



ASAM

Association for Standardization of
Automation and Measuring Systems

英和対訳版

ASAM SCDL

Safety Concept Description Language

安全コンセプト記述言語

Part 1 of 3

Notation Specification

表記仕様

Version 1.6.0

Date: 2021-11-09

Base Standard

標準ドキュメント

この日本語版はオリジナルの英語版の翻訳であり、情報提供のみを目的としている。齟齬がある場合、英語版のASAM SCDL Notation Specification Version 1.6.0 標準ドキュメントが優先される。

The Japanese version is a translation of the original in English for information purposes only. In case of a discrepancy, the English version of the ASAM SCDL Notation Specification Version 1.6.0 standard document shall prevail.

免責事項

この文書は、ASAM e.V.の著作物である。
いかなる使用も、使用許諾条件に記載された範囲内に限定される。
ライセンス条項は、www.asam.net/licenseで確認することができる。

Disclaimer

This document is the copyrighted property of ASAM e.V.
Any use is limited to the scope described in the license terms.
The license terms can be viewed at www.asam.net/license

目次

まえがき	6
1 はじめに	7
1.1 概要	7
1.2 モチベーション	7
1.3 適用範囲	7
1.4 仕様書の構成	8
2 他の規格との関係	9
2.1 以前のリリースとの関係	9
2.2 ISO 26262 との関係	9
3 用語と定義	10
3.1 割り付け	10
3.2 エlement	10
3.3 無干渉	10
3.4 機能要求	10
3.5 機能安全	10
3.6 独立要求	10
3.7 意図機能	10
3.8 非機能要求	10
3.9 アザーテクノロジー	11
3.10 安全アーキテクチャ	11
3.11 安全機構	11
3.12 安全要求	11
3.13 重み付け	11
3.14 略語集	11
4 SCDL とは	12
4.1 概要	12
4.2 イントロダクション、コンセプト	12
4.3 適用範囲	14
4.4 SCDL 記法の基本概念	14

5	SCDL の基本定義	15
5.1	概要	15
5.2	記号の定義	15
5.2.1	要求表記	18
5.2.2	インタラクション表記	19
5.2.3	システムバウンダリインタラクション表記	20
5.2.4	インタラクション表記の禁止事項や例外事項	24
5.2.5	エレメント表記	25
5.2.6	制約条件	27
5.2.7	コネクティングライン	28
5.3	表記を組み合わせた時の意味	29
5.3.1	要求のエレメントへの配置	29
5.3.2	要求グループの括り方	31
5.3.3	要求グループ間のペアリング線からコネクティングラインを用いて 制約条件を表記する方法	38
5.3.4	要求グループ間の制約条件の詳細化について	41
5.3.5	無干渉表記	41
5.3.6	要求間インタラクション線の分岐	43
6	参考文献	45
	附属書: A. SCDL メタモデル	46
A.1.	概要	46
A.2.	範囲	48
A.3.	SCDLType (SCDL 型)	48
A.3.1.	Specializations	48
A.3.2.	Attributes	48
A.3.3.	WeightableType (重み付け可能型)	48
A.3.4.	Generalizations	48
A.3.5.	Specializations	48
A.3.6.	Association Ends	48
A.4.	Weight (重み付け)	49
A.5.	AbstractRequirement (抽象要求)	49
A.5.1.	Generalizations	49
A.5.2.	Constraints	49
A.5.3.	Specializations	49
A.5.4.	Attributes	49
A.5.5.	Association Ends	49
A.6.	Element (エレメント)	49
A.6.1.	Generalizations	49
A.6.2.	Constraints	49
A.6.3.	Association Ends	49
A.7.	Requirement (要求)	50
A.7.1.	Generalizations	50

A.7.2. Association Ends	50
A.8. Constraint (制約条件)	50
A.8.1. Generalizations	50
A.8.2. Association Ends	50
A.9. ConstraintPairing (制約条件との関連)	50
A.9.1. Generalizations	50
A.9.2. Association Ends	50
A.10. Interaction (インタラクション)	51
A.10.1. Generalizations	51
A.10.2. Constraints	51
A.10.3. Association Ends	51
A.11. RequirementGroup (要求グループ)	51
A.11.1. Generalizations	51
A.11.2. Constraints	51
A.11.3. Association Ends	51
A.12. ConstraintTarget (制約条件紐づけ対象)	51
A.12.1. Generalizations	51
A.12.2. Specializations	51
A.12.3. Association Ends	52
A.13. IndependencyTarget (独立対象)	52
A.13.1. Generalizations	52
A.13.2. Specializations	52
A.14. CoexistenceTarget (共存対象)	52
A.14.1. Generalizations	52
A.14.2. Association Ends	52
A.15. InterferenceTarget (干渉波及先)	52
A.15.1. Specializations	52
A.16. RequirementGroupPairing (要求グループペアリング)	52
A.16.1. Generalizations	52
A.16.2. Constraints	53
A.16.3. Association Ends	53
A.17. RequirementPairing (部分ペアリング)	53
A.17.1. Generalizations	53
A.17.2. Constraints	53
A.17.3. Association Ends	53
A.18. SCDL メタモデルと図の対応	53
A.18.1. 仕様書における図での対応	53
A.18.2. ユースケースで利用されている図を例にした対応	55
 図一覧	 57
 表一覧	 59

まえがき

SCDL(Safety Concept Description Language)は、ISO 26262 の安全アーキテクチャ、すなわち安全コンセプトを記述するための準形式記法である。これには、安全要求仕様、エレメントアーキテクチャ、エレメントへの要求割り付け、ASIL 配置、安全機構のデコンポジションなどが含まれる。ベンダーに依存しない言語である SCDL は、ISO 26262 のモデリング手法を目指しており、直感的でグラフィカルな表現と、わかりやすいプロセスを提供する。SCDL をベースにしたツールは、ISO 26262 の成果物の開発、設計、分析、検証をサポートする。手法や成果物の相互運用性と交換性が提供される。

まず、本書では、SCDL の概要を説明する。続いて、SCDL の用語と定義を説明する。特に、用語は ISO 26262 と同じ意味を持つことを意図している。最後に、SCDL の表記法を定義する。本書では、すべて SCDL の記号が標準化されている。

1 はじめに

1.1 概要

ISO 26262 では、安全性の説明をトップダウンで行うことが求められており、安全コンセプトが重要な成果物である。SCDL (Safety Concept Description Language) は、安全コンセプトを直感的に説明するための可視化手法を提供するものである。SCDL は準形式記法として ISO 26262 の要求を満たすことができる。

1.2 モチベーション

現在、社会基盤を支える大規模システムから、生活関連製品にいたるまで、さまざまな製品において、製品の安全性の論拠を示すことが強く求められている。この傾向は、化学プラント、原子力プラント、工作機械などの産業施設・設備の分野では、一連の ISO/IEC 安全規格の発行、システムの安全設計の見える化、第三者への説明責任など、安全活動によっても顕著に現れている。自動車分野においても ISO 26262¹の発行をきっかけに一段の広がりを見せている。

安全設計を可視化するためには、安全構想の策定、安全設計、安全検証など、システムの安全に関わる活動を通じて説明すること、すなわち、システムの安全性をどのようにして設計に織り込んだのか、あるいは、どのように安全性が担保しているのかを明確に説明することが求められる。

加えて、システムの保守性や、システムのセキュリティ対策を論じる際にも、安全性は重要なテーマとなる。

安全構想、安全設計、安全検証などの安全活動に必要な主要な要素は、要求とアーキテクチャである。このような安全活動においては、要求とアーキテクチャの関係を視覚的に表現するための表記法や、それを検証するための方法論が望まれている。本書では、製品開発に携わる設計技術者や検証技術者、あるいは製品評価に携わる第三者（評価者）にとって有益な表記法である Safety Concept Description Language (SCDL)を提供することで、社会的ニーズに応えようとするものである。

1.3 適用範囲

本書は、SCDL の文法を定義し、利用ガイダンスを提供する。SCDL は、システムの安全設計をアーキテクチャ視点から整理して記述するための表記法である。既存の表記法でも安全設計を記述することはできるが、アーキテクチャ視点から安全設計の検討や論証を一貫してサポートし、理解しやすく、安全設計に着目したレビューがおこなえる表記法が期待されている。

¹ISO 26262 : 2018. Road Vehicles -- Functional Safety. ISO Standard.

このような課題に対応するため、**SCDL** では安全設計においてアーキテクチャを主題として扱い、安全機構と安全に関連する要素の識別を階層的に論じる。

SCDL で設計されるアーキテクチャは、要求²と、要求が配置されるシステムの構成要素³を明確に区別して扱う。さらに、要求間の依存関係、要求のグループ化、要求グループ間の制約となる要求（以降は制約条件と呼ぶ）、要求の配置、重み付け（例えば、ISO 26262 では ASIL）の波及範囲などが表現できる。

1.4 仕様書の構成

仕様の規定に関しては、以下に示す 3 つの章が提供する。

- 4 章: **SCDL** について
 - 本章では、**SCDL** の概要や考え方、安全設計における **SCDL** の役割について説明する。
- 5 章: **SCDL** の基本定義
 - 本章では、**SCDL** の文法や表記法など、基本的な要素を定義する。
- 附属書: A **SCDL** メタモデル
 - 本章では、**SCDL** のメタモデルを示す

²意図機能といった機能要求や非機能要求、安全要求など

³ソフトウェア、ハードウェア部品など

2 他の規格との関係

2.1 以前のリリースとの関係

SCDL 仕様の最初のバージョンである Ver.1.0 は、Safety Concept Notation - Study Group (SCN-SG)によってリリースされた。その後、Ver.1.5 まで仕様が更新された。今後、SCDL はより広く採用され、活用されることが想定される。そこで、今回の改訂版 Ver.1.6.0 より、SCDL の仕様を ASAM に移管し、ASAM の国際標準規格としてリリースする。

2.2 ISO 26262 との関係

本仕様書は、ISO 26262:2018 で規定された以下に関連する要求事項の効果的かつ効率的な実装をサポートする。

- Part 3 Clause 7: Functional safety concept
- Part 4 Clause 6: Technical safety concept
- Part 5 Clause 6: Specification of hardware safety requirements
- Part 5 Clause 7: Hardware design
- Part 6 Clause 6: Specification of software safety requirements
- Part 6 Clause 7: Software architectural design
- Part 8 Clause 6: Specification and management of safety requirements
- Part 9 Clause 5: Requirements decomposition with respect to ASIL tailoring
- Part 9 Clause 6: Criteria for coexistence of elements
- Part 9 Clause 7: Analysis of dependent failures
- Part 9 Clause 8: Safety analyses

3 用語と定義

本書では、以下の用語と定義が適用される。いくつかの用語は、ISO 26262 で定義されている。

3.1 割り付け

要求の重み付けのエレメント (3.2) に対する付与。

3.2 エレメント

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.41]

3.3 無干渉

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.65]

3.4 機能要求

仕様書の中では、機能要求とは、利害関係者が期待するサービスのことである。(注：) 機能とは「何かがどのように動作するか、あるいは作動するかを説明するものである。各エレメント (3.2) や部品が責任を担う固有の役割または動作であり、それらが相互に作用し合って全体を構成している」。

3.5 機能安全

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.67]

3.6 独立要求

共通の原因で複数の要求間に同時侵害がないことを意味する要求。

3.7 意図機能

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.83]

3.8 非機能要求

仕様書の中では、非機能要求とは、機能要求 (3.4) に対して、機能要求を実現する上での制約条件である。例えば、独立要求 (3.6)、無干渉 (3.3) 要求がある。ただし、独立要求、無干渉の要求は、詳細化の過程で機能要求となり得る。

3.9 アザーテクノロジー

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.105]

3.10 安全アーキテクチャ

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.135]

3.11 安全機構

[SEE: ISO 26262-1:2018, 3.142]

3.12 安全要求

エレメント（3.2）の安全に関わる役割、機能、ふるまい。

3.13 重み付け

安全上の重要さの度合い。

3.14 略語集

略語	正式名称
ADL	Architecture Description Language
ASIL	Automotive Safety Integrity Level
DFD	Data Flow Diagram
FBD	Function Block Diagram
UML	Unified Modeling Language
SysML	Systems Modeling Language
SCDL	Safety Concept Description Language
E/E	Electric and/or Electronic

4 SCDL とは

4.1 概要

本章では、SCDL の背景、目的やコンセプトについて説明する。

4.2 イントロダクション、コンセプト

一連の ISO/IEC 機能安全規格の発行をきっかけに、システムの安全設計の考え方、言い換えると、安全アーキテクチャのあり方が、以前にも増して議論されるようになってきた。安全設計の説明責任や評価・検証の容易性を確保するために、安全アーキテクチャが非常に重要であるという考え方である。

安全設計の妥当性を論証するためには、少なくとも要求とシステム構成要素の関係が曖昧ではなく、理解しやすい階層的な表現になっていることが必要である。

安全アーキテクチャは、主に次の3つのトピック（1、2、3）を中心に論じられることが多い。

1. 想定されるリスクに対する十分な対策

安全方策がシステムに実装されて効果的に機能する場合は、通常、安全機構と呼ばれる。

SCDL は、このような安全機構を扱う。

安全機構を規定するには、Figure 1 に示すような点を考慮する必要がある。

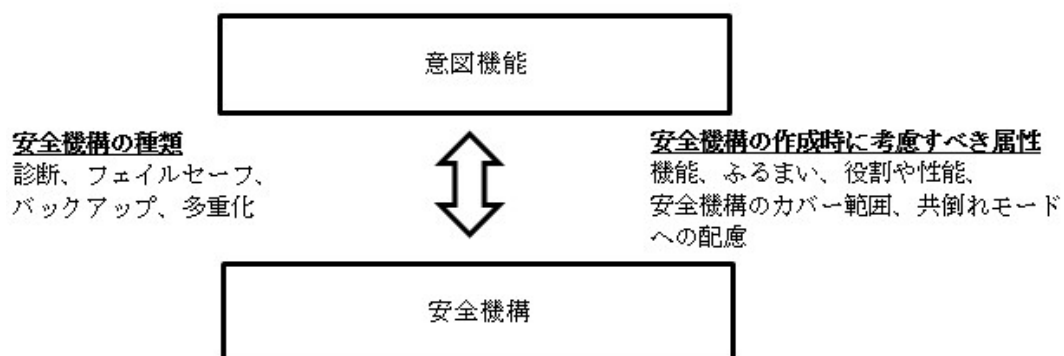


Figure 1 安全機構の仕様

2. 安全関連エレメントの識別と分離

安全関連エレメントは、その重要度を考慮して取り扱わなければならない。安全関連エレメントを特定し、それぞれに重み付けをすることで、安全設計のための議論が可能となる。

