

“手直し不要”を実現するはんだ付け専用ロボット 【メイコー“真”理論4.0】

(株)メイコー / 伊東 薫

1 はじめに ～過去3回の総集編～

2019年8月号より計3回、【メイコー“真”理論】と銘打ち、論文を掲載した。内容は、【はんだ後付け】におけるロボット化の現状とその解決策として、メイコーのノウハウの一端を示してきた。毎回、「ノウハウの流出を覚悟でペンを取り」と書いたが、やはり一番喜んでいただいていたのはライバルメーカーであったと思う。

しかし、展示会では読者の方々がはるばる私を訪ねてこられ、論文への共感やご相談を頂き、とてもありがたく感じている。また、上記を含めた反響をうけて、やはり、「はんだ付けロボットのノウハウ」は、メイコー以外には存在しないことを再認識した。

そして、メイコー以外のロボット化はうまくいっていない。今もなお、現場の方々が苦勞する状況は続いている。

4回目となる今回は、過去3回のおさらいプラス追記版として、さらにブラッシュアップしてお伝えする。

2 当論の進め方 ～現象 → 構造 → 本質～

今回は、主に3点に論点整理をして進めていく。

① 現象 ② 構造 ③ 本質

はんだ付けに限らず、現実社会で起こる“現象”は、その原因となる“構造”が存在し、さらに根底には“本質”が存在する。様々なトピックを、① 現象 → ② 構造 → ③ 本質 の順にまとめてお伝えする。

① 現象

- ロボット化がうまくいっていない現状
- トラブルの具体的な内容

② 構造

- ①の原因となるメイコー以外の特徴
- ①を解決するメイコーロボットの特徴

③ 本質

- ②の原因となった各メーカーの生き立ちの違い
- 現在のノウハウの違い

3 ロボット化の理由 ～品質管理～

本題に入る前に、そもそも論として「はんだ後付け」におけるロボット化の理由とは何か？

現在のトレンドは「品質管理」である。作業者による手付け



では品質がバラついてしまい量産には耐えられない、という声が多い。

下記、手付けによりバラつく動作の一例である。

- こてを当てる：速さ、位置、角度、時間
- はんだを送る：速さ、位置、角度、量

人間（作業者）である限り、例えば±0.1mmの繰返し精度は再現できない。そのため、ワーク（ポイント）間において、はんだ付け品質のバラつきが生じる。人間（作業者）は手首を器用に返したり、時間をかけたりしてノウハウ（職人技）を駆使する。

その盲点とは、本来除外すべきワーク（酸化などが進行した部品・基板）に対しても一見、仕上げてしまう。その結果、フィレットの外観検査はパスしても接合面（合金層）にはリスクが内在している。これが品質管理の危うさである。また、こて先においては手付けのバラつきを補う工夫が施されている。これを手付けノウハウと呼び、一例を以下に記す。

●こて先の形状

手付けでは、はんだ量がバラつくため、余分なはんだを吸う形状となる。

●高熱容量のヒータ

手付けでは、こてを当てる時間がバラつくため、温度復帰性を高める機能がある。

●頻繁なこて先のクリーニング

手付けでは、こて上にはんだが残留するため、こて先のクリーニングが何回も必要なる。

4 【現象論 ①】ロボット化の現実 ～まだまだ、うまくいっていない～

手付けの課題を解消するためにロボットを導入する。その結果はどうか？ 端的に言えば、自動化は業界全体としてうまくいっていない。現場では様々なトラブルが発生している。

その理由は、（メイコー以外の）ロボットに問題がある。加えて、その問題はロボット導入後の量産時に露見する。つまり導入前のはんだ付け実験（10～20ワーク程度）では問題が露見されない。ここが盲点なのである。

