しているGNSSの種類、場所、時刻を指定することで図3のように、どの程度の精度が予測されるかを推定し、その情報を提供する。なお、過去の時刻を指定することも可能であるため、既に得られた測位結果がどの程度信用できるのかということも判断できるようになる。

高精度測位を利用したサービスにおいて、位置精度はサービスの品質に大きな影響を与える。精度が保証できないのであれば成立しないサービスも多い。しかし、精度が予測できるのであれば、高精度に測位できるときはその情報を用いて、そうでない場合は慣性センサ等で補ってサービスを実現するなど、サービスの可用性の幅を広げることができるようになる。

本研究で得られた情報をインターネット経由で配信する通信システムを構築する。



【図1】 研究期間内の実施課題



【図2】 信号の見通し判定による測位障害物3次元地図の作成



【図3】 RTK 測位の可否、精度推測マップ

4. 研究成果

本研究期間においては、3. 研究の方法に沿って研究を遂行した。本研究期間中には衛星測位利活用に関する世間の関心が大きく高まり、研究に関する状況も変化した。特に、より安定して高精度衛星測位が可能となる2周波受信機が従来よりも大幅に安価にまた小型で市販化されたり（例：ublox社F9Pモジュール）、それまで国土院が測量用に後処理用として提供していた搬送波位相の補正情報配信については通信キャリア大手が全国をサービスエリアとして一般ユーザの手の届く価格でリアルタイムに配信を開始したり（例：NTT docomo, ソフトバンク/ALES）といった点が挙げられる。それゆえ、3. 研究の方法で挙げた当初の予定を進展させ以下のような成果を得た。

(1) RTK-GNSS 精度予報システムに関する研究

RTK-GNSS によってユーザ受信機が高い精度 (cm 精度) に収束した測位解 (FIX 解) をリアルタイムで得るためには、十分な数の衛星からの直接 (LOS: line-of-sight) 信号の受信が必要である。受信機から直接可視できない (NLOS: non-line of sight) 衛星からの測距信号 (マルチパス) では搬送波位相数を測定しても高精度測位には利用できない。都市部では高いビルが信号を遮ったり反射したりするため、高精度解を導き出すのに十分な数の LOS 信号を受信できるとは限らない。今後、スマート農業やドローンによる物流など、RTK-GNSS による精密な位置情報を活用するサービスを実現するためには、精度収束解と過渡解 (FLOAT 解, 数 m 精度) の違いを理解した上で、適切にサービスを設計することが重要となる。

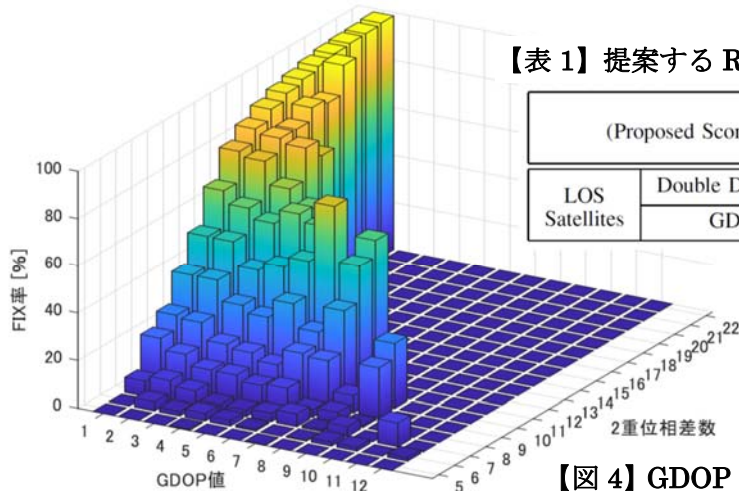
RTK-GNSS の精度に大きく影響する要因は 2 つあると考えられる。1 つ目は捕捉している測距衛星の数と受信信号の品質, 2 つ目は捕捉した衛星のジオメトリである。我々の提案する精度指標の最初のパラメータには、捕捉衛星数ではなく搬送波位相測定 of 二重差分を採用する。例えば、衛星 #1, #2, #3 の搬送波位相の測定値 c_1, c_2, c_3 がそれぞれ与えられたとき、二重位相差 $d\{c_2, c_3\}$ は、衛星 #1 を参照衛星として、 $(c_2 - c_1) - (c_3 - c_1)$ で表わされる。二重位相差では、測位衛星および受信機内の時計誤差の影響を排除することができる。我々の先行研究では、最初のパラメータとして、LOS 衛星の受信信号数を用いただけであった。この変更により、精度指標値と実際の FIX 率の乖離を緩和することができる。

$$\text{二重位相差数 } d = (\text{GPS} + \text{Galileo} + \text{QZSS} - 1) + (\text{BeiDou} - 1) + (\text{GLONASS} - 1)$$

