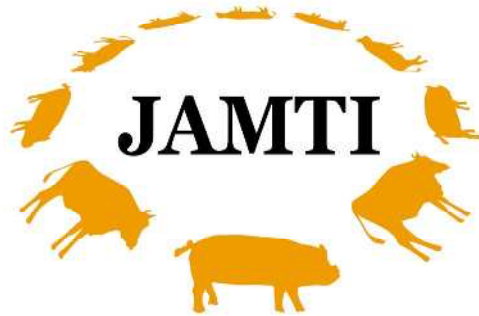


令和3年度

# 研究開発成果発表会



期 日 : 令和4年2月25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3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 牛肉輸出をめぐる情勢 農林水産省 生産局畜産部 食肉鶏卵課	13:10
事務連絡等	13:40
・完全無人化スタニングシステム、リーフロードプーラー、豚解体処理ロボット 花木工業株式会社	13:45-14:05
・燃料価格高騰の対策と CO <sub>2</sub> 排出量削減の両立について 株式会社前川製作所	14:05-14:25
・牛の自動背割機、牛豚副産物処理機、原皮裁断機 マトヤ技研工業株式会社	14:25-14:55
休憩	14:55-15:10
・SDGs に貢献する資源循環型事業への取り組みについて 共和化工株式会社	15:10-15:30
・EU における豚のと畜・解体作業の自動化システム 東西産業貿易株式会社	15:30-15:50
・マイクロ波食肉製品異物検出装置 株式会社ニッコー	15:50-16:10
・海外食肉処理ロボット技術等調査推進事業について (公財)日本食肉生産技術開発センター	16:10-16:30

## 【と畜解体の省人・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  
リーフロードプーラー（腹脂剥ぎ装置）  
豚 解体処理ロボット

弊社は会社設立以来 59 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もあり、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、「豚国産解体処理ロボット」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) 開発の経緯

豚のスタニング(失神)は、腹乗せコンベアなどの保定装置へ一頭ずつ追込む時に、豚に大きなストレスを与え、シミやアタリなどの肉の品質に悪影響を及ぼす原因の一因となっています。また思うように動かない豚を追い込むのに追込み作業員には大きな負担を掛けてしまいます。

そこで弊社では電気式スタニングにおける最も合理的でストレスの少ない追込み方法を見出す、すなわち電撃方式に適合した豚一頭ずつの個別追込みが可能なノンストレスシステムの確立を目指して、開発組合の開発事業として平成 13・14 年度の 2 か年に渡って「基礎研究」を行い係留所・追込み通路などの設計指針を得ました(豚の搬入・係留・追込みの合理化システム)。豚に様々な刺激(環境の変化)を与え、豚の特性と刺激への反応を調査し、その結果を根拠として(下記「基礎研究で得られた知見」参照)、ストレスの少ない追込み装置すなわち無人化装置の開発を行いました。

当装置は、腹乗せコンベアへの追込み時の豚のストレスを軽減し、肉の品質の向上を図るとともに、追込み作業の省人化を図ることができ、と室での豚の鳴き声の問題など近年注目されているアニマルウェルフェアにも則した装置となっています。

## 2) 基礎研究で得られた知見

「平成 13・14 年 13-08 豚の搬入・係留・追込みの合理化システム」

### けい留所

1. 隣接する係留柵の柵には、目隠しとして壁を設ける
2. シャワー設備を設ける
3. 1頭当たりの面積は0.35m<sup>2</sup>以上確保

### 追込み施設

1. 出来るだけ人間が中に入らない(自動追込み装置)
2. 作業に支障がない程度に暗くすること

### 待機施設

1. 作業に支障がない程度に暗くすること
2. 出来れば照度調節ができるシステム

### 誘導路

1. 12.5° 以内の勾配
2. 豚から人が見えないように

### 良質な食肉を得るために

1. 電撃後、素早くのど刺しを行う(5秒以内)
2. 追込みは多頭数の方が良い
3. 追込み棒の使用は禁止

### 3) 概要と主なメリット

完全無人化スタンニングシステムは、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。追込誘導コンベアシステム、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。

#### 追込誘導コンベアシステム



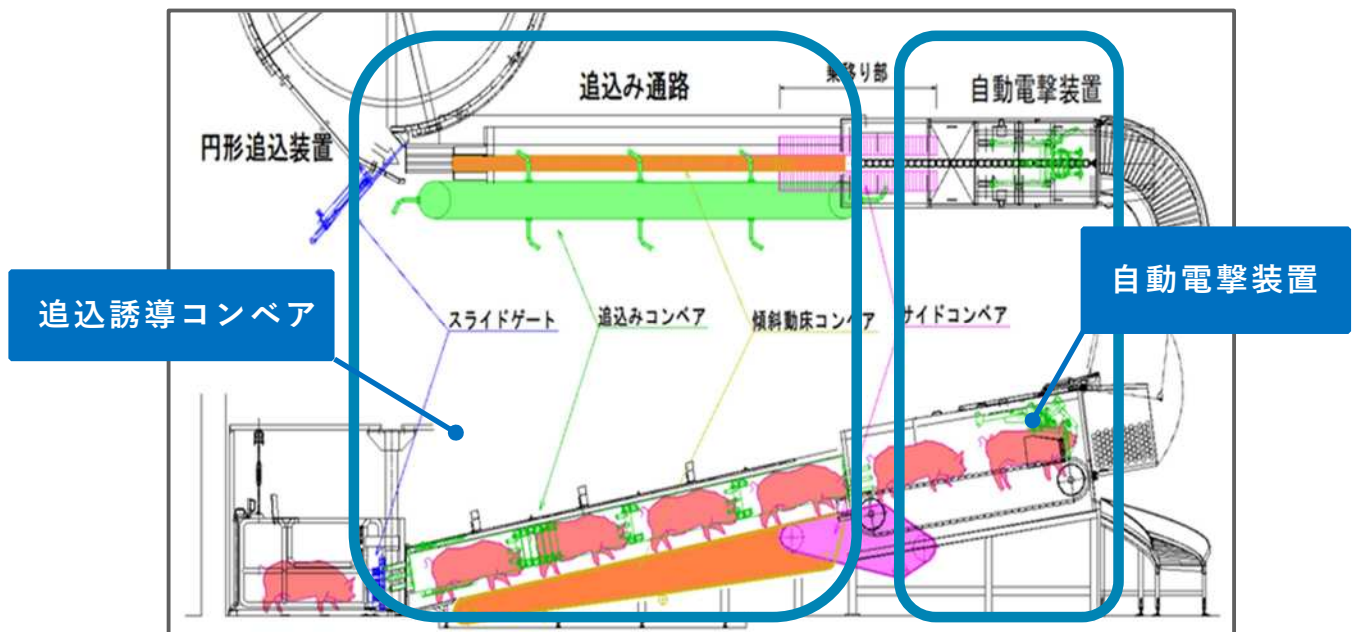
1. 係留所から腹乗せコンベアまでの誘導路を**自動化**しました（追込み作業の無人化）。
2. 豚にとってストレスとなる作業員による追込み作業を無人化することによって、豚に与える**ストレスを大幅に低減**しました（豚肉品質の向上・動物福祉）。
3. 動物福祉・豚肉品質の向上・追い上げ作業の無人化を同時に達成した画期的なシステムです。

#### 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ンニングシステム《**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。

### 4) 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「追込誘導コンベアシステム」と「自動電撃装置付き腹乗せコンベア」の2つの装置(合計2名の削減が可能)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台を設置するだけで電撃作業員1名を削減させることも可能です。

## 5) 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	エア源 15A30ℓ/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。	

## 6) 各機器の納入実績

「追込誘導コンベアシステム」のみで11台、「自動電撃装置」のみで11台、2つの装置を組み合わせた『完全無人化スタニングシステム』では4組を納入しており、大変ご好評をいただいております。

## 2. リーフラードプーラー（腹脂剥ぎ装置）

### 1) 概要と主なメリット

リーフラードプーラー（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】



リーフラードプーラー  
（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

### 3. 豚 解体処理ロボット

#### 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非常に高額であり、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すが、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) FOOMAJAPAN2022 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、これからユーザー様の生産ラインにて稼働検証が始まる所です。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

今年6月の東京ビックサイトで開催されるFOOMAJAPAN2022の展示会では「豚足処理ロボット」の他に、「自動電撃装置」、「リーフロードプーラー」これら本日発表した3機種を同時出展する予定ですので、ぜひご来場ください。

# 燃料価格高騰の対策とCO<sub>2</sub>排出量削減の両立について

株式会社前川製作所

## 原油価格の高騰



図1 原油価格の推移

最近の原油高騰はかなりの勢いであり、上昇から下降へのトレンドが見いだせない。ボイラーなど化石燃料を焚いて、加熱や調理を行っている工場にとって、大きなコスト負担となっている。

原因として

- ① コロナ禍からの世界経済の回復
- ② 産油国からの供給不足
- ③ 温室効果ガス排出削減を求める世界的ムーブメント

などがあげられており、すべての原因がすぐ解決される状況でないことが考えられる

## 工場での燃料費削減と温室効果ガス削減

工場を運営するにあたり、以下の点を考慮する必要がある

- ① エネルギーの見える化

省エネルギーを行う中で最も重要なのが、どのくらい燃料や電力が使われているか、数値で確認することだ。ここがまったく分からないと対策の打ちようがない。生産ラインの温度を集中管理している場合でも、監視室に置かれているパソコンではなく、スマホに表示させる方法がある。常にどこでも確認できることは、ラインの運転を行うなかで、今までとは違う異常な値にすぐに気が付くことができるので、対策も早く、原因の究明も容易に行われる。例えば冷凍機の冷媒が少なくなっていて、冷蔵庫が冷えていない場合でも、昨日と今日の同じ時間で冷え方が遅くなっていれば設備の異常に気が付くことができる。早く気が付けば気が付くほど、無駄なエネルギーを使う必要がなくなる。多くの計測点でなくて

も、冷蔵庫や加工室の室温や湿度など、身近にリアルタイムで確認できることが重要だ。設備を保全している人の日々の緊張感を少しでも和らげるためにも見える化は重要となってくる。

## ② 省エネ

### ● 運転の無駄の見直し

冷凍機の設定を1℃でもあげることはいできないか？

各機器はメンテナンスがしっかりと行き届いているか？

汚れているところは定期的に洗浄を行っているか？(フィルター、熱交換器、機器内部、オイルなど)家庭にあるエアコンのフィルターが詰まっていると、電気を浪費していることは理解するが、ポンプのストレーナーが詰まっていることにはなかなか関心が向かない

### ● 工場から捨てている熱の見直し

冷却塔の熱は有効に活用されているか？

お湯を捨てる時、熱の回収を少しでも行っているか？

### ● 高効率な機器の使用

古い機械を使用していないか？現在販売されている同じタイプの機械と比べて、今使っている機械はどのくらいエネルギーを必要としているのか、燃費を確認しているか？(10年前のエアコンと比べると電気代は半分ぐらいになっているし、弊社の冷凍機 NewTon でも25%から40%電力量の削減を実現している

