# 色彩画像工学分野の最新研究動向
# ～国際色彩学会（AIC）、国際照明委員会（CIE）に参加して～

田中　緑
千葉大学国際教養学部

# The latest research trends in the field of the color image engineering: Conference report on Association Internationale de la Couleur（AIC）and Commission Internationale de l'Eclairage（CIE）.

Midori Tanaka
College of Liberal Arts and Sciences, Chiba University, Japan

## 要旨

「色彩」は、あらゆる学問領域において扱われる研究要素である。例えば、色彩画像を獲得・処理・再現・評価する工学分野はもちろんのこと、隣接領域である医学、自然科学、天文学、心理学、哲学、倫理学、宗教学、社会学、生理学、史学、文学、文化人類学など、いずれの分野でも色彩は重要な研究課題である。千葉大学における色彩・画像教育のルーツは東京美術学校にあり、その歴史は100年以上に亘る。その対象は、時代の流れとともに、印刷、写真からディジタル画像や画像材料へと移り、本学の情報画像学科および画像科学科に受け継がれて、世界のイメージング分野の研究・教育を牽引する大学の一つとして注目を浴びている。本小論では、色彩画像工学に関する研究分野を概説した後に、最新の研究動向について、著者が本年参加した２つの国際会議において討議された内容を事例として紹介する。

キーワード
色彩、画像、研究動向

## １．はじめに

千葉大学における色彩・画像教育の歴史は古く、1915年の東京美術学校の写真科および製版科の創設にはじまり、東京高等工芸学校、千葉大学と幾多の変遷をたどり、昨年2015年には画像系学科の創立100周年を迎えた。卒業生は、日本はもちろん世界のイメージング産業、学問研究の中核を担う存在として業界を牽引しており、企業、大学から千葉大学への色彩画像教育に対する信頼は厚い。本小論では、色彩画像工学分野における研究動向について、著者が研究発表を行った国際会議への参加報告と併せて報告する。

## ２．色彩画像の研究とは

ヒトがモノを見るためには、観察対象となる物体、それら物体を照らす光源、撮像機構となる視覚の３要素が必要不可欠である。ニュートンが「光に色はついていない」と言ったように、光源の光は単なる物理的なエネルギーでしかない。ヒトは、光源で照らされた物体の反射光を眼の網膜上に存在するわずか３種類の視細胞によって受け、信号として脳に送ることでフルカラーの色を知覚する。色彩画像の研究とは、どのような撮像によって、どのように工夫した処理をし、どのように画像として再現するのか、はたまたヒトはそれをどのように評価するのかといった、色彩画像の獲得・処理・再現・評価が研究の対象である。研究の遂行には、色彩工学、画像工学、情報工学、視覚工学、光学はもちろんのこと、心理学や脳科学、時には通信工学や電子工学、材料工学といった多岐にわたる専門知識が必要とされる。

色彩画像の研究は、写真、印刷技術の発展とともに歩んできた。モノクロからカラーへ、フイルムからディジタルへと画像技術が進化を遂げ、今やデジタルカメラがスマートフォンに搭載されるなど、色彩画像デバイス（デジタルカメラ、スキャナ、モニタ、プリンタなど）は非常に身近なものとなり、人々の豊かな生活にはなくてはならない存在となっている。一般的な撮像装置であるカメラは、ヒトが有する撮像機構である視覚を、光電変換によって撮像するイメージセンサーを用いて実現している。色再現（様々な色をどれほど正確に再現できるのか）や解像度（どれほど精細に表現できるのか）、ダイナミックレンジ（どれほどの諧調で表現できるか）などの画像表現性能は画像デバイスにとって重要な要素であり、産業界は性能向上に向けて切磋琢磨しながら技術を開発し続けている。現在では、先人たちの努力によって色彩画像管理技術が浸透し、「画像の色がおかしい」という事例は少なり、現在のイメージング産業界は高解像度や高ダイナミックレンジの開発へと舵を取っている。

## ３．国際色彩学会（AIC）への参加

### 3.1　AICとは

AIC（Association Internationale de la Couleur, 国際色彩学会）は、1967年に創設された色彩に関する科学、芸術、デザイン、教育、文化、産業などの幅広い研究分野を対象に議論し、促進する学会であり、日本色彩学会を含め、世界39か国の色彩関連学会等が会員となり構成されている[1]。４年に１度の本大会（Congress)、本大会の２年後に開催される中間大会（Midterm　Meeting)、本大会と中間大会の間に２年おきに開催される大会（Interim　Meeting）の順に参加者や議論テーマの規模が大きい傾向があり、いずれかの大会が毎年１回開催される。５つのStudy　Group（Colour　Education, Environmental Colour Design, Visual Illusions and Effects, Colour Vision and Psychophysics, and the Language of Colour）が隔年で開催され、活発な議論で盛り上がりを見せる。

