

# 国際標準化活動報告

## IEC TC65/WG16における デジタル・ファクトリ・フレームワーク (Digital Factory framework) 規格の開発状況

IEC TC65国内委員会

### 1. はじめに

近年、色々な形で進展を見せ始めているスマートマニュファクチャリングにおいて、生産を担う製造システムのデジタル表現の重要性が増してきている。製造システムの構想段階から設計、据付・施工を経て運転・保守、さらには解体に至るライフサイクル全体を通してデジタル化を行うことで、最新で正確な情報を関連する部署や企業間で共有できるようになることは想像にたやすい。その一方、今までこのような情報は、色々な図面やリストに分散的に記載されている、デジタル化されていても場面に依りて使われる別々のソフトウェア・システムに内包されているなど断片化していて異なるシステムで使う場合に再入力や変換の必要がある、また一つのシステムで更新された最新の情報が別のシステム上の同一のデータに自動的に反映されない、などの課題がある。

IEC TC65/WG16デジタル・ファクトリにて開発を進めているデジタル・ファクトリ・フレームワーク（以降、「DFフレームワーク」と表記する）は、これらの課題に対してデータ辞書の利用とデータの構造化のためのルールを定義することにより解決を図る国際標準である。データ辞書とは、その属性や分類を基本要素とし、それをコンピュータによる処理を可能とした辞書で、有名なものではIECのCommon Data Dictionary (CDD) やドイツのeCl@ssなどが知られている。DFフレームワークではこれらのデータ辞書そのものは定義せず、引用のための一定の条件を満たしたデータ辞書（CDD以外のものも含む）を活用してデータを構造化するためのルールを規定することで、最終的にはデジタル・ファクトリと呼ばれる製造システム全体のデジタル表現を構築可能とし、その情報を種々の場面で広く活用できるようにすることを狙いとする。

現在、スマートマニュファクチャリングの一環として議論されている多くの国際標準やそれに準じた仕様が、データ辞書そのもの、システム構成や通信・情報セキュリティ、ハード/ソフトの実装などを包含したシステムとして規定しているが、DFフレームワークはそれらのシステムを超えた情報の統合を可能にするための標準として開発が進められており、以下にその概要を紹介する。

### 2. 開発の経緯と最新動向

DFフレームワークの国際標準の開発開始は、ドイツが主導してTC65の議長とセクレタリによって行われた2011年4月の国際エキスパート募集（65/478/AC）に遡る。同時に回覧された、初期のアイデアを説明した文書（65/477/DC）によれば、デジタル・ファクトリは、プラントの構造を紙の設計図や仕様書の代わりに電子的に表現する方法をモデル化したものと説明されている。IEC TC65/WG16として作業を開始してから一年後の2012年3月に新業務項目提案（65/500/NP）と技術報告書のドラフト（65/499/DTR）が投票にかけられ、2012年の11月に初版としてIEC TR 62794 ED1が発行された。初版は、当初の提案をベースに短期間でまとめたものであり、多くの不明点や不整合を含んでいたため、初版発行直後から改訂作業が開始された。2回の委員会原案（65/563/CD、65/597/CD）の審議を経て、2016年7月に技術仕様書（TS）のドラフト（65/629/DTS）が投票にかけられ、2016年11月に漸くIEC TS 62832-1 ED1として発行された。この間にドイツの提案企業からのコンベナが退任し、現在は、米国企業からのエキスパートがコンベナとしてワーキング・グループを牽引している。

DFフレームワークの概要を説明したIEC TS 62832-1 ED1の発行とともに、DFフレームワークのモデル要素とその使用ルールをそれぞれ規定した、パート2とパート3の開発が開始された（双方とも65/644/NP）。それぞれ2回の委員会原案審議を経て、2019年11月に照会原案（65/774/CDV、65/775/CDV）が国際回覧され、承認された。これと並行して、パート1をパート2とパート3に整合させるためのTSから国際規格

