

建設 CALS/EC における情報共有化の枠組みと技術的課題に関する一考察

前田建設工業 (株)

○比留間 敏員 *

By Toshikazu HIRUMA

現在、建設分野の CALS である建設 CALS/EC は促進期から普及期へと推進の軸を移し、その果実を实らせつつある。しかし一方、プロジェクト個々の現状に目を転じてみると、各局面では様々な技術的な問題も散見され、「情報共有」の認識についても多分に曖昧なところがある。CALS 実現のプロセスは、情報通信・共有化技術の応用と、業務の見直し (BPR: Business Process Reengineering) とを柱に進む。我が国の建設 CALS/EC はいわば、既存の公共事業という枠組みの中で推進されている側面が強いが、PFI 等の適用を含め、公共事業見直しに関する議論が進んでいる現在、筆者はこの枠組みに捕われず、改めて技術的な立場から情報共有のあり方、建設マネジメントと CALS との関連について再考してみることも有用と考えた。

本論文は情報共有化の概念、枠組みについて、業務システムの構築、業務のパラダイムシフトを進めるための手段、各々を核に技術的な立場から相補的に考察することを試みたものである。

【キーワード】 CALS、情報共有、情報技術

1. はじめに

近年の情報技術の進歩により、建設事業においても確実かつ迅速な調達と取引、時間と場所の制約を受けない情報の交換、情報の共有・連携による事務処理の迅速化、組織間にまたがる業務の円滑な遂行などが可能となってきた。

我々、土木技術者が日々携わっている様々なマネジメントの範疇においても、建設省が策定している「建設 CALS 整備基本構想」・「建設 CALS アクションプログラム」または「公共調達コンソーシアム」などを例とする枠組みが CALS/EC の推進を通じ徐々にではあるが情報システムとして実現されつつあり、日常業務に組み込まれる日ももう間近と期待される。

このような中、発注者、受注者という立場を超え、上記の恩恵を享受するために我々が本質を捉え、よ

く理解しておかなければならない重要な概念が「情報の共有化」である。

しかし、残念ながら過去、建設 CALS/EC と「情報共有」との関連について具体的に議論された例を筆者はあまり耳にしない。我々は「情報」という言葉で一括りにしている対象自体についても、データ、知識、ノウハウ等、その中味を区別することなく曖昧なまま使用し、業務を進めている。筆者らは、このようなことが CALS/EC 推進において将来にわたり大変大きな隘路、問題を内在させると考え、建設マネジメント委員会の“情報共有化技術 WG”において、建設 CALS/EC 推進と情報共有化との関わりについて2つの異なる立場からの研究¹⁾を行ってきた。

本論文では、上記の研究成果を発展させ、情報共有化の枠組み、我が国の CALS/EC の推進を成功させるため具体的な方法論の一端について技術的立場から考察してみたい。

*情報システム部 03・5372-4718

2. 本論文の視点

1) の研究において筆者らは、「情報共有」の概念を CALS という括りで技術的、構造的に捉え、図-1 のような規模、情報の結合度合に着目した業務・システムの形でモデル化して取扱うことの有用性について報告した。本論文では上記を発展させ、モデルの実現形態としての業務システムの構築に焦点を当ててみたい。ここでいう業務システムとは、組織における業務プロセスと情報を利用者、経営者の視点から関連付けたものである。

CALS/EC を最新の情報技術が組み込まれた業務システムとして成立させていくためには、以下2つの異なる視点からの具体的な検討が必要と考えられる。

- ・システム分析、構築のための方法論
- ・情報技術による業務のパラダイムシフトを進めるための手段、政策技術

本論での視点は、そのためのフレームワークについての考察にある。

3. システム分析、構築のための方法論

図-1 に示すような情報共有のモデルを情報システムとして実現していくためには、システム分析、開発のため共通フレーム、モデルごとに必要な様々な方法論をそのライフサイクルプロセスに合わせ、うまく組み合わせることが肝要である。本項では、建設 CALS/EC 構築のために必要と思われる各種情報技術要素の代表例について論じてみたい。

(1) 構築のための共通フレーム

建設 CALS/EC のように複数組織にまたがる広範な情報を垂直、水平に連携させるシステムを戦略的に構築するためには、各組織の開発体系、開発方法論が相互に下記3点を満たすことが最低必要である。

