

# ケーブルベヤ<sup>®</sup>・フレームローラ仕様

Cableveyor<sup>®</sup>・Frame Roller Type

太田 恵子<sup>※1</sup>

Keiko OTA

従来のケーブルベヤでは、設置方法や動作条件、収納するケーブルやホースの種類によっては、曲げ反発力の影響により、ケーブルベヤの屈曲部が大きくふくらむ現象が発生する。そのため、設置スペースが想定以上に必要となり、装置の小型化の障壁となる。また、ガイドによりそのふくらみを抑え込んだ場合はケーブルベヤとの摺動により摩耗粉が発生する。本稿では、これらの問題解決に向け開発したフレームローラ仕様の構造・特長等について解説する。

Conventional cable carriers have a problem that the bent portions of the cable carriers expand greatly due to the effect of bending repulsive force, requiring more space than expected for installation. The problem has been a barrier to downsizing equipment. In addition, if the bulge is suppressed by attaching a guide, wear particles occur due to sliding with the cable carriers. This report describes the structure and features of the frame roller specification that was developed to solve these problems.

## エコロジー訴求点と 顧客メリット

①曲げ反発の抑制、②省スペース、③低発塵

## 1. はじめに

当社では、機械・装置の可動部のケーブルやホースの支持案内装置として、1959年にスチール製のケーブルベヤを発売し、それ以降、プラスチック製への品種拡大など、市場・業界ニーズ、用途の多様化に応える多種多様な製品を開発してきた。

ケーブルベヤはケーブルやホース保護のため、設定した屈曲半径以下に曲がらない構造となっているが、屈曲半径より大きくなる方向への制限は設けていない。このため、ケーブルやホースの種類によっては、稼働時の曲げ反発力によりケーブルベヤの屈曲部が大きくふくらむ現象が発生する。この現象は特に移動ストロークが長い垂直稼働のアプリケーションにおいて顕著となる。装置との接触を避けるためには設置スペースを大きくとる必要があり、装置の小型化への障壁となっている。また、装置との接触によるケーブルベヤの破損を防ぐためにガイドを設けると、ガイドとの接触・摺動（図1）により摩耗粉が発生し、発塵問題を引き起こしてしまう。

本報では、このケーブルベヤにおける問題解決に向け開発した「ケーブルベヤ フレームローラ仕様」について解説する。

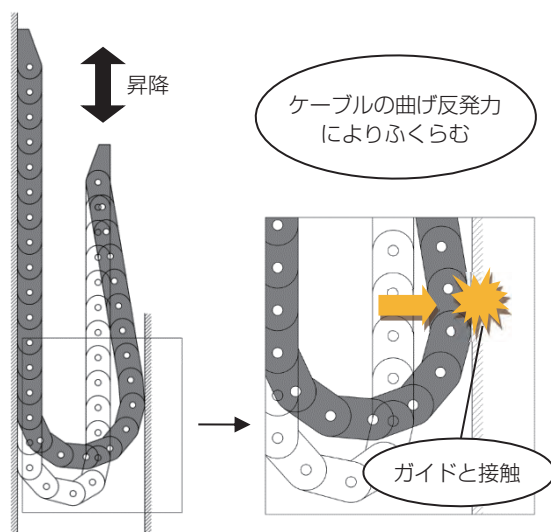


図1. 垂直稼働時のケーブルベヤ

※1 チェーン事業部 製品技術部

## 2. 開発目標

### 2.1 顧客要求

現在、ケーブルベヤを使用しているお客様より、決められた設置スペース内で稼働可能であり、かつ発塵量が少ない商品を開発してほしいという要望がある。

### 2.2 開発目標

顧客要求を踏まえ、開発目標は下記3項目を満足することとした。

- 1) 移動ストローク 2000mm に対して、設置スペースは移動端・固定端を設置する幅（設置幅）+ 25mm 以内とする
- 2) 設置スペース内で稼働した時の発塵量は TKP 形ケーブルベヤ以下であること
- 3) ケーブルベヤの耐久性は 1000 万往復稼働以上であること

この目標は、ガイドの摺動性の改善というような対策ではなく、問題の根本的な解決となりうる、設置幅以上にはふくらまないケーブルベヤの開発とした。

- ベヤに作用した場合でも、屈曲部はふくらまない。
- ・ TKP 形ケーブルベヤに対し、外形サイズは同等である。
- ・ フレームは、リンクで保持する構造となっているため、取り付けの簡易性は従来のケーブルベヤと変わらない。
- ・ フレームは連結されたリンクの移動に追従し、移動ストロークの 1/2 の距離を移動する（図 3）。

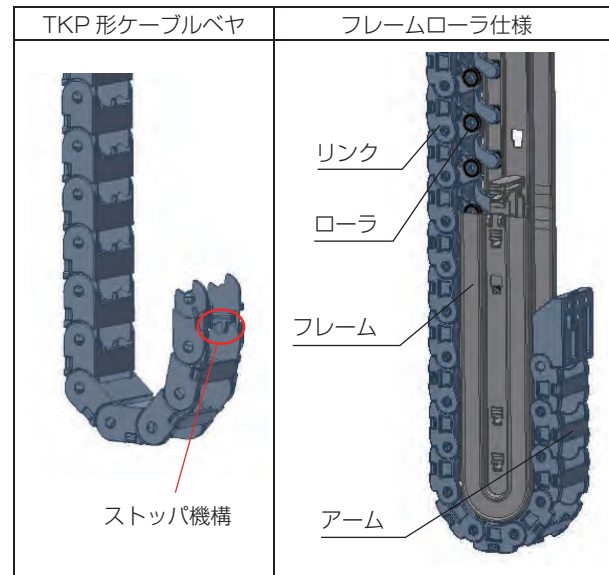


図 2. TKP 形ケーブルベヤとフレームローラ仕様の構造

## 3. フレームローラ仕様とは

### 3.1 フレームローラ仕様の概要

フレームローラ仕様は、従来のプラスチック製ケーブルベヤにローラを加え、そのローラをフレームに沿って走行させる仕様である。これにより、動作時のケーブルベヤの姿勢と軌道が確実に維持される。

### 3.2 構造・特長

TKP 形ケーブルベヤとフレームローラ仕様の構造を図 2 に示し、フレームローラ仕様の特長について以下に説明する。

- ・ リンクはケーブルやホースを収納するスペースに加え、内周側左右 2 カ所にローラの組込み部を有する。
- ・ 組立した状態でローラは外側からフレームにより覆われており、フレームの溝に沿って走行する。
- ・ TKP 形ケーブルベヤはリンクのストップ機構により屈曲半径以下に曲がらないように規制されるが、屈曲半径以上にふくらむ方向への規制はない。それに対し、フレームローラ仕様にはストップ機構がない。
- ・ リンクはローラを介してフレームからの距離が一定となるように拘束されるため、屈曲部は屈曲半径どおりの姿勢となる。ケーブルの曲げ反発力がケーブル