### ● 製品温度・室温・湯温などの設定値の見直し

今までの習慣で温度を設定していないか？

同時の湿度の対策を行っているか？製品温度が低く、部屋の湿度が高いと、製品に結露が発生し、温度上昇と表面の濡れにつながってしまう。例えば、製品5℃、室温15℃湿度80%だと露点温度11.58℃となり、5℃に冷やされた加工肉に結露を生じる。15℃50%の湿度まで下げると、露点温度4.66℃となり、5℃の製品には結露しなくなる。結露することとは、空気中の水蒸気が肉の表面で凝縮し、大量の凝縮潜熱を製品に与えてしまう。製品の温度を急速に上昇させてしまう効果がある。製品の温度をあげないように管理するため、加工室内の温度を下げることも必要だが、湿度を下げることも検討する必要がある。表面が濡れてしまうと雑菌の繁殖にもつながりやすい。

部屋の温度を下げて、製品温度が上がらないようにすることが一般的な考え方だが、湿

度を下げることによって製品の温度が上昇しないような対策も、エネルギーの観点と作業環境の観点から検討が必要ではないかと考えられる

### ③ 自然冷媒の活用

温室効果の高いガスを使っている、冷媒が漏洩した場合、今まで少しずつ温室効果ガスを削減してきたにも関わらず、瞬間でその努力が無駄になってしまう。例えば R404A というガスは温暖化係数が 3920 あり、この冷媒が冷凍機に 300 kg 入っているとすると、配管が腐食し、全部の冷媒が逃げると  $3920 \text{ kg-CO}_2 \times 300 \text{ kg} = 1,176,000 \text{ kg-CO}_2$  となり、瞬間に 1176 トンの温室効果ガスを排出したことになる。私が経験した多くの食品工場の  $\text{CO}_2$  排出量は、年間 3000 トンから 5000 トンといったところが多かった。1176 トンというと実に 20% から 40% ぐらいになってしまい、温室効果を削減してきた努力が一気に吹き飛んでしまう。そんなリスクを抱えないためにも自然冷媒の採用が急務となっている。

自然冷媒は、フロンとは違って適応できる温度域が小さい。よって適応温度域が最高の効率が出せるところで使用していく

### ④ 再生可能エネルギーの利用

とくに太陽光発電は現在最も進んでいる再生可能エネルギーを得る手段となっている。工場の場合太陽光発電を行ったとしても、それだけでは賄いきれない場合が多いので、化石燃料の使用を減らすと同時にエネルギーの使用量全体も下げていかなければならない。

また、工場内で意外と使われていないのが熱の再生可能エネルギーだ。多くの熱を検討なしにどんどん捨てていけば、 $\text{CO}_2$  の排出量はいつになっても減ることはない。再利用できる熱はとにかく有効に活用することが重要で、加工工場では特に多くの廃熱が出ているので、これをうまく使わないと再生可能エネルギーが無駄に使われてしまうことになる。

### 冷凍機の廃熱とは

冷凍機を運転するときは必ず冷却塔も同時に運転する必要がある。これは製品から奪った熱を、外に捨てるために必要な工程だからだ。冷凍機は冷たい空気を入れて冷やしているのではなく、製品の熱を奪って外に捨てている設備である。製品を冷却する負荷が安定していればしているほど、冷却塔で捨てる熱も安定的に排出される。生産工場では連続的に冷却を行っているため、冷却塔で排出される熱も連続的に安定して取り出すことができる。ただ、今まで冷却塔の熱が使いにくいのは温度が  $30^\circ\text{C}$  前後と低く、冬場は外気の温度に左右されて、 $10^\circ\text{C}$  程度まで下がってしまい、加熱するためにはあまりにも低い温度となるためだ。

冷凍機を運転するときの常識は、高圧は下げたほうが省エネ運転につながると、小さいころから(?)教えられてきたので、高圧をあげる運転には抵抗を感じてしまう場合が多い。

## 冷凍機での熱の移動 図2

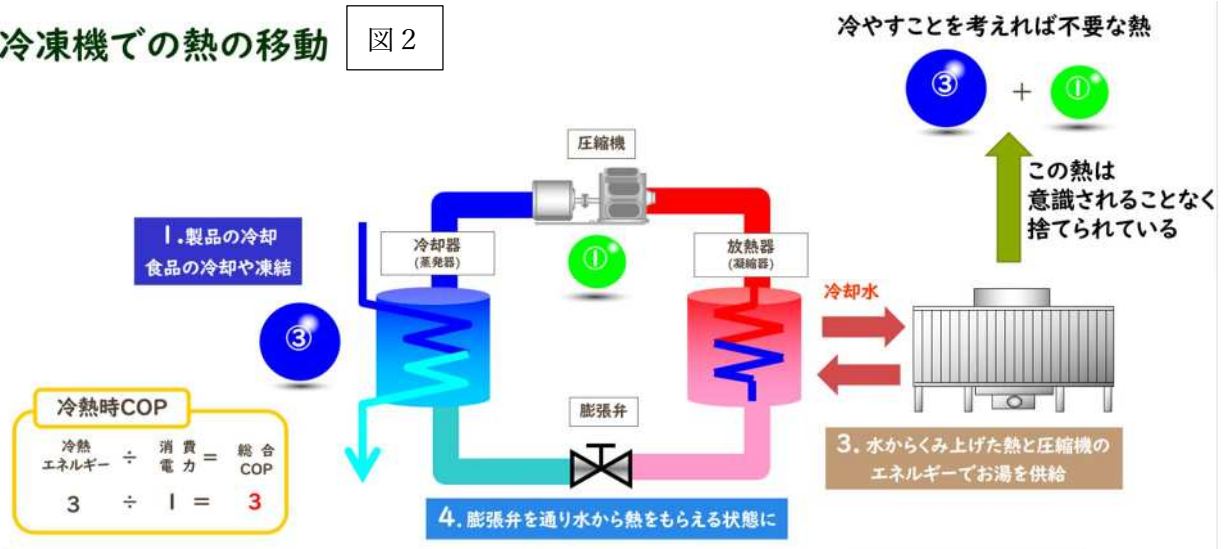
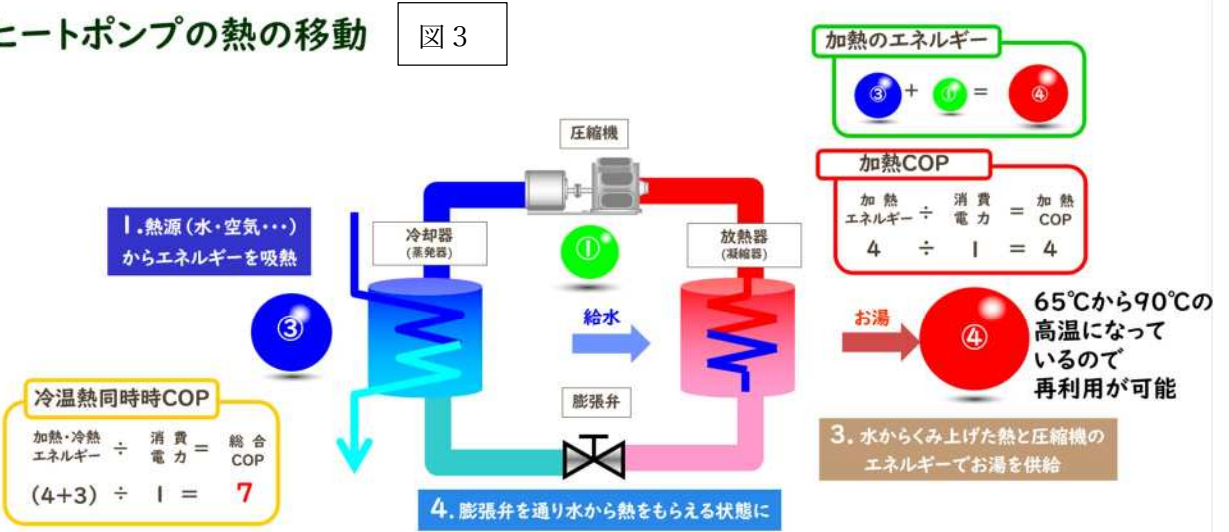


図2のように、冷凍機は冷却器で製品の熱を奪い、凝縮器で熱を放出し、冷却塔で外気に熱を捨てる工程となる。冷却塔で捨てられる熱は、今までほとんど有効活用されずに外気に捨てている。この熱を少しでも有効活用することができれば、大きな省エネ、CO<sub>2</sub>削減につながっていく。温度条件が低く、とても使いにくい熱だが、あえて温度をあげて熱を使いやすくすることで、大量に捨てられている熱を活用することができるようになる

## ヒートポンプの熱の移動

ヒートポンプはこの冷却塔で捨てる熱をぎゅっと圧縮し、温度を上げて再利用しているに過ぎな

## ヒートポンプの熱の移動 図3



例えば...電気ヒータ 20 kW 使用すると、使用する電力は 20 kW ⇒ 得られる熱量 20 kW  
つまり COP は 20kW ÷ 20kW = 1

い。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

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3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。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。

## 冷却塔の使い方

- ① 温度が低すぎて使いにくい場合は高圧をあげて冷却水の温度をあげ、高くなった水温をお湯として使用する方法(あくまでも設計圧量範囲内で、できれば夏場の最高温度程度まで)
- ② あまり温度にはこだわらず、先ほど説明したヒートポンプの熱源として利用する方法  
このようなことが考えられる。

では、実際に冷却水の温度を上げて利用する場合のコストメリットを比較してみよう

## 冷却水温度上昇と温水製造のメリット比較

弊社の冷凍機 NewTon というアンモニア/炭酸ガスを冷媒とした冷凍機を例に検証してみる。冷却水温度が 22℃で運転しているときに、機械を調整し 32℃まで上昇させたとしよう。この時、動力は 11.4kw 増加してしまう。ただ、能力はほとんど変化がない。そのため、冷却水の水温をあげても製品を冷やす能力に影響を与えていないことになる。

15℃の水を 30℃まで加熱してやると、

冷凍機の動力アップ  $11.4\text{kw} \times 15 \text{円/kw} = 171 \text{円}$

22℃から 32℃まで冷却水の温度を上げると、1時間当たり 171 円の電気代が増加する

では、32℃まで上昇した水で 15℃の水を 30℃まで LPG 蒸気ボイラーで加熱するとどのくらいのコストがかかるのだろうか？

冷凍機の廃熱量 179kw

この熱量で 15℃の水を 30℃まで加熱できる水量は 10.2トン/h(図4)

