

五感情報通信技術に関する調査研究会 報 告 書

付 録

1. 五感情報通信に関連する基礎研究・技術開発の歴史（詳細版） ... 131
2. 海外における研究動向 141
3. 国内における研究動向 145
4. 調査研究会開催要綱等 155
5. 調査研究会検討経過 159

五感情報通信に関連する基礎研究・技術開発の歴史

五感情報通信に関連する基礎研究・技術開発の歴史

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
1700				ソーダ水の発明 (J. Priestley, 1768) 缶詰食品の発明 (N-F. Appert, 1795)		反射運動の発見 (R. Whytt, 1751)
1800	赤外線の見 (W. Herschel, 1800) 紫外線の見 (A. Sala, 1801) 三原色説 (ヤクガ, 1802) 乱視用めがねの開発 (G. B. Airy, 1825) 大脳皮質視覚野の見 (B. Panizza, 1855) コンタクトレンズ (Fick, スイス, 1887) 光の3原色がそれぞれの色に対応するタンパク質ではないかという提案 (ハムホルツ, 1894) 映画の発明 (リュミエール, 仏, 1895)	蝸牛の構造の研究 (A. Corti, 1851) 聴覚機構、音声の研究 (Helmholtz, 1864) 電話の発明 (Bell, 米, 1876) 蓄音機の発明 (Edison, 米, 1877) 音響理論 (Rayleigh, 1877) 音楽の障害は、言葉の障害に伴う (エドグレン, 1895)	点字システム (Braille, 仏, 1829) 感覚弁別域に関する「Weberの法則」を提唱 (Weber, E. H., 1831) 「特殊感覚活力の法則」を提唱 (Muller, J., 1837) ヒト皮膚上に感覚点を見 (Carpenter, 1849) 刺激と感覚の強さに関する「Fechnerの精神物理学的法則」を提唱 (Fechner, 1860) 運動野の見 (G. T. Fritsch & E. Hitzig, 独, 1870) 視床脊髄路の組織学的研究 (Edinger, 1889) 温冷感覚における矛盾冷感の見 (Lehmann, 1892) von Freyの毛 (触覚閾) (フライ, 独, 1896)	アスパラギンの発見 (L-N. Vauquelin, 1806) サッカリン (1879) コココーラ (米, 1886) メントール合成 (Beckmann, 1891)	臭素の見 (A-J. Balard, 1826) においのプリズム説 (Zwaardemaker, 1896)	電信の発明 (モールス, 1838) 神経切断時の変性に関する研究 (A. V. Waller, 英, 1850) 精神物理学 (フェヒナー, 独, 1860) 運動性言語野の見 (P. Broca, 1861) 実験心理学の創始 (W. Wundt, 1872) ゴルジ染色法の発明 (C. Golgi, 1873) ラジオ波の見 (H. R. Hertz, 1887) 中枢神経細胞の形態学的研究 (Cajal, 1894) 無線電信の発明 (Marconi, 1895) ニューロン説 (カハール, スペイン)

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
1900	オフセット印刷 (Rubel, 米, 03)	ラジオ実験放送 (フェッセンデン, 米, 06)		糖とプリンの研究 (E. H. Fischer, 02) 合成ペプチド (E. H. Fischer, 07) うま味の発見 (池田菊苗, 08)		条件反射に関する研究 (Pavlov, 露, 00) 真空管 (フレミング, 英, 04) 人類初の動力飛行 (ライト兄弟, 03) ヒトの心電図 (Einthoven, 03) 化学伝達説 (交感神経が刺激されると末端からアドレナリンを放出し、これが効果器に作用する) (T. R. Elliot, 04) 脳地図 (K. Brodmann, 09)
10	眼の光学理論研究 (A. Gullstrand, 11)	商業用無線電話 (米, 14) 前庭器官の生理、病理学的研究 (R. Barany, 14) 真空管ラジオ (アームストロング, 米, 15)		味の四面体 (H. Henning, 16)	においのプリズム説 (H. Henning, 16)	ゲシュタルト心理学 (Wertheimer, 独, 12) 一般相対性理論 (A. Einstein, 16) ミツバチの情報伝達に関する研究 (K. Frisch, 19)
20	写真電送実験 (RCA, 米, 24) TVの発明 (ベアード, 英, 25) マイクロフィルム発明 (マッカーシー, 米, 25)	ラジオ放送開始 (米, 20) 初のトーキー (米, 27) 基底膜の進行波の観察 (Békésy, 28)	感覚受容器の分類 (Sherrington, C. S., 26) 感覚神経における情報伝達のメカニズムを解明 (Adrian, E. D., 28)			インパルス信号の測定 (エルランガー&ギャッサー, 英, 24) 脳血管造影法 (モニス, 27) ヒトの脳波の記録 (H. ベルガー, 独, 29)

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
	カラーTVデモ(ベル研, 米, 29)					
30	電子顕微鏡 (Ruska, 独, 32) 電子複写法 (カールソン, 米, 38) 網膜の神経細胞の活動 と抑制のパターン解析 (グラニット)	蝸牛のマイクロホン電 位(Wever;Bray, 1930) 自動電話交換(英, 38) PCM伝送方式の発明 (Reeves, 仏, 38)	温度感覚に関する研究 (Zotterman, Y., 36)	検知閾の測定(h. Hahn) PTC味盲(A. L. Fox, 31)	性フェロモンの単離(ブ テナント A. F. J. Butenandt)31 松茸の香気成分マツタ ケオールを発見(村 橋, 36) 電気生理学的方法によ る嗅球の活動の観察	神経細胞の機能に関す る発見 (Sherrington, 32) 神経パルスの伝達が生 化学反応に基づくこと を発見 (Otto Loewi, オースト リア, 32) ロボットミ―手術(モニ ス, 35) チューリングマシン (Turing, 36)
40	カラーTV(ゴールドマー ク, 米, 40) TV放送開始(米, 41) 熱式複写機(米, 46) ポラロイドカメラ (米, 47)	臨界帯域の概念の提案 (Fletcher, 40) LPレコード発売(米, 48)	日本点字図書館(本間一 夫, 40) 機械式マジックハンド ANL Model-1 (アルゴンヌ国立研究所, 米, 48)	基本味を感じる受容組 織が味蕾であり、そこ には味細胞が存在する。 1個の味細胞は4~5本 の味神経とシナプスし ている。逆に1本の味神 経は4~5個の味細胞 とシナプスしている。 (Pfaffmannら(米)41 Beidlerら(米)55 Farbmanら(米)65 Murrayら(米)71 Ninomiyaら(日)86 Delayら(米)88 Roperら(米)92 Lindemannら(独)96) 食物保存用のフリー ズ・ドライ法発見(40) 必須アミノ酸の概念確 立(W. C. Rose, 49)	ガスクロマトグラフ分 析法(Martin&Synge, 41)	マイクロ波レーダー研 究開始(米, 40) LSD合成(43) 電子式コンピュータ ENIAC(ペンシルバニア 大, 米, 46) トランジスタの発明 (Bell研, 米, 47) 情報理論(シャノン, 米, 48) 神経成長因子(NGF)の発 見(モンタルチャーニ, 48) シナプスの可塑性に関 する研究(Hebb, 49)

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
1950	<p>大脳皮質一次視覚野の生理学的研究 (Hubel & Wiesel, 50)</p> <p>ビデオテープ (米, 52)</p> <p>カラーTV放送開始 (米, 54)</p> <p>コンタクトレンズの発明 (A. E. Fick, 54)</p>	<p>家庭用録音機出荷 (NEC, 51)</p> <p>カクテルパーティ効果 (Cherry, 53)</p> <p>トランジスタラジオ発売 (Sony, 55)</p> <p>臨海帯域幅の測定 (Zwicker 1957)</p>	<p>体性感覚の体部位局的再現の発見 (Penfield, 50)</p> <p>感覚順応に関する生物学的意義の提唱 (Ranke, O. F., 52)</p> <p>Pacini小体による感覚受容に関する研究 (Katz, B., 53)</p> <p>機械式マジックハンド ANL E1 (アルゴンヌ国立研究所, 米, 54)</p> <p>感覚の周辺抑制を発見 (Hartline, H. K., 56)</p> <p>温度感覚神経からの活動記録 (Hensel, H., 59)</p> <p>大脳皮質一次感覚野における機能的細胞柱の発見 (Powell & Mountcastle, V. B., 59)</p> <p>視床における身体部位対応表現に関する研究 (Rose & Mountcastle, V. B., 59)</p>	<p>Label line説 (個々の味神経線維による味質を識別) (Zottermanら, 米, 59)</p>	<p>ガスクロマトグラフ分析法実用化 (James & Martin, 52)</p> <p>立体化学説 (においの受容は鍵と鍵穴の関係で説明できる) (J. E. Amoore, 52)</p> <p>振動説 (Wright, 1956)</p> <p>ブルース効果 (交尾後、相手の雄の匂い曝露では妊娠は続行するが、交尾相手と異なる系統の雄の匂いに曝露されると着床阻害がおきて妊娠が続行できない) (H. Bruce, 英, 59)</p> <p>こすってかぐ技術 (3M & NCR)</p>	<p>NMR原理の発明 (BLOCH & PURCELL, 52)</p> <p>ヒトの脳の機能地図 (W. G. Penfield 52)</p> <p>レム睡眠の発見 (W. C. Dement, 52)</p> <p>世界初の人工衛星打ち上げ (ソ連, 57)</p> <p>機能コラム (マウントキャッスル, 57)</p> <p>無麻酔サルの大脳ニューロン活動測定 (H. H. Jasper, 加, 58)</p> <p>微小電極技術</p>
60	<p>第一次視覚野における方位選択性細胞の発見 (Hubel and Wiesel, 米, 62)</p> <p>単純パーセプトロン (ローゼンブラット, 62)</p>	<p>自動車電話サービス開始 (ATT, 64)</p> <p>人工内耳 (Simmons, 米, 64)</p> <p>聴性緩反応の研究 (Zerlin & Davis, 67)</p>	<p>感覚性質認知の神経機序の提唱 (Hensel, H., 61)</p> <p>脊髄における感覚-身体部位対応に関する研究 (Kruger, 61)</p> <p>刺激と感覚の強さに関する</p>	<p>across-fiber説 (味神経全体のパターンで味を識別) (Ericksonら, 米, 63)</p> <p>アスパルテーム発見 (65)</p>	<p>across-fiber pattern説 (Ericksonら, 米, 63)</p> <p>匂いが出る映画 "Sensorama" (M. Heilig, 64)</p>	<p>生物学への電子顕微鏡の適用が盛んになる</p> <p>神経細胞の末梢および中枢部における興奮および抑制のイオン機構の発見 (Hodgkin, Eccles, Huxley, 63)</p>