しかし時すでにおそし。そこから対策を講じても抜本的な

改善は見込めない。これがロボット化の問題なのだ。その結果としてユーザーは日々対応に追われ、「今日は付いたけど、明日付くかどうか分からない」という状況に陥る。

5 【現象論 ②】トラブル・チェックリスト ～御社も予備軍かも？～

具体的なトラブル例をチェックリストにて紹介する。御社の生産現場ではいくつ当てはまるだろうか？

- 不良率、不良個所、不良内容がバラつく ☐
- こて先の寿命が物足りない ☐
- 生産タクトが物足りない ☐
- こて先のクリーニングが頻繁に必要 ☐
- プログラミング（ティーチング）に長時間かかる ☐

残念ながら、一つでも該当すればトラブル予備軍入りとなる。

6 【構造論 ①】原因はロボットです ～汎用ロボットが原因～

ロボットを導入しても、うまくいかない。なぜなら原因はロボットに問題があり、はんだ付けに対して性能不足であるからだ。それではどこが問題なのか？ 具体例を挙げて述べてゆく。

まず、前提として、メイコー以外ではロボットの設計は行わず、市販の汎用ロボットを用いている。ここに構造的な問題が潜んでいる。つまり汎用ロボット自体の制限により、はんだ付け動作への悪影響が生じている。それにより、量産の安定化を阻害する結果となる。

下記、メイコー以外のロボットの具体的な問題（3点）を解説する。

- (1) アームスピード不足
- (2) ピストン構造のこて
- (3) こて先とはんだ送りの連動不足

(1) アームスピード不足

こて先は、ロボットアームの先端に装着され高速動作が求められる。その理由は、スピード不足の場合、刻一刻とこて先の

状態が悪化するからである。具体的には、こて先上のはんだの酸化が急速に進行する。結果的に、ぬれ性・切れ性が低下し、はんだ付け不良の原因となる。そのようなロボットは不良発生器と化してしまう。

一方、スピード化にはどんなメリットが生じるか？ それは、タイミング良くはんだ（フラックス）をこて先へ供給することができる。そして、フラックスの還元力により、こて先の状態は良好に維持され、量産の安定化をもたらす。

メイコー以外のロボットの問題点は、このアームスピードが不足している。また、逆説的なようであるが、スペックだけを比べるとメイコー以外のロボットの方がはるかに高い。

じつは、ここにも盲点が潜んでいる。盲点とは、この数値は“最大速度”であるということだ。

対象ワークのはんだ付けポイントは、数mmなどの非常に狭いギャップとなる。しかし、このギャップにおいてアームは最大速度に到達することはない。つまり、着目すべきは最大速度ではなく、加速度・減速度などの俊敏性なのである。

しかし、メイコー以外のロボットは、汎用ロボットベースのため、はんだ付けに適した俊敏性を実現できていない。また、それらを改善したくても汎用ロボット（購入品）であるため、ハードウェアの改造は特に難しい。

(2) ピストン構造のこて

はんだ付けの際、パッドに対するこて先の当て方・逃げ方などは、対象となるワークにより一様ではない。加えて、糸はんだの供給も含めてのベストシーケンスを探求する実験を“条件出し”という。

しかし、メイコー以外のロボットではこの条件出しにおいて、こて先の動きに制限が生じる。それは、エアシリンダを用いたこて先のピストン構造である。このピストン構造により、こて先の動き（当て方／逃げ方）は単調な直線往復運動に制限される。

これは、“条件出し”には大きなビハインドになる。また、ピストンのストロークスピードの設定にも難がある。いわゆるスピコンによりエア調整をおこなってゆくのであるが、これがアナログ的で難しく、設定の再現性が取れない。そのため、基板自体のたわみや製造誤差などを考慮して、ワークを破損させないように保険をかける場合が多い。つまり、必要以上に低速にするのである。

繰り返すが、“条件出し”においては、こての当て方／逃げ方における自由度の高さは重要である。それにも関わらず、こて先の動きが制限されるピストン構造とはいかにナンセンスであろうか。

(3) こて先とはんだ送りの連動不足

（メイコー以外の）汎用ロボットをベースにする場合、はんだ送り（フィーダ）は独立した外部ユニットとしてつくられる。そして、その通信は外部I/Oを介しておこなわれ、こて先の動きとはんだ送りとの連動に問題を生じる。それは、外部I/O通信を介することによるタイミングロスである。