10.2トンの 15°Cの水を 30°Cまで LPG 蒸気ボイラーで加熱すると 20 kgの LPG が必要となる。

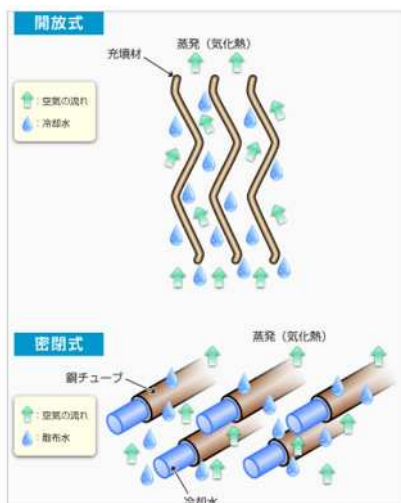
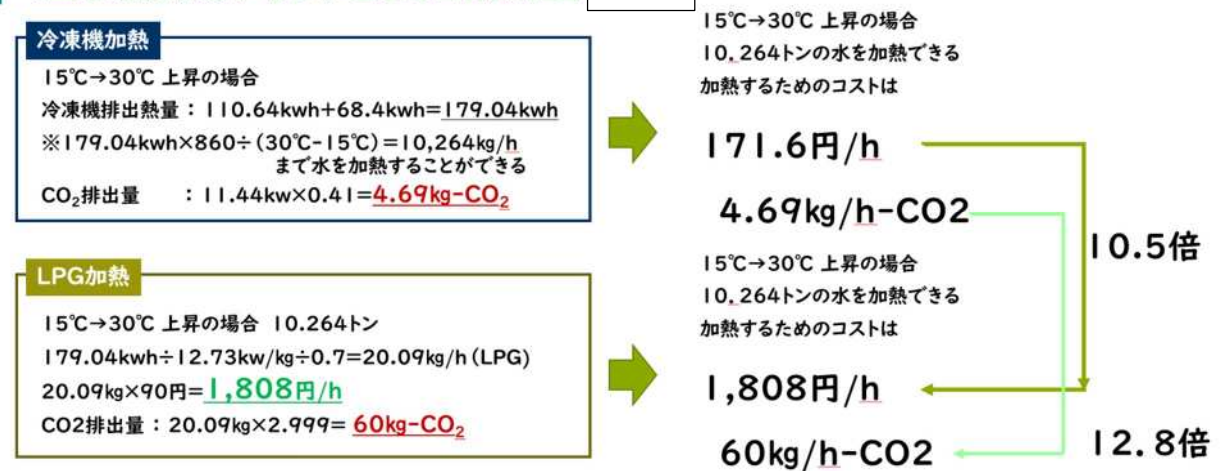
LPG 1 kg=90 円とすると 1800 円となる。

要するに冷凍機で加熱すれば 171 円、ボイラーで加熱すれば 1800 円になるということで、この加熱方法を普及させたほうがメリットは大きい。

同時に CO<sub>2</sub>も LPG だと 60 kg 排出になるが、冷却塔加熱だと約 5 kg の排出で抑えられる。

要するに、冷却塔で 30°C程度まで加熱することは、LPG で加熱するよりもメリットとなってくる

## 温水加熱のメリットとCO<sub>2</sub>削減量 図 4



では、どんな冷却塔だとシステムを組みやすいのであろうか。図5のような密閉式の冷却塔をお勧めする。冷却水が配管の中を通り、水の汚れの影響を受けないことができる。また、熱交換機を取り付けることも容易で、冷却塔を完全にバイパスして冷凍機の冷却水温度を上げることも可能となる。

では、冷却塔の廃熱を使ってどのようなシステムを組むことができるだろうか

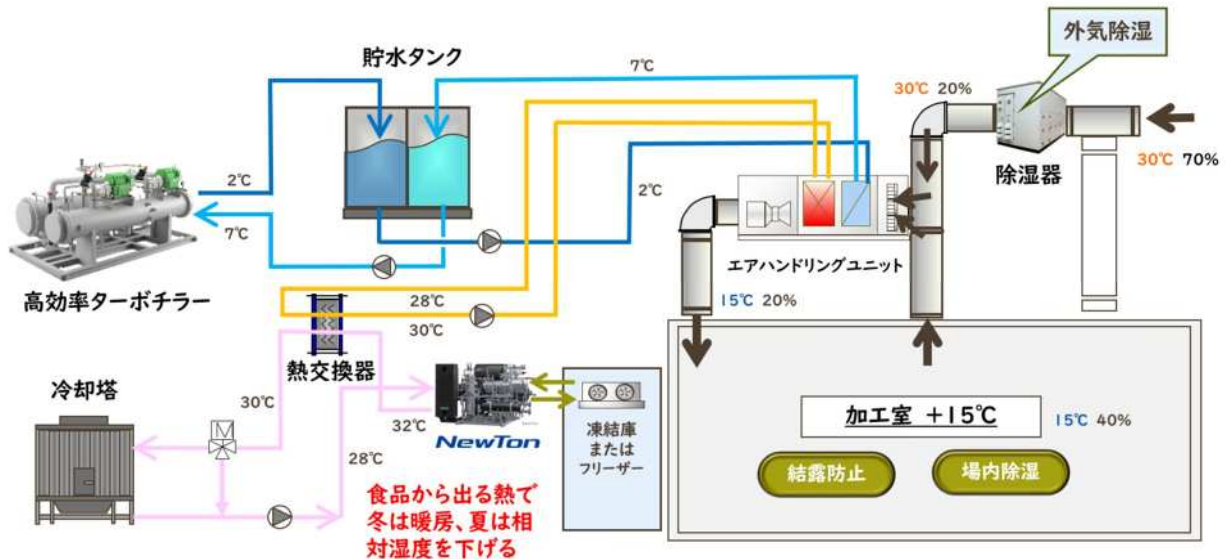


図6 冷却塔熱源のリヒート

図6のように、冷却塔で加熱された水は、外気を取り入れた空気を冷却した後、結露防止のため、リヒートするための熱源として用いることができる。一般的に蒸気やヒーターの熱源を用いてリヒートするが、冷凍機の廃熱も室温が低い加工室の場合は十分活用できる。この熱量も年間を通すとかなりの熱量となり、コストもかかっているため、削減しやすい部分だ。同じように、暖房時はチラーを運転せずに、冷却塔の廃熱を活用して行うことができる

図7 冷却塔廃熱を利用したボイラー給水

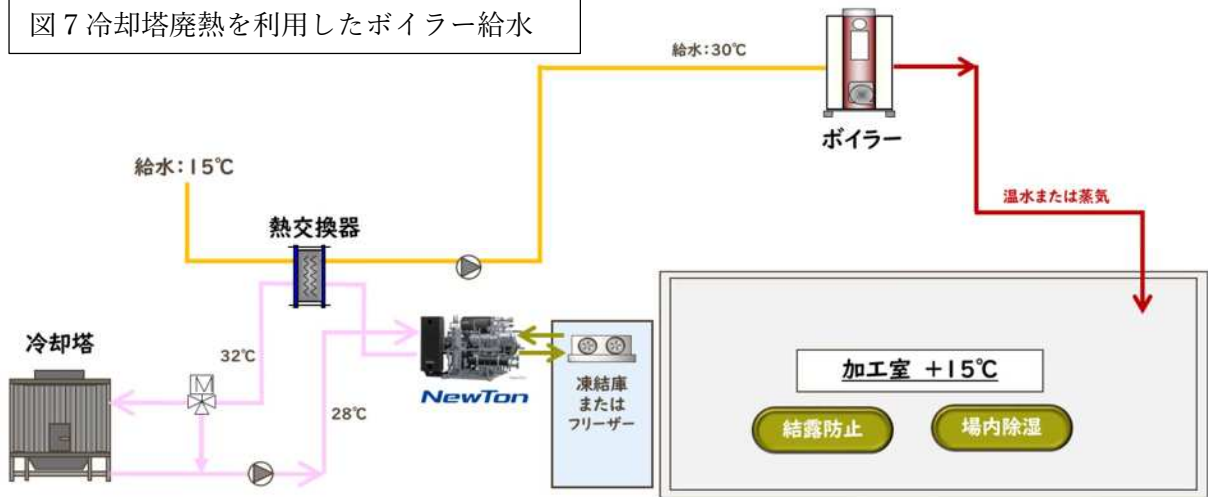
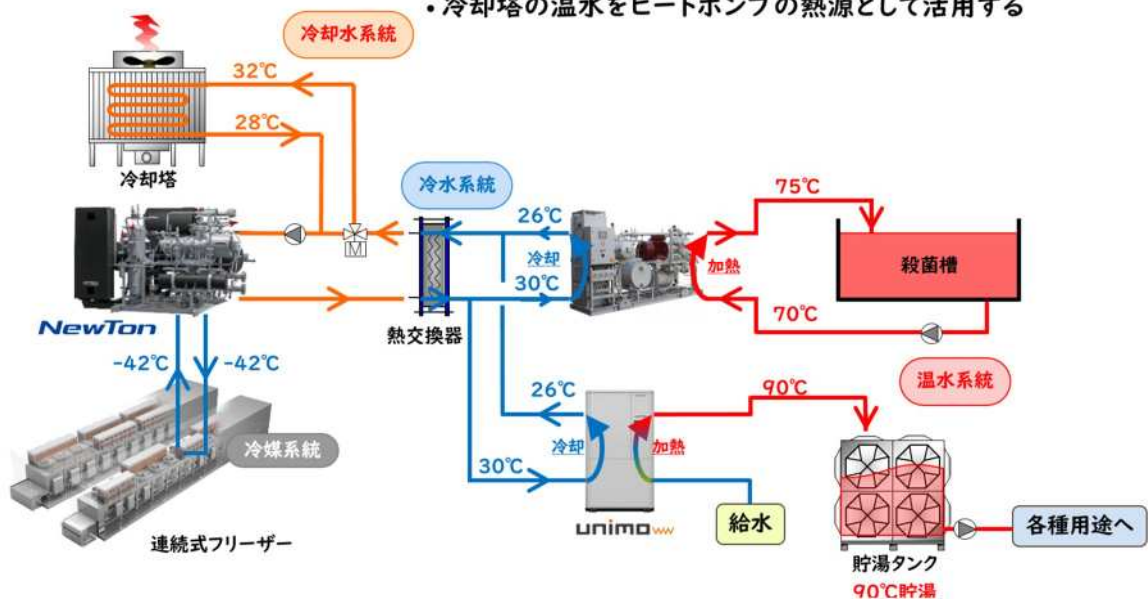


図7は冷却水の廃熱で、ボイラーの給水を直接加熱する方法。この図では給水温度を 15°C で検討しているが、冬場はもう少し原水の温度が下がってくる。これを加熱して少しでもエネルギーコストを抑える方法もある。ただし、この場合、冷却水の温度を上げる運転を行うと、1 時間当たり 11.4kw、171 円分コストが増えるので、それ以上のメリットがないとやる意味がない。この場合、1時間1トン以上の水を加熱すればメリットは出てくる計算になる。ボイラーの給水量が現在のどのくらいなのか、しっかりと確認する必要がある。



## 湯沸かしチラー・高温循環水ヒートポンプ 図 8

：冷却塔の温水をヒートポンプの熱源として活用する



冷却水の温度を上げて、直接利用する方法を説明したが、もう一つの使い方として、ヒートポンプの熱源にする方法があげられる

図8のように、冷凍機の廃熱を使って、ヒートポンプの熱源にする方法がある。この場合、給湯温度は65°Cから90°Cまで取ることができて、お湯を作ったり、循環加温を行ったりできる温度にすることができる。

