

SAP PLM 解説

製品ライフサイクル管理の機能詳細・技術仕様・他社比較・バリエーション構成

2026年6月

はじめに：製品情報の乱立が競争力を蝕む

製造業の競争力の源泉は「製品」です。しかし多くの製造企業において、製品を定義するデータ（設計図・部品表・仕様書・変更履歴）は「CADシステム・Excel・Windows ファイルサーバー・ERPシステム」に分散して管理されており、「現在正しい情報はどこにあるのか」を把握するだけで莫大な工数が費やされています。

この情報サイロは設計変更の波及漏れ・量産移行時の BOM 転記ミス・同一部品の重複開発・品質問題の原因特定遅延という四つの問題を引き起こし、開発コスト増大・市場投入遅延・品質リスクという経営課題に直結します。

SAP PLM (Product Lifecycle Management) は製品データの「唯一の情報源 (Single Source of Truth)」を確立し、設計から製造・保守に至るライフサイクル全体での製品情報の整合性を保証するプラットフォームです。本稿では SAP PLM の技術的な仕組みを深く掘り下げると共に、Siemens Teamcenter・PTC Windchill・Dassault ENOVIA との比較、そして SAP 固有の強みである「バリエーション構成 (Variant Configuration)」の詳細まで解説します。

1. SAP PLM の製品構成と競合製品との位置付け

SAP PLM の主要コンポーネント

SAP PLM は S/4HANA に統合されたモジュール群として提供されます。独立したスタンドアロン製品ではなく「S/4HANA の PLM 機能」として位置付けられており、ERP トランザクション（受注・製造指図・購買・原価計算）と製品データが同一データベース上に共存する点がアーキテクチャ上の最大の特徴です。

- DMS (Document Management System) : 設計文書・図面・仕様書のバージョン管理・ワークフロー承認・ファイルストレージ管理。
- BOM (Bill of Materials) 管理: 部品表の作成・多段展開・用途別管理 (設計 BOM・製造 BOM・販売 BOM) ・ BOM 比較。
- ECM (Engineering Change Management) : エンジニアリング変更指示 (ECN/ECO) ・変更申請 (ECR) ・有効化管理。
- VC (Variant Configuration) : コンフィギュラブル品目・クラス・特性・依存関係による受注変種生産への対応。
- ルーティング (Routing) : 製造作業手順・作業時間・資源 (ワークセンタ) ・検査工程の定義。
- EWB (Engineering Workbench) : 設計者が製品構造・BOM・ルーティング・DMS 文書を統合ビューで操作する作業環境。
- ECTR (Engineering Control Center) : SAP DMS・CATIA・SolidWorks・NX 等の CAD との統合ブリッジ。CAD ファイルのチェックイン/チェックアウト・CAD BOM と SAP BOM の自動同期。

競合 PLM 製品との技術的比較

SAP PLM を導入検討する際、必ずといってよいほど競合製品 (Siemens Teamcenter・PTC Windchill・Dassault ENOVIA/3DEXPERIENCE) との比較が生じます。それぞれの強みと弱みを技術視点で整理します。

Siemens Teamcenter

Teamcenter は PLM 専門ベンダーである Siemens Digital Industries が提供する業界最大シェアの PDM/PLM 製品です。

- 強み: CAD 統合の深さ (NX・Solid Edge・CATIA・SolidWorks・Creo の全主要 CAD とネイティブ統合) ・MBSE (Model-Based Systems Engineering) 対応・シミュレーション管理 (Simcenter 連携) ・製品デジタルツイン機能・製造プロセス管理 (MPM) 。特に航空宇宙・防衛・自動車 OEM の高度な設計管理要件に対するデプス (深さ) が SAP を上回ります。
- 弱み: ERP (SAP/Oracle) との統合は「アダプタ経由の連携」であり、PLM と ERP のデータが別システムに分かれます。ERP とのリアルタイムデータ同期・原価計算・生産管理との連携は統合アダプタの品質に依存します。Teamcenter 自体のライセンス・インフラ・保守コストが高額であり、中堅製造業への導入ハードルが高い。

PTC Windchill

Windchill は PTC (旧パラメトリック・テクノロジー) が提供する Web ベース PDM/PLM 製品です。

- 強み: Web ファーストアーキテクチャ (クライアントインストール不要) ・ ThingWorx (IIoT プラットフォーム) との統合によるスマート製品管理・サービスライフサイクル管理 (SLM) の充実度。PTC の CAD 製品「Creo」 とのネイティブ統合は業界最高水準。
- 弱み: ERP との統合は Teamcenter 同様にアダプタ依存。GUI の複雑さ・学習コストが指摘されることがある。SaaS 化 (Windchill+) の進行中ですが、オンプレミス版との機能パリティはまだ過渡期。

Dassault Systèmes ENOVIA / 3DEXPERIENCE

ENOVIA は Dassault Systèmes の 3DEXPERIENCE プラットフォーム上の PLM アプリケーション群です。

- 強み: CATIA との完全統合 (同一プラットフォーム上) ・3D ビジュアライゼーション・シミュレーション (Simulia) ・製造計画 (DELMIA) の垂直統合。ライフサイエンス・高付加価値製品での採用が多い。
- 弱み: 3DEXPERIENCE エコシステムへの移行コストが高く、CATIA を使用していない企業では CAD 統合の恩恵が薄い。SAP ERP との統合は独自アダプタが必要。

