

からくりを活用した安価な自動化 による現場発のイノベーション

*Innovation from Manufacturing Site through Low Cost Automation
Using Karakuri Mechanisms*

*生産技術センター
†同センター(工博)

要 旨

近年、労働力の高齢化やダイバーシティーの進展によって“人にやさしい現場”への要求が高まって、重筋作業の改善ニーズが増大している。また、市場変化の激化によって、製造現場では工程変更の頻度が高まっている。これらの課題に柔軟かつ迅速に対応するためには、現場主体の改善を一層強化することが不可欠である。そこで三菱電機では、からくり機構や簡易な電動機器を活用する“からくりLCA(Low Cost Automation)”改善を導入した。現場主体で“安く、早く、自分で”自動化を実現することで、作業者の負担軽減と生産性向上をもたらすとともに、現場発の自主的な変革を促す。

この取組みの全社施策として、①教育体制、②実践を支えるナレッジ群、③定着に向けた施策を整備し、現場の挑戦と創意工夫を促進することで、自発的・継続的な改善の組織風土醸成を誘導した。

1. ま え が き

当社では生産体質強化を目的に、5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰(しつけ))3定(定位・定品・定量)、徹底した無駄取り、自発的・継続的改善を基盤としたJIT(Just In Time)改善活動を展開している⁽¹⁾。しかし近年の事業環境の変化に対応するには、この活動の更なる深化と拡大が不可欠である。こうした背景から現場改善の新たな切り口として着目したのが、からくりの活用である。からくりを用いた改善は製造業で古くから知られる手法だが、当社内では認知度が低く一部の職場を除いて採用が進んでいなかった。そこで、からくりの仕組みを拡充したからくりLCAの概念を構築して全社展開を図って、人財育成と改善風土の醸成に取り組んでいる。

本稿では、現場主導で安価な自動化を実現する、からくりLCAによるJIT改善活動の拡大に向けた全社的な推進活動の取組みと成果を述べる。

2. からくりLCAの特長と普及に向けた課題

この章では、からくりLCAの特長と普及に向けた課題について述べる。

2.1 からくりLCAの特長

当社では、からくりを活用した安価な自動化をからくりLCAと呼んで、現場改善活動への適用を推進している。“からくり”とは、てこ、リンク、滑車などの機構や重力を利用してものを動かす仕組みであり、これによって“持ち上げ”“反転”など、ものの動きを伴う課題を解決できる。しかしながら、重量物の持ち上げや重量・寸法にばらつきがある多品種ワークへの対応は苦手としている。そこで、必要に応じて簡易な電動機器や制御器を追加し、更に広範な課題に対して確実かつ効果的な改善を実現できるように拡充したものが、からくりLCAである。図1に示すように、この手法は、単純な台車や作業台を自作する従来の現場改善より効果や適用範囲を拡大するとともに、大がかりな自動機より安価かつ短期間で導入可能なため、経営課題である投資抑制や事業環境変化への追従性向上の効果も期待できる。

基本的な進め方は、図2に示すように、まずはからくりによるシンプルで安価な改善を志向し、更に高い機能が求められる場合に電動化による機能追加を検討する。ただし、電動機器の活用は最低限になるよう工夫し、図3のように電動ドライバーなど市販品を動力アシスト源として活用するなど、追加コストの抑制に努める。この改善プロセスで現場が構想、設計、製作を担って試行錯誤を繰り返しながら導入を果たすことで、成功体験が蓄積されて改善スキルを向上させる。さらに、安く、早く、自分で作業を楽に簡単にすることが改善意欲の持続と現場発のイノベーションの促進につながる。

