

## SCSとUnSAT接続による「高等技術教育フォーラム'97」ならびに 「第5回衛星設計コンテスト」配信実験

島田一雄<sup>1)</sup>・若林良二<sup>2)</sup>・鈴木弘<sup>3)</sup>・武藤憲司<sup>4)</sup>  
田中健二<sup>5)</sup>・浅井紀久夫<sup>6)</sup>・結城皖曠<sup>7)</sup>・近藤喜美夫<sup>8)</sup>

現在、国内の高等教育機関が利用している2つのデジタル衛星通信システム、SCSとUnSATを接続して、1997年に都立航空高専で開催された2つのイベントを全国の大学・高専に配信する実験を行った結果について述べる。最初にSCSとUnSATの概要を述べ、続いて、「高等技術教育フォーラム'97」の内容を紹介する。次に、このフォーラム配信実験システムと実験方法を示し、予備実験とフォーラム当日の本実験について述べる。さらに、予備実験に対する航空高専学生と本実験に対する受信各局の参加者へのアンケート調査で得られた主観評価結果を示す。続いて、「第5回衛星設計コンテスト」の内容とその配信実験の概要を述べ、受信各局の参加者へのアンケート調査で得られた主観評価結果を示し、両実験の主観評価結果の比較を行う。最後に考察を行い、衛星通信の教育利用に対する問題点の分析と解決の指針、知見を述べ、異なる2衛星通信システム接続による教育・研究交流ネットワーク構築への手がかりが得られたことを示す。

### キーワード

SCS、UnSAT、接続実験、2ホップ、アンケートによる主観評価

### 1. はじめに

マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方については、平成8年7月に文部省高等教育局から懇談会報告が出されている。その中で、衛星通信に関しては大学間教育交流を主目的とするデジタル衛星通信システムを全国の大学、大学共同利用機関、高等専門学校(以下高専と略称す

る)に配備しようというSCS(Space Collaboration System)事業がある。文部省は平成7年度補正予算でシステムの構築に着手し、平成8年10月よりその運用が始められている。

一方、SCS事業が開始される以前、平成6年3月から、研究を主目的としたデジタル衛星通信の大学間高度共同利用研究協議会(UnSAT協議会: University's Joint Study Group for Digital Satellite Communications)が自主的に組織され、多岐にわたる実験研究を実施して多くの成果を上げている。

ところで、これら2衛星通信システムの接続実験は今迄行われていないが、高等教育機関の交流を目的とする衛星通信ネットワークの普及、発展、高度化のためには、その実施が不可欠である。我々は、上述の観点に立ち、SCSとUnSATを接続して、最初に平成9年5月30日に航空高専で開催された

<sup>1)</sup> メディア教育開発センター共同研究員 東京都立航空工業高等専門学校  
<sup>2)</sup> 東京都立航空工業高等専門学校  
<sup>3)</sup> 東京都立航空工業高等専門学校  
<sup>4)</sup> 東京都立航空工業高等専門学校  
<sup>5)</sup> 郵政省通信総合研究所  
<sup>6)</sup> メディア教育開発センター  
<sup>7)</sup> メディア教育開発センター  
<sup>8)</sup> メディア教育開発センター

国立高等専門学校協会(以下国専協と略称する)主催の「高等技術教育フォーラム'97」を終日、当時SCS地球局が設置されていた全6高専と3大学の合計9機関に配信する実験を行った。次いで、平成9年10月26日に航空高専で開催された、電子情報通信学会など3学会、宇宙開発事業団、日本宇宙フォーラムなどが主催の「第5回衛星設計コンテスト最終審査会」を終日、8大学と3高専の合計11機関に配信する実験を行った。

ここでは、最初にSCSとUnSATの概要を述べ、続いてフォーラムの内容を紹介する。次に配信実験システム・実験方法を示し、予備実験とフォーラム当日に実施した本実験について述べる。さらに、予備実験に対する航空高専学生と本実験に対する受信各局の参加者へのアンケート調査で得られた主観評価結果を示す。続いて、コンテストの内容、配信実験の概要、受信各局の参加者へのアンケート調査で得られた主観評価結果を示す。最後に考察を行い、異なる2衛星通信システム接続による教育・研究交流ネットワーク構築への手がかりが得られたことを示す。

## 2. 2衛星通信システム

### 2.1 SCS

SCSは文部省が平成7年度補正予算により、全国の24国立大、3国立高専、9大学共同利用機関の50ヶ所にVSAT局(Very Small Aperture Terminal: 超小型地球局、SCSの場合には以後SCS局とする)、文部省放送教育開発センター(平成9年度からメディア教育開発センター: National Institute of Multimedia Educationに改称: 以下NIMEと略称する)にネットワーク・システム全体の制御を行うハブ局を設置して、スタートさせた衛星通信大学間ネットワーク事業である[1]。これは21世紀に向けた高等教育の新システム構築の基盤整備の一環である。平成8年10月初めより運用が開始され、講義、ゼミ、研究会などの交流が始まっている。平成10年4月には、55

大学(71局)、8高専(8局)、10大学共同利用機関(10局)の機関数73、89局の規模になる予定である[2]。

### 2.2 UnSAT

UnSAT協議会は、(株)日本サテライトシステムズの協力を得て、平成6年3月に発足した。8つの研究班を組織して、それぞれ研究テーマを掲げ、多岐にわたる実験・研究を実施している。平成10年3月現在、参加機関は55、UnSAT局は59である[3]。航空高専は本協議会に発足時から加入しており、平成7年9月に高専で唯一のUnSAT局を開局して、実験研究を継続している[4]、[5]。

## 3. 高等技術教育フォーラム'97配信実験

### 3.1 高等技術教育フォーラム'97

第4回の本フォーラムは「産業の国際化をにらんだ高等技術教育の進め方—高等技術教育の焦点をさぐる—」をテーマにして、学位授与機構、産業界、高専の講師による特別講演2件、基調講演2件、パネル討論が行われ、全国の高専関係者など約220名の参加があった。主なテーマを以下に示す。

