

## I-9 SXFVer3.0 を用いた道路基盤データ交換仕様の開発

### Development of Road GIS data exchange format applying SXFVer3.0

関本義秀<sup>1</sup>・竹内洋一<sup>2</sup>・宮永克弘<sup>3</sup>・松林豊<sup>4</sup>・上坂克己<sup>5</sup>

Yoshihide Sekimoto, Yoichi Takeuchi, Katsuhiko Miyanaga,

Yutaka Matsubayashi, Katsumi Uesaka

**抄録：** 建設生産物のライフサイクルに渡る電子データの有効活用を目指し、道路竣工時(施工段階)の完成図面を表す CAD データに、維持管理に必要な属性データを付加して納品し、維持管理段階に GIS データとして受け渡すことを目的とした道路基盤データ交換仕様を開発した。CAD データフォーマットは、将来的な電子納品の対応を見据えて SXF 形式とし、属性データを交換可能な SXF Ver3.0 の仕様を採用した。また、交換仕様に対応した CAD のプラグインを試作し、CAD データを作成し、サイズや処理時間等、パフォーマンスを比較・確認した。

**Abstract:**

We developed Road GIS data exchange format applying SXF Ver3.0, aiming at effective use of the electronic data over the life cycle of construction products. The purpose is adding attribute data required for maintenance to the CAD data of the completion drawing at the time of road completion, and delivering data to GIS for maintenance management. The CAD data is SXF, and the version of SXF is Ver3.0 which can exchange attribute data. This development is interested as first example which uses SXF Ver3.0 in real field. Moreover, we developed the CAD plug-in software which mounted attribute set specification for implementation of an actual field experiment.

**キーワード：** CALS, 電子納品, 道路基盤データ, SXFVer3.0, JSGI

**Keywords :** CALS, Electronic Delivery, Road GIS data, SXFVer3.0, JSGI

#### 1. はじめに

2001年に定められた e-Japan 戦略では、「我が国が 2005 年に世界最先端の IT 国家となる」を目標として掲げ、国家を挙げて IT 化への取り組みを進めている。国土交通省でも CALS/EC(公共事業支援統合情報システム)アクションプログラムを策定し、2004 年度末を達成目標として様々な施策を行ってきた。

CALS/EC の主要な目的の一つとして、IT を活用して調査計画～設計～施工～維持管理の各生産プロセス間で電子化されたデータを流通させることにより、各プロセスの業務効率の改善を図る。その具体的な施策として、図面、報告書、写真など従来紙で納品していた書類などを電子データ化して納品する電子納品が電子納品要領(案)<sup>1)</sup>や CAD 製図基準(案)<sup>2)</sup>に基づき、開始された。

国土交通省の直轄工事においては、2001 年度から年度毎に段階的に対象工事を拡大し、2004 年度には直轄工事すべてに対して電子納品の対象(図-1)とするとともに、2001 年度に地方展開アクションプログラムを作成し、地方自治体への CALS/EC の普及も

並行して進めている。また、電子納品における図面データの納品形式としては、ISO TC184/SC4(STEP)国際規格に準じて開発された SXF(CAD データ交換標準フォーマット, Scadec data eXchange Format)を採用している。さらに SXF は 2003 年に属性データが交換できる Ver3.0 の仕様を公開し、竣工時の CAD データから維持管理で利用する GIS へのデータ受け渡しが技術的に可能となった。

しかし、現状では電子納品されたデータは Ver2.0 をベースとしているため、維持管理で必要とする GIS 属性データが付加されていないので、属性データは工事完了後、別途入力していることが多い。また、GIS で必要な接続関係を表す位相情報は CAD では担



図-1 国土交通省直轄工事における電子納品導入経緯

1 : 正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地, Tel :029-864-4916, E-mail : sekimoto-y86q6@nilim.go.jp)  
 2 : 正会員 (財)日本建設情報総合センター システム高度化研究部 (〒107-8416 東京都港区赤坂 7-10-20)  
 3 : 正会員 (財)日本建設情報総合センター CALS/EC 部 電子納品室 (〒107-8416 東京都港区赤坂 7-10-20)  
 4 : 正会員 国際航業株式会社 公共ビジネス事業本部 防災情報部 (〒102-0085 東京都千代田区六番町2番地)  
 5 : 正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター情報基盤研究室

保されないため別途、図形の再作成が必要となることも多い。このため、時間的な遅れやデータ入力費用の負担も生じ、CALS/EC の本来の目的である各生産プロセス間での情報流通が行われず業務効率の改善には至らない。

そこで本研究では、竣工時にはCADで電子納品を行いつつも、維持管理段階で必要とする道路の基盤的なGISデータを低コストかつ迅速に作成できるように、SXF Ver3.0を用いた道路基盤データ交換仕様を開発するとともに、GISデータに変換するコンバータを作成した。また、作成した交換仕様に基づき対応CADを試作し、それを用いたCADデータ作成実験を行った。なお、関連研究においては、属性情報付GIS管理システムの検討<sup>3)</sup>や空間データ基盤の整備・更新方法などの研究<sup>4)</sup>が散見されるが、標準化・ソフト整備・実証実験・施策展開などの観点から総合的に行なわれているものはない。

## 2. SXF Ver3.0における属性情報の保持

### (1) SXFVer3.0の概要

SXFとは、ISO STEP国際規格に準じた二次元CADのデータ交換仕様であり、2001年10月にVer2.0<sup>\*1</sup>、2003年8月にVer3.0の仕様が公開され<sup>\*2,\*3</sup>、2005年10月にはVer3.0属性セット策定ガイドライン(案)<sup>\*4</sup>の公開を予定している。

SXF Ver3.0は、図形データに加えて図形に付加された属性データも交換可能な仕様である。属性は「属性名称」「属性値」「タイプ」「単位」を持つ。SXF Ver3.0では、高さ、長さなどの共通的な属性についてはあらかじめ定義してあり(既定属性)タイプや単位を省略できる。

### (2) 属性付加機構について

SXF Ver3.0において図形に属性を付加する仕組みを属性付加機構と呼び、表1に示す三種類がある。属性ファイル用属性付加機構は、属性値をXML形式の外部ファイルで保持し、図形データとはIDとのリンクで関連付ける(図2)。この場合、例えばXMLファイルを表計算ソフトウェアへ取り込んで数量計算を自動で行うなど、CAD以外のアプリケーションでも属性値の参照が容易になることから様々な応用が可能となる。

表1 属性付加機構の種類

種類	説明
属性ファイル用属性付加機構	属性値を外部ファイルに保持する最も標準的な機構
単一属性用属性付加機構	一つの図形フィーチャに対して付加する属性値が一つだけの場合、CADデータの内部に属性値を保持できる機構
文字フィーチャ用属性付加機構	文字フィーチャそのものが属性値を表す場合に使用する機構

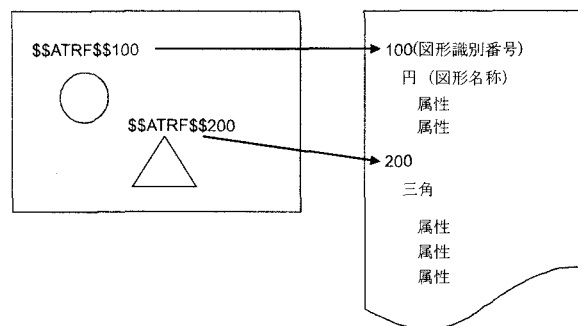


図2 属性ファイル用属性付加機構のイメージ

単一属性用属性付加機構は、属性ファイルを使用せず、CADデータの内部に属性値を保持できる機構である。長所として、図形にただ一つの属性を与える場合、属性ファイルの利用を省略できる点が挙げられる。なお、属性XMLファイルの拡張子は、safとSXF Ver3.0仕様で規定されている。

