

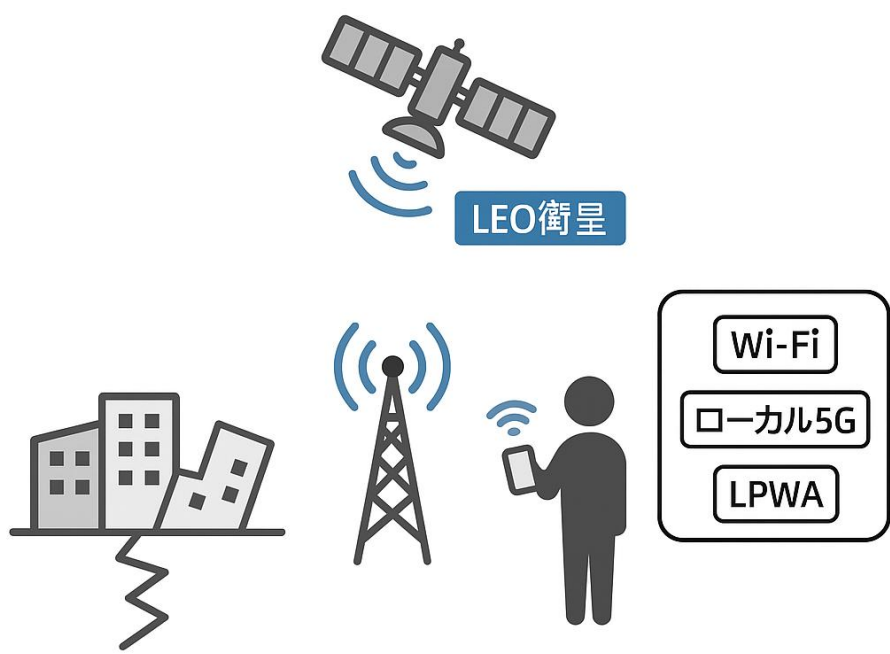
LEO衛星と地上通信手段の組み合わせによる災害時通信復旧

1. 研究背景

- 災害時には地上インフラが広範囲で停止する可能性
- LEO (Low Earth Orbit)衛星を活用すれば広域かつ迅速に通信が再開可能

2. 研究の概要

- 課題
 - 衛星地上局の設置最適化
 - どの地上通信手段をどのように組み合わせれば最も効果的か？
 - 設置条件や環境に応じた最適構成の評価が必要
- 目的
 - 災害時における迅速かつ柔軟な通信手段の提供



3. 衛星地上局(BS)の配置

- 課題
 - 災害発生時における迅速な通信復旧を可能にする臨時基地局ネットワークの構築
 - Starlink等のLEO衛星を介して避難所と外部インターネットとの接続を実現
 - 設置条件や環境に応じた最適構成の評価が必要
- システム構成
 - BS ⇄ 衛星 ⇄ インターネット: LEO衛星を中継としたネットワーク接続
 - BS ⇄ 避難所: Wi-Fiやローカル5Gを用いた現地ユーザーとの接続
 - 電源供給: 太陽光パネル、バッテリー、可搬型発電機などにより安定稼働を確保
- 通信資源の最適配置
 - 人口分布や地形特性、避難所の分布に基づいてBSの設置位置を最適化
 - 通信カバレッジと復旧速度の向上を図る

