

デジタルコンテンツの将来を担う計算機基盤技術

伊藤 貴之¹⁾ 小山田 耕二²⁾

1) 京都大学 学術情報メディアセンター

2) 京都大学 高等教育研究開発推進センター

1) 日本アイ・ピー・エム(株)東京基礎研究所と兼任

Computer Infrastructure Technologies for the Future of Digital Contents

Takayuki ITOH, Koji KOYAMADA E-mail: itot@computer.org

1) Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

2) Center for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University

アブストラクト

デジタルコンテンツ技術の歴史は、必ずしも計算機とともに歩んでいるとは限らない。しかし昨今の計算機基盤技術の発展が、デジタルコンテンツ技術に大きな影響を与えている事例は数々ある。このことから、デジタルコンテンツ技術のさらなる普及と発展のためには、デジタルコンテンツ制作者も計算機基盤技術に精通しておいて損はない、と考えられる。本論文では非常に多種にわたる計算機基盤技術の中から、XML、電子透かし、Web サービス、グリッドコンピューティングを題材にして、これらの技術の概要を述べるとともに、今後のデジタルコンテンツ技術との関連性について議論する。

キーワード: デジタルコンテンツ、XML、メタデータ、電子透かし、Web サービス、グリッドコンピューティング

1. はじめに

デジタルコンテンツ技術の歴史は、必ずしも計算機とともに歩んでいるとは限らない。例えば音楽情報データの代表的な規格である MIDI [1] は、計算機が音楽を本格的に扱っていなかった 1980 年代初頭に生まれ、計算機よりも主に電子楽器とともに発展した。その歴史的背景のせいだろうか、デジタル音楽に精通した制作者が、必ずしも計算機を得意とするとは限らない、という状況を耳にすることが時々ある。

音楽や美術などを対象とした芸術系学部学科の教育現場で、最近になって計算機が多用されるようになったらしい。当然ながらその教育内容の多くは、芸術制作用の音楽処理、映像処理などを中心とした「目に見える技術」であり、計算機環境の基盤を支える「目に見えない技術」にまで教育内容が及んでいるケースは多くないと推察できる。

このように、デジタルコンテンツの制作者にとって、必ずしも計算機基盤技術の知識は、身近であるとは限らないように思われる。しかし今後、デジタルコンテンツと計算機基盤技術の関係はますます密接になり、デジタルコンテンツ制作者も計算機基盤技術に精通して損はないという時代がくるかもしれない、というのが本論文の主題である。

デジタルコンテンツの計算機上での技術的課題が浮き彫りになった動機のひとつに、2000 年ごろのナップスター [2] を初

めとするコンテンツ交換型ウェブサイトの普及が挙げられる。ナップスターはしばしば、デジタルコンテンツの海賊コピーを助長する悪者サイトのように寸評された。これが動機となって、デジタルコンテンツの著作権管理などの議論も活性化された。しかしある調査によると、ナップスター上の違法コンテンツは 90% 『しかなかった』そうである。逆に言えば 10% のコンテンツは、例えば無名アーティストが自分の制作した音楽や映像を公開するなど、合法的な用途で公開されていた、ということが言える。つまりコンテンツ交換ウェブサイトは必ずしも悪者ではなく、むしろ合法的な運用がデジタルコンテンツの発展に寄与できる側面ももっているはずである。

ナップスターの繁栄の鍵は、計算機アーキテクチャにあったといえる。サーバーに情報やコンテンツを一極管理する従来のクライアント・サーバー型アーキテクチャと大きく異なり、ナップスターはクライアントに配置されたコンテンツの交換を可能にする「ピア・ツー・ピア」というアーキテクチャによって構築された。この仕組みにより、エンドユーザーは気軽に手元のコンテンツを開放することが可能になった。この技術がナップスターの繁栄を築いた、といっても過言ではないだろう。

ピア・ツー・ピアに限らず、新しい計算機基盤技術が、デジタルコンテンツの普及に新しい潮流を生むような事例は、今後も多々あると予想される。よって、デジタルコンテンツ制作者が計算機基盤技術を理解し、その技術的価値を意識しながらコ

コンテンツ制作に取り組むことで、デジタルコンテンツ業界のさらなる発展につながる可能性もあるだろう。

本論文では、最近発展している計算機基盤技術のいくつかを解説し、それがどのようにデジタルコンテンツの分野に貢献できる可能性があるか、について議論する。具体的には、XML、電子透かし、Web サービス、グリッドコンピューティング、などの各技術の概要を解説するとともに、これらの技術のデジタルコンテンツとの関連性について事例をあげながら検討する。

