

Vision-Language-Action制御
次世代の“自律型ロボット”を創る



静脈産業における『高度選別』の革新的 コア技術となる生成AI（LMM、VLA）

2025年9月19日

株式会社イーアイアイ
常務執行役員 小林 均
技術士（衛生工学部門）

早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員

小林 均 (こばきん) / 1964年3月9日生まれ(61歳)(昭和39年3月9日)

株式会社イーアイアイ 常務執行役員

技術士 (衛生工学部門/廃棄物管理計画) 、早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員

- 経歴

1989年 (平成元年) 東北大学工学部卒～36か年環境事業一筋

- 職歴 (移籍4回)

① 環境コンサルタント (22年)

株式会社エックス都市研究所 (環境エンジニアリング部長)

② 中国大連 (事業開発会社) (4年)

大連東達集団/大連国家生態工業モデル園有限公司
(副総経理/総裁弁公室副主任)

③ 金属リサイクル事業 (事業会社) (6年)

株式会社リーテム
(サスティナビリティ・ソリューション部兼プラスチック事業開発部副部長)

④ 【出向】CFRPリサイクル・コンパウンド事業 (製造会社) (内1.5年)

株式会社富士加飾 (企画部長)

⑤ AI・ロボティクス開発・事業 (AI・ロボティクス) (4年) 現在

- 外部対応

✓ 産業廃棄物処理事業振興財団 経営戦略セミナー/AI・IoT
アドバイザー



写真
(自社会議室にて)

(株)イーアイアイの会社概要



Mission	AI技術で未来を拓き、環境と社会課題に確かな解決策を生み出す
Bussiness	AI/IoT、ロボティクス等の先端技術（ディープテック）を用いて、環境・エネルギー分野におけるリアルな課題を解決するシステムソリューションの企画、設計、開発を行うディープテック企業。

会社名	株式会社イーアイアイ
創業	2018年12月28日
事業内容	<ul style="list-style-type: none">・次世代AIロボット開発事業・生成AI/LMM（大規模マルチモーダルモデル）開発事業・廃棄物処理業のDX化事業・環境・エネルギー分野におけるAI・IoTソリューション事業・上記の関連事業
URL	https://eii-net.co.jp
所在地	〒101-0054 東京都千代田区神田錦町1-23 宗保第2ビル4F、1F（研究開発室）
役員	代表取締役社長 胡 浩 常務執行役員 小林 均
従業員数	13名
資本金	9,500,000円
資本構成	胡 浩 100%
取得認証	<ul style="list-style-type: none">・情報セキュリティマネジメントシステム・ISMS国際規格「ISO/IEC 27001:2013 & JIS Q 27001:2014」  



環境×DeepTech=変革

- AI/IoT、ロボティクス、ビッグデータ等の先端技術を用いて、環境・エネルギー分野における現場のリアルなニーズを解決する。
→ [AIソリューションの企画、設計、開発。](#)
- 産業、都市生活における新しいビジネスモデルや、ビジネスプロセス、さらには業界構造などの刷新を目指す。
→ [環境DX化の推進](#)

技術開発の検討テーマ

CE

- 完成予想図（イメージや写真等を添付）

①
社会
課題

（現状の課題）危険作業が伴う、既存で対応できない、廃棄物の高度な選別は手選別に依存 ⇔ 過酷な作業環境・人手不足+AIロボットの進化
(CE実現に当たっての課題) 増加し続ける廃棄物の多様性への対応・徹底した異物除去の実現

いわき市
リサイクル
プラザ@
クリンピーの
ま



AIロボット進化系・汎用型
フィジカルAI高度作業ロボット

②
開発
内容

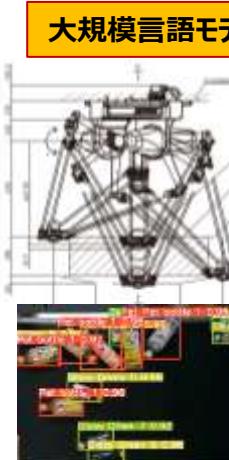
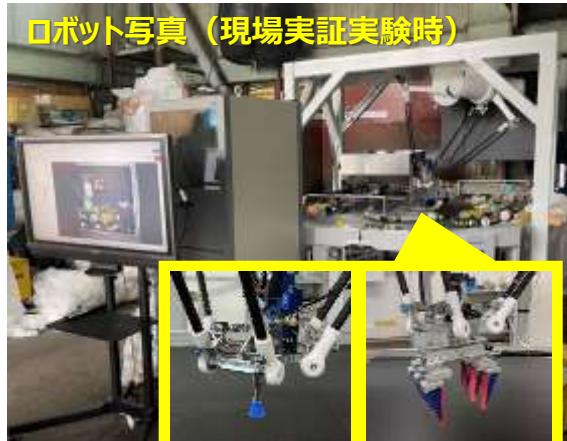
大規模マルチモーダルモデルによる次世代AIリサイクルロボットの実用化と普及拡大

【製品①】リサイクルロボット
AI (DL) + ロボット (産業用パラレルリンク)

【製品②】高度作業ロボット
AI (LMM) + ロボット (協働型・ヒト型)

AI統合（深層学習 + LMM）

フィジカルAI



2026には実用化達成

2027にはプロトタイプの完成、2029実用化予定

③
社会
実装

革新的なコア技術

廃棄物処理業界

人を単純作業から解放
創造性ある仕事へシフト

Ex. 積層内から対象物の取り出し
Ex. リチウムイオン電池等多品目対象
Ex. ラベルやキャップ外し

最先端の生成AI・ロボット技術 (VLA)

特許 2 件取得済

- ・自動学習アルゴリズム
- ・AI 2 段階認識技術



人の動きを再現

- LMMが、「頭脳」（推論・生成）となり、VLAとの連携、つまり「頭脳」+「身体」（ロボットインターフェイス・制御系）で、自律的な動きができるようになる。
- VLAのしくみは、「動作指示」⇒「動作計画」⇒「行動シーケンス形成」⇒「マニピュレーションポリシーの呼び出し・行動」となる。

