

◆ CALS 特集 ◆

建設事業におけるデータモデリングに関する検討

大下武志* 青山憲明** 光橋尚司***

1. はじめに

CALS の概念は「情報の標準化、流通化、共有化」であり、業務に関わるあらゆる情報を、必要な人が、必要な時に、必要な場所で、必要な形で電子的に利用することである。これによって業務の効率化やタイムリーな作業の実施が可能となり、コストダウンを図ることができる。異なる組織で電子情報を流通化、共有化するためには、ソフトウェアやコンピューターシステムの違いによらず電子データの利用が可能でなければならない。そのためには、電子データの標準化が必要である。電子データの標準化は、CAD 図面や文書をファイル単位で標準化するやり方と、CAD や文書内にあるデータ項目の単位で標準化する方法がある。ソフトウェアなどに依存しないより普遍的な情報処理には、後者の形式での標準化が必要となる。

このデータ項目単位での標準化においては、データモデルとしてデータの項目や並び方等のファイル形式のみならず、データを使用するプロセスとプロセス毎でのデータの利用方法、すなわち、作成、交換、蓄積、処理、分析などの方法やデータの流れについても規定しておく必要がある。

データモデリングは、実際の業務プロセスに沿って、業務の内容と情報の流れを分析し、データをモデル化することである。その実施に当たっては、実際に業務を行うユーザーの技術者(建設事業の場合には、土木技術者)とコンピュータシステムの設計者との間で意志疎通を十分に行い、ユーザーの目的に合致したコンピューターシステムやソフトウェアを開発することが必要である。

本報文は、平成 8~10 年度における建設省総合技術開発プロジェクト「統合情報活用による建設事業の高度化技術に関する研究」(以下総プロという)で実施した成果の一部をまとめたものである。本報文では、今後建設事業におけるデータモデリングに携わる土木技術者の方々に参考としていただきために、その手法としての STEP を解説するとともに、橋梁の維持管理を対象に実施した実証実験の方法及び成果について述べる。

2. STEP とは

CALS の国際標準のひとつに、STEP(STandard for Exchange of Product model data) がある。これは、開発から製造、保守に至る製品のライフサイクルを通じて個々の独立したシステムに依存しない形式で、設計・製造のデータをネットワーク上でデータをやり取りするための標準であり、ISO10303 TC184/SC4¹⁾ で制定されている。事実上の STEP の出現は、1984 年の規格制度議論が最初であり、1994 年には「第 1 版」が各国に配布されており、現在「第 2 版」の制定作業中である。

STEP は、設計・製造・保守に関するあらゆるデータの交換のための国際標準規格であるが、製造業全体を一つのデータモデルで表現することは困難であり、かつ、無駄が多い。このため STEP では、各応用分野毎に基本モデル(AP: Application Protocol)を規定することになっている。現在、自動車、造船、鉄鋼等の分野では比較的進んでいるが、土木分野における取り組みは、ほとんどなされていない²⁾。

STEP では、AP 每に独自の規格として完結された文書としてまとめることを義務づけている。AP の文書には以下に示す 4 つの構成要素でできており、構成要素毎に記述方法が決められており、その記述方法で必要な内容を記述しなければならない。

- ①スコープ (Scope) : スコープは利用しようとする AP がどのような業務のプロセスに利用可能なのかを示す対象範囲を設定したものである。
- ②活動モデル (AAM : Application Activity Model) : 活動モデルは、対象とする業務プロセスと情報の流れを定義し、AP の適用範囲を明らかにする。データの表現形式は、一般に IDEF0 が用いられる。
- ③参照モデル (ARM : Application Reference Model) : 参照モデルは当該 AP 分野で設計・製造・保守で必要となる全ての情報・データの形式を定義する。データ記述には、IDEF1X や EXPRESS-G が用いられる。

④翻訳モデル (AIM : Application Interpreted Model) : 翻訳モデルは、各応用分野の用語で記述された参照モデルを計算機処理可能なよう、STEP の統合情報リソースを利用して翻訳したものである。データ記述は、EXPRESS が使われる。

STEP では上記のようなデータモデリングの標準的な開発方法を定義している。このため、最近では CALS の国際標準規格である STEP の AP を開発するといった取り組みよりも、上記の STEP の開発手法を取り入れて、それぞれの国内で利用するための情報標準化(データモデリング)プロジェクトも多く見受けられ、STEP のデータモデル開発手法が注目されるようになってきている。

