

R I G

Robot system Introduction (Implementation) step Guide (for enduser)

(『ロボットシステム 導入手順ガイド (ユーザー向け)』)

初 版 (V1.0) 2020 年 2 月

改 訂 (V1.1) 2020 年 3 月

改 訂 (V1.2) 2020 年 9 月

目 次

改訂履歴

2020/ 2/21	V1.0	初版
2020/ 3/13	V1.1	訂正（目次：5-1-4、5-2-1、5-2-2、5-2-3）
2020/ 9/ 1	V1.2	訂正（2-2 脱字）追記（5-1-2、9.）

1.	はじめに	4
2.	背景・問題点	4
	2-1 ロボットシステムへの認識	
	2-2 要求仕様	
3.	本書の適用範囲	6
	3-1 ロボットシステム	
	3-2 ロボットシステムインテグレータ（ロボットS I e r） （ロボットメーカーを含む）	
	3-3 その他の設備（加工設備、PLC、コンベア等）	
	3-4 連携システム	
4.	想定ユーザー	6
5.	導入手順	7
	5-1 経営陣（社長）による導入に向けた方針決定	
	5-1-1 背景／問題点・課題の抽出	
	5-1-2 ロボット導入のイメージ	
	5-1-3 ロボット導入の目的	
	5-1-4 導入・運用体制	
	5-2 要件の検討	
	5-2-1 制約条件（作業、ワーク、スペース等）	
	5-2-2 自動化のレベル（全自動、半自動）	

5-3 ロボットシステム提案依頼書（RFP）の作成

- 5-3-1 概要
- 5-3-2 制約条件
- 5-3-3 提案依頼事項
- 5-3-4 開発手順
- 5-3-5 稼働・運用
- 5-3-6 リスク・保証
- 5-3-7 契約・検収
- 5-3-8 保守・メンテ
- 5-3-9 評価・改善

5-4 提案依頼先（ロボットSIer）の選定

5-5 開発

5-6 稼働・運用&保守・メンテ

6.	仕様変更の考え方	11
7.	リスク・保証の考え方	11
8.	保守・メンテの考え方	12
9.	契約・検収の考え方	13
10.	評価・改善の考え方	13
	<主な参考資料>	14

===== < 1. はじめに > =====

RIGとは

『Robot system Introduction (Implementation) step Guide (for enduser)』

産業用ロボットシステムの導入にあたり、効率的で最適な手順でシステム導入するためのガイド。

(介護のための動作を支援するような介護用ロボットはツールとみなし対象外とする。)

この『RIG』では、作業手順を明確にすることにより、作業の見える化及び、社内やロボットシステムインテグレータとの合意形成を行なう。これにより、ロボットシステムの効率的で最適な導入を行うことを目的とする。さらに、ロボットシステムの利活用の促進を図ることを目的とする。

===== < 2. 背景・問題点 > =====

今まで製造ラインでロボットに製造作業を行わせようとする際、ロボットシステムの導入における明確な作業手順が存在していなかった。そのため、社内やロボットシステムインテグレータとの合意形成が曖昧で、期限内での導入することができなかつたり、期待する効果が得られなかつたり、運用を続けることができなかつたりして、失敗に終わるといった問題があった。

そこで、ロボットシステム導入のための手順及び検討内容を明確にすることにより、効率よく導入し、かつ、期待する効果が成果として得られるようにする。導入にあたっては、事前検討を十分に行い、工程設計（構想設計）を容易にできる要求仕様を作成して進めることが有効である。

2-1 ロボットシステムへの認識

製造ラインの問題点や課題を把握し、ロボットの導入をイメージした上で、目的と効果を明確にし、導入に向けての体制や担当者の選出を行う必要がある。また、ロボットシステムの導入を目的としないことや導入が目的とならないように注意する必要がある。