SXF Ver3.0仕様では、属性XMLファイル中に利用可能な、以下のタグが定義されている。

- SxfAttributeXML (ルートタグ)
- Figure (図形識別用のタグ)
- Attr (属性情報を記述するタグ)
- AttributeSet (SXF属性情報群を表すタグ)
- AttrGroup (属性情報をグループ化するタグ)
- Target (自図形と他図形を関連付けるタグ)
- TargetSet (1つの図形に対するターゲット情報群を表すタグ)

これらのタグの関連性を表したUMLクラス図を付録1に示す。図形に付加する属性は、「SXFVer3.0仕様書」の属性付加機構で定める規則に従い、目的・用途に応じた仕様を任意に定めることができる。表2は、属性付加機構の適用規則に従い、Attr属性を定めた一例である。

\*1 CADデータ交換標準小委員会：SXF Ver2.0仕様書，2002年3月

<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>

\*2 CADデータ交換標準小委員会：SXF Ver3.0仕様書 第一版，2003年8月

<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>

\*3 CADデータ交換標準小委員会：SXF Ver3.0実装規約 第一版，2003年8月，

<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>

\*4 CADデータ交換標準小委員会：SXF Ver3.0属性セット策定ガイドライン(案) 第一版，2005年10月公開予定

表-2 属性付加機構の利用 (Attr 属性への適用例)

タグ属性名		省略	適用例
Name	名称	不可	図形に種別を表す属性を付加するため、名称を“種別”とする。
Type	タイプ	可	種別には上り・下り等の文字列を入力するため、タイプは“STR”とする。
Unit	単位	可	— (文字列とするため、単位は不要)

### 3. 道路工事完成図等作成要領 (案) の概要

#### (1) 位置づけ

土木工事の共通仕様書では、出来形測量結果等を反映した完成図の提出を求めているものの、完成図そのものの定義はあまりはっきりしていなかった。そこで、道路の維持管理段階で必要とする図面という意味での完成図の定義や範囲、構成等を規定した道路工事完成図等作成要領 (案)<sup>※5</sup> (以下、作成要領 (案) という) を作成した。

詳細な解説は別の機会に譲るが、作成要領 (案) では完成図の主な構成物を完成平面図や施設台帳と規定し、検査後にデータ変換を行い、それぞれ維持管理段階で道路基盤データ<sup>※6</sup>、道路施設基本データ<sup>※7</sup> (通称: MICHU データ) として活用することとしている (図-3)。道路基盤データについては次節で概要を説明する。

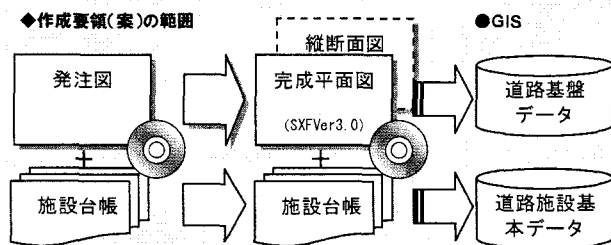


図-3 道路工事完成図等作成要領 (案) の範囲

#### (2) 道路基盤データの概要

道路基盤データは、詳細な解説は別の機会に譲るが、道路行政で用いる空間データのうち、基盤として整備すべき必要最小限の共有空間データであり、地理情報標準 (JSGI)<sup>※8</sup> の実用版といえる地理情報標準プロファイル (JPGIS)<sup>※9</sup> に準拠している。道路基盤データでは、個々の地物の特性を空間属性、時間属性、主題属性で表現し、XML を用いた符号化

を行う。

- ・空間属性：地物の位置や形状
- ・時間属性：地物の存在する期間など
- ・主題属性：地物の種別や区分など

本研究では、後述する道路基盤データ交換仕様 (SXFVer3.0 対応) と明確に区分するために、これを JSGI 対応 XML 形式と呼ぶこととする。

空間属性では、地物の位置や形状の表現に点 (GM\_Point)、線 (GM\_Curve)、面 (GM\_Surface) の3種類を用いる。図-4は、道路基盤データを図形表現した際のイメージである。

#### (3) 完成平面図から道路基盤データへの変換における基本的な考え方

一方、道路基盤データの効率的な整備、リアルタイムな更新に向けては、工事完成図書 (完成図 (平面図)) の活用が有効である。完成図データの作成・電子納品では、CAD ソフトで編集可能である SXF 形式を採用しているが、これを道路基盤データの JSGI 対応 XML 形式に変換可能な仕様とすることで、より低コストかつリアルタイムなデータ整備・更新が可能となる。

そのために、完成平面図のファイル形式については、GIS に活用することを考慮し、図形データに任意の属性データを付与することができる SXFVer3.0 形式を原則とした。しかし、現在はそのような機能に対応した CAD はないため、標準的な仕様のもとで CAD ベンダーが開発できるように、本研究では SXFVer3.0 形式で道路基盤データを作成するための CAD の仕様を、道路基盤データ交換仕様 (SXFVer3.0 対応) (以下、本交換仕様という) とし提案し、詳細は4章で説明する。

基本的な考え方としては、道路基盤データで必要とする30程度の地物項目をCADの各レイヤで表現し SXFVer3.0 が持つ P21 ファイルに格納するとともに、その後コンバータ等で XML に変換する。レイヤについては、CAD 製図基準 (案) に準じたレイヤ構成を検討したところ、面同士が境界線を共有するような幾何位相を形成する地物 (車道部、車道交差部等) については、複数レイヤに分かれた場合、境界線の重複によるデータ修正作業増や GIS 変換時のエラー (領域重複等) による手戻り等の課題があることから、幾何位相を形成する面は便宜上、同一レイヤ内に複数地物を格納するレイヤ構成とした (表-3)。

※5 国土交通省：道路工事完成図等作成要領 (案) 試行版，2005年5月，<http://www.gis.nilim.go.jp>

※6 国土交通省：道路基盤データ製品仕様書 (案)，2005年5月，<http://www.gis.nilim.go.jp>

※7 国土交通省：道路施設基本データ作成要領 (案)，2005年5月，<http://www.gis.nilim.go.jp>

※8 国土地理院：地理情報標準第2版 (JSGI2.0)，2002年3月，<http://www.gsi.go.jp/GIS/stdindex.html>

※9 国土地理院：地理情報標準プロファイル (JPGIS) Ver1.0，2005年3月，<http://www.gsi.go.jp/GIS/stdindex.html>