SAP PLM の差別化ポイント

他社 PLM 製品との比較において SAP PLM が固有の優位性を持つ領域が明確に存在します。

- ERP ネイティブ統合：SAP PLM と S/4HANA は同一データベース（SAP HANA）上に存在します。BOM・ルーティング・原価計算・MRP・製造指図・品質管理が一つのシステムで完結するため、「PLM→ERP へのデータ転送」という工程が不要です。競合 PLM が ERP と連携する際の「データ遅延・二重管理・整合性リスク」がゼロです。
- Variant Configuration（バリエーション構成）の完成度：受注変種生産における「顧客仕様に応じた BOM・価格・製造指図の自動生成」は SAP VC が業界最高水準の実績を持ちます。競合 PLM 製品でも類似機能は提供されますが、SAP VC のルールエンジン（依存関係・制約ネット）の柔軟性・S/4HANA 製造プロセスとの直接統合は SAP 固有の強みです。
- 原価管理との統合：設計 BOM から製品原価（標準原価）が直接計算できます。設計変更が原価に与える影響をリアルタイムに試算できるため、「コストドリブン設計（Design to Cost）」が実践できます。競合 PLM では原価計算は ERP 側の処理であり、設計フェーズでの原価影響試算にはシステム間連携が必要です。
- 中堅製造業へのアクセス：SAP S/4HANA をすでに導入済みの企業は SAP PLM を追加ライセンスと設定で有効化できます。専用 PLM システムを別途導入・統合するコストが発生しません。
- 弱み（正直な評価）：CAD ネイティブ統合（CATIA/NX 等）の深さでは Teamcenter・ENOVIA に劣ります。MBSE・シミュレーション管理・デジタルツインの高度な機能は SAP PLM の守備範囲外です。複雑な 3D データ管理・航空宇宙の高度な PLM 要件では Teamcenter や ENOVIA が選ばれるケースが多い。

2. DMS（文書管理）：技術詳細

文書情報レコード（DIR）のデータ構造

DMSの中核オブジェクトは「文書情報レコード（Document Info Record：DIR）」です。DIRはトランザクションCV01N（作成）・CV02N（変更）・CV03N（表示）で管理します。DIRの技術的なデータ構造を示します。

- 文書タイプ（Document Type）：DIRのカテゴリ分類（例：DMR=設計図面・SPE=仕様書・PRO=プロトコル・PPT=プロセス計画書）。文書タイプごとにバージョン管理スキーマ・ステータス遷移・アクセス権限・Storage Category（保存先）が独立して定義されます。
- 文書番号・パーツ・バージョン・ステータスの四次元管理：DIRは「文書番号（Document Number）」「文書パーツ（Document Part：複数の構成要素を持つ文書の分割管理）」「バージョン（Version）」「ステータス（Status）」の四要素でユニークに識別されます。同一文書の改訂版は同じ文書番号のまま新バージョンとして管理されます。
- オリジナルファイル（Original）：DIRに「オリジナルファイル（Original Application File）」として実際のCADファイル・PDF・Excelを添付します。ファイルはSAP Content Server（DVS：Document Versioning System）に格納されます。Content ServerはSAP独自のファイルサーバーであり、KPROストレージ層のAPIを通じてファイルの格納・取得を行います。外部ストレージ（OpenText・EMC Documentum等）との連携も設定可能です。
- 分類（Classification）：DIRにクラス・特性値を付与することで「材質：SUS304・設計者：田中・改訂理由：顧客要求変更」等の構造化された検索インデックスを持たせます。後述のVCクラス管理と同一の分類システム（CT04/CL02）を共有します。

ステータス管理と承認ワークフロー

DIRのステータス遷移はCustomizingで定義します。一般的なステータスフローは「作業中（WI）→レビュー中（RE）→承認済み（AP）→廃止（OB）」です。

- ステータスごとのアクセス制御：「レビュー中」状態では担当者以外の編集をブロック・「承認済み」では変更自体をブロックして新バージョン作成に強制する設定が可能です。
- SAP Business Workflow 統合：ステータス変更時に承認者へのタスク通知・承認/差し戻しフローを SAP Workflow または BTP の Build Process Automation で実装します。DMS 固有の承認フォームをカスタムで開発するか、S/4HANA 標準の DMS 承認ワークフロー（WS40000033 等）を使用します。
- 電子署名（Digital Signature）：GMP 規制対応（製薬・食品）や SOX 対応が必要な文書タイプに対して「電子署名（Digital Signature）」設定を有効化できます。ステータス変更時にユーザー ID とパスワードによる再認証を要求し、「誰が・いつ・何のためにステータスを変更したか」を監査ログに記録します。

操作イメージ：DMS の設計文書管理フロー

- 文書登録（CV01N）：文書タイプ選択→文書番号（手動入力 or 自動採番）→バージョン（001 から開始）→ステータス（作業中）→原稿ファイルのアップロード→保存。
- BOM・品目・サプライヤーへのリンク：DIR を品目（MM03）・BOM（CS01）・機能的場所・変更番号等の SAP オブジェクトにリンクさせます（「オブジェクトリンク」）。「この部品の DIR を見れば関連図面がすべて見える」という情報集約が実現します。
- バージョン管理：承認済み DIR を修正する場合、CV02N で「新バージョン作成」を実行します。前バージョンは履歴として保持され、旧版への参照・差分確認が可能です。