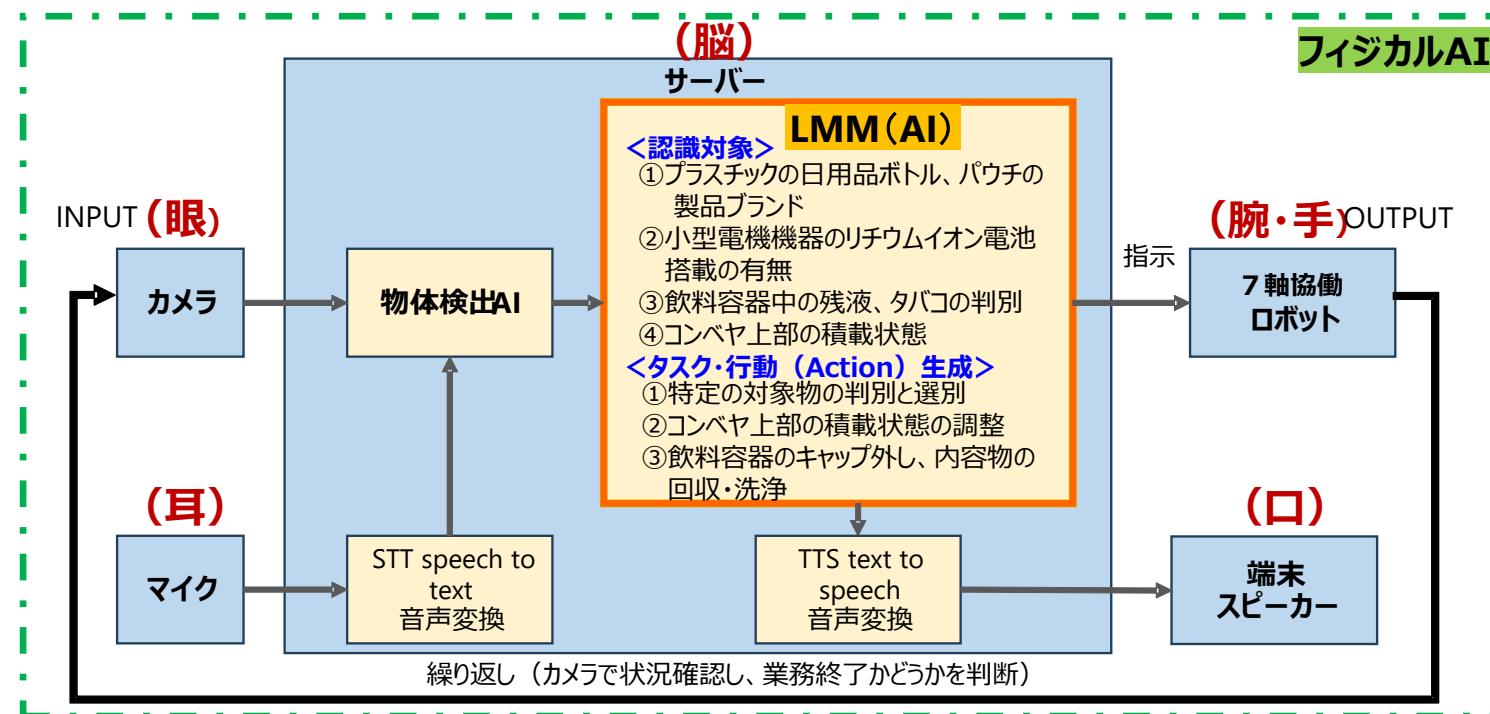
● AI : LMM (Large MultiModal Model) / 大規模マルチモーダルモデル

：テキスト、画像、音声、動画、センサー情報を統合して処理。大規模ニューラルネットワーク（Transformer系）
【リアルタイムの環境理解やロボット制御など、より複雑なタスクに対応でき、高度な画像認識に活用】

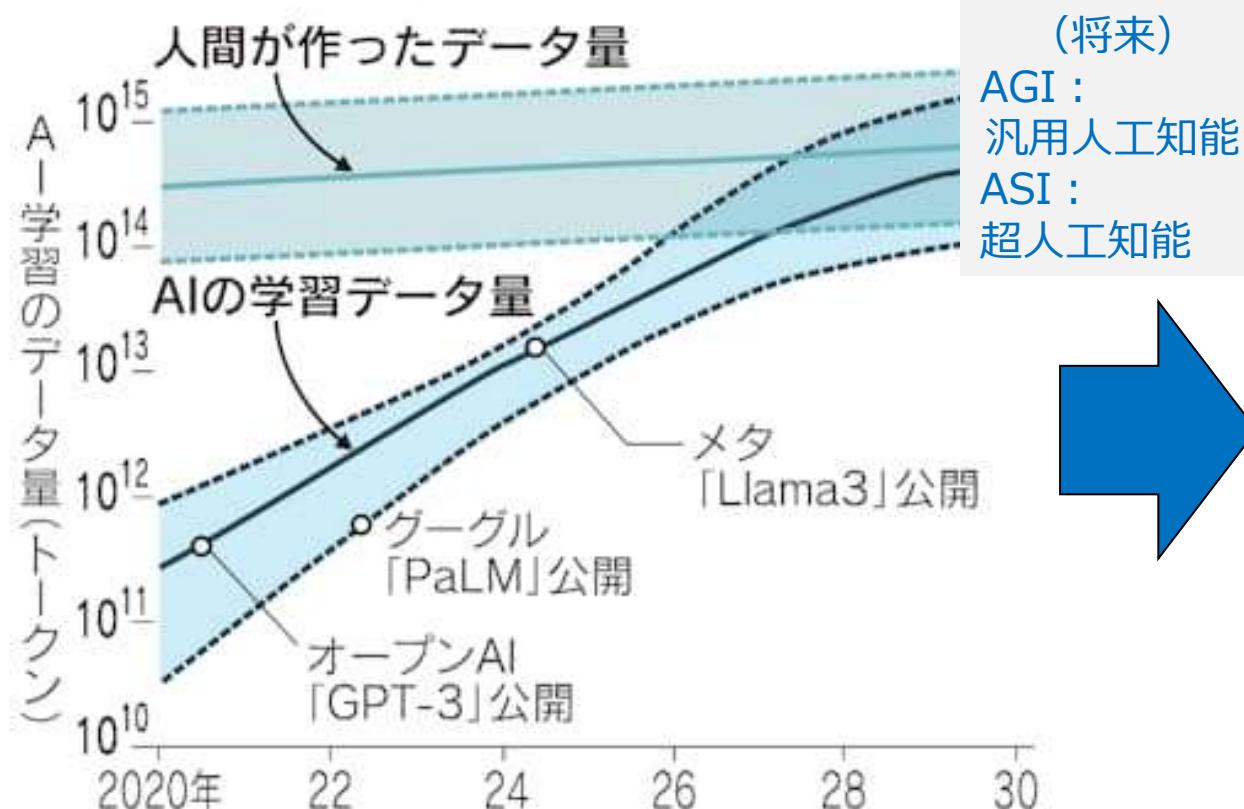
● フィジカルAI : VLA (Vision Language Action) 制御/視覚言語行動制御モデル