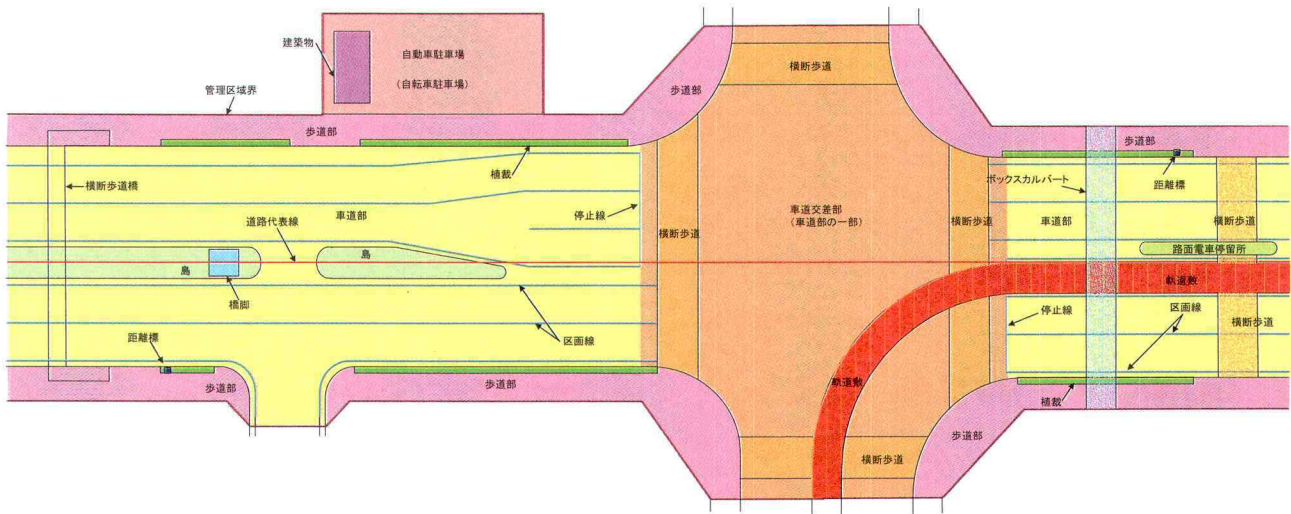


図-4 道路基盤データの表示イメージ

また面が閉じていたり、線が接続する必要があるような幾何位相そのものについての担保については、CAD のソフトウェアでは明確に盛り込まれていることはないもののスナップ等の機能を意識的に活用すれば作成できると思われるので、作成要領（案）中で作図ルールレベルで規定するとともに、別途のチェックプログラムで確認できるようにした。

また、道路基盤データが保持する属性については、SXFVer3.0 が持つ属性 XML (.SAF ファイル) に格納し、ユーザが図形の ID 等を意識することなく暗黙的に P21 ファイルと連携がとれるように、本交換仕様中で規定した。このような考え方にに基づき、次章で本交換仕様の詳細について説明する。

#### 4. 道路基盤データ交換仕様 (SXFVer3.0 対応) 作成

##### (1) 属性セット仕様

本交換仕様では、JSGI 対応 XML 形式の道路基盤データを SXFVer3.0 形式で表現するために必要となる属性セットの仕様 (AttributeSet/TargetSet の利用方法) について規定している (表-4)。すなわち、点・線・面の形状表現に対応するものとして、SXFVer3.0 の点マーカ、折線、線分、既定義ハッチング (エリアコントロール)※10 などのフィーチャ、および SXFVer3.0 属性付加機構の TargetSet を用いた。また、地物毎に必要な主題・時間属性の表現には、SXFVer3.0 属性付加機構の AttributeSet を用いた。

※10 Ver3.0 仕様書では「面積測定用の領域定義」という要件を満足するために、線、塗り、パターンをとくに持たない空白領域のハッチングを、エリアコントロールという名前の既定義ハッチングとして新たに定義し、特定の領域に名称などの属性を付加したい場合に用いることとしている。(以降、エリアコントロールと呼ぶ)。

表-3 作成要領（案）で規定するレイヤ構成

レイヤ名	内容	必要度	備考
C-TTL-nnn	外枠	◎	nnn : 001~999 (規定を追加)
C-TTL-Fnnn	タイトル枠	◎	
C-TTL-Lnnn	区切り線等	◎	
C-TTL-Tnnn	文字列	◎	
C-BGD	現況地物	○	
C-BGD-HICN	等高線の計曲線	○	
C-BGD-LWCN	等高線の主曲線	○	
C-BGD-CRST	主な横断構造物	○	
C-BGD-RSTR	背景画像	○	
C-BGD-EXST	特に明示すべき現況地物	○	
C-BGD-HTXT	旗上げ	○	
C-BMK	道路代表線	●	
C-BMK-SRVR	距離標	●	
C-BMK-ROW	管理区域界	●	
C-STR	車道部	●	幾何位相を形成する地物  道路面を構成する地物は全て C-STR に格納  *島、植栽、歩道部についても、レイヤを分けずに C-STR 内に格納することに留意
	車道交差部		
	踏切道		
	軌道敷		
	島		
	路面電車停留所		
	歩道部		
	植栽		
自転車駐車場			
自動車駐車場			
C-STR-STR1	橋梁	●	
C-STR-STR2	トンネル	●	
C-STR-STR4	法面	●	盛土法面
C-STR-STR5	法面	●	切土法面
C-STR-STR7	擁壁	●	
C-STR-STRC	横断歩道	●	
	横断歩道橋	●	
	地下横断歩道	●	
	区画線	●	
	停止線	●	
C-STR-STRD	ボックスカルバート	●	CAD 製図基準 (案) に従い追加したレイヤ
C-STR-STRE	建築物	●	
C-STR-STRF	橋脚	●	
C-STR-STRG	斜面対策工	●	
C-STR-STRH	シェッド	●	
C-STR-STR1	シェルター	●	
C-STR-STRn	その他の道路施設	○	
C-STR-DIM	寸法線, 寸法値	○	発注図旗揚げ用等
C-STR-TXT	文字列	○	
C-STR-HTXT	旗上げ	○	
C-DCR	図面表記用図形	○	シンボル等

凡例 ●: 地物データ (必須), ◎: 図面標記用 (必須), ○: オプション (必要に応じて利用可)

注) STR-STR3, 6, 8~B は使用しない。

表-4 SXFVer3.0による道路基盤データの表現

JSGI 対応 XML 形式		SXF Ver3.0	
		SXF (.P21)	属性 XML (.SAF)
空間属性	点 (GM_Point)	点マーカ	-
	線 (GM_Curve)	折線, 線分	-
	面 (GM_Surface)	折線, 線分 エリアコントロール	TargetSet (境界線の図形識別番号)
主題属性		-	AttributeSet
時間属性		-	

a) 面の表現と TargetSet の利用

道路基盤データで用いる地物の幾何形状の表現のうち、とくに車道部や歩道部などの表現に用いる面 (GM\_Surface) については、SXFVer3.0 フィーチャ仕様で対応する図形要素が無い。