### 3.2　AIC2016参加

本年は、2016年10月18日から22日までの５日間、チリ共和国の首都サンティアゴ・デ・チリにあるカトリカ大学おいて、国際色彩学会大会（AIC Interim Meeting 2016）が開催された。テーマは、”Color in Urban Life: Images, Objects & Spaces” で、テーマにそったArchitectural color design, Urban color, Color aestheticsなど独自のセッションが設けられ、カラーデザインに従事する参加者を中心に活発な議論が行われた。大会会場内はチリ伝統の色彩豊かなテキスタイルで飾られ、参加者を活気にあふれる気持ちにさせた（図１）。大会事務局によれば31か国から約130名の参加者があり、日本からも十数名の参加があった。期間中は、基調講演８件、口頭発表64件、ポスター発表34件があった。プログラムによると、セッション別での口頭発表の内訳は、”Environmental Color”（５件）、”Architectural

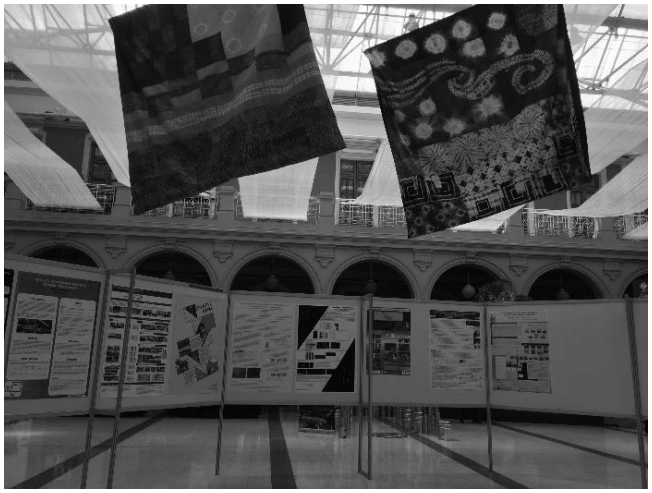

図１．　AIC2016ポスター会場

Color Design”（６件）、”Urban Color”（７件）、”Color Perception”（７件）、”Color & Culture”（５件）、”Color in Design”（５件）、”Color Psychology”（５件）、”Color, Health & Wellness”（５件）、”Color Education”（７件）、”Color, Material & Science”（７件）、”Color Aesthetics”（５件）で、デザインや心理に重点を置いた発表内容が多いように感じられた。セッションは100名以上を収容できる広々とした２会場でそれぞれ行われ、スペイン語と英語の同時通訳によって活発な議論を促し、どのセッションも質疑応答時間が足りないほどの盛況であった。

来年10月には韓国にて４年に１度の本大会が開催される。来年のテーマは”Color and Health”であり健康意識の高い韓国ならではのテーマとなっている。このように、AICは毎年開催国が異なり、テーマ設定では開催国の色彩に対する意識がよく表現される。昨年５月に東京で開催されたMidterm Meeting（中間大会）のテーマは”Color and Image”であった。MCS 2015（Multispectral Color Science）との共同開催であったこともあるが、工学系の発表や企業からの参加者が多く、イメージング産業を牽引する日本ならではのテーマであったと考えられる。

### 3.3　AICの研究動向

著者は、大学院修士学生の頃より毎年AICにて研究発表を行っており、今年で６回目の参加となる。これまで、自身の研究分野である色や材質の評価に関連するColor Science, Color Appearance, Color Perception, Color Namingなどのセッションで発表してきたが、大会全体で少しずつ研究対象が移り変わっている印象を受けている。特にこの３年ほどでMaterialに関連するセッションが設けられ、Material, Color, Appearanceの関係を問い、色を有する材質の質感に関連する研究発表が増えてきたように感じる。例えば、建築色彩、色彩デザインの領域では、これまでは色彩調和の研究がよく取り上げられていたが、昨今では、建材や商品素材と、その素材表面の模様などのテクスチャ、色彩との関係についての研究が話題に挙がり始めた。また、従来の色知覚の研究は、平面形状や均一色など比較的簡単な実験対象を用いて議論されてきた。しかし、実際には３次元形状を有する物体表面の色の見えは均一ではなく、ヒトが知覚する色も様々である。さらには、物体を構成する材質が異なると、ザラザラやツルツルといった物体表面のテクスチャ、光沢感や透明感といった光の振る舞いも異なり、知覚される色もそれらの物体表面が有する質感の影響を受ける。このように、色は、光源のように形を持たず存在する場合もあるが、我々の日常生活において、そのほとんどが物体表面に存在し、材質と色は切り離せない関係にあるため、このような研究動向は自然な流れである。色の研究は今、平面パッチから３次元形状の質感に着目した次のステップへと歩み始めている。

## ４．国際照明委員会（CIE）への参加

### 4.1　CIEとは

CIE（Commission Internationale de l'Eclairage, 国際照明委員会）は、照明全般と色や視覚、画像技術に関するすべての課題について、国際標準化と国家規格を規定するために1913年に設立された国際標準化団体である[2]。Divisionと命名された専門技術部会で構成され、Div.１「視覚と色」、Div.2「光と放射の物理測定」、Div.３「屋内環境と照明設計」、Div.４「交通用の照明と信号」、Div.５「屋外及びその他の照明応用」、Div.６「光生物学と光化学」、Div.７「照明の一般的問題」（1999年に閉会）、Div.８「画像技術」の現在７つの部会が活動している。大会は４年に１度だが、各年TutorialやExpert　Symposiumの会議が開催される。色を対象としたAICに比べて、光を扱うCIEは物理や工学、産業的な視点からの研究が多いのが特徴である。

