

プロダクトモデルと建設に関する情報化の国際的な現状

村松 敏 光・光 橋 尚 司・磯 部 猛 也

建設 CALS¹⁾の進展や、RI 密度計²⁾などの新しい計測管理技術の導入によって、施工情報をコンピュータで管理することが広く行われるようになった。そこで、施工現場に応じた自由なシステム構成を可能とするため、施工情報機器の互換性、共通性を確保する標準化の検討が ISO において始められようとしている。

一方、施工情報は異なるアプリケーション³⁾間で交換され、各アプリケーションに応じた処理が求められる。情報を決められた構造で、セットとして扱うことは、特定のアプリケーションには好都合であっても、融通性が損なわれることが多い。このため、データを共通の構造で分類し、個々に独立させて利用することも視野に入れた検討が必要になり、プロダクトモデルを始めとした情報共有のための基盤整備が進められつつある。

標準化活動において、扱われる施工情報を整理することは必要な最初のステップであり、社会資本のデータベースの構築においても反映する必要があることから、本報文では建設情報に関する標準化の状況を整理したものである。

キーワード：プロダクトモデル、建設 CALS、情報化施工、情報化

1. ま え が き

異なるアプリケーション間での情報交換を可能にするためのプロダクトモデリング、データモデリング⁴⁾の動きが活発になっている。土木分野では、ドイツの OKSTRA (der Objektkatalog für das Straßen und Verkehrswesen, オランダの TNO Building and Construction Research の Peter Willems 博士が発表した Road Kernel Model が強く影響している) などが最も先行している。建築分野では、オランダの STABU 財団の開発した LEXICON が、ISO/TC 59 での標準化に強く影響しており、国際標準になりつつある。いずれにおいても、工事に関わる部分を含んでおり、施工現場における情報交換、情報管理を左右しかねない状況にある。

本報文は、建設の情報に関する国際的な取組みの概況をまとめたものである。また、ほとんどの用語は一般の用語辞典に掲載されているので、詳しくはそれらを参照していただきたい。なお、英文名称の和訳は、正式なものではなく、筆者らの私訳である。

2. ISO/TC 10

委員会の名称は、Technical Drawing, Product Definition and Related Documentation で、「工業製図、製品の定義および関連文書」を扱う技術委員会である。当初は、工業製図全般を扱う技術委員会として発足し、工業製図全体を統括し、共通部分を審議する小委員会として SC 1 (Steering Committee)、建設固有部分を担当する小委員会として SC 8 が設立された。その後、コンピュータの発展、CAD の普及によって、紙の上に表現される製図情報のみの審議では時代の要求に応じることができなくなり、製図・製品の確定方法・関連文書を扱うようスコープが変更され、SC 8 も Construction Documentation (建設文書) へと変更された。これによって、図面の作成のみならず、管理、検索、交換、利用、再生を含み、媒体をも含んだ文書表現 (Documentation) へと広げられている。

CAD の導入によって新たな課題となったレイヤ⁵⁾については、米国建築家協会 (AIA) の CAD レイヤガイドライン、英国の BS 1192、ノルウェーの NS 8351 などの既存関連標準を参考に

している。現在、原則を定めた ISO 13567-1 が発行済みで、本文も承認され (FDIS 13567-2)、各国への適用についても技術報告書 (TR 13567-3) が承認されている。

これらは、フィンランド、スイス、ドイツの国内標準として採用されるなど、国際的に認知されている。我が国では、国土交通省などの「CAD 製図基準 (案)」でレイヤ構造が規定され、CAD データ交換標準コンソーシアムにおいて基準を満たすためのデータ交換標準が策定された。

