

人の「力の感覚」を伝える遠隔ロボット技術

触覚覚を活用した人とロボットの協調作業

経営学部 総合経営学科 石橋 豊

研究概要

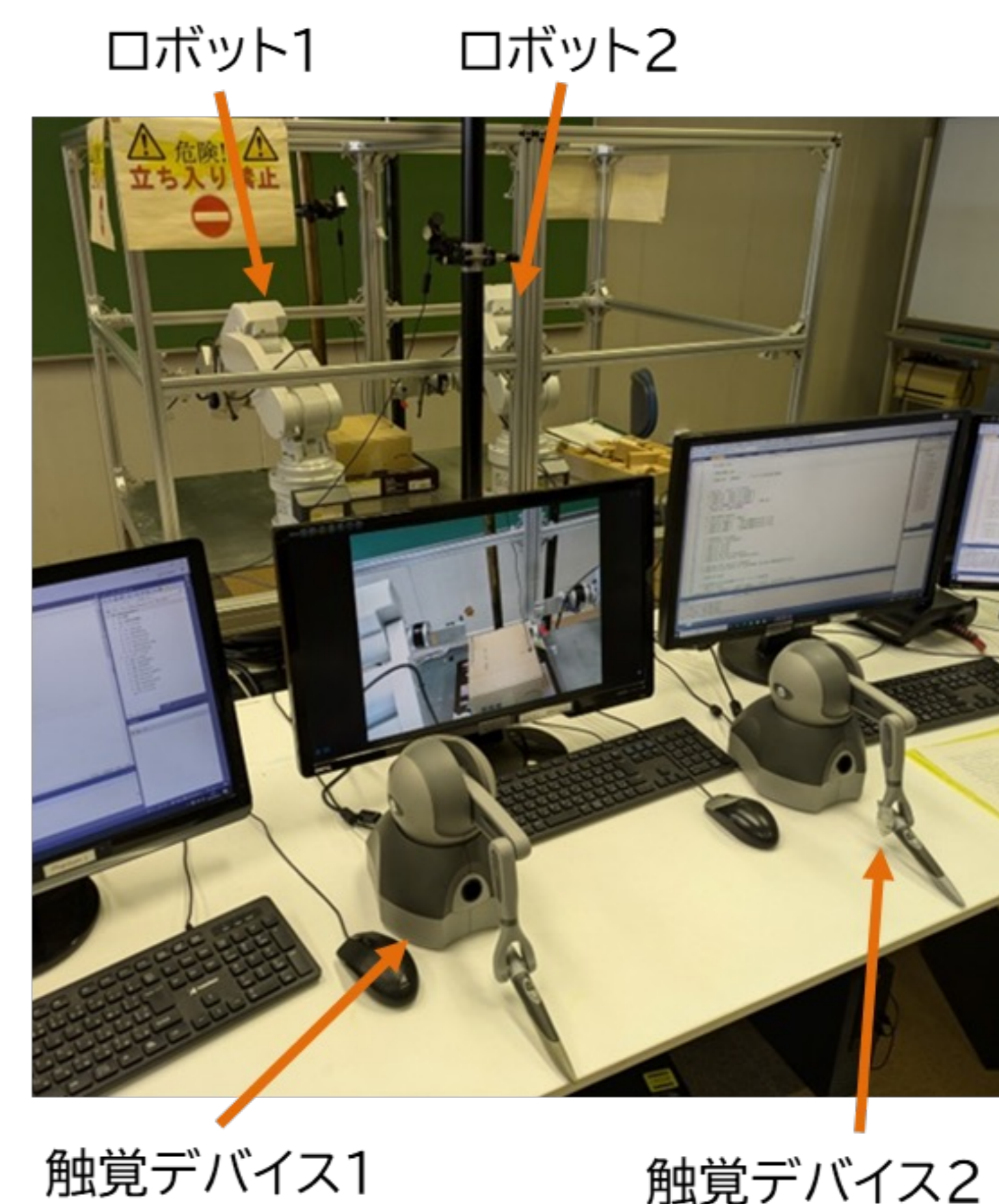
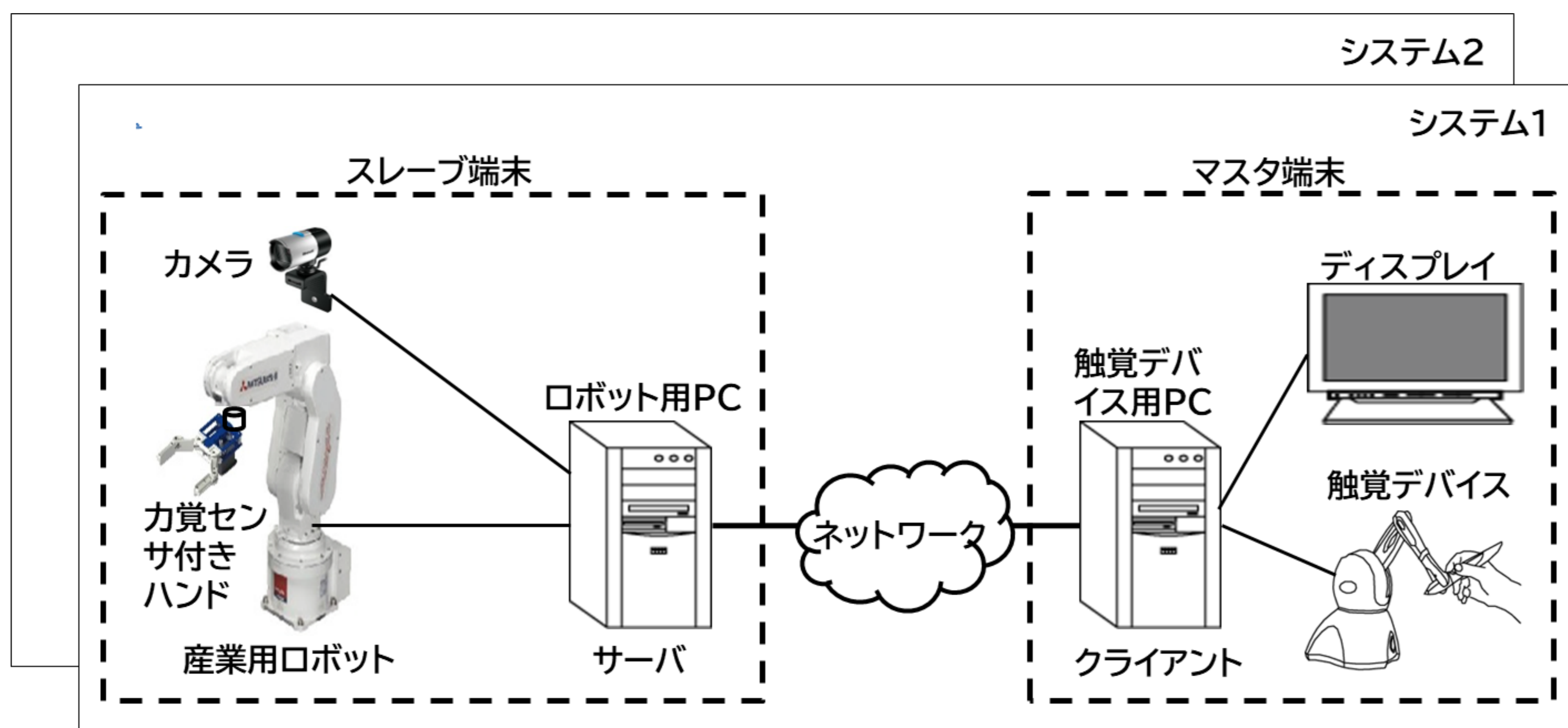
- 人の「力の感覚」を遠隔地のロボット操作へ活用する技術を対象
- 映像情報に加えて、物体に触れた際の反力や重さの感覚を操作者へ提示することで、より直感的で精密な遠隔作業を実現
- 実機システムとシミュレーションの両面から検証し、人とロボットの協調作業を高度化