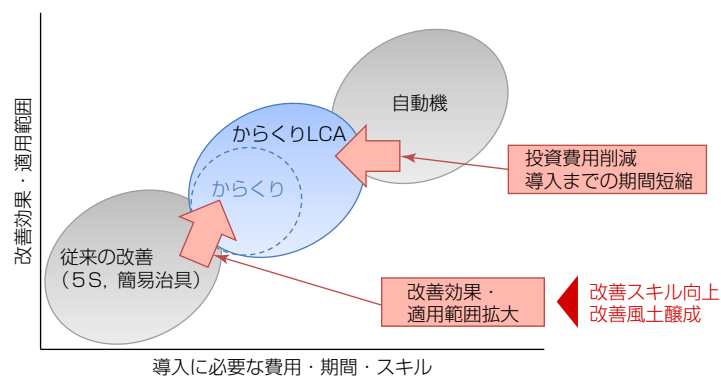


図1-からくりLCAの位置付け

従来の改善	からくりLCA	
作業台や台車の自作 ○ 安価、簡単 （パイプ材などを活用） × 動作の改善	+からくり ○ 動作の改善が可能 （持ち上げ、反転等） × (△)ワークの変化	+からくり +動力アシスト(機器) ○ ワークの変化によらず安定動作 △ 追加コスト発生、安全対策強化
移載作業の例 汎用台車 無理な姿勢(かがむ) 無駄な作業(大きな動作)	ばね式昇降台車（ばね+滑車） 姿勢改善(作業高さ一定) 動作改善(小さな動作)	電動昇降台車（電動機器+滑車） 機能改善(異なるワーク重量、サイズに対応) 追加コスト抑制(市販品の活用)

図2-からくりLCA検討のステップと改善例

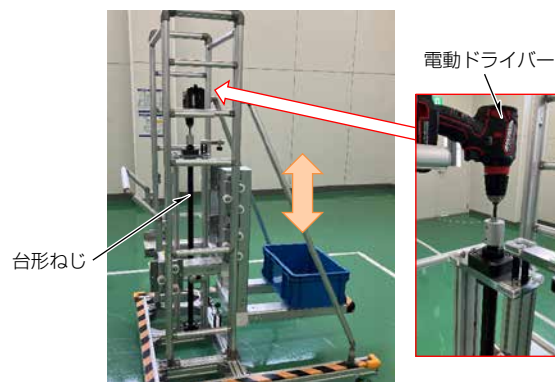


図3-電動ドライバーを活用したからくりLCAリフター

2.2 普及に向けた課題

からくりLCAを全社的に展開するに当たって、次のような課題が顕在化した。

- (1) からくり自体の認知度が低くその特性や原理など基礎知識を持つ人材に限られるため、着手のきっかけが生まれず現場で自立的に推進できない。
 - (2) 座学による教育だけでは構想から設計、製作に至る実践ノウハウが不足しており、現場導入のハードルが高い。
 - (3) この手法の有効性への理解が不十分で、高いモチベーションで継続的に活動するための基盤が現場に整っていない。
- それに加えて、当社は製品種別に製造部門が独立しているため、導入事例の横展開が進まず、職場ごとの工夫に依存しやすい。

これらを踏まえて、“教育”“実践支援”“定着化・展開”の三本柱で全社施策を設計した。3章以降では、これら施策の具体的内容について述べる。

3. 国内外での教育施策

この章では、国内外での教育施策について述べる。

3.1 国内向け教育

からくりLCAを現場主体で運用できるよう、基礎から実践までをカバーする3段階の講座体系を整備した。第1段階として、オンデマンドのからくり入門講座を設けて、からくり活用の目的・特徴、改善の進め方、基本機構の知識を、場所・時間を問わず全社で習得可能にした。第2段階では、実践編として“からくりシューター製作実習”を行い、アイデア出しから設計、組立て・調整までを体験することで、からくりを具現化するための実践力を養成した。さらに第3段階のからくりLCA講座では、実習を通して簡易電動化に必要な電動機器・制御器に関する知識やスキルを習得できるようにした。これらの体系的な教育カリキュラムによって、改善リーダーの育成を図っている。また、受講者は事後課題として自職場内でからくりLCA改善を検討し、必要に応じて講座の講師が導入を支援することで挑戦を後押ししている。なお、講座は現場作業者に加えて生産技術スタッフにも受講を推奨しており、開講以来、社内及び関係会社の多数の社員を育成している(表1)。

表1-国内講座受講者数(～2025年度末)

講座	開催形式	開講時期	社内拠点数	関係会社数	受講者数(人)
1. からくり入門講座	オンデマンド	2022年7月	20	18	376
2. からくり実践講座	集合形式	2023年2月	15	8	55
3. からくりLCA講座	集合形式	2024年11月	9	4	34

3.2 海外拠点向け教育

からくりLCAへの関心は海外でも高く、特に製造拠点の多い中国とタイでは、2023年度から毎年、各拠点から受講者を募って集合形式の講座を開催している。教育カリキュラムは実施地域のニーズに応じて国内向けから再構成しており、中国では実習中心で実践力向上を、タイではケーススタディーを追加し企画力向上を狙っている。さらに個別要望のある拠点には出前型講座を提供しており、座学に加えて現地課題に対するからくりLCA改善をOJT(On the Job Training)で実施している。これまでに中国、タイ、インド、マレーシア、トルコにある計7拠点で、課題抽出から設計・製作・導入まで伴走支援を行い、ナショナルスタッフの育成と現地自立化を推進してきた。これらの教育・OJTによって各拠点での実践力と成功事例が蓄積されて、自発的改善の風土醸成につながっている。