レイヤの標準化が一段落し、今後はデータ構造の議論が始められることになっている。具体的には、データ交換に際して、データが何に該当し、その内容がどのように表現されているかといった情報 (メタデータ⁶⁾またはフェイスデータ) が必要で、SC 8/WG 13 (CAD Technique—Use of Computer for the Preparation of Construction Documentation: CAD 技術—建設文書の作成におけるコンピュータの利用) が Meta Data for Construction Documentation (建設ドキュメンテーションのメタデータ) に取り組んでいる。STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data: プロダクトモデルのデータ交換に関する標準) を検討している ISO/TC 184/SC 4 や AIA, IEC/SC 3 B との協調を図りつつ、検討が進められているが、データ交換、共有を円滑に行う中核となるものであることから、今後の活動が注目される。我が国で、平成 13 年度から本格的に運用される「成果品の電子納品要領」では、XML⁷⁾ ファイルの形で、ファイルの名称と共に、その属性およびファイル形式 (使用したソフトウェア) などが記録されるようになっている。

なお、WG 15 は、寸法誤差と表現方法に関する標準化、WG 16 は、ネットワークやニューメディア等の新たな情報技術を活用した文書表現に関する標準化に向けた予備的な検討を行っている。

3. ISO/TC 59

Building Construction (建築物の建設) を扱う技術委員会である。SC 13 (Organization of Information of the Process of Design, Manufacture and Construction: 設計、製作、施工のプロ

セス情報の構造) において、文書によらない情報化に関連し、情報分類手法の標準化および建築コード体系の国際標準化の検討が行われている。ISO/TR 14177 (Classification of Information in the Construction Industry: 建設産業における情報体系) は、建設に関わる標準的なコード体系構築の中核をなすもので、国際建築研究情報会議 (CIB) で検討された標準建築コード体系を踏襲し、ヨーロッパにおける分類表策定プロジェクトとの整合も図られている。また、総合技術開発プロジェクト「エレクトロニクス利用による建設技術高度化システムの開発」の成果である ACT 標準コード体系とも、原則的に一致し、建築学会で検討中の標準コード体系もこの枠組に沿っている。

TR 14177 は、建設産業全般を対象とした国際標準分類体系の骨格として、将来規定されるであろう「ISO 推奨分類表」の骨格になるもので、ISO 12006 に発展されるものと考えられていた。しかし、STEP 等のプロダクトモデル関連の技術の進展を受けて、単なる発展形では不十分と判断され、序章的部分 (パート 1)、従前の分類手法 (パート 2: DIS 12006-2)、オブジェクト指向⁸⁾の分類手法 (パート 3: WI 12006-3) に分けた検討が進められている。建築・土木全般を対象とし、設計から改築までのライフサイクル全体で扱われる情報について、分類の枠組と構成要素を例示している。直接的な利用を想定しておらず、具体の分類表は各国、各ユーザのニーズに応じたものを可能にしている。DIS 12006-2 の基本的な概念は、TR 14177 が踏襲されており、インプットされた資源が、処理 (建設行為) によって出力 (結果、成果) されるという建設プロセスモデルを基に描かれている。WI 12006-3 では、主たる分類対象 (オブジェクト) を Built Object とし、各オブジェクトに名称を与え、構成要素、機能、数量で定義することとされている。

これらの議論は、情報交換に関する議論や、他の民間組織での議論を踏まえると同時に、相互に連携して進める必要がある。このため、TC 10/SC 8 (CAD)、TC 184/SC 4 (後述)、IAI (International Alliance for Interoperability)、CIB、ICIS (International Construction Information

Society)との合同ミーティングを毎年行い、オブジェクト概念の共通化とオブジェクト指向分類体系の構築に向けた協力を進めることとされている。IAI日本支部のホームページ (<http://www.interoperability.gr.jp/>) に、オブジェクト指向による建築情報体系の詳細な情報が提供されている。

4. ISO/TC 184/SC 4

Industrial Data (産業情報)を扱うサブコミティで、その所属する技術委員会 TC 184 (Industrial Automation and Integration:生産の自動化と統合化)は、生産の自動化、独立した生産の統合化、そして、情報システム、機器、通信などの多様な技術の適用を含む分野における標準化を目的(スコープ)として設立されたものである。その中核となる ISO 10303 (Industrial Automation System and Integration, Product Data Representation and Exchange:生産の自動化システムおよび統合化、製品データの表現と交換)において規定された STEP は、CAD のデファクト標準である DXF⁹⁾などの図形データに関するものから脱皮し、形状データを核にして、準備から運用に至るライフサイクル全般における情報交換の標準化を目指したものである。建設に関連するものとしては、プラントや建築を対象としたものが先行している。

