

日中科学技術

No. 164

2018. 3. 20

発行所 特定非営利活動法人 日中科学技術交流協会

〒103-0003 東京都中央区日本橋横山町 3-1 横山町ダイカンプラザ 302 号

E-mail : jcstea@alpha.ocn.ne.jpURL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (6661) 7929

Fax : 03 (6661) 7929

和魂漢才、和魂洋才、漢魂洋才、そしてグローバルレコモンズへ 協会会員 東京大学名誉教授 岩田修一



世界の工場になった中国で情報拠点：グローバルレコモンズ構築への活動が本格化している。13億8千万人の人口を支える北京、上海、

深圳、天津、成都等々を拠点とした経済活動のネットワークは、ヒト、モノ、カネの壮大な流れを形成しつつある。その流れは阿里巴巴集団に代表されるような ICT ベンチャー企業によって加速され、まさにビッグデータによって、電子商取引、無人化、シェアリングエコノミーが社会実装されつつある。代表例としては日本のメディアでもよく取り上げられる Mobike や Ofo によるシェア自転車ビジネスがある。それはデジタル技術の活用と彩り鮮やかな塗装によって商品の見せ方を変えただけの洋才、漢才ブームのスナップショットかもしれないが、デジタル化による脱モノ、脱カネ、脱ヒトからサービスへの大きな質的变化の波としても理解することができる。それはマルクスによって分節化された唯物論、唯心論という二元論から自由度の高い社会システムへの遷移・展開プロセスの一断面とも見える。

そうしたダイナミックな変化の中で中国の友人達とどのように共通の未来を創っていったら良いのだろうか？北京科学技術大学を拠点とした北京材料基因工程高精尖创新中心における材料データベース

MGE (Materials Genome Engineering) の構築は、中国の第 13 次 5 カ年計画、通称 135 計画の国家重点プロジェクトの一つとして位置付けられていると言う。そのプロジェクトの首席科学者の一人として本年 3 月から公式に関与することになった。折角の機会である。日本での和魂漢才、和魂洋才の歴史を意識しながら、漢魂洋才、漢魂和才、そしてグローバルレコモンズへの道程をじっくり考えてみようと思う。

生殖細胞に含まれる全染色体：ゲノムは生命の歴史を紐解くための基本情報である。この生物におけるゲノムの役割からの類推から、全ての工業材料開発の基盤となる物質・材料のデータベース構築プロジェクトは MGE と名付けられた。物質・材料に関する基礎・基盤データ、理論と計算科学、データ科学、情報科学分野で開発された諸手法を活用して、材料を要求仕様に合わせて設計し、材料開発における無駄な試行錯誤を減らし、材料開発時間、コストを大幅に削減しようという目論みで、最終的には製品開発のライフサイクルの短縮、競争力の向上に目標が設定されている。

1970 年の春、高速増殖炉用核燃料被覆管候補材料のバナジウム合金の研究を通して着想した合金設計という夢が、関連する学術分野の成果が出揃いつつある今、世界各国で新たな挑戦課題として展開しつつある。中国は世界の粗鋼生産 17 億トン約半分の 8 億 3 千万トンを生産し、レアアース、タングステン、鉛、インジウムその他非鉄金属の生産でも世界第一の生産量を誇る資源大国である。そうした豊富な資源を背景にした人類全体への価値の提供のための情報プラットフォーム：グローバルレコモンズとして MGE の進化を共同で実現できないかと考えている。

2017 年度中国人留学生研究奨励賞授賞式

2018 年 1 月 11 日 於：東京大学山上会館 副理事長 藤崎博也



授賞式出席者の集合写真（2018 年 1 月 11 日、東京大学山上会館にて）

前列左より 孫理天（SUN, Litian）氏、柏燕秋一等書記官、有山理事長、呉松一等書記官、張耀紅（ZHANG, Yaohong）氏、孫一歌（SUN, Yige）氏

後列左より 永崎常務理事、柴田直教授 岡田理事、中河理事、藤崎副理事長、紺野常務理事、山脇副理事長、沈青教授、唐捷教授

去る 1 月 11 日、当協会の 2017 年度中国人留学生研究奨励賞授与式が、来賓として中国大使館の呉松一等書記官と柏燕秋一等書記官をお迎えし、受賞者張耀紅氏の指導教員である電気通信大学の沈青先生、孫一歌氏の指導教員である物質・材料研究機構の唐捷先生、孫理天氏の指導教員のお一人である東京大学名誉教授の柴田直先生のご列席のもと、東京大学山上会館で開催されました。藤崎博也副理事長が司会にあたり、まず有山正孝理事長のご挨拶と賞の趣旨説明があり、以下の 3 名の方々に賞が授与されました。

1. 張 耀紅（ZHANG, Yaohong）

1986. 10. 04 生れ、河南省周口市出身
電気通信大学 大学院 情報理工学研究科
基盤理工学専攻 博士課程修了（2017. 09）
現在、電気通信大学 博士研究員

研究テーマ：量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池における界面修飾と界面電荷ダイナミクス

指導教員：電気通信大学大学院 情報理工学研究科 沈 青 教授

2. 孫 一歌（SUN, Yige）

1987. 07. 28 生れ、甘肅省蘭州市出身

筑波大学 大学院 博士課程修了

現在、物質・材料研究機構 博士研究員

研究テーマ：リチウムイオンキャパシター及びバッテリーにおけるグラフェン基電極材料の創製と構造制御 g

指導教員：物質・材料研究機構/筑波大学 唐 捷教授

3. 孫 理天（SUN, Litian）

1986. 11. 01 生れ、遼寧省瀋陽市出身

東京大学 大学院 情報理工学系研究科 電子情報学専攻 博士課程修了

研究テーマ：画像からのオブジェクト検出と複雑さ特徴を用いた印象予測

指導教員： 東京大学 大学院 情報理工学
研究科 柴田直教授（現在名誉教授）・相
澤清晴教授

引続き、中国大使館の呉松一等書記官か
ら祝辞をいただき、最後に受賞者を代表し
て張 耀紅氏が謝辞を述べました。



呉松一等書記官

なお、授賞式に続いて受賞者による研究
報告が行われました。以下は （1）有山
理事長のご挨拶、（2）受賞者代表の張
耀紅氏の謝辞、（3）受賞者の研究の概要
です。

（1）有山正孝理事長の挨拶



有山理事長

本日ここに日中科学技術交流協会 2017
年度中国人留学生研究奨励賞の授賞式を、
中華人民共和国駐日本国大使館の呉松書記
官および柏燕秋書記官、受賞者をご指導下
さった先生方のご臨席の下に挙行できま
すことを嬉しく思います。まず受賞者の皆
さんに、心からお祝いを申し上げます。また
皆さんが留学生として一般の日本人学生と
比べて何彼と不利な条件の下で良く刻苦勉
励され、優れた研究業績を挙げられました
ことに敬意を表します。

当協会が皆さんに差し上げる賞は、ノー
ベル賞のように広く世に知られた賞でもな
く、副賞もその3桁下の金額のささやかな
ものですが、知る人の中では高い評価を得
ているものと自負しております。受賞者の
皆さんは今回の受賞を一つの弾みとして更
に研鑽を積み、研究者として大成して世界
を舞台に活躍していただきたいと願ってお
ります。

