

航空機業界におけるCALS開発・適用の取組み

上田 俊彦

CALS技術研究組合

1. はじめに

日本の航空機機体会社5社は、ボーイング777旅客機（以下777という）の開発に際して米国シアトルにあるボーイング社との間をネットワークで結び、設計データを共有して開発を行い、CALS-Like なシステムの利用について貴重な経験を得た。これをもとにさらに多種多様なエンジン会社や装備品会社も参画が可能なCALS標準に基づくグローバルなシステムを開発・実証するため、情報処理振興事業協会（IPA:Information-Technology Promotion Agency,Japan）の企業間電子商取引推進事業の一つとして「航空機CALSプロジェクト」に取組み中である。また、防衛庁でも2005年での電子化率100%を目標としてCALSに取組み中である。本レポートでは、777での実施内容の概要とその課題を紹介し、「航空機CALSプロジェクト」の概要と狙い及び防衛庁でのCALSの取組みとの関連についても紹介する。

2. ボーイング777C&Cシステム

777は、同767と747ジャンボの中間に位置する大型機である。この開発には日本の機体5社（三菱重工、川崎重工、富士重工、新明和工業、日本飛行機）が共同開発に参加して、主に胴体の構造物を分担し、約21%のワークシェアをしめている。この開発を日米で同時並行的に進めるため、日米間にネットワークを作り、各社がボーイング社より提供された同一のソフトウェアを利用して、設計データを共有するシステム（C&C：Computer & Communication）を構築した。

2.1 データ交換ネットワーク

図2.1に示すように、センターコンピュータを設置してHUBとし、ボーイング社と日本の5社のIBMメインフレーム・コンピュータを接続した。日米間は128Kbps 2本の国際専用回線を、国内各社とは64Kbpsの専用回線を利用した。また専用回線の両端には暗号化装置を設置した。

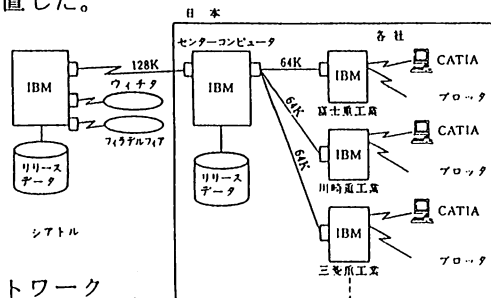


図 2.1 ボーイング777ネットワーク

2.2 組立シミュレーション

777では、共同開発の各社とも設計はすべて3次元 CAD/CAM システムである同一の CATIA を使用して100%デジタル化した。そして設計変更も逐一 CATIA データを修正することにより、紙での設計変更通知を無くして、CATIA データを Sole Authority とし、紙の図面は参考とした。

また、図 2.2 に示すように、設計段階にて各部品の CATIA データを用いて組立て状態のシミュレーションを実施することにより、部品の形状や配置、配管、配線等の検討を行い、部品の干渉不具合を減らし、従来の原寸モックアップモデルの製作を不要とした。

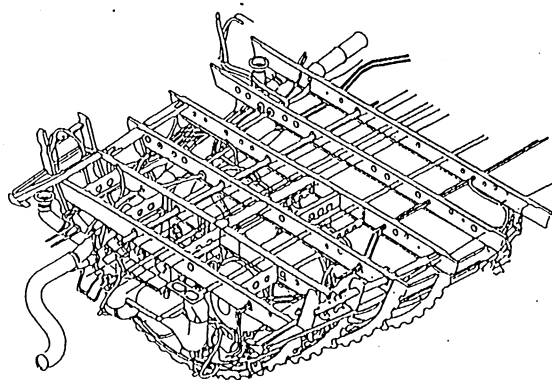


図 2.2 組立シミュレーション事例

3. 評価と課題

777での CALS-Like なシステム採用の狙いは、開発期間短縮とライフサイクル・コストの削減にあるが、具体的には下記のような効果の反面、課題も明らかになった。777のシステムは CALS の代表事例と言われているが、CALS の目指すところに至っていない点も多く、改善が必要である。

3.1 効果

777での効果としては、設計期間は767の40ヶ月に対して777は27ヶ月であり約30%短縮した。また各社の製造した構造体をボーイング社で結合した時の改修がゼロであり、精度が飛躍的に向上したとボーイング社では評価している。