- ①依存しない
- ②共存できる
- ③一覧性を確保する。

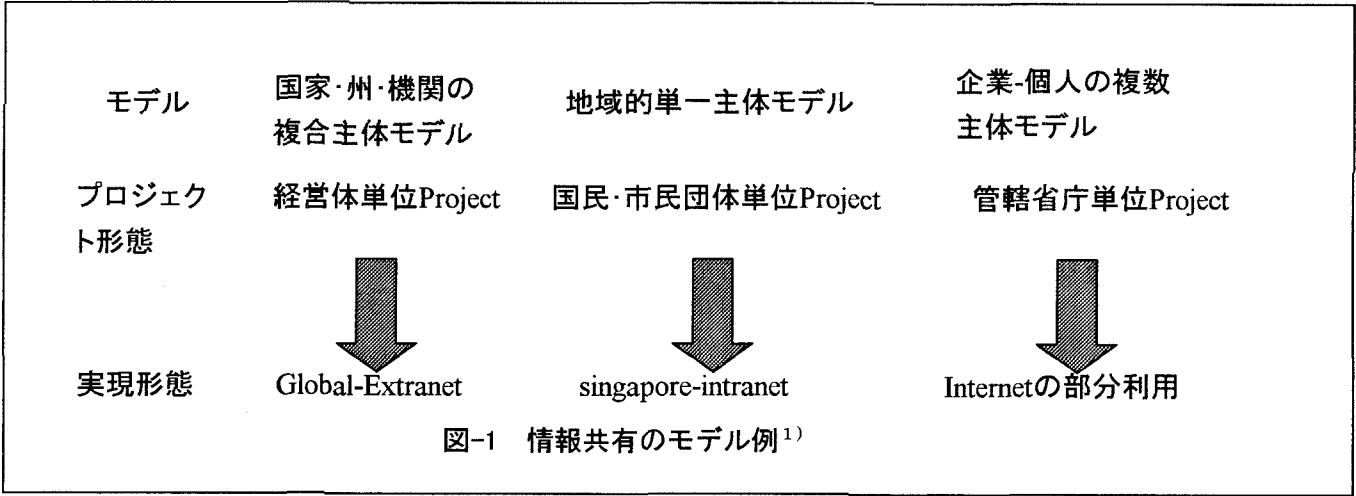
このようなニーズに対し、ソフトウェア開発・取引の世界でも、以下の活動が進展²⁾している。

- ・システムの企画、開発、運用、保守の作業内容を可視化することにより購入者・供給者双方に「共通の物差し」を準備する。
- ・購入者・供給者の二者間がその「共通の物差し」を用いて「取引の明確化」を行なう。
- ・システムのオープン化に伴って加速されつつある「国際取引への対応」も可能とさせる。

詳細は省略するが、このための共通フレームとして、ISO/IEC SLCP (ISO におけるシステムライフサイクルプロセスの検討) では、システム開発作業を3段階で定義し、上位から「プロセス」、「アクティビティ」、「タスク」と階層化したフレームを提案している。

以下に可視化すべきプロセスの構成要素を列挙する。

- ・契約作業のプロセス群 (購入プロセス、供給プロセス)
- ・システム開発作業のプロセス群 (基本プロセス



群：企画、開発、運用、保守)

- ・ 共通プロセス群（管理、環境整備、教育訓練、文書作成、構成管理、品質保証、問題解決）

建設 CALS/EC においても情報システムの構築にはこのような考え方をまず基底とすることが必要と思われる。

また、上記共通フレームの適用に当たって、下記のような情報技術に関する事項にも留意することも重要と考える。

- ・ 歴史的、長期的な視野から継続的な判断を行なうこと。
- ・ 継続的な変化を理解すること。
- ・ 情報システムの技術的なパラダイムシフトは、短期に、急激に起こること。
- ・ 現実の情報システムの導入は、事前に分からない条件により左右されること。
- ・ 最も危険なのは、細部の事実こだわって大局を見失うこと。

また、建設 CALS/EC のような戦略性の高いシステムでは、技術の高度化を背景に、情報システムに

よる技術イノベーションが連鎖していき、情報システムの前提条件としてトップマネジメントの戦略がある、という前提が崩れやすいことも適用のための重要なポイントと考えられる。

