Vol.2009-CVIM-167 No.18
2009/6/9

映画におけるアクションシーンの緊迫度評価法

黒田 真央[†1]　高井 勇志[†1]　松山 隆司[†1]

本研究では，映画のアクションシーンのデザインについて科学的な解明を行うことを目標とし，画面内での映像の動きに基づくタメと解放に注目して，アクション映画に存在する「緊迫度」のモデル化を行った．本論文では，複数の仮説を用いてモデル化した「緊迫度」と，人が受ける印象との関係を評価し，さらに，生体計測データとの相関を用いて，その妥当性の評価を行った．

An Evaluation Method for the Degree of Strain of an Action Scene

Mao Kuroda ,[†1] Takeshi Takai [†1] and Takashi Matsuyama[†1]

The purpose of our research is to investigate structure of an action scene scientifically. We focus on the “accumulation” and the “release” in the action scene, and we assume that the “degree of strain” which is represented by them characterizes the action scene. In this paper, we have evaluated the validity of the models of the degree of strain, and found that there is a specific pattern of the degree of strain for each work. Moreover, we have measured amounts of perspiration with a bioinstrumentation while watching an action movie and confirmed that there is correlation between the degree function of strain and perspiration.

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

本論文では，アクション映画がどのようにデザインされているかということを科学的に解明することを目指す．我々のごく身近に存在している映像は，各々が意図してデザインされているものである．映像に精通しているものは，経験的知識に基づいて自分が望むとおりに映像をデザインすることが出来るが，映像に精通していない者にとっては，自分が望むとおりに映像をデザインするということは容易な問題ではない．そのため映像デザインを科学的にデザインし，それをソフトウエアで実現することが出来れば，我々は映像に精通していない人間であっても，自分が望むとおりに映像を作りだすことが出来るようになるだろう．

では，映像をデザインする際に最も大きな影響をあたえるものは何であろうか．影響をあたえるものとして，被写体，シナリオやカメラといったものが考えらえる．映像はカメラがなければ撮ることが出来ない．そして映像を撮る際には，カメラ自体を動かしたり，カメラのレンズを交換している．以下では，このようなカメラに関する変化をカメラワークと呼ぶが，カメラワークは映像をデザインしている様々な要素の中で，影響を与える最も大きな要素であると考えられる．また，映画には様々なジャンルが存在している．その様々なジャンルの中でカメラワークが多く用いられているジャンルがアクションであるため[1)]，アクション映画に着目することにする．そして，アクションシーンを評価する重要な指標として鑑賞者の「緊迫度」に注目する．

1.2 本研究のアプローチ

本研究では，緊迫度が画面内の動きと相関があるとの仮説を立て，その「タメ」と「解放」に着目して，モデル化を行う．このとき，ショットの長さと画面の中に存在するものがどのように動いたかということを用いて考える．そして，画面の中のものの動きについて考える際に，各フレーム間でオプティカルフローを用いることによって，その映像の中に存在しているものがどれだけの大きさ動いたかということを定量的に用いる．

これは、カメラワークを変えることや画面内の人物が動くことにより画面の中に変化を生み出すことができ，画面内のものの動きはオプティカルフローに現われるため，オプティカルフローを解析することが映像のデザインの解明につながるといえるためである．

ここで，映画と同じようにそれを見ている者に作り手が伝えたいことを伝えるということで共通しているお笑いについて考える．お笑いにおいては「フリ」と「オチ」が存在する[2)]．そのため我々はお笑いを見る際に，最後にオチがあることをわかった上で，それがどのようなものであるかということを予測しながらフリを聞く．同様にアクション映画を見る際にも，最後に戦いの決着がつくことがわかった上で，それがどのようなかたちになるのかということを予測しながら映画を見る．このお笑いにおいてのフリに対応するアクション映画の区間をタメ，お笑いにおいてのオチに対応するアクション映画の区間を解放と定義する．映画の文法[3)] によると，闘いのシークウェンスはゆっくりと組み立てて，すばやくしめくくるとよいとされているので，タメは動きの小さなカットの区間であり，解放は動きの大きなカットの区間とすることが出来る．

†1 京都大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

このタメと解放がアクション映画に存在する緊迫度というものを表現していると考える．また，映画はシーンの集合である．このためシーンの中においても緊迫度は変化すると考え，アクション映画のアクションシーンに着目する．そして，緊迫度の変化が作品によってどのように異なっているかということを解析する．

1.3 関連研究

映像に込められた意味内容を解明することに関して，いくつかの先行研究が存在する．

高橋らは，映画における物語の意味的単位であるシーンを複雑化，解決化の尺度で評価するセマンティックスコア法を提案し，それにより物語の展開の構造やジャンルを把握できるとしている[4]．このとき，鑑賞者が映画を見て感じた事を自ら数値にすることで尺度を得ているが，人の感性にはばらつきがあるので，それを基にして考えることは定量的に扱うこととは異なると考えられる．そのため本研究では人によってばらつきがあるものを基にしないこととする．

