

## ブロードバンドコンテンツのスケラブル変換と人間工学的評価

花村 剛† 市川 正浩† 伊藤朝香† 福山江里子†  
太田啓路† 朴 芝皓†

**あらまし** 現在のコンテンツ制作は、大画面から携帯端末の画面にいたるまで多様な受信端末にあわせて個別に行っており、非効率的であるといえる。そこで筆者らは、高精細コンテンツを、多様な受信端末に合わせスケラブル変換するアーキテクチャを開発した。さらに受信端末やカテゴリに適したコンテンツの変換（クロップ、縮小）方法について人間工学的検討を行ったので報告する。

### Scalable Conversion and Ergonomic Evaluation for Broadcast Content

Tsuyoshi HANAMURA† Masahiro ICHIKAWA† Asaka ITO† Eriko FUKUYAMA†  
Keiji OHTA† and Jiho PARK†

**Abstract** This research aims to establish a scalable conversion method of video contents according to the video contents or the display capacity of the receiving terminal. We examined the three crop (cut) methods when converting HD videos to QVGA and SQVGA size. The appropriate crop methods for display size were discussed from the results of the user evaluation experiments.

#### 1. まえがき

地上波デジタルテレビ放送が始まり、HD (High Definition)コンテンツが一般化することが予想される。またTV付き携帯電話の発売等、近年、映像の受信端末が多様化してきた。しかし、現状では大画面から携帯端末の画面に至るまで多様な受信端末にあわせて個別にコンテンツの制作が行われており、非効率的であるといえる。そこで筆者らは、動画コンテンツをスケラブルに変換するアーキテクチャを開発し、受信端末やディスプレイの解像度に適正な映像のクロップ・縮小処理条件についての検討を行ってきた[1]。

これまでの実験結果から、クロップ領域の条件によってユーザが映像から受ける印象や評価が異なり、映像の内容のカテゴリ毎によって最適なクロップ領域が異なることが分かった。しかしながら、類型特性を生かした最適なスケラブル変換を検討するために、HDコンテンツの素材を効率的に作成するデバイスはなく、大量のコンテンツを多様なスケール条件で評価することは困難であることが問題として残された。

そのため本研究では、コンテンツを類型化し、その内容及び多様化する受信端末に最適化されたサイズに応じて元映像をリアルタイムかつ自動でスケラブル変換を行うためのシステムの試作を行った。さらにスケラブル変換時に、クロップ・縮小に加えて、注視点変換と画面分割といった新しい変換方式を検討し、その有効性に対する評価を行ったので報告する。

#### 2. スケラブル変換処理プロトタイプシステム構築

スケラブル変換処理の基本処理であるクロップ（切り取り）処理を行うプロトタイプシステムを構築した。このシステムは、デコードハードウェアをコントロールするJava APIを作成し、このAPIを介してPC上のJavaアプリケーションからクロップ位置、クロップサイズを指定し、拡大・縮小後にNTSC信号等で出力するものである。

#### 3. スケラブル変換方法

本研究で検討を行った3種類の変換方式（ク

† 株式会社 メディアグルー 技術統括部  
R&D Department, Media Glue Corporation

ロップ変換処理、注視点変換処理、画面分割処理)について説明する。

### 3-1 クロップ変換処理

クロップ変換処理は、映像コンテンツの画面中央部分を基点としてカテゴリに従属した最適な領域を指定し画面を切取る処理技術である。各カテゴリにおけるトリミング領域サイズの最適条件を、表1に示す。

表1 カテゴリ別トリミング領域の最適条件

カテゴリ	QVGAサイズ	SQVGAサイズ
紀行 情報 ドキュメンタリ	レターボックスモード スクイーズモード	1280x960pixels エッジロックモード
ドラマ	レターボックスモード エッジロックモード	1280x960pixels エッジロックモード
映画	1280x960pixels エッジロックモード	1280x960pixels 1120x840pixels
音楽 舞台	レターボックスモード スクイーズモード	エッジロックモード スクイーズモード
スポーツ	1280x960pixels エッジロックモード	1280x960pixels エッジロックモード
クイズ バラエティ	レターボックスモード スクイーズモード	エッジロックモード スクイーズモード

