

第2章 VR技術による空間表現手法の教育応用

近藤 智嗣

VR技術による空間表現手法の教育応用

Educational Applications of Spatial Representation Using Virtual Reality Technology

近藤 智嗣
Tomotsugu Kondo

メディア教育開発センター
National Institute of Multimedia Education

次世代の学習環境の一形態として、バーチャルリアリティ技術による空間表現が可能となってきた。バーチャルリアリティ技術は、大型の没入型仮想環境施設からWebベースで動作可能なものまでさまざまであり、それぞれメディア特性は異なる。筆者は、バーチャルリアリティのコンテンツ開発として、世界遺産に指定されているフランスのサン・サヴァン教会を題材とし、没入型からWebベースまでの数種のバーチャルリアリティ技術を用いてコンテンツ開発を行ってきた。本稿では、これらのVRコンテンツを開発した経緯を解説する。特に、Webで配信可能なVRコンテンツとしてリッチメディアコンテンツについて詳細に報告する。

キーワード：教育メディア、教材開発、バーチャルリアリティ、仮想空間、リッチメディア

1. VRによる大規模空間の表現

教育用映像資料には、位置や空間情報を伴った場合がある。その中でも遺跡や都市の景観等は、1地点から見回すだけでは全体を把握できないため、空間内を移動して観測点を変える必要がある。このような空間を大規模空間という（山本 1995）。大規模空間を教材等で提示するには、これまでは、パノラマ写真やビデオのパンニング等の手法が用いられてきたが、これらのメディアでは、利用者が見たい方向を自由に見ることができず、実空間での探索行動とは大きく異なっていた。

この問題を改善するために、3次元コンピュータグラフィックス（3DCG）やバーチャルリアリティ（VR）を利用することは有効であると考えられる。VR技術を利用することで、仮想空間内をインタラクティブな操作で移動することが可能となり、利用者は、実空間と同じように自分が見ようとする方向を自由に見ることが可能になるからである。

ここで言うVRを本稿では以下のように定義する。「ユーザーが操作する場所には存在しない空間や物体をコンピュータによって提示し、あたかもそこに存在するかのごとく機能や効果を

生成する技術、あるいはそれを体験した時の現実感のこと」(近藤 2000a)。つまり、臨場感や没入感を高めるように設計されたシステムに3次元の仮想空間や仮想物体を提示し、ユーザーがインタラクティブに操作すると、コンピュータがリアルタイムにシミュレートするものである。

2. VR技術による教材開発

大規模空間を表現するために最初にVR的技術が用いられた教材は、1987年にバンクストリート教育大等で開発された「パレンケ」である。VRという言葉が最初に使われたのは1989年のことなので、バーチャルという言葉は使われていないが、実写の写真で遺跡内を仮想空間として構築したものである。ある地点では魚眼レンズで撮影された360度の風景を見回すこともできる(浜野 1988)。

このパレンケ以降、コンピュータを利用した教材は、マルチメディア教材が主流となったが、パレンケのVR面は取り上げられず、ハイパーメディア教材やWeb教材が主流となった。これは、当時のPCの性能からも、実用面で、2次元画像を使うのが精一杯であったからであろう。

VR技術が教材に使われるようになったのは、ごく最近のことである。3次元グラフィック処理の高速化と低価格化、およびインターネットによる配信で、容易にVR技術を教材に利用できるようになったからであり、今後の開発と評価研究が期待される。

VR型がハイパーメディア型と異なる点は、3次的に空間を表現することである。静止画、動画、音声、テキスト等の情報がリンクされて統合されているという点では、マルチメディア教材であることにはかわりはない。ここでいう3次的表現とは、必ずしも立体視を指すのではなく、インタラクティブに空間やオブジェクトを動かすことのできるという意味で一般的に使われている。

さらに、VR技術による教材のタイプとして、複合現実感(MR:ミクストリアリティ)型、リッチメディア型が考えられるので以下にそれらの特徴を示す。

1) VR型

VR型マルチメディア教材は、現実の空間をできる限り忠実に3次元の仮想空間として再現し、あたかも実際の空間内にいるかのごとく体験できることに重点がおかれたものである。実際に存在する場所には距離的な問題や危険性等から行くことが困難な場合に向いている。

仮想空間内の移動は自由であり、ウォークスルーやフライスルーが可能となる。また、特定の場所には解説等の情報にリンクを張ることができ、実空間では提示できない情報を仮想空間に付加することができる。