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
	<p>対話型図形処理システムSketchpad (I. Sutherland, 米, 63)</p> <p>テレビ電話(ピクチャフォン)開通(米, 64) 日米間テレビ中継(66)</p> <p>OCR (IBM, 66)</p> <p>視覚に関する化学的生理学的発見 (R. A. Granit, H. K. Hartline, G. Wald, 67)</p> <p>手細胞の発見(グロス、ベンダー、ロカミランダ, 米, 68)</p> <p>HMDと3次元グラフィックス (I. Sutherland, 米, 68)</p> <p>CCD (BELL研, 米, 69) 家庭用VTR (日, 69)</p>	<p>音声の線形予測分析法 (LPC) の発明 (68)</p> <p>音声の偏自己相関分析法 (PARCOR) の発明 (69)</p>	<p>る「べき関数の法則」を提唱 (Stevens, S. S., 61)</p> <p>脊髄および延髄における体制感覚情報処理に関する研究 (Brown, 67)</p> <p>Project GROPE (F. P. Brooks, 米, 67)</p> <p>視床から大脳皮質への特殊投射系の研究 (Mountcastle, B. V., 68)</p>	<p>甘味物質では AH (水素供与基) と B (水素受容基) が互いに 2.5 ~ 4.0 Å 離れて存在することを発見 (R. S. Shallenberger, T. E. Acree, 67)</p>		<p>アフォーダンス理論(生体にとって意味のある環境の性質, 認知科学) (J. J. Gibson, 米)</p> <p>覚醒状態の動物の神経細胞の活動を記録(エバーツ, 米, 66)</p> <p>ARPANET実験開始(米, 69)</p>
70	<p>カラー複写機 (Xerox, 70)</p> <p>第五次視覚野(ゼキ, 71)</p> <p>電話ファックスサービス開始(日, 73)</p> <p>ビデオ・プレース(クルーガー, 74)</p>	<p>聴性脳幹反応の研究 (Jewett, 70)</p> <p>DPIによる音声認識(71)</p> <p>音声の分析合成法(LSP)の発明 (75)</p> <p>HMMIによる音声認識(75)</p> <p>音声合成システム MITalk (75)</p>	<p>感覚情報処理の符号化・符号解読に関する研究 (Keidel, W. D., 70)</p> <p>OPTACON(触覚にによる読書機) (Stanford, 米, 71)</p> <p>方向特異性を持った大脳皮質一次感覚野神経細胞の発見 (Hyvarinen, 72)</p> <p>視床における身体部位対応表現に関する研究 (ヒト) (Kornhuber, H. H., 72)</p>		<p>クロマトグラフィック説(異なったニオイ分子は異なったパターンで嗅粘膜に付着して、その部位にある嗅受容細胞を興奮させるので、嗅受容細胞の全体としてはニオイ分子の種類に応じてさまざまな興奮パターンを示す。) (Mozell, 70)</p> <p>マスクー法(大気汚染防止法)成立(米, 70)</p>	<p>低損失な光ファイバー(コーニング社, 米, 70)</p> <p>場所ニューロンの発見(オキーフ, 71)</p> <p>商用パケット通信サービス開始(米, 74)</p> <p>マイクロチップの発明(75)</p> <p>PET III (Ter-Pogossian, 米, 95)</p>

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
		耳音響放射の発見 (78) 音声合成システム Speak&Spell (78) ウォークマン発売 (Sony, 79)	視床脊髄路起始細胞の同 定(Trevino, D. L. , 72) 感覚受容器に関する組織 学のおよび生理学的研究 のまとめ(Iggo, A. , 73) GROPEシステム(ノースカ ロライナ大, 米, 76)			マガーク効果(聴覚と視 覚の相互作用)(McGurk, 英, 76) CTスキャン (G. N. Hounsfield(英)&A . M. Cormack(米), 79)

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
80	<p>顔細胞の発見(グロス、ブルース、デシモーネ、米, 81)</p> <p>視覚の脳生理学的研究((T. N. Wiesel, R. W. Sperry, D. H. Hubel, 81)</p> <p>視覚情報の計算的理論(Marr, 82)</p> <p>ファミコン発売(日, 83)</p> <p>第二次視覚野において主観的輪郭線に反応する神経細胞の発見(フォン・デル・ハイ特&ピーター・ハンス, 84)</p> <p>Artificial Reality (M. Krueger, 米, 83)</p> <p>NHK衛星放送(84)</p> <p>Habitat (Lucasfilm, 米, 86)</p> <p>医用VRシステム・バーチャルレッグ(ローゼン, 89)</p>	<p>音声合成システム Klattalk(81)</p> <p>人工内耳(メルボルン大学, 豪, 82)</p> <p>コンパクトディスク(フィリップ&ソニー, 82)</p> <p>MIDI(82)</p> <p>音声合成システム DECTalk (83)</p> <p>外有毛細胞の機械的動作(85)</p> <p>ニューラルネットによる音声認識(86)</p> <p>携帯・自動車電話サービス開始(87)</p> <p>DAT発売(Aiwa等, 87)</p> <p>アクティブ消音機(日立プラント, 87)</p>	<p>デスクトップフォースディスプレイ(筑波大・岩田, 日, 89)</p> <p>SPIDAR(東工大・佐藤, 日, 89)</p> <p>DataGlove(VPL社, 米, 89)</p>	<p>味覚にセカンドメッセンジャーが関与する(Tonosakiら(日)88 Strienら(米)89 Akabasら(米)90)</p> <p>味刺激により味細胞内のセカンドメッセンジャーが増加する(→視覚や嗅覚と同じメカニズムを予測)(Tonosakiら, 日, 88)</p>	<p>複数半導体ガスセンサ出力をパターン認識するガス識別システム(Persand, 英, 82)</p> <p>複数センサと類似度を用いたガス判別(池上, 日, 83)</p> <p>脂質膜の匂い吸着による界面電位変化説(栗原, 日, 83)</p> <p>cAMP説(Lancet, イスラエル, 86)</p> <p>においに関する150万件のアンケート調査(ナショナルジオグラフィック, 86)</p> <p>ニューラルネットを用いた匂いセンサ(森泉, 日, 88)</p>	<p>トレイグジスタンス概念の提唱(舘, 日, 80)</p> <p>TCP/IP規約化(米, 82)</p> <p>ノックアウトマウス(利根川進, 82)</p> <p>WS/PCIによるTV在席会議システム(視・聴)(日・米, 88)</p> <p>会議室用TV会議(視・聴)(日・米, 88)</p> <p>世界初の商用VRシステムRB2(VPL, 米, 89)</p>

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
90	<p>カーナビゲーション(トヨタ等, 90)</p> <p>CAVE (イリノイ大, 米, 92)</p> <p>Virtual Retinal Display(ワシントン大, 米, 92)</p> <p>Visible Human Project (米, 94)</p> <p>インターネット上での映像配信(Stream Works, 米, 95)</p> <p>CSデジタル放送開始 (日, 96)</p> <p>CABIN(東京大, 日, 97)</p>	<p>聴覚の情景分析 (Bregman, 90)</p> <p>MD発売(Sony, 92)</p> <p>音声合成システム CHATR(95)</p>	<p>Phantom (Phantom社, 米, 90)</p> <p>Surface Display (東大・廣瀬・広田, 日, 91)</p> <p>Texture Display (池井, 日, 92)</p> <p>Haptic Master(筑波大・日商エレクトロニクス, 日, 94)</p> <p>遭遇型触覚ディスプレイ (東大・館, 日, 94)</p> <p>Ghost(米, 97)</p> <p>Haptic Screen(筑波大, 日, 98)</p>	<p>Gタンパク質共役型レセプター(GPCR)である味覚レセプター(Abeら(日)93 Matsuokara(日)93 Thomasら(米)96 Zukerら(米)99, 00)</p> <p>味覚シグナリングにGタンパク質が関与する(Margolskeeら(米)92 Abeら(日)99)</p> <p>アミロライド感受性の塩味応答チャンネル(Simonら, 米, 92)</p> <p>Gタンパク質共役型レセプター(GPCR)であるうま味レセプター(Chaudhariら, 米, 96)</p> <p>Gタンパク質の1種であるガストデュースン/ノックアウトマウスは糖と苦味を感じない(Margolskeeら, 米, 96)</p> <p>サイクリックヌクレオチドで応答するチャンネル(味覚も視覚や嗅覚同様のメカニズムを示唆)(Abeら, 日, 97)</p> <p>酸に応答するチャンネル(酸味レセプター)(Shimadara, 日, 98)</p>	<p>嗅球におけるカオス現象(W. J. Freeman, 92)</p> <p>匂い分子レセプターのクローニングに成功(バック、アクセル, 米, 91)</p> <p>匂い受容体遺伝子のクローニング(Buck&Axel, 91)</p> <p>匂い分子レセプターのクローニング(バック、アクセル, 米, 91)</p> <p>artificial olfactory image(Lundström, スウェーデン, 91)</p> <p>嗅球におけるカオス現象(W. J. Freeman, 92)</p> <p>「香りオンデマンド」装置(資生堂, 96)</p> <p>匂いの記録再生システムの提案(森泉, 99)</p>	<p>世界初のVR技術の実用システム、システムキッチン疑似体験システム(松下電工, 日, 90)</p> <p>ファンクショナルMRI(91)</p> <p>バイオスフェアII(米, 91)</p> <p>データグローブによるISDNとインターネットを用いた共同デザイン実験(視・聴・触)(NEC, 日, 91)</p> <p>WWWの開発(CERN, 92)</p> <p>デジタル映像符号化方式MPEG1、MPEG2標準化(視・聴)(MPEG, 93年頃)</p> <p>DVD発売(視・聴)(松下等, 96)</p> <p>ADSLによる高速インターネットアクセス開始(米, 97)</p>

年代	視覚	聴覚	触覚	味覚	嗅覚	共通
2000	デジタルHDTV (BSデジタル放送) (日, 00) 人工視力用超小型チップの開発 (Dobelle, 米, 00) 超高画質光学システムの開発 (Williams, 米, 00) 人工網膜の開発 (Chow, 米, 00) 電子紙 (E Inc corp. and Lucent Technologies, 米, 00) 人工視覚チップの開発 (Etienne, 米, 00) テレイマージョン (米, 00) Cortical Implant (The Dobelle Group) 人工網膜チップ (Optobionics)	聴性脳幹インプラント (W. Hitselberger)	人間型2足歩行ロボット (HONDA, SONY, 日, 00)	うま味受容体の発見 (Chaudhariら, 米, 00)	インターネット接続可能な匂い発生装置 (米DigiScents社、イスラエルワイツマン研究所00) 嗅覚と味覚の統合に関する実験 (Pamela Dalton, 米, 00) iSmell (米DigiScents社、00) インターネット上で匂いを配信する実験システム (フランステレコム, 01)	CATV高速インターネットアクセス開始 (日, 00)

海外の公的機関における五感情報通信技術に係る研究開発動向

<米国>

- DARPA : <http://www.arpa.gov/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
Chemical Sensor Based on Mammalian Olfactory Neurons http://www.arpa.gov/dso/thrust/sp/tbb/programs/004.html	研究プログラム (*1)		HARVARD UNIVERSITY Markus Meister	嗅覚ニューロンの仕組みを利用した化学センサ。化学戦、地雷検出器の研究	嗅覚 化学センサ
Dog's Nose Program http://www.arpa.gov/ato/programs/uxo/index.html		1997年～ 2000年	ATO (Advanced Technology Office)	犬の嗅覚の仕組みを元にした化学センサーの研究。地雷の発見を目的とする。 五感関連研究： ・ Canine Detection of Land Mines: Basic Olfactory Capabilities ・ Sniffing for Explosives: Canines and the Tufts Medical School Artificial Nose ・ Mimicking the Sense of Olfaction: Development of a Conducting Polymer Composite-Based Electronic Nose ・	嗅覚 化学センサ Electronic Nose

(*1) : The Tissue Based Biosensors Program (組織利用バイオセンサープログラム)

担当 : DSO (Defense Sciences Office)

- NASA : <http://ic.arc.nasa.gov>

研究テーマ	形態	研究年度	主な研究者	概要	キーワード
Haptic Surface Exploration http://ic.arc.nasa.gov/publications/pdf/1999-0059.pdf			Computational Sciences Division Stanford Dextrous Manipulation Lab	ロボット・ハンドを利用した物体の触覚の調査研究 物体の表面の特徴や手触り、摩擦の測定のためにロボットフィンガーを利用し、物体獲得・操作および物体探索を行う。 遠隔操作あるいは危険な環境における物体探索および識別を可能にする。	触覚 ロボット・ハンド
Haptic Interfaces for Real and Virtual Surgery http://vision.arc.nasa.gov/IHH/Seminars/se03-13-00.html			Human Factors Research and Technology Division	仮想手術のための触覚インターフェースの研究開発。 外科トレーニングのための仮想環境と手術室での手先の感覚を向上させるためのテレオペレーション装置を利用したテレオペレーションの開発。	触覚 仮想手術
The Electronic Nose http://mishkin.jpl.nasa.gov/enose.html			JPL (Jet Propulsion Laboratory)	Electronic Nose 装置の研究開発 シャトルおよび宇宙ステーション空気質モニタリングのための目標とされた合成物の識別を目的としており、大気の変化をモニターするように設計されている。適用分野としては、 ・ 産業プロセス ・ 環境上の毒素および汚染物質 ・ 宇宙ステーション空気質 ・ 医学/身体機能 ・ 食品加工 ・ 軍事の環境 ・ 毒物学	嗅覚 Electronic Nose