この機会に受賞者の皆さんに日中科学技
術交流協会とこの研究奨励賞の由来につい
てお話ししておきたいと思えます。

日中科学技術交流協会が設立されたのは
1977年12月ですが、その前に1950年代
半ばからの長い準備期間がありました。

皆さまご承知の通り、日本と中国は数千
年に上る文化交流の歴史を持っております。
日本は多くのことを中国から学んで来
ました。しかし19世紀末から日本は西欧
の科学技術を吸収して急速な近代化に成功
したため、はじめて中国から留学生を受け
入れるようになりました。しかし20世紀
前半、不幸な戦争の期間に留学生の受け入
れはもとより文化交流も途絶してしまいま
した。

戦争終結後も日中間の国交は長らく正常
化されませんでした。1950年代の半
ば、当時の日本学術会議の会員を中心とす
る日本の指導的な科学者の一部の人々が、
日中間の学術交流の速やかな再開を願い多
くの困難を克服し、中国科学院のご協力も
得て交流の再開に成功したのです。この事
業に関与された方々が、国交回復後の両国
間の科学技術分野での交流の健全な発展を
支援することを目的としてこの協会を設立
されたのです。

その初期に積極的活動をしておられた野
上茂吉郎先生という東大教授で原子核理論
の研究をしておいでになった方が亡くなら
れた際にご遺族から協会にご寄付を頂きま
した。当時の役員の先生方がこの寄付金を
最も有効に活用する方法を種々検討された
結果、これを基に寄付を募って基金を設
け、それにより1987年からこの研究奨励

賞が設けられたのです。受賞者の累計は今年授賞される皆さんを加えて 139 名に達します。

以上の説明でご理解いただけたと思いますが、この賞は日中間の科学技術交流の再興と発展に尽力された先人たちの心のこもった賞なのです。この先人の意思を大切に私どもも微力を尽しておりますが、受賞者の皆さんにもこの経緯を知っていただき、願わくは将来、日中間の科学技術交流に協力していただければさいわいと思っています。

簡単ですがこれを以てご挨拶と致します。

(2) 受賞者代表張耀紅氏の謝辞

有山理事長、藤崎副理事長、中国大使館の皆様、及び日中科学交流協会の先生方、私は、電気通信大学の張耀紅と申します。今日の授賞式で3人の受賞者を代表してご挨拶することを大変に名誉に思います。

われわれ3人は、このたび日中科学交流協会からいただいた賞に、心の底から感謝しております。

私は初めて日本の電気製品に触れたとき、その精細なデザインと優良な品質に感動しました。それ以来、日本の先進的な科学技術と優良な高等教育に魅了され、いつか機会があったら勉強と交流のために日本へ行くことを希望しておりました。

幸い、2014年10月にその望みがかない、私は電気通信大学の留学生試験に合格して沈研究室の博士課程の学生となりました。美しいキャンパス、便利な生活条件、完備した実験設備、及び競争力のある学術的雰囲気が気に入りました。さらに、専門分野の豊富な知識、学術に対する真摯な態度、他人に対する優しい思い遣りをお持ちの沈青教授を、心から敬慕しております。沈先生のご指導と研究室の皆さんのご協力のおかげで、私は多くの知識を身につけて博士課程を修了し、博士の学位を取得することができました。

私がこのように順調に卒業できたのは、また、電気通信大学による外国人留学生への援助、中国大使館による協力、日中両国

の政府による国際学術交流の重視と推進、によるものです。ここで改めて深く感謝申し上げます。

現在、私は特任研究員の身分で沈青教授の研究室で頑張っております。今後は日中両国の科学と文化の交流に、自分の力を捧げたいと思います。

以上、簡単ですが、これをもって私のお礼のことばといたします。

(3) 各受賞者の研究の概要

3.1 張耀紅氏の研究

博士課程前半での研究は以下の原著論文にまとめられている。(ア)「光電効果及び光触媒性能を向上させるイットリウム添加 BiVO₃ 薄膜電極」(イ)「色素増感太陽電池用レニウム色素のための中性または陰性テトラゾールをベースとする配位子」

(ウ)「近赤外成分の感度を有するアゾールクロモフォア含有非対称ルテニウム

(II) 増感色素 (チオシネートフリ一)」。

博士課程後半では「量子ドット太陽電池の安定化と高効率化」を目指して PbSe 量子ドットの試作と基礎評価を行い次の成果を挙げた：PbSe、PbS コロイド量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池を作製し、各界面に対して様々な有機分子と無機分子による界面修飾を行うことにより、太陽電池の変換効率の向上と安定化の向上に成功した。さらに、過渡吸収分光法と開放電圧の過渡応答測定法などを用いて、界面電荷分離と再結合ダイナミクスを解明し、界面修飾によるこれらの界面電荷[]移動ダイナミクスの変化と効率向上および安定化向上との関連性を明らかにした。2016年から2017年にかけて10編の原著論文を発表しているが、筆頭著者の2編は (A)

「コロイド量子ドット太陽電池の正孔輸送有機分子層付与による改善」(B)「PbSe 量子ドットヘテロ接合太陽電池の安定化」と題する。結晶成長を必要とせず、波長特性の優れた PbSe 系量子ドット太陽電池の課題であった高効率化、および安定化に顕著な貢献をした業績と認められる。短期間にまとめた成果を挙げていることは申請者の粘り強さと集中力をあらわしている。

3.2 孫一歌氏の研究

社会の発展に伴うエネルギー問題と環境問題を同時に解決するには電気自動車、ハイブリッド自動車などのクリーン技術の飛躍的發展が必要であるとし、リチウムイオンキャパシター・バッテリーの先端的な研究を行っているグループで学習・研究を行いたいと述べている。新素材として注目されている単一分子膜材料グラフェンの多層化を課題とし、有効表面積を減ずることなく多層化する手法を研究課題として取り上げた。

これまでに得られた成果は7編の原著論文にまとめられている。

「グラフェンとリチウムイオンの非対称構造を持つ高エネルギー密度キャパシター」Journal of Power Sources誌、およびJournal of Material Chemistry(いずれも筆頭著者)

「リチウムイオンバッテリーないしナトリウムイオンバッテリーの陽極材料としてのグラフェン酸化物とグラファイト酸化物からの還元生成物の比較」

Nanoscale 誌(筆頭著者)

「スーパーキャパシターにおけるグラフェンと液体電解質の相互作用」

Electrochimica Acta誌(7人の共著論文)

全体として大きな目標に向かって進行中のグループ研究でグラフェン積層膜のふるまいを丁寧に分析する研究を粘り強く遂行しており、今後の成長が期待される若手研究者である。

