



戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）

若手ICT研究者育成型研究開発

平成19年度～平成21年度

テレハプティクス実現のための
実世界触覚情報のマルチラテラル
通信技術に関する研究開発

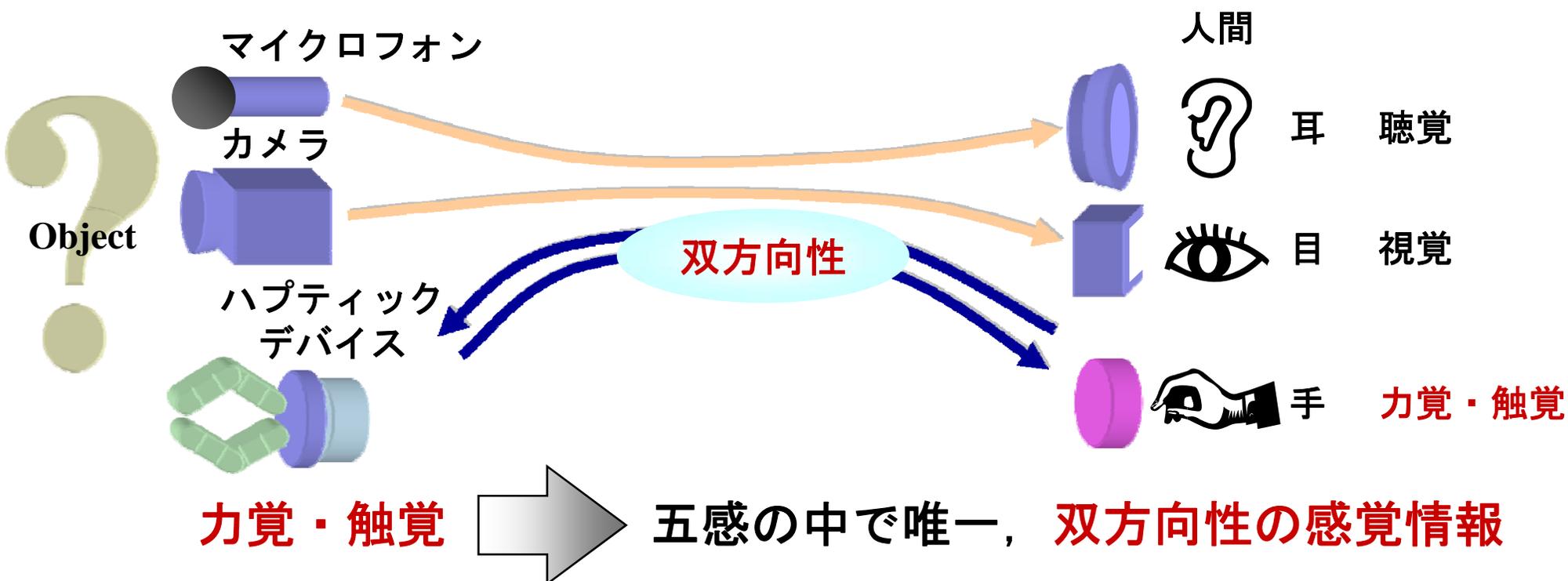
研究代表者

慶應義塾大学

桂 誠一郎

感覚情報と産業技術

人間の持つ感覚情報を人工的に取得・保存・再現・伝送する技術はこれまでに巨大な産業を生み出している





テレハプティクス

■ 背景

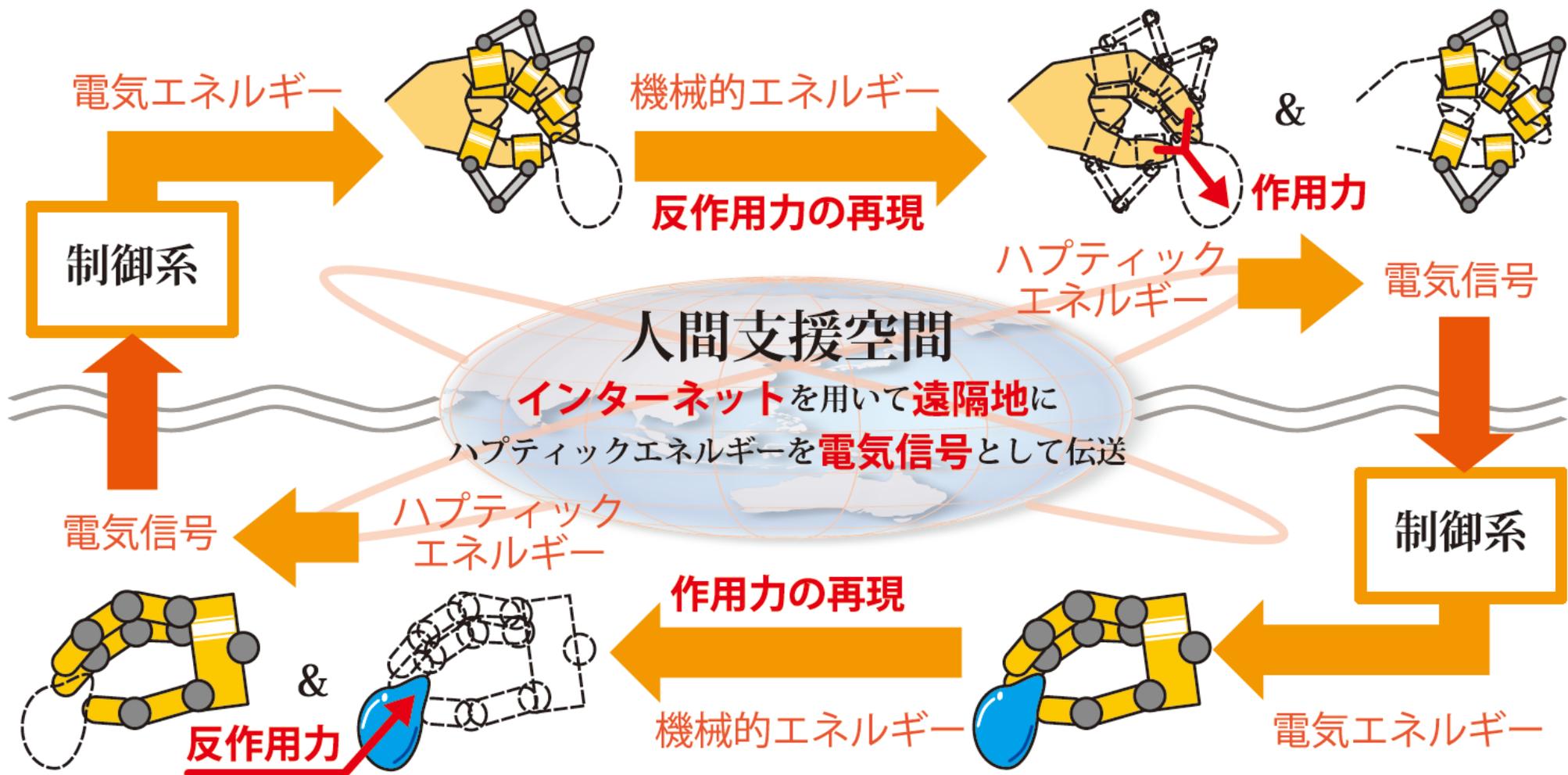