松井らは，映像中にカメラワークやその速度に伴う特徴が現われるため，これらの特徴を検出し，カメラワークによって見る者に与える印象が異なっているとし，カメラワークからそれぞれの印象を抽出したとしている[5]．

田中らは，ショット数を映像の長さで割ったショット率とショットの中でカメラワークが用いられている割合を表すカメラワーク率とし，ショット率とカメラワーク率から映画のアクション性とドラマ性を推定する方法を述べている[6]．ただし,田中らが用いているショットとは，本研究において用いているカットと同様の意味である．

これらの二つの研究では[5),6)]，カメラワークのみ，もしくはショットの長さのみ，もしくはそのどちらにも着目しているもので，画面の中に存在するものがどのように動いているのかということについて考えていない．しかし，以下に挙げる出口らは画面の中に存在するものがどのように動いたかということについて考えており，時空間投影画像中に画像の動きの激しさを伴う特徴が現われることに着目している[7]．

出口らは，映画の内容と文脈が理解しやすい要約映像を生成するために編集上強調された区間に加え，それに従属する区間を抽出する必要があるとし，アクション区間，緊迫した区間，落ち着いた区間を定義し，ある 1 つのシーンは上記のいずれの特性を持っているかということで区別して，要約映像の生成を行っている[7]．

2. アクションシーンの構造分析

本章では，アクションシーンの構造分析をもとに導かれる仮説を定義する．アクションシーンの構造分析をするにあたり，黒澤明の「用心棒」の中から 2 つのシーンを選び，それらを用いることとした．その理由を 2.1 節で示す．

2.1 黒澤明の用心棒

黒澤明は，世界の映画界で様々な賞を獲得しているため著名であることに加え，国内，海外を問わずリメイクされている作品の多い監督である．そして，用心棒は立ち回りのシーンがある映画であり，黒澤の作品の中では，望遠レンズを多様した初の作品である[8]．また，伝統的な時代劇に衝撃を与えた映画である．それに加え，リメイク作品も存在している．

2.2 考察

闘いの決着がつく少し前では，カットの長さが徐々に短くなってきている．また，闘いの決着がついてからは，カットの長さが徐々に長くなっている．これらより，もりあがりはカットの長さが短くなることによって出来るということがいえる．

また，闘いの決着がつくカットに近づくにつれて画角が小さくなり，どのような決着がついたのか予想がつくカットになると画角が大きくなっている．これより，もりあがりは画角が小さくなっていくことによっても出来るということがいえる．

さらに，闘いの決着がつくカットに近づくにつれて，視点が第三者をはさみながらであるが，主人公と敵で交互になっている．この理由は以下に示す．闘いの決着が近づくにつれ，先に述べたようにカットの長さが短くなっていく．また，闘いの決着がつく少し前では，画面の中に存在する人物はあまり動かない．これより，視点を変化させているのは，このような状況において画面の中に変化を生み出そうとしたためであると考えられる．

3. 緊迫度関数によるアクションシーンのモデル化と評価

3.1 緊迫度関数の定義

本研究では，人間が画面を見ることによって感じる，これまでに見たことから推測されるこれから起こるであろう物事を待ち受けている度合いを緊迫度と定義する．

シーンはカットの集合であり，カットはフレームの集合である．そして 1.2 節で述べたように緊迫度は画面内の変化によって生じるものである．画面内の変化を生じさせるためにアングル、カメラポジション，ショットや画角といったものを変化させる[9]．そのため，どのようなアングルであるかといったことに着目するのではなく，画面内に存在しているものがフレームが変わることでどのくらい動いているかということに着目すべきである．従って，それぞれのカットの長さと動きの大きさから緊迫度関数 S_f を以下のように定義する．

$$S_f = \sum_{\{f_i | f' \le f_i \le f\}} g(f_i)\boldsymbol{s}(f_i) \tag{1}$$

ここで，関数 $g(f_i)$ はカットの長さに関するもので，これについては 3.2 節で，関数 $\boldsymbol{s}(f_i)$ はオプティカルフローの平均長に関するもので，これについては 3.3 節で述べることとする．

また，あるフレームにおける緊迫度は $g(f_i)$ と $\boldsymbol{s}(f_i)$ の積をとることで得られるとしているが，これはそれぞれの要素が独立に影響を与えているのではなく，それぞれの相互作用によって影響を与えていると考えられるためである．さらに式 (1) において，緊迫度はそれまでに見てきたものと関係しているので，そのフレームだけの値だけではなく，それまでに得られた緊迫要素 $g(f_i)\boldsymbol{s}(f_i)$ の和となっている．これより，それまでに得られた緊迫要素のどれだけの和をとるのかということについて以下で述べる．

