

国土交通省総合技術開発プロジェクト H27～29年度
3次元地理空間情報を活用した
安心・安全・快適な社会の実現のための技術開発

資料 2-2

(2) 「パブリックタグ」 屋内測位の標準仕様策定

～「屋内測位のためのBLEビーコン設置に関するガイドライン」の整備～

都市空間の屋内外シームレス測位の実現に関する技術開発

屋内外の測位情報のシームレス化に関する技術開発

国土地理院 測地部

平成30年3月

課題

それぞれの屋内測位手法は位置精度、基準とする座標系、データの受け渡し方法などが異なり、屋内外シームレス測位のためには、各種デバイス情報の標準化が必要となっている

目的

複数の屋内測位手法を様々な主体が並行して取扱うことが可能な、オープンデータ指向の測位手法及びデータ共有手法等、屋外の測位情報と整合した位置情報基盤整備に関する技術開発

実施内容

- ・ 各種測位デバイス情報（位置情報等）の共通利用が可能となる位置情報基盤の構築
- ・ 各種測位デバイスの設置条件等を標準化

得られる成果

- ・ 屋内外をシームレスにつなぎ屋内測位の取り扱いを標準化する技術基準
- ・ 同技術の普及促進に資するガイドライン

普及展開

- ・ パブリックタグ登録促進
- ・ パブリックタグの活用

3年間の取り組み

平成27年度

平成28年度

平成29年度

「位置情報基盤を構成するパブリックタグ情報共有のための標準仕様」の検討、策定、見直し

Ver.0.3

Ver.1.0

見直し

Ver.1.1

- 屋内外の各測位手法の統一化についての検討
- 場所情報コードを活用した3次元位置情報の標準化の検討
⇒パブリックタグの定義

- 標準仕様 Ver.1.0策定
・パブリックタグの品質情報に関する検討

- ガイドライン作成
・ビーコン配置等の検討
・位置情報計測手法
・検討部会開催

整合

「屋内測位のためのBLEビーコン設置に関するガイドライン」の整備

実証実験参加者へのアンケート結果の集約

連携

高精度測位社会プロジェクトとの連携（実証実験⇒屋内測位環境構築ガイドライン）

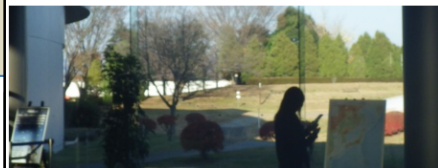
パブリックタグ登録
東京駅周辺 約300個

新宿駅周辺 約180個
成田空港 約500個
日産スタジアム 約130個

新横浜駅

須崎市・会津若松市

パブリックタグ情報共有プラットフォーム
屋内測位等に利用可能なデバイスに関する情報提供サイト
TOP PAGE | はじめに



「パブリックタグ情報共有プラットフォーム情報提供サイト」の作成

APIの改良

パブリックタグ登録促進

システム改良

登録申請API・パブリックタグ即時登録サンプルサイトの開発

| 成 果 | 内 容 |
|--|---|
| <p>位置情報基盤を構成する パブリックタグ情報共有 のための標準仕様</p> | <p><u>位置特定に利用可能なタグの位置情報や属性情報を標準化し、オープンデータとして共有可能なタグを「パブリックタグ」として定義し、その要件及び設置場所の選定、品質情報、登録及び管理、利用方法について規定</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成27年度 (Ver.0.3) ⇒定義及び要件、登録及び管理、利用 ・平成28年度 (Ver.1.0) ⇒品質情報 ・平成29年度 (Ver.1.1) ⇒位置計測手法、送信出力等の情報 |
| <p>屋内測位のためのBLEビーコン 設置に関するガイドライン</p> | <p><u>屋内測位環境構築のためのパブリックタグ設置及び登録のケーススタディーとして、普及が進んでいるBLEビーコンの設置作業における技術面の考慮点等について調査・検討し、検討部会及び実証実験による知見を集約</u></p> |
| <p>パブリックタグ情報共有 プラットフォーム (APIの開発)</p> | <p><u>場所情報コード (uPlace) の発行、パブリックタグ情報を登録、管理、利用するためのサイトを作成</u> (登録情報の提供と利用促進のためのAPI開発)</p> |
| <p>パブリックタグ登録数 (約1000個 平成30年3月時点)</p> | <p><u>高精度測位社会実証実験 P J 実証実験5エリア及び自治体設置のビーコンを登録</u></p> |

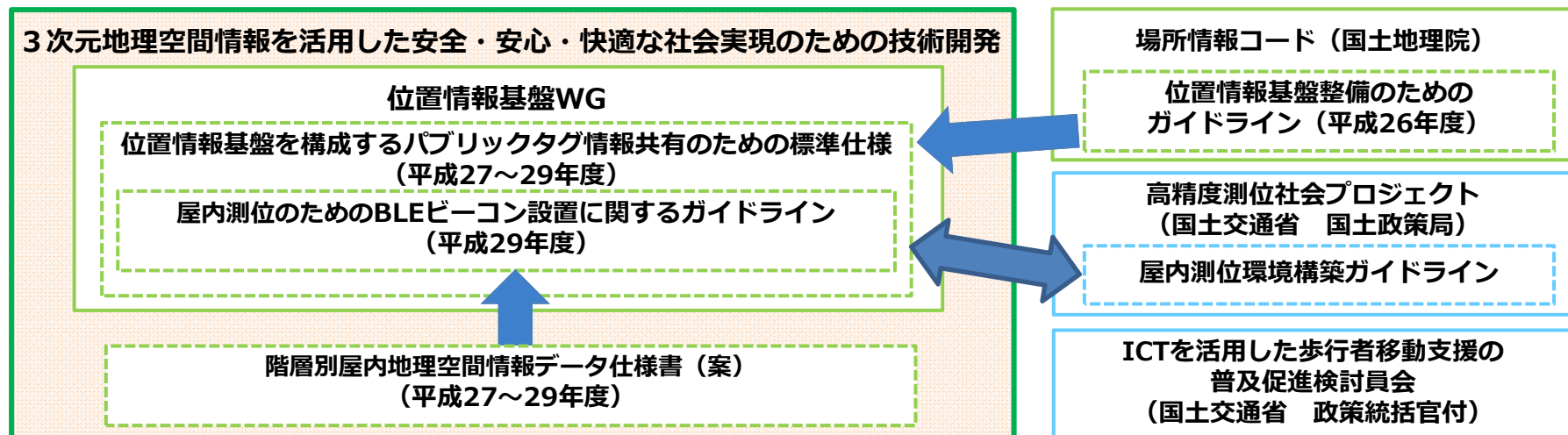
● 標準仕様改定内容 (Ver.1.0→1.1)

