

# 「高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発」

(平成12年度～平成H14年度)

研究代表者: 黒川清(東海大学)他 6機関

## 研究の概要・目標

### 1. 何をを目指している

高度衛星・通信技術を用いた医療情報の送受信システムのシステム確立を行うと共に、救急・離島・僻地・災害・在宅等の医療場面に役立てる方策を検討する。

#### (3年後の目標)

- ・ 高度衛星・通信技術を災害医療等の現場で役立てる方策の確立
- ・ リアルタイムでの遠隔患者監視システム及び通信手順の技術の確立
- ・ 小型衛星を利用した通信システムのモデル設計

### 2. 何を研究している

(1) 救急医療等の現場で高度衛星・通信技術による支援のあり方の洗い出し、検証、提案、(2) 各種医療用機器情報を統合して通信システムとして確立する技術開発、(3) 実証的研究を行うための安価な高機能小型衛星のシステム研究・開発。

### 3. 何が新しいか

- ・ 移動体における患者の動画像、生体情報等の高度情報をリアルタイムに通信できるシステム(患者監視システム)の技術開発
- ・ 高度通信システムとして通信衛星を利用する技術開発を図り、これまで情報通信手段の確保が困難であった救急・離島・僻地・災害などの現場に役立てる方策を探ること

## 諸外国の現状等

### 1. 現状

米国では僻地における医療格差を是正するため、1997年5月エバーカル通信法を議会で制定させ、僻地の公共通信を伝送速度1.5Mbpsまでは破格の安さとした。

また、米国(VITA:米国のNGO, NASA, 米軍)は、遠隔医療用情報利用に低軌道衛星の利用(LEO):VITASATや、アジア太平洋には医療衛星ネットワーク「トリプラー作戦」を展開している。フランスも同様に国内、および国際医療ネットワークを世界中に展開している。しかし、どの国も固定間通信で、救急車、ヘリコプターなど移動体は対象としていない。またISDN56～384Kbps程度の通信速度では、救急医療のニーズを満足するレベルには達していない。

### 2. 我が国の水準

我が国の救急医療において情報通信システムの利用は図られておらず、例えば救急車においても、音声情報による手段に限られており、1次情報としての救急車からの画像等の情報による指示で患者を救えるケースもある。

一方、1990年より小型衛星研究会において小型衛星の医療分野への利用可能性について調査検討を行ってきた。救急医療の情報不足、これを解消するための手段としての高度衛星・通信技術の利用をすべきとの考え方をまとめている。

## 研究進展・成果がもたらす利点

### 1. 波及効果

#### ・ 救急医療への貢献

救急救命士は医師の指示のもとに救急車内で救急活動を行っているが、的確な指示・情報を得る有効な手段は整備されておらず、救急搬送中の患者に対して、動画像等に基づく的確な指示ができ、患者の生存率の飛躍的向上が期待できる。