3.3 孫理天氏の研究

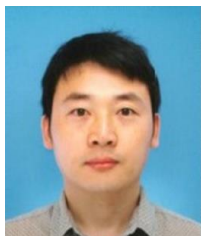
孫理天氏は浙江大学で学士号を取得後2010年10月に東京大学工学系研究科電気工学専攻に入学し、柴田直教授の指導の下に画像からのオブジェクト検出の研究により修士を取得した。この研究に関してはIEEE Trans. CSVT の論文として出版されている。2012年には博士課程に進学、柴田教授の退官に伴い相澤清晴教授の指導の下で画像の審美性評価の研究を行った。これは画像処理のみならず、心理学を含む幅広い分野の知見に基づく研究であり、画像の複雑さの計量と、それに基づく審美性評価のモデルを提案した。具体的には、まず、数十枚の写真の視覚的な複雑さを、形・色・テクスチャ・構図といった視覚的な属性から算出し、つぎにこのようにして算出した複雑性の指標と画像の美しさの主観的評価との関係を検証した。さらに、公開されている大規模な写真データセットのデータを用いて、画像の美しさの主観的な評価を予測する実験を行った。ここで提案したアルゴリズムは、深層学習法よりも高い予測精度を達成したのみならず学習に要する計算量においても深層学習法よりも優れている。これらの成果は、すでに数編の国際会議論文、さらにこの分野での主要な国際的学術誌の論文として発表されている。

博士課程在学中に6ヶ月間、マイクロソフトディベロップメント(株)でのインターンシップも経験しており、2016年11月には博士課程を修了、現在は(株)デンソーに在職している。

2017年度中国人留学生研究奨励賞を受賞して 張耀紅・孫一歌・孫理天

(1) 張耀紅 (ZHANG, Yaohong)

電気通信大学 博士研究員 (2017.9～)



私は初めて日本の電気製品に触れたとき、日本製の製品の精細なデザインと優良な品質に感銘を受けました。この時から、日本の先進的な科学技術と優良な高等教育に魅了されており、

いつか機会がありましたら、勉強と交流のために日本へ行くことを期待しておりました。

最初、日本に対して持っていた印象は、高度な技術力を持つ経済大国ということでした。そのため、日本に渡って最先端の科学技術を学びたいという願いを叶えるため、日本に留学しました。日本に来てからは、日本人の勤勉さや仕事に対する真面目さ、努力を欠かさないことなどが印象に残りま

した。

2014 年 10 月、私は沈青教授研究室の博士の身分として電気通信大学に入学しました。入学した当時は、美しいキャンパス、便利な生活条件、完備された実験設備及び競争力のある学術雰囲気という点が気に入りました。

しかし時間が流れるとともに、日本に来たばかりに感じた新鮮味がな



くなり、孤独感を感じるようになりました。私はあまり日本語が上手ではなかったため、日常生活ではたくさんの困難に出会いました。そして、家族や友達への想いが膨らみ、また、母親の手作り料理の味が懐かしく感じてきました。中国に戻りたいとも思いました。しかし、そこで沈青教授と研究室各メンバーと出会い、皆さんのご協力のもと、たくさんの友達を作ることが出来ました。そして電気通信大学の日本語授業にも参加してからは、生活も気持ちもより良い方面に変化しました。

その後、私は自らの精力を博士の研究に注入しました。研究を開始した当初は、実験の中ではたくさんの問題に直面しましたが、皆さんの協力もあり、最終的に全て解決出来ました。研究室の皆さんには、本当に心から感謝しています。三年間の努力が実り、沈青教授から渡された課題を達成することが出来ました。そして、去年の 9 月 29 日に博士学位取得をしたことで、日本での長い留学生生活を無事に終えることが出来ました。これは、嬉しい気持ちとともに懐かしい思い出で胸がいっぱいです。振り返って見ると、日本に来てから博士課程を修了するまで、充実した留学生生活を過ごすことが出来たと思います。

博士の学位を取得したのちも、私は特任研究員の身分として電気通信大学の沈青教授の研究室で研究を続けます。現在は、日本での約四年に渡る生活を経て、私は日本の習慣や文化、環境等の様々なことに慣れ、心地よく過ごすことが出来ています。そし

て、これからも日本で科学に関する研究を続けることを希望しています。例え、ここから離れて中国に戻らなければいけない時が来たとしても、その時には日中の科学と文化の交流に少ないながらも自らの力を捧げたいと思います。



日本に留学したい学生とすでに日本に留学している学生に伝えたいことがあります。故郷の家族から離れて一人で全く知らない国に行くのは非常に大きな勇気が必要です。挫折と困難に出会うのは当然だと思いますが、是非強い信念と心を持ち、自らを支えてください。私は、留学を経験した後に、日本に来たことを後悔している人と未だ出会ったことがありません。また、科学の知識の勉強より更に重要なのは、日本の文化と生活の理念を了解することだと思います。これらの経験を中国にいる人達に伝えることで、日中関係の改善、お互いの理解を増進できると考えます。私たちの行動で日中の交流を促進し、平和を目指して人類社会の発展に力を捧げます。

(2) 孫一歌 (SUN, Yige)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構
先端的共通技術部門 エネルギー・環境材料研究拠点 先進低次元ナノ材料グループ



私は中国甘肅省蘭州市出身の孫一歌と申します。大学は中国西安理工大学材料学院でした。その後清華大学材料学院で修士号を取得しました。修士課程に在籍

している間、社会の発展に伴うエネルギー問題と環境問題は、一刻も早く解決しなければいけないと実感しました。根本的な解

決方法は既存のエネルギーを合理的に利用し、環境汚染を極力減らすことです。

電気自動車とハイブリッド自動車を取り入れることにより効率よく二酸化炭素の排出を減らすことができます。電気自動車の技術の決め手となるのはエネルギー貯蓄システムです。日本は自動車大国であると同時に電池に関する技術も大変秀でている国です。



以上の理由から、私はこのテーマで博士号を取得する決意をし、リチウムイオンキャパシター及びバッテリーの技術を学ぶために筑波大学大学院の入学試験に合格し、唐捷教授の研究室でリチウムイオンキャパシター及びバッテリーにおけるグラフェン基電極材料の創製と構造制御に関する研究を行うことになりました。

2014 年 4 月から 2017 年 3 月まで筑波大学と連携大学院制度を行っている物質・材料研究機構で NIMS ジュニア研究員として研究を行っていました。2017 年 4 月に博士課程修了後も引き続き NIMS で研究を続け、JST-先端的低炭素化技術開発プロジェクトにおいて次世代高性能蓄電デバイスの研究を進めるために、ポスドク研究員として研究をしています。

日本に来て 4 年目になりました。研究のみならず、言葉や文化などを多く学び、研究生活を送ってきました。最初は、言葉が通じなくて悩んだり、文化の違いに戸惑ったりしました。そのような経験は人生で初めてでしたが、それを乗り越え、大学卒業以来、久々に自身の成長を感じました。日本人の礼儀と真摯さが一番印象的です。研



究面においても、多くの得るものがありました。世界で最先端の設備を使用させて頂いたり、国際会議で発表を行ったり、世界一流の雑誌にも論文発表をしました。今後はこの貴重な経験を生かし、今後も切磋琢磨してより優れた研究成果が残せるよう努めます。また、日中の友好を願って、架け橋となるように尽力いたします。

最後になりましたが、この 4 年間、研究だけではなく生活面などからもサポートしてくださった私の恩師である唐捷先生に感謝の意を表したいと思います。また、周りの日本人々からはいつも親切していただき、私の日本での研究生活を順調に送ることができました。心から感謝しております。

今回、日中科学技術交流協会からこの賞をいただき、ありがとうございます。今後は、私は日中交流に貢献していきたいと考えています。

(3) 孫理天 (SUN, Litian)

