

## 自動認識タグによる安全・効率的な廃棄物処理システムの構築に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○相原 愛里子

九州大学大学院 フェロー会員 島岡 隆行 正会員 榊原 恒治

非会員 伊藤 憲司 非会員 金谷 晴一

## 1. はじめに

近年、廃棄物の回収・処理の破碎工程において、廃棄物に混在したりチウムイオン電池（以下、LIB と記す）の発煙・発火事故が増加している。廃棄物回収・処理中の火災事故の対策は、目視監視による混在した LIB の抜き取り、発煙・発火の早期検知と自動消火システムの導入などが挙げられるが、主に火災発生後の事後対策に留まっている。事故を減らすためには誤って混入された LIB を破碎される前に検知して取り除く必要がある。そこで本研究では、自動認識技術である RFID (Radio Frequency Identification) タグによる LIB 検知システムの構築を目的とした。LIB 本体や LIB が組み込まれた製品に RFID タグを取り付け、離れた場所から一括してタグのデータを読み取ることができれば、安全かつ効率的な LIB 検知が期待できる。本研究では、現在開発中の RFID タグを用い、タグの基本性能確認と廃棄物への LIB の混入状態を再現したタグの読み取り実験を行った。

## 2. 実験内容

## 2.1 RFID タグおよび測定装置

本研究では2種類の RFID タグを用いて測定した。使用した RFID タグは、伊藤ら<sup>1)</sup>が開発した単方向指向性タグ (A タグと呼ぶ) と洋服の値札裏に使用された汎用タグ (B タグと呼ぶ) である (図 1)。一般的に用いられている B タグは、タグの接着面に金属や液体があると電波の打ち消しや吸収が発生し受信が困難になる。一方、A タグは接着面方向には電波を飛ばさない「単方向指向性」を持ち、接着面に金属や液体が存在していても正常に電波を返し受信することができる。

## 2.2 実験方法

実験で使用する 900 MHz 帯以外の電波の影響をなくすために、電波吸収体を敷き詰めた電波暗室で測定した。タグへ電波を発信しタグからの反射波を受信する

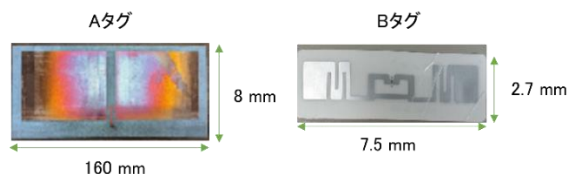


図 1 実験で用いた 2 種類の RFID タグ

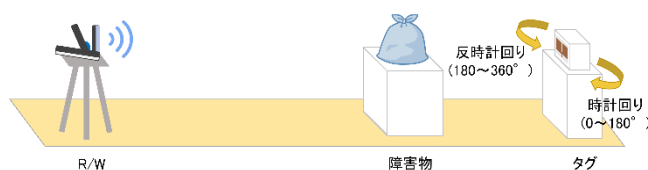


図 2 タグと R/W、障害物の位置関係

リーダライタ (R/W) とタグを同じ高さに設置し、その間に障害物を置いた (図 2)。タグを時計回り、または反時計回りに回転させ、角度と受信強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator) を記録し、RSSI 値を繰り返し 5 回測定した。なお、受信強度は数値が大きいほど安定して受信できていることを示す。

## 3. 実験結果および考察

各実験における受信強度をレーダーチャートとして示す。グラフ軸を RSSI 値 (dB) とし、測定 5 回の平均値をプロットした。時計回りを 0~180 度、反時計回りを 180 度~360 度と示す。

## 3.1 受信距離と受信強度・読み取り範囲の関係性

タグと R/W の距離を、A タグの最大受信距離である 5 m と 2.5 m、1 m の 3 段階に変化させて測定した。その結果、タグと R/W の距離が小さいほど受信強度が大きくなり、読み取り範囲が広がった (図 3)。

## 3.2 単方向指向性の確認

二次電池に起因した火災のうち、最大の発火原因品目であるモバイルバッテリー<sup>2)</sup>にタグを貼付して測定し、タグのみの測定値と比較した。結果を図 4 に示す。