(IS) への改訂作業が行われ、2019年11月に他のパートに同期して照会原案（65/776/CDV）が国際回覧され、承認された。いずれのパートも、2021年1月の国際規格リリースに向けて開発が進められている。（図1）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
IEC TR 62794 Ed1	DC	DTR 発行								
IEC TS 62832-1 Ed1		NP		CD1	CD2	DTS 発行				
IEC 62832-1 Ed1									RR CDV	
IEC 62832-2 Ed1						NP	CD1	CD2	CDV	
IEC 62832-3 Ed1						NP	CD1	CD2	CDV	

図 1. これまでの歴史のタイムチャート

現在、一般のビジネス・シーンでもキーワードとして使われているデジタル・トランスフォーメーションやデジタル・ツインといった言葉は、プロジェクトを開始した2011年当時は存在しなかった。デジタル・ツインの統一された定義は未だに存在しないが、デジタル・ファクトリは、広義のデジタル・ツインに対応する枠組みと解釈することが可能であり、現時点で最も長い歴史を持ち、最も成熟した、文書化されたデジタル・ツインの国際標準のひとつであると言うことができる。また、DFフレームワークの基礎となるデータ辞書やセマンティック・インターオペラビリティの考え方は、開発当初は一般世間ではあまり認知されていなかったが、現在では、これからの国際標準の最も重要な要素の一つとして注目されている。そのことは、「セマンティック・インターオペラビリティ～デジタル・トランスフォーメーション時代の挑戦」と題したホワイトペーパーが、2019年にIECのMSB（Market Strategy Board）から発行されたことから分かる。製品仕様などを定義するデータ辞書を規定した異なった国際標準（IEC 61360 / ISO 13584-42とISO 22745）をどのように取り込むかが開発の初期段階で大きな論点となったが、現在ではこれらの統合がIEC SC3DとISO TC184/SC4の間のジョイント・ワーキング・グループ（IEC SC3D/JWG1）によって進められており、他のデータ辞書（ISO 15926など）についても統合の対象となっている。

プロジェクト開始からの9年間に、実に31回の対面会議が開催され、そのうち4回の国際会議を日本（2013年：葉山、2014年：奈良、2016年：広島、2019年：札幌）に誘致している。また、日本からの国際エキスパートは、ワーキング・グループの中で準エディタとして中心的に貢献してきており、日本国内委員会としても多数のコメントを提出して文書品質の向上に貢献してきている。

### 3. 技術概要

#### 3.1. 概要

IEC 62832：DFフレームワークは、製造システムのデジタル表現であるデジタル・ファクトリを作成および管理するためのモデル要素とその使用ルールを規定しており、3つのパートから構成されている。以下にそれぞれのパートの概要を説明する。

#### 3.2. パート1：IEC 62832-1 General principles（基本原則）

パート1は、DFフレームワークの基本原則を定義している。

DFフレームワークは、デジタル・ファクトリを構築して管理するための枠組みであり、DFリファレンス・モデルと呼ばれるモデル要素の集まりと、それらを使用して製造システム（production system）を表現するためのルールの集まりから構成されている。DFフレームワークを国際標準として定義することにより、相互運用可能なソフトウェア・ツールとアプリケーション・ソフトウェアの開発を促進し、それらをボーダレスで、複数の企業で連携して活用することが可能になる。

デジタル・ファクトリは、実在する製造システムまたは設計中の製造システムのコンピュータ上のデータ表現であり、その情報は、製造システムの構築と管理のために、関連する企業の様々な活動やソフトウェア・ブ

ログラムにより共有されて活用される。その内容は、製造システムのライフサイクルの進行に伴い、様々な企業活動により追加、変更、削除され、さらに共有して参照される。製造システムのライフサイクル上でのデジタル・ファクトリと企業活動の関係を図2に示す。