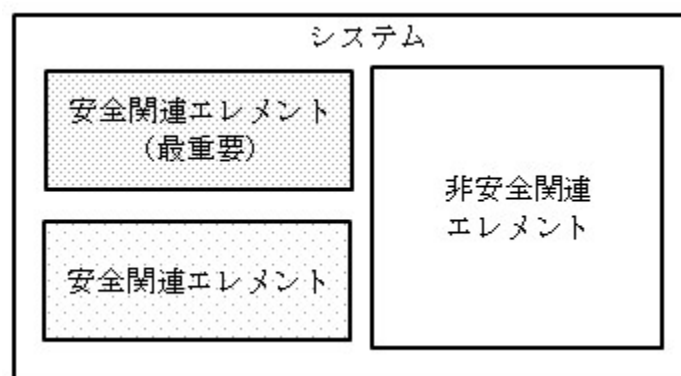


Figure 2 安全関連エレメントの識別と分離

3. 1と2の体系的、構造的、階層的論拠

設計するシステムのアーキテクチャは、トップダウンで階層的に詳細化される。安全アーキテクチャも同様に、製品コンセプト、システムコンセプトから、ハードウェア、ソフトウェアレベルのコンセプトに落とし込んで具現化される。いずれのレベルにおいても、安全機構の構造を考慮し、安全関連エレメントを階層的に論じることで、安全設計の論証をおこなう。

現在、UML、SysML、ADL、EAST-ADL、DFD、FBDなどの既存の表記法を用いて、安全アーキテクチャを規定している例が少なくない。

しかしながら、安全設計の検討作業や論証を一貫して連続的にサポートするには、どの記法や言語を適用しても不足感があり、曖昧さのない準形式的言語と方法論が必要である。既存の手法は、それぞれのニーズや目的に応じて考案されたものであり、安全アーキテクチャを具体的かつ適切に扱うために用意されたものではない。そのため、安全アーキテクチャの仕様化のニーズを満たすことについて期待するには無理がある。そこで、安全アーキテクチャを明確に表現するために、安全設計指向の準形式的な表記法を考案した。

限られたリソースの中でのシステム開発では、関係者間のコミュニケーションやレビューにかかる負荷を最小限に抑える必要がある。また、表記法の重要な特徴の一つとして、エンジニアが直観的に仕様を理解できることが必要である。これにより、エンジニアは安全設計に関するコミュニケーションや議論に集中することができる。これらを実現するためには、これまで慣れ親しんできた各種表現方法の拡張版として、この表記法を提供する。

4.3 適用範囲

SCDL（または表記法、表記言語）は、安全アーキテクチャを効果的かつ効率的に開発、検証、再利用するための仕様記述に適用することを意図している。

さらに、安全関連エレメントに重み付けするなど、安全設計に関わるパラメータを付加したアーキテクチャの記述に適用することを想定している。技術分野によっては、安全関連の要求は非機能要求に分類されることもあるが、本書では、Table 1 に示すように、安全関連の要求と非安全関連の要求の両方を対象としている。

Table 1 SCDL 適用範囲

	機能要求	非機能要求
安全関連	適用する	必要に応じて適用する
非安全関連	必要に応じて適用する	原則、適用しない

4.4 SCDL 記法の基本概念

前述の背景を踏まえて、SCDL は安全要求仕様や安全アーキテクチャを適切に記述するために、以下の点について対応する。

- 要求とエレメント（サブシステムやコンポーネントなど）を明確に区別して扱え、同時に要求とエレメントを同一のビューに表現できる。
- 要求間のインタラクション（情報・信号・メッセージ等の授受）や、機能的な依存関係を、従来の DFD/FBD の表記で表現できる。
- 要求の冗長性や要求間の制約条件など、安全機構の役割をわかりやすく表現できる。
- 安全機構に関する要求の導出背景を、安全分析を交えて説明できる。
- 安全要求のグループ化を明示できる。
- 関連する要求グループの従属故障分析の対象や範囲の特定を支援できる。
- エレメントの重み付けが、どの要求の配置によってもたらされたか、どの要求への無干渉要求からもたらされたのかを可視化できる。
- システムレベルからハードウェア、ソフトウェアなどの実装レベルまで、一貫した開発を支援する。
- SCDL の文法や表記法は、ソフトウェアツールで実現されるモデリング機能に基づいている。

SCDL は、ISO 26262:2018 で安全アーキテクチャに要求される準形式記法として有効な記述方法である。また、SCDL で作成した安全アーキテクチャの仕様情報は、ソフトウェアツールの支援により、効率的な安全アーキテクチャの記述と安全分析を実現する。

5 SCDL の基本定義

5.1 概要

本章では、SCDL の定義として、記号の定義、組み合わせた時の意味、構造図の種類の詳細を示す。

- 5.2 節 「記号の定義」では、要求、要求グループ、要求グループの冗長関係、エレメント、インタラクション、システムバウンダリインタラクションについて説明する。
- 5.3 節 「記号を組み合わせた時の意味」では、要求のエレメントへの配置、要求のグループ化の方法、ペアリング時の制約条件の導出方法、無干渉の要求表記、要求間のインタラクション線の分岐について説明する。

5.2 記号の定義

本節では、SCDL の基本的な表記法に用いる基本的な記号（要求、エレメント、それらのインタラクション、無干渉）を定義する。すべての記号の線種、太さ、色（塗りつぶし色、線の色、文字の色など）は任意であるため、SCDL の利用者は、異なる記号を区別するためのルールを規定するとよい。

SCDL では以下の要素を定義する。

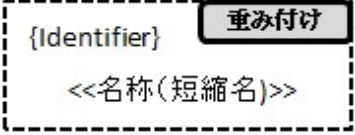
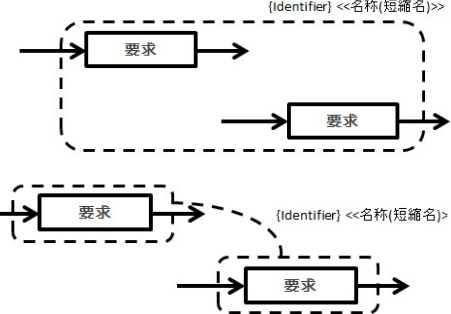
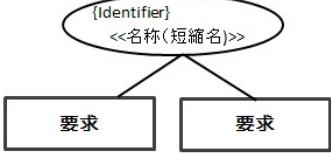
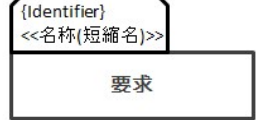
- 要求
- 要求グループ
- エレメント

また、SCDL では以下の要素間の関連を定義する。

- インタラクション
- システムバウンダリインタラクション
- 無干渉
- 要求グループペアリング
- 制約条件からのコネクティングライン

要素の表記を Table 2 に示す。表中の“{ }”、“<< >>”、“()”は、各項目の記入欄を示しており、図上での表記は不要である。

Table 2 SCDL 基本定義(要素)

記号名	記号	説明
要求		要求は、長方形で表記し、重み付けは大きな長方形の右上に位置する小さな長方形に表記する。 短縮名はユーザーが要求の名称を理解するためのものである。 要求の要素への配置先が決定されていない、または要求を配置できない場合は、左下図のように要求の底辺に二重線を用いる。
エレメント		エレメントは、長方形で表記し、重み付けは大きな長方形の右上にある小さな長方形で重み付けに表記する。 エレメントと要求を区別するためには、異なる線種や色を用いる。
要求グループ	1.  2.  3. 	要求グループを記述するための表記法には、3種類の方法がある。どの表記を利用するかは任意とする。 1. Enclosure type: 同じグループに属する複数の要求を枠線で囲む。同じグループに属する場合は、複数の枠線を点線で紐付けてもよい 2. Balloon type: 楕円にて要求グループを表記する。同一グループに属する要求を線で結ぶ。 3. Tab type: 要求の長方形の上辺にタブを表記し、その要求が属する要求グループを記述する。タブの中には、要求が属する同一の要求グループを示す識別子を記述する。

関連の表記を Table 3 に示す。

Table 3 SCDL 基本定義(関連)

記号名	記号	説明
インタラクション	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	2つの要求間に一方向の矢印を用いて「インタラクション」を表記する。
システムバウンダリインタラクション	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	システムの外界と要求間に一方向のブロック矢印として「システムバウンダリインタラクション」を表記する。
外部プラント	 {Identifier}<<名称(短縮名)>>	5点の星形を用いて「外部プラント」を表記する。
アザーテクノロジーリンク	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	一方向のブロック矢印（システムバウンダリインタラクション）の上に小さな塗りつぶした円を置き「アザーテクノロジーリンク」を表記する。リンクしている小さな塗りつぶした円を線で結ぶ。
無干渉	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	矢印の線と交差する 2 本の平行線を使って「無干渉」を表記する。矢印の線の始点と終点の間に平行線を置く。
要求グループペアリング	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	破線の双方向の矢印で、要求グループを結び「要求グループペアリング」を表記する。
コネクティングライン	 {Identifier} <<名称(短縮名)>>	両端が菱型の線で「コネクティングライン」は表記する。

5.2.1 要求表記

要求は長方形で表す。要求は機能・役割・振る舞いを扱う。1つの長方形が1つの要求を表す。記述内容の命名則は、**SCDL** では定義しない。要求を示す長方形の線種は任意であるが、次節にて定義するエレメントを示す長方形とは区別できるようにする。

要求を示す長方形は、重み付けを表記する記入欄を持つ。重み付け記入欄は、要求の右上に配置される小さな長方形を標準位置として、その2辺が要求の大きな長方形に内接する。重み付けは、関連する安全規格が定める規則に従い記述する。ただし、要求に重み付けの付与がおこなわれるまでは表記しない。

規定項目

- 基本
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
 - 重み付けの表記は省略できる。
- 位置・形状
 - 形状は長方形とする。
 - 要求を示す長方形の線種は実線とする。
 - 重み付け欄は、通常、要求の右上に配置され、その2辺が要求の大きな長方形に内接する小さな長方形とする。
 - エレメントと要求を組み合わせる場合は、それらは互いに内接／外接／交差してはならない。

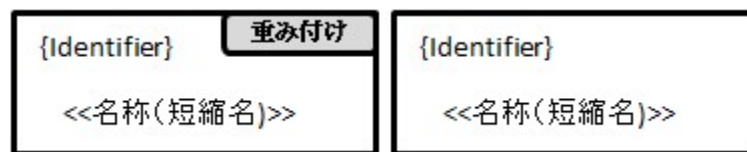
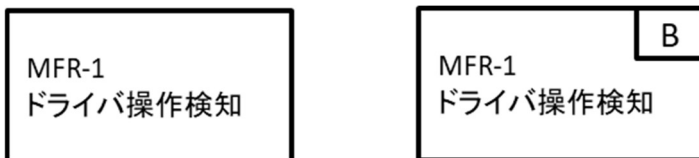


Figure 3 要求表記

例:

左：重み付け（ASIL）が未決定の要求

右：重み付け（ASIL B）が定義されている要求



5.2.2 インタラクション表記

SCDL での要求間の情報／信号／メッセージ等の授受をインタラクションと呼ぶ。インタラクションの代表的な表記を Figure 6 に示す。

要求を示す長方形は、1 つ以上の入力と 1 つの出力で表されるインタラクションを持つ。これは、アーキテクチャに配置された要求には相互に依存関係があり、その依存関係をインタラクションで表現しているためである。

インタラクションは“矢印(→)”で表記する。“矢無し端点”を要求の出し側、“矢有り端点”を要求の受け側に接続する。

Figure 5 の様に、“矢無し端点”から始まるインタラクションは、そのインタラクションの途中から分岐して複数の要求に接続してもよい。これは、ある要求が規定している内容が、他の複数の要求に参照され、相互に影響し合うからである。

ただし、Figure 4 のように、要求への入力は、インタラクションを途中でつないで一つに結合してはならない。その理由は、入力の合流については何かしらの意図があるはずであり、その意図は要求として明示されるべきだからである。したがって、複数のインタラクションの入力は、明示された要求に対して記述されるべきである。

規定項目

- 基本
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
 - 要求は、1 つ以上（複数）のインタラクション（入力）を持つ。(Figure 4)
 - 同じ情報（インタラクション）を下流の複数の要求で共有されている場合は、インタラクションが分岐するように表記する。(Figure 5)
- 位置・形状
 - 形状は矢印線とする。
 - 線の両端が要求に接続していること。インタラクションと要求の接点は、要求の両側に始点と終点としてあること。
 - インタラクション線は交差させてもよい。



Figure 4 複数の入力インタラクションを持つ例



Figure 5 分岐の例

例

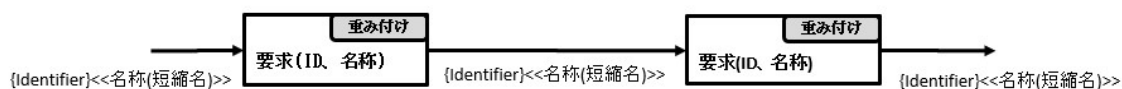


Figure 6 要求および要求間インタラクションの代表表記

5.2.3 システムバウンダリインタラクション表記

要求(油圧、水量など)間の機械・力学的な授受を表すインタラクションを、システムバウンダリインタラクションと呼ぶ。システムバウンダリインタラクションの表記法を Figure 7 に示す。