3.1.1 仮 説 I

アクションシーンは，長くても 10 分くらいである．映画を見る際には，映画を見ることに集中している．とりわけ，アクション映画におけるアクションシーンは見せ場の 1 つである．そのためアクションシーンを見る者は 10 分間に起こった出来事を忘れるいうことは考えがたいため，緊迫度はそのシーンの始めからの総和で表せられると考えることが出来る．

以上のことより，式 (1) における f' は $f' = f_0$ となるので，以下のように定義する．

$$S_f = \sum_{\{f_i | f_0 \le f_i \le f\}} g(f_i)\boldsymbol{s}(f_i) \tag{2}$$

3.1.2 仮 説 II

人間の記憶は，超短期記憶・短期記憶・長期記憶にわかれるとされている[10]．映画の映像や会話などを連続して認識できるのは超短期記憶によるが，意識や注意によって，脳の中で超短期記憶から短期記憶に記憶が転送される．アクション映画におけるアクションシーンは見せ場の 1 つであるであるため，注意して見ていると考えられる．そして，アクションシーンは長くても 10 分といえども食い入るように見ていると，シーン全体を記憶しておくことは難しいことであるとも考えられる．そのため，短期記憶で保持されると言われている 20 秒ぶんだけを記憶していると考えることが出来る．

以上のことより，式 (1) における f' は $f' = f_{i-600}$ となるので，以下のように定義する．

$$S_f = \sum_{\{f_i | f_{i-600} \le f_i \le f\}} g(f_i)\boldsymbol{s}(f_i) \tag{3}$$

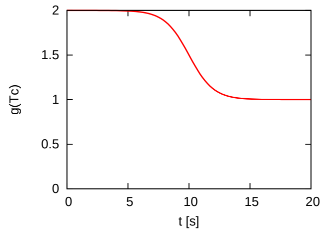


図 1 $g(T_c)$: 仮説 i ($\alpha = 1$)
Fig. 1 $g(T_c)$: Assumption i ($\alpha = 1$).

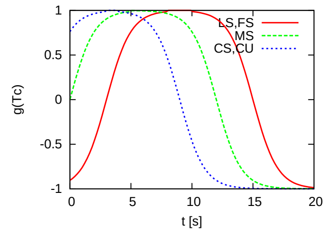


図 2 $g(T_c)$: 仮説 ii ($\alpha = 1$)
Fig. 2 $g(T_c)$: Assumption ii ($\alpha = 1$).

3.2 カットの長さに関する関数

3.2.1 仮 説 i

2.2 節で述べたように，もりあがりが近づくにつれてカットの長さが短くなっている．これより，カットの長さが短ければ短いほど緊迫度は大きくなると考えられる．また人間が我慢して見られる時間は 15 秒である[11]．これらより，図 1 ような関数 $g(T_c)$ を定義した．

$$g(T_c) = 1/\{1 + \exp[\alpha(T_c - \tau)]\} + 1 \tag{4}$$

ただし，$\tau = 10$ とする．これより各フレームにおける $g(f_i)$ は，そのフレームが属しているカットの長さより，以下のことが得られる．

$$g(f_i) = g(T_c) \tag{5}$$

3.2.2 仮 説 ii

各々のカットにおけるショットの種類によって，人間が見ることに関して適切な時間が異なっている[11] ので，それぞれのショットに関して関数 $g(T_c)$ を定義した．ロングショットやフルショットといった全身が映っているカットは 8〜10 秒が，ミドルショットといった腰から上の部分が映っているカットは 5〜7 秒が，クロースショットやクロースアップといった胸から上の部分もしくは体の一部分が映っているカットは 3〜4 秒が適切な時間である．このことを考慮して図 2 のような $g(T_c)$ を定義した．

- LS, FS のとき

$$g(T_c) = \begin{cases} 2/\{1 + \exp[-\alpha(T_c - T_a)]\} - 1 & (0 \le T_c < T_d) \\ 1 & (T_d \le T_c \le T_e) \\ 2/\{1 + \exp[\alpha(T_c - T_b)]\} - 1 & (T_e < T_c) \end{cases} \tag{6}$$

- MS のとき

$$g(T_c) = \begin{cases} 2/[1+\exp(-\alpha T_c)] - 1 & (0 \le T_c < T_g) \\ 1 & (T_g \le T_c \le T_h) \\ 2/\{1+\exp[\alpha(T_c - T_f)]\} - 1 & (T_h < T_c) \end{cases} \tag{7}$$

- CS, CU のとき

$$g(T_c) = \begin{cases} 2/\{1+\exp[-\alpha(T_c - T_i)]\} - 1 & (0 \le T_c < T_k) \\ 1 & (T_k \le T_c \le T_l) \\ 2/\{1+\exp[\alpha(T_c - T_j)]\} - 1 & (T_l < T_c) \end{cases} \tag{8}$$