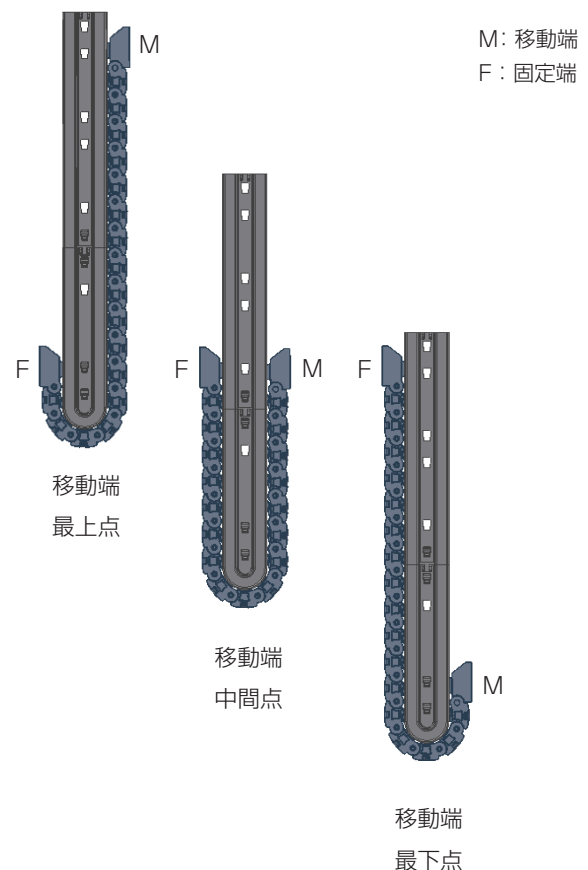


図 3. フレームローラ仕様の動作状態

- ・フレームは2種類の長さの直線部パーツ、屈曲部パーツ、連結パーツの合計4種類の部品にて構成される（図4）。
- ・ストロークに合わせて、最上点および最下点でのケーブルベヤからのフレームの飛び出し量が少なくなるように設定することが可能である。

## 4. 開発結果

### 4.1 TKP形ケーブルベヤの屈曲部のふくらみ

TKP形ケーブルベヤとフレームローラ仕様の動作図を図5に示す。TKP形ケーブルベヤは動作図に示すように最大ふくらみ量は設置幅より大きくなる。設置幅に対する最大ふくらみ量の比率をふくらみ量の増大比として、TKP形における測定結果を表1に示す。

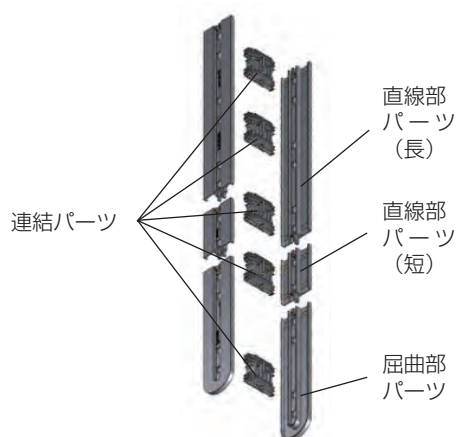


図4. フレームの構成

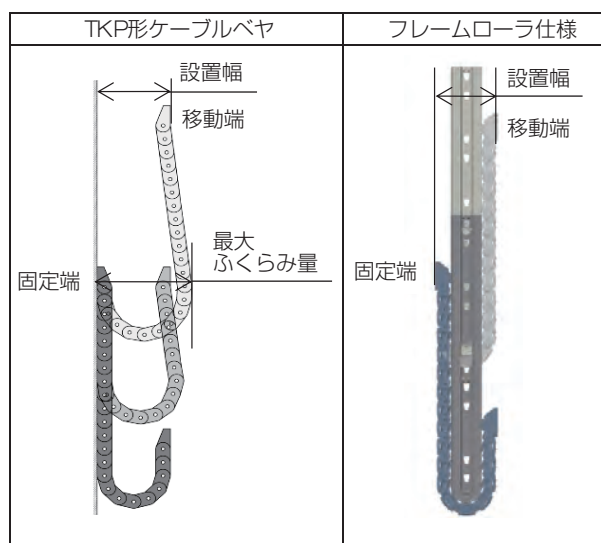


図5. TKP形ケーブルベヤとフレームローラ仕様の動作図

測定した最大ふくらみ量は静止時の値であり、動作時には加速度や速度の影響を受けてさらにふくらむ。また、ふくらみ量は、ケーブルやホースの種類によって大きく変わるため、必要空間の机上での算出は非常に困難である。

これに対して、フレームローラ仕様では、動作図で示したように屈曲部のふくらみは発生せず、設置幅内で稼働可能となる。

### 4.2 垂直稼働での屈曲耐久性評価結果

1000万往復稼働後のフレームローラ仕様はフレーム、リンク、アームともに割れや異常は見られなかった。また、ピン径およびピン穴径の寸法変化はなく、ピンーピン穴間の摩耗による発塵もほとんど見られなかった（図6）。

表1. TKP形ケーブルベヤのふくらみ量の増大比

| 移動ストローク | ふくらみ量の増大比＝<br>最大ふくらみ量／設置幅 |
|---------|---------------------------|
| 2000mm  | 2.4                       |
| 1000mm  | 1.4                       |
| 500mm   | 1.2                       |

#### 【テスト条件】

- ・ケーブル：可動用ケーブル（外径φ 5.7～6.5）4本
- ・ケーブルベヤ：TKP18H15-30W30R28
- ・設置条件：U字設置

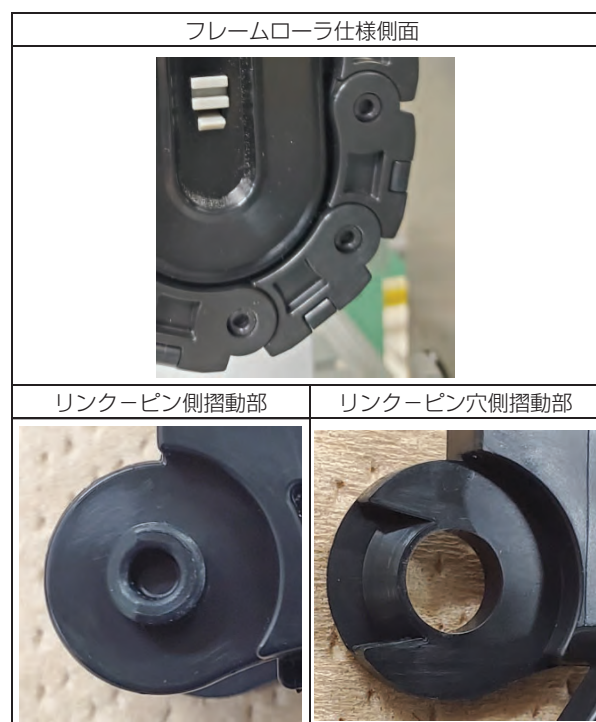


図6. 社内評価後のフレームローラ仕様の外観



図 7. 社内評価後のケーブル外周面の外観

【テスト条件】

- ・ケーブル：可動用ケーブル（外径φ 5.7 ～ 6.5）4 本
- ・ケーブルベヤ長さ：1248mm
- ・屈曲半径：R30mm
- ・移動ストローク：200mm
- ・設置条件：U 字設置

アームとケーブル間の摩耗による発塵は発生するものの、ケーブル外周面の摺動痕は小さく、破れや亀裂は見られなかった（図 7）。また、評価品のケーブルの導体抵抗値の上昇率は 2% 以下であった。ただし、これらについてはケーブルの種類によって変わるため、参考である。

---

## 5. 今後の展開

今回、主に垂直稼働アプリケーションを想定して評価を行ったが、今後さまざまな用途を考え、標準設置（水平稼働）アプリケーションへの適用時の最大能力の見極めを行っていく。また、現在のフレームローラ仕様は、ローラ部品としてベアリングを使用しているため、TKP 形ケーブルベヤと比較してコストが高い。多くのお客様に採用いただけるように、コストダウンの検討も進めていく。

---

## 6. おわりに

本開発では、従来のケーブルベヤの持つ問題を、新たな構造により解決へ導くことができた。ケーブルベヤは設計の自由度が非常に高い商品であるため、今後も独自の設計により社会の期待を超えていけるような商品を開発していきたい。

【特許登録】

## つばき リニスPEEDジャッキ®

Tsubaki LINISPEED JACK

江間 良和<sup>※1</sup>

Yoshikazu EMA

市場がスクリージャッキに求める用途はこれまで「荷重を支える」ことが主であったが、近年それに加えてサーボモータを駆動源に「積極的に動かす」用途も増えてきている。そこで市場の要求に答える形で、これまで他社も含めてスクリージャッキでは対応できなかった高速・高頻度領域をターゲットに、低床、定推力特性、長寿命といった特長を併せ持った“つばき リニスPEEDジャッキ”を新たに開発したのでここに紹介する。

Though the application which the market demands for the screw jack has been mainly “supporting the load” until now, the application which “positively moves” the servo motor as a driving source in addition to it has increased recently.