### 3-2 注視点変換処理

注視点変換処理は、必ずしも画面の中央を基点とはしない。映像コンテンツにおいてその制作者が最も強調したい点や視聴者が最も興味を示す点は必ずしも画面中央だけではないことが考えられ、映像コンテンツ上の異なる一部分を切り取る処理技術である。

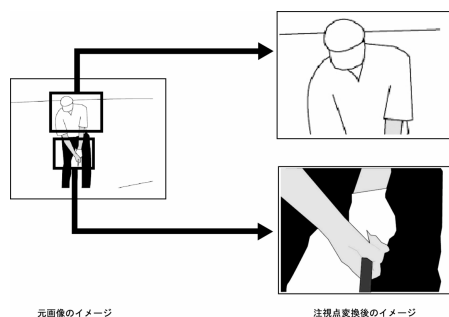


図1 注視点変換処理イメージ

### 3-3 画面分割変換処理

画面分割処理は、必ずしも画面の中央を基点としない注視点変換処理から派生して考案された技術である。映像コンテンツにおいて視聴者が最も興味を示す点、あるいは異なる画面を並べてそれぞれ比較したい点など、映像コンテンツ上の異なる複数の部分を自由に切り取りその映像を用いて最もバランスよく見やすく画面に配置できるように構成し映像コンテンツを変換

する処理技術である。

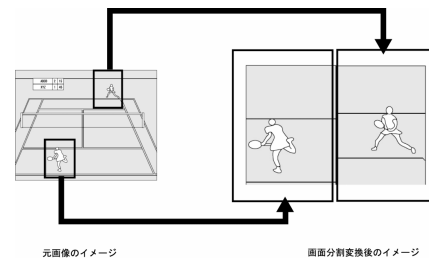


図2 画面分割処理イメージ

## 4. 評価実験

### 4-1 目的

本研究で検討を行った3つの変換方式の有効性を検討することを目的として、人間工学的手法を用いた評価実験を行った。具体的には、刺激映像観察後のアンケートによる主観評価と映像観察中の眼球運動の測定による客観的評価を行った。

### 4-2 評価実験1

#### 4-2-1 実験条件

実験映像は、6種類のカテゴリ(ニュース、ドラマ、映画、舞台、スポーツ、バラエティ)の映像に対して、先に述べた3種類の変換処理を行い作成した。なお注視点変換でのシーンの中心対象は実験者が判断して指定した。作成した18種類の映像を、携帯電話とPDAでの使用を想定し、QVGA(320x240)、SQVGA(160x120)サイズにリサイズした計36種類の実験映像を用意した。実験映像刺激の作成フローを図に示す。

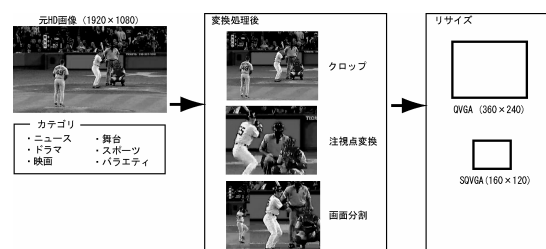


図3 実験映像刺激作成フロー

映像呈示には16インチ液晶ディスプレイを用いた。ディスプレイと被験者の距離は、携帯電話の使用を想定して40cmとした。実験刺激が呈示されている箇所を切り抜いた黒いボードをディスプレイの前に設置し、被験者には、実験刺激のみが見えるようにした。

#### 4-2-2 評価方法

24～29歳の男性5名を被験者とした。手順は18条件を1セッションとしてQVGAサイズとSQVGAサイズの2セッションを行った。1セッションは3セットで構成される。1セットは、実験刺激25秒及び質問票15秒×6条件とした。被験者の負担を考慮して、セット終了ごとに3分間の休憩を、1セッション終了後に10分間の休憩を設けた。映像観察後に、「面白さ」、「分かりやすさ」、「見やすさ」の3項目に関する5件法のアンケートと各セット終了後に内省報告を求めた。図4に実験フローを示す。

