

# 多次元解析による画像品質の評価法とその応用

## A Method of Evaluating Picture Quality by Multi-dimensional Analysis and Its Applications

中山 剛\* Takeshi Nakayama  
 牛島 和彦\*\* Kazuhiko Ushijima  
 寺嶋 久憲\*\* Hisanori Terashima  
 福島 紘一\*\*\* Kôichi Fukushima  
 大西 満\*\*\*\* Mitsuru Ônishi

### 要 旨

画質評価・設計系のモデルを提案し、このモデルに従った画質評価法として、総合的な画質を、画質の独立な属性を表わす多次元感覚量の一次結合で表わす多次元解析法を開発した。この方法を符号化画像品質の解析と、同軸間低周波漏話妨害の主観的効果の解析に応用し、符号化によって生じる線状ノイズが画質劣化の主因となること、同軸間漏話妨害には信号源と漏話源の同期ずれが影響することを見た。

### 1. 緒 言

テレビ電話は対面通話を主目標として開発されたものであるが、電子計算機を中心とする情報機器の発達とあいまって、対面通話のほかに、計算サービス、種々な案内サービスなど、テレビ電話を情報端末とした多角的なサービスが企画されるようになった。

このような情報サービスの運用を効果的ならしめるためには、端末を通じての機械と人間間の情報の授受を、人間の負担が最小で、しかも効率が最大という条件のもとに行なわなければならない。これを実現するためには、システム設計に際して、人間の視覚系、聴覚系、手や足などの反応系の特性を数式的に表現し、人間を含めたシステム全体の最適設計を行なう必要がある。

人間と機械を含む全体のシステムはMan-Machine Systems<sup>(1)</sup>(以下MMSと略記する)と呼ばれるが、MMSの最適設計法を確立することが、今後の情報システムあるいは画像通信システムの成否を決定するひとつのかぎであろう。

本報告では、テレビ電話の画質評価をMMS最適設計の一環としてとらえる考え方を紹介し、この考え方に基づく画質評価の一手法と、その手法の具体的問題への適用例について報告する。

### 2. 画質評価研究の構想

#### 2.1 画像通信系におけるMMSモデル

まず画像通信系におけるMMSの機能をモデル化して考えてみる。テレビ電話のような両方向通信系におけるMMSのモデルの一例を図1に示す。図はわかりやすいように視覚系に関連した部分だけを示したものであり、実際にはこのほかに音声伝送に伴う聴覚系と、端末の操作に伴う触覚系と運動感覚系が関与してくる。

図1のモデルで人間(1)から人間(2)への通信過程を考えてみる。送信側の人間(1)が伝達しようとする情報  $S_1$  は、その人間の内部に再生(了解)された、人間(2)からの情報  $S_2'$ 、そのときの人間(1)の感情あるいは価値体系などの第2次内的規準  $M_1$ 、そのときの環境条件などの外的規準  $X_1$  などの関数として定まる。 $S_1$  は反応系で表情、身ぶり、文字、図形などの映像符号  $I_1$  に変換され、入力端末(カメラなど)を通して  $C_1$  なる伝達特性を有す

る画像通信系の入力として与えられる。この出力はブラウン管などの出力端末に表示され、視覚刺激として受信側の人間(2)の内部に視覚  $V_1$  を生み出す。 $V_1$  は  $C_1$  と  $I_1$  の関数である。 $V_1$  は言語体系などの第1次内的規準  $W_2$  と対比され、相手が伝達を意図した情報  $S_1$  を解読する。ここで、 $W$ 、 $X$ 、 $M$  などの内的あるいは外的規準は、伝達しようとする情報が、表情、身ぶりなどに変換されるような情緒的情報である場合と、文字のような言語的情報、図形のようなパターン情報などの場合とでは内容が異なり、したがってその測度も異なってくる。

以上の議論は画像通話系を媒介として二人の人間間で情報の授受を行なう場合についてであるが、人間と電子計算機のような情報処理系とが通信系を介して情報の授受を行なう場合は、図1の人間(2)と計算機とを置き換えたモデルを考えればよい。

#### 2.2 MMS最適化の進め方

図1のモデルにおいて、MMSの最適化とは  $S'$  をできるだけ  $S$  に近づけることであると考えられる。換言すれば、 $S$  と  $S'$  の適当な測度について次の量  $L$  を最小にすることである。

$$L = S - S' \dots\dots\dots (1)$$

これを実現するには大別して三方向からのアプローチが必要である。

- (1) 情報伝達損失を最小ならしめる画像通信系の設計(画質評価に基づく設計)

図1で  $S$  を一定、すなわち  $I$  を一定にしておいて、画像通信系の伝達特性  $C$  を組織的に変え、(1)式の  $L$  を最小にする  $C$  を見いだす。この過程で関数  $\phi$ 、 $\psi$  が定まるから、 $C$  から  $L$ 、 $L$  から  $C$

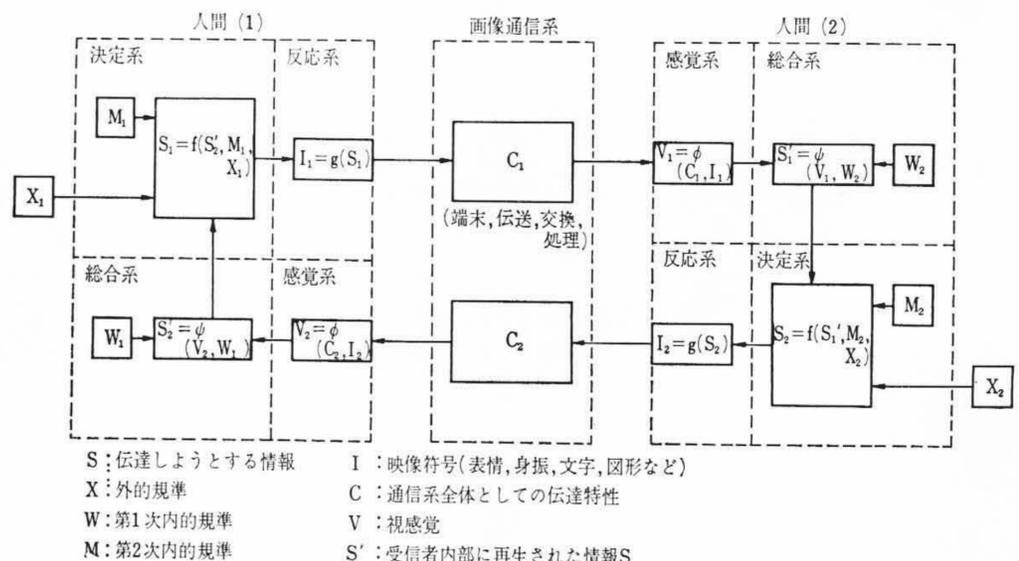


図1 画像通信系におけるMMSモデル(ただし視覚系のみ)

