

スカイライン投影用スライドの歪み補正について

永島 治*

Manipulating Images for Skyline-Slideprojector

Osamu NAGASHIMA

I はじめに

青少年科学館では、一般来館者を対象にしたプラネタリウムのほか、学校や幼稚園等の団体向けに学習番組を用意し投影を行っている。

天体の観察は夜間行う必要があるため、実際の学校の現場では取り組みにくく、月の満ち欠けの変化や日周運動による星の動きを観察するためには多くの時間を必要とする。よって天体の学習をするためにプラネタリウムが使われているのである。

プラネタリウムの星を一層身近なものとしてもらうため、学校の校庭の中心から見える360°の周囲の風景を12枚のスライドに撮り、プラネタリウム本体の周囲に設置した12のスライド投影機(以下、スカイライン投影機とする)に東西南北の方角を合わせて投影することによってプラネタリウムの星空を校庭で見ているかのようにシミュレーションしている。

このようにスカイライン投影機は、12の投影機で絵や風景を写すもので、各々のスライドプロジェクターに挿入するスライドは、一般的にプラネタリウム製造メーカーによって様々な風景が供給されている。特注にも応じてくれるが、制作コストを低くおさえるため当青少年科学館では多くのスライドセットを制作している。プラネタリウムではスクリーンが球面であるため、投影された像に歪みが必ず起こる。絵やイラストによるスライド原画の歪み補正については、従来より様々な方法が考えられ現在問題なくスライド原画を作ることができる。しかし、実写によって作られたスライド(学習投影用スライドがこれにあたる)では建物が歪んで投影されてしまうなどの問題点が残っている。従来の方ではなぜ実写のスライド原画が十分に補正できないのかをまず考察し、更に歪み補正をコンピューターによる画像処理によって実現できないかを試み考察する。

II スカイライン投影機の概要

青少年科学館のドーム径は16m、スカイライン投影機はドームの球心から下に1 m50cm、円の中心から1 m20cm離れた場所に、水平線から上に24°の仰角をとって設置されている。

スライド投影機に用いている投影レンズの焦点距離は60cmである。

球面にスライドを正しく投影することは困難で、これは、メルカトル図法によって描かれた地図を地球儀に切って貼つける事を想像すれば容易に理解できる。しかも、スカイライン投映機は半球形のドームの球心から離れた場所に設置されているため、像の歪みも一層複雑である。

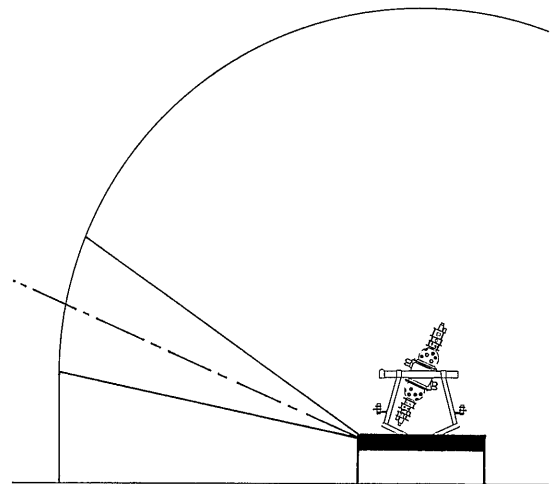


図1 スカイライン投影機



写真1 スカイライン投影機による学校風景

Ⅲ 歪み量の測定

ドーム内で歪んで写される像を正しく見せるためにはそれぞれのスライドをあらかじめ一定量歪ませておけばよい。

どれだけ歪んでいるかを計るため、スライドフィルム上 1mm方眼になる補正用グリッドを制作し、それぞれの投影機によって写した。さらに、本体附属の赤道グリッドの緯度の線に対して長方形のスライドがどれだけ歪んでいるのか、また左右のスライドとはどこで重複するのかを読み取った。

