

超高品位 AV システムの研究は未来映像・音響の 創作に何をもたらすか - 創作者の深い感性を伝達するにはどうすればよいか -

宮原 誠

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

923-1292 石川県能美郡辰口町旭台 1-1

Tel.0761-51-1230

email:miya@jaist.ac.jp

あらまし 高度感性情報(感激, 深い感動, 実在感, アウェアネス)を, 電子映像システムで伝達表示できる限界に挑戦している. そのための研究方法, これまでに発見された要因・特性, これらを実現した開発状況を述べる. 所謂”電気紙芝居”を超えて, 高度感性情報を表示できるディスプレイを作るためには, 研究者が, 画像を愛し, 又厳しく評価できる事が必要であることを強調する. そして, 高度感性情報をもつ画像をテスト画像とし, この情報がどんな劣化や変化を受けているかを深く観察することにより, 研究者が持っている工学的知識と突き合わせて(心理物理学的洞察を行い), どの物理要因が重要か, 又これまで見落とされてきたかを発見する. そして問題の解決を図る. 自分が欲しい画質が得られるまで妥協しない. この研究法により, これまでに6つの新しい要因・特性を発見し, それを実現するディスプレイを開発しつつある.

What Impact does Reserch of Extra High Quality AV System have on the Creation of Future Audio and Visual?

Makoto Miyahara

JAIST, Japan Advanced Institute of Science and Technology

1-1 Asahidai, Tatsunokuchi-machi, Nomi-gun, Ishikawa 923-1292

Tel.0761-51-1230

email:miya@jaist.ac.jp

abstract We are challenging to transmit and to display the high order sensation. We will describe a new approach method, newly discovered physical factors, and developed equipments. Researchers or engineers, who develop a display for the high order sensation, are asked to love images and to be able to assess image deeply. Then, they will be able to discover unknown important physical factors or characteristics by deep insight into the reproduced images of test images which contain the high order sensation, and by deep psychophysical consideration combined with their knowledge on the image. And they develop display considering the discovered factors. They must not compromise until a sufficient quality image is obtained. We have discovered six unknown factors and characteristics and we have been developing extra high quality imaging systems considering discovered six factors and characteristics.

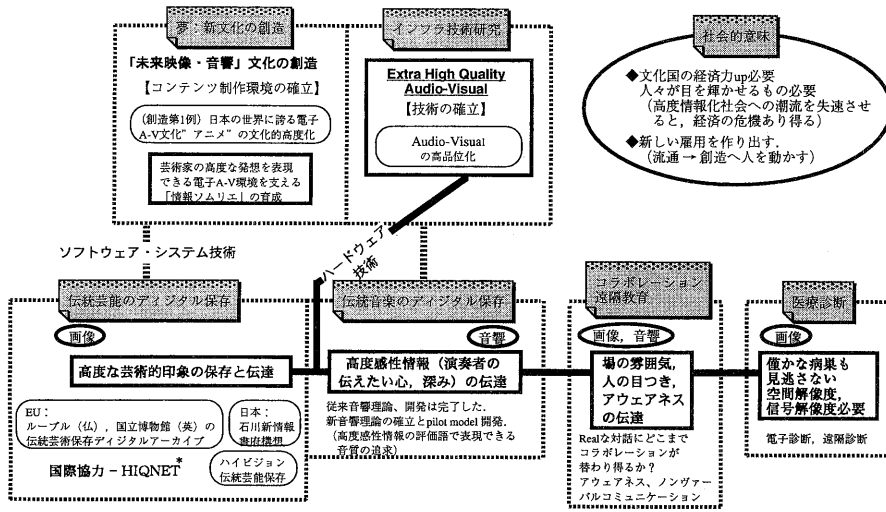


図1. 日本学術振興会：未来開拓学術研究推進事業
 “未来映像・音響創作と双方向臨場感通信を目的とした高品位 Audio-Visual System の研究”

