

# 衛星のC/Nと機械学習による NLLOSマップの作成及び ソフトバンク独自基準点への活用

池田 将平<sup>\*1,2</sup>, 大西 健広<sup>1,2</sup>, 近藤 徹<sup>1,2</sup>, 工藤 俊也<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ソフトバンク株式会社

<sup>2</sup>ALES株式会社

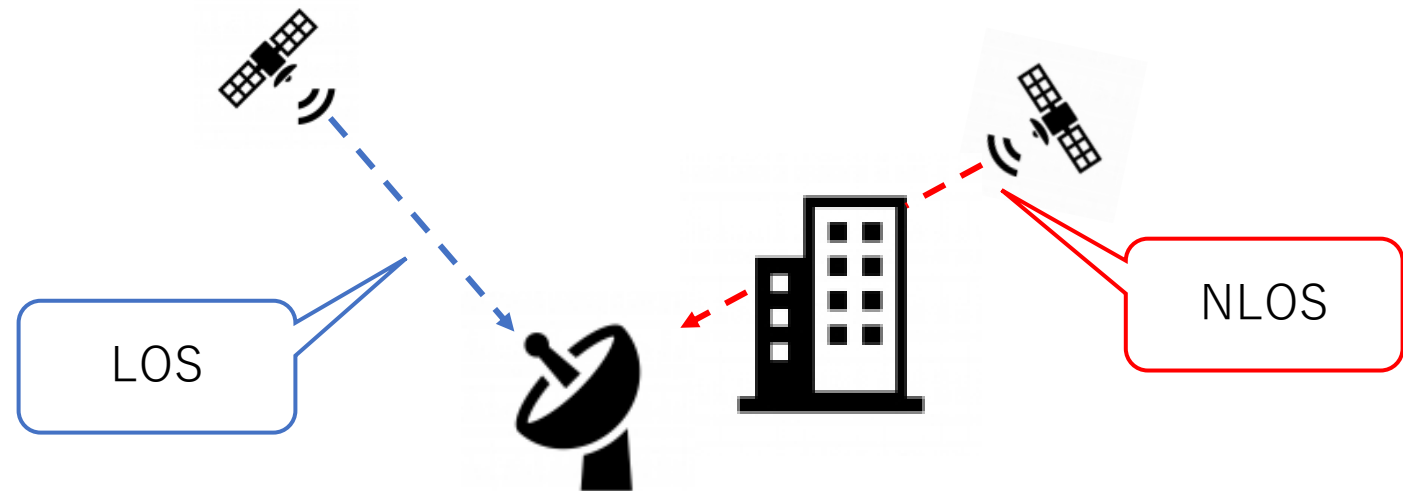
# 目次

- NLOSマップの概要及び開発の背景
- NLOSマップの作成原理及び結果
- ソフトバンク独自基準点への活用
- まとめ

# NLOSマッピングの概要及び 開発の背景

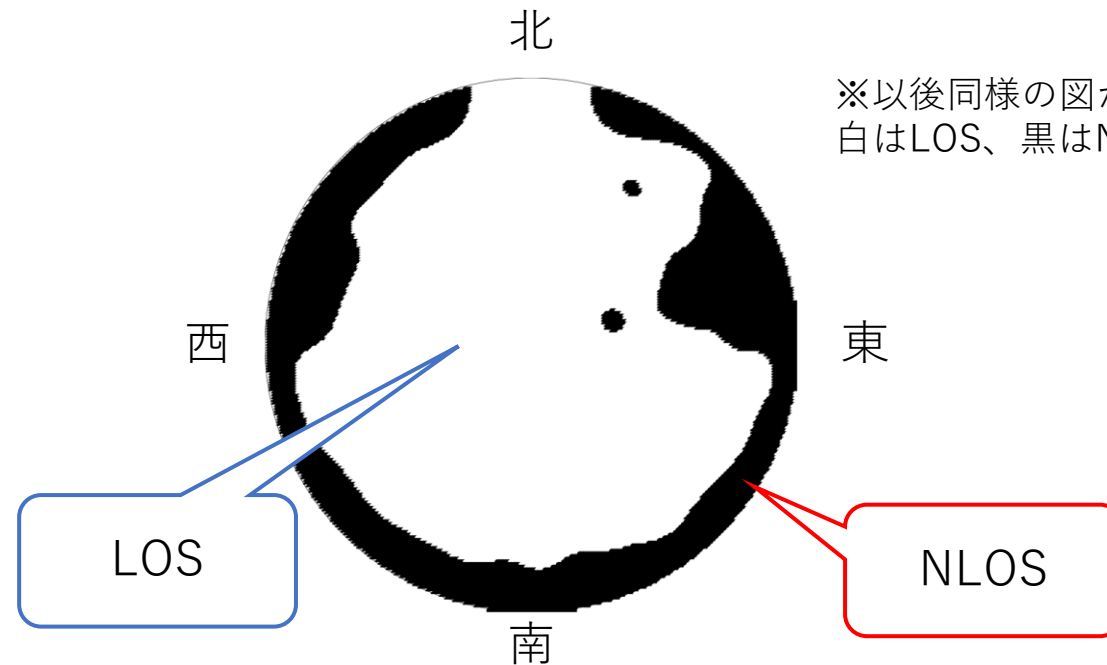
# LOS/NLOSとは

- LOS(Line Of Sight)とは送信機(衛星)と受信機(地上アンテナ)間の見通し線のことを指す
- 送信機と受信機の上に遮蔽物がない状態をLOS、建物・植生等により遮蔽されている状態をNLOS(Non-Line Of Sight)と呼ぶ
- NLOSとなった場合、C/Nが低下するor信号が受信できない傾向あり



# NLOSマップとは

- 全方位角、仰角に対してLOSかNLOSかを識別し図にしたものをNLOSマップと社内では呼んでいる
