

SXF Ver.3.0 対応の同一性判別システムの 展開研究

檜 山 武 浩^{†1} 田 中 成 典^{†2} 古 田 均^{†2}
物 部 寛 太 郎^{†3} 杉 町 敏 之^{†1}

建設分野の業務の効率化やデータの再利用性の向上のために、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 CALS/EC の円滑な導入を進めるうえで、電子納品された 2D-CAD データ (SXF: SCADEC data eXchange Format) の処理効率の向上が課題となっている。そこで筆者らは、SXF Ver.2.0 対応の CAD データの差分を検出する技術を考案し、実装開発 (コンポーネント名: Logical Smart) した。Logical Smart は、2 つの CAD/SXF データを比較し、同一性を判別するものである。Logical Smart を利用することで、建設業界の受発注者間での図面確認の合理化、データ管理の効率化、ISO 9000 シリーズの要求内容への適用などを可能にした。Logical Smart をさらに発展させるためには、入出力機能の改善と SXF Ver.3.0 への対応が課題となる。そこで本研究では、入出力機能の改善を目的に独自に入出力ライブラリの開発を行った。また、SXF Ver.3.0 への対応を目的に属性情報を利用して同一性を判別するモジュールの開発を行った。これらを Logical Smart に組み込み、有意性と有用性の検証を行った。

Development of Identity Determination System for SXF Ver.3.0

TAKEHIRO KASHIYAMA,^{†1} SHIGENORI TANAKA,^{†2}
HITOSHI FURUTA,^{†2} KANTARO MONOBE^{†3}
and TOSHIYUKI SUGIMACHI^{†1}

Construction CALS/EC is a social task to make progress of efficiency improvement of business and recycling of data in construction field. To advance introduction of Construction CALS/EC smoothly, processing efficiency of the 2D-CAD data (SXF: SCADEC data eXchange Format) delivered by electronic is to improve. A system called “Logical Smart” has been designed and developed, which can detect the difference of two different CAD data of SXF Ver.2.0.

Logical Smart compares two CAD/SXF data and determines the identity. By using Logical Smart, it is possible to reduce the load for the confirmation of CAD data between clients and contractors, improve the efficiency of data management, and apply to the demand of the ISO 9000 series. To develop the system more, it is hoped to the improvement of the I/O processing and correspondence to SXF Ver.3.0. Then, to improve the I/O processing, a new I/O library was developed in this research. Moreover, to correspond to SXF Ver.3.0, a module was developed, which can distinguish the identity of two CAD/SXF data using attribute information. In addition, the library and module were built into Logical Smart, and a significance and an utility were verified.

1. はじめに

情報処理技術の発展とともに、建設業において電子データの利用が増加している。特に CAD データを有効に利活用することは、建設業の情報化において重要な課題となっている。CAD データの利活用をより円滑に進めるため、CAD データの標準化が行われている。

わが国では、国土交通省の外郭団体である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) において、ISO 10303-202 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)¹⁾ 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^{2),3)} された。この SXF は、長期保存と正確な再現をコンセプトに開発されたもので、SXF Ver.2.0²⁾ は幾何情報のみを、SXF Ver.3.0³⁾ は幾何情報に加え属性情報を扱うことができる。

SXF の世の中への浸透とともに、最近では、幾何情報に関する CAD/SXF データの同一性判別が求められるようになった。そこで、筆者らは、その課題を解決するために、幾何情報の CAD/SXF データの同一性判別のための仕様を立案⁴⁾ した。そして、SCADEC で活動する CAD ベンダ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、筆者らは、SXF Ver.2.0 対応の同一性判別コンポーネント「Logical Smart」を開発⁵⁾ した。Logical Smart により幾何情報の CAD/SXF データの同一性判別

^{†1} 関西大学大学院総合情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kansai University

^{†2} 関西大学総合情報学部
Faculty of Informatics, Kansai University

^{†3} 宮城大学事業構想学部
School of Project Design, Miyagi University

が可能となることで、原本確保を側面から支援し、建設業界の受発注者間での図面確認の合理化、データ管理の効率化、ISO 9000 シリーズの要求内容への適用などを可能にした。しかし、Logical Smart をさらに発展させるためには、2 つの課題を解決する必要がある。

1 つ目の課題は、入出力機能の改善である。Logical Smart は、ファイルの入出力を実現するために共通ライブラリ⁶⁾を組み込んでいる。共通ライブラリは、CAD/SXF ファイルの幾何情報の入出力の機能をライブラリ化したもので、日本建設情報総合センターが提供している。共通ライブラリの現状の課題として、「入出力処理に時間がかかりすぎること」、「取り扱えるファイル容量の制約があること」、「開発環境に依存しておりメンテナンス性が低いこと」があげられる。さらに、SXF Ver.3.0 では、幾何情報に加えて属性情報が追加されることで、入出力処理時間のさらなる増加が予想される。このように、入出力機能の改善は、Logical Smart の重要な課題であるだけでなく、改善された独自の入出力ライブラリを開発することで、CAD/SXF データを扱うすべての CAD ソフトウェアのニーズを満たすことができると考える。

2 つ目の課題は、SXF Ver.3.0 への対応である。属性情報を扱うことができる SXF Ver.3.0 の導入³⁾にともない、構造計算や土量計算などの数量計算が可能となる。また、道路基盤データ交換属性セット(案)⁷⁾をはじめとする工種別の属性セットが公開され、ライフサイクル全体を通して詳細な属性情報の交換が可能になる。しかし、属性情報によって多様な情報を扱うことができる反面、その同一性判別は非常に困難である。ただし、SXF Ver.3.0 の利用が拡大する状況の中、SXF Ver.2.0 のみに対応した同一性判別では市場のニーズを満たすことはできない。そのため、SXF Ver.3.0 に対応した同一性判別の実現が現在求められている。この課題を解決することは、属性情報を用いた CAD/SXF データの品質保証やライフサイクルの異なるフェーズ間でのデータ交換効率の向上に多大な効果をもたらすことができると考える。

本研究では、入出力機能の改善を目的に、独自に入出力ライブラリを開発する。また、SXF Ver.3.0 への対応を目的に、SXF Ver.3.0 が扱う属性情報の同一性を判別するモジュールを開発する。さらに、開発した入出力ライブラリと SXF Ver.3.0 対応同一性判別モジュールを Logical Smart に組み込むことによって、高速な入出力を実現した SXF Ver.3.0 の同一性判別コンポーネントを開発する。本コンポーネントによって、わが国の CAD データの交換標準である CAD/SXF ファイルの利用が促進され、建設 CALS/EC の推進という社会的課題の解決につながる。

2. CAD/SXF 同一性判別コンポーネントの課題と構想

本研究では、CAD/SXF 同一性判別コンポーネントの課題であった入出力機能の改善と SXF Ver.3.0 への対応を行う。本研究の構想を図 1 に示す。また、2 つの課題について以下に示す。

2.1 入出力機能の改善

現在、CAD/SXF 同一性判別コンポーネント (Logical Smart) で入出力に利用している共通ライブラリには、3 つの課題がある。

1 つ目の課題は、CAD/SXF ファイルの入出力における処理速度の向上である。CAD/SXF ファイルは、テキストファイルである。そのため、文字列を分解し、SXF のフィーチャ²⁾としてデータ展開する必要がある。共通ライブラリでは、字句解析処理の速度に問題があるため、高速な入出力が実現されていない。また、SXF には SXF (P21) 形式と SXF (SFC) 形式の 2 種類の物理ファイル形式があり、電子納品時には CAD データのフォーマットを ISO 規格に準拠した SXF (P21) 形式とすることが義務付けられている。しかし、この SXF (P21) 形式ではデータ容量が大きくなるため、入出力に負担がかかる。そのため、容量が小さくて取り扱いやすいデータ形式である SXF (SFC) 形式が日常的には利用されている。利便性に優れた SXF (SFC) 形式が普及しているが、共通ライブラリは、これについてもデータ内容によっては入出力の処理速度が遅くなる。また、フィーチャのパラメータに対するチェックのうち、名称の重複チェックを全探索で行っていることも処理速度の低さにつながっている。たとえば、300 個の複合図形定義フィーチャを読み込んだ場合、300 × 300 の 90,000 回の名称のチェックを行う。