(株) デンソー



このたび 2017 年度中国人留学生研究奨励賞を授与していただき誠にありがとうございました。大変光栄に存じております。

私は中国の浙江大学卒業し、2010 年に日本に参って、修士課程と博士課程を修了しました。画像からのオブジェクト検出と複雑さ特徴を用いた印象予測を主とした一連の取り組みを評価していただけたことは非常にうれしく思います。

柴田教授と相澤教授のご指導、ご支援のおかげと、厚くお礼を申し上げます。研究に関わる議論や執筆においては、多くの研究室のメンバーたちにご協力頂きました。また、四年間、支えていただいたヒロセ国際奨学財団にも、この場を借りて御礼を申し上げます。画像処理と機械学習を勉強し、多くの課題に取り組みました。最新の応用についても常にアンテナを張って研究者としての研鑽に日々励んでおります。日本に留学したことは、私にとって大変貴重な経験になりました。

私は、中国での学部時代は主に電子回路と電気工程の基礎を勉強しました。卒論は電子回路のマスクの印刷適正向けのリソグラフィシミュレーションをやりました。その時は画像処理の面白さを初めて感じました。先に日本に留学した友人の紹介で、柴



田先生がコンピューティングの観点から脳の働きを一般化した、脳の動作を抽象化し、そのデータ変換動作

を模倣する VLSI チップを作っているのを知りました。すごく面白いと思って、修士から柴田研究室に入り、画像からのオブジェクト検出というテーマに取り組みました。柴田先生が退官され研究室を移動することになったため、それまで勉強していた画像処理の知識を活かしつつ、より応用に近い分野でアルゴリズムの研究をしたいと考えました。相澤先生に紹介して頂いて、マルチメディア分野に入りました。新しい環境でたくさん面白い発想、技術を見習いながら、どんなテーマを研究しようか、またはどう進めたらよいかを考えでいた。相澤先生のご指導に沿って、動作認識、写真の美しさ予測、講演の視聴者の視線分析などの研究を行いました。最終的に「複雑さに関連した特徴を用いた主観的印象予測」についての研究を博士論文にまとめました。

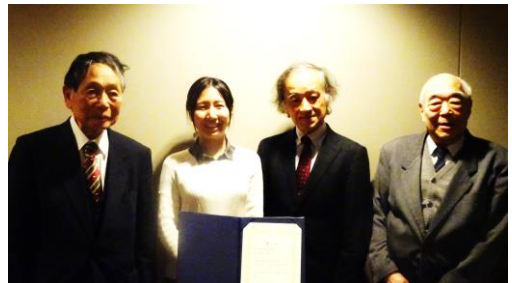
博士時代の研究対象とされてこなかった認知レベルの複雑さの研究は、試行錯誤の連続であり、悩ましい事例に頭を抱えることもあります。ですが、「主観印象の予測」

がもつ面白さ・深さに直接触れることができるということでもありました。と同じように考える、動く、交流するということは人工知能としての最終目標ですが、道程は遠く、更に裾野を広げ、少しでも役立つ知見を得られよう、研鑽を積んでまいりたいと存じます。

自分の留学体験を見ると、日本語をさらに勉強したらいいだと思います。リスニング・スピーキングの練習をしておけば、先生、研究室のメンバーたちと交流をもっと楽しめたかなと思っています。私は特にリスニングがもっとできればいいのにと何度か思いました。

後輩へのアドバイスとしては、なるべく多くの研究者同士と出会い、話すことが大事です。いろいろなテーマに取り組んでいる研究者がどんなことを考えていて、何をしたいのかが分かり、自分の考え方との違いが分かってくると思います。それも研究の楽しみ方としてベストなことだと思います。

今回の受賞を励みとして、今後より一層精進してまいります。末筆ながら日中科学技術交流協会関係者の皆様に重ねてお礼申し上げますと共に、皆様のご健康とご活躍をお祈りいたします。



2017 年度中国人留学生研究奨励賞受賞者の 研究報告の概要

2018 年 1 月 11 日 於 東京大学山上会館 B01 会議室

授賞式に引き続き、同日 14 時から、今回の受賞者 3 名による研究報告会が行われました。なお、各受賞者の研究報告に先立って、それぞれの指導教員であられた沈青先生、唐捷先

生、柴田直先生から、受賞者の研究の特色などについて簡単なお紹介を頂きました。以下は各受賞者の研究報告の概要です。

1. 太陽電池とペロブスカイト太陽電池における界面修飾と界面電荷ダイナミクス

電気通信大学 張 耀紅

現在エネルギーと環境問題はますます深刻になってきたため、無尽蔵で安全なエネルギー源である太陽光の活用が強く望まれている。しかし、太陽エネルギーは大きな可能性があるにも関わらず、現在ごくわずかしかなら利用されていない。その原因は、太陽電池の作製コストが高く、かつ変換効率が十分には高くないことにある。最近、コロイド量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池は安価な溶液法で作製可能であることと理論変換効率は高いため、次世代太陽電池として注目されている。しかし、これらの次世代太陽電池を実用化させるためには、さらなる高効率化と安定化の実現、そのメカニズムの解明に関する基礎研究は不可欠である。特にこれらの太陽電池の各界面における電荷分離と再結合過程の解明、界面電荷ダイナミクスと太陽電池の光電変換特性および安定化との関連を明らかにすることが鍵となる。

そこで本研究では、PbSe、PbS コロイド量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池を作製し、各界面に対して様々な有機分子と無機分子による界面修飾を行うことにより、太陽電池の変換効率の向上と安定化の向上に成功した。さらに、過渡吸収分光法と開放電圧の過渡応答測定法などを用いて、界面電荷分離と再結合ダイナミクスを解明し、界面修飾によるこれらの界面電荷移動ダイナミクスの変化と効率向上および安定化向上との関連性を明らかにした。具体的に以下の3つの内容である。

(1) PbSe 量子ドット太陽電池の界面修飾と界面電荷分離・再結合ダイナミクスについて研究を行った。

まず、新しい方法を提案し安定な PbSe 量子ドット溶液の作製に成功した。次に、異なる4種類のリガンド分子(2種類の有機分子と2種類の無機分子)を PbSe 量子ドットの表面パッシベーションに適用し、PbSe 量子ドット薄膜を形成した。これらのリガンドの違いによる PbSe 量子ドット膜の空気中での安定性の変化、PbSe 量子ドット膜のエネルギー準位の変化、PbSe 量子ドット太陽電池の光

電変換特性の変化について詳しく調べた。さらに、過渡吸収分光法により量子ドット界面における電荷移動速度定数のリガンド長さ依存性とそのメカニズムを検討した。また開放電圧の過渡応答測定により PbSe 量子ドットにおける光励起キャリアの寿命と再結合過程のリガンド分子依存性を明らかにした。これらの結果により、適切な量子ドット界面修飾方法を確立できれば、空気中で安定でありさらなる高効率化である PbSe 量子ドット太陽電池の構築ができることが判明した。