(2) 開発方法論

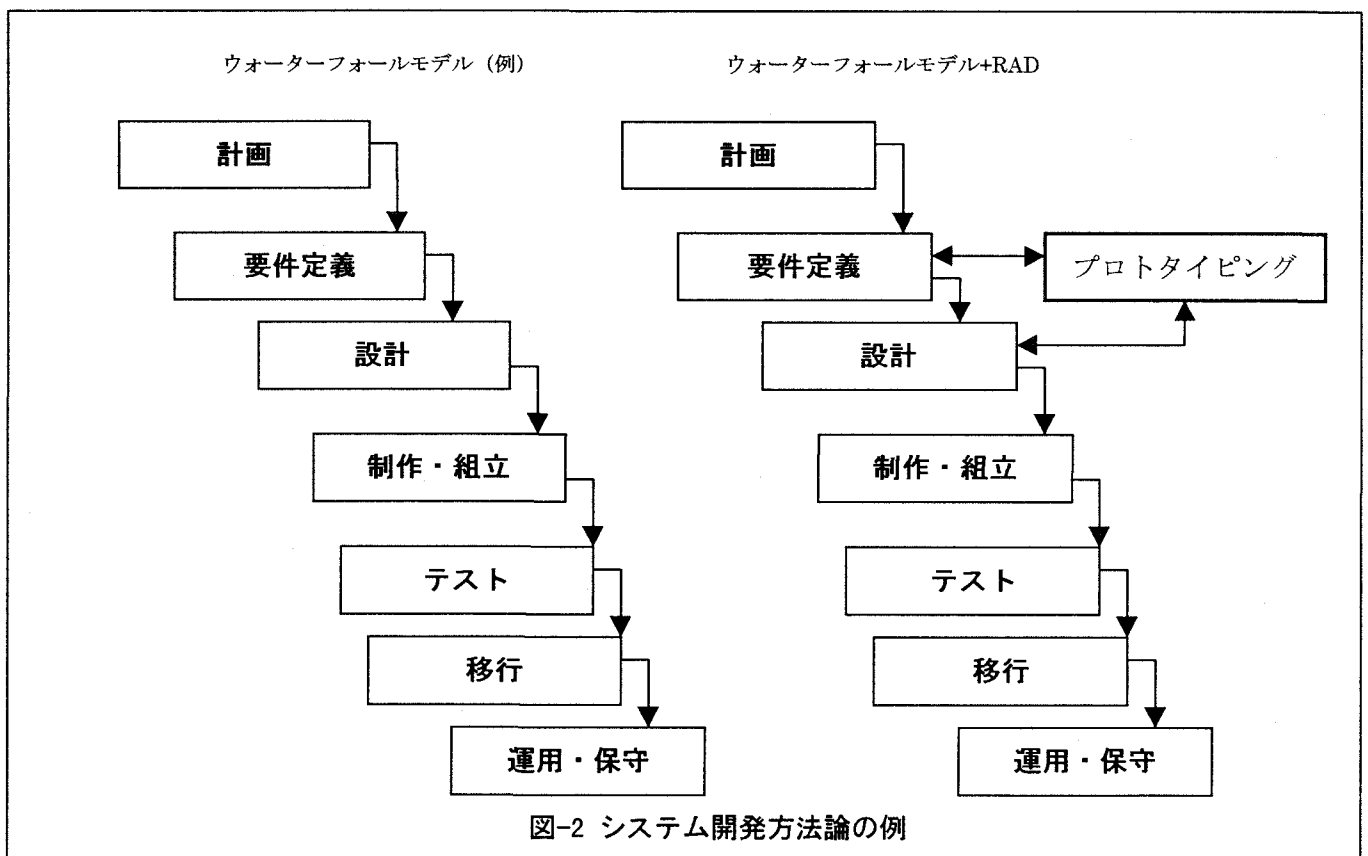
開発のための方法論においても、現在、問題の所在に応じて、下記のようなモデルが様々な情報システムの構築で用いられている。建設 CALS/EC においても、各々の特徴、適否を見極めて組み合わせる必要がある。

① ウォーターフォールモデル

ソフトウェア開発の工程を何段階かに分割し、前工程のアウトプットを次工程のインプットとしながら作業を進行させていく方法である。主な大規模システムで採用され、実績を上げている手法であるが、前工程の欠陥が後工程に大きく影響を及ぼすといった欠点を持つ。

② RAD(Rapid Application Development)

開発単位を意味のある機能単位に分けて各々を



ユーザの声を聞きながら繰り返して開発していく。さらに、それらを増殖的に増やして最終的なソフトウェアを構築する手法である。プロトタイプという用語と同義で用いられることが多い。

RAD は、「小数精鋭の開発スタッフ」、「レビュー」、「ツール活用」の三本柱で短期間の開発を成功に導くもので、エンドユーザの参画、スタッフの技術・熟練レベルが成功への鍵となる。その手法の特徴は、スパイラルアプローチにある。主なステップは、

- ・システム仕様のまとめ
- ・システム要件、ユーザインタフェース、性能把握等に絞った基本機能のレビュー
- ・エンドユーザによる評価と確認

である。

ユーザが仕様に満足するまでこれをくり返し、基本機能を完成の状態に近づけていく。ただし、開発作業が無制限に続かないように期間を限定(タイム・ボックス)する。

方法論としての RAD は、以下の優れた成果を生んでいる。

- ・業務の流れを見直し、全く新しいパラダイムのシステムを実現する。
- ・システムをできるだけ早く、安価に実現する。

すなわち、本モデルのメリットは業務の分析、新業務の要求分析に始まり、新しいプラットフォームでのシステム構築の確認までをすばやく行うことにあるが、仕様の早期確定と、不安要因、特に、性能問題の早期排除がネックである。

