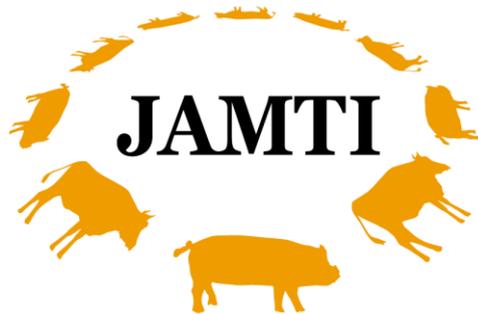


令和2年度
研究開発成果発表会



期 日 : 令和3年2月26日

場 所 : KDDI ホール

主 催 : 公益財団法人日本食肉生産技術開発センター

食肉生産技術研究組合

令和2年度 発表会スケジュール

主催者挨拶 (公財)日本食肉生産技術開発センター 理事長 関川和孝	13:00
来賓挨拶 及び セミナー 農林水産省 生産局畜産部 食肉鶏卵課 課長補佐 中坪康史	13:10
事務連絡等	13:40
花木工業株式会社 プラント営業部 小田原洋介	13:45-14:05 ・ 豚腹乗せ型自動電撃装置 他
株式会社ニッコー 常務取締役 及川寿恵男	14:05-14:25 ・ 部分肉の自動袋詰め装置 ・ 包丁研ぎロボット
マトヤ技研工業株式会社 東京営業所 所長 中吉孝治 開発部 係長 長野光洋	14:25-14:55 ・ 豚用腹脂剥離機 ・ 牛の自動背割装置
休憩	14:55-15:10
株式会社前川製作所 ロボットプロダクツ部門 次長 海野達哉	15:10-15:40 ・ 豚部分肉処理ロボットの CELL 化 (豚もも寛骨・尾骨除去ロボット)
株式会社前川製作所 ソリューション事業本部アドバンスドシステム 部門 部長 江原 誠	15:40-16:00 ・ 温室効果ガス排出抑制について (食肉センターでの事例に基づいて)
共和化工株式会社 開発事業本部 バイオ開発部 奥山 菜々美	16:00-16:20 ・ 環境リサイクル事業と資源循環フロー について

と畜・解体の省力化システム

花木工業株式会社

製品名 : 完全無人化スタニングシステム
ネック洗浄機(自動背割り機用)
リーフロードプーラー(腹脂剥ぎ装置)
豚と畜・解体国産ロボット

弊社は会社設立以来 58 年に渡って、「常に次代を見据えた技術開発、システム開発で顧客満足の限りない向上を」これを社是として、より良い機械の開発とシステムの合理化に尽力してまいりました。

機械の開発において、近年では産業動物へのいたわりからアニマルウェルフェア(動物福祉)や省エネ、高効率、衛生などといったキーワードがありましたが、昨今の労働環境や労働条件など働き方の変化に伴い、省人化・省力化への関心が高まっています。

このような状況の中、多くの業界において、人に代わる労力としてロボットが活躍していることに着目し、と畜・解体ラインにおけるロボット導入による省人化を目的として、2016 年にロボット開発プロジェクトを立ち上げました。

本日の発表会では、すでに完成しご好評いただいている省人・省力化装置、衛生化装置に加え、「豚と畜・解体国産ロボット」の開発状況についてご案内いたします。

1. 完全無人化スタニングシステム

1) 概要と主なメリット

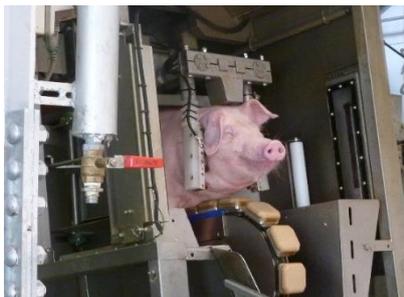
完全無人化スタニングシステムは、豚肉品質の良し悪しが決まると言われる豚のと畜にとって最も重要な「のど刺し」までの作業を完全に無人化し、『省人化』と『豚肉品質の向上』と『動物福祉』を同時に達成した画期的なシステムです。追込誘導コンベア、自動電撃装置の2つの装置をシステム化することで構成されています。

追込誘導コンベア



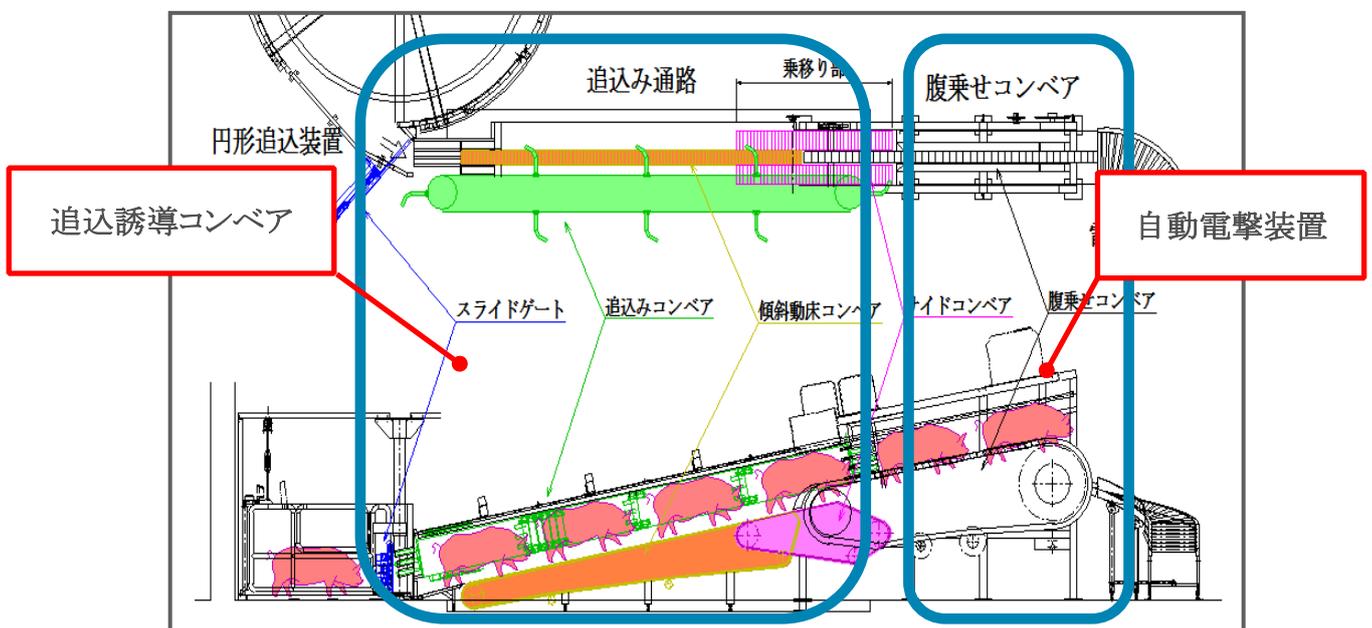
1. 係留所から腹乗せコンベアまでの誘導路を自動化しました（追込み作業の無人化）。
2. 豚にとってストレスとなる作業員による追込み作業を無人化することによって、豚に与えるストレスを大幅に低減しました（豚肉品質の向上・動物福祉）。
3. 動物福祉・豚肉品質の向上・追い上げ作業の無人化を同時に達成した画期的なシステムです。

自動電撃装置 RC-PRO-250/400



1. 完全国産型の自動電撃装置です。
2. 当社独自の2種類の電気回路を使った新スタニングシステム《デュアルサーキットシステム》により、豚の失神後の動きを制御することで、より安全で確実な「のど刺し放血」を実現しています。
3. 追込誘導コンベアとの連結で追込・電撃作業員2名の省人化が可能となります。

2) システム構成



全体のシステム構成は、スライドゲート・追込みコンベア・傾斜動床コンベア・サイドコンベアの 4 つで構成された「追込誘導コンベア」と「自動電撃装置付き腹乗せコンベア」の 2 つの装置を合わせてシステム化されることで『豚の完全無人化スタニングシステム』が成り立っております。もちろん自動電撃装置のみの 1 台を設置し稼働させることも可能です。

3) 仕様

追込誘導コンベアシステム

システム能力	120 頭～360 頭/時間(インバーター制御)
電気	5.9kW(追込み、動床、サイドコンベア)
操作	入り口ゲート・腹乗せコンベアと連動
安全装置	非常停止スイッチ 及 逆転機構
装置寸法	0.9m(幅) × 3m(長)～ ※機械長は据付場所に合わせて製作
スライドゲート	エアースource 15A300/分

自動電撃装置 RC-PRO-250/400

システム能力	～400 頭/時間(インバーター制御)
電気	4.0kW
操作	タッチパネルによる操作
安全装置	非常停止スイッチ 及 逆転機構
装置寸法	1.1m(幅) × 4.65m(長) ※機械長は据付場所に合わせて製作
※ 250 頭/時タイプと 400 頭/時タイプの 2 タイプがあります。	

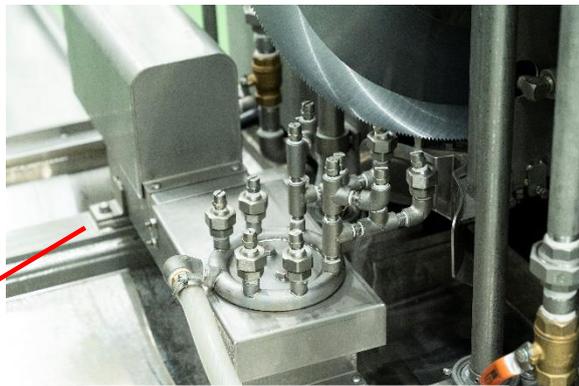
2. ネック洗浄機(自動背割り機用)

1) 概要と主なメリット

ご紹介するネック洗浄機(自動背割り機用)は『衛生化』装置です。首回りの血糊は、枝肉が解体室最後の枝肉洗浄機にたどり着くまでに、血液が乾いてしまい枝肉洗浄機だけでは落としにくい問題があります。そのため、早い段階で首回りの洗浄をすると落ち易くなりますので、血液が乾く前の「背割」作業で首回りを洗浄する装置です。

ネック洗浄機は背割作業中に揺動しながら洗浄しますので、懸肉室において首回りに血糊の付着がなく良い仕上がりとなり、ご好評をいただいております。

2) 構成



ネック洗浄機

ネック洗浄機

目的： 枝肉洗浄機までに乾いて落ち難くなってしまいう首回りの血糊を集中的に洗浄する装置です。

設置場所： 自動背割り機内部に設置し、背割作業と同時に洗浄を行います。
弊社製自動背割り機に設置が可能です。

3. リーフレードプーラー (腹脂剥ぎ装置)

1) 概要と主なメリット

リーフレードプーラー(腹脂剥ぎ装置)は、従来、人の手で行っていた手間のかかる「腹脂剥ぎ」作業を補助機械により効率的に剥き上げる『省力化』装置です。手作業と比べて作業労力が大幅に軽減できます。また冷蔵保管前に腹脂を剥ぐことで、部分肉加工時において簡単に腹脂除去が行え、省人化・省力化をはかれます。さらに安全対策として両手ハンドルスイッチ式を採用しています。

2) 構成と仕様



【仕様】



リーフレードプーラー
(腹脂剥ぎ装置)

システム能力	200頭/時間(最大)
作業人員	機器1台に対し1名配置
電 気	単相 100V
剥 ぎ 上 げ 部	SUS製 エアー式
ス ト ロ ー ク	900mm
操 作	半自動・非常停止
装 置 寸 法	1600W×2750H×500D
安 全 対 策	両手ハンドルスイッチ式

4. 豚と畜・解体国産ロボット

1) 概要

食肉センター特にと畜場の抱える課題の中でも、人手不足は大きな問題で、あるアンケートでは 61%ものと畜場で労働力不足に悩まされています。また、施設によっては処理作業が終わった後、他の処理ラインへ応援に行き、結果残業せざるを得ない労働環境の中、若い人に限らず定着率の悪さが見受けられます。さらに、と畜場の中核を担ってきた職員層が定年時期を迎え、退職することから人員の補充だけでなく技術継承が差し迫った課題となっています。

このような状況の中、多くの業界において人に代わる労力としてロボットが活躍していることに注目し、ロボット導入による省人化や人が必要な箇所への労力集中を期待し、弊社では 2016 年からロボット開発プロジェクトが立ち上がりました。

2) ロボットとは？

と畜場で使われている機械を中心にその定義をお話します。

自動化機械	◆ プログラムされた通りに動くだけ ⇒ と体洗浄機、自動背割機、枝肉洗浄機など
AI 搭載ロボット	◆ 対象をカメラなどで検出し、画像処理をし、どこを切るか判断して (AI: 人工知能)、自律的に動く (AI を搭載したロボット) ◆ 構成はカメラやセンサー、知能・制御、駆動

と畜場で使われている機械のほとんどは自動化機械であり、プログラムされた通りにだけ動きます。また単純にロボットといった場合には、プログラムされた通りに動くだけなので自動化機械に分類されます。しかし個体差がある豚などには、プログラムされた通りにだけ動く自動化機械では限界があります。そこで機械学習、特にディープラーニングといった手法を使った AI(人工知能)を搭載することで、人手作業により近い作業が可能となります。そのため、ここで言うロボットとは「AI を搭載したロボット」ということとなります。