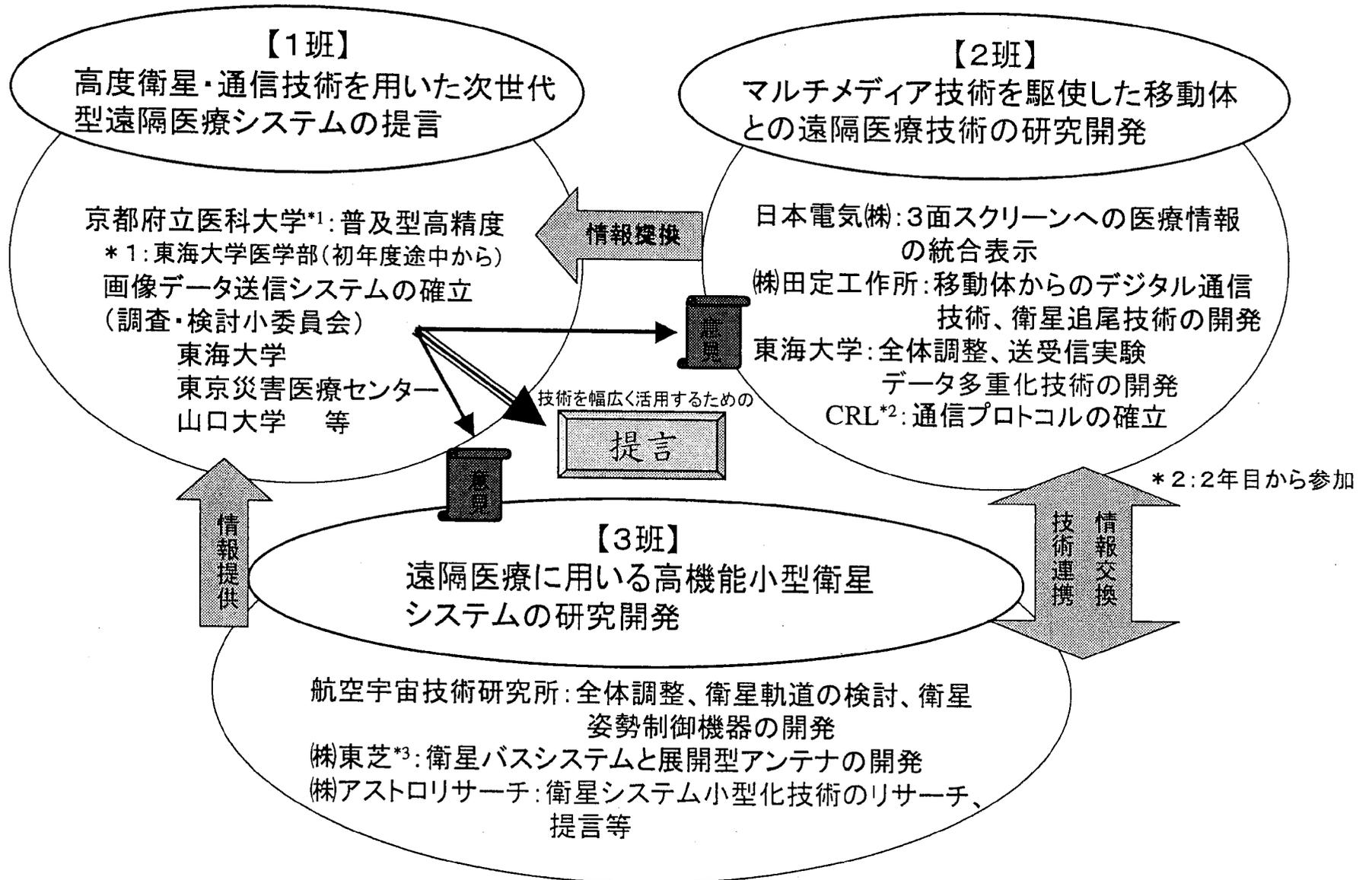
#### ・ 離島・僻地医療等への貢献

救急車内の患者監視システムと通信手段は、同様に離島・僻地・災害・在宅医療等に応用できる。

#### ・ 先端宇宙技術の利用

高精度姿勢制御、大量データ伝送能力を有する高機能小型衛星開発につなげることににより、例えばこれを応用したアジア地域への医療協力など新たな国際貢献の手段への発展性を秘めている。

# 「高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発」研究体制



\* 3 : (株)東芝は二年目から航空宇宙技術研究所に引き継ぎ

第 I 期研究における所用経費  
「高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発に関する研究」

(単位:千円)

