

## 建設業界のための SXF ビューアの開発

西田 義人<sup>†1</sup> 田中 成典<sup>†2</sup> 古田 均<sup>†2</sup>  
杉町 敏之<sup>†3</sup> 柴 敏洋<sup>†4</sup> 秩父 基浩<sup>†4</sup>

建設分野の業務の効率化やデータの再利用性を目的とした建設 CALS/EC の推進は社会的課題の 1 つであるといえる。建設分野においては、構造物におけるライフサイクルの効率化のために、成果品の電子納品が義務付けられている。電子納品のための CAD 図面データのフォーマットには、ISO に準拠した SXF (SCADEC data eXchange Format) が定められている。それにともない、電子納品時の CAD/SXF データを検査するためのビューアとして、「SXF ブラウザ」が開発された。しかし、SXF ブラウザには、CAD/SXF データの読み込み、操作性、図面確認や最終納品検査への利用において課題がある。そのため、現状の SXF ブラウザの課題を解決した SXF のビューアの開発が望まれている。そこで、本研究では、電子納品の普及を促進することを目的として、高性能かつ高いメンテナンス性を保持し、現場のニーズにあった SXF のビューアを開発を行う。

### Development of “Logical Viewer” for SXF Ver.3.0 for Construction Fields

YOSHITO NISHITA,<sup>†1</sup> SHIGENORI TANAKA,<sup>†2</sup>  
HITOSHI FURUTA,<sup>†2</sup> TOSHIYUKI SUGIMACHI,<sup>†3</sup>  
TOSHIHIRO SHIBA<sup>†4</sup> and MOTOHIRO CHICHIBU<sup>†4</sup>

Construction CALS/EC is a social task to make progress of efficiency improvement of business and recycling of data. An electronic delivery is obligated, in the construction fields, for an efficiency improvement of a life cycle of structure. Therefore, SXF is established as the format of electronic delivery of CAD drawing according to the ISO. Then, as a tool for verifying CAD/SXF data on electronic delivery, “SXF Browser” was developed. However, there are some problems about reading CAD/SXF data, usability of “SXF Browser” and verification of drawing data in the final delivery using “SXF Browser”. For the reason, it is important to solve the problems of “SXF Browser”. Then, in this research, for promoting the electronic delivery, we will develop a viewer of SXF that has functions of high performance and high maintenance provided in needs of site.

### 1. はじめに

近年、情報処理技術の発展にともない、建設分野において電子データの利用が増加している。わが国では、建設分野の業務の効率化や、データの交換、連携、共有、再利用を目的として、建設情報の標準化が進められている。建設情報の標準化にともない、構造物のライフサイクルの効率化を図るため、国土交通省の直轄事業では電子納品<sup>1),2)</sup>の実施が義務付けられた。そして、電子納品における対象範囲、適用基準類、受注者および発注者が留意すべき事項を定めた「電子納品運用ガイドライン(案)(以下、電子納品ガイドライン)」<sup>3),4)</sup>が策定され、2005年10月時点で全国の地方自治体において、設計業務で約85%、工事業務で約74%が電子納品を実施している<sup>5)</sup>。

また、国土交通省では、CAD 図面の表記標準化を目的として、「CAD 製図基準(案)(以下、CAD 製図基準)」<sup>6)</sup>に従った形式で CAD 図面を納品することを定めた。さらに、CAD 製図基準による CAD データの取扱いにかかる統一的な運用を図ることを目的として、「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)(以下、CAD 運用ガイドライン)」<sup>7)</sup>を策定した。

それにともない、わが国では、CAD データ交換基盤の確立を目指し、日本建設情報総合センター(JACIC: Japan Construction Information Center)の SCADEC (Standard CAD data Exchange format in japanese Construction field) プロジェクトにおいて、ISO10303-202 CC2 (2次元製図に関する規格における2次元初等ワイヤフレームモデルの適合クラス<sup>8)</sup>)に準拠した2D-CAD 図面データ交換フォーマットの標準仕様(SXF: SCADEC data eXchange Format)が開発<sup>9),10)</sup>された。この SXF には、2つの物理ファイル形式(P21形式とSFC形式)が存在する。P21形式は、ISO10303-21<sup>11)</sup>に準拠したもので、SFC形式は、国内専用の簡易的なフォーマットであり、P21形式よりもファイルサイズが小さいというメリットがある。そして、電子納品ガイドラインにおいて、電子納品時のCADデータは、SXF (P21形式)<sup>3),4)</sup>とすることが義務付けられている。

<sup>†1</sup> 関西大学大学院総合情報学研究所

Graduate School of Informatics, Kansai University

<sup>†2</sup> 関西大学総合情報学部

Faculty of Informatics, Kansai University

<sup>†3</sup> 元関西大学大学院総合情報学研究所(甲南大学知的情報通信研究所)

Graduate School of Informatics, Kansai University (Institute of Intelligent Information and Communications Technology, Konan University)

<sup>†4</sup> 三菱電機株式会社

Mitsubishi Electric Corporation

これらの背景を受けて、JACIC では、発注者が SXF の仕様で作成された CAD データを画面上で表示/確認することを目的として、CAD/SXF データのビューアである「SXF ブラウザ」<sup>12)</sup>を開発し無償で提供している。そして、CAD 運用ガイドラインにおいて、電子納品された CAD/SXF データは、SXF ブラウザを用いて確認を行うことが推奨されている。その結果、38 都道府県で電子納品時に CAD/SXF データを使用している<sup>13)</sup>。しかし、現状の SXF ブラウザには、大きく次の 4 つの課題がある。

- 読み込みに関する課題
- 操作性に関する課題
- 図面確認に関する課題
- 最終納品検査時の課題

これらの課題によって、発注者の作業効率が低下するだけでなく、確認作業を行えないという事態が発生している。そのため、SXF ブラウザがかかえる課題を解決した CAD/SXF データのための新たなビューアの開発が望まれている。

そこで、学術経験者として SXF や CAD 製図基準の仕様策定に深く関わってきた筆者らは、SXF ブラウザがかかえる課題を解決した CAD/SXF ビューアの仕様を立案した。そして、官公庁への建設 CALS システムの導入実績のある IT ソリューション企業との産学コラボレーションによって、システムの詳細仕様を確立した。その仕様に基づき、筆者らが起業した学生ベンチャー企業である関西総合情報研究所において、CAD/SXF データのビューア「Logical Viewer」を開発した。本研究では、Logical Viewer を発注者に提供することで、建設 CALS/EC の推進という社会的課題の克服を促進することを目的とする。

## 2. SXF ブラウザの課題

本章では、SXF ブラウザがかかえる課題について詳しく解説する。

### 2.1 読み込みに関する課題

SXF ブラウザでは、CAD/SXF データの入出力機能として JACIC が無償で提供している「共通ライブラリ」<sup>14)</sup>を使用している。また、Autodesk 社の AutoCAD をはじめ、SXF に対応したすべての市販の CAD ソフトは、CAD/SXF データの入出力に共通ライブラリを使用している。しかし、共通ライブラリには、次のような課題がある。

- CAD/SXF データの読み込み速度が遅い。
- 扱うことができるファイル容量に制限がある。

具体的には、図面を構成するフィーチャとして最も単純であり、最も使用される線分を 5 万

本から 10 万本配置した CAD/SXF (P21) データにおいて、CPU が PentiumIII 1.7 GHz、メモリが 512 MB の PC を使用し、共通ライブラリの読み込み速度の検証を行った。その結果、約 30 MB の CAD/SXF データを読み込むのに 83 秒、約 61 MB の CAD/SXF データを読み込むのに 282 秒要した<sup>15)</sup>。また、扱うことができるファイル容量についても共通ライブラリでは、430 MB 以上の CAD/SXF データを読み込むことができなかった<sup>15)</sup>。以上から、SXF ブラウザだけでなく、市販の CAD ソフトにおいても、図面を高速に読み込むことが難しいだけでなく、検証作業自体が行えないという事態が発生している。その結果、電子納品に CAD/SXF データを使用している 38 都道府県のうち 27 府県で、使用が義務付けられている P21 形式ではなく、SFC 形式のファイルが使用されている<sup>13)</sup>。

