

平成 18 年度 新規委託研究  
「マルチスペクトル映像収集・伝送技術  
に関する研究開発」  
研究計画書



## 1. 研究テーマ

「マルチスペクトル映像収集・伝送技術に関する研究開発」

## 2. 研究開発の目的

通常の表示デバイスにおいて、映像は 3 原色によって表現されているが、これは人間が知覚しうる色空間のすべてを網羅するものではないため、現物と撮影映像は必ずしも同じ色合いで表現されているとは限らず、両者のあいだに大きな色差が生じる場合もある。

例えば電子商取引を考えた場合、現状の色再現技術では商材の色合いを受像側にてそのまま再現することは不可能なため、購入者が結果として意図にそぐわない商品を注文してしまい、売り手との間でトラブルが生じる可能性がある。また、遠隔医療の実施時においても遠隔地にいる医師がディスプレイに表示された患部を診断するという状況が想定されるが、適切な診断を行うためには、忠実な色再現は必要不可欠であると考えられる。

この実物と撮影映像の違いという問題を解決するため、情報通信研究機構の拠点研究開発プロジェクト「ナチュラルビジョンの研究開発プロジェクト」においては、6 バンドのスペクトル情報（マルチスペクトル情報）を収集し、それをもとにより実物に近い映像を再現する技術について研究開発を実施し、医療、製造など種々の状況において実証実験を行い、その有用性が示されてきたところである。

しかしながら、本プロジェクトで開発された技術がより広範に利用されるためには、現状のような帯域の広い回線や、設置スペースをとる大型機器を用いるのではなく、小型の機器を活用することや、必要な回線帯域を少なくするために映像データサイズを減少させる必要がある。このため、本研究開発では小型の機器を活用し、また回線帯域も従来の技術から比較して減少させた中であっても、これまでの 6 バンドのスペクトルに近い再現性を実現する、映像収集、色変換・符号化、圧縮・再現手法について研究を行う。なお、映像データサイズの減少を実現しようとした場合には、品質とサイズはトレードオフ関係となるため、映像品質に対する評価方法の確立も必要となるため、併せて研究開発を行う。

本研究が実施されることにより、忠実な色再現を可能にしつつ、機器・データサイズ共に一般利用に耐えうる小型の機器が実現されるため、上述の電子商取引や遠隔医療などの分野において、これまで以上、幅広く本技術が利用されることが期待される。

## 3. 研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成 18 年度から平成 20 年度までの 3 年間。

予算：平成 18 年度は、160 百万円程度を上限とする。

なお、平成 19 年度以降の予算については未定ではあるが、提案を行う前提として、平成 19 年度以降の予算については平成 18 年度提案額と同額或いは未満の金額で提案を行うこと。

#### 4. 研究開発概要

本研究開発においては、マルチスペクトル映像利用のために必要な以下に示す 2 つの技術に関する研究開発及びそれらを実践的に評価するための実証実験を行うものとする。

課題ア：適応型マルチスペクトル映像収集技術の開発

課題イ：高効率リアルタイム色変換・符号化技術の開発

課題ウ：マルチスペクトル高質感映像の圧縮・再現手法の開発

課題エ：マルチスペクトル映像の収集・伝送・利用技術評価のための実証実験

##### 課題ア：適応型マルチスペクトル映像収集技術の開発

より一層実用的な利用を想定した場合、現行の映像撮影機器についてはそのサイズの大きさをはじめとして利便性向上の余地がある。具体的には一般的に利用されているデジタルカメラをもとに、小型の付属センサを接続することにより忠実な色再現を可能にする、という方式が考えられる。

また、現在開発されているマルチスペクトル映像環境においては、撮像環境、受像環境のそれぞれについて照明情報の取得を行っているが、その装置についてもサイズ上の制約からカメラとは別機器となっている。これをカメラと一体化できる程度に小型化し、前述の付属センサと一体化するというのも利便性を向上させるために必要な開発上の課題である。

##### 課題ア-1 適応型マルチスペクトル情報の適切な収集方法に関する検討

6 種類のスペクトル情報を収集するのではなく、色再現に必要な最小限の情報を収集しようとした場合、その収集情報の種類や収集方法について最適な方式を選定する必要がある。

