



限りある資源に、揺るぎない技術を。

日本磁力選鉱株式会社

NIPPON MAGNETIC DRESSING CO.,LTD.

2022/7/7

「廃電池仕分け作業の自動化システムの開発」 研究成果発表（3年間 2019.4～2022.3）

プロジェクトメンバー

- 研究代表機関
日本磁力選鉱株式会社
研究担当者
前田 博文、井形 広雄、田邊 康平
- 共同研究機関
公立大学法人 北九州市立大学
研究担当者
大矢 仁史

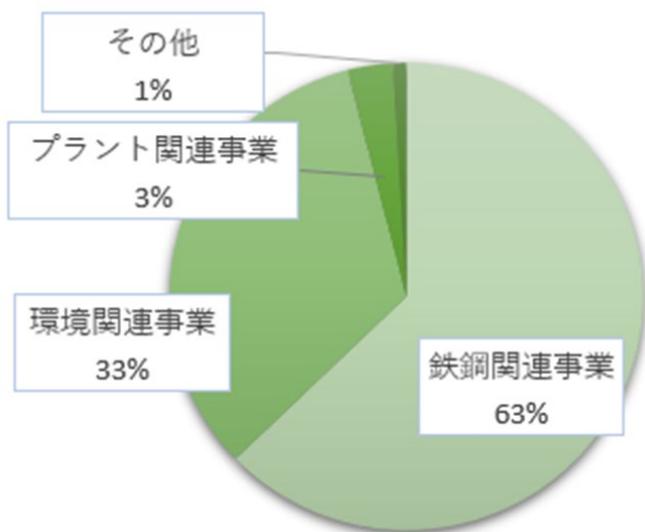
目次

1. 廃電池仕分自動化システムの開発の経緯
2. 廃電池仕分自動化システムの概要
3. 稼動状況の説明（動画）
4. 今後の対応

日本磁力選鉱株式会社のご紹介

商号	日本磁力選鉱株式会社
所在地(本社)	北九州市小倉北区馬借三丁目6番42号
設立	1949年(昭和24年)2月4日
売上高	158億996万円(2021年9月期)

〔売上割合〕



1-1. 廃電池仕分自動化システムの開発の背景

弊社ひびき工場

一般社団法人JBRC様の委託処理として、廃棄・回収された小型二次電池（充電式電池）の仕分作業と熱分解処理によるリサイクルを実施 ⇒ 「廃電池」

仕分作業における問題

様々な電池が混在して入荷

ラベル・形状から全て手作業により種類・用途を選別



種類 13種

- ① リチウムイオン電池
- ② ニッケル水素電池
- ③ ニカド電池

等

用途 19種

- ① 非常灯
- ② パソコン
- ③ 電動工具
- ④ ハンドクリーナー 等

課題①：反復的な単純作業であり、作業負荷が大きい

課題②：仕分作業には熟練が必要（作業時間の格差、誤認識等）

課題③：近年入荷量が増加しており、早急な対応が必要

目的

自動化することで仕分作業を効率化し、さらには正確性、生産性を高めて、近年の利用拡大に伴って大量廃棄が見込まれる廃電池の入荷量の増加に対応したい

1-2. 廃電池の紹介

廃電池の写真



種類、形状、大きさ、重さが様々 [長方形、円筒形、馬蹄形、突起あり]

最小サイズ : ヘッドホンステレオ 15 × 45 × 5mm 15g

最大サイズ : 自転車 80 × 100 × 250mm 1500g

⇒ 混在した廃電池を物理的に選別機器で仕分けることは困難

1-3. 研究開発から実機設備導入までのまとめ

福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究会、プロジェクト：3年間

研究会 1年目（2019.4～2020.3）

- ・実態把握 … 入荷割合 種類：5種【LIB(Co、Ni、Mn系)、Ni-MH、Ni-Cd】が99.8%
- ・選別技術の調査 … 市販の汎用機では適用できるものがない（形状、大きさ、重さが様々）
（機器、センサー） ⇒AI画像認識技術(東芝テック(株)様)で可能性あり ⇒独自開発を目指す