ここで、GPS, Galileo, QZSS, BeiDou, GLONASS は、それぞれの測位衛星システムの受信 LOS 衛星の数である。GPS, Galileo, QZSS は L1 信号の周波数が同じであるため、これらのシステムを組み合わせている。基準衛星があるため、二重差分は受信 LOS 衛星の数より 1 つずつ少なくなる。提案する精度指標の 2 番目のパラメータは、Geometrical Dilution of Precision (GDOP) の値とし、これは幾何学的な衛星配置の品質を示す。この値が小さいほど、衛星の配置が良く高い精度で測位解が収束しやすいことを意味する。測位衛星はあらかじめ決められた軌道を移動しているため、将来のそれぞれの位置を予測することが可能である。そこで、3 次元地図を用いて各衛星を LOS/NLOS に区別し、NLOS 衛星を排除することで、残った LOS 衛星の二重差分と GDOP 値を予測することができる。

提案システムでは、この二重位相差数と GDOP 値から FIX 解が得られる可能性を示す指標値を設計している。指標をロバストで分かりやすくするために、まず、二重差分と GDOP 値をいくつかのカテゴリに分類し、それらの重み付け和として指標を導出することとした。

実際に静岡大学浜松キャンパスに設置した衛星測位機器による観測結果と、測位障害物となる建物の位置を模擬し、200 以上の様々な都市環境下での状況を再現した測位演算実験により、図 4 に示すような LOS 測距信号の二重位相差数とそのとき GDOP の値に関係があることが確認できた。この結果から表 1 のように場合分けし、二重位相差数により大きな重み (表中括弧内の値) をつけて高精度解の得やすい状況を 0~5 の 6 段階の指標化することができた。



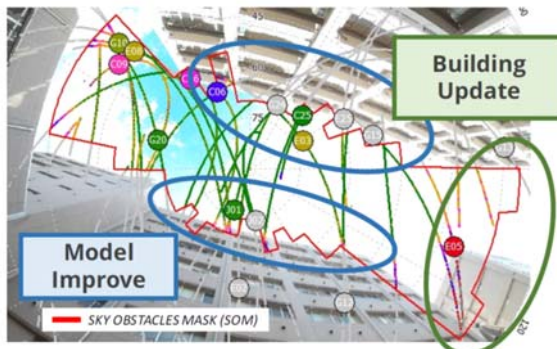
【表 1】提案する RTK-GNSS 測位精度指標

(Proposed Score)		FIX Possibility		
		Poor	Normal	Good
LOS Satellites	Double Difference	< 6(0)	6-13(2)	> 13(3)
	GDOP	> 5(0)	3-5(1)	< 3(2)

【図 4】GDOP 値と二重位相差数と FIX 率

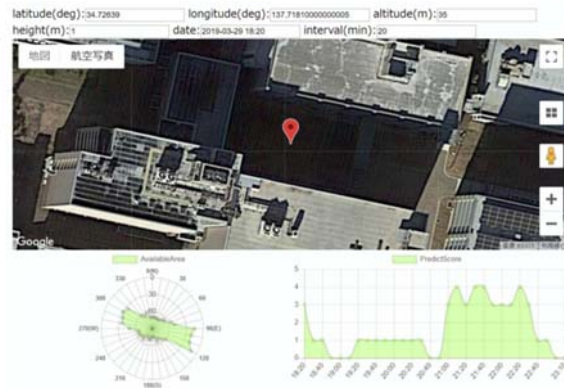
また、この成果を元に、RTK-GNSS 精度予報ウェブシステムの構築と実装も行った。未来のある地点で衛星がどの位置にいるのかは、衛星の軌道予測で使用されている TLE と SGP アルゴリズムを用いて予測した位置を使用した。この情報はアメリカ戦略軍によって許可されたミラーサイトからダウンロード可能である。また、衛星が観測したい位置から建物などに邪魔されずに可視可能かを判別するために、3 次元地図を活用する。本研究では、国土交通省中部地方整備局より 3 次元地図の元となるレーザ測量データを提供していただいて利用した。今後は国土交通省がそのような情報のオープンデータ化を進めており利用可能である (PLATAEU)。