<ロボットシステム導入における問題点・課題>

- ・ ロボットを使った製造ラインのイメージがない
- ・ 製造ラインでの問題点・課題の抽出が不十分
- ・ 期待する効果が曖昧
(ロボットシステム導入により期待できる効果が曖昧)
- ・ 導入体制が不十分

<産業用ロボット導入のメリット（目的）>

- 1) 生産性向上
- 2) 品質安定・向上
- 3) 作業環境改善
- 4) 省力化・省スキル化
- 5) 省人化

- 6) 高付加価値化
- 7) 需要変動対応
- 8) 省スペース化
- 9) 省資源・省エネ

(「産業用ロボット導入ガイドライン」より再編集)

2-2 要求仕様

ロボットシステムの導入においてユーザーでは、最適なロボットシステムの選択ができず、ロボットシステムインテグレータの薦めるものを導入し、目的にそぐわないロボットシステムを使い続けることになってしまうことがあった。

そこで、背景を踏まえ問題点／課題を洗出して、ロボットシステムインテグレータに導入するにあたっての条件を提示し、目的にあったロボットシステムの提案をしてもらい、導入することが必要となる。

<仕様定義（要求記載事項）>

- 1) 概要
 - ・ 背景
 - ・ 問題／課題
 - ・ 対策と狙いとする効果、期待する成果
- 2) 制約条件
 - ・ 加工作業手順（生産形態）
 - ・ 加工設備
 - ・ ワーク
 - ・ 加工作業場所（スペース）
 - ・ 設備稼働状況
 - ・ 作業員
- 3) 提案依頼事項
 - ・ 新製造ライン構成
 - ・ ロボットの種類／形状／仕様
 - ・ 稼働条件／使用条件
 - ・ 開発手順／開発スケジュール
 - ・ 開発体制
 - ・ 導入教育訓練
 - ・ 保守方法
 - ・ 保証内容
 - ・ ロボットS I e r 情報
 - ・ ドキュメント類
- 4) 開発手順
- 5) 稼働・運用
- 6) リスク・保証
- 7) 契約・検収
- 8) 保守・メンテ
- 9) 評価・改善

===== < 3. 本書の適用範囲 > =====

製造ラインに導入するロボットシステム及び関連する設備、ロボットシステムの導入依頼先を対象として、導入手順及び検討事項をまとめたものである。

3-1 ロボットシステム

- ・製造ラインの加工設備やハンドリングに使用されるロボットや自動化設備及びその制御システム。主に、産業用ロボットを指す。

3-2 ロボットシステムインテグレータ（ロボットS I e r）

- ・ロボットシステムを導入する総合サービス業者（インテグレータ）。（ロボットメーカーを含む）
- ・導入前には提案を依頼し、導入後はサポートを担当する。

3-3 その他の設備（加工設備、PLC、コンベア等）

- ・ロボットシステムと連動する設備。（加工設備、P L C、コンベア等）
- ・ロボットシステムとその他の設備間では、やり取りするデータの内容と形式、インターフェイス、やり取りのタイミング等を決めておく。
- ・ロボットシステムの導入に伴い、その他の設備の入れ替えも出てくることあり得る。

3-4 連携システム

- ・ロボットシステムにデータを与える（出力する）情報システムや、ロボットシステムからデータをもらう（入力する）情報システム。
- ・ロボットシステムと情報システム間では、やり取りするデータの内容と形式、通信方式（インターフェイス、通信プロトコル等）、やり取りのタイミング等を決めておく。
- ・ロボットシステムから送られたデータの活用については、情報システム側での検討事項とする。

===== < 4. 想定ユーザー > =====

新たにロボットシステムを導入するエンドユーザー

（中でも、産業用ロボットの導入を検討している中小製造業）

ロボットシステム導入の経験のないユーザーは、具体的な導入後のシステム運用をイメージすることが苦手で、現物を見てみないと判断できないことがあり、導入決定後に問題が発生することが多い。そのため、導入前に、導入のイメージをつかめるようにロボットシステムについての見識をつけたり、ロボットの特徴について十分に調査検討し、社内での問題点や課題を整理した上で、ロボットシステムの導入を進める。