2 つ目の課題は、ファイル容量の制限がある点である。共通ライブラリでは、ファイルの情報すべてを一括でメモリ上に展開している。また、展開したファイル情報の解析において

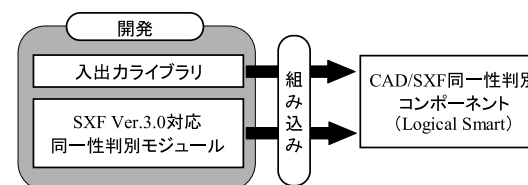


図 1 本研究の構想

Fig. 1 Plan of this research.

も膨大なメモリを使用している．そのため，入力時におけるコンピュータへの負荷が大きく，500 MB 以上のデータを読み込むことができない．2 つのファイルを読み込む必要がある Logial Smart においては，1 つのファイルにつき約 250 MB 以下という制限が生じることになる．ファイル容量に制限があれば，実務運用に耐えることができない．特に，電子納品では，図面を CD-R により納品することが義務付けられている．そのため，CD-R 程度の容量のファイルを読み込めないことは，電子納品されたファイルを読み込めない可能性があるということであり，致命的な課題である．

3 つ目の課題は，メンテナンス性の向上である．共通ライブラリは，MFC (Microsoft Foundation Class) に大きく依存しており，今後の OS の変化に即座に対応することが困難である．また，SXF の仕様変更された場合は，文字列の字句解析箇所を再度コーディングする必要がある．したがって，現状の共通ライブラリは，OS や SXF の仕様変更に対するバージョンアップに迅速に対応できない．

このように，共通ライブラリに依存していれば，処理能力の向上は望めない．そこで，本研究では，共通ライブラリに代わる高性能な入出力ライブラリの開発 (図 2) を行う．入出力ライブラリによって，ファイルの高速な入出力，大容量ファイルの入出力，メンテナンス性の向上の実現を目指す．

2.2 SXF Ver.3.0 データの同一性判別

SXF Ver.2.0²⁾ では，幾何情報のみを扱っていたが，SXF Ver.3.0³⁾ では，図 3 に示すように幾何情報に加えて属性情報を保持できる．そのため，現在，属性情報も含めた複数の CAD/SXF データを高速かつ論理的に比較し，その差分情報をユーザの要望に合った方法で提供することが求められる．CAD データの交換標準が SXF Ver.2.0 から SXF Ver.3.0 へ移行され，属性情報が付加されることによって，CAD データの意味解析がより困難にな

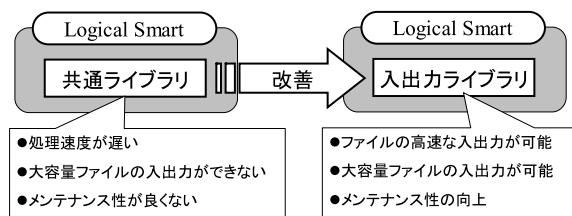


図 2 入出力機能の改善

Fig. 2 Improvement of I/O processing.

る．また，道路基盤データ交換属性セット⁷⁾ など，施工分野に応じた属性情報の利用が始まるため，SXF Ver.3.0 対応の CAD データに対する同一性判別の重要性がさらに高まることが予想される．そのため，属性情報の同一性や，幾何情報と属性情報の相違を判別することが求められる．これは，「属性情報を保持した 2 次元の CAD データの意味解析 (SXF Ver.3.0 対応の CAD データの同一性判別)」が新たな課題になったといえる．しかし，現状において，SXF Ver.3.0 に対応した CAD データの同一性を判別するシステムは存在しない．そこで，交換標準の SXF Ver.2.0 から SXF Ver.3.0 への移行をふまえ，本研究では，SXF Ver.3.0 に対応した CAD データ同一性判別モジュールの開発を行う．

3. 入出力ライブラリの開発

3.1 要件仕様

本研究で開発する入出力ライブラリでは，高速に CAD/SXF データを入出力できることを目的とする．また，高速化を実現するだけでなく，既存の CAD ソフトウェアや電子納品ツールへの容易な組み込みが要求される．そこで，入出力ライブラリの開発にあたっては，オープン CAD フォーマット評議会 (OCF: Open CAD Format Council⁸⁾) に所属する CAD ベンダ数社に SXF の入出力ライブラリで求められる要求仕様に関するヒアリングを行った．SXF の入出力ライブラリが満たすべき要求仕様を次に示す．

- 共通ライブラリへの組み換えが容易であること．
- SXF の入出力速度の飛躍的な向上を図ること．
- 大容量の SXF ファイルの入出力を可能とすること．
- 今後のメンテナンスと拡張が容易であること．
- 開発環境への依存度を減少させること．

以上をふまえた入出力ライブラリの構想を図 4 に示す．入出力ライブラリを用いることで，CAD ソフトウェアや電子納品ツールは，CAD/SXF ファイルの入出力が可能になる．入出力ライブラリでは，既存の共通ライブラリのインタフェースの利用を実現するため，互換ライブラリを用意する．また，入出力機能の拡張を実現するため，拡張ライブラリを用意する．OS の変化時には，MFC などの高級な関数に関しては大きな仕様変更などが生じ，既存のシステムが動作しない可能性がある．本システムでは，MFC などを利用せず，可能な限り低級な関数により開発を行った．そのため，OS などの変化への即応が可能となる．

3.2 入出力ライブラリの概要

本研究では，前節の要求仕様を満たした CAD/SXF データの入出力ライブラリの研究開

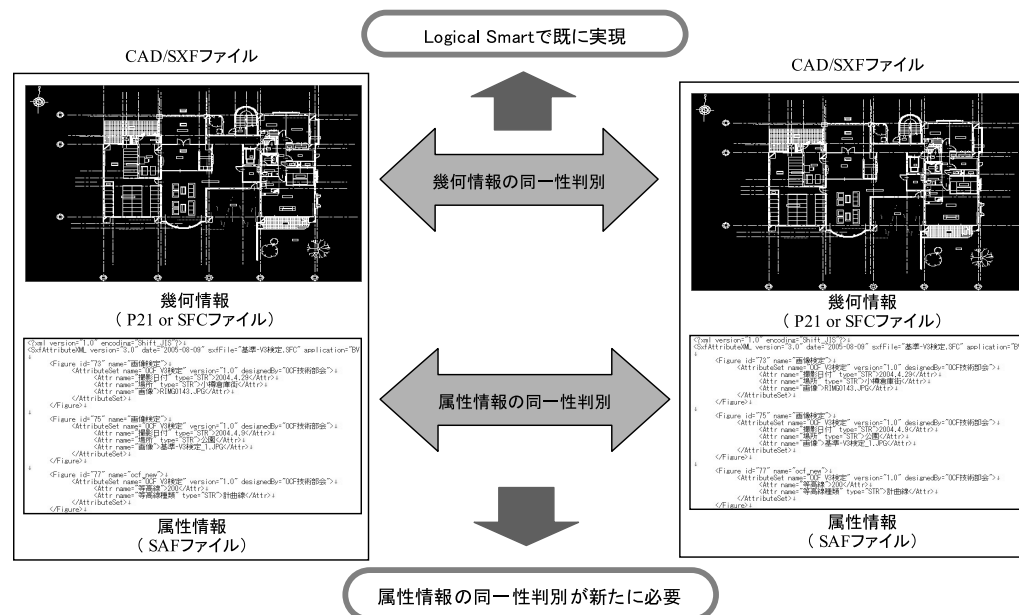


図 3 属性情報の同一性判別

Fig.3 Identification of attribute data.

