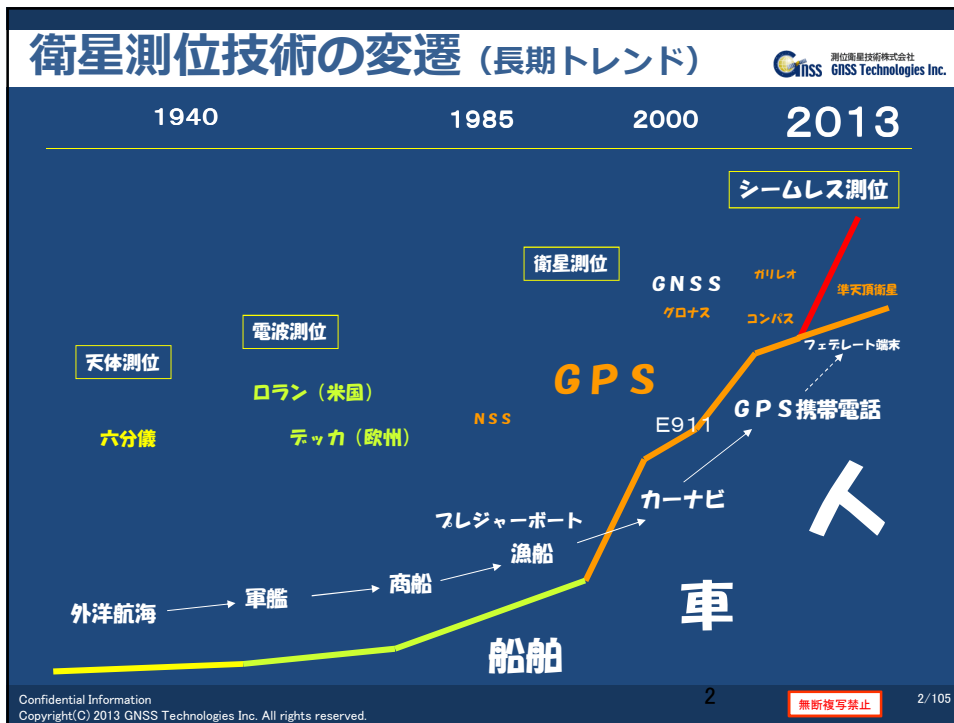


**IMES**  
Indoor  
Messaging  
System

# シームレス測位における IMESの機能と役割

2013年11月14日  
測位衛星技術株式会社  
石井 真

## ■ 屋内測位に関わる背景



## 世界の測位衛星システム (1)

GNSS 測位衛星技術株式会社  
GNSS Technologies Inc.

<p><b>米国: GPS (運用中)</b> (Global Positioning System)</p> <p>システム構成: 6軌道面×各4機の計24機の衛星で構成 (2010年7月現在、30機運用中)</p>	<p><b>ロシア: GLONASS (運用中)</b> (Global Navigation Satellite System)</p> <p>システム構成: 3軌道面×各8機の計24機の衛星で構成 (2010年7月現在、21機運用中)</p>
<p><b>日本: QZSS (運用中)</b> (Quasi-Zenith Satellite System) : 準天頂衛星システム</p> <p>システム構成(3機の場合): 3軌道面 (2011年現在、1機運用中) <u>準天頂軌道</u></p>	<p><b>中国: COMPASS (北斗) (一部試験運用中)</b> (Compass Navigation Satellite System)</p> <p>システム構成: 静止衛星5機、中高度軌道衛星30機 (2000年10月の初号機以降、4機の試験衛星を打上げ。第2世代の衛星を2007年4月から4機打上げ。全体システムを2020年までに整備予定。)</p>
<p><b>欧州: Galileo (実験中)</b></p> <p>システム構成: 3軌道面×各10機の計30機の衛星で構成 (2005年12月に1機目、2008年4月に2機目の実験機を打上げ。全体システムの整備完了は2016~2019年の予定。)</p>	<p><b>インド: IRNSS (開発中)</b> (Indian Regional Navigation Satellite System)</p> <p>システム構成: 静止衛星3機、地球同期軌道衛星4機 (最初の衛星を2011年後半に打上げ予定、全体システムを2014年までに整備予定。)</p>

19/24

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 3/105

## ■ IMESとは

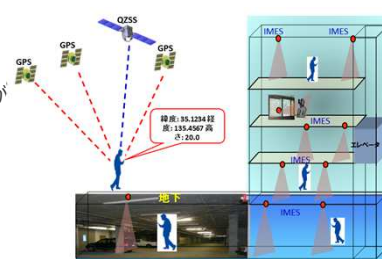
## IMESとは

IMES (Indoor Messaging System)とは、GPS衛星と同等の信号を用いる屋内測位方式のことで、電波の届きにくい屋内においても正確に位置を求めることが出来るように考えられたシステムです。

IMES方式は、日本の測位衛星システムである『準天頂衛星』（みちびき）の枠組みから発案され、IMES送信機は、その場所の位置情報をメッセージとして送信します。

特長としては、「階数」情報をもっているので、建物の階数も情報として受信できます。

さらに、位置情報に付随情報を付加させることが可能な位置情報システムです。



## IMES測位の原理





IMES 送信機 (要電源)  
IMES 電波範囲 (回波)  
位置情報メッセージ (緯度・経度・高さ、フロア情報など...)