これに対応するために、本交換仕様では、以下のフィーチャの組み合わせにより“面”の幾何要素を表現した。

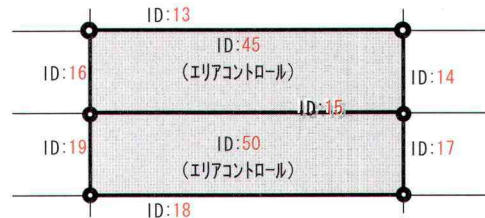
- ・面の境界線：折線フィーチャ
- ・面の領域：エリアコントロール

ここで TargetSet は、面を構成する図形間の関連付けを定義するために用いる。すなわちエリアコントロールは、「属性ファイル用属性付加機構 (ATRF)」を活用し、name 属性に地物の種類、Attr 属性に地物毎の属性情報を保持するほか、Target 属性として、面を構成する境界線の ID (図形識別番号) を保持する (図-5)。折線には「単一属性付加機構 (ATRU)」を適用し、該当する面の Target 属性に格納するための ID のみを付与する。表-5 は、本交換仕様における TargetSet の利用例であり、図-5 は、隣接関係にある面同士では、隣り合う面で境界位置にある同一の折線 ID を Target 属性で共有し、面の幾何位相を表現する。すなわち隣接関係にある面となる2つのエリアコントロール (ID: 45 と 50) が、同一の境界線の ID (ID: 15) を Target 属性に格納する。

b) 主題や時間の属性表現と AttributeSet の利用

AttributeSet は、道路基盤データの地物毎に定められた主題・時間属性の表現に用いた。具体的には、地物の位置や形状の表現に用いるフィーチャ (点マーカ、線分、折線、エリアコントロール) に対し、SXFVer3.0 の「属性ファイル用属性付加機構 (ATRF)」を適用し、AttrGroup の name 属性として地物の種類、Attr として地物毎の属性情報を保持する構造とした。地物毎の主題・時間属性は、全ての地物に共通するものと地物固有のものに分類できるため、図形名称 (name 属性) が”距離標”の場合、利用する AttrGroup は全ての地物に共通する属性 (設置日や GIS\_ID) は”共通”と距離標固有の路線番号、緯度経度等は”距離標”となる (表-6)。これにより、属性セットのスリム化を図り、

対応 CAD による開発の省力化を考慮している。



```

<Figure id="45" name="車道部">
  <AttributeSet name="道路基盤地物属性" version="1.0" designedBy="...">
    <AttrGroup name="共通">
      <Attr name="設置日" type="STR">2005 3 31</Attr>
      <Attr name="GIS_ID" type="STR">In001</Attr>
    </AttrGroup>
  </AttributeSet>
  <TargetSet name="面データ構造" version="1.0" designedBy="...">
    <Target id="13" memo="境界線"/>
    <Target id="14" memo="境界線"/>
    <Target id="15" memo="境界線"/>
    <Target id="16" memo="境界線"/>
  </TargetSet>
</Figure>
<Figure id="50" name="車道部">
  <AttributeSet name="道路基盤地物属性" version="1.0" designedBy="...">
    <AttrGroup name="共通">
      <Attr name="設置日" type="STR">2004 2 22</Attr>
      <Attr name="GIS_ID" type="STR">In022</Attr>
    </AttrGroup>
  </AttributeSet>
  <TargetSet name="面データ構造" version="1.0" designedBy="...">
    <Target id="15" memo="境界線"/>
    <Target id="17" memo="境界線"/>
    <Target id="18" memo="境界線"/>
    <Target id="19" memo="境界線"/>
  </TargetSet>
</Figure>
  
```

図-5 面と境界線の表現例

表-5 TargetSet の利用例

TargetSet			AttrGroup		出現回数
Name	version	designedBy	id*1	Memo	
面データ構造	1.0	国土技術政策総合研究所	図形識別番号	境界線	0..n

\*1. id には、面データを構成する境界線の折線 (もしくは線分) フィーチャに付与した図形識別番号を記述

表-6 AttributeSet の利用例 (距離標)

AttributeSet			Attr Group				出現回数
Name	version	designed By	name	name	Type	unit	
道路基盤地物属性	1.0	国土交通省国土技術政策総合研究所	共通	設置日	STR		1
				GIS_ID	STR		0..1
			距離標	路線番号	INN		1
				現旧区分	INN		1
				上下区分	INN		1
				接頭文字	INN		1
				距離程	LEN	km	1
				種別	INN		1
				経度	RNN		0..1
				緯度	RNN		0..1
高さ	RNN		0..1				

## (2) 作図仕様

属性セット仕様のほか、本交換仕様では、道路基盤データ (JSGI 対応 XML 形式) を SXFVer3.0 形式で表現、相互変換を可能とするための作図ルールについて規定した (表-7, 図-6~7)。これはもともと作成要領 (案) そのものが規定しているルールでそれをどのような形で実現するかは各 CAD の実装に委ねられる。

表-7 作成要領に対応する作図仕様(主な抜粋)

	作図仕様 (ルール)
点	<ul style="list-style-type: none"> <li>位置座標 (x, y) 1点のみを持つデータ</li> <li>視認性を確保するため、任意のマーカーコードの利用可。</li> </ul>
線	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続した線分で構成される折線で作成。</li> <li>自己交差の折線は作成不可。</li> <li>円弧、楕円弧、スプライン曲線等の他の表現は利用不可。</li> </ul>
面	<ul style="list-style-type: none"> <li>面の境界を構成する折線 (もしくは線分)、および面の領域を表すエリアコントロールの2つのフィーチャで作成。</li> <li>境界線のデータは、他の境界線と交わる箇所では必ず区切り、端点座標を一致させる。</li> </ul>

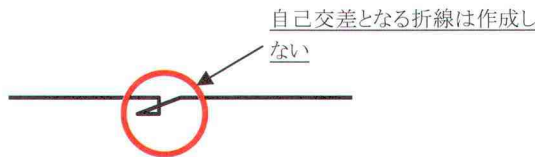


図-6 線データの作図

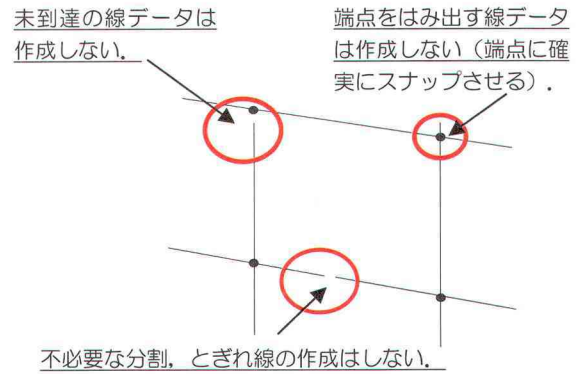


図-7 面データの作図ルール(例)

## (3) SXFVer2.0 との比較

本交換仕様の優位性を示す上で、SXFVer2.0 形式を採用した場合との比較結果について表-8に示す。なお、SXFVer2.0 形式では、任意の図形に対して属性を付与する仕組みが無いため、識別コードとして文字を図上に配置し、CSV 等でコードに対応した属性データを作成する構造とした。

比較の結果、本交換仕様のデータは、SXFVer3.0 に対応したツールが必要ではあるが、データ作成のしやすさ、GIS (JSGI 対応 XML 形式) への変換のしやすさにおいて優れ、CAD-GIS 間のデータ交換を容易にする上で有効といえる。

表-8 Ver2.0+CSV 方式との比較

	SXFVer3.0	SXFVer2.0+CSV
構造	<p>既定義ハッチング(Area_control)</p> <p>境界線</p> <p>領域 (既定義ハッチング(Area_control))</p> <p>ID:13</p> <p>ID:45 (Area_control)</p> <p>ID:14</p> <p>ID:15</p> <p>ID:16</p> <p>端点座標は一致</p> <p>境界線 (折れ線) : 二重線は作成しない</p>	<p>地物コード</p> <p>車道部-001</p> <p>境界線</p>
データ作成のしやすさ	<ul style="list-style-type: none"> <li>CADソフト上で図形毎の属性入力が可能。</li> <li>⇒○ : 図形・属性のID不一致が生じない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAD上で地物コード (テキスト) を配置し、地物コードに対応した属性をCSVで別途作成。</li> <li>⇒△ : 入力ミス等による図形・属性のID不一致が生じやすい。</li> <li>⇒△ : テキスト挿入点の配置位置にも留意が必要。(面は領域内、線は線上、点は点上)</li> </ul>
検査のしやすさ・GIS変換のしやすさ	<ul style="list-style-type: none"> <li>面を構成する境界線の情報をTargetSetで保持するため、境界線の抽出がしやすい。</li> <li>⇒○ : 検査が行いやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地物コード (テキスト) の挿入点より、近傍の境界線を検索・抽出。</li> <li>⇒△ : 境界線に作図エラーがある場合、線データの検出に時間を要する。</li> </ul>
備考	SXFVer3.0対応のCADソフトが必要。	現行のCADソフトで作成可能