Therefore, in response to market demands, we have newly developed “Tsubaki Lini-speed jack” which has advantages such as low floor, constant thrust characteristics, and long life, targeting high-speed and high-frequency areas that could not be handled by screw jacks, including those of other companies. We introduce the development in this report.


**エコロジー訴求点と  
顧客メリット**

- ①高速・高頻度運転の実現  
②低床化 ③定推力特性 ④長寿命

## 1. はじめに

一般的にスクリージャッキは、重量物の昇降、位置決めなどに使用され、ウォームギヤを用いた減速部と台形ねじあるいはボールねじを用いた直線作動部から構成されている。つばきでは、これまでリニパワージャッキ®として、台形ねじタイプ、ボールねじタイプ、ハイリードボールねじタイプの3タイプをラインアップし、推力1.96～980kN、速度～125mm/s、負荷時間率<sup>\*1</sup>～30%EDの範囲をカバーしてきた。しかしながら、発売後およそ20年が経過するなかで、サーボモータに代表されるコントロールモータの普及により、製造現場の設備などに用いられるジャッキへの要求は拡大し、「荷重を支える」ことに加えて「積極的に動かす」ことで生産性向上に寄与することが求められるようになった。そこで今回この要求を満たすジャッキを新たに開発することとなった。

## 2. 市場調査

## 2.1 市場の要求

市場の要求として「積極的に動かす」用途があることは過去の見積などからある程度見えていたが、それがどういうことなのかを定量的に把握する必要があった。そこでジャッキに限定せずに約40社の顧客へどのような昇降アプリケーションのニーズがあるのかをヒアリングした。その中から、使用頻度（負荷時間率）、希望速度と昇降荷重についての回答が得られた18件の情報をグラフ化した内容が図1である。

その結果、従来のリニパワージャッキでは対応できない高速あるいは高頻度が必要な用途が13件と全体の約72%を占めており、頻度については100%ED（≡連続運転）といった回答が多く、速度については最大500mm/s（40社回答中）であったがボリュームゾーンとしては200mm/sまで、荷重については、最大200kN（40社回答中）であったがボリュームゾーンとしては100kNまで（いずれも図1青枠内）ということがわかった。なお、その機構はボールねじとジャッキがそれぞれ約38%であった。

※1 モーションコントロール事業部 技術部



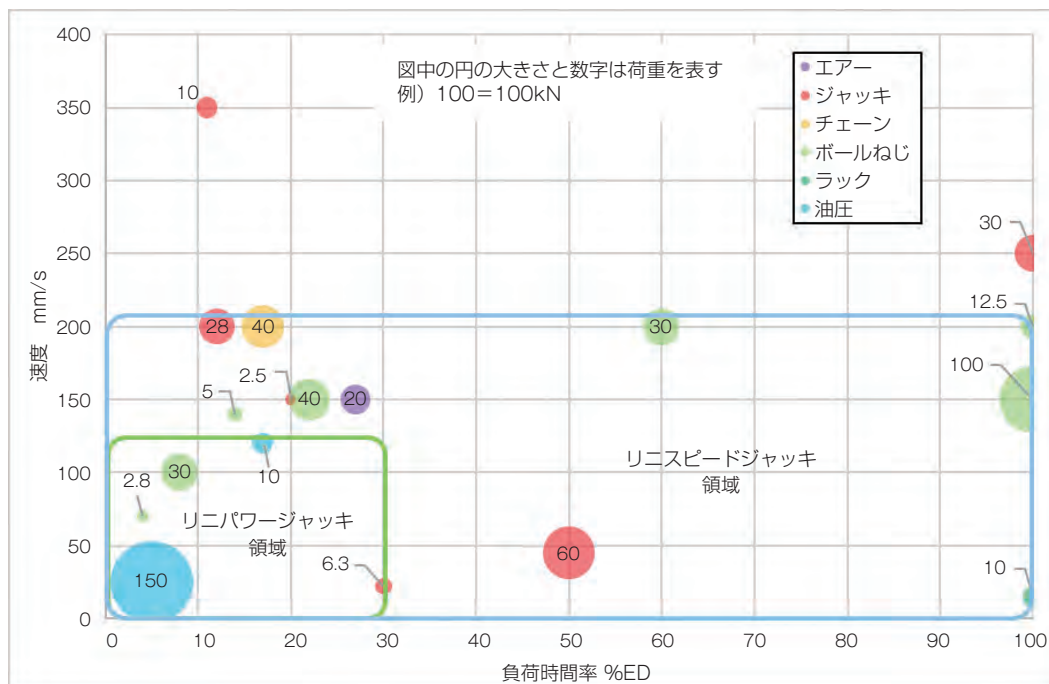


図 1. 市場で要求される負荷時間率、速度と荷重

表 1. 競合ジャッキメーカーのラインアップ

|       | 当社   | A 社   | B 社   |
|-------|------|-------|-------|
| 負荷時間率 | % ED | ～ 30  | ～ 70  |
| 速度    | mm/s | ～ 125 | ～ 333 |

## 2.2 競合ジャッキメーカーの状況

競合ジャッキメーカーの速度、頻度への対応状況を表 1 に示す。A 社はベベルギヤを用いたジャッキをラインアップしており、高速・高頻度対応を特長としている。B 社は当社と同様のラインアップであるが、許容速度が若干大きく、負荷時間率の記載は無いが減速部をオイルパス（当社はグリスパス）にしており当社よりも対応範囲が広いことが予想される。その他海外製ジャッキ数社についても、高速対応が可能なハイパフォーマンスジャッキと呼ばれるラインアップが存在している。

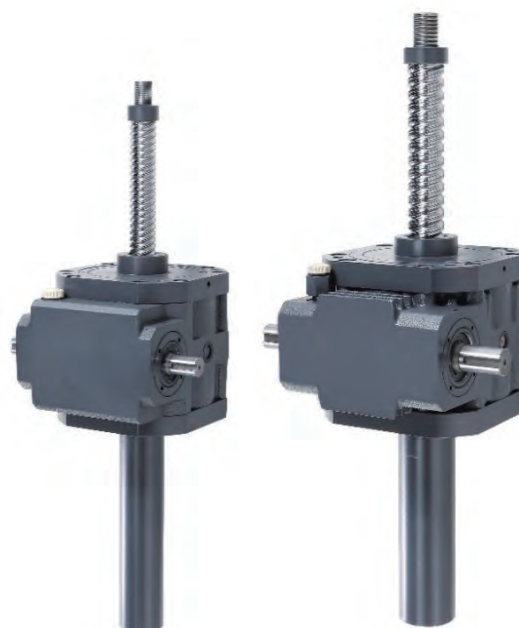


図 2. リニスピードジャッキ外観  
(左: SJ015 右: SJ030)

## 3. 商品の特長

リニスピードジャッキは、市場要求である高速・高頻度領域をターゲットに、競合他社と差別化できる特長を付加して開発した。以下にそれらの特長について述べる。

### 3.1 商品構成

リニスピードジャッキは、2018 年 1 月に 30kN,

50kN の 2 枠を発売、2020 年 4 月に 15kN 枠を加え現在計 3 枠がラインアップされている。その外観を図 2 に、基本的な諸元を表 2 に示す。負荷時間率は最大 100 % ED、速度は最大 208mm/s (15kN、30kN)、200mm/s (50kN) を許容し、図 1 の高速・高頻度用途の 85% をカバーすることができた。