前者については、単純にバンド数を減少させることはデータ量減少という目的上、有効である。しかし、同手法についてはバンド数の減少が映像品質におよぼす影響等についての研究も進んでおり、新規性に乏しい面がある。このような、あるバンドのスペクトル情報の取得を完全にやめてしまうのではなく、撮像対象となっている空間上の特定ポイントについてのみ付加的なスペクトル情報を取得するという手法は効果的であると考えられる。よって、このような空間的な分光を考慮した画像圧縮技術についての開発が求められる。

##### 課題ア-2 付属小型センサの開発

前項にて検討された方式に基づき、実際に付属小型センサの開発を行う。同センサはデジタルビデオカメラに付属させることにより、高度な色再現を可能とするものである。センサに盛り込まれるべき具体的な機能としては、空間上に設定された測色ポイントのスペクトル情報を収集するための機能、撮影環境の照明スペクトルを計測するための機能、および色再現に必要とされるメタデータの統合管理機能などが必要であると考えられる。

また、本研究開発の目的にあるとおり、本課題が目的とするのはマルチスペクトル映像収集をより簡便に行うことを可能とすることである。よって、ここで開発される付属センサはカメラと一体化された場合に十分持ち運びが可能な程度のサイズにおさまる必要がある。

#### **課題イ：高効率リアルタイム色変換・符号化技術の開発**

課題アにおいて開発された機器を用いて収集された情報は、圧縮符号化された上で受像環境へと送信され、復号化および色変換を経てディスプレイに出力される。受像環境への送信時には、一般的に用いられている通信回線においても送信可能な程度にデータが圧縮されていることが求められる。また、3原色信号への変換に際してはその変換がリアルタイムに行われることが求められる。

符号化あるいは色変換が行われる際に、著しい画質の劣化が生じることは忠実な色再現を目的とする本研究の目的にそぐわぬものである。よって、符号化・色変換が行われた際にも忠実な色再現が行われていることを評価するための方式を同時に確立していくことが求められる。また評価に関しては数値的・客観的な方法と主観的な方法の両者によって行われるべきである。

#### **課題イ-1 色変換手法の確立および変換装置の開発**

色変換手法に関しては入力系・出力系、それぞれについて研究開発がなされる必要がある。まず入力に関しては、既存の6バンドマルチスペクトルカメラによるスペクトル情報を、課題アにおいて開発された機器によって収集された情報と同様の形式、すなわち3原色情報およびプロファイル情報へと変換するための手法の確立及び機器の開発が求められる。

次に出力側に関しては、上記の3原色情報及びプロファイル情報を、ディスプレイへの表示のために必要な信号へと変換する機構の開発が求められる。前述の通り、課題アにおいて開発された付属小型センサの利用により3原色信号に加えて対象物のスペクトル情報および、撮影環境の照明光スペクトル情報が取得される。それらの情報に基づき出力信号へと変換する機構の開発が本課題の意味するところである。その際の出力信号は通常の3原色ディスプレイに対応した信号及び、6原色ディスプレイなどの多原色のものに対応した信号、それぞれの出力が可能であることが求められる。

## 課題イ-2 高効率伝送を可能とする符号化方式の確立

高効率伝送を可能とするために圧縮アルゴリズムの改良、開発が求められる。現行の圧縮方法は PCA を改良した技術に加えて JPEG2000 の圧縮技術が用いられているが、圧縮率およびそれに伴う画質の劣化抑制という点においてより一層の性能向上が求められる。

本項に挙げた課題はデータ量の圧縮を目的とした課題ではあるものの、それらのデータ圧縮を行うにあたっては課題イにて定めた評価手法で十分な画質が保たれていることを確認することが必要不可欠である。

## 課題イ-3 色再現性に関する評価方法の確立

一般的に、映像のデータサイズを減少させようとしたとき、それは映像の品質レベルを下げることを意味する。本研究においてもデータサイズの減少を大きな目的としているが、データサイズの減少を追及することによって映像品質が著しく劣化することは避けられなければならない。しかるに、映像品質を評価する方法の確立は本研究の目的遂行上、極めて重要な役割を担っているといえる。

映像品質の評価方法は 2 種類に大別される。すなわち、数値的な評価方法と主観的な評価方法である。まず数値的な評価方法については、現状の画素と画素の色差を計測する方法に加えて、画素の集合たる画像と画像の比較を行うような評価手法の確立が求められる。これは色の空間的な分布特性を活かした評価手法であるといえよう。