3. 橋梁の維持管理のデータモデリング実証的検討

データモデリングの実際の事例検証として橋梁維持管理を取り上げた。ここでは、モデリングの基本的な考え方、手順や方法、標準化の効果などについて述べる。なお、以下に述べる内容は本総プロで実施した活動記録ともいいくものであるが、ここで敢えて活動記録を述べるのは、今後土木分野でこの種のデータモデリングを行う上で大いに参考となると考えるからである。

(1) 目的

今回の実証的検討では、STEP の開発手法に基づいたモデリング作業と実証試験を通じて、土木 STEP 概念、開発方法、導入の効果等を明らかにすることを目的としている。

(2) チーム編成

一般にデータモデル構築のプロジェクトを実施するにあたっては、
 ①データモデリング対象に関する専門家
 ②データモデリング対象の周辺業務に関する専門家
 ③一般的な情報技術の専門家
 ④データモデルの専門家
 ⑤データモデルを実装したソフトウェアを利用するエンジニア

など、適当な人数で含まれるのが望ましい。今回の総プロで実施した実証的検討では、メンバーが決まってからデータモデリング対象を選定したことから、①に該当する専門家は存在しなかった。このため、工事事務所等の維持管理部署の専門家に対するヒアリング、橋梁維持管理に関する文献調査を実施して、これを補うこととした。また、

②、③、④に関しては総プロの共同研究に参画した土木研究所施工研究室、建設会社並びに土木設計コンサルタントの土木及び情報部門の技術者、情報産業におけるモデリング専門家やシステム専門家をメンバーとした。また、データモデリングメンバー以外にも、海外のデータモデリング状況の調査や STEP の一般的な構築方法の調査を実施した他メンバーとの情報交換を随時行いながら作業を進めた。

(3) データモデリングの基本方針

今回のデータモデリングにおいては、以下のことを基本方針として作業を進めた。

- ・土木施設の製品モデル構築のみならず、その施設を対象とした業務プロセスに関してもデータモデリングを行う。
- ・現状の業務形態に留まらず、将来の業務形態を考えてデータモデリングを行う。
- ・常に既存に存在する STEP の AP の適用性を検討しながらデータモデリングを行う。
- ・データモデリングの成果を何らかの形でシステムに実装し、開発したデータモデルの評価を行う。
- ・開発したデータモデルは、その開発過程を含めて公開する。

上記の基本方針は、海外のデータモデリング状況の調査や、STEP 構築手法の調査をもとに考えたものである。

(4) 事前調査

データモデリングの開始に先立ち、一般的な STEP 手法を理解するための調査、及びデータモデリング対象を理解ためのする事前調査を実施した。今回調査した内容を以下に示す。

①STEP 手法の理解

- ・STEP 解説書の翻訳及び理解 (CIMdata 社の STEP Towards Open System³⁾)
- ・STEP 関連手法の学習 (IDEF0、IDEF1X、EXPRESS-G、EXPRESS 等)
- ・STEP 構築の流れ整理 (Scope、AAM、ARM、AIM 等)
- ・STEP 関連ツールの理解、評価 (Design IDEF、BPWIN、STEP Manager 等)
- ②他産業における STEP 活動の調査⁴⁾
 - ・海外の動向調査 (スウェーデン国立道路局の Road Product Model、POSC/Caesar のビジネスモデル、オランダの C.R.O.W プロジェクト等)
 - ・国内動向調査 (JSTEP、NCALS、CIF 等)



図-1 橋梁におけるライフサイクルと主なデータ

③土木分野の特性把握

- ・土木施設そのものの特性
- ・土木施設を取り巻く環境特性
- ・土木分野と関連する情報化の動向

これらの事前調査によって、データモデリングに参加するメンバーが共通の理解を得たことが、その後のデータモデリング作業に有効であると感じた。

(5) データモデリング対象の設定

土木構造物のライフサイクルの中で竣工までの期間に比べ、その後の維持管理期間の占める割合が大きく、維持管理に関する費用も少なくない。したがって、調査、設計、施工段階と同じように、維持管理コストを縮減し、施設の維持管理を適正にしていくために維持管理段階での情報化の取り組みが重要と考えられる。そこで今回の検討では、橋梁を対象として、コスト縮減や社会状況の変化等に応じて適切な維持管理を実施するための橋梁データモデルを開発するものである。