#### 第1部 特別講演

- (1) 物づくりの重要性と高等専門学校への期待
- (2) 21世紀をにらんだ科学技術教育

#### 第2部 高等技術教育の焦点をさぐる —産業界ニーズと技術教育との接点は—

##### [1] 基調講演

- (1) 「アジアの時代」に適應する産業構造と高専教育への期待
- (2) 高専教育のめざす方向と課題

##### [2] パネル討論

—産業界と高専との提携・交流はどうあるべきか! どのようにして実現するか!—

- (1) 問題提起
- (2) 指定討論

- (3) パネリスト間討論
- (4) フロアーを交えた全般討論
- (5) 座長とりまとめ

### 3.2 フォーラム配信実験

図1に示すように、SCSのハブ局であり、かつ、UnSAT局でもあるNIMEをキーステーションとして、フォーラム会場の航空高専汐梨ホールからの画像・音声情報を8つのSCS局(仙台電波、群馬、岐阜、豊田、鈴鹿、新居浜の6国立高専、長岡技科大、豊橋技科大)と航空高専のUnSAT共同研究相手局である京大(SCS局・UnSAT局)の9機関に中継、配信した。逆に、SCS局からの画像・音声情報をNIME経由で航空高専で受信する双方向通信実験は、予備実験と本実験の一部で実施した。SCS、UnSATは、それぞれ、JCSAT-3号衛星、JCSAT-1A号衛星と異なる衛星にアクセスしている。したがって、今回の実験は2衛星通信回線接続による2ホップ(地球-衛星間2往復の通信回線構成)の初めての実験である。

### 3.3 予備実験

5月26日13:00~17:00に参加各機関の協力の下に、各局と双方向通信実験を行い、画像を見て会話を交わしながら、主として航空高専からのビデオ

カメラ画像ならびに書画カメラ画像の映り具合、音声の音量、明瞭度などの調整・チェックなどを行った。画像系では人の動きなどの動画はほぼ満足できるが、書画カメラによる静止画像はかなり文字が大きくないと判読できないなどの指摘が参加局側からあった。一方、音声系については、SCS側音声不通であったり、届いてもエコーがかかっていたり、画像系に比べてやや調整が難しいことが分かった。

衛星通信体験と実験の評価のために、航空高専電子工学科第5学年学生33名が約2時間、実験に参加し、アンケート調査に協力した。

### 3.4 本実験

フォーラム開始30分前の9:30から17:00まで配信実験を実施した。開始前の導通試験時には、やはり音声系が調整不十分であったが、開始時からの配信状態は良好であることが電話連絡により確認できた。昼休みには、双方向通信のデモンストレーション実験を実施し、異なる2つのSCS局との交信が非常に良好に行われ、この状況は日本工業新聞で紹介された[6]。この結果を受けて、パネル討論の際には双方向として、SCS局からも質問等を受けるようにとの国専協からの要請があり、双方向通信実験が実施できた。