- 円の中心が天頂(仰角90度)、円の外側が仰角0度を表す



# なぜNLOSマップが必要だったのか

## サービス品質担保のために網羅的に確認する必要性あり

- ソフトバンク独自基準点が基地局に併設されている都合で、基地局自身及び周辺環境がNLOSの要因になっていないかサービス品質を担保するために確認する必要があった
- 全国3300局以上設置していることもあり、網羅的かつ受信機設置後、サービス稼働中の周辺の変化も確認できる方法が必要であった

# 従来技術を用いた場合・・・？(1/2)

- LOS/NLOSの判定には画像を基に識別する方法もある  
ただしこの方法では・・・
- 全国3300局以上に360度カメラを設置、及びカメラのメンテナンスをする必要あり

**実施する場合莫大なコストがかかる**

- アンテナの真上にカメラを置けない

**方角、見え方の正確性に課題あり**

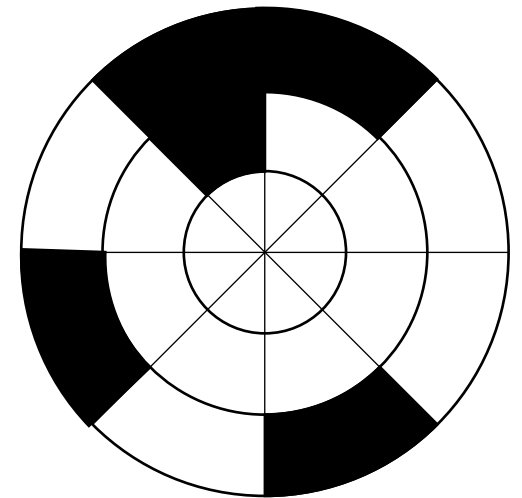


<https://terras.gsi.go.jp/skyplot.php>

# 従来技術を用いた場合・・・？(2/2)

- 一定の方位仰角で区切ってエリアごとにC/Nの統計(例えば平均)を求めて判定する方法もある  
ただしこの方法では・・・
- 区切りが粗い場合：C/Nの推定値が不連続となる
- 区切りが細かい場合：統計が取れないエリアが出てくる