3. BOM 管理：技術詳細

BOM 用途 (BOM Usage) の技術的意味

SAP BOM は「用途 (Usage)」という概念で同一品目に対して複数の並存する BOM を管理できます。代表的な用途を示します。

- 用途 1 (設計 BOM) : エンジニアリング視点の部品構成。まだ製造工程を考慮しない純粋な製品設計の構成。CAD システムから連携された BOM がこの用途に格納されることが多い。
- 用途 2 (製造 BOM) : 製造工程に合わせて最適化した部品構成。設計 BOM からの変換・追加 (梱包材・製造補助材等の追加) ・工程分割 (サブアセンブリ BOM) を反映した BOM。MRP・製造指図の基礎 BOM として使用。
- 用途 3 (汎用 BOM) : 計画・原価計算等、特定の用途に縛られない汎用 BOM。プロジェクト計画・概算見積での使用に適する。
- 用途 5 (販売 BOM) : 受注処理での爆発・価格計算に使用する BOM。VC のコンフィギュラブル BOM (スーパー BOM) と組み合わせて使用されることが多い。

「同一品目に設計 BOM と製造 BOM を並存させ、設計変更は設計 BOM に加え、製造部門への反映を検討・承認してから製造 BOM に反映する」という二段階管理が設計変更の波及管理に有効です。ただし設計 BOM と製造 BOM の同期管理工数が増加する点はトレードオフです。

代替品目 (Substitute / Alternate Item)

BOM の明細には「代替品目 (Alternate Item)」を設定できます。品目不足時・調達リードタイム短縮時に代替品目を使用するロジックを BOM 明細レベルで定義できます。

- 優先度 (Priority) : 代替グループ内の品目に優先順位を付け、第一優先品目が入手不可の場合に第二優先品目を使用する MRP ロジックが設定できます。
- 使用率 (Usage Probability) : 代替品目グループ内の各品目を一定の使用比率で計画する「確率的代替」も設定可能です (例: A 品目 70% ・ B 品目 30% の混用計画) 。

有効期間 (Validity Date) による BOM 変更管理

SAP BOM の変更は「有効期間 (Validity Period)」によって将来の変更を現時点で事前登録できます。「2026 年 10 月 1 日から新設計に切り替わる」という変更を 9 月時点で登録しておき、MRP 計算時に 10 月 1 日以降の需要に対しては新設計 BOM が自動適用されます。

この有効期間管理は ECM (エンジニアリング変更管理) と連動し、変更番号 (Change Number) を紐付けることで「どの変更指示によって BOM が変更されたか」というトレーサビリティが確保されます。

操作イメージ: CS01 BOM 作成と CS11 BOM 展開

- CS01 (BOM 作成) : 品目番号・プラント・BOM 用途を入力→明細行に構成
品目番号・数量・単位を入力→必要に応じてサブアセンブリ (下位 BOM 参照) を設定→保存。
- CS11 (BOM 単一展開) : 親品目・プラント・用途・展開数量を入力→全て
の下位品目 (多段展開) が一覧表示される。「数量計算 (クオンティティ計算)」で最終量産数量に対する全部品の所要量が計算される。
- CS12 (BOM 多段展開) : CS11 の多段展開版。下位 BOM をツリー構造で
表示し、各階層の品目・数量・BOM 番号を確認できる。
- CS14 (BOM 比較) : 二つの BOM (改訂前後・設計 BOM vs 製造 BOM
等) を比較し、差分 (追加・削除・変更明細) を一覧表示する。設計変更の影響範囲確認に使用。

4. エンジニアリング変更管理（ECM）：技術詳細

変更管理オブジェクトの関係性

ECMは「ECR（変更申請）→ECN（変更通知/変更指示）→実際のオブジェクト変更（BOM・ルーティング・DIR等）」という一連のプロセスを管理します。各オブジェクトの技術的詳細を示します。

- ECR（Engineering Change Request）：変更の申請レコード。「何を・なぜ変更したいか」という申請情報。承認ワークフローを経てECNに昇格します。トランザクションはCC01/CC02/CC03（変更マスタを使用するケースも多い）。
- ECN（Engineering Change Notice）：変更指示レコード。承認された変更内容の公式記録。有効化日・影響を受けるオブジェクト（BOM・ルーティング・DIR等）を紐付けます。ECNの有効化日が来ると、紐付けられたBOM変更が自動的にアクティブになります。
- 変更マスタ（Change Master / CC01）：ECNの実装はSAP「変更マスタ」として管理されます。変更マスタには有効化パラメータ（有効化日または有効化条件）・変更対象オブジェクト・影響評価情報が格納されます。複数のBOM・ルーティング・DIRを一つの変更マスタで同時に変更し、同一タイミングで有効化することで変更の一貫性を確保します。

有効化条件の種類

変更マスタの有効化条件は「日付有効化（Date-Effective）」と「ロット有効化（Lot/Parameter-Effective）」の二種類があります。

- 日付有効化：特定日（例：2026年10月1日）以降のトランザクションに新設計が適用される。量製品の設計変更にも最も一般的。
- パラメータ有効化（製造指図番号・ロット番号有効化）：特定の製造指図番号以降・特定のロット番号以降に新設計を適用する。在庫の旧部品を使い切ってから新部品に切り替える「在庫消化型変更」に有効。

