

2章 産業用ロボットをモチーフとした設計・開発工程の概観

品質マネジメントシステムの原則

「設計品質の管理」について考察するに当たり、まず、考え方の基本として品質マネジメントシステム (ISO 9000 シリーズ：JIS Q 9000 シリーズ) が挙げられる。

品質マネジメント規格群の中で、「マネジメント」とは、次のように定義されている。

3.3.3 マネジメント

組織 (3.2.1) を指揮し、管理するための調整された活動。

3.2.1 組織

自らの目標 (= 達成すべき結果) を達成するため、責任、権限及び相互関係を伴う独自の機能をもつ、個人又はグループ。

(JIS Q 9000:2015)⁶⁾

ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)⁷⁾ では、品質マネジメントの原則は次の通りであると記されている。

- 顧客重視
- リーダーシップ
- 人々の積極的参加
- プロセスアプローチ
- 改善
- 客観的事実に基づく意思決定
- 関係性管理

(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

「顧客重視」、「リーダーシップ」、「人々の積極的参加」の重要性は、ことさら取り上げるべくもないと考える。これらなくして、継続的な事業の

発展は成し得ない。

4つ目の「プロセスアプローチ」とは、

組織の品質方針及び戦略的な方向性に従って意図した結果を達成するために、プロセス及びその相互作用を体系的に定義し、マネジメントすること。(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

である。そのための取り得る行動は、JIS Q 9000:2015⁶⁾によると、以下のように挙げられている。

2.3.4.4 取り得る行動

- システムの目標、及びそれらを達成するために必要なプロセスを定める
- プロセスをマネジメントするための権限、責任及び説明責任を確立する

(中略)

- プロセスの相互依存関係を明確にし、システム全体で個々のプロセスへの変更の影響を分析する(以下、割愛)

(JIS Q 9000:2015)⁶⁾

いずれも、品質活動の要訣を示唆している。ここで、以降の考察を進めていくうえで着目しておきたいのは、次の2点である。

- ①必要なプロセスを定める
- ②説明責任を確立する

その他の品質マネジメントの原則については、日ごろの活動からイメージが湧きやすいと考えられる。ただ、最後の「関係性管理」についてはあまり耳慣れないと思われるため、ここで触れておきたい。

2.3.7.1 説明

持続的成功のために、組織は、たとえば提供者のような、密接に関連する利害関係者との関係をマネジメントする。

(JIS Q 9000:2015)⁶⁾

すなわち、利害関係者（たとえば、提供者、パートナー、顧客、投資者、従業員、社会全体）との関係を調整しながら良い方向へ導くことである。これも、継続的な事業の発展のための重要な原則の1つであることが頷ける。

品質マネジメントシステムにおける 設計・開発の管理

ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015) では、上述の通り、品質マネジメントの原則の1つとして、プロセスアプローチが採られている。同規格の要求事項には、

8.1 運用の計画及び管理

(中略) 必要なプロセスを計画し、実施し、かつ、管理しなければならない。

(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

としている。そのうち、8.3に「製品及びサービスの設計・開発」に関する要求事項が挙げられている。

8.3.1 一般

組織は、以降の製品及びサービスの提供を確実にするために適切な設計・開発プロセスを確立し、実施し、維持しなければならない。

(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

これに続く要求事項として、次の項目が挙げられている。

8.3.2 設計・開発の計画

8.3.3 設計・開発へのインプット

8.3.4 設計・開発の管理

8.3.5 設計・開発からのアウトプット

8.3.6 設計・開発の変更

(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

ここで注目したいのは、「8.3.4 設計・開発の管理」であり、その要求事項は、次の通りである。

8.3.4 設計・開発の管理

組織は、次の事項を確実にするために、設計・開発プロセスを管理しなければならない。

- a) 達成すべき結果を定める。
- b) 設計・開発の結果の、要求事項を満たす能力を評価するために、レビューを行う。
- c) 設計・開発からのアウトプットが、インプットの要求事項を満たすことを確実にするために、検証活動を行う。
- d) 結果として得られる製品及びサービスが、指定された用途又は意図された用途に応じた要求事項を満たすことを確実にするために、妥当性確認活動を行う。
- e) レビュー、又は検証及び妥当性確認の活動中に明確になった問題に対して必要な処置をとる。
- f) これらの活動についての文書化した情報を保持する。

