

Mobile Cacheを用いた被災情報共有 システムの性能評価

富森俊貴¹ 三角真² 上山憲昭³

立命館大学情報理工学研究科¹ 福岡大学工学部² 立命館大学情報理工学部³

研究背景

■ 災害時の被災情報共有

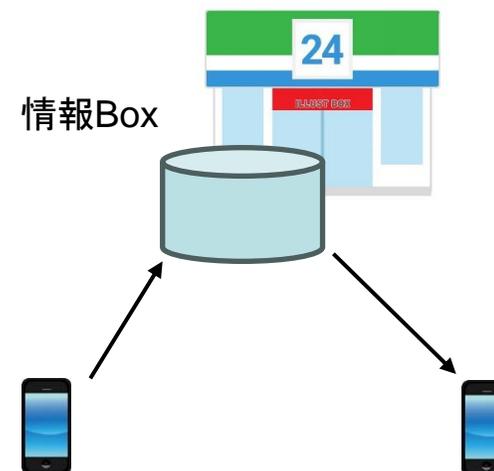
- 大規模災害発生時、被災者は避難所に向け避難開始
- セルラーネットワークのインフラ損傷によりインターネット使用不可
- 避難所までの経路上に通行困難箇所がある場合、迂回の必要
- 周辺道路の被災情報を被災者へ迅速に伝える必要
- 携帯端末の電力は非常に貴重
 - 消費電力を抑制した避難が必要

■ DTN通信

- 基地局を介さずに端末間で直接通信することで情報共有
- 被災者間で道路の被災情報を共有する手段として期待

これまでの研究

- 端末間の直接通信を繰り返すとネットワーク全体での消費電力量増加
- 情報Boxを用いた災害情報共有[1]
 - 端末間での通信回数を抑えるため被災情報を共有する情報Boxをコンビニなど給電可能な地点に設置
 - 情報Boxから被災情報を収集
- 課題
 - 情報Boxを事前に設置する必要
 - コンビニ店主等の協力
 - 設置や管理等のコスト



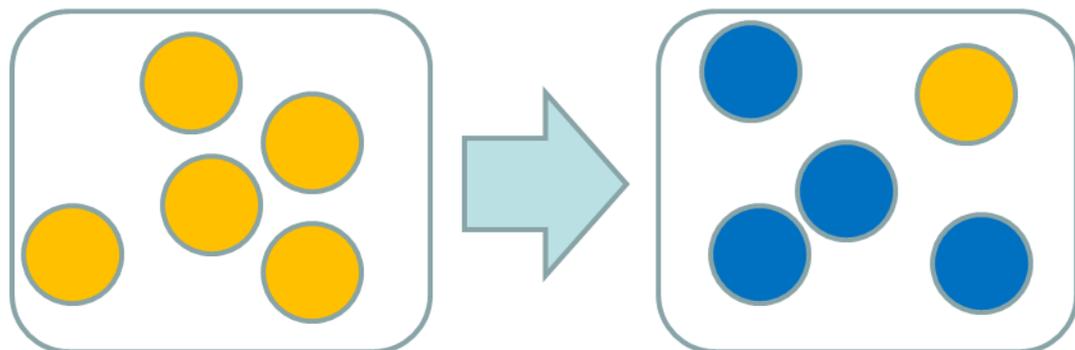
研究目的

- 集団内の一部の被災者の端末を情報Boxの機能を持つMobile Cacheとして利用
- 情報Box
 - 大容量のバッテリー
 - 避難者端末が送信した故障情報の受信, 蓄積
 - 蓄積した情報を通信範囲内の端末に送信
- Mobile Cache
 - 避難者端末間の通信は全てブロードキャスト
 - 他端末よりも高頻度で故障情報をブロードキャスト
 - 消費電力量増加
- バッテリー残量や目的地を考慮してMobile Cacheとなる端末を自律的に選択, 変更
- MAS (Multi-Agent-Simulation)による性能評価