いわゆる工場におけるオートメーションに必要な標準化を扱っているが、ライブラリーとプロダクトモデルの構築(WG 2&3)、生産管理データ(WG 8)、データの交換(WG 9&11)、アーキテクチャ(WG 10)などの SC 4(Industrial Data)での議論は、建設情報システム構築における標準化に必要な検討の方向を示すものとして参考になる。欧米では、プロダクトモデルを基本としたデータベースの構築が進められており、今後、建設における情報交換の標準化を進めるに当たって、これらの観点が重要な要素になると想定される。

5. ISO/TC 204

ITS 関連の技術委員会で、Transport Informa-

tion and Control System (交通情報と制御システム)における旅行者情報、交通マネージメント、公共交通、商業交通、救急サービス、商業サービスなどの形態間および形態内における側面を含む、都市内および郊外の交通システムにおける情報、通信、制御システムの標準化を目的(スコープ)として設立されたものである。これらは ITS の根幹を成す分野であるが、道路事業の観点からは、ITS の重要な要素である道路を含んだ総合的な体系の整備が必要であろう。

6. ISO/TC 211

Geographic Information/Geometrics (地理情報/測地)を扱う GIS 関連の技術委員会で、地球上の位置と直接または間接に関連付けられている対象物または現象に関する情報についての構造化された標準体系を確立し、電子地理情報に関する標準化を行うことを目的(スコープ)としている。この標準化により、定義と表現を含むデータ管理のための方法、ツールおよびサービスや、異なるユーザ、システム、場所からの電子的形態で得られるこれらデータの取得、加工、解析、アクセス、表現および変換が規定される。これらは、可能な範囲で適切な情報技術と関連付けられ、地理情報を利用する分野特有のアプリケーションの開発に、一定の枠組を与えることになる。

ここでは、情報をオブジェクト(分類対象)指向で構造化し、整理し、地理情報に必要な全ての概念と構成要素を定義し、関連付けた ISO 19101 (Geographic Information-Reference Model)を基本として TC 211 の活動が進められている。我が国では、ここでの議論を踏まえ、官民連帯共同研究「GISの標準化に関する調査」の成果として「地理情報標準」がまとめられている。その後、地理情報システム(GIS)関係省庁連絡会議において、国土空間データ基盤標準の技術的な標準として、平成11年3月30日に、「国土空間データ基盤標準および整備計画」がまとめられた。社会資本に関する情報は、地理情報と関連付けられて始めて普遍性を持つものであり、調査、建設、管理にわたるライフサイクルにおいて、常に地理情報を活用するうえで効果が期待される。

7. OKSTRA

OKSTRA とは、道路管理上に必要な情報を対象としたオブジェクトカタログであり、図面をCADデータで表現し、その他データをオブジェクトとしてとらえて標準化された書式で付け加えることによって、一体となったデータとして、管理も含めた道路建設事業のプロセスにおける当事者間で交換・共有することを目的としたものである(図-1参照)。

なお、OKSTRA はSTEPの記述方式で仕様を作成しており、1999年12月に正式にドイツの国内標準として公示され、今後各州レベルに利用が拡大される予定となっている。

OKSTRA では、一般に物理的あるいは概念的

にまとまりをなす「もの」をオブジェクトとして捉えている。その対象範囲は、図-2に例示されているとおり、道路管理及び交通管理に必要な全ての情報を含んでいる。

OKSTRA で対象としているデータの範囲は図-3のとおりである。この中には、構造物データとして、「構造物の建設上の詳細」、「構造物に対する措置」、「構造物の補修」、「構造物の主要な建材」、「構造物の検査」が例示され、「道路状態データ」、「道路施設データ」などとともに「基礎データ」を構成している。これらは、主として建設において生成される情報と、道路の運用、管理に関する活動において生成される情報である。しかし、これらの基礎となる情報には、施工に起因するものが多く含まれている。

