

超小形ドライブチェーン エプシロンチェーン®の開発

Development of Ultra-small Drive Chain EPSILON CHAIN®

家村 憲仁^{※1}

Norihito IEMURA

ロボット業界等のアプリケーションにおける小型化の課題や内視鏡、義手、アシストスーツ等を取り扱う医療福祉業界における小形サイズのベルトやワイヤの駆動時の折り癖や滑り解消の課題を解決するため、世界最小ピッチチェーンを開発した。また、義手やアシストスーツは、水がかかることも想定されるため、ステンレスとしている。小形かつステンレスであるため、強度や耐摩耗性能が低くなるが、特殊材料の選定、加工硬化の付与、特殊熱処理により高性能を実現している。

We developed a chain with the smallest pitch in the world as a solution to the issues of miniaturization in applications such as the robotics industry, and to the problems of folding and slipping when driving small-sized belts and wires on devices such as endoscopes, prosthetic hands, and assist suits in the medical and welfare industry. In addition, stainless steel was used, as it is expected that prosthetic hands and assist suits will be exposed to water. Although the small size and stainless steel material mean that the strength and wear resistance are reduced, a high performance level was realized through the selection of special materials, the use of work hardening, and special heat treatment.

1. はじめに

近年、モノづくりの製造現場では省人化を目的とした積極的な産業用ロボットの導入が進んでいる。ロボットの先端にはワークをつかむハンドが取り付けられることが多い。その動力伝達機構には歯付きベルト等が用いられており、今後さらなる小型化が課題となっている。また、医療業界においては、医師の高齢化や検査・治療技術の進歩に伴い、内視鏡等の手術支援機器のニーズが増加傾向である。福祉業界においても、アシストスーツ、義手のニーズ拡大が見込まれる。これらの医療・福祉機器の動力伝達機構には、ベルトやワイヤが使用されていることが多いが、既存の小形ドライブチェーンの動力伝達機構よりコンパクトである。ただし、駆動時に折り癖や滑りが生じるという現象が発生するため、確実な動力伝達を妨げる要因となっている。一方、ドライブチェーンは確実な動力伝達が可能であるが、さらなる小型化が課題であり、既存のものでは適用が難しい。なお、先述の産業用ロボットや医療・福祉機器への課題対応としても、既存の小形ドライブチェーンを、さらに小型化する必要がある。また、腐食環境での使用も想定されるた

め、ステンレス製が望ましいが、従来の鉄鋼製に比べて著しく強度が低下する。これらの課題を解決した、世界最小ピッチ1.905mm 超小形ドライブチェーン エプシロンチェーン（以下エプシロンと略す）とスプロケットについて紹介する。エプシロンの写真を図1に示す。また、スプロケットも既存品に対して非常に小さいことから、歯付きベルト使用時に必要なプリーよりも小さく、図2のように最小屈曲幅が約7.6mmと極めてコンパクトとなっている。

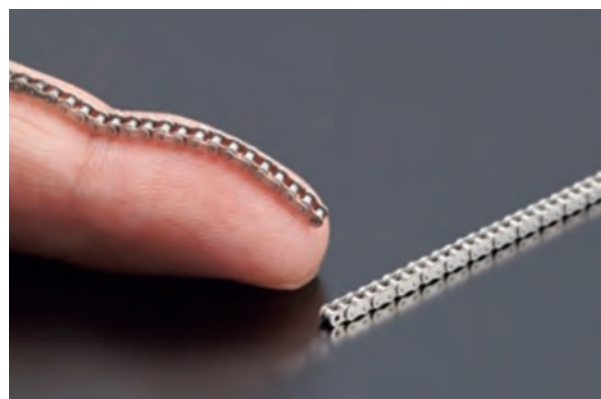


図1. エプシロンチェーンの外観

※1 チェーン事業部 製品技術部

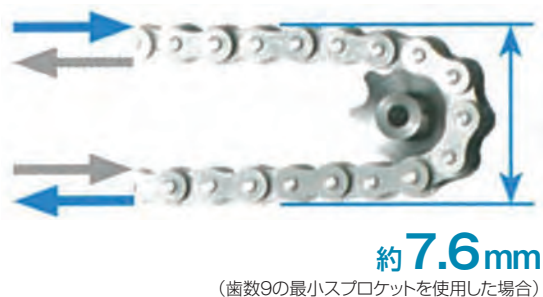


図2. エプシロンの最小屈曲幅

2. ドライブチェーンについて

2.1 チェーンの構造

チェーンの基本構造を図3に示す。外プレート、内プレート、ピン、ブシュ、ローラの5部品から構成され、それぞれの要求機能に合わせた材質、加工法が採用されている。2本のピンが2枚の外プレートに圧入されたものを外リンクと呼び、2個のブシュが2枚の内プレートに圧入され、ローラがブシュ外側に回転できるように組み込まれたものを内リンクと呼ぶ。チェーンは外リンクと内リンクを交互に連結させた構成となっている。また、ローラを組み込んだチェーンをローラチェーン、ローラがないチェーンをブシュチェーンと呼ぶ。

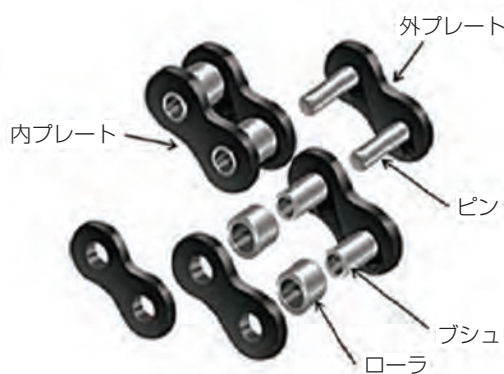


図3. チェーンの基本構造

2.2 チェーンの寿命

チェーンを使用していると次のいずれかで寿命に至る。

- ・プレート、ピン、ブシュ、ローラの破壊
- ・摩耗によるチェーンの伸び

破壊については伝動能力線図の範囲内であれば発生しないが、摩耗によるチェーンの伸びについては伝動能力線図内で使用することに加え、使用条件に合った給油形式で、潤滑油を適切な箇所に給油する必要がある。

2.3 摩耗によるチェーン伸び

チェーンを構成するピンとブシュは軸受の役割を担っており、運転中はスプロケットとの噛合い時、図4に示すように角度 θ だけ圧力を受けながらすべり運動をする。

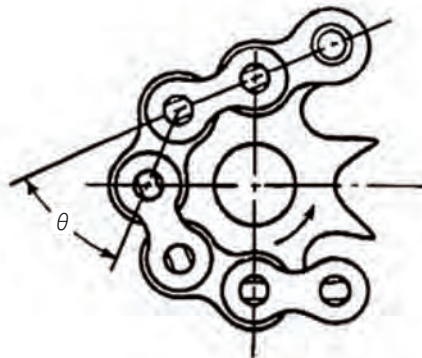


図4. チェーンとスプロケットの噛合い

ピン外周とブシュ内周の摩耗が進行することで、ピン外周とブシュ内周の隙間が大きくなり、チェーンの全長が伸びる。これが摩耗伸びである。摩耗伸びが使用限界を超えるとチェーンに次のような不具合が発生する。

- ・スプロケットとの噛合いが悪くなり、歯先へ乗り上げる。
- ・振動が発生し、騒音や破壊の原因となる。
- ・たるみが増加し、起動時の衝撃が大きくなる。

チェーンの摩耗伸びは、ピンとブシュ間の潤滑状態により大きく左右されるため、適切な給油形式で絶えず潤滑油を供給しなければ油膜が切れて摩耗が進行する。

2.4 潤滑状態と摩耗伸びの関係

チェーンの運転時間と摩耗伸びの関係を図5に示す。

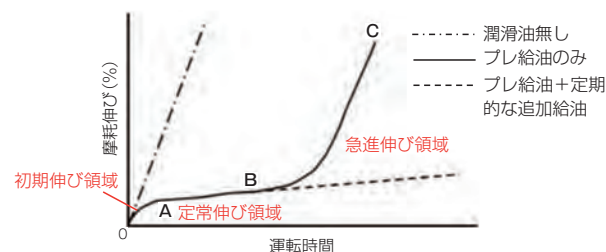


図5. チェーン運転時間と摩耗伸びの関係

図5の一点鎖線は脱脂され、潤滑油がない状態のチェーンにおける線図である。潤滑油がない状態であれば、ほぼ直線状態で立ち上がり、極めて短時間で摩耗が進行し、寿命に至る。実線は運転開始前に摺動部であるピンとブシュ間に潤滑油を浸透させた状態（以降、この状態をプレ給油と呼ぶ）のチェーンにおける線図であ

り、運転開始後は追加給油をしていない。運転開始直後の0-A間は初期なじみにより、急激に立ち上がる領域が存在するが、これを初期伸び領域と呼ぶ。この領域での摩耗伸びは0.1%以下であり、連続運転なら数十時間程度で落ち着く。初期伸びが落ち着いた後のA-B間は定常伸び領域と呼ばれ、ピンとブシュ間に油膜が形成されている間は、このように摩耗の進行が緩やかな領域が存在する。B-C間は急進伸び領域と呼ばれ、ピンとブシュ間の油膜が切れた状態であり、脱脂チェーンと同程度の傾きで急激に摩耗が進行する。点線はプレ給油したチェーンにおける線図である。追加給油を施すことで、油膜が形成されることにより定常摩耗伸び領域が持続し、チェーンの延命が可能である。