システムバウンダリインタラクションは“ブロック矢印”で表記する。入力表現する場合、“矢側端点”が要求に接続し、“矢無端点”はシステム境界外の別の要求と接続する。また、出力を表現する場合、“矢無端点”が要求に接続し、“矢側端点”はシステム境界外の別の要求と接続する。なお、システム境界外の要求との接続は省略しても良い。この場合、どちらかの端点が要求に接続していない表現となる。接続の表記が省略された場合でも、要求に接続していない端点はシステム境界外に配置する。

規定項目

- 基本
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
 - 線のどちらか一方は要求と接続する。
- 位置・形状
 - 形状は「ブロック矢印」とする。
 - インタラクションと区別できる矢印の太さとする。

例

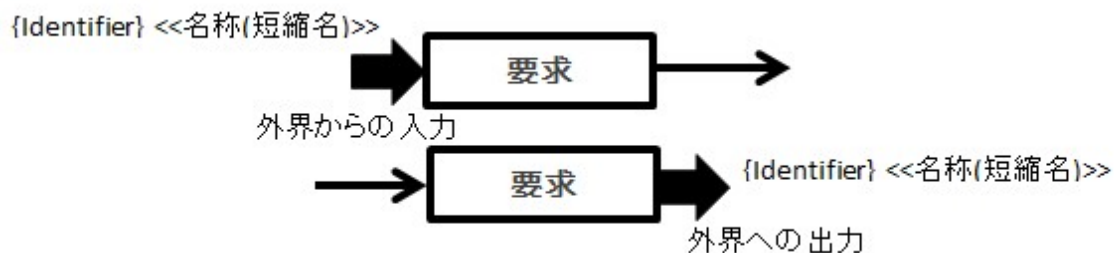


Figure 7 システムバウンダリインタラクションの表記例

5.2.3.1 外部プラント⁴

制御結果をセンサでモニタする場合や、制御結果をシステムの動作に反映させてセンシングで測定する場合は、5 点の星形を用いて、システム境界外の接続や相互作用、および制御対象の項目を表記する。

外部プラントは、システムバウンダリインタラクションの派生的な表記法である。また、外部プラントは、システム外の相互作用にのみ用いる。これは、表記の対象となるシステム境界外の接続または相互作用を表し、制御対象への入力と出力の関係を表すためである。

規定項目

- 基本
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状
 - 外部プラントはシステムバウンダリインタラクション上に記載する。
 - 形状は 5 点の星形とする。

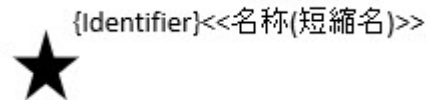


Figure 8 外部プラント

例

次の図は、エレメント 1-4 によって、制御結果が制御対象の挙動に反映され、その挙動が、エレメント 1-2 にてセンシングされていることを示している。

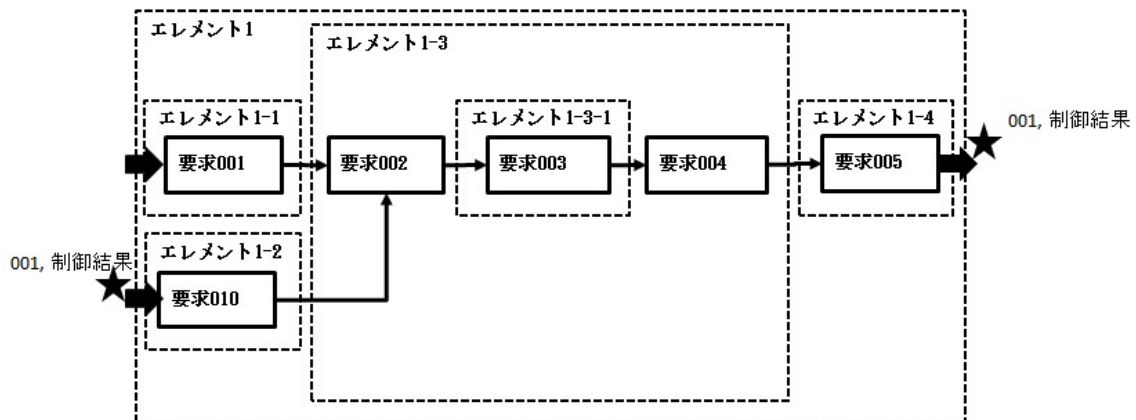


Figure 9 外部プラント使用例

⁴ “外部”とは、E/E システムの外側という意味である。

5.2.3.2 アザーテクノロジーリンク⁵

機械構造などでリンクされた入力表記法を以下とする。

アザーテクノロジーリンクは、システムバウンダリインタラクションの派生的な表記である。

規定項目

- 基本

- 入力または出力のシステムバウンダリインタラクションが機械的にリンクされている場合は、リンク先との接続を表記する。
- 入力および／または出力のリンク先が複数ある場合は、すべてのリンク先との接続を表記する。
- 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。

- 位置・形状

- システム境界外の機械的リンクを明確に判別する為、表記法は以下とする。
- 入力側または出力側がリンクしている場合、リンクしている全てのシステムバウンダリインタラクションの矢印のある端点に、円が接するように塗りつぶした丸印を配置し、その丸印間を線で結合する。
- 入力側／出力側共に、丸印を識別出来ること。

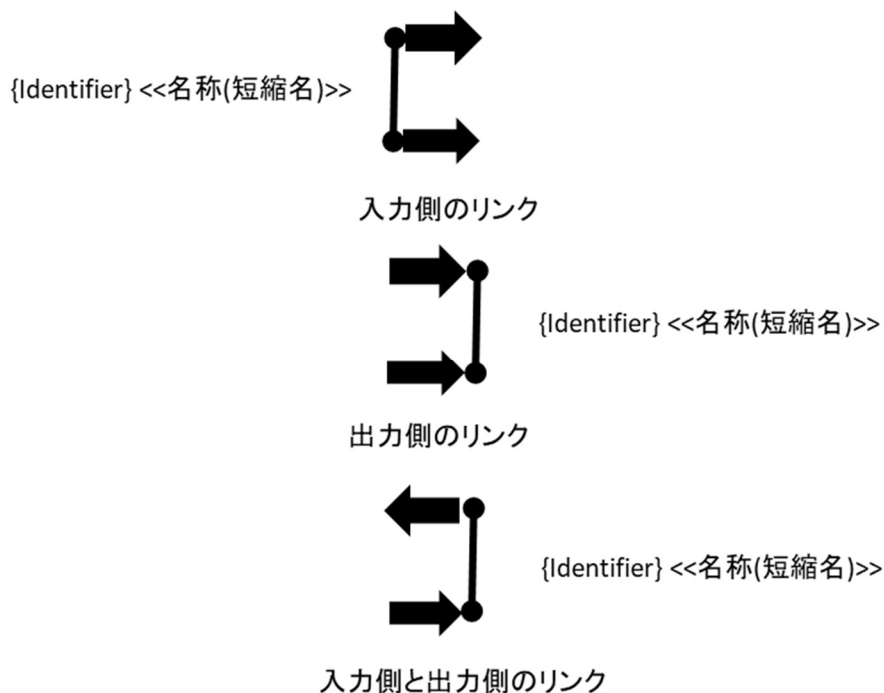


Figure 10 アザーテクノロジーリンクの表記

例

センサが機械的にリンクされている場合の事例を、Figure 11 に示す。

⁵ "アザーテクノロジーリンク"とは、E/E システム以外の技術を意味する。

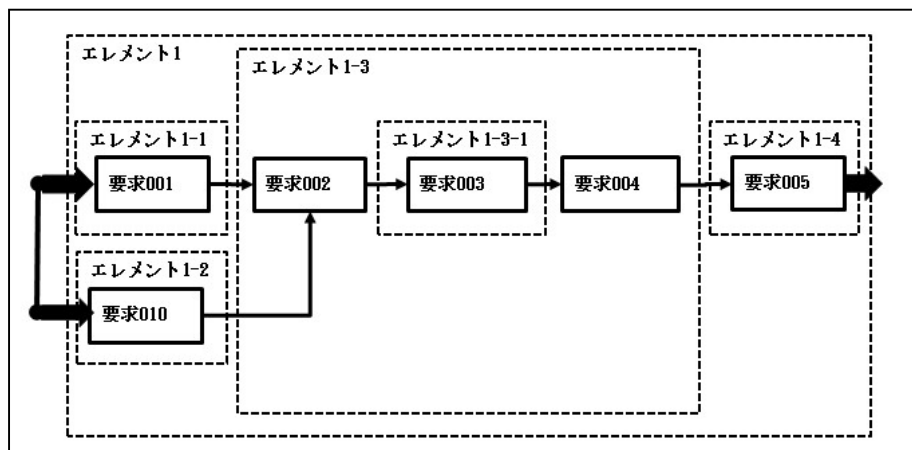


Figure 11 アザーテクノロジーリンク使用例

5.2.4 インタラクション表記の禁止事項や例外事項

複数の要求間のインタラクション表記での代表的な禁止事項や例外事項を下記に示す。

禁止事項

- 1 1つの要求から2つ以上の出力のインタラクションは、要求がアトミックではなくなるため、回避しなければならない。(Figure 12)
- 2 合流したインタラクションの論理自体が別の要求として示されるべきであるため、複数の入力インタラクションを合流させて表現してはならない。(Figure 13)



Figure 12 禁止事項：二つ以上の出力を持つてはならない



Figure 13 禁止事項：入力のインタラクションを合流表記してはならない

例外事項

- 1 アイテム/システム/サブシステムの場合、インタラクションは一般的に入力から出力へとつながった経路を持つ。ただし、入力や出力を伴わない要求は例外として存在する（例：初期値設定、乱数発生、リセット等）



Figure 14 入力を持たない例



Figure 15 出力を持たない例

5.2.5 エレメント表記

エレメントはシステム、サブシステム、コンポーネント、ユニット、モジュール、部品、回路ブロックなど、さらに、その入れ子構造を表す。

エレメントは長方形で表記する。線種は破線（一定間隔のドットやダッシュで構成された直線）とし、要求を表す長方形とは区別できるようにする。

上位エレメントの内部構造は、下位エレメントを上位エレメントのサブセットとして、また他の下位エレメント内のサブセットとして配置することで、容易に表現することができる。

SCDL におけるエレメントの代表的な表記法を Figure 16 に示す。

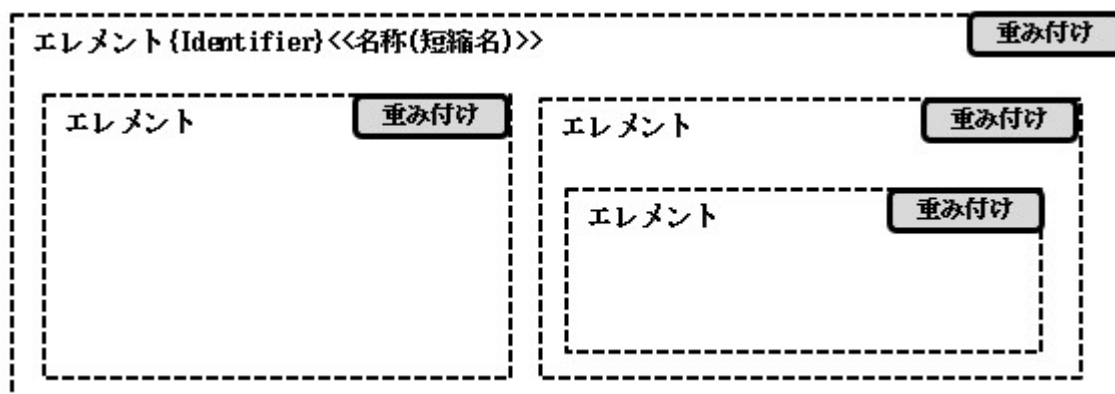


Figure 16 エレメント表記

規定項目

● 基本

- エレメントはシステム、サブシステム、コンポーネント、ユニット、モジュール、部品、回路ブロックなど、およびそれらの入れ子構造を表す。
- エレメントには、識別子として"ID"、"名称（短縮名）"のいずれかを表記するか、または両方表記する。

● 位置・形状

- エレメントの表記には長方形を用いる。
- エレメントは、重み付けを表記する長方形の記入欄を持つ。
- エレメントの線種は、要求の線種と区別するために、破線（一定間隔のドットやダッシュで構成された直線）とする。
- 重み付け記入欄は、エレメントの右上に配置された小さな長方形とする。重み付け記入欄の2辺（上辺と右辺）は、エレメントの大きな長方形と内接する。
- 長方形の大きさは表現されている重み付けが視認できる大きさとする。
- 入れ子構造を表記する場合は、親エレメントの内部にサブエレメントを同じ長方形の形状を用いて表記するが、親エレメントよりも小さいサイズの長方形を用いる。また、それらは互いに接触しないように配置されなければならない。一番外側のエレメントは、システムの境界を表す。
- 破線で区切ってエレメントを2つのエレメントに分割してはならない。(Figure 17)
- エレメントは包括図として表記し、エレメントを部分的に重なるように表記してはならない。(Figure 18)
- 上位エレメントと下位エレメントを内接させてはならない。(Figure 19)

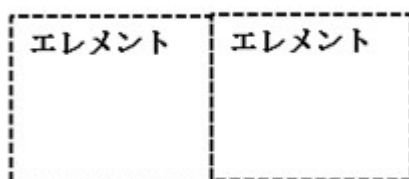


Figure 17 エレメント表記の禁止例(分割)

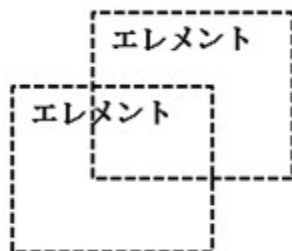


Figure 18 エレメント表記の禁止例(重なり)

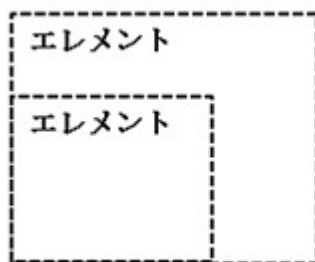


Figure 19 エレメント表記の禁止例(内接)

5.2.6 制約条件

機能要求を実現するための制約である制約条件は、要求として表現できる。要求のグループ化やグループ間の制約となる独立要求や、無干渉の要求を扱える。ただし、独立要求、無干渉の要求は、詳細化の過程で機能要求となることがある。

