

IoT技術を搭載したリチウムイオン電池 拠点回収システムの実証評価

荏原環境プラント株式会社（共著者）
事業・開発統括部
ソリューション事業開発部

横須賀 愛子

荏原環境プラント株式会社
事業・開発統括部
先進技術開発部 新技術開発課

伊藤 和也

荏原環境プラント株式会社
事業・開発統括部

河内 隆宏

荏原環境プラント株式会社
事業・開発統括部

プロジェクト開発部 プロジェクト企画・開発課

小沢 亮祐

1. はじめに

廃棄物処理施設やごみ収集車両において、リチウムイオン電池等の小型二次電池に起因すると思われる発火・火災が頻発しており、ごみの受入停止や設備の損傷など、地域住民の生活インフラに深刻な影響を与えている。一方で、二次電池にはコバルトやニッケル、リチウム等のレアメタルが含まれており、脱炭素社会及び資源循環の促進という観点からも、排出段階での適正回収の価値が高まっている。

当社は、この課題解決に向け、IoT技術を搭載した効率的な回収システム及び安全性を重視した専用回収ボックスの

開発を進めてきた。本稿では、令和6年度環境省実証事業として採択され、埼玉県と連携して実施したリチウムイオン電池等の適正処理に関する取り組みを紹介するとともに、新たに開発した回収ボックス設置による拠点回収の効果検証や、今後の課題等について報告する。

2. 回収システムの概要

当社が開発を進めている回収システムの全体構成を図1に示す。本システムは、主にIoTセンサーを搭載した回収ボックスと、クラウドを介してそれらを一元管理する管理アプリケーションにより構成されている。

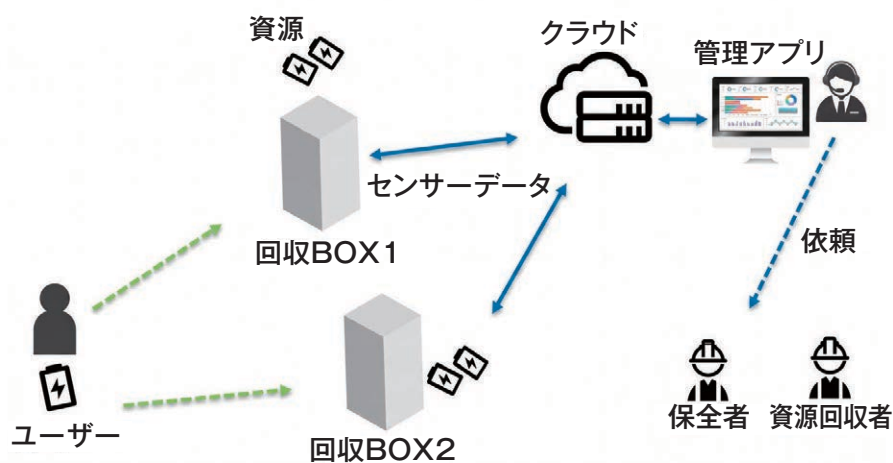


図1 回収システム全体構成図

※ 本稿は、第47回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集に掲載された「埼玉県内でのリチウムイオン電池拠点回収の効果検証」の内容に基づき、一部加筆・再構成したものである。

(1) 全体構成と遠隔管理機能

回収ボックスから送信される各種情報は、クラウドを通して管理アプリ上にリアルタイムで表示され、必要に応じてメールで通知される仕組みとなっている。これにより、遠隔から必要な対応状況を把握できるとともに、軽微なシステムエラー等に対しては管理アプリからボックスへ遠隔指令を送ることで、現地に赴くことなく復旧対応が可能である。

(2) 回収ボックスの構造と機能

回収ボックスの概要を図2に示す。民間施設や回収拠点の安全性を確保するため、特にリスクとなる火災・発火事故の防止策及び各種センシング機能を備えている。

① 火災・発火リスクへの対応構造

筐体には金属製構造を採用し、万が一内部で電池が発火した場合でも、ボックス内部で燃焼が完結する構造としている。また、ポータブル電源や電動自転車用バッテリーなど、投入時の落下衝撃により発火する危険性がある大型物については、物理的に投入できない投入口寸法とした。

② 投入メカニズム

利用者が投入したのち、内部扉が傾斜することで回収用ペール缶へ滑り落ちる構造を採用した。自由落下以外の余計な外力が電池にかからないようにすることで、より安全に回収できるメカニズムを実現している。

③ センシング機能と遠隔監視

ボックス内部には、温度センサー、レベルセンサー、重量センサー等を設置している。得られた測定データは制御用マイコンを通してクラウドへ送信され、管理者が遠隔で常時確認できる仕組みとなっている。内部での燃焼による異常な温度上昇、回収目安重量の超過、あるいは各種不具合が発生した場合には、自動的に警報メールが送信される。

