

領域略称名：質感脳情報学
領域番号：4202

平成24年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る研究経過等の報告書

「質感認知の脳神経メカニズムと高度質感情報処理技術の
融合的研究」

(領域設定期間)
平成22年～平成26年

平成24年6月

領域代表者 自然科学研究機構・生理学研究所・教授・小松 英彦

目次

	ページ
1. 研究領域の目的および概要	1
2. 研究の進展状況	2
3. 研究を推進する上での問題点と今後の対応策	3
4. 主な研究成果	
A 0 1 項目 質感の計測と表示に関わる工学的解析と技術	5
B 0 1 項目 質感認知に関わる感覚情報の特徴と処理様式	8
C 0 1 項目 質感情報の脳内表現と利用のメカニズム	11
5. 研究成果の公表の状況	
(1) 主な論文等一覧について	15
(2) ホームページについて	21
(3) 公開発表について	22
(4) 「国民との科学・技術対話」について	23
6. 研究組織と各研究項目の連携状況	25
7. 研究費の使用状況	28
8. 今後の研究領域の推進方策	29
9. 総括班評価者による評価の状況	31

1. 研究領域の目的および概要

私たちはある物体を見ただけで、その素材について、金属、プラスチック、ゴム、木、ガラス、布、あるいは皮でできている、といったことを瞬時に認知することができる。さらにその物体の手触りや柔らかさ、摩擦、温度、新鮮さ、濡れて滑りやすいといった複雑な状態も瞬時に判断できる。質感認知はこのように物の素材や表面状態を判断する生体の働きを指す。一方、質感認知は情動や価値判断と密接に関係している。たとえば食品が美味しそうか不味そうかを判断したり、肌の状態から健康状態を判断する。また選り抜きの素材とすぐれた加工技術で作られた工芸品や宝飾品の持つ質感は人を惹きつける。このように情動や価値判断と密接に関わる部分を感性的質感認知とよぶ。本領域は素材の識別や表面状態の判断に関わる質感認知と、情動・価値判断に関わる感性的質感認知の両方を研究対象としており、工学、心理物理学、脳科学の緊密な連携によって、これら質感認知に関わる人間の情報処理の特性を客観的に明らかにしながら、その基盤となる脳神経メカニズムの解明を進めることを目的としている。また、質感認知の科学的基礎の理解に基づいて、質感情報の獲得や生成に関する工学技術の発展を推進することも重要な目標である。本領域では上記三つの異なる分野の研究者集団の力を結集して研究を推進するために、各分野に対応した以下の三つの研究項目を設定している。

A01 質感の計測と表示に関わる工学的解析と技術

A01 項目は、工学の最新の理論と技術を駆使して実物体が有する豊かな質感を入力・計測し、それを再び提示デバイス等により再現すること、およびそれらの質感の持つ諸特性を様々な情報処理的技法により解析することを目的としている。

B01 質感認知に関わる感覚情報の特徴と処理様式

B01 項目は心理物理学的手法を駆使して質感認知に関わる感覚刺激特徴を解明し、また特定の対象物の質感におけるエキスパートがもつ質感識別能力の特性やその獲得の仕組みを実験的に解明することを目的としている。

C01 質感情報の脳内表現と利用のメカニズム

C01 項目は、生理学的手法を駆使して、質感認知に関わる情報が脳のどこでどのように表現されているのか、それらの情報が質感認知にどのように用いられているか、また情動や価値判断とどのように結びついているのかを解明することを目的としている。

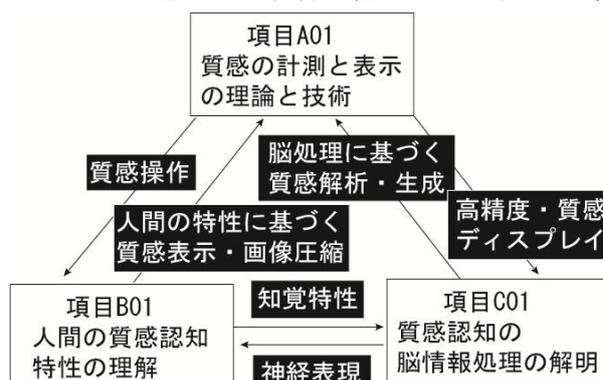


図1 項目間の相関図

本領域は平成22年度に異なる分野をカバーする7つの計画班（A01:2, B01:2, C01:3）を置いてスタートし、当初は計画班代表者7名、研究分担者11名に連携研究者を加えて21名の体制であった。平成23年度に公募班員34名（A01:8, B01:10, C01:16）が加わり、55名のコアになる研究者に多数の研究協力者が参画して研究が進められている。また領域全体の活動を活発に効率よく進めるために計画班メンバー計10名で構成された総括班を置いて領域全体の運営を行

っている。研究の進捗を報告し議論を行うために領域全体の班会議を夏と冬に年2回実施しており、これまで4回開催した。それ以外にもさまざまな研究会を行い研究の発展に生かしている。

質感認知はものづくり産業や工芸、芸術をはじめ衣食住のあらゆる側面において我々の社会生活に密接に関わっている。本領域の活動で得られる質感認知の仕組みの科学的理解や質感に関わる情報の計測・解析・生成に関わる工学技術の成果は、質感に関わるあらゆる分野の発展の基礎となる知識や技術として社会に還元される。それにより最終的には質感の科学とよぶべき新しい学際的な学問領域を生み出す契機を作ることも本領域の目標である。

2. 研究の進展状況

A01 項目では実物体が有する豊かな質感を入力・計測し、それを再び提示デバイス等によって再現する手法、およびその質感の持つ諸特性を情報处理的に解析することに関する成果が得られた。まず「入力・計測」については、様々な照明条件下における対象物体の見えを計測する装置や、半透明物体の微細な形状を精密に計測する手法の開発を行った。また対象物体の正確な色味を再現するために必要な分光画像を瞬時的に入力する複数の手法を開発した。次に「表示・再現」においては立体物上に高ダイナミックレンジ表示を実現する手法や、データ化された対象物体の情報をもとに再び同様の見えを有する実物体を再現する手法、観察者の視線方向に適応的に表示内容を変化させる立体ディスプレイなどについて多くの成果が得られた。「解析・分析」については、蛍光と反射光、鏡面反射と拡散反射など、物体の見えの構成要素を成分ごとに分離する手法や、分光画像をもとに素材の判別や色材分布の推定を行う手法を開発した。これらにより質感を構成する様々な要素について表示・提示および解析するための理論的・技術的素地の整備が大きく進展した。

B01 項目では、光沢感、物体色、半透明感、細かさ、液体粘性などの多様な視覚的質感特徴について、それらそれぞれを生じることに関わる画像手がかりの分析を進めた。質感認知における多感覚統合に関しては、視覚、聴覚、触覚のそれぞれの情報に基づいた素材識別に関する心理実験、及びそれらを組み合わせることによる影響を調べる実験を行うと共に、脳機能イメージングにより異種感覚相互作用の機序を探る研究の準備を進めた。素材識別に関する実験刺激の作成には、本領域で素材識別用の標準刺激として開発された質感サンプルセットを様々な形で活用した。感性的質感認知に関してはヒトの被験者を対象に食物の鮮度認知に関わる特徴の分析を行うと共に、チンパンジーでも類似の実験を行い、種間比較を可能にした。また真珠や漆の美しさの物理的な意味や熟練者が見る技を分析し一般人との比較を行った。実験装置の開発に関しては場所を問わず自由に移動して心理実験を行うためのモバイルラボの準備を整え実験に使用した。また画素の分光発光特性を単色光レベルで制御できる2次元タイプの新カラーディスプレイの開発を進め、二次元画像が提示できることを確認した。

C01 項目では表面質感のもっとも重要な特徴の一つである光沢に関して、サルの下側頭皮質から光沢に選択性を持つニューロンを世界で初めて同定し、それらのニューロンがさまざまな光沢をどのように表現しているかを系統的に示すという画期的な成果が得られた。また質感情報処理

に関係すると考えられる空間周波数チャンネル間の相互作用の様式を初期視覚野において明らかにした。素材識別に関しては、ヒトの腹側視覚経路に沿って素材の識別が行われ、特に腹側高次視覚野において触覚印象とも相関する活動が見られることが示された。更にヒト脳損傷患者の検討から腹側高次視覚野がたしかに素材の視覚的識別に重要であることが確認されつつある。感性的質感認知に関しては可聴域上限をこえる超高周波空気振動が報酬系の活動上昇を引き起こすために必要な条件の同定が進んだ。また被験者に拘束感を与えずに非侵襲脳活動計測を行うための装置や、さまざまな実物をMR I装置内で呈示できる装置の開発が進み、感性的質感認知の研究の技術面での基盤が充実した。

また領域全体として研究資源の共有化を進め班員間の連携を促進するために、領域データベースのインターネット上での構築、標準化された素材刺激セットの開発、移動実験設備（モバイルラボ）の導入などを行い、その結果項目内あるいは項目間の連携研究が活発に進んでいる。以上のように各項目においても領域全体としてもきわめて順調に研究が進展していると考えられる。

3. 研究を推進する上での問題点と今後の対応策

本領域は工学、心理物理学、脳科学の3つの分野が連携して質感認知研究を進めることに特徴があるが、分野間でバックグラウンドの知識が異なることによる相互理解が最初は進みにくいという障壁は避けがたいものである。本領域では領域申請時から繰り返し研究会を持つことにより計画班員間では分野間の相互理解を十分に深めた状態で領域の活動をスタートしたが、公募班員採択後の初回と2回目の領域班会議時に各班員の研究背景を十分説明する時間を設けると共に、計画班員から各分野における質感研究のチュートリアルを行い、分野間の障壁の除去に力を注いできた。その結果6でも述べるように分野間の連携が進んでいる。また2012年4月20日に視覚質感認知と一般物体認識に関する研究会を領域内の研究会として行い、主にコンピュータビジョンの工学研究者と視覚質感認知の心理物理学研究者、脳科学者が共通の問題意識で議論する場を設けたところ、具体的な研究協力がいくつも進み相互交流に大きな効果をあげた。このように特定のテーマで研究会を持つ試みを今後も継続して、多くの班員が分野間連携により研究の発展につなげることを促進したいと考えている。

質感認知に関わる情報は極めて多くの変数が複雑に関係し、かつどのような変数が重要であるかもまだよく分かっていない。そのように性質のよく分からない多次元空間を対象として研究を進めるために、一つの研究分野だけをとりまさまざまな方向から多様なアプローチが可能である。しかしこのことは一方では研究者によってばらばらで一貫性のないアプローチをやみくもに試みることに通じる。そのような事態を回避してしっかりした基盤の上で一貫性のある研究が行えるよう、総括班では質感認知研究の共通のプラットフォームとなる研究資源を提供している。様々な素材でできた一定の形状の物体（質感サンプルセット）がB01項目の中内計画班員のグループを中心に開発され実用化されており、総括班から貸出も行っている。またこれらの質感サンプルセットの反射特性やテクスチャをA01項目の計画班員の協力の元に計測し、領域共通のデータベースで提供している。このような領域共通の研究資源の提供をこれからも進めることで、高

い質の技術や知識の土台に立った一貫性のある研究を可能にしていく。しかし他方では、多様なアプローチで研究が行われることは多くの可能性が試されることでもあり、その中から質感認知研究に新しいブレークスルーが生み出されてくる可能性がある。そこで多様なアプローチの中から有効と思われるすぐれた枝を見出し、その方向の研究の発展を支援して枝を伸ばしていくことも総括班の重要な役割の一つであると考えられる。班会議等の機会を通して発展性のある方向を見出し、必要な支援を与えていくことが重要であると考えている。

質感認知においては視覚が重要な役割を演じるが、他の感覚も重要であり特に手触りなど体性感覚は重要である。また物を見ただけで触った感じがわかるというように、感覚種をまたがるクロスモーダルな性質が見られる。本領域の審査所見で脳内メカニズム研究が視覚中心で他の感覚による質感認知研究が不足しているのではないかという指摘を受けた。この点に関しては公募研究において触覚研究者および聴覚研究者を採択し、視覚以外の感覚への対応を強化すると共に、触覚研究の重要性を考慮して触覚質感研究動向についての研究集会を平成24年2月7日に行い触覚質感認知研究者間および他の感覚の研究者との交流を積極的に進めている。

4. 主な研究成果

本領域では物の素材や表面の状態を認知する機能にかかわる質感認知と、それにより生み出される情動や嗜好、価値判断を含む感性的質感認知の両方を研究対象としている。これらの対象に対して工学に対応する A01 項目、心理物理学に対応する B01 項目、脳科学に対応する C01 項目という異なる分野が連携を取りつつ多様な角度からアプローチする。しかし項目を超えて研究を繋ぐ共通のテーマとして3本の経糸（たていと）が存在する。それは（1）質感に関する物理量と感覚特徴、（2）素材の識別、（3）感性的質感認知、の三つのテーマであり質感認知の異なる機能的側面を表している。一方各項目内の研究は対象へのアプローチの仕方において分けることができ、これが各項目固有の緯糸（よこいと）を構成する。このように領域で行われる研究は、項目をまたがる3本の経糸と項目固有の緯糸の交わりとしてほぼ位置付けることが可能である。以下で研究項目毎に主な研究成果を記載するが、A01 項目に関しては緯糸を作る異なるアプローチを前面に出して整理しているが、B01 と C01 項目では上に述べた3本の経糸によって研究を整理した。引用番号は7（1）に記載する「主な論文等一覧」の通し番号に対応している。

A01 質感の計測と表示に関わる工学的解析と技術

A01 項目では実物体が有する豊かな質感を入力・計測し、それを再び提示デバイス等により再現すること、およびその質感の持つ諸特性を様々な情報处理的技法により解析することを目的としている。図2に、視覚における質感を例に各研究成果とその関係を示す。ここではまず「入力・計測」「解析・分析」「表示・再現」の3つの技術要素に関する研究成果を報告した上で、これらを横断的に取り扱う研究成果について述べる。

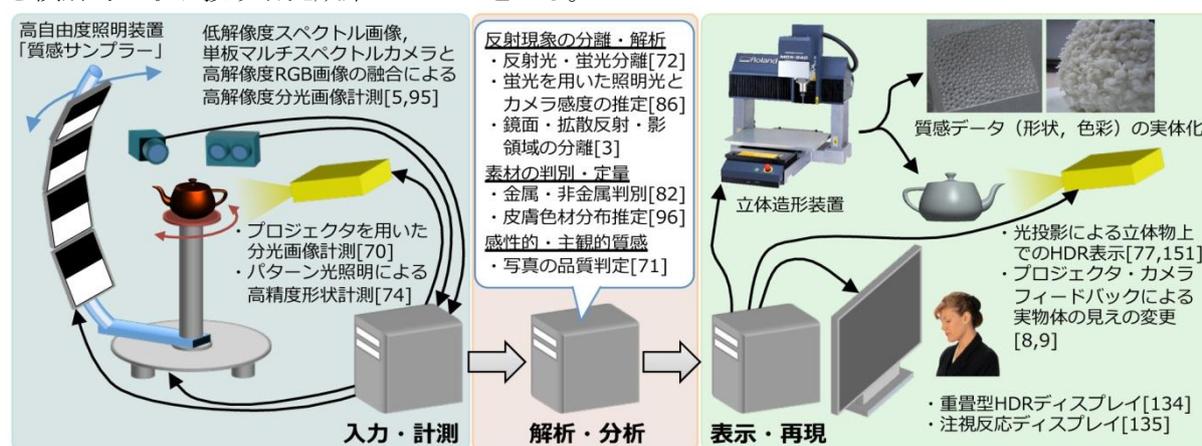


図2 A01項目における各成果とその関係

[入力・計測]

物体の見えは照明条件や観測方位により大きく変化するため、それらを余すことなく正確に入力する手段について研究を進めた。日浦班では回転するアームに高輝度LEDアレイを密に配置した高自由度照明装置「質感サンプラー」を開発した。この装置では照明条件を高精度にシミュレーションでき、各研究班で必要とする様々な条件下の画像を取得することが出来る（図3左）。併せて、各種の縞パターンで物体を照明することで、ヘアライン仕上げ等の方向性を有する反射特性（異方性反射）を高速かつ高精細に計測する手法を開発した（図3右、未公表成果）。

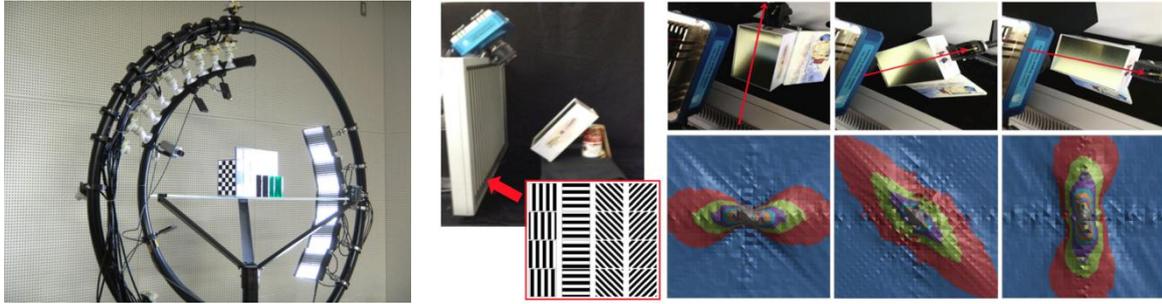


図3 高自由度照明装置「質感サンプラー」と、異方性反射物体の反射強度分布計測結果

シーンの分光反射率を求める手法として、佐藤班では動的に変化するシーンに対して汎用のDLPプロジェクタによる照明を用いる手法[70]を開発した。また山口班では高解像度RGB画像に低解像度スペクトル画像を組み合わせる手法[5]や、様々な分光透過率を持つフィルタを各画素に備えた単板型のマルチスペクトルカメラを用いる手法について研究を進めた[95]。これらの研究は、従来は特殊な機器で時間をかけねば取得できなかったマルチスペクトル画像を、低コストかつ短時間で取得することが可能になるという意義を持つ。また日浦班ではパターン光を照射することで光の滲み（表面下散乱）が強い物体の3次元形状を正確に求める手法[74]を開発し、肌や皮革など生体表面の微細構造を解析することを可能にした。

