**研究論文草案作成**

1. **序論**
   1. **背景**
   2. **対象とする領域**
   3. **研究目標**
2. **関連技術**
   1. **LoRaWAN：**LoRaWANは省電力で長距離通信が可能なIoT向けネットワーク規格の一つである．トポロジーはスター型ネットワークで，全てのLoRaWANノードはGatewayへ接続しLoRaWANネットワークサーバ（NS）にデータが送信される．LoRaWANには三種類のクラスがあり，最も利用されているのはクラスAで消費電力が最も抑えられるモデルである．LoRaWANには，データレートという係数が7段階あり，消費電力や伝送量，ノイズ耐性が変化する．
   2. **Bluetooth Low Energy (BLE)：**BLEは，既存のBluetooth Classicよりも低電力を目的として開発された近距離通信用の通信規格である．BLEはスター型のトポロジーである．送信側のPeripheral Device（PD）と受信側のCentral Device（CD）と二種類の役割に分かれている．PDがAdvertiseという広告パケットを発信し，CDがそのパケットをScanし接続を確立し以降は通信が可能となる．BLEの伝送量は，1Mbpsである．
3. **関連研究**
   1. **LoRaWANにおけるネットワーク効率化のためのノードのグループ化構成法と通信制御方式  
      -**
   2. **LPWA通信を利用するIoTプラットフォーム向けの電力効率を考慮したゲートウェイ配置手法の検討**
4. **提案手法**
   1. **想定する環境**センサデバイスはLoRaとBLEを搭載したモジュールを想定する．ネットワークは，参加ノード数が固定ではなく増減することを想定する．
   2. **センサノードグループ化の必要性**消費電力の削減，バッテリー残量の平準化の面で消費電力の効率化を図る．グループ化とは，近傍の通信メッセージを代表者が集約する手法で，長距離伝送の利用を減らせるため消費電力の削減が見込める．管理コストを削減するためバッテリー交換のタイミングは同時にまとめて行えるほうがよく，グループを再構成する手法でバッテリー残量の平準化が見込める．グループ化の通信手法として，近距離通信はBLE，長距離通信はLoRaWANを用いる．
      1. **トポロジー**グループ内の通信の流れとして，グループ内の通信はインターバルが設けられ同期的に通信を行う．代表者（L）は，スリープ離脱後BLEにてScanを開始，グループメンバー（M）は，Advertiseを開始する．Lはペアリング完了後，Mからセンサデータを受信する．
      2. **センサネットワーク展開時のグループ化**WSNが展開される初回起動時にグループを作成する手法を述べる． NSが構成可能なグループを考案するためにセンサノードのトポロジーを把握する必要がある．センサは起動時に，自身の情報を発信と同時に周囲のノードを探索し近傍ノードのリストを作成しNSへ送信する．NSはノードからの情報をもとに，重複を排除した後グループを作成する．  
         （※グループの作り方はまだ考えていない）
      3. **センサ参加・離脱時の振る舞い**既にグループに参加しているノードは，一定周期で自身が参加するグループのリーダーのUUIDを発信している．新規ノードは，起動時にスキャンを実行し周囲に参加可能なグループがあるか探索する．発見した場合は，そのグループに参加し，そうでない場合はLoRaWANで直接センサデータを送信する．ノードが故障や電池切れで離脱する場合は，NSがデバイスを管理しているので，N回通信が来なかった場合に，グループリストから除外する
   3. **グループ再構成の必要性**
      1. **自律型グループ化アルゴリズム**消費電力削減のため，センサネットワークのグループ化を行う．グループメンバーであるノードがGLに，信号強度，LoRa，BLEでの通信回数及びセンサデータを送信する．GLは受信時に，バッテリー残量をもとに次のGLを選出したのち，データを集約しNSへ送信する．これにより，GWへ接続するノード台数が減りパケット再送確率の削減が見込める．
      2. **集中型グループ化アルゴリズム**バッテリー残量の平準化のため，センサノードのグループ再構成を行う．NSはGLから取得したデータ(センサデータ・信号強度等・LoRa，BLEでの通信回数)を用いて最適なグループを再構成する．展開時に作成したグループリストにあるノード重複情報を用いたグループ間でのノード移動やGLの交代などの組み合わせを検討する．これにより，センサネットワーク全体の消費電力を平準化でき，センサ交換機会の削減が見込める．
5. **研究課題**
   1. **グループ化アルゴリズムの適応点を明確化**グループ化アルゴリズムを提案するに当たり ，LoRaWANのみを使用した消費電力の場合と比較しグループ化が有利となる条件をモデル式で算出する．
   2. **通信容量削減による，消費電力効率化の検討**グループ化のトポロジーは，リーダーがメンバーの通信を集約しNS送信する．グループ化の集約効率を向上させるため送信するデータを削減可能か検討する．調査の結果，１台あたり数bits削減可能性が確認できた．
   3. **パケット到達率を考慮したグループ制御方法の検討**- 拡散率によるパケット到達率の変化  
      - LoRaWAN及びBLEノードの同時接続可能台数
   4. **シミュレーターにて提案手法を実装**- 想定する環境
6. **実験と評価**
   1. **LoRaWANの消費電力計測**5.1項を満たすに当たり，LoRaWANの文献では消費電力の参考値が見当たらなかった．デバイスと消費電力測定器を用いて，初回起動，スリープ，送信のイベントごとに着目し実験を行った．
      1. **イベント別消費電力**
         1. **長距離**
         2. **短距離**
      2. **拡散率別パケット到達率**
   2. **消費電力の評価**
      1. **従来のLoRaWANのみの通信**
      2. **グループ化手法適応時**
7. **考察**
   1. **グループ化アルゴリズム性能限界について**
8. **結論と今後の展開**
   1. **まとめ**
   2. **今後の方針**