

●抗菌性試験ロボット

Introduction of antibacterial test ROBOT.

大野 康晴
Yasuharu Oono

Key Word : ROBOT, Efficiency, Man-hour reduction, antibacterial test, NOVARON®, JIS Z2801, JIS L1902

1 はじめに

従来から自動車や電子材料の分野では産業用ロボットが生産性向上のため利用されてきた。近年、研究開発の分野でもその加速化のためロボットの導入は注目されている。その発端は膨大な実験を要する遺伝子解析やタンパク質の相互作用に関する研究であり、創薬研究の分野では既にロボットの利用が進んでいる¹⁾。

当社では無機系抗菌剤「ノバロン®」を製造販売しており、この製品を添加したプラスチック成形品や繊維製品などの抗菌加工製品が造られている。これら抗菌加工製品は顧客先では評価できない場合が多く、抗菌効果を確認するために当社では抗菌性試験を数多く行っている。

抗菌性試験はルーチン作業でありながら、試験の種類、工数が多く、工程も複雑で熟練も要することなどから、これまで特定の作業員が業務を行ってきた。

この作業をロボットに行わせることで、①作業工数削減、②実験品質（再現性）の向上、③技術伝承（誰でも試験可能）などが図れると考え、導入を行ったので紹介する。

2 抗菌性試験の概要

2.1 弊社での抗菌性試験

当社では主に3種類の抗菌性試験を行っている。それぞれ(1)JIS Z2801（フィルム密着法）²⁾、(2)JIS L1902（菌液吸収法）³⁾、(3) JIS K6400-9（シェーク法）⁴⁾である。

これら3種の抗菌性試験の工程のロボット化を検討した。

2.2 抗菌性試験の作業工程

3種の抗菌性試験は試験条件がそれぞれ異なるが、試験の流れは同じである。図1は、JIS Z2801（フィルム密着法）作業工程を簡単に書いたもので、まず(1)試料、試験菌液の調製などの準備、(2)菌の接種、培養、(3)菌液の洗い出し、寒天への希釈、最後に(4)菌数測定の前で進む。

その中でも(3)菌液洗い出し作業が工程も複雑で時間もかかるため、この工程をロボットに実行させることとした。

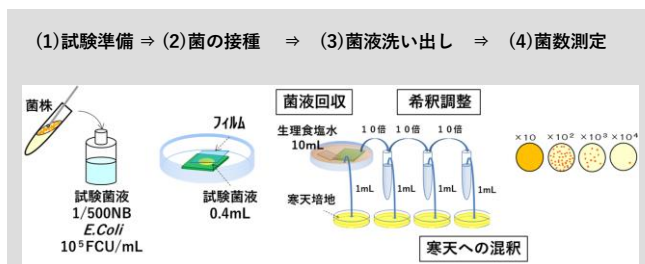


図1 JIS Z2801の作業工程

2.3 ロボット導入による工数削減の効果

工数削減のメリットを図2に示した。最も工数のかかる(3)の菌液洗い出し工程をロボットに行わせることにより、人間の作業は約半分に削減でき、同時間で2倍以上の試験を処理することが可能となる。

また工数削減によるさらに大きなメリットは、抗菌性試験業務の空いた時間を他の業務に充てられるという点にある。

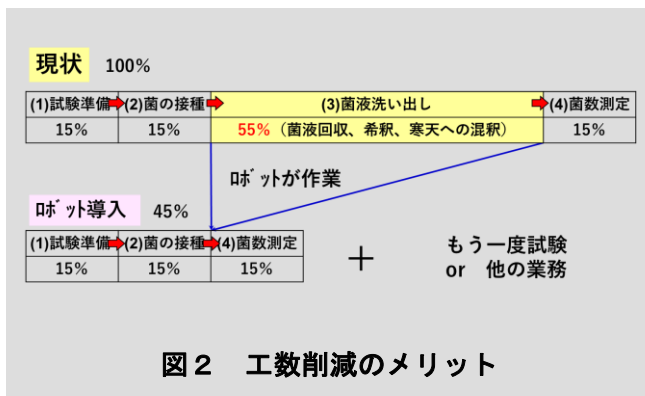


図2 工数削減のメリット

東亜合成株式会社 R&D総合センター 製品研究所
New Products Research Laboratory, General Center of R&D, Toagosei Co., Ltd.

3 抗菌性試験ロボットの導入

3. 1 導入した抗菌性試験ロボット

2018年末に抗菌用試験のロボットを導入した。図3に示すように片腕の6軸稼働で、付属設備としてシャーレ搬送装置や、バイアル瓶の振とう装置などがある。

この抗菌性試験用ロボットの特長は、以下の点である。

- ・3種類の抗菌性試験の洗い出し作業について、数十検体の連続処理が可能である。
- ・一般的な作業員の2倍程度の処理能力を持っている。
- ・熟練した作業員でなくても、試験操作が可能である。



図3 導入した抗菌性試験ロボット

3. 2 ロボットが可能な操作

図4にロボットが可能な主な操作を示した。



図4 ロボットが出来る多様な操作

ピペティング操作や寒天培地作製などの共通の操作に加えて、(1)JIS Z2801、(2)JIS L1902、(3)JIS K6400-9、それぞれの試験の特徴に合わせた動きが可能となっている。

以下にJIS Z2801およびJIS L1902の試験方法における特徴的なロボットの動作を紹介する。

3. 2. 1 JIS Z2801 (フィルム密着法)