===== < 5. 導入手順 > =====

ロボットシステム導入にあたっては、社内の意識合わせ（合意形成）をしておく。
経営陣（社長）の元、関連する作業者の合意の上で一丸となって進める。

5-1 経営陣（社長）による導入に向けた方針決定

5-1-1 背景／問題点・課題の抽出

- ・背景（会社の歴史や業務概要）、問題点・課題を明確にしておく。

5-1-2 導入するロボットのイメージ

- ・各種ロボットの特徴（得意な作業・不得意な作業、メリット・デメリット）を理解する。
（メリット：処理スピード、処理精度、長時間稼働等）
（デメリット：危険性、スペース、メンテナンス等）

<産業用ロボットと協働ロボットと専用機（自動化設備）との違い>

- 0) 人手作業・・・・・・・・：複雑な作業への対応が容易、柔軟さが持ち味。
- 1) 専用機（自動化設備）：画一で単純な繰り返しの作業や大量の作業に向いている。
初期投資、運転費用回収の見込みが十分である場合は費用対効果が高いことが多い。
- 2) ロボット・・・・・・・・：ある程度の変更に柔軟に対応し、繰り返しや大量の作業にも対応できる。
（人と専用機の間くらい領域の作業が得意）
- 3) 協働ロボット・・・・・・・・：産業用ロボットの 카테고리の一部。
一定の条件を満たすことで、安全柵なしで人と共同作業を行えるロボット。
（人がロボットに触れそうになったり、触れた時、ロボットは原則及び／又は停止する。）

（「ロボット導入促進ガイドブック」「産業用ロボット導入ガイドライン」より再編集）

- ・同時に利用されることがある無人搬送車、自動搬送車（AGV、AMR）の特徴についても理解しておくといよい。

5-1-3 ロボット導入の目的

- ・導入の目的を明確にし、導入費用・稼働費用と導入により期待できる効果を検討しておく。（対費用効果の検討）
- ・ロボットの導入にあたっては、目的（期待する効果）に合ったものを選ぶ。（期待する効果が得られそうなロボットを選ぶ。）
（注：協働ロボットではタクトタイムの短縮は見込めないことがある。）

5-1-4 導入・運用体制

- ・ 経営陣（社長）は、ロボット導入における責任者と実務担当者を選任する。
- ・ 実務担当者には、導入時だけでなく、導入後も面倒をみることができる者を選ぶ。（実務担当者の選任）
- ・ 社内に有資格者をつくる。
（産業用ロボット作業者に義務付けられている安全教育の受講者）
- ・ ロボットシステムに関わる作業員には業務内容に合わせた専門的教育訓練を行う。

5-2 要件の検討

5-2-1 制約条件（作業、ワーク、スペース等）

- ・ 現状の作業内容、作業能力、作業効率、ワーク（形状、重量、加工内容）、作業場所（スペース）、加工設備、作業体制等を明確にし、どの作業工程／工程間のハンドリング等に導入ができるかを検討する。

5-2-2 自動化のレベル（全自動、半自動）

- ・ 全工程／工程間ハンドリング等に導入するのか、部分的に導入するのか、今回の導入のイメージ、最終的な導入のイメージを作っておく。

5-3 ロボットシステム提案依頼書（RFP）の作成

5-3-1 概要

- ・ ロボットシステム導入の前提条件となる事項について記載する。
（事業概要、現状及び問題点・課題等について記載する。）

5-3-2 制約条件

- ・ ロボットシステム導入に制約条件となる事項について記載する。
- ・ 現製造ラインの状況を記載する。
（加工作業手順、加工設備、ワーク、加工作業場所（スペース）、設備稼働状況、作業員等について記載する。）
- ・ 連携する設備や情報システムの状況について記載する。
- ・ 提案の範囲（対象工程）について記載する。
（最終形態及び今回の提案依頼範囲を明確にしておく。）