【解析・分析】

ここでは、画像から対象物体の質感に関する光学的・幾何学的特性（反射特性、透過率、形状等）を求める研究と、質感に影響を与える物理パラメータ（顔料の分布や血流量等の物理・生体パラメータ）を推定する研究が挙げられる。さらに、多様な照明条件・撮影方位からの画像を効率よく記録するためのデータ圧縮や、人の視覚特性に関連する解析も含まれる。

佐藤班では多くの物体が有する蛍光現象の解析に取り組み、反射光と蛍光の分離[72]、蛍光現象を用いた対象の形状計測[85]、さらには蛍光を有する基準物体を用いることで、光源スペクトルとカメラの分光感度特性を1枚の画像から同時に推定する手法[86]を開発した（図4）。これらは質感の入力・計測をより高精度かつ簡易にする基礎となり、各班への波及効果が期待できる成果である。

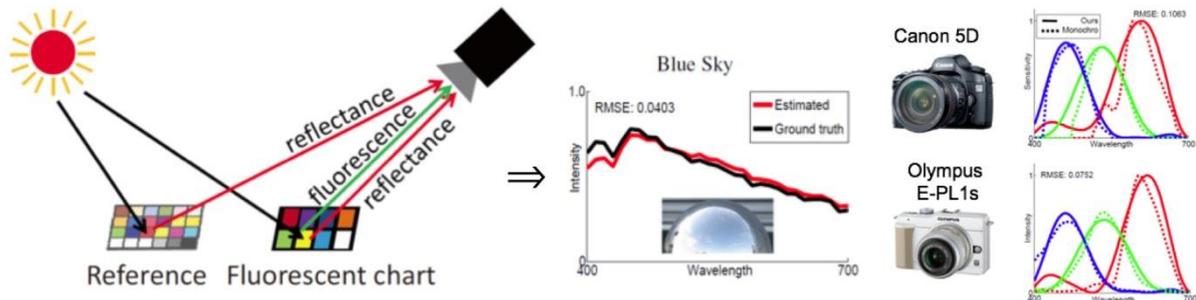


図4 蛍光を有する基準物体を用いた光源スペクトルとカメラ分光感度特性の推定[85]

日浦班では多様な照明条件下の画像から、鏡面反射と拡散反射、影の各領域を高速かつ安定に分離する手法を開発した[3]。堀内班では偏光画像と分光画像を利用し、物体の材質を金属と非金属（誘電体）に分類する手法を開発した[82]（図5左）。また土居班では、分光画像を利用し皮膚の色材要素（メラニン、ヘモグロビン、酸化ヘモグロビン）の分布を推定し、さらにこれを用いて

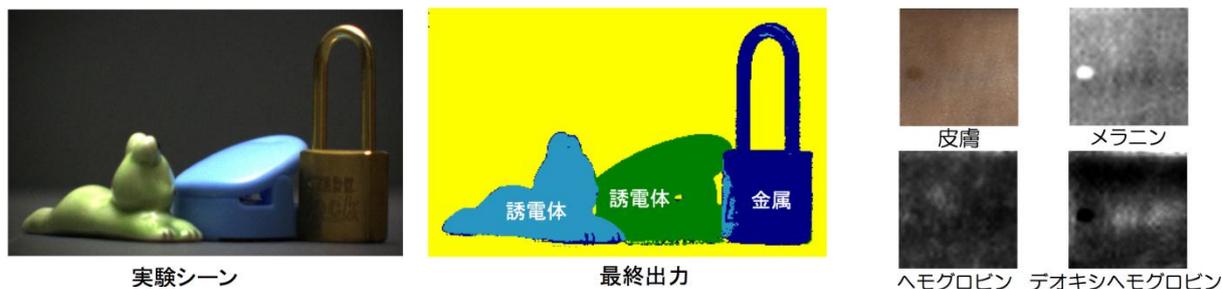


図5 偏光/分光画像を用いた材質の識別（左）[82]，分光画像を用いた皮膚色材分布推定（右）[96] 画像を合成する研究を行った[96]（図5右）。

さらに佐藤班では、より高次の感性的質感の情報処理に取り組み、写真の持つ主観的な品質や色彩調和を計算機により評価する手法を開発した[71]。この研究は、人が有する感性的かつ主観的な（良い悪いの）認知を、計算機によっても相当程度模倣することが出来ることを示した点で意義深い。

【表示・再現】

対象物体の質感を忠実に再現するためには、通常のディスプレイに比べ、色域、色再現性、輝度比・ダイナミックレンジ等の物理的性能の向上が必要である。またディスプレイ上の表示を見たときと、実物を直接見たときの違いについて研究を進めるべく、データ化された質感を再び実物体として再現したり、プロジェクタを利用して立体物上に色彩を再現する手法についての研究成果が多く得られた。

ディスプレイの性能向上については、物体の反射率の変更と入射光強度の変調を組み合わせた重畳型 HDR ディスプレイについて、日浦班において複数の成果が得られた。電子ペーパーを複数のプロジェクタで照明する方法[134]、紫外線等の照射により可視光域の反射率が変化する材料を利用した方法[151]について検討が進んだほか、立体プリンタ出力とプロジェクタを組み合わせることで立体物上で HDR 表示を行う手法について成果を得た[77]。これらは再現度の高い質感を有する製品モックアップや、その表面色彩を実時間的に変化させることが出来るという点で実用化に迫りつつある成果である。

ディスプレイ上に再現される画像と実物体の質感の相違について検討を進めるべく、宮田班では皮革等の表面の微細構造を実物として再現する手法を開発した（図2右上の写真2点、未公表成果）。さらに岡谷班では、画面上の注視位置に応じてリアルタイムに表示内容を変化させ、それにより両眼視差と被写界深度ボケを同時に提示することが出来るディスプレイを開発し[135]、これを用いてディスプレイを観察するとき特有の視覚特性に関する研究を進めている。

【融合的研究】

天野班では画像の入力段階と提示段階を融合した研究として、プロジェクタにより照明されたシーンの画像をカメラで取り込み、再びプロジェクタ投影画像へとフィードバックすることで、対象物体の質感や見た目を様々に変化させる手法について成果を得た[8,9]。画像処理手法に B01 西田班で得られた知見を取り入れ、対象物体に関する先験的情報なしに物体の見た目に透明感やつや感を付加したり取り除いたりする手法を開発した（図6）。これは心理物理・神経生理学的実験において良好にコントロールされた刺激を提示できる技術であるため、B・C 項目への技術提供体制が整えられた。

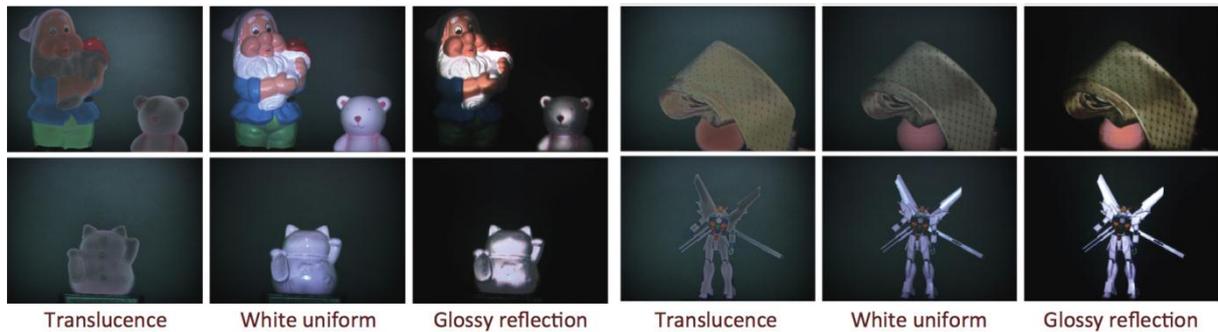


図6 プロジェクタ・カメラフィードバックによる物体の見えの変更結果の例[8,9]

B01 質感認知に関わる感覚情報の特徴と処理様式

B01 項目は、私たちが感覚刺激に含まれるどのような特徴を使って素材を識別し、質感を認知しているのかについて、心理物理学的手法を駆使して実験的に解明することを目指している。視覚や触覚、聴覚にいたる種々の感覚モダリティに関して、より物理的な刺激特徴量に関する質感情報処理から、それらの複合的な過程を反映した素材識別、さらには価値判断を含む感性的質感に関して、図7に示す様々な観点から研究を進めている。以下、主な研究成果について述べる。

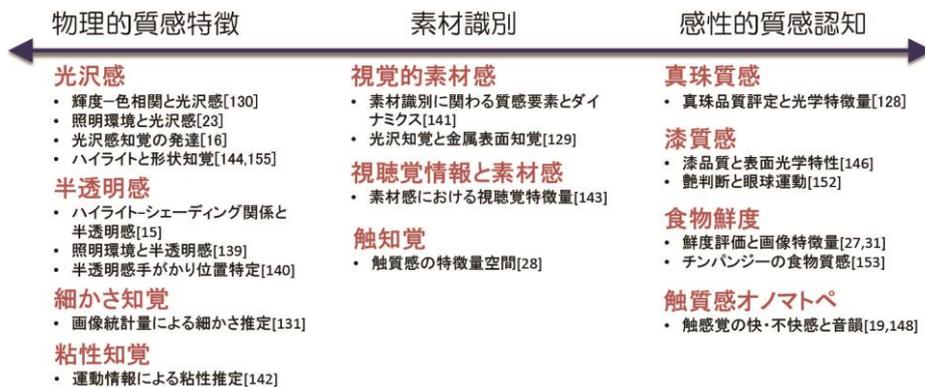


図7 : B01 項目における主な研究成果と位置づけ

[物理的質感特徴]

光沢の知覚は質感知覚の中心的な研究テーマである。西田班は光沢の知覚に対する色の効果の分析から、ハイライト（鏡面反射）と物体本体（拡散反射）の色の関係が重要であることを明らかにした。たとえば、白色本体に赤いハイライトのように物理世界で生じないような色の組み合わせでは光沢感はほぼ消失する[130]（図8a）。一方、西田班の本吉らは、光沢感の照明に対する恒常性には限界があり、たとえば霞がかかったような環境のもとでは光沢感が大きく低下することを示した[23]（図8b）。さらに本吉らは、光沢感知覚が7-8ヶ月の幼児ですでに成立することを示した[16]。

半透明感の知覚に関しては、西田班の本吉[15]および中内班[139,140]によってCGと実物を使った研究が行われ、輝度コントラストなどの画像統計量や、鏡面反射と拡散反射の不一致（拡散反射成分のコントラスト減少や極性反転）が重要な手がかりであることが明らかになった。

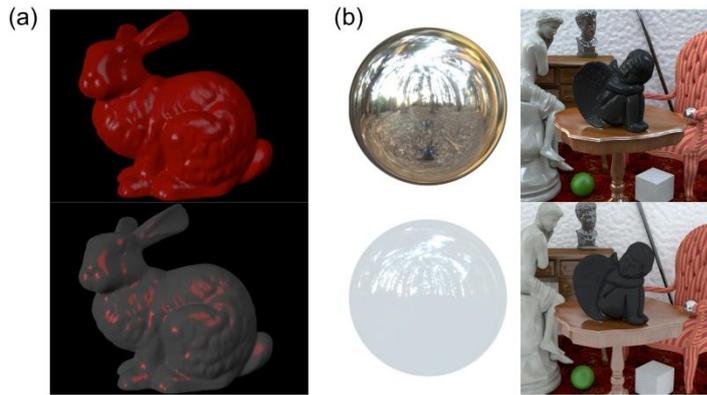


図8：光沢感に影響を与える要素
 (a) ハイライトの色と物体の色が矛盾する場合(左下) (b) 照明場のコントラストが低い場合[23] (右下) いずれも光沢感が消失する。

新しい質感特徴として、液体粘性や細かさについても研究を行った。西田班の河邊らは、液体の粘性の知覚において、人間が静的形状・動的形状・運動速度に含まれる様々な手がかりを柔軟に利用していることを明らかにした[142]。新谷班は、人間は髪の毛など画像の解像度以下のテクスチャの細かさを判断することができること、さらにその判断には輝度コントラストや低空間周波数成分の低下といった画像特徴の変化が手がかりになっていることを明らかにした[131]。

質感情報と形状情報の関係も重要な研究テーマである。本吉は、物体形状、表面凸凹、表面ざらつき、そして光沢感が劇的に変化する順応残効現象を発見した[144]。これは、表面質感や形状が低次の画像特徴の集まりとして脳内で符合化されていることの重要な証拠である。また、酒井班は、形状認知に関して拡散成分と一致しない鏡面反射成分の存在が物体の形状推定を促進するという興味深い結果を得た[145]。

【素材識別】

人間は様々な物理的な質感特徴を統合して、知覚対象の材質を推定することができる。そこで利用される情報は視覚だけでなく、触覚や聴覚からも得られる。さらに、視覚的な情報だけから、本来他の感覚モダリティが担当する質感特徴をも認識することができる。このように、素材識別の理解においては、複数の感覚モダリティの協調動作の理解が鍵となる。

中内班は、視覚からの素材識別に関して、様々な材質で作られた質感サンプルの写真を刺激とし、材質識別能力と光沢感・冷暖感等の様々な質感特徴の関係性について検討した[141]。そして、材質識別課題の応答時間帯により関連する質感特徴が異なることを明らかにした。特に触覚的な

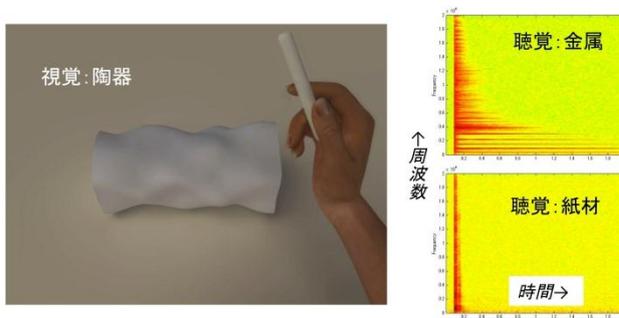


図9：素材認識における視聴覚統合
 映像とそれを叩いたときの音の組み合わせにより知覚される素材が変化する[143]

特性が遅いことから、モダリティをまたいだ質感情報処理の複雑性が示唆された。西田班の藤崎らは、素材認識における異種モダリティ間の情報統合を直接的に検討するため、素材の映像とそれを叩いた音の組み合わせを変化させた結果、陶器の映像に紙材を叩く音を合わせるとプラスチックに知覚される、などの現象を見出した[143] (図9)。視聴覚の相互作用の分析から、視覚情報から得られる表面特性と、聴覚情報からえられる内部構

造に対する情報の双方に矛盾のない素材を観察者は知覚していることが示唆された。C01項目小松班と協力して、視聴覚材質判断の神経基盤を調べる脳機能イメージング研究の検討も進めている。内川らは、色度図上に無い金色・銀色・銅色の知覚と、光沢知覚および金属表面知覚との相互関係を明らかにした[129]。また、齋木班は、文字を見ると色が見えるだけでなく、わら半紙のような特定の素材を感じる共感覚者の存在を発見した。

さらに、触覚に関しても、岡本班は様々な素材をなぞった時に生じる皮膚変形の時系列データを計測し、素材らしさを表現する特徴量を導出した[28]。それらの特徴によりテクスチャを特定の素材らしく加工し、触覚ディスプレイを使って提示するとほぼ予想通りの素材感を観察者に知覚させることができた。

[感性的質感認知]

「美」に関して、真珠と漆という日本を代表する工芸品の質感知覚の研究を進めている。中内班は真珠層の多層膜構造に起因する干渉色を高精度で光学計測することに成功し、それらと真珠鑑定士の評定との関連について調べ、鑑定士が判断する真珠品質と干渉色の空間コントラストの間に高い相関が見られること、鑑定士間でこうした評価基準がほぼ共有されていることなどを明

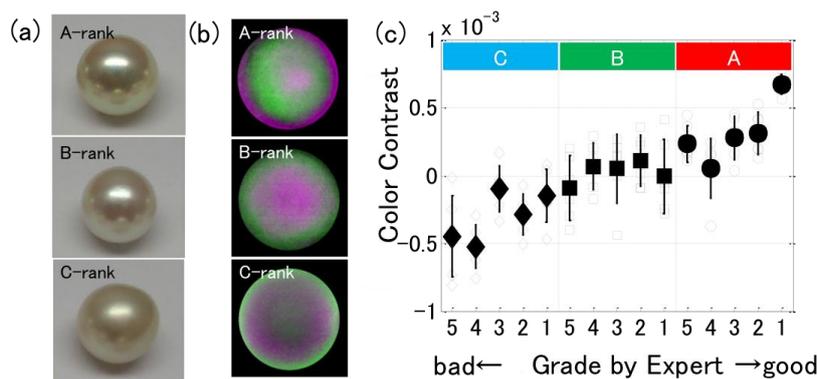


図10：鑑定士が判断した真珠品質と真珠の光学特性[128]
 (a) 様々な品質の真珠、(b) 真珠品質毎の干渉色の空間パターン、
 (c) 鑑定士による真珠品質判断と干渉色コントラストの関係

らかにしている[128] (図10)。

漆に関して、阿山班は黒みの評価実験を行い、分光反射特性やBRDFなどの物理特性との関係を分析した[146]。

大谷班は、熟練者が漆の艶を見る技を心理実験と眼球運動測定で分析し、映り込みの

見方に特徴があることを明らかにした[152]。

食品質感認知は生存に直

結する機能であるが、岡嶋班は食物の鮮度認知を左右する画像特徴を分析し、西田班が光沢感に関係することを示した輝度ヒストグラムの歪度やサブバンドのパワーなどの画像統計量が知覚的鮮度と高い相関を示すことを見出した[27,31]。伊村班は、岡嶋班の研究を下敷きにして、チンパンジーの食物の鮮度認知を検討し、ある程度の鮮度弁別が可能であることを確認した[153]。この研究は、感性的質感認知の種間差を探るきっかけとなる可能性を秘めている。