2) MR型

仮想空間で全てを学習できるわけではなく、可能であれば現実の場所を見学することは重要である。しかし、現実の場所に行きさえすれば学習できるというものでもない。そこで、実空間にVRによる情報を合成することで、実際の現場で現物資料を見ながら、解説はその資料にオーバーラップされたVR情報で学習するという方法も考えられる。そのために必要な要素技術としてシースルーHMD等が開発されつつあるのが現状である。

3) リッチメディア型

Web上で、3次元表現をするには、VRMLという規格があったが、普及には至らなかった。近年では、Web3Dと呼ばれる各種の技術が乱立し、標準化はされていない状況である（深野2001）。また、Web3Dを含むさまざまなインターネット上のマルチメディアを総称してリッチメディアと呼ばれている（小林ほか2001）。

3. 題材としたサン・サヴァン教会

本研究で開発したVR型教材は、サン・サヴァン・シュル・ガルタンブ修道院附属教会（サン・サヴァン教会）を題材としている（図1）。サン・サヴァン教会は、フランスのポワチエから40kmほど離れた小さな村にある教会である。この教会には、1100年ころに描かれたとされるロマネスク芸術のフレスコ画が大規模に残っており、建築史的にも貴重なものであることから、1983年にはユネスコの世界文化遺産にも登録されている。

教会の中の壁画は、壁面だけでなく、図2のようにアーチ型の天井等にも旧約聖書の物語が36のパートにわかれて描かれている。そのため、絵画の配置や各室の位置関係が本コンテンツでは重要な要素となっている。

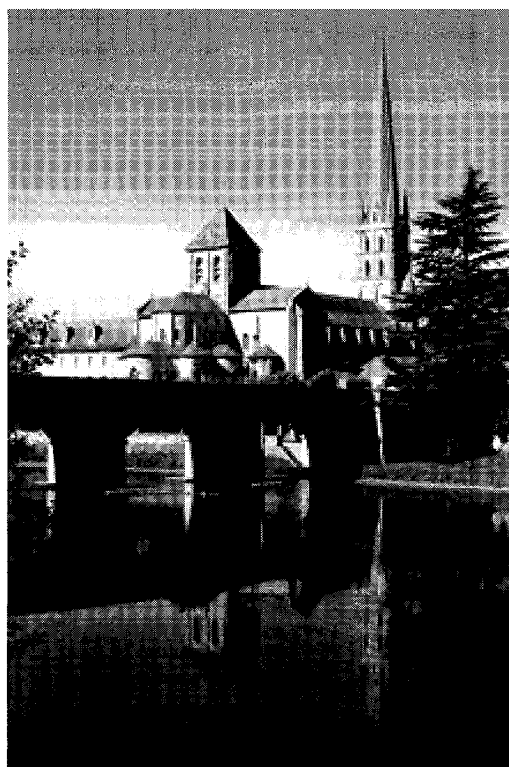


図1 サン・サヴァン教会（フランス）

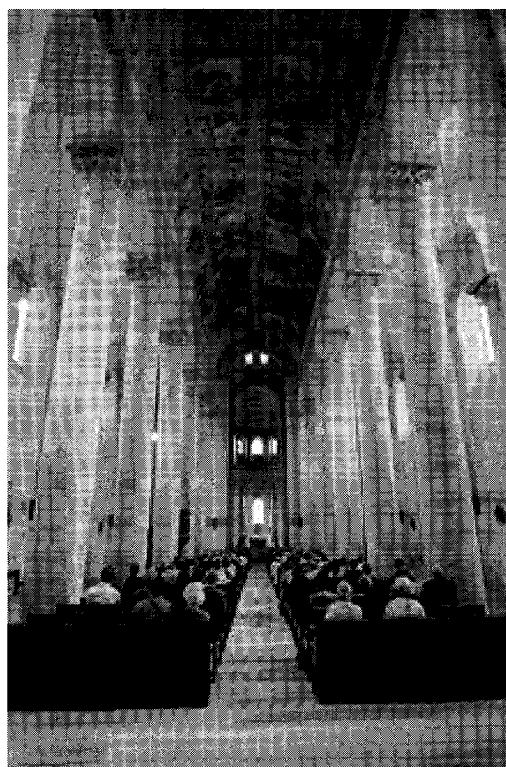


図2 教会内部の天井画

4. データベースとマルチメディア教材

サン・サヴァン教会を題材とした理由は、メディア教育開発センター（NIME）が、この壁画画像の高精細静止画データベース（DB）を開発しており（図3）、素材等の必要なデータが揃っていたからである。