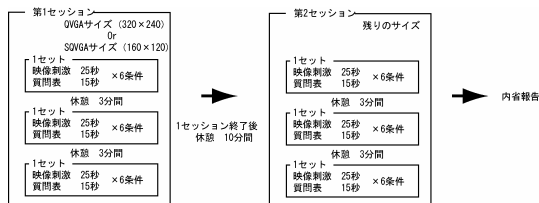


図4 実験フロー

#### 4-2-3 結果

##### (a) 面白さの結果

QVGAサイズとSQVGAサイズにおける面白さの評定の平均値を図5に示す。クロップ変換処理と画面分割変換処理の条件においては、全体的にQVGAサイズの条件のほうが、SQVGAサイズの条件よりも、面白さの評点が高い傾向にあった。しかし注視点変換処理の条件においては、ニュースとドラマでQVGAサイズとSQVGAサイズの評定の差がみられなかった。これは、注視点変換処理を行うさいに、映像の制作者があらかじめ、注視されると考えられる箇所を中心に切り取りを行い、視聴者が見たいと思う箇所が拡大されているため、小さなサイズ(SQVGAサイズ)でも、視聴者が内容を理解することができたためであると考えられる。バラエティでは、QVGAサイズ、SQVGAサイズともに画面分割変換処理の評点が高い。これは、画面分割変換を行うことによって、表情と動作が同時に観察することがたからと考える。

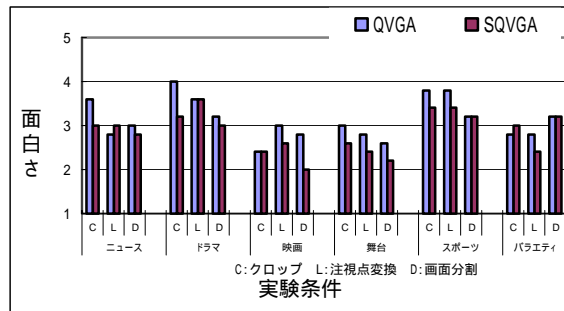


図5 面白さの結果

##### (b) 分かりやすさの結果

QVGAサイズとSQVGAサイズにおける分かりやすさの評定の平均値を図6に示す。クロップ変換処理では、QVGAサイズの評点が高く、注視点変換処理ではSQVGAサイズの評点が高くなっている。クロップ変換処理では、分かりやすさという面では、映像のサイズが大きいほうが有利であるのは自明であるが、注視点変換処理を行ったさいに、分かりやすさの度合いが画面サイズにそれほど依存しないことは興味深い。特にニュースとスポーツで、この傾向が強かった。この二つの映像に共通するのは、ニュースではテロップ、スポーツでは得点やカウントなどの文字情報が含まれている。これは、ある程度の画面サイズが大きい場合(QVGAサイズ)では、画面全体が見えたほうが好ましいため、画像中央を中心として全体的に縮小した映像の評点が高く、画面サイズが小さい場合(SQVGAサイズ)では、画面上のオブジェクトが小さくなるのが好まれず、任意の点を中心に画像を切り取り、視聴者の見たい箇所をしっかりとカバーしていることが重要であると考えられる。