- ① 関連するガイドライン等の位置づけ整理
- ② **パブリックタグの設置位置計測方法を整理**
 - ・「階層別屋内地理空間情報データ仕様書（案）」
による屋内電子地図を標準
- ③ **パブリックタグ登録情報を追加**
 - ・タグの送信出力及び発信間隔の設定情報
 - ・タグの設置位置情報の計測に使用した地図等の情報



G空間情報センターサイトよりダウンロードした屋内電子地図と地理院地図の重畳

標準仕様・関連ガイドライン等の関係



| 屋内測位のための BLEビーコン設置に関するガイドライン | 【以下の内容についての記述及び説明している】 |
|--|--|
| はじめに | 1.総則 ・用語の定義及びガイドラインの検討手順と前提条件を整理 |
| 1.総則 ・目的と適用範囲 ・検討手順と前提条件の設定 ・用語の定義 | 2.屋内測位環境構築のための基礎的情報 ・屋内測位環境構築のために必要な基礎的な情報を整理 ・BLEの特性や測位の仕組み等について ・検証による知見について整理 |
| 2.屋内測位環境構築の基礎的情報 ・屋内測位全般の整理 ・BLEビーコンによる測位 ・BLEビーコン設置の考え方 ・実証実験による検証 | 3.BLEビーコンの設置 ・BLE設置計画策定から設置作業及び運用保守までの一連の作業 ①概要設計は、BLEビーコンの役割と要求される測位精度を確認しながら設置密度や設置数を検討し、公開資料（施設図等）を入手し大まかな設置計画 ②詳細設計は、現地調査時の確認項目を明示し、完成した屋内地図を基に測位環境の検討（ビーコンの配置、パラメータ設定、IDの決定等） ③設置作業は、BLEへのIDインストールから、実際の取り付け法、落下防止策やアンテナの方向等、取付時の考慮点と設置後の性能評価と改善法の検討 ④BLE機器の運用と保守について考慮事項 |
| 3.BLEビーコンの設置 ・測位環境構築の全体計画 ・作業フローの確認 ・概要設計 ・詳細設計 ・設置作業 ・測位環境と他の要素との関係性 ・運用と保守 | 4.位置情報の測定方法 ・設置したBLEの位置情報を図面より算出する手法を整理 |
| 4.屋内位置情報の付与 ・位置座標の測定フロー ・測定準備 ・測定手法 ・課題と解決法 | 5.パブリックタグ情報共有プラットフォーム ・パブリックタグの説明及び登録法と活用法 |
| 5.パブリックタグ情報共有プラットフォーム ・パブリックタグとは ・パブリックタグの登録 ・パブリックタグの公開 | 付録： ・屋内測位技術全般の解説 ・民間の共用タグに関する事例紹介と共用時に考慮点を整理して記述。 ・平成24年度情報セキュリティー対策推進事業「位置情報の精度・信頼性に関する調査事業」から要点を抜粋し、情報の信頼性やセキュリティについて記述。 |
| 付録 ・屋内測位技術の概要 ・共用（民間）タグの取組み ・位置情報の精度と信頼性について | |

【目的と適用範囲】

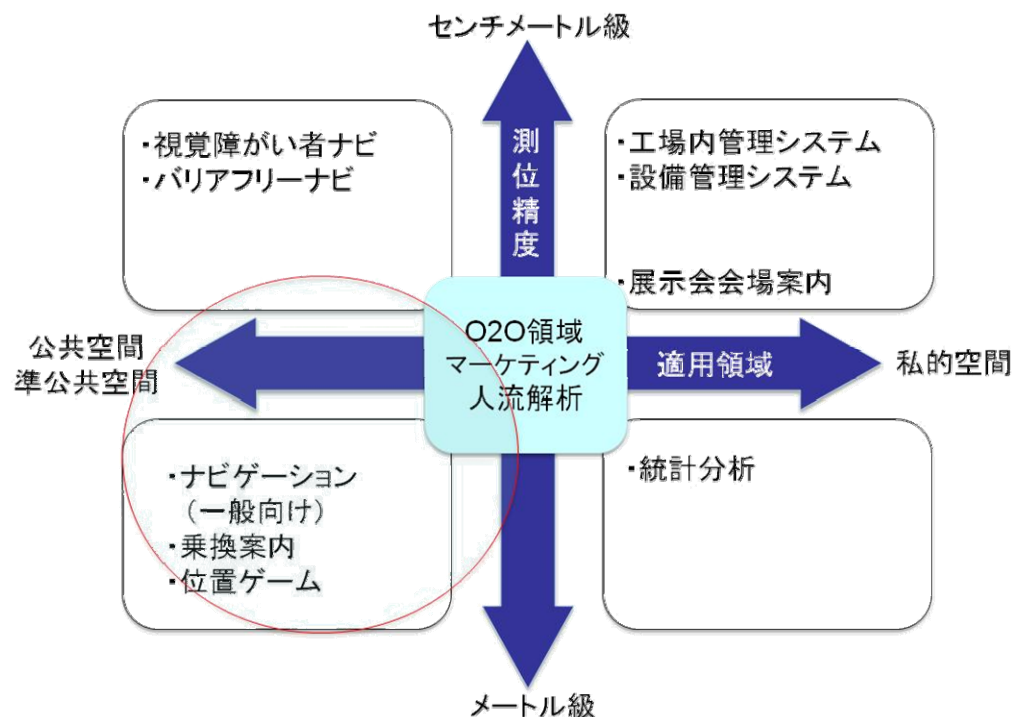
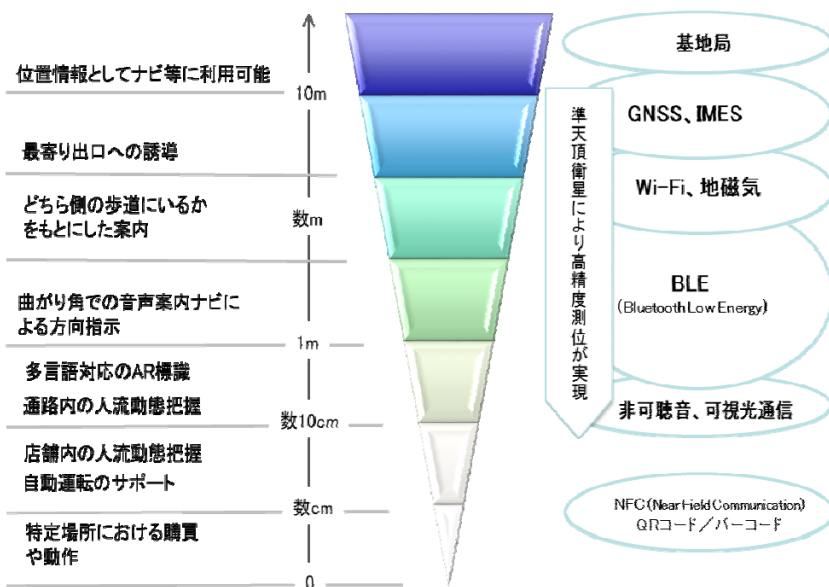
適用範囲：