そのため、こて先がポイントに到達しても、同期してはんだ送りを実行することができない。このロスは、はんだ付けの品質や安定化に悪影響を与える。

なぜ、このレベルのロスを見逃してはならないのか？ それは、はんだ付けの世界では、「はんだは生き物」・「0.1秒は長時間」といわれる。350℃前後の高温下において、溶融した糸はんだ（フラックス）は一瞬にして状態が変化してしまう。つまり、はんだ付けにおいては、通信レベルのロスであっても見逃すことはできない。

そのため、メイコー以外のロボットは構造的に不安定ということになる。そして、それらを自覚したメーカーは、枝葉末節なオプションを提案してくる。

一例としては、カメラによるこて先の位置補正、窒素ガスによる酸化パージ、こて先の温度復帰性の追求など。

しかし、これらは構造的な解決策にはなりえず、コストアップにつながるだけである。これも「ロボット化の盲点」となり、最終的にはユーザーにしわ寄せがきてしまう。

また、ここ数年のうちに「ユニット単品売り」が流行している。これは、こて先ヘッドやはんだ送り機構をユニット化して単品販売するビジネスモデルである。イニシャルコストという観点では、ユーザーの既存ロボットを活用できるメリットがある。

しかし、これにも盲点がある。それは、“条件出し”を誰がおこなうのか？ という問題である。また、“条件出し”に対する認識として、遺憾ながら、「ただ漠然とこて先を当てて、はんだを送れば、自然にはんだが付く」というのが業界全体にある。しかし、そんなに甘い世界ではない。

話を戻すと、ユニットメーカーには条件出しを行う義務はない。ロボットを絡めた条件出しは保証範囲外である。結局は現場のユーザーが自力で試行錯誤してゆくしかない。そのなれの果ては、日々安定しないはんだ付けとの格闘であり、生産性の低下に陥る。

7 【構造論 ②】メイコーロボットによる解決 ～LEther-α～

今回は、水平多関節型こて式ロボットのLEATHER- α （レーザ・アルファ）を用いて解説する（図1）。

まず、メイコーでは、“最適なタイミング”を重要なコンセプトに位置付けている。これは製品づくりや条件出しのノウハウに共通するコンセプトである。この“最適なタイミング”とは、

- はんだの酸化が少ない
- フラックスの劣化が少ない

この2点の条件（タイミング）を満たした状態において、はんだ付けをおこなう。その結果、はんだのぬれ性・切れ性が高次元で維持される。

ぬれ性や切れ性のメリットは以下の通りである。

ぬれ性の向上

- 赤目の防止やタクトの向上
- 汚れや酸化物が除去
- 合金層は十分に生成

切れ性の向上

- ブリッジやツノの防止
- 高速な引きはんだ付け

最適なタイミングを実現する、メイコーロボット（LEATHER- α ）の代表的な特徴を4点挙げる。

- (1) アームスピード不足の克服
- (2) ピストン構造のこての脱却
- (3) こて先とはんだ送りの連動不足の克服
- (4) はんだ送りの安定化



ロボット本体



こて先ユニット

水平多関節型ロボット	軸数：6軸（XYZ θ ・はんだ送り2軸）
	構造：メイコー独自設計
制御（5軸同期）	① 第1アーム（X・Y方向）
	② 第2アーム（X・Y方向）
	③ Z方向
	④ リスト（ θ 方向）
	⑤ はんだ送り（2軸同期）
工法	こて式（非ピストン構造）
こて先ヒーター	130／260／390Wから選択

図1 ロボット概要

(1) アームスピード不足の克服

「ロボットの独自設計」を活かして軽量化を図った。つまりは、敏捷性(高い加減速)の実現のためにアルミモノコックを採用した。

また、リスト(θ)の回転においてもスピード重視の設計コンセプトにした。具体的には、汎用ロボットの分解能(1/1000mm)は、はんだ付けではオーバースペックと考え、必要な分解能を備えながらも回転スピードを優先する設計とした。