#### (4) CADの仕様に関する考察

本交換仕様のデータに対応したCADツールでは、SXFVer3.0形式のデータ編集に対応する機能のほか、JSGI対応XMLへの変換に適したデータを編集するために、独自の作図仕様に対応した編集を支援する機能も必要となる。

表-9は、今後の本交換仕様に対応したSXFVer3.0のデータ作成において求められる機能を示したものである。今後の対応CADにおいては、「仕様により規定」する機能に対応することにより、JSGI対応XMLに変換可能な道路基盤データを作成することが可能である。しかし、データ作成時のエラーや難しさを低減していくためには、「ベンダ独自に実装」する機能について、各ベンダで競争を図る中で対応していくことが求められる。その他、作成したデータをチェックする機能については、個別ベンダによる検査レベルのばらつき、不具合を無くす上では、現在の電子納品チェックシステムと同様、公的機関による開発・サポートが必要と考えられる。

### 5. 道路基盤データ (JSGI 対応 XML) との相互変換

ここでは作成した完成平面図 (SXFVer3.0 対応) から道路基盤データに変換して蓄積したり、逆に更新時には現況データとして貸与するために、JSGI 対応 XML と SXFVer3.0 の相互交換に必要なプログラム (コンバータ、チェックツール) を開発し、相互変換の検証を行った (図-8)。

#### (1) SXFVer3.0 から JSGI 対応 XML への変換

SXFVer3.0 で作成したデータを JSGI 対応 XML のデ

ータに変換するためには、以下のように図形データと属性データの交換に関する機能が必要となる。

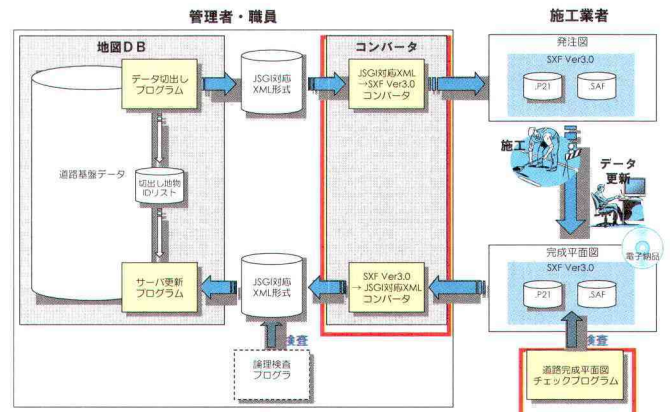


図-8 開発したプログラムの位置付け

#### a) 図形データの変換

図形データの変換は、具体的にはSXFVer3.0のフィーチャで表す地物の位置・形状を、JSGI対応XMLの空間属性に変換する機能である。

図-9は、SXFVer3.0形式の道路基盤データ (距離標のような点データ) を、JSGI対応XMLに変換した例である。図形データの変換処理では、SXFVer3.0の点マーカの持つ座標値 (X, Y) を基に、道路基盤データのGM\_Pointで表す経緯度に変換する必要があるが、これについては、SXFデータを平面直角座標に対応可能な座標値で作成し、変換時に座標系の系番号を指定することにより、一意に変換が可能である。

また、面データの場合、幾何位相構造としない場合とする場合で、変換処理が異なる。まず幾何位相構造としない面データの場合、面の領域を構成する

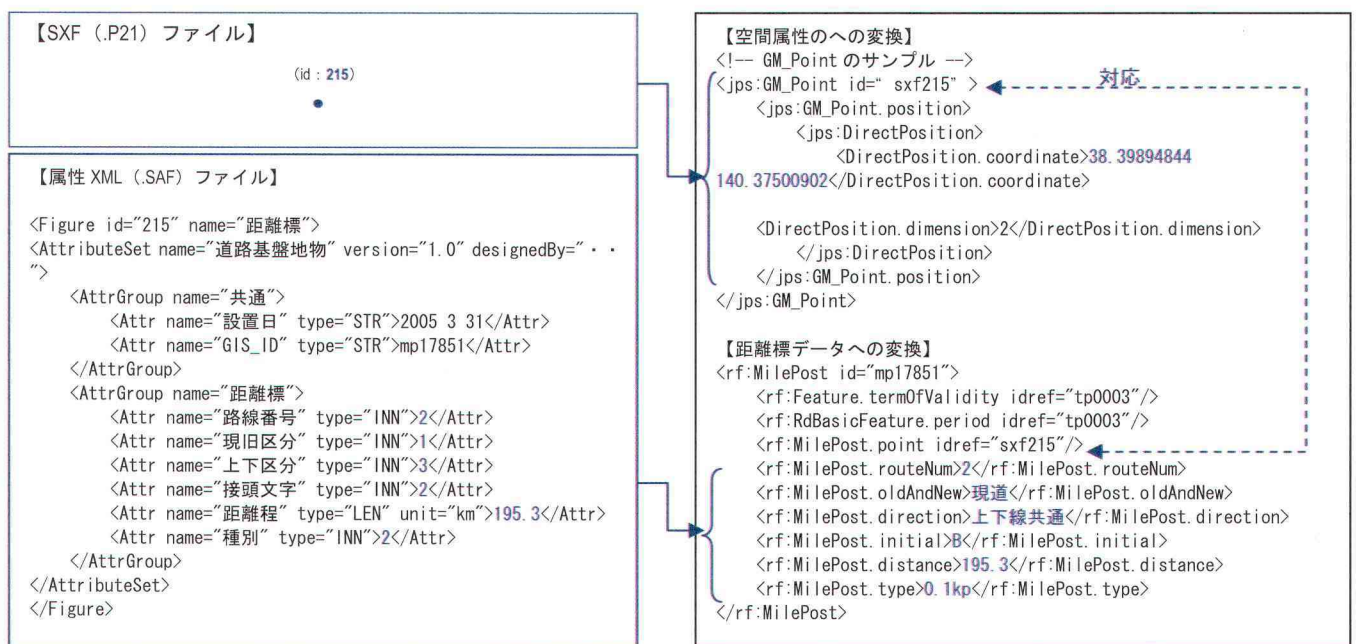


図-9 SXFVer3.0⇒JSGI 対応 XML への変換例 (点データ)