### 2.2 操作性に関する課題

SXF ブラウザでは、図面の描画において次のような課題がある。

- スクロール時の描画速度が遅い。
- 拡大/縮小時の描画速度が遅い。

具体的には、SXF ブラウザにおいて、線分を 5 千本から 1 万本配置した CAD/SXF (P21) データを使用し、2.1 節と同じ性能の PC を使用し、画面上の左端から右端までスクロールするまでの時間を計測した。その結果、約 14 MB の CAD/SXF データで 23 秒、約 24 MB の CAD/SXF データで 41 秒要した。また、SXF ブラウザにおいて、図面の大きさを 2 倍に拡大し、元の大きさに縮小するまでの時間を計測したところ、約 14 MB の CAD/SXF データで 14 秒、約 24 MB の CAD/SXF データで 63 秒要した。そのため、効率的に図面のスクロールや拡大/縮小が行えないため、円滑な検証作業を行うことができないという事態が発生している。

### 2.3 図面確認に関する課題

図 1 に示すように、建設分野では業務が発生してから納品データを保管/管理するまでに、発注者だけでなく受注者も CAD/SXF データの確認を行い、CAD/SXF データに不具合がないかどうかを確認する。また、CAD/SXF データに不具合がある場合、不具合内容を基に修正指示を行う。そのため、CAD/SXF データを効率的に確認/修正することは、業務の速やかな進行につながる。しかし、SXF ブラウザには、図面の拡大/縮小や属性情報の表示といったデータを表示するうえでの基本機能が実装されているのみで、発注者が図面の検証を行ううえで機能不足である。SXF ブラウザの図面確認における課題として次のようなものがある。

- 拡大/縮小時に表示箇所を把握できない。

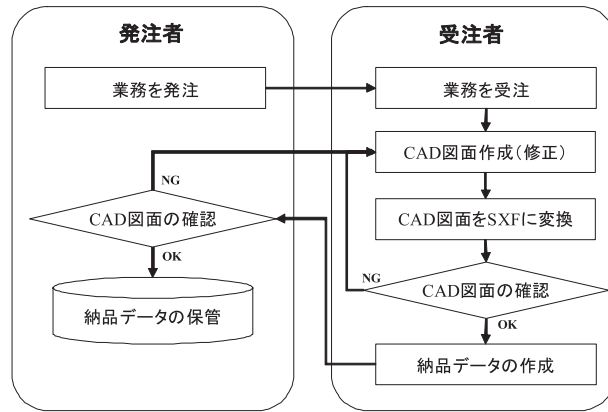


図 1 本研究の構想  
Fig. 1 Plan of this research.

- 属性情報を確認する機能が乏しい。
- 図面の修正指示ができない。

また、CAD/SXF データの確認には、CAD ソフト間で図面の表示が異なるため、受発注者間では同一の CAD/SXF ビューアを使用する必要がある。そのため、発注者は、図面の検証作業を行ううえで受注者が使用しているものと同じ市販の CAD ソフトを使用している。しかし、発注者は、電子納品された CAD/SXF データを検証するのみである。そのため、CAD ソフトの導入は、その高額な費用を考慮すると、必ずしも高い効果を得ているとはいえない。また、受注者によって使用している CAD ソフトが異なるため、複数の CAD ソフトを熟知しておく必要があるため、発注者に莫大な時間と労力が強いられる。

#### 2.4 最終納品検査時の課題

電子納品された CAD/SXF データは、国土交通省が策定した CAD 製図基準と CAD 運用ガイドラインに準拠した形式で作成することが義務付けられている。そのため、発注者は、CAD/SXF データがこれらの基準類に則って作成されているかどうかを確認する必要がある。しかし、SXF ブラウザにおいて、このような内容を確認する機能がないため、様々な機能を用いて目視で確認する必要がある。そのため、膨大な時間を要するだけでなく、見落としによる確認漏れが発生する恐れがある。

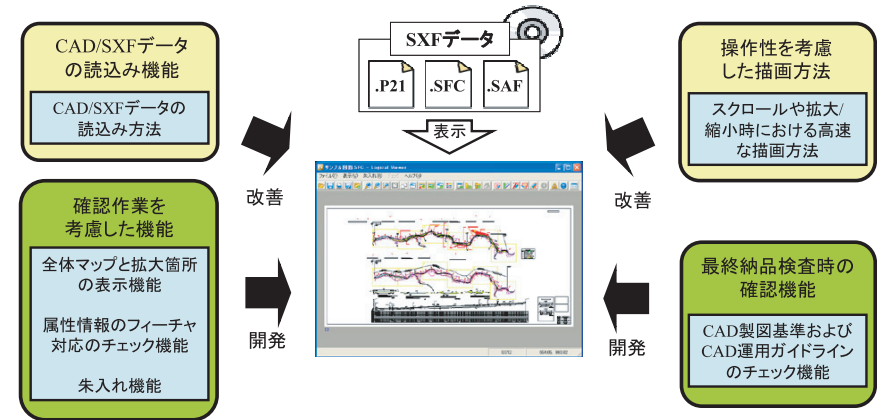


図 2 本研究の概要  
Fig. 2 Outline of present research.

### 3. 研究の概要

本研究では、まず、SXF ブラウザが保持するすべての機能<sup>12)</sup>を Logical Viewer に実装した。そして、SXF ブラウザの課題を解決するため、次に示す機能改善と機能開発(図 2)に取り組んだ。

- CAD/SXF データの読み込み機能の改善
- 操作性を考慮した描画方法の改善
- 確認作業を考慮した機能の開発
- 最終納品検査時の確認機能の開発

CAD/SXF データの読み込み機能の改善として、独自開発した CAD/SXF データの入出力ライブラリ「Logical I/O」<sup>15)</sup>を実装した。そして、2.1 節と同じ CAD/SXF データと PC を使用して Logical I/O の読み込み速度を検証した。その結果、約 30 MB の CAD/SXF データにおいて 10 秒、約 61 MB の CAD/SXF データにおいて 20 秒で読み込むことができ、共通ライブラリに比べて、8 倍以上の高速な読み込みを実現<sup>15)</sup>した。また、扱うことができるファイル容量についても、750 MB までの読み込みに成功し、共通ライブラリでは、不可能であった電子納品時のデータ格納媒体である CD-R と同等の容量の CAD/SXF データを読み込むことを可能<sup>15)</sup>にした。また、操作性を考慮した描画方法の改善としては、読

み込み後の CAD/SXF データの描画方法を工夫することで、図面の高速描画の実現を試みた。具体的には、スクロール時には、バッファリングを行うことにより、図面の再描画を省略した。そして、拡大/縮小時には、画面に表示される図形のみを対象に描画処理を行った。その結果、スクロールに関しては、約 14 MB と約 23 MB の CAD/SXF データの両方とも 3 秒での図面の描画を実現し、拡大/縮小に関しては、約 14 MB の CAD/SXF データで 5 秒、約 23 MB の CAD/SXF データで 20 秒での図面の描画を実現した。以上の 2 点の改善については、筆者らの研究成果<sup>15)</sup> や一般的なプログラミングテクニックを導入することで解決した。

一方、新規の機能開発に向けて、3 つ目の確認作業を考慮した機能の開発では、「全体マップと拡大箇所を表示機能」、「属性情報のフィーチャ対応のチェック機能」、「未入れ機能」の 3 つの機能を実現することで、確認作業の効率化について考察する。4 つ目の最終納品検査時の確認機能の開発では、電子納品された CAD/SXF データが CAD 製図基準と CAD 運用ガイドラインに則った形式で作成されているかどうかを確認するため、「CAD 製図基準チェック機能」を実現することで、最終納品検査時の確認作業の自動化について考察する。