注記 設計・開発のレビュー、検証及び妥当性確認は、異なる目的をもつ。これらは、組織の製品及びサービスに応じた適切な形で、個別に又は組み合わせて行うことができる。
(JIS Q 9001:2015)⁷⁾

上記より、設計・開発の計画を立て、レビュー、検証、妥当性確認を実施し、それらを文書化することが必要である。そして、関連するこれらの証跡類を、適時、参照できるように維持することが重要である。

産業用ロボットの国際規格

ここでは、機械製品のモチーフとして、産業用ロボットを取り上げる。これまで本誌『機械設計』でもたびたび特集されているように、ロボットは、製造業からサービス業など、多岐にわたり、さまざまな局面での利活用が期待されている。なお、産業用ロボットに関する世界市場において日本のロボットメーカーのシェアは、毎年、数社が上位に食い込んでいる。よって、現時点では、日本の得意分野と言えるだろう。ただし、海外メーカーは、新しいロボット（たとえば、人と協働できるようなロボットなど）を続々と投入しており、中国のロボット業界では「中国製造 2025」の取り組みで活況を呈し、日本のロボットメーカーは、さらなる競争に晒されると見られる。

以降では、国際規格に基づいたロボット設計・開発を概観し、設計品質の管理について述べる。

産業用ロボットの安全規格である ISO 10218 シリーズは、当時 ISO/TC 184（現 ISO/TC 299）で開発された。ISO 10218 シリーズは、2部構成であり、ともに 2011 年に発行されている。ISO 10218-1:2011 (JIS B 8433-1:2015)⁸⁾ はロボット単体、ISO 10218-2:2011 (JIS B 8433-2:2015)⁹⁾ はロボットシステムが対象となる。図 4 に各パートの適用範囲のイメージを示す。

ISO 10218 シリーズから参照される ISO 8373:2012 (JIS B 0134:2015)¹⁰⁾ では、ロボット及びロボティックデバイスの用語が定義されている。その中で、“ロボット”は

二つ以上の軸についてプログラムによって動作し、ある程度の自律性をもち、環境内で動作して所期の作業を実行する運動機構。

(JIS B 0134:2015)¹⁰⁾

と定義される。また、“産業用ロボット”とは

自動制御され、再プログラム可能で、多目的なマニピュレータであり、3軸以上でプログラム可能で、1か所に固定して又は移動機能

をもって、産業自動化の用途に用いられるロボット。

注記1 産業用ロボットは、次のものを含む。

- マニピュレータ (アクチュエータを含む)
- 制御装置 [ペンダント及び通信インタフェース (ハードウェア及びソフトウェア) を含む]

注記2 産業用ロボットは、統合による追加軸を含む。

(JIS B 0134:2015)¹⁰⁾

と定義されている。

ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) の構造を図 5 に示す。また、ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) の引用規格を図 6 に示す。ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) は、機械安全の基本規格である ISO 12100:2010 (JIS B 9700:2013)¹¹⁾ の流れを汲んでいる。図 5 が示す通り、“危険源同定及びリスクアセスメント”を端緒に“設計要求事項及び保護方策”を講じながら対象ロボットにおけるリスク低減を図る。次いで、“検証及び妥当性確認”を経て“使用上の情報”という構造である。

各工程の概観とキーワードの紐づけ

ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) から参照される ISO 12100 (JIS B 9700:2013) によると、リスク低減プロセスは、図 7 に示す通りであり、次のように分類することができる。

- 設計者によって講じられる保護方策
- 使用者によって講じられる保護方策

前者は、メーカーが実施する製品の開発そのものであり、ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) の活動が該当すると考えられる。以下、ISO 10218-1 (JIS B 8433-1) の各箇条について概観する。

(1) 危険源同定及びリスクアセスメント

メーカーは、ロボットに起こりうる危険源を同