表-9 対応 CAD に求められる機能の分類

	対応 CAD に求められる機能	交換仕様により規定	ベンダ独自に実装	別途プログラム	参考 (試作 CAD での対応)
点データ作成	点マーカフィーチャを作成する機能	◎			○
	属性ファイル用属性付加機構 (ATRF) を用いて Attr 属性を付与する機能	◎			○
	点マーカは、視認性を確保するために、任意のマーカコードを用いて分かりやすく表示する機能		○		
線データ作成	折線フィーチャを作成する機能	◎			○
	属性ファイル用属性付加機構 (ATRF) を用いて Attr 属性を付与する機能	◎			○
	交差位置分割・交点結合・頂点移動・頂点追加削除・折線変換などの折線編集機能		○		
	属性を付与した折線のデータを分割した際、分割した双方の図形で基の属性を保持する機能		○		
	円弧・スプライン等で作成した線を、折線に変換 (実寸離れ 10cm 以内に近似) する機能		○		
面データ作成	折線フィーチャを作成する機能	◎			○
	境界線とする折線フィーチャを基に領域を表すエリアコントロールを作成する機能	◎			
	単一属性付加機構 (ATRU) を用いて折線フィーチャに図形識別番号を付与する機能	◎			○
	属性ファイル用属性付加機構 (ATRF) の Target 属性により、境界線の図形識別番号 (ID) を保有する機能	◎			○
	属性ファイル用属性付加機構 (ATRF) を用いてエリアコントロールに Attr 属性を付与する機能	◎			○
	エリアコントロールは、視認性を確保するために、領域内を選択時には強調表示する機能 (色の反転、外周強調表示等)		○		○
	境界線を選択 (もしくは抽出) してハッチングを作成し、選択した境界線の図形識別番号を Target 属性として保持する機能		○		
	境界線に移動等の変更が行われた際、対応するエリアコントロールを自動で削除し、ハッチングと境界線との関係を正しく保持する機能		○		
	境界線の移動に伴うエリアコントロールの追従し、もしくは削除を行い、エリアコントロールと境界線との関係を正しく保持する機能		○		
	分割位置に作成した折線を基準に面データを分割		○		
	属性を付与した面データ (ハッチング+折線) を分割した、分割した双方の図形で基の属性を保持		○		○
その他図形作成全般	作成した図形を画面上で確認する際、個々の図形について図形名称 (Figure タグの name)、図形識別番号 (Figure タグの ID) が表示・確認できる機能		○		
	作図する図形名称を選択した際、レイヤ分類の規定に合わせて、編集レイヤの自動切換えを行う機能		○		
属性 XML 編集	属性セット仕様で定めた内容の XML データが編集できる機能	◎			
	作図した図形データに属性を入力する際、対象図形 (図形名称) に応じて必要な入力項目のみを表示する機能		○		
	対話形式入力、リスト選択、属性一括入力、属性入力済み図形のハイライト表示等により、属性入力を容易とする機能		○		
データの品質チェック機能	SXF ファイル (.P21) や属性 XML (.SAF) のフォーマットとの適合性をチェックする機能		◎	◎	
	作図仕様 (ルール) との適合性をチェックする機能		○	◎	
	属性の入力値の妥当性をチェック (異常値を検出) する機能		○	◎	
	地物とその境界の関係が一貫性を持つか (隣接関係の保持)		○	◎	

◎ : 必須 / ○ オプション (開発する CAD ソフトにより異なる)



折線は一つであるため、図形データの変換処理では、SXFVer3.0のTarget属性より抽出した折線を反時計まわりの向きにして面データ(GM\_Surface)の境界とする(図-10)。

しかし幾何位相構造とする面データの場合、SXFVer3.0のTarget属性より領域(ID:45)の境界を構成する折線(ID:13~16)を抽出し、反時計まわりの輪となるよう折線の向きを調整して面データ(GM\_Surface)の境界とする。この際、隣接する面同士(ID:45と50)の境界は同一の折線(ID:14)を用い、それぞれの面データで反時計まわりとなるよう向きを変えて利用する(図-11)。

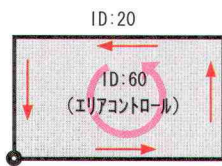


図-10 幾何位相構造としない面データへの変換

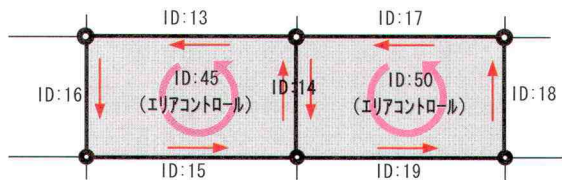


図-11 幾何位相構造とする面データへの変換

**b) 属性データの変換**

属性データの変換は、具体的にはSXFVer3.0のフィーチャに付与した地物のAttr属性を、JSGI対応XMLの主題・時間属性に変換する機能である。

また、属性データの変換では、SXFVer3.0のAttr属性で保持する値をそのまま、もしくは道路基盤データで用いる表現に置き換え(表-10)を行うことにより、一意に変換が可能である。

**(2) JSGI 対応 XML から SXFVer3.0 への変換**

JSGI 対応 XML のデータを SXFVer3.0 に変換するためには、以下の機能が必要となる。

**a) 空間属性の変換**

JSGI 対応 XML で表す地物の空間属性を、対応するSXFVer3.0のフィーチャ、およびTarget属性に変換する機能

**b) 主題・時間属性の変換**

JSGI 対応 XML で表す地物の主題・時間属性を、対応するSXFVer3.0のAttr属性に変換する機能

詳細な処理の流れは異なるものの、基本的にはSXFVer3.0⇒JSGI 対応 XML と同様に、表-4 で示し

たJSGI 対応 XML 形式とSXFVer3.0の対応付けにより変換可能である。

表-10 属性データの変換例(距離標)

(※は同じ値を指す)

	JSGI 対応 XML		SXFVer3.0	
	タグ名	値	タグ名	値
1	rf.MilePost.routeNum	※	路線番号	※
2	rf.MilePost.oldAndNew	現道	現旧区分	1
		旧道		2
		新道		3
3	rf.MilePost.direction	上り線	上下区分	1
		下り線		2
		上下線		3
		共通		
4	rf.MilePost.initial	なし	接頭文字	1
		B		2
		Bp.		3
5	rf.MilePost.distance	※	距離程	※
6	rf.MilePost.type	1kp	種別	1
		0.1kp		2

**(3) 相互変換コンバータの構成**

以上の機能を有するように、本検討で開発したコンバータの構成は、図-12のとおりである。どちらの変換にしても極力共通的なコンポーネントを用意するとともに、レベル2 STEP/AP202用の共通ライブラリ※11を用いて、SXFファイル関連の入出力などを省力化した。

**(4) SXFVer3.0 データのチェック**

SXFVer3.0 で作成した完成平面図のデータのチェックは、以下について行う。

- a) SXFVer3.0 形式として正しいデータ構造か
- b) JSGI 対応 XML 形式に変換可能なデータ構造か
- c) 入力値は正しいか

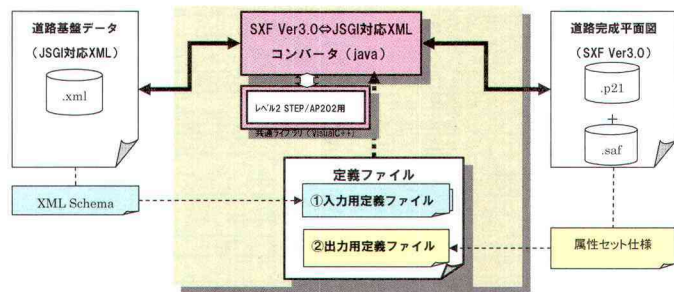


図-12 JSGI 対応 XML と SXFVer3.0 の相互コンバータの構成

a) は、SXFVer3.0 のファイルフォーマットを以下の観点からチェックするものである。

※11 CAD データ交換標準小委員会:共通ライブラリ機能仕様書, 2004.  
<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>