マエカワでは冷凍機の廃熱をそのまま活用できるヒートポンプを多数取り揃えているので、ご相談いただきたい。

このように冷却塔の廃熱は、今まで、使えそうでなかなか使えなかった、脱炭素、カーボンニュートラルの時代には積極的に活用していくことが、温室効果ガスの排出量の抑制に大きく貢献し、燃料費の削減にもつながっていくと考えられる

# 牛の自動背割り機

マトヤ技研工業株式会社

## 【概要】

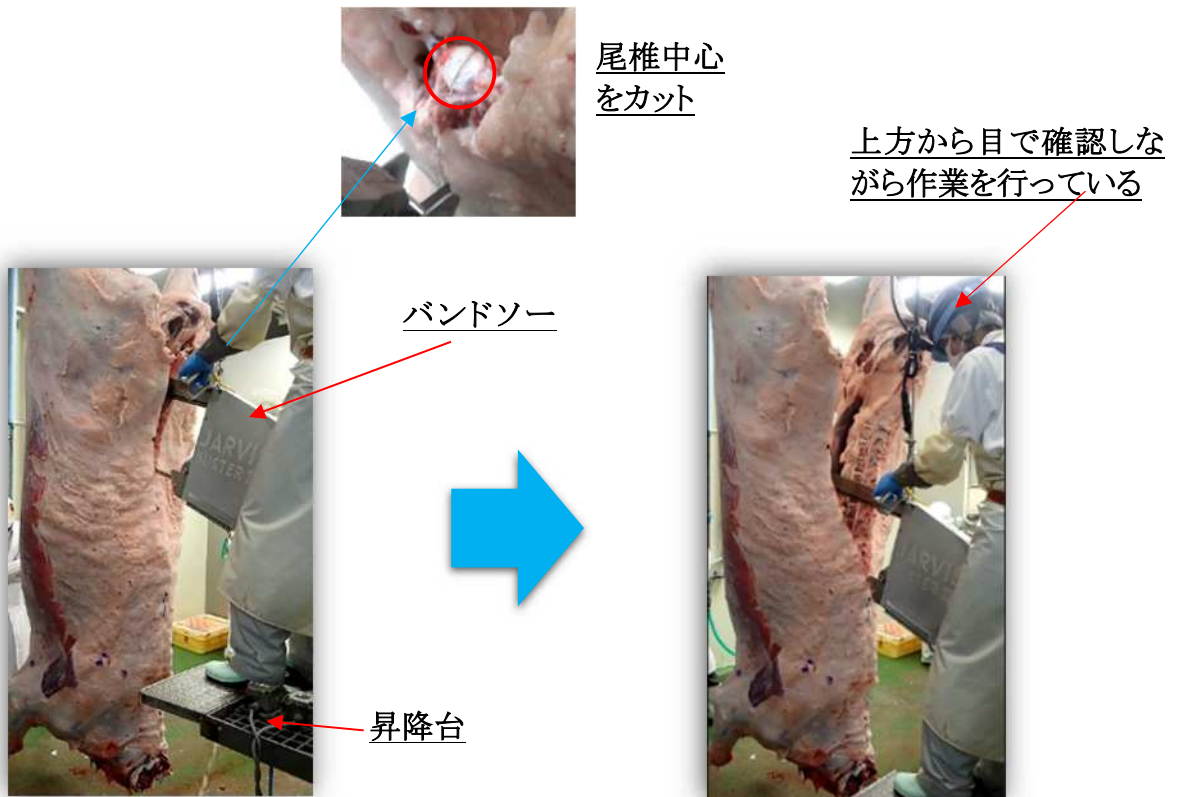
牛のと畜における背割作業は、背割り用バンドソーを使い人手によってと体を2分割し、枝肉にする作業であるが、と畜・解体工程の中で、最も熟練を要する工程である。しかし、少子・高齢化の影響で、熟練者の確保に苦慮している食肉施設が多くなりつつ有り、自動背割り機の研究開発を要請された。

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、2022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、背骨中心から鋸刃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。

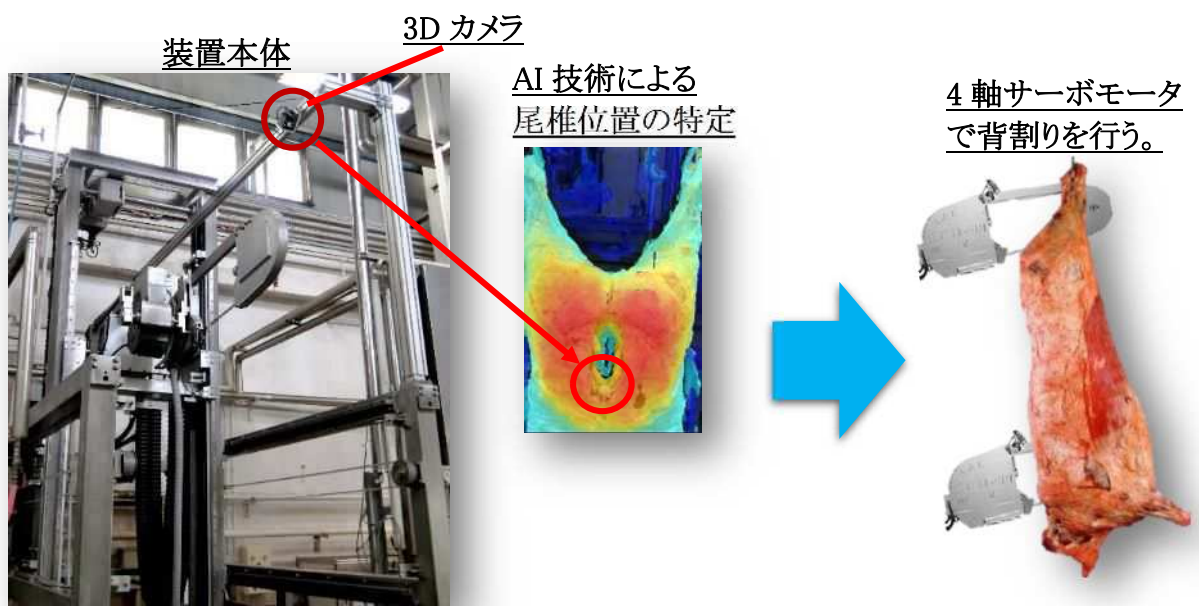


## 【装置の特徴】

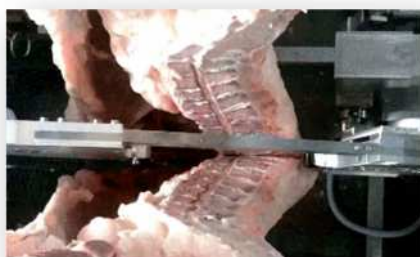
装置は、下記仕様により背割り動作を行う。

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。そのデータを基に、バンドソーを装着した4軸のサーボモータを駆使し、熟練作業者の様に、背割り作業を行う。



試験写真



# 牛豚副産物処理機

マトヤ技研工業株式会社

## “衛生的”に対する当社装置の基本的な考え

掃除のしやすい機械。  
工具を使わずに素手で分解・組立できる。  
ワンタッチ化を主眼に開発製造。



使いやすい

### 1, 豚用小腸切開機

切開と脂取りが同時にできます。切開スピードが早いです。  
腸に付ける脂の量は自由に調整できます。  
腸間膜を切除し、同時に小腸を切開します。切開時の小腸に傷がなくきれいな仕上がりになります。

#### 特徴と衛生対策

- 開閉式ベルトの為刃物、ベルトの交換が楽に出来る。
- 腸管に付ける脂の量が自由に調整出来る。
- 切開速度が1頭当たり約10秒で切れる豚用小腸切開機。
- ベルトの取り付けレバーが支軸を中心に開く。
- 主要部はステンレス。
- ナイフの径が小さいので消耗品のナイフ価格が安くなる。
- 腸管を挟む力の調整が簡単に出来る。
- 配管関係がフレームを兼用しているので簡潔に出来ている。
- 上部カバーが簡単に開けられる。
- 団子状の切開もワンタッチで出来る。(ワンタッチで横にスイング)
- 駆動軸ががっちりしたパイプの中に支持されているので壊れ難い構造。
- イニシャルコストが少々高くても壊れ難いので、トータルコストが安くなる。
- レバーが開くので掃除がやり易く衛生的、脂切り刃の交換が楽に出来る。



## 2, 豚用大腸切開機

豚の大腸を団子状のまま盲腸側に切込みを入れ、案内杆に挿入するだけで切開作業を行います。1人で2連式以上を操作することができます。



### 特徴と衛生対策

•歩留りがよく、脂取り工程が楽にできる:

エッジレスベルトで搬送するので大腸への接触がソフトで、引込みも安定。このため大腸を傷めず、歩留り、脂取り作業が楽。

•タンク内の汚物は自動的に排出:

沈殿したものは操作レバーを動かせば下部の排出弁より自動的に排出し、タンク内の汚れを最小限に抑える。製品と汚水は別けて排出

•清掃が簡単で衛生的:

装置は開放的で清掃しやすい衛生的な構造。また、切開部の安全カバーは開閉でき、清掃・メンテナンスが簡単。全体のカバーは工具を使用せずワンタッチで取付、取外しができて清掃がやり易く衛生的。

### 掃除・メンテナンスの際、解放



外周カバー取外し



製品と汚物は別けて排出



主要部が開放的

### エッジレスベルト



処理後  
の大腸



ボイル後  
の大腸

## 3. 牛用小腸切開機

牛の小腸は豚に比べて大きく重いため切開に要する速度も遅くなります。  
 脂切除と同時に切開を行い、腸管内部を洗浄しながらベルトで引き込みます。  
 洗浄後の汚水は確実に機外に排出されます。  
 腸管は巻き取り装置に巻き取られます。  
 脂を30~40mmギザギザにならず、安定して付けることができます。



### 特徴と衛生対策

- ・掃除がし易い。特に洗浄部がワンタッチ(工具不要)で外せるので、機外で洗浄できる。
- ・作業、メンテナンスがやり易い
- ・洗浄部は食品ゴムであるから衛生的であり、掃除、メンテナンス共にやり易い。
- ・異物混入も無い。
- ・ベルトの取り付けレバーが支軸を中心に開き掃除がやり易く衛生的である。
- ・主要部はステンレスで有る。
- ・腸間膜の切除ナイフは上下調整出来るので 脂の量を加減出来る。(5~50mm)  
 又、スイングレバー式だからワンタッチで横に移動出来、団子状切開もワンタッチで切り替えが出来る。
- ・ナイフの交換がやりやすい。
- ・ナイフの径が小さいので消耗品のナイフが安い。・腸管を挟む力の調整がやり易い。
- ・配管関係がフレームを兼用しているので簡潔に出来ている。
- ・上部カバーが簡単に開けられる。
- ・駆動軸ががっちりしたパイプの中に支持されているので壊れ難い。
- ・切開速度が1頭当たり1分の高速型牛用小腸切開機もあります。(オプション)