なお、データモデリング対象に橋梁を選択したが、これは橋梁が比較的オブジェクト構造を有しておりデータモデリングしやすいこと、MICHI(道路管理データベース)等将来的に利用可能なデータベースが存在することに加え、本研究で実施した海外調査からも土木分野においては道路や鉄道などに対するデータモデル化が進んでおり、日本において、橋梁のデータモデル化を行うことにより、将来海外のデータモデリンググループとの相互協力の可能性も高いと思われるためである。

なお、橋梁を建設、維持管理のライフサイクルにおける必要データは図-1に示すようなものが考えられる。維持管理は最下流部に位置し、維持管理で必要なデータを上流側に遡って取り込むことにより、維持管理におけるモデルは上流側フェーズでの橋梁データモデルに大きく関わることになる。

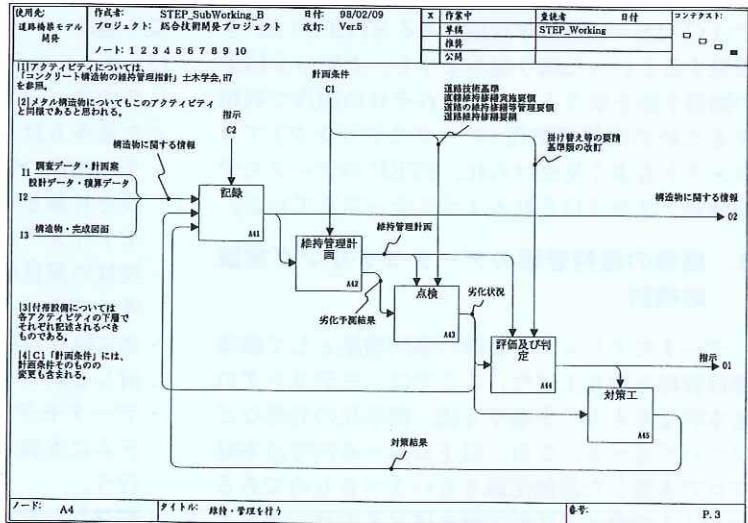


図-2 業務解析プロセス (IDFE0)

(6) 業務プロセス分析

STEP の AP 開発では、スコープ (Scope)、活動モデル (AAM)、参照モデル (ARM)、翻訳モデル (AIM) を定義していく必要がある。このうち、活動モデル (AAM) は対象分野の範囲における情報の流れを定義するもので、橋梁維持管理における業務分析を必要とする。STEP における業務プロセスモデルの表現は、IDEF0 が使われる。IDEF0 はより詳細なレベルまで業務プロセスを記述することも可能であるが、今回の検討での IDEF0 の利用は STEP の対象範囲 (Scope) を定め、参照モデル (ARM) の段階で必要となるデータを概略抽出できるレベルでとどめた。IDEF0 による橋梁維持管理の業務分析を図-2 に示す。

本検討では、IDEF0 とは別にデータモデルの利用場面を想定した詳細シナリオを作成し、橋梁維持管理モデルの適用範囲、開発範囲を明確化することにした。また、モデリングを行う上で将来 (To-Be) 業務の望ましいあり方を議論し、現状 (As-Is) の業務を適宜修正して、将来の業務プロセスモデルを決定した。また、担当者間のイメージを統一するために、図-3 に示す橋梁維持管理業務の詳細プロセスを登場人物毎に整理した業務フ