胴体構造物を担当した日本側でも、組立て時の不具合発生件数は767時に比べて1/3に減少し、設計時点での品質の作り込み効果がでている。

3.2 課題

コンピュータを活用して設計を完全にデジタル化し、設計段階でのシミュレーションを充実させることは多くの効果を生む反面、ピーク時の設計工数は従来の2倍以上に増加し、コンピュータ資源は従来の2次元 CAD/CAM に比べて3倍以上に

増加した。このため設計の2直作業を余儀なくされたが、これは設計手段としてCATIA以外のCADシステムが使えず、一時的な集中作業に対して外注先が限定されることが大きな原因である。

3.3 CALSの観点からの課題

777での課題の解決は、真のCALSに近づけることであり、以下の改善が必要となる。

(1) ネットワークは専用回線と暗号化装置を用いて、特定の会社間のみで、ボーイングが開発したデータ交換システムを利用した専用システムであり、構築・運用技術と費用の面で多種多様の装備品会社等の参加は困難である。

(2) 設計システムはバージョンまで統一したCATIAのみを利用するため、他のCADシステムを利用している会社で作成した装備品等のデータの活用が困難である。また外注先も限定される。

(3) 図2.1に示すように、各社の作成した設計データは、ボーイング社のIBM大型メインフレーム・コンピュータに送信して集中管理し、そのうち日本の5社が利用する分はセンターコンピュータに集中管理する。この2つのデータベースは毎日データ送受信を行って同一に管理する。さらに日本の各社は、必要なデータを自社のコンピュータにコピーして利用するため、同一データが3個所で管理されていることになりデータ管理コストが膨大となった。

(4) 組立シミュレーションを始め、すべてのシステムがIBMメインフレーム・コンピュータで実施するため、コンピュータ負荷が集中し、作業消化の大きなネックとなった。

(5) 日本の国内では、設計データの内100%デジタル化したのは、図面の形状データと部品表データであり、設計仕様書や技術計算書は紙が基準であり、電子化による管理に至っていない。ただし、ボーイングは整備マニュアル等のSGML化を実施しており、すでにエアラインに配布している。

4. 航空機CALSプロジェクトの狙い

777時のシステムは、開発の終了とともにボーイング社に返却した。また、このシステムはボーイング社以外の航空機の開発には使えない。仮にボーイング社より同システムを購入できるとしても前述の課題があり、改修も困難である。このためエンジンや搭載機器の会社も含めて、我が国が開発の主体となる民需・防需の航空機開発に適用でき、過日の課題を改善できるシステムを準備しておく必要がある。

特に防衛庁航空機の開発では、防衛庁の管理の下に設計審査を行いながら進めるが、防衛庁側と開発担当の会社側のノウハウの共有が重要となる。このためには図面や技術文書の電子化による共有や、複雑な武器等の装備品の3次元CADによるモックアップ、試作品の完成前での自衛隊等の運用者による早い段階での意見のフィードバック、コンピュータ上での部品の干渉チェックの実施等が必要になる。

これらを踏まえて、航空機CALSプロジェクトでは、以下の点での開発・実証を狙いとしている。

(1) ネットワークは公衆回線(ISDN)を用いたオープンなものとし、多種多様の会社が随時参加が容易なものとする。

(2) 広く各国の会社との協業が可能のように、CATIA に加えて CALS 標準の STEP の利用を前提としたグローバルなシステムとする。

(3) 設計データは、作成した会社の夫々で分散管理し、そのインデックスのみを集中管理することにより一元的に統合管理し、データ管理コストを最小とする。

(4) 組立シミュレーション等の機能はワークステーションを用いた分散システムとし、作業量に応じてコンピュータ設備をフレキシブルに増減できるものとする。

(5) 777では未実施の技術文書を電子化して、長年に渡る維持管理コストを軽減するシステムを開発する。

5. 航空機 CALS システムの概要

航空機 CALS システムの機能は、図 5.に示すように「ネットワーク機能」、「分散データの統合管理機能」、「組立シミュレーション機能」と「技術文書の作成・管理機能」がある。さらに組立シミュレーション作業を効率化するための機能として「異種システム設計データの交換機能」、「エンジン・装備品モデル簡素化機能」、「標準部品ライブラリ機能」を準備する。

