



ジア古代における世界秩序の変動」

第61回 2017.11.18

- ①山根直生（福岡大学）「五代後周世宗朝をめぐる『だれが』『いつ』『どこで』」
- ②瀬戸林政孝（福岡大学）「近代中国の商品取引における品質問題と品質検査」

第62回 2018.01.20

- ①廣瀬憲雄（愛知大学）「東部ユーラシアと東アジア —政治圏と文化圏の設定—」
- ②遠藤総史（大阪大学）「宋徽宗期における天下理念の拡大とその背景」

第63回 2018.02.13

- ①荒木雪葉（福岡大学）「『論語』先進篇「由之鼓瑟」章に見る楽器演奏」
- ②山口智哉（台北大学）「日本統治時代台湾における祝祭と社会統合」

## 【研究業績】

紙屋正和

<著書>

紙屋正和：漢代郡県制の展開、復旦大学出版社、2016年

<学術論文等>

紙屋正和：漢時代における郡県制の変化、歴史はもっともっとおもしろい（福岡大学人文学部歴史学科編）、近刊

則松彰文

<学術論文等>

- 1) 則松彰文：アヘン戦争の真相・深層、歴史はもっともっとおもしろい（福岡大学人文学部歴史学科編）、近刊
- 2) 則松彰文：書評 岸本美緒著『風俗と時代観』『地域社会論再考』、史学雑誌、125(10): 1751-1761、2016年

山根直生

<学術論文等>

- 1) 山根直生：宋代中国「文治主義」の実態、歴史はもっともっとおもしろい（福岡大学人文学部歴史学科編）、近刊
- 2) 山根直生：五代洛陽の張全義—「沙陀系王朝」論への応答として—、集刊東洋学、114:48-66、2016年

3) 山根直生：陝西省大荔県九龍泉調査報告、九州・シルクロード協会会報、25:10-12、2015年

<学会発表等>

- 1) 山根直生：試論宋代士人之前形態—以五代洛陽張全義一党為例—、2015游於藝：十一至十四世紀士人的文化活動與人際網絡 國際學術研討會、2015年6月12日、台湾（桃園市、長庚大学）
- 2) 山根直生：五代後周朝の『爪牙』—“沙陀系王朝”の側近とはだれか—、第17回七隈史学大会 外国史部会小シンポジウム、2015年09月26日、福岡大学
- 3) 山根直生：五代後周朝再考、2015年度広島史学研究会大会東洋史部会、2015年10月25日、広島大学
- 4) 山根直生：“沙陀政權”は哪些人？—五代後周朝之中國歴史上的意義—、首屆中日青年學者宋遼西夏金元史研討會：“十一十三世紀东亚史的新可能性”、2016年9月25日、中華人民共和國（上海、復旦大学）
- 5) 山根直生：“沙陀系王朝”は哪些人？—五代後周朝之中國歴史上的意義—、2016年10月5日、台湾（台北市、中央研究院歷史語言研究所）
- 6) 山根直生：唐宋兩朝的地理樣態與邊界——從階級分析談起、第二屆宋遼西夏金元史的日中青年學者的交流會、2017年9月3日、大阪市立大学
- 7) 山根直生：在外研究報告 現代台湾祠廟に見る中華圏の信仰、第19回七隈史学会外国史部会、2017年10月1日、福岡大学





海洋資源の持続的な発展のためには、日本だけでなく、世界的な規制・管理の枠組みを考える必要がある。本研究チームでは、海洋漁業資源の持続的利用のための国連海洋法条約、国連公海漁業協定、地域の漁業管理機関における加盟国の協力義務の構造に焦点を当て、公海自由の原則との関係および国内における漁業規制に与える影響について研究を行っている。

公法学の変容が進む現代において、法律専門家の役割はますます大きくなっている。そのような中、法律専門家をどのように養成するのかが重要な問題である。「研究業績」③はこの問題を、日独の比較を通じて検討している。

### 3 所見

主として以上のような研究がある。これらの研究は、近年の社会の急速な変動により、再考の必要を迫られている公法理論および制度に関する諸問題について、比較法的考察を通じて検討している。これらの研究は、具体的な問題に焦点を当てて検討しつつ、同時に公法理論がどのように発展してきたのかを検討している。そして、日本の対応についても検討し、最終的には国際的及び国内的にとるべき諸措置についての示唆を与えるものである。今後は、さらに現代における公法理論の諸問題を検討し、それらを総合的に分析し、変化が激しい現代社会における公法理論の在り方について提言を行いたい。