④ 投入画像記録機能

投入スペース上部には小型カメラを配置している。投入口の開閉動作に連動して投入物の写真を自動撮影するため、いつ何が投入されたかを遠隔から視認・確認できる仕組みとなっている。

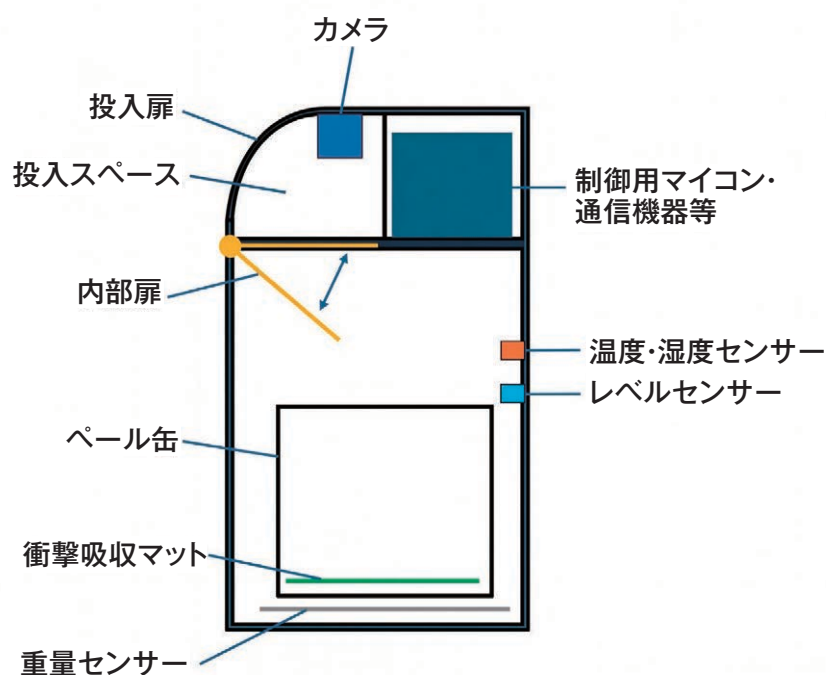


図2 回収ボックス概要

3. 拠点回収試験

リチウムイオン電池の安心・安全な回収を目指し、本回収システムの有用性を検証するため、埼玉県内の2拠点において回収ボックスを設置(写真1)し、拠点回収試験を実施した。



写真1 まるたけ騎西店の回収ボックス設置状況

(1) 設置拠点及び試験概要

設置拠点及び実施期間は、ファミリーマート埼玉県庁店(以下、「県庁」)は令和7年1月15日～2月14日とし、スーパーマーケットまるたけ騎西店(以下、「まるたけ」)は令和7年1月15日～2月16日(※回収ボックスの設置自体は3月31日まで継続)とした。回収対象品目は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、モバイルバッテリー、加熱式・電子タバコの4品目を対象とした。

(2) 住民への周知・啓発活動

周知・啓発活動にあたっては、店頭・レジ周辺・製品棚等への掲示や、実証店舗(まるたけ)及び市の協力による周辺住民へのチラシ配布を行った。また、週1回程度の「啓発デー」を設定して店頭での直接説明や質問対応を実施したほか、県・市のウェブサイト掲載や報道発表、ごみ分別アプリ及び各種SNSを通じた情報発信など、多角的な広報を展開した。

4. 結果と考察

(1) 回収実績及び利用者動向

県庁及びまるたけにおける試験開始後約1か月間の回収量をそれぞれ表1及び表2に示す。回収重量は県庁で21.48kg、まるたけで43.54kgに達した。両拠点の合計は約65kgに上り、埼玉県内の市のごみ処理施設における約10万人分に相当する回収量をわずか2拠点で収集できたことから、当初の想定を大きく上回る高い回収効果が確認された。

また、まるたけに状況を伺ったところ、実証開始当初の1月中は店舗の普段の買い物客よりも、ごみ処分を目的として訪れた「リチウムイオン電池回収に関心の高い初期の利用者」の排出が目立つ印象であった。しかし、自治体広報や店頭掲示等の認知が広まるにつれ、2月10日からの1週間では普段店舗を利用する買い物客による排出が多く確認されるようになった。これは広報の展開に伴い、関心の高い初期層から日常の買い物動線上で利用する一般客へと、利用者層が拡大・定着していったプロセスの表れと考えられる。