近年普及が進んでいるBLEビーコンの設置に関する情報を中心に整理

パブリックタグへの登録を前提とし、公的な空間における一般対象者の利用を適用領域と設定し、被測位対象者を「自律移動可能な健常者及び車いす移動者」、測位精度を数メートル程度と想定する。

パブリックタグへの登録のため、屋内における位置情報（緯度・経度・階数）の測定方法についても整理し加える。

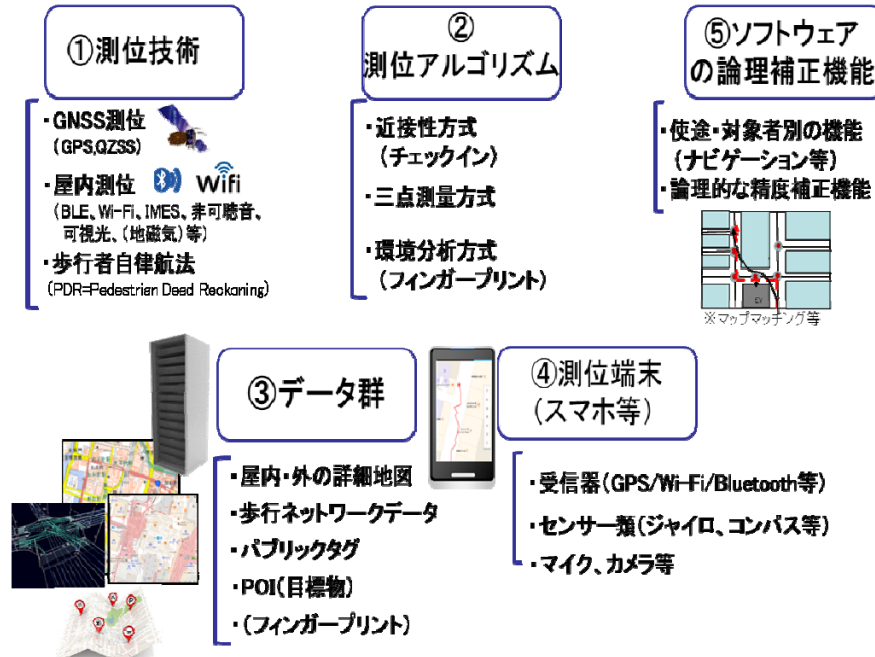
■ サービスに求められる測位精度と測位技術



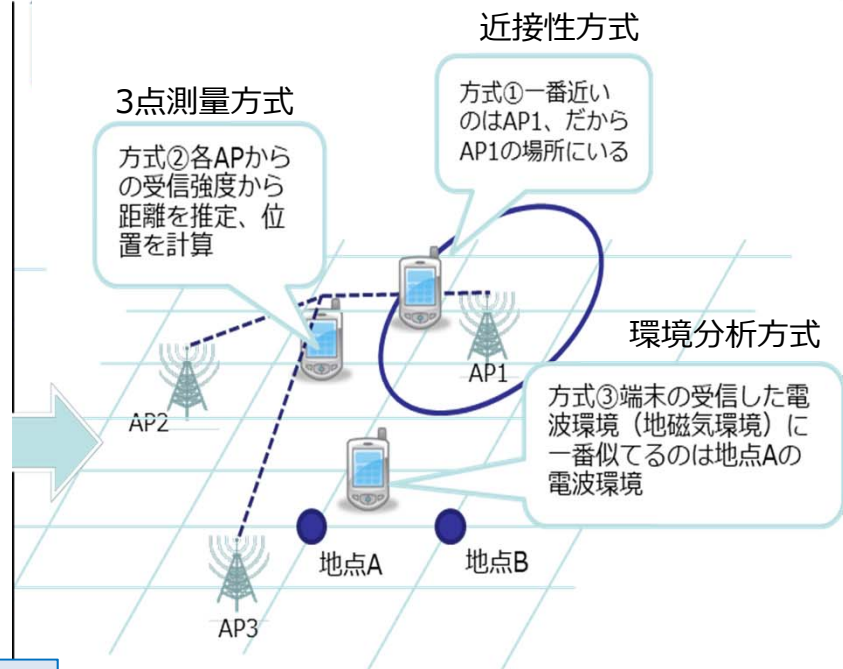
【屋内測位技術の概要】

屋内測位を実現するための構成要素の各要素の特性について説明し、それらが相互に機能して測位精度が向上することから、各要素の選択時の考慮事項をまとめた。

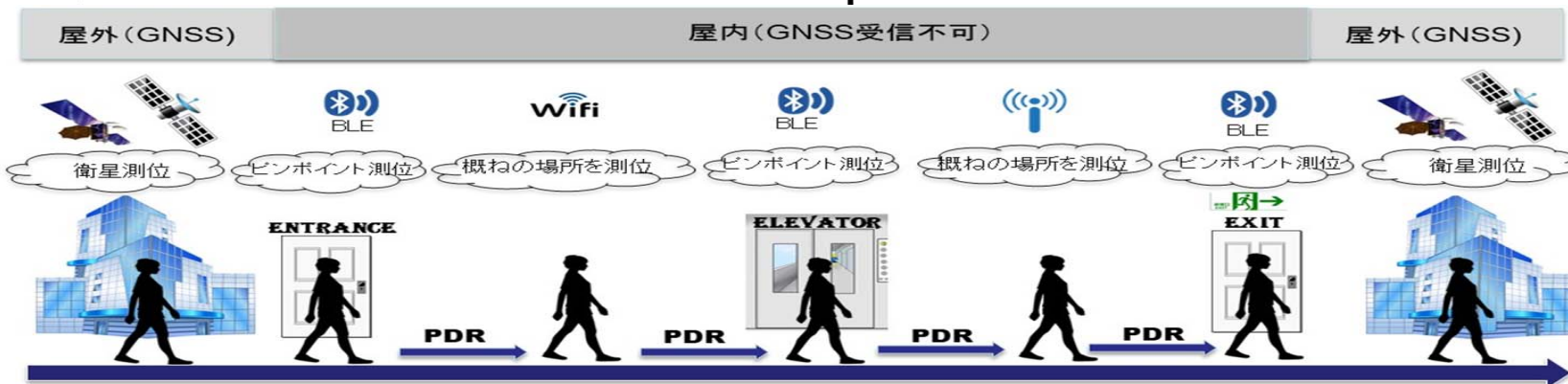
■ 屋内測位の5要素



■ 測位アルゴリズム



■ ハイブリッドによるシームレス測位を実現する例



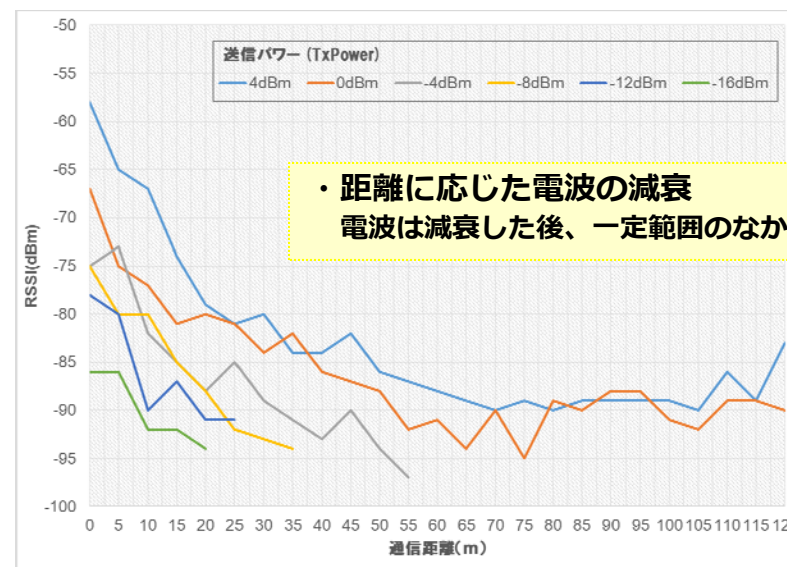
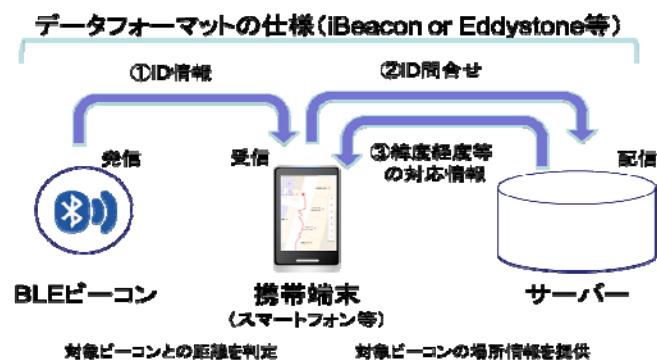
【基礎的情報：BLEビーコンによる屋内測位】

■BLEとは、

- BLEは、2.4Ghzという高い周波数を使う**低消費電力を実現した通信規格**
