第2章　INVITE64の基礎的研究

1. 統合ビデオ通信システムにおける教育システム

― 画像と音声の品質が教育に与える影響 ―

菊川　健，川淵　明美，田村　武志

まえがき

動画像，音声，静止画像情報および制御情報を信号圧縮し，電話回線，1回線に相当する64 Kbpsに統合，双方向伝送する『64 Kbps統合ビデオ通信システム』が開発された[1)]。筆者らは，現在，このシステムを利用して，双方向型の遠隔教育システムを構成するための基礎研究を実施した。

第1回の実験では，遠隔授業の各場面において，ディジタル信号圧縮による動画像の品質劣化が学習者に与える影響について調査した。第2回の実験では，統合ビデオ通信システムによる遠隔学習の効果について調査した。ここでは，その結果を報告するものである。

また，通常のビデオ学習との比較を行ったのでそれについても報告する。

I　品質劣化が学習者に与える影響の調査　その1

1. 統合ビデオ通信システムの特徴

現在の遠隔教育システムには，主にラジオやテレビを利用した放送系のものと，電話会議システムや通信衛星を利用した通信系のものとがある。前者は，既存のメディアが簡単に利用できるのが利点である。しかし情報が一方通行的であるのが欠点といえる。また，後者の電話会議システムでは，双方向・リアルタイム性という特徴を持っているが，講師および受講者の様子が伝送できないため，授業の雰囲気がよく伝わらないという欠点がある。一方，通信衛星利用のシステムは，講師および受講者の映像はリアルタイムに双方向伝送でき，通常の授業形態にかなり近い学習環境を作ることができる。そのため現在では，遠隔教育システムの主流になりつつある。

しかし現状では，設備がかなり大規模になり回線使用料も高額となるため，誰でも，何時でも手軽に利用できるというものではない[3)]。統合ビデオ通信システムは，電話回線，1回線に相当する64bpsで動画像，音声，静止画像情報およびマウスによるポインティング情報等が双方向伝送可納である。メディア利用の立場からは，講師と学習者は全く対等であり，お互いに学習情報の交換が容易にできる。また，回線コストは，電話回線1回線相当であり安価で手軽に利用できるのが特徴である。本システムは，ISDNにより任意に相手を呼出し，遠隔授業が可能であり，ISDN時代における遠隔教育システムとして位置づけることができる。

2. 統合ビデオ通信システムの特質

統合ビデオ通信システムでは，動画像音声，静止画像情報等を64 Kbpsにディジタル信号圧縮して双方向伝送している。ディジタル圧縮によりフレームレートが低いため普通のテレビに比べると画質劣化はまぬがれない。（表1）

そこで，品質劣化の及ぼす影響を調査するために評価テープを作成することにした。この評価テープは(1講義形式の映像場面をできるだけ代表すること，(2)原画像はできるだけ条件の整ったもの－映像，音質品質のよいもの－(3)帯域圧縮による画質低下，駒落し，動き補償などのシステム特有の問題を評価できる場面などを織り込むために放送大学授業番組の中から適宜選択して1場面30秒間，合計20場面を抽出して評価用テープを作成した。

評価用テープは大別して動画像における動き追従性，教育用映像で重要な文字や図表の識別の容易さを評価するようになっている。以下，評価用テープの場面と内容，評価項目を記す。

場面番号	内　　容	評価項目
1	講師のバスショット	表情，リップシンクロ
2	文字パターン 横14文字（英文）	識別
3	朗読，バストショップ	表情，リップシンクロ
4	風景（遠隔）	自然さ，識別（自由の女神像）
5	講師の半身像 指示棒による説明	動きの自然さ
6	文字パターン 横35文字 指示棒による説明	文字の識別，指示棒の動きの自然さ
7	文字パターン 横20文字 指示棒による説明	文字の識別，指示棒の動きの自然さ
8	講師のバスショット	表情，リップシンクロ
9	文字パターン 縦20文字（和文）	和文，特に漢字の識別 縦文字の読み取り
10	文字，表パターン 横14文字（和文） 指示棒による説明	表の識別指示棒の動きの自然さ
11	遠景のパンニング 縦14文字	動きのフォロー 物体の識別