次に主観的な評価手法である。本手法については、属人的に蓄積された経験を基にして評価手法として活かされているのが現状である。この点についての評価方法についても改善が期待される。評価対象である映像の特性上、主観的な評価の必要性は無くならないと考えられる。

なお、本項で課題としているような色再現性に関する評価手法については、CIE（国際照明委員会）においても、国際標準としての評価手法を議論しているところである。本研究における研究成果についても、同様の標準化活動に資するものであることが期待される。

## 課題ウ：マルチスペクトル高質感映像の圧縮・再現手法の開発

複数の照明パターンを適用しながらマルチスペクトル撮影をすることによって、被写体の反射特性をはじめとした質感情報を取得することが可能であることはすでに明らかにされているところである。本項目に関し新たに取り組むべき課題は大きく 2 点考えられる。1 つは写りこみ・光沢の再現、もう 1 つは高質感映像データの圧縮に関するものである。

### 課題ウ-1 高質感映像生成のための写りこみ・光沢の再現技術開発

高質感映像の研究に関してはこれまでも成されてきているところであるが、より一層高度な質感再現を考えた場合、被写体表面における反射の様子等も再現可能となることが求められる。すなわち、写りこみおよび光沢の再現を実現するための技術開発が求められる。

## 課題ウ-2 高質感映像の圧縮技術開発

高質感映像データに含まれる情報は一般的なマルチスペクトル映像データとは異なる。反射特性等に関しては通常のマルチスペクトル映像よりもより厳密に情報を取得しているため、本件においてもデータ量は非常に大きなものであるというのが現状である。

目的および課題イにおいて述べている通り、通常の利用を可能にするを考えた場合、高効率での圧縮を行う必要が生じる。一般的なマルチスペクトル映像データを利用する場合に加え、本項で取り扱うような高質感映像についても同様の高効率圧縮方法の開発が必要である。

## 課題エ：マルチスペクトル映像の収集・伝送・利用技術評価のための実証実験

上記、課題ア～ウによる技術開発により、マルチスペクトル映像の収集・伝送の一般利用に係る技術基盤を確立することが可能となる。これらの技術を実践的な環境の下で評価し、さらに実用可能なものとして高度化することを目的に開発技術の評価実験を行う。

実証実験については特にフィールドは定めるものではないが、先行研究を踏まえて想定される領域としては遠隔医療、電子商取引、製造業におけるデザイン支援（質感情報も含めた情報を遠隔地と共有するなど）、電子美術館・博物館等におけるデジタルアーカイブなどが挙げられる。

課題アにより実現されたマルチバンドカメラ及び照明環境測定装置などの周辺機器、および撮影された映像の伝送環境からなる環境を構築する。以上の環境において、課題イにおいて開発されたデータ量圧縮のための各種方策を用いて圧縮データの取得・伝送を行い、一定の評価基準をもってその映像品質の劣化が許容範囲内であるか否かを判定する。

このように、マルチスペクトル映像の収集・伝送・利用に関して一連の環境を用意し、実践的な利用を伴う実証実験を実施することによって各技術についての評価を行う。同時に、実証実験の結果を踏まえて実用化可能なものとするため各技術の高度化を行う。

### \* 課題実施上の注意

平成13年度から17年度まで、情報通信研究機構の拠点研究開発プロジェクトとして「ナチュラルビジョンの研究開発（動画）」が行われてきた。同プロジェクトと本研究開発の関連性は高く、同プロジェクトにおいて開発された機器の全部ないし一部は本研究開発においても有効活用が可能であると考えられる。よって、本研究開発の実施主体が希望する場合にはそれらの機器を利用可能なものとする。

## 5. 研究テーマ選定の背景、研究開発の必要性および他で実施されている類似研究との切り分け

### 1) 当該研究テーマを取り巻く現状

インターネット接続環境の充実、特に接続速度の高速化により、ネットワーク利用用途の多様化、高度化が進んでいる。しかしながらより高度かつ広範囲な利用を目指す場合、律速要因となるのは通信速度の問題にとどまらない。その一例が、本研究開発で取り扱われる色に関する問題である。

例えば電子商取引を考えた場合、現状の色再現技術では商材の色合いを受像側にてそのまま再現することは不可能である。このことにより購入者が意図にそぐわない商品を注文することにより、売り手との間でトラブルが生じうるのである。また、遠隔医療の実施時においても遠隔地にいる医師がディスプレイに表示された患部を診断するという状況が想定されるが、適切な診断を行うためには、忠実な色再現は必要不可欠であると考えられる。