3) 海外製ロボットの問題点

海外では既にロボットアームを使った産業用ロボットが処理ラインに配置され、人に代わる労力の一端を高いレベルで担っている現状があります。しかし、海外製の処理ロボットは、①使用されている産業用ロボットが高額であり、②サイズが大きくスペースを広く必要とするなど、欧米と比較して処理頭数の規模が小さい日本では活用し辛い側面があります。また専門のメーカーの技術者でなくては③メンテナンスや④急なトラブルに対応できず、海外との距離や時差によって復旧までに多大な時間がかかるなど課題もあります。



参照：Frontmatec 社 AiRA Robots
海外製ロボットの例

これらは一般的な問題ですが、その他にも丸刃など重い先端ツールを持たせられる、丸洗いができて、価格に見合う産業用ロボットアームが存在せず、そのため写真のような青などのジャケットを装着する必要があります。これは丸洗いが可能ではありませんが、⑤定期的な交換が必要になります。

こうした産業用ロボットとは差別化を図り、衛生面で優れ、食品業界に適した国産ロボット開発という点も視野に開発を進めております。

4) スケジュールと食肉産業展への出展

ロボット開発の状況としては、ご協力いただいているユーザー様と弊社、そして大学の研究機関との3社で進めています。まずプロトタイプ製作・動作確認、AIによる予測モデル検証、そして実稼働機の製作を行い、ユーザー様の生産ラインにて稼働検証が始まる予定です。プロトタイプは豚の足を切るAI搭載ロボットで、先端のツールを変えることで「肛門抜き」や「腹・胸割り」といった様々な作業を人手に代わって行うことが可能です。



AI搭載ロボット

今回、動作確認をするために製作したプロトタイプを来月3月9日から開催される日本食肉生産技術開発センター(JAMTI)様主催の「食肉産業展」に出展いたします。弊社のブースを設け、実際にプロトタイプ機が動くところをご覧ください。ぜひお立ち寄りください。

部分肉の自動袋詰め装置

株式会社ニッコー

[部分肉真空包装フィルム入れ作業の現状]

食肉加工現場では、牛・豚の枝肉を部分肉として加工後、個々に真空包装して保存や出荷をしている。真空包装機投入前には、真空包装フィルムに部分肉を入れる作業が不可欠で、現在はそのほとんどが人手での作業である。

加工した部分肉は手早く冷蔵保管しなければならないため、フィルム入れ作業は重量のある肉を素早くきれいに入れなければならない。それは重労働で大変気を使う作業である。

また袋に入れる際に袋が汚れやすい、人手で肉に触る時間が長いと衛生的な心配が生じている。



[装置の概要]

部分肉自動袋詰め装置「オートバagger」は、真空包装前段の袋詰め作業を自動化した。

まず三次元計測で部分肉のサイズを計測し、その肉に合った真空包装フィルムのサイズ選択と袋詰めをロボットが行う。袋サイズは3種類に対応し、処理能力は毎分16～17ショット。

(同じ部位を連続して袋詰めする場合は毎分12～13ショット)



[作業工程]



- ① 作業員1名が部分肉をレーザーマーカに合わせて本機コンベアに置く。
- ② レーザースキャナで部分肉の幅、長さ、高さを計測。
当社開発のアプリケーションで肉の体積を算出し、その肉に合った袋サイズ、フィンガーコンベアの使用段数を伝達。
- ③ ロボットが3種類の袋から、肉の大きさに合ったサイズの袋を取りに行き、コンベアに流れてくる肉を袋に入れる。
フィンガーコンベアを使用しているため、肉の大きさが違っていてもスムーズに袋詰めができる。
- ④ 袋詰めされた部分肉は、作業員が目視でチェック。真空包装機へ搬送される。

[装置の特長]

① 三次元計測

今回採用した三次元計測は、被測定物の色の影響を受けにくいレーザースキャナで、肉の長さ、幅、高さを計測する。

計測結果は当社開発のアプリケーションが瞬時に体積を演算し、肉に合うサイズの袋種類をロボットに伝達。また、フィンガーコンベアの使用段数も算出する。



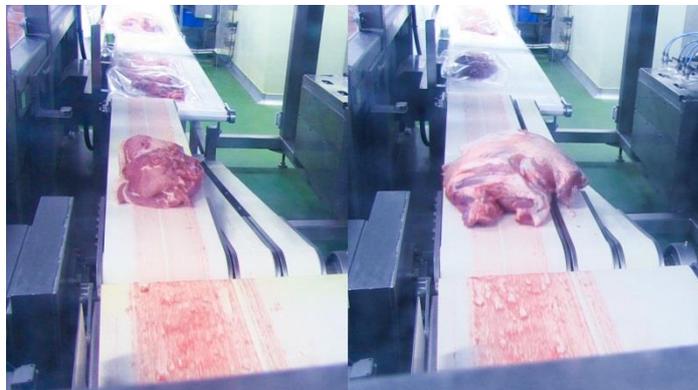
② ロボット制御技術

当社は食品業界にロボットがほとんど導入されていなかった頃から、食産業に特化したロボットシステムインテグレータ(SIer)としてノウハウと実績を積み重ねてきた。今回のロボット制御プログラムはもちろん、ロボットハンドも用途に合った形状やギミックをオリジナル設計している。



③ フィンガーコンベア

ロボットが肉をきれいに袋詰めするために採用した。メインコンベアのほかに、肉の大きさに合わせ2本のサブコンベアが可動する。このコンベア制御も三次元計測の結果からアプリケーションが算出している。



[導入メリット]

① 労働生産性が大幅にアップ・省人化に大きく貢献

毎分17袋を袋詰めする場合、人手だけの作業では6名が必要になるが、本装置を使用すれば、装置入口と出口に各1名が必要で作業員は2名になる。これにより4名の省人化になる。また、生産労働性は3倍になる。

② 作業負荷の軽減

作業員が袋詰め作業をおこなわないので、作業負荷が軽減される。

③ 品質向上

肉に手を触れる時間がかかなり短くなり、衛生面での安心につながる。また、袋に肉が触れないので袋に汚れが付着することがなく、真空包装後の肉がきれいに見える。



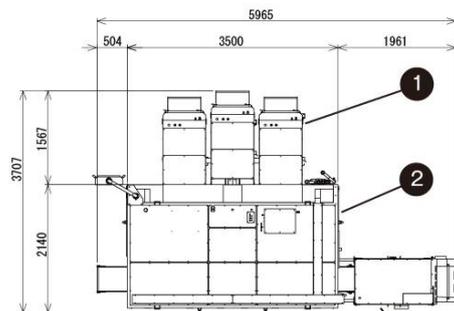
[装置仕様]

Auto Bagger

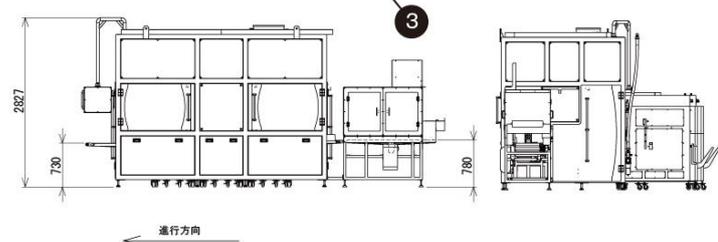
Automatic **PORK** Bagging Machine

オートバッガー ● [特許出願中]

全 長	5,970mm
機 械 寸 法 全 幅	3,710mm
全 高	2,830mm
電 気 容 量	三相200V 10kW
エアー消費量	900L/分
処 理 能 力	16~17ショット/分 ※同じ部位を連続処理する場合は12~13ショット/分
口 ボ ッ ト	六軸多関節ロボット



- ① フィルム供給ユニット
- ② 本体ユニット
- ③ 計測ユニット



包丁研ぎロボット

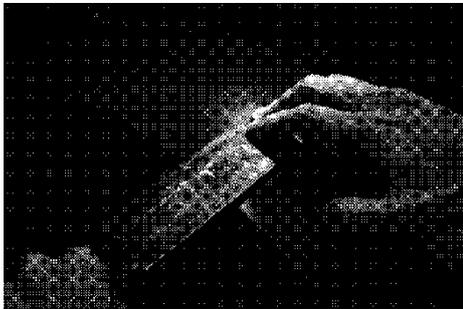
株式会社ニッコー

[包丁研磨作業の現状]

食肉加工の解体作業等で使用する包丁は、毎日作業終了後や切れ味が悪くなった時点で研磨が必要になる。これまでは包丁研磨職人さんが研磨していたが、職人の高齢化に加え後継者不足も重なり、包丁研磨職人の数が減少している。

そのため作業後に作業員が残業して包丁を研磨するという企業様も増えている。

しかし、素人が職人のように「切れる包丁」にすることは大変難しく、切れ味やその持続性に問題が生じ、包丁の寿命が短くなる、製品の歩留り・品質が落ちる、作業員の怪我の問題が生じてくる。



[装置の概要]

本装置は包丁をターンテーブルにセットするだけで、ロボットが自動で荒砥ぎ、仕上げ研磨をおこなう。

[片刃包丁専用]（実用新案取得済）

[作業工程]

- ① 研磨する包丁をターンテーブルにセットする。
(最大40本連続研磨できる)
- ② タッチパネルの操作画面で包丁の品種を選択、
運転スイッチを押す。
- ③ ロボットが自動的に設定した回数の荒砥ぎ、仕上げ研磨を開始する。
研磨時間は平均1本90秒(設定した研磨回数により異なる)





①包丁をセット



②品種選択・運転スイッチ



③ロボットが自動研磨

[装置の特長]

① ターンテーブル

最大40本の包丁をセットでき、連続研磨できる。
包丁をセットして本機を運転させれば、その間他の作業ができる。
刃物をセットする刃物台の脱着が簡単で、毎日の清掃も楽にできる。



② 簡単操作

作業者は「品種」「運転」スイッチを押すだけでロボットが研磨を開始する。
品種登録は6種類の包丁を登録できる。



個別品種設定①		TEN KEY	戻る
品種	基本刃長	実測刃長	研磨回数
1	24cm	23cm	表荒研磨 表仕上げ 裏仕上げ
			3 3 1
平切 24cm 片刃右			
品種別スライド圧力設定			
ポイント	表荒研磨圧	表仕上げ圧	裏仕上げ圧
1	0.160 MPa	0.180 MPa	0.400 MPa
			0.400 MPa
注:運転前のスライド圧力表確認!			

③ ロボットによる研磨

包丁職人と同様の動きをプログラミングされたロボットが、荒砥ぎ・仕上げ研磨を設定した回数こなす。



[導入メリット]

① 作業員を選ばずにスピード研磨できる

タッチパネル式の見やすい画面で、あらかじめ設定された包丁の品種を選びスイッチをおすだけで、1本約90秒のスピード研磨。

② 細やかな研磨で均一な仕上がりに

貴社の包丁に最適な研ぎ方をあらかじめプログラミング。そのため包丁の切れ味がよく、切れ味が持続する、また同じ力で研磨するので、形状が一定の仕上がりで包丁の消耗も少なくなる。

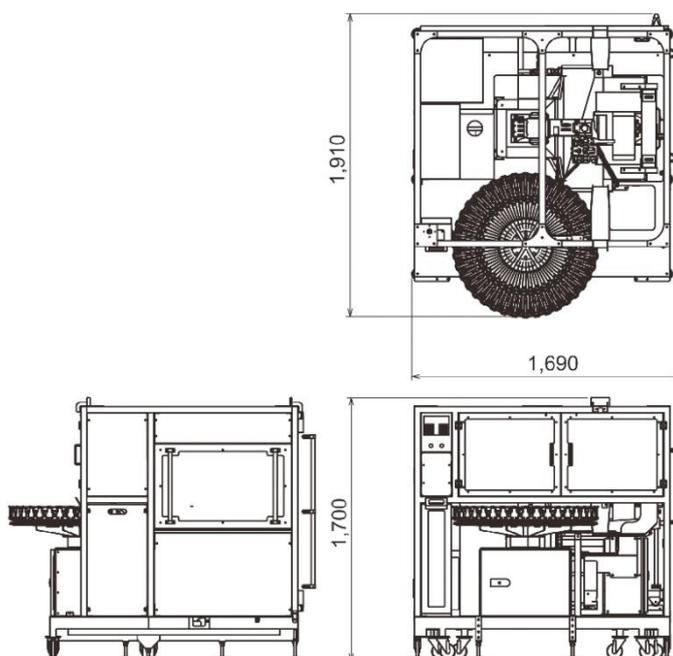
③ 包丁のロット管理が可能に

新品の包丁を使用すれば、研磨時の刃の減り具合が一緒なので、取り替え時期などを管理しやすくなる。



[装置仕様]

全 長	1,910mm
機 械 寸 法	全 幅 1,690mm
	全 高 1,700mm
機 械 重 量	1,000kg
電 源	三相200V 50/60Hz
一 次 側 電 源	三相 200V
消 費 電 力	2.0kVA
エアー消費量	60L/分
対 応 コ ン プ レ ッ サ ー	0.75kW以上
水 消 費 量	30L/日 ※水タンクに貯めて使用
対 応 包 丁	片刃専用 三角刀・筋引き・平切り・骨透き 140mm～270mm
処 理 能 力	約90秒/本 ※包丁品種、研磨方法により異なります



