

“Primatte” クロマキー・ソフトウェア White Paper

* このホワイト・ペーパーでは、Primatte が他のクロマキーヤーに較べて、どこがどうすぐれているか、分かり易く解説しています。

クロマキーとは？

Primatte の特徴を述べる前に、クロマキーについて簡単に説明します。

映画の世界に、「ブルースクリーン・プロセス」と呼ばれる技術があります。これは青色の一様な背景スクリーン(これをブルーバックと呼びます)の前に人物などの被写体を置いて撮影するものです。このフィルムからブルーバックと被写体の濃度差あるいは色相差を検出して両者を区別するマスク・フィルムを作成し、被写体画像を別の背景画像に重ね合わせて合成するのがブルースクリーン・プロセスの方法です。

ビデオの分野で同様の効果を得る技法は、クロマキーと呼ばれます(図1)。映画の場合と同じようにブルーバックの手前に被写体を置いてビデオ撮影します。この画像の RGB 信号の色相差を差動アンプなどを用いて振幅差に変換し、ここからマスク信号を作り出します。マスク信号は映像切替装置であるスイッチャーのゲート部に供給され、他の背景画像との合成に用いられます。

コンピュータ・ソフトウェアでも数値化された画像を処理することにより同様の効果を達成することが出来ます。

合成画像の質は、どの程度細密なマスク画像が得られるか、そして前景の被写体と全く同一の形状のマスク画像が得られるかどうかに関係します。たとえば、ブルースクリーンの背景にマゼンタ色と赤色の被写体があるとき、マゼンタ色には青色の成分があるため出力信号差は赤色被写体のそれに較べて小さくなりますので、キー値も当然変わってきます。このようなとき、マゼンタ色と赤色のマスクを同等に得ることは困難です。そのほかブルーバックの被写体への光の回りこみによる被写体周辺部での色変動(ブルースピル)の補正、あるいは被写体が半透明で背景が透かして見えている状態でのマスク画像の作成(ソフトキー)などの難問を解決しなければなりません。

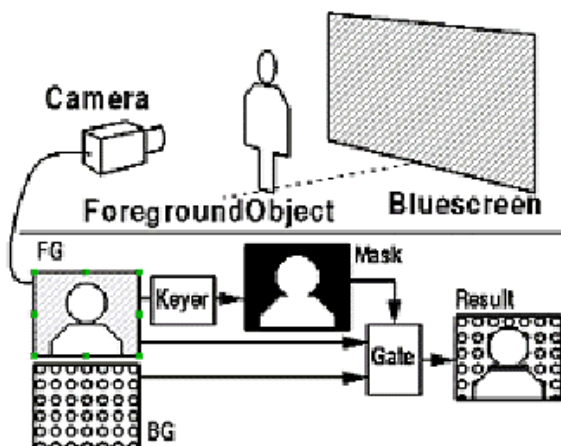


図1: クロマキー撮影と処理

Primatte の主な特徴

Primatte は次のような四つの特徴をもっていて、上記の諸問題を解決し、すぐれた合成画像を作ることが出来ます。

- キー値の計算方法がすぐれている。
- ソフトキー部の色処理がすぐれている。

- ブルースピル処理がすぐれている。
- 操作方法が簡単である。

ここでは、これらの優位点について具体例を示しながら説明していきます。

キー値の計算方法がすぐれている

合成画像を生成するためには、ブルーバックの手前に被写体を置いて撮影した図 20 のような画像(これを、クロマキー素材と呼びます)を処理して、青色の部分が 0%になり、被写体の部分が 100%になるようなマスク信号(図 21)を生成する必要があります。このことは、コンピュータでデジタル処理する場合でも、ビデオで電氣的に処理する場合でも同じです。なお、マスク信号は、ビデオ・スイッチャーなどでは Key(キー)とも呼ばれます。

また、髪の毛の乱れた部分や半透明の物体や煙などブルーバックの影響を強く受けている部分では、マスク信号が 0%より大きく 100%より小さい中間的な値を取り、ソフト・キーと呼ばれる処理を施されます。

出力として得られる合成画像の各画素は、対応するクロマキー素材の画素と背景画像の画素とを重ね合わせたものと考えることが出来ますので、マスク信号の値が 100%の画素に対してはクロマキー素材の画素を用い、逆に 0%の画素に対しては背景画像の画素を用いれば、希望する合成画像が作成されることとなります。なお、ソフト・キー部分では、被写体の画素と背景画像の画素とがマスク信号の値に応じてミックスされます。

さて、それではマスク信号はどのように決められるのでしょうか？色は色合い(色相 / Hue)、色の冴え(彩度 / Saturation)・明るさ(明度 / Luminance)の三つの属性で表わされます。明るさを考慮せずに、色合いと色の冴えだけを示したものは色度といえます(図 2)。ここでは、明るい赤と暗い赤とは同一色度になることとなります。色度面の白の点を通りこの面に垂直に明るさの軸を立てて作られる空間を色立体といい(図 3)、すべての色は本来この空間内で表示・定義されます。しかし通常のクロマキーの場合は、明るさを考慮しない色度面上で処理を行います。色度面はビデオ映像の調整に用いるベクトルスコープの表示と同種類のもので、この色度面上にクロマキー素材のブルーバック部分や被写体部分の色の色度をプロットすることが出来ます。ここでクロマキー画像のブルーバックの色と白色点との間を均等に分割して、キー値の等高線を描き、キーチャートを作成します(図 4)。これを用いて、マスク信号を発生するのです。

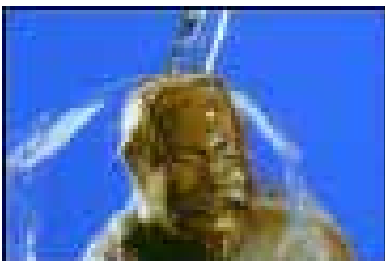


図 20: ブルースクリーン素材



図 21: マスク信号

たとえば図22のように、被写体として赤色のボカシ像とマゼンタ色のボカシ像を処理する場合があります。この画像のすべての画素の色を色度図に図示すると、図23のように青色から赤色色度点に分布する線と青色からマゼンタ色色度点に分布する線に別れています。青色部分・赤色部分・マゼンタ色部分は、データが稠密で、直線状に分布しているデータはまばらです。この部分は、エッジ部分に相当します。