1. はしがき

我々は、高度な感性情報を言及する、先端科学工学分野と芸術分野を融合した新分野を創造したい。それは、芸術的に、又心の深いところで感じ取るものも表現、伝達できる電子映像文化の創成である。私の役割はその道具を作ること、協力者である東京芸大は、それを使って新たな創作をする。私の役割を果たすためには、関連するハード、ソフト、そして社会の基礎となるべきインフラを研究開発する必要が出てくる。即ち、私の解決すべき問題は、高度感性情報（感激、深い感動、アウェアネス）を電子映像システムで表示するためにはどうすればよいか、である。ここでは、そのための、研究方法：コペルニクスの転回の研究方法、発見された物理要因と、それを実現した開発状況について述べる。

また、開発される新インフラ：高品位 Audio-Visual System と、Network の接続により、感性伝達：ノンヴァーバルコミュニケーション、アウェアネス等の “教育における感性” の遠隔教育や、種々の社会の要求に応用できると考えている。コンテンツを作り出していくインフラには “情報ソムリエ” を育てる事が重要である。社会的な意義として、この研究開発はコンテンツ開発の分野を広げ、新たな雇用を作り出す意義があると信じている（図1）。

2. 高度感性情報の再現性からみた電子ディスプレイの性能の現状

我々の目的は、言い換えれば、「電子映像・音楽で高度感性情報はどこまで表現できるか？」の限界の system を求めることである。原作が持つ “凄み” さえも伴って、我々に与える感激がどうすれば再現されるかを研究している。

芸大の先生方が現状の電子画像をどう評価しているだろうか？ 今のままでよしとして向こうから近寄ってくる人を除いて、以下のような。

所詮、電気紙芝居のコピー。本物感がない。力がない。大きさ（スケール）の表現ができない、等。即ち、高度感性情報は全く再現されていないと見られている。

我々は、過去2年間、学振未来開拓 project JSPS-RFTF97P00601 で、限界を改善してきた。[1] これまでに下記3に示す、従来とは全く逆の新しい研究方法で発見された物理特性を何とか実現した（しつつある）。現在、JAIST 及び東京芸大美術館に設置してあるシステムが、高度感性情報において世界最高性能と思う。この高臨場感ディスプレイフォーラムでデモしている小システムによる映像は、小型ではあるが品位再現においては世界最高の性能であると思う。これらはまだ我々には不満であり、今後 Display の改善で、もっと実在感、深み、力を高忠実に表示したい。

3. 従来とは全く逆の新しい研究方法：コペルニクスの転回研究方法 [2]

研究方法は、感性伝達が “主”，信号伝達は “従”，である。（図2）即ち、従来の画像の伝達は信号

の伝達が“主”であり、それによって感性（高度感性情報）が伝達されるかどうかは“従”，即ち、装置の出来次第の成行きまかせであった。これに反して、我々の研究方法は従来とは逆に、感性（高度感性情報）が伝わることを“主”に、そのことが可能となるような信号の伝達方法を要求する。即ち信号伝達は“従”であって即ち、高度感性情報の伝わらない信号伝達装置は徹底的に伝わるまで改善する。

なお、高度感性情報が伝達できる伝送であっても、美意識と価値観を共有する人の間でしか高度感性情報は伝達されないことは、感性情報伝達の場合の特殊事情である。創作Gとディスカッションしながら、研究、開発をしている。

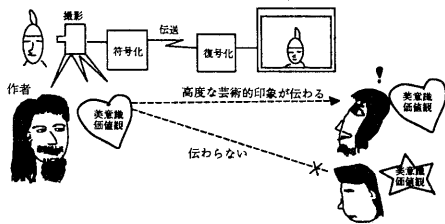


図2：感性情報伝達の前提条件

3-1. 研究方法-逆転の発想 -どの物理要因と特性が重要かを見いだすため高度感性情報から物理要因を発見する-

どの物理要因やその特性が重要であるかを知りたい場合、従来の研究手法は思考錯誤的に、関連のあるらしき物理要因にあたりをつけ、これが目的のテーマにどう影響するかを順次調べていく方法である。これに対し、我々の新しい研究手法は、本来の目的である高度感性情報が再現されているか否かを第一に、ここからスタートする。即ち、形容詞グループの中から、高度感性情報に相関が強く、物理要因と関係付け易いキーワード：奥行き感など、を手がかりとして、物理要因を発見していく（図3の点線で示される）。キーワードは芸術家でなくても評価しやすい、定量的評価ができれば更に望ましい。