以上は忠実な色再現が求められる代表的な状況であるが、このような状況はネットワーク利用が進むにつれ、必要性の高い問題になると考えられる。

### 2) 研究開発の必要性

本研究ではこれまでに研究されてきたマルチスペクトル映像の収集・利用技術を踏まえ、より簡便に収集し、より普遍的な環境における利用を可能にしようとするものである。これは上で示した、「忠実な色再現が求められる種々の状況」に対する有効な解決策になるものと考えられ、社会一般において必要性が高い技術になると考えられるのである。

### 3) 他で実施されている類似研究との切り分け

映像の高品質化について考えた場合、方法は大きく2つに分けられる。ひとつは解像度の向上をはじめとした高画質化のための大幅な仕様変更であり、もうひとつは映像を劣化なく配信するための方法に関する研究開発である。本研究開発はこれら2項目のうちの、前者に含まれるものであり、これまでは3原色による収集に基づいていたところを、3バンドを超える被写体の情報及び照明環境情報によって色情報を再現しようとするものである。

これは解像度あるいはフレームレートの変更等による画質改善とは視点が大きく異なるものであると同時に、それらの異なる研究成果と併せることにより、より品質の高い映像を提供することを可能とするものである。

類似事例としては一般用デジタルスチールカメラが4色カラーフィルムを採用した事例が挙げられる。これは既存のRGB色フィルタに加え、エメラルドの色フィルタを加えている。これによりRGB利用の場合と同等のノイズレベルを保ちつつ、より高い色再現性が実現されている。取得バンド数を増加させようという試みについては本研究と同様の視点であるが、照明環境情報も色再現のために利用している点は本研究に独自の点である。

また、拠点研究開発プロジェクト「ナチュラルビジョンの研究開発プロジェクト」と本研究の関係については、本研究では、同プロジェクトにおいて開発された種々の技術をより広い範囲で活用できる技術の開発を目的としており、具体的には、回線制約を緩和し、かつ取り回ししやすい小型の機器であっても、実物に近い映像を再現可能とする技術を開発する研究開発であり、同プロジェクトをさらに実用化させる研究である。

## 6. 研究開発の到達目標

### 課題ア：適応型マルチスペクトル映像収集技術

#### 課題ア-1 適応型マルチスペクトル情報の適切な収集方法に関する検討

空間的な分光を考慮した画像圧縮技術についての開発が求められる。撮像範囲全体に対して付加的なスペクトル情報を取得するのではなく、空間上の特定の測色ポイントについてのみ取得することにより、忠実な色再現を可能としながらもデータサイズの肥大化を回避することを可能とすることが求められる。画素数等はナチュラルビジョンプロジェクトと同様、HDTV 品質に準ずるものとする。

#### 課題ア-2 付属小型センサの開発

空間上の特定の測色ポイントに関するスペクトル情報の取得、および照明環境情報の取得を行うセンサの開発を行う。本センサについてはカメラと一体化が可能なものであり、持ち運びを行う上で差し支えない程度の大きさにすることが必要である。

### 課題イ：高効率リアルタイム色変換・符号化技術

#### 課題イ-1 色変換手法の確立および変換装置の開発

入力系および出力系のそれぞれにおいて、色変換を行うための機構を開発する。

入力系については、既存のマルチスペクトル映像データから 3 原色およびプロファイル情報を作成する機構の開発を行う。課題アにおいて開発された新規の小型カメラから取得された情報形式と、既存のマルチスペクトルカメラから取得された情報の形式を統一するためである。出力系については 3 原色およびプロファイル情報から 3 原色あるいは多原色ディスプレイ表示のための信号を生成する機構の開発を行う。各機構については色変換アルゴリズムの確立及び機器の実装を行う必要がある。また出力系変換装置の機器サイズはできるだけ小型であることが望ましい。

また、本方式により変換処理が行われた映像に関しては十分な色再現が行われているということを、課題イ-3 において提示される評価方法にのっとり確認することとする。

## **課題イ-2 高効率伝送を可能とする符号化方式の確立**

取得された 3 原色情報及びスペクトル情報に関しては一般的な伝送環境においても遅滞なく伝送されることが求められる。具体的には伝送帯域が 50Mbps 程度の環境においても収集データが遅滞なく送信可能となるような符号化方式を確立することが求められる。