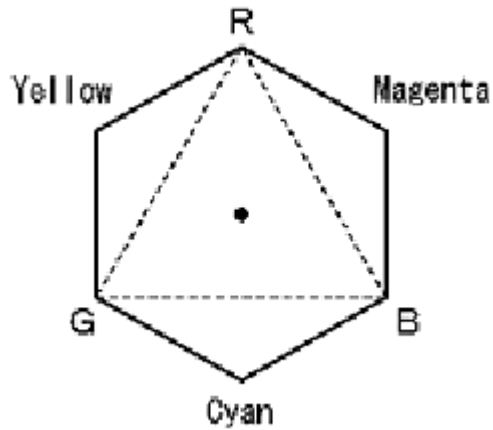


図 2: 色度を表わす色度面

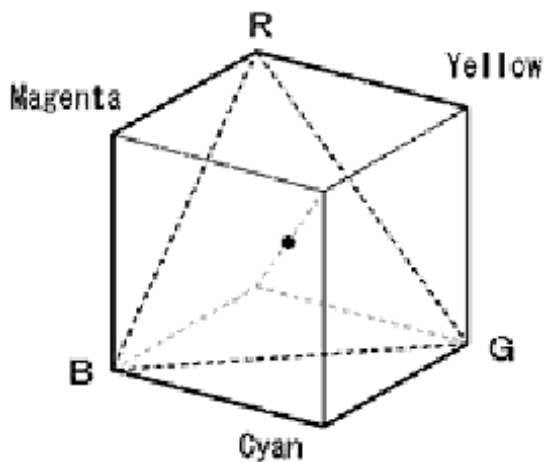


図 3: 色立体と色度面

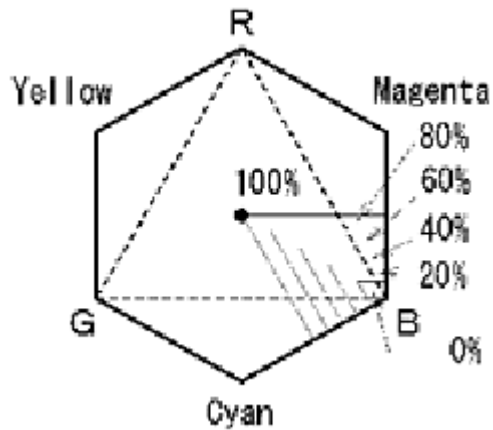


図 4: 従来のキーチャート(等高線)



図 22: 処理の困難な画像の例

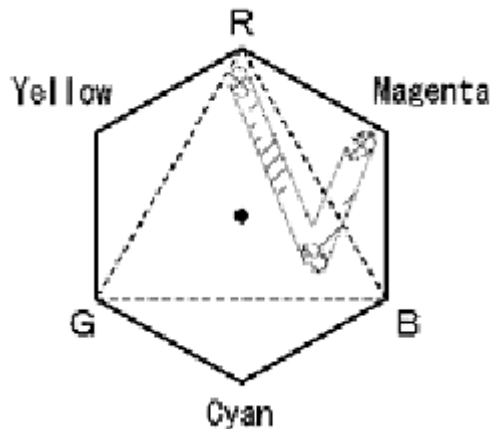


図 23: ぼかし画像の色分布

いま赤色の被写体を忠実に再現することを主体にして合成画像を作成しようとすると、図 24 のように赤色のキー値を 100%にし、背景青色のキー値を 0%にするようにして等高線を作らなくてはなりません。この結果、マゼンタ色のキー値は 0%に近くなり、背景画像の影響を強く受ける図 25 のような画像になってしまいます。一方、マゼンタを主体に作成すると、図 26 のような等高線を作ることになり、ソフト領域に分類すべきエッジ部分が 100%になってしまい図 27 のような結果になってしまいます。これが従来のクロマキーの原理です。

この例で分かるように、キー値の等高線の描き方、すなわちキーチャートは被写体の色によって多様に変える必要があることが分かります。Primatte の用いる等高線 (厳密には後述する通り、等高面になる) は非常に柔軟なので、被写体の多様な色にうまくフィットさせることができます (実例は後述)。

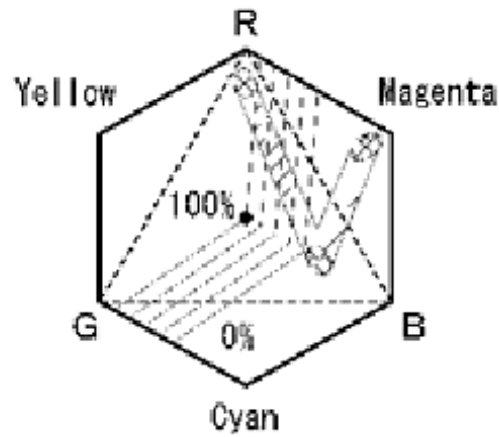
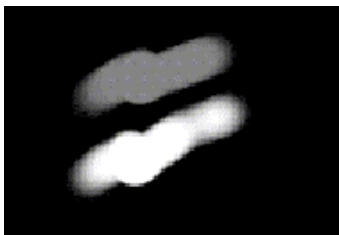