Mobile Cache端末の決定

- Mobile Cacheとなる端末の自律的な決定
- 以下の3パターンに従って決定

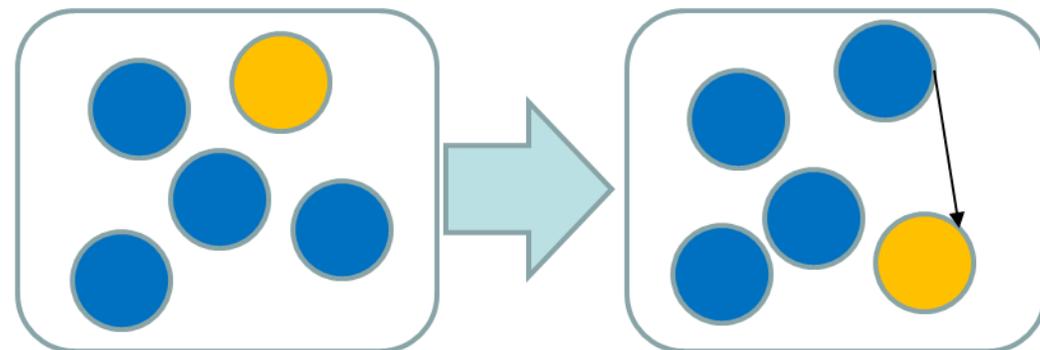
集団内のMobile Cache機能の集約



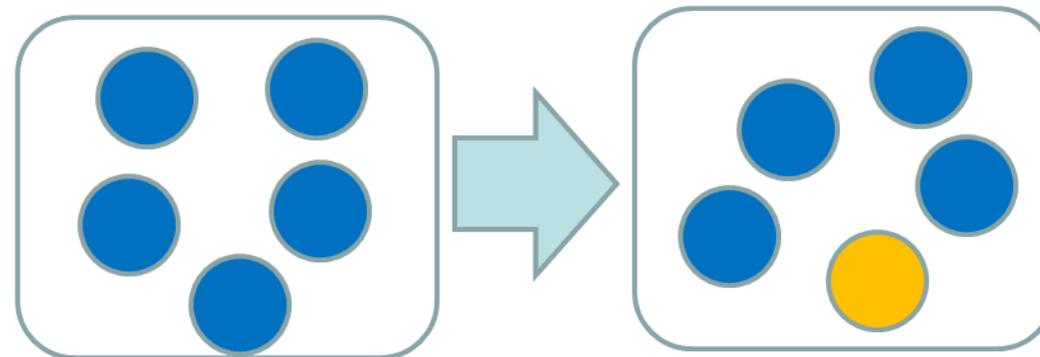
● Mobile Cache端末

● 非Mobile Cache端末

集団内のMobile Cacheの変更



集団内のMobile Cache端末の復活

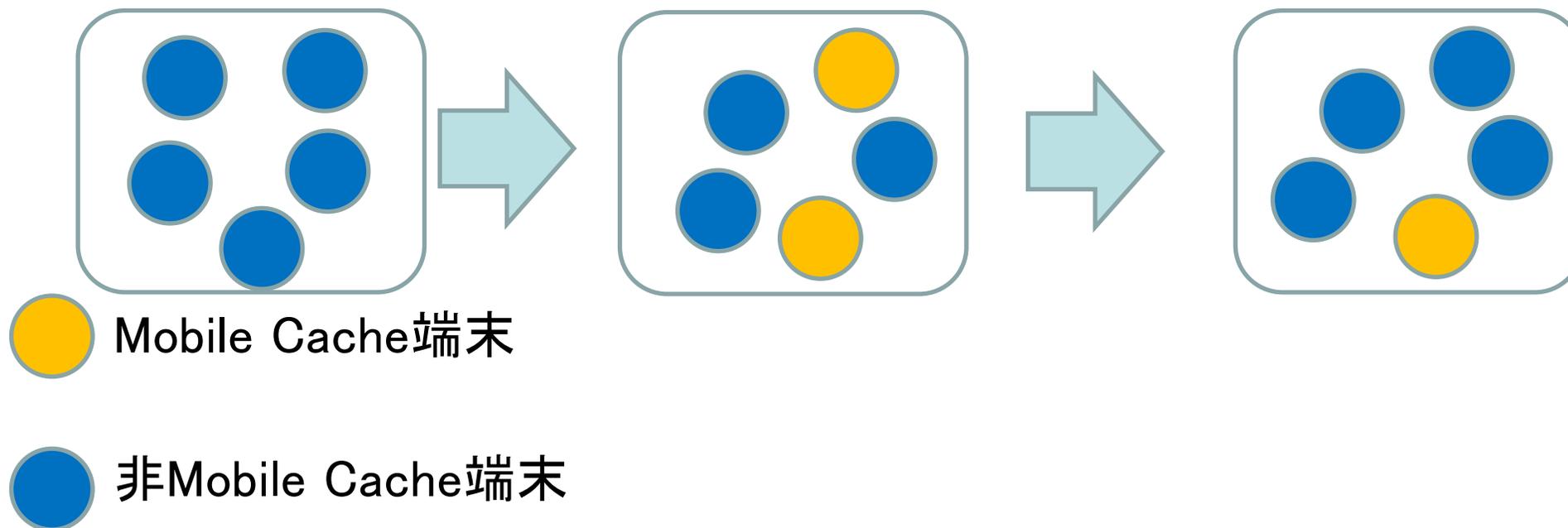


提案手法(1)