GPS 衛星

GPS・準天頂衛星と同じメッセージ輸送を使用、衛星軌道データの代わりに送受信装置間の位置データを送る。

4衛星以上の測距結果から測位演算により位置計算


屋内の位置情報 (緯度・経度・高さ・階数) を取得可能!

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

6

無断複写禁止 6/105

## 送信信号内容 (1)



メッセージは、50bpsで送信される。 \* 現在、250bpsと50bpsが送信可能

● **メッセージタイプ**

	名称	ワード数	最低頻度	内容 (LSB)
000	位置情報1	3	12	緯度・経度 (2.4m)、階数 (1階)
001	位置情報2	4	12	緯度・経度 (1.2m)、標高(1m)、階数(0.5階)
011	ショートID	1	6	12ビットのID
100	メディアムID	2	12	33ビットのID

\* ショートIDには、受信端末のアクションを規定するためのIDを確保

■ **メッセージタイプの拡張性**

- 予備として4つのメッセージタイプを規定可能
- ワード数、送信頻度を設定することでもっと長いデータの送信も可能

**最低限 位置情報1か2を送信しなければなりません。(インフラとして機能させるため)**

7

## 送信信号内容 (2)

### 位置情報1 (000)

Bits ->

word 1	Preamble, 8 bits	MSG Type ID, 3 bits 0   0   0	Floor 8 bits	LAT LSB, 2 bits	LAT MSB, 3 bits	Parity 6 bits
word 2	CNT 3 bits	Latitude 21 bits (MSB)				Parity 6 bits
word 3	CNT 3 bits	Longitude 21 bits (MSB)				Parity 6 bits

### 位置情報2 (001)

精度指数  
0, 1, 2

Bits ->

word 1	Preamble, 8 bits	MSG Type ID, 3 bits 0   0   1	Floor 9 bits	Reserved	Accuracy Meter 2 bits	Parity 6 bits	
word 2	CNT 3 bits	Latitude 21 bits (MSB)				Parity 6 bits	
word 3	CNT 3 bits	Longitude 21 bits (MSB)				Parity 6 bits	
word 4	CNT 3 bits	Altitude 12 bits		Reserved	LAT LSB 2 bits	LON LSB 4 bits	Parity 6 bits

### ショートID (011)

メッセージタイプ#3, Short ID

Bits ->

word 1	Preamble, 8bit	MSG Type, 3bit 0   1   1	Short ID (ID <sub>s</sub> ) 12 bits	BD ID, 1 bit	Parity 6bits
--------	----------------	-----------------------------	-------------------------------------	--------------	--------------

### ミディアムID (100)

メッセージタイプ#4, Medium ID

Bits ->

word 1	Preamble, 8bit	MSG Type, 3bit 1   0   0	Medium ID (ID <sub>m</sub> ) MSB 12 bits	BD ID, 1 bit	Parity 6bits
word 2	CNT 3bits	Medium ID (ID <sub>m</sub> ) LSB 21 bits			Parity 6bits

8

## IMES送信信号諸元

項目	GPS	IMES
中心周波数	1575.42MHz	1575.42MHz + 8.2kHz
PRN 番号	1-32	173-182
PRN チップレート	1.023MHz	1.023MHz
コード長	1ms	1ms
データレート	50bps	50 / 250 bps
変調方式	BPSK	BPSK
偏波	RHCP	RHCP
送信電力	10W	-64dBm(-94dBw)以下

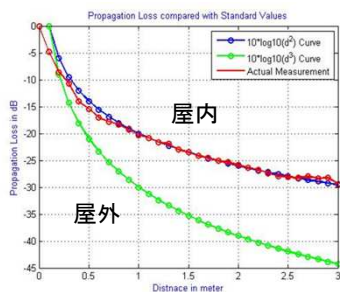
Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止

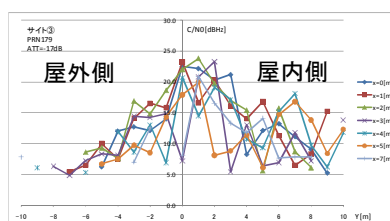
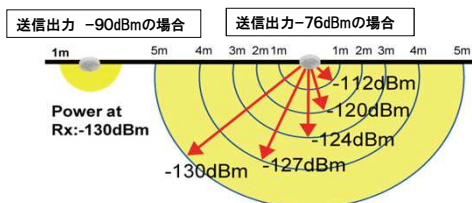
9/105