#### 【研究業績】

- (1) 折登美紀「保安林指定解除と訴えの利益」宇賀克也ほか編『行政判例百選Ⅱ（第7版）』（有斐閣、2017年）366頁
- (2) 折登美紀「町議会の懲罰動議提出による名誉毀損控訴事件」判例地方自治430号（2017年）
- (3) 折登美紀「公的部門の法律専門家の養成と大学教育——日独比較からみえてくるもの——」高橋明男編『日本型法治主義を超えて——行政の中の法の担い手としての法曹・公務員——』（大阪大学出版会、2018年）25頁
- (4) 實原隆志『『サイバーパトロール』の法的性質』憲法理論研究会編『対話的憲法理論の展開』（敬文堂、2016年）131頁
- (5) 實原隆志「女性の内密領域の保護と裁判所による法の継続形成の限界」自治研究92巻6号（2016年）142頁
- (6) 實原隆志「憲法適合的解釈についての比較法的検討 ドイツ」比較法研究78号（2017年）63頁
- (7) 實原隆志『『刑事訴訟法197条1項但書きの趣旨』の予備的考察』福岡大学法学論叢62巻3号（2017年）559頁
- (8) 實原隆志「国法学と実務の近さを批判する純粋法学的言説について」戸波江二先生古稀記念『憲法学の創造的展開 上』（信山社、2017年）
- (9) Takashi Jitsuvara, *Guarantee of the Right to Freedom of Speech in Japan—A Comparison with Doctrines in Germany, in CONTEMPORARY ISSUES IN HUMAN RIGHTS LAW 169* (Yumiko Nakanishi ed. 2017)
- (10) 武居一正「ベルギーの第6次国家改革と周辺コミュニケーション視聴任命拒否問題の解決」福岡大学法学論叢60巻4号（2016年）491頁
- (11) 武居一正「ベルギーの第6次国家改革（2012–14）と連邦化のゆくえ」憲法理論研究会編『対話的憲法理論の展開』（敬文堂、2016年）
- (12) 武居一正「ベルギー憲法裁判所の新権限：“連邦への忠誠”統制について」福岡大学法学論叢61巻4号（2017年）1071頁
- (13) 武居一正「ベルギー仲裁院による人権保障——そのテクニクを診る——」福岡大学法学論叢62巻4号（2018年）883頁
- (14) 桧垣伸次「合衆国最高裁と表現の自由——アメリカの『特殊性』——」ジュリスコンサルタス23号（2015年）43頁
- (15) 桧垣伸次「専門家による言論の法理」福岡大学法学論叢60巻4号（2016年）629頁
- (16) 桧垣伸次「ヘイト・クライム規制の憲法上の論点」法学セミナー736号（2016年）36頁
- (17) 桧垣伸次「政府言論とヘイト・スピーチ」福岡大学法学論叢61巻4号（2017年）1261頁
- (18) 桧垣伸次「日本におけるヘイト・スピーチ規制の現状」ジュリスコンサルタス25号（2017年）
- (19) 桧垣伸次『ヘイト・スピーチ規制の憲法学的考察——表現の自由のジレンマ』（法律文化社、2017年）
- (20) 守谷賢輔「人種差別撤廃条約における「人種差

別」と人種差別的表現の不法行為の該当性——大阪高判平成26年7月8日判例時報2232号34頁——」福岡大学法学論叢第60巻1号103-144頁(2015年)

- (22) 守谷賢輔「カナダ先住民に関する判決(1)」福岡大学法学論叢第60巻4号835-863頁(2016年)
- (23) 守谷賢輔「カナダ先住民に関する判決(2)」福岡大学法学論叢第61巻1・2号525-574頁(2016年)
- (24) 守谷賢輔「先住民の『土地権 (aboriginal title)』の根拠(1)——カナダの判例の生成と展開を手がかりに——」福岡大学法学論叢第62巻1号253-278頁(2017年)
- (25) 守谷賢輔「先住民の『土地権 (aboriginal title)』の根拠(2)——カナダの判例の生成と展開を手がかりに——」福岡大学法学論叢第62巻3号797-817頁(2017年)
- (26) 守谷賢輔「先住民の『土地権 (aboriginal title)』の根拠(3・完)——カナダの判例の生成と展開を手がかりに——」福岡大学法学論叢第62巻4号1011-1036頁(2018年)
- (27) 山下恭弘「重慶爆撃訴訟」新・判例解説 Watch18号(2016年)319頁
- (28) 山下恭弘「空襲被害者と国際法—重慶大爆撃訴訟を素材として」福岡大学法学論叢61巻4号(2017年)1343頁





知的資本報告書の比較を行うことにより、統合報告書の特徴を明らかにしようとした。その後の研究で、国際統合報告フレームワークで統合報告の想定される利用者が財務資本の提供者であると明確に述べられているため、サステナビリティ報告書が進化したものと考えられるよりも年次報告書に対する広範なアプローチから生じたものと考えられることが明らかになった。

また、主として、国際財務報告基準（IFRS）と我が国の会計基準の相違点に着目し、「連結基礎概念」の相違と「特別損益」の相違についても研究を行った。統合報告制度が徐々に進展すると、我が国と国際的な会計基準との考え方の相違が必ず障壁となる。そこで、なぜそのような相違が生じるのかという根本的な要因を探る上で、連結主体のディスクロージャーであることを踏まえて、連結基礎概念の相違を再検討し、実務上の関心が高い項目である特別損益の扱いの相違について深く考察することができた。特に、特別損益に関しては、これまで歴史的に遡るような調査研究は行われておらず、米国と我が国との歴史的な比較を通じて根本的な相違点を明らかにしたことは、大きな成果であったといえる。

統合報告時代においても、「連結」が主体であり、「特別損益」に該当する事象は頻繁に発生する。本研究成果は、統合報告が浸透する時代においても有意義な内容を示唆するものであると考える。

## 5. 統合報告と内部報告

セグメント情報は、外部報告情報でありながら内部報告情報の性格ももっている。そのセグメント情報の有用性に大きな影響を与えるのが報告セグメントの決定プロセスである。現行のわが国のセグメント情報開示基準は、IFRSとのコンバージェンスの結果、マネジメント・アプローチと呼ばれる報告セグメントの決定手法を採用している。マネジメント・アプローチは、企業の経営者が内部管理目的で利用している情報を投資者の投資意思決定情報として利用しようとするものである。このアプローチが機能すればより多くのセグメント情報が開示されるはずである。しかし、実際にはそれが期待されたほど機能していない。本研究では、その問題点を解決する方策として、①マネジメント・アプローチにより識