- NIMH (National Institute of Mental Health) : <http://www.nimh.nih.gov/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
Human Brain Project http://www.nimh.nih.gov/neuroinformatics/index.cfm		1999年～	ONI (Office on Neuroinformatics)	神経科学者および情報科学者の協力により、高度技術の研究開発を支援する広範囲のイニシアチブである。ゴールは相互運用可能なデータ・ベースを利用したワールドワイド・ウェブ(WWW)ベースの情報マネジメントシステムを提供する新しいデジタル能力を創り出すことである。また、このデータベースはゲノムのデータ・ベースおよび蛋白質データ・ベースのように、他のデータ・ベースと相互運用可能とする。さらに、地理的に別個のサイト間の通信チャンネルおよび共同作業に対する適応性を提供するWWWによってこの資源を管理・統合し、共有するために作成される必要がある。多くのレベルおよびデータ収集および分析のエリアを横切って脳構造、機能および開発を理解するためにそれらのそれぞれの分野の中で、神経科学者、行動科学研究者、臨床医および教育者によって使用される。	脳 データベース

- DoE (Office of Biological and Environmental Research.) : <http://www.er.doe.gov/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
Electronic Noses (Chemical Sensor Analysis) http://www.emsl.pnl.gov:2080/proj/neuron/projects/e-nose.html	the Laboratory Directed Research and Development (LDRD) program	1993年～ 1995年	Battelle Memorial Institute EMSL (Environmental Molecular Laboratory)	化学の蒸気識別中のニューラル・ネット・パラダイムの潜在的な情報処理能力を実証することを目的とする。研究の初期段階においては、ニューラル・ネットと多くの化学の蒸気センサーを組み合わせたプロトタイプ・システムの開発を行っている。主要な研究課題は以下のとおり ・電子鼻およびそれらのアプリケーションの開発 ・化学センサー分析のためのニューラル・ネットベースデータ分析 ・電子鼻および環境上モニタリング中のそれらの適用 ・遠隔医療のための嗅覚の情報の送信 ・環境上モニタリング用の3つのニューラル・ネットベースセンサー・システムの開発 遠隔医療に対する電子鼻	嗅覚 Electronic Noses

- NSF (National Science Foundation) : <http://www.nsf.gov/>

研究テーマ	形態	研究年度	主な研究者	概要	キーワード
An Electronic Nose For Business, NSF, NASA and Others http://www.nsf.gov/od/lpa/news/publicat/frontier/10-96/10nose.htm			NSF-funded team that is building electronic noses	嗅覚センサを利用した不発弾処理 nosesCalifornia Institute of Technology、Nathan Lewis	嗅覚 Electronic Nose
電子図書館プロジェクト			NSF Digital Libraries Initiative http://www.dli2.nsf.gov/	音声認識、映像認識の不完全さを補うアルゴリズムが重要であるとし、2層ニューラルネットでのキーフレーム判定が行われている。今後、オブジェクト抽出の自由度を拡大し、素材への依存性を軽減することで、より高度なマルチメディア操作を可能にし、仮想空間での協調操作への適用を目指す。	聴覚／視覚／複合感覚 ニューラルネットワーク VR

<EU>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
Information management and interface ftp://ftp.cordis.lu/pub/documents_r5/natdir 0000001/s_1609005_20010313_112248_C0 11430en.pdf	6 th Framework Programme (*1)	2002年～ 2006年		言語、ジェスチャーおよび様々な感覚、仮想環境によって人間の自然な表現を理解し解釈することができる多感覚のインターフェースの研究。本研究は、多言語/多文化的なシステムと同様にヨーロッパの規模での知識ベース社会の設立にとって不可欠な研究である。	多感覚インターフェース

(*1): 研究テーマ「Information management and interface」は、6th Framework Programme における INTEGRATING EUROPEAN RESEARCH の7つの研究領域の1つである Information Society technologies の活動テーマの1つである。6th Framework Programme の研究構想については、2001年2月21日にEU議会に対するプロポーザルが公表された段階である。

国内の公的機関における五感情報通信技術に係る研究開発動向

● 総務省

➤ TAO : <http://www.shiba.tao.go.jp/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
実環境と仮想環境を融合した協調作業通信環境に関する研究	公募①	H8～H12	奈良先端科学技術大学院大学 横矢 直和		VR
実環境と仮想環境を融合した協調作業通信環境に関する研究	公募①	H8～H12	大阪大学 岸野 文郎		VR
ネットワーク型多面ディスプレイを用いた臨場感コミュニケーションに関する研究	公募①	H9～H13	東京大学 廣瀬 通孝	計算機シミュレーションの結果を、バーチャルリアリティ技術を用いることによって、誰でも容易に理解可能な形で表現する手法について様々な角度から研究を行っている。インテリジェント・モデリング・ラボラトリーの主要設備の一つである大型三次元画像装置 CABIN の基本ソフトウェアを開発、整備することも本プロジェクトの目的の一つである。	VR
ネットワーク型多面ディスプレイを用いた臨場感コミュニケーションに関する研究	公募①	H9～H13	筑波大学 葛岡 英明		VR
視触覚相互提示システムを用いた実世界指向コラボレーションに関する研究	公募①	H10～H14	東京大学 館 暲		視覚/触覚
Mixed Virtualized Reality（実世界の複合仮想現実実化）通信の研究	公募⑤	H10	(財)ハイパーネットワーク社会研究所 尾野 徹 (アメリカとの共同研究)		VR
3次元音空間の知覚過程の解明とその高次臨場感通信への応用	公募⑤	H10	東北大学 曾根 敏夫 (韓国との共同研究)		VR
仮想化現実技術による自由視点三次元映像スタジアム通信の実証研究	公募②	H11～H14	(財)ハイパーネットワーク社会研究所 尾野 徹		視覚
超高精細デジタル画像コラボレーション運用技術の研究	公募③	H11～H13	(株)サンニチ印刷 坂本 洸二		コラボレーション
高臨場感遠隔会議システムに関する研究	公募③	H11～H13	松下通信工業(株) 飯田 一博		VR
ギガビットネットワークを利用した病院間リアルタイムコラボレーション実用化に関する研究	公募③	H11～H13	香川医科大学 田中 聡	放射線画像診断や術中迅速病理診断等の分野での遠隔医療において、関係医師等が協力して患者に質の高い医療を提供するため、□CT・MR・X線画像等の読影診断用DICOM規格画像□超音波、内視鏡などの高機能画像□超高精細顕微鏡デジタルカメラを用いた病理画像などのデジタル高精細・大容量医療画像を取得しギガビットネットワークを利用してリアルタイムに伝達/表示するシステムを開発する。	リアルタイムコラボレーション
遠隔教育における高臨場感映像伝送技術に関する研究	公募③	H11～H13	富山大学 山西 潤一	3地点以上の多地点にて、双方向性、リアルタイム性のある遠隔教育空間を実現した「多地点 間遠隔教育システム」を検討、構築、及び実証実験を行っている。	複合感覚 遠隔教育
高速・広域ネットワーク上でのマルチキャスト伝送を応用したプラント設備のコラボレーション遠隔診断に関する研究開発	公募③	H11～H13	(株)高田工業所 安西 敏雄	プラント設備と遠隔地に分散した複数の診断専門家を高速ネットワークで結び、広域における複数の専門家による迅速で正確な設備診断の実現につながる遠隔地におけるコラボレーション診断の可能性を実証する。	コラボレーション
研究テーマ：マルチメディア・バーチャルラボ（MVL）に関する研究開発	公募③		東京大学 廣瀬 通孝	マルチメディア・バーチャル・ラボ(MVL)とは、遠隔地に展開する研究者や研究施設、研究情報等を広帯域な通信回線によって有機的に統合することにより、あたかも一つの研究所で共同研究を行っているような仮想環境を提供する新しいタイプのラボの概念である。本研究開発では、MVL実現に要求される技術課題のうち、高品位な仮想空間を広帯域ネットワークを介して共有するための研究開発を行う	複合感覚 VR
複合感覚通信システムの開発と通信品質を考慮した優先制御方式に関する研究	公募④	H12	筑波大学 木村 成伴		複合感覚
高速ネットワークによる次世代リアルタイム3次元映像伝送システムに関する研究開発	公募④	H12	横浜国立大学 有澤 博		視覚

公募①：創造的情報通信技術研究開発制度

公募②：地域提案型研究開発制度

公募③：ギガビットネットワーク利活用研究開発制度

公募④：産学連携支援・若手研究者支援型研究開発制度

公募⑤：情報通信技術に関する国際共同研究の支援：<http://www.shiba.tao.go.jp/kenkyu/ken04001.htm>

➤ **CRL**：<http://www.crl.go.jp/overview/index-J.html>

組織名	研究概要	キーワード
けいはんな情報通信融合研究センター ユニバーサル端末研究室 http://www2.crl.go.jp/st/st821/	耳の不自由な人と普通に聞こえる人とが、互いに離れたところで話ができるように、はなし言葉を手話に、手話をはなし言葉へ変換して、会話ができるシステムと、障害を持っている人と高齢者の誰もが自由気ままに移動できるシステムの研究(ロボティック通信端末)を行っている。 ・手話認識・生成技術の研究 ・ロボティック通信端末の研究	ユニバーサル端末
けいはんな情報通信融合研究センター 表現創造技術研究室 http://www2.crl.go.jp/khn/indexj.html	高臨場感遠隔操作共有通信（ネットワーク対応遠隔医療システム等）の研究開発の中核要素技術の一つとして、立体映像を直接手で触って操作するような感覚を実現できる高臨場感メガネなし立体ディスプレイの開発に取り組んでおり、実像生成と両眼視差提示を組み合わせ、肉眼による立体視を可能にした新方式のメガネなし立体ディスプレイ技術を開発した。この立体ディスプレイ技術は、直接手で触れることができると感じられるほどの高い現実感を持つ立体映像を表現が可能。	複合感覚
関西先端研究センター 柳田プロジェクト http://www-karc.crl.go.jp/yanagida/index.html	脳活動の動的な時空間パターンをリアルタイムで捉える新しい非侵襲計測法の開発を行う。それと並行して、記憶、認識、意識などの高次機能や、脳機能障害の回復過程などにおける脳活動の動的メカニズムについて（既存の計測法も活用しながら）取り組む。これらを通じて、脳の柔軟な動作の原理の解明をめざしている。 ・脳記憶ダイナミズムに関する研究開発 ・脳のシステムとしての柔らかさに関する研究 ・医療との連携による脳機能の可塑性に関する研究	複合感覚

➤ **ATR**：<http://www.crl.go.jp/overview/index-J.html>

研究テーマ	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
両眼眼球運動分析装置の研究開発 http://results.atr.co.jp/products/frame5.html		視聴覚機構研究所	種々の視覚行動を計測することで脳の視覚制御機能を解析し、きわめて複雑なシステムである脳にアプローチする研究。頭が自由な状態での人間の眼球、頭部および視線の運動を同時に計測し、これに処理を施すことで、頭部・眼球運動の制御に関連する脳機能までも含めた様々な分野での解析を行うことを目的とする。	視覚
Haptic Viewer の研究開発 http://results.atr.co.jp/products/frame.html		通信システム研究所	VR 技術によって生成される仮想世界の応用分野は遠隔操作やデザインや CAD など多方面に期待される。それらのアプリケーションにおける不可欠な仮想空間内でのオブジェクト操作作業の過程は ・オブジェクトを適切な視点から探索するフェーズ ・オブジェクトを位置姿勢変更・変形させるフェーズ ・操作の結果を確認するフェーズ といった、仮想環境との入力と出力作業の操作単位を適切に組み合わせたループの繰り返しになる。この一連の操作の流れについて着目し、小型ディスプレイを用いた仮想世界オブジェクトの操作デバイス（PDDM：Palmtop Display for Dextrous Manipulation）を開発した	VR