13	講師のバスショット	表情の自然さ，リップシンクロ
14	講師の半身像	動きの自然さ，表情
15	板書（アップ）	文字の識別 動きの自然さ
16	発音練習（バストショット） 英語（外国人）	リップシンクロ
17	発音練習（バストシュット） 英語（日本人）	リップシンクロ
18	発音練習 分割画面1／9が動画 （口の部分のみ）	リップシンクロ
19	発音練習（バストショット） 英語（外国人）	リップシンクロ
20	風景 全体が動く場面	自然さ

表1　普通のテレビ伝送との比較

	普通のTV伝送	統合ビデオ通信システムによる伝送
伝送モード	アナログ片方向伝送	ディジタル双方向伝送
伝送帯域／速度	4.2 MHz（アナログ）	50 Kbps（ディジタル）
フレームレート	30フレーム／秒	10フレーム／秒

評価実験用テープを学習者（22名）に視聴してもらい，各場面ごとに(I)映像の自然さ，(II)文字，図，写真などの識別の容易さ，(III)疲労感（第1,1020場面のみ）を評価してもらった。評価項目および評価尺度を表2に示す。

筆者らは，これらの品質劣化が学習者にどのような影響を与えるか，評価実験を行った。

3.　評価の視点

一般に，品質等の評価においては，被験者の意見を5段階にわけ『良い』を上位とし『悪い』を下位とする感覚的な評価尺度が使われる。しかし，ここでは，実用的な評価を得ることに視点をおき，許容限と検知限を知ることにした。

4.　実験方法

実験では，放送大学の代表的な授業番組で，①講師がストレートトークでレクチュアをする場面，

②文字，図，写真などのパターンを提示する場面，③動画を提示する場面等，通常，遠隔授業で行われる場面を20シーン取り上げた。一場面約30秒とし，その画像を統合ビデオ通信システムの動画モードで伝送し，評価のための資料を得た。（図1）

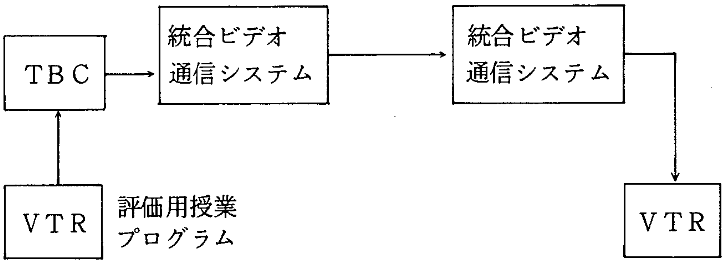
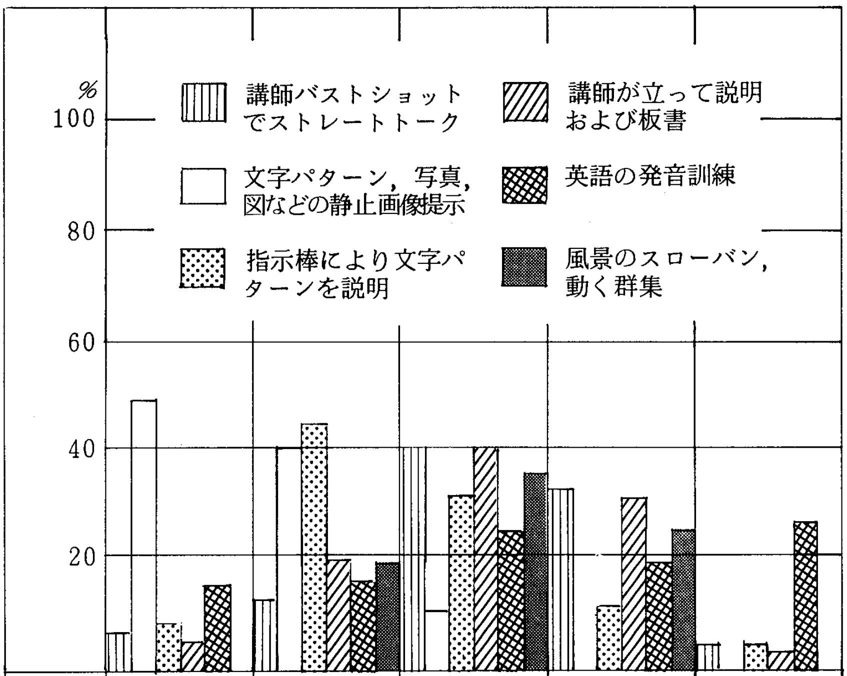