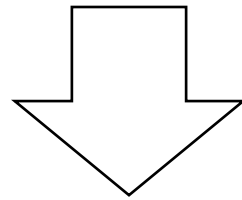
**推定の精度に課題あり**



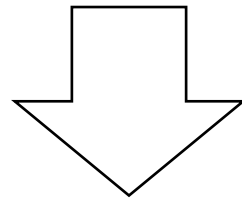


# 衛星のC/Nと機械学習を用いた開発

- コスト削減のためにカメラより衛星のC/Nを用いたい・・・
- 方角、見え方の正確性は欲しい・・・
- 推定の精度は上げたい・・・



**入力データを基に全方位角仰角を推定する仕組みを作ればよい**

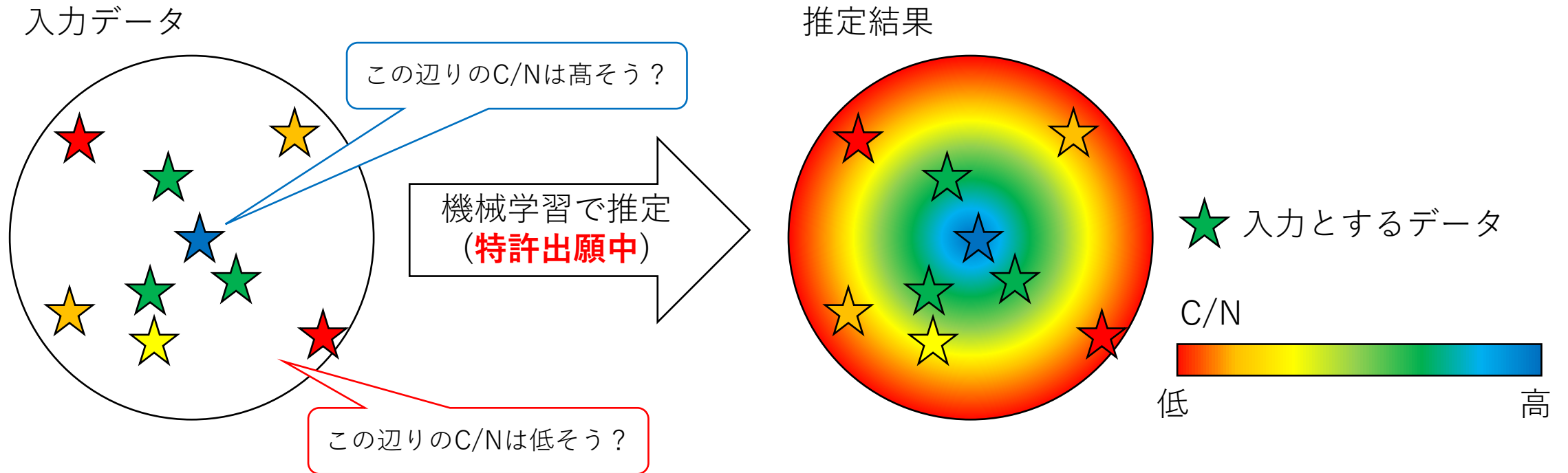


**機械学習の活用**

# NLOSマッピングの作成原理及び 結果

# NLOSマップの作成原理(1/2)

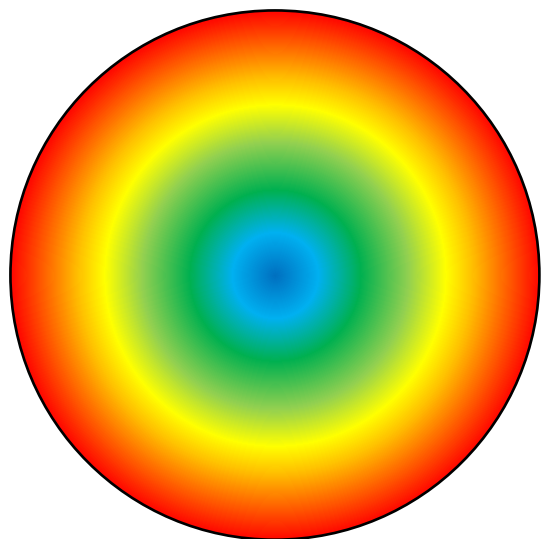
- 一定期間取得した衛星の方位角、仰角、C/Nを基に機械学習の技術を用いて全方向の方位角仰角に対してC/N値を推定



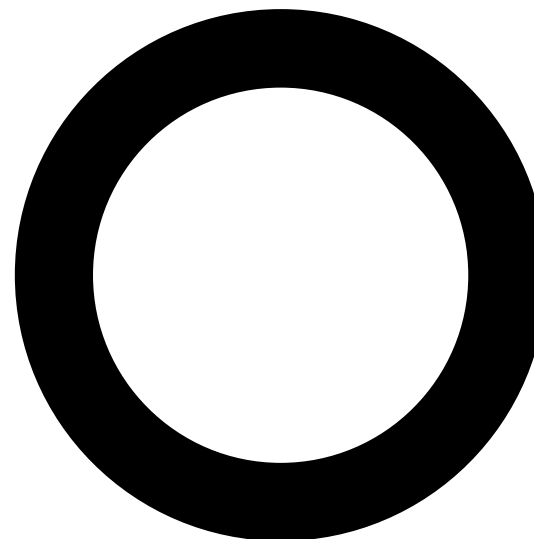
# NLOSマップの作成原理(2/2)

