

宇宙利用促進調整委託費

事後評価

<p>研究開発課題名（研究機関名）：                  衛星データを利用した新規利用開拓プログラム                  （５）通信衛星を利用した遠隔病理診断（テレパソジー）の試み                  （岩手医科大学）</p> <p>研究機関及び予算額：平成21年度～平成22年度（2年計画） 23,000千円</p>	
項目	要約
1. 研究開発の概要	通信衛星「きずな」を利用して、遠隔病理診断（テレパソジー）の実証試験を実施した。
2. 総合評価	<p><b>B</b></p> <p>インフラが未発達な地域から大容量の病理診断データを「きずな」を利用して伝送し、リアルタイムでの病理診断が可能であることを実証した。技術的には実用に即したプロジェクトであるが、同時に利用できる衛星が限られており、実用化には多くの克服すべき問題点が明らかにされた。また費用など運用面の課題も浮き彫りにできた点は、大いに評価できる。</p> <p>一方、国際的ニーズ、容量等衛星の利用条件などの制約があり、一般的な宇宙利用の促進につながっていない。</p> <p>S) 優れた成果を挙げ、宇宙利用の促進に著しく貢献した。                  A) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献した。  <b>B) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。</b>                  C) 一部の成果を挙げているが、宇宙利用の明確な促進につながっていない。                  D) 成果はほとんど得られていない。</p>
3. その他	<p>【研究開発成果について】                  特になし。</p> <p>【その他特記事項について】                  特になし。</p>

宇宙利用促進調整委託費 事後評価 調査票

1. 研究開発課題名 通信衛星を利用した遠隔病理診断（テレパソロジー）の試み		
2. 該当プログラム名 衛星データを利用した新規利用開拓プログラム		
3. 研究開発の実施者		
機関名：岩手医科大学	代表者氏名：澤井 高志	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
機関名：宇宙航空研究開発機構	代表者氏名：中尾 正博	担当事業：衛星機材の設置、調整、評価
機関名：宇宙技術開発株式会社	代表者氏名：松尾 聡	担当事業：衛星機材の設置、調整、評価
機関名：アリアテクノロジーズ(株)	代表者氏名：笠井 啓之	担当事業：遠隔医療機材の準備、調整
機関名：フィンガリンク(株)	代表者氏名：熊谷 一広	担当事業：遠隔医療機材の準備、調整
機関名：国際医療福祉大学院	代表者氏名：開原 成允	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
機関名：琉球大学	代表者氏名：吉見 直己	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
機関名：三重大学	代表者氏名：白石 泰三	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
機関名：川崎医科大学	代表者氏名：森谷 卓也	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
機関名：仙台オープン病院	代表者氏名：野田 裕	担当事業：バーチャルスライドシステムによる診断 およびカンファレンスの実施、評価
4. 研究開発予算及び研究者数		
	研究開発予算	研究・技術者
平成21年度	8,000千円	15 人/年
平成22年度	15,000千円	19 人/年
5. 研究開発の背景、目的・目標		
<p>【背景】病理組織診断は患者から採取された細胞・組織を顕微鏡で観察して、疾患の現状、治療の方針を指示する重要な役割を担っている。しかし、この病理組織診断に従事する診断病理医は日本だけでなく、世界的にみても数が少なく、しかも大学病院など都市部の大きな病院に偏在しているため手術中の迅速診断が出来ないことなど、医療に不具合が生じている。これに対して、近年、遠隔病理診断（テレパソロジー）と呼ばれる IT 機器を利用して顕微鏡画像を伝送した診断が普及しつつある。特に近年は光ファイバーの普及により大容量の画像伝送が可能になったが、光ファイバーが敷設されてない地域においては大容量のデータを利用する遠隔病理診断は困難であり、癌の有無、手術中の切除範囲の決定、転移の有無など手術を進めるための重要な判断材料を迅速に明らかにできない状況にある。従って、この問題を解決するには、国内、国外に限らずどこでも利用できる通信衛星による大容量、高速化、高画質の画像伝送が望まれる時代となってきた。</p> <p>【目的】本研究は、宇宙航空研究開発機構の所有する超高速インターネット衛星「きずな」（WINDS）を利用して高速、大容量、高画質による遠隔病理診断の可能性を検討することを目的としている。具体的には、IT 化が進む中で、地球上において光ファイバーの利用不可能な地域にある医療施設を通信衛星で結び、リアルタイムあるいはそれに近い状態で病理診断が可能かどうかを検討すること目的としたものである。</p> <p>【目標】本研究課題における目標は、1) 現在、光ファイバーを介して行われるビデオ動画によ</p>		