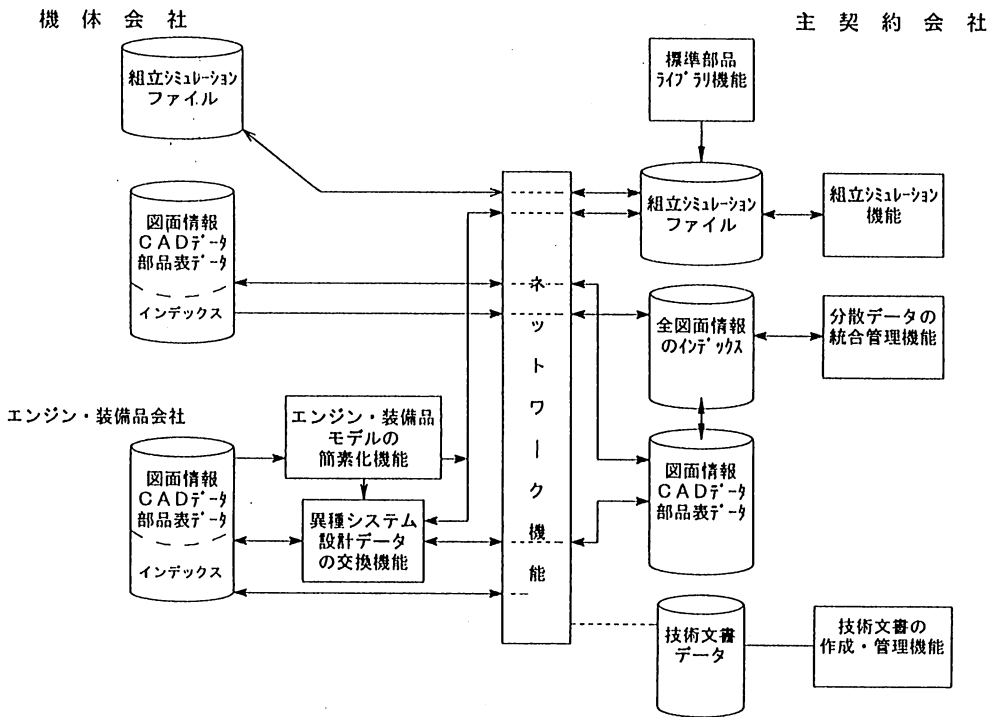


図 5.航空機 CALS システム機能関連図

5.1 組立シミュレーション機能

組立シミュレーション機能とそれを支援する各種機能の関連を図 5.1 に示す。

(1) 組立シミュレーション機能

個々の部品の形状モデルや組立位置等の情報を「組立シミュレーション用部品ファイル」として管理し、干渉チェックの対象領域にある部品を選び出した後に干渉の有無の計算を行い(Pre-Assembly)、結果を画面に表示する。(図 2.2 参照)

(2) 標準部品ライブラリ機能

共通に使う部品は、あらかじめ作成してライブラリに登録しておき、必要な都度検索して利用する。従来の紙の図面では標準部品の形状は逐一図面指示は不要であったが、干渉チェックのためには形状の表示が必要となることに対応する機能である。

(3) エンジン・装備品モデルの簡素化機能

エンジンや装備品の設計・製造用 CAD データは、組立設計に利用するには詳細すぎてコンピュータ負荷が大きくなるため、適切な量のデータに簡素化する。

(4) 異種システム設計データの交換機能

エンジン・装備品会社では、CATIA 以外の各種の CAD システムを利用しているところが多く、これらのデータを活用する場合は、STEP 標準の中間データを介して CATIA のデータに変換して利用する。また、エンジン・装備品会社が機体のデータを利用する場合も同様の変換が必要となる。

