

令和 4 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05914

研究課題名（和文）多様な質感認識の科学的解明と革新的質感技術の創出

研究課題名（英文）Integrative studies of neural mechanisms and advanced information technologies for perception of material and surface qualities

研究代表者

西田 眞也（NISHIDA, SHINYA）

京都大学・情報学研究科・教授

研究者番号：20396162

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 86,100,000円

研究成果の概要（和文）：人間は五感を通じた多様な質感の知覚を通して、外界に存在する事物や事象の物理的な性質・素材・状態、さらには感性的価値など、生存に不可欠な情報を得ている。多元質感知領域では、このような質感を認識する人間および機械の情報処理を、心理物理学・脳神経科学・情報工学の密接な連携により、多角的に解明した。また、さまざまな革新的な質感の再生・編集技術を開発し、産業応用も視野に入れた質感の学際的な学問領域を確立した。総括班では、班会議やシンポジウムの開催、共有資産の管理などを通じて、領域内の連携を図り、領域の研究の進捗を支えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

質感認識とは脳による物体の本性の解釈である。質感認識は、環境の理解のみならず、価値判断に基づく行動の選択や身体運動の制御など、人間の基本的な機能において重要な役割を果たしている。質感を生み出す情報は複雑な高次元情報として感覚入力に埋め込まれている。それを読み解く素晴らしい人間の能力の解明は、人間の感覚情報処理の科学的理解のみならず、情報工学技術の発展にとっても不可欠な課題である。本領域では、実世界の多様な質感を認識する人間の情報処理の計算原理や神経機構を明らかにした。さらに、質感認識の科学的理解に基づき、革新的な質感の再生・編集技術を数多く生み出した。

研究成果の概要（英文）：Through the perception of various SHITSUKAN through the five senses, humans obtain information essential for survival, such as the physical properties, materials, and states of objects and events existing in the outside world, as well as their emotional value. In our project, Innovative SHITSUKAN Science and Technology, the information processing of humans and machines that perceive such SHITSUKAN has been elucidated from multiple perspectives through close collaboration among psychophysics, brain neuroscience, and informatics. Our project also developed various innovative SHITSUKAN reproduction and editing technologies and established an interdisciplinary academic field of SHITSUKAN research including industrial application studies. The summarizing group supported the progress of project research by promoting collaboration within the project through holding group meetings and symposiums and managing shared assets.

研究分野：認知情報学

キーワード：質感 情報工学 認知科学 神経科学 感性情報学

## 1. 研究開始当初の背景

質感認識とは脳による物体の本性の解読である。人間は五感を通じた多様な質感の知覚を通して、外界に存在する事物の物理的な性質・素材・状態、さらには美醜・好み・快不快といった感性的価値など、生存に不可欠な情報を得ている。このような質感を生み出す情報は複雑な高次元情報として感覚入力に埋め込まれており、人間は容易にその情報を読み解くことができるが、その仕組みの科学的解明は未だ端緒についたばかりである。さらに質感の理解は、感覚情報の表現と認識の技術に革新を生むことが期待され、産業界からの注目も高まっている。平成22-26年度新学術領域研究「質感脳情報学」によって世界に先駆けて生まれた学際的な質感研究を更に発展させる必要がある。

## 2. 研究の目的

「質感脳情報学」において未解明であった実世界の多様な質感を認識する人間の情報処理の仕組みを明らかにする。従来の理論検証型アプローチにデータ駆動型アプローチを組み合わせ、視覚以外の感覚モダリティや言語にも視野を広げる。さらに、質感認識の科学的理解に基づき、革新的な質感の再生・編集技術を生み出し、産業応用も視野に入れた質感の学際的な学問領域を確立する。