またドラマ、映画、舞台などの一般的に全体の雰囲気重視する傾向のある映像群では、全体の様子が分かるクロップ変換処理の評点が高い傾向にあった。

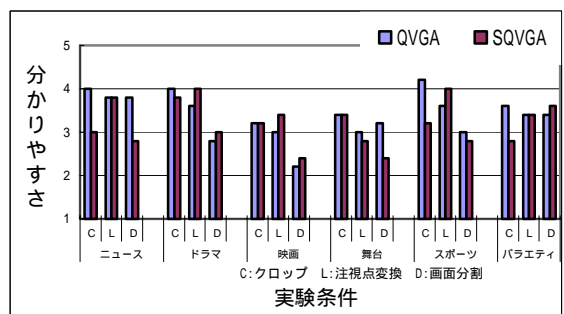


図6 分かりやすさの結果

### (c) 見やすさの結果

QVGA サイズと SQVGA サイズにおける見やすさの評点の平均値を図 7 に示す。分かりやすさの評点と同様に、クロップ変換処理では、QVGA サイズの評点が高く、注視点変換処理では SQVGA サイズの評点が高くなっている。特にニュースとスポーツで、この傾向が強かった。ニュースとスポーツでは、SQVGA サイズの映像で、見やすさの評点が大きく下がっている。これは、ニュースの SQVGA のクロップ変換処理と画面分割変換処理では、テロップの文字が小さすぎるために判読できないためであると考えられる。

またニュースの QVGA の注視点変換処理の評点が低いのは、文字が画面中で大きすぎてしまうために全体が見えなくなってしまうためであると考えられる。SQVGA の注視点変換処理は、文字が大きいため SQVGA サイズでも読むことが出来るため、SQVGA サイズの中では評点が高くなっていると考えられる。バラエティの画面分割変換処理は、面白さ、分かりやすさの評点は比較的高いが、見やすさの評点は他の変換方式より低くなっている。他のカテゴリにおいてもニュースを除き同様の傾向がある。これは、画面分割処理のような映像にあまり見慣れていないために違和感を感じる被験者が多く、違和感が映像の見にくさとして判断されていると考えられる。

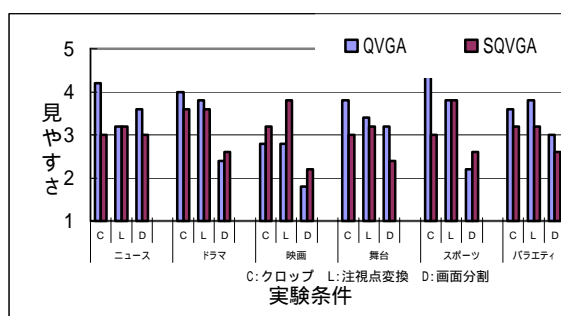


図 7 見やすさの結果

### 4-2-4 考察

変換する映像のカテゴリ、サイズ、構成により、最適な変換方式が異なることがわかった。本実験によって好まれる変換方式の特徴を以下にまとめる。

- (a) 文字情報は、判読可能であることが好ましい。
- (b) カット切り替えが多い映像では、注視点変換処理が有効である。

(c) ドラマ、映画、舞台などの映像では、全体の雰囲気を保つことが好ましいが、サイズの小さな映像では、内容が理解できることが好ましい。

(d) 全体像と細かい箇所のバランスを適した映像を好む。

(e) 顔の表情や、仕草が分かりやすいものが好まれる。

(f) 画面分割処理を効果的に使うことによって小さな画面でも、情報を多く伝えることが可能である。

## 4-3 評価実験 II

### 4-3-1 実験条件

4-2 評価実験 I と同様の 6 カテゴリ 36 種類の実験映像を用い、QVGA、及び SQVGA サイズに変換した動画像視聴時の注視点分布、瞳孔面積、瞬目回数の測定を行った。

### 4-3-2 評価方法

測定には、ViewpointEyeTracker (Arrington Research 社) を使用した。このシステムでは、ビデオカメラで眼球の録画を行い、録画した眼球の映像を解析することによって、映像観察中の注視点位置、瞳孔面積を算出することが可能である。サンプリング周波数は 30Hz で測定を行った。

### 4-3-3 結果

#### (1) 注視点分布

カテゴリ別に注視点分布の考察を行った。映像中のカット切り替えを考慮して、5 秒間隔でデータを区切り検討した。画面を水平方向に 4 等分に、垂直方向に 3 等分し、その領域内の注視点の度数をカウントした。

#### (2) 瞳孔面積

面白さの評点が最も高かったドラマの QVGA サイズのクロップ変換処理と最も面白さの評点が低かった映画のクロップ変換処理における瞳孔面積変化率の比較を行った。被験者 E のドラマ条件の瞳孔面積率を図 8 に、映画条件の瞳孔面積変化率の結果を図 9 に示す。

