

SSV シリーズ重量選別機の型式承認取得

石原俊介 Shunsuke Ishihara, 山田健太 Kenta Yamada, 鈴木康平 Kohei Suzuki, 菊池祐人 Yuto Kikuchi,
寺田朋弥 Tomoya Terada, 三島優理菜 Yurina Mishima

[要旨]

2017 年度の計量法の改正により、適正な計量実施確保のため取引または証明に使用する重量選別機を含む自動捕捉式はかりが特定計量器となった。今後、当社が重量選別機の事業を継続するには、構造または器差に係る技術基準を満足する必要があり、型式承認の取得、検定合格のため、SSV シリーズ重量選別機のソフトウェア開発を行った。結果として、世界最高性能のダイナミックはかりによる精度等級クラス XII、検査目量 0.05 g の高精度仕様で、型式承認を業界第 1 号で取得した。

1 まえがき

重量選別機は、食品、薬品等の生産ラインにおいて、商品の質量を測定し、内容量の過不足や欠品による不良品を選別する検査機器である。従来、本機は測定した質量を取り引いたり証明に使用する用途であっても、構造または器差に係る基準を定める必要がある計量器（以下「特定計量器」という）の対象ではなかったため、使用に係る規制は求められなかった。

しかし、2017 年度の計量法の改正により、適正な計量実施確保のため商品の取引または証明に使用する自動捕捉式はかりが特定計量器となったため、当社が販売する重量選別機は構造または器差に係る基準を満足しなければならなくなつた。原則として、特定計量器の精度を公的に担保するために、国、都道府県知事等の検定機関が行う検査が必要となり、計量法に規定される構造または器差の技術基準に適合しているかを判断するための検査（以下「検定」という）に合格し、検定証印を付されたものでなければ取引または証明に使用することができなくなつた。検定証印の有効期限は 2 年若しくは 6 年（適正計量管理事業所が使用する自動はかり）と定められ、使用者は有効期限内に指定検定機関に検定の申請が必要となる。このため、重量選別機は定期的に検定を実施することで、適正な計量を確保する必要があった。

当社としては、安定的な事業を継続するため、検定制度の導入期間までに、ラインナップを拡充した重量選別機の国内型式承認の取得と、指定検定機関として検定運用に向けた準備を早期に実施する必要があった。そこで、今回、主にソフトウェアの新規開発に取り組むことで承認基準の技術条件を満足し、国内で最初の承認を取得した。

本稿では、我々が取り組んだ国内型式承認の取得、検定運用に向けたアプローチについて紹介する。

なお、型式承認取得と検定については、JIS B 7607（自動捕捉式はかり）で技術基準が規定されている。また、欧州の型式認定は制度として先行しており、当社はすでに取得の実績がある。

表 1 検定制度の導入期間

自動捕捉式 はかり	新たに使用する自動はかり (新規)	2024 年 4 月 1 日まで
	すでに使用されている自動 はかり(既使用)	2027 年 4 月 1 日まで

表 1 に示すように、型式承認を取得したはかりは新たに使用するはかりとなり、型式承認がなく、2024 年 4 月 1 日までに取引証明の用途で使用しているはかりは、すでに使用されているはかりとなる。2027 年 4 月 1 日までに初回検定に合格する必要がある。

2 計量法の改正

2.1 背景

世界的には、計量器の使用から生じる技術上・行政上の諸問題を国際的に解決することを目的として、1955 年に国際法定計量機関(OIML: International Organization of Legal Metrology)が設立された。本機関で取引または証明に使用される各種計量器の構造、性能、検査方法について国際勧告が作成されており、技術基準が整備・確立されている。

一方、日本国内では、2017 年に実施された経済産業省の調査で、重量選別機を含む自動はかりは、日本国内において、3 万台以上が使用されていることが確認された。そのため、将来的に取引または証明の用途として、自動はかりが、広く一般的に使用される機会が多くなることが見込まれ、適正計量の実施確保が急務となつた。よって、計量法施行令の見直しが実施され、重量選別機を含む 4 器種の自動はかりが特定計量器として指定された。

なお、自動はかりとは、計量結果を得るために所定のプログラム

に従って動作し、計量過程で操作者の介在を必要としないばかりのことである。政省令の改正内容としては「自動捕捉式はかり」、「ホッパスケール」、「充填用自動はかり」、「コンベヤスケール」の4器種を包含した呼称である。**表2**にはかりの分類を示す。