したがって、本論文では、特に 3 つ目と 4 つ目の研究開発にフォーカスを当てて議論する。

#### 4. 確認作業を考慮した機能

2.3 節で説明したように SXF ブラウザは、最低限の描画機能しか備わっておらず、図面の確認や修正指示を行うには機能不足である。そこで、本研究では、確認作業の効率化を目的とした独自の機能を実装する。

##### 4.1 確認作業の効率化の実現方法

Logical Viewer では、CAD/SXF データの確認作業の効率化を図るため、CAD ベンダのソフトウェア<sup>16)</sup> において確認作業の効率化を目的とした次の機能を実装する。

- 全体マップと拡大箇所の表示機能
- 属性情報のフィーチャ対応のチェック機能
- 未入れ機能

##### (1) 全体マップと拡大箇所の表示機能

CAD/SXF データを確認する際、図面を拡大/縮小して確認を行うことが多くある。その場合、過剰に図面を拡大すると、確認している箇所の図面全体の位置が把握できなくなることがある。そこで、本研究では、図面拡大時に全体マップと拡大箇所を表示するガイドビューアを開発(図 3)した。図 3 の左側が本研究で開発したガイドビューアであり、ガイ

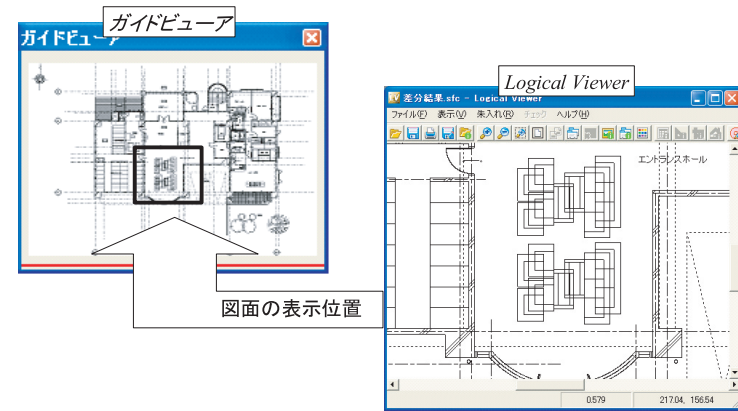


図 3 Logical Viewer のガイドビューア  
Fig.3 Guide viewer of Logical Viewer.

ドビューア内の矩形が Logical Viewer の画面に表示されている図形の表示位置を表している。受発注者は、本研究で開発したガイドビューアを使用することで、図面拡大時に確認箇所を容易に把握できるため、確認作業の効率化を図ることができる。

##### (2) 属性情報のフィーチャ対応のチェック機能

本機能では、属性情報に対応する図形が存在するか、また逆に、図形に対応する属性情報が付加されているかどうかを確認する。Logical Viewer は、SXF Ver.3.0 に対応している。SXF Ver.3.0 では、幾何情報に加えて属性情報 (SAF ファイル) も保持している。そのため、Logical Viewer では、図形選択による属性情報表示や属性情報一覧表示といった SXF ブラウザと同様の機能の開発を行った。しかし、図面の確認を行う際にすべての属性情報が図形に付加されているか、また、属性情報を付加する必要がある図形に属性情報が付加されているかどうかを確認する必要がある。SXF ブラウザのみを用いた目視による確認では、見落としを防ぐために多くの時間を要するため効率的ではない。

そこで、本研究では、CAD/SXF データの属性情報をチェックする機能を開発する。SXF Ver.3.0 では、SAF ファイルに格納される各属性情報が持つ一意な ID (図形識別番号) を SXF ファイル内の幾何要素に割り当てることで、幾何要素と属性情報とが対応付けられる。幾何情報への「図形識別番号」を割り当てるためには、複合図形定義フィーチャを利用する。その場合、複合図形定義フィーチャの「定義名」に図形識別番号を設定する。

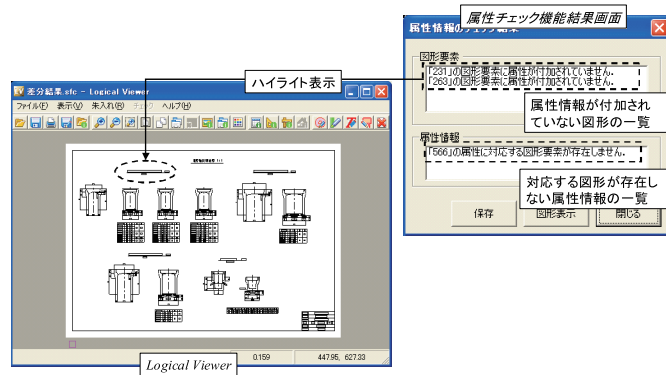


図 4 属性情報のチェック結果

Fig. 4 Check results of attribute information.

本機能では、まず、CAD/SXF データから複合図形定義フィーチャを探索する。次に、複合図形定義フィーチャのパラメータである定義名に図形識別番号が付加されているかどうかを確認する。確認方法として、CAD 図面に属性情報を付加する場合、定義名の接頭語として「ATRF」を付けることが義務付けられている。そのため、複合図形定義フィーチャのパラメータである定義名の先頭に「ATRF」が付いているかどうかを確認することで判定できる。そして、定義名に図形識別番号がある場合、CAD 図面の図形識別番号をキーとしてハッシュテーブルに追加する。最後に、SAF ファイル内の図形識別番号がハッシュテーブルに存在するかどうかを確認する。ハッシュテーブル内に存在しない場合、その図形識別番号をエラーログとして出力する(図4)。このように、属性情報の確認にハッシュテーブルを使用することで、高速な確認を実現できる。

また、図形に対応する属性情報の確認においては、SAF ファイル内の図形識別番号をキーとしてハッシュテーブルに追加する。そして、CAD 図面の複合図形定義フィーチャの図形識別番号がハッシュテーブルに存在するかどうかを確認する。ハッシュテーブルに存在しない場合、その図形識別番号をエラーログとして出力する(図4)。Logical Viewer では、図4に示すように、属性チェック結果画面の上部に属性情報が付加されていない図形の一覧が表示され、下部に対応する図形が存在しない属性の一覧が表示される。また、本機能では、エラーログで出力された情報の内、対応する属性情報が存在しない図形に関して、画面上でハイライト表示を行った。これにより、属性情報を付加する必要がある図形の確認を行うこと

ができる。そのため、本機能を利用することにより、単にチェック結果を一覧として確認できるだけでなく、属性情報が付加されていない図形の位置を把握することができる。

### (3) 朱入れ機能

本研究では、受発注者間の図面の修正を支援する目的で朱入れ機能を開発する。本研究の朱入れでは、線分、円、文字と引出線を用いた。また、本機能では、電子納品された図面の原本性を保証するため、朱入れファイルを次に示す規則で保存する。

- 朱入れファイルは図面ファイルと同一フォルダ内に保存する。
- 朱入れファイルのファイル名は、「図面ファイル名 + (red) + 管理名」とする。

ここで、ファイル名の「(red)」は、朱入れファイルであることを表す予約語を表し、「管理名」は、朱入れファイルを作成した日付(yyyymmdd)と0~Zまでの1桁の管理番号をハイフンで結んだものとする。たとえば、図面ファイルのファイル名が「SXF」で、ファイルを作成した日時が「20080301」で管理番号が「1」の場合、朱入れファイルのファイル名は、「SXF(red)20080301-1」になる。

また、本機能で作成した朱入れファイルは、SXF ブラウザでは、通常の CAD/SXF データとして扱うが、Logical Viewer では、図5に示すように朱入れファイルを読み込むことにより、関連した図面ファイルも同時に読み込み、関連した図面ファイルと朱入れファイルを重ね合わせて表示できるようにした。この結果、電子納品された図面ファイルの原本性を保証しつつ修正箇所を確認することができる。