図　1

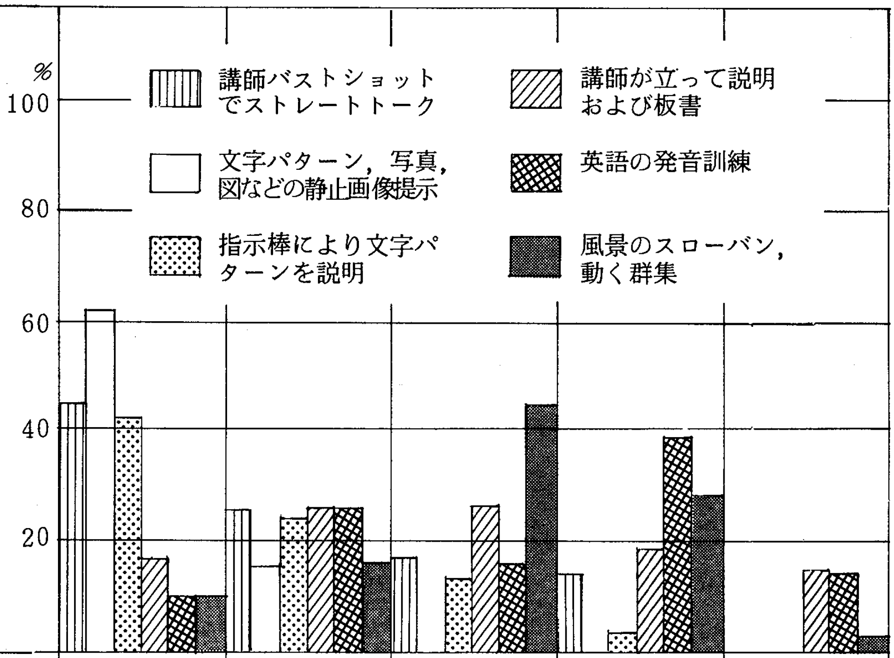
評価実験用テープを学習者(22名)に試聴してもらい，各場面ごとに(Ⅰ)映像の自然さ，(Ⅱ) 文字，図，写真などの識別の容易さ，(Ⅲ)疲労感を評価してもらった。評価項目および評価尺度を表2に示す。

表2　(Ⅰ)　映像の自然さ



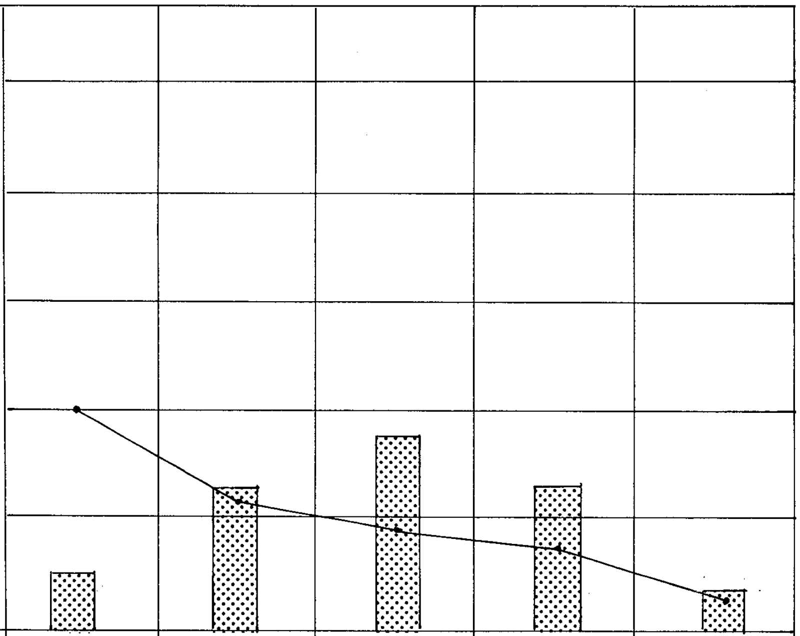
映像の自然さ	識別は容易である	少し識別しにくいところがあるが特に気にならない	気になるがこの程度なら識別できる	識別は困難だが努力すれば判読できる	まったく識別できない

