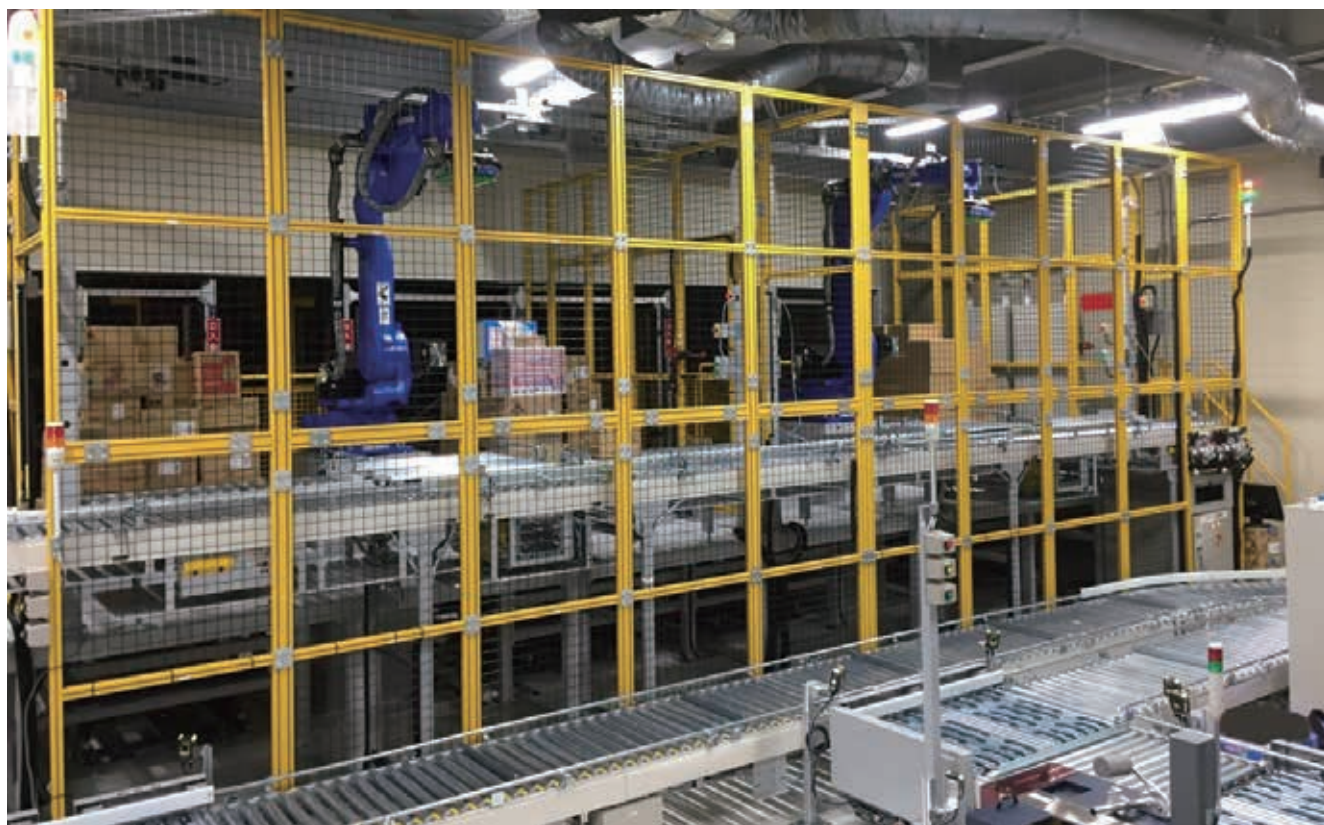


# つらい作業は AI ロボットにおまかせ

## AI（深層学習）活用によるロボットの高性能化で 物流作業の無人・省人化を促進する 「IHI デパレタイズシステム」

近年、物流業界では労働力の確保が重大な課題となっている。IHI は物流作業のなかでも、特に重労働とされる段ボールなどの荷卸し（デパレタイズ）作業を担うロボットシステムを開発し、販売を開始した。