### 4.2 実証実験

実証実験では、図面の確認作業における属性情報のフィーチャ対応のチェック機能の有効性を確認するため、SXF Ver.3.0 のデータの属性情報とフィーチャ対応を SXF ブラウザによる目視での確認と Logical Viewer による確認を行い、その結果を比較した。実験にはフィーチャ数が異なる実務レベルで用いられている CAD/SXF データを利用した。この CAD/SXF データに対して、属性情報が付加されている図形と SAF ファイルの属性情報を10カ所ずつ削除した。そして、被験者に属性情報のチェックを目視によって検出させることを試みた。被験者数を5人とし、被験者の条件として SXF の仕様と SXF ブラウザの操作方法について理解していることとした。また、目視による属性情報のチェックには、SXF ブラウザを利用した。各ファイルの属性情報のチェックに要した時間の結果を表1に、検出したエラー数の正解率を表2に示す。

### 4.3 考察

実証実験の結果として、Logical Viewer により、検出時間の大幅な短縮と判別精度の向



87 建設業界のための SXF ビューアの開発

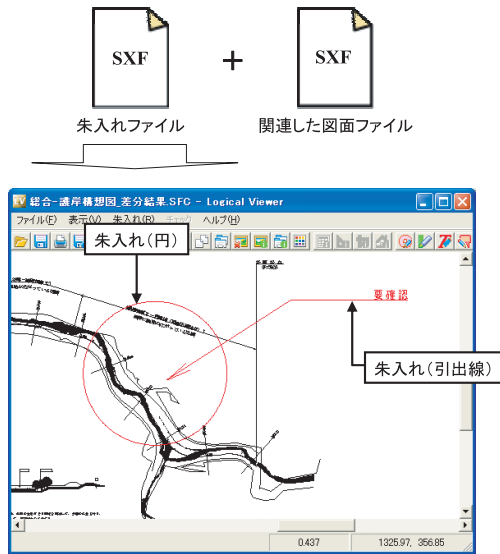


図 5 朱入れ結果  
Fig. 5 Result of red line.

表 1 エラー箇所検出時間  
Table 1 Time for detection error.

フィーチャ数	目視によるエラー箇所の検出平均時間	Logical Viewer によるエラー箇所の検出時間
300	382 秒	1 秒
600	712 秒	1 秒
900	894 秒	1 秒
1,200	1,356 秒	2 秒
1,800	2,013 秒	2 秒

上が図られたことが分かった。検出時間に関して、表 1 に示すように、フィーチャ数が増えるにともない目視による検出時間が増加しているのに対し、Logical Viewer の本チェック機能では、ほぼ一定の時間で検出することができた。また、本チェック機能の優位性として、属性情報を付加する必要がある図形を検出する場合に、より顕著に結果として現れた。その理由として、属性情報が付加する必要がある図形を検出するには、SXF ブラウザの複数の機能を使用する必要があるためである。

表 2 エラー箇所の正解率

Table 2 Collect answer rate of error.

目視によるエラー箇所の平均正解率	Logical Viewer によるエラー箇所の正解率
85.6%	100%

また、表 2 に示すように、目視で確認を行った場合、見落としによって検出できなかったエラーが存在したことが分かった。以上から本研究で開発した属性情報チェック機能が図面の確認において有用であるといえる。

### 5. 最終納品検証時の確認機能

電子納品された CAD/SXF データは、CAD 製図基準と CAD 運用ガイドラインに準拠した形式で作成する必要がある。そのため、発注者は、CAD/SXF データがこれらの基準類に準拠しているかどうかを確認する必要がある。そこで、本研究では、CAD/SXF データが上記の基準類に準拠しているかどうかを確認する機能 (Logical Check System) を実装する。

#### 5.1 検証作業の実現方法

本機能は、すでに、CAD ベンダがそれを有するソフトウェアを開発/販売<sup>16)</sup>している。しかし、CAD/SXF データが CAD 製図基準に準拠しているかどうかの確認基準を定めていないため、確認結果がソフトウェアによって異なり、混乱を招いている。このような事態を回避するため、国土交通省において CAD/SXF データの確認に係わる「SXF 表示機能及び確認機能要件書(案)(以下、機能要件書)」<sup>17)</sup>が策定された。機能要件書は、CAD 製図基準と CAD 運用ガイドラインに基づいて確認機能の仕様を策定している。そのため、本研究で開発する確認機能は、電子納品された CAD/SXF データが CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに則っているかどうかを確認することができる。

#### (1) CAD 製図基準チェック機能

本研究では、策定された機能要件書に基づき実装すべき確認要件を整理し、CAD 製図基準<sup>6)</sup>および CAD 運用ガイドライン<sup>7)</sup>に則っているかどうかを確認する機能を開発する。本機能で開発する確認機能を表 3 に示す。本項では、17 個の確認機能の中から効率的な確認を実現するために確認方法を工夫した「(2) 用紙外図形の確認機能」、「(3) 重複図形の確認機能」、「(4) ショートベクトルの確認機能」、「(7) 輪郭線の確認機能余白の確認機能」、「(10) レイヤ色の確認機能」、「(13) レイヤ線種の確認機能」と「(14) 文字の大きさの確認機能」の 7 つの確認機能について解説する。

表 3 確認機能一覧  
Table 3 List of verification functions.

機能名	機能要件
(1) レイヤ名の確認機能	レイヤ名が CAD 製図基準の命名規則どおりかを確認する
(2) 用紙外図形の確認機能	用紙外に図形が存在するかどうかを確認する
(3) 重複図形の確認機能	重複図形が存在するかどうかを確認する
(4) ショートベクトルの確認機能	ショートベクトルの図形が存在するかどうかを確認する
(5) 図面の大きさの確認機能	図面の大きさが CAD 製図基準に準拠しているかどうかを確認する
(6) 図面の正位確認機能	用紙の向きが横向きかどうかを確認する
(7) 輪郭線の確認機能 余白の確認機能	輪郭線が作成されているかどうかを確認する 輪郭線と用紙との間隔を確認する
(8) 色の確認機能	使用している色が CAD 製図基準で規定されている 16 色であるかどうかを確認する
(9) 背景同色の確認機能	背景色と同色の図形があるかどうかを確認する
(10) レイヤ色の確認機能	レイヤで指定されている色と各図形の色が一致しているかどうかを確認する
(11) 線種の確認機能	使用している線種が CAD 製図基準に準拠しているかどうかを確認する
(12) 線幅の確認機能	使用している線幅が CAD 製図基準に準拠しているかどうかを確認する
(13) レイヤ線種の確認機能	レイヤで指定されている線種と各図形の線種が一致しているかどうかを確認する
(14) 文字の大きさの確認機能	文字の大きさが CAD 製図基準に準拠しているかどうかを確認する
(15) 文字コードの確認機能	使用している文字コードが JIS に規定されている文字コードであるかどうかを確認する
(16) 文字配置の確認機能	縦書きフォントを使用した文字が横書き配置されていないかどうかを確認する
(17) バージョン確認機能	SXF ファイルのバージョンが指定されたバージョンであるかどうかを確認する

(a) 用紙外図形の確認機能

本機能では、用紙外に図形が存在するかどうかを確認する。ただし、図形によっては、図面に表示されない情報やフィーチャのパラメータ<sup>9),10)</sup>のみでは、図形が用紙外にあるかどうかを確認できないものがある。パラメータのみで確認できない要素を次に示す。

- 点マーカ
- 円、円弧、楕円、楕円弧の円周
- スプライン
- 直線寸法、角度寸法、引出線等の寸法線の矢印

そこで、本研究では、上記の要素に関しては、他の図形に近似的に変換し、用紙外の判定

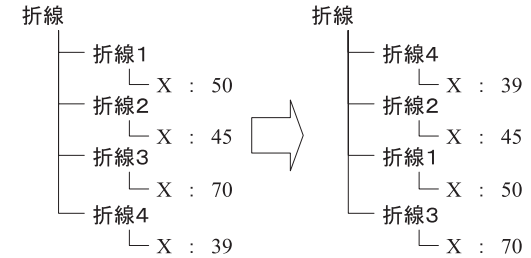


図 6 フィーチャのソート  
Fig. 6 Sorting of features.