\* 日立製作所中央研究所 工学博士  
 \*\* 日立製作所戸塚工場  
 \*\*\* 日立製作所中央研究所  
 \*\*\*\* 日立電線株式会社研究所

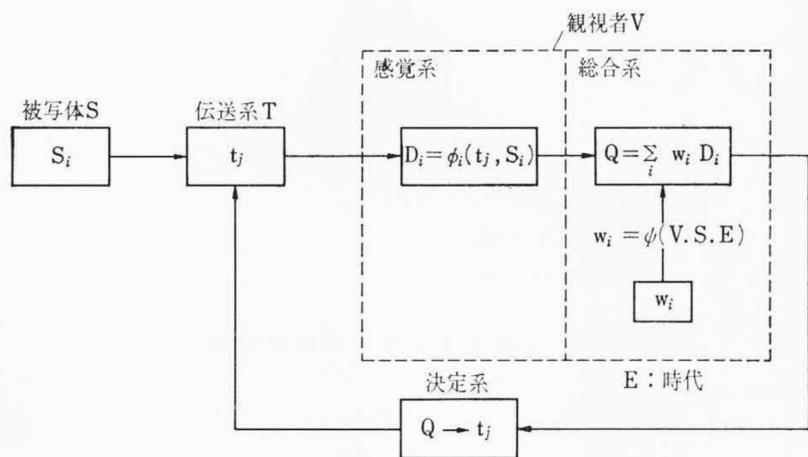


図2 画質評価・設計系のモデル

の数値的な推定が可能になる。この場合、後述するように、 $S, I, V, W, S'$  などの変数の測度は確定しているものとする。

(2) 情報伝達損失を最小ならしめる変換関数  $g$  の設定 (最適文字・図形構成, 撮像時の人間工学的条件の最適化)

$S$  を一定とし、 $C, W$  を一定とし、関数  $\phi, \psi$  も不変であると仮定すれば、 $L$  の変動は変換関数  $g$  によるものと考えられる。関数  $g$  は伝達しようとする情報  $S$  を映像符号  $I$  に変換する際の変換のしかたを規定するものである。したがって最適の  $g$  を設定することは具体的にいえば、最適な文字、図形の構成、あるいは入出力端末操作時の人間工学的条件の最適化ということになる。

(3) 視覚情報と聴覚情報の利用手順の最適化

図1には視覚系しか示されていないが、実際の画像通信系には音声チャンネルも含まれている。そこで送信者が伝達を意図している情報を、視覚と聴覚にどのように割りふるかが問題となる。これは中央のデータ処理装置にデータを入れてやって、データを入力した人間に処理結果を音声と画像で表示してやるような場合に特に重要である。この利用手順の適否によって通信系の実効的な能率が左右されるので、最適手順を法則化しておく必要がある。

2.3 MMS 最適化の問題点

図1のモデルに従ってシステムの最適化を行なうためには、まず各種のシステム測度を定める必要がある。映像符号  $I$  とこれを伝送する画像通信系の伝達特性  $C$  に対しては問題に応じて適当な物理的測度を定義すればよい。問題は  $S, X, W, M, V, S'$  などの心理量の測度である。これらは大部分、計量心理学的 (Psychometrics) 手法によって決まるが、場合によっては新しい手法を開発しなければならないであろう。

2.4 画質評価・設計系のモデル

以上の画像通信系における MMS 最適化のアプローチのうち、第一段階として画質評価に関する部分を取り上げて考えてみる。これは内容的には 2.2 の (1) 「画質評価に基づく設計」に対応する。

いうまでもなく、画質評価は機器の最適設計の一環として行なうものである。したがって評価結果が機器設計に直結するよう、評価から設計に至る全体のプロセスを見通しておくことが望ましい。このためのモデルの例を示したのが図2である。これは図1の MMS モデルから画質評価と直接関係しない部分を省略し、評価のプロセスを把握しやすいよう表現を変えたものである。

被写体  $S$  は伝送系  $T$  を介して観視者  $V$  に視覚刺激として与えられる。観視者  $V$  の画質評価系は感覚系と総合系で構成されると考える。感覚系では視覚刺激によって視覚が生ずる。この感覚は独立な  $n$  次元の多次元感覚量  $D_i, (i=1, 2, \dots, n)$  で記述されると仮定する。 $D_i$  は被写体の光学的特性  $S_i$  と伝送系(カメラ, 伝送路, モニタ

ならびに観視空間の光学的特性を含む) の物理特性  $t_j$  の関数であると考えられる。

$$D_i = \phi_i(t_j, s_i) \dots\dots\dots (2)$$

一方、総合系のレスポンスである画質の良さの測度  $Q$  は、主として観視者の価値体系によって決まる重み  $w_i$  と  $D_i$  の積和で与えられると仮定する。

$$Q = \sum_{i=1}^n w_i D_i \dots\dots\dots (3)$$

この重み  $w_i$  は、さらに細かく考えれば、観視者  $V$ , 被写体  $S$  および時代  $E$  の関数であると仮定する。

$$w_i = \psi(V, S, E) \dots\dots\dots (4)$$

伝送系の設計は  $Q$  を最大にする  $t_j$  を求めるという逆変換からスタートするが、実際にはこのループ外のマーケットポリシーなども加味した変換が行なわれるので、この変換を行なうプロセスを決定系として表示する。