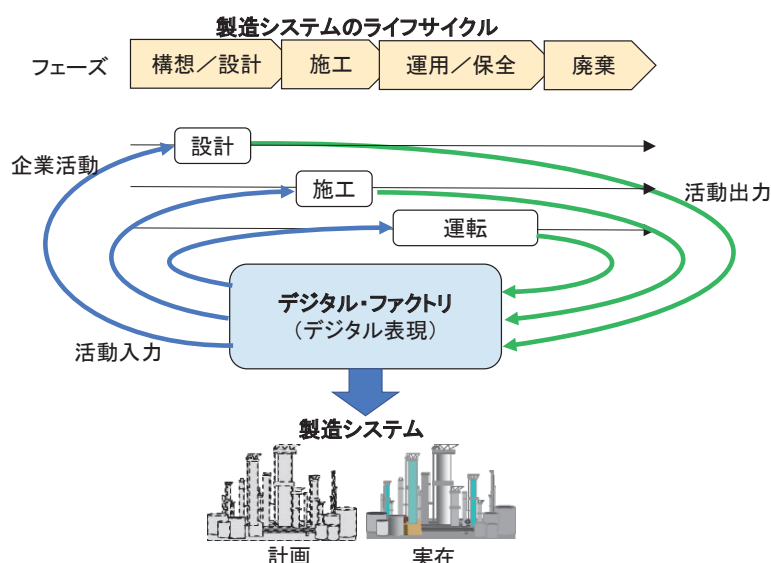


図2. デジタル・ファクトリと企業活動の関係

デジタル・ファクトリは、現実の製造システムの個々の設備（PSアセット）を表現するDFアセットと呼ばれるモデル要素の集まりであり、現実世界の設備間の関係は、DFアセット・リンクというモデル要素で表現される（図3）。ひとつのDFアセットは、現実世界の設備の特性を表現するだけでなく、その設備の役割を表現することもできる。ここでいう設備には、部品、機器、機械装置、制御システムなど製造システムを構成する要素が含まれるが、建物、原材料、消耗品、中間製品、完成製品など製造システム以外の要素は含まれない。

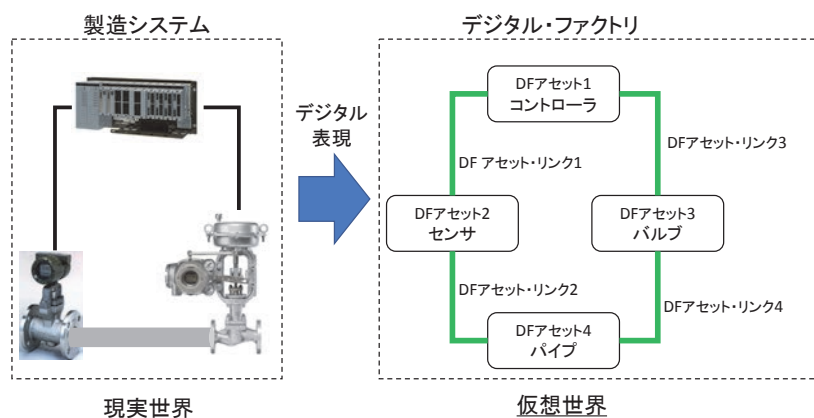


図3. 単純なデジタル・ファクトリの例

それぞれのDFアセットやDFアセット・リンクは、それぞれの設備の製造者などから提供されるライブラリと呼ばれる電子カタログの情報をもとに生成され、それらのライブラリの内容は、国際標準化機関やコンソーシアム等によって管理されるデータ辞書の定義情報によって解釈される。製造システムを所有する各企業は、必要な定義情報を集めた独自のデータ辞書であるDFディクショナリと必要なカタログ情報を集めた独自のDFライブラリを用意し、デジタル・ファクトリの構築と管理のために使用する（図4）。