：視覚認識+言語理解+動作を統合し、人間の“意図”を理解して動くAIシステム。

【タスクの実行において、現場環境を踏まえて自律的な行動（アクション）ができる。ヒト型ロボットの要素技術】



やがてAIはあらゆるデータを学習し終える



米エポックAIなどが24年に推計。データ量に幅があるのは推計値の上限と下限を示す

(注) メタ Llama3.2 params90B

- ①データ数 15兆トークン、1億枚（画像）
- ②パラメータ 900億（Yolov8x 6800万の1500倍）

フィジカル（物理的）AI

- ◆ VLA：画像認識+言語理解+ロボット制御の統合モデル
(2020年から本格研究開始)
⇒LLMはデジタル上のみで動作
- ◆ VLAモデルはヒト型ロボットに搭載され、将来、私たちの生活の一部になる。
- ◆ ヒト型ロボの導入は今後1年半で加速
- ◆ テスラ：Optimus、1台2万ドル以下、年間数百万台の生産見通し（数年後）
- ◆ 2050年ヒト型ロボットは、100億台使用されるとの予測あり。



テスラ社：Optimus

LMMを活用した対象品目別のデータセット構築

EII

LMM（大規模マルチモーダルモデル）を活用した汎用型AI画像認識システムの開発

対象品目



(目的) 業界特化型のアプリケーションをつくり、活用すること

- LMMの活用で、何をどのように認識できるのか（対象物、現場）。
- ロボットシステムと連携するには、何が必要となるのか。

AI
画像
認識



現場データ収集システム



物体検出AIモデル



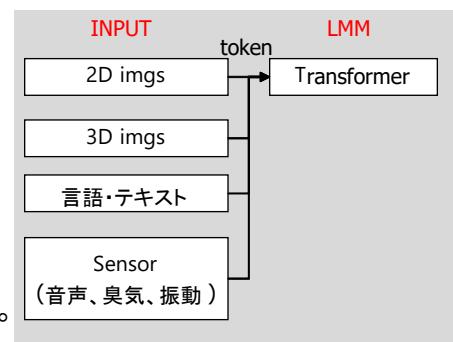
入力画像

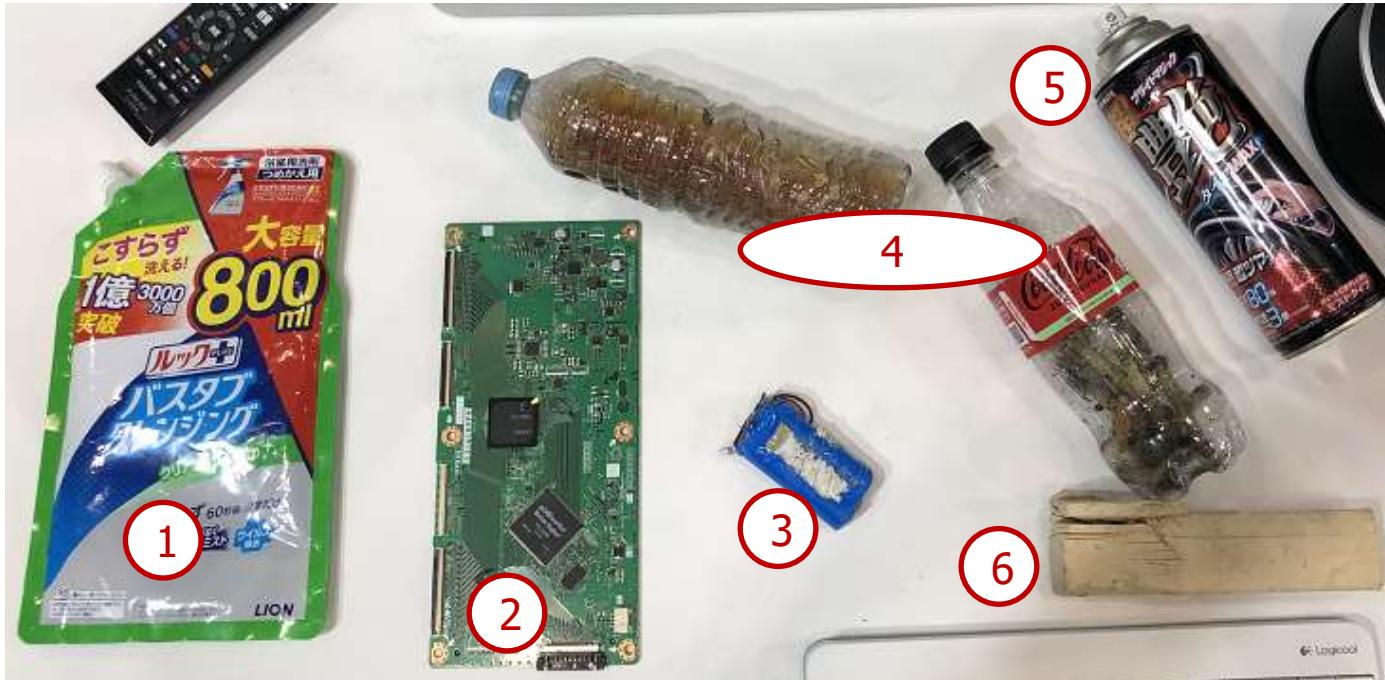
品目	数量	分別種類	備考
ペットボトル	1	資源ごみ	PET
マウス	1	不燃ごみ	小型家電
電卓	1	不燃ごみ	小型家電

アプリ出力のイメージ

インフラ: H100 GPU × 8枚

- ①データセット作成、
 - ②トレーニング、
 - ③評価、
 - ④推論、
 - ⑤テスト、
 - ⑥デプロイ
- の開発ルーチンを効率的に実施。





4Kカメラで見ている画面

「何を判別したか」 → 「どのようなことができるようになるか」

- ① **パウチ、日用品ボトル**（製造メーカー含む）判別→積層部接着剤が特定溶液で溶け、表（PA）、裏（PE）プラを再利用
- ② **電子基板**（チップメーカー、チップ数）判別→金銀パラジウムの含有量による品位（付加価値）判定
- ③ **LiB**（破損有無含む）、**LiB含有製品**判別→データセット構築により、LiB関連の選別回収の可能性
- ④ **飲料容器**（タバコ入り、残液）判別→ロボットの24時間稼働時に、内容物入りPETを選別除去可能
- ⑤ **スプレー缶**判別→磁選前後で、スプレー缶の選別除去可能
- ⑥ **建設木くず**判別（「建設廃棄物リサイクル施設」のプロンプトによる）→不定形の廃材（製品ではないもの）を対象に、判別し、選別除去可能

【LMMができること】

- 人の目で見えるものは、認識できる。
- 製品等の既知情報との紐づけが、人以上に安定してできる。
- フайнチューニングを通じて、意図に合った認識設計ができる。