ただし，$T_a, T_b, T_d, T_e, T_f, T_g, T_h, T_i, T_j, T_k, T_l$ は文献[11] を参考とし，今回はそれぞれ，3, 15, 8, 10, 12, 5, 7, -2, 9, 3, 4 とした．これより各フレームにおける $g(f_i)$ は，そのフレームが属しているカットの長さより，以下のことが得られる．

$$g(f_i) = g(T_c) \tag{9}$$

3.3 オプティカルフローの平均長に関する関数

1.2 節で述べたように，緊迫度のタメは動きの小さなカットによってつくられる．一方で緊迫度の解放は，動きの大きなカットによってつくられる．

そこでまずはじめに，動きの検出方法について述べる．

3.3.1 動きの検出

あるフレームとその次のフレームに関して，前のフレーム内の点がそれぞれどのように移動したかを調べるためにオプティカルフローを用いた．この時，それぞれの点におけるオプティカルフローの平均長を求め，平均長よりも長すぎるもの (具体的には平均長の 11 倍よりも長いもの) は除外した．これは，オプティカルフローの平均長が大変長いものはノイズの影響を大きく受けたものであるからである．各フレームにおけるオプティカルフローの平均長を aveLength (f_i) とする．

ただし，カットのきりかわりの瞬間は正しいオプティカルフローの検出が出来ないため省かれている．また，カメラワークによるものとカメラワークがないときに画面内の人物が動くことによって得られるオプティカルフローは区別していない．

3.3.2 オプティカルフローの平均長に関する関数の定義

オプティカルフローの平均長に関する関数を $s(f_i)$ と定義する．

$s(f_i)$ は，タメの区間では各々のフレームにおけるオプティカルフローの平均長 f_i が小さい時に $s(f_i)$ の値が大きくなればよい．一方，解放の区間では各々のフレームにおけるオプティカルフローの平均長 f_i が大きい時に $s(f_i)$ の値が小さくなればよい．これらのことを考慮して以下のような $s(f_i)$ を定義した．

$$s(f_i) = \exp[-\beta(f_i - l)] - 1 \tag{10}$$

ただし，l はシーン全体のオプティカルフローの平均長の中間値である．

3.4 緊迫度の評価基準

本研究では，緊迫度はタメの区間では増加し，解放の区間では減少すると考えているので緊迫度の変化をみることでタメと解放がきりかわるところがわかると考えられる．つまり，もっとも大きな山のところがタメと解放のきりかわりポイントであるとすることが出来る．

また，緊迫度の変化のさせ方は作品が変わると変化すると考えられる．そのため，作品によって類似性があるかどうかということについて調べる．さらに緊迫度は生体反応とも類似性があると考えられる．そのため，緊迫度関数を用いて得られた緊迫度の変化と，生体反応の類似性を調べることにより，緊迫度関数の有効性を確かめる．

表 1 仮説に基づく緊迫度関数の設計
Table 1 Designing of the degree function of strain based on assumptions.

緊迫要素の和	関数 $g(f_i)$		
	仮説 i	仮説 ii	常に 1
仮説 I	仮説 A	仮説 B	仮説 C
仮説 II	仮説 D	仮説 E	仮説 F

4. 評価実験

4.1 実験条件

3.1，3.2 節で述べたように緊迫度関数についてはいくつかの仮説がある．これらの仮説をもとに表 1 に示すように 6 種類の緊迫度関数を設計し，定義する．ただし，カットの長さが必ずしも緊迫要素に影響を与えているとは言えないため，カットの長さが緊迫要素に影響を与えない，すなわち関数 $g(f_i)$ が常に 1 をとる時についても考えることとする．

この 6 種類の緊迫度関数を映画のシーンに適用し，その変化を調べる．このとき，$\alpha = 1$, $\beta = 1$ とした．そして，用いる映画は，用心棒，荒野の用心棒である．各々の作品に関して，アクショシーンが含まれている 2 つのシーンをそれぞれ選んで用いている．また，テレビドラマである水戸黄門にも緊迫度関数を適用し，その変化を調べる．これは，1 つの話から 1 つのシーンずつ選んでいるので，計 3 シーンを用いている．これらの映像のフォーマット

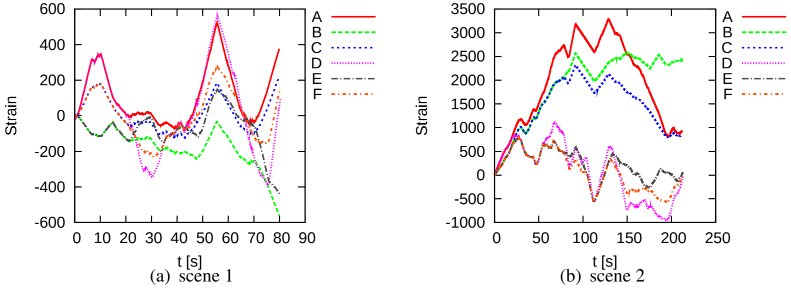


図 3　用心棒における緊迫度関数間での比較
Fig. 3　Comparing the degree functions of strain in Youjinbou.