また、上記の実現には個人のノウハウ、リーダーシップに依存する部分が極めて多い。開発方法論、テスト方法等の標準化が今後の課題であることにも留意する必要がある。

(3) 分析のための方法論

筆者らは、¹⁾の研究において複数組織にまたがる広範な情報を垂直、水平に連携させる戦略的システムとして、JCALS のケーススタディーを行なった。JCALS³⁾ は米国 DoD(Office of the Secretary Defense)の主要な CALS プログラムであり、ACALS(Army CALS)：兵器システム：技術情報管理システムが前身である。この中で ACO という要

の組織が図-4に示すような情報基盤と業務プロセス・データをうまく統合する役割を担っている。我が国の建設 CALS/EC 推進においてもその考え方は組織編成・運営の参考になる好例と考えられる。本項ではこのような各種の資源が一体となって機能するシステムを実現するために必要な方法論の一例について論じる。

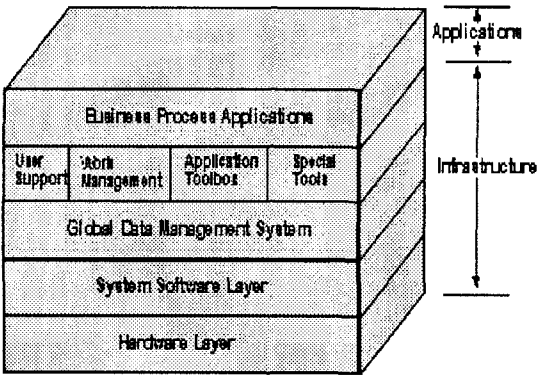


図-3 JCALS の基本構造

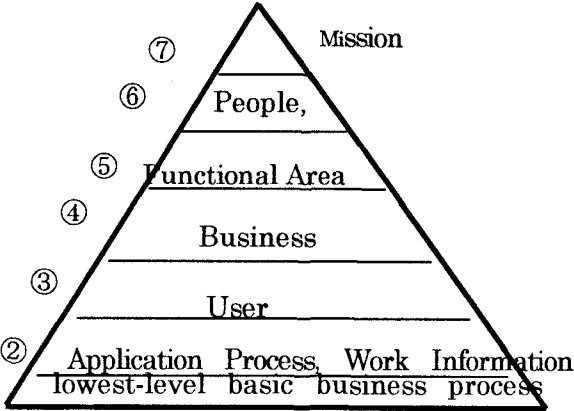


図-4 戦略、業務アプリケーションの統合

①DOA(Data Oriented Approach)の基本

DAO は従来の情報システム開発アプローチ上の問題点を解決するために生み出された方法論である。

例えば、多くの情報システムは前述のウォーターフォール型の方法論で開発されているが、以下の問題が顕在化している。

- ・データの重複と多重化による情報精度の劣化
- 保守の複雑化とそれに伴う管理コストの増大が、結局、ライフサイクルを通してのコスト増大を

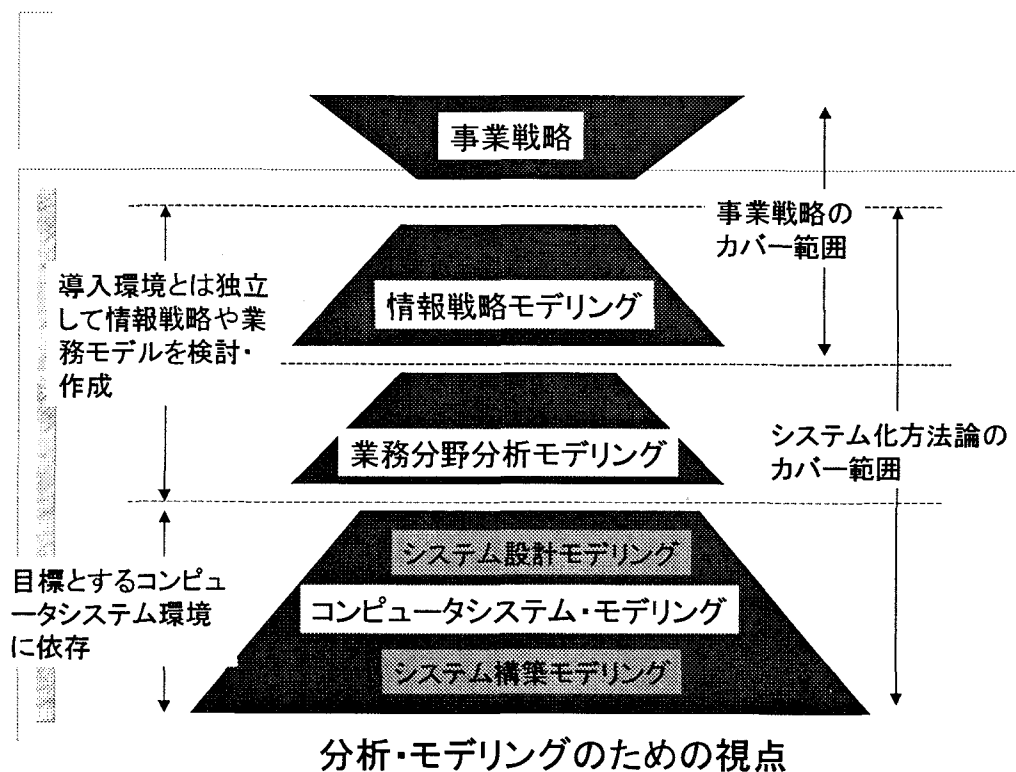


図-5 システム分析方法論の段階

もたらす。

・システム柔軟性の欠如

システムが基本的に、新たな業務要求には対応しにくい構造となっているため、個別のアプリケーションの乱立が生じる。

これらの問題は、業務上の処理の過程を基本としたプロセス中心のアプローチが適用されていることに起因していることが多いと考えられる。

上記に対し、DOA は、まず、データに着目した分析、整理を行ない、データの整合性を保ちながらどのように処理を行なうかのプロセスを考える、という作業の順序を重要視する方法論であり、業務を「データ」を通して分析して行こうとするものである。最近の ERP (Enterprise Resource Planning : 統合基幹業務パッケージ : 企業全体の資源を有効活用するために業務データを収集・一元管理することによって、経営の効率化を図る) のベースとなる考え方である。DOA を適用したシステムは、以下の特徴を持つことになる。

- ・データを一元的に管理できる。
- ・データの処理が業務から独立している