3. エプシロンに求められる性能

エプシロンは、以下の理由から、高強度、高耐食性、耐摩耗性、高停止精度が求められる。

高強度：超小形であるため、強度が低くなる。前述のアプリケーションにおいても一定以上強度が求められる。

高耐食性：アシストスーツや義手については、普段の生活において、水がかかることが想定される。また、手術支援機器は滅菌処置時に水がかかる。

耐摩耗性：ドライブチェーンのピンとブシュの摺動面には常に潤滑油がある状態が望ましい。潤滑油が不足した場合、ピン～ブシュの摩耗が促進し、チェーンが早期に伸びる。チェーンが伸びるとスプロケットかみ合い時に歯飛びを起こし、過大な張力が作用し破断する。

高停止精度：産業用ロボットが物体をつかむ動作は正逆運転の繰返し運動のため、高い停止精度が必要である。

4. 開発のポイント

4.1 材料の選定

耐食性および引張強さの高い特殊ステンレス材を選定した。加えて、引抜き加工による加工硬化や特殊熱処理を施し、さらなる高硬度を実現した。その結果、既存のステンレス材とは一線を画した強度および耐摩耗性を実現した。摩耗伸びを抑制するためには、お客さまにて定期的に追加給油を実施する必要があるが、手術支援機器の場合、潤滑油を使用できないクリーンな環境が想定される。さらに、義手やアシストスーツに対して、定期的な追加給油の実施は期待できない。そのため、潤滑油が摺動面になくとも想定され、追加給油がある場合に比

べて、より高硬度であることが重要となる。図6に既存のステンレス材と特殊ステンレス材について、潤滑油が無い状態でチェーンを運転させた際の運転時間と摩耗伸びの関係を示す。

図6より特殊ステンレス材は、許容摩耗伸びに到達するまでの時間が、既存ステンレス材の約2倍に向上していることが分かる。特殊ステンレス材を用いたピンとブシュの硬さは既存ステンレス材より高くしているため、ピンとブシュの摩耗が抑制され寿命が向上している。

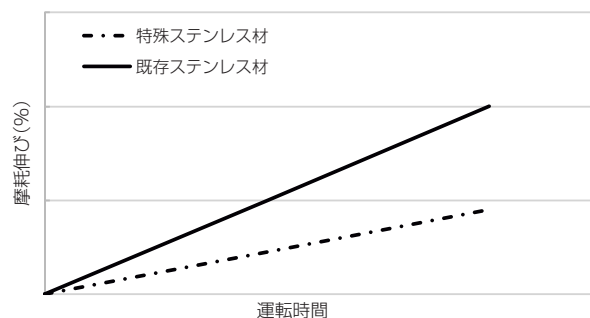


図6. 材質違いによるチェーン運転時間と摩耗伸びの関係

4.2 部品間クリアランスの設定

チェーンにおいて、停止精度に大きく関係する項目はバックラッシュである。バックラッシュに影響する箇所は、部品間の隙間である。ブシュとローラにはローラが回転できるように、ピンとブシュにはチェーンが屈曲できるように、隙間が設けられている。また、スプロケットとローラにも隙間がある。正転から逆転する際に、これらの隙間の分だけ部品が移動するようになり、バックラッシュが発生する。エプシロンは、その小ささから、ピンとブシュの隙間、ブシュとローラの隙間が極めて小さい。

その結果として、高い停止精度を実現している。表1に他サイズチェーンとの比較を示す。

表1. 他サイズチェーンとの比較

サイズ	ピンとブシュの隙間	ブシュとローラの隙間
エプシロン	1	1
RS11	5.8	—
ㄱ	ㄱ	ㄱ
RS80	6.3	17.3
ㄱ	ㄱ	ㄱ
RS240	14.2	21.6

- ・エプシロンの各隙間を1としたときの、他サイズとの比
- ・RS11はローラレスのため、ブシュとローラの隙間がない。

4.3 ローラの組み込み

ローラに求められる機能は、チェーンがスプロケットとかみ込むときの衝突の緩和である。衝突が緩和することで、振動や騒音が抑制される。そのためドライブチェーンは、ローラが組み込まれていることが望ましい。しかし、チェーンサイズが小さくなることで円筒部品の加工や組立機での供給や整列の難易度が高くなる。そのためRS35以下の既存小形チェーンには、ローラが組み込まれていない。エプシロンは、加工方法を引抜加工とすることで、供給性、整列性の高い組立方式を確立したことで、ローラの組み込みを実現した。

4.4 ブシュのシームレス化

既存小形チェーンのブシュの製造方法は歩留まりや、生産性が優れていることから、捲き成形が主流である。しかし、捲き成形ブシュには必ず捲き口があり、わずかな隙間が存在するため潤滑油が流出しやすいという欠点がある。また、捲き口があることで、ピンに対して均一な面での接触とならないため、面圧が高くなる。これらの欠点を補うべく、エプシロンには、シームレスブシュを採用した。

4.5 スプロケットの開発

4.1節で述べたようにチェーン構成部品を高硬度としたことで、潤滑油が無い状態において、既存のスプロケットでは硬度が足りず、チェーンより早期に摩耗寿命となることが、図7のとおり分かった。

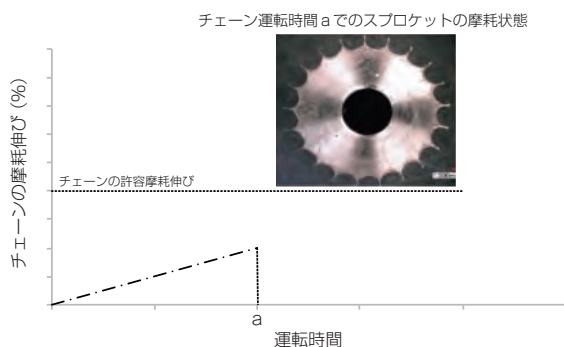


図7. 既存スプロケットの摩耗寿命

そのため、チェーンだけでなくスプロケットについても高硬度とする必要がでてきた。スプロケットは削り加工であることから、チェーンとは異なり加工硬化による耐摩耗性向上は見込めない。そこで、スプロケットには硬化層を形成する特殊表面処理を施すことで耐摩耗性を向上させた。その結果、図8のようにチェーンと同等以上の摩耗寿命とすることができた。

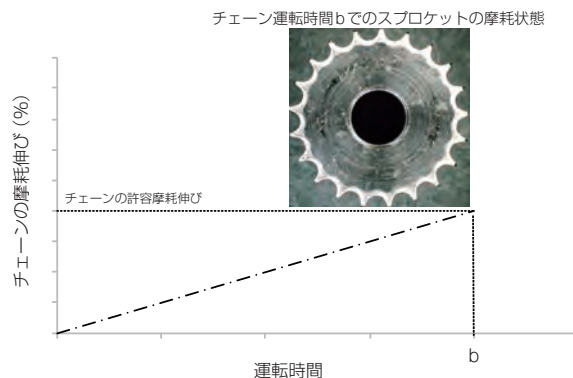


図8. 開発したスプロケットの摩耗寿命

5. おわりに

本稿ではロボット業界、医療業界、福祉業界に着目し、その中から見えてきた社会課題の解決に貢献できるエプシロンの開発について紹介した。今後もさまざまな業界に目を向け、商品開発を通じて社会課題の解決に貢献していく所存である。

タイミングベルト PXベルト® RC仕様

Synchronous Belts PX Belt RC Type

関 祐人^{※1}
Yuto SEKI

タイミングベルトは一般産業用としてさまざまな装置の駆動用途や搬送用途に使用されている。近年では半導体業界や食品業界、医療業界等でも使用されることが増え、よりクリーンなベルトが求められている。また、タイミングベルトの長所であるメンテナンス性の良さを向上させることで、よりお客さまが使いやすくすることも課題であった。そこで、従来のPXベルトをクリーンでメンテナンス性の良い「PXベルト RC仕様」にリニューアルした。

Synchronous belts are used in general industry for various equipment driving applications and conveying applications. In recent years, their use has also increased in the semiconductor, food, and medical industries and there are demands for belts with higher levels of cleanliness. Furthermore, one of the advantages of synchronous belts is their ease of maintenance, so another theme was to make them easier to use by customers by improving that maintainability even further. To address these issues, we updated our conventional PX Belt to the cleaner and easier to maintain “PX belt RC Type.”