(II) 文学，図表などの識別の容易さ



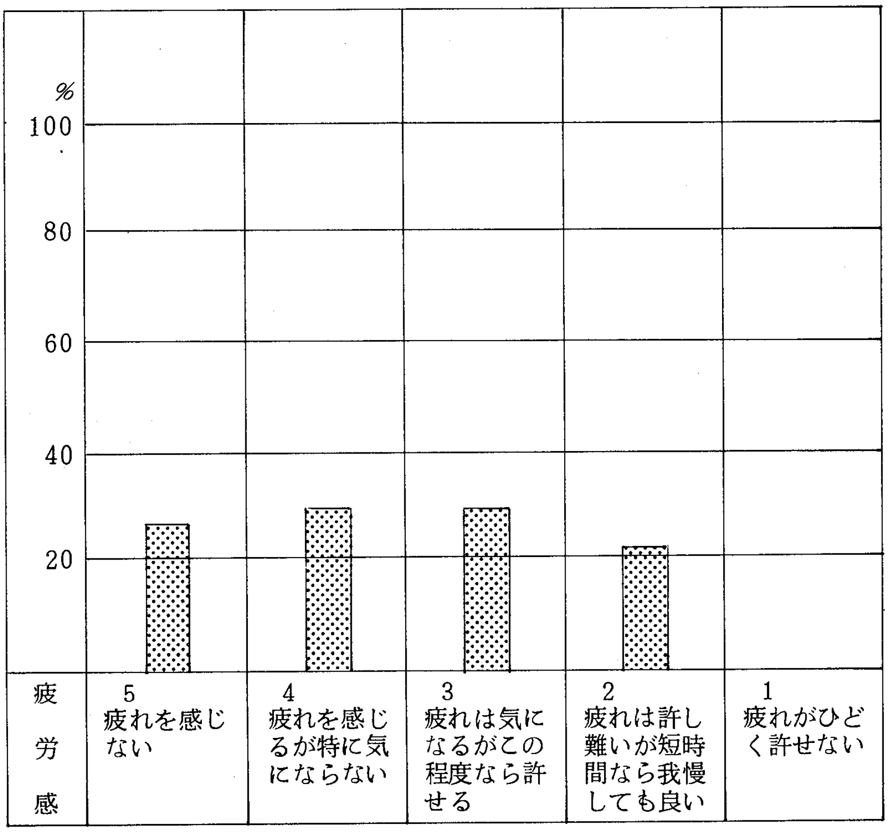
文学，図表などの識別の容易さ	5 映像は自然である	4 少し不自然だが特に気にならない	3 気になるがこの程度なら許せる	2 許しがたいが短時間ならがまんしてもよい	1 あまりにも不自然で許せない

(III) 映像の自然さ，文学，図表などの識別の容易さの全体平均



映像の自然さ（棒） 文字，図表などの識別の容易さ（折れ線）	5 映像は自然である 識別は容易である	4 少し不自然だが特に気にならない 少し識別しにくいところがあるが特に気にならない	3 気になるがこの程度なら許せる 気になるがこの程度なら識別できる	2 許しがたいが短時間ならがまんしてもよい 識別は困難だが努力すれば判読できる	1 あまりにも不自然で許せない まったく識別できない