以下の規定項目は、制約条件特有の項目を記載する。

規定項目

- 基本規定
 - 制約条件は要求として記述される。
 - 要求グループ間の関係は、制約条件によって表記される。
 - 制約条件の要素への配置先が決定されていない場合、または配置できない場合は、要求の下辺を二重線で表記する。（Figure 20）



Figure 20 エlementへ配置先が決定されていない場合の制約条件表記

- 位置・形状
 - 制約条件は、ペアリング線、もしくは無干渉からのコネクティングラインで接続された要求として表記する。

5.2.7 コネクティングライン

コネクティングラインは、ペアリング、もしくは無干渉を実現する上での制約を表現する要求と、それらの線を結びつけるために用いる。

規定項目

- 基本
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
 - コネクティングラインの一端は要求と接続する。もう一方の端は別の線と接続する（無干渉表記、ペアリング）。
- 位置・形状
 - 形状は両端を菱型端点で表記する線とする。


 {Identifier} <<名称(短縮名)>>

Figure 21 コネクティングライン表記

例

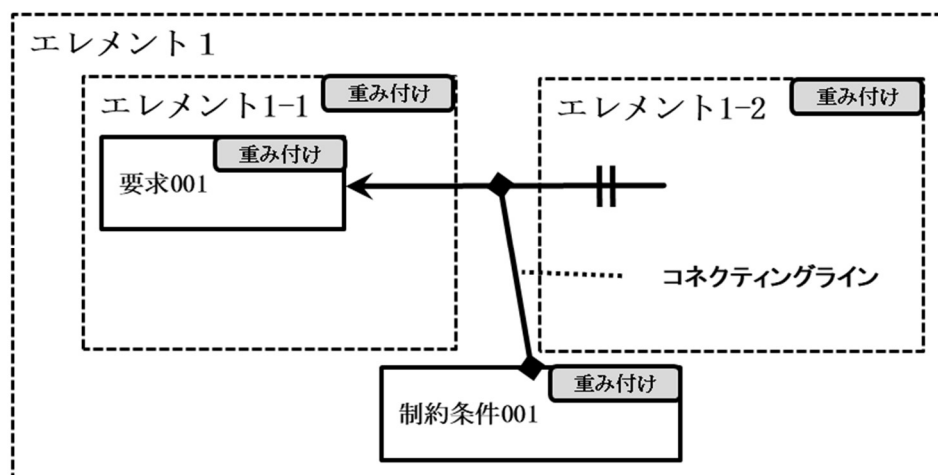


Figure 22 無干渉と結びついているコネクティングライン

5.3 表記を組み合わせた時の意味

SCDL では、定義された要素を組み合わせて用いる。本節では、代表的な表記の組み合わせを説明する。

5.3.1 要求の要素への配置

要素に対する要求の配置を以下に示す。

規定項目

- 基本
 - 要求は、その要求を実現する要素に配置（記述）する。(Figure 23)
 - 1つの要素に複数の要求を配置（記述）できる。
 - 重み付けされた要求を要素に配置した場合は、各種安全規格のルールに基づき、要素の重み付けをおこなう。ただし、要素の重み付けは、関連する要求の重み付けが設定されるまで表記されない。(Figure 24)

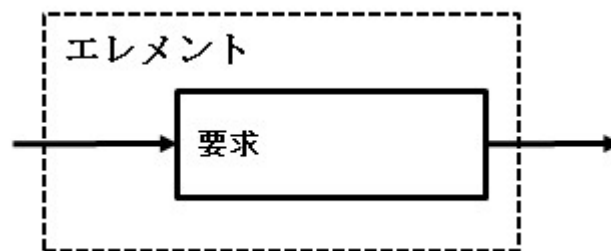


Figure 23 要求と要素の配置記述

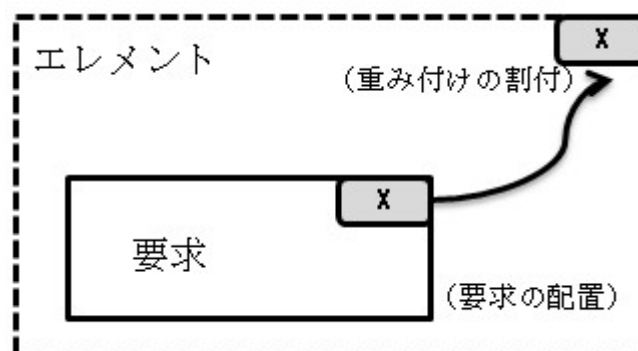


Figure 24 要素の重みづけの割り付け

- 位置・形状

- 要求が配置されている要素と、要求間のインタラクションを明確に判別するための表記法は以下とする。
- エlementに配置される要求は、そのElementの境界線に接することなく、Elementの内側に記述する。(Figure 23)
- 1つのElementに複数の要求が配置される場合は、要求どうしが接しないようにする。
- 要求は、Elementの境界線に内接および交差してはならない。(Figure 25, Figure 26)
- Elementが入れ子になる場合でも、上位Elementおよび下位Elementの境界線に内接したり、外接したり、交差してはならない。(Figure 27)



Figure 25 内接の禁止例

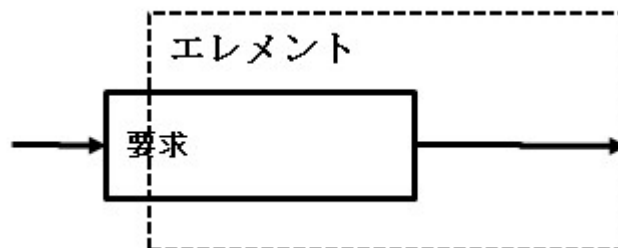


Figure 26 交差の禁止例

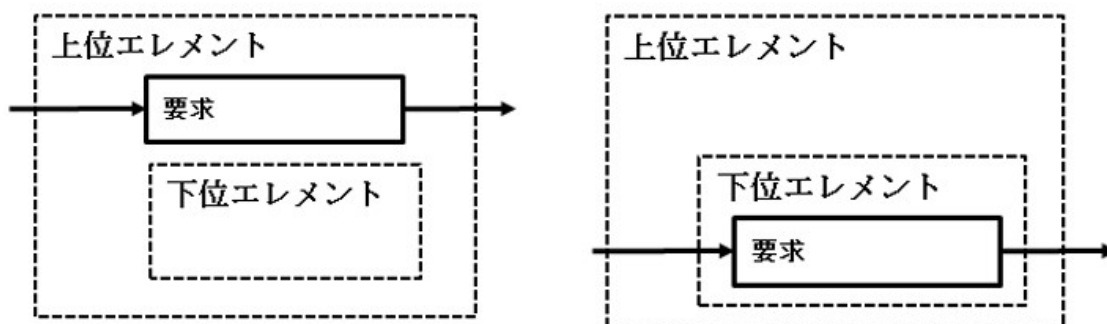


Figure 27 入れ子状態のElementに対する要求の配置例

5.3.2 要求グループの括り方

1 つ以上の要求をまとめて 1 つの要求として表記する場合は、要求をグループ化する。要求グループの表記には、“Enclosure type”、“Balloon type”、“Tab type”の 3 種類の表記法のうち 1 つを用いる（Table 2 参照）。冗長な要求グループ間の組み合わせを表記する場合は、要求グループペアリングを用いる。

5.3.2.1 要求グループ

5.3.2.1.1 Enclosure type

“Enclosure type”には、2 つの表記方法がある。同じ要求グループに属する要求を枠線で囲む「枠線による要求グループ」と、同じ要求グループに属する要求を線で結ぶ「接続による要求グループ」がある。

a) 枠線による要求グループ

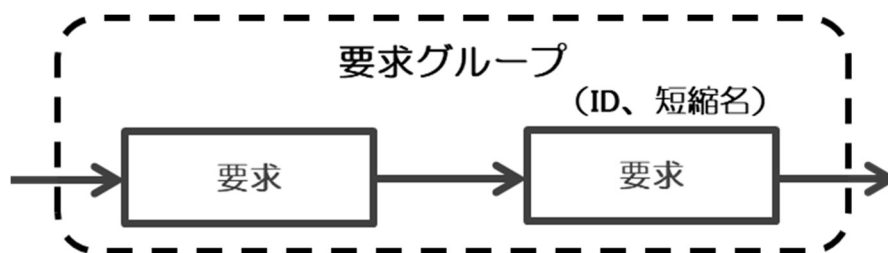


Figure 28 枠線による要求グループの表記

規定項目

- 基本
 - 複数の要求を枠線でまとめ要求グループとして識別する。
 - 要求グループの識別子として‘ID’、‘名称（短縮名）’のいずれかを表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状
 - 表記には長方形、または多角形を用いる。枠線は要求グループの識別が容易であること。
 - 枠線はエレメント表記と区別出来る形状とする。要求グループの表記はエレメントの表記と似ているので、角の丸い長方形や破線を用いて区別する。線の太さや色を変えたり、枠内を色で塗りつぶしたりして区別することができる。

b) 接続による要求グループ

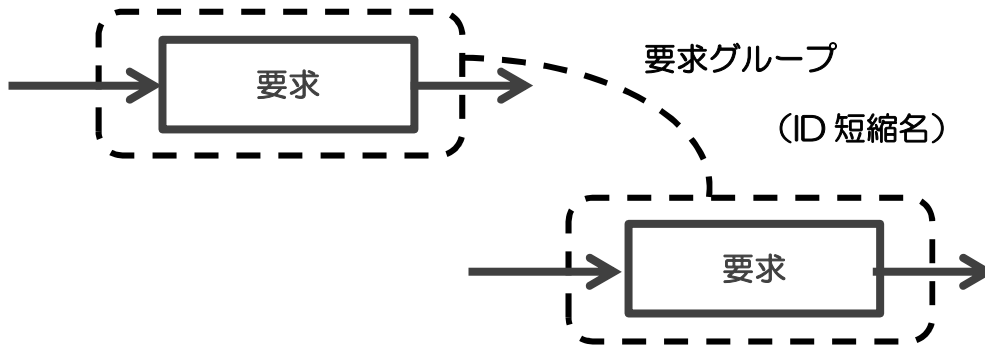


Figure 29 接続による要求グループの表記

規定項目

● 基本

- 同一の要求グループは架橋線により紐付ける。要求グループが離れた位置にあり枠線でグループ化できない場合は、同一の要求グループであることを識別するために、架橋線を用いる。
- 枠線による要求グループは‘枠線による要求グループ’の規定項目に従う。
- 要求グループの識別子として‘ID’、‘名称（短縮名）’のいずれかを表記するか、または両方表記する。

● 位置・形状

- 架橋線の両端は、要求グループの枠線に外接させる。ただし、要求グループの枠線から、はみ出てはならない。

5.3.2.1.2 Balloon type

楕円を用いて要求グループを表記する。要求グループと、その要求グループに属する 1 つ以上の要求を架橋線で結ぶ。

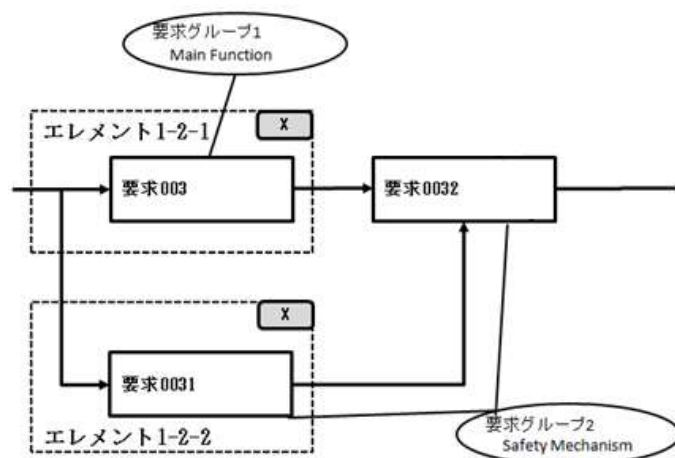


Figure 30 Balloon type による要求グループの表記

規定項目

● 基本

- 同じ要求グループに属する要求は、架橋線で紐付ける。離れた位置にある要求を枠線でグルーピングできない場合は、架橋線で紐付けることにより、同じ要求グループとして識別する。
- 要求グループの識別子として‘ID’、‘名称（短縮名）’のいずれかを表記するか、または両方表記する。

● 位置・形状

- “Balloon type” による要求グループは楕円で表す。
- 架橋線の端点は、一方を要求の枠線に外接させ、もう一方を要求グループの枠線に外接させる。ただし、架橋線は、要求の長方形または要求グループの枠線からはみ出してはならない。

5.3.2.1.3 Tab type

要求を表す長方形の上辺にタブを表記し、要求が属する要求グループを示す。

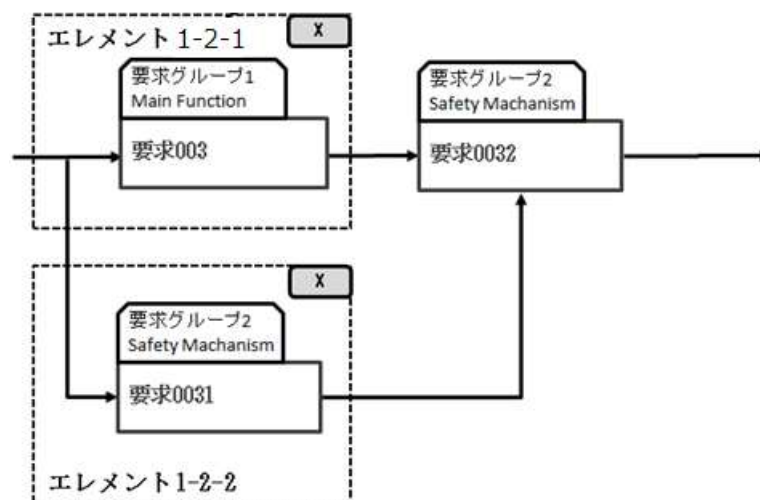


Figure 31 Tab type による要求グループの表記

規定項目

● 基本

- 要求グループとしてグルーピングしたい要求に同じ Tab を付ける。離れた位置にある要求を枠線や架橋線でグルーピングできない場合は、同じ Tab を付けることにより、それらが同じ要求グループとして識別する。
- どの要求グループに属しているか判別出来るよう、ID、名称（短縮名）の識別子のいずれかを表記するか、または両方表記する。