- ▼ 触覚は、聴覚・視覚技術に次ぐ第三のマルチメディア情報として保存、伝送、人工的な再現技術の研究が求められているものの実用化には至っていない。
- ▼ これまでの多くの研究が仮想現実ベースでのハプティクスであり、実世界の触覚を扱う技術の開発が望まれている。

■ 本研究

触覚情報の保存、再生に関する基本技術として「**テレハプティクス**」の概念を提案



テレハプティクス



テレハプティクス実現のための実世界触覚情報の マルチラテラル通信技術に関する研究開発

研究目的

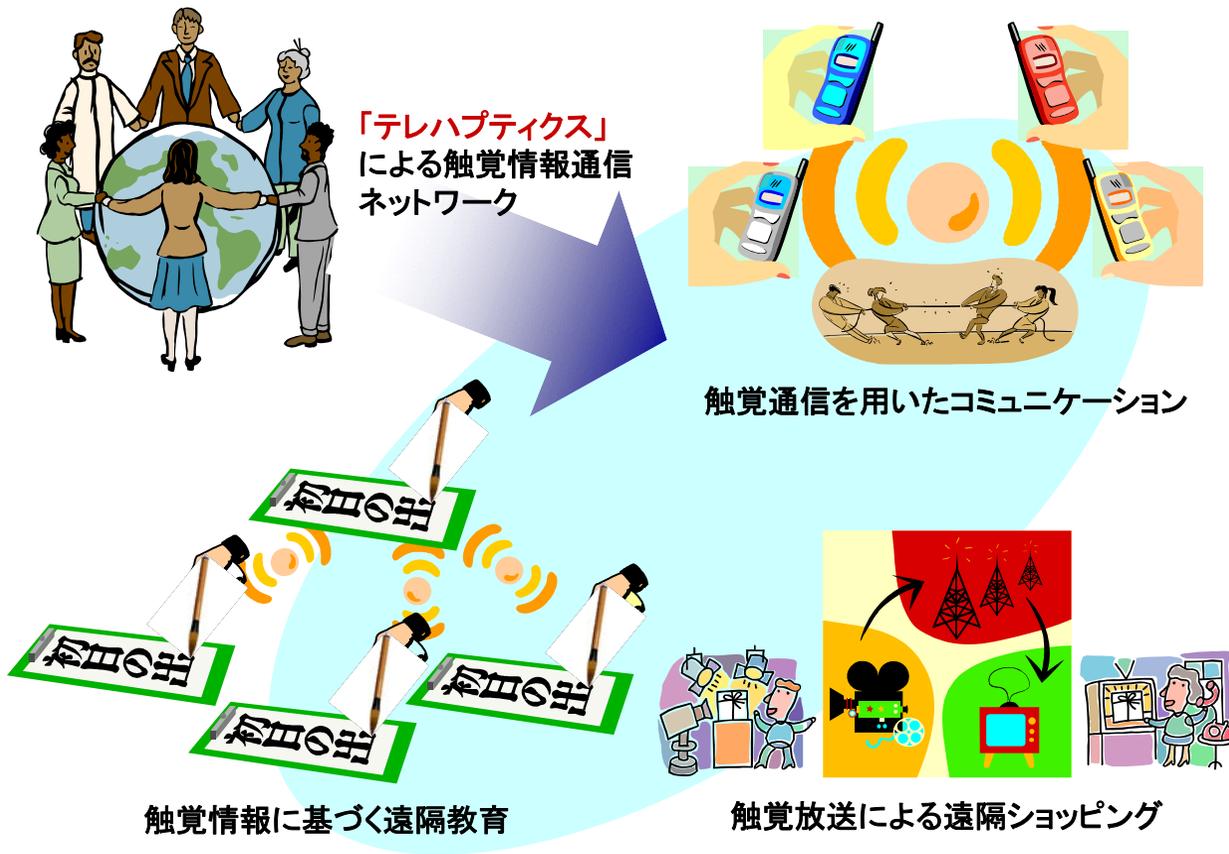
実世界における触覚通信・放送のための
コミュニケーションプラットフォームである
「**テレハプティクス**」の開発を目的とする。