(2) ピストン構造のこての脱却

メイコーでは、こて先のピストン構造は採用していない。ゆえにピストン運動に制限されず、空間的に自由なこて先のアプローチを実現している。つまり、ワークごとに最適な“条件出し”を追及することができる(図2)

(3) こて先とはんだ送りの連動不足の克服

メイコーでは、はんだ送り機構を外部ユニット化していない。つまり、内部制御化している(ロボットがはんだを出している)。

ロボットの内部バス図(図3)を参照いただきたい。LEATHER- α では、各軸(モータ)に対して並列制御をおこない、結果的にこて先(アーム)とはんだ送りの通信ロスを排除した構造としている。

(4) はんだ送りの安定化

こちらは業界唯一の特徴である(2021年7月メイコー調

べ)。LEATHER- α では、はんだ送り機構を2か所に搭載している(以下、「ダブルモーター機構」)。ロボットのボビン側とヘッド側に搭載し、下記3点の安定化を実現した(図4)。

① はんだ供給のタイミング

② はんだ送りの速度

③ はんだ送りの量

一方、メイコー以外では1か所のみである(以下、「シングルモーター機構」)。その結果、はんだ送りが不安定になる。原因は糸はんだの“たわみ”である。

具体的には、はんだ送り時、チューブ内のクリアランス(隙間)が原因により糸はんだがたわむ。このたわみにより、こて先への供給のタイミングが遅れ、速度や量もバラつく。

メイコーでは「ダブルモーター機構」により、このたわみ分の影響を排除した。実際、このたわみ分によるロス(影響)はコンマ何秒のわずかな時間である。しかし、この小さなロスの積み重ねが、はんだ付けの世界では大きなトラブルの原因になる。メイコーではこのロスも見逃さずに対応している。

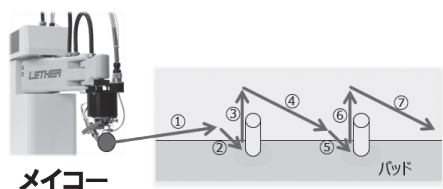
※用語解説 ～条件出し、プログラミング、合金層～

●条件出しとは？

- ✓ こて先・はんだ・フラックスの選定から始まり
- ✓ こての当て・逃げ・はんだ送りのミクロンレベルのトライを経て
- ✓ 生産性と安定性を備えたシーケンスを導き出す実験

【メイコー】

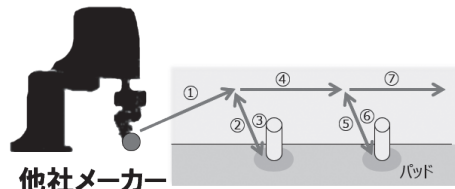
非ピストンのこて先アプローチ



ワークに適した“条件出し”

【メイコー以外】

ピストン構造のアプローチ



ピストン動作に制限される

図2 こて先アプローチの比較

●条件出しとプログラミングとの関係とは？

プログラミングとは、

- ① 条件出しの過程および完了時において
- ② ティーチングペンダントやアプリケーションソフトを用いて
- ③ ロボットに読み込ませるシーケンスプログラムを作成・編集すること