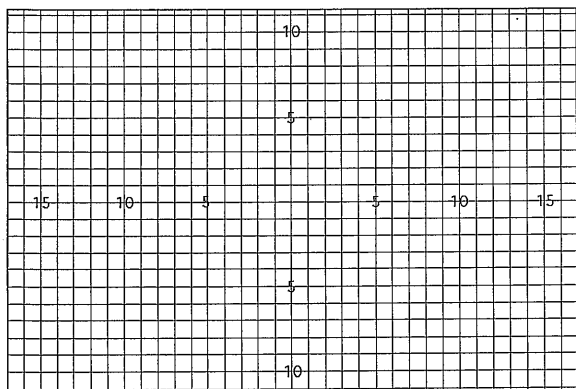


図2 補正用グリッド

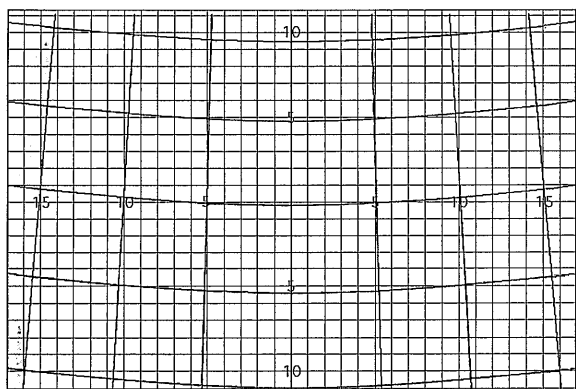


図3 ドームに写された補正用グリッドの様子

このようにして、差を読み取った結果、中央が端に比べて下におよそ1cmさがっており、左右のスライドとの重なりは上部の幅29cm、下部の幅が33mmの場所である。

この歪みを、「水平線の湾曲」と「上辺と下辺の幅の違い」の二つの変形要素が合成されたものとみなす。

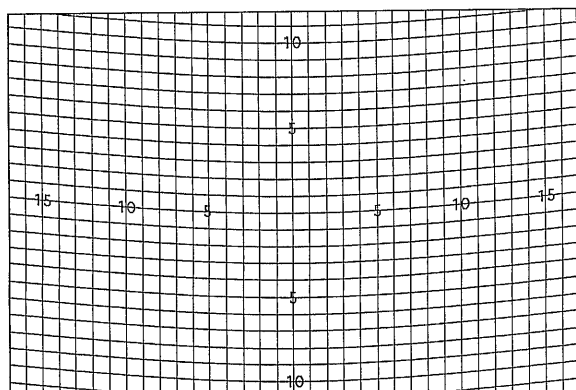


図4 水平線の湾曲（変形要素1）

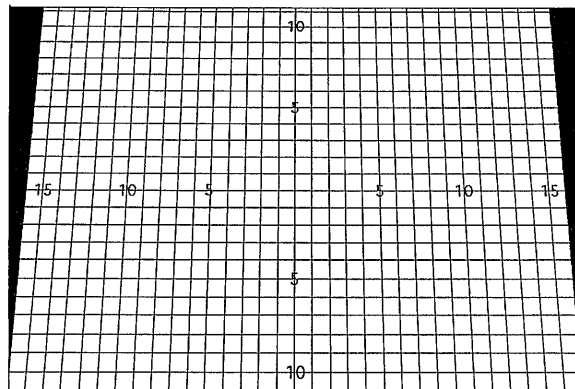


図5 上辺と下辺の幅の違い

以降、この歪みを変形要素2とする。

スカイライン投影機でスライドを写すためには、上記二つの変形要素をもたせたスライドを作成すればよいことになる。

Ⅳ 従来のスカイラインスライドの歪み補正

1. 絵やイラストのスカイライン投影

まず、スカイライン投影機は、35mm判スライドを使用するため、1枚の原画は縦:横の比率が2:3とする。また、建物や水平線を描く場合は用紙の四辺に平行になるように描く。当然1枚目の左端と12枚目の右端がつながるように描く。