研究開発の概要

- 人間の感じられるDC~400Hzの
取得帯域全てをカバーするための
超広帯域触覚センシング技術の開発
- 触覚イコライジングを可能にする
触覚情報加工・圧縮・保存技術の開発
- 遠隔地に存在するシステム間における
マルチラテラル触覚通信技術の開発

期待される研究成果及びその社会的意義

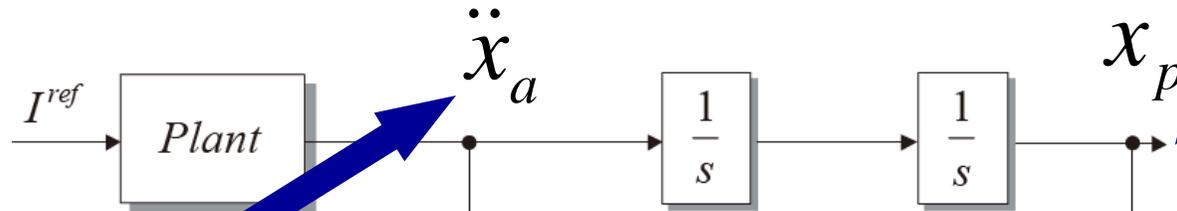
「**テレハプティクス**」を用いた新しい触覚情報通信によるヒューマンコミュニケーションのマルチメディア化が
期待されるばかりではなく、マン・マシンインターフェースの画期的な性能改善、遠隔地におけるスキル教育、
eビジネス等の巨大な産業が立ち上がる可能性も予想できる。





超広帯域触覚センシング 技術の開発

位置・加速度統合型外乱オブザーバ (PAIDO)



