九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

3DCGによる都市風景画に描かれたピルナの都市景観の再現に関する研究

小川, 勇樹
九州大学大学院人間環境学府都市共生デザイン専攻博士後期課程

趙, 世晨
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

萩島, 哲
九州大学名誉教授

https://doi.org/10.15017/20643

出版情報：都市・建築学研究. 17, pp.1-9, 2010-01-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

都市・建築学研究　九州大学大学院人間環境学研究院紀要　第17号，2010年1月
J. of Architecture and Urban Design, Kyushu University, No.17, pp. 1 ～ 9 , Jan. 2010

3DCGによる都市風景画に描かれたピルナの都市景観の再現に関する研究

Reproduction of Urban Landscape in Pirna Based on Landscape Paintings by 3DCG

小川勇樹*，趙　世晨**，萩島　哲***
Yuki OGAWA*, Shichen ZHAO** and Satoshi HAGISHIMA***

This study describes the 3DCG generation process of Pirna. The purpose of this study is to make a standardization of CG generation procedure by our investigation of that of Pirna. The results of this study are as follows: 1) We were able to work effectively on different areas respectively, as in different areas, the objectives of models are different. 2) Since the measurement of the roof incline was difficult, we classified the roof according to their types in order to avoid a uniform gradient.

Keywords : *Computer Graphics, Landscape Paintings, Urban Landscape, Pirna*
コンピュータ・グラフィックス，都市風景画，都市景観，ピルナ

1. はじめに

1.1　研究の背景と目的

現在，都市計画や建築設計におけるデザインの提案と検討の際に，コンピュータグラフィックス（CG）が活発に利用されている．これは仮想空間上に現実の都市や建築物を再現し，自由に視点を設定することで，設計対象とその周囲の環境要素との関係や大規模なスケールでの空間把握といった従来困難な検討を可能にしている．

景観設計分野においても，CGを用いた景観シミュレーションが行われている．これまで景観設計の際に模型や透視図が用いられており，景観を検討するための有効な表現手段となっているが，自由な視点から容易に景観を検討することができ，データを修正することで様々な分析やシミュレーションが可能であるという点においては，3DCGは優位性をもつ．

CGを用いた都市景観に関する既往研究は，シミュレーションの対象によって，大きく2つのタイプに分けることができる．一つは都市を俯瞰する景観に関する研究である[1]．もう一つは，街並みや街路などを対象とするアイレベルの都市景観に関するものである[2]．街路景観を対象とする場合，建物の外観や素材などを表現するために，個々の建物を詳細に作成する必要がある．一方，俯瞰景の場合，建物の精度はそれほど高く求められることがなく，むしろスカイラインや都市全体のプロポーションが重要となってくる．しかしながら，これまでこの両者をバランスよく表現した都市景観CGの作成及びそのシミュレーションに関する研究が行われていない．

そこで，本研究では，ドイツの都市ピルナを対象として，現地調査のデータを基に，アイレベルから見る街路景観と，俯瞰したとき中景域までをカバーできる都市景観CGを作成することを試みる（使用ソフト：Autodesk 3ds Max）．さらに，現地調査，データ入力，CG作成，妥当性検討等の作業を繰り返しながら，CGの作成過程を記録・整理することによって，アイレベルから中景域までをカバーできる都市景観CGの作成に有効な作業手順を提示することを目的とする．

1.2　論文の構成

本論文は5章で構成されている．第1章では，本研究の背景と目的，論文構成，CGの特徴について述べている．第2章では，研究対象都市とシミュレーションまでの作成手順について述べ，第3章では，実際にピルナのCGを作成するまでの過程を明らかにしている．