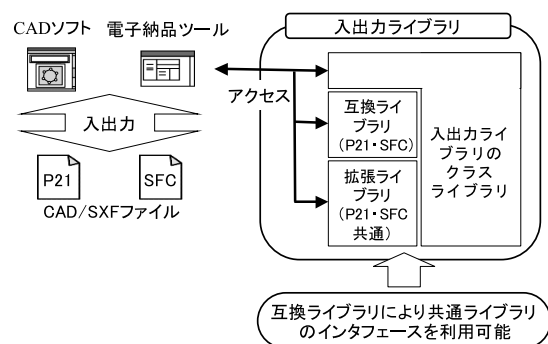


図 4 入出力ライブラリの構想

Fig.4 Plan of I/O library.

発を行う。本ライブラリの構成を図 5 に示す。本ライブラリは、(1) 共通ライブラリとのインタフェースの互換性を保つ共通ライブラリ互換機能、(2) CAD/SXF ファイルの字句構文解析を行い中間データを生成する字句構文解析機能、(3) 中間データを内部データへ展開するフィーチャ展開機能、(4) フィーチャに対するチェックを行うフィーチャチェック機能の 4 つの機能により構成される。

共通ライブラリ⁶⁾では、次のような手法で CAD/SXF ファイルの入出力を行っている。

- ・ ファイルの情報すべてをメモリに展開している。
- ・ 折れ線のように動的にパラメータ数が変化するようなフィーチャの定義文字列の解析時に、読み込むパラメータ 1 つずつに対して動的にメモリを割り当てている。
- ・ フィーチャの識別をすべて文字列操作により行っている。
- ・ フィーチャの対応付けを定義名称や識別 ID の全探索で行っている。
- ・ 複合図形名称などの名称チェックを全探索により行っている。

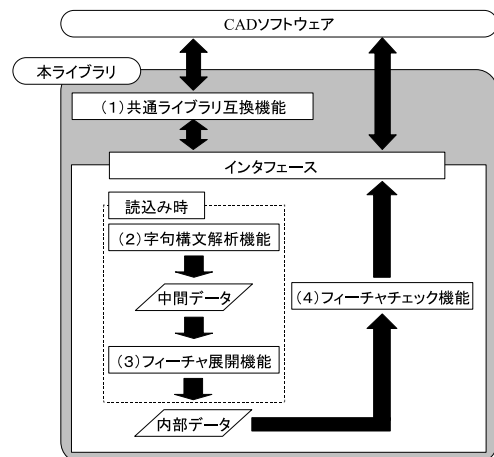


図5 入出力ライブラリの構成

Fig.5 Composition of I/O library.

このように CAD/SXF ファイルの入出力時では、無駄にメモリを使用しているため、容量の大きいファイルでは、PC のメモリを圧迫して処理速度の低下を引き起こしている。また、対応付けやチェック時に全探索を行っているためにフィーチャ数が増えるほどに階層的に処理回数が増加して処理速度の低下を引き起こしている。したがって、共通ライブラリは、大容量のファイルが読み込めなかったり、処理速度が遅かったりと課題が残っている。そこで、本ライブラリの開発では、次に示すような基本的な開発手法を組み合わせることで、共通ライブラリの課題の解決を行う。

- ファイルの情報については、必要最小限の情報しか保持しない。
- ファイルの読み込み時、基本的な字句解析手法である BNF 記法 (Backus Naur Form) によって構文解析を行いながら、CAD/SXF データのパーズングを行う。
- フィーチャ定義文字列など、可能なものについてはすべて定数化を行う。
- 探索の高速化のために B-Tree を利用する。
- ハッシュテーブルを使用してデータを管理する。

3.3 入出力ライブラリの詳細

(1) 共通ライブラリ互換機能

市販されているシステムでは、共通ライブラリを実装して CAD/SXF ファイルの入出力

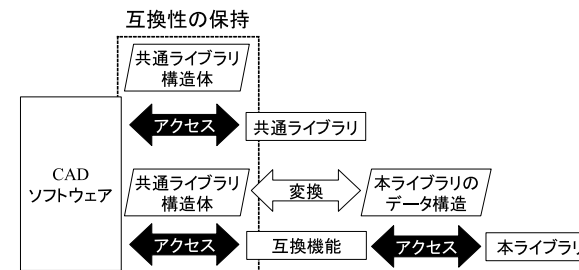


図6 互換性の保持

Fig.6 Maintenance of interchangeability.

を行っている。そのため、入出力ライブラリでは、性能面だけでなく既存システムへの容易な組み換えが可能なが求められる。そこで、共通ライブラリ互換機能 (図6) では、本ライブラリの内部データを共通ライブラリで扱う構造体⁶⁾へ変換する。たとえば、線分であれば該当する内部データを共通ライブラリの構造体である Line_Struct⁶⁾に変換する。

(2) 字句構文解析機能

字句構文解析機能では、CAD/SXF の物理ファイルの字句と構文に関する解析を行い、中間データを作成する。中間データとは、CAD/SXF ファイルの構造を表現した B-Tree のノードデータである。本ライブラリでは、本機能で作成した中間データを次項で説明するフィーチャ展開機能で内部データへと変換する。このようにファイルの読み込み箇所を分離することで、CAD/SXF ファイル以外のファイルへ容易に対応できる。具体的には、対象ファイルの情報から中間データを作成するだけで、内部データへの変換が可能となる。

また、字句構文解析には、BNF 記法を利用する。BNF とは、構文を形式的に定義するために用いられるメタ言語 (言語を記述するための言語) の 1 つである。ただし、BNF は、意味を規定するものではないため、BNF だけで言語のすべてを定義することはできない。そのため、本機能では、CAD/SXF ファイルの内部構造の解析を別途行う。ファイルの解析は、「If-Then」で行われるのが一般的である。そのため、ファイルの仕様が変更された場合は、ライブラリ全体にわたって影響を及ぼす危険性がある。一方、BNF 記法を利用した本ライブラリにおいては、BNF (外部定義) を変更するだけで、ファイルの仕様変更への対応が可能となる。

(3) フィーチャ展開機能

フィーチャ展開機能では、字句構文解析機能で作成された中間データを本ライブラリの内

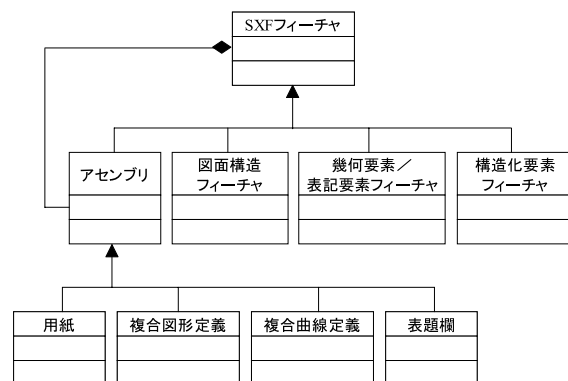


図7 内部データ定義

Fig. 7 Definition of internal data.