- **距離の二乗に反比例して減衰する特性を利用して距離を推定する。ビーコンの領域内では、ビーコンとの距離を「遠い」「近い」「非常に近い」の3段階で検知。**
- 設置案の検討時に、一般的な電波の特性も理解する（直進/反射/透過/干渉）

■測位の仕組み

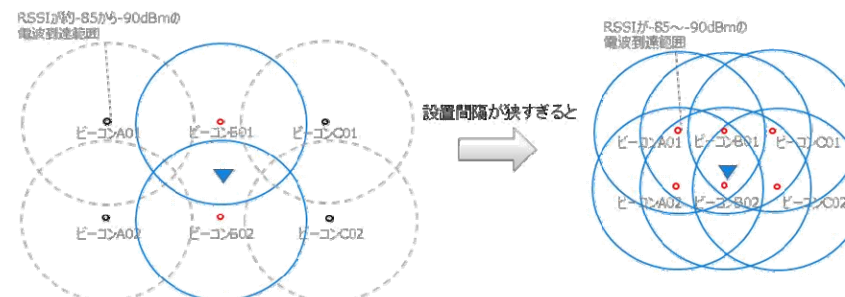
- BLEビーコンから発信されるアドバタイズパケットというID情報（UUID、Major、Minor）を受信した端末のOSが、ビーコンの領域に入ったことを検知してアプリが反応するという仕組み。



■設置の考え方

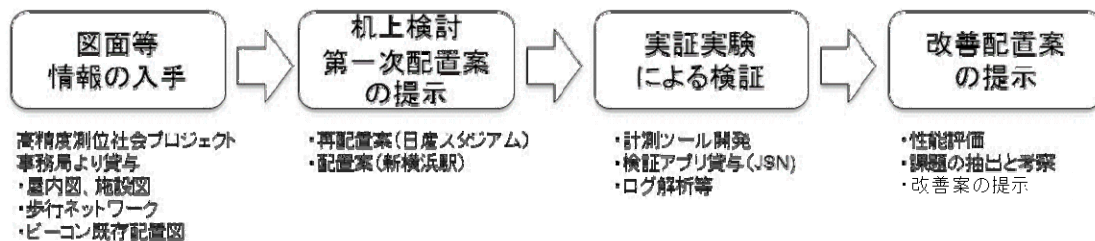
- 配置の考え方 (点/線/面)
- 設置範囲・密度 (全域/スポット、密/疎)

| No. | 測位方法 | 配置方針 | 設置の考え方 | 設置場所例 |
|-----|------|------|----------------------------------|-----------|
| 1 | 1点測位 | 点 | 特定の位置に存在することを判定する | 出入り口 |
| 2 | 2点測位 | 線 | 通路等において、移動方向を判定する | 通路 分岐点 |
| 3 | 多点測位 | 面 | 空間内で、移動方向が一定方向でない場合に精度の高い位置を判定する | 分岐点 空間 |