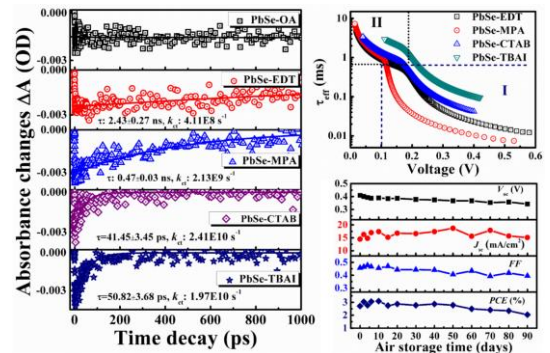


図1. 他リガンド分子と比較し、TBAI リガンド分子によって修飾された PbSe 量子ドット溶液がより速い電荷移動速度定数であることを示し、本質的にはトラップを介したホール再結合が抑制され、実効的なキャリア寿命が長かった。そのため、PbSe-TBAI コロイド量子ドット太陽電池は光電変換効率が 3.53% を達成し、かつ空気中で長期間に渡る安定化を実現した。

(2) PbS 量子ドット太陽電池の界面修飾と界面電荷再結合の抑制について研究を行った。

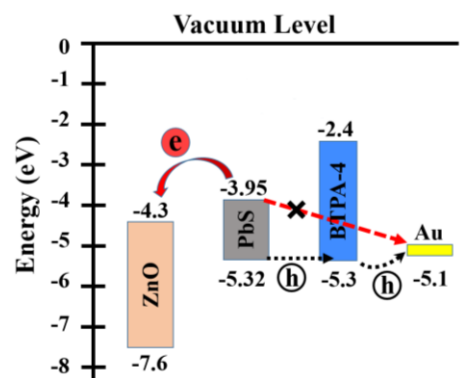


図2. ZnO ナノワイヤ、PbS 量子ドット、BTPA-4、Au における各エネルギー準位の模式図

従来の PbS 量子ドットヘテロ接合型太陽電池のデバイス構造の中に、PbS 量子ドット層と Au 電極との界面に BTPA-4 という新しい有機小分子層をホール選択層として導入することを初めて提案した。これにより、PbS 量子ドット太陽電池の開放電圧の向上に成功した。そのメカニズムを解明するために、開放電圧の時間応答と交流インピーダンスの測定を行った。その結果より、BTPA-4 ホール選択層の導入により、PbS 量子ドット層と Au 電極の界面での再結合を著しく抑制できたため、PbS 量子ドット太陽電池における光励起キャリアの寿命が長くなり、開放電圧が向上できたことが明らかになった。さらに、この有機小分子 BTPA-4 を導入した PbS 量子ドット太陽電池は空气中で 100 日以上保存しても安定であることを実証した。この結果より、提案した BTPA-4 ホール選択層は従来の有機ホール選択層より安定であり、量子ドット太陽電池に応用できることが判明した。

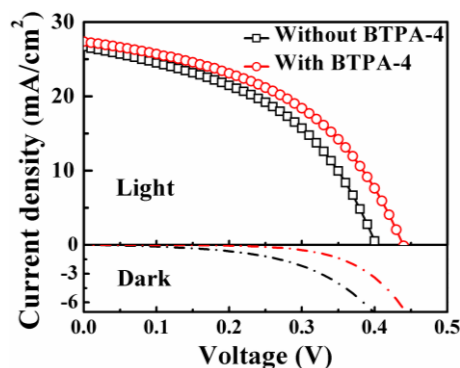


図 3. PbS 量子ドット太陽電池において、ホール選択層として機能する BTPA-4 が有無の場合の電流-電圧特性

(3) ペロブスカイト太陽電池の新しいホール輸送層の導入と界面電荷再結合の抑制について研究を行った。

ペロブスカイト太陽電池は最近の 5 年間で大変盛んに研究されている。従来ペロブスカイト太陽電池では、Spiro-OMeTAD をホール輸送層としてほとんど使われているが、Spiro-OMeTAD のコストが高いことは大きな課題であり、新しいホール安価な輸送層の開発が強く望まれている。そこで本研究では、Spiro-OMeTAD より安く合成できる 3 種類の異なる分子構造の新しいホール輸送層 (BTPA-4, TPA-5 と BTPA-6) をペロブスカイ

ト太陽電池に導入し、界面電荷再結合と光電変換特性への影響について検討した。

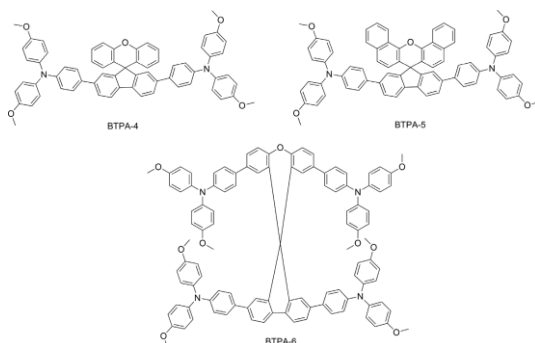


図 4. ホール輸送材料 3 種類の分子構造

その結果、ペロブスカイト層とホール輸送層の界面における電荷再結合と光電変換特性はホール輸送層の分子構造に強く依存することを見出した。その中で、BTPA-6 を用いた場合には、ペロブスカイト太陽電池の変換効率は 14.4% に達成し、従来の Spiro-OMeTAD を用いた場合の変換効率 (15.0%) とほぼ同レベルであった。さらに、BTPA-6 を用いた場合のペロブスカイト太陽電池の安定性は Spiro-OMeTAD を用いた場合のペロブスカイト太陽電池の安定性より良い結果が得られた。BTPA-6 は有望なホール輸送材としてペロブスカイト太陽電池に応用できることが判明した。

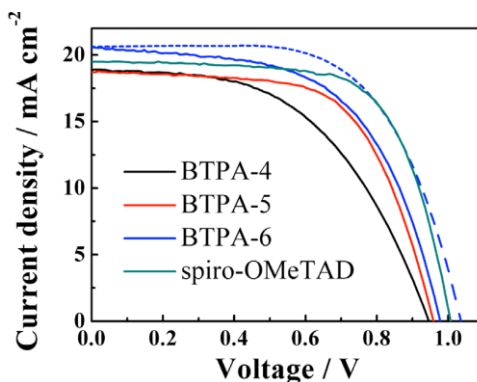


図 5. BTPA-4, BTPA-5, BTPA-6, Spiro-OMeTAD によるペロブスカイト太陽電池の電流-電圧特性

以上の 3 つの研究内容の結果より、今後量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池のさらなる高効率化と安定化の実現に重要な知見を与えることが明らかになった。

2. 高性能リチウム蓄電デバイス用グ

ラフェン材料開発

物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 エネルギー・環境材料研究拠点 先進低次元ナノ材料グループ

孫一歌

(1) MoS_2 /グラフェン複合体ベースのリチウムイオンバッテリーの開発

リチウムイオン二次電池のアノード電極材料として、 MoS_2 /グラフェン複合体が知られている。グラフェンナノシート上に MoS_2 層を成長させているが、このような複合体において、グラフェンナノシートと MoS_2 層との組み合わせによる特性向上は見られていない。また、 MoS_2 層の結晶性は高いが、 MoS_2 層間に十分な空間がなく、リチウムイオンの吸蔵・放出を困難とするため、容量が小さく、なおかつ、リチウムイオンの吸蔵・放出に伴う体積変化により壊れる恐れがある。