3-2. キー評価語：奥行き感

一般の人にも評価しやすく、且つ定量的な評価のできる評価語：“奥行き感”，“立体感”を発見した。“奥行き感”，“立体感”が高度感性情報の総合評価とどれだけの相関があるかは研究中であるが、経験的に、それらの評価が損なわれないように関連の物理要因の性能が確保されれば、高度感性情報の主力となる評価語、例えば、安定感、自然感がかなりの程度まで損なわれないようにできると考えている（図4）。

キー評価語：“奥行き感”，“立体感”は次のように解析的に説明できる。即ち、画像の構成、幾何学的構図により理論的な“奥行き感”，“立体

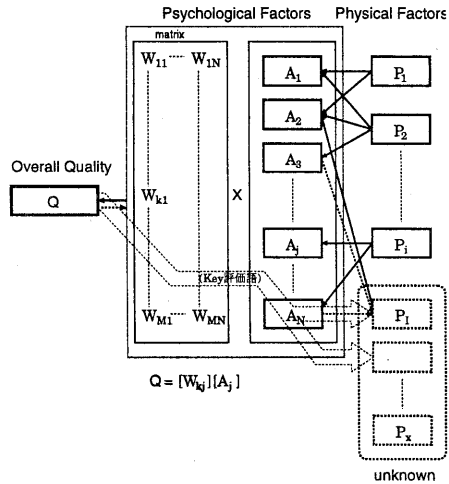


図3：新しい研究方法：重要な物理要因・特性の発見法

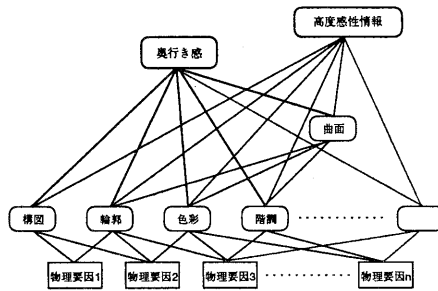


図4：高度感性情報と奥行き感の関係

感”が決まる。一方、そこに描かれた個々の物体を表す輪郭などの形状（シャープとか柔らかいとか）や色彩（鮮やかとか霧に霞んでいるとか）が理論的 “奥行き感”，“立体感” に合致した場合が、自然な再現となろう。“奥行き感”，“立体感” が正しく再現される物理要因と特性は、高度感性情報を再現するに重要な物理要因と特性に相関が強いと考えられるので（理論的検討は未完了）画像システムが完全でないとき、上記二つの“奥行き感”，“立体感” に誤差が生じて、“奥行き感”，“立体感” を歪ませたり、失わせたりすると考えられる。

“奥行き感”，“立体感” が正しく再現されれば、“鮮やかすぎたほうが画質がよい”，“輪郭強調しすぎたほうが画質がよい”等の幼稚な誤りを避けることができる。

3-3. 高度感性情報表示に重要な発見された要因、特性

以下を発見し実現した。[3]

1. 色差 ≤ 1 の色再現； R,G,B 発光にお

る cross modulation の存在を発見し、許容規格を明らかにした。

2. 黒の再現&完全な階調の再現; 精密な γ 特性の補正の方法を考案し、実現。4096階調の実現。コモンモードノイズ、電源ノイズの除去。

3. 奥行き感、品位の再現; Step Responce. Aliasing. シャーシーの振動。表示面の光散乱, Halation.

以下に視知覚特性との関係を詳細に説明する。

1. 色差 ≤ 1 以下の色再現が必要である。

これは、高忠実な色再現のための必要条件である。更に、ダイナミック特性の、R,G,B 発光における cross modulation の存在を発見、その許容規格を明らかにした。[3] この特性が、悪いと、ある画像について、R,G,B のバランスをとって、許容画質にできるが、異なるタイプの他の画像では、全く許容されない画像になる。

2. 黒の再現&完全な階調の再現

黒の再現性は、画像の品位に強く関連する。そして、入力される画像の pre-gamma correction 特性を精密に整合した gamma 特性をもつディスプレイ系を実現する必要がある。そうしないと、品位に加えて、色再現まで著しく劣化する。

・信号レベル依存性のある CRT の不完全な γ 特性を、精密な γ 特性（我々は均等色空間で定義されている $\gamma = 3.0$ を用いている。CG クリエータなどが、感覚と、信号の直線性とを、一致させて考えうるからである。）への補正の方法を考案、実現した。[4]