(IV) 疲　労　感



5. 実験結果

20場面を次の6つの場面にまとめた。ⓐ講師，バストショットでストレートトーク，ⓑ写真，文字パターン，図表等，静止画の提示，ⓒ講師，指示棒により文字パターンを説明，ⓓ講師，ミドルショットで説明または板書，ⓔ風景のスローパンおよび群衆のフォロー，ⓕ英会話の発音訓練（リップの動き）。表2に評価結果を示す。

1）20場面全体を平均した意見では，許容限を起えるもの，すなわち評価尺度が1であるものは『映像の自然さ』の場合7％であり，『文字，図表などの識別の容易さ』ではわずか5％であった。

2）『映像の自然さ』においては，文字図，写真など静止画提示の場合が他のシーンに比べ，一番評価が高い。

3）場面ⓔの様に，画面全体が動く場合は『あまりにも不自然である』という意見が多い。

4）講師のストレートトーク指示棒による説明あるいは板書など，ⓐⓒⓓの場合，95％が許容に入っている。また，実験では，視聴距離（1.8 m，3.3 m，4.8 m，6.3 m）別に測定したが，距離による差はあまり見られなかった。

疲労感については『(5)疲れを感じない』が23％，『(4)疲れを感じるが，特に気にならない』が27％，『(3)疲れは気になるが，この程度なら許せる』が28％，『(2)疲れは許し難いが短時間なら我慢しても良い』が22％，『(1)疲れがひどくて許せない』は0％であった。

6. まとめ

実用的な視点から統合ビデオ通信システムの教育システムとしての評価を行った。その結果，文字，図表，写真など静止画伝送については，評価が高いこと，また，講師のストレートトークや指示棒による説明，板書についても実用上問題がないことがわかった。しかし，画面全体が動くような場合は，自然さがかなり損われ，長時間の視聴には不向きであることもわかった。

Ⅱ　品質劣化が学習効果に与える影響の調査　その２

第１回の実験では，遠隔授業の各場面において，ディジタル信号圧縮による動画像の品質劣化が学習者に与える影響について調査し，その結果を報告した。ここでは，統合ビデオ通信システムによる遠隔学習の効果について調査したのでその結果を報告する。また，通常のビデオ学習との比較を行ったのでそれについても報告する。

1. 評価実験のねらい

統合ビデオ通信システムは，他のメディアと比べ多くの特徴を持っている。しかし，64 Kbpsに信号圧縮して多くの情報を送受するため，動画像については，普通のテレビよりフレームレートが 1/3 程度に低下する。音声や静止画像については何ら問題ないが動画像の画質劣化は免れない。

そこで今回，システムの画質劣化が学習効果にどのような影響を与えるのか，実験により明らかにすることにした。

2. 実験の方法

実験では，学習者をＡグループ（10名）とＢグループ（10名）とに分け，Ａグループには学習ビデオ教材そのままを視聴学習をしてもらい，Ｂグループには，ビデオ教材を統合ビデオ通信システムにより伝送し，信号圧縮した後のビデオを視聴学習してもらった。（図２）

実験に使用した学習ビデオ教材は，比較的効果測定しやすい技術科目とし『データ通信入門』（日本ＤＥＣ教育部制作）を利用した。効果測定のため両グループとも，同一問題による事前テスト（Pre－Test）と事後テスト（Post－Test）を実施した。

3. 実験結果

表３にＡ，Ｂグループの事前・事後テストの平均得点および得点差を示す。

(I)　Ａ，Ｂグループの学習効果について

Ａグループの得点差は38.6点であり，Ｂグループは36.5点である。これはかなりの高得点差である。これを学習効果として評価してよいかどうか，仮説検定を行った。（表４）

自由度９の t 分布の有意水準５％の値は，$t_g(0.05) = 2.26$ であるからＡグループの場合，$t_g < t_a (=13.4)$ となる。またＢグループは $t_g < t_b (= 8.9)$ となる。従って，両グループとも帰無仮説Ho