なお、この考え方は音響機器の最適設計法である ESP 法<sup>(2)(3)</sup> を画質評価に発展させたものである。

3. 画質評価手法の概略

3.1 多次元感覚量  $D_i$  の誘導

画質の異なる  $m$  枚の画像があるとする。これらの画像相互間の感覚的距離を説明する  $n$  次元の直交座標軸上の座標を求めれば多次元感覚量  $D_i$  が得られる。ただし  $n \ll m$  である。そのためには、まず  $m$  枚の画像相互間の感覚的距離を求め、次にこれらの距離を説明する最小の次元数のユークリッド空間を求める。

(1) 画像相互間の感覚的距離の測定

$m$  枚の画像から 2 枚ずつとるすべての組合せで構成される画像の対をランダムな順序で被験者に提示し、2 枚の画像間の感覚的な類似度を次の 7 段階のカテゴリー<sup>(5)</sup> で評定させる。

- (a) 全く同じ
- (b) 似ている
- (c) やや似ている
- (d) どちらともいえない
- (e) やや似ていない
- (f) 似ていない
- (g) 全く異なる

この結果、 $m$  枚の画像のおおのについて、7 段階のカテゴリー上での度数分布が得られる。つぎにこれをカテゴリー a を原点とする類似度の距離に変換する。これは一般に系列範疇 (はんちゅう) 法<sup>(4)</sup> と呼ばれる方法で行なわれる。その結果、カテゴリー系列上での応答の分布の標準偏差を単位とする距離が求まる。この分布の標準偏差は被験者による対象間の類似性の弁別の鋭さの指標である<sup>(5)</sup>。

このようにして得られた対象  $j$  と  $k$  の間の類似度の距離を  $\delta_{jk}$  で表わすと、次式に示す  $b_{jk}$  を要素とする行列  $B$  が求まる。

$$b_{jk} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{m} \sum_j \delta_{jk}^2 + \frac{1}{m} \sum_k \delta_{jk}^2 - \frac{1}{m^2} \sum_j \sum_k \delta_{jk}^2 - \delta_{jk}^2 \right) \dots (5)$$

この行列  $B$  の固有値と固有ベクトルを求めると、正の固有値の数が  $D_i$  の次元数  $n$  を与え、対応する固有ベクトルが  $D_i$  の値となる。ただしこの場合の固有ベクトルは固有値で重みづけなければならない。 $n$  次元空間内での対象  $j, k$  間の距離を  $d_{jk}$  で表わすと、 $\delta_{jk}$  と  $d_{jk}$  とは近似的に等しい。

3.2 画質の良さの測度  $Q$  の数量化

一般的にはたとえば次のような 5 段階のカテゴリー<sup>(11)</sup> で良さを評定する。

- (1) 非常に良い

表1 符号化画像の構成

要因 画像参考	次 数	近似幅(ステップ)	雑 音	背 景	備 考
1	0	1		黒	PCMのみ
2	0	5		黒	
3	0	10		黒	
4	0	5	あ り	黒	
5	0	10	あ り	黒	
6	1	3		黒	
7	0	2		白	
8	0	11		白	
9	0	10	あ り	白	
10	1	3		白	

- (2) 良 い
- (3) 普 通
- (4) 悪 い
- (5) 非常に悪い

対象の反復評定により、カテゴリー系列上での度数分布が得られる。このデータから前記の系列範疇法により、分布の標準偏差を単位とする一次元の良さを表わす距離尺度が得られる。

画質評価には伝統的に5段階評価が使用されるが、系列範疇法によって距離尺度を求める場合には、極端なカテゴリーを含まないと分布に打ち切りが多くなり、両端のカテゴリー付近の距離が不正確になる。この意味では7段階程度にカテゴリーをふやしたほうがよい場合が多い。また後述するように、良さ  $Q$  と多次元感覚量  $D_i$  とを関係づけるだけでなく、画像妨害度や文字判読率と  $D_i$  とを関係づけることもできる。こうした場合には評定に使用するカテゴリーもおのずから異なってくる。

#### 4. 画質評価への応用例

以上に述べてきたような考え方による多次元解析を、画質評価に応用した2例を紹介する。今回紹介する例はいずれも映像信号に広義のノイズが混入する場合の画質の解析を行なったものである。

##### 4.1 符号化画像品質の解析<sup>(6)(7)</sup>

##### 4.1.1 実験目的および方法

符号化ノイズの視覚的效果研究の糸口として、ランレングス符号化による画像品質の解析を試みた。

マネキン人形の胸上像について、表1に示す条件で電子計算機によるランレングス符号化シミュレーションを行なった。表1における近似幅の定義は図3に従っている。また0次は映像信号波形のステップ関数による近似を、1次は図3に示すような折線近似を表わす。出力された10枚の画像の写真を2枚ずつ組み合わせ、10名の被験者に前記の7段階のカテゴリーで類似度を評定させた。また10枚の写真を単独呈示して、上記の5段階のカテゴリーで画質の「良さ」を評定させた。

##### 4.1.2 実験結果

多次元解析の結果、多次元感覚量  $D_i$  は3次元と考えるとよく、これでデータの全変動の約86%を説明できることが明らかになった。座標軸の回転と原点の移動を行なった3次元座標は図4に示すとおりである。座標軸を、軸上での座標の変動の大きいほうから  $D_1, D_2, D_3$  で表わす。 $D_1$  は背景の明るさ(黒、白と2段階変化)を表わす軸であり、 $D_2$  はランレングス符号化によって画面に見える線状ノイズ感、 $D_3$  は点状ノイズ感の度合いを表わす軸である。線状ノイズ感  $D_2$  の大きな図4の画像番号3の写真は図5に、点状ノイズ感  $D_3$  が大である画像番号4は図6に示すとおりである。