加速度センサ

直流成分を
取得できない

$\hat{\dot{x}}$

Wide bandwidth acceleration

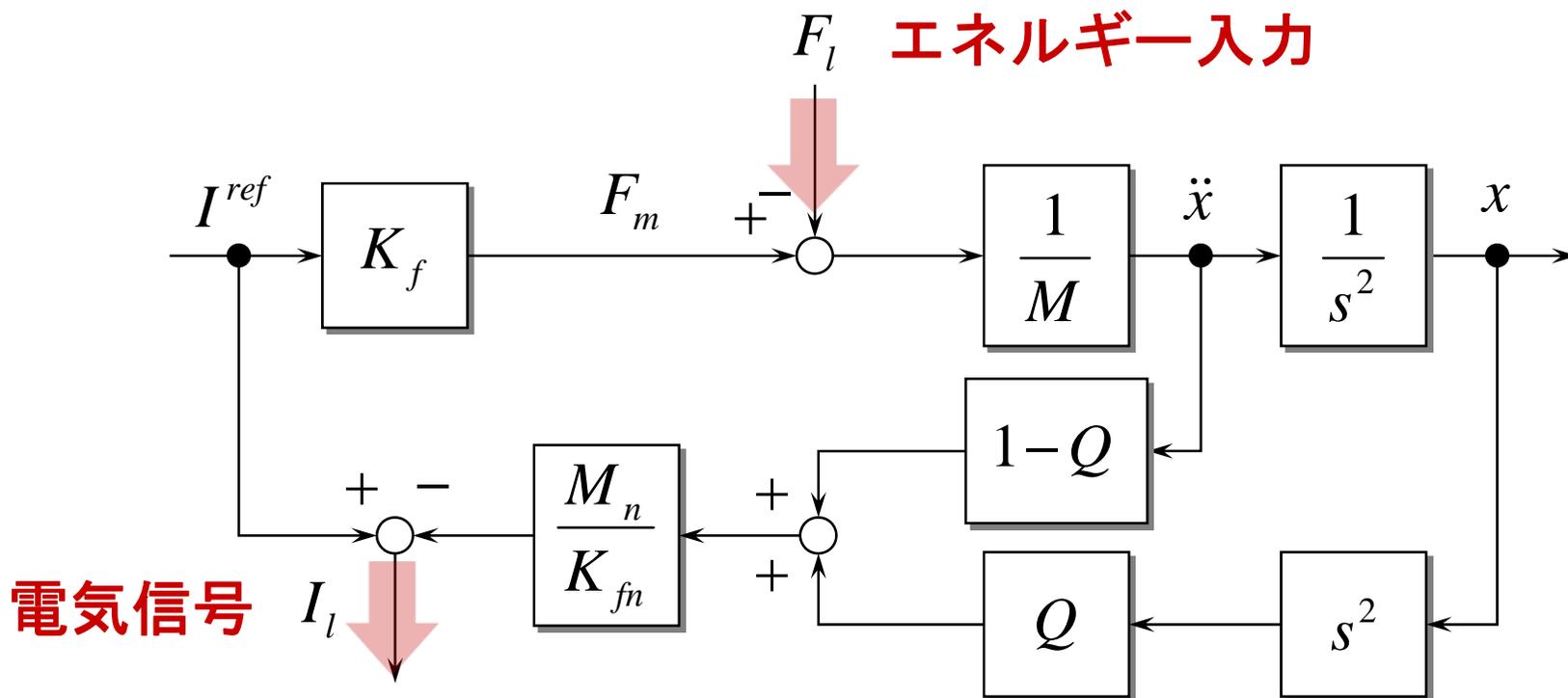
広帯域な加速度信号

位置センサ

微分ノイズのため
高周波成分を
取得できない

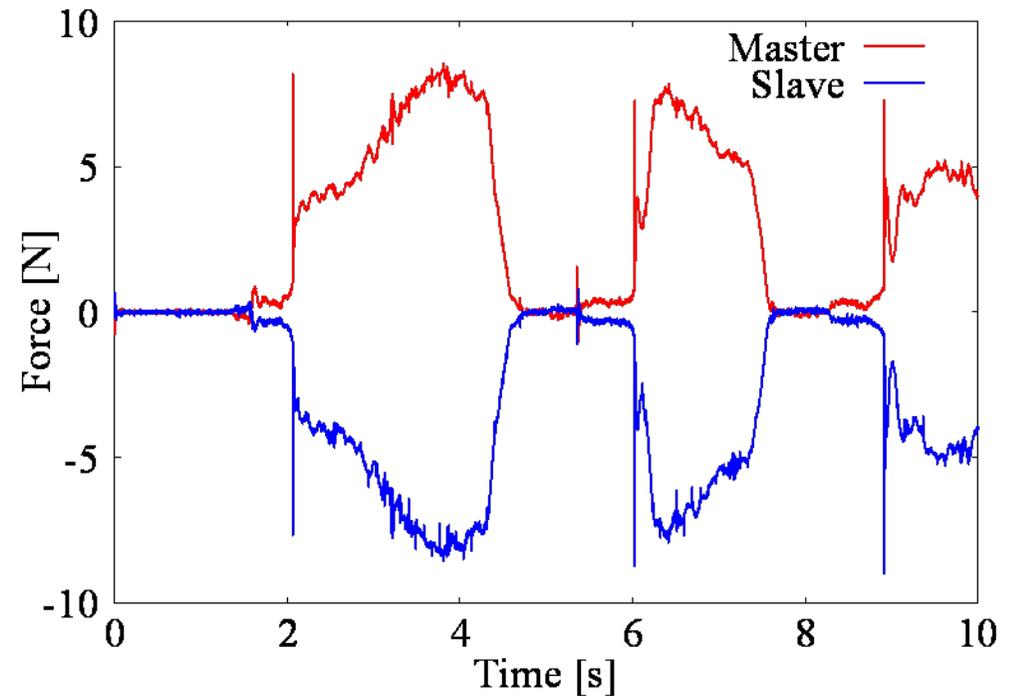
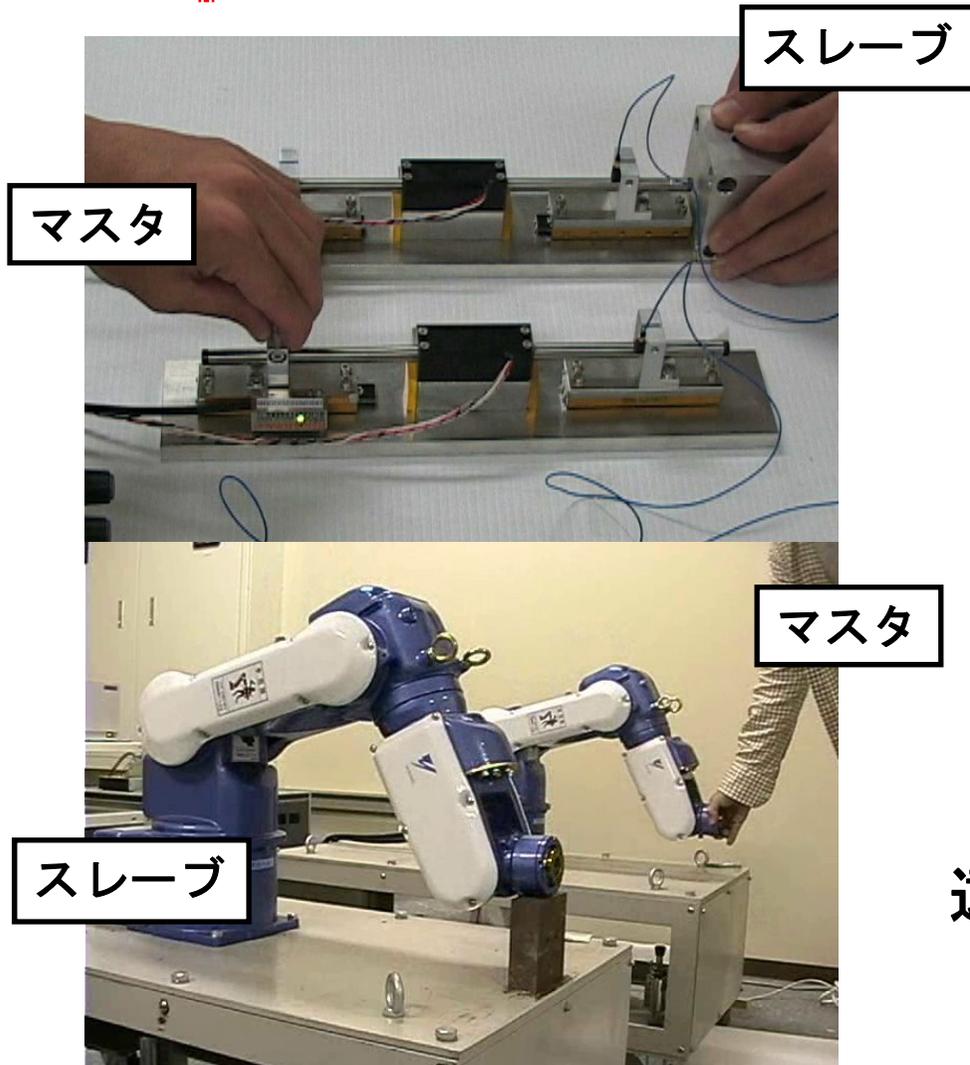
$$\hat{\dot{x}} = Qs^2 x_p + (1-Q)\ddot{x}_a$$

