

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

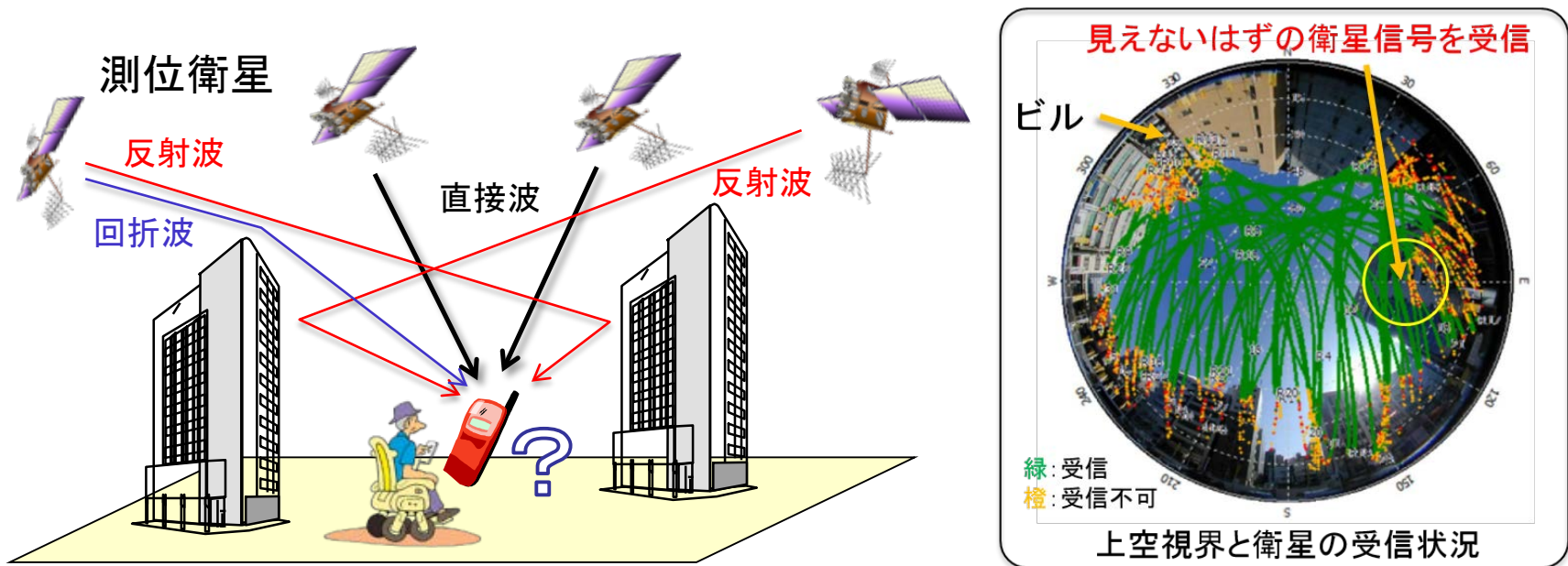
## 都市空間の屋内外シームレス測位の実現に関する 技術開発

### 屋外3次元空間における高精度衛星測位の適 用範囲拡大のための技術開発

国土地理院 測地観測センター

平成29年3月

## ビル街での測位の現状



ビル等による**反射波**や**回折波**(マルチパス)があると、測位精度が低下

様々な利用者がビル街で高精度な測位を行うには、  
マルチパスの影響を軽減する手法が必要

## 目的

上空視界情報等を利用したソフトウェア的な対策によりマルチパスの影響を軽減し、高精度衛星測位の適用範囲の拡大を図る

# H27年度の実施内容

1. マルチパスの影響軽減手法の調査・選定
2. 検証用プログラムの開発
3. 効果の検証

## 選定した4つの手法

### ① 上空写真による衛星選択

- 効果: ③の手法と比較し、フィックス率、精度の改善効果は大、②と同程度
- デメリット: 写真撮影、歪曲補正等の事前準備が必要

### ② 3次元建物情報から生成したスカイプロットによる衛星選択

- 効果: ①の手法と比較し、大部分の観測点で同程度の改善効果を確認、  
現地での事前準備が不要である点は優位
- デメリット: 効果が入力位置座標の精度に依存