* 都市共生デザイン専攻博士後期課程
** 都市・建築学部門
*** 九州大学名誉教授

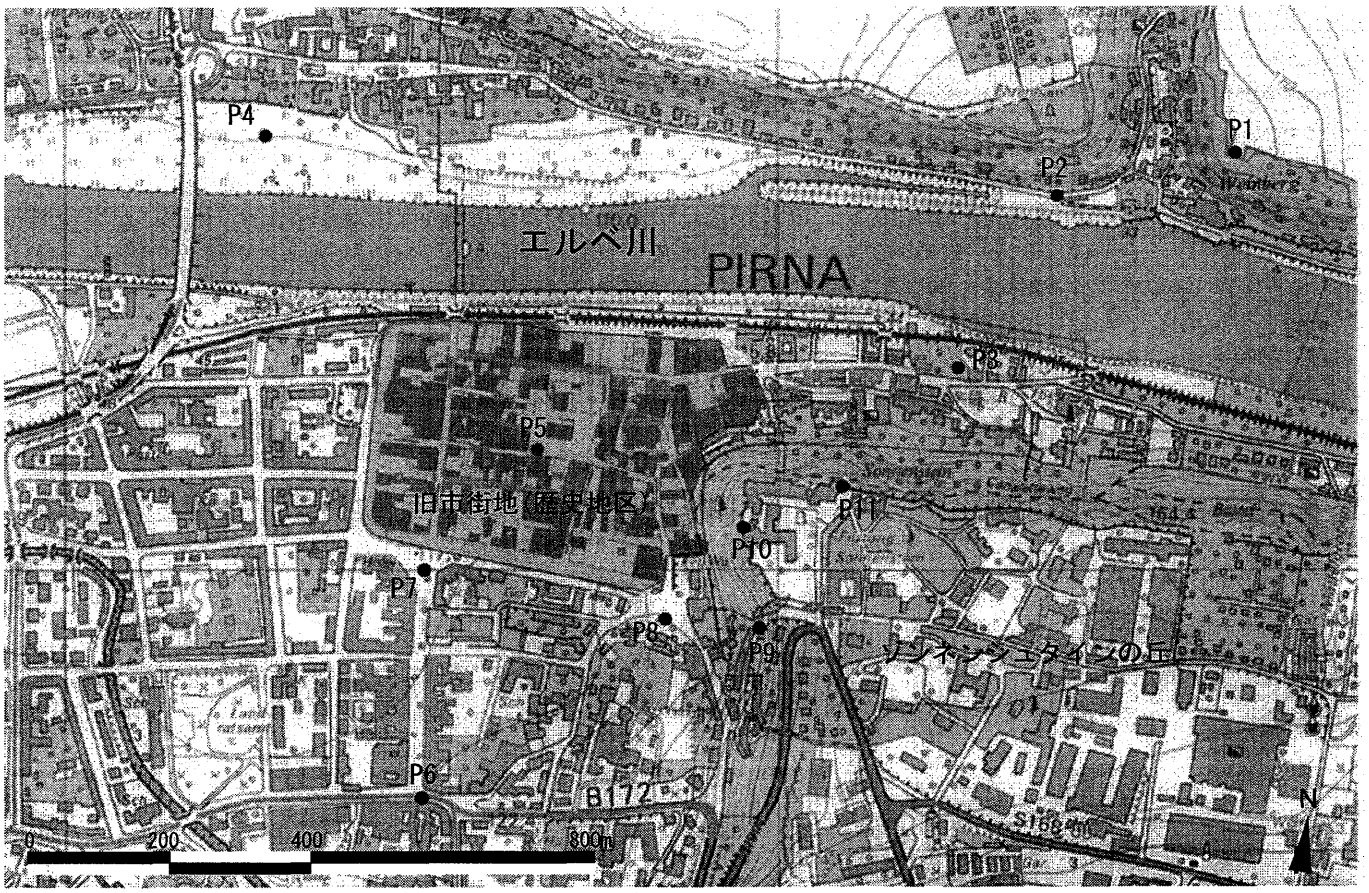

図1　ピルナの街の概要

第4章では，作成したCGを用いて行ったプレゼンテーションとCGによる再現の妥当性について述べている．第5章では，本研究の結果を要約し，まとめとする．

1.3　CGの特徴

CGによるシミュレーションは，景観はもとより，日陰，眺望，照明など様々なシミュレーションに活用されている[3]．さらに，近年はコンピュータの性能の向上により，CGはより身近なツールとして利用されている．ここで，CGの持つ特徴を以下に示す．

(1) 出力される建物の位置，形状などが正確である
(2) 視点と視線の方向を自由に設定できる
(3) 出力機器や画面の解像度など，ハードの面から表現の制約を受けることがある
(4) データを詳細に入力するほどディテールの表現が進み，再現性が高まる．しかし，入力の手間，データ容量，処理時間を考慮する必要がある．
(5)3次元情報だけでなく，他のさまざまな情報とのリンクが可能
(6) 静止画としての利用，動画としての利用など，表現性や加工性に関する自由度が高い

コンピュータの操作，3DCGソフトに関する知識が多少必要ではあるが，修正のしやすさや表現の自由さという点において，CGは有用である．

2. 研究の枠組

2.1　研究対象都市

本研究はドイツの地方都市ピルナを対象都市とする（図1）．ピルナはドレスデンから南東へ約30km，エルベ川沿いに位置する人口約4万人の小さな町である．この町の一部は，ベロットの精巧な絵画を元に修復されている．

城塞都市であったピルナは，周囲を濠と城壁に囲まれていた．当時（1750年代）の広さは約500 m ×300 m（25街区，リンク76本，ノード52個，敷地数298）であり，この部分が旧市街地にあたる．当時の人口は周辺も含めて約5000人と推定されており，主に城壁の内部で人々は生活していた．今日まで旧市街地の形状はほとんど変わっていないが，ピルナを囲んでいた濠は，広幅員道路に変貌しており，まちの南部や西側に市街地が拡張されている．旧市街地にある巨大な聖母マリア教会と丘陵地の高台（地盤から約50m）にそびえるゾンネンシュタイン要塞が街のシンボルとなっている．

ベロットの絵画に描かれた都市ピルナをCGで再現することによって，絵画と比較しながら，都市景観の視点場検討，景観構造の分析といった各種の実験が可能となる．例えば，視点場の位置（座標：X,Y,Z）を特定し，絵画に描かれた視点場のほかに，視点場となり

える場所がないかを検討することもできる．

2.2 CGシミュレーション作成手順

CG作成のプロセスとして，前段階，準備段階，モデリング段階，作画段階，評価段階の5段階に分けることができる．各段階での作業内容は以下の通りである．

(1) シミュレーションの目的確認と目標設定

CGの利用目的によってその作成目標も異なるため，作成前に目標を明確にする必要がある．

(2) 情報収集

対象となる建物の形状や設計・計画の情報，また周辺環境の地物，地形情報を収集する．

(3) シミュレーション条件の設定

シミュレーションすべき場面を網羅するようあらかじめ列挙して，作成するシミュレーションを想定する．

(4) モデリング範囲の設定と背景の情報収集

シミュレーションする対象範囲を設定し，その内，3次元形状の数値情報を入力する範囲を決定する．

(5) モデリング

シミュレーション範囲にある建物等に数値を与え3次元形状にする作業である．モデリングには精度の設置は重要である．建物すべてを精細に作る必要はなく，CG作成の目標に応じて各建物，樹木等のモデリング精度を設定する．

本研究では，精度別に段階を設け，都市を象徴するような重要な建物は詳細に作成するなど，建物に応じたモデリングを行った．

(6) 視点条件の設定

実際に作画する視点場の位置，画角，視線方向を決定する．

(7) レンダリング・保存

出力サイズを設定しレンダリングを行い，作成したCG画像を保存する．

(8) 再現の妥当性の検討

レンダリング・保存した画像の評価である．この評価結果が不十分だと判断した場合は，前段階に遡って改良を検討する．

(9) プレゼンテーションの利用評価

作成した複数のCG画像をもとに，プレゼンテーションするために，作成の基礎となった資料，説明文書，場合によってはやスライドショーを作成し，それを評価する．

本研究におけるCG作成についても，概ねこれに沿って作業を進めた．

3. CGによる都市の再現

3.1 前段階，準備段階

2007年から現在まで，ピルナにて4回の現地調査を行った．これまでの調査内容は表1にまとめている．

表1 調査項目

調査日	調査エリア	調査項目	資料収集
2007年8月		予備調査	ピルナ市のFプラン コンセプト・プラン
2007年9月	歴史地区	建物高さ調査 ファサード調査 屋根伏せ図作成 地盤勾配調査	ピルナ市地図 航空写真 広場に面する建物の立面図
	ゾンネンシュタイン要塞	建物高さ調査 ファサード調査	
2008年8月	歴史地区	屋根形状調査 屋根勾配調査 CGと現況の比較 樹木配置調査	要塞図面(11枚)
	ゾンネンシュタイン要塞	要塞と丘の接続	
	視点場3周辺	建物高さ調査 屋根形状調査 屋根勾配調査	
	鉄道	鉄道断面調査	
2009年8月	歴史地区	建物立面写真 CGと現況の比較	
	ゾンネンシュタイン要塞	要塞と丘の接続	
	歴史地区周辺	建物立面写真	
	河川敷	樹木配置調査	

3.1.1 シミュレーション目標の設定

2007年8月に予備調査を実施した．その後，本調査における調査項目，建物の計測方法，シミュレーション目標とCG作成に必要なデータ項目について検討を行った．

シミュレーション目標は，絵画に描かれている景観をCGで再現することで，重要な視対象となっている旧市街地（歴史地区）とゾンネンシュタイン要塞を重点において計測調査とそのCG作成を行うこととした．