事例1：LMMを活用した画像認識対象及び精度向上

CEII

①飲料容器（8分別）を自動選別

- PETボトル（3種類：ラベル有、ラベル無、把手付き）
 - 缶（2種類：飲料缶、スプレー缶）
 - ガラスびん（3種類：3色選別/茶、白、ミックス）
- ※ロボットタイプ（2種類：パラレルリンク式、アーム式）

②AI認識精度95%（実用化目標）

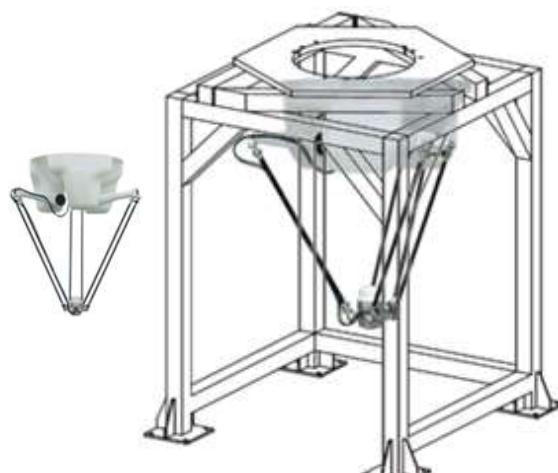
「深層学習AIモデル（Yolo8x）」+「LMM活用」

LMM：大規模マルチモーダルモデル（Large Multimodal Model）

※深層学習→汚れ、つぶれ、異物付着、境界領域で認識精度低い。

※LMM【確信度引上げ：95～99%】→精度向上（パラメータ、トークン大量）、柔軟性・説明可能性・拡張性大

定型容器で、コンベヤ積層も少ないため、ロボット対応が容易。

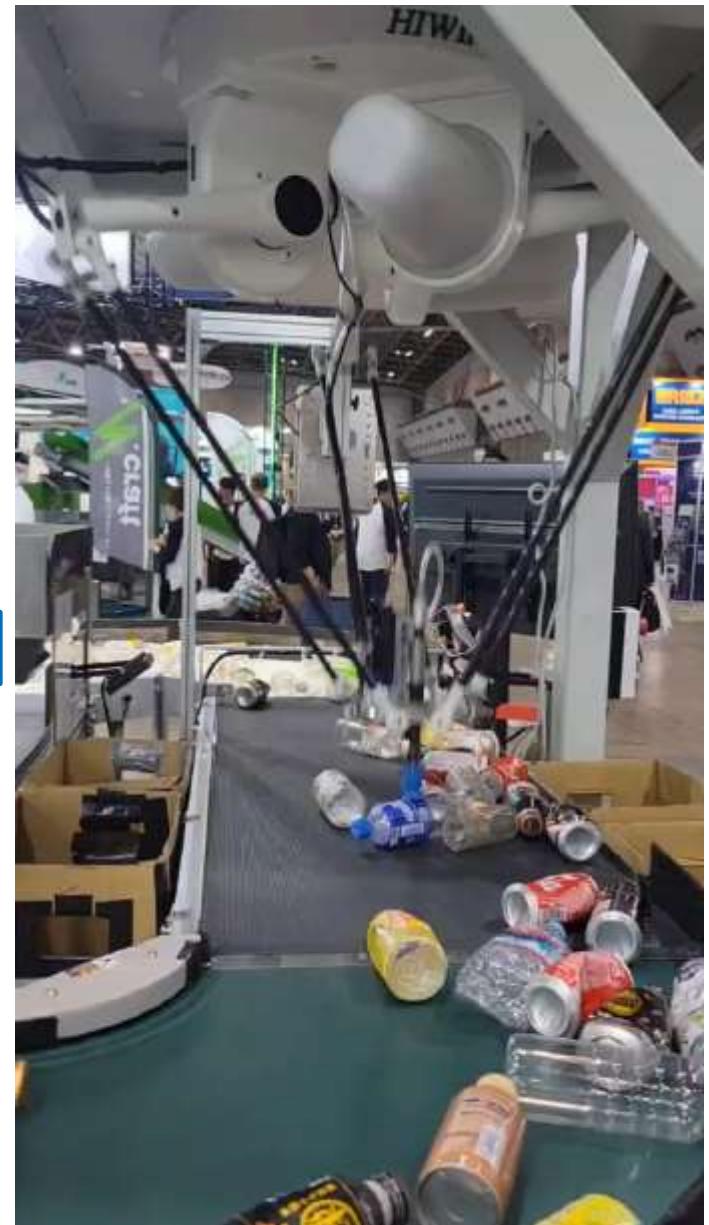


パラレルリンク式
(稼働直径：1300mm)



※片袖、両袖設置ok
※可動高さ1m以内ok

アーム式
(稼働直径：800mm)