### ③ ドップラー観測量に基づく位相差を用いた品質検定

- 効果: 通常のマスク(仰角マスク15度のみ)と比較し、比較的明確な改善効果を確認
- デメリット: 各地点で不可視衛星を排除できないケースがある

### ④ ドップラー観測量に基づく速度を用いた精度改善手法

- 効果: ドップラー観測量を併用することでフィックス率の改善を確認
- デメリット: 速度の積算に使用するフィックス解の信頼性評価の検討の余地がある

大都市ビル街においてGNSS観測を行い、H27年度に開発したマルチパス軽減の検証用プログラムを用いて解析することで、各手法の現実の空間における効果を検証する

## 実施する作業

### 1. 定点観測

- 3次元建物情報が存在する地域内(神戸市)から、遮蔽状況が異なる3つの観測点において、GNSS観測を12時間以上行う
- 様々な衛星配置におけるマルチパス軽減の効果を検証する

### 2. 多地点観測

- ビルを含む街区を巡る歩行者用のコースを設定し、そのコースを歩行しながら1秒サンプリングのGNSS観測を行う
- コース上に20点以上観測点を設定し、各観測点では最低5分間立ち止まる
- 様々な遮蔽状況におけるマルチパス軽減の効果を検証する

# 解析方法(手法0~4)

定点観測、多地点観測に対し、それぞれ以下の表に示す手法0~4でスタティック及びキネマティック解析を行う。

手法No	概要	衛星系	スタティック	キネマティック
			解析設定	解析設定
手法0	手法1~4を適用しない	G+R+E+J	L1+L2+L5 仰角マスク15°	L1+L2+L5 仰角マスク15°
手法1	上空写真による衛星選択	G+R+E+J	L1+L2+L5 仰角マスク15°	L1+L2+L5 仰角マスク15°
手法2	3次元建物情報から生成したスカイプロットによる衛星選択	G+R+E+J	L1+L2+L5 仰角マスク15°	L1+L2+L5 仰角マスク15°
手法3	ドップラー観測量に基づく位相差を用いた品質検定	G+R+E+J	L1+L2+L5 仰角マスク15°	L1+L2+L5 仰角マスク15°
手法4	ドップラー観測量で補強された整数値バイアス決定による精度改善方法	G+J+C	-----	L1+L2+L5 仰角マスク15°