別された事業セグメントの数および名称を開示すること、②集約基準の要素をどのように満たしているのかを明確にすることを提案した。

## 6. 統合報告と税務会計

統合報告時代の影響を受け、税法もかなり、会計や会社法との統合、影響を受けている。

従来から、法人税法は、会計の影響を強く受けてきた減価償却、貸倒引当金等の項目と、会社法との統合が図られてきた役員給与等の項目、わが国の文化等の影響を受けてきた交際費、寄付金等の項目、世界経済の影響をうける国際課税の項目に分類できる。昨今、平成30年度法人税法改正において、新会計基準に基づいて計上される収益の額に対応して、法人税法もそれを受けて、会計を容認する改正と容認しないものの改正が行われた。

また相続税法においては、課税範囲を決定する住所等は民法の概念を借用している。最近は、非上場株式の評価の改正が行われた。これは、企業の実態に合わせた株の評価の改正である。所得税法は、法人税法と同様、減価償却、引当金等は会計と統合が図られる部分がある。一方、消費税法は、もともと支出、収入の認識が会計と大きくことなるものであり、独自の路線であると推測される。

## 7. 統合報告における管理会計情報の役割

統合報告時代の会計の研究として、特に管理会計分野の経営計画の利用法を中心的なテーマとして調査研究を行った。ステークホルダーが多様になり予測の難しい時代であっても経営計画の策定プロセスを各ステークホルダーと共有することで社内外のコミュニケーションを図っているという事例などが観察された。このうち、中小企業において経営計画を策定し共有するプロセスを観察したデータに基づき論文を執筆した。この調査研究のために、具体的な活動としては文献調査、企業管理者へのインタビュー調査、学会発表、論文発表を行った。

## 研究業績

飯塚雄基「研究開発会計における不確実性の意義」

『商経論集』、第110号（2016年3月）。

池田健一「国際統合報告フレームワークに関する基

- 礎的考察』『福岡大学商学論叢』、第62巻第4号（2018年3月）。
- 井上 修「改正連結基準における連結基礎概念の検討」『福岡大学商学論叢』、第60巻第4号（2016年3月）。
- 井上 修「米国における異常項目の位置付けに関する一考察」『福岡大学商学論叢』、第62巻第3号（2018年3月）。
- 井上 修「我が国における特別損益の位置付けに関する一考察」『福岡大学商学論叢』、第62巻第4号（2018年3月）。
- 篠原巨司馬・足立洋「中期経営計画による戦略共有と戦略形成——中小企業の経営会議のエスノグラフィに基づく考察——」『原価計算研究』、第41巻第2号（2017年9月）。
- 福島一矩・篠原巨司馬「管理会計学と管理会計実務の乖離と融合」『経理研究』、第59号（2016年12月）。
- 足立 洋・篠原巨司馬「事業環境の変化と予算修正——部門の行動計画と予算目標の対応関係に着目して——」『メルコ管理会計研究』、第9号—I（2016年11月）。
- 田坂 公「サービス業における原価企画の留意点——ホテル婚礼宴会部門の事例を中心として——」『韓国日本近代学研究』（韓国日本近代学会誌）、第48輯（2015年6月）。
- 田坂 公「フルーガル・エンジニアリングによる原価企画の展望と課題——BOP流の原価企画導入論——」『ビジネス研究』（久留米大学）、第1巻第1号（2016年3月）。
- 田坂 公・小酒井正和「原価企画現地化の課題は何か——マレーシア進出企業の実態調査」『企業会計』第69巻第5号（2017年5月）。
- 田坂 公・梅田充「原価企画諸活動の成果への影響——非製造業を含めたアンケート調査に基づいて——」『産業経理』、第77巻第2号（2017年7月）。
- 田坂 公・小酒井正和「マレーシア進出日本企業における原価企画の現地化の課題——現地化コンテキストの比較分析——」『韓国日本近代学研究』、第59輯（2018年2月）。
- 田坂 公「原価企画」（櫻井通晴、伊藤和憲編著『ケース管理会計』中央経済社、2017年11月、所収）。
- 飛田 努「中小企業の管理会計・財務管理研究の現状と課題」『年報財務管理研究』（日本財務管理学会）、第26号（2015年6月）。
- 成川正晃・飛田 努「中小企業を対象とする会計制度・実務指針設定への提言——歴史的経緯と中小企業庁担当者へのインタビュー調査をもとに——」『中小企業会計研究』（中小企業会計学会）、第2号（2016年8月）。
- 宗田健一・飛田 努「中小会計要領の導入事例研究～味噌、醤油を製造する老舗中小企業F社の事例～」『商経論叢』（鹿児島県立短期大学）、第67号（2017年3月）。
- 飛田 努「中小企業の管理会計実務の分析視角——適合的な管理会計システムの構築と『会計リテラシー』——」『年報経営分析研究』（日本経営分析学会）、第33号（2017年3月）。
- 飛田 努「中小・ベンチャー企業における簿記・会計による管理の有用性」『中小企業会計研究』（中小企業会計学会）、第3号（2017年8月）。
- 飛田 努・宗田健一「老舗中小企業における直接原価計算の導入と実践——部門別限界利益管理の展開——」『中小企業会計研究』（中小企業会計学会）、第3号（2017年8月）。
- 長束 航「会計における法的形式と経済的実質——リース契約を検討の題材として——」『福岡大学商学論叢』、第60巻第4号（2016年3月）。
- 長束 航「資産除去債務会計における『債務』——現状と課題」『産業経理』、第78巻第1号（2018年4月）。
- 山内 進『相続税法要説』税務経理協会、2017年。
- 山内 進『消費税法要説』税務経理協会、2017年。
- 山内 進『所得税法要説』税務経理協会、2016年。
- 山内 進『法人税法要説』税務経理協会、2018年出版予定。
- 渡辺 剛「セグメント会計における報告セグメント決定プロセスの問題点」『福岡大学商学論叢』、第60巻第4号（2016年3月）。