【実証実験からの知見】

■ 検討のプロセス：



■ 実証実験場所：



- 測位に適した電波特性のBLEビーコンを選定
 - 距離に応じてRSSIがきれいに減衰するビーコンを選定する必要がある。
 - 距離判定ができるビーコンであれば、単純なチェックイン測位での測位精度は、BLEビーコンの配置数に比例する。
- 測位端末の機種別性能差の考慮
 - 測位端末によって、RSSI値と受信個数が測定結果に差を確認。事前検証が必要である。
- 測位アルゴリズムによる影響を考慮
 - 同じ環境であっても、測位アルゴリズムにより測位性能に差が出ることを確認できた。事前検証の必要性を促す必要がある。
- 適正な設定値の確認
 - 実験環境で、測位性能で課題を確認。電池寿命と電波出力、送信間隔の設定値はトレード・オフの関係にあるが、性能を優先し実測による事前検証が必要である。
 - 混雑等によるRSSI低下は、閾値判定の測位アプリの場合は注意が必要。
- BLEビーコンの最適な配置
 - 机上の配置案を策定後に、可能であれば仮配置等によって事前に問題箇所を検証した上で、最終の配置案を決定する方が効率的である。

【屋内測位環境構築：環境構築の手順】

■ 概要設計：

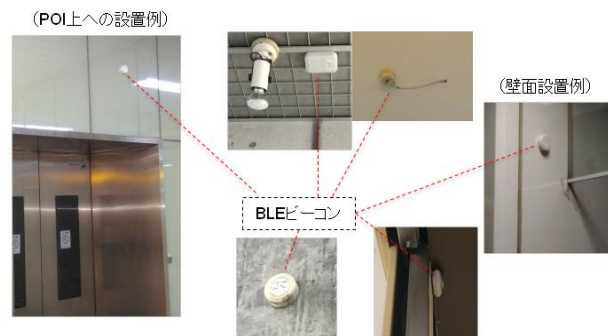
- 計画に従い、BLEビーコンの要求精度や役割を実現するため、その時点で入手可能な情報を元に机上設計を行う。

■ 詳細設計：

- 図面入手後に、設置数、設置密度、配置案等を詳細に設計。
 - ビーコンのパラメータ値、IDの決定、作業計画及びスケジュール調整等。
 - 設置場所に適した設置方法の検討

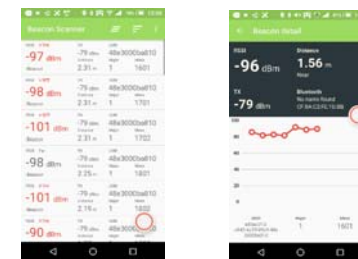
■ 設置作業：

- 準備作業
 - BLEビーコンの発注と設定、ラベリング、作業申請等
- 本設置作業
 - 設計に基づき、落下防止策等を講じて本設置作業
- 設置後の性能評価
 - ID確認、受信強度、受信個数、電波干渉等の確認、近傍ビーコン判定（※チェックイン測位）



■ 運用と保守：

- 性能の維持
 - 定期的な受信状況の確認
- 保守メンテナンスと管理
 - 死活監視、電池交換等



※Beacon Scanner画面キャプチャ

【屋内位置情報の付与：ビーコン設置位置の座標測定法】

■ 目的

パブリックタグ登録に必要な位置情報（緯度、経度）の取得を、できるだけ**簡便・安価**でありながら、**位置精度を可能な限り高めた**上で取得可能な手法を検討し、それぞれの手法の適用条件や特性について整理する。

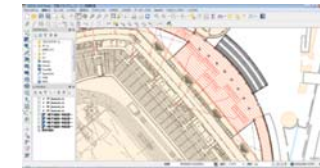
■ 手法の検討

【前提】 施設図面（縮尺レベル500以上を推奨）を入手し、ビーコン設置位置をプロットしておく。

- 手法1：地理院地図重畳

✓ ジオリファレンサで取り込んだビーコン位置を記録した施設図面を、地理院地図に直接重畳し、座標を取得。

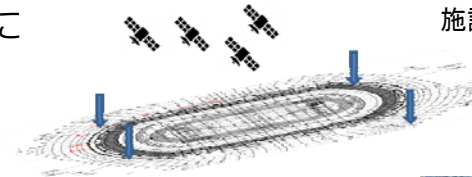
RTKLIB+PPP測位機器など、
できるだけ高精度測位が
可能な機器により座標を計測



【図1】
施設図面と地理院地図の
重畳イメージ

- 手法2：リファレンスポイントでのGNSS測位

✓ 図郭方向の離れた箇所（3～4地点）において、**GNSS測位**により座標を取得し、ビーコン位置を記録した施設図面をジオリファレンス後に地理院地図と重畳して座標を取得。



【図2】
施設図面の基準点
測位イメージ

- 手法3：2次出典間接重畳

✓ 地下鉄駅構内のように、地理院地図と直接重畳できない場合、2次出典（調製地図/航空写真）と対応付け可能な標定点を定め、間接的に地理院地図を重畳し、ビーコン位置の座標を取得。



【図3】
施設図面と2次出典の
重畳イメージ

■ 課題

- 位置リファレンスを規定

→地下空間・屋内空間形状、または屋内外の接続点（出入口）をリファレンス情報として基盤共用化

- 屋内地図とパブリックタグを一元化

→パブリックタグ座標は基盤地図情報又は地理院地図に標定された屋内地図から一元的に整備

- 屋内地図とパブリックタグの位置情報の一致

→パブリックタグの位置情報計測は、「階層別屋内地理空間情報データ仕様書（案）」に基づく屋内電子地図を標準とする。仕様に基づいた屋内電子地図が存在しない場合には、測定手順1～3を含む「位置情報基盤を構成するパブリックタグ情報共有のための標準仕様」による。