設計変更の波及分析（Where-Used リスト）

変更対象品目がどの BOM に組み込まれているかを確認するのが「Where-Used リスト」（CS15/CS25）です。設計変更前に Where-Used リストで影響範囲を特定し、変更による影響を評価することが変更管理の必須プロセスです。

- CS15（品目の Where-Used）： 特定品目が使用されている全上位 BOM をリスト表示。「この部品を変更すると、どの製品の BOM に影響するか」を即座に把握できます。
- CS25（文書の Where-Used）： 特定 DIR が参照されている BOM・品目・機能的場所をリスト表示。図面変更の影響範囲確認に使用。

5. バリエーション構成 (Variant Configuration) : 詳細技術解説

VCが解決するビジネス課題

受注変種生産 (ETO / CTO: Configure-to-Order) における最大の課題は「顧客ごとの仕様差異をどう管理するか」です。製品バリエーションをすべて個別品目番号として管理すると、品目数が爆発的に増加します (例: 3 オプション×5 オプション×4 オプション=60 種類の品目番号が必要)。また、仕様の組み合わせに誤りがある受注 (物理的に成立しない組み合わせ) を受け付けるリスクもあります。

SAP VC は「一つのコンフィギュラブル品目 (KMAT) から、顧客オーダー時の仕様選択に基づいて、動的に BOM・ルーティング・価格・出荷文書が生成される」仕組みを提供します。品目数の爆発を防ぎながら、仕様の有効性 (不正な組み合わせの排除) を保証する業界標準ソリューションです。

VCの基本データオブジェクトと設定手順

ステップ1: 特性 (Characteristic) の定義 — CT04

特性 (Characteristic) はコンフィギュレーション選択肢の「軸 (Dimension)」です。CT04 で定義します。

- 特性データ型: 文字 (CHAR) ・数値 (NUM) ・日付 (DATE) ・時刻 (TIME) の四タイプ。「エンジン出力」は数値 (NUM) 型で定義し単位 (kW) を設定。「外装色」は文字 (CHAR) 型で固定値リストを設定。
- 固定値 (Values) : 文字型特性には選択可能な固定値をリストで定義します (例: 外装色の固定値: WHITE・BLACK・RED・SILVER) 。
- 追加値の許可: 固定値リスト以外の自由入力を許可するか否かを設定できます。通常は制御のため固定値のみに限定します。
- 数値型の範囲制限: 数値型特性には許容範囲 (最小値・最大値・増分) を設定できます (例: 電圧設定 100V~240V・増分 1V) 。

ステップ2: クラス (Class) の定義 – CL02

クラスは特性をグループ化するコンテナです。VC ではクラスタイプ「300 (コンフィギュレーション)」のクラスを使用します。CL02 でクラスを作成し、定義済みの特性を割り当てます。

- 例: クラス「ENGINE_CONFIG (エンジン構成)」に特性「ENGINE_OUTPUT (出力)」「FUEL_TYPE (燃料種別)」「EMISSION_STD (排ガス規制)」を割り当てる。

ステップ3: コンフィギュラブル品目 (KMAT) の設定 – MM01

コンフィギュラブル品目 (品目タイプ: KMAT) は VC の「製品テンプレート」です。MM01 で通常の品目と同様に作成しますが、以下の特殊設定が必要です。

- 品目タイプ: KMAT (設定製品) を選択。一般品目 (FERT/HALB 等) とは異なる管理特性を持ちます。
- クラス割り当て: MRP2 ビューまたは分類ビューでコンフィギュレーションクラス (クラスタイプ 300) を割り当てます。このクラスの特性が受注・製造指図でのコンフィギュレーション入力画面に表示されます。
- コンフィギュレーションプロファイル (CU41): KMAT に「コンフィギュレーションプロファイル」を定義し、「使用するクラス・依存関係の適用範囲・コンフィギュレーション方法 (ユーザーフレンドリーモード/エキスパートモード)」を設定します。

ステップ4: スーパー BOM の定義 – CS01

スーパー BOM (Super BOM) は「すべてのバリエーションで使用される可能性のある全部品」を含む最大 BOM です。通常の BOM と同様に CS01 で品目 (KMAT) に対して作成しますが、各明細に「選択条件 (Selection Condition)」を付与することで、コンフィギュレーション値に応じて特定の明細が有効/無効になります。

- 選択条件の例: 燃料タイプ = 「ディーゼル」の場合のみ品目「P-DIESEL-INJECTOR (ディーゼルインジェクタ)」を有効化する。燃料タイプ = 「ガソリン」の場合はこの明細は除外される。
- 数量式 (Quantity Formula): BOM 明細の数量を固定値でなく、特性値を参照した式で計算できます (例: ボルト数量 = エンジン出力 / 50 という式で出力に応じた本数を自動計算)。

ステップ5: スーパールーティングの定義 – CA01

スーパールーティング (Super Routing) はスーパー BOM と同様に「全バリエーションで発生し得る全作業工程」を含むルーティングです。各工程に選択条件を付与し、コンフィギュレーションに応じて必要な工程のみが製造指図に取り込まれます。

依存関係 (Dependencies) : VC ルールエンジンの核心

VC の真の強みは「依存関係 (Dependencies)」によるルールエンジンです。依存関係は「特性値の組み合わせに対するビジネスルール」を SAP 独自の構文 (依存関係エディタ) で定義します。依存関係のタイプは以下の四種類です。

前提条件 (Precondition)