3.1.2 情報の収集

現地調査とCG作成の試行錯誤を繰り返しながら作業を行った．

(1) 2007年9月の調査と反省点

2007年9月調査では，CG作成の対象である歴史地区とゾンネンシュタイン要塞について重点的に調査を行った．調査項目については，建物高さ，ファサード調査（簡易立面図の作成と建物立面の写真撮影），屋根伏せ図の作成，道路の勾配調査（調査地点数：72地点）を実施した（調査機器：距離計）．

調査データとピルナ市から入手した地図をもとに簡単なCGを作成した後，絵画の描かれた視点場からの眺めをCGで再現した．

当初，CGの作成範囲は旧市街地である歴史地区とゾンネンシュタイン要塞を予定していたが，歴史地区の外側に視点場が多くあるため，CGと絵画を比較するには歴史地区外の建物を見過ごすことはできないことがわかった．

また，この時作成したモデルの屋根勾配は建物の建築年代に基づいて設定した（ルネッサンス：勾配55度，後期ゴシック：勾配62度）．建築年代が判明している建物のうち，ルネッサンス時代のものは50棟，後期ゴシックのものは7棟であった．建築年代の分からない建物については，ルネッサンスの勾配55度を適

応した．しかしながら，丘など高台から俯瞰したとき，屋根が景観構成要素の大部分を占めているため，屋根勾配を一定に設定した上でCGを作成する方法ではなく，屋根形状と屋根勾配をできる限り実測することでより詳細なCGを作成することが必要となった．しかし，現地にて屋根勾配を実測することが可能であるかという問題もあり，そこで，実測が不可能な場合を考慮し，屋根の形状タイプ別に勾配を設けて，現地での屋根形状タイプの調査に備えた．屋根の形状タイプ分けは現地調査で判明した屋根のタイプとその勾配を抽出した（図2）．

(2) 2008年8月の調査と反省点

2008年8月調査では，まず歴史地区において，屋根形状，屋根勾配，これまでに作成したCGと現況の比較調査を実施した．さらに，歴史地区の外にある視点場周辺の建物（64棟）と，ゾンネンシュタイン要塞周辺の建物高さ，屋根形状，屋根勾配の調査を行った（調査機器：距離計，角度計）．

一部の建物が密接に並びかつ全面道路の幅が狭いため，屋根勾配の実測は不可能であった．そこで，事前に分類したa-fの6タイプ（図2）に照らし合わせて，屋根の形状タイプを調査した．また，エルベ川沿いを走る鉄道高架のCG作成に必要な断面図のデータを実測した（図3）．