表2 はかりの分類

特定 計量器	非自動 はかり	台はかり	
	自動 はかり	自動捕捉式はかり	重量選別機 質量ラベル貼付機 計量値付け機
		ホッパスケール	
		充填用自動はかり	
		コンベヤスケール	

2.2 特定計量器としての重量選別機の用途

重量選別機の取引または証明の用途として的一般的な使用目的に量目検査^{*1}がある。

計量単位(質量や体積など)により取引されることの多い消費生活関連物資であって、消費者が合理的な選択を行う上で量目の確認が必要と考えられるものを特定商品として定めている(食肉、野菜、魚介類など29種類)。販売事業者がその特定商品を特定物象量(特定商品ごとに定められている質量、体積または面積)を法定計量単位により示して販売する場合には取引証明に該当する。よって、特定商品の品目ごとに政令で定められている計量の許容誤差(量目公差)を超えないことを確認する検査を実施しなければならない。重量選別機では検査基準値を設定することで、良品、規格外品を自動選別することができる。

*1: 量目とは、はかりで量った重さのこと。

2.3 検定の技術基準

検定の技術基準は、特定計量器検定検査規則が制定され、固有の構造、器差についての技術基準は日本産業規格 JIS B 7607で規定されている。

表3にJISに規定されている自動捕捉式はかりの精度等級の分類を具体的に示す。重量選別機はカテゴリXに分類され、検定目量に応じて、さらにXI, XII, XIII, XIIIの4つに分類される。また、製造メーカーが指定する等級指定係数(x)^{*2}で補完する。例えば、XI(0.5)と表す。今回、検定の合格を目指したSSVhシリーズの重量選別機は、XIIの区分になる。

精度等級は検査目量とひょう量の関係を表しており、精度等級が小さいほど、高分解能であることを表している。また、等級指定係数は小さいほど、最大許容標準偏差も小さい値となる。従って、精

度等級が小さく、かつ等級指定係数が小さいほど、誤差が少ない高精度なばかりであると言える。

表3 自動捕捉式はかりの精度等級

精度等級	検査目量(e)	検査目量の数(n=Max/e)	
		最小	最大
XI	0.001 g≤e	50000	—
XII	0.001 g≤e≤0.05 g	100	100 000
	0.1 g≤e	5000	100 000
XIII	0.1 g≤e≤2 g	100	10 000
	5 g≤e	500	10 000
XIII	5 g≤e	100	1 000

平均誤差と標準偏差について**図1**に示す。

平均誤差は誤差の絶対値の平均となり、標準偏差は平均値からのはらつきを表す。つまり、平均誤差、標準偏差が小さいほど高性能と言える。

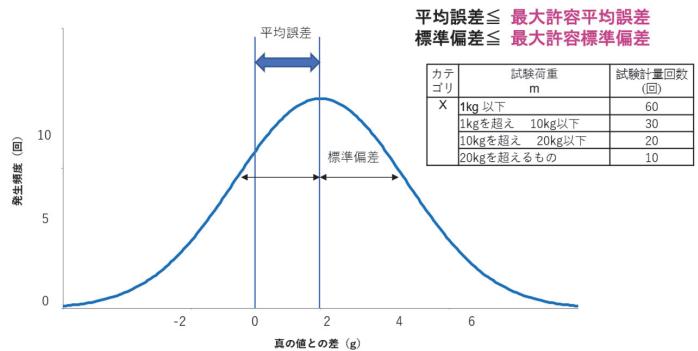


図1 標準偏差と平均誤差

*2: 重量選別機の計量試験にて、器差を求めその平均値および標準偏差を算出する。標準偏差には最大許容標準偏差が定められており、この値を超過しなければ適合となる。この最大許容標準偏差には係数として等級指定係数(x)が設定可能である。例えばx=1とx=0.5を比べると、x=0.5の許容値はx=1の値の半分となるため、より厳しい試験となる。

2.4 技術基準（構造・器差）の合格条件

検定に合格するには以下の2つの条件を満足する必要がある。今回の型式承認は**表4**に示すように産業技術総合研究所の検査を受けなければならない。また、定期的な検定は都道府県の検定機関の検査を受ける必要がある。それぞれの詳細な内容は次に説明する。