PAIDOによる超広帯域触覚センシング



DC~10 kHzの超広帯域触覚センシングを実現

「触る」感覚を伝える電話の実現



遠隔地における「触る」感触を伝送
「作用・反作用の法則」の人工実現



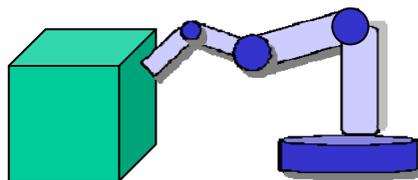
触覚情報加工・圧縮・保存 技術に関する研究

「触る」感覚の可視化

「ハプトグラフ(Haptograph)」

⇒ Hapto (ギリシャ語で触れるの意) + graph (画)

- 触覚情報に時間的かつ空間的な処理を施すことで、写真のように可視化することができ、「ざらざら」「つるつる」といった**触感の定量的で直感的な認識**が可能
- 接触対象物の触覚標本化や、個人の持つ癖、スキルの抽出が可能になり、**触覚に基づいたデータベースを構築**することが可能



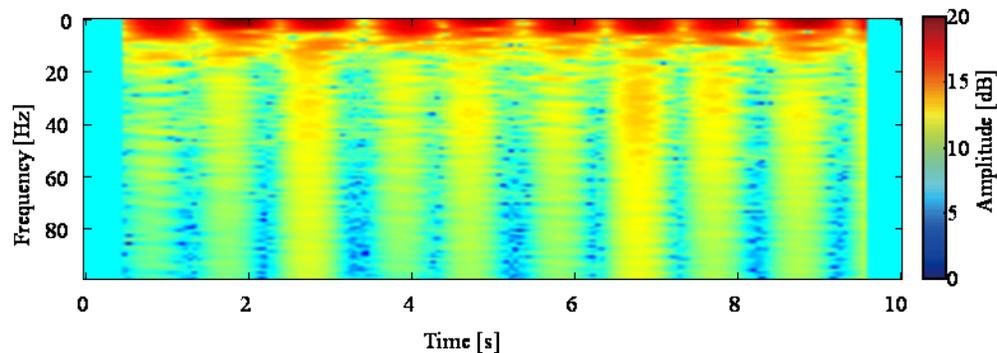
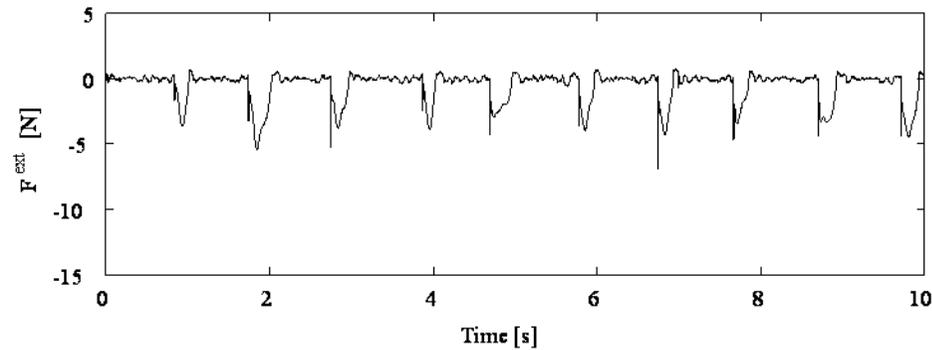
触覚情報