## 代数構造と幾何学の研究

研究チーム名：代数学とトポロジー（課題番号：155002）

研究期間：平成27年4月1日～平成30年3月31日

研究代表者：佐藤 拓 研究員：小田信行、中岡史絵、秋山獻之（平成29年3月31日まで）

### （研究成果）

#### 幾何分野

基点付位相空間の間の基点付連続写像全体に基点付ホモトピーという同値関係を入れて得られた同値類の全体の集合における様々な代数的構造の性質を詳しく調べた。

木原・丸山・小田の論文 [1] では、空間の  $m$  回約積の自己ホモトピー同値写像類の群と空間の自己ホモトピー同値写像類の群と対称群の半直積との関係を与える定理を証明した。約積の自己ホモトピー同値写像類の群はホモトピー群を計算することが一般的には非常に難しいためほとんど結果が知られていなかったが、コホモロジー群の性質を用いて一般的に成り立つ定理を得た。その中で、球面や複素射影空間やアイレンベルグ・マクレーン空間に関する一般的な結果も証明できた。

山口・小田の論文 [2] において、空間のホモトピー群の特別な性質について、コファイブレーション、胞体構造との関係に関する定理が得られた。空間の自己ホモトピー同値写像と接着空間の自己ホモトピー同値写像の関係調べ、空間と接着空間の自己閉数の関係を与える定理を証明した。特に、複素射影空間と4次元射影空間の自己閉数を決定した。さらに、いくつかの有理空間については、サリヴァンのモデルを用いて自己閉数の特徴付けを行った。

一般化されたコゴトリーブ集合は群状空間から導かれる演算により群になるかどうかは現在まで証明されていないが、チョイ・キム・小田の論文 [3] では、一般化されたコゴトリーブ集合の一般的性質を解明し、演算により閉じていることが本質であることを示し、エッセンシャル写像の概念を定式化することに成功した。さらに、一般化されたコゴトリーブ集合の代数的性質を研究する上で重要である

短完全列の存在を証明した。また、様々な群作用をコゴトリーブ集合に定義することに成功した。これらの結果は、コサイクリック元を保存する写像の研究に応用されることも示された。

中岡・小田の論文 ‘Interiors and closures in a set with an operation’ (Communications of the Korean Mathematical Society 29 (2014), 555--568) で位相空間の概念が一般化された。この一般化された位相空間は全ての点が近傍を持つとは限らないが、この概念を用いて [4] において連続写像の一般化を定式化した。さらに、[5] において位相空間の基本的な性質である連結性とコンパクト性と連続写像の一般化との関係を研究した。

#### 代数分野

デザイン理論の中で、クラス正則な対称横断デザインに対応する一般アダマール行列の構成と分類の研究を、位数が小さな群について行った。また、位数が素数でない射影平面の存在について研究を行った。

[6] の論文においては、非特異トーリック・ファノ多様体であって、第二チャーン指標がアンプルであるような代数多様体を扱った。ピカル数が小さい場合、そのようなトーリック多様体は射影空間のみであることが分かった。また、条件を緩めて、第二チャーン指標がネフであるようなトーリック・ファノ多様体の分類問題も扱い、ピカル数が小さい場合、前述した射影空間、ある種の射影直線束及びそれらの直積のみであることを示した。また、これらの結果については、ファノという仮定が無くてもある程度成立することが判明した。

双有理幾何学において extremal contraction は重要な概念であるが、[7] 及びそれに続く [8] では

トーリック多様体の extremal contraction をそれに対する length と呼ばれる不変量で特徴付けることを研究した。Extremal contraction が双有理写像の場合、length が長いとその構造はほぼ決定出来ることが分かり、応用として、トーリック多様体の藤田予想等への結果を得た。本研究の特徴として、 $\mathbb{Q}$  分解的という条件を課していないことが挙げられる。一般に非  $\mathbb{Q}$  分解的な代数多様体の扱いは大変困難であるが、組合せ論的な議論を行い、困難さを回避している。Extremal contraction がファイバー型、即ち Fano contraction の場合、やはり length が長いと射影空間束になることを示した。各結果について、length に課す不等式の評価が最良であることを示すような toric extremal contraction の例も与えている。

## (研究業績)

### 主要論文

- [ 1 ] H. Kihara, K. Maruyama and N. Oda, The group of self-homotopy equivalences of the  $m$ -fold smash product of a space, *Topology and its Applications*, 217(2017), 70-80.
- [ 2 ] N. Oda and T. Yamaguch, Self-homotopy equivalences and cofibrations, *Topology and its Applications*, 228(2017), 341-354.
- [ 3 ] H.-W. Choi, J.-R. Kim and N. Oda, The generalized CoGottlieb groups, related actions and exact sequences, *J. Korean Math. Soc.* 54(2017), 1623-1639.
- [ 4 ] F. Nakaoka and N. Oda, Sets with operations, The 20th meetings on topological spaces theory and its applications, August 29 - August 30, 2015, Yatsushiro Campus, National Institute of Technology, Kumamoto College, 14-17.
- [ 5 ] F. Nakaoka and N. Oda, Characterizations of functions between sets with operations, The 22th meetings on topological spaces theory and its applications, August 26 - August 27, 2017, Yatsushiro Campus, National Institute of Technology, Kumamoto College.
- [ 6 ] H. Sato, Toric 2-Fano manifolds and extremal contractions, *Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci.* 92 (2016), 121-124.
- [ 7 ] O. Fujino and H. Sato, Notes on toric varieties

from Mori theoretic viewpoint, II, preprint, arXiv: 1710.05151.

- [ 8 ] O. Fujino and H. Sato, Toric Fano contractions associated to long extremal rays, preprint, arXiv: 1804.05302.