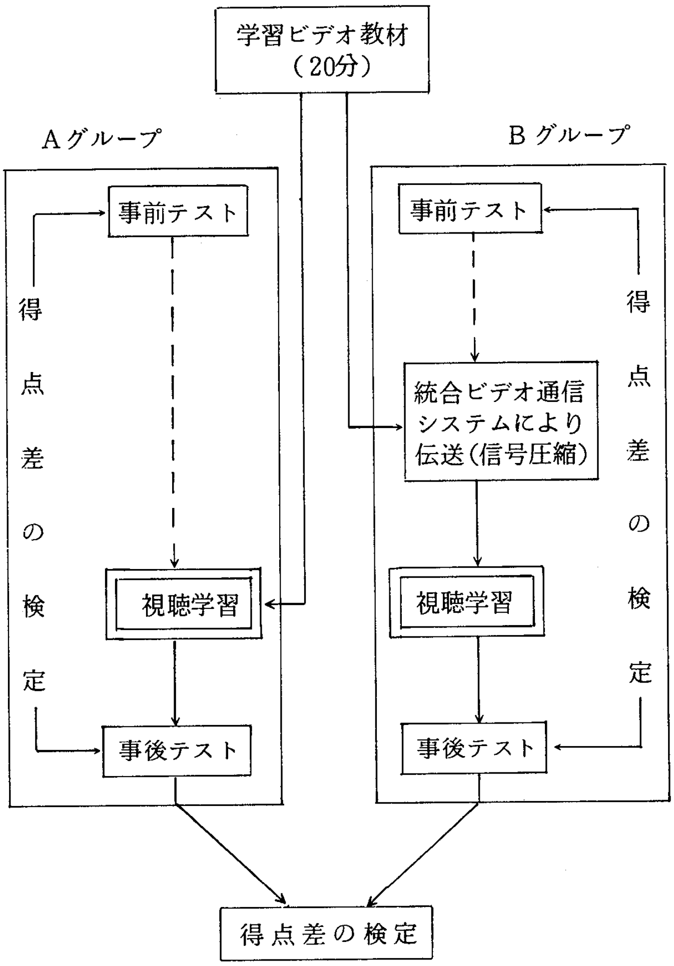


図2　実験の方法

表3　平均得点および得点差

グループ名＼項目	平均点		得点差
	事前テスト	事後テスト	
Aグループ	60.8 (7.8)	99.4 (1.7)	38.6
Bグループ	59.3 (10.4)	95.8 (4.0)	36.5

(　　) 内は標本標準偏差

は危険率5％で棄却できる。よって，両グループとも平均に差があったと言え『学習効果はあった』と結論付けられる。

(II) ビデオ学習と統合ビデオ通信システムによる得点の差について

①両グループの事前テストの平均に差があるかどうかを検定する。

ここで有意水準5％の値は，t (0.05)＝1.96であるから t_{pri}(＝0.35)<tとなり，仮説は採択される。よって『平均値に差はない』と結論付けられる。

②事後テストの場合は, t_{pos} (= 2.49) >t となり, この場合は仮説は棄却される。よって『平均値に差がある』と結論付けられる。

これは, 統合ビデオ通信システムによる学習がビデオ学習に比べ, 学習効果がやや落ちると結論づけられる。これは, 静止画面の一部に文字色と背景色が同系色の箇所があり, 文字が読みにくかったことが原因であると考えられる。これを改善すればビデオ教材とほぼ同じ品質が保て, 学習効果も同じになると考えられる。

表4 検定の過程

	(I) A・Bグループにおける平均得点差の検定 (学習効果)	(II) 事前・事後テストにおけるA・Bグループの平均の差の検定
帰無仮説	Ho : U= 0 〔得点に差はない〕	Ho : U_A U_g 〔平均に差はない〕
検定式	$t=\frac{X-U}{S/\sqrt{n-1}}$	
計算結果	t_a = 13.4 t_g = 8.9	t_{pri} = 0.35 t_{pos} = 2.49
備考	X : 標本平均 : 標本の大きさ	S^2 : 標本分散 U : 母平均