# IMES送信出力と測位範囲 (1)

## 自遊空間伝搬モデル



## 送信出力と有効範囲



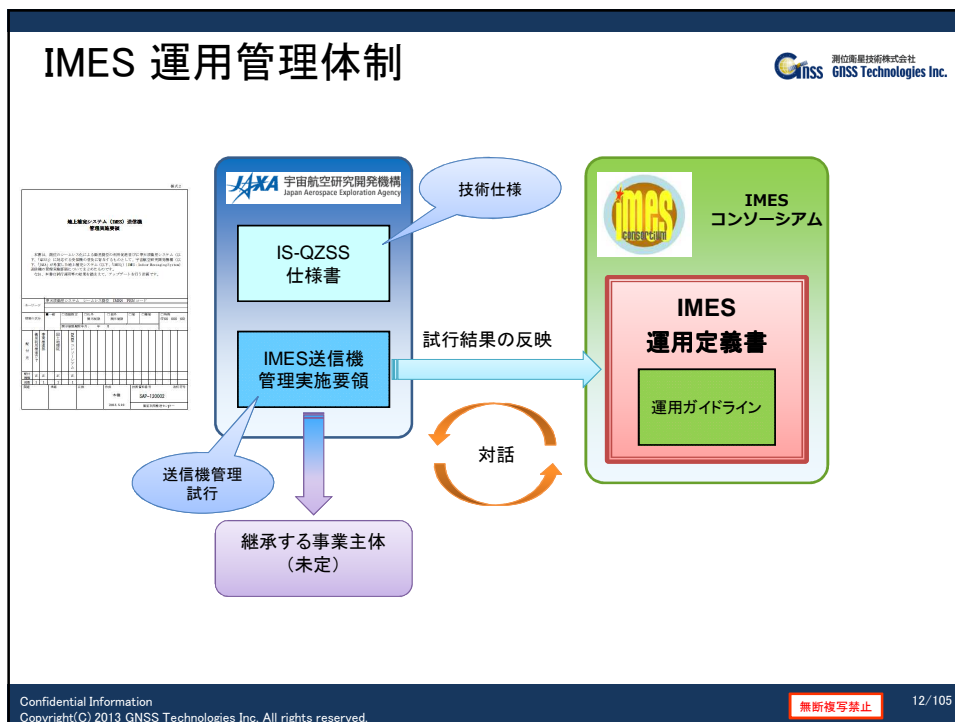
# 宇宙基本計画

宇宙戦略本部 H25.1月 決定

## ② 次世代測位衛星関連技術の研究開発

米国GPSは、約5年ごとに新たな信号を追加して利用者の利便性等の向上を図っており、絶えず技術革新を行っている。我が国においても、将来を見据えた次世代測位衛星技術の研究開発が必要である。

また、衛星測位の利用分野の拡大や利便性の向上を目的とした研究開発は今後とも重要であり、屋内測位技術 (IMES : Indoor MESSaging System) や準天頂衛星システムの信号を活用したアプリケーション開発等に引き続き官民が連携して取り組むべきである。





## スードライト（疑似衛星）からIMESへ

**2001**

国総研や丸の内での測位実証実験にて、  
壁際でも高精度測位実現

IMESをNAL向けに開発、ヘリコプターから  
擬似GPS信号を送信（国内初）

**2007**

豊田市にてIMESによる屋内外シームレス測位の  
実証実験を行い、地下街でも高精度ナビを実証

**2008年**

はこだて未来大学および早稲田大学にて、国内初  
の屋内測位インフラ実験システムを完成

**2009年**

神戸市地下街での自律移動支援プロジェクトにて地下街に約70台のIMES  
を設置し、実証実験を実施、シームレス測位の三次元ナビの有効性を実証

**2012年**

# IMES シームレス測位ソリューション

IMES Indoor Messaging System

GNSS Technologies Inc.

### ■ IMES 座標決定システム 【 設置座標の決定 】

- 建物内座標を CAD データとしてシステムに取り込み
- 座標決定用 3D データ作成
- 簡単に座標（緯度・経度・高さ）を決定
- 信号強度や反射波影響をビジュアルで確認できる  
信号伝達シミュレーション機能

### ■ IMES 登録システム 【 設定・属性情報の登録 】

- 設定権限を持つ IMES 登録システム
- 個々の IMES 送信機毎の属性設定を行う
- 管理に必要な属性情報を登録
- IMES 管理システムサーバーに連携
- 公的機関への申請支援機能あり

IMES送信機

IMES LSIチップ

IMES Core

GNSS-IMES (REV.03)

GNSS-IMES (REV.02 L1A)

GNSS-IMES (REV.02 L1A)

### ■ IMES 管理システム 【 情報の管理 】

- 設定情報・更新情報・全てを管理するシステム
- 個々の IMES 送信機と通信ネットワークを介し、リアルタイムの  
監視もします。
- 監視情報は、弊社の総合管理システムと連携し、  
IMES のシリアルおよび  
すべての情報を一元管理。