部データへ変換する。本ライブラリでのフィーチャのモデル定義を図7に示す。モデル定義では、CAD/SXFの各フィーチャが種別ごとに階層分けされて定義されている。本ライブラリでは、モデル定義に従って内部データへの変換を行う。

(4) フィーチャチェック機能

共通ライブラリ⁶⁾では、CAD/SXFの各フィーチャに対するチェックが行われているため、共通ライブラリを踏襲して同様のチェックを行う必要がある。字句構文解析機能ではCAD/SXFとしての文法のみをチェックするため、本機能では、共通ライブラリを踏襲したフィーチャの意味的なチェックを行う。たとえば、フィーチャの参照するレイヤが用紙上に存在するかどうかといったチェックを行う。

3.4 実証実験

本ライブラリの実証実験として、まず、図面を構成する要素として最も使用される線分に関する入出力の処理速度の検証を行った。次に、可変長でデータ数が変わるフィーチャに対する入出力の速度検証を行った。検証にはCPUがPentium III 1.7 GHz、メモリが512 MBのPCを使用し、共通ライブラリとの読み込み、書き込みにおける時間差の比率を算出した。なお、表1から表6内に示す注釈(1)は、仮想メモリが足りないため、読み込み途中段階で異常終了したことを示す。注釈(2)は、読み込み途中段階で異常終了したため、書き込み速度性能検証が行えなかったことを示す。また、表中の時間差比率は、共通ライブラリに対する本ライブラリの処理速度の比率を示す。

表1 線分の読み込み速度比較(P21)

Table 1 Reading speed comparison of lines (P21).

線分数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
10,000 本	5,984 KB	8.93 秒	1.72 秒	19.27%
50,000 本	30,767 KB	83.34 秒	10.17 秒	12.20%
100,000 本	61,773 KB	281.57 秒	20.27 秒	7.20%
500,000 本	317,415 KB	1	533.97 秒	-

表2 線分の読み込み速度比較(SFC)

Table 2 Reading speed comparison of lines (SFC).

線分数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
10,000 本	1,055 KB	0.64 秒	0.34 秒	52.34%
50,000 本	5,313 KB	3.97 秒	1.71 秒	43.10%
100,000 本	10,635 KB	9.78 秒	3.36 秒	34.36%
500,000 本	53,604 KB	58.90 秒	19.12 秒	32.46%

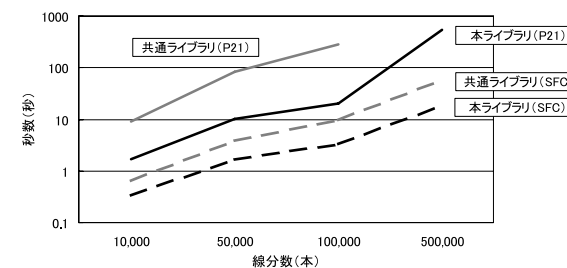


図8 線分の読み込み速度グラフ

Fig. 8 Graph of reading speed of lines.

(1) 処理速度に関する検証

P21形式およびSFC形式の入出力処理速度の性能検証を行った。ここでは、(a)線分数増加にともなう速度比較と、(b)折線数増加にともなう速度比較を行った。

(a) 線分数増加にともなう速度比較

線分フィーチャによる共通ライブラリと本ライブラリとの速度性能検証を示す。P21形式の読み込みに関する検証結果を表1と図8に、SFC形式の読み込みの場合を表2と図8に、P21形式の書き込みの場合を表3と図9に、SFC形式の書き込みの場合を表4と図9に示

表 3 線分の書き込み速度比較 (P21)

Table 3 Writing speed comparison of lines (P21).

線分数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
10,000 本	5,984 KB	2.78 秒	0.92 秒	33.05%
50,000 本	30,767 KB	38.62 秒	4.53 秒	11.73%
100,000 本	61,773 KB	155.88 秒	10.05 秒	6.45%
500,000 本	317,415 KB	2	55.80 秒	-

表 4 線分の書き込み速度比較 (SFC)

Table 4 Writing speed comparison of lines (SFC).

線分数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
10,000 本	1,055 KB	0.51 秒	0.27 秒	53.31%
50,000 本	5,313 KB	2.59 秒	1.41 秒	54.40%
100,000 本	10,635 KB	5.24 秒	2.67 秒	51.03%
500,000 本	53,604 KB	28.69 秒	13.12 秒	45.73%

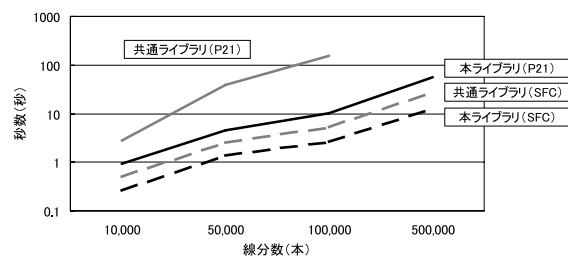


図 9 線分の書き込み速度グラフ

Fig. 9 Graph of writing speed of lines.

す。CAD/SXF の入出力に関して共通ライブラリと比較して、以下の点が明らかになった。

- 処理速度の大幅な向上を実現した。
- 大容量ファイルに対する処理時間の抑制を可能にした。

ファイルサイズが大きくなった場合、共通ライブラリは、等比数列的に処理時間が変化するのに対して、本ライブラリは等差数列的な処理時間の変化で処理可能である。これは、共通ライブラリがファイル読み込み時にメモリを多く使用しているため、PC に大きな負担がかかるからである。なお、本ライブラリで P21 形式において線分数 500,000 本で処理時間が極度に上昇（表 1 と表 3）しているのは、PC のメモリに負荷がかかり、処理限界に達し

表 5 折線の読み込み速度比較

Table 5 Reading speed comparison of polylines.

形式	折線数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
P21	10	17,551 KB	50.66 秒	6.59 秒	13.01%
	20	35,425 KB	128.98 秒	13.16 秒	10.20%
	50	90,514 KB	1	33.58 秒	-
	100	184,281 KB	1	119.75 秒	-
SFC	10	7,218 KB	26.35 秒	1.87 秒	7.09%
	20	14,543 KB	53.96 秒	3.71 秒	6.88%
	50	37,006 KB	145.61 秒	9.35 秒	6.42%
	100	75,095 KB	3,298.78 秒	18.51 秒	6.19%

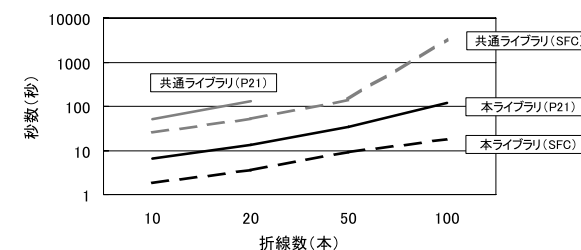


図 10 折線の読み込み速度グラフ

Fig. 10 Graph of reading speed of polylines.

たことにより生じた現象である。つまり、アルゴリズムの問題ではなく、PC の性能の問題である。

(b) 折線数増加にともなう速度比較

折線フィーチャによる共通ライブラリと本ライブラリとの速度性能検証を示す。P21 形式と SFC 形式の読み込みに関する検証結果（表 5 と図 10）、P21 形式の書き込みに関する検証結果（表 6 と図 11）をそれぞれの図表に示す。表中の折線数は、1 つの折線が 30,000 個の頂点で構成された折線フィーチャの数を表す。その結果、線分と同様に可変長でパラメータが変化するようなフィーチャについても、共通ライブラリに比べて、本ライブラリは飛躍的な向上を実現している。さらに、本ライブラリでは、SFC 形式の共通ライブラリよりも高速に P21 形式の入出力が可能である。

(2) 大容量ファイルに関する検証

P21 形式および SFC 形式の入出力可能なファイルの容量に関する性能検証を行った。表 7 に P21 形式および SFC 形式における入出力可能なファイル容量に関する性能を示す。表内

表 6 折線の書き込み速度比較

Table 6 Writing speed comparison of polylines.