稼働中の AADS ( IHI AI Auto Depalletizing System )

### 物流業界 労働力不足の現状

近年、わが国は少子高齢化による深刻な労働力不足に悩まされている。企業の 45.4% で正社員が不足、29.4% で非正規社員が不足しているという調査結果がある（「人手不足に対する企業の動向調査」、2017 年

7 月、帝国データバンク）。なかでも、2017 年 12 月に日銀が発表した「全国企業短期経済観測調査（短観）」の「雇用人員判断指数」において、物流業界は全業界ワースト 2 位の労働力不足であることが報告されている。

物流業務のなかでも、パレットに山積みされた段

ボールなどの荷卸し（デパレタイズ）作業は、腰痛などの労働災害につながる重労働である。そのため、労働力の確保が困難であり、たとえ採用できたとしても作業者の定着率が悪く、ロボット導入などによる無人化・省人化が急務となっている。

## デパレタイズシステムの開発

IHI および株式会社 IHI 物流産業システムは、このような要望に対応して、2017年6月から AI（特に深層学習）を搭載したデパレタイズシステム（AADS：IHI AI Auto Depalletizing System）を、アメリカのスタートアップ企業である Kinema Systems 社と共同で開発し、同年12月から販売を開始した。

すでに、多くのお客さまから引き合いをいただいております。ある案件では国内卸売業のお客さまの自動倉庫に採用され、春から本格的な稼働を開始した。

## AADS の概要

パレットからの荷卸し（デパレタイズ）の作業は、人がやると一見簡単そうな作業ではあるが、これをロボットで実現しようとする、特に段ボールの認識に

おいて完全な自動化が難しく、現在でも人手に頼っているケースがほとんどである。

AADS は、①パレット上部に設置された 3D/2D カメラで立体画像を撮像、②過去に学習した情報を基に段ボールのサイズと位置を AI によって認識し、③最適なロボットアームの経路およびスピードを重量に応じて決定、④ロボットアームの先端に取り付けられた真空グリップで吸着、周辺装置と衝突せず最短の経路に沿って搬送し、コンベア上に置く動作を行う。

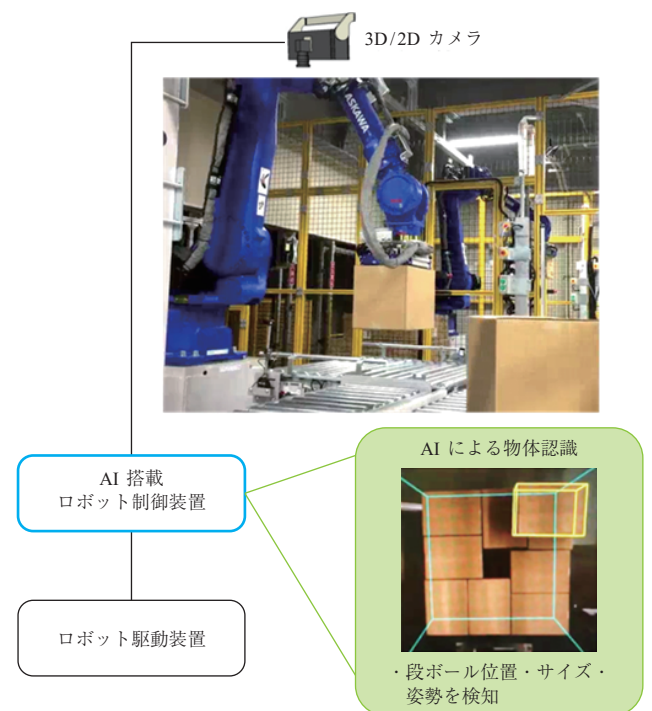
以下に、その特長を示す。

### (1) 事前データ登録が容易

AADS は、大きさや表面のデザインが異なる段ボールが混在するパレット（混載パレット）に対応することが最大の特長である。AI を搭載することにより、従来のデパレタイズシステムで必要であった段ボールの形状や画像の事前登録、ロボットへの教示作業などは不要で、段ボールの最大および最小サイズ（縦（W）、横（L）、高さ（H））および最大重量の情報だけでデパレタイズが可能になった。これまでの画像処理で段ボールを認識しようとすると、画像の事前登録が必要であり、その手間がお客さまには不評で、全体の荷物の 10% 程度しか