- 集団内でのMobile Cache機能の集約
 - 避難開始時は全ての端末がMobile Cache
 - ネゴシエーションを行い、Mobile Cache端末を削減
 - バッテリー残量の情報を目的地が同じ2つのMobile Cache端末間で交換
 - バッテリー残量が少ない方は自身が所持している故障情報を送信後、Mobile Cacheをやめ、残量が多い方のみがMobile Cacheを継続
 - ネゴシエーションを反復し、少数の端末にMobile Cache機能を集約
- 集団内のMobile Cacheの変更
 - 時間経過によりMobile Cache端末のバッテリー低下
 - 非Mobile Cache端末がブロードキャストの際、Mobile Cacheのバッテリー確認
 - Mobile Cache端末のバッテリー量が少なければ、Mobile Cache交代

提案手法(2)

- 集団内のMobile Cache端末の復活
 - 集団の分裂などによりMobile Cache端末が不在
 - 一定の時間Mobile Cache端末からのブロードキャストを未確認
 - 自律的にMobile Cacheに変更
 - 同タイミングで複数端末のMobile Cacheが復活した際、再度ネゴシエーションを行いMobile Cache機能集約



MASのモデル

- 対象地域
 - 大阪市北区
- 初期配置
 - 大阪市北区の昼間人口の50%を避難民に設定
- 避難の目的地
 - 北区内に避難する人: 区内の避難所
 - 北区外に避難する人: 地域境界ノード
- 避難行動
 - 故障箇所を無視して経路探索
 - 自身が所持する故障情報の更新に従い経路更新
 - バッテリー切れの端末
 - 通信機能をオフにして避難続行
 - 直前に提案されていた経路に従って避難

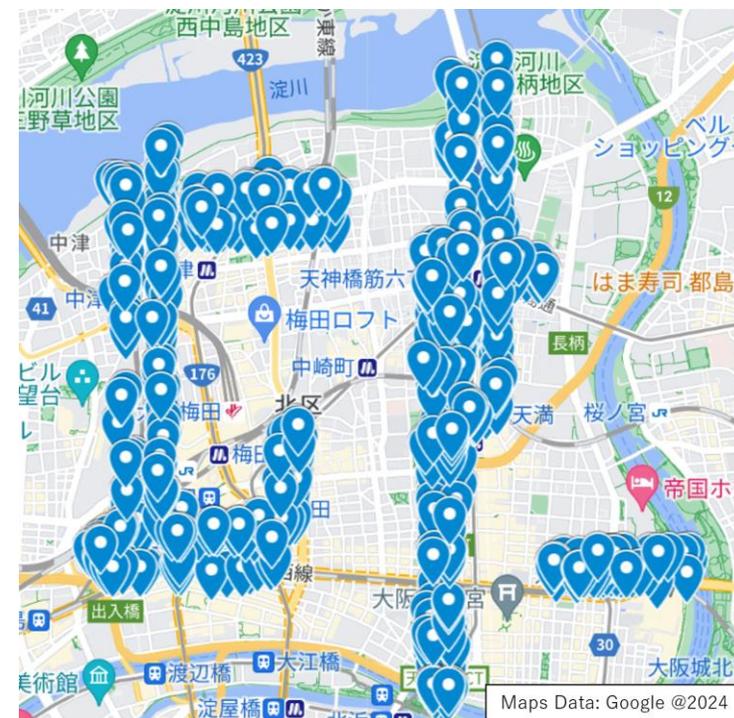
性能評価

■ シミュレーション条件

- Mobile Cache同士のネゴシエーションは5~10秒でランダムに決定
- 通信可能範囲: 10m, Mobile Cacheの復活: 60秒
- 2パターンの故障エッジで性能評価
 - 矩形型のある一帯のエリア内の全エッジ
 - 全てのエッジからランダムに10%
- 評価項目
 - 避難完了者割合, バッテリー残量, バッテリー切れ端末の割合