そしてフィルム面上、上記の二つの変形要素が同時に得られるように、絵をつなげて円筒の内側に張りつけ、上から俯瞰させて撮影する。

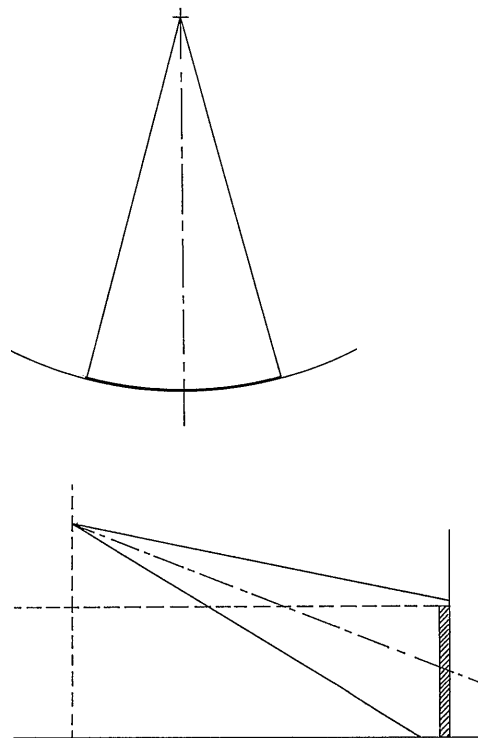


図6 スカイラインスライドの撮影

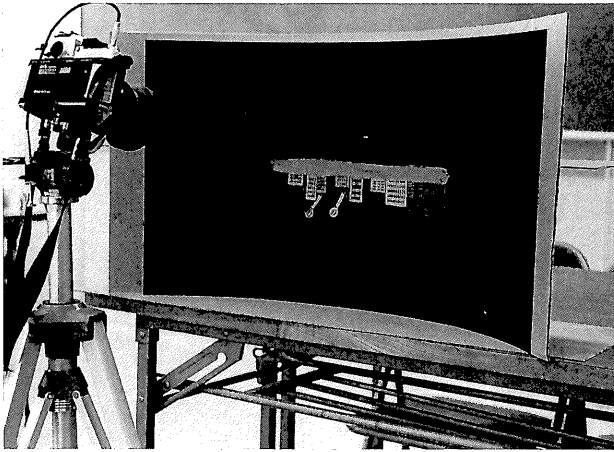


写真2 スカイラインスライド撮影装置

この時、一眼レフカメラの場合、ファインダースクリーン上の像とフィルム面上の像は合同であるため、補正後のグリッドをリスフィルム等で複写し、ファインダースクリーン上に張りつける方法も考えられる。

撮影に用いる装置の内面に絵を張りつけて撮影する際中央と端でピントが異なるので、十分絞りで撮影する必要がある。また、装置の曲率は、絵の大きさによって変えなければならない。以上の方法で、イラストや絵によるスライドを制作することができる。

2. 実写スライドによるスカイラインスライド

現在投影で使われているスカイラインスライドは、58mmレンズを用いて、三脚を用いて360°を12枚に分けて撮影したものである。また、被写体の色や濃度を揃えるため、12枚の写真は全て同じ露出にしてある。しかし校舎が画面に入るように仰角（学校により多少異なる）をとって撮影するため、2番目の変形要素が既に含まれている。

ここでネガカラーによって風景を写し、そのプリントを写真2の装置にかけて撮影すれば変形要素1の「水平線の曲がり」は得られる。一方、すでにプリントの時点で変形要素2の要素が含まれているため、スライド上下の幅の違いが必要以上におおきくなってしまふ。