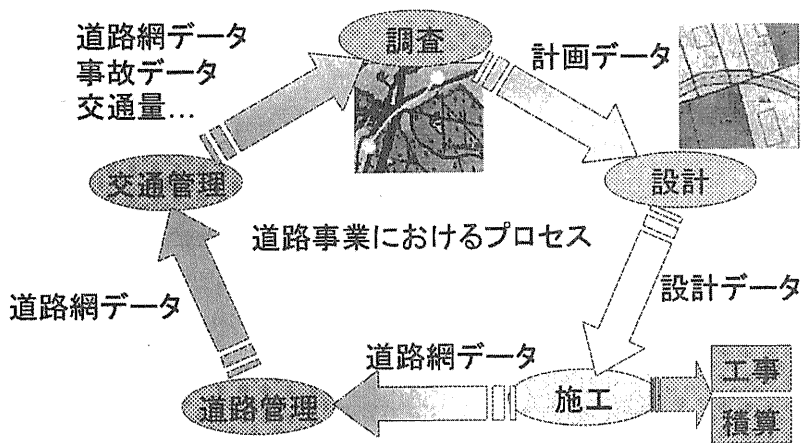


図-1 OKSTRA によるデータ交換のイメージ

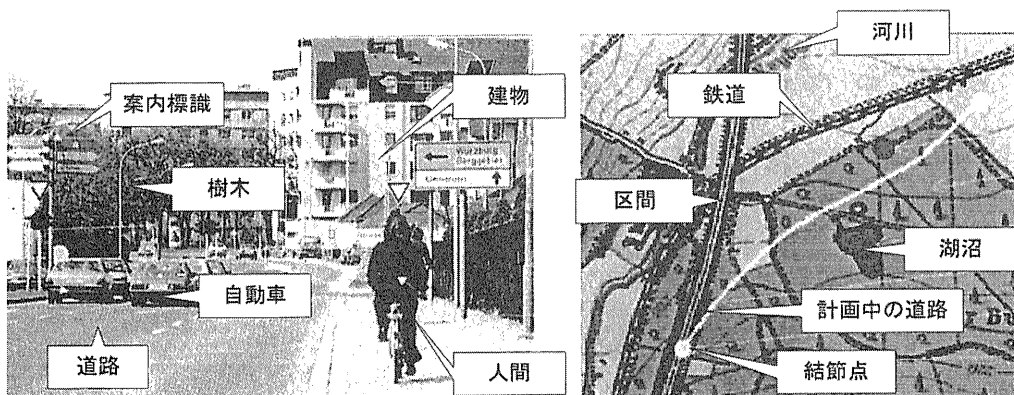


図-2 OKSTRA におけるオブジェクト例

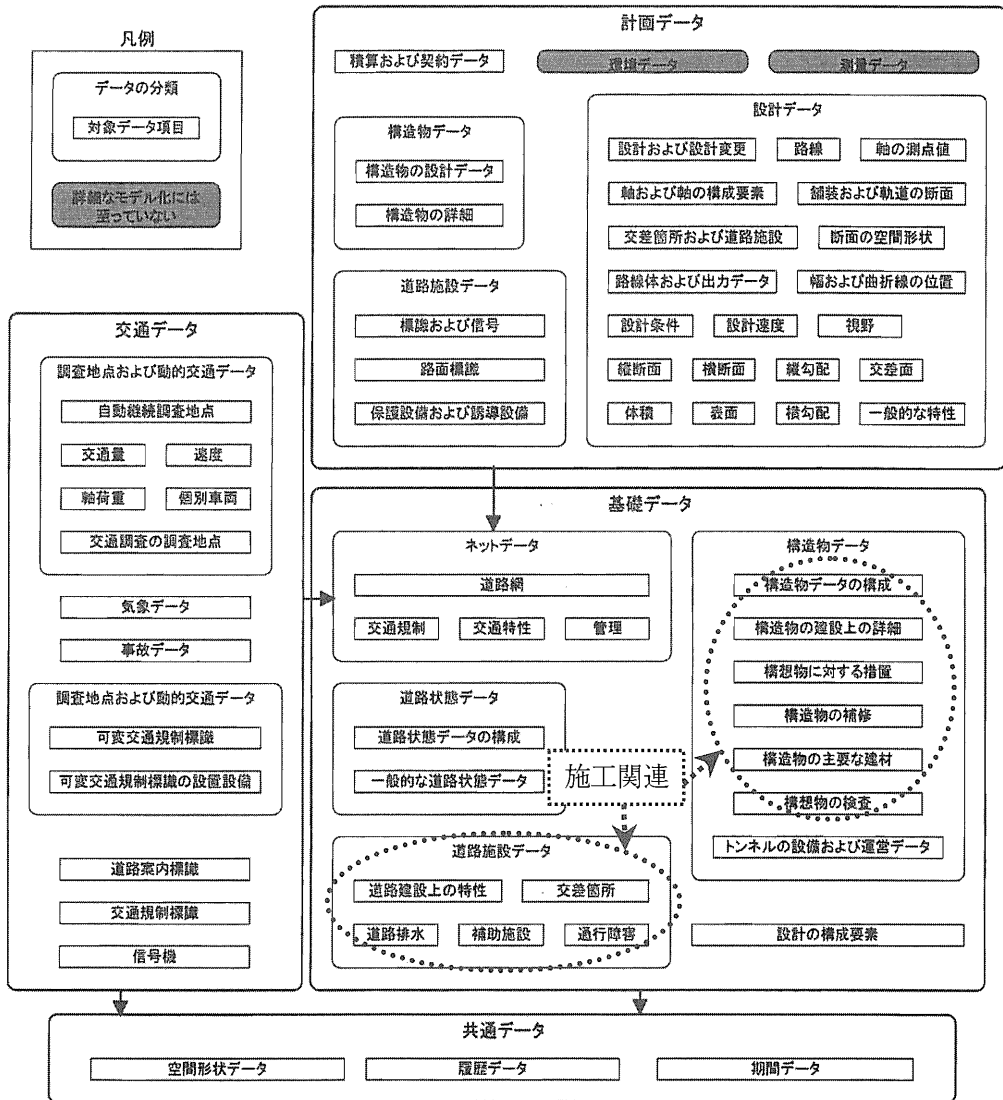


図-3 OKSTRA の対象となる情報の範囲

8. ま と め

以上、建設情報に関する国際的な取組みをまとめた。建設 CALS が、各プロセスにおいて作られる情報の電子化を対象とした標準化を行い、調査から設計へ、設計から施工へ、施工から管理へといったプロセス間で、電子的な記録による情報交換を第一段階としている。そして、次の段階として、各プロセスが共有できるような電子情報のデータベースの構築を検討している。国土情報の

ような膨大な電子情報は、中央と末端では必要とするものが異なり、分散型のものになるであろう。このようなアプローチは、IAIの考えている建築分野での情報標準化でも同様のものが考えられている。