*FFT, Wavelet Transformation,
etc.*

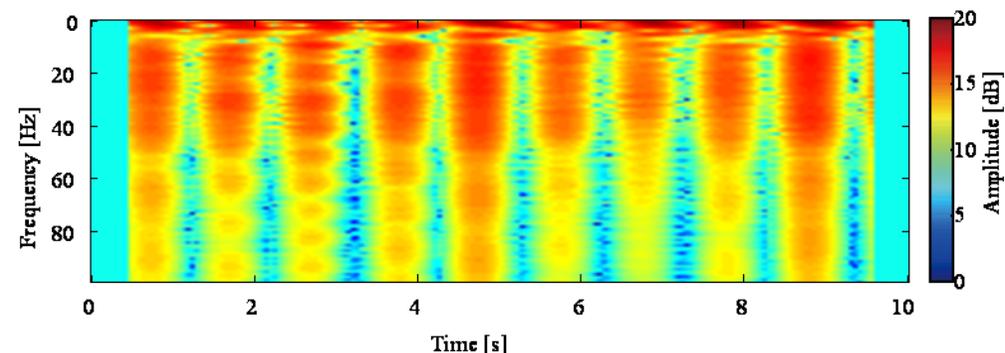
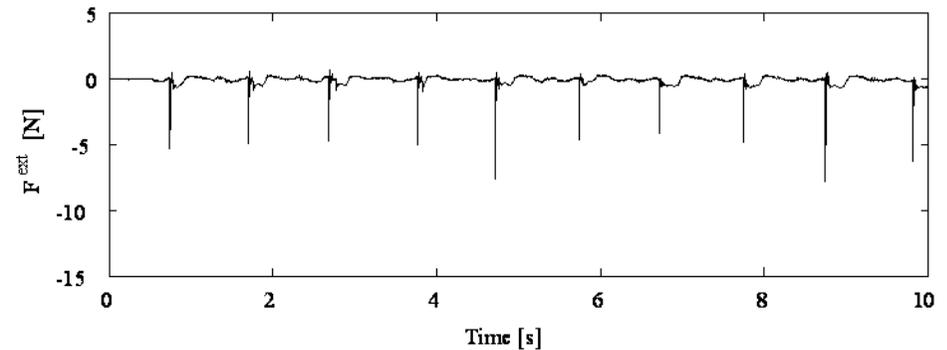
時間・空間解析