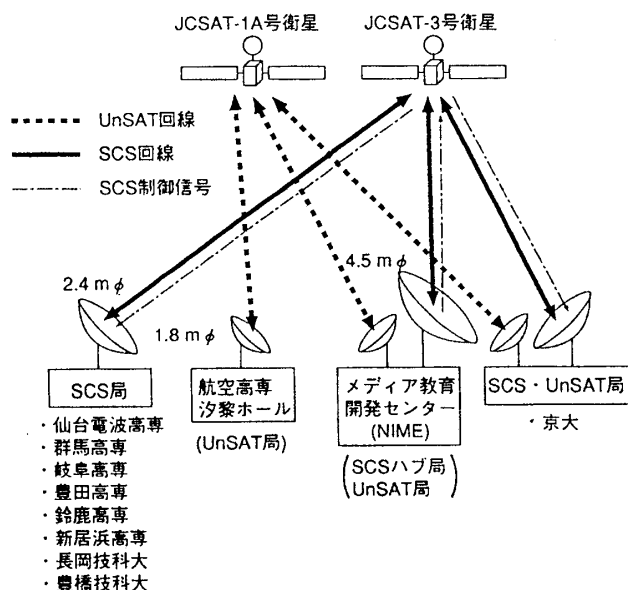


図1 2衛星通信システム接続によるフォーラム配信実験系統図

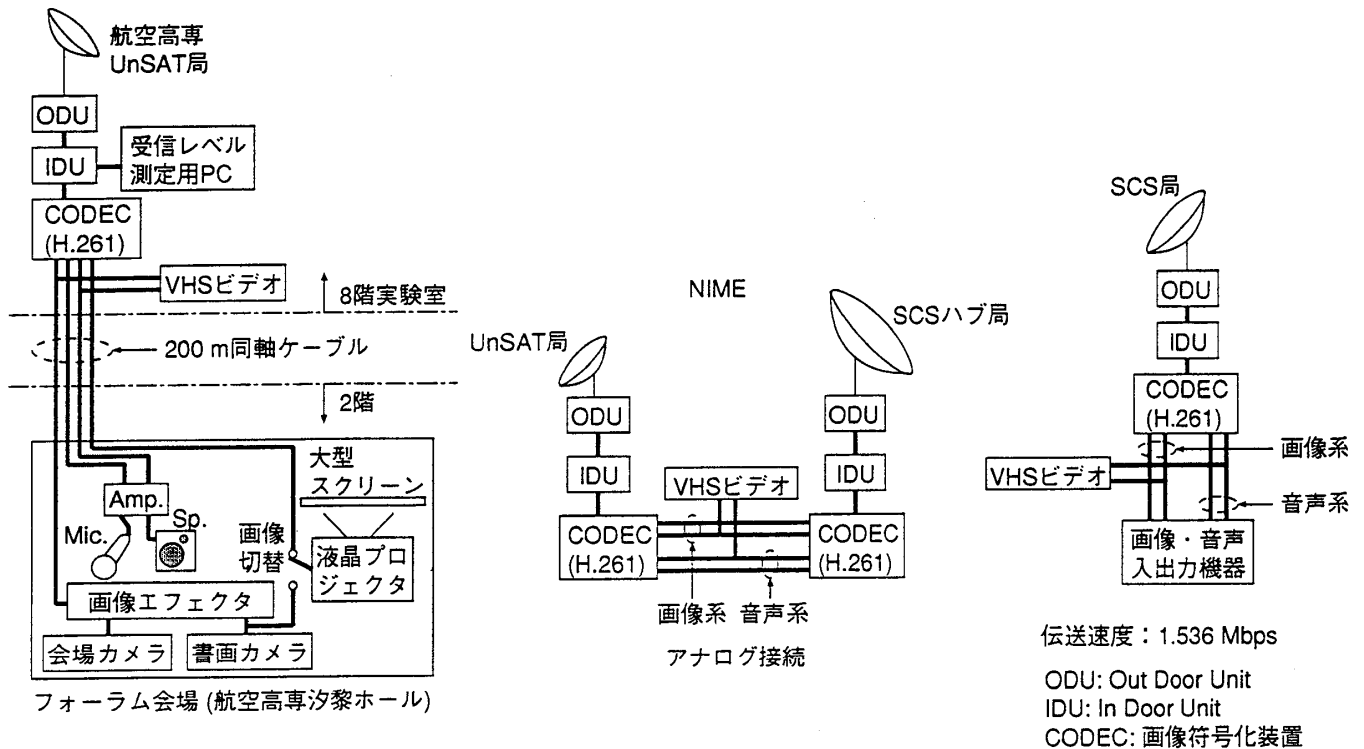


図2 実験システム構成図

図2に実験システムを示す。航空高専では、フォーラム会場で8mmビデオカメラによる録画を行うと同時に、午前中は自局折り返し受信データ(1ホップデータ)を、午後はSCS局からの送信データ(2ホップデータ)を録画した。他方、京大を除くSCS受信局でも、終日、受信データ(2ホップデータ)を録画した。また、京大では午後からSCS2画面(航空高専画像と他SCS局画像)とUnSAT画面、録音音声(SCS、UnSAT、SCS+UnSAT)と画面と音声の説明文字の合計4画面同時録画の貴重なデータを収録した。また、天候状況、特に降雨による受信状態の劣化状況を調査する目的で、参加局で天候状態のモニターを行ったが、当日は、各地とも晴天で、目的を果たすことはできなかった。なお、受信各局の参加者に対して、参加動機、フォーラムの内容・構成、衛星通信の技術的側面、フォーラムへの集中状況などに

関する43の質問項目からなるアンケート調査を行った[7]。

#### 4. フォーラム配信実験結果に対する主観評価

##### 4.1 予備実験

表1にアンケート質問項目と回答数を示す。アンケート調査(5段階評価法:1、2、3、4、5の数値のうち5が良い評価)の各質問項目に対する33名の学生の主観評価の割合を図3に、それらの平均値を図4に示す。

以上より、音声系の不具合の影響を除けば、全体的に学生から高い評価が得られており、衛星通信を利用する教育に対する関心も非常に高いことが分かった。

表1 フォーラム配信予備実験アンケート質問項目と回答数

アンケート質問項目	回 答 数*				
	1	2	3	4	5
1. 衛星通信を実感できた	0	0	2	14	17
2. 参加して良かった	0	1	8	6	18
3. 画面の乱れやちらつきが気にならなかった	6	12	7	3	5
4. 画面と音声のずれが気にならなかった	0	1	8	6	18
5. 音声は明瞭であった	5	11	8	6	3
6. 他大学、高専などの講義を衛星通信で受講したい	1	4	9	9	10
7. 他大学、高専などの学術講演会などのイベントを衛星通信で受講したい	0	2	12	11	8
8. 衛星通信による海外との教育交流(語学等)に参加したい	0	5	6	7	15
9. 衛星通信授業の方が、教室での先生との対面授業より集中できる	8	6	18	1	0
10. 今後も本校からのイベント配信、他機関からの定期的な授業、イベント受信を継続し、高専教育・研究ネットワークを構築したいと計画しているがこの計画に賛成する	0	0	5	8	20