研究項目	担当機関等	研究担当者	所用経費			
			12年度	13年度	14年度	I期合計
高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発			273,845	298,124	249,307	821,276
内分け						
1. 高度衛星・通信技術を用いた次世代型遠隔医療システムの提言			8,102	11,311	12,130	31,543
① 先端画像技術の医療応用研究	東海大学(再委託)	猪口 貞樹	7,012	8,018	9,068	24,098
② 調査・検討小委員会	独立行政法人航空宇宙技術研究所(委託)	中島 厚	1,090	3,293	3,062	7,445
2. マルチメディア技術を駆使した移動体との遠隔医療技術の研究開発			196,961	193,507	175,861	566,329
① 移動体高度通信の先進的応用研究	東海大学総合医学研究所(再委託)	中島 功	65,044	76,075	80,344	221,463
② 救急車からの通信プロトコルの確立	独立行政法人通信総合研究所(委託)	浜本 直和	0	8,052	7,157	15,209
③ 移動体内の医療機器ネットワーク化の研究	日本電気(株)(再委託)	根本 啓次	97,925	64,092	33,933	195,950
④ 地上および疑似衛星のデジタル機器の技術開発	(株)田定工作所(再委託)	田 益久	33,992	45,288	54,427	133,707
3. 遠隔医療に用いる高機能小型衛星システムの研究開発			68,157	92,776	60,786	221,719
① 医療ミッションのための高機能小型衛星システムの研究	独立行政法人航空宇宙技術研究所(委託)	中島 厚	57,036	75,176	36,672	168,884
② 衛星通信システムの研究	独立行政法人航空宇宙技術研究所(委託)	山口 功	8,338	9,953	12,725	31,016
③ 小型化技術の研究	(株)アストロリサーチ(再委託)	岡本 博之	2,783	7,647	11,389	21,819
4. 研究課題の推進	文部科学省研究振興局		625	530	530	1,685

## 研究目標の概要・成果の概要

課題名：高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発  
研究代表者：黒川 清（東海大学総合医学研究所）

### 【研究成果の概要】

超高精度画像SHD画像の医療応用ことに関心領域ROI方式を確立し、将来、帯域が限られる無線系においてもSHD画像による立体視（静止画）の道を開いた。自動対光反射計測装置デジタルノイズ除去機能を搭載したデジタル12誘導心電計測装置、救急隊員が着用するマルチメディア用ウェアブル端末を開発。救急車内の患者の状態を把握するため、走行中の車輛からカラー動画像を伝送し、さらに立体視画像（MPEG-4動画像）の伝送を地上波、および擬似衛星中継器で確認した。衛星通信は見通し通信であるが、ビルからの反射による干渉を抑えるため、走行車輛が衛星の絶対座標を得る事が不可欠で、走行しながら高いポイント精度が得られるマイクロ波による四分検出器の開発に成功。

本システムの実用化を目指すために、小型、安価で早期実現の可能性の高い高機能小型衛星システムの検討、投入すべき高仰角起動の選定、大量のデータ伝送が可能な衛星用展開アンテナ及び高姿勢制御が可能な低擾乱の磁気軸受けホイールの試作開発を行った。

100Kg級の小型衛星に口径2mの展開アンテナを搭載することにより、数Mbpsの動画像伝送が可能であることを明らかにした。

## 1. 高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発

### ① 先端画像技術の医療応用研究(東海大学)

- a. 超高精細画像ディスプレイ（SHD：2048×2048ピクセル）に簡易な操作で画像を表示させるWindows版のソフトウェアを開発した。
- b. IP-WAN無線通信（55Mbps）を構築し、SHD伝送実験を行った。
- c. Region Of Interest(関心領域)とJPEG2000を使用した画像圧縮ソフトを試作した。
- d. 上記システムを細胞診等に応用するため、輪郭検出、パターンマッチングのアルゴリズムを開発した。
- e. 今後SHDを災害・救急医療分野に応用することを考慮して、災害時の通信トラフィック数を阪神・淡路大地震のデータから算出し、また救急用車両からのSHD伝送に関する基本的な検討を行った。

### ② 調査・検討小委員会(独立行政法人航空宇宙技術研究所)

- a. 離島・僻地、救急、災害、在宅、国際などの関連医療分野における専門家からなる小委員会を設置し、高度衛星・通信技術の遠隔医療への応用について議論し、通信技術への開発要望等を取りまとめて報告書を作成した。
- b. 小委員会から全国消防本部あてのアンケート調査を行い、救急医療現場における現状および通信技術への開発要望等を調査・検討して報告書にまとめた。