言語から感性的質感を検討する試みも進んでいる。坂本班は、西田班の渡邊らと共同で、触覚における質感認知を研究する上で、「さらさら」「ざらざら」といった手触りのオノマトペに着目し、その音韻の音象徴性(音韻とそれが生み出す共通の感覚イメージの関係)を利用して、触質感認知の主要因を特定した[19,148]。その結果をもとにして、オノマトペのイメージ評価結果を自動出力する言語イメージ判定システムの開発も進めている。

[研究用のデータベースおよび装置の開発]

これらの研究を進めるなかで、様々な研究分野・アプローチを超えて質感研究を融合的に進めるため研究リソースについても開発が進められた（図11）。中内班を中心に、形状等がコントロールされた様々な材質の質感サンプルセットが製作され、視覚・聴覚・触覚提示用の材質刺激として広く利用されている。触覚に関しては、坂本班を中心に触覚サンプルと対応するオノマトペのデータセットが開発された。色彩刺激提示装置として画素の分光発光特性を単色光レベルで制御できる2次元タイプの新カラーディスプレイの開発が内川らを中心に進められ[127]、偏心光学系を制作し、2次元画像が提示できることまで確認された。心理物理実験を好きな場所に持ち出せるモバイルラボは、中内班の真珠の鑑定士の実験に利用されている。このような共有資産は、連携研究の契機となり、多面的な質感研究推進の原動力の一つとなっている。



図 11：B01 項目において開発された質感研究リソース

C01 質感情報の脳内表現と利用のメカニズム

研究項目C01では質感認知に関わる感覚特徴の脳内処理、質感認知の重要な機能である素材識別のメカニズム、および情動や価値判断とつながる感性的質感認知に関わる神経情報処理に関して図12に示すような様々な観点から研究を進め多くの研究成果が得られた。

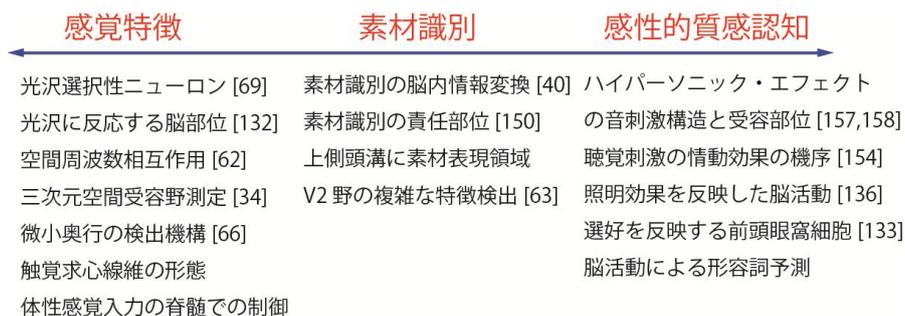


図 12：C01 項目における主な研究成果と位置づけ

【質感に関わる感覚特徴の処理】

光沢は物体表面の持つ多様な質感の中でも最も顕著な性質であるが、これまで脳内でどのように光沢が表現されているかについては全く不明であった。小松班はさまざまな光沢をもつ物体画像に対するサル下側頭皮質ニューロンの応答を解析し、上側頭溝内の限局した場所にさまざまな光沢に選択的に応答するニューロンが固まっていることを見出した。それらのニューロン集団の活動は光沢の強さの違いや、表面の滑らかさの違いによって生じる光沢の変化を系統的に表現し

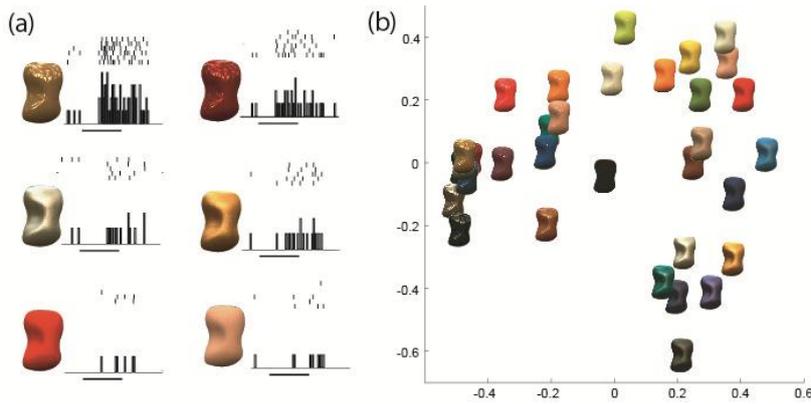


図 13: サル下側頭皮質で記録された光沢選択性ニューロン[69]
 (a) 一つのニューロンの反応。鋭いハイライトを持つ刺激にはよく反応(上)するが、ぼやけたハイライト(中)や艶のない刺激には反応しない(下)。(b) 光沢選択性ニューロン集団活動の MDS による解析結果。様々な光沢が系統的に表現されている。

ていることが分かった[69]
 (図 1 3)。一方視覚野全体で光沢の情報がどのように分布するかを調べるために小松班で行われたサルを用いた機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) 実験の結果から、下側頭皮質の限局した場所が光沢刺激に特によく反応することが示され、上のニューロン活動記録実験で見いだされた部位も一つであることが確認された[132]。

このような光沢に対する選択性が視覚野のどのような処理で生み出されるかはまだ不明であるが、周期的な物理表面が持つ光沢感などは、多くの空間周波数成分の間の何らかの非線形的相互作用に担われていることが予想される。大澤班は第一次視覚野 (V1) 細胞がよく反応する帯域の外の空間周波数成分の影響を、両眼同時刺激で細胞の活動レベルを上げて抑制的な反応を検出し易くする新手法により調べた。その結果多くの細胞で、興奮性反応の帯域外から主として抑制性の影響が見られることが示された。これにより従来は検出が難しかった空間周波数間の相互作用の存在が示され、V1 細胞は従来考えられていたより複雑なフィルター特性を持つことが明らかとなった[62] (図 1 4)。

視覚質感認知においては表面反射特性と物体の三次元形状など他の要因には複雑な相互作用があることが示されており、それらの要因の表現様式を理解することも質感認知の研究において重要な意義を持つ。大澤班は奥行きを含めた 3 次元空間における細胞の受容野を定量的に計測できる手法を初めて確立し、V1 の複雑型細胞が複数の両眼視差検出器を組み合わせた受容野を持つこ

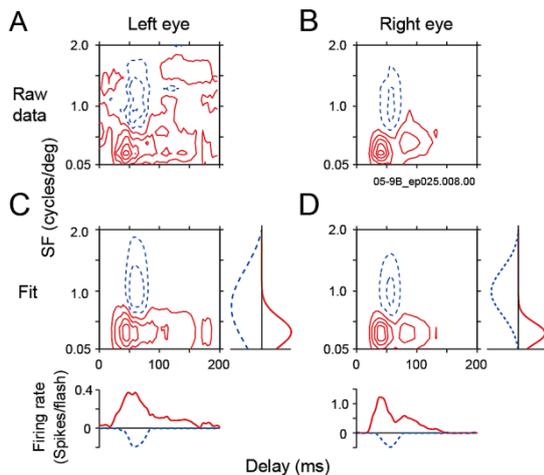


図 14: V1 細胞の両眼の空間周波数特性[62]
 赤が興奮性、青が抑制性の周波数帯域

とを明らかにした[34]。一方藤田班はサルの V4 野ニューロンが細かい両眼視差の差をコードしており、その情報が実際にサルの奥行判断に用いられていることをニューロン活動の解析と微小電気刺激による奥行判断への影響により確認した[66]。

触覚質感に関する感覚情報処理に関しては、古田班がラットの触覚求心線維から細胞内記録を行った上で色素注入により形態の同定を行うことに成功し、触覚求心線維の種類と反応特性の関係を厳密に同定する実験を進めると共に、関班は脊髄でのシナプス前抑制の大きさを推定する新手法を用いて、ゆっくりとした運動で物体表面をなぞったり、把握して重さを認識するなどの質感認知行動時に筋感

覚フィードバックが増大することを示唆する興味深い結果を得るなど、着実な進展がみられる。

[素材識別に関わる処理]

質感認知の重要な機能は素材の識別である。小松班は素材識別に関わる脳部位の同定と、素材に関するどのような情報が表現されているかを調べることを目的として形の統制された9種類の素材の画像刺激を呈示し、ヒトの脳活動を fMRI で計測し複数のボクセルの活動パターンから異なる素材がどのように区別されているかを調べた[40]。その結果 V1/V2 といった初期視覚野から紡錘状回付近の腹側高次視覚野にいたる領域で素材の識別が行われていた。次にこれら異なる部位の活動が素材質感のどのような情報を伝えているかを解析したところ、初期視覚野の活動は空間周波数、方位、色輝度統計量などの画像特徴を表現しているのに対し、腹側高次視覚野は形容詞対を用いてSD法で調べた素材間の印象の差をよく表現していることが分かり、素材知覚に腹側高次視覚野が重要な役割を果たす可能性が示された(図15)。一方鈴木班はヒトの脳損傷患者

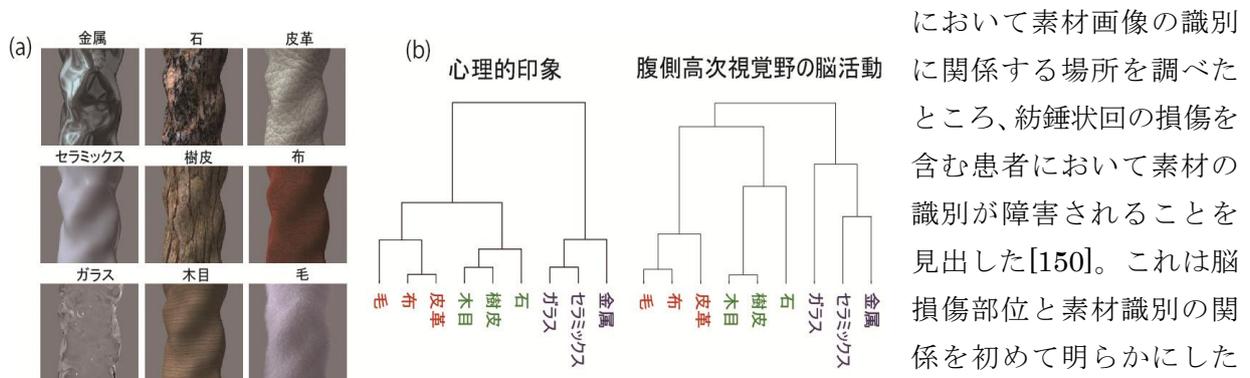


図 15：ヒトの素材識別時の脳活動[40]

(a) 9種類の素材画像を呈示して fMRI で脳活動を記録した。(b) SD 法で得た心理的印象の階層構造(左)と fMRI で記録した腹側高次視覚野の活動パターンから得た階層構造(右)にはよい対応関係が見られた。

において素材画像の識別に関する場所を調べたところ、紡錘状回の損傷を含む患者において素材の識別が障害されることを見出した[150]。これは脳損傷部位と素材識別の関係を初めて明らかにした重要な成果である。また一戸班員のグループは、脳溝がほとんどないマーモセットの利点を生かして、下

側頭皮質付近のマッピングを多チャンネル記録で行った結果、上側頭溝付近の領域で物体の形状や色によらず素材にのみ選択性を示すニューロンがクラスタを形成していることを見出しており、物体の素材とそれ以外の形や色の情報の機能地図の関係について手がかりが得られつつある。

多くの素材は表面に固有のテクスチャ構造を持ち、素材の識別に役立てられていると考えられる。テクスチャの識別には空間周波数成分や方位の成分が物体表面でどのように分布しているかという情報が重要であるが、大澤班は独自に開発した局所周波数領域逆相関法により、サルの V2 野の細胞の受容野内部構造を調べた結果、一部の細胞で不均一な構造が見られ複雑な特徴の抽出がこの段階で始まる可能性が示唆された[63]。

[感性的質感認知]

本田班は人間の可聴域上限をこえる超高周波空気振動を豊富に含む音が、脳幹報酬系神経回路を活性化して、音の感性的質感認知を高める現象(ハイパーソニック・エフェクト)について脳幹報酬系神経回路を活性化させる音刺激の情報構造や印可方法について検討を行った結果、音の自己相関構造が完全にランダムではなく、また完全に確定的ではない一定のゆらぎをもっている必要

があることを明らかにした。さらに、報酬系の活性化を導く超高周波振動の身体受容部位の検討を行った結果、首から下の身体で受容している可能性が高いことが示された(図16)。これらの研究成果を産業応用したアプリケーションに関して特許を出願・取得した(特許取得[157, 158])。一方聴覚刺激のみならず情動の神経基盤について高橋班は、恐怖条件づけを行ったラットでは報酬条件づけを行った群に比べて、聴覚皮質の局所電場電位の α および高 γ 帯域での位同期が強くなり、音の有する恐怖の情動価が聴覚皮質の定常状態の頑健性に表現されている可能性を示した[154]。

視覚の感性的質感認知に関して、山本班は印刷物を高照度と低照度で照明した条件でfMRIでヒトの脳活動を比較した結果、低次視覚野は活動に差がなく網膜順応の結果を反映しているのに対し、V8、L0などの高次視覚野では高照度下で活動が高く、印刷の見える感性的な評価と対応している可能性を示した[136]。船橋班では画像刺激の違いがどのように選好性の違いを生み出すかを調べることにより感性的質感認知のメカニズムを理解することを試みているが、サルの前頭眼窩部のニューロン活動が画像刺激の選好を反映することを見出した[133]。また宮脇班は画像を見た時に想起されるさまざまな感性的印象を表現する形容詞が、画像呈示によって生じる高次視覚野のfMRIで記録した脳活動から有意に予測可能であることを見出しており、感性的質感認知における脳情報復号化の可能性を示すものと考えられる。

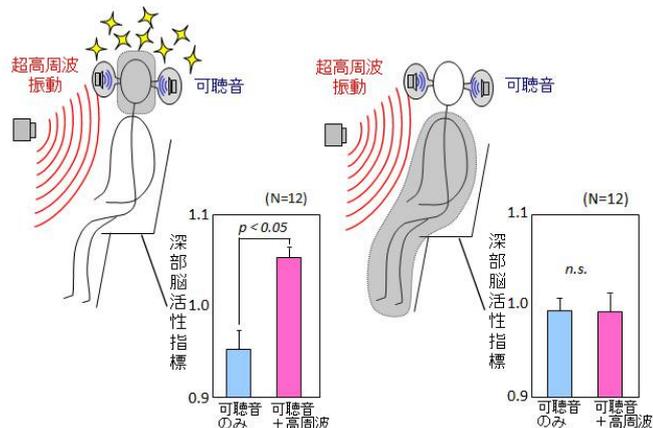


図16：超高周波振動の効果部位
首より下の体部への呈示では脳幹報酬系回路の活性化が起きる(左)が頭部のみへの呈示では起きない(右)

【機器開発】

質感認知の脳生理学的研究では、これまで扱われてこなかったような多次元情報の神経表現を解析したり、リアルな刺激呈示や自然な環境下での実験も必要となる。それらの実験場面に対応する機器や実験方法の開発も進められている。本田班は被験者に拘束感を与えずに非侵襲で脳活動を計測できる陽電子断層法を用いた装置(PET-HAT)を開発すると共に([42], 特許取得[155, 156])、脳幹報酬系神経回路の活性を簡便に計測する脳波指標を開発した[126]。山本班は複数の実物体を超音波モータを用いて高磁場のMRI装置内で順に呈示できる装置を開発し、実物体の持つ複雑な特性を実験環境にそのまま持ち込むことを可能にした[137]。また川寄班は脳表面の多数の位置から慢性的に脳活動を計測できる多点表面電極技術で皮質脳波(ECoG)を下側頭皮質から長期間安定して記録する方法を確立した[138]。これらの実験技術は領域内の他のグループの研究にも応用可能であり、C01項目の研究推進に力を発揮するものと考えられる。

5. 研究成果の公表の状況

(1) 主な論文等一覧について

発表論文数：154件

以下の一覧には主な論文等のみを記載している。

① 原著論文

A01

1. *西山正史, 岡部孝弘, 佐藤洋一, 佐藤いまり (2010) 複数の注目領域を用いた写真の主観品質の識別, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J93-D: 8: 1364-1374.
2. 古瀬達彦, *日浦慎作, 佐藤宏介 (2010) スリット光の変調による相互反射と表面下散乱に頑健な三次元形状計測, 計測自動制御学会論文集 46: 10: 589-597.
3. Tachikawa T, *Hiura S, Sato K (2011) Robust estimation of light directions and albedo map of an object of known Shape, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 3: 172-185.
4. Nagase M, *Iwai D, Sato K (2011) Dynamic defocus and occlusion compensation of projected imagery by model-based optimal projector selection in multi-projection environment, Virtual Reality, 15: 2: 119-132.
5. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2011) Class-based spectral reconstruction based on unmixing of low-resolution spectral information, Journal of Optical Society of America-A, 28: 7: 1470-1481.
6. *岸本純子, 金澤勝, 村上百合, 山口雅浩, 羽石秀昭, 大山永昭 (2011) 忠実な色再現映像システムにおける心理要因の分析, 画像電子学会誌, 40: 6: 1017-1026.
7. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2011) Dictionary-based estimation of spectra for wide-gamut color imaging, Color Research & Application, published online: 23 OCT 2011.
8. *天野敏之 (2011) プロジェクタカメラフィードバックのためのアンチペイヤ投影法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 16: 4: 653-662.
9. *天野敏之, 加藤博一 (2011) モデル予測制御を用いたプロジェクタカメラ系による見かけの制御, 電子情報通信学会論文誌 D, J94-D: 8: 1368-1375.
10. *Bimber O, Kloeck D, Amano T, Grundhoefer A, Kurz D (2011) Closed-loop feedback illumination for optical inverse tone-mapping in light microscopy, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 17: 6: 857-870.
11. 上山都士也, *平井経太, 堀内隆彦, 富永昌治 (2012) 可視光源とマルチバンドカメラを用いた蛍光物体の分光成分推定, 電子情報通信学会論文誌(D), J95-D: 3: 638-644.
12. *Murakami Y, Nomura J, Ohyama M, Yamaguchi M (2012) Fidelity evaluation of metallic luster in six-band high-dynamic-range imaging, Optical Review, 19: 3: 142-149.
13. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2012) Hybrid-resolution multispectral imaging using color filter array, Optics Express, 20: 7: 7173-7183.
14. *Yamamoto S, Maeda M, Tsumura N, Nakaguchi T, Okamoto R, Miyake Y, Shimoyama I (2012) Subjective evaluation of visual fatigue due to misalignment of motion and still images in a stereoscopic display, Journal of the Society for Information Display, 20: 2: 94-102.