AADS ( IHI AI Auto Depalletizing System )



AADS の機能構成図



ロボットに任せられないというお客さまもあった。物体認識を AI に適用することによって、この手間を省くことができた。

単一種類の段ボールが積まれたパレット（単載パレット）の場合には、段ボールサイズと重量の情報を登録することにより、段ボールの認識精度が向上すると同時に、必要以上に高く段ボールを持ち上げるなどの余分な動きを避けられ、さらに高速な搬送が可能になる。

日本で扱われる段ボールの表面には、商品ごとに特有のデザインが印刷されていることが多く、このデザインが認識を困難にすることがある。例えば箱の上面の色や模様が左右でくっきり分かれているような場合、一つの段ボールであるにも関わらず、二つの段ボールと誤認しやすい。このような特殊なデザインであっても、追加の学習プロセスを行えば、デザインが多少異なっても段ボールを認識することができるようになる。また、学習プロセスでは照明の変化も考慮されており、照明によって見え方が変わることにも対応できている。

このように、物体認識に AI を用いることによって、事前登録の手間がなく、照明環境や多少のデザインの変化に柔軟に対応できるシステムを構築することができた。

## (2) デパレタイズ能力の向上

AADS のデパレタイズ能力は、1 時間に 450 個の段ボールをピッキングでき、処理能力 30% 向上（当社比）を実現している。



単載パレット



混載パレット

これは、AI の採用によるところが大きく、これまで認識のために 2 ~ 5 秒ロボットを待たせていた時間がほぼなくなり、ロボットは常に動き続けることができるようになった。

段ボールの把持には、多数の吸盤を備えた真空グリッパを用いている。本来ならば吸盤に加えて、揺れ止めのための保持機構を設けるところであるが、あえて保持機構の動作に掛かる時間を削り、搬送スピードを落とさないことを優先して、吸盤のみの把持機構を採用した。ただし、段ボール表面に段差やミシン目がある場合でも安定して把持するために、小型の吸盤を多数配置して、段差やミシン目の部分に当たった吸盤の吸着力の低下をほかの吸盤で補う構造とした。

また、段ボールの重量と吸盤の吸着力の関係から、安全、確実に搬送できる最適なロボットの搬送速度を自動算出する機能を実装した。これによって、軽いものは早く、重いものはゆっくり動作するようになっている。

ロボットアームの移動経路については、周辺装置などの障害物を避け、最速で目標地点に到達できるような最適な経路を自動的に選定している。従来は、ロボットに手動で経路を教え込む作業が必要であり、最適な経路とはいえないばかりか、教示作業に時間が掛かっていた。最適な経路を自動的に生成する機能を使えば、シミュレーター上で障害物を避けて動作することを事前に確認することができ、現地での作業を短縮することができる。