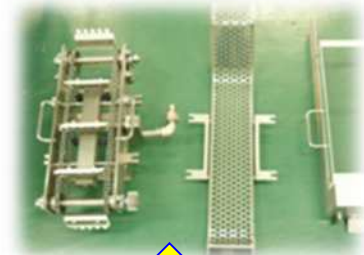
切開部周辺



掃除・メンテナンスの際、解放



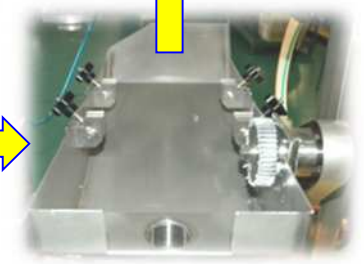
洗浄部分解後



洗浄部(裏側より)



洗浄部取外し後



シュート取外し後

## 4, 牛用大腸切開機 特許

脂に覆われた牛の大腸から、連続的に腸管のみを紐状に処理して腸管を切開します。  
これまでの労力の負担を軽減して、高い生産性を提供する事ができる様になりました。

### 特徴と衛生対策

- 大腸を団子状のまま処理可能。
- 大腸を紐状に処理し切開処理、脂取りを1台で行う。
- エッジレスのダブルタイミングベルト2本で挟んで搬送するので、大腸への接触がソフトで傷が付き難く引き込みも滑りが無く安定。
- カバーが少なく、掃除、メンテナンスが やり易い構造で衛生的な機械。
- 主要部はステンレス製。
- 配管が本体を利用しているので簡潔。



処理後の大腸



脂側仕上げ後



切開部周辺



掃除・メンテナンスの際、解放





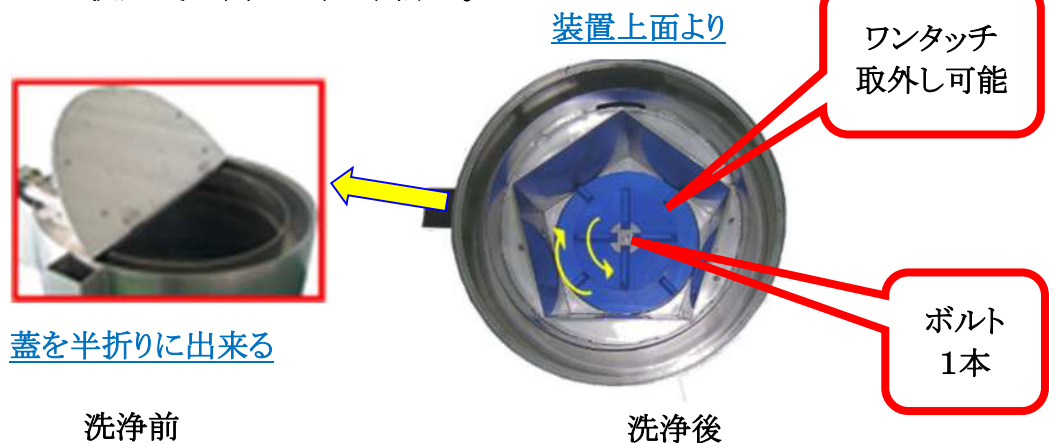
## 5, センマイ洗浄機 (2枚羽根式) 特許

洗浄槽内の内側回転円板上の攪拌内羽根と、外側回転円板上の攪拌外羽根を、互いに反対方向に回転させる事で、強力な高速反転攪拌水流を発生させます。この攪拌作用によりヒダ部分の開葉を起させヒダ内部の汚物を完全に洗浄します。



### 特徴と衛生対策

- 2枚の羽根が互いに正転と逆転方向に連続で回転。
- 急激な正転、逆転を繰り返さない、モーター軸が壊れない。  
(正転、逆転繰り返しはモーターに過度な負荷)  
出力軸のキー溝損傷の原因。
- 2枚羽根方式は、回転方向が一方向だけに回転。
- インダクションモーターをインバーターで任意に回転を制御。  
比較的安価。
- 正転と逆転で同時に回っているので水が、機外に飛散し濡れるなどの問題を解消。
- オーバーフロー溝も開放型にして掃除がし易い。
- 底部もワンタッチ化を取り入れ、ワンタッチ不可能な所はネジの本数を最少化。
- 蓋を半折りにして投入・取り出しが楽に出来る。





## 6, 衛生的豚足脱毛機 特許

従来、豚足の脱毛機は砥石を円筒状に貼った、中で湯に浸けて回転させていましたが、砥石は石粒を接着したもので磨耗があり、それが原因で磨り減って割れる為、交換が必要でした。

掃除しても砥石に毛が残る、砥石の継ぎ目に毛が詰まる等、満足できる状態ではなく、結果、匂いがこもり不衛生でした。

砥石を全く使用せずに、ステンレスの板を砥石部分に貼って、衛生的な脱毛機にしました。



### 特徴と衛生対策

- ・ステンレス製脱毛部材で脱毛。
- ・脱毛する湯の温度は約 60℃でも 12～13 分で脱毛。
- ・黒豚も問題なく脱毛。
- ・脱毛は砥石よりも良好。
- ・耐久性、耐摩耗性、衛生面に優れる。  
(砥石交換不要なのでメンテナンスフリー)
- ・洗浄槽内の掃除が楽、衛生的。



脱毛後の切り口



## 7, マルチ内臓洗浄機

外観は四角形、内槽は多角形断面の堅型洗浄機を開発しました。  
HACCP がと畜場法にも取り入れられ、洗浄機も内、外いずれも清掃できることが必須となります。  
これまでの常識を超える洗浄機として牛、豚、馬等各種内臓等の洗浄機として利用が可能



### 特徴と衛生対策

外側両側に扉を付けて、槽の上からでも横下からでも清掃できる構造の洗浄機にしました。  
回転数はインバーターで自由に変えられます。

投入直後



洗浄後



矢印方向(3方向)いずれも手を入れてきれいに掃除が出来ます。

## 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ース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。



### 【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(1日500頭で1000回)引き上げる繰り返し作業になり腕、腰、爪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

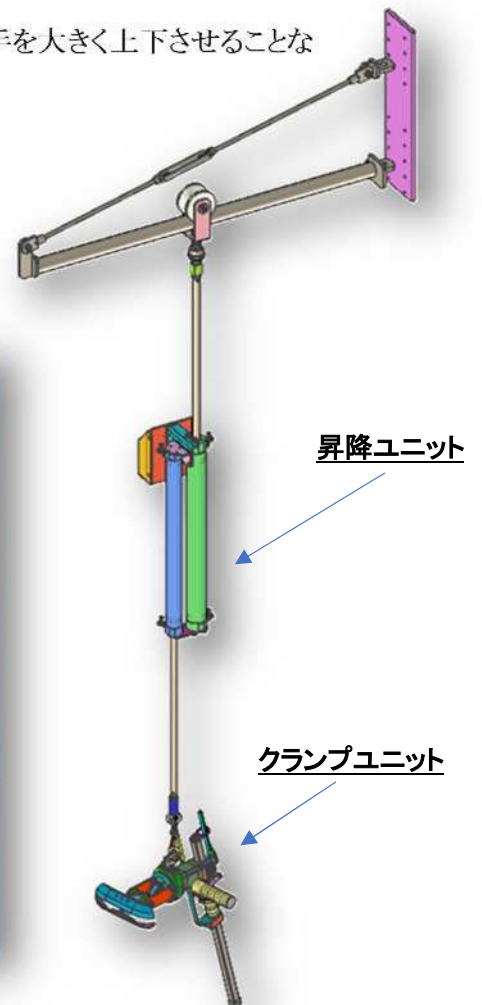
② 両手で腹脂を把持

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ースリンダーにより、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ース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。



## SDGs に貢献する資源循環型事業への取り組みについて

共和化工株式会社

### 1. はじめに

現在、食肉センター内での血液汚水処理工程で発生する汚泥等の有機性廃棄物の大半は産業廃棄物として焼却されています。他にも、炭化やメタンガス発電にも使用している施設もありますが、まだまだリサイクル出来ていないのが現状です。弊社が創立から 62 年間続けている血液汚水の水処理技術、並びに約 20 年間実績を積み重ねている堆肥化技術を利用したリサイクルシステムを活用すると、ランニングコストの大幅削減や SDGs などの目標に貢献する活動として企業全体のイメージアップを図ることが出来ます。

今回は、共和化工の水処理技術・堆肥化技術のご紹介と実際のリサイクルシステムの導入事例、番外編としてイメージアップ事業(地域貢献活動)をご紹介いたします。



図 1. 持続可能な開発目標 (SDGs)

### 2. 水処理技術(新共和式二段酸化法)

共和化工では、産業排水・埋立地浸出水・下水・農漁業集落排水など幅広い種類の汚水処理を行っています。その中でも産業排水に分類される食肉センターの排水処理は、昭和 34 年の創業より専門としてきた分野のため、食肉センター排水処理のシェア率は高く確固たる実績を積み重ねてきたと自負しております。

食肉センターの排水には難分解性タンパク質等が多く含まれており、一般的な水処理より高度な技術が必要となります。弊社の処理技術は、『共和式二段酸化法』という名称で、前処理工程にはウエッジワイヤースクリーンや加圧浮上分離処理装置などの物理的手法によって、原水の夾雑物、浮遊物や油分を取り除き生物処理を安定化させ、負荷軽減による省エネ化を図

ります。そして、二段酸化法による嫌気・好気を組み合わせた生物処理によって糸状性細菌の増殖が抑制されバルキングが防止されると同時に、沈降性のよい活性汚泥が生成されることで、水質管理が容易になり常に安定した処理状態を保つことができます。また、汚泥脱水機は自動運転が可能な脱水機を採用し、脱水処理に関わる労力の軽減も図っています。

現在、汚泥活性化装置「YMリアクター」の開発も行っており、「共和式二段酸化法」とリアクターシステムを組み合わせることにより、一般的な水処理施設と比較すると発生汚泥量の約20%低減が期待できます。また、リアクターシステムの導入により処理能力の安定化、ランニングコストの削減、環境への負荷の低減を図ることができます。



写真 1. 汚泥活性化装置『YMリアクター』

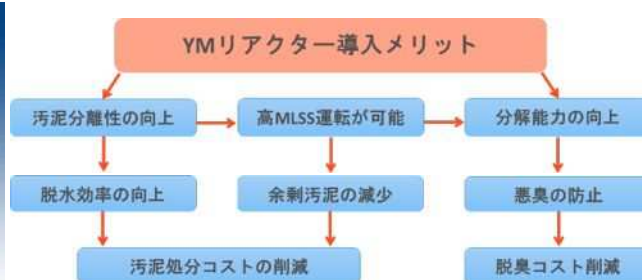


図 2. YMリアクターの導入メリット

### 3. 堆肥化技術

#### 3-1) 超高温好気性発酵技術

堆肥化技術は、平成 14 年度より(株)山有と技術提携を行い、特許微生物を活用した『超高温好気性発酵技術』という独自の技術で実績を重ねております。堆肥化の対象物となる原料は、固体に近いものから液状のものまで水分率にほぼ左右されることなく幅広い処理が可能です。