背景と課題

- 製造現場や保守点検、危険環境作業などにおいて、遠隔ロボットへの期待
- 従来の映像中心の遠隔操作では、対象物の重さ、硬さ、接触状態などを把握しにくく、繊細な作業には限界
- ネットワーク遅延が大きくなると操作性が低下し、振動などの不安定現象が発生

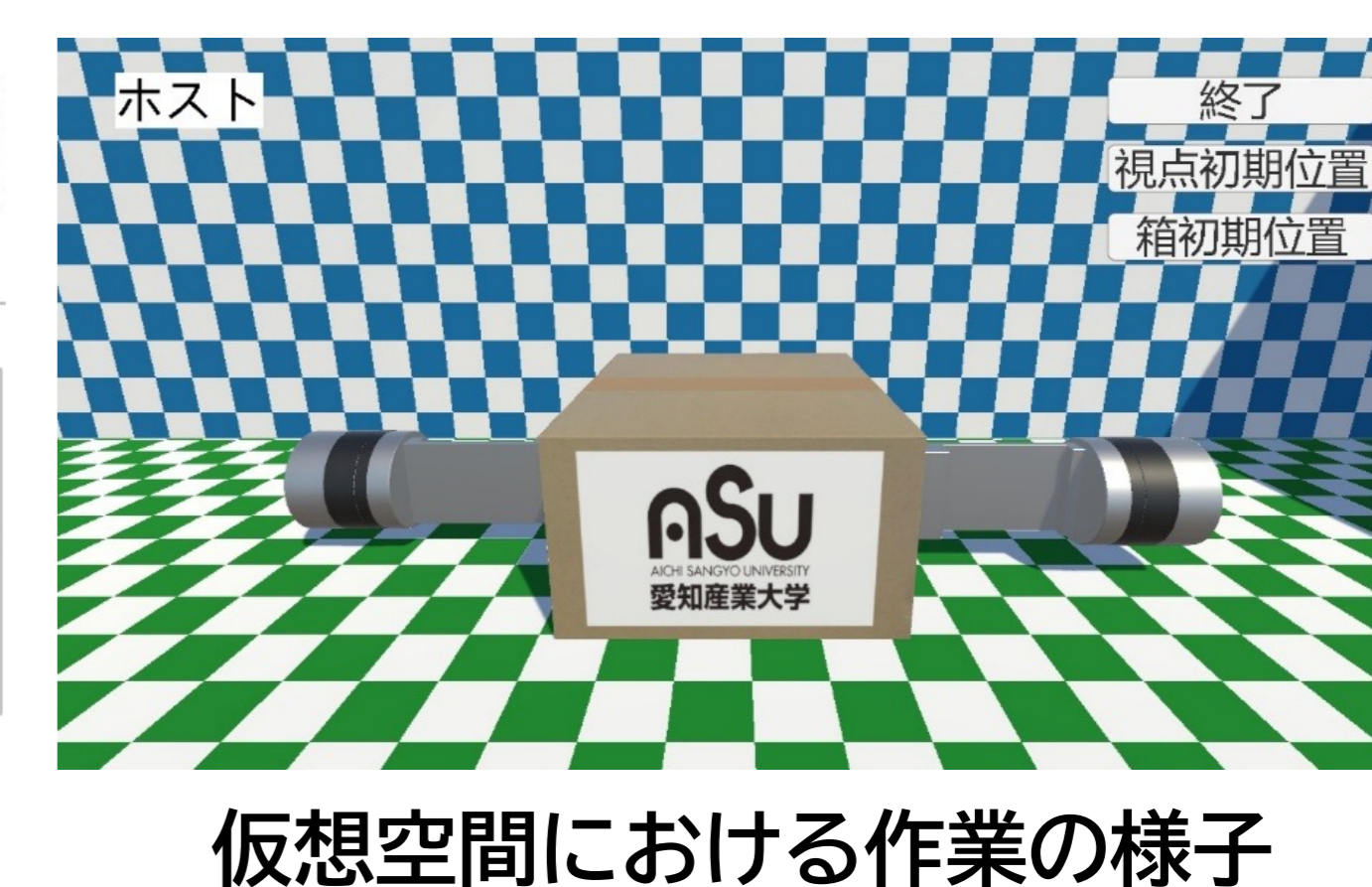
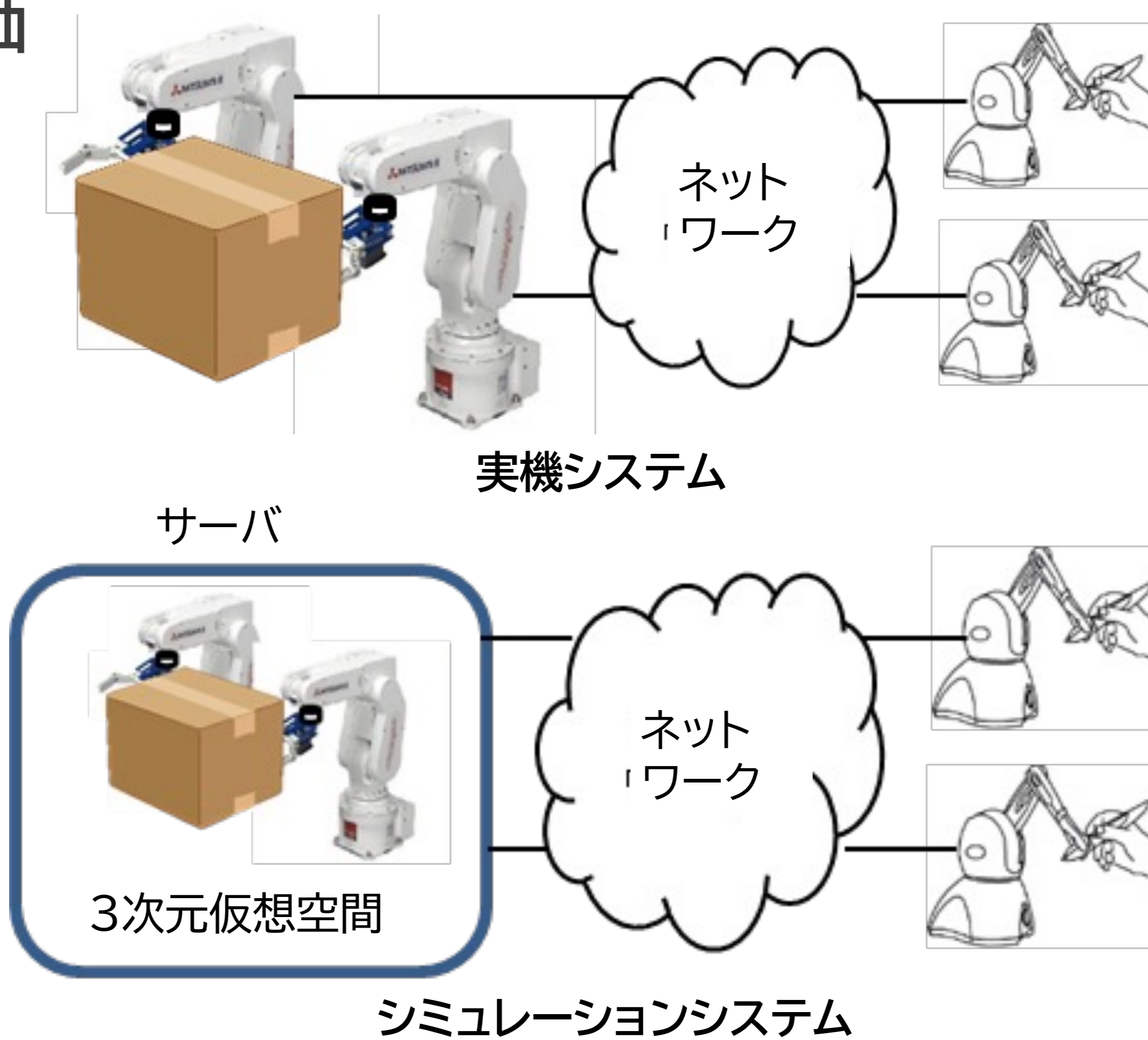
力覚フィードバックを用いた遠隔ロボットシステムの構成