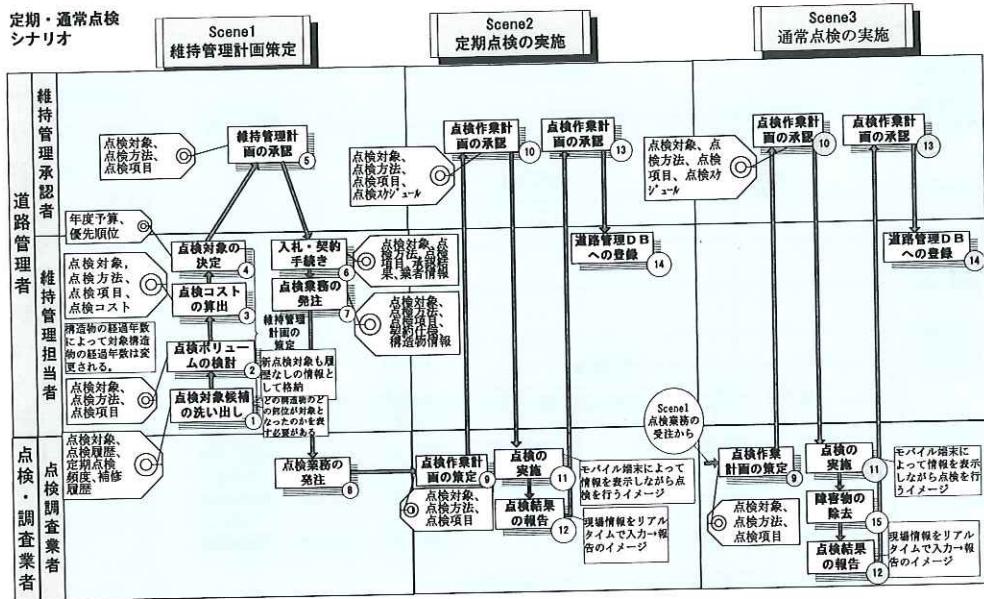


図-3 橋梁維持管理業務プロセス(維持管理計画策定から点検実施まで)

ロー図を作成した。詳細プロセスは、現状の維持管理業務プロセスを前提にしつつ、統合DB(データベース)によるデータ管理、ネットワーク上の業務執行、点検、補修におけるデジタルカメラ利用やモバイルシステム、橋梁マネジメントシステム、オンライン転送など、将来業務を見込んだ業務プロセスとしている。詳細プロセスを作成するにあたって、登場人物を道路管理者(責任者と担当者)、点検、修繕業務を担当する点検調査業者、維持修繕業者を設定し、点検計画、修繕計画策定、業務発注、点検、点検結果の判定及び評価、承認、補修というプロセスの中で、情報がやり取りされ、蓄積される一連のプロセスを検討した。このような詳細プロセスのフロー作成はSTEPの開発手順にはないものであるが、チームメンバーの理解を助け、共通認識を得る上で非常に有効であった。

(7) データモデリング

参照モデル(ARM)の開発では、図-3に示した業務フローに基づいて、データモデルの利用場面を想定したより詳細な業務シナリオを作成した。これは、その適用範囲、各プロセスにおける業務内のデータと処理とその流れを明確化するのに役だった。業務シナリオの作成にあたっては、橋梁の点検、補修に関する文献^{5),6)}等を参考とともに、橋梁の点検、補修等の維持管理を行っている東京国道工事事務所、関東技術事務所の担当者に対するヒアリングを行った。

また、今回のデータモデリングでは、橋梁そのものの製品データよりも維持管理に関する履歴情

報が重要であるということを特に念頭において。補修工事が発生すれば、もとの製品情報を更新することにはなるが、点検とその評価、補修等の履歴情報を確実に蓄積し、随時参照でき、その後の維持管理に役立てて行かなければならない。従来は、「紙」で蓄積されているために、点検、補修業務での情報提供、あるいは台帳データ更新時の転記などに多くの時間と労力、転記時のデータの誤記、データ更新の遅れなど様々な問題が発生していた。このため、データモデリングでは、これらの問題に注目し、橋梁維持管理に必要な情報の電子化、データベースへの蓄積、受発注者間でのオンラインでのやり取りを中心にモデル化した。逆に橋梁そのものの製品情報としてのデータモデル化は時間的な制約で必要最小限とならざるを得なかった。

詳細な業務シナリオから洗い出したデータは、建設省の道路管理者のヒアリング、実際の業務で扱っている報告書、橋梁台帳、仕様書、MICHI(道路管理データベース)、橋梁マネジメントシステム等から具体に抽出して、EXPRESS-Gで整理した(図-4)。

(8) デモシステムの構築

デモシステムは、橋梁維持管理におけるSTEP導入の効果等を評価することを目的としている。デモは、点検計画策定、点検、点検結果の判定及び評価、補修計画策定、補修というプロセスに焦点を当て、道路管理者(担当者、承認者)、施工業者、点検業者、補修業者等を登場人物として想定し、これらの関係者が維持管理業務のなか