技術的には、カプセル化というオブジェクト指向を適用するために重要な概念を適用しやすく、その結果、基本的な業務プロセスの部品化も視野に入れ、図-3 のような構造を念頭に置いた分析が可能となる。上記、JCALS おいても、基本的にこのような考え方の下、構築が行われていると考えられる。

②DOA 技術体系の基本

ここでは、DOA の技法と視点について論を進めてみたい。

DOA を用いたシステム化方法論を段階的に例示してみる。(図-4 参照)

方法論は、事業主体の戦略と目標を出発点にして、計画、業務の詳細の分析、コンピュータ上への導入システムの設計と構築を行なう段階に分けて考えることができる。

各段階で作成される成果物は関連性のある一貫したデータモデルとして取扱うことが可能で、この点でも従来型の手法と根本的な違いがある。

本モデルの考え方を適用すれば、リバース・エンジニアリングやテンプレート・エンジニアリング

への適応も容易と考えられる。また、CASE ツールの利用により、様々な拡張も可能となる。
以下、DOA 各段階の目的・例について列挙する。

- ・計画の実施
 - ・事業目標、競争戦略に対する成功要件・達成基準を明らかにする。
 - ・業務プロセス再構築の検討を BPR の視点で行なう。
 - ・戦略達成に必要な業務の対象範囲を明確化し、対象業務の改善要求と優先順位づけを行なう。
 - ・事業モデルを、問題・要求事項、業務機能、データの3つの側面から作成する。
 - ・情報システムを目標達成のためにどのように活用できるかの検討を行ない、自動化の方法、対象範囲、情報技術・プラットフォーム、運用方法の概要をまとめる。
- ・業務詳細モデルの作成
 - ・既存の業務システムを明確に理解し、モデル化を行なう
 - ・新システムの目標と受入れ基準を設定する。
 - ・新システムの要求事項を詳細に記述する。
 - ・業務の詳細機能とデータの両面から、完全に一貫性のある業務分野の詳細モデル作成を行なう。
 - ・開発・運用に必要な資源の提案を行なう。
 - ・システム設計の対象範囲と順位を決定する。

- ・システム開発・導入計画を作成する。
- ・コンピュータシステム導入モデルを作成する
この段階には、CASE ツール、前述したプロトタイプリング手法の適用が必要である。
- ・エンドユーザ参画の下、入出力インターフェイスの標準仕様を決定する。
- ・データ管理標準を確立する。
- ・システムテスト・受入れテストの実施。

③その他の分析手法
CALS では、分析のための標準的な手法として、IDEF0、IDEF1X の適用が考えられている。参考まで、我が国の NCALS プロジェクトで実施された各種手法の比較の概要を図－6 に示す。

4. 情報交換のための技術要素

複数組織にまたがる情報の交換を円滑に行なうためには、電子化された各種情報に関する交換標準の制定・運用が重要であることは論を待たない。
建設 CALS/EC においても、文書、図形、各々の情報を円滑に交換するための検討が様々なプロジェクトで行なわれている。
情報技術の立場から見ると、文書の本質は、組織のビジネス・プロセスの投影、記録であり、また、図形オブジェクトとして存在する製品情報は、生産プロセスの投影であることに留意しておく必要があ