- 推定したC/N値と事前に設定した閾値の大小関係からLOSかNLOSかを判定する
- 判定結果を基に安定した運用に用いている

推定結果



判定結果



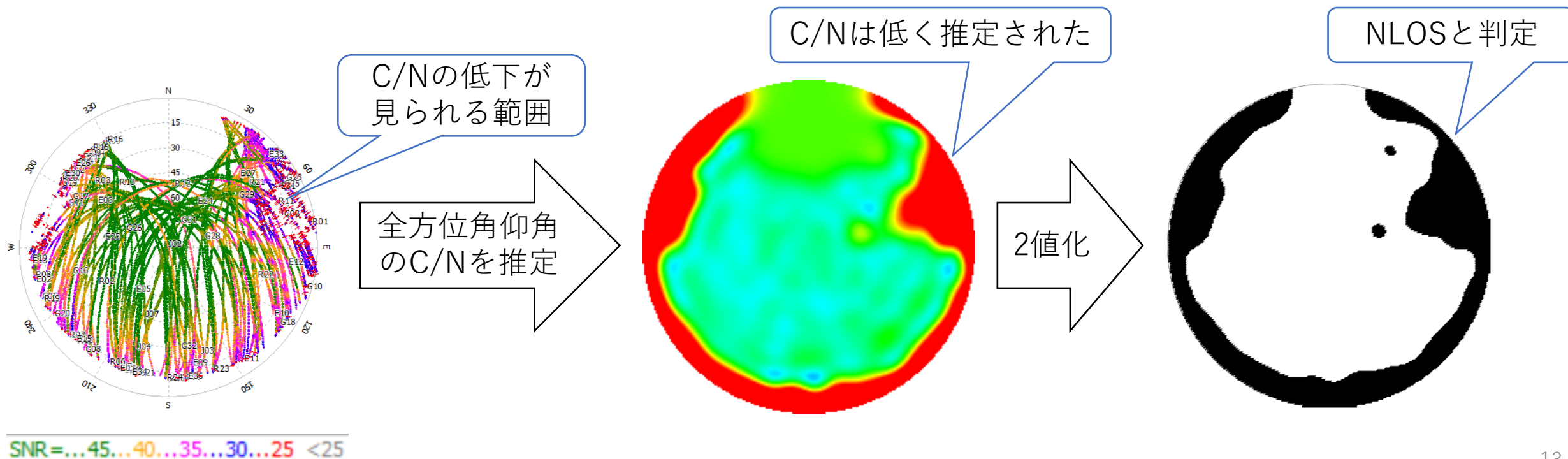
設定した閾値と  
比較

定期的  
に  
実施

**安定  
運用**

# NLOSマップ作成結果

- 入力データ、推定結果、2値化の例を示す。
- C/Nの低下が複雑なパターンでもNLOSの判定が行えている

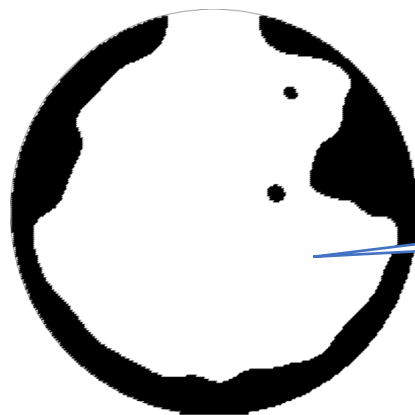


# ソフトバンク独自基準点への 活用

# ソフトバンク独自基準点への活用(1/2)

- 2値化したNLOSマップに対して全体に対するLOSの面積の割合(開口率)を全基準点を対象に定期的に算出

**数値化することで定量的な判断ができるようになる**

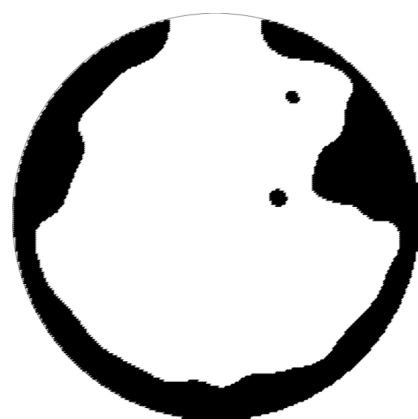


白(NLOS)の面積の割合を算出

## ソフトバンク独自基準点への活用(2/2)

- 開口率が急激に落ちていたり恒常的に低い基準点に関してはアラートが上がるようにしており、サービス品質として一定の基準を満たさない場合、切り離すようにしている

※仮に切り離してもサービス品質に影響がないよう  
基準点配置の冗長性は確保している



一定の基準を満たした場合

基準点の使用継続

一定の基準を満たさない場合

基準点の使用不可  
→調査、改善



# まとめ

- 衛星のC/Nと機械学習を用いてNLOSマップを作成する方法をご紹介した
- 今回紹介のNLOSマップを活用することにより従来の場合と比較して大幅なコスト削減及び高精度化が可能となった
- NLOSマップは3300局以上を運用するソフトバンク独自基準点のサービス品質維持に寄与している