● 経済産業省

➤ 生命工学工業技術研究所 人間情報部 : <http://www.nibh.go.jp/>

組織名	研究概要	キーワード
斉藤グループ http://www.nibh.go.jp/indexcontents/j2activity/j201researchgroups.html	人間の味覚・嗅覚の認知機構、嗜好およびその形成過程の解明、基礎的研究成果を基に嗅覚の同定能力を検査する方法の開発および味嗅覚の感覚・知覚だけでなく、認知や情動といった高次の心理的過程に対応する脳活動、学習による認知過程の違い等の脳活動についての研究を行っている。研究課題は、以下のとおり。 ・ MEG 装置を用いた味覚誘発応答の計測システムの開発 ・ 大脳の第一 次味覚野および一次味覚野以降の活動部位等の研究 ・ 濃度や味質の違いによる一次味覚野の活動の違い、味覚・嗅覚脳磁場活動と大脳誘発電位との関係、嗅覚と味覚の相互作用 等の研究 ・ 匂いに特徴的な不快の感情と親近性や感覚的特徴との関係についての研究（ドイツミュンヘン大学との共同研究） ・ fMRI による嗅覚の研究 ・ 高齢者の嗅覚の低下について研究：「日本人の匂いの分類」に基づいた嗅覚検査法を開発	味覚／嗅覚 MEG／fMRI
佐川グループ http://www.nibh.go.jp/indexcontents/j2activity/j201researchgroups.html	人間の視覚情報処理の中で色彩の知覚に焦点を当て、心理物理的手法を用いて色覚メカニズムの解明、色覚特性の定 量化、さらにその環境評価への応用を目指している。研究課題は、以下のとおり。 (1) 網膜レベル以降の大脳中枢レベルの高次色認識機構に関する研究：人間の色彩環境の快適性に関する一般特性の把握とそれに基づいた色彩環境評価法の開発 (2) 人間工学的な応用を目的とした色覚特性に関する実用データの収集とその標準化：高齢者の色覚変化の定量的把握とその変化の標準的データベースを作成および高齢者のための視環境設計指針の提供 (3) 視覚系の時間的、空間的情報処理メカニズムに関する基礎的研究、数ミリ秒から数秒までの種々の時間を有するフラッシュ光を呈示し、その検出閾と認知閾を同時に計測することによって、視覚系の時空間的処理様式の基本特性を検討	視覚／色覚
吉田グループ http://www.nibh.go.jp/indexcontents/j2activity/j201researchgroups.html	製品や人工環境と人間との心理・生理的ミスマッチに起因するヒューマンエラーやストレス・疲労などの問題を生活の安全や心身の健康など人間生活工学の立場から解決するため、様々な状況下で人間の生理変化や心理を計測し、尿意、ストレス度や疲労度、あるいは認知特性を評価する基礎及び現場応用技術・装置の開発を目指している。 ・ 超音波尿意センサー、インピーダンスを用いた脳血流・膀胱内尿量の測定など、簡便な非侵襲計測技術の開発 ・ 脳波の周波数リズムの変動タイプから製品や環境に対するストレス感や快適感を簡易に即時評価する脳波リズムモニターの開発 ・ 各種立体画像提示方法における奥行き認知特性の評価 ・ 超音波や電磁波による新たな非侵襲計測技術の開発 ・ 脳波による集中度モニタの開発 ・ 心地よい「太陽の香り」の開発－脳波計測により快適性を評価－	ヒューマンエラー／ストレス
熊田グループ http://www.nibh.go.jp/indexcontents/j2activity/j201researchgroups.html	視覚的に対象を選択的に処理する場合の注意の働きについて、心理物理的手法、神経心理的手法、および脳機能計測手法を用いて研究を行っている。 (1) 心理物理的研究：人間の注意機能推定のための広範な探索的 実験、および脳機能計測実験のための実験パラメータの設定、認知反応データの蓄積。 (2) 神経心理的研究：脳損傷や加齢による脳の器質 的变化と注意機能との関係の解明、および注意機能と脳部位との仮説的対応の検討。 (3) 脳磁界 (MEG) 計測：脳の比較的低次過程における時間的応答過程の解明。 (4) 機能的核磁気共鳴画像 (fMRI) 計測：大脳皮質全体の活動パターンの検討。	視覚 MEG／fMRI
その他 http://www.nibh.go.jp/indexcontents/j2activity/j201researchgroups.html	(1) 触覚機能を利用したインターフェース ヒトの機械的皮膚感覚である触覚に焦点をあて、その基本的な機序を調べる。微細な形状をな ぞりながら知覚する場面での手指尖端腹部の感度を計測するための簡便な心理物理的手法を開発し、その応用例として加齢による感度変化 を計測する。 (2) 人間の視覚機能の解明と無拘束型測定装置の開発 実作業中に焦点調節・眼球運動・瞳孔反応を同時計測できる 3次元オプトメータ III (TDOIII; Three-Dimensional Optometer III) と、視標の距離・方向・大きさ・明るさなどを両眼独立に制御して提示することができる 3次元視標 提示装置 (TVS; Three-Dimensional Visual Stimulator) を用いて、人間の立体視機構の解明、視覚疲労の定量化などを行う。	触覚／皮膚感覚 視覚 立体視機構

➤ 電子技術総合研究所（電総研）：<http://www.aist.go.jp/ETL/homepage.html>

研究テーマ	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
高度難聴者のための超音波補聴器開発に関する研究 http://www.aist.go.jp/ETL/jp/results/bulletin/pdf/64-6/12choonpa72.pdf	H10～H14	超音波聴覚ラボ 外池 光雄 http://www.aist.go.jp/ETL/~7837/	本研究は脳磁計（MEG）を用いて超音波による音声知覚機能を正常者と高度難聴者の双方で客観的に計測し、この結果を感覚心理実験と対応させ音声情報伝達の最適化を行い、高度難聴者が使用可能な超音波補聴器を開発・製作することを目標とする。これまで聴覚健常者や高度難聴者で超音波骨導刺激による言語刺激が聴覚野に脳活動を引き起こすことを発見したが、これらの結果に基づき、簡単な日常の言語音を最適に識別できる高度難聴者用超音波補聴器を実際に開発、製作する。	聴覚 補聴器 MEG
嗅覚受容におけるニオイ分子識別機構の研究。 http://www.aist.go.jp/ETL/jp/results/bulletin/pdf/64-6/10shukaku72.pdf		嗅覚受容ラボ 佐藤 孝明 http://www.aist.go.jp/ETL/~7832/	嗅覚において、ニオイ受容分子が数万種以上のニオイ刺激分子を識別できる機構及び受容器におけるニオイの基本情報の特徴を明らかにすることを目指す。	嗅覚 ニオイ刺激
梨状皮質と大脳辺縁系におけるニオイ識別機構の研究 http://www.aist.go.jp/ETL/jp/results/bulletin/pdf/64-6/15nioi72.pdf	H10～H14	ニオイ（嗅覚）情報処理ラボ 飯島 敏夫 http://www.aist.go.jp/ETL/~4855/	電気生理学的手法、解剖学的手法に広域同時神経活動計測法（リアルタイムオプティカルイメージング、fMRI）などの新手法を併用して、嗅上皮細胞におけるニオイ刺激の受容メカニズムおよび末梢の刺激受容に引き続く脳内情報処理、識別機構の解明にあたる。	嗅覚 ニオイ刺激／ニオイ識別

➤ NEDO：<http://www.nedo.go.jp/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
人間感覚計測応用技術 http://www.nedo.go.jp/informations/itd_news/seika_10/05.html		H10	産業技術研究開発部門 応用技術開発室	<ul style="list-style-type: none"> さまざまな人間の感性特性に適合した安全で快適な居住・職場環境や生活製品などの設計を行うツールの開発 さまざまな人間の感覚を、痛みをともなわない方法で、かつ簡易に定量的に測定する技術の開発 さまざまな人間の感覚のシミュレート装置の開発 	人間感覚
身体機能データベースの構築に関する調査研究 http://www.nedo.go.jp/3color/jigyo/11iryo3.html	研究委託 (*1)	H10	(社) 人間生活工学研究センター	福祉機器の開発及び製造に当たっては、高齢者や障害者の感覚・動作等の諸特性がどのように変化するかを定量的かつ定性的に把握しておく必要がある。このため、高齢化や障害に伴う視覚・聴覚等の感覚特性や筋力等の動作特性の変化を計測してデータベース化することにより、人にやさしい福祉機器の設計に役立てることを目的とする。	視覚／聴覚 福祉／高齢者
薄型アクチュエータ技術を応用した皮膚感覚ディスプレイの開発 http://www.intellect.pe.u-tokyo.ac.jp/research/es_tactile/es_tactile_j.html	公募 (*2)	H12	東京大学 大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 講師 山本 晃生	コンピュータの新しいインタフェースとして、物体に触れた際に感じる「触感」を再現する装置の開発を行っている。感覚的な表現をするならば、「つるつる」「ざらざら」とか、「ねばねば」「さらさら」といったような表面性状を表すための装置である。本研究では、超薄型静電アクチュエータを用いることにより、従来装置より軽量コンパクトでありながら、多様な表現が可能な装置を開発し、例えば、インターネットショッピングにおいて商品の触感を提示する、などといった新しい表現を可能とするインタフェースを実現することを目指している。	触覚／触感

(*1)：福祉機器情報収集・分析・提供事業

(*2)：新規産業創造型提案公募事業 産業技術研究助成事業

➤ IPA : <http://www.ipa.go.jp>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
感性擬人化エージェントのための顔情報処理システムの開発 http://www.tokyo.image-lab.or.jp/aa/ipa/	公募 ①	H7～H9	(財) イメージ情報科学研究所	人間と同様に感性を備えた、マルチモーダルに対応できる擬人的なエージェントの実現に表情、仕草、発話といった様々な顔情報を利用して「感性擬人化エージェントのための顔情報処理システムの開発」を行った。具体的には、擬人化エージェントにおける「顔」の役割に着目し、大きく認識、合成、印象の3つの観点から研究開発を行なった。 ・合成、認識、印象の各々に対する研究動向の調査 ・基本的な処理アルゴリズムの検討・開発 ・処理アルゴリズムの改良について検討および顔情報処理システムとしての基本的なソフトウェアの開発 ・顔認識・合成システム の開発と総合評価	視覚 顔情報／顔認識
感性データベースと連携したパーソナルモデル構築ツール http://www.ipa.go.jp/NBP/12nendo/12mito/mitou12koukai.htm	公募 ②	H12 8,085 千円	九州工業大学情報工学部 助手 吉田 香		感性
音声認識技術を用いた発話訓練のインターネット通信教育システム http://www.ipa.go.jp/NBP/3ji/vent/press_2-1.html	公募 ③	H12	(株) ディー・ディー・エス		聴覚 音声認識