### ■ IMES 設置支援端末ソフトウェア 【 IMES 送信機の設定 】

- IMES 登録システムからの設定情報ダウンロード
- IMES 送信機の送信情報設定、出力調整等を行います
- 設定結果は、通信を介して IMES 管理システムへ自動的に  
に報告、管理データは更新されます。

**GNSS IMES 管理サーバ**

IMES 管理サーバ (1台)

IMES 登録支援ツール

無線LAN

無線LAN

無線LAN

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

11

無断複写禁止

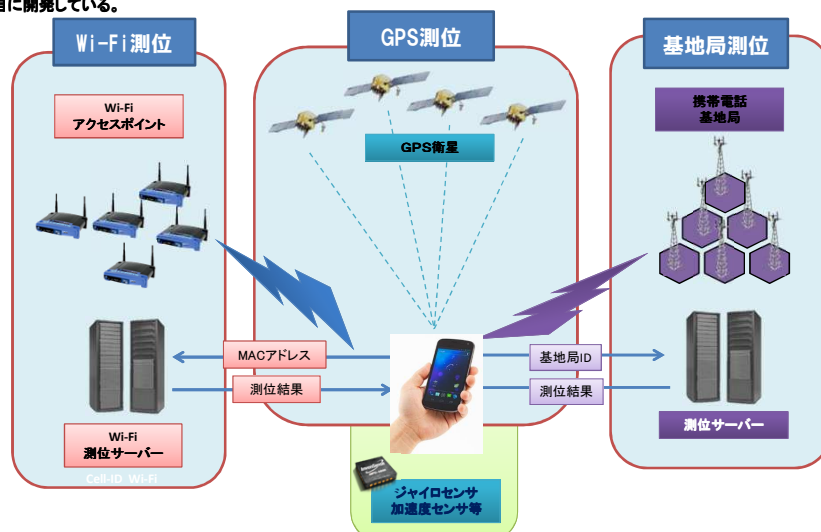
15/105




## ■ スマートフォン等に見る 屋内測位手法

## いまだきのスマートフォン測位

最近のスマートフォンでは、GPS測位のみでなく、WiFiデータ利用や電話基地局のセルID、さらに磁気方位センサーや加速度センサーを搭載している場合は、そのセンサー情報も利用して、測位範囲を広げ、精度向上させている。その測位のアルゴリズムは、端末メーカー毎に独自に開発している。

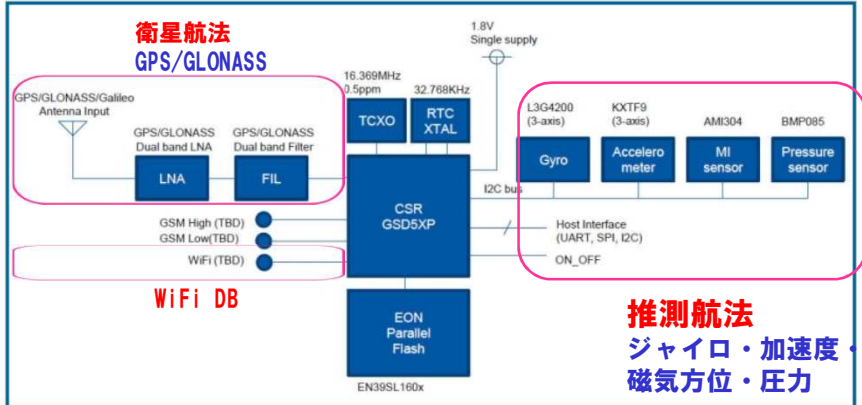


## SiRF starV



屋内/屋外を問わず測位可能なGPSレシーバIC、無線LANの位置情報を自己学習

<< 記事に戻る | 次の画像 >>




The diagram shows the system architecture for SiRF starV. It is powered by a 1.8V single supply. The core is the CSR GSD5XP IC, which is connected to a TCXO (18.369MHz, 0.5ppm) and an RTC XTAL (32.768KHz). The antenna input is processed by a GPS/GLONASS/Galileo Dual band LNA and a Dual band Filter. The IC also handles GSM High/Low and WiFi signals. It is connected to an EON Parallel Flash (EN39SL160x) via I2C bus. Various sensors are connected via I2C: L3G4200 (3-axis Gyro), KXTF9 (3-axis Accelerometer), AMI304 (MI sensor), and BMP085 (Pressure sensor). A Host Interface (UART, SPI, I2C) and ON/OFF control are also shown.