B01

15. *Motoyoshi I (2010) Highlight-shading relationship as a cue for the perception of translucent and transparent materials. Journal of Vision, 10(9): 6, 1-11.
16. *Yang J, Otsuka Y, Kanazawa S, Yamaguchi MK, Motoyoshi I (2011) Perception of surface glossiness by infants aged 5 to 8 months. Perception, 40: 1491-1502.
17. *Sakai K, Ogiya M, Hirai Y (2011) Decoding of depth and motion in ambiguous binocular perception. Journal of Optical Society of America, A, 28: 7: 1445-1452.
18. *Qiu W, Sakai K (2011) Medial axis for 3D shape representation. Lecture Notes in Computer Science, 7062: 79-87.
19. *渡辺淳司, 加納有梨紗, 清水祐一郎, 坂本真樹 (2011) 触感覚の快・不快とその手触りを表象するオノマトペの音韻の関係性, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 16: 3: 367-370.
20. *Okamoto S, Ishikawa S, Nagano H, Yamada Y (2011) Spectrum-based vibrotactile footstep-display for crinkle of fragile structures, Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, 2459-2464.
21. *Okamoto S, Yamada Y (2011) An objective index that substitutes for subjective quality of

- vibrotactile material-like textures, Proceedings of the 2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 3060-3067, San Francisco.
22. *[Saiki J](#), Yoshioka A, Yamamoto H (2011) Type-based associations in grapheme-color synaesthesia revealed by response time distribution analyses. *Consciousness and Cognition*, 20: 1548-1557.
 23. *[Motoyoshi I](#), Matoba H (2012) Variability in constancy of the perceived surface reflectance across different illumination statistics. *Vision Research*, 53: 30-39.
 24. *[Uchikawa K](#), Fukuda K, Kitazawa Y, MacLeod DIA (2012), Estimating illuminant color based on luminance balance of surfaces, *Journal of the Optical Society of America A*, 29: 2: 133-143.
 25. *[Mizokami Y](#), Kamesaki C, Ito N, Sakaibara S, Yaguchi H (2012) Effect of spatial structure on colorfulness-adaptation for natural images. *Journal of the Optical Society of America A* 29-2: A118-A127.
 26. *[Mizokami Y](#), Webster MA (2012) Are Gaussian spectra a viable perceptual assumption in color appearance? *Journal of the Optical Society of America A* 29-2: A10-A18.
 27. Arce-Lopera C, Masuda T, Kimura A, Wada Y, *[Okajima K](#) (2012) Luminance Distribution Modifies the Perceived Freshness of Strawberries, *i-Perception*, 3: 5: 338-355.
 28. *[Okamoto S](#), Yamada Y (2012) Lossy data compression of vibrotactile material-like textures, *IEEE Transactions on Haptics*, doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TOH.
 29. Arce-Lopera C, Igarashi T, Nakao K, *[Okajima K](#) (2012) Effects of diffuse and specular reflections on the perceived age of facial skin, *Optical Review*, 19: 3:167-173.
 30. *[Okamoto S](#), Yamauchi T, Konyo M, Tadokoro S (2012) Virtual active touch: perception of virtual gratings wavelength through pointing-stick interface, *IEEE Transactions on Haptics*, 5: issue 1: 85-93.
 31. Arce-Lopera C, Masuda T, Kimura A, Wada Y, *[Okajima K](#) (2012): Luminance distribution as a determinant for visual freshness perception: evidence from image analysis of a cabbage leaf, *Food Quality and Preference*, in press.
 32. Arce-Lopera C, Igarashi T, Nakao K, *[Okajima K](#) (2012) Image statics on the age perception of human skin, *Skin Research and Technology*, in press.
 33. *[Sakai K](#), Nishimura H, Shimizu R, Kondo K (2012) Consistent and robust determination of border-ownership based on asymmetric surrounding modulation. *Neural Networks*, in press.

C01

34. Sasaki KS, Tabuchi Y, *[Ohzawa I](#) (2010) Complex cells in the cat striate cortex have multiple disparity detectors in the three-dimensional binocular receptive fields. *J Neurosci*. 30: 41: 13826-13837.
35. *[Ogawa T](#), [Komatsu H](#) (2010) Differential temporal storage capacity in the baseline activity of neurons in macaque frontal eye field and area V4. *J Neurophysiology* 103: 2433-2445.
36. Yokoi I, *[Komatsu H](#) (2010) Putative pyramidal neurons and interneurons in the monkey parietal cortex make different contributions to the performance of a visual grouping task. *J Neurophysiology*, 104: 1603-1611.
37. *[Borra E](#), [Ichinohe N](#), Sato T, Tanifuji M, Rockland KS (2010) Cortical connections to area TE in monkey: hybrid modular and distributed organization. *Cereb Cortex*, 20: 257-270.
38. *[Ichinohe N](#), Matsushita A, Ohta K, Rockland KS. (2011) Pathway-specific utilization of synaptic zinc in the macaque ventral visual cortical areas. *Cereb Cortex* 20: 2818-2831.
39. Banno T, [Ichinohe N](#), Rockland KS, *[Komatsu H](#) (2011) Reciprocal connectivity of identified color-processing modules in the monkey inferior temporal cortex. *Cerebral Cortex* 21: 1295-1310.
40. Hiramatsu C, *[Goda N](#), [Komatsu H](#) (2011) Transformation from image-based to perceptual representation of materials along the human ventral visual pathway. *Neuroimage* 57: 482-494.
41. Okazawa G, Koida K, *[Komatsu H](#) (2011) Categorical properties of the color term "GOLD". *J Vision* 11: 8: 4: 1-19.
42. *[Yamamoto S](#), [Honda M](#), Oohashi T, Shimizu K, Senda M (2011) Development of a brain PET system, PET-Hat: A wearable PET system for brain research. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 56: 5: 668-673.
43. Shitara H, Shinozaki T, Takagishi K, [Honda M](#), *[Hanakawa T](#) (2011) Time course and spatial distribution of fMRI signal changes during single-pulse transcranial magnetic stimulation to the primary motor cortex. *Neuroimage* 56: 1469-1479.
44. Matsuo T, [Kawasaki K](#), Osada T, Sawahata H, Suzuki T, Shibata M, Miyakawa N, Nakahara K, Iijima A, Sato N, Kawai K, Saito N, *[Hasegawa I](#) (2011) Intracal electrocorticography in

- macaque monkeys with minimally invasive neurosurgical protocols. *Frontiers in Systems Neuroscience* 5, 34. Epub 2011 May 25.
45. 前田青広, *[山本洋紀](#), 江島義道 (2011) メタコントラストにおける色選択性の一対比較法による解析, *VISION*, 23: 3: 135-142.
 46. *[Yamamoto H](#), Fukunaga M, Takahashi S, Mano H, Tanaka C, Umeda M, Ejima Y (2011) Inconsistency and uncertainty of the human visual area loci following surface-based registration: probability and entropy maps. *Human Brain Mapping*, 33: 1: 121-129.
 47. *山本哲也・[山本洋紀](#)・眞野博彰・梅田雅宏・田中忠蔵・齋木潤 (2011) ヒト視運動野の単眼性奥行き視への関与, *信学技報(NC)*, 111: 96: NC2011-8: 79-84.
 48. *[Funahashi, S](#) (2011) Brain mechanisms of happiness. *Psychologia*, 54: 222-233.
 49. Ohno S, Kuramoto E, [Furuta T](#), Hioki H, Tanaka Y, Fujiyama F, Sonomura T, Uemura M, Sugiyama K, *[Kaneko T](#) (2011) Morphological analysis of thalamocortical axon fibers of rat posterior thalamic nuclei: A single neuron tracing study with viral vectors. *Cereb Cortex* Epub ahead of print.
 50. Tanaka YR, Tanaka YH, Konno M, Fujiyama F, Sonomura T, Okamoto-Furuta K, Kameda H, Hioki H, [Furuta T](#), Nakamura KC, *[Kaneko T](#) (2011) Local connections of excitatory neurons to corticothalamic neurons in the rat barrel cortex. *J Neurosci* 31: 18223-18236.
 51. Tanaka YH, Tanaka YR, Fujiyama F, [Furuta T](#), Yanagawa Y, *[Kaneko T](#) (2011) Local connections of layer 5 GABAergic interneurons to corticospinal neurons. *Front Neural Circuits* 5: 12 Epub 2011 Sep 29.
 52. Sardella TC, Polgár E, Garzillo F, [Furuta T](#), Kaneko T, Watanabe M, *[Todd AJ](#) (2011) Dynorphin is expressed primarily by GABAergic neurons that contain galanin in the rat dorsal horn. *Mol Pain* 7: 76
 53. *[Furuta T](#), Deschênes M, Kaneko T (2011) Anisotropic distribution of thalamocortical boutons in barrels. *J Neurosci* 31: 6432-6439.
 54. Ma YF, Hioki H, Konno M, Pan SX, Nakamura H, Nakamura KC, [Furuta T](#), Li J-L, *[Kaneko T](#) (2011) Expression of gap junction protein connexin36 in multiple subtypes of GABAergic neurons in adult rat somatosensory cortex. *Cereb Cortex* 21: 2639-2649.
 55. *[Honda Y](#), [Furuta T](#), Kaneko T, Shibata H, Sasaki H (2011) Patterns of axonal collateralization of single layer V cortical projection neurons in the rat presubiculum. *J Comp Neurol* 519: 1395-1412.
 56. Fujiyama F, Sohn J, Nakano T, [Furuta T](#), Nakamura KC, Matsuda W, *[Kaneko T](#) (2011) Exclusive and common targets of neostriatofugal projections of rat striosome neurons: a single neuron-tracing study using a viral vector. *Eur J Neurosci* 33: 668-677.
 57. *[Okamoto T](#), Ikezoe K, [Tamura, H](#), Watanabe M, Aihara K, Fujita I (2011) Predicted contextual modulation varies with distance from pinwheel centers in the orientation preference map. *Scientific Report*. 2011; 1, 114 Epub 2011 Oct 12.
 58. Inagaki M, *[Fujita I](#) (2011) Reference frames for spatial frequency in face representation differ in the temporal visual cortex and amygdala. *J. Neurosci* 31: 10371-10379.
 59. *[Elston GN](#), Oga T, Okamoto T, [Fujita I](#) (2011) Spinogenesis and pruning in the anterior ventral inferotemporal cortex of the macaque monkey: an intracellular injection study of layer III pyramidal cells. *Frontiers in Neuroanatomy* 2011; 5: 42. Epub 2011 Jul 21.
 60. Sasaki R, *[Uka T](#) (2011) Psychophysical evidence for contraction of the range of spatial integration as a mechanism for filtering out spatial noise in a random dot motion display. *Vision Res* 51: 1979-1985.
 61. *[Zimmermann JB](#), [Seki K](#), Jackson A (2011) Reanimating the arm and hand with intraspinal microstimulation. *J Neural Eng* 8: 5: 054001, Aug 10.
 62. Ninomiya T, Sanada TM, *[Ohzawa I](#) (2012) Contributions of excitation and suppression in shaping spatial frequency selectivity of V1 neurons as revealed by binocular measurements. *J Neurophysiol* 107: 2220-2231.
 63. Tao X, Zhang B, Smith EL 3rd, Nishimoto S, [Ohzawa I](#), *[Chino YM](#) (2012) Local sensitivity to stimulus orientation and spatial frequency within the receptive fields of neurons in visual area 2 of macaque monkeys. *J Neurophysiol* 107: 1094-1110.
 64. Aihara T, Takeda Y, Takeda K, Yasuda W, Sato T, Otaka Y, Tanaka S, Hanakawa T, [Honda M](#), Liu M, Kawato M, Sato M, *[Osu R](#) (2012) Cortical current source estimation from electroencephalography in combination with near-infrared spectroscopy as a hierarchical prior. *Neuroimage* 59: 4006-4021.
 65. *[Seki K](#), Fetz EE (2012) Gating of Sensory Input at Spinal and Cortical Levels during

- Preparation and Execution of Voluntary Movement. J Neurosci 32: 3: 890-902
66. Shiozaki HM, Tanabe S, Doi T, *Fujita I (2012) Neural activity in cortical area V4 underlies fine disparity discrimination. J. Neurosci 32: 3830-3841.
67. Kumano H, *Uka T (2012) Reduction in receptive field size of macaque MT neurons in the presence of visual noise. J Neurophysiol, in press.
68. 野田貴大, 神崎亮平, *高橋宏知, (2012) :「聴覚野における音脈分凝に関わる機能的ネットワークの下部構造」, 電気学会論文誌 C 電子情報システム部門誌 132: 7, 印刷中
69. Nishio A, Goda N, *Komatsu H (2012) Neural selectivity and representation of gloss in the monkey inferior temporal cortex, J Neurosci, in press.

査読付き国際学会発表 (A01 項目のみ:原著論文と同等に扱われるべきもの)

70. *Shuai H, Sato I, Okabe T, Sato Y (2010) Fast spectral reflectance recovery using DLP projector, Proceedings of Asian Conference on Computer Vision (ACCV2010).
71. *Nishiyama M, Okabe T, Sato I, Sato Y (2011) Aesthetic quality classification of photographs based on color harmony, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2011) 33-40.
72. *Zhang C, Sato I (2011) Separating reflective and fluorescent components of an image, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2011) 185-192.
73. *Okatani T, Yoshida T, Deguchi K (2011) Efficient algorithm for low-rank matrix factorization with missing components and performance comparison of latest algorithms, Proceedings of International Conference on Computer Vision (ICCV) 1-8.
74. Furuse T, *Hiura S, Sato K (2011) Synchronous detection for robust 3-D shape measurement against interreflection and subsurface scattering, Proc. International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP2011), 276-285.
75. Kodama K, *Iwai D, Sato K (2011) Pan-tilt projector path planning for adaptive resolution display, Proceedings of International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT), 140.
76. Yabiki T, *Daisuke Iwai, Sato K (2011) Adaptive annotation layout in projection-based mixed reality by considering its readability, Proceedings of International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT), p.144.
77. Shimazu S, *Iwai D, Sato K (2011) High dynamic range 3D display system with projector and 3D color printer output, Proceedings of International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT), 165.
78. Shimazu S, *Iwai D, Sato K (2011) 3D high dynamic range display system, Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 235-236.
79. *Ito E, Okatani T, Deguchi K (2011) Accurate and robust planar tracking based on a model of image sampling and reconstruction process, Proceedings of The 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 1-8.
80. Koike M, *Saga S, Okatani T, Deguchi K (2011) Sensing method of total-internal-reflection-based tactile sensor. Proceedings of World Haptics 615-619.
81. *Tanaka M, Tominaga S, Horiuchi T (2011) Color naming experiment using 2D and 3D rendered samplers, Proc. Midterm Meeting of the International Colour Association, 90-93.
82. *Horiuchi T, Suzuki Y, Tominaga S (2011) Material classification for printed circuit boards by kernel Fisher discriminant analysis, Lecture Notes in Computer Science, Computational Color Imaging, 6626: 152-164.
83. *Tominaga S, Horiuchi T, Kamiyama T (2011) Spectral estimation of fluorescent objects using visible lights and an imaging device, Proc. IS&T/SID's 19th Color Imaging Conference, 352-356.
84. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2011) Hybrid resolution spectral imaging by class-based regression method, The 19th Color and Imaging Conference (CIC19), San Jose, 310-315.
85. *Sato I, Okabe T, Sato Y (2012) Bispectral photometric stereo, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2012), 270-277.
86. *Han S, Matsushita Y, Sato I, Okabe T, Sato Y (2012) Camera spectral sensitivity estimation from a single image under unknown illumination by using fluorescence, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2012), 805-812.
87. *Okatani T, Deguchi K (2012) Optimal integration of photometric and geometric surface measurements using inaccurate reflectance/illumination knowledge, Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 254-261.

88. *Satio M, Okatani T, Deguchi K (2012) Application of the mean field methods to MRF optimization in computer vision, Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), 1680-1687.
89. Mori T, *Hiura S, Sato K (2012), Shadow and specular removal by photometric linearization based on PCA with outlier exclusion, International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2012), 221-229.
90. Hino N, *Iwai D, Sato K (2012) Dynamic reflectance control of photochromic compounds for 3D high dynamic range display, Proceedings of CVPR 2012 Workshop for Computational Camera and Displays, (in press).
91. Samuel D, *Iwai D, Sato K (2012) Focal length modulation of projection lens for defocus blur compensation, Proceedings of CVPR 2012 Workshop for Computational Camera and Displays, (in press).
92. Koshikizawa Y, *Horiuchi T, Tominaga S (2012) Color appearance control for color vision deficiency by projector-camera system, Proc. IS&T's 6th European Conference on Colour in Graphics, Imaging, 11-16.
93. *Horiuchi T, Tanimoto T, Tominaga S (2012) Color analysis and image rendering of woodblock prints with oil-based ink, Proc. 24th IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging, 8292: 8292R-1-8.
94. *Suzuki K, Yamaguchi M, Murakami Y (2012) Colorimetric characterization of a laser display, Laser Display Conference '12, LDCp7-17.
95. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2012) Hybrid resolution multispectral imaging based on color filter array: basic principles and computer simulation, The 6th European Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision (CGIV2012), Amsterdam, 259-265.
96. *Kimachi A, Ando S, Doi M, Nishi S (2012) Human skin imaging using three-phase spectral matching imager, Color Imaging XVII: Displaying, Processing, Hardcopy, and Applications, Proc. of SPIE, Vol. 8292, pp. 829225E-1-8.
97. *Sakurai K, Miyata K (2012) Generating layout of nonperiodic aggregates, NICOGRAPH International 2012, Bali Indonesia, (in press).
98. *T. Amano (2012) Shading illusion : a novel way for 3-D representation on the paper media, PROCAMS 2012 Workshop on CVPR2012, Providence, USA (in press).