2. XML

本章では、デジタル文書の新しい標準書式であるXMLについて概要を紹介し、そのデジタルコンテンツ技術への貢献例としてメタデータ技術について紹介する。

2.1 XML の概要

本論文の読者の中にも、Web ページを制作するためにHTML ファイルをテキストエディターで作成した、という経験のある人は少なくないであろう。HTML はインターネットを経由して文字情報や画像等を転送し、Web ブラウザ上でレイアウトされた状態で表示するために設計された記述書式である。画面上のレイアウトを指定するために、HTML 文書中にはタグと呼ばれる記号が挿入される。タグにはレイアウトを指定するためのキーワードが記述される。

この書式を一般化して、Web ブラウザ上でのレイアウトに限定せず、一般的なテキストデータの記述書式として規定したものがXML[3,4]である。XMLの例を図1に示す。HTMLのタグには、Web ブラウザが解釈できる固定的なキーワードだけが用いられていたのに対して、XML ではデータ内容、ソフトウェア構成などに応じて自在にタグを定義することができる。

```
<author-list>
  <author>
    <name> 伊藤貴之 </name>
    <office> 学術情報メディアセンター </office>
    <hobby> 音楽 </hobby>
  </author>
  <author>
    <name> 小山田耕二 </name>
    <office> 高等教育研究開発推進センター </office>
    <hobby> 野球 </hobby>
  </author>
</author-list>
```

図1 XML 文書の例

Web ブラウザにさえ理解してもらえれば目的を果たしたと言えるHTMLとは異なり、XMLはできる限り多くのソフトウェアに活用されることを目指して、以下のような観点から設計されている。

- XML 文書記述のための文法は、詳細にわたるまで規定され

て、その標準化が進んでいる。また、非常に多種のXML関連ソフトウェアが、その標準に沿って開発されている。これにより、同一文書を非常に多種のソフトウェアで共有することができる。

- タグを自由に拡張できるので、自在な用途およびアプリケーションに適用できる。
- XML 文書そのものだけでなく、XML 文書のデータ構造を記述する方法もある。よって、はじめてそのXML 文書を読むソフトウェアも、あらかじめその文書のデータ構造を与えておくことで、XML 文書のデータ構造を理解することが容易になる。

デジタルコンテンツの中でも、テキスト形式での保存が可能であるコンテンツにおいて、コンテンツ自体をXML形式で記述するための標準化が進められている。例えば2次元グラフィックスにおいてはSVG (Scalable Vector Graphics) [5]が、3次元グラフィックスにおいてはX3D[6]が、XML形式でコンテンツを記述する書式として知られている。

しかし、それ以外の多くのデジタルコンテンツでは、静止画にせよ動画にせよ音声にせよ、それ自体はバイナリ形式で記述されており、コンテンツ自体をXMLで記述することは難しい。このようなコンテンツにおいては、コンテンツ自体よりも、コンテンツへの付随情報をXMLで記述する事例が増えている。2.2節では、その代表例であるメタデータについて概説する。

2.2 XML を用いたメタデータの記述

インターネットを活用するときに、まずは検索エンジンで情報を収集してから...という手順で活用することは多いであろう。インターネットの情報の大海の中で、検索エンジンをはじめとする情報収集技術は、インターネットに埋もれる有益な文字情報を掘り起こす重要な道具として普及した。もしデジタルコンテンツも同様に、検索エンジンを用いて探し出すことができれば、例えば「ピアノ独奏のMP3を集めたい」「アクション映画のMPEGを集めたい」というような収集家にとって極めて便利であろう。しかし検索エンジンが対象とする情報は、主としてHTMLやPDFなどに記録された文字情報である。デジタルコンテンツの中でも画像や音声などのバイナリ形式のコンテンツは、それ自体は検索エンジンの対象にならない。デジタルコンテンツのさらなる普及のためには、バイナリ形式のコンテンツを検索するための技術が待ち望まれる。

これらのデジタルコンテンツを効率よく蓄積・収集するための手段として、メタデータ技術が注目されている。メタデータとは、デジタルコンテンツに対して、その特徴となるキーワードを抽出し、そのキーワードが検索対象となるようにデジタルコンテンツに付随させる技術である。例えば、画像であればその中に登場する背景やキャラクターの情報、音楽であればその旋律やリズムの特徴、動画であればそのストーリーやハイライト場面の時刻と内容、などをキーワードにして付随させれば、そのコンテンツの要約的内容が検索可能になる、というものである(図2参照)。

ところで、インターネットのようなオープンな環境でメタデ

ータを活用する場合、重要な点はその表記方法を共有することである。2.1章で紹介したXMLは、以下の観点から、メタデータの表記に最も向いている文書形式と考えられる。

- 検索エンジンのみならず、インターネット上の非常に多くのソフトウェアによって生成・解読できる。
- メディアの種類やアプリケーションの種類に応じて自在にタグやデータ構造を規定できる。