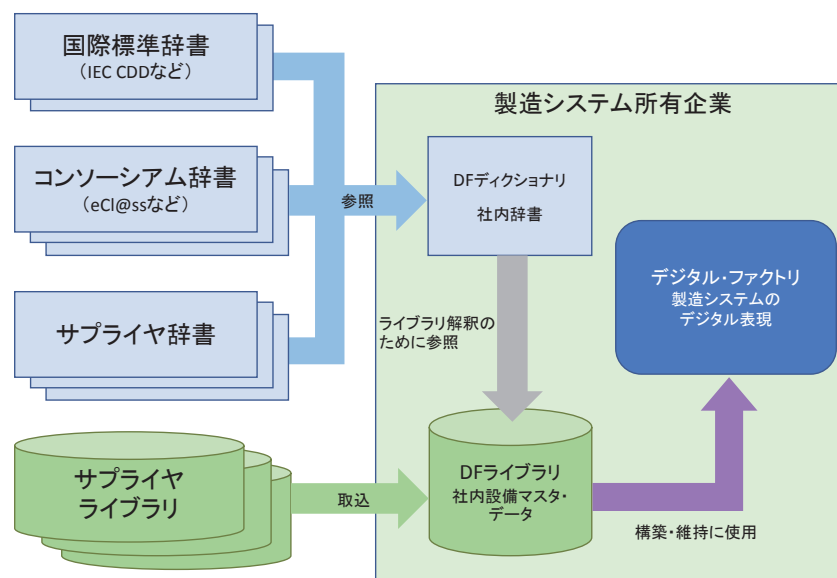


図4. DFフレームワークの構造

### 3.3. パート2：IEC 62832-2 Model elements（モデル要素）

#### 3.3.1. 概要

パート2は、デジタル・ファクトリと前述のデータ辞書やライブラリを表現するためのモデル要素の構造を厳密な形で定義している。また、それらのモデル要素を構成する複数のデータ要素のタイプを規定している。しかし、柔軟性や発展性を確保するために、モデル要素のフォーマットなどは規定せず、実現方法の自由度を確保している。以下に各モデル要素について説明する。

モデル要素は、一般用語と区別するため、パスカル・ケース（単語の先頭を大文字とし、単語を結合する表記法）で表記され、以下の説明もこの表記となっている。

#### 3.3.2. デジタル・ファクトリ関連のモデル要素

- 1) DigitalFactory（デジタル・ファクトリ）は、製造システム全体を表すモデル要素であり、設備を表すDFAssetの最上位に位置づけられる。
- 2) DFAsset（DFアセット）は、現実世界の製造システムを構成する個々の設備のデジタル表現であり、一つのDigitalFactoryの中でユニークに識別される。DFAssetは、構成要素としてその設備の特性や役割を示す複数のDataElementを含み、さらに、下位の複数のDFAssetとそれらに関連付けるDFAsset Linkを含むことができる。これにより、DFAssetは、製造システム全体を表すDigitalFactoryから末端の部品に至るまでの構造的な階層をもつことができる。
- 3) DFAssetLink（DFアセット・リンク）は、現実世界の設備間の関係のデジタル表現であり、一つのDigitalFactoryの中でユニークに識別される。
- 4) DataElementは、DFAssetの特性や役割などを表すために使用される情報の最小単位で、そのタイプを表すDataElementType（DET）への参照と対応する値（DataValue）を含み、値の単位や時刻、品質などの情報を付加情報として持つことができる。また、複数のDataElementを識別可能なグループとして定義したものをCollectionOfDataElements（CDEL）と呼び、設備に関連した特性（インタフェースなど）をまとめて示すなどの特定の目的で利用することができる。

#### 3.3.3. ライブラリ関連のモデル要素

- 1) Library（ライブラリ）は、製造システムに使用される設備のタイプを表すDFAssetClassなどのカタログ・データ（LibraryEntry）の集まりで、その用途により、SupplierLibraryとDFLibraryに分類される。
- 2) SupplierLibrary（サプライヤ・ライブラリ）は、設備の供給者などが、それぞれの設備のタイプに関