\* あてはまらない：1 あまりあてはまらない：2 どちらともいえない：3 ややあてはまる：4 あてはまる：5

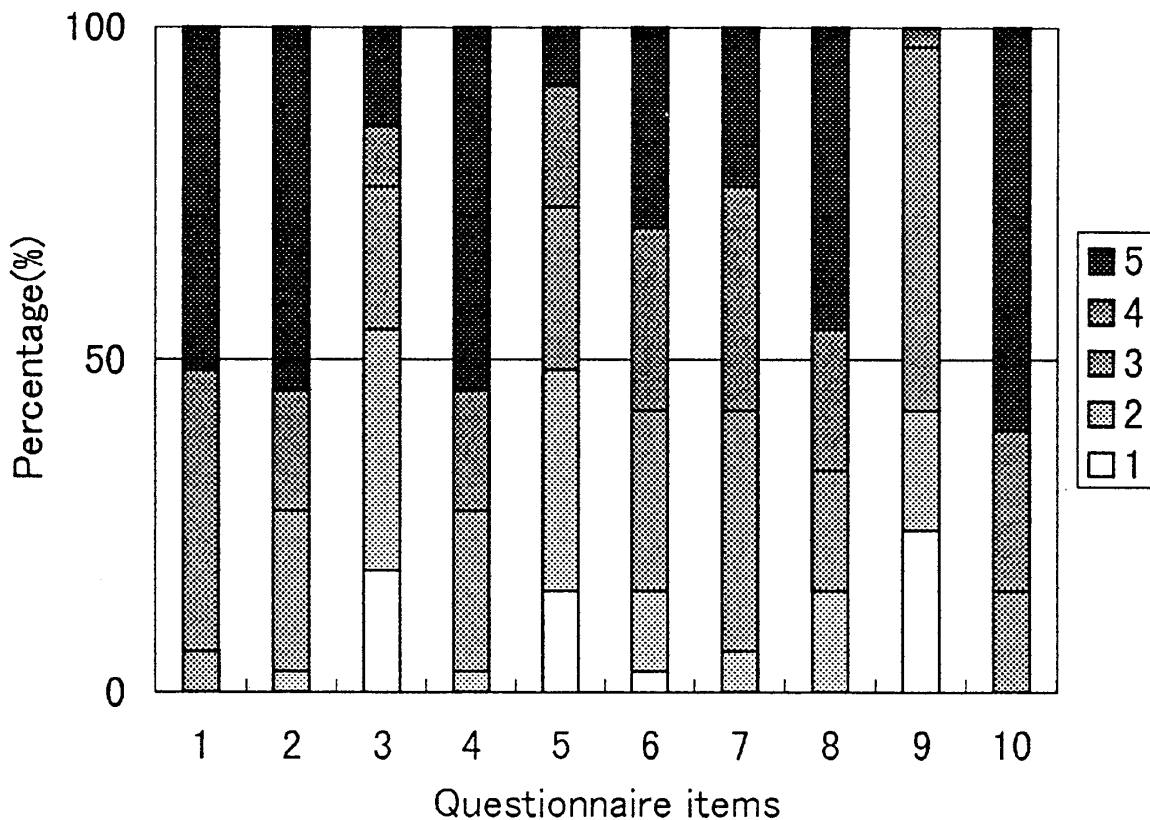


図3 フォーラム配信予備実験アンケート質問項目に対する主観評価の割合

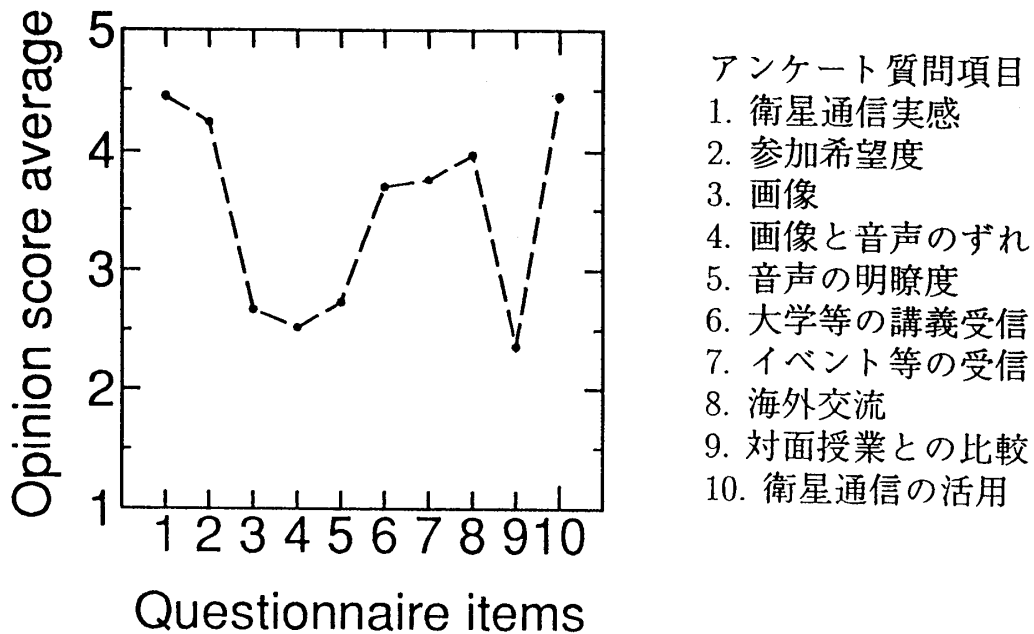


図4 フォーラム配信予備実験に対する主観評価平均値

#### 4.2 本実験

表2に受信各局の参加者(教職員、大学院生)へのアンケート調査(4.1と同様な5段階評価法)のうち実験評価に関する質問項目に対する123名の回答数を示す。表中の上段のアンケート項目と回答数がフォーラム配信本実験に対するものである。回答者の各質問項目に対する主観評価の平均値を図5に示す。

図6～図11に質問項目1、4、6、7、13、14それぞれに対する主観評価の割合を示す。

以上のフォーラム実験に対する主観評価の結果は、アンケート回答者が今回の実験に対しておおむね合格点をつけ、衛星通信の教育・研究利用に期待していることを示している。

#### 5. 第5回衛星設計コンテスト最終審査会配信実験

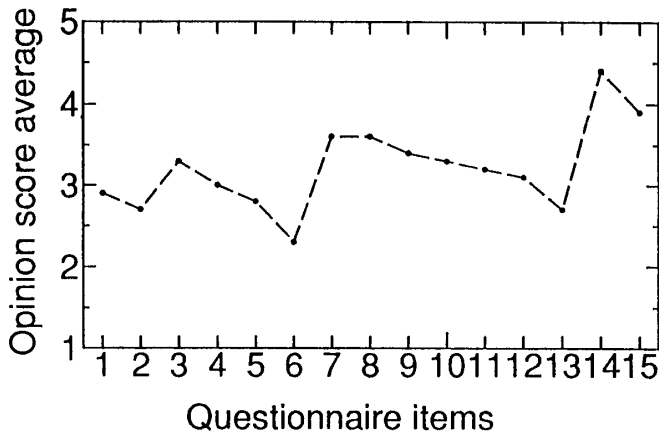
##### 5.1 衛星設計コンテスト

本コンテストのねらいは全国の大学院生、大学生および高専生の宇宙への関心、情熱を具体的な「もの」に結実させる一つのモチベーションを提供することである。日本機械学会、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、宇宙科学研究所、宇宙開発事業団、日本宇宙フォーラムの主催、文部省、郵政省、科学技術庁の後援、小型衛星研究会の協力で平成5年度から開催されている。