(3) 2009年8月の調査と反省点

2009年8月調査では，これまで修復工事等によって調査できなかった場所の補充調査を実施した．

①歴史地区では，建物立面の写真の補充，さらにCGと現況の比較も行った．また，②ゾンネンシュタインの丘の北側斜面と要塞の接続について確認を行った．

ピルナの主要施設であるゾンネンシュタイン要塞と広場周りの建物は図面を入手し，その他の主要施設である教会と市役所も含めて詳細にCGの作成を行う．

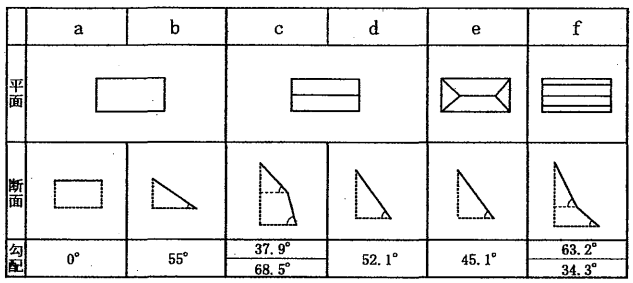

図2　屋根の形状タイプ

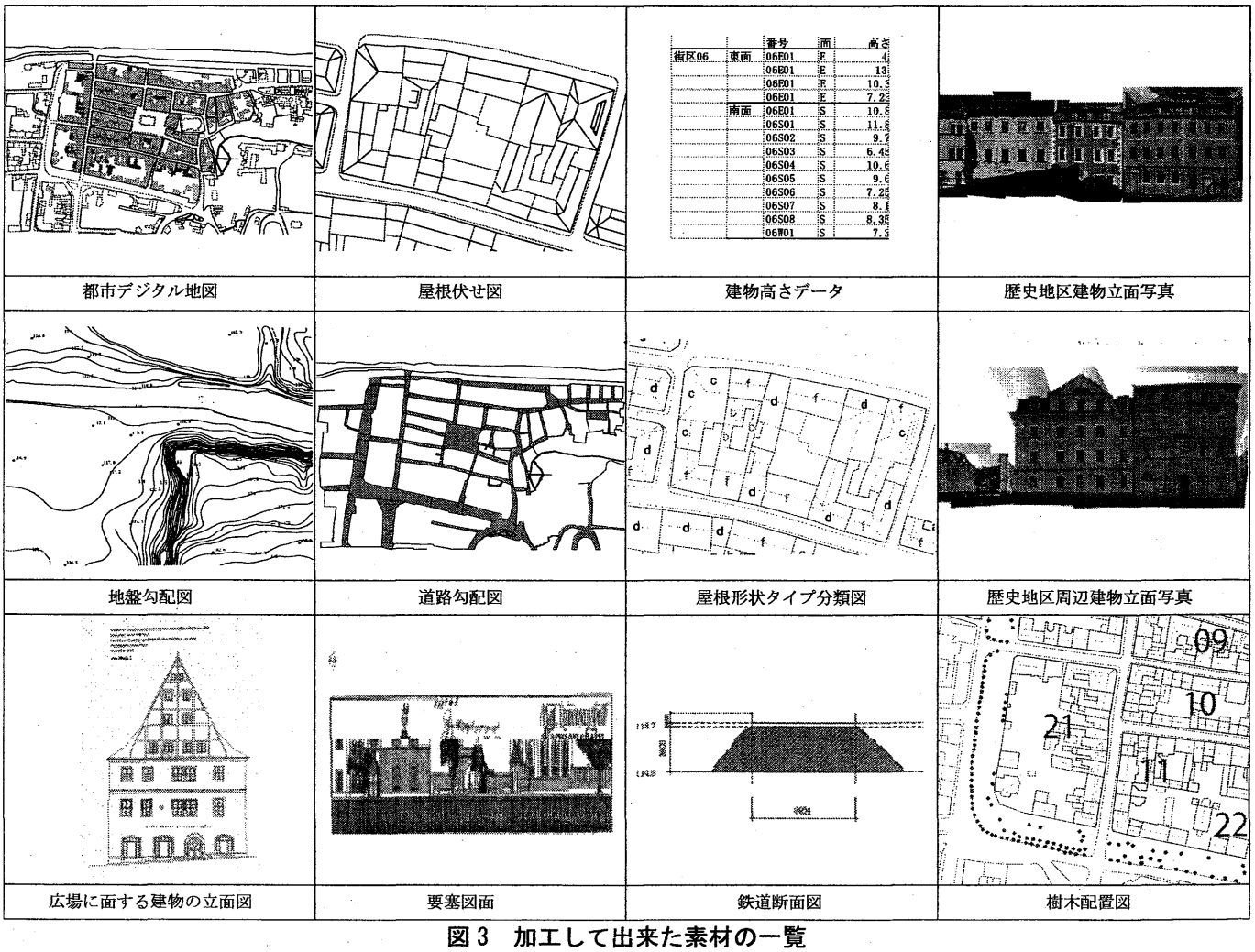

図3　加工して出来た素材の一覧

3.2　モデリング段階

3.2.1　調査データの加工

CG を作成するために収集した調査データの加工を行う．調査項目とそれから得られる CG 作成に必要な素材を図 3 に示す．具体的な作業は，以下の通りである．

(1) 都市デジタル地図（縮尺 1/2000）

ピルナ市より入手した地図（縮尺 1/2500）をもとに CAD を用いてデジタル地図（ピルナ市の平面図）を作成した．

(2) 屋根伏せ図（縮尺 1/2000）

ピルナ市より入手した航空写真は精緻であるため，屋根の棟を理解することができる．この航空写真に基づいて CAD で個々の建物の屋根伏せ図を作成した．また，航空写真で判別が不可能な部分については現地調査によって補った．

(3) 建物立面写真

調査時に撮影した建物立面写真を画像ソフトで編集し，街区ごと，通りごとに立面画像を作成した．

(4) 地盤勾配図（縮尺 1/2000，コンタラインのピッチ 2.5m）

ピルナ市より入手した地図（縮尺 1/2500）から等高線を抽出し，都市デジタル地図，屋根伏せ図等と縮尺を合わせるため，縮尺 1/2000 の地盤勾配図を作成した．

(5) 道路勾配図（縮尺 1/2000）

都市デジタル地図から道路部分を抽出し，72 の調査地点をプロットした図面を作成した．

(6) 屋根形状タイプ分類図

複雑な各建物の屋根形状は，単純化された 6 つのタイプに分類した．

(7) 鉄道断面図（縮尺 1/2000）

計測したデータをもとに鉄道の断面図を作成した．

(8) 樹木配置図（縮尺 1/2000）

現地調査で判明した樹木の位置を都市デジタル地図にプロットした．

3.2.2　モデリング作業

加工した素材を 3DCG ソフトに取り込み，3 次元モデルを作成する．本研究でのモデリング作業の流れを図 4 に示す．

(1) 地形の作成

地盤勾配図を取り込み，等高線に高さを与える．特に，歴史地区東側にあるゾンネンシュタインの丘を重点的に作成した．等高線を抽出した地図の縮尺の影響で，やや雑になっている．

(2) 道路の作成

道路勾配図に調査地点で得た高さを入力することで交差点にレベル差をつけることによって，道路の勾配を表現する．微地形のため，調査，再現ともに困難（道路の勾配は最大で約 2%）であるが，アイレベルで CG

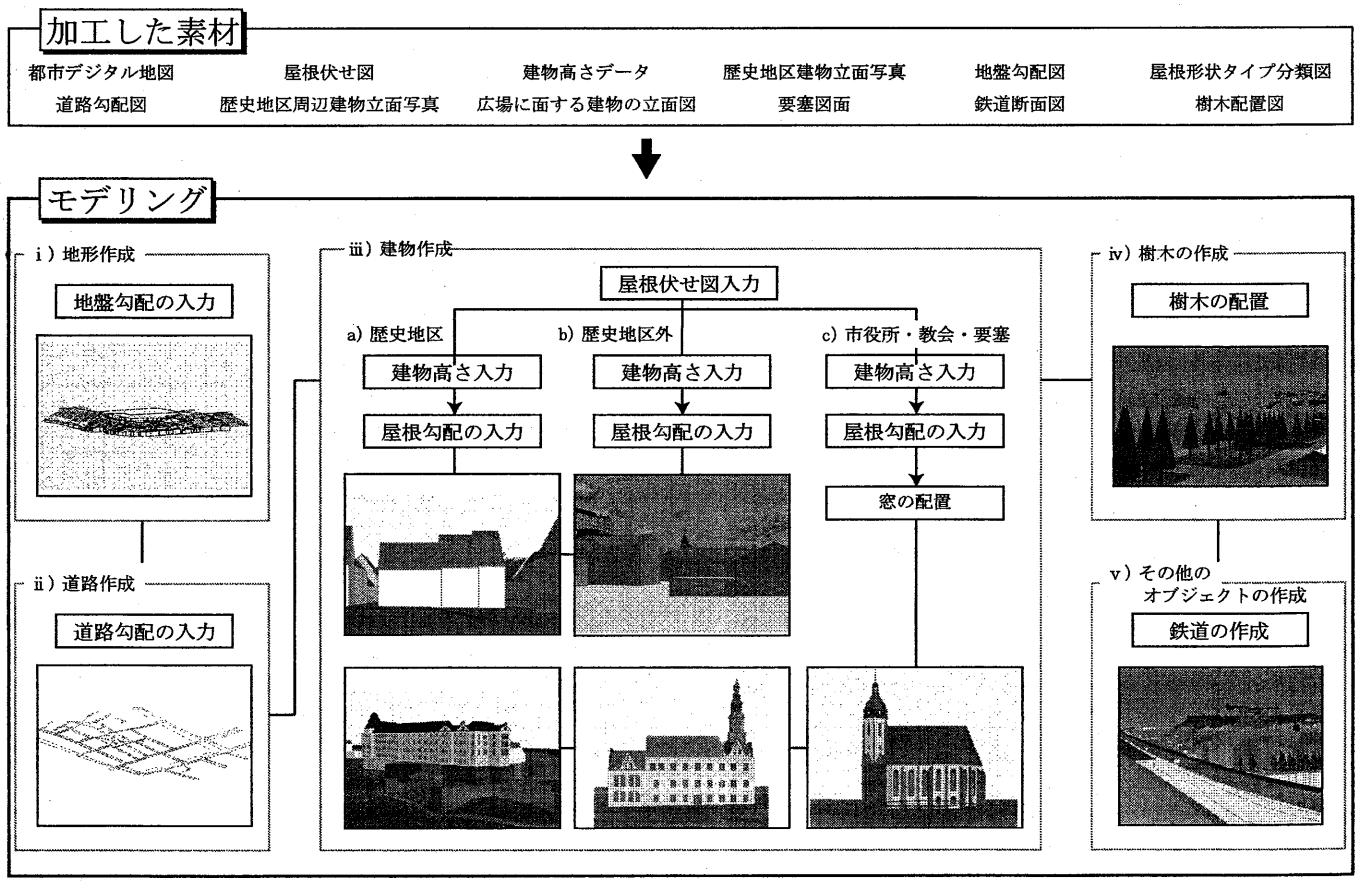

図 4　本研究でのモデリング作業工程

を見る場合，道路勾配は不可欠である．

(3) 建物の作成

作成した地形に，屋根伏せ図を取り込む．建物を作成するにあたり，ピルナは旧市街地が歴史地区として保全されているため，歴史地区内の建物と歴史地区外の建物を分けて作成した．また，市役所，教会，要塞はシンボル的な建物であるため，詳細に作成することを目標にした．そのため，これらの建物についても個別で作業を行った．