##### 4.1.3 多次元感覚量 $D_i$ と画質の良さ $Q$

多次元感覚量  $D_1, D_2, D_3$  と総合的な画質の良さ  $Q$  との関係

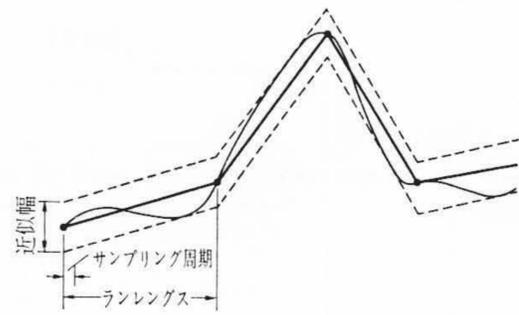


図3 1次のランレングスの定義

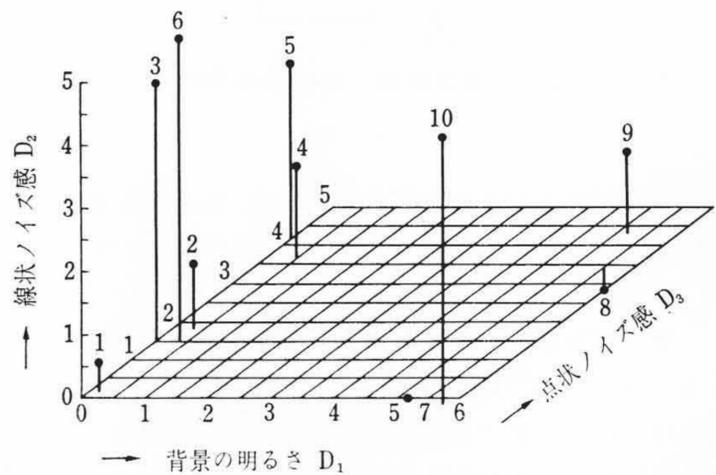


図4 符号化画像品質の感覚的特徴を表わす3次元尺度



図5 線状ノイズ感  $D_2$  の著しい画像



図6 点状ノイズ感  $D_3$  の著しい画像

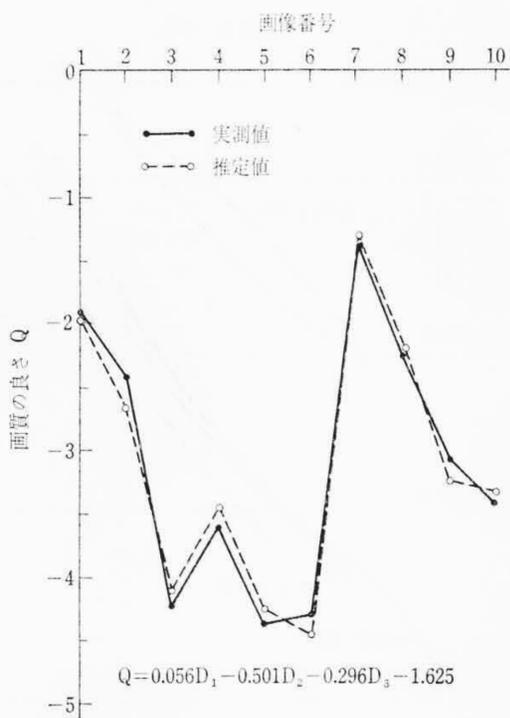


図7 画質のよさの測度 Q と多次元感覚量  $D_i$  の関係

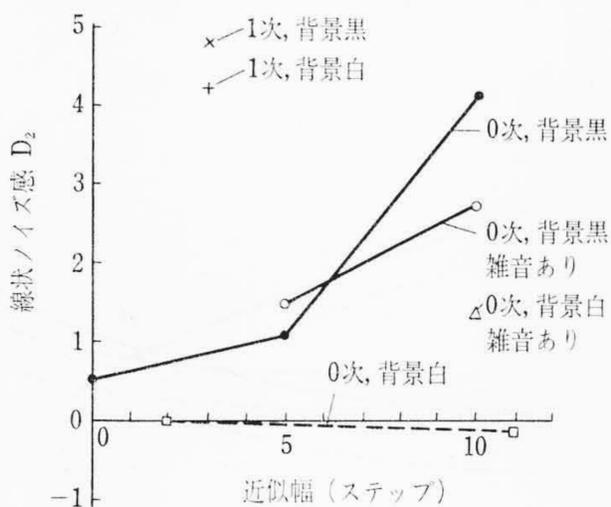


図8 近似幅と線状ノイズ感  $D_2$  との関係

調べるため、 $D_i$  の  $Q$  に対する重線形回帰係数を求め、その結果を図7に示した。図7には  $Q$  の実測値と、 $D_1 \sim D_3$  からの推定値が掲げられている。実測値と推定値の一致が良いことから、多重回帰モデルが妥当であることが推定される。また、回帰係数から線状ノイズ感  $D_2$  が画質劣化に最も貢献し、背景の明るさ  $D_1$  は画質のよさにほとんど関係しないことがわかる。

#### 4.1.4 画像特性と線状ノイズ感 $D_2$ との関係

上記のように、画質劣化に対する重みは  $D_2$  が最大であることが明らかになったので、これと図3に示す近似幅との関係を調べ、その結果を図8に示した。図8の縦軸の原点は表1の画像番号7に対する  $D_2$  の値にとってある。図に見るように背景が暗い場合、近似幅のステップ数の増加につれて  $D_2$  が単調に増加する。背景が明るい場合は、近似幅と  $D_2$  はほとんど無関係である。0次と1次を比較すると0次のほうがはるかに  $D_2$  が小である。また近似幅を大にしてランレングスを長くした場合、ランダムノイズを付加すると、画面上で線状ノイズがマスクされることがある。この効果は特に背景が暗い場合に著しい。

結局、ランレングス符号化を行なう場合、近似幅を大にしてランレングスを長くすると、画面に線状ノイズが現われ、これが著しく画質をそこなうことが明らかになった。ただし画面の背景輝