XMLを利用したメタデータの生成および解読技術は、今後のデジタルコンテンツの分野において積極的に普及するものと考えられる。最も組織的にメタデータを標準化しようとする動きのひとつに、MPEG-7 [7]があげられる。MPEG-1,2,4といった先行標準が、コンテンツの圧縮技術や転送技術などを扱っていたのに対して、MPEG-7はコンテンツのメタデータ記法に集中して議論が進んでいる。

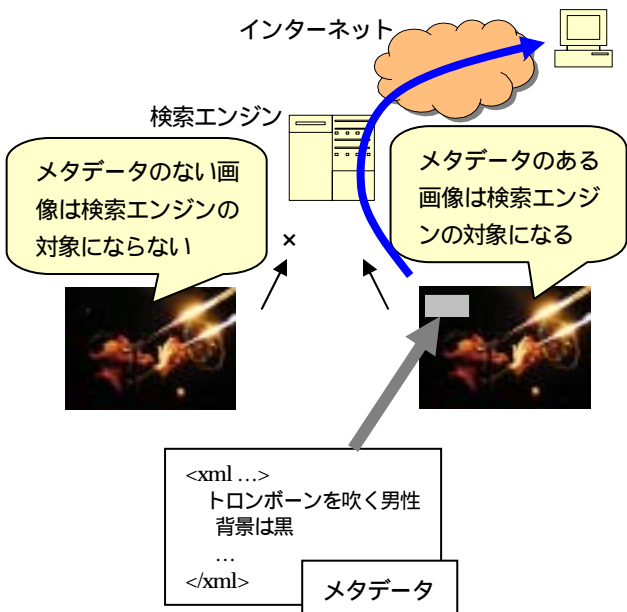


図2 メタデータによるデジタルコンテンツの記述

なお蛇足かつ当然のことながら、メタデータの技術さえ発達すれば、手持ちのデジタルコンテンツが多くの人に検索してもらえる、とは限らないことを注釈したい。HTMLを初めとする文字情報のコンテンツにおいても、多くの制作者は、各自の制作物が検索されやすいように戦略的にキーワードを選んで制作を進めている。また検索エンジンサイトに一定料金を払う代わりに、エンジンに検索されやすくなるような措置を図ってもらう、というビジネスもある。デジタルコンテンツの分野においても同様に、有効なキーワード選びがメタデータの効果を高めることも考えられるし、また検索エンジンサイトによるビジネスに発展するケースも考えられるであろう。

また本論文では、検索エンジンを例題にしてメタデータの効果を説明したが、それ以外にもデジタルコンテンツの流行分析、地域活性化情報提供、学術情報蓄積、障害者むけ情報提供、電子商取引、など多くの目的に適用可能であると考えられる。

3. 電子透かし

デジタルコンテンツの最大の長所のひとつは、アナログデータと違って損失のない複写が可能な点である。この長所は、生産性の高さ、保存性の高さ、などの恩恵をもたらしている。しかしその反面、第三者による盗用を助長するという問題点も抱えている。第三者による盗用を警告する有効な手段として、電子透かしと呼ばれる技術の研究が進んでいる[8]。電子透かしの主な対象として、静止画、動画、音楽、また最近ではCGの入力データであるポリゴンデータや曲面データにも適用されている。本章では、電子透かしの原理と、電子透かしに用いられてきたコンテンツへの情報埋め込み技術の新たな展開について紹介する。

3.1 電子透かしの原理

電子透かしの原理は以下の通りである(図3参照)。まず制作者は、著作権情報などの記述を用意し、これを暗号化する。暗号化には入手困難な鍵が用いられており、視聴者の利用する再生ソフトウェア等に同梱された鍵でないと復号化できないようになっている場合が多い。続いて暗号化された情報を、制作者のデジタルコンテンツに埋め込む。埋め込み方法には、コンテンツが表現する色や音を(人間が気づかない程度に)微量だけ変換する方法を用いることが多い。このコンテンツを視聴者に配布された再生ソフトウェア等で逆変換することで、制作者が埋め込んだ情報を復元できる。復元された情報は暗号となっており、これを再生ソフトウェア等に同梱された鍵を用いた復号化することで、著作権情報などの記述を得る。もしコンテンツに盗用などがあった場合には、盗用した制作者と盗用された制作者の両者の著作権情報などが表示される場合がある。この表示が、盗用に対する一種の警告として機能する。

ここで、なぜ著作権情報などの情報をデジタルコンテンツのタイトル情報などに埋め込むだけでは不十分なのか、デジタルコンテンツの色や音を変えてまでコンテンツ本体に埋め込む必要があるのか、という点を論じる。