- ・識別番号の一意性
- ・幾何要素フィーチャの構造の誤り
- ・属性 XML (.SAF) のデータ構造の誤り 等

b) は、データのフォーマット上に誤りは無いものの、変換処理においてエラーとすべき誤りをあらかじめ以下の観点からチェックするものである。

- ・レイヤ分類の誤り
- ・作図仕様における作図ルールとの不適合（自己交差、二重線の検出 等）

c) は、データ構造上の問題はないが、入力値が妥当であるか以下の観点から検査するものである。

- ・地物の隣接関係の誤り（島（中央分離帯）と歩道の隣接 等）

SXFVer3.0のチェック項目の一例を表-11に示す。

表-11 SXFVer3.0のチェック項目（一例）

対象	チェック項目	チェック内容(エラー抽出事項)	
図形データ	点	非参照要素	他から参照されていない点マーカが存在した場合
		幾何要素重複	同一位置に複数の点マーカが存在した場合
	線	線ねじれ	折線の端点及び中間点のうち、隣接する点の座標が同一(隣接点間の延長が0)である場合
			折線が内部で自己共有点を有する場合
		線分延長	線分の端点が1点しかない場合
	折線の中間点がなく、端点が1点しかない場合		
	面	面ねじれ	線分の端点(2点)が同一座標の場合
折線の中間点がなく、端点(2点)が同一座標の場合			
面	非参照要素	他から参照されていない線分及び折線が存在した場合	
	幾何要素重複	同一位置に複数の線分及び折線が存在した場合	
	要素の交差	エリアコントロールを構成する複合曲線(外形及び中抜き)が始点と終点の座標が一致しない場合	
		エリアコントロールを構成する複合曲線(外形及び中抜き)が内部で自己共有点を有する場合	
	外形要素の包含	同一のエリアコントロールを構成する複合曲線(外形及び中抜き)が交差する、若しくは接する場合	
		エリアコントロールを構成する外形の複合曲線が、同一のエリアコントロールを構成する中抜きの複合曲線の1つまたは複数を含みしない場合	
中抜き要素の包含	エリアコントロールを構成する中抜きの複合曲線が、同一のエリアコントロールを構成する他の中抜きの複合曲線の1つまたは複数を含みする場合		
	非参照要素	他から参照されていないエリアコントロールが存在した場合	

### (5) 考察

SXFVer3.0で作成したデータについては、チェックツールによりデータ構造上の誤りをチェックし、これを無くすことにより、JSGI形式への変換は可能となる。ただし、以下に示すエラー内容等については、データ構造上の誤りではないことから、ツールによるチェックでは対応できない。

- ・歩道部とすべき図形を車道部としている場合
- ・作成すべきデータに漏れがある場合

上記の誤りに対応するためには、ツールによるチェックのほか、工事完成図書の電子納品時における出図・目視等による属性や地物の数量等の妥当性の確認も依

然として必要であると考え、作成要領(案)でも工事の完成検査の中で出図を行い、目視で確認する旨を明記している。

## 6. データの試作

この章では、作成要領(案)に従い、完成平面図データを試作するとともに運用上のパフォーマンスを確認した。

まず、用いるCADアプリケーションは、道路基盤データ交換仕様書(SXFVer3.0 対応)(案)に基づき、汎用CADソフトウェア(AutoCAD)のプラグインウェアとして試作した。なお、このCADを用いて試作したSXFVer3.0データは別途で試作したSXFブラウザ(SXFVer3.0 対応)により確認した。

試作データは、新設工事と舗装修繕工事の2工事とし、表-12に各諸元の比較表を示す。また、試作データ(舗装修繕工事)を図-13に示す。

表-12 試作データの比較

	新設工事	舗装修繕工事
工事延長	1000m	380m
地物オブジェクト数	56	18
データ(P21)サイズ	10MB	4MB
SXFブラウザ(Ver3 対応版)読み込み時間	13秒	5秒
データ(P21)変換時間	14秒	5秒

PCのスペック(目安) CPU:Pentium4(2.6GHz 相当),メモリ:512MB

ただしこれは、これはあくまで一つのCADプラグインの結果に過ぎないので今後、様々なCADでの作りこみが期待される。

## 7. CADベンダーへのアンケート

これまで、交換仕様の検討や実験を行ってきたが、実際に対応したCADを今後各ベンダーが作成可能かどうかに関して、オープンCADフォーマット(OCF)評議会における会員企業であるCADベンダー数十社にアンケートを行い、本交換仕様への今後の対応予定と開発期間、仕様への意見等についてアンケートを行った。アンケート結果より、ある一定の仮定で普及予測曲線を予測した結果、図-14のように市場投入率が50%を超えるのは2006年4月度となると考えられる。また、普及率の高いソフトウェアが対応を予定していることから、その後も普及率は拡大し、2006年度内には受注者側使用ソフトウェア換算でも77%程度の市場投入率が確保できると考えられる。よって、ソフトウェア販売が遅れることによる制度への阻害要因は少ないと考えられる。ただ

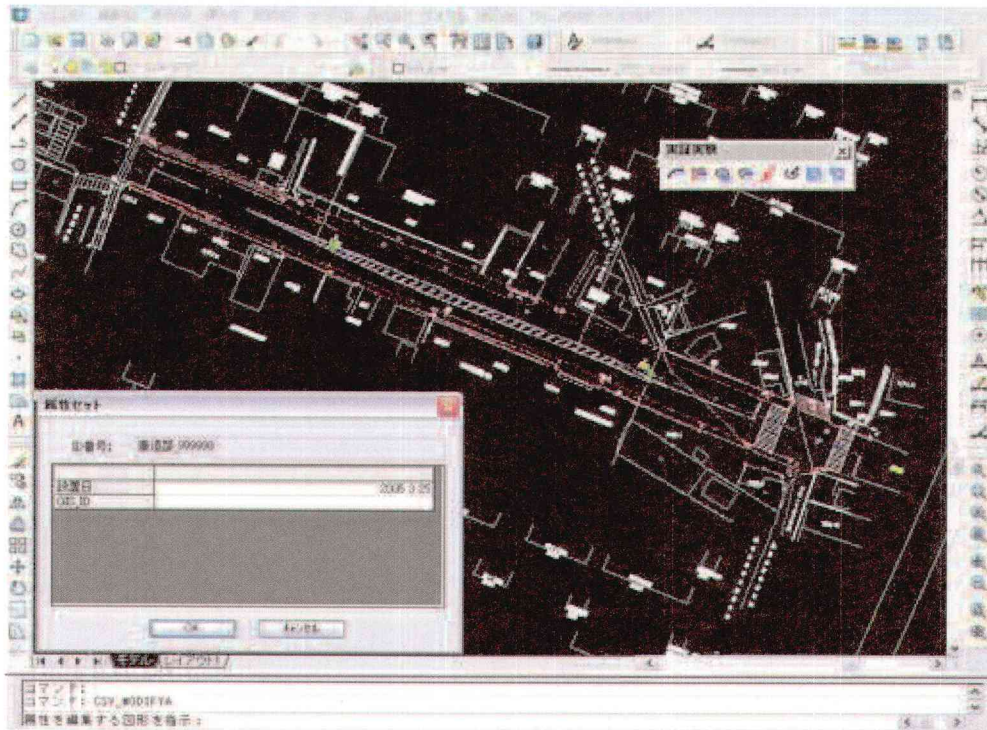
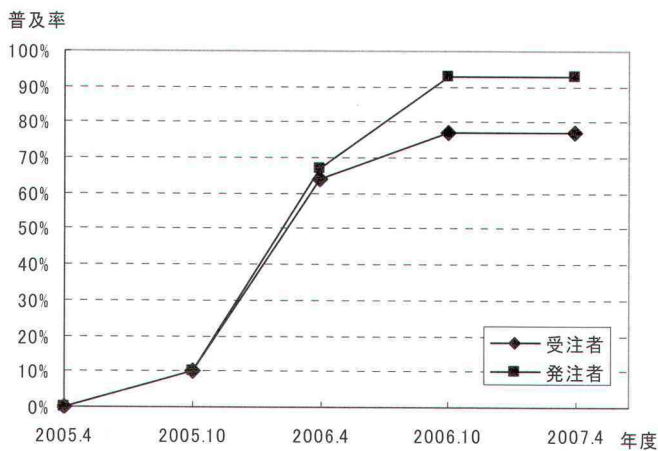