1. はじめに

タイミングベルトは動力伝達要素としてさまざまな装置に使用されている。近年では半導体業界や食品業界、医療業界等でも広く使用されるようになり、下記要望のようにクリーンなベルトが求められている。

[要望]

- ・より発塵量を少なくしたい。
- ・発塵が発生しても、目立ちにくくしたい。

また、ベルトは他の動力伝達要素であるチェーンやギア等と異なり潤滑油が不要で併せてその飛散による清掃等もいらない。メンテナンス性の良さがベルトを使用するメリットの一つであるが、下記のような要望も多く寄せられている。

[要望]

- ・破損する前に交換時期を知りたい。
- ・取付張力の低下に伴う張り直しを減らしたい。
- ・曲げ剛性が大きく取付作業がしにくい。
- ・取付張力が高いと感じられ、軸受けの耐久性が心配。

今回、これらの課題を解決・改善するために従来のPXベルトをよりクリーンでメンテナンス性の良いタイミングベルトにリニューアルすることとした。

2. 従来品 (PXベルト) の課題

2.1 クリーン

従来品の歯布にはプリー歯との摺動による耐摩耗性やゴムとの接着性を向上させるため、カーボンが配合されていた。そのため、発生する発塵が黒色となり装置への飛散が少量でも目立ち、イメージ的に良くなかった。しかし、カーボンを無くし淡色化、もしくは帆布への付着量を調整・最小化しても上記性能のクリアは難しかった。

2.2 メンテナンス性

従来品は歯布処理剤にカーボンを配合しているため歯布が黒色でありゴムも同色のため歯布の摩耗度合いが分かりにくく、交換時期がつかみづらかった。

また、心線素材の多くにガラス繊維が使用されており、その保護のためにRFL処理をしている。RFLとはレゾルシンホルマリン(RF)ラテックス(L)の略であり、ガラス繊維とゴム等の保護剤や接着剤として広く使用されているラテックスを配合した樹脂である。その構造を図1に示す。従来のLは架橋密度が低く、心線に応力が発生するとLが塑性変形を起こしその変形分が心線の永久伸びに加担していた。それによる取付張力の低下が大きな課題であった。

また、心線の構成である諸撚り方式(図1参照)はその特性上曲げ剛性が大きくシナヤカさに欠けるため、ベルトの取り扱いや伝達効率の悪化を招いていた。また同理由で取付張力を下げるのが難しく、軸受けの負担も大きくなっていった。

※1 チェーン事業部 製品技術部

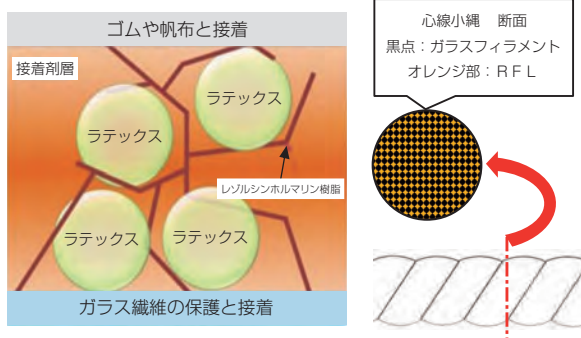


図1. RFL の構造と心線小縄の断面

3. 開発目標

よりクリーンでメンテナンス性の良いタイミングベルトを目指すため、従来品の課題に対して下記の4点を開発目標とした。

[クリーン]

1) 発塵量の低減と発塵物の淡色化。

[メンテナンス性]

2) 歯欠け*¹寿命が目視で判断可能とする。

3) 運転伸びを最小化しベルトの張り直し回数を低減する。

4) シナヤカさを向上させ取り扱いを容易とし、取付張力を下げることで軸受けへの影響を低減する。

これは副次的に伝達効率の向上による省エネ効果や冷間時の起動トルクの低減、低騒音化等につながる。

4. 開発の取り組み

4.1 タイミングベルトの構造

タイミングベルトの基本構造について図2に示す。

「ゴム・心線・歯布」の3つの材料にて構成されており、各材料は下記の役割をもつ。

- ・歯ゴム：プーリ歯との噛み合い。
- ・背ゴム：心線の保護。
- ・心線：ベルトに作用する張力を支える。
- ・歯布：歯ゴムの摩耗を防ぐ。

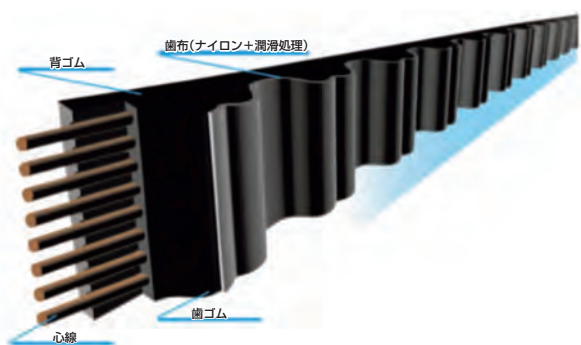


図2. タイミングベルトの構造

4.2 クリーンについての開発(歯布)

処理剤に淡色系を使用することにより歯布をベージュ色(淡色化)とすることを実現した(図3参照)。

また、淡色化による処理層の接着性と耐摩耗性の低下は次の2点により解決した。①処理剤にメタクリル酸系の化合物を配合させ、マトリックス(母体)としての強度と接着性を保持させた。②耐摩耗性向上のためにPTFEを配合させるが、マトリックスがPTFEの保持力を担保するためフェノール系樹脂を配合することで布への付着量を最小限としても良好な耐摩耗性を確保した。そして、耐摩耗性とその付着量のバランスをさらに適正化することで発塵量の低減を実現している。

4.3 メンテナンス性についての開発

4.3.1 歯布(歯欠け寿命の可視化)

歯布を黒色ゴムの露出判断がしやすいベージュ色とすることを実現した(図3参照)。

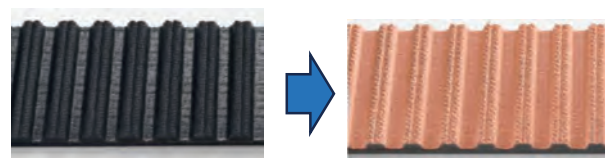


図3. 歯布の色

4.3.2 心線(運転伸び低減とシナヤカさ向上)

心線のRFLを樹脂化させるにはLの適正な架橋温度を超える高温が必要となる。そのため、Lへあらかじめ架橋剤を配合しても、樹脂化時に不適正な架橋となり物性は悪化する。そこで歯布処理剤にL用の架橋剤を適量配合させ歯布と心線の接触部分の架橋を促進し、部分的ではあるがLの架橋密度を向上させることで永久伸びの低減を実現した。これにより、ベルトの永久伸びやヤング率の改善を実現した。

また、従来品の諸撚り方式からラング撚り*²方式へ変更することでシナヤカさの向上を実現した。双方の違いは小縄*³の撚り方向(Z撚り、S撚り*⁴)と上げ撚り*⁵の撚り方向(Z撚り、S撚り)が異なる(=諸撚り)か同じ(=ラング撚り)かというものである。心線の構成と撚り方の違いについて図4と図5に示す。

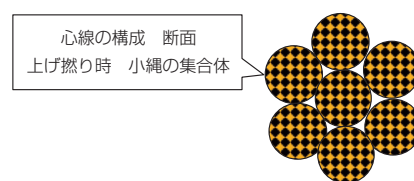


図4. 心線の構成



図5. 諸撓り（左）とラング撓り（右）

5. 開発結果

5.1 発塵量の低減と発塵物の淡色化

開発目標 1) を確認するため、従来品と RC 仕様にて負荷耐久試験を実施した（試験条件は表 1 参照）。図 6 に示す重量変化より、発塵量が従来品に対して 60% 以上低減していることを確認した。また、淡色化により発塵物が目立たなくなったことも図 7 に示す通り確認した。よって、開発目標 1) を満足した。

表 1. 負荷耐久試験条件

ピッチ	8mm
ブーリ	30T-30T ($\Phi 75.02\text{mm}$)
使用ベルト	BG1000P8M15
回転速度	3000rpm
取付張力	従来品：225N RC 仕様：203N
負荷トルク	19.24Nm
雰囲気温度	室温

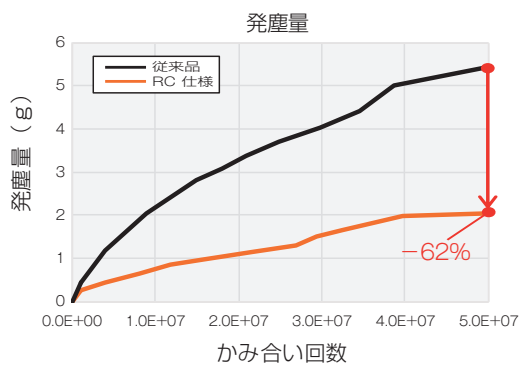


図6. 重量変化

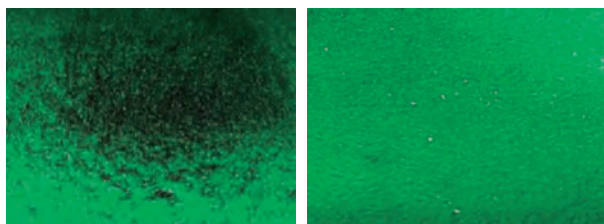


図7. 試験後の発塵比較（左：従来品 右：RC仕様）

5.2 歯欠け寿命判断

開発目標 2) を確認するため、RC 仕様にて摩耗状態を確認した。図 8 に示すように歯布が摩耗することで黒色のゴムが露出し、目視による歯欠け寿命の判断が容易に可能となった。よって、開発目標 2) を満足した。