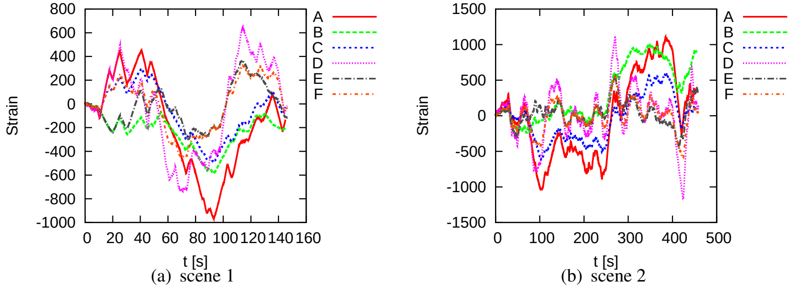


図 4　荒野の用心棒における緊迫度関数間での比較
Fig. 4　Comparing the degree functions of strain in a Fistful of Dollars.

は，フレームの大きさが 720 × 480 で，1 秒間は 30 フレームで構成されている．ただし，フレームの大きさが 720 × 480 でない作品は，オプティカルフローの計算をする際に 720 × 480 に正規化して用いている．

また，上で述べた作品を選んだ理由を以下に示す．ただし，用心棒を用いた理由は 2 節で既に述べている．

荒野の用心棒　英題は a Fistful of Dollars．イタリア製の西部劇、いわゆるマカロニ・ウェスタンが世界的に知られるようになった原因となった作品でもあるため，知名度の高い作品である。また，盗作問題にまで発展したが，現在では用心棒のリメイク作品として定義されている．以上のことより，作品それぞれの違いを調べることに関して有用な作品である．

水戸黄門　映画とテレビドラマにおいてもなんらかの違いが生じると考えられる．そのため，用心棒と同じく立ち回りのシーンが存在しているものを用いる．また，テレビドラマでは毎週同じ時間に放送しているものもある．こういった作品には，なんらかの定式化された形があると予想することが出来る．

4.2　緊迫度の検出結果と考察

4.1 節で述べた作品を 6 種類の緊迫度関数にあてはめた結果を図 3，図 4 に示す．

4.2.1　6 種類の緊迫度関数

4.1 節で設計した 6 種類の緊迫度関数とアクションシーンにどのような関係があるのかということについて考察する．

まず，用心棒と荒野の用心棒の各々のシーンにおいて，盛り上がりとなると考えられるところと各々の緊迫度関数における相違点に着目する．

(a). 用心棒シーン 1

映画の最ももりあがる所が図 3(a) での各々の緊迫度関数の最も大きな山と対応していることがわかる．

次に，図 3(a) から 10 秒に山があるものと，出来ていないものがあることがわかる．このシーンが始まってからの 10 秒間は，主人公と敵がにらみあって動かずにいる．そして，主人公と敵がにらみあいながら少し歩き始める．つまり一定時間止まっていたものが急に動き出した瞬間が山となっている．これは一種のタメと解放のきりかわりの瞬間であると考えられる．これより，場面から推測すると 10 秒に山がある方が妥当であると考えられる．

さらに，図 3(a) から 65 秒から 75 秒の間で，緊迫度が増加しているものと減少しているものにわかれていることがわかるが，場面から推測すると，緊迫度が減少しているものの方が妥当であると考えることができる．

(b). 用心棒シーン 2

映画より 170 秒のところで，最も盛り上がると考えられる．しかし，図 3(b) をみるとどの緊迫度関数についても大きな山となっていない．これは，このシーンで吹いている砂埃の影響によって，画面の中の人が動いていなくてもオプティカルフローの値が大きくなり，どの仮説でも用いている関数 $s(f_i)$ のとる値が負となるため，どの仮説においても緊迫度が減少し，山の位置が映像とずれている．これは，各々の仮説において関数 $g(f_i)$ のとる値が異なるため，減少する程度が異なっていることからも，これが原因であるということが妥当だとわかる．

(c). 荒野の用心棒シーン 1

映画を実際に鑑賞すると 87 秒のところで，最も盛り上がると考えられる．しかし，図 4(a) をみるとどの緊迫度関数についても大きな山となっていない．これは，きりかわりと考えられる時間の前に存在している山の頂点である 78 秒から，きりかわりの時間である 87 秒の間のカットで，ある人物がクロースアップで映っている．この人物が口を動かした後つばを吐いている．そのため，(b) と同様に考えることが出来る．次に，図 4(a) から 114 秒に大きな山があるものと，136 秒に大きな山があるものでわかれていることがわかるが，場面から推測すると 114 秒に大きな山がある方が妥当であると考えられる．