図 24: 赤で調整したキーチャート



図 25: 赤で調整した例

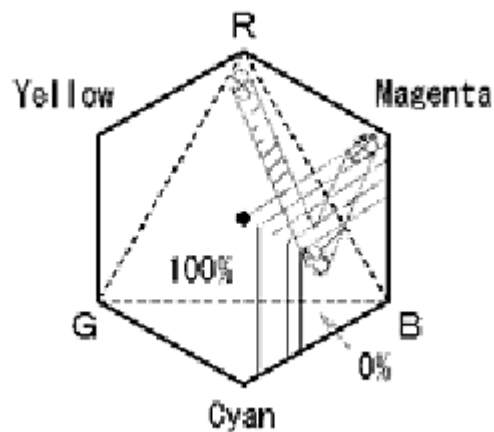


図 26: マゼンタで調整したキーチャート



図 27: マゼンタで調整した例

また、図28のように、暗い青色のブルーバックに対してシアン色の被写体がおかれたクロマキー素材の場合には、色度図上でのブルーバック色と被写体色との色間隔は非常に狭く、通常のキー値の等高線を作成することが非常に難しく、粗い等高線しか得られないため、シアン色のぼかし部分に色むらが発生してしまいます(図 29)。しかし、Primate ではブルーバック色ならびに被写体の色の明るさ、すなわち輝度の情報を用いて、立体的に色を取り扱いますので、ブルーバック色と同系色の被写体に対しても有効なキーチャートを作ることが出来ます(実例は後述)。

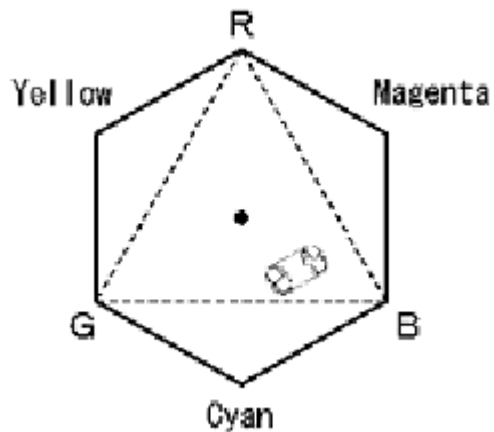


図 28: 処理の困難な画像の例

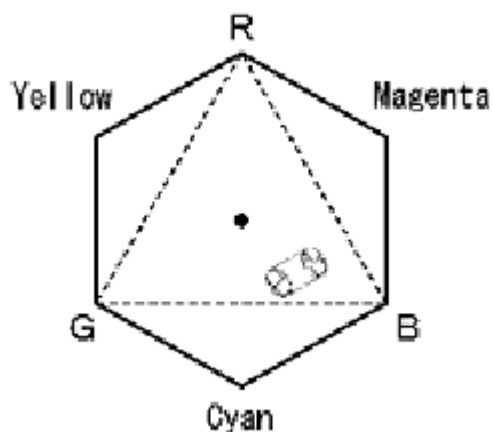
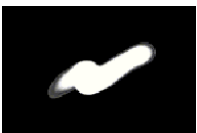


図 29: 従来処理(ステップ状のエッジ)

一般に、被写体の色は赤色やマゼンタ色だけでなく、あらゆる色から構成されています。したがって、それぞれの被写体色とブルーとの関係を生かして柔軟なキーチャートを作成することが必要であり、Primatteはこの柔軟なキーチャート作成に大きな能力を持っています。図22の例について、Primatte処理で等高線を作成して処理し得られた結果が図30で、望ましいマスク信号ならびに良好な合成結果が得られます。従来では考えられなかった非常にフレキシブルなキーチャートが作られていることが分かります。(この等高線も、実際には後述する更に複雑な等高面の1つの断面をあらわしています)。

被写体の色について明るさ情報を加えて色立体中で表示すると図5のようになり、被写体色は背景色から一定距離はなれたところで立体的に分布します。このような場合は、等高線と言うよりも等高面というべきキー値を持つ面で区分してキー値を作成しない限り、被写体色とブルーとの三次元的な位置関係を処理できません。Primatteはこの等高面を128面体で定義することにより、輝度情報を活かした柔軟な三次元キーチャートを作成し良好なマスク信号を生成します(「どうして128面体なのでしょう?」、参照)。

図6はPrimatteの等高面の最外面を表わしたものです(キー値が100%から99%に変化する境界面)。このように輝度情報を用いてキーイングすると図28のような色度差の少ない画像でも、図31、図32のように滑らかに処理できます。