5-3-3 提案依頼事項

- ・ 導入するロボットシステムについて、ロボットS I e rから提案書に記載してほしい項目について記載する。
（新製造ライン構想：工程設計）
（ロボットの種類／形状／仕様、稼働条件／使用条件、等）
（開発手順／開発スケジュール、開発体制、導入教育訓練、保守方法、保証内容、ロボットS I e r情報、等）
（ドキュメント類）

5-3-4 開発手順

- ・開発期間、開発場所について記載する。
- ・ロボットシステム開発におけるデザインレビュー（DR）やテストレビュー（立会い）、進捗状況確認会議等について希望する開催回数や時期を記載する。
- ・ワーク図面やロボットの動作確認で使用するワークの提供方法について記載する。（基本的に自社からS I e rに提供する。）
（提供にあたっては機密保持契約を結ぶ。）

5-3-5 稼働・運用

- ・稼働予定日を記載する。
- ・ロボットシステム導入（新製造ラインへの切替え）のための設置等にかける日数／時間等を記載する。
- ・希望する稼働方法について記載する。（段階的に稼働するのか。一斉に稼働するのか。）
- ・希望する稼働時間（作業／使用時間）について記載する。（例：24時間稼働。又は、段階的に稼働時間を長くしてゆく。等）
（稼働可能時間と作業／使用時間を明確にしておく。）
- ・希望する保守方法について記載する。（製造ラインを止められるタイミングや時間）
- ・作業員の中にロボットシステムの安全についての有資格者を育成する。

5-3-6 リスク・保証

- ・ロボットS I e rに対して、提案書に導入するロボットシステムのリスクについて記載するように求める。
- ・ロボットS I e rに求める保証/補償/保障内容について記載する。
- ・導入するロボットシステムに求める保証基準（保証水準）について記載する。
- ・希望するセキュリティ対策について記載する。また、導入するロボットシステムのセキュリティ対策について記載するように求める。

5-3-7 契約・検収

- ・ロボットS I e r（ロボットメーカーを含む）との契約内容と契約方法、及び、ロボットシステムの検収方法、支払方法について記載する。（最終的には、ユーザーとロボットS i e r間の契約の際に決定する。）

5-3-8 保守・メンテ

- ・ロボットシステム導入後のロボットS I e rに求める保守方法について記載する。
- ・保守作業にはロボットシステムの安全についての有資格者を充てる。
- ・定期保守および不定期保守（故障時、不具合時）について記載する。
- ・保守中の製造ライン稼働方法についての提案も求める。

5-3-9 評価・改善

- ・ロボットシステム稼働後の評価方法、評価時期について記載する。
- ・さらに、評価結果の開示方法、開示時期について記載する。
- ・また、評価後の改善手順について記載する。

5-4 提案依頼先（ロボットS I e r）の選定

- ・提案は2社以上に依頼するのが望ましい。
- ・提案を依頼するにあたり、提案依頼先と機密保持契約を結ぶ。
- ・ロボットS I e rの提案内容をよく吟味し、スケジュール、費用、狙いとする効果が実現できるか等を考慮し、余裕をもって決定する。

5-5 開発

- ・契約後に、再度ロボットS I e rと協議し工程設計（構想設計）を行い、導入するロボットシステム（タイプ等）を決定する。そして、導入するロボットシステムの仕様を作成する。
- ・ロボットシステムの開発作業は、ロボットS I e rとロボットメーカーで行う。
- ・定期的にデザインレビュー（DR）やテストレビュー（立会い）、進捗状況確認等の会議／打合せ／ミーティングを行い、認識のずれや漏れがないようにする。また、会議／打合せ／ミーティングの記録を残す。
- ・ロボットの動作確認のためのワークを用意しロボットS I e rに提供する。
- ・開発したロボットシステムを設置する。（一斉／段階的）
- ・最終の動作確認は、ロボットS I e rと一緒に行う。
（確認項目と確認結果を記録として残す。）