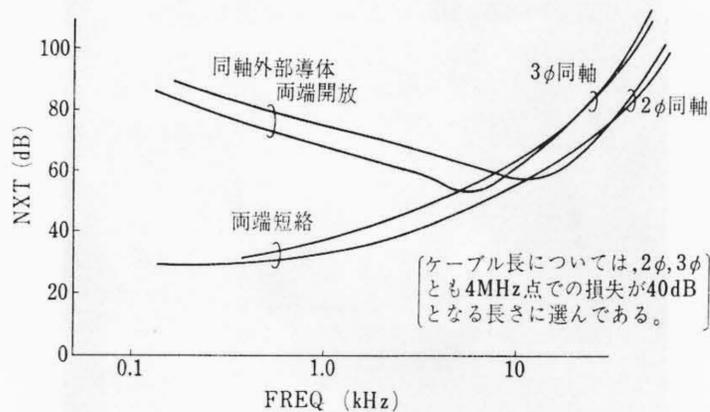


図9 同軸ケーブルの漏話減衰量-周波数特性の例

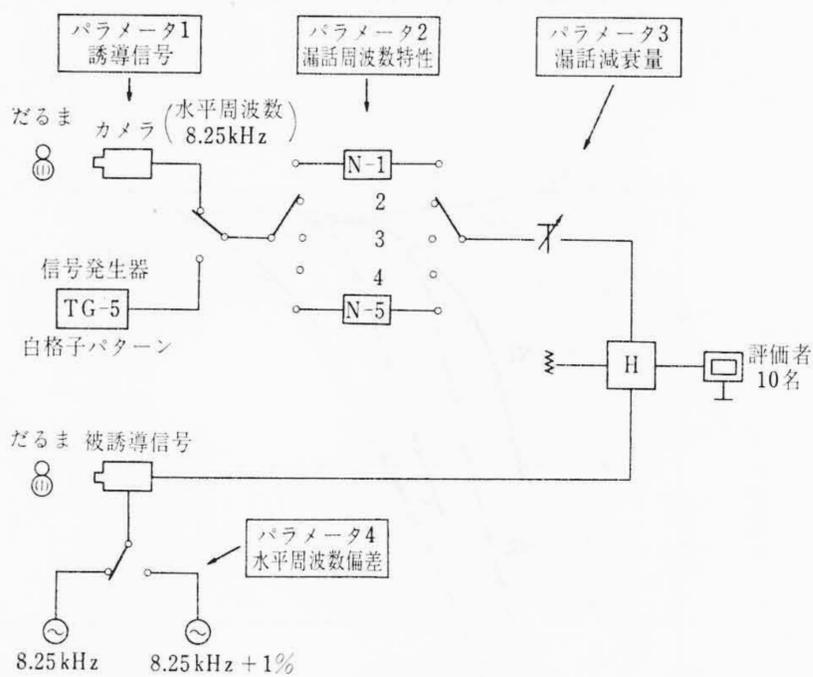


図10 同軸間漏話妨害評価実験系統図

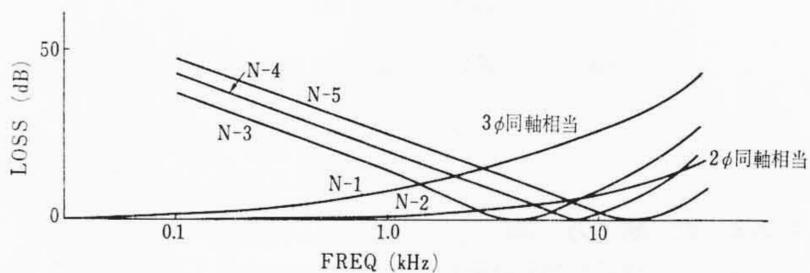


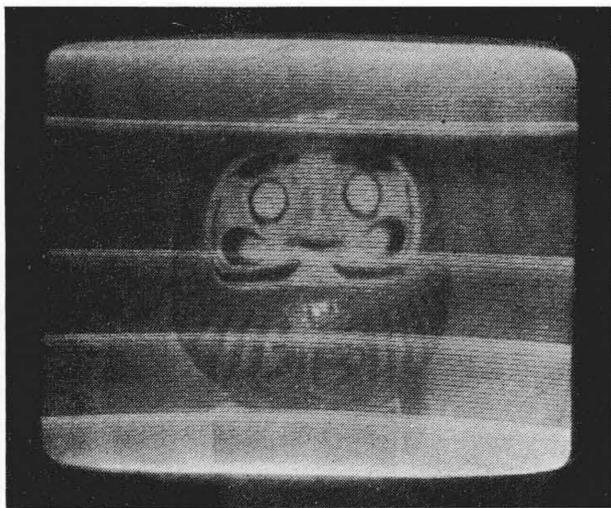
図11 同軸間漏話特性模擬回路網の減衰量周波数特性

度が大きい場合は線状ノイズは比較的目立たない。このように、ノイズによる画質劣化効果は  $S/N$  が一定でもノイズと信号の特性によって大幅に異なる。

#### 4.2 同軸間低周波漏話による画像妨害の解析<sup>(7)~(10)</sup>

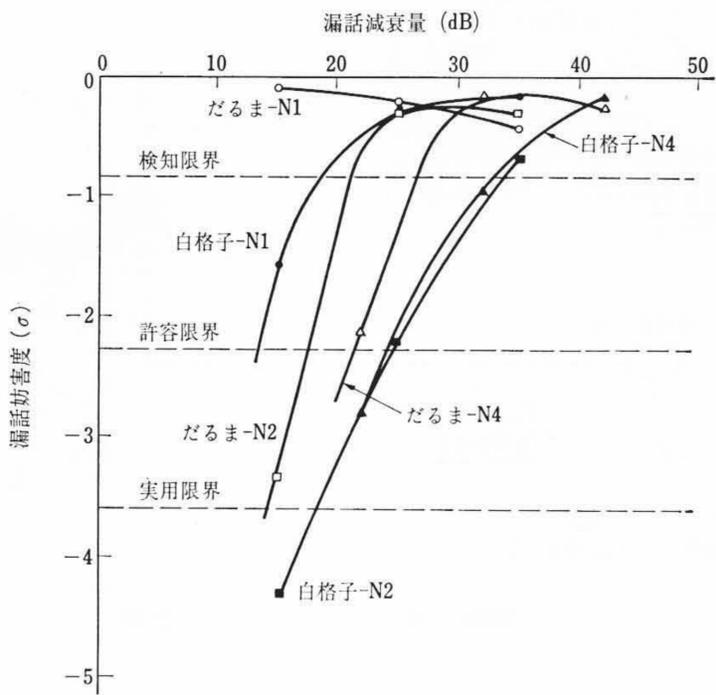
##### 4.2.1 実験目的

同軸ケーブルはビデオ伝送用として、多くの利点を有するにもかかわらず、低周波漏話特性が悪いため、テレビ電話のような双方向、多条伝送を必要とする線路に使用することがためらわれている。そこで、テレビ電話などのビデオ伝送システムを同軸ケーブルで構成する際の目標を明らかにすると同時に、ベースバンドビデオ伝送に耐えうる同軸ケーブルの仕様を求めるために、同軸間低周波漏話を受けた画像の画質評価を行なった。