● 位置・形状

- 要求の長方形の上辺に Tab で表す。
- Tab は、要求の長方形に外接させる。ただし、Tab は要求の長方形からはみ出してはならない。
- Tab は、他の要求や要求グループの表記と、外接や重なるように表記してはならない。

5.3.2.2 要求グループペアリング

2つの要求グループの組み合わせを要求グループペアリングと呼ぶ。
要求グループペアリングは、2つの要求グループを破線の矢印で接続することで示す。
要求グループペアリングの表記について要求グループの表記の種類ごとに説明する。

5.3.2.2.1 Enclosure type

Enclosure type 表記の要求グループの組み合わせは、Enclosure type 表記の種類に応じた要求グループペアリングの表記を用いる。(5.3.2.1 条を参照)

a) 枠線による要求グループの組み合わせ

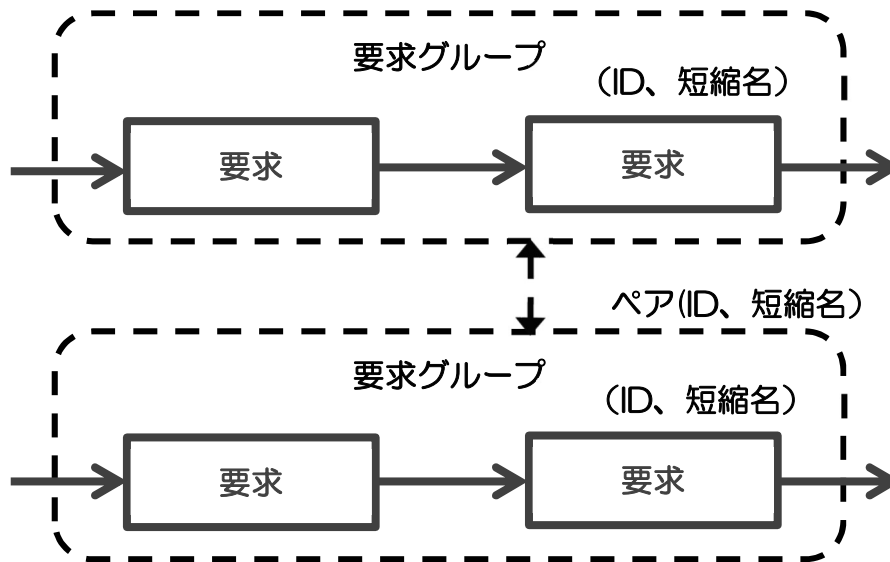


Figure 32 枠線による要求グループの組み合わせ

規定項目

- 基本規定項目
 - 2つの要求グループ間には、要求ペアリングの線で接続する。1つの要求グループペアリングの線で1つ組み合わせを表す。
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状規定項目
 - 双方向の破線の矢印で表す。
 - 矢印の両端は、要求グループの枠線に外接させる。ただし、要求グループの枠線からはみ出てはならない。

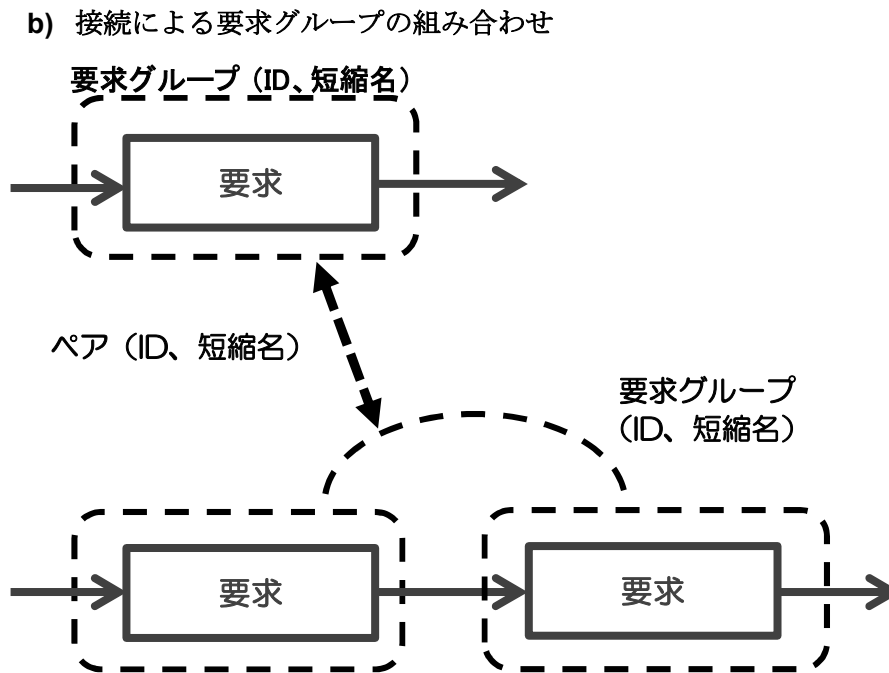


Figure 33 接続による要求グループの組み合わせ

規定項目

- 基本
 - 2つの要求グループは、要求ペアリングの線で接続する。1つの要求グループペアリングの線は1つの組み合わせを表す。
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状規定項目
 - 矢印の端点の接続先が要求グループの枠線の場合は、矢印の端点を要求グループの枠線に外接させる。ただし、要求グループの枠線からはみ出してはならない。
 - 矢印の端点の接続先が要求グループの架橋線の場合は、要求グループの架橋線に外接もしくは重なるように接続させる。

5.3.2.2.2 Balloon type

Balloon type の要求グループの組み合わせの表記を以下に示す。

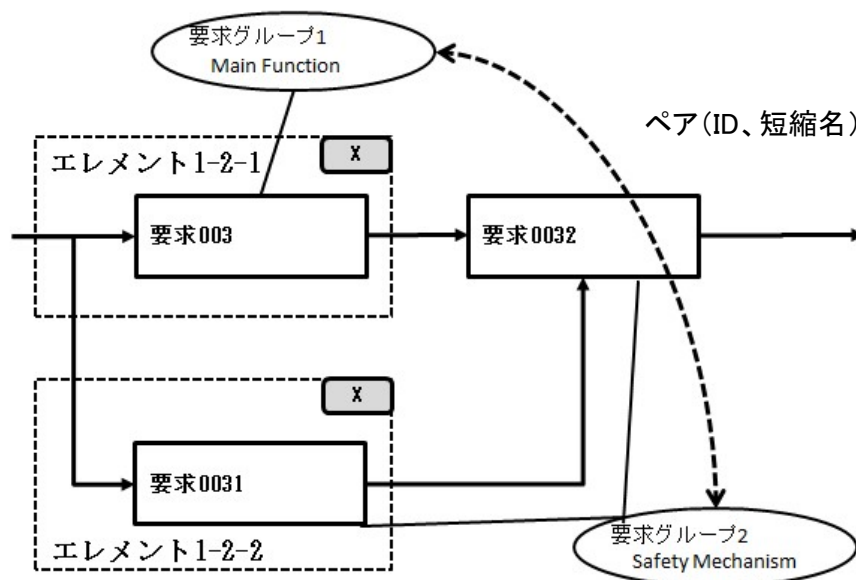


Figure 34 Balloon type による要求グループの表記

規定項目

- 基本
 - 2つの要求グループは、要求ペアリングの線で接続する。1つの要求グループペアリングの線は、1つの組み合わせを表す。
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれかを表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状
 - 双方向の破線の矢印で表す。
 - 矢印の両端は、要求グループの楕円に外接させる。ただし、要求グループの楕円から、はみ出してはならない。

5.3.2.2.3 Tab type

Tab type の要求グループの組み合わせの表記を以下に示す。

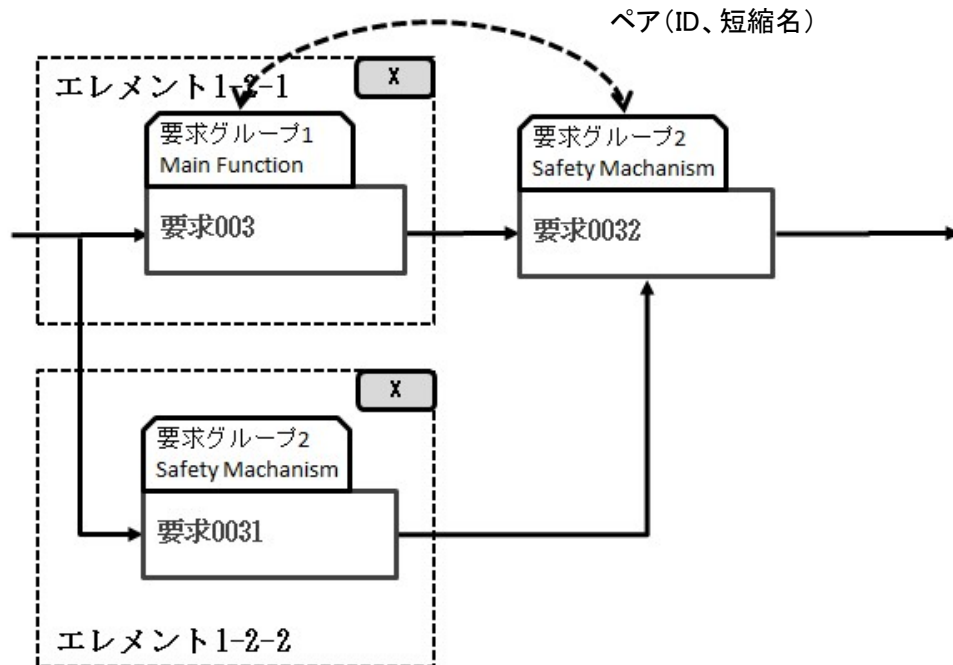


Figure 35 Tab type による要求グループペアリングの表記

規定項目

- 基本
 - 2つの要求グループは、要求ペアリングの線で接続する。1つの要求グループペアリングの線は、1つの組み合わせを表す。
 - 識別子として“ID”、“名称（短縮名）”のいずれか表記するか、または両方表記する。
- 位置・形状
 - 双方向の破線の矢印で表す。
 - 矢印の両端は、要求グループの Tab に外接させる（5.3.2.1 条を参照）。ただし、要求グループの Tab から、はみ出てはならない。

5.3.3 要求グループ間のペアリング線からコネクティングラインを用いて制約条件を表記する方法

この節で説明する表記は、ISO 26262 で指定されているデコンポジションに対応することを意図している。

5.3.3.1 冗長な要求グループ間のペアリングの制約条件の記述

Enclosure type で冗長な要求グループを表記する場合

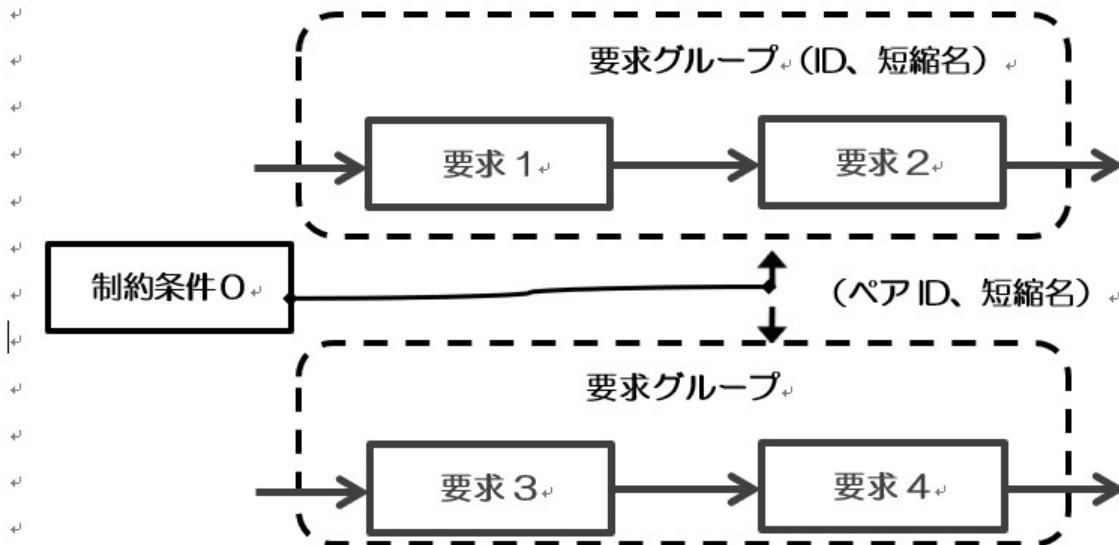


Figure 36 ペアリングの制約条件の記述

規定項目

- 基本
 - 制約条件は要求を用いる。
 - 要求グループ間の関係については、1つの制約条件を考慮して説明する。
 - 制約条件は省略できる。
 - 制約条件を配置する際にその行先が決定していない場合、または配置できない場合は、以下で示すように長方形の下辺を二重線で表記する。