これに対し、プロダクトモデルを構築する取組みは、すべてのプロセスで必要な情報を引出したり更新したりすることを可能とし、情報の共有を前提とした取組みといえる。共有を進めるには、プロダクトモデルのような情報全体の体系化、構造化が必要で、建設分野でも早急な取組みが望まれる。

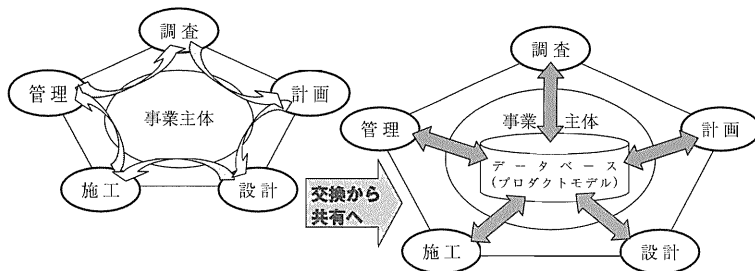


図-4 情報の交換から共有へ

いずれにしても、情報を共通的に利用し、交換と共有を可能にしていくには、インターネットにおいて、ブラウザとHTMLというソフト面での標準化に合わせて、TCP/IPプロトコルというハード的（物理的、電気的に結合して情報を交換するという意味で「ハード的」とした）なものの標準化が行われた効果を見過ごすことはできない。また、ホームページで標準となっているHTMLは、文字や絵をどのように表現するかという製作者の意思を記録する方法や決まりとして国際的な標準になっている。このような標準の情報形式とプロトコルやハードウェアが成立したことから、LANやインターネットが普及している。