建物の精度別のモデルについて図5に示す．精度に応じて箱型モデル，箱型モデル（ワイヤーフレーム），屋根付きモデル，屋根付きモデル（ワイヤーフレーム），詳細モデルの5段階を設定した．

a) 歴史地区の建物作成（屋根付きモデル）

建物高さデータを入力することで，各建物の箱型モデルを作成する．次に，屋根伏せ図に基づき屋根勾配を与えることで建物を具体化する．現地調査で屋根勾配を実測できなかった建物については，屋根のタイプ分けを行い，タイプごとに屋根勾配を設定している．

b) 歴史地区外の建物作成（箱型モデル（ワイヤーフレーム）＋屋根付きモデル（ワイヤーフレーム）＋屋根付きモデル）

歴史地区外の建物については，建物の階数を調査した．建物を作成する際に，あらかじめ設定した階高3mを階数に乗じることで箱型モデル（ワイヤーフレーム）を作成することができた．次いで，屋根勾配を与えて，屋根付きモデル（ワイヤーフレーム）に修正した．また，視点場3周辺は乗組員の集落だった場所であり，絵画にも乗組員の集落が画面中央に描かれている．そこで，視点場3の周辺建物は屋根付きモデルへと修正した．

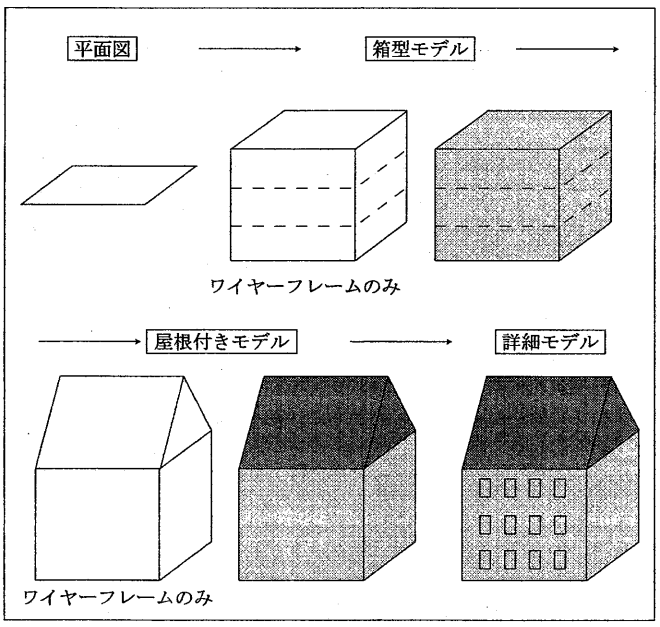

図5　建物の精度別モデル

c) 市役所・教会・要塞の作成（詳細モデル）

市役所，教会，要塞等，象徴的な建物については，ほかの建物より詳細に作成することを目標にしているため，まず歴史地区の建物と同様，平面図に高さデータを入力し，箱型モデルを作成した後，屋根勾配を与えた．また，調査で撮影した写真をもとに窓の作成も行った．

(4) 樹木の作成

樹木配置図に基づいて樹木を配置した．

(5) その他のオブジェクトの作成（鉄道の作成）

鉄道の断面図等に基づいて鉄道の高架を作成した．

3.3　本研究のCG作成の特徴

地形データをそのまま利用するだけでなく，道路勾配図に基づいて道路に勾配をつけた．

建物作成においては，歴史地区，歴史地区外，市役所・教会・要塞等に分けて作業を行った．各地区，建物においてモデルの到達目標が異なるため，対象を分けることで効率的に作業を進行することができた．

丘などから都市を俯瞰したとき，屋根は景観構成要素として特に重要となる．しかしながら，今回，道幅が狭くかつ建物が隣接している状況であったため屋根勾配の実測が困難であった．そこで，屋根のタイプ分けを行い，タイプごとに屋根勾配を設定することでよりリアリティのある俯瞰CGを作成することができた．

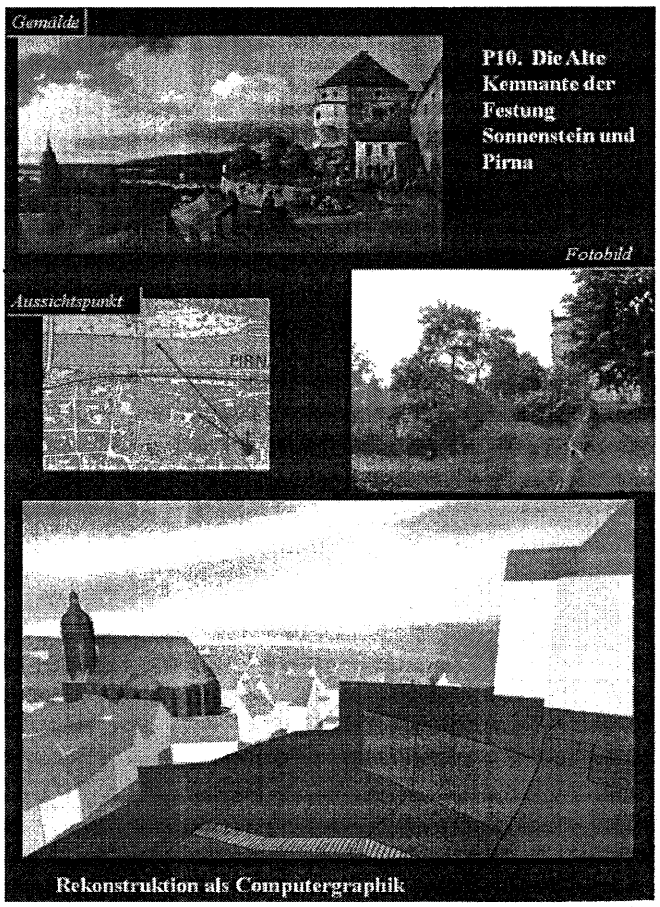

図6　視点場P10におけるプレゼンテーション

4. CGを用いたプレゼンテーション（作画，評価段階）

2008年と2009年に作成したCGを用いてピルナ市でプレゼンテーションを行った(図6).このプレゼンテーションでは，代表的なシーンの理解，新たな視点場の提案，不足しているデータの取得を目的に行った.