を行う。具体的には、点マーカ、円、円弧、楕円、楕円弧は、線分もしくは折線に近似的に変換し、用紙外に存在するかどうかを判定する。スプラインに関しては、スプラインのパラメータである構成点を 4 点ずつ式 (1), (2) を用いて折線に変換していき、スプラインを近似的に折線で表現する。

$$x = (1-t)^3x_1 + 3(1-t)^2tx_2 + 2(1-t)t^2x_3 + t^3x_4 \quad (1)$$

$$y = (1-t)^3y_1 + 3(1-t)^2ty_2 + 2(1-t)t^2y_3 + t^3y_4 \quad (2)$$

ここで、 $x_n$  ( $n=1, 2, 3, 4$ ) は各構成点の座標を表し、 $t$  は 0 以上 1 以下の値を表す。変換した折線の座標を基にスプラインが用紙外に存在するかどうかを判定する。また、直線寸法、角度寸法、引出線等の寸法線の矢印に関しては、実際に図面上に矢印を描画する場合、線分や折線として描画しているため、描画時の線分や折線の座標を基に用紙外に存在するかどうかを判定する。このように、本機能では、フィーチャのパラメータのみで判定できない図形を近似的に他の図形に変換することで、正確に用紙外の図形の判定を実現する。

(b) 重複図形の確認機能

本機能では、ユーザの誤操作でまったく同じ位置に同じ図形が作図されてしまうことにより、電子納品されるファイルのサイズが大きくなるのを防ぐため、図面に重複図形が存在するかどうかを確認する。本機能における重複図形とは、図形の座標値や大きさのみでなく、レイヤ、色、線種、線幅等を含むすべてのパラメータが同じである図形を指す。本機能における同一図形の判定方法として、同一のフィーチャの検索に全探索を行うと効率的ではないため、探索方法を工夫することで、確認処理の高速化を図った。

具体的には、まず、図面におけるフィーチャ群に対し、図 6 に示すように、あらかじめ指定したパラメータ値を用いてソート処理を行う。ソートに用いるパラメータには、座標や角度等の値の大小関係が成り立つものを用いる。次に、ソート処理を行ったフィーチャ群にお

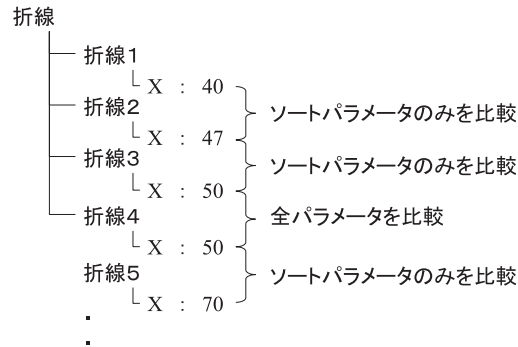


図7 ソートパラメータによる同一フィーチャの探索  
Fig.7 Searching for same feature by sorting parameters.

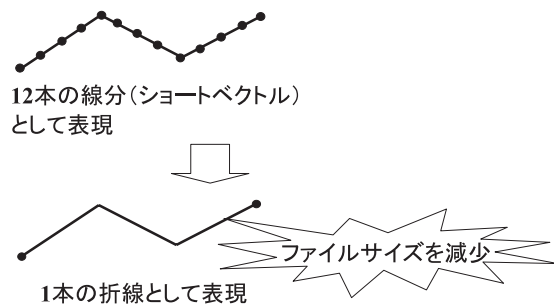


図8 ショートベクトル  
Fig.8 Short vector.

いて、図7に示すように、 $n$ 番目と $(n+1)$ 番目のフィーチャにおいてソート処理で用いたパラメータどうしの比較を行う。そこで、同一と判別された場合、残りのすべてのパラメータの比較を行い、すべてのパラメータが同一であれば、そのフィーチャは重複図形であると判別され、同一でなければ、 $(n+1)$ 番目と $(n+2)$ 番目のフィーチャの比較を行う。この方法により、フィーチャの比較回数を最小限に抑えることができる。

(c) ショートベクトルの確認機能

本機能では、図面にショートベクトルが存在するかどうかを確認する。図8に示すように、ショートベクトルが使用されている場合、連続した折線を使用することで、ファイル

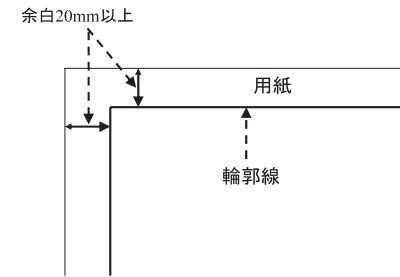


図9 輪郭線の余白  
Fig.9 Margin of frame.

サイズを減少できるかどうかを確認する必要がある。そこで、本機能では、ショートベクトルになりうる線分と折線を対象として、ショートベクトルの判定を行う。本機能におけるショートベクトルとは、用紙上に表示された長さに変換したときに「0.01mm未滿」の線分または折線とする。なお、0.01mm未滿という値は、機能要件書<sup>17)</sup>で規定されている値である。具体的な判定方法としては、まず、各フィーチャから線分と折線のみを取り出す。次に、線分と折線の頂点座標を用紙上の座標に変換する。最後に、各座標の長さが0.01mm未滿であるかどうかを判定する。

(d) 輪郭線の確認機能および余白の確認機能

本機能では、輪郭線が存在するかどうかを確認する。CAD製図基準において輪郭線は「TTL」レイヤに配置することになっている。そのため、まず「TTL」レイヤが存在するかどうかを確認する。また、輪郭線の条件として、線分または折線で作成された矩形でなければならない。そのため、「TTL」レイヤに矩形が存在するかどうかを判定しなければならない。具体的な矩形の判定方法は、まず、線分と折線をすべて線分に分解する。次に、線分の開始座標と終了座標が次に示す条件のどちらかにあてはまるかどうかを確認する。

- 開始座標のY座標と終了座標のY座標が異なりX座標が同じ
- 開始座標のX座標と終了座標のX座標が異なりY座標が同じ

上記の条件のいずれかにあてはまる線分の座標を基に矩形を構成する4本の線分を特定する。最後に、矩形を構成する4本の線分が存在する場合、その線分の線種が「実線」で線幅が「1.4mm」であるかどうかを確認し、CAD製図基準で規定している輪郭線かどうかを確認する。

また、輪郭線外の余白は、CAD製図基準において、図9に示すように「20mm以上」で



なければならない。そのため、輪郭線の確認機能において取得した矩形の座標と用紙の大きさを基に輪郭線の間隔が 20 mm 以上であるかどうかを確認する。

(e) レイヤ色の確認機能

本機能では、レイヤで指定されている色と各図形の色が一致しているかどうかを確認する。レイヤで指定されている色については、CAD 製図基準<sup>6)</sup>の「付属資料 2 の 2」に指定されている色であるかどうかを確認する。確認方法としては、ユーザが選択した CAD 製図基準に定められている工種のハッシュテーブルを作成する。ハッシュテーブルのキーにレイヤ名、値にレイヤ名に対応した色を設定する。そして、各図形が配置されているレイヤ名を基に作成したハッシュテーブルから色を取得し、図形が使用している色と一致するかどうかを確認する。このように、ハッシュテーブルを使用することで、効率的にレイヤごとの色を取得することができるため、確認処理の高速化を図ることができる。

(f) レイヤ線種の確認機能

本機能では、レイヤで指定されている線種と各図形で使用されている線種が一致しているかどうかを確認する。レイヤで指定されている線種については、CAD 製図基準<sup>6)</sup>の「付属資料 2 の 2」に指定されている線種であるかどうかを確認する。本機能では、「レイヤ色の確認機能」と同様にユーザが選択した工種を基にハッシュテーブルを作成する。本機能では、ハッシュテーブルのキーをレイヤ名、値を線種とする。

(g) 文字の大きさの確認機能

本機能では、文字の高さが CAD 製図基準に規定されている「1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm」のいずれかであるかどうかを確認する。SXF の文字要素フィーチャ(図 10)には、横書き配置と縦書き配置がある。横書き配置の場合、文字要素フィーチャのパラメータの「文字範囲高」の値を基に判定する。一方、縦書き配置の場合、文字要素フィーチャの

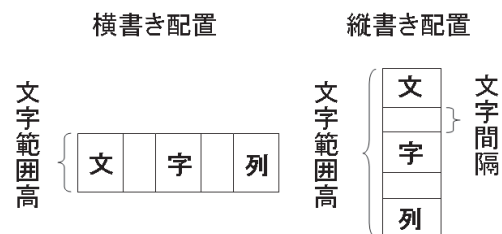


図 10 文字の配置  
Fig. 10 Layout of character and string.

