

海外のモノづくり支援を意識した技能強化への取り組み

野田秀夫*

Effort to Strengthen Skill Conscious of Overseas Manufacturing Support

Hideo Noda

要旨

事業競争力の強化及び事業規模の拡大に向けて、生産拠点のグローバル化が進む一方、海外生産拠点への技能の伝承と維持が課題となってきた。三菱電機では、国内外生産拠点の技能者を一段高い技能レベルへと誘導し、生産作業現場を主体とした製造改善風土のグローバル規模での構築を狙っている。これを受け、モノづくり・生産技術をけん引する組織である当社生産技術センターが中心となり、海外でのモノづくり支援を意識した技能強化に取り組んでいる。

生産技術センターでは、海外のモノづくり支援を意識して次の二つの技能強化活動を実施している。

(1) 外部技能交流“黒帯対決”

難易度の高い加工テーマに対し、若手技能者が加工方法

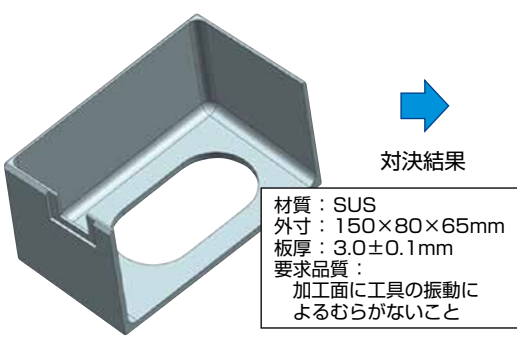
を自ら考えて加工し、プロセスと結果を組織の壁を越えて比較することによって、お互いの技能を高め合う活動である。

(2) 技能教育プログラム“からくりチャレンジ道場”

日本古来のからくり人形などに利用されている原理を理解し、LEGO(注1)モデル等で再現する手法を学び、作業現場改善に展開できる“からくりキーマン”を育成する活動である。

これらの技能強化活動によって、生産技術センターと国内生産拠点の若手技能者の育成と技能の底上げを図るとともに、モノづくり力強化の仕組みを構築した。今後、この仕組みを海外生産拠点に展開し、グローバルに強いモノづくりを実現していく。

(注1) LEGOは、LEGO JURIS A/Sの登録商標である。



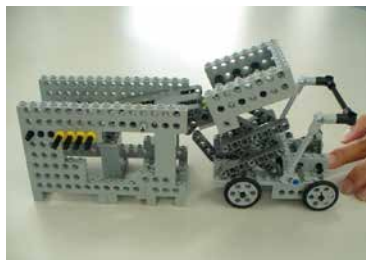
対決結果

材質：SUS
 外寸：150×80×65mm
 板厚：3.0±0.1mm
 要求品質：
 加工面に工具の振動によるむらがないこと


対決課題

	挑戦者A(製作所技能者)	挑戦者B(生産技術センター技能者)
加工コンセプト	夜間無人運転を活用するためにワンチャッキングで加工	加工時間と工具費用の削減
加工機	5軸制御立型マシニングセンタ ほか	3軸制御立型マシニングセンタ
加工工具	各種エンドミル(超硬)	各種エンドミル(ハイス鋼, 超硬)
結果	寸法公差	規格内
	工具振動むら	なし
	加工時間	10時間33分
メリット	ほとんどの加工を連続でできる(生産効率が良い)	①加工時間が短い ②工具費を1/2に削減できる
デメリット	加工時間が長い	チャッキング回数が多い
工夫した点	①5軸制御マシニングセンタの採用によってワンチャッキング化を実現 ②側面を両面均等に上向き削りで加工することによって加工歪を抑制	①粗加工量を増やして加工時間を短縮 ②不等ピッチエンドミルを使用して仕上げ加工時のびびりを抑制
失敗例	加工時の掴みしろを少なく設定したため、切削負荷が制限されて加工時間が長くなった	SUS材の加工条件不適切による工具破損(経験不足)