また、堆肥化技術の特徴としては①超高温(90℃以上)での発酵のため病原菌や雑草種子が死滅し、安心安全な堆肥の生産が可能、②有機物の分解が早く、通常のコンポスト化(2ヶ月～6ヶ月)より短期間(45日)で処理が可能、③焼却処理と比較し二酸化炭素の排出量が少ない、などが挙げられます。さらに、この技術を用いて堆積型施設を機械化した密閉型攪拌方式の堆肥化装置「YM ひまわりくん」も開発・販売しており、日量 200kg から 1,500kg までの有機性廃棄物を資源化することができます。



写真 2. 堆積型発酵(左)と密閉型攪拌方式の堆肥化装置(右)

これらの超高温好気性発酵技術は日本国内のみならず、フィリピンなど海外においても展開しています。

<2022年1月現在>



図 3. 堆肥化技術【堆積型・密閉型攪拌方式堆肥化装置(YM ひまわりくん)】実績

### 3-2) と畜および食肉の解体・加工・販売を行う施設への堆肥化技術の導入事例

実際に弊社の水処理・堆肥化技術を導入していただいている施設のご紹介いたします。

こちらの企業様は、脱水汚泥・腹糞等を含む有機性廃棄物の焼却を検討されていましたが堆肥化処理を導入されたことにより、処理費用が1tあたり約 40,000 円から約 12,000 円とおよそ半額以上費用を抑えることに成功しております。各プラントの規模は、排水処理量 2,750 m<sup>3</sup>/日、堆肥化による年間廃棄物処理 1,440tが可能となっております。水処理プラントでは、「共和式二段酸化法」+「YM リアクター」での処理方法が採用されています。水処理プラントメーカーが設計・施工・維持管理を一括して行うことにより、経験と実績に裏打ちされた水質管理をすること

ができ、排水に関する悩みが解消したという嬉しいお声も実際にいただいております。

堆肥化処理の主な原料は、排水処理工程より発生する脱水汚泥、腹糞などの残渣、敷料等です。そして現在肥料登録の手続きを進めており、登録ができ次第、地域の皆さまにご利用いただくことで資源の地産地消や地域貢献に寄与することが出来ます。さらには、周辺地域のみならず、全国への販売も視野に入れております。



写真 3. 堆肥化プラントの現況

↑雪の降るような環境下でも 100℃以上の発酵を実現している。また、発酵槽の作りはシンプルで加温装置などは一切使用せず、床面よりエアレーションで空気を送り超高温好気性微生物による活動を促し、その活動熱で有機物を分解している。

また、弊社の高知県にある堆肥化プラントでも、食肉センターから排出された脱水汚泥や家畜ふん尿等で堆肥を製造しております。実際に地域住民の方々に堆肥を利用していただき、以下の表1のようなお言葉も頂戴しております。

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。
ハウレンソウ	葉のつやが良くなり、甘みもでた。 等

表1. 実際に堆肥を購入されたお客様の声



このように食肉センター排水由来の堆肥の有効性が証明されつつあることから、製造後の堆肥の出荷先確保のハードルは年々低くなっています。また、弊社のグループ会社である「農地所有適格法人 和饗エコファーム株式会社」では、農業展開を専門に事業活動を行っており、全国各地で様々な作物を栽培しています。そちらでの堆肥活用も可能となっております。（詳しい内容は以下記述の「4. 農業への参入によるイメージアップ事業」をご覧ください。）

### 3-3) 牧場における堆肥化技術の活用

弊社の堆肥化技術は、とある牧場でも採用されています。この牧場では、牧場内で1日当たり約1tの家畜ふん尿（乳牛・肉牛・豚など）が排出されています。これらの家畜ふん尿を堆積槽で堆肥化し、場内にある農地で牧草の生育に利活用しています。牧場内での家畜ふん尿の堆肥化、施用、牧草の生育によるエサ代の削減だけでなく、国産飼料の確保に繋がり、さらには資源循環にも寄与しています。

本堆肥化技術により生産された堆肥は使いやすい等好評をいただき牧場と15年以上のお付き合いをさせていただいております。

このような循環型システム、特に生産した堆肥を利活用することは、飼料を輸入に頼っている現状の改善に大きく寄与していくと考えております。農業の後継者不足から生じる耕作放棄地なども活用し、農林水産省が進める『みどりの食料システム戦略』にも沿った有機農業の促進にも貢献できると考えています。



図4. 牧場内循環型システム

#### 4. 農業への参入によるイメージアップ事業(番外編)

##### ◆ 自社栽培の農作物とコラボ商品のブランド化

弊社のグループ会社「農地所有適格法人 和饗エコファーム株式会社」では、自社や委託での農作物の栽培、販売を行っており、6次産業化を意識した農作物の加工、販売も行っています。

例えば、長野県の水田にて弊社堆肥を使用したお米を栽培、そこから弊社オリジナルの日本酒を醸造し自社レストランにて提供しています。

また、青森県ではりんごを栽培しており、販売だけではなくジュースやジャム等の加工も行っています。

このように、自社(食肉センター様)製造の堆肥を他分野での活用を行うことで、異業種間でコラボすることで、利益の獲保や地域の活性化にも寄与し、その企業のイメージアップも図ることが可能となります。

##### ◆ 地域貢献・交流の場としての役割

###### <栃木県益子町>

弊社益子事業所では、益子町の事業として「生ごみ処理事業」を行っており、生ごみを生分解性プラスチック袋に入れ分別、回収し袋ごと堆肥化を行っています。製造された堆肥は同事業所内にて町民に無料配布しています。益子町の名産物を扱っている近隣の農家さんにも実際に使用していただき、イチゴは甘味が増すなどの好評をいただいております。また、益子地域の小学生を受け入れ、社会見学や夏休みの自由研究のお手伝いなども行っています。



写真4. 生ごみ堆肥『めぐる堆肥』(左)、小学生の社会見学の様子(右)

### <茨城県下妻市>

茨城県で甘藷を栽培しており、甘藷の販売だけではなく加工(干し芋や芋けんぴ)も行っています。収穫の時期には共和グループの社員や近隣住民の子どもたちに向けた収穫体験も行っており、企業と住民の良好な関係を築き上げられるような取り組みも行っています。



写真 5. 収穫体験をする子供たち(左)、収穫された甘藷(右)

### <北海道佐呂間町>

北海道佐呂間町では約 10ha の広大な農地でカボチャを生産しております。収穫時期にはお祭りも開催され、地域住民と共に参加するなど企業として積極的に地域に貢献できるような取り組みを行っています。



写真 6. 収穫作業風景(左)、収穫期間中のお祭りの様子(右)

## 5. 最後に

今回は、弊社の水処理・堆肥化の技術、食肉センターでの堆肥化事例、牧場内での堆肥化技術を活用し飼料生産を行う資源循環システムのご紹介、番外編で弊社が取り組む地域貢献・交流の実例をご紹介いたしました。

食肉センターより排出される脱水汚泥・腹糞等の堆肥化処理によるメリットとして、有機性廃棄物の処理コストの削減、環境への負荷の低減(SDGs への取り組みとしてアピールも可能)、製造した堆肥を活用した地域貢献活動などのイメージアップ事業への展開できる可能性、他業種での利益の獲得の可能性など様々なことが得られます。日本の食肉業界へより一層貢献

ができますよう、今後も技術開発や堆肥の普及活動に尽力して参ります。



図 5. 堆肥化を導入することで目標達成できる 6 項目【SDGs】

以上

# EUにおける豚のと畜解体 作業の自動化システムに ついて

豚解体ロボットのご紹介

東西産業貿易株式会社  
食肉プラント事業部 吉田伸之

## ロボット開発目的と導入のメリット（豚解体ライン）

- 省人化：作業人員の削減、人手不足を補う
- 高効率：処理スピードが飛躍的に向上
- 頑健性：数百万回の運転サイクルが可能
- 衛生的：人の手が入らないことによる衛生面の向上
- 互換性：あらゆるタイプの吊り下げシステム、  
トロリーに互換性がある

## ロボット化の課題（豚解体ライン）

- 導入に於いてイニシャルコストが割高になる。
- 緊急メンテナンス部品を在庫しておく必要がある。
- メンテナンス費用がアップする可能性がある。
- 枝肉についての仕上がりの確実性を向上する。

## 各機器のご紹介

	最大処理能力
● バングドロッパー及び恥骨割り	(550頭/H)
● 恥骨割り	(700頭/H)
● 胸割り	(650頭/H)
● 背割装置（デュアルアーム）	(650頭/H)
● ネックカッター	(550頭/H)

## AIRA社について

- 2001年にスペインのカードナ（バルセロナ近郊）で設立され、それ以降一貫して食肉関連のロボット開発を行っている。
- バングドロッパー、恥骨割り、前足切り、胸割り、背割りでの自動化が可能。
- 新しいロボットの開発も積極的に行っており、ユーザー毎のアレンジにも対応。
- FRONTMATEC社と業務提携し、一貫した解体ラインのレイアウトも行っている。









## 最後に

日本において解体ラインのロボット化はまだまだ進んでおりませんが、業界全体が人手不足の中、解決する大きな手段であることには間違いありません。

労働環境、品質、コスト面で理想的な解体ラインを現実的なものに出来るよう又、業界の問題解決にお役に立てるよう努力いたします。

ご清聴ありがとうございました。

令和3年度研究成果発表会  
マイクロ波食肉製品異物検出装置研究開発事業

令和4年2月25日

株式会社ニッコー

マイクロ波食肉製品異物検出装置研究開発事業

事業目的	食肉製品の原料及び食肉製品に付着又は埋没している金属片、獣毛等の全ての異物を検出するマイクロ波を活用した検出装置を開発する。
研究開発の内容	①マイクロ波発生装置の調査 ②各種食肉製品の異物検出のためのマイクロ波の周波数の調査 ③マイクロ波による異物検出データの取得 ④人工知能による異物検出精度の高度化 ⑤マイクロ波による食肉製品異物検出装置のプロトタイプ製作及び実証試験並びに実用機の製作
事業年度	令和2年度～3年度(2か年事業)

## 1. 本事業で活用しようとするマイクロ波技術

＜本提案における技術的ポイント: マイクロ波異物検出装置＞

【従来技術の課題】

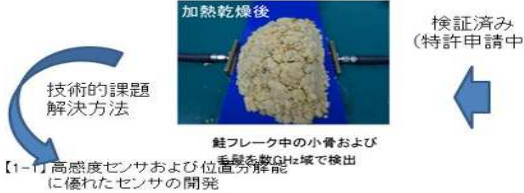
- ◆ 高価なX線、T線発生源および透過光イメージング機器が必要
- ◆ X線では、非金属異物の検出が困難
- ◆ T線では、水分を含有する食品中の検出が困難