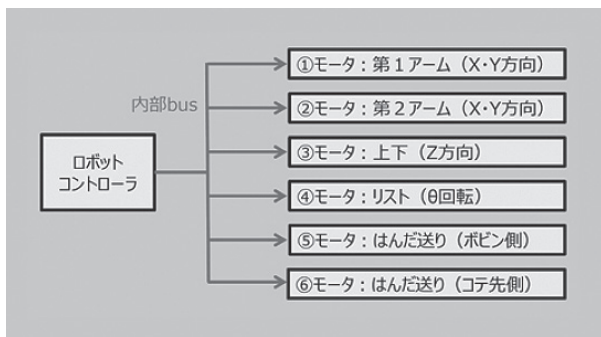


図3 MOC(メイコー・ワン・コントロール)制御

概念的には、「条件出し＝実験作業」であり、プログラミングは条件出しに含まれる。また、プログラム内の命令（設定内容）は、大枠として3種類しかない。

- ① こて移動 ② ポイント登録 ③ はんだ送り

仮に多ポイントのワークに対しても、比例してプログラム行が増えるだけである。

プログラミングが煩雑・手間と感じるのは、実際にはんだが付かず、条件出しに苦労しているだけである。むしろその原因はロボットの性能である。

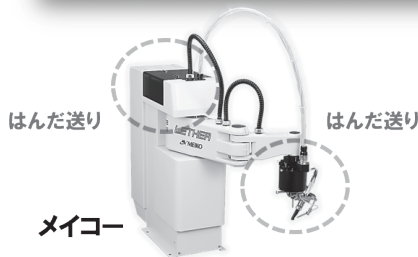
●金属間化合物(合金層)とは？

信頼性に関わる4つの性質を紹介する。

- (1) 硬い
- (2) 脆い
- (3) 電気を通しにくい
- (4) はんだをはじく

【メイコー】

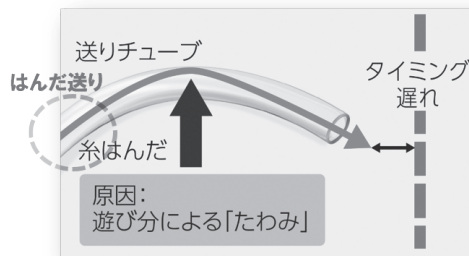
はんだ送りダブルモーター機構



はんだ送りの安定化

【メイコー以外】

はんだ送りシングルモータ機構



他社メーカー

不安定化のリスクあり

図4 はんだ送り機構の比較

じつは、合金層はきわめて悪質な性質があり、生成される厚みは薄いほど良い。具体的には、金属顕微鏡で1000倍まで拡大しても合金層が確認できない厚みが理想である。なおかつ、合金層の厚みは加熱温度の高さ、および加熱時間の長さ に比例して厚くなる。