このDBのオリジナル画像は、1970年代に欧州中世美術史跡学調査隊が撮影したもので、修復時に足場を組んで至近距離で十分な照明をあてて撮影したもので非常に高品位な画像で、かつ、貴重なものである。このフィルム約4,000枚をDB化している（新ほか 1995）。また、この調査時に記録された建築物の寸法が記載された図面等もある。

このDBは、FlashPixのズーム機能により、高精細画像を高速に参照でき、絵の全体と細部を関連づけながら見ることが可能である。しかし、静止画DBでは、各絵の順序性や位置関係を示すことは困難である。また、この教会は建築史的にも貴重なものであり、絵画と建築物が一体となった空間的な芸術と言える。



図3 サン・サヴァン壁画画像データベース
(<http://sirius.nime.ac.jp/kouseisai.htm>)

KAWAFUCHI et al. (1998) は、このDBをもとに、マルチメディア教材「Romanesque art Murals of the Saint-Savin Church」を開発し、教会内の位置関係は、図4のように、イラストを使用して解説している。

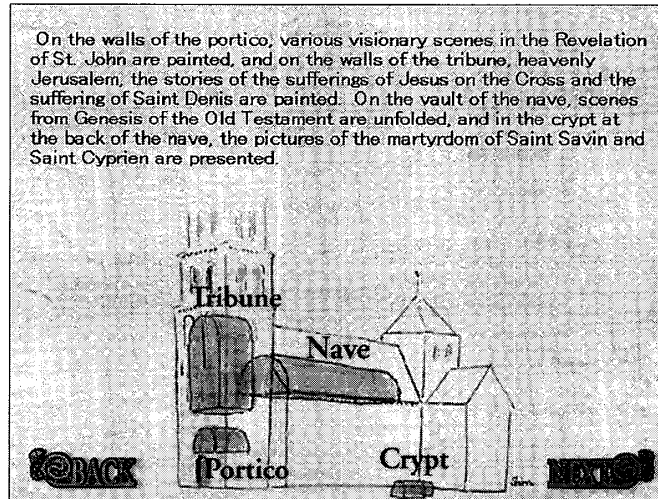


図4 マルチメディア教材
「Romanesque art Murals of the Saint-Savin Church」

5. 仮想環境研究施設 (TEELeX) による VR

サン・サヴァン教会のVR化にあたり、最初に利用したVRシステムは、NIMEの仮想環境研究施設 (TEELeX) であった。これは、図5のように1辺が3mの立方体型スクリーンに立体視映像を投影し、利用者はその中に入ることで高臨場感・没入感を得られるシステムである。TEELeXは、最大5.5面のスクリーンに投影できるため、利用者を取り囲む全方向に映像があることになる。したがって、利用者が移動方向を変える時は利用者自身が実際に振り向くだけでよいという特徴がある。また、天井全面に投影することもできるため、実物のサン・サヴァン教会の天井画と同様に、利用者が天井を見上げて絵画を鑑賞することもできる。