4.1 絵画の描かれた視点場からの再現

ピルナは画家ベロットによって11枚の絵画が描かれた都市であり，それらの絵画をもとに修復が行われた都市である．そのため，絵画はピルナという都市をイメージする上で重要な要素となる．そこで，ベロットによって描かれた視点場からの眺めを視点条件として設定し，CGを作画した.

既往研究[4]で，ベロットが描いたピルナの絵画の視点場，画角などが明らかにされている（表2)．この視点場，画角を参考にCG画像の視点位置，視線方向を定め画像を作成した.

また，作成したCG画像の妥当性について検討を行うために，航空写真，アイレベルから撮影した写真，丘から俯瞰したときの写真，絵画にも描かれている市役所前の広場（視点場5）の写真とCG画像を比較した.

航空写真とCG屋根伏せ図を比較すると，建物位置関係がCGに反映されていることが分かる（図7).

次に，アイレベルで撮影した写真とCGを比較する.図8に描かれている線は，市役所の屋根とその奥にある教会の塔が直線状に並んでいることを示している.この直線の位置が，写真とCGともに同じ位置にあることが分かる.

さらに，ゾンネンシュタインの丘からピルナを俯瞰した時の写真とCGの比較を行った結果，教会の塔，市役所の時計台，ピルナのインフォメーション･オフィス（カナレット・ハウス）の屋根の位置が一致することが分かる（図9).

最後に，視点場5で作成したCG画像と写真，絵画の比較を行った．絵画を写真と比較するために，写真

表2 絵画の描かれた視点場と画角

	絵画のタイトル	視点場	画角(°)
P1	ポスタの高地からみたゾンネンシュタイン要塞とピルナ	標高160mの草原上	58
		X:927, Y:438, Z:40	58
P2	ポスタ地区の幹線道路とともにエルベ川右岸からみたピルナ	エルベ川沿いポスタ通り	79
		X:753, Y:359, Z:-0.5	79
P3	乗組員の集落からみたピルナ	ツァイゲル通り	90
		X:537, Y:142, Z:2	90
P4	コピッツ地区近くのエルベ川右岸からみたピルナ	河川敷の草地	41
		X:-417, Y:447, Z:-6	43.6
P5	ピルナのマルクト広場	聖母マリア教会広場	84
		X:-83, Y:12, Z:4	83.97
P6	ピルナの大通り	ケーニヒシュタイン通りの歩道	102
		X:-21, Y:471, Z:8	102
P7	ドーナイシェン門とともに西側から見たピルナ	大通り	81
		X:-253, Y:-157, Z:8	81
P8	オーバー門前のピルナ	ティッシャー広場の歩道	105
		X:1, Y:-244, Z:11	105
P9	ハウスベルクから見たピルナに聳えるゾンネンシュタイン要塞	ハウスベルク通り	61
		X:25, Y:-281, Z:23	61
P10	ゾンネンシュタイン要塞から見たピルナ	要塞の少し下がったテラス	89
		X:219, Y:-100, Z:40	89
P11	ホーエス・ヴェルクから見たゾンネンシュタイン要塞とピルナ	ホーエス・ヴェルクのテラス	110
		X:352, Y:-25, Z:45	110

注）地図のほぼ中央にある広場の市役所東側が原点(0,0,0)
下段はCG座標（単位：m）とCG上での画角

図7 航空写真とCG屋根伏せ図

図8 アイレベルからの写真とCG画像
(X:-100, Y:39, Z:2)

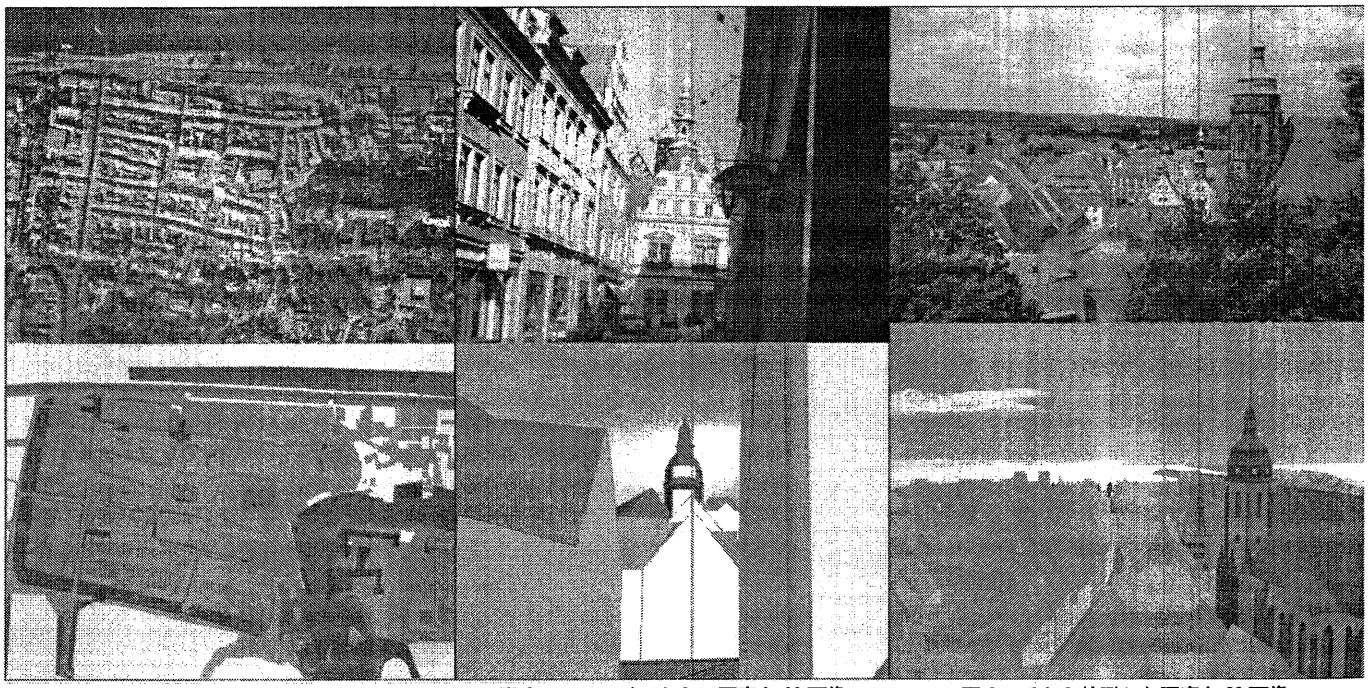

図9 丘から俯瞰した写真とCG画像
(X:209, Y:-45, Z:45)