研究会 2年目（2020.4～2021.3）

- ・画像認識の実証①… PoC実証試験 種類5種 認識率：98.6%
用途さわり試験 用途8種 認識率：50～100%（上方画像のみ）
- ・設備構成の具体化… 自動化工程・機能の洗い出し、選別機構の選定、図面化 等

プロジェクト 3年目（2021.4～2022.3）

- ・画像認識の実証②… PoC実証試験 用途12種 認識率：97.5%（3方向画像）
- ・設備機能の洗練 … 実装AI画像認識プログラムの確立、データ入出力方法、排出機構の選定 等

実機設備導入

令和3年度 福岡県リサイクル施設整備費補助事業に採択 助成金：11,903,000円

2022年3月に廃電池仕分自動化システムの実機設備を導入

⇒ 2022年5月末までに、実操業模擬試験(未知電池サンプルの精度確認試験)、作業環境の構築を実施 ⇒ 2022年6月から事業化、実操業を開始

1-4. 実機設備の試行状況

(動画視聴)

・廃電池仕分自動化システム 試行状況



2-1. 廃電池仕分自動化システムの概要

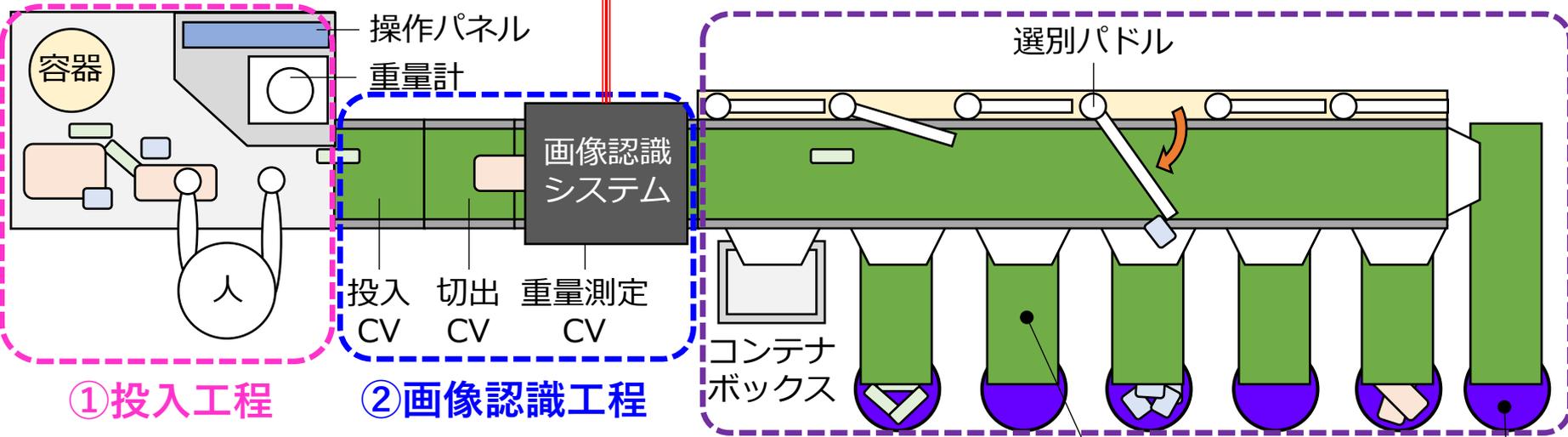
ひびき工場 仕分室内



管理PCで種類・用途・重量データを集計

7000mm

3000mm



処理対象物

二次電池廃棄物

- ・リチウムイオン電池 (Co,Ni,Mn系)
- ・ニッケル水素電池
- ・ニカド電池

対象寸法

最大寸法 : W130×H130×270mm

最小寸法 : W20 ×H5 × 40mm

重量範囲

10~3000g

画像認識による認識率

「種類」、「用途」とともに90%以上

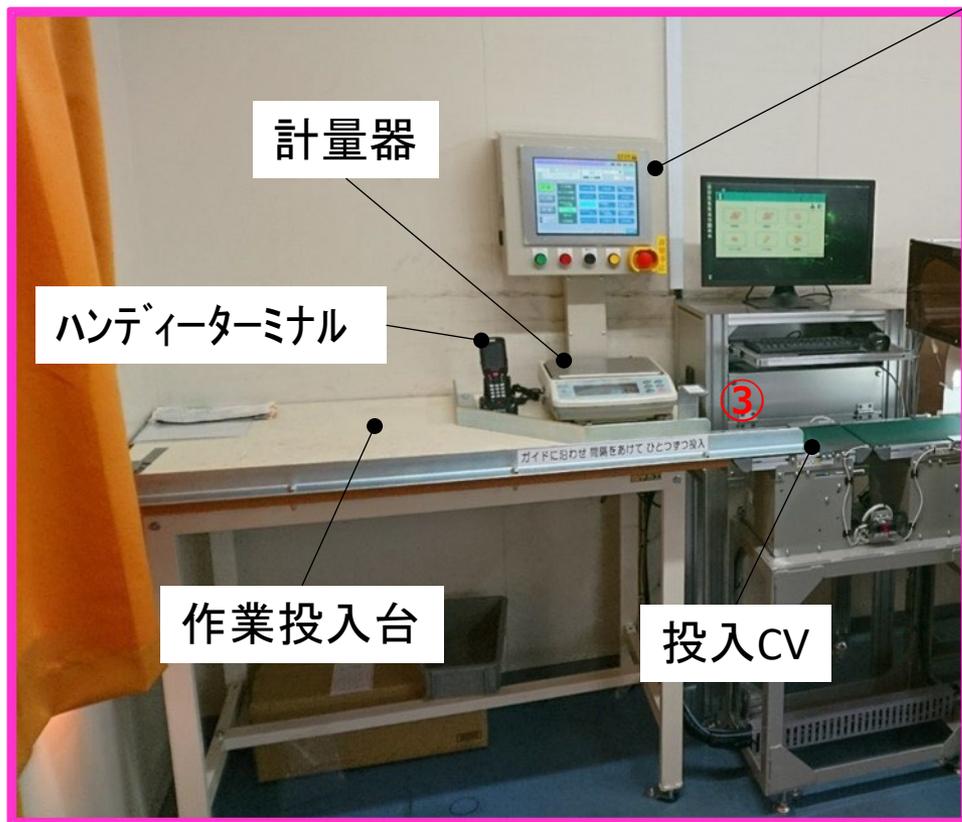
※メーカー保証値

搬送選別能力

2秒/個 (最大1800個/時)

※バッチ切替、リジェクト処理時間は含まない

2-2. 各工程の概要 ①投入工程



操作パネル(画面)