Figure 37 制約条件

- 位置・形状
 - 制約条件は、ペアリング線からのコネクティングラインで表記する。

要求グループと制約条件の表記方法については、以下の表記も利用できる。

5.3.3.2 Balloon type の要求グループ間の制約条件を表記する方法

Balloon type で冗長な要求グループを表記する場合

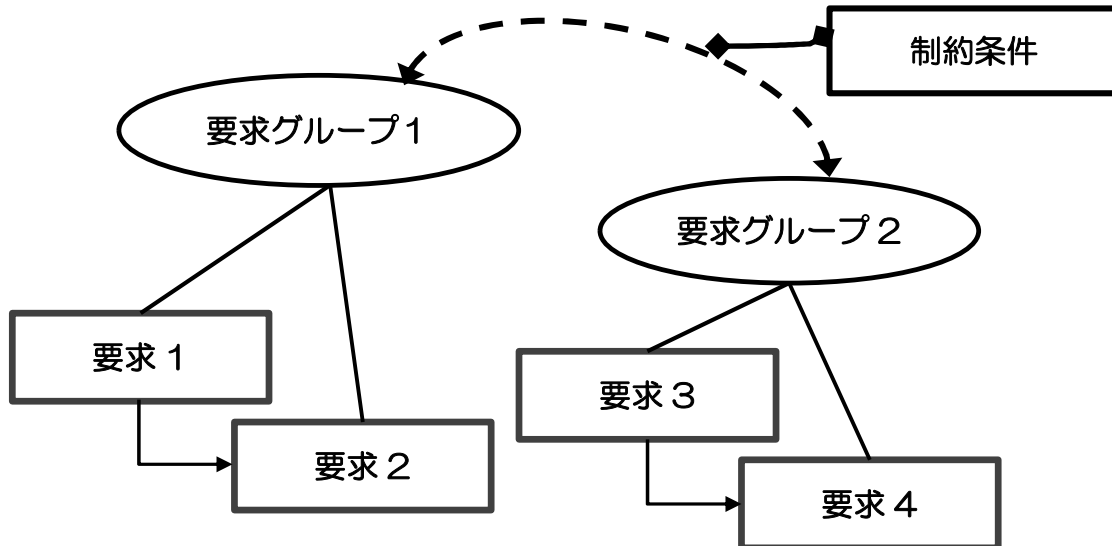


Figure 38 Balloon type での制約条件の表記

規定項目

- 基本
 - 制約条件は、要求の表記を用いて表記し、要求グループペアリングを表す双方向の矢印からのコネクティングラインで表記する。
- 位置・形状
 - ‘菱形の端点’をもつコネクティングラインで表す。
 - コネクティングラインの一方の端点は、要求グループペアリングの線に外接または重ねる。
 - もう一方の端点は制約条件の長方形に外接または重ねる。

5.3.3.3 Tab type の要求グループ間の制約条件を表記する方法

Tab type で冗長な要求グループを表記する場合

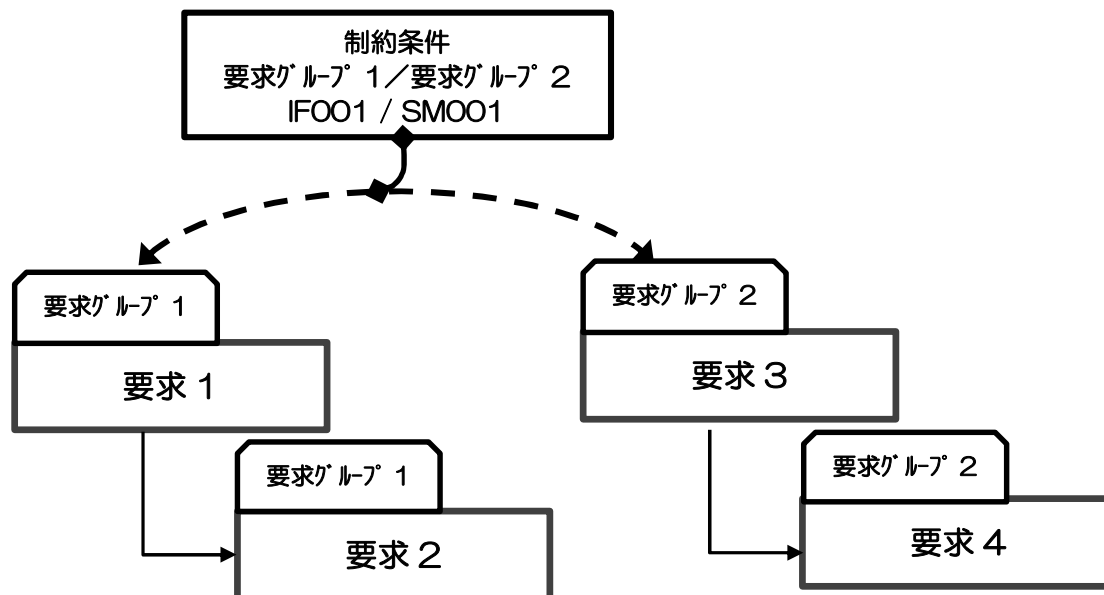


Figure 39 Tab type での制約条件の表記

規定項目

- 基本
 - 制約条件は、要求の表記を用いて表記し、要求グループペアリングを表す双方向の矢印からのコネクティングラインで表記する。
- 位置・形状
 - ‘菱形の端点’をもつコネクティングラインで表す。
 - コネクティングラインの一方の端点は、要求グループペアリングの線に外接または重ねる。
 - もう一方の端点は制約条件の長方形に外接または重ねる。

5.3.4 要求グループ間の制約条件の詳細化について

要求グループ間の制約条件は、2 つの要求グループに属するそれぞれの要求間の制約条件に詳細化できる。詳細化する際は、原則として、すべての要求間の制約条件の組み合わせを考慮する必要がある。Figure 40 は Figure 36 の “制約条件 0” を詳細化した場合を示す。

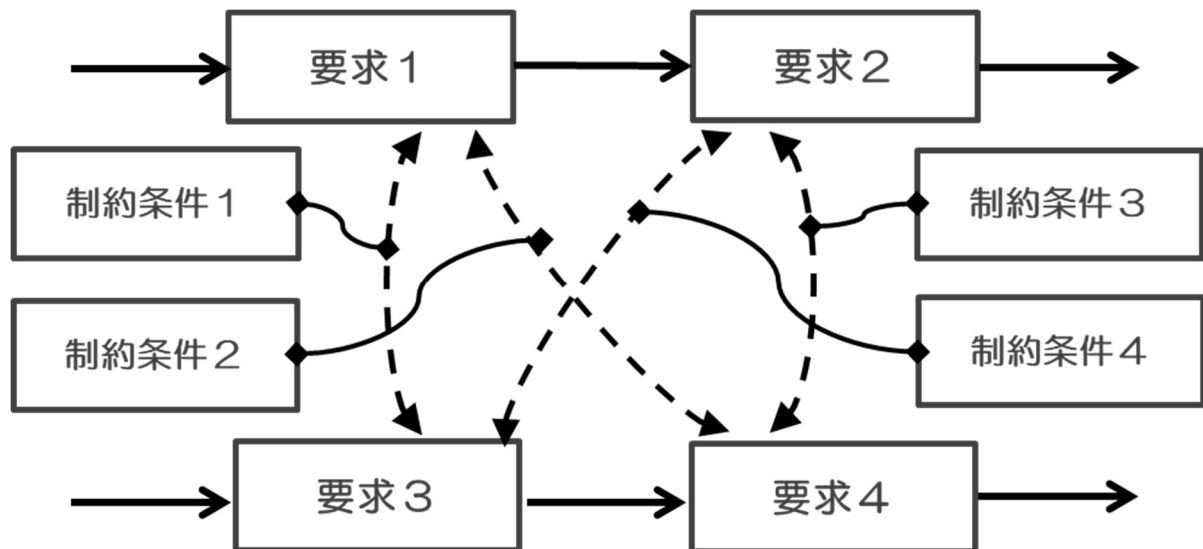


Figure 40 制約条件の詳細化

5.3.5 無干渉表記

無干渉の代表的な表記を Figure 41, Figure 42, Figure 43 に示す。無干渉は、あるエレメントから要求 (Figure 41)、あるエレメントから要求グループ (Figure 42)、および他のエレメントに含まれるすべての要求とエレメント間に “無干渉” の要求がある場合には、要素間を “無干渉” にて表記することができる (Figure 43)。無干渉の表記は、無干渉の矢印始点のエレメントが矢印終点の要求を侵害してはならないという非機能要求が存在することを示す。

あるエレメントから、他のエレメントに含まれるすべての要求への無干渉を表現する場合、無干渉の矢印は、始点のエレメントから、矢印の終点にある別のエレメントに含まれるすべての要求について表記する必要がある。ただし、無干渉の簡易表現として、始点・終点のエレメント間を矢印で表現することもできる。

無干渉の要求は “無干渉” からのコネクティングラインで接続された要求 (下図、制約条件 001) に表記する。この場合、制約条件の要求は、無干渉の要求が属する上位レベルのエレメントに配置される。

規定項目

● 基本

- 矢印付の線と、矢印付の線と交差する 2 本の平行な線を用いる。
- 制約条件は要求の表記を用いる。

● 位置・形状

- 矢印の始点と矢印の終点の間に矢印付の線と交差する 2 本の平行な線で表記する。
- 矢印の終点（先端）は矢印型とする。
- 矢印の始点は、エレメントの内部、外周に接続する。また終点は、要求、要求グループ、およびエレメントの内部、外周に接続する。

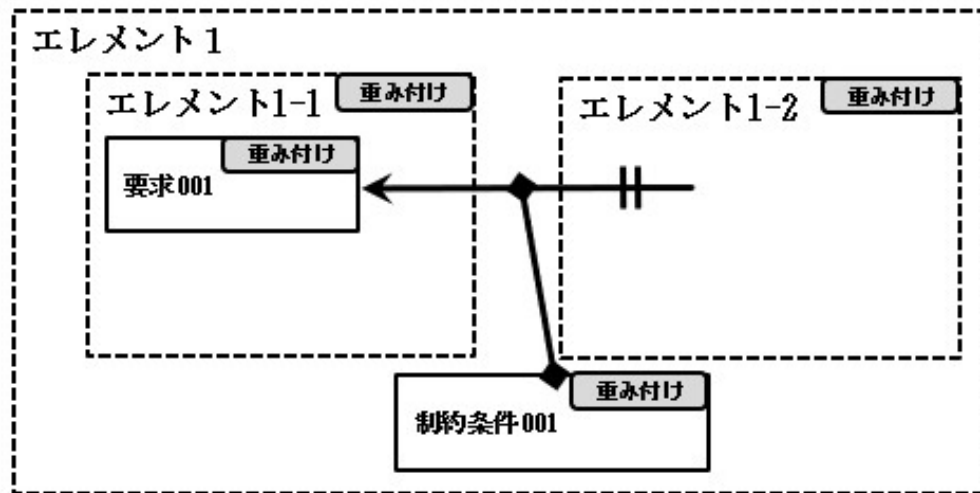


Figure 41 エレメントー要求間の無干渉の表記例

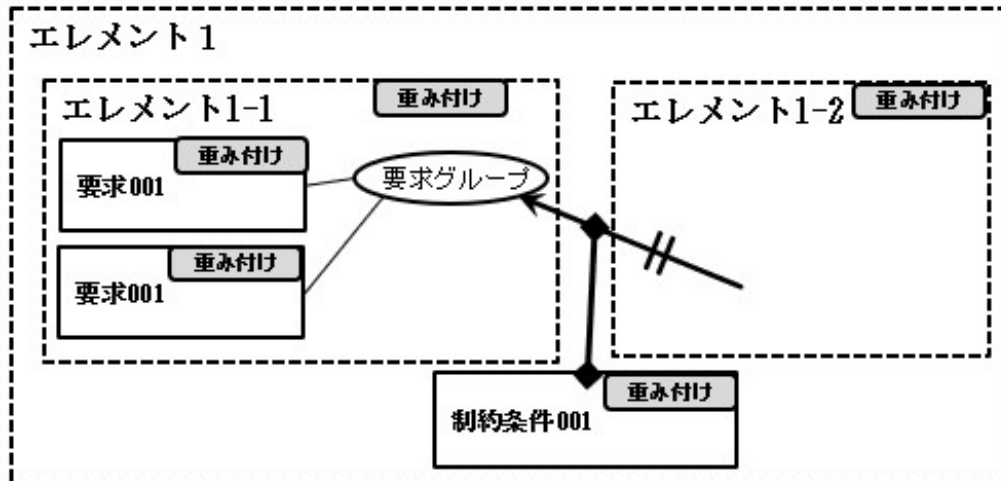


Figure 42 エレメントー要求グループ間の無干渉の表記例

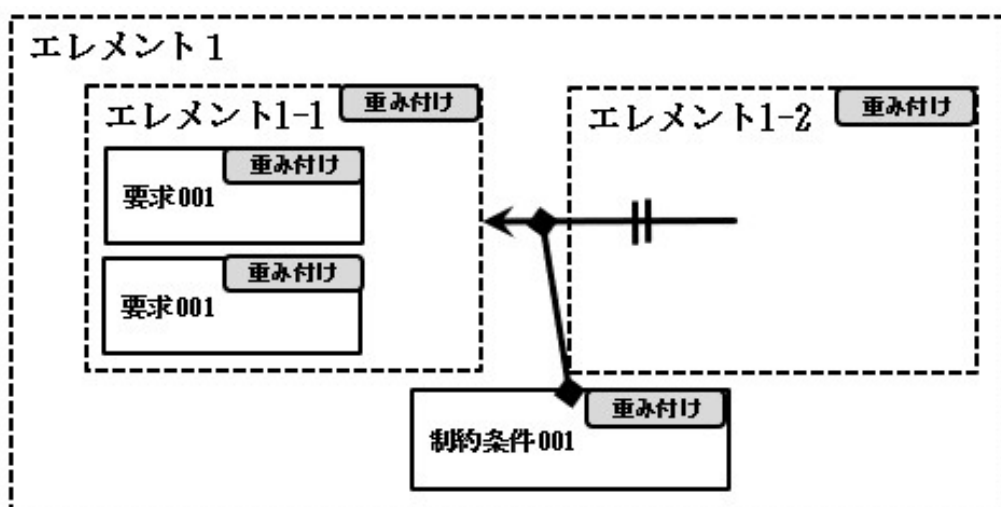


Figure 43 エレメントーエレメント間の無干渉の表記例

5.3.6 要求間インタラクション線の分岐

エレメントに配置された後の要求間のインタラクション線の注意事項を下記に示す。エレメントに配置された後の要求間のインタラクション線の分岐点位置は、Figure 44 の左右に違いはない。その際の接続点を Figure 45 の左右のように、白抜き丸印で表記してもよい。