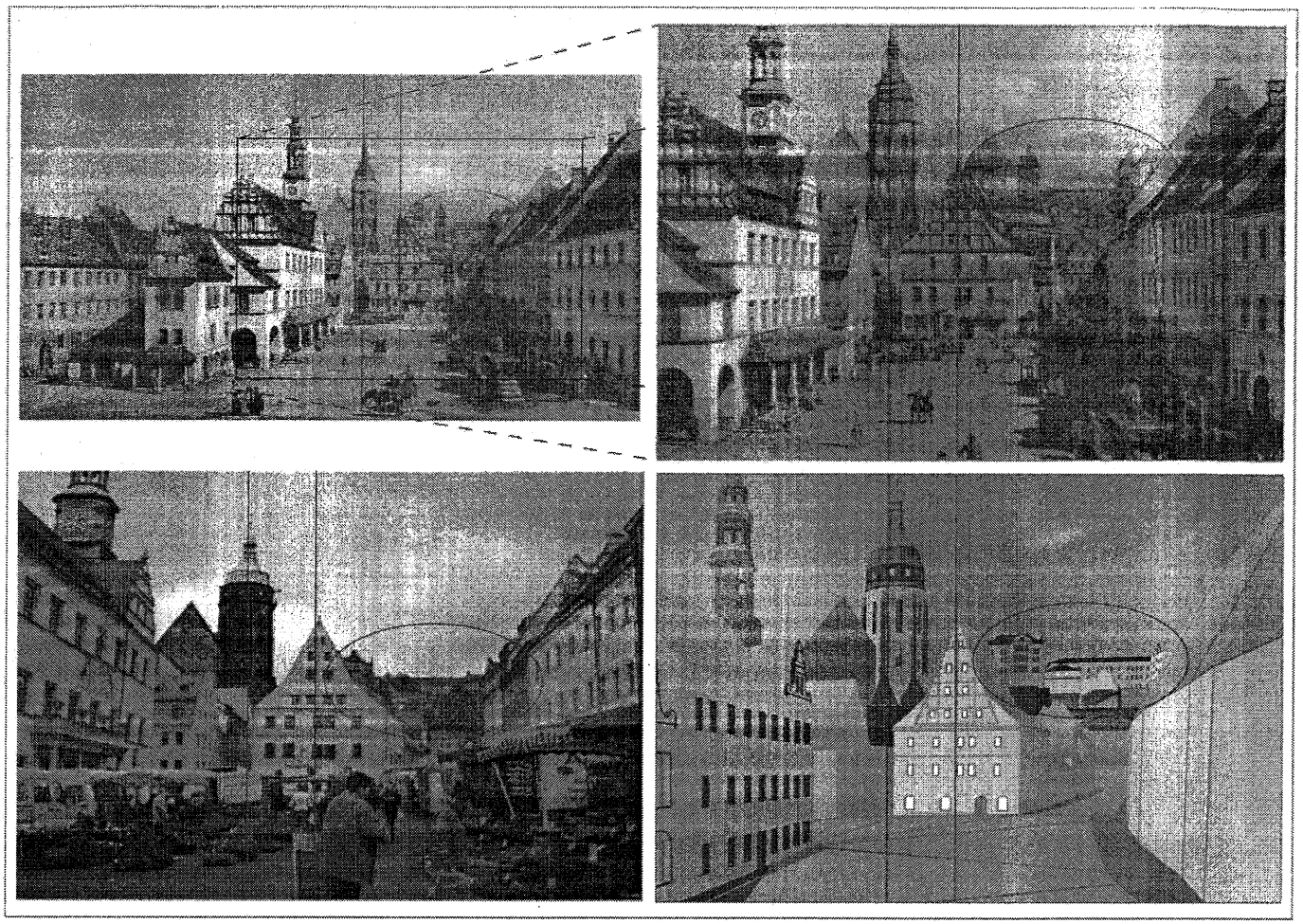

図 10　視点場 5 における絵画と CG 画像，写真の比較

のサイズに合わせて絵画を抜き出した．画面中央の建物の屋根の位置，教会の塔の位置，そして画面奥の要塞の位置も概ね一致していることが分かる（図 10）．

以上のことから，①アイレベルからの景観，②俯瞰景について，CG が概ね実際のピルナの都市景観を再現していることが分かる．

現地でのプレゼンテーションでは，まず視点場の位置が示してある地図と絵画，現状写真を載せたシートを示した後に，CG 画像を提示した．この視点場は建物内部にあり，写真を撮ることが不可能な場所であっても，CG 画像を用いることで絵画に描かれた景観を視点場から確認することができた．

4.2　新たな視点場の提案

CG の操作性を利用し，新たな視点場となりうる場所を探した．新たな視点場となりうる場所として，ゾンネンシュタイン要塞の上階，ガルテン通り，船着き場の 3 ヶ所を提案した（図 11）．3 つの新たな視点場の選定理由を以下に述べる．

(1) ゾンネンシュタイン要塞の上階（図 12）

現在の市街地に歴史地区の全貌を望むことができる場所がない．また，エルベ川を望む場所もない．要塞の高台が唯一の視点場となっている．要塞の上階からであれば，より望ましい景観を得ることができると考えた．

(2) ガルテン通り（図 13）

調査でピルナを訪れた際，鉄道駅から中央広場へ行くにはガルテン通りを通る．その時に見えるのがゾンネンシュタイン要塞である．この通りから要塞までは約 1km，仰角は約 5 度．遠景の仰角としては望ましい．

(3) 船着き場（図 14）

エルベ川沿いの遊歩道のどこからもピルナの美しい街並みを見ることができる．

以上のような理由から，新たな視点場として選定し，各視点場からの眺めを CG で作成した．また，CG を現場で実際に操作し見せることによって，データ不足の地区についての説明もスムーズに行うことができた．