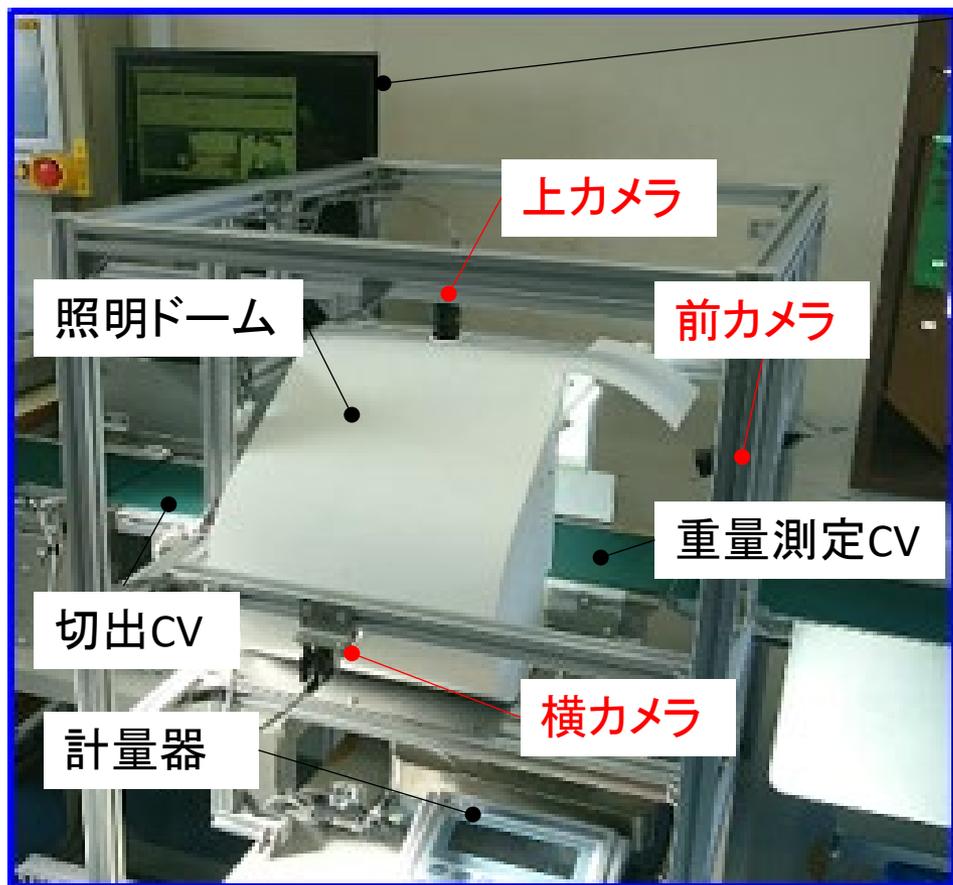
〔操作モード〕

- | | |
|-------------|--------------|
| 1) 自動モード | … 自動選別に対応 |
| 2) マニュアルモード | … 種類未判定品に対応 |
| 3) 計量モード | … 円筒型、大型等に対応 |

操作手順

- ① 受付番号を入力 (ハンディターミナル、又は手入力)
- ② 着荷姿を選択 (初期設定はパール缶)
- ③ 廃電池を投入CVに乗せる
(リサイクルマークを上面か横面に、間隔50mm以上)
- ④ 種別判定不可等の電池をマニュアル・計量モードに切り替えて重量を計量
- ⑤ 全ての電池の入力が完了したら
パッチ終了

2-3. 各工程の概要 ②画像認識工程



画像認識モニター(リアルタイム)



認識された種類、用途については、画像認識モニターに該当する項目と画像が瞬時に表示され、作業者が誤認識を確認することが可能

AI画像認識

切出CVが変速、停止により、電池を一つずつ重量測定CVに供給
重量測定CVを0.3秒間停止させ、その間に上・横・前の3方向からのカメラで
廃電池の画像を撮影するとともに、計量器で重量を測定
それぞれ独立したAI画像認識システムで、種類と用途を0.3秒以内に識別

2-4. 各工程の概要 ③仕分選別工程



選別動作

搬送CVと、選別パドル、排出CV、ドラム缶がそれぞれ6つ設置されており、投入CV、切出CV、重量測定CV、搬送CVに設置されている赤外線センサーで搬送物の間隔・位置を感知するとともに、画像認識工程から「廃電池の種類」の情報を元に、タイムラグ無く的確に選別パドルを連動させることで、目的とする排出CVに誘導することが可能