4. 実践促進のためのナレッジ整備

現場が自立的に改善を実践するための定着化支援として、参考になるドキュメント及び導入事例を整備している。

4.1 実践マニュアル

図4に示すように、からくりLCA改善の進め方をチャート化し、手順ごとのノウハウを形式知化した要領書を作成・展開している。課題抽出から導入に至るまでを体系化することで、属人的な技術依存を低減し、各現場が自立的に改善活動を推進、定着化できるようにした。整備した要領書は次のとおりである。

- (1) からくりLCAによる現場改善の手引き：活動目的、からくりLCAの特徴、改善の進め方
- (2) 改善テーマ選定要領：課題抽出方法及び抽出した課題と改善手段の結び付け方
- (3) 設計要領：アルミフレームを用いた構造設計手順、からくり機構検討の要点
- (4) 組立て・調整要領：構造物の組立て手順と代表的なからくり機構の組立て・調整時の留意点
- (5) 安全性確認要領：安全に対する考え方、確認手順、確認すべき項目やタイミング

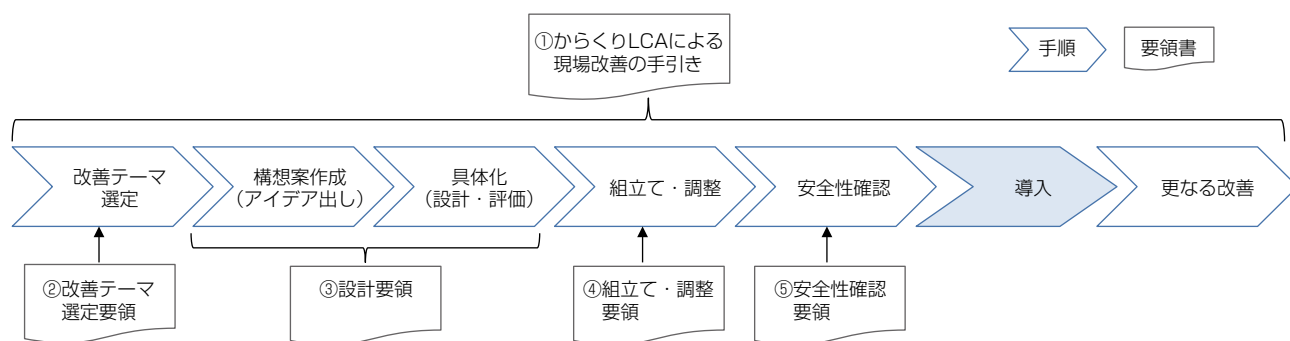


図4-からくりLCA改善の実施手順と要領書

4.2 からくりLCAの現物展示

当社には、ものづくり技術本部が開発した技術を各製造拠点に展開することを目的とした展示施設があり、ここに生産技術センターが開発したからくりLCAを現物展示している。製造現場での材料・部品の供給から、製品の組立て・検査・出荷までの各工程で多用される装置(図5)を集約しており、実際に動作するからくりLCAを体感することによって、効果を直感的に理解できる。この展示によって、改善アイデアの創出、人材育成、技術共有を同時に促進している。さらに、各機器の図面・部品リストを整備・公開することで、体感→図面入手→試作→導入の流れを支援している。