LMMを活用することで、飲料容器（8分別）に加えて、下記の多様なニーズへの拡張もできる。

「混合収集」されても、精度の高い選別ができる。=コスト縮減に結びつく。

⇒つまり、小規模自治体の【分別収集による収集コスト大、車両・運転手の確保困難】の解消に結びつく。



①飲料用以外のPET



②色付きPET



③化粧品びん等（耐熱ガラス）



④タバコ吸殻（異物）ありPETボトル



⑤残液ありPETボトル（対応可）

LMMを活用したデータセット構築プロセス



データセット構築は、データ収集、データクレンジング、ラベリング作業の自動化を通じて、効率化が図られている。

データ収集とアノテーションプロセスの自動化

〈データ収集〉

- Open Source DB
- WEB Crawling
- 現場データ収集
- AI自動生成

〈データクレンジング〉

- 欠損データ処理
- 重複データ除去
- データ形式の標準化
- 不要なデータ削除、など

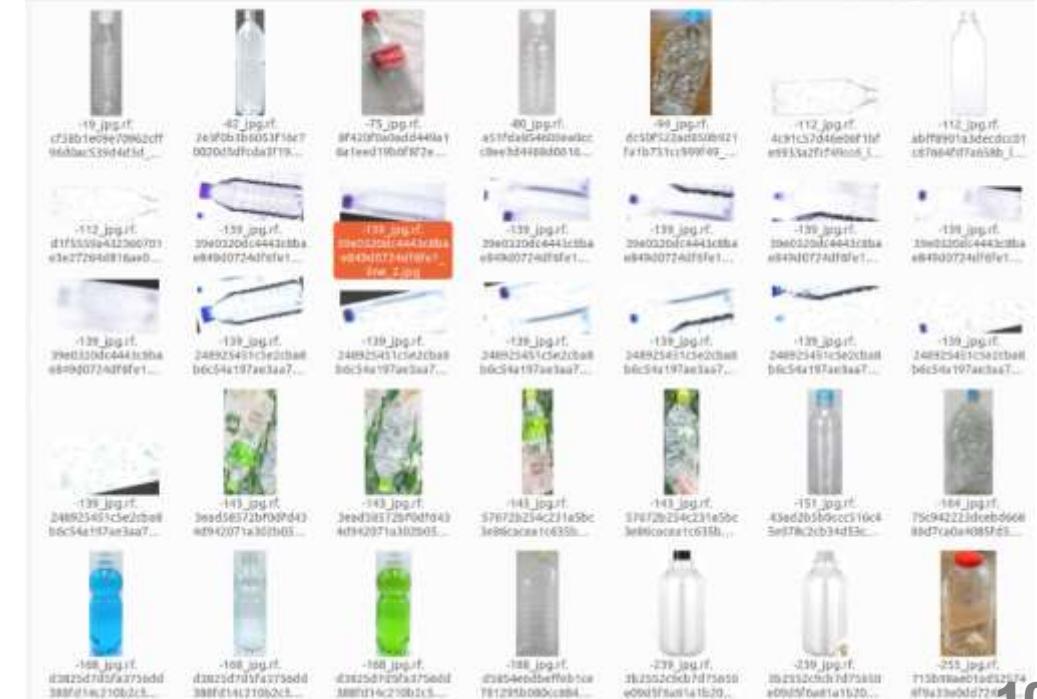
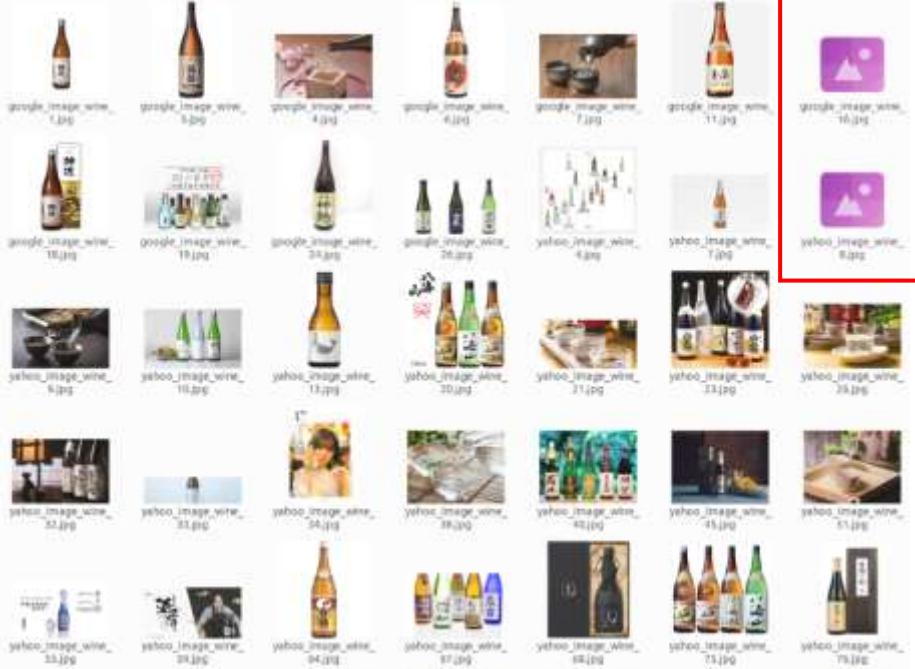
〈ラベリング〉

- GPT自動ラベリング
- 手動Check
- ラベル自動変換

〈AIモデルの選定〉

〈計算インフラの構築〉

欠損データ(例)



データセットの構築状況

ELI

現場データのさらなる収集強化を図ることで、実際に認識精度の高いロボットシステムの実装が可能となる。

データ収集方法

飲料容器のみ(8分類)

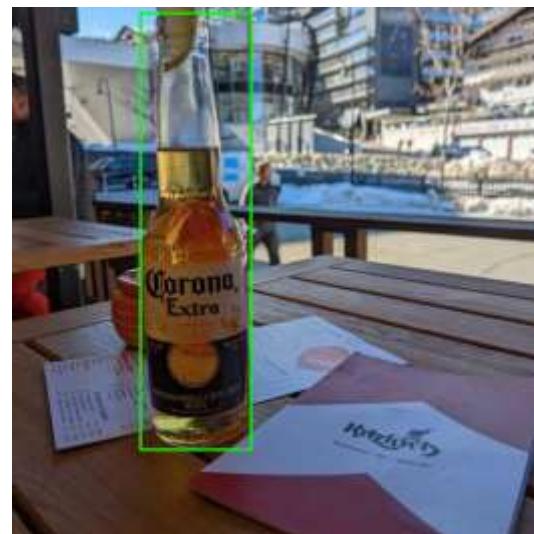
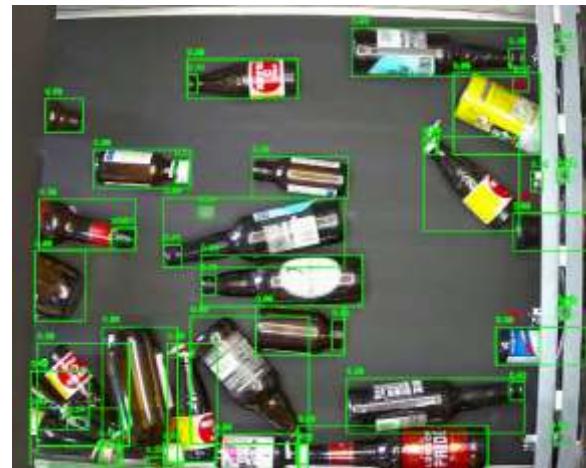
- Open Source DB : 10万枚
- WEB Crawling : 1万枚
※うち、クレンジング済み3万枚
- 現場データ収集 : 1万枚
- AI自動生成: 100枚 ※テスト作成中
- 合計 約12万枚 ※クレンジング済み3万枚

飲料容器以外(80分類)