### 4.2　CIEへの参加と研究動向

著者はCIEへの参加は今年が初めてである。参加した会議名は” 4th　CIE　Expert Symposium on Colour and Visual Appearance” で、2016年９月６日から７日の２日間、チェコ共和国の首都プラハにあるHotel　Don　Giovanniにて開催された（図２）。シンポジウム前日には”CIE Tutorial on Visual Appearance Fundamentals and Measurement” のチュートリアルが開催され、測色方法の基礎から光輝材のような特殊材料の測色方法に関する講演が行われた。委員会事務局によれば、参加者は28か国から162名あり、日本からは26名の参加があった。参加者には学生の姿は少なく、企業からの参加が多い印象をうけた。シンポジウムは、口頭発表24件、ポスター発表54件が行われた。プログラムによると、セッション別での口頭発表の内訳は、”Visual　Perception”（８件）、”BRDF　Fundamental

図２．CIEシンポジウム会場

Metrology”（４件）、”Measurement of Goniochromatism”（４件）、”Novel Approaches to Measuring Appearance”（４件）、”Models and Digital Rendering”（４件）で、色の知覚や物体の色光情報を取得するための計測に関するトピックを中心に議論が活発に行われた。中でも、同じ測色を扱うAICではなかなかお目にかからない光学系の研究者の発表がいくつかあり、彼らは測色光学系を自身で設計し、非常に高精細な物体の光・テクスチャ情報の取得を可能としていたことが非常に印象深かった。その測色対象となる物体は、微細構造や光輝材のような複雑な光特性を持つもので、市販されている測色計の限界と今後の可能性を示すものであった。今回参加したシンポジウム全体の発表を通して、光沢感や粒状感をどのように測定するのか、ヒトはどのようにそれを見ているのかといった質感の計測と見えに関する話題が多く、これはAICの研究動向と共通するものであった。産業技術の発展に伴い、物体の加工技術が高度化することによって物体表面の色光情報が複雑化し、日常生活において我々を取り巻くモノの質感が豊かになりつつある。これまで、CIEによって、表色系や人間の視感特性、光源の演色性などが規格されてきたが、次のステージは観察対象物体がより複雑化した際の、物理的・心理的「見え」であるのかもしれない。

## ５．色彩画像工学分野の最新研究動向

AIC、CIEに参加して感じたことは、色彩画像工学の分野では、徐々に質感（光沢感、透明感、粒状感など）に関する研究が注目を浴びていることである。それはこの２学会のみならず、脳生理学、心理学、画像工学などの様々な分野の研究において、同様の傾向である。例えば、文部科学省科学研究費新学術領域「質感脳情報学」および「多元質感知」は、2010年、2015年にそれぞれ採択されてスタートし、著者も修士学生時代より研究協力者として参画してきた。また欧州では、2012年にPRISM（Perceptual Representation of Illumination, Shape & Material）が、米国では2014年に国際会議IS&T Electronic ImagingでMaterial Perceptionのコースが発足している。世界的に質感知覚に関する研究が加速しており、それぞれのプロジェクトでは質感認識の科学理解に基づき、産業応用も視野に入れた学際的な質感研究領域の確立が望まれている。色彩画像研究の観点から質感研究に着目すると、いかに余すことなく質感情報を取得し、画像処理によって質感を保持・強調し、質感の魅力を画像表示させるかが課題となる。これまで色彩画像分野では、画像デバイス間の色情報を統一的に管理するカラーマネジメントシステムが広く用いられてきた。このシステムによって画像の色彩情報は正確に扱うことができるようになったが、質感情報に関してはその知覚メカニズムが徐々に明らかになっているのが現状であり、統合的な管理システムはまだ存在しない。例えば、日常では、スマートフォンを使って撮影した画像と実際の物体の印象が異なるといった事例や、製造業では、測色値は同じでも見た目の印象が異なるなどの事例が挙げられる。課題解決のためには、著者が博士論文において提案した質感マネジメントシステムの構築が重要な要素技術となるであろう。

## 6．おわりに

本小論では、色彩画像に関する研究の概要と最新の研究動向について、著者が参加した国際色彩学会（AIC）および国際照明委員会（CIE）の２つの国際会議を事例に紹介した。いずれの会議においても、理想的な単色パッチを対象としたこれまでの色彩画像研究から、実世界に存在する物体を対象とした研究が注目され始めており、特に物体表面の質感の話題が増加していることを紹介した。今後、ますますこの分野の研究が加速し、産業応用されていくことが予測される。

## 参考文献

［1］AIC, http://www.aic-color.org/
［2］CIE, http://www.cie.co.at/