図-1.3 試作したCADデータ（舗装修繕工事）

し、上記はあくまで発売までの期間であり、ユーザーへの普及率が上がらないことに対する留意は必要である。また、仕様に関する意見に対して、仕様そのものの問題によりCAD側で実装できないといった大きな課題は見あたらなかった。

コンバータの性能やメンテナンスのしやすさという観点から、作成要領（案）で新たに策定した事項と、もともとCAD製図基準（案）で規定している事項を比較し、今後、CAD製図基準（案）側で取り込めるものがあるかどうか検討を行った（表-1.3）。



- ※ 道路基盤データ交換仕様（案）の公開時期 2005.4
- ※ 一部工事における試行開始時期 2005.10
- ※ CAD製図基準による指定時期（全面適用） 2007.4
- ※ 対応予定のある会社は、施策発表後すぐに開発に着手し、回答のあった期間で製品を発売
- ※ 市場投入率は製品の販売が開始された状態

図-1.4 Ver3.0に対応したCADの普及予測

## 8. 標準化活動との連携

ここでは、本交換仕様とは直接関係がないものの、

表-1.3 CAD製図基準との比較

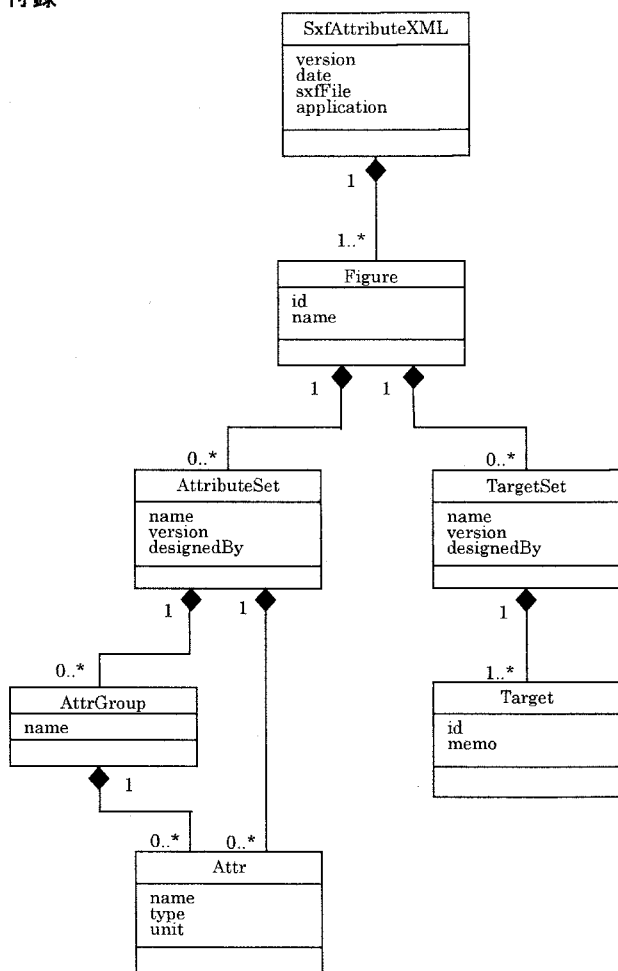
	作成要領（案）	CAD製図基準（案）
座標設定	座標系を測地座標系とし、座標原点(0,0)をCADの作図原点(0,0)と一致させる	座標設定の記述は特にはない
図枠	1工事1ファイル（複数の図面を1ファイル）とし、図枠レイヤを複数枚の図面に対応できるように番号を追加した	1図面1ファイルとして作成する。（SXF(P21)形式の大容量データ化を防ぐため、複数枚の張り合わせによる作成は行わない）
レイヤ	CAD製図基準（案）に従い、新規レイヤを追加し、解説に新規レイヤを追加した場合の図面管理項目記載方法を記載した	定義していない新規レイヤを追加するときは、図面管理項目に「新規レイヤ名」と「新規レイヤ（概要）」を記述する
データチェック	過剰・漏れ（目視）、一貫性（チェックプログラム）、位置の正確性（目視）、属性の正確性（目視）を確認し、完成平面図チェック結果記録をCSVデータで提出する	チェックに関する記述は特にはない
電子媒体への格納方法	平面図データ（SXFデータ(P21)と属性データ(saf)の2種類）をDRAWINGF（完成図フォルダ）に格納する 完成平面図のチェック結果ファイル(gsv)については、OTHERS（その他フォルダ）に格納する	SXFデータ(P21)をDRAWINGF（完成図フォルダ）に格納する 属性データ(saf)に関する記述はない

## 9. おわりに

本研究では、SXFVer3.0 を用いた道路基盤データ交換仕様を開発するとともに、CAD データ (SXFVer3.0) のチェックプログラムと CAD データと GIS データ (JSGI) に相互変換するコンバータを開発した。また本交換仕様に準じた CAD のプラグインを試作することにより、CAD データの試作を行い、運用時間等を計測した。本研究の成果は <http://www.gis.nilim.go.jp> に公開するとともに、H17 年度下半期には作成要領 (案) に基づき、SXFVer3.0 データの試作を国土交通省直轄道路工事において行う予定である。

**謝辞:** 本研究については、建設情報標準化委員会の電子地図/建設情報連携小委員会の柴崎委員長 (東京大学)、CAD データ交換標準小委員会の田中委員 (関西大学) から色々と助言を頂くとともに、国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報基盤研究室阿部寛之氏には編集作業に助力を頂いたことを感謝する。

## 付録



付録-1 属性 XML 中のタグの関係を表す UML クラス図

## 参考文献

- 1) 国土交通省: 工事完成図書の電子納品要領 (案), (株) 大成出版社, 2004.
- 2) 国土交通省: CAD 製図基準 (案), (株) 大成出版社, 2004.
- 3) 山崎元也, 吉田真純, 遠藤実, 保田敬一: 属性情報付 GIS 管理システムにおける機能向上に関する研究, 2004 年度土木情報利用技術論文集 Vol.13, pp.135-142, 2004.
- 4) 三上市蔵, 窪田論, 森井拓: 空間データ基盤の整備・更新方法と管理・運用体制に関する研究, 2004 年度土木情報利用技術講演集 Vol.29, pp.9-12, 2004.

(2005.5.20 受付)