JIS Z2801はプラスチック成形品などの抗菌性試験である。検体に接種した菌液をフィルムで均一に密着させて培養し、その後生理食塩水で菌液を回収して菌数を数える。図5に示したように、人間が行う場合は生理食塩水を注入するときに、ピペットチップなどでフィルムを持ち上げ、培養した菌液に満遍なく行き渡るように行う。

一方、ロボットではフィルムを持ち上げることは困難なので、生理食塩水を注入することでフィルムを浮かせて、振とうすることにより菌液を洗い出している。

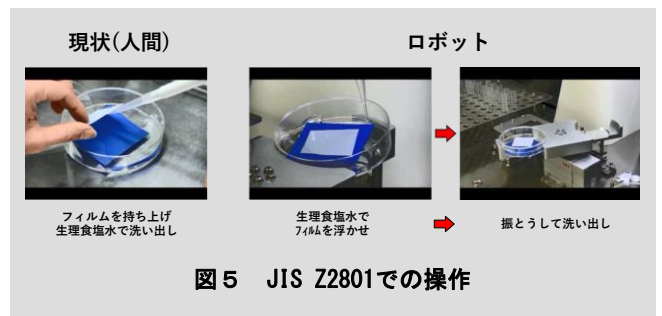


図5 JIS Z2801での操作

3. 2. 2 JIS L1902 (菌液吸収法)

JIS L1902は繊維製品などの抗菌性試験である。図6のように、人間の場合は培養後のバイアル瓶に20mLの希釈水を注入後、フタをして手で振って菌液を洗い出す。

一方、ロボットでは希釈液の注入後、ボルテックスミキサーにより攪拌して菌液を洗い出す。

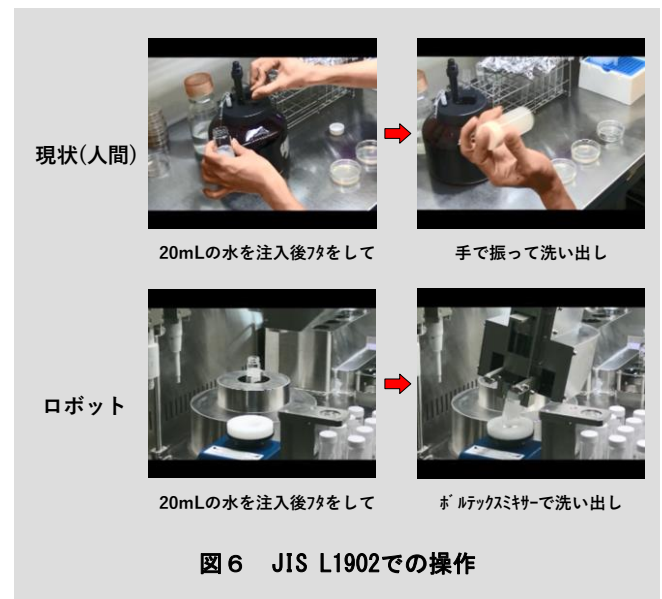


図6 JIS L1902での操作

3. 3 ロボットの稼働状況

導入当初は、プログラムが途中で停止する、ピペットチップを上手く取れないなどいくつかのバグが見つかったが、現在では3種類の全ての試験での洗い出し作業がエラー無く可能となっている。

3. 4 ロボットでの抗菌性試験結果

表1にJIS Z2801での人間とロボットでの試験結果を比較した結果を示す。

大腸菌、黄色ブドウ球菌の双方の菌種において、人間でもロボットでも同等の菌液が洗い出され、同じ結果が得られている。

表1 抗菌性試験結果の比較 (JIS Z2801)

◆大腸菌

	現状(人間) 生菌数	ロボット 生菌数
接種直後対照区	3.8×10 ⁵	
24時間後対照区	2.6×10 ⁷	2.2×10 ⁷
ブランク(抗菌剤無し)	1.8×10 ⁷	1.4×10 ⁷
ノバロン添加樹脂	8.7×10 ³	6.4×10 ³
抗菌活性値	3.3	3.4

◆黄色ブドウ球菌

	現状(人間) 生菌数	ロボット 生菌数
接種直後対照区	6.1×10 ⁵	
24時間後対照区	2.5×10 ⁵	2.2×10 ⁵
ブランク(抗菌剤無し)	1.8×10 ⁵	1.6×10 ⁵
ノバロン添加樹脂	2.3×10 ²	2.1×10 ²
抗菌活性値	2.9	2.9

また、JIS L1902、JIS K6400-9についても、人間とロボットとで同等の試験結果が得られることを確認できている。

4 まとめ

抗菌性試験へのロボット導入を検討し、3種類の試験の洗い出し作業が可能となった。しかしながら、自動化が出来ているのはまだ作業の約半分の工程であり、今後も完全自動化に向けて検討していく。

また、抗菌性試験以外の同様な他の複雑なルーチン作業についても自動化を進めて行き、効率化を図りたい。

引用文献

- 1) ロボット導入実証事業 事例紹介ハンドブック2018, 経済産業省, 一般社団法人日本ロボット工業会(2018)
<http://robotnavi.com/webroot/document/2018RobotHandBook.pdf>
- 2) JIS Z2801, 抗菌加工製品-抗菌性試験方法・抗菌効果(2010) .
- 3) JIS Z1902, 繊維製品の抗菌性試験方法及び抗菌効果(2015) .
- 4) JIS K6400-9, 軟質発泡材料-第9部: 抗菌効果の求め方(2018) .