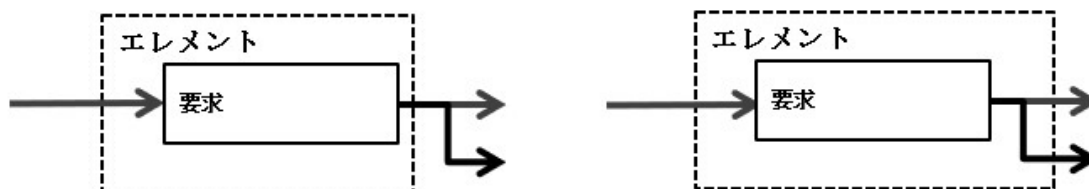


Figure 44 分岐点表記なし

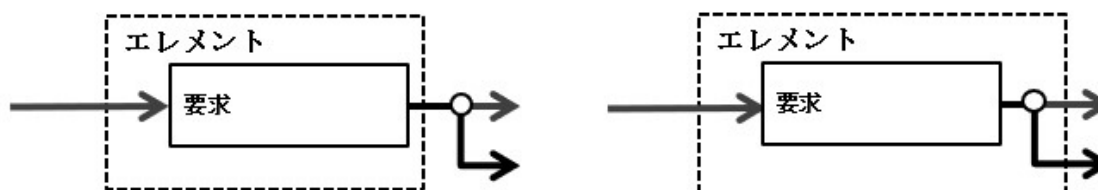


Figure 45 分岐点表記あり(白抜き丸印)

安全アーキテクチャを検討する上で、要求間のインタラクション線の分岐点の配置をエレメントに表記する場合は、インタラクション線上に分岐点表記“塗りつぶしの丸印”を用いる。エレメントの外側で分岐する場合は Figure 46 の左図のように表記し、エレメントの内部で分岐する場合は、Figure 46 の右図のように表記する（下図では塗りつぶしの色を黒色とした）。

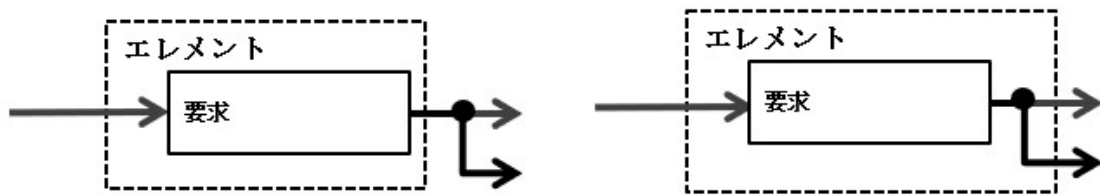


Figure 46 分岐点表記あり (塗りつぶしの丸印)

規定項目

- 基本規定項目
 - エレメントに配置された後の要求間のインタラクション線の分岐点位置は、分岐点が表記されるまで意味を持たない。
- 位置・形状規定項目
 - 分岐点は、線の交差に白抜き丸印で示す。(Figure 45)
 - 要求間のインタラクション線の分岐点のエレメントへの配置について規定したい場合は、塗りつぶしの丸印を用いて分岐点を示す。(Figure 46)

6 参考文献

ISO 26262:2018. Road Vehicles -- Functional Safety.

附属書: A. SCDL メタモデル

A.1. 概要

本節では SCDL のメタモデルについて説明する。

Figure A- 1 では、SCDL のメタモデルを構成する要素(以下、メタモデル要素と呼ぶ)間の基本的な階層関係を表す。なお、SCDLType 要素以外のメタモデル要素の属性は省略した。

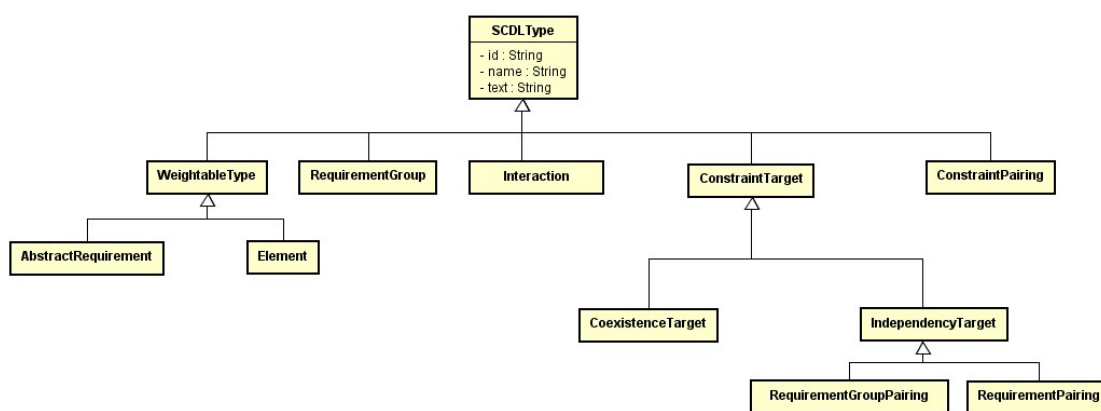


Figure A- 1 SCDL メタモデル構造

Figure A- 2 にて、SCDL のメタモデル要素間の関係と属性を表す。ただし、SCDLType 要素をこの図に含めると図が煩雑になるため、SCDLType 要素は省略した。

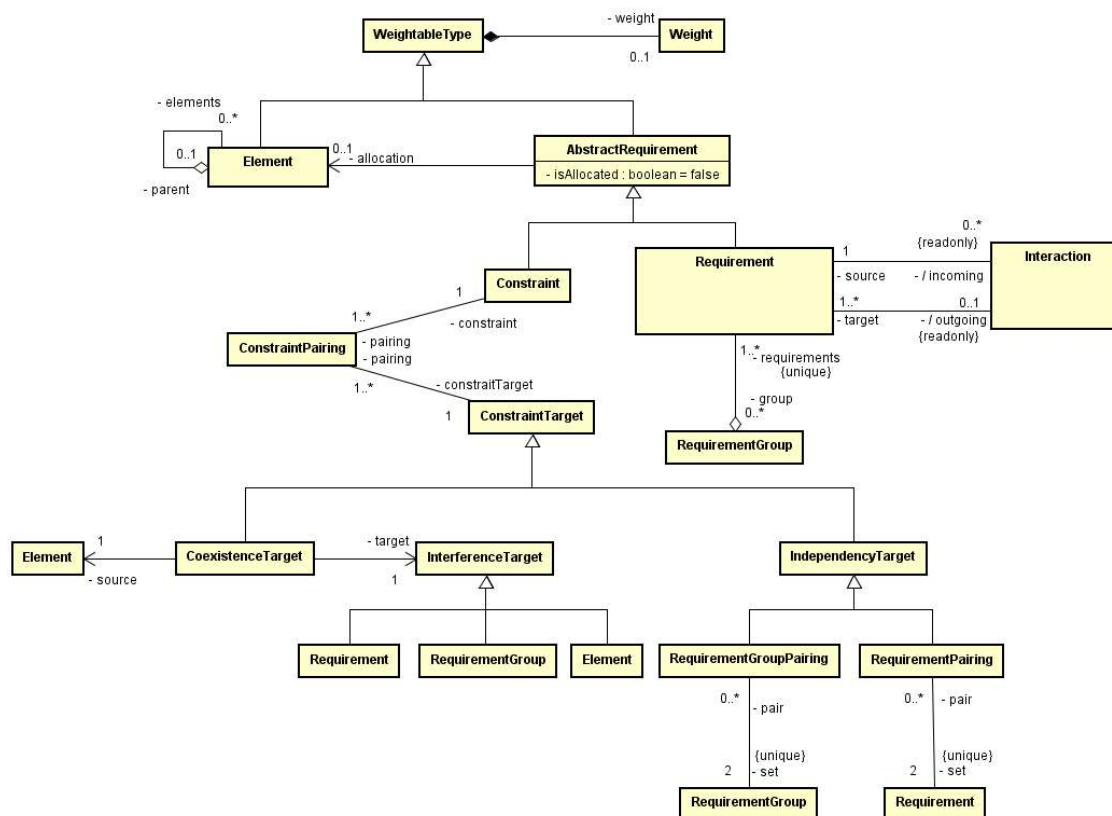


Figure A- 2 SCDL メタモデル

Table A- 1 は、メタモデルで定義されるメタモデル要素と、仕様書記載の内容(表現)との対応表である。この表にないメタモデル要素は、メタモデルを構成するために追加した抽象的な要素(図には表現されない要素)である。

Table A- 1 仕様とメタモデルの対応付け

メタモデル	SCDL 仕様要素
Requirement	要求
RequirementGroup	要求グループ
Element	エレメント
Interaction	インタラクション システムバウンダリインタラクション
Constraint	制約条件
RequirementGroupPairing	要求グループペアリング
ConstraintPairing	制約条件からのコネクティングライン
CoexistenceTarget	無干渉
Weight	重み付け

A.2. 範囲

本節にて定義される SCDL のモデル範囲を示す。

- SCDL の基本定義
 - 要求
 - 要求グループ
 - エレメント
 - インタラクション
 - システムバウンダリインタラクション
 - 制約条件
 - 要求グループペアリング
 - 制約条件からのコネクティングライン
 - 無干渉
 - 重み付け

A.3. SCDLType (SCDL 型)

SCDLType は SCDL で定義されるすべての要素または関係の中で、“id”または“名称”などを持つ要素の基底となる抽象的な概念である。

A.3.1. Specializations

WeightableType、RequirementGroup、Interaction、ConstraintTarget、ConstraintPairing

A.3.2. Attributes

- id : String
識別子
- name : String
名称、もしくは短縮名称
- text : String
備考

A.3.3. WeightableType (重み付け可能型)

WeightableType は、重み付けの情報を保持できる要素を示す抽象的な概念である。

A.3.4. Generalizations

SCDLType

A.3.5. Specializations

Element、AbstractRequirement

A.3.6. Association Ends

- weight: Weight[0..1]

A.4. Weight (重み付け)

重み付け要素。位置付けについては、仕様書 4.2 節を参照のこと。

A.5. AbstractRequirement (抽象要求)

AbstractRequirement は、Requirement 要素と Constraint 要素の共通部分を示す抽象的な概念である。

A.5.1. Generalizations

WeightableType

A.5.2. Constraints

- isAllocated が true の場合、allocation が存在する。
- isAllocated が false の場合には、allocation は存在しない。

A.5.3. Specializations

Requirement、Constraint

A.5.4. Attributes

- isAllocated: boolean = false
false の場合、要求の要素への配置先が決定されていないことを示す。true の場合は、要求は要素へ配置されている。

A.5.5. Association Ends

- allocation : Element[0..1]
要求の配置先要素

A.6. Element (エレメント)

Element は、5.2.5 項記載の要素に対応する要素である。

A.6.1. Generalizations

WeightableType、InterferenceTarget

A.6.2. Constraints

- elements 内あるいは、再帰的に elements に含まれる Element の elements に自分自身の Element 要素が含まれてはならない。

A.6.3. Association Ends

- parent: Element[0..1]
エレメントの親エレメント
- elements: Element[0..*]
エレメントが内包するエレメント

A.7. Requirement (要求)

Requirement は、5.2.1 項記載の要求に対応する要素である。

A.7.1. Generalizations

AbstractRequirement、InterferenceTarget

A.7.2. Association Ends

- /incoming : Interaction[0..*]
要求に入るインタラクション
- /outgoing : Interaction[0..1]
要求から出るインタラクション
- /group : RequirementGroup[0..*]
要求が所属するグループ

A.8. Constraint (制約条件)

Constraint は、5.3.3 項記載の制約条件に対応する要素である。

A.8.1. Generalizations

AbstractRequirement

A.8.2. Association Ends

- pairing : ConstraintPairing[1..*]
制約条件の対象を示す。

A.9. ConstraintPairing (制約条件との関連)

ConstraintPairing は、5.3.3 項で定義されるペアリングと制約条件間や、5.3.5 項で定義される無干渉と制約条件間を表す抽象的な概念である。

A.9.1. Generalizations

SCDLType

A.9.2. Association Ends

- constraint : Constraint[1..1]
紐づく制約条件
- constraintTarget : ConstraintTarget[1..1]

制約条件と紐づく対象

A.10. Interaction (インタラクション)

Interaction は、5.2.2 項記載のインタラクションに対応する要素である。

A.10.1. Generalizations

SCDLType

A.10.2. Constraints

- source と target は同じ Requirement 要素であってはならない。

A.10.3. Association Ends

- source : Requirement [1..1]
インタラクションの入力側/From 側の要求
- target : Requirement [1..*]
インタラクションの出力側/To 側の要求

A.11. RequirementGroup (要求グループ)

RequirementGroup は、5.3.2.1 項記載の要求グループに対応する要素である。

A.11.1. Generalizations

SCDLType、InterferenceTarget

A.11.2. Constraints

- requirements に含まれる Requirement 要素は重複してはならない。

A.11.3. Association Ends

- requirements : Requirement[1..*]
要求グループに属する要求

A.12. ConstraintTarget (制約条件紐づけ対象)

ConstraintTarget は、ある制約条件に対して、その制約の適用先となる対象を示す抽象的な概念である。

A.12.1. Generalizations

SCDLType

A.12.2. Specializations

CoexistenceTarget、IndependencyTarget

A.12.3. Association Ends

- pairing: ConstraintPairing [1..*]

A.13. IndependencyTarget (独立対象)

IndependencyTarget は、5.3.3 項で定義されるペアリングと制約条件間を表す抽象的な概念である。

A.13.1. Generalizations

ConstraintTarget

A.13.2. Specializations

RequirementGroupPairing、 RequirementPairing

A.14. CoexistenceTarget (共存対象)

CoexistenceTarget は、5.3.5 項記載の無干渉関連に対応する要素である。

A.14.1. Generalizations

ConstraintTarget

A.14.2. Association Ends

- target : InterferenceTarget [1..1]
干渉先の要素を示す。
- source : Element[1..1]
干渉元の要素を示す。

A.15. InterferenceTarget (干渉波及先)

InterferenceTarget は、無干渉関連の干渉先を示す抽象的な概念である。

A.15.1. Specializations

Requirement、 RequirementGroup、 Element

A.16. RequirementGroupPairing (要求グループペアリング)