従来する方法で補正を行うには、プリント複写時に画面の湾曲に対して十分長い焦点距離のレンズで撮影する事によって変形要素2の要素を少なくするか、元の風景を撮影するとき、画角が倍になる広角レンズを用いて、仰角を全くとらずに（水平線が画面の中央にくるように）撮影し、プリント時にトリミングすることによって歪み補正をすることが可能である。

今まで使用してきた学校のスライドでは、変形要素2については問題ない補正量が撮影時に得られているため変形要素1のみを単独に処理できればよいことになる。最近では、コンピューターの発達によって、画像をデジタル的に処理できるようになった。そして画像の歪み補正も可能であることがわかったので発表する。

V コンピューターによる画像処理の機材

今回、コンピューターによって画像処理を行うために以下の機材を使用した。

1. 画像入力装置として

ネガやポジフィルムから画像を入力するフィルムスキャナーとしてニコンクールスキャン。プリント等の図版を入力するフラットヘッドスキャナーとしてエプソン6500ARTmm

2. 画像処理をするフォトタッチソフトとしてアドビフォトショップVer3

3. 画像データをスライドフィルムに出力させる装置としてポラロイドデジタルパレット

4. 操作するためのコンピューター本体として、マッキントッシュ8100/80AV

なお、一般的に作業を行う場合、画像入力に関しては撮影したフィルムを、ラボでフォトCDに書き込んでもらうことができるため、あえて無くてもかまわない。また、出力に関しては、印刷業界で一般的に利用されている出力センターを利用できる。フォトタッチソフトはコンピューター上で画像処理を行う場合、アドビシステムのフォトショップというソフトがデザイン業界で一般化しているため使用した。

VI 画像処理の方法

1. 入力と出力

画像をコンピューターに入力するに際して、画像の解像度と大きさを決める。

出力時の35mmデジタルスライドレコーダーによる画像サイズが、縦×横が521ピクセル×781ピクセル、解像度が72dpiであるが、後に述べる歪み補正を行うとき僅かに画像がぼけたようになってしまうため、なるべく大きなファイルサイズで処理を行い、出力時に781×521ピクセル、72dpiに変換する。また、58mmレンズより画角の広いレンズで風景を撮影した場合は、右/左隣のつながりが良くなるように画像処理後に解像度とサイズの変換を行う。尚、同じスカイライン投映機を使用する場合でも風景撮影時のレンズの画角が違えば歪み補正量も変わってくる。

2. 歪み補正

1) 補正の概略

まず、取り込んだ画像を開いておき、メニューバーから「フィルター」をドラッグし、「変形」のサブメニューにある「置き換え」によって補正を行う。この置き換えフィルターでは第2の画像（置き換えマップと呼ぶ）によって画像をどの様に変換するかが定義される。フィルターは、置き換えマップから階調の濃度を読み込み、その値を使って画像を変形させる。

置き換えマップは各チャンネル0から255までの256階調で作られ、中間の数値128での変形は無い。負の値の最大値は0で、正の値の最大値は255である。置き換えマップが1つのチャンネルをしか持たなかった場合、元の画像は、置き換えマップデータの水平と垂直のスケールの割合で定義されるに値にそって変形される。