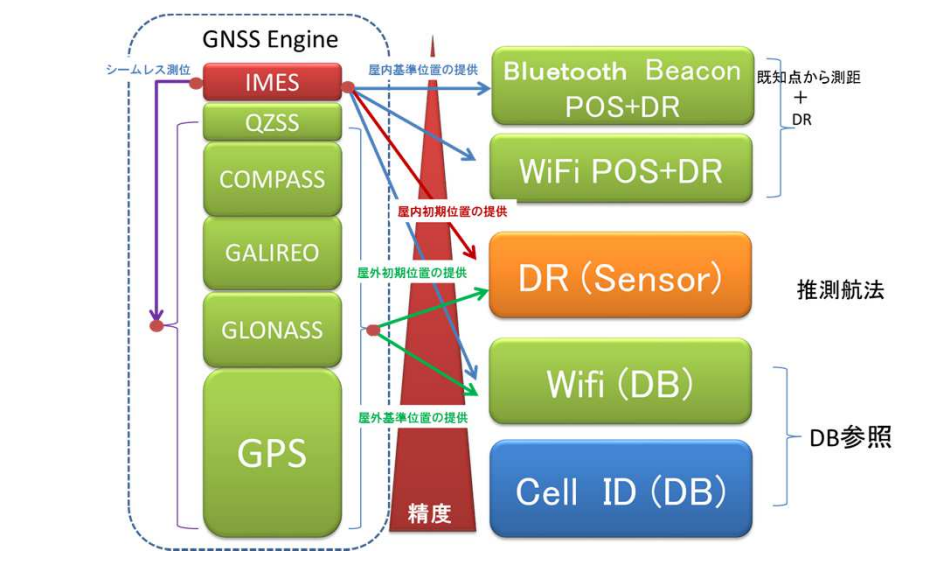
図2 「SiRFstarV」を使ったときのシステム構成例 EDN Japan記事より抜粋

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 18/105


## GNSS & 測位技術群



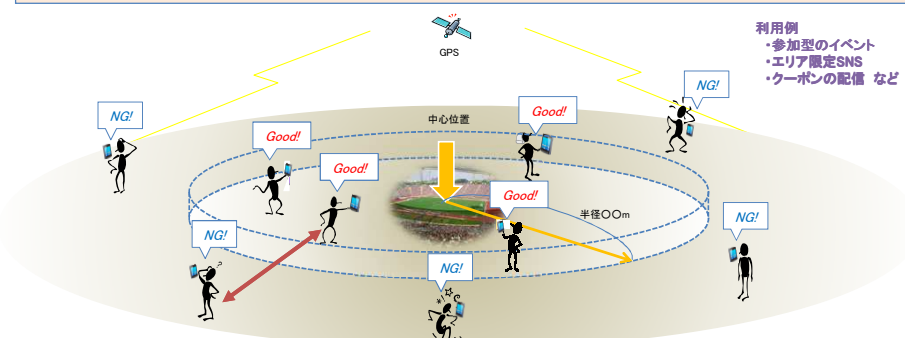


The flowchart illustrates the GNSS & Positioning Technology Group. On the left, the GNSS Engine includes IMES (Seamless positioning), QZSS, COMPASS, GALILEO, GLONASS, and GPS. On the right, various positioning technologies are listed: Bluetooth Beacon POS+DR, WiFi POS+DR, DR (Sensor), Wifi (DB), and Cell ID (DB). Arrows indicate the flow of information: IMES provides '屋外基準位置の提供' (Outdoor reference position) to Bluetooth Beacon POS+DR and WiFi POS+DR. QZSS, COMPASS, GALILEO, and GLONASS provide '屋内初期位置の提供' (Indoor initial position) to DR (Sensor). GPS provides '屋外基準位置の提供' (Outdoor reference position) to Wifi (DB) and Cell ID (DB). A vertical bar labeled '精度' (Accuracy) indicates that the accuracy of the GNSS Engine increases as it moves from GPS to IMES. On the far right, a bracket groups Bluetooth Beacon POS+DR and WiFi POS+DR as '既知点から測距 + DR' (Distance measurement from known points + DR). Another bracket groups DR (Sensor), Wifi (DB), and Cell ID (DB) as '推測航法' (Dead Reckoning) and 'DB参照' (DB Reference).

## ジオフェンスとは？



- ・ジオフェンス(Geofence)とは、仮想的な地理的境界線のこと。
- ・GPSなどの測位技術を利用することで、中心となる場所(中心点)の位置座標から半径〇〇m以内にいる人だけを対象に情報配信を行うことが可能。



**利用例**

- ・参加型のイベント
- ・エリア限定SNS
- ・クーポンの配信 など


★対象者(参加者)は、スマートフォンやタブレットなど現在位置がとれるデバイスを持つ必要がある。

**◆ポイント**

- ・場所はどこにでも自由に設定できる。  
→ 中心から電波などを出すわけではない。あくまで参加する人の位置情報による。
- ・範囲の設定は自在。  
→ ただし、位置測位技術によっては位置がずれる(位置飛びが起こる)可能性があるので注意。

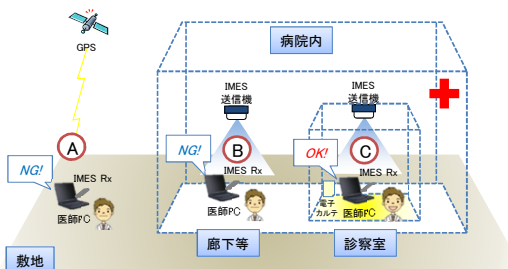
Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.
無断複写禁止 20/105