形式	折線数	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
P21	10	17,551 KB	243.92 秒	3.97 秒	1.63%
	20	35,425 KB	507.27 秒	7.89 秒	1.56%
	50	90,514 KB	2	20.81 秒	-
	100	184,281 KB	2	56.63 秒	-
SFC	10	7,218 KB	711.01 秒	2.94 秒	0.41%
	20	14,543 KB	1,414.45 秒	5.71 秒	0.40%
	50	37,006 KB	3,534.09 秒	14.19 秒	0.40%
	100	75,095 KB	7,171.75 秒	28.28 秒	0.39%

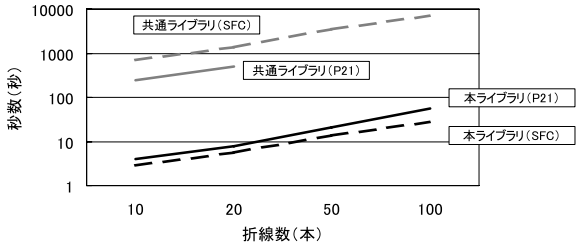


図 11 折線の書き込み速度グラフ

Fig. 11 Graph of writing speed of polylines.

表 7 入出力可能なファイル容量

Table 7 File capacity of I/O.

形式	ID	容量	共通ライブラリ		本ライブラリ	
			入力	出力	入力	出力
P21	A	215,734 KB	○	○	○	○
	B	324,346 KB	○	○	○	○
	C	432,963 KB	×	×	○	○
	D	540,634 KB	×	×	○	○
	E	649,253 KB	×	×	○	○
	F	757,356 KB	×	×	○	○
SFC	G	215,713 KB	○	○	○	○
	H	324,117 KB	○	○	○	○
	I	432,510 KB	○	○	○	○
	J	540,908 KB	×	×	○	○
	K	649,307 KB	×	×	○	○
	L	757,705 KB	×	×	○	○

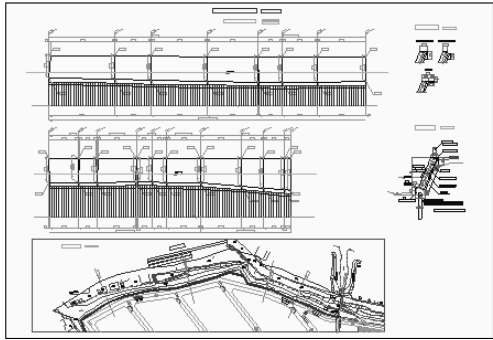


図 12 総合-ブロック積工詳細図

Fig. 12 Detailed figure of load block-construction.

の「○」は成功を表し、「×」は失敗を表す。この検証により、本ライブラリが共通ライブラリに比べて大容量ファイルの入出力に対応できていることが分かる。

(3) OCF 検定図面における性能検証

図 12 に示すような OCF 検定図面を用いて共通ライブラリと本ライブラリとの速度性能の検証結果を表 8 と図 13 に示す。その結果から、単純なフィーチャだけでなく、フィーチャが複合された複雑な CAD/SXF 図面についても高速に入出力できることが確認できた。

3.5 考 察

線分と折線、OCF 図面に関する処理速度の検証結果から、CAD/SXF 図面に関して数倍以上の処理速度の向上があり、特に P21 形式に関しては、時間差比率 1 桁で処理を行えることができた。そのため、共通ライブラリに比べ、本ライブラリが革新的な高速度で CAD/SXF の入出力が可能であることを確認した。また、表 7 から 757,705 KB のファイルについての入出力が実現できたことを確認した。電子納品では、CD-R で納品することが義務付けられている。CD-R に保持可能なデータの容量の入出力を実現できていることから、本ライブラリは、電子納品において十分な容量の CAD/SXF ファイルの入出力が可能である。

現在、OCF⁸⁾ に所属する 42 社の CAD ベンダが CAD/SXF ファイルを入出力可能な CAD ソフトウェアを開発している。各社は、共通ライブラリの課題を認識しながら、独自の入出力ライブラリの開発には至らなかった。その要因として、ライブラリ開発に必要な ISO 10303-21⁹⁾ の仕様の理解が困難であったことが考えられる。本ライブラリは、このよ

表 8 OCF 検定図面の読み込み速度比較
Table 8 Reading speed comparison in OCF authorization.

形式	ID	ファイル名	容量	共通ライブラリ	本ライブラリ	時間差比率
P21	A	基準-基本図形群	1,382 KB	14.56 秒	0.86 秒	5.91%
	B	基準-色・線種	842 KB	7.23 秒	0.62 秒	8.58%
	C	基準-名称境界データ	507 KB	13.19 秒	0.45 秒	3.41%
	D	総合-污水推進路線横断面図	1,957 KB	16.40 秒	1.21 秒	7.38%
	E	総合-道路施設構造図	1,128 KB	11.42 秒	0.86 秒	7.53%
SFC	A	基準-基本図形群	217 KB	0.59 秒	0.29 秒	49.15%
	B	基準-色・線種	212 KB	0.65 秒	0.21 秒	32.31%
	C	基準-名称境界データ	144 KB	0.58 秒	0.15 秒	25.86%
	D	総合-污水推進路線横断面図	417 KB	1.09 秒	0.43 秒	39.45%
	E	総合-道路施設構造図	213 KB	0.72 秒	0.16 秒	39.45%

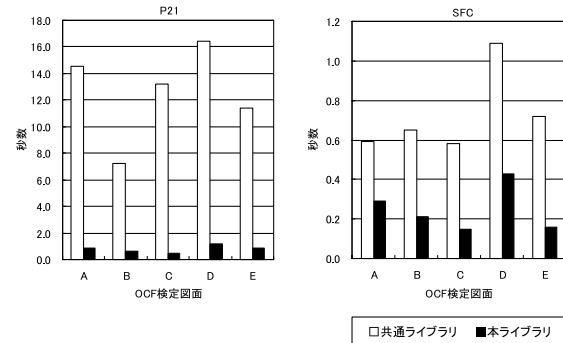


図 13 OCF 検定図面の読み込み速度比較
Fig. 13 Reading speed comparison in OCF authorization.

うな CAD ベンダのニーズを満たしたことで、8 社の CAD ソフトウェアに導入されるという成果をあげている。また、国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2005¹⁰⁾ の目標 4 に記載されている「CAD データ交換標準の改良による情報交換の効率化」といった課題も克服しており、本ライブラリの社会的貢献は非常に大きいと考えられる。

4. SXF Ver.3.0 対応同一性判別モジュールの開発

4.1 要件仕様

SXF Ver.3.0 に対応した CAD/SXF データの同一性判別モジュールの開発を行う。Logical

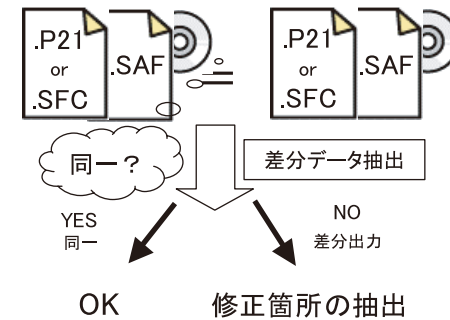


図 14 SXF Ver.3.0 対応同一性判別モジュールの構想
Fig. 14 Plan of identity determination module for SXF Ver.3.0.