公募①：独創的情報技術育成事業

公募②：未踏ソフトウェア創造事業

公募③：情報ベンチャー事業化支援ソフトウェア等開発事業

● 文部科学省

➤ 理化学研究所 脳科学総合研究センター：<http://www.riken.go.jp/>

組織名	研究概要	形態
知能アーキテクチャ研究グループ http://www.riken.go.jp/r-world/research/lab/nokagaku/Intelligence/index.html	脳の機能、とくに知能にかかわる高次の機能を実現するシステムを工学的に実現し、これにより脳の情報処理の基本様式を解明するとともに、脳にヒントを得た新しい情報処理技術を創出することを目標とする。 ・言語を用いたシステムの開発 ・脳型ロボットにおける計画および制御機能の研究 ・海馬を含む大脳連関係のダイナミクスによる記憶と情報処理系の研究	複合感覚 脳型ロボット
脳型情報システム研究グループ http://www.riken.go.jp/r-world/research/lab/nokagaku/info/index.html	脳型情報システムの基本原理を解明し、これを工学的なシステムとして実現するための基礎的研究を行う。 ・脳における情報の創成のシステム原理を数理的に解明すること ・認知から運動に至る現実世界に対応するトータルなシステムを探求して工学応用への道を拓くこと ・現実の脳の仕組みに密着しつつ実験的研究を含めて計算論的神経科学を確立すること	複合感覚 脳型情報システム
脳型情報システム研究グループ 脳数理研究チーム http://www.riken.go.jp/r-world/research/lab/nokagaku/info/synthesis/index.html	脳の情報処理の基本原理を数理的手法により解明することを目指している。脳の中では情報は多数のニューロン集団上の興奮の時空間パターンとして表現され、ニューロン間の並列相互作用のダイナミクスを通じて処理されるといった情報表現を一つの手掛かりとして、並列演算や学習のアルゴリズム、記憶の容量とその特性、認知の仕組み、思考や計画立案などを神経回路網モデルを用いて数理的に研究していくと共に脳のモデルを構成してこれを実証する。	複合感覚 脳の情報処理

➤ 岡崎国立共同研究機構：<http://www.orion.ac.jp/DOC/indexj.html>

組織名	研究概要	形態
基礎生物学研究所 感覚情報処理研究部門 http://www.nibb.ac.jp/nibb_catalogue/16.html	脊椎動物の中樞神経系形成の基盤をなす分子・細胞機構の解明を目標としている。完成した神経系を見ると、形態的にも機能的にも実に多種多様な神経細胞が、特定の相手と特異的なシナプス結合を形成することによって、驚く程複雑かつ秩序立った神経回路網を形成していることが判る。脳の神経回路網は動物における情報の受容、認識、統合、記憶ひいては情動、行動の基盤であり、個体発生の過程で誤りなく形成されなければならない。すなわち、中樞神経系構築の基本的枠組みは遺伝情報に基づいていると考えられる。	複合感覚
生理学研究所 統合生理研究施設 感覚・運動機能研究プロジェクト http://zton.nips.ac.jp/sensory_home.html	左右の大脳半球を同時に記録できる74チャンネルの大型脳磁計が導入され、本邦におけるパイオニア的役割を果たしている。これら脳磁場研究は勿論、従来使われている脳波研究や頭部への磁気刺激による運動電位の研究と併用することによって、ヒト脳機能、特に感覚認知機構の解明と高次機能の生理学的解明を目指している。さらに、世界最高の空間分解能を有する超小型高性能磁場計測装置(micro-SQUID)を導入し、これを用いることにより、動物(主にサル)での脳磁場計測、ヒトの末梢神経及び脊髄などでの磁場計測を行っていく予定である。	複合感覚 脳磁場

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
サルの味覚弁別行動に関与する大脳皮質諸領野間の結合	共同研究(*1)	H11	熊本大・医学部 小川 尚		味覚
視覚-運動変換過程の高次神経機構	共同研究(*1)	H11	弘前大・医学部 相澤 寛		視覚

(*1)：生理学研究所一般共同研究：<http://ccwww4.nips.ac.jp/guide/pub/kyodo-kenkyu.html>

➤ 科学技術振興事業団：<http://www.jst.go.jp/>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
脳内光受容とサーカディアンリズム	公募①	H7～H11	東京大学大学院理学系研究科 教授 深田 吉孝	地球の明暗周期と同調する約24時間周期のサーカディアンリズムは体内時計に支配されていますが、体内時計が時間を刻むメカニズムは、まだ、よくわかっていない。本研究では、ニワトリ松果体に存在する生物時計の位相（つまり時刻）が外界の明暗周期に同調するという特性を利用して、生物時計の発振メカニズムを探る。	生物時計 サーカディアンリズム
脳を知るフェロモンの記憶に関わるシナプスメカニズムの解析	公募①	H9～H13	(財)東京都神経科学総合研究所 解剖発生学研究部門 市川 眞澄	フェロモンは動物の社会生活に重要な因子であり、鋤鼻神経系が受容および情報処理に関わっています。研究では、自然の刺激によるシナプスの可塑性と記憶との関わりを明らかにする目的で、フェロモンの記憶を司る鋤鼻神経系副嗅球内の相反シナプスという機能的に重要なシナプスに注目して、フェロモン刺激とシナプスの可塑性との関連を総合的に解析する。	フェロモン シナプス
聴覚の情景分析に基づく音声・音響処理システム	公募②	H9～	和歌山大学 システム工学部 教授 河原 英紀	聴覚の機能を環境との相互作用のためのものとして生態学的な観点で捉える「聴覚の情景分析」の研究は、従来の常識を覆す新しい聴覚情報表現を生み出し「聴覚の計算理論」への手掛かりを与えようとしている。この研究では実時間で動作する新しい聴覚情報表現を用いた音声・音響処理システムの作成と検証・改訂のサイクルを通じて「聴覚の計算理論」の構築を目指す。	聴覚
脳型情報処理システムのための視覚情報処理プロセッサの開発	公募②	H9～	東北大学 大学院工学研究科 教授 小柳 光正	人間の思考や認識のメカニズムに学んだ新しいアルゴリズムを導入して、人間の情報処理機能に似たしなやかな情報処理機能をもつ新しい情報処理システムの実現を目指す。本研究ではその中でも、脳型情報処理システムのプリプロセッサともなる視覚情報処理プロセッサの構築を目指す。光受容部となる人工網膜チップは新たに開発するウェアハ張り合わせ技術を用いた3次元集積回路で構成する。	視覚
海馬の動的神経機構を基礎とする状況依存的知能の設計原理 http://www.dei.brain.riken.go.jp/crest/	公募②	H11～H16	東京電機大学 理工学部 教授 山口 陽子	間探索時に観察されるラット海馬でのシータリズム依存的な固有のダイナミクスが、個体の状況変化の情報をコードするという作業仮説を設け、海馬神経回路モデルを用いて同ダイナミクスの記憶および情報生成への寄与を理論的に研究する。さらに人間を含めた動物で実験的に検証することで、状況依存的知能としての脳の設計原理を解明する。	複合感覚 海馬
心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC	公募③	H11～	岡山県立大学 情報工学部情報システム工学科 教授 渡辺 富夫		
テレグジスタンスを用いる相互コミュニケーションシステム	公募③	H12～	東京大学 大学院工学系研究科 教授 舘 舘 暁		
日常生活を拡張する着用型情報パートナーの開発	公募③	H12～	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授 木戸出正継		
北野共生システムプロジェクト http://www.symbio.jst.go.jp/index+j.htm http://www.jst.go.jp/erato/project/kks2_P/kks2_P-j.html	公募④	H10～H15	(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所 シニアリサーチャー 北野 宏明	「生命をシステムとして理解する」というシステム・バイオロジーの方法論の確立を目指し、細胞・発生に関連する研究として酵母の細胞周期の動的挙動モデル、GTP結合蛋白カスケードの挙動の精密測定とモデル化、線虫の発生過程の包括的かつ精密測定法の開発と発生過程に関わる遺伝子ネットワークの解明、実験データからの遺伝子ネットワーク推定理論、基盤ソフトウェア標準化などの研究を行っている。高度知能の研究として、ヒューマノイド・ロボットの開発を通じた認知・運動制御のシステム的理解を目指しており、特に、ロボットの聴覚、さらに聴覚と視覚・運動との結合処理の研究を行っている。	視覚／聴覚 ヒューマノイド・ロボット

公募①：戦力的基礎研究推進事業（研究領域：脳を知る）

公募②：戦力的基礎研究推進事業（研究領域：脳を創る）

公募③：戦力的基礎研究推進事業（研究領域：高度メディア社会の生活情報技術）

公募④：創造科学技術推進事業

● 農林水産省

➤ 生物系特定産業技術研究推進機構：<http://www.tokyo.brain.go.jp/>

研究テーマ	形態	研究年度	主な研究者	概要	キーワード
味覚シグナリングの分子機構の解析と食品の品質設計基盤の展開 http://www.tokyo.brain.go.jp/marumoto/h8kadai/h820.HTM	公募 (*1)	H8～H12	東京大学農学生命科学研究科 阿部啓子	物質（味成分）がなぜ、どのようにして味覚を与えるかを解明するため、味覚を物質（味成分）から生体（感覚系）へのレセプターを介してのシグナル伝達としてとらえ、その機構を最新の分子生物学的手法により明らかにする。また、得られた知見を基に、食品の品質設計の技術基盤（＝味覚工学）を創出する。最近、ラット舌上皮味蕾領域に GTP 結合タンパク質（Gタンパク質）と共役する7回膜貫通構造のレセプターが60種類以上も発現していることを分子クローニングによって解明し、味覚レセプターを実物として示した。これらの成果を踏まえ、味覚レセプター機構の解析および味細胞・味神経における情報伝達機構の解析を行い、味覚シグナリングの全体像を明らかにするとともに、これらの成果を“味覚工学”の展開へと結びつけることを目指す。	味覚
味覚応答の発現機序の解明 http://www.tokyo.brain.go.jp/marumoto/h11kadai/h1110.html	公募 (*1)	H10～H15	農林水産省 食総研 日野明寛	「味物質の受容から脳神経系へ至る情報伝達機構」と「味覚情報による中枢神経系を介した生理機能調節」の解明である。マウスにおける特定の物質に対する味神経応答の差異や変化に着目し、その原因となっている分子を解析することで、特定の味覚情報伝達に関与するレセプターあるいは味細胞-神経線維間の相互作用に関与する遺伝子の取得を目指す。また、味刺激による唾液の特定成分の誘導現象を中心にして、味覚による生理機能調節の解析を行う。	味覚

(*1)：基礎的研究業務

● 厚生労働省：<http://www.mhlw.go.jp/index.html>

研究テーマ	形態	実施期間	主な研究者	概要	キーワード
機能を温存する外科療法に関する研究 http://wwwinfo.ncc.go.jp/ncc/tokei.html	公募 (*1)	H7～	国立がんセンター東病院 院長 海老原 敏	QOLを維持した機能を十分温存できる治療であり、そのための術式の開発・複合治療の開発・機能改善のための指導・早期発見法の開発・二次発ガンの予防などに取り組んでいる。	味覚

(*1)：厚生科学研究費補助金（がん克服戦略研究事業）：<http://www.mhlw.go.jp/wp/kenkyu/index.html>

調査研究会開催要綱等

調査研究会開催要綱

1. 背景・目的

社会、経済、生活の中で情報通信の役割が増大しつつある中、遠隔地間において、人と人とのより自然で現実感のあるコミュニケーションの実現のニーズが高まり、視覚情報、聴覚情報だけでなく嗅覚、触覚、味覚情報を加えた五感情報を統合的に通信に利用することが期待されている。

五感情報通信技術の研究開発については、現在、視聴覚情報の利用技術・統合技術や触覚情報の利用技術等に関して基礎研究が行なわれているが、嗅覚・味覚情報の利用技術の研究は緒についたばかりであり、五感情報を統合的に通信に利用する研究はほとんど手が付けられていない状況である。

このため、五感情報通信技術について、その将来展望を明らかにするとともに、実現に向けて取り組むべき研究課題や研究開発の推進方策等に関する調査研究を実施するものである。