豚用腹脂剥離機

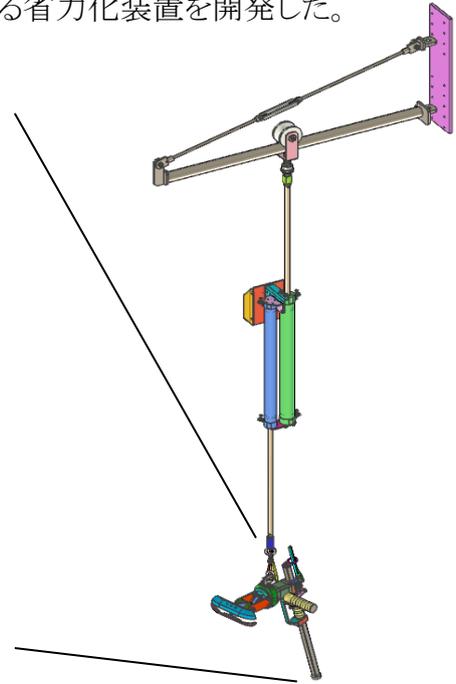
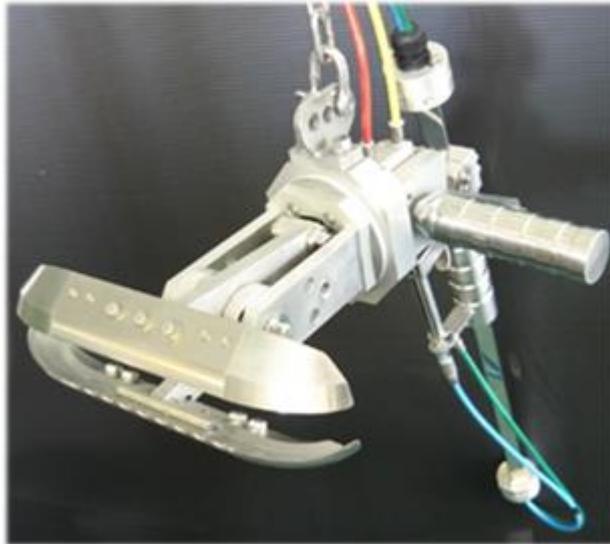
マトヤ技研工業株式会社

【概要】

豚の枝肉の腹脂は多くの場合、内臓を取り出し、背割り後に人力で剥離している。

本工程でつかむ力、引き上げて剥離する力の要る作業をエアシリンダーのクランプ力、推力を利用し機械作業化することで、誰でも簡単に腹脂を剥離できる省力化装置を開発した。

※特許出願済み



【従来の豚腹脂の剥離作業について】

作業者は腹脂を両手で把持し、腰付近から顔の付近まで引き上げて剥離する

大規模食肉センターでは、1日1000回以上引き上げる繰り返し作業になり腕、腰、指に大きな負担が掛かり、大変な重労働である



① 腹脂端部の剥離



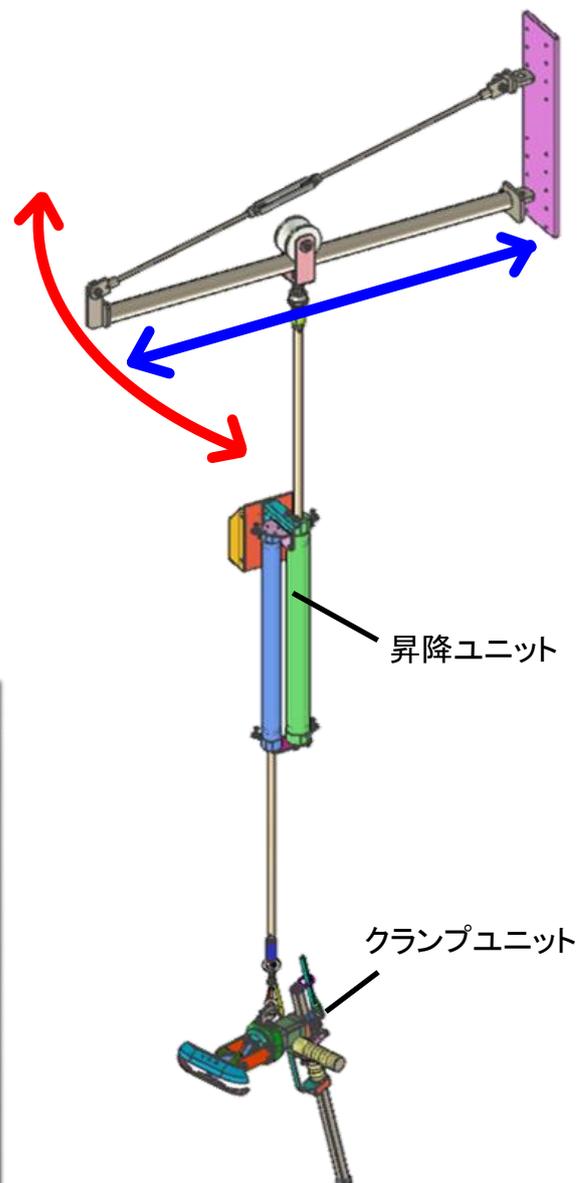
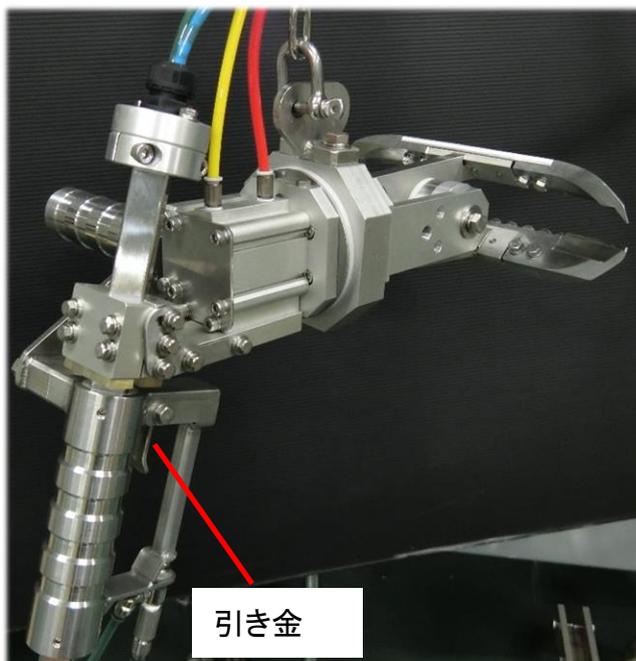
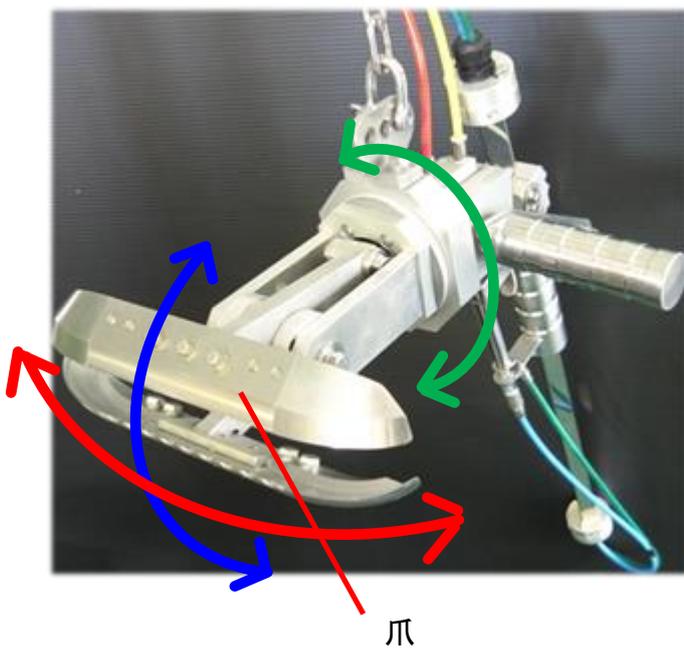
② 両手で腹脂を把持



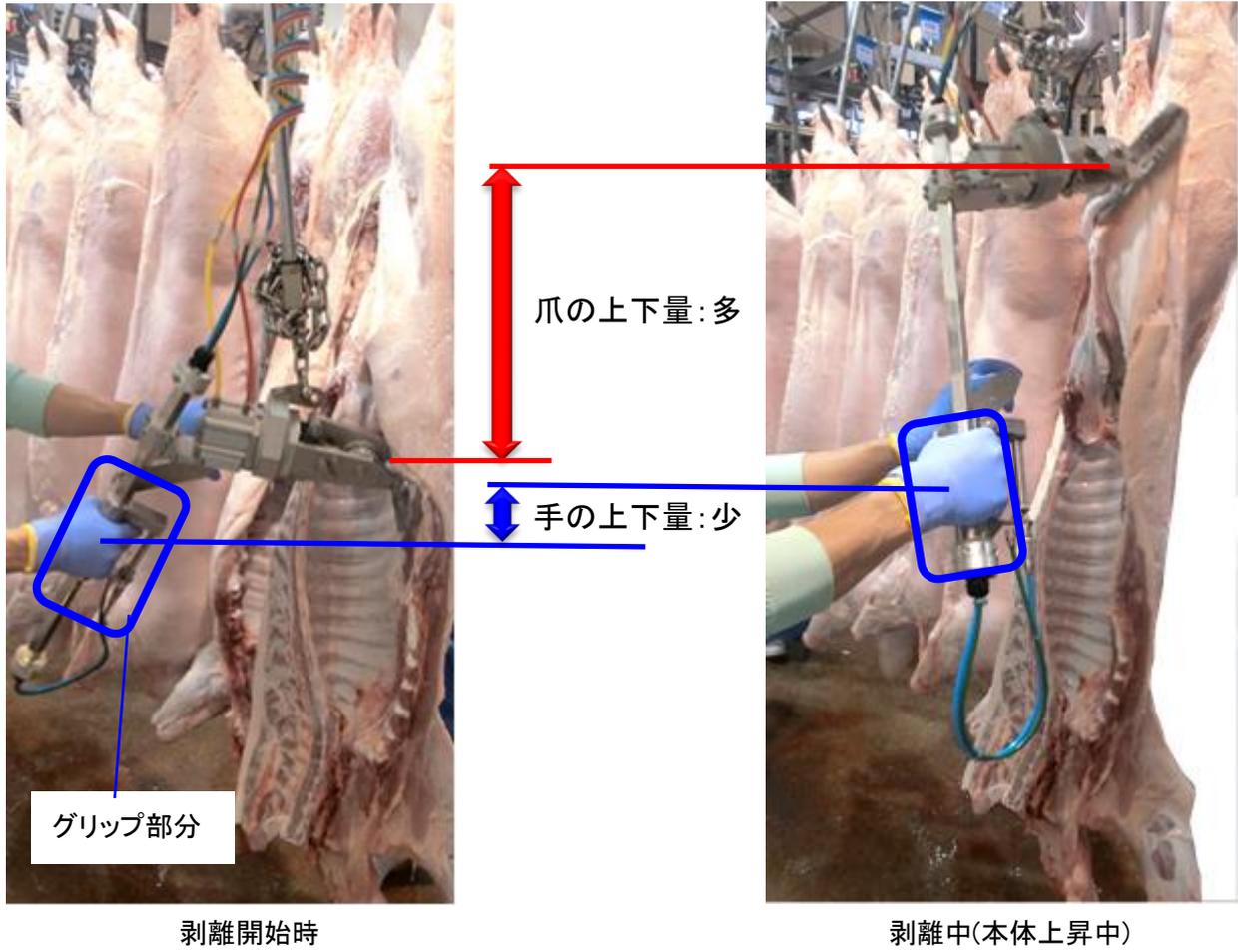
③ 両手で腹脂を引き上げ

【装置の特徴】

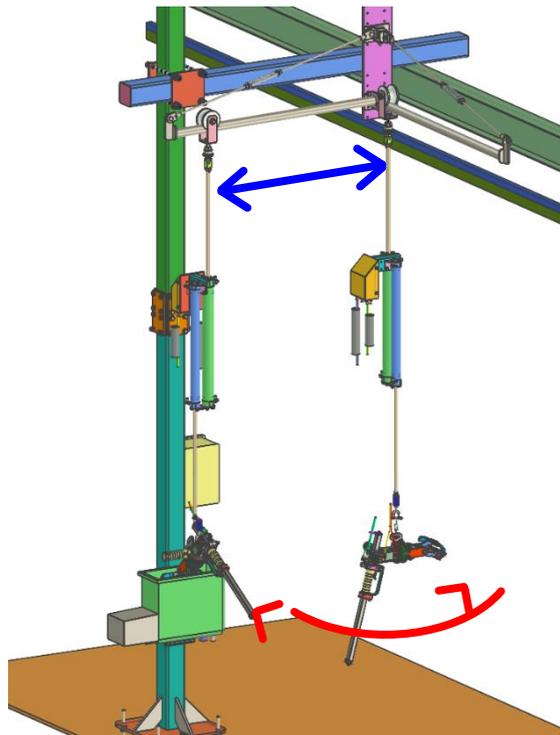
- ・本装置は「クランプユニット」と「昇降ユニット」から構成される
- ・クランプユニット先端の爪を腹脂下端部に当て、引き金を引くと、爪が閉じ腹脂を把持し、その後昇降ユニットのエアシリンダーにより、クランプユニットが引き上げられることで腹脂を剥離する
- ・クランプユニットは吊ユニットとチェーンを用いて接続、昇降ユニットのエアシリンダーは滑車とスイングアームにより吊り下げられている。そのため自由度が非常に高く、手の延長のように扱うことが可能なため、操作が非常に容易である