(d). 荒野の用心棒シーン 2

映画を実際に鑑賞すると，このシーンにおいては，盛り上がりと考えられるところが複数個存在しているが，仮説によって違いがあるところについて考える．390 秒前後に盛り上がりが存在しているが，図 4(b) より 1 つの緊迫度関数を除いて緊迫度関数の山と対応していることがわかる．

よって (a)〜(d) より，仮説 D と仮説 F で用いた緊迫度関数が似た特性をもち，作品の中で変化している緊迫度の変化を的確に表現していると考えらえる．

次に，仮説 D と仮説 F のどちらがより的確に表現しているかについて考える．(c) でも述べたが，荒野の用心棒のシーン 1 の 114 秒と 136 秒の山に着目することとする．(c) では述べていなかったが，どちらの仮説にも 127 秒で 114 秒の山よりは小さいが，もう 1 つ山が存在している．そして先に述べたように，この 3 つの山の中では 114 秒が最も大きくなるものと考えられ，その山がよりはっきりしていることが望ましい．ここで図 4(a) をみると，仮説 F では 114 秒の山の大きさと 127 秒の山の大きさに違いが少ないことに対し，仮説 D では 114 秒の山がはっきりと存在している．

以上より，仮説 D の方がより的確に緊迫度の変化を表現していると考え，以下における議論では仮説 D から得られた緊迫度関数を用いて行うこととする．

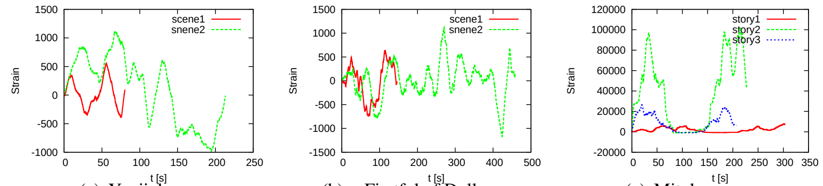
4.2.2 作品ごとの特徴

(a) 用心棒

タメと解放のきりかわりポイントについて，図 5(a) のそれぞれのシーンについて最も大きな山のところを見てみると，シーン 1 の方ではきりかわりポイントということが出来るところであった．しかし，シーン 2 の方ではきりかわりポイントとは異なっている．

(b) 荒野の用心棒

タメと解放のきりかわりポイントについて，図 5(b) のそれぞれのシーンについて最も大きな山のところを見てみると，シーン 2 の方ではきりかわりポイントということが出来るところであった．しかし，シーン 1 の方ではきりかわりポイントとは異なっている．



(a) Youjinbou.　(b) a Firstful of Dollars.　(c) Mitokoumon.

図 5　緊迫度関数における作品同士の比較
Fig. 5　Comparing the degree functions of strain in each work.

(c) 水戸黄門

図 5(c) から，水戸黄門のアクションシーンでは緊迫度の変化の仕方に決まった形があることがわかる．3 つのシーン全てにおいて長い谷の始まりの 20 秒前から，水戸黄門の一行と敵たちの斬り合いが始まっている．これより，緊迫度関数から水戸黄門の特定の場面がどこに存在するのかということが見つけられることがわかる．

また図 5 より，各々の作品において共通した緊迫度の変化の仕方があるということが出来る．

4.2.3 人体に現われる反応と緊迫度との関係

4.1 節で述べた作品を 20 代の女性 5 人に見てもらった．ただしそれぞれのシーンを見てもらう前に，そのシーンまでのあらすじについて説明している．そして，皮膚電気反射 (GSR,Galvanic Skin Reflex) を計測した。GSR とは，精神的動揺によって皮膚に一過性の電位変動，および電気抵抗の変化が起こる現象のことである．感情，情緒，気分といったものは，客観的に，かつ正しくとらえることは難しかったが，GSR は容易にヒトの精神的反射現象が測定できるため，情動を客観的にとらえうる 1 つの有効な指標と考えられている[12)]．

各々の作品について，緊迫度関数，GSR を計測した結果と音の強度を図 6，図 7，図 8 に示す．音の強度を示すのは，GSR を測定する際には被験者は音が流れている状態で映像を見たからである．また，緊迫度関数と生体計測，音の強度と生体計測それぞれの相関を調べた．このとき，GSR は物事が生じてから 3〜20 秒遅れて出るといわれているので，映像の後 20 秒分についての相関をとり，それが最大となった時の値を表 2〜表 7 に示すことにする．ここで，生体計測の結果において 5 人のうち 3 人が似たような反応をしたところについて考えることとする．