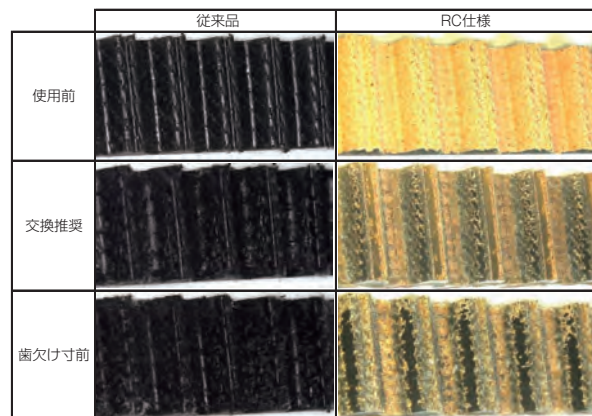


図8. 摩耗状態の比較

5.3 運転伸びの低減

開発目標 3) を確認するため、従来品と RC 仕様にて負荷耐久試験を実施した（試験条件は表 1 参照）。図 9 に示す運転伸び変化率と取付張力変化率より、運転伸びが従来品に対して 60% 以上低減していることを確認。また、ベルト張り直しラインに対して運転時間が約 3 倍に伸びていることも確認した。よって、開発目標 3) を満足した。

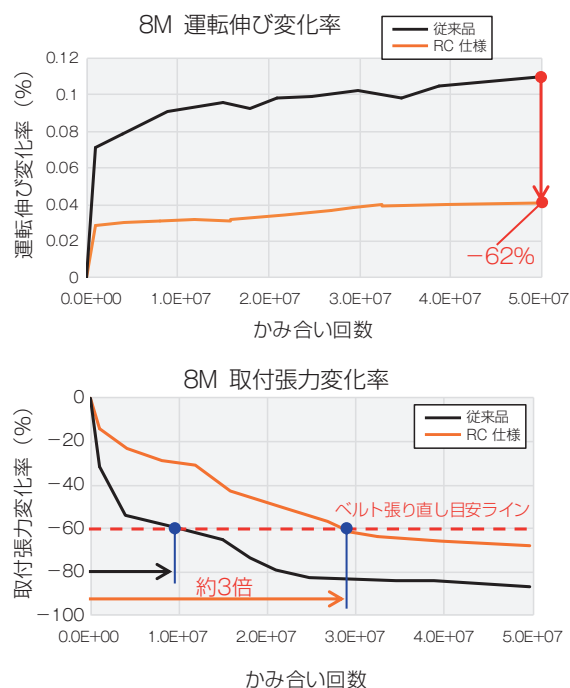


図9. 運転伸び変化率と取付張力変化率

5.4 シナヤカさの向上

開発目標 4)を確認するため、従来品と RC 仕様にて引張り試験と歯飛びトルク試験を実施した。歯飛びトルク試験は、通常取付張力を下げると歯飛びトルクが低下するため実施した。

ベルトのシナヤカさは荷重伸び線図の立ち上がりの早さにて判断する。例えば金属製の輪とゴム製の輪を引っ張ると、剛性の高い金属製の輪は立ち上がりが遅くなる。一方、剛性の低いゴム製の輪は立ち上がりが早くなる。よって、図10に示す荷重伸び線図の立ち上がりが従来品より早くなっていることからベルトのシナヤカさが30%向上していることを確認した。また、荷重伸び線図の非線形部から線形部に移行する箇所付近を適正な取付張力と判断するため、従来品に対して10%低減できることを確認した。あわせて、図11に示す歯飛びトルク試験結果より、取付張力を10%低減した場合でも従来品と同等の歯飛びトルクとなることを確認した。よって、開発目標 4)を満足した。

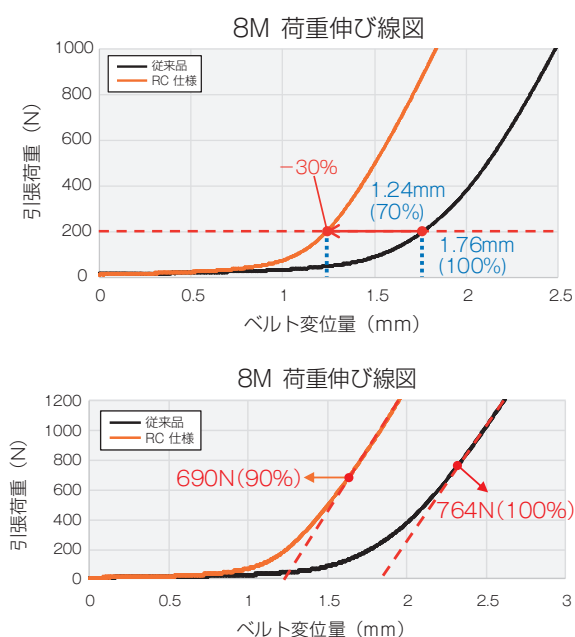


図10. 荷重伸び線図

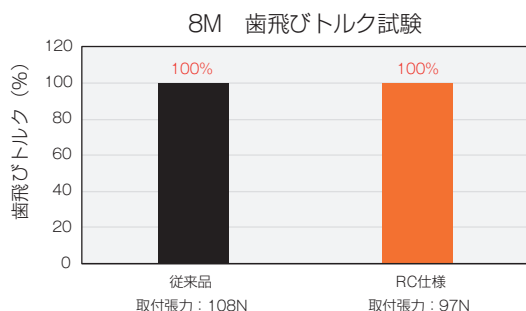


図11. 歯飛びトルク試験結果

6. 終わりに

今回、従来品の課題であったクリーンとメンテナンス性を大幅に向上したPXベルトRC仕様（図12）を開発することができた。これまで当社のタイミングベルトは伝動能力や精度の向上、運転音の低減等に注力してきた。勿論どれも重要な性能であるが、開発の経緯はどちらかというとプロダクトアウト的な性質が強かった。しかし、今回は直接的なお客さまの声より開発をし、標準品として商品化したところにより大きな成果があると考えている。

今後も市場ニーズを見極めながら、お客さまの望むタイミングベルトの開発を進めていきたい。



図12. RC仕様

用語解説

*1 歯欠け

歯面の摩耗によりベルトの歯が欠損した状態。

*2 ラング燃り

小縄と上げ燃りの燃り方向が同じため曲げ方向に対して素線自体が引っ張られる、もしくは座屈することが少なくシナヤカさが向上する。

*3 小縄

ガラス繊維等の素線を燃って束ねた最小単位のもの。

*4 Z燃り、S燃り

Z燃りは反時計回りに燃ったもの。

S燃りは時計回りに燃ったもの。

*5 上げ燃り

小縄を複数本集めて燃って束ねたもの。

AIでむ鑑定士[®]を用いたリニソート[®]検品システムLINISORT[®] Inspection System using the “AItem Appraiser”赤松 慧汰^{※1}
Keita AKAMATSU関口 淳^{※1}
Jun SEKIGUCHI高橋 裕^{※2}
Yu TAKAHASHI

近年、物流業界における商品配送量の増加にともなう労働力の不足や製造業における少子高齢化による後継者不足等、人手不足が社会課題となっている。その解決策として自動仕分けシステム「リニソート」によるソリューションを展開している。今回、画像認識 AI ソリューション「AI でむ鑑定士」を利用した「リニソート検品システム」を開発・導入することで、リニソートを用いた仕分け業務のさらなる品質向上と工数削減を実現した。本報告では、商品特長や導入効果について紹介する。

In recent years, shortages of labor have become a social issue, including in the logistics industry, where an insufficient labor force has accompanied the increase in the volume of goods delivered, and in manufacturing industries, where the declining birthrate and aging population have led to a shortage of successors. To address these issues, we have developed solutions using the “LiniSort” automatic sorting system. In this development, we realized further quality improvement and man-hour reduction in sorting operations using the LiniSort system by developing and introducing a “LINISORT Inspection System” using the “AItem Appraiser” AI image recognition solution. This report introduces the features of the product and the effects of its introduction.

1. はじめに

1.1 開発背景

近年の EC 市場等の増加に伴い、流通業界では少量・多品種かつ、高品質・短納期の出荷対応が求められているが、労働人口の減少や法律の改定による労働力不足等多くの課題が発生している。その対策としてコンピュータシステムやマテリアルハンドリング機器による省力化・自動化を実施しているが、自動化が困難な業務がまだ多く存在している。

これら課題解決の取り組みの一つとして、2024年4月に AI でむ鑑定士を用いた「リニソート検品システム（以下、検品システム）」を開発した。

1.2 開発目的

最初リニソートについて簡単に説明する。リニソート（図1参照）は当社が主に流通業界向けに販売するチルトトレイ方式の自動ソーティングシステムである。構造としては連結したトレイが円周上を回転しており、移載部の複数作業員が商品を指定しトレイに移載すると、自動的に商品を各間口へ仕分けする装置である。リニソー

トのトレイ移動速度は約90m/分、400ms/トレイ・タクト^{*1}であり、機械能力は約9,000トレイ/時間を発揮する。これに当社のコア技術である超高速制御技術を適用することで、高速・正確な自動仕分けを実現している。