建設情報では情報をデータベースとして活用する必要があることから、これに対応するものとして、XMLなどが注目されている。また、図面については、多くのCADソフトが対応しているDXFが中間形式の標準としての地位を占めつつある。しかし、部分的に検討することは、全体が見えなくなる恐れがあり、共有を可能にするには、本報文中で紹介したようなプロダクトモデルの構築、STEPの標準化が重要なテーマになる。しかし、オブジェクト指向で行われるこれらの検討は、トップダウンともいえ、施工現場での工事管理に必要なものが必ずしも反映できるものではない。施工現場からのボトムアップ的な検討が必要で、これによって、施工現場で交換される情報の標準化が可能になるものと期待される。

また、建設現場は広大で、イーサネットによる有線のLANのみでネットワークを構築することは不可能で、無線によるLANの構築が不可避である。建設機械や計測機器は多くの種類があり、現場に合わせて協力企業が持ちこんだり、リースの機器を導入することが通常行われている。施工全体のマネージメントがコンピュータを活用した

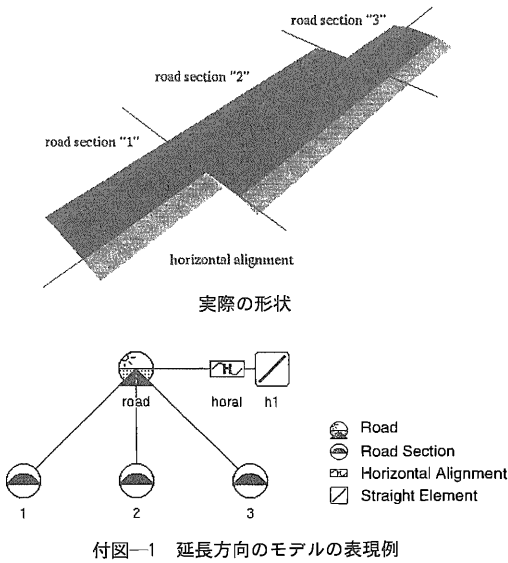
ものになりつつあり、これら現場に導入される機器やシステムを統合する必要がある。このため、建設現場に適合した標準的なネットワークの検討を進める必要があると考える。

ISO/TC 127において、施工現場の情報化に必要な標準化作業に向けた検討が開始されることになっている。これら情報交換のハード（通信技術）とソフト（情報内容）の観点から、今後の検討が進められることを期待する。