- 引き金を備えたグリップ部分は本体とスライドするため、作業者は手を大きく上下させることなく楽に作業できる。



【設置例】



牛の自動背割り機

マトヤ技研工業株式会社

【概要】

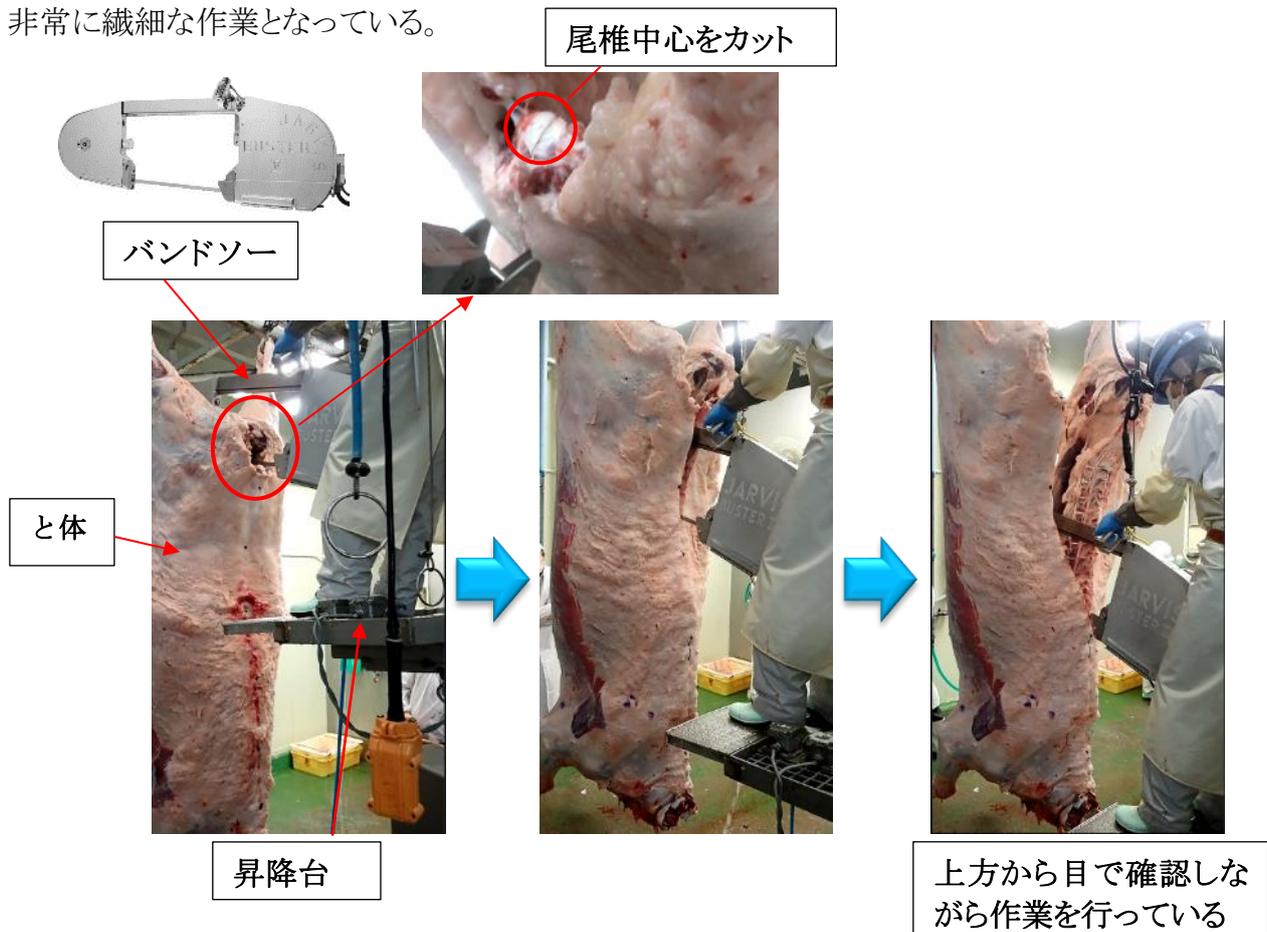
牛のと畜における背割作業は、背割り用バンドソーを使い人手によってと体を2分割し、枝肉にする作業であるが、と畜・解体工程の中で、最も熟練を要する工程である。しかし、少子・高齢化の影響で、熟練者の確保に苦慮している食肉施設が多くなりつつ有り、自動背割り機の研究開発を要請された。

牛の自動背割り機の研究開発は、公益財団法人伊藤記念財団のプロジェクト事業として、2018年度から実施し、2021年度に完成する予定。

【現状の背割り作業について】

作業者は昇降台に乗り、バンドソーを持ち尾椎中心から昇降台を下降させながら背割りを行う。作業者は、常にバンドソーを上方から目で確認しながら、背骨中心からソーがずれないようにバンドソーを操作している。

背割りの仕上がりが、商品価値に大きく影響する事から、熟練作業者にしかできない非常に繊細な作業となっている。



【装置の特徴】

装置は、下記仕様により背割り動作を行う。

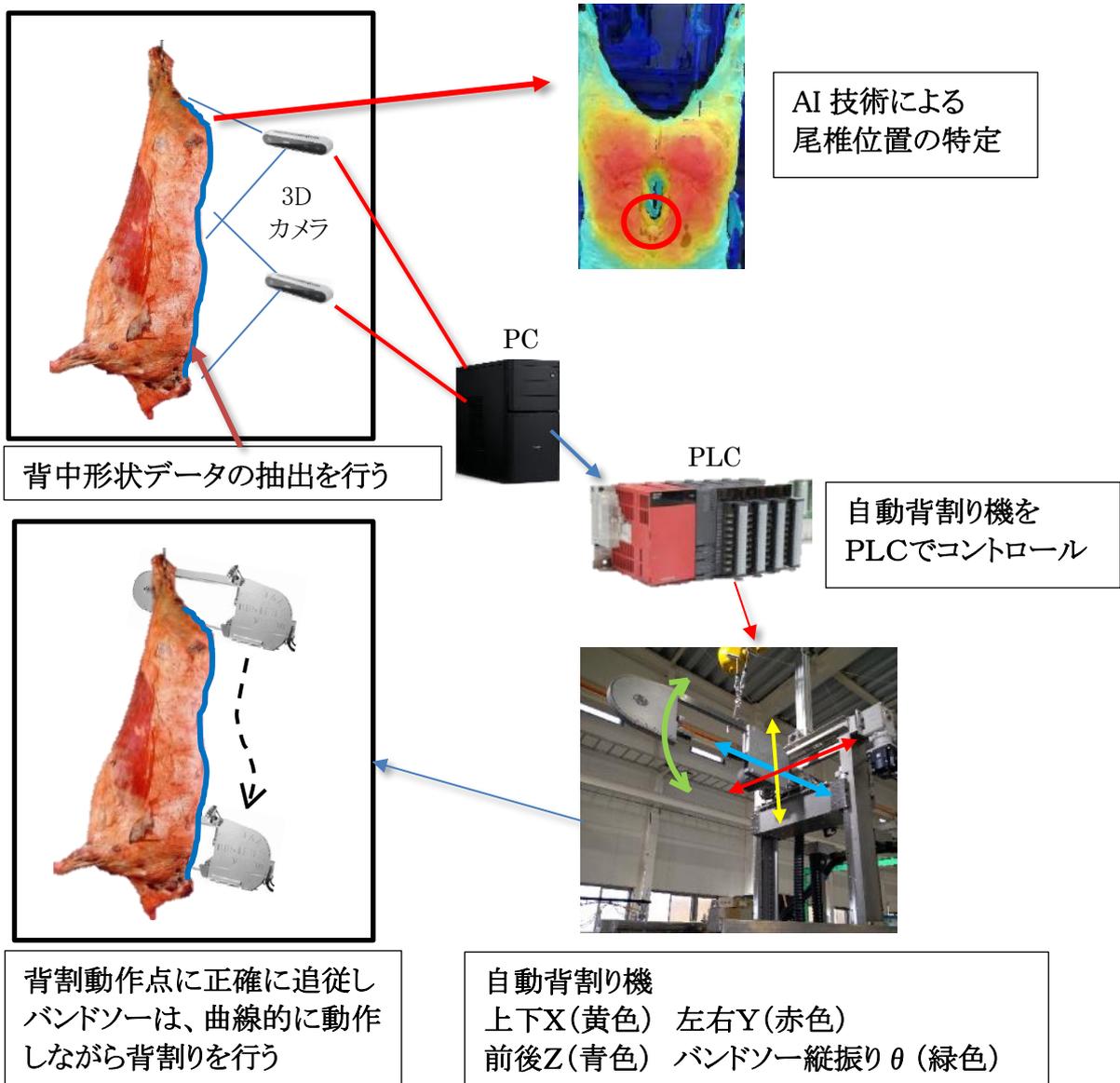
レール上にあると体を 3D カメラで撮像する。

この撮像データは、国立高専機構鹿児島高専(以下鹿児島高専という)が開発したAI技術により、枝肉尾椎位置の座標特定及び背中側形状データをパーソナルコンピューター(以下 PC という)により抽出し、プログラマブルロジックコントローラー(以下 PLC という)でデータを送信する。

PLCが受け取った抽出データから、各サーボモーター姿勢データ算出と、バンドソーとサーボモーター(上下 X、左右 Y、前後 Z、バンドソー縦振り θ のサーボ4軸)を連動し、背割を行う。

サーボモーターは、PLC からの制御で、背割動作点に正確に追従し、刃の先端部は前後方向に直線的ではなく、牛の背中形状に沿って滑らかに動作し背割りを行う。

熟練作業者の様に、背割り作業を行う。



IHミートパッカー十和田工場にて実証試験行った。

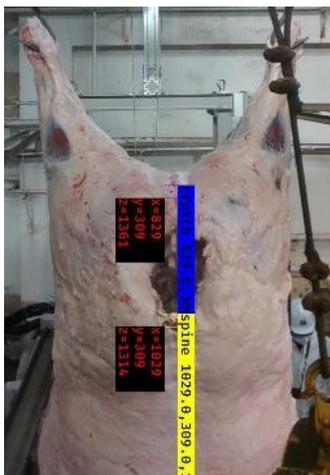
実証試験風景



牛の解体ラインに
自動背割り機設置



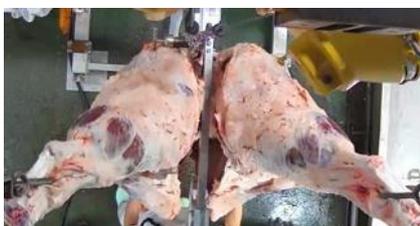
と体画像処理
教示データ



自動背割り
バンドソー側面より



自動背割り
レール上面より



自動背割り
製品仕上がり断面



豚部分肉処理ロボットの CELL 化

(豚もも寛骨・尾骨除去ロボット)

株式会社前川製作所

海野達哉

1. 開発の背景・目的

食肉処理工程の中でも、特に除骨工程・整形工程は、難易度が高い事から世界的にみても自動化が進んでおらず、自動化の余地が大きい。

株式会社前川製作所(以下、マエカワ)は豚もも部位自動除骨ロボット(HAMDAS-RX)、豚うで部位自動除骨ロボット(WANDAS-RX)、豚肩甲骨・上腕骨除骨ロボット(WANDAS-Mini-Mk II)などを商品化し、自動化提案を進めてきた。国内・欧州市場への販売実績ができ、自動化のための装置群の要素技術が一通り出揃った。

しかしながら、各国・各会社の要求内容(多種多様の仕様への対応、高品質な除骨、ラインへの導入コスト・スペース面、処理量)が異なるので、それぞれの客先毎にすり合わせを行い納入する必要がある。個々の仕様に合わせて開発や設計をすると時間とコストがかかるためタイムリーな自動化ができなくなってきた。

そこで、今までの専用機能・専用処理量のコンポーネントの考え方を見直し、セル生産方式の多能工のように豚肉処理ロボットを CELL 化した。

2. 豚肉処理ロボットの CELL 化

一般的にセル生産方式は、ライン生産(流れ作業)方式との対比として表現される。

ライン生産作業は工程を単純作業に細分し、各工程を担当する作業者が一つの単純作業を行い、ベルトコンベヤーなどで順次次の工程に搬送して作業する生産方式である。

セル生産方式は一人の作業者が一連のまたは一定範囲の処理内容を受け持ち作業する方式である。処理仕様や処理量に変化しても対応しやすいのが特徴だが、作業者の高い能力が必要になる。セル生産方式の作業者は、多くの機能を有する作業者として多能工と呼ばれる。

自動機械によるライン生産を考える場合、各工程の処理内容を単純化できるので工程ごとの機能を機械化しやすい。その一方で各工程に必要な専用機能を並べることになるので、ライン全体の処理内容が専用機能になり、その機能の処理量がライン全体の処理

量となる側面もある。これがこれまでマエカワが開発してきた自動ロボットのコンセプトである。設計した処理機能の仕様と必要な処理仕様が異なる場合には対応できないことがあり、処理量や必要な設置スペースが要望と合わない場合もある。

一方、セル生産方式を自動化機械に当てはめると、ロボットアームのように動作をプログラムでき、動作プログラムを代えると異なる動作ができるハードウェアで構成したものを一つのセルユニットとし、必要な全体処理量に合わせた数量のセルユニットを配置するシステムが考えられる。処理仕様や処理量に多様性を持たせることができるが、多能工同様、セルユニットには高度な機能が必要となる。その実現のためには次世代ロボット技術開発と人工知能を含む認識技術の深化が必須である。