デジタルコンテンツの盗用は、コンテンツ全体を盗用するとは限らない。例えば動画や音声のワンシーンだけを盗用するか、静止画の顔だけを盗用する、といった部分的な盗用も考えられる。このような盗用に対しても埋めこまれた情報を復元できるように、電子透かし技術では、情報をコンテンツ全体に反復的に埋め込むことを可能にしている。これにより、コンテンツの任意の一部を切り取って盗用しても、その一部分から埋め込まれた情報を抽出することが可能になる。さらに、その一部分に対して画質や音質を変える処理が施されていたとしても、ある程度の処理に対して埋め込まれた情報の耐久性を確保している。

また電子透かしは、デジタルコンテンツの画像や音声などの本体に情報を埋め込むことで、コンテンツがデジタルデータとしての複写性を失った後も、埋めこまれた情報の復元を可能にしている。例えば、デジタル制作された音声がかセットテープ等のアナログ媒体に記録された後、あるいはデジタル制作され

た画像がカメラ等のアナログ媒体に記録された後も、埋め込まれた情報を復元することは、ある程度可能である。

さらに、コンサート会場などのライブ音源にリアルタイムで電子透かしを適用する技術も報告されている[9]。この技術は、録音機材の持ち込みが禁止されているコンサートでの海賊録音版を検出する、などの目的に有用であると思われる。

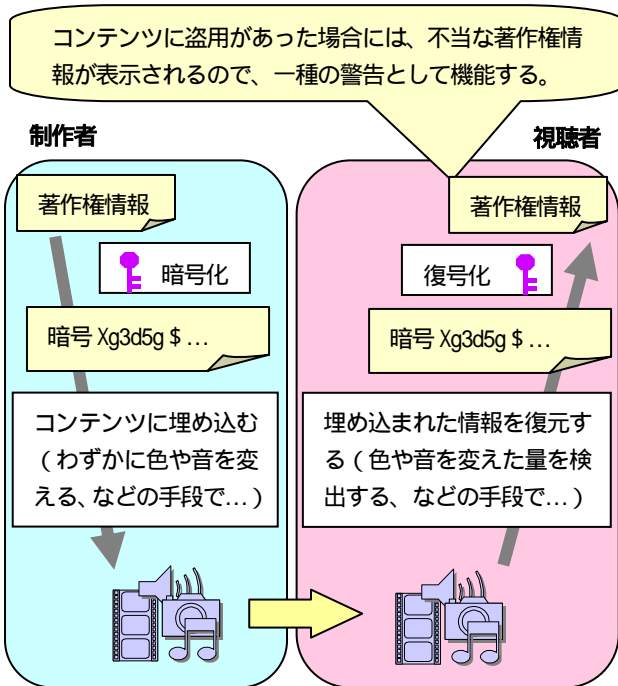


図3 電子透かしによる著作権保護の仕組み

このように、デジタルコンテンツの著作権保護などの観点から、技術的に非常に優れた側面をもつ電子透かし技術であるが、残念ながらまだ、実用には至っていない。その大きな理由として、電子透かしを提供する情報処理技術者、視聴技術を提供するメーカーやソフトウェア会社、コンテンツを提供する制作者、などの間で合意がとれた標準化ができていない、という点があげられる。例えば音楽ではSDMI [10]が、動画ではDVD-CPTWG [11]などが電子透かし技術を検討してきたが、標準化には到達していない。

3.2 情報埋め込み技術の新たな展開

3.1 節で述べた通り、電子透かしはコンテンツ本体に情報を埋め込む技術によって著作権情報などを保持していた。この情報埋め込み技術は近年になって、著作権保護の観点とは全く異なる観点から流行のきざしを見せている(図4参照)

例えば、ポピュラー音楽などを配信する際に、アーティスト情報などを埋め込み、音楽再生ソフトウェアがそのアーティスト情報を復元・表示することで、一種の宣伝効果をもたらす、という用途で情報埋め込み技術のビジネスが検討されている。また、一定のメッセージを埋め込んだ画像をロボットに見せると、ロボットは画像認識技術によって画像を理解し、画像からメッセージを復元し、そのメッセージに反応して飼い主に一定

の仕草を見せる、という用途で情報埋め込み技術の商品化が検討されている。

電子透かし技術による著作権保護の仕組みが普及しにくい原因として、デジタルコンテンツ本体に手を加えてしまうことへの制作者の抵抗感、という心理的要因もひょっとしたらあるのかもしれない。しかし上記の事例のように、コンテンツが繊細さを伴わないポップな素材であり、情報埋め込みの用途が視聴者をひきつける魅力や遊び心のある用途であり、ビジネス的な効果もあるならば、ひょっとしたらコンテンツへの情報埋め込み技術は全く別の形で普及するかもしれない。コンテンツ制作者や提供者のアイディア次第によって、さらに興味深い展開も期待できると思われる。