連する情報をカタログ・データとして設備の使用者に提供するために使用されるデータベースであり、各製造業者の電子カタログと理解できる。

- 3) DFlibrary (DFライブラリ) は、製造システムの所有企業、つまりDigitalFactoryの所有者がその構築と管理のために必要なカタログ・データを複数の設備供給者から集めて一か所にまとめたもので、いわば、その企業で使用できる設備タイプのマスタ・データと理解できる。
- 4) LibraryEntryは、Libraryの個々の内容であり、例えば以下のモデル要素が含まれる。
  - ・各設備のタイプの特性などを示したDFassetClass
  - ・DFasset間に適用可能な関係を示したDFassetClassAssociation
  - ・複数のDFassetが連携して正しく動作するためのDataElement間の関係などを規定したDataElementRelationship
- 5) DFassetClassは、各設備タイプの特性を示したもので、設備のカタログ・データといえる。DFassetClassに含まれるDataElementなどの情報は、その設備タイプの現実世界での個々の設備に対応するDFassetに引き継がれる。

### 3.3.4. データ辞書関連のモデル要素

- 1) ConceptDictionaryは、ConceptIdentifierと呼ばれる識別子で参照されるConceptDictionaryEntryの集まりで、その提供元により、国際標準辞書、コンソーシアム辞書、サプライヤ辞書に分類される。
- 2) DFdictionary (DFディクショナリ) は、製造設備の所有企業つまりDigitalFactoryの所有者が、複数のConceptDictionaryからDFlibraryの解釈に必要なConceptDictionaryEntryを集めた、その企業専用のConceptDictionaryである。
- 3) ConceptDictionaryEntryは、一つの概念 (DFフレームワークで使用される用語) の定義であり、ConceptIdentifierと呼ばれる識別子と通称名 (PreferredName) と定義文章 (Description) を含む。ConceptDictionaryEntryには、DataElementType、CDELに含まれるDataElementとその目的を定義するCDELdefinition、DFassetClassの構造を規定したDFassetClassDefinitionが含まれる。
- 4) DataElementTypeは、プロパティとも呼ばれているもので、DataElementの値 (DataValue) のタイプと意味、単位や許容値などが規定される。DataElementTypeは、DataElementから識別子 (ConceptIdentifier) を用いて参照され、そのDataElementの値 (DataValue) を正しく理解できるための環境を提供する。
- 5) DFassetClassDefinitionは、DFassetClassの一般的な構造を定義したもので、DFassetに含まれる複数のDataElementTypeとCDELdefinitionが参照される。DFassetClassDefinitionは、DFassetClassを生成する際のテンプレートとして使用される。

### 3.3.5. 個別のデータ要素のタイプ (DataElementType) の定義

パート2には、上記のようなモデル要素のほかに、それらのモデル要素を構成する複数の個別のデータ要素のタイプ (DataElementType) を定義している。特に重要なDataElementTypeを以下に示す。

- 1) ConceptIdentifierは、データ辞書に含まれる個々のConceptDictionaryEntryに対して全世界で一意に決定される識別子である。この識別子に統一したフォーマットを採用することにより、世界中どこでも言語や文化に依存せずに、それぞれの概念を正確に識別することが可能となる。ConceptIdentifierは、DFフレームワークの核となる要素であり、セマンティック・インタオペラビリティの鍵となる。DFフレームワークでは、ISO TS 29002-5に規定されているIRDI (international registration data identifier) をConceptIdentifierのフォーマットとして採用している。
- 2) Descriptionは、概念などの定義を記述した規範文章 (Normative text) で、通常は英語で記述されるが、その意味を変更することなく各国語に翻訳することが可能な文章である。
- 3) PreferredNameは、各概念に付される通称名のことである。概念はConceptIdentifierにより正確に識別されるが、人間の理解のためにPreferredNameが規定される。使用言語ごとにPreferredNameを指定することが可能であり、そのほかに別称 (SynonymousName) を指定することもできる。