3. 装置概要

マエカワが開発した CELLDAS システムは、処理する原料や処理形態・仕様に応じて動作プログラムを選択することで、豚肉のかた・うで・もも・ロース・ばらなどの多品種の原料や処理仕様に対応する。また、各地域や季節によって、場合によっては午前と午後の生産で異なる多様な処理形態にも対応する。

本システムは認識ユニット、CELLDAS ユニット(セルユニット)とそれらを連結する搬送ユニットで構成される。

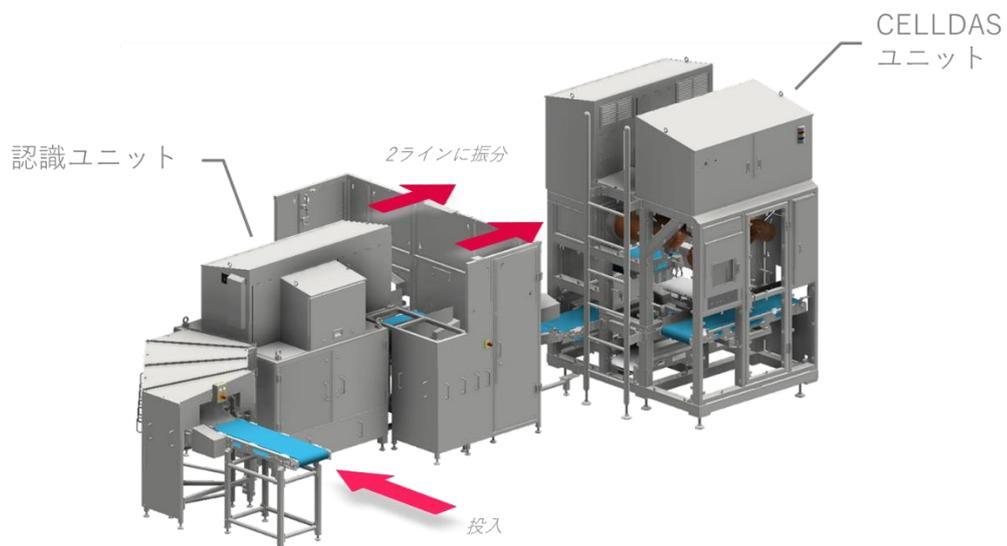


図1. CELLDAS システム構成 (プロトタイプ)

認識ユニットは、三次元外形撮像とエックス線撮像を行う撮像部と、取得された情報を処理しワークの特徴量を検出する演算部で構成される。特徴量を検出する過程には人工知能を導入

し、生物特有のあいまいな境界線特定などの精度向上を図っている。認識ユニットは単体でも機能することができるので、単体で導入してマエカワ製以外の装置にも認識ユニットのデータを使用することができる。

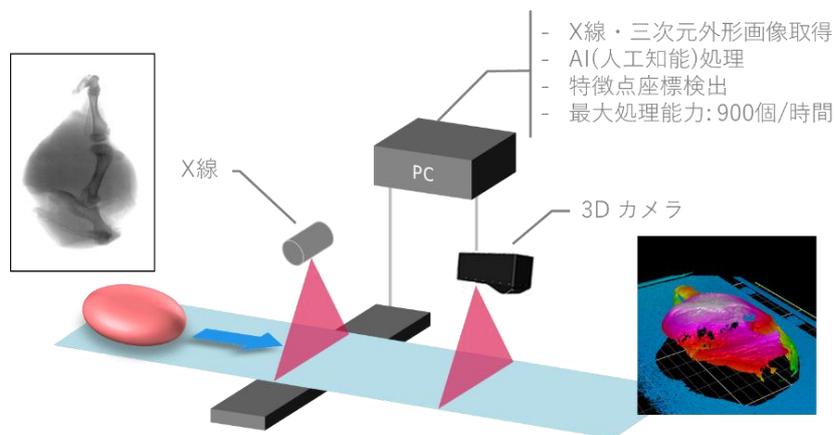


図2. 認識ユニット機器構成

CELLDAS ユニットは処理内容に応じた先端ツールを含むロボットアーム3機と作業台となるコンベア、三次元計測機器で構成される。認識ユニットで計測された三次元座標と CELLDAS ユニットで計測された三次元座標の差異を用いて認識ユニットで得られたエックス線画像データを CELLDAS ユニットで利用できるようにする。3機のロボットアームは複数の処理プログラムを搭載可能で、原料や要求仕様によって適切な動作プログラムを選択するので、一つのハードウェア上で多様な処理を実行できる。狭い空間内でロボットアームが動作するため、ロボットアーム同士や周辺の機器との衝突のリスクが発生する。ロボットアームが動作を開始する前に衝突するかどうかをチェックし、衝突を回避した軌跡に修正する機能も搭載する。

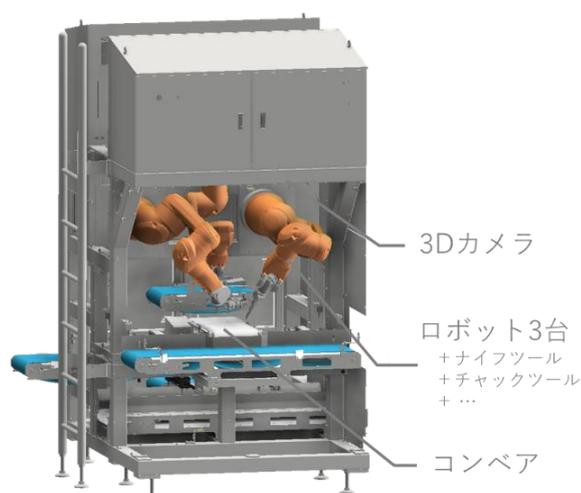


図3. CELLDAS ユニット機器構成 (プロトタイプ)

搬送ユニットは認識ユニット、CELLDAS ユニットや他の装置との連結をベルトコンベアによる搬送で行う。認識ユニットで計測された原料の情報と CELLDAS ユニットの状況を考慮して最適な CELLDAS ユニットに原料を分配する機能も有する。ベルトコンベアでコンポーネントを連結するので、システム全体のレイアウトを直線的に配置したり、コの字型に配置したりするなど柔軟性を持たせることができる。

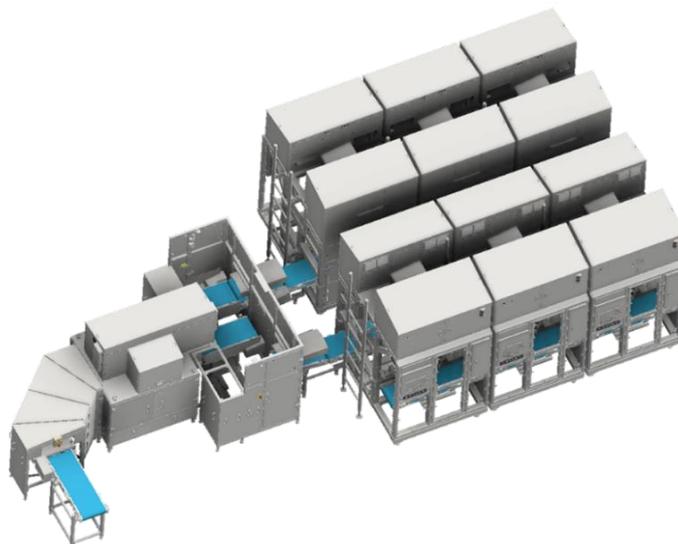


図4. CELLDAS システム 6 台仕様レイアウト例 (プロトタイプ)

4. 処理の流れ

CELLDAS システムは 2020 年 12 月に販売開始されている。まず、搭載した動作プログラムは豚もも部位から寛骨と尾骨を自動除骨するアプリケーションである。以降はこのアプリケーションを例に説明する。

投入コンベアに供給された原料(豚もも部位)は認識ユニットに運ばれる。

認識ユニット内のコンベアを原料が通過する間に三次元外形画像とエックス線画像を取得し、画像データを計算機で処理して原料の特徴量を検出する。検出する特徴量は、原料種別(もも/うで/ロース/…)、右脚か左脚か、各骨の特徴点座標である。特徴量検出の過程および検出の成否判定に人工知能を用いている。

得られた特徴量と各 CELLDAS ユニットの状況からどの CELLDAS ユニットに原料を投入するか決定する。その情報に基づいて、認識ユニット出口で A ラインと B ラインのどちらかの搬送系に振り分け、CELLDAS ユニットまで搬送する。

ロボットアーム3機を搭載した CELLDAS ユニットに原料が搬送されると認識ユニットで得られた情報が CELLDAS ユニットのコントローラに送信され、その原料に適した画像処理プログラム・ロボットアーム動作プログラムを選択して処理を開始する。まず三次元外形計測を行い、

CELLDAS ユニットの作業コンベア上の原料位置と姿勢を検出し、認識ユニットで撮像した際の姿勢との差異を検出する。その差異を利用して認識ユニットで得た原料の特徴量を作業コンベア上の原料に当てはめる。特徴量を使用してロボットコントローラが個体に応じた動作軌跡を構築する。ロボットが動作を開始する前にロボット同士や周辺の機器に衝突するかどうかをチェックし、衝突を回避した軌跡に修正する。その後、自動除骨動作を開始する。ロボットアームにはカッターツールやチャックなどが先端に取り付けられている。チャックは足首や尾骨を保定する。カッターツールを持ったロボットアームは、尾骨の周囲側面と寛骨の周囲側面の輪郭をナイフで切り進める。処理が進み処理前と比較して原料の姿勢や形状が変化したところで、再度、三次元外形計測を行い、原料位置と姿勢を確認した後、処理を継続する。寛骨メガネ部をチャックし引き上げながら寛骨の裏側をカットし、肉から分離する。除骨された骨は骨排出コンベアへ、肉は肉排出コンベアへそれぞれ送り出される。

この後工程に HAMDAS-RX が設置されていると、肉排出コンベアから HAMDAS-RX に連結し大腿骨・下腿骨の自動除骨ができるので、豚もも部位除骨工程の完全自動化が実現できる。

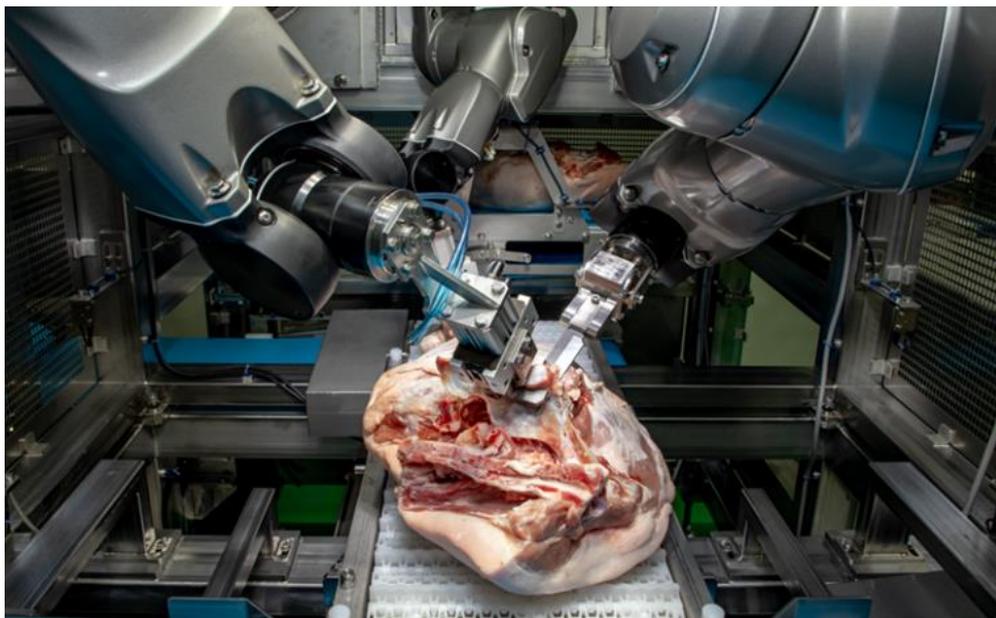


図5. 寛骨・尾骨除骨アプリケーションの処理状況

5. CELSDAS システムの仕様

豚もも部位／寛骨・尾骨除骨アプリケーション、500 本／時間の場合の仕様を以下に示す。

	CELLDAS システム 6 台仕様
対象ワーク	豚もも部位(全寛骨つき)、右脚・左脚
処理内容 入力	豚もも部位 a: アキレス腱カット カット済 b: スパイダーミート 除去済 c: 大分割位置 全寛骨
処理内容 出力	寛骨・尾骨除骨 以下は選択可 A: 寛骨・尾骨 分離する／分離しない B: 尾骨 脂付き／脂無 C: 大腿骨頭周り筋入れ 有／無
設置スペース	14310(L) x 5990(W) x 3200(H) [mm]
処理能力	CELLDAS ユニット: 90 p/H (ave.40 sec/p、max. 36sec/p) 認識ユニット: max 900 p/H (4 sec/p) 搬送ユニット: max 900 p/H (4 sec/p)
左右専用／兼用	CELLDAS ユニット: 左右専用
電源	三相 200 ~ 220 V, 50/60 Hz 25 kVA x 1 line ((1) 搬送ユニット、認識ユニット) 15 kVA x 6 lines ((6) CELLDAS ユニット)
その他ユーティリティ	圧縮空気: 0.6 ~ 1.0 MPa, 2400 L/min ドライエア, 露点: 5 °C 0.5 MPa
周囲環境	温度: 5-20 °C 湿度: 30-80 %RH 高度: max 1000 m その他: 腐食性ガス、可燃性ガス、オイルミスト、ほこりや汚れがない室内