2. 名称

本会の名称は、「五感情報通信技術に関する調査研究会」とする。

3. 検討事項

本会は、五感情報通信技術に関し、次に示す事項について検討する。

- (1) 五感情報通信技術に関する内外の研究開発動向
- (2) 我が国が取り組むべき研究開発課題と研究開発の推進方策
- (3) 五感情報通信技術の将来展望
- (4) その他

4. 構成・運営

- (1) 本会は、大臣官房技術総括審議官の調査研究会として開催する。
- (2) 本会の構成員は、別紙のとおりとする。
- (3) 座長は、構成員の互選により定める。
- (4) 座長は、本会の構成員の中から座長代理を指名する。
- (5) 座長は、本会を招集し、主宰する。
- (6) 座長は、上記の他、本会の運営に必要な事項を定める。

5. 開催期間

平成 12 年 11 月から平成 13 年 6 月までとする。

6. 庶務

通信政策局技術政策課が行う。(平成 13 年 1 月 6 日から、総務省情報通信政策局技術政策課が行う。)

五感情報通信技術に関する調査研究会 構成員

(敬称略、50音順)

- あべ けいこ
阿部 啓子 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
- いけぐち よしあき
池口 義明 株式会社アーニス・サウンド・テクノロジーズ代表取締役社長 (平成13年3月31日まで)
- いけい やすし
座長代理 池井 寧 東京都立科学技術大学工学部生産情報システム工学科助教授
- いふくべ とおる
伊福部 達 北海道大学電子科学研究所教授
- かたぎり やすひろ
片桐 恭弘 株式会社国際電気通信基礎技術研究所経営企画部次長
- こみや まさかつ
小宮 正克 株式会社資生堂 デジタルメディアクリエーション室サイバービジネス開発G
(平成13年3月31日まで)
インタラクティブコミュニケーションズ株式会社 代表取締役社長
(平成13年4月1日より)
- さかた しろう
阪田 史郎 日本電気株式会社NECホムラリス 情報通信メディア研究本部インターネットシステム研究所長
- ささき まさと
佐々木正人 東京大学大学院情報学環教授
- さわの きよひと
澤野 清仁 高砂香料工業株式会社総合研究所アロマサイエンス&テクノロジー-研究所第三部 部長
- どい みわこ
土井美和子 株式会社東芝 研究開発センター マルチメディアラボラトリー研究主幹
- とりい くにお
鳥居 邦夫 味の素株式会社中央研究所基礎研究所主席研究員
- なかやま はると
中山 治人 独立行政法人通信総合研究所けいはんな情報通信融合研究センター長
- にしじょう ひさお
西条 寿夫 富山医科薬科大学医学部第一生理学講座教授
- ひらはら たつや
平原 達也 日本電信電話株式会社コミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部長
- ひろせ みちたか
座長 廣瀬 通孝 東京大学先端科学技術研究センター教授
- ひろた こういち
広田 光一 東京大学先端科学技術研究センター助教授
- ふごの のぶよし
畚野 信義 財団法人テレコム先端技術研究支援センター専務理事
- もりいずみ とよさか
森泉 豊榮 東京工業大学工学部電気電子工学科教授
- やすだ ひろし
安田 浩 東京大学国際・産学共同研究センター教授

調査研究会の検討経過

調査研究会の検討経過

第1回会合

- 1 日時：平成12年11月22日(水) 14:00～16:30
- 2 場所：郵政省 第2特別会議室(3F)
- 3 出席者(順不同、敬称略)
座長：廣瀬(東京大)
構成員：阿部(東京大：代理 松本)、池井(都立科技大)、池口(ア-ニスサウンドテクノロジー)、片桐(ATR)、小宮(資生堂)、阪田(NEC)、佐々木(東京大)、澤野(高砂香料)、土井(東芝)、鳥居(味の素：代理 木村)、中山(CRL)、西条(富山医科薬科大)、平原(NTT)、広田(東京大)、森泉(東工大：代理 中本)、安田(東京大)
事務局：田中技術総括審議官、松井課長、島田課長補佐、瀬戸下係長、小川(技術政策課)
- 4 議題
 - (1) 調査研究会の進め方について
 - (2) 調査研究会の公開について
 - (3) 五感情報通信の研究・技術動向について
 - (4) その他
- 5 議事の概要
 - (1) 座長の選出、座長代理の指名
開催要綱に基づき、座長には、廣瀬構成員が選出された。
座長代理には、池井構成員が指名された。
 - (2) 議事
 - ① 研究会の進め方について
事務局より資料に基づき説明。資料に沿った方向で議論を進めていくこととした。
 - ② 研究会の公開について
本研究会の議事は原則公開することとし、議事要旨をホームページ上に公開することについて承認された。
 - ③ 五感情報技術の研究・技術動向について
ア 事務局より、資料に基づき、五感情報通信技術のイメージについて説明。
イ 自己紹介と、互いのフィールドの情報交換を兼ね、各構成員より研究内容や技術の動向等について紹介があった。
 - ④ 今後の審議スケジュール
事務局より、資料1-5に基づき説明し、資料に沿ったスケジュールで進めていくこととした。
 - ⑤ その他
次回会合は、平成12年12月11日(月) 14:00から開催することとした。

第2回会合

- 1 日時：平成12年12月11日(月) 14:00～17:00
- 2 場所：郵政省飯倉分館 F会議室(2F)
- 3 出席者(順不同、敬称略)
座長：廣瀬(東京大)
構成員：阿部(東京大)、池井(都立科技大)、池口(ア-ニスサウンドテクノロジー)、片桐(ATR)、小宮(資生堂)、阪田(NEC)、澤野(高砂香料)、土井(東芝)、鳥居(味の素)、中山(CRL)、西条(富山医科薬科大：代理 堀)、平原(NTT)、広田(東京大)、畚野(SCAT：代理 藤本)、森泉(東工大)、安田(東京大)

事務局：島田課長補佐、瀬戸下係長、小川（技術政策課）

4 議題

- (1) 第1回会合議事要旨の確認
- (2) 五感情報通信の研究・技術動向について（その2）
 - 阪田構成員よりプレゼンテーション
 - 池井構成員よりプレゼンテーション
- (3) ディスカッション
- (4) その他

5 議事の概要

- (1) 五感情報通信の研究・技術動向について（その2）

- ① 阪田構成員から「インターネットとマルチメディア情報通信」についてプレゼンテーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・五感通信の場合、IP上では伝送遅延が問題になると思うがその点をどう解決できると考えているか。
- ・トラヒックが予測できない限り、帯域保証は難しい。保証をどこまで可能にしていくなにつきる。大規模なネットワークで帯域を保証するとなると、当面は優先的に制御するしかない。
- ・五感通信に必要なセル廃棄率や遅延というのはどの程度と考えられているのか。
- ・ある感覚の全てを網羅するのにどれくらいの情報量が必要なのかにつきる。それはより繊細なものを求めるのかそうでないかという要求毎によっても違ってくると思う。

- ② 池井構成員より、「触覚情報と通信」についてプレゼンテーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・説明の中で、データベース型と遠隔操作型という分け方がされているのは触覚の通信という意味では重要。遠隔操作型は通信を介して制御のループが構成されているため不安定。データベース型は、モデルをローカルの計算機に持ってきてしまえば何とかなる。どちらが必要かは用途に応じて決めるというのがよいと思う。触覚も他の感覚も、どの程度相手とのインタラクションがあるかということに着目し通信の方式を考えるべきだと思う。
- ・握手を例にとると、本当の手として感じられるようなものを作るのは非常に大変。完璧なものではなくとも自由度を落とすなどして装置を安く作らないと、現状ではなかなか実用化が難しいのではないかと。技術中心でなく一般的な要求から考えていくための枠組みを作っていくのも面白いと思う。
- ・五感のうち触覚と味覚はデバイスが直接接触していなければならない、ディスプレイと人との距離が0となるが、通信という観点で考えるときは複数の人と共有できる方がよいと思う。
- ・触覚については感覚器官の場所、機能はある程度分かっている。また、それぞれの器官を独立に刺激した際どういう感覚が生ずるかはある程度分かる。しかし、触覚は皮膚、関節や筋肉など全てに関わり、一概に触覚の現象像だけを切り離して議論するのが難しい。分けると非常に断片的になり対象物を正しく表現できるかどうか分からない。

- (2) ディスカッション

- ① 事務局より、五感情報通信技術のイメージ及び五感情報通信技術の現状について説明。

- ② 資料及びこれまでのプレゼンテーションについてディスカッションを行った。

【主な質疑応答】

- ・味覚の場合には、味神経の神経情報はほとんど同じパターンになっており受け取る側に特異性がある。味覚だけの情報だけでなく視覚等である程度補完され味を感じるという方法が良いかもしれない。
- ・視覚なら明るさ、色という質的なものがあるが、嗅覚には質はあるのか。白黒テレ

ビは視覚の中の明るさだけを取り出してとりあえず実現したように、匂いでも白黒TV的なものができる可能性があるのか。

- ・非常に限定された切り口なら、質的なものは再生できると思う。匂いの分野では、分子の種類、匂いを与えるときの蒸気圧、濃度、トランジェントな状態が質に影響を与えると思う。
- ・嗅覚も味覚も、情報処理には記憶が関係している。即ち、～の味だと分かることは、学習して脳が記憶しているということ。このことが仕組みを非常に複雑にしている。
- ・ビジネスへのフィードバックがないと実用的にならないと思う。ビジネスの立場からは時間軸の観点が重要。100年後に何ができるかという話だけでなく、5年後にはどれくらいのことができそうかという話も考えるべき。その上でニーズのあるものは投資をして活発に行っていくこともできる。
- ・ワープロの開発の際、まず辞書を作ることから行った。感覚についても辞書的なもの、即ちデータベース的なものが必要なのではないか。
- ・最終的に脳を刺激するマップ、つまり味覚地図、嗅覚地図が分かれば、最終的には脳への刺激により感覚を得ることはできると思う。
- ・本研究会では、侵襲・非侵襲どちらの形式の通信を目指すのか。
- ・それは議論の中で決めていくことだと思う。ただ、侵襲型というのはすぐさま実現するという訳にはいかないのではないか。例えば治療目的でということは考えられ得る。
- ・知らないことが何であるのかが分かれば限界がみえるので、限界の中で限られた期間で何をやるのかという順序にすべき。それぞれ専門の違う人が理解してアドバイスを受けながらやっていかないと独りよがりな世界になってしまう。そういう意味ではこの研究会は良い機会だと思う。

第3回会合

- 1 日 時：平成13年2月8日(木) 15:00~17:30
- 2 場 所：総務省 1101会議室(11F)
- 3 出席者(順不同、敬称略)
座 長：廣瀬(東京大)
構成員：阿部(東京大)、池井(都立科技大)、池口(ア-ニササントテクノロジー)、片桐(ATR)、小宮(資生堂)、佐々木(東京大)、土井(東芝)、鳥居(味の素)、中山(CRL)、西条(富山医薬大)、平原(NTT:代理 西田氏)、畚野(SCAT)、森泉(東工大)、安田(東京大)
事務局：田中技術総括審議官
松井課長、島田課長補佐、瀬戸下係長、小川(技術政策課)
- 4 議題
 - (1) 第2回会合議事要旨の確認
 - (2) 五感情報通信の研究・技術動向について
 - ① 阿部構成員よりプレゼンテーション
「味覚情報伝達技術の動向—その基盤研究の現状と未来」
 - ② 池口構成員よりプレゼンテーション
立体音響装置の解説及びデモンストレーション
 - (3) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策
 - ① アンケート結果について
 - ② 報告書構成案について
 - ③ 五感情報通信に対するニーズについて
 - (4) その他
- 5 議事の概要
 - (1) 五感情報通信の研究・技術動向について
 - ① 阿部構成員から、「味覚情報伝達技術の動向—その基盤研究の現状と未来」についてプレゼンテーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・味蕾レベルで甘みを感じる細胞が多い味蕾とか苦みの方が多き味蕾とか違いはあるのか。
- ・経験や色々な証拠では舌の前の方が甘みを、後ろの方が苦みを感じると言われるように、感覚毎に全く違うだろうと言われている。今のところ科学的にはまだ解明されていない。
- ・味蕾の感受性について、ある部分は胎児期に感受性を持ち始めているのではないかという説もある。実験によると、味自体については生まれたときには弁別はできているが、味の認識、食物かどうかの認識、善し悪しの判断は、情報の受け手である脳の発達に依存する。
- ・鼻が詰まると味がしないというように、嗅覚と味覚は非常に近接していると思うが、このような観点からの研究はあるのか。
- ・経験的にはそうだと思うが科学的な研究はないと思う。最終的に神経が接続されているのはそれぞれ脳の味覚野や嗅覚野であるから、匂いを味覚野で判断するということはない。味を感じる時に匂いの記憶や学習をしながら行っており、匂いがしないものは味もおしくないといった処理を脳がしているのではないか。
- ・味覚野のすぐ上に多感覚系があり、ここで味覚と嗅覚の入力が収束している。この場所では、味と匂いの両方の組み合わせに回答しており、入力とは別々でもより高次の領域では収束し統合されて認識されている。