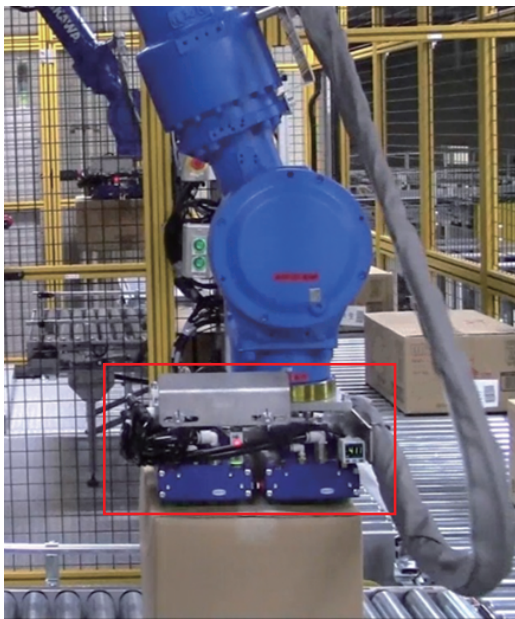
## (3) 搬送可能な段ボール

ロボット本体には、水平に置かれた段ボールを運ぶ 4 自由度のロボットと、荷崩れなどで傾いてしまった段ボールも把持できる 6 自由度のロボットの 2 種類を用意している。

また、パレットの大きさおよび段ボールの大きさによって、搭載するロボットの大きさが決まり、標準のパレットを用いる場合には、それぞれ、次のような段ボールサイズに対応することができる。この

	単位	最大	最小
中型ロボット	mm	W700 × L600 × H400	W325 × L200 × H150
大型ロボット	mm	W700 × L600 × H600	W225 × L180 × H100

適段ボールサイズ



真空グリッパ

規模のロボットの場合には、十分な可搬重量をもっており、段ボールの重さは、ロボットの選定にはあまり影響しない。

適用段ボールサイズの範囲内で、段ボールサイズがロボットアームの先端に取り付けた真空グリッパよりも小さい場合がある。このまま何の考慮もなく、真空グリッパで内側に置かれた段ボールを吸着すると、一度に複数の段ボールを吸着してしまうため、周辺の段ボールから順に一つずつ取ることになる。その場合、実際に大きな真空グリッパで小さな段ボールを吸着する際は、段ボールの角と真空グリッパの角が重なるように、またはみ出した部分が隣の段ボールと重ならないように、真空グリッパを置く位置を決めている。こうして、一つの真空グリッパで幅広い段ボールサイズに対応できるようになっている。

また、段ボールをコンベア上に置く際には、コンベア上で安定して搬送されるように、長手方向がコンベアの下流に向くように置いている。

#### (4) 自動リカバリー機能

ロボットにはカメラなどのセンサが搭載されているが、これらの健全性を確認するために自己診断機能を有している。特に、地震の後の再起動時にはカメラのアライメントがずれている可能性があり、これを自動的に確認する。

また、ロボットが動作中に何らかの異常で停止する可能性がある。特に段ボールを持ったまま停止すると、高い位置から重い段ボールを手動で下ろす必要があり、正常な状態に復帰するのが難しい。そのような場合には、ロボット本体の安全を確認したうえで、段ボールを安全に下ろす作業を完了させてから停止し、自ら安全の判断ができない場合には、オペレータが安全を確認しながら、ボタンを押している間だけゆっくり動作し、段ボールを下ろすことができる。いずれの場合も、安全柵の中に人が入る必要がなく、安全に作業を行うことができる。

これらの機能により、ペンダント（コントローラー）でロボットを操作する専門知識がなくとも、AADS を安全に稼働させることができる。

#### (5) 周辺物流設備との連携

IHI 物流産業システムは、AADS のほかにも「シャトル & サーバ」（立体高速仕分装置）、「ロボスタック」（立体自動倉庫）などのケース（段ボールなど）用物流機器を取りそろえており、本システムと組み合わせることにより物流作業の無人化・省人化をお客さまと一緒に推進していく。

### 今後の展開

今回、物流ロボットシステムに初めて AI を適用した。これにより、AI は簡単な入力情報から柔軟に物体を認識することができ、その処理速度も非常に高いことが分かった。

現在は、物流に特化した自動化開発を行っているが、AI 技術がそのほかの IHI グループ製品の付加価値を高める可能性は非常に高く、新たなビジネスの創製につなげていく。

#### 問い合わせ先

株式会社 IHI  
産業システム・汎用機械事業領域  
事業戦略推進部  
電話（03）6204 - 7283  
<https://www.ihi.co.jp/>