4. まとめ

IDSN時代における双方向型遠隔教育システムの評価結果について報告した。実験結果では, システムの利用効果は認められたが, ビデオ学習と比較すると学習効果がやや低下することもわかった。この原因については明らかである。

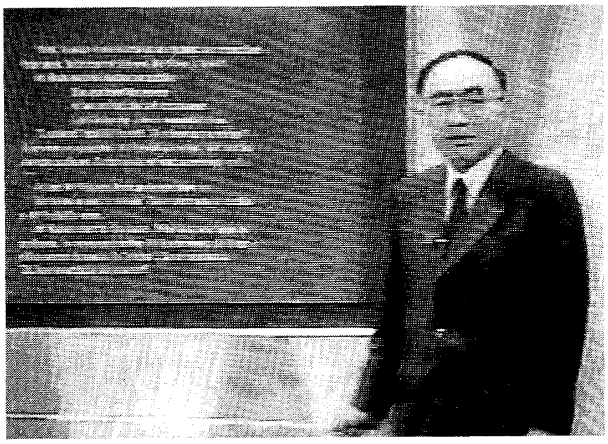
【参考文献】

(1) 和田:『低ビットレートビデオ通信システム』
光技術コンタクトVol. 25. No. 4 1987

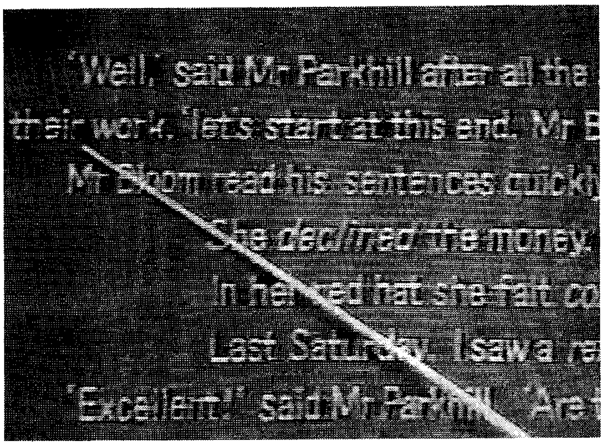
(2) 若松, 菊川, 田村:『64Kbps統合ビデオ通信システムによる遠隔教育』
電子情報通信学会 ET 88−4 1988. 7