表2 フォーラム配信本実験ならびにコンテスト最終審査会配信実験の実験評価に関するアンケート質問項目と回答数

アンケート質問項目 上段：フォーラム、下段：コンテスト	回 答 数*				
	1	2	3	4	5
1. 画質は十分であった	13	40	25	27	16
• 画質は十分であった	1	5	11	21	9
2. カメラワークは良かった	15	32	46	20	4
• カメラワークは良かった	0	10	16	16	5
3. 画像の乱れやちらつきは気にならなかった	6	22	37	36	15
• 画像の乱れやちらつきは気にならなかった	1	7	15	17	6
4. 画面と音声とのズレは気にならなかった	15	27	27	30	13
• 画面と音声とのズレは気にならなかった	0	14	15	9	8
5. 画面の切り替え接続はスムーズであった	9	35	39	20	6
• 画面の切り替え接続はスムーズであった	0	15	11	16	5
6. 書画カメラの提示画面(図・表)の写り具合は良かった	35	29	22	19	4
• 書画カメラ・OHPなどの提示画面(図・表)の写り具合は良かった	0	9	14	16	7
7. 司会者・講演者の音声の音量は適切であった	6	16	28	40	27
• 司会者・発表者の音声の音量は適切であった	1	2	11	19	14
8. 司会者・講演者の音声の明瞭さは十分であった	4	19	25	42	26
• 司会者・発表者の音声の明瞭さは十分であった	0	7	8	20	11
9. 質問者の音声の音量は適切であった	5	12	37	34	15
• 審査委員・質問者の音声の音量は適切であった	1	6	5	21	14
10. 質問者の音声の明瞭さは十分であった	7	14	41	24	15
• 審査委員・質問者の音声の明瞭さは十分であった	1	6	6	20	13
11. 集中して視聴できた	5	20	46	27	10
• 集中して視聴できた	0	4	17	18	8
12. 講演者の表情までよく分かった	16	23	25	31	18
• 発表者・審査委員の表情までよく分かった	2	11	17	10	6
13. 臨場感があり、会場の雰囲気が伝わった	15	34	42	16	7
• 臨場感があり、会場の雰囲気が伝わった	1	15	20	8	3
14. 衛星通信でフォーラムに参加できることは便利である	0	8	6	35	61
• 衛星通信でコンテストに参加できることは便利である	0	0	8	16	21
15. 今後もこの種のフォーラムを機関でもっと受信したい・して欲しい	2	9	33	33	42
• 来年度以降も衛星設計コンテストを配信して欲しい	1	0	13	10	20

\* あてはまらない：1 あまりあてはまらない：2 どちらともいえない：3 ややあてはまる：4 あてはまる：5



アンケート質問項目

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. 画質     | 2. カメラワーク    |
| 3. 画像の乱れ  | 4. 画像と音声のずれ  |
| 5. 画像の切替え | 6. 書画カメラ画像   |
| 7. 講演者の音量 | 8. 講演者音声明瞭度  |
| 9. 質問者の音量 | 10. 質問者音声明瞭度 |
| 11. 集中度   | 12. 講演者の表情   |
| 13. 臨場感   | 14. 衛星通信の有効度 |
| 15. 受信希望度 |              |

図5 フォーラム配信本実験に対する主観評価平均値



図6 質問項目1に対する評価の割合

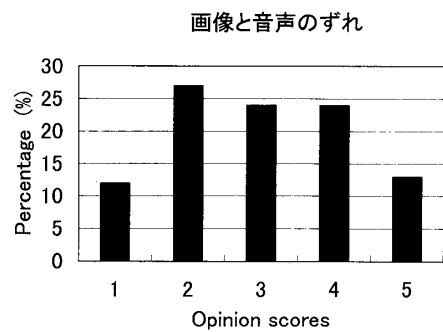


図7 質問項目4に対する評価の割合

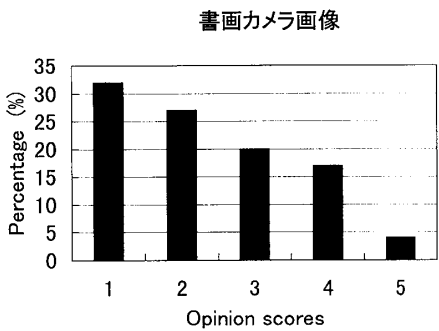


図8 質問項目6に対する評価の割合

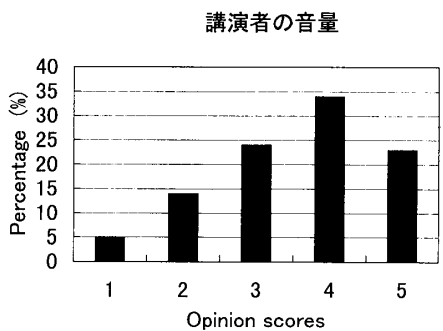


図9 質問項目7に対する評価の割合

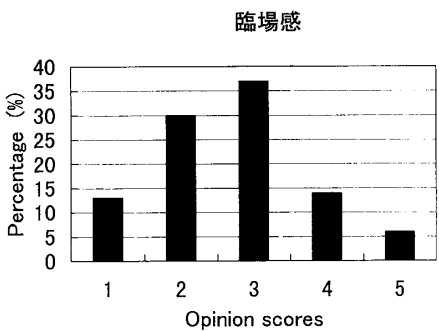


図10 質問項目13に対する評価の割合

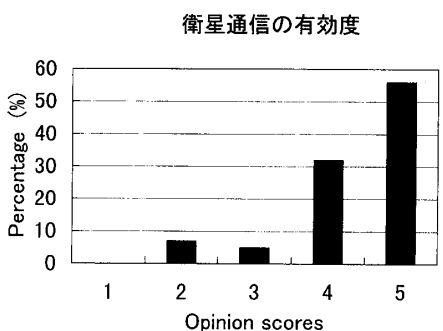


図11 質問項目14に対する評価の割合



衛星などのミッションのアイデアを競う「アイデアの部」とミッションのアイデアに加えてそれを実現する衛星の設計を競う「設計の部」に分かれており、衛星は50kg以下の小型衛星に限定されている。提出物はミッションの概要説明書などで、設計の部ではさらに設計解析書が必要である。衛星の専門家からなる審査委員による一次審査(書類審査)および模型を提示して発表する最終審査会があり、優秀作品には設計大賞、アイデア大賞、各学会賞などが与えられる。

以下に第5回衛星設計コンテスト最終審査会の出場作品を示す。

#### 1. アイデアの部

- (1) 作曲支援衛星 愛媛大工学部電気電子工学科
- (2) 人工彗星 九大大学院航空宇宙工学専攻
- (3) 中高層大気観測衛星 東大工学部航空宇宙工学科
- (4) 可視・赤外面像による衛星搭載機器の故障警報システム 創価大大学院情報システム学専攻
- (5) The Antlion(ありじごく型惑星掘削ロボット) 東北大工学部機械航空工学科
- (6) 電離層の電子密度測定による地震予測ネットワーク 都立航空高専電子工学科
- (7) 惑星回収支援バルーンシステム-RSBS 東工大大学院機械物理工学専攻