よって過度に温度を上げることなく、なおかつ短時間にはんだをぬれ広げさせることで最適な厚みの合金層になり、信頼性が確立される。

8 【本質論】生い立ちの違い ～歴史と現在～

はんだ付けロボットにおいて、“構造”を生み出す“本質”とは、「数十年前のメーカーの生い立ちの違い」とそこから波及するノウハウとなる(図5)。

メイコーでは、35年前に独自設計ロボットである第1号機を発表した(LEATHER-I:旧名シアックエンジニアリング)。

しかしながら、その事業体としてのルーツはメカトロの設計・開発会社であった。それがゆえにはんだ付けロボットを独自に設計・開発することに成功した。

一方、メイコー以外は、元々ははんだごてメーカーでもあり、

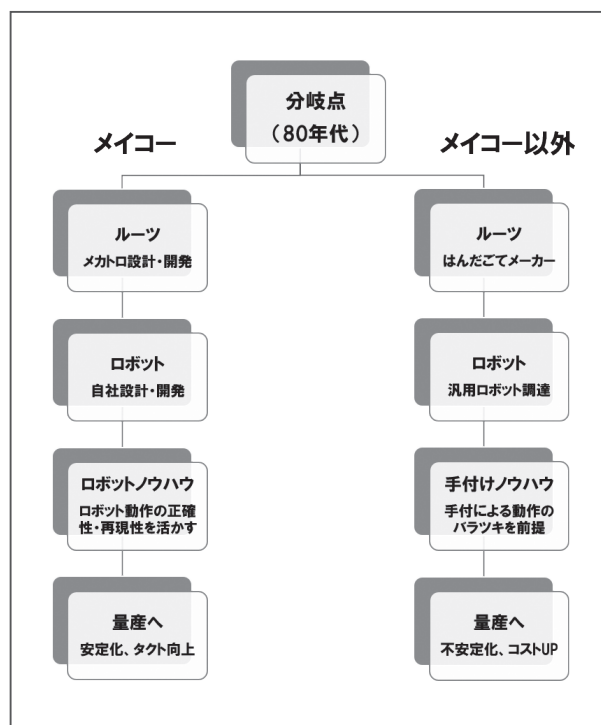


図5 生い立ちとノウハウの比較

ロボットの独自設計には至らなかった。そのため、汎用ロボットを調達して製品化するビジネスモデルを確立した。

次に、そこから波及したノウハウの違いを説明する。ここで“ロボットノウハウ”と“手付けノウハウ”というキーワードが登場する。

(1) ロボットノウハウ(メイコー)

その名の通り、ロボット動作の正確性や再現性をはんだ付けに活かすものである。

ロボットにはプログラム通りの動作(こてやはんだ送り)を繰り返し実行できるメリットがある。そのため、ポイント間でバラつくことはなく、生産性や安定化へ寄与できるノウハウである。

つまり、ロボットの独自設計を果たしたメイコーは、35年前において、世界で唯一ともいえる“ロボットノウハウ”を生み出し、現在まで一貫したコンセプトとしている。

(2) 手付けノウハウ(メイコー以外のメーカー)

一方、他社メーカーはロボットを用いていながらロボットノウハウに達していない。つまり、手付けのノウハウから抜け出せずにいる。

手付けノウハウとは作業者の動作のバラツキを前提(補う)としたコンセプトである。なぜ、他社メーカーは手付けノウハウを踏襲するのか?

理由は、ロボットの設計・開発に関わっていないため、「ロボット化の本質」に考えが至らないのである(ロボット化の本質は後述)。

そして、手付けノウハウをロボットに当てはめることのデメリットが存在する。

デメリットとは、はんだ付け性を悪化させて、量産時の不安定化を招き、ユーザーへコストアップを強いることである。

(3) “手付けノウハウ”の特徴

手付けノウハウをロボットに当てはめるとはどういうことか? それは手付けノウハウの延長上にある機能・特徴をロボットに付加することである。下記に一例を記す。

① こて先の過度な温度管理(高熱容量化)

手付けでは、こてを当てる時間がバラつくため、こての温度復帰性を高める。

② こて先の過度な位置補正

手付けでは、こてを当てる位置がバラつくため、こて先の位

置の管理・補正する。

③ こて先の取付角度の可変

手付けでは、ポイント毎にこてを当てる角度を変える。

④ 糸はんだへの加工

手付けでは、はんだボール対策のため、糸はんだにV溝を施す。

⑤ 頻繁なこて先クリーニング

手付けでは、はんだ量がバラつくため、頻繁にこて先の清掃をおこなう。

上記に対して、メイコーは対応しない。表1にリスク検証も含めた比較をおこなう。これにより“ロボットノウハウ”および“ロボット化の本質”の一端をご理解いただきたい。

9 トラブル予備軍チェックリスト ～メイコーロボットの場合～

先述の、「5.【現象論 ②】トラブル・チェックリスト」に対して、メイコーによる見解(まとめ)を述べる。

(ア) 不良率、不良個所、不良内容がバラつく

原因はロボットの性能不足である。はんだ付けの量産としては最も危険な状況であり、抜本的な対策としてはロボットを替えるしかない。メイコーロボットの総合力であれば、スムーズな条件出しと安定化を実現する。