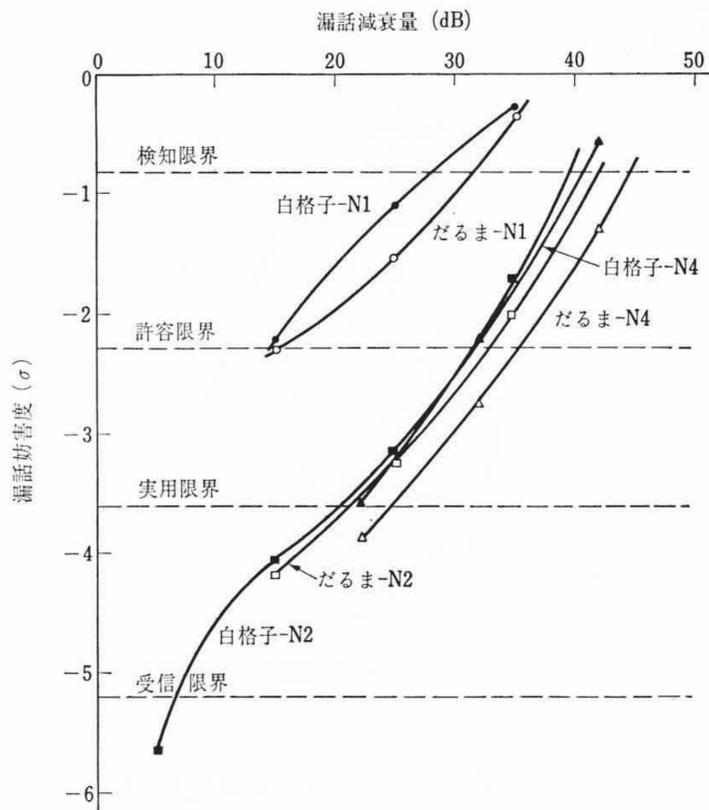
(誘導源白格子パターン, 同期ずれなし)

図12 低周波漏話妨害を受けた画像例



(同期ずれ=0.1% 以下)

図13 漏話減衰量と漏話妨害度の関係



(同期ずれ=1%)

図14 漏話減衰量と漏話妨害度の関係

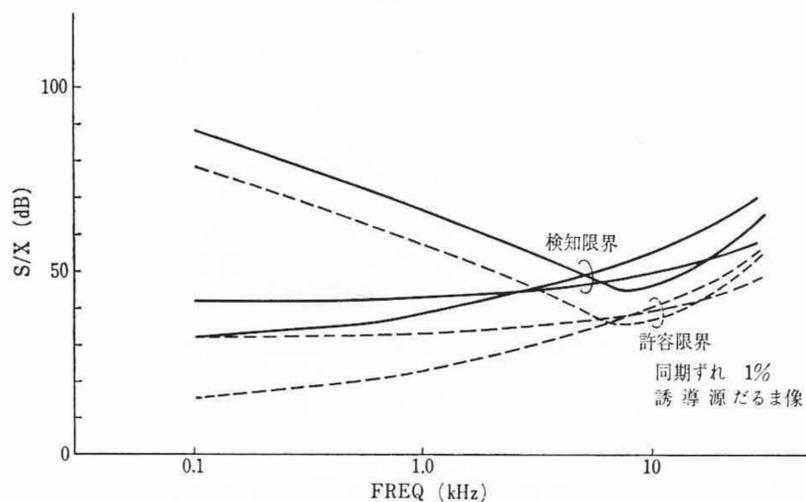


図15 誘導源: だるま, 同期ずれ1% のときの漏話限界と漏話減衰量 (S/X)

4.2.2 実験方法

同軸間漏話特性の例を示したのが図9である。図に見るように同軸ケーブルは低周波で漏話特性が悪く、また漏話特性はケーブルの終端方法により大幅に変化する。これをシミュレートするため、図10の構成で画質評価を行なった。信号源はカメラで撮像しただるま像とし、誘導源には同様に撮像しただるま像と白格子パターンを用いた(パラメータ1)。なお、カメラ、モニタの帯域は1MHzである。同軸ケーブルの長さ、構造、端末処理などによる漏話周波数特性の変化をシミュレートするため、図11に示すような周波数特性の回路網を用意した(パラメータ2)。漏話減衰量の絶対値は減衰器で可変とした(パラメータ3)。また誘導、被誘導信号間の水平同期周波数偏差の有無が妨害度に大きな影響を与えることが予測されたので、この偏差がほとんどゼロの場合(0.1%以下)と1%の偏差がある場合とを比較した(パラメータ4)。図12は漏話妨害を受けた画像例を示したものである。

実験は下記の5段階の 카테고리<sup>(12)</sup>による妨害度の評定と、前記の方法による多次元解析との2とおりで行なわれた。

- (1) 妨害がわからない
- (2) 妨害がわかるが気にならない

表2 同軸心構造

項	目	0.5/2.0 形	0.8/3.0 形
内部導体外径 (mm)		0.5	0.8
バロン形絶縁体外径 (mm)		2.0	3.0
外部導体銅テープ		縦 添	縦 添
しゃへい体すずメッキ軟鋼テープ		縦 添 + 横 巻	横 巻
押 え 巻		プラスチックテープ	プラスチックテープ
概算同軸心外径 (mm)		3.0	4.5

- (3) 妨害が気になるがじゃまにならない
- (4) 妨害がひどくてじゃまになる
- (5) 受信不能

カテゴリ間の距離尺度上での、カテゴリ境界値から、後述する検知限界や、許容限界が定義できる。

4.2.3 画像妨害度と漏話限界

漏話減衰量と妨害度の関係は図13と図14に示すとおりである。この結果から漏話減衰量を最もきびしく必要とする条件は、誘導

表3 電気的特性実測値

項	目	0.5/2.0形	0.8/3.0形
静電容量 (nF/km)		50	50
実効誘電率		1.2	1.2
特性インピーダンス (Ω, 10MHz)		75	75
減衰量 (dB/km, 10MHz)		39	28