外部技能交流(黒帯対決)の事例



LEGOモデルから
実用モデルに展開
できるからくり
キーマンの育成



技能教育プログラム(からくりチャレンジ道場)の狙い

外部技能交流“黒帯対決”と技能教育プログラム“からくりチャレンジ道場”

上図に示す外部技能交流(黒帯対決)の事例では、薄肉加工部品の側壁の機械加工をいかに精度良く短時間で加工できるかを競う。ただし、勝敗にこだわるのではなく、加工レシピ、工夫した点、失敗例をお互いに考察することで、新たな知見を得ることができる。技能教育プログラム(からくりチャレンジ道場)は、下図に示すように、からくり機構を応用したLEGOモデルの試作で学んだことを実用モデルに展開できるからくりキーマンの育成を狙いとしている。

1. ま え が き

事業競争力の強化及び事業規模の拡大に向け、生産拠点のグローバル化が進む一方、海外生産拠点の製造力強化に向けた技能の伝承と維持が課題となってきた。そのためには、モノづくり力を徹底的に強化する仕組みを確立した上で、海外生産拠点に改善活動を展開し、底上げと自立化させることが重要になってくる。

当社では、生産技術センターに、モノづくり力をベースとした開発試作と製造改善支援をミッションとした製造支援部を設置し、自らの技能を高めるとともに、生産拠点の技能者を対象として、独自の人材育成を実施している。こうした活動を通じて、技能を一段高いレベルに誘導するとともに、現場での改善風土を定着させ、海外生産拠点への改善風土展開を促進している。

本稿では、技能対決を通してお互いの技能を高め合う組織の壁を越えた外部技能交流(黒帯対決)と、からくり機構の理解と、実用モデル検討を通して現状の問題点を自ら解決する手法を学ぶ技能教育プログラム(からくりチャレンジ道場)について述べる。

2. 外部技能交流(黒帯対決)

2015年から、製造リードタイム短縮を妨げる要因となっている難易度の高い加工部品と工程をテーマとして取り上げ、製作所の若手技能者と生産技術センターの若手技能者が、それぞれ自ら加工レシピを考え、作業時間短縮と品質改善を競い合う技能交流を社内では黒帯対決と名付けて実施している。この対決の狙いは、勝敗にこだわるのではなく、加工レシピを比較し合い、そこから得られた考察で、お互いの知見と技能を高めることにある。加えて、失敗事例も共有することで知見を更に深めることもできる。

2.1 新たな技能強化スキームの具体化

活動の取り掛かりとして、生産技術センターでは生産拠点である国内の当社製作所で生産中の図1に示すフープ状薄肉アルミ部品の加工時間の短縮にトライした。この部品はブロック材から加工する。現状は、板厚が0.24mmと薄い上、段差と変形があってはならないため、外力を使わずに加工部品を分離できるワイヤ放電加工で製作されている

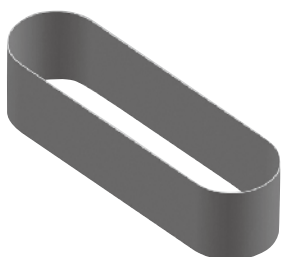


図1. フープ状薄肉アルミ部品

材質：アルミ
 外寸：60×20×20mm
 板厚：0.24mm
 寸法公差±0.06mm
 要求品質：加工面に段差がないこと

が、段取りを含めた加工時間が約4時間と長く、生産性を著しく低下させている。

これに対し、生産技術センターではマシニング加工だけによる加工時間短縮にトライした。加工手順を次に述べる。まず、素材をバイスにチャッキング後、図2に示すように外面粗加工と内面仕上げ加工を実施する。次に、図3に示す中子(別途製作)を内面に挿入し、図4に示すように外面仕上げ加工を実施する。次に、図5に示すようにTスロットカッターで切断加工する。最後に中子を取り外して完成する(図6)。

この加工で工夫した点は、①内面仕上げ加工寸法に合わせた中子外面寸法とすることで、外面仕上げ加工時の歪(ゆが)みを抑制、②図7に示すように中子を製品高さより高くし、Tスロットカッターで製品と中子の表層部を同時に切断することで切断加工時の歪みを抑制、③ワンチャックで加工できる手順として寸法精度を確保の3点である。