なお、荷重は複数台使用で 50kN 以上もカバーできる。

表2. 基本諸元

|                   | SJ015                             | SJ030 | SJ050 |
|-------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| 許容推力 [kN]         | 15                                | 30    | 50    |
| 最高速度 [mm/s]       | 208                               |       | 200   |
| 最大ストローク [mm]      | 1200                              | 1500  |       |
| 許容負荷時間率<br>[% ED] | 最大 100% ED<br>(荷重・速度・周囲環境などにより変化) |       |       |
| 潤滑                | ねじ部：グリース塗布<br>減速部：オイルバス           |       |       |

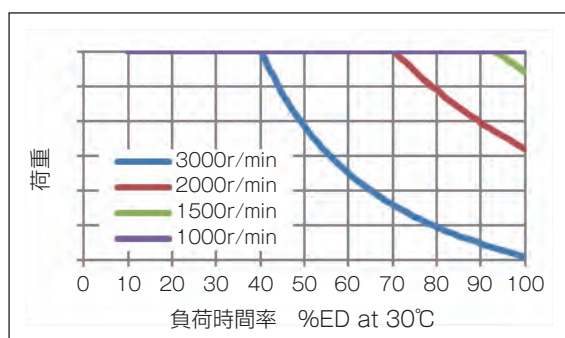


図3. 負荷時間率－荷重線図例

### 3.2 高速・高頻度運転の実現

リンスピードジャッキは、最大入力回転速度3000r/minを許容することで、高速運転を可能にしている。一般的にウォームギヤの伝達トルクは回転速度が速いほど減少する。リンスピードジャッキでは、3000r/min時でも、許容推力を満足する伝達トルクが得られる設計とした。

高頻度運転実現のためには、放熱性と発熱の抑制を考慮する必要がある。リンスピードジャッキでは、設計段階で攪拌抵抗の低減による発熱の抑制とケースへの熱伝達率の向上による放熱性の向上を狙い、低粘度オイル潤滑を採用した。その他、発熱要因となるウォームの伝達容量を従来よりも低く抑えることで発熱を抑制することと、運転条件ごとに負荷時間率を設定することで、最大100% EDの高頻度運転を実現した。図3に入力回転速度ごとの負荷時間率－荷重線図の例を示す。ただし、実際の設置条件によって放熱特性は異なるのでこの図は保証値ではなく使用可能範囲の目安を示している。

### 3.3 低床化

ジャッキ本体の全高を低く抑えることで顧客の装置の全高も低く抑えることができる。リニパワージャッキを始めこれまでのボールねじタイプのジャッキでは、ウォームホイールの上側にボールナットが配置されており、その分本体部分の全高が高くなっていた。リンスピード

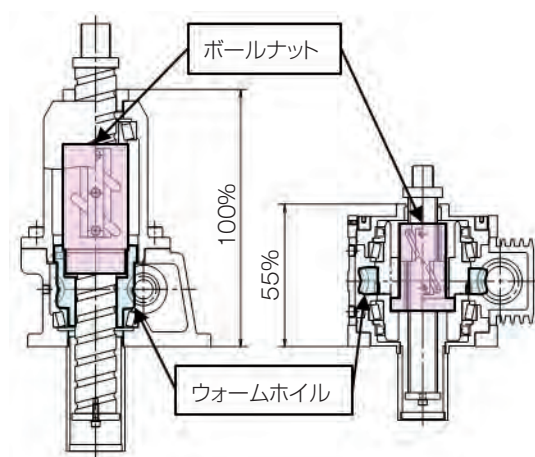


図4. 構造比較

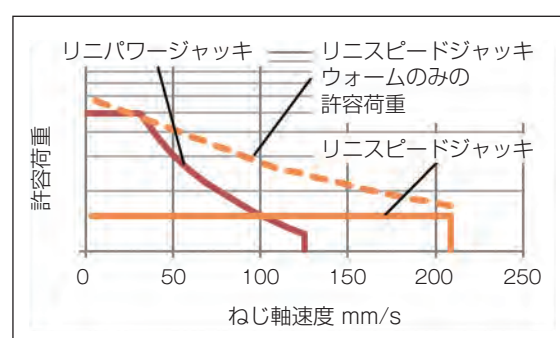


図5. 速度－荷重線図

ジャッキは、高速・高頻度運転に適したウォームとボールねじサイズを選択することで、ウォームホイール内へのボールナットの配置を可能とし本体の低床化を実現した。図4に高速域においてほぼ同等の能力を有するリニパワージャッキとリンスピードジャッキの構造を示す。この例では全高は従来比約55%、2.2節で述べたA社ジャッキに対しても約53%と大幅な低床化を実現した。

### 3.4 定推力特性

リニパワージャッキを始めとする従来のジャッキは、ウォームの伝達容量の制限などから、ねじ軸速度×許容荷重(許容推力)＝一定となるいわゆる定馬力特性としており、使用速度が上がるにつれて許容荷重が制限される。つまり使用荷重が同じでも速度が上がるとジャッキサイズを上げる必要があった。リンスピードジャッキでは、ウォームサイズを大きくすることでウォームの伝達容量の影響を無くし、図5に示すように低速から高速まで許容荷重を一定化、高速領域でもサイズを変えることなく対応可能とした。

これにより、リンスピードジャッキでは概略選定において速度－荷重線図が不要となり寿命線図のみで選定可能となった。

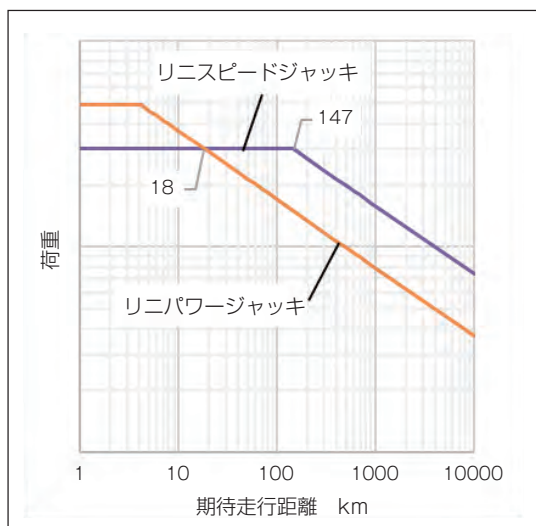


図 6. 期待走行距離—荷重線図

### 3.5 長寿命

高速・高頻度で作動させる場合に課題となるのは寿命である。リンスピードジャッキはパワーシリンダUシリーズで開発した特殊ボールねじを用い、併せて潤滑剤の変更、作用荷重低減などの対策を施すことでボールねじの長寿命化を図った。例えば 200mm/s でジャッキを動作させた場合、およそ 149 時間（動作時間のみ）で走行距離は 100km に到達する。つまり高速・高頻度で使えるジャッキは寿命についても考慮する必要がある。同じボールねじサイズを採用している従来のリニパワージャッキハイリードタイプとリンスピードジャッキの走行距離を同じ荷重で比較するとリニパワージャッキで約 18km、リンスピードジャッキで約 147km とおよそ 8 倍を達成している（図 6）。なお、ボールねじの期待走行距離は一定の範囲内では荷重の三乗に反比例する。実際の使用において更に走行距離を長くしたい場合は、複数台使用し 1 台当たりの荷重を下げれば対応することが可能である。

### 3.6 その他の特長

#### ・設置面積の最小化

ジャッキを装置へ取り付けの場合、その設置面積は小さい方が良い。リンスピードジャッキでは設置面積を小さくできるフェイスマウントと従来方式のフランジマウントを選択できるようにした。フェイスマウントを選択すれば、フランジマウントの 55% の設置面積で取り付けが可能となる（図 7）。