解決

【新技術の特徴】

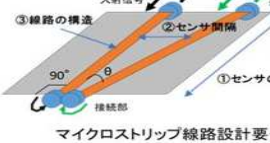
- ◆ マイクロ波送受信機が安価
- ◆ 伝送信号の位相変化から簡単に異物を識別
- ◆ 金属および非金属異物の検出が可能

【新技術の異物測定原理】

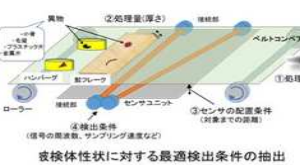


ベクトルネットワークアナライザ (VNA)

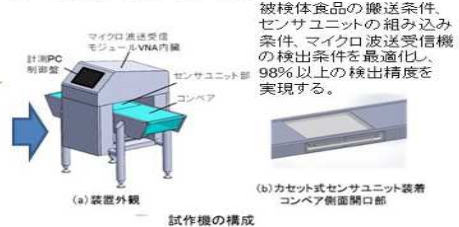
④送受信機  
の要求性能



【1-2】開発センサによる被検体に混入した異物検出のラボスケール実証



【1-3】試作機の設計・製作・実証



## 2. 本研究の概要

本研究は、豚部分肉(10数種類)における豚毛を異物として検出できる検査装置の開発を目的とする。

従来の研究成果より、実際のワークにおける計測値のばらつき、対象となる豚毛のサイズ感など、かなりの計測難易度が予想され、数学的な閾値(いきち)判断では安定的な検出が望めないことが想定されているため、マイクロ波計測データに対しAI(人工知能)処理の実装により安定検出が可能になるかが最大の焦点。

対象ワークとしてリサーチの上、豚毛混入頻度の高い「バラ部位」「うで部位」を対象に研究を進めてきた。



＜バラ部位＞



＜うで部位＞

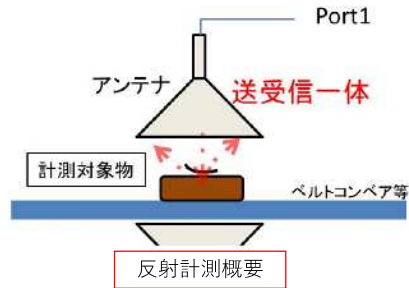


## 2. マイクロ波のテストの状況

### ①使用帯域、使用アンテナの選定

ニッコー社保有のホーンアンテナにより計測環境を構築し、実装予定計測機の全周波数帯域(0.1MHz~9GHz)によりデータ採取を行った。

②実際のワーク使用により計測実施したところ、**豚肉の厚みにより透過型計測が不可であること**が判明。(豚肉の厚みによりマイクロ波が透過しない)。このため、当初予定の透過型計測から、表面/裏面 それぞれにおける反射計測に方針を変更してテストを行っている。



## 3. 試作機の製作

以下機能を有するマイクロ波異物検出装置の試作機を開発する。

①被対象物の立体計測を行い、計測アンテナ位置を自動生成し任意の計測点数ならびに計測位置によりマイクロ波計測を行う。

②対象物のテクスチャを採取し立体計測情報と合成し、AI処理用付加パラメータとする。

③計測したマイクロ波波形データならびに付加パラメータよりAI処理により異物有無を判定する。

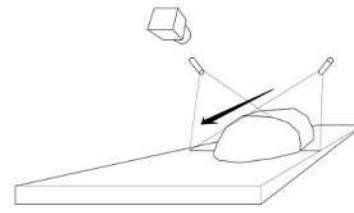
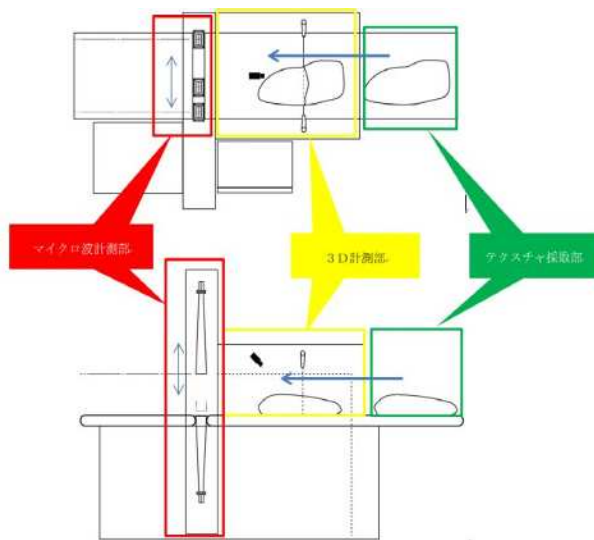
< 本体外観 >



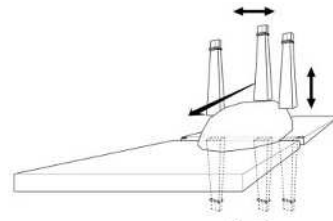
< 計測状況 >



●計測概要



●3D計測イメージ



●マイクロ波計測イメージ

●マイクロ波の測定試験の様子

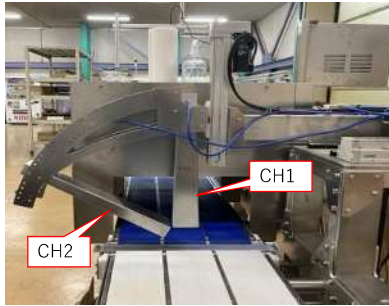


豚肉

#### 4. テスト結果

①試作機によるデータ採取&AI学習を実施したが、反射式計測方法では、豚肉表面による反射量が多く、期待した成果が得られなかった。

②このため、計測方式を見直し、上面に送信アンテナと受信アンテナを別CHとし、アンテナの配置を変えた状態で正面反射を軽減させる対策を行うことで、再度学習用データを採取している状況である。

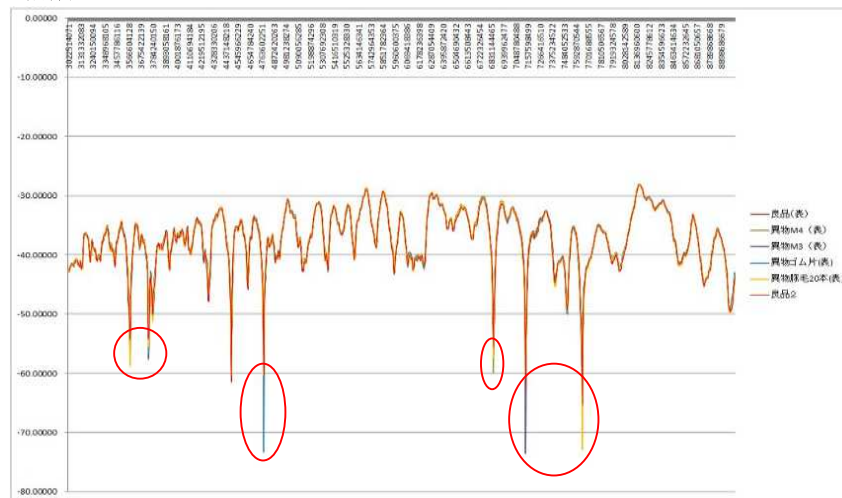


計測方法の変更(送信と受信を別にする)

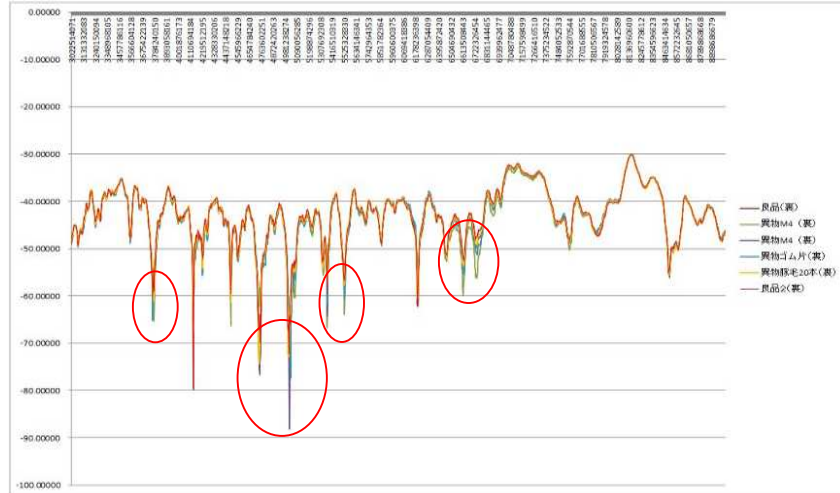
#### <アンテナ配置変更後の計測状況>

- 豚バラ肉上固定位置(搬送なし)にて、「異物無し」「各種異物付加」時のデータを採取し比較を行ったところ豚毛20本程度にて波形に相違が観測された。

#### <赤身面>



<脂身面>



### 5.実用化に向けての検討課題

課題	対応方向	備考
1. 異物検出精度向上	計測方式の変更による改善を実施中。 上面においてアンテナ2基による送信/受信を分け、正面反射軽減対策を実施。現在データ採取中であり、以後AIの再学習を予定。	2月下旬評価実施予定
2. 計測処理時間の短縮	上記1.の対策により計測時間がかかる可能性があり、計測時間の短縮を検討。	



## 海外食肉処理ロボット技術等調査推進事業について

令和4年2月25日

公益財団法人日本食肉生産技術開発センター  
専務理事 木下 良智

1

### 事業の目的

#### (1) 食肉処理ロボット技術の必要性

- ①わが国では、食肉処理施設が牛130か所、豚139か所あるが、近年、食肉処理施設では、労働力の不足、熟練労働者の不足が顕著となっている。
- ②食肉処理の効率化を図るためには、近年進展の著しいロボット技術、人工知能(AI)技術、センサー技術等を駆使した食肉処理技術の開発普及が課題となっている。
- ③欧米諸国においては、食肉処理のロボット化等の技術開発が進められており、その実態を調査し、我が国における食肉処理のロボット化等の推進を図ることが必要。