瞳孔面積は、さまざまな心理的要因によって変化すると言われている。とくに興味関心と瞳孔面積の対応関係が検討されている。グラフよりドラマの瞳孔面積の変化率は、映画のものと比較すると周期的な波があり変動が大きい。瞳

瞳孔面積は、画面の明るさによっても変化することが知られている。今回使用したドラマと映画の映像の輝度が影響していることも十分考えられるが、全体的に面白さの評点が高い映像に関しては、瞳孔面積の変動が大きいという傾向があった。

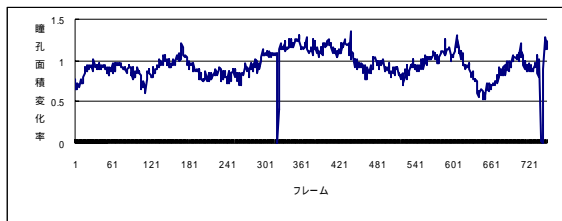


図 8 被験者 E：瞳孔面積変化率(ドラマ)

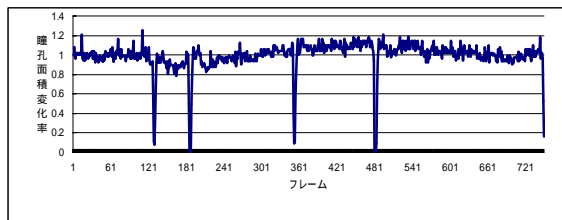


図 9 被験者 E：瞳孔面積変化率(映画)

### (3)瞬目回数

瞬目回数の検討を行った。瞬目の発生には、生理的な要因と心理的な要因が関わっていることが知られている。瞬目は、一定の間隔で生起しているわけではなく、多発するときもあればほとんど生じないときもある。例えば、テレビ番組観察時において、興味の度合いが高いほど瞬目の数が減少すること、あるいは、認知過程における精神集中時に瞬目の数が減少し、認知過程終了時に増加することが報告されている。ここでは、主観評価における面白さの評点の平均と、各被験者の瞬目回数の比較を行った。被験者 5 人のうち 1 人は、眼鏡を着用していたために、正しい測定が行えなかったため、4 名の結果を示す。

QVGA の結果を見てみると、面白さの評点が高いニュースの注視点変換処理、ドラマの注視点変換処理においては、比較的、瞬目回数が少ないと言える。しかし、本実験では 1 つの映像が 25 秒間と短かったため、瞬目発生が正しい指標となっているとは断言できない。

各被験者の瞬目回数と面白さの評点の相関

を調べてみたが、有意な相関関係は見られなかった。

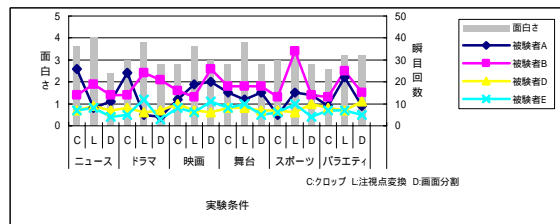


図 10 瞬目回数と面白さの評点 (QVGA サイズ)

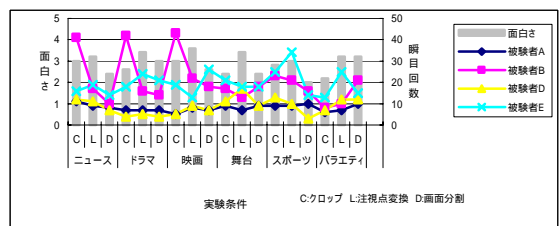


図 11 瞬目回数と面白さの評点(SQVGA サイズ)

### 4-3-4 考察

#### (1)注視点分布

ニュースの映像では、QVGA サイズでは、特にテロップが表示されている箇所に注視点が多く分布していることが確認された。SQVGA サイズでは、文字の判別ができないため画面中央部分に注視点が多く分布していた。