Smart の既存の同一性判別機能では、SXF Ver.2.0 が扱う幾何情報のみに対応していた。しかし、SXF の最新バージョンである SXF Ver.3.0 では、幾何情報に加えて属性情報も保持していることから、属性情報の同一性判別のニーズが高まっている。そこで、本研究では、既存の幾何情報の同一性判別に加えて、属性情報の同一性判別モジュールを新たに開発する。本機能では、SXF の最新バージョンである Ver.3.0 に対応した 2 つの CAD/SXF データの意味解析をすることに加えて、属性情報 (SAF ファイル形式) を考慮した CAD/SXF データの同一性判別を実現する。また、SXF Ver.3.0 から新たに追加された図面表題欄フィーチャの同一性判別も行う。SXF Ver.3.0 対応の同一性判別モジュールが満たすべき要件仕様を次に示す。

- 属性ファイル (SAF) の入出力。
- 図面表題欄フィーチャの論理的な差分比較。
- 属性情報と幾何要素との対応付け。
- 属性情報の論理的な差分比較。
- 属性情報を付加した差分情報の出力。

SXF Ver.3.0 対応の同一性判別モジュールの構想を図 14 に示す。本モジュールの入力データは、CAD/SXF の幾何情報を保持した P21 ファイルと SFC ファイル、そして属性情報を保持した SAF ファイルである。本モジュールの処理によって、同一性判別結果が得られる。また、差分が存在した場合、差分箇所の詳細情報が出力される。

4.2 同一性判別モジュールの概要

本研究では、前節の要求仕様を満たした SXF Ver.3.0 対応の同一性判別モジュールの研

究開発を行う．本モジュールでは，2 つの CAD/SXF データに差分が存在する場合，差分情報を任意の形式で出力することができる．差分ファイルとしては，SFC 形式，HTML 形式，CSV 形式の 3 つの形式がある．また，本モジュールでは，CAD や電子納品ツールへの組み込みを想定して，差分情報のメモリ渡し機能を実装する．本機能は，(1) 属性情報の入出力，(2) 図面表題欄の同一性判別，(3) 属性情報を考慮した幾何情報の対応付け，(4) 属性情報の同一性判別，(5) 差分情報の出力，といった 5 つの機能により構成される．以下に，本機能の詳細を説明する．

4.3 同一性判別モジュールの詳細

(1) 属性情報の入出力

本機能では，属性情報を格納する SAF ファイルの入出力を行う．SAF ファイルは，XML 形式で定義される．XML の構文解析を行う API としては，DOM と SAX があげられる．本機能では，同一性の判別処理での利便性を考慮して，独自に定義したデータ構造に属性情報を展開する．そこで，本モジュールでは，リソースを有効利用するために，SAX を用いて SAF ファイルの入出力を行う．

(2) 図面表題欄の同一性判別

本機能では，図面表題欄の同一性判別を行う．図面表題欄フィーチャは，SXF Ver.3.0 から新たに追加されたフィーチャで，CAD/SXF ファイル中に図面管理情報として幾何図面とは別に保持する情報を扱うことができる．図面表題欄フィーチャは，1 つの図面に対して 1 つだけ定義される．したがって，比較する一方の図面において，図面表題欄フィーチャが定義されていない場合は「追加」もしくは「削除」の差分結果を出力する．図面表題欄フィーチャ間の比較において，パラメータに差分が検知された場合は，「変更」の差分結果とその差分情報を出力する．図面表題欄のマッチングでは，表 9 に示す比較項目を使用し，各パラメータで差分が生じた場合は，すべて「変更」という結果で検出される．なお，比較項目で「変更」に加えて「追加」や「削除」を指定することで，パラメータごとに「追加」や「削除」，「変更」で差分を検出できる．

(3) 属性情報を考慮した幾何情報の対応付け

本機能では，属性情報を考慮した幾何要素間の対応付けを行う．既存の Logical Smart では，2 つの図面における各幾何要素を 1 対 1 に対応付けることで，論理的なマッチングを実現する．CAD/SXF では，複合図形定義フィーチャを使用することで，複数の幾何要素をグループ化することができ，それを配置することで階層構造を表現できる．そのため，幾何要素の対応付けにおいては，まずグループ間における対応付けを行う必要がある．既存

表 9 図面表題欄の比較項目
Table 9 Parameters of drawing title.

パラメータ	差分結果
P_Name	変更
C_Name	変更
C_type	変更
D_title	変更
D_Number	変更
D_type	変更
D_Scale	変更
D_Year	変更
D_Month	変更
D_Day	変更
C_Contractor	変更
C_Owner	変更

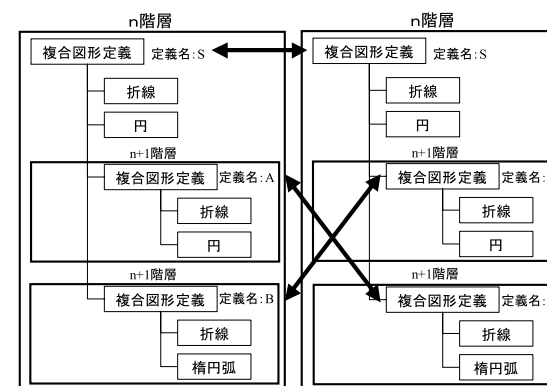


図 15 定義名による 1 対 1 の対応付け

Fig. 15 One-to-One association by name of definitions.

の Logical Smart では，図 15 に示すように，複合図形定義フィーチャのパラメータである「定義名」により 1 対 1 の対応付けを行っている．

SXF Ver.3.0 においては，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 CAD/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，幾何要素のグループ化同様に，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

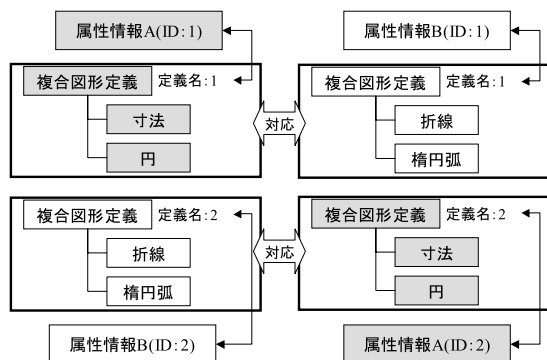


図 16 グループ内の要素の対応付け

Fig. 16 Association of geometric data in groups.

の「定義名」として「図形識別番号」を設定する。そのため、既存の Logical Smart と同様に、「定義名」を用いて対応付けを行った場合、「図形識別番号」のみの変更により、図 16 に示すように正確なグループ間の対応付けが行われず、その結果、そのグループ内の要素の対応付けが行えない。これは、同じ内容の CAD/SXF ファイルであっても、識別番号については変更の可能性があるためである。そのため、単に複合図形定義の名称でファイル間のフィーチャの対応付けを行うことはできない。本手法では、識別番号の複合図形定義名称でまとめられているフィーチャのグループを 1 度分解することで、従来のようなフィーチャの 1 対 1 対応をとることができる。

そこで、本機能では、まず、図 17 に示すように、メモリ上に展開した幾何情報から属性情報の付加を目的として使用される複合図形定義フィーチャを除去し、複合図形定義フィーチャが保持する「図形識別番号」を定義内の各フィーチャに付加する。これにより、既存の Logical Smart のマッチング部を修正することなく、論理的な図面の比較が実現する。

属性情報の比較においては、まず、幾何要素を 1 対 1 に対応付けた後、要素に付加された「図形識別番号」から属性情報を参照する。そして、参照した各属性情報を次項で説明する手法を用いて属性情報の比較を行う。属性情報の比較は、1 対 1 に対応付けられた要素に対して行うため、属性情報に差分が検出された場合は「変更」として判別結果を出力する。属性情報に差分が検出される条件として、以下の 2 つのパターンがある。

- 片方の幾何要素に属性情報が付加されていない。
- 各幾何要素に付加された属性情報に差分が存在する。

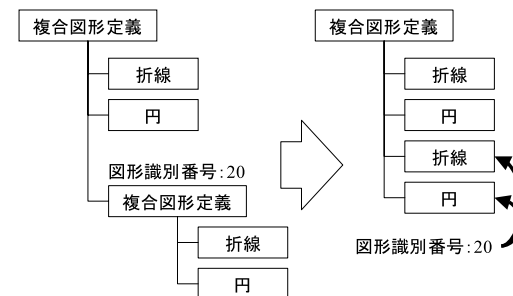


図 17 図形識別番号の付加による対応付け

Fig. 17 Association by adding figure-identifying number.