② 池口構成員より、立体音響装置の解説及びデモンストレーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・我々が音を聞く場合は、右の耳と左の耳で遠くからくる音の周波数のずれを認識し、音の来ている方向を認識しているのだと思うが、距離的な部分は1つの発信源で実現できるのか。
 - ・立体音響の技術の基礎として、音の質の中に時間軸と距離軸をいれることにより1つの音源でも疑似ステレオ効果は実現可能である。立体音響は1音源ではできない。
 - ・感覚情報を脳内で再現する場合に、自分を中心にして外界を再現する場合と、外界を中心して再現する場合の2種類ある。立体音響技術を利用して、外界は一定でその中を自分が移動している感じを再現することは可能か。
 - ・可能だと思う。実際、ヘッドホンをつけて歩くことによって普通の廊下が洞窟を歩いているような感覚を再現できる。
- (2) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策について

① 事務局より、資料に基づき事務局から各構成員に対し実施したアンケートの取りまとめ結果を報告。

② 事務局より、報告書の構成素案について説明。

【主な質疑応答】

- ・2章（研究開発の現状）の最後に、いくつかの感覚の関連について触れていただければと思う。例えば、豆腐の味覚に関しては触覚が非常に重要であるといったように、センサレベルで何か研究や研究者のエピソード的な話があるとおもしろいのは思う。
 - ・現在の案では個別の感覚毎になっているのでこのような感覚間をまたぐような話題があれば良い。
 - ・視覚と聴覚については、音が良ければ映画がおもしろいとか、TV会議で音が良くないと相手の発言が理解できないという研究はある。
 - ・いままでバラバラにやっていたことを、一つにまとめてやることから新しいプロジェクトとしてメリットがある。現状もまとめる必要もあるが、これからはこういうことをやったらおもしろそうだ、良さそうだという提案も後の章では必要ではないか。
- ③ 事務局より、資料に基づき、社会ニーズ・課題と五感情報通信に対するニーズについて説明、引き続きディスカッションを行った。

【主な質疑応答】

- ・社会のニーズの中で「少子高齢化への対応」とあるが、五感通信との関係は。
 - ・例えば、高齢化ということであればバリアフリーということにも通じるし、ある感覚器が喪失したときに五感情報通信が貢献できないかということもある。
 - ・社会の情報化に伴い、インターフェースというものが非常に日常的になってくるから、もう少しいろいろなモダリティで提供されなければならない。
 - ・ニーズの項目としては、五感で感じて危険を回避するといった、危機管理もとらえておく必要があるのでは。
 - ・授業時間数が減少してなかなか実験ができないというが、五感通信を利用して、化学実験をネットから引き出すとちゃんとにおいも感じられるというように生徒自身が仮想的に実験ができるものがあると良いと思う。
 - ・環境については、環境の汚染をセンシングして、こちら側で感じられるかどうかではないか。例えば、空気が良くないというのは見ているだけでは分からない。
 - ・五感通信というと、今までの視覚と聴覚の通信を拡大したリアリティ指向が強いと思うが、必ずしもリアリティではなく、例えばビジュアライゼーション（可視化）は本来はビジュアルじゃないものもビジュアルにしていくという考え方であり、このような形で必ずしもリアリティを目指さなくとも五感的なモダリティが広がったことによって新しい使い方ができるということも追求した方がよい。
 - ・ニーズを考えるとときに3つのフェーズがあると思う。まず、センシングして理解すること、次に作り出したものを感じさせること、最後入力したものをちゃんと出力に出すことの3つ。最初にニーズがあるのは計測であり、その次はコンピュータ音楽や仮想空間をいかに生かして感動させるかといったエンターテインメント、そして恐らく入出力が全部そろえるのは一番最後だろう。
 - ・最終的に取りまとめる上でニーズは非常に大切。現在社会ニーズとして1つにまとめているが、コストを度外視しても行うべきだというニーズと、必ずしも五感全てを使わなくとも現実的なところから行っていくというビジネスとしてのニーズの、大きく2つに分かれるのではないか。
 - ・医療分野では、医療の教育として、例えばバーチャルな実地研修をやる、手術への応用では熟練していない医師でも高度な手術を行えるといったことが考えられる。整形外科では既に応用されているものもあるが、それをもう少し一般化できれば良い。
- (3) その他
次回会合は3月8日に開催することとし、詳細については後日連絡することとした。

第4回会合

- 1 日 時：平成13年3月8日(木) 10:00～12:15
- 2 場 所：総務省 第3特別会議室(6F)
- 3 出席者(順不同、敬称略)
 - 座 長：廣瀬(東京大)
 - 構成員：阿部(東京大)、片桐(ATR:代理 加藤氏)、小宮(資生堂)、阪田(NEC)、澤野(高砂香料)、土井(東芝)、鳥居(味の素)、西条(富山医薬大)、平原(NTT)、広田(東京大)、森泉(東工大)、安田(東京大)
 - 事務局：島田課長補佐、瀬戸下係長、小川(技術政策課)
- 4 議題
 - (1) 第3回会合議事要旨の確認
 - (2) 五感情報通信の研究・技術動向について
 - ①平原構成員よりプレゼンテーション
「聴覚情報通信技術の動向と課題・目標」
 - ②森泉構成員よりプレゼンテーション
「嗅覚情報通信技術の課題・目標・試み」
 - ③フランステレコムよりプレゼンテーション
「インターネット上でのおいを配信する実験システム」

④土井構成員よりプレゼンテーション

「五感情報通信を活用するインタフェース技術」

(3) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策

- ① 報告書構成案について
- ② アンケート結果について（諸感覚間の相互作用及び推進方策）
- ③ 五感情報通信技術のニーズについて
- ④ 研究開発ロードマップについて

(4) その他

5 議事の概要

(1) 五感情報通信の研究・技術動向について

- ① 平原構成員から、「聴覚情報通信技術の動向と課題・目標」についてプレゼンテーションがあった。
- ② 森泉構成員より、「嗅覚情報通信技術の課題・目標・試み」についてプレゼンテーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・ においのセンシングには参照のにおいが必要とのことだが、不要ではないか。
 - ・ センサの信頼性が非常に高まれば不要であるが、現状ではセンサの信頼性・安定性の問題があること、また、再生には非線形性があることと、再生を意識していることから、参照のにおいが必要である。
- ③ フランステレコム(株)より、インターネット上でにおいを配信する実験システムについて、説明及びデモンストレーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・ においの伝達の方が重要。伝達の方は空気であり、空気がどう流れているかについて配慮されると良い。
 - ・ においを発散するデバイスの中には、においの素が入っていて、なくなると交換しなくてはいけないのか、それとも周囲のものから合成しているのか。
 - ・ カートリッジの中に既に出来上がったにおいが入っており、それを発散する仕組みになっている。
 - ・ 頻繁ににおいを変えていく場合も多いと思うが、その際に前のにおいが残っていると効果が弱まるものと思う。
- ④ 土井構成員より、「五感情報通信を活用するインタフェース技術」について、説明及びデモンストレーションがあった。

【主な質疑応答】

- ・ 瞬時性として1000分の1秒程度必要だとのことだが、その時間内で送るべきものは何か。画像も入るのか。
- ・ 画像は不要だと考えている。視覚は1000分の1では理解できない。触覚とか味覚では理解できると思うが視覚は100分の1とか10分の1など少し遅くても良いと考えている。しかし、同じ視覚情報でも「動き」の場合は100分の1以下でないといけない。視覚情報と言ったときに動きと捉えると100分の1以下だし、画像と捉えると少し遅くても良いのではないか。この場合でも現行のテレビ画像（1秒間に30枚）より遅くなると不自然になる。

(4) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策について

事務局より、下記の項目について報告及び説明。

- ・ 報告書構成案について
- ・ アンケート結果について（諸感覚間の相互作用及び推進方策）
- ・ 五感情報通信技術のニーズについて
- ・ 研究開発ロードマップについて

【主な質疑応答】

- ・ 五感を全部まとめて、全てが相互作用しているという感覚で捉えるのは非常にユニーク。ゲノムの解析の轍を踏まぬためにも、10年先を見越して、今、五感総合研究を開始していただきたい。この研究には夢がある。

- ・プロトタイプを作るのは簡単だが、プロトタイプをいかに発展させていくかというソフトの面の研究は、基礎科学が必要。
- ・味覚・嗅覚の研究は決して遅れているわけではないが、対象があまりにも多岐に渡っているのと、脳で最終的に理解するプロセスがよく分からない状況。脳での認知機能についてどこまでわかっているのかということを確認に報告書に反映したほうが良いと思う。
- ・視覚、聴覚も本当に人間に伝わっているかは分からない。本当のフィールドに出たときに、視覚聴覚だけでも成り立つ技術はなく、他の感覚を使って欠けている情報を補っており、五感をどのような目的に使っているのかを考えることが意味のある話だと思う。

(5) その他

- ・ 次回会合は4月18日午前10時から、総務省第1特別会議室で開催することとし、詳細については後日連絡することとした。

第5回会合

- 1 日時：平成13年4月18日（水）10：00～12：00
 - 2 場所：総務省8階 第1特別会議室
 - 3 出席者（順不同、敬称略）
 座長：廣瀬（東京大）
 構成員：阿部（東京大）、池井（都立科技大）、片桐（ATR）、小宮（インタラクティブコミュニケーションズ）、阪田（NEC）、佐々木（東京大）、澤野（高砂香料）、土井（東芝）、鳥居（味の素）、中山（CRL）、西条（富山医科薬科大）、広田（東京大）、畚野（SCAT）、森泉（東工大）、安田（東京大）
 事務局：田中技術総括審議官
 松井技術政策課長、島田課長補佐、福本係長、小川（技術政策課）
 - 4 議題
 - (1) 第4回会合議事要旨の確認
 - (2) 五感情報通信技術の将来展望・五感情報通信の実現による社会経済へのインパクト
 - ・小宮構成員よりプレゼンテーション
 - (3) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策
 - ・畚野構成員よりプレゼンテーション
 - (4) ディスカッション
 - ・五感情報通信技術の将来展望・五感情報通信の実現による社会経済へのインパクト
 - ・我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策
 - (5) その他
 - 5 議事の概要
 - (1) 五感情報通信技術の将来展望・五感情報通信の実現による社会経済へのインパクト
 小宮構成員から、資料5-2に基づきプレゼンテーションがあった。
 - (2) 我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策
 畚野構成員から、資料5-3に基づきプレゼンテーションがあった。
 - (3) ディスカッション
 - ①五感情報通信技術の将来展望・五感情報通信の実現による社会経済へのインパクト
 事務局より、下記の項目について報告及び説明。
 - ・WGの設置、第1回会合の内容について
 - ・五感情報通信の実現イメージについて
- 【主な質疑応答】
- ・五感情報通信には大きく2つの考え方ある。1つは、5つの情報を用意して統合（association）は受け手に任せ、個々の情報の伝達精度を高める方法。もう1つは感覚の相互作用という時に、情報そのものに1つの感覚を越えるアモーダルな部分を持たせる方法であり、この研究会でこの試みができれば画期的である。
 - ・五感といわず二感でも実現できればよい。五感にこだわる必要はない。二感の統合