■ 評価尺度

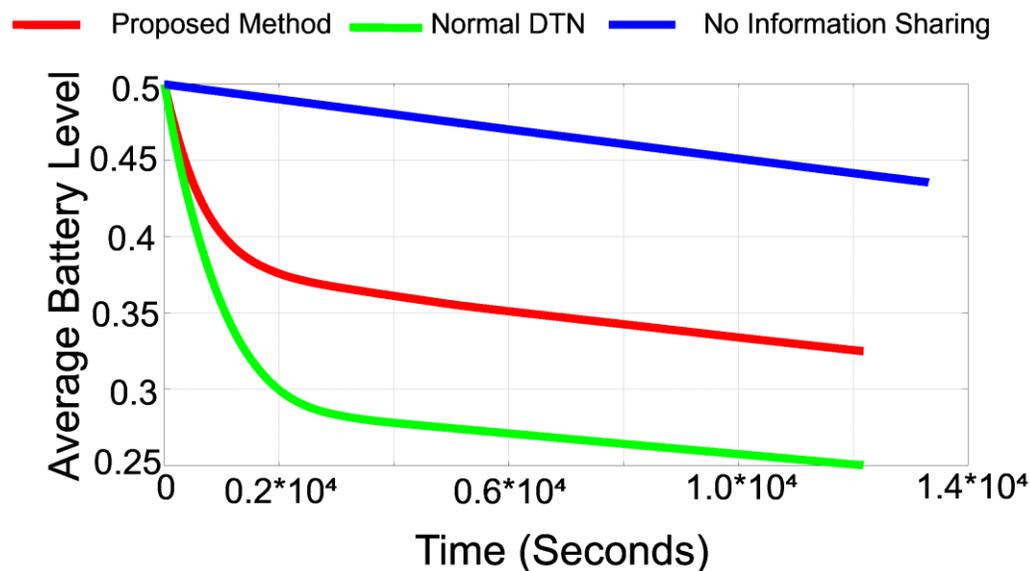
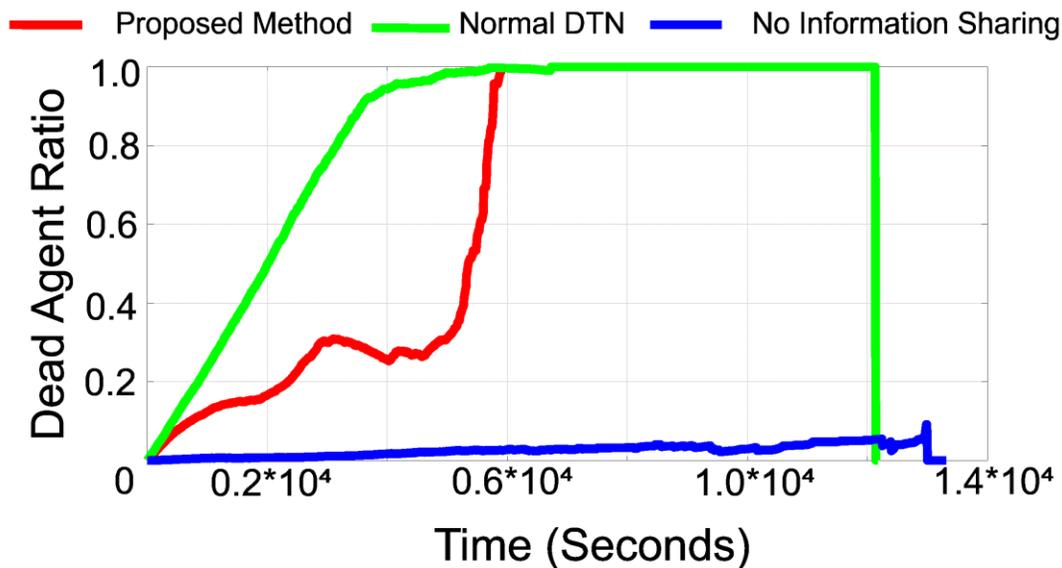
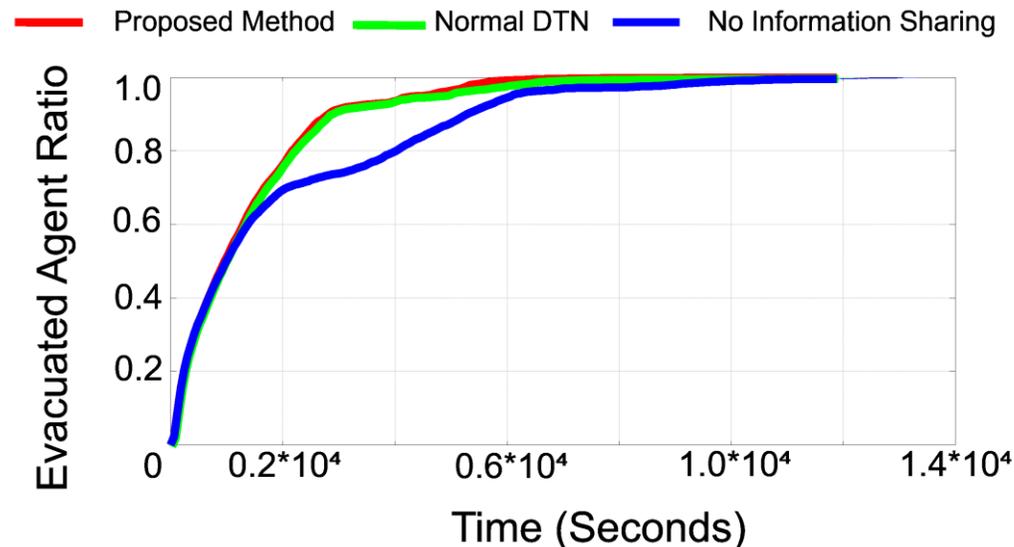
- 避難完了者割合
 - $\frac{\text{目的地に到着した避難者数}}{\text{総避難者数}}$
- バッテリー残量
 - $\frac{\text{全避難者の総バッテリー残量割合}}{\text{総避難者数}}$
- バッテリー切れ端末の割合
 - $\frac{\text{電力切れの避難中端末数}}{\text{避難中の端末数}}$