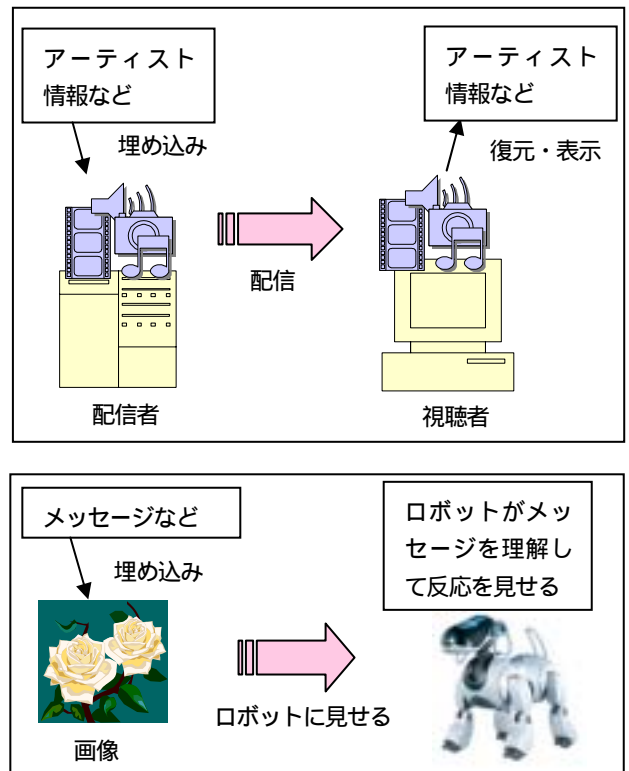


図4 情報埋め込み技術の新たな展開

4. Web サービス

本章では、インターネットを介した分散処理を実現する Web サービス [12,13] について解説し、そのデジタルコンテンツ制作への貢献の可能性について論じる。

4.1 Web サービスの概要

インターネットは World Wide Web とともに発展した。その閲覧ソフトである Web ブラウザは、近年では文字情報の表示ソフトにとどまらず、音声、映像、グラフィックスなどを統合的に表現する一大メディアソフトになるうとしている。しかし逆に、Web ブラウザのように安価で機能的にも限定されたソフトウェアで、すべてのデジタルコンテンツを閲覧するのが本当に正しいのだろうか? という疑問をもったことのある人も少なく

いであろう。

ここで、Web ブラウザが文字情報やコンテンツを表示する仕組みについて解説する(図 5(上)参照)。ユーザーが Web ブラウザ上で、リンクをクリックしたり、アドレスを直接書き込んだりすると、Web ブラウザはそのアドレスに対応する Web ページやコンテンツを要求するメッセージをサーバーに転送する。続いてサーバーは要求に応じて、Web ページやコンテンツを包括するメッセージをクライアントに返す。

ブロードバンド化をはじめとする近年のネットワーク技術の向上により、World Wide Web を支えるネットワーク環境は大きく拡大した。このネットワーク環境をもっと有効活用できないだろうか。例えば、図 5(上)に示した仕組みのうち、ネットワーク環境だけを転用して、クライアントは Web ブラウザに限定せず任意のアプリケーションを使う、ということはないだろうか。

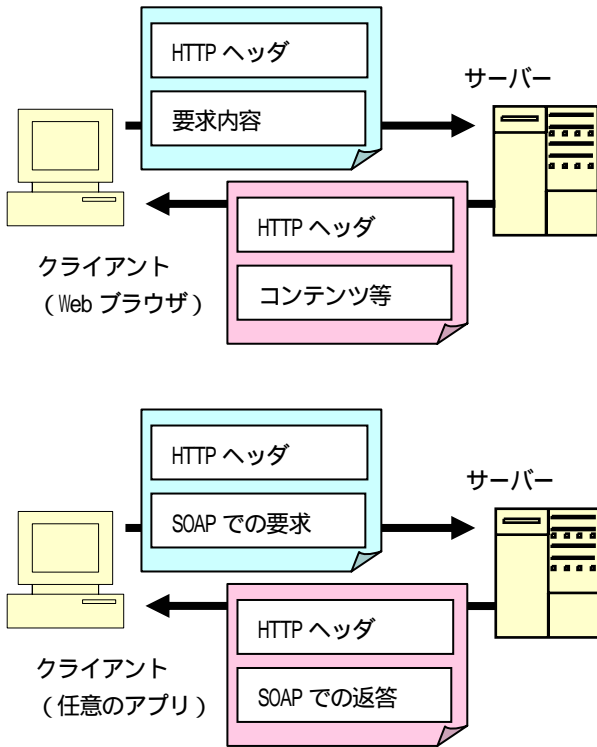


図 5 (上) Web ブラウザからのリクエストによるクライアント~サーバー間の通信 (下) 任意のアプリケーションからのリクエストによる Web サービスを適用したクライアント~サーバー間の通信