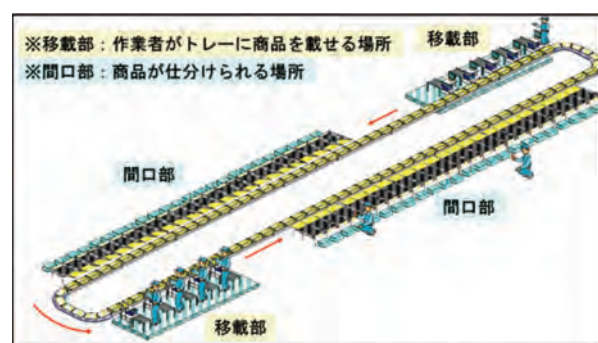


図1. リニソート概要

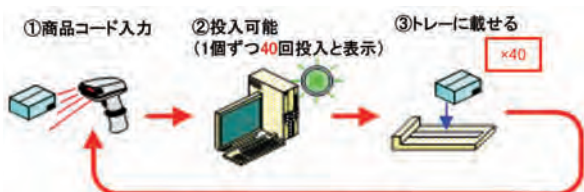
※1 マテハン事業部 技術統括 情報技術部

※2 マテハン事業部

本開発の目的は、リニソートを利用した業務の品質をさらに高めることである。この目的達成のため、画像認識 AI により人の作業ミスを自動検出し、修正作業を支援する「検品システム」を開発することで、仕分け業務の品質向上や作業効率向上に貢献する。

1.3 リニソートを用いた運用と課題

- まず前提として基本的なリニソートの機能を説明する。
- ・約 1 万種類の商品を200間口に仕分ける仕組みである。
 - ・作業者はリニソートに十数カ所ある移載部で作業する。
- 次に移載部での運用フローを説明する（図 2 参照）。

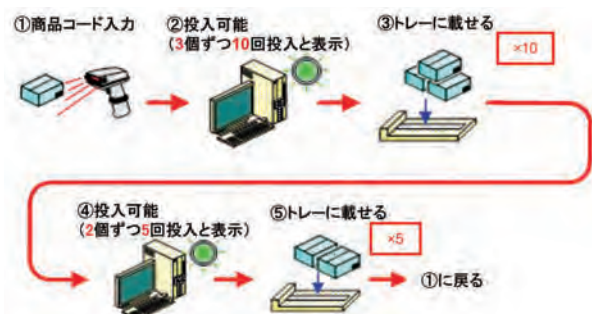


赤字部：ある商品を40個仕分けるときの例

図2. 「1トレイ1個」方式

- ①移載部に供給された商品を手に取りバーコードリーダーで商品コード*2を入力する
- ②システムから「商品を1個ずつ何回、トレイに載せなさい」と指示される。
- ③作業者は指示通り商品を1個ずつトレイに載せる。
- ④トレイに載せられた商品は、システムが（予定データと紐付いた）間口まで搬送・仕分けする。
- ⑤この作業を約 1 万種類処理し、1 日の作業が終了する。

従来、作業者がトレイに商品を載せるのは、前述通り「1トレイ1個」である。しかし1つの間口に1個以上の予定がある場合、1個ずつ運んでいては非効率である。そのため、現在のリニソートは、間口に割りついた予定数に合わせて「1トレイに複数個」を載せる指示方法を実装することで、仕分け効率を向上させている（図 3 参照）。



赤字部：ある商品を40個仕分けるときの例

図3. 「1トレイに複数個」方式

上記で述べた効率化は、システムの指示通りに載せなかった等の移載ミスの誘発をともなう。例えば指示された個数を複数回連続して移載し終わると、システムは次の個数へと切り替わるが、作業者はそれに気付かず誤って移載する等がある。この場合、データは「システムが指示した個数」で処理されるため、データ上の個数と実際の仕分け数量が一致しないことが発生しうる。実際の作業では、長年練り上げ工夫されたユーザーインターフェース（以下、UI）や、その商品の移載完了時に商品が手元に余る等で作業の誤りに気づくことから誤出荷になることは少ない。

実装した UI の例では、指示する個数が切り替わる直前にブザーを鳴動させる、または作業を指示する画面の文字や背景を変え注意を促す等の仕組みである。

とはいえ移載ミスが発生すると「人手による修正」を仕分けられた間口まで移動して行う必要があり、大きな手間がかかっていた。具体的には、移載を誤った商品を探すため仕分け先のリストを紙媒体で出力し、ミスの可能性がある全ての間口部へ移動して該当商品の数量チェックを行い、指示通りに商品個数を合わせ込むという作業である。

今回の検品システムは、作業者が移載したときの数量誤りを発見し、即時に作業者へ通知する仕組みである。

2. 検品システムの構成と機能

2.1 検品システムの構成

検品システムは「AIてむ鑑定士」と「リニソート」からなる。AI てむ鑑定士は検品システムの中核となり、これをリニソートに組み込むことにより検品機能を実現する（図 4 参照）。

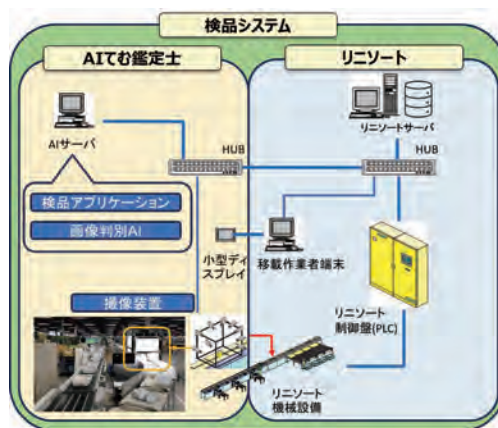


図4. 検品システム構成図

2.2 AI てむ鑑定士の概要

AI てむ鑑定士の特長は、当社が独自に開発した画像取得技術¹⁾と、高速・高精度な画像認識 AI を用いたア

アプリケーションにより、既存技術だけでは難しい課題を解決することである。

また、AIでも鑑定士の開発は当社内の事業部の枠を超えた体制で進め、さらにスタートアップ企業のEAGLYS^{*3}社とも協業している。EAGLYS社とのオープンイノベーション^{*4}により、当社の必要な技術取得を短期間で促進させ、かつ「自前主義」からの脱却ができた。これは技術潮流が極めて速い現代では重要な取り組みである。

この体制により開発した「AIでも鑑定士」は以下3つのモジュールで構成する（図5参照）。

- (1) 画像認識AI用高精度撮像装置
- (2) 商品・数量を認識する画像認識AI
- (3) 検品アプリケーション

開発の成果として、高速かつ高精度な画像データ作成と、400ms以内で認識正解率^{*5} 99.99%を達成する画像認識AIを生み出した。本成果は約1万種類の商品を瞬時かつ正確に認識する技術として類例のない高度な技術である。この画像認識AIの研究・開発は高度な計算技術と知見を持つEAGLYS社が主に担当した。本成果と当社が培ってきたソリューション提供の知見を生かし、(1)(2)と連携する(3)検品アプリケーションを開発した。



図5. AIでも鑑定士全体像

2.3 検品システムの機能

検品アプリケーションは以下4つの機能を有し、移載ミスが即時に作業員へ通知する仕組みを構築している（図4、図6参照）。

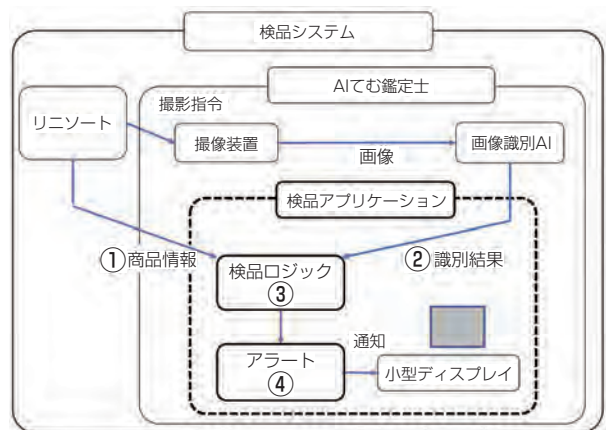


図6. 検品システムの処理概要

- ①リニーストから「作業員がどのトレーに、何の商品を、何個載せた」という情報を受け取る。
- ②撮像装置から情報を得た画像認識AIから「あるトレー番号」に「商品が何個載っているか」を判定した情報を受け取る。
- ③この2つの情報から「作業員が載せた“はず”の個数と、画像認識AIの認識個数が一致しているか」をチェックする。
- ④「一致」の場合はNOP^{*6}、「不一致」の場合は、即時に作業員に「載せた認識の個数と実際の個数が一致しない」というアラートを表示する。

3. ユーザビリティの向上

本システムの開発において、作業員が使いやすいサービスと感じていただけるようユーザビリティの向上に取り組んだ。具体的には導入後に現場へ出向き、聞き取り調査や意見交換を行い、改良を重ねた。その向上策例として、移載ミスの通知方法の改良を説明する。

導入当初は、移載ミスの通知を既存の移載作業画面へ表示し、画面を切り替えることで検品結果を確認する仕組みであった。しかしこの仕組みは画面操作のため移載作業を一時中断する必要があり、作業員にとって業務の負担となっていた。

そこで移載作業画面とは別に小型ディスプレイを設け、操作不要かつ即時に検品結果を判断できる方法へ改良した。小型ディスプレイには検品結果のほか、誤って移載した商品がどの間口へ仕分けられたかを表示することで、移載ミスの修正作業が容易になる（図7参照）。