- COCODB: 11万枚

データ合計

- 合計 23万枚 ※うち、有効データ15万枚



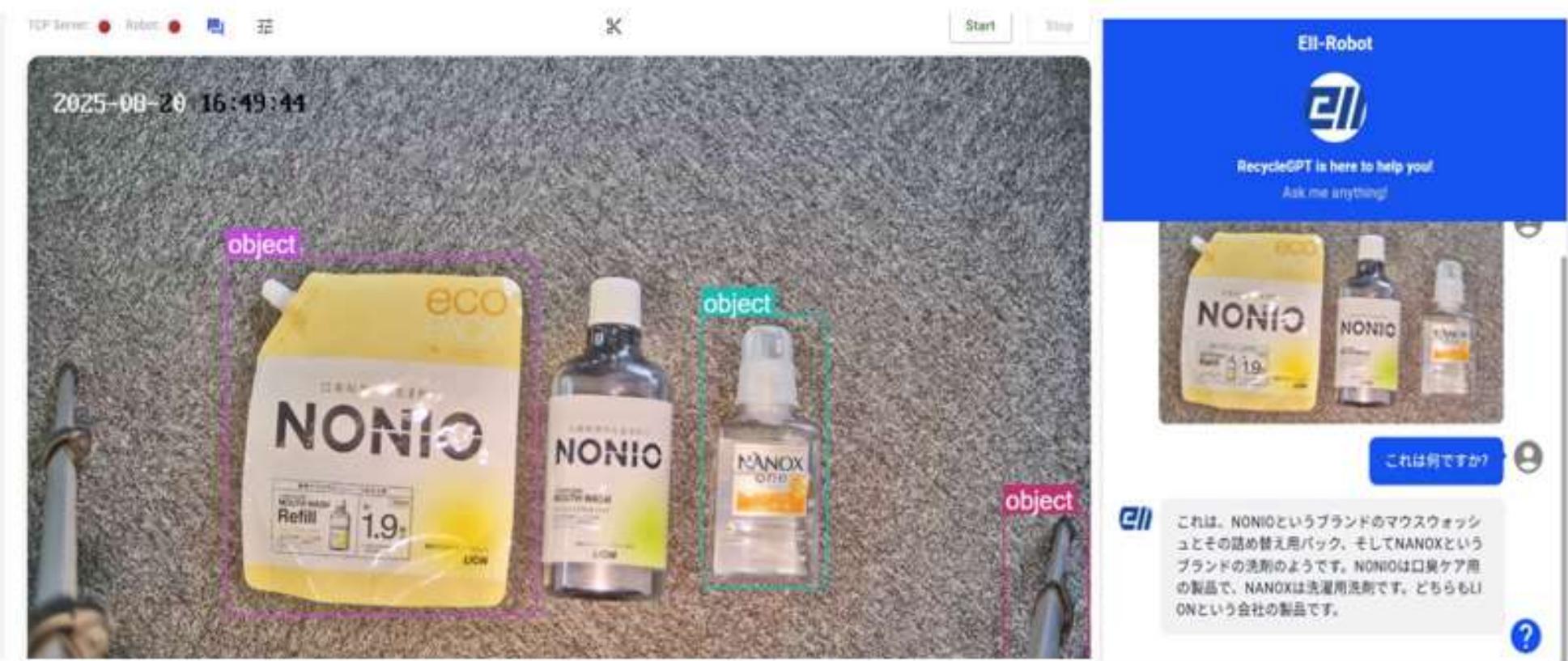
事例2:LMMを活用した日用品の判別



LMMを活用した見える化を通して、下記の対応ができる結果、容器包装プラスチックの水平リサイクル（サーキュラーエコノミー）が可能となる。

- ① 日用品ボトル、日用品パウチを製品ブランド別に選択的に回収することができる。
- ② 日用品ボトルの内容物（薬剤、漂白剤等）を踏まえて、回収しないことができる。

日用品ボトル、パウチ等は、飲料容器と併せて「資源物」として混合収集し、ロボット選別を行える可能性がある。



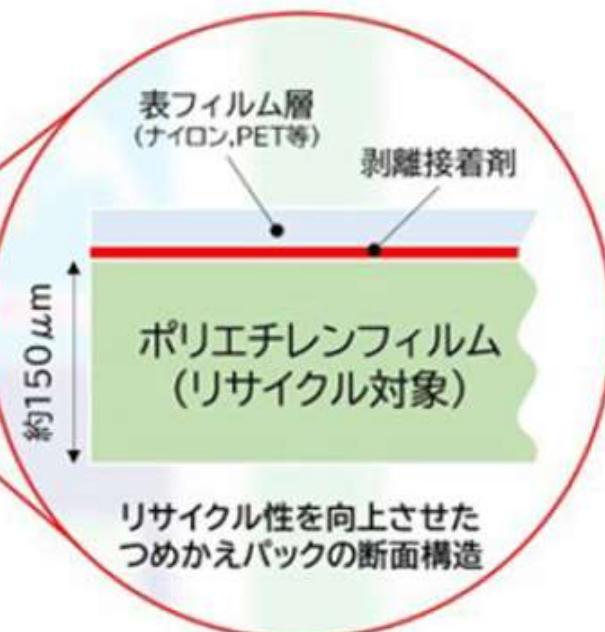
将来、「飲料容器」と一緒に、資源物として「混合収集」がなされても、選別回収ができることになる。

共通構造の容器ばかりを集めることができれば、(部分的な)水平リサイクルが可能になる

【日用品パウチ】表面-PA,PET等、裏面-PE (リサイクル対象)、剥離接着材-アルカリ溶液中に溶解



本技術を採用したつめかえパックには
黄色い印が付いています



出典: <https://www.lion.co.jp/ja/news/2024/4731>

プラスチックリサイクル促進に向けて

ライオン、リサイクル性を向上させたつめかえパックを初の製品化

事例3:LMMを活用した高品位電子基板の判別

EII

電子基板を対象に、LMMを活用し、チップの識別、正確な出力で品位判定を行う。
※深層学習（Yolo）、OCNでは、単純、小規模、不拡張のため実現できない。

（東京都DX推進事業）
※将来は、クラウドモデルを拡販

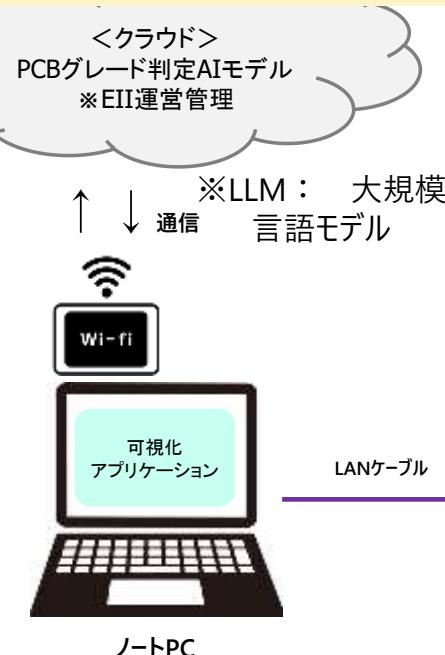
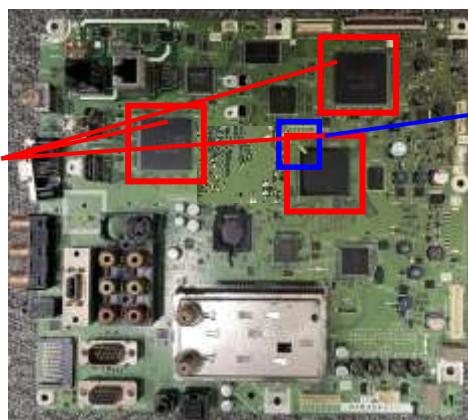