本課題は、体積変化を抑制し、サイクル特性に優れた電極活物質、その製造方法、それを用いたアノード電極材料、および、それを用いたリチウムイオン二次電池を提供することである。このように本課題のリチウムイオン二次電池は、本課題の電極活物質からなるアノード電極材料を用いるので、グラフェンシートおよび MoS_2 シートによる導電性に優れるだけでなく、三次元空間を利用した Li イオンの移動を促進し、速い電子移動が達成される（図2）。また、アノード電極の平均電圧を低下させることができるので、電池全体として作動電圧範囲が増大する。さらに、グラフェンシートおよび MoS_2 シートが所定の極薄のシートであるので、柔軟性に優れ、 Li イオンの吸蔵・放出に伴う体積変化に追従できる。その結果、電極活物質が壊れることがないので、アノード電極の長寿命を可能にする。本課題のリチウムイオン二次電池は、ノートパソコン、携帯電話等のポータブル電子機器等に利用され得る。

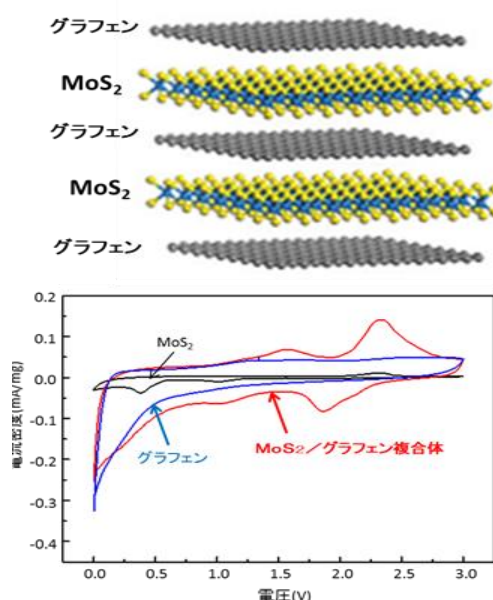


図 1. MoS_2 /グラフェン複合体の模式図とサイクリックボルタモグラム

(2) グラフェンベースのリチウムイオンバッテリーの開発

負極活物質は、電池の中では還元剤として機能する。炭素負極の研究は高レート化、低不可逆容量化、大容量化とさまざまな方向に展開しているが、容量に関していえば、 C_6Li

黒鉛層間化合物の理論容量限界値 372 mAh/g を超える容量の低温焼成炭素等が種々提案されている。

本課題は、高い充放電容量、ハイレート特性、サイクル特性、高密度特性を兼ね備えた高性能負極を目的に、オリジナルの平行グラフェン (POG) を開発し、レート特性を向上させる電極材料、その製造方法、および、それを用いた蓄電デバイスを提供することであった。私達の開発したオリジナルの平行グラフェン (POG) は、 917 mAh/g 以上の比容量を有している（図1）。電極材料、高い電流密度においても、高い比容量有するので、保持特性にも優れており、電極材料に有利である。

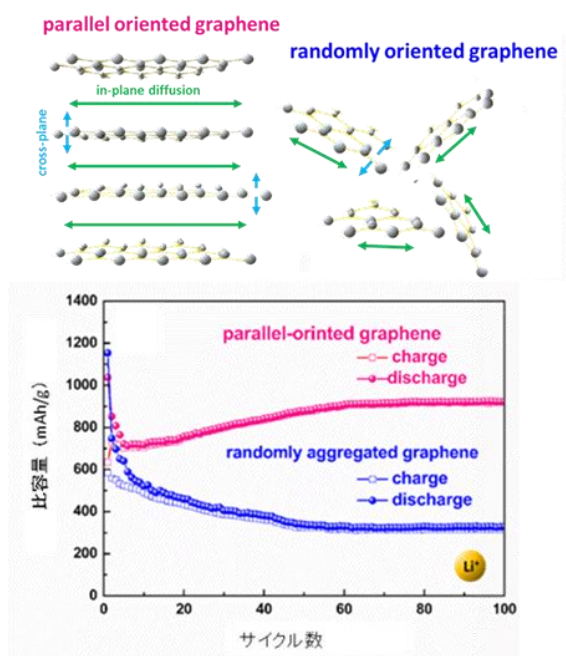


図 2. パラレルグラフェンの模式図と充放電サイクル特性

(3) グラフェンベースのリチウムイオンキャパシターの開発

蓄電デバイスとして、電池とキャパシターがある。電池は電荷を物質の内部に化学結合の形で蓄える。キャパシターは電荷を物質の表面に電子の状態で蓄える。本質的に異なるデバイスであった。ところが、1980 年頃、合成金属（ポリアセチレンからグラファイトまで）が登場した。リチウム原子からみて、サブナノサイズの間隙は物質の内部なのか、表面なのか。ドーピングは化学結合なのか、物理吸着なのか。リチウムを利用する新しい高性能蓄電デバイスが研究され始めた。

業のリチウムイオンキャパシターとしては活性炭正極・グラファイト負極を使用した。エネルギー密度は 30 Wh/kg くらいである。本課題はカーボンナノチューブ/グラフェン複合体 (SG) 正極・ドーピングカーボンナノチューブ/グラフェン負極 (Li-SG) を使用する (図 3)。我々は化学的処理によりグラファイトから作製したグラフェンのカーボンナノチューブスパーサーとした積層構造を創製した。この積層グラフェンをキャパシター電極とし、従来にない高性能を開発した。

リチウムイオンキャパシター性能を向上させるには、電極の表面積を大きくすることと導電性を向上させることが何よりも求められる。電極の表面積を大きくするため、なるべく単層化したグラフェンを積層し、グラフェンの層間に電解液が流出入できる間隙を確保するため、導電性に優れ、直径の小さい単層のカーボンナノチューブをスパーサーとして用いた。

その結果、電極材料として 200 Wh/kg 以上のエネルギー密度を有するリチウムイオンキャパシターを創製することができた (図 4)。これは電極材料、高い電流密度においても、高い比容量有するので、保持特性に優れており、電極材料として有利である。

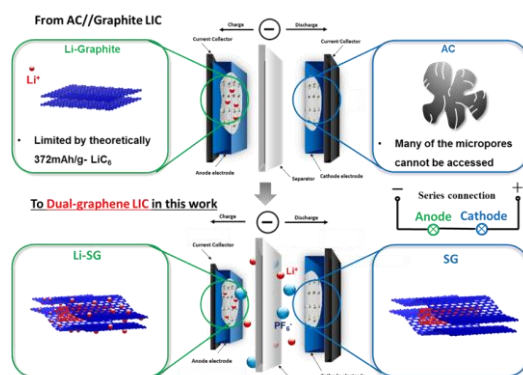


図 3. グラフェンベースのリチウムイオンキャパシターの模式図

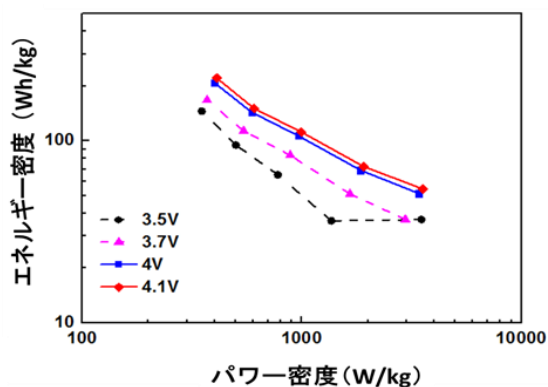


図 4. グラフェンベースのリチウムイオンキャパシターのラゴンプロット

3. 画像からのオブジェクト検出と複雑さ特徴を用いた印象予測

株式会社デンソー 研究開発 1 部 センシングシステム開発室 孫理天

人のコンピュータへの依存度は増える一方です。乗車経路を探したり、天気を通報してくれたりしますが、今後、様々な情報の自動的な分析を望むようになるでしょう。しかし、視覚情報を人間と同じように理解するのはいまだにとっても難しい。目の前に何があるか、人間がどこに注目しているか、どう感じるかをコンピュータが理解するためには、画像からのオブジェクト検出と印象予測が必要です。