#### ・位置決め用インロー構造

ジャッキを装置へ取り付けの場合、位置決め精度が必要となる場合があり、リンスピードジャッキでは設置面にインロー構造を設け据え付け時の精度向上に配慮した。

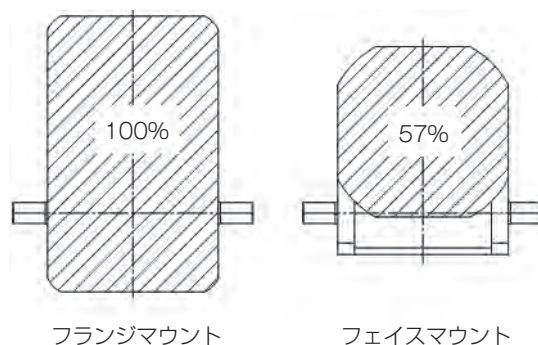


図 7. 設置面積比較

## 4. おわりに

リンスピードジャッキは従来のジャッキとは異なる市場を目指して開発を進めてきた。高速・高頻度市場ではこれまでジャッキ以外に、エアー・油圧・ラック・ボールねじなどさまざまな昇降機構が用いられてきている。今回開発したリンスピードジャッキでその市場の一角には食い込めたが、市場拡大の余地はまだ残されている。今後もジャッキの構成要素であるウォーム・ボールねじなどのモーション系の要素部品開発に加えてコントロール系の開発も推し進め、モーションコントロール事業部として新たな市場を獲得すべく更なる機能向上を目指して行きたい。

### 用語解説

#### \* 1 負荷時間率

負荷時間率とは 1 サイクルに占める運転時間の割合  
負荷時間率（% ED）

$$= \frac{1 \text{ サイクルの運転時間}}{1 \text{ サイクルの運転時間} + 1 \text{ サイクルの休止時間}} \times 100 (\%)$$



# T-Carry system™

T-Carry system™

森島 奈都子<sup>※1</sup>  
Natsuko MORISHIMA

広瀬 勇人<sup>※1</sup>  
Hayato HIROSE

大川 準二<sup>※1</sup>  
Junji OOKAWA

物流業界は慢性的な人手不足に陥っており、このような状況の改善に向けて自動化、効率化、省人化、省力化をキーワードに、この数年で急速に「物流ロボット」の開発と導入が進んでいる。物流ロボット導入後も長く活用するためには、その後の環境変化にも柔軟に対応できる仕組みであることが重要である。今回、このニーズに応えるため AGV(自動搬送用ロボット) を最大限活用した「T-Carry system (ピッキングモデル)」を開発した。

The logistics industry is suffering from a chronic shortage of manpower, and in order to improve this situation, the development and introduction of “logistics robots” has been progressing rapidly over the past few years with the keywords of automation, efficiency, manpower saving, and labor saving. In order for logistics robots to be used for a long time after their introduction, it is important to have a system that can flexibly respond to subsequent changes in the environment. In order to meet this need, we have developed the “T-Carry system (picking model)” that maximizes the use of AGVs (automatic guided vehicles).



## エコロジー訴求点と 顧客メリット

- ①省電力 ②騒音低減 ③作業人員の削減
- ④作業環境・作業改善

## 1. はじめに

近年、物流業界では少子高齢化による人手不足に起因した労働力確保の難しさや、通販市場の拡大などにより外部環境が大きく変化している。これに長時間労働や重量物搬送などによる内部環境課題が加わり、これらの課題を早急に解決する必要性が高まっている。

従来のピッキング作業は、作業者がコンテナやカートを押して倉庫内を1日中歩き回ることが多く、作業者の負担が大きいことが課題であった。これらの課題を解決し、顧客のニーズに応えるために AGV を使用した「T-Carry system (ピッキングモデル)」を開発した(図1)。

物流業界において注目を集めている AGV システムは、ピッキングエリアにいる作業者の元に棚ごと商品を搬送する GTP (Goods To Person) 型である。T-Carry system ではその概念を覆し、1台の AGV に対して1人の注文分を割り当てる仕組みにし、複数の AGV (自動搬送用ロボット) を活用して効率的に商品を搬送するシステムとした。

AGV は最適なルートを割り出し、ピッキングエリアにいる作業者の元に到着する。作業が終われば別の場所へ自動的に向かうので、作業者は歩行不要である。作業もシステムから明確に指示されるので迷うことなく均一化し、作業負担は大幅に軽減される。

今回は T-Carry system の機能や特長を報告する。



図1. T-Carry system 外観

※1 マテハン事業部 技術・開発統括 情報技術部

## 2. システム構成

T-Carry system は、以下で構成している（図2）。

- ・AGV（Automatic Guided Vehicles）
- ・RCS（Robot Control System）  
AGV の動作を直接制御する。
- ・WCS（Warehouse Control System）  
AGV に対して行先を指示する。  
WCS は RCS の通信以外の機能も有する。
- ・WMS（Warehouse Management System）\*1  
顧客からの注文データを管理し、WCS に対して作業指示をする。

### 2.1 AGV

AGV の仕様（表1）および特長は以下の通りである。

表1. AGVの仕様

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| 外形寸法     | L490mm × W390mm × H200mm |
| 可搬重量     | 5kg（コンテナ含む）              |
| コンテナサイズ  | L450mm × W325mm × H190mm |
| ドライブシステム | サーボモータ                   |
| 走行速度     | MAX1.5m/sec              |
| 通信方式     | 無線通信                     |
| 電池       | 4.6V リチウム電池              |
| 充電方式     | 接触式充電                    |
| 連続稼働時間   | フル充電で4時間                 |

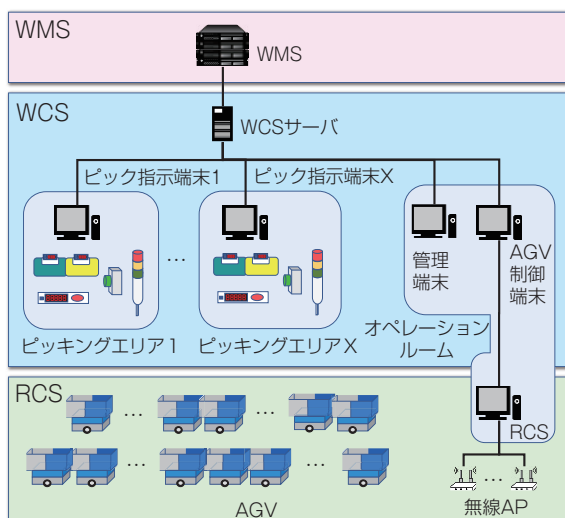


図2. システム構成図

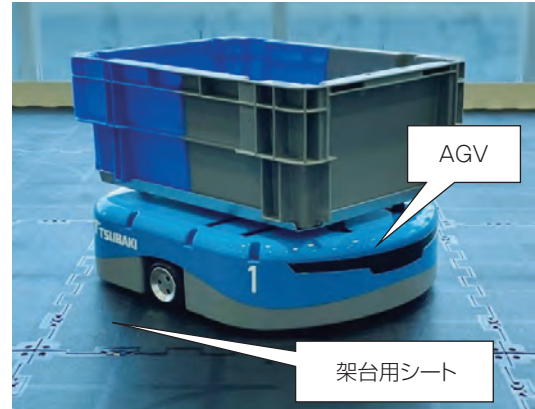


図3. AGV本体と架台用シート

#### (1) 静音性

搬送用コンベヤ設備の場合、稼働音が大きく、作業環境として良好とはいえない。AGVは目視確認するまで稼働していることに気付かないほど、静音性に優れている。

#### (2) 容易な設置

AGVの走行に必要な動作環境は、架台と架台用シート\*2（図3）のみであり、稼働後のレイアウト変更や設置場所の移動が容易で拡張性に優れている。物量によって、稼働するAGV台数の増減も容易に行うことができるので、柔軟性にも優れている。また電源も一般の家庭用コンセント（AC100V）を使用することが可能である。