であっても二感以上の効果が得られることが確認できれば大きな飛躍である。

- ・ビジネスをするからにはプレゼンテーションは不可欠である。今できることが何かということおよびそれがスパイラルに乗るということの説明し、次のステップに進めるような形で説明を行うことが重要である。
- ・人の匂いは生理・心理面に大きく作用しており、このような感性を情報として伝えられるとよい。
- ・人間は視覚・聴覚を持っているので嗅覚などの感覚を狭めてしまっているのではないか。ユーザの感覚を開拓することが重要である。それぞれの感覚がどんな時にどのように役立つかを洗い出していくということがこの研究会でできることなのではないか。
- ・エンターテインメントの世界では視覚、聴覚の二感に他の三感を加えることで現実感を増すということはいくらでも考えられる。総合的なものの他に各単体としても役立つ部分がなければいけない。
- ・五感の単なるassociationだけでなく、モダリティを分けられないようなディスプレイ、ボディソニックのように音と振動覚がいっしょになったものや、ワールドカップサッカーの会場の熱気のような漠然とした高揚感が伝送できるかといったことなどは面白いかもしれない。

②我が国が取り組むべき研究開発課題とその目標、推進方策

事務局より、下記の項目について説明。

- ・国内外の公的機関における五感情報通信技術に係る研究開発動向について
- ・五感情報通信技術の研究開発マップについて
- ・各感覚チャネルの特徴について
- ・五感情報通信技術の技術開発ロードマップについて
- ・五感情報通信技術の研究開発の推進方策に関する論点について

【主な質疑応答】

- ・五感はいずれだけではなく、相互に関連している点が重要であるがこの部分が反映されていない。
- ・研究推進体制についても感覚を分けて考えると単なるassociationになってしまうので、違う表現の方法が必要である。感覚別のグループにしてしまうと相互の連関がうまくとれないかもしれない。
- ・推進方策の部分に、どんな成果でどんなビジネスができるか、何に使うのか、市場性があるのか、といった点について触れておく必要がある。
- ・五感のいろいろなモダリティがある時にこれらを統合するということが重要であるが、トランスファ（1つのモダリティを別のモダリティで表現する）ということも重要である。

③ その他

- ・事務局より、資料5-11に基づき審議スケジュールの変更、当面の審議スケジュールについて説明した。
- ・次回の研究会、WGの開催日については別途連絡することとした。
- ・執筆依頼については5月中旬の提出をお願いした。

第6回会合

1 日 時：平成13年6月5日（火）14：00～16：00

2 場 所：総務省8階 第1特別会議室

3 出席者（順不同、敬称略）

座 長：廣瀬（東京大）

構成員：阿部（東京大）、片桐（ATR）、小宮（インタラクティブコミュニケーションズ）、澤野（高砂香料）、土井（東芝）、鳥居（味の素）、池井（都立科技大）、中山（GRL）、西条（富山医科薬科大）、平原（NTT）、広田（東京大）、安田（代理 青木氏 東京大）

事務局：田中技術総括審議官

4 議題

- (1) 第5回会合議事要旨の確認
- (2) WGでの検討状況について
 - ・ 報告書（案）（第1章～第2章）について
 - ・ 五感情報通信技術の実現イメージについて
- (3) 研究開発の推進体制について
- (4) 研究プロジェクトについて
- (5) その他

5 議事の概要

(1) 報告書（案）について

事務局および執筆担当者から内容につき簡単に説明。

【主な質疑応答】

- ・ 1章の「五感とは」の部分で、この研究会で扱う五感の定義をきちんと定義する必要がある。五感以外のその他の感覚を含めた情報を五感と定義し、その代表例として5つの感覚を取り上げるという記述が必要。
 - ・ 視覚・聴覚については個別の技術は十分あるので、他の感覚との相互作用の部分についても触れてほしい。
 - ・ システム側で価値判断を入れるのか、システム側はトランスペアレントになってしまうのかといった点については、方法が何種類かある。
 - ・ 視覚についても、人間の注意が向いたところだけ抽出してそこだけ繊細に送るなどまだやらなければいけないことはたくさんある。
- (2) 実現イメージについて
事務局より実現イメージについて報告及び説明。

【主な質疑応答】

- ・ 解釈はシュミレート通信ではないか。コピー通信は忠実な再現であり、この過程で相互作用によりswitchingさせるという意味でいうと、相互作用通信は限りなくコピー通信に近いのではないか。
 - ・ 技術として意味論まで踏み込むというものと1対1のトランスペアレントなswitchingのみにとどめるという2つの考え方がある。コントロール通信と相互作用通信は明確に考え方が違う。コピー通信は基本的な五感通信。シュミレート通信はどこかに吸収させてもよいのではないか。通信に意味論を含めるものとswitchingのみのもので分類する方法もあるかもしれない。
 - ・ コントロール通信には価値判断が必要である。まったくのローデータでは統合、トランスファはできない。完全にトランスペアレントのもの、認知的判断を伴うものでカテゴライズできるものではなく、中間レベルが重要である。
 - ・ 味覚を研究の対象に含めたという点が重要である。個々の感覚が複数重なり合って何が起こるかということについて五感すべてを含めて研究するということの意義が大きいのではないか。新しい科学にもつながる。
- (3) 研究開発体制、技術開発ロードマップ、研究開発プロジェクトについて
事務局より、資料6-5～資料6-7に基づき下記の項目について報告及び説明。

- ・ 研究推進体制
- ・ 技術開発ロードマップ
- ・ 研究開発プロジェクト

【主な質疑応答】

- ・ 感覚を高次に解釈し、意味論を抽出する五感ロボットのプロジェクトがない。項目をつくっておくのがよいのではないか。
- ・ 感じている側の記録を現在とはとっていない。これを含めて再現するのは難しいが、五感ミュージアムのようなものでは必要になってくるのではないか。技術的な話と解釈の話の中間的なものになる。
- ・ ある特定の感覚、たとえば味覚を別の感覚で合成するという事は考えられる。す

すべての味覚・嗅覚を伝送するという事は難しいが、領域を限定して部分的にはじめるといえることはできるのではないか。

- ・ビジネスと研究の間のスパイラルが重要である。高度なことを行う前に前提となる事柄をうまく世の中にプレゼンテーションしてスパイラルを作っていかなければいけない。
 - ・ニーズの面からのプロジェクトが必要である。その中から大きく成長するものが出てくるかもしれない。
 - ・国が主導するという視点をどこかに入れる必要があるのではないか。将来的な五感情報の製造・流通に関するガイドラインを考慮しつつ、研究開発の進めていくということも視野に入れる必要がある。
 - ・過去の記憶にある味を再現するなど、いったん貯めてあった情報を思い出すといったような、リアルタイムだけでないニーズを出してほしい。伝えたい情報のレベルが必要なのではないか。
- (4) 今後のスケジュールについて
- ・事務局より、今後のスケジュールについて説明した。
- (5) その他
- 次回会合は6月29日（金）10：00より開催することとし、詳細については別途連絡することとした。

第7回会合

- 1 日時：平成13年6月29日（金）10：00～12：00
- 2 場所：経済産業省別館 821会議室
- 3 出席者（順不同、敬称略）
座長：廣瀬（東京大）
構成員：池井（都立科技大）、片桐（ATR）、阪田（NEC）、土井（東芝）、鳥居（代理 近藤氏 味の素）、中山（GRL）、西条（富山医科薬科大）、平原（NTT）、広田（東京大）、畚野（SCAT）、森泉（東工大）、安田（代理 青木氏 東京大）
事務局：田中技術総括審議官
松井技術政策課長、島田課長補佐、福本係長、小川（技術政策課）
- 4 配布資料
資料7-1 五感情報技術に関する調査研究会（第6回会合）議事要旨（案）
資料7-2 報告書（案）
資料7-3 報告書（案）概要
- 5 議事の概要
(1) 報告書（案）について
報告書第1章について事務局より、2章について各執筆担当者より、変更点を中心に説明。
【主な質疑応答】
 - ・各感覚の進展度合いの図における聴覚について、センシングと再生・表現の間に差があるのはどうしてか。3Dの再生・表現については難しい点もあるが、音響学の理論的部分に差はない。3D部分を除けば視覚に遜色ない進展度合いである。
 - ・センシングに比べ、再生・表現の方が難しいであろうというイメージがあるということではないか。視覚を基準としているので、視覚に比べ進展度合いがどうかということになる。
 - ・味覚の脳内過程はもっと低い。再生・表現については0に近いのではないか。
 - ・触覚のデバイスについては、視覚の半分以下かもしれない。触覚の理論・原理とデバイスの間には差をつける必要があるのではないか。
 - ・これまでのご意見を反映して各感覚の進展度合いの図を修正し、再度確認いただく。○報告書3章について事務局より説明。
【主な質疑応答】

- ・実現イメージの分類については、枠組み的には従来の情報通信のフレームワークと同じであるが、このフレームワークを五感に拡大していくことが必要である。実現イメージの1～3については縦方向への積み重ねが必要であり、4については縦方向だけでは不十分で、他の感覚も必要ということである。ここでは、分類することよりも具体的なイメージで魅力的なものを提示していくことが重要である。
- ・エンターテイメントに含まれるのではないか。触れる電話、匂いが出るテレビなど、従来のメタファと関連付けやすいイメージを提示するとよい。
- ・これまでの福祉は特殊なものと考えられていたが、今後は一般化していくことが重要であり、社会現象の中に取り込むことが必要である。
- ・報告書の中で使われている用語が一般的過ぎる。五感情報通信ならではの用語を使用し、新規性をアピールする必要がある。用語に自己説明力を持たせる必要がある。

○報告書第4章につき事務局より説明。

【主な質疑応答】

- ・報告書第1章の「はじめに」で、情報通信の役割、重要性について述べ、五感情報通信と結びつくことによる効果、今後の新しい展開を印象付ける必要がある。
- ・情報交換の場としては、メンバーを固定した研究会の形式とワークショップの形式のどちらがよいか。
- ・2～3年程度の小規模な具体的プロジェクトを頻繁に立ち上げるという方法が好ましい。「五感」を基本とするテーマを一定のサイクルで行えるのがよい。プロジェクトが大きくなると、一般的になり効果があがらない場合が多い。1年で複数のプロジェクトが立ち上がることが好ましい。五感情報通信の分野においては、同時にいろいろなことをやらないと包括的な成果が見えてこない。
- ・五感情報通信の研究を今後責任を持ってできるのは、今回のメンバー以外には考えられない。ファンディング関わらずグループとして議論し、その中から出てきたわかりやすいテーマに予算がつくという流れがよいのではないか。場を一般に対しオープンにするのは良いが、責任を持つメンバーとオブザーバという体制がよい。目的を共有する人の集まりである必要がある。
- ・今後の報告書の修正は座長にご一任頂き、事務局と調整していくこととする。

(2) 報告書(案)概要について

報告書概要について事務局より説明。

【主な質疑応答】

- ・研究推進体制の図で、総務省の位置付けが不明確。プロジェクトとの関係を明確にするべきではないか。
- ・検討に当たってはテーマを決めて、集中討議の場も必要。1日程度の時間をかけて、具体的なアクションアイテムがでてくるくらいまで議論できることが重要である。

(3) その他

議論を踏まえ修正した報告書につき、7月上旬～中旬に報道発表する予定。

田中技術総括審議官、廣瀬座長より研究会終了の挨拶があった。

以上