## ウェアラブル電気触覚点字ディスプレイの開発

研究チーム名：電気触覚デバイス研究チーム（課題番号：155006）

研究期間：平成27年4月1日～平成30年3月31日

研究代表者：折居英章 研究員：辻 聡史

### 【研究成果】

物が見えない、または見え難い視覚障害者は日本だけでも30万人以上いるといわれている。視覚障害を持つ場合、情報取得の手段は主に聴覚と触覚が用いられる。聴覚を用いる手段として録音図書や電子機器の読み上げ機能の普及等、音声による情報伝達が広まりつつある。しかしながら、音声はプライバシーなどの課題がある。一方、触覚を用いる手法として、点字があげられる。通常用いられる点字は、 $2 \times 3$ の6点のピンで表され、点字を物などに印字するためには専用の装置が必要になる。そのような中、PCやスマートフォンの情報をリアルタイムに点字で提示可能な点字ディスプレイの開発が期待されている。

本研究では、視覚障害者の日常的な情報取得を支援するため、ユーザーがいつでも・どこでも持ち運び、身に付けて利用可能な点字ディスプレイの開発を行なった。図1に開発したシステムの概要を示す。本システムでは、点字に対応していない紙ベースの情報に対して、ユーザーの指先検出及び指先文字の

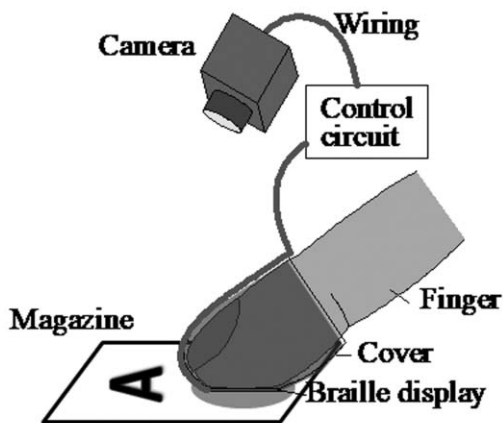


Fig. 1. The goal image of an electrical stimulation braille display in this study.

認識を行い、指先に取り付けた点字ディスプレイで触覚提示する。触覚提示には電気触覚の原理を用いることで、指先取付部の小型・薄型化を実現した(図2)。

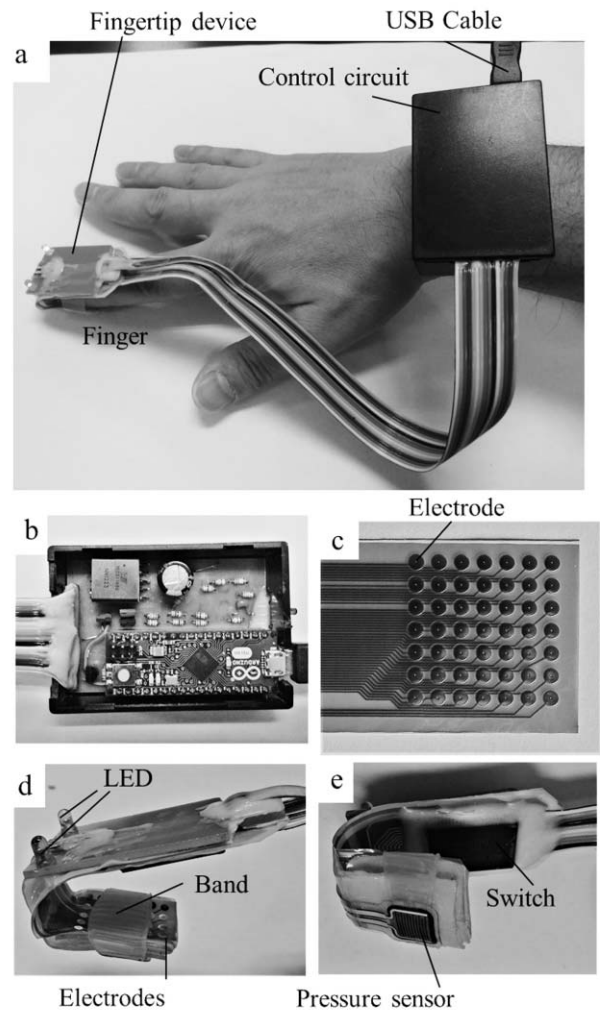


Fig. 2. The prototype electrical stimulation braille display. (a) The braille display attachable to a fingertip. (b) The control circuits. (c) Electrodes. (d) The top view of the fingertip device. (e) The bottom view of the fingertip device.

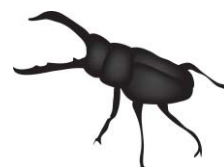
実験では、試作した電気触覚点字ディスプレイで点字パターンが認識可能か検証するため、20代～30代の男性7名を被験者とし、被験者の指先に電気触覚点字ディスプレイを装着して点字パターンの認識実験を行った。その結果、9種類の点字パターンに対して被験者の平均認識成功率は75%であった。また、図3のように実際の使用環境を想定した実験も行い、本システムを用いてリアルタイムに紙の文字を電気触覚点字ディスプレイで提示可能であることを確認した。



Fig. 3. The condition of the experiment.