## 3. 研究の方法

- (1) 心理物理学・脳神経科学・情報工学の密接な連携により、研究を進めた。
- (2) 項目A「質感メカニズム」は、理論検証型アプローチを基本に、視覚・聴覚・触覚の様々な質感認識に関して、理論的な考察に基づいた機械認識手法を考案するとともに、質感に対する人間や動物の反応を心理学や脳神経科学的手法を用いて分析し、質感の脳内情報処理を明らかにした。
- (3) 項目B「質感マイニング」は、データ駆動型アプローチを用いて、統計的機械学習と高度な脳情報解析技術を融合した新しい質感研究パラダイムを確立し、実社会の多様な質感情報の掘り起こし(マイニング)を行った。
- (4) 項目C「質感イノベーション」では、人工現実、コンピュータグラフィックス、触覚工学、色彩工学などの多彩な技術分野を集結し、多様で高度な質感を人工的に再現し、編集する技術を開発した。
- (5) これらの計画班を補強するさまざまな研究を項目Dの公募班で行った。
- (6) 総括班では、班会議やシンポジウムの開催、共有資産の管理などを通じて、領域内の連携を図り、研究を推進した。

## 4. 研究成果

総括班の活動概要を以下に列挙する。

- (1) 採択直後に領域ホームページを立上げ、キックオフミーティングを行った。
- (2) 年2回のペースで班会議を行い、密な研究交流から相互の理解を進めた。
  - 第1回：2016年1月27～28日(広島県)
  - 第2回：2016年6月21～23日(宮崎県)

- 第3回：2017年3月6～8日（東京都）
  - 第4回：2017年6月29日～7月1日（宮城県）
  - 第5回：2018年3月5～7日（東京都）
  - 第6回：2018年6月27～29日（北海道）
  - 第7回：2019年3月13～15日（兵庫県）
  - 第8回：2019年9月1～3日（静岡県）
  - 第9回：2020年9月24～26日（オンライン）
- (3) 共有資産を管理した。マルチマテリアルの3Dプリンタを購入し、14の計画・公募班の研究に貢献した。複数の計画班が中心となって構築したデータベース（質感素材DB、質感標準課題DB）は、様々な神経生理実験、心理実験、機械学習実験の刺激として用いられた。
- (4) 様々なテーマについて分野横断的に議論する Special Interest Group の会合を開催した。
- 光学的質感 SIG：2015年8月24日（国立情報学研究所）
  - データベース構築・質感工学・産学連携 SIG：2015年9月1日（電気通信大学）
  - 質感認識神経ネットワーク SIG：2015年9月3日（国立情報学研究所）
  - 感性的・多感覚質感 SIG：2015年9月7日（NTT 研究所）
  - 触覚 SIG：2016年9月6日（東京大学）
  - プロジェクション SIG：2016年9月12日（東京大学）
  - 柔らかい質感 SIG：2017年1月4日（国立情報学研究所）
  - プロジェクションマッピング SIG：2017年7月25-26日（和歌山大学、大阪大学）
- (5) 毎月1回の頻度で領域メンバーによる Webinar を開催し、その録画を Youtube 上で公開した。
- 岩井大輔「質感ディスプレイ（視覚）」（2017年7月26日）
  - 西田眞也「見て感じる質感」（2017年8月22日）
  - 梶本裕之「触覚入門」（2017年9月22日）
  - 日浦慎作「ライトフィールドから見た質感」（2017年10月31日）
  - 中内茂樹「質感認知における熟練～真珠の品質評定を例に～」（2017年11月15日）
  - 小松英彦「質感を見分ける脳の働き」（2017年12月6日）
  - 佐藤いまり「コンピュータビジョン技術による実世界のモデル化」（2017年1月24日）
  - 大澤五住「脳の画像処理」（2018年2月27日）
  - 岡谷貴之「CNNの不思議」（2018年3月23日）
  - 南本敬史「価値・情動の脳内処理機構：感性的質感認知の理解を目指して」（2018年5月10日）
  - 本吉勇「物体表面の特性，材質，価値の推定におけるテクスチャ特徴量の役割」（2018年5月30日）
  - 岡嶋克典「質感を完全定式化することの意義と課題」（2018年6月25日）
  - 土橋宜典「コンピュータグラフィックスによる質感表現とその応用」（2018年7月27日）
  - 堀内隆彦「質感マネジメントに向けて」（2018年9月21日）
  - 間島慶「ブレイン・デコーディングの方法」（2018年10月26日）
  - 坂本真樹「質感研究におけるオノマトペ」（2018年12月19日）