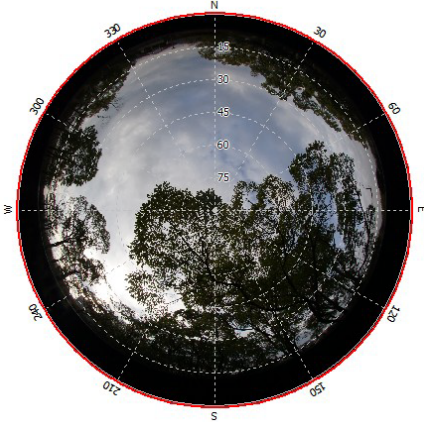
今回は速報的に□枠内の結果を示す。  
評価はFix率により行う。

※Fix率: Fix解のうち、真値からのずれが10cm以内の解の割合

# 解析結果(定点観測)①

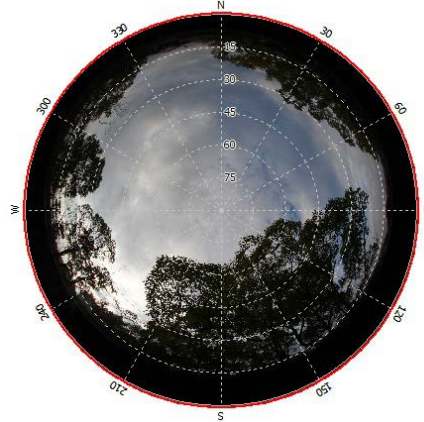
## 樹木による遮蔽

A地点



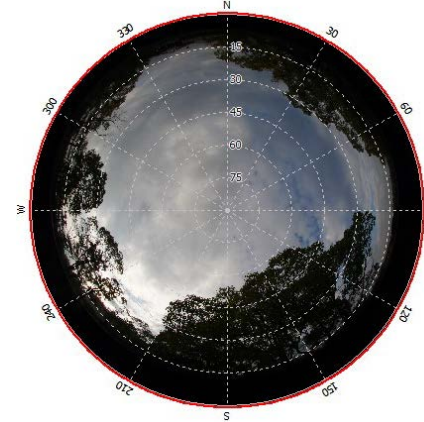
上空視界率: 39.6%

B地点



上空視界率: 49.8%

C地点



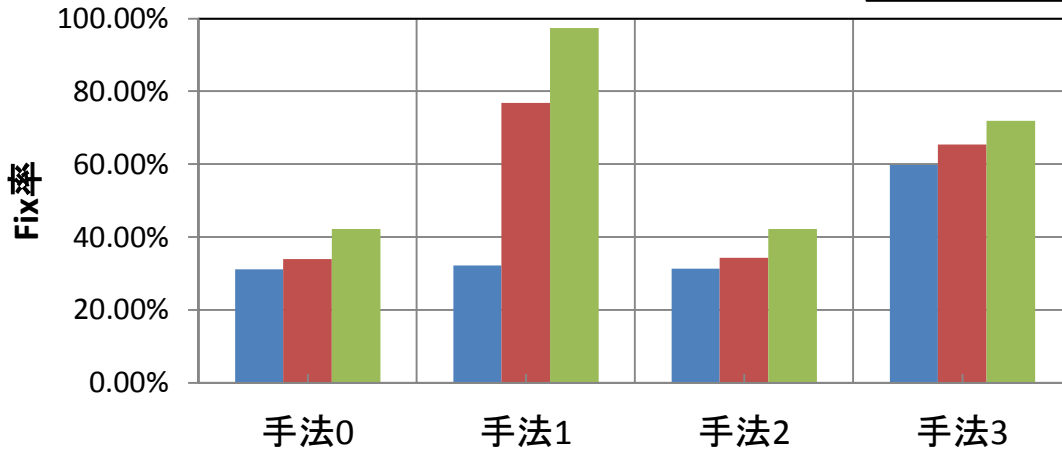
上空視界率: 60.5%



## キネマティック解析Fix率

■ A地点 ■ B地点 ■ C地点

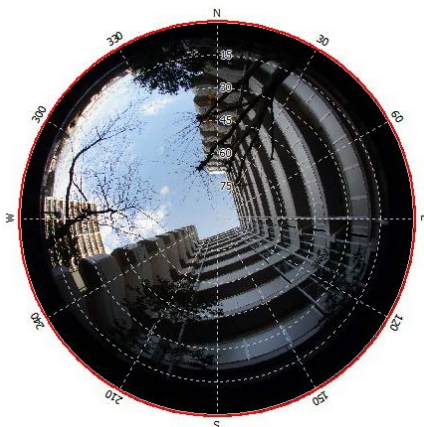
手法0 適用なし  
 手法1 上空写真  
 手法2 3次元建物情報  
 手法3 ドップラー