## 2. マルチメディア技術を駆使した移動体との遠隔医療技術の研究開発

### ① 移動体高度通信の先進的応用研究(東海大学総合医学研究所)

#### a. 通信装置搭載の救急車試作

高規格は納品され、通信機器の基本的な動作確認、地上波での走行実験により電源系統、通信機器などの基本動作を確認した。

#### b. 赤外線を用いた対光反射映像撮影器の検証

赤外線カメラを駆使して、瞳孔の収縮速度を定量化できる器材を試作、開発に成功した。

#### c. すかしメガネによるリスティング・咽頭マイクによる音声認識

救急隊員に作業工程を事前に把握させるため透かしめがねによるリスティングとその基本的プログラムを作成し、動作を確認した。

咽頭マイクによる音声認識は、そのままでは認識率が低いが、高域の補正、辞書へ登録により認識率を上げることができた。

#### d. 高速通信用無線機器の試作

データ通信用送受信機を試作し、この装置を車両に搭載して走行しながら移動伝送実験をおこなった。擬似衛星局を追尾しながらスループット測定、カラー動画像伝送を行い、700kbpsから3Mbps、2系統で最大6Mbpsで伝送ができることを確認した。

### ② 救急車からの通信プロトコルの確立(独立行政法人通信総合研究所)

#### a. 空間ダイバーシチの基礎的データの取得

電測車を使用し、アンテナを2基使用する空間ダイバーシチの基礎実験として走行中の受信信号と天頂画像を記録し、見通し率の測定と、仰角による障害の程度を解析した。このデータにより、道路上の障害物をシミュレーションすることができるようになった。

#### b. ダイバーシチ用機器の試作

実際に衛星を使用した空間ダイバーシチ実験用にモデムを購入し、車両搭載機器とのインターフェイスを作製した。

#### c. 次世代移動体通信衛星に向けた通信手順の検討

ダイバーシチのデータと田定工作所のデータを受けて、通信手順を試作した。

### ③ 移動体内の医療機器ネットワーク化の研究(日本電気(株))

#### a. 通信路の障害状況の分析を行って、高信頼性映像伝送方式を検討設計した。

#### b. 固定的制御方式による多チャンネルを多重化した救急医療映像多重化通信装置を開発した。

#### c. 広視野シームレス表示装置上での直接ポインティング操作によるウィンドウ制御機構を備えた広視野シームレス映像操作装置を開発した。

#### d. 救急医療映像多重化通信装置と広視野シームレス映像操作装置を統合した救急医療

映像通信システムを開発した。

- e. 画像の空間的な類似性を利用して通信障害発生時の違和感を軽減することのできる映像伝送方式を設計した。
- f. ステレオカメラで入力したビデオ映像から左右画像を分離してデジタル通信路に送信し、シームレス表示装置上に偏光フィルタを用いて立体視表示するステレオ映像伝送装置を開発した。
- g. シームレス表示装置上で直接的なポインティング操作と音声コマンドにより、救急車内のカメラの制御が行なえる救急医療映像利用装置を開発した。
- h. 通信路において発生したデータ誤り・欠落を、画像の空間的な類似性を利用して補間画像を生成することにより修正・隠蔽する映像伝送方式を開発した。
- i. 救急車内に設置されたカメラや医療機器映像を病院からの操作により適応的に選択して伝送する映像伝送装置を、救急車に搭載できる程度に小型化した。

#### ④ 地上および疑似衛星のデジタル機器の技術開発(田定工作所)

##### a. デジタルリピータの試作

衛星の高度により地上から衛星、また衛星から地上への電波到達の遅延時間を調節可能なデジタルリピータの設計製作を行ないスループットの測定を行った。IPによる伝送は効率が落ちるため、非IPによる中継器を試作し、伝送効率の比較を行い、条件により優劣があることが確認された。