・4096階調の実現

黒(255/4095)は、我々は、 0.05 cd/m^2 としている。白(4095/4095)は、 80 cd/m^2 である。なお、この節で説明している他の要因・特性を満足させれば、256階調(8 bit)でも、階調の改善効果は大きい事を示す。

・表示面の光散乱, Halation

CRT の光学的なハレーションは、点広がり関数で表現すると、ガウス型の広がり関数に重畳される形で、裾部分のレベルが1%以下で、非常に広い(21 inch CRT で約10cmに及ぶ)広がりを持つ。画面の中央にある画像を提示してそれ以外のディスプレイ面を信号ゼロにした場合、この部分は画像中央の平均的な色の黒に見えてしまう程である。表示面の光散乱特性が悪い CRT 程、この悪い現象が大きく、画質劣化が大きい。

なお、これまでの CRT は、外光の反射を少なくする設計方針が主であり、CRT 内側(電子 beam の反射、蛍光体で発光した光の散乱)についてはほとんど考慮されていない事が、旭硝子の菅原恒彦氏とのデスクッションで明らかにされた。これは、重大な画質劣化を生じる。画面が黒い CRT なのに、高度感性情報の再現が悪い。画面が黒い CRT は、静止した粒状性のノイズが見えて画像がざらっぽいやだ。等の観察がある。

・電子銃側の光散乱

・シャーシーの振動

・コモンモードノイズ、電源ノイズの除去

これらは、いずれも、整流特性を持つ CRT に入力されて、黒を浮き上がらせ、画品位を劣化させる。

3. 品位の再現

”奥行き感”，”立体感”が正しく再現されれば、”輪郭強調しすぎたほうが画質がよい”，の再現の誤りを抑えることができる。そのためには、以下の特性が重要である。

・Step Responce

・Aliasing

4. 階調性(γ 特性)の重要性

3に記した、条件が満足されたうえで、 γ 特性を改善すれば画質の、品位さえも大きく改善される。色再現についても、 γ pre-correction と CRT の γ が、正確に補償関係になっていなければ、正確な色再現は成り立たない。[4]又、最近[5][6]に明らかにしたように、従来の CRT の γ 特性は、信号の小レベルから大レベルまでの平均的特性として扱われており、こんな、雑な扱いでは高品質、高品位な画像再現はできない。入力系、ディスプレイ系共に、信号レベル依存性がなしに、 γ をコンスタントに定数にすることが重要である。

5. むすび

問題設定:”深い感性は伝達できるのか”の答えは、以下のような評価文で示す。

1. 従来ディスプレイでは、”美しい木造”と見えるが、このディスプレイでは、おいのちが宿ったように感じる。自分が語りかけるとお答えを返してください。

2. 品位:noble さが、従来のディスプレイに比して著しく高い。

3. 従来ディスプレイよりお顔がやさしい。

4. とても感動しました。わたしには大丈夫だよっていつてくれました。安らかな気持ちにしてくれました。心に焼き付きましたので、寝る前にお会いできます。そして、物体でも、写真でも、ディスプレイ上の画像でもないまったく違ったものだと思いました。

5. 北陸先端大、宮原研究室の弥勒菩薩半伽思惟像映像を見ずして、映像を語るなかれ。

6. 音のほうも、神と対話しているような、演奏の妻みが失われずに再生される。エンヤ:ナイトフォールを聞いて、頭の中が真っ白になった。まさにお母さんの羊水に浮かんでいたような印象です。

7. セロ引きのゴーシュのチュロの中に入れてもらって、病気の治った、ネズミの様に良い気分になった。

高度感性情報の再現に関して、ここに示した
まずの成功は、研究者が画像を愛し、又厳しく評
価できる事が必要であることを理解して、そうで
きたための成果であることを強調する。

高度感性情報を持つ画像をテスト画像とし、こ
の情報がどんな劣化や変化を受けているかを深く
観察することにより、研究者が持っている工学的
知識と突き合わせて（心理物理学的洞察を行い）、
どの物理要因が重要か、又これまで見落とされて
きたかを発見する事が重要である。例えば、菅原
恒彦氏とのデスクッションで見いだされた、蛍光
体以降のトナーによるかもしれない光散乱は、「画
面が暗く見えればよい」を信じているだけで、「自
分が愛してやまない弥勒菩薩様が優しいお顔を
微笑んでくれるか？」という、観察がなければ発
見できなかった。「私は、ディスプレイ屋だから、
スペックを行ってくれ、そのように作るから」で
は、高度感性情報の再現のディスプレイ開発は無
理なのである。