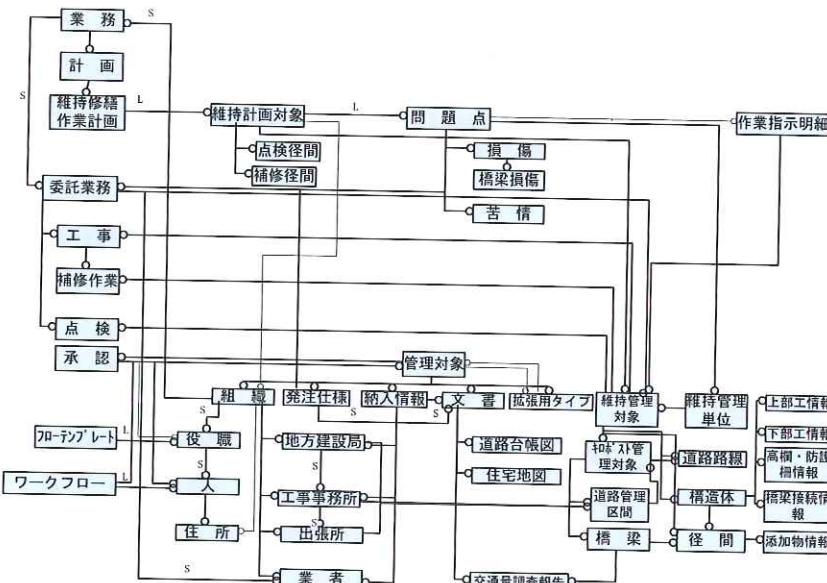


図-4 橋梁維持管理データモデルのEXPRESS-Gによる記述

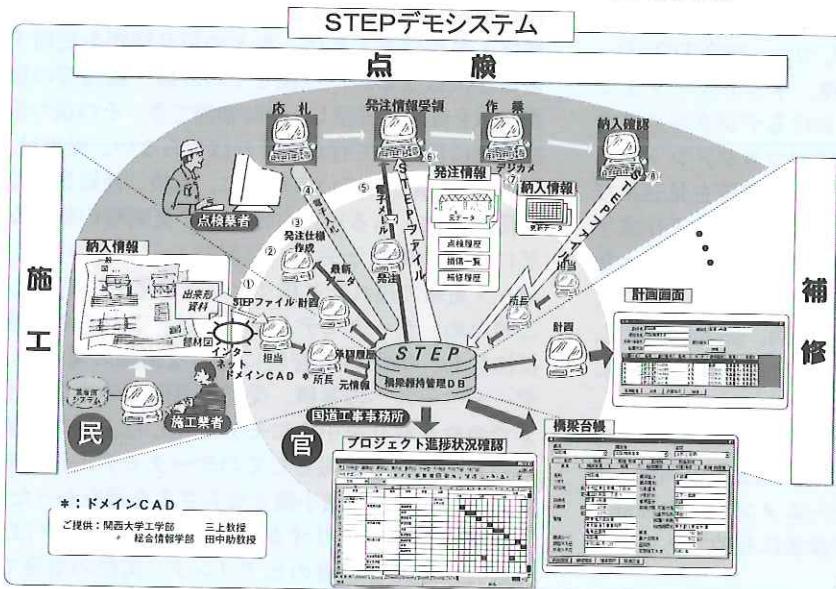


図-5に示すデモシステムフローではデータの登録、更新、検索、受け渡し、承認などをネットワークを介して行えることを検証した。なお、時間的な制約があることから実際にデモンストレーションを行う部分は、橋梁維持管理業務のシナリオの中で説明効果の高い部分とした。また、デモは、統合DBの運用及びネットワーク上のSTEP part21形式でのデータ交換をイメージしたものとしている。

図-5に示すデモシステムフローでは、デモシステムでは、STEP導入による橋梁維持管理の実現イメージは以下のとおりである。

- ① 道路管理者と業者との間のデータ交換

道路管理者と業者との間で交換する発注仕様書、契約図書、完成図書はSTEP part21形式とした。

- ② 通信方法

道路管理者と業者間でのデータ通信は、インターネットの利用を考え、電子メール、WWW、FTPなどのインターネットの一般的な仕組みを利用した。

- ③ データベース

橋梁維持管理データモデルをSTEP / EXPRESSで記述し、データベースのスキーマ定義に適用した。

- ④ 操作画面

道路管理者、業者とともに、検索やデータ入力などの操作を行って、実際の業務を行う雰囲気が示される操作画面を作成した。

デモシステムを実演し、その評価を先の東京国道工事事務所、関東技術事務所、CALS / JAPAN等で得る機会を得た。そこで得られた評価は、実業務への

適用にはまだ課題が残されているが、STEPを活用した場合の情報交換や点検計画策定のイメージが具体化できた点で評価が得られた。エンドユーザーの評価を得るために、デモシステムによる実演は非常に有効であると感じた。

4.まとめ

今回の研究では、以下の成果を得られた。

- (1) 橋梁維持管理を対象としたデータモデリング活動を通じて、STEPの開発手法によるデータモーデリング開発のノウハウが蓄積できた。特に、利

用シナリオや業務フロー図等の作成が、STEP の活動モデル (AAM) や参照モデル (ARM) 作成の手助けになることなど、従来の解説書にはないノウハウが得られた。