このようなアイデアを具現化した技術は過去にもいくつか見られるが、最も汎用的な形で具現化した技術は、Web サービスと呼ばれる基盤技術である(図 5(下)参照)。Web サービスでは、任意のアプリケーションがインターネットを介してサーバーに要求メッセージを送信し、サーバーがその要求を解釈して、それに対する回答メッセージを返す、という通信モデルを実現するための各種仕様が規定されている。通信に関する情報は、多くの場合では Web ブラウザからの通信と同様に、HTTP ヘッダと呼ばれるメッセージ部分によって記述される。また要求内容お

よび回答内容は、SOAP (Simple Object Access Protocol) [14] と呼ばれる一種の XML で記述される。2 章で述べたとおり XML は、文法の標準化が進んでいるので汎用性に富み、かつ拡張性が高いので多彩なアプリケーションに活用可能である。このことから、SOAP は幅広いアプリケーションのデータ伝播に、有効に活用できると考えられる。

4.2 Web サービスのデジタルコンテンツ制作への活用

Web サービスは現状では、電子商取引などのビジネス分野への適用が目立ち、それ以外の分野への適用例はデジタルコンテンツも含めてあまり報告されていない。それに対して筆者らは現在、科学技術計算向けのソフトウェアプラグインを分散化することでソフトウェアを柔軟活用する技術について研究を進めており、そのための基盤技術として Web サービスを活用している。デジタルコンテンツの分野においても、筆者らと同様なアイデアを有効に活用できると考えられる。

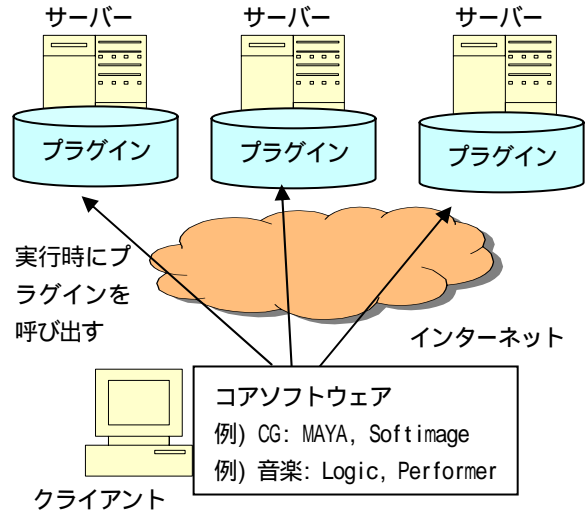


図 6 コンテンツ制作用プラグインはインストールせずにインターネットを経由して実行時に呼び出す、という考え方

例えばコンピュータ・グラフィックスでは MAYA, Softimage, 3D Studio MAX, LightWave, コンピュータ音楽では CuBase, Logic, Performer というように、デジタルコンテンツの制作現場はごく数個のコアソフトウェアに支配されている。また、これらのコアソフトウェアに対して、機能拡張を目的とした非常に多数のプラグインソフトウェアが公開されている。しかしこれらのプラグインを、個々のユーザーが個々の計算機にインストールして個々にメンテナンスするのは、合理的とはいえない。例えば、CG アニメーションで 1 回しか使わない煙の画像のために、煙を描画できるプラグインを CG ソフトにインストールしなくてはならないとか、コンピュータ音楽で 1 秒しか使わない特殊効果音のために、効果音を演奏できるプラグインを音楽ソフトにインストールしなくてはならない、というような事例は多数存在する。このような「めったに使わないプラグイン」をその都度インストールするという作業は非合理的である、というケースは多々あるだろう。また共同制作者どうして制作環

境をそるえる、という観点からもプラグインソフトの管理が問題となるケースは多々あるだろう。近年では、プラグインソフトのネットワークインストール機能などがその手間を軽減する例もあるが、本質的には問題は解決していない。

そこで、これらのプラグインソフトを、個々にインストールするのではなく、インターネットを経由して必要なときだけ呼び出す、というようなアーキテクチャを考える(図6参照)。もしソフトウェア制作会社が、プラグイン機能と同等の機能をウェブサーバーに公開すれば、Web サービスの仕組みを適用することで、このようなアーキテクチャは実現できるはずである。このアーキテクチャによって、プラグインソフトウェアを個々にインストールすることの手間や、共同制作者間のプラグインソフトウェアの整合性を保持することの手間、などを軽減できるであろう。以上の考察により、インターネットを経由した分散処理を実現する Web サービスのような計算機基盤技術は、きっとデジタルコンテンツ制作の現場にも恩恵をもたらすであろう、と期待できる。