視点 手法	機 能	使い勝手	分かり易さ	関連手法	支援ツール
IDEF1X	ERモデル	RDBとの親和性大	属性が図示され明解	IDEF0	有
IE 情報モデル		構成要素少、習得容易	実体、関連記述容易	IE 機能モデル	多数有
EXPRESS-G	オブジェクトモデル	詳細表現可	EXPRESS 言語と対応	EXPRESS IDEF1X	有
OMT オブジェクトモデル		操作の記述可	属性、操作内容理解容易	OMT 機能モデル	有

図-6 分析手法の比較概要 ⁴⁾

XML～SGML～HTML

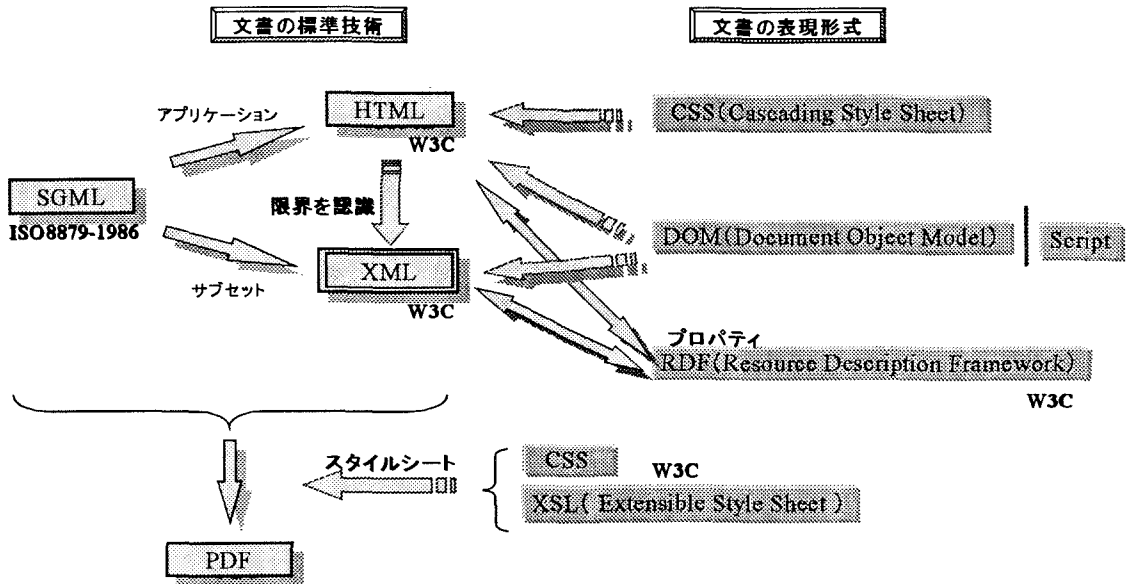


図-7 文書の電子化に関する技術マップ

る。

すなわち、文書、製品情報を標準化、電子化することの必然性についての議論を十分に行ない、得てして本質論が技術的課題に飲み込まれないようにすることが大切と思われる。

例えば、文書を電子化するためのツールとしては、SGML、XML、PDF などの数種の技術的方法論があるが、「文書の標準化・電子化」と「道具の選定・運用」とは基本的に独立した問題である。ただし、