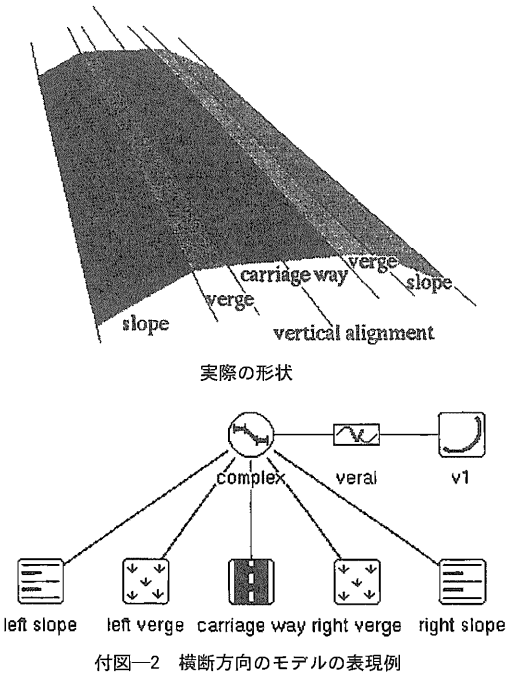
《参考説明》

正確な意味は、専門家による解説を参照されたい。

- 1) 日本ではContinuous Acquisition and Life-cycle Support（生産・調達・運用支援統合情報システム）を意味するとされている。EC（Electric Commerce：電子商取引）を含む場合と含まない場合がある。米国では軍事目的で国防総省が始めたもので、当初はComputer-aided Acquisition and Logistic Support（コンピュータによる調達、兵站支援）で、民間への普及につれて徐々にその意味が変化してきたが、1995年以降はCommerce At Light Speed（光速での商取引）を指すようになっている。
- 2) ラジオアイソトープから放射された γ 線や β 線が密度や水分によって散乱、吸収される特性を利用して、土などの密度や含水率を測定する計器が実用化されている。このような計測機器では多くの計測データが得られ、統計的な処理が必要になる。
- 3) 特定の業務や作業のための処理プログラムで、一般的なものとしてはワープロの「一太郎」やワード、表計算の「エクセル」や「ロータス123」などがある。目的とする作業をコンピュータに行わせるために自ら作成したり、市販されたりしているソフトウェアで、ユーザが直接取扱うものを指す。ウィンドウズ（Windows）、リナックス（Linux）等のOS（基本ソフト；オペレーティングシステム）の上で機能することができる。
- 4) 道路、橋、建物などは多くの要素の複合体であるが、その構成要素を体系的に整理することを指す。統一的な構造のもとで整理されたデータであれば、一部分を切離して修正を加えても全体に影響することが無く、全体の把握も容易になる。オランダのTNOレポート95-BI-R 1589では、次の図に示すように延長方向と横断方向の構成要素の体系化の方法等が提案されている。



付図-1 延長方向のモデルの表現例



付図-2 横断方向のモデルの表現例

このように、プロダクト（製品）の観点から整理したものがプロダクトモデルで、部屋は床、壁、天井、ドアで構成され、そのドアは、タイプ、材質、仕上げ、開閉方法、寸法、樫、蝶番等のように整理され、表現される。CADデータが、単なる直線や曲線の情報であるのに対し、建築の柱、壁、窓や、道路の舗装、橋梁、河川の堤防、水門などといったオブジェクト（目的物）を対象とした情報の整理を行っており、情報の内容を、コンピュータにも理解しやすい形で表せる点で優れている。

- 5) 道路では、路体、路床、路盤、舗装、付属構造物などを別々の仮想的透明な用紙（レイヤ）に書くと、個別のレイヤを書き加えたり、消去したり、修正することが容易で、重ねて表示すると全体が見えるので、必要なものを抽出したり、設計時の検討、維持・修繕などに応じた修正など図面のメンテナンスが容易になる。しかし、統一した考え方で作らないとかえって混乱することになる。
- 6) データの利用者が共通に必要な、個々のデータの所在、データの形式や内容等の属性情報が記述されているデータ。
- 7) eXtensible Markup Language の略で、「拡張可能なマークアップ言語」と訳されることもある。インターネットのホームページを作る標準となっている HTML が主として表示を対象としていることに対し、データ構造の表現も可能にしている。より一般的な文書を対象とした SGML (Standard Generalized Markup Language) と HTML の中間にあると言える。
- 8) コンピュータプログラムの作成を効率的にする手法として、一般的に用いられている。対象物とその構成要素の機能に着目し、個々の要素（データやプログラム）を、小さな機能のかたまりとし、その複合された構成体として全体を表現する方法。
- 9) Autodesk 社が提案した CAD 情報の中間ファイル形式（特定のアプリケーションに都合の良い特定のファイル形式ではなく、異なるアプリケーション間で情報を交換するために設定されたファイル形式）で、多くの CAD ソフトが対応しており、広く流通できるデファクト・スタンダードになっている。国土交通省の成果品の電子納品要領の標準形式になっている。

【筆者紹介】

村松 敏光（むらまつ としみつ）
財団法人先端建設技術センター
普及振興部長

光橋 尚司（みつはし ひさし）
国土交通省国土技術政策総合研究所
情報基盤研究室
研究官

磯部 猛也（いそべ たけや）
株式会社建設技術研究所
情報技術本部
情報技術部
次長