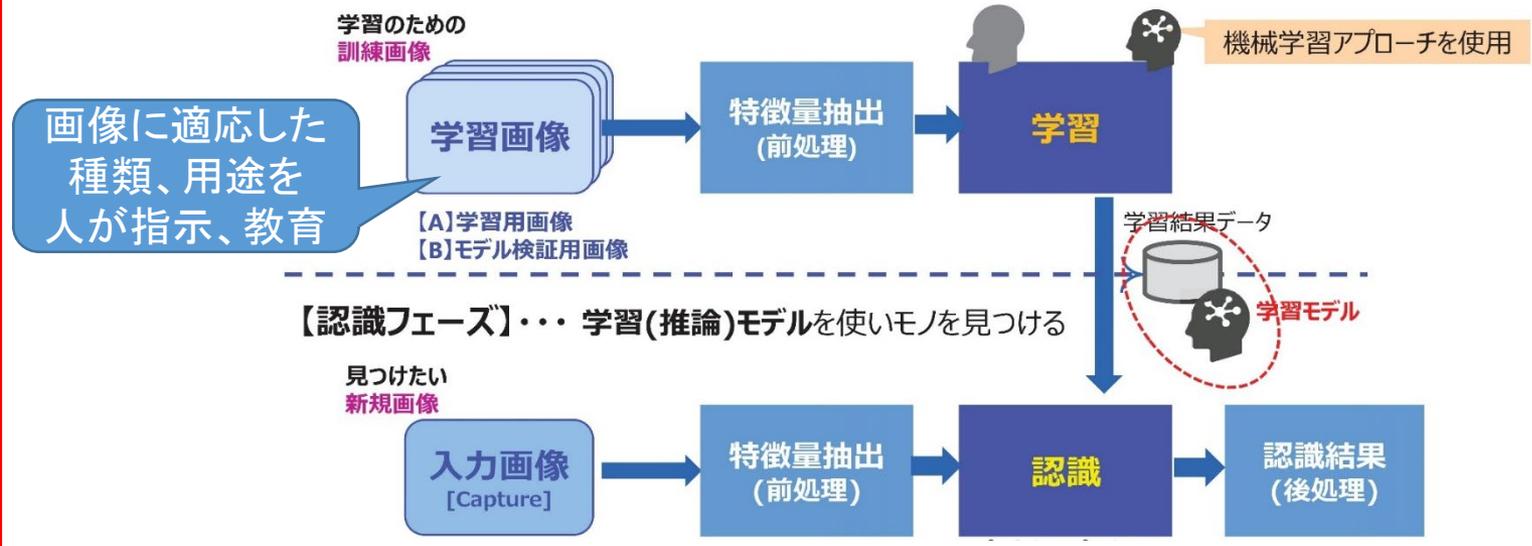
2-5. AI画像認識ソフトウェア

AI画像認識ソフトウェアの概要

- 提供 : 東芝テック株式会社
- ソフトウェア : 特定文字認識ソフト AI-Camera-OCRエンジン
- 認識方法 : ディープラーニング + 文字認識 (種類のみ)
- 画像処理 : CNN (畳み込みニューラルネットワーク)
- 特徴 : 認識速度が速い (PoC実証試験では、種類0.26秒、用途0.1秒)
多少の位置ずれ、表記ブレはAIで補正可能

学習方法

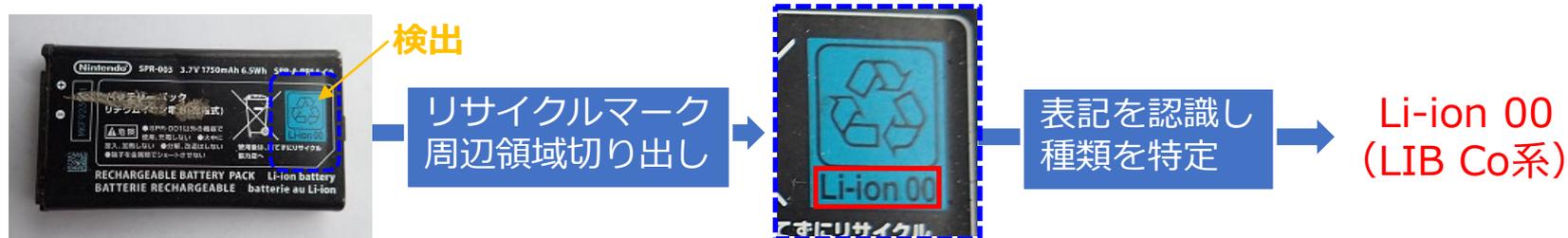
【学習フェーズ】・・・ 見つけたいモノをNNに繰り返し学習させ、「学習モデル(辞書)」として定着させる