■ 活動内容

- ビーコン設置情報をオープンデータとして展開している自治体を対象にパブリックタグの登録を案内

- 登録状況

- 長野県須坂市
「須坂・高山ビーコンプラットフォーム事業」で
公共施設・観光施設にビーコン（BLEBeacon）を展開
- 福島県会津若松市
「会津若松市オープンデータ活用実証事業」で
公共施設・観光施設にAkaBeacon（iBeacon）を展開



AkaBeacon

- 設置に関する調整等

- 位置情報の取得方法、階層情報をヒアリングにより確認
- 公共・観光施設等に設置されているビーコン情報の登録
- 登録及び情報メンテナンス方法の確認

- 継続中の取り組み

- 増設ビーコン及びWi-Fiアクセスポイントの登録
- 登録情報の活用方法

参考資料

「パブリックタグ」屋内測位の標準仕様

- 様々な施設管理者等が個別に設置するビーコンやWi-Fi等の位置特定に利用可能なタグの位置情報や属性情報の標準化
- 標準化した情報をデータベースに登録し、オープンデータとして共有可能なタグを「パブリックタグ」として定義し、その要件及び設置場所の選定、品質情報、登録及び管理、利用方法について規定

目次

1. 総則
2. 用語の定義
3. タグ要件及び設置場所の選定
4. パブリックタグの品質情報
5. パブリックタグの登録及び管理
6. パブリックタグの利用

■ 定義

- 位置特定に利用可能なタグのうち、本仕様に基づき位置情報や属性情報がデータベースに登録され、それらの情報を検索、取得、利用可能な状態にあるもの。
- データベースの管理は、場所情報コードを使用。
- パブリックタグ情報の検索、取得、利用は、場所情報コードだけでなく、タグを一意に特定できるID（MACアドレスなど）でも可能。タグ固有IDの発信や読み出しが可能な機器であればその種類は特に指定しない。

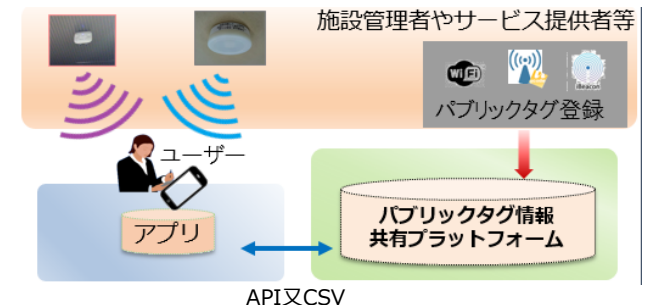
■ パブリックタグの登録及び管理

- パブリックタグ情報の登録及び管理はパブリックタグ情報共有プラットフォームで行う。
- 情報の登録及び管理は、申請者が必要な情報を国土地理院へメール等で送信。



■ パブリックタグの利用

- オープンデータに関する政府標準利用規約（第2.0版）に基づく国土地理院コンテンツ利用規約により提供する。
- 国土地理院コンテンツ利用規約に同意の上、パブリックタグ検索用API又はCSVテキストファイルより情報を取得して利用できる。



■ 品質情報

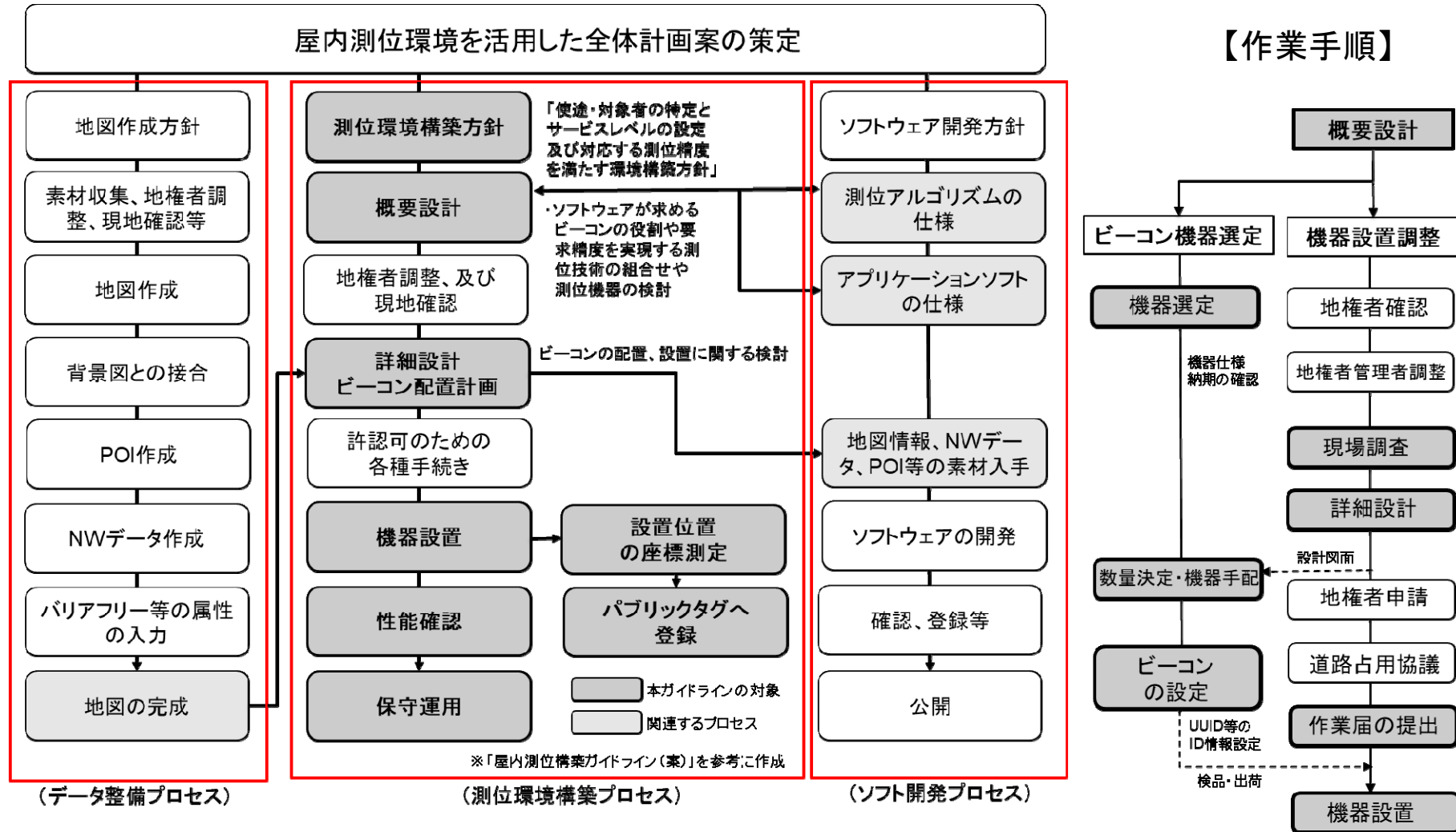
1. 設置位置の測定方法と絶対精度
2. パブリックタグ間の相対精度
3. 測定精度の信頼度の推定
4. 緯度、経度を用いない場所情報
5. 可用性の指標