(3) 菊川, 川淵:『統合ビデオ通信システムにおける教育システムの評価』
教育工学関連学協会第2回大会 1988. 10

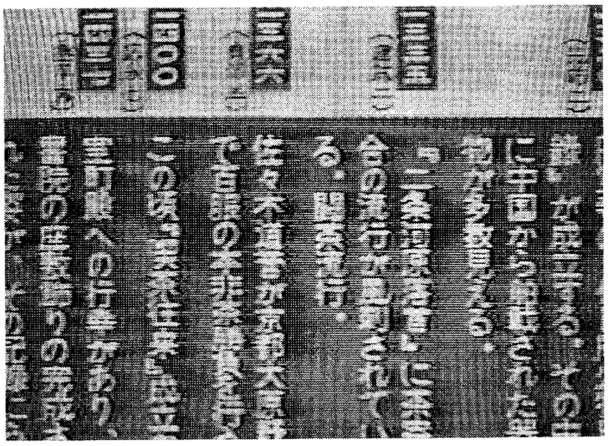
評価画面番号１（以下すべて伝送後の画面）



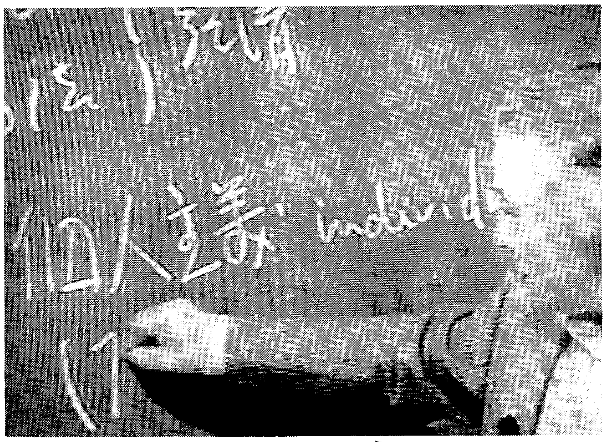
評価画面番号５



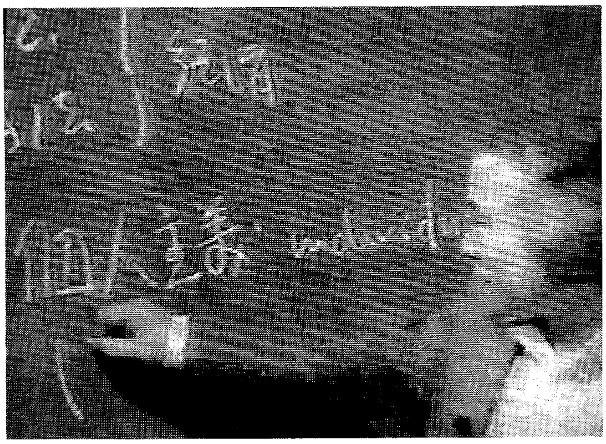
評価画面番号６



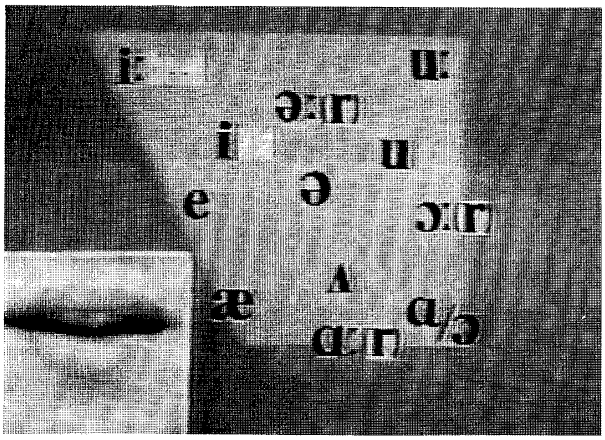
評価画面番号９



評価画面番号15の原画像



評価画面番号15の伝送後の画像



評価画面番号18

評価画面番号20

2.　64Kbps統合ビデオ通信システムにおける刺激提示法と視聴反応の分析

藤田　恵璽・伊藤　秀子

I　問　　題

64Kbps 統合ビデオ通信システムでは，動画像，音声，静止画像，ファクシミリなどによる情報を伝送することが可能である。このシステムの遠隔教育への適用可能性を調べる基礎研究として，本研究では，静止画像と音声情報の提示効果を実験的に検討した。本システムは双方向でも用いることができるが，ここでも，送り手が受け手に一方向的に情報を伝える形態に焦点を当てて検討した。

刺激提示の素材の選定は次の点を考慮して行った。本研究に先立って統合ビデオ通信システムによる予備的試行が行われたが，そこでは，学習者の持つ知識・経験が映像・音声情報の理解に大きく関係することがわかってきた。そこで，刺激素材の作成にあたっては，こうした影響を受けにくい，無意味綴やランダムな英数字を用いた。

このようなシステムによる学習効果を調べるには，統合ビデオ通信システム以外の方法で情報提示を行った場合の効果も測定する必要がある。そこで，同じ刺激をパネルで提示する群を統制群として設定し，ビデオ提示を行う実験群の結果と比較した。

学習効果を評価する方法としては，学習に関する客観的評価と学習者自身の主観的評価による方法が考えられるが，両者は独立に扱われるべきではない。つまり，実際の学習内容や学習過程と，学習者がそれらをどのように感じているかの関係を明らかにする必要がある。本研究では，前者については再生テストにより，後者については質問紙法を用いて調べた。

以上のように，本研究の目的は，64Kbps 統合ビデオ通信システムにおける刺激提示法の効果と学習者の視聴反応を分析することにある。結果をふまえ，本システムの遠隔教育利用における問題点についても考察を加える。