このTEELeXに教会の建物の内装と外装を3DCGでモデリングし、天井画や壁画の画像を貼り込んだのが、図6である。空間内の移動はジョイスティックで操作する。

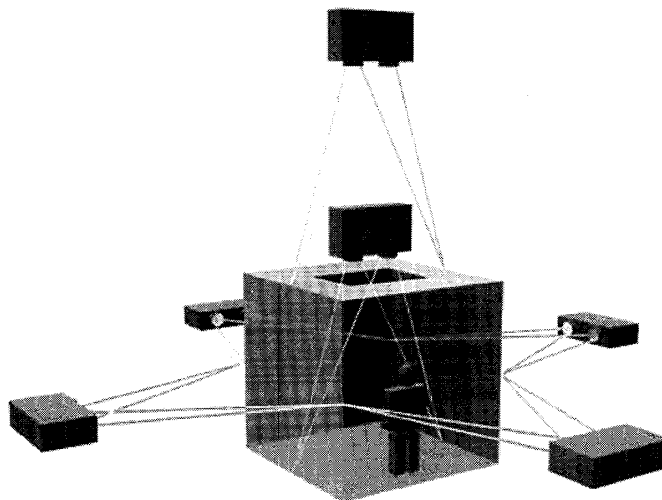


図5 仮想環境研究施設TEELeX

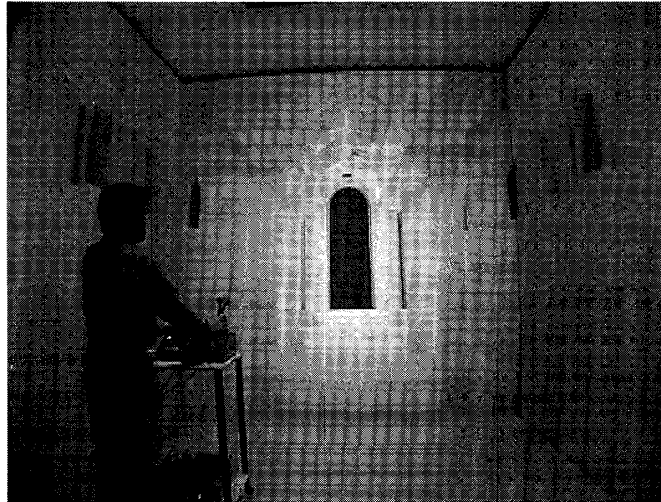


図6 TEELeXによるサン・サヴァン教会堂の仮想空間

このシステムでは、教会内を歩きまわると、スクリーン内では実際に歩くことができ、それ以上の空間は、コントローラで操作し前後左右上下に移動可能である。従って、現実の教会内ではできないような天井の絵までクレーンに乗った感覚で近づいて高精細画像を見ることができる（近藤 2000b）。

また、サン・サヴァン教会の調査時に記録された部屋は、玄関廊、階上廊、身廊、地下祭室である。地下祭室は、その後の洪水による被害のため、現在では一般公開はされておらず、このTEELeXでのみ鑑賞が可能ということになる。このように仮想空間は記録方法としても重要な役目を果たしている。

6. PCベースでのVR化

1) 実写画像によるVR

TEELeXは、未だ特殊な施設であり利用者は制限されてしまうので、PCベースで動作する仮想環境の開発も行っている。図7は、魚眼レンズを使用して撮影した前後2枚の静止画像を



図7 実写画像によるVR

合成した仮想空間で、マウスを画面内でドラッグすることで見たい方向を表示することができる。ここでは、iPIXというソフトウェアを使用した。この他にQuickTimeVRのCubicVRという方式も同等な仮想空間を制作できる。これらの制作方式の利点は、1地点で2枚の写真を撮るだけという簡便さであり、ファイルサイズも小さく、インターネットでの配信にも適している。

2) 3DCGによる立体視

TEELeXで使用した3DCGモデルをPC環境にコンバートし、1面であるが同等な機能の実現を試みた。ここでは各種センサや立体視映像を使うために、VRのオーサリングソフトであるWorldUPを使用した。PCに接続したセンサ類は、SpaceMouse（空間操作専用マウス）、CrystalEyes3（液晶シャッター式立体視メガネ）、FASTRAK（磁気式位置センサ）である。立体視メガネでは両眼視差による立体映像を見ることができ、磁気式位置センサは頭部に装着することで運動視差による立体感を表現できる。また、空間操作専用マウスでは、つまみを持ち上げると空間内を上昇する等、空間移動の複雑な操作が可能であり操作性の向上が期待できる（図8）。

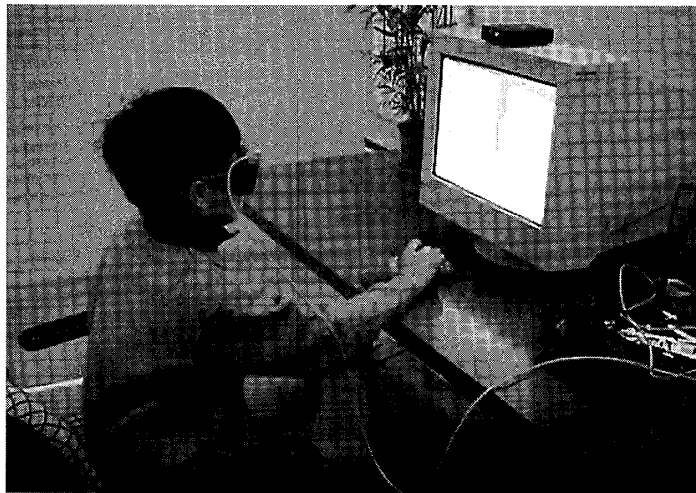


図8 PCベースでの立体視による仮想空間

7. リッチメディアによる開発

Web上で3次元画像を表示するには、最近ではWeb3Dと総称して呼ばれる技術が商用で多く使われており、その1つのVET（Viewpoint Experience Technology）という技術（<http://www.viewpoint.com>）を用いて、リッチメディアコンテンツを開発した。