RequirementGroupPairing は、5.3.2.2 項記載の要求グループペアリングに対応する要素である。

A.16.1. Generalizations

IndependencyTarget

A.16.2. Constraints

set の 2 つの RequirementGroup 要素は、異なる要素でなければならない。

A.16.3. Association Ends

- set : RequirementGroup[2..2]
ペアリング関係にある 2 つの要求グループ

A.17. RequirementPairing (部分ペアリング)

RequirementPairing は、5.3.4 項記載の要求グループペアリングを詳細化した要求間の部分的な関連に対応する要素である。

A.17.1. Generalizations

IndependencyTarget

A.17.2. Constraints

set の 2 つの Requirement 要素は、異なる要素でなければならない。

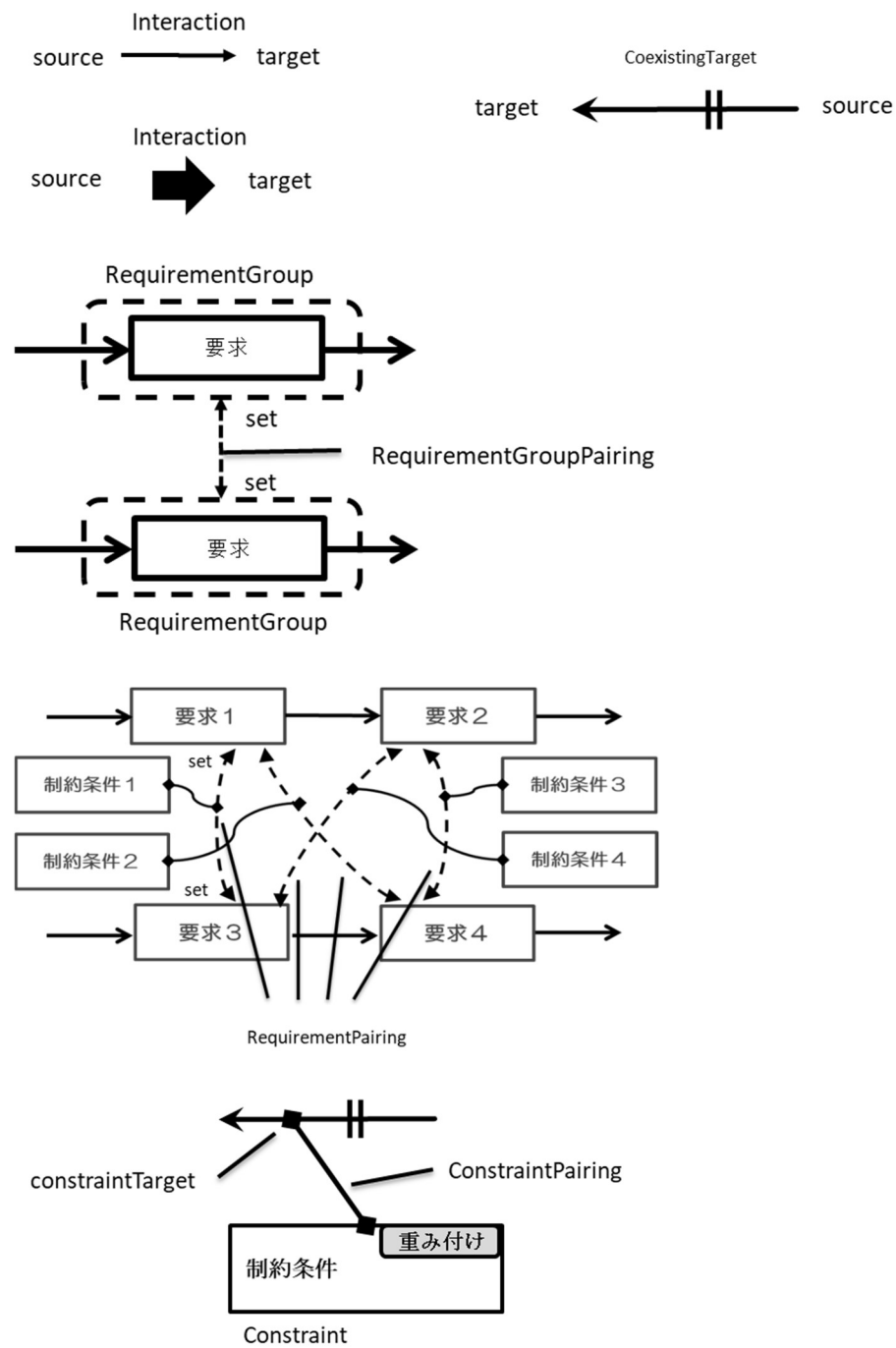
A.17.3. Association Ends

- set : Requirement[2..2]
独立条件関係にある 2 つの要求

A.18. SCDL メタモデルと図の対応

本節では、メタモデルの理解の助けとなるために、本仕様書に記載のいくつかの図について、メタモデル要素との対応付けを示す。

A.18.1. 仕様書における図での対応



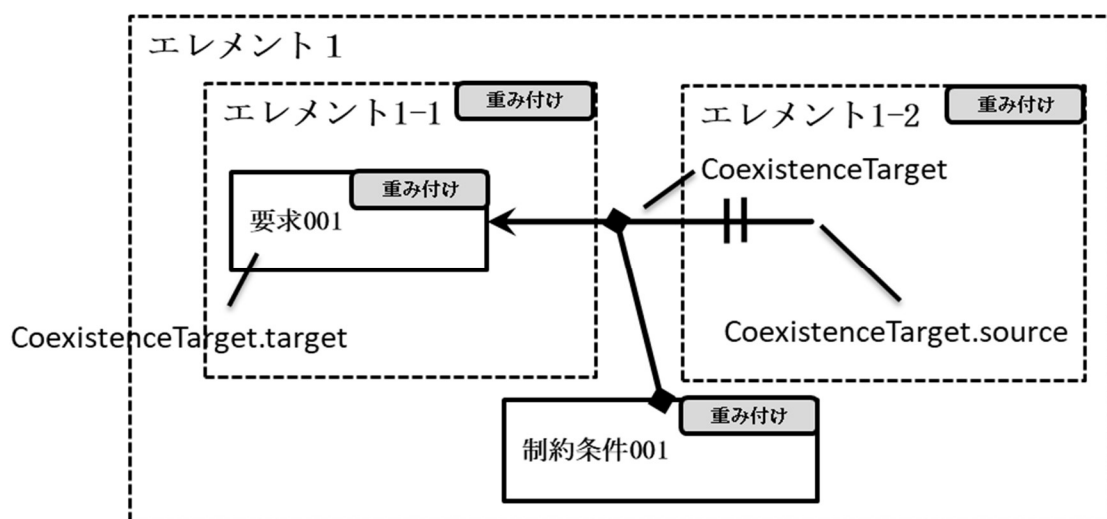


Figure A- 3 SCDL メタモデルと図（表記）の対応

A.18.2. ユースケースで利用されている図を例にした対応

メタモデル要素との対応:

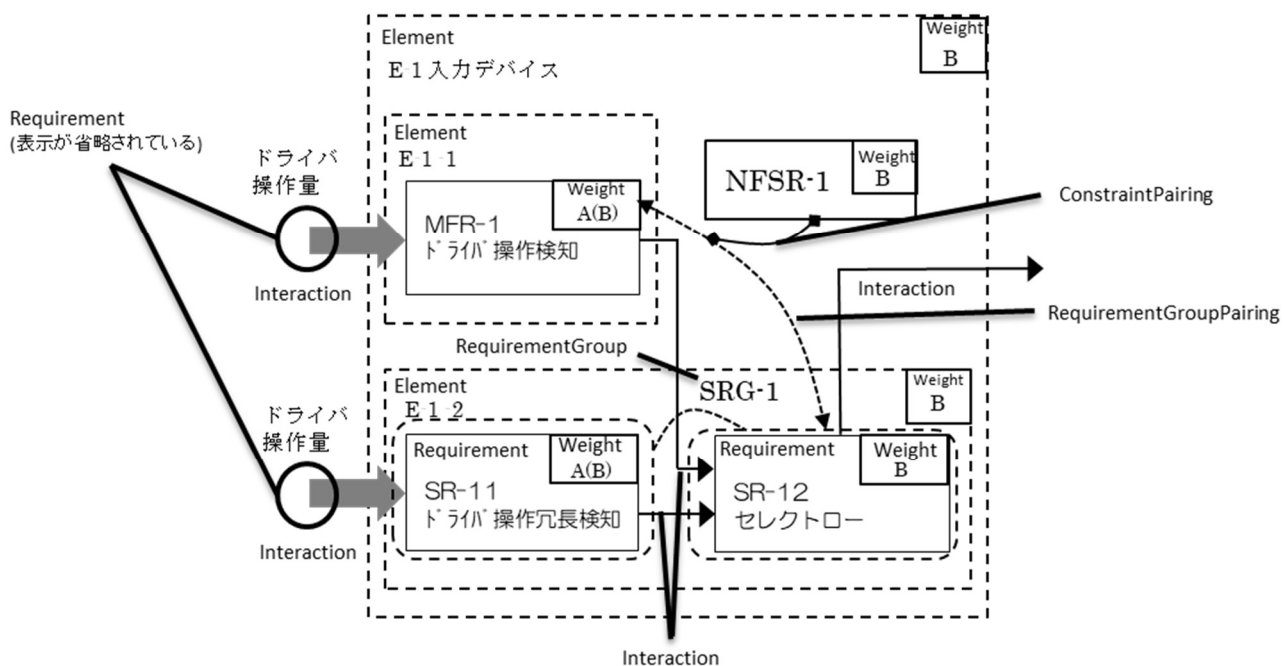


Figure A- 4 SCDL メタモデルとユースケース例との対応

メタモデル要素の属性との対応:

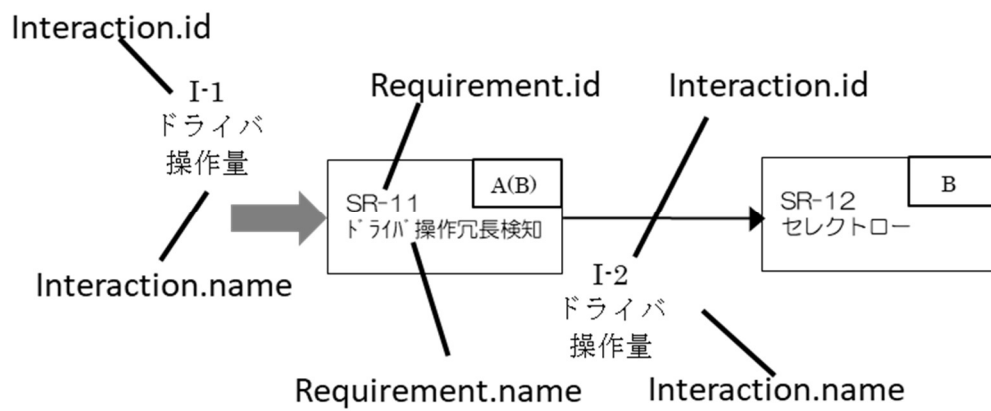


Figure A- 5 メタモデル要素の属性との対応

図一覧

Figure 1 安全機構の仕様	12
Figure 2 安全関連エレメントの識別と分離	13
Figure 3 要求表記	18
Figure 4 複数の入力インタラクションを持つ例	19
Figure 5 分岐の例	19
Figure 6 要求および要求間インタラクションの代表表記	20
Figure 7 システムバウンダリインタラクションの表記例	20
Figure 8 外部プラント	21
Figure 9 外部プラント使用例	21
Figure 10 アザーテクノロジーリンクの表記	22
Figure 11 アザーテクノロジーリンク使用例	23
Figure 12 禁止事項：二つ以上の出力を持てはならない	24
Figure 13 禁止事項：入力のインタラクションを合流表記してはならない	24
Figure 14 入力を持たない例	24
Figure 15 出力を持たない例	24
Figure 16 エレメント表記	25
Figure 17 エレメント表記の禁止例(分割)	26
Figure 18 エレメント表記の禁止例(重なり)	26
Figure 19 エレメント表記の禁止例(内接)	26
Figure 20 エレメントへ配置先が決定されていない場合の制約条件表記	27
Figure 21 コネクティングライン表記	28
Figure 22 無干渉と紐づいているコネクティングライン	28
Figure 23 要求とエレメントの配置記述	29
Figure 24 エレメントの重みづけの割り付け	29
Figure 25 内接の禁止例	30
Figure 26 交差の禁止例	30
Figure 27 入れ子状態のエレメントに対する要求の配置例	30
Figure 28 枠線による要求グループの表記	31
Figure 29 接続による要求グループの表記	32
Figure 30 Balloon type による要求グループの表記	32
Figure 31 Tab type による要求グループの表記	33
Figure 32 枠線による要求グループの組み合わせ	34
Figure 33 接続による要求グループの組み合わせ	35
Figure 34 Balloon type による要求グループの表記	36
Figure 35 Tab type による要求グループペアリングの表記	37
Figure 36 ペアリングの制約条件の記述	38
Figure 37 制約条件	38
Figure 38 Balloon type での制約条件の表記	39
Figure 39 Tab type での制約条件の表記	40
Figure 40 制約条件の詳細化	41
Figure 41 エレメント—要求間の無干渉の表記例	42
Figure 42 エレメント—要求グループ間の無干渉の表記例	42
Figure 43 エレメント—エレメント間の無干渉の表記例	43
Figure 44 分岐点表記なし	43
Figure 45 分岐点表記あり(白抜き丸印)	43

Figure 46 分岐点表記あり(塗りつぶしの丸印).....	44
Figure A- 1 SCDL メタモデル構造	46
Figure A- 2 SCDL メタモデル.....	47
Figure A- 3 SCDL メタモデルと図（表記）の対応.....	55
Figure A- 4 SCDL メタモデルとユースケース例との対応	55
Figure A- 5 メタモデル要素の属性との対応.....	56

表一覧

Table 1 SCDL 適用範囲	14
Table 2 SCDL 基本定義(要素)	16
Table 3 SCDL 基本定義(関連)	17
Table A- 1 仕様とメタモデルの対応付け	47



Association for Standardization of
Automation and Measuring Systems

E-mail: support@asam.net

Web: www.asam.net

© by ASAM e.V., 2021