② 総説・解説・著書

A01

99. *日浦慎作 (2011)符号化撮像によるぶれ・ぼけの除去, 日本光学会誌「光学」, 40: 10: 522-527.
100. *岩井大輔, 佐藤宏介(2011)プロジェクション型 AR (拡張現実感), 画像ラボ, 22: 2: 8-15.
101. *山口雅浩 (2011) レーザーディスプレイと広色域映像システム, レーザー研究, 39: 6: 395-401.
102. *山口雅浩 (2012) ナチュラルビジョンによる高質感映像技術, 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 371-378.

B01

103. *Nishida S (2011) Advancement of motion psychophysics: Review 2001-2010. Journal of Vision, 11(5), 11: 1-53.
104. 花沢明俊, *酒井 宏, 三浦健一郎 (2011) 研究最前線---ニューロコンピューティング、情報処理学会, 情報・システムソサエティ誌, 15: 4: 16-17
105. *阿山みよし (分担執筆) (2011) 光の百科事典, 7.19 照明, 編集代表 谷田貝豊彦, 丸善出版, 560-566.
106. *溝上 陽子 (2011) 視覚特性と電子ペーパーの見え, 化学工業, 62-6: 453-457.
107. 永野 光, *岡本 正吾, 山田 陽滋 (2011) 触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向, 日本バーチャルリアリティ学会誌, 12: 3: 343-353.
108. *本吉勇 (2012). 質感の視覚認知. 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 338-342.
109. *Fujisaki W, Kitazawa S, Nishida S (2012) Multisensory timing. In Stain et al. Eds, "The New Handbook of Multisensory Processes", MIT Press. ISBN-10: 0262017121, ISBN-13: 978-0262017121.
110. *新谷 幹夫 (2012) CGによる質感表現、映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 5: 364-370.
111. *Okamoto S, Nagano H, Yamada Y (2012), Psychophysical Dimensions of Tactile Perception of

Textures, IEEE Transactions on Haptics, in press.

C01

112. *鯉田孝和, 小松英彦 (2010) サル下側頭皮質 (TE野) の色選択性ニューロンの応答特性と認知コントロールによる影響, 日本神経回路学会誌 17: 3: 93-100.
113. *本田 学 (2010) 脳と情報環境—脳科学から見た環境の安全・安心—. 脳の発達と育ち・環境. NPO 法人脳の世紀推進会議編, クバプロ, 東京 9-45.
114. *Komatsu H (2011) Bridging gaps at V1: Neural responses for filling-in and completion at the blind spot. Chinese J Psychol. 53: 413-420.
115. *山本洋紀 (2011) 表面の色と質感の知覚: 脳研究の展開, 繊維機械学会誌 せんい, 64: 8: 13-19.
116. *大澤五住 (2012) 頭の中のサイン、コサイン—波による視覚情報の脳内表現, (近藤寿人 編)「芸術と脳の対話」 pp,153-163, 国際高等研究所.
117. *小松英彦 (2012) 色と質感を認識する脳と心の働き, (近藤寿人 編)「芸術と脳の対話」 pp,105-114, 国際高等研究所.
118. *小松英彦 (2012) 質感の科学への展望、映像メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 65: 5: 332-337.
119. *本田 学 (2012) 感性的質感認知への脳科学的アプローチ, 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 65: 5: 343-348.
120. *鈴木匡子 (2012) 視覚性認知障害, 神経心理学, 28:23-28.
121. *古田真寛 (2012) 触覚システムにおける神経回路の構造と機能: ラットのヒゲ感覚システムを題材として. ブレインサイエンスレビュー2012, (出版社: クバプロ) 107-126.
122. 金子秀和, *田村弘 (2012) 大脳皮質視覚関連領野を中心としたマルチプローブ・マルチニューロン計測技術について, 神経回路学会誌, 19: 1:28-38.
123. *Roe AW, Chelazzi L, Connor CE, Conway BR, Fujita I, Gallant JL, Lu H, Vanduffel W (2012) Toward a unified theory of visual area V4. Neuron, 74: 12-29.
124. *藤田一郎, 池添貢司, 稲垣未来男 (2012) 腹側視覚経路の情報処理 Clinical Neuroscience 30: 8 (印刷中)
125. 竹林美佳, *船橋新太郎 (2012) 「フラクタル図形に対するサルの好き嫌い」 荻阪直行編「神経美学・美しさと喜びの脳内表現」新曜社, (印刷中)

以下は学会発表および特許のうち研究成果で引用したもの (発表論文数には含めていない)
(学会発表)

126. Omata K, Morimoto M, Hanakawa T, Honda M (2010) Brain activities related to vigilance judgment based on spontaneous EEG: A simultaneous EEG-fMRI study, Society for Neuroscience 40th Annual Meeting, San Diego, USA.
127. Mihashi T, Nakamura N, Yamauchi Y, Uchikawa U, Sakata K (2010) Hyperspectral one dimensional visual stimulus generator. Journal of Vision, 10(15), 68.
128. 豊田敏裕, 青木秀夫, *中内茂樹 (2010) 質感知覚の視覚機序に基づく真珠の品質計測, 日本光学会年次学術講演会, pp.498-499.
129. Matsumoto T, Fukuda K, Uchikawa K (2011) Effects of Lightness on Chromaticity Regions to Yield Gold, Silver and Bronze Colors, Journal of Vision, Vol. 11, No. 15, 50.
130. Nishida S, Motoyoshi I, Maruya K (2011) Luminance-color interactions in surface gloss perception. Vision Sciences Society 11th Annual Meeting, Naples, USA.
131. Shinya M, Nishida S, Shiraishi M (2011) Visual perception of sub-pixel fines of hair-like textures, Workshop on Perception of Material Properties, Germany.
132. Okazawa G, Goda N, Komatsu H (2011) Cortical regions activated by surface gloss in the macaque visual cortex localized using fMRI, Society for Neuroscience 41th Annual Meeting, USA.
133. Takebayashi M, Funahashi S (2011) Orbitofrontal neurons encode preference for an intrinsic reward that is produced when artificial visual stimuli are seen, Society for Neuroscience 41th Annual Meeting, USA.
134. 伊井野達也, *日浦慎作, 浅田尚紀 (2011) 電子ペーパーと複数プロジェクタを用いたハイダイナミックレンジディスプレイ, 第16回日本バーチャルリアリティ学会論文集, pp. 410-413.
135. *折笠達郎, 岡谷貴之, 出口光一郎 (2011)両眼視差と被写界深度ボケを同時に提示する注視反応ディスプレイ, 画像の認識・理解シンポジウム, 1-8.
136. 川島康裕・山城博幸・市村好克・村瀬智一・梅田雅宏・樋口敏宏・山本洋紀 (2011) 非磁性超音

- 波モータを用いた fMRI 用印刷物呈示装置の開発, 第 13 回日本ヒト脳機能マッピング学会.
137. 山城博幸・川島康裕・村瀬智一・山本洋紀・市村好克・梅田雅宏・樋口敏宏 (2011) 非磁性超音波モータを用いた実物体刺激呈示装置の fMRI 適合性評価, 日本視覚学会 2011 年夏季大会.
138. 川崎 圭祐、松尾 健、長田 貴宏、澤畑 博人、鈴木 隆文、柴田 昌宏、宮川尚久、中原 潔、佐藤 昇、川合 謙介、斉藤 延人、長谷川 功 (2011) マカクザルにおける脳溝内皮質脳波記録、日本神経科学大会 2011.
139. *Nakauchi S, Nishijima R, Nagai T, Tani Y, Koida K, Kitazaki M (2011) Perceptual matching of translucent materials under different illuminant conditions, Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
140. *Nagai T, Ono Y, Koida K, Kitazaki M, Nakauchi S (2012) Extraction of CG image regions contributing to translucency perception using a psychophysical reverse correlation method, Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
141. *Tani Y, Matsushima T, Nagai T, Koida K, Kitazaki M, Nakauchi S (2012) Perceptual information about surface qualities used in material discrimination, Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
142. Kawabe T, Maruya K, Nishida S (2012) The role of dynamic visual information in the estimation of liquid viscosity. Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
143. Nishida S, Fujisaki W, Goda N, Motoyoshi I, Komatsu H (2012) Not glass but plastic - Audiovisual integration in human material perception, European Conference on Vision, Alghero, Italy.
144. Motoyoshi I (2012) Visual aftereffects in 3D shape and material of a single object. Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
145. *Sakai K, Meiji R, Abe T (2012) Perceptual integration of specular highlight and shading. Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
146. Kohno T, Sakaue Y, Ishikawa T, Matsushima S, Ohkura M, Kasuga M, Ohtani Y, *Ayama M (2012) Blackness of Japanese lacquer and its relation to surface property, Proceedings of the 12th International Congress of the International Colour Association (AIC2012), Taipei.
147. *Mizokami Y, Tsukano T, Yaguchi H (2012) Effect of material perception on color constancy. Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
148. *Watanabe J, Hayakawa T, Matsui S, Kano A, Shimizu Y, Sakamoto M (2012) Visualization of Tactile Material Relationships Using Sound Symbolic Words, P. Isokoski and J. Springare (Eds.): EuroHaptics 2012, Part II, LNCS 7283, pp. 175--180. Springer, Heidelberg.
149. Arce-Lopera C, *Okajima K (2012) Luminance information suffices to model vegetable freshness perception, Vision Sciences Society 12th Annual Meeting, Naples, USA.
150. *Suzuki K, Uno Y. Neuronal bases of texture discrimination and identification. International Neuropsychological Society Annual Meeting, Oslo.
151. 日野直登, *岩井大輔, 佐藤宏介 (2012) フォトクロミック材料を用いた投影面の反射率変調による高コントラスト投影表示, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 111, No. 379, pp.145-150.
152. 土井晶子、高橋成子、下出祐太郎、*大谷芳夫 (2012) 漆の質感認知過程に関する研究—艶の評価・再認実験及び眼球運動計測による検討, 日本視覚学会 2012 年夏季大会.
153. *伊村知子, 増田知尋, 和田有史, 岡嶋克典 (2012) チンパンジーにおける食物のテクスチャ知覚. 日本動物心理学会第 72 回大会, 関西学院大学.
154. 磯口知世, 野田貴大, 神崎亮平, 高橋宏知 (2012) ラット聴皮質における音の情動価の情報表現, 第 51 回日本生体医工学会大会, 福岡.

(特許)

155. 山本誠一, 大橋 力, 本田 学, 前川督雄 (2010) PET 支持装置. 特許第 4610671 号.
156. 山本誠一, 大橋 力, 本田 学, 前川督雄 (2010) PET 支持装置. 特許第 4642143 号.
157. 大橋 力, 河合徳枝, 仁科エミ, 本田 学, 前川督雄, 森本雅子, 八木玲子, 上野 修 (2011) 振動発生装置及び方法. 特許第 4663034 号.
158. 大橋 力, 河合徳枝, 仁科エミ, 本田 学, 前川督雄, 森本雅子, 八木玲子, 上野 修 (2012) 信号再生装置、電気自動車及び記録媒体. 特願 2011-000038 (特許査定済) .

(2) ホームページについて

論文発表に関する情報を随時ホームページのニュースとして掲示すると共に、研究成果を年度

ごとにニュースレターとしてまとめ、各班の研究内容の説明と発表一覧の情報を掲載している。ニュースレターは誰でも容易に見ることができかつ、内容が理解しやすいように作成しており、PDFファイルを領域ホームページから自由にダウンロード可能にしている。領域ホームページのアクセス数は2011年4月以降集計を行っているが、2012年6月15日までのアクセスは16000件余りであり、毎週250件程度のアクセスがある。なおGoogle検索で「質感」を検索すると本領域ホームページが5780万件中のトップで表示される。(2012年6月26日現在)



図 17: 質感脳情報学領域ホームページトップ画面 <http://shistukan.jp>

(3) 公開発表について

- ・「質感脳情報学キックオフシンポジウム」(2010年9月25日東京大学山上会館、参加者数約150名): 計画研究代表者の質感認知に係るこれまでの研究と研究計画の紹介を行い、本領域が質感の科学的研究の場として活動を開始したことを社会にアピールした。
- ・新学術領域合同シンポジウム「リアリティを生み出し現実世界と関わる脳の働き」(2011年8月24日神戸国際会議場、参加者約100名): 包括脳夏のワークショップのイベントとして、本領域が企画し他の2つの新学術領域「学際的研究による顔認知メカニズムの解明」「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」と合同で開催し、本領域から4名の班員が発表した。
- ・企業との合同研究集会「質感研究の応用に関する意見交換会」(2011年10月3日学術総合

センター、参加者42名)：質感に関わる研究開発を行っている企業内研究者に対して班員4名が発表を行い、質感認知の基礎的研究の重要性を示した。

上記は領域主催のイベントであるが、個々の班員の行った招待講演(計27件)のうちのいくつかを下に示す。

- ・「Color processing for surface gloss and image naturalness」 Perception of material properties workshop (2011年6月4日 Ebsdorfergrund ドイツ) (西田班員)
- ・「質感知覚の心理物理学」 情報通信学会 CVIM/GCAD 合同研究会 (2011年11月17日筑波大学) (西田班員)
- ・「Neural coding of glossiness in the macaque visual cortex」 Perception of material properties workshop (2011年6月4日 Ebsdorfergrund ドイツ) (小松班員)
- ・「質感を認知する脳の仕組みを探る」 日本視覚学会2012年冬季大会 (2012年1月19日工学院大学) (小松班員)
- ・「素材の触知覚を構成する5種類の材質感次元」 第16回日本バーチャルリアリティ学会 (2011年9月21日はこだて未来大学) (岡本班員)
- ・「コンピュータグラフィックスにおける質感表現」 情報通信学会 CVIM/GCAD 合同研究会 (2011年11月17日筑波大学) (新谷班員)
- ・「視覚性認知障害」 第35回日本神経心理学会総会 (2011年9月15日栃木県総合文化センター) (鈴木班員)
- ・「Learning-induced plasticity of neural computation in the auditory cortex」 第89回日本生理学会 (2012年3月29日長野県松本文化会館) (高橋班員)

(4) 「国民との科学・技術対話」について

- ・領域公開シンポジウム「質感理解へと向かう5つの挑戦」(2011年12月7日大阪大学中ノ島センター、参加者約170名) アンケート回収30名 (大変良かった53%、良かった30%、普通7%、期待はずれ3%、無回答7%)
- ・領域公開シンポジウム「美術工芸 x 質感脳情報学」(2012年5月29日京都市勧業館みやこめッセ、参加者約160名) アンケート回収58名 (大変良かった28%、良かった50%、普通13%、期待はずれ0%、無回答10%) (年代：20代36%、30代24%、40代19%、50代16%、60代5%)

上記2つのイベントは領域主催のものであるが、他に個々の班員による活動も多くなされている。以下にはそのうちいくつかの例をあげる。

- ・2011年9月25日名古屋市科学館の科学ゼミナール(名古屋市科学館)にて「ヒトは脳でどのように色を見ているか」という体験型科学教室を行い金色の特性を体験してもらった。参加者小中学生親子24名、24人中6人が特に金色のデモに高い興味を示した。(小松班員)
- ・2011年11月5日生理学研究所一般公開にて「脳が作る世界ー見るといふこと」という展示を行い、質感研究の内容を紹介すると共に素材識別実験と金色の特性の体験をしてもらった。

参加者約1000名。(小松班員)

- ・2011年11月6日、テクノフェア in ねやがわ(大阪電気通信大学)にて「コンピュータで化粧の色を試そう」というタイトルで皮膚の分光反射率の計測とコンピュータでの色再現の体験を行った。参加者はほとんど女性で約70名(うち40名が実際に体験)(土居班員)
- ・2012年6月7日国立情報学研究所オープンハウス(学術総合センター)にて「光を通して観る世界」のタイトルで一般向けの基調講演を行い、光の情報をもとに対象物の材質や形を抽出する試みについて紹介。参加者約200名(佐藤いまり班員)
- ・2012年6月7日、応用脳科学コンソーシアムの研究会(国際ファッションセンタービル KFCホール)にて「質感と感性へのアプローチ ~ハイパーソニック研究の実例から」というタイトルで教育講演。参加者約50名(本田班員)
- ・2012年6月7~8日、画像センシングシンポジウム(パシフィコ横浜)にて プロジェクタカメラシステムを用いた質感制御のデモンストレーション展示を行なった。企業関係者が産業応用の可能性について特に興味を示した。参加者約900名(天野班員)
- ・2012年6月16日視覚科学技術コンソーシアムの公開研究会「視覚・色覚のしくみを画像・化粧品に活かすには？」(キャンパスイノベーションセンター、東京・田町)で当領域の活動および化粧と質感に関する最新の研究動向について紹介。参加者48名。(中内班員、岡嶋班員)
- ・2012年6月20日 茨城県立竜ヶ崎第一高校にて「見ることを科学する」という講演で質感からの3次元形状知覚の研究を紹介し、デモを体験してもらった。参加者生徒約50名(酒井班員)