## IMES ジオフェンス・システム

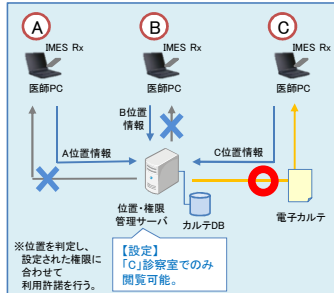


- ・ファイル等の利用権限を場所(位置情報)に応じて設定。
- ・利用許可された位置に設置されたIMESの電波が届く範囲内にいる人だけを対象に情報配信を行うことが可能。

**医療利用イメージ**



**システムイメージ**




※位置を判定し、設定された権限に合わせて利用許諾を行う。


【設定】「C」診察室でのみ閲覧可能。

利用が許可された部屋以外では電子カルテを見ることができない。


※ジオフェンス(Geofence): 仮想的な地理的境界線のこと。



利用可能  
コンテンツリスト画面



IMES送信機  
管理画面



コンテンツ利用  
権限管理画面

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.
無断複写禁止 21/105

## 屋内測位方式の特徴



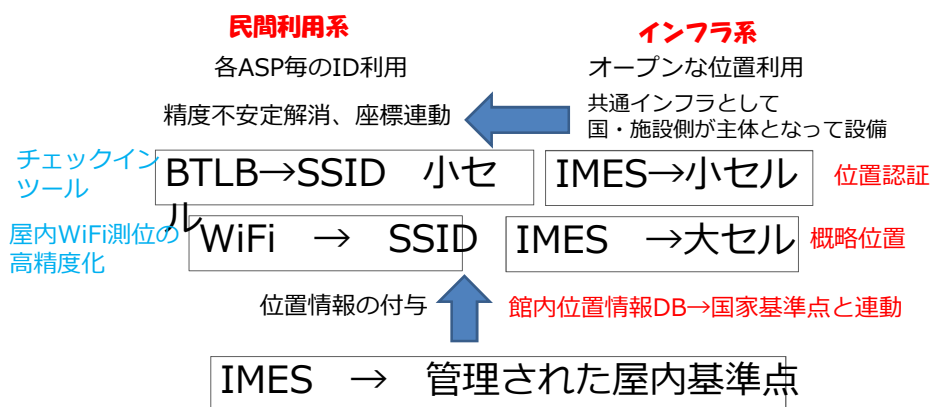
	GPS互換性	精度	インフラ	DB元	公共性	端末	コスト	配置	チェックイン	タッチ	消費電力	信頼性	強調での役割・課題
IMES	◎	○	直接位置	OPEN詳細別	○	GPS受信機	△	基準位置	○	不要	×	○	施設の基準位置、アンカーポイントとして、国も絡めた屋内位置インフラとする。担保された位置、チェックインB2G,B2B,B2C共用⇒ビル側設備国の整備もあり。
GPS	-	×	直接位置	-	◎	GPS受信機	-	屋外	×	不要	-	○	屋外標準インフラ
WiFi	なし	△	参照	キャリアOS	△	スマホ	△	広い	×	不要	×	×	精度を求めないキャリアの困り込み課題通信インフラとして設備
BTLB	なし	○	参照	DB企業?	×	スマホ	○	多数	○	不要	○	△	担保を必要としないチェックイン店舗設備、オペレーション?
RF tag	なし	◎	参照	DB企業	×	タグリーダー	○	多数	○	必要	○	△	かざす行為が課題。