標準仕様の改定【パブリックタグ登録情報の追加】

| No. | 項目 | 説明 | 入力 必須★/任意△ | 例 |
|-----|---------------|---|---------------|--|
| 1 | 場所情報コード | 申請をもとに発行する場所情報コード | 空欄 | |
| 2 | タグの種類 | リストから選択 | ★ | BLE01 |
| 3 | タグ固有ID | macアドレス、UUID等タグを一意に特定するためのID (※タグに場所情報コードを書き込まない場合は必須) | 左欄※ | fa_14mopqxydl23+dfh |
| 4 | 緯度経度 | 水平位置座標 | ★ | 35 39 29.1572 |
| | 水平位置測定精度 | 絶対精度又は相対精度を区分から選択 | | 10:高精度等の区分選択 |
| 5 | 水平位置測定精度の信頼度 | 信頼度を区分から選択 | △ | 10:自己申告等の区分選択 |
| | 場所情報の表現の種類 | 種類(1:住所 2:建物名称等) | | |
| 6 | 緯度経度以外の場所指定情報 | 「場所情報の表現の種類」に対応した場所を指定するための情報 | | 国土地理院本院 |
| 7 | 階数 | 屋内の階数情報または屋外種別 | ★ | 5 |
| | 中間層(屋内の場合) | 屋内の中間階情報 | | 0.5 |
| 8 | 標高 | 測定した標高をメートル単位で表示 | 標高がわかる 場合 | 26.681、3776 |
| | 標高測定精度 | 標高の絶対精度又は相対精度を区分から選択 | | 10:高精度 |
| | 標高測定精度の信頼度 | 信頼度を区分から選択 | | 10:自己申告等の区分選択 |
| 9 | 名称 | 施設、地物等の名称 | △ | 日本経緯度原点 |
| 10 | 属性・検索キーワード | 検索時のキーワード | △ | #rel-acGSI1042572 |
| 11 | 詳細情報(URL) | 詳細情報を掲載するウェブサイトのURL | △ | http://www.gsi.go.jp/ |
| 12 | 状態コード | 運用状態を表すコード(運用、停止、廃止) | ★ | 20:運用 |
| 13 | タグの運用区分 | 管理方針等による可用性に関する指標区分 | ★ | 10:高 |
| 14 | タグの送信出力 | 設定されている電波の送信出力をdBm単位で表示 | △ | 0 |
| 15 | タグの電波送信間隔 | 設定されている電波の発信間隔をmsec単位で表示 | | 100 |
| 16 | 実測による経緯度測定方法 | 実測に使用した機器名称を記載 | △ | GNSS、TS |
| | 経緯度測定に使用した地図 | 複数種類の地図等を使用した場合は併記、縮尺情報も記載 | | #階層別屋内地理空間情報データ、#基盤地図情報 #CAD設計図面 #1/500 |
| 17 | 申請者ID | 申請者登録時に付与されるID | ★ | 10038256 |