#### 2. 設計の部

- (1) 極高真空場を利用したCold Welding実験衛星 北大大学院機械科学専攻
- (2) 海洋投棄物観測衛星 日大大学院航空宇宙工学専攻
- (3) 南極観測衛星「しらゆき」(DIME) 東工大大学院機械物理工学専攻
- (4) 隊列変形テザー衛星“やみくも” 東工大大学院機械物理工学専攻

大、東北大、愛媛大、九大に加えて、電通大、名大、京大、岡山大の8大学と仙台電波、鈴鹿、北九州の3高専の合計11機関であり、実験系統図、実験システムは図1、2と基本的には同一である。ただし、フォーラムではホール最後部に設置したカメラ1台で全てを撮影していたが、コンテストではホール中央に主カメラを、舞台そでに補助カメラを設置し、これらによる切り替え撮影を行い、よりきめの細かいカメラワークを行った。また、コンピュータ画面ならびにビデオ画像のスクリーン投影と直接伝送のためにスキャンコンバータを用いるなど、最新のプレゼンテーション機器を活用し、高画質の画像作成・配信につとめた。

10月22日午後、参加各機関の協力の下に、フォーラム配信実験の際の問題点であったスポットライト、カメラ、書画カメラなど画像系機器の調整・操作、ならびに音声系の調整等を行うための予備実験を実施した。コンテスト当日の本実験では、コンテスト開始前の30分間の導通試験後、10:00から18:00まで最終審査会の様子を配信する実験を行った。

航空高専では、終日、送り出し直前の送信データを録画した。他方、京大を除くSCS受信局でも、終日、受信データを録画した。京大では終日SCS2画面とUnSAT画面と録音音声(SCS、UnSAT、SCS+UnSAT)と画面と音声の説明文字の合計4画面同時録画を行うと同時に、画質劣化の客観評価に備えて、SCS画面、UnSAT画面を独立に録画した。当日は各地とも晴天で、降雨による影響を把握することはできなかった。なお、受信各局の参加者に対して、参加動機、コンテストの内容・構成、衛星通信の技術的側面などに関する50の質問項目からなるアンケート調査を行った[8]。なお、NIMEからインターネットでも本コンテストの様子を終日中継する実験を行い、満足する結果が得られた。

## 5.2 コンテスト最終審査会配信実験

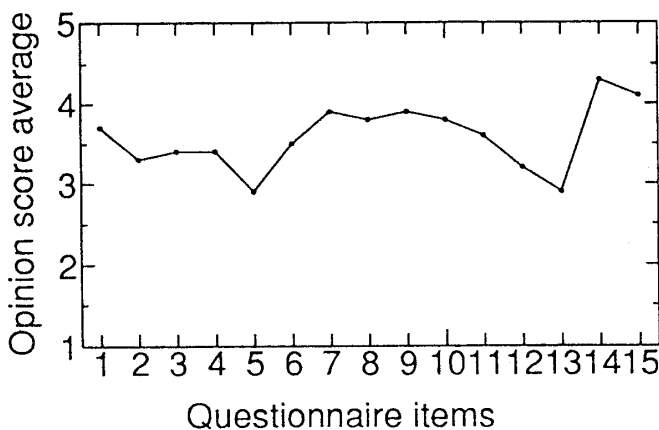
本配信実験の参加局はコンテスト出場校の東工

## 6. コンテスト配信実験結果に対する主観評価

受信各局の参加者(教職員、大学院生、学部学生)へのアンケート調査(4.1と同様な5段階評価法)のうち実験評価に関する質問項目と47名の回答者の回答数を表2に示す。下段のアンケート項目と回答数がコンテスト配信実験に対するものを示す。回答者の主観評価の平均値を図12に示す。

図13～図18に質問項目1、2、6、10、12、15それぞれに対する主観評価の割合を示す。

これら主観評価の結果は、アンケート回答者の大半が配信実験を高く評価し、遠隔地からの最終審査会参加の意義を認め、今後も継続的に配信が行われることに期待を寄せていることを示している。また、衛星通信を実感でき、SCS利用に対する意識の変革が出来たなど、SCS利用促進の面から好ましい意見が複数寄せられた。



アンケート質問項目

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. 画質     | 2. カメラワーク    |
| 3. 画像の乱れ  | 4. 画像と音声のずれ  |
| 5. 画像の切替え | 6. 書画カメラ画像   |
| 7. 講演者の音量 | 8. 講演者音声明瞭度  |
| 9. 質問者の音量 | 10. 質問者音声明瞭度 |
| 11. 集中度   | 12. 講演者の表情   |
| 13. 臨場感   | 14. 衛星通信の有効度 |
| 15. 受信希望度 |              |