4. 地上の通信技術

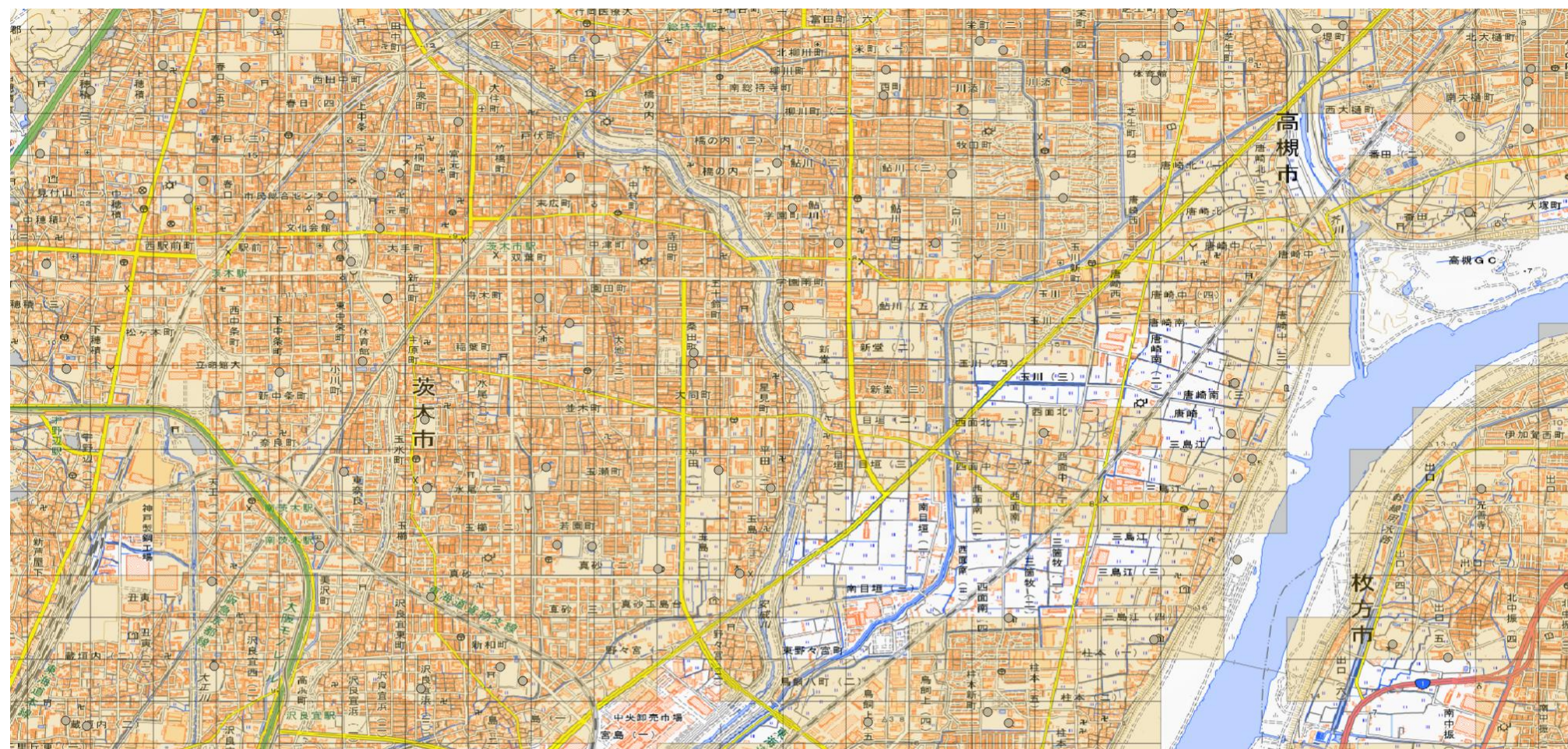
- ローカル5G、携帯通信(4G/5G)「移動基地局等」、メッシュネットワーク(WIFI)、UAV通信(ドローン)

5. 評価内容

評価項目	内容	指標例	計算方法(簡略)
1. 通信可能エリアの広がり	通信が届く範囲(km ²)	カバレッジ面積	各通信手段ごとの到達範囲を地理的に合成
2. カバー人口比率	到達エリアに含まれる人口割合	(%)	通信可能エリア ∩ 人口分布 の人口 ÷ 全人口
3. 通信遅延(レイテンシ)	通信にかかる時間	ms	衛星距離、地上通信経路の合算(例: LEO ≈ 30-50ms + 地上数ms ~)
4. 帯域効率	実効帯域 / 最大帯域	%	スループット ÷ 最大理論帯域
5. 有効性(災害直後)	インフラ復旧までの“繋ぎ”としての有用性	評価スコア(1~5)	接続性 + 展開スピード + 人口カバー率
6. 有効期間	復旧完了まで何時間カバー可能か	時間(h)	各通信手段のバッテリー or 維持能力から算出

6. シミュレーション

- 災害リスクと人口分布を考慮した通信復旧設計の検討
- 国土地理院の公開データから災害リスク情報を取得
- リスク情報をメッシュごとに数値化し、災害リスクマップを作成
- 250mメッシュ人口データを中心座標への変換し、人口モデルを作成
- 災害リスクと人口分布に基づいて**通信復旧優先度**を算出



7. 今後の予定

- 衛星地上局(BS)の配置アルゴリズム調整
- 通信復旧優先度を算出
- シミュレーション環境を構築し、地上局の配置と通信手段の組み合わせが通信カバレッジや復旧速度に与える影響を定量的に分析と比較