るリアルタイムでの手術中の遠隔病理迅速診断と、2) 複数の病理医の意見を聞くためのバーチャルスライドによる多地点を結んだカンファランスの開催である。

## 6. 研究開発の実施内容

本研究課題は主に3つの過程からなる。

### 【事前準備-1】

#### 1) 通信衛星の稼働

通信衛星の機能については、既に多くの実験がなされているが、機器の構成としては大きく分けて1) 通信衛星と地球局、2) 地球局と遠隔医療機器の接続からなる。1) が十分に稼働することについては既に多くの分野で証明済みであり、また、2) は遠隔医療機器である日常利用されている病理診断用の顕微鏡とそれによって作成されるデジタル画像を伝送するためのインターフェ이스の稼働性についての検証が対象となる。

#### JAXA 側準備

機器の搬入、設置、地球局組み立て、衛星回線確立作業、衛星回線確立、ネットワーク確認、バーチャルスライドとのインターフェイス確認

#### JAXA 側検討事項

##### . WINDS 通信ネットワーク

- a. 通信品質評価：ネットワーク測定を利用して通信性能の測定
- b. 最大帯域評価：アプリケーション機材を接続しないときの WINDS 通信の最大帯域を iperf により確認、既知の地上回線（光ファイバー）と WINDS との比較

##### . 通信機材とのインターフェイス

- a. Warpscope（動画）システム  
動画がリアルタイムに伝送できるか、画像の品質、顕微鏡の遠隔操作、遠隔操作の遅延の有無
- b. バーチャルスライドシステム  
WINDS 経由でバーチャルスライドサーバにアクセスして顕微鏡画像が閲覧可能か、どうか。WINDS 経由による映像品質についての評価、WINDS 経由でのバーチャルスライドシステムの実操作性の確認

#### 病理側検討事項

##### . 動画システムの場合

症例の選択と顕微鏡機能の確認

- a. 今回使用する症例の選択、標本の作製
- b. 顕微鏡の実操作性、視野の選択、倍率の変化などの確認（動画対応の稼働性）
- c. 地上ケーブル（光ファイバー）による伝送確認と受信側での画像の確認と診断への応用についての比較

##### . バーチャルスライドの場合

バーチャルスライドシステムが円滑に作動することによって、送り手側からのデジタル画像

が受け手側に順調に伝送されてカンファランスを行うことが可能なように、はじめに個々の機器の機能のチェックを行い、次に顕微鏡のステージにある病理標本のデジタル画像をサーバへアップロードし、他の場所にあるパソコンから ID、パスワードでアクセスしたのち、画像（映像）の内容と質の確認、診断操作など一連のシステムの流れを確認した。

## 2) 病理側の準備

1. 光ファイバーを利用した病理標本の動画像によるリアルタイムでの診断は既に実用化されているため、**通信衛星を利用した顕微鏡の遠隔操作、診断への応用が課題となる。**

今回、実際の診断用の標本を準備する病理側の準備としては、組織標本の選定、準備、顕微鏡の作動性、操作性、伝送画像の準備とインターフェイスまでの伝送、さらにきずなを介して伝送された画像の受け取りについては、受け取る側のパソコン上での操作性、画像の評価、診断への有用性の準備が担当する内容となる。

2. バーチャルスライドとサーバを利用した診断への応用は既に証明されており、**通信衛星を介し、音声も含めたカンファランスへの応用が課題となる。**

画像の送信側の準備としては組織標本の選定、準備、顕微鏡の作動性、バーチャルスライド機器の操作性の確認、画像のスキャン、サーバへのアップロードなどが挙げられる。そして受診側は ID、パスワードを入力してサーバへアクセスし、パソコン上での操作性や画像の評価、診断への有用性の検討を行う。なお、診断用に用いた症例については、細胞診や血液など細胞学上問題となるもの、癌、非癌に判断に苦慮するもの、手術中の迅速診断で切除断端を判定するもの、乳癌などで治療と関連するもの、免疫組織化学など特別な方法で判定するものなど、いずれも病理診断なくしては治療の進められない貴重な 10 症例を準備した。