図12 コンテスト配信本実験に対する主観評価平均値

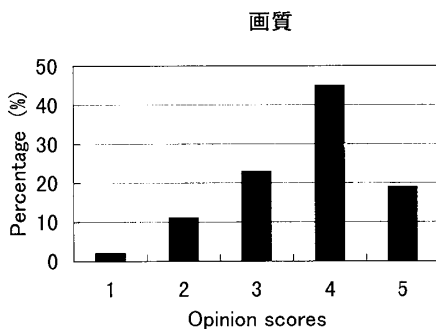


図13 質問項目1に対する評価の割合

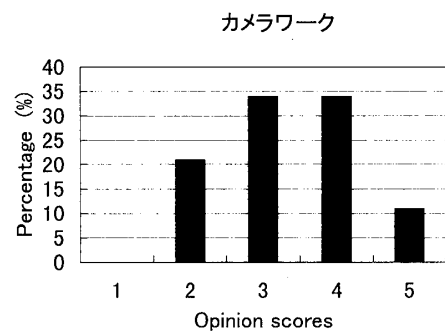


図14 質問項目2に対する評価の割合

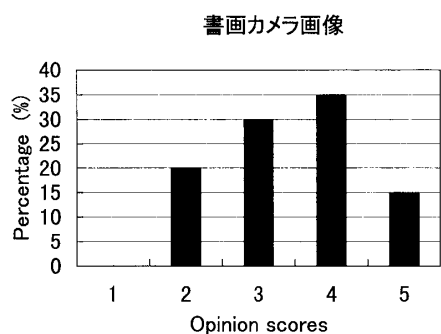


図15 質問項目6に対する評価の割合

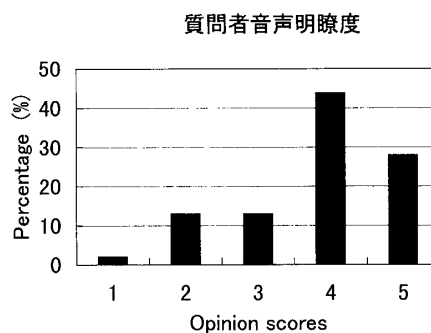


図16 質問項目10に対する評価の割合

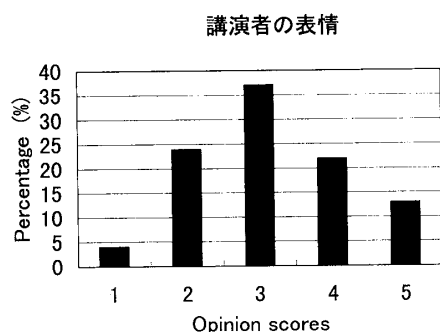


図17 質問項目12に対する評価の割合

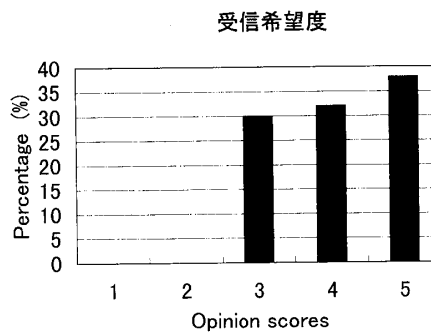


図18 質問項目15に対する評価の割合

## 7. 考察

フォーラム配信実験は初めての接続実験であったこと、1か月弱の短期間に実験計画、準備をしたこと、さらに衛星通信専用でない大ホールからの情報配信であったこと等に起因して、照明、AV機器操作、書画準備、カメラワーク、音声調整等が十分とは言い難かった。

コンテスト配信実験の際には5.2で述べたように、上述の問題点のうちほとんどは解決できた。しかし、予備実験の際に航空高専側にエコーキャンセラを設置することで音声の問題点がほぼ解決できることが明らかになったが、本実験までには設置が間に合わなかった。学生の適切に作成された発表資料と上手なプレゼンテーション技術で、学生にプレッシャーがかかることを配慮して、事前にコンテストを衛星配信することを連絡していなかったにもかかわらず、初めてのコンテストの衛星通信による配信も問題なく実施できた。

図19は2つのイベント配信実験に対するアンケート調査結果を比較したものである。アンケー

ト質問項目に対する主観評価の平均値の変化のパターンは、双方とも似ていることが分かる。また、コンテスト配信実験の場合の各項目に対する評価の平均値は、同じ項目に対するフォーラム配信実験の場合の平均値よりも大きくなっているものが多い。これはフォーラム配信実験の際の問題点の改善の結果であると考えられる。

以上の2つのイベント配信実験の経験から得られた問題点解決の基本的な指針と衛星通信の教育利用に対する知見を以下に列挙する。

### (1) 衛星通信用の適切な照明

会場の形態に応じた適切な照明をすることが肝要であり、今回のような大ホールの場合にはスポット照明の効果的な利用が必須である。

### (2) AV機器等の取扱い技術

各機関が衛星通信利用に関するハード、ソフト両面のノウハウを蓄積して、マニュアルを作成し、それらにより十分に経験を積んだ者が操作を担当すること。

### (3) カメラワーク

カメラは複数台設置し、タイムリーな画面

切換え等、状況に応じた適切なカメラワークが必要である。

(4) 書画画像の画質向上

書画カメラと画像エフェクタの組合せに応じて、適切に両者を操作して、明るく適正な色合いの画像作成をすること。スーパーインポーズ効果等による白抜き文字は非常に読みやすく、効果的である。

(5) 書画作成

文字はゴシック体で、大きさ30ポイント以上であると、2ホップの場合でも読みやすい。なお、板書の場合は通常よりやや大きな文字であれば、適切なズームアップにより読取れる。ただし、赤色は読みにくく、白色と黄色の区別はつきにくい。

(6) 音声調整

画像系に比較して、各局が適正な音量・明瞭度で通信を行うための音声系の調整には十分時間をかけることが必要である。なお、動作状況に起因する音声の途切れ防止のために、講師用にはタイピン型マイクが適切である。

(7) 臨場感の向上

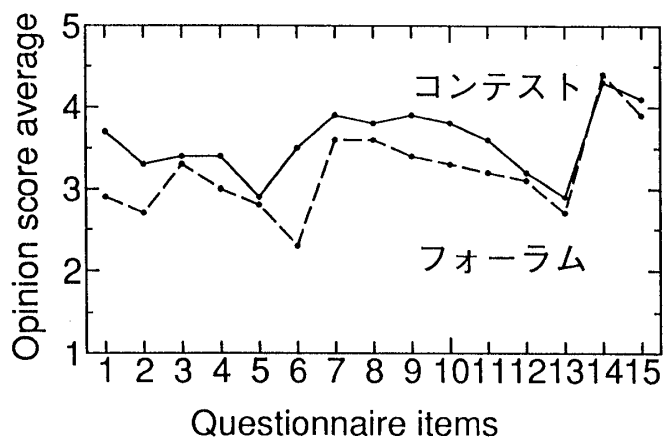
臨場感とは画像(良質な画質による適切なシーン)に大きく左右されるが、送信画質を良好にする方策は上の(1)~(5)に示した通りである。加えて、受信会場のモニタの種類、性能、大きさ、台数、座席位置の影響も大きい。講師から受講者に対する頻繁な問いかけと応答が臨場感を向上させると考えられるので、双方向通信は不可欠である。画像エフェクタによるピクチャ・イン・ピクチャ手法(書画画像と人物画像を合成して1画像とする手法)等の2画面同時伝送方式、ならびに立体映像伝送方式の確立が臨場感向上に大きく寄与すると考えられる[9]。