- 佐藤洋一「一人称視点映像からの視覚的注意・行動予測」(2019年2月14日)
  - 栗木一郎「色知覚と脳内の色情報表現」(2019年4月11日)
  - 鶴木祐史「聴知覚と質感のはなし」(2019年4月24日)
  - 村田航志「嗅覚情報処理の神経メカニズム」(2019年5月8日)
  - 渡辺義浩「高速ビジョンと質感」(2019年6月27日)
  - 齋木潤「質感の記憶: 視覚記憶研究との関連を中心に」(2019年7月22日)
  - 鳴海拓志「多感覚VRにおける質感表現とその応用」(2019年8月6日)
- (6) 領域外の研究者を含めた質感研究者との交流の場として組織した「質感のつどい」のフォーラムを後援した。
- 第1回: 2015年11月25日(東京大学)
  - 第2回: 2016年11月30日(千葉大学)
  - 第3回: 2017年11月22日(大阪大学)
  - 第4回: 2018年10月10日(東京工業大学)
  - 第5回: 2019年12月4日(京都大学)
- (7) 最終年の2019年12月に国際シンポジウムを京都で開催して、質感研究のこれまでとこれからを話し合った。以下、発表タイトルおよび講演者リストである。
- Modified food appearance modifies the taste (Katsunori Okajima)
  - Gastrophysics: The Multisensory Science of Eating (Charles Spence)
  - Cross-modal Associations Between Shitsukan and Japanese Phonemes (Maki Sakamoto)
  - Material Qualities in the Eye of the Beholder (Pascal Barla)
  - Visual Simulation of Shitsukan Using Computer Graphics (Yoshinori Dobashi)
  - Capturing, simulating, and differentiating light (Wenzel Jakob)
  - Spectral Signature Analysis of Real Scenes (Imari Sato)
  - Data-driven Photometric 3D Modeling for Complex Reflectances (Boxin Shi)
  - Computational Projection Mapping for Optical Material Control (Daisuke Iwai)
  - Computational Design for Physical Reproduction of Material Properties (Bernd Bickel)
  - Toward visual recognition of Shitsukan concepts by multi-modal representation learning (Takayuki Okatani)
  - Image features for human Shitsukan perception (Shin'ya Nishida)
  - Measurement and modeling of the use of color and material in naturalistic tasks (David Brainard)
  - Measurement and Reproduction of Finger Skin Deformation (Hiroyuki Kajimoto)
  - Capturing Multisensory Interactions in Cutaneous Displays (Lynette Jones)
  - Neural representation of materials in visual cortex (Hidehiko Komatsu)
  - Light, science and art (Sylvia Pont)
  - Neural Circuit for Value Coding and Value-based Decisions (Takafumi Minamimoto)
  - Updates on visual recognition in the ventral visual stream (Barry Richmond)
  - Deep image reconstruction from the human brain (Yukiyasu Kamitani)

- Peeking inside the brain to develop the next generation of AI (Gabriel Kreiman)
  - Neural Basis of Fine Visual Discrimination (Izumi Ohzawa)
- (8) 質感研究者検索エンジンを公開した。

URL: [http://dippix.tp.chiba-u.jp/SRSE/shitsukan\\_researcher\\_search\\_engine](http://dippix.tp.chiba-u.jp/SRSE/shitsukan_researcher_search_engine)

- (9) 成果取りまとめの一環として領域の様々な成果を 17 本の動画にまとめ、公開した。

YouTube 再生リスト URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=50X1Aq0TTX8&list=PLoDvHIx6ItiPga\\_-U-VewnfjXhyP\\_ZPQ](https://www.youtube.com/watch?v=50X1Aq0TTX8&list=PLoDvHIx6ItiPga_-U-VewnfjXhyP_ZPQ)

- 多元質感知ティザー動画
- 質感の心理物理学
- 透明と鏡面を見分ける仕組み
- 脳における質感情報処理
- 水による光の吸収特性を利用した形状推定
- リングライトによる光の伝搬の可視化
- 画像の質感自動認識
- コンピュータグラフィックスによる質感表現
- 3D プリンタを利用した質感研究
- 質感オノマトペマップ
- 触覚の質感表現
- プロジェクションマッピングによる質感表現
- 食の質感表現
- 画像の質感操作
- 反射特性の空間分布計測
- 蛍光の画像解析
- 質感マネジメントシステム