2-6. AI画像認識 種類認識

AI種類認識 プログラム (アルゴリズム) の作成

文字情報が多いことから、種類表記がリサイクルマーク周辺に記載される点に着目し、**リサイクルマークを検出、切り出し、文字認識**するアルゴリズムを作成



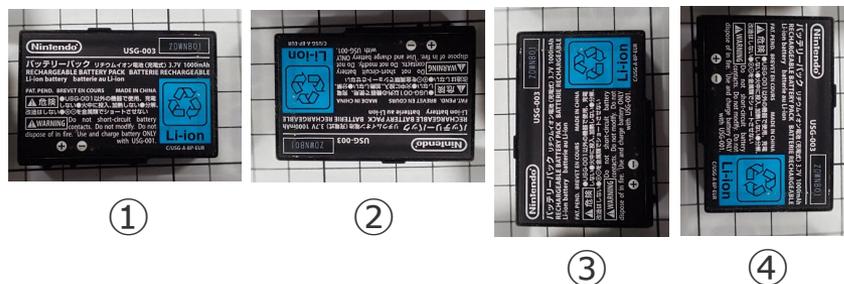
種類認識 学習モデル (パラメータ)

電池種類5種	種類表記6種
LIB (Co系)	Li-ion
	Li-ion 00
LIB (Mn系)	Li-ion 10
LIB (Ni系)	Li-ion 20
Ni-MH	Ni-MH
Ni-Cd	Ni-Cd

5種で入荷全体の99.8%をカバー

AI学習モデル

電池500個以上の表記画像をAIに学習させ、判定用のパラメータを作成

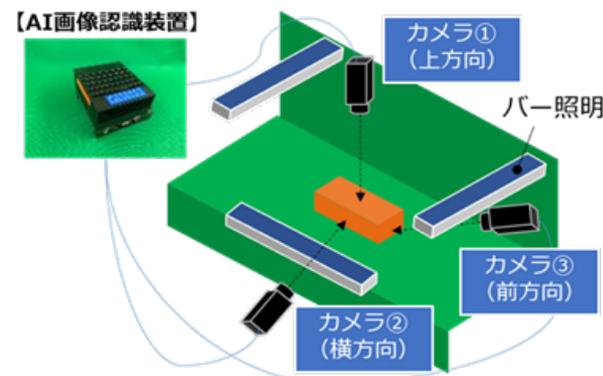
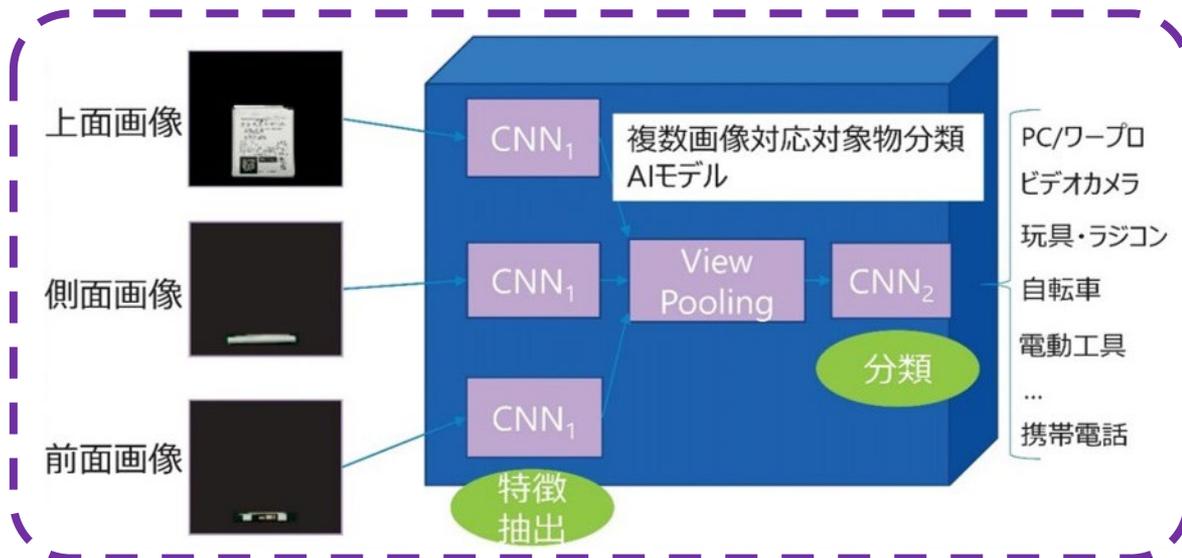