##### b. 4点検波型のアンテナ給電部の設計、試作。

試作したアンテナを電測車に搭載してデータ伝送を行い、スループット、エラー率を測定したところ、見通しでも追尾精度が出ない現象が観測された。これは地上の反射波などのマルチパスによるエラーであり、地上回線を利用する場合の問題点である。電波による目標の追尾においては、受信信号閾値の設定を適切に選ぶことにより、見通しではほぼ完全に追尾することができた。GPS コンパス、光ファイバージャイロのデータを自車情報として利用し、障害物による方向誤認識防止のアルゴリズムも作成することができた。

### 3. 遠隔医療に用いる高機能小型衛星システムの研究開発

#### ① 医療ミッションのための高機能小型衛星システムの研究(独立行政法人航空宇宙技術研究所)

##### a. 高仰角軌道の解析

軌道解析ソフトウェアにより、各種高仰角軌道について解析し、その得失を求めた。その中で、16時間軌道は、5機の運用により、日本ばかりでなく、欧米も高仰角のサービスエリアになり、我が国の主導のもと、国内外の遠隔医療に貢献が可能であり、有用な軌道であると考えられる(特許出願)。

b. 低擾乱姿勢制御機器の試作

磁気軸受けは機械的接触がないため、長寿命で振動の少ない姿勢制御機器を実現できる機構である。3次元非対称磁場解析により、独自の構造を持つ磁気軸受け（航技研の既特許）を設計し、小型磁気軸受けを試作し、浮上、回転試験に成功した。

c. 高仰角追尾システムの開発

車両の位置、姿勢情報を慣性航法装置、GPS受信装置から得て、AZ/EL及びX-Y方式のジンバル装置を試作し、高仰角の目標物として太陽等を追尾した走行実験を行って、モデル化、精度解析を実施し、0.5度の精度での追尾を実現した。

② 衛星通信システムの研究(独立行政法人航空宇宙技術研究所)

a. 高機能小型衛星の概念設計と統合化制御系の検討

データ伝送量の観点とハードウェアの複雑さ、伝送効率、降雨減衰等の影響を総合的に考慮してXバンド帯の周波数を利用すると仮定して衛星システムの検討を行った。これらの結果をもとに、高機能小型衛星の概略のサイジングを行った。統合化制御系の基本仕様については、機能配分、耐故障性、データバス方式、テレメトリ・コマンド系、電源バス方式、フライトソフトウェア、ハードウェア設計、リソース配分について検討を行った。

b. 小型展開型メッシュアンテナの検討

小型衛星搭載可能な展開型メッシュアンテナとして、アンテナ有効径2m、センターパラボラ方式とし、1モジュールを試作した。展開制御は低衝撃用のロータリ型ダンパーを開発した（特許出願）。

③ 小型化技術の研究((株)アストロリサーチ)

第I期3年間にわたり、主に米国の小型衛星の状況を調査し、報告書にまとめた。

小型衛星学会に参加し、各機関、企業との情報交換を通じて、新規開発コンポーネントあるいは、小型衛星プロジェクトについて情報収集を行った。米国においては次々と衛星小型化に資する衛星用コンポーネントの開発が進んでおり、本高機能医療小型衛星に適用できるコンポーネントも開発されている。

これらの調査研究成果を踏まえて、高機能医療小型衛星システムの概念検討を行い、システム成立性に関して妥当な衛星バスシステムを提案した。

研究成果公表等の状況<課題全体>

課題名（研究代表者）：高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発（黒川 清）

【研究成果発表等】

（注：既発表論文について記載し、投稿中の論文については括弧書きで記載のこと）

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合計
国内	4 (1) 件	4 件	11 (9) 件	19 (10) 件
国外	26 (1) 件	48 件	18 (2) 件	92 (3) 件
合計	30 (2) 件	52 件	29 (11) 件	111 (13) 件

【特許出願等】 10 件（国内 10 件、国外 0 件）

【受賞等】 1 件（国内 1 件、国外 0 件）

・ LRE Tracking Achievement Award, NASDA, Dec. 19, 2001

【主要雑誌への研究成果発表】

Journal	Impact Factor	第1研究班	第2研究班	第3研究班	合計
インパクトファクタ1.0以上のJournalへの投稿はありません					
主要雑誌小計					
発表論文合計					