5-6 稼働・運用&保守・メンテ

- ・稼働する前に作業員へ操作や保守の教育訓練を実施する。（※）
（教育訓練についての記録を残す。）
（※：ロボットの法定（労働安全衛生規則第31号、32号）の特別教育）
- ・定期的に保守を行う。（保守の記録を残す。）
- ・故障時や不具合発生時には、保守担当に連絡をとり対処する。保守担当だけでは対処できない場合は、ロボットS I e rに連絡をとり対処する。
（対処終了後に対処内容についての報告書を作成する。）
- ・ロボットシステムを安全に運用するための有資格者を育成する。

===== < 6. 仕様変更の考え方 > =====

仕様（要求）の変更は、ロボットS I e rとの仕様決定までとし、仕様が決定した後では安易な変更を出すべきではない。

しかし、諸事情により変更を行う場合は、自社とロボットS I e rとの協議の上で変更する項目／内容を決定し、記録に残す。協議にあたっては、自社の経営状況や作業状況、納期、予算、技術的な問題・課題等を考慮して変更項目／内容を決定する。決定した変更については、適切な変更管理（変更内容の明確化、自社及びロボットS I e rの責任者の承認、変更記録の作成&保管）を行って、実施する。

===== < 7. リスク・保証の考え方 > =====

- ・ 要求仕様には、リスクの内容を明記し、ロボットS I e rにリスクに対する対応案を提案してもらう。

< リスクの種類（例） >

- 1) 製品品質
 - ・ 精度の低下
 - ・ 不良の増加
- 2) 設備（ロボットシステムを含む）（セキュリティを含む）
 - ・ 設備能力低下
 - ・ 設備停止による納期遅延
 - ・ 外部からの不正アクセス等による設備の誤動作や故障、破壊
- 3) 作業員
 - ・ 加工精度の低下
 - ・ 誤操作（ミス、スキル不足）による不良の増加、精度の低下
 - ・ 担当者の不在（休暇、出張等）による納期遅延
- 4) 生産
 - ・ ロボットシステム導入遅延による生産計画変動
 - ・ 導入時の生産ライン停止
 - ・ 故障/不具合時の生産ラインの停止（減産）

- ・ ロボットS I e rには見積仕様書にロボットシステムの保証について明記してもらう。（性能保証、事業保障／補償等）

< 主な記載事項 >

- 1) 保証期間
 - （但し、使用可能期間内で契約不適合が発生した場合は、保証期間を過ぎた場合でも対応してもらう。）
- 2) 保証内容
 - ・ 動作精度保証
 - ・ 動作能力保証
 - ・ 安全保証
- 3) 免責事項
- 4) 費用
- 5) 契約不適合時の保証（瑕疵担保）／保障／補償

- ・ロボットS I e rに、ロボットシステムの安全基準（保証基準、保障水準）について記載してもらおう。

<安全基準>

- 1) 本質安全 構造の変更などによるリスク低減
- 2) 機能安全 監視装置や防護装置などの付加機能におけるリスク低減
- 3) 使用上の留意 使用上の注意喚起やオペレータの訓練などによるリスク低減

<参考：ロボットおよびロボットシステムの安全関連部の制御性能の要求レベル>

（産業用ロボットの安全に関する規格 ISO10218-1 (JISB8433-1) と ISO10218-2 (JISB8433-2) より）

- 1) カテゴリー3のアーキテクチャでのパフォーマンスレベル(PL)がd
- 2) プルーフテスト間隔20年以上で、冗長性(ハードウェア・フォールト・トレランス HFT)が1で安全度水準(SIL)が2