### 【事前準備-2】

平成 21 年度は宇宙航空研究開発機構、宇宙技術開発株式会社が通信関連機器及び、地球局を岩手医科大学内丸キャンパスと同大学矢巾キャンパスに搬入して設営し、内丸側からの顕微鏡操作による Warpscope（動画）システムやバーチャルスライドシステムなどのデジタル画像が伝送がきずなを介して順調に行われることを確認した。平成 22 年度は前年と同様に岩手医科大学内丸キャンパス、国際医療福祉大学三田病院、琉球大学に設営し、バーチャルスライドシステムを利用した遠隔画像システムが順調に稼働していることを確認した。

病理側の機器である光学顕微鏡、パソコン、顕微鏡操作のためのコントローラ、サーバと通信衛星とを接続し、今回の遠隔病理診断用のシステムがインターフェイスを介して順調に稼働することを確認した。これにより、1) リアルタイムでの動画による遠隔病理診断、2) バーチャルスライドを利用したカンファランスが、音声機能も含めて問題なく実施可能であることが確認できた。さらに、本研究のために準備した肺がん、胃がん、大腸がんなどの各症例と近年、胃がんの原因の一つといわれるピロリ菌のスライド標本の画像をサーバにアップロードした。

### 【本研究開発】

- 1) 平成 21 年度は、1 月 25 日（月）、26 日（火）と肺がん、胃がん、大腸がんなどの組織を岩手医科大学内丸キャンパス側から同大学矢巾キャンパス側に伝送し、ビデオ動画システムによるリアルタイムとバーチャルスライドを利用した診断の可能性を検討し、いずれもトラブルもなく実施可能であった。現在、既に実用化されている**光ファイバーによる方法**

と通信衛星「きずな」で行う遠隔病理診断との伝達速度、画質、伝送画像の遅延など機能の比較を行った。機器による測定の結果、光ファイバーと比較して通信衛星では、約 0.2 秒の伝送の遅延を生じていたものの、実際にはほとんど意識されず、診断には全く影響なく、画像伝送も問題なかった。

- 2) 平成 22 年度は、6 月 30 日にバーチャルスライドを利用して、岩手の岩手医科大学、東京の国際医療福祉大学、沖縄の琉球大学の 3 地点（多地点）を結んだ画像に音声を加えたカンファランスの実験を行った。病理診断における手術中迅速診断用の標本、判定の困難な甲状腺がん、ホルモン療法などで知られている乳がんの細胞像、また、より高い解像度が要求される血液疾患や細胞診、そして非腫瘍性疾患を加えて 10 症例に関するスライドを対象とした。この 10 症例はあらかじめ岩手医科大学のサーバに取り込んでおり、3 施設からそれぞれサーバにアクセスして本実験を開始した。その結果、3 地点を結んだ場合、最初に組織像が個々の画面上に現れるまでに 20 秒ほどの遅延が認められたが、それ以降は順調に推移し、音声面でも特に問題もなくカンファランスを行うことができた。

なお、実験スケジュールは以下の通りである。

**\*平成 21 年度**

1 月 25 日（月）

機器の搬入・設置、地球局組立、衛星回線確立作業

1 月 26 日（火）-27 日（水）

きずな地球局とバーチャルスライド等の医療機器との 2 地点間での  
インタフェース確認試験

1 月 28 日（木）

地球局解体、機器撤収

1 月 29 日（金）

機器の搬出

**\*平成 22 年度**

6 月 28 日（月）

機器の搬入・設置、地球局組立、衛星回線確立作業

6 月 29 日（火）

衛星回線確立、ネットワークの確認、3 施設間での打ち合わせ、  
バーチャルスライドシステム、インターフェイスの 3 地点稼働性確認、  
実験リハーサル

6 月 30 日（水）

実験本番

7 月 1 日（木）

地球局解体、機器撤収

7 月 2 日（金）

機器の搬出

**7. 研究開発成果**

【1】宇宙利用の促進への寄与（本研究開発事業がどれだけ宇宙利用の促進に寄与したのか。）

通信衛星を利用した実験は数多く行われているが、本実験は過疎あるいは国外を含む遠隔地域での医療活動を円滑、且つ迅速に行うための実験である。今回の目標である、2地点間でのリアルタイムの病理新診断への応用と、3地点を結んだカンファランスはいずれも大きなトラブルもなく、成果を上げることができた。

1) 2地点間のリアルタイムの診断については、初年度(平成21年度)に14km離れた岩手医大の内丸キャンパスと矢巾キャンパスを結んで実験を行い、同時に行った光ファイバーによる方法と比較した。その結果、光ファイバーと比較して約0.2秒の時差は記録されたが、組織画像の観察には全く障害が認められず、操作上、時差を実感することもなかった。