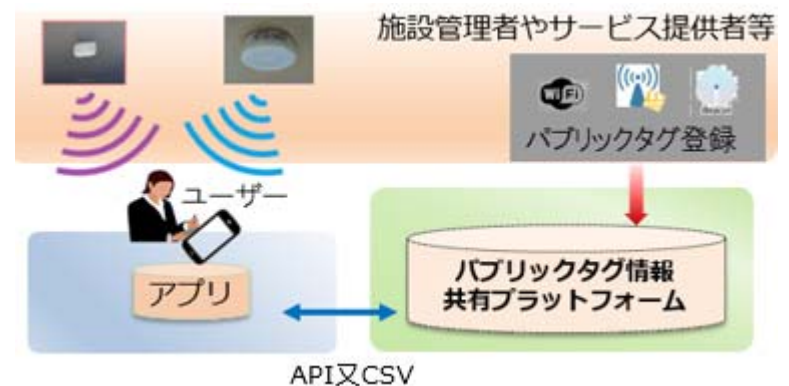
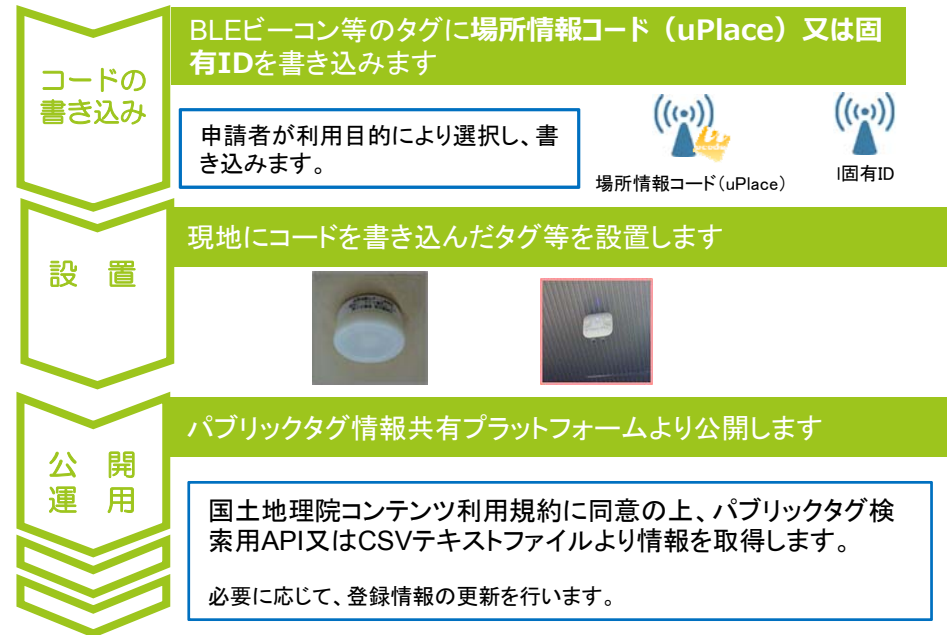
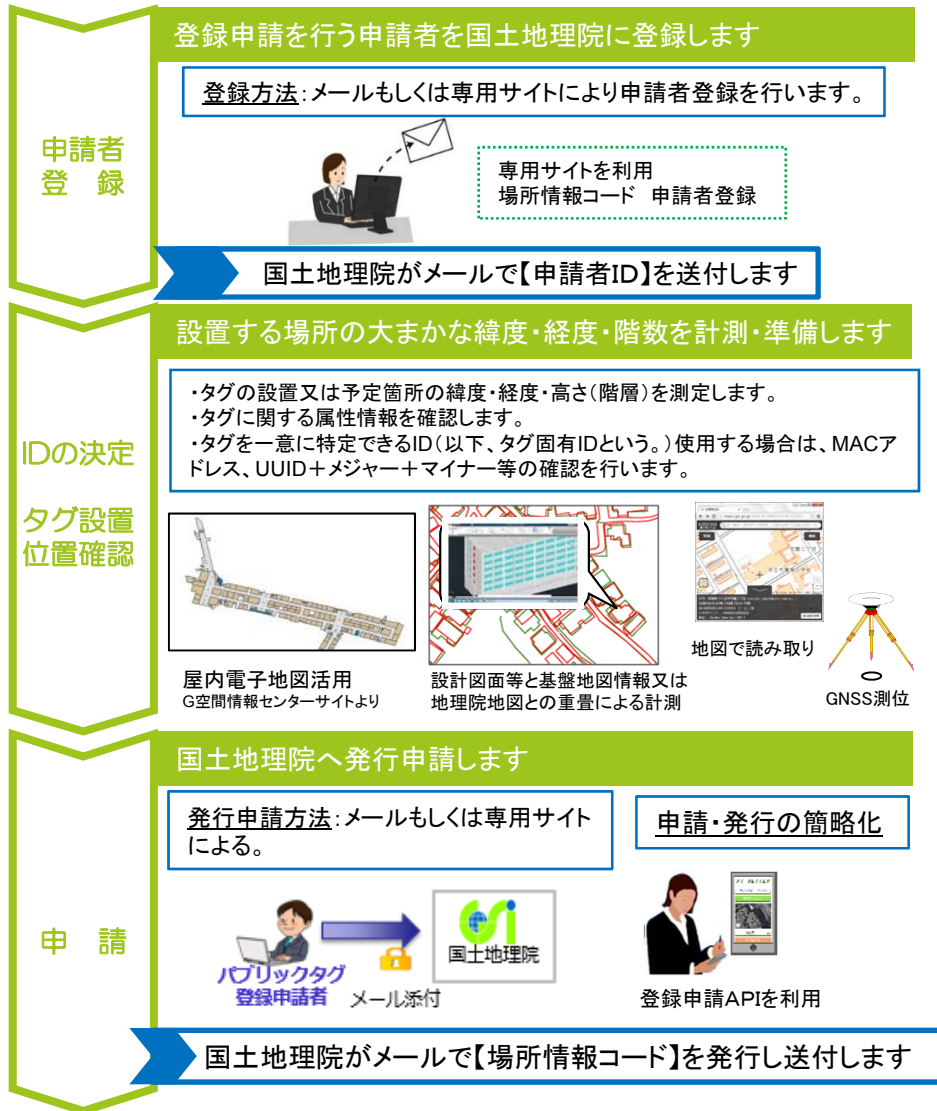
【全体計画と作業プロセス】

- 全体計画の各プロセスとの関係性の理解。
- 高精度測位社会プロジェクトの「屋内測位構築ガイドライン」との整合を考慮。



屋内測位のためのBLEビーコン設置に関するガイドライン

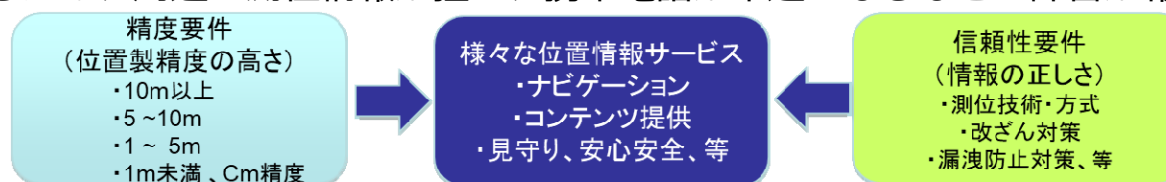
【パブリックタグ登録 利用の流れ】



【付録：位置情報の精度と信頼性】

● 位置認証への期待と課題

- 位置情報は時間情報を合わせることでより対象を特定できるため、サービスのネットワーク化の進展に伴い精度の高い認証への活用が期待されている。
- 測位された位置情報の、送信時の意図しないデータの変更、欠落、作為的な改ざんや漏洩等が課題となる。
 - 例えば、自律移動支援システムでは、いつでもどこにいたかという位置情報の履歴が、第三者に漏洩し悪用される恐れや、位置ゲームでは、位置の改ざんによるポイントなどの不正入手がゲームバランスやエコシステムを壊す事例が報告されている。
 - 米国では、長距離トラックの運転手が自己位置を取得させないようにジャミング機器を搭載して走行するため、周辺の測位情報が狂い、携帯電話が不通になるなどの障害が報告されている。



- 測位精度を担保する、測位の根拠（測位の状況）が取得できない。
 - OSでの処理がブラックボックス化されており、アプリケーション開発者はそれを信じるしかない。
 - Geolocation APIによりユーザーの位置情報を取得できるが、測位に利用した技術は特定できず誤差が一定ではない。また、利用にはユーザーの許可が必要である。
 - 測位精度は、測位の状況により影響を受ける
 - 静止、移動（徒歩、車、電車）による影響、受信場所による影響、天候により影響、端末の違い。
- セキュリティ要件
 - 改ざん、情報漏えい、なりすまし、妨害などが該当。
 - 位置情報の品質基準や評価指標が明確に提示されていない。