また放送、新聞、出版などのメディアを通して、研究内容を広く国民に伝える努力も行っている。いくつかの例をあげる。

- ・「生体の科学」誌より質感研究に関する特集号の依頼が領域代表にあり、「質感脳情報学への展望」という特集号を編集することになり、計画班代表者7名がそれぞれの分野での質感認知研究の現状と展望をまとめた。(2012年63巻4号として印刷中)
- ・「映像メディア学会誌」が2012年5月号に企画した「質感を科学する」という特集号に協力を依頼され、班員5名がそれぞれの分野での質感研究を紹介した。
- ・NHKテレビより伊藤若冲の金色の質感について分析するテレビ番組(若冲ミラクルワールド、NHKBSプレミアム2011年4月25日、NHK総合2012年1月9日)への協力依頼があり、佐藤いまり班員と内川班員が出演して質感認知研究の視点から分析を行った。

これら以外にも論文発表等にあたって新聞や他のメディアによる報道に多数協力した。

6. 研究組織と各研究項目の連携状況

各項目の課題名と研究者名（計画班は代表者と分担者、公募班は代表者）を以下に示す。

[A01 項目 質感の計測と表示に関わる工学的解析と技術]

計画班（代表者を*で示す）

- 「質感認知に関わるコンピュータビジョンと情報論的解析」 佐藤いまり*（国立情報学研究所・准教授）、
（分担者）佐藤洋一（東京大学生産技術研究所・教授）、岡部孝弘（東京大学生産技術研究所・助教）
「質感認知に関わる記録・合成と表示」 日浦慎作*（広島市立大学情報科学研究科・教授）
（分担者）岩井大輔（大阪大学基礎工学研究科・講師）

公募班

- 「画像のボケと両眼視差を同時に再現する注視反応ディスプレイ」 岡谷貴之（東北大情報科学研究科・准教授）
「色彩情報処理による質感の計測・解析・再現」 堀内隆彦（千葉大学融合科学研究科・准教授）
「分光情報に基づく高質感映像の収集と表示に関する研究」 山口雅浩（東工大・学術国際情報センター・教授）
「質感情報の実体化プロセスを考慮した物体表面の質感編集手法」 宮田一乗（北陸先端大ライフスタイルデザイン研究センター・教授）
「動的な見かけ制御を応用した実世界の質感制御技術に関する研究」 天野敏之（山形大学理工学研究科・准教授）
「人の認知を考慮した三次元記録や評価法の確立」 長原一（九州大学システム情報科学研究所・准教授）
「分光画像を利用した物体表面の色材要素解析と高質感画像の生成」 土居元紀（大阪電気通信大学・准教授）
「輝度と立体感の順応を利用した質感再現の顕在化研究」 山本昇志（東京都立産業技術高等専門学校・准教授）

[B01 項目 質感認知に関わる感覚情報の特徴と処理様式]

計画班（代表者を*で示す）

- 「質感認知に関わる視聴触覚情報の心理物理的分析」 西田真也*（NTTコミュニケーション科学基礎研究所・主幹研究員）
（分担者）内川惠二（東京工業大学総合理工学研究科・教授）、本吉勇（NTTコミュニケーション科学基礎研究所・主任研究員）、藤崎和香（産業技術総合研究所・研究員）
「質感認知の環境依存性および学習依存性」 中内茂樹*（豊橋技術科学大学工学研究科・教授）
（分担者）北崎充晃（豊橋技術科学大学工学研究科・准教授）、永井岳大（豊橋技術科学大学工学研究科・助教）

公募班

- 「質感からの3次元形状知覚」 酒井宏（筑波大学システム情報工学研究科・教授）
「漆黒の質感—黒うるしの表面特性とその感性評価—」 阿山みよし（宇都宮大学工学研究科・教授）
「実環境での安定した色認識における質感の役割」 溝上陽子（千葉大学融合科学研究科・助教）
「オノマトペの音象徴性を利用した触覚質感認知メカニズムの解明とその工学的応用」 坂本真樹（電気通信大情報理工学研究科・准教授）
「視覚情報から物体の経時変化を推定する高次質感認知メカニズムの解明」 岡嶋克典（横浜国立大学環境情報研究院・准教授）
「皮膚変形レベルでの質感解明：質感を際立たせる触覚テクスチャ合成法の確立」 岡本正吾（名古屋大学工学研究科・助教）
「物理刺激を伴わない質感認知：共感覚における色認知の神経基盤の解明」 齋木潤（京都大学人間・環境学研究科・教授）
「チンパンジーとヒトにおける質感情報処理に関する実験的検討」 伊村知子（新潟国際情報大学・講師）
「漆質感認知に寄与する時空間視覚情報特性解析-「漆の質感を見る技」の解明-」 大谷芳夫（京都工芸繊維大工芸科学研究科・教授）
「「細かさ」質感の視知覚特性」 新谷幹夫（東邦大学理学部・教授）

[C01 項目 質感情報の脳内表現と利用のメカニズム]

計画班（代表者を*で示す）

- 「質感認知の初期脳メカニズム」 大澤五住*（大阪大学生命機能研究科・教授）
（分担者）佐々木耕太（大阪大学生命機能研究科・特任助教）
「質感認知の高次脳メカニズム」 小松英彦*（自然科学研究機構生理学研究所・教授）
（分担者）一戸紀孝（国立精神・神経医療研究センター・部長）、郷田直一（生理学研究所・助教）
「質感認知に関わる感性・情動脳活動」 本田学*（国立精神・神経医療研究センター・部長）

公募班

- 「ヒトの質感認知の脳神経メカニズムに関する臨床的研究」 鈴木匡子（山形大学医学系研究科・教授）
「聴皮質における音の質感と情動情報の神経基盤」 高橋宏知（東京大学先端科学技術研究センター・講師）

「視覚情報がアクティヴタッチによる質感に与える影響」勝山成美（東京医科歯科大学医歯学総合研究科・助教）
「皮質脳波記録法を用いた視覚学習に伴う脳機能マップの可塑性の検証」川寄圭祐（新潟大学医歯学総合研究科・助教）
「実物体を用いた質感脳過程の研究：多角的脳イメージングによる機能・構造・生化学解析」山本洋紀（京都大学人間・環境学研究所・助教）
「質感の変化による選好性の変化と前頭葉眼窩部の役割」船橋新太郎（京都大学こころの未来研究センター・教授）
「触覚による質感認知の基盤となる能動的触覚の研究」古田貴寛（京都大学医学研究科・准教授）
「初期視覚野における質感認知のための異種視覚情報統合メカニズムの解明」田村弘（大阪大学生命機能研究科・准教授）
「大きさの知覚：恒常性、錯視、質感情報との相互作用」藤田一郎（大阪大学生命機能研究科・教授）
「脳が読み解く素材感：非注意・注意下での脳磁場反応解析」萩原綱一（九州大学医学研究院・助教）
「質感言語表現における多感覚相互作用：MEGによる脳内表象の解析」檀一平太（自治医科大学・准教授）
「自然画像中の動きの解析の神経基盤」宇賀貴紀（順天堂大学医学部・先任准教授）
「モデル動物としてのサルにおける質感認知の研究」伊藤南（東京医科歯科大学保健衛生学研究所・教授）
「質感認知とその障害の分子・神経メカニズム」南本敬史（放射線医学総合研究所・チームリーダー）
「体性感覚を用いた質感認知の脳内機構」関和彦（国立精神・神経医療研究センター・部長）
「脳情報復号化とデータ・マイニング技術による脳内質感情報表現の抽出」宮脇陽一（電気通信大学先端領域教育研究センター・准教授）

以下に「計画班と公募班の調和」と「項目間の連携」に分けて領域内の連携の状況をまとめる。

計画班と公募班の調和

質感認知は非常に多様な問題が関わっており、計画班だけでそれらすべての問題をカバーすることは不可能である。本領域の計画班はこれまで質感認知研究が実験的にも理論的にも最もよく進んでいる視覚質感認知に関わる研究者を中心として構成されており、この領域を牽引するにふさわしいコアを形づくっている。公募班には視覚質感認知の分野やそれ以外の分野で計画班をうまく補完して領域全体として質感認知に関わる多様な問題に系統的に取り組める体制を作っている。視覚質感認知以外の分野を補完した例としては、公募研究において触覚研究者（岡本班員、関班員、古田班員、萩原班員）および聴覚研究者（高橋班員）を高い割合で採択し、視覚以外の感覚への対応を強化した。また触覚研究の重要性を考慮して触覚質感研究動向についての研究集会を平成24年2月7日に行い触覚質感認知研究者間および他の感覚の研究者との交流を積極的に進めている。またヒトの質感認知においては言語が重要な役割を果たすと考えられるが、この点を補完するために質感表現に関する形容詞の分析の専門家である坂本班員が公募で参加し、総括班の中内班員からは坂本班員が研究に用いる触覚用質感サンプル作成の支援を行った。坂本班員の研究で開発された感性的質感認知評価用の形容詞リストや触覚用質感サンプルは他の計画班や複数の公募班に提供されて研究に用いられ多くの研究の発展に役立っている。

視覚質感認知に関しては、そのメカニズムを系統的な心理物理実験や生理実験により解明していく体制は計画班に整っているが、実験的に明らかにされた脳メカニズムをヒトで検証していくためには臨床的な研究が極めて重要である。この点に関しては神経内科医で臨床神経心理学の専門家である鈴木班員が公募で参加し、素材識別に影響を与える脳損傷部位の研究を行い、計画班による研究を補完している。小松計画班からは鈴木班員に対して生理実験で用いられたさまざまな素材の統制された画像や実物サンプルをが提供され、これらの刺激を用いて臨床的なテストが行われた結果、素材識別に影響を与える脳損傷部位の特定につながる重要な成果が得られつつあ

る。(業績一覧#150) またヒトを対象とする心理物理および生理実験とマカクザルやマーモセット、ネコなどの実験動物を用いた行動および生理実験は計画班でカバーされているが、これらの動物種とヒトの間にはギャップが存在する。このギャップを埋めるものとして類人猿を用いた研究は重要であると考えられるが、チンパンジーを対象とする認知心理学研究の専門家である伊村班員が公募で参加し、他の動物種で得られた知見とヒトで得られた知見の間を補完する役割を担うことが可能な体制を作っている。すでに西田計画班員らが以前行ったヒトの心理物理実験での結果を参考にしつつ、ヒトの食品鮮度質感を研究する他の公募班員（岡嶋班員）と連携して、チンパンジーで同様の実験を試み成果をあげている。(業績一覧#153)

項目間の連携

異分野が連携して質感認知の研究を進める本領域のようなグループでは、知識や技術のギャップを埋める努力を不断に行うことが重要と考えられ、3の問題点と対応策でも述べたように領域班会議や研究集会の機会を利用して分野間の相互理解を深めている。また総括班の日浦班員が担当して、領域メンバーのみを対象に「質感脳情報学データベース」を運用・管理している。これはウェブブラウザを用いてアクセスできるもので、各種共有リソース（3で述べた領域共通研究資源の「質感サンプルセット」の反射特性の計測結果のBRDFデータベース、領域内開発ソフトウェア、共有実験装置の仕様や利用方法など）、領域メンバーの研究成果やそれに関連する論文のリスト等を集積している。さらに領域が主催した研究集会の発表資料（スライド、ポスター等を含む）や講演ビデオも収集・提供しており、各メンバーの専門知識や得意分野の共有を通し、メンバー間の共同研究の振興に役立てられている。現在3GBものデータが登録済みであり、最近1ヶ月間のアクセス数は約6,000件と、領域メンバー限定であるにもかかわらず非常に活発に利用されている。

このような努力の結果、項目をまたがるさまざまな連携が進んでおり以下にいくつかの例をあげる。

- ・蛍光が色恒常性に果たす役割を明らかにするために、実在物体の蛍光特性の計測を佐藤班(A01)が行い、溝上班(B01)の協力のもと心理実験を進めている。
- ・素材質感知覚における多感覚統合の仕組みを調べるために、西田班(B01)藤崎班員の聴覚心理物理実験に関する技術と、小松班(B01)郷田班員の脳機能イメージング技術を組み合わせて素材質感知覚における視覚情報と聴覚情報の相互作用を調べる共同研究が進められている。(業績一覧#143)
- ・素材質感知覚における多感覚統合の仕組みを調べるために、西田班(A01)が行う温度知覚に関する心理物理実験と、日浦班(B01)岩井班員が持つ映像プロジェクション技術を組み合わせて視覚と温度知覚の相互作用を調べる共同研究が進んでいる。
- ・漆の質感を研究している阿山班(B01)は、漆板の表面反射特性(BRDF)の精密計測を山本班(A01)の支援を受けて行い、刺激の物理特性の定量的なデータを得ることができた。(業績一覧#146)
- ・食品鮮度の質感認知研究を行う岡嶋班(B01)は、山口班(A01)が開発した6原色プロジェクターの技術支援を受け、一般に入手可能なディスプレイ装置では表示不可能な高い彩度の刺激を呈示することで果物の鮮度質感の研究を進めることができた。(業績一覧#149)

- ・溝上班 (B01) が進める周囲の空間構成物体の質感が色恒常性に与える影響を調べる心理物理実験では、山本班 (A01) から照明シミュレーションへの技術支援の協力を受けて進めている。
- ・宮脇班 (C01) が得意とする機械学習を用いた脳計測解析手法を、岡本班 (B01) の進める多変量 (物理量) と質的データ (官能的量) の有機的な結びつきを調べる心理物理データ解析に適用する試みが連携して進められている。
- ・田村班 (C01) が進める自然物体表面画像を用いた生理実験において用いる刺激の解析を、岡谷班 (A01) が専門とするコンピュータビジョンで開発された手法により行い、視覚野ニューロンの特徴選択性を多次元の特徴空間で系統的に記述する試みが連携して進められつつある。
- ・岡谷班 (A01) から技術支援を受けて、動画質感刺激を呈示された時のサル眼球位置を高時間分解能で記録するためにサル用高速眼球位置計測システムを川寄班 (C01) が構築中である。
- ・布素材を用いた摩擦刺激による体性感覚誘発磁場の測定を行う萩原班 (C01) は、坂本班 (B01) が開発した触質感に関係する擬態語 (オノマトペ) の生成システムの提供を受けて、被験者の主観的な質感表現と体性感覚野応答の相関を解析する準備を進めている。
- ・画像と共起する形容詞を脳活動から予測する宮脇班 (C01) のプロジェクトは、坂本班 (B01) から支援を得て解析対象とする形容詞の選定を進めている。
- ・これら以外に C01 項目の班員が行う生理実験に対して、B01 項目の班員より刺激の提供や A01 項目の班員よりデータ解析や刺激パラメータの解析技術が提供され、いくつかのグループ間で共同研究が行われている。

以上は項目をまたがる連携が実際に進んでいる例の一部をあげたものである。これ以外に同じ項目内 (例えば A01 同士や C01 同士) の連携や共同研究も多数進んでおり、領域内の連携を進めるために試みている仕組みはうまく機能していると判断できる。

7. 研究費の使用状況

研究を進めるために研究費をきわめて有効に活用している。以下に総括班経費の例と個々の班員の例をいくつかあげる。

- ・データベース構築のためのサーバーレンタル ¥125,580/年： 8の連携状況の項で述べた領域内部の情報共有用のデータベースを外部のレンタルサーバー上に設置し、総括班の日浦班員が管理している。領域内の連携や総括班が全体の研究状況を把握して領域の運営を行う上できわめて効果を発揮している。(総括班)
- ・モバイルラボ (移動型視覚心理物理実験設備) ¥7,458,460 (本体価格¥3,541,960、搭載設備 ¥3,916,500)： 真珠や漆といった特定の質感を専門的に識別するエキスパートの質感識別の特性を分析するために、それらのエキスパートのいる現場に実験設備を持ち込んで実験を行うことを可能にする設備である。豊橋技術大学に設置しており、班員が規程に従って利用できる体制になっている。すでに三重県志摩市、鳥羽市、伊勢市の真珠養殖業者、加工業者、養殖技術研究者等を対象とした真珠品質評定実験を実施し、エキスパートによる質感認知の貴重な心理実験データが

得られている。(総括班)

- ・**質感サンプルセット** ¥1,499,925: 5で述べた様々な素材でできた一定の形状の物体(質感サンプルセット)が素材識別に関する共通の研究資源として本領域で開発されている。班員が容易に使用できるよう総括班で購入した質感サンプルセットを事務局で管理し、貸し出し可能にしている。(総括班)
- ・**若手班員への研究会旅費支援**: 触覚における質感認知研究を発展深化させるために、総括班が主催して触覚質感研究動向に関する研究会を2012年2月に生理学研究所(愛知県岡崎市)で行った。触覚質感研究に携わる若手研究者の育成のため、4名の若手班員およびその研究協力者に対して旅費支援を行った。(総括班)
- ・**実験動物用超高周波音響振動呈示装置**、¥11,760,000(73.5万×16台): ヒトの感性的質感認知研究を進展させマウス、ラットを対象として超高周波音による脳幹報酬系神経回路の活性化メカニズムを調べる。そのため平成24年度から、ラットとマウスに対して超高周波音響振動を呈示した状態で飼育を開始した。(本田班員)
- ・**恒温恒湿槽(LH21-14M・カネサイエンス)**、¥2,262,750: 食品の質感認知研究で生鮮物(主に野菜)を恒温・恒湿状態で系統的に鮮度劣化させることで心理実験を行うための刺激画像を生成でき研究が飛躍的に推進し成果があがった(業績一覧#149など)。(岡嶋班)

・研究員の雇用も行われ研究の進展と若手育成に効果が上がっている。一例を挙げる。
雇用した研究員が真珠の品質鑑定の特性を熟練者と非熟練者で比較する実験を中心になって行い、両者は鑑定能力に類似性があるが非熟練者は熟練者と異なり鑑定結果を明確に言語化できず、また非熟練者間では一致度が低いという興味深い違いがあることを見出し、日本視覚学会2012年冬季大会(2012年1月21日工学院大学)で発表するなど大いに活躍している。(中内班員)