置き換えマップデータが二つ以上のチャンネルを持つ場合、最初のチャンネルが水平の変形をコントロールし、二つ目のチャンネルが垂直の変形をコントロールする。

2) 変形の実際

補正用グリッドを用いて置き換えマップフィルターによってどの様に画像が変形されるか調べる。

ここでは、画面を垂直方向だけ変形したいので、メニューバーより「置き換え」を選択したときに現れる「置き換えのダイアログ」の水平比率を0に変更しておく。

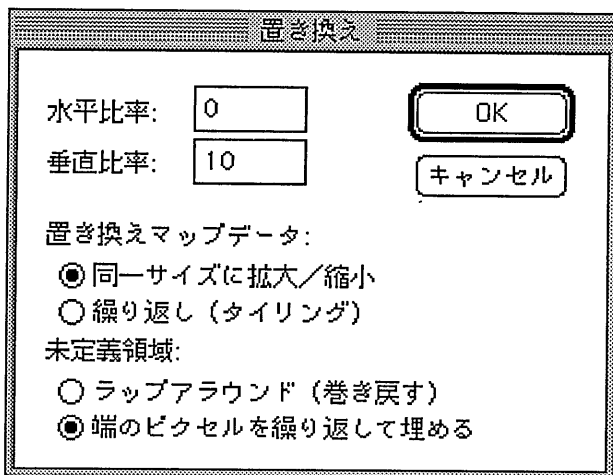


図7 置き換えマップデータのダイアログ

次に、メニューバーより「新規」を選択し、縦と横の比率が2：3の置き換えマップデータの画像を作る。この置き換えマップの階調が全て 255 (白) の場合、フィルターによって補正用グリッドは一様にプラス方向 (上) に移動することが分かる。

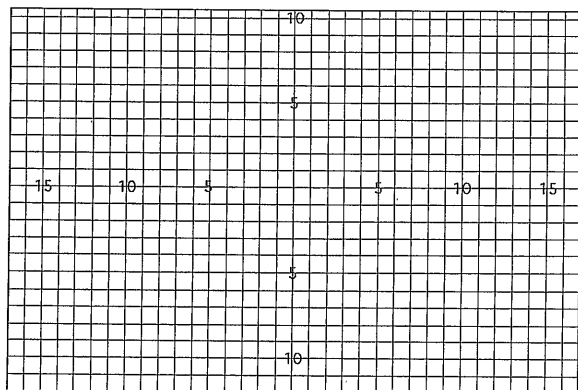
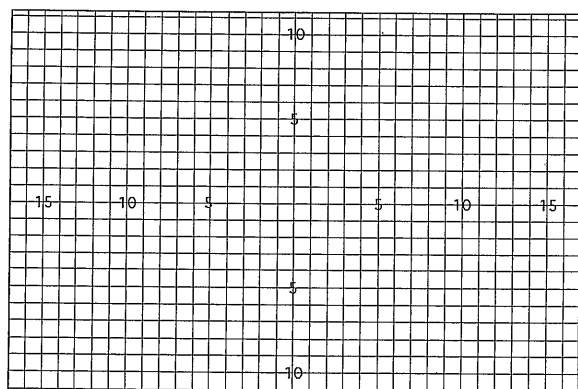


図8 置き換えマップデータ階調255による効果

逆に、全ての階調が0 (黒) であった場合、下にシフトする。このように、画像データの移動量は置き換えマップの対応する座標の階調によって決まる。ここで、変形要素1を得るためには、画面の左右を上、中央を下に歪ませれば良い。この変形を得るための置き換えマップデータは画面の両側が階調 255で中央に行くに従い階調が濃くなるようなデータを作成すれば良いことになる。そこで、左右が階調 255 (白) 中央に行くにしたがって階調が濃くなるようグラデーションをかけて作った置き換えマップデータが次の図である。