このリッチメディアコンテンツでは、フランスの中のサン・サヴァンの位置を示したアニメーション（図9）、教会の外観の3DCG（図10）、教会内部の3DCG（図11）、天井画の高精細画像（図12）、動画による解説（図13）、魚眼レンズで撮影した実写画像によるiPIX等のマルチメディアを統合して1つのWebサイトとした（<http://em21.nime.ac.jp/stsavin>）。

操作方法としては、3DCGは、任意に回転や移動ができるほか、図11の教会内部の3DCGの場合は、右フレームの教会の平面図の●をクリックするとそこまで移動し、カメラのマークを

クリックするとその地点のiPIXが表示される。また、[Ceiling] ボタンをクリックすると、画面はゆっくり天井全体が表示されるように移動する。これは教会内での天井画の位置関係や各絵の配置を掴みやすくするためである。ここで天井画の絵をクリックするとその静止画像が表示され、さらに画面内をクリックすると、ズーム機能により徐々に拡大される。また、動画による解説は、リアルビデオのストリーミングで表示される。

このリッチメディアコンテンツの動作環境は、Windows 95、98、2000、ME、XPまたはNT 4.0、Microsoft Internet Explorer 4以上であり、各素材を表示するため、Viewpoint Media Player、iPIX Viewer、Real Player、Flash Playのプラグインをインストールする必要がある。