前提条件は「この特性値が有効であるための前提」を定義します。前提条件に合致しない場合、その特性値はユーザーの選択画面に表示されません。

- 例: 特性「TURBO (ターボ)」の値「YES」を選択可能にする前提条件として「ENGINE_OUTPUT (エンジン出力) > 200 kW」を設定します。
200kW 未満のエンジンが選択されている状態では「ターボ」オプションは非表示になります。

選択条件 (Selection Condition)

選択条件は BOM 明細・ルーティング工程を「有効化/無効化」する条件です。コンフィギュレーションされた受注・製造指図で BOM 爆発・ルーティング展開を実行する際に、選択条件に合致する明細のみが有効な構成として取り込まれます。

- 例: BOM 明細「ターボチャージャー Assembly」の選択条件: 「TURBO (ターボ) = YES」。TURBO=YES が選択された場合のみこの Assembly が BOM に含まれます。

アクション (Action / Procedure)

アクションは「ある特性値が選択されたとき、他の特性の値を自動的に設定する」ルールです。

- 例: 外装色 = 「WHITE」が選択された場合、自動的に「INTERIOR_COLOR (内装色)」の固定値を「GREY (グレー)」に設定するアクションを定義します。これにより「ホワイト外装には必ずグレー内装」というビジネスルールが自動適用されます。

- アクションは Procedure と呼ばれ、依存関係エディタ上で IF-THEN 構文で記述します（例：「IF \$self.COLOR = 'WHITE' THEN \$self.INTERIOR = 'GREY'」のような構文）。

制約ネット (Constraint Net)

制約ネット (Constraint Net) はより複雑なルールを宣言的に記述するための仕組みです。複数の特性間の関係を「制約 (Constraint)」として定義し、コンフィギュレーター (CU50) がすべての制約を満たすように有効な選択肢を推論します。

- 制約ネットの強みは「双方向推論」です。通常の依存関係は IF-THEN 型の一方方向ロジックですが、制約ネットは「A と B の関係」として制約を定義し、A が確定したときに B を推論・B が確定したときに A を推論、という双方向の整合性チェックが自動実行されます。
- 適用場面：特性の組み合わせが多く、全方向の依存関係を IF-THEN で書くと爆発的に複雑になるケース（例：10 以上の特性が相互に依存し合う電気製品構成）に制約ネットを使うことで、ルール定義の工数を大幅に削減できます。

コンフィギュレーションの実行: CU50

CU50 (コンフィギュレーター) は VC のテストツールです。KMAT とコンフィギュレーションプロファイルを指定し、特性値を選択しながらコンフィギュレーションを実行します。選択が完了すると「設定済み BOM (Configured BOM)」「設定済みルーティング (Configured Routing)」「コンフィギュレーション価格 (Configuration Pricing)」が生成され、依存関係が正しく動作しているか確認できます。

AVC と LKPM: S/4HANA での進化

AVC (Advanced Variant Configuration)

AVC (Advanced Variant Configuration) は S/4HANA 1709 以降に提供された次世代 VC エンジンです。従来 VC と比較して以下の技術的改善が行われています。

- HANA インメモリ最適化: AVC は HANA のインメモリ処理を最大限活用し、従来 VC と比較してコンフィギュレーション計算速度が大幅に向上します。大規模な制約ネット (数百の制約) を持つ複雑な製品の応答性能が改善されます。
- Fiori UI コンフィギュレーター: AVC は SAP Fiori ベースの UI (Product Configuration UI) を提供します。従来の SAP GUI ベースのコンフィギュ

レーション画面から、直感的な Fiori 画面でのコンフィギュレーションが可能になります。

- **PMEVC (Product Modeling Environment for Variant Configuration)** : AVC に対応した次世代の製品モデル管理環境。従来の SAP GUI 上の VC 設定作業を Fiori ベースの PMEVC UI で実施できます。特性・クラス・依存関係・制約ネットの管理を PMEVC 上で統合的に実施します。
- **互換性**: AVC は従来 VC のデータモデル (CT04/CL02/CS01 の特性・クラス・スーパー BOM) を引き続き使用できます。既存 VC 設定を AVC に移行する際の設定変更は最小限です。

VC × IPC (Internet Pricing Configurator)

受注処理において、VC のコンフィギュレーション結果に基づく「価格決定 (Configuration Pricing)」は IPC との連携で実現します。

- **条件テーブルとバリエーション条件**: SD 価格設定 (Condition Technique) の「バリエーション条件 (Variant Condition: VA00 等)」を使用し、特性値の組み合わせに基づく価格差額 (Surcharge / Discount) を定義します (例: ターボオプション追加 = +50,000 円・特定外装色 = +20,000 円)。
- **価格試算**: 受注入力 (VA01) でコンフィギュレーションを選択しながら、リアルタイムで価格が計算・表示されます。見積段階でのコンフィギュレーション価格提示が自動化されます。

VC の制約事項

VC は強力な機能ですが、実装上の課題と制約を正直に評価することが重要です。

- **設定の複雑性**: VC の依存関係・制約ネットは高度な専門知識が必要です。依存関係の誤りは「物理的に不可能な組み合わせが通過する」または「有効な組み合わせが不当にブロックされる」という問題を引き起こします。十分なテスト (全バリエーションの組み合わせカバレッジ) が必須です。
- **パフォーマンス**: 複雑な制約ネット (数百の制約・十数個の特性) を持つ製品では、コンフィギュレーション計算に秒単位の遅延が発生する場合があります。AVC と HANA の組み合わせで大幅改善されますが、モデル設計の最適化 (不要な制約の除去・制約の分割) も重要です。
- **VC モデルの保守**: 製品ラインナップの変更・新オプション追加・廃止オプション削除のたびに VC モデル (特性・クラス・スーパー BOM・依存関係) を