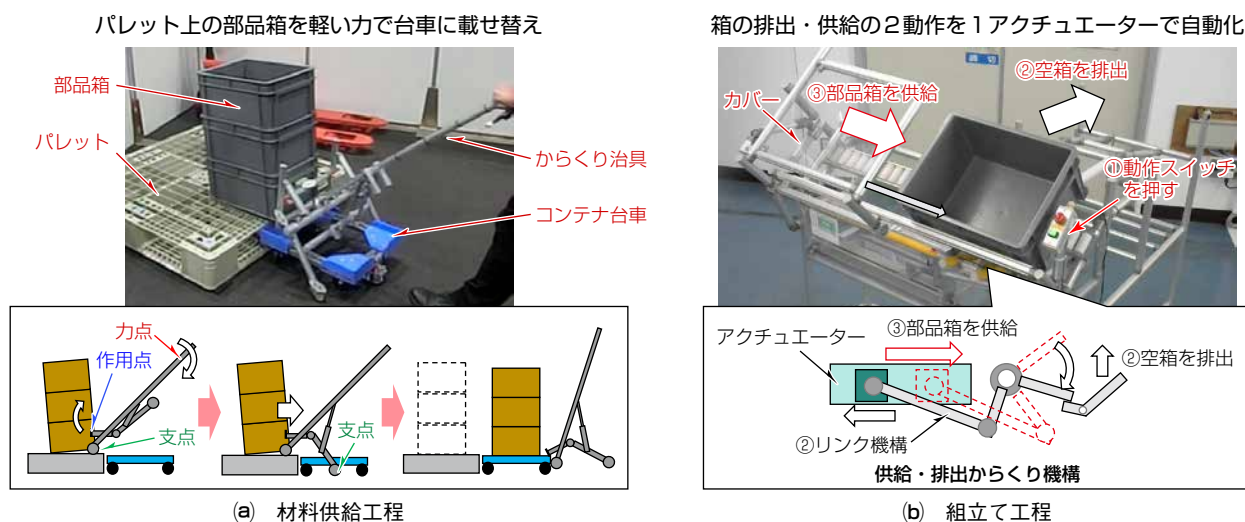


図5-展示品の例

4.3 社内サイトによる改善事例の全社共有

各拠点で導入した改善事例を社内サイト上の事例集で共有する仕組みを整備している。事例集は動画と参考資料(改善前後の状態、機器構成、改善効果等を記載)で構成し、“持ち上げ”“反転”など課題になる動作ごとに分類している。これによって他職場で改善案検討時の参照性を高めて、横展開による効果の拡大を図っている。また、事業部を横断した全社での情報共有によって、ノウハウ移転を促進し、新たな改善アイデアや実践意欲を喚起する役割も果たしている。

5. 定着に向けた取組み

この章では、定着に向けた取組みについて述べる。

5.1 社外展示への出品

現場の改善風土づくりと現場発イノベーションの促進を狙って、“第30回からくり改善^(注1)くふう展2025”^{(注2)(2)}に、4拠点合同で6作品を出品した(図6)。この展示会は、製造業各社が創意工夫を凝らしたからくりによる改善事例を共有する

場であり、当社にとっては初の出品であった。出品の主目的は、①現場作業者が自らの改善成果を外部に提示して評価・賞賛を受けることで内発的動機付けを高めること、②来場者からのフィードバックや他社作品との比較を通じて新たな知見を獲得して改善スキルを高めること、の2点である。全116社から429作品が出品される中で、当社作品がアイデア賞を受賞した。出品した当社スタッフへの事後アンケートでも“出品がモチベーション向上や経験値の蓄積に寄与した”との回答が多く、出品活動が個々の自信と挑戦意欲を醸成する効果が確認されたことから、2026年度も継続出品を予定している。

(注1) 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。

(注2) 公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会主催



図6-からくり改善くふう展への出品

5.2 今後の展開

これらの施策の効果を最大化するため、各施策のブラッシュアップと効果検証を一体で進める。また、新たな施策として海外拠点を含む当社グループ全体での社内コンペを計画しており、競争を通じて改善意欲を喚起するとともに、優れた事例の収集とグローバルでの横展開を促進する。併せて、各拠点のからくりLCA改善推進者が定期的に集うワーキンググループを立ち上げて、それぞれの取り組みやノウハウの共有、事例展開を行うことで、拠点間の人的つながりを強化し、活動の定着と継続的な拡大を図る。

6. む す び

からくりLCA改善は、現場自ら“作業を楽に、簡単に”するための手段であるが、活動で醸成される自主性は現場の景色だけでなく風土を変える可能性を持っている。近年AI/DX(Digital Transformation)活用が進んでいるものの、製造現場の課題解決には自主的な創意工夫による改善実行力が依然として不可欠であり、この施策を通じた実行力向上、さらには現場発イノベーションへの進展に期待したい。今後も、からくりLCA改善活動で現場一人一人の改善マインドを後押しして、持続的なイノベーションと強い現場づくりに貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 玉置哲也, ほか: JIT改善活動の深化と拡大, 三菱電機技報, 93, No.12, 679~682 (2019)
- (2) 公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会: からくり改善くふう展 開催案内
<https://jipm-event.com/karakuri/exh/exh-guide>