表4 多次元尺度値と漏話条件

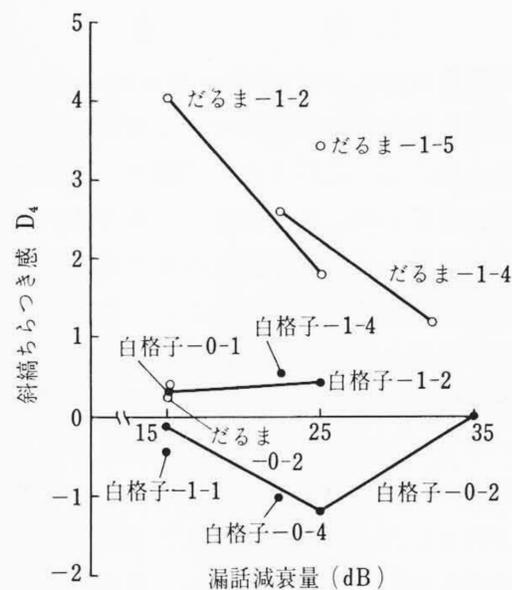
	漏話条件				多次元尺度値			
	パターン	同期 (%)	回路	減衰量 (dB)	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>
1	白格子	0	2	35	0.00	0.00	0.00	0.00
2	白格子	0	1	15	0.39	0.21	-0.90	-1.60
3	白格子	0	2	15	-0.15	6.00	0.05	-0.05
4	白格子	0	2	25	-1.20	3.03	-0.50	-1.40
5	白格子	0	4	22	-0.99	3.78	-0.52	-1.50
6	白格子	1	1	15	-0.45	1.02	-0.62	-1.50
7	白格子	1	2	15	0.33	3.28	0.30	3.17
8	白格子	1	2	25	0.43	1.68	-0.75	0.05
9	白格子	1	4	25	0.54	2.55	-1.55	0.88
10	だるま	0	2	15	0.33	2.26	4.03	-1.50
11	だるま	0	4	22	-0.14	1.78	1.65	-1.97
12	だるま	1	1	15	0.28	0.94	0.73	-1.88
13	だるま	1	2	15	4.06	2.88	0.08	-0.40
14	だるま	1	2	25	1.83	1.21	0.05	0.25
15	だるま	1	3	25	1.73	1.63	0.43	-1.55
16	だるま	1	4	22	2.57	2.35	-0.30	-1.45
17	だるま	1	4	32	1.21	0.80	1.16	-0.93
18	だるま	1	5	25	3.43	1.98	-1.22	-1.43

源だるま像，同期周波数偏差「あり」の場合であることがわかる。最悪条件下での検知限界，許容限界と漏話減衰量の関係は図15のようになる。結果の検討から次の諸点を得た。

- (1) 同期周波数近傍での漏話の検知限界は，漏話減衰量 45~55 dB で，この値は漏話の周波数特性（外部導体間短絡または開放）にあまり左右されない。
- (2) 誘導信号，被誘導信号間に同期周波数ずれ (1%) がある場合は，ない場合に比べ 6~20 dB も検知限界がきびしくなる。
- (3) 最も妨害が検知しやすい条件下での限界値に対応する図15のデータに基づき，日立電線株式会社で試作した同軸ケーブルの諸元を表2，表3に示した。このケーブルの漏話特性が前出の図9である。図9と図15を照合すると，細心系同軸でも，ビデオトランスを用いて外部導体を開放すれば，じゅうぶんベースバンドビデオ伝送に耐えうる事が明らかである。
- (4) 同軸ケーブルにより，ベースバンドビデオ伝送網を構成する際，システム間実効漏話減衰量が低周波で 45 dB 以上とれていれば漏話検知限界を越える。もし集中同期方式などにより，各ビデオ信号間の同期周波数偏差を 0.1% 以下に押えられれば，35 dB 程度でも漏話は検知されない。

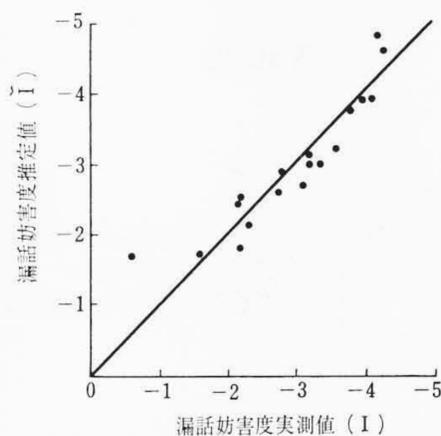
4.2.4 低周波漏話妨害の視覚的要因の解析

表4に示すように，前記の4種類のパラメータの組合せから18条件を抽出し，2条件ずつのすべての画像の組合せについて画像間の類似度の評定を行なった。このデータの多次元解析から表4に併記する4次元の感覚量 D<sub>4</sub>~D<sub>7</sub> が得られた。表中の多次元尺度値のうち，下線を施したものが，その座標軸方向の感覚的特徴を最もよく表わすものである。表4から，D<sub>4</sub> はだるま像の低周波成分が同期ずれを伴って漏話することによる斜め縞(しま)ちらつき感，D<sub>5</sub> は同期状態で格子パターンの低周波成分が漏話するこ



(点の記号は誘導源-同期ずれ-回路番号を表わす)

図16 漏話条件と D<sub>4</sub> の関係



$$I = -0.425D_1 - 0.484D_2 - 0.068D_3 - 0.132D_4 - 1.728$$

図17 漏話妨害度実測値と推定値の比較

とによる高輝度の静止横線感，D<sub>6</sub> は同期状態でだるま像の低周波成分が漏話することによる陰影感，また D<sub>7</sub> は同期ずれを伴って格子パターンの低周波成分が漏話することによる横線ちらつき感であると解釈した。