8. 今後の研究領域の推進方策

7つのポイントに整理して今後の推進方策を以下にまとめる。

1. 6の連携の項でまとめたように班員間の連携が進み、研究の発展に効果を発揮している。その大きな要因になっている領域共通研究資源を更に充実させるため、新しく生み出された技術や知識の情報が円滑に共有され共通資源化がスムーズに進むよう環境の整備を進める。
2. これまで質感認知研究を国際的に牽引してきた研究室で育った次世代研究者が海外においても着実に増え質感認知研究が盛んになりつつある。世界的に最先端の質感研究のレベルを保ち更に水準を高めるために、今後は海外のすぐれた質感研究者を招聘して班員とのワークショップを行うなど、国際的な交流を加速させることが必要と考えている。
3. 研究内容に関しては、これまでに物理的な質感特徴と素材識別に関しては大きな研究の発展があった。今後は様々な物理的特徴がどのように統合されて素材識別の例に見られるように複雑な質感の識別が可能になるのかという中間段階の処理に焦点をあてる研究が重要になる。また脳

高次感覚野での複雑な質感の表現から、情動や価値判断に結びついた感性的質感認知が生み出される過程でどのような情報処理が行われるかという問題も今後の重要な課題である。これらに関わる問題に関してはすでに2012年4月に「視覚質感認知と一般物体認識に関する研究会」を行い活発な議論が行われ新しい研究の萌芽を作る上で有効であったと思われる。このような取り組みに支援を与えて重要と考えられる研究方向の発展を促していく。

4. 肌や毛のような生体を構成する素材は生物学的な重要性が高く医療や産業においても重要な対象であるが、光学的な特性が複雑であり質感の解析が困難である。すでに本領域でもこれらを対象とする研究は行われているが、重要な対象として取り上げて研究の発展を促進する。

5. ヒトを対象とする質感認知の心理学的評価実験では、言語を媒介として測定を行う方法が有効である場面が多いことが、これまでの領域の研究活動において示されている。当初の予想を超えてこの方向の研究への流れが見られることから、このような方向の解析の専門家を交えた情報交換の機会を作り、研究の流れが適切な方向に向けて活発に進むよう支援を行いたい。

6. この領域の活動で得られた質感認知に関わる知識や技術は、質感に関わる広範な産業分野や工芸・芸術など社会の幅広い分野に還元して、それらの分野の発展に役立てることをこの領域の重要な目標の一つとしている。そのため既にこれら領域外の産業や工芸・芸術分野の専門家との交流を始めている。そのような交流の中から逆に新しい研究の着想が得られるという正のフィードバックも生み出されている。今後も総括班が中心となってより多くの班員が質感に関わる社会の様々な分野との交流を進められる機会を作り、当初の目標の達成に近づくように領域の活動を進める。

7. 班員の研究協力者の研究員や大学院生は領域の研究を進める大きな力になっている。これらの研究協力者に発表の場を与えて適切なコメントをフィードバックして力を伸ばす機会を設けたり、若手研究者の情報交換の場を設けるなど、若手研究者を育成して質感研究の層を厚くして次世代に更に研究が発展するために必要と考えられる活動を進めていく。

9. 総括班評価者による評価の状況

総括班評価者には領域班会議にご出席いただき、合わせて行う総括班会議において領域の活動についてコメントをいただき領域活動にフィードバックするよう努めている。今回の報告書作成にあたっていただいた評価を以下に掲載する。

【富永昌治 千葉大学教授（主にA01項目担当）からの評価】

質感脳情報学という新学術領域を創出するという本研究プロジェクトは、研究代表者である小松英彦教授の強力なリーダーシップ、計画班員の意欲的な研究推進、および公募班員の積極的な参画によって、着実に進展していると評価できる。

A01項目（工学系）は、①質感の画像計測表示システムの構築、②画像による質感の解析と識別、および③質感を有する3D実物体と映像の生成、の3つに整理できる。①は担当者は少ないが、新たな計測技術を開発しており、研究レベルは十分高く、成果が期待できる。質感の入力情報は視感評価実験に頼りがちであるが、これでは根本的な質感解明に繋がらない。物理計測に基づく解明が必要で、この意味から質感計測システムの開発研究は意義がある。②における物体表面の材質感の解明は、本領域の最重要課題の一つであり、積極的な取り組みは大いに評価できる。実際、蛍光感、マット感、金属感、人肌感といった具体的な質感を理解するための手掛かりが得られている。③は質感の表示系であるが、CGを用いるのか、実物体を利用するのかのアプローチがある。実物体とCG技術を併用するところに新規性があると思われる。

上記以外で特筆すべき成果は、質感サンプルを製作して利用したことである。質感研究には標準の質感見本が必要であり、これまでに質感の異なる様々な素材を、異なった形状で製作している。これらはA01研究領域を超えてA、B、C共通の標準サンプルとして大変有用といえる。このようにA班の工学分野の研究によって呈示された研究成果が、B班の心理物理分野を扱うグループおよびC班の脳神経科学分野を対象とするグループとの連携によって、総合的に進捗することが十分期待できる。

【江島義道 京都大学監事（主にB01項目担当）からの評価】

本領域の研究目的は、ものの価値判断や快・不快の情動生成と密接につながっている「質感認知」に関わる情報処理が脳内でどのように処理されているかを解明することである。また、質感の科学的理解に基づいて、質感情報の獲得や生成に関する工学技術を発展推進することである。

このため、Bグループでは、①心理物理学的手法を用いて、質感認知に関わる情報の特徴を明らかにするとともに、②質感認知の心理的モデルを構築するための研究が行なわれている。

平成23年度までには、主に①に関わる研究が行われ、②については基礎となるデータ集積が行われた。具体には下記の研究成果が得られた。

1) 質感（物の光沢感、真珠の光沢感、漆の光沢・艶・深み、金銀銅色感、素材感（金属らしさ、木らしさ、布らしさ）、きめの細かさ、食の鮮度、手触り感（ざらざら、さらさら、すべすべ）等と物理的特性（輝度特性、輝度空間スペクトラム特性、鏡面反射特性、拡散反射特性、色度空間特性、3次元形状特性、皮膚変形特性・特徴ベクトル、オノマトベ音韻）等の関係が心理実験によって分析され、質感認知に関わる情報の特徴が明らかにされている。

2) グループ間の連携が進み、研究の質が高められている。

A グループの技術的支援によって、精密に統制された刺激の作成や物理的特性の厳密な分析が可能になり、B グループの実験の質と効率性が高められた。また、研究者相互間での比較・補完を可能とする実験データの累積の道が開かれた。これらにより、B グループの研究成果が、A グループにおける質感情報の獲得や生成に関する工学技術の発展に役立つだけでなく、C グループの実験においても、実験パラメータの選定などで役立つ可能性が高まった。

3) 物作り産業へ応用可能な研究成果は、まだ初期の段階ではあるが芽生えており、明るい兆候が見えている。今後の展開が期待される。

研究の進捗状況は、一部については計画を上回って進んでおり、順調に推移していると言える。

[田中啓治 理研脳科学総合研究センター副センター長（主にC01項目担当）からの評価]

本研究グループは、工学的研究、心理物理学的研究、脳科学的研究を統合して質感にアプローチしている。色覚については比較的長い研究の歴史があるが、その脳メカニズムとくに高次なメカニズムについては不明のところが多い。色覚以外の表面材質などについての質感についてはさらに研究が少なく未知の分野であった。これに挑戦するには、利用を目指した工学的な手法とメカニズム解明を目指した心理物理学的方法・脳科学的方法の間に協力の可能性が大きい。本研究グループでは、多くの工学者の参加を得ており、将来への発展に向けて大きなポテンシャルを持っていると思われる。また、質感の脳メカニズムに取り組むにあたって、心理物理学的研究との協力は極めて重要であり、心理物理学的研究に従事する研究者と脳科学的研究に従事する研究者がほぼ同数参加する本研究グループの構成は極めて適当である。脳科学的研究についても知覚研究だけでなく、知覚・運動連関にいたる研究、学習過程に関する研究、情動に関する研究など幅広いテーマで研究者を集めており、未広がり展開が期待される。何回かの研究会に参加させていただいたが、大変活発な議論がなされており、また発表内容も高度であった。研究内容は多様性を積極的に活かし、班員がお互いに強い刺激を受けている様子がよく見てとれた。いろいろな共同研究も行われており、展開が楽しみである。すでに素晴らしい成果も出てきている。産業の種の展開にまで発展していく可能性を感じる。

研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）

平成22年度に発足した新学術領域研究（研究領域提案型）としての研究成果の公表状況は以下のとおりであるので、一部修正して再掲する。

5. 研究成果の公表の状況

(1) 主な論文等一覧について

以下の一覧の原著論文および査読付き国際学会発表には Acknowledgment で本領域にふれた論文のみを記載している。これ以外にも本領域の成果が含まれる多数の論文が発表されている。なお以下のうち4, 5, 14～18, 28～, 29, 33, 37～43は中間評価報告以降の追加である。

① 原著論文

A01

1. *Murakami Y, Nomura J, Ohya M, Yamaguchi M (2012) Fidelity evaluation of metallic luster in six-band high-dynamic-range imaging, *Optical Review*, 19: 3: 142-149.
2. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohya N (2012) Hybrid-resolution multispectral imaging using color filter array, *Optics Express*, 20: 7: 7173-7183.
3. *Yamamoto S, Maeda M, Tsumura N, Nakaguchi T, Okamoto R, Miyake Y, Shimoyama I (2012) Subjective evaluation of visual fatigue due to misalignment of motion and still images in a stereoscopic display, *Journal of the Society for Information Display*, 20: 2: 94-102.
4. *Sakurai K, Miyata K (2012) Generating layout of nonperiodic aggregates, *芸術科学会論文誌*, 11: 129-137.
5. *櫻井快勢, 宮田一乗 (2013) 任意形状の堆積形成手法, *情報処理学会論文誌*, Vol.54, No.3 (in press)

B01

6. *Qiu W, Sakai K (2011) Medial axis for 3D shape representation. *Lecture Notes in Computer Science*, 7062: 79-87.
7. *Okamoto S, Ishikawa S, Nagano H, Yamada Y (2011) Spectrum-based vibrotactile footstep-display for crinkle of fragile structures, *Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*, 2459-2464.
8. *Okamoto S, Yamada Y (2011) An objective index that substitutes for subjective quality of vibrotactile material-like textures, *Proceedings of the 2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 3060-3067, San Francisco.
9. *Saiki J, Yoshioka A, Yamamoto H (2011) Type-based associations in grapheme-color synaesthesia revealed by response time distribution analyses. *Consciousness and Cognition*, 20: 1548-1557.
10. *Motoyoshi I, Matoba H (2012) Variability in constancy of the perceived surface reflectance across different illumination statistics. *Vision Research*, 53: 30-39.
11. *Mizokami Y, Kamesaki C, Ito N, Sakaibara S, Yaguchi H (2012) Effect of spatial structure on colorfulness-adaptation for natural images. *Journal of the Optical Society of America A* 29-2: A118-A127.
12. *Mizokami Y, Webster MA (2012) Are Gaussian spectra a viable perceptual assumption in color appearance? *Journal of the Optical Society of America A* 29-2: A10-A18.
13. *Okamoto S, Yamada Y (2012) Lossy data compression of vibrotactile material-like textures, *IEEE Transactions on Haptics*, doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TOH.
14. *Amano K, Takeda T, Haji T, Terao M, Maruya K., Matsumoto K, Murakami I, Nishida S (2012) Human neural responses involved in spatial pooling of locally ambiguous motion signals. *J Neurophysiol* 107: 3493-3508.
15. *Toyota T, Nakauchi S (2012) Optical measurement of interference color of pearls and its relation to subjective quality, *Optical Review*, 20: 1: 50-58.
16. *Tani Y, Araki K, Nagai T, Koida K, Nakauchi S, Kitazaki M (2013) Enhancement of glossiness perception by retinal-image motion: additional effect of head-yoked motion parallax. *PLOS ONE* 8: 1: e54549
17. *Maruya K, Holcombe AO, Nishida S (2013) Rapid encoding of relationships between spatially remote motion signals. *J Vision* 13(2), 4-4. doi:10.1167/13.2.4
18. 丸山明華, *溝上陽子, 矢口博久 (2013) 周囲環境の明度構成が物体の明度と彩度知覚に与える影響, *日本色彩学会誌*, 37-2: 93-102.

C01

19. Hiramatsu C, *Goda N, Komatsu H (2011) Transformation from image-based to perceptual

- representation of materials along the human ventral visual pathway. *Neuroimage* 57: 482-494.
20. Okazawa G, Koida K, *Komatsu H (2011) Categorical properties of the color term "GOLD". *J Vision* 11: 8: 4: 1-19.
21. Ohno S, Kuramoto E, Furuta T, Hioki H, Tanaka Y, Fujiyama F, Sonomura T, Uemura M, Sugiyama K, *Kaneko T (2011) Morphological analysis of thalamocortical axon fibers of rat posterior thalamic nuclei: A single neuron tracing study with viral vectors. *Cereb Cortex* Epub ahead of print.
22. Ninomiya T, Sanada TM, *Ohzawa I (2012) Contributions of excitation and suppression in shaping spatial frequency selectivity of V1 neurons as revealed by binocular measurements. *J Neurophysiol* 107: 2220-2231.
23. Tao X, Zhang B, Smith EL 3rd, Nishimoto S, Ohzawa I, *Chino YM (2012) Local sensitivity to stimulus orientation and spatial frequency within the receptive fields of neurons in visual area 2 of macaque monkeys. *J Neurophysiol* 107: 1094-1110.
24. Aihara T, Takeda Y, Takeda K, Yasuda W, Sato T, Otaka Y, Tanaka S, Hanakawa T, Honda M, Liu M, Kawato M, Sato M, *Osu R (2012) Cortical current source estimation from electroencephalography in combination with near-infrared spectroscopy as a hierarchical prior. *Neuroimage* 59: 4006-4021.
25. Shiozaki HM, Tanabe S, Doi T, *Fujita I (2012) Neural activity in cortical area V4 underlies fine disparity discrimination. *J. Neurosci* 32: 3830-3841.
26. 野田貴大, 神崎亮平, *高橋宏知, (2012): 「聴覚野における音脈分凝に関わる機能的ネットワークの下部構造」, 電気学会論文誌 C 電子情報システム部門誌 132: 7, 1079-1087.
27. Nishio A, Goda N, *Komatsu H (2012) Neural selectivity and representation of gloss in the monkey inferior temporal cortex, *J Neurosci*, 32:10780-10793.
28. Okazawa G, Goda N, *Komatsu H (2012) Selective responses to surface gloss in the macaque visual cortex revealed by fMRI, *NeuroImage*, 63: 1321-1333.
29. *Ichinohe N, Borra E, Rockland K (2012) Distinct feedforward and intrinsic neurons in posterior inferotemporal cortex revealed by in vivo connection imaging. *Sci Rep*, 2:934. doi:10. 1038/srep00934.
30. Kameda H, Hioki H, Tanaka YH, Tanaka T, Sohn J, Sonomura T, Furuta T, Fujiyama F, *Kaneko T (2012) Parvalbumin-producing cortical interneurons receive inhibitory inputs on proximal portions and cortical excitatory inputs on distal dendrites. *Eur J Neurosci*, 35:838-854.
31. Ikezoe K, Tamura H, Kimura F, *Fujita I (2012) Decorrelation of sensory-evoked neuronal responses in rat barrel cortex during postnatal development. *Neuroscience Research* 73:312-320.
32. Zhang B, Tao X, Shen G, Smith EL 3rd, Ohzawa I, *Chino YM. (2013) Receptive-field subfields of V2 neurons in macaque monkeys are adult-like near birth. *J Neurosci* 33: 2639-2649.
33. Sonomura T, *Furuta T, Nakatani I, Yamamoto Y, Unzai T, Matsuda W, Iwai H, Yamanaka A, Uemura M, Kaneko T (2013) Correlative analysis of immunoreactivity in confocal laser-scanning microscopy and scanning electron microscopy with focused ion beam milling. *Frontiers in Neural Circuits*, (in press).
- 査読付き国際学会発表 (A01 項目のみ:原著論文と同等に扱われるべきもの)
34. Mori T, *Hiura S, Sato K (2012), Shadow and specular removal by photometric linearization based on PCA with outlier exclusion, *International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2012)*, 221-229.
35. *Murakami Y, Yamaguchi M, Ohyama N (2012) Hybrid resolution multispectral imaging based on color filter array: basic principles and computer simulation, *The 6th European Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision (CGIV2012)*, Amsterdam, 259-265.
36. *Sakurai K, Miyata K (2012) Generating layout of nonperiodic aggregates, *NICOGRAPH International 2012*, Bali Indonesia, 68-75.
37. Takeda Y, *Hiura S, and Sato K (2012) Coded aperture stereo for extension of depth of field and refocusing, *International Conference on Computer Vision Theory and Applications, (VISAPP2012)* 103-111.
38. Sasao T, *Hiura S, Sato K (2012) Coded pixels : random coding of pixel shape for super-resolution. *International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2012)* 168-175.
39. *Yamamoto S, Sawabe M, Yokoya M, Tsumura N (2012) Enhancement of Gloss Perception by using Binocular Disparity, *The 6th European Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision (CGIV2012)*, Amsterdam, 226-230.
40. *Yamamoto S, Sawabe M, Hosokawa N, Tamauchi Y, Tsumura N (2012) Ascertainment of perceptual classification for material appearance, *The 20th Color and Imaging Conference (CIC20)*, Los Angeles, 94-99.
41. *Hosokawa N, Yokoya M, Yamamoto S, Tamauchi Y, Tsumura N (2012) Evaluation of authenticity by using perceptually-based rendering for reflection image, *The 20th Color and Imaging Conference (CIC20)*, Los Angeles, 100-104.
42. Abe T, *Okatani T, Deguchi, K (2012) Recognizing surface qualities from natural images based on learning to rank, *Proceedings of International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012)*, 3712-3715.
43. *Doi M, Konishi M, Kimachi A, Nishi S, and Tominaga S (2012) Robust estimation of pigment

distributions from multiband skin images and its application to realistic skin image synthesis, Computer Vision - ECCV 2012 Workshops and Demonstrations, II, 421-430

② 総説・解説・著書

A01

44. *日浦慎作 (2011)符号化撮像によるぶれ・ぼけの除去, 日本光学会誌「光学」, 40: 10: 522-527.
45. *岩井大輔, 佐藤宏介(2011)プロジェクション型AR(拡張現実感), 画像ラボ, 22: 2: 8-15.
46. *山口雅浩 (2011) レーザーディスプレイと広色域映像システム, レーザー研究, 39: 6: 395-401.
47. *山口雅浩 (2012) ナチュラルビジョンによる高質感映像技術, 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 371-378.