- ・手法1、3によるFix率の改善を確認
- ・3次元建物情報に樹木が含まれないため、樹木による影響は手法2では軽減できない

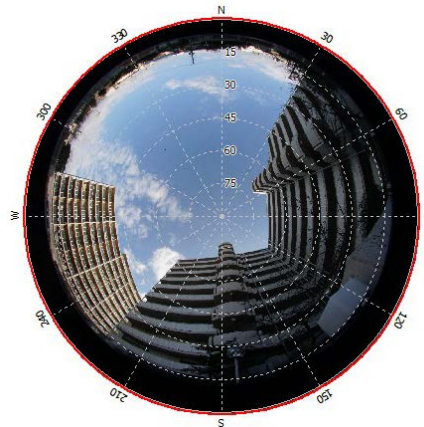
## 建物による遮蔽

D地点



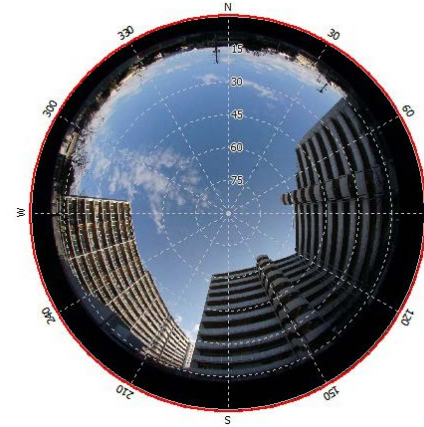
上空視界率:23.1%

E地点



上空視界率:40.5%

F地点

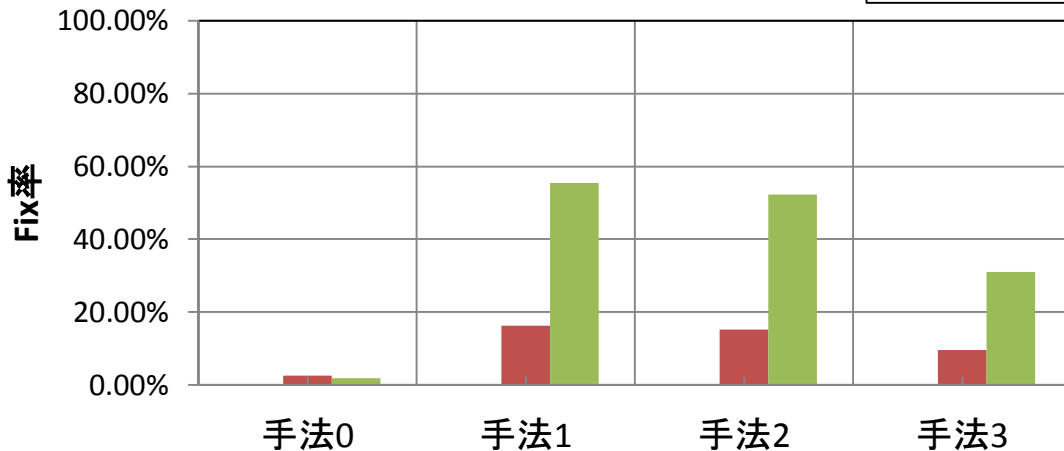


上空視界率:50.8%

## キネマティック解析Fix率

■ D地点 ■ E地点 ■ F地点

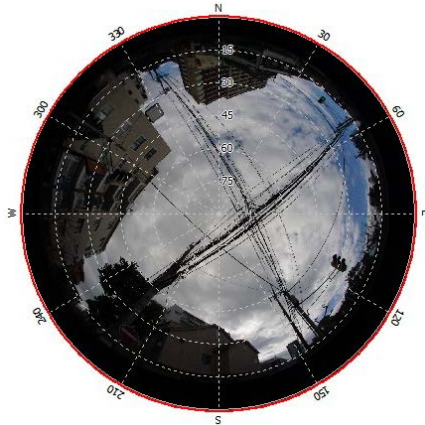
手法0 適用なし  
 手法1 上空写真  
 手法2 3次元建物情報  
 手法3 ドップラー