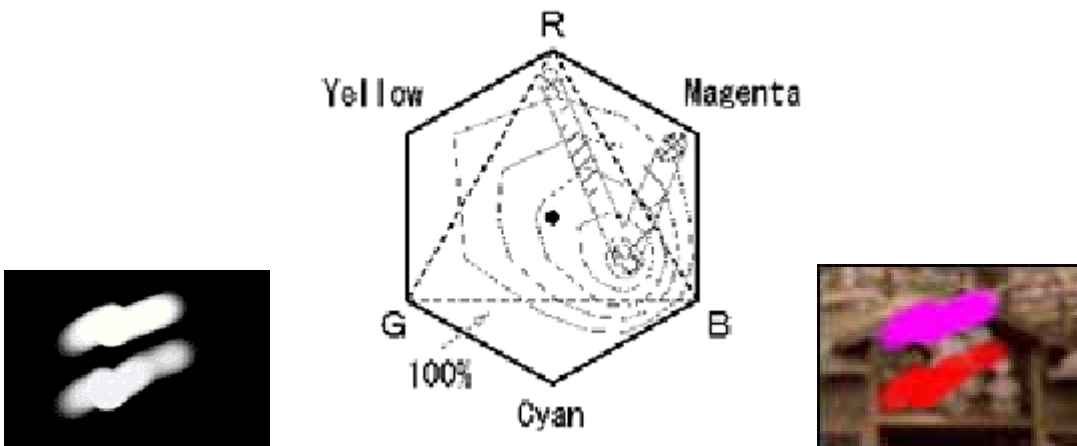


図 30: Primatte の処理例

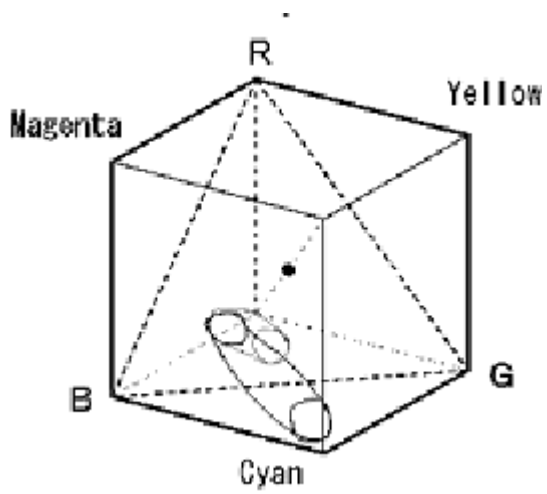


図 5: クロマキー素材の立体的色分布

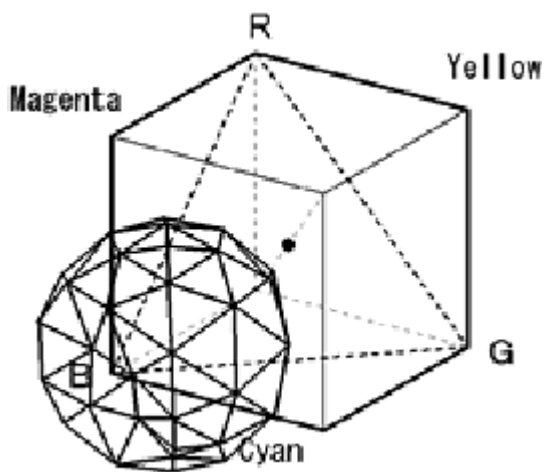


図 6: 多面体スライス法の等高線(等高面)の例

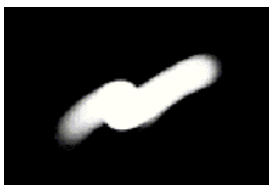


図 31: 滑らかなマスク



図 32: Primatte による処理例

Primatte は三次元キーチャートを制御するため三つの多面体を用います。そして、クロマキー素材を次の四種類に分類し、それぞれの処理を行います。

- 完全背景領域
- ソフト・キー領域
- ブルー・スピル領域
- 完全被写体領域

以上のように Primatte は柔軟な形状のキーチャートが設定できるため前景物体の多様な色に対応でき、また色データを三次元のまま取り扱うため輝度情報も損なわれず高品質なキー値算出を行うことが可能になっています。

なお、この解説文では被写体バックの色をブルーに統一して説明していますが、Primatte は任意の色をバック色として利用できます。緑や赤、白、黒だけでなく、色の違いさえあれば灰色などでもバックにすることが可能です。

ソフト・キー部の色処理がすぐれている

合成画像の制作は、ブルーバックにある被写体画像(クロマキー素材)と背景画像とをマスク信号(キー値)を仲介にして行うことができます。これは、ビデオ・スイッチャーで言うと、背景画像をベースに、被写体画像をフィルにしてエクスターナル・キーにマスク信号を供給する状態と同等です。キー値が 0%の画素については背景画像の画素が 100%出力され、キー値が 100%の画素は被写体画像の画素が 100%出力されます。しかし、ソフト・キーの部分では、通常のキーイング処理を行うと青みが残ってしまいます。このような画素は被写体の輪郭部あるいは細かい髪の毛の部分などに見られます。(図 33)

このとき、キーイングのスライス・レベルを調節してブルーを除去しようとする、中絵に食い込んでゆくことになるので、ブレの部分が途切れたり、髪の毛の細部がなくなったりします(図 34)。したがって、スライス・レベルはそのままで色を変更することによってこのブルーを除去する必要があることが分かります。

従来の方では、ソフト・キー部のみの画像を作成し、ブルーバック色の補色にして(この画像はクロマ・キャンセル信号と呼ばれます)(図 35)合成する方法が取られていました。しかし、輪郭部が不自然になってしまいます(図 36)。



図 33: エッジに残ったブルー



図 34: 中絵に食い込んだ状態

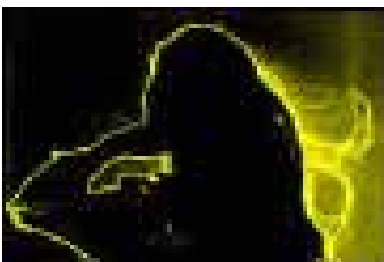


図 35: クロマ・キャンセル信号

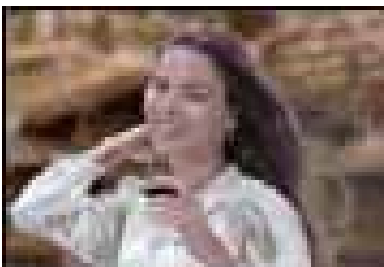


図 36: 不自然なエッジ

既存のクロマキー装置でこれとは別の方式を使っているシステムもあります。この方法ではクロマキー素材画像から青色成分を減算することにより、あたかも黒いバック色を用いて撮影したような画像を作り出します

(図 37)。この中間画像(プリマルチプライド・フォアグラウンドと呼ばれる)を用いれば、ソフト・キー部のブルーは効果的に除去できます。ただし、この方法の欠点はこの画像を別のビデオ機器で合成する場合、アディティブ・ミックス機能が付いたスイッチャーしか利用できないことです。アディティブ・ミックスは画像の足し算を行うものですが、普通のスイッチャーには搭載されていません。普通のスイッチャーで合成すると、ソフト部分が黒ずんでしまいます(図38)。これに対し、Primatte はどのようなスイッチャーを用いても、非常に滑らかな合成画像を作り出すことができます。これは中間画像として、ノンプリマルチプライド・フォアグラウンド(図39)と呼ばれる外部キー合成に適したものを生成する機能を Primatte が備えているからで、このため Primatte の処理画像はどのようなビデオ・システムでも合成することができます(図40、41)。