本手法において3次元地図データと衛星軌道予測結果から計算した、指定時間・指定場所の可視衛星の範囲を図5に示す。またそのときの捕捉できる二重位相数とGDOPから先述した高精度解を得やすさの指標値を時間帯毎に自動的に計算して表示するウェブサイトを開発した。その画面を図6に示す。これによりRTK-GNSS測位の可用性・信頼性を向上させることができた。本研究の成果は、国際会議録2編，論文誌2編，その他研究会や解説等10件掲載された。



【図5】提案手法で推定された

LOS 衛星範囲



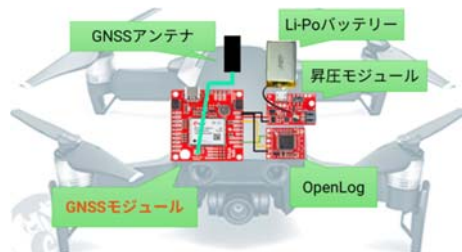
【図6】RTK-GNSS 精度予報ウェブシステム

(2) フィードバック機能を持つユーザ側測位端末とロバストなRTK-GNSS環境の構築と開発

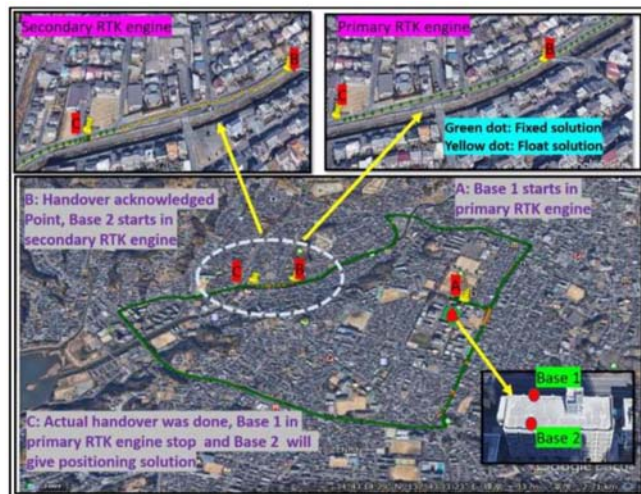
RTK-GNSSをより身近で活用されるようにするため、ドローンに搭載できる軽量(100g以下)で安価(材料費数万円)に実現できるユーザ受信機システムの設計開発を行った。この成果については、防災関係の研究会での講演や製作実習などを行った(図7)。

RTK測位に使われる基準局からの補正データ配信については、移動体を対象に複数基準局のハンドオーバーが測位精度を落とさずにシームレスに行えるようにするシステムを提案した。ハンドオーバー時に測位演算を同時並行で行う仕組みである。また、ユーザ受信機の情報フィードバックすることで、基準局自身の測位信号受信状況の善し悪しを判断できるようにし、適切な基準局が選ばれるような仕組みを取り入れた。実機材を用いて移動体を対象として実験を行い、測位精度を落とさずに基準局のハンドオーバーが行えることを確認した(図8)。

本研究に関連する成果は、国際会議録に3編，論文誌に2編，その他解説等15件掲載された。



【図7】双方向通信型軽量ユーザ側受信機システムの開発



【図8】移動体への複数基準局データ配信のハンドオーバー実験

(3) ロバストなRTK-GNSS測位環境を利用した土木インフラモニタリング

本研究成果による安定してRTK測位結果が得られる環境を利用し、高精度衛星測位による地すべりなどの土木フィールドの観測を、静岡県および浜松市と官学共同で行った。初期検証結果では、地表の動きの時系列での大きさや対象地すべりエリアでの観測地点の選定に関する制約を利用して測位アルゴリズムを工夫することで、高精度衛星測位を用いたIoTシステムが今後防災分野についても寄与できることの確認が行えた。