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止

22/105

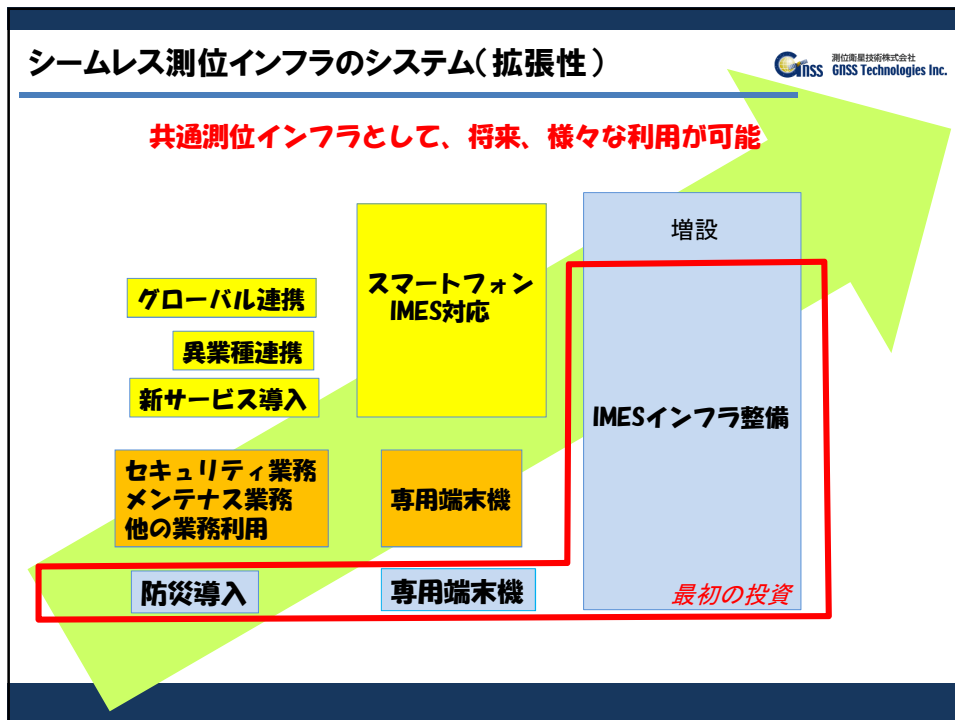
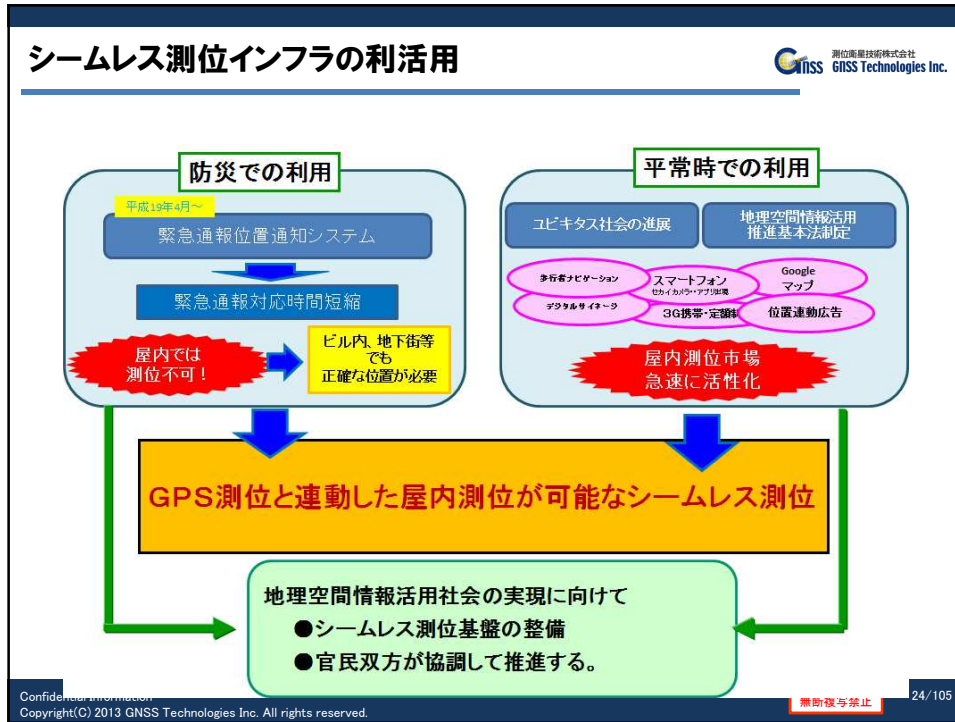
## 屋内測位インフラ協調



Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止

23/105



## ■ 屋内測位における実態 (実験データ)

## 八重洲地下街でのWiFi測位テスト

以下は Wi-Fi による屋内での位置測位を実施した際の、  
実際位置と取得位置を比較したものです。

★ 実際の位置  
● Wi-Fi による位置取得結果

□ JR 八重洲地下中央口 改札外



□ JR 八重洲地下中央口 改札内



□ 八重洲地下街大丸前



○ IMES による位置測位

IMES ではピンポイントで  
位置を把握できます



○ Wi-Fi による位置測位



米国における屋内手法の調査結果一例

[http://transition.fcc.gov/bureaus/pshs/advisory/csrc3/CSRIC\\_III\\_WG3\\_Report\\_March\\_202013\\_ILTestBedReport.pdf](http://transition.fcc.gov/bureaus/pshs/advisory/csrc3/CSRIC_III_WG3_Report_March_202013_ILTestBedReport.pdf)



アメリカにて、緊急通報用電話への屋内位置情報付加を前提に、複数の屋内測位手法の評価を行っています。以下は3手法の精度における、調査結果です。

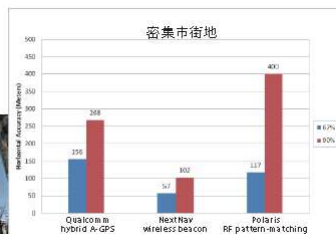
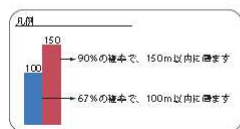


Figure 7.3-2 Accuracy Percentiles in the Dense Urban Environment

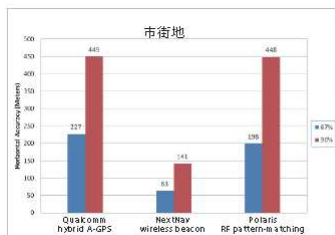


Figure 7.3-4 Accuracy Percentiles in the Urban Environment

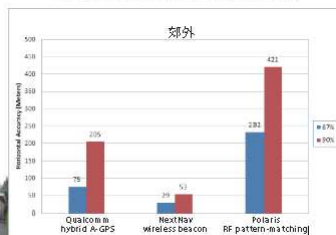


Figure 7.3-6 Accuracy Percentiles in the Suburban Environment

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 28 / 105



March 14, 2013

WORKING GROUP 3

E9-1-1 Location Accuracy

Indoor Location Test Bed Report



密集市街地

市街地

郊外

The Confidential Security, Reliability and Interoperability Council (CSRIC) Working Group 3 Indoor Test Report

These Buildings are shown in Figure 7.3-2.