更新する必要があります。VC モデルの保守担当者の専任配置とドキュメント化が運用上の必須要件です。

- 多言語対応：特性の記述・固定値のテキストは多言語対応が必要です。日本語固定値テキストを定義してもシステム言語設定によっては英語 UI に切り替わった際に表示が崩れるケースがあります。全言語でのテキスト定義が必要です。

6. ルーティングと製造プロセス管理：技術詳細

ルーティングの種類と選択

SAP PLM で管理するルーティングには複数の種類があり、製品タイプ・製造方式によって使い分けます。

- 汎用ルーティング（General Routing: CA01）：特定の品目に紐付かない汎用的な作業手順。複数の品目が同一の製造工程を共有する場合、汎用ルーティングを品目 BOM にリンクして参照します。
- 品目ルーティング（Item Routing）：特定の品目番号に直接紐付いたルーティング。品目固有の製造手順がある場合に使用します。
- レートルーティング（Rate Routing）：ライン製造（流れ作業）向けのルーティング。生産レート（例：100 個/時間）ベースの計画に対応します。反復製造（REM: Repetitive Manufacturing）で使用。
- 参照作業手順（Reference Operation Set）：複数のルーティングで共有される標準工程テンプレート。汎用的な工程（品質検査・洗浄・梱包等）を参照作業手順として定義し、複数のルーティングから参照することで工程情報の一元管理が実現します。

工程の詳細パラメータ

- ワークセンタ（Work Center: CR01）：工程を実行する生産設備・ラインを表すマスタ。作業時間（段取り時間・処理時間・待機時間）・キャパシティ（利用可能時間・効率）・原価計算基準（コストセンタ・活動タイプ）が定義されます。
- 標準値（Standard Values）：工程の標準作業時間（段取り時間・機械時間・人員時間）を設定します。MRP/生産計画でのキャパシティ要件計算・原価計算での標準原価算出に使用されます。
- 検査特性（Inspection Characteristics）：ルーティング工程に品質検査項目（測定値・合否判定基準）を定義します。PP-QM 統合により「工程内品質検査（In-Process Inspection）」の結果入力画面が QM 通知として自動生成されます。

- SFC データ (Shop Floor Control) : 製造指図の作業確認 (CO11N) や製造進捗管理に使用するパラメータ (収率・スクラップ率・並列処理・作業分割) を設定します。

7. CAD 統合と ECTR: 設計データ自動連携

ECTR (Engineering Control Center) のアーキテクチャ

ECTR (SAP Engineering Control Center) は CAD システムと SAP PLM をリアルタイム連携するブリッジソフトウェアです。設計者は CAD の操作画面 (CATIA・NX・SolidWorks 等) を離れることなく、SAP DMS・BOM・ECM へのアクセスが可能です。

主要 CAD との統合状況

- CATIA V5/V6 (Dassault Systèmes) : ECTR for CATIA により CATIA のパーツ・アセンブリを SAP DMS (DIR) に直接チェックイン/チェックアウト。CATIA の BOM (BOM for CATIA) を SAP BOM に自動同期 (品目番号・数量・親子関係の自動マッピング)。
- Siemens NX: ECTR for NX により NX アセンブリ構造から SAP BOM への自動生成。NX の品目属性 (材質・重量・寸法) を SAP 品目マスタの分類特性に自動転送。
- SolidWorks (Dassault Systèmes) : ECTR for SolidWorks により SolidWorks のパーツファイルを SAP DIR に管理。
- AutoCAD: AutoCAD 図面 (.dwg) を SAP DMS 文書としてチェックインする基本的な統合が利用可能。BOM 自動同期機能はネイティブ非対応 (手動 BOM 作成または別途カスタム開発が必要)。

CAD 連携の技術的課題

CAD 統合では以下の技術的課題が発生しやすいため、導入設計時に対処方針を決定しておく必要があります。

- 品目コードの自動採番: CAD 側には品番体系がないか、CAD 固有の品番体系を使用しているケースが多い。ECTR チェックイン時に SAP 品目番号を自動採番 (MNNBR ナンバリング) するか、CAD 品番を SAP 品番にマッピングするルールが必要です。
- 単位系の変換: CAD (mm/m 単位) と SAP (mm・cm・m 等の在庫管理単位) の単位が一致しない場合の変換ロジックが必要です。

- アセンブリ階層のマッピング：CADのアセンブリ階層（親アセンブリ→子パーツ）とSAP BOMの多段階層は原則的に1:1マッピングですが、CAD側で表現されない「製造上のサブアセンブリ（梱包・調整工程でのサブ組立）」をどう扱うかの設計判断が必要です。

8. Teamcenter 連携： SAP PLM との共存戦略

SAP PLM と Teamcenter の共存シナリオ

大手製造業では「Teamcenter による CAD/PDM 管理」と「SAP S/4HANA による ERP 管理」の両方が稼働しているケースが多くあります。この場合、SAP PLM と Teamcenter をどう役割分担させるかが設計の核心です。