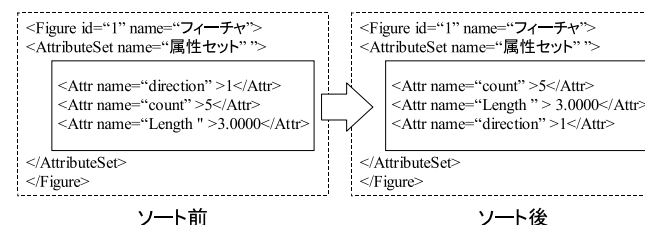


図 18 name 属性を用いたソート

Fig. 18 Sorting by name attribute.

(4) 属性情報の同一性判別

属性情報では、「AttributeSet」、「AttrGroup」、「TargetSet」タグ³⁾を使用することで、階層構造を表現できる。本機能では、各タグが持つ「name」属性を使用し、各階層における対応付けを行うことで、論理的な比較を実現する。また、各属性を 1 対 1 に対応付ける場合、既存の Logical Smart における要素の対応手法を活用することで高速な差分比較を実現する。マッチング手法として、まず、図 18 に示すように、同一階層の属性タグを「name」属性に格納される文字列の長さを用いて昇順にソートする。次に、図 19 に示すように「name」属性値の文字サイズをもとに、図面間における属性タグの探索を行う。

比較元と比較対象の「name」属性値の文字サイズが同一の場合は、属性タグ内の各属性値の比較を行う。この比較において、各属性値が同一と判別される場合、比較した属性タグが同一と確定され、比較元の次の属性タグの比較に移行する。非同一定と判別される場合は、

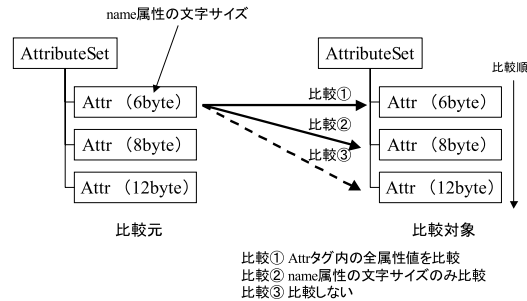


図 19 name 属性を用いたマッチング
Fig. 19 Matching by name attribute.

比較対象の次の属性タグとの比較に移行する。比較元の「name」属性の文字サイズが比較対象より大きい場合、属性タグ内の各属性値の比較を行わず、比較対象の次の属性タグの比較に移行する。比較元の「name」属性の文字サイズが比較対象より小さい場合、属性タグ内の各属性値の比較を行わず、比較元の次の属性タグの比較に移行する。

上記の処理において、同一と確定されない属性タグが存在する場合、属性間に差分が検出されたことになる。

(5) 差分情報の出力

本機能では、同一性の判別処理で検出された差分情報の出力を行う。既存の Logical Smart が判別結果として出力する SFC 形式、HTML 形式、CSV 形式の各差分ファイルに加えて、属性情報に関する差分情報を付加する。SFC 形式の出力時においては、差分が検出された属性情報を格納する SAF ファイルの出力も行。HTML、CSV 形式の出力時においては、幾何情報に差分が検出された要因が属性であることを示す情報を表示する。また、本機能では、外部システムへの組み込みを想定して、差分情報のメモリ渡しを行う。外部システムに提供する差分情報を表 10 に示す。

まず、「判別結果」として、図面間において 1 対 1 に対応付けられない要素については「追加」か「削除」、対応付けられたが差分が検出された要素については「変更」を示す情報を出力する。属性情報については、要素の対応付けが行われた場合にのみ差分比較が行われる。したがって、属性情報に差分が検出された場合、「判別結果」として「変更」が出力される。次に、「要素 ID」として、CAD/SXF データ内において各要素に割り当てられる ID を出力することで、出力した差分情報と CAD/SXF データ内の要素との対応付けを可能とする。

表 10 外部システムに提供する差分情報
Table 10 Difference information for external system.

項目	詳細
判別結果	「追加」、「削除」、「変更」
要素 ID	CAD/SXF ファイル内の要素に割り振れる ID
要素情報	要素情報の各パラメータの情報
差分箇所	差分が検出されたパラメータ ID

線分フィーチャ

パラメータ	型	説明	連番を割り当て
Layer	int	レイヤコード	ID:1
Color	int	色コード	ID:2
Type	int	線種コード	ID:3
line_width	int	線幅コード	ID:4
start_x	double	始点X座標	ID:5
start_y	double	始点Y座標	ID:6
end_x	double	終点X座標	ID:7
end_y	double	終点Y座標	ID:8

SXF Ver.3.0仕様書より抜粋

図 20 パラメータ ID の割当て

Fig. 20 ID numbers allocated to parameters.

さらに、差分が検出された要素の幾何情報を共通ライブラリの入出力用の構造体としてメモリ出力することができる。そのため、外部システム側で差分が検出された CAD/SXF データ内の要素の対応付けを効率良く行うことができる。最後に、「差分箇所」として、差分が検出されたパラメータを示す ID を出力する。パラメータ ID としては、図 20 に示すように、SXF の仕様書における各要素のパラメータの定義順に連番を割り当てた値を提供する。

4.4 実証実験

SXF Ver.3.0 対応の同一性判別モジュールの有用性を検証するために、SXF Ver.3.0 データの属性情報の目視による同一性の判別と本モジュールによる同一性の判別を行い、その結果を比較した。実験には、実務レベルで用いられている図面を利用した。この図面に対して、属性情報に修正を加え、被験者に元の図面と修正を加えた図面の差分を目視によって検出させることを試みた。被験者数を 20 人とし、加えた修正の数を 10 カ所とした。目視での属性情報の差分検出に関しては、被験者が差分をすべて検出できないケースもあると

表 11 差分検出時間
Table 11 Time required for data comparison.

目視による差分検出平均時間	Logical Smart による差分検出時間
300 秒	1 秒

表 12 差分検出数
Table 12 Number of detected difference.