- ①構造(表記・材質・性能)が技術基準に適合すること
- ②器差が検定公差を超えないこと

表4 検査の分類

型式承認	検査機器メーカが産業技術総合研究所による検査を受ける。
検定	生産メーカ(検査機器の使用者)が都道府県の検定機関による検査を受ける。

(1) 型式承認

雷サージ、電磁イミュニティなど、装置が電気的ストレスに曝された際の耐力・耐久性や高温高湿や低温のような、生産メーカーの設置環境下での検査実施が困難な項目がある。検査実施のため、事前に代表器種を使用した型式承認試験を受検し、合格することで、性能(器差、耐久性、耐環境性)が技術基準に適合しているとの承認を取得することができる。

(2) 検定

器差検査では、実際に生産する商品を複数回検査することで求まる標準偏差が、精度等級と検査目量の関係から求まる最大許容平均誤差(検定公差)を超えないことが合格条件である。また、検査結果と検査品の真の質量(校正された台はかりで測定した質量)の差分から求まる平均誤差が検定公差を超えないことが合格条件となる。検定公差は検査目量 e と検査品の質量で決定され、 $0.5e$, $1e$, $1.5e$ の値を取る。検査目量が細かく、精度等級が小さいほど、測定結果の誤差を小さくすることができる。ただし、高性能なはかりは、設置環境の周囲温度、温度変化、湿度、電源電圧の変動、周辺装置や周辺環境からの振動、エアコンなどからの風圧などによる性能影響を受けやすい。よって、設置環境と検査品の量目公差を勘案し、検査機器の目量、計量範囲、最高選別精度等の仕様選定が必要となる。

3 重量選別機

3.1 重量選別機の導入目的

重量選別機は、主に食品・薬品の生産ラインにおいて生産される商品の質量を全数測定し、質量の過不足による不良品を後段の選別部により系外排出する検査機器である。導入目的は、商品の量目・欠品チェックによる選別に留まらず、原材料の高騰に伴う包材・原料のロス低減に向けた歩留まり改善となる。また、高精度な測定、充填ロスを最小化するための充填機へのフィードバック制御、データ収録による生産管理や生産ラインの異常監視など多岐にわたり、生産ラインで必要不可欠な機器となっている。

3.2 重量選別機の装置構成と動作原理

重量選別機は主に図2のように、はかり部、操作部、コンベア部、架台部で構成される。



図2 重量選別機(KWS6003BP03)

重量選別機の基本動作原理を図3に示す。前段装置から搬送される計量品は助走コンベアにより搬送され、助走コンベアと秤量コンベアの間に配置された計量品検知用光電センサにより検知され測定サイクルが開始される。コンベア間の乗り継ぎ影響により重量値が不安定になるため、一定時間経過後に重量値を測定する。あらかじめ設定された基準値に基づき良品か否かの判定を行い、不良品の場合は、後段に接続される選別部に信号を出し、選別部で生産ラインから排除する。

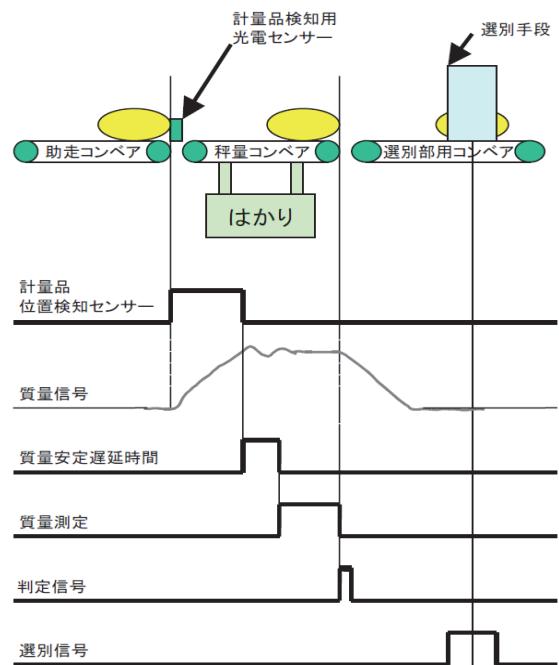


図3 基本動作原理

3.3 各ユニットの役割

3.3.1 はかり部

はかりは、秤量コンベアの下部に配置され、計量品の荷重を重量値に変換し、操作部に重量値を伝達する本装置のコアユニットである。装置に使用されるはかりは主に電磁平衡式はかりとロードセル(ひずみゲージ)式はかりの2種類があり、用途によって使い分けられている。前者は、価格は高いが、応答速度と測定精度に優れているため、主に高速高精度測定に適している。後者は、弾性体にひずみゲージを貼り付けた構造で比較的安価に製造できるため、あまり精度を求めない用途に用いられる。なお、はかりは電磁平衡式、ロードセル式ともに周囲温度が変化することで、ゼロ点、スパンが変化する。そのため当社では、全数温度変化時の影響量を学習し、補正する機能を持たせることで、設置環境温度に依らず安定した測定を可能としている。