A タグは、モバイルバッテリーに貼付しても受信強度はタグのみと同等以上であったが、B タグはモバイル

バッテリーに貼付すると受信できなかったことから、A タグの単方向指向性を確認することができた。

### 3.3 障害物による受信強度への影響

様々なごみに混ざって LIB 含有製品が廃棄されることを想定し、図 5 に示す、ペットボトル、水入りペットボトル、缶および角材の 4 種類の障害物を用意した。タグから 0.5 m 離れた位置に、45 L ごみ袋に入れた障害物を置いて測定した。

図 6 より受信強度を障害物なしと比較すると、ペットボトルでは変化がなく、水が入ると 5 dB 小さくなり、読み取り範囲が狭まった。角材は、RSSI 値が 1 dB ほど大きくなり読み取りやすくなった。缶は、どの角度にしても読み取ることができなかった。一方図 7 に示すように、タグと R/W の距離を 2.5 m や 1 m に近づけると缶であっても受信が可能であった。

## 4. まとめ

本研究では、RFID タグを用いた LIB の事前検知を実現するためにタグの読み取り試験を行った。その結果、RFID タグについて以下の知見を得た。

- 1) タグと R/W の距離を近づけると受信強度が大きくなり、読み取り範囲が広がった。
- 2) 単方向指向性 (A タグ) により、モバイルバッテリーのような電波を弱める金属物を含む製品にタグを貼付しても検知することができた。
- 3) 水や金属物がタグと R/W の間に存在すると受信強度が弱まるが、タグと R/W の距離を 2.5m に近づけると安定して受信できた。

これらのことから A タグにより LIB の事前検知が可能であると考えられた。

今後、以下の点について研究を進め、実用化を目指す。

#### 1) A タグの開発と実用化に向けた実験

小型化、曲げによる変形可能なタグの開発と 900 MHz 帯以外の電波もあるような環境下でのタグの性能確認を行う。

#### 2) 実用的な検知方法の検討

R/W を取り付けたパッカー車にごみ袋を投入するときや収集員が装着した R/W でごみ袋を手にしたときに検査するなど、実用化を想定した検知方法の検討を行う。

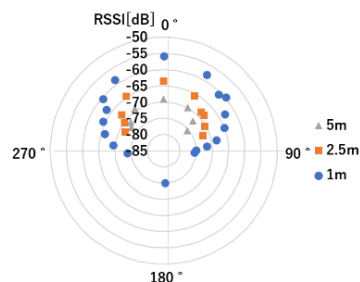


図 3 受信強度と読み取り範囲の関係

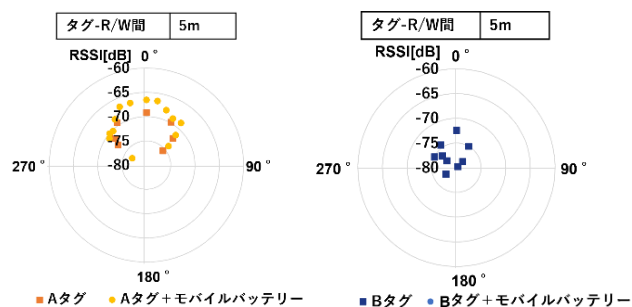


図 4 各タグのモバイルバッテリーの影響

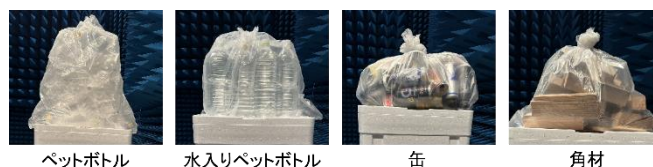


図 5 障害物の種類



図 6 各障害物における受信強度と読み取り範囲の関係

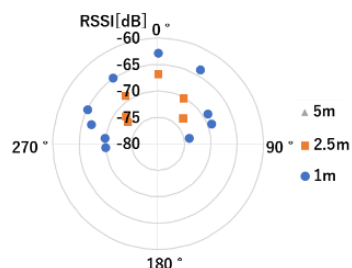


図 7 受信強度と読み取り範囲に及ぼす缶の影響

#### 【参考文献】

- 1) 伊藤憲司、Kumar Goodwill、金谷晴一：900MHz 帯単方向指向ダイポールアンテナの設計及び評価、2022 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集、p.27、2022
- 2) 環境省：リチウム蓄電池等処理困難物対策集、p.30、2022