2) 平成22年度に行った3地点間(岩手、東京、沖縄)でのカンファランスは、最初に問題となる画像部位を選択して画面に現れるまでやや時間を要したものの、音声も含めてカンファランスを通して十分な意見交換ができた。

地球におけるネットワークは現在、拡大しつつあるが、全世界を覆うことは困難で、実現には膨大な経費と時間がかかる。この欠点を補うために利用が期待されるのが通信衛星である。医療部門は一般に緊急を要することが多く、しかも画像、音声が多量で、情報量が多く、容量の大きなデータがリアルタイムで送られてくることが要求されるが、これは世界の人類の健康維持のためにも必要なことである。今回の「きずな」を用いた衛星利用は現在、地上の最先端をいく光ファイバーの能力を凌駕するものであり、今後多くの分野での利用が望まれる。

【2】その他成果(もしあれば、参考のためお伺いします)

## 8. 研究開発成果の発表状況

本研究は宇宙利用(高速通信衛星利用)ということで病理学会、情報学会だけでなく、社会的にも大きく注目され、地方紙だけでなく、全国紙を含めた合計約40紙もの新聞に掲載され、その研究成果や実験状況が報道された。この結果、超高速通信衛星を利用した遠隔病理診断が重要な分野として認識される一助となった。

### (1) 研究開発成果の製品化の状況

上記のように、今回の実験は各方面から注目されたが、その後の実用化への動きはない。その理由は、通信衛星の利用の費用が非常に高額であることによる。また、超高速インターネット衛星「きずな」を利用するには予約が必要であり、利用できる機会が少なく、本研究も半年単位の日程設定になっている。かかる現状では、試行錯誤を経ての成果は出しにくく、せっかく日本が世界に誇れる素晴らしい技術をもっているにもかかわらず成果を確認するのに時間がかかり、海外にも紹介しにくい状態となっている。

### (2) 研究発表件数

査読付き論文: 2件

査読無し論文等: 2件

口頭発表: 6件(国内: 7件、国際: なし)

### (3) 知的財産権等出願件数(出願中含む)

なし

(4)受賞等

1件(国内:1件、国際: 件)

感謝状授与(宇宙航空研究開発機構(JAXA)より)

9. 今後の展望と課題

IT技術が発展しつつある現在、遠隔病理診断の発展における最大の問題はインフラの整備である。日本、韓国などは光ファイバーがかなり整備されているが、世界的にみると光ファイバーの整備されていない国が殆どである。このような国々では当然、診断病理医の数も先進国よりはるかに少ないため病理診断に基づく医療の恩恵を受けられない状況にある。

このような場合には、我が国の先端技術をもって、医療支援に臨むことが望ましい。近年、多くの分野が中国、韓国に追い上げられ、あるいは抜かれつつあるなかで、日本の通信衛星を利用した遠隔病理診断によるリアルタイムでの病理診断や、画像を見ながらのカンファレンスによる討論は必ずや世界の医療状況に大きく貢献するものと思われる。

9. その他特記事項

今回の実験を執行して気がついた点をいくつか述べたいと思います。

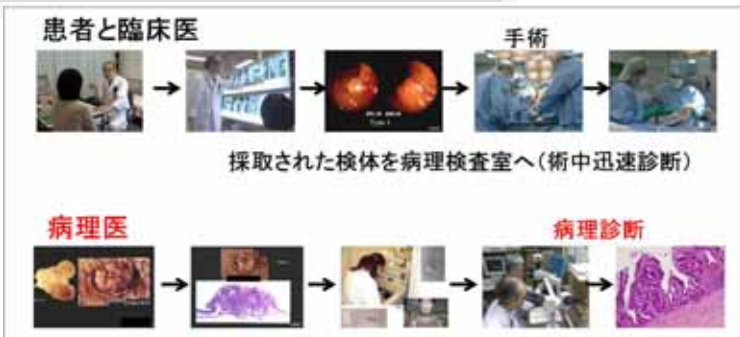
第1は予算執行をもっと早く:前述のごとく通信衛星の利用が混み合っているため、早めに予約しようとしても予算措置がないため不可能である。今回も実験前日に予算執行の認可がおりたため、人件費は当講座の持ち出しとなり、最終的に予算請求した分が余ってしまって国への返却となった。これは、非常に不合理な体制といわざるをえない。

第2に予算の項目、内容の制限が厳しいため、変更や応用が効かない。実験終了後、報告書を作成した後の学会発表への予算、旅費が認められていない。これは我々、あるいは我が国の科学技術レベルの高さを海外にアピールする機会を認めていないという結果となってしまいうため、成果の発表も含めて、予算は勿論、経費の使用できる期間、内容をもう少し柔軟にしていたきたい。むしろ、これだけの大きなプロジェクトであれば海外発表、英文投稿を義務づけるくらいが望ましい。