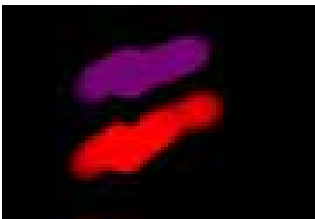


図 37: 他システムの色処理前傾



図 38: 他システムの色処理前景



図 39: Primatte の色処理前景



図 40: キー信号



図 41: Primatte の外部キー合成

ブルー・スピル処理がすぐれている

ブルーバックの手前で被写体を撮影してクロマキー素材を作ると、照明やスクリーンの形状特性などにより、被写体に青みが生ずることがあります。たとえば被写体人物の額や首筋に青みが掛かり不自然に見えます。このような現象を、クロマキー処理ではブルー・スピルと呼びます。Primatte は他の製品に較べて傑出したブルー・スピル処理能力を持っています。ブルーバックの影響による被写体の青みを除去するには、通常このような青み掛かった部分の色を抽出してそこからブルー成分を減算し、別の色成分を加算する・・・というカラー補正を行います。この方法は、合成する背景の画像が比較的一様の色である場合には有効ですが、背景に輝度の差が存在する場合には、良い結果が得られません。Primatte は、このような場合でも、良好な合成結果を生成します。

その一例として、すりガラス花器の合成画像の作成を例示しながら、Primatte の長所を説明します。

図42に示すようなすりガラス花器の被写体を前景にする画像を考えて見ます。すりガラス花器は、バックのブルーが映りやや青み掛かって見えますので、ブルー・スクリーンとの色の差はわずかです。多面体キーチャートを用いて、花器の部分のキー値を 100%としキー合成すると、図43のようになります。この場合、花器には青みが残り、しかも背景の色が透けて見えませんのでリアリティーがありません。ソフトの量を増やすと青みが抜けていきますが、背景が透けてしまいすりガラスの感じが出ません(図44)。そこで、すりガラスの感じを残すためには、図43のようにキー値は 100%にしておく必要があることが分かります。そして、色の修正処理によって自然な合成画像を作らなくてはなりません。



図 42: すりガラスの素材画像(オリジナル前景と背景画像)

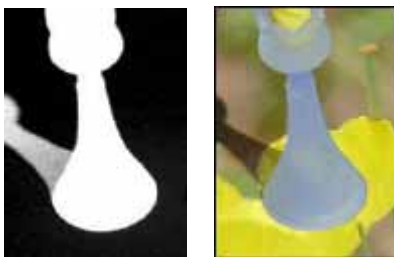


図 43: 完全に不透明なガラスとして処理(不透明ガラスのキーと青成分を残した合成画像)



図 44: 透明なガラスとして処理(半透明ガラスのキーとすりガラスが透き通った合成画像)

花器の青成分を除去すると(図45)のように黒くなります。ここで背景の色を花器に付け加えることにより、すりガラスの様相が得られます。図46は、花器に黄色および暗色を付加したときの合成画像です。黄色の場合は黄色背景の部分では調和していますが、暗色背景の部分では花器の部分が明るすぎて浮き上がってしまいます。暗色を花器に乗せた場合は、暗色背景には調和しますが、明るい黄色の背景部では花器のその部分が沈んでしまいます。Primatte には、このような複雑な背景画像に調和する色を対象物に乗せることが出来る機能が内蔵されています。この機能も、他社のクロマキー・システムにはない独特なものです。この例の場合、背景画像をデフォーカスして得られた画像を参照画像として入力すると、背景画像の色の分布に応じた色が花器に乗せられて自然なすりガラスの画像が得られます。図47がその処理例です。



図 45: 青成分を除去した画像



図 46: 別色の付加効果(黄色を付加した画像と暗い灰色を付加した画像)



図 47: Primatte の別色付加効果

操作方法が簡単である

ここまで述べてきたように、Primatte はきわめて複雑な内部処理を行うことにより、自然な合成画像を生成しています。したがって、キーイングのためのコントロール・パラメータは非常に柔軟で調整箇所も大量です。

もし Primatte が従来のクロマキーやと同様にボリュームのつまみを用いて調整するシステムだとすると、その数は 200 を超えてしまうでしょう。もちろんこのすべてをバラバラに調整するのは現実的ではありません。Primatte にはコンピュータの GUI を用いたパラメータ調整支援機能が備わっています。Primatte の GUI に

は、自動セットアップや背景指定などいくつかのモードがあり、画面上で完成画像を見ながらマウスを用いた領域指定を行っていくことによって対話的にパラメータ調整を進めていくことができます。また、微調整の場合も、変更したい色を画面上から拾い出して、その色を中心にブルー・キャンセルをしていくといった分かり易い方法を利用することができます。

具体的な処理の流れは、次のようなものです。

まず、ユーザーは[Auto Set Up] ボタンを押し、被写体背後のブルースクリーンのバック部分をマウスでポイントします。このポインティングによって選ばれた青色が、Primatte 内部で計算の中心となる背景色として登録され、自動生成のパラメータを用いて合成計算が行われます。被写体に青色成分が少なく、ブルースクリーンが均一に撮影されている場合には、この[Auto Set Up]ボタンによる操作だけで、高品質な合成結果が得られます。

撮影条件がよくない場合には、[Auto Set Up]だけでは満足の行く結果が得られないこともあります。そのような場合には、以下のような微調整を行うことによって、より良好な結果に近づけていきます。

不均一なライティングなどが原因でブルースクリーンに明るさのムラがある場合には、[Auto Set Up]の結果、画像の背景部にうっすらと白いもやが掛かって見えることがあります。このようなときには、[Select BG] ボタンを用いることができます。このボタンは、マウスによる操作を「オート・セットアップ」の状態から「背景選択」の状態に変えるものです。[Select BG]ボタンを押して、白いもやの部分の適当な点をポイントするとそのもやが消滅します。

前景の被写体の洋服などに青に近い色があったり、あるいは背後のブルー・スクリーンの色が回り込んだり反射したりして、被写体部分に青みが掛かる場合があります。この画像を Auto Set Up で処理すると、被写体部分の青みを半透明にしてしまうことがあります。つまり、服の一部や肌が半透明になり、後ろの画像が透き通って見えてしまうのです。これを避けるために、[Select FG]ボタンを用いることができます。これは、マウスによる操作を「前景選択」の状態に変えるもので、[Select FG]ボタンを押してマウスで半透明部分をポイントすると、その部分が不透明になってくれます。