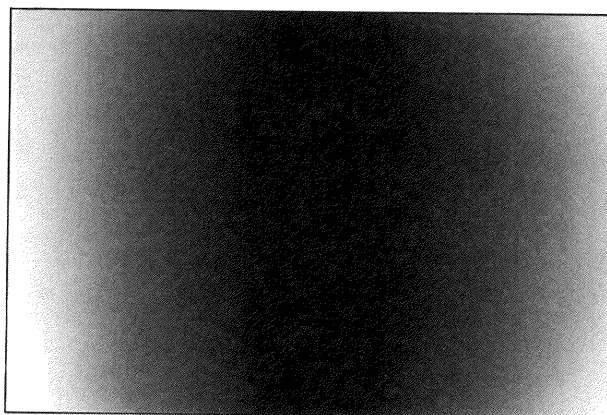


図9 画像をたるませる置き換えマップデータ

3. 置き換えマップデータの作成

1) フォトショップを立ち上げ、縦 100ピクセル、横 150ピクセルの新規画像を作成する。

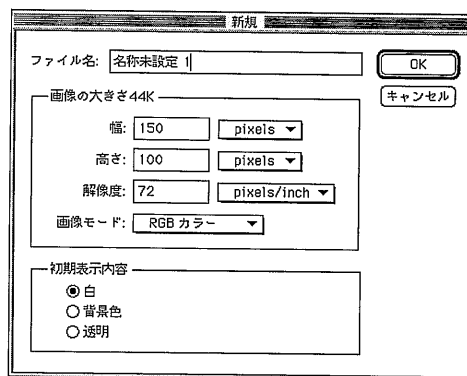


図10 新規画像作成

2) グラデーションツールを選択し、中間位置50%、方式が直線になるように設定し、画面の左から右に階調0から255に至るグラデーションで塗りつぶす。

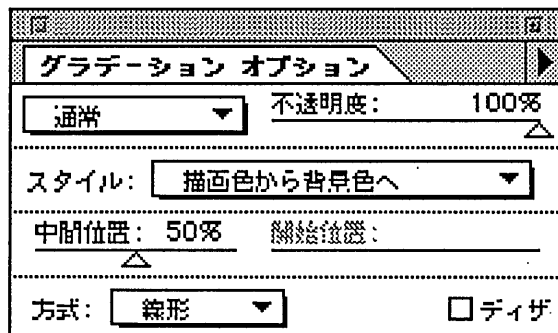


図11 グラデーションツール

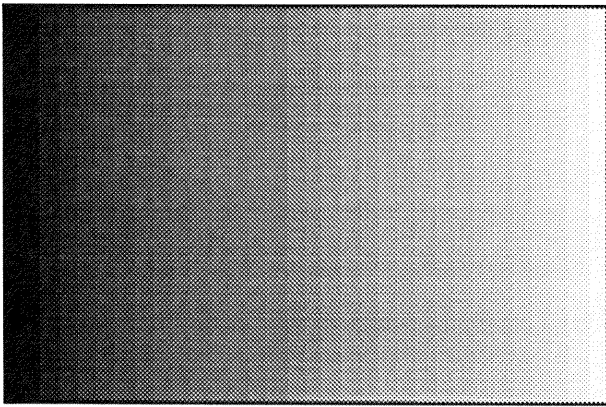


図12 作成したグラデーション

3) トーンカーブにより、ダイアログボックスの左上から下降し、中央で一番低くなりまた右上に上昇するカーブを描く

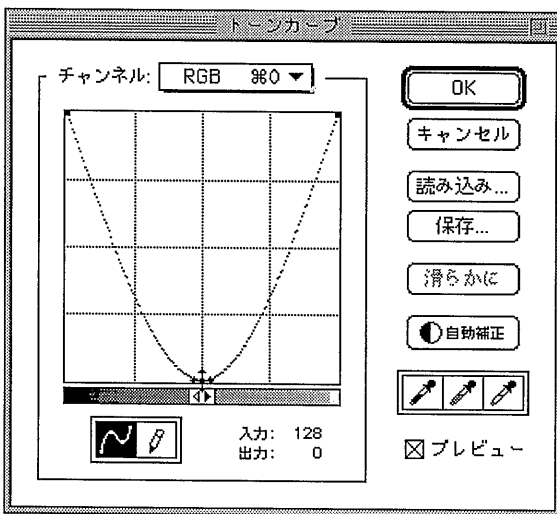


図13 トーンカーブダイアログ

このようにして、図9のデータを作成した。

4) この画像を保存し、置き換えマップデータとする

4. 変形の微調整について

1) 変形量について

変形量は、図8のダイアログの垂直比率の設定値によって変えることができる。

2) 変形要素1のまがりぐあいの微調整について

変形要素1におけるグリッドの曲がり具合は、図9で示した置き換えマップデータを更にトーンカーブで各座標の濃度を変えることによってコントロールすることができる。

図14に示す、左右の端が直線的にし中央のカーブだけきつくなるようなグリッドの補正を得たい場合、置き換えマップデータのグラデーションが中央に行くにしたがって急峻に濃度が上がるようにすればよい。これが図15である。