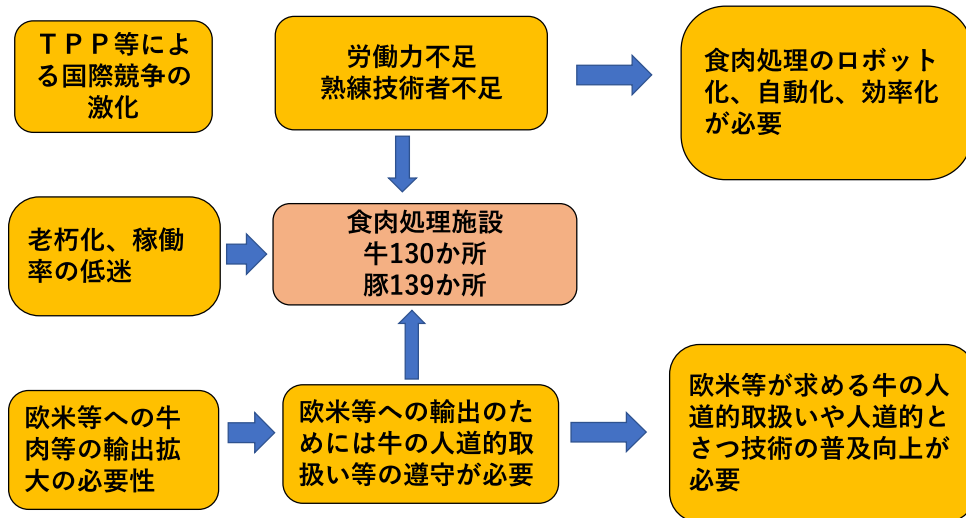
2

## (2) と畜場における家畜の人道的取扱いの必要性

- ①米国，EU等に食肉を輸出するためには、家畜の人道的取扱いの遵守が義務付けられている。
- ②わが国から米国，EU等への牛肉の輸出拡大のためには、これらの国の定める家畜の人道的取扱い基準に基づき、けい留所での牛の適切な取扱い、適切なスタニング、適切なステッキング、スタニング～ステッキングまでの時間の短縮などへの対応が必要。
- ③このため、欧米のと畜場におけるアニマルウェルフェアの法制度や実施状況等について調査するとともに、欧米諸国から人道的とさつ技術の専門家を招へいして、わが国における牛の人道的取扱い技術等の向上を図り、欧米等への牛肉等の輸出促進に資する。

3

## わが国の食肉処理施設を巡る状況



4

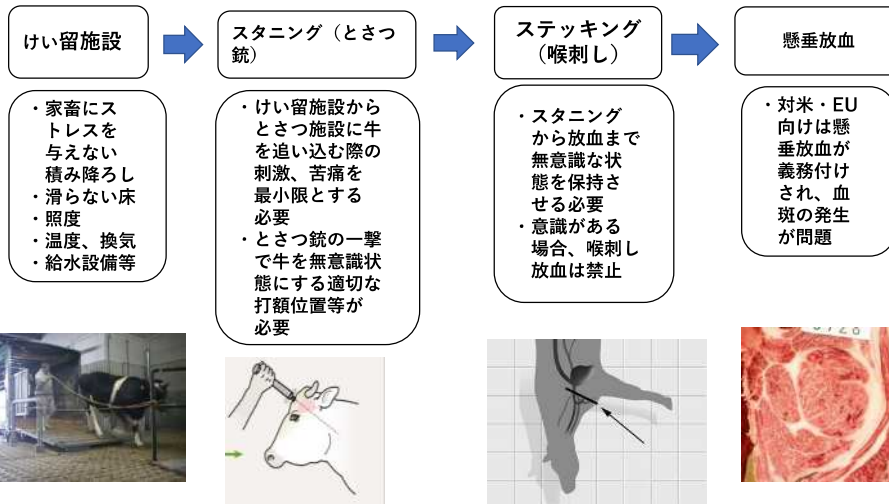
## 海外のロボットによる背割り等の自動化



5

## 家畜の人道的取扱いを巡る状況

米国、EU等は食肉の輸出に家畜の人道的取扱いを義務付け



6

# OIE及び主要国の食肉処理施設における家畜の取り扱いに関する法制度等

7

## OIE及び各国の食肉処理施設におけるアニマルウェルフェアの法制度等

国際機関、国	法律、規則、ガイドライン名	内容
OIE（国際獣疫事務局）	「食用目的のとさつに関するガイドライン」（2005年）	<p>①OIEはアニマルウェルフェアに関する国際的なガイドラインを制定する機関。食肉処理施設における動物の取り扱い及びとさつに関するガイドラインを2005年に制定。</p> <p>②ガイドラインは全10条から構成されている。</p> <p>第1条（とさつの一般原則）、            第2条（動物の移動と取扱い）、            第3条（けい留所の設計と建設）、            第4条（けい留所における注意事項）、            第5条（妊娠動物のとさつ時の胎仔の管理）、            第6条（動物の取扱方法、保定方法及び動物福祉（表））、            第7条（スタング方法）、            第8条（とさつ方法とアニマルウェルフェア（表））、            第9条（放血方法とアニマルウェルフェア）、            第10条（アニマルウェルフェア上容認されない方法、手法、慣習）</p>

8

各国の食肉処理施設におけるアニマルウェルフェアの法制度等

国	法律、規則、ガイドライン	内容
E U	①とさつ時の動物の保護に関する規則（「The protection of animal at the time of killing」(理事会規則第1099/2009)	E Uは、2009年にとさつ時の動物の保護に関する規則を定め、各国がこれを遵守するよう義務付けている。 その内容は次のとおり。 ①家畜のとさつに際しては痛みや苦痛を与えないようにすること、 ②このためとさつ時の意識喪失方法（とさつ銃や電気、ガス等）を定めるとともに、死に至るまで意識喪失状態を維持すること、 ③意識喪失後、速やかに死に至らせること、 ④と畜場に1名の動物福祉責任者を任命することなどを定めている。

9

OIE及び各国の食肉処理施設におけるアニマルウェルフェアの法制度等

国際機関、国	法律、規則、ガイドライン	内容
米国	「人道的とさつに関する法律」(1958年)	牛、豚、羊等の家畜は、シャックル（足掛け）や吊り上げ、剥皮、切断を行う前に、とさつ銃の一撃や電気その他の迅速かつ効果的な方法で無意識状態にし、家畜を痛みのない方法でとさつすることを義務付けている。
	人道的なとさつに関する規則 (Humane Slaughter of Livestock Regulations(9 CFR313))	農務省食品安全検査局(FSIS)が、「人道的とさつ法」を受けて詳細な規則を制定。違反があった場合は、FSISが食肉処理施設の操業を停止させる権限を有する。 規則の概要は次のとおり。 ①けい留所、通路、床は家畜がケガしないように突起物を除去し、滑りにくい床とする等、 ②家畜の取扱いについては、積み降ろしからスタニングまで家畜の興奮を最小限に抑えること、電気棒の使用は最小限にすること、歩行不能な家畜は引きずらないこと、家畜に常に給水し、24時間以上けい留する場合は飼料を与えること等、 ③とさつの方法としてCO2、とさつ銃、電殺方法別に要件を規定。即時に家畜を無意識状態にし、吊り上げや放血まで無意識状態を維持すること等を義務付け、 ④検査官が非人道的な取り扱いを発見した場合の法的措置等を規定。

10

国	法律、規則、ガイドライン	内容
米国	<p>①北米食肉協会（NAMI）のガイドライン（「Animal Handling Guidelines and Audit Guide」）</p> <p>②専門的動物監査証明機（PAACO）(Professional Animal Auditor Certification Organization)</p>	<p>①パッカーが加盟する北米食肉協会は、自主的に「家畜の取扱いに関するガイドライン及び監査ガイド（「Animal Handling Guidelines and Audit Guide」）を定め、と畜場における家畜の人道的取扱いを実践するとともに、1年に少なくとも1回、第三者によるアニマルウェルフェアの監査を受けている。監査合格基準として、家畜の転倒割合1%以下、電気ムチ使用割合25%以下、とさつ銃の1撃での成功率96%以上、放血時の無意識状態100%（ゼトロランス）等を定めている。</p> <p>②PAACOは、食肉処理施設の従業員、ドライバー、監査担当者、施設管理者を対象に、家畜の取扱いに関するトレーニングを実施。米国では食肉処理施設で生体を扱う業務（家畜の受領、収容、スタング）に従事する従業員の大半は、PAACOのトレーニングを受けている。トレーニングを受けて認定を取得した後、毎年12時間の継続的な教育単位を取得する必要。PAACOは、米国において重要なトレーニング教育プログラムとなったため、カナダ、南米を含む世界中でトレーニングを実施している。</p>

資料:米国食肉輸出連合会ホームページより

11

各国の食肉処理施設におけるアニマルウェルフェアの法制度等		
国	法律、規則、ガイドライン	内容
豪州	<p>①各州政府の法律</p> <p>②豪州食肉衛生・輸送基準</p> <p>③と畜場における家畜の福祉に関するモデル規範</p> <p>④業界の自主基準（「食肉処理施設における動物福祉基準」 「animal welfare standards for livestock processing establishments」）</p> <p>⑤輸出は連邦政府の所管</p>	<p>①アニマルウェルフェアは各州政府の所管であり、この中でと畜場における家畜の人道的取扱いについても規定。</p> <p>②豪州のと畜場は豪州食肉衛生・輸送基準を順守する必要がある。</p> <p>③各州が法律に基づき、と畜場におけるアニマルウェルフェアのモデル規範を作成。州により強制か任意かの違いがある。</p> <p>④豪州のパッカーは業界の自主的な基準を作成。この中で、と畜場への搬入からとさつまでの家畜の取扱いについて定めている。</p> <p>⑤輸出施設は連邦政府の所管であり、国の検査官が輸出施設におけるアニマルウェルフェアの遵守状況を監督している。</p>

12

各国の食肉処理施設におけるアニマルウェルフェアの法制度等

国	法律、規則、ガイドライン	内容
カナダ	①カナダ食品安全法 (the Safe Food for Canadians Act) ②カナダ食品安全規則 (the Safe Food for Canadians Regulation)	カナダでは、食品安全法及び食品安全規則に基づき、 ①と畜場における家畜の人道的取扱い、 ②病気やケガした家畜の隔離と取扱い、 ③食用の家畜の人道的とさつ、 を義務付けており、違反した場合には、カナダ食品検査庁(CFIA)が是正措置を命ずる。

13

海外調査報告については、3月23日(水)にWEB方式で開催します。  
(追って募集します)

デンマーク関係

	目次	備考
1. 食肉ロボット技術 開発関係	①デンマークの食肉産業の概要	
	②収益性の高い近代的なと畜場の計画と設計	
	③食肉産業のデジタル化	
	④牛及び豚のと畜・解体のロボット化	
	⑤食肉産業の新たな計測技術	

14

Artificial intelligence and robotics  
人工知能とロボット

Removal of tenderloin  
テンダーロインの除去



Cutting off toes  
足先の切断



Cutting off ears  
耳の切断



Cutting off stick wound  
スティックウンドの切落し



Intelligent robotic cell with four functions  
4つの機能を持つインテリジェントロボットセル

15

Cutting off heads and carcass cutting  
頭部切断と枝肉のカット



16





17

	目次	備考
2. と畜場での牛の取扱い	①EU及びデンマークの法制度	
	②農場からの輸送と積み降ろし	
	③動物の誘導	
	④けい留所	
	⑤スタニング	
	⑥ステッキング	
	⑦牛の取り扱いと肉質	

18

## Video from a Danish pig slaughterhouse

デンマークの豚のと畜場のビデオ



19

## Video from a Danish pig slaughterhouse

デンマークの豚のと畜場のビデオ



20

## 豪州関係

調査項目	目次	備考
1. と畜場でのアニマルウェルフェア	①豪州の法制度 ②農場からの輸送、積み降ろし ③けい留所 ④スタニング ⑤ステッキング ⑥その他	
2. 豪州の食肉処理ロボット開発		