5. グリッドコンピューティング

本章では、計算機資源を有効活用する新しい基盤技術であるグリッドコンピューティング [15] について解説し、そのデジタルコンテンツ制作への貢献の可能性について論じる。

5.1 グリッドコンピューティングの概要

グリッドコンピューティングが目指している理念は、非常に大雑把に言えば、計算機の処理能力や、ディスクに蓄積されているデータ、インストールされているソフトウェア、などの資産を、組織を超えて共有することで有効活用することである。

図7にその概念の例を示す。A,B,C,Dの4氏が、それぞれ異なる組織に1台ずつの計算機を保有しているとする。グリッドコンピューティングは、この4氏の計算機を仮想的な組織の中で結合するための基盤技術として機能する。これが有効に運用できれば、例えばある日にはA氏が4台の処理能力を独占し、また別の日にはB氏が4台の処理能力を独占し...、というように、計算機の処理能力を有効活用することができる。また計算機の処理能力だけでなく、データやソフトウェアに関しても同様に、まるでA,B,C,Dの4氏が同じ組織に所属しているかのように、シームレスに共有することが可能になる。筆者らは現在、グリッドコンピューティングの枠組の中で、複数の利用者が複数の計算機資源を有効に活用するために、計算機資源の利用状況に関する情報を提示する技術について、研究を進めている。

グリッドコンピューティングの普及をリードする Globus プロジェクト [16] が公開しているサンプル実装では、以下のメカニズムにより、上記の理念を実現可能にする技術を提供している。

- GSI (Grid Security Infrastructure) により、異なる組織にまたがる計算機への安全なアクセス制御を実現する。
- GRAM (Grid Resource Allocation & Management) および MDS (Monitoring & Discovery Service) により、計

算機の稼動状況などを動的に管理、制御、情報提供する。

- GridFTP により、異なる組織にまたがる計算機への情報転送を高速化および安全化する。

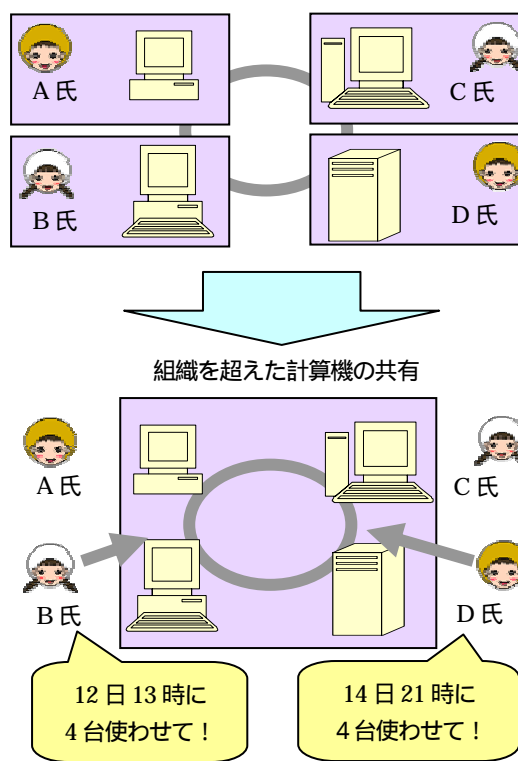


図7 グリッドコンピューティングによる計算機処理能力の有効活用

5.2 グリッドコンピューティングのデジタルコンテンツ制作・配信への活用

グリッドコンピューティングが既に成果をあげている技術分野は、科学計算に代表されるように、莫大な計算量またはデータ量ゆえに高価な計算機環境を要する分野である。しかしグリッドコンピューティングの目標が「計算機の有効利用」にあるとしたら、デジタルコンテンツの制作や配信などの用途においても、非常に有効であるに違いない(図8参照)。

まずデジタルコンテンツの制作現場の例として、CGアニメーションの現場を想定する。CGアニメーションの制作では、多数の制作者が長い時間と試行錯誤をかけてキャラクターや背景設定などを設計したあとに、一気に計算機を回して、非常に多くのコマ数の画像を一気に生成する、という手順を踏むことが多い。このような現場では、ごく短期間に限り、非常に大きな計算機の処理能力を必要とする。もし複数のアニメーション制作グループが、互いに計算機を共有しあって、互いのピーク時のみ集中的に計算機を使うことができれば、非常に有効に計算機を活用できるであろう。CGアニメーションのようなコンテンツ制作において、グリッドコンピューティングが実現する計算機の処理能力の集中利用は、制作期間の短縮やクオリティの向上に大きく寄与することが可能であろう。