修士の研究テーマはハードウェア実装向け物体抽出アルゴリズムでした。私の研究では、「画像の特徴ベクトルによってテクスチャ分析」と「階層的多重解像度プロセスによる輪郭抽出」という 2 つに焦点をあて、複雑な背景からの物体抽出アルゴリズムをハードウェア実装しやすい形に変えることで、さらなる高速化や省電力化を実現することでした。

そのアルゴリズムの概略次の通りです。エッジ検出とテクスチャ分析を総合的に用いることで、画像中の最も特徴的な領域を検出し、画像中の被写体のオブジェクトの領域をその位置を含めて抽出します。

まずは図 1 で示すように、元画像から勾配マップを計算して、ローカルな閾値とグローバルな閾値を決め、輪郭抽出用エッジマップとテクスチャ分析用エッジマップを抽出します。従来のエッジ検出アルゴリズムには、カーネルの大きなガウスフィルタが必要であり、その計算量のためにハードウェア実装には不都合でした。これに対して、私は、階層的多重解像度処理による輪郭抽出アルゴリズムを開発しました。多重解像度のエッジマップから解像度の回復の過程を図 2 で示します。図 3 で示すように、提案手法で抽出した輪郭は従来の Canny メソッドより簡潔、大きいカーネルの Bilateral filter の結果より背景を取り除けることを確認できます。さらに、研究室で開発した回路実装された主方向線分へのプロジェクションを改良しました。主方向線分プロジェクション手法を改善して、

テクスチャ分析ために用いました。図 4 のア) の上部はテクスチャのクラスターを示します。

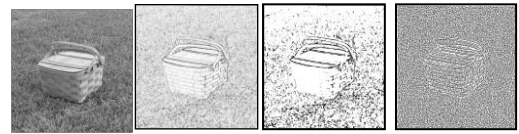


図 1: (左から右へ) 元画像、勾配マップ、輪郭抽出用エッジマップとテクスチャ分析用エッジマップ

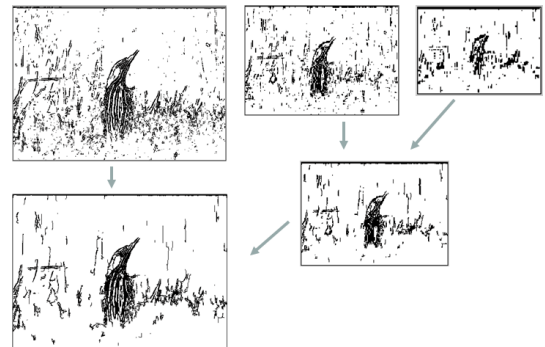


図 2: 多重解像度のエッジマップからの解像度の回復

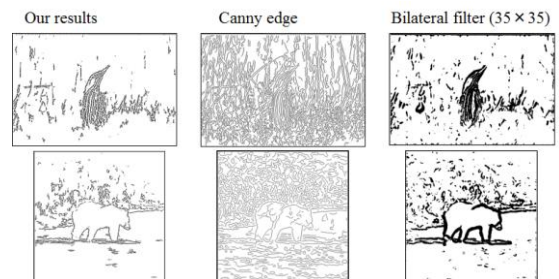


図 3: 輪郭抽出結果の例

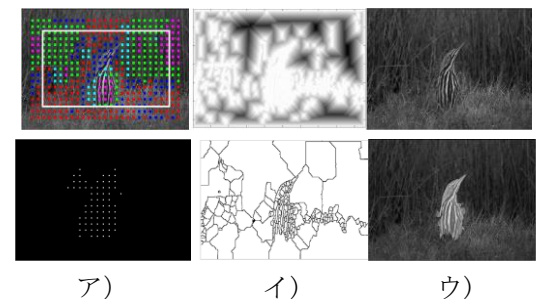


図 4: ア) テクスチャ特徴量のクラスタリング結果と画像中央に想定した物体領域；イ) 輪郭から領域情報に転換した結果；ウ) 元画像と検出した物体領域

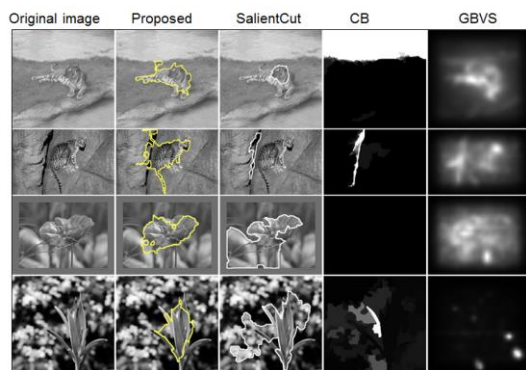


図 5：輪郭抽出結果の例

最後は図 4 のようにテクスチャと輪郭の情報を統合して、物体の領域を検出します。結果の例は図 5 で、他の手法と比べて、この提案アルゴリズムにより、自然情景から動物などのオブジェクトを正しく抽出できることを示した。この研究成果は、画像処理のトップジャーナルの一つである IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology に論文として出版しました(1)。

博士課程では、ハードウェア志向であった修士課程とは、テーマを大きく変えて、「複雑さに関連した特徴を用いた主観的印象予測」というテーマの研究を行いました。近年では、画像をはじめとしたマルチメディアのコンテンツに対して人間が直感的・洞察的にとらえる印象を工学的に扱い、画像の評価をはじめ、使い易いインターフェース、コンテンツ制作などに応用する研究が進んでいます。一般的な方法は、印象に影響である特徴量を抽出して、機械学習を活用して印象を予測する手段がとられる。最も重要なことは、どのような特徴量が人間の印象に影響があるかという点になる。従来、プロ製作者の視点からまとめたルールに基づいた特徴量の計算が行われている。一方、心理学によれば、適度の認知の負荷がある画像、すなわち適度に複雑な画像に対して、人はより好ましく感じるという知見がある。そこで、私は、複雑性を示す特徴量を用いて視聴内容の「美しさ」を検討しました。

心理学の知見によれば、美しさの主観的な評価は、対象の複雑さに、山なりのカーブで依存しており、複雑さが高すぎても、低すぎても、美しさの評価は低い、適度な複雑さが高い評価を与えるといわれている。まず、この知見の検証試験を行い、検証した特徴に

基づいて、写真の視覚的な複雑さを形、色、テクスチャ、シャープさ、構図といった視覚的なアトリビュートから計量しました。形の計算は図 6 のように画像から抽出した物体たちの輪郭を楕円に近似し、楕円の統計的な指標を形の特徴量として使います。さらに、図 7 のように画像の内容をサイズ、背景とコントラストにより階層的に分けて、階層ごとの複雑さ特徴量を計算します。