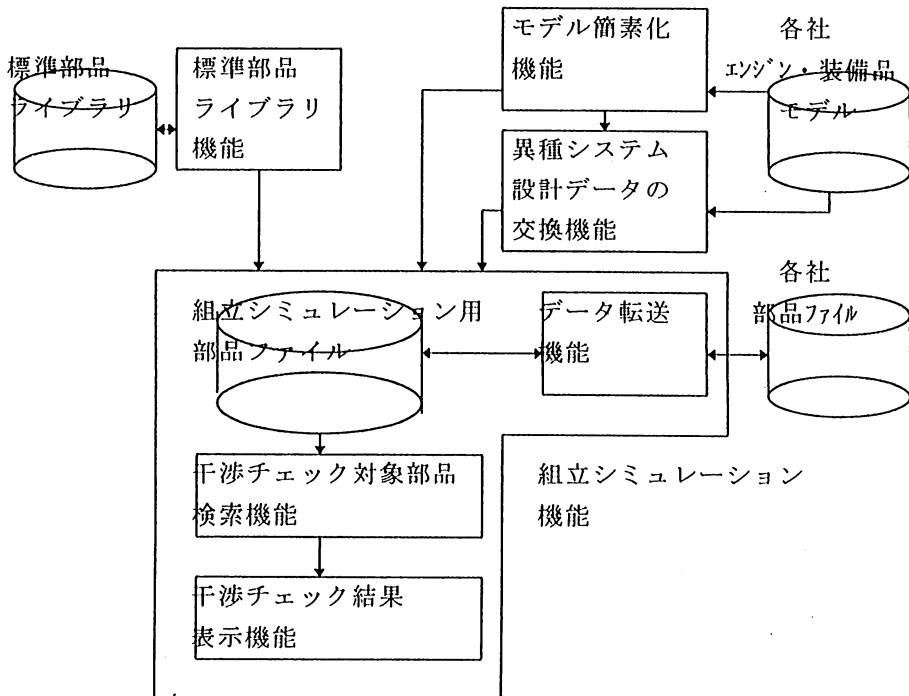


図 5.1 組立シミュレーション機能

5.2 分散データの統合管理機能

図5.2に示すように各社が夫々のワークステーションで管理する設計データのインデックスを中央のワークステーションで一元管理することにより、他社の設計データが必要な場合は、中央のワークステーションに要求すれば、管理している会社からデータが送信される。

本システムの狙いは、分散した PDM データベースのメタデータを一括管理する代表 PDM を設け、分散した複数の PDM とメタデータの交換を行うことで、複数の PDM 間の連携を実現する機能を開発・実証することにある。

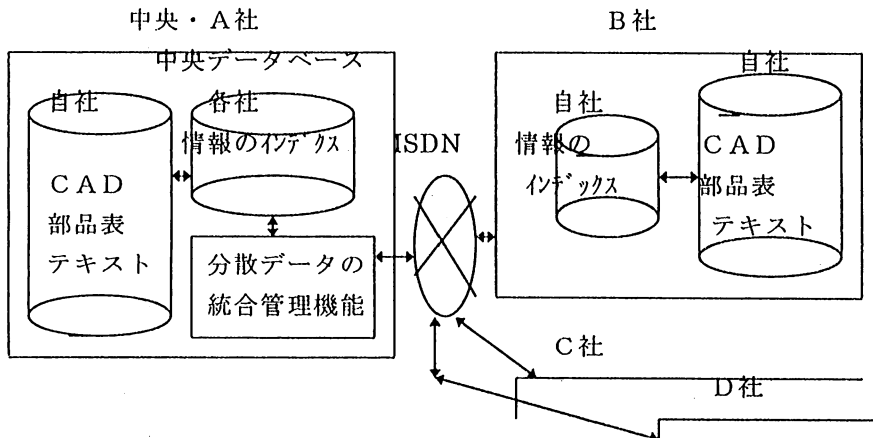


図 5.2 分散データの統合管理機能

5.3 技術文書の作成・管理機能

設計仕様書や取り扱い説明書のような大部の文書を対象に、電子的な作成と利用を前提にした文書管理システムを開発・実証する。本システムは図5.3に示すように、文書を SGML 形式に変換して登録する機能、文書の構成（章、節、項、図等）単位で履歴等を管理する機能、検索・表示機能、IETM 機能等から成る。

本システムの狙いは、文書構造を内部表現として持つ文書データベースを作り、文書の構成単位での管理を基本とした管理機能（版数管理、履歴管理、構成管理）を開発・実証することにある。

また、利用する DTD は任意とし、防衛庁が調査・研究中の標準や民間航空機での標準への対応を考慮したものとする。

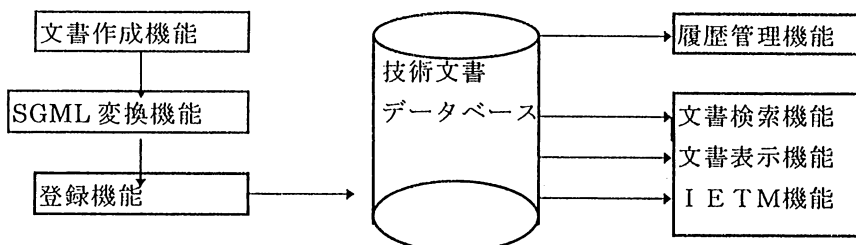


図 5.3 技術文書の作成・管理機能

5.4 ネットワーク機能

上述の航空機 CALS システムの開発・実証用環境を構築する。そのシステムは各社に設置するワークステーションを公衆回線(ISDN)で結び、必要なセキュリティ対策をとる。また通信ソフトウェアとしては IBM 社のパッケージソフト (MQ) を活用するが、必要なソフトは開発・実証する。