その関連は非常に深い。

参考まで、文書情報に関する技術マップを図-7に示す。

5. 情報技術による業務のパラダイムシフトを進めるための手段、政策技術

1) の研究においても述べたが、業務の抜本的改革を行なうに当たっては、例えば図-8のような省力化、

マネジメントのレベルと情報技術の適用

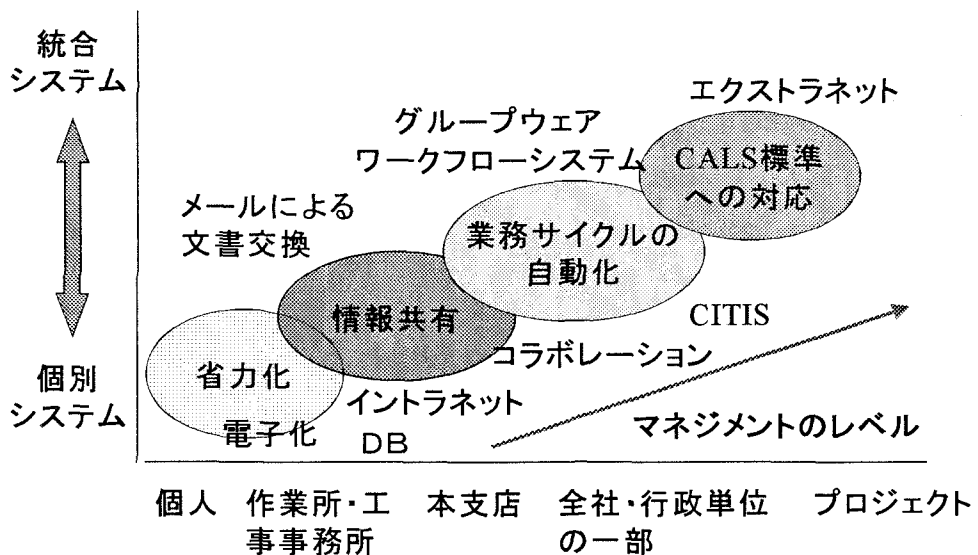


図-8 業務のパラダイムシフトに関するモデル化例

情報共有、業務サイクルの自動化、CALS 標準への適用、4 つのカテゴリー・レベルを尺度とするようなモデルを仮定し、有用な技術を用いながらマイルストーンを設け、段階的、組織的に情報の共有化が可能ないように意識改革を進めることも必要と考える。ただし、進展速度が遅くては逆効果の場合もある。もはや、情報システムはプロプライエタリな閉じた世界の下、階層的な組織でトップダウン型の業務を遂行するための手段ではないことを認識し、持てる資源をフルに活用することが必要である。ユーザの情報リテラシ、活用すべきツールの観点から、パラダイムシフトに有用と思われるものを列挙する。

(1) データマイニング

データマイニングは巨大データベースから知識獲得を高速におこなうための技術である。

今日、バーコードやクレジットカードなど、最近のデータ収集技術の大幅な進歩と、記憶装置の劇的な低価格化により情報収集はたやすい作業となり、山にたとえられるほど巨大なデータベースがすでに存在する。

上記から属性、データ間に成り立つ規則を絞り出し、主として戦略を立案するための規則、法則を得るための作業がデータマイニングである。建設CALS/ECの進展により、それらはオープンなネット

トワークを通じて、自組織へとシームレスに繋がる。ただし、現行のデータベースシステムは検索・集計の簡易化、効率化を目標に作られており、規則生成を目的としたものではない。ここにデータベース側から見たデータマイニング技術上の問題点がある。データマイニングにおける規則生成には、以下、3つのステップが必要である。

①結合ルールの抽出

②データ解析

③解の最適化

このステップを通じて情報リテラシーの向上を図ることが可能である。

(2) グループウェア

グループという集団で行われる知的作業を支援するシステムを総称してグループウェアと呼ぶ。

グループウェアは、ビジネススピードを追求し、情報の共有化を促進させるためのツールである。現在、その普及は爆発的とも言え、主たる役割も協調作業の自動化から、知的生産活動の質と効率の改善へと徐々に変質している。ある製品の場合、情報は基本的に文書情報として蓄積され、自動的に文書データベースが構築されていく仕組みとなっている。

グループウェアの機能は、その用途から大まかに以下3つに分類できる。

組織間グループウェア実証インフラ

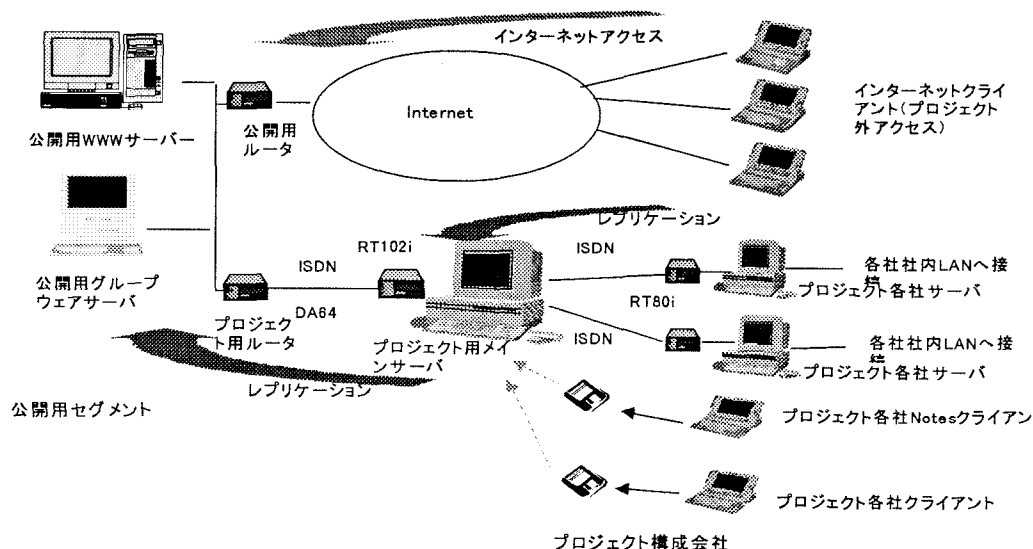


図-9 グループウェアを応用した情報共有化の事例（インターネットの利用）⁵⁾

①協調作業支援ツール

オフィス内のグループで、複数のメンバーが協調して行う特定作業を自動化する。(スケジュール管理、電子会議、グループ執筆など)。

②情報共有・分散ツール

グループ内、組織内に存在する多様な情報を共有し、必要としているメンバーに分配する。(情報共有システム、情報フィルタリングシステム)