3.3.2 コンベア部

コンベアは、はかり上部に搭載される秤量部と、助走部で構成される。秤量部では、計量時に1つの計量品のみが安定して乗っている必要があるが、生産ラインでは連続して計量品が搬送されるため、助走部は計量品の搬送間隔を広げ、秤量部と等速に計量品を投入するという重要な機能を持つ。秤量部は計量品寸法や処理能力により最適なコンベアを選択できるようにラインナップを充実させている。

3.3.3 操作部

操作部は、重量計量値、判定結果、統計データ等の表示および測定に関するパラメータの設定を行う。

4 開発のポイント

今回の開発のコンセプトと型式承認を取得するために開発したソフトウェアについて以下に解説する。

4.1 開発のコンセプト

検定や承認機の実運用を考慮したソフトウェア開発のコンセプトは以下2つである。

- ① JIS B 7607の技術基準対応
- ② 検定サポート機能

技術基準対応については、マルチインターバル機能、使用計量範囲制限機能、装置仕様表記機能を設けることにした。検定サポートについては、検定時間短縮を目的とした機能を開発することにした。

4.2 マルチインターバル機能

商品の質量に応じて、目量を自動切り替えする機能がマルチインターバルとなる。一方、商品に応じて、計量範囲と目量を予め設定し、商品を選択することで目量を切り替える機能がマルチレンジとなる。

顧客のさまざまなニーズに応えるためには、単一の生産ラインで異なる質量を持つ複数の商品に対応しなければならない。この要求を満足するためにマルチインターバル機能を開発した。

軽量の商品は、重々量の商品と比べて管理基準が厳しく、より細かい目量を必要とする。そのため、図4に示すマルチレンジの計量範囲1で軽量の商品を計量する場合は、計量分解能が不足する。一方、図4に示すマルチインターバルは、計量範囲が異なる目量をもった部分計量範囲に分割され、適用される荷重の増減に応じて自動的にその部分計量範囲を決定する。これにより、軽量の商品を細かい目量で測定することができる。

マルチインターバルは、マルチレンジと比較して、検定時間の削減効果もある。マルチレンジは個々の計量範囲が個別のはかりとみなされ、それぞれに対して検定を実施する必要がある。これに対し、マルチインターバルは1つのはかりとみなされるため、マルチレンジに比べて試験条件を削減でき、検定時間の短縮が可能となる。

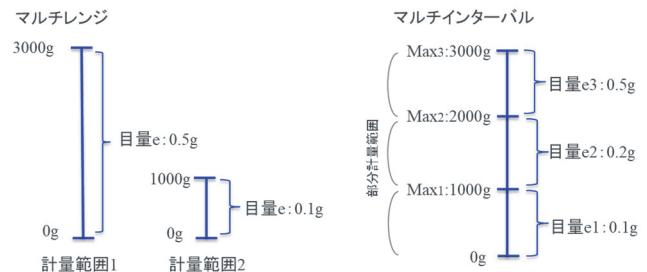


図4 マルチレンジ／マルチインターバル

4.3 使用計量範囲制限設定パラメータ

器差検定では、最小測定量、ひょう量、公差の変わり目付近の4つの器差ポイントにおいて、各点最大60回の測定を行う必要がある。このとき、使用計量範囲を制限することにより、器差ポイントを減らすことができる。また、偏置荷重の検定では、ひょう量の1/3の荷重を使用する試験であるが、使用計量範囲外であればその試験を割愛することができる。