B01

48. *Nishida S (2011) Advancement of motion psychophysics: Review 2001-2010. Journal of Vision, 11(5), 11: 1-53.
49. 花沢明俊, *酒井 宏, 三浦健一郎 (2011) 研究最前線---ニューロコンピューティング、情報処理学会, 情報・システムソサエティ誌, 15: 4: 16-17
50. *阿山みよし (分担執筆) (2011) 光の百科事典, 7.19 照明, 編集代表 谷田貝豊彦, 丸善出版, 560-566.
51. *溝上 陽子 (2011) 視覚特性と電子ペーパーの見え, 化学工業, 62-6: 453-457.
52. 永野 光, *岡本 正吾, 山田 陽滋 (2011) 触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向, 日本バーチャルリアリティ学会誌, 12: 3: 343-353.
53. *本吉勇 (2012). 質感の視覚認知. 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 338-342.
54. *Fujisaki W, Kitazawa S, Nishida S (2012) Multisensory timing, In Stain et al. Eds, "The New Handbook of Multisensory Processes", MIT Press. ISBN-10: 0262017121, ISBN-13: 978-0262017121.
55. *新谷 幹夫 (2012) CGによる質感表現、映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 66: 5: 364-370.
56. *Okamoto S, Nagano H, Yamada Y (2012), Psychophysical Dimensions of Tactile Perception of Textures, IEEE Transactions on Haptics, in press.

C01

57. *鯉田孝和, 小松英彦 (2010) サル下側頭皮質 (TE野) の色選択性ニューロンの応答特性と認知コントロールによる影響、日本神経回路学会誌 17: 3: 93-100.
58. *本田 学 (2010) 脳と情報環境—脳科学から見た環境の安全・安心—. 脳の発達と育ち・環境. NPO 法人脳の世紀推進会議編, クバプロ, 東京 9-45.
59. *Komatsu H (2011) Bridging gaps at V1: Neural responses for filling-in and completion at the blind spot. Chinese J Psychol. 53: 413-420.
60. *山本洋紀 (2011) 表面の色と質感の知覚: 脳研究の展開, 繊維機械学会誌 せんい, 64: 8: 13-19.
61. *大澤五住 (2012) 頭の中のサイン、コサイン—波による視覚情報の脳内表現, (近藤寿人 編)「芸術と脳の対話」 pp.153-163, 国際高等研究所.
62. *小松英彦 (2012) 色と質感を認識する脳と心の働き, (近藤寿人 編)「芸術と脳の対話」 pp.105-114, 国際高等研究所.
63. *小松英彦 (2012) 質感の科学への展望、映像メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 65: 5: 332-337.
64. *本田 学 (2012) 感性的質感認知への脳科学的アプローチ, 映像情報メディア学会誌: 特集「質感を科学する」, 65: 5: 343-348.
65. *鈴木匡子 (2012) 視覚性認知障害, 神経心理学, 28:23-28.
66. *古田貴寛 (2012) 触覚システムにおける神経回路の構造と機能: ラットのヒゲ感覚システムを題材として. ブレインサイエンスレビュー2012, (出版社: クバプロ) 107-126.
67. 金子秀和, *田村弘 (2012) 大脳皮質視覚関連領野を中心としたマルチプローブ・マルチニューロン計測技術について, 神経回路学会誌, 19: 1:28-38.
68. *Roe AW, Chelazzi L, Connor CE, Conway BR, Fujita I, Gallant JL, Lu H, Vanduffel W (2012) Toward a unified theory of visual area V4. Neuron, 74: 12-29.
69. *藤田一郎, 池添貢司, 稲垣未来男 (2012) 腹側視覚経路の情報処理 Clinical Neuroscience 30: 8 (印刷中)
70. 竹林美佳, *船橋新太郎 (2012) 「フラクタル図形に対するサルの好き嫌い」 荻阪直行編「神経美学・美しさと喜びの脳内表現」新曜社, (印刷中)

以下は学会発表および特許のうち研究成果で引用したもの (発表論文数には含めていない)
(学会発表)

71. Omata K, Morimoto M, Hanakawa T, Honda M (2010) Brain activities related to vigilance judgment based on spontaneous EEG: A simultaneous EEG-fMRI study, Society for Neuroscience 40th Annual Meeting, San Diego, USA.
72. Mihashi T, Nakamura N, Yamauchi Y, Uchikawa U, Sakata K (2010) Hyperspectral one dimensional

- visual stimulus generator. *Journal of Vision*, 10(15), 68.
73. 豊田敏裕, 青木秀夫, *中内茂樹 (2010) 質感知覚の視覚機序に基づく真珠の品質計測, 日本光学会年次学術講演会, pp.498-499.
74. Matsumoto T, Fukuda K, Uchikawa K (2011) Effects of Lightness on Chromaticity Regions to Yield Gold, Silver and Bronze Colors, *Journal of Vision*, Vol. 11, No. 15, 50.
75. Nishida S, Motoyoshi I, Maruya K (2011) Luminance-color interactions in surface gloss perception. *Vision Sciences Society 11th Annual Meeting*, Naples, USA.
76. Shinya M, Nishida S, Shiraiishi M (2011) Visual perception of sub-pixel fines of hair-like textures, *Workshop on Perception of Material Properties*, Germany.
77. Okazawa G, Goda N, Komatsu H (2011) Cortical regions activated by surface gloss in the macaque visual cortex localized using fMRI, *Society for Neuroscience 41th Annual Meeting*, USA.
78. Takebayashi M, Funahashi S (2011) Orbitofrontal neurons encode preference for an intrinsic reward that is produced when artificial visual stimuli are seen, *Society for Neuroscience 41th Annual Meeting*, USA.
79. 伊井野達也, *日浦慎作, 浅田尚紀 (2011) 電子ペーパーと複数プロジェクタを用いたハイダイナミックレンジディスプレイ, 第16回日本バーチャルリアリティ学会論文集, pp. 410-413.
80. *折笠達郎, 岡谷貴之, 出口光一郎 (2011) 両眼視差と被写界深度ボケを同時に提示する注視反応ディスプレイ, 画像の認識・理解シンポジウム, 1-8.
81. 川島康裕・山城博幸・市村好克・村瀬智一・梅田雅宏・樋口敏宏・山本洋紀 (2011) 非磁性超音波モータを用いた fMRI 用印刷物呈示装置の開発, 第13回日本ヒト脳機能マッピング学会.
82. 山城博幸・川島康裕・村瀬智一・山本洋紀・市村好克・梅田雅宏・樋口敏宏 (2011) 非磁性超音波モータを用いた実物体刺激呈示装置の fMRI 適合性評価, 日本視覚学会 2011 年夏季大会.
83. 川崎 圭祐, 松尾 健, 長田 貴宏, 澤畑 博人, 鈴木 隆文, 柴田 昌宏, 宮川尚久, 中原 潔, 佐藤 昇, 川合 謙介, 斎藤 延人, 長谷川 功 (2011) マカクザルにおける脳溝内皮質脳波記録, 日本神経科学大会 2011.
84. *Nakauchi S, Nishijima R, Nagai T, Tani Y, Koida K, Kitazaki M (2011) Perceptual matching of translucent materials under different illuminant conditions, *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
85. *Nagai T, Ono Y, Koida K, Kitazaki M, Nakauchi S (2012) Extraction of CG image regions contributing to translucency perception using a psychophysical reverse correlation method, *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
86. *Tani Y, Matsushima T, Nagai T, Koida K, Kitazaki M, Nakauchi S (2012) Perceptual information about surface qualities used in material discrimination, *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
87. Kawabe T, Maruya K, Nishida S (2012) The role of dynamic visual information in the estimation of liquid viscosity. *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
88. Nishida S, Fujisaki W, Goda N, Motoyoshi I, Komatsu H (2012) Not glass but plastic - Audiovisual integration in human material perception, *European Conference on Vision*, Alghero, Italy.
89. Motoyoshi I (2012) Visual aftereffects in 3D shape and material of a single object. *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
90. *Sakai K, Meiji R, Abe T (2012) Perceptual integration of specular highlight and shading. *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
91. Kohno T, Sakaue Y, Ishikawa T, Matsushima S, Ohkura M, Kasuga M, Ohtani Y, *Ayama M (2012) Blackness of Japanese lacquer and its relation to surface property, *Proceedings of the 12th International Congress of the International Colour Association (AIC2012)*, Taipei.
92. *Mizokami Y, Tsukano T, Yaguchi H (2012) Effect of material perception on color constancy. *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
93. *Watanabe J, Hayakawa T, Matsui S, Kano A, Shimizu Y, Sakamoto M (2012) Visualization of Tactile Material Relationships Using Sound Symbolic Words, P. Isokoski and J. Springare (Eds.): *EuroHaptics 2012, Part II, LNCS 7283*, pp. 175-180. Springer, Heidelberg.
94. Arce-Lopera C, *Okajima K (2012) Luminance information suffices to model vegetable freshness perception, *Vision Sciences Society 12th Annual Meeting*, Naples, USA.
95. *Suzuki K, Uno Y. Neuronal bases of texture discrimination and identification. *International Neuropsychological Society Annual Meeting*, Oslo.
96. 日野直登, *岩井大輔, 佐藤宏介 (2012) フォトクロミック材料を用いた投影面の反射率変調による高コントラスト投影表示, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol. 111, No. 379, pp.145-150.
97. 土井晶子, 高橋成子, 下出祐太郎, *大谷芳夫 (2012) 漆の質感認知過程に関する研究—艶の評価・再認実験及び眼球運動計測による検討, 日本視覚学会 2012 年夏季大会.
98. *伊村知子, 増田知尋, 和田有史, 岡嶋克典 (2012) チンパンジーにおける食物のテクスチャ知覚. 日本動物心理学会第72回大会, 関西学院大学.
99. 磯口知世, 野田貴大, 神崎亮平, 高橋宏知 (2012) ラット聴皮質における音の情動価の情報表現, 第51回日本生体医工学学会大会, 福岡.

(特許)

100. 山本誠一, 大橋 力, 本田 学, 前川督雄 (2010) PET 支持装置. 特許第 4610671 号.
101. 山本誠一, 大橋 力, 本田 学, 前川督雄 (2010) PET 支持装置. 特許第 4642143 号.
102. 大橋 力, 河合徳枝, 仁科エミ, 本田 学, 前川督雄, 森本雅子, 八木玲子, 上野 修 (2011) 振動発生装置及び方法. 特許第 4663034 号.
103. 大橋 力, 河合徳枝, 仁科エミ, 本田 学, 前川督雄, 森本雅子, 八木玲子, 上野 修 (2012) 信号再生装置、電気自動車及び記録媒体. 特願 2011-000038 (特許査定済) .

(2) ホームページについて

論文発表に関する情報を随時ホームページのニュースとして掲示すると共に、研究成果を年度ごとにニュースレターとしてまとめ、各班の研究内容の説明と発表一覧の情報を掲載している。ニュースレターは誰でも容易に見ることができかつ、内容が理解しやすいように作成しており、PDF ファイルを領域ホームページから自由にダウンロード可能にしている。領域ホームページのアクセス数は2011年4月以降集計を行っているが、2012年6月15日までのアクセスは16000件余りであり、毎週250件程度のアクセスがある。なお Google 検索で「質感」を検索すると本領域ホームページが5780万件中のトップで表示される。(2012年6月26日現在)



図 17: 質感脳情報学領域ホームページトップ画面 <http://shistukan.jp>

(3) 公開発表について

- ・「質感脳情報学キックオフシンポジウム」(2010年9月25日東京大学山上会館、参加者数約150名): 計画研究代表者の質感認知に関係するこれまでの研究と研究計画の紹介を行い、本領域が質感の科学的研究の場として活動を開始したことを社会にアピールした。
- ・新学術領域合同シンポジウム「リアリティを生み出し現実世界と関わる脳の働き」(2011年8月24日神戸国際会議場、参加者約100名): 包括脳夏のワークショップのイベントとして、本領域が企画し他の2つの新学術領域「学際的研究による顔認知メカニズムの解明」「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」と合同で開催し、本領域から4名の班員が発表した。
- ・企業との合同研究集会「質感研究の応用に関する意見交換会」(2011年10月3日学術総合センター、

参加者42名)：質感に関わる研究開発を行っている企業内研究者に対して班員4名が発表を行い、質感認知の基礎的研究の重要性を示した。

上記は領域主催のイベントであるが、個々の班員の行った招待講演(計27件)のうちのいくつかを下に示す。

- ・「Color processing for surface gloss and image naturalness」 Perception of material properties workshop (2011年6月4日 Ebsdorfergrund ドイツ) (西田班員)
- ・「質感知覚の心理物理学」情報通信学会 CVIM/GCAD 合同研究会(2011年11月17日筑波大学) (西田班員)
- ・「Neural coding of glossiness in the macaque visual cortex」 Perception of material properties workshop (2011年6月4日 Ebsdorfergrund ドイツ) (小松班員)
- ・「質感を認知する脳の仕組みを探る」日本視覚学会2012年冬季大会(2012年1月19日工学院大学) (小松班員)
- ・「素材の触知覚を構成する5種類の材質感次元」第16回日本バーチャルリアリティ学会(2011年9月21日はこだて未来大学) (岡本班員)
- ・「コンピュータグラフィックスにおける質感表現」情報通信学会 CVIM/GCAD 合同研究会(2011年11月17日筑波大学) (新谷班員)
- ・「視覚性認知障害」第35回日本神経心理学会総会(2011年9月15日栃木県総合文化センター) (鈴木班員)
- ・「Learning-induced plasticity of neural computation in the auditory cortex」第89回日本生理学会(2012年3月29日長野県松本文化会館) (高橋班員)

(4)「国民との科学・技術対話」について

- ・領域公開シンポジウム「質感理解へと向かう5つの挑戦」(2011年12月7日大阪大学中ノ島センター、参加者約170名) アンケート回収30名(大変良かった53%、良かった30%、普通7%、期待はずれ3%、無回答7%)
- ・領域公開シンポジウム「美術工芸x質感脳情報学」(2012年5月29日京都市勧業館みやこめっせ、参加者約160名) アンケート回収58名(大変良かった28%、良かった50%、普通13%、期待はずれ0%、無回答10%) (年代：20代36%、30代24%、40代19%、50代16%、60代5%)

上記2つのイベントは領域主催のものであるが、他に個々の班員による活動も多くなされている。以下にはそのうちいくつかの例をあげる。

- ・2011年9月25日名古屋市科学館の科学ゼミナール(名古屋市科学館)にて「ヒトは脳でどのように色を見ているか」という体験型科学教室を行い金色の特性を体験してもらった。参加者小中学生親子24名、24人中6人が特に金色のデモに高い興味を示した。(小松班員)
- ・2011年11月5日生理学研究所一般公開にて「脳が作る世界ー見るとのこと」という展示を行い、質感研究の内容を紹介すると共に素材識別実験と金色の特性の体験をしてもらった。参加者約1000名。(小松班員)
- ・2011年11月6日、テクノフェア in ねやがわ(大阪電気通信大学)にて「コンピューターで化粧の色を試そう」というタイトルで皮膚の分光反射率の計測とコンピューターでの色再現の体験を行った。参加者はほとんど女性で約70名(うち40名が実際に体験) (土居班員)

- ・2012年6月7日国立情報学研究所オープンハウス（学術総合センター）にて「光を通して観る世界」のタイトルで一般向けの基調講演を行い、光の情報をもとに対象物の材質や形を抽出する試みについて紹介。参加者約200名（佐藤いまり班員）
- ・2012年6月7日、応用脳科学コンソーシアムの研究会（国際ファッションセンタービル KFC ホール）にて「質感と感性へのアプローチ ～ハイパーソニック研究の実例から」というタイトルで教育講演。参加者約50名（本田班員）
- ・2012年6月7～8日、画像センシングシンポジウム（パシフィコ横浜）にて プロジェクタカメラシステムを用いた質感制御のデモンストレーション展示を行なった。企業関係者が産業応用の可能性について特に興味を示した。参加者約900名（天野班員）
- ・2012年6月16日視覚科学技術コンソーシアムの公開研究会「視覚・色覚のしくみを画像・化粧品に活かすには？」（キャンパスイノベーションセンター、東京・田町）で当領域の活動および化粧と質感に関する最新の研究動向について紹介。参加者48名。（中内班員、岡嶋班員）
- ・2012年6月20日 茨城県立竜ヶ崎第一高校にて「見ることを科学する」という講演で質感からの3次元形状知覚の研究を紹介し、デモを体験してもらった。参加者生徒約50名（酒井班員）

また放送、新聞、出版などのメディアを通して、研究内容を広く国民に伝える努力も行っている。いくつかの例をあげる。

- ・「生体の科学」誌より質感研究に関する特集号の依頼が領域代表にあり、「質感脳情報学への展望」という特集号を編集することになり、計画班代表者7名がそれぞれの分野での質感認知研究の現状と展望をまとめた。（2012年6月3巻4号として印刷中）
- ・「映像メディア学会誌」が2012年5月号に企画した「質感を科学する」という特集号に協力を依頼され、班員5名がそれぞれの分野での質感研究を紹介した。
- ・NHKテレビより伊藤若冲の金色の質感について分析するテレビ番組（若冲ミラクルワールド、NHKB Sプレミアム2011年4月25日、NHK総合2012年1月9日）への協力依頼があり、佐藤いまり班員と内川班員が出演して質感認知研究の視点から分析を行った。

これら以外にも論文発表等にあたって新聞や他のメディアによる報道に多数協力した。