- シナリオ A (PLM for Design in TC / ERP BOM in SAP) : Teamcenter を設計 BOM・CAD データ・PDM の「権威データベース」とし、製造 BOM・ルーティング・ECM は SAP 側で管理します。Teamcenter の設計 BOM を SAP 製造 BOM に転送する統合アダプタが必要です。Siemens TIA (Teamcenter Integration Architecture) または SAP の標準統合ソリューションが使用されます。
- シナリオ B (SAP ECTR を Teamcenter 代替として利用) : Teamcenter を SAP ECTR + SAP DMS + SAP BOM 管理に置き換えます。Teamcenter を廃止し、SAP 一本化を目指すシナリオ。CAD 統合は ECTR で対応します。ただし Teamcenter が提供する MBSE・シミュレーション管理等の高度機能は ECTR で代替できないため、製品の複雑さによって現実性が異なります。
- シナリオ C (Digital Thread 連携) : Teamcenter と SAP をデジタルスレッドとして双方向連携し、製品データの全ライフサイクルを通貫した可視性を確保します。SAP Teamcenter Integration (Aras Innovator 等の PLM ハブ経由のケースもあり) でデータを同期します。

統合の技術的選択肢

Teamcenter と SAP 間の統合技術として以下の選択肢が存在します。

- SAP PLM Integration for Teamcenter (TCI) : SAP が提供する標準統合ソリューション。iFlow または IDoC ベースで Teamcenter→SAP BOM/DMS 連携を実装します。
- Siemens Teamcenter Integration for SAP (TCIS) : Siemens が提供する統合ソリューション。Teamcenter の SAP 写し込み (BOM・ECN・Material Master の同期) を実装します。

- カスタム API 統合: Teamcenter Dispatcher (REST API 経由) と SAP BTP Integration Suite (iFlow) を使ったカスタム統合。標準製品の制約を超えた柔軟なマッピング・変換ロジックが実装できますが、開発・保守コストが発生します。

9. PLM の Customizing: 主要設定項目

DMS 文書タイプの定義

DMS の文書タイプは SPRO の IMG (Implementation Guide) で定義します。
パス: 「SAP NetWeaver → Application Server → Basis Services → Document Management System」。

- 文書タイプ定義: 文書タイプコード・説明・バージョン管理スキーマ (内部/外部バージョン管理) ・オリジナルファイルの数・格納先 (Storage Category) を設定します。
- ステータスネット (Status Net) : 文書タイプごとにステータス遷移 (有向グラフ) を定義します。どのステータスからどのステータスへの遷移が可能か・遷移に承認が必要かを設定します。
- Storage Category: DIR に添付されるオリジナルファイルの格納先を定義します。SAP Content Server ・外部ストレージ (S3 ・ Documentum 等) ・ SAP Archive Link が選択できます。

BOM の Customizing

- BOM 用途 (Usage) : 用途コード・説明を定義します。標準で用途 1~8 が提供されており、追加カスタム用途は SAP 推奨では行わず標準用途で対応することが推奨されます。
- BOM ステータス (BOM Status) : BOM 自体の状態管理 (作業中 ・ 有効 ・ 廃止等) の定義。BOM ステータスによって「MRP 計算での使用可否 ・ 受注 BOM 展開での使用可否」が制御されます。
- 品目ステータス (Item Status) : BOM 明細 (品目) レベルの状態定義。個別明細を「設計段階 ・ 有効 ・ 廃止」の状態で管理できます。

VC の Customizing

- クラスタイプ 300 のフリーキャラクタリスティクスの設定: クラスタイプ 300 (コンフィギュレーション) の詳細設定。コンフィギュレーション数値計算の精度 ・ 特性の最大数 ・ 制約ネットのパラメータを設定します。

- SCE パラメータ (Solution Engine) : 制約ネットを使用する場合の SCE (Solution and Constraint Engine) エンジンの動作パラメータ (タイムアウト・再帰深さ制限等) をカスタマイズします。
- 変種価格条件タイプ (Variant Condition Types) : VC の価格設定に使用する条件タイプ (例: VA00) を SD 条件テクニックに設定します。

10. 他社導入事例

事例 1: 精密機械製造業 A 社 — VC 活用による CTO 対応

背景と課題

産業用ロボットを製造する精密機械製造業 A 社は、顧客要求によってロボットアームのリーチ・積載重量・制御方式・電源仕様・通信インターフェースの組み合わせが数千通りに及ぶ受注変種生産を行っていました。各バリエーションを個別品目番号で管理していた結果、品目数が 1 万件を超え、類似品目の重複管理・価格計算の誤りが頻発していました。受注ごとに設計部門が BOM を手動作成していたため、受注から BOM 確定まで 3 営業日を要していました。

SAP VC 導入と成果

A 社は SAP VC を導入し、各仕様軸（リーチ・積載重量・制御方式・電源・通信）を特性として定義、スーパー BOM・スーパールーティングと依存関係によって「物理的に成立しない組み合わせ」をブロックするロジックを実装しました。受注入力（VA01）のコンフィギュレーション画面で担当者が仕様を選択すると、秒単位で BOM・価格・製造指図が自動生成されます。品目数は 1 万件から品目タイプ KMAT の十数件に削減され、受注 BOM 確定時間が 3 営業日から当日中に短縮されたと報告されています。