この置き換えマップデータを作成するためには、図9の置き換えマップデータを開いておき、トーンカーブのカーブを図16の様に描けばよい。

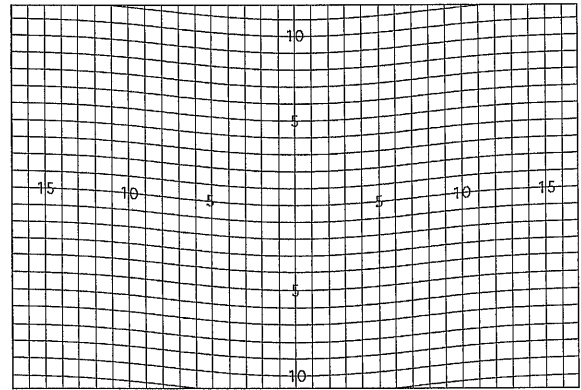


図 14

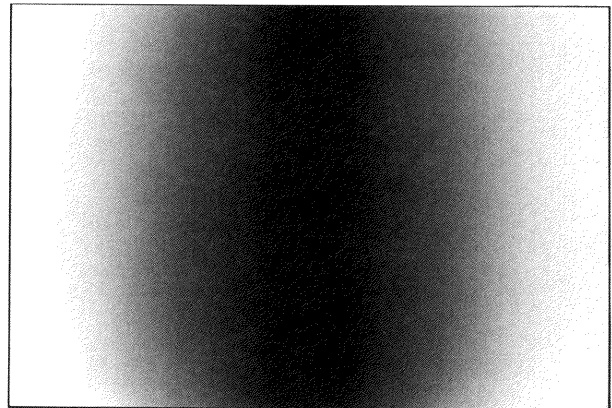


図 15

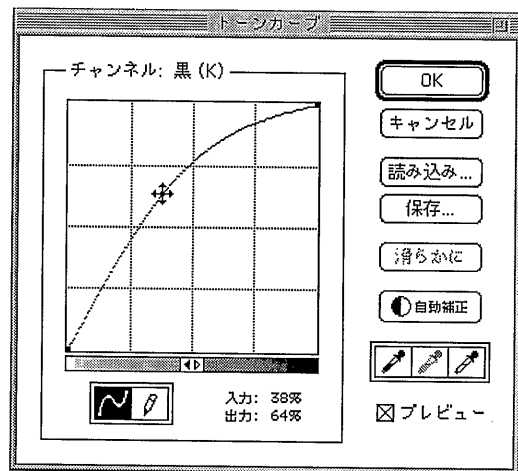


図 16

逆に、図17の様な端のカーブだけをきつくするための置き換えマップデータと設定が次のとおりである。

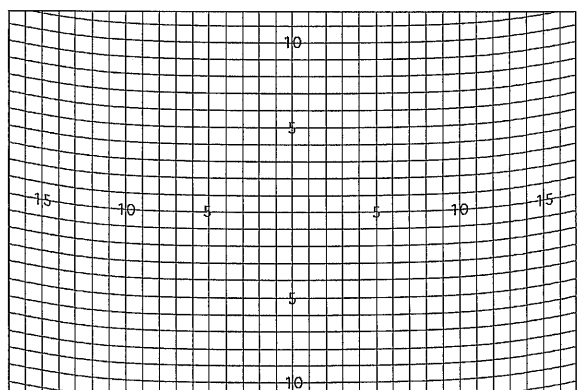


図 17

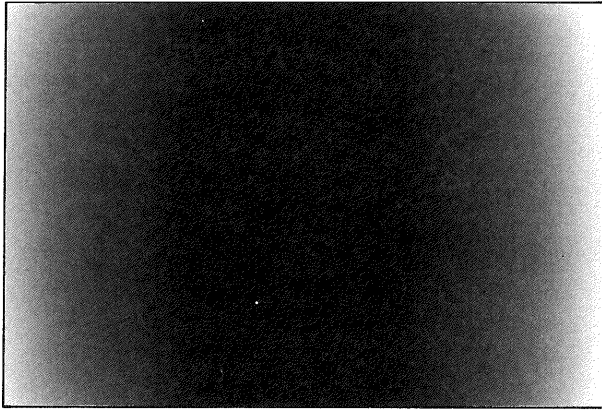


図 18

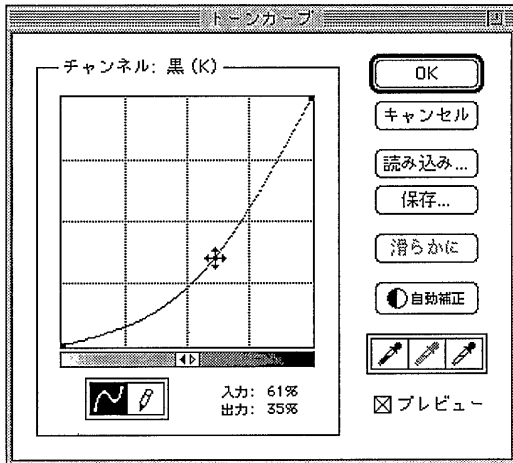


図 19

このように、置き換えマップを操作することで変形要素1の上下に画像を歪めることがかなり自由に操作することがわかった。

VII 二つの歪み補正方法の長所と短所

画像の補正方法について、従来の方法による歪み補正とコンピューターの画像処理による変形の二つの方法について記述したが、どちらも方法も一長一短である。

1. 従来の歪み補正法の長所と短所

- 1) 絵や写真を曲げて複写するだけなので手間がかからない。
- 2) 高い解像度を保ったままスライド作成ができる。
- 3) 複写の際、光源や回りの景色の写り込みに注意しなければならない。
- 4) ネガカラープリントを複写する場合は、元になるプリントが同じ条件で処理されるよう、ラボの協力を得なければならない。