① ② ③ ④
反転画像にも対応

2-7. AI画像認識 用途認識

AI用途認識 プログラム (アルゴリズム) の作成

3カメラ(3画像)を用いて、形状、大きさ、色彩等の特徴を捉え、**複数画像に対応できる対象物分類AIモデル**のアルゴリズムを作成



用途認識 学習モデル (パラメータ)

<用途12種>

- | | |
|--------------|----------------|
| ① 非常灯・誘導灯 | ⑦ コードレスホン |
| ② ビデオカメラ | ⑧ 無線機・トランシーバー |
| ③ ハンドクリーナー | ⑨ ポータブル蓄電装置 |
| ④ ヘッドフォンステレオ | ⑩ 電動工具 |
| ⑤ パソコン・ワープロ | ⑪ 玩具・模型 (ラジコン) |
| ⑥ 携帯電話 | ⑫ 自転車 |

AI学習モデル

電池500個以上の上面画像、側面画像、全面画像の3方向からの画像をAIに学習させ、判定用のパラメータを作成

※ 他の7用途については、搬入量が少ない(全体の0.3%)、大型のもの等で除外

3-1. 稼働状況の説明

(動画視聴)

・実操業の状況(自動モード)



3-2. 稼動状況の説明

(動画視聴)

- ・実操業の状況(マニュアルモード、計量モード)



3-3. 実操業模擬試験 結果

試験方法

対象電池 : 未知電池サンプル 一般廃棄物 ペール缶48缶 : 投入電池 3,071個
使用機器 : 廃電池仕分自動化システム実機
運転モード : 自動モード

試験結果

認識精度 結果

総個数 : 3,071個

種類精度 : **93.7%**

用途精度 : **95.2%**

重量誤差 : 1%未満

種類認識判定失敗のほとんどは、判定不能の電池（未判定で再入力する電池）であり、種類を誤認識した電池は2個のみ
(Ni-CdをNi-MH、LIB10をLIB20と判定)

誤認識率 : 0.06%

AI種類認識精度 : 99.94%

1ペール缶あたりの処理時間 (サンプル数 3缶)

平均時間 : 6分29秒

⇒1シフト(7時間)あたり65缶検収できる試算
おおよそ熟練作業員2名分の処理量が期待できる

認識精度は、種類93.7%、用途95.2%

しかしながら、種類の誤認識率は0.06%、AI種類認識精度は99.94%

4-1. 今後の対応

廃電池仕分自動化システムの運用スケジュール

2022年6月 1日 9:00～ 試行運用 開始

2022年6月28日 9:00～ 本格稼働 開始

実運用における選別精度の担保

(1) 選別精度の向上

実操業において確認された誤認識、未判定になった廃電池については、電池画像を登録、データ保存しておき、定期的な（3カ月に1回程度）AIの追加学習によって、更なる選別精度の向上を目指していきます