目視による差分検出平均数	Logical Smart による差分検出数
4.1 力所	10 力所すべて

考え、制限時間を 5 分として実験を行った。また、目視による属性情報の差分の検出には、国土交通省より無償で提供されている SXF ブラウザを利用した。差分検出に要した時間の結果を表 11 に示す。また、検出した差分のフィーチャ数に関する結果を表 12 に示す。実験結果として、本モジュールにより、検出時間の大幅な短縮と判別精度の向上が図られた。また、属性情報の同一性判別の優位性は、幾何情報を対象とした場合より顕著に結果として現れた。これは、属性情報の同一性判別には、文字情報を見比べる必要があることと、1 つの幾何要素に対して複数の属性情報が付加されることによると考えられる。

4.5 考 察

実証実験の結果から、属性情報を保持した CAD/SXF データの同一性判別に本モジュールを用いると、飛躍的な時間短縮や業務の効率化を可能にし、さらにヒューマンエラーなどによる CAD/SXF データの品質の低下を防止できることが分かった。また、本実験は、1 つの図面で計測を行ったが、実務では複数の図面が使われ、修正箇所も多数になると考えられるため、その効果は非常に大きい。

現在、SXF Ver.2.0 の同一性判別システム「Logical Smart」は 7 社、本研究により開発された SXF Ver.3.0 の同一性判別モジュールも数社の導入が予定されており、このことから本モジュールのニーズの高さが分かる。また、国土交通省は、CAD 図面の表記標準化を目的に、CAD 製図基準（案）¹¹⁾ に従った形式で CAD 図面を納品することを定めており、「CAD データ交換フォーマットは原則として SXF (P21) とする」と明記されている。また、電子納品運用ガイドライン（案）¹²⁾ にも、「今後は、図面の電子納品を義務付ける」と明記されている。このような電子図面の表記標準化の流れにおいて、国土交通省だけでなく、農林水産省、厚生労働省、防衛施設庁、その他省庁、そして地方自治体において CAD/SXF を活用する取り組みが浸透しつつある。このような CAD/SXF の浸透によって、今後 CAD/SXF データの同一性判別のニーズは増加することが予想され、本モジュールの

利用価値はさらに高まると考えられる。

5. 開発システムの Logical Smart への組み込み

本研究では、SXF Ver.3.0 対応入出力ライブラリと同一性判別モジュールの 2 つのシステムの開発を行った。それらのシステムの実運用に向けて、筆者らが開発した CAD/SXF データ同一性判別システム（Logical Smart）への組み込みを行った。本研究による 2 つの開発システムの組み込みによって、既存の Logical Smart の入出力処理速度の向上と SXF Ver.3.0 データが保持する属性情報を含めた同一性の判別を実現した。このライブラリとモジュールの 2 つを組み込んだ Logical Smart を以後、Logical Smart for SXF Ver.3.0 と呼称する。なお、動作環境の検証として、Microsoft 社の最新の OS である Windows Vista でも正常に動作することを確認した。

CAD/SXF データの幾何情報に加えて属性情報の同一性判別が可能になったため、建設 CALS/EC に関する業務内での応用の可能性が広がった。Logical Smart for SXF Ver.3.0 の応用事例として、次の事例（図 21）が考えられる。

建設業のライフサイクルにおいて、受発注者間で CAD データのやりとりが頻繁に行われる。その中で、受注者から納品された修正データが、発注者の指示書どおり修正されているかどうかを確認するのは非常に手間がかかる。これまでは、それらを自動ではなく、人が目視によってチェックしていた。SXF Ver.3.0 からは、SAF ファイルに記述された属性情報のチェックも必要になるため、その作業量は膨大になるという問題がある。そこで、Logical Smart for SXF Ver.3.0 を用いて前回納品データと新しい修正データの差分を出力することで、幾何情報と属性情報の修正箇所の検査を容易に行うことができる。また、受注者が、CAD データの納品前のチェックにも Logical Smart for SXF Ver.3.0 を役立てることができる。

6. おわりに

本研究では、CAD/SXF データの処理効率の向上を目的に、SXF Ver.3.0 対応の入出力ライブラリと同一性判別モジュールの開発を行った。また、開発システムの有用性を検証するために実証実験を行い、その効果を確認した。さらに開発システムを Logical Smart に組み込むことで、処理速度の向上と属性情報の同一性判別を実現した。本研究で開発したシステムは、建設 CALS/EC の推進という社会的課題の克服を促進させ、今後の電子政府推進事業の原動力になると考える。

今後、CAD/SXF データが地形、市街地、道路や河川の情報を扱うことを目的に、ラス

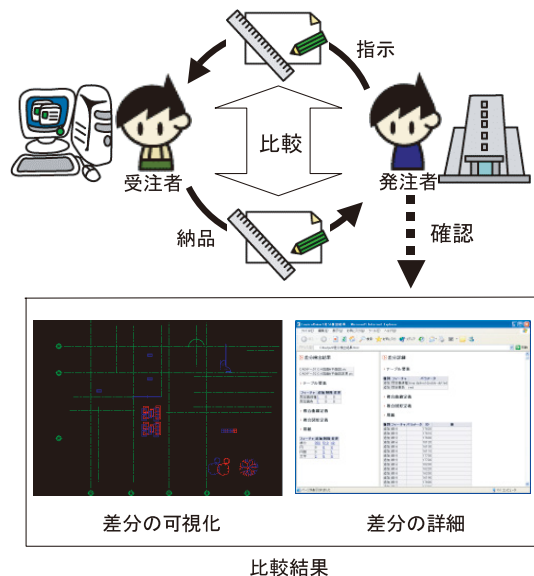


図 21 SXF Ver.3.0 データ修正時のチェック

Fig. 21 Check of SXF Ver.3.0 data after correcting.

タデータの利用の増加が予想される．そのため，イメージデータの同一性判別が課題になると考えられる．

また，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は非常に重要¹³⁾ となる．CAD/SXF においても，3 次元データへの対応が予定されている．本研究では，SXF のバージョンアップに合わせて，今後は 3 次元データの入出力や同一性判別を実現するためのシステムの開発を行っていく予定である．

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からご助言を賜った．また，JST（科学技術振興機構）の 2006 年度シーズ発掘試験の助成を受けた．ここに記して，感謝の意を表します．

参 考 文 献

- 1) ISO 10303-202, Industrial Automation System and Integration — Product Data Representation and Exchange — Part202: Application Protocol: Associative

Draughting, International Organization for Standardization (1994).

- 2) 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>
- 3) 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>
- 4) 南 佳孝，田中成典，古田 均，北川悦司：CAD データ同一性判別システムの開発，e-Japan 電子政府の実現に向けて建設業界のためのデータモデル，pp.174–181, 工学社（2003）.
- 5) 物部寛太郎，田中成典，古田 均，榎山武浩：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）.
- 6) 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 対応共通ライブラリ仕様書，日本建設情報総合センター（2001）.
<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFDocDownload.htm>
- 7) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路基盤データ交換属性セット（案）第 1 版，国土交通省（2006）.
- 8) オープン CAD フォーマット評議会，田中成典，青山憲明，加治屋昇，楠 達夫，佐藤郁，村上 斉，西木也寸志，大角智彦，大野 聡：SXF 技術者検定試験公式ガイドブック，建通新聞社（2005）.
- 9) ISO 10303-21, 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).
- 10) 国土交通省：国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2005，国土交通省（2006）.
- 11) 国土交通省：CAD 製図基準（案），国土交通省（2004）.
- 12) 国土交通省：電子納品運用ガイドライン（案），国土交通省（2004）.
- 13) 古田 均，三上市蔵，田中成典，益倉克成：建設業界のための 3 次元情報，山海堂（2006）.

（平成 19 年 12 月 21 日受付）

（平成 20 年 2 月 9 日採録）

（担当編集委員 浦本 直彦）



榎山 武浩

1983 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、同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、現在に至る。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 GIS』、『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 KSVE 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。



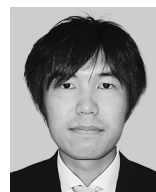
古田 均

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 年同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。工学博士。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、ソフトコンピューティングの構造設計・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』、『伝統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。



物部寛太郎（正会員）

1978 年生。2002 年関西大学総合情報学部卒業。2004 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。2007 年同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。博士（情報学）。2006 年宮城大学事業構想学部助手。2007 年助教、現在に至る。GIS、CAD 等の研究に従事。2005～2006 年（株）関西総合情報研究所。著書に『基礎からわかる GIS』、『Eclipse で学ぶ Java 入門』、『Visual C++ .NET 入門』等多数。土木学会、GIS 学会各会員。



杉町 敏之（学生会員）

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 年同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。博士（情報学）。2008 年甲南大学知的情報通信研究所博士研究員、現在に至る。画像処理、CAD 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。