この加工方法で、段取りを含めた加工時間が約1時間となり、現状の1/4に短縮することが可能になった。

この取組みで、製作所の現状の加工作業に対する、生産技術センターの技能者からの作業改善提案を通じた全社技能強化への取組みスキームを具体化し、製作所から理解・賛同を得ることができ、以後の活動拡大につなげた。なお、この考案の加工法は2016年兵庫県職域での創意工夫賞を受賞し、社外から高い評価を受けている。

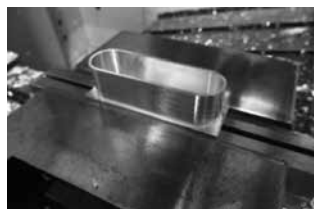


図2. 外面粗加工と内面仕上げ加工



図3. 中子形状

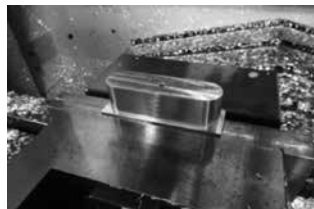


図4. 外面仕上げ加工



図5. 切断加工



図6. 完成品

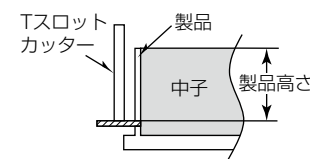


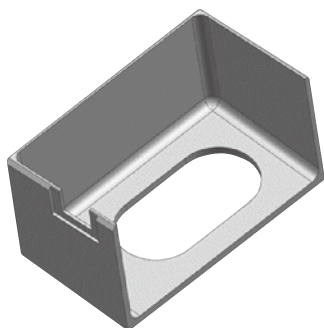
図7. 切断方法

2.2 黒帯対決の事例

製作所の技能者と生産技術センターの技能者とで、**図8**に示す課題を取り決めて、加工時間と品質を競う黒帯対決を行った。課題は、ブロック材からの加工であるが、この課題で難しい点は、難削材のSUSを薄肉・深彫り加工するところである。加工時の工具振動むら発生、工具の破損、チャック方法等、考慮すべき点が多くて対決課題として適している。

表1に両者の対決結果を示す。製作所技能者は、夜間無人運転を前提にして、ワンチャッキングで加工可能な5軸制御のマシニングセンタを選定している。工具振動むらが発生しやすい側壁の加工については、外面と内面の削り量を均等にし、下から上向きに加工することで工具の振動を抑制している。これに対し、生産技術センター技能者は粗加工量を増やし、トータル加工時間を削減し、粗加工用のエンドミルの材質をハイス鋼にすることによって工具費用の削減を狙った。仕上げ加工時に発生するびびりについては、不等ピッチエンドミル(四つの刃の取付けピッチを不均一にすることで固有振動の発生を抑制するもの)を使用することによって抑制した。

このように同じ製品形状でも異なった加工コンセプトが提案され、これらをお互いに考察してディスカッションすることによって、新たな知見を得ることができた。



材質：SUS
外寸：150×80×65mm
板厚：3.0±0.1mm
要求品質：
加工面に工具の振動によるむらがないこと

図8. 黒帯対決の課題

表1. 対決結果

	挑戦者A(製作所技能者)	挑戦者B(生産技術センター技能者)
加工コンセプト	夜間無人運転を活用するためにワンチャッキングで加工	加工時間と工具費用の削減
加工機	5軸制御立型マシニングセンタ ほか	3軸制御立型マシニングセンタ
加工工具	各種エンドミル(超硬)	各種エンドミル(ハイス鋼, 超硬)
結果	寸法公差	規格内
	工具振動むら	なし
	加工時間	10時間33分
メリット	ほとんどの加工を連続でできる(生産効率が良い)	①加工時間が短い ②工具費を1/2に削減できる
デメリット	加工時間が長い	チャッキング回数が多い
工夫した点	①5軸制御マシニングセンタの採用によってワンチャッキング化を実現 ②側面を両面均等に上向き削りで加工することによって加工歪を抑制	①粗加工量を増やして加工時間を短縮 ②不等ピッチエンドミルを使用して仕上げ加工時のびびりを抑制
失敗例	加工時の掴みしろを少なく設定したため、切削負荷が制限されて加工時間が長くなった	SUS材の加工条件不適切による工具破損(経験不足)