性能評価

■ 矩形型での故障

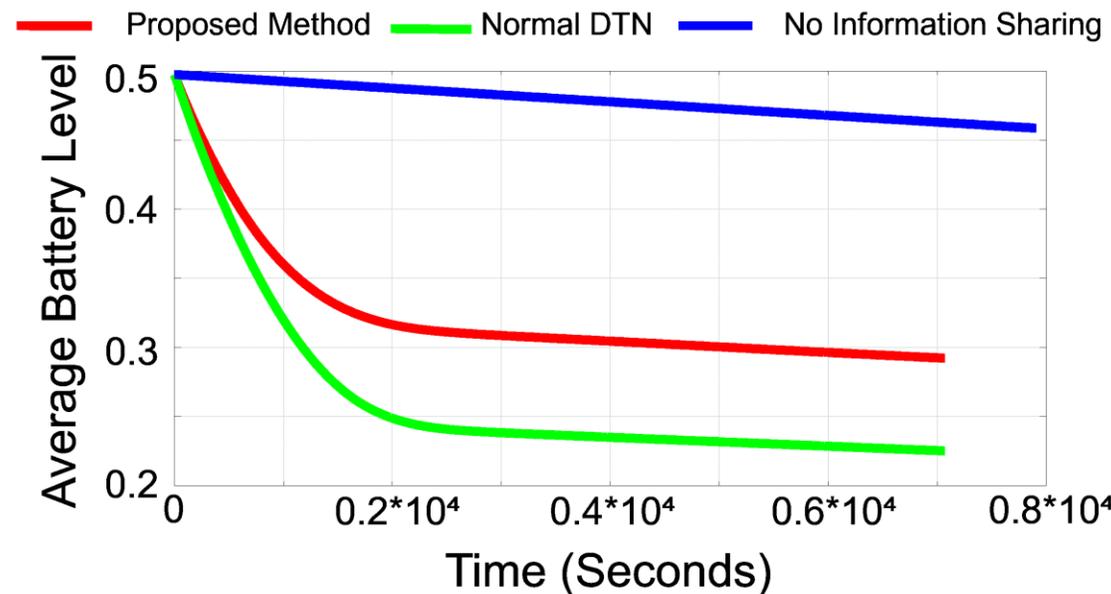
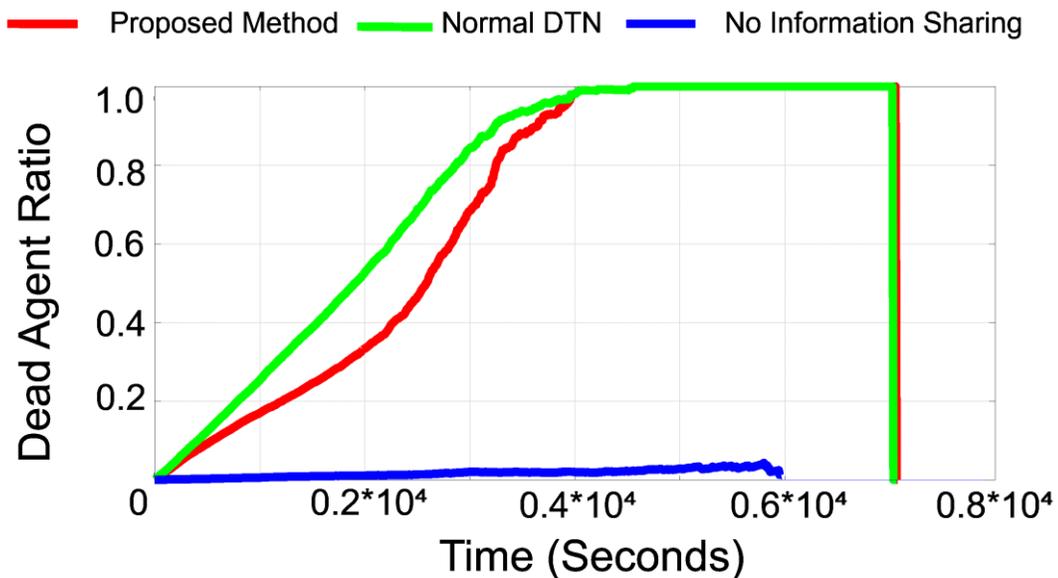
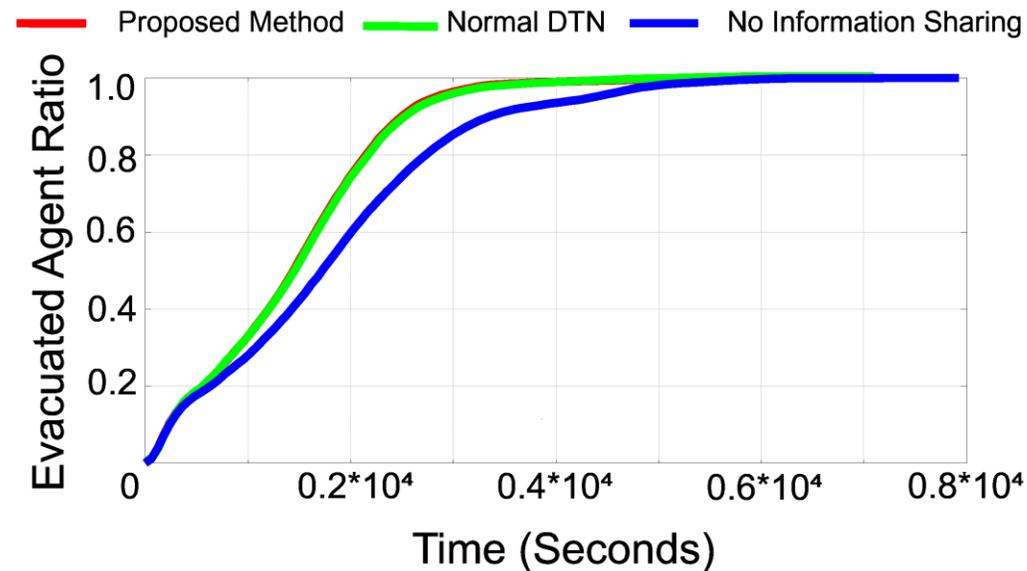
- 提案手法が他の手法より高い避難完了割合
 - バッテリー切れ端末が少ないため
- 消費電力は従来のDTNと比較して30%程度削減



性能評価

■ ランダムでの故障

- 矩形型での故障と比較して従来のDTNを用いた場合との性能差減
 - ランダムに故障させたことで、総避難者増加⇒通信回数増加



まとめ

- 情報Boxの機能を持ったMobile Cacheとなる端末の選択法を提案
- 避難完了に要する時間を維持したまま, 消費電力を抑制可能であることを確認
- 大きな迂回が求められる場合に特に有効
 - 大きな建物の倒壊
 - 河川の氾濫
 - 高速道路の倒壊
- 今後の予定
 - 情報Boxを複数箇所設置した場合と性能比較
 - Mobile Cacheとなる端末にメリットの付与を検討
 - 避難開始時のMobile Cache数の調整を検討