前景被写体の輪郭部分に青色のもれ(ブルー・スピル)が残る場合があります。これは、合成結果の現実感を著しく損なうものですから、青色除去の必要があります。青色除去は、[Suppress FG Color]ボタンを用いて行います。これは、マウスによる操作を「青色除去」の状態に変えるものです。[Suppress FG Color]ボタンを押して輪郭部の青みがかかった画素をポイントすると、その画素の色が青みを含まない色に変色されていきます。

場合によっては、これらの微調整を2～3回繰り返すことにより、非常にスムーズな合成画像を作成することが可能です。

Primatte のパラメータ調整支援機能は、ユーザーが内部の複雑なアルゴリズムを気にせずに使うことができるように作成された機能でしたが、実際に運用してみると、この方法が他のシステムに比べて使いやすさの面でも勝っていることがわかりました。つまり処理結果画像を見ながら意味の分かりにくいつまみを少しずつ回していくと言う従来の作業よりも、Primatte の処理の方が直感的でスピーディーに設定できる場合が多いのです。

色情報は3D！？

ビデオのシステムで色をチェックするとき二つの測定器を利用します。一つは波形モニタ、もう一つはベクトルスコープです。画面上の明るい物体は波形モニタ上では高い位置に現れ、暗いものは低い位置に現れます。また、色の鮮やかなものはベクトルスコープ上では円の周辺部に位置し色の薄い物体は円の中心付近に位置します。さらに色相(HUE)によって方向が異なることもご存じのとおりです。

それでは色をチェックするのにどうして二つのモニタが必要なのでしょう？それは色のデータが3次元情報だからなのです。ひとつの測定器は平面上で信号を表現していますので、3次元情報を一度に表すことが出来ません。波形モニタだけをみてもその物体が赤なのか青なのかは分かりませんし、ベクトルスコープだけをみても明るい緑と暗めの緑を区別できません。同じようなことは空間内の物体の位置についても起こり得ます。夜空の二つの星がすぐ近くに見えるからと行って本当に近いかどうかは分かりません。本当の距離感を得るためには、遙か彼方の側方から見てみなくてはなりません。つまりベクトルスコープは現実の色情報のある一つの方向から見ているものにすぎないのです(図7)。

最近はやりのバーチャルリアリティ装置に用いられるステレオ表示機器を使えば3次元カラーモニタを作ることが可能でしょう。このモニタでは色が小さい点で3次元空間上に表示されます。

ご存じのとおり、色はRGBの三原色の組み合わせによって作り出せます。このRGBをXYZに見立てると一つの色が一つの点(位置)で表されるのです。例えば黒はRGB成分がそれぞれ0ですからXYZ空間の原点に近いところに存在します。このモニタを使えば明るさ・鮮やかさ・色合いが一度にチェックできるでしょう。ただし奥の方の見えにくいデータをチェックするためには頭を動かす必要があります。

この3D色モニタを常に一定の方向から見たものがベクトルスコープに匹敵します。原点の位置から白(RGB全てが100%)の存在する方向を見えています。この位置から見ると白と黒の区別はつきません。このように色情報は3D(3次元)であって、2次元的なモニタ装置では正確な情報を得られないのです。

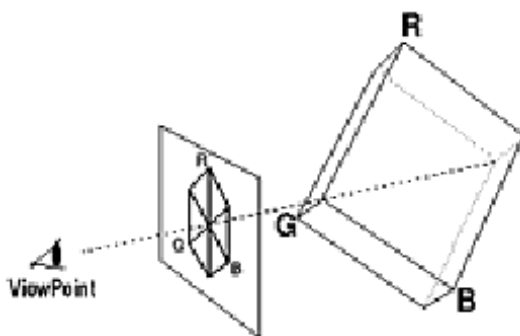


図7: 色情報を1つの方向から見る

どうして128面体なのでしょう？

クロマキーの原理を3次元的にモデル化してみましょう。

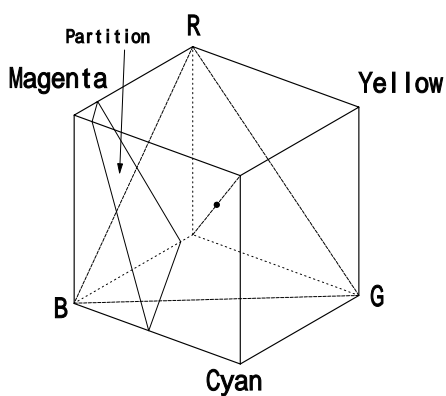
色情報を3次元的に表す立方体の形をしたモニタ(3D色モニタ)を考えます。画面上の一つの画素の色は3D色モニタでは小さな点の場所で表されます。違う色は3D色モニタ上では違う場所に現れ、似た色は近い場所に現れます。

さて、クロマキー処理器の実際の仕事はマスク画像を作ることです。ご存じのとおりマスク画像は被写体部分が白でブルーバック部分が黒になるような画像のことです。

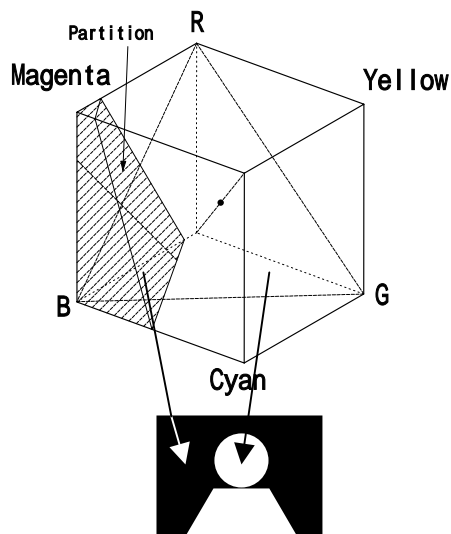
クロマキー処理器は次のような手順でマスク画像を作っていきます。

1. 処理したいクロマキー素材を入手する。
2. 結果を保存する空のマスク画像メモリを用意する。
3. 青色の付近に仕切りとなる板を何枚か置く(図1)。
4. 左上の画素から一つずつ取り出して以下の処理を繰り返す。
 - a) クロマキー素材からとった画像を3D色モニタ上にプロットしてみる。
 - b) その点が仕切板の内側か外側かを調べる。
 - c) 内側だったら黒を、外側だったら白を用意する。
 - d) 結果を保存するメモリの対応する位置に黒か白の画素を置く(図2)。
5. 全ての画素が処理し終わったら結果のマスク画像を出力する。