触覚情報の
定量化 標本化
視覚化 スキル抽出

「触る」感覚の可視化



(a) 被験者A



(b) 被験者B

触覚情報をハプトグラフによりデジタル保存することで、
効率的な圧縮保存・再生が可能

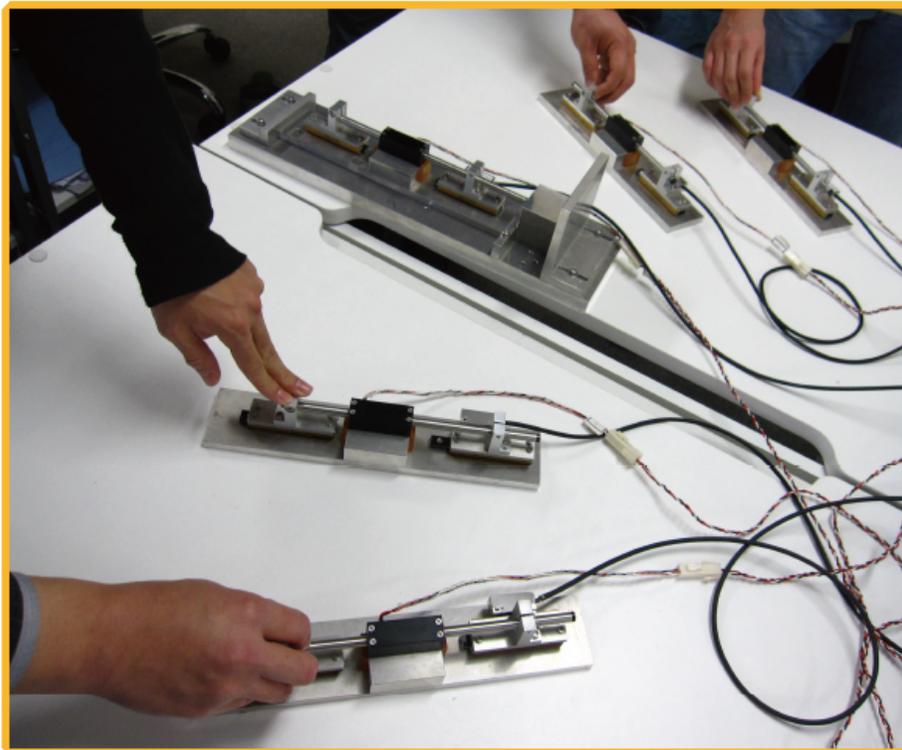


マルチラテラル（多方向） 触覚放送技術の開発

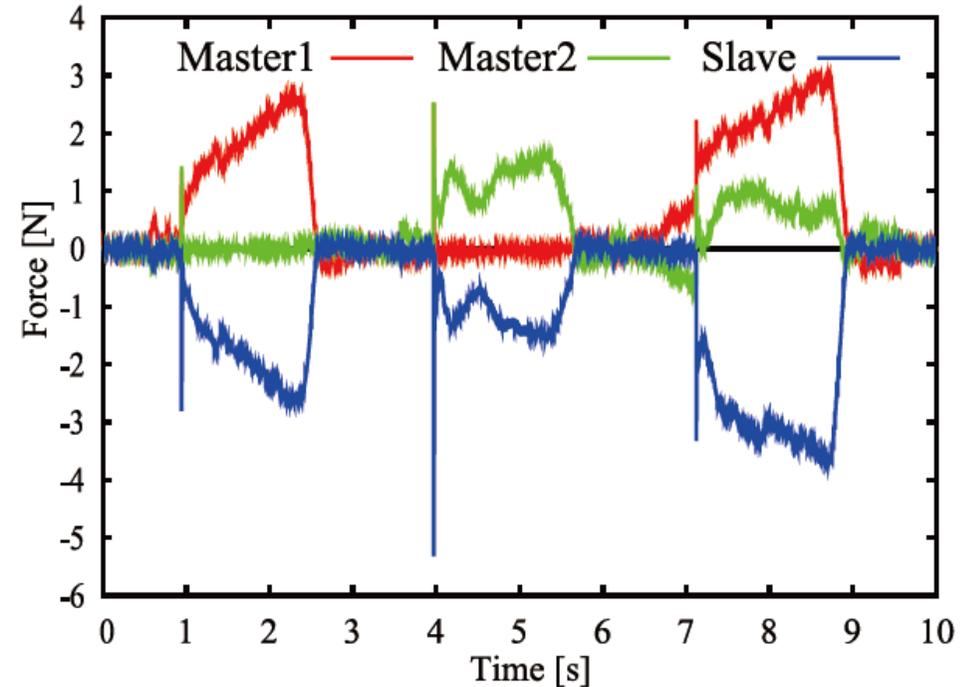
「触る」感覚を伝えるテレビ

「テレハプト (Tele-Hapto)」 (新語)

※ハプト=ギリシャ語で「触る」の意味

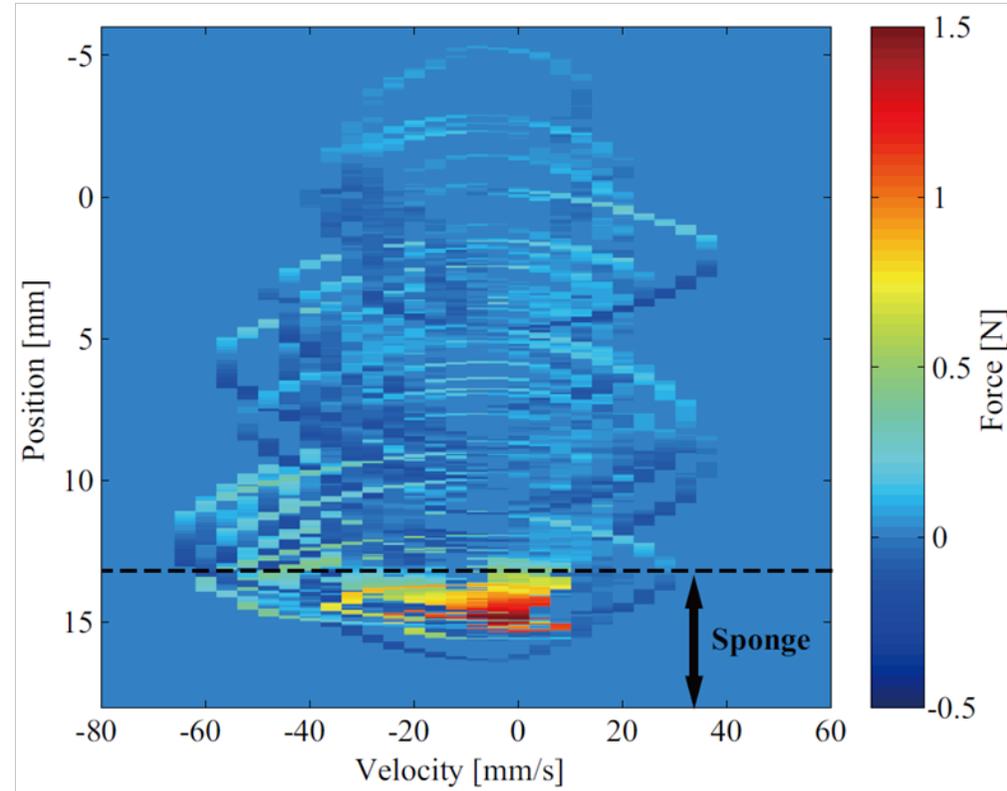
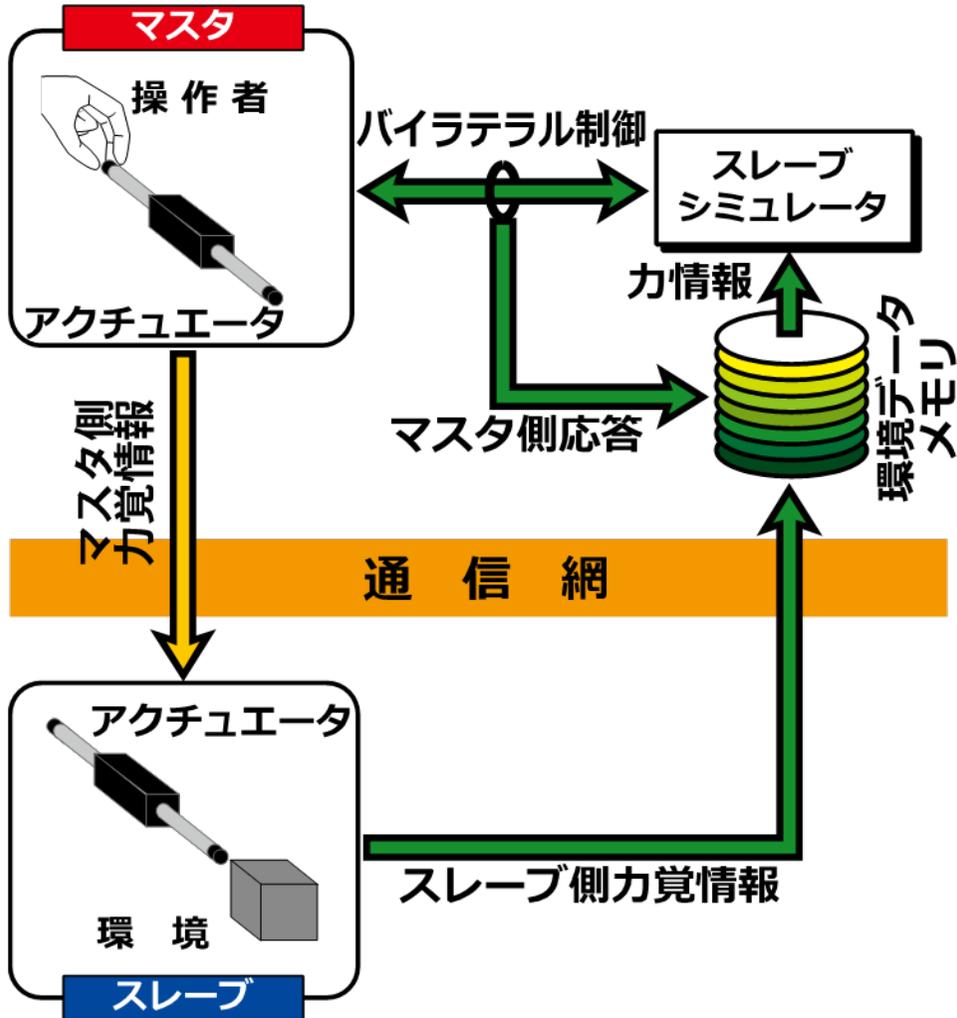