5. おわりに

本研究の内容及び結果は，以下のように要約できる．

(1) アイレベルでの景観も検討できるようにするため，地盤勾配に加えて，道路に勾配を設けた．

(2) モデリング段階での建物作成において，歴史地区，歴史地区外，市役所・教会・要塞と作業を分けて行った．各地区・建物においてモデルの到達目標が異なるため，

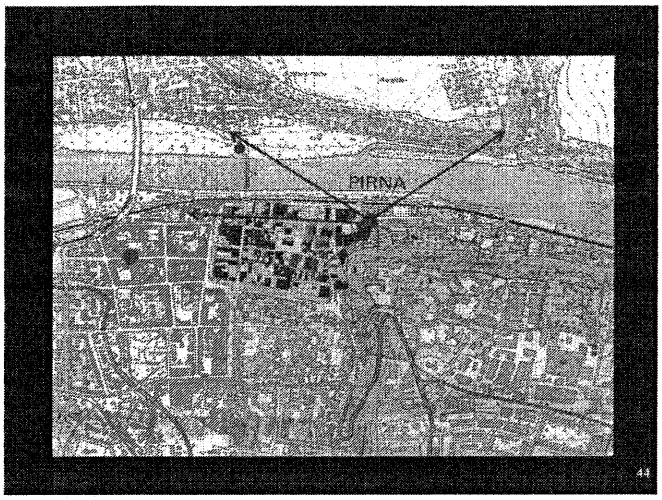

図 11　新たに提案した視点場の位置

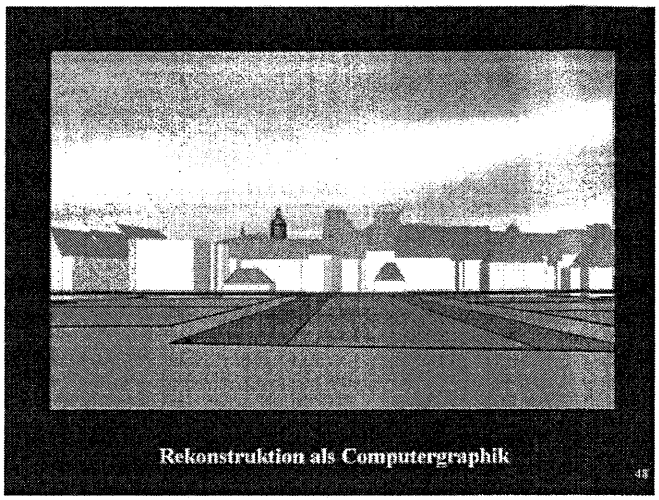

図 13　ガルテン通り (P13)
CG 座標 (X:-410, Y:-19, Z:2), 画角 54.43°

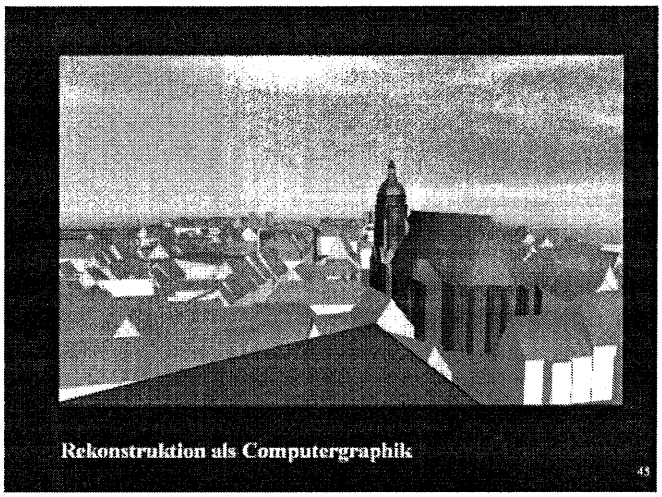

図 12　ゾンネンシュタイン要塞の上階 (P12)
CG 座標 (X:223, Y:-36, Z:55), 画角 65°

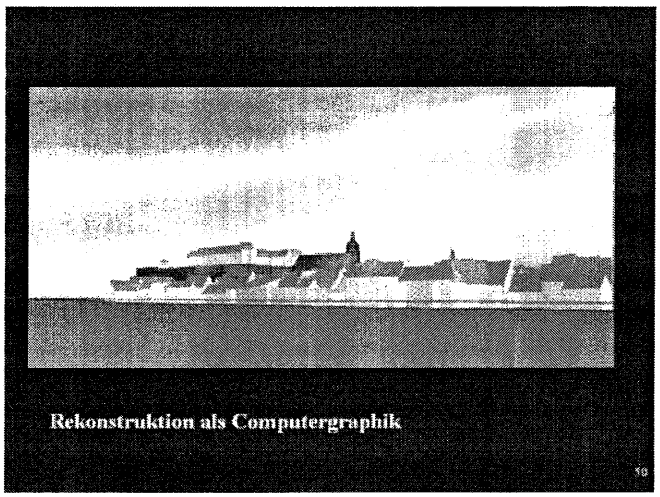

図 14　船着き場 (P14)
CG 座標 (X:-173, Y:378, Z:8), 画角 65°

作業を分けて行うことで効率的に作業を進行することができた.

(3) 今回, 道幅が狭くかつ建物が隣接しているため, 屋根勾配の実測が困難であった. そこで, 屋根のタイプ分けを行いタイプごとに屋根勾配を設定することで, よりリアリティのある俯瞰図を作成することができった.

(4) プレゼンテーションに用いた CG 画像は, 絵画の画角, 視線方向などを参考に視点場位置, 角度を設定した. また, 現段階での CG 画像を写真と比較することによって CG の妥当性を検討した.

なお, 本研究は平成 19 ～ 22 年度の科学研究費 (基盤研究 (A) 課題番号 19254003) を受けて行われたものである. あらためて謝意を表す次第である.

参考文献

1) 蕭乃聖, 佐藤誠治, 有馬隆文:「3 次元コンピータグラフィックスを用いた都市俯瞰景観に関する研究」ー大分市街地における景観評価ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp. 289-290, 1994 年 7 月
2) 日高隆文, 有馬隆文, 萩島哲, 坂井猛:3 次元 CG を用いた街路景観特性の計量化と景観評価に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp. 975-976, 2000 年 7 月
3) 萩島哲:バロック期の都市風景画を読むーベロットが描いたドレスデン, ピルナ, ケーニヒシュタインの景観ー, 九州大学出版会, 2006 年 1 月
4) 環境シミュレーションラボ研究会:都市デザインとシミュレーションーその技法とツールー, 鹿島出版会, 1999 年 1 月
5) 榊原和彦:都市・公共土木の CG プレゼンテーションーデザイン・コミュニケーションと合意形成のメディアー, 学芸出版, 1997 年 10 月
6) 佐々木大, 荒木俊輔, 砒崎賢一:まちづくりの図面と規制を利用した三次元都市空間の可視化, 情報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研究会報告, No. 121, pp. 37-42, 2004 年 11 月
7) Pirna : Integriertes Stadtentwicklungskonzept, 2002
8) Pirnaer Daten zur Stadtentwicklung : Stadtnerwaltung Pirna Fachgruppe Stadtentwicklung, 2004
9) Albrecht Sturm : Canaletto-Stadt Pirna 1500-1800, Michael Imhof Verlag, 1998

(受理：平成 21 年 12 月 3 日)