(8) 関係資料の配布

講演資料、書画コピー等の印刷物の事前配布、あるいはインターネットによる関連資料の同時提示等が望ましい。

(9) 講師のプレゼンテーション技術

講師は衛星通信による講演・講義のためのプレゼンテーションのノウハウを身につけることが必要である。



アンケート質問項目

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. 画質     | 2. カメラワーク    |
| 3. 画像の乱れ  | 4. 画像と音声のずれ  |
| 5. 画像の切替え | 6. 書画カメラ画像   |
| 7. 講演者の音量 | 8. 講演者音声明瞭度  |
| 9. 質問者の音量 | 10. 質問者音声明瞭度 |
| 11. 集中度   | 12. 講演者の表情   |
| 13. 臨場感   | 14. 衛星通信の有効度 |
| 15. 受信希望度 |              |

図19 フォーラム、コンテスト配信本実験に対する主観評価平均値の比較

デジタル衛星通信では、伝搬遅延、画像圧縮による画質劣化と遅延、画像と音声のずれなどの技術的な問題点がある。特に接続実験では2ホップとなるので、これらの問題は1ホップの場合より深刻になる。これらの問題に対する客観評価(例えば、画像については、2ホップ画像の画質劣下度を1ホップ画像の画質劣下度と比較するための定量的な評価)が必要である。

しかし、フォーラム配信実験とコンテスト配信実験それぞれに対する主観評価結果から、今回の2衛星通信システム接続による配信画像・音声情報が実用的にはほぼ満足できるものであったと考えられる。また、コンテストの審査委員であった評論家立花隆氏により11月1日放映のNHKTVの『メディアと教育—デジタル革命が大学を変える、立花隆が語るインターネット時代の“学び”とは—』と言う教育番組の中で、1事例として、本コンテスト配信実験を取り上げられたことは、今回の配信実験の意義が認められたものと判断できよう。

## 8. むすび

異なる2つのデジタル衛星通信システムSCSとUnSATをNIMEで接続して、航空高専で行われた「高等技術教育フォーラム'97」と「第5回衛星設計コンテスト」の2つのイベントを全国の高等教育機関に配信する実験を行い、ほぼ所期の目的を達成することができた。

今後、配信画像・音声情報劣化についての客観評価手法の確立、さらに主観評価と客観評価との関係などについての検討を行う予定である。また、機会ある毎に、今回の経験を生かして多様な接続実験を重ね、高等教育機関の衛星通信ネットワークの普及、高度化に寄与したい。

## 謝辞

本実験は(株)日本サテライトシステムズ(JSAT)の主催するUnSAT協議会、国専協ならびに衛星

設計コンテスト主催団体、特に日本宇宙フォーラムのご理解と文部省科学研究費補助金(08650451)により、平成9年度メディア教育開発センター共同研究の一環として行われたものである。実験にご協力いただいた参加局の関係各位に深謝致します。

## 参考文献など

- [1] 近藤喜美夫: “VSATの大学間教育交流ネットワークへの応用”, 信学誌, Vol.79, No.8, pp.777-782, 1996年8月.
- [2] <http://www.nime.ac.jp/SCS/index.html>
- [3] 高畑文雄ほか: “大学間共同衛星通信実験”, 信学誌, Vol.80, No.5, pp.135-156, 1997年5月.
- [4] 若林良二, 武藤憲司, 一條博, 島田一雄, 美濃導彦, 磯部俊夫, 本間幸浩: “航空高専におけるデジタル衛星通信高度共同利用研究計画”, 平7信学総全大, B-231, 1995年3月.
- [5] 島田一雄, 若林良二, 武藤憲司, 鈴木弘, 西堀俊幸, 美濃導彦: “VSATによるデジタル衛星通信実験について”, 航空高専平成7年度研究紀要, 第33号, pp.49-60, 1996年11月.
- [6] 日本工業新聞23面(1997年6月2日).
- [7] NIME, 航空高専: “高等技術教育フォーラム'97配信実験アンケート集計結果”, pp.1-19, 1997年8月.
- [8] NIME, 航空高専: “第5回衛星設計コンテスト配信実験アンケート集計結果”, pp.1-19, 1998年1月.
- [9] 田中健二, 浅井紀久夫, 大西仁, 近藤喜美夫: “スペース・コラボレーション・システムの応用(1) — 2画面伝送, 他システムとの接続 —”, 平9信学総全大, D-15-12, 1997年3月.

(1997.12.21受稿 1998.6.12受理)

# Experiments on Distribution Performed by joining SCS and UnSAT during the “Advanced Technological Education Forum '97” and the “Fifth Satellite Design Contest”

Kazuo Shimada<sup>1)</sup>, Ryoji Wakabayashi<sup>2)</sup>, Hiroshi Suzuki<sup>3)</sup>, Kenji Muto<sup>4)</sup>  
Kenji Tanaka<sup>5)</sup>, Kikuo Asai<sup>6)</sup>, Kiyohiro Yuki<sup>7)</sup>, Kimio Kondo<sup>8)</sup>

Experiments on a new distribution system formed by joining two digital satellite communication systems, SCS and UnSAT, were successfully carried out. The “Advanced Technological Education Forum '97” and the “Fifth Satellite Design Contest” were distributed experimentally from Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering to universities and national colleges in 1997. The present study showed that the satellite communication network constructed by joining SCS and UnSAT can be applied practically for the educational and research activities.

After a brief introduction of SCS and UnSAT, we describe our method of constructing the system and present the results of a questionnaire investigation.

## Keywords

SCS, UnSAT, joining experiment, two hops, opinion score

---

<sup>1)</sup> Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering

<sup>2)</sup> Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering

<sup>3)</sup> Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering

<sup>4)</sup> Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering

<sup>5)</sup> Communication Research Laboratory

<sup>6)</sup> National Institute of Multimedia Education

<sup>7)</sup> National Institute of Multimedia Education

<sup>8)</sup> National Institute of Multimedia Education