多方向力覚フィードバックを実現する
テレハプト



テレハプトにおける力覚伝達実験
※操作者 2 人

触覚通信における通信遅延の補償



環境データメモリの構築例



「テレハプティクス」技術の可能性

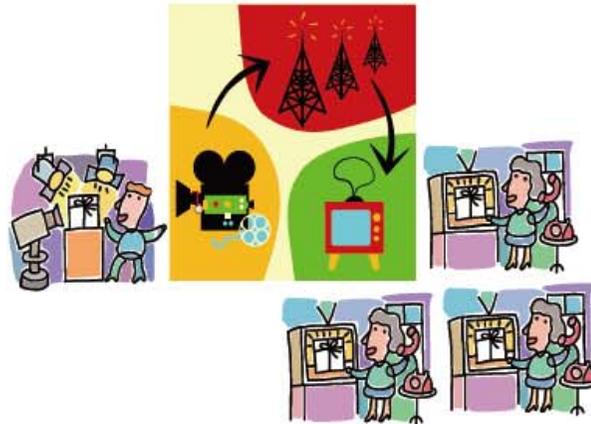
ラジオ！ < テレビ！！ < テレハプト！！！！

～テレハプト開発が招く新時代の触覚コミュニケーション～



触覚通信

携帯端末で遠くの
人と触れ合う



触覚放送

テレビショッピングで
商品に触って確認



遠隔教育支援

遠隔地から達人の
匠の技を習得



「テレハプティクス」技術の 実用化へ向けて



研究成果のまとめ

- 実世界における**触覚情報**を抽出・保存・伝送するための**テレハプティクス**技術の開発に成功
- 電話・テレビに続く**テレハプト**による**触覚通信・放送**の実現
- 超広帯域触覚センシング技術
- 触覚情報加工・圧縮・保存技術
- マルチラテラル（多方向）触覚放送技術



研究成果

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	合 計
査読付き論文数	22件(14件)	25件(17件)	41件(34件)	88件(65件)
口頭発表数	33件(4件)	26件(0件)	44件(0件)	103件(4件)
申請特許数	2件(0件)	0件(0件)	1件(0件)	3件(0件)
受賞数	2件(0件)	3件(1件)	2件(1件)	7件(2件)
報道発表数	0件(0件)	0件(0件)	2件(0件)	2件(0件)

※ () 内は海外分

EPE-PEMC'08 Best Paper Award

電気学会 産業応用部門大会第20回記念論文賞

電気学会 優秀論文発表賞

矢崎科学技術振興記念財団 矢崎学術賞 奨励賞 ほか受賞



お問い合わせ先

慶應義塾大学 工学部
システムデザイン工学科
桂 誠一郎

TEL 045-566-1724

FAX 045-566-1720

e-mail katsura@sd.keio.ac.jp

<http://www.katsura.sd.keio.ac.jp/>