文字数と、パラメータの「文字範囲高」と「文字間隔」から文字の高さを算出して判定する。具体的な判定方法としては、上記の方法から図 10 に示すような文字を囲む矩形を作成する。そして、矩形の座標から文字の高さを算出し、規定されている文字の高さと比較する。

5.2 実証実験

本機能の実証実験として、本研究で開発したチェック機能の有用性を確認するため、「各確認項目の検証」、「実務レベルの図面を用いた検証」と「目視による確認との時間比較」の 3 つの検証を行った。

(1) 各確認機能の検証

各確認機能の検証として、本研究で開発した各機能が正常にチェックできるかどうかを検証する。本検証では、各機能のチェック結果を確認するため、CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠した図面と、CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠しない図面を準備した。本実証実験の実行結果の例を図 11 に示す。この例では、図面に用紙外の図形が存在するため、CAD 製図基準チェック結果画面の「用紙外図形」が「×」となっている。

(2) 実務レベルの図面を用いた検証

実務レベルの図面を用いた検証として、まず、CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠した図面<sup>18)</sup>を用いて、各機能のチェック結果がすべて適合と判定するかどうかを確認した。次に、図面の一部を変更し、CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに

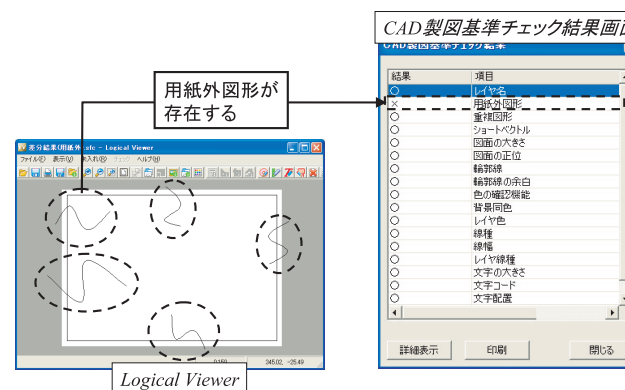


図 11 各確認機能のチェック結果  
Fig. 11 Check results of each verification function.

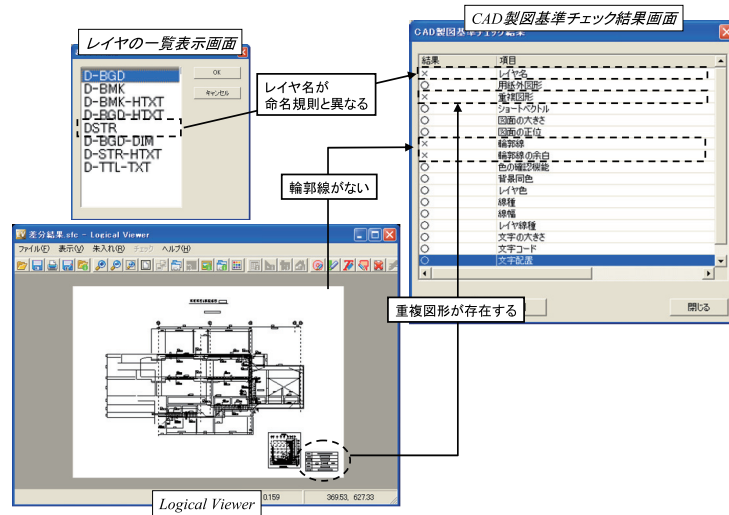


図 12 実務レベルの図面のチェック結果  
Fig. 12 Check results of working level.

準拠しない図面を準備した。そして、本機能がエラー箇所を正確に検出できるかどうかを確認した。本実証実験の実行結果の例を図 12 に示す。この例では、図面に命名規則に則っていないレイヤ名と重複図形があり、輪郭線がないため、CAD 製図基準チェック結果画面の「レイヤ名」、「重複図形」、「輪郭線」と「輪郭線の余白」が「×」となっている。

(3) 目視による確認との時間比較

目視による確認との時間比較として、本研究で開発した CAD 製図基準チェック機能の有用性を確認するため、実務レベルの図面において全確認機能に対して 1 つずつエラー内容を作成し、それを目視による確認と Logical Viewer による確認を行い、その検出時間を比較した。被験者に関しては 4.2 節と同様の条件で行った。また、目視による確認には、SXF ブラウザでは検出することが不可能な内容が多々あるため、市販の CAD ソフトを使用した。エラー箇所の検出時間の結果を表 4 に示す。

5.3 考 察

実証実験の結果として、図 11 に示すように、各確認項目に作成した図面について正確にエラー箇所を特定することができた。その結果、機能単位について正確に機能しているといえる。また、図 12 に示すように、実務レベルの図面においても本機能を用いることによ

表 4 エラー箇所検出時間  
Table 4 Time for detection error.

フィーチャ数	目視によるエラー箇所の検出平均時間	Logical Viewer によるエラー箇所の検出時間
300	442 秒	2 秒
1,480	1,273 秒	2 秒
3,048	3,129 秒	2 秒
4,465	5,356 秒	2 秒

り、CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠しているかを正確に確認できることが分かった。また、表 4 に示すように、目視による検出時間と Logical Viewer の検出時間を比較すると検出時間の大幅な短縮が図られたことが分かる。Logical Viewer はフィーチャ数が増加してもほぼ一定の時間で検出できるのに比べ、目視で確認した場合、フィーチャ数がそれほど多くないときでも膨大な時間を要し、フィーチャ数に比例して検出時間が増加している。

さらに、本機能では、目視による確認が困難である重複図形やショートベクトルといった確認項目についても正確に検出することができた。その結果、本機能は、速度と精度の両方において CAD/SXF データが CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠した図面であるかを確認する機能として有効であるといえる。

6. Logical Viewer の利活用

Logical Viewer の利活用について次に述べる。

6.1 CAD/SXF データの確認

発注者は、図 13 に示すように、電子納品された CAD/SXF データを Logical Viewer に入力し、本研究で開発した CAD 製図基準チェック機能を利用することで、入力した図面が CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに準拠しているかどうかを確認することができる。そのため、電子納品時において CAD/SXF データを検証する際に、SXF ブラウザや市販の電子納品チェックシステムといった複数のツールを使用する必要がなくなるため、効率的に検証作業を実施することができる。

6.2 図面の修正指示

受発注者間の修正作業に着目すると、発注者から受注者に修正指示が出され、受注者はその修正指示に基づいて修正を行う。そこで、発注者は、図 14 に示すように、まず、Logical Viewer を使用して電子納品された図面の確認を行う。次に、図面に不具合がある場合、本

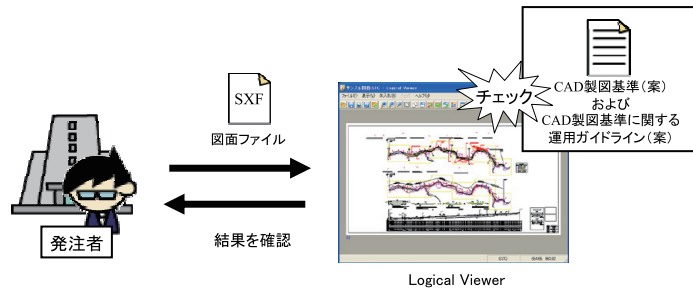


図 13 CAD/SXF データの確認  
Fig. 13 Verification of CAD/SXF data.