表 2 用心棒シーン 2 の場面 (i) における緊迫度関数と生体反応の相関
Table 2 Correlation witbetween the degree function of strain and bioinstrumentation in the second scene of Youjinbou.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+20.0	+3.30	+20.0	+20.0	+20.0
相関値	0.20	0.84	-0.58	-0.15	0.84

表 3 用心棒シーン 2 の場面 (i) における音と生体反応の相関
Table 3 Correlation between sound intensity and bioinstrumentation in the second scene of Youjinbou.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+0.352	+18.4	+18.4	+16.1	+0.0810
相関値	0.38	-0.35	0.30	0.44	-0.0066

表 4 荒野の用心棒シーン 1 の場面 (i) における緊迫度関数と生体反応の相関
Table 4 Correlation between the degree function of strain and bioinstrumentation in the first scene of a Firstful of Dollars.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+20.0	+16.4	+13.9	+5.40	+20.0
相関値	0.27	0.31	-0.030	0.23	0.39

表 5 荒野の用心棒シーン 1 の場面 (i) における音と生体反応の相関
Table 5 Correlation between sound intensity and bioinstrumentation in the first scene of a Firstful of Dollars.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+5.77	+0.0760	+1.04	+0.00	+9.21
相関値	0.051	0.16	0.45	0.017	0.23

表 6 水戸黄門の作品 2 における緊迫度関数と生体反応の相関
Table 6 Correlation between the degree function of strain and bioinstrumentation in the second work of Mitokoumon.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+0.00	+5.8	+11.0	+17.0	+9.00
相関値	-0.23	0.47	0.040	0.29	0.70

表 7 水戸黄門の作品 2 における音と生体反応の相関
Table 7 Correlation between sound intensity and bioinstrumentation in the second work of Mitokoumon.

	被験者				
	1	2	3	4	5
映像とのずれ [秒]	+15.0	+20.0	+20.0	+20.0	+4.43
相関値	+0.15	-0.091	-0.042	0.096	-0.090

(a) 用心棒シーン 2

図 6 より，対応していると考えられる映像の 111.8 秒から 194.6 秒の場面 (i) についての映像と生体反応，また映像と音の相関をとると表 2 のようになった．次に，場面 (i) における音と生体反応の相関をとったものが表 3 のようになっている．最後に場面 (i) における緊迫度関数と音の相関をとったところ，映像よりも 3.3 秒遅れたところで相関値 0.63 を得ることが出来た．

(b) 荒野の用心棒シーン 1

図 7 において，映像の 65.0 秒から 114.1 秒の場面 (i) について相関をとると表 4 のようになった．次に，場面 (i) における音と生体反応の相関をとったものが表 5 のようになっている．最後に場面 (i) における緊迫度関数と音の相関をとったところ，映像よりも 6.0 秒遅れたところで相関値 0.45 を得ることが出来た．

(c) 水戸黄門作品 2

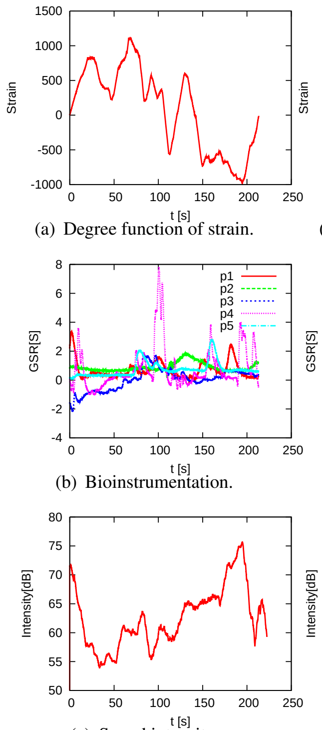
3 つのシーンどれについても，同じような反応を示したところがほとんどないが，図 8 の 220 秒前後では似たような山が出来ていることがわかる．一方このとき緊迫度関数においても同様に山が出来ていることがわかる．

映像の 55.0 秒から 173.0 秒の場面 (i) について相関をとると表 6 のようになった．次に，場面 (i) における音と生体反応の相関をとったものが表 7 のようになっている．最後に場面 (i) における緊迫度関数と音の相関をとったところ，映像よりも 13 秒遅れたところで相関値 0.93 を得ることが出来た．

よって (a)〜(c) より，特徴的な緊迫度関数と生体反応には弱い相関があることがわかる．また，音と生体反応にはほとんど相関がないことから，緊迫度関数の有効性を確かめることが出来た．

5. 結　　論

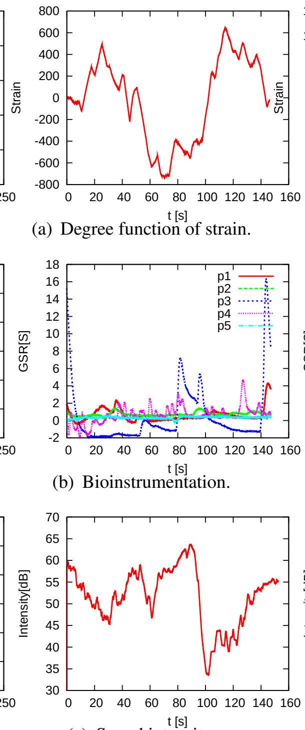
本研究では，カットの長さが緊迫度の変化に影響を与えるとした．複数のカットの長さに関する関数を用いることで，カットの長さに関して考えることの有用性が確認できた．より



(a) Degree function of strain.
(b) Bioinstrumentation.
(c) Sound intensity.