2.3 外部技能交流の展開

外部技能交流は毎年2件の頻度で継続しており、生産技術センターと対決相手のWin-Winの関係を重視した技能の底上げを今後も継続する。また、生産技術センターの技能者では、海外生産拠点でのモノづくり支援を視野に、こうした取組みを活用しつつ若手技能者の育成と増強を図る。

3. 技能教育プログラム(からくりチャレンジ道場)

3.1 からくり改善活動

生産技術センターは、製造現場の改善活動の新たな切り口として全生産拠点の技能者によるからくり改善^(注2)活動を推進している。からくり改善活動とは、自らの作業場に潜むやりにくい作業や困っている作業を日本古来のからくり人形に利用されているメカニズム(てこ、カム、クランク、ギヤ、リンク等)を用い、自らのアイデアで解決する改善活動である。改善によって得られる効果として、作業現場では、ワークが重い、出し入れが面倒、うまく組めない等の悩みが改善される。また、モチベーションが向上して活性化するとともに改善意識が高まることが挙げられ、工場全体としては、作業安全性の確保、品質向上、生産性向上、省エネルギー化、設備投資の抑制などの効果が挙げられる。

からくり改善活動はまず課題を選定するところから始まるが、①簡単に改善できそうな課題を選定する、②本当に困っている課題を選定する、③改善効果が大きそうな課題を選定するの3点がポイントとなる。次に構想から具体案を決め、設計～組立て調整に取り掛かるが、単純なメカニズム、低コストそして省エネルギーであることを意識しながら進める。

(注2) からくり改善は、公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会の登録商標である。

3.2 からくりチャレンジ道場

からくり改善活動を全社規模で活性化させるために、生産技術センターが主導して、2016年から各生産拠点の技能者を対象に、からくりチャレンジ道場と名付けた技能教育プログラムを定期的に開催している。2018年度までに20回を超えるからくりチャレンジ道場を開催し、当社グループ全体で約400名のからくりキーマンを育成している。からくりチャレンジ道場は、①からくり事例研究、②からくり基本機構の学習、③LEGOを使用したモデル試作の三つのカリキュラムで構成されている。これらを1.5日で実施し、からくりの基礎を習得した後に、からくりキーマンとして各生産拠点での作業改善の中心

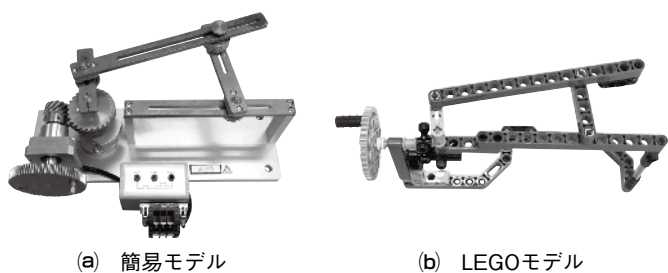


図9. リンク機構の再現

的役割を担う。次に各カリキュラムについて述べる。

3.2.1 からくり事例研究

初心者への取り掛かりとして、まず社内で先行しているからくり事例をビデオで紹介し、次に紹介事例に用いられている機構をアニメーションで解説する。ビデオだけでは理解しにくいからくりをアニメーションで解説することによって、機構をイメージしやすくする。そして最後に、実物のからくりモジュールに触れ、体験を通じて機構を理解する。機構をイメージした後に、実物の動作を確認する一連の流れで理解を更に深めることができる。