### 【研究業績】

- [1] 辻聡史, 折居英章, 小浜輝彦, 江田孝治: 指先に取り付け可能な電気触覚点字ディスプレイの開発, 福岡大学工学集報, 第100号, pp.41-45, 2018.
- [2] H. Orii, S. Tsuji, T. Kouda, T. Kohama: Recurrent Neural Network for Tactile Texture Recognition Using Pressure and 6-axis Acceleration Sensor Data, Proc. of the 2017 IEEE Region 10 Conference (IEEE TENCON 2017), pp.2012-2016, 2017.
- [3] 折居英章, 辻聡史, 江田孝治, 小浜輝彦: Recurrent Neural Network を用いた時系列センサデータ解析による触感認識, 平成29年度(第70回)電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集, 13-2A-05, p.393, 2017.
- [4] H. Orii, T. Kouda, H. Kawano: A Proposal for Optimization Method for Data Embedding in Image Using Multi-Layer Neural Network with Partially Fixed Weights, Proc. of 2017 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA 2017), pp.363-366, 2017.
- [5] H. Orii, S. Tsuji, T. Kouda, T. Kohama: Tactile Texture Recognition using Convolutional Neural Networks for Time-series Data of Pressure and 6-axis Acceleration Sensor, Proc. of the 2017 IEEE International Conference on Industrial Technology (IEEE ICIT 2017), pp.1076-1080, 2017.
- [6] S. Tsuji, T. Kohama: Tactile and Proximity Sensor Using Self-Capacitance Measurement on Curved Surface, Proc. The 18th Annual IEEE Conference on Industrial Technology (ICIT2017), pp.934-937, 2017.
- [7] 折居英章, 辻聡史, 江田孝治, 小浜輝彦: 畳み込みニューラルネットワークを用いた時系列センサデータ解析による触感認識, スマートインフォメディアシステム研究会(SIS), 信学技報116(482), pp.31-34, 2017.
- [8] S. Tsuji, T. Kohama: A proximity touch screen method using separation-type electrodes, Sensors and Actuators A, Vol.252, pp.1-6, 2016.
- [9] H. Orii, H. Kawano, N. Suetake, H. Maeda: Color Conversion for Color Blindness Employing Multi-layer Neural Network with Perceptual Model, Image and Video Technology, PSIVT 2015, LNCS 9431, pp.3-14, Springer, 2016.
- [10] 辻聡史, 小浜輝彦: 積層投影型静電容量 3D タッチパネルによる近接・接触測定, 電気学会論文誌E, Vol.136, No.2, pp.36-40, 2016.
- [11] 辻聡史, 小浜輝彦: 積層型 3D タッチパネルによる近接位置検出, 計測自動制御学会論文集, Vol.51, No.10, pp.687-695, 2015.



## Ge 表面上の PTCDA 分子の吸着構造に関する研究

研究チーム名：ナノ分子デバイス研究チーム（課題番号：155008）

研究期間：平成27年4月1日～平成30年3月31日

研究代表者：鈴木孝将 研究員：柳生数馬

### 研究成果

#### 1. はじめに

我々はこれまでに、無機半導体と有機半導体から成るハイブリッド・分子エレクトロニクス素子の実現に向けた基礎研究として、シリコン表面上に様々な有機半導体分子を吸着させ、その化学吸着構造と初期の薄膜成長過程を調べてきた。特に近年は、図1に示した平面構造の典型的な有機半導体分子である 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic dianhydride ( $C_{24}H_8O_6$ ; PTCDA) 分子に着目して、研究を行っている。

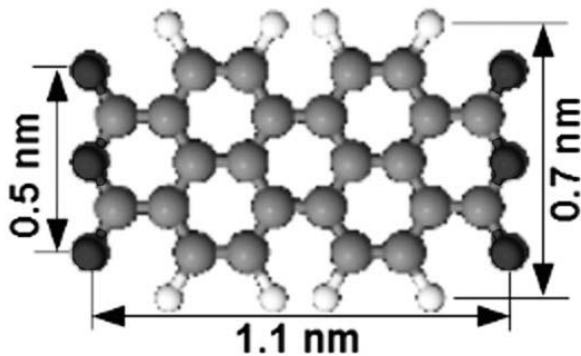


図1 PTCDA 分子の構造式。

この PTCDA 分子は、4 隅に濃いグレーで示された酸素原子があるために、ペンタセンの様な多環芳香族炭化水素の環化付加反応とは異なる化学吸着反応が起こることが期待されている。我々は前回までに Si(001)-2×1 清浄表面上に PTCDA 分子を少量吸着させて、その化学吸着構造を走査トンネル顕微鏡 (STM) 観察と第一原理計算による STM 像の計算機シミュレーションで調べる研究を行った<sup>[1]</sup>。

その結果、Si(001) 表面に化学吸着した PTCDA 分子は A2、A3、A5、B と名付けた 4 つの異なる化

学吸着構造を主に取ることが分かった。また、全ての化学吸着構造で 4 つの酸素原子が Si と結合していたが、A2 構造では 1 つ、その他の構造では 4 つの炭素原子だけが下地の Si 原子と結合しており、この化学吸着では環化付加反応による Si-C 共有結合の形成よりも、Si-O 共有結合の形成の方が化学吸着構造に大きな影響を及ぼすことが分かった。

そこで本研究では、Si(001) 清浄表面とほぼ同じ表面再構成構造を持つが、分子との相互作用が Si 表面よりも弱いことが知られている Ge(001) 清浄表面上で同様な実験を行った<sup>[3]</sup>。

#### 3. 実験結果

図2に Ge(001) 表面上に PTCDA 分子を少量吸着させた後の STM 像を示す。この STM 像には 1 原子層の段差に相当するステップが三本見えており、そのステップの間にある平坦なテラス上に分子が吸着している。また、吸着した分子の一つが図中に白丸で示されている。分子はテラス上でランダムに吸着しており、2次元島や3次元島の形成は見られなかった。また、この STM 像から、PTCDA 分子は Ge(001) 表面上では正方形の 1 種類の化学吸着構造しか取らないことが分かった。これは複数の化学吸着構造が見られた Si(001) 表面上での結果とは異なっている。その理由は、Ge(001) 表面上では分子と基板の相互作用が Si(001) 表面上と比べて弱いので、ほとんど全ての分子が表面を多少拡散して最安定な化学吸着構造を取ることができるためだと考えられる。しかし、分子が集合して 2次元島を形成する程には拡散距離は長くないと考えられる。