6. CELLDAS システムレイアウト

CELLDAS システム 6 台仕様のレイアウト図を以下に示す。

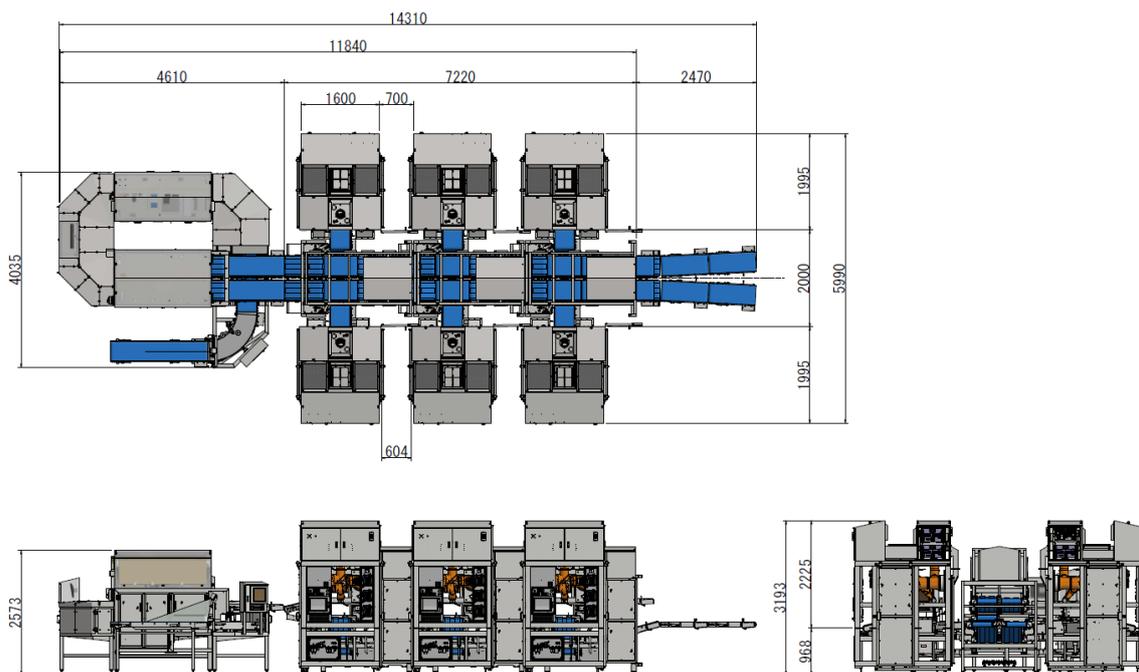


図 6. CELLDAS システム 6 台仕様レイアウト例

7. おわりに

従来の専用機能コンポーネントのコンセプトを再考し、セル生産方式の自動機 CELLDAS システムを商品化した。まずは、豚もも部位から寛骨・尾骨を除骨するアプリケーションとともに販売を開始しているが、これから他のアプリケーションを追加していく予定である。

今後、マエカワは、すでに商品化されている自動除骨ロボットと CELLDAS システムを組み合わせ、除骨工程以降の全自動化に向けて開発を進めていく。

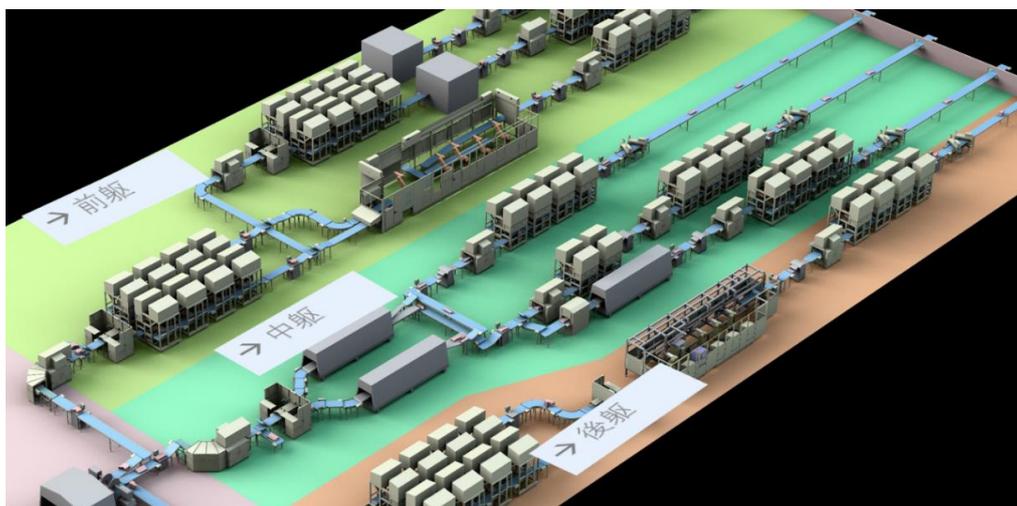


図 7. マエカワが描く除骨工程以降の将来像

温室効果ガス排出抑制について —食肉センターでの事例に基づいて—

株式会社前川製作所

江原 誠

はじめに

日本食肉生産技術開発センター情報「JAMTI BULLETIN 2019」の巻頭言で、日本畜産興業株式会社代表取締役社長 福田武仁氏が「未来の社会が豊かになるため、経済・社会・環境の価値を創出しながら畜産を継続するには、規模拡大をベースとする効率的生産、そして人口80億となる海外市場での販路拡大という目先の経済性優先だけでなく、たとえ非効率であっても環境にやさしく地域に根差し、(中略)地域環境とコミュニティを大切にするオリジナリティある商品がブランディングとして差別化され、消費者の支持を受け、生き残る畜産の規範と期待される」とあった。畜産業における環境問題は、これほど重要視されているのかと、改めて驚かされた。さらに「畜産(特に食肉処理施設)が生き残るためのキーワードは、

1. 気候変動の原因となる温暖化対策の強化。(再生可能エネルギーの活用、省エネ、創エネ・蓄エネの技術革新)
2. 恒常化する人手不足を解消するため、生産ラインに AI・5G を活用し、ロボット等を開発し FA 化(ファクトリー・オートメーション)による生産性の向上、同時に労働者の収入や福利厚生の改善。(FA 化のための作業機器やラインの研究開発と利益の配分)
3. から5. 中略

と述べられており、生き残りのための課題として温暖化対策の強化が筆頭にあげられていた。多くの食品工場が2の人手不足対策と生産の効率化を最重要課題とするなか、畜産業では環境対策を切実な問題として位置付けていることを改めて認識させられた。

だが実際には、環境にやさしい工場を作らなければならないと考えつつも、その手法がわからない場合や、最終的にはコストが合わないという理由で見送ってしまうケースが多いのも事実だ。食肉加工工場において、コストも含めて環境に最大限配慮していくにはどのような方法があるのか、本稿で考察していきたい。

食品工場における温室効果ガス削減するために

工場を設計・運営するにあたり、以下の点を考慮する必要がある

① 省エネ

生産機械の運転の効率化

CO₂排出量の少ない燃料の使用

加熱方式を、化石燃料を使った燃焼方式でなく、ヒートポンプ式に転換

省エネ最先端機器の使用

② 自然冷媒の活用

温室効果の少ない冷媒の使用

使用温度域でもっとも効率が良い自然冷媒を選択

③ 再生可能エネルギーの利用

太陽光発電、地熱発電、風力発電等の利用

太陽熱による温水製造

中温廃熱の再利用

④ 機器の保全

日常の機器のメンテナンス

清掃作業による効率低下の未然抑止

上記4つの方法に着目し、設備を見直すことがポイントとなる。

食品工場におけるボイラーの役割

食品の調理には太古の昔から「火」を使ってきた。燃料を焚くだけで、生の食材を安心して食べることができる食材に変化させることができる。だが、この「火」による食材の加工という常識に少しだけ逆らって考えていかないと温室効果ガスの削減は難しい。ボイラーは「火」を使っただけの調理とひとしいので、ボイラーにおけるメリットデメリットを整理してみる。

A)食品工場におけるボイラーのメリット

- ・蒸気として工場の各所に熱を供給できるので、1ヶ所で火の管理を行えばよい
- ・蒸気は温度の制約があまりないので、高温でも供給することが可能
- ・蒸気を直接投入すれば熱交換機がなくても加熱することが可能
- ・瞬間的に温度を上げることができ、短時間で多くの蒸気を供給できる

- ・蒸気は、製品に触れても汚染することがすくない
- ・コンパクトなため、狭いスペースに設置できる
- ・温度コントロールが簡単

上記のような利点により、ボイラーは加熱するために欠かせない機器となっている。ボイラーを使わないと食品工場として成り立たないのが現状だ。だが、温室効果ガス削減のためにはこの蒸気で加熱するシステムを見直していく必要がある。

B)食品工場におけるボイラーのデメリット

- ・蒸気の搬送は配管を通して行っているが途中で復水し、多くのロスが生じる
- ・プロセスによって温度が異なるが、一律の高い温度で蒸気を供給して、圧力を下げて使うためロスが生じる
- ・ボイラー本体でもブロー水や煙突から燃料のロスがある
- ・各プロセスで蒸気をどのくらい使っているのかを計測することが難しく、ボイラーの燃料消費だけでは把握できないため、非効率が発生しているかどうかわからない。

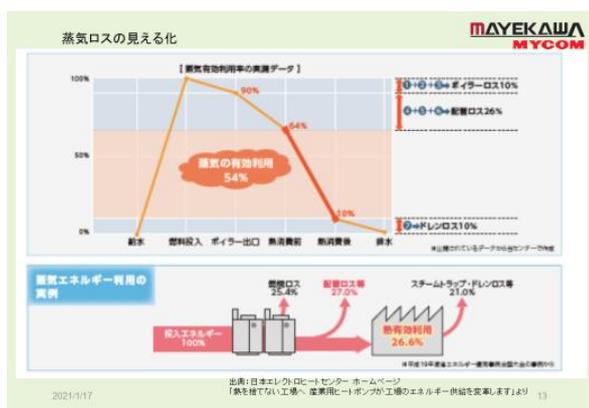


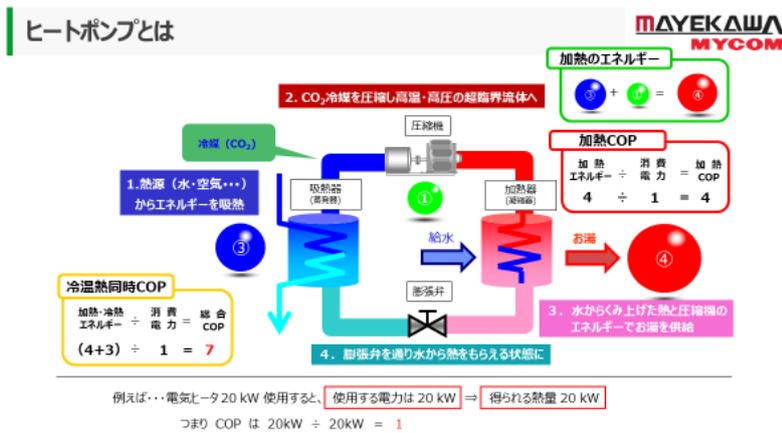
図1

鍋でお湯を沸かす際、実際に投入した熱量の30パーセント程度しかお湯に熱が伝わっていないと言われている。

工場の中での各プロセスの蒸気使用量がわかりにくく、熱量計算すると、各プロセスに必要な蒸気量はかなり少なく出るのが、実際に蒸気流量計を当ててみると、はるかに多い蒸気が流れているといったことがよくある。

このようなロスに対して何らかの手を打っていかないと、温室効果ガスを削減することは難しい。実際に投入したエネルギーの50%程度しか加熱に使われていない場合もあるという報告もなされている(図1)。

ヒートポンプを使った再生可能エネルギーの利用



このようにボイラーは一長一短あることを念頭に入れて、使用していかなければならない。さらに食品工場では、加熱と冷却の工程がセットになっていることが多い。冷やす工程と温める工程を同時に同じ1つの機械で行うことによって省エネを実現するのがヒートポンプである

る

物を冷やすということは、ヒートポンプから見ると熱を奪うということになり、奪った熱は配管を通して運ばれていると考えるとわかりやすい。運ばれた熱が、冷却塔や室外機で捨てられてしまうのが冷凍機や空調機だが、ヒートポンプの場合、運んだ熱を集めて高温にしてもう一度使えるようにしている。図2のように、動力を与えてものを冷やす際に奪った熱でお湯をつくるという仕組みだ。凡そ1の動力を投入し、3の熱を奪い、その熱で、4の熱量をもったお湯をつくることができる。ヒーターだと1の熱量を投入して、1の熱量しか得られないが、ヒートポンプは奪った熱を有効に活用するため、同じ動力で4の熱量を使うことができる。

前述したように、食品工場では冷却工程がたくさんあるので、そこで奪った熱を有効に活用することにより省エネを実現できる。ヒートポンプには必ず冷却機能があるので、これをチラーと考え、お湯を沸かすことができる「湯沸かしチラー」といった位置づけで活用することをお勧めしたい。冷却塔や室外機で捨ててしまう熱を集めて再利用できるのは「湯沸かしチラー」(ヒートポンプ)にしかできない。