- 操作者はカメラ映像で遠隔環境を確認しながら、触覚デバイスを使用してロボットへ指令を送信
- ロボット側では、対象物との接触力や反力を力覚センサで計測し、その情報をネットワーク経由で操作者へ返送
- これにより、操作者は視覚と触覚の両方を用いて作業状況を把握



実機とシミュレーションによる評価

- 見た目だけでは重さや硬さが分かりにくい段ボール箱を対象物として使用
- 二つのロボットが箱の左右から挟み込み、持ち上げて所定位置まで運搬する協調作業
- 操作者は映像情報に加えて把持時の反力を感じながら操作できるため、安定した搬送や落下防止への効果を検証
- シミュレーションでは、ロボット側だけを擬似し、実機では変更できないパラメータを変更可能
- 箱の質量一定で大きさを変える条件、箱の大きさ一定で質量を変える条件により、見た目が操作者の力加減に与える影響を評価
- ネットワーク遅延や制御条件を変化させ、作業効率や作用力、安定性への影響を解析することで、最適な操作条件を検討



産業応用

- 工場設備の遠隔保守、危険区域での作業支援、熟練技能者による遠隔支援、人手不足現場での省力化などへの応用が期待
- 三河地域の製造業においても、次世代ものづくりを支える要素技術として活用可能であり、地域産業の高度化に貢献

研究目的

- 視覚情報と触覚情報を効果的に統合し、人とロボットの遠隔協調作業を高度化
- ネットワーク遅延が存在する環境でも高い操作性と安定性を維持
- 複数ロボットによる協調作業や精密作業へ適用可能な次世代遠隔ロボット技術の実現

本研究のコア技術

- 視覚と触覚の提示タイミングを調整する視触覚融合技術
- 通信品質に応じて制御方式を適応させるQoS制御、振動や発振を抑える安定化制御を導入
- 強化学習を用いて制御パラメータを最適化し、より自然で高精度な遠隔操作の実現

今後の展開

- 実機システムとシミュレーションの高度化による、より実環境に近い評価の推進、多様な対象物や作業条件への適用拡大
- 遠隔保守、搬送支援、作業支援など地域産業への応用検討
- 三河地域企業との共同研究・実証実験を通じた社会実装への展開