以上の解釈は図16のように，漏話条件と D<sub>4</sub>~D<sub>7</sub> の関係を調べれば明らかになる。図16では縦軸に斜め縞ちらつき感 D<sub>4</sub> の尺度値をとり，横軸に漏話減衰量をとってある。図中のパラメータは，たとえば，だるま-1-2は誘導源がだるま像で，同期ずれ1%，回路網2による画像であることを示している。図に見るように，誘導源がだるま像で同期ずれのあるときのみ D<sub>4</sub> は漏話減衰量の増加につれて単調に減少し，それ以外の条件では D<sub>4</sub> に組織的な変化はみられない。

漏話妨害度を I で表わし，I に対する D<sub>i</sub> の貢献度を調べるため，D<sub>4</sub>~D<sub>7</sub> の I に対する重線形回帰係数を求めると，I は D<sub>i</sub> の次のような関数で表わし得た。

$$I = -0.425D_4 - 0.484D_5 - 0.068D_6 - 0.132D_7 - 1.728... (6)$$

重線形回帰モデルの適合度をみるために，I の実測値と(6)式による D<sub>i</sub> からの推定値を比較すると図17のようになり，モデルの適合度がかなり良いことがわかる。

妨害度に対する D<sub>4</sub> と D<sub>5</sub> の貢献度が大きく，かつ D<sub>6</sub> の貢献度がほとんどゼロであることなどから考えて，漏話妨害度は誘導源(漏話源)画像の低周波成分の輝度と同期ずれに支配されていることが推定される。

5. 結 言

画質評価を画像通信系におけるMan-Machine Systems最適化の一環としてとらえる考え方から始めて、このための評価手法としての多次元解析法を紹介し、この方法の広義のノイズによる画質劣化の評価への応用例を示した。これにより、本方法がノイズの視覚的構造を定量的に表示しうること、独立な多次元感覚量が総合的な画質に及ぼす効果を数値的に表現できること、などを明らかにした。多次元感覚量を求めると、総合的な画質の構成要因が明らかになり、それらの感覚的変動の原因となっている物理量が明確に把握できることが多い。ノイズについていえば、同じS/Nでもノイズの物理特性によって、画質に及ぼす効果は非常に異なったものがあることが従来から経験されていた。しかし画質とノイズの物理特性との一般的な関係を記述する方法がなかったため、視覚的效果に基づくノイズの統一的な分類、記述などは行なわれていない。これが実現すれば例えば帯域圧縮時に発生するノイズの物理特性から視覚的效果の

推定ができ、帯域圧縮手法の明確な評価が可能になろう。本方法を今後こうした研究に活用していきたい。

終わりに常々ご指導をいただいた関係各位に深く謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) IEEE: Trans. Man Mash. Syst., MMS-9, 1 (1968)
- (2) 中山, 宮川, 三浦: 創刊 50 周年記念日立評論論文集, 70 (昭 43-12)
- (3) 河島, 三浦ほか 2 名: 日立評論 51, 647 (昭 44-7)
- (4) J. P. ギルホード著, 秋重監訳: 精神測定法, 276 (昭 34, 培風館)
- (5) 中山: 音響講論 1-2-11 (昭 45-5)
- (6) 中山, 福島, 吹抜: 信学講論 76 (昭 45)
- (7) 中山, 福島ほか 2 名: TV 学会講論 1-9 (昭 45)
- (8) 岡本, 大西ほか 3 名: 信学講論 989 (昭 45)
- (9) 寺嶋, 大西, 中山: 信学講論 988 (昭 45)
- (10) 中山, 寺嶋, 大西: 信学講論 990 (昭 45)
- (11) 大森, 志賀: 研究実用化報告 11, 2885 (1969)
- (12) 樋渡: 視覚とテレビジョン 123 (昭 43, 日本放送出版協会)

Vol. 32 日立造船技報 No. 1  
目 次

■論 文

- ミナス原油の海底管による送油時の熱的諸問題(第 1 報)  
一 停滞時における管内自然対流熱伝達一
- 一軸高速コンテナ船の縦波中の耐航性能に関する研究

- 大形ディーゼル機関の燃料噴射弁と燃焼室壁温度
- 有限要素法による連続体の熱応力解析法について
- 噴流層における圧力降下と静圧分布
- 大孔径多孔板トレイの圧力損失

.....本誌に関する照会は下記に願います.....

日立造船株式会社技術研究所  
大阪市此花区桜島北之町 60 郵便番号 554



特 許 の 紹 介

特許第 560535 号 (特公昭 44-12948 号)

大友 義 郎・田 城 秀 登・井 上 清

放 射 性 物 質 を 用 いた 照 明 装 置

放射性気体が放射するベータ線をけい光物質にあてて刺激し光を出させる照明装置は、外部電源が不要であり、長期間無人で作動するために保守困難な場所におく照明装置としての用途が考えられる。この発明はけい光体塗布面を立体的にして発光面積を増し、けい光体塗布面の間隙(かんげき)をベータ線の自由行路よりも狭くして発光効率を向上させるものである。

図 1 は本発明による照明装置で、光取出窓 1 が外郭体 2 に取り付けられている。気体室 3 の内部にけい光体 4 を塗布した透明板 5 を光取出方向に並べて配置したもので、トリチウムを封入した例では、封入圧 25 mmHg, けい光体 Zn・CdS: Ag, けい光体塗布面間隙 2 mm の場合に良い性能を得た。なお、けい光体を塗布した外郭体内面 6 を透明板 5 と平行な反射面となるような完全反射面とし、また透明板 5 を光取出窓 1 と同一材料あるいは類似の屈折率を持つ材料で構成すれば、本発明の照射装置の効率はさらに増大する。

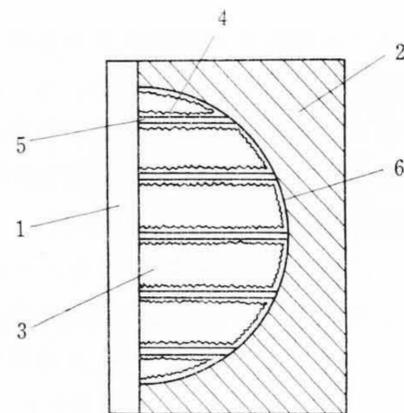


図 1