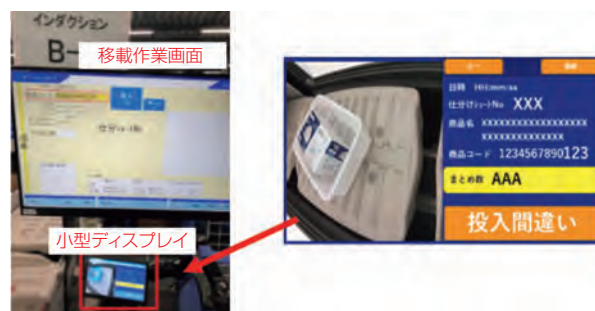


図7. 移載ミス通知画面

4. 検品システムの導入効果

本システムを導入することで得られる主な効果として以下の3つが挙げられる。

- ①移載ミスの即時発見
- ②移載ミスの修正時間の短縮

③紙資源の削減

これらの効果は、顧客へのヒアリングおよびシステムの稼働実績の分析から算出した（表1、表2参照）。

①②の効果について説明する。移載ミスは平均10件/日あり、その修正に要する作業時間は約0.5時間/件であった。また修正作業は移載作業者と仕分け業務の管理者の計2名で行っている。このことから、移載ミスの修正作業は約10.0時間/日を要している。なお、移載ミスの発見が大幅に遅れた場合、出荷準備を終えた梱包箱から探すことになるため、この算出結果以上にロスが発生している場合もある。

次に検品システム導入による修正作業時間を算出すると、0.2時間/件に短縮されるだけでなく、仕分け業務の管理者に頼らず移載作業者のみで修正が可能となるため、結果として約2.0時間/日に短縮することができる。

今回導入した物流センターでは作業者の習熟度が高く移載ミスは少ないが、リニソートを導入して間もないセンターでは作業者が不慣れで移載ミスが多いことから、検品システムの効果はさらに大きくなる。

③紙資源の削減は、検品システムを導入することにより修正作業で使用する紙資源が不要になることから生まれる効果である。検品システム導入前は修正作業にリスト印刷が必要であったが、導入後では小型ディスプレイに表示された情報から即時に修正できるためリスト印刷不要になる。リストに利用する紙資源は、平均A4用紙10枚/件、移載ミスは10件/日であることから、100枚/日を消費している。

表1. 検品システム導入による作業時間削減効果

作業者	件数/日	修正作業（時間/日）		削減効果（時間/日）
		導入前（A） (0.5時間/人・件)	導入後（B） (0.2時間/人・件)	効果/日 (B) - (A)
1.移載作業者	10	5	2	
2.管理者		5	0	
合計		10	2	▲ 8

表2. 検品システム導入による紙資源削減効果

紙資源用途	紙使用量（枚/日）		削減効果（枚/日）
	導入前（A）	導入後（B）	効果（枚） （B）-（A）
移載ミス修正	100	0	▲ 100

5. おわりに

本システムは、画像認識AIを活用した識別ソリューションのひとつとして、仕分け業務の品質向上を「支援するサービス」である。今回、本システムの導入により当社のマテハン設備にさらなる物流品質を向上させる機能を付

加することができた。これは省力化・自動化ソリューション創出の第一歩として大きな成果であり、画像認識AIへの取り組みをさらに進めることで物流現場等のさらなる省力化・自動化へ寄与できると考えている。

今後は人の業務を画像認識AIが「代行するサービス」の開発に挑戦し、AIでむ鑑定士による自動化ソリューションで社会課題の解決に貢献できる範囲を広げていきたい。

参考文献

- 1) 梅村良祐, 松村翔太, 物体判別装置における撮像機の検討, TSUBAKI TECHNICAL REVIEW, Vol.31, No.1, 2021, p.27-30

用語解説

* 1 タクト

1 サイクルの処理時間を指す。ここではトレーが400msごとに連続で通過することを意味する。

* 2 商品コード

英数字の組み合わせで商品名をコード化したもの。

* 3 EAGLYS 社

正式名称はEAGLYS株式会社。画像認識AIのアルゴリズム開発、機械学習、モデルチューニング等を担当。

* 4 オープンイノベーション

企業や組織が自社内部だけでなく、外部の知識や技術、アイデア等を積極的に取り入れ、新しい市場機会の創出を目指すイノベーション手法。

* 5 認識正解率

AIが認識できた結果から、実際に正解であった割合。

* 6 NOP

No Operation の略で、何もせず次の命令に実行を移すこと。

次世代モデルの人工光型植物工場 (福井美浜工場)

Next-generation Model of Plant Factory with Artificial Lighting (Fukui Mihama Plant)

川崎 貴博^{※1}

Takahiro KAWASAKI

近年、自然災害は増加しており、農業に大きな影響を与えている。当社は、「安心・安全な生活基盤の構築」に貢献すべく、持続可能な農業の実現のため、食糧の安定生産可能な次世代モデルとして、大規模植物工場を2025年8月より稼働開始した。これまでの植物工場における大規模化の課題解決を、大型トレー方式を採用することで実現する。ここでは、その取り組みの一部を紹介する。

There has been an increase in natural disasters in recent years and they have had a major impact on agriculture. In order to contribute to building a safe and secure infrastructure for living and to realize sustainable agriculture, our company began the operation of a large-scale plant factory from August 2025 as a next-generation model factory capable of stable food production. This factory adopts a large tray system to realize a solution to the problems that have previously been faced when trying to increase the scale of plant factories. This report introduces some of these efforts.

1. はじめに

近年、異常気象による自然災害が増加しており、人々の生活に多くの影響を与えている。また、世界的な人口増加に伴う資源の枯渇や食料不足などの課題にも直面している。これらを受けて、2015年に国連でSDGs^{*1}が採択され、各国が達成に向けてさまざまな取り組みを進めている。当社では、長期ビジョン2030において「人にやさしい社会の実現」「安心・安全な生活基盤の構築」「地球にやさしい社会の創造」の3つの社会課題解決に貢献すべくさまざまな次世代ビジネスの立ち上げを進めている。

その一つにアグリ事業があり、「安心・安全な生活基盤の構築」に貢献すべく、持続可能な農業の実現を目指している。

異常気象などによる影響は、人々の生活基盤にある農業にも大きな影響を与えている。温暖化に伴う品質の低下や災害に伴う収量の減少、資源価格の高騰などが、農業経営を悪化させている。特に、日本では、就農者の高齢化と、人口減少により、食糧安全保障のリスクが高まっている。

当社アグリ事業は、この課題の解決策の一つとして、年間を通じて安定生産可能な人工光型植物工場に着目した。2014年にアグリビジネス部を発足後、人工光型植物

工場向けに自動化機器ビジネスを展開してきた。そして、さらなる事業成長に欠かせない「栽培ノウハウ、販路、業界ネットワーク」獲得のため、株式会社ツバキベジムープ[®]を設立し、2024年9月より栽培事業に参入した。

加えて、自動化技術と栽培ノウハウを融合した次世代植物工場のモデルとなる福井美浜工場を計画し、2025年8月より稼働開始した。本稿では、その福井美浜工場の特徴、取り組みについて紹介する。

2. 現状の人工光型植物工場

施設内で植物の生育環境を高度に制御して露地栽培^{*2}と比較して安定的な栽培を行う施設園芸のうち、太陽光を使ったものを太陽光型植物工場、LEDなどの光源を使用したものを人工光型植物工場（以下、植物工場）と呼ぶ。