3.2.2 からくり基本機構の学習

からくりに興味を持った後は、座学で①この基本原理、②リンク機構の基本、③斜面の力、④滑車・輪軸の基本原則、⑤カムの基本原理、⑥歯車の基本原理、⑦ゼネバストップの基本原則、⑧ベルトロープ・チェーンの基本原則の八つのからくり基本原理を理解し、簡易モデルで動作を再現させる学習を実施する。

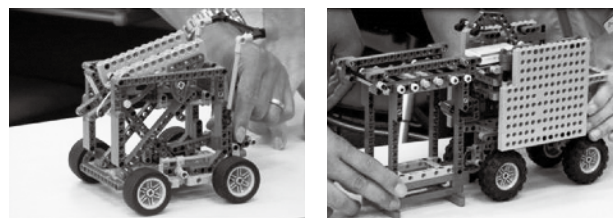
次に、簡易モデル(図9(a))に実際に触れ、動作を確認した後に、LEGOモデル(図9(b))を使用して動作を再現させる。

3.2.3 LEGOを使用したモデル試作

最後のカリキュラムは集大成として、与えられた製作課題に対し受講者がグループを編成し、これまでに学習したことをベースに、独自のアイデアでからくり基本機構を駆使してモデルを製作する。モデル製作にはLEGOを使用し、機能の追加は自由とする。

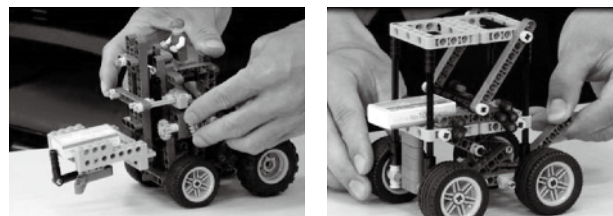
図10は受講者グループによって製作された、一定の高さに昇降する機能を持った台車モデルの例を示す。四つのグループによって、それぞれ異なった機構を使用した台車モデルが製作された。製作したモデルのコンセプトと機構については各グループから紹介され、講師のコメントを交えグループ間でディスカッションを行う。一つの課題に対し、方策は複数存在することがこのカリキュラムの特長であり、それぞれの設計コンセプトを評価し合うことで、新たな知見が得られるとともにモチベーションを高めることができる。

最終的には、全受講者が図11に示すようにLEGOモデ



(a) カムとパンタグラフ (リンク機構)

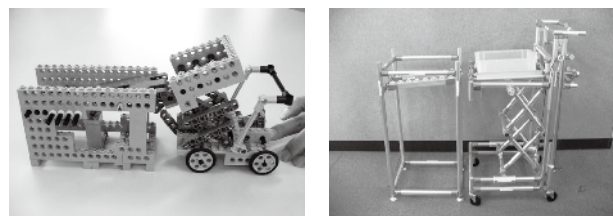
(b) ウォームギヤとベルト



(c) ラックとピニオン

(d) てことリンク

図10. 受講者グループによる昇降機能付き台車モデルの製作例



(a) LEGOモデル

(b) 実用モデル

図11. LEGOモデルから実用モデルへの展開

ルで学習したことを実用モデルに展開できるようになり、各生産拠点の作業現場改善のキーマンとして活躍している。

3.3 技能教育プログラムの展開

先に述べたからくりチャレンジ道場以外に、並行して講師が拠点に出張する形態の、からくり出張講座も開催している。まずは国内の生産拠点を中心に開催しているが、グローバル対応として海外生産拠点への展開も開始しており、2019年度中に中国の生産拠点を対象に、からくり出張講座を開催する計画である。

4. む す び

今後、更に激化するグローバル競争の中で、海外生産拠点でのモノづくり力が優れているということは大きなアドバンテージとなる。そのためにはまず、国内生産拠点を対象として、モノづくりに関わる若手技能者を確実に育て上げていくことが重要である。ベテランからの技能を伝承しつつ、新たに技能者間の交流を促進することによって技能の底上げを図る。国内で築き上げたモノづくり力強化の仕組みは、それぞれの地域性や工場インフラへの適合を重視しつつ海外生産拠点への展開を推進し、グローバルに強いモノづくりを実現していく。