図2：電子基板のグレード判定装置の構成

Sharp 金足



STEP1
【LLM出力】

- ①チップメーカー
- ②チップ数（CPU）
- ③金足有無
- ④基板種類

STEP2
【グレード判定】

アルゴリズム

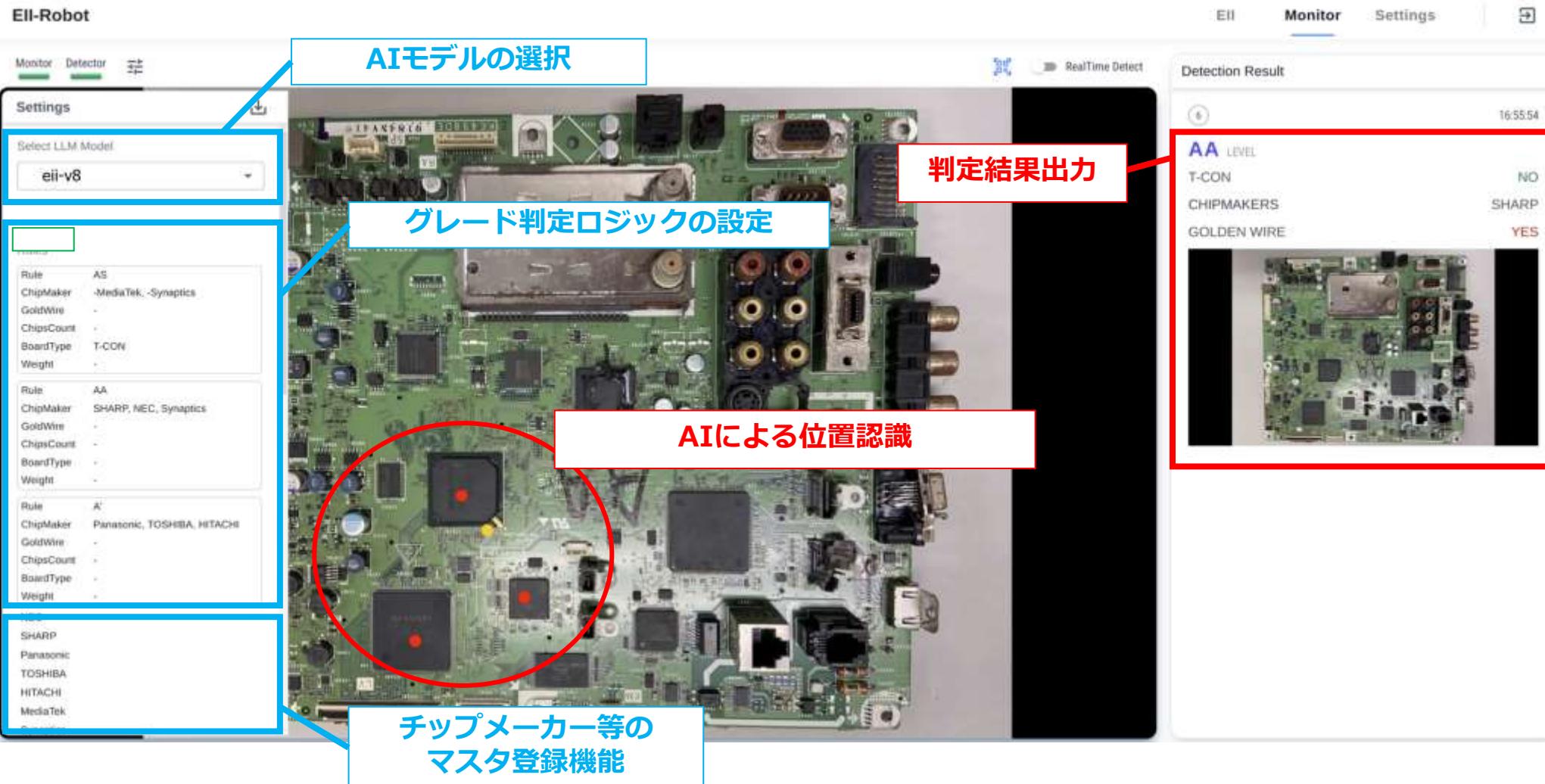
【品位判定結果】

AS、AA、A、B等を正確に判定

【データベース】活用

- ①リユース判定
(対象：PCチップ、PCXモリ)
- ②基板品位判定
チップ[°]（メーカー毎）
のAu、Ag、Pd含有量

電子基板のグレード自動判定システム構築(現時点のプロトタイプ)



The screenshot illustrates the EII-Robot software interface for the automatic PCB grade detection system. The interface is divided into several sections:

- AIモデルの選択 (AI Model Selection):** A dropdown menu under the "Settings" tab where "eii-v8" is selected.
- 判定結果出力 (Detection Result Output):** A red box highlighting the "Detection Result" panel on the right, which shows the detected components and their grades (AA, A, B, C, D) for T-CON, CHIPMAKERS, and GOLDEN WIRE.
- グレード判定ロジックの設定 (Grade Judgment Logic Setting):** A red box highlighting the logic configuration section in the central settings area.
- AIによる位置認識 (AI Position Recognition):** A red box highlighting the camera view of the PCB, where two specific components are circled with red circles and marked with red dots, indicating the AI's position recognition.
- チップメーカー等のマスタ登録機能 (Master Chip Manufacturer Registration Function):** A red box highlighting the master chip registration section in the central settings area.



チップの判別内容（例）

- チップメーカー名
- 金足（有無）

事例4:LMMを用いたリチウムイオン電池の判別と回収

EL

- 廃棄物中のLiB混入が課題（発火による火災）
⇒容器包装プラスチックリサイクル施設、飲料容器リサイクル施設、建設混合廃棄物処理施設、不燃ごみ等
- LiB（電池本体）及び、LiB搭載製品の判別⇒**LMMを用いたファインチューニング、データセット構築**



写真 廃棄物処理施設から手選別により回収したLiB、LiB搭載製品（例）

【LMMができること】

- 製品データを紐付ける
ファインチューニングで
判別する。

【得意なこと】

- LiBを見つけ出して、
判別すること。
- 判別したLiBの種類分
け、カウントすること。

(将来) 【LMMを用いたファインチューニング、データセット構築】+【フィジカルAI（VLA : Vision Language Action）を活用した自律的な作業】=革新的なコア技術となり、
⇒コンベヤ上のLiBを自動判別し、ロボットによる自律的な選別回収ができる可能性がある。