6. 防衛庁における CALS の取組み

防衛航空機の開発・運用においては、防衛庁と開発を担当する企業との間での緊密な情報交換が必要である。これらは図 6. に代表的なものを示すように各種の資料の形での交換が主となっており、技術情報の共有化の課題である。

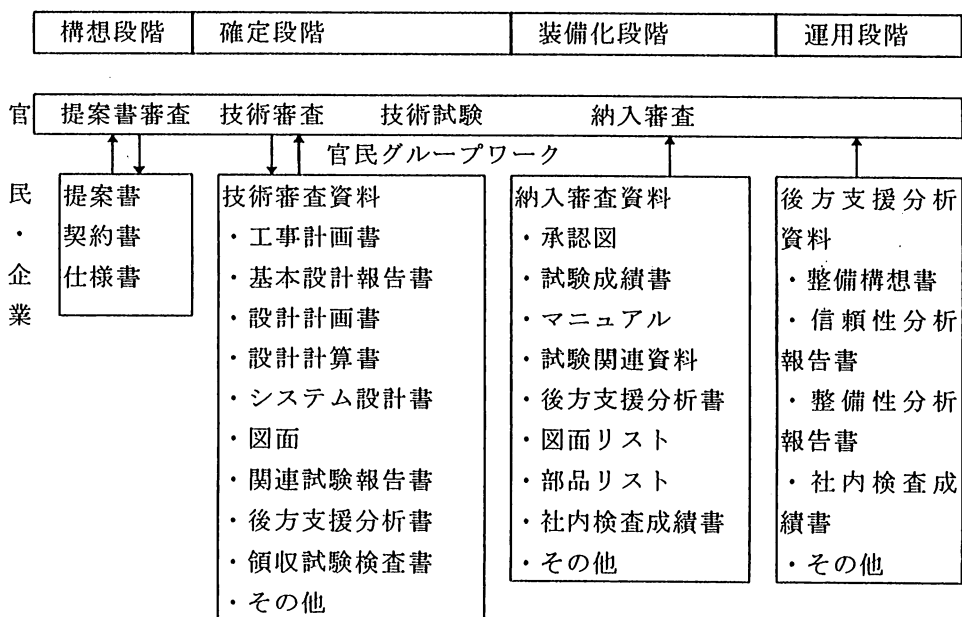


図 6.防衛航空機の開発・運用における官・民の情報交換

6.1 防衛庁 CALS ロードマップ 2005

平成 7 年度に「CALS 委員会及び CALS 研究会」を設立し、調査・検討を行い、「CALS 報告書」及び「防衛庁 CALS ロードマップ 2005」を設定した。ここではアクションアイテムとして次の事項が計画されている。

(1) 共通基盤システムの試行と開発により、技術マニュアル、技術データ、図面管理、装備品の形態管理等を 2005 年までに電子化率 100%を目指す。

(2) 技術情報管理、標準仕様の設定、秘密保全の調査・検討を行う。

6.2 取得改革委員会・CALS 作業部会

装備品のライフサイクルコストの総合的な抑制を含む効率的な調達補給体制の整備を目的として、平成 8 年 5 月に取得改革委員会が設置され、その下部機構の一つ

として CALS 作業部会が設置された。ここでは「CALS 報告書」を踏まえて、マニュアル分野での CALS の試行、調達関連文書や技術文書についての DTD の検討、防衛 CALS 基盤システムについての調査検討等が行われる。

7. 今後の進め方

航空機 CALS プロジェクトは、平成 9 年度末で開発・実証実験を終了するが、その後の具体的な将来航空機の開発にあたっては、今回の成果をもとに、共同開発への参加会社や開発分担等に応じて必要な機能追加や修正を加えて適用する。このため、開発したソフトウェア等の権利は、(社団法人)日本航空宇宙工業会が所有し、今後の改良や会員企業の使用に備える。

8. 終わりに

航空機 CALS プロジェクトは、航空宇宙工業会に「航空機 CALS 検討委員会」を設置して、30 社の企業に加えて通商産業省(航空機武器課)、防衛庁(管理課、航空機課)の両省庁のご参加も得て進めており、日本が主体性をもって開発する航空機には、ここで得られる成果を基にその航空機開発特有の条件等を反映したうえで実用的なシステムとして適用したい。

また、この開発・実証を通じて得られる製品定義データ(CAD データ、部品表データ等)の管理・利用・交換技術や、文書管理技術は、他の業界で同様のシステムを開発する場合にも役立つものとしたい。