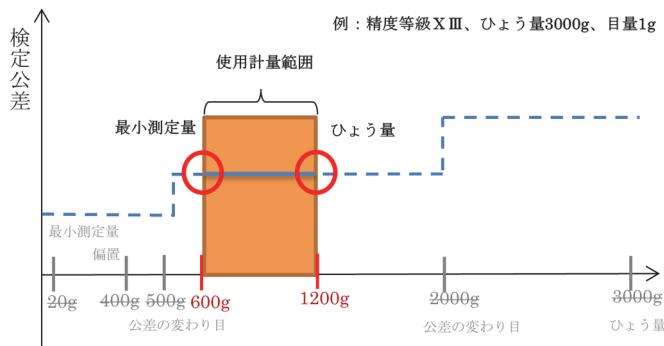


図 5 使用計量範囲の制限による器差ポイント削減の例

本プロジェクトではパラメータに「使用計量範囲上限値」「使用計量範囲下限値」を追加し、装置仕様封印後は、使用計量範囲上下限値の範囲内でのみ基準値設定ができるようにした。本機能により、使用計量範囲制限の運用に対応でき、器差検査時の試験項目数、測定のポイント数が削減されるため、検定の作業効率向上が図れる。

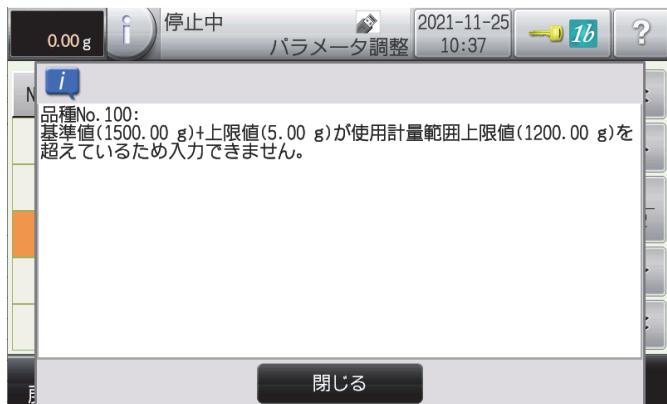


図 6 使用計量範囲の制限による基準値変更チェック

4.4 ソフトウェア上の装置仕様表記

構造検定の表記事項の検査にて、精度等級や検査目量等の確認が必要となる。装置仕様は出荷前に銘板に印字され装置に貼り付けられている。一方、JIS B 7607 で規定された表記事項である使用計量範囲や使用最大動作速度は装置出荷時に決定されず、初回検定時に決定する内容となる。そのため、検定時に銘板を作成することは、その準備や検定作業時間の延長が懸念される。

本課題に対して、検査機器ディスプレイ上に装置仕様を表記する画面を開発した。本機能は、予め設定されたアクセス権限によってパスワード保護されており、指定ユーザのみ表記事項の変更が可能となっている。装置仕様表記画面により、検査機器ディスプレイ上の確認とフレキシブルに表記事項が変更可能となるため検定作業の時間短縮に貢献できる。

装置仕様(表記)		シングルインターバル
精度等級	XII (0.5)	
使用計量範囲	3.00g~100.00g	
使用最大速度	70m/min	
検査目量(e)	0.05g	
ひょう量(Max)	100g	
最小測定量(Min)	3g	
荷重搬送システムの最大速度	30m/min (3≤L<5g) 60m/min (5≤L<25g) 70m/min (25≤L≤100g)	
最大動作速度	420個/分	

閉じる

図 7 装置仕様(表記)画面

4.5 検定サポート機能

表 5 に検定項目を示す。最大許容平均誤差や最大許容標準偏差は、試験計量回数分の試験荷重を測定する。計量回数は荷重によって規定されており、最大 60 回必要となる。よって、検定時間は数時間に及ぶことになる。検定の実施は、生産メーカの実際の生産ラインにて行うため、検定実施中は生産を停止する必要があり、長時間にわたる検定作業は生産効率の低下に繋がる。

本プロジェクトでは、最大 60 回の計量値表示や JIS 技術基準に応じた最大許容平均誤差(MPME)、最大許容標準偏差(MPSD)の合否判定表示により作業時間を短縮する検定サポート機能を開発した。

表 5 検査の種類および検定項目

構成検定	検定項目 (2019 年 6 月現在の検定項目)	カテゴリ X	
		新規	既使用
器差検定	(1) 表記事項	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
構成検定(個々に定める性能)	(2) 最大許容平均誤差	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	(3) 最大許容誤差	—	—
(4) 最大許容標準偏差	(4) 最大許容標準偏差	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	(5) 動補正の範囲	<input type="radio"/>	—
	(6) ゼロ点設定精度	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	(7) 風袋引き装置の精度	<input type="radio"/>	—
	(8) 偏置荷重の影響	<input type="radio"/>	—
	(9) 代替動作速度	<input type="radio"/>	—
	(10) 平衡安定性	<input type="radio"/>	—
	(11) 表示装置および印字装置の一一致	<input type="radio"/>	—
	(12) 構成部品およびプリセット制御の保護	<input type="radio"/>	—