(a)ドラマの映像では、すべての変換方式において注視点画面中央付近に分布していた。カット切り替えが多い映像は、視聴者の視点が中央付近に維持されるため、注視点変換処理が有効であると考えられる。

(b)主観評価において、SQVGA の注視点変換処理で評点が高くなっているのは、注視点変換処理の映像の中に登場する女性が、中央に表示され表情が分かりやすいからであると考えられる。実際の注視点位置も画面中央に分布した。映画のように、人物の表情が読み取れるということが大事な映像においては、注視点変換処理のような変換方式が望ましいと考える。

(c)内省報告において舞台の映像は、全体が見えたいほうが良いとの回答が数例あった。注視点分布を見てみると、QVGA サイズにおいては、注視点が広範囲に分布していた。

(d)スポーツの映像では、主観評価において各項

目共に評点が高いクロップ変換処理と注視点変換処理は、画面中央部に注視点が分布していた。見やすさの評点の低いQVGAサイズの画面分割変換のグラフにおいては、ピッチャーが写っている左部に注視点が集中していた。

(e)QVGAの画面分割変換のグラフから、画面上部に位置する漫才師の顔部分と画面中央部に位置する全体像部分に注視点が分布していた。画面分割変換処理では、他の変換方式よりも多くの情報を得ていることが分かり、パラエティの映像においては、画面分割変換処理が有効であったといえる。

### (2)瞳孔面積

面白さの評点が高い映像観察中の瞳孔面積の変動が大きかった。

### (3)瞬目回数

面白さの評点が高いために高い映像においては、比較的、瞬目回数が少ない傾向にあった。しかしながら各被験者の瞬目回数と面白さの評点の相関を調べてみたところ、有意な相関関係は見られなかった。本実験では1つの映像の長さが25秒と短時間であったが、瞬目を指標とするためには、長時間の測定が必要であるといえる。

## 5. むすび

主観評価、客観的評価の結果から、変換方式によって、注視点位置や映像から受ける印象や分かりやすさが変化し、映像の内容によって適した変換方式が異なることが分かった。このことから、映像に適した変換を行うさいには、特に視聴者が映像の中で重要視しているものを把握する必要がある。視聴者が、全体的な雰囲気重視するのであれば、クロップ変換のように全体像が分かる変換が適しているといえる。しかし、画面サイズが小さな映像を作成するさいには、画面全体を表示すると個々のオブジェクトが小さくなってしまいうために、内容が理解できない映像になってしまう恐れがある。そのような場合には、視聴者の注目したい箇所を想定して切り取りを行ってやる必要があるといえる。今回、新しく検討した注視点変換処理方式や画面分割変換処理方式の有効な使用方法の知見を得た。注視点変換処理は、カット切り替えの多い映像やSQVGAサイズのような小さな

画面サイズの映像に適していた。また注視点変換処理を行うことによって、迫力のある映像や教則的な映像を作成することが可能であることが分かった。画面分割変換処理は、パラエティやスポーツのような映像で、情報を多く含んだ映像を作成することができ、有効性が示唆された。客観評価の結果から、考察の裏付けとなる生理的データを得た。注視点分布のデータは、今回検討した注視点変換処理の切り取り中心の参考として使用できると考える。今回の実験では、測定時間が短かったために十分な結果とはならなかったが、瞳孔面積や瞬目回数、測定時間を長くすることで変換後の映像の評価に使用できることが分かった。今後の課題としては、既存の変換方式を組み合わせることや、新しい変換方式を検討していく。またさらに詳細なカテゴリの分類を行っていく必要がある。

## 参考文献

- [1]藤村、花村、市川、伊藤:"動画像スケーラブル変換制御におけるクロップ領域条件に関する研究",映情処理学会論文誌,Vol.41, No.2誌,pp5-1(2003)
- [2]花村、市川、福山、太田、朴:"放送動画コンテンツのスケーラブル変換処理システムの開発と評価",電子情報処理学会総合大会講演論文集,D-11-117(2004)