図1 取りまとめ動画のオープニング画像

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 西田 真也	4. 巻 37
2. 論文標題 新学術領域研究「多元質感知」	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 基礎心理学研究	6. 最初と最後の頁 117～118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14947/psychono.37.19	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西田 真也	4. 巻 57
2. 論文標題 「多元質感知」における質感研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本画像学会誌	6. 最初と最後の頁 189-196
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西田真也	4. 巻 33
2. 論文標題 未来をつなぐ風平成27年度「新学術領域」が決定！「実社会の多様な質感を認識する脳の理解へ」	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 2673
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西田真也	4. 巻 73
2. 論文標題 視覚科学における分野融合	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 心理学ワールド	6. 最初と最後の頁 5-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Nishida Shin'ya
2. 発表標題 Understanding human recognition of material properties for innovation in SHITSUKAN science and technology
3. 学会等名 2018 UK-JSPS Symposium SHITSUKAN approach to digital colour sensing: human colour vision for material quality (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新学術領域研究 多元質感知 <a href="http://www.shitsukan.jp/ISST/">http://www.shitsukan.jp/ISST/</a> 質感研究データベース <a href="http://www.shitsukan-db.jp">http://www.shitsukan-db.jp</a> 質感のつどい <a href="http://www.shitsukan.jp/tsudo/">http://www.shitsukan.jp/tsudo/</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岩井 大輔  (IWAI DAISUKE)  (90504837)	大阪大学・基礎工学研究科・准教授   (14401)	
研究分担者	日浦 慎作  (HIURA SHINSAKU)  (40314405)	兵庫県立大学・工学研究科・教授   (24506)	
研究分担者	中内 茂樹  (NAKAUCHI SHIGEKI)  (00252320)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授   (13904)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐藤 いまり  (SATO IMARI)  (50413927)	国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授    (62615)	追加：2018年9月4日

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	小松 英彦  (KOMATSU HIDEHIKO)  (00153669)	玉川大学・脳科学研究所・教授    (32639)	
連携研究者	本吉 勇  (MOTOYOSHI ISAMU)  (60447034)	東京大学・大学院総合文化研究科・教授    (12601)	
連携研究者	南本 敬史  (MINAMIMOTO TAKASHI)  (50506813)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所 脳機能イメージング研究部・グループリーダー(定常)    (82502)	
連携研究者	本田 学  (HONDA MANABU)  (40321608)	国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター・神経研究所 疾病研究第七部・部長    (82611)	
連携研究者	佐藤 洋一  (SATO YOICHI)  (70302627)	東京大学・生産技術研究所・教授    (12601)	
連携研究者	岡谷 貫之  (OKATANI TAKAYUKI)  (00312637)	東北大学・情報科学研究科・教授    (11301)	



## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	神谷 之康 (KAMITANI YUKIYASU)  (50418513)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・研究室長  (94301)	
連携研究者	大澤 五住 (OHZAWA IZUMI)  (20324824)	大阪大学・生命機能研究科・教授  (14401)	
連携研究者	坂本 真樹 (SAKAMOTO MAKI)  (80302826)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・大学院情報理工学研究科  (12612)	
連携研究者	梶本 裕之 (KAJIMOTO HIROYUKI)  (80361541)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授  (12612)	
連携研究者	土橋 宜典 (DOBASHI YOSHINORI)  (00295841)	北海道大学・情報科学研究院・教授  (10101)	
連携研究者	岡嶋 克典 (OKAJIMA KATSUNORI)  (60377108)	横浜国立大学・大学院環境情報研究院・教授  (12701)	
連携研究者	堀内 隆彦 (HORIUCHI TAKAHIKO)  (30272181)	千葉大学・大学院工学研究院・教授  (12501)	

## 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 国際シンポジウム "Past, Present and Future of Shitsukan Science and Technologies"	開催年 2019年～2019年
---	--------------------

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------