#### (3) 可用性

万が一AGVが故障した場合は1台単位で取り除き、修理・交換ができるので、システムを停止することなくピッキング作業を継続することができ、可用性に優れている。

### 2.2 RCS

パソコン1台で構成されているRCSは、AGV個々の走行制御を行う。RCSはAI技術を活用した制御により、AGV同士が衝突することなく、最適ルートを検索・指示し縦横無尽に走行させることができる。また、リアルタイムで全AGVの稼働状況をモニタリングすることもできる。バッテリー消耗時には稼働エリア内の充電ステーションに自走し、充電することで稼働を止めない仕組みを実現している。

### 2.3 WCS

WCSはRCSにAGVの作業を指示する本システムの頭脳である。RCSとの通信の他、ピッキングエリアのマテハン機器制御、データ管理、進捗表示、WMSとのデータ連携、システムの最適化など多数の機能を持つ。

#### (1) オペレーションルーム

AGV制御端末のみがRCSとEthernetで接続している。

管理端末では稼働状況表示、在庫照会、各 AGV の状況確認、作業者毎の実績、生産性の照会機能などが行える (図 4)。

## (2) ピッキングエリア

商品が入った箱を配置する商品棚、ピッキング数を表示する間口表示器、AGV の到着に応じて開閉するシャッタ、AGV を発進させる発進ボタン、作業者がピッキング対象間口を確認するためのタッチディスプレイ、これらの機器を制御するピック指示端末で構成される (図 5, 6)。

## 2.4 WMS

WMS は WCS に注文情報の送信や、作業実績情報の取り込みを行い、システム全体の在庫管理を行う。



図 4. オペレーションルームの機器配置

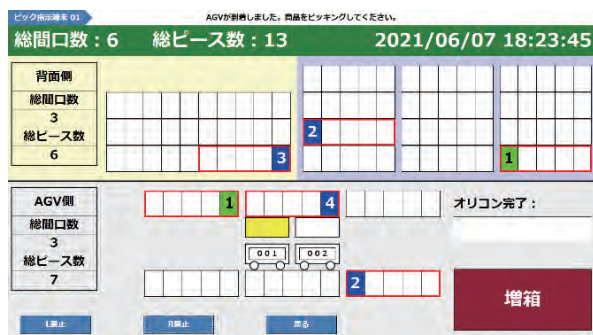


図 5. タッチディスプレイ画面

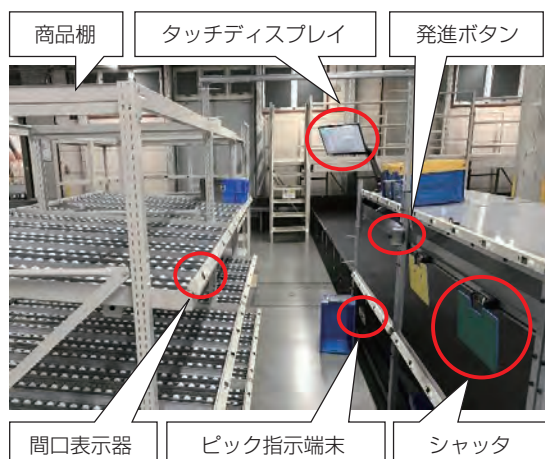


図 6. ピッキングエリア機器配置

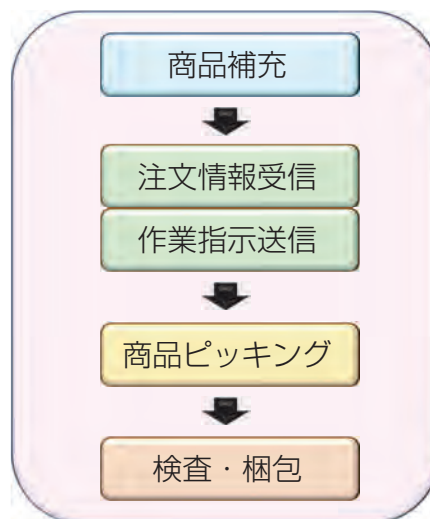


図 7. 1 日の作業の流れ

## 3. ピッキングモデルの作業工程

### 3.1 作業の流れ

T-Carry system によるピッキング作業の流れを図 7 に示す。

### 3.2 商品補充

WCS は在庫数 (商品残数) を常時監視し、作業者に商品補充の指示を行う。AGV を絶え間なく稼働させ、作業を継続するためには、ピッキングエリアで欠品を発生させないことが重要である。

### 3.3 注文情報受信／作業指示送信

WCS は WMS から注文情報を受信すると、RCS に AGV の作業指示を送信する。作業指示は、1 人の注文分に相当する。無駄なく作業を行うため、複数あるピッキングエリアから最適なピッキングエリアを抽出し、行先を指示する。

### 3.4 商品ピッキング

ピッキングエリアに AGV が到着すると、停止位置のシャッタが開き、同時に商品棚の間口表示器が点灯し、ピッキング数量を表示する。作業者は、間口表示器に指示された数量の商品をピッキング後、間口表示器のボタンを押下し、AGV 上のコンテナに商品を入れる。指示された全商品のピッキングが完了すると、発進ボタン点灯・押下にて AGV は次の場所へ移動する。

このように明確な指示と簡単な作業でピッキングができ、経験の浅い新人作業者でも正確に作業ができる。

表2. 導入効果<sup>1)</sup>

|        | 搬送用<br>コンベヤ方式         | 導入後                   | 結果    |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| 出荷能力   | 1,800 件 /h            | 2,400 件 /h            | 33%   |
| 作業人員   | 89 名                  | 65 名                  | ▲ 27% |
| 年間消費電力 | 394,800kW             | 236,880kW             | ▲ 40% |
| 設置面積   | 13,200 m <sup>2</sup> | 12,540 m <sup>2</sup> | ▲ 5%  |

### 3.5 検査・梱包

ピッキング作業が完了した AGV は、検査・梱包エリアに移動する。検査・梱包エリアに AGV が到着すると、作業員は AGV 上のコンテナに入っている全商品のバーコードを読み取り、AGV に割り当てられた作業指示と合致しているか検品を行う。

#### (1) 検品完了

検品が一致した場合、商品を梱包して出荷する。この時、AGV に割り当てられた作業指示は完了となり、次の作業指示が割り当てられる。

#### (2) 検品未完了

検品が不一致の場合、当該 AGV にて、不足している商品のピッキング作業をやり直す。検品完了になるまで同様に作業を繰り返す。

デルを開発する。また最新技術を積極的に活用し、作業員に代わるピッキングロボットや投入ロボットを導入し、T-Carry system の無人化を実現していく。

このように我々は、顧客のニーズに応えながら、T-Carry system の技術向上を図り、労働力不足や労働環境の改善などの社会課題解決に取り組んでいく。

### 参考文献

- 1) 月刊マテリアルフロー, 物流テック最前線① 小型 AGV を中心とした独自システムで通販向け出荷ラインの自動化を促進, 2020 年 12 月号, pp.24-29

### 技術用語解説

- \* 1 WMS (Warehouse Management System)  
倉庫管理システム。
- \* 2 架台用シート  
材質は PVC (ポリ塩化ビニル) であり、PVC シートとも呼ばれる。シート中央部には RFID が埋め込まれており、RFID を使用し AGV の位置を認識する。シート 1 枚のサイズは 550mm × 550mm。

## 4. システムの導入効果

通販向けの化粧品ピッキングシステムにおいて、搬送用コンベヤを主要とした設備から、AGV を主要とするシステムに更新した導入実績を表に示す (表 2)。

特に年間消費電力については、従来のコンベヤによる搬送に比べ年間で 157,920kW (約 40%) の削減を達成した。また、AGV が作業員の元に到着しその場で所定の作業を行うので、人手による荷物の搬送や搬送用ケースの取外し等の作業が不要となり、作業員の生産性向上と出荷能力の大幅 UP につながった。

## 5. おわりに

今回の開発では、当該顧客のニーズ (通販向け作業の効率化) を起点に技術開発を行い、顧客の業務改革に貢献することができた。ただし、他にも課題を抱える顧客は多く、多様かつ高度なニーズに応えていく必要がある。