(イ) こて先の寿命が物足りない

メイコーロボットでは、こて先の状態を良好に維持し、ぬれ広がりを速くする。ゆえにタクトが向上し、こて先の負担が減り、寿命が延びる。

(ウ) 生産タクトが物足りない

上記と同様

(エ) こて先のクリーニングが頻繁に必要

先述のメイコー“ロボットノウハウ”により、仮に数百ポイントのワークであっても、1シーケンス1回で十分である。

(オ) プログラミング(ティーチング)に長時間かかる

原因は条件出しがスムーズに進んでいないことである。プログラム自体はシンプルであり、煩雑な作業ではない。メイコーロボットであればスムーズな条件出しを実現する。

10 メイコー“真”理論 ～5点の解説～

メイコーから見ると、現在の業界を覆ういくつかの常識は、生産現場に悪影響を及ぼす「メイコーの非常識」となる。

世直しの観点から、悪しき常識を例に挙げて、メイコー“真”理論を述べてゆく。

● “真”理論 ①

「赤目不良の原因はこて先の位置ずれではない」

業界の常識では、「パッドの赤目不良」の原因はこて先を当

比較項目	メイコー (ロボットノウハウ)	他社メーカー (手付ノウハウ)
① こて先の過度な温度管理 (高熱容量化)	非対応	対応
対応によるリスク	過度な高熱志向は、はんだの酸化 (劣化) を招く	
ロボット化の本質	要は当てる時間のバラツキの問題。ロボットであればバラつかない。	
② こて先の過度な位置補正	未対応	対応
対応によるリスク	ユーザーへコストアップを強いる	
ロボット化の本質	仮にワークの問題でズレても、はんだ濡れ性の高さがカバーできる。	
③ こて先の取付角度の可変	未対応 (固定角度)	対応 (可変化)
対応によるリスク	ポイントごとに条件を変えることになる。手付ノウハウのバラツキを踏襲	
ロボット化の本質	角度固定でも安定性を確保できるロボットであるべき。	
④ 糸はんだへの加工 (溝入れやブリート)	未対応	対応
対応によるリスク	“一次はんだ送り”のプロセスがはんだの酸化を招く。	
ロボット化の本質	“一次はんだ送り”をメリットに変える、最適なタイミングのロボット動作。	
⑤ 頻繁なこて先クリーニング	不要 (1シーケンス、1回)	必要 (1シーケンス、複数回)
必要であるリスク	タクトが遅くなる。信頼性と安定化に悪影響。	
ロボット化の本質	そもそも頻繁なクリーニングが必要になるこて先の状態。原因はロボットの性能。	

表1 ノウハウ比較

てる位置のずれによるものだと考えられている。しかしメイコーは見解を異とする。

例えば作業者による手はんだ付けにおいては、厳密にはこて先を当てる位置は毎回ばらついている。

それにも拘わらず赤目不良の発生はない。それはこて先を当てる位置のずれが直接の原因ではないことを証明している。

赤目不良の原因は、性能不足なロボットのために、はんだのぬれ性が不十分だからである。

●“真”理論 ②

「こて先による加熱時間と品質は比例しない」

業界の常識では、こて先を当てる時間（加熱時間）に比例して、品質が安定化すると考えられている。

しかしメイコーの見解では、上記は“悪いタイミング”から引き起こされる見解である。つまりフラックスの効果が低下したために、ぬれ性が低下して加熱時間が増加する、という負のサイクルの結果といえる。

一方、“最適なタイミング”を実現すれば、対照的な好循環（タクトと品質の両立）が生まれる。

●“真”理論 ③

「バックフィレットの良し悪しとはんだ量は関係ない」

業界の常識ではスルー孔のバックフィレットを確保するには、はんだ量を増やしたほうが良いと考えられている。

しかしメイコーの見解では、はんだ量の多少は問題ではない。前提条件としてスルー孔へはんだが流れ込みやすい状態をつくる必要があると考える。

具体的には、はんだを流す前にフラックスをスルー孔へすばやく流し込むことが必要であり、これが不十分の場合、はんだを供給しても最適なバックフィレットは形成できない。また、フラックスがすばやく流れるには、その還元力が高い状態であればならない。