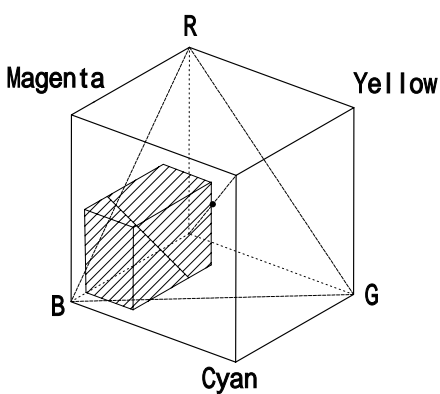
昔のクロマキーはこのような原理で行っていました。仕切板としては例えばマッチ箱のような形状(各辺が



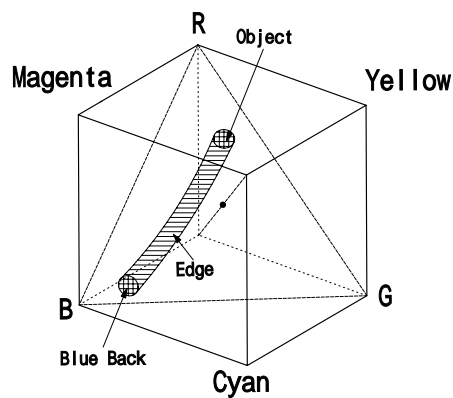
< 図1:分類用の仕切板 >



< 図2:クロマキー処理器の仕事 >



< 図3:ハードエッジクロマキー処理器 >



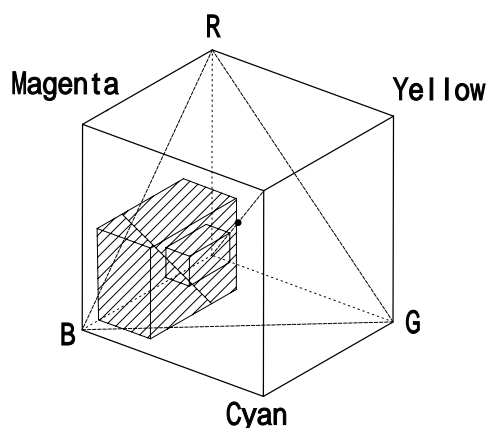
< 図4:中間色の分布 >

軸に平行な直方体)を用いていました(図3)。このような方法がハードエッジクロマキーと呼ばれるものです。

このハードエッジクロマキーではあまり美しい合成はできません。なぜなら直方体の内側外側で分けるということは全ての画素を被写体かブルーかに強制的に分類することを意味します。ところが実際のクロマキー素材を見てみるとエッジの部分、特に髪の毛などの細かい部分では画素の色がブルーとも被写体ともつかない微妙な色をしています。こういった画素を強制的に分類すると髪の毛のディテールが失われたり逆に青みがエッジにくっついたりしてどうしても自然には見えません。現実の世界では髪の毛は髪の毛の色、ブルースクリーンはブルースクリーンの色が両方存在し、両者の平均をとったような中間的な色が実際の画素の色になるのです。このような画素は3D色モニタ上でも実際に被写体の色の存在箇所とブルーバックの色の存在箇所との中間に位置しています(図4)。こういった画素は強制的に分類するのではなく「被写体でもブルーでもない中間的な画素である」というような曖昧さを持った分類を行います。これがソフトクロマキーの根底に横たわる原理です。

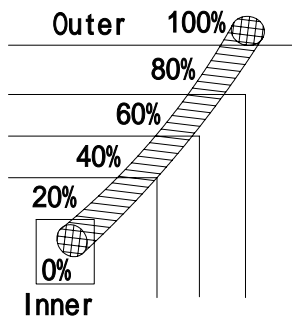
曖昧さを持った分類を行うために仕切板を2種類用意します。つまり二重の直方体を利用するわけです(図5)。この二つの仕切板を仕切板大と仕切板小と呼ぶことにします。

二重の仕切板を使う場合は先に述べた「(b)その点が仕切板の内側か外側かを調べる / (c)内側だったら黒を、外側だったら白を用意する」という操作をもう少し複雑な操作にしてやらなければなりません。それは次のようなものです。

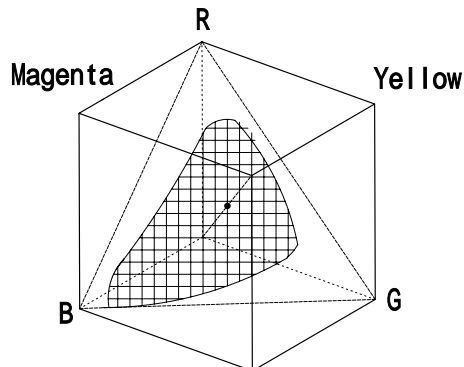


< 図5:二重の仕切板 >

- b - 1 その点が仕切板小の内側にある場合は黒を用意する。
- b - 2 その点が仕切板大の外側にある場合は白を用意する。
- b - 3 その点が二つの仕切板の間に挟まれている場合は、それぞれの仕切板からの距離によって明るさの違う灰色を用意する。