よって、今後は T-Carry system を応用し、流通業界の主力商品であるリニソート®と同様のソーティングモ



# つばきラボストック® 80mini

Tsubaki LaboStocker® 80mini

石川 浩一<sup>※1</sup>

Koichi ISHIKAWA

坂井 敏朗<sup>※2</sup>

Toshio SAKAI

静野 和幸<sup>※3</sup>

Kazuyuki SHIZUNO

生体試料は医療研究において貴重であり、サンプル品質維持のためには超低温かつ温度変化を避けて保管する必要がある。また、大学や病院でのニーズが顕在化しており、一般的な居室に設置できるように小型である必要がある。今回、超低温でサンプル品質を維持する小型・高収納な自動保管庫としてラボストック 80miniを開発した。本報告では、商品特長について紹介する。

Biological samples are valuable in medical research and must be stored at ultra-low temperatures without any temperature fluctuations to maintain their quality. Recently, along with the growing demands at universities and hospitals, storage units are desirable that they are small enough to be installed in ordinary rooms. Tsubakimoto Chain Co. has newly developed the Labo Stocker 80mini, which is a cutting-edge automated storage system, high in capacity and small in size. This report introduces the features of the product.

## エコロジー訴求点と 顧客メリット

- ①小型・高収納 ②省エネルギー
- ③曝露レスによるサンプル品質維持

## 1. はじめに

近年、医療研究の現場では細胞などの生体試料（以下、「サンプル」と記載）を活用する場面が増加しており、特にサンプルを-80℃以下で保管するディープフリーザ<sup>※1</sup>の需要が高まっている。一方、一般的なディープフリーザはサンプルの出し入れを行う際に外気が流入し、ディープフリーザ内の温度が上昇してしまうことにより、保管されたサンプル品質の劣化が問題となってい

る。また、主な需要家は大学や病院、研究機関であり、限られた空間と予算の中でディープフリーザを購入・設置する必要がある。そこで今回、「高品質保管」「小型・高収納」「低コスト」「省エネルギー」「優れた操作性」を特徴とした-80℃自動保管庫「ラボストック® 80mini」を開発した（図1）。



図1. ラボストック 80mini

## 2. 概要

ラボストック 80miniは、サンプルが収納されたチューブを-80℃で保管する装置である。本装置の主要構成を図2に、主要機能を表1に示す。

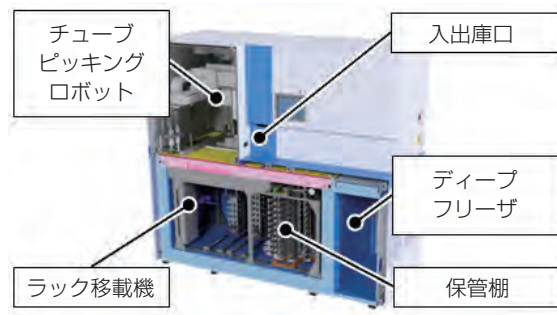


図2. 主要構成

※1 マテハン事業部 技術・開発統括 システム技術部

※2 マテハン事業部 技術・開発統括 制御技術部

※3 マテハン事業部 技術・開発統括 情報技術部

表1. 主要機能

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| サンプル保管    | サンプルを-80℃で冷凍保管する。                |
| ラック入庫     | チューブがセットされたラックを入庫口から保管棚に自動で搬送する。 |
| ラック出庫     | チューブがセットされたラックを保管棚から入庫口に自動で搬送する。 |
| チューブピッキング | 指定のチューブを-80℃エリアで1つのラックに集約する。     |
| ラック搬送     | ラック移載機にて、指定のラックを指定の位置に搬送する。      |

本装置は、-80℃を維持するディープフリーザ、チューブおよびチューブがセットできるラックを格納する保管棚、ディープフリーザ内でラックを搬送するラック移載機、チューブを移動させるチューブピッキングロボット、ラックの出し入れを行う入出庫口で構成した。また、表1に示す機能を有し、チューブの出し入れを自動で行う。

### 3. 製品の特長

#### 3.1 小型・高収納

ラボストック 80mini は、大学や病院に設置することを想定しているため、一般的な居室に設置可能で、装置搬入が容易になるよう寝台エレベータに収まるサイズとした。本装置の課題の一つは、このサイズ制約に対して目標のチューブ収納本数が格納できる構造にすることである。装置サイズとチューブ保管本数の目標値を表2に示す。このため、保管棚のスペースは可能な限り広く、ラック移載機の可動範囲は可能な限り狭くする必要がある。また、ラック移載機は全ての保管棚にラックを搬送できることが必須である。この課題を解決するために、-80℃エリアの機器配置は図3に示す配置とした。ラック移載機の可動範囲は可能な限り狭くした上で、ディープフリーザ隅に配置した。また、保管棚は回転式と直動式を組み合わせることで、ラック移載機が各保管棚にアクセス可能な位置関係であり、可能な限りスペースを広くした。この構造により、表2に示す仕様を実現した。

表2. 目標仕様

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| 装置サイズ    | 2.1m(W)×1.1m(D)×2.0m(H) |
| チューブ保管本数 | 19,000本                 |

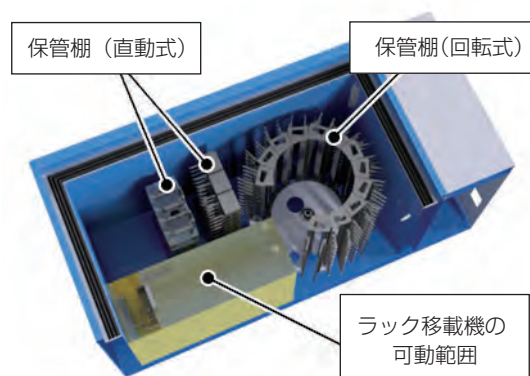


図3. -80℃エリアの機器配置

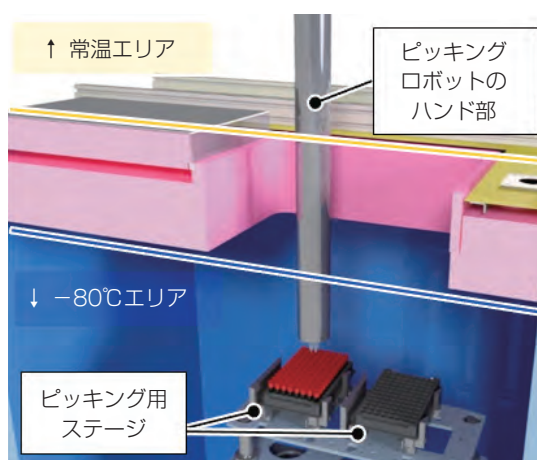


図4. チューブピッキングの構造

#### 3.2 曝露<sup>\*2</sup>レス チューブピッキング

サンプルは、温度変化により品質が劣化することがわかっており、チューブをピッキングする場合は、サンプル温度が所定温度以上に昇温しないよう配慮する必要がある。この課題を解決するために、-80℃エリアでチューブをピッキングする構造とした（図4）。ピッキングロボットの本体は常温エリアに、チューブおよびラック、ピッキング用ステージは-80℃エリアに配置した。チューブをピッキングする場合は、常温エリアにあるピッキングロボットのハンド部のみを-80℃エリアに移動させ、-80℃エリア内でチューブのピッキングを行う。

#### 3.3 曝露レス ラック搬送

曝露レスチューブピッキングを実現するためには、-80℃エリアで指定のラックをピッキング用ステージに搬送する必要がある。この課題を解決するため、ラック移載機のラック保持部が-80℃エリアで可動する動作機構を開発した。