### 3.3.6. 代表的なモデル要素の関係

ここまで紹介してきたモデル要素の内、代表的なモデル要素間の関係を図5に示す。

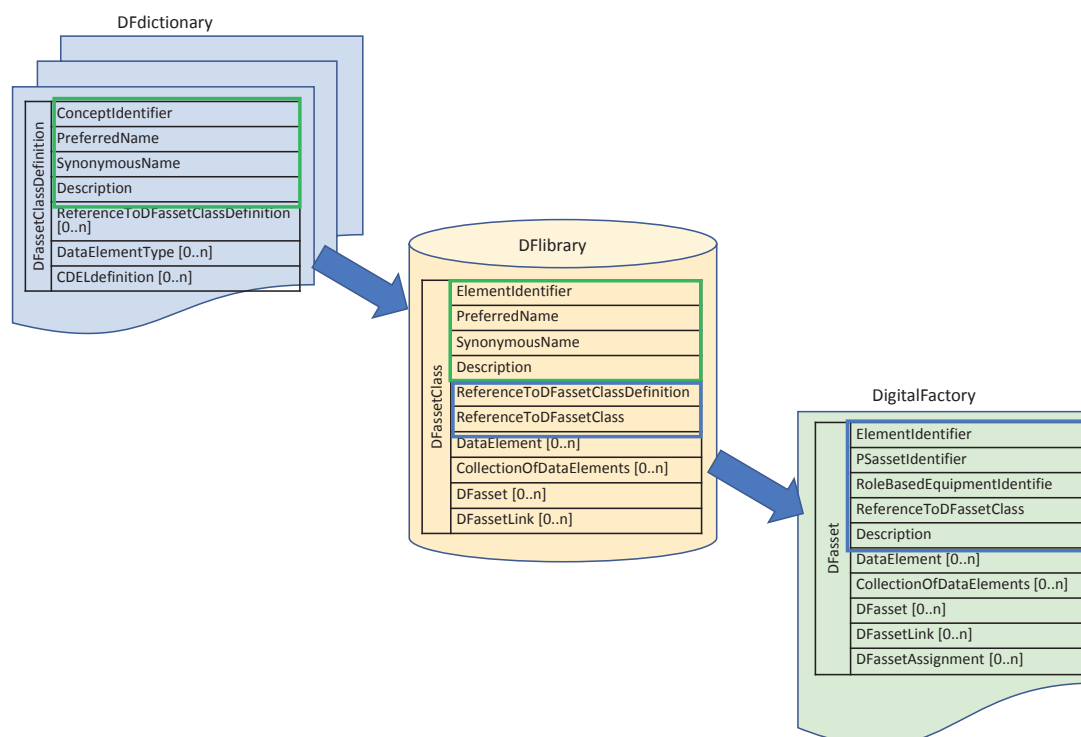


図5. 代表的なモデル要素とそれらの関係

## 3.4. パート3：IEC 62832-3 Application of Digital Factory for life cycle management of production systems (ルール)

パート3は、製造システムのライフサイクル全体に亘ってデジタル・ファクトリを適用するためのルールを規定したものであり、以下のようなルールが含まれている。

- 1) 製造システムをDigitalFactoryによって表現するためのルール
- 2) 実在の設備とその役割をDFassetによって表現するためのルール
- 3) 設備間の関係をDFassetLinkによって表現するためのルール
- 4) 設備の階層構成を表現するためのルール
- 5) 関連する設備間が正しく連携して動作すること（Compatibility）を確認するためのルール

## 4. 終わりに

IEC 62832は、製造システムのデジタル表現を実現することを目的として、データ辞書の利用とデータの構造化のためのルールを定義する国際標準であり、現在、日本のConnected Industriesなどをはじめ各国で推し進められている技術施策を実現する上で、必須の技術基盤である。TC65/WG16国内委員会では、本項で紹介したTC65/WG16による国際標準化活動を通して、日本の知見を国際標準に盛り込み、日本の技術政策に貢献するとともに、最新技術動向の共有を通して、JEMIMA会員企業のビジネス拡大の機会創出に貢献して行く所存である。

### 執筆

IEC TC65/WG16国際エキスパート

小倉 信之（日立製作所）、小野寺 薫（横河電機）、出町 公二（横河電機）

IEC TC65/WG16国内委員会幹事

三井 聡（三菱電機）