

課題番号	LR013
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 23 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	サーフェスアクチュエーションに基づく触力覚インタラクション技術の開発
研究機関・ 部局・職名	東京大学・大学院工学系研究科・准教授
氏名	山本 晃生

1. 当該年度の研究目的

本研究課題の目的は、微細電極群を形成した薄型平面デバイスによって実現される静電サーフェスアクチュエーション技術を中核として、新しい様々な触力覚インタラクションの仕組みを実現することである。本年度は、アクチュエーション技術に関しては、大型スクリーン印刷システムによるアクチュエータ製作の試みや、静電アクチュエーション原理の改善・評価といった基盤技術の充実を行うことを目的とした。また、触力覚提示技術に関しては、アクティブデスクトップ(PC画面上で実物体が動くシステム)技術の高度化および具体例の提示、静電アクチュエーションにより実現される力覚提示デバイスの技術開発、また、人体の硬軟感の再現提示を念頭においた触感提示技術の研究を進めることを目的とした。

2. 研究の実施状況

迅速かつ多様なアクチュエータ試作のために確立をめざしているスクリーン印刷によるアクチュエータ製作では、本年度、大型印刷機を導入し大型電極や微細電極の試作を進めている。一方、静電アクチュエーション原理や制御に関する研究では、普通紙搬送において、カメラによる画像認識を用いて2自由度の位置決め制御を実現した。また、より大推力でのアクチュエーション実現のために新たな駆動方式の検討も進めている。本研究がめざすアクティブデスクトップでは移動体への配線無しで駆動することが望ましく、推力向上のためには移動体に無配線で高電圧を誘導する必要がある。そこで、移動体に圧電素子を搭載し共振で電圧を誘導する手法や、静電容量を介して直流高電圧を誘導する手法について検討を行い、それぞれ基礎的なアクチュエータ動作を確認することができた。

触力覚提示技術に関しては、アクティブデスクトップを用いたタンジブルインタラクションの実例を示すデモンストレーションシステムを構築した(写真)。動作は1自由度に限定されるが、画面上に置かれた紙を介してユーザが画面内キャラクタとインタラクションすることが可能であった。また、将来的に静電アクチュエーションとの統合をめざした触感提示技術の研究を進めており、圧力分布等の制御により指先に多様な硬軟触感を提示する手法を実現した。MRI研究への応用をめざして開発を進めている静電アクチュエーション式力覚提示デバイスでは、静磁場強度7TのMRI内において駆動試験を行い、アクチュエーションが可能であることを確認した。



3. 研究発表等

<p>雑誌論文</p> <p>計 1 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 0 件</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 山本晃生, 「高出力静電アクチュエータ - 特殊環境への応用に向けて -」, 精密工学会誌, Vol. 77, No. 9, pp. 832-835 (2011/9) <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表</p> <p>計 16 件</p>	<p>専門家向け 計 16 件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Kota Amano and Akio Yamamoto, "An Interaction on a Flat Panel Display Using a Planar 1-DOF Electrostatic Actuator", Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS2011), pp. 258-259 (2011/11, Kobe, Japan) ・ Fumiaki Kanayama, Takuya Hosobata, Akio Yamamoto, and Toshiro Higuchi, "Study on Synchronization between an Electrostatic Motor and a Rotary Transformer" The 20th MAGDA Conference in Pacific Asia Conference Proceedings, pp. 48-51 (2011/11, Kaohsiung, Taiwan) <p style="text-align: center;">【Young Author's Award for Excellent Presentation 受賞】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Fumitaka Kimura, Akio Yamamoto, and Toshiro Higuchi, "FPGA Implementation of a Signal Synthesizer for Driving a High-power Electrostatic Motor", Proceedings of the 2011 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2011), pp. 1295-1300 (2011/6, Gdansk, Poland) ・ Fumitaka Kimura, Akio Yamamoto, Masayuki Hara, Jin Ryu, Hannes Bleuler, and Toshiro Higuchi, "System Development of an Admittance-Controlled 2-Dof Haptic Device Using Electrostatic Motors", Proceedings of IEEE World Haptics Conference 2011, pp. 263-268 (2011/6, Istanbul, Turkey) ・ 細島拓也, 山本晃生, 樋口俊郎, 「可動子にコイルを搭載した共振型静電誘導モータにおけるコイル間相互誘導の駆動特性への影響」, 2012 年度精密工学会春季大会講演論文集, pp. 1139-1140 (2012/3, 東京) ・ 細島拓也, 山本晃生, 樋口俊郎, 「共振型静電誘導モータのための対称な静電容量を有するフィルム電極の設計」, 2012 年度精密工学会春季大会講演論文集, pp. 1141-1142 (2012/3, 東京) ・ 齋藤亮介, 細島拓也, 山本晃生, 樋口俊郎, 「共振型静電誘導モータにおけるコイルの代替としての圧電素子利用の検討」, 2012 年度精密工学会春季大会講演論文集, pp. 1143-1144 (2012/3, 東京) ・ 山下典理男, 山本晃生, 樋口俊郎, 「二相四相静電誘導給電型モータのパルス電圧駆動」, 2012 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 979-980 (2012/3, 東京) ・ 天野皓太, 山本晃生, 「普通紙の静電誘導搬送におけるカメラ画像を用いた位置制御」, 2012 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 981-982 (2012/3, 東京) ・ 鈴木淳朗, 山本晃生, 「静電誘導式普通紙搬送における紙位置検出の試み」, 2012 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 983-984 (2012/3, 東京) ・ 木村文陽, 山本晃生, 樋口俊郎, 「静電モータを用いたインピーダンス型ハプティックデバイスの開発」, 2012 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 665-666 (2012/3, 東京) ・ 工藤宏史, 木村文信, 山本晃生, 「なぞり感の遠隔提示における指先せん断変形の影響に関する考察」, 第 12 回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 671-674 (2011/12, 京都) ・ 木村文信, 山本晃生, 「硬軟感提示における指先上の接触面積と圧分布の同時制御が及ぼす影響」, 第 12 回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 654-657 (2011/12, 京都) <p style="text-align: center;">【優秀講演賞受賞】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 木村文信, 山本晃生, 「硬軟感提示のための接触面積制御における遅れが粘性知覚に及ぼす影響」, 第 29 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, RSJ2011AC3L1-5 (CD-ROM) (2011/9, 東京) ・ 天野皓太, 山本晃生, 「形状記憶合金を用いた物体接触感提示装置の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011 講演論文集, 2P1-O10 (CD-ROM) (2011/5, 岡山) ・ 工藤宏史, 木村文信, 山本晃生, 「指変形と滑り方向知覚の関連性の実験的検証」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011 講演論文集, 2P1-O09 (CD-ROM) (2011/5, 岡山) <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図書</p> <p>計 0 件</p>	