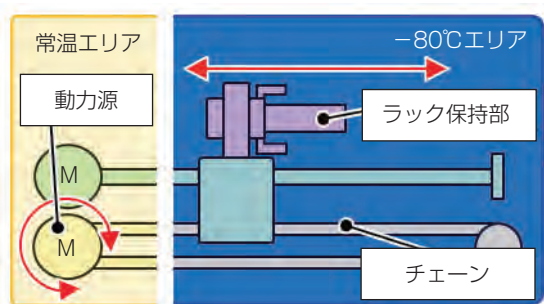


図 5. 水平方向の動作機構（上面）

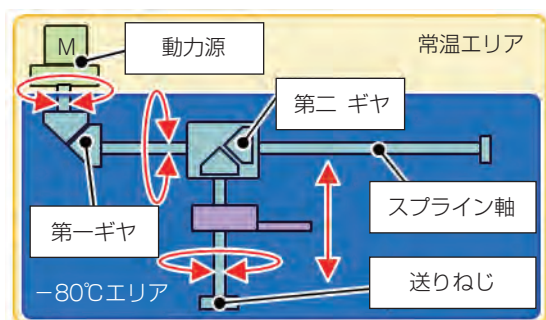


図 6. 垂直方向の動作機構（立面）

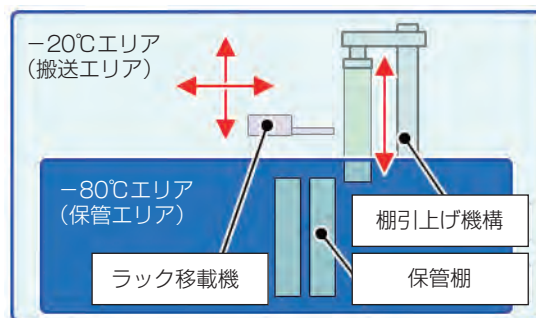


図 7. 従来型ラボストック 80 の保管エリアと搬送エリア

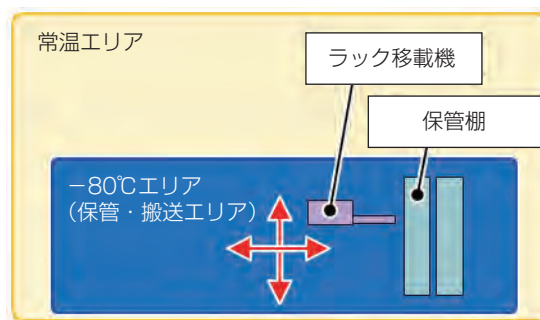


図 8. ラボストック 80mini の保管エリアと搬送エリア

動作機構は 2 軸連動機構で、ラック保持部が水平方向および垂直方向に動作する構造とした。水平方向の動作機構を図 5 に示す。水平方向の主要伝達部品はチェーンである。動力源の回転運動を、チェーンで水平方向の直動運動に変換することにより、ラック保持部の水平方向動作を実現した。また、垂直方向の動作機構を図 6 に示す。垂直方向の主要伝達部品は、第一ギヤ、第二ギヤ、スプライン軸、送りねじである。第一ギヤ、第二ギヤ、スプライン軸で動力源の回転運動を送りねじに伝達しており、さらに伝達した回転運動を送りねじで直動運動に変換することで、ラック保持部の垂直方向動作を実現した。

### 3.4 エコロジー

ラボストック 80mini は、顧客現場の電力消費量削減にも大きく寄与する。

従来型ラボストック 80<sup>1)</sup> は、ラック移載機が -80℃ エリアで動作できない構造であり、-80℃ エリア外に -20℃ に温度設定したエリアを設け、-20℃ 専用の冷凍機を有している。また、ラックの取出し及び搬送を行うために、-80℃ エリアから -20℃ エリアへ棚を引き上げる棚引上げ機構が必要である。このため、電力の消費量が多いという問題がある。

一方、ラボストック 80mini は、-80℃ エリアにおける

ラック搬送を実現したことにより、棚引上げ機構と -20℃ 専用冷凍機を不要とすることができた（図 8）。これにより、ラボストック 80mini は従来型ラボストック 80 に比べ、単位面積あたりの電力消費量を 58% 削減した。

### 3.5 操作性

ユーザーは、ラボストック 80mini へ入出庫するラックを保冷ボックス\*<sup>3</sup> に入れて持ち運びをする。ラックは低温状態であるため、保冷ボックスからラックを出し入れする際は、凍傷防止のため厚手袋をしている。この厚手袋はラボストック 80mini の入出庫口の開閉操作とタッチパネル操作の妨げとなる。この課題を解決するために、右手に厚手袋を装着して保冷ボックスからラックの出し入れを行い、左手で入出庫口の開閉とタッチパネルの操作を行えるレイアウトとした（図 9、図 10）。また、厚手袋をした状態でのラックの持ち運びは不安定である。可能な限り移動距離を短くするため、保冷ボックスの置台を入出庫口の近い位置に設けた。

今回の開発では、設計段階における模型を用いた操作テストにて、ユーザーの操作手順の検討を行い、より操作性の良い入出庫口のアクセス位置とタッチパネルの設置位置を決定した。これらにより、ユーザビリティの向上を図った。



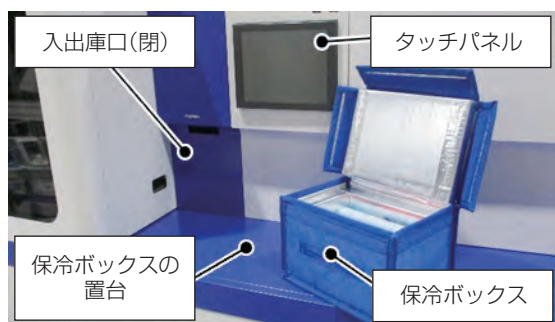


図 9. 入出庫口周辺の配置（入出庫口閉状態）

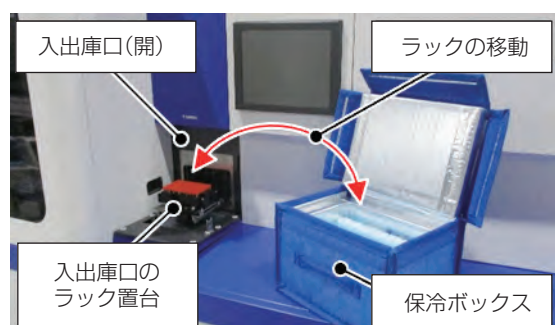


図 10. 入出庫口周辺の配置（入出庫口開状態）



図 11. タッチパネル画面イメージ

### 3.6 ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェースには、タッチパネルを採用した。入出庫時には、事前に USB メモリにチューブ情報を記載した入出庫用ファイルを準備し、ラボストッカ 80mini に挿入する。USB メモリよりチューブ情報をダウンロードすることにより、ユーザーはタッチパネル操作のみで、入出庫を行うことができる。タッチパネル画面のレイアウトは、情報量を最小限に、シンプルかつ直感的な操作性を重視した（図 11）。各種履歴情報を記憶し、必要に応じて USB メモリに保存することができる。また、将来的な機能拡張に対応するため、LAN ポート有している。例えば、二次元コードリーダーと接続し、チューブ底面の二次元コードを一括で読み取ることで、ユーザーは事前にチューブ情報を入力することなくサンプルを入庫することが可能となる。

## 4. おわりに

今回は、ラボストッカ 80mini の製品特長を報告した。今後は、フィールドテストを行い、さらにユーザビリティを向上させていく。そして、サンプル品質の安定保管によって医療研究を大きく支えていく。

### 参考文献

- 1) つばきラボストッカ<sup>®</sup> 80（バイオバンク型）、TSUBAKI TECHNICAL REVIEW, Vol.24, No.1, 2014, p.33

### 用語解説

- \* 1 ディープフリーザ  
内容物を  $-40^{\circ}\text{C}$  以下で保存する冷凍庫。
- \* 2 曝露  
低温状態のサンプルが所定温度以上に晒されること。
- \* 3 保冷ボックス  
低温輸送を行うための保温性能に優れた保冷容器。