この研究成果については、論文誌1編採択され、浜松市のプロジェクト報告会や国内学会にて招待講演を含む計8件以上の対外発表を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takashi Ando, Tomoya Kitani	4. 巻 1
2. 論文標題 A Time Alignment Method for Multiple Sensing Systems with GNSS Timing and IMUs with Frame-Sync Input	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 18th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2020)	6. 最初と最後の頁 602-609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakaaki Kyosuke, Sahni Aastha, Kitani Tomoya	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of a Precision Index and a Precision Forecast System for RTK-GNSS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)	6. 最初と最後の頁 153-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/VNC48660.2019.9062807	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Rokaha Bhagawan, Gautam Bishnu Prasad, Kitani Tomoya	4. 巻 1
2. 論文標題 Building a Reliable and Cost-Effective RTK-GNSS Infrastructure for Precise Positioning of IoT Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 Twelfth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU)	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICMU48249.2019.9006632	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aastha Sahni, Kyosuke Nakaaki, Tomoya Kitani	4. 巻 1
2. 論文標題 Enhancing 3D Maps Using RTK-GNSS to Help Improve the Position Solution in Urban Areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Workshop on Informatics (IWIN2019)	6. 最初と最後の頁 63-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 羽多野裕之	4. 巻 2020-1
2. 論文標題 符号測位と搬送波測位-cm級GPSラズパイ実験RTK信号処理入門-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CQ出版Interface	6. 最初と最後の頁 168-170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木谷 友哉	4. 巻 2
2. 論文標題 フィールドでFix率95%! 2周波RTKセンシング・バイク	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 トランジスタ技術	6. 最初と最後の頁 102-109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Daiki Nakamikawa, Hiroyuki Hatano	4. 巻 2018
2. 論文標題 A Study on Kinematic Cooperative Positioning by Phase Transition Comparison between Receivers on a Vehicle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 16th International Conference on Intelligent Transportation Systems Telecommunications (ITST)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ITST.2018.8566950	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木谷友哉	4. 巻 1
2. 論文標題 1センチ・リアルタイム測位の応用 (2) 人間・トレーサ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 トランジスタ技術	6. 最初と最後の頁 46-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木谷友哉	4. 巻 1
2. 論文標題 1センチ・リアルタイム測位の応用 (4) バイク・トレーサ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 トランジスタ技術	6. 最初と最後の頁 53-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木谷友哉	4. 巻 1
2. 論文標題 私のオープンRTK基準局	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 トランジスタ技術	6. 最初と最後の頁 82-84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ito Atsushi, Nakamura Yosuke, Hiramatsu Yuko, Kitani Tomoya, Hatano Hiroyuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Developing an Error Map for Cognitive Navigation System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Computer Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcomp.2021.661904	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 外谷 新, 木谷 友哉	4. 巻 32
2. 論文標題 高精度プロブデータを用いたダイナミックマップ車線リンク更新に関するフィージビリティスタディ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本測量協会 応用測量論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 KIMURA Shun, HATANO Hiroyuki, FUJII Masahiro, ITO Atsushi, WATANABE Yu, KITANI Tomoya	4. 巻 E101.A
2. 論文標題 Behavior Estimation Method Based on Movement Trajectory by the Position Information	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1317 ~ 1319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E101.A.1317	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 前田 武大, 安藤 隆史, 木谷 友哉
2. 発表標題 測位衛星の時刻情報を用いたカメラ映像のフレーム時刻推定手法の提案と時刻精度の評価
3. 学会等名 情報処理学会 第80回高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS) 研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安藤 隆史, 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位情報を付加した時刻同期可能なセンシング データ生成プロセスの開発
3. 学会等名 自動車技術会 2019年秋季大会 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田 武大, 安藤 隆史, 木谷 友哉
2. 発表標題 測位衛星の時刻情報を用いたカメラ映像の時刻同期手法の提案
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲秋 喬介, 安藤 隆史, 木谷 友哉
2. 発表標題 ドローン向け低価格かつ軽量の2周波GNSSロガーの試作とその有用性の評価
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲秋 喬介, 木谷 友哉
2. 発表標題 浜松市周辺の航空測量データを用いたRTK-GNSS測位の精度予測システムの実装
3. 学会等名 測位航法学会 2019年度 全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田 武大, 安藤 隆史, 木谷 友哉
2. 発表標題 測位衛星の時刻情報を用いたカメラ映像の時刻精度の検証