< 図6:被写体画像の寄与するパーセンテージの分布 >

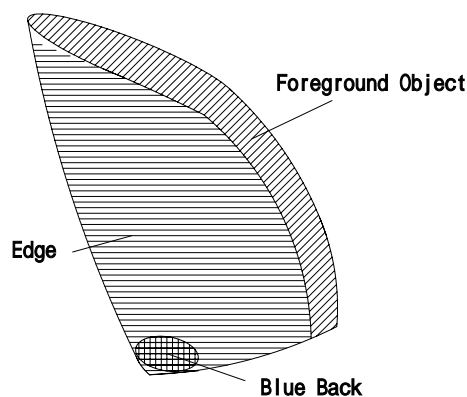


< 図7:クロマキー素材の分布図 >

明るさは仕切板小に近いほど暗く、仕切板大に近いほど明るくなります。この明るさによってその画素が何パーセントくらい被写体であるかを決めるのです(図6)。この二重の仕切板によって合成画像の滑らかさが飛躍的にアップしました。これがソフトクロマキーです。

ソフトクロマキーの処理において最も重要なのは二重の仕切板をどのように配置するかということです。つまり、被写体部分は確実に仕切板大の外側になるように、ブルーバック部分は確実に仕切板小の内側になるように、そしてエッジ部分などの中間的な画素はうまく二つの仕切板に挟まれるように配置すれば、美しい合成結果が得られます。

それでは現実のクロマキー素材がどのような色配置になっているかみてみましょう。図7のようにクロマキー画像を3D色モニタ上にプロットすると、ブルーバックの部分をとる扇のような形をしています。



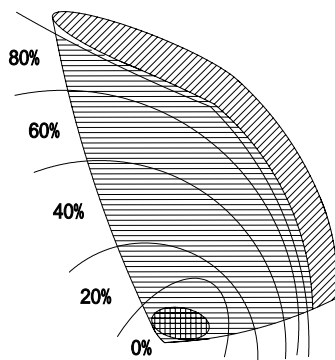
< 図8:クロマキー素材のデータ構成 >

このような分布形状を処理するとき2重の仕切板はどのように配置すればよいでしょうか。扇形に分布している色を調べると図8のような構成になってしまいます。従って理想的には図9のように仕切板を置けばよいことになります。ところが今までのクロマキー装置ではRGB軸に平行な辺を持つ直方体を仕切板に使っていただけだったのでどう頑張っても図10のような形にしか配置できません。これでは中間色が上手く処理できないのは明らかです。直方体以外にも図11のように正八面体や球・平面を用いる考え方もあります。このなかでは平面を用いる方法が比較的上手くいっているようですが、やはり理想の状態とはズレています。

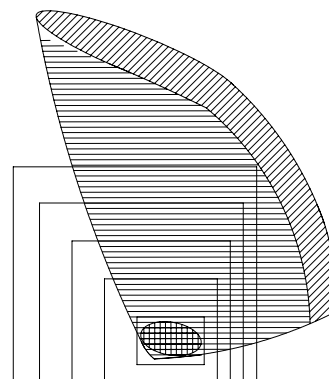
そこで登場するのが Primatte で用いている128面体です。図12のように面数の多い仕切板を用いると現実のクロマキー画像の色分布にうまくフィットしたものができ、理想的な形をよく近似していることがご覧いただけると思います。また、この128面体は頂点の位置に特殊な関係を持たせてあり、仕切板を用いたマスク生成が極めて高速に計算できる構造になっています。なお Primatte はブルースピル処理のため3重の128面体を使います。

この128面体を用いてクロマキー素材の3次元色分布を最適に分類し、マスク計算や色処理を行う世界で

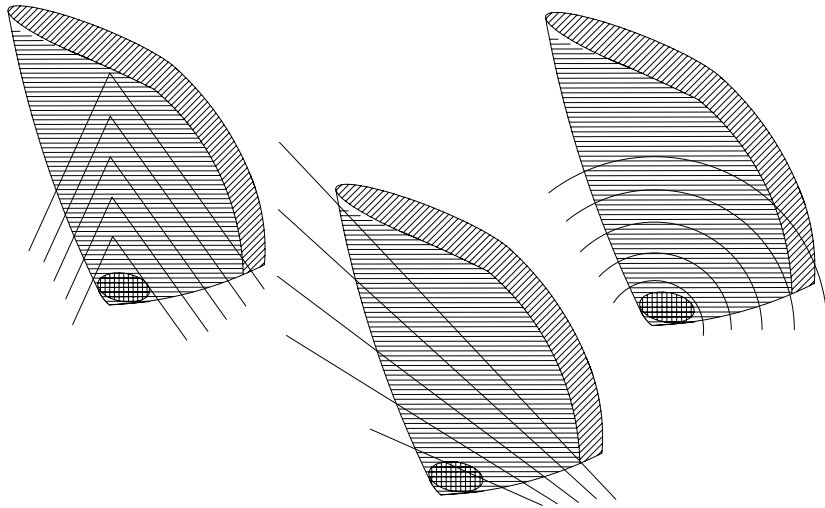
ただ一つのシステムが Primatte なのです。



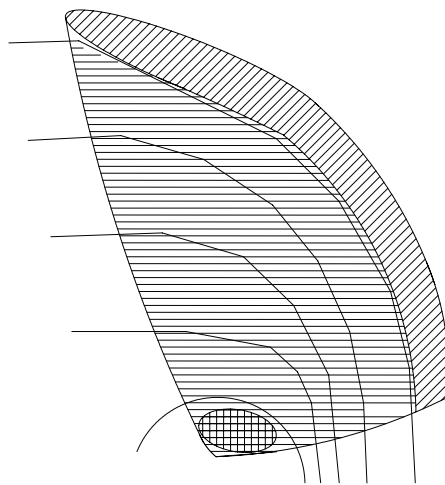
< 図 9:理想的な仕切板 >



< 図 10:直方体ではうまく仕切れない >



< 図 11 : 様々な仕切板 >



< 図 12 : Primatte の仕切板 >