③ワークフロー管理の支援ツール

グループ内の業務処理の流れをモデル化し、自動的に制御する。(承認、決済業務の自動化)

グループウェアは、今後の企業経営にとって必要不可欠なツールである。メンバーの仕事の質を、さらに戦略的、創造的なものに変えていく。

必要なあらゆる情報を分析・判断する。自らのアイデアや企画力で戦略的に最善と考えるアプローチを見い出すことが可能となる。

しかし、その普及には、利用環境についての特別な配慮を考慮しておく必要もある。例えば、国籍、地域性等、人間の協調作業を支える文化的側面での配慮が欠落すると、メンバーの反発すら買い、作業そのものの停滞を招く。自らの組織や文化を考慮した、独自の展開を段階的かつ定期的に行うことが必要と考える。

一方、建設 CALS/EC でもその有効性が認識されているインターネット基盤の整備により、個人レベルでも仕事、生活上の時間と距離のギャップがなくなりつつある。EC (Electronic Commerce) の裾野を形成するための、バーチャルコーポレーションも誕生している。グループウェアはインターネットなど、企業における閉じた世界のみならず、開放的な世界と融合していく(図一8 参照)。企業の既成概念を内側から変えていくための情報インフラとしても成長が期待できるツールである。

6. おわりに

前述したように、建設 CALS/EC は、一部の情報処理技術者だけでなく、我々土木技術者が幅広い視点からその本質を理解し、様々な情報をデータ・知識・ノウハウに置き換えた上で共有し、常に業務革

新、プロセス革新に関する幅広い視点を持って無駄無く使いこなさなければ意味を成さない。CALS がプロセスの改善、データのデジタル化、情報インフラの向上という変革の相互作用を通じてオープンでグローバルに統合されたビジネスシステムの実現を目指す「戦略」である、と言われる所以である。

我が国における CALS は、通商産業省が平成7年より相応の予算を充当して開始した NCALS (生産・調達・運用支援統合情報システム技術研究組合) に始まる一連の活動にさかのぼる。

その目的は、「各産業分野の具体的なアプリケーションをパイロットモデルとして設定し、CALS の実証モデルを構築してその適用可能性を技術面と業務面から実証する」としており、我が国産業が世界的競争の中で生き残るために共有すべき情報技術基盤の構築を目指したものである。

一方、建設分野の建設 CALS/EC は、CALS の効果である品質向上、コスト削減、リードタイムの短縮等、事業執行の効率化に着目し、主体者間での情報共有を通じて公共事業にその考え方、仕組み、技術を適用することを基本にしている。

現在、PFI 等の適用を含め、公共事業見直しに関する議論が進んでいる。例えば、PFI は、企画、資金調達、建設、運営、維持管理まで、事業全体のマネジメントが要求される領域であり、金融、製造業、サービス業などとの幅広い連携が必要と考えられる。我々、土木技術者もこのような観点から、建設 CALS/EC の意義、自らの業務プロセスを再度認識し、情報技術の有効性について改めて確認を行ってみる必要があるのではないだろうか。

謝辞

最後に、2年間、土木学会建設マネジメント委員会の“建設 CALS 情報共有化技術 WG”で本論文の基礎となる研究を共に進めていただいた、平山秀一氏(復建エンジニアリング)、西崎晶士氏(清水建設)、二宮功氏(東急建設)、高階純司氏(竹中土木)、奥田優仁氏(オリエンタルコンサルタンツ)、宮本勝則氏(三井不動産建設)、北条明氏(日本交通技術)、五十嵐善一氏(奥村組)、渡部一己氏(若築建設)、笹島真一氏(フジタ)、伊藤正喜(本間組)

氏、木村裕喜氏（熊谷組）、新山均氏（大日本コンサルタント）、山下亮氏（間組）、中尾通夫氏（大林組）の方々に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 建設 CALS 情報共有化技術 WG 活動報告書、土木学会建設マネジメント委員会マネジメント技術小委員会、1998
- 2) システム開発取引の共通フレーム SLCP-JFC94 通産資料調査会
- 3) Application Integration Reference Manual, http://150.149.1.11/segmented_products/csc/airm/pages/frame.htm
- 4) 生産調達運用支援統合情報システム成果報告書、生産調達運用支援統合情報システム技術研究組合、平成 8 年
- 5) '98 建設 CALS/EC の実践、日本土木工業協会