「湯沸かしチラー」の使い方について

【越谷食肉センター様の場合】

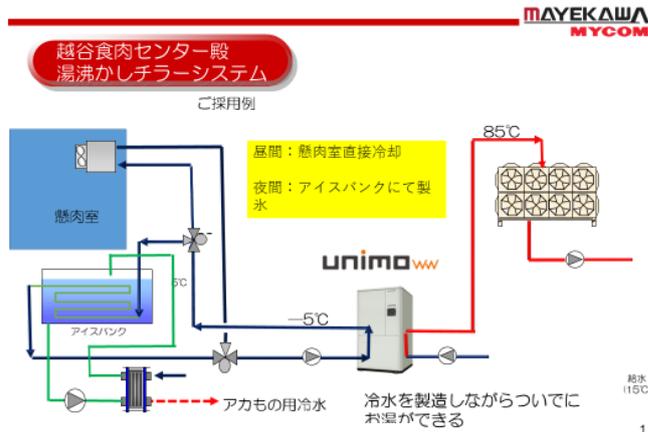


図3

越谷食肉センター様では、水熱源ヒートポンプを使って温水と冷水を供給している。本設備を、お湯を供給できるチラー、すなわち「湯沸かしチラー」という考え方にもとづき考察する。

食肉センターでは工場全体を冷蔵倉庫のように 10℃以下の低温に保つ必要がある。本設備では、懸肉室の冷却や除湿に必要な冷水供給を「湯沸かしチラー」で行い、室温を下げると同時につくられた 85℃の温水はタンクに貯めて、豚解体機械の殺菌水として使用している。通常であれば冷却用のチラーと殺菌用温水をつくるボイラーの両方が必要だが、湯沸かしチラーを採用したことにより、温水・冷水両方を供給することが可能である。

しかも、チラーに必要な電力を投入するだけで、同時にタダでお湯をつくることができる。すなわち「湯沸かしチラー」としてヒートポンプをとらえると、冷水をつくれればつくるほど、タダでお湯をたくさんつくることができ、ボイラーで使っていた燃料の節約につながるのだ。

また、本設備は冷水を使わない夜間の給湯を賄うためにアイスバンクを設けて、夜の熱源を確保している。(図3)

当社ではこの設備が導入された 3 年後に空気を熱源にすることができ、かつ「湯沸かしチラー」の機能も持つことができる空気・水熱源切り替えが可能な AWW というヒートポンプ機種を開発した。仮に、この機種を本設備に使った場合は以下の図4のようになる。

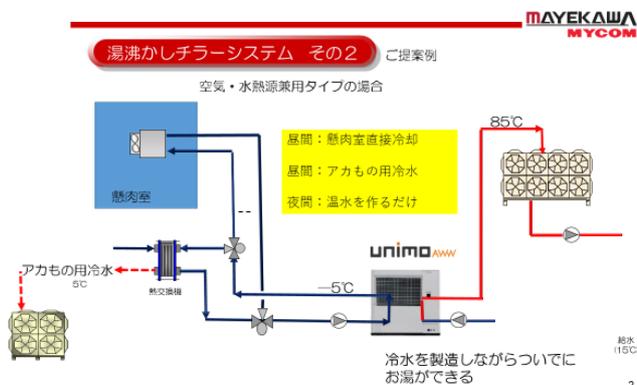


図4

懸肉室の冷却負荷がなくなっても、空気から熱を取り入れてお湯をつくることのできるため、設備をシンプルにすることができ、かつお湯をつくる効率も上がるため、大きなメリットをもたらすと予測できる(図4)。

【山形食肉センター様の場合】

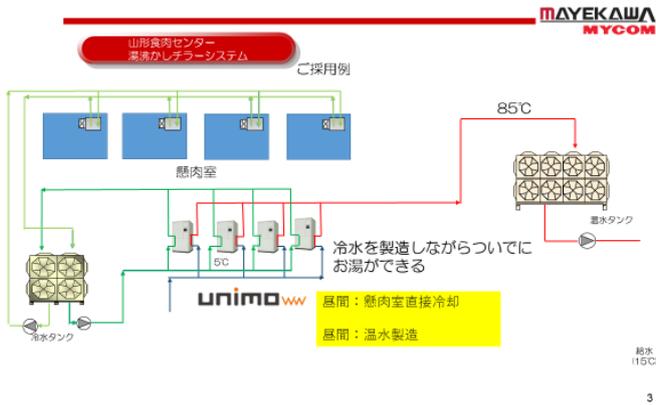


図5

山形食肉センター様は越谷食肉センター様と同様に、冷却負荷を賄うために「湯沸かしチラー」を導入し、部屋を冷やしながらお湯も使う設計をしている。「湯沸かしチラー」を採用しているが、室温が低くなってしまうと、「湯沸かしチラー」が設定温度で止まってしまい、冷却負荷

山形食肉センター様は越谷食肉センター様と同様に、冷却負荷を賄うために「湯沸かしチラー」を導入し、部屋を冷やしながらお湯も使う設計をしている。「湯沸かしチラー」を採用しているが、室温が低くなってしまうと、「湯沸かしチラー」が設定温度で止まってしまい、冷却負荷

がなくなるためお湯を作れなくなってしまうデメリットが発生する。お湯の需要はたくさんあるので、もっと台数を入れることは可能だが、室温が冷えすぎるとこれ以上お湯をつくれな

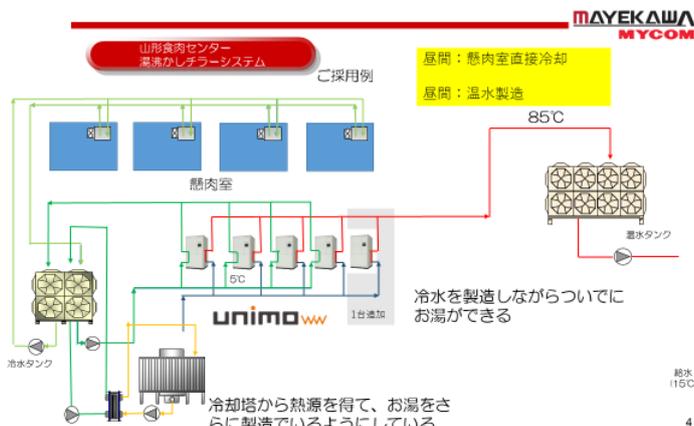


図6

そこで、熱源を確保するために冷凍機の冷却塔と接続している。このように部屋が設定温度まで冷えてしまっても冷却塔から熱源を得ることができるので、お湯をつくるのが可能となる。と同時に、熱源の温度が上がり、効率よくお湯を製造することが可能となる。(図6)

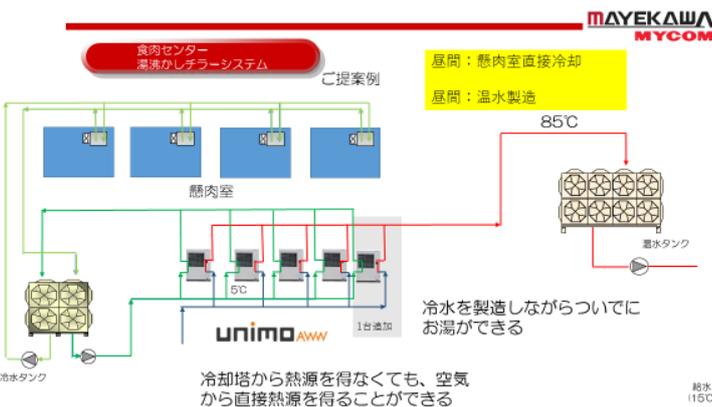


図7

また、空気・水熱源切り替えの「湯沸かしチラー」を採用した場合は、冷却負荷がない場合、空気から直接熱を得ることができるので、「湯沸かしチラー」を本体だけを増設することができる。(図7)

熱源を確保する設備を改めて導入する必要がないということだ

水の使い方

最近の食肉加工工場は豚 1 頭処理するのに水 1200 リットルかかると言われている。以前よりも 2 割ほどアップしているとのこと。これは洗浄に用いる水の量を余分に増やしているためだと思われる。

1200 リットルの半分を 40 度の温水として使用していると仮定した場合、越谷食肉センター様の許可頭数で算出すると 158.4 トンの水を使用し、そのうちの 79 トンが温水の需要ということになる。

「湯沸かしチラー」は、1 台当たり 40℃のお湯を毎時 2.4 トン製造可能だ。よって 2 台から 3 台必要となる。このチラーがお湯をつくることでボイラーの燃料削減を行い、1 台当たりだいたい 100 トン程度の CO₂ を削減する効果がある。2 台から 3 台導入できれば年間 200 トンから 300 トンの温室効果ガスの削減となる。

ただ、洗浄などでは短時間で大量にお湯が使われるが、「湯沸かしチラー」は長い時間運転して、お湯を貯めなければならない。そのためタンクが必要となってくるのだが、タンクの設置スペースの確保が難しいことが多い。それゆえ、設置スペースが小さい円筒形で縦長のタンクや、深さを浅くして、単位面積当たりの加重を抑えて 2 階に置く、あるいは細長いスペースに細長いタンクを置くといった工夫が必要となってくる。

さらに、タンクに貯める水の温度は高温のほうが、衛生の問題もクリアしながら、タンクの大きさを小さくすることが可能だ。他にも、タンク内部の洗浄も簡単にできるように CIP の設置可否の検討やタンクの外部が汚れによって著しく外観が下がらないような工夫も必要だ。

冷媒の問題

昨今のフロン規制は、オゾン破壊をしないことと同時に温室効果ガスも規制をする方向性で動いている。すでに R22 冷媒は 2020 年で新規製造が停止された。現在ではガス会社は GWP (地球温暖化係数) が小さいガスを優先的に扱っている。政府から温室効果ガスの排出量に排出枠 (キヤップ) がかけられているためだ。一部には、今後今よりも GWP による規制が強化されるという情報もある。

冷却設備に使う冷媒は、オゾン破壊係数はもちろんゼロだが、GWP もできるだけ低いガスを冷媒として選択しないと、いつまた規制の対象になるかわからない状況といえる。実際に R404A 冷媒はオゾン破壊係数がゼロであるため、R22 の代替冷媒として、冷蔵冷凍業界では広く普及していた。それが、2016 年のキガリ改正により HFC 冷媒の段階的削減が義務付けられると GWP が 3920 と高い R404A は、規制措置がかけられることとなり、ガスメーカーは急激に生産を絞ってしまった。

2019 年秋ごろから急激な品薄状態となり、今ではほとんど使えないガスとなってしまった。4、5 年前に新規の設備として導入したものが、一気に座礁資産となってしまった例もある。今後は冷媒の将来のことを考えながら新しい冷却設備を検討していくことは欠かせない。

「湯沸かしチラー」は CO₂ 冷媒で構成されているので、フロン機の代替チラーとしても導入が可能だ。自然冷媒であるため将来にわたって削減措置のような規制をされることはまずない。

また、令和 2 年の 3 次補正予算でヒートポンプ専用の補助金が創設された。経済産業省「産業・業務部門における高効率ヒートポンプ導入促進事業」で 46.5 億の予算が割り当てられた。2030 年のエネルギーミックスの実現、2050 年のカーボンニュートラル実現に向けて産業・業務部門に省エネ設備投資を積極的に呼び込むものと説明されている。

自然冷媒には CO₂、アンモニア、空気、水、ハイドロカーボン(プロパンなどの可燃性ガス)などがある。自然冷媒は R22 のように、広い範囲を高効率でカバーできる冷媒ではないが、特定の用途や温度でとても効率が良くなる冷媒だ。今回のような使い切りでお湯をつくる場合、CO₂ 冷媒はとても優れている。また、冷蔵冷凍はアンモニア冷媒を使って冷凍機を回し、CO₂ 冷媒をブラインのように使用して安全、かつ高効率冷却を行っている。-60℃以下の超低温冷蔵庫は、空気を冷媒に使っている。CO₂ 冷媒をダイレクトにクーラーに送って冷やす方法もかなり普及してきた。温室効果ガスを削減するためにもこのような自然冷媒を積極的に利用することは重要である。

なお、GWP3920 の R404A は、1 kg 大気に放出すると、4 トン弱の CO₂ を放出したのと同じ影響を与える。せっかく「湯沸かしチラー」で省エネ、温室効果ガス削減を行っても GWP の高い冷媒を少しだけ漏らしてしまえば、温室効果ガス削減の努力は水の泡となる。だから、冷凍機の冷媒として自然冷媒の採用を増やしていく必要がある。

メンテナンスの重要性

食品の衛生を担保するために、工場内の洗浄を欠かさず行うように、熱源機器の各部の清掃やメンテナンスは、余分な温室効果ガスを生まないためにも不可欠だ。ほこりで詰まったフィルターを放置しておく、冷えない上に多くの動力を無駄にしてしまい、結果、多量の温室効果ガスを排出してしまう。機械の性能は時間とともに落ちていくが、それ以上にメンテナンスを怠ることによる性能劣化は早く、甚大な損失につながる。メンテナンスをしていない老朽化した冷却設備は、効率が悪く温室効果ガスを多く出してしまうことと同時に、室温がなかなか低下せず、動力をロスする。蒸気のブロー弁が不調なだけでも多くの燃料を浪費してしまう。バルブが 1 ケ所空いていることにより年間何百万円ものロスが発生していたとしても気が付かない場合もある。ロボットを入れた省人化