(2) 新たな電池（種類、用途）への対応

電池の流通の変遷への対応については、適宜、新たな廃電池の種類、用途として、AIに追加学習を施していきます

今後の展開

今回、開発したAI画像認識技術、ノウハウ等については、DX化、省人化に向けてリサイクル業界を始めとして、異業種にも展開していく

4-2. 記者会見の様子

ブリーフィング（記者会見） 2022年6月24日 15:00～



福岡県庁 8階 会見室

2022年6月28日付
日本経済新聞(朝刊)

福岡県、充電電池の廃棄増に備え 種類別にAIで仕分け

福岡県は県リサイクル総合研究事業化センターが支援し、リサイクル業の日本磁力選鉱（北九州市）と北九州市立大学が廃棄された小型の充電式

福岡県は県リサイクル電池（充電電池）を人工知能（AI）で電池の種類別、スマートフォンなど使用用途別に仕分けをするシステムを作ったと発表した。廃棄量の増加が見込まれる充電電池の処理効率化につなげる。

県によると、こうしたシステムは全国初だという。北九州市にある日本磁力選鉱の工場で28日に稼働する。ベルトコンベヤー上を流れる充電電池を、3方向からカメラで撮影。AIは学習した電池の形や種類を記したラベルをもとに、指定したドラム缶に自動で振り分ける。

従来はリサイクル業者が手作業で仕分けしていたが、より効率的に仕分けられるようになるという。

小型の充電電池にはニッケルやコバルトなどの希少金属が使われており、メーカーなどにリサイクルが義務づけられている。経済産業省によると充電電池の市場は2035年には20年の2・4倍に拡大するとされ、廃棄される電池の効率的な処理方法が課題となっている。

来場マスコミ
西日本新聞
読売新聞
日本経済新聞
日刊工業新聞

4-3. 現地取材の様子

現地取材

2022年6月28日、29日 10:00~



ひびき工場 仕分室

来場マスコミ

日本経済新聞
産業新聞

日刊工業新聞
テレビ西日本(TNC)



TV放映 6/29(水) 15:45~
TNC 報道ワイド 記者のチカラ

ご清聴、感謝致します

共同研究者の北九州市立大学 大矢教授、リ総研、関係者の皆様
情報提供、マッチング等のご支援、ご協力に御礼を申し上げます。



限りある資源に、揺るぎない技術を。

日本磁力選鉱株式会社
NIPPON MAGNETIC DRESSING CO.,LTD.

【参考資料】 自動モード AI認識対象外電池の対応

自動モード 種別 認識判定失敗

種別認識失敗品

⇒再度、マニュアルモードで情報を入力後、コンベアで搬送

例)

リサイクルマークが小さい



規定外の表示



不鮮明 (彫文字)



不安定 (転がり)



その他、リサイクルマークがないもの、汚れや擦れ、ビニールテープで隠れている等

種別 9種 (その他含む)

乾電池、ボタン電池、リチウム一次電池 他 ⇒計量モードで情報を入力後、別管理

用途 7種

- | | | |
|------------|---|--|
| ① 火災報知器 | } | ・ 入荷量が少ない (全体の0.3%以下)
・ 他の用途より大型 (重量物)
・ 特定の業者からまとまって入荷することが多い
⇒計量モードで入力後、直接ドラム缶に投入 |
| ② 非常放送設備 | | |
| ③ エレベーター電源 | | |
| ④ 防災装置 | | |
| ⑤ バラ売り電池 | } | ・ 数が多く転がるため、画像認識には不向き
⇒取りまとめて計量モードで入力後、直接ドラム缶に投入 |
| ⑥ 転送分 | | |
| ⑦ 回収対象外 | | |
- ⇒計量モードで入力後、返却等の対応のため、別管理