写真 ロボットへの会話指示で小型扇風機を選別回収（展示：NEW環境展）

【LMM+VLA 学習】

- LMM指示理解（ドメイン理解/タスク理解/スキル引き当て）
- 長期間、多条件での模倣学習+追加学習（動作、条件変化）で汎用化可能

※未知・変動、複数タスク・長い手順、あいまい、失敗・リカバリへの対応。

(方向性) 廃棄物処理施設における手選別作業を代替する革新的コア技術として、汎用型フィジカルAIを用いた高度選別・作業ロボットの研究開発

1. 再資源化事業の高度化ニーズを満たす革新的な選別コア技術システムが必要

AI活用による再資源化事業の高度化への期待は大きいが、従来のAI技術（深層学習）での解決は困難であり、より革新的なコア技術が求められている。

- ① 手選別の作業環境の改善：危険物混入（LiB等）に伴う危険リスク、感染リスク（アフターコロナ等）、3K（粉塵、寒暖差、作業姿勢等）
- ② CE推進に伴う高精度な選別：選別回収物の品質向上、ヒトの保有能力を超える多種多様な選別対象化（プラスチック、レアメタル等）を通じた経済安全保障への貢献、各種法規制対応
- ③ 選別作業の担い手不足：ヒトによる作業負担の軽減、ヒトを代替する技術システム（廃棄物特性：不定形・汚れ・重なり等）の重要性

2. 廃棄物分野にAI・ロボティクスの進化（VLM + VLA）を取り入れた事業革新が必要

特に、フィジカルAIは、実世界における知覚・判断・行動を統合する最先端の技術領域であり、その進化は日進月歩で加速している。廃棄物処理分野においても、積極的に適用研究を推進し、成果を社会実装へつなげていくことが求められている。

人手不足などの課題を背景に、上記に示す各種手選別の代替技術としてVLA（Vision-Language-Action Model）を活用したフィジカルAIを応用し、廃棄物処理に特化した汎用型高度作業ロボットを開発することで、革新的なコア技術の創出と業界イノベーションの実現が期待される。さらにCEの推進に向け、高度選別技術による新たなビジネス機会を大きく秘めている。

汎用型フィジカルAI高度作業ロボットへの期待

LMM+フィジカルAIは、CE推進や、法規制対応を踏まえて、「選別精度の向上」、「選別品質の向上」、「新たな商材化（データ活用）」が可能となる。

- ① ヒトによる作業の一部機能を代替（効率化）
- ② ヒトによる作業の全部代替
- ③ 大量情報を活用してヒトにはできない作業を構築

廃棄物処理現場における自動選別等のニーズ

領域	自動化・CE対応に向けた対応要望
飲料容器リサイクル	<p>ペットボトル内のタバコ、残液等の判別・除去</p> <p>ペットボトル（柄付き、色付き）、缶（スプレー缶）の判別・除去</p>
容器包装リサイクル（廃プラ）	メーカー開発の新パッケージ素材（「表層PA+溶ける接着剤+内層PE」）をブランド別に回収したい
家電リサイクル	ネジ回収・分解作業の自動化に取り組むが、表面汚れ、ネジ穴の不一致等で効率が低い。作業工程の見直しへの柔軟な対応が難しい
小型家電リサイクル	<p>LiB内蔵の小型家電の判別。</p> <ul style="list-style-type: none">・粗く解碎後、LiB、廃プラ（素材別）、金属（鉄、非鉄）を回収して、原料別にリサイクル
建設リサイクル	<p>積層を馴らして、中にあるモノを判別し回収。</p> <p>積層している下のモノを回収</p> <ul style="list-style-type: none">・LiB、金属（鉄、非鉄）、破碎できないもの等



【資源循環分野のフィジカルAI】

- 同分野は、力覚精度、動作精度、安全環境制御が柔軟で、利用ポテンシャルが高い。
⇒フィジカルAIのキラーコンテンツ

汎用型フィジカルAI高度作業ロボットへの期待

判別	ロボット作業
<ul style="list-style-type: none">・タバコ、残液の判別・PET（柄付き、色付き）、スプレー缶判別・写真で新ボトル登録	<ul style="list-style-type: none">・PETの蓋を開け、タバコ、残液を排除し、洗浄する
<ul style="list-style-type: none">・ブランド別に絵柄、文字を読み取り判別	<ul style="list-style-type: none">・積層状態を手で馴らして判別を容易化
<ul style="list-style-type: none">・機械学習に比べて学習量が豊富なため、自動化領域が拡大	<ul style="list-style-type: none">・汚れを自ら除去し、ネジの場所を判定し、自律して行動
<ul style="list-style-type: none">・LiB利用製品の登録・LiB判定を高精度で実施	<ul style="list-style-type: none">・積層中の対象物から、LiBだけを把持して除去する
<ul style="list-style-type: none">・積層状態を認識・積層した下にあるモノを認識（LiB等）	<ul style="list-style-type: none">・積層を馴らして、取り出す

ヒトとロボットの協働を前提に、ビジネスモデルの変革、効率的なフローの見直しが求められる。

本日は、ご清聴いただきありがとうございました。

資源循環分野における選別等の作業は、危険、汚い、比較的単純作業等、作業環境が悪い、立仕事であるなど、人がやりたがらない作業の代表テーマとなります。従来は、深層学習の限界から実用化のためのハードルが高い状況でしたが、今般、VLM（LMM）や、VLAの活用による実用化開発が進めば、ロボット代替のニーズが顕在化するものと考えられます。

他方、ロボットの使用側面からも、資源循環分野は、ロボット稼働に伴う安全確保（人が入らない、脚部は動かなくてもよい）に対するハードルが低く、作業精度（ロボットの力覚精度も柔軟かつ、mm単位精度は求められない）も柔軟である等、ロボットの利用先としての優位性があり、ロボット導入のキラーコンテンツであると確信しております。

弊社は、3現主義（現場、現物、現実）を基調に、引き続きVLM（LMM）や、VLA技術活用を足掛かりに、AIリサイクルロボットの開発に取組みます。また、製造、介護、廃炉等の事業分野への拡張を図る所存です。

（弊社の強み）

1) 事業の方向性を見極める判断力と高い技術力

2) 世界の技術的進化に対する即応力

今後、様々な開発ニーズを弊社と共有いただき、早期に具体的な連携をすすめていただけるよう、弊社研究開発室にてお待ち申し上げます。

（連絡先）

株式会社イーアイアイ 常務執行役員 小林 均

東京都千代田区神田錦町1-23 宗保第2ビル101（研究開発室）、401

電話 070-1354-0439

メール：kobayashi.hitoshi@eii-net.co.jp

会社HP：<https://eii-net.co.jp>