事例 2: 自動車部品製造業 B 社 — 設計・製造 BOM 分離と変更管理の統合

背景と課題

自動車部品を製造する B 社では、設計部門が PDM システム（Teamcenter）で CAD・設計 BOM を管理し、生産部門が SAP で製造 BOM・ルーティングを別個に管理していました。設計変更が発生した際、PDM と SAP への二重登録が必要で、登録漏れによる製造現場への変更通知遅延・変更前部品の誤使用が頻発していました。変更の追跡性（どの製造ロットが旧設計か）も把握できない状態でした。

ECTR + ECM 統合導入と成果

B社はECTRによるTeamcenter連携を構築し、Teamcenter上の設計BOM変更がECNとしてSAP側に自動連携される統合フローを実現しました。設計変更は「変更マスタ」によってBOM・ルーティング・DIRが同時に変更され、有効化日・ロット番号有効化条件で製造への切り替えタイミングが制御されます。Where-Usedリストにより変更の影響範囲が即座に特定でき、変更通知漏れがゼロになりました。また有効化条件（ロット番号ベース）の設定により、旧部品在庫を使い切ってから新設計に切り替える在庫消化管理が自動化されたと報告されています。

事例3：電機メーカーC社 — DMS 電子署名によるGMP対応

背景と課題

電気医療機器を製造するC社は、FDA 21 CFR Part 11（電子記録・電子署名に関する規制）への対応が求められており、設計文書の承認プロセスに手書き署名と紙の承認記録が必要でした。紙ベースの承認は承認スピードの遅延・文書管理コスト・監査対応時の文書検索工数という三つの問題を抱えていました。

DMS 電子署名導入と成果

C社はSAP DMS 電子署名機能を活用し、設計文書（仕様書・設計変更指示書・試験記録）の承認をSAP上の電子署名フローに完全移行しました。ステータス変更時のユーザーID・パスワード再認証・変更理由の記録がSAP監査ログに自動保存されます。FDA監査対応時に「誰が・いつ・何のために・どの版の文書を承認したか」をSAPから即座に出力できる体制が整備され、監査準備工数が大幅に削減されたと報告されています。

11. クラウド時代の SAP PLM: 次世代機能

S/4HANA Cloud 上の PLM 機能

SAP S/4HANA Cloud（公衆クラウド版）では PLM 機能の一部が SaaS として提供されます。ただしオンプレミス版と比較して機能範囲に差異があります。

- S/4HANA Cloud Public Edition（RISE with SAP）：基本的な BOM 管理・ルーティング管理・ECM は利用可能。DMS（文書管理）は SAP Document Management on BTP として別途提供。VC（Variant Configuration）は S/4HANA Cloud 上で利用可能ですが、制約ネット等の高度な VC モデリングは AVC と PMEVC の Cloud 対応を確認が必要。
- ECTR（CAD 統合）：クラウド版での ECTR 提供は限定的で、最新のサポート状況確認が必要。CAD 連携には BTP 上の Integration Suite を介したカスタム統合が必要なケースがあります。

PLM AI 機能: 類似品検索と重複排除

SAP S/4HANA 2023 以降では、AI・機械学習を活用した PLM 機能強化が進んでいます。

- 類似品検索（Similar Item Search）：新部品を登録しようとする際に、AI が既存品目の特性値・属性を比較分析し、類似度スコアの高い既存品目を候補表示します。重複品目登録の防止・既存品目の再利用促進により部品点数削減と購買コスト削減が実現します。
- AI 支援設計変更影響分析：設計変更時に AI が過去の変更履歴・Where-Used データを分析し、影響範囲の優先度ランキングと「この変更が生産計画に与えるリスク」の予測を支援します。
- SAP Joule for PLM: SAP Joule（Generative AI Copilot）の PLM 統合により、自然言語で「この品目の設計 BOM を表示して」「先月の設計変更一覧を集計して」という問い合わせができる機能が SAP Road Map に記載されています（提供時期は製品可用性マトリクスで要確認）。

12. PLM 導入がもたらす経営価値と導入上の注意 点

定量的な経営価値

- 開発リードタイム短縮：設計 BOM⇒製造 BOM 統合・ECM 自動化により、設計変更から量産反映までのサイクルタイムが短縮されます。
- 原価精度向上：設計変更が即座に標準原価計算に反映されることで、予算 vs 実績の原価差異の原因特定が容易になります。
- コンプライアンスコスト削減：電子署名・監査ログ・版数管理の自動化により、ISO/FDA/GMP 等の規制対応にかかる文書管理工数・監査準備工数が削減されます。
- 部品点数削減：VC 活用と類似品検索により、機能的に同一の部品が複数品目番号で管理されるダブリを排除し、購買コスト・在庫コスト・品質管理コストが削減されます。

導入上の最重要注意点

SAP PLM 導入において成功を阻む最大の要因は「データ品質」と「変更管理への組織的合意」です。いくら優れたシステムを導入しても、入力されるマスタデータ（品目番号・BOM・特性定義）の品質が低ければシステムは機能しません。

特に VC 導入では「依存関係の設計と検証」に想定以上の工数がかかります。製品バリエーションを熟知した設計エンジニアと SAP VC の技術専門家が密接に協力して依存関係を定義・テストする体制が不可欠です。「VC コンサルタントだけで設計できる」という前提はリスクです。ビジネス知識（製品仕様のルール）と VC 技術の両方を理解したメンバーを育成・確保することが長期的な成功の鍵です。

以上