4.5.1 計量値の各個表示機能

計量回数は試験サンプルの荷重によって規定されており最大 60 回必要となる。各個表示は、計量値を 60 回以上表示可能となって

おり、試験サンプルを流した順序になぞって表示する。よって、2個乗り等により試験サンプルの計量に失敗した場合をリアルタイムに特定できる。また、計量値はUSBメモリ内にデータ保存したりプリンタで印字可能となっているため、検査エビデンスとして活用できる。



図 8 各個表示画面

4.5.2 JIS B 7607 に対応した精度確認機能

精度確認機能はSSVシリーズ標準搭載され、生産メーカで生産前・生産後の動作確認に使用する。標準機の精度判定は「繰り返し精度 $3\sigma + \text{偏り} \leq \text{管理精度}$ 」で判定するため、JIS 基準(MPSD, MPME)と相違がある。本機能は精度確認をJIS基準で実施し、合否判定を行う。生産メーカにて実施できるため、検定前に事前検査として備えることができる。

5 検定前の総合評価

ソフトウェア開発後、求められる機能や技術要件を満足できるか確認するため、以下2つの項目について総合評価を行った。

- ① 構造(表記・性能)が技術基準に適合すること
- ② 器差が検定公差を超えないこと

構造については、起動時間試験で、起動後5分、15分、30分のゼロ点変化量が0.25e以内であることを確認した。

偏置試験では、ひょう量の1/3の試験荷重をベルト幅の半分から手前、半分から奥に搬送し、試験計量回数分の試験荷重を測定する。測定結果より、最大許容平均誤差と最大許容標準偏差を満足することを確認した。

一方、器差については、荷重4種を選定(最大、最小測定量とその間の2点)し、最大動作速度の状態で試験計量回数分の試験荷重を測定する。測定結果より、最大許容平均誤差と最大許容標準偏差を満足することを確認した。

上記2つの項目について事前に評価した結果、検定に合格できると判断したため、検定に臨むことにした。

6 型式取得までの取組み

型式承認試験は1~3か月と長期間に渡る。当社が業界第1号の申請となるため、型式承認試験の運用について不明瞭な部分が多くあった。しかし、事前の社内検証では、試験方法を正しく理解し装置への性能影響箇所を特定することで、試験順番を適宜入れ替え検証期間を短縮した。

型式承認取得後は、出荷先にて検定に合格する必要がある。本プロジェクトでは、確実に検定に合格するために検定を想定した出荷検査を実施する。また、検定時間の短縮に貢献するために、開発段階から本格的な検定の運用を想定した検定サポート機能を開発した。なお、型式承認試験および検定においては未だ運用方針に未確定事項がある。そこで経済産業省、産業技術総合研究所が進めるJIS改正や運用立案に当社が参画することにより、検査機器メーカー視点で、検定時に使用する疑似ワークの考案や複数はかりを持つ検査機器の検定運用の懸念を盛り込み、より現実的な運用の実現に寄与している。

7 むすび

当社の強みである電磁平衡式はかりにより世界最高クラスの高精度計量(検査目量0.05g)を実現し、精度等級クラスXIIの型式承認を業界第1号で取得した。また、高性能クラスでの型式承認取得は、使用者の生産においてより厳密な品質検査を可能とし、歩留まり率の向上に貢献できる。同時に検定作業時間を短縮する機能を開発し、これにより生産メーカの生産性向上に貢献できた。

今後も生産メーカの生産効率向上と、適正な計量を通じて、消費者への安全・安心、原材料のロス低減によるSDGsへ貢献する製品を開発していく所存である。

参考文献

- 1) JIS B 7607, 自動捕捉式はかり
- 2) 飯田, 田村, 山田, 鈴木, 佐藤, 伊藤, 安齋, バホ,:“SSVシリーズ複連用重量選別機の開発”アンリツテクニカル94号, pp.1-7 (2019.3)

執筆者



石原 俊介
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部



山田 健太
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部



鈴木 康平
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部



菊池 祐人
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部



寺田 朋弥
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部



三島 優理菜
インフィビスカンパニー
開発本部
商品開発部

公知