図3に (左) filled-states と (右) empty-states の条件で撮影した PTCDA 分子の (上段) 高分解能 STM 像と (下段) その計算機シミュレーションを示す。

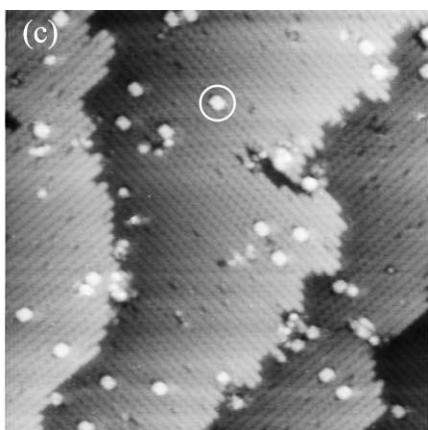


図2 Ge(001) 表面上に PTCDA 分子を少量吸着させた後の STM 像。サイズは  $50 \times 50 \text{ nm}^2$  で、サンプルバイアスは  $+1.6 \text{ V}$  である。

上段の高分解能 STM 像には、下地の Ge 原子が 2 個結合したダイマー構造が 1 列に並んでいるダイマー列が右上から左下にかけて伸びているのが見えており、分子はその隣接するダイマー列の間に吸着していることが分かった。また、それぞれのダイマー列で 4 個ずつ、合計  $4 \text{ 個} \times 2 \text{ 列} = 8 \text{ 個}$  のダイマーが分子吸着によって影響を受けていることも分かった。さらに、PTCDA 分子の STM 像は、ダイマー列に平行方向と垂直方向の 2 つの鏡対象性を有していることも分かった。

実験結果と計算機シミュレーションの比較では、filled-states の方はあまり一致が良くなかった。例えば、左上の STM 像では、分子の両側に特徴的な明

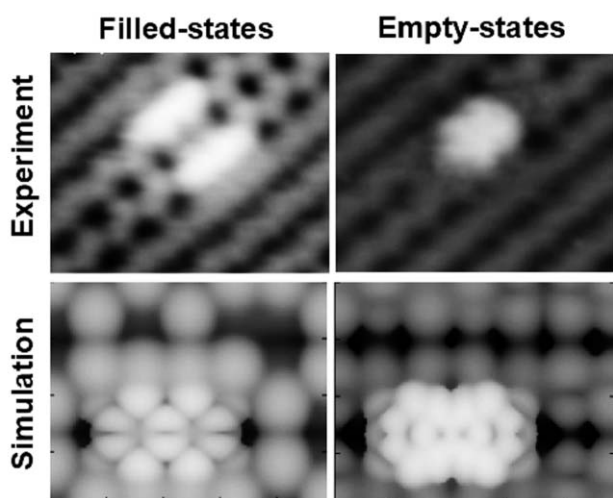


図3 Ge(001) 表面上に吸着した PTCDA 分子の (上段) 高分解能 STM 像と (下段) 第一原理計算による STM 像の計算機シミュレーション。サンプルバイアスは filled-states が  $-1.2 \text{ V}$  で、empty-states が  $+1.2 \text{ V}$  である。

い棒状の領域が見えるが、左下の計算機シミュレーションではそれが見られなかった。しかし、empty-states の方は、分子が吸着している位置に、微細なコントラストを内部に持つ楕円形状の明るい領域が実験結果でも計算機シミュレーションでも見られて良い一致が得られた。

図4は、第一原理計算による計算機シミュレーションで決定した分子の吸着構造モデルである。図3下段の計算機シミュレーションは、この吸着構造モデルに基づいて計算されている。分子は、4 隅にある酸素原子を介して下地の Ge 原子と極性のある Ge-O 共有結合を形成して表面に吸着している。また、それに伴い酸素と結合した Ge 原子がプラスの電荷を帯びて  $sp^3$  混成軌道が  $sp^2$ -like な混成軌道に変化して、強制的に非対称 Ge ダイマーのダウンの位置になっている。また、この図4に示された化学吸着構造は、Si(001) 表面上で観察された B 構造に相当する化学吸着構造であった。

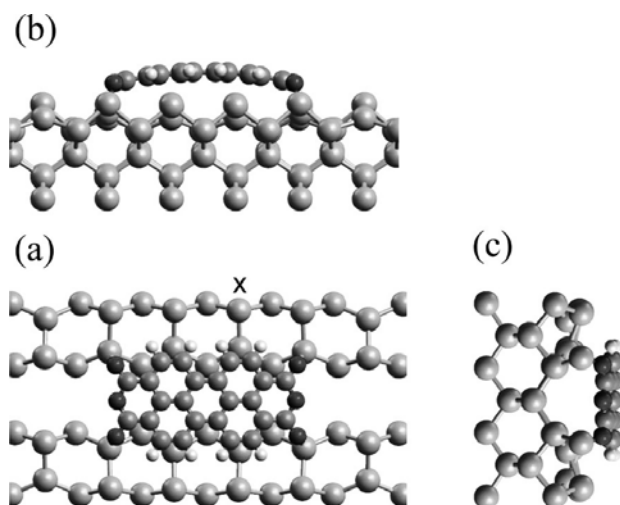


図4 Ge(001) 表面上の PTCDA 分子の化学吸着構造モデル。

#### 4. まとめ

典型的な有機半導体である PTCDA 分子を Ge(001) 清浄表面に吸着させ、その化学吸着構造を STM 法と第一原理計算による STM 像の計算機シミュレーションにより調べた。その結果、PTCDA 分子は Ge(001) 表面上では 1 種類の化学吸着構造しか取らないことが分かった。これは複数の化学吸着構造が見られた Si(001) 表面上での結果とは異なるが、その理由は Ge(001) 表面上ではほとんど全ての分子が最安定な