図9 リッチメディアコンテンツ
サン・サヴァンの位置を示すアニメーション

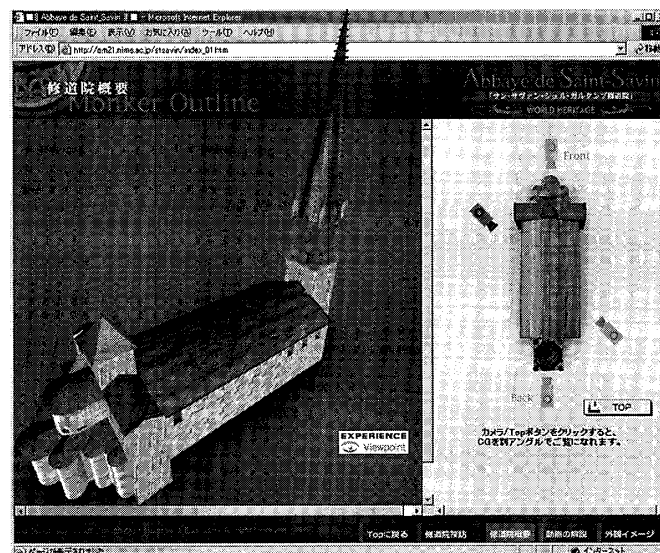


図10 教会の外観の3DCG

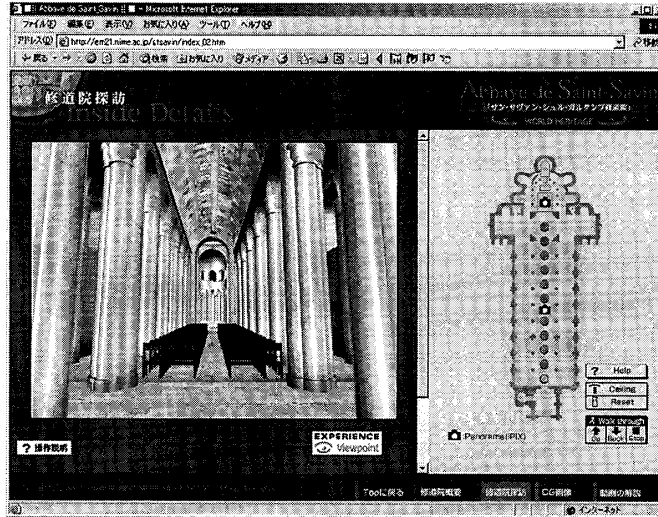


図11 教会内部の3DCG

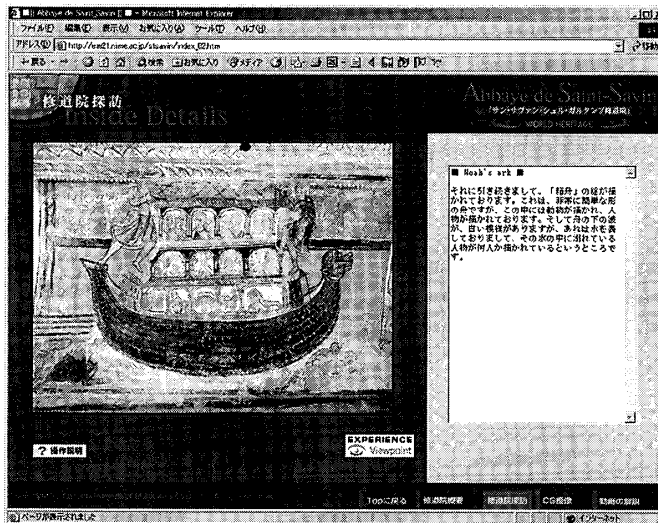


図12 高精細静止画像（ズーム機能）

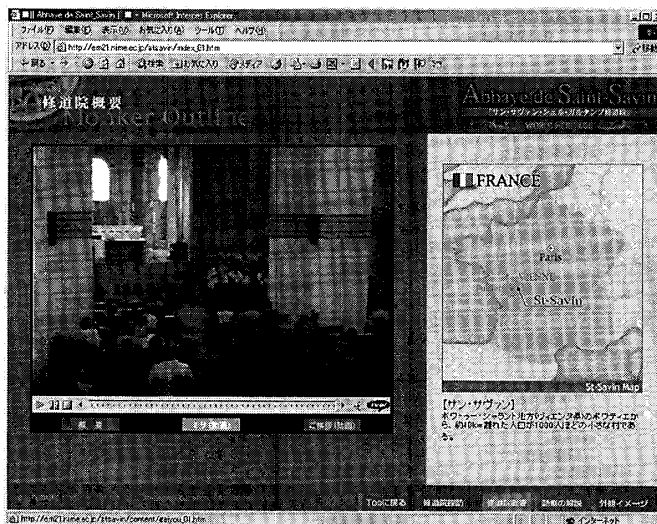


図13 教会内部の映像（ストリーミング）

8. まとめ

本研究では、最初は画像データベースを基本にVR用にデータを追加し、この同一素材を共用しながら、技術の進歩や動作環境に応じた開発を行ってきた。VRコンテンツとしては、動作環境の異なる4種類を開発した。それぞれにメディアの特性があり、動作環境の整備にかかる費用も異なるため、一概に比較はできないが、昨今のe-Learningの増大から推測すると、リッチメディア型の教材は需要があると考えられる。さらに、データを共用して効率の良いコンテンツ開発手法を向上させるには、リッチメディアをDBで管理する教育用のコンテンツマネージメントサーバーからダイナミックにリッチメディアコンテンツを生成するシステムの開発が必要であると考えている。

参考文献

- 浜野保樹 (1988) ハイパーメディア・ギャラクシー, 福武書店, 東京: 152-155.
- 深野暁雄 (2001) Web3D自由自在, ラピュータ, 東京
- KAWAFUCHI, S., SHIN, Y., KAWAFUCHI, A., and KIKUKAWA, T. (1998) The application of multimedia in education and its effectiveness - Conversion of the image of Romanesque murals into CD-ROM-, Japan Journal of Educational Media Research, Vol.5, No.1, pp.23-38.
- 小林敏彦・寺島恭子・山口玲央 (2001), View pointで作ろう! Web3D, アゴスト, 東京
- 近藤智嗣・川淵明美・菊川健・川淵里美・新悠喜雄 (1999) サン・サヴァン教会堂の壁画画像によるバーチャル空間, 日本教育工学会第15回大会講演論文集: 361-362.
- 近藤智嗣 (2000a) バーチャル・リアリティ, 教育工学事典, 日本教育工学会編, 実教出版, 東京: 431-432.
- 近藤智嗣 (2000b) 研究・教育のためのVRコンテンツ開発, NIME Newsletter, No.18, メディア教育開発センター: 5-6.
- 近藤智嗣 (2001) データベースの高度教育利用, 教育メディア科学-メディア教育を科学する-, オーム社出版局, 東京: 146-152.
- 新悠喜雄・川淵里美・菊川健・川淵明美・近藤智嗣 (1995) 学術・教育映像資料の電子メディア化-サン・サヴァンの壁画-, 日本教育工学会第11回大会論文集: 303-304.
- 山本利和, 空間認知の発達研究会編 (1995) 空間に生きる, 北大路書房, 京都