These Buildings are shown in Figure 7.3-3.



The Confidential Security, Reliability and Interoperability Council (CSRIC) Working Group 3 Indoor Test Report



Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 29 / 105



## POLARIS



携帯電話 信号強度 → グリッド化(DB)  
 (受信機) 位置 + 信号強度 → DB → 高精度位置



A Predicted Signature Database (PSD) is created and automatically maintained by using a combination of predictive algorithms and drive-test measurements. The handset measurements are compared against the PSD to predict an accurate location.



Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.
無断複写禁止 30 / 105

## NEXT NAV



900MHzビーコン + 高度計 Gold Code(GPSと同じ)を送信

Distant GPS satellites can't generate a strong-enough signal to function reliably indoors or in urban areas. NextNav's terrestrially transmitters are specifically sited to provide reliable indoor and urban service



900MHz(2CH), PRN \* (Gold code)  
Fix POSITION

気圧計→2m精度  
フロア特定は簡単!

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.
無断複写禁止 31 / 105

米国における屋内手法の調査結果一例

[http://transition.foo.gov/bureaus/pshs/advisory/csr3/CSRIC\\_III\\_WG3\\_Report\\_March\\_%202013\\_ILTestBedReport.pdf](http://transition.foo.gov/bureaus/pshs/advisory/csr3/CSRIC_III_WG3_Report_March_%202013_ILTestBedReport.pdf)

CSRIC III  
March 14, 2013  
W082807 (GROUP 3)  
ESP 1.4 Location Accuracy  
Salmon Location Test Bed Report

GNSS 測位衛星技術株式会社  
GNSS Technologies Inc.

NEXT NAV プロット例

TP1: Engineering workshop; 42 floor, many windows	42F 窓際1
TP2: 42 floor hallway; obscured windows	42F 窓際2
TP3: Office 2929; window office on 29 <sup>th</sup> floor	29F オフィス
TP4: Next to entrance lobby, under plaza roof	1F 入ロビー
TP5: 3 <sup>rd</sup> floor interior hallway	3F ホール

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 32 / 105

GNSS 測位衛星技術株式会社  
GNSS Technologies Inc.

## 屋内測位の課題

- GPS測位他、広域(屋外)の電波測位は、精度が不十分  
～反射波、電波の到達等の要因～
- 屋内の電波発信元を利用する測位手法  
～電波強度の不安定、発信源の位置が分からない  
→ 精度が安定しない。
- ジオフェンスやチェックイン、ARなど高まる利用ニーズ

**精度<確実な位置特定 が重要**

Confidential Information  
Copyright(C) 2013 GNSS Technologies Inc. All rights reserved.

無断複写禁止 33 / 105

## まとめ

## 屋内測位の考え方

### ① 高精度測位かつ**確実な測位**が必要

- ☑ テナント単位、部屋単位など屋内測位に求められる位置精度要求は高い
- ☑ チェックインや位置認証、ジオフェンスなど場所特定やエリア特定測位の誤差よりも確実な位置を保障するデマンドが大きい  
**ナビゲーションでない位置特定(位置スタンプみたいなもの!)**

### ② 屋内測位には測位インフラが必要

- ☑ 確実な位置特定には、屋内測位インフラがどうしても必要。
- ☑ 利用のニーズ(上記)から 位置情報の担保、保証が必要。
- ☑ 施設側の負担に対する有益モデル⇒ 防災、B2B、B2C

### ③ プラットフォームが必要(公共利用と商用利用)

- ☑ 屋内位置に関連した情報に容易にアクセスできるプラットフォーム
- ☑ ビル側のビジネスベネフィットにつながる
- ☑ 共通プラットフォームとして利用ができる

## シームレス測位におけるIMESの機能と役割

- GPS測位の一つの機能として  
屋内外をシームレスに測位する。
- 屋内において、測位インフラとして  
位置情報をオープンに送信すること。
- 送信される位置情報は、精度・確度が  
運用によって担保されていること。
- IMES位置情報は、  
屋内におけるアンカーポイントとして  
基準位置・初期位置を提供する。

ありがとうございました。

お問い合わせ先

測位衛星技術株式会社

[WWW.gnss.co.jp](http://WWW.gnss.co.jp)

[ishii@gnss.co.jp](mailto:ishii@gnss.co.jp)