- 5) 絵やイラスト、スライドフィルム等、必ず経年変化がおこる。
- 6) 手作業によるオペイクが困難をさわる。

2. コンピューターによる画像処理の長所と短所

- 1) 気に入った画像が得られるまでディスプレイを見ながら何度でもやり直しがきく。
- 2) 画像のコントラストや色調、つなぎ目のぼかしな

ど、細かく調整することができる。

- 3) ディスプレー上である程度の濃度を持ったオペイクが可能である、また細かい場所を拡大してオペイクすることができる。
- 4) デジタルによる画像データの記憶は経年変化が基本的に無い。
- 5) スキャナーによるデータの入力に時間がかかる。
- 6) 画像の解像度が低い

VIII おわりに

学習番組で使用するスカイラインスライドが撮影されてからかなりの年月がたつため、校舎の改築や増築を行った学校も多い。また、校庭から見える景色がかなり変化してきた。今回、スライドを撮りなおすに先立って、スカイラインスライドの歪み補正について考察した。特に今回新しい試みとして、コンピューターによる画像処理をフォトショップというソフトのみでどこまで画面の歪み補正ができるかを考察した。今回の補正技術はスカイライン投影機だけでなく、他の投影機にも応用が可能なのである。

コンピューターの操作に熟達していないなか、多くの作業がカットアンドトライの連続であり、今回記述したものよりもっと良い方法があるのかも、今後の課題となった。

参考文献

アドビシステムズジャパン (1994) フォトショップユーザーズガイド.pp167-168. (アドビシステムズジャパン) .