図 6 用心棒シーン 2 の緊迫度関数と生体計測と音の強度

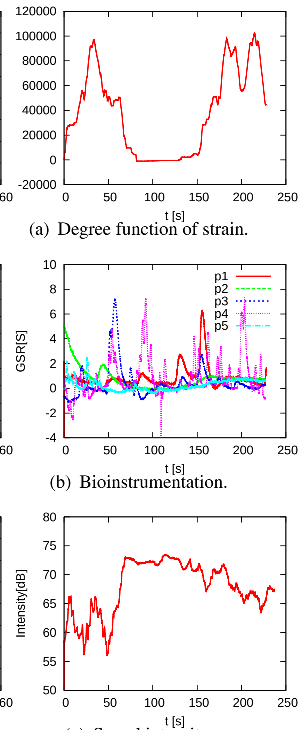
Fig. 6 Degree function of strain, bioinstrumentation and sound intensity in the second scene of Youjinbou.



(a) Degree function of strain.
(b) Bioinstrumentation.
(c) Sound intensity.

図 7 荒野の用心棒シーン 1 の緊迫度関数と生体計測と音の強度

Fig. 7 Degree function of strain, bioinstrumentation and sound intensity in the first scene of a Fistful of Dollars.



(a) Degree function of strain.
(b) Bioinstrumentation.
(c) Sound intensity.

図 8 水戸黄門作品 2 の緊迫度関数と生体計測と音の強度

Fig. 8 Degree function of strain, bioinstrumentation and sound intensity in the second work of Mitokoumon.

適したカットの長さに関する関数を用いることで，映像に即した緊迫度関数が得られると考えられる．

また緊迫度関数は，カットの長さと画面内でのものの動きの大きさといった視覚から得られる情報のみを用いてモデル化している．しかし，生体計測をする際に被験者には音を流した状態で映像を見てもらっている．緊迫度関数と生体反応，音と生体反応それぞれの相関をとることで，音よりも映像によって生体反応が生じていることが明らかになったが，音に関する関数を考慮することで，緊迫度関数と生体反応との相関がより高くなると考えることが出来る．

以上より，これらについて考え，より生体反応との相関が高くなるような緊迫度関数を導き出すことが今後の課題である．

謝辞 本研究は，独立行政法人科学技術振興機構（JST）チーム型研究 CREST「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」の支援を受けて行った．

参 考 文 献

1) 西村雄一郎：一人でもできる映画の撮り方，pp.26–28, 86–87, 洋水社 (2003).
2) 純丘曜彰：人気テレビ番組の文法，p.170, フィルムアート社 (2006).
3) ダニエルアリホン：映画の文法，pp.25–27, 305–306, 597–599, 紀伊國屋書店 (1980).
4) 高橋　靖，長谷川桂介，杉山和雄，渡辺　誠：セマンティックスコア法を用いた映画の構造表現：ヒューマン・コンテンツ・インターフェースデザインに向けて (3)，デザイン学研究，Vol.46, No.6, pp.57–66 (20000331).
5) 吉高淳夫，松井亮治，平嶋　宗：カメラワークを利用した感性情報の抽出 (コンテンツ処理, 特集, 情報処理技術のフロンティア)，情報処理学会論文誌， Vol.47, No.6, pp. 1696–1707 (20060615).
6) 田中壮詩，平嶋　宗，吉高淳夫：映像からのアクション性とドラマ性の自動抽出とメタデータとしての活用，*CVIM*, pp.49–54 (2008/11).
7) 出口嘉紀，吉高淳夫：映画の文法に基づく要約映像の生成，情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告， Vol.2004, No.3, pp.33–40 (20040115).
8) 佐藤忠男：黒澤明作品解題，pp.234–241, 岩波書店 (2002).
9) ルイス・ジアネッテイ：映画技法のリテラシー I 映像の法則，pp.133–142, フィルムアート社 (2003).
10) 広瀬宏之：子育てのこころ (9) 記憶のメカニズム，ニュースレター， No.160 (2007/5).
11) TKdesign: 親バカビデオクラブ，http://tkdesign.jp/oyabakavideoclub/video_kouza_10.html.
12) J・ハセット (平井久・児玉昌久・山中祥男編訳)：精神生理学入門，pp.44–61, 東京大学出版 (1996).