第3はこのような大型研究が成果をあげるためには、計画を単発的に終わらせないで継続性を持たせて欲しい。

# 採択課題名 通信衛星を利用した遠隔病理診断（テレパソロジー）の試み

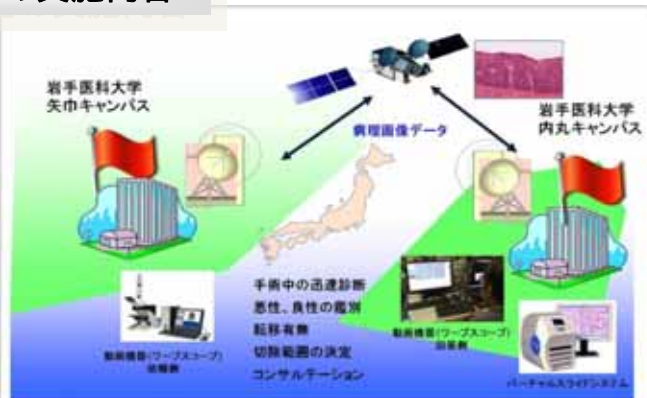
## 1. 研究開発の背景、目的・目標



患者から採取された組織の癌などの診断（病理診断）は、近年、IT機器を利用して遠隔でも行われるようになった。しかし、インフラが未発達な地域では大容量の画像を利用した診断は不可能であり、通信衛星を利用して大容量、高速化、高画質の画像伝送が望まれるようになっている。そこで、本研究においては、治療方針決定を目的として通信衛星を利用した遠隔病理診断を行う。

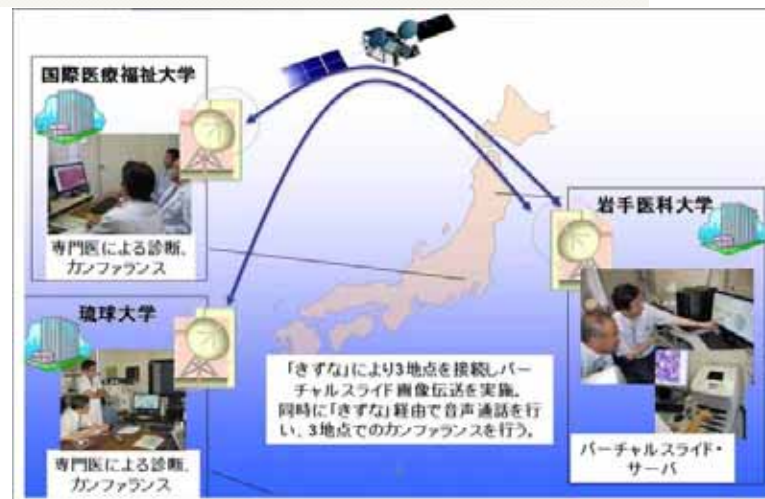
## 2. 研究開発の実施内容

高速大容量の通信衛星「きずな」を利用して高速、大容量、高画質による遠隔病理診断の可能性を検討した。



1. 手術中の迅速診断を通信衛星を介してリアルタイムで迅速診断を行う
2. バーチャルスライドによる多地点を結んだ遠隔カンファランスを行う

## 3. 研究開発成果



1. きずな地球局と病理関連インターフェースとの接続確認
2. 2地点間でのリアルタイムでの病理診断可能
3. 3地点を結んでバーチャルスライドによるカンファランス実現

【参考：研究結果公表URL】

\* 岩手医科大学ホームページ

<http://www.iwate-med.ac.jp/news/n5-research/10073001-kikaku/>

\* JAXAホームページ

[http://www.jaxa.jp/press/2010/07/20100702\\_kizuna\\_j.html](http://www.jaxa.jp/press/2010/07/20100702_kizuna_j.html)

[http://winds-ets8.jaxa.jp/winds/experiments/report/08\\_201010.html](http://winds-ets8.jaxa.jp/winds/experiments/report/08_201010.html)

## 4. 今後の宇宙利用促進に向けた展望と課題

- ・ 国際的医療分野への応用（会議、コンサルテーション）
- ・ 発展途上国への医療支援（特に病理診断、細胞診）
- ・ 通信衛星の大容量化、高スピード化への発展と、通信衛星利用の多分野における国際化推進