図 6：形の計算例

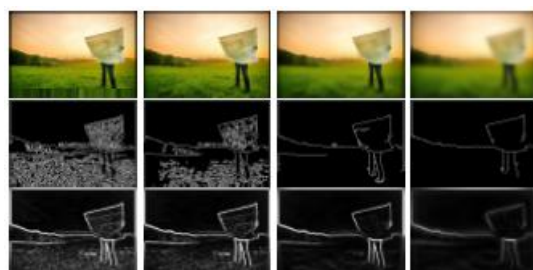


図 7：階層に分けられた内容の例

次に、複雑性と審美性の関係を検証しました。そのために、画像の複雑性評価を集める試験サイトを構築し、数十枚の写真の複雑さのラベルを多数のユーザーから集めて、検証を行いました。ユーザーから集めた複雑さラベルによる画像例を図 8 に示します。



図 8：ユーザーから集めた複雑さのラベルによる画像例



図 9：複雑さ計算モデルによる画像例

提案した特徴量を用いて、複雑さのラベルの計算モデルを機械学習で作りました。公開されている大規模な写真データセットの写

真の複雑さラベルをこのモデルで計算しました。結果の画像例は図 9 です。ユーザーから集めったラベルと同じように複雑さを計算できることを確認しました。また、計算した複雑さラベルと公開された美しさラベルの関係を検証しました。図 10 で示すように、「Cityscape」類写真は複雑さが上がるほど、美しく、逆に「Floral」類の写真は簡単なほど、美しいと思われることを確認しました。(図 12)。図 13 の画像例を見ると、この現象が理解できるように思います。「Cityscape」類写真はもともと複雑です。一方、「Floral」類の写真は簡単な構図になる傾向があります。この実験を通して、写真に対して複雑性と審美性の関係が存在することを確認しました。ただし、内容による関係が異なります。

さらに、公開されている大規模な写真データセットを用いて (100 名が点数をつけた 25 万枚のデータセット)、画像の主観評価の複雑さに基づく予測手法を実験しました。結果の例を図 14 に示します。TP と TN は正しく予測した画像例、FN と FP は失敗した例です。提案したアルゴリズムはディープラーニングを用いた既存手法 (75.89%) より高い予測精度 (76.26%) を達成することができました。この成果は、マルチメディア分野のトップジャーナルの一つである Multimedia Tools and Applications (Springer) に論文として出版されています (2)。

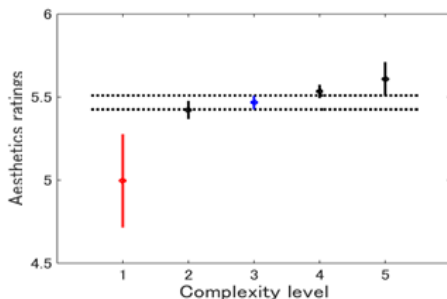


図 10 : 「Cityscape」類の美しさと複雑さの関係

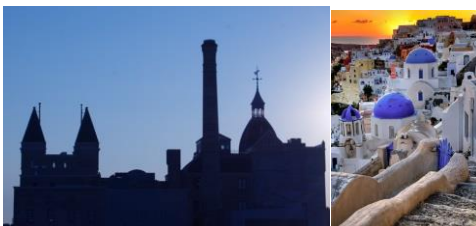


図 11 : 「Cityscape」類の画像例

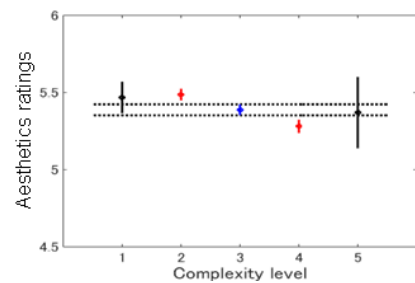


図 12 : 「Floral」類の美しさと複雑さの関係



図 13 : 「Floral」類の画像例



図 14 : 美しさの予測結果 (TP: True Positive; TN: True Negative; FN: False Negative; FP: False Positive)。

参考論文

(1) Sun, Litian, and Tadashi Shibata. "Unsupervised object extraction by contour delineation and texture discrimination based on oriented edge features." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 24.5 (2014): 780-788.

(2) Sun, Litian, Toshihiko Yamasaki, and Kiyoharu Aizawa, "Photo aesthetic quality estimation using visual complexity features." Multimedia Tools and Applications (2017): 1-25.



研究報告会における有山理事長の講評

弁天さまと学問の話

副理事長 藤崎 博也

一口に日中の文化の交流といっても、ごく近代まではきわめて一方的な流れであったが、さらにその流れの源は、仏教をはじめ、インドに発するものが少なくない。そのひとつの例が日本の七福神の中の唯一の女神「弁天」である。

「弁天」のルーツは古代インドの水の神サラスヴァティーで、西北インドにあった大河をヒンドゥー教で神格化した「豊穡」の女神であり、川の流れの連想から音楽、弁舌、学芸、智慧を司る神として崇められるに到った。古来、インドでは、ヴィーナという琵琶に似た楽器を携えた美しい女神として表現されることが多い。

この信仰は、現在でもインドではごく日常的に見られ、たとえば筆者が出席した多くの国際／国内会議の開会式では、必ずといってよいほど、サラスヴァティーへの祈りと歌が捧げられ、さらに主要な参加者により、「灯明」への点火の儀式が、荘重な雰囲気の中で行われている。なお、ヒンドゥー教の他の神々と同様、サラスヴァティーには多くの別名があり、また地方ごとに呼び名が異なるが、信仰の対象としては同一の神である。

サラスヴァティーの信仰が中国に伝えられた正確な年代は不明であるが、西暦 5 世紀の中国の五胡十六国時代に漢訳された「金光明最勝王経」の中の「大弁才天女品」には、

弁才、智慧の神としての性格に加えて、多数の武器をもつ国家鎮護の戦神としての性格が記されている。

弁才天の信仰が日本に伝来したのは奈良時代で、東大寺の法華堂（三月堂）の立像が日本最古のものとして知られている。

また、インドの河の神としての性格が伝えられ、平安時代に活躍した佛僧たちによる日本各地の治水に関する事跡と関連して、それらの水辺に弁天社や弁天堂などが設けられた。

なお、サラスヴァティーの漢訳は「辯才天」であるが、日本ではのちに「辨財天」とも書かれるようになった。前者の「辯才」は「言語の才能」を、後者は「財産をおさめる」を意味し、明らかに異質のものであるが、次第に混同されるようになり、近世ではもっぱら財宝神として信仰されるようになった。

特に、当用漢字ではいずれも「弁」であり、両者の区別がないことも混同の一因である。我々が通常目にする七福神の中の弁天は、姿は学芸神であるが、その役割は財宝神である。習慣とは恐ろしいもので、この矛盾に気づく人はほとんどいない。

目 次

1. 巻頭言
和魂漢才、和魂洋才、漢魂洋才、そしてグローバル
コモンズへ
協会員 東京大学名誉教授 岩田修一 1
2. 2017 年度中国人留学生研究奨励賞授賞式
副理事長 藤崎博也 2
3. 2017 年度中国人留学生研究奨励賞を受賞
して
張耀紅・孫一歌・孫理天 5
4. 2017 年度中国人留学生研究奨励賞受賞者
研究報告の概要
張耀紅・孫一歌・孫理天 8
5. 弁天さまと学問の話
副理事長 藤崎博也 16