最後に、電子的手段によってここに示したよ
うな高度感性情報の伝達が、従来の装置に比して
かなりの程度に可能であることが明らかになった
が、けっして「すべて可能」などと思いがつて
はいない。先日、逢田やすひろ様の「闇の中の墨
染めの衣の与謝野蕪村」の、日本画を見て、和紙
の質感も含め、諦めないつもりだが、打ちのめさ
れた。

参考文献

- [1] "未来 映像・音響の創作と双方向 臨場感
通信を目的とした高品位 Audio-Visual Sys-
tem の研究 project ", 日本学術振興会
未来開拓学術研究推進事業, マルチメデ
ィア高度情報通信システム研究推進委員会
中間報告, JSPS-RFTF97P00601, (1999-06)
<http://www.jaist.ac.jp/~miya/gakushin.html>
- [2] 宮原 誠, 亀田 昌志, 小林 幸夫, 白井 英樹,
岸本 実行: "全く新しいテスト画像の考え方
／－ 奥行き感の熱慮－", 信学技報, CQ98-67,
(1998-12)
- [3] M. Miyahara, T. Ino, H. Shirai, S. Taniho,
R. Algazi: "Important Factors to Convey
High Order Sensation", IEICE TRANS.
COMMUN, vol.E81-B, no.11, pp.1966-1973,
(1998-11)
- [4] M. Miyahara, S. Otsuka,
S. Taniho, V. R. Algazi: "Extra-high-quality
Imaging System", IS&T/ SPIE's 9th Sym-
posium EI'97, 3025-03, (1997-02)
- [5] 猪野 高雄, 小林 幸夫, 宮原 誠: "CRT Display
ガンマの精密な補正と奥行き感の改善", 信学
技報, EID97-127, pp.61-66, (1998-02)

- [6] 猪野 高雄, 宮原 誠: "非直線ガンマ特性の測
定と解析-写真における定義とテレビにおけ
る定義の関係の検討-", 映像メディア学会誌,
vol.52, no.12, pp.1860-1854, (1998.12)

付録1: 研究開発の進行状況

これまでに、高品位画像再現のために重要な
6つの要因・特性を発見し、これを考慮した pilot
system を開発した。成果は、1998年10月以後に
、PCSJ, KDD Tech., 日経BP社のLCD/PDP
int'l 幕張シンポ, 電子情報通信学会, 映像メデ
ィア学会の研究会（北陸先端大で開催）でデモ
を行い、約600名の方々に見ていただいた。こ
の効果は大きく、以後の研究展開のばねとなっ
ている。今回のこのフォーラムのデモは同じ pilot
system である（図5）。現在、北陸先端大、A-V
研究室には図5、図6の2装置、1999落成の東
京芸大美術館（コア: 蓮見知幸先生）には、図6
の装置を設置してある。

今後は、発見された要因、特性を盛り込んで改
善した8bit system（階調は256）を開発し、創
作G以外の古美術研究者や高品位CGクリエー
ターにも供給して、反応を知る予定である。

情報ソムリエの教育に関しては、北陸先端大
で、本年度から"映像メディア論"を、東京芸大
の尾登先生、東京大学の武邑先生 にお願
いして、開講した。又、宮原が、東京芸大で、特別講
義を行った。

また、高度感性情報: 雰囲気, 奥行き感, 凄み
等を表現できる新世代音響再生を目指している。
特筆すべきは、所謂 "digital 音" の音が悪い物理
要因を発見をし、それに基づき、従来とは次元を
越えた高品位再生音を得つつある。これらは、企
業化して皆様が楽しめるようにしたい。現存す
る、ビルゲーツ氏が所有していると聞く3000万
円の装置より高度感性情報の再現は優れている評
価を得ている。