- ・D地点では手法1～3を適用しても改善しない
- ・D地点を除き、手法1～3によるFix率の改善を確認
- ・手法1、2の効果がより大きい

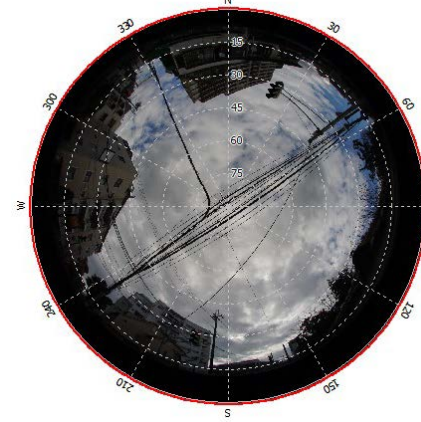


## 公共基準点



上空視界率:59.6%

## 偏心点

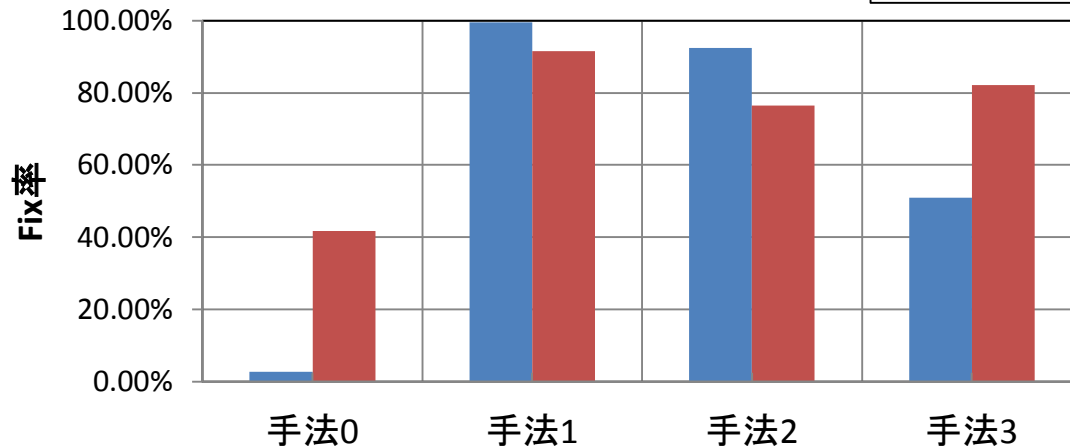


上空視界率:67.0%

## キネマティック解析Fix率

■ 公共基準点 ■ 偏心点

手法0 適用なし  
手法1 上空写真  
手法2 3次元建物情報  
手法3 ドップラー



・手法1~3によるFix率の改善を確認



## まとめ(速報)

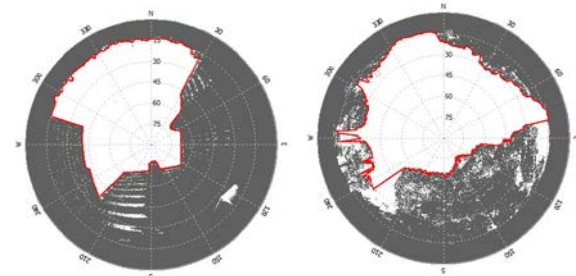
- 手法1~3のマルチパス軽減の効果を確認した。
- 効果の大きさは手法や観測条件によって異なる。
- Fixさせるためには、上空視界率は40%程度は必要か。

## 今後の課題

- 測位可能域がどれだけ拡大したか示すための指標の検討

- 上空視界率
  - 衛星数
  - DOP
- など

- 効率的に上空マスクを作成するためのプログラムが必要



上空マスクの例

- 3次元建物情報を用いる際の入力座標の必要精度の検討
- 多地点観測の再評価・分析による、リアルタイム測位への拡張に向けた課題の整理

# 今後のスケジュール

平成27年度	平成28年度	平成29年度
<ul style="list-style-type: none"> <li>有効な手法の特定</li> <li>検証プログラムの開発・評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大都市における実証実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラムの改良</li> <li>マルチパス軽減アルゴリズム及びマルチパス軽減測位プログラムの完成</li> </ul>

## 期待される効果

- ビル街における高精度測位適用範囲が拡大
- 位置情報基盤の整備の推進
- 屋内外測位の相互連携により、歩行者の移動支援等に貢献