(2) 橋梁維持管理データモデルを用いた橋梁維持管理デモシステムを構築し、将来の CALS による橋梁維持管理業務をデモシステムで再現した結果、統合データベース環境で維持管理業務における受発注者のデータ交換、あるいは履歴情報を基にした道路管理者における点検・維持修繕計画の立案など、標準データモデル導入の有効性が確認できた。

これらの成果をもとに、我が国の土木分野への STEP 導入の方向性を確立するための「STEP 導入ガイド」を作成する予定である。さらに、今後は、建設 CALS/EC アクションプログラムにおける統合 DB 実現に向けて、データモデリングに基づく電子データの標準化を着実に進めていくことが必要であり、今回の研究成果が今後の建設事業におけるデータモデリングの参考となればよいと考えている。

参考文献

- ISO TC184/SC4/WG3 N434(T12) : ISO Committee Draft : Product data representation and exchange, ISO, 1994.12
- 奥保正 : STEP の概要-規格全体像及び実用化の現状、STEP 入門セミナー、オープン CAD フォーマット評議会、1999.5
- Dr. Kais Al-timimi, John MacKrell : STEP Towards Open System, CIMdata
- 建設省土木研究所 : 第 2 回 STEP 国際ワークショウプ報告、土木研究所資料第 3607 号、平成 11 年 1 月
- (株)建設産業調査会 : 最新橋梁設計・施工ハンドブック、平成 2 年 1 月
- 建設省土木研究所 : 橋梁点検要領(案)、土木研究所資料第 2651 号、昭和 63 年 7 月

本報文に用いた技術用語

CALS : Continuos Acquisition and Life-cycle Support。設計から製造、流通、保守にわたるライフサイクル全般にわたる情報を電子化し、ネットワークを通じて交換、共有して開発時間の短縮、コストの削減、生産性の向

上を図ろうとする活動。

CAD : Computer Aided Design、コンピューターの支援を得ながら設計を行うシステム。通常は図面作成、処理技術をいう。

IDEF0 : ICAM Definition Language 0 の略。IDEF は米空軍の ICAM 計画で開発したシステムの機能と情報の流れの構造を示す図で、IDEF0 は機能と情報の関係を示したモデル図をいう。

IDEF1X : 1X は情報の関係を記述した情報モデルでリレーショナルデータベースの論理設計用に用意されたもの。

EXPRESS-G : STEP で定義された製品データモデルの記述方式の 1 つでツリー構造として表現されている。

統合情報リソース : STEP における規格の 1 つで、実装方法、各応用分野共通するデータ表現方法などを規格化したもの。

EXPRESS : STEP で定義された記述言語で EXPRESS-G で表現したモデルをコンピューター処理可能としたもの。

Design IDEF : MetaSoftware 社の IDEF 作成支援ソフト

BPWIN : LogicWork 社の IDEF1X 作成支援ソフト

STEP Manager : (株) 東芝の STEP 規格を応用した統合情報 DB(データベース)

Road Product Model : スウェーデン国立道路局の道路維持管理の効率化を目的とした道路データモデル。

POSC/Caesur のビジネスモデル : Petrotechnical Open System Corporation と CEASAR Offshore の共同プロジェクトチームが実施している石油生産設備情報の標準データモデル。

C.R.O.W プロジェクト : オランダの建設産業界の標準化団体で道路設計に必要な図面データと測量データの標準化を目指したプロジェクト

JSTEP : Japan STEP Promotion Center の略で日本名は STEP 推進センター。日本情報処理開発協会の付属機関として、STEP の普及活動を行っている。

NCALS : 生産・調達・運用支援統合情報システム技術組合。日本における各業種別 CALS の実証実験プロジェクトを平成 7 年度より 3 年で実施。

CIF : CALS Industry Forum, JAPAN の略で日本名は CALS 推進協議会。日本における CALS 普及活動を行っている代表的な機関で、ICC(International CALS Congress) に日本を代表して参加している。

STEP Part21 : STEP における統合情報リソースの 1 つで、実装方式を定めたもの。

スキーマ : Schema、データレコード型間に存在する物理的な順序や関連。

大下武志*



建設省土木研究所材料施工部
施工研究室長
Takeshi OSHITA

青山憲明**



同 施工研究室主任研究員
Noriaki AOYAMA

光橋尚司***



同 施工研究室研究員
Hisashi MITSUHASHI