付録2: テレビ受像機の画質の現状と改善へ の提言

現状のテレビ受像機の階調表現は、私には以
下のように観察されている。

ディスプレイ用のCRTは、アパーチャグリ
ル型, シャドウマスク型 共に、信号レベルに対
して γ 値が一定でなく、中間調より信号レベルの
低いところでは、 γ 値は例えば標準とされてい
る2.2よりはるかに低い値になっている。一方、
入力信号は、かなり正確に、信号レベルに依存し
ないで $1/\gamma = 1/2.2$ の γ pre-correctionを受け
ているので、この信号を上記のような γ 特性が不
完全なCRT picture monitorに入力してディス
プレイすると、表示された画像が白っぽく浮いたも
ののになってしまう。これでは画像全体のおおま

かな印象（画質）が受け入れられないので、輝度を下げる調整をして、画像全体の印象が、白っぽく浮かないように（中間調が浮かないように）している。しかしながら、このような、階調性再現からみれば乱暴な調整のため、黒はつぶれてしまい、その結果として、かなり”汚い”画質になっている。こうなってしまう低品質の画像レベルでは、迫力を出した方がよいとして、コントラストを目一杯上げているので、輝度的に、暗い部分はつぶれて真っ黒、明るい部分は真っ白画像、になってしまい。こうなると、バランスとして彩度が足りないので、彩度も相当上げている。このひどい現状を、テレビ受信機で記せば、画質設定が、ピクチャー：+30、という状態に加えて、輪郭強調、シャープネス：+30と、目一杯上がっているのので、受信テレビ画像は、自然画であるにもかかわらず、例えば顔はマンガのアニメのようになってしまっている。即ち、髪の毛は真っ黒、顔は、変化のない一色のドーラン色、また、テニスコートの白線の両脇には黒い線がくっきりと出ている。こんな画質設定では、”品位”は、評価以前の問題である。

高品位な画像再現は、現在のテレビ系でも相当なレベルまで可能と考えている。放送局は、そんなにひどい画質を放送していない。まずは、今すぐできるあるていどの品位改善：立体感、奥行き感、雰囲気、改善は、ピクチャーは、”0”以下にする。輪郭強調、シャープネスは、私は、”-30”としている。受信機によって設定値が異なるので、その他の彩度等の設定を含め、それぞれが最適に設定して欲しい。そして、カラーバー信号の右下、I、Qの境界がわずかにわかるまでブライトネスを上げよう。

最近のCRT, PDP, LCDのフラットディスプレイに代表される映像は、私どもには受け入れられない奥行き感、立体感のないものである。かえって、東南アジアでできた、素直な特性のテレビの方がはるかに自然で、品位が高い（上記A-V調整をし直した場合）。

研究者が画像を愛し、又厳しく評価できる事が必要であることを理解してそうできたための成果であることを強調する。高度感性情報を持つ画像をテスト画像とし、この情報がどんな劣化や変化を受けているかを深く観察することにより、研究者が持っている工学的知識と突き合わせて（心理物理学的洞察を行い）、どの物理要因が重要か、又これまで見落とされてきたかを発見することをしたい。そうすれば、日本のテレビはすぐにも高品位に近付くと信じている。

（以上）

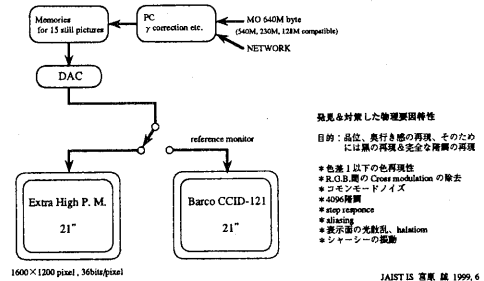


図5：多機能メモリ装置（高品位画像システム）

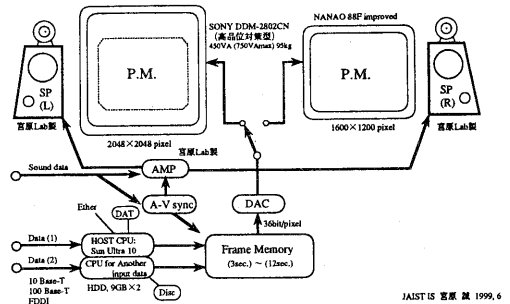


図6：高品位動画像 Audio-Visual System (JAIST と芸大に設置)