様式19 別紙1

<p>産業財産権 出願・取得状 況 計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ http://am.t.u-tokyo.ac.jp/next.html 「最先端・次世代研究開発支援プログラム: サーフェスアクチュエーションに基づく触力覚インタラクション技術の開発」 ・ http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/public/engpower/departments/precision.html 「ENGINEERING POWER: 山本晃生, 不思議なデバイスで新しいインタラクションを実現する」 ・ http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/t-pr/ttime/archives/technomus/ 「TECHNOMUS: 工学が予言する十年後の未来, 静電気が人とコンピュータの新しいふれあい方を生み出す」 (http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/t-pr/ttime/archives/technomus/01.pdf)
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究室公開(大学の学園祭と同時実施) 日時: 2011/5/28(土), 5/29(日), 場所: 東大本郷キャンパスの研究室, 参加者: 一般 150 名程度 内容: アクチュエータや力触覚インタラクションデバイスに関する装置の実演やビデオ紹介 ・高校生のためのオープンキャンパス 日時: 2011/12/23(金・祝), 場所: 東大本郷キャンパスの研究室, 参加者: 高校生 15 名 内容: アクチュエータや力触覚インタラクションデバイスに関する装置の実演やビデオ紹介 ・ボランティア団体主催講演会 日時: 2011/10/15(土), 場所: 奈良市北部会館市民文化ホール, 参加者: 一般 20 名 内容: 地元ボランティア団体主催の音楽演奏会における特別セッションとして, 静電アクチュエーションに関する基礎知識や研究事例などを一般の方々に向けて講演 ・マイクロマシン展 日時: 2011/7/13-15, 場所: 東京ビッグサイト, 参加者: 百名以上(展示ブースへの来訪者) 内容: 産業技術の展示会であるマイクロマシン展において, 研究内容をビデオ, ポスターで展示 ・テクノフロンティア 日時: 2011/7/20-22, 場所: 東京ビッグサイト, 参加者: 百名以上(展示ブースへの来訪者) 内容: 産業技術の展示会であるテクノフロンティア 2012 にて, 研究内容をビデオ, ポスターで展示
<p>新聞・一般雑 誌等掲載 計0件</p>	
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	84,000,000	30,624,000	0	53,376,000	0
間接経費	25,200,000	9,187,200	0	16,012,800	0
合計	109,200,000	39,811,200	0	69,388,800	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	29,909,552	0	0	29,909,552	29,794,959	114,593	0
間接経費	9,187,200	0	0	9,187,200	0	9,187,200	0
合計	39,096,752	0	0	39,096,752	29,794,959	9,301,793	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	20,053,358	印刷装置, 電極試作費, センサ, 材料等
旅費	1,075,404	学会参加, アウトリーチ活動の旅費
謝金・人件費等	8,419,679	研究スタッフの人件費
その他	246,518	学会参加費等
直接経費計	29,794,959	
間接経費計	0	
合計	29,794,959	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
静電アクチュエータ 用FPCフィルム試	外形 200x100mm, ピッ	1	1,989,750	1,989,750	2011/6/1	東京大学
4ch発振器	HIOKI・7075	1	850,500	850,500	2011/7/4	東京大学
大型半自動スク リーン印刷装置一	ミノマットe-MAT FPC 55他	1	6,615,000	6,615,000	2011/8/25	東京大学
3分力計	LSM-B-50NSA1	1	658,350	658,350	2011/8/29	東京大学
静電アクチュエータ 用FPCフィルム試	外形 160x100mm, ピッ	1	2,857,050	2,857,050	2011/11/18	東京大学
DSPポーター式	dSPACE, DS1104	1	616,350	616,350	2011/11/28	東京大学
高速・高精度CCD レーザ変位計一式	LK-G505Aセンサ ヘッド他一式	1	987,000	987,000	2012/2/14	東京大学