2.1 植物工場の特徴

植物工場は、露地栽培と違い、以下の特徴がある。

- ・天候や季節によらず生産が可能
- ・短期間で収穫が可能
- ・植物の保存可能期間が長い

植物工場では野菜の成長に必要な環境（肥料、光、気温、湿度、CO₂濃度、気流など）を閉鎖空間内で制御することでこれらを実現している。これにより、一年を

※1 アグリビジネス担当 アグリビジネス部

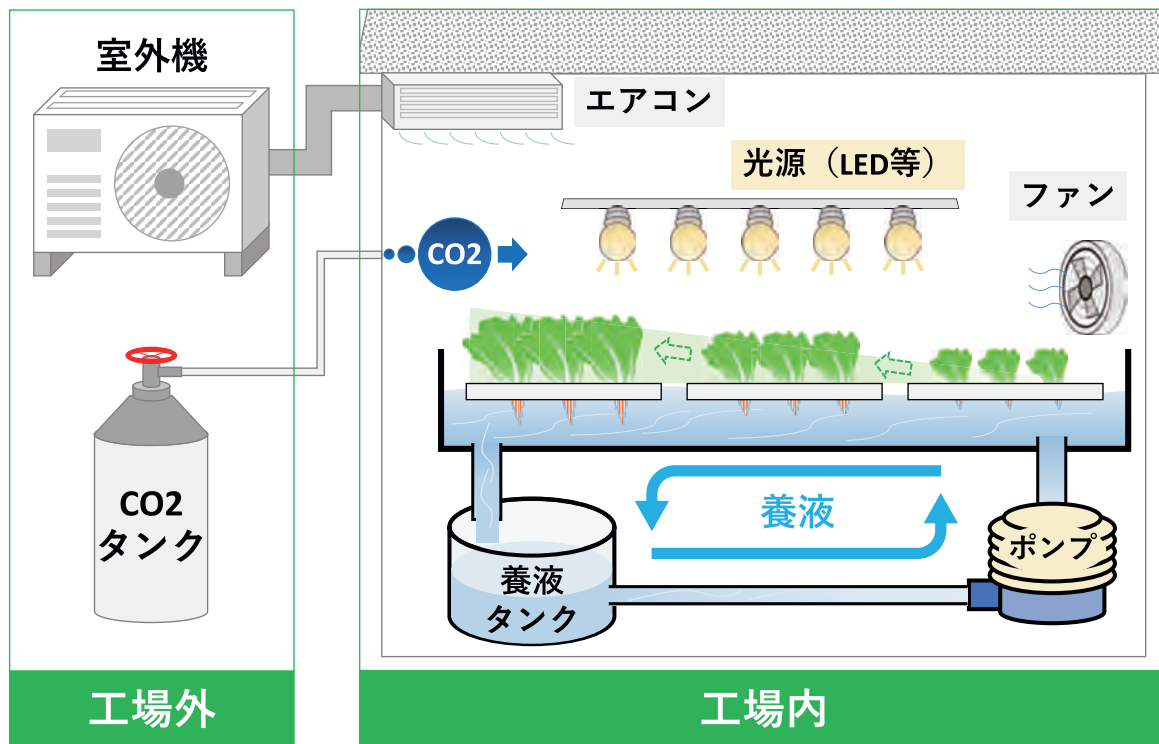


図1. 植物工場の代表的な栽培システム（DFT方式）

通して安定した価格で生産可能であり、加工時の歩留まりの高さや、昆虫などの異物混入リスクも低いことから、特にコンビニ、中食、外食市場などの業務用向け大株野菜の需要が高まっている。

2.2 植物工場の栽培システム紹介

日本で植物工場は、1980年代から商用利用が開始され、これまでにさまざまな栽培方法やシステムが開発されている。ここでは、植物工場の環境制御システムについて紹介する。

2.2.1 養液管理

植物工場では、土を使った栽培と違い、肥料を水に溶かした培養液（以下、養液）を植物の根に直接与える。これは、常に最適な養液成分を供給可能なため、植物の成長を最大化することができる。

2.2.2 光源

蛍光灯やLEDなどの光源を使用する。栽培する植物の品種に応じた波長や光量、点灯時間を選択する。

2.2.3 温湿度管理

植物の成長には、温度と湿度の管理が重要となる。温度が適切な範囲から外れると、茎が間延びする徒長の発生や生育速度の低下など、植物の収量と品質に影響がある。湿度も同様に、生理障害発生や成長速度の低下などで影響がある。それらを適切な範囲に管理するためにエ

アコンや除湿器、循環扇などを設置する。

2.2.4 CO₂濃度管理

植物は光合成すると、空気中のCO₂を消費して、O₂を排出する。しかし、植物工場内は閉鎖空間のため、CO₂は消費し続ける。CO₂濃度も成長に適切な範囲があり、一般にCO₂タンクなどを設置して、成長に適した濃度となるように供給（施用）する。

2.2.5 気流管理

植物の呼吸や光合成により、植物周辺の湿度やCO₂濃度は常に変化する。そのため、植物の葉周辺の空気が滞ると最適な空気を葉に供給できず、生育速度や品質を低下させる。そこで、植物周辺に適切な気流を作り出して成長・品質を最大化する。

2.3 代表的な植物工場（DFT方式）

植物工場の環境制御の中で、特に特長的なものが養液管理であり、その代表的な方法として、DFT方式^{*3}がある（図1参照）。これは、養液を溜めた水槽に、野菜を植えた樹脂製のパネル（以下、パネル）を浮かせ、養液をポンプで循環する栽培方式である。循環する際に、植物に吸収されて変化した養液成分の安定維持が可能で、常に植物の成長に最適な養液を供給できるメリットがある。しかし、このような方式は、大規模な植物工場を実現するうえで、多くの課題がある。

2.4 植物工場の大規模化に対する課題

業務用の大株野菜のニーズ（出荷量）に対応するためには、生産規模の拡大が必要である。そのためには、搬送量や作業量の増加、衛生管理、品質の安定化などに対応しなければならない。

2.4.1 搬送の自動化

DFT方式による植物工場では、栽培空間の効率を上げるために、栽培棚と呼ばれる水槽を複数段積み上げた棚を設置している。この栽培棚からパネルを出し入れする際は、人手による作業が行われている（図2参照）。工場を大規模化すると搬送量が増加する上に、搬送距離も長くなる。さらに、大株化に伴い、搬送質量も増加するため、作業者の負担も大きくなるため、搬送の自動化が必要であるが、DFT方式による自動化には、下記の問題がある。

(1) パネル取り出し時の設備などへの養液付着

(2) パネル破損

(1) は、水槽からパネルを取り出す際に、パネルや野菜の根に付着した養液が垂れるためである。これにより、搬送装置に付着して錆や汚れの原因になる。

(2) は、パネルを養液に浮かせるために、その材質は一般的に樹脂製であり、強度が低く多少の劣化で大株野菜の重さに耐えきれず破損するリスクがある。

2.4.2 養液の衛生管理

DFT方式は、養液が循環しているために、養液を介

して病気が蔓延するリスクがある。大規模化では、生産量が多いため、病気が蔓延した場合の生産への影響が甚大となる。養液を衛生的に保つためには、パネルの洗浄のほか、水槽内の定期的な清掃が必須となる。しかし、水槽内の清掃作業は、人手で行われており、また清掃時は生産を全面的に停止する必要があるために、高頻度の清掃が困難である。

2.4.3 品質の安定化

植物工場では、環境制御を行うことで、野菜を栽培している。しかし、季節や生産量の影響により栽培環境にムラが生じることがあり、その結果品質にばらつきが出る。この環境ムラは、大規模化の際に、より生じやすくなるため、品質のばらつき量も多くなる。そこで、品質の安定化に向けた対策が必要となる。

3. 次世代型的人工光型植物工場（福井美浜工場）

本工場は、当社初の植物工場であり、福井県三方郡美浜町に建設した（表1、図3参照）。業務用向けに大株レタスを、日産約2.2トンの規模で生産する植物工場である。本工場では、これまで難しかった大株化、大規模化に対応した植物工場を実現した。ここでは、最大の特徴である新たに開発したトレー方式による栽培システムについて紹介する。

表1. 福井美浜工場概要

項目	内容
所在地	福井県三方郡美浜町
生産規模	約2.2トン/日 (グリーンリーフレタス生産時)
栽培品種	グリーンリーフレタス、フリルレタスなど

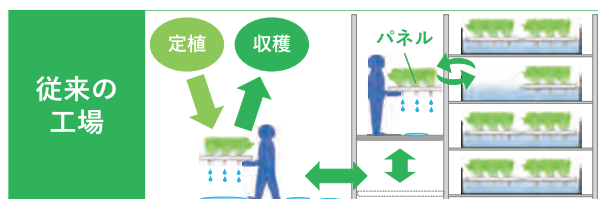


図2. パネル取出方法（従来）



図3. 福井美浜工場イメージ

表2. 栽培方式の違い

項目	従来の工場（DFT方式）	本工場（トレー方式）
自動化	パネル破損のリスクが高く困難	トレーごと搬送可能なため容易
設備の衛生面	養液が飛散するため、清掃に課題	養液飛散低減により、衛生的
養液の衛生面	人手による水槽の清掃が必要	収穫時にトレーごとに洗浄可能
病気耐性	悪い（養液を全体で共有）	良い（個別管理）
生育	有利（最適な養液が常時供給されるため）	不利（トレー内の養液量が限られるため）

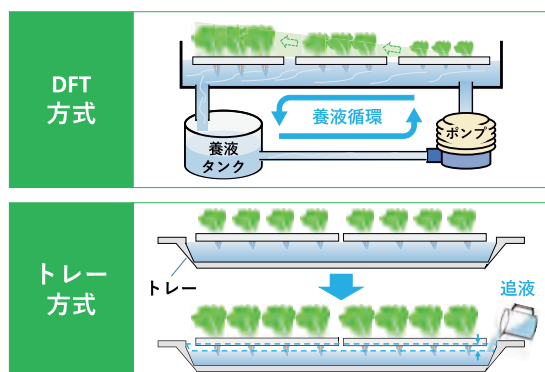


図4. 各方式の違い



図6. 試験風景

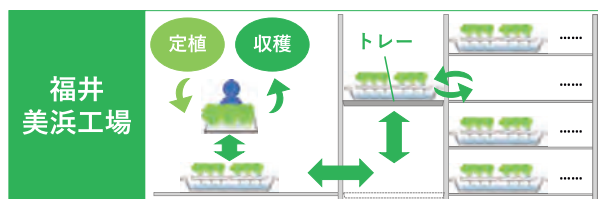


図5. パネル取出方法（本工場）

3.1 大株化、大規模化実現のためのトレー方式

3.1.1 トレー方式とは

トレー内に養液をため、その上にパネルをのせて栽培する方式である（図4参照）。養液は、循環していないため、成長とともに徐々に消費される。そのため、生育途中で養液の追加（以下、追液）が必要となる。

3.1.2 トレー方式の利点

トレー方式とDFT方式の違いを表2に記す。DFT方式では、パネル破損のリスクがあったが、パネルを直接取り扱わずに、トレーごと搬送できるため搬送設備が容易となる（図5参照）。さらに、根やパネルについた養液が飛散することがないため、搬送設備の錆や汚れを抑えることが可能である。また、トレー方式では、野菜を収穫するたびにトレーを洗浄可能なため、常に清潔な状態で栽培することが可能であるほか、トレーごとに養液が分かれているため、養液を介した病原菌の蔓延リスクも最小化できるなどの利点がある。