符号化・伝送・復号化を経て出力された映像に関しては十分な色再現が行われていることを、課題イ-3 において提示される評価方法にのっとり確認することとする。

## **課題イ-3 色再現性に関する評価方法の確立**

評価に関しては前述の通り、主観的な方法及び客観的な方法によって行われるものとする。いずれの評価手法についても、映像、色彩等に関する専門家の評価と大きな齟齬が生じないような評価方式の確立を目標とする。

## **課題ウ：マルチスペクトル高質感映像の圧縮・再現手法の開発**

### **課題ウ-1 高質感映像生成のための写りこみ・光沢の再現技術開発**

すでに光学異方性を考慮した映像の再現技術に関しては研究がなされているところである。本課題においては任意の環境の写りこみ等を新たに実現することを目標とする。本研究開発は全体を通して忠実な色再現を目標としている。その点を鑑み、本課題についても、色再現について忠実な写り込み再現技術の開発を行うものとする。

### **課題ウ-2 高質感映像の圧縮技術開発**

課題イ-2 において通常のマルチスペクトル映像の圧縮符号化方式について目標を設定している。高質感映像においては同一被写体に関してより高精度な情報を収集することを目的としていることから、撮影された映像内の冗長性が通常のものに比して高いと想定される。そのことを踏まえ、高質感映像については圧縮された映像が 30Mbps 程度の環境においても遅滞なく送信可能となるような技術を確立することが求められる。

## **課題エ：マルチスペクトル映像の収集・伝送・利用技術評価のための実証実験**

実証実験の領域は特に限定するものではないが、いずれの領域における実証実験を行う場合にも、各領域が実際に抱えている色再現上の問題点を解決する形で本研究の成果が活かされることが期待される。

## **7. 期待される波及効果**

### **1) 類似研究開発面に期待する波及効果**

画質の向上に関するアプローチ方法は多岐にわたり、本研究開発において検討される方式もそのうちの 1 つである。次世代の高品質映像収集・伝送・再現環境はそれら種々の研究開発の成果を利用することによって確立される。本研究は「忠実な色再現」という独自の研究開発成果によって貢献することが期待される。

### **2) 実用化面に期待する波及効果**

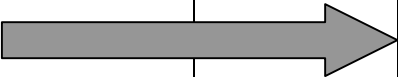
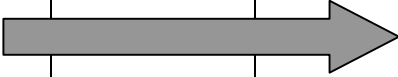





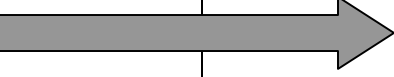
遠隔医療、電子商取引、製造業におけるデザイン支援（遠隔地と質感情報も含めた情報を共有するなど）、電子美術館・博物館等におけるデジタルアーカイブなど、本研究の成果により進展が期待される分野は多岐にわたる。

### **3) 標準化活動面に期待する波及効果**

国際的に共通化することが適当と思われるものについては、関係する国際機関に対して標準化提案を行うことが望ましい。具体的な標準化項目としてはマルチスペクトル情報を取り扱う際のデータフォーマットや色再現性の評価方法などが対象として想定される。標準化の提案先としては CIE（国際照明委員会）などが適当であると考えられる。

## 8. 研究開発スケジュール

本研究テーマの研究開発期間は、平成 18 年度から平成 20 年度までの 3 年スケジュールは概ね以下の通りである。

研究開発項目		18 年度	19 年度	20 年度
課題ア：適応型マルチスペクトル映像収集技術				
	ア-1：適応型マルチスペクトル情報の適切な収集方法に関する検討			
	ア-2：付属小型センサの開発			
課題イ：高効率リアルタイム色変換・符号化技術				
	イ-1：色変換手法の確立および変換装置の開発			
	イ-2：高効率伝送を可能とする符号化方式の確立			
	イ-3：色再現性に関する評価方法の確立			
課題ウ：マルチスペクトル高質感映像の圧縮・再現手法の開発				
	ウ-1：高質感映像生成のための写りこみ・光沢の再現技術開発			
	ウ-2：高質感映像の圧縮技術開発			
課題エ：マルチスペクトル映像の収集・伝送・利用技術評価のための実証実験				
			中間評価	