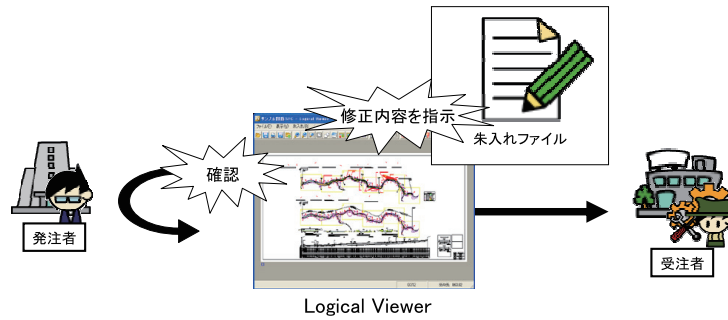


図 14 修正指示  
Fig. 14 Correction instruction.

研究で開発した朱入れ機能を利用して図面中に修正指示を記入する。最後に、受注者は、朱入れファイルを受け取り図面の修正を行う。このように、発注者が Logical Viewer を用いて修正指示を行うことができるため、受注者間における修正作業を効率的に行うことができる。また、発注者としても修正したデータと朱入れファイルを重ね合わせて表示できるため、修正箇所が容易に把握でき、確認作業を簡略化することができる。

### 6.3 電子納品統合支援ツール

本研究で開発した Logical Viewer を核として、図 15 に示すような電子納品統合支援ツールとしての機能を向上させることで、「CAD/SXF データの同一性」、「ラスタデータの同一性」、「測量データ (DM: Digital Mapping) データの活用」が可能となる。

まず、既研究で開発した CAD/SXF データの同一性判別機能「Logical Smart」<sup>15),19)</sup> を

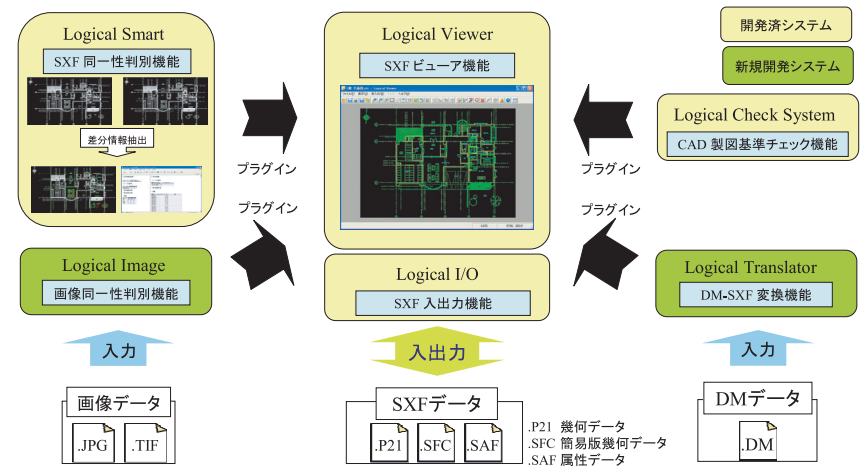


図 15 電子納品支援ツール  
Fig. 15 Support tool of electronic delivery.

プラグインとして実装し、CAD/SXF データの原本性の確認作業を自動化できる。Logical Smart は、CAD/SXF データの改竄防止、修正確認、版管理業務等での利用が可能であり、現場における利用価値は高い。

また、CAD 図面の背景に使用される JPG 形式と TIF 形式の画像データの論理的な同一性判別を実現する画像同一性判別機能「Logical Image」を将来開発することにより、CAD/SXF データの背景画像として利用される画像ファイルの同一性判別が可能となる。Logical Image では、画素値の比較、ファイルの拡張子の比較やファイルサイズの比較といったバイナリデータの比較機能や、形状、色、幾何変換等の差分を検出する見た目上の比較機能等を実現する。

さらに、DM-SXF 変換機能「Logical Translator」では、構造物のライフサイクルにおける調査時に使用される拡張 DM<sup>20)</sup> を設計/施工時に使用される SXF にデータ変換し、維持管理時に使用される拡張 DM に再び変換する機能の実現を目指す。これにより、応用測量データのさらなる利活用性の向上が期待される。ただし、現在の電子納品では、画像データの確認までは必要とされておらず、それともなう要件仕様も策定されていない。また、拡張 DM から SXF への変換仕様は存在するが、SXF から拡張 DM への変換仕様は策定されていない。この 2 点については課題として残る。

以上の3つのシステムをプラグインとして実装することで、電子納品統合支援ツールは、現場における作業の効率化を図り、建設業界全体の品質向上への貢献が期待できる。このように、Logical Viewer を中心とした電子納品統合支援ツールが完成することで、建設 CALS/EC の推進という社会的課題を克服することを側面から支援し、今後の電子政府推進事業の原動力になると考えるため、今後、「Logical Image」と「Logical Translator」の開発を行う予定である。

## 7. おわりに

本研究では、SXF ブラウザの課題を解決した高機能な SXF ビューア (Logical Viewer) の開発を行った。Logical Viewer では、SXF の入出力ライブラリとして、独自開発した Logical I/O (図 15) を実装した。これにより、SXF ブラウザに比べ 8 倍以上でデータ表示が可能となるとともに、電子納品時のデータ格納媒体である CD-R の最大記憶容量と同等の CAD/SXF データを読み込むことを可能とした。そして、読み込み後のデータの描画方法を工夫することによって、スクロールや拡大/縮小時の描画処理において 3 倍以上の高速化を図った。また、CAD/SXF データの検証作業の効率化を図るため、SXF ブラウザと同等の機能に加えて「全体マップと拡大箇所を表示」、「属性情報のフィーチャ対応のチェック機能」、「朱入れ機能」の3つの機能を独自開発した。これにより、CAD/SXF データの検証に要する時間を大幅に短縮できるようになった。さらに、電子納品された CAD/SXF データが CAD 製図基準および CAD 運用ガイドラインに則って作成されているかどうかを確認するため、図 15 に示す「CAD 製図基準チェック機能 (Logical Check System)」を開発した。そして、実証実験からその有効性を確認した。したがって、本機能を使用することで最終納品検査時において CAD/SXF データが CAD 製図基準に則って作成されているかを容易に確認できるようになった。このように、企業のノウハウ、SXF や CAD 製図基準の仕様に関する知識と大学のシーズを融合することで、Logical Viewer は、電子納品時に使用が義務付けられている SXF (P21) の使用を促進させるだけでなく、建設業界における電子納品作業の効率化を図ることができると考えられる。

しかし、Logical Viewer では、さらなる機能向上が必要であると考えられる。本研究で開発した「CAD 製図基準チェック機能」は、要件仕様書<sup>17)</sup>に基づいて開発しているが、要件仕様書は完全に CAD 製図基準<sup>6)</sup>と CAD 運用ガイドライン<sup>7)</sup>を網羅しているわけではない。たとえば、CAD 製図基準<sup>6)</sup>では、ファイルの命名規則や図面表題欄の記載方法等について規定しているが、要件仕様書には、これらの仕様が規定されていない。そのため、今後

は、CAD 製図基準と CAD 運用ガイドラインで規定されている内容を完全に確認できるような確認機能の仕様を策定し、それを実装するシステムへと拡張する。また、「属性情報のフィーチャ対応のチェック機能」においてもフィーチャとの対応を確認することができるが、属性情報の重複定義等を確認することができない。そのため、「属性情報のフィーチャ対応のチェック機能」のさらなる機能向上も今後の課題となる。

さらに、今後の展望として、次世代の建設 CALS/EC の推進に向けて、3次元情報を有効に活用することが非常に重要となっている。CAD/SXF データにおいても、3次元データへの対応が予定されている。そのため、SXF のバージョンアップに合わせて、今後は3次元データの表示や確認の実現を目指す。