3.1.3 トレー方式実現のための取り組み

(1) 収量確保（栽培条件の見極め）

DFT方式では、常に養液が循環するが、トレー方式の養液は循環しないため、成長に伴い植物の根近傍における養液濃度が低下する。これは、最適な養液濃度の維持を困難とし、DFT方式に比べて生育速度の低下につながる。これを解決するためには、トレー栽培で要求収量を満足する栽培条件を明らかにする必要がある。そこで、社内に栽培環境を任意に変更できるトレー栽培用の試験設備を構築した（図6参照）。そして、さまざまな条件で試験栽培を実施し、最適な栽培環境や追液タイミングを見極めた。また、成長速度を最大化するために棚間ファンについても、機器の仕様変更や気流解析（図7参照）も行うことで、最適な気流を実現した。これらの取り組みにより、要求収量を満足することができた。

(2) トレーの大型化

大規模化では搬送量が増加するため、搬送効率向上が重要である。そのために複数枚のパネルを同時搬送できるようにするためには、トレーのサイズは、パネルサイズよりも大型にする必要がある。今回、搬送能力や収穫などの人手作業の処理能力を加味して、一般的なパネルを4～6枚載せることができるサイズとした（図8参照）。このサイズのトレーは、製作方法も前例がなく、強度や搬送性などを確保する必要がある。大型トレー化

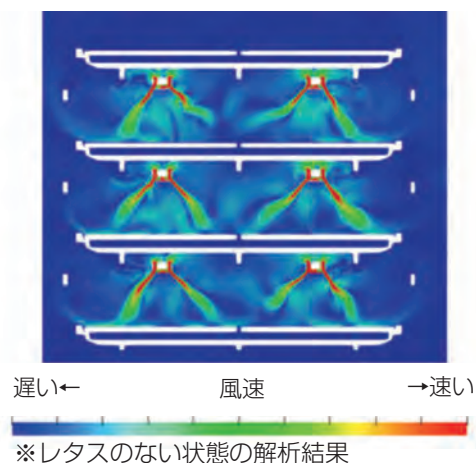
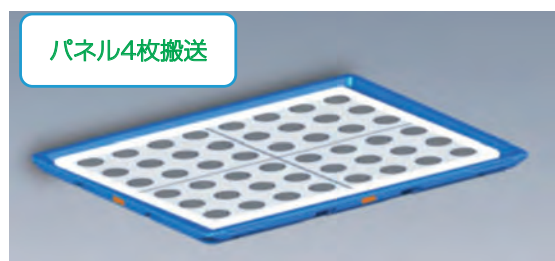


図 7. 気流シミュレーション



トレー寸法（およそ1.5 畳）
1,300mm × 1,900mm × 118mm
トレー質量：約20kg

図8. 大型トレーイメージ

に際し、従来の樹脂トレーで採用している成型方法では、搬送中や投入・取出時の負荷に対して強度の確保が難しい。樹脂成型業者と協力し成型方法を見直し、強度解析や試作による評価を行った。さらに、搬送中にトレーから養液がこぼれるなどのリスクは、搬送条件や栽培棚へのトレーの投入・取出時の養液の挙動などを試験検証し設計へフィードバックすることで低減した。これにより、既存の植物工場で採用しているトレーの約4倍の大きさとなる、国内最大サイズのトレーを実現した。

(3) 大型トレー洗浄の自動化のための洗浄機導入

トレーの大型化により、その質量は約20kgにもなる。また、トレーは、1日あたり198トレー搬送されるため、それを洗浄する必要がある。トレー方式では、収穫ごとにトレーを洗浄することで、衛生的に保つことができる利点がある。しかし、大型トレーは人手による搬送が困難なため、搬送ライン内に洗浄機を導入する必要がある。そこで、搬送ライン内に導入可能なトレー洗浄機を開発した。これにより、野菜の収穫ごとに洗浄可能となり、衛生的な環境を維持できるシステムを実現した。

(4) 品質の安定化のための栽培履歴管理

大規模生産においては、栽培空間の効率化が重要とな

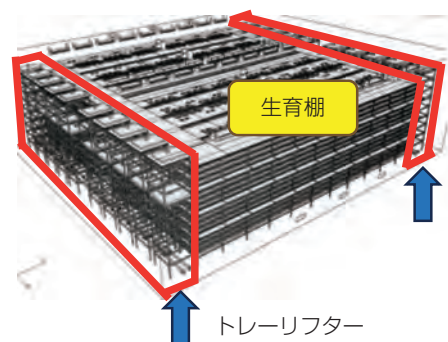


図 9. 生育室内イメージ

る。生育室には、栽培棚が設置されており、栽培効率を上げるために、栽培棚の段数と列数を増やし、トレーを取り出すためのトレーリフターは、棚の両端に設置することで、栽培空間の体積効率を最大限上げている（図9参照）。このため、棚間や栽培空間の空気の循環が妨げられ、栽培条件（気温、湿度やCO₂濃度など）は均一にはならず、ばらつきは大きくなる。たとえば、2℃の温度差が生じてても、収量に影響がでるため、品質の安定化には、これを抑えることが重要である。一方で、大規模工場内での環境のばらつきによって、各所で野菜にどのような影響が出るかという正確なデータはこれまで十分に取得できていない。そこで、本工場ではトレーごとにRFID^{*4}を取り付け、庫内に設置したセンサーで収集したデータと紐づけた。これは、生育環境の履歴（気温、湿度、CO₂濃度、追液量など）を確認可能とする。各トレーの野菜収量が、どのような条件で得られたかを把握し、品質のばらつき原因を特定して適切な対処ができるようにした。これにより、品質を安定化し収量の最大化が期待できる。

3.2 大株化、大規模化実現へのその他取り組み

本工場では、トレー方式を採用した以外にも大株化大規模化に向けてさまざまな取り組みを行った。

3.2.1 作業負担の軽減

栽培量が増えるにしたがって、工程ごとの作業負担が大きくなる。（移植や定植、収穫など）移植作業については、これまで販売実績がある自動移植機^{*5}を導入する。また、他の作業工程についても自動化・省力化を実現する機器を導入する。

3.2.2 栽培管理システムの構築

大規模化するうえで生産管理は、必須機能である。この点について、棚ごとに栽培されている品種や生育状況の管理および、栽培条件の管理などを行う必要がある。そこで、専用の生産管理システムを構築した。また、多

品種栽培が可能なシステムとすることで、今後の需要に応じて品種を切り替えながら栽培可能な植物工場とした。

3.3 気候変動への対応

当社グループでは、再生可能エネルギーを積極的に導入しており、本工場は、約140kWの太陽光発電システムを導入する。これにより、年間約60トン二酸化炭素排出量を削減する。また、当社商品である充放電装置（eLINK[®]）を設置することで、災害時でも基本機能を維持できるシステムを試験的に導入した。

4. 今後の展望

今回、次世代モデルの植物工場を新たに建設したが、栽培事業に参入した理由は大きく3つある。

- (1) 植物工場の課題を正しく把握すること。
- (2) 栽培技術と合わせた商品開発を行うための開発拠点とすること。
- (3) 次世代モデル工場として植物工場の市場拡大につなげること。

(1)については、植物工場運営の当事者となることで、植物工場の課題を正しく把握し、モノづくり企業として生産性改善に取り組んでいく。

(2)については、開発拠点を併設して、栽培現場密着で迅速に実行性のある開発を進める。それによって、機器ビジネス拡大につなげていく。

(3)については、単なるモデル工場にとどまらず、事業として魅力ある植物工場を実現することで、植物工場事業参入希望者にアピールし、ビジネス拡大を図っていく。

5. おわりに

今回、次世代モデルの植物工場として、新たに建設した植物工場の取り組みの一部を紹介した。本工場は、将来的な植物工場に向けた一つの道筋となることを期待している。ただし今後、農業のあり方が変わるにつれ、植物工場の形もさらに変化するものと考えられる。そのため、市場の変化に対応して、植物工場のさらなる発展に貢献していく所存である。

また、機器だけではなく植物工場向けの肥料や品種の開発、レタス以外の品目への対応など新たな取り組みも進めていく。これによって、今後の植物工場市場のさらなる成長に貢献し、「持続可能な農業の実現」と「安心・安全な生活基盤の構築」を目指していく。

用語解説

*1 SDGs

持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals の略）。

*2 露地栽培

ハウスなどの施設を使わずに、畑で作物を栽培すること。自然の中で栽培するため、設備にかかる費用を抑えられ、価格も安い。一方で、栽培可能な期間が限られるうえ、災害時の影響を受けやすいため、安定生産に課題がある。

*3 DFT 方式

湛液水耕方式（Deep Flow Technique の略）。

*4 RFID

電波を利用して IC タグの情報を非接触で読み書きする技術（Radio Frequency Identification の略）。

*5 自動移植機

育苗後のレタスの苗を生育パネルに植え付ける作業（移植）を自動で行うことができる装置。当社では、業界最高レベルの移植精度を持った商品を製作販売している。これまでに、さまざまな植物工場への導入実績があり、省人化に貢献している。