などに取り組むだけではなく、メンテナンス不良でコストが垂れ流されていることも見逃さないようにしないとならない。

総合的に温室効果ガス削減を

どこか一つの設備だけ改善するのではなく、多くの設備のメンテナンスや新規導入する設備に対して、将来の運転をイメージして検討していくことが重要となる。

福田武仁氏がいう「生き残るためのキーワードは、

- 1, 気候変動の原因となる温暖化対策の強化。(再生可能エネルギーの活用、省エネ、創エネ・蓄エネの技術革新)」に本気で取り組んでいくことが必要と考えられる

食品工場では、まだまだ温室効果ガスを削減する余地は大きく残っている。これをただ単に省エネだけでなく、生産効率の向上や、人員の効率的な配置につなげていくことを考慮し、システムをユーザー様と一緒に考えていきたい。最大の効果が出るように熱源機器を考えることは、これからの脱炭素社会の構築には必要不可欠な要素となるだろう。

環境リサイクル事業と資源循環フローについて

1. 会社概要

共和化工株式会社は、昭和 34 年に食肉センターの血液汚水処理業者として「自然の水を取り戻す」を信条に創業し、現在 62 周年を迎えています。

この 60 年の間に水処理施設の分野も広がり、現在では食品製造工場・最終処分場・農漁業集落排水などを対象とした、様々な施設の設計・施工・維持管理を実施しています。さらに水処理工程から発生する脱水汚泥や生ごみなどの有機性廃棄物のリサイクル事業(以下、「環境リサイクル事業」とする)や微生物に関する研究開発などを行っています。

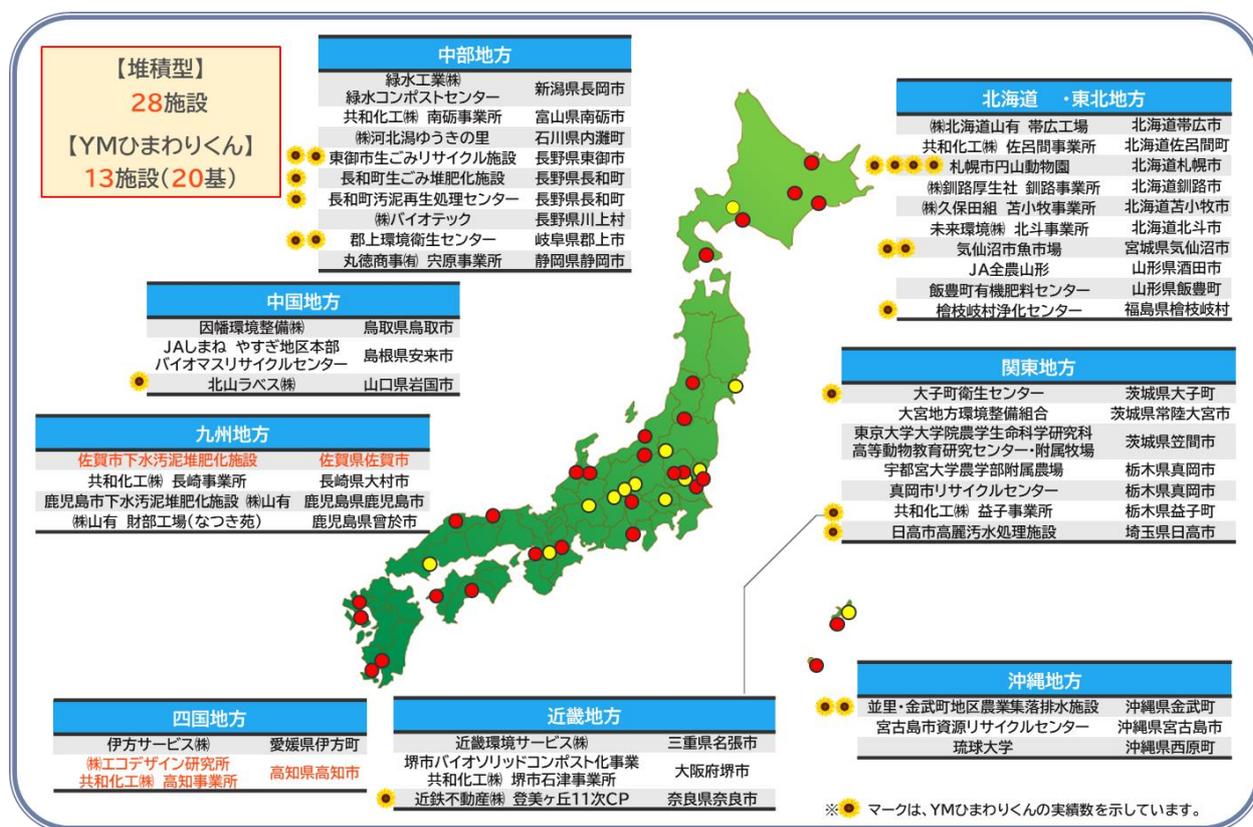


図1. 堆肥化技術【堆積型・YM ひまわりくん(小型発酵装置)】実績

2. 環境リサイクル事業への展開

2-1)はじめに

弊社は、平成 14 年より水処理事業に加えて、下水汚泥や生ごみ等の有機性廃棄物を肥料として有効活用し、農業と食に循環させる環境リサイクル事業を始めました。現在では、全国で 40 箇所以上の肥料化施設の設計施工や運営に携わり、その肥料を活用した農業事業、さらには栽培した米から日本酒を製造する事業、東京都や福岡県におけるレストランの運営など、幅広く資源循環を掲げた事業展開を図っています。



図2. 環境リサイクル事業イメージ

2-2)肥料化技術について

弊社は、平成 14 年に鹿児島県の株式会社山有と技術提携を行い、超高温好気性発酵システムによる肥料化技術を取り入れ、全国展開を開始しました。

日本国内における代表的な事業例としては「佐賀市下水汚泥堆肥化事業」があります。本事業は設計施工維持管理の一体となった DBO (Design Build Operate) 方式で受注し、国土交通省や下水道協会等が推奨している「BISTRO 下水道」の先進施設として、下水汚泥由来肥料の農業利用を図っています。また現在では、日本国内に限らず、フィリピン共和国のダバオ市においても肥料化技術を展開しています。



写真1. 佐賀市下水汚泥堆肥化施設

2-3)肥料化技術の特徴

- 80℃以上の超高温で活動する微生物群を使用した技術である。
- 堆積物の中心温度が 100℃を超えるため、病原性微生物や雑草種子が死滅した衛生的な肥料が生産される。
- 有機物の分解速度が速く、45 日程度の短期間で肥料化が可能。(通常 2～6 ヶ月)
- 肥料原料に対して 15%相当の肥料が製造される。(減量率が 85%)
- モミガラやオガコ等の副資材を利用しない返送方式のため、生産される肥料量が少なくなる。
- 焼却と比較して二酸化炭素の発生量が少ない。



写真2. 堆積槽と切返し作業風景

2-4)生産される肥料の特徴

- 有機分が微生物により発酵分解されている。乾燥処理ではない。
- 原料由来の雑草種子が完全に死滅した良質の肥料である。
- 重金属含有量は、肥料取締法の公定規格値以下である。
- 水分率は 25～30%である。
- 病原性微生物が死滅している。
 - 病原性大腸菌 O-157:陰性
 - 大腸菌群、大腸菌、サルモネラ菌、黄色ブドウ球菌、セレウス菌:ND
- 原料由来の髪の毛等の不衛生物は分解している。



写真3. 生産された肥料と販売用パッケージ

3. 高知事業所における食肉センター排水処理汚泥の肥料化

3-1) 食肉センターにおける有機性廃棄物(余剰汚泥処理)問題

食肉センターでは、と畜工程における廃棄物や水処理汚泥をはじめとした様々な有機性廃棄物が発生します。このような水分率の高い廃棄物の焼却処理には、大量の化石燃料が必要となり、直接の処理コストはもちろんのこと、地球環境への負荷が大きいというデメリットが生じています。弊社は、この有機性廃棄物の問題(余剰汚泥処理)を、低コスト並びに環境へ配慮しながら解決することが出来る方法が肥料化であると考えています。

今回は、食肉センター排水処理汚泥を実際に肥料化し、その肥料を販売している弊社の高知事業所での取り組み内容をご紹介します。



写真4. 食肉センターの排水

3-2) 高知事業所の概要

弊社の高知事業所では、有機性廃棄物の下水汚泥等と共に食肉センター排水処理汚泥の肥料化も行っています。年間の有機性廃棄物処理量は約 10,000t、そこから 500~800t の肥料が生産されます。食肉センター排水処理汚泥は、弊社で維持管理をしている四国内数箇所の食肉センターから受け入れを行っています。



写真5. 高知事業所と食肉センター排水処理汚泥

3-3) 肥料の利用に基づく規制

食肉センター排水処理汚泥を肥料化し農業利用する際には、牛海綿状脳症 (BSE) に関わる農林水産省系の規定があります。今回はその食肉センター排水汚泥を肥料化した後の、肥料の利用方法についてご紹介します。

平成 13 年 10 月に BSE 蔓延防止の徹底を図るためとして、肉骨粉を牛のエサとして使用することを禁止、肉骨粉等の動物性タンパクを原料とする肥料の製造及び出荷の一時停止の通知が関係者向けに発されました。その後、平成 16 年 3 月に農林水産省が、食肉センター排水処理汚泥を原料にした肥料について、「科学的なデータ収集の後リスクを評価した上で利用条件を決定、リスク評価の結果に基づく取り扱いを決定するまでの間は摂食防止措置の徹底を条件として、肥料の利用を妨げない」とされました。

摂食防止措置とは、放牧地等への施用の結果として意図しない家畜の摂取を防止するための措置のことを指します。食肉センター排水処理汚泥から肥料を生産する生産者や販売者からの引受元・引渡し先の情報をもとに、汚泥肥料を購入した農家の特定、農家が放牧地・採草地に施肥しないよう、都道府県及び地方農政事務所が指導を実施するといった内容となります。

高知事業所において、食肉センター排水処理汚泥が占める割合は、15～20%であり、BSE 対策として摂食防止措置を徹底しなくてはなりません。肥料を購入していただくお客様に対して、「と畜場から排出される汚泥の肥料利用について」(平成22年1月4日付け21消安第8798号農林水産省消費・安全局長通知)に基づき、引渡者に対して適切に説明を行い、確認書類に一筆していただくこと必須条件として肥料の受け渡しを行っています。また、牛せき柱等、特定危険部位が混合しない製造工程の大臣確認事業場として農林水産大臣より確認書の交付も受けておりますので、農家の方々にも安心してご利用いただいております。

<p>と畜場から排出される汚泥を原料とした肥料の利用に係る確認書</p> <p>殿</p> <p>と畜場から排出される汚泥を原料とした肥料(乾燥菌体肥料を含む。以下「汚泥肥料」という。)の施用に際して、引受元から以下の取扱いについて説明を受け、各項目について了解し、これを遵守いたします。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 意図しないにも関わらず家畜が摂食することを防止するため、汚泥肥料を家畜の口に入らないところで保管します。 2. 汚泥肥料を引き渡す際は、「と畜場から排出される汚泥の肥料利用について」(平成22年1月4日付け21消安第8798号農林水産省消費・安全局長通知。以下「肥料利用通知」という。)に基づき、引渡者に対して適切に説明を行います。 3. 汚泥肥料を引き受けた場合又は引き渡した場合は、肥料利用通知に基づき地方農政局長又は都道府県知事に対し報告を行います。 4. 汚泥肥料を施用する場合は、牛の放牧地、採草地及び牛の飼料に用いられる作物を生産する飼料畑等に施用しません。 <p>令和 年 月 日</p> <p>住所： 事業者名 (氏名)：</p>
--

図3. 肥料利用の確認書類

3-4) 現状の肥料利用について

①高知県内での農地利用

高知県内において、生産した肥料を小夏やいちご等の果樹・果物から、ズッキーニ・ししとう・ホウレンソウ等の野菜にまで利用していただいております。利用したお客様からは嬉しいお言葉をいただけることも多く、リピーターとして毎年購入してくださる方もおられます。

肥料の原料に食肉センター排水処理汚泥が含まれていると聞くと一見、使いづらいなどの印象があるかもしれませんが、肥料成分は鉄分等のミネラルが豊富であるため、作物の生育をしっかりとアシストすることができます。

作物	お客様の声
小夏	まろやかな味になった。肥料が低コストで抑えられる。 糖度が1度近く上がった。収量が増えた。
いちご	糖度が上がった。商品の日持ちが良くなった。 効果が遅効性で根焼け等の心配がない。
ズッキーニ	色・つやがともに良かった。追肥をしなくても済んだ。
ししとう	肥料の効きすぎがなく、安心して使用できる。
ホウレンソウ	葉のつやが良くなり、甘みもでた。等

表1. 実際に肥料を購入されたお客様の声

②事業所内での農地還元

生産した肥料は販売も行っていますが、事業所所有の農地でも利用し農作物を育てています。肥料を生産した側としても、実際に肥料を利用し作物の出来などを把握して、より多くの方々にリアルな声を広め、利用者の拡大に繋げています。

また収穫した農作物は、弊社が運営する和食レストラン「和饗」(東京都品川区)にてご提供もしています。冒頭にも紹介しましたように、いち事業所からも循環型社会へ貢献できるように活動しています。



写真6. 収穫したショウガとニンニク

4. 最後に

弊社では自社農園で栽培した農作物を主体にした、和食レストラン「和饗」を東京都品川区西五反田において運営していますので、是非、皆様に足を運んで頂きたいと思えます。



図4. 和食レストラン「和饗」

以上