(2) 安全性及びシステム運用性の検証

実証試験期間中、いずれの設置拠点においても火災等の重大事故は一切発生せず、安全に回収ボックスを運用することができた。温度及び重量データの常時モニタリングにより、遠隔から安心・安全な状態を確認できる実効性が示された。また、初めての利用者であっても投入操作に迷う様子は見られず、質問や苦情等が生じなかったことから、筐体の高いユーザビリティと社会受容性が確認された。

一方で、設置場所の通信環境によっては通信エラーが頻発する事例や、投入扉の開閉タイミングで検知処理を行う仕様上、物品を投入していない空動作時にも誤検知・データ記録してしまう現象が確認された。これらは今後の本格運用に向けた実用上の課題であり、通信インフラの安定化やセンシング動作アルゴリズムの改良が必要である。

(3) 回収精度と安全管理における課題

高い回収成果が得られた一方で、運用上の課題も明確となった。まず、乾電池等の回収対象外製品の混入が散見され、試験期間の経過とともにその割合が増加する

表1 ファミリーマート埼玉県庁店に設置した回収ボックスの回収重量

回収日	リチウムイオン電池	ニッケル水素電池	モバイルバッテリー	加熱式・電子式タバコ	対象品合計	対象外	総重量
	重量(kg)						
1月17日	0.00	0.05	0.59	0.00	0.64	0.06	0.70
1月24日	0.75	0.15	4.02	2.08	7.00	0.59	7.59
1月31日	0.07	0.78	3.93	0.76	5.54	1.76	7.30
2月14日	1.67	1.20	2.32	0.56	5.75	0.14	5.89
品目別合計	2.49	2.18	10.86	3.40	18.93	2.55	21.48

表2 まるたけ騎西店に設置した回収ボックスの回収重量

回収日	リチウムイオン電池	ニッケル水素電池	モバイルバッテリー	加熱式・電子式タバコ	対象品合計	対象外	総重量
	重量(kg)						
1月22日	1.22	1.30	8.26	0.59	11.37	0.47	11.84
1月29日	0.36	0.22	4.36	2.91	7.85	0.35	8.20
2月1日	0.80	0.00	1.61	1.19	3.60	0.89	4.49
2月8日	1.82	0.75	1.29	0.53	4.39	2.72	7.11
2月16日	2.71	2.75	2.35	0.66	8.47	3.43	11.90
品目別合計	6.91	5.02	17.87	5.88	35.68	7.86	43.54

※ 2月1日に確認された一度に大量の対象外物持ち込み(7.92kg)は、「対象外」数値から除外して集計している。

傾向が見られた。回収ボックス自体の認知度向上を図ると同時に、誤投入を防ぎ「回収物の純度（回収精度）」を高めるための分類・案内施策が必要である。

また、絶縁処理についても回収ボックスに絶縁用テープを用意したにもかかわらず、金属端子が露出したまま未処理で投入されるケースが多く見られた。住民アンケート調査においても絶縁処理の必要性を認識していない回答者が多数を占めたことから、安全な回収体制を定着させるためには、端子部の絶縁処理に関する継続的な啓発活動が必要であることが分かった。

5. まとめと今後の展望

本実証試験により、IoT技術を搭載したリチウムイオン電池回収ボックスを身近な生活拠点に設置することで、火災事故を防ぎつつリチウムイオン電池等の小型二次電池において一定の回収効果が得られることが確認された。また、自治体広報や店頭掲示等の周知により、リチウムイオン電池回収に関心の高い初期の利用者から日常の買い物動線上で利用する一般客へと利用者層が定着していくプロセスも明確となった。

さらに当社では、本実証で得られた成果を踏まえ、社会実装に向けた次のステップとして、令和7年度環境省実証事業（受託：株式会社三菱総合研究所）において、兵庫県神戸市及び茨城県守谷市の2自治体と連携し、ローソン4店舗での店頭回収実証へと展開した。24時間営業の拠点での本実証では、全体回収の約6割が休日・夜間の投入であった。24時間営業の店舗における実証によって、夜間や土日祝日の回収ニーズを捉えることができ、アンケート調査においても約9割の利用者が24時間回収の利便性を高く評価する結果が得られた^[1]。

当社は本取り組みを通じて、地域社会の安全なごみ処理体制の維持に寄与し、レアメタル等の資源循環と脱炭素化の推進に貢献していく所存である。

最後に、一連の実証試験の実施にあたり多大なご協力をいただいた関係各位に深く御礼申し上げます。

※「ファミリーマート」は株式会社ファミリーマートの登録商標。
※「ローソン」は株式会社ローソンの登録商標。
〈参考文献〉
[1] 環境省：「令和7年度リチウム蓄電池等適正処理対策検討業務 報告書」（受託：株式会社三菱総合研究所、2026年3月）