謝辞 本研究開発を遂行するにあたり、オープン CAD フォーマット評議会の西木也寸志氏、宮城大学事業構想学部の物部寛太郎氏からご助言を賜った。また、本研究の一部は、JACIC (財団法人日本建設情報総合センター) の 2006 年度研究助成事業と 2007~2009 年度関西大学先端科学技術推進機構 e-Business 研究グループ (研究課題「電子国土のための e-Business に関する研究」) から助成を受け、その成果を公表するものである。ここに記して、感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 国土交通省: 土木設計業務等の電子納品要領 (案), 国土交通省 (2004).
- 2) 国土交通省: 工事完成図書等の電子納品要領 (案), 国土交通省 (2004).
- 3) 国土交通省: 電子納品運用ガイドライン (案)【土木工事編】, 国土交通省 (2005).
- 4) 国土交通省: 電子納品運用ガイドライン (案)【業務編】, 国土交通省 (2005).
- 5) 有限責任中間法人オープン CAD フォーマット評議会: SXF 技術者検定試験公式ガイドブック平成 18 年度版, 建通新聞社 (2006).
- 6) 国土交通省: CAD 製図基準 (案), 国土交通省 (2004).
- 7) 国土交通省: CAD 製図基準に関する運用ガイドライン (案), 国土交通省 (2005).
- 8) ISO 10303-202, Industrial Automation System and Integration — Product Data Representation and Exchange — Part 202: Application Protocol: Associative Draughting, International Organization for Standardization (1994).
- 9) 建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会: SXF Ver.2.0 フィーチャ仕様書, 日本建設情報総合センター (2001).  
<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>
- 10) 建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会: SXF Ver.3.0 フィーチャ仕様書, 日本建設情報総合センター (2005).  
<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>

- 11) ISO10303-21, Industrial Automation System and Integration, Product Data Representation and Exchange, Part21: Implementation Methods: Clear Text Encoding of the Exchange Structure, International Organization for Standardization (1994).
- 12) 建設情報標準化委員会 CAD 交換標準小委員会: SXF ブラウザ Version 3.01 操作マニュアル, 日本建設情報総合センター (2006).  
[http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFBrowserDownload\\_old.htm](http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFBrowserDownload_old.htm)
- 13) 有限責任中間法人オープン CAD フォーマット評議会: SXF 技術者検定試験公式ガイドブック平成 19 年度版, 建通新聞社 (2007).
- 14) 建設情報標準化委員会 CAD 交換標準小委員会: SXF 仕様 Ver.3.0 対応レベル 2 フィーチャコメント用共通ライブラリ機能仕様書, 日本建設情報総合センター (2002).  
<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>
- 15) 樫山武浩, 田中成典, 古田 均, 物部寛太郎, 杉町敏之: SXF Ver.3.0 対応の同一性判別システムの展開研究, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.1, No.1, pp.101-115, 情報処理学会 (2008).
- 16) オープン CAD フォーマット評議会: OCF 検定の認証を受けているソフトウェア一覧, オープン CAD フォーマット評議会 (2007).  
[http://www.ocf.or.jp/kentei/soft\\_ichiran.shtml](http://www.ocf.or.jp/kentei/soft_ichiran.shtml)
- 17) 国土交通省: SXF 表示機能及び確認機能要件書(案), 国土交通省 (2007).
- 18) 国土交通省: 電子納品に関する要領・基準 - 図面作成例, 国土交通省 (2006).  
[http://www.cals-ed.jp/index\\_denshi3.htm](http://www.cals-ed.jp/index_denshi3.htm)
- 19) 物部寛太郎, 田中成典, 古田 均, 樫山武浩: SXF の同一性判別コンポーネントの実装研究, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.2, pp.680-690, 情報処理学会 (2007).
- 20) 国土交通省国土地理院: 拡張デジタルマッピング実装規約(案)改訂版, 国土交通省 (2005).

(平成 20 年 6 月 20 日受付)

(平成 20 年 10 月 14 日採録)

(担当編集委員 橋本 泰一)



西田 義人 (学生会員)

1981 年生。2005 年関西大学総合情報学部卒業。2007 年関西大学大学院総合情報学研究科知識情報学専攻博士課程前期課程修了。現在、関西大学大学院総合情報学研究科総合情報学専攻博士課程後期課程在学中。修士(情報学)。画像処理, CAD/CG 等の研究に従事。2004 年(株)関西総合情報研究所入社。CAD システム, データモデル設計等の研究開発に従事。著書に『基礎からわかる画像処理』、『建設業界のための 3 次元情報』等多数。土木学会会員。



田中 成典 (正会員)

1963 年生。1986 年関西大学工学部土木工学科卒業。1988 年関西大学大学院工学研究科土木工学専攻博士課程前期課程修了。同年(株)東洋情報システム(現在, TIS)に入社, 知識情報処理システムに関する研究受託開発業務に従事。1994 年関西大学総合情報学部専任講師。1997 年助教授。2004 年教授, 2006 年関西大学学生センター副所長, 現在に至る。博士(工学)。2002 年 8 月から 1 年間カナダの UBC にて客員助教授。専門は知識工学と土木情報学。土木学会, GIS 学会, IABSE, 人工知能学会, 日本知能情報ファジィ学会と情報知識学会各会員。1999 年関西経済同友会主催 KSVF ベンチャーアイデア大賞入賞。2000 年(株)関西総合情報研究所を起業, 設立当初から現在まで同社取締役会長。2006 年(株)フォーラムエイトの顧問に就任。CAD/CG, GIS/GPS, 画像処理, そして Web ソリューションビジネスに関連する研究業務に従事。また, 建設省土木研究所 CAD 製図基準検討委員会委員長, 土木学会土木情報システム委員会幹事長, 土木学会土木情報システム委員会土木 CAD 小委員会委員長, 土木学会 ISO 対応特別委員会委員, ISO/TC184/SC4 国内委員等を歴任。現在, 国土交通省管轄の日本建設情報総合センター建設情報標準化委員会各種委員, オープン CAD フォーマット評議会 OCF 検定監査委員会委員長。主に, ISO に準拠した CAD 製図基準と CAD データ交換基盤の開発に従事。





古田 均

1948年生。1971年京都大学工学部卒業。1973年京都大学大学院工学研究科修士課程修了。1976年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。同年京都大学工学部助手。その後講師、助教授を経て、1994年関西大学総合情報学部教授、現在に至る。博士(工学)。その間、米国パディー大学客員助教授、米国プリンストン大学客員研究員、2004～2005年米国コロラド大学客員教授。構造物の信頼性解析、最適設計、ライフサイクルコスト解析、ソフトウェアの構造設計・維持管理への応用に関する研究に従事。著書に『ファジィ理論の土木工学への応用』、『建築土木技術者のためのファジィ理論入門』、『遺伝的アルゴリズムの構造工学への応用』、『Life-Cycle Cost Analysis and Design of Civil Infrastructure Systems』等。日本知能情報ファジィ学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会、土木学会、日本建築学会、日本材料学会、日本鋼構造協会、ASCE各会員。



杉町 敏之(正会員)

1980年生。2003年関西大学総合情報学部卒業。2005年関西大学大学院総合情報学研究科知識情報学専攻博士課程前期課程修了。2008年関西大学大学院総合情報学研究科総合情報学専攻博士課程後期課程修了。同年甲南大学知的情報通信研究所博士研究員、現在に至る。博士(情報学)。画像処理、CAD/CG、写真測量等の研究に従事。2002年(株)関西総合情報研究所入社、現在に至る。システム設計、データモデル設計等の研究開発に従事。著書に『基礎からわかるGIS』等多数。土木学会会員。



柴 敏洋

1965年生。1988年慶應義塾大学法学部政治学科卒業。同年三菱電機(株)に入社、現在に至る。経営スタッフ、工場工程管理、提案SE業務等を経て、社会インフラシステム開発営業に従事。現在、経営スタッフ部門に所属。専門はマーケティング、プレゼンテーションスキル、PMO。



秩父 基浩

1962年生。1986年東京電機大学工学部電気通信工学科卒業。同年三菱電機(株)に入社、現在に至る。オフィスコンピュータOS開発、電力分野対応SEを経て、自治体分野対応SEに従事。専門はプログラミング、システムエンジニアリング、プロジェクトマネージ。