続いてデジタルコンテンツの配信について考える。映像や音楽などの配信において、多くの場合には発表後の一定期間（例えば1週間とか1ヶ月）にわたってアクセスのピーク時期がくる。もし複数のデジタルコンテンツレーベルが、互いに計算機を共有しあって、互いのピーク時にのみ集中的に配信体制を整えることができれば、合理的にクオリティの高いコンテンツ配信を実現できるであろう。グリッドコンピューティングが実現する計算機の処理能力の集中利用は、確実なコンテンツ配信サービスの体制のためにも大きく寄与することが可能であろう。

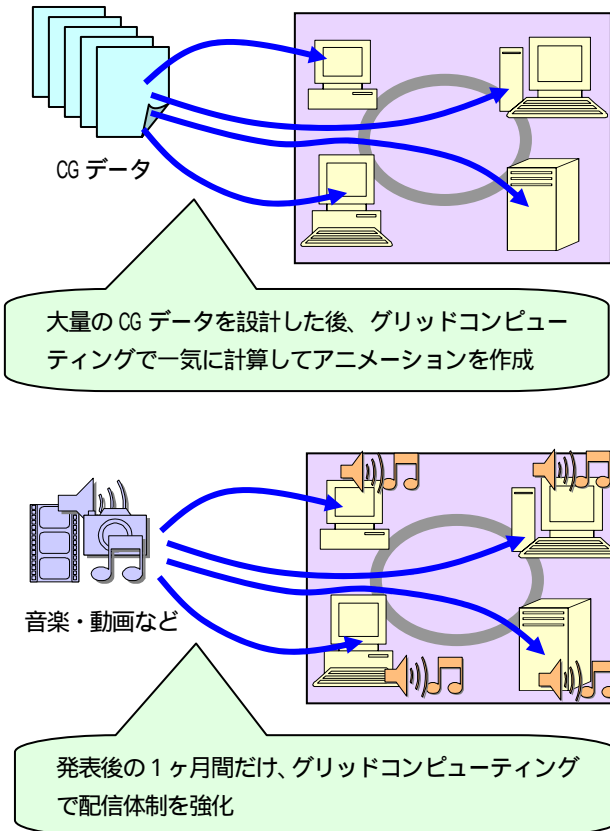


図8 グリッドコンピューティングのデジタルコンテンツ制作・配信への適用

6. むすび

本論文では、XML、電子透かし、Web サービス、グリッドコンピューティングといった計算機基盤技術を紹介し、デジタルコンテンツ分野への適用の可能性について論じた。1章でも述べた通り、デジタルコンテンツ技術は必ずしも計算機とともに歩んできたとは言いきれない。デジタルコンテンツ技術と計算機基盤技術の密接化によって、今後ますますデジタルコンテンツ技術が発展することを願ってやまない。

謝辞

XML を用いたメタデータ技術に関して情報を提供くださった益満健氏、電子透かしに関して情報を提供くださった立花隆輝氏（どちらも日本アイ・ピー・エム（株）東京基礎研究所）に

深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Music Instrument Digital Interface (MIDI), <http://www.midi.org/>
- [2] Napster, <http://www.napster.com/>
- [3] Extensible Markup Language (XML), <http://www.w3.org/XML/>
- [4] 丸山他、XML と Java による Web アプリケーション開発、ピアソンエデュケーション、ISBN-4-8947-1662-3, 2002.
- [5] Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0, <http://www.w3.org/TR/SVG/>
- [6] Extensible 3D (X3D) Graphics, <http://www.web3d.org/x3d.html>
- [7] MPEG7, <http://www.itscj.ipsj.or.jp/mpeg7/>
- [8] 森本、電子透かし技術の応用、映像情報メディア学会誌 Vol.53, No.10, pp.1374-1377 1999.
- [9] R. Tachibana, "Audio Watermarking for Live Performance," in *proc. of Security and Watermarking of Multimedia Contents V, SPIE vol. 5020, Santa Clara, 2003*
- [10] Secure Digital Music Initiative (SDMI), <http://www.sdmi.org/>
- [11] Copy Protection Technical Working Group (CPTWG), <http://www.cptwg.org/>
- [12] Web Services, <http://www.w3.org/2002/ws/>
- [13] 日本アイ・ピー・エム(株)jstart チーム、最新 Web サービスがわかる、技術評論社、ISBN-4-7741-1476-6, 2002.
- [14] SOAP (Simple Object Access Protocol) Version1.2, <http://www.w3.org/TR/soap12/>.
- [15] 関口他、特集「グリッドコンピューティング」、情報処理学会学会誌、Vol. 44, No. 6, 2003.
- [16] Globus project, <http://www.globus.org/>