これはスルー孔（バックフィレットの形成）に限った話ではなく、“最適なタイミング”の必要性にもつながる。

●“真”理論 ④

「糸はんだへのV溝加工は推奨できない」

糸はんだへのV溝加工の有料オプションがユーザーへさかんに提案されている。

しかしメイコーの見解としては、はんだ付け性を大きく損なう恐れがあり、メイコーからの提案は行っていない。

理由は、1次はんだ送り時にフラックスが失活しやすくなる

ためであり、はんだ付け性および信頼性（合金層）が大きく損なわれる点を指摘する。

●“真”理論 ⑤

「窒素は無条件で活用すべきではない」

業界の常識では、窒素ガスを用いることは生産性の向上に有益であると考えられている。

しかし、メイコーからの提案はおこなっていない。窒素はリフロー工程では一般的に使用されており、その効果は確認されている。

その理由はクリームはんだの酸化を抑制するためであるが、ロボットはんだ付け（後工程）における効果はどうか？ 結論としては、窒素にはフラックスのような還元作用はないため、逆効果の恐れがある。つまり、「フィレットの外観検査」が通用しなくなる。具体的には、フィレットの外観と合金層（接合面）にアンバランスな状態が生じる恐れがある。

仮に合金層（接合面）が不十分なワークであっても、窒素の酸化抑制作用による良好なフィレット外観のために、出荷検査をすり抜け、後日の市場クレームへと繋がるリスクがある。

11 おわりに ～実験の提案～

いかがであったでしょうか？ 冒頭で述べたように、ロボットに起因する生産現場の苦勞が絶えない。今回も生産性の向上および業界の底上げに寄与すべくペンを取った次第である。

なお、メイコーノウハウを体感したい方は、実際のワークによるはんだ付け実験（条件出しテスト：メイコーサンプルテストサービス）をお勧めする。メイコーによる実験には5点の特徴がある。

- ① ビデオ付きレポート
- ② ワーク数の上限なし
- ③ 好結果を約束
- ④ ワーク等の改善のアドバイス
- ⑤ 無償対応

特に、「④ ワーク等の改善のアドバイス」について、量産の不安定化にはロボット以外の要因も存在する（I～Ⅲ）。

I. ワークに改善の余地あり

プリント基板であれば、“ロボットはんだ付け”に適した設計

が必要になることがある。

一例としては、パッドやスルー孔の形状や径の大きさ、内層の接続、GNDパッドのサーマル処理など多岐に渡る。また、基板や部品自体の表面状態にも改善の余地があり、ユーザーが認識(解析)できていないことがある。

II. こて先に改善の余地あり

既存ロボットのこて先がワークに対して適正でないことも多い。誤った傾向として、“熱伝達を主眼にしている設計”が多い。

これは、ユーザー自身、熱伝達だけに着目している場合が多く、そのまま用いると“最適なタイミング”を損なう結果になる。

III. 糸はんだに改善の余地あり

ユーザー指定品がワークに対して適正でない場合も多い。特に、手付けで良いとされるはんだ(フラックス)はロボットに適さない場合が多い(“作業性重視”等)。そもそも、ロボット用の糸はんだのラインナップは充実していない。

これは、はんだメーカーだけの責任ではなく、世の中に“ロボットはんだ付け”のノウハウが皆無である証拠である。

ノウハウが確立・体系化されていなければ、それに基づく糸はんだを開発することはできない。一部、ロボット用と謳われ

るものもあるが、本来はノウハウが異なるはずのロボット機種ごとにラインナップされるべきである。等々、ワークの数だけノウハウがあるといっても過言ではない。

「ロボットは一度試したがうまくいかなかった」、「難しいワークなのでロボット化したい」などご相談があれば、お問合せをいただきたい。

なお、動画コンテンツも含めて、詳細はメイコーWEBページに掲載している(図6)。こちらも併せてご覧頂きたい。

<参考URL>

はんだ付けロボットWEBページ

https://www.meiko-elec.com/product/mechatronics/soldering_robot/

<QRコード>

はんだ付け動画ページ(メイコーWEBページ内)



<参考文献>

「カラー写真で見える マイコンソルダーリング不良解析 基本現象からBGA不良を徹底追跡」(長谷川正行、日本工業新聞社、2008年)



図6 はんだ付け動画ページ