===== < 8. 保守・メンテの考え方 > =====

ロボットシステム稼働後には定期的に保守を行う。

また、故障時や不具合発生時にも保守を行う。

保守作業にはロボットシステムの安全についての有資格者を充てる。

ロボットS I e rには、保守についての提案をしてもらう。

- 1) 定期保守 保守周期・時期、手順
保守内容、方法
保守費用
- 2) 不定期保守
 - ・ 故障時 保守手順（連絡手順）
保守内容、方法
保守費用
保守作業中のライン稼働方法（※）
 - ・ 不具合時 保守手順（連絡手順）
保守内容、方法
保守費用
保守作業中のライン稼働方法（※）

（※ロボットが停止中の製造加工作業継続への対応 . . . 可否）

===== < 9. 契約・検収の考え方 > =====

ロボットSierからの提案を検討し、ロボットシステムの導入先を決定する。
 その後、決定したロボットSierと契約する。
 契約にあたって、開発と保守を別々に契約する。(収益認識基準)
 契約の際は、導入するロボットシステムの内容および開発の進め方、検収方法、
 支払方法、保証内容・方法、保守方法について再度協議し、契約する。
 機密保持についての契約を行う。(機密保持に関する覚書等の取り交わし等)
 ロボットシステム導入後の評価についても協議しておく。

<開発における契約方法>

1) 請負契約

- ・仕様作成から開発・設置・稼働までを一括して行うことを契約する。
- ・受注者は、完了（完成）させるための「進捗管理義務」が発生する。
- ・発注者は、完了（完成）させるための「協力義務」が発生する。
- ・受注者は、完成したロボットシステムに不具合や欠陥が見つかった場合は、
「契約不適合責任」も発生する。
(契約内容の保証期間に限らず、完了後10年以内)

2) 準委任契約

- ・決められた目的／テーマのために期限まで（決められた時間内）に
作業を行い、作業結果を報告することを契約する。
- ・受注者は、完了した作業について「契約不適合責任」は発生しない。
(前提：虚偽の報告でないこと。)

<開発における検収方法>

- ・一括検収か分割検収か
- ・検収時期（タイミング）

<開発における支払い方法（参考）>

- 1) 一括支払い・・・開発期間は単年度内
- 2) 分割支払い・・・開発期間が複数年度
 - ・履行割合型：全体スケジュールの進捗度合いに合わせた支払い方法
(進捗度合／開発期間)
 - ・成果完成型：機能の完成度合いに合わせた支払い方法
(完成機能数／全機能数)

===== < 10. 評価・改善の考え方 > =====

ロボットシステム導入後に評価を行う。

評価は導入目的及び狙いとする効果、期待する成果を元に行い、評価結果を公表する。

また、投資回収目標、費用対効果の評価も行う。

さらに、評価結果を元に改善を行う。

< 評価方法（例） >

- 1) 定量的効果、成果の評価・・・達成度（百分率）で
- 2) 定性的効果、成果の評価・・・〇〇段階評価で

===== < 主な参考資料 > =====

- ・「RIPS : Robot system Integration Process Standard
（『ロボットシステム インテグレーション 導入プロセス標準』）」第二版
（2017年6月）
- ・「産業用ロボット導入ガイドライン」
（2017年/平成29年3月、経済産業省 & 中部経済産業局 & 名古屋大学
産学官連携センター）
- ・「中小製造業のためのロボット導入促進ガイドブック」
（2016年/平成28年度、近畿経済産業局）
- ・「機能安全をご存じですか！？（機能安全が可能にする機械の安全確保）」
（平成28年3月、中央労働災害防止協会）

「Robot system Introduction (Implementation) step Guide (for enduser)
（『ロボットシステム 導入手順ガイド（ユーザー向け）』）」

初版 (V1.0) 2020年2月21日
改訂 (V1.1) 2020年3月14日
改訂 (V1.2) 2020年9月1日

初版編集担当 後藤武志 (SAAJ 東北)
佐々木訓 (SAAJ 東北)
横倉正教 (SAAJ 東北)

発行 認定 NPO 法人 日本システム監査人協会 (SAAJ)
東北支部 特別WG
(<https://www.saj.or.jp/shibu/touhoku/touhoku.html>)