3. 学会等名 情報処理学会 高度交通システム (ITS) 研究フォーラム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 羽多野裕之
2. 発表標題 車載複数受信機による協調測位における観測値共有に関する研究開発
3. 学会等名 電子情報通信学会 2019年8月 衛星通信 (SAT) 研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村洋輔, 羽多野裕之, 伊藤篤
2. 発表標題 測位誤差推定のための協調測位における2受信機間距離の利用に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 118, no. 449, pp. 37-42
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青山翔運, 羽多野裕之
2. 発表標題 マルチGNSSのためのスカイプロットに基づく衛星選択手法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 118, no. 449, pp. 43-48
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲秋 喬介, Tiphath Areeyapinun, 太田 拓伸, 木谷 友哉
2. 発表標題 RTK-GNSSにおける未来の測位精度予測のための指標の設計と評価
3. 学会等名 情報処理学会 高度交通システム (ITS) 研究フォーラム 2018 ポスター発表
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoya Kitani
2. 発表標題 Intelligent Transport Systems of Motorcycles with Coming Precise Positioning System
3. 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2018 (APRIS2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Aastha Sahni, Kyosuke Nakaaki, Hironobu Ohta, and Tomoya Kitani
2. 発表標題 A Framework of a Precision Forecast System for RTK-GNSS
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム 2018 ポスター発表
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仲秋 喬介, Tiphath Areeyapinun, 太田 拓伸, 木谷 友哉
2. 発表標題 RTK-GNSSにおける未来の測位精度予測のための指標の設計と評価
3. 学会等名 情報処理学会研究報告, vol. 2018-ITS-73, no. 11, pp. 1-7
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 太田 拓伸, 仲秋 喬介, 木谷 友哉
2. 発表標題 低価格受信機基準局のカバー範囲の実観測データによる評価
3. 学会等名 測位航法学会 全国大会予稿集, vol. 2018, no. 19, p. 1
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoya Kitani
2. 発表標題 An Open Mobile-Sensing-Infrastructure with Connected Motorcycles
3. 学会等名 The 16th ITS Asia-Pacific Forum, May 2018. (As a Speaker at SPECIAL INTEREST SESSIONS (SIS02): The prospective of connected motorcycle) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仲秋 喬介, Tiphath Areeyapinun, 太田 拓伸, 木谷 友哉
2. 発表標題 次世代高精度衛星測位における未来の任意の地点での測位精度予測指標の提案と評価
3. 学会等名 情報処理学会 高度交通システム(ITS)研究フォーラム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤隆史, 成嶋 智弘, 仲秋喬介, 木谷 友哉
2. 発表標題 倒立振り子型二輪PMVの走行挙動を解析するための移動経路と運動データの収集
3. 学会等名 情報処理学会 高度交通システム(ITS)研究フォーラム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仲秋 喬介, Tiphath Areeyapinun, 太田 拓伸, 木谷 友哉
2. 発表標題 RTK-GNSS精度予測のための精度指標の評価結果
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村洋輔, 羽多野裕之, 木谷友哉
2. 発表標題 近接受信機における使用衛星情報の共有による測位誤差低減手法の一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, p.118
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野聡, 羽多野裕之
2. 発表標題 基準局における測位誤差発生具合に基づく補正手法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, p.119
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井美歩, 羽多野裕之, 木谷友哉
2. 発表標題 基準局における測位誤差発生具合に基づく補正手法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, p.167
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木駿希, 羽多野裕之
2. 発表標題 車速センサ情報を用いた街中における1周波RTK測位に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol.117, no.431, pp.65-70
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位を応用した位置情報サービスの社会実装事例報告
3. 学会等名 日本航海学会GPS研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位を用いた自動二輪車センシング基盤の構築と静岡大学土木情報学研究所の設立
3. 学会等名 公益社団法人日本技術士会 中部本部 静岡県支部 年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位社会の到来とモビリティへの応用
3. 学会等名 自動車技術会 2021年度 第1回技術講習会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoya Kitani
2. 発表標題 [Keynote Speech] Researches of Intelligent Transportation Systems for Motorcycles
3. 学会等名 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY SYSTEMS AND INNOVATION (ICITSI 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位の広がり と 二輪車センシングへの応用
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 (信学技報), vol. 120, no. 155, CQ2020-41, pp. 39-43 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬川 佳祐, 宇佐美 拓真, 曾根 卓朗, 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位を用いた地すべりブロックの長期監視システムの設計とその初期検証結果
3. 学会等名 情報処理学会研究報告, vol. 2021-MBL-101, no. 30, pp. 1-9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇佐美 拓真, 瀬川 佳祐, 阿武 穂高, 曾根 卓朗, 木谷 友哉
2. 発表標題 GNSS搬送波位相測位を用いた広範囲地すべり観測手法の初期検証結果
3. 学会等名 測位航法学会 全国大会予稿集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木谷 友哉
2. 発表標題 高精度衛星測位を用いた市土保全モニタリング
3. 学会等名 Hamamatsu ORI-Project 令和2年度 成果発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木谷 友哉, 安藤隆史, 仲秋喬介, 曾根 卓朗
2. 発表標題 ドローン飛行位置・軌跡の Kinematic測位を可能とする 低価格ロギングユニットの製作
3. 学会等名 低空空撮技術活用研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

静岡大学浜松キャンパス設置のRTK-GNSS用基準局データの常時配信について
<https://hamamatsu-gnss.org/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	羽多野 裕之 (Hatano Hiroyuki) (40402531)	三重大学・工学研究科・准教授 (14101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------