化学吸着構造を取ることができるためだと考えられる。さらに、Ge 表面上の PTCDA 分子の化学吸着構造モデルを決定した。この構造モデルは、前回 Si(001) 表面上に吸着した PTCDA 分子で観察された B 構造に相当する化学吸着構造であった。

## 研究業績

- [ 1 ] T. Suzuki, Y. Yoshimoto, K. Yagyu, H. Tochiyara, “Adsorption of PTCDA on Si(001)-2×1 surface”, *J. Chem. Phys.* 142 (2015) 101904-1-101904-7.
- [ 2 ] I.I. Rzeźnicka, H. Horino, K. Yagyu, T. Suzuki, S. Kajimoto, H. Fukumura, “Chlorine adlayer-templated growth of a hybrid inorganic-organic layered structure on Au(111)”, *Surf. Sci.* 652 (2016) 46-50.
- [ 3 ] P. Kocan, Y. Yoshimoto, K. Yagyu, H. Tochiyara, T. Suzuki, “Adsorption of PTCDA on Ge(001)”, *J. Phys. Chem. C* 121 (2017) 3320-3326.
- [ 4 ] K. Yagyu, K. Takahashi, H. Tochiyara, H. Tomokage, T. Suzuki, “Neutralization of an epitaxial graphene grown on a SiC(0001) by means of palladium intercalation”, *Appl. Phys. Lett.* 110 (2017) 131602-1-131602-5.
- [ 5 ] Y. Orimoto, K. Otsuka, K. Yagyu, H. Tochiyara, T. Suzuki, Y. Aoki, “Theoretical Study of Cu Intercalation through a Defect in Zero-Layer Graphene on SiC Surface”, *J. Phys. Chem. C* 121 (2017) 7294-7302.
- [ 6 ] T. Suzuki, J. Lawrence, M. Walker, J.M. Morbec, P. Blowey, K. Yagyu, P. Kratzer, G. Costantini, “Indium coverage of the Si (111)-In surface”, *Phys. Rev. B*, 96 (2017) 035412-1-035412-7.







## 結果

von Frey test の結果、パクリタキセル 3mg/kg は、反応閾値に影響しなかった。一方でパクリタキセル 6mg/kg は、17日目から反応閾値を有意に低下させた (Fig 1)。パクリタキセルは、投与24日目において Mfn2 遺伝子の発現量を有意に低下させた (Fig 2)。

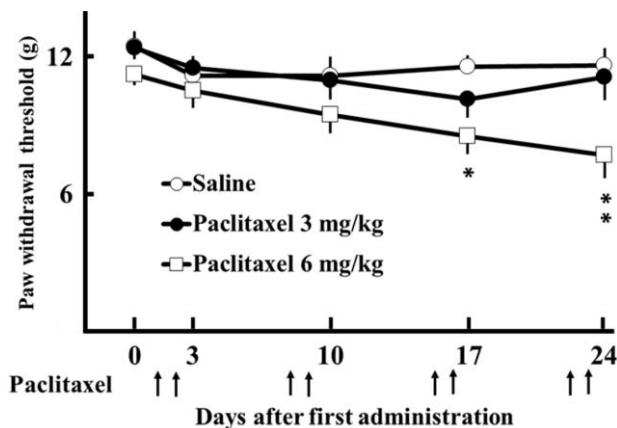


Figure 1. Effects of paclitaxel on mechanical allodynia in the von Frey.

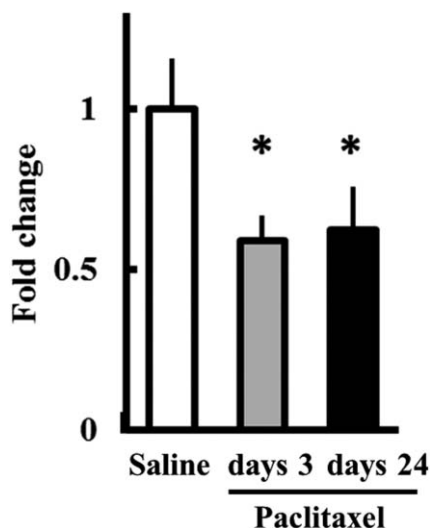


Figure 2. Effects of paclitaxel on Mfn2 gene expression.

の発現量が有意に低下させた。これらのことから、パクリタキセルによる誘発される機械的アロディニアは、CMT 原因遺伝子 Mfn2 の発現量が低下することで引き起こされることが考えられた。今後、パクリタキセルにより引き起こされる末梢神経障害に対し、Mfn2 遺伝子を標的とした治療や Mfn2 遺伝子の異常を事前に検査することで予防を行うことが期待された。

## 研究業績

Yamashita, Y. et al.: Involvement of Charcot-Marie-Tooth disease gene mitofusin 2 expression in paclitaxel-induced mechanical allodynia in rats. *Neurosci Lett.* 653:337-340, 2017

## 考察

パクリタキセルは、累積投与量の増加と共に手足の痛みやしびれを引き起こす。パクリタキセル 6mg/kg は、累積投与量が増加した17日目から